

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6517089号
(P6517089)

(45) 発行日 令和1年5月22日(2019.5.22)

(24) 登録日 平成31年4月26日(2019.4.26)

(51) Int. Cl.		F I			
B60L	15/20	(2006.01)	B60L	15/20	S
B60L	9/18	(2006.01)	B60L	9/18	L
B60L	3/00	(2019.01)	B60L	3/00	J
B60K	7/00	(2006.01)	B60K	7/00	

請求項の数 4 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2015-118584 (P2015-118584)	(73) 特許権者	000102692 NTN株式会社 大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号
(22) 出願日	平成27年6月11日(2015.6.11)	(74) 代理人	100086793 弁理士 野田 雅士
(65) 公開番号	特開2017-5899 (P2017-5899A)	(74) 代理人	100087941 弁理士 杉本 修司
(43) 公開日	平成29年1月5日(2017.1.5)	(72) 発明者	神田 剛志 静岡県磐田市東貝塚1578番地 NTN 株式会社内
審査請求日	平成30年5月28日(2018.5.28)	審査官	笹岡 友陽

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車輪独立駆動式車両の駆動制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

左右の駆動輪を個別に駆動する左右のモータを備えた車両に搭載され、
操作部の操作に応じて指令トルクを生成し出力するECUと、
直流電力を交流電力に変換するインバータを含むパワー回路部、および、前記ECUから与えられる前記指令トルクに従って前記パワー回路部を介し前記モータをトルク制御するモータコントロール部を有するインバータ装置と、
を備えた車輪独立駆動式車両の駆動制御装置において、

前記各モータおよび前記各モータに接続されるインバータ装置を含む駆動系統毎に設けられ、この駆動系統に生じた異常を検出する異常検出手段と、

この異常検出手段により異常が検出された駆動系統における前記インバータ装置から前記モータへの制御信号が停止したとき、モータ駆動用の電源電圧とモータ回転数との定められた関係に基づき、前記異常が検出された駆動系統におけるモータが発生する回生トルクを算出し、この回生トルクに対し逆向きで且つこの回生トルクの絶対値に基づき求められるトルクを、異常が検出されない駆動系統におけるモータに分配する異常対応トルク配分変更手段と、

を設けたことを特徴とする車輪独立駆動式車両の駆動制御装置。

【請求項2】

請求項1に記載の車輪独立駆動式車両の駆動制御装置において、前記異常対応トルク配分変更手段は、前記指令トルクに基づき算出された、全てのモータに与えられるトルクの

総和である総駆動トルクが異常検出の前後で変わらないように、算出された総駆動トルクに、前記異常が検出された駆動系統におけるモータが発生する回生トルクと逆向きのトルクを加えた駆動トルクを、異常が検出されない駆動系統におけるモータに分配する車輪独立駆動式車両の駆動制御装置。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の車輪独立駆動式車両の駆動制御装置において、前記異常対応トルク配分変更手段は、前記車両における左右方向のトルク分配比が異常検出の前後で変わらないように、異常が検出されない駆動系統におけるモータに、算出された前記回生トルクに対し逆向きで且つこの回生トルクの絶対値に基づき求められるトルクを分配する車輪独立駆動式車両の駆動制御装置。

10

【請求項 4】

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 項に記載の車輪独立駆動式車両の駆動制御装置において、前記モータは、このモータと、前記駆動輪を支持する車輪用軸受と、前記モータの回転を減速して前記車輪用軸受に伝える減速機とを含むインホイールモータ駆動装置を構成する車輪独立駆動式車両の駆動制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、車輪独立駆動式車両の駆動制御装置に関し、逆起電圧が電源電圧を超えた領域でのフェールセーフを実施する技術に関する。

20

【背景技術】

【0002】

駆動輪を駆動するモータを備えた車両が実用化されている。前記モータにおいて、小型で高出力なモータの中には、高回転で逆起電圧のピークが電源電圧を上回るものがある。このような状況では、通常、ベクトル制御において d 軸電流を流すことで、逆起電圧を抑制しながら、トルク制御を行う弱め界磁制御が一般的である。

【0003】

但し、インバータやモータ、センサ類などの異常により制御を行うことができずモータへの通電が停止した場合には、逆起電圧のピークが電源電圧を上回り、モータからインバータを介してバッテリーに発電電流が流れると同時に、回生トルクが発生する。その結果、車両に意図しないブレーキがかかってしまう。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開平 11 - 46406 号公報

【特許文献 2】特開平 11 - 262101 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従来技術では、全く同じ状況ではないが、異常等の発生時に、モータ出力線をリレー等で開放する技術（特許文献 1）や、インホイールモータ内にクラッチのような機構を設ける技術（特許文献 2）が提案されている。

40

しかし、モータ出力線にリレー等を付けると配線抵抗が増えたり、回路が複雑になりコスト高となる。また、インホイールモータ内にクラッチのような機構を設けると、モータの構造が複雑になりモータサイズが大きくなったりコスト高に繋がる。

【0006】

この発明の目的は、構造を複雑化することなく、車両に意図しないブレーキがかかることを低減することができる車輪独立駆動式車両の駆動制御装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

50

この発明の車輪独立駆動式車両の駆動制御装置 20 は、左右の駆動輪 2, 2 を個別に駆動する左右のモータ 6, 6 を備えた車両に搭載され、

操作部 16, 17 の操作に応じて指令トルクを生成し出力する ECU 21 と、

直流電力を交流電力に変換するインバータ 31 を含むパワー回路部 28、および、前記 ECU 21 から与えられる前記指令トルクに従って前記パワー回路部 28 を介し前記モータ 6 をトルク制御するモータコントロール部 29 を有するインバータ装置 22 と、
を備えた車輪独立駆動式車両の駆動制御装置 20 において、

前記各モータ 6 および前記各モータ 6 に接続されるインバータ装置 22 を含む駆動系統 K 毎に設けられ、この駆動系統 K に生じた異常を検出する異常検出手段 34 と、

この異常検出手段 34 により異常が検出された駆動系統 K におけるインバータ装置 22 からモータ 6 への制御信号が停止したとき、モータ駆動用の電源電圧とモータ回転数との定められた関係に基づき、前記異常が検出された駆動系統 K におけるモータ 6 が発生する回生トルクを算出し、この回生トルクに対し逆向きで且つこの回生トルクの絶対値に基づき求められるトルクを、異常が検出されない駆動系統 K におけるモータ 6 に分配する異常対応トルク配分変更手段 35 と、
を設けたことを特徴とする。

前記定められた関係は、試験やシミュレーション等の結果により定められる。

【0008】

この構成によると、車両の駆動時、異常検出手段 34 は、各モータ 6 および各モータ 6 に接続されるインバータ装置 22 を含む駆動系統 K に生じた異常をそれぞれ検出する。異常検出手段 34 で検出する異常としては、(1) 検出系の異常、(2) 電力供給系の異常、(3) 配線系の異常が考えられる。(1) 検出系の異常としては、例えば、モータ 6 に流れる電流を検出する電流センサ 38、検出回路等の異常、それらの電線の断線やショート等がある。(2) 電力供給系の異常としては、例えば、モータコントロール部 29 またはパワー回路部 28 の異常等がある。(3) 配線系の異常としては、モータ線の断線やショート等がある。

異常検出手段 34 は、例えば、ある駆動系統 K につき、ECU 21 から与えられる指令トルクに相応する電流が検出されないとき、前記駆動系統 K に検出系または電力供給系の異常が発生したと検出する。

【0009】

異常対応トルク配分変更手段 35 は、異常が検出された駆動系統 K におけるインバータ装置 22 からモータ 6 への制御信号が停止したとき、電源電圧とモータ回転数との定められた関係に基づき、異常が検出された駆動系統 K におけるモータ 6 が発生する回生トルクを算出する。さらに異常対応トルク配分変更手段 35 は、算出した回生トルクに対し逆向きでこの回生トルクの絶対値に基づき求められるトルクを、異常が検出されない(正常な)駆動系統 K におけるモータ 6 に分配する。

【0010】

このように、ある駆動系統 K におけるモータ 6 への制御信号が停止した場合に、逆起電圧のピークが電源電圧を上回って回生トルクが発生しても、この回生トルクと逆向きのトルクであって回生トルクの絶対値に基づき求められるトルクを、正常な駆動系統 K におけるモータ 6 に分配するため、車両に意図しないブレーキがかかることを低減することができる。この場合、リレーや機構等を設ける従来技術よりも構造を複雑化することなく、意図しないブレーキがかかることを低減し得る。

【0011】

前記異常対応トルク配分変更手段 35 は、前記指令トルクに基づき算出された、全てのモータ 6 に与えられるトルクの総和である総駆動トルクが異常検出の前後で変わらないように、算出された総駆動トルクに、前記異常が検出された駆動系統 K におけるモータ 6 が発生する回生トルクと逆向きのトルクを加えた駆動トルクを、異常が検出されない駆動系統 K におけるモータ 6 に分配するものとしても良い。この場合、異常検出手段 34 による異常検出の前後において、総駆動トルクの変化を抑制することができるため、車両の運転

10

20

30

40

50

者は、違和感なく車両の運転操作を続行することができる。

【0012】

前記異常対応トルク配分変更手段35は、前記車両における左右方向のトルク分配比が異常検出の前後で変わらないように、異常が検出されない駆動系統Kにおけるモータ6に、算出された前記回生トルクに対し逆向きで且つこの回生トルクの絶対値に基づき求められるトルクを分配するものとしても良い。この場合、異常検出の前後において、車両の左右方向のトルク分配比が変わることを抑制できるため、車両の直進や旋回も支障なく運転操作を続行することができる。

【0013】

前記モータ6は、このモータ6と、前記駆動輪2を支持する車輪用軸受4と、前記モータ6の回転を減速して前記車輪用軸受4に伝える減速機7とを含むインホイールモータ駆動装置IWMを構成するものとしても良い。

10

【発明の効果】

【0014】

この発明の車輪独立駆動式車両の駆動制御装置は、左右の駆動輪を個別に駆動する左右のモータを備えた車両に搭載され、操作部の操作に応じて指令トルクを生成し出力するECUと、直流電力を交流電力に変換するインバータを含むパワー回路部、および、前記ECUから与えられる前記指令トルクに従って前記パワー回路部を介し前記モータをトルク制御するモータコントロール部を有するインバータ装置とを備えた車輪独立駆動式車両の駆動制御装置において、前記各モータおよび前記各モータに接続されるインバータ装置を含む駆動系統毎に設けられ、この駆動系統に生じた異常を検出する異常検出手段と、この異常検出手段により異常が検出された駆動系統における前記インバータ装置から前記モータへの制御信号が停止したとき、モータ駆動用の電源電圧とモータ回転数との定められた関係に基づき、前記異常が検出された駆動系統におけるモータが発生する回生トルクを算出し、この回生トルクに対し逆向きで且つこの回生トルクの絶対値に基づき求められるトルクを、異常が検出されない駆動系統におけるモータに分配する異常対応トルク配分変更手段とを設けた。このため、構造を複雑化することなく、車両に意図しないブレーキがかかることを低減することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0015】

30

【図1】この発明の実施形態に係る駆動制御装置を搭載した電気自動車を平面図で示す概念構成のブロック図である。

【図2】同電気自動車におけるインホイールモータ駆動装置の断面図である。

【図3】同駆動制御装置の制御系のブロック図である。

【図4】同駆動制御装置のインバータ等の回路図である。

【図5】モータ回転数と出力トルクとの関係を示す図である。

【図6】逆起電圧のピーク値とモータ回転数との関係を示す図である。

【図7】左後輪に異常が発生した場合のトルク分配例を示す図である。

【図8】総駆動トルクが異常検出の前後で変わらないようにトルク分配する例を示す図である。

40

【図9】車両の左右方向のトルク分配比が異常検出の前後で変わらないようにトルク分配する例を示す図である。

【図10】車両の左右方向のトルク分配比が異常検出の前後で変わらないようにトルク分配する他の例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

この発明の実施形態を図1ないし図10と共に説明する。

図1は、この実施形態に係る駆動制御装置を搭載した車両である電気自動車を平面図で示す概念構成のブロック図である。この電気自動車は、車体1の左右の後輪となる車輪2が駆動輪とされ、左右の前輪となる車輪3が従動輪とされた四輪自動車である。前輪とな

50

る車輪 3 は操舵輪とされている。左右の前輪となる操舵輪である車輪 3 , 3 は、図示しない転舵機構を介して転舵可能であり、ハンドル等の操舵手段 1 5 により操舵される。駆動輪となる左右の車輪 2 , 2 は、それぞれ独立の走行用のモータ 6 により駆動される。各モータ 6 は、後述のインホイールモータ駆動装置 IWM を構成する。各車輪 2 , 3 には、図示外のブレーキが設けられている。

【 0 0 1 7 】

図 2 は、この電気自動車におけるインホイールモータ駆動装置 IWM の断面図である。各インホイールモータ駆動装置 IWM は、それぞれ、モータ 6、減速機 7、および車輪用軸受 4 を有し、これらの一部または全体が車輪内に配置される。モータ 6 の回転は、減速機 7 および車輪用軸受 4 を介して駆動輪 2 に伝達される。車輪用軸受 4 のハブ輪 4 a のフランジ部には前記ブレーキを構成するブレーキロータ 5 が固定され、同ブレーキロータ 5 は駆動輪 2 と一体に回転する。モータ 6 は、例えば、ロータ 6 a のコア部に永久磁石が内蔵された埋込磁石型同期モータである。このモータ 6 は、ハウジング 8 に固定したステータ 6 b と、回転出力軸 9 に取り付けたロータ 6 a との間にラジアルギャップを設けたモータである。

10

【 0 0 1 8 】

制御系を説明する。

図 1 に示すように、車体 1 には、ECU 2 1 と、複数（この例では 2 つ）のインバータ装置 2 2 とを含む駆動制御装置 2 0 が搭載されている。ECU 2 1 は、自動車全般の統括制御を行い、各インバータ装置 2 2 に指令を与える上位制御手段である。各インバータ装置 2 2 は、ECU 2 1 の指令に従って各走行用のモータ 6 の制御をそれぞれ行う。ECU 2 1 は、コンピュータとこれに実行されるプログラム、並びに各種の電子回路等で構成される。

20

【 0 0 1 9 】

ECU 2 1 は、指令トルク演算部 4 7 と、トルク配分手段 4 8 とを有する。指令トルク演算部 4 7 は、主に、アクセル操作部 1 6 の出力するアクセル開度の信号と、ブレーキ操作部 1 7 の出力する減速指令とから、左右輪 2 , 2 の走行用のモータ 6 , 6 に加える加速・減速指令を指令トルクとして生成する。トルク配分手段 4 8 は、指令トルク演算部 4 7 で演算された加速・減速指令を、操舵手段 1 5 の操舵角を検出する図示しない操舵角センサの出力する旋回指令を考慮して、左右輪 2 , 2 の走行用のモータ 6 , 6 へ分配するように各インバータ装置 2 2 へ出力する。

30

【 0 0 2 0 】

また、指令トルク演算部 4 7 は、ブレーキ操作部 1 7 の出力する減速指令があったときに、モータ 6 を回生ブレーキとして機能させる制動トルク指令値と、図示外のブレーキへの制動トルク指令値とに配分する機能を有する。回生ブレーキとして機能させる制動トルク指令値は、各走行用のモータ 6 , 6 に与える加速・減速指令の指令トルクに反映させる。アクセル操作部 1 6 およびブレーキ操作部 1 7 は、それぞれアクセルペダルおよびブレーキペダルと、各ペダルの動作量をそれぞれ検出するアクセルセンサ 1 6 a およびブレーキセンサ 1 7 a とを有する。バッテリー 1 9 は、車体 1 に搭載され、モータ 6 の駆動、および車両全体の電気系統の電源として用いられる。

40

【 0 0 2 1 】

図 3 は、この駆動制御装置 2 0 の制御系のブロック図である。以後、図 1 も適宜参照しつつ説明する。インバータ装置 2 2 は、各モータ 6 に対して設けられたパワー回路部 2 8 と、このパワー回路部 2 8 を制御するモータコントロール部 2 9 とを有する。モータコントロール部 2 9 は、このモータコントロール部 2 9 が持つインホイールモータ駆動装置 IWM に関する各検出値や制御値等の各情報（例えば、モータ回転数、制御トルク、異常情報等）を ECU 2 1 に出力する機能を有する。

【 0 0 2 2 】

ここで図 5 は、モータ回転数と出力トルクとの関係を示す図である。モータの最大トルク T_{MA} は、モータ回転数が上昇するに従って下がっていく。したがって、アクセル操作

50

部 1 6 (図 1) を最大限踏み込んだときに最大トルク T_{MA} が出るようにするには、図 3 に示すように、指令トルク演算部 4 7 は、アクセルセンサ 1 6 a の出力するアクセル開度の信号と、ECU 2 1 に与えられたモータ回転数から、指令トルクを算出する必要がある。

【 0 0 2 3 】

パワー回路部 2 8 は、インバータ 3 1 と、このインバータ 3 1 を駆動する P W M ドライバ 3 2 とを有する。インバータ 3 1 は、バッテリー 1 9 (図 1) の直流電力をモータ 6 の駆動に用いる 3 相の交流電力に変換する。図 4 に示すように、インバータ 3 1 は、複数の半導体スイッチング素子 1 8 で構成され、P W M ドライバ 3 2 (図 3) は、オンオフ指令に基づきインバータ 3 1 を駆動する。半導体スイッチング素子 1 8 は、例えば、絶縁ゲート

10

【 0 0 2 4 】

図 3 に示すように、モータコントロール部 2 9 は、その基本となる制御部としてモータ駆動制御部 3 0 を有する。モータ駆動制御部 3 0 は、ECU 2 1 から与えられる指令トルクによる加速・減速指令に従い、電流指令に変換してパルス幅変調し、P W M ドライバ 3 2 にオンオフ指令を与える。モータ駆動制御部 3 0 は、インバータ 3 1 からモータ 6 に流すモータ電流を電流センサ 3 8 から得て、電流フィードバック制御 (制御信号による制御) を行う。また、モータ駆動制御部 3 0 は、モータ 6 のロータ 6 a (図 2) の回転角を回転角度検出手段 3 6 から得て、ベクトル制御 (制御信号による制御) を行う。回転角度検出手段 3 6 として、例えば、レゾルバ等が適用される。

20

【 0 0 2 5 】

この実施形態では、上記構成の駆動制御装置 2 0 に、異常検出手段 3 4 および異常対応トルク配分変更手段 3 5 を設けている。

【 0 0 2 6 】

異常検出手段 3 4 は駆動系統 K に生じた異常を検出する。この異常検出手段 3 4 は、各モータ 6 および各モータ 6 に接続されるインバータ装置 2 2 を含む駆動系統 K 毎に設けられる。この例では、左側車輪 2 の走行用のモータ 6 に対応するインバータ装置 2 2 (これら左側車輪 2 用のモータ 6 およびインバータ装置 2 2 が一つの駆動系統 K) のモータコントロール部 2 9 に、この駆動系統 K に生じた異常を検出する異常検出手段 3 4 が設けられる。また右側車輪 2 の走行用のモータ 6 に対応するインバータ装置 2 2 (これら右側車輪

30

【 0 0 2 7 】

異常検出手段 3 4 で検出する異常としては、(1) 検出系の異常、(2) 電力供給系の異常、(3) 配線系の異常が考えられる。

(1) 検出系の異常としては、例えば、モータ 6 に流れる電流を検出する電流センサ 3 8、その検出回路 (図示せず) の異常、それらの電線の断線やショート等がある。検出系の異常の他の例として、回転角度検出手段 3 6 の異常、その検出回路 (図示せず) の異常、それらの電線の断線やショート等がある。

(2) 電力供給系の異常としては、例えば、モータ駆動制御部 3 0 の異常、P W M ドライバ 3 2 の異常、半導体スイッチング素子 1 8 の異常がある。

40

(3) 配線系の異常としては、モータ線の断線やショート等がある。

【 0 0 2 8 】

異常検出手段 3 4 は、例えば、ある駆動系統 K につき、ECU 2 1 から与えられる指令トルクに相応する電流が電流センサ 3 8 から検出されないとき、前記駆動系統 K に検出系または電力供給系の異常が発生したと検出する。また異常検出手段 3 4 は、例えば、ある駆動系統 K につき、回転角度検出手段 3 6 で検出されて演算されるモータ角加速度が、ECU 2 1 から与えられる指令トルクに相応するモータ角加速度に対し閾値以上乖離しているとき、前記駆動系統 K に検出系または電力供給系の異常が発生したと検出する。

前記指令トルクに相応する電流、前記指令トルクに相応するモータ角加速度、前記閾値

50

は、例えば、試験やシミュレーション等の結果により定められる。以下同じ。

【 0 0 2 9 】

異常検出手段 3 4 は、例えば、ある駆動系統 K につき、電流センサ 3 8 から検出される電流が、E C U 2 1 から与えられる指令トルクに相応する電流に対し閾値以上乖離しているとき、前記駆動系統 K に電力供給系の異常または配線系の異常が発生したと検出する。

【 0 0 3 0 】

異常対応トルク配分変更手段 3 5 は、E C U 2 1 におけるトルク配分手段 4 8 に設けられる。異常対応トルク配分変更手段 3 5 は、判定部 3 5 a と、回生トルク算出部 3 5 b と、トルク配分変更部 3 5 c とを有する。判定部 3 5 a は、前述の異常検出手段 3 4 により異常が検出された駆動系統 K におけるインバータ装置 2 2 からモータ 6 への制御信号が停止したか否かを判定する。具体的に、ある異常検出手段 3 4 が異常を検出すると、このモータコントロール部 2 9 は、異常が検出された駆動系統 K における、前記モータ 6 の制御トルクおよびモータ回転数と共に、異常情報を E C U 2 1 に与える。

10

【 0 0 3 1 】

判定部 3 5 a は、与えられた異常情報等から前記駆動系統 K のインバータ装置 2 2 からモータ 6 への制御信号が停止したと判定すると、回生トルク算出部 3 5 b は、モータ駆動用の電源電圧とモータ回転数との定められた関係に基づき、異常が検出された駆動系統 K におけるモータ 6 が発生する回生トルクを算出する。トルク配分変更部 3 5 c は、この算出した回生トルクに対し逆向きで且つこの回生トルクの絶対値に基づき算出されたトルクを、異常が検出されない駆動系統 K (正常な駆動系統 K) におけるモータ 6 に分配する。

20

【 0 0 3 2 】

図 2 に示すように、このモータ 6 は、ロータ 6 a のコア部に永久磁石が内蔵された埋込磁石型同期モータであるため、モータ 6 への制御信号が停止した場合であっても、ロータ 6 a がフリーで回転している状態ではこのモータ 6 の巻線に電圧が発生する。この電圧はインバータ装置側への逆起電圧となる。ここで図 6 は、逆起電圧のピーク値とモータ回転数との関係を示す図である。モータ回転数が高くなるに従って、逆起電圧のピーク値が高くなる。

【 0 0 3 3 】

図 3、図 6 に示すように、逆起電圧のピーク値が電源電圧 (バッテリ 1 9 (図 1) の電圧) 以下のとき、モータ 6 からバッテリ 1 9 (図 1) に発電電流は流れず、回生トルクは発生しない。つまり逆起電圧のピーク値が電源電圧以下となる定められたモータ回転数 N_a 以下のときには、回生トルクが発生せず実用上問題とならない。前記定められたモータ回転数 N_a は、試験やシミュレーションの結果により定められる。

30

【 0 0 3 4 】

逆起電圧のピーク値が電源電圧 (バッテリ 1 9 (図 1) の電圧) を上回ると、モータ 6 からインバータ 3 1 を介してバッテリ 1 9 (図 1) に発電電流が流れる。これと同時に回生トルクが発生し、その結果、車両に意図しないブレーキがかかってしまう。そこで、トルク配分変更部 3 5 c は、算出した回生トルクに対し逆向きで且つこの回生トルクと絶対値が同じとなるトルクを、異常が検出されない駆動系統 K (正常な駆動系統 K) におけるモータ 6 に分配する。

40

【 0 0 3 5 】

以下、図 7 乃至図 1 0 と共に、車体 1 の左右の後輪 2 , 2、および左右の前輪 3 , 3 がそれぞれ独立のモータ 6 により駆動される駆動輪とした場合のトルク分配例を示す。以下、図 3 も適宜参照しつつ説明する。この場合、図示しないが、インバータ装置 2 2 (図 3) はモータ 6 毎にそれぞれ設けられる。

【 0 0 3 6 】

図 7 (a) は、左右の前後輪 3 , 2 の駆動系統が正常時を示している。このとき、左前輪 3、左後輪 2、右前輪 3、右後輪 2 にそれぞれ A、B、C、D ニュートンメートル (N · m) のトルクが発生している。同図において、矢印の向きはトルクの方角を表し、矢印の長さはトルクの大さを示す。以下同じ。図 7 (b) に示すように、左後輪 2 の駆動系

50

統に異常が発生した場合、左後輪 2 に B' ($N \cdot m$) の回生トルク (走行を妨げるトルク) が発生すると、異常対応トルク配分変更手段 35 (図 3) は、この回生トルクと逆向きのトルク ($-B'$ ($N \cdot m$)) を残りの三輪に分配する。

【0037】

例えば、左後輪 2 に発生した回生トルクが B' ($N \cdot m$) = $-(e + f + g)$ と回生トルク算出部 35 b (図 3) が算出すると、トルク配分変更部 35 c (図 3) は、左前輪 3 に e ($N \cdot m$)、右前輪 3 に f ($N \cdot m$)、右後輪 2 に g ($N \cdot m$) のトルクをそれぞれ分配する。そうすると、左前輪 3 に $A + e = A'$ ($N \cdot m$)、右前輪 3 に $C + f = C'$ ($N \cdot m$)、右後輪 2 に $D + g = D'$ ($N \cdot m$) のトルクがそれぞれ発生する。

【0038】

図 8 (a) は、左右の前後輪 3, 2 の駆動系統が正常時を示している。このとき、左前輪 3、左後輪 2、右前輪 3、右後輪 2 にそれぞれ A 、 B 、 C 、 D ニュートンメートル ($N \cdot m$) のトルクが発生している。図 8 (b) に示すように、左後輪 2 の駆動系統に異常が発生した場合、トルク配分変更部 35 c (図 3) は、指令トルクに基づき算出された総駆動トルク (Total TRQ) が、異常検出の前後で変わらないように、算出された総駆動トルクに、異常が検出された駆動系統におけるモータ 6 につき発生する回生トルクと逆向きのトルクを加えた駆動トルクを、正常な駆動系統におけるモータ 6 に分配しても良い。

【0039】

この場合、総駆動トルク Total TRQ は次のように表される。

$$\begin{aligned} \text{Total TRQ} &= A + B + C + D \quad \dots (\text{正常時}) \\ &= A + (h + i + j) + C + D \\ &= A + (h + i + j) + C + D + B' + (e + f + g) \quad \dots (\text{異常時}) \\ &= (A + e + h) + (C + f + i) + (D + g + j) + B' \\ &= A' + B' + C' + D' \end{aligned}$$

B および $A' \sim D'$ に次のような関係が成り立つ。

$$\begin{aligned} B &= h + i + j, \quad B' = -(e + f + g) \\ A' &= A + e + h, \quad C' = C + f + i, \quad D' = D + g + j \end{aligned}$$

【0040】

つまり左後輪 2 の駆動系統の異常時、左後輪 2 に発生した回生トルクが B' ($N \cdot m$) = $-(e + f + g)$ と回生トルク算出部 35 b (図 3) が算出すると、トルク配分変更部 35 c (図 3) は、総駆動トルク Total TRQ が異常検出の前後で変わらないように、左前輪 3 に $e + h$ ($N \cdot m$)、右前輪 3 に $f + i$ ($N \cdot m$)、右後輪 2 に $g + j$ ($N \cdot m$) のトルクをそれぞれ分配する。

【0041】

図 9 (a) は、左右の前後輪 3, 2 の駆動系統が正常時を示している。このとき左前輪 3、左後輪 2、右前輪 3、右後輪 2 にそれぞれ A 、 B 、 C 、 D ($N \cdot m$) のトルクが発生している。図 9 (b) に示すように、左後輪 2 の駆動系統に異常が発生した場合、トルク配分変更部 35 c (図 3) は、車両における左右方向のトルク分配比が異常検出の前後で変わらないように、異常が検出されない駆動系統におけるモータ 6 にトルクを分配しても良い。この例では、異常検出の前後で総駆動トルクを変えず、前記左右方向のトルク分配比が異常検出の前後で変わらないように、正常な駆動系統のモータ 6 にトルクを分配する。

【0042】

異常時の左前輪 3、左後輪 2、右前輪 3、右後輪 2 のトルクをそれぞれ A' 、 B' 、 C' 、 D' ($N \cdot m$) とすると、左右方向のトルク分配比は正常時と異常時とで同一であるから次式が成立する。 $(A + B) : (C + D) = (A' + B') : (C' + D')$

そうすると、トルク配分変更部 35 c (図 3) は、左前輪 3 に $A + B + (-B') = A'$ ($N \cdot m$) のトルクを発生させる。

【0043】

図 10 に示すように、トルク配分変更部 35 c (図 3) は、異常検出の前後で総駆動ト

10

20

30

40

50

ルクを変えて、左右方向のトルク分配比が異常検出の前後で変わらないように、異常が検出されない駆動系統におけるモータ6にトルクを分配しても良い。

図9(b)に示すような異常時において、左前輪3のトルク $A' = A + B + (-B')$ が、出力可能な最大トルクを超える場合は、右側の車輪3, 2のトルクを下げて左右方向のトルクのバランスをとるしかない。具体的には、図10(b)に示すように、トルク配分変更部35c(図3)は、右前輪3に C' (但し、 $C > C'$)(N・m)、右後輪2に D' (但し、 $D > D'$)(N・m)のトルクを分配する。

【0044】

作用効果について説明する。

以上説明した駆動制御装置20によれば、車両の駆動時、異常検出手段34は、駆動系統に生じた異常をそれぞれ検出する。判定部35aは、与えられた異常情報等からある駆動系統のモータ6への制御信号が停止したと判定すると、回生トルク算出部35bは、異常が検出された駆動系統におけるモータ6につき発生する回生トルクを算出する。さらにトルク配分変更部35cは、回生トルク算出部35bで算出した回生トルクに対し逆向きで且つ算出した回生トルクの絶対値に基づき求められるトルクを、正常な駆動系統におけるモータ6に分配する。

【0045】

このように、ある駆動系統におけるモータ6への制御信号が停止した場合に、逆起電圧のピークが電源電圧を上回って回生トルクが発生しても、この回生トルクに対し逆向きでこの回生トルクの絶対値に基づき求められるトルクを、正常な駆動系統におけるモータ6に分配するため、車両に意図しないブレーキがかかることを低減することができる。この場合、リレーや機構等を設ける従来技術よりも構造を複雑化することなく、意図しないブレーキがかかることを低減し得る。

【0046】

総駆動トルクが異常検出の前後で変わらないように、算出された総駆動トルクに、異常が検出された駆動系統におけるモータ6につき発生する回生トルクと逆向きのトルクを加えた駆動トルクを、正常な駆動系統のモータ6に分配する場合、異常検出の前後において、総駆動トルクの変化を抑制することができる。このため、車両の運転者は、違和感なく車両の運転操作を続行することができる。

【0047】

車両における左右方向のトルク分配比が異常検出の前後で変わらないように、正常な駆動系統のモータ6にトルクを分配する場合、異常検出の前後において、車両の左右方向のトルク分配比が変わることを抑制できるため、車両の直進や旋回も支障なく運転操作を続行することができる。

【0048】

他の実施形態について説明する。

車両として、左右の前輪二輪を独立して駆動する二輪独立駆動車を適用しても良い。また車両として、左右の前輪二輪を独立して駆動し、左右の後輪二輪を独立して駆動する四輪独立駆動車を適用しても良い。

インホイールモータ駆動装置IWMにおいては、サイクロイド式の減速機、遊星減速機、平行2軸減速機、その他の減速機を適用可能であり、また、減速機を採用しない、所謂ダイレクトモータタイプであってもよい。

【0049】

以上、実施形態に基づいてこの発明を実施するための形態を説明したが、今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではない。この発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【符号の説明】

【0050】

2 ... 車輪(駆動輪)

10

20

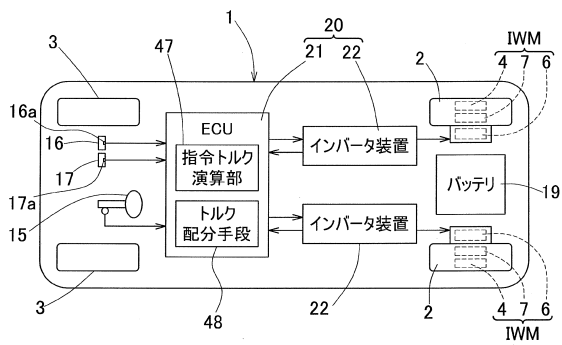
30

40

50

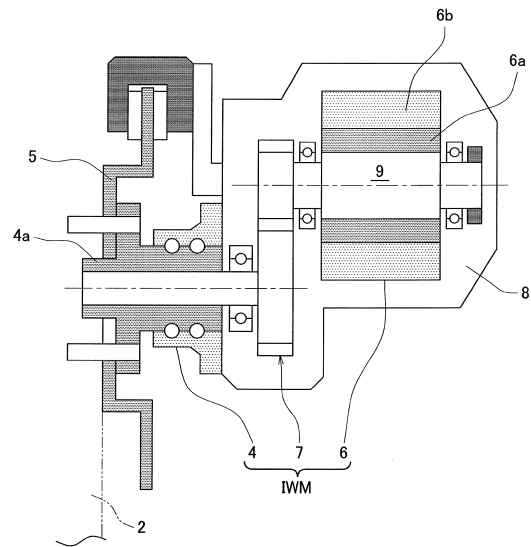
- 4 ... 車輪用軸受
- 6 ... モータ
- 7 ... 減速機
- 16 ... アクセル操作部
- 17 ... ブレーキ操作部
- 20 ... 駆動制御装置
- 21 ... ECU
- 22 ... インバータ装置
- 28 ... パワー回路部
- 29 ... モータコントロール部
- 31 ... インバータ
- 34 ... 異常検出手段
- 35 ... 異常対応トルク配分変更手段
- IWM ... インホイールモータ駆動装置
- K ... 駆動系統

【図1】



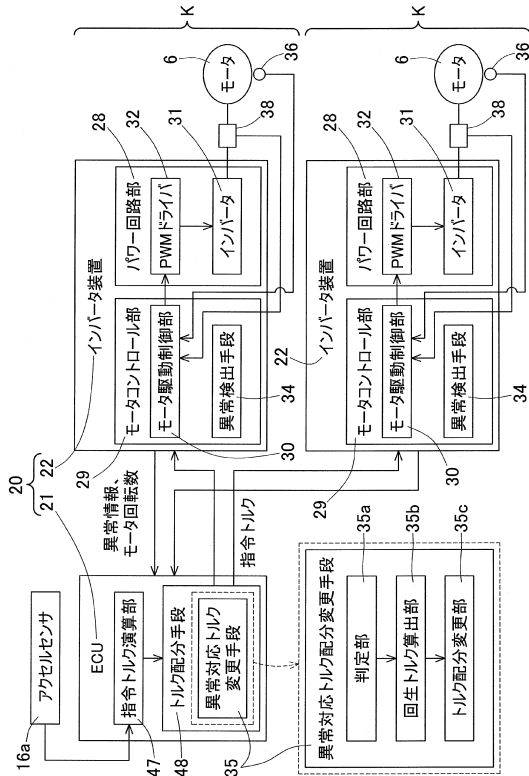
- 2: 車輪(駆動輪)
- 4: 車輪用軸受
- 6: モータ
- 7: 減速機
- 16: アクセル操作部
- 17: ブレーキ操作部
- 20: 駆動制御装置

【図2】

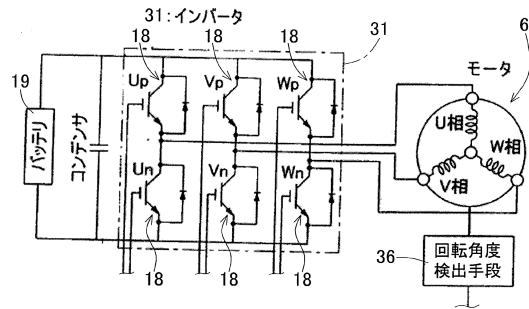


IWM: インホイールモータ駆動装置

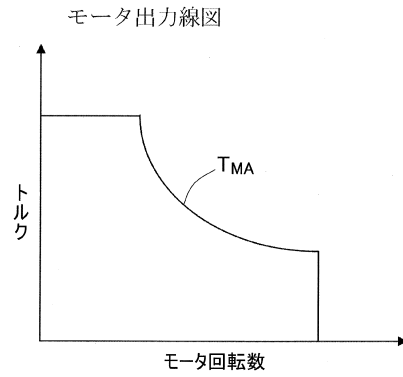
【図3】



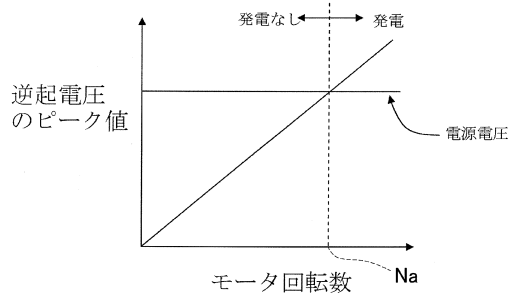
【図4】



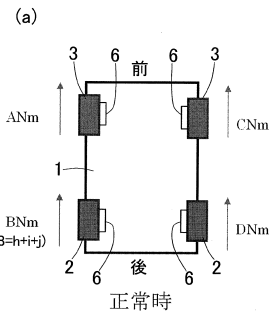
【図5】



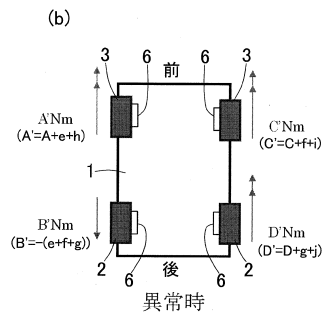
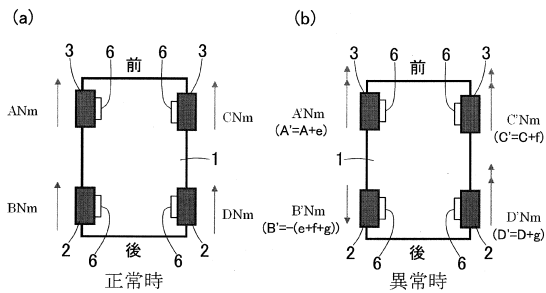
【図6】



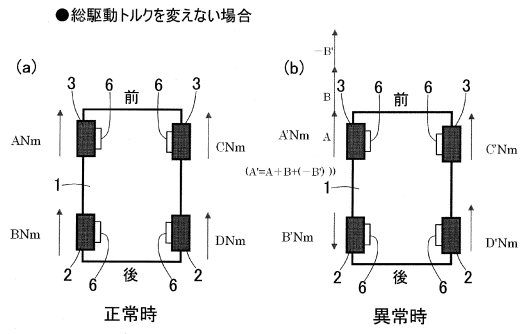
【図8】



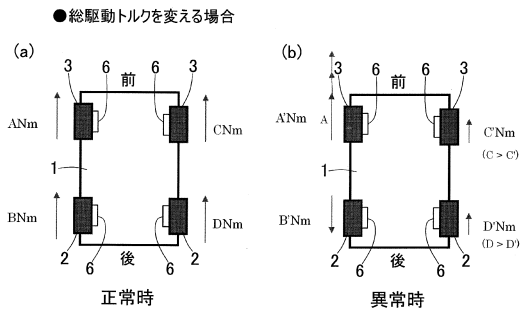
【図7】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2005 - 119647 (JP, A)
特開2013 - 203116 (JP, A)
特開2013 - 256254 (JP, A)
特開2009 - 220791 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60L 15/20
B60K 7/00
B60L 3/00
B60L 9/18