

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5403377号  
(P5403377)

(45) 発行日 平成26年1月29日(2014.1.29)

(24) 登録日 平成25年11月8日(2013.11.8)

(51) Int. Cl.	F I
<b>B60W 10/08 (2006.01)</b>	B60K 6/20 320
<b>B60W 20/00 (2006.01)</b>	B60K 6/48 ZHV
<b>B60K 6/48 (2007.10)</b>	B60K 6/20 310
<b>B60W 10/06 (2006.01)</b>	B60K 6/20 360
<b>B60W 10/02 (2006.01)</b>	B60K 6/387

請求項の数 6 (全 27 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2011-173218 (P2011-173218)	(73) 特許権者	000100768
(22) 出願日	平成23年8月8日(2011.8.8)		アイシン・エイ・ダブリュ株式会社
(65) 公開番号	特開2013-35418 (P2013-35418A)		愛知県安城市藤井町高根10番地
(43) 公開日	平成25年2月21日(2013.2.21)	(74) 代理人	100107308
審査請求日	平成25年3月22日(2013.3.22)		弁理士 北村 修一郎
		(74) 代理人	100128901
			弁理士 東 邦彦
		(74) 代理人	100120352
			弁理士 三宅 一郎
		(72) 発明者	小林 靖彦
			愛知県安城市藤井町高根10番地 アイシン・エイ・ダブリュ株式会社内
		(72) 発明者	森 雄麻
			愛知県安城市藤井町高根10番地 アイシン・エイ・ダブリュ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関に駆動連結される入力部材と車輪に駆動連結される出力部材とを結ぶ動力伝達経路に、前記入力部材の側から、第一係合装置、回転電機、第二係合装置、の順に設けられた車両用駆動装置を制御対象とする制御装置であって、

前記第一係合装置及び前記第二係合装置の双方が滑り係合状態であって前記回転電機が発電中の状態で、前記回転電機の回転速度が目標回転速度に近づくように前記回転電機の出力トルクを制御する発電回転速度制御を実行する発電回転速度制御部を備え、

前記発電回転速度制御部は、前記発電回転速度制御において、前記回転電機の温度及びインバータの温度の少なくとも一方を監視対象温度として監視し、当該監視対象温度に基づいて前記目標回転速度を決定すると共に、前記発電回転速度制御中の前記回転電機の発電量を目標発電量に維持する発電量維持制御を実行する制御装置。

【請求項2】

前記発電回転速度制御部は、前記監視対象温度が予め定められた制御温度領域内である場合には、前記監視対象温度が高くなるに従って高い値となるように前記目標回転速度を決定する請求項1に記載の制御装置。

【請求項3】

前記発電回転速度制御部は、前記監視対象温度が、予め定められた許容上限温度となった場合に、前記目標発電量に応じて規定された回転速度であって、前記回転電機の運転時間に関わらず前記監視対象温度が前記許容上限温度を超えない回転速度である温度均衡回

転速度まで、前記目標回転速度を増加させる請求項 1 又は 2 に記載の制御装置。

【請求項 4】

前記発電回転速度制御部は、前記回転電機の温度に基づく第一目標回転速度と、前記インバータの温度に基づく第二目標回転速度とを決定し、前記第一目標回転速度及び前記第二目標回転速度のいずれか高い方に基づいて前記目標回転速度を決定する請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の制御装置。

【請求項 5】

前記発電回転速度制御部は、前記監視対象温度が予め定められた制御温度領域の下限值未満である場合には、前記目標発電量を確保可能な下限回転速度を、前記目標回転速度に決定する請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の制御装置。

10

【請求項 6】

前記発電回転速度制御部は、前記発電量維持制御において、前記目標回転速度と前記目標発電量とに基づいて前記回転電機に出力させるべき目標のトルクを決定し、当該目標のトルクに基づいて、第一係合装置の伝達トルク、第二係合装置の伝達トルク、及び前記内燃機関の出力トルクのいずれか 1 つ以上を制御する請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関に駆動連結される入力部材と車輪に駆動連結される出力部材とを結ぶ動力伝達経路に、前記入力部材の側から、第一係合装置、回転電機、第二係合装置、の順に設けられた車両用駆動装置を制御対象とする制御装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

内燃機関及び回転電機を駆動力源として備えるハイブリッド車両用の駆動装置として、例えば、下記の特許文献 1 に記載された装置が既に知られている。このハイブリッド車両には、トルクコンバータのように駆動力源の回転速度を吸収する要素が備えられていない。このため、特許文献 1 に記載の技術では、駆動装置に備えられている第一係合装置及び第二係合装置を、車両の発進時や極低速走行時や内燃機関の始動時などにおいて滑り係合状態に制御して、各駆動力源の回転速度と車輪の回転速度との間に回転速度差があっても、駆動力を伝達可能に構成している。

30

【0003】

また、特許文献 1 の技術は、第二係合装置に加えて、第一係合装置も滑り係合状態に制御するように構成されている。これにより、第一係合装置のスリップ量の分、内燃機関の回転速度に対して回転電機の回転速度が低下されて、第二係合装置のスリップ量が減少される。この第二係合装置のスリップ量の減少分、第二係合装置の発熱量が減少し、過熱による第二係合装置の劣化を抑制することができる。

【0004】

しかしながら、バッテリーの充電量が低く、電力消費量が大きい場合など、内燃機関の駆動力を用いた回転電機の発電が必要な場合に、第一係合装置が滑り係合状態にされ、回転電機の回転速度が低下されると、必要とされる発電量を確保するために、回転速度の低下量に応じて回転電機に出力させる回生トルクの大きさ（絶対値）を増加させる必要がある。回生トルクの大きさが増加されると、回転電機のコイルに流れる電流が増加し、コイルの発熱量が増加する。これによりコイル温度が上昇し、所定の許容上限値を上回るとコイルの劣化が進行する恐れが生じる。また、回転電機に流れる電流が増加すると、回転電機を制御するインバータの発熱量も増加する。これによりインバータ温度が上昇し、所定の許容上限値を上回るとインバータの劣化が進行する恐れが生じる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

50

【特許文献1】特開2008-7094号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

そこで、第一係合装置及び第二係合装置の双方が滑り係合状態であって回転電機が発電中の状態である場合に、必要とされる発電量を確保しながら、回転電機及びインバータを流れる電流によりこれらが過熱することを抑制できる制御装置が求められる。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明に係る、内燃機関に駆動連結される入力部材と車輪に駆動連結される出力部材とを結ぶ動力伝達経路に、前記入力部材の側から、第一係合装置、回転電機、第二係合装置、の順に設けられた車両用駆動装置を制御対象とする制御装置の特徴構成は、前記第一係合装置及び前記第二係合装置の双方が滑り係合状態であって前記回転電機が発電中の状態で、前記回転電機の回転速度が目標回転速度に近づくように前記回転電機の出力トルクを制御する発電回転速度制御を実行する発電回転速度制御部を備え、前記発電回転速度制御部は、前記発電回転速度制御において、前記回転電機の温度及びインバータの温度の少なくとも一方を監視対象温度として監視し、当該監視対象温度に基づいて前記目標回転速度を決定すると共に、前記発電回転速度制御中の前記回転電機の発電量を目標発電量に維持する発電量維持制御を実行する点にある。

【0008】

なお、本願において「回転電機」は、モータ（電動機）、ジェネレータ（発電機）、及び必要に応じてモータ及びジェネレータの双方の機能を果たすモータ・ジェネレータのいずれをも含む概念として用いている。

また、本願において、「駆動連結」とは、2つの回転要素が駆動力を伝達可能に連結された状態を指し、当該2つの回転要素が一体的に回転するように連結された状態、或いは当該2つの回転要素が一又は二以上の伝動部材を介して駆動力を伝達可能に連結された状態を含む概念として用いている。このような伝動部材としては、回転を同速で又は変速して伝達する各種の部材が含まれ、例えば、軸、歯車機構、ベルト、チェーン等が含まれる。また、このような伝動部材として、回転及び駆動力を選択的に伝達する係合装置、例えば摩擦係合装置や噛み合い式係合装置等が含まれていてもよい。

【0009】

上記の特徴構成によれば、回転電機が発電中かつ第一係合装置及び第二係合装置の双方が滑り係合状態で、発電回転速度制御が実行される。この状態では、第一係合装置の係合部材間の回転速度差の分だけ、回転電機の回転速度が内燃機関の回転速度より低下される。この場合であっても、発電量維持制御により、回転電機の回転速度の低下量に応じて回転電機の回生トルクの大きさが増加され、回転電機の発電量を、必要とされる目標発電量に維持することができる。

一方、回生トルクの大きさの増加により、回転電機の温度及びインバータの温度が上昇する。そこで上記の特徴構成のように、回転電機の温度及びインバータの温度の少なくとも一方を監視対象温度として監視し、当該監視対象温度に基づいて目標回転速度を決定することで、監視対象温度が上昇しすぎないように、回転電機の目標回転速度を増加させて、発電量維持制御により回生トルクの大きさを減少させることができる。よって、必要とされる発電量を確保しながら、監視対象温度の上昇を抑制することができ、回転電機又はインバータ（若しくはその両方；以下同様）の過熱を抑制することができる。

【0010】

或いは、監視対象温度が低い場合に、回転電機の目標回転速度を減少させて、発電量維持制御により回生トルクの大きさを増加させることができる。すなわち、例えば回転電機又はインバータが過熱する恐れがない範囲内で、回転電機の目標回転速度を減少させることができ、第二係合装置の係合部材間の回転速度差を低減してその発熱を抑制することができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 1 】

また、第一係合装置及び第二係合装置の双方が滑り係合状態であるので、内燃機関の回転速度及び車輪の回転速度を変化させることなく、回転電機の目標回転速度を増減させることができる。よって、発電回転速度制御による監視対象温度の制御性を高くすることができる。

## 【 0 0 1 2 】

ここで、前記発電回転速度制御部は、前記監視対象温度が予め定められた制御温度領域内である場合には、前記監視対象温度が高くなるに従って高い値となるように前記目標回転速度を決定すると好適である。

## 【 0 0 1 3 】

この構成によれば、監視対象温度が高くなるに従って目標回転速度が大きく増加され、回生トルクの大きさがより小さくされるので、監視対象温度が高いほど回転電機又はインバータの発熱量を有効に減少させることができる。よって、監視対象温度が高くなるに従ってその温度上昇をより確実に抑制することができる。従って、監視対象温度が所定の温度を超えることを有効に抑制することができる。

## 【 0 0 1 4 】

ここで、前記発電回転速度制御部は、前記監視対象温度が、予め定められた許容上限温度となった場合に、前記目標発電量に応じて規定された回転速度であって、前記回転電機の運転時間に関わらず前記監視対象温度が前記許容上限温度を超えない回転速度である温度均衡回転速度まで、前記目標回転速度を増加させると好適である。

## 【 0 0 1 5 】

この構成によれば、監視対象温度が許容上限温度となった場合に、監視対象温度が定期的に許容上限温度となる温度均衡回転速度まで回転電機の回転速度が上昇されるので、監視対象温度が許容上限温度を超えることを抑制できる。よって、回転電機又はインバータの劣化の進行を抑制することができる。

## 【 0 0 1 6 】

また、前記発電回転速度制御部は、前記回転電機の温度に基づく第一目標回転速度と、前記インバータの温度に基づく第二目標回転速度とを決定し、前記第一目標回転速度及び前記第二目標回転速度のいずれか高い方に基づいて前記目標回転速度を決定する構成とすると好適である。

## 【 0 0 1 7 】

この構成によれば、回転電機の温度及びインバータの温度に基づいて発電量維持制御中における目標回転速度を適切に決定することができ、回転電機及びインバータの双方の過熱を抑制することができる。

## 【 0 0 1 8 】

また、前記発電回転速度制御部は、前記監視対象温度が予め定められた制御温度領域の下限值未満である場合には、前記目標発電量を確保可能な下限回転速度を、前記目標回転速度に決定すると好適である。

## 【 0 0 1 9 】

この構成によれば、監視対象温度が下限値未満である場合には、回転電機の回転速度を、目標発電量を確保できる下限まで低下させることができ、第二係合装置の係合部材間の回転速度差を減少させることができる。よって、第二係合装置の滑り係合状態における発熱を低減することができ、第二係合装置の過熱を抑制することができる。

## 【 0 0 2 0 】

また、前記発電回転速度制御部は、前記発電量維持制御において、前記目標回転速度と前記目標発電量とに基づいて前記回転電機に出力させるべき目標のトルクを決定し、当該目標のトルクに基づいて、第一係合装置の伝達トルク、第二係合装置の伝達トルク、及び前記内燃機関の出力トルクのいずれか1つ以上を制御すると好適である。

## 【 0 0 2 1 】

この構成によれば、第一係合装置の伝達トルク、第二係合装置の伝達トルク、及び内燃機

10

20

30

40

50

関の出力トルクのいずれか1つ以上を制御することで、回転電機の慣性系に外部から作用するトルクを、回転電機に出力させるべき目標のトルクの増減分だけ変化させることができる。この外部作用トルクの増減による回転電機の回転速度の変化を打ち消すため、回転電機の回転速度制御により、回転電機の出力トルクが、回転電機に出力させるべき目標のトルクの増減分だけ自動的に増減される。よって、回転電機の出力トルクを、間接的に回転電機に出力させるべき目標のトルクの増減分だけ変化させることができ、回転電機の発電量を目標発電量に維持することができる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明の実施形態に係る車両用駆動装置及び制御装置の概略構成を示す模式図である。 10

【図2】本発明の実施形態に係る制御装置の構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の実施形態に係る制御装置の処理を示すタイミングチャートである。

【図4】本発明の実施形態に係る制御装置の処理を説明する図である。

【図5】本発明の実施形態に係る制御装置の処理を説明する図である。

【図6】本発明の実施形態に係る制御装置の処理を説明する図である。

【図7】本発明の実施形態に係る制御装置の処理を説明する図である。

【図8】本発明の実施形態に係る制御装置の処理を説明する図である。

【図9】本発明の実施形態に係る制御装置の処理を説明する図である。

【図10】本発明の実施形態に係る発電回転速度制御部の構成を示すブロック図である。 20

【図11】本発明の実施形態に係る発電回転速度制御部の構成を示すブロック図である。

【図12】本発明の実施形態に係る制御装置の処理を示すタイミングチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0023】

本発明に係る制御装置30の実施形態について、図面を参照して説明する。図1は、本実施形態に係る車両用駆動装置1及び制御装置30の概略構成を示す模式図である。この図において、実線は駆動力の伝達経路を示し、破線は作動油の供給経路を示し、一点鎖線は信号の伝達経路を示している。この図に示すように、本実施形態に係る車両用駆動装置1は、概略的には、エンジンE及び回転電機MGを駆動力源として備え、これらの駆動力源の駆動力を、動力伝達機構を介して車輪Wへ伝達する構成となっている。車両用駆動装置1には、エンジンEに駆動連結されるエンジン出力軸Eoと車輪Wに駆動連結される出力軸Oとを結ぶ動力伝達経路2に、エンジン出力軸Eoの側から、第一係合装置CL1、回転電機MG、第二係合装置CL2、の順に設けられている。ここで、第一係合装置CL1は、その係合状態に応じて、エンジンEと回転電機MGとの間の駆動連結を断接する。第二係合装置CL2は、その係合状態に応じて、回転電機MGと車輪Wとの間の駆動連結を断接する。本実施形態に係る車両用駆動装置1には、回転電機MGと車輪Wとの間の動力伝達経路2に変速機構TMが備えられている。そして、第二係合装置CL2は、変速機構TMに備えられた複数の係合装置の中の1つとされている。

なお、エンジン出力軸Eoが、本発明における「入力部材」であり、出力軸Oが、本発明における「出力部材」である。 40

【0024】

ハイブリッド車両には、車両用駆動装置1を制御対象とする制御装置30が備えられている。本実施形態に係る制御装置30は、回転電機MGの制御を行う回転電機制御ユニット32と、変速機構TM、第一係合装置CL1、及び第二係合装置CL2の制御を行う動力伝達制御ユニット33と、これらの制御装置を統合して車両用駆動装置1の制御を行う車両制御ユニット34と、を有している。また、ハイブリッド車両には、エンジンEの制御を行うエンジン制御装置31も備えられている。

【0025】

制御装置30は、図2に示すように、発電回転速度制御部47を備えている。発電回転速度制御部47は、第一係合装置CL1及び第二係合装置CL2の双方が滑り係合状態で 50

あって回転電機MGが発電中の状態で、回転電機MGの回転速度 $m$ が目標回転速度 $m_0$ に近づくように回転電機MGの出力トルク $T_m$ を制御する発電回転速度制御を実行する。

そして、発電回転速度制御部47は、発電回転速度制御において、回転電機MGの温度としてのコイル温度 $T_c$ 及びインバータINの温度 $T_{in}$ の少なくとも一方を監視対象温度として監視し、当該監視対象温度に基づいて目標回転速度 $m_0$ を決定すると共に、発電回転速度制御中の回転電機MGの発電量 $W_g$ を目標発電量 $W_{g0}$ に維持する発電量維持制御を実行する点に特徴を有している。

以下、本実施形態に係る車両用駆動装置1及び制御装置30について、詳細に説明する。

10

#### 【0026】

##### 1. 車両用駆動装置1の構成

まず、本実施形態に係るハイブリッド車両の車両用駆動装置1の構成について説明する。図1に示すように、ハイブリッド車両は、車両の駆動力源としてエンジンE及び回転電機MGを備え、これらのエンジンEと回転電機MGとが直列に駆動連結される平行方式のハイブリッド車両となっている。ハイブリッド車両は、変速機構TMを備えており、当該変速機構TMにより、中間軸Mに伝達されたエンジンE及び回転電機MGの回転速度を変速すると共にトルクを変換して出力軸Oに伝達する。

#### 【0027】

エンジンEは、燃料の燃焼により駆動される内燃機関であり、例えば、ガソリンエンジンやディーゼルエンジンなどの公知の各種エンジンを用いることができる。本例では、エンジンEのクランクシャフト等のエンジン出力軸 $E_o$ が、第一係合装置CL1を介して、回転電機MGに駆動連結された入力軸Iと選択的に駆動連結される。すなわち、エンジンEは、摩擦係合要素である第一係合装置CL1を介して回転電機MGに選択的に駆動連結される。なお、エンジン出力軸 $E_o$ が、ダンパ等の他の部材を介して第一係合装置CL1の入力部材に駆動連結された構成としても好適である。

20

#### 【0028】

回転電機MGは、非回転部材に固定されたステータと、このステータの径方向内側に回転自在に支持されたロータと、を有している。ステータには、コイルが巻装されている。この回転電機MGのロータは、入力軸I及び中間軸Mと一体回転するように駆動連結されている。すなわち、本実施形態においては、入力軸I及び中間軸MにエンジンE及び回転電機MGの双方が駆動連結される構成となっている。回転電機MGのコイルは、直流交流変換を行うインバータINを介して蓄電装置としてのバッテリーBTに電氣的に接続されている。そして、回転電機MGは、電力の供給を受けて動力を発生するモータ(電動機)としての機能と、動力の供給を受けて電力を発生するジェネレータ(発電機)としての機能と、を果たすことが可能とされている。すなわち、回転電機MGは、インバータINを介してバッテリーBTからの電力供給を受けて力行し、或いはエンジンEや車輪Wから伝達される回転駆動力により発電した電力を、インバータINを介してバッテリーBTに蓄電(充電)する。なお、バッテリーBTは蓄電装置の一例であり、キャパシタなどの他の蓄電装置を用い、或いは複数種類の蓄電装置を併用することも可能である。なお、以下では回転電機MGによる発電を回生又は回生発電と称し、発電中に回転電機MGが出力する負トルクを回生トルクと称する。回転電機要求トルク $T_{mo}$ が負トルクの場合には、回転電機MGは、エンジンEや車輪Wから伝達される回転駆動力により発電しつつ回生トルクを出力する状態となる。

30

40

#### 【0029】

中間軸Mには、変速機構TMが駆動連結されている。本実施形態では、変速機構TMは、変速比の異なる複数の変速段を有する有段の自動変速装置である。変速機構TMは、これら複数の変速段を形成するため、遊星歯車機構等の歯車機構と複数の係合装置とを備えている。本実施形態では、複数の係合装置の中の 하나가、第二係合装置CL2である。この変速機構TMは、各変速段の変速比で、中間軸Mの回転速度を変速するとともにトルク

50

を変換して、出力軸 O へ伝達する。変速機構 T M から出力軸 O へ伝達されたトルクは、出力用差動歯車装置 D F を介して左右二つの車軸に分配されて伝達され、各車軸に駆動連結された車輪 W に伝達される。ここで、変速比は、変速機構 T M において各変速段が形成された場合の、出力軸 O の回転速度に対する中間軸 M の回転速度の比であり、本願では中間軸 M の回転速度を出力軸 O の回転速度で除算した値である。すなわち、中間軸 M の回転速度を変速比で除算した回転速度が、出力軸 O の回転速度になる。また、中間軸 M から変速機構 T M に伝達されるトルクに、変速比を乗算したトルクが、変速機構 T M から出力軸 O に伝達されるトルクになる。

#### 【 0 0 3 0 】

本例では、変速機構 T M の複数の係合装置（第二係合装置 C L 2 を含む）、及び第一係合装置 C L 1 は、それぞれ摩擦材を有して構成されるクラッチやブレーキ等の摩擦係合要素である。これらの摩擦係合要素は、供給される油圧を制御することによりその係合圧を制御して伝達トルク容量の増減を連続的に制御することが可能とされている。このような摩擦係合要素としては、例えば湿式多板クラッチや湿式多板ブレーキ等が好適に用いられる。

#### 【 0 0 3 1 】

摩擦係合要素は、その係合部材間の摩擦により、係合部材間でトルクを伝達する。摩擦係合要素の係合部材間に回転速度差（滑り）がある場合は、動摩擦により回転速度の大きい方の部材から小さい方の部材に伝達トルク容量の大きさのトルク（以下、スリップ伝達トルク、又は伝達トルクという）が伝達される。摩擦係合要素の係合部材間に回転速度差（滑り）がない場合は、摩擦係合要素は、伝達トルク容量の大きさを上限として、静摩擦により摩擦係合要素の係合部材間に作用するトルクを伝達する。ここで、伝達トルク容量とは、摩擦係合要素が摩擦により伝達することができる最大のトルクの大きさである。伝達トルク容量の大きさは、摩擦係合要素の係合圧に比例して変化する。係合圧とは、入力側係合部材（摩擦板）と出力側係合部材（摩擦板）とを相互に押し付け合う圧力である。本実施形態では、係合圧は、供給されている油圧の大きさに比例して変化する。すなわち、本実施形態では、伝達トルク容量の大きさは、摩擦係合要素に供給されている油圧の大きさに比例して変化する。

#### 【 0 0 3 2 】

各摩擦係合要素は、リターンばねを備えており、ばねの反力により解放側に付勢されている。そして、各摩擦係合要素の油圧シリンダに供給される油圧により生じる力がばねの反力を上回ると、各摩擦係合要素に伝達トルク容量が生じ始め、各摩擦係合要素は、解放状態から係合状態に変化する。この伝達トルク容量が生じ始めるときの油圧を、ストロークエンド圧と称す。各摩擦係合要素は、供給される油圧がストロークエンド圧を上回った後、油圧の増加に比例して、その伝達トルク容量が増加するように構成されている。

#### 【 0 0 3 3 】

本実施形態において、係合状態とは、摩擦係合要素に伝達トルク容量が生じている状態であり滑り係合状態と直結係合状態とが含まれる。解放状態とは、摩擦係合要素に伝達トルク容量が生じていない状態である。また、滑り係合状態とは、摩擦係合要素の係合部材間に回転速度差（滑り）がある係合状態であり、直結係合状態とは、摩擦係合要素の係合部材間に回転速度差（滑り）がない係合状態である。また、非直結係合状態とは、直結係合状態以外の係合状態であり、解放状態と滑り係合状態とが含まれる。

#### 【 0 0 3 4 】

### 2 . 油圧制御系の構成

車両用駆動装置 1 の油圧制御系は、機械式や電動式の油圧ポンプから供給される作動油の油圧を所定圧に調整するための油圧制御装置 P C を備えている。ここでは詳しい説明を省略するが、油圧制御装置 P C は、油圧調整用のリニアソレノイド弁からの信号圧に基づき一又は二以上の調整弁の開度を調整することにより、当該調整弁からドレインする作動油の量を調整して作動油の油圧を一又は二以上の所定圧に調整する。所定圧に調整された作動油は、それぞれ必要とされるレベルの油圧で、変速機構 T M、並びに第一係合装置 C

10

20

30

40

50

L 1 や第二係合装置 C L 2 の各摩擦係合要素等に供給される。

【 0 0 3 5 】

### 3 . 制御装置 3 0 の構成

次に、車両用駆動装置 1 の制御を行う制御装置 3 0 及びエンジン制御装置 3 1 の構成について、図 2 を参照して説明する。

制御装置 3 0 の制御ユニット 3 2 ~ 3 4 及びエンジン制御装置 3 1 は、CPU 等の演算処理装置を中核部材として備えるとともに、当該演算処理装置からデータを読み出し及び書き込みが可能に構成された RAM (ランダム・アクセス・メモリ) や、演算処理装置からデータを読み出し可能に構成された ROM (リード・オンリ・メモリ) 等の記憶装置等を有して構成されている。そして、制御装置の ROM 等に記憶されたソフトウェア (プログラム) 又は別途設けられた演算回路等のハードウェア、或いはそれらの両方により、制御装置 3 0 の各機能部 4 1 ~ 4 7 などが構成されている。また、制御装置 3 0 の制御ユニット 3 2 ~ 3 4 及びエンジン制御装置 3 1 は、互いに通信を行うように構成されており、センサの検出情報及び制御パラメータ等の各種情報を共有するとともに協調制御を行い、各機能部 4 1 ~ 4 7 の機能が実現される。

10

【 0 0 3 6 】

また、車両用駆動装置 1 は、センサ S e 1 ~ S e 5 を備えており、各センサから出力される電気信号は制御装置 3 0 及びエンジン制御装置 3 1 に入力される。制御装置 3 0 及びエンジン制御装置 3 1 は、入力された電気信号に基づき各センサの検出情報を算出する。

エンジン回転速度センサ S e 1 は、エンジン出力軸 O (エンジン E) の回転速度を検出するためのセンサである。エンジン制御装置 3 1 は、エンジン回転速度センサ S e 1 の入力信号に基づいてエンジン E の回転速度  $e$  を検出する。

20

入力回転速度センサ S e 2 は、入力軸 I 及び中間軸 M の回転速度を検出するためのセンサである。入力軸 I 及び中間軸 M には回転電機 M G のロータが一体的に駆動連結されているので、制御装置 3 0 は、入力回転速度センサ S e 2 の入力信号に基づいて回転電機 M G の回転速度  $m$ 、並びに入力軸 I 及び中間軸 M の回転速度を検出する。

出力回転速度センサ S e 3 は、出力軸 O の回転速度を検出するためのセンサである。制御装置 3 0 は、出力回転速度センサ S e 3 の入力信号に基づいて出力軸 O の回転速度を検出する。また、出力軸 O の回転速度は車速に比例するため、制御装置 3 0 は、出力回転速度センサ S e 3 の入力信号に基づいて車速を算出する。

30

【 0 0 3 7 】

また、アクセル開度検出センサ S e 4 は、運転者により操作されるアクセルペダル A P の操作量を検出することによりアクセル開度を検出するためのセンサである。制御装置 3 0 は、アクセル開度検出センサ S e 4 の入力信号に基づいてアクセル開度を検出する。

バッテリー充電状態検出センサ S e 5 は、バッテリー B T の充電状態を検出するためのセンサである。本実施形態では、バッテリー充電状態検出センサ S e 5 は、バッテリー電圧を検出するための電圧センサ、バッテリー電流を検出するための電流センサ、及びバッテリー温度を検出するための温度センサなどから構成されたセンサである。制御装置 3 0 は、バッテリー充電状態検出センサ S e 5 の入力信号に基づいて、バッテリー B T の充電量を推定する。

40

【 0 0 3 8 】

#### 3 - 1 . エンジン制御装置 3 1

エンジン制御装置 3 1 は、エンジン E の動作制御を行うエンジン制御部 4 1 を備えている。本実施形態では、エンジン制御部 4 1 は、車両制御ユニット 3 4 からエンジン要求トルクが指令されている場合は、車両制御ユニット 3 4 から指令されたエンジン要求トルクを出力トルク指令値に設定し、エンジン E が出力トルク指令値のトルクを出力するように制御するトルク制御を行う。また、エンジン制御装置 3 1 は、エンジン始動要求があった場合は、エンジン E の燃焼開始が指令されたと判定して、エンジン E への燃料供給及び点火を開始するなどして、エンジン E の燃焼を開始する制御を行う。

【 0 0 3 9 】

#### 3 - 2 . 動力伝達制御ユニット 3 3

50



動力伝達制御ユニット 33 は、変速機構 T M の制御を行う変速機構制御部 43 と、第一係合装置 C L 1 の制御を行う第一係合装置制御部 44 と、スリップ制御中に第二係合装置 C L 2 の制御を行う第二係合装置制御部 45 と、を備えている。

【 0040 】

3 - 2 - 1 . 変速機構制御部 43

変速機構制御部 43 は、変速機構 T M に変速段を形成する制御を行う。変速機構制御部 43 は、車速、アクセル開度、及びシフト位置などのセンサ検出情報に基づいて変速機構 T M における目標変速段を決定する。そして、変速機構制御部 43 は、油圧制御装置 P C を介して変速機構 T M に備えられた複数の係合装置に供給される油圧を制御することにより、各係合装置を係合又は解放して目標とされた変速段を変速機構 T M に形成させる。具体的には、変速機構制御部 43 は、油圧制御装置 P C に各係合装置の目標油圧（指令圧）を指令し、油圧制御装置 P C は、指令された目標油圧（指令圧）の油圧を各係合装置に供給する。

10

【 0041 】

3 - 2 - 2 . 第一係合装置制御部 44

第一係合装置制御部 44 は、第一係合装置 C L 1 の係合状態を制御する。本実施形態では、第一係合装置制御部 44 は、第一係合装置 C L 1 の伝達トルク容量が、車両制御ユニット 34 から指令された第一目標トルク容量 T 1 o に一致するように、油圧制御装置 P C を介して第一係合装置 C L 1 に供給される油圧を制御する。具体的には、第一係合装置制御部 44 は、第一目標トルク容量 T 1 o に基づき設定した目標油圧（指令圧）を、油圧制御装置 P C に指令し、油圧制御装置 P C は、指令された目標油圧（指令圧）の油圧を第一係合装置 C L 1 に供給する。

20

【 0042 】

3 - 2 - 3 . 第二係合装置制御部 45

第二係合装置制御部 45 は、スリップ制御中に第二係合装置 C L 2 の係合状態を制御する。本実施形態では、第二係合装置 C L 2 は、変速機構 T M の変速段を形成している複数又は単数の係合装置の一つとされる。

本実施形態では、第二係合装置制御部 45 は、第二係合装置 C L 2 の伝達トルク容量が、車両制御ユニット 34 から指令された第二目標トルク容量 T 2 o に一致するように、油圧制御装置 P C を介して第二係合装置 C L 2 に供給される油圧を制御する。具体的には、第二係合装置制御部 45 は、第二目標トルク容量 T 2 o に基づき設定した目標油圧（指令圧）を、油圧制御装置 P C に指令し、油圧制御装置 P C は、指令された目標油圧（指令圧）の油圧を第二係合装置 C L 2 に供給する。

30

【 0043 】

3 - 3 . 回転電機制御ユニット 32

回転電機制御ユニット 32 は、回転電機 M G の動作制御を行う回転電機制御部 42 を備えている。本実施形態では、回転電機制御部 42 は、車両制御ユニット 34 から指令された回転電機要求トルク T m o を出力トルク指令値に設定し、回転電機 M G が出力トルク指令値のトルクを出力するように制御するトルク制御を行う。具体的には、回転電機制御部 42 は、インバータ I N が備える複数のスイッチング素子をオンオフ制御することにより、回転電機 M G の出力トルク T m を制御する。

40

【 0044 】

回転電機制御部 42 は、回転電機 M G のコイル温度 T c 及びインバータ温度 T i n を、回転電機 M G 及びインバータ I N を流れる電流 I c などに基づいて推定するように構成されている。回転電機制御部 42 は、コイルの熱容量、インバータ I N の熱容量による応答遅れを考慮して温度を推定する。そして、推定したコイル温度 T c 、インバータ温度 T i n を他の制御ユニットに伝達可能に構成されている。或いは、コイル温度 T c 、インバータ温度 T i n を温度センサの出力値に基づいて検出するように構成されてもよい。

【 0045 】

3 - 4 . 車両制御ユニット 34

50

車両制御ユニット34は、エンジンE、回転電機MG、変速機構TM、第一係合装置CL1、及び第二係合装置CL2等に対して行われる各種トルク制御、及び各係合装置の係合制御等を車両全体として統合する制御を行う機能部を備えている。

#### 【0046】

車両制御ユニット34は、アクセル開度、車速、及びバッテリーBTの充電量等に応じて、中間軸M側から出力軸O側に伝達される目標駆動力である車両要求トルク $T_{rq}$ 、回転電機MGによる発電量の目標値である目標発電量 $W_{go}$ を算出するとともに、エンジンE及び回転電機MGの運転モードを決定する。そして、車両制御ユニット34は、エンジンEに対して要求する出力トルクであるエンジン要求トルク $T_{eo}$ 、回転電機MGに対して要求する出力トルクである回転電機要求トルク $T_{mo}$ 、第一係合装置CL1に対して要求する伝達トルク容量である第一目標トルク容量 $T_{1o}$ 、及び第二係合装置CL2に対して要求する伝達トルク容量である第二目標トルク容量 $T_{2o}$ を算出し、それらを他の制御ユニット32、33及びエンジン制御装置31に指令して統合制御を行う機能部である。

10

本実施形態では、車両制御ユニット34は、回転電機MGの発電中に第一係合装置CL1及び第二係合装置CL2の双方を滑り係合状態に制御するスリップ制御を行うスリップ制御部46、及び発電回転速度制御を行う発電回転速度制御部47を備えている。

以下、スリップ制御部46及び発電回転速度制御部47について詳細に説明する。

#### 【0047】

##### 3-4-1. スリップ制御部46

本実施形態では、後述する発電回転速度制御部47の処理はスリップ制御中に実行されるため、まず、発電回転速度制御部47の処理の前提となるスリップ制御部46によるスリップ制御について説明する。

20

本実施形態では、スリップ制御部46は、エンジンEの駆動力による回転電機MGの発電中に、第一係合装置CL1及び第二係合装置CL2の双方を滑り係合状態に制御することにより、エンジンEの回転駆動を維持したままで、エンジンEの駆動力を車輪Wにも伝達して車両を駆動することができると共に、係合装置で生じる摩擦熱を各係合装置CL1、CL2に分散させて各係合装置CL1、CL2の過熱を抑制することができる。すなわち、スリップ制御部46は、第二係合装置CL2を滑り係合状態に制御することにより、第二係合装置CL2のスリップ伝達トルクを駆動力源から車輪Wに伝達して車両を駆動することができる。また、スリップ制御部46は、第一係合装置CL1を滑り係合状態に制御することにより、エンジンEの回転速度 $\omega_e$ を維持したままで回転電機MGの回転速度 $\omega_m$ を低減することができる。これにより、第二係合装置CL2の摩擦熱を低減して、その分を第一係合装置CL1に受け持たせることができる。

30

また、バッテリーBTの充電量が低く、エアコンディショナ等などの各種電動機の電力消費量が大きい場合には、スリップ制御中も回転電機MGの発電量 $W_g$ を大きくする必要があり、目標発電量 $W_{go}$ が大きく設定される。

#### 【0048】

図3にスリップ制御中のタイムチャートの一例を示す。

本実施形態では、車両制御ユニット34は、バッテリーBTの充電量が低く、電動機の電力消費量が大きい場合のように、回転電機MGによる発電が必要である状態であって、車両が停止している状態の場合は、車両が停止している状態であってもエンジンEを停止させずに回転駆動させ、エンジンEの回転駆動力で回転電機MGに発電させる停車エンジン発電モードを実行するように構成されている。この停車エンジン発電モードでは、第一係合装置CL1は直結係合状態に制御され、第二係合装置CL2は解放状態に制御される。よって、エンジンEの駆動力は、回転電機MGに伝達され、車輪Wに伝達されない。

40

ここで、エンジンE及び回転電機MGの目標回転速度は、目標発電量 $W_{go}$ に基づいて決定され、発電により回転電機MGのコイル及びインバータINの温度が上昇しすぎないような目標回転速度に設定される。

#### 【0049】

車両制御ユニット34は、停車エンジン発電モード中のように、車両が停止している状

50

態であって、第一係合装置 C L 1 が直結係合状態に制御され、第二係合装置 C L 2 が解放状態に制御されると共に、エンジン E の駆動力により回転電機 M G に発電させている状態で、車両の加速要求があった場合に、スリップ制御部 4 6 にスリップ制御を開始させる（時刻 t 1 1）。

【 0 0 5 0 】

スリップ制御部 4 6 は、スリップ制御の開始後、第二係合装置 C L 2 の第二目標トルク容量 T 2 o を車両要求トルク T r q に応じて設定するトルク制御を開始し、第二係合装置 C L 2 を解放状態から滑り係合状態に移行させると共に、第二係合装置 C L 2 のスリップ伝達トルクにより、車両要求トルク T r q に相当する大きさのトルクを車輪 W 側に伝達させて車両の速度（出力軸 O の回転速度）を増加させる（時刻 t 1 1 から時刻 t 1 5）。

10

【 0 0 5 1 】

また、スリップ制御部 4 6 は、スリップ制御の開始後、第一係合装置 C L 1 を直結係合状態から滑り係合状態に移行させるために、第一係合装置 C L 1 の第一目標トルク容量 T 1 o を完全係合容量から次第に減少するスリーブダウンを実行する。スリップ制御部 4 6 は、エンジン E の回転速度 e と回転電機 M G の回転速度 m との間に回転速度差が生じた場合に、第一係合装置 C L 1 が滑り係合状態になったと判定し、第一係合装置 C L 1 の第一目標トルク容量 T 1 o の減少を終了するとともに、エンジン E の回転速度 e が目標回転速度 m o に近づくように第一目標トルク容量 T 1 o を変化させるエンジン回転速度制御を開始する（時刻 t 1 2）。

なお、完全係合容量は、駆動力源から係合装置に伝達されるトルクが変動しても、滑りのない係合状態を維持できる係合装置の伝達トルク容量である。本実施形態では、完全係合容量は、駆動力源から係合装置に伝達されるトルクが最大となっても係合装置に滑りを生じない伝達トルク容量に設定される。

20

【 0 0 5 2 】

スリップ制御部 4 6 は、第一係合装置 C L 1 が滑り係合状態になったと判定した場合に、発電回転速度制御部 4 7 に発電回転速度制御を開始させる（時刻 t 1 2）。すなわち、発電回転速度制御は、第一係合装置 C L 1 及び第二係合装置 C L 2 の双方が滑り係合状態であって、回転電機 M G が発電中の状態である場合に実行される（時刻 t 1 2 から時刻 t 1 5）。

発電回転速度制御部 4 7 は、第一係合装置 C L 1 を所定の回転速度差を有した滑り係合状態に維持するために、発電回転速度制御における回転電機 M G の目標回転速度 m o をエンジン E の回転速度 e より低い回転速度に設定する。

30

すなわち、発電回転速度制御部 4 7 は、回転電機 M G が発電中の状態で当該回転電機 M G の回転速度 m が、エンジン E の回転速度 e より低い回転速度に設定された目標回転速度 m o に近づくように、回転電機 M G の出力トルク T m（回生トルク）を制御する。

【 0 0 5 3 】

本実施形態では、発電回転速度制御部 4 7 は、エンジン E の回転速度 e から所定値だけ低い回転速度を基準回転速度 m o b として設定する。そして、発電回転速度制御部 4 7 は、監視対象温度に基づいた目標回転速度 m o の増加補正が必要ない場合は、基準回転速度 m o b を目標回転速度 m o として設定して回転速度制御を行う（時刻 t 1 2 から時刻 t 1 3）。

40

発電回転速度制御部 4 7 は、監視対象温度に基づく補正が必要な場合は、監視対象温度に基づいて目標回転速度 m o を決定して発電回転速度制御を行う（時刻 t 1 3 から時刻 t 1 5）。また、発電回転速度制御部 4 7 は、発電回転速度制御中に、回転電機 M G の発電量 W g を目標発電量 W g o に維持する発電量維持制御を実行する（時刻 t 1 2 から時刻 t 1 5）。

【 0 0 5 4 】

スリップ制御部 4 6 は、出力軸 O の回転速度が上昇し、出力軸 O の回転速度に変速機構 T M の変速比を乗算して算出した出力回転速度と、回転電機 M G の回転速度 m との回転速度差が所定値以下になった場合に、第二係合装置 C L 2 を滑り係合状態から直結係合状

50

態に移行させるために、第二係合装置 C L 2 の第二目標トルク容量 T 2 o を完全係合容量まで次第に増加するスリーブアップを開始する（時刻 t 1 5）。また、スリップ制御部 4 6 は、回転電機 M G の発電回転速度制御を終了し、回転電機 M G のトルク制御を開始する（時刻 t 1 5）。

ここで、出力回転速度は、出力軸 O の回転速度を回転電機 M G 側の回転速度相当に換算した回転速度であり、出力回転速度と回転電機 M G の回転速度 m との回転速度差が、第二係合装置 C L 2 の係合部材間の回転速度差相当となる。

【 0 0 5 5 】

スリップ制御部 4 6 は、出力軸 O の回転速度が更に上昇し、回転電機 M G の回転速度 m と、エンジン E の回転速度 e との回転速度差が所定値以下になった場合（時刻 t 1 6）に、第一係合装置 C L 1 を滑り係合状態から直結係合状態に移行させるために、第一係合装置 C L 1 のエンジン回転速度制御を終了し、第一係合装置 C L 1 の第一目標トルク容量 T 1 o を完全係合容量まで次第に増加するスリーブアップを開始し、スリーブアップが終了した後、一連のスリップ制御を終了する（時刻 t 1 7）。

【 0 0 5 6 】

3 - 4 - 2 . 発電回転速度制御部 4 7

次に、スリップ制御中に発電回転速度制御を実行する発電回転速度制御部 4 7 について詳細に説明する。

発電回転速度制御部 4 7 は、上記したように、第一係合装置 C L 1 及び第二係合装置 C L 2 の双方が滑り係合状態であって回転電機 M G が発電中の状態で、回転電機 M G の回転速度 m が目標回転速度 m o に近づくように回転電機 M G の出力トルク T m を制御する発電回転速度制御を実行する機能部である。

そして、発電回転速度制御部 4 7 は、発電回転速度制御において、回転電機 M G の温度及びインバータ I N の温度の少なくとも一方を監視対象温度として監視し、当該監視対象温度に基づいて目標回転速度 m o を決定すると共に、発電回転速度制御中の回転電機 M G の発電量 W g を目標発電量 W g o に維持する発電量維持制御を実行する。

本実施形態では、発電回転速度制御部 4 7 は、エンジン E の駆動力による回転電機 M G の発電中に、上記したスリップ制御により、第一係合装置 C L 1 及び第二係合装置 C L 2 の双方を滑り係合状態に制御している間に、発電回転速度制御を行うように構成されている。

【 0 0 5 7 】

3 - 4 - 2 - 1 . 回転電機 M G の発熱特性

まず、回転電機 M G のコイルの発熱特性について説明する。

回転電機 M G の発電量 W g は、式 ( 1 ) で示すように、回生トルク T g の大きさ（絶対値）と回転電機 M G の回転速度 m とを乗算した値に比例する。

$$W g \quad | T g | \times m \quad \dots ( 1 )$$

よって、図 4 及び式 ( 2 ) に示すように、発電量 W g を一定量とする条件では、回生トルク T g の大きさは、回転電機 M G の回転速度 m に反比例して変化する。

$$| T g | \quad W g / m \quad \dots ( 2 )$$

このため、例えば、スリップ制御を行う際のように回転電機 M G の回転速度 m を低下させる場合に、発電量 W g を同じ量に維持するためには、回生トルク T g の大きさを増加させる必要がある（例えば、図 4 における動作点 A から動作点 B への移行）。

【 0 0 5 8 】

式 ( 3 ) に示すように、回生トルク T g の大きさに比例して、回転電機 M G のコイルを流れる電流 I c が増加する。

$$I c \quad | T g | \quad \dots ( 3 )$$

そして、式 ( 4 ) に示すように、回転電機 M G のコイルを流れる電流 I c の 2 乗に比例して、コイルの発熱量 W c が増加する。

$$W c \quad I c ^ 2 \quad \dots ( 4 )$$

【 0 0 5 9 】

10

20

30

40

50

コイルの温度  $T_c$  は、定常状態では、コイルに加わる電流  $I_c$  による発熱量  $W_c$  と、コイルから出ていく放熱量、冷却量とがバランスした温度となり、電流  $I_c$  による発熱量  $W_c$  が増加するにつれ、コイル温度  $T_c$  が増加する定常特性となる。また、電流  $I_c$  による発熱量  $W_c$  は、発電量  $W_g$  を一定量とする条件では、上記の式 (2)、(3)、(4) より、回転電機  $M_G$  の回転速度  $m$  の2乗に反比例して変化する。

よって、コイル温度  $T_c$  は、図5に示すように、発電量  $W_g$  を一定量とする条件では、回転電機  $M_G$  の回転速度  $m$  が低下するに従い上昇する定常特性となる。

【0060】

3-4-2-2. 回転電機  $M_G$  の温度に応じた回転速度の上昇

例えば、図5に示すように、スリップ制御により回転電機  $M_G$  の回転速度  $m$  が低下される前(1)では、高い発電量  $W_g$  が設定されている場合でも、コイル温度  $T_c$  が許容上限温度  $T_{m \times c}$  以下の温度  $T_1$  に抑えられており(動作点A)、高温によるコイルの劣化が進行する恐れを抑制できている。しかし、スリップ制御により回転電機  $M_G$  の回転速度  $m$  を低下させ(2)、しかも発電量  $W_g$  を変化させず一定量に維持する場合は、図5の動作点Eに示すように、コイル温度  $T_c$  は、定常状態では、許容上限温度  $T_{m \times c}$  を超えた温度となり、高温によるコイルの劣化の恐れが生じる。そこで、コイル温度  $T_c$  が、コイルの許容上限温度  $T_{m \times c}$  を超えないように、回転電機  $M_G$  の回転速度  $m$  をスリップ制御により設定される回転速度(2)から、例えば、コイル温度  $T_c$  が定常的に許容上限温度  $T_{m \times c}$  になる回転速度(3、動作点D)以上に上昇させる必要がある。

【0061】

ここで、コイル温度  $T_c$  は、コイルの熱容量などにより、コイルの発熱量  $W_c$  の変化に対して、例えば、一次遅れのような応答遅れを持って変化する。このため、図5に示すように、スリップ制御により動作点Aから動作点Bまで回転電機  $M_G$  の回転速度  $m$  が低下された後、コイル温度  $T_c$  は、動作点Bから動作点Eまで応答遅れをもって上昇していく。よって、スリップ制御により回転電機  $M_G$  の回転速度  $m$  が低下された後、コイル温度  $T_c$  が、許容上限温度  $T_{m \times c}$  を超えるまでには、タイムラグ、すなわち余裕時間が生じる。

【0062】

そこで、発電回転速度制御では、コイル温度  $T_c$  変化の応答遅れによる余裕時間の間は、回転電機  $M_G$  の回転速度  $m$  をスリップ制御により比較的低い値に設定される基準回転速度  $m_{ob}$  にできるだけ維持し、第二係合装置  $CL2$  の発熱低減などのスリップ制御の利点が損なわれないようにしている。すなわち、発電回転速度制御部47は、後述するように、コイルの熱容量により応答遅れを持って上昇するコイル温度  $T_c$  に応じて回転電機  $M_G$  の回転速度  $m$  を上昇させるように構成されている。

【0063】

3-4-2-3. インバータ  $IN$  の発熱対策

次に、インバータ  $IN$  の発熱特性について説明する。

インバータ  $IN$  の発熱量は、回転電機  $M_G$  のコイルと同様に、回転電機  $M_G$  を流れる電流  $I_c$  が増加するにつれて増加する。

インバータ  $IN$  の温度  $T_{in}$  は、定常状態では、電流  $I_c$  によるインバータ  $IN$  の発熱量と、インバータ  $IN$  から出ていく放熱量、冷却量とがバランスした温度となり、電流  $I_c$  による発熱量が増加するに従い、インバータ温度  $T_{in}$  が増加する定常特性となる。よって、インバータ温度  $T_{in}$  は、上記したコイルと同様に、発電量  $W_g$  を一定量とする条件では、回転電機  $M_G$  の回転速度  $m$  が低下するに従い増加する定常特性となる。よって、インバータ温度  $T_{in}$  が、インバータ  $IN$  の許容上限温度  $T_{m \times i}$  を超えないように、回転電機  $M_G$  の回転速度  $m$  をスリップ制御により設定される基準回転速度  $m_{ob}$  から上昇させる必要がある。

【0064】

また、インバータ  $IN$  の温度変化には、上記したコイルと同様に、インバータ  $IN$  の熱容量などによる応答遅れを有する。よって、インバータ温度  $T_{in}$  変化の応答遅れによる

10

20

30

40

50

余裕時間の間は、回転電機MGの回転速度  $m$  をスリップ制御により比較的低い値に設定される回転速度（基準回転速度  $m_{ob}$ ）にできるだけ維持し、第二係合装置CL2の発熱低減などのスリップ制御の利点が損なわれないようにしている。すなわち、発電回転速度制御部47は、後述するように、インバータ温度  $T_{in}$  にも応じて回転電機MGの回転速度  $m$  を上昇させるように構成されている。

【0065】

3-4-2-4. 発電回転速度制御部47の構成

3-4-2-4-1. 監視対象温度に基づいた目標回転速度  $m_o$  の決定

次に、本実施形態に係わる発電回転速度制御部47の構成について詳細に説明する。

発電回転速度制御部47は、上記したように、回転電機MGの温度としてのコイル温度  $T_c$  及びインバータINの温度  $T_{in}$  の少なくとも一方を監視対象温度として監視し、当該監視対象温度に基づいて目標回転速度  $m_o$  を決定するように構成されている。

10

【0066】

まず、監視対象温度がコイル温度  $T_c$  である場合の目標回転速度  $m_o$  の決定方法について詳細に説明する。

発電回転速度制御部47は、図6の例に示すように、コイル温度  $T_c$  が予め定められた制御温度領域内である場合には、コイル温度  $T_c$  が高くなるに従って高い値となるように目標回転速度  $m_o$  を決定するように構成されている。

図6に示す例では、制御温度領域は、それぞれ許容上限温度  $T_{mxc}$  より所定温度だけ低い制御開始温度  $T_{sc}$  以上の温度領域に設定されている。

20

【0067】

また、発電回転速度制御部47は、図6に示すように、監視対象温度としてのコイル温度  $T_c$  が予め定められた許容上限温度  $T_{mxc}$  となった場合に、目標発電量  $W_{go}$  に応じて規定された回転速度であって、回転電機MGの運転時間に関わらず（すなわち定常的に）、コイル温度  $T_c$  が許容上限温度  $T_{mxc}$  を超えない回転速度である温度均衡回転速度まで、目標回転速度  $m_o$  を増加させるように構成されている。温度均衡回転速度は、図7の例に示すように、目標発電量  $W_{go}$  が増加するに従って増加する特性を有しており、温度均衡回転速度は、図7に示すような、コイル温度  $T_c$  毎に予め設定された目標発電量  $W_{go}$  と温度均衡回転速度との関係特性に基づいて決定される。

このように構成することにより、コイル温度  $T_c$  が許容上限温度  $T_{mxc}$  となった場合に、コイル温度  $T_c$  が定常的に許容上限温度  $T_{mxc}$  となる温度均衡回転速度まで、回転電機MGの回転速度  $m$  が上昇されるので、コイル温度  $T_c$  が許容上限温度  $T_{mxc}$  を超えることを防止できる。

30

【0068】

なお、発電回転速度制御部47は、コイル温度  $T_c$  が許容上限温度  $T_{mxc}$  となった場合に、温度均衡回転速度より高い回転速度まで、目標回転速度  $m_o$  を増加させるように構成されてもよい。このように構成すれば、より確実にコイル温度  $T_c$  が許容上限温度  $T_{mxc}$  を超えることを防止できる。

また、温度均衡回転速度は、スリップ制御中に設定されえる最大の目標発電量  $W_{go}$  に対応する所定の温度均衡回転速度、又は変動、外乱が生じてもコイル温度  $T_c$  が許容上限温度  $T_{mxc}$  を超えないような所定の回転速度のように、目標発電量  $W_{go}$  の変化に関わらず固定値に設定されるように構成されてもよい。このように構成すれば、簡単な構成で確実にコイル温度  $T_c$  が許容上限温度  $T_{mxc}$  を超えることを防止できる。

40

【0069】

また、図6に示す例では、発電回転速度制御部47は、コイル温度  $T_c$  が制御開始温度  $T_{sc}$  から許容上限温度  $T_{mxc}$  まで上昇するに従い、目標回転速度  $m_o$  を、スリップ制御により決定される基準回転速度  $m_{ob}$  から温度均衡回転速度まで次第に増加させるように構成されている。

このように構成することにより、コイル温度  $T_c$  が制御開始温度  $T_{sc}$  から許容上限温度  $T_{mxc}$  に近づくとつれ、回転電機MGの回転速度  $m$  を上昇させる共に回生トルクの

50

大きさを減少させ、監視対象物であるコイルの発熱量を減少させることができる。よって、コイル温度  $T_c$  が許容上限温度  $T_{m \times c}$  に近づくとつれ、コイル温度  $T_c$  の上昇速度を減少させ、コイル温度  $T_c$  を、許容上限温度  $T_{m \times c}$  をオーバーシュートさせることなく、滑らかに許容上限温度  $T_{m \times c}$  以下の温度に収束させることができる。

なお、図 6 に示す例では、目標回転速度  $m_o$  は、コイル温度  $T_c$  が増加するに従い、一定の傾きで増加するように構成されているが、任意の傾きで増加するように構成されてもよい。また、目標回転速度  $m_o$  は、許容上限温度  $T_{m \times c}$  以下のコイル温度  $T_c$  で、ステップ的に基準回転速度  $m_{o b}$  から温度均衡回転速度まで増加させるように構成されてもよい。

【 0 0 7 0 】

また、図 6 に示す例では、発電回転速度制御部 47 は、コイル温度  $T_c$  が許容上限温度  $T_{m \times c}$  から増加するに従い、目標回転速度  $m_o$  を、温度均衡回転速度から更に次第に増加させるように構成されている。このように構成することにより、何らかの要因でコイル温度  $T_c$  が許容上限温度  $T_{m \times c}$  を超えた場合でも、目標回転速度  $m_o$  を温度均衡回転速度から更に増加させることができ、コイル温度  $T_c$  が許容上限温度  $T_{m \times c}$  を大幅に超えることを抑制できる。

或いは、発電回転速度制御部 47 は、コイル温度  $T_c$  が許容上限温度  $T_{m \times c}$  を上回った場合に、コイル温度  $T_c$  が許容上限温度  $T_{m \times c}$  以下になるまで、目標回転速度  $m_o$  を温度均衡回転速度から徐々に増加させるように構成してもよい。

【 0 0 7 1 】

発電回転速度制御部 47 は、図 6 に示すように、コイル温度  $T_c$  が予め定められた制御温度領域の下限値（制御開始温度  $T_{s c}$ ）未満である場合には、基準回転速度  $m_{o b}$  を、目標回転速度  $m_o$  に決定するように構成されている。

【 0 0 7 2 】

ここで、基準回転速度  $m_{o b}$  は、目標発電量  $W_{g o}$  を確保可能な下限回転速度に設定されるように構成されていてもよい。下限回転速度は、回転電機  $M G$  に出力可能な最大の大きさの回生トルクを出力させる場合に、回転電機  $M G$  の発電量  $W_g$  が目標発電量  $W_{g o}$  になるような回転速度に設定される。

このように構成すると、図 3 に示す時刻  $t_{12}$  から  $t_{13}$  までの期間のように、スリップ制御中にコイル温度  $T_c$  に基づいた目標回転速度  $m_o$  の増加を行っていない期間において、回転電機  $M G$  の回転速度  $m$  を、目標発電量  $W_{g o}$  を確保できる下限まで低下させることができ、第二係合装置  $C L 2$  の係合部材間の回転速度差を減少させることができる。よって、第二係合装置の  $C L 2$  の滑り係合状態における発熱を低減することができる。なお、滑り係合状態における係合装置の発熱量は、係合部材間の回転速度差とスリップ伝達トルクとを乗算した値に比例する。

【 0 0 7 3 】

次に、監視対象温度がインバータ温度  $T_{i n}$  である場合の目標回転速度  $m_o$  について説明する。

発電回転速度制御部 47 は、これまで説明したコイル温度  $T_c$  の場合と同様の決定方法で、インバータ温度  $T_{i n}$  に基づいて目標回転速度  $m_o$  を決定するように構成される。監視対象温度がコイル温度  $T_c$  である場合の図 6、図 7 は、監視対象温度がインバータ温度  $T_{i n}$  である場合では、それぞれ、図 8、図 9 となる。また、監視対象温度がコイル温度  $T_c$  である場合の許容上限温度  $T_{m \times c}$ 、制御開始温度  $T_{s c}$  は、監視対象温度がインバータ温度  $T_{i n}$  である場合では、図 8 に示すよう許容上限温度  $T_{m \times i}$ 、制御開始温度  $T_{s i}$  となる。

監視対象温度がインバータ温度  $T_{i n}$  である場合における制御温度領域、許容上限温度  $T_{m \times i}$ 、制御開始温度  $T_{s i}$ 、温度均衡回転速度などの設定値は、インバータ  $I N$  の発熱特性などに合わせて設定される。

【 0 0 7 4 】

次に、監視対象温度としてコイル温度  $T_c$  及びインバータ温度  $T_{i n}$  の双方が設定され

10

20

30

40

50

ている場合の例について説明する。

発電回転速度制御部47が、回転電機MGの温度としてのコイル温度 $T_c$ に基づく第一目標回転速度 $m_{o1}$ と、インバータINの温度に基づく第二目標回転速度 $m_{o2}$ とを決定し、第一目標回転速度 $m_{o1}$ 及び第二目標回転速度 $m_{o2}$ のいずれが高い方に基づいて目標回転速度 $m_o$ を決定するように構成されている。

【0075】

図10に示す例では、発電回転速度制御部47に備えられた第一目標回転速度決定部50が、上記したように、コイル温度 $T_c$ に基づいて、第一目標回転速度 $m_{o1}$ を決定し、第二目標回転速度決定部51が、インバータ温度 $T_{in}$ に基づいて、第二目標回転速度 $m_{o2}$ を決定するように構成されている。そして、最大値取り器52が、第一目標回転速度 $m_{o1}$ 及び第二目標回転速度 $m_{o2}$ のいずれが高い方を、仮目標回転速度 $m_{ot}$ として設定するように構成されている。

また、図10に示す例では、基準回転速度決定部58が、上記したように、目標発電量 $W_{go}$ に基づいて基準回転速度 $m_{ob}$ を決定するように構成されている。或いは、スリップ制御部46が決定した基準回転速度 $m_{ob}$ を用いるように構成してもよい。

【0076】

第一係合装置CL1の滑り係合状態で、回転電機MGの回転速度 $m$ が、エンジンEの回転速度 $e$ より高くなると、第一係合装置CL1を回転電機MG側からエンジンE側にスリップ伝達トルクが伝達されるようになり、エンジンEの駆動力による回転電機MGの発電を行うことができなくなる。

このため、図10に示す例では、上限制限器53は、仮目標回転速度 $m_{ot}$ をエンジンEの回転速度 $e$ で上限制限した値を目標回転速度 $m_o$ として設定するように構成されている。具体的には、上限制限器53は、仮目標回転速度 $m_{ot}$ と、エンジンEの回転速度 $e$ との小さい方の値を、目標回転速度 $m_o$ として設定するように構成されている。

このように構成すると、回転電機MGの回転速度 $m$ をエンジンEの回転速度 $e$ 以下に維持できる。よって、第一係合装置CL1のスリップ伝達トルクが、エンジンE側から回転電機MG側に伝達される状態を維持でき、エンジンEの駆動力による回転電機MGの発電を継続的に行うことができる。

【0077】

また、本実施形態では、発電回転速度制御部47は、監視対象温度に基づき決定された目標回転速度 $m_o$ がエンジンEの回転速度 $e$ に上限制限されて、目標回転速度 $m_o$ がエンジンEの回転速度 $e$ に決定された場合は、第一係合装置CL1を滑り係合状態から直結係合状態に移行させるように構成されている。より詳細には、発電回転速度制御部47は、回転電機MGの回転速度 $m$ とエンジンEの回転速度 $e$ との回転速度差が所定値以下になった場合に、第一係合装置CL1の第一目標トルク容量 $T_{1o}$ を完全係合容量まで次第に増加させるスリーブアップを行って、第一係合装置CL1を滑り係合状態から直結係合状態に移行させるように構成されている。これにより、エンジンEの駆動力が回転電機MGに直接伝達されて、エンジンEの駆動力による回転電機MGの発電を安定的に行わせることができる。

【0078】

或いは、発電回転速度制御部47は、仮目標回転速度 $m_{ot}$ をエンジンEの回転速度 $e$ で上限制限せずに、仮目標回転速度 $m_{ot}$ をそのまま目標回転速度 $m_o$ として設定するように構成されてもよい。この場合も、発電回転速度制御部47は、回転電機MGの回転速度 $m$ とエンジンEの回転速度 $e$ との回転速度差が所定値以下になった場合に、第一係合装置CL1の第一目標トルク容量 $T_{1o}$ を完全係合容量まで次第に増加させるスリーブアップを行って、第一係合装置CL1を滑り係合状態から直結係合状態に移行させるように構成される。このように構成すると、回転電機MGの目標回転速度 $m_o$ がエンジンEの回転速度 $e$ を上回るまで増加されるような場合でも、第一係合装置CL1を直結係合状態に制御することで、エンジンEの駆動力が回転電機MGに伝達されることを

10

20

30

40

50



確保しつつ、回転電機MGの回転速度  $m$  を上昇させて、回転電機MG及びインバータINの双方の過熱を抑制することができる。なお、第一係合装置CL1が直結係合状態に制御された場合は、エンジンEの回転速度  $e$  は、回転電機MGの回転速度  $m$  とともに、回転電機MGの回転速度制御により目標回転速度  $m_o$  に制御される。

【0079】

また、発電回転速度制御部47は、回転電機MGの回転速度  $m$  が目標回転速度  $m_o$  に近づくように、回転電機要求トルク  $T_{m_o}$  を変化させる回転電機MGの回転速度制御を行うように構成されており、回転フィードバック制御器54を備えている。

【0080】

3-4-2-4-2. 発電回転速度制御による各要求トルクの決定

10

発電回転速度制御部47は、上記したように、発電回転速度制御中の回転電機MGの発電量  $W_g$  を目標発電量  $W_{g_o}$  に維持する発電量維持制御を実行するように構成されている。

本実施形態では、発電回転速度制御部47は、発電量維持制御において、目標回転速度  $m_o$  と目標発電量  $W_{g_o}$  とに基づいて回転電機MGに出力させるべき目標のトルクである目標回生トルク  $T_{g_o}$  を決定し、当該目標回生トルク  $T_{g_o}$  に基づいて、第一係合装置CL1の伝達トルク、第二係合装置CL2の伝達トルク、及びエンジンEの出力トルク  $T_e$  のいずれか1つ以上を制御するように構成されている。

【0081】

回転電機MGの出力トルク  $T_m$  となる回転電機要求トルク  $T_{m_o}$  は、回転電機MGの回転速度制御により自動的に決定されるため、目標発電量  $W_{g_o}$  を維持するために必要となる目標回生トルク  $T_{g_o}$  を回転電機要求トルク  $T_{m_o}$  に直接設定できない。そこで、回転電機MGの慣性系に外部から作用するトルク（外部作用トルク）、すなわち、第一係合装置CL1の伝達トルク、第二係合装置CL2の伝達トルク、及びエンジンEの出力トルク  $T_e$  のいずれか1つ以上を変化させることにより、間接的に回転電機要求トルク  $T_{m_o}$  が目標回生トルク  $T_{g_o}$  に近づくように制御する。例えば、回転電機MGの慣性系に外部から作用しているトルクが増減すると、外部作用トルクが増減に抗して回転電機MGの回転速度  $m$  を目標回転速度  $m_o$  に維持するために、外部作用トルクが増減分だけ回転電機要求トルク  $T_{m_o}$  が回転速度制御により自動的に増減される。

20

【0082】

よって、上記の構成のように、目標回生トルク  $T_{g_o}$  に基づいて、第一係合装置CL1の伝達トルク、第二係合装置CL2の伝達トルク、及びエンジンEの出力トルク  $T_e$  のいずれか1つ以上を制御することにより、回転電機MGの慣性系に外部から作用しているトルクを、目標回生トルク  $T_{g_o}$  の増減分だけ変化させることができ、回転電機要求トルク  $T_{m_o}$  を目標回生トルク  $T_{g_o}$  の増減分だけ回転速度制御により自動的に変化させることができる。

30

【0083】

本実施形態では、図11に示すように、発電回転速度制御部47に備えられた目標回生トルク決定部55が、式(1)及び図4に示すような発電特性を用いて、目標回転速度  $m_o$  と目標発電量  $W_{g_o}$  とに基づいて回転電機MGに出力させるべき目標回生トルク  $T_{g_o}$  を決定するように構成されている。ここで、目標回生トルク  $T_{g_o}$  は、負となる回生トルクの絶対値に対応している。

40

この構成によれば、図4に示すような発電特性に従い、スリップ制御の開始により目標回転速度  $m_o$  が基準回転速度  $m_{o_b}$  まで減少されると目標回生トルク  $T_{g_o}$  が増加され（動作点Aから動作点Bへの変化に相当）、監視対象温度の上昇とともに目標回転速度  $m_o$  が基準回転速度  $m_{o_b}$  から増加されると目標回生トルク  $T_{g_o}$  が減少される（動作点Cから動作点Dへの変化に相当）。

【0084】

また、本実施形態では、発電回転速度制御部47は、目標回生トルク  $T_{g_o}$  に基づいて、エンジンEの出力トルク  $T_e$  を制御するように構成されている。具体的には、図11に

50

示すように、発電回転速度制御部47は、車両要求トルク $T_{rq}$ に目標回生トルク $T_{go}$ を加算した値をエンジン要求トルク $T_{eo}$ として設定するトルク制御を行うように構成されている。

そして、発電回転速度制御部47は、第一係合装置 $CL1$ の伝達トルクの制御として、エンジン $E$ の回転速度 $e$ がエンジン $E$ の目標回転速度 $e_o$ に近づくように、第一目標トルク容量 $T_{1o}$ を変化させるエンジン回転速度制御を行うように構成されており、回転フィードバック制御器56を備えている。

この構成によれば、エンジン $E$ の出力トルク $T_e$ は、目標回生トルク $T_{go}$ の増減分だけ変化する。エンジン $E$ の出力トルク $T_e$ が増減すると、エンジン $E$ の回転速度 $e$ が変化しようとするが、第一係合装置 $CL1$ のエンジン回転速度制御により第一係合装置 $CL1$ の伝達トルクが自動的に増減されて、エンジン $E$ の回転速度 $e$ がエンジン $E$ の目標回転速度 $e_o$ に維持される。例えば、目標回生トルク $T_{go}$ の増加分だけエンジン $E$ の出力トルク $T_e$ が増加されると、エンジン回転速度制御によりエンジン $E$ の出力トルク $T_e$ の増加分だけ第一係合装置 $CL1$ の伝達トルクが自動的に増加する。よって、目標回生トルク $T_{go}$ の増加分だけ第一係合装置 $CL1$ の伝達トルクが増加することとなる。なお、この伝達トルクの増加分だけエンジン $E$ の慣性系に作用するトルクが減少し、エンジン $E$ の回転速度 $e$ が目標回転速度 $e_o$ に維持される。

#### 【0085】

この第一係合装置 $CL1$ の伝達トルクは、回転電機 $MG$ の慣性系に外部から作用するトルクとなる。そして、回転電機 $MG$ の慣性系に外部から作用するトルクが増加すると、上記した回転電機 $MG$ の回転速度制御により、第一係合装置 $CL1$ の伝達トルクの増加分だけ回転電機 $MG$ の出力トルク $T_m$ が自動的に減少することとなる。よって、目標回生トルク $T_{go}$ の増加分だけ回転電機 $MG$ の出力トルク $T_m$ が減少することとなる。

#### 【0086】

従って、目標回生トルク $T_{go}$ の増加分だけ、エンジン $E$ の出力トルク $T_e$ が増加されると、第一係合装置 $CL1$ によるエンジン回転速度制御により、この増加分だけ第一係合装置 $CL1$ の伝達トルクが自動的に増加され、更に回転電機回転速度制御によりこの増加分だけ回転電機 $MG$ の出力トルク $T_m$ が自動的に減少される。

従って、上記の構成によれば、エンジン $E$ の出力トルク $T_e$ を目標回生トルク $T_{go}$ の増加分だけ増加させることにより、間接的に、目標回生トルク $T_{go}$ の増加分だけ回転電機 $MG$ の出力トルク $T_m$ が減少され、回転電機 $MG$ の回生トルクの大きさを増加させることができる。

#### 【0087】

なお、発電回転速度制御部47は、第二係合装置 $CL2$ の伝達トルクの制御として、車両要求トルク $T_{rq}$ を第二目標トルク容量 $T_{2o}$ として設定するトルク制御を行うように構成されており、設定器57を備えている。このため、回転電機 $MG$ の慣性系に第二係合装置 $CL2$ 側から作用するトルクは、目標回生トルク $T_{go}$ の増減に関わらず変化しない。

#### 【0088】

3 - 4 - 2 - 4 - 3 . 発電回転速度制御の挙動

<例1>

次に、発電回転速度制御の挙動について、図3の例を参照して説明する。図3に示す例は、監視対象温度としてのコイル温度 $T_c$ が制御開始温度 $T_{sc}$ に達する場合の例である。なお、監視対象温度としてのインバータ温度 $T_{in}$ は制御開始温度 $T_{si}$ に達していないものとする(不図示)。

上記したように、スリップ制御の開始後、第一係合装置 $CL1$ が滑り係合状態になったと判定された場合に、発電回転速度制御が開始される(時刻 $t_{12}$ )。

回転電機 $MG$ の目標回転速度 $m_o$ が基準回転速度 $m_o b$ に低下される前まで(時刻 $t_{12}$ まで)は、目標回生トルク $T_{go}$ は比較的小さい値に設定されているので、コイル温度 $T_c$ は、許容上限温度 $T_{mxc}$ 及び制御開始温度 $T_{sc}$ より低い温度 $T_1$ に維持され

10

20

30

40

50

ている。これは、上記したように、スリップ制御が開始される前のエンジンE及び回転電機MGの目標回転速度は、目標発電量 $W_{go}$ に基づいて、コイル温度 $T_c$ が許容上限温度 $T_{mxc}$ より低い温度に維持されるような回転速度に設定されているためである。

【0089】

スリップ制御の開始後、回転電機MGの目標回転速度 $m_o$ が基準回転速度 $m_{ob}$ まで低下されると、回転電機MGの発電量 $W_g$ を目標発電量 $W_{go}$ に維持するために、目標回生トルク $T_{go}$ が、図4に示すような特性に基づいて、目標回転速度 $m_o$ の低下に反比例して増加される。

本実施形態では、図11を参照して説明したように、目標回生トルク $T_{go}$ の増加分だけ、エンジン要求トルク $T_{eo}$ が増加される。そして、第一係合装置CL1によるエンジン回転速度制御により、この増加分だけ第一目標トルク容量 $T_{1o}$ が自動的に増加され、更に回転電機回転速度によりこの増加分だけ回転電機要求トルク $T_{mo}$ が自動的に減少される。よって、回転電機要求トルク $T_{mo}$ が、目標回生トルク $T_{go}$ の増加分だけ間接的に減少され、回転電機MGの発電量 $W_g$ が目標発電量 $W_{go}$ に維持される。

【0090】

目標回転速度 $m_o$ が低下され、回生トルク $T_g$ の大きさが増加すると、コイルの発熱量 $W_c$ が増加する。コイル温度 $T_c$ は、コイルの発熱量 $W_c$ の増加に対して、コイルの熱容量などによる応答遅れを有して上昇していく(時刻 $t_{12}$ から時刻 $t_{13}$ )。よって、目標回転速度 $m_o$ の低下後、コイル温度 $T_c$ が、制御開始温度 $T_{sc}$ に到達するまでにはタイムラグが生じている(時刻 $t_{12}$ から時刻 $t_{13}$ までの期間)。このタイムラグの間は、回転電機MGの回転速度 $m$ を比較的低い値に設定された基準回転速度 $m_{ob}$ に維持することができ、第二係合装置CL2の係合部材間の回転速度差を低減し、第二係合装置CL2の発熱量を低減することができる。

【0091】

そして、コイル温度 $T_c$ が制御開始温度 $T_{sc}$ を上回ると、発電回転速度制御における目標回転速度 $m_o$ が、コイル温度 $T_c$ が増加するに従い、基準回転速度 $m_{ob}$ から増加されていく。図3に示す例では、発電回転速度制御部47は、上記したように、コイル温度 $T_c$ が制御開始温度 $T_{sc}$ から許容上限温度 $T_{mxc}$ に近づくに従い、目標回転速度 $m_o$ を基準回転速度 $m_{ob}$ から温度均衡回転速度まで次第に増加させるように構成されている。このため、図3に示すように、コイル温度 $T_c$ が制御開始温度 $T_{sc}$ から許容上限温度 $T_{mxc}$ に近づくにつれ、コイル温度 $T_c$ の増加速度を減少させ、コイル温度 $T_c$ を、許容上限温度 $T_{mxc}$ をオーバーシュートさせることなく、滑らかに許容上限温度 $T_{mxc}$ に収束させることができている。よって、コイル温度 $T_c$ が許容上限温度 $T_{mxc}$ を超えることを防止できている。

【0092】

また、上記のようにコイル温度 $T_c$ に基づいて目標回転速度 $m_o$ を決定することにより、コイル温度 $T_c$ が制御開始温度 $T_{sc}$ 以下の範囲にある場合に、目標回転速度 $m_o$ を最大限に低下させることができ、第二係合装置CL2の発熱量を低減することができる。

【0093】

そして、出力回転速度の増加により、第二係合装置CL2が直結係合状態にされると、発電回転速度制御が終了される(時刻 $t_{15}$ )。

【0094】

<例2>

次に、発電回転速度制御の挙動の別例について、図12の例を参照して説明する。図12に示す例は、図3の場合とは異なり、発電回転速度制御により目標回転速度 $m_o$ がエンジンEの回転速度 $e$ まで増加される場合の例である。このような場合として、例えば、コイルを冷却する冷媒が、第二係合装置CL2を冷却する冷媒と共用されており、第二係合装置CL2がスリップ制御中に滑り係合状態にされ発熱することにより、コイルを冷却する冷媒の温度がスリップ制御前よりも上昇することなどにより生じる。これ以外の条

10

20

30

40

50

件は、図3の場合と同様である。

【0095】

なお、図12に示す例では、発電回転速度制御部47は、第二係合装置CL2の発熱などによるコイル温度 $T_c$ の上昇も考慮して、コイル温度 $T_c$ が許容上限温度 $T_{mxc}$ を超えないように、コイル温度 $T_c$ に基づいて目標回転速度 $m_o$ を決定するように構成されている。

【0096】

このため、図12に示す例では、コイル温度 $T_c$ が制御開始温度 $T_{sc}$ を上回った後(時刻 $t_{23}$ 以降)、目標回転速度 $m_o$ が、図3に示す例よりも、大きい傾きで増加されており、エンジンEの回転速度 $e$ まで増加されている。上記のように、発電回転速度制御部47は、目標回転速度 $m_o$ をエンジンEの回転速度 $e$ で上限制限して設定するように構成されている(時刻 $t_{24}$ から $t_{26}$ )。このため、目標回転速度 $m_o$ がエンジンEの回転速度 $e$ 以下に制限されている。よって、第一係合装置CL1のスリップ伝達トルクが、エンジンE側から回転電機MG側に伝達される状態を維持でき、エンジンEの駆動力による回転電機MGの発電を行うことができている。

10

【0097】

また、発電回転速度制御部47は、回転電機MGの回転速度 $m$ とエンジンEの回転速度 $e$ との回転速度差が所定値以下になった場合に、第一係合装置CL1を直結係合状態に移行させるように構成されている。このため、前記回転速度差が所定値以下になった場合に、第一目標トルク容量 $T_{1o}$ を完全係合容量までスリーブアップさせ、直結係合状態に移行させている(時刻 $t_{24}$ )。よって、エンジンEの駆動力が回転電機MGに直接伝達されて、エンジンEの駆動力による回転電機MGの発電を安定的に行わせることができている。

20

【0098】

或いは、第一係合装置CL1を直結係合状態に移行させた後、第二係合装置CL2が直結係合されるまでの間(時刻 $t_{24}$ から時刻 $t_{26}$ の期間)に、上記したように、目標回転速度 $m_o$ をエンジンEの回転速度 $e$ で上限制限するように構成せずに、発電回転速度制御を実行して、コイル温度 $T_c$ に基づき目標回転速度 $m_o$ を決定するように構成されてもよい。このように構成すれば、コイルの過熱をより確実に抑制することができる。

【0099】

〔その他の実施形態〕

最後に、本発明のその他の実施形態について説明する。なお、以下に説明する各実施形態の構成は、それぞれ単独で適用されるものに限られず、矛盾が生じない限り、他の実施形態の構成と組み合わせることも可能である。

30

【0100】

(1)上記の実施形態においては、変速機構TMの複数の係合装置の中の1つが、スリップ制御中に滑り係合状態に制御される第二係合装置CL2とされている場合を例として説明した。しかし、本発明の実施形態はこれに限定されない。すなわち、車両用駆動装置1は、回転電機MGと変速機構TMと間の動力伝達経路2に更に係合装置を備え、当該係合装置が、スリップ制御中に滑り係合状態に制御される第二係合装置CL2とされてもよい。

40

【0101】

或いは、車両用駆動装置1は、回転電機MGと変速機構TMと間の動力伝達経路2に更にトルクコンバータを備え、トルクコンバータの入出力部材間を直結係合状態にするロックアップクラッチが、第二係合装置CL2とされてもよい。この場合、第二係合装置CL2は、スリップ制御中に滑り係合状態に制御される。

これらの場合は、車両用駆動装置1において、変速機構TMが備えられないように構成されてもよい。

【0102】

(2)上記の実施形態においては、変速機構TMが有段の自動変速装置である場合を例と

50

して説明した。しかし、本発明の実施形態はこれに限定されない。すなわち、変速機構 T M が、連続的に変速比を変更可能な無段の自動変速装置など、有段の自動変速装置以外の変速装置にされるように構成されてもよい。この場合も、変速機構 T M に備えられた係合装置が、スリップ制御中に滑り係合状態に制御される第二係合装置 C L 2 とされ、或いは変速機構 T M とは別に設けられた係合装置が第二係合装置 C L 2 とされてもよい。

【 0 1 0 3 】

( 3 ) 上記の実施形態において、制御装置 3 0 は、複数の制御ユニット 3 2 ~ 3 4 を備え、これら複数の制御ユニット 3 2 ~ 3 4 が分担して複数の機能部 4 1 ~ 4 7 を備える場合を例として説明した。しかし、本発明の実施形態はこれに限定されない。すなわち、制御装置 3 0 は、上述した複数の制御ユニット 3 2 ~ 3 4 を任意の組み合わせで統合又は分離した制御装置として備えるようにしてもよく、複数の機能部 4 1 ~ 4 7 の分担も任意に設定することができる。

10

【 0 1 0 4 】

( 4 ) 上記の実施形態において、発電回転速度制御は、スリップ制御による車両の発進中に実行される場合を例として説明した。しかし、本発明の実施形態はこれに限定されない。すなわち、発電回転速度制御は、第一係合装置 C L 1 及び第二係合装置 C L 2 の双方が滑り係合状態であって回転電機 M G が発電中の状態であれば何れの状態であってもよく、例えば、極低速走行中、又は車両の減速中に実行されるように構成されてもよい。

【 0 1 0 5 】

( 5 ) 上記の実施形態において、発電回転速度制御部 4 7 は、図 1 0 を参照して、回転電機 M G の温度としてのコイル温度  $T_c$  及びインバータ I N の温度の双方を監視対象温度としている場合を例として説明した。しかし、本発明の実施形態はこれに限定されない。すなわち、発電回転速度制御部 4 7 は、回転電機 M G の温度及びインバータ I N の温度の少なくとも一方を監視対象温度とすればよく、例えば、回転電機 M G の温度のみを監視対象温度とする、又は、インバータ I N の温度のみを監視対象温度とするように構成されてもよい。

20

【 0 1 0 6 】

( 6 ) 上記の実施形態において、発電回転速度制御部 4 7 が、監視対象温度が予め定められた制御温度領域内である場合には、監視対象温度が高くなるに従って高い値となるように目標回転速度  $m_o$  を決定するように構成されている場合を例として説明した。しかし、本発明の実施形態はこれに限定されない。すなわち、監視対象温度に基づいて目標回転速度  $m_o$  を決定するのであればその決定方法は任意であってもよく、例えば、発電回転速度制御部 4 7 は、監視対象温度が許容上限温度  $T_{m \times c}$  以下に設定された目標温度に近づくように、或いは監視対象温度が当該目標温度以下になるように、目標回転速度  $m_o$  をフィードバック制御により変化させるように構成されてもよい。

30

【 0 1 0 7 】

( 7 ) 上記の実施形態において、制御温度領域は、許容上限温度  $T_{m \times c}$  より所定温度だけ低い制御開始温度  $T_{s \times c}$  以上の温度領域に設定されている場合を例として説明した。しかし、本発明の実施形態はこれに限定されない。すなわち、制御温度領域は、許容上限温度  $T_{m \times c}$  を含む所定の温度範囲であれば何れの温度範囲に設定されてもよく、当該制御温度領域内にある場合に、監視対象温度が高くなるに従って高い値になるように目標回転速度  $m_o$  が決定されるように構成されればよい。

40

【 0 1 0 8 】

( 8 ) 上記の実施形態において、発電回転速度制御部 4 7 は、目標回生トルク  $T_{g \times o}$  に基づいてエンジン要求トルク  $T_{e \times o}$  を決定するように構成されている場合を例として説明した。しかし、本発明の実施形態はこれに限定されない。すなわち、発電回転速度制御部 4 7 は、目標回生トルク  $T_{g \times o}$  に基づいて、第一係合装置 C L 1 の伝達トルク、第二係合装置 C L 2 の伝達トルク、及びエンジン E の出力トルク  $T_e$  のいずれか 1 つ以上を制御するように構成されていればよく、例えば、目標回生トルク  $T_{g \times o}$  に基づいて第一目標トルク容量  $T_{1 \times o}$  を決定するように構成されていてもよい。

50

例えば、発電回転速度制御部 47 は、第一係合装置 CL1 の伝達トルクの制御として、車両要求トルク  $T_{rq}$  に目標回生トルク  $T_{go}$  を加算した値を、第一目標トルク容量  $T_{1o}$  として設定するトルク制御を行うように構成され、エンジン E の出力トルク  $T_e$  の制御として、エンジン E の回転速度  $e$  がエンジン E の目標回転速度  $e_o$  に近づくようにエンジン要求トルク  $T_{eo}$  を変化させるエンジン回転速度制御を行うように構成されてもよい。

或いは、発電回転速度制御部 47 は、車両要求トルク  $T_{rq}$  に基づいて決定された第二目標トルク容量  $T_{2o}$  を、目標回生トルク  $T_{go}$  に基づいて補正するなど、目標回生トルク  $T_{go}$  に基づいて第二目標トルク容量  $T_{2o}$  を決定するように構成されてもよい。

【産業上の利用可能性】

10

【0109】

本発明は、内燃機関に駆動連結される入力部材と車輪に駆動連結される出力部材とを結ぶ動力伝達経路 2 に、前記入力部材の側から、第一係合装置、回転電機、第二係合装置、の順に設けられた車両用駆動装置を制御対象とする制御装置に好適に利用することができる。

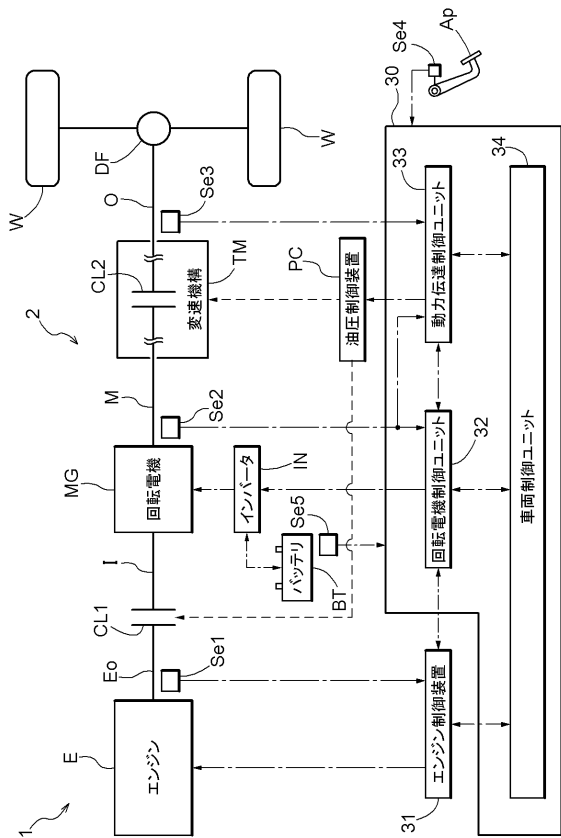
【符号の説明】

【0110】

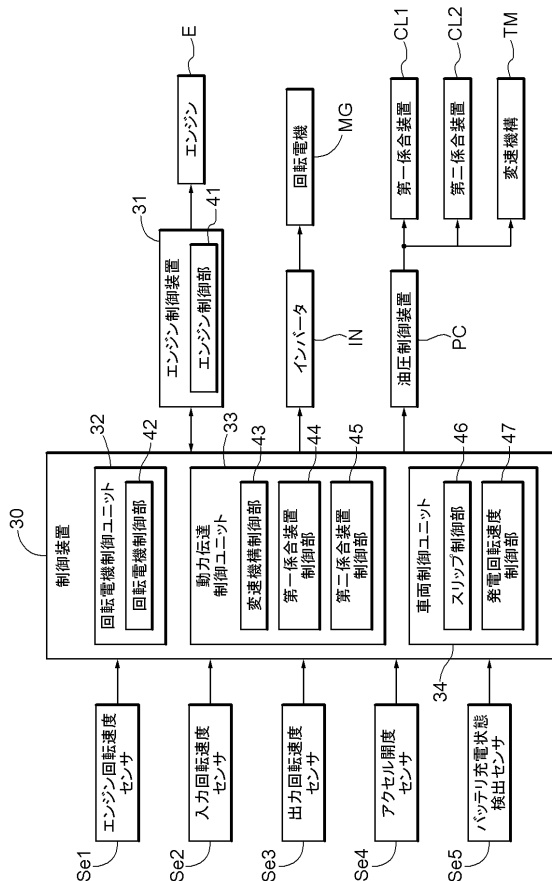
1	: 車両用駆動装置	
2	: 動力伝達経路	
30	: 制御装置	20
31	: エンジン制御装置	
32	: 回転電機制御ユニット	
33	: 動力伝達制御ユニット	
34	: 車両制御ユニット	
41	: エンジン制御部	
42	: 回転電機制御部	
43	: 変速機構制御部	
44	: 第一係合装置制御部	
45	: 第二係合装置制御部	
46	: スリップ制御部	30
47	: 発電回転速度制御部	
50	: 第一目標回転速度決定部	
51	: 第二目標回転速度決定部	
52	: 最大値取り器	
53	: 上制限器	
54	: 回転フィードバック制御器	
55	: 目標回生トルク決定部	
56	: 回転フィードバック制御器	
57	: 設定器	
58	: 基準回転速度決定部	40
AP	: アクセルペダル	
BT	: バッテリ	
CL1	: 第一係合装置	
CL2	: 第二係合装置	
E	: エンジン (内燃機関)	
Eo	: エンジン出力軸 (入力部材)	
I	: 入力軸	
M	: 中間軸	
O	: 出力軸 (出力部材)	
IN	: インバータ	50

M G	: 回転電機	
P C	: 油圧制御装置	
T M	: 変速機構	
W	: 車輪	
S e 1	: エンジン回転速度センサ	
S e 2	: 入力回転速度センサ	
S e 3	: 出力回転速度センサ	
S e 4	: アクセル開度検出センサ	
S e 5	: バッテリ充電状態検出センサ	
e	: エンジンの回転速度	10
e o	: エンジンの目標回転速度	
m	: 回転電機の回転速度	
m o	: 回転電機の目標回転速度	
m o 1	: 第一目標回転速度	
m o 2	: 第二目標回転速度	
m o b	: 基準回転速度	
T e	: エンジンの出力トルク	
T e o	: エンジン要求トルク	
T m	: 回転電機の出力トルク	
T m o	: 回転電機要求トルク	20
T r q	: 車両要求トルク	
T g	: 回生トルク	
T g o	: 目標回生トルク	
T 1 o	: 第一目標トルク容量	
T 2 o	: 第二目標トルク容量	
T c	: コイル温度 (回転電機の温度)	
T i n	: インバータ温度	
T m x c	: 許容上限温度 (コイル温度)	
T s c	: 制御開始温度 (コイル温度)	
T m x i	: 許容上限温度 (インバータ温度)	30
T s i	: 制御開始温度 (インバータ温度)	
I c	: 電流	
W c	: 発熱量	
W g	: 発電量	
W g o	: 目標発電量	

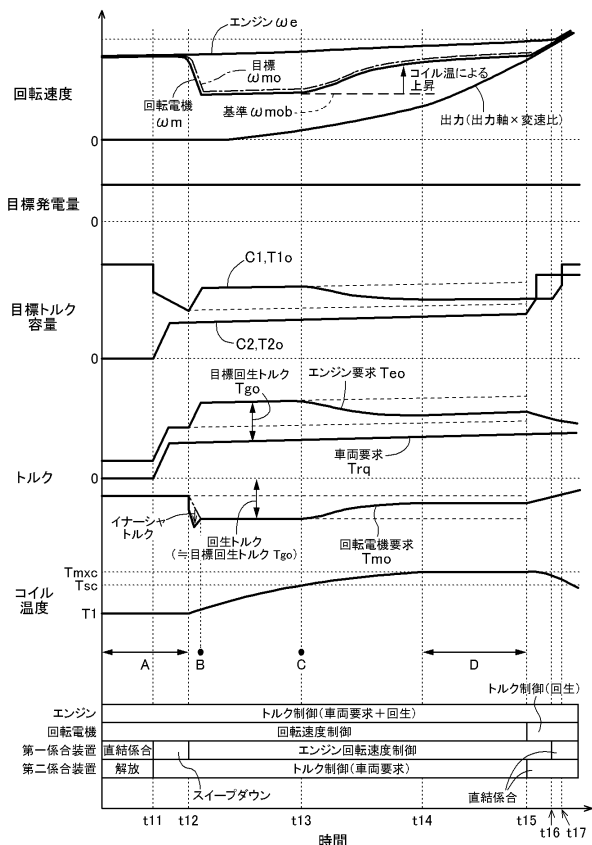
【図1】



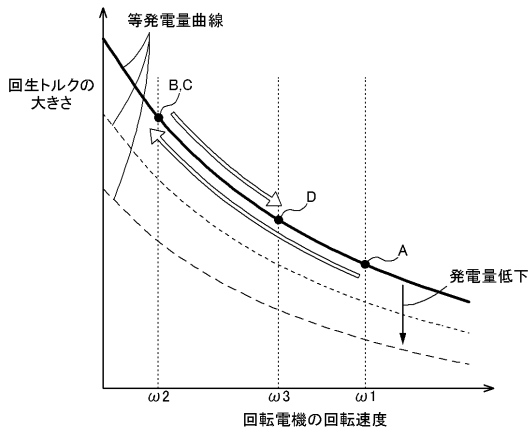
【図2】



【図3】

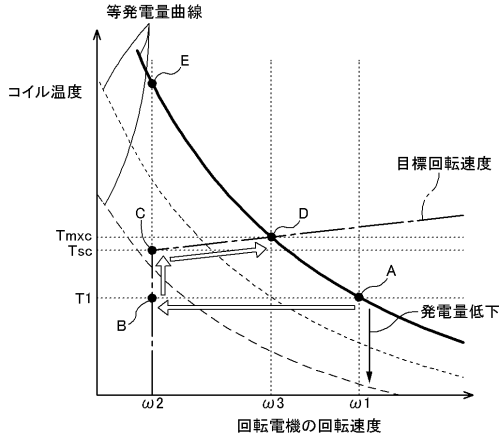


【図4】

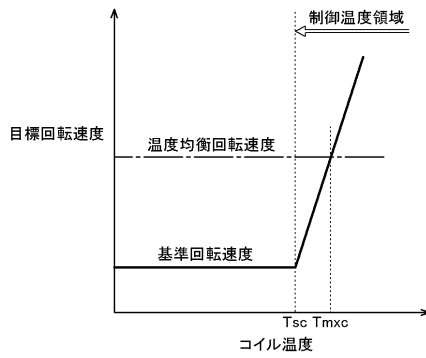




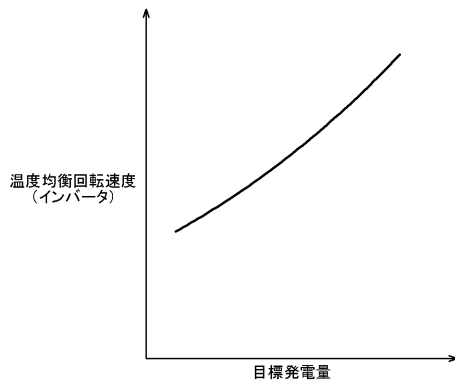
【図5】



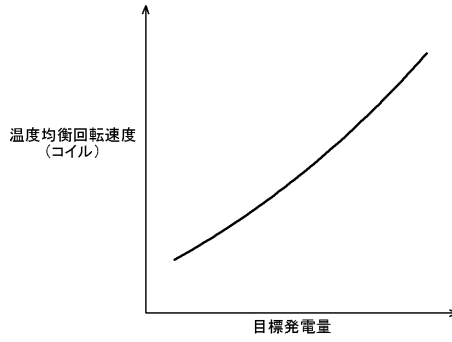
【図6】



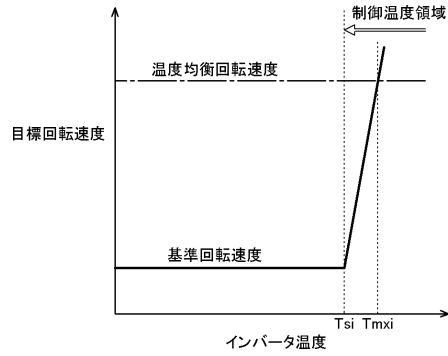
【図9】



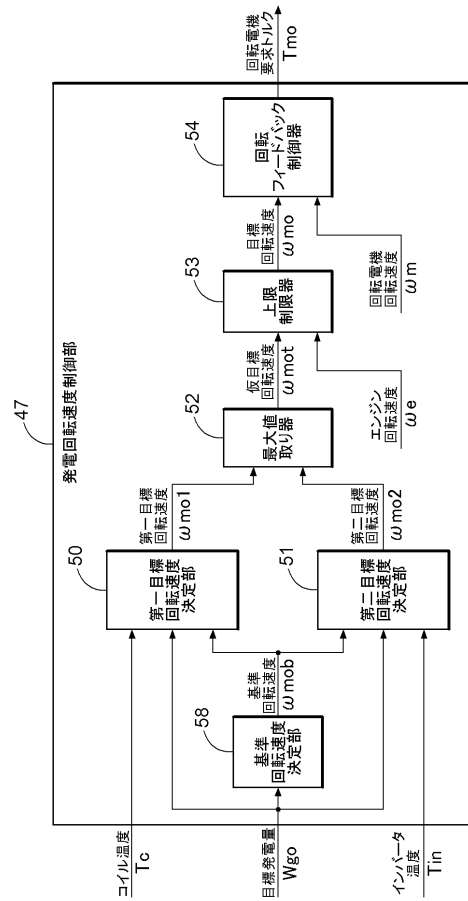
【図7】



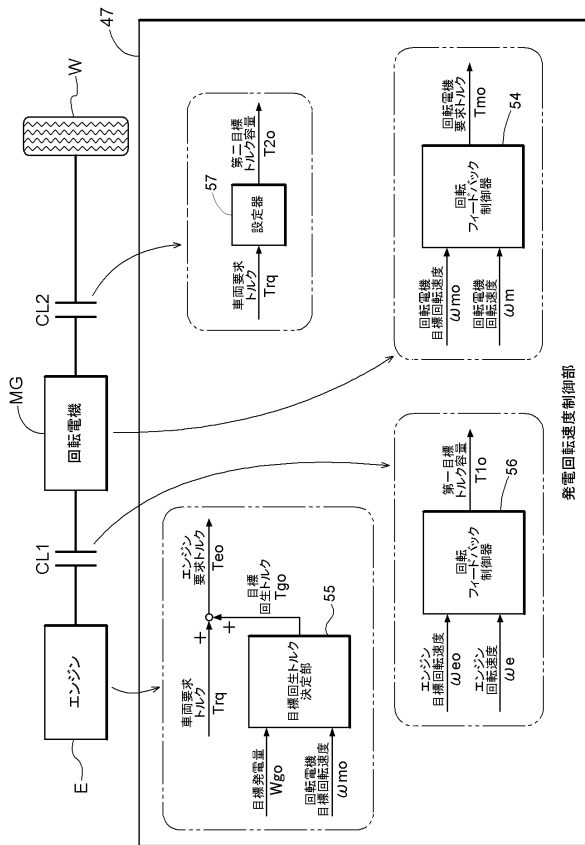
【図8】



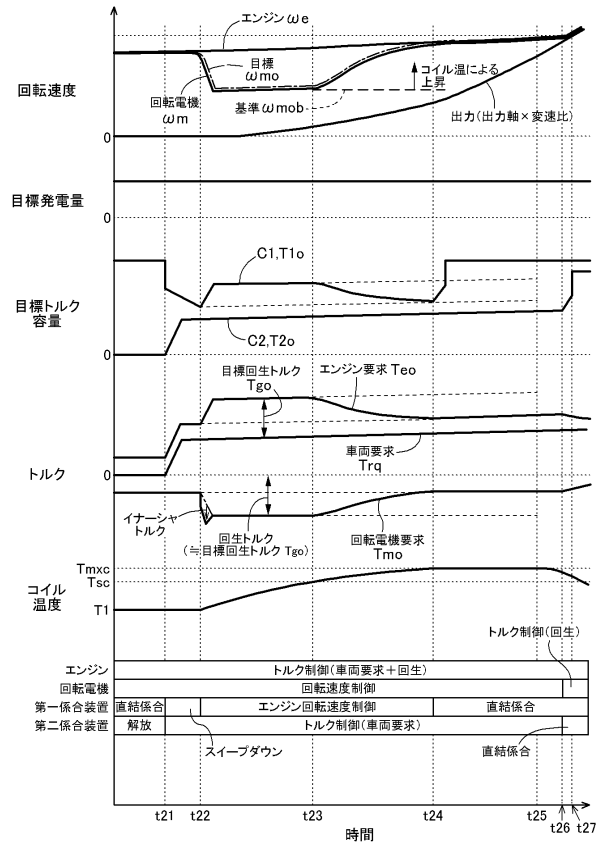
【図10】



【図11】



【図12】



---

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 L 11/14  
B 6 0 L 11/14 (2006.01) B 6 0 L 15/20 J  
B 6 0 L 15/20 (2006.01)

審査官 大山 健

(56)参考文献 特開2008-7094(JP,A)  
特開2003-9307(JP,A)  
特開2008-222222(JP,A)  
特表2011-507746(JP,A)  
特開2000-27672(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
B 6 0 K 6 / 2 0 - 6 / 5 4 7  
B 6 0 L 1 1 / 1 4  
B 6 0 L 1 5 / 2 0