

(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2021-87235
(P2021-87235A)

(43) 公開日 令和3年6月3日(2021.6.3)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
B60L	7/24	(2006.01)	B60L	7/24		D	3D246	
B60L	58/12	(2019.01)	B60L	58/12			5H125	
B60L	15/20	(2006.01)	B60L	15/20		Y		
B60T	8/17	(2006.01)	B60T	8/17		C		
B60T	8/176	(2006.01)	B60T	8/176		Z		

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2019-212366 (P2019-212366)
(22) 出願日 令和1年11月25日 (2019.11.25)

(71) 出願人 000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地
(74) 代理人 100106150
弁理士 高橋 英樹
(74) 代理人 100082175
弁理士 高田 守
(74) 代理人 100113011
弁理士 大西 秀和
(72) 発明者 橋本 晋
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
Fターム(参考) 3D246 BA02 BA08 DA01 EA05 GB01
GB39 GC14 HA03A HA32A HA64A
HA86A JA12 JB11

最終頁に続く

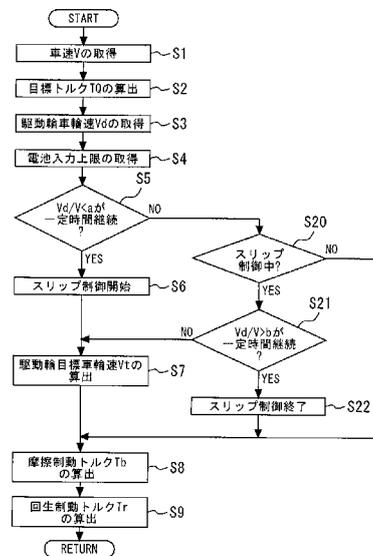
(54) 【発明の名称】 電動車両の制動装置

(57) 【要約】

【課題】 ロックの発生を回避しつつ、バッテリーが受け入れ可能な範囲で回生ブレーキを有効に活用する。

【解決手段】 本出願の電動車両の制動装置は、バッテリーと、発電機の回生発電により駆動輪に対して回生制動トルクを付与する回生ブレーキと、駆動輪及び非駆動輪に対して接触摩擦による摩擦制動トルクを付与する摩擦ブレーキと、スリップが予想される場合にスリップ制御を実行する制御装置と、を備える。制御装置は、スリップ制御の実行中は、駆動輪に付与する摩擦制動トルクと回生制動トルクとの合計が、駆動輪にスリップを生じさせない範囲に設定された上限トルク以下となり、かつ、回生発電の電力が、バッテリーの状態に応じて設定される受入可能電力を超えない範囲となり、かつ、回生制動トルクが、スリップ制御の開始前の回生制動トルクに比べて小さくなるように、回生ブレーキ及び摩擦ブレーキを制御するスリップ制御を実行する。

【選択図】 図9



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

モータジェネレータの回生発電により駆動輪に対して回生制動トルクを付与する回生ブレーキと、

前記モータジェネレータによる回生発電により発電された電力を蓄電できるバッテリーと、

前記駆動輪及び非駆動輪に対して接触摩擦により摩擦制動トルクを付与する摩擦ブレーキと、

制動時、前記駆動輪に対して付与される前記回生制動トルクと前記駆動輪及び前記非駆動輪に対して付与される前記摩擦制動トルクとの合計である総制動トルクが、要求される目標制動トルクとなるように、前記回生ブレーキ及び前記摩擦ブレーキを制御すると共に、前記駆動輪のスリップが予想される場合にはスリップ制御を実行するように構成された制御装置と、

10

を備え、

前記制御装置は、前記スリップ制御の実行中は、

前記駆動輪に付与する摩擦制動トルクと回生制動トルクとの合計が、前記駆動輪にスリップを生じさせない範囲に設定された上限トルク以下となり、

前記回生発電の電力が、前記バッテリーの状態に応じて設定される受入可能電力を超えない範囲となり、かつ、

前記回生制動トルクが、前記スリップ制御の開始前の回生制動トルクに比べて小さくなるように、

20

前記回生ブレーキ及び前記摩擦ブレーキを制御するように構成されていることを特徴とする電動車両の制動装置。

【請求項 2】

前記制御装置は、前記スリップ制御を実行する場合であって、前記受入可能電力が閾値より小さい場合、

前記上限トルクに対する前記摩擦制動トルクの余剰分に応じたトルクを、前記モータジェネレータの力行運転により前記駆動輪に付与する、

ように構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の電動車両の制動装置。

【請求項 3】

30

前記制御装置は、

前記スリップ制御の開始の時点で、前記回生発電の電力が前記受入可能電力を超えている場合には、

前記回生発電の電力の単位時間あたりの平均値がゼロとなるように、前記回生制動トルクを設定する、

ように構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の電動車両の制動装置。

【請求項 4】

前記スリップ制御の実行中の前記回生制動トルクは、

前記受入可能電力が小さい場合の方が大きい場合に比べて、小さくなるように設定されることを特徴とする請求項 1 から 3 の何れか 1 項に記載の電動車両の制動装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本出願は、電動車両の制動装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

例えば特開 2011-223648 号公報には、車両の制動時に、回生ブレーキと摩擦ブレーキとによる回生協調制御を行なう電動車両の制御装置が記載されている。この回生協調制御では、制動トルク配分が回生制動輪にロック傾向が発生する制動トルク配分よりも小さくなるように、回生制動トルクが決定される。そして、回生制動輪に付与されるべ

50

き目標制動トルクに対し、回生制動トルクで不足するトルクは、摩擦制動トルクで補われる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2011-223648号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

摩擦ブレーキと回生ブレーキとの双方により制動可能な電動車両において、減速時により多くの運動エネルギーを回収するためには、回生ブレーキの比率を大きくすることが望ましい。従って摩擦ブレーキの作動を小さくするため、上記のような回生協調ブレーキや、ワンペダルブレーキ等の採用が検討されている。

10

【0005】

しかしながら2輪駆動の電動車両では、回生ブレーキは駆動輪にのみ付与される。このため単に回生ブレーキの比率を大きくしようとする、駆動輪での制動力トルク配分が大きくなり、ロックが発生しやすくなる。また、スリップ制御時には、回生制動トルクの変動が大きくなるため、回生ブレーキの比率が大きいと、バッテリーの受入可能電力が少ない状態では回生電力がバッテリーの受入可能電力を超過する虞がある。

【0006】

20

本出願は、上述の課題を解決するためになされたもので、スリップ制御時にも、制動制御の安定を図りつつ、バッテリーの受入可能電力の超過しない範囲で回生ブレーキを有効に活用できるように改良された電動車両の制動装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本出願の電動車両の制動装置は、バッテリーと、回生ブレーキと、摩擦ブレーキと、制御装置と、を備える。バッテリーは、モータジェネレータの回生発電により発電された電力を蓄電できる。回生ブレーキは、モータジェネレータの回生発電により駆動輪に対して回生制動トルクを付与する。摩擦ブレーキは、駆動輪及び非駆動輪に対して接触摩擦により摩擦制動トルクを付与する。制御装置は、電動車両の制動時、駆動輪に対して付与される回生制動トルクと駆動輪及び非駆動輪に対して付与される摩擦制動トルクとの合計である総制動トルクが、要求される目標制動トルクとなるように、回生ブレーキ及び摩擦ブレーキを制御すると共に、駆動輪のスリップが予想される場合には、スリップ制御を実行するように構成されている。

30

【0008】

制御装置は、更に、スリップ制御の実行中は、駆動輪に付与する摩擦制動トルクと回生制動トルクとの合計が、駆動輪にスリップを生じさせない範囲に設定された上限トルク以下となり、かつ、回生発電の電力が、バッテリーの状態に応じて設定される受入可能電力を超えない範囲となり、かつ、回生制動トルクが、スリップ制御の開始前の回生制動トルクに比べて小さくなるように、回生ブレーキ及び摩擦ブレーキを制御する。

40

【発明の効果】

【0009】

本実施の形態によれば、スリップ制御の実行中は、駆動輪に付与される制動トルクが、スリップを生じさせないトルクに制御されるとともに、回生制動トルクの配分は、バッテリーの受入可能電力に応じて決定される。これにより、スリップの発生時の制動の安定を図りつつ、バッテリーの受入可能電力を超過しない範囲で回生電力を有効に利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の実施の形態に係る電動車両の構成を示す図である。

50

【図 2】本発明の実施の形態に係るスリップ制御における車速に対する車輪速の割合と制動力との関係を示す図である。

【図 3】本発明の実施の形態に係るスリップ制御において駆動輪に付与される制動トルクと非駆動輪に付与される制動トルクとの関係について説明するための図である。

【図 4】本発明の実施の形態に係るスリップ制御において駆動輪及び非駆動輪のそれぞれに付与される制動トルクの変化について説明するための図である。

【図 5】本発明の実施の形態に係るスリップ制御において駆動輪に付与される制動トルクと非駆動輪に付与される制動トルクとの関係について説明するための図である。

【図 6】本発明の実施の形態に係るスリップ制御において駆動輪及び非駆動輪のそれぞれに付与される制動トルクの変化について説明するための図である。

【図 7】本発明の実施の形態に係るスリップ制御において駆動輪に付与される制動トルクと非駆動輪に付与される制動トルクとの関係について説明するための図である。

【図 8】本発明の実施の形態に係るスリップ制御において駆動輪及び非駆動輪のそれぞれに付与される制動トルクの変化について説明するための図である。

【図 9】本発明の実施の形態に係るスリップ制御の制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図 10】本発明の実施の形態に係るスリップ制御のタイミングチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。なお、各図において、同一または相当する部分には同一符号を付してその説明を簡略化ないし省略する。

【0012】

実施の形態

図 1 は、本実施の形態の車両 1 の構成を示した図である。車両 1 は、駆動輪 2 と非駆動輪 4 とを有する 2 輪駆動の電動車両である。車両 1 には、駆動輪 2 と非駆動輪 4 との制動を制御する制動装置が備えられている。制動装置は、摩擦ブレーキ 10 と回生ブレーキ 20 と制動装置 30 とを有している。

【0013】

摩擦ブレーキ 10 は、駆動輪 2 及び非駆動輪 4 に接触摩擦による摩擦制動トルクを付与して駆動輪 2 及び非駆動輪 4 に摩擦制動力を生じさせる。摩擦ブレーキ 10 は、ブレーキアクチュエータ 11 と、駆動輪 2 及び非駆動輪 4 のそれぞれに設置されたブレーキロータ（図示せず）とブレーキキャリパ 12 とを含む。ブレーキアクチュエータ 11 は、制動装置 30 からの制御信号に基づいて、ブレーキキャリパに供給される液圧を調整することで、駆動輪 2 及び非駆動輪 4 のそれぞれに付与される摩擦制動トルクを調整する。ただし、摩擦ブレーキ 10 は、液圧式に限られず、ブレーキパッドが電力によってブレーキロータに押し付けられることで接触摩擦を生じさせる電気式の摩擦ブレーキであってもよい。

【0014】

回生ブレーキ 20 は、パワーコントロールユニット（以下「PCU」とも称する）21 とモータジェネレータ（以下「MG」とも称する）22 とを備える。PCU 21 は、バッテリー 23 に接続されている。バッテリー 23 の電力が PCU 21 を介して MG 22 に供給されると、MG 22 は回転駆動力を発生させるモータとして機能する。一方、制動時、駆動輪 2 から回転力が付与されると MG 22 は発電機として機能し、発電された電力は PCU 21 を介してバッテリー 23 に蓄電される。回生ブレーキ 20 は、MG 22 が発電機として機能して回生発電するとき、発電負荷を回生制動トルクとして駆動輪 2 に付与して駆動輪 2 に回生制動力を生じさせる。

【0015】

制動装置 30 には、駆動輪 2 の車輪速 V_d を検出する車輪速センサ 32 及び車両 1 の車速 V を検出する車速センサ 34 を含む各種センサが接続され、車両 1 の制動状態を含む運転状態に関する状態を取得する。制動装置 30 は、PCU 21 及びブレーキアクチュエータ 11 に接続され、これらを制御することで、駆動輪 2 及び非駆動輪 4 に発生させる制動

10

20

30

40

50

力を制御する。

【0016】

また、制御装置30は、バッテリー23に接続され、バッテリー23のSOC (State Of Charge)、及び、バッテリー温度等を含むバッテリーの状態に関する情報を取得する。制御装置30は、取得したバッテリー23の状態に関する情報に基づいて、バッテリー23に入力できる電力の上限(即ち、受入可能電力)である電池入力上限を算出する。例えば、バッテリー温度が同一の条件下では、SOCが高い場合の方が、低い場合よりも、電池入力上限は小さくなる。また、バッテリー温度が所定より高温又は低温の場合、電池入力上限は小さな値に制限される。SOCとバッテリー温度と電池入力上限との具体的な関係は、電池の種類(Ni又はLi等)によって異なるため、車両ごとに設定される。制御装置30には、SOCとバッテリー温度と電池入力上限との関係を定めたマップ等が予め記録されている。また、バッテリー23としてLi電池を用いる場合、Li特有の劣化を防止するための電池入力上限の制限が別途設定される構成であってもよい。具体的には、例えば、充電電流の時間積分値が所定の値を超えた場合に、充電電流に比例して電池入力上限を設定するようにすることができる。

10

【0017】

なお、制御装置30は、図1では1つのユニットとして示されているが、統合制御装置、モータ制御装置、及び、ブレーキ制御装置等の複数のユニットにより構成されているものであってもよい。

20

【0018】

車両1の制動時、制御装置30は、ブレーキペダルストロークセンサにより検出されたブレーキペダルの操作量又はレギュレータ圧等の制動に関する状態を示すパラメータに基づいて、車輪(即ち、駆動輪2及び非駆動輪4)に付与すべき目標制動トルクを算出する。制御装置30は、回生ブレーキから付与される回生制動トルクと摩擦ブレーキから付与される摩擦制動トルクとによって目標制動トルクが達成されるように、回生ブレーキ20による回生制動トルクと、摩擦ブレーキ10による摩擦制動トルクとの配分を決定し、これに基づいて、PCU21とブレーキアクチュエータ11とを制御する。これにより、駆動輪2及び非駆動輪4にそれぞれに必要な制動トルクを付与する。

【0019】

また、制御装置30は、車両1の制動時、スリップ状態となることが予想される場合に、車輪速Vdに対する目標値(以下「目標車輪速」)Vtを設定し、目標車輪速Vtに応じて摩擦ブレーキトルク及び回生制動トルクを決定するスリップ制御を行なう。

30

【0020】

図2は、本実施の形態のスリップ制御における車速Vに対する駆動輪2の車輪速Vdの割合Vd/Vと駆動輪2の制動力との関係を示す。なお、以下、説明の簡略化のため、車速Vに対する駆動輪2の車輪速Vdの割合を、単に「車輪速割合Vd/V」とも称する。

【0021】

スリップ制御は、駆動輪2の制動力がロック限界に近い領域で実行される。本実施の形態のスリップ制御では、電池入力上限Wの大きさに応じて、以下のように目標車輪速Vtを設定する。

40

【0022】

より具体的には、バッテリー23の電池入力上限Wに対し、 $W1 > W2 > 0$ の関係にある2つの閾値W1、W2を設定する。そして、図2に示されるように、電池入力上限Wが(1) $W < W1$ である場合、(2) $W1 > W > W2$ である場合、(3) $W > W2$ である場合の何れであるかによって、目標車輪速Vtが設定される。ここで設定される目標車輪速Vtは、上記(1)、(2)、(3)の場合の順に、車輪速割合Vd/Vが大きくなるようになっている。つまり、直進時の同一の車速Vである場合を比較すると、バッテリー23に入力できる電力の上限である電池入力上限Wが小さい場合、相対的に、目標車輪速Vtが大きく設定され、電池入力上限Wが大きい場合、相対的に、目標車輪速Vtが小さくなるように設定される。これにより電池入力上限Wが小さい場合、相対的に、駆動輪2に付与

50

される総制動トルクのうち回生制動トルクの配分が小さくなるように制動トルクが設定される。以下に、電池入力上限 W が上記(1)~(3)の場合ごとに、スリップ制御の概要を説明する。

【0023】

図3、図5、及び、図7は、スリップ制御において駆動輪2に付与される制動トルクと、非駆動輪4に付与される制動トルクとの関係を説明する図である。図4、図6、及び、図8は、スリップ制御において、駆動輪2及び非駆動輪4に付与される制動トルクの時間変化について説明する図である。また、図3及び図4は(1)の電池入力上限 W が閾値 W_1 以上である場合を示す。図5及び図6は(2)の電池入力上限 W が閾値 W_1 より小さく閾値 W_2 以上である場合を示す。図7及び図8は、(3)の電池入力上限 W が閾値 W_2 より小さい場合を示す。

10

【0024】

なお、以下の説明及び図では、駆動輪2が前輪である場合を例として説明し、駆動輪2を「Fr」、非駆動輪4を「Rr」とも表し、駆動輪2、非駆動輪4のロック限界をそれぞれ「Frロック限界」、「Rrロック限界」、駆動輪2、非駆動輪4のそれぞれに付与される制動トルクの合計値を「Fr制動トルク」、「Rr制動トルク」、駆動輪2、非駆動輪4に付与される摩擦制動トルクを、それぞれ「Fr摩擦」、「Rr摩擦」、駆動輪2に付与される回生制動トルクを「Fr回生」とも表す。図3~図8において、実線aはRrロック限界、実線bはFrロック限界、実線TQは、駆動輪2及び非駆動輪4に付与する総制動トルクの目標値である目標制動トルクTQを示す。図4、6、及び、8において、破線eは、Fr回生トルクとFr摩擦との境界、破線fはFr摩擦とRr摩擦との境界を表している。

20

【0025】

また、スリップ制御において駆動輪2を目標車輪速 V_t に収束するように制御する場合、ドライブシャフトの弾性や路面 μ のばらつき等の影響によりMG22では振動的なトルクを発生させる必要があるが、説明の簡略化のため、以下図3~図8では、回生制動トルクの単位時間当たりの時間平均的なトルクを図示するようにする。

【0026】

図3及び図4に示される例は、電池入力上限 W が(1) $W > W_1$ である場合、即ち、電池入力上限 W が閾値 W_1 以上であり、入力可能な電力に最も余裕がある場合の例である。この例では、タイミング T_1 で、駆動輪2に付与される回生制動トルクがFrロック限界(実線b)に達し、スリップ制御が開始されている。スリップ制御が開始されると、電池入力上限 W を超えない範囲で設定された目標車輪速 V_t に向けて車輪速 V_d を低下させる。

30

【0027】

スリップ制御開始後、Fr制動トルクは、Frロック限界の制動トルク(即ち、上限トルク)に維持される。目標制動トルクTQに対しFr制動トルクで不足する制動トルク分は、Rr輪に付与されるRr摩擦で補われる。摩擦ブレーキ10の作動により、FrにもFr摩擦が付与される。Fr回生は、Frロック限界の制動トルクから、Fr摩擦を差し引いたトルクとなる。これにより、スリップを抑制しつつ、回生ブレーキを効果的に利用することができる。

40

【0028】

図5及び図6に示される例は、電池入力上限 W が(2)の範囲にある場合の例であり、この例では、スリップが発生する前のタイミング T_0 で、回生発電によるバッテリー23への入力、バッテリー23の電池入力上限に達している。従って、回生制動トルクをこれ以上増大させることはできないので、タイミング T_0 以降は、目標制動トルクTQと回生制動トルクとの差分が、摩擦制動トルクの付与によって補われている。回生制動トルクは電池入力上限を超えない値、即ちタイミング T_0 における回生制動トルクで維持されている。

【0029】

50

その後、 F_r 制動トルクが F_r ロック限界に達したタイミング T_1 で、スリップ制御が開始されると、目標車輪速 V_t に向けて車輪速 V_d を低下させる。目標車輪速 V_t は、車輪速割合 V_t/V が(1)の場合に比べて大きくなるように設定される。

【0030】

また、スリップ制御中は、駆動輪を目標車輪速 V_t に収束するように制御するため、MG22の入出力を増減させる必要がある。従って、目標車輪速 V_t は、時間平均的な回生制動トルクが、電池入力上限を超えないように設定する必要がある。従って、図5及び図6の例では、時間平均的な回生制動トルクがほぼゼロとなるように設定される。回生制動トルクは、車輪速 V_d を目標車輪速 V_t に収束させるように設定されて徐々に低下し、タイミング T_2 でトルクがほぼゼロとなる。これにより電池入力上限の影響を受けず、バッテリ

10

【0031】

図7及び図8に示す例は、電池入力上限 W が(3)の範囲にある場合、即ち、電池入力上限 W が閾値である W_2 より小さい場合の例であり、この例では、スリップが発生する前のタイミング T_0 で、回生発電によるバッテリ23への入力がバッテリ23の電池入力上限を超えている。従って、タイミング T_0 で、摩擦制動トルクの付与が開始され、回生制動トルクは一定に維持されている。

【0032】

その後、 F_r 制動トルクが F_r ロック限界に達したタイミング T_1 でスリップ制御が開始されると目標車輪速 V_t は、車輪速割合 V_t/V は(2)の場合に比べて更に大きくなるように設定される。スリップ制御の開始後、摩擦制動トルクを増加させると共に、回生制動トルクを減少させていき、最終的に、MG22を力行運転とする。これにより、目標制動トルク T_Q に対する摩擦制動トルクの余剰分を吸収するようにする。これにより、駆動輪2が目標車輪速 V_t に収束するように、MG22の入出力を大きく変動させることができ、電池入力量の制限による影響を受けることなく安定して制動力を確保することができる。

20

【0033】

以下、図9を用いて、スリップ制御について説明する。図9は、制御装置30が実行するスリップ制御の具体的な制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。図9のルーチンは、制動要求があった場合に実行される。

30

【0034】

図9のルーチンが開始されると、先ず、ステップ S_1 で、車速 V が取得される。車速 V は、車速センサ34の検出値に出力に基づき取得される。

【0035】

次に、ステップ S_2 に進み、目標制動トルク T_Q が算出される。目標制動トルク T_Q は、要求される制動力を駆動輪2及び非駆動輪4に発生させるため、回生ブレーキ20及び摩擦ブレーキ10が車輪に付与する制動トルクの合計の目標値である。

【0036】

次に、ステップ S_3 に進み、駆動輪2の車輪速 V_d が取得される。駆動輪2の車輪速 V_d は、車輪速センサ32の出力に基づいて取得される。次に、ステップ S_4 に進み、バッテリ23の電池入力上限 W が取得される。

40

【0037】

次に、ステップ S_5 では、車輪速割合 V_d/V が基準値 a より小さい状態が一定時間継続して検出されたか否かが判別される。車輪速割合 V_d/V は、スリップ状態を推定するためのパラメータであり、この車輪速割合 V_d/V が小さい場合、車両がスリップ状態であると判断することができる。車輪速割合 V_d/V に対し比較の対象となる基準値 a 及び一定時間は、車両1がスリップ状態であることを判断するため予め設定された閾値である。

【0038】

ステップ S_5 で、車輪速割合 V_d/V が、基準値 a より小さい状態が一定時間継続して

50

いると判断された場合、スリップ状態になると予測されるため、次にステップ S 6 に進み、スリップ制御が開始される。

【 0 0 3 9 】

スリップ制御が開始されると、続くステップ S 7 では、ステップ S 4 で取得されたバッテリー 2 3 の電池入力上限 W に応じて、目標車輪速 V_t を設定する。上述したように、目標車輪速 V_t は、電池入力上限 W が属する範囲に応じて、電池入力上限 W が小さい範囲にある場合ほど、車輪速割合 V_d / V が大きくなるように設定される。

【 0 0 4 0 】

次に、ステップ S 8 に進み、摩擦制動トルク T_b が算出される。摩擦制動トルク T_b は、設定された目標車輪速 V_t と目標制動トルクとに応じて算出される。次に、ステップ S 9 に進み、回生制動トルク T_r が算出される。回生制動トルク T_r は、駆動輪 2 の車輪速 V_d を目標車輪速 V_t に収束させるように算出される。その後、今回のルーチンは終了とされる。

10

【 0 0 4 1 】

一方、ステップ S 5 において、車輪速割合 V_d / V が一定時間継続していないと判別された場合、次に、ステップ S 2 0 に進み、現在スリップ制御実行中であるか否かが判別される。

【 0 0 4 2 】

その結果、スリップ制御実行中であると判別された場合には、ステップ S 2 1 に進み、車輪速割合 V_d / V が基準値 b より大きい状態が一定時間継続したか否かが判別される。ここでの一定時間は、スリップ制御の完了を判定するために設定される基準時間であり、ステップ S 5 の判定に用いられる一定時間とは異なる時間である。また基準値 b は、車両 1 がスリップ状態にないことを判断するため予め設定された基準値であり、少なくとも、ステップ S 5 で用いられる基準値 a より大きな値である。

20

【 0 0 4 3 】

ステップ S 2 1 の判別の結果、車輪速割合 V_d / V が基準値 b より大きい状態が一定時間継続していないと判別された場合には、ステップ S 7 に進み、スリップ制御が継続され、駆動輪 2 の目標車輪速 V_t が、電池入力上限 W に基づいて算出される。

【 0 0 4 4 】

一方、車輪速割合 V_d / V が基準値 b より大きい状態が一定時間継続したと判別された場合には、スリップ状態が解消したと判別されるため、ステップ S 2 2 に進み、今回のスリップ制御は終了とされる。その後、通常のブレーキ制御に戻され、ステップ S 8 に進み、通常の制御ルーチンに従って算出された目標車輪速 V_t に基づいて摩擦制動トルク T_b が算出され、ステップ S 9 に進み、回生制動トルク T_r が算出される。その後、今回のルーチンは終了とされる。

30

【 0 0 4 5 】

図 1 0 は、本実施の形態のスリップ制御のタイミングチャートである。図 1 0 は電池入力上限が閾値 W_2 よりも小さい場合の例を示しており、タイミング T_0 において、電池パワーは電池入力上限に達し、回生制動トルクである M_G トルクは一定値で保持され、車輪には、摩擦ブレーキ 1 0 による摩擦制動力も発生している。その後タイミング T_1 でスリップ制御が開始される。スリップ制御が開始されると、目標車輪速 V_t は電池入力上限 W に従って設定される。設定された目標車輪速 V_t と目標制動トルク T_Q とに応じて摩擦制動トルク T_b が設定され、駆動輪 2 及び非駆動輪 4 で発生する摩擦制動力が増大している。

40

【 0 0 4 6 】

また、スリップ制御中、駆動輪 2 を目標車輪速 V_t に収束させようとする、ドライブシャフトの弾性や路面 μ のばらつき等の影響により、 $M_G 2 2$ では振動的なトルクを発生させる必要がある。このため、目標車輪速 V_t は、 $M_G 2 2$ で発生させる時間平均的な回生制動トルクが電池入力の制限に対して小さくなるように設定される。これにより、電池パワーの振動も含め電池入力上限を超えない範囲で M_G トルク（即ち、回生制動トルク）

50

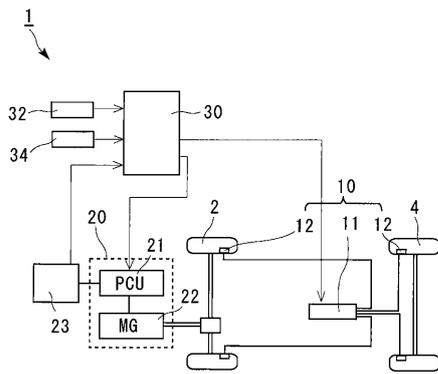
が維持されており、全体として、安定して制動力を制御することができる。

【符号の説明】

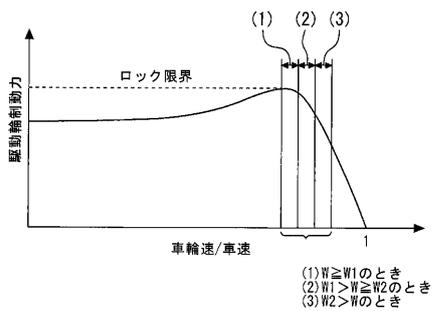
【0047】

- 1 車両
- 2 駆動輪
- 4 非駆動輪
- 10 摩擦ブレーキ
- 11 ブレーキアクチュエータ
- 12 ブレーキキャリパ
- 20 回生ブレーキ
- 21 PCU
- 22 MG
- 23 バッテリ
- 30 制御装置
- 32 車輪速センサ
- 34 輪速センサ

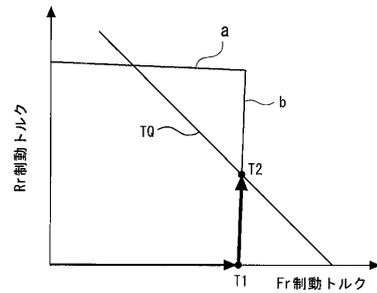
【図1】



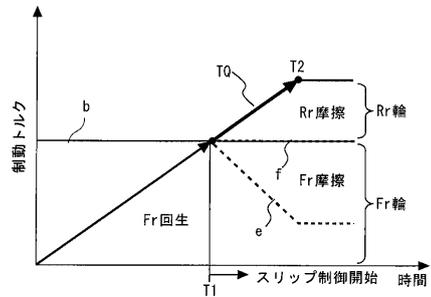
【図2】



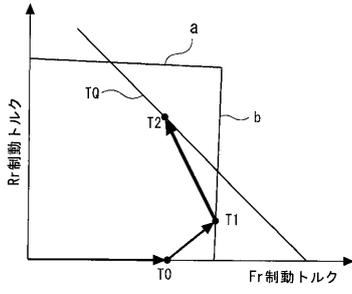
【図3】



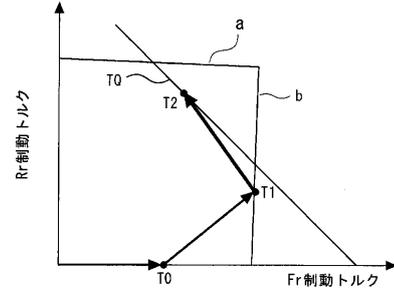
【図4】



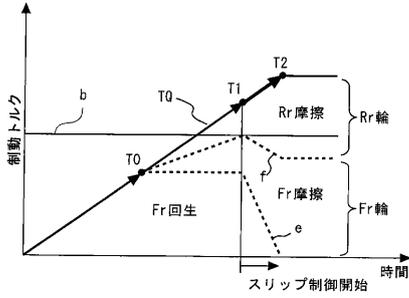
【図5】



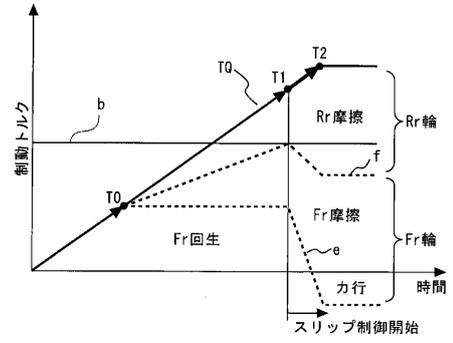
【図7】



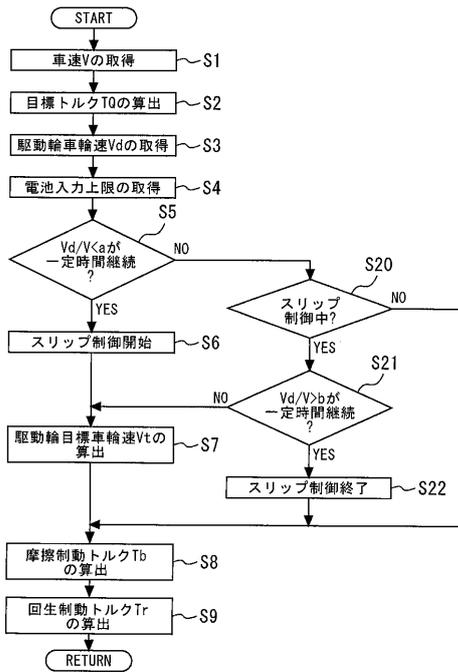
【図6】



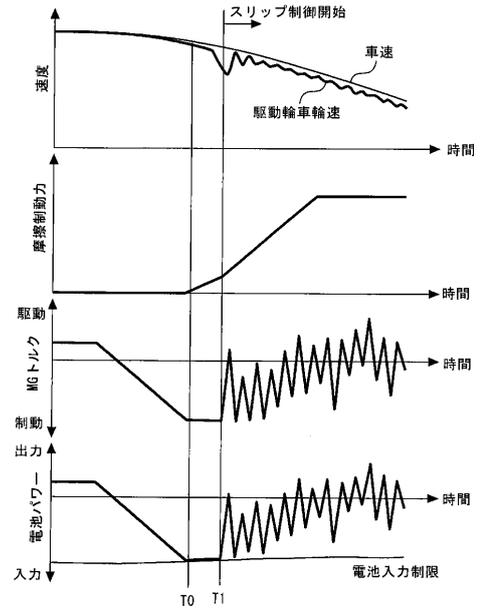
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H125 AA01 AB01 AC12 BC06 CA02 CA15 CB02 CB07 DD16 EE01
EE27 EE44