

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5730839号
(P5730839)

(45) 発行日 平成27年6月10日 (2015. 6. 10)

(24) 登録日 平成27年4月17日 (2015. 4. 17)

(51) Int. Cl.		F I			
B60W	10/08	(2006.01)	B60K	6/20	320
B60W	20/00	(2006.01)	B60K	6/448	ZHV
B60K	6/448	(2007.10)	B60K	6/26	
B60K	6/26	(2007.10)	B60L	11/14	
B60L	11/14	(2006.01)			

請求項の数 5 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2012-253958 (P2012-253958)	(73) 特許権者	000003609
(22) 出願日	平成24年11月20日 (2012.11.20)		株式会社豊田中央研究所
(65) 公開番号	特開2014-101005 (P2014-101005A)		愛知県長久手市横道41番地の1
(43) 公開日	平成26年6月5日 (2014.6.5)	(73) 特許権者	000003207
審査請求日	平成26年2月10日 (2014.2.10)		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	110001210
			特許業務法人YKI国際特許事務所
		(72) 発明者	渡辺 隆男
			愛知県長久手市横道41番地の1 株式会
			社豊田中央研究所内
		(72) 発明者	土屋 英滋
			愛知県長久手市横道41番地の1 株式会
			社豊田中央研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 動力伝達装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

エンジンからの動力が伝達され、交流電流が流れることで回転磁界を発生可能な回転子導体が配設された入力側回転子と、

入力側回転子に対し相対回転可能であり、駆動軸へ動力を伝達する第1出力側回転子であって、回転子導体で発生した回転磁界が作用するのに応じて入力側回転子との間にトルクが作用する第1出力側回転子と、

交流電流が流れることで回転磁界を発生可能な固定子導体が配設された固定子と、

第1出力側回転子と連動して回転し、駆動軸へ動力を伝達する第2出力側回転子であって、固定子導体で発生した回転磁界が作用するのに応じて固定子との間にトルクが作用する第2出力側回転子と、

回転子導体と電氣的に接続され、入力側回転子とともに回転するスリップリングと、

スリップリングに電氣的に接触するブラシと、

ブラシとスリップリングのいずれかの温度を取得する温度取得部と、

入力側回転子の回転を拘束することが可能な拘束機構と、

を備え、

エンジンの運転を停止した状態で駆動軸を駆動する場合に、

拘束機構により入力側回転子の回転を拘束し、

さらに、温度取得部で取得された温度に基づいて、回転子導体の交流電流により入力側回転子と第1出力側回転子との間に作用するトルクと、固定子導体の交流電流により固定

子と第2出力側回転子との間に作用するトルクの配分を制御する、動力伝達装置。

【請求項2】

請求項1に記載の動力伝達装置であって、

エンジンの運転を停止した状態で駆動軸を駆動する場合に、温度取得部で取得された温度が許容温度よりも高いときは、温度取得部で取得された温度が許容温度以下であるときと比較して、回転子導体の交流電流により入力側回転子と第1出力側回転子との間に作用するトルクの配分を減少させて、固定子導体の交流電流により固定子と第2出力側回転子との間に作用するトルクの配分を増加させる、動力伝達装置。

【請求項3】

請求項1または2に記載の動力伝達装置であって、

エンジンの運転を停止した状態で駆動軸を駆動する場合に、温度取得部で取得された温度が許容温度以下であるときは、第1出力側回転子のトルク増加に対する損失増加割合と、第2出力側回転子のトルク増加に対する損失増加割合が互いに等しくなるように、回転子導体の交流電流により入力側回転子と第1出力側回転子との間に作用するトルクと、固定子導体の交流電流により固定子と第2出力側回転子との間に作用するトルクの配分を制御する、動力伝達装置。

【請求項4】

請求項3に記載の動力伝達装置であって、

エンジンの運転を停止した状態で駆動軸を駆動する場合に、温度取得部で取得された温度が許容温度よりも高いときは、第1出力側回転子のトルク増加に対する損失増加割合と、第2出力側回転子のトルク増加に対する損失増加割合が互いに等しくなるトルク配分と比較して、回転子導体の交流電流により入力側回転子と第1出力側回転子との間に作用するトルクの配分を減少させて、固定子導体の交流電流により固定子と第2出力側回転子との間に作用するトルクの配分を増加させる、動力伝達装置。

【請求項5】

請求項1～4のいずれかが1に記載の動力伝達装置であって、

第1出力側回転子と第2出力側回転子が一体化されている、動力伝達装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、動力伝達装置に関し、特に、エンジンの運転を停止した状態での駆動軸の駆動に関する。

【背景技術】

【0002】

エンジンと第1及び第2モータジェネレータを備えるハイブリッド駆動装置の関連技術が下記特許文献1, 2に開示されている。特許文献1, 2では、駆動軸を駆動する場合の動作モードとして、エンジンの動力を利用して第1モータジェネレータで発電し、発電電力で第2モータジェネレータを駆動して駆動軸を駆動するシリーズ動作モードと、クラッチを係合してエンジンの動力により駆動軸を駆動するとともに、第1及び第2モータジェネレータで駆動アシストまたは発電を行うパラレル動作モードと、エンジンの運転を停止した状態で第2モータジェネレータを駆動して駆動軸を駆動するEV(Electric Vehicle)動作モードが可能である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】国際公開第2009/128288号

【特許文献2】特開2011-230650号公報

【特許文献3】特開平9-322311号公報

【特許文献4】特開2009-73472号公報

【特許文献5】特開2009-274536号公報

10

20

30

40

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1, 2では、エンジンの運転を停止した状態で駆動軸を駆動するEV動作モード時の駆動トルクは、第2モータジェネレータのトルクにより賄われる。そのため、駆動軸の最大要求駆動トルクに相当する分、第2モータジェネレータの最大トルクを確保する必要があり、第2モータジェネレータの大型化を招くことなくEV動作モード時の駆動性能を向上させることは困難である。さらに、EV動作モード時に第2モータジェネレータに大電流を流す等により第2モータジェネレータの温度が高くなった場合は、第2モータジェネレータの過熱を防止するために第2モータジェネレータの電流を制限してトルクを制限する必要があり、第2モータジェネレータによる駆動軸の駆動性能が低下する。また、EV動作モード時に、第2モータジェネレータのトルクだけでなく、クラッチを係合して第1モータジェネレータのトルクも加えて駆動軸を駆動しようとする、第1及び第2モータジェネレータの駆動に連動してエンジンが連れ回るため、エンジンのフリクションによる損失が発生する。

10

【0005】

また、特許文献3では、後進駆動時に、ブレーキ機構によりエンジンのクランクシャフトの回転を固定し、クラッチモータとアシストモータとから、エンジンの回転と逆方向に作用するトルクを駆動軸に出力している。しかし、エンジンのクランクシャフトに連結されたクラッチモータのロータの巻線にブラシ及びスリップリングを介して通電を行う構成の場合には、エンジンのクランクシャフトの回転を固定した状態で、クラッチモータにトルクを発生させるときは、スリップリングの通電箇所（ブラシとの接触箇所）が局所的に固定される。その状態で、駆動軸の駆動トルクを増加させるために、クラッチモータのロータの巻線への通電電流を増加させてクラッチモータのトルクを増加させると、スリップリングの局所的な過熱を招きやすくなる。

20

【0006】

本発明は、スリップリングの局所的な過熱を防止しつつ、エンジンの運転を停止した状態で駆動軸を駆動する場合の駆動性能を向上させることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明に係る動力伝達装置は、上述した目的を達成するために以下の手段を採った。

30

【0008】

本発明に係る動力伝達装置は、エンジンからの動力が伝達され、交流電流が流れることで回転磁界を発生可能な回転子導体が配設された入力側回転子と、入力側回転子に対し相対回転可能であり、駆動軸へ動力を伝達する第1出力側回転子であって、回転子導体で発生した回転磁界が作用するのに応じて入力側回転子との間にトルクが作用する第1出力側回転子と、交流電流が流れることで回転磁界を発生可能な固定子導体が配設された固定子と、第1出力側回転子と連動して回転し、駆動軸へ動力を伝達する第2出力側回転子であって、固定子導体で発生した回転磁界が作用するのに応じて固定子との間にトルクが作用する第2出力側回転子と、回転子導体と電氣的に接続され、入力側回転子とともに回転するスリップリングと、スリップリングに電氣的に接触するブラシと、ブラシとスリップリングのいずれかの温度を取得する温度取得部と、入力側回転子の回転を拘束することが可能な拘束機構と、を備え、エンジンの運転を停止した状態で駆動軸を駆動する場合に、拘束機構により入力側回転子の回転を拘束し、さらに、温度取得部で取得された温度に基づいて、回転子導体の交流電流により入力側回転子と第1出力側回転子との間に作用するトルクと、固定子導体の交流電流により固定子と第2出力側回転子との間に作用するトルクの配分を制御することを要旨とする。

40

【0009】

本発明の一態様では、エンジンの運転を停止した状態で駆動軸を駆動する場合に、温度取得部で取得された温度が許容温度よりも高いときは、温度取得部で取得された温度が許

50

容温度以下であるときと比較して、回転子導体の交流電流により入力側回転子と第1出力側回転子との間に作用するトルクの配分を減少させて、固定子導体の交流電流により固定子と第2出力側回転子との間に作用するトルクの配分を増加させることが好適である。

【0010】

本発明の一態様では、エンジンの運転を停止した状態で駆動軸を駆動する場合に、温度取得部で取得された温度が許容温度以下であるときは、第1出力側回転子のトルク増加に対する損失増加割合と、第2出力側回転子のトルク増加に対する損失増加割合が互いに等しくなるように、回転子導体の交流電流により入力側回転子と第1出力側回転子との間に作用するトルクと、固定子導体の交流電流により固定子と第2出力側回転子との間に作用するトルクの配分を制御することが好適である。

10

【0011】

本発明の一態様では、エンジンの運転を停止した状態で駆動軸を駆動する場合に、温度取得部で取得された温度が許容温度よりも高いときは、第1出力側回転子のトルク増加に対する損失増加割合と、第2出力側回転子のトルク増加に対する損失増加割合が互いに等しくなるトルク配分と比較して、回転子導体の交流電流により入力側回転子と第1出力側回転子との間に作用するトルクの配分を減少させて、固定子導体の交流電流により固定子と第2出力側回転子との間に作用するトルクの配分を増加させることが好適である。

【0012】

本発明の一態様では、第1出力側回転子と第2出力側回転子が一体化されていることが好適である。

20

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、拘束機構により入力側回転子の回転を拘束し、さらに、ブラシとスリップリングのいずれかの温度に基づいて、回転子導体の交流電流により入力側回転子と第1出力側回転子との間に作用するトルクと、固定子導体の交流電流により固定子と第2出力側回転子との間に作用するトルクの配分を制御することで、スリップリングの局所的な過熱を防止しつつ、エンジンの運転を停止した状態で駆動軸を駆動する場合の駆動性能を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の実施形態に係る動力伝達装置を備えるハイブリッド駆動装置の概略構成を示す図である。

30

【図2】本発明の実施形態に係る動力伝達装置において、エンジン36の動力を用いて駆動軸37を駆動する動作の一例を説明する図である。

【図3】第1出力側ロータ18の回転速度が第2出力側ロータ19の回転速度と等しい条件において、第1回転電機10の発電運転を行う車速の範囲を示す図である。

【図4】第1出力側ロータ18の回転速度が第2出力側ロータ19の回転速度の1/2となる条件において、第1回転電機10の発電運転を行う車速の範囲を示す図である。

【図5】本発明の実施形態に係る動力伝達装置において、エンジン36の運転を停止した状態で駆動軸37を駆動する動作の一例を説明する図である。

40

【図6】本発明の実施形態に係る動力伝達装置において、エンジン36の運転を停止した状態で駆動軸37を駆動する動作の他の例を説明する図である。

【図7】本発明の実施形態に係る動力伝達装置において、エンジン36の運転を停止した状態で駆動軸37を駆動する動作の他の例を説明する図である。

【図8】エンジン36の運転を停止した状態で駆動軸37を駆動する場合に実行される処理の一例を説明するフローチャートである。

【図9】エンジン36の運転を停止した状態で駆動軸37を駆動する場合に実行される処理の一例を説明するフローチャートである。

【図10】第1回転電機10のトルク T_{couple} に対する損失 $Loss_1(T_{couple})$ の特性の一例を示す図である。

50

【図 1 1】第 2 回転電機 1 1 のトルク T_{mg} に対する損失 $Loss_2(T_{mg})$ の特性の一例を示す図である。

【図 1 2】第 1 回転電機 1 0 のトルク T_{coup} に対する損失 $Loss_1(T_{coup})$ の特性の一例を示す図である。

【図 1 3】第 2 回転電機 1 1 のトルク T_{mg} に対する損失 $Loss_2(T_{mg})$ の特性の一例を示す図である。

【図 1 4】本発明の実施形態に係る動力伝達装置を備えるハイブリッド駆動装置の他の概略構成を示す図である。

【図 1 5】本発明の実施形態に係る動力伝達装置を備えるハイブリッド駆動装置の他の概略構成を示す図である。

【図 1 6】本発明の実施形態に係る動力伝達装置を備えるハイブリッド駆動装置の他の概略構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明を実施するための形態（以下実施形態という）を図面に従って説明する。

【0016】

図 1 は、本発明の実施形態に係る動力伝達装置を備えるハイブリッド駆動装置の構成の概略を示す図である。本実施形態に係るハイブリッド駆動装置は、動力（機械的動力）を発生可能な原動機として設けられたエンジン（内燃機関）36 と、動力（機械的動力）の発生及び発電が可能な第 1 及び第 2 回転電機 10, 11 と、を備える。なお、本実施形態に係るハイブリッド駆動装置については、例えば車両を駆動するための動力出力装置として用いることができる。

【0017】

第 1 回転電機 10 は、回転可能な入力側ロータ 28 と、回転軸と直交する径方向において入力側ロータ 28 と所定の空隙を空けて対向し、入力側ロータ 28 に対し相対回転可能な第 1 出力側ロータ 18 と、を有する。図 1 に示す例では、入力側ロータ 28 が第 1 出力側ロータ 18 より径方向内側の位置で第 1 出力側ロータ 18 と対向配置されている。入力側ロータ 28 は、ロータコア 52 と、ロータコア 52 にその周方向に沿って配設された複数相（例えば 3 相）のロータ巻線 30 と、を含む。複数相のロータ巻線 30 に複数相（例えば 3 相）の交流電流が流れることで、ロータ巻線 30 は、ロータ周方向に回転磁界を発生することができる。第 1 出力側ロータ 18 は、ロータコア 53 と、ロータコア 53 にその周方向に沿って配設され界磁束を発生する複数の永久磁石 33 と、を含む。複数の永久磁石 33 は、ロータコア 53 の内周部に入力側ロータ 28（ロータコア 52）と対向して配設されている。

【0018】

第 2 回転電機 11 は、図示しないステータケースに固定されたステータ 16 と、回転軸と直交する径方向においてステータ 16 と所定の空隙を空けて対向し、ステータ 16 に対し相対回転可能な第 2 出力側ロータ 19 と、を有する。図 1 に示す例では、第 2 出力側ロータ 19 がステータ 16 より径方向内側の位置でステータ 16 と対向配置されている。ステータ 16 は、ステータコア 51 と、ステータコア 51 にその周方向に沿って配設された複数相（例えば 3 相）のステータ巻線 20 と、を含む。複数相のステータ巻線 20 に複数相（例えば 3 相）の交流電流が流れることで、ステータ巻線 20 は、ステータ周方向に回転する回転磁界を発生することができる。第 2 出力側ロータ 19 は、ロータコア 54 と、ロータコア 54 にその周方向に沿って配設され界磁束を発生する複数の永久磁石 32 と、を含む。複数の永久磁石 32 は、ロータコア 54 の外周部にステータ 16（ステータコア 51）と対向して配設されている。

【0019】

直流電源として設けられた充放電可能な蓄電装置 42 は、例えば二次電池により構成することができ、電気エネルギーを蓄える。蓄電装置 42 とステータ巻線 20 との間で電力変換を行う第 1 電力変換装置として設けられたインバータ 40 は、スイッチング素子と、

10

20

30

40

50

スイッチング素子に対し逆並列接続されたダイオード（整流素子）とを備える公知の構成により実現可能であり、スイッチング素子のスイッチング動作により蓄電装置 42 からの直流電力を交流（例えば 3 相交流）に変換して、ステータ巻線 20 の各相に供給することが可能である。さらに、インバータ 40 は、ステータ巻線 20 の各相に流れる交流電流を直流に変換して、電気エネルギーを蓄電装置 42 に回収する方向の電力変換も可能である。このように、インバータ 40 は、蓄電装置 42 とステータ巻線 20 との間で双方向の電力変換を行うことが可能である。

【0020】

スリップリング 95 は、入力側ロータ 28 と機械的に連結されており、さらに、ロータ巻線 30 の各相と電氣的に接続されている。回転が固定されたブラシ 96 は、スリップリング 95 に押し付けられて電氣的に接触する。スリップリング 95 は、ブラシ 96 に対し摺動しながら（ブラシ 96 との電氣的接触を維持しながら）、入力側ロータ 28 とともに回転する。ブラシ 96 は、インバータ 41 と電氣的に接続されている。ブラシ 96 には、ブラシ 96 の温度を検出するための温度センサ 97 が付設されている。蓄電装置 42 及びインバータ 40 のいずれかとロータ巻線 30 との間で電力変換を行う第 2 電力変換装置として設けられたインバータ 41 は、スイッチング素子と、スイッチング素子に対し逆並列接続されたダイオード（整流素子）とを備える公知の構成により実現可能であり、スイッチング素子のスイッチング動作により蓄電装置 42 からの直流電力を交流（例えば 3 相交流）に変換して、ブラシ 96 及びスリップリング 95 を介してロータ巻線 30 の各相に供給することが可能である。さらに、インバータ 41 は、ロータ巻線 30 の各相に流れる交流電流を直流に変換する方向の電力変換も可能である。その際には、ロータ巻線 30 の交流電力がスリップリング 95 及びブラシ 96 により取り出され、この取り出された交流電力がインバータ 41 で直流に変換される。インバータ 41 で直流に変換された電力は、インバータ 40 で交流に変換されてからステータ巻線 20 の各相へ供給可能である。つまり、インバータ 40 は、インバータ 41 からの直流電力と蓄電装置 42 からの直流電力とのいずれか（少なくとも一方）を交流に変換してステータ巻線 20 の各相へ供給することが可能である。また、インバータ 41 で直流に変換された電力を蓄電装置 42 に回収することも可能である。このように、インバータ 41 は、蓄電装置 42 及びインバータ 40 のいずれかとロータ巻線 30 との間で双方向の電力変換を行うことが可能である。

【0021】

第 1 回転電機 10 の入力側ロータ 28 及びスリップリング 95 はエンジン 36 と機械的に連結されていることで、入力側ロータ 28 にはエンジン 36 からの動力が伝達される。また、第 2 回転電機 11 の第 2 出力側ロータ 19 は駆動軸 37 と機械的に連結されていることで、駆動軸 37（車輪 38）には第 2 出力側ロータ 19 からの動力が伝達される。さらに、第 1 回転電機 10 の第 1 出力側ロータ 18 は伝動機構 56 を介して第 2 回転電機 11 の第 2 出力側ロータ 19 及び駆動軸 37 と機械的に連結されていることで、駆動軸 37 には第 1 出力側ロータ 18 からの動力が伝動機構 56 を介して伝達され、第 1 出力側ロータ 18 の回転に連動して第 2 出力側ロータ 19 が回転する。図 1 に示す例では、伝動機構 56 は互いに噛み合う伝動歯車 56a, 56b を有する歯車伝動機構であり、伝動歯車 56a が第 1 回転電機 10 の第 1 出力側ロータ 18 に機械的に連結され、伝動歯車 56b が第 2 回転電機 11 の第 2 出力側ロータ 19 及び駆動軸 37 に機械的に連結されている。伝動歯車 56a の径（ピッチ円径）が伝動歯車 56b の径（ピッチ円径）より大きく、駆動軸 37（車輪 38）の回転時には、第 1 出力側ロータ 18 からの動力が伝動機構 56 で増速されて駆動軸 37 へ伝達され、第 2 出力側ロータ 19 の回転速度が第 1 出力側ロータ 18 の回転速度より高くなる。ブレーキ 47 は、その係合/解放により、エンジン 36 と入力側ロータ 28 とスリップリング 95 の回転の拘束/その解除を選択的に行うことが可能である。ブレーキ 47 を係合させることで、エンジン 36 と入力側ロータ 28 とスリップリング 95 が回転の固定されたケーシングに固定され、エンジン 36 と入力側ロータ 28 とスリップリング 95 の回転が拘束される。一方、ブレーキ 47 を解放することで、エンジン 36 と入力側ロータ 28 とスリップリング 95 の回転が許容される。

【 0 0 2 2 】

電子制御ユニット50は、インバータ40のスイッチング素子のスイッチング動作を制御してインバータ40での電力変換を制御することで、ステータ巻線20の各相に流れる交流電流を制御する。そして、電子制御ユニット50は、インバータ41のスイッチング素子のスイッチング動作を制御してインバータ41での電力変換を制御することで、ロータ巻線30の各相に流れる交流電流を制御する。さらに、電子制御ユニット50は、ブレーキ47の係合/解放を切り替える制御、及びエンジン36の運転状態の制御も行う。

【 0 0 2 3 】

インバータ40のスイッチング動作により複数相のステータ巻線20に複数相(例えば3相)の交流電流が流れることで、ステータ巻線20は、ステータ周方向に回転する回転磁界を発生する。そして、ステータ巻線20で発生した回転磁界と永久磁石32で発生した界磁束との電磁気相互作用(吸引及び反発作用)により、第2出力側ロータ19にトルク(磁石トルク)を作用させることができ、第2出力側ロータ19を回転駆動することができる。つまり、蓄電装置42からインバータ40を介してステータ巻線20に供給された電力を第2出力側ロータ19の動力(機械的動力)に変換することができる。第2回転電機11(ステータ16及び第2出力側ロータ19)を同期電動機(PMモータ部)として機能させることができる。さらに、第2出力側ロータ19の動力をステータ巻線20の電力に変換してインバータ40を介して蓄電装置42に回収することも可能である。このように、ステータ16のステータ巻線20と第2出力側ロータ19の永久磁石32とが電磁氣的に結合されていることで、ステータ巻線20で発生する回転磁界を第2出力側ロータ19に作用させて、ステータ16と第2出力側ロータ19との間にトルク(磁石トルク)を作用させることができる。電子制御ユニット50は、インバータ40のスイッチング動作により例えばステータ巻線20に流す交流電流の振幅や位相角を制御することで、ステータ16と第2出力側ロータ19との間に作用するトルク(PMモータトルク)を制御することができる。

【 0 0 2 4 】

また、入力側ロータ28が第1出力側ロータ18に対し相対回転して入力側ロータ28(ロータ巻線30)と第1出力側ロータ18(永久磁石33)との間に回転差が生じるのに伴ってロータ巻線30に誘導起電力が発生し、この誘導起電力に起因してロータ巻線30に誘導電流(交流電流)が流れることで回転磁界が生じる。そして、ロータ巻線30の誘導電流により生じる回転磁界と永久磁石33の界磁束との電磁気相互作用によって、第1出力側ロータ18にトルクを作用させることができ、第1出力側ロータ18を回転駆動することができる。このように、入力側ロータ28のロータ巻線30と第1出力側ロータ18の永久磁石33とが電磁氣的に結合されていることで、ロータ巻線30で発生する回転磁界が第1出力側ロータ18に作用するのに応じて、入力側ロータ28と第1出力側ロータ18との間にトルク(磁石トルク)が作用する。そのため、入力側ロータ28と第1出力側ロータ18との間で動力(機械的動力)を伝達することができ、第1回転電機10(入力側ロータ28及び第1出力側ロータ18)を誘導電磁カップリング部として機能させることができる。

【 0 0 2 5 】

ロータ巻線30の誘導電流により入力側ロータ28と第1出力側ロータ18との間にトルク(電磁カップリングトルク)を発生させる際には、電子制御ユニット50は、ロータ巻線30に誘導電流が流れるのを許容するように、インバータ41のスイッチング動作を行う。その際には、電子制御ユニット50は、インバータ41のスイッチング動作によりロータ巻線30に流れる交流電流を制御することで、入力側ロータ28と第1出力側ロータ18との間に作用する電磁カップリングトルクを制御することができる。一方、電子制御ユニット50は、インバータ41のスイッチング素子をオフ状態に維持してスイッチング動作を停止させることで、ロータ巻線30に誘導電流が流れなくなり、入力側ロータ28と第1出力側ロータ18との間にトルクは作用しなくなる。

【 0 0 2 6 】

次に、本実施形態に係るハイブリッド駆動装置の動作について説明する。

【0027】

ブレーキ47が解放されている状態でエンジン36が動力を発生している場合は、エンジン36の動力が入力側ロータ28に伝達され、入力側ロータ28がエンジン回転方向に回転駆動する。入力側ロータ28の回転速度が第1出力側ロータ18の回転速度より高くなると、ロータ巻線30に誘導起電力が発生する。電子制御ユニット50は、ロータ巻線30に誘導電流が流れるのを許容するように、インバータ41のスイッチング動作を行う。これによって、ロータ巻線30の誘導電流と永久磁石33の界磁束との電磁気相互作用により入力側ロータ28から第1出力側ロータ18にエンジン回転方向の電磁カップリングトルクが作用して第1出力側ロータ18がエンジン回転方向に回転駆動する。このように、入力側ロータ28に伝達されたエンジン36からの動力は、入力側ロータ28のロータ巻線30と第1出力側ロータ18の永久磁石33との電磁気結合によって、第1出力側ロータ18へ伝達される。第1出力側ロータ18に伝達された動力は、図2の矢印aに示すように、伝動機構56で増速されてから駆動軸37(車輪38)へ伝達されることで、車両の前進駆動等、負荷の正転駆動に用いられる。したがって、エンジン36の動力を用いて車輪38を正転方向に回転駆動することができ、車両を前進方向に駆動することができる。さらに、入力側ロータ28と第1出力側ロータ18との回転差を許容することができるため、車輪38の回転が停止してもエンジン36がストールすることはない。そのため、第1回転電機10を発進装置として機能させることができ、摩擦クラッチやトルクコンバータ等の発進装置を別に設ける必要がなくなる。

10

20

【0028】

さらに、ロータ巻線30に発生した交流電力は、スリップリング95及びブラシ96を介して取り出される。取り出された交流電力はインバータ41で直流に変換される。そして、インバータ40のスイッチング動作により、インバータ41からの直流電力がインバータ40で交流に変換されてからステータ巻線20に供給されることで、ステータ巻線20に交流電流が流れ、ステータ16に回転磁界が形成される。このステータ16の回転磁界と第2出力側ロータ19の永久磁石32の界磁束との電磁気相互作用によって、ステータ16から第2出力側ロータ19にエンジン回転時の回転方向と同方向のトルクを作用させることができ、図2の矢印bに示すように、第2出力側ロータ19の動力が駆動軸37へ伝達される。これによって、駆動軸37の正転方向のトルクを増幅させるトルク増幅機能を実現することができる。一方、ロータ巻線30からスリップリング95及びブラシ96を介して取り出され、インバータ41で直流に変換された電力を蓄電装置42に回収することも可能である。その場合は、エンジン36の動力が駆動軸37(車輪38)の動力よりも大きくなり、特に駆動軸37に要求されるトルクが小さい軽負荷走行時に、エンジン36の熱効率が高くなる動作点でエンジン36の運転を行うことが可能となる。

30

【0029】

また、蓄電装置42からステータ巻線20へ電力供給するようにインバータ40のスイッチング動作を制御することで、エンジン36の動力を用いて車輪38を正転方向に回転駆動するとともに、ステータ巻線20への供給電力を用いて発生させた第2出力側ロータ19の動力により車輪38の正転方向の回転駆動をアシストすることができる。その場合は、エンジン36の動力が駆動軸37(車輪38)の動力よりも小さくなり、特に駆動軸37に要求されるトルクが大きい高負荷走行時に、エンジン36の熱効率が高くなる動作点でエンジン36の運転を行うことが可能となる。

40

【0030】

入力側ロータ28から第1出力側ロータ18にトルクを発生させてエンジン36の動力を駆動軸37へ伝達する場合に、入力側ロータ28の回転速度が第1出力側ロータ18の回転速度より高いときは、ロータ巻線30から電力回収するように第1回転電機10の発電運転を行う。一方、第1出力側ロータ18の回転速度が入力側ロータ28の回転速度より高いときに、入力側ロータ28から第1出力側ロータ18にトルクを作用させるためには、ロータ巻線30に電力供給して第1回転電機10の力行運転を行う必要がある。その

50

際に、ロータ巻線 30 への供給電力を第 2 回転電機 11 の発電運転によるステータ巻線 20 の発電電力で賄おうとすると、駆動軸 37 を駆動するための第 2 出力側ロータ 19 の動力の一部をステータ巻線 20 の発電電力に変換し、ステータ巻線 20 の発電電力をロータ巻線 30 へ供給して第 1 出力側ロータ 18 に動力を発生させることで駆動軸 37 を駆動する、いわゆる動力循環が発生することになり、動力伝達効率が低下する。これに対して図 1 に示す構成例では、伝動機構 56 が増速機構であり、駆動軸 37 の回転時に第 1 出力側ロータ 18 の回転速度が第 2 出力側ロータ 19 の回転速度より低くなる。そのため、入力側ロータ 28 (エンジン 36) の回転速度が第 1 出力側ロータ 18 の回転速度より高くなる、つまり第 1 回転電機 10 の発電運転を行う車速の範囲 (駆動軸 37 の回転速度の範囲) を、より高車速域側へ広げることができる。その結果、動力循環が発生しない車速の範囲を、より高車速域側へ広げることができ、動力伝達効率を向上させることができる。例えば、第 1 出力側ロータ 18 の回転速度が第 2 出力側ロータ 19 の回転速度と等しい条件では、第 1 回転電機 10 の発電運転を行う車速の範囲が図 3 の矢印 A に示す範囲に限られるのに対して、第 1 出力側ロータ 18 の回転速度が第 2 出力側ロータ 19 の回転速度の $1/2$ (伝動機構 56 の速度比が 2) となる条件では、第 1 回転電機 10 の発電運転を行う車速の範囲を図 4 の矢印 B に示す範囲まで広げることが可能となる。

10

【0031】

また、伝動機構 56 を増速機構にすることで、第 1 回転電機 10 の最高出力を低減することが可能となる。第 1 回転電機 10 の最高出力は、概略、最大トルクと最大トルクを維持する回転速度との積によって決まる。第 1 回転電機 10 の最大トルクはエンジン 36 の最大トルクによって決まり、第 1 回転電機 10 の最高回転速度 (絶対値) は伝動機構 56 の速度比によって変えることができる。伝動機構 56 の速度比を大きくするほど、第 1 回転電機 10 の最高回転速度を小さくすることができ、第 1 回転電機 10 の最高出力を小さくすることができる。

20

【0032】

また、本実施形態では、エンジン 36 の運転を停止した状態で蓄電装置 42 の電力を用いて駆動軸 37 (車輪 38) を駆動する EV (Electric Vehicle) 走行を行うことも可能である。例えば、電子制御ユニット 50 は、図 5 の矢印 c に示すように、蓄電装置 42 からの直流電力を交流に変換してステータ巻線 20 へ供給するようインバータ 40 のスイッチング動作を制御することで、ステータ巻線 20 の交流電流によりステータ 16 から第 2 出力側ロータ 19 にトルク T_{mg} を作用させて駆動軸 37 を駆動することができる。これによって、EV 走行を行うことができる。以下、ステータ巻線 20 の交流電流によりステータ 16 と第 2 出力側ロータ 19 との間にトルク T_{mg} を作用させて駆動軸 37 を駆動する EV 走行モードを PM モータ駆動モードとする。PM モータ駆動モードにおいては、ステータ巻線 20 から電力回収するようにインバータ 40 のスイッチング動作を制御することで、ステータ 16 から第 2 出力側ロータ 19 に減速方向のトルク T_{mg} を作用させて駆動軸 37 (車輪 38) を減速させる回生走行を行うことも可能である。

30

【0033】

また、電子制御ユニット 50 は、ブレーキ 47 の係合によりエンジン 36 及び入力側ロータ 28 の回転を拘束した状態で、図 6 の矢印 d に示すように、蓄電装置 42 からの直流電力を交流に変換してロータ巻線 30 へ供給するようインバータ 41 のスイッチング動作を制御することで、ロータ巻線 30 の交流電流により入力側ロータ 28 から第 1 出力側ロータ 18 にトルク T_{cup} を作用させて駆動軸 37 を駆動することもできる。これによっても、EV 走行を行うことができる。以下、ロータ巻線 30 の交流電流により入力側ロータ 28 と第 1 出力側ロータ 18 との間にトルク T_{cup} を作用させて駆動軸 37 を駆動する EV 走行モードを電磁カップリング駆動モードとする。電磁カップリング駆動モードにおいては、ロータ巻線 30 から電力回収するようにインバータ 41 のスイッチング動作を制御することで、入力側ロータ 28 から第 1 出力側ロータ 18 に減速方向のトルク T_{cup} を作用させて駆動軸 37 を減速させる回生走行を行うことも可能である。

40

【0034】

50

また、電子制御ユニット50は、ブレーキ47の係合によりエンジン36及び入力側ロータ28の回転を拘束した状態で、図7の矢印c, dに示すように、蓄電装置42からの直流電力を交流に変換してステータ巻線20及びロータ巻線30へ供給するようインバータ40, 41のスイッチング動作を制御することで、ステータ巻線20の交流電流によりステータ16から第2出力側ロータ19にトルク T_{mg} を作用させるとともにロータ巻線30の交流電流により入力側ロータ28から第1出力側ロータ18にトルク T_{coup} を作用させて駆動軸37を駆動することもできる。これによっても、EV走行を行うことができる。以下、ステータ巻線20の交流電流によりステータ16と第2出力側ロータ19との間にトルク T_{mg} を作用させるとともにロータ巻線30の交流電流により入力側ロータ28と第1出力側ロータ18との間にトルク T_{coup} を作用させて駆動軸37を駆動するEV走行モードをPMモータ+電磁カップリング駆動モードとする。PMモータ+電磁カップリング駆動モードにおいては、ステータ巻線20及びロータ巻線30から電力回収するようにインバータ40, 41のスイッチング動作を制御することで、ステータ16から第2出力側ロータ19に減速方向のトルク T_{mg} を作用させるとともに入力側ロータ28から第1出力側ロータ18に減速方向のトルク T_{coup} を作用させて駆動軸37を減速させる回生走行を行うことも可能である。

10

【0035】

本実施形態では、エンジン36の運転を停止した状態で駆動軸37を駆動するEV走行を行う場合は、PMモータ駆動モードと、電磁カップリング駆動モードと、PMモータ+電磁カップリング駆動モードとのいずれか2つ以上を選択的に切り替えながら実行する。例えば、駆動軸37(車輪38)に要求されるトルクが設定トルク T_{rq1} 以下であるときは、PMモータ駆動モードを実行して、ステータ16から第2出力側ロータ19に作用させるトルク T_{mg} により駆動軸37の要求トルクを賄い、駆動軸37に要求されるトルクが設定トルク T_{rq1} より大きいときは、PMモータ+電磁カップリング駆動モードを実行して、ステータ16から第2出力側ロータ19に作用させるトルク T_{mg} と、入力側ロータ28から第1出力側ロータ18に作用させるトルク T_{coup} により駆動軸37の要求トルクを賄う。これによって、EV走行時における駆動軸37の最大駆動トルクを増加させることができる。さらに、回生走行時における駆動軸37の最大回生トルクも増加させることができる。また、第2回転電機11の最高出力及びインバータ40の電気容量を低減することができ、第2回転電機11及びインバータ40のコストを低減することができる。また、駆動軸37の要求トルクが設定トルク T_{rq1} 以下であるときは、PMモータ駆動モードを選択して、ロータ巻線30の交流電流による入力側ロータ28と第1出力側ロータ18との間のトルク T_{coup} に対して、ステータ巻線20の交流電流によるステータ16と第2出力側ロータ19との間のトルク T_{mg} を優先して作用させることで、スリップリング95及びブラシ96への通電頻度を減らすことができ、スリップリング95の局所的な過熱を防止することができる。さらに、PMモータ+電磁カップリング駆動モードにおいても、入力側ロータ28と第1出力側ロータ18との間のトルク T_{coup} に対して、ステータ16と第2出力側ロータ19との間のトルク T_{mg} を優先してトルク配分を大きくすることで、スリップリング95の局所的な過熱を防止することができる。ただし、駆動軸37に要求されるトルクが設定トルク T_{rq1} 以下であるときは、電磁カップリング駆動モードを実行し、駆動軸37に要求されるトルクが設定トルク T_{rq1} より大きいときは、PMモータ+電磁カップリング駆動モードを実行することも可能である。なお、電磁カップリング駆動モード及びPMモータ+電磁カップリング駆動モードにおいては、第1出力側ロータ18の駆動に連動してエンジン36が連れ回ることはないため、エンジン36のフリクションによる損失は発生しない。

20

30

40

【0036】

また、PMモータ駆動モードの実行時に、第2回転電機11の温度(例えばステータ巻線20の温度)が設定温度 $s1$ を超えた場合は、電磁カップリング駆動モードに切り替えることも可能である。一方、電磁カップリング駆動モードの実行時に、第1回転電機10の温度(例えばロータ巻線30の温度)が設定温度 $s1$ を超えた場合は、PMモータ

50

駆動モードに切り替えることも可能である。これによって、第2回転電機11（例えばステータ巻線20）及び第1回転電機10（例えばロータ巻線30）の過熱を防止しながらEV走行を行うことができる。また、PMモータ駆動モードの実行時に、インバータ40の温度（例えばスイッチング素子の温度）が設定温度 s_2 を超えた場合は、電磁カップリング駆動モードに切り替えることも可能であり、電磁カップリング駆動モードの実行時に、インバータ41の温度（例えばスイッチング素子の温度）が設定温度 s_2 を超えた場合は、PMモータ駆動モードに切り替えることも可能である。これによって、インバータ40、41の過熱を防止しながらEV走行を行うことができる。また、PMモータ駆動モードを設定時間 t_{s1} 連続して実行した場合は、電磁カップリング駆動モードに切り替えることも可能であり、電磁カップリング駆動モードを設定時間 t_{s2} 連続して実行した場合は、PMモータ駆動モードに切り替えることも可能である。これによっても、第1及び第2回転電機10、11とインバータ40、41の過熱を防止しながらEV走行を行うことができる。さらに、入力側ロータ28と第1出力側ロータ18との間のトルク T_{cup} に対して、ステータ16と第2出力側ロータ19との間のトルク T_{mg} を優先して作用させるように、 $t_{s1} > t_{s2}$ とすることも可能であり、これによって、スリップリング95及びブラシ96への通電頻度を減らすことができ、スリップリング95の局所的な過熱を防止することができる。なお、PMモータ駆動モードから電磁カップリング駆動モードへの切り替えの際には、ステータ16と第2出力側ロータ19との間のトルク T_{mg} を徐々に減少させながら、入力側ロータ28と第1出力側ロータ18との間のトルク T_{cup} を徐々に増加させることも可能であるし、電磁カップリング駆動モードからPMモータ駆動モードへの切り替えの際には、入力側ロータ28と第1出力側ロータ18との間のトルク T_{cup} を徐々に減少させながら、ステータ16と第2出力側ロータ19との間のトルク T_{mg} を徐々に増加させることも可能である。

【0037】

また、本実施形態では、エンジン36の運転を停止した状態で駆動軸37を駆動するEV走行を行う場合は、ブラシ96（あるいはスリップリング95）の温度に基づいて、ロータ巻線30の交流電流により入力側ロータ28と第1出力側ロータ18との間に作用するトルク T_{cup} と、ステータ巻線20の交流電流によりステータ16と第2出力側ロータ19との間に作用するトルク T_{mg} の配分を制御する。以下、その場合に電子制御ユニット50が実行する処理（EV走行制御ルーチン）について、図8のフローチャートを用いて説明する。

【0038】

まずステップS101では、エンジン36の運転停止が行われる。次にステップS102では、ブレーキ47の係合によりエンジン36及び入力側ロータ28の回転が拘束される。ステップS103では、アクセルペダルポジションAPの入力が行われ、ステップS104では、駆動軸37の要求トルク（トルク指令値） T_d^* がアクセルペダルポジションAPから算出される。そして、ステップS105では、与えられた駆動軸37のトルク指令値 T_d^* に対して、第1及び第2回転電機10、11の損失の合計値を最小にするためのトルク T_{cup} 、 T_{mg} を演算する損失最小化ルーチンが実行される。損失最小化ルーチンの詳細については後述する。

【0039】

ステップS106では、温度センサ97で取得されたブラシ96の温度 $Temp_SR$ が許容温度 $Temp_max$ 以下であるか否かが判定される。ブラシ96の温度 $Temp_SR$ が許容温度 $Temp_max$ よりも高い場合（ステップS106の判定結果がNOの場合）は、ステップS107において、駆動軸37のトルク $T_{cup}/r + T_{mg}$ （ r は伝動機構56の速度比）を変化させない条件で、ステータ16と第2出力側ロータ19間のトルク T_{mg} をステップS105で演算された値から所定量 T_1 増加させるとともに、入力側ロータ28と第1出力側ロータ18間のトルク T_{cup} をステップS105で演算された値から $r \times T_1$ 減少させる。そして、ステップS108において、入力側ロータ28と第1出力側ロータ18間のトルク T_{cup} がステップS107で減少さ

10

20

30

40

50

せた値に制御され、ステップS 1 0 9において、ステータ1 6と第2出力側ロータ1 9間のトルクT m gがステップS 1 0 7で増加させた値に制御される。

【 0 0 4 0 】

一方、ブラシ9 6の温度T e m p__S Rが許容温度T e m p__m a x以下である(ステップS 1 0 6の判定結果がY E Sの場合)は、ステップS 1 0 8において、入力側ロータ2 8と第1出力側ロータ1 8間のトルクT c o u pがステップS 1 0 5で演算された値に制御され、ステップS 1 0 9において、ステータ1 6と第2出力側ロータ1 9間のトルクT m gがステップS 1 0 5で演算された値に制御される。

【 0 0 4 1 】

また、損失最小化ルーチンにおいては、図9のフローチャートに示す処理が電子制御ユニット5 0により実行される。まずステップS 2 0 1では、駆動軸3 7のトルク指令値T d *がステータ1 6と第2出力側ロータ1 9間のトルクの最大値T m g__m a x以下であるか否かが判定される。T m g__m a x > T d *の場合(ステップS 2 0 1の判定結果がY E Sの場合)は、ステップS 2 0 2において、ステータ1 6と第2出力側ロータ1 9間のトルクT m gがT d *に設定されるとともに、入力側ロータ2 8と第1出力側ロータ1 8間のトルクT c o u pが0に設定される。一方、T m g__m a x < T d *の場合(ステップS 2 0 1の判定結果がN Oの場合)は、ステップS 2 0 3において、駆動軸3 7のトルクT c o u p / r + T m gがT d *になるように、ステータ1 6と第2出力側ロータ1 9間のトルクT m gがT m g__m a xに設定されるとともに、入力側ロータ2 8と第1出力側ロータ1 8間のトルクT c o u pがr x (T d * - T m g__m a x)に設定される。

10

20

【 0 0 4 2 】

ステップS 2 0 4では、以下の(1)式が成立するか否かが判定される。第1及び第2回転電機1 0 , 1 1とも、概略、損失は回転速度を一定とした場合トルクの二乗に比例する。よって、第1及び第2回転電機1 0 , 1 1毎に、図1 0 , 1 1に示すような、トルクに対する損失の特性(単調増加、凸関数)が与えられ、第1回転電機1 0の第1出力側ロータ1 8のトルクT c o u pに対する損失特性を図1 0に示すようなL o s s__1 (T c o u p)で表すことができ、第2回転電機1 1の第2出力側ロータ1 9のトルクT m gに対する損失特性を図1 1に示すようなL o s s__2 (T m g)で表すことができる。そこで、図1 0 , 1 1に示すような、第1回転電機1 0の第1出力側ロータ1 8のトルクT c o u pに対する損失L o s s__1 (T c o u p)の特性と、第2回転電機1 1の第2出力側ロータ1 9のトルクT m gに対する損失L o s s__2 (T m g)の特性を電子制御ユニット5 0の記憶装置に予め記憶しておく。T d * = T c o u p / r + T m gが成立する動作点において、以下の(1)式が成立しない場合、つまり第1出力側ロータ1 8のトルク増加に対する損失増加割合 L o s s__1 / T c o u pと、第2出力側ロータ1 9のトルク増加に対する損失増加割合 L o s s__2 / T m gが等しくない場合は、ステップS 2 0 5に進む。

30

【 0 0 4 3 】

【数1】

$$\frac{\partial Loss_1}{\partial Tcoup} = \frac{\partial Loss_2}{\partial Tmg} \dots\dots\dots (1)$$

40

【 0 0 4 4 】

ステップS 2 0 5では、以下の(2)式が成立するか否かが判定される。例えば図1 0 , 1 1に示すように、T c o u p = T c o u p 1 , T m g = T m g 1で、T d * = T c o u p 1 / r + T m g 1が成立する動作点においては、第1出力側ロータ1 8のトルク増加に対する損失増加割合 L o s s__1 / T c o u pが第2出力側ロータ1 9のトルク増加に対する損失増加割合 L o s s__2 / T m gより小さくなり、以下の(2)式の不等式が成立する。その場合は、ステップS 2 0 6に進み、駆動軸3 7のトルクT c o u p / r + T m gを変化させない条件で、第2出力側ロータ1 9のトルクT m gをT m g 1か

50

ら図11の矢印Dの方向に所定量 T2 減少させるとともに、第1出力側ロータ18のトルク Tcoup を Tcoup1 から図10の矢印Cの方向に rx T2 増加させて動作点をずらす。これによって、第1回転電機10の損失 Loss_1 (Tcoup) と第2回転電機11の損失 Loss_2 (Tmg) との合計値を減少させる。そして、ステップS204に戻る。一方、Td* = Tcoup / r + Tmg が成立する動作点において、以下の(2)式の不等式が成立しない場合、つまり第1出力側ロータ18のトルク増加に対する損失増加割合 Loss_1 / Tcoup が第2出力側ロータ19のトルク増加に対する損失増加割合 Loss_2 / Tmg より大きい場合は、ステップS207に進む。ステップS207では、駆動軸37のトルク Tcoup / r + Tmg を変化させない条件で、第2出力側ロータ19のトルク Tmg を所定量 T2 増加させるとともに、第1出力側ロータ18のトルク Tcoup を rx T2 減少させて動作点をずらす。これによって、第1回転電機10の損失 Loss_1 (Tcoup) と第2回転電機11の損失 Loss_2 (Tmg) との合計値を減少させる。そして、ステップS204に戻る。

10

【0045】

【数2】

$$\frac{\partial \text{Loss}_1}{\partial \text{Tcoup}} < \frac{\partial \text{Loss}_2}{\partial \text{Tmg}} \dots\dots\dots(2)$$

【0046】

20

また、ステップS204において、(1)式が成立する場合は、損失最小化ルーチンの実行を終了する。例えば図12, 13に示すように、Tcoup = Tcoup2, Tmg = Tmg2 で、Td* = Tcoup2 / r + Tmg2 が成立する動作点においては、第1出力側ロータ18のトルク増加に対する損失増加割合 Loss_1 / Tcoup と、第2出力側ロータ19のトルク増加に対する損失増加割合 Loss_2 / Tmg が等しくなる。(1)式が成立する動作点で、損失 Loss_1 (Tcoup), Loss_2 (Tmg) の合計値が最小となる。

【0047】

ブレーキ47の係合によりエンジン36及び入力側ロータ28の回転が固定された状態では、スリップリング95の通電箇所(ブラシ96との接触箇所)が局所的に固定される。その状態で、EV走行時における駆動軸37の駆動トルクを増加させるために、入力側ロータ28のロータ巻線30への通電電流を増加させて入力側ロータ28と第1出力側ロータ18間のトルク Tcoup を増加させると、スリップリング95の局所的な過熱を招きやすくなる。これに対して以上説明したEV走行制御ルーチンによれば、ブラシ96の温度 Temp_SR が許容温度 Temp_max よりも高いときは、ブラシ96の温度 Temp_SR が許容温度 Temp_max 以下であるときと比較して、入力側ロータ28と第1出力側ロータ18間のトルク Tcoup の配分を減少させて、ステータ16と第2出力側ロータ19間のトルク Tmg の配分を増加させる。これによって、入力側ロータ28と第1出力側ロータ18間のトルク Tcoup と、ステータ16と第2出力側ロータ19間のトルク Tmg により駆動軸37の要求トルクを賄うとともに、ブラシ96の温度 Temp_SR が許容温度 Temp_max よりも高いときは、ブラシ96の温度 Temp_SR が許容温度 Temp_max 以下であるときと比較して、スリップリング95及びブラシ96への通電電流を減少させる。その結果、EV走行時における駆動軸37の最大駆動トルクを増加させることができるとともに、スリップリング95の局所的な過熱を防止することができる。

30

40

【0048】

さらに、損失最小化ルーチンによれば、ブラシ96の温度 Temp_SR が許容温度 Temp_max 以下であるときは、第1回転電機10の第1出力側ロータ18のトルク増加に対する損失増加割合 Loss_1 / Tcoup と、第2回転電機11の第2出力側ロータ19のトルク増加に対する損失増加割合 Loss_2 / Tmg が互いに等し

50

くなるように、トルク T_{coup} , T_{mg} の配分を制御する。これによって、第 1 及び第 2 回転電機 10 , 11 の損失が最小となるように EV 走行を行うことができ、EV 走行時の効率を向上させることができる。また、ブラシ 96 の温度 $Temp_{SR}$ が許容温度 $Temp_{max}$ よりも高いときは、損失増加割合 $Loss_1 / T_{coup}$, $Loss_2 / T_{mg}$ が互いに等しくなるトルク T_{coup} , T_{mg} の配分と比較して、トルク T_{coup} の配分を減少させてトルク T_{mg} の配分を増加させる。これによって、EV 走行時における第 1 及び第 2 回転電機 10 , 11 の損失をある程度低減しつつ、スリップリング 95 の局所的な過熱を防止することができる。

【0049】

なお、EV 走行制御ルーチンの実行の際には、ブラシ 96 の温度 $Temp_{SR}$ の代わりにスリップリング 95 の温度を温度センサで検出し、ステップ S106 では、温度センサで取得されたスリップリング 95 の温度が許容温度 $Temp_{max}$ 以下であるか否かを判定することも可能である。スリップリング 95 の温度が許容温度 $Temp_{max}$ よりも高い場合は、ステップ S107 に進み、スリップリング 95 の温度が許容温度 $Temp_{max}$ 以下である場合は、ステップ S108 に進む。

【0050】

本実施形態では、例えば図 14 に示すように、伝動機構 56 を、伝動歯車 56a の径 (ピッチ円径) が伝動歯車 56b の径 (ピッチ円径) より小さい減速機構にすることも可能であり、その場合は、駆動軸 37 (車輪 38) の回転時に、第 1 出力側ロータ 18 からの動力が伝動機構 56 で減速されて駆動軸 37 へ伝達され、第 2 出力側ロータ 19 の回転速度が第 1 出力側ロータ 18 の回転速度より低くなる。図 14 に示す構成例によれば、入力側ロータ 28 と第 1 出力側ロータ 18 との間のトルク T_{coup} を伝動機構 56 で増幅して駆動軸 37 へ伝達することができるため、駆動軸 37 の駆動トルクを増加させることができ、特に車速が低速の場合に好適である。

【0051】

また、本実施形態では、例えば図 15 に示すように、伝動機構 56 を、変速比の変更が可能な変速機により構成することも可能である。ここでの変速機は、第 1 出力側ロータ 18 からの動力を減速して駆動軸 37 へ伝達する減速状態と、第 1 出力側ロータ 18 からの動力を増速して駆動軸 37 へ伝達する増速状態とに選択的に切り替え可能である。減速状態においては、駆動軸 37 の回転時に第 2 出力側ロータ 19 の回転速度が第 1 出力側ロータ 18 の回転速度より低くなり、増速状態においては、駆動軸 37 の回転時に第 2 出力側ロータ 19 の回転速度が第 1 出力側ロータ 18 の回転速度より高くなる。変速機を減速状態に切り替えることで、駆動軸 37 の駆動トルクを増加させることができ、特に車速が低速の場合に好適である。一方、変速機を増速状態に切り替えることで、第 1 回転電機 10 の発電運転を行う車速の範囲 (動力循環が発生しない車速の範囲) を、より高車速域側へ広げることができ、特に車速が高速の場合に好適である。したがって、車速 (駆動軸 37 の回転速度) が設定速度 V_{s1} 以下である場合に変速機の減速状態を選択し、車速 (駆動軸 37 の回転速度) が設定速度 V_{s1} より高い場合に変速機の増速状態を選択することが好適である。

【0052】

また、本実施形態では、例えば図 16 に示すように、第 1 出力側ロータ 18 と第 2 出力側ロータ 19 を一体化することも可能である。図 16 に示す例では、入力側ロータ 28 と、一体化された第 1 及び第 2 出力側ロータ 18 , 19 と、ステータ 16 が同心円状に配置され、入力側ロータ 28 の外周側に第 1 及び第 2 出力側ロータ 18 , 19 が配置され、第 1 及び第 2 出力側ロータ 18 , 19 の外周側にステータ 16 が配置されている。第 1 及び第 2 出力側ロータ 18 , 19 に連結された伝動機構 56 は、増速機構であってもよいし、減速機構であってもよいし、変速機であってもよい。図 16 に示す構成例によれば、装置の小型化を図ることが可能となる。

【0053】

以上、本発明を実施するための形態について説明したが、本発明はこうした実施形態に

10

20

30

40

50

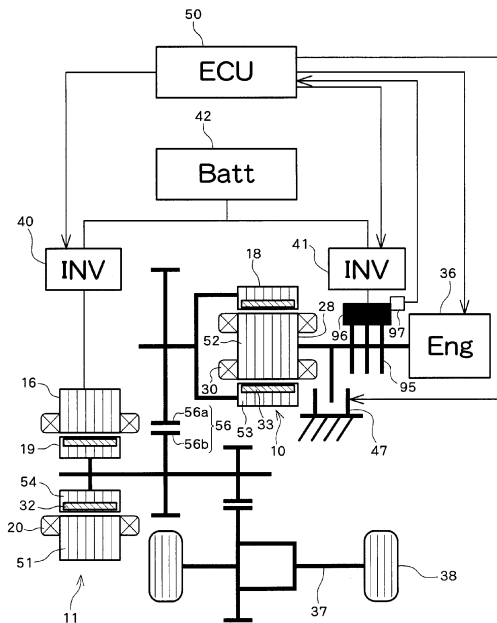
何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施し得ることは勿論である。

【符号の説明】

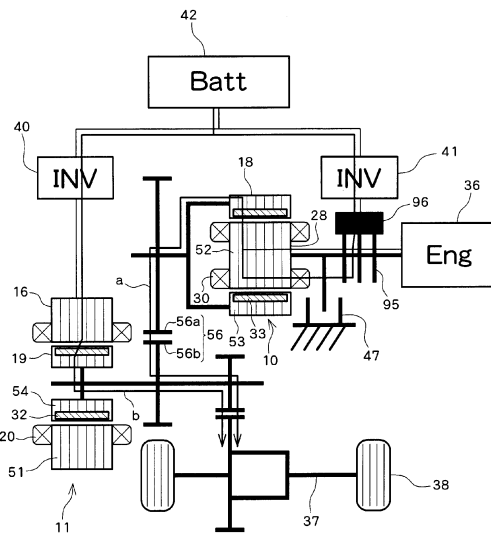
【0054】

10 第1回転電機、11 第2回転電機、16 ステータ、18 第1出力側ロータ、19 第2出力側ロータ、20 ステータ巻線、28 入力側ロータ、30 ロータ巻線、32, 33 永久磁石、36 エンジン、37 駆動軸、38 車輪、40, 41 インバータ、42 蓄電装置、47 ブレーキ、50 電子制御ユニット、51 ステータコア、52, 53 ロータコア、56 伝動機構、56a, 56b 伝動歯車、95 スリップリング、96 ブラシ、97 温度センサ。

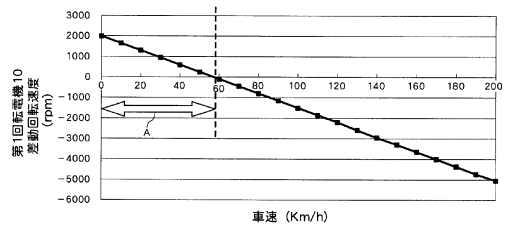
【図1】



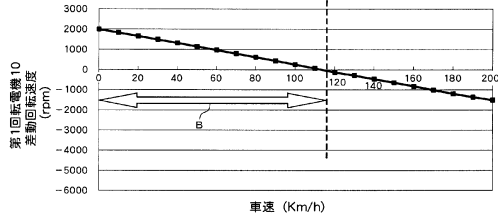
【図2】



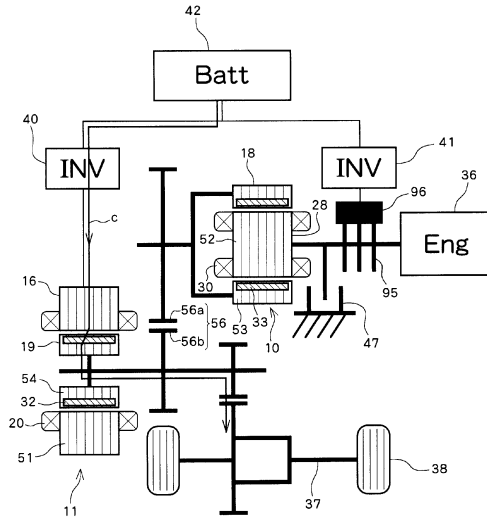
【図3】



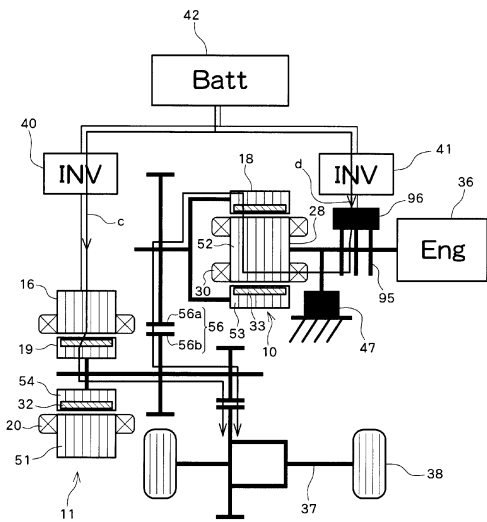
【図4】



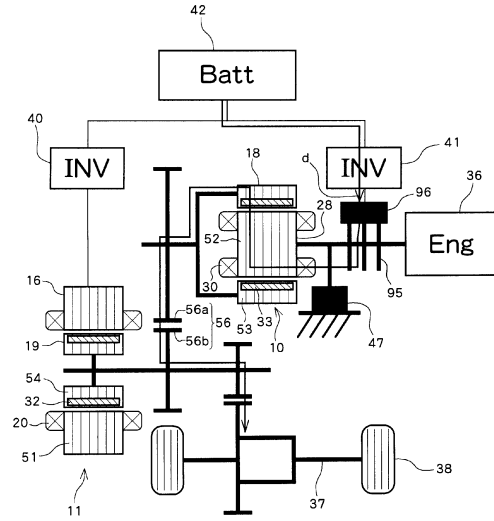
【図5】



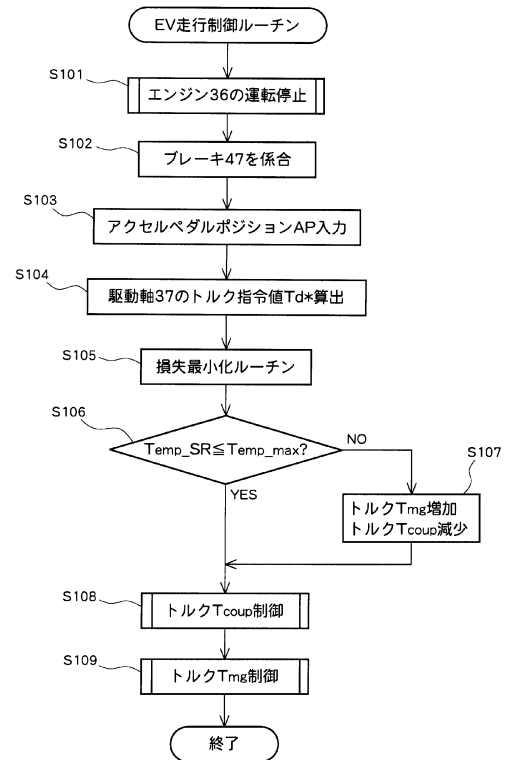
【図7】



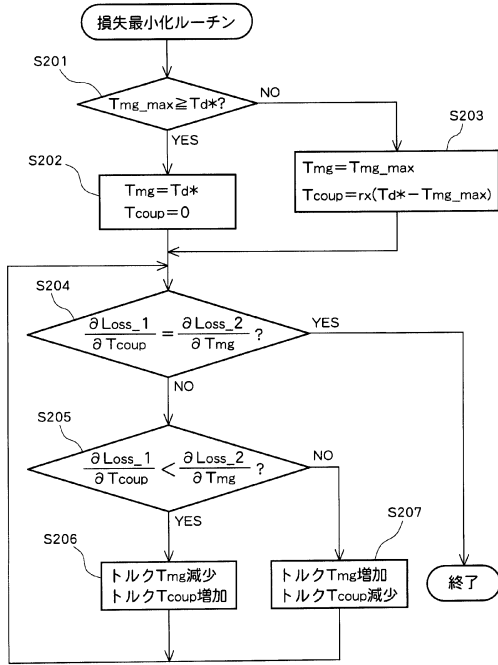
【図6】



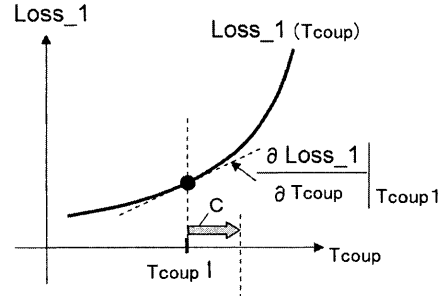
【図8】



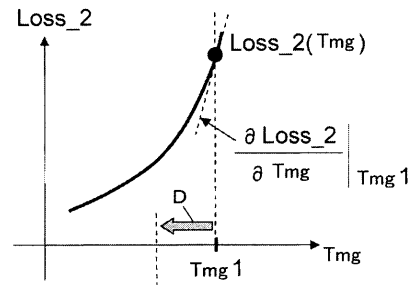
【図9】



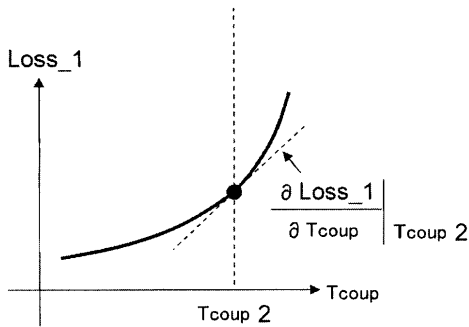
【図10】



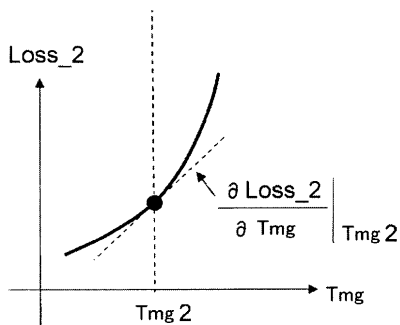
【図11】



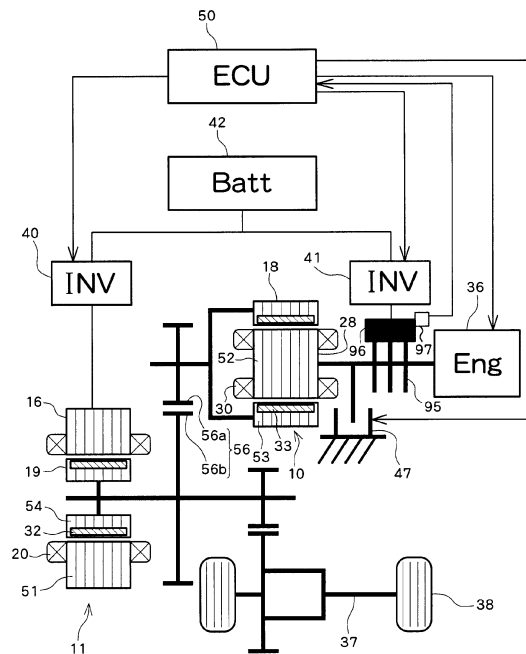
【図12】



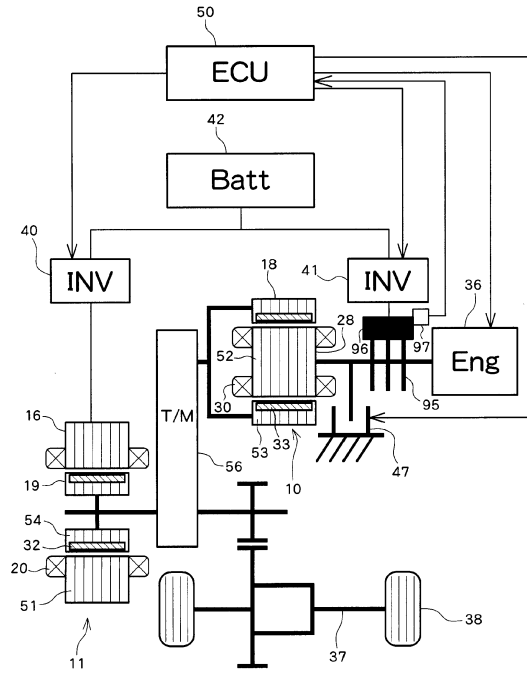
【図13】



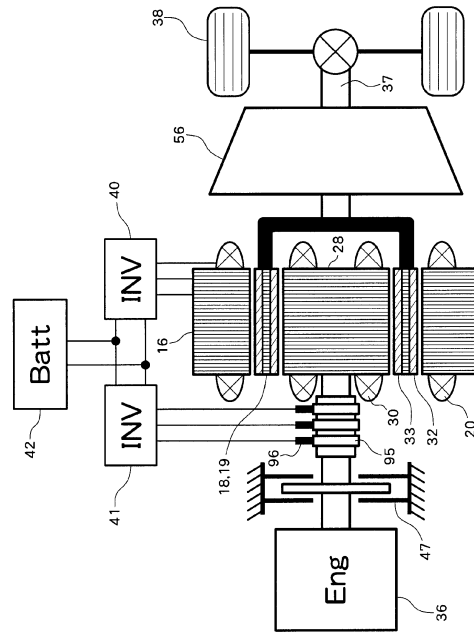
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

- (72)発明者 宮野 竜也
愛知県長久手市横道4番地の1 株式会社豊田中央研究所内
- (72)発明者 村上 新
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 椎名 貴弘
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 藤吉 直志
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 和人

- (56)参考文献 特開2001-128307(JP,A)
特開平9-322311(JP,A)
特開2012-192905(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60K 6/20 - 6/547
B60W 10/00 - 20/00
B60L 11/14