

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5259052号
(P5259052)

(45) 発行日 平成25年8月7日(2013.8.7)

(24) 登録日 平成25年5月2日(2013.5.2)

(51) Int.Cl.		F I			
B60T	8/17	(2006.01)	B60T	8/17	Z
B60L	7/24	(2006.01)	B60L	7/24	D

請求項の数 6 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2005-177735 (P2005-177735)	(73) 特許権者	391020193
(22) 出願日	平成17年6月17日(2005.6.17)		キャタピラー インコーポレイテッド
(65) 公開番号	特開2006-1543 (P2006-1543A)		CATERPILLAR INCORPORATED
(43) 公開日	平成18年1月5日(2006.1.5)		アメリカ合衆国 イリノイ州 61629
審査請求日	平成20年6月16日(2008.6.16)		-6490 ビオーリア ノースイースト
(31) 優先権主張番号	10/869,067		アダムス ストリート 100
(32) 優先日	平成16年6月17日(2004.6.17)	(74) 代理人	100077481
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 谷 義一
		(74) 代理人	100088915
			弁理士 阿部 和夫
		(72) 発明者	ホンリュウ ドゥー
			アメリカ合衆国 61525 イリノイ州
			ダンラップ ノース ジェイソン ドライブ 11011
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電気駆動車両用のブレーキ制御システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

モータとブレーキとを有する車両の制動を制御するための方法であって、
 モータの実際の動作パラメータを感知するステップと、
 モータの所望の動作パラメータを受信するステップと、
 モータの実際の動作パラメータと所望の動作パラメータとに基づきモータを制御するステップと、

モータの実際の動作パラメータと所望の動作パラメータとモータ制御部からの出力とに基づきブレーキを制御するステップとを含み、

モータの実際の動作パラメータがモータ速度であり、モータの所望の動作パラメータが所望のモータ速度であり、

ブレーキパワーのフィードバック値とブレーキパワー限度とを比較して、比較に基づきブレーキパワーがブレーキパワー限度内となるように所望のモータ速度を修正するステップをさらに含む方法。

【請求項 2】

モータ速度とモータトルクとを感知することによってモータの動作モードを決定するステップと、モータトルクがモータのトルク限界を越えているかどうかを決定するステップとをさらに含み、決定されたモータの動作モードが減速モードである場合およびモータトルクがモータのトルク限界を越えている場合、モータおよびブレーキが制御される、請求項 1 に記載の方法。

10

20

【請求項 3】

モータが、モータ制御トルクを決定することによって制御され、ブレーキが、ブレーキ制御トルクを決定することによって制御され、モータおよびブレーキが閉ループで制御される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

モータとブレーキとを有する車両の制動を制御するためのシステムであって、
モータ動作パラメータセンサと、
操作者入力ユニットと、
モータ動作パラメータセンサと操作者入力ユニットとに結合された制御ユニットとを備え、制御ユニットが、

10

モータ制御出力を決定して、モータ動作パラメータセンサおよび操作者入力ユニットからの信号に基づきモータを制御するように構成されたモータ制御器と、

モータ制御器と、モータ動作パラメータセンサと、操作者入力ユニットとに結合されたブレーキ制御器であって、ブレーキ制御出力を決定して、モータ動作パラメータセンサ、操作者入力ユニットおよびモータ制御出力からの信号に基づきブレーキを制御するように構成されるブレーキ制御器とを含み、

モータ制御出力がモータ制御トルクであり、ブレーキ制御出力がブレーキ制御トルクであり、

ブレーキパワー制御器をさらに含み、ブレーキパワー制御器が、操作者入力ユニットからの所望のモータ速度の信号を修正するために、ブレーキ制御出力のフィードバック値とブレーキパワー限度との比較に基づき、ブレーキパワーがブレーキパワー限度内となるように修正信号を提供するように構成されるシステム。

20

【請求項 5】

動作パラメータセンサがモータ速度を感知し、操作者入力ユニットが所望のモータ速度を提供する、請求項 4 に記載のシステム。

【請求項 6】

制御ユニットが、モータがモータ速度とモータトルクとに基づく減速モードにあるかどうか、かつモータトルクがモータのトルク限界を越えているかどうかを決定し、またモータが減速モードにある場合およびモータトルクがモータのトルク限界を越えている場合、モータおよびブレーキが制御される、請求項 4 に記載のシステム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の明細書は、車両の制動を制御するためのシステムおよび方法に関する。より詳しくは、本明細書は、電気駆動車両の制動を制御するためのシステムおよび方法に関する。

【背景技術】

【0002】

掘削機またはローダのような土工機械または車両では、ブレーキが重要な機能を果たす。ブレーキは、電気駆動車両を含む車両のパワー管理のために使用される。典型的に、電気駆動車両は、車両を推進する電動モータと、車両を減速するブレーキとを含む。ブレーキを係合させることによって、車両は、例えば、障害物を回避するかまたはその移動方向を変更するために、迅速に減速することができる。このように、土工車両は、安全ならびにそれらの運転効率のためにブレーキを必要とする。

40

【0003】

所定の運転条件下で、車両は、減速または再生モードで運転される。典型的に、減速または再生は、車両がその現在の速度から減速するかあるいは車両が重力のため引っ張られるときに行われる。車両は、例えば、車両が急勾配の丘陵を下るとき、減速モードを経験することがある。このような場合、車両は、その速度を落とすかまたは維持するためにエネルギーを散逸させる必要がある。急勾配の傾斜を下るとき、車両がエネルギーを散逸させな

50

いまたは吸収しないならば、車両は、ますます速い速度に簡単に加速する。同様に、車両は、減速のためにエネルギーを散逸させるかまたは吸収する必要がある。

【0004】

減速モードにおいて、より優れた車両性能および安全のため余分のエネルギーまたはパワーを散逸させるために、ブレーキが頻繁に使用される。ブレーキはすべての土工車両の重要な部分であるが、ブレーキは不必要に車両性能に干渉すべきでない。例えば、モータパワー限度に達する前に、ブレーキ制御はモータ速度制御に干渉すべきでない。同様に、ブレーキ制御は車両の運転に安定性を提供すべきである。

【0005】

このような制動制御を提供するために、いくつかの試みがなされてきた。例えば、特許文献1は、作業機械用の減速器システムを開示している。減速システムは、エンジン制御、トランスミッション制御、およびブレーキ制御を含む機械制御装置を有する。機械制御装置は、エンジン制御信号、トランスミッション制御信号、およびブレーキ制御信号を受信する。特許文献1に開示された減速器システムは、車両を減速するための優れたシステムを提供するが、モータおよびブレーキの自動的な統合制御を提供するブレーキ制御システムが望まれている。より堅牢な安定性を有し、かつ車両性能を犠牲にしない自動ブレーキ制御システムを提供することがさらに望ましい。システムの不確かさを処理できる統合されたモータ/ブレーキ制御システムに、優れた安定性を提供することも望ましい。

10

【0006】

【特許文献1】米国特許第6,551,212号明細書

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

したがって、本発明のブレーキ制御システムは、従来技術の設計と関連する欠陥の1つ以上の解決、およびより大きな安定性を有し、かつ車両性能に対する干渉がより小さい制動制御システムの提供に関する。

【課題を解決するための手段】

【0008】

一形態では、モータとブレーキとを有する車両の制動を制御するための方法が提供される。本方法は、モータの実際の動作パラメータを感知するステップと、モータの所望の動作パラメータを受信するステップとを含む。モータは、モータの実際の動作パラメータと所望の動作パラメータとに基づき制御される。ブレーキは、モータの実際の動作パラメータと所望の動作パラメータとモータ制御部からの出力とに基づき制御される。

30

【0009】

他の形態では、モータとブレーキとを有する車両の制動を制御するためのシステムが提供される。システムは、モータ動作パラメータセンサと操作者入力ユニットとを含む。制御ユニットは、モータ動作パラメータセンサと操作者入力ユニットとに結合される。制御ユニットは、モータ制御出力を決定して、モータ動作パラメータセンサおよび操作者入力ユニットからの信号に基づきモータを制御するように構成されたモータ制御器を含む。ブレーキ制御器は、モータ制御器と、モータ動作パラメータセンサと、操作者入力ユニットとに結合される。ブレーキ制御器は、ブレーキ制御出力を決定して、モータ動作パラメータセンサ、操作者入力ユニット、およびモータ制御出力からの信号に基づきブレーキを制御するように構成される。

40

【0010】

本明細書の一部に組み込まれかつそれを構成する添付図は、本発明の例示的な実施形態を例示し、また説明と共に本発明の原理を説明するために使用される。

【0011】

次に、添付図に例示される例示的な実施形態を詳細に参照する。可能な限り、同一または同様の部分を指すために、同一の参照番号が図面全体にわたって使用される。

【発明を実施するための最良の形態】

50

【 0 0 1 2 】

図 1 は、例示的な一実施形態によるブレーキ制御システムを有する電気駆動車両を示している。電気駆動車両 1 0 は、電動モータ 1 2 と、モータ 1 2 に結合されたトランスミッションユニット 1 4 と、トランスミッションユニット 1 4 に結合された駆動伝達系 1 6 と、制御ユニット 1 8 とを含む。電動モータ 1 2 は、ギヤ減速ユニット 2 0 を介してトランスミッションユニット 1 4 に結合される。トランスミッションユニットには、ブレーキ 2 2 と伝動装置がある（図示せず）。トランスミッションユニット 1 4 は、駆動伝達系 1 6 を介して 1 対のスプロケット 2 4 に結合され、スプロケット 2 4 は、それらを駆動する駆動履帯 2 6 に連結される。

【 0 0 1 3 】

ブレーキ 2 2 は、車両に減速トルクを提供するためにトランスミッションユニット 1 4 のシャフトに取り付けられる。ブレーキ 2 2 のそれぞれは、制御ユニット 1 8（1 つの対のみへの連結が図に示されている）によって制御される油圧弁 2 3 によって制御される。この実施形態では、電流のような信号が制御ユニット 1 8 から弁 2 3 に送られる。弁 2 3 は、ブレーキ 2 2 が信号に対応する制御圧力を提供することを可能にする。圧力制御弁 2 3 は、制御ユニット 1 8 によって調整できる電流によって制御される。弁制御電流とブレーキ 2 2 の制御圧力との関係は、弁 2 3 の力学的な特徴に応じて線形にまたは非線形にマッピング可能である。たいていの場合、圧力制御弁 2 3 が線形システムであるならば、制御電流入力と制御圧力出力との間のマッピングを示すために、一次伝達関数で十分である。

【 0 0 1 4 】

減速トルクは、ブレーキディスクの間の摩擦に比例して発生される。摩擦およびブレーキ制御圧力は、線形関係または非線形関係にあると考えられ、またブレーキ制御圧力は、ブレーキ 2 2 が生成する減速トルクを制御すると考えることができる。

【 0 0 1 5 】

制御ユニット 1 8 は、操作者入力ユニット 2 8 とモータ動作パラメータセンサ 3 0 とに結合される。一実施形態において、操作者入力ユニット 2 8 は、車両を駆動するために車両の操作者が移動するレバーでもよく、モータ動作パラメータセンサ 3 0 はモータ速度センサでもよい。モータ速度センサ 3 0 は、モータ 1 2 の回転速度を測定できるトランスデューサであり得るが、モータ速度を測定するための公知の他の任意のセンサを使用してもよい。

【 0 0 1 6 】

モータ速度センサ 3 0 に加えて、車両 1 0 は、モータ 1 2 のトルクを測定するためのモータトルクセンサ 2 9 を含むことが可能である。モータトルクセンサ 2 9 についてここで詳述しないが、モータトルクを感知するための公知の任意の種類 of センサであり得る。例えば、モータトルクセンサ 2 9 はモータ制御電流センサでもよい。モータ制御電流を測定することによって、モータトルクを容易に認識し得る。

【 0 0 1 7 】

一実施形態において、ブレーキ制御システムは、モータ 1 2 が減速モードにあるときのみ作動されるべきである。制御ユニット 1 8 は、モータ 1 2 が減速モードで動作しているかどうかを決定し得る。モータは、例えば、感知されたモータ速度と感知されたモータトルクとの乗算値がゼロ未満であるときに減速モードにある。

【 0 0 1 8 】

同様に、ブレーキ制御システムは、モータ 1 2 の通常動作に干渉すべきでない。モータ電力またはトルクが、感知されたモータ速度においてモータトルク限度未満にある場合、システムを作動すべきでない。典型的に、モータ電力限度値は特定のモータに基づき決定される。したがって、異なるモータは、特定のモータ速度において異なるモータ電力限度値を有し得る。

【 0 0 1 9 】

図 2 に示したように、制御ユニット 1 8 は、操作者入力ユニット 2 8 に結合されたモータ

10

20

30

40

50

タ制御器 32 を含む。モータ制御器 32 は、モータ制御出力を決定してモータ 12 を制御するように構成される。制御ユニット 18 はまた、モータ制御器 32 と操作者入力ユニット 28 とに結合されたブレーキ制御器 34 を有する。ブレーキ制御器 34 は、ブレーキ制御出力を決定してブレーキ 22 を制御するように構成される。

【0020】

車両の操作者は、操作者入力ユニット 28 を操作して、所望のモータ速度信号 d を送る。モータ動作パラメータセンサ 30 は、実際のモータ速度を感知して、モータ速度信号 m を送るモータ速度センサ（図示せず）である。

【0021】

図 2 に示した実施形態において、制御ユニット 18 はブレーキパワー制御器 36 も有し、その機能については、後に詳述する。ブレーキパワー制御器 36 は、ブレーキパワー限度に基づきモータ速度修正信号 d を出力する。修正器 37 において、操作者入力ユニット 28 からの所望のモータ速度信号 d は、ブレーキパワー制御器 36 からのモータ速度修正信号 d によって修正される。この実施形態では、モータ速度修正信号 d が所望のモータ速度信号 d から差し引かれ、修正されたモータ速度信号 d' を生成し、修正器 39 に送られる。修正器 39 において、修正されたモータ速度信号 d' はモータ速度信号 m によってさらに修正される。図 2 において、修正器 39 は、修正されたモータ速度信号 d' からモータ速度信号 m を差し引き、 $d' - m$ の値である修正された値が、モータ制御器 32 に送られる。修正された値は、修正されたモータ速度信号 d' とモータ速度信号 m との差である。

【0022】

モータ制御器 32 は、修正器 39 から送られた修正された値に基づきモータ制御トルク T_c を決定する。モータ制御器 32 は、この実施形態では比例 - 積分 - 微分 (PID) 制御器であるが、修正された値からモータ制御トルク T_c を決定するために適切な任意の他の種類の制御器でもよい。

【0023】

モータ制御器 32 からのモータ制御トルク T_c は、モータトルク - 電流変換器 38 に送られる。モータトルク - 電流変換器 38 は、モータ 12 のトルク - 電流関係を規定して、モータ制御トルク T_c からモータ制御電流 I_m を決定する式またはマップを含むことが可能である。モータ 12 のトルク - 電流関係は線形または非線形であり得る。特定のモータの関係は、モータを試験することによって経験的に決定してもよい。

【0024】

変換器 38 が、モータ制御トルクに対応するモータ制御電流 I_m を決定すると、モータ制御電流がモータ 12 に送られる。この結果、モータ 12 は、モータ制御電流 I_m に対応するモータ速度を提供する。

【0025】

図 2 に示したように、次に、モータ速度信号 m は修正器 39 に送って戻され、修正されたモータ速度信号 d' から差し引かれる。この結果、制御ユニット 18 はモータ速度の閉ループ制御を行う。また、モータ速度はトランスミッションユニット 14 のモータブレーキ（上方）部分 40 に伝送され、トランスミッション上部 40 は信号を修正器 41 に供給する。

【0026】

図 2 の例示的な実施形態では、修正されたモータ速度信号 d' とモータ速度信号 m との差も、修正器 39 からブレーキ制御器 34 に送られる。 $d' - m$ の値に加えて、ブレーキ制御器 34 は、モータ制御器 32 からモータ制御トルク T_c と、モータ 12 からモータ速度信号 m を受信する。 $d' - m$ の値と、モータ制御トルク T_c と、モータ速度信号 m とに基づき、ブレーキ制御器 34 は、ブレーキ制御圧力 P_b の関数で、ブレーキ制御トルク T_b を決定して、出力する。他の実施形態では、ブレーキ制御器 34 は、ブレーキ制御トルク T_b の代わりにブレーキ制御圧力 P_b を出力することが可能である。

【0027】

10

20

30

40

50

ブレーキ制御トルク T_b は、ブレーキ制御 34 から修正器 41 に送られる。この実施形態では、ブレーキ制御トルク T_b は、修正器 41 においてトランスミッション上部 40 から出力を加えることによって修正される。次に、加えられた値は、車両を減速するために対応するブレーキ圧力がブレーキ 22 によって加えられるように、ブレーキ圧力弁を介してブレーキ 22 に送られる。適用されたブレーキ圧力の結果として、ブレーキ 22 のディスクは ω_b の回転速度で回転する。

【0028】

ブレーキ回転速度 ω_b は、トランスミッションユニット 14 のブレーキsprocket (下方) 部分 42 に伝送される。車両 10 がその運転中にさらされる様々な自動車の負荷が考慮されると、車両 10 の速度 V_v がトランスミッション下部 42 から出力される。

10

【0029】

この例示的な実施形態では、ブレーキ回転速度 ω_b も増倍器 44 に伝送される。増倍器 44 において、ブレーキ回転速度 ω_b は、ブレーキ制御器 34 からのブレーキ制御トルク T_b で乗算される。乗算 ($T_b * \omega_b$) の結果、ブレーキパワーが獲得され、修正器 46 に送られる。修正器 46 において、増倍器 44 からのこのブレーキパワー出力は、ブレーキパワー限度 $Pow_{b, limit}$ から差し引かれる。ブレーキパワー限度 $Pow_{b, limit}$ は、ブレーキによって散逸させられたパワーがその限度を超える点に設定されるべきである。 $T_b * \omega_b$ の絶対値がブレーキパワー限度を超えたことが決定された場合、ブレーキパワー制御器 36 において、 $T_b * \omega_b$ の絶対値とブレーキパワー限度との差が決定される。

20

【0030】

ブレーキパワー制御器 36 は、 $T_b * \omega_b$ の値とブレーキパワー限度との差に基づきモータ速度修正信号 ω_d の値を決定する。ブレーキパワー制御器 36 は、PID 制御器あるいはモータ速度修正信号 ω_d を決定するために適切な当業者に公知の他の任意の制御器でもよい。図 2 に示した実施形態では、モータ制御器 32 およびブレーキ制御器 34 は、閉ループで車両 10 の自動制動制御を実行する。

【0031】

図 3 は、図 2 に示した制御ユニット 18 の一部の単純化した図を示している。図 3 では、 ω_s は sprocket 24 の回転速度であり、 N_{tr} はトランスミッションユニットの伝達比である。また、 T_1 は sprocket 24 に及ぼされた自動車の負荷を表し、ばね定数 k はモータ 12 と sprocket 24 との間の剛性を示している。 T_c と T_b は、それぞれ電動モータ 12 およびブレーキ 22 の制御トルクである。分析のため、トランスミッションユニットの構成要素の慣性を無視することができる。しかし、一般的に言って、実際の sprocket 回転速度 ω_s は、モータ 12 と sprocket 24 との間の有限の剛性のため、上記の前提の下で計算されたものと異なるであろう。すなわち、 $\omega_m / N_{tr} - \omega_s = 0$ となろう。伝達比は、 $N_{tr} = N_{mb} * N_{bs} = (\omega_m / \omega_b) * (\omega_b / \omega_s)$ と表すことができる。

30

【0032】

ニュートンの法則によって、

【0033】

40

【数 1】

$$T_c - T_{bm} / N_{mb} = J_m \dot{\omega}_m + c_m \omega_m$$

【0034】

【数 2】

$$-T_1(s) = (J_v s + c_s) \omega_s(s) + k/s [\omega_s(s) - \omega_m(s)/N_{tr}]$$

【0035】

すべての積分項についてゼロの初期条件を前提として、ラプラス変換によって次式が得られる。

50

$$\begin{aligned} T_c(s) - T_{bm}(s) / N_{mb} &= (J_m s + c_m) \omega_m(s) \\ T_b(s) + T_{bm}(s) &= k / s N_{bs} [\omega_m(s) / N_{tr} - \omega_s(s)] \\ - T_l(s) &= (J_v s + c_s) \omega_s(s) + k / s [\omega_s(s) - \omega_m(s) / N_{tr}] \end{aligned}$$

さらに、

$$\omega_m(s) = \{ N_{tr}^2 (J_v s^2 + c_s s + k) [T_b(s) / N_{mb} + T_c(s)] - k N_{tr} T_l(s) \} / \{ J_m N_{tr}^2 J_v s^3 + N_{tr}^2 (J_m c_s + J_v c_m) s^2 + (k J_m N_{tr}^2 + k J_v + N_{tr}^2 c_m c_s) s + k (c_s + N_{tr}^2 c_m) \}$$

【0036】

次に、ブレーキ制御システムの制御ロジックは図4のように示すことができる。図4は、ブレーキパワー制御器36を有する制御ユニット18の制御ロジックを示している。可能な場合、図2に示した要素について同一の参照番号が図4に使用されている。図4では、

$$P(s) = N_{tr}^2 (J_v s^2 + c_s s + k) / \{ J_m N_{tr}^2 J_v s^3 + N_{tr}^2 (J_m c_s + J_v c_m) s^2 + (k J_m N_{tr}^2 + k J_v + N_{tr}^2 c_m c_s) s + k (c_s + N_{tr}^2 c_m) \}$$

$$D(s) = k / [N_{tr} (J_v s^2 + c_s s + k)]$$

【0037】

上述の分析および図4に基づき、閉ループ制御でモータ速度制御を安定化する制御器は、 $1/N_{mb}$ の減衰で、閉ループ制御でブレーキ制御も安定化することができる。したがって、モータ12がその減速モード下で動作しているとき、ブレーキ制御器34によるモータ速度の制御は、モータ速度制御器32によるモータ速度の制御と同一の機能を有すべきである。

【0038】

図4の実施形態において、制御ユニット18は3つの制御ループを有する。この結果、制御ユニット18のブレーキ制御システムは非線形になることがある。非線形性に取り組むために2つの方法が使用可能である。

【0039】

モータ速度とブレーキ制御圧力との間の関係が図5にプロットされている。図5に示したように、車両は2つの状態下で運転可能である。1つの例では、ブレーキは、包絡線O - P_{bo} - A - B - m_o内で通常操作され、この場合、ブレーキパワーはブレーキ限度未満である。他の例では、ブレーキは曲線A - Bに沿って操作され、この場合、P_{bo}およびm_oは、それぞれ最大制御圧力および最大モータ速度を示す。この場合、ブレーキは一定のパワー散逸下で操作される。

【0040】

所望のモータ速度が $d(t)$ であり、ブレーキのパワー限度が W_1 である場合、修正されたモータ速度信号 d' は次のように決定される。

【0041】

$$d' = d(t), P_{bm} < k_w W_1 \text{ である場合}$$

$d' = k_w W_1 / P_b, P_{bm} > k_w W_1$ である場合、ここで、 k_w は、ブレーキモータ伝達比および他のパラメータと関係する定数である。一実施形態において、制御システムのチャタリングを防止するためにローパスフィルタまたは境界制御を付加することが可能である。

【0042】

他の方法では、図4に示したように、 d を加算することによって所望のモータ速度 d を修正してもよい。したがって、修正されたモータ速度信号 d' は次のように表される。

【0043】

$$d' = d - d = d - f(k_w W_1 - P_{bm}, t), \text{ ここで、} f(,) \text{ は、}$$

10

20

30

40

50

ブレーキパワーの誤差に応じて広範囲に境界付けられたダイナミックマップである。したがって、

$d = 0$ 、 $P_{b_m} < k_w W_1$ である場合

$d = k_{b_p} (k_w W_1 - P_{b_m}) + I (k_w W_1 - P_{b_m}) dt$ 、 $P_{b_m} < k_w W_1$ である場合。

【産業上の利用可能性】

【0044】

図1を参照するに、ブレーキ制御システムを有する車両10は、2つの状態に基づき制御システムを作動すべきかどうかを決定することが可能である。第1に、制御システムは、それぞれモータ速度センサ30およびモータトルクセンサ29においてモータ速度 v_m とモータ制御トルク T_c とを感知することによって、モータ12が減速モードにあるかどうかを決定する。モータ速度 v_m とモータ制御トルク T_c との乗算値がゼロ未満である場合、モータ12が減速モードで動作していることが決定される。

10

【0045】

第2に、制御システムはモータ制御トルク T_c を感知して、モータ制御トルク T_c が、モータ速度 v_m においてモータ12のモータトルク限度を越えているかどうかを確認する。モータ12が減速モードで動作しており、かつモータ制御トルクがモータ速度においてモータトルク限度を超えた場合、ブレーキ制御システムを作動することが可能である。作動用のこれらの2つの条件を用意することによって、ブレーキ制御は、その通常運転範囲内のモータ速度制御に干渉すべきでない。

20

【0046】

ブレーキ制御が作動されると、上記の部分に記述した一実施形態の操作によるモータおよびブレーキに対する自動的な統合制御が提供される。

【0047】

自動的な車両ブレーキ制御は、モータ電力限度によるモータ減速モード下で作動される。また、一実施形態において、ブレーキ制御は、ブレーキパワー限度内で車両の所望の軌道をたどる目的で車両速度を調整するための一定のブレーキ制御圧力を提供するために、安定した閉ループ制御スキームを提供する。

【0048】

開示したシステムおよび方法において、本発明の範囲または精神から逸脱することなく様々な修正と変更をなし得ることが当業者には明白であろう。本発明の他の実施形態は、ここに開示した本発明の明細書と実施を考慮すれば当業者には明白であろう。説明および例は例示的なものに過ぎないと考えられ、本発明の真の範囲は、特許請求の範囲によって示されることが意図される。

30

【図面の簡単な説明】

【0049】

【図1】例示的な一実施形態によるブレーキ制御システムを有する電気駆動車両の概略図である。

【図2】図1に示したブレーキ制御システムの概略図である。

【図3】図2のブレーキ制御システムの一部の単純化した概略図である。

40

【図4】図2のブレーキ制御システムの制御ロジックの概略図である。

【図5】例示的な一実施形態によるモータ速度とブレーキ制御圧力との間の関係を示すグラフである。

【符号の説明】

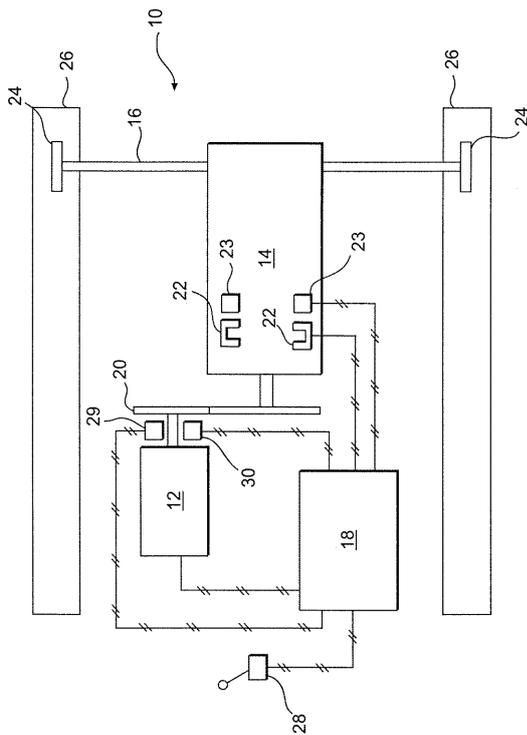
【0050】

- 10 車両
- 12 電動モータ
- 14 トランスミッションユニット
- 16 駆動伝達系
- 18 制御ユニット

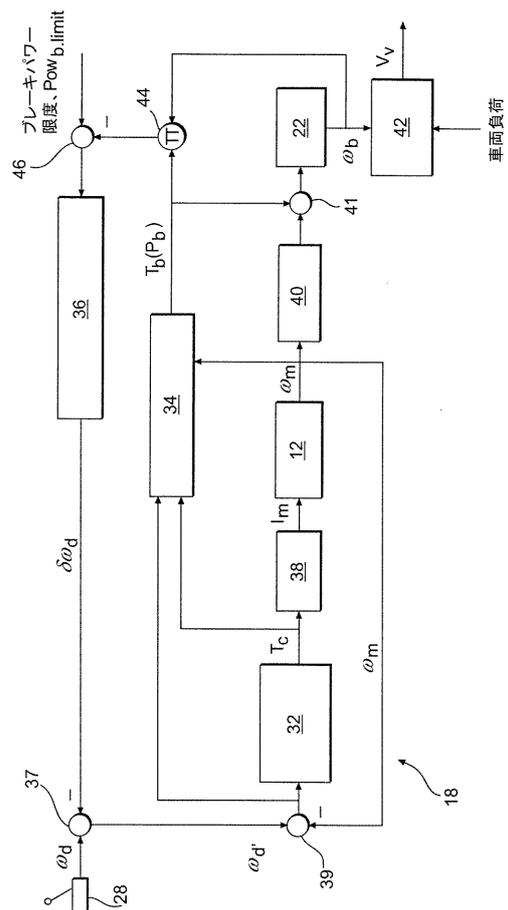
50

- 20 ギヤ減速ユニット
- 22 ブレーキ
- 23 圧力制御弁
- 24 スプロケット
- 26 駆動履帯
- 28 操作者入力ユニット
- 29 モータトルクセンサ
- 30 モータ速度センサ
- 32 モータ制御器
- 34 ブレーキ制御器
- 36 ブレーキパワー制御器
- 37 修正器
- 38 モータトルク - 電流変換器
- 39 修正器
- 40 トランスミッション上部
- 41 修正器
- 42 トランスミッション下部
- 44 増倍器
- 46 修正器

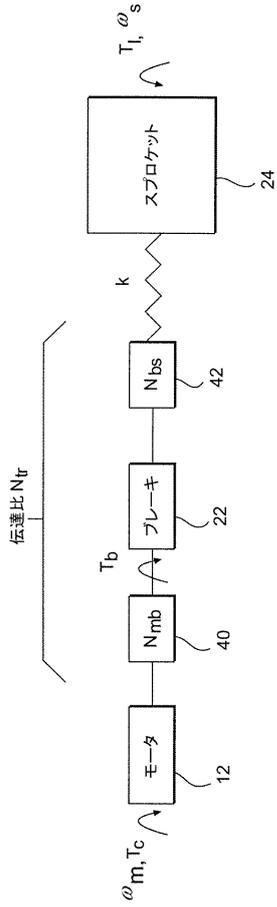
【図1】



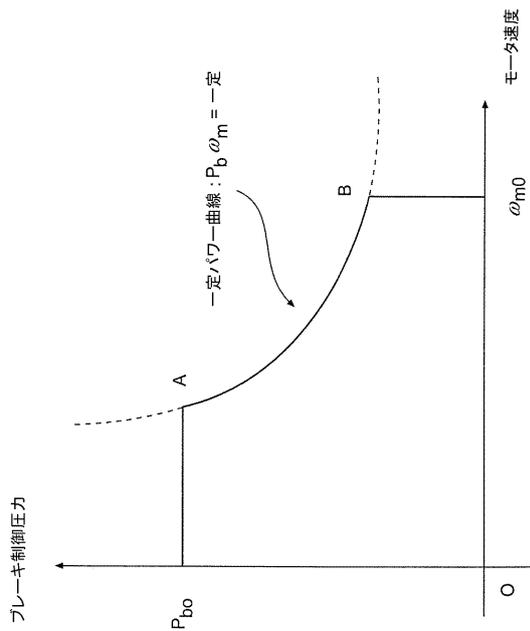
【図2】



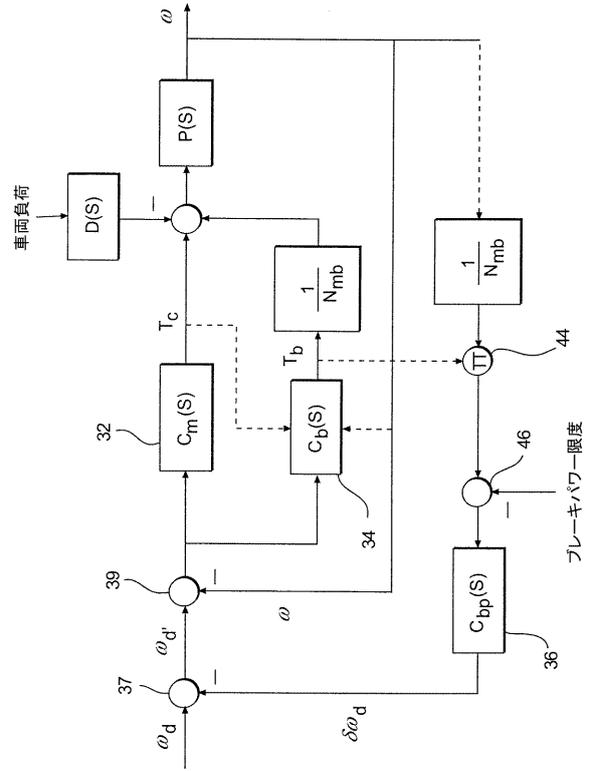
【 図 3 】



【 図 5 】



【 図 4 】



フロントページの続き

- (72)発明者 サウラブー パンディ
アメリカ合衆国 61525 イリノイ州 ダンラップ ノース パークビュー ポインテ 10
905
- (72)発明者 マイケル ジェイ・バーングローバー
アメリカ合衆国 61615 イリノイ州 ピオリア ウェスト ジェニーバ ロード 1709
- (72)発明者 ブライアン ディー・クラス
アメリカ合衆国 61548 イリノイ州 メタモラ ヒッコリー クリーク コート 911
- (72)発明者 トーマス エム・ソプコ
アメリカ合衆国 61611 イリノイ州 イースト ピオリア ホワイト オーク コート 3
02
- (72)発明者 エリック ディー・ステムラー
アメリカ合衆国 61615 イリノイ州 ピオリア ノース オークウッド ドライブ 112
14

審査官 谷口 耕之助

- (56)参考文献 特開2002-262405(JP,A)
特開昭57-000930(JP,A)
特開2003-341380(JP,A)
特開2003-170823(JP,A)
特開2001-028803(JP,A)
特開2004-058902(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B60T 8/17
B60L 7/24