

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6464131号  
(P6464131)

(45) 発行日 平成31年2月6日(2019.2.6)

(24) 登録日 平成31年1月11日(2019.1.11)

(51) Int. Cl. F 1  
**B60T 8/17 (2006.01)** B60T 8/17 C  
**B60T 8/1761 (2006.01)** B60T 8/1761

請求項の数 3 (全 19 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2016-238986 (P2016-238986)                  (22) 出願日 平成28年12月9日 (2016.12.9)                  (65) 公開番号 特開2018-94972 (P2018-94972A)                  (43) 公開日 平成30年6月21日 (2018.6.21)                  審査請求日 平成29年7月26日 (2017.7.26)</p>	<p>(73) 特許権者 000005326                  本田技研工業株式会社                  東京都港区南青山二丁目1番1号                  (74) 代理人 110001807                  特許業務法人磯野国際特許商標事務所                  (72) 発明者 植野 真之                  埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会                  社本田技術研究所内                   審査官 谷口 耕之助</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動車両用制動装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電動車両に備わる液圧制動機構によって液圧制動力を発生させる液圧制動部と、  
 前記電動車両に備わる電動機によって回生制動力を発生させる回生制動部と、  
 少なくとも運転者の制動要求に応じて目標となる制動力の大きさ、並びに前記液圧制動部及び前記回生制動部によるそれぞれの制動力の配分を設定すると共に、当該設定した制動力の大きさと前記配分を用いて前記それぞれの制動力の協調制御を行う協調制御部と、  
 前記電動車両に備わる車輪がロック状態に陥る事態を抑制する安定化制御を、前記液圧制動部による液圧制動力を調整することで実行する安定化制御部と、を備え、

前記協調制御部は、

回生制動力から液圧制動力への代替要求が生じた際に、当該代替要求の発生時点に対し液圧制動力の代替適用を時間的に遅らせる遅延制御を実行する機能を有し、

前記安定化制御の作動によって前記代替要求が生じた場合に、前記遅延制御を実行するに際し、前記液圧制動力の代替適用を遅らせる遅延時間長を、前記代替要求が生じた場合のそれと比べて短くする

ことを特徴とする電動車両用制動装置。

【請求項2】

電動車両に備わる液圧制動機構によって液圧制動力を発生させる液圧制動部と、

前記電動車両に備わる電動機によって回生制動力を発生させる回生制動部と、

少なくとも運転者の制動要求に応じて目標となる制動力の大きさ、並びに前記液圧制動

部及び前記回生制動部によるそれぞれの制動力の配分を設定すると共に、当該設定した制動力の大きさと前記配分を用いて前記それぞれの制動力の協調制御を行う協調制御部と、

前記電動車両に備わる車輪がロック状態に陥る事態を抑制する安定化制御を、前記液圧制動部による液圧制動力を調整することで実行する安定化制御部と、を備え、

前記協調制御部は、

回生制動力から液圧制動力への代替要求が生じた際に、液圧制動力の経時増加特性を鈍らせる鈍化制御を実行する機能を有し、

前記安定化制御の作動によって前記代替要求が生じた場合に、前記鈍化制御を実行するに際し、前記液圧制動力の経時増加特性を鈍らせる度合いを、前記代替要求が生じた場合のそれと比べて小さくする

10

ことを特徴とする電動車両用制動装置。

【請求項 3】

電動車両に備わる液圧制動機構によって液圧制動力を発生させる液圧制動部と、

前記電動車両に備わる電動機によって回生制動力を発生させる回生制動部と、

少なくとも運転者の制動要求に応じて目標となる制動力の大きさ、並びに前記液圧制動部及び前記回生制動部によるそれぞれの制動力の配分を設定すると共に、当該設定した制動力の大きさと前記配分を用いて前記それぞれの制動力の協調制御を行う協調制御部と、

前記電動車両に備わる車輪がロック状態に陥る事態を抑制する安定化制御を、前記液圧制動部による液圧制動力を調整することで実行する安定化制御部と、を備え、

20

前記協調制御部は、

回生制動力から液圧制動力への代替要求が生じた際に、当該代替要求の発生時点に対し液圧制動力の代替適用を時間的に遅らせる遅延制御、及び液圧制動力の経時増加特性を鈍らせる鈍化制御の両者を行わせる機能を有し、

前記安定化制御の作動によって前記代替要求が生じた場合に、前記遅延制御を実行するに際しては、前記液圧制動力の代替適用を遅らせる遅延時間長を、前記代替要求が生じた場合のそれと比べて短くすると共に、前記鈍化制御を実行するに際しては、前記液圧制動力の経時増加特性を鈍らせる度合いを、前記代替要求が生じた場合のそれと比べて小さくする

ことを特徴とする電動車両用制動装置。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、電気自動車、ハイブリッド自動車等の電動車両に制動力を発生させる電動車両用制動装置に関する。

【背景技術】

【0002】

電気自動車、ハイブリッド自動車等の電動車両には、液圧制動トルクや回生制動トルクによって制動力を発生させる制動装置が搭載されている。こうした電動車両用制動装置では、例えば自然な制動フィーリングの確保等に配慮しつつ電動車両の制動制御を行うために、液圧制動及び回生制動を協調させる協調制御が行われている（例えば特許文献 1 参照）。

40

【0003】

特許文献 1 に係る協調制御技術では、例えば回生電力を蓄えるバッテリーが満充電状態に陥った際等に生じる回生制動力から液圧制動力への代替時には、所定時間だけ液圧制動力の発生を停止すると共に、所定時間の経過後に液圧制動力を緩やかに増加させる。これにより、液圧制動力と比べて応答の遅い回生制動力の減少特性に対して液圧制動力の増加特性を一致させる。

特許文献 1 に係る協調制御技術によれば、回生制動力から液圧制動力への代替時において、制動力の急変による制動フィーリングの低下を未然に抑止することができる。

【先行技術文献】

50

## 【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平6 - 153316号公報

## 【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、最近の電動車両には、制動操作時に車輪がロック状態に陥る事態を抑制する機能を有するABS (Anti lock Brake System) が搭載されている。ABS制御の作動時には、車輪がロック状態に陥る事態を抑制するために、ブレーキキャリアに導かれるブレーキ液の供給(つまり液圧制動力)が規制される。

10

【0006】

いま、特許文献1に係る協調制御技術を、ABSを搭載した電動車両に適用したとする。また、回生制動中に車輪のスリップが生じて、ABS制御(以下、「安定化制御」という場合がある。)が作動したとする。このケースでは、安定化制御の作動をトリガとして、回生制動力から液圧制動力への代替が行われる。すると、安定化制御の作動時に、所定時間だけ液圧制動力の発生を停止すると共に、所定時間の経過後に液圧制動力を緩やかに増加させる制御が行われることになる。

【0007】

しかしながら、前記のケースでは、安定化制御の作動時には、前記の通りブレーキキャリアに導かれるブレーキ液の供給が規制される。さらに、液圧制動力を緩やかに増加させる制御が行われる。このため、回生制動力の減少に合わせて、その減少分に相当する大きさの液圧制動力を増加させることが難しい。その結果、制動力の急変(不足)による制動フィーリングの低下を招くおそれがあった。

20

【0008】

本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、回生制動中の安定化制御の作動時に、回生制動力から液圧制動力への代替が行われるケースであっても、制動力の急変による制動フィーリングの低下を未然に抑止可能な電動車両用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】

【0009】

上記目的を達成するために、(1)に係る発明は、電動車両に備わる液圧制動機構によって液圧制動力を発生させる液圧制動部と、前記電動車両に備わる電動機によって回生制動力を発生させる回生制動部と、少なくとも運転者の制動要求に応じて目標となる制動力の大きさ、並びに前記液圧制動部及び前記回生制動部によるそれぞれの制動力の配分を設定すると共に、当該設定した制動力の大きさと前記配分を用いて前記それぞれの制動力の協調制御を行う協調制御部と、前記電動車両に備わる車輪がロック状態に陥る事態を抑制する安定化制御を、前記液圧制動部による液圧制動力を調整することで実行する安定化制御部と、を備え、前記協調制御部は、回生制動力から液圧制動力への代替要求が生じた際に、当該代替要求の発生時点に対し液圧制動力の代替適用を時間的に遅らせる遅延制御を実行する機能を有し、前記安定化制御の作動によって前記代替要求が生じた場合に、前記遅延制御を実行するに際し、前記液圧制動力の代替適用を遅らせる遅延時間長を、前記代替要求が生じた場合のそれと比べて短くすることを最も主要な特徴とする。

30

40

【0010】

(1)に係る発明では、協調制御部は、安定化制御の作動によって代替要求が生じた場合に、遅延制御を実行するに際し、液圧制動力の代替適用を遅らせる遅延時間長を、安定化制御の作動とは異なる要因(例えば回生電力を蓄えるバッテリーが満充電状態に陥った等)で代替要求が生じた場合のそれ(遅延時間長)と比べて短くする。これにより、安定化制御の作動によって代替要求が生じた場合に起こり得る液圧制動力の不足を解消する。

【0011】

(1)に係る発明によれば、回生制動中の安定化制御の作動時に、回生制動力から液圧

50

制動力への代替が行われるケースであっても、制動力の急変による制動フィーリングの低下を未然に抑止することができる。

その他の解決手段については、以下の実施形態において詳細に説明する。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、回生制動中の安定化制御の作動時に、回生制動力から液圧制動力への代替が行われるケースであっても、制動力の急変による制動フィーリングの低下を未然に抑止することができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の実施形態に係る電動車両用制動装置を電気自動車に搭載した例を表す説明図である。

【図2】本発明の実施形態に係る電動車両用制動装置の概要を表す構成図である。

【図3】本発明の実施形態に係る電動車両用制動装置が有するESB-ECU、VSA-ECU、及び、PDUの周辺構成を表すブロック図である。

【図4】本発明の実施形態に係る電動車両用制動装置の動作説明に供するフローチャート図である。

【図5】実施例に係る電動車両用制動装置の動作を、比較例と対比して表すタイムチャート図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明の実施形態に係る電動車両用制動装置について、図面を参照して詳細に説明する。

なお、以下に示す図において、共通の機能を有する部材間、又は、相互に対応する機能を有する部材間には、原則として共通の参照符号を付するものとする。また、説明の便宜のため、部材のサイズ及び形状は、変形又は誇張して模式的に表す場合がある。

【0015】

〔本発明の実施形態に係る電動車両用制動装置11の電気自動車Vへの搭載例〕

はじめに、本発明の実施形態に係る電動車両用制動装置11の電気自動車Vへの搭載例について、図1を参照して説明する。

【0016】

本発明の実施形態に係る説明に先立って、説明の便宜のために用いる符号の付与ルールに言及する。本発明の実施形態に係る電動車両用制動装置11は、例えば四輪の電気自動車Vに搭載される関係から、共通の部材が四輪のそれぞれの車輪に設けられる場合がある。この場合において、共通の部材間には共通の符号を付与すると共に、進行方向に向かって左前側の車輪に設けられる部材の符号の後に添え字FLを、右前側の車輪に設けられる部材の符号の後に添え字FRを、左後側の車輪に設けられる部材の符号の後に添え字RLを、右後側の車輪に設けられる部材の符号の後に添え字RRを、それぞれ付与するものとする。また、共通の部材を総称するときは、添え字を省略する場合があるものとする。

【0017】

本発明の実施形態に係る電動車両用制動装置11は、油圧回路を媒介して液圧制動トルク（液圧制動力と同義）を発生させる既存の制動装置に加えて、電気回路を媒介して液圧制動トルクを発生させる、パイ・ワイヤ（By Wire）式の制動装置を備えている。電動車両用制動装置11は、図1に示すように、電気自動車（本発明の「電動車両」に相当する）Vに搭載されている。

【0018】

前記電気自動車Vには、図1に示すように、車輪駆動用の第3電動機92が設けられている。説明の便宜上、第1電動機72、第2電動機82については後記する。第3電動機92には、不図示の動力伝達機構を介して前輪駆動軸15Aが連結されている。前輪駆動軸15Aの両端には、車輪（前輪）17FL、17FRがそれぞれ設けられている。同様

10

20

30

40

50

に、後輪従動軸 15 B の両端には、従動輪である車輪（後輪）17 R L, 17 R R がそれぞれ設けられている。

【0019】

後記する駆動制御用の P D U（Power Drive Unit）33 は、第3電動機92を力行状態に制御することで、第3電動機92を本来の用途である電動機として用い、これをもって力行トルクを出力させる機能を有する。その結果、第3電動機92は、車輪17 F L, 17 F Rを駆動するように作用する。

【0020】

また、P D U 33 は、第3電動機92を回生状態に制御することで、第3電動機92を本来の用途とは異なる発電機として用い、これをもって回生制動トルク（回生制動力と同義）を出力させる機能を有する。その結果、第3電動機92は、車輪17 F L, 17 F Rを制動するように作用する。

10

つまり、本発明の実施形態に係る電動車両用制動装置11は、電気自動車Vの制動制御を行うために、液圧制動トルク及び回生制動トルクの両者を利用可能に構成されている。

【0021】

電気自動車Vには、第3電動機92の電源として機能する不図示の車載バッテリーが搭載されている。車載バッテリーとしては、例えばリチウムイオン二次電池を好適に用いることができる。

【0022】

第3電動機92は、図1に示すように、インバータ19に接続されている。インバータ19は、不図示の通電ケーブルを介して前記車載バッテリーに接続されている。インバータ19は、車載バッテリーからの直流電力を交流電力に変換する一方、第3電動機92の回生電力（交流電力）を直流電力に変換する機能を有する。

20

【0023】

具体的には、第3電動機92を電動機として用いる際には、車載バッテリーからの直流電力がインバータ19で交流電力に変換され、この交流電力が第3電動機92に対して供給される。一方、第3電動機92を発電機として用いる際には、第3電動機92からの回生電力（交流電力）がインバータ19で直流電力に変換され、この直流電力が車載バッテリーに対して供給される。また、インバータ19を用いて交流電力の電流値や周波数を制御することにより、第3電動機92のトルクや回転速度を制御することができる。インバータ19、P D U 33、及び第3電動機92は、本発明の「回生制動部」に相当する。

30

【0024】

電気自動車Vには、各車輪17 F L ~ 17 R Rを制動するための液圧制動機構24 F L ~ 24 R Rが設けられている。液圧制動機構24 F L ~ 24 R Rは、本発明の「液圧制動部」に相当する。この液圧制動機構24 F L ~ 24 R Rは、運転者によるブレーキペダル12（図2参照）の踏み込み操作量（制動操作量）に応じて制動に係る液圧を発生させる制動液圧発生装置26と、制動液圧発生装置26で発生した液圧によって各車輪17 F L ~ 17 R Rを制動するキャリパ27 F L ~ 27 R Rとを含んで構成されている。

【0025】

なお、図1に示す例では、液圧制動機構24としてディスクブレーキ装置を採用したが、本発明はこの例に限定されない。液圧制動機構24として、ディスクブレーキ装置に代えてドラムブレーキ装置を採用してもよい。

40

【0026】

電気自動車Vの駆動制御を行うために、電気自動車Vには、図1に示すように、P D U 33が設けられている。P D U 33の構成について、詳しくは後記する。

【0027】

また、電気自動車Vの挙動を安定化させるために、電気自動車Vには、図1に示すように、V S A（Vehicle Stability Assist；ただし、V S Aは登録商標）- E C U 31が設けられている。V S A - E C U 31の構成について、詳しくは後記する。

【0028】

50

さらに、液圧制動機構 2 4 などの動作状態を制御するために、電気自動車 V には、図 1 に示すように、E S B (Electrical Servo Brake) - E C U 2 9 が設けられている。E S B - E C U 2 9 の構成について、詳しくは後記する。

【 0 0 2 9 】

E S B - E C U 2 9、V S A - E C U 3 1、及び、P D U 3 3 の各間は、図 1 に示すように、通信媒体 3 5 を介して相互に情報通信可能に接続されている。通信媒体 3 5 としては、例えば、電気自動車 V 内に構築される、C A N (Controller Area Network) を好適に用いることができる。C A N とは、車載機器間の情報通信に用いられる多重化されたシリアル通信網である。C A N は、優れたデータ転送速度及びエラー検出能力を有する。以下では、電気自動車 V 内に構築される通信網として、C A N 通信媒体 3 5 を採用した例を

10

【 0 0 3 0 】

〔本発明の実施形態に係る電動車両用制動装置 1 1 の構成〕

次に、本発明の実施形態に係る電動車両用制動装置 1 1 の構成について、図 2 及び図 3 を参照して説明する。

電動車両用制動装置 1 1 は、図 2 に示す液圧発生装置 1 4、並びに、図 3 に示す、第 1 制動装置 2 1、第 2 制動装置 2 3、及び、第 3 制動装置 2 5 を備えて構成されている。液圧発生装置 1 4 は、運転者による制動操作を、ブレーキペダル 1 2 (図 2 参照) を通してマスタシリンダ 3 4 により受け付ける機能を有する。第 1 制動装置 2 1、及び、第 2 制動装置 2 3 は、前記制動液圧発生装置 2 6 に相当する。

20

【 0 0 3 1 】

前記第 1 制動装置 2 1 は、モータシリンダ装置 1 6 (図 2 参照)、E S B - E C U 2 9 (図 3 参照)、及び、第 1 電動機 7 2 (図 2、図 3 参照) を含んで構成されている。モータシリンダ装置 1 6 は、図 2 に示すように、第 1 及び第 2 スレーブピストン 8 8 a、8 8 b を備え、少なくとも運転者による制動操作に応じた電気信号に基づく第 1 電動機 7 2 の作動に伴う液圧によって液圧制動トルクを発生させる機能を有する。

【 0 0 3 2 】

前記第 2 制動装置 2 3 は、ピークル・スタビリティ・アシスト装置 (以下、「V S A 装置」と省略する。ただし、V S A は登録商標; 図 2 参照) 1 8、V S A - E C U 3 1 (図 3 参照)、及び第 2 電動機 8 2 (図 2、図 3 参照) を含んで構成されている。V S A 装置 1 8 は、少なくとも電動車両の挙動に応じた電気信号に基づく第 2 電動機 8 2 の作動に伴うポンプ 1 3 5 (図 2 参照) の駆動によって液圧制動に係る液圧を増減させる機能を有する。かかる機能の発揮により、V S A 装置 1 8 は、液圧制動に係る液圧を周期的に増減させることで制動操作時の車輪ロックを抑制する A B S 機能、加速時等の車輪空転を抑制する T C S (トラクション・コントロール・システム) 機能、及び、旋回時の横すべりを抑制する機能を有する。

30

【 0 0 3 3 】

前記第 3 制動装置 2 5 は、P D U 3 3、インバータ 1 9、及び、第 3 電動機 9 2 を含んで構成されている。

【 0 0 3 4 】

液圧発生装置 1 4、モータシリンダ装置 1 6、及び、V S A 装置 1 8 のそれぞれは、図 2 に示すように、ブレーキ液を通流させる配管チューブ 2 2 a ~ 2 2 f を介して相互に連通接続されている。

40

パイ・ワイヤ式の制動装置を構成する液圧発生装置 1 4 及びモータシリンダ装置 1 6 は、不図示の電線を介して、E S B - E C U 2 9 (図 1 及び図 3 参照) と電氣的に接続されている。また、V S A 装置 1 8 は、不図示の電線を介して、V S A - E C U 3 1 (図 1 及び図 3 参照) と電氣的に接続されている。液圧発生装置 1 4 及びモータシリンダ装置 1 6 の内部構成について、詳しくは後記する。

【 0 0 3 5 】

なお、符号 P m、P p、P h は、配管チューブ 2 2 a ~ 2 2 f の各部分で発生したブレー

50

キ液圧を検出するブレーキ液圧センサである。

図2に符号を付して示すその他の要素については、本発明とは直接的な関係がないので、その説明を省略する。ただし、前記その他の要素については、後記する作用の説明で引用する。

【0036】

〔電動車両用制動装置11の基本動作〕

次に、電動車両用制動装置11の基本動作について説明する。

電動車両用制動装置11では、モータシリンダ装置16やパイ・ワイヤの制御を主として行うESB-ECU29(図1及び図3参照)を含む第1制動装置21の正常作動時において、運転者がブレーキペダル12を踏み込み操作すると、いわゆるパイ・ワイヤ式の制動装置がアクティブになる。

10

【0037】

具体的には、正常作動時の電動車両用制動装置11では、運転者がブレーキペダル12を踏み込み操作すると、第1遮断弁60a及び第2遮断弁60bが、マスタシリンダ34と各車輪を制動する液圧制動機構24FL~24RRとの連通を遮断した状態で、モータシリンダ装置16が発生するブレーキ液圧を用いて液圧制動機構24FL~24RRのキャリパ27FL~27RRを作動させる。

【0038】

このため、電動車両用制動装置11は、電気自動車(燃料電池車を含む)やハイブリッド自動車等のように、内燃機関での負圧発生が少ないか、内燃機関による負圧が存在しない車両、又は、内燃機関自体がない車両に好適に適用することができる。

20

【0039】

ちなみに、正常作動時は、第1遮断弁60a及び第2遮断弁60bが遮断される一方、第3遮断弁62が開弁される。このとき、ブレーキペダル12が踏み込み操作されると、ブレーキ液は、マスタシリンダ34からストロークシミュレータ64に流れ込むようになる。このため、第1遮断弁60a及び第2遮断弁60bが遮断されていても、マスタシリンダ34からストロークシミュレータ64へのブレーキ液の流れが生じるため、ブレーキペダル12にストロークが生じるようになる。

【0040】

一方、電動車両用制動装置11では、第1制動装置21が正常に作動しない異常時において、運転者がブレーキペダル12を踏み込み操作すると、既存の液圧制動装置がアクティブになる。具体的には、異常時の(電源電圧がシャットダウンしている)電動車両用制動装置11では、運転者がブレーキペダル12を踏み込み操作すると、第1遮断弁60a及び第2遮断弁60bがそれぞれ開弁状態となり、かつ、第3遮断弁62が閉弁状態となって、モータシリンダ装置16を介することなく、マスタシリンダ34で発生するブレーキ液圧を液圧制動機構24FL~24RRに伝達し、液圧制動機構24FL~24RRのキャリパ27FL~27RRを作動させる。

30

【0041】

なお、ABS制御(安定化制御)の作動時には、次の手順によってブレーキ液圧が増減制御される。

40

ABS制御の作動に伴いブレーキ液圧を増圧するには、サクシオンバルブ142,142が励磁されて開弁した状態で、第2電動機82を用いてポンプ135,135を駆動する。すると、モータシリンダ装置16の側からサクシオンバルブ142,142を介して、ポンプ135,135により加圧されたブレーキ液が、レギュレータバルブ116,116、第1インバルブ120,120、及び、第2インバルブ124,124にそれぞれ供給される。

レギュレータバルブ116,116を励磁しその開度を調整することでブレーキ液圧を目標液圧に調圧すると共に、目標液圧に調圧したブレーキ液を、開弁した第1インバルブ120,120、及び、第2インバルブ124,124をそれぞれ介して液圧制動機構24FL~24RRに供給することにより、四輪の制動力を目標液圧に応じた制動力に増圧

50

制御する。

【0042】

一方、ABS制御の作動に伴いブレーキ液圧を減圧するには、サクションバルブ142、142を消磁して閉弁すると共に、第2電動機82の駆動を停止する。また、第1アウトバルブ121、121、及び、第2アウトバルブ125、125を励磁して開弁する。すると、液圧制動機構24FL~24RRが有するホイールシリンダ(不図示)に貯められていたブレーキ液が、第1アウトバルブ121、121、及び、第2アウトバルブ125、125をそれぞれ介してアキュムレータ145、145に排出される。こうして、四輪の制動力を目標液圧に応じた制動力に減圧制御する。

【0043】

なお、ABS制御の作動中には、ブレーキ液圧の増減が周期的に行われる。ブレーキ液圧を減圧した状態では、液圧制動機構24FL~24RRのホイールシリンダ等の系統の液圧が下がる。そのため、ブレーキ液圧を減圧した直後に増圧する場合、モータシリンダ装置16のブレーキ液圧が一時的に落ち込む液損現象を生じる。この液損現象の発生が、本発明の課題を生み出している。

【0044】

[本発明の実施形態に係る電動車両用制動装置11の機能ブロック構成]

次に、本発明の実施形態に係る電動車両用制動装置11の機能ブロック構成について、図3を参照して説明する。

【0045】

[ESB-ECU29の構成]

ESB-ECU29には、図3に示すように、入力系統として、イグニッションキースイッチ(以下、「IGキースイッチ」と省略する。)121、車速センサ123、ブレーキペダルセンサ125、ホールセンサ127、及び、ブレーキ液圧センサPm、Ppがそれぞれ接続されている。

【0046】

ただし、ESB-ECU29に接続される入力系統として列挙した前記のスイッチやセンサ類は、ESB-ECU29に対して直接接続されていなくてもよい。具体的には、例えば車速センサ123に関し、車体速度(以下、「車速」と省略する。)に係る情報を取得可能であれば、ESB-ECU29に対し、入力系統としての車速センサ123が直接接続されていることを要しない。

【0047】

IGキースイッチ121は、電気自動車Vに搭載された電装部品の各部に、車載バッテリー(不図示)を介して電源電圧を供給する際に操作されるスイッチである。IGキースイッチ121がオン操作されると、ESB-ECU29に電源電圧が供給されて、ESB-ECU29が起動される。車速センサ123は、電気自動車Vの車速を検出する機能を有する。車速センサ123で検出された車速に係る情報は、ESB-ECU29へと送られる。

【0048】

ブレーキペダルセンサ125は、運転者によるブレーキペダル12の操作量(ストローク量)及び加重(踏力)を検出する機能を有する。ブレーキペダルセンサ125で検出されたブレーキペダル12の操作量及び加重に係る情報は、ESB-ECU29へと送られる。

ただし、ブレーキペダルセンサ125は、単にON(踏み込まれている)/OFF(踏み込まれていない)を検出する機能を有するブレーキSWであってもよい。

【0049】

ホールセンサ127は、第1電動機72の回転角度(第1及び第2スレーブピストン88a、88bの軸線方向における現在位置情報)を検出する機能を有する。ホールセンサ127で検出された第1電動機72の回転角度に係る情報は、ESB-ECU29へと送られる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 0 】

ブレーキ液圧センサ P m , P p は、ブレーキ液圧系統における第 1 遮断弁 6 0 a の上流側液圧、第 2 遮断弁 6 0 b の下流側液圧をそれぞれ検出する機能を有する。ブレーキ液圧センサ P m , P p で検出されたブレーキ液圧系統における各部の液圧情報は、 E S B - E C U 2 9 へと送られる。

## 【 0 0 5 1 】

一方、 E S B - E C U 2 9 には、図 3 に示すように、出力系統として、前記第 1 電動機 7 2、及び、前記第 1 ~ 第 3 遮断弁 6 0 a , 6 0 b , 6 2 がそれぞれ接続されている。

## 【 0 0 5 2 】

E S B - E C U 2 9 は、図 3 に示すように、第 1 情報取得部 7 1、目標制動トルク算出部 7 5、及び、第 1 制動制御部（本発明の「協調制御部」の一部に相当する。） 7 7 を有して構成されている。

10

## 【 0 0 5 3 】

第 1 情報取得部 7 1 は、 I G キースイッチ 1 2 1 のオン・オフ操作に係る情報、車速センサ 1 2 3 で検出される車速に係る情報、ブレーキペダルセンサ 1 2 5 で検出される制動操作量及び加重に係る制動操作情報、ホールセンサ 1 2 7 で検出される第 1 電動機 7 2 に係る回転角度情報、ブレーキ液圧センサ P m , P p で検出される各部の制動液圧に係る情報、 V S A - E C U 3 1 から送られてくる A B S 制御に係る作動情報、 P D U 3 3 から送られてくる回生制動トルクに係る実出力情報などを取得する機能を有する。

## 【 0 0 5 4 】

目標制動トルク算出部 7 5 は、基本的には、ブレーキペダル 1 2 の制動操作量に基づく要求制動量に応じた目標制動トルク（目標制動力と同義）を算出する機能を有する。また、目標制動トルク算出部 7 5 は、算出した目標制動トルクを、目標液圧制動トルク及び目標回生制動トルクに配分する。この配分にあたり、目標制動トルク算出部 7 5 は、目標回生制動トルクを優先的に求め、その後、目標制動トルクから目標回生制動トルクを減算することにより、目標液圧制動トルクを求める。次いで、目標制動トルク算出部 7 5 は、目標液圧制動トルクを第 1 制動制御部 7 7 に送る一方、目標回生制動トルクを、 C A N 通信媒体 3 5 を介して、 P D U 3 3 が有する第 3 制動制御部 1 7 5 宛に送る。

20

## 【 0 0 5 5 】

第 1 制動制御部 7 7 は、基本的には、液圧制動トルク、及び、回生制動トルクの和が、運転者の制動操作に基づく目標制動トルクに追従するように、液圧制動トルク及び回生制動トルクの協調制御を行う機能を有する。

30

## 【 0 0 5 6 】

また、第 1 制動制御部 7 7 は、回生制動トルク（回生制動力）から液圧制動トルク（液圧制動力）への代替要求が生じた際に、代替適用される液圧制動力の大きさを、代替要求に従う大きさの液圧制動力に比べて弱める弱め制御を実行する機能を有する。

ここで、回生制動トルクから液圧制動トルクへの代替要求が生じるケースとして、大きくふたつのケースに分類できる。第 1 のケースは、次述する第 2 のケース以外のケースである。第 1 のケースとしては、例えば、第 3 電動機 9 2 に対して駆動電流を供給する車載バッテリーの充電状態（ S O C ）が満充電状態になるケースが含まれる。第 2 のケースは、 A B S 制御が作動したケースである。

40

## 【 0 0 5 7 】

A B S 制御の作動以外の要因により回生制動力から液圧制動力への代替要求が生じた前記第 1 のケースでは、第 1 制動制御部 7 7 は、特許文献 1 に係る協調制御技術を適用して、代替適用される液圧制動力の大きさを、代替要求に従う大きさの液圧制動力に比べて弱める第 1 弱め制御を実行する。この第 1 弱め制御は、液圧制動力の代替適用を第 1 の遅延時間長 T 1 だけ遅らせると共に、第 1 の遅延時間長 T 1 の経過後に、液圧制動力の経時増加特性を鈍らせる鈍化制御を行うことで実現される。前記鈍化制御は、特に限定されないが、例えば、液圧制動力制御信号を処理するための処理回路の途中に、所定の帯域に属する信号を通過及び阻止するフィルタを介在させることで具現化すればよい。

50

## 【 0 0 5 8 】

これに対し、ABS制御の作動に伴い回生制動力から液圧制動力への代替要求が生じた前記第2のケースでは、第1制動制御部77は、代替適用される液圧制動力の大きさを弱める度合いを、前記第1弱め制御のそれと比べて小さくした第2弱め制御を実行する。この第2弱め制御は、液圧制動力の代替適用を遅らせる遅延時間長を、前記第1弱め制御での第1の遅延時間長T1と比べて短くすることで実現する。また、液圧制動力の経時増加特性を鈍らせる度合いを、前記第1弱め制御での液圧制動力の経時増加特性と比べて小さくすることで実現する。さらに、前記二つを組み合わせることで実現してもよい。前記第2弱め制御のうち、液圧制動力の経時増加特性を鈍らせる鈍化制御は、特に限定されないが、例えば、液圧制動力制御信号を処理するための処理回路の途中に前記フィルタを介在させることで具現化すればよい。第2弱め制御の具体例について、詳しくは後記する。

10

## 【 0 0 5 9 】

前記ESB-ECU29は、CPU(Central Processing Unit)、ROM(Read Only Memory)、RAM(Random Access Memory)などを備えたマイクロコンピュータにより構成される。このマイクロコンピュータは、ROMに記憶されているプログラムやデータを読み出して実行し、ESB-ECU29が有する、各種の情報取得機能、目標制動トルクの算出及び配分機能、並びに、液圧制動トルク及び回生制動トルクの協調制御を行う機能を含む各種機能に係る実行制御を行うように動作する。

## 【 0 0 6 0 】

〔VSA-ECU31の構成〕

20

VSA-ECU31には、図3に示すように、車輪速度センサ150、アクセルペダルセンサ151、ヨーレイトセンサ152、Gセンサ153、操舵角センサ155、及び、ブレーキ液圧センサPhがそれぞれ接続されている。

## 【 0 0 6 1 】

車輪速度センサ150FL~150RRは、各車輪17FL~17RR毎の回転速度(車輪速度)をそれぞれ検出する機能を有する。車輪速度センサ150FL~150RRでそれぞれ検出される各車輪17FL~17RR毎の回転速度に係る情報は、VSA-ECU31へと送られる。

## 【 0 0 6 2 】

アクセルペダルセンサ151は、運転者によるアクセルペダルの操作量(ストローク量)を検出する機能を有する。アクセルペダルセンサ151で検出されたアクセルペダルの操作量に係る情報は、VSA-ECU31へと送られる。

30

## 【 0 0 6 3 】

ヨーレイトセンサ152は、自車両に発生しているヨーレイトを検出する機能を有する。ヨーレイトセンサ152で検出されたヨーレイトに係る情報は、VSA-ECU31へと送られる。

## 【 0 0 6 4 】

Gセンサ153は、電気自動車Vに発生している前後G(前後加速度)及び横G(横加速度)をそれぞれ検出する機能を有する。Gセンサ153で検出された前後G及び横Gに係る情報は、VSA-ECU31へと送られる。

40

## 【 0 0 6 5 】

操舵角センサ155は、ステアリングの操舵量や操舵方向を含む操舵角に係る情報を検出する機能を有する。操舵角センサ155で検出されたステアリングの操舵角に係る情報は、VSA-ECU31へと送られる。

## 【 0 0 6 6 】

ブレーキ液圧センサPhは、ブレーキ液圧系統のうちVSA装置18内の制動液圧を検出する機能を有する。ブレーキ液圧センサPhで検出されたブレーキ液圧系統のうちVSA装置18内の液圧情報は、VSA-ECU31へと送られる。

## 【 0 0 6 7 】

一方、VSA-ECU31には、図3に示すように、出力系統として、前記第2電動機

50

8 2 が接続されている。

【 0 0 6 8 】

V S A - E C U 3 1 は、A B S 制御機能を備えている。A B S 制御機能とは、V S A 装置 1 8 の制動制御を通じて車輪 1 7 F L ~ 1 7 R R のロックを抑制する機能を意味する。

【 0 0 6 9 】

V S A - E C U 3 1 は、第 2 情報取得部 1 6 1、スリップ情報演算部 1 6 3、及び、第 2 制動制御部 1 6 7 を有して構成されている。

【 0 0 7 0 】

第 2 情報取得部 1 6 1 は、車輪速度センサ 1 5 0 F L ~ 1 5 0 R R でそれぞれ検出される各車輪 1 7 F L ~ 1 7 R R 毎の回転速度（車輪速度）に係る情報、アクセルペダルセンサ 1 5 1 で検出されるアクセルペダルの加減速操作量に係る情報、ヨーレートセンサ 1 5 2 で検出される自車両に発生しているヨーレートに係る情報、G センサ 1 5 3 で検出される電動車両に発生している前後 G 及び横 G に係る情報、操舵角センサ 1 5 5 で検出されるステアリング操舵角に係る情報、及び、ブレーキ液圧センサ P h で検出される V S A 装置 1 8 における液圧システムの液圧情報をそれぞれ取得する機能を有する。

また、第 2 情報取得部 1 6 1 は、E S B - E C U 2 9 から C A N 通信媒体 3 5 を介して送られてくる、車速センサ 1 2 3 による車速に係る情報を取得する機能を有する。

【 0 0 7 1 】

スリップ情報演算部 1 6 3 は、電気自動車 V の走行時に、第 2 情報取得部 1 6 1 で取得した車速に係る情報及び各車輪 1 7 F L ~ 1 7 R R 毎の回転速度（車輪速度）に係る情報に基づいて、各車輪 1 7 F L ~ 1 7 R R 毎のスリップ率（スリップ情報）を演算により求める機能を有する。スリップ情報演算部 1 6 3 で求められた各車輪 1 7 F L ~ 1 7 R R 毎のスリップ率に係る情報は、第 2 制動制御部 1 6 7 において、A B S 制御の作動要否を判定する際などに適宜参照される。

【 0 0 7 2 】

第 2 制動制御部 1 6 7 は、基本的には、スリップ情報演算部 1 6 3 で求められる各車輪 1 7 F L ~ 1 7 R R 毎のスリップ率に係る情報などに基づいて、A B S 制御の作動要否を判定する。この判定の結果、A B S 制御を作動すべき旨の判定が下された場合、第 2 制動制御部 1 6 7 は、各車輪 1 7 F L ~ 1 7 R R のスリップを抑制するように、V S A 装置 1 8 による制動液圧調整機能の発揮によって、各車輪 1 7 F L ~ 1 7 R R 毎の制動力を周期的に増減させる制動制御を行うように動作する。

【 0 0 7 3 】

〔 P D U 3 3 の構成 〕

P D U 3 3 は、図 3 に示すように、第 3 情報取得部 1 7 1、及び、第 3 制動制御部（本発明の「協調制御部」の一部に相当する。）1 7 5 を有して構成されている。

【 0 0 7 4 】

第 3 情報取得部 1 7 1 は、図 3 に示すように、アクセルペダルセンサ 1 5 1 で検出されるアクセルペダルの加減速操作量に係る情報、及び、A B S 制御の作動要否に係る情報を、V S A - E C U 3 1 及び C A N 通信媒体 3 5 をそれぞれ介して取得する機能を有する。第 3 情報取得部 1 7 1 で取得されるアクセルペダルの加減速操作量に係る情報は、第 3 制動制御部 1 7 5 において、第 3 電動機 9 2 の力行トルクを設定する際などに適宜参照される。

【 0 0 7 5 】

また、第 3 情報取得部 1 7 1 は、図 3 に示すように、目標回生制動トルクに係る情報を、E S B - E C U 2 9 及び C A N 通信媒体 3 5 をそれぞれ介して取得する機能を有する。目標回生制動トルクに係る情報は、第 3 制動制御部 1 7 5 において、目標回生制動トルクに追従するように、第 3 電動機 9 2 の発電機としての駆動によって回生制動トルクを発生させる制御を行う際に適宜参照される。

【 0 0 7 6 】

第 3 制動制御部 1 7 5 は、車速センサ 1 2 3 で検出される車速に係る情報、第 3 情報取

10

20

30

40

50

得部 171 で取得されるアクセルペダルの加減速操作量に係る情報、及び、レンジポジションに係る情報などに基づいて、予め定められる力行トルクマップを参照して、第 3 電動機 92 の力行トルクを設定する機能を有する。

【 0077 】

また、第 3 制動制御部 175 は、電気自動車 V に作用する回生制動トルクが、ESB - ECU 29 の目標制動トルク算出部 75 から送られてきた目標回生制動トルクに追従するように、第 3 電動機 92 の発電機としての駆動によって回生制動トルクを発生させる制御を行うように動作する。

【 0078 】

さらに、第 3 制動制御部 175 は、回生制動トルクが発生している状態で ABS 制御を  
10 作動すべき旨の判定が下された場合に、回生制動力から液圧制動力への代替要求が生じた  
とみなして、回生制動トルクを徐々に減じる制御を行う。

【 0079 】

〔本発明の実施形態に係る電動車両用制動装置 11 の動作〕

次に、本発明の実施形態に係る電動車両用制動装置 11 の動作について、図 4 を参照して説明する。図 4 は、本発明の実施形態に係る電動車両用制動装置 11 の動作説明に供するフローチャート図である。

【 0080 】

ステップ S 11 において、ESB - ECU 29 は、PDU 33 から送られてくる回生制  
20 動トルクに係る実出力情報に基づいて、回生制動中か否かを判定する。ESB - ECU 2  
9 は、回生制動中である旨の判定が下されるまでステップ S 11 の判定を繰り返す。回生  
制動中である旨の判定が下される（ステップ S 11 の Yes）と、ESB - ECU 29 は、  
処理の流れを次のステップ S 12 へ進ませる。

【 0081 】

ステップ S 12 において、ESB - ECU 29 は、回生制動トルク（回生制動力）から  
液圧制動トルク（液圧制動力）への代替要求が生じたか否かを判定する。ステップ S 12  
の判定の結果、前記代替要求が生じない旨の判定が下された場合（ステップ S 12 の No  
）、ESB - ECU 29 は、処理の流れをステップ S 11 へ戻し、以降の処理を順次行わ  
せる。

一方、前記代替要求が生じた旨の判定が下された場合（ステップ S 12 の Yes）、E  
30 S B - ECU 29 は、処理の流れを次のステップ S 13 へ進ませる。

【 0082 】

ステップ S 13 において、ESB - ECU 29 は、VSA - ECU 31 から送られてく  
る ABS 制御に係る作動情報等に基づいて、ステップ S 12 の代替要求が、ABS 制御の  
作動に伴う代替要求か否かを判定する。ステップ S 13 の判定の結果、ABS 制御の作動  
に伴う代替要求ではない旨の判定が下された場合（ステップ S 13 の No）、ESB - E  
CU 29 は、処理の流れを次のステップ S 14 へ進ませる。

一方、ABS 制御の作動に伴う代替要求である旨の判定が下された場合（ステップ S  
40 13 の Yes）、ESB - ECU 29 は、処理の流れをステップ S 15 へジャンプさせる。

【 0083 】

ステップ S 14 において、ESB - ECU 29 の第 1 制動制御部 77 は、回生制動力に  
代替適用される液圧制動力の大きさを、代替要求に従う大きさの液圧制動力に比べて弱め  
る第 1 弱め制御を実行する。この第 1 弱め制御は、回生制動力から液圧制動力への代替時  
において、制動力の急変による制動フィーリングの低下を未然に抑止する目的で行われる  
。ただし、回生制動中に ABS 制御が作動することで前記の代替要求が生じたケース（ス  
テップ S 13 の Yes）では、制動力の急変（不足）による制動フィーリングの低下を招  
くおそれがあった。

【 0084 】

そこで、ステップ S 15 では、ESB - ECU 29 の第 1 制動制御部 77 は、回生制動  
50 力に代替適用される液圧制動力の大きさを弱める度合いを、第 1 弱め制御のそれと比べて

小さくした第2弱め制御を実行する。これにより、ABS制御の作動によって代替要求が生じた場合に起こり得る液圧制動力の不足を解消する。

【0085】

次に、本発明の実施形態に係る電動車両用制動装置11の動作について、図5(a)~(d)を参照して説明する。図5(a)は、目標制動力(回生/液圧)の大きさ及び分配の経時特性を表すタイムチャート図である。図5(b)は、回生制動力(目標/現実)の経時特性を表すタイムチャート図である。図5(c)は、液圧制動力(目標/現実;実施例)の経時特性を表すタイムチャート図である。図5(d)は、液圧制動力(目標/現実;比較例)の経時特性を表すタイムチャート図である。

【0086】

図5の時刻 $t_1 \sim t_2$ に至る期間において、運転者によってブレーキペダル12の踏み込み操作が行われたことで運転者による要求制動トルクの増加が生じている。同期間において、目標液圧制動力が線形に立ち上がっている(図5(a)参照)。同期間において、目標/現実回生制動力の値はゼロである(図5(b)参照)。同期間において、目標/現実液圧制動力は、実施例及び比較例共に、線形に立ち上がっている(図5(c)~(d)参照)。

【0087】

図5の時刻 $t_2 \sim t_3$ 付近に至る期間において、運転者による要求制動トルクの増加が継続して生じている。同期間において、目標回生制動力が線形に立ち上がる一方、目標液圧制動力が線形に立ち下がっている(図5(a)参照)。同期間において、現実回生制動力は、線形に立ち上がる目標回生制動力に対して時間的に遅れて緩やかに立ち上がっている(図5(b)参照)。同期間において、現実液圧制動力は、実施例及び比較例共に、線形に立ち下がる目標回生制動力に対して時間的に遅れて緩やかに立ち下がっている(図5(c)~(d)参照)。

【0088】

図5の時刻 $t_3 \sim t_4$ に至る期間において、運転者による要求制動トルクの増加は止まったが、ピーク値の要求制動トルクが継続して生じている。同期間において、目標回生制動力、及び目標液圧制動力の両者共に、ほぼ一定の値及び配分を維持している(図5(a)~(d)参照)。

【0089】

図5の時刻 $t_4$ において、ABS制御が作動した。ABS制御の作動をトリガとして、時刻 $t_4$ 以降の期間において、回生制動力から液圧制動力への代替要求が生じている。

【0090】

図5の時刻 $t_4 \sim t_6$ 付近に至る期間において、目標回生制動力が線形に立ち下がる一方、目標液圧制動力が線形に立ち上がっている(図5(a)参照)。同期間において、現実回生制動力は、線形に立ち下がる目標回生制動力に対して時間的に遅れて緩やかに立ち下がっている(図5(b)参照)。

【0091】

図5の時刻 $t_4 \sim t_6$ に至る期間において、図5(c)に示す実施例では、現実液圧制動力は、目標回生制動力にほぼ同期して線形に立ち上がっている。これは、実施例では、第1弱め制御と比べて液圧制動力の大きさを弱める度合いを小さくした第2弱め制御を実行しているためである。なお、時刻 $t_5$ 直後において、目標回生制動力に対して現実液圧制動力が僅かに落ち込んでいるのは、ABS制御の作動(ブレーキ液圧の増減)に伴う液損現象に基づく。

【0092】

これに対し、図5の時刻 $t_4 \sim t_6$ に至る期間において、図5(d)に示す比較例では、現実液圧制動力は、目標回生制動力に対して時間的に遅れて緩やかに立ち上がっている。これは、比較例では、第2弱め制御と比べて液圧制動力の大きさを弱める度合いが大きい第1弱め制御を実行しているためである。なお、時刻 $t_5$ 直後において、目標回生制動力に対して現実液圧制動力が僅かに落ち込んでいるのは、前記実施例と同様に、ABS制

10

20

30

40

50

御の作動に伴う液損現象に基づく。

【 0 0 9 3 】

図 5 の時刻  $t_6 \sim t_7$  に至る期間において、ピーク値の要求制動トルクが継続して生じている。同期間において、目標回生制動力、及び現実回生制動力の両者共に、ほぼゼロに収束している。(図 5 ( a ) ~ ( b ) 参照)。一方、実施例及び比較例共に、目標液圧制動力、及び現実液圧制動力の両者が、ピーク値の要求制動トルクに従う制動力を出力している(図 5 ( c ) ~ ( d ) 参照)。

【 0 0 9 4 】

図 5 の時刻  $t_7 \sim t_8$  に至る期間において、運転者による要求制動トルクの漸減が生じている。同期間において、目標液圧制動力が線形に立ち下がっている(図 5 ( a ) 参照)。同期間において、目標回生制動力及び現実回生制動力は、共にゼロ値を維持している(図 5 ( b ) 参照)。同期間において、実施例及び比較例共に、目標液圧制動力、及び現実液圧制動力の両者が、要求制動トルクの漸減に従って線形に立ち下がっている(図 5 ( c ) ~ ( d ) 参照)。

【 0 0 9 5 】

〔本発明の実施形態に係る電動車両用制動装置 1 1 の作用効果〕

次に、本発明の実施形態に係る電動車両用制動装置 1 1 の作用効果について説明する。

第 1 の観点(請求項 1 に対応)に基づく電動車両用制動装置 1 1 は、電気自動車(電動車両) V に備わる液圧制動機構 2 4 F L ~ 2 4 R R によって液圧制動力を発生させる液圧制動部と、電気自動車 V に備わる第 3 電動機(電動機) 9 2 によって回生制動力を発生させる回生制動部と、少なくとも運転者の制動要求に応じて目標となる制動力の大きさ、並びに液圧制動部及び回生制動部によるそれぞれの制動力の配分を設定すると共に、当該設定した制動力の大きさと前記配分を用いてそれぞれの制動力の協調制御を行う第 1 制動制御部 7 7 及び第 3 制動制御部 1 7 5 (協調制御部)と、電気自動車 V に備わる車輪 1 7 がロック状態に陥る事態を抑制する A B S 制御(安定化制御)を、液圧制動部による液圧制動力を調整することで実行する第 2 制動制御部 1 6 7 (安定化制御部)と、を備える。

協調制御部は、回生制動力から液圧制動力への代替要求が生じた際に、代替適用される液圧制動力の大きさを、代替要求に従う大きさの液圧制動力に比べて弱める弱め制御を実行する機能を有する。また、協調制御部は、安定化制御の作動によって前記代替要求が生じた場合に、前記弱め制御を実行するに際しては、代替適用される液圧制動力の大きさを弱める度合いを、前記代替要求が生じた場合のそれと比べて小さくする。

【 0 0 9 6 】

第 1 の観点に基づく電動車両用制動装置 1 1 では、協調制御部は、安定化制御の作動によって代替要求が生じた場合に、弱め制御を実行する際に代替適用される液圧制動力の大きさを弱める度合いを、安定化制御の作動とは異なる要因(例えば回生電力を蓄えるバッテリーが満充電状態に陥った等)で代替要求が生じた場合のそれ(弱める度合い)と比べて小さくする。これにより、安定化制御の作動によって代替要求が生じた場合に起こり得る(液損現象由来の)液圧制動力の不足を解消する。

なお、安定化制御が作動していない車輪では、安定化制御が作動している車輪と比べて大きい液圧制動力が作用する。その結果、4 つの車輪全体として、不足しがちな液圧制動力を補填する効果が得られる。この際に、弱め制御において液圧制動力の大きさを弱める度合いを各車輪毎に調整すれば、制動力の急変による制動フィーリングの低下を高い水準で抑止する効果を期待することができる。

【 0 0 9 7 】

第 1 の観点に基づく電動車両用制動装置 1 1 によれば、回生制動中の安定化制御の作動時に、回生制動力から液圧制動力への代替が行われるケースであっても、制動力の急変による制動フィーリングの低下を未然に抑止することができる。

【 0 0 9 8 】

また、第 2 の観点(請求項 2 に対応)に基づく電動車両用制動装置 1 1 は、前記第 1 の観点に基づく電動車両用制動装置 1 1 と比べて、第 1 制動制御部 7 7 及び第 3 制動制御部

10

20

30

40

50

175（協調制御部）の構成の一部が異なる。

すなわち、第2の観点に基づく電動車両用制動装置11では、協調制御部は、回生制動力から液圧制動力への代替要求が生じた際に、当該代替要求の発生時点に対し液圧制動力の代替適用を第1の遅延時間長 $T_1$ だけ時間的に遅らせる遅延制御を実行する機能を有する。また、協調制御部は、安定化制御の作動によって前記代替要求が生じた場合に、前記遅延制御を実行するに際し、前記液圧制動力の代替適用を遅らせる遅延時間長を、安定化制御の作動とは異なる要因で代替要求が生じた場合のそれ（前記遅延時間長 $T_1$ ）と比べて短くする。これにより、安定化制御の作動によって代替要求が生じた場合に起こり得る（液損現象由来の）液圧制動力の不足を解消する。

【0099】

第2の観点に基づく電動車両用制動装置11によれば、第1の観点に基づく電動車両用制動装置11と同様に、回生制動中の安定化制御の作動時に、回生制動力から液圧制動力への代替が行われるケースであっても、制動力の急変による制動フィーリングの低下を未然に抑止することができる。

【0100】

また、第3の観点（請求項3に対応）に基づく電動車両用制動装置11は、前記第1の観点に基づく電動車両用制動装置11と比べて、第1制動制御部77及び第3制動制御部175（協調制御部）の構成の一部が異なる。

すなわち、第3の観点に基づく電動車両用制動装置11では、協調制御部は、回生制動力から液圧制動力への代替要求が生じた際に、液圧制動力の経時増加特性を鈍らせる鈍化制御を実行する機能を有する。また、協調制御部は、安定化制御の作動によって前記代替要求が生じた場合に、前記鈍化制御を実行するに際し、液圧制動力の経時増加特性を鈍らせる度合いを、安定化制御の作動とは異なる要因で代替要求が生じた場合のそれ（液圧制動力の経時増加特性を鈍らせる度合い）と比べて小さくする。これにより、安定化制御の作動によって代替要求が生じた場合に起こり得る（液損現象由来の）液圧制動力の不足を解消する。

【0101】

第3の観点に基づく電動車両用制動装置11によれば、第1及び第2の観点に基づく電動車両用制動装置11と同様に、回生制動中の安定化制御の作動時に、回生制動力から液圧制動力への代替が行われるケースであっても、制動力の急変による制動フィーリングの低下を未然に抑止することができる。

【0102】

また、第4の観点（請求項4に対応）に基づく電動車両用制動装置11は、第2及び第3の観点に基づく電動車両用制動装置11のうち、第1制動制御部77及び第3制動制御部175（協調制御部）の構成を組み合わせたものである。

すなわち、第4の観点に基づく電動車両用制動装置11では、協調制御部は、回生制動力から液圧制動力への代替要求が生じた際に、当該代替要求の発生時点に対し液圧制動力の代替適用を第1の遅延時間長 $T_1$ だけ時間的に遅らせる遅延制御、及び液圧制動力の経時増加特性を鈍らせる鈍化制御の両者を実行する機能を有する。また、協調制御部は、安定化制御の作動によって前記代替要求が生じた場合に、前記遅延制御を実行するに際しては、液圧制動力の代替適用を遅らせる遅延時間長を、前記代替要求が生じた場合のそれ（前記遅延時間長 $T_1$ ）と比べて短くすると共に、前記鈍化制御を実行するに際しては、前記液圧制動力の経時増加特性を鈍らせる度合いを、前記代替要求が生じた場合のそれ（液圧制動力の経時増加特性を鈍らせる度合い）と比べて小さくする。これにより、安定化制御の作動によって代替要求が生じた場合に起こり得る（液損現象由来の）液圧制動力の不足を解消する。

【0103】

第4の観点に基づく電動車両用制動装置11によれば、第1～第3の観点に基づく電動車両用制動装置11と同様に、回生制動中の安定化制御の作動時に、回生制動力から液圧制動力への代替が行われるケースであっても、制動力の急変による制動フィーリングの低

10

20

30

40

50

下を未然に抑止することができる。

【 0 1 0 4 】

〔その他の実施形態〕

以上説明した複数の実施形態は、本発明の具現化の例を示したものである。したがって、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されることがあってはならない。本発明はその要旨又はその主要な特徴から逸脱することなく、様々な形態で実施することができるからである。

【 0 1 0 5 】

例えば、本発明に係る実施形態において、ESB - ECU 29、VSA - ECU 31、及び、PDU 33の各間を、CAN通信媒体35を介して相互に情報交換可能に接続する例をあげて説明したが、本発明はこの例に限定されない。ESB - ECU 29、VSA - ECU 31、及び、PDU 33が有する各種の機能部を、ひとつのECUに集約する構成を採用してもよい。この場合において、例えば、情報取得部、制動制御部を含む各種の機能部は、それぞれの機能を集約するように構成すればよい。

10

【 0 1 0 6 】

また、本発明に係る実施形態において、動力源として第3電動機92を搭載した電気自動車Vに対して、本発明の実施形態に係る電動車両用制動装置11を適用する例をあげて説明したが、本発明はこの例に限定されない。動力源として第3電動機92及びレシプロエンジンを搭載したハイブリッド車両に対して、本発明を適用してもよい。

【 0 1 0 7 】

20

最後に、本発明に係る実施形態において、車両の挙動を安定化させる安定化制御の一例としてABS制御を例示して説明したが、本発明はこの例に限定されない。安定化制御としては、車両の挙動安定化動作を行うVSAアクチュエータの駆動を伴うものであれば、いかなる制御であっても構わない。

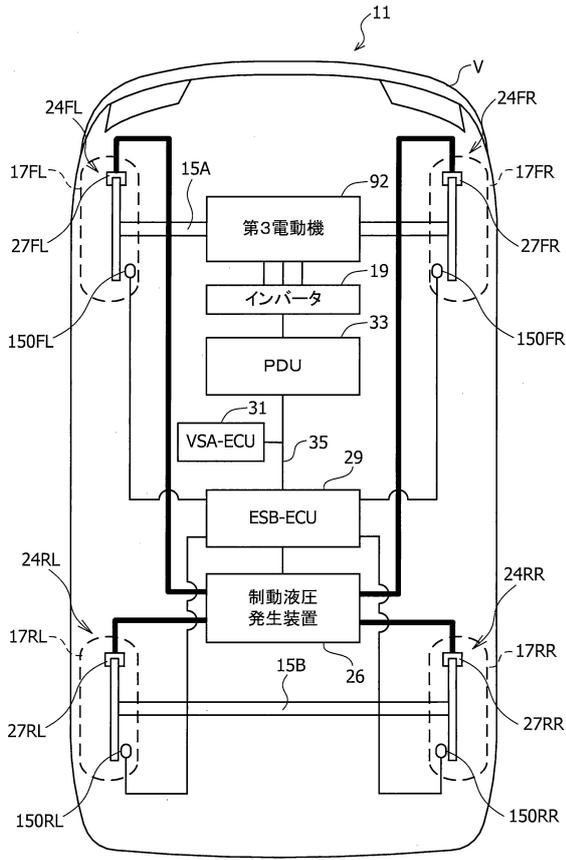
【符号の説明】

【 0 1 0 8 】

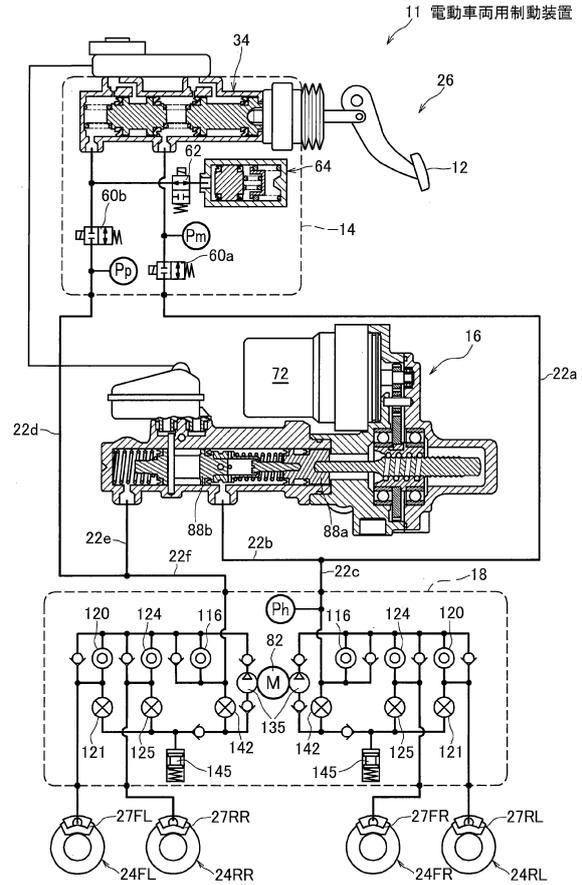
- 1 1 電動車両用制動装置
- 2 4 F L ~ 2 4 R R 液圧制動機構（液圧制動部）
- 7 7 第1制動制御部（協調制御部）
- 9 2 第3電動機（回生制動部）
- 1 6 7 第2制動制御部（安定化制御部）
- 1 7 5 第3制動制御部（協調制御部）
- V 電気自動車（電動車両）

30

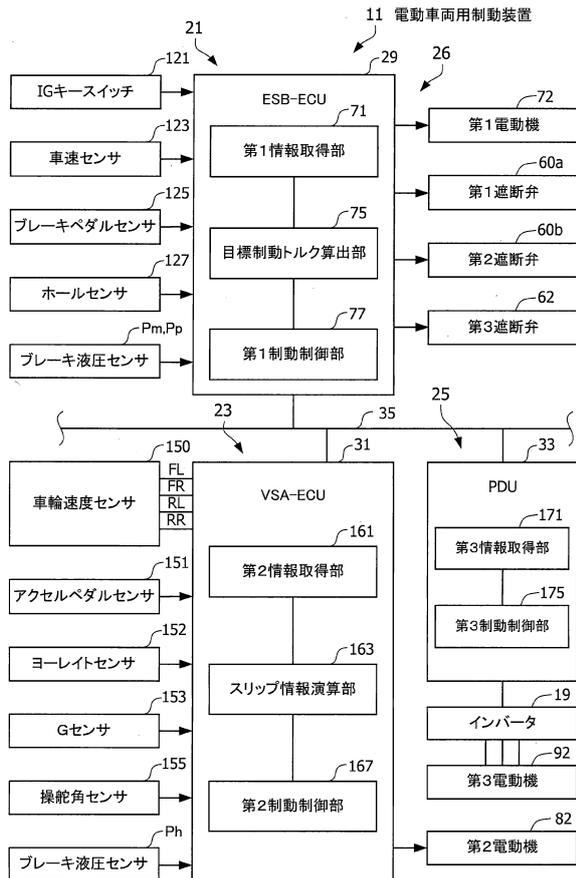
【図1】



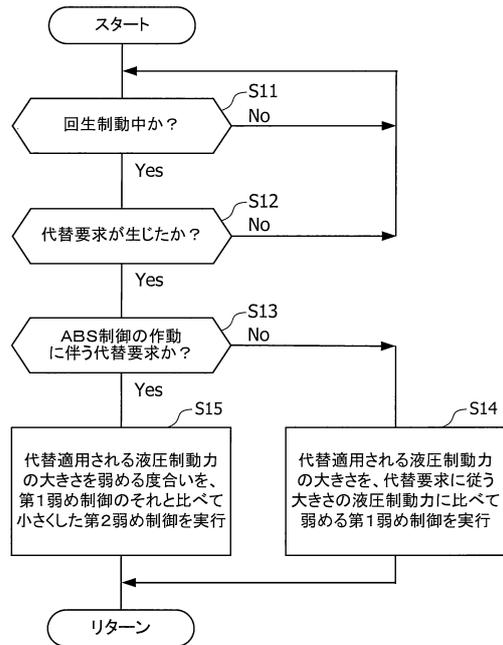
【図2】



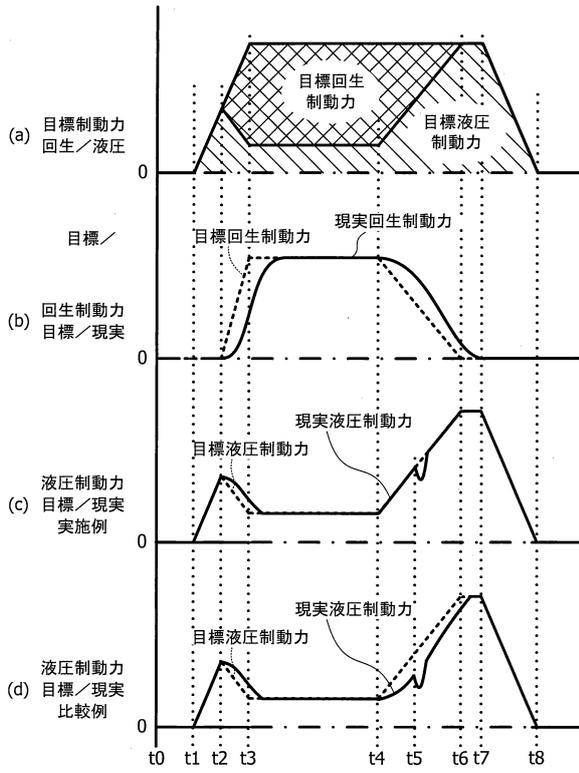
【図3】



【図4】



【 図 5 】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平06-153316(JP,A)  
特開2009-190472(JP,A)  
特表2005-517374(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60T 8/17  
B60T 8/1761