

(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2012-16162
(P2012-16162A)

(43) 公開日 平成24年1月19日(2012.1.19)

(51) Int.Cl.			F I	テーマコード (参考)		
B60L	15/20	(2006.01)	B60L 15/20	S	5H115	
H02P	5/74	(2006.01)	H02P 7/74	C	5H572	
B60L	9/18	(2006.01)	B60L 9/18	P		

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2010-149725 (P2010-149725)
(22) 出願日 平成22年6月30日 (2010.6.30)

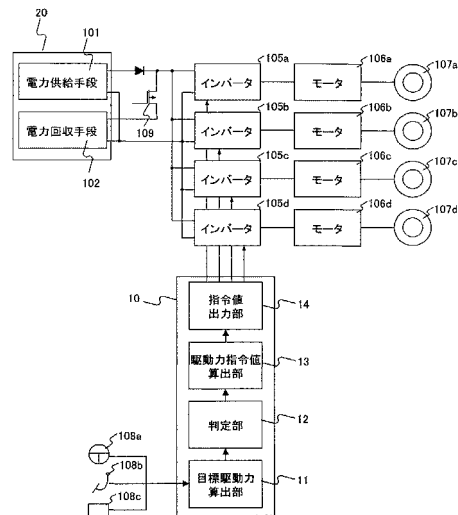
(71) 出願人 000005522
日立建機株式会社
東京都文京区後楽二丁目5番1号
(74) 代理人 100077816
弁理士 春日 譲
(74) 代理人 100156524
弁理士 猪野木 雄一
(72) 発明者 一野瀬 昌則
茨城県ひたちなか市堀口832番地2
株式会社日立製作所
機械研究所内
(72) 発明者 安田 知彦
茨城県土浦市神立町650番地
日立建機株式会社土
浦工場内
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動車両の駆動力制御装置

(57) 【要約】

【課題】 各モータの駆動状態を適切に保持しながら、目標とする車両運動を最大限に実現可能とする電動車両を提供すること。

【解決手段】 複数の車輪107を独立して駆動する複数のモータ106と、駆動力指令値に基づいて各モータへの駆動電流を制御する複数のインバータ105とを備える電動車両の駆動力制御装置10において、各モータごとに算出した目標駆動力で駆動したとき、各モータを所望の動作範囲内で稼働できるか否かを判定する判定部12と、判定部で各モータを所望の動作範囲内で稼働できないと判定されたとき、各モータを所望の動作範囲内で稼働するために、各モータごとの目標駆動力及び各モータの稼働状態に基づいて各モータの駆動力配分を調整し、各モータごとの実際の駆動力指令値を算出する駆動力指令値算出部13と、複数のインバータに対して駆動力指令値をそれぞれ出力する指令値出力部14とを備える。



【選択図】 図1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の車輪を独立して駆動する複数のモータと、駆動力指令値に基づいて前記各モータへの駆動電流を制御する複数のインバータとを備える電動車両の駆動力制御装置において、

運転者による車両操作又は車両の走行状態に基づいて、前記各モータごとの目標駆動力を算出する目標駆動力算出手段と、

前記各モータを前記目標駆動力で駆動したとき、前記各モータを所望の動作範囲内で稼働できるか否かを判定する判定手段と、

当該判定手段で前記各モータを所望の動作範囲内で稼働できないと判定されたとき、前記各モータを所望の動作範囲内で稼働するために、前記各モータごとの目標駆動力及び前記各モータの稼働状態に基づいて前記各モータの駆動力配分を調整し、前記各モータごとの実際の駆動力指令値を算出する駆動力指令値算出手段と、

前記複数のインバータに対して前記駆動力指令値をそれぞれ出力する指令値出力手段とを備えることを特徴とする電動車両の駆動力制御装置。

10

【請求項 2】

複数の車輪を独立して駆動する複数のモータと、駆動力指令値に基づいて前記各モータへの駆動電流を制御する複数のインバータとを備える電動車両の駆動力制御装置において、

運転者による車両操作又は車両の走行状態に基づいて、前記各モータごとの目標駆動力を算出する目標駆動力算出手段と、

前記各モータを前記目標駆動力で駆動したとき、前記各モータに力行動作をするものと回生動作をするものが混在するか否かを判定する判定手段と、

前記判定手段で前記各モータに力行動作をするものと回生動作をするものが混在すると判定されたとき、前記各モータの動作が力行又は回生のいずれか一方に統一されるように前記各モータごとの目標駆動力に基づいて前記各モータの駆動力配分を調整し、前記各モータごとの実際の駆動力指令値を算出する駆動力指令値算出手段と、

前記複数のインバータに対して前記駆動力指令値をそれぞれ出力する指令値出力手段とを備えることを特徴とする電動車両の駆動力制御装置。

20

【請求項 3】

請求項 2 に記載の電動車両の駆動力制御装置において、

前記複数のモータは前記電動車両の左右輪を駆動するものであり、

前記駆動力指令値算出手段は、前記判定手段で前記左右輪を駆動する 2 つのモータに力行動作をするものと回生動作をするものが混在すると判定されたとき、前記 2 つのモータに対する目標駆動力の絶対値を比較し、絶対値の小さい一方のモータに係る目標駆動力の符号を反転させて他方のモータの目標駆動力に加算することで当該他方のモータの駆動力指令値を算出し、前記一方のモータに係る目標駆動力をゼロとして当該一方のモータの駆動力指令値を算出することを特徴とする電動車両の駆動力制御装置。

30

【請求項 4】

請求項 2 に記載の電動車両の駆動力制御装置において、

前記複数のモータは前記電動車両の左右輪を駆動するものであり、

前記駆動力指令値算出手段は、前記判定手段で前記左右輪を駆動する 2 つのモータに力行動作をするものと回生動作をするものが混在すると判定されたとき、力行動作をする一方のモータに係る目標駆動力相当値を回生動作をする他方のモータの目標駆動力から減算することで当該他方のモータの駆動力指令値を算出し、前記一方のモータに係る目標駆動力をゼロとして当該一方のモータの駆動力指令値を算出することを特徴とする電動車両の駆動力制御装置。

40

【請求項 5】

請求項 2 に記載の電動車両の駆動力制御装置において、

前記複数のモータは前記電動車両の左右輪を駆動するものであり、

50

前記駆動力指令値算出手段は、

前記判定手段で前記左右輪を駆動する２つのモータに力行動作をするものと回生動作をするものが混在すると判定されたとき、前記２つのモータに対する目標駆動力を合計し、

a) 前記目標駆動力の合計値の符号が正のときは、前記２つのモータに対する目標駆動力の絶対値を比較し、絶対値の小さい一方のモータに係る目標駆動力の符号を反転させて他方のモータの目標駆動力に加算することで当該他方のモータの駆動力指令値を算出し、前記一方のモータに係る目標駆動力をゼロとして当該一方のモータの駆動力指令値を算出し、

b) 前記目標駆動力の合計値の符号が負のときは、力行動作をする一方のモータに係る目標駆動力相当値を回生動作をする他方のモータの目標駆動力から減算することで当該他方のモータの駆動力指令値を算出し、前記一方のモータに係る目標駆動力をゼロとして当該一方のモータの駆動力指令値を算出することを特徴とする電動車両の駆動力制御装置。

10

【請求項 6】

複数の車輪を独立して駆動する複数のモータと、駆動力指令値に基づいて前記各モータへの駆動電流を制御する複数のインバータと、前記複数の車輪に制動トルクを独立して与える複数の制動装置とを備える電動車両の駆動力制御装置において、

運転者による車両操作又は車両の走行状態に基づいて、前記各モータごとの目標駆動力を算出する目標駆動力算出手段と、

前記各モータを前記目標駆動力で駆動したとき、前記各モータに力行動作をするものと回生動作をするものが混在するか否かを判定する判定手段と、

20

前記判定手段で前記各モータに力行動作をするものと回生動作をするものとが混在すると判定されたとき、前記力行動作をするモータの目標駆動力に基づいて当該モータの駆動力指令値を算出し、前記回生動作をするモータの目標駆動力をゼロとして当該モータの駆動力指令値を算出し、前記回生動作をするモータの目標駆動力に相当する制動トルクを前記制動装置で発生するために当該制動装置の駆動力指令値を算出する駆動力指令値算出手段と、

前記複数のインバータに対して前記駆動力指令値をそれぞれ出力し、前記制動装置に対して前記駆動力指令値をそれぞれ出力する指令値出力手段とを備えることを特徴とする電動車両の駆動力制御装置。

【請求項 7】

30

複数の車輪を独立して駆動する複数のモータと、駆動力指令値に基づいて前記各モータへの駆動電流を制御する複数のインバータとを備える電動車両の駆動力制御装置において、

運転者による車両操作又は車両の走行状態に基づいて、前記各モータごとの目標駆動力を算出する目標駆動力算出手段と、

前記各モータごとの目標駆動力に基づいて、前記各モータごとの実際の駆動力指令値を算出する駆動力指令値算出手段と、

前記複数のインバータに対して前記駆動力指令値をそれぞれ出力する指令値出力手段と、

前記各モータを前記目標駆動力で駆動したとき、前記各モータに力行動作をするものと回生動作をするものが混在するか否かを判定する判定手段と、

40

前記判定手段で前記各モータに力行動作をするものと回生動作をするものとが混在すると判定されたとき、前記力行動作するモータへの供給電圧と前記回生動作するモータによる発生電圧との差を検出し、当該電圧差を解消するために必要な電圧を算出する電圧算出手段と、

前記複数のインバータと前記電力供給手段及び前記電力回収手段とを接続する各電源ライン上にそれぞれ設置され、前記電圧算出手段で算出された電圧を発生する電圧調整手段とを備えることを特徴とする電動車両の駆動力制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【 0 0 0 1 】

本発明は、複数の車輪を独立して駆動する複数の電動モータを備える電動車両に設置され、運転者による操作または車両の走行状態に応じて当該複数のモータの駆動力を制御する電動車両の駆動力制御装置に関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

電気駆動のモータを動力源として走行する車両としては、鉄道車両をはじめとして近年ではハイブリッド自動車や電気自動車などが普及しており、さらには鉱山用ダンプトラックなどの大型建設機械等にも電動化の例が見られる。この種の電動車両としては、動力分割機構（ディファレンシャル）を用いて1つのモータで複数の車輪を駆動するものが従来から知られていたが、各車輪の駆動トルクを個別に制御することで車両運動状態を制御することを目的の1つとして各車輪を独立して駆動する複数のモータを備えたものが知られるようになった。このような技術としては、前後・左右輪への駆動力配分が可能なモータを有する電動車両において、左右のモータが出力可能なトルク範囲では前後方向及び左右方向の目標駆動力（要求駆動力）を同時に満足できない場合に、左右方向よりも前後方向の目標駆動力を優先させることで車両のトラクション性能の向上を図ったものがある（特開2005-73458号公報参照）。

10

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 3 】

20

【 特許文献 1 】 特開2005-73458号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 4 】

ところで、上記技術のように各モータが出力可能なトルク範囲内で各モータの駆動を制御しても、各モータの駆動状態（例えば、モータ回転数、出力トルク、印加電圧等）によっては、結果的に目標とする車両運動が実現できなかつたり、運転効率が低下したりすることがある。例えば、各モータが出力可能なトルク範囲内であっても、車両への加減速要求や旋回要求等によっては、力行を行なうモータと回生を行なうモータが混在する場合があります。このように力行と回生を行うモータが混在した場合に力行時に必要な起動電圧と回生時に発生する回生電圧とが大きく異なると、回生電力を活用して他のモータを駆動するときにモータ効率が著しく低下して車両運動制御に必要な所望のトルクが発生できなかつたり、回生を行うモータからバッテリーへの電力回収が困難になったりする場合がある。

30

【 0 0 0 5 】

本発明の目的は、各モータの駆動状態を適切に保持しながら、目標とする車両運動を最大限に実現可能とする電動車両を提供することにある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 6 】

本発明は、上記目的を達成するために、複数の車輪を独立して駆動する複数のモータと、駆動力指令値に基づいて前記各モータへの駆動電流を制御する複数のインバータとを備える電動車両の駆動力制御装置において、運転者による車両操作又は車両の走行状態に基づいて、前記各モータごとの目標駆動力を算出する目標駆動力算出手段と、前記各モータを前記目標駆動力で駆動したとき、前記各モータを所望の動作範囲内で稼働できるか否かを判定する判定手段と、当該判定手段で前記各モータを所望の動作範囲内で稼働できないと判定されたとき、前記各モータを所望の動作範囲内で稼働するために、前記各モータごとの目標駆動力及び前記各モータの稼働状態に基づいて前記各モータの駆動力配分を調整し、前記各モータごとの実際の駆動力指令値を算出する駆動力指令値算出手段と、前記複数のインバータに対して前記駆動力指令値をそれぞれ出力する指令値出力手段とを備えるものとする。

40

50

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、各モータの駆動状態を適切に保持しながら、目標とする車両運動を最大限に実現できる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る電動車両の全体構成図。

【図2】本発明の第1の実施の形態に係る電動車両の走行状態を示す図。

【図3】本発明の第1の実施の形態に係る電動車両の駆動力制御装置10における処理内容のフローチャート。

10

【図4】制動右旋回中にサイン波状のヨーモーメント要求量が発生した場合の各モータ106c, 106dに対する駆動力指令値を示す図。

【図5】本発明の第2の実施の形態に係る電動車両の駆動力制御装置10における処理内容のフローチャート。

【図6】本発明の第3の実施の形態に係る電動車両の駆動力制御装置10における処理内容のフローチャートで。

【図7】本発明の第4の実施の形態に係る電動車両の全体構成図。

【図8】本発明の第5の実施の形態に係る電動車両の全体構成図。

【図9】本発明の実施の形態に係るダンブトラックの全体構成図。

【発明を実施するための形態】

20

【0009】

以下、本発明の実施の形態を図面を用いて説明する。

【0010】

図1は本発明の第1の実施の形態に係る電動車両の全体構成図である。この図に示す電動車両は、複数の車輪107a~107dと、複数のモータ106a~106dと、複数のインバータ105a~105dと、バッテリー20と、チョッパ109と、駆動力制御装置10を備えている。

【0011】

車輪107a及び車輪107bは、車両の前輪として車体の左右に取り付けられている。車輪107c及び車輪107dは、車両の後輪として車体の左右に取り付けられている。モータ106a~106dは、各車輪107a~107dを独立して駆動可能なように、対応する車輪107a~107dに接続されている。インバータ105a~105dは、それぞれモータ106a~106dと接続されており、駆動力制御装置10で各モータ106a~106dごとに決定された駆動力指令値に基づいて各モータ106a~106dへの駆動電流を制御している。バッテリー20は、モータ106a~106dへの駆動電力を供給する電力供給手段101と、モータ106a~106dによる減速を行ったときの回生電力を回収する電力回収手段102として機能しており、電源ラインに接続されている。電源ラインには各インバータ105a~105dが接続されており、各インバータ105a~105dは電源ラインを介してさらにモータ106a~106dに接続されている。チョッパ109は、モータ106からバッテリー20に回収される回収電力を制御している。

30

40

【0012】

駆動力制御装置10は、目標駆動力算出部11と、判定部12と、駆動力指令値算出部13と、指令値出力部14を備えている。

【0013】

目標駆動力算出部(目標駆動力算出手段)11は、運転者による車両操作又は車両の走行状態に基づいて、各モータ106a~106dごとの目標駆動力を算出する部分である。目標駆動力算出部11には、運転者によるステアリング操作時の操舵角を検出する操舵角センサ108a、運転者によりアクセルペダルが踏み込まれたときのその踏み込み量を検出するアクセルセンサ108b、旋回時における車両の実ヨーレートを検出するヨーレ

50

ートセンサ108c等の各種センサが接続されている。また、車速を検出するために、各モータの回転速度を検出する速度センサ(図示せず)を接続しても良い。

【0014】

目標駆動力算出部11はこれら各種センサからの検出値に基づいて車両走行状態を推定し、当該車両走行状態に基づいて目標駆動力を算出している。ここで推定される車両走行状態には、例えば、車速、加速度、車両は旋回中か、車両はスリップしているか等が含まれる。また、ここで算出される目標駆動力は、車両を安定走行させるために各モータ106a~106dに要求されるトルクである。目標駆動力算出部11で算出された目標駆動力は判定部12に出力される。

【0015】

判定部(判定手段)12は、目標駆動力算出部11で算出された目標駆動力で各モータ106a~106dを駆動したとき、その各モータ106a~106dを所望の動作範囲内で稼働できるか否かを判定する部分である。ここでモータ106a~106dの動作特性について見てみると、モータのトルク特性は一般的にモータの逆起電力の影響で回転速度に反比例して出力トルクが低下する。また、通常は力行よりも回生制動時により多くのトルクが要求されることから、インバータ素子や巻線の電流制限の問題、電圧によるトルク特性カーブの形状変化等により力行時と回生時とではモータ端子の電源電圧が異なることがある。これらの要因によりモータ出力トルクに制限が生じたり電源電圧に変動が生じることになる。そこで、本実施の形態では、このような制限に拘束されない範囲で各モータ106a~106dを動作させているか否かを判定部12で判定している。具体的には、本実施の形態の判定部12は、目標駆動力算出部11で算出された目標駆動力で各モータ106a~106dを駆動したとき、各モータ106a~106dに力行動作をするものと回生動作をするものが混在するか否かを判定している。

【0016】

指令値出力部(指令値出力手段)14は、後述する駆動力指令値算出部13で算出された駆動力指令値を複数のインバータ105a~105dに対してそれぞれ出力する部分であり、各インバータ105a~105dと接続されている。

【0017】

駆動力指令値算出部(駆動力指令値算出手段)13は、目標駆動力算出部11で算出された各モータ106a~106dごとの目標駆動力に基づいて、各モータ106a~106dごとの駆動力指令値を算出する部分である。駆動力指令値算出部13は、判定部12で各モータ106a~106dを所望の動作範囲内で稼働できると判定されたときは、目標駆動力算出部11で算出された目標駆動力に基づいて各モータ106a~106dごとの駆動力指令値を算出する。一方、判定部12で各モータ106a~106dを所望の動作範囲内で稼働できないと判定されたときは、各モータ106a~106dを所望の動作範囲内で稼働するために、各モータ106a~106dごとの目標駆動力及び各モータ106a~106dの稼働状態に基づいて各モータ106a~106dの駆動力配分を調整し、各モータ106a~106dごとの実際の駆動力指令値を算出する。ここで算出される駆動力指令値は、各モータ106a~106dのトルク値であり、各モータ106a~106dへ供給すべき電流値に比例した値である。また、ここでは駆動力指令値の符号が「正」のときは力行を示し、「負」のときは回生を示すものとする。

【0018】

判定部12で各モータ106a~106dを所望の動作範囲内で稼働できないと判定されたときにおいて、駆動力指令値算出部13で駆動力指令値を算出する際に用いられる駆動力配分の調整方法としては、判定部12で各モータ106a~106dに力行動作をするものと回生動作をするものが混在すると判定されたとき、各モータ106a~106dの動作が力行又は回生のいずれか一方に統一されるように各モータ106a~106dごとの目標駆動力に基づいて各モータ106a~106dの駆動力配分を調整し(すなわち、算出される駆動力指令値の正負の符号を全て揃える)、各モータ106a~106dごとの実際の駆動力指令値を算出するものがある。このように各モータ106a~106

10

20

30

40

50

dの動作が力行又は回生のいずれか一方に統一されるように調整すると、モータ力行時に必要な駆動電圧とモータ回生時に発生する回生電圧が大きく異なってしまうことが回避されるので、モータ効率が著しく低下して必要トルクが出力できなくなり所望のトルク差による車両運動の制御ができなくなることを防止できる。すなわち、力行と回生の状態を明確に分離することで、モータ特性やモータ稼働状態によらず確実な車両運動制御を実現できる。

【0019】

また、駆動力指令値算出部13におけるさらに好ましい駆動力配分の調整方法としては、判定部12で各モータ106a~106dに力行動作をするものと回生動作をするものとを混在すると判定されたとき、各モータ106a~106dの動作が力行又は回生のい

10

【0020】

図2は本発明の第1の実施の形態に係る電動車両の走行状態を示す図である。なお、先の図と同じ部分には同じ符号を付して説明は省略する(後の図も同様とする)。ここでは、便宜上、車体の左右に取り付けられた後輪107c, 107dに着目する。例えば、図中に示すように制動右旋回をしたときにオーバーステアにより車体がスピン状態に陥ったものとする。このとき、目標駆動力算出部11は、左輪107cの減速トルク(図中矢印201)を増加させる一方で右輪107dの減速トルク(図中矢印202)を同量だけ減少させることで、車体重心点回りに反時計回りのヨーモーメントを発生させてスピン状態の車体姿勢を補正しようとする。しかし、ここで車体姿勢を補正するためのヨーモーメント要求量が制動指令より大きくなると、右輪107dの目標駆動力202はさらに減少されていき、ついには力行側(矢印逆向き)へと移行して力行と回生が同時に生じてしまう。そこで、ここでは、駆動力指令値算出部13によって、力行側に移行した駆動力202を回生側の駆動力201に配分することで、ヨーモーメント生成量を変化させずにスピン状態の回避を試みるものとする。次に、図3を用いて、この場合に駆動力制御装置10で行われる具体的処理内容について説明する。

20

【0021】

図3は、本発明の第1の実施の形態に係る電動車両の駆動力制御装置10における処理内容のフローチャートである。駆動力制御装置10は図3に示す処理を開始すると、まず、目標駆動力算出部11において、左右輪107c, 107dの目標駆動力 T_{TL} , T_{TR} を算出し、当該目標駆動力 T_{TL} , T_{TR} を判定部12に出力する(S301)。次に、駆動力制御装置10は、判定部12において、目標駆動力 T_{TL} , T_{TR} の符号に基づいて、2つのモータ106c, 106dに力行動作するものと回生動作するものが混在するか否かを判定し、当該判定結果を駆動力指令値算出部13に出力する。具体的には、本実施の形態の判定部12は、2つの目標駆動力 T_{TL} , T_{TR} を乗じた値の符号に基づいて2つのモータ106c, 106dに対する要求動作を判定しており、符号が「正」であれば2つのモータの動作が力行又は回生のいずれか一方に統一されているものと判定し、

30

40

【0022】

S302で力行と回生が混在すると判定されたときには、駆動力制御装置10における駆動力指令値算出部13は、2つのモータ106c, 106dに対する目標駆動力 T_{TL} , T_{TR} の絶対値を比較し、絶対値の小さい方を判定する(S303)。次に、S303で絶対値が小さいと判定された一方のモータに係る目標駆動力の符号を反転させて、他方のモータ(絶対値の大きい方)の目標駆動力に加算することで当該他方のモータの駆動力指令値を算出し、前記一方のモータに係る目標駆動力をゼロとして当該一方のモータの駆動力指令値を算出する。ここで、S304は、S303においてモータ106dの目標駆

50

動力 T_{TR} の絶対値の方が小さいと判定された場合であり、その目標駆動力 T_{TR} の符号を反転させてモータ106cの目標駆動力 T_{TL} に加算することでモータ106cの駆動力指令値 T_{OL} を算出し、モータ106dの目標駆動力 T_{TR} をゼロとして駆動力指令値 T_{OR} を算出する場合である。一方、S305は、S303においてモータ106cの目標駆動力 T_{TL} の絶対値の方が小さいと判定された場合であり、その目標駆動力 T_{TL} の符号を反転させてモータ106dの目標駆動力 T_{TR} に加算することでモータ106dの駆動力指令値 T_{OR} を算出し、モータ106cの目標駆動力 T_{TL} をゼロとして駆動力指令値 T_{OL} を算出する場合である。

【0023】

ところで、S302で力行と回生は混在していないと判定されたときには、目標駆動力算出部11で算出された目標駆動力 T_{TL} 、 T_{TR} に基づいて、そのまま駆動力指令値 T_{OL} 、 T_{OR} を算出する(S306)。次に、駆動力制御装置10は指令値出力部14において、S304、305、306で算出された駆動力指令値 T_{OL} 、 T_{OR} を各インバータ105c、105dに対して出力する(S307)。これにより、インバータ105c、105dによってモータ106c、106dの駆動トルクが制御されて車輪107c、107dが回転し、車両の走行が行われる。これ以後はS301に戻り、上記の各処理を繰り返す。なお、以下において、図3中に破線で示したS302～S307に係る処理をS1と称することがある。

【0024】

次に、上記処理の具体例として、図2のように制動右旋回中に車両がスピン状態となり、その状態を補正するためにサイン波状のヨーモーメント要求量が発生した場合について説明する。図4は、制動右旋回中にサイン波状のヨーモーメント要求量が発生した場合の各モータ106c、106dに対する駆動力指令値 T_{OL} 、 T_{OR} を示す図である。

【0025】

この図において、一点鎖線401、404は、運転者によるブレーキペダル操作で要求された制動要求、すなわち負の駆動力であり、破線で示した波形402、405は、スピン状態の補正のために目標駆動力算出部11で算出された目標駆動力 T_{TL} 、 T_{TR} であり、実線で示した波形403、404は、駆動力指令値算出部13で算出された駆動力指令値 T_{OL} 、 T_{OR} である。

【0026】

この図の例では、スピン状態を補正するためのヨーモーメント生成のために、左輪107cは右輪107dより相対的に強い制動側に、右輪107dは相対的に弱い制動側に補正值が加えられている。スピン状態の補正が開始された当初は、両モータ106c、106dともに回生動作を行っているので、駆動力制御装置11では上記処理におけるS301、302、306、307が繰り返し行われる。ところが、ヨーモーメント要求量が増大していき右輪107dの目標駆動力 T_{TR} が負の値から正の値に変わると(図4中の点P)、判定部12は力行動作を行うモータと回生動作を行うモータが混合しているものと判定し、S303以下の処理を実行する。すなわち、力行動作を行うモータと回生動作を行うモータが混合しているものと判定部12が判定すると、駆動指令値算出部13は、相対的に目標駆動力の絶対値が小さい右輪107d側の目標駆動力 T_{TR} を左輪107c側の目標駆動力 T_{TL} に加算し、右輪107d側の目標駆動力 T_{TR} をゼロとする。このようにして算出された駆動力指令値 T_{OL} 、 T_{OR} が、実線の波形403、406である。このとき左右輪107c、107dの駆動力指令値 T_{OL} 、 T_{OR} の差は、右輪107d側の目標駆動力 T_{TR} を左輪107c側の目標駆動力 T_{TL} に加算する前と比較しても変化していないので、生成ヨーモーメントも要求通りの量を確保できる。

【0027】

本実施の形態のように左右モータ106c、106dに対する目標駆動力において力行と回生が混在した場合には、目標駆動力の絶対値の小さい一方モータの駆動力をゼロにして、その駆動力分を他方のモータに割り当てることで、駆動力差を維持しながら力行と回生が混在しないように駆動力を再配分することができる。したがって、本実施の形態によ

10

20

30

40

50

れば、力行と回生の状態を明確に分離することで、モータ特性やモータ稼働状態によらず左右輪 107c, 107d 間のトルク差によるヨーモーメント量を確実に生成することができるので、各モータの駆動状態を適切に保持しながら、目標とする車両運動を最大限に実現できる。

【0028】

なお、上記の説明では、減速走行中（制動）に生じたスピンを補正する場合についてのみ説明したが、加速走行中にスピンが発生した場合にも同様の効果を発揮できる。この場合には、一方のモータに係る目標駆動力がヨーモーメント要求量の増大に従って力行側から徐々にゼロに近づくことになる。そして、当該一方のモータに係る目標駆動力の符号が負に変わったら、当該目標駆動力の符号を反転させて他方の目標駆動力に加算し、当該一方のモータに係る目標駆動力をゼロとすれば良い。

10

【0029】

また、上記ではモータ 106 で駆動される左右輪が 1 組の場合を例に挙げて説明した。しかし、モータ 106 で駆動される左右輪が 2 組以上の場合であっても、各組におけるモータの動作を上記処理を利用して力行又は回生の一方に統一しつつ、さらに、同一のバッテリー（電力供給手段及び電力回収手段）20 に接続されるすべてのモータの動作を力行又は回生の一方に統一すれば、本実施の形態と同様の効果を発揮することができる。

【0030】

次に本発明の第 2 の実施の形態について説明する。本実施の形態は駆動力制御装置 10 による処理内容が第 1 の実施の形態と異なるが、ハードウェア構成は同じである。図 5 は本発明の第 2 の実施の形態に係る電動車両の駆動力制御装置 10 における処理内容のフローチャートである。

20

【0031】

この図に示すように、本実施の形態に係る制御処理のフローチャートは、S302 において力行動作をするモータと回生動作をするモータが混在すると判定された場合に、左右輪 107c, 107d を駆動する 2 つのモータ 106c, 106d のうちどちらが回生動作をしているかを判定し（S501）、力行動作をするモータに係る目標駆動力に相当する値を回生動作をするモータの目標駆動力から減算することで当該回生動作をするモータの駆動力指令値を算出し、当該力行動作をするモータに係る目標駆動力をゼロとして当該一方のモータの駆動力指令値を算出する点（S502, 503）で図 3 に示したものと異なる。なお、以下において、図 5 中に破線で示した S302 ~ S307 に係る処理を S2 と称することがある。

30

【0032】

このように駆動力指令値を算出しても、第 1 の実施の形態と同様に、左右輪 107c, 107d 間のトルク差によりヨーモーメント要求量を生成することができるので、各モータの駆動状態を適切に保持しながら、目標とする車両運動を最大限に実現できる。特に、このように駆動力指令値を算出すると、力行と回生が混在した場合には力行側のモータの駆動力指令値が常にゼロとなるので、不用意な車両の加速が防止できる点にメリットがある。すなわち、車両全体の加速度としては減速側に保ちつつ駆動力差を維持しながら力行と回生が混在しないように駆動力を再配分することができる。

40

【0033】

次に本発明の第 3 の実施の形態について説明する。本実施の形態は、運転者の操作等の要求に基づく車両全体の目標駆動力が加速要求か減速要求かに応じて、第 1 の実施の形態に係る制御処理 S1 と第 2 の実施の形態に係る制御処理 S2 を使い分けている点に特徴がある。なお、電動車両のハードウェア構成は先の各実施の形態と同じである。

【0034】

図 6 は本発明の第 3 の実施の形態に係る電動車両の駆動力制御装置 10 における処理内容のフローチャートである。この図に示すように、駆動力制御装置 10 における判定部 12 は、S301 において算出された 2 つのモータに対する目標駆動力 T_{TL} , T_{TR} を合計し、当該目標駆動力の合計値の符号が正か負かを判定することで、車両全体の目標駆動

50

力が加速要求か減速要求であるかを決定する（S601）。駆動力制御装置10は、S601において目標駆動力の合計値が正であると判定された場合（加速要求）には処理S1を実行し（S602）、負であると判定された場合（減速要求）には処理S2を実行する（S603）。

【0035】

このようにモータ106c, 106dの駆動力を制御すると、加速要求されている場合には処理S1が実行されるので、常に車両全体の加速度を加速側に保った状態で駆動力を再配分できる。その一方で、減速要求されている場合には処理S2が実行されるので、常に車両全体の加速度を減速側に保った状態で駆動力を再配分できる。したがって、本実施の形態によれば、運転者の加減速の意思がより反映された制御を実現することができる。

10

【0036】

次に本発明の第4の実施の形態について説明する。図7は本発明の第4の実施の形態に係る電動車両の全体構成図である。この図に示す電動車両は、複数の制動装置701a~701dと、駆動力制御装置10Aと、複数の車輪107a~107dと、複数のモータ106a~106dと、複数のインバータ105a~105dと、バッテリー20と、チョップアップ109を備えている。

【0037】

複数の制動装置701a~701dは、駆動力制御装置10Aから出力される制動力指令値に基づいて、複数の車輪107a~107dに制動トルクを独立して与えるものである。制動装置701a~701dとしては、例えば、車輪107a~107dとともに回転する回転部材に摩擦材を押し付けることで摩擦による制動を行う装置がある。制動装置701a~701dは、先の各実施の形態では全てインバータ105a~105dに出力されていた駆動指令値のうち、負の値又はモータ106a~106dの回生トルクの不足分に相当する値を指令値出力部702a~702dから指令値として入力し、当該駆動力指令値に対応する制動トルクを発生する。

20

【0038】

駆動力制御装置10Aは、駆動力指令値算出部13Aと、指令値出力部14Aと、指令値出力部702a~702dを備えている。

【0039】

駆動力指令値算出部（駆動力指令値算出手段）13Aは、判定部12で各モータ106a~106dに力行動作をするものと回生動作をするものとが混在すると判定されたとき、複数のモータ106a~106dの中で力行動作をするものの目標駆動力に基づいて当該モータの駆動力指令値をそれぞれ算出し、複数のモータ106a~106dの中で回生動作をするものの目標駆動力をゼロとして当該モータの駆動力指令値をそれぞれ算出する。さらに、当該回生動作をするモータの目標駆動力に相当する制動トルクに対応する制動装置701a~701dで発生するために、当該制動装置701a~701dの駆動力指令値をそれぞれ算出する。ここで算出された2種類の駆動力指令値のうち、各モータ106a~106dに対する駆動力指令値は駆動力出力部14Aに出力され、各制動装置701a~701dに対する駆動力指令値は各制動装置701a~701dに対応する指令値出力部702a~702dに駆動力出力部14Aを介して出力される。

30

40

【0040】

指令値出力部14Aは、複数のインバータ105a~105dに接続されており、駆動力指令値算出部13Aから入力された駆動力指令値を各指令値に対応するインバータ105a~105dに対して出力する。また、指令値出力部702a~702dは、それぞれ対応する制動装置701a~701dに接続されており、駆動力指令値算出部13Aから入力された駆動力指令値を各指令値に対応する制動装置701a~701dに出力する。すなわち、本実施の形態において、指令値出力部14A及び指令値出力部702a~702dは指令値出力手段として機能している。

【0041】

上記のように構成された電動車両において、判定部12で各モータ106a~106d

50

に力行動作をするものと回生動作をするものとが混在すると判定されると、力行動作するモータ106に対応するインバータ105には目標駆動力算出部11で算出された目標駆動力に相当する駆動力指令値が出力され、当該駆動力指令値に基づいてモータ106が駆動される。一方、回生動作すべきモータ106に対応する制動装置701には、目標駆動力算出部11で算出された目標駆動力に相当する制動トルクを発生するための駆動力指令値が指令値出力部702から出力されるので、制動装置701がモータ106に代わって制動トルクを発生する。

【0042】

これにより、各モータ106a~106dの動作は力行に統一されることになるので、モータ力行時に必要な駆動電圧とモータ回生時に発生する回生電圧とが大きく異なってしまふことが回避され、モータ効率が著しく低下して必要トルクが出力できなくなり所望のトルク差による車両運動の制御ができなくなることを防止できる。すなわち、力行と回生の状態を明確に分離することで、モータ特性やモータ稼働状態によらず確実な車両運動制御を実現できる。特に、本実施の形態では、回生側の駆動力指令値分の減速トルクを制動装置701a~701dで生成するので、運転者が減速要求しているのに車両全体の加速度としては加速側になるという事態が発生することが回避できる。これにより、車両の挙動と運転者の操作とが乖離することが無くなるので、運転者が車両の挙動に対して違和感を持つことを低減できる。

【0043】

次に本発明の第5の実施の形態について説明する。図8は本発明の第5の実施の形態に係る電動車両の全体構成図である。この図に示す電動車両は、複数の電圧調整装置801a~801dと、駆動力制御装置10Bと、複数の車輪107a~107dと、複数のモータ106a~106dと、複数のインバータ105a~105dと、バッテリー20と、チョッパ109を備えている。

【0044】

電圧調整装置801a~801dは、複数のインバータ105a~105dとバッテリー20とを接続する各電源ライン上にそれぞれ設置されており、駆動力制御装置10Bにおける電圧算出部802で算出された電圧を発生する。

【0045】

駆動力制御装置10Bは、目標駆動力算出部11と、駆動力指令値算出部13Bと、指令値出力部14と、判定部12Bと、電圧算出部802を備えている。

【0046】

駆動力指令値算出部13Bは、目標駆動力算出部11で算出された各モータ106a~106dごとの目標駆動力に基づいて、各モータ106a~106dごとの実際の駆動力指令値を算出する部分であり、目標駆動力算出部11と指令値出力部14に接続されている。判定部12Bは、目標駆動力算出部11で算出された目標駆動力で各モータ106a~106dを駆動したとき、各モータ106a~106dに力行動作をするものと回生動作をするものが混在するか否かを判定する部分であり、目標駆動力算出部11と電圧算出部802に接続されている。判定部12による判定結果は、電圧算出部802に出力される。

【0047】

電圧算出部(電圧算出手段)802は、判定部12で各モータ106a~106dに力行動作をするものと回生動作をするものとが混在すると判定されたとき、力行動作するモータへの供給電圧と回生動作するモータによる発生電圧との差を検出し、当該電圧差を解消するために必要な電圧を算出する部分であり、判定部12と各電圧調整装置801a~801dに接続されている。ここで算出された電圧は、該当する電圧調整装置801a~801dに出力される。

【0048】

上記のように構成される電動車両において、判定部12Bで各モータ106a~106dに力行動作をするものと回生動作をするものとが混在すると判定されると、電圧算出部

10

20

30

40

50

802は、その力行動作するモータへの供給電圧と回生動作するモータによる発生電圧との電圧差に基づいて当該電圧差を解消するために必要な電圧を算出し、該当する電圧調整装置801a~801dに当該算出値を出力する。そして、電圧算出部802で算出された電圧値の入力を受けた電圧調整装置801a~801dは該当する電圧を発生し、力行動作するモータへと回生動作するモータとの間に生じる電圧差が解消される。

【0049】

このように、本実施の形態によれば、各モータ106a~106dに力行動作をするものと回生動作をするものが混在しても、両者の間に生じる電圧差を解消することができるので、モータ力行時に必要な駆動電圧とモータ回生時に発生する回生電圧とが大きく異なってしまうことが回避され、モータ効率が著しく低下して必要トルクが出力できなくなり所望のトルク差による車両運動の制御ができなくなることを防止できる。したがって、本実施の形態によっても、モータ特性やモータ稼働状態によらず確実な車両運動制御を実現できる。

【0050】

ところで、上記の各実施の形態の説明では、電動車両の種類に関しては特に限定しなかったが、全体の重量が大きく重心が高い車両では車両運動が不安定になりやすく、スリップ状態を補正するためのヨーモーメント制御が重要となる。そのため上記各実施の形態で説明した駆動力制御装置10, 10A, 10Bは、乗用車等と比較して顕著な効果を奏することとなる。この種の電動車両としては、例えば、ベッセルを備えるダンプトラックがある。

【0051】

図9は本発明の実施の形態に係るダンプトラックの全体構成図である。この図に示すダンプトラック900は、頑丈なフレーム構造で形成された車体91と、車体91上に起伏可能に搭載されたベッセル(荷台)92と、車体91に装着された前輪93及び後輪94を主に備えている。ベッセル92は、碎石物等の荷物を積載するために設けられた容器であり、ピン結合部95等を介して車体91に対して起伏可能に連結されている。ベッセル92の下部には、車両の幅方向に所定の間隔を介して2つの起伏シリンダ96が設置されている。起伏シリンダ96に圧油が供給・排出されると、起伏シリンダ96が伸長・縮端してベッセル92が起伏される。

【0052】

この図に示したダンプトラックは、ベッセル92に荷物を積載している状態では、総重量が車体重量の何倍にも達することがあり、それに伴って車両重心も高くなってしまふ。そのため、上記各実施の形態で説明した駆動力制御装置10, 10A, 10Bは、顕著な効果を発揮することができる。

【0053】

以上、本発明を実施するための実施の形態について説明したが、本発明の具体的な構成は上記各実施の形態のみに限定されるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等があっても本発明に含まれる。

【符号の説明】

【0054】

- 10 駆動力制御装置
- 11 目標駆動力算出部
- 12 判定部
- 13 駆動力指令値算出部
- 14 指令値出力部
- 20 バッテリ
- 105 インバータ
- 106 モータ
- 107 車輪
- 108 各種センサ

10

20

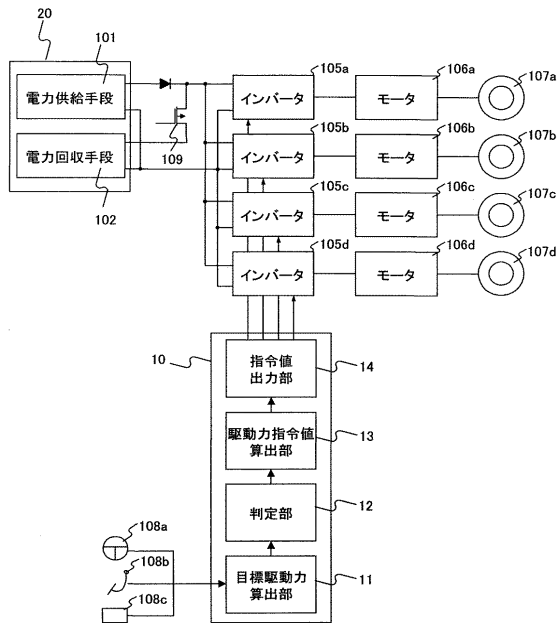
30

40

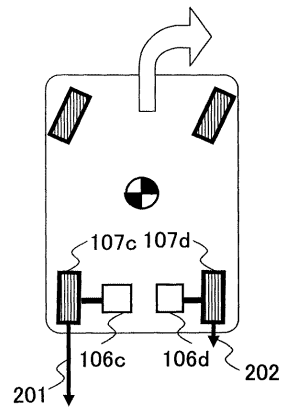
50

- 701 制動装置
- 702 指令値出力部
- 801 電圧調整装置
- 802 電圧算出部
- TTL, TTR 目標駆動力
- TOR, TOL 駆動力指令値

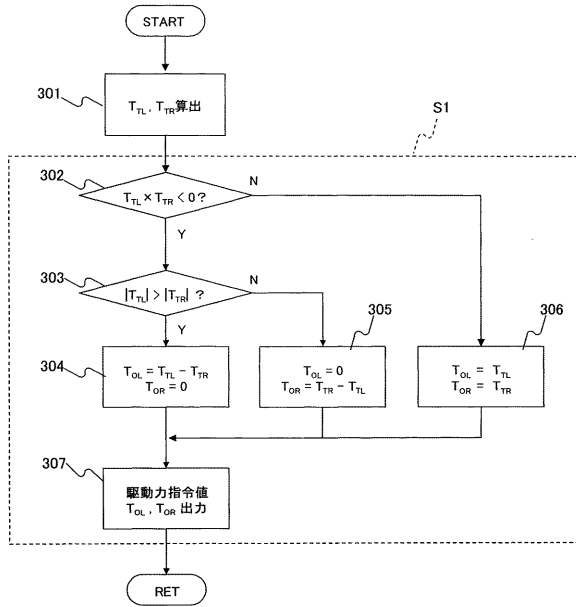
【図1】



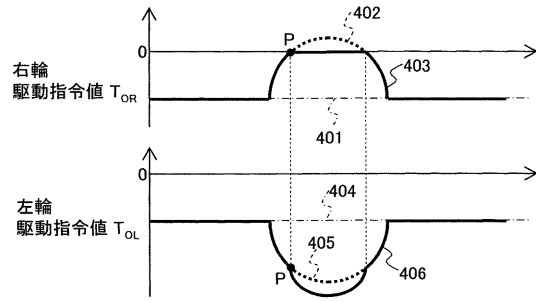
【図2】



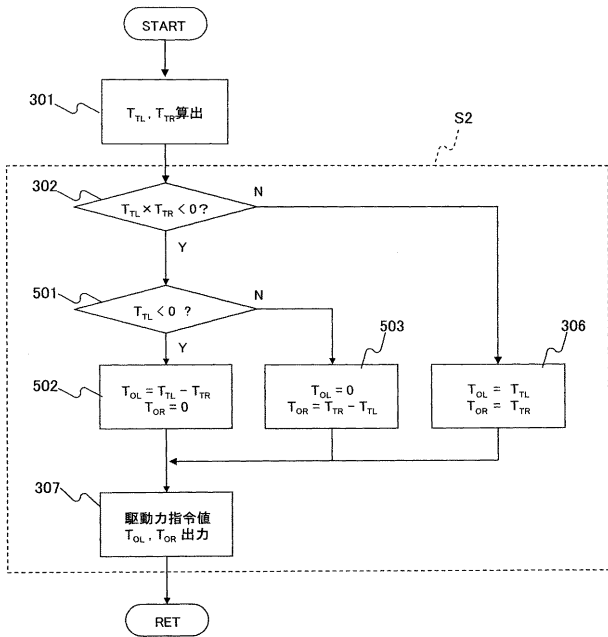
【 図 3 】



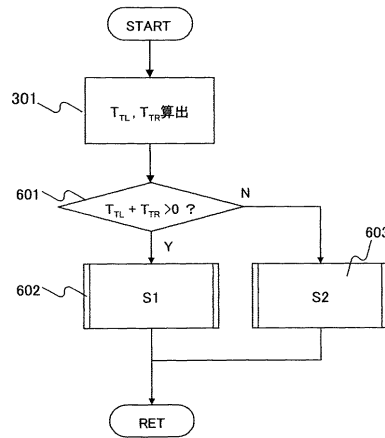
【 図 4 】



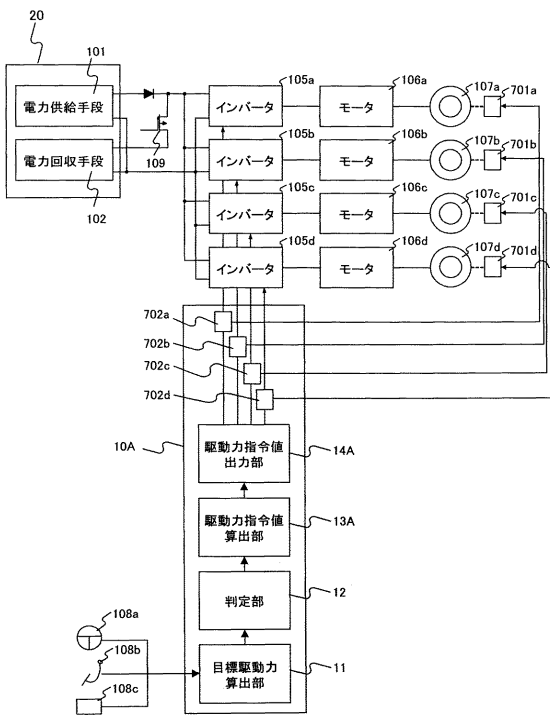
【 図 5 】



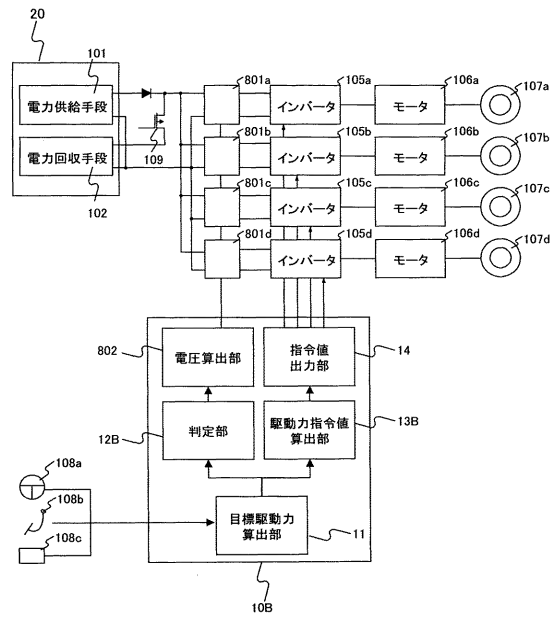
【 図 6 】



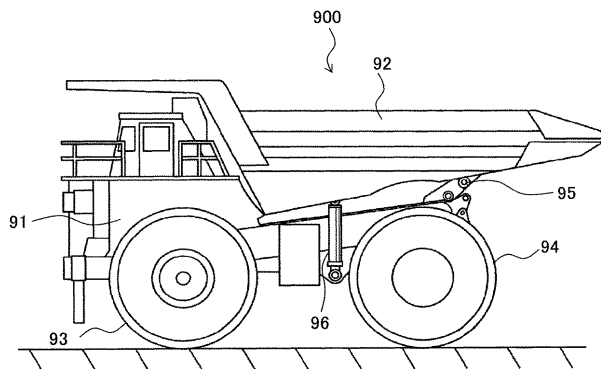
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(72)発明者 佐藤 隆之

茨城県土浦市神立町 6 5 0 番地

日立建機株式会社土浦工場内

Fターム(参考) 5H115 PC06 PG04 P116 P129 P017 PU08 PV03 PV09 Q104 SE10

TB01 T021 TR02 TR05 TU01 TU04

5H572 AA02 BB02 CC04 DD02 EE03 HB07 HC07 LL01