

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4788155号
(P4788155)

(45) 発行日 平成23年10月5日(2011.10.5)

(24) 登録日 平成23年7月29日(2011.7.29)

(51) Int.Cl.	F I
B60L 15/20 (2006.01)	B60L 15/20 ZHVY
B60L 11/14 (2006.01)	B60L 11/14
B60K 6/20 (2007.10)	B60K 6/20
B60W 10/08 (2006.01)	B60K 6/20 320
B60W 20/00 (2006.01)	B60K 6/44

請求項の数 8 (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2005-42349 (P2005-42349)	(73) 特許権者	000003997
(22) 出願日	平成17年2月18日(2005.2.18)		日産自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2006-230130 (P2006-230130A)		神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(43) 公開日	平成18年8月31日(2006.8.31)	(74) 代理人	100072051
審査請求日	平成20年1月25日(2008.1.25)		弁理士 杉村 興作
		(74) 代理人	100101096
			弁理士 徳永 博
		(74) 代理人	100086645
			弁理士 岩佐 義幸
		(74) 代理人	100107227
			弁理士 藤谷 史朗
		(74) 代理人	100114292
			弁理士 来間 清志
		(74) 代理人	100119530
			弁理士 富田 和幸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動モータ式4輪駆動車両のスタック検出装置およびスタック時モータ駆動制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

主動力源からの動力により駆動される主駆動輪と、電動モータからの動力により駆動される電動モータ駆動車輪とを具える、電動モータ式4輪駆動車両において、

前記電動モータの駆動軸と前記電動モータ駆動車輪とが非連結状態で前記主駆動輪が駆動される2輪駆動時に、前記主駆動輪用の車輪速センサによって検出した前記主駆動輪の車輪速から、前記電動モータ駆動車輪用の車輪速センサによって検出した前記電動モータ駆動車輪の車輪速を減じた前記主駆動輪のスリップ量が、スリップ判定用所定値以上であるか否かを判定し、

前記主駆動輪のスリップ量がスリップ判定用所定値以上であることをもって前記主駆動輪のスリップ発生を検出したとき、前記電動モータからの動力により前記電動モータ駆動車輪を駆動し、

前記電動モータの駆動軸の回転を前記電動モータ駆動車輪に伝達可能とした状態で前記主駆動輪および電動モータ駆動車輪が共に駆動される4輪駆動時に、前記電動モータ用のモータ回転センサによって検出したモータ回転数が、主駆動輪の回転数に応じて定めたスタック判定回転数未満である状態を設定時間以上に亘って検知するとき、主駆動輪が空回りしているスタック状態であると判定するよう構成したことを特徴とする電動モータ式4輪駆動車両のスタック検出装置。

【請求項2】

請求項1に記載のスタック検出装置が前記スタック状態を検出したとき、前記電動モ

タが出力するモータトルクが、前記電動モータおよび電動モータ駆動車輪間に設けた減速機の許容最大トルクに対応するモータトルク許容上限値を超えないようモータトルクの上昇を抑制するモータトルク抑制手段を設けたことを特徴とする電動モータ式4輪駆動車両のスタック時モータ駆動制御装置。

【請求項3】

請求項2に記載のスタック時モータ駆動制御装置において、

前記モータトルク抑制手段は、前記モータトルクを推定してこのモータトルク推定値がモータトルク許容上限値を超えないような時系列変化をもって上昇するようモータトルクをフィードバック制御するものである電動モータ式4輪駆動車両のスタック時モータ駆動制御装置。

10

【請求項4】

請求項3に記載のスタック時モータ駆動制御装置において、

前記モータトルク抑制手段は、電動モータへの通電量、界磁電圧、および電動モータの温度から予定のマップを基にモータトルク推定値を検索するものである電動モータ式4輪駆動車両のスタック時モータ駆動制御装置。

【請求項5】

請求項2に記載のスタック時モータ駆動制御装置において、

前記モータトルク抑制手段は、前記スタック状態が検出された後、前記モータトルクに関する指令値が所定値に上昇した時より、該モータトルク指令値の時間変化勾配を緩やかにするものである電動モータ式4輪駆動車両のスタック時モータ駆動制御装置。

20

【請求項6】

請求項2に記載のスタック時モータ駆動制御装置において、

前記モータトルク抑制手段は、前記スタック状態が検出された時より、前記モータトルクに関する指令値の時間変化勾配を緩やかにするものである電動モータ式4輪駆動車両のスタック時モータ駆動制御装置。

【請求項7】

請求項6に記載のスタック時モータ駆動制御装置において、

前記モータトルク抑制手段は、前記スタック状態が検出された時より、前記モータトルクを推定してこのモータトルク推定値が、前記緩やかにした時間変化勾配をもって上昇するよう前記モータトルクに関する指令値をフィードバック制御により決定するものである電動モータ式4輪駆動車両のスタック時モータ駆動制御装置。

30

【請求項8】

請求項2、5～7のいずれか1項に記載のスタック時モータ駆動制御装置において、

前記モータトルク抑制手段は、前記電動モータの回転数がスタック状態からの脱出を判定するためのスタック脱出判定回転数以上になった時より、前記モータトルクに関する指令値を該スタック脱出判定時のモータトルク指令値に保持するものである電動モータ式4輪駆動車両のスタック時モータ駆動制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

40

本発明は、前後輪の一方を内燃機関（エンジン）などの主動力源により駆動し、他方の車輪を電動モータからの動力により駆動する電動モータ式4輪駆動車両に関し、特に、主動力源により駆動される主駆動輪が空回りする車両のスタック状態を検出する技術、および、これによりスタック状態が検出された時における電動モータの駆動制御技術に係わる。

【背景技術】

【0002】

内燃機関（エンジン）などの主動力源からの動力により駆動される主駆動輪のほかに、電動モータからの動力により駆動される電動モータ駆動車輪を具えた、電動モータ式4輪駆動車両としては従来、例えば特許文献1に記載されたときものがある。

50

【0003】

この車両は、前2輪（または後2輪）をエンジン駆動し、後2輪（または前2輪）を電動モータによりクラッチを介して駆動可能とし、エンジンに駆動結合した4輪駆動専用の発電機からの電力により電動モータを直接駆動する。

概略説明すると、エンジン駆動車輪が駆動スリップしそうな、若しくは駆動スリップした時におけるエンジンの余剰トルク分だけ発電機に負荷をかけて発電させ、この発電した電力で電動モータを駆動し、この時に締結させたクラッチを経て電動モータからの動力を電動モータ駆動車輪に伝達することによりモータ4輪駆動を可能にする。

【0004】

従って、内燃機関（エンジン）などの主動力源からの動力により駆動される主駆動輪が空回りする車両のスタック時は、発電機に負荷をかけて発電させて発電させた電力で電動モータが駆動され、電動モータからの動力で電動モータ駆動車輪が駆動されて車両を4輪駆動状態にする。

10

【0005】

かかる電動モータ式4輪駆動車両のスタック状態を検出するスタック検出装置としては従来、特許文献2に記載のごとく、低車速であり、この車速に対し主駆動輪速が高速であり、変速機が低速段に投入されており、エンジン回転数が選択変速段ギヤ比を考慮した車速に対して高回転である時をもって車両がスタック状態であると判定するようにしたものが知られている。

【0006】

20

特許文献2には更に、当該スタック検出時にエンジン出力を上昇させてこれにより駆動される発電機からの電力で電動モータ（電動モータ駆動車輪）を駆動し、電動モータの駆動トルクをスタック状態からの脱出が実現されるまで最大モータトルクに向けて増大させるようにした電動モータ式4輪駆動車両のスタック時モータ駆動制御装置も提案されている。

【特許文献1】特開2002-218605号公報

【特許文献2】特開2000-142157号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

30

しかし、上記した従来のスタック検出装置においては、スタック状態の検出に際し車速を用いることから、以下の問題を生ずる。

つまり、車速は車輪速から求めるが、この車輪速を検出するセンサが車輪速0を検出することができず、例えば1.5km/h未満の車輪速を車輪速（車速）=0と判断するしかない。

これがため、電動モータ駆動車輪の車輪速が1.5km/h未満（低車速）であっても車両がスタック状態から脱出しているのに未だスタック状態であると誤判定するという問題があった。

【0008】

また前記した従来のスタック時モータ駆動制御装置にあっては、電動モータの駆動トルク指令をスタック状態であると判定する限りにおいて増大させるため、上記スタック状態の誤判定によりモータトルク指令が最大モータトルク指令にされることとなり、以下に説明するような問題を生ずる。

40

つまり電動モータは、モータ回転数Nmに対するモータトルクTmの変化特性が図13に例示するときものとなり、モータ回転数Nmの上昇につれてモータトルクTmが低下する。

ところで、実線で示すような最大モータトルク指令を与えたとしても電動モータは実際上、波線で示すように指令値よりも大きなトルクを出力したり、指令値よりも小さなトルクを出力することが多く、指令値とおりのトルクを出力することは希である。

【0009】

実際のモータトルクが指令値よりも小さい場合、指令値で狙ったとおりの電動モータ駆動車輪の駆動力が得られず、スタック状態からの脱出ができないという問題を生ずる。

50

逆に実際のモータトルクが指令値よりも大きい場合、モータトルクが、電動モータおよび電動モータ駆動車輪間に設けた減速機の許容最大トルクにより決まるモータトルク許容上限値を超えて、減速機の耐久性を低下させるという問題を生ずる。

これら、スタック状態からの脱出ができないという問題、および、減速機の耐久性を低下させるという問題を比較したとき、前者の問題に比べ後者の問題は電動モータ式4輪駆動車両の耐久性に係わる重大なもので、必ず回避しなければならない問題である。

【0010】

本発明は、スタック検出装置に係わる上記の問題が、0を検出できない車速センサによる車速検出値を用いることに起因するとの事実認識に基づき、

低速時もロータリーエンコーダなどから正確に求め得る電動モータの回転数を用いてスタック状態を判定するスタック検出装置を提案し、

もって極低車速のうちにスタック状態からの脱出を検出し得るようになして、前記した誤判定（スタック状態から脱出しているのに未だスタック状態であるとする誤判定）に関する問題を解消することを目的とする。

【0011】

本発明は更に、かかるスタック検出装置の検出結果に応動して、モータトルクが、電動モータおよび電動モータ駆動車輪間に設けた減速機の許容最大トルクにより決まるモータトルク許容上限値を超えることのないようにしたスタック時モータトルク制御装置を提案し、これにより、減速機の耐久性が低下するという前記の問題を解消することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

前者の目的のため、本発明による電動モータ式4輪駆動車両のスタック検出装置は、請求項1に記載のごとく、

主動力源からの動力により駆動される主駆動輪と、電動モータからの動力により駆動される電動モータ駆動車輪とを具える、電動モータ式4輪駆動車両において、

前記電動モータの駆動軸と前記電動モータ駆動車輪とが非連結状態で前記主駆動輪が駆動される2輪駆動時に、前記主駆動輪用の車輪速センサによって検出した前記主駆動輪の車輪速から、前記電動モータ駆動車輪用の車輪速センサによって検出した前記電動モータ駆動車輪の車輪速を減じた前記主駆動輪のスリップ量が、スリップ判定用所定値以上であるか否かを判定し、

前記主駆動輪のスリップ量がスリップ判定用所定値以上であることをもって前記主駆動輪のスリップ発生を検出したとき、前記電動モータからの動力により前記電動モータ駆動車輪を駆動し、

前記電動モータの駆動軸の回転を前記電動モータ駆動車輪に伝達可能とした状態で前記主駆動輪および電動モータ駆動車輪が共に駆動される4輪駆動時に、前記電動モータ用のモータ回転センサによって検出したモータ回転数が、主駆動輪の回転数に応じて定めたスタック判定回転数未満である状態を設定時間以上に亘って検知するとき、主駆動輪が空回りしているスタック状態であると判定するよう構成したことを特徴とするものである。

【0013】

後者の目的のため、本発明による電動モータ式4輪駆動車両のスタック時モータ駆動制御装置は、請求項2に記載のごとく、

上記した本発明のスタック検出装置が前記スタック状態を検出したとき、前記電動モータが出力するモータトルクがモータトルク許容上限値を超えないようモータトルクの上昇を抑制するモータトルク抑制手段を設けたことを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0014】

本発明のスタック検出装置によれば、主駆動輪および電動モータ駆動車輪が共に駆動される4輪駆動時に、電動モータの回転数が、主駆動輪の回転数に応じて定めたスタック判定回転数未満である状態を設定時間以上に亘って検知するとき、主駆動輪が空回りしてい

10

20

30

40

50

るスタック状態であると判定するため、

この判定に当たってモータ回転数を用いることとなり、また、このモータ回転数を低速時もロータリーエンコーダなどから正確に求め得る事実に起因し、

極低車速のうちにスタック状態からの脱出を検出することができ、前記した従来装置の誤判定（スタック状態から脱出しているのに未だスタック状態であるとする誤判定）に関する問題を解消することができる。

なお、上記スタック状態の判定に主駆動輪の回転数をも用いるが、スタック状態では主駆動輪が空回りしていて回転数が高いことから、上記誤判定の原因になることはない。

【0015】

また本発明によるスタック時モータ駆動制御装置によれば、

上記した本発明のスタック検出装置がスタック状態を検出したとき、電動モータの出力トルク（モータトルク）が、電動モータおよび電動モータ駆動車輪間における減速機の許容最大トルクに対応したモータトルク許容上限値を超えないようモータトルクの上昇を抑制するモータトルク抑制手段を設けたため、

電動モータおよび電動モータ駆動車輪間に設けた減速機へ、その許容最大トルクを越えたトルクが入力されなくすることができ、減速機が許容最大トルクを越えた大トルクの入力で耐久性を低下されるという前記の問題を解消することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、本発明の実施の形態を、図面に示す実施例に基づき詳細に説明する。

図1は、本発明の一実施例になるスタック検出装置およびスタック時モータ駆動制御装置を具えた電動モータ式4輪駆動車両の駆動系を略示し、本実施例においてはこの車両を、左右前輪1L、1Rを主動力源としてのエンジン（内燃機関）2によって駆動するフロントエンジン・フロントホイールドライブ車（F/F車）をベース車両とし、左右後輪3L、3Rを必要に応じ電動モータである後輪駆動モータ4によって駆動可能とした、所謂モータ4輪駆動車両とする。

【0017】

エンジン2は、自動変速機（ここでは無段変速機とする）5およびディファレンシャルギヤ装置6を一体ユニットに構成したトランスアクスルを介し左右前輪（主駆動輪）1L、1Rに駆動結合し、エンジン2の出力トルクが自動変速機5およびディファレンシャルギヤ装置6を経て左右前輪1L、1Rに伝達されて車両の走行に供されるものとする。

【0018】

次に電動モータ4による後輪駆動系を説明するに、これを基本的には前記の特許文献1に記載されたモータ4輪駆動車両におけると同様なものとする。

つまり、エンジン2の出力トルクの一部により無端ベルト7を介して駆動される専用発電機8を具え、この発電機8は、エンジン2の回転数にベルトプリー比を乗じた回転数で回転されており、4輪駆動コントローラ9によって調整される界磁電流 I_{fh} に応じた発電負荷をエンジン2にかけて負荷トルクに応じた電力を発電する。

発電機8が発電した電力は、電力線10によりリレー11を経て後輪駆動モータ4に供給する。

【0019】

リレー11はコントローラ9からの指令により、発電機8が制御不良になった時に電力線10を遮断したり、後輪駆動が不要でコントローラ9が発電機8に発電負荷をかけないようにした時も永久磁石による若干の発電があることからこれがモータ4に供給されないようにするために電力線10を遮断する。

【0020】

後輪駆動モータ4の駆動軸は、減速機12およびこれに内蔵されたクラッチ13を介して後輪（電動モータ駆動車輪）3L、3Rのディファレンシャルギヤ装置14に結合し、モータ4の出力トルクが減速機12によりギヤ比で増大され、クラッチ13が締結状態であれば、この増大されたトルクがディファレンシャルギヤ装置14により左右後輪3L

10

20

30

40

50

、3 R に分配出力されるようになる。

【0021】

クラッチ13の締結・解放、および電動モータ4の回転方向・駆動トルクも4輪駆動コントローラ9によって制御する。

電動モータ4の制御に当たってコントローラ9は、電動モータ4への界磁電流 I_{fm} の調整によってモータ駆動トルク（モータトルク）を制御し、界磁電流 I_{fm} の方向によってモータ回転方向を制御する。

【0022】

モータ4、発電機8、リレー11、クラッチ13の上記した制御を行うために4輪駆動コントローラ9には、4輪駆動スイッチ21からの信号を入力するほかに、

左右前輪1L, 1Rの車輪速（前輪速） V_{WFL} , V_{WFR} および左右後輪3L, 3Rの車輪速（後輪速） V_{WRL} , V_{WRR} を個々に検出する車輪速センサ群22からの信号と、

後輪駆動モータ4の回転速度 N_m を検出するロータリーエンコーダなどのモータ回転センサ23からの信号と、

自動変速機5の選択レンジRNG（運転者による走行方向指令）が前進（D）レンジか後進（R）レンジかを検出するインヒビタスイッチ24からの信号と、

アクセルペダル踏み込み量APOを検出するアクセル開度センサ25からの信号とを入力する。

【0023】

なお4輪駆動コントローラ9は、運転者が4輪駆動スイッチ21をONにしている間、以下に説明するごとく4輪駆動の必要を判断して自動的にモータ4輪駆動を行い、

運転者が4輪駆動スイッチ21をOFFにしている間、前2輪のエンジン駆動のみによる2輪駆動を継続的に行わせるものとする。

【0024】

以下、コントローラ9が行う基本的な4輪駆動制御を説明する。

まず図2に示す処理により、主駆動輪（エンジン駆動輪）である前輪1L, 1Rの駆動（加速）スリップを生起させる原因となるエンジン2の余剰トルクを演算する。

ステップS1において、車輪速センサ群22で検出した前輪速 V_{WFL} , V_{WFR} から求め得る平均前輪速 V_{wf} より、同じく車輪速センサ群22で検出した後輪速 V_{WRL} , V_{WRR} から求め得る平均後輪速 V_{wr} を減算して、主駆動輪である左右前輪1L, 1Rの加速（駆動）スリップ量 V_f を求める。

【0025】

次のステップS2では、上記左右前輪1L, 1Rの駆動スリップ量 V_f がスリップ判定用の所定値、例えば3 km/h以上か否かにより、前輪の駆動スリップが発生しているか否かを判定する。

駆動スリップ量 V_f が3 km/h未満と判定する場合は、駆動スリップが発生しておらず、エンジン出力の余剰がないとして制御をそのまま終了する。

【0026】

ステップS2で駆動スリップ量 V_f が3 km/h以上と判定する駆動スリップ発生時は、ステップS3において、前輪1L, 1Rの駆動スリップを発生させているエンジンの余剰トルク、つまり駆動スリップを抑制するのに必要な吸収トルク $T(V_f)$ を、 $T(V_f) = K1 \times V_f$ により演算する。

なお $K1$ は、実験などによって求めたゲインである。

【0027】

次のステップS4では現在の発電機8の負荷トルク T_g を求め、

更にステップS5において、現在の発電機負荷トルク T_g と、前記の余剰トルク $T(V_f)$ との合算により発電機8の目標発電負荷トルク T_h を求める。

そしてステップS6で、前記車輪速 V_{WFL} , V_{WFR} , V_{WRL} , V_{WRR} から求め得る車速が、クラッチ13の締結時にモータ4を過回転させる車速域の下限値であるモー

10

20

30

40

50

タ過回転車速（例えば30 km/h）未満か否かをチェックする。

【0028】

車速がモータ過回転車速以上である場合、モータ4が過回転してその耐久性が低下することから4輪駆動を行わせないよう制御をそのまま終了するが、車速がモータ過回転車速未満ならステップS7において発電機8の最大負荷トルク Th_{max} を求める。

次いでステップS8において、発電機8の目標発電負荷トルク Th が最大負荷トルク Th_{max} 以上か否かをチェックし、以上ならステップS9で $Th = Th_{max}$ として目標発電負荷トルク Th を実現可能な限界である Th_{max} に制限し、 $Th < Th_{max}$ なら制御を終了して目標発電負荷トルク Th をステップS5で求めたままの値とする。

【0029】

なお図2では、エンジン駆動輪1L, 1Rが駆動スリップを発生した場合のみについて、発電機8の目標発電負荷トルク Th を求める方法を説明したが、エンジン駆動輪1L, 1Rが駆動スリップする虞のある場合や、或いは所定以下の低速状態である時も、モータ4輪駆動を実現するために発電機8の目標発電負荷トルク Th を運転状況に応じて求めるものとする。

【0030】

コントローラ9は、上記のようにして求めた発電機8の目標発電負荷トルク Th を基に図3の制御プログラムにより発電機8およびモータ4を制御する。

ステップS11においては、発電機8の目標発電負荷トルク Th が正か否かにより発電要求があるか否かをチェックする。

発電要求がなければ制御を終了して発電機8の発電負荷をエンジン2にかけないようにすると共に、クラッチ13を解放状態にしておく。

発電要求があればステップS12において、予定のマップをもとにモータ回転速度 N_m から目標モータ界磁電流 I_{fm} を算出してこれをモータ4に指令する。

なお図示しなかったが同時に、クラッチ13の入出力回転速度が一致した時にクラッチ13を締結してモータ4の回転を後輪3L, 3Rで伝達可能にする。

【0031】

ここで、モータ4の回転数 N_m に対する目標モータ界磁電流 I_{fm} はステップS12内に図示するごとく、モータ回転数 N_m が所定回転数以下の場合には一定の所定電流値とし、それ以上のモータ回転数以上になった場合には、公知の弱め界磁制御方式でモータ4の界磁電流 I_{fm} を小さくする。

その理由は、モータ4が高速回転になるとモータ逆起電圧 E の上昇によりモータトルクが低下することから、モータ回転数 N_m が所定値以上になったらモータ4の界磁電流 I_{fm} を小さくして逆起電圧 E を低下させることによりモータ4に流れる電流を増加させて所要のモータトルク T_m が得られるようにするためである。

【0032】

次いでステップS13において、上記のようにして求めた目標モータ界磁電流 I_{fm} およびモータ4の回転数 N_m から予定のマップをもとにモータ4の逆起電圧 E を算出する。

更にステップS14で、前記した発電負荷トルク Th に基づき対応する目標モータトルク T_m を算出し、次にステップS15で、目標モータトルク T_m および目標モータ界磁電流 I_{fm} の関数である目標電機子電流 I_a を算出し、

その後ステップS16において、目標電機子電流 I_a 、総合抵抗 R 、および逆起電圧 E から発電機8の目標電圧 V を $V = I_a \times R + E$ の演算により求める。

コントローラ9は、発電機8の発電電圧が、このようにして求めた目標電圧 V となるよう、発電機8の界磁電流 I_{fh} をフィードバック制御する。

【0033】

上記は、4輪駆動コントローラ9が実行する基本的な4輪駆動制御であるが、4輪駆動コントローラ9はその他に、図4に示す制御プログラムを実行して、前輪1L, 1Rが空回りする車両のスタック状態を以下のごとくに検出すると共に、このスタック検出時に電動モータ4を以下のごとくに駆動制御してスタック状態からの脱出を図る。

10

20

30

40

50

図4のステップS21においては、図2のステップS2におけると同様の判定、つまり、左右前輪1L, 1Rの駆動スリップ量 Vfがスリップ判定用の所定値(例えば3 km/h)以上か否かの判定により、前輪の駆動スリップが発生しているか否かの判定を行う。

駆動スリップ量 Vfが3 km/h未満と判定する場合は、駆動スリップが発生しておらず、スタック状態になることがないし、本発明によるスタック時モータ駆動制御も不要であるから制御をそのまま終了する。

【0034】

ステップS21で駆動スリップ量 Vfが3 km/h以上と判定する前輪駆動スリップ発生時は、ステップS22において、センサ23(図1参照)で検出したモータ回転数Nmが、左右前輪1L, 1Rの回転速度に応じて定めたスタック判定回転数未満か否かにより、スタック状態か否かを判定する。

モータ回転数Nmがスタック判定回転数未満でなければ(後輪が回転していてスタック状態でないと判断されれば)、本発明によるスタック時モータ駆動制御も不要であるから制御をそのまま終了する。

【0035】

ステップS21で前輪駆動スリップ発生と判定しているのに、ステップS22でモータ回転数Nmがスタック判定回転数未満であると判定する場合は、例えば図5の瞬時t1以後に示すごとくモータ回転数Nmおよび減速機12のギヤ比から求め得るモータ回転数Nmの後輪速換算値が前輪速(図5では便宜上、左右前輪速 V_{WFL} , V_{WFR} が同じとして示した)を大きく下回り、前輪が空回りしているスタック状態であるから、次のステップS23において、このスタック状態が設定時間 t以上に亘って継続しているか否かにより、当該スタック状態が急加速などに伴う一時的なものでなく、本発明によるスタック時モータ駆動制御が必要な継続的なスタック状態であるか否かをチェックする。

【0036】

スタック状態が急加速などに伴う一時的なものである場合は、本発明によるスタック時モータ駆動制御が不要であるから制御をそのまま終了するが、スタック状態が一時的なものではなくて継続的なものである場合、図5の瞬時t2において本発明によるスタック時モータ駆動制御が必要なスタック状態であるとの判定により、制御をステップS23からステップS24に進め、以下のごとくにスタック時モータ駆動制御を実行することによりスタック状態からの脱出を図る。

【0037】

ステップS24で実行する本発明のスタック時モータ駆動制御を詳述するに、先ず電動モータ4へのモータ通電量、モータ界磁電圧、および電動モータ4の温度から予定のマップを基に電動モータ4のモータトルクTmを検索して推定し、このモータトルク推定値Tmが、電動モータ4および電動モータ駆動車輪3L, 3R間に設けた減速機12の許容最大トルクに対応したモータトルク許容上限値を超えないよう図6に実線で示すごとくに定めた時系列変化を持つモータトルク指令値に追従して上昇するようモータトルクをフィードバック制御する。

【0038】

つまりステップS24は、モータトルクTmが減速機12の許容最大トルクに対応したモータトルク許容上限値を超えないよう抑制する機能を果たし、本発明におけるモータトルク抑制手段に相当する。

そして上記のフィードバック制御により漸増される電動モータ4のモータトルクは、左右後輪3L, 3Rの駆動力を漸増させて車両をスタック状態から脱出させることができる。

【0039】

ところで本実施例によれば、主駆動輪である前輪1L, 1Rおよび電動モータ駆動車輪である後輪3L, 3Rが共に駆動される4輪駆動時に、電動モータ4の回転数Nmが、主駆動輪(前輪1L, 1R)の回転数に応じて定めたスタック判定回転数未満である状態を設定時間以上に亘って検知するとき(ステップS22およびステップS23)、主駆動輪(

10

20

30

40

50

前輪 1 L , 1 R) が空回りしているスタック状態であると判定するため、

この判定に当たってモータ回転数Nmを用いることとなり、また、このモータ回転数を低速時もロータリーエンコーダなどから正確に求め得る事実起因し、

極低車速のうちにスタック状態からの脱出をステップ S 2 2 で検出することができ、極低車速でスタック状態から脱出しているのに未だスタック状態であるとする誤判定を行うことがない。

【 0 0 4 0 】

また、上記のように極低車速のうちにスタック状態からの脱出を検出することができるのに加えて、スタック状態の検出時に、電動モータ 4 の出力トルク (モータトルク) T_m が、電動モータ 4 および電動モータ駆動車輪 3 L , 3 R 間における減速機 1 2 の許容最大トルクに対応したモータトルク許容上限値を超えないようモータトルクの上昇を抑制する (ステップ S 2 4) ため、

減速機 1 2 へ、その許容最大トルクを越えたトルクが決して入力されることがなく、減速機 1 2 が許容最大トルクを越えた大トルクの入力で耐久性を低下されるとい問題を解消することができる。

【 0 0 4 1 】

なお本実施例においては、電動モータ 4 の出力トルク (モータトルク) T_m としてその推定値を用い、このモータトルク推定値がモータトルク許容上限値を超えないような時系列変化をもって上昇するようモータトルクをフィードバック制御するため、モータトルクの困難な実測が不要で、コスト上大いに有利である。

更に、上記のモータトルク推定値を求めるに際し、電動モータ 4 へのモータ通電量、モータ界磁電圧、および電動モータ 4 の温度から予定のマップを基にモータトルク推定値を検索することから、モータトルク推定値を実際のモータトルクに近い正確なものにし得て上記の作用効果を一層顕著なものにすることができる。

【 0 0 4 2 】

図 7 は、本発明の他の実施例になるスタック時モータ駆動制御を示す、図 4 に代わる制御プログラムのフローチャートである。

ステップ S 2 1 ~ ステップ S 2 3 においては、図 4 に同符号で示すステップと同様の判定を行い、スタックを検出した時に制御をステップ S 2 3 からステップ S 2 5 へ進めてスタック時モータ駆動制御を実行することによりスタック状態からの脱出を図るが、スタックを検出しない間はステップ S 2 1、またはステップ S 2 2、或いはステップ S 2 3 で制御をそのまま終了させることによりステップ S 2 5 を実行しない。

【 0 0 4 3 】

ステップ S 2 5 で実行する本発明のスタック時モータ駆動制御を、図 8 により詳述するに、スタック検出瞬時 t_2 (図 5 の t_2 と同じ) より後で、モータトルク T_m に関する指令値が所定値に上昇した瞬時 t_3 より、該モータトルク指令値の時間変化勾配をこれまでの勾配 (図 6 と同じ) よりも緩やかな とし、この時間変化勾配 でモータトルク指令値を漸増させる。

これによりステップ S 2 5 は、モータトルク T_m が減速機 1 2 の許容最大トルクに対応したモータトルク許容上限値を超えないよう抑制する機能を果たし、本発明におけるモータトルク抑制手段に相当する。

【 0 0 4 4 】

なお、モータトルク T_m がモータトルク許容上限値を超えないよう抑制する上記の機能を更に確実にするには、モータ回転数Nmがスタック状態からの脱出を判定するためのスタック脱出判定回転数以上になった図 8 の瞬時 t_4 より二点鎖線で示すごとく、モータトルク T_m に関する指令値をスタック脱出判定時 t_4 のモータトルク指令値に保持するのがよい。

【 0 0 4 5 】

電動モータ 4 のトルク T_m は、上記のように定めた時系列変化を持つモータトルク指令値に追従して上昇するよう制御され、かように漸増される電動モータ 4 のモータトルク T_m は、左右後輪 3 L , 3 R の駆動力を漸増させて車両をスタック状態から脱出させることがで

10

20

30

40

50

きる。

【0046】

ところで本実施例によれば、スタック状態の検出時に、電動モータ4の出力トルク（モータトルク） T_m が、電動モータ4および電動モータ駆動車輪3L, 3R間における減速機12の許容最大トルクに対応したモータトルク許容上限値を超えないようモータトルクの上昇を抑制する（ステップS25）ため、

減速機12へ、その許容最大トルクを越えたトルクが決して入力されることがなく、減速機12が許容最大トルクを越えた大トルクの入力で耐久性を低下されるとい問題を解消することができる。

【0047】

なお本実施例においては、スタック検出後、モータトルク T_m に関する指令値が所定値に上昇した瞬時 t_3 より、モータトルク指令値の時間変化勾配をこれまでの勾配よりも緩やかなとすることにより上記の作用効果が得られるようにしたため、モータトルク指令値の時間変化勾配を変更するだけの簡単な制御で安価に上記の作用効果を達成することができる。

【0048】

図9は、本発明の更に他の実施例になるスタック時モータ駆動制御を示す、図4および図7に代わる制御プログラムのフローチャートである。

ステップS21～ステップS23においては、図4に同符号で示すステップと同様の判定を行い、スタックを検出した時に制御をステップS23からステップS26およびステップS27へ順次進めてスタック時モータ駆動制御を実行することによりスタック状態からの脱出を図るが、スタックを検出しない間はステップS21、またはステップS22、或いはステップS23で制御をそのまま終了させることによりステップS26およびステップS27へ制御を進めない。

【0049】

ステップS26およびステップS27で実行する本発明のスタック時モータ駆動制御を図10により詳述するに、ステップS26では、スタック検出瞬時 t_2 （図5の t_2 と同じ）以後、電動モータ4のモータ回転数 N_m （図10では減速機12のギヤ比から求め得るモータ回転数 N_m の後輪速換算値として示した）がスタック状態からの脱出を判定するためのスタック脱出判定回転数以上になったか否かをチェックする。

モータ回転数 N_m がスタック脱出判定回転数以上になったと判定する図10のスタック脱出判定瞬時 t_4 より前においては、制御をそのまま終了させてモータトルク T_m に関する指令値を図10に示すようにこれまでの時間変化勾配（図6のと同じ）と同じ時間変化勾配で上昇させ続ける。

【0050】

ステップS26でモータ回転数 N_m がスタック脱出判定回転数以上になったと判定する図10のスタック脱出判定瞬時 t_4 以後においては、制御をステップS26からステップS27へと進めてモータトルク T_m に関する指令値を図10に示すようにスタック脱出判定瞬時 t_4 のモータトルク指令値に保持する。

これによりステップS27は、モータトルク T_m が減速機12の許容最大トルクに対応したモータトルク許容上限値を超えないよう抑制する機能を果たし、本発明におけるモータトルク抑制手段に相当する。

【0051】

電動モータ4のトルク T_m は、上記のように定めた時系列変化を持つモータトルク指令値に追従するよう制御され、かように制御される電動モータ4のモータトルク T_m は、左右後輪3L, 3Rの駆動力を漸増させて車両をスタック状態から脱出させることができる。

【0052】

ところで本実施例においても、スタック状態の検出時に、電動モータ4の出力トルク（モータトルク） T_m が、電動モータ4および電動モータ駆動車輪3L, 3R間における減速機12の許容最大トルクに対応したモータトルク許容上限値を超えないようモータトルク

10

20

30

40

50

の上昇を抑制する（ステップS27）ため、

減速機12へ、その許容最大トルクを越えたトルクが決して入力されることがなく、減速機12が許容最大トルクを越えた大トルクの入力で耐久性を低下されるとい問題を解消することができる。

【0053】

なお本実施例においては、スタック検出後、モータ回転数Nmがスタック脱出判定回転数まで上昇した瞬時t4より、モータトルクTmの指令値を当該瞬時t4の値に保持することにより上記の作用効果が得られるようにしたため、モータトルク指令値を保持するだけの一層簡単な制御で更に安価に上記の作用効果を達成することができる。

【0054】

上記した各実施例になるスタック時モータ駆動制御装置の着想はそれぞれ任意に組み合わせることで用いることができ、図11はその組み合わせ例になるスタック時モータ駆動制御を示す、図4、図7および図9に代わる制御プログラムのフローチャートである。

ステップS21～ステップS23においては、図4に同符号で示すステップと同様の判定を行い、スタックを検出した時に制御をステップS23からステップS28～ステップS31へ順次進めてスタック時モータ駆動制御を実行することによりスタック状態からの脱出を図るが、スタックを検出しない間はステップS21、またはステップS22、或いはステップS23で制御をそのまま終了させることによりステップS28～ステップS31へ制御を進めない。

【0055】

ステップS28～ステップS31で実行する本発明のスタック時モータ駆動制御を図12により詳述する。

ステップS28においては、スタック検出時t2（図5のt2と同じ）より、該モータトルク指令値の時間変化勾配をこれまでの勾配（図6と同じ）よりも緩やかなとし、この時間変化勾配でモータトルク指令値を漸増させる。

【0056】

次のステップS29では、スタック検出時t2（図5のt2と同じ）以後、電動モータ4のモータ回転数Nm（図12では減速機12のギヤ比から求め得るモータ回転数Nmの後輪速換算値として示した）がスタック状態からの脱出を判定するためのスタック脱出判定回転数以上になったか否かをチェックする。

ステップS29でモータ回転数Nmがスタック脱出判定回転数以上になったと判定する図12のスタック脱出判定瞬時t4以後、ステップS30において、時間変化勾配で上昇しているモータトルクTmの指令値を図12に示すようにスタック脱出判定時t4のモータトルク指令値に保持する。

【0057】

上記から明らかなようにステップS28およびステップS30は、図12に示すモータトルク指令値の時系列変化によっても明白なとおり、モータトルクTmが減速機12の許容最大トルクに対応したモータトルク許容上限値を超えないよう抑制する機能を果たし、本発明におけるモータトルク抑制手段に相当する。

【0058】

電動モータ4のトルクTmは、上記のように定めた時間変化勾配の時系列変化を持つモータトルク指令値に追従するよう制御され、かように制御される電動モータ4のモータトルクTmは、左右後輪3L、3Rの駆動力を漸増させて車両をスタック状態から脱出させることができる。

【0059】

本実施例においても、スタック状態の検出時に、電動モータ4の出力トルク（モータトルク）Tmが、電動モータ4および電動モータ駆動車輪3L、3R間における減速機12の許容最大トルクに対応したモータトルク許容上限値を超えないようモータトルクの上昇を抑制する（ステップS28およびステップS30）ため、

減速機12へ、その許容最大トルクを越えたトルクが決して入力されることがなく、減

10

20

30

40

50

速機 1 2 が許容最大トルクを越えた大トルクの入力で耐久性を低下されるとい問題を解消することができる。

【 0 0 6 0 】

なお本実施例においては図12に示すごとく、スタック検出時 t_2 よりモータトルク T_m の指令値を緩やかな時間変化勾配で上昇させ、モータ回転数 N_m がスタック脱出判定回転数まで上昇した瞬時 t_4 以後、モータトルク T_m の指令値を当該瞬時 t_4 の値に保持することにより上記の作用効果が得られるようにしたため、モータトルク指令値の時間変化勾配を変更した後、モータトルク指令値を保持するだけの簡単な制御で安価に上記の作用効果を達成することができる。

【 0 0 6 1 】

本実施例においては更に、ステップ S 2 9 でモータ回転数 N_m がスタック脱出判定回転数以上になったと判定する図12のスタック脱出判定瞬時 t_4 に至るまでの間は、ステップ S 3 1 において、図 4 のステップ S 2 4 と同様の処理を行う。

つまり、先ず電動モータ 4 へのモータ通電量、モータ界磁電圧、および電動モータ 4 の温度から予定のマップを基に電動モータ 4 のモータトルク T_m を検索して推定し、このモータトルク推定値 T_m が、電動モータ 4 および電動モータ駆動車輪 3 L , 3 R 間に設けた減速機 1 2 の許容最大トルクに対応したモータトルク許容上限値を超えないよう図12の最下段に示すごとくに定めた勾配の時系列変化を持つモータトルク指令値に追従して上昇するようモータトルクをフィードバック制御する。

【 0 0 6 2 】

このステップ S 3 1 は、モータトルク T_m が減速機 1 2 の許容最大トルクに対応したモータトルク許容上限値を超えないよう抑制する機能を果たし、本発明におけるモータトルク抑制手段に相当する。

そして上記のフィードバック制御により漸増される電動モータ 4 のモータトルクは、左右後輪 3 L , 3 R の駆動力を漸増させて車両をスタック状態から脱出させることができる。

【 0 0 6 3 】

この場合も、スタック状態の検出時に、電動モータ 4 の出力トルク（モータトルク） T_m が、電動モータ 4 および電動モータ駆動車輪 3 L , 3 R 間における減速機 1 2 の許容最大トルクに対応したモータトルク許容上限値を超えないようモータトルクの上昇を抑制する（ステップ S 3 1）ため、

減速機 1 2 へ、その許容最大トルクを越えたトルクが決して入力されることがなく、減速機 1 2 が許容最大トルクを越えた大トルクの入力で耐久性を低下されるとい問題を解消することができる。

【 0 0 6 4 】

また、電動モータ 4 の出力トルク（モータトルク） T_m としてその推定値を用い、このモータトルク推定値がモータトルク許容上限値を超えないような時系列変化をもって上昇するようモータトルクをフィードバック制御するため、モータトルクの困難な実測が不要で、コスト上大いに有利である。

更に、上記のモータトルク推定値を求めるに際し、電動モータ 4 へのモータ通電量、モータ界磁電圧、および電動モータ 4 の温度から予定のマップを基にモータトルク推定値を検索することから、モータトルク推定値を実際のモータトルクに近い正確なものにし得て上記の作用効果を一層顕著なものにすることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 6 5 】

【 図 1 】本発明の一実施例になるスタック検出装置およびスタック時モータ駆動制御装置を具えた電動モータ式 4 輪駆動車両の駆動制御系を示す略線図である。

【 図 2 】同モータ 4 輪駆動車両の駆動制御系における 4 輪駆動コントローラが実行するエンジン余剰トルク演算プログラムを示すフローチャートである。

【 図 3 】同 4 輪駆動コントローラが実行する発電機制御プログラムを示すフローチャート

10

20

30

40

50

である。

【図4】同4輪駆動コントローラが実行するスタック検出プログラムおよびスタック時モータ駆動制御プログラムを示すフローチャートである。

【図5】同スタック検出プログラムによるスタック検出動作を示す動作タイムチャートである。

【図6】図4のスタック時モータ駆動制御プログラムにより制御されるモータトルクの変化タイムチャートである。

【図7】図1の4輪駆動コントローラが実行するスタック検出プログラムおよびスタック時モータ駆動制御プログラムの他の例を示すフローチャートである。

【図8】図7におけるスタック時モータ駆動制御プログラムの動作タイムチャートである。

10

【図9】図1の4輪駆動コントローラが実行するスタック検出プログラムおよびスタック時モータ駆動制御プログラムの更に他の例を示すフローチャートである。

【図10】図9におけるスタック検出プログラムおよびスタック時モータ駆動制御プログラムの動作タイムチャートである。

【図11】図1の4輪駆動コントローラが実行するスタック検出プログラムおよびスタック時モータ駆動制御プログラムの更に別の例を示すフローチャートである。

【図12】図11におけるスタック検出プログラムおよびスタック時モータ駆動制御プログラムの動作タイムチャートである。

【図13】電動モータ式4輪駆動車両に用いるモータのモータトルク指令値と、実モータトルクとの関係を示す、モータの動作特性図である。

20

【符号の説明】

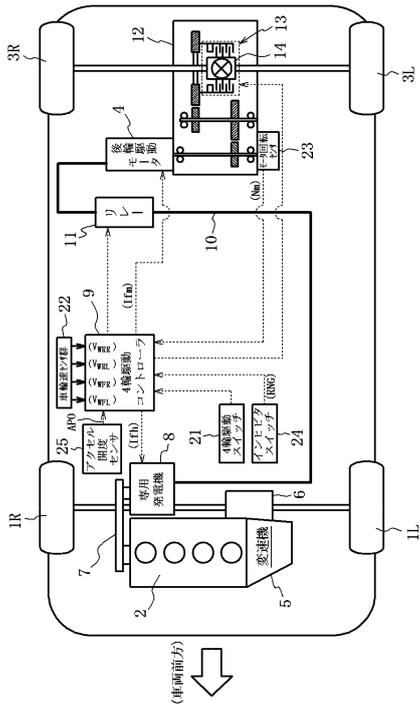
【0066】

- 1L 左前輪（主駆動輪）
- 1R 右前輪（主駆動輪）
- 2 エンジン（主動力源）
- 3L 左前輪（電動モータ駆動車輪）
- 3R 右前輪（電動モータ駆動車輪）
- 4 後輪駆動モータ（電動モータ）
- 5 無段変速機（自動変速機）
- 6 ディファレンシャルギヤ装置
- 7 無端ベルト
- 8 発電機
- 9 4輪駆動コントローラ
- 10 電力線
- 11 リレー
- 12 減速機
- 13 クラッチ
- 14 ディファレンシャルギヤ装置
- 21 4輪駆動スイッチ
- 22 車輪速センサ群
- 23 モータ回転センサ
- 24 インヒビタスイッチ
- 25 アクセル開度センサ

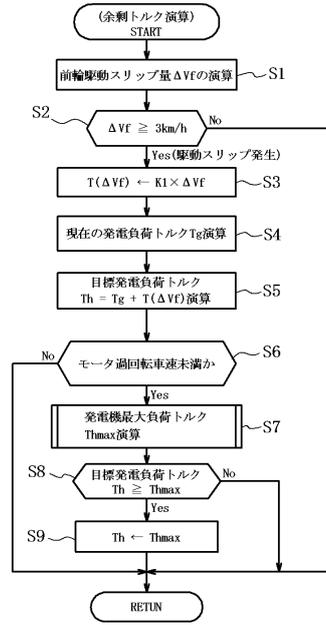
30

40

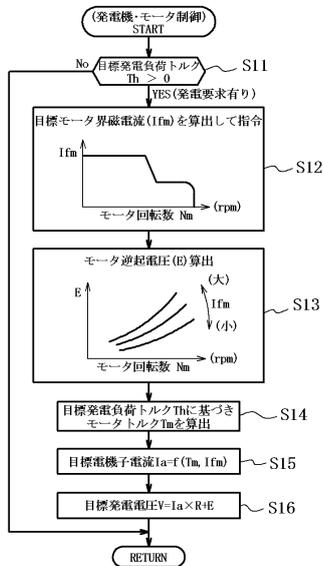
【図1】



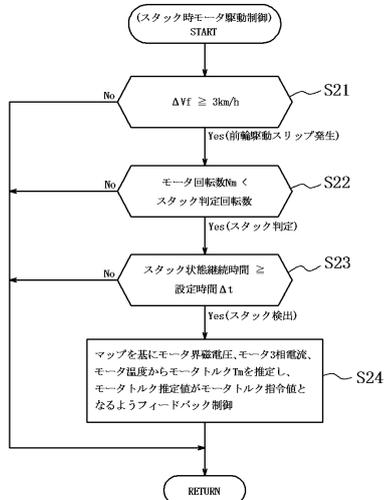
【図2】



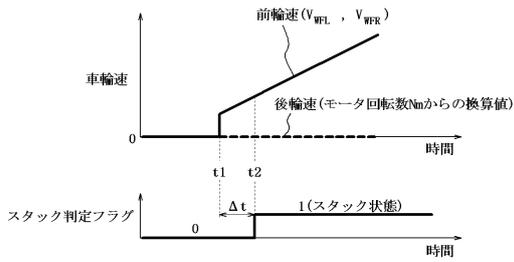
【図3】



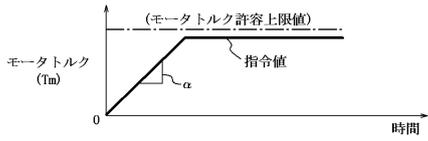
【図4】



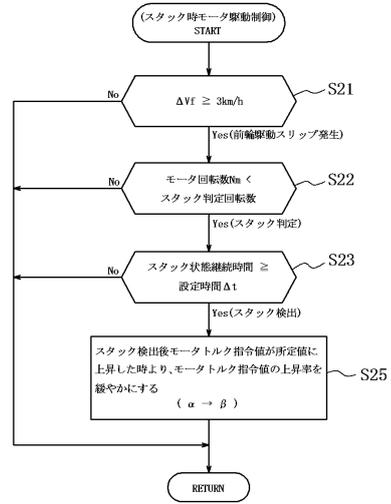
【図5】



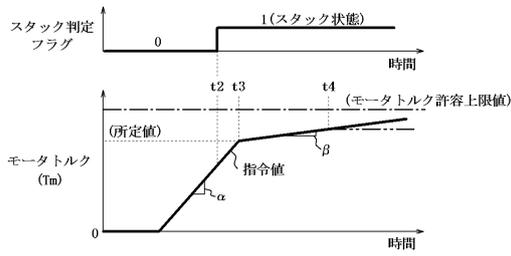
【図6】



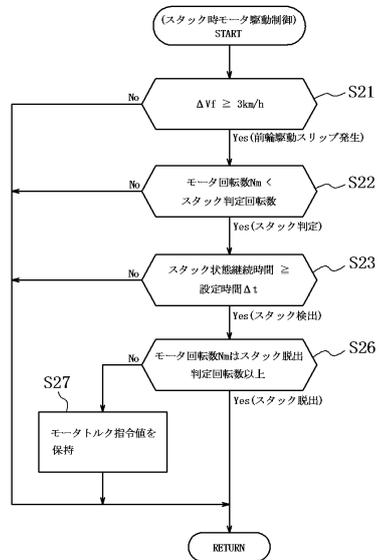
【図7】



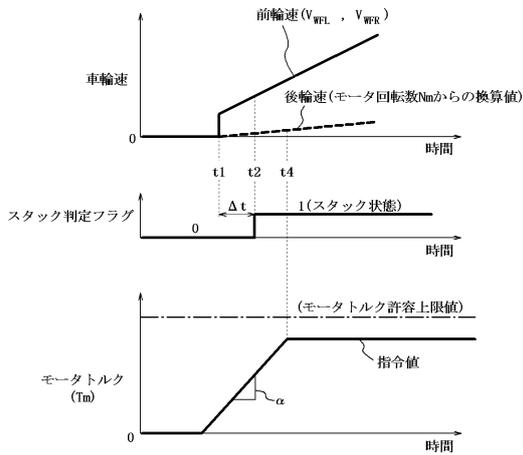
【図8】



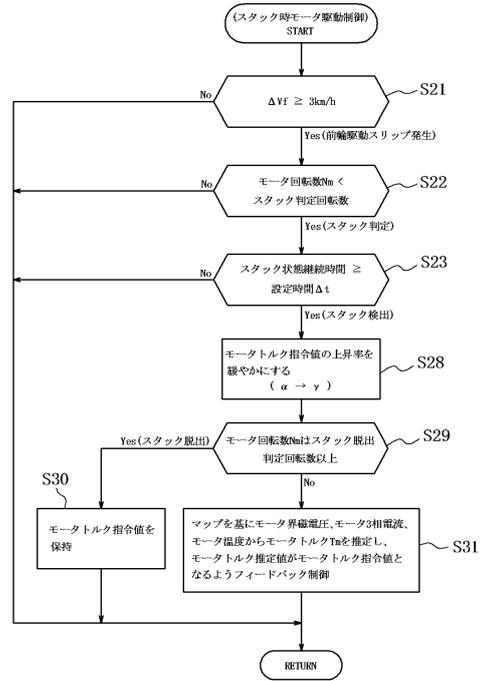
【図9】



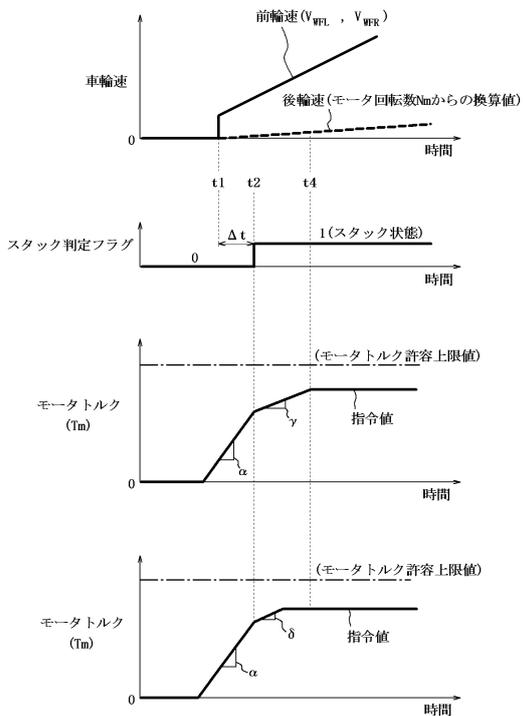
【図10】



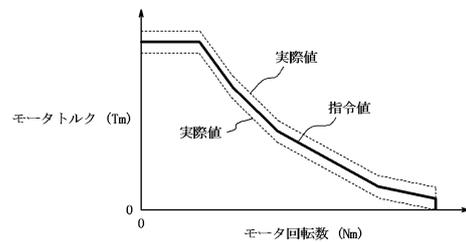
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 6 0 K 6/44 (2007.10) B 6 0 K 6/52
B 6 0 K 6/52 (2007.10)

(72)発明者 鎌田 達也
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
(72)発明者 平井 淳一
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
(72)発明者 増田 麗
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

審査官 相羽 昌孝

(56)参考文献 特開平09-284911(JP,A)
特開平09-175225(JP,A)
特開平10-075506(JP,A)
特開2000-142157(JP,A)
特開2004-096948(JP,A)
特開2004-338460(JP,A)
特開2000-079835(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 6 0 L 1 / 0 0 - 3 / 1 2
B 6 0 L 7 / 0 0 - 1 3 / 0 0
B 6 0 L 1 5 / 0 0 - 1 5 / 4 2
B 6 0 K 6 / 2 0 - 6 / 5 4 7
B 6 0 W 1 0 / 0 0 - 2 0 / 0 0
B 6 0 T 7 / 1 2 - 8 / 1 7 6 9
B 6 0 T 8 / 3 2 - 8 / 9 6