

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5113421号
(P5113421)

(45) 発行日 平成25年1月9日(2013.1.9)

(24) 登録日 平成24年10月19日(2012.10.19)

(51) Int.Cl.

H02P 6/24 (2006.01)

F I

H02P 6/02 341 L

請求項の数 2 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2007-134656 (P2007-134656)	(73) 特許権者	000005326
(22) 出願日	平成19年5月21日(2007.5.21)		本田技研工業株式会社
(65) 公開番号	特開2008-289337 (P2008-289337A)		東京都港区南青山二丁目1番1号
(43) 公開日	平成20年11月27日(2008.11.27)	(74) 代理人	100067356
審査請求日	平成21年11月26日(2009.11.26)		弁理士 下田 容一郎
		(74) 代理人	100094020
			弁理士 田宮 寛祉
		(72) 発明者	山岸 善彦
			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
		(72) 発明者	廣瀬 好寿
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 動力装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電動モータと、この電動モータに駆動電流を供給するドライバ回路と、このドライバ回路を制御する制御部とからなる動力装置において、

前記電動モータは、1つのモータ軸と、このモータ軸に設けられた少なくとも1つのロータと、このロータに対応してモータ軸方向に配列された複数のステータとからなり、

この複数のステータは、各ステータ毎に電氣的に独立した巻線を有しており、

前記ドライバ回路は、前記電動モータにおける前記各ステータの巻線毎に個別に駆動電流を供給するべく、複数個からなり、

前記制御部は、前記各ステータの巻線を個別に制御するべく、前記複数のドライバ回路を個別に制御する構成であり、前記電動モータに電力を供給するためのバッテリーの電圧が所定の基準電圧を越えたという条件と、回生制動時に前記電動モータに発生した回生電流が所定の基準回生電流を越えたという条件の、2つの条件を満たしていると判断したときには、前記複数のドライバ回路に対して各々異なる制御信号を発することで各巻線の発生トルクを不均等に設定してバッテリーに回生される電力を低減させるとともに、満たしていないと判断したときには、前記複数のドライバ回路に対して全て同じ制御信号を発するものであり、前記条件を満たす場合と満たさない場合とで、前記電動モータから外部に出力されるトルクは同じであることを特徴とした動力装置。

【請求項2】

前記制御部は、前記複数のドライバ回路から前記電動モータへ供給される駆動電流が所

10

20

定の基準電流を下回ったという条件を満たしていると判断したときには、前記複数のステータの各巻線における所定の巻線にだけ駆動電流を供給するように、前記複数のドライバ回路を制御する構成であることを特徴とした請求項1記載の動力装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電動モータと、この電動モータに駆動電流を供給するドライバ回路と、このドライバ回路を制御する制御部とからなる動力装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、電動モータを備えた動力装置において、回生制動を行ったときにバッテリーの過充電を防止するようにした技術の開発が進められている（例えば、特許文献1参照。）。

【特許文献1】特開平8-51701号公報

【0003】

特許文献1に示す従来の技術は、回生制動時において、バッテリーの電圧が基準電圧（充電終了電圧）を越えたときには、モータからの回生電流を、抵抗を有したバイパス回路に流すというものである。さらに、従来の技術は、回生制動時において、コントローラによるモータの制御状態とバッテリーの電圧とに基づき指令電流の値を設定し、この指令電流に対してモータからの回生電流が越えたときには、その差の分を回生抵抗に分流させるというものである。このようにした結果、回生制動時におけるバッテリーの過充電を防止できる。

【0004】

しかしながら、従来の技術においては、極めて大きい回生電流を流すための、バイパス回路の抵抗と回生抵抗を必要とする。これらの抵抗は、電気的なエネルギー（回生電流）を熱エネルギーに変えて放散させるので、比較的大型にならざるを得ない。さらには、抵抗からの発熱量が大きい場合には、空冷ファンなどの放熱装置を設ける必要がある。これでは構成が複雑になるので改良の余地がある。

【0005】

ところで、一般に、モータはドライバ回路から駆動電流が供給される。モータの出力トルクが大きい場合には、ドライバ回路の電流供給能力も大きくする必要がある。電流供給能力が大きいドライバ回路は大型であり、発熱量も多い。ドライバ回路を冷却するためのヒートシンクも大きくならざるを得ない。従って、動力装置を小型化するには限界がある。

【0006】

また、モータによって駆動される負荷の運転状況によっては、モータの出力トルクが小さくて済む場合もある。その場合であっても、モータには比較的大きな駆動電流が供給される。無駄な消費電流を抑制して省エネルギー化を進めるには限界がある。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、動力装置の小型化を図り、省エネルギー化を図り、回生制動時におけるバッテリーの過充電を防止することができる技術を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

請求項1に係る発明では、電動モータと、この電動モータに駆動電流を供給するドライバ回路と、このドライバ回路を制御する制御部とからなる動力装置において、前記電動モータは、1つのモータ軸と、このモータ軸に設けられた少なくとも1つのロータと、このロータに対応してモータ軸方向に配列された複数のステータとからなり、この複数のステータは、各ステータ毎に電氣的に独立した巻線を有しており、前記ドライバ回路は、前記電動モータにおける前記各ステータの巻線毎に個別に駆動電流を供給するべく、複数個か

10

20

30

40

50

らなり、前記制御部は、前記各ステータの巻線を個別に制御するべく、前記複数のドライバ回路を個別に制御する構成であり、前記電動モータに電力を供給するためのバッテリーの電圧が所定の基準電圧を越えたという条件と、回生制動時に前記電動モータに発生した回生電流が所定の基準回生電流を越えたという条件の、2つの条件を満たしていると判断したときには、前記複数のドライバ回路に対して各々異なる制御信号を発することで各巻線の発生トルクを不均等に設定してバッテリーに回生される電力を低減させるとともに、満たしていないと判断したときには、前記複数のドライバ回路に対して全て同じ制御信号を発すものであり、前記条件を満たす場合と満たさない場合とで、前記電動モータから外部に出力されるトルクは同じであることを特徴とする。

【0009】

10

請求項2に係る発明では、請求項1において、前記制御部は、前記複数のドライバ回路から前記電動モータへ供給される駆動電流が所定の基準電流を下回ったという条件を満たしていると判断したときには、前記複数のステータの各巻線における所定の巻線にだけ駆動電流を供給するように、前記複数のドライバ回路を制御する構成であることを特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

請求項1に係る発明では、電動モータは、1つのモータ軸と少なくとも1つのロータと複数のステータとからなる。各ステータの巻線は、ステータ毎に電氣的に独立している。ドライバ回路は、各ステータの巻線毎に個別に駆動電流を供給するように、複数個に分けられている。複数のドライバ回路を制御部で個別に制御することができる。

20

このため、各ドライバ回路の電流供給能力は小さくてすむ。各ドライバ回路を小型化することができる。

また、ドライバ回路は発熱するものである。これに対して、ドライバ回路を複数個に分けたので、各ドライバ回路からの放熱を分散することができる。このため、各ドライバ回路を冷却するためのヒートシンクを小型にすることができる。従って、動力装置を小型化することができる。

【0012】

請求項2に係る発明によれば、電動モータに掛かる負荷が小さいときには、電動モータに供給される駆動電流は、所定の基準電流を下回る。このときに、制御部は、複数のステータの各巻線における所定の巻線にだけ駆動電流を供給するように、複数のドライバ回路を制御する。このときに電動モータが発生するトルクは小さい。

30

一方、電動モータに掛かる負荷が大きいときには、電動モータに供給される駆動電流は、所定の基準電流に達する。このときに、制御部は、例えば、全ての巻線に駆動電流を供給するように制御すればよい。このときに電動モータが発生するトルクは大きい。

このように、ドライバ回路が複数個に分けられているので、電動モータに掛かる負荷の変動に応じて、制御部は複数のドライバ回路を個別に制御することができる。つまり、必要な巻線にだけ駆動電流を供給する。この結果、電動モータによる無駄な消費電流（駆動電流）を容易に抑制して、省エネルギー化を進めることができる。しかも、動力装置は簡単な構成ですむ。

40

【0013】

請求項3に係る発明によれば、回生制動時において、バッテリーの電圧が所定の基準電圧（例えば、バッテリーが満充電に近い状態の電圧）を越え、且つ、回生電流が基準回生電流を越えたときには、制御部は、複数のドライバ回路に対して各々異なる制御信号を発する。

一方、バッテリーの電圧が所定の基準電圧を越えていないときや、回生電流が基準回生電流を越えていないときには、制御部は、複数のドライバ回路に対して全て同じ制御信号を発する。

このように、バッテリーの満充電時において、回生制動によるバッテリーの過充電を防止するためには、制御部から各ドライバ回路へ各々異なる制御信号を発するだけでよい。この

50

ため、バッテリーの満充電時に大きい回生電流を流すための抵抗を設ける必要はない。従って、回生制動をすることが可能な動力装置を、簡単な構成にすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

本発明を実施するための最良の形態を添付図に基づいて以下に説明する。

先に、走行用電動モータの構成について図1～図6に基づき説明する。図1は、本発明に係る走行用電動モータの断面図である。図2は、図1に示された走行用電動モータをモータ軸方向から見た断面図である。図3は、図1に示されたロータブロックの断面図である。

【0015】

10

図1及び図2に示すように、走行用電動モータ10は、ロータブロック20とステータブロック30とからなる、ブラシレス式インナロータ型直流モータである。以下、走行用電動モータ10のことを単に「電動モータ10」と言う。

【0016】

先ず、ロータブロック20について説明する。

図1及び図3に示すように、ロータブロック20は、1つのモータ軸21と、複数のロータ22、23と、1つのロータ間用スペーサ24と、1つの固定リング25とからなる。

図3に示すように、モータ軸21の一端部21aは、トルクを出力するための出力端部に構成され、モータ軸21の他端部21bは、被支承端部に構成されている。モータ軸21は、出力端部21aに近い長手途中に一体に形成された円板状のフランジ21cを有している。

20

【0017】

図3に示すように、複数の（例えば2つ）のロータ22、23は、モータ軸21の軸方向に複数の部材に分割された、インナロータである。2つのロータ22、23間には、環状のロータ間用スペーサ24が介在している。このため、2つのロータ22、23は、モータ軸21の軸方向に一定の間隔S1（エアギャップ）を有して配列されている。一定の間隔S1は、ロータ間用スペーサ24の長さによって規定される。当然のことながら、ロータ間用スペーサ24の長さとは外径は、ロータ22、23間で磁束が流れない大きさに設定されることが好ましい。

30

【0018】

2つのロータ22、23は、モータ軸21に例えば圧入によって固定された、環状の部材である。2つのロータ22、23のうち、出力端部21aの近傍に配置された方を第1ロータ22と言い、被支承端部21bの近傍に配置された方を第2ロータ23と言う。第1ロータ22は、フランジ21cに接する位置に配置される。

【0019】

図4は、図3に示されたロータブロック20の各部をモータ軸方向から見た図である。図4(a)は、第1ロータ22を示す。図4(b)は、ロータ間用スペーサ24を示す。図4(c)は、第2ロータ23を示す。

なお、図2及び図4において、第1・第2ロータ22、23及びロータ間用スペーサ24の位相については、それぞれ周の1箇所を基準の0°とし、図時計回りに90°、180°、270°とする。

40

【0020】

図3及び図4に示すように、各ロータ22、23は、磁性を有した薄板からなる円盤状の積層板を多数積層することによって、構成されている。各ロータ22、23の外周面の近傍に周方向に等ピッチで複数（例えば8個）の永久磁石26が圧入によって固定されている。8個の永久磁石26は、板面の方向に着磁された細長い板状の部材である。これらの永久磁石26は、一方の面を外方へ向けて放射状に配列されるとともに、モータ軸21に沿って延びている。さらに、これらの永久磁石26は、周方向にN極とS極とが交互に配列される。

50

【0021】

さらに、各ロータ22, 23は、モータ軸21と各永久磁石26との間に複数の通気孔22a, 23aを有している。これらの通気孔22a, 23aは、各永久磁石26に対して同一の位相に配列されるとともに、モータ軸21に沿って貫通している。複数の通気孔22a, 23aを設けることによって、各ロータ22, 23の中心部の熱を大気に放散することができる。

【0022】

ロータブロック20は、モータ軸21に対して、被支承端部21b側から出力端部21aへ向かって第1ロータ22、ロータ間用スペーサ24、第2ロータ23及び固定リング25を、この順に嵌合することによって、一体的に組み立てられる。

10

【0023】

ロータ間用スペーサ24は、モータ軸21に緩く嵌合している（すきまばめ）。モータ軸21に対する2つのロータ22, 23の嵌め合い方式と、モータ軸21に対する固定リング25の嵌め合い方式は「しまりばめ」である。「しまりばめ」とは、孔と軸とを組み立てたときに、常に「しめしろ」ができる嵌め合い、すなわち、孔の最大径が軸の最小径よりも小さいか、または、極端な場合には等しい嵌め合い方式である。「しめしろ」とは、軸の径が孔の径よりも大きい場合において、組み合わせる前の、軸の径に対する孔の径の差のことである。

【0024】

このように、モータ軸21に圧入によって固定された2つのロータ22, 23は、モータ軸21に対して回転が不能に且つ軸方向へのスライドが不能に取り付けられる。圧入するだけであるから、キー溝やセレーションのような回り止め加工を施す必要はない。このため、極めて簡単な構成で、しかも組付け作業が容易である。

20

【0025】

図3及び図4に示すように、第1及び第2のロータ22, 23は、互いに角度 θ_2 だけ位相がずれて配置されている。つまり、第1のロータ22に対して、第2のロータ23は、基準の 0° から時計回りに角度 θ_2 だけ位相がずれている。角度 θ_2 は、後述するように 7.5° である。

第1のロータ22は、基準の 0° の位置に1つの通気孔22aと1つの永久磁石26が配置されるとともに、時計回りに順に他の通気孔22aと他の永久磁石26が配置される。第2のロータ23は、基準の 0° から時計回りに角度 θ_2 だけ位相がずれた位置に、1つの通気孔23aと1つの永久磁石26が配置されるとともに、時計回りに順に他の通気孔23aと他の永久磁石26が配置される。

30

【0026】

詳しく述べると、ロータ間用スペーサ24は、第1ロータ22に臨む面に開けられた第1位置決め孔24aと、第2ロータ23に臨む面に開けられた第2位置決め孔24bとを有する。第1及び第2位置決め孔24a, 24bは、互いに角度 θ_2 だけ位相がずれて配置された、有底の孔である。

【0027】

第1位置決め孔24aは、ロータ間用スペーサ24のうち、基準の 0° から時計回りに角度 θ_1 だけ、ずれた位置に配置されている。角度 θ_1 は 22.5° である。第2位置決め孔24bは、第1位置決め孔24aから更に、時計回りに角度 θ_2 だけ、ずれた位置に配置されている。つまり、第1位置決め孔24aに対して、第2位置決め孔24bは時計回りに角度 θ_2 だけ位相がずれている。

40

第1ロータ22は、第1位置決め孔24aに対向した位置（基準の 0° から時計回りに角度 θ_1 だけ、ずれた位置）に貫通したロータ側第1位置決め孔22bを有する。第2ロータ23は、第2位置決め孔24bに対向した位置に貫通したロータ側第2位置決め孔23bを有する。

【0028】

各第1位置決め孔22b, 24aに1つの第1位置決めピン27を嵌め込むとともに、

50

各第2位置決め孔23b, 24bに1つの第2位置決めピン28を嵌め込むことによって、2つのロータ22, 23同士は、互いに位相がずれて配置される。このため、2つのロータ22, 23同士を極めて簡単な構成で、しかも簡単な位置合わせ作業によって位相を合わせることができる。なお、位置決めピン27, 28による位置合わせの有無については、任意である。

【0029】

次に、ステータブロック30について説明する。

図5は、図1に示されたステータブロックの分解状態の断面図である。

図1、図2及び図5に示すように、ステータブロック30は、複数のステータ31, 32と、1つのステータ間用スペーサ33と、2つのカバー34, 35とからなる。

10

図1及び図5に示すように、複数（例えば2つ）のステータ31, 32は、モータ軸21の軸方向に複数の部材に分割され、且つ、各ロータ22, 23に個別に対応するように配置された、環状のアウタステータである。2つのステータ31, 32のうち、第1ロータ22に対応するように配置された方を第1ステータ31と言い、第2ロータ23に対応するように配置された方を第2ステータ32と言う。

【0030】

モータ軸21に対して、各ロータ22, 23と各ステータ31, 32は同心に配置されている。各ロータ22, 23は、対応する各ステータ31, 32の内部に若干の間隙（エアギャップ）を有して配置される。

【0031】

20

2つのステータ31, 32間には、環状のステータ間用スペーサ33が介在している。このため、2つのステータ31, 32は、モータ軸21の軸方向に一定の間隔S2（エアギャップ）を有して配列されている。一定の間隔S2は、ステータ間用スペーサ33の長さによって規定される。ステータ間用スペーサ33の外径は、各ステータ31, 32の外径に対して概ね同径である。当然のことながら、ステータ間用スペーサ33の長さと同径、外径は、ステータ31, 32間で磁束が流れない大きさに設定されることが好ましい。

【0032】

各ステータ31, 32は、磁性を有した薄板からなる積層板を多数積層することによって、構成されている。詳しく述べると、各ステータ31, 32は、図2に示すようにモータ軸方向から見たときに、概ねT字状に形成された薄板からなる複数のティース36を、周方向に連結することによって、環状に構成されたものである。複数のティース36は、ステータ31, 32の極数に応じた個数、例えば周方向に12個組み合わされたものである。各ティース36の突極36aは、モータ軸21へ向かって延びるように配置されている。この結果、モータ軸21に対して、12個の突極36aは放射状に配置されることになる。12個の突極36aはそれぞれボビン37を有している。各ボビン37にそれぞれ電気子巻線38が巻かれている。

30

【0033】

このように、各ステータ31, 32は、それぞれ8個の永久磁石26に対応して周方向に配列された、各12個の巻線38を有している。以下、巻線38のことを、単に「巻線38」と言う。全ての巻線38の巻き方向は、同一方向である。詳しくは後述するが、各12個の巻線38は、3つの巻線相61～63（図9参照）にまとめられている。

40

【0034】

2つのカバー34, 35のうち、第1ステータ31側に配置されている方を第1カバー34と言い、第2ステータ32側に配置されている方を第2カバー35と言う。第1カバー34は、第1ステータ31における軸方向の外側を覆うとともに、モータ軸21の出力端部21aを軸受41を介して回転可能に支持している。第2カバー35は、第2ステータ32における軸方向の外側を覆うとともに、モータ軸21の被支承端部21bを軸受42を介して回転可能に支持している。

【0035】

図2及び図5に示すように、各ステータ31, 32とステータ間用スペーサ33とカバ

50

ー 3 4, 3 5 は、複数のボルト 4 3 によって互いに連結するために貫通した複数のボルト孔 3 1 a, 3 2 a, 3 3 a, 3 4 a, 3 5 a を外周近傍に、それぞれ有している。なお、第 1 カバー 3 4 のボルト孔はねじ孔である。

ステータブロック 3 0 は、第 1 カバー 3 4 に第 1 ステータ 3 1、ステータ間用スペーサ 3 3、第 2 ステータ 3 2 及び第 2 カバー 3 5 をこの順に重ねて、複数のボルト 4 3 によって結合することによって、一体的に組み立てられる。

【0036】

なお、図 2 及び図 5 において、第 1・第 2 ステータ 3 1, 3 2 及びステータ間用スペーサ 3 3 の位相については、それぞれ周の 1 箇所を基準の 0° とし、図時計回りに 90° 、 180° 、 270° とする。

10

【0037】

図 2 及び図 5 に示すように、第 1 及び第 2 のステータ 3 1, 3 2 は、互いに位相が一致して配置されている。第 1 及び第 2 のステータ 3 1, 3 2 は、基準の 0° の位置に 1 つの巻線 3 8 が配置されるとともに、時計回りに順に他の巻線 3 8 が配置されている。

【0038】

詳しく述べると、ステータ間用スペーサ 3 3 は、第 1 ステータ 3 1 に臨む面に開けられた 2 つの第 1 位置決め孔 3 3 b, 3 3 b (図 5 参照) と、第 2 ステータ 3 2 に臨む面に開けられた 2 つの第 2 位置決め孔 3 3 c, 3 3 c (図 5 参照) とを有する。第 1 及び第 2 位置決め孔 3 3 b, 3 3 c は、互いに位相が一致して配置された、有底の孔である。2 つの第 1 位置決め孔 3 3 b, 3 3 b 同士は、モータ軸 2 1 に対して対称に (0° と 180° の位置に) 配置されている。2 つの第 2 位置決め孔 3 3 c, 3 3 c 同士は、モータ軸 2 1 に対して対称に (0° と 180° の位置に) 配置されている。

20

【0039】

第 1 ステータ 3 1 は、第 1 位置決め孔 3 3 b に対向した位置に貫通したステータ側第 1 位置決め孔 3 1 b を有する。第 2 ステータ 3 2 は、第 2 位置決め孔 3 3 c に対向した位置に貫通したステータ側第 2 位置決め孔 3 2 b を有する。

第 1 カバー 3 4 は、第 1 位置決め孔 3 3 b に対向した位置に有底のカバー側第 1 位置決め孔 3 4 b を有する。第 2 カバー 3 5 は、第 2 位置決め孔 3 3 c に対向した位置に有底のカバー側第 2 位置決め孔 3 5 b を有する。

【0040】

30

各第 1 位置決め孔 3 1 b, 3 3 b, 3 4 b に第 1 位置決めピン 4 4 を嵌め込むとともに、各第 2 位置決め孔 3 2 b, 3 3 c, 3 5 b に第 2 位置決めピン 4 5 を嵌め込むことによって、2 つのステータ 3 1, 3 2 同士は、互いに位相が一致して配置される。このため、2 つのステータ 3 1, 3 2 同士を極めて簡単な構成で、しかも簡単な位置合わせ作業によって位相を合わせることができる。なお、位置決めピン 4 4, 4 5 による位置合わせの有無については、任意である。

【0041】

なお、電動モータ 1 0 は、次の変形例の構成であってもよい。つまり、電動モータ 1 0 は、複数のロータ 2 2, 2 3 の位相を互いに一致させて配置するとともに、図 6 に示すように、複数のステータ 3 1, 3 2 の位相を互いにずらして配置してもよい。

40

図 6 は、図 5 に示されたステータブロックの変形例図であり、図 5 に示されたステータブロック 3 0 の各部をモータ軸方向から見たものである。図 6 (a) は、第 1 ステータ 3 1 を示す。図 6 (b) は、ステータ間用スペーサ 3 3 を示す。図 6 (c) は、第 2 ステータ 3 2 を示す。

【0042】

図 6 に示すように、第 1 及び第 2 のステータ 3 1, 3 2 は、互いに角度 $\theta 2$ だけ位相がずれて配置されている。つまり、第 1 のステータ 3 1 に対して、第 2 のステータ 3 2 は、基準の 0° から時計回りに角度 $\theta 2$ だけ位相がずれている。角度 $\theta 2$ は、上述したように 7.5° である。

第 1 のステータ 3 1 は、基準の 0° の位置に 1 つの巻線 3 8 が配置されるとともに、時

50

計回りに順に他の巻線 3 8 が配置される。第 2 のステータ 3 2 は、基準の 0° から時計回りに角度 $\theta 2$ だけ位相がずれた位置に、1 つの巻線 3 8 が配置されるとともに、時計回りに順に他の巻線 3 8 が配置される。

【0043】

詳しく述べると、ステータ間用スペーサ 3 3 において、第 1 位置決め孔 3 3 b に対して、第 2 位置決め孔 3 3 c は、基準の 0° から時計回りに角度 $\theta 2$ だけ位相がずれている。

さらに、ステータ間用スペーサ 3 3 は、ボルト孔 3 3 a を上記図 2 に示す実施例に対して 2 倍の個数を有する。複数のボルト孔 3 3 a の位相は、上記図 2 に示す各ボルト孔 3 3 a の位置から時計回りに角度 $\theta 2$ だけ位相がずれた位置にある。

【0044】

第 1 のステータ 3 1 は、第 1 位置決め孔 3 1 b をそれぞれ 4 つずつ有している。4 つの第 1 位置決め孔 3 1 b は、 0° と 180° の位置に 1 つずつ配置されるとともに、反時計回りに角度 $\theta 2$ だけ位相がずれた位置にも 1 つずつ配置されている。

さらに、第 1 のステータ 3 1 は、ボルト孔 3 1 a を上記図 2 に示す実施例に対して 2 倍の個数を有する。追加された複数のボルト孔 3 1 a の位相は、上記図 6 (a) に示す各ボルト孔 3 1 a の位置から反時計回りに角度 $\theta 2$ だけ位相がずれた位置にある。

【0045】

第 2 のステータ 3 2 は、第 1 位置決め孔 3 2 b をそれぞれ 4 つずつ有している。4 つの第 1 位置決め孔 3 2 b は、 0° と 180° の位置に 1 つずつ配置されるとともに、時計回りに角度 $\theta 2$ だけ位相がずれた位置にも 1 つずつ配置されている。

さらに、第 2 のステータ 3 2 は、ボルト孔 3 2 a を上記図 2 に示す実施例に対して 2 倍の個数を有する。追加された複数のボルト孔 3 2 a の位相は、上記図 6 (c) に示す各ボルト孔 3 2 a の位置から時計回りに角度 $\theta 2$ だけ位相がずれた位置にある。

【0046】

図 2、図 5 及び図 6 に示すように、2 つの第 1 位置決め孔 3 3 b、3 3 c にそれぞれ第 1 位置決めピン 4 4、4 4 を嵌め込むとともに、2 つの第 2 位置決め孔 3 3 c、3 3 c にそれぞれ第 2 位置決めピン 4 5、4 5 を嵌め込むことによって、2 つのステータ 3 1、3 2 同士は、互いに位相がずれて配置される。

このように、変形例によれば、複数のステータ 3 1、3 2 を同一構成にすることができるので、生産性が高まる。

【0047】

ところで、図 1 及び図 3 に示すように、電動モータ 1 0 は、各ロータ 2 2、2 3 の位相を検知するための位相検知センサ 5 0 を備えている。位相検知センサ 5 0 は、モータ軸 2 1 のフランジ 2 1 c における端面に配置されたセンサ用ロータ 5 1 と、センサ用ロータ 5 1 の位相を磁気的に検知する 3 個の検知素子 5 2、5 3、5 4 とからなる。センサ用ロータ 5 1 は、モータ軸 2 1 を中心として全周に等ピッチで配列された複数（例えば、ロータ 2 2、2 3 の永久磁石 2 6 の配列に合わせた 8 個）の永久磁石を有している。3 個の検知素子 5 2、5 3、5 4 は、モータ軸 2 1 を中心として放射状に等ピッチで配列されており、例えばホール IC からなる。

【0048】

次に、上記の走行用電動モータ 1 0 を搭載した自走式除雪機を図 7～図 10 に基づき説明する。なお、便宜的に、左右の部材のうち左の部材には符号に L を付し、右の部材には符号に R を付す。上記走行用電動モータ 1 0 についても同様である。

【0049】

図 7 は、本発明に係る自走式除雪機の側面図である。図 8 は、図 7 に示された自走式除雪機の模式的平面図兼制御系統図である。

図 7 及び図 8 に示すように、自走式除雪機 1 0 0 は、機体 1 0 1 に、オーガ式の除雪作業装置 1 0 2 と、この除雪作業装置 1 0 2 を駆動するエンジン 1 0 3 と、クローラ式の左右の走行装置 1 0 4 L、1 0 4 R と、この左右の走行装置 1 0 4 L、1 0 4 R だけを駆動するための左右の走行用電動モータ 1 0 L、1 0 R とを備えている。さらに、機体 1 0 1

10

20

30

40

50

は、バッテリー１０５を備えるとともに、後部から後方上部へ延びる左右の操作ハンドル１０６Ｌ，１０６Ｒを備える。左右の操作ハンドル１０６Ｌ，１０６Ｒは、それぞれ先端にグリップ１０７Ｌ，１０７Ｒを有する。

【００５０】

このような自走式除雪機１００は、前進走行しつつ前部のオーガ１２３で雪を掻き集めて除雪するので、オーガ式除雪機と言われている。作業者は、自走式除雪機１００に連れて歩行しながら、操作ハンドル１０６Ｌ，１０６Ｒで自走式除雪機１００を操縦することができる。

【００５１】

左右の走行装置１０４Ｌ，１０４Ｒは、走行用電動モータ１０Ｌ，１０Ｒだけによって駆動される構成であり、左右のクローラベルト１１１Ｌ，１１１Ｒと、前部に配置された左右の駆動輪（走行輪）１１２Ｌ，１１２Ｒと、後部に配置された左右の転動輪１１３Ｌ，１１３Ｒとからなる。左の電動モータ１０Ｌが発生したトルクにより、左の駆動輪１１２Ｌを介して左のクローラベルト１１１Ｌを駆動する。右の電動モータ１０Ｒが発生したトルクにより、右の駆動輪１１２Ｒを介して右のクローラベルト１１１Ｒを駆動する。

【００５２】

除雪作業装置１０２は、オーガハウジング１２１、オーガハウジング１２１の背面と一体のブローケース１２２、オーガハウジング１２１に備えたオーガ１２３、ブローケース１２２に備えたブロー１２４及びシュータ１２５（図７参照）からなる。

エンジン１０３は、電磁クラッチ１２６を介して除雪作業装置１０２を駆動する除雪用駆動源である。エンジン１０３の動力は、電磁クラッチ１２６及びオーガ用伝動軸１２７を介してオーガ１２３及びブロー１２４に伝わる。オーガ１２３で掻き集めた雪を、ブロー１２４によってシュータ１２５を介して遠くへ飛ばすことができる。

【００５３】

左の操作ハンドル１０６Ｌは、走行準備レバー１３１を備える。走行準備レバー１３１は、スイッチ１３１ａに作用する走行準備部材であり、リターンスプリングの引き作用により、図に示すフリー状態になればスイッチ１３１ａはオフになる。作業者の左手で走行準備レバー１３１を握れば、スイッチ１３１ａはオンとなる。

【００５４】

左右の操作ハンドル１０６Ｌ，１０６Ｒ間には、操作盤１３２と制御部１３３が配置されている。図８に示すように操作盤１３２は、メインスイッチ１３４とオーガスイッチ１３５と前後進速度操作部１３６と左右の旋回操作スイッチ１３７Ｌ，１３７Ｒとを備える。

メインスイッチ１３４を回してオンにすることで、エンジン１０３を始動させることができる。オーガスイッチ１３５は、電磁クラッチ１２６をオン・オフ切替える手動スイッチであり、例えば押し釦スイッチからなる。

【００５５】

前後進速度操作部１３６は、左右の電動モータ１０Ｌ，１０Ｒの回転を制御するための操作部であって、前後にスイング操作する操作レバー１３６ａと、操作レバー１３６ａのスイング量に応じた操作信号を発するポテンシオメータ１３６ｂとからなる。制御部１３は、前後進速度操作部１３６の操作に応じて次のように走行制御をする。

【００５６】

操作レバー１３６ａが中立位置にあるときには、左右の電動モータ１０Ｌ，１０Ｒの回転を停止させることによって、左右の走行装置１０４Ｌ，１０４Ｒを停止させる。操作レバー１３６ａを中立位置から前方にスイング操作したときには、左右の電動モータ１０Ｌ，１０Ｒを正転させることにより、左右の走行装置１０４Ｌ，１０４Ｒを前進走行させる。操作レバー１３６ａを中立位置から後方にスイング操作したときには、左右の電動モータ１０Ｌ，１０Ｒを逆転させることにより、左右の走行装置１０４Ｌ，１０４Ｒを後進走行させる。操作レバー１３６ａのスイング量に応じて左右の電動モータ１０Ｌ，１０Ｒの回転速度を制御することにより、左右の走行装置１０４Ｌ，１０４Ｒの走行速度を制御す

10

20

30

40

50

る。このように、1つの操作レバー136aによって、前後の方向と高低速の速度制御とを設定することができる。

【0057】

左右の旋回操作スイッチ137L, 137Rは、押し釦スイッチからなり、押ボタンを押し操作している間だけスイッチオンとなってスイッチ信号を発する、接点自動復帰式スイッチである。

【0058】

次に、自走式除雪機100の制御系統について図8に基づき説明する。自走式除雪機100の制御系統は、制御部133を中心に集約されたものである。制御部133はメモリを内蔵し、このメモリに記憶されている各種の情報を適宜読み出して制御する。

10

エンジン103の出力の一部で発電機141を回し、得た電力をバッテリー105に供給するとともに、左右の電動モータ10L, 10Rや他の電装品に供給する。エンジン103の出力の残部は、オーガ123及びブロー124の回転に充てる。

バッテリー105は、電力を左右の電動モータ10L, 10Rや他の電装品に供給する。このため、エンジン103が停止したときであっても、左右の電動モータ10L, 10Rを駆動して自走式除雪機100を走行させることができる。

【0059】

走行準備レバー131を握るとともに、オーガスイッチ135をオン操作することにより、電磁クラッチ126を接続（オン）し、エンジン103の動力によってオーガ123及びブロー124を回転させることができる。オーガスイッチ135をオフ操作することにより、電磁クラッチ126を断（オフ）状態にすることができる。なお、走行準備レバー131をフリーにするか、オーガスイッチ135をオフ操作するかの、いずれかにより、電磁クラッチ126を断状態にすることができる。

20

【0060】

次に、走行系統について説明する。

自走式除雪機100は、普通車両のパーキングブレーキに相当するブレーキとして、左右の電磁ブレーキ142L, 142Rを備える。これらの電磁ブレーキ142L, 142Rは、駐車中は制御部133の制御により、ブレーキ状態（オン状態）にある。

【0061】

前後進速度操作部136の操作レバー136aの位置情報をポテンシオメータ136bから得た制御部133は、左右のドライバ回路143L, 143Rに制御信号を発して、左右の電動モータ10L, 10Rに必要な駆動電流を供給させることにより、左右の電動モータ10L, 10Rを回転させる。さらに、制御部133は、各電動モータ10L, 10Rの回転速度をモータ回転センサ144L, 144Rで検出して、その検出信号に基づいて回転速度が所定値になるようにフィードバック制御を実行する。この結果、左右の駆動輪112L, 112Rは所望の方向に所定の速度で回り、走行状態となる。

30

【0062】

左右の電動モータ10L, 10Rの駆動制御方式は、例えば、モータ端子にパルス電圧を供給するパルス幅変調方式（PWM方式）であってもよい。PWM方式の場合には、制御部133の制御信号に応じて、ドライバ回路143L, 143Rはパルス幅が制御されたパルス信号を発して、電動モータ10L, 10Rの回転を制御する。

40

【0063】

左右のドライバ回路143L, 143Rから左右の電動モータ10L, 10Rへ個別に供給される駆動電流は、電流センサ145L, 145Rによって検出される。

バッテリー105の電圧（端子間電圧）は、バッテリー用電圧センサ146によって検出される。

【0064】

走行中の制動は次の手順で行う。左右のドライバ回路143L, 143Rは、回生ブレーキ回路を含む。バッテリーから電動モータへ電気エネルギーを供給することで、電動モータは回転する。一方、発電機は回転を電気エネルギーに変換する手段である。そこで、本

50

発明では電氣的切換えにより、電動モータを発電機に変え、発電させるようにした。発電電圧がバッテリー電圧より高ければ、電気エネルギーはバッテリーに蓄えることができる。これが回生ブレーキの作動原理である。

【0065】

左の旋回操作スイッチ137Lをオン操作している間は、オン信号に基づいて、制御部133は左の回生ブレーキ回路を作動させ、左の電動モータ10Lの速度を下げる。右の旋回操作スイッチ137Rをオン操作している間は、オン信号に基づいて、制御部133は右の回生ブレーキ回路を作動させ、右の電動モータ10Rの速度を下げる。すなわち、左の旋回操作スイッチ137Lを操作している間だけ、自走式除雪機100は左旋回する。また、右の旋回操作スイッチ137Rを操作している間だけ、自走式除雪機100は右旋回する。

10

【0066】

次に、上記図8に示された自走式除雪機100の制御系統図のうち、特に、制御部133と左のドライバ回路143Lと左の電動モータ10Lの関係について、図9に基づき詳細に説明する。なお、右のドライバ回路143Rと右の電動モータ10Rについても同様なので、説明を省略する。

【0067】

図9に示すように、電動モータ10L（つまり、図1に示す電動モータ10）は、各ステータ31、32毎に12個の巻線38を有している。12個の巻線38を、例えば、互いに隣接し合う4つずつ直列接続することにより、複数の巻線相61～63が構成される。具体的には、U相の巻線相61とV相の巻線相62とW相の巻線相63の3つである。これらの巻線相61～63はステータ31、32の周方向に配列される。このように、複数の巻線相61～63は、複数の巻線38の集合体である。複数の巻線相61～63は、各一端同士が接続されることによって、Y結線（スター型結線）にされている。このように、複数のステータ31、32は、各ステータ31、32毎に電氣的に独立した巻線38を有している。

20

【0068】

左のドライバ回路143Lは、第1ステータ31の巻線相61～63に駆動電流を供給する第1ドライバ回路71と、第2ステータ32の巻線相61～63に駆動電流を供給する第2ドライバ回路72とからなる。第1ドライバ回路71は、それぞれ互いに独立したU相ドライバ74とV相ドライバ75とW相ドライバ76の、3つの相ドライバからなる。第2ドライバ回路72についても同様である。

30

【0069】

ここで、第1のロータ22と第1のステータ31の組合せから成る構成のことを、第1モータユニット81と言う。第2のロータ23と第2のステータ32の組合せから成る構成のことを、第2モータユニット82と言う。

【0070】

また、電動モータ10と、この電動モータ10に駆動電流を供給する左のドライバ回路143Lと、この左のドライバ回路143Lを制御する制御部133の組合せから成る構成のことを、動力装置90と言う。

40

【0071】

次に、上記図9に示された回路のうち、特に、制御部133と第1ドライバ回路71と第1ステータ31の関係について、図10に基づき詳細に説明する。なお、第2ドライバ回路72と第2ステータ32についても同様なので、説明を省略する。図10において、+Vccはバッテリー105の正極である。

【0072】

図10に示すように、第1ドライバ回路71において、3つの相ドライバ74～76は同じ構成である。つまり、U相ドライバ74は、例えば、上部素子74aと下部素子74bとが直列接続され、その接続点がU相の巻線相61に接続されたハーフブリッジ回路からなる。U相ドライバ74は、2つの電流回生用ダイオード74c、74dを有する。

50

V相ドライバ75は、例えば、上部素子75aと下部素子75bとが直列接続され、その接続点がV相の巻線相62に接続されたハーフブリッジ回路からなる。V相ドライバ75は、2つの電流回生用ダイオード75c、75dを有する。

W相ドライバ76は、例えば、上部素子76aと下部素子76bとが直列接続され、その接続点がW相の巻線相63に接続されたハーフブリッジ回路からなる。W相ドライバ76は、2つの電流回生用ダイオード76c、76dを有する。

【0073】

なお、各ドライバ71、72はハーフブリッジ回路に限定されず、例えばHブリッジ回路であってもよい。また、上部素子74a、75a、76aと下部素子74b、75b、76bは、例えばトランジスタからなる。

10

【0074】

次に、電動モータ10が発生するトルクリップルについて説明する。

先ず、第1モータユニット81が発生するトルク、いわゆる、第1巻線側の発生トルクについて、図10を参照しつつ図11に基づき説明する。

【0075】

図11は、横軸を第1のロータの回転角とし、縦軸を各部の信号・トルクとした第1巻線側（第1モータユニット81）の特性を示す特性図である。

第1のステータ31は、12個の巻線38を有している。このため、12個の巻線38全体の電流の切り替わり回数は24回である。つまり、第1のロータ22が15°回転する毎に12個の巻線38の電流が切り替わる。図11では、第1のロータ22の回転角が15°毎における各部の特性を示す。

20

【0076】

ここで、位相検知センサ50における第1ホールIC（検知素子）52の出力信号をHu、第2ホールIC（検知素子）53の出力信号をHv、第3ホールIC（検知素子）54の出力信号をHwとする。

第1ドライバ回路71における上部素子74aの入力信号をUu、上部素子75aの入力信号をVu、上部素子76aの入力信号をWu、下部素子74bの入力信号をUd、下部素子75bの入力信号をVd、下部素子76bの入力信号をWdとする。

第1巻線側において、U相の巻線相61に供給される駆動電流をIu、V相の巻線相62に供給される駆動電流をIv、W相の巻線相63に供給される駆動電流をIwとする。

30

なお、Hは高レベル信号、Lは低レベル信号である。また、駆動電流において、+はプラス電流、-はマイナス電流である。

【0077】

図11に示すように、3つのホールIC52～54が発生する出力信号の波形は、第1のロータ22の回転角30°ずつ位相がずれる。このため、3つの巻線相61～63に供給される駆動電流の波形は、第1のロータ22の回転角30°ずつ位相がずれる。この結果、第1巻線側における第1のロータ22は、回転角15°毎にトルクを発生することが判る。このままでは、第1のロータ22が発生するトルクのピーク値は、比較的大きい。

電動モータ10の振動を抑制するとともに、電動モータ10からトルクを効率良く出力するには、トルクリップルを抑制することが好ましい。

40

【0078】

次に、第1巻線側（第1モータユニット81）における第1のロータ22が発生したトルクと、第2巻線側（第2モータユニット82）における第2のロータ23が発生したトルクとの、合成トルクについて、図4及び図6を参照しつつ図12に基づき説明する。

【0079】

電動モータ10は、第1及び第2のロータ22、23の位相が互いに角度 θ_2 ずれているとともに、第1及び第2のステータ31、32の位相が互いに一致している。または、電動モータ10は、第1及び第2のロータ22、23の位相が互いに一致しているとともに、第1及び第2のステータ31、32の位相が互いに角度 θ_2 ずれている。

第1のロータ22が15°回転する毎に12個の巻線38の電流が切り替わるので、 θ

50

2の値を 7.5° に設定した。この結果を図12に示す。

【0080】

図12は、横軸を第1・第2のロータの回転角とし縦軸を発生トルクとして、合成トルクを示すトルク特性図である。

図12によれば、第1巻き線側がトルクを発生してから、第1・第2ロータ22, 23が回転角 θ_2 だけ回転したときに($\theta_2 = 7.5^\circ$)、第2巻き線側がトルクを発生することが判る。つまり、第1巻き線側と第2巻き線側とで、トルクを発生するタイミングがずれる。この結果、第1巻き線側が発生するトルクと、第2巻き線側が発生するトルクとの合成トルク(電動モータ10全体の発生トルク)は、回転角 θ_2 毎にトルクを発生する。

10

【0081】

この結果、1つのロータと1つのステータの組合せからなるモータユニット81, 82毎に発生する、各トルクリップルの位相をずらすことができる。このため、電動モータ10全体のトルクリップルを容易に抑制することができる。つまり、電動モータ10が発生するトルクを平滑化することができる。しかも、トルクリップルを抑制するのに、互いに位相をずらして配置された複数のロータ22, 23を1つのモータ軸21に固定する、または、複数のステータ31, 32の位相を互いにずらすというだけの簡単な構成ですむ。

【0082】

次に、上記図8及び図9に示す制御部133をマイクロコンピュータとした場合の制御フローについて、図9を参照しつつ、図13～図14に基づき説明する。

20

但し、図13～図14に示す制御フローの構成の場合において、電動モータ10は次のように構成されている。つまり、複数のロータ22, 23は互いに位相が一致して配置されており、複数のステータ31, 32も互いに位相が一致して配置されている。

【0083】

これらの制御フローは、例えばメインスイッチ134をオンにしたときに開始する。図中、ST××はステップ番号を示す。特に説明がないステップ番号については、番号順に進行する。

なお、以下の制御フローについては、特に、制御部133と左のドライバ回路143Lと左の電動モータ10Lの関係について述べる。右のドライバ回路143Rと右の電動モータ10Rについても同様なので、説明を省略する。

30

【0084】

図13は本発明に係る制御部の制御フローチャート(第1実施例)である。

ST01; ドライバ回路143Lから電動モータ10Lに供給される駆動電流 I_{mr} を、電流センサ145Lによって検出する。

ST02; 駆動電流 I_{mr} が、予め設定されている所定の基準電流 I_{ms} を下回っているか否かを調べ、YESならST03に進み、NOならST04に進む。ここで、基準電流 I_{ms} は、除雪作業装置102による除雪作業をすることなく自走式除雪機100を走行させたときに必要な駆動電流である。

【0085】

ST03; YESなので、制御部133に記憶されている複数の制御モードの中から、軽負荷制御モードを選択する。軽負荷制御モードは、複数の巻線38における所定の巻線38にだけ駆動電流を供給するように、ドライバ回路143Lを制御する制御モードである。例えば、第1及び第2ステータ31, 32のうち、一方のステータにおける各巻線38にだけ駆動電流を供給する。

40

【0086】

ST04; NOなので、制御部133に記憶されている複数の制御モードの中から、通常制御モードを選択する。通常制御モードは、全ての巻線38に駆動電流を供給するように、ドライバ回路143Lを制御する制御モードである。

ST05; 上記ST03またはST04で選択された制御モードに基づいて、ドライバ回路143Lを制御した後に、この制御フローにおける制御を終了する。

50

【0087】

このように、図13に示す第1実施例においては、除雪作業装置102による除雪作業をすることなく自走式除雪機100を走行させたときには、電動モータ10L、10Rに掛かる負荷が小さい。この結果、電動モータ10L、10Rに供給される駆動電流 I_{mr} は基準電流 I_{ms} を下回っている。

図13に示す制御フローチャートの制御を実行する制御部133は、電動モータ10Lに供給される駆動電流 I_{mr} が所定の基準電流 I_{ms} を下回っているという条件を満たしていると判断したときに(ST02)、複数の巻線38における所定の巻線38にだけ駆動電流を供給するように、複数のドライバ回路71、72を制御する(ST03、ST05)。この結果、電動モータ10L、10Rが発生するトルクは小さい。

10

【0088】

一方、除雪作業装置102によって除雪作業をしながら自走式除雪機100を走行させたときには、電動モータ10L、10Rに掛かる負荷は大きい。この結果、電動モータ10L、10Rに供給される駆動電流 I_{mr} は、基準電流 I_{ms} に達する。このときに、制御部133は、例えば、全ての巻線38に駆動電流を供給するように制御すればよい(ST04、ST05)。この結果、電動モータ10L、10Rが発生するトルクは大きい。しかも、作業者の速度操作に応じて、電動モータ10L、10Rを低速回転させることができる。

【0089】

このように、除雪作業装置102による除雪作業の有無によって、電動モータ10L、10Rに対する駆動電流の供給を変更するだけであるから、簡単な構成で電動モータ10L、10Rの消費電力を抑制することができる。

20

【0090】

さらには、電動モータ10は、1つのモータ軸20と複数のロータ22、23と複数のステータ31、32とからなる。各ステータ31、32の巻線38は、ステータ31、32毎に電氣的に独立している。ドライバ回路71、72は、各ステータ31、32の巻線38毎に個別に駆動電流を供給するように、複数個に分けられている。複数のドライバ回路71、72を制御部133で個別に制御することができる。

このため、各ドライバ回路71、72の電流供給能力は小さくてすむ。各ドライバ回路71、72を小型化することができる。

30

【0091】

また、ドライバ回路71、72は発熱するものである。これに対して、ドライバ回路71、72を複数個に分けたので、各ドライバ回路71、72からの放熱を分散することができる。このため、各ドライバ回路71、72を冷却するためのヒートシンクを小型にすることができる。従って、動力装置90を小型化することができる。

【0092】

さらには、ドライバ回路71、72が複数個に分けられているので、電動モータ10に掛かる負荷の変動に応じて、制御部133は複数のドライバ回路71、72を個別に制御することができる。つまり、必要な巻線38にだけ駆動電流を供給する。この結果、電動モータ10による無駄な消費電流(駆動電流)を容易に抑制して、省エネルギー化を進めることができる。しかも、動力装置90は簡単な構成ですむ。

40

【0093】

図14は本発明に係る制御部の制御フローチャート(第2実施例)である。

ST11; 各種信号を読み込む。

ST12; 除雪作業が停止中であるか否かを調べ、YESならST13に進み、NOならST15に進む。例えば、オーガスイッチ135がオフであるときに、「除雪作業が停止中」とであると判断する。

【0094】

ST13; 走行操作がされたか否かを調べ、YESならST14に進み、NOならこの制御フローにおける制御を終了する。例えば、操作レバー136aが前方または後方にス

50

イング操作されているとき（倒されているとき）に、「走行操作がされた」と判断する。

【0095】

ST14；制御部133に記憶されている複数の制御モードの中から、軽負荷制御モードを選択する。軽負荷制御モードは、複数の巻線38における所定の巻線38にだけ駆動電流を供給するように、ドライバ回路143Lを制御する制御モードである。例えば、第1及び第2ステータ31、32のうち、一方のステータにおける各巻線38にだけ駆動電流を供給する。

【0096】

ST15；走行操作がされたか否かを調べ、YESならST16に進み、NOならこの制御フローにおける制御を終了する。

10

ST16；制御部133に記憶されている複数の制御モードの中から、通常制御モードを選択する。通常制御モードは、全ての巻線38に駆動電流を供給するように、ドライバ回路143Lを制御する制御モードである。

ST17；上記ST14またはST16で選択された制御モードに基づいて、ドライバ回路143Lを制御した後に、この制御フローにおける制御を終了する。

【0097】

このように、図14に示す第2実施例においては、除雪作業装置102による除雪作業をすることなく自走式除雪機100を走行させたときには、電動モータ10L、10Rに掛かる負荷が小さい。この結果、電動モータ10L、10Rに供給される駆動電流 I_{mr} は基準電流 I_{ms} を下回っている。

20

図14に示す制御フローチャートの制御を実行する制御部133は、除雪作業装置102による除雪作業が停止中であるという条件（ST12）と、走行装置111L、111Rが走行操作されているという条件（ST13）の、2つの条件を満たしていると判断したときに、複数の巻線38における所定の巻線38にだけ駆動電流を供給するように、複数のドライバ回路71、72を制御する（ST14、ST17）。この結果、電動モータ10L、10Rが発生するトルクは小さい。

【0098】

一方、除雪作業装置102によって除雪作業をしながら自走式除雪機100を走行させたときには、電動モータ10L、10Rに掛かる負荷は大きい。この結果、電動モータ10L、10Rに供給される駆動電流 I_{mr} は、基準電流 I_{ms} に達する。このときに、制御部133は、例えば、全ての巻線38に駆動電流を供給するように制御すればよい（ST16、ST17）。この結果、電動モータ10L、10Rが発生するトルクは大きい。しかも、作業者の速度操作に応じて、電動モータ10L、10Rを低速回転させることができる。

30

【0099】

このように、除雪作業装置102による除雪作業の有無によって、電動モータ10L、10Rに対する駆動電流の供給を変更するだけであるから、簡単な構成で電動モータ10L、10Rの消費電力を抑制することができる。

【0100】

さらには、ドライバ回路71、72が複数個に分けられているので、電動モータ10に掛かる負荷の変動に応じて、制御部133は複数のドライバ回路71、72を個別に制御することができる。つまり、必要な巻線38にだけ駆動電流を供給する。この結果、電動モータ10による無駄な消費電流（駆動電流）を容易に抑制して、省エネルギー化を進めることができる。しかも、動力装置90は簡単な構成ですむ。

40

【0101】

次に、走行用電動モータ10と制御部133とドライバ回路143Lの変形例について、図15～図20に基づき説明する。なお、図1～図14に示す電動モータ10、自走式除雪機100、制御部133及びドライバ回路143Lと同様の構成については同一符号を付し、その説明を省略する。

【0102】

50

図15は、本発明に係る変形例の走行用電動モータの断面図であり、上記図1に合わせて表したものである。変形例の走行用電動モータ10Aは、ロータブロック20Aとステータブロック30Aとからなる、ブラシレス式インナロータ型直流モータである。

【0103】

ロータブロック20Aは、1つのモータ軸21Aと1つのロータ22Aとからなる。ロータ22Aは、モータ軸21Aに例えば圧入によって固定された環状の部材であって、図1～図4に示す第1ロータ22と実質的に同じ構成である。但し、ロータ22Aは、複数のステータ31、32、39の全てに対応するべく、第1ロータ22よりも細長い構成である。このため、複数の永久磁石26Aの長さは、ロータ22Aの長さに対応して大きく設定されている。

10

【0104】

次に、ステータブロック30Aについて説明する。ステータブロック30Aは、3つのステータ31、32、39と、2つのステータ間用スペーサ33、33と、2つのカバー34、35とからなる。3つのステータ31、32、39は、モータ軸21Aの軸方向に複数の部材に分割され、且つ、1つのロータ22Aに個別に対応するように配置された、環状のアウタステータである。3つのステータ31、32、39は、互いに位相が一致して配置されている。

【0105】

モータ軸21Aに対して、ロータ22Aと各ステータ31、32、39は同心に配置されている。ロータ22Aは、対応する各ステータ31、32、39の内部に若干の間隙（エアギャップ）を有して配置される。

20

【0106】

このように、変形例の電動モータ10Aは、1つのモータ軸21Aと、このモータ軸21Aに設けられた1つのロータ22Aと、このロータ22Aに対応してモータ軸方向に配列された3つのステータ31、32、39とからなる、ブラシレス式インナロータ型直流モータである。

ロータブロック20Aは、ロータ22Aが1つだけである他には、図1～図4に示すロータブロック20と実質的に同じ構成である。

ステータブロック30Aは、上記第1ステータ31と上記第2ステータ32に加えて更に第3ステータ39を有している他には、図1～図4に示すステータブロック30と実質的に同じ構成である。

30

【0107】

次に、変形例における、制御部133と左のドライバ回路143Lと左の電動モータ10Aの関係について、図16に基づき詳細に説明する。

ここで、図16に示すように、ロータ22Aと第1のステータ31の組合せから成る構成のことを、第1モータユニット81Aと言う。ロータ22Aと第2のステータ32の組合せから成る構成のことを、第2モータユニット82Aと言う。ロータ22Aと第3のステータ39の組合せから成る構成のことを、第3モータユニット83Aと言う。

【0108】

また、電動モータ10Aと、この電動モータ10Aに駆動電流を供給するドライバ回路143Lと、このドライバ回路143Lを制御する制御部133の組合せから成る構成のことを、動力装置90Aと言う。

40

【0109】

電動モータ10Aは、各ステータ31、32、39毎に12個の巻線38を有している。12個の巻線38を、例えば、互いに隣接し合う4つずつ直列接続することにより、複数の巻線相61～63が構成される。具体的には、U相の巻線相61とV相の巻線相62とW相の巻線相63の3つである。これらの巻線相61～63はステータ31、32、39の周方向に配列される。このように、複数の巻線相61～63は、複数の巻線38の集合体であって、互いに電氣的に独立している。複数の巻線相61～63は、各一端同士が接続されることによって、Y結線（スター型結線）にされている。

50

【0110】

変形例のドライバ回路143Lは、第1ドライバ回路71と第2ドライバ回路72の他に、更に第3ドライバ回路73を有する。第3ドライバ回路73は、第1ドライバ回路71と同様にそれぞれ互いに独立したU相ドライバ74とV相ドライバ75とW相ドライバ76の、3つの相ドライバからなる。つまり、第3ドライバ回路73は、第1ドライバ回路71と実質的に同じ構成である。

【0111】

次に、上記図16に示す制御部133をマイクロコンピュータとした場合の制御フローについて、図16を参照しつつ、図17に基づき説明する。これらの制御フローは、例えばメインスイッチ134（図8参照）をオンにしたときに開始する。図中、ST××はステップ番号を示す。特に説明がないステップ番号については、番号順に進行する。

10

但し、図16に示す制御フローの構成の場合において、電動モータ10Aは次のように構成されている。つまり、複数のステータ31、32、39は互いに位相が一致して配置されている。

【0112】

図17は、本発明に係る変形例の制御部の制御フローチャートである。

ST21；回生制動操作信号、つまり、左右の旋回操作スイッチ137L、137Rのスイッチ信号を読み込む。

ST22；回生制動操作がされたか否かを調べ、YESならST23に進み、NOならST21に戻る。左の旋回操作スイッチ137Lまたは右の旋回操作スイッチ137Rがオン操作されているときに、回生制動操作がされたと判断する。

20

ST23；バッテリー105の電圧Ebrを、バッテリー用電圧センサ146によって検出する。

ST24；電動モータ10Lからドライバ回路143Lを介してバッテリー105へ流れる回生電流Irrを、電流センサ145Lによって検出する。

【0113】

ST25；バッテリー105の電圧Ebrが、予め設定されている所定の基準電圧Ebsを越えているか否かを調べ、YESならST26に進み、NOならST28に進む。バッテリー105の残量に応じて電圧Ebrは増大する。基準電圧Ebsは、バッテリー105の過充電が防止される値（例えば、バッテリー105が満充電に近い状態の電圧）に設定される。

30

ST26；回生電流Irrが、予め設定されている所定の基準回生電流Irsを越えているか否かを調べ、YESならST27に進み、NOならST28に進む。基準回生電流Irsは、バッテリー105の耐久性を考慮した最大限の回生電流（充電電流）に設定される。

【0114】

ST27；制御部133に記憶されている複数の制御モードの中から、アンバランス回生制御モードを選択する。

アンバランス回生制御モードは、回生制動時において、3つのモータユニット81A、82A、83Aが不均等のトルクを発生するように、3つのドライバ回路71～73を制御するモードである。制御部133は、アンバランス回生制御モードを実行することによって、各モータユニット81A、82A、83Aが発生するトルクの配分を不均等とするように、3つのドライバ回路71～73を制御することになる。3つのモータユニット81A、82A、83Aが発生するトルクの総和、つまり、合成トルクは、制御部133が電動モータ10Aに要求するトルク（必要トルク）である。この場合の合成トルクは、回生トルクである。アンバランス回生制御モードの一例については、図19及び図20に基づいて説明する。

40

【0115】

ST28；制御部133に記憶されている複数の制御モードの中から、通常回生制御モードを選択する。

50

通常回生制御モードは、回生制動時において、3つのモータユニット81A, 82A, 83Aが均等のトルクを発生するように、3つのドライバ回路71～73を制御するモードである。制御部133は、通常回生制御モードを実行することによって、各モータユニット81A, 82A, 83Aが発生するトルクの配分を均等とするように、3つのドライバ回路71～73を制御することになる。3つのモータユニット81A, 82A, 83Aが発生するトルクの総和、つまり、合成トルクは、制御部133が電動モータ10Aに要求するトルク（必要トルク）である。この場合の合成トルクは、回生トルクである。通常回生制御モードの一例については、図18に基づいて説明する。

【0116】

ST29；上記ST27またはST28で選択された回生制御モードに基づいて、ドライバ回路143Lを制御した後に、この制御フローにおける制御を終了する。

【0117】

図18は、図17のST28に示された通常回生制御モードの一例を説明する説明図であり、上記図11と同様の表し方をしてある。つまり、図18は、横軸をロータの回転角とし、縦軸を各部の信号・トルクとしたモータユニットの制御特性を示している。

第1モータユニット81Aが発生するトルク（第1巻線側の発生トルク）はTb1である。第2モータユニット82Aが発生するトルク（第2巻線側の発生トルク）はTb2である。第3モータユニット83Aが発生するトルク（第3巻線側の発生トルク）はTb3である。3つのトルクTb1～Tb3の総和、つまり、合成トルクはTbtである。

【0118】

まず、第1モータユニット81Aについて説明する。回生制動時において、制御部133は、第1ドライバ回路71における全ての上部素子へ発する信号（入力信号Uu, Vu, Wu）を低レベル信号Lとする。このため、第1巻線側の発生トルクTb1は負の値となる。

同様に、制御部133は、第2ドライバ回路72と第3ドライバ回路73にも、第1ドライバ回路71と同じ信号を発する。このため、第2巻線側の発生トルクTb2と第3巻線側の発生トルクTb3も負の値となる。

各発生トルクTb1, Tb2, Tb3の値は同一である。合成トルクTbtは、Tb1, Tb2, Tb3を合成した負の値であるから、回生トルクである。

【0119】

このように、通常回生制御モードによれば、制御部133が電動モータ10Aに要求する回生トルクTbt（所要回生トルクTbt）を、3つのモータユニット81A, 82A, 83Aに均等に分配することができる。

所要回生トルクTbtとは、外部条件（例えば、電動モータ10Aで駆動する負荷を停止させるときの条件）に応じて制御部133が演算して求めた値である。

【0120】

図19は、図17のST27に示されたアンバランス回生制御モードの一例を説明する説明図（その1）であり、上記図18と同様の表し方をしてある。つまり、図19は、横軸をロータの回転角とし、縦軸を各部の信号・トルクとした第1モータユニット81Aの制御特性を示している。

【0121】

回生制動時において、制御部133は、第1ホールIC52の出力信号に応じて第1ドライバ回路71における上部素子と下部素子に制御信号を発する。このため、第1巻線側の発生トルクTb1は正の値となる。

【0122】

図20は、図17のST27に示されたアンバランス回生制御モードの一例を説明する説明図（その2）であり、上記図19と同様の表し方をしてある。つまり、図20は、横軸をロータの回転角とし、縦軸を各部の信号・トルクとした第2及び第3モータユニット82A, 83Aの制御特性を示している。

【0123】

10

20

30

40

50

回生制動時において、制御部 133 は、第 2 及び第 3 モータユニット 82A、83A における全ての上部素子へ発する信号（入力信号 U_u 、 V_u 、 W_u ）を低レベル信号 L とする。このため、第 2 及び第 3 の発生トルク T_{b2} 、 T_{b3} は負の値となる。

【0124】

上記図 19 に示す第 1 巻線側の発生トルク T_{b1} と、図 20 に示す第 2 及び第 3 巻線側の発生トルク T_{b2} 、 T_{b3} とは、絶対値が同一である。合成トルク T_{bt} は、 T_{b1} 、 T_{b2} 、 T_{b3} を合成した負の値となる。つまり、合成トルク T_{bt} は回生トルクである。

【0125】

このように、アンバランス回生制御モードによれば、制御部 133 が電動モータ 10A に要求する回生トルク T_{bt} を、3 つのモータユニット 81A、82A、83A に不均等に分配することができる。

【0126】

ここで、アンバランス回生制御モードにおける、各巻線側の発生トルク T_{b1} 、 T_{b2} 、 T_{b3} と所要回生トルク T_{bt} の関係をまとめると、次の通りである。

各巻線側の発生トルク T_{b1} 、 T_{b2} 、 T_{b3} については、所要回生トルク T_{bt} に所定の係数 α_1 、 α_2 、 α_3 を乗算することによって設定することができる。例えば、第 1 巻線側の係数を α_1 、第 2 巻線側の係数を α_2 、第 3 巻線側の係数を α_3 とする。この結果、次式によって、各巻線側の発生トルク T_{b1} 、 T_{b2} 、 T_{b3} が決まる。なお、上述のように、所要回生トルク T_{bt} は負の値である。

$$T_{b1} = T_{bt} \times \alpha_1$$

$$T_{b2} = T_{bt} \times \alpha_2$$

$$T_{b3} = T_{bt} \times \alpha_3$$

但し、条件式「 $\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = +1$ 」を満足することを条件とする。例えば、 $\alpha_1 = -1$ 、 $\alpha_2 = +1$ 、 $\alpha_3 = +1$ とする。

【0127】

このようにすることによって、第 1 巻線側の発生トルク T_{b1} を正転駆動トルクとする。また、第 2 及び第 3 巻線側の発生トルク T_{b2} 、 T_{b3} を回生トルクとする。

T_{b1} が正の値、 T_{b2} 、 T_{b3} が負の値であり、しかも、全ての値の絶対値が同一である。このため、 T_{b1} 、 T_{b2} 、 T_{b3} の総和である T_{bt} の値は、 T_{b3} の値と同じ回生トルクになる。この T_{bt} によって電動モータ 10A を回生制動させることができる。

【0128】

しかも、 T_{b1} 、 T_{b2} 、 T_{b3} を積極的に不均等（アンバランス）に設定することによって、電動モータ 10A から外部に出力されるトルクは、図 18 に示す通常回生制御モードの場合と同じであっても、バッテリー 105 に回生される電力を低減させることができる。

【0129】

詳しく説明すると、次の通りである。なお、理解を容易にするために、トルクと電流と効率の関係だけを説明する。

ここで、一般的な電動モータが駆動トルクを発生するときの効率（モータ駆動時の効率）を η_o とする。駆動トルクは、モータ駆動電流と効率 η_o の積に比例する。言い換えると、モータ駆動電流は、駆動トルクと効率 η_o の逆数（ $1/\eta_o$ ）との積に比例する。

また、回生制動時に、電動モータが回生トルクに応じて回生電流を発生するときの効率（回生制動時の効率）を η_i とする。回生電流は、回生トルクと効率 η_i の積に比例する。なお、効率 η_i は効率 η_o と概ね同じと考えて差し支えない。

【0130】

ところで、図 17 の ST28 に示された通常回生制御モードにおける、モータ全体の効率 η_{tu} は効率 η_i と等しい（ $\eta_{tu} = \eta_i$ ）。

これに対し、図 17 の ST27 に示されたアンバランス回生制御モードにおいて、第 1

10

20

30

40

50

巻線側のモータ駆動電流 I_1 は、駆動トルクと効率 η_o の逆数 ($1/\eta_o$) との積に比例する。また、第2巻線側の回生電流 I_2 は、回生トルクと効率 η_i の積に比例する。第3巻線側の回生電流 I_3 も、回生トルクと効率 η_i の積に比例する。

【0131】

当然のことながら、駆動トルクは正の値、回生トルクは負の値である。モータ駆動電流 I_1 は正の値、回生電流 I_2 、 I_3 は負の値である。モータ全体の回生トルクが負の値なので、モータ全体の回生電流 I_t は、式「 $I_t = I_1 + I_2 + I_3$ 」で求められる負の値である。従って、モータ全体の効率 η_{ta} は、式「 $\eta_{ta} = 2 \times \eta_i - (1/\eta_o)$ 」で求められる。

【0132】

以上の説明から明らかなように、通常回生制御モードにおけるモータ全体の効率 η_{tu} に対して、アンバランス回生制御モードにおけるモータ全体の効率 η_{ta} は小さい ($\eta_{tu} > \eta_{ta}$)。従って、通常回生制御モードにおいてバッテリーに回生される電力に対し、アンバランス回生制御モードにおいてバッテリーに回生される電力は減少する。

【0133】

このように、図15～図20に示す変形例においては、回生制動時において、バッテリー105の電圧 E_{br} が所定の基準電圧 E_{bs} (例えば、バッテリー105が満充電に近い状態の電圧) を越え、且つ、回生電流 I_{rr} が所定の基準回生電流 I_{rs} を越えたときには、制御部133は、複数のドライバ回路71, 72, 73に対して各々異なる制御信号を発する。

一方、バッテリー105の電圧 E_{br} が所定の基準電圧 E_{bs} を越えていないときや、回生電流 I_{rr} が所定の基準回生電流 I_{rs} を越えていないときには、制御部133は、複数のドライバ回路71, 72, 73に対して全て同じ制御信号を発する。

【0134】

このように、バッテリー105の満充電時において、回生制動によるバッテリー105の過充電を防止するためには、制御部133から各ドライバ回路71, 72, 73へ各々異なる制御信号を発するだけでよい。このため、バッテリー105の満充電時に大きい回生電流を流すための抵抗を設ける必要はない。従って、回生制動をすることが可能な動力装置90Aを、簡単な構成にすることができる。

【0135】

さらには、電動モータ10Aは、1つのモータ軸21Aと少なくとも1つのロータ22Aと複数のステータ31, 32, 39とからなる。各ステータ31, 32, 39の巻線38は、ステータ31, 32, 39毎に電氣的に独立している。ドライバ回路71, 72, 73は、各ステータ31, 32, 39の巻線38毎に個別に駆動電流を供給するように、複数個に分けられている。複数のドライバ回路71, 72, 73を制御部133で個別に制御することができる。

このため、各ドライバ回路71, 72, 73の電流供給能力は小さくてすむ。各ドライバ回路71, 72, 73を小型化することができる。

【0136】

また、ドライバ回路71, 72, 73は発熱するものである。これに対して、ドライバ回路71, 72, 73を複数個に分けたので、各ドライバ回路71, 72, 73からの放熱を分散することができる。このため、各ドライバ回路71, 72, 73を冷却するためのヒートシンクを小型にすることができる。従って、動力装置90Aを小型化することができる。

【0137】

次に、図7及び図8に示す自走式除雪機100の変形例を図21に基づき説明する。なお、図1～図14に示す電動モータ10や自走式除雪機100と同様の構成については同一符号を付し、その説明を省略する。

図21は、本発明に係る自走式除雪機の変形例を示す側面図である。

変形性の自走式除雪機200は、機体201に、ドーザ式の除雪作業装置202と、ク

10

20

30

40

50

ローラ式の左右の走行装置 204L, 204R と、この左右の走行装置 204L, 204R だけを駆動するための左右の走行用電動モータ 10L, 10R とを備えている。

【0138】

機体 201 は、左右両側に走行装置 204L, 204R と走行用電動モータ 10L, 10R を備えた走行フレーム 201A と、走行フレーム 201A の後部に上下スイング可能に取付けられた車体フレーム 201B とからなる。

車体フレーム 201B は、バッテリー 205 を備えるとともに、後部から後方上部へ延びる左右の操作ハンドル 206L, 206R を備える。左右の操作ハンドル 206L, 206R は、それぞれ先端にグリップ 207L, 207R を有する。

走行フレーム 201A の後部と車体フレーム 201B の後部との間には、伸縮機構 251 が介在している。

10

【0139】

除雪作業装置 202 は、前部に雪を押出すドーザ（排雪部材）からなる。バッテリー 205 は上記図 8 に示すバッテリー 105 に相当する。

左右の走行装置 204L, 204R は、走行用電動モータ 10L, 10R だけによって駆動される構成であり、左右のクローラベルト 211L, 211R と、前部に配置された左右の駆動輪（走行輪）212L, 212R と、後部に配置された左右の転動輪 213L, 213R とからなる。左の電動モータ 10L が発生したトルクにより、左の駆動輪 212L を介して左のクローラベルト 211L を駆動する。右の電動モータ 10R が発生したトルクにより、右の駆動輪 212R を介して右のクローラベルト 211R を駆動する。

20

【0140】

このような自走式除雪機 200 は、前進走行しつつ前部のドーザで雪を掻き集めて除雪するので、ドーザ式除雪機と言われている。作業者は、自走式除雪機 200 に連れて歩行しながら、操作ハンドル 206L, 206R で自走式除雪機 200 を操縦することができる。

【0141】

左右の操作ハンドル 206L, 206R の一方は、高さ調節用レバー 252 を備えている。作業者が高さ調節用レバー 252 を握っているときだけ、伸縮機構 251 が縮むことにより、走行フレーム 201A の後部に対して車体フレーム 201B が上方にスイングする。この結果、除雪作業装置 202 は上方にスイングする。

30

その後、作業者が高さ調節用レバー 252 から手を放すと、伸縮機構 251 が伸張することにより、走行フレーム 201A の後部に対して車体フレーム 201B が下方にスイングする。この結果、除雪作業装置 202 は下方にスイングする。

除雪作業装置 202 が、図 21 に示す除雪可能な位置まで下降したときに、下端位置センサ 253 がオン信号を発する。

【0142】

左右の操作ハンドル 206L, 206R 間には、操作盤 232 と制御部 233 が配置されている。操作盤 232 は、メインスイッチ 234 と前後進速度操作部 236 とを備える。メインスイッチ 234 は、上記図 8 に示すメインスイッチ 134 に相当する。前後進速度操作部 236 は、上記図 8 に示す前後進速度操作部 136 に相当する。

40

【0143】

制御部 233 は、上記図 8 に示す制御部 133 に相当する。なお、上記図 8 に示す左右の旋回操作スイッチ 137L, 137R と左右の電磁ブレーキ 142L, 142R の有無については任意である。上記図 8 に示すその他の部材については、変形例の自走式除雪機 200 にも備えている。

【0144】

なお、本発明の実施の形態において、電動モータ 10, 10A は上記インナロータ方式に限定されるものではなく、アウトロータ方式であってもよい。

【0145】

また、電動モータ 10, 10A は、1つのモータ軸 21, 21A と、このモータ軸 21

50

、 2 1 A に設けられた少なくとも 1 つのロータ 2 2 , 2 3 , 2 2 A と、このロータ 2 2 , 2 3 , 2 2 A に対応してモータ軸方向に配列された複数のステータ 3 1 , 3 2 , 3 9 とかなる構成であればよい。

【0 1 4 6】

また、電動モータ 1 0 は、複数の巻線 3 8 を各ステータ 3 1 , 3 2 に設ける構成に限定されるものではなく、各ロータ 2 2 , 2 3 に設ける構成であってもよい。変形例の電動モータ 1 0 A は、複数の巻線 3 8 を各ステータ 3 1 , 3 2 , 3 9 に設ける構成に限定されるものではなく、ロータ 2 2 A に設ける構成であってもよい。その場合には、各ステータ 3 1 , 3 2 , 3 9 に複数の永久磁石 2 6 を設ければよい。

【0 1 4 7】

また、制御部 1 3 3 と左右のドライバ回路 1 4 3 L , 1 4 3 R は、いずれか 1 つに組込まれた構成であってもよい。

また、1 つの電動モータ 1 0 , 1 0 A によって複数の走行装置を駆動する構成を含む。

【産業上の利用可能性】

【0 1 4 8】

本発明の電動モータ 1 0 , 1 0 A は、自走式除雪機 1 0 0 , 2 0 0 に搭載するのに好適である。

【図面の簡単な説明】

【0 1 4 9】

【図 1】本発明に係る電動モータの断面図である。

【図 2】図 1 に示された電動モータをモータ軸方向から見た断面図である。

【図 3】図 1 に示されたロータブロックの断面図である。

【図 4】図 3 に示されたロータブロックの各部をモータ軸方向から見た図である。

【図 5】図 1 に示されたステータブロックの分解状態の断面図である。

【図 6】図 5 に示されたステータブロックの各部をモータ軸方向から見た図である。

【図 7】図 1 に示された電動モータを搭載した自走式除雪機の側面図である。

【図 8】図 7 に示された自走式除雪機の模式的平面図兼制御系統図である。

【図 9】図 8 に示された自走式除雪機の制御系統のうち、制御部と左のドライバ回路と左の電動モータの回路図である。

【図 1 0】本発明に係る動力装置の回路図である。

【図 1 1】図 1 0 に示された第 1 巻き線側の特性を示す特性図である。

【図 1 2】図 1 に示された電動モータの合成トルクを示すトルク特性図である。

【図 1 3】図 9 に示された制御部の制御フローチャート（第 1 実施例）である。

【図 1 4】図 9 に示された制御部の制御フローチャート（第 2 実施例）である。

【図 1 5】本発明に係る変形例の走行用電動モータの断面図である。

【図 1 6】本発明に係る変形例の動力装置の回路図である。

【図 1 7】図 1 6 に示された制御部の制御フローチャートである。

【図 1 8】図 1 7 に示された通常回生制御モードの一例を説明する説明図である。

【図 1 9】図 1 7 に示されたアンバランス回生制御モードの一例を説明する説明図（その 1）である。

【図 2 0】図 1 7 に示されたアンバランス回生制御モードの一例を説明する説明図（その 2）である。

【図 2 1】本発明に係る自走式除雪機の変形例を示す側面図である。

【符号の説明】

【0 1 5 0】

1 0 , 1 0 A , 1 0 L , 1 0 R … 走行用電動モータ、 2 1 , 2 1 A … モータ軸、 2 2 … 第 1 ロータ、 2 2 A … ロータ、 2 3 … 第 2 ロータ、 3 1 … 第 1 ステータ、 3 2 … 第 2 ステータ、 3 8 … 巻線、 3 9 … 第 3 ステータ、 6 1 , 6 2 , 6 3 … 巻線相、 8 1 , 8 1 A … 第 1 モータユニット、 8 2 , 8 2 A … 第 2 モータユニット、 8 3 A … 第 3 モータユニット、 9 0 , 9 0 A … 動力装置、 1 0 0 … 自走式除雪機、 1 0 1 … 機体、 1 0 2 … 除雪作業装置

10

20

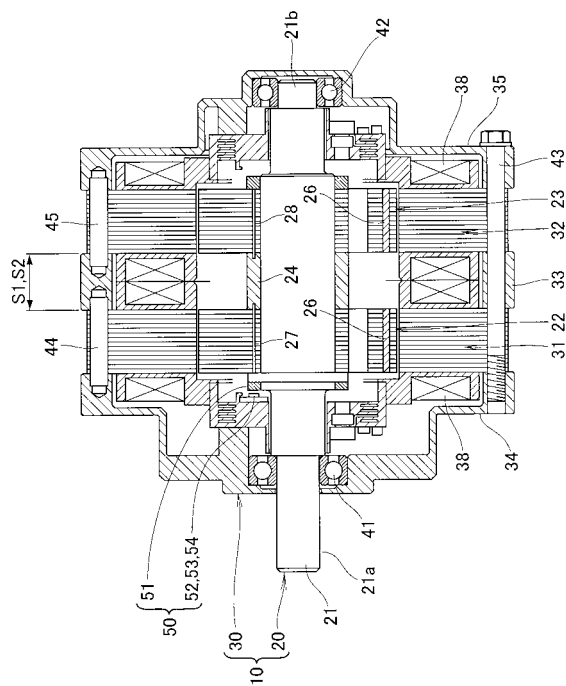
30

40

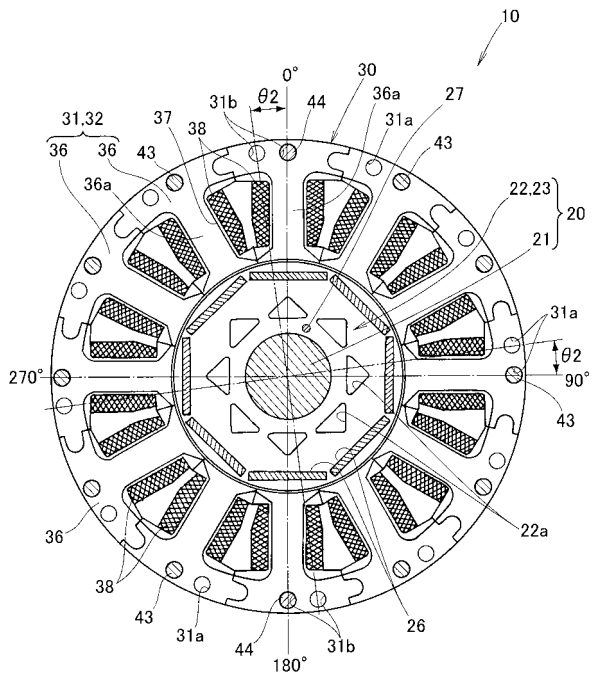
50

、104L, 104R…走行装置、105…バッテリー、133…制御部、143L, 143R…ドライバ回路、Ebr…バッテリーの電圧、Ebs…基準電圧、Imr…駆動電流、ImS…基準電流、Irr…回生電流、Irs…基準回生電流。

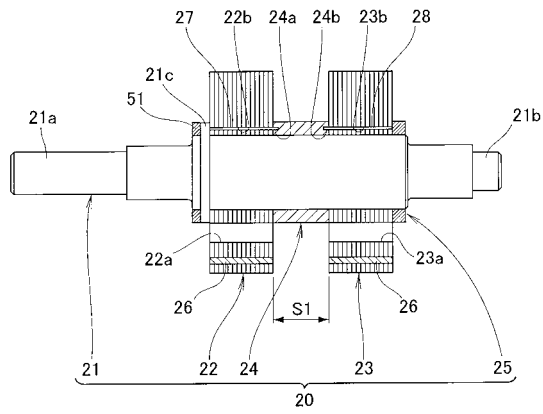
【図1】



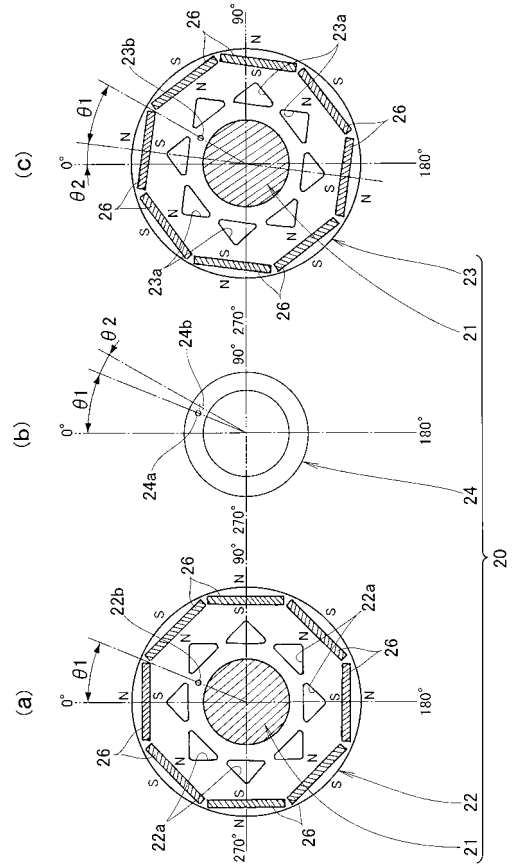
【図2】



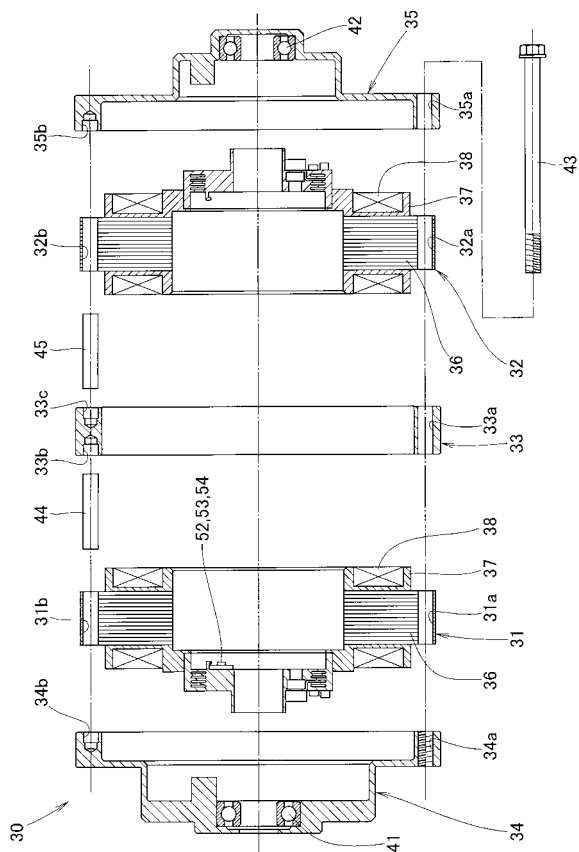
【図 3】



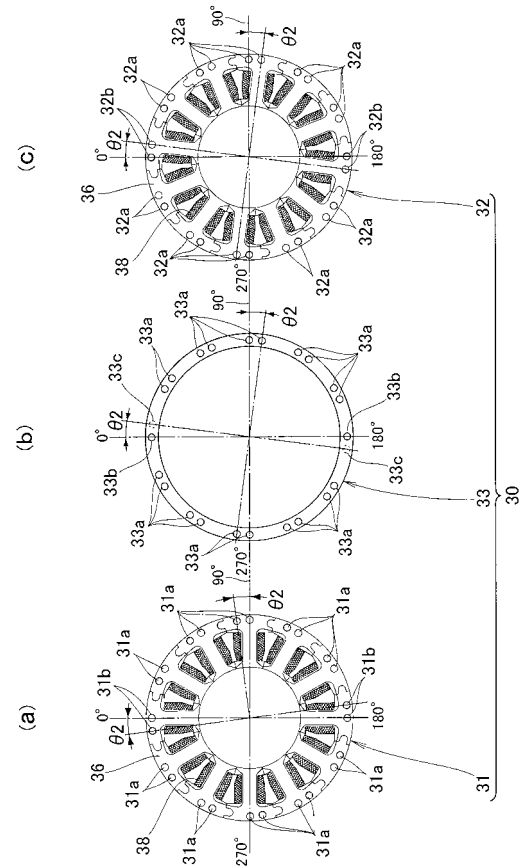
【図 4】



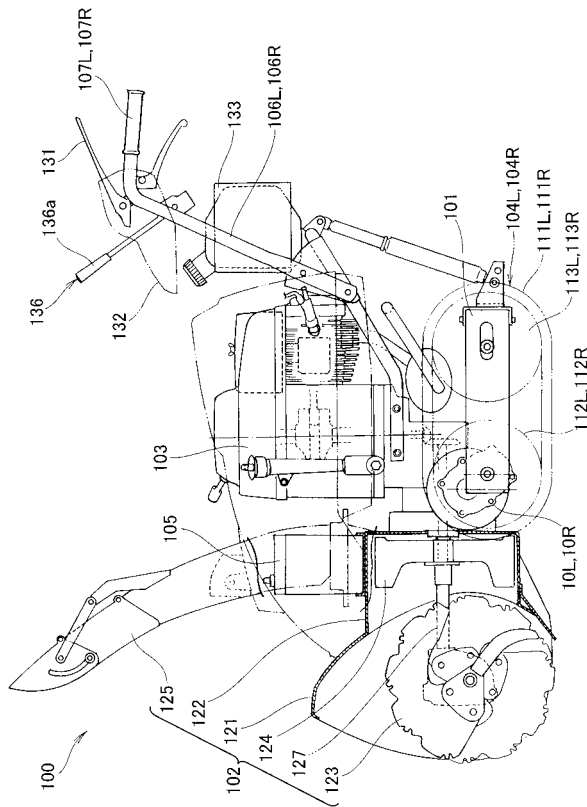
【図 5】



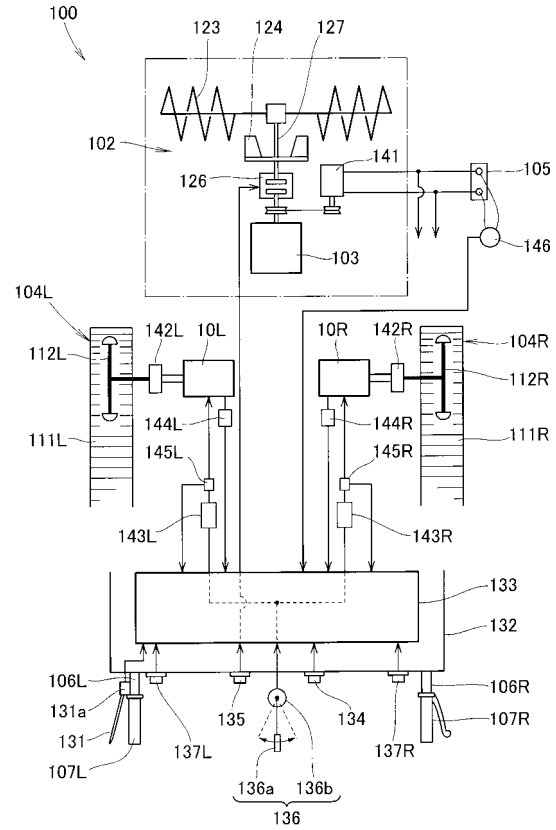
【图 6】



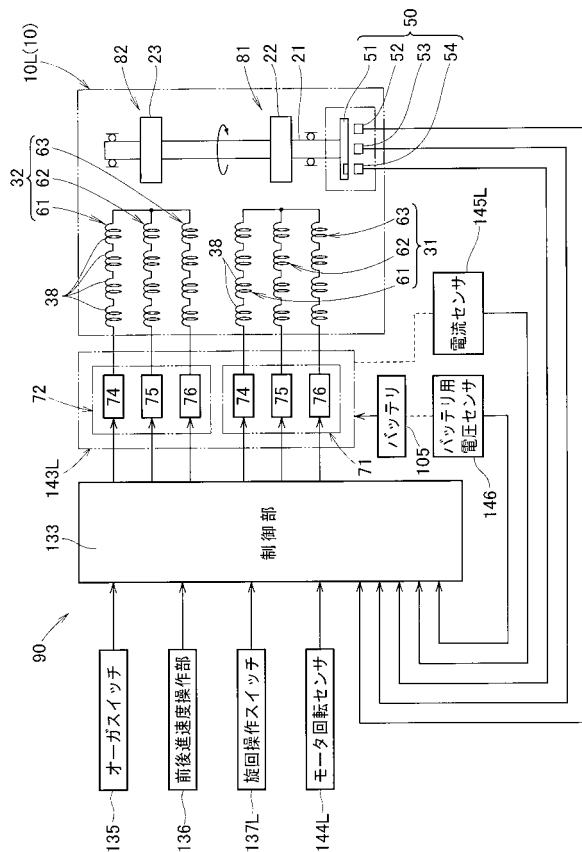
【図 7】



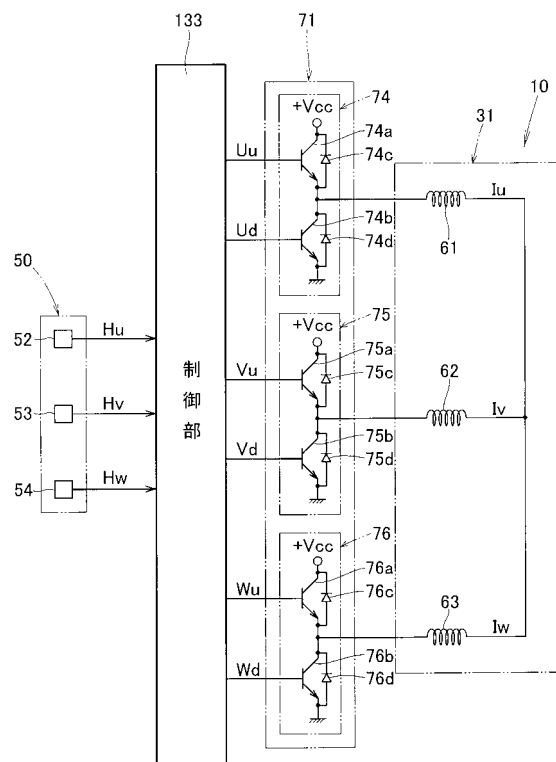
【図 8】



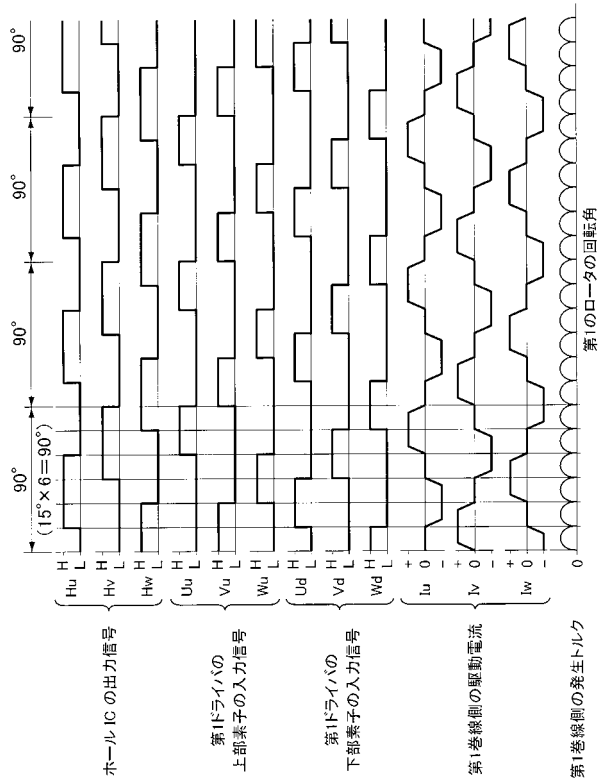
【図 9】



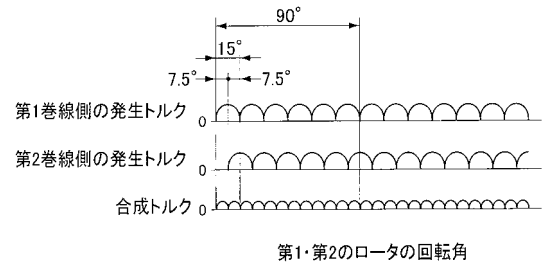
【図 10】



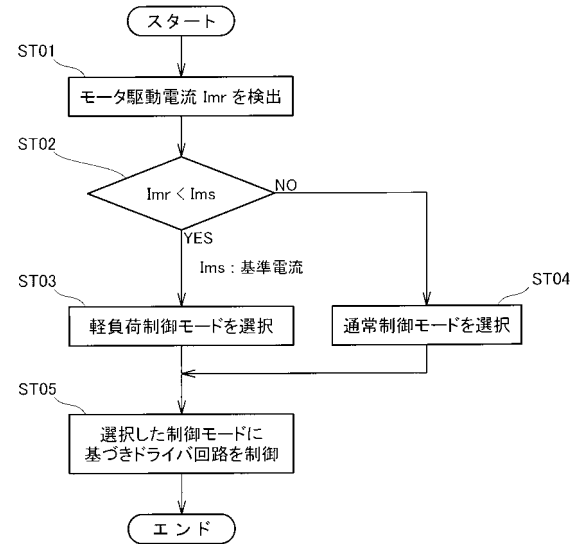
【図 1 1】



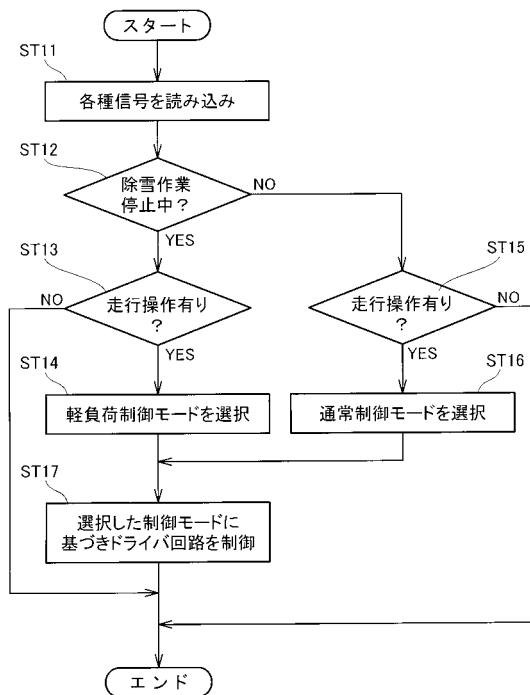
【図 1 2】



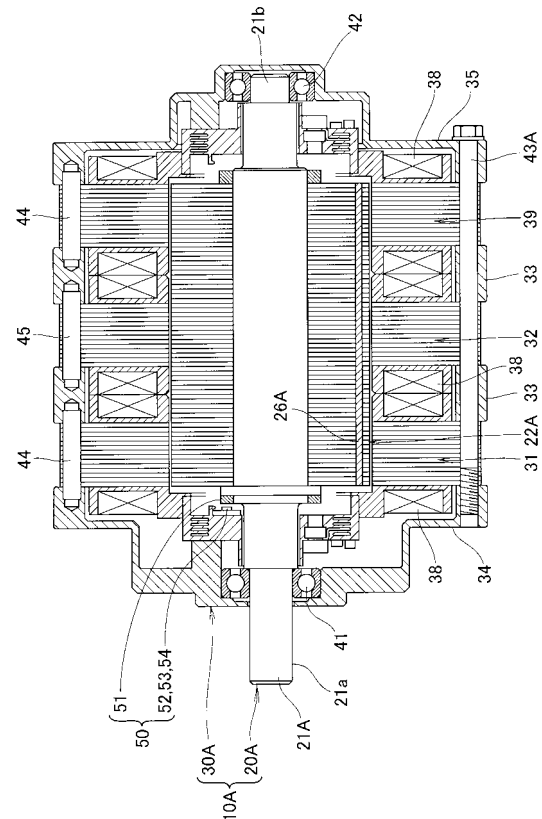
【図 1 3】



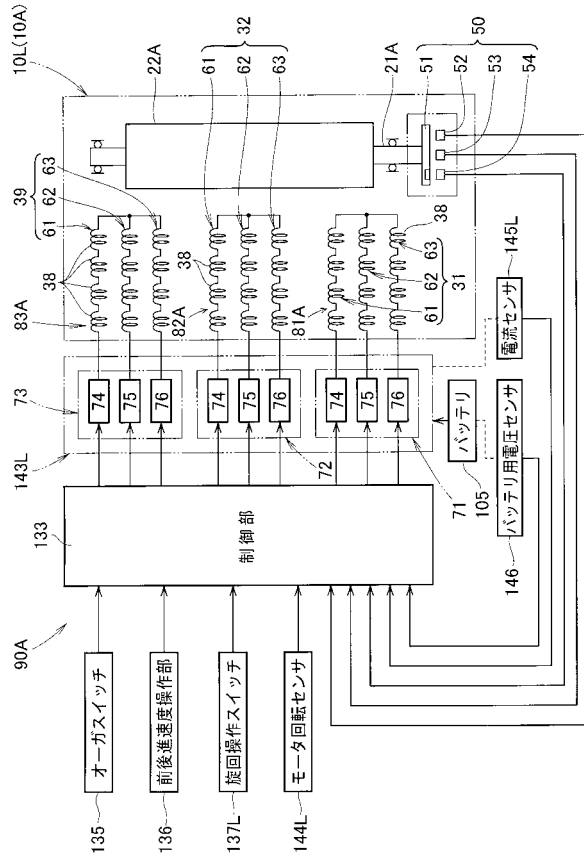
【図 1 4】



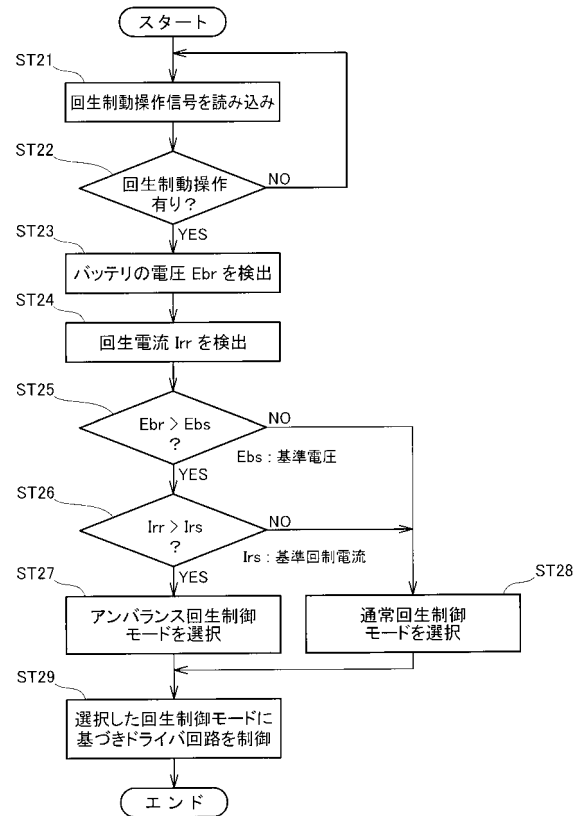
【図 1 5】



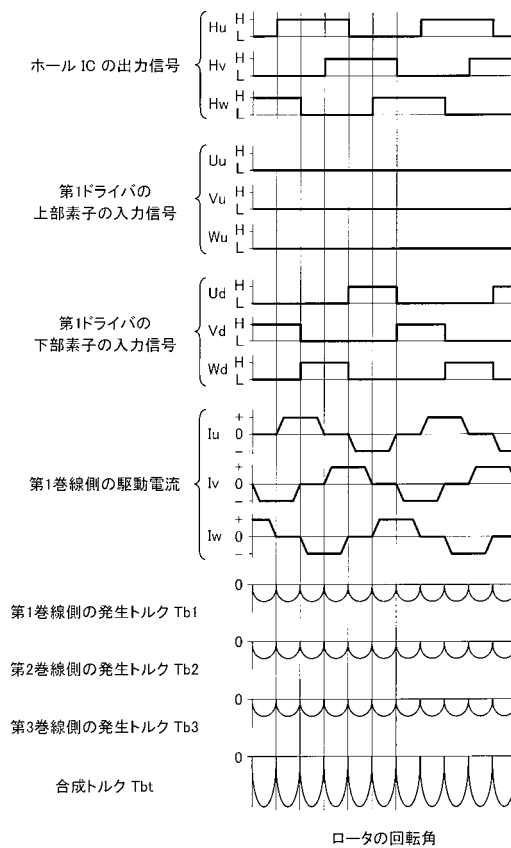
【図 16】



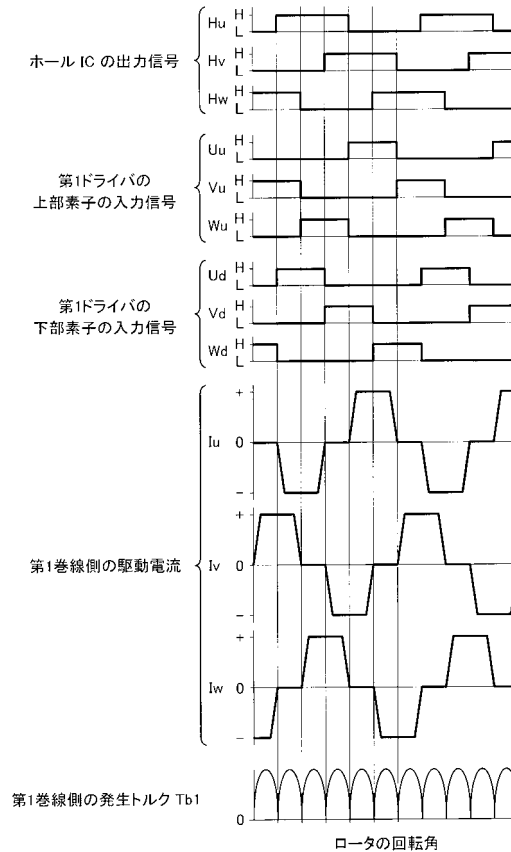
【図 17】



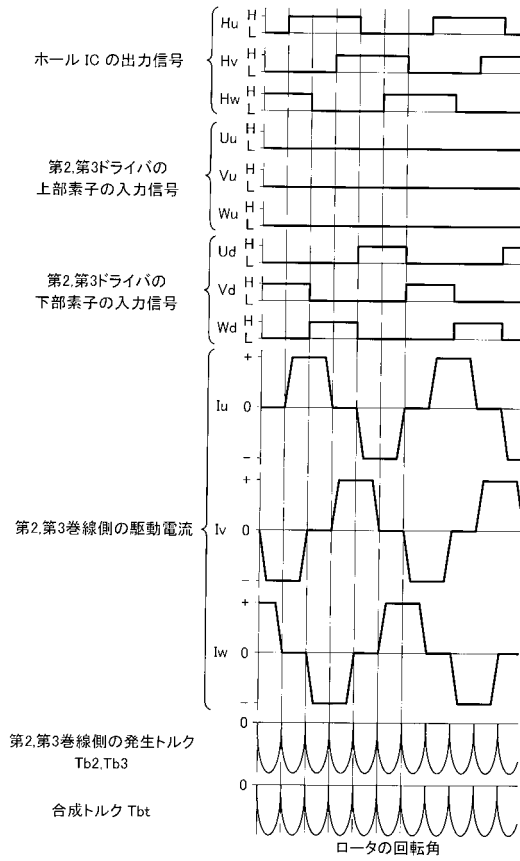
【図 18】



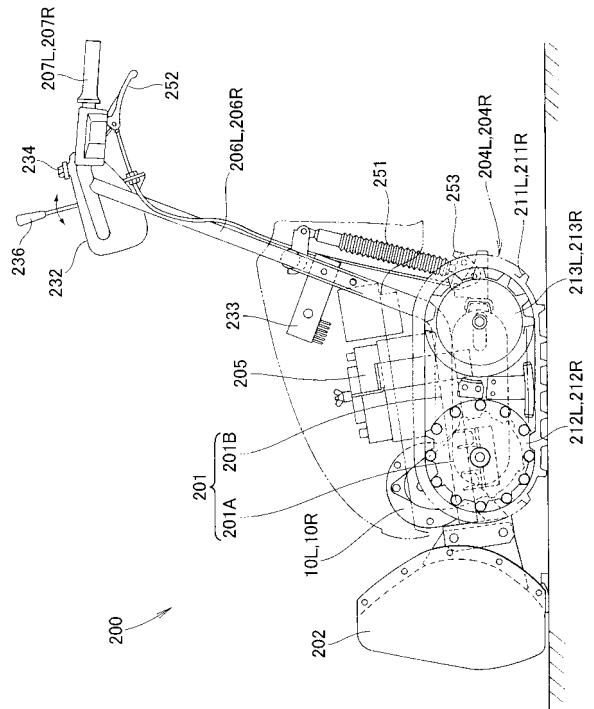
【図 19】



【図 20】



【図 21】



フロントページの続き

(72)発明者 御菩薩池 勉
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 高橋 祐介

(56)参考文献 特開2000-170905 (JP, A)
特開2002-052592 (JP, A)
特開平05-068397 (JP, A)
特開2005-198448 (JP, A)
特開平10-150702 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02P 6/24