

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-93645
(P2018-93645A)

(43) 公開日 平成30年6月14日(2018.6.14)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
B60L 15/20 (2006.01) B60L 15/20 Y 5H125
 B60L 15/20 S

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2016-236033 (P2016-236033)
 (22) 出願日 平成28年12月5日(2016.12.5)

(71) 出願人 509186579
 日立オートモティブシステムズ株式会社
 茨城県ひたちなか市高場2520番地
 (74) 代理人 100119644
 弁理士 綾田 正道
 (72) 発明者 鈴木 圭介
 神奈川県厚木市恩名四丁目7番1号
 日立オートモティブ
 システムズ株式会社内
 (72) 発明者 小林 仁
 神奈川県厚木市恩名四丁目7番1号
 日立オートモティブ
 システムズ株式会社内

最終頁に続く

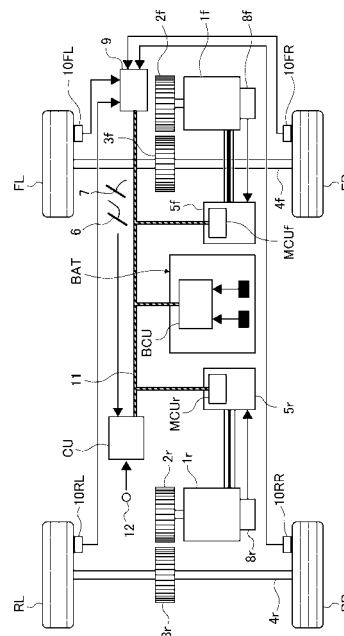
(54) 【発明の名称】 電動車両の制御装置、電動車両の制御システム及び電動車両の制御方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】前後輪が同時にスリップすることを抑制可能な電動車両の制御装置を提供する。

【解決手段】フロント電動モータ1f及びリア電動モータ1rの一方におけるトルク応答が、他方のトルク応答よりも低くなるように制御することとした。これにより、前後輪が同時にスリップもしくは制動スリップをすることを抑制できるようになる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

車両の前輪にトルクを出力するフロント電動モータと、
前記車両の後輪にトルクを出力するリア電動モータと、
を有する電動車両の制御装置であって、
前記フロント電動モータ及び前記リア電動モータの目標トルクを演算する目標トルク演算部と、
前記フロント電動モータ及び前記リア電動モータにトルク指令を出力するトルク指令部と、
前記フロント電動モータと前記リア電動モータの一方における前記目標トルクに対する前記トルク指令の達成率が、他方の前記達成率よりも低くなるように制御する制御部と、
を備えたことを特徴とする電動車両の制御装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の電動車両の制御装置において、
前記制御部は、前記一方の前記達成率を低くすることで減少するトルクを、前記他方で補償することを特徴とする電動車両の制御装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の電動車両の制御装置において、
前記制御部は、前記車両が所定車速以上であって、かつ、前記目標トルクが減速を表す負の場合は、それ以外の場合に比べて前記一方の前記達成率を低くすることを特徴とする電動車両の制御装置。

20

【請求項 4】

請求項 1 に記載の電動車両の制御装置において、
前記制御部は、前記一方の前記達成率を低くすることで減少するトルクを、前記他方で補償しないことを特徴とする電動車両の制御装置。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の電動車両の制御装置において、
前記制御部は、前記車両が所定車速未満であって、かつ、路面の縦断勾配が所定値以上の場合は、それ以外の場合に比べて前記一方の前記達成率を低くすることを特徴とする電動車両の制御装置。

30

【請求項 6】

請求項 1 に記載の電動車両の制御装置において、
前記制御部は、前記路面の縦断勾配が所定値以上における前記車両の発進時、又は減速時に前記一方の前記達成率を低くすることを特徴とする電動車両の制御装置。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の電動車両の制御装置において、
前記一方は、前記リア電動モータであることを特徴とする電動車両の制御装置。

【請求項 8】

車両の前輪にトルクを出力するフロント電動モータと、
前記車両の後輪にトルクを出力するリア電動モータと、
を有する電動車両の制御装置であって、
前記フロント電動モータと前記リア電動モータの一方におけるアクセルペダル開速度で実トルク微分値を除いた値と、他方における前記除した値との差が、前記アクセルペダル開速度が小さい場合よりも、前記アクセルペダル開速度が大きい場合のほうが大きいことを特徴とする電動車両の制御装置。

40

【請求項 9】

請求項 8 に記載の電動車両の制御装置において、
路面の縦断勾配が大きいときの前記差は、前記路面の縦断勾配が小さいときの前記差よりも大きいことを特徴とする電動車両の制御装置。

【請求項 10】

50

車両の前輪にトルクを出力するフロント電動モータと、
前記車両の後輪にトルクを出力するリア電動モータと、
を有する電動車両の制御方法であって、
前記フロント電動モータ及び前記リア電動モータの目標トルクを演算するステップと、
前記フロント電動モータ及び前記リア電動モータにトルク指令を出力するステップと、
前記フロント電動モータと前記リア電動モータの一方における前記目標トルクに対する
前記トルク指令の達成率が、他方の前記達成率よりも低くなるように制御する制御ステッ
プと、
を備えたことを特徴とする電動車両の制御方法。

10

【請求項 11】

車両の前輪にトルクを出力するフロント電動モータと、
前記車両の後輪にトルクを出力するリア電動モータと、
前記フロント電動モータと前記リア電動モータを制御するコントロールユニットと、
を有する電動車両の制御システムであって、
前記コントロールユニットは、
前記フロント電動モータ及び前記リア電動モータの目標トルクを演算する目標トルク演
算部と、
前記フロント電動モータ及び前記リア電動モータにトルク指令を出力するトルク指令部
と、
前記フロント電動モータと前記リア電動モータの一方における前記目標トルクに対する
前記トルク指令の達成率が、他方の前記達成率よりも低くなるように制御する制御部と、
を備えたことを特徴とする電動車両の制御システム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電動車両の制御装置、制御システム及び制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、特許文献1に記載の電動車両の制御装置では、前輪はエンジンにより、後輪は電
動モータにより駆動される四輪駆動車において、路面の縦断勾配が大きいほど、すなわち
坂道が急なほど発進時のモータトルクを大きくし、前後輪のトルク配分を調整することで
登坂路でのスリップを抑制している。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2005-184944号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献1のように、運転者の操作が路面に対して過大な場合、前後輪
のトルク配分を行ったとしても、前後輪が同時にスリップするおそれがあった。

40

本発明の目的は、前後輪が同時にスリップすることを抑制可能な電動車両の制御装置を
提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記目的を達成するため、本発明では、フロント電動モータ及びリア電動モータの一方
におけるトルク応答が、他方のトルク応答よりも低くなるように制御することとした。

【発明の効果】

【0006】

よって、前後輪が同時に駆動スリップもしくは制動スリップすることを抑制できる。

50

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】実施例1の電動車両のシステム図である。

【図2】実施例1の電動車両の制御ブロック図である。

【図3】実施例1のトルク急変時配分部の詳細を表す制御ブロック図である。

【図4】高 μ の登坂路における発進時においてスリップが生じない場合のタイムチャートである。【図5】低 μ の登坂路における発進時においてスリップが生じた場合のタイムチャートである。【図6】高 μ の平坦路における減速時においてスリップが生じない場合のタイムチャートである。【図7】低 μ の平坦路における減速時においてスリップが生じた場合のタイムチャートである。

【図8】実施例2の電動車両の制御ブロック図である。

【図9】実施例2の加減速時配分部の詳細を表す制御ブロック図である。

【図10】高 μ の登坂路における発進時においてスリップが生じない場合のタイムチャートである。【図11】低 μ の登坂路における発進時においてスリップが生じた場合のタイムチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0008】

〔実施例1〕

図1は実施例1の電動車両のシステム図である。実施例1の電動車両は、前輪FL,FRがフロントモータ1fにより駆動され、後輪RL,RRがリアモータ1rにより駆動される4輪駆動車である。フロントモータ1fには減速機構2fを介してディファレンシャルギア3fが接続されている。ディファレンシャルギア3fにはドライブシャフト4fが接続されている。ドライブシャフト4fには前輪FL,FRが接続されている。インバータ5fには、フロントモータ1fを制御するモータコントロールユニットMCUfを有する。同様に、リアモータ1rには減速機構2rを介してディファレンシャルギア3rが接続されている。ディファレンシャルギア3rにはドライブシャフト4rが接続されている。ドライブシャフト4rには後輪RL,RRが接続されている。インバータ5rには、リアモータ1rを制御するモータコントロールユニットMCUrを有する。

【0009】

高電圧バッテリーBATは、供給電力を制御するバッテリーコントロールユニットBCUを有する。高電圧バッテリーBATは、複数のバッテリーを接続したバッテリーモジュールであり、バッテリーコントロールユニットBCUは、一つのバッテリーモジュールから複数のモータ（フロントモータ1f及びリアモータ1r）への供給電力を制御する。

【0010】

電動車両は、ブレーキペダルストローク信号を出力するストロークセンサ6と、アクセル開度信号を出力するアクセル開度センサ7と、電動モータ1の回転方向を含むモータ回転速度信号を出力するレゾルバ8f,8rと、車両の前後加速度sgを検出する前後加速度センサ12と、を有する。車両コントロールユニットCUは、シフトレバーからのレンジ位置信号と、ストロークセンサ6からのブレーキペダルストローク信号と、アクセル開度センサ7からのアクセル開度信号とを受信する。また、車両コントロールユニットCUは、レゾルバ8f,8rからのモータ回転速度信号を、モータコントロールユニットMCUf,MCUrを介して受信する。車両コントロールユニットCUは、アクセル開度等に基づいて電動モータ1の駆動トルク指令値を演算し、駆動トルク指令値に応じてフロントモータ1f,リアモータ1rを駆動する。

【0011】

ブレーキコントローラ9は、各輪に設けられた車輪速センサ10FL,10FR,10RL,10RR（以下

10

20

30

40

50

、単に10とも記載する。)と接続され、各輪の回転速度信号を受信する。車輪速センサ10は、電磁パルスの周期から車輪速を検出する。ブレーキコントローラ9は、ストロークセンサ6により検出された運転者のブレーキ操作量に基づき、各輪の液圧によるブレーキユニットに供給するブレーキ液を調整し、各輪の制動トルクを制御する。モータコントロールユニットMCUf,MCUr、車両コントロールユニットCU及びブレーキコントローラ9の情報通信は、CAN通信線11を介して行われる。

【0012】

図2は、実施例1の電動車両の制御ブロック図である。

運転者要求トルク演算部101は、アクセル開度APO及び車速VSPに基づき運転者の要求トルクTdを演算する。運転者要求トルクTdは、アクセル開度APOが高いほど大きな値が設定される。

回生トルク受け入れ部102は、他の演算部において演算された要求制動トルクに基づく要求回生トルクTrgを受け入れ、運転者要求トルクTdを補正する。

要求トルク受け入れ部103では、他の演算部において演算された要求駆動トルクTofを受け入れ、運転者要求トルクTdを補正する。これら、運転者要求トルク演算部101、回生トルク受け入れ部102及び要求トルク受け入れ部103の各指令値から得られるフロントモータ1f及びリアモータ1rの合計軸トルク指令値を、車両の要求トルクTtとして出力する。

【0013】

配分比調停部104では、駆動力配分比指令Std及び回生制動力配分比指令Strgに基づいて、要求トルクTtをフロントモータ1fとリアモータ1rとに配分する際の配分比Stを決定する。駆動力配分比指令とは、図外の駆動力配分比演算部において、走行状態に応じて、前輪と後輪の駆動力配分比を演算し、出力された指令である。回生制動力配分比指令とは、図外の回生制動力配分比演算部において、前輪と後輪の回生制動力配分比を演算し、出力された指令である。配分比調停部104では、これら各配分比と、現在の走行状態に基づいて配分比Stを決定する。

トルク配分部105では、要求トルクTtと配分比Stに基づいて基準フロントモータトルク指令値Ttfと、基準リアモータトルク指令値Ttrを演算する。以下、フロントモータ1f及びリアモータ1rを総称して基準モータトルク指令値Ttfrと記載する。この基準モータトルク指令値Ttfrがフロントモータ1f及びリアモータ1rを制御する際の目標トルクに相当する。

【0014】

トルク急変時配分部500では、車速VSPと、基準フロントモータトルク指令値Ttfと、基準リアモータトルク指令値Ttrとに基づいて、トルク急変に伴う前後輪同時スリップを回避する補正を行う。具体的には、必要に応じて基準リアモータトルク指令値Ttrのトルク応答を遅らせたトルク急変時基準リアモータトルク指令値Ttryに補正する。このとき、減速時にあっては、TtrからTtryに補正されたことに伴う減少トルク分を基準フロントモータトルク指令値Ttfに加算してトルク急変時基準フロントモータトルク指令値Ttffyに補正し、減速度を確保する。尚、詳細については後述する。

【0015】

トルク制限部106では、後述するトルク制限値選択部205により選択された正トルク制限値Tplimf,Tplimr及び負トルク制限値Tnlimf,Tnlimr(以下、これら制限値をトルク制限値Tlimと記載する。)によって制限された第1フロントモータトルク指令値Ttf1と、第1リアモータトルク指令値Ttr1(以下、これら指令値を第1トルク指令値Tt1と記載する。)を演算する。言い換えると、トルク急変時基準モータトルク指令値がトルク制限値Tlim内となるように補正される。

【0016】

トルク再配分部107では、各モータの第1トルク指令値Tt1の合計が要求トルクTt未満のときは、第1トルク指令値Tt1がトルク制限値Tlimよりも低いモータに、各モータの第1トルク指令値Tt1の合計が要求トルクTtを越えない範囲でトルクを再配分した第2フロントモータトルク指令値Ttf2と、第2リアモータトルク指令値Ttr2(以下、これら指令値を第2トルク指令値Tt2と記載する。)を演算する。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 7 】

スリップ制御部108では、車輪速 sv と、前後加速度 sg と、後述する温度保護部302f, 302rのトルク指令値に基づいて、車輪にスリップが発生しているか否かを判断し、スリップ（駆動スリップ、制動スリップの両方を含む）しているときは、スリップが生じている車輪と接続されたモータトルクへのトルク制限量を演算する。

最終トルク制限部109では、第2トルク指令値 $Tt2$ に対し、スリップ制御部108で演算されたトルク制限量に基づいて決定された最終トルク指令値 $Tt3$ を各モータ1f, 1rに出力する。

【 0 0 1 8 】

最大トルク制限値演算部201では、フロントモータ1fの回転速度 Vmf と、リアモータ1rの回転速度 Vmr とに基づいて、各モータの正トルク制限値 $Tplimf, Tplimr$ 及び負トルク制限値 $Tnlimf, Tnlimr$ （以下、 $Tplimf, Tplimr, Tnlimf, Tnlimr$ を最大トルク制限値 $Tlimax$ とも記載する。）を演算する。これは、モータの回転数に対するトルク特性が予め定められており、ある回転速度に対して最大出力可能なトルク値をマップ等から設定する。

10

【 0 0 1 9 】

電力配分部202では、高電圧バッテリーBATから供給する電力の上限値であるバッテリー電力制限値 $Wlim$ と、配分比 St とに基づいて、フロントモータ1fの第1電力制限値 $Wlimf1$ 及びリアモータ1rの第1電力制限値 $Wlimr1$ （以下、 $Wlimf1$ 及び $Wlimr1$ を第1電力制限値 $Wlim1$ とも記載する。）を演算する。すなわち、一つの高電圧バッテリーBATから複数のモータに電力を供給する際、各モータの消費電力が個別的に決定されると、トータルの消費電力がバッテリー電力制限値 $Wlim$ を超えるおそれがある。また、各モータの消費電力を個別的に決定後、消費電力がバッテリー電力制限値 $Wlim$ を超えないように各モータのトルクを修正することも考えられるが、繰り返し演算が必要となる。これに対し、実施例1では、予め電力配分を行い、この電力配分に基づく各モータの第1電力制限値 $Wlim1$ を設定することで、バッテリー電力制限値 $Wlim$ を超えることなく、効果的に各モータトルクを制御できる。

20

【 0 0 2 0 】

電力再配分部203では、各モータのうち、あるモータの第1電力制限値 $Wlim1$ から実際の消費電力 Wx ($x=f, r$)を除いた余剰電力を他のモータの電力制限値 $Wlim1$ に配分したフロントモータ1fの第2電力制限値 $Wlimf2$ 及びリアモータ1rの第2電力制限値 $Wlimr2$ （以下、 $Wlimf2$ 及び $Wlimr2$ を第2電力制限値 $Wlim2$ とも記載する。）を演算する。

30

【 0 0 2 1 】

第1トルク制限値演算部204では、高電圧バッテリーBATのバッテリー電位 $Vbat$ と、回転速度 Vmf, Vmr と、第2電力制限値 $Wlim2$ に応じた正トルク制限値 $Tplimw$ 及び負トルク制限値 $Tnlimw$ （以下、 $Tplimw, Tnlimw$ を第1トルク制限値 $Tlimw$ とも記載する。）を演算する。

トルク制限値選択部205では、最大トルク制限値 $Tlimmax$ と第1トルク制限値 $Tlimw$ のうち、低いほうの制限値を選択し、トルク制限値 $Tlim$ として出力する。

【 0 0 2 2 】

モータコントロールユニットMCUf及びMCUrには、トルク制限部301f, 301rと、温度保護部302f, 302rと、制振制御部303f, 303rとを有する。トルク制限部301f, 301rでは、最終トルク制限部109から出力された最終トルク指令値 $Tt3$ と、トルク制限値選択部205から出力されたトルク制限値 $Tlim$ とに基づいてモータトルク指令値を演算する。温度保護部302f, 302rでは、モータに供給される電流値に基づいて演算される発熱量と、モータに取り付けられた温度センサの計測値から、モータが所定の温度以下となるようにモータトルク指令値を制限する。制振制御部303f, 303rでは、ドライブシャフト4f, 4rに生じる振動を抑制する制振トルクを演算し、モータトルク指令値に制振トルクを付与し、最終的にモータトルク制御を実行する。

40

【 0 0 2 3 】

（トルク急変時配分部について）

図3は、実施例1のトルク急変時配分部の詳細を表す制御ブロック図である。第1カットオフ周波数設定部501では、トルク急変時基準リアモータトルク指令値 $Ttry$ に基づいて

50

、後述する第1ローパスフィルタ509で使用するカットオフ周波数の候補である第1カットオフ周波数 c_1 を設定する。Ttryが正トルクるときは、大きめの c_1 を設定する。一方、Ttryが負トルクであり、かつ、その絶対値が所定値より大きいときは、小さめの c_1 を設定する。これにより、急減速時において後輪側のトルク応答の遅れが大きくなり、前輪と後輪とが同時にロックすることを回避し、車両の安定化を図る。ここで、トルク応答とは、目標トルクの変化が生じてから、実際に出力する実トルクが目標トルクに追従するまでの時間的な遅れを表す。よって、目標トルクに対する実トルクのトルク応答の遅れが大きいとは、目標トルクが変化した後において、実トルクを目標トルクで除した達成率が低いことを表す。

【0024】

更に言い換えると、基準モータトルク指令値は、アクセルペダル開度APOに基づいて設定される値であることから、トルク応答とは、アクセルペダル開速度 APOで実トルク微分値を除いた値（以下、応答度と記載する。）によっても表される。トルク応答が高ければ、応答度は1に近くなり、トルク応答が低ければ応答度は1未満の小さな値となる。

【0025】

第2カットオフ周波数設定部502では、車速VSPに基づいて、後述する第1ローパスフィルタ509で使用するカットオフ周波数の候補である第2カットオフ周波数 c_2 を設定する。前進・後退を含めVSPが所定値より低いときは、大きめの c_2 を設定する。一方、VSPが所定値より高いときは、小さめの c_2 を設定する。これにより、高車速時において後輪側のトルク応答の遅れが大きくなり、前輪と後輪とが同時にロックすることを回避し、車両の安定化を図る。

【0026】

第1ローパスフィルタ用カットオフ周波数選択部503では、第1カットオフ周波数 c_1 と第2カットオフ周波数 c_2 のうち、大きいほうのカットオフ周波数を第1ローパスフィルタ用カットオフ周波数として出力する。減速度が大きく、高車速の場合には、第1カットオフ周波数 c_1 及び第2カットオフ周波数 c_2 が共に小さな値である。よって、第1ローパスフィルタ509において小さなカットオフ周波数を設定し、後輪のトルク応答の遅れを大きくする。それ以外の場合には、第1カットオフ周波数 c_1 及び第2カットオフ周波数 c_2 のいずれか一方が大きな値であるため、第1ローパスフィルタ509において大きなカットオフ周波数を設定する。これにより、後輪のトルク応答が大きく遅れることなく応答性を確保する。

【0027】

第3カットオフ周波数設定部504では、車速VSPに基づいて、後述する第2ローパスフィルタ510で使用するカットオフ周波数の候補である第3カットオフ周波数 c_3 を設定する。前進・後退を含めVSPが低いときは、小さめの c_3 を設定し、VSPが高いときは、大きめの c_3 を設定する。これにより、発進時等の低車速時において後輪側のトルク応答の遅れが大きくなり、前輪と後輪とが同時にスリップすることを回避する。

【0028】

第4カットオフ周波数設定部505では、推定された路面の縦断勾配SPに基づいて、後述する第2ローパスフィルタ510で使用するカットオフ周波数の候補である第4カットオフ周波数 c_4 を設定する。尚、縦断勾配SPは、例えば車両の前後加速度sgを検出する前後加速度センサ12の値と、車速VSPの微分値との偏差に応じて推定してもよいし、他の推定手段を用いてもよく、特に限定しない。縦断勾配SPが大きいとき、すなわち上り坂のときは、小さめの c_3 を設定し、平坦路や下り坂のときは、大きめの c_3 を設定する。これにより、登坂路での発進時等において、前輪と後輪とが同時にスリップすることを回避し、車両のずり下がりを防止する。

【0029】

第2ローパスフィルタ用カットオフ周波数選択部506では、第3カットオフ周波数 c_3 と第4カットオフ周波数 c_4 のうち、大きいほうのカットオフ周波数を第2ローパスフィルタ用カットオフ周波数として出力する。よって、低車速で、登坂路の場合には、第3カ

10

20

30

40

50

ットオフ周波数 c_3 及び第4カットオフ周波数 c_4 が共に小さな値であるため、第2ローパスフィルタ510において小さなカットオフ周波数を設定し、後輪のトルク応答の遅れを大きくする。それ以外の場合には、第3カットオフ周波数 c_3 及び第4カットオフ周波数 c_4 のいずれか一方が大きな値であるため、第2ローパスフィルタ510において大きなカットオフ周波数を設定し、後輪のトルク応答が大きく遅れることなく応答性を確保する。

【0030】

符号抽出部507では、第1基準リアモータトルク指令値 T_{tr} の符号のみを抽出し、後述する第1符号処理部515及び第2符号処理部512に出力する。

絶対値処理部508では、第1基準リアモータトルク指令値 T_{tr} を絶対値化し、第1ローパスフィルタ509に出力する。

第1ローパスフィルタ509及び第2ローパスフィルタ510では、設定されたカットオフ周波数に基づいて、第1基準リアモータトルク指令値 T_{tr} の絶対値にローパスフィルタ処理を施す。

【0031】

リアモータトルク指令値選択部511では、第1ローパスフィルタ509通過後の第1指令値と、第2ローパスフィルタ510通過後の第2指令値とのうち、小さいほうの指令値を選択して出力する。すなわち、走行状態に応じて後輪のトルクに応答遅れが付与される場合には、応答遅れが設定された指令値が選択される。

第2符号処理部512では、リアモータトルク指令値選択部511で選択された指令値に、符号抽出部507で抽出された符号を乗算し、トルク急変時基準リアモータトルク指令値 T_{try} を出力する。

【0032】

偏差演算部513では、第2ローパスフィルタ510から出力された第2指令値から、第1ローパスフィルタ509から出力された第1指令値を減算し、偏差を算出する。すなわち、減速度が大きく、かつ、高車速の場合、第1指令値は低いカットオフ周波数によって小さくなり、第2指令値は高いカットオフ周波数によって大きくなる。このとき、後輪のトルク応答を低下させ、前輪のトルクをそのままとすると、応答が低下した区間における前後輪トータルの減速度が要求減速度よりも小さくなるおそれがある。そこで、後輪で減少した分のトルクを第2指令値と第1指令値との偏差から算出し、前輪側に加算することで、前後輪トータルの減速度を要求減速度となるように補償する。

【0033】

補償処理部514では、偏差演算部513で算出された偏差と0とのうち、大きいほうを選択して出力する。

第1符号処理部511では、補償処理部514から出力された指令値に、符号抽出部507で抽出された符号を乗算し、フロント補償値を出力する。

第1基準フロントモータトルク指令値算出部516では、基準フロントモータトルク指令値 T_{tf} にフロント補償値を加算し、トルク急変時基準フロントモータトルク指令値 T_{tfy} を出力する。尚、減速時の基準フロントモータトルク指令値 T_{tf} の符号は負であり、フロント補償値は負であるため、絶対値としては大きくなり、要求減速度を満足する。

【0034】

すなわち、減速度が大きく、かつ、高車速の場合、第2指令値から第1指令値を減算すると、正の値を取るため、この偏差が選択され、前輪側に偏差分のトルクを付与することで減速度を補償する。一方、登坂路での発進時等の場合、第2指令値から第1指令値を減算すると、負の値を取る。この場合、0が選択され、前輪側には特に偏差分のトルクを補償しない。これは、登坂路での発進時に多少のトルク不足があったとしても、運転者はほとんど気づくことがなく、また、前輪トルクを増大させることで前輪スリップが発生することを回避するためである。

【0035】

〔トルク急変時配分処理〕

(登坂路発進時の作用)

10

20

30

40

50

図4は、高 μ の登坂路における発進時においてスリップが生じない場合のタイムチャートである。図4(a)は、トルク急変時配分処理を行わない場合の比較例を表し、図4(b)は、トルク急変時配分処理を行った場合の実施例1を表す。尚、このタイムチャートでは、前後輪トルクの配分比 St を1:1とし、登坂路で停車している状態から発進する例を示す。よって、停車状態において、前後加速度センサ12(以下、Gセンサとも記載する。)の前後加速度 sg は、坂路分だけオフセットした値を示す。また、フロントモータトルク指令値を Tf と記載し、リアモータトルク指令値を Tr と記載する。また、前輪車輪速を前輪 sv と記載し、後輪車輪速を後輪 sv と記載する。

【0036】

図4(a)に示す比較例の場合、時刻 t_1 において、運転者がアクセルペダルを更に踏みこみ、発進すると、前後輪にアクセルペダル開度に応じたトルク指令 Tf, Tr が出力され、 Tf, Tr の平均トルクも Tf, Tr と一致して上昇する。よって、前輪 sv 及び後輪 sv は共に上昇する。

10

【0037】

これに対し、図4(b)に示す実施例1の場合、第3カットオフ周波数 $c3$ 及び第4カットオフ周波数 $c4$ の両方が小さな値となるため、 Tr の応答に遅れが生じるように補正される。このとき、 Tf には、補償トルクが加えられることはなく、平均トルクは運転者の要求トルクより若干低下し、前輪 sv 及び後輪 sv も比較例に比べてやや遅れながら上昇する。ただし、登坂路での発進時では、運転者が平坦路での発進時とは異なる状況であることを認識しており、多少の加速の遅れが生じたとしても、運転者に違和感を与えることはない。

尚、小さなカットオフ周波数が設定された場合であっても、アクセルペダル開速度 $AP0$ が小さい場合には、基準モータトルク指令値 $Ttfr$ が急変することがないため、特に応答遅れが生じることなく制御され、アクセルペダル開速度 $AP0$ が大きい場合には、基準モータトルク指令値 $Ttfr$ が急変するため、応答遅れが設定される。言い換えると、アクセルペダル開速度 $AP0$ が小さいときの前輪側の応答度と後輪側の応答度の差は小さく、アクセルペダル開速度 $AP0$ が大きいときの前輪側の応答度と後輪側の応答度の差は大きくなる。

20

【0038】

図5は、低 μ の登坂路における発進時においてスリップが生じた場合のタイムチャートである。図5(a)は、トルク急変時配分処理を行わない場合の比較例を表し、図5(b)は、トルク急変時配分処理を行った場合の実施例1を表す。

30

図5(a)に示す比較例の場合、時刻 t_1 において、運転者がアクセルペダルを踏みこみ、発進すると、前後輪にアクセルペダル開度に応じたトルク指令 Tf, Tr が出力され、前後輪の平均トルクも Tf, Tr と一致して上昇する。このとき、低 μ のため、前後輪両方が同時にスリップし、前輪 sv 及び後輪 sv は共に大きく上昇する。そして、スリップ制御によって Tf, Tr が補正され、スリップ制御後 Tf, Tr が出力される。よって、スリップ制御後 Tf, Tr は大きく減少し、前輪 sv 及び後輪 sv は共に大きく低下し、前後加速度 sg も大きく低下してしまう。尚、この例では、スリップ制御後に前進走行状態を継続できた例を示しているが、雪道の登坂路において、発進後に前後輪が同時にスリップすると、スリップによって表面の雪が溶け、更に路面 μ が低下する場合がある。この場合、このスリップを抑制するために補正したスリップ制御後 Tf, Tr は非常に小さくなり、小さなスリップ制御後 Tf, Tr が同時に出力されるため、登坂路を登れないおそれがある。

40

【0039】

これに対し、図5(b)に示す実施例1の場合、第3カットオフ周波数 $c3$ 及び第4カットオフ周波数 $c4$ の両方が小さな値となるため、 Tr の応答に遅れが生じるように補正される。このとき、 Tr は Tf に比べて小さいため、まず前輪においてスリップが発生し、スリップ制御後 Tf が出力される。しかしながら、後輪にはスリップが生じていないため Tr が大きくトルクダウンすることはない。よって、前後加速度 sg の大きな落ち込みを防止できる。また、前輪スリップに伴い前輪のタイヤ横力が低下したとしても、後輪のタイヤ横力により車両を安定化できる。その後、 Tr も上昇し、後輪にスリップが発生する際には、 Tf が

50

ある程度復帰しており、後輪が大きくスリップすることを回避できる。よって、平均トルクは運転者の要求トルクより若干低下するものの、比較例に比べて大きな前後加速度 sg の落ち込みを防止することで、スムーズに発進できる。尚、雪道の登坂路において、前後輪が同時にスリップすることを回避することで、タイヤ横力の確保による車両安定化を図ることができると共に、過剰な路面 μ の低下を回避でき、登坂路を登れないという事態を効果的に回避できる。

【0040】

(減速時の作用)

図6は、高 μ の平坦路における減速時においてスリップが生じない場合のタイムチャートである。図6(a)は、トルク急変時配分処理を行わない場合の比較例を表し、図6(b)はトルク急変時配分処理を行った場合の実施例1を表す。尚、このタイムチャートでは、前後輪トルクの配分比 St を1:1とし、平坦路を所定の高車速で走行している状態からアクセルペダルを離し、所定のコーストルクに応じた減速度で減速する例を示す。減速時は、要求減速度を満足するようにフロントモータ $1f$ 及びリアモータ $1r$ の回生トルクを発生させて減速する。

10

【0041】

図6(a)に示す比較例の場合、時刻 t_1 において、運転者がアクセルペダルを離し、要求減速度が与えられると、前後輪に要求減速度に応じたトルク指令 Tf, Tr が出力され、 Tf, Tr の平均トルクも Tf, Tr と一致して減少する。よって、前輪 sv 及び後輪 sv は共に減少する。これに対し、図6(b)に示す実施例1の場合、高車速、かつ減速時であるため、第1カットオフ周波数 $c1$ 及び第2カットオフ周波数 $c2$ の両方が小さな値となり、 Tr の応答に遅れが生じるように補正される。このとき、 Tr の応答遅れにより減速度が不足するため、後輪で減少した分のトルクを前輪側に加算する。これにより、前後輪トータルの減速度が要求減速度となるように補償する。よって、比較例と同様に前輪 sv 及び後輪 sv は共に減少し、運転者に違和感を与えることがない。

20

【0042】

図7は、低 μ の平坦路における減速時においてスリップが生じた場合のタイムチャートである。図7(a)は、トルク急変時配分処理を行わない比較例を表し、図7(b)はトルク急変時配分処理を行った場合の実施例1を表す。

図7(a)に示す比較例の場合、時刻 t_1 において、運転者がアクセルペダルを離し、要求減速度が与えられると、前後輪に要求減速度に応じたトルク指令 Tf, Tr が出力され、前後輪の平均トルクも Tf, Tr と一致して上昇する。このとき、低 μ のため、前後輪両方が同時に制動スリップし、前輪 sv 及び後輪 sv は共にロック傾向となって大きく低下する。そして、スリップ制御によって Tf, Tr が補正され、スリップ制御後 Tf, Tr が出力される。よって、スリップ制御後 Tf, Tr の絶対値が大きく減少(図7(a)タイムチャート中では上方に変化)し、減速度が大きく抜けてしまう。

30

【0043】

これに対し、図7(b)に示す実施例1の場合、第1カットオフ周波数 $c1$ 及び第2カットオフ周波数 $c2$ の両方が小さな値となるため、 Tr の応答に遅れが生じるように補正され、補正により減少した分の減速度が Tf に加算される。よって、要求減速度を満足しつつ、 Tr と Tf が異なる値となる。 Tr の絶対値は Tf の絶対値に比べて小さいため、まず前輪において制動スリップが発生し、スリップ制御後 Tf が出力される。しかしながら、後輪には制動スリップが生じていないため Tr の絶対値が大きくトルクダウンすることはない。よって、減速度の大きな抜けを防止できる。また、制動スリップに伴い前輪のタイヤ横力が低下したとしても、後輪のタイヤ横力により車両を安定化できる。その後、 Tr の絶対値も上昇し、後輪にスリップが発生する際には、 Tf がある程度復帰しており、後輪が大きく制動スリップすることを回避できる。よって、比較例に比べて減速度の抜けを抑制することで、スムーズに減速できる。また、前後輪が同時にスリップすることを回避することで、タイヤ横力の確保による車両安定化を図ることができると共に、過剰な路面 μ の低下を回避できる。

40

50

【 0 0 4 4 】

以上説明したように、実施例 1 にあっては、以下の作用効果を奏する。

(1) 車両の前輪にトルクを出力するフロントモータ $1f$ (フロント電動モータ) と、車両の後輪にトルクを出力するリアモータ $1r$ (リア電動モータ) と、を有する電動車両の制御装置であって、フロントモータ $1f$ 及びリアモータ $1r$ の目標トルクである基準フロントモータトルク指令値 T_{tf} 及び基準リアモータトルク指令値 T_{tr} (基準モータトルク指令値 T_{tfr} とも記載する。) を演算するトルク配分部 105 (目標トルク演算部) と、フロントモータ $1f$ 及びリアモータ $1r$ に最終トルク指令値 T_{t3} を出力する最終トルク制限部 109 (トルク指令部) と、フロントモータ $1f$ 及びリアモータ $1r$ の一方における基準モータトルク指令値 T_{tfr} に対する最終トルク指令値 T_{t3} の達成率が、他方の達成率よりも低くなるように制御するトルク急変時配分部 500 (制御部) と、を備えた。

言い換えると、アクセルペダル開速度 APO で実トルク微分値を除いた値を応答度としたとき、アクセルペダル開速度 APO が小さいときの前輪側の応答度と後輪側の応答度の差は小さく、アクセルペダル開速度 APO が大きいときの前輪側の応答度と後輪側の応答度の差は大きい。

よって、前後輪が同時に駆動スリップもしくは制動スリップすることを抑制できる。

【 0 0 4 5 】

(2) トルク急変時配分部 500 は、一方の達成率を低くすることで減少するトルクを、他方で補償する。よって、減速時において、後輪側の実トルクが減少する場合であっても、前輪側で補償することで、要求トルク T_t を確保できる。

(3) トルク急変時配分部 500 は、車両が所定車速以上であって、かつ、基準モータトルク指令値 T_{tfr} が減速を表す負の場合は、それ以外の場合に比べて一方の達成率を低くする。よって、所定車速以上での減速時に前後輪同時ロックを抑制することができ、車両の安定性を確保できる。

(4) トルク急変時配分部 500 は、一方の達成率を低くすることで減少するトルクを、他方で補償しない。すなわち、登坂路における発進時等の場合において、要求トルク T_t よりも実トルクが多少低くなったとしても、運転者に違和感を与えにくい。また、他方でトルクを補償することで、他方のトルクが大きくなると、低 μ での走行時には、スリップが生じやすくなるおそれがある。よって、運転者に違和感を与えることなくスリップを抑制できる。

【 0 0 4 6 】

(5) トルク急変時配分部 500 は、車両が所定車速未満であって、かつ、路面の縦断勾配 SP が所定値以上の場合は、それ以外の場合に比べて一方の達成率を低くする。すなわち、登坂路における発進時等の場合において、要求トルク T_t よりも実トルクが多少低くなったとしても、運転者に違和感を与えにくい。また、例えば雪道の登坂路において、発進後に前後輪が同時にスリップすると、スリップによって表面の雪が溶け、更に路面 μ が低下する場合がある。加えて、このスリップを抑制するために補正したスリップ制御後 T_f, T_r は非常に小さくなり、小さなスリップ制御後 T_f, T_r が同時に出力されるため、登坂路を登れないおそれがある。そこで、車両が所定車速未満であって、かつ、路面の縦断勾配 SP が所定値以上の場合は、それ以外の場合に比べて一方の達成率を低くすることで、前後輪同時スリップを抑制しつつ、安定した走行状態を達成できる。

【 0 0 4 7 】

(6) トルク急変時配分部 500 は、路面の縦断勾配 SP が所定値以上における車両の発進時、又は減速時に一方の達成率を低くする。よって、前後輪同時スリップを抑制しつつ、安定した走行状態を達成できる。

(7) 一方は、リアモータ $1r$ である。車両のヨーモーメントに関する安定性は後輪側のタイヤ横力との相関が高いため、後輪側のトルク応答を遅らせることで後輪のタイヤ横力を確保することができ、車両の安定性を確保できる。

【 0 0 4 8 】

尚、実施例 1 では、ローパスフィルタ処理のカットオフ周波数を適宜設定することで、

10

20

30

40

50

後輪側のトルク応答を遅らせることとしたが、他の方式により後輪側のトルク応答を遅らせてもよい。例えば、タイマ等を用いて後輪へのトルク指令出力タイミングを遅らせてもよいし、リミッタ処理によりトルク指令値の変化に制限を加えることで応答を遅らせてもよく、特に限定しない。

【0049】

〔実施例2〕

次に、実施例2について説明する。基本的な構成は実施例1と同じであるため、異なる点についてのみ説明する。図8は、実施例2の電動車両の制御ブロック図である。実施例2では、トルク配分部105とトルク急変時配分部500との間に、加減速時配分部600を有する。加減速時配分部600は、アクセルペダル開度APOと、ブレーキペダルストロークBPSと、基準フロントモータトルク指令値Ttfと、基準リアモータトルク指令値Ttryと、縦断勾配SPとに基づいて、トルク急変時に配分比Stを変更し、前輪と後輪とが同時にスリップすることを回避するものである。すなわち、実施例1では、後輪トルク指令Trにローパスフィルタ処理を施し、応答を遅らせた。これに対し、実施例2では、ローパスフィルタ処理では十分に後輪のトルクを抑制できない比較的ゆっくりとしたアクセルペダル操作時でも、所定の条件が成立したときは、前後輪のトルク差を生じさせ、前後輪同時スリップを抑制するものである。

10

【0050】

(加減速時配分部について)

図9は、実施例2の加減速時配分部の詳細を表す制御ブロック図である。

20

トルク配分比制限部601では、縦断勾配SPに基づいてトルク配分比制限値 $St(f)lim$ を算出する。トルク配分比制限値 $St(f)lim$ とは、配分比Stに基づいて前輪に配分される前輪配分比 $St(f)$ の制限値であり、前輪：後輪の配分比Stが1：1の場合、 $St(f)$ は50%であり、2：1の場合、 $St(f)$ は67%である。縦断勾配SPが小さいときは $St(f)lim$ を小さくし、縦断勾配SPが大きいときは $St(f)lim$ を大きくする。言い換えると、平坦路であれば前輪側に配分するトルクを抑制し、勾配路であれば前輪側に大きなトルクを配分することを許容する。

偏差演算部602では、 $St(f)lim$ から $St(f)$ を減算し、前輪側に配分するトルクの不足配分比(%)を演算する。

配分比選択部603では、不足配分比(%)と0%とのうち大きいほうの値を出力する。よって、 $St(f)lim$ が $St(f)$ より大きい場合は、不足配分比(%)をそのまま出力し、 $St(f)lim$ が $St(f)$ より小さい場合は、既に前輪に対して大きなトルクが配分されていると判断して0%を出力する。

30

絶対値処理部604では、要求トルクTtを絶対値化し、後述する不足トルク演算部605に出力する。

不足トルク演算部605では、要求トルク絶対値 $|Tt|$ に不足配分比(%)を乗算し、前輪側に加算する不足トルク、すなわち前輪側に不足していると考えられるトルクを演算する。

【0051】

トルク補正量制限値演算部606では、縦断勾配SPに基づいて後述する第1トルク補正量の補正量上限値Tfhlimを設定する。縦断勾配SPが小さいときはTfhlimを小さくし、縦断勾配が大きくなるほどTfhlimを大きくし、縦断勾配SPが所定以上のときは、Tfhlimを一定値とする。すなわち、第1トルク補正量のある程度制限することで、過度の補正を抑制し、必要以上に前後輪のトルク差が拡大することを回避する。詳細は後述する。

40

【0052】

アクセルペダル操作速度演算部607では、アクセルペダル開度APOを微分もしくは次回制御周期までのAPO変化量であるアクセルペダル操作速度APOを演算する。

アクセル側ローパスフィルタ608では、APOにローパスフィルタ処理を施し、アクセルペダル操作速度フィルタリング値F(APO)を演算する。これにより、アクセルペダル操作に対して実際のモータトルクの変化が追いつかない場面であっても、APOが0として出

50

力されることを防止する。

アクセル側補正ゲイン演算部609では、 $F(\text{APO})$ に応じたアクセル側補正ゲイン $K1$ を演算する。 $F(\text{APO})$ が小さいときは、 $K1$ を小さな値とし、 $F(\text{APO})$ が大きいときは、 $K1$ を大きな値とする。言い換えると、アクセルペダル操作速度 APO が小さいときは、 $K1$ を0とすることで当初の配分比 S_t に戻し、アクセルペダル操作速度 APO が大きいときは、配分比 S_t の変更を許容する。

【0053】

ブレーキペダル操作速度演算部610では、ブレーキペダルストローク量 BPS を微分もしくは次回制御周期までの BPS 変化量であるブレーキペダル操作速度 BSP を演算する。

ブレーキ側ローパスフィルタ611では、 BPS にローパスフィルタ処理を施し、ブレーキペダル操作速度フィルタリング値 $F(\text{BPS})$ を演算する。これにより、ブレーキペダル操作に対して実際のモータトルクの変化が追いつかない場面であっても、 BPS が0として出力されることを防止する。

ブレーキ側補正ゲイン演算部612では、 $F(\text{BPS})$ に応じたブレーキ側補正ゲイン $K2$ を演算する。 $F(\text{BPS})$ が小さいときは、 $K2$ を小さな値とし、 $F(\text{BPS})$ が大きいときは、 $K2$ を大きな値とする。言い換えると、ブレーキペダル操作速度 BPS が小さいときは、 $K2$ を0とすることで当初の配分比 S_t に戻し、ブレーキペダル操作速度 BPS が大きいときは、配分比 S_t の変更を許容する。

【0054】

ゲイン選択部613では、アクセル側補正ゲイン $K1$ とブレーキ側補正ゲイン $K2$ とのうち大きいほうのゲインを選択し、後述するゲイン乗算部614に出力する。

ゲイン乗算部614では、不足トルク演算部605で演算された不足トルクに $K1$ もしくは $K2$ のゲインを乗算し、トルク変化時不足トルクを演算する。アクセルペダル操作速度 APO やブレーキペダル操作速度 BPS が小さいときは、 $K1$ や $K2$ は0に設定されているため、不足トルクが出力されることはない。一方、アクセルペダル操作速度 APO やブレーキペダル操作速度 BPS が所定値以上の場合は、トルク急変時であるため、不足トルクにゲインを乗算したトルク変化時不足トルクを出力する。

【0055】

トルク補正量選択部615では、トルク補正量制限値演算部606で演算された補正量上限値 T_{fhlim} と、ゲイン乗算部614で演算されたトルク急変時不足トルクとのうち、小さい方のトルクを第1トルク補正量として出力する。よって、例えば登坂路において急激なアクセルペダルの踏み込み操作を行い、配分比 S_t の補正によって大きなトルク急変時不足トルクが演算されたとしても、補正量上限値 T_{fhlim} を超えない値が出力される。

【0056】

符号抽出部616では、要求トルク T_t の符号を抽出し、後述する符号乗算部617に出力する。

符号乗算部617では、第1トルク補正量に要求トルク T_t の符号を乗算し、最終的なトルク補正量を演算する。

加減速時基準フロントモータトルク指令値演算部618では、基準フロントモータトルク指令値 T_{tf} にトルク補正量を加算し、加減速時基準フロントモータトルク指令値 T_{tfx} を出力する。

加減速時基準リアモータトルク指令値演算部619では、要求トルク T_t から加減速時基準フロントモータトルク指令値 T_{tfx} を減算し、加減速時基準リアモータトルク指令値 T_{trx} を出力する。よって、配分比 S_t が変更されたとしても、要求トルク T_t が変更されることはない。

【0057】

〔加減速時配分処理〕

（登坂路発進時の作用）

図10は、高 μ の登坂路における発進時においてスリップが生じない場合のタイムチャートである。図10(a)は、トルク急変時配分処理を行わない場合の比較例を表し、図

10

20

30

40

50

10 (b) は、トルク急変時配分処理を行った場合の実施例 2 を表す。尚、このタイムチャートでは、前後輪トルクの配分比 St を 1 : 1 とし、登坂路で停車している状態から発進する例を示す。よって、停車状態において、前後加速度センサ 12 (以下、G センサとも記載する。) の前後加速度 sg は、坂路分だけオフセットした値を示す。また、フロントモータトルク指令値を Tf と記載し、リアモータトルク指令値を Tr と記載する。また、前輪車輪速を前輪 sv と記載し、後輪車輪速を後輪 sv と記載する。

【 0 0 5 8 】

図 10 (a) に示す比較例の場合、時刻 t_1 において、運転者がアクセルペダルを踏みこみ、発進すると、前後輪にアクセルペダル開度と配分比 St に応じたトルク指令 Tf, Tr が出力され、 Tf, Tr の平均トルクも Tf, Tr と一致して上昇する。よって、前輪 sv 及び後輪 sv は共に上昇する。

10

【 0 0 5 9 】

これに対し、図 10 (b) に示す実施例 2 の場合、アクセル側補正ゲイン $K1$ が設定されると共に、登坂路であることから縦断勾配 SP に応じた補正量上限値 $Tfhlim$ も大きくなり、前輪へのトルク配分が大きくされた補正後 Tf となる。同時に、後輪へのトルク配分は抑制され、補正後 Tr は小さくなる。補正後 Tf と補正後 Tr の合計トルクは要求トルク Tt と一致するため、比較例と同様に走行し、運転者に違和感を与えることはない。

【 0 0 6 0 】

図 11 は、低 μ の登坂路における発進時においてスリップが生じた場合のタイムチャートである。図 11 (a) は、トルク急変時配分処理を行わない場合の比較例を表し、図 11 (b) は、トルク急変時配分処理を行った場合の実施例 2 を表す。

20

図 11 (a) に示す比較例の場合、時刻 t_1 において、運転者がアクセルペダルを更に踏みこみ、発進すると、前後輪にアクセルペダル開度に応じたトルク指令 Tf, Tr が出力され、前後輪の平均トルクも Tf, Tr と一致して上昇する。このとき、低 μ のため、前後輪両方が同時にスリップし、前輪 sv 及び後輪 sv は共に大きく上昇する。そして、スリップ制御によって Tf, Tr が補正され、スリップ制御後 Tf, Tr が出力される。よって、スリップ制御後 Tf, Tr は大きく減少し、前輪 sv 及び後輪 sv は共に大きく低下し、前後加速度 sg も大きく低下してしまう。尚、この例では、スリップ制御後に前進走行状態を継続できた例を示しているが、雪道の登坂路において、発進後に前後輪が同時にスリップすると、スリップによって表面の雪が溶け、更に路面 μ が低下する場合がある。この場合、このスリップを抑制するために補正したスリップ制御後 Tf, Tr は非常に小さくなり、小さなスリップ制御後 Tf, Tr が同時に出力されるため、登坂路を登れないおそれがある。

30

【 0 0 6 1 】

これに対し、図 11 (b) に示す実施例 2 の場合、アクセル側補正ゲイン $K1$ が設定されると共に、登坂路であることから縦断勾配 SP に応じた補正量上限値 $Tfhlim$ も大きくなり、前輪へのトルク配分が大きくされた補正後 Tf となる。同時に、後輪へのトルク配分は抑制され、補正後 Tr は小さくなる。

【 0 0 6 2 】

時刻 t_2 において、前輪にスリップが発生し、スリップ制御後 Tf が出力される。しかしながら、後輪にはスリップが生じていないため Tr が大きくトルクダウンすることはない。よって、前後加速度 sg の大きな落ち込みを防止できる。また、前輪がスリップに伴いタイヤ横力が低下したとしても、後輪のタイヤ横力により車両を安定化できる。その後、 Tr も上昇し、後輪にスリップが発生する際には、 Tf がある程度復帰しており、後輪が大きくスリップすることを回避できる。よって、平均トルクは運転者の要求トルクより若干低下するものの、比較例に比べて大きな前後加速度 sg の落ち込みを防止することで、スムーズに発進できる。尚、雪道の登坂路において、前後輪が同時にスリップすることを回避することで、タイヤ横力の確保による車両安定化を図ることができると共に、過剰な路面 μ の低下を回避でき、登坂路を登れないという事態を効果的に回避できる。尚、時刻 t_3 において、アクセルペダル操作速度 APD が低下すると、アクセル側補正ゲイン $K1$ が小さくなり、最終的に 0 となる。これに伴い、 Tf, Tr は徐々に近づき、配分比 St に応じたトルクが出

40

50

力される。

【0063】

以上説明したように、実施例2にあっては、実施例1に加えて、下記の作用効果が得られる。

(8) 車両の前輪にトルクを出力するフロントモータ1f(フロント電動モータ)と、車両の後輪にトルクを出力するリアモータ1r(リア電動モータ)と、を有する電動車両の制御装置であって、フロントモータ1f及びリアモータ1rにトルク指令値 T_f, T_r を出力する最終トルク制限部109(トルク指令部)と、トルク指令値 T_f, T_r が変化している間は、フロントモータ1fのトルク指令値 T_f とリアモータ1rのトルク指令値 T_r との差(以下、前後輪トルク差と記載する。)が所定値より大きくなるように制御する加減速時配分部600(制御部)と、を備えた。

10

よって、前後輪が同時に駆動スリップもしくは制動スリップすることを抑制できる。

【0064】

(9) 加減速時配分部600は、路面の縦断勾配SPが大きいほど、前後輪トルク差を大きくする。よって、低 μ の登坂路における発進時や減速時に前後輪同時スリップを抑制しつつ、安定した走行状態を達成できる。

(10) 予め設定されたフロントモータ1fとリアモータ1rの配分比 S_t (基準トルク配分比)に基づく基準モータトルク指令値 T_{tfr} (基準トルク指令値)を演算するトルク配分部105(演算部)を有し、加減速時配分部600は、トルク指令値 T_f, T_r の変化量が所定値未満となった後、トルク指令値 T_f, T_r を徐々に基準モータトルク指令値 T_{tfr} に戻す。

20

すなわち、トルク変化が小さい場面では、前後輪同時スリップが生じにくいため、基準モータトルク指令値 T_{tfr} に戻すことで、安定した走行状態を達成できる。

【0065】

(11) 予め設定されたフロントモータ1fとリアモータ1rの配分比 S_t に基づく基準モータトルク指令値 T_{tfr} を演算するトルク配分部105を有し、加減速時配分部600は、配分比 S_t を変更することで前後輪トルク差を大きくする。

よって、要求トルク T_t を満足しつつ前後輪同時スリップを抑制できる。

(12) 加減速時配分部600は、前後輪トルク差が補正量上限値 T_{fhlim} (予め設定された所定値)以下となるように制御する。よって、過度の補正を抑制し、必要以上に前後輪のトルク差が拡大することを回避できる。

30

(13) 加減速時配分部600は、フロントモータ1fのトルク指令値 T_f よりもリアモータ1rのトルク指令値 T_r が小さくなるように制御する。車両のヨーモーメントに関する安定性は後輪側のタイヤ横力との相関が高いため、後輪側のトルク指令を小さくすることで、後輪のタイヤ横力を確保することができ、車両の安定性を確保できる。

【0066】

以上説明した実施形態から把握しうる技術思想について、以下に記載する。

車両の前輪にトルクを出力するフロント電動モータと、前記車両の後輪にトルクを出力するリア電動モータと、有する電動車両の制御装置であって、前記フロント電動モータ及び前記リア電動モータの目標トルクを演算する目標トルク演算部と、前記フロント電動モータ及び前記リア電動モータにトルク指令を出力するトルク指令部と、前記フロント電動モータと前記リア電動モータの一方における前記目標トルクに対する前記トルク指令の達成率が、他方の前記達成率よりも低くなるように制御する制御部と、を備えた。

40

より好ましい態様では、上記態様において、前記制御部は、前記一方の前記達成率を低くすることで減少するトルクを、前記他方で補償する。

別の好ましい態様では、上記態様のいずれかにおいて、前記制御部は、前記車両が所定車速以上であって、かつ、前記目標トルクが減速を表す負の場合は、それ以外の場合に比べて前記一方の前記達成率を低くする。

更に別の好ましい態様では、上記態様のいずれかにおいて、前記制御部は、前記一方の前記達成率を低くすることで減少するトルクを、前記他方で補償しない。

更に別の好ましい態様では、上記態様のいずれかにおいて、前記制御部は、前記車両が

50

所定車速未満であって、かつ、路面の縦断勾配が所定値以上の場合は、それ以外の場合に比べて前記一方の前記達成率を低くする。

更に別の好ましい態様では、上記態様のいずれかにおいて、前記制御部は、前記路面の縦断勾配が所定値以上における前記車両の発進時、又は減速時に前記一方の前記達成率を低くする。

更に別の好ましい態様では、上記態様のいずれかにおいて、前記一方は、前記リア電動モータである。

【0067】

また、他の観点から、車両の前輪にトルクを出力するフロント電動モータと、前記車両の後輪にトルクを出力するリア電動モータと、有する電動車両の制御装置であって、前記フロント電動モータと前記リア電動モータの一方におけるアクセルペダル開速度で実トルク微分値を除いた値と、他方における前記除した値との差が、前記アクセルペダル開速度が小さい場合よりも、前記アクセルペダル開速度が大きい場合のほうが大きい。

より好ましい態様では、上記態様において、路面の縦断勾配が大きいときの前記差は、前記路面の縦断勾配が小さいときの前記差よりも大きい。

別の好ましい態様では、上記態様のいずれかにおいて、前記一方は、前記リア電動モータである。

【0068】

また、他の観点から、車両の前輪にトルクを出力するフロント電動モータと、前記車両の後輪にトルクを出力するリア電動モータと、有する電動車両の制御方法であって、前記フロント電動モータ及び前記リア電動モータの目標トルクを演算するステップと、前記フロント電動モータ及び前記リア電動モータにトルク指令を出力するステップと、前記フロント電動モータと前記リア電動モータの一方における前記目標トルクに対する前記トルク指令の達成率が、他方の前記達成率よりも低くなるように制御する制御ステップと、を備えた。

より好ましい態様では、上記態様において、前記制御ステップは、前記一方の前記達成率を低くすることで減少するトルクを、前記他方で補償する。

別の好ましい態様では、上記態様のいずれかにおいて、前記制御ステップは、前記車両が所定車速以上であって、かつ、前記目標トルクが減速を表す負の場合は、それ以外の場合に比べて前記一方の前記達成率を低くする。

更に別の好ましい態様では、上記態様のいずれかにおいて、前記制御ステップは、前記一方の前記達成率を低くすることで減少するトルクを、前記他方で補償しない。

更に別の好ましい態様では、上記態様のいずれかにおいて、前記制御ステップは、前記車両が所定車速未満であって、かつ、路面の縦断勾配が所定値以上の場合は、それ以外の場合に比べて前記一方の前記達成率を低くする。

更に別の好ましい態様では、上記態様のいずれかにおいて、前記制御ステップは、前記路面の縦断勾配が所定値以上における前記車両の発進時、又は減速時に前記一方の前記達成率を低くする。

更に別の好ましい態様では、上記態様のいずれかにおいて、前記一方は、前記リア電動モータである。

【0069】

また、他の観点から、車両の前輪にトルクを出力するフロント電動モータと、前記車両の後輪にトルクを出力するリア電動モータと、前記フロント電動モータと前記リア電動モータを制御するコントロールユニットと、有する電動車両の制御システムであって、前記コントロールユニットは、前記フロント電動モータ及び前記リア電動モータの目標トルクを演算する目標トルク演算部と、前記フロント電動モータ及び前記リア電動モータにトルク指令を出力するトルク指令部と、前記フロント電動モータと前記リア電動モータの一方における前記目標トルクに対する前記トルク指令の達成率が、他方の前記達成率よりも低くなるように制御する制御部と、を備えた。

より好ましい態様では、上記態様において、前記制御部は、前記路面の縦断勾配が所定

10

20

30

40

50

値以上における前記車両の発進時、又は減速時に前記一方の前記達成率を低くする。

別の好ましい態様では、上記態様のいずれかにおいて、前記一方は、前記リア電動モータである。

【符号の説明】

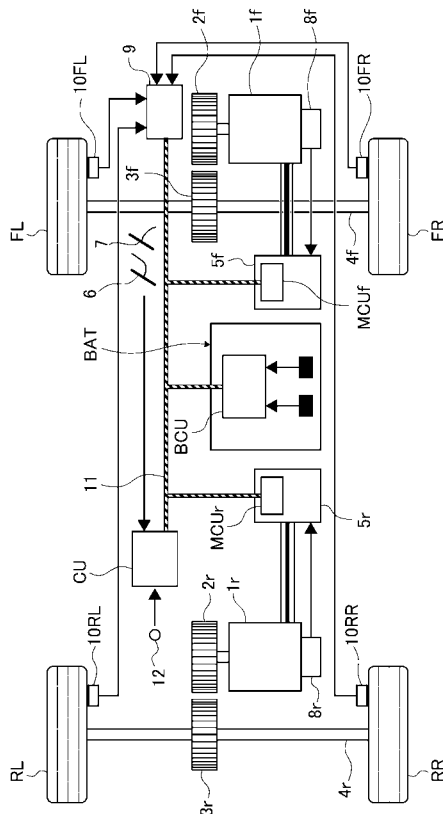
【0070】

- FL,FR 前輪
- RL,RR 後輪
- 1f フロントモータ
- 1r リアモータ
- 2f, 2r 減速機構
- 3f, 3r ディファレンシャルギア
- 4f, 4r ドライブシャフト
- 5f, 5r インバータ
- 6 ストロークセンサ
- 7 アクセル開度センサ
- 8f, 8r レゾルバ
- 9 ブレーキコントローラ
- 10 車輪速センサ
- 11 CAN通信線 (通信装置)
- 12 前後加速度センサ
- CU 車両コントロールユニット
- BCU バッテリコントロールユニット
- MCU f, MCU r モータコントロールユニット

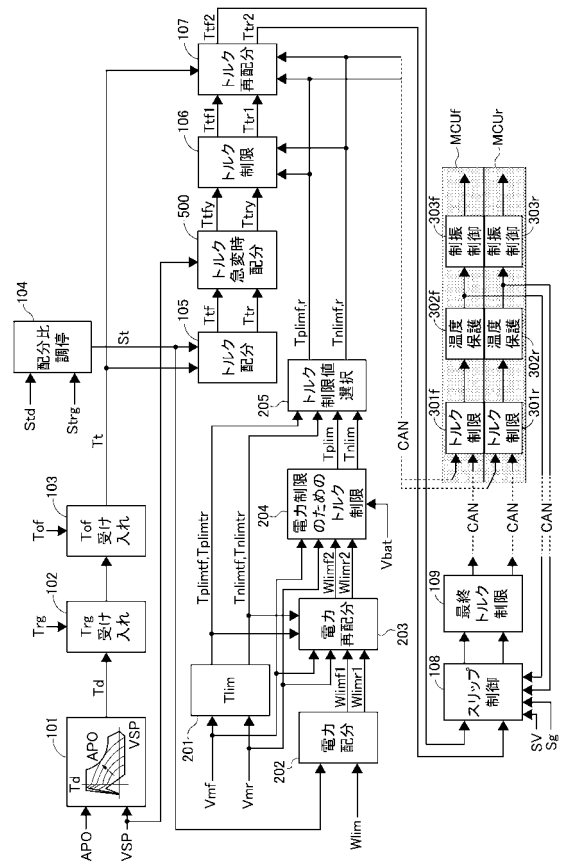
10

20

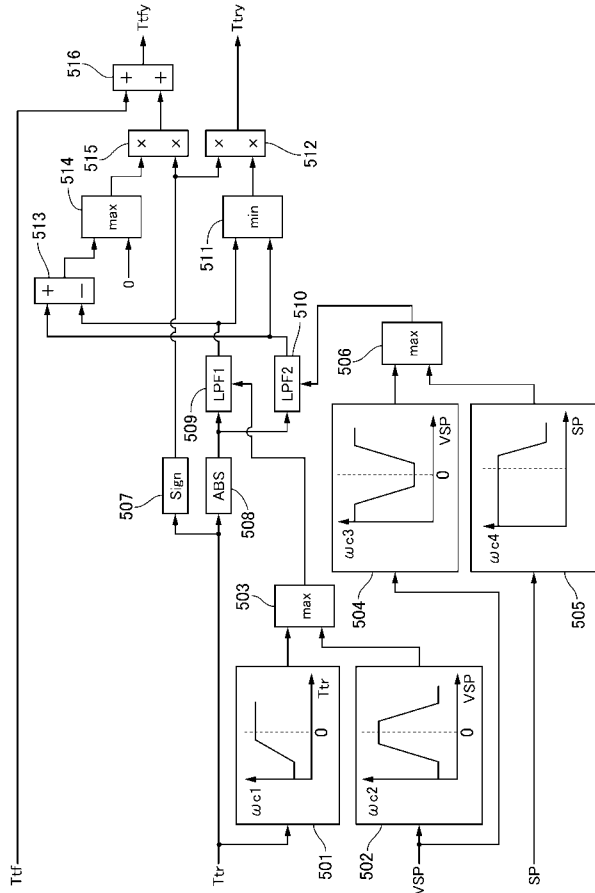
【図1】



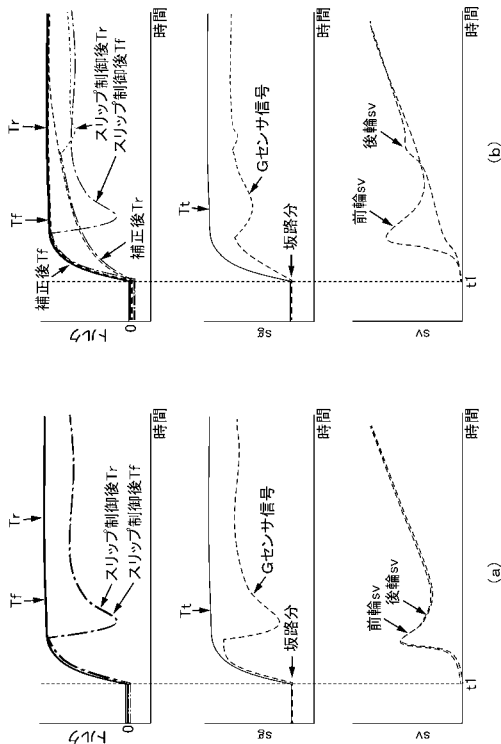
【図2】



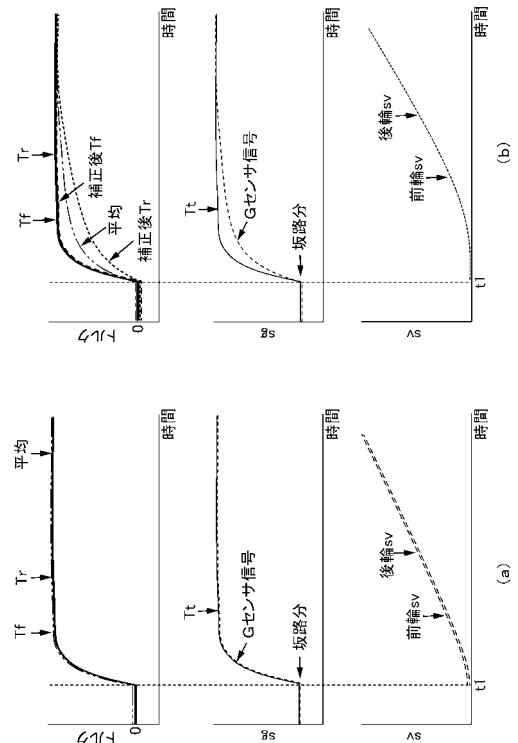
【図3】



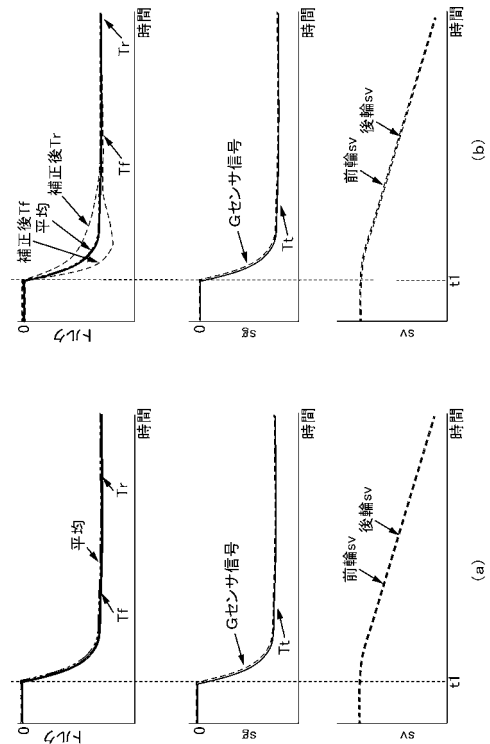
【図5】



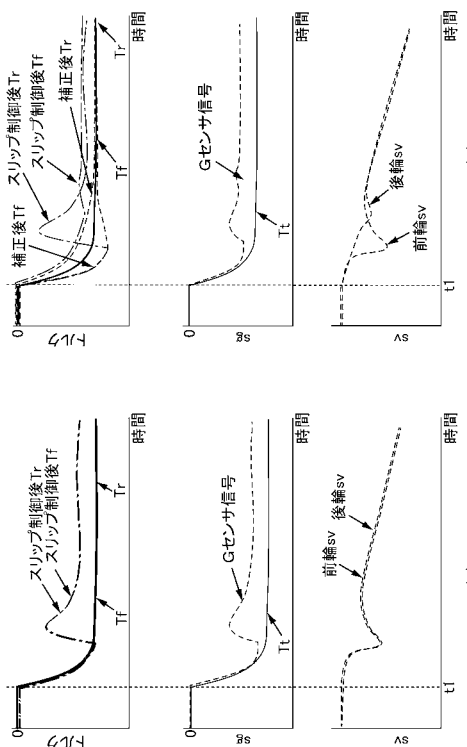
【図4】



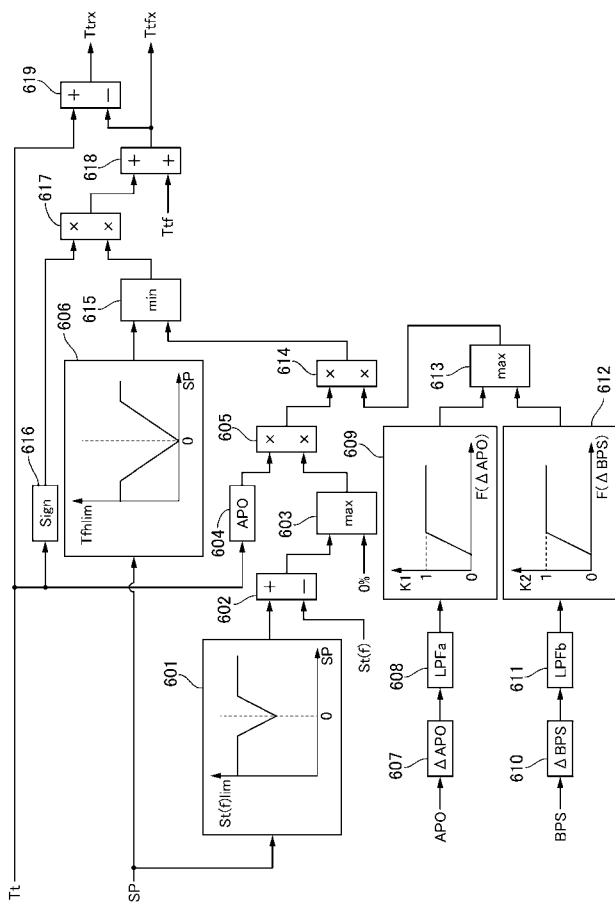
【図6】



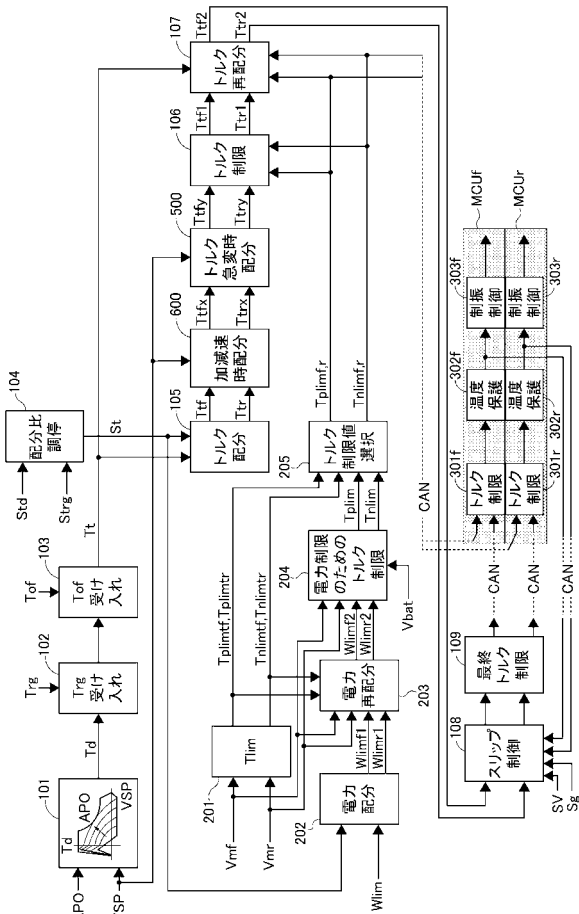
【図7】



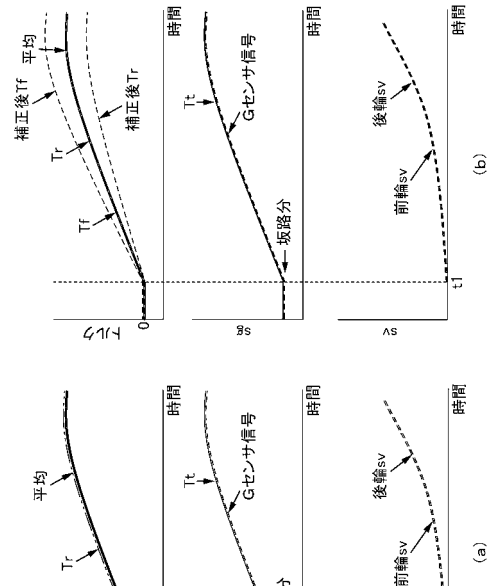
【図9】



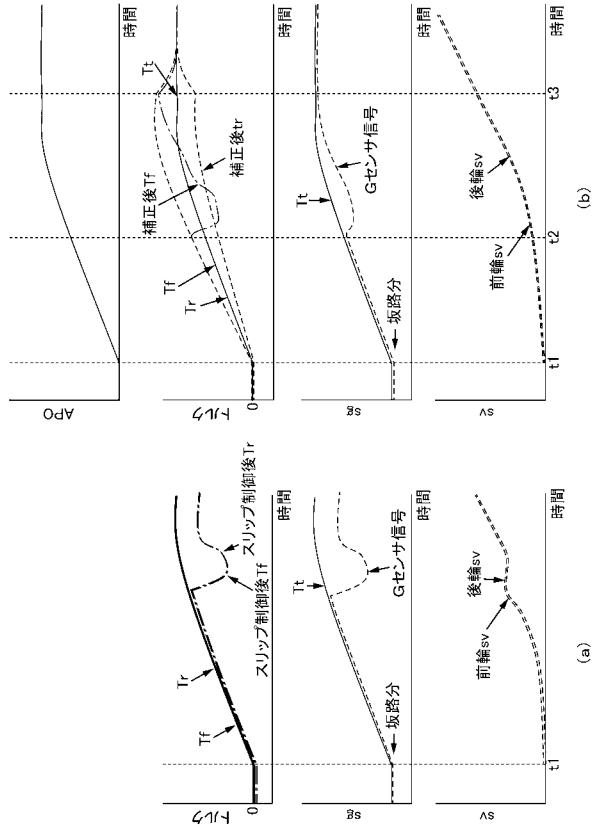
【図8】



【図10】



【 図 1 1 】



フロントページの続き

(72)発明者 高橋 和也

神奈川県厚木市恩名四丁目7番1号

日立オートモティブシステムズ株

式会社内

Fターム(参考) 5H125 AA01 AB01 AC12 BA05 CA02 CA15 DD06 DD16 EE43 EE52
EE62