

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年1月16日(16.01.2020)



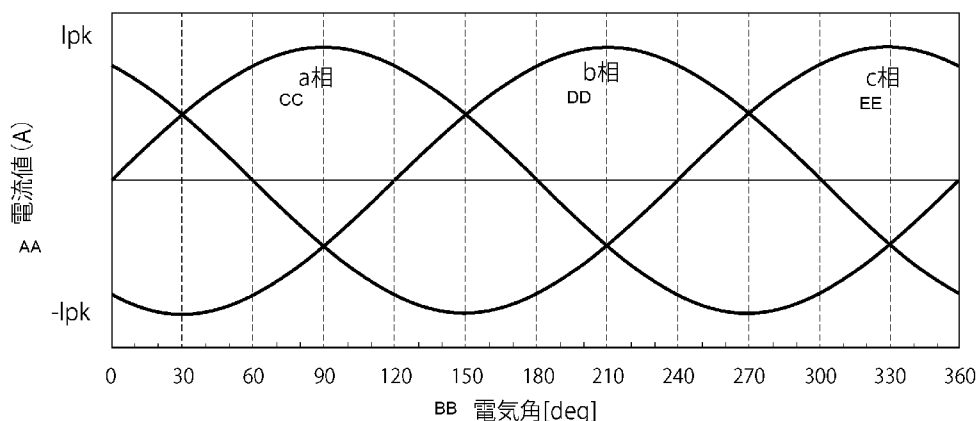
(10) 国際公開番号

WO 2020/013079 A1

- (51) 国際特許分類:
H02P 29/024 (2016.01) *H02P 27/08* (2006.01)
B62D 5/04 (2006.01)
- (72) 発明者: 鍋師 香織(NABESHI, Kaori); 〒6018205
京都府京都市南区久世殿城町 3 3 8 番地
日本電産株式会社内 Kyoto (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/026707
- (22) 国際出願日: 2019年7月4日(04.07.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2018-132012 2018年7月12日(12.07.2018) JP
- (71) 出願人: 日本電産株式会社 (NIDEC CORPORATION) [JP/JP]; 〒6018205 京都府京都市南区久世殿城町 3 3 8 番地 Kyoto (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) Title: DRIVE CONTROL DEVICE, DRIVE DEVICE, AND POWER STEERING DEVICE

(54) 発明の名称: 駆動制御装置、駆動装置およびパワーステアリング装置



AA Current value (A)
BB Electrical angle (deg)
CC a-phase
DD b-phase
EE c-phase

(57) Abstract: A drive control device of an embodiment is a drive control device for controlling driving of a three-phase motor and is provided with: an electrical value calculation unit which, on the basis of an electrical value that is at least one of a current value and a voltage value generated in the three-phase motor, calculates an electrical value on each coordinate axis of rotating coordinates of the three-phase motor; and a failure determination unit which determines a failed phase in which failure has occurred among the phases of the three-phase motor, by combining, with respect to each coordinate axis,

SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

positive/negative information pertaining to at least one of the difference between a calculated electrical value calculated by the electrical value calculation unit and a target electrical value representing a control target for the electrical value on each coordinate axis, and an amount of change in the difference.

(57) 要約: 駆動制御装置の一態様は、3相モータの駆動を制御する駆動制御装置であって、上記3相モータに生じた、電流値および電圧値の少なくとも一方である電気値に基づいて、当該3相モータの回転座標の各座標軸における電気値を算出する電気値算出部と、上記電気値算出部により算出された算出電気値と、上記各座標軸における電気値の制御目標を表した目標電気値との差分および当該差分の変化量の少なくとも一方における正負情報を上記各座標軸について組み合わせることで上記3相モータの各相のうちで失陥を生じた失陥相を判定する失陥判定部と、を備える。

明 細 書

発明の名称：

駆動制御装置、駆動装置およびパワーステアリング装置

技術分野

[0001] 本発明は、駆動制御装置、駆動装置およびパワーステアリング装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、３相モータのいずれかの相が失陥した場合、失陥した相を検出し、失陥相に対応したバックアップ制御に切替えてモータ駆動を継続する技術が知られる。

[0003] 例えば特許文献１には、スイッチング素子をＯＮする組み合わせであるテストパターンを記憶し、前記テストパターンと、当該テストパターンの応答として前記電流検出器で検出される電流検出値と、前記回転角度検出値が逆起電力の影響を受ける範囲にあるか否かを判別した結果とに基づいて、短絡故障個所を特定する電動機制御装置の提案がある。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：特許第４９５４２７８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかし、テストパターンのみで故障個所を特定すると、不具合の兆候発見から故障個所の確定まで長時間を要するため、バックアップ制御への移行が遅くなる。

[0006] 本発明は、テストパターンのみを用いる場合に較べて短時間でバックアップ制御へ移行できる駆動制御装置、駆動装置およびパワーステアリング装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明に係る駆動制御装置の一態様は、３相モータの駆動を制御する駆動制御装置であって、上記３相モータに生じた、電流値および電圧値の少なくとも一方である電気値に基づいて、当該３相モータの回転座標の各座標軸における電気値を算出する電気値算出部と、上記電気値算出部により算出された算出電気値と、上記各座標軸における電気値の制御目標を表した目標電気値との差分および当該差分の変化量の少なくとも一方における正負情報を上記各座標軸について組み合わせることで上記３相モータの各相のうちで失陥を生じた失陥相を判定する失陥判定部と、を備える。 また、本発明に係る駆動装置の一態様は、上記駆動制御装置と、上記駆動制御装置によって駆動が制御される３相モータと、を備える。

[0008] また、本発明に係るパワーステアリング装置の一態様は、上記駆動制御装置と、上記駆動制御装置によって駆動が制御される３相モータと、上記３相モータによって駆動されるパワーステアリング機構と、を備える。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、テストパターンのみを用いる場合に較べて短時間でバックアップ制御へ移行できる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図１は、本実施形態によるモータ駆動ユニットのブロック構成を模式的に示す図である。

[図2]図２は、正常時におけるモータの各相の各コイルに流れる電流値を示す図である。

[図3]図３は、正常時の制御と異常時の制御との切替えに着目した機能ブロック図である。

[図4]図４は、正常時の制御から異常時の制御に切替えられる手順を示すフローチャートである。

[図5]図５は、異常時におけるモータ２００の各相の各コイルに流れる電流値を示す図である。

[図6]図6は、本実施形態によるパワーステアリング装置の構成を模式的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、添付の図面を参照しながら、本開示の駆動制御装置、駆動装置およびパワーステアリング装置の実施形態を詳細に説明する。但し、以下の説明が不必要に冗長になるのを避け、当業者の理解を容易にするため、必要以上に詳細な説明は省略する場合がある。例えば、既によく知られた事項の詳細説明や実質的に同一の構成に対する重複説明を省略する場合がある。（モータ駆動ユニット1000の構造） 図1は、本実施形態によるモータ駆動ユニット1000のブロック構成を模式的に示す図である。モータ駆動ユニット1000は、電力供給装置100、モータ200および制御回路300を備える。

[0012] 本明細書では、構成要素としてモータ200を備えるモータ駆動ユニット1000を説明する。モータ200を備えるモータ駆動ユニット1000は、本発明の駆動装置の一例に相当する。ただし、モータ駆動ユニット1000は、構成要素としてモータ200が省かれた、モータ200を駆動するための装置であってもよい。モータ200が省かれたモータ駆動ユニット1000は、本発明の駆動制御装置の一例に相当する。

[0013] モータ200は、例えば三相交流モータである。モータ200は、a相、b相、およびc相のコイルを有する。コイルの巻き方は、例えば集中巻きまたは分布巻きである。

[0014] モータ駆動ユニット1000は、外部電源からの電力を、電力供給装置100によってモータ200に供給する電力に変換することが可能である。例えば、第1インバータ110、第2インバータ120は、直流電力を、a相、b相およびc相の擬似正弦波である三相交流電力に変換することが可能である。

[0015] 電力供給装置100は、第1インバータ110、第2インバータ120、および電流センサ130を備える。第1インバータ110はモータ200のコ

イルの一端 210 に接続され、第 2 インバータ 120 はモータ 200 のコイルの他端 220 に接続される。本明細書において、部品（構成要素）同士の「接続」とは、主に電氣的な接続を意味する。モータ 200 は、各相のコイルの相互間に結線が存在しないいわゆる無結線モータである。

[0016] 第 1 インバータ 110 および第 2 インバータ 120 は、モータ 200 のコイルに接続されたスイッチング素子を備え、そのスイッチング素子のスイッチング動作により電力が変換されてモータ 200 に供給される。

[0017] 電流センサ 130 は例えばシャント抵抗と電流検出回路からなり、第 1 インバータ 110 および第 2 インバータ 120 に流れる電流を検知することで、モータ 200 の各相のコイルに流れる電流値を検知する。

[0018] 制御回路 300 は、例えば、電源回路 310 と、角度センサ 320 と、入力回路 330 と、マイクロコントローラ 340 と、駆動回路 350 と、ROM 360 とを備える。制御回路 300 は、電力変換装置 100 の全体の動作を制御することによりモータ 200 を駆動する。具体的には、制御回路 300 は、目的とするモータトルクや回転速度を制御してクローズドループ制御を実現することができる。

[0019] 電源回路 310 は、回路内の各ブロックに必要な DC 電圧（例えば 3 V、5 V）を生成する。角度センサ 320 は、例えばレゾルバ、ホール IC であり、あるいは磁気抵抗（MR）素子を有する MR センサとセンサマグネットとの組み合わせによっても実現される。角度センサ 320 は、モータ 200 のロータの回転角を検出し、検出した回転角を示す回転信号をマイクロコントローラ 340 に出力する。モータ制御手法（例えばセンサレス制御）によっては、角度センサ 320 は省かれる場合がある。

[0020] 入力回路 330 は、電流センサ 130 によって検出された電流値（以下、「実電流値」と表記する。）を受け取り、必要に応じて、実電流値のレベルをマイクロコントローラ 340 の入力レベルに変換し、実電流値をマイクロコントローラ 340 に出力する。入力回路 330 は、アナログデジタル変換回路である。

- [0021] マイクロコントローラ 340 は、角度センサ 320 によって検出されたロータの回転信号を受信するとともに、入力回路 330 から出力された実電流値を受信する。マイクロコントローラ 340 は、実電流値およびロータの回転信号などに従って目標電流値を設定して PWM 信号を生成し、生成した PWM 信号を駆動回路 350 に出力する。例えば、マイクロコントローラ 340 は、電力供給装置 100 の第 1 インバータ 110 および第 2 インバータ 120 における各スイッチ素子のスイッチング動作（ターンオンまたはターンオフ）を制御するための PWM 信号を生成する。
- [0022] 駆動回路 350 は、典型的にはゲートドライバである。駆動回路 350 は、第 1 および第 2 インバータ 110、120 における各スイッチ素子のスイッチング動作を制御する制御信号（例えば、ゲート制御信号）を PWM 信号に従って生成し、生成した制御信号を各スイッチ素子に与える。なお、マイクロコントローラ 340 が駆動回路 350 の機能を備えていてもよい。その場合、制御回路 300 は駆動回路 350 を備えていなくてもよい。
- [0023] ROM 360 は、例えば書き込み可能なメモリ（例えば PROM）、書き換え可能なメモリ（例えばフラッシュメモリ）または読み出し専用のメモリである。ROM 360 は、マイクロコントローラ 340 に電力供給装置 100（主としてインバータ 110、120）を制御させるための命令群を含む制御プログラムを格納する。
- [0024] 電力供給装置 100 には正常時および異常時の制御がある。制御回路 300 のマイクロコントローラ 340 は、電力供給装置 100 の制御を正常時の制御と異常時の制御とに切替えることができる。（正常時の制御） 図 2 は、正常時におけるモータ 200 の各相の各コイルに流れる電流値を示す図である。
- [0025] 図 2 には、正常時の三相通電制御に従って第 1 インバータ 110 および第 2 インバータ 120 が制御されたときにモータ 200 の a 相、b 相および c 相の各コイルに流れる電流値をプロットして得られる電流波形（正弦波）が例示される。図 2 の横軸は、モータ電気角（deg）を示し、縦軸は電流値（

A)を示す。 I_{pk} は各相の最大電流値（ピーク電流値）を表す。なお、電力供給装置100は、図2に例示した正弦波以外に、例えば矩形波を用いてモータ200を駆動することも可能である。

[0026] 表1は、図2の正弦波において電気角毎に各インバータの端子に流れる電流値を示す。表1は、具体的に、第1インバータ110とa相、b相およびc相それぞれのコイルの一端210との接続点に流れる電気角 30° 毎の電流値を示す。また、表1は、第2インバータ120とa相、b相およびc相それぞれのコイルの他端220との接続点に流れる、電気角 30° 毎の電流値を示す。ここで、第1インバータ110に対しては、モータ200の一端210から他端220に流れる電流方向を正の方向と定義する。また、第2インバータ120に対しては、モータ200の他端220から一端210に流れる電流方向を正の方向と定義する。表1において、電流値 I_1 の大きさは $[(3)^{1/2}/2] * I_{pk}$ であり、電流値 I_2 の大きさは $I_{pk}/2$ である。

[0027] [表1]

正常時 動作		電気角 [deg]											
		0 (360)	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
第1 イン バー タ	a相	0	I_2	I_1	I_{pk}	I_1	I_2	0	$-I_2$	$-I_1$	$-I_{pk}$	$-I_1$	$-I_2$
	b相	$-I_1$	$-I_{pk}$	$-I_1$	$-I_2$	0	I_2	I_1	I_{pk}	I_1	I_2	0	$-I_2$
	c相	I_1	I_2	0	$-I_2$	$-I_1$	$-I_{pk}$	$-I_1$	$-I_2$	0	I_2	I_1	I_{pk}
第2 イン バー タ	a相	0	$-I_2$	$-I_1$	$-I_{pk}$	$-I_1$	$-I_2$	0	I_2	I_1	I_{pk}	I_1	I_2
	b相	I_1	I_{pk}	I_1	I_2	0	$-I_2$	$-I_1$	$-I_{pk}$	$-I_1$	$-I_2$	0	I_2
	c相	$-I_1$	$-I_2$	0	I_2	I_1	I_{pk}	I_1	I_2	0	$-I_2$	$-I_1$	$-I_{pk}$

[0028] 電気角 0° において、a相のコイルは電流が「0」となる。電気角 0° において、b相のコイルには第2インバータ120から第1インバータ110に大きさ I_1 の電流が流れ、c相のコイルには第1インバータ110から第2インバータ120に大きさ I_1 の電流が流れる。

[0029] 電気角 30° において、a相のコイルには第1インバータ110から第2イ

ンバータ 120 に大きさ I_2 の電流が流れ、b 相のコイルには第 2 インバータ 120 から第 1 インバータ 110 に大きさ I_{pk} の電流が流れ、c 相のコイルには第 1 インバータ 110 から第 2 インバータ 120 に大きさ I_2 の電流が流れる。

[0030] 電気角 60° において、a 相のコイルには第 1 インバータ 110 から第 2 インバータ 120 に大きさ I_1 の電流が流れ、b 相のコイルには第 2 インバータ 120 から第 1 インバータ 110 に大きさ I_1 の電流が流れる。電気角 60° において、c 相のコイルは電流が「0」となる。

[0031] 電気角 90° において、a 相のコイルには第 1 インバータ 110 から第 2 インバータ 120 に大きさ I_p I_k の電流が流れ、b 相のコイルには第 2 インバータ 120 から第 1 インバータ 110 に大きさ I_2 の電流が流れ、c 相のコイルには第 2 インバータ 120 から第 1 インバータ 110 に大きさ I_2 の電流が流れる。

[0032] 電気角 120° において、a 相のコイルには第 1 インバータ 110 から第 2 インバータ 120 に大きさ I_1 の電流が流れ、c 相のコイルには第 2 インバータ 120 から第 1 インバータ 110 に大きさ I_1 の電流が流れる。電気角 120° において、b 相のコイルは電流が「0」となる。

[0033] 電気角 150° において、a 相のコイルには第 1 インバータ 110 から第 2 インバータ 120 に大きさ I_2 の電流が流れ、b 相のコイルには第 1 インバータ 110 から第 2 インバータ 120 に大きさ I_2 の電流が流れ、c 相のコイルには第 2 インバータ 120 から第 1 インバータ 110 に大きさ I_{pk} の電流が流れる。

[0034] 電気角 180° において、a 相のコイルは電流が「0」となる。電気角 180° において、b 相のコイルには第 1 インバータ 110 から第 2 インバータ 120 に大きさ I_1 の電流が流れ、c 相のコイルには第 2 インバータ 120 から第 1 インバータ 110 に大きさ I_1 の電流が流れる。

[0035] 電気角 210° において、a 相のコイルには第 2 インバータ 120 から第 1 インバータ 110 に大きさ I_2 の電流が流れ、b 相のコイルには第 1 インバー

タ 1 1 0 から第 2 インバータ 1 2 0 に大きさ I_{pk} の電流が流れ、c 相のコイルには第 2 インバータ 1 2 0 から第 1 インバータ 1 1 0 に大きさ I_2 の電流が流れる。

[0036] 電気角 240° において、a 相のコイルには第 2 インバータ 1 2 0 から第 1 インバータ 1 1 0 に大きさ I_1 の電流が流れ、b 相のコイルには第 1 インバータ 1 1 0 から第 2 インバータ 1 2 0 に大きさ I_1 の電流が流れる。電気角 240° において、c 相のコイルは電流が「0」となる。

[0037] 電気角 270° において、a 相のコイルには第 2 インバータ 1 2 0 から第 1 インバータ 1 1 0 に大きさ I_{pk} の電流が流れ、b 相のコイルには第 1 インバータ 1 1 0 から第 2 インバータ 1 2 0 に大きさ I_2 の電流が流れ、c 相のコイルには第 1 インバータ 1 1 0 から第 2 インバータ 1 2 0 に大きさ I_2 の電流が流れる。

[0038] 電気角 300° において、a 相のコイルには第 2 インバータ 1 2 0 から第 1 インバータ 1 1 0 に大きさ I_1 の電流が流れ、c 相のコイルには第 1 インバータ 1 1 0 から第 2 インバータ 1 2 0 に大きさ I_1 の電流が流れる。電気角 300° において、b 相のコイルは電流が「0」となる。

[0039] 電気角 330° において、a 相のコイルには第 2 インバータ 1 2 0 から第 1 インバータ 1 1 0 に大きさ I_2 の電流が流れ、b 相のコイルには第 2 インバータ 1 2 0 から第 1 インバータ 1 1 0 に大きさ I_2 の電流が流れ、c 相のコイルには第 1 インバータ 1 1 0 から第 2 インバータ 1 2 0 に大きさ I_{pk} の電流が流れる。

[0040] 図 2 に示される電流波形において、電流の向きを考慮した三相のコイルに流れる電流の総和は電気角毎に「0」となる。ただし、制御回路 300 は電流の総和が「0」以外の値となる制御を行うことも可能である。（故障判定）

図 3 は、正常時の制御と異常時の制御との切替えに着目した機能ブロック図である。

[0041] マイクロコントローラ 340 は、内部機能として、電流制御部 341 と失陥判定部 342 と符号情報記憶部 343 と備える。また、駆動回路 350 は、

内部機能として、検出回路 351 を備える。

[0042] マイクロコントローラ 340 の電流制御部 341 は、実電流値 i_a , i_b , i_c と、回転信号から得られる電気角 θ の入力を受け、目標電流値を設定して PWM 信号を生成する。この目標電流値は、モータ 200 の回転座標系における目標電流値として設定され、電流制御部 341 には、モータ 200 の各相の実電流値 i_a , i_b , i_c を回転座標系における実電流値 i_q , i_d に変換する機能も備えられる。つまり、電流制御部 341 には、モータ 200 に生じた、電流値および電圧値の少なくとも一方である電気値に基づいて、当該モータ 200 の回転座標の各座標軸における電気値を算出する電気値算出部としての機能が備えられる。すなわち、3 相モータに生じた、電流値および電圧値の少なくとも一方である電気値に基づいて、当該 3 相モータの回転座標の各座標軸における電気値を算出する電気値算出部を有する。なお、本実施形態では、上記電気値のうち電流値が算出される。

[0043] また、電流制御部 341 は、正常時と異常時とで異なる目標電流値を設定する。例えば図 2 に示す正常時の三相通電制御の場合には、電流制御部 341 は、回転座標系における目標電流値として一定の電流値を設定する。

[0044] 駆動回路 350 の検出回路 351 は、インバータ 110, 120 のスイッチ素子に生じた異常を検出する回路であり、通常の制御信号に対するモータ 200 の応答に基づいた故障検出の機能と、テストパターンが用いられる故障特定の機能とを有する。故障検出は、故障発生時に必ず故障を検出できるように鋭敏な検出を行うので、ノイズなどによって誤検出が生じる場合がある。故障特定では、テストパターンが用いられるので、より確実に故障が検出されると共に、故障を生じたスイッチ素子の特定も可能である。但し、故障検出は短時間で実行できるのに対し故障特定は長時間を要する。

[0045] このため、故障特定におけるテストパターンの使用数を軽減して時間短縮を図る仕組みとして、マイクロコントローラ 340 には失陥判定部 342 と符号情報記憶部 343 が備えられる。

[0046] 失陥判定部 342 は、通常の制御信号に対するモータ 200 の応答に基づい

て、モータ２００の各相のうち失陥を生じた相を判定する。失陥判定部３４２における判定には、符号情報記憶部３４３に記憶された符号情報が用いられる。以下、この符号情報と判定の原理について説明する。

[0047] モータ２００の各相（ａ相、ｂ相、ｃ相）のコイルに各電流値 I_a 、 I_b 、 I_c が流れる場合、モータ２００の回転座標系の q d z 軸方向それぞれの電流値 I_q 、 I_d 、 I_z は以下の式１で求められる。

[0048] [数１]

$$\begin{bmatrix} I_d \\ I_q \\ I_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\sqrt{2} I_a \cos \theta}{\sqrt{3}} + \frac{\sqrt{2} I_b \cos (\theta - \frac{2\pi}{3})}{\sqrt{3}} + \frac{\sqrt{2} I_c \cos (\theta - \frac{4\pi}{3})}{\sqrt{3}} \\ -\frac{\sqrt{2} I_a \sin \theta}{\sqrt{3}} - \frac{\sqrt{2} I_b \sin (\theta - \frac{2\pi}{3})}{\sqrt{3}} - \frac{\sqrt{2} I_c \sin (\theta - \frac{4\pi}{3})}{\sqrt{3}} \\ \frac{I_a}{\sqrt{3}} + \frac{I_b}{\sqrt{3}} + \frac{I_c}{\sqrt{3}} \end{bmatrix} \dots\dots (1)$$

[0049] モータ２００の駆動に際しては、上述したように例えば回転座標系の軸方向の電流値が一定といった条件での駆動が行われる。しかし、回転座標系の各軸方向の電流値 I_q 、 I_d 、 I_z が一定値であっても、その電流値 I_q 、 I_d 、 I_z に対して a 相、 b 相、 c 相それぞれの電流値 I_a 、 I_b 、 I_c が寄与（影響）する寄与成分は、電気角 θ に応じて変化する。

[0050] 表２は、回転座標系の d 軸方向の電流（以下、「 d 軸電流」と称する。）に対する a 相、 b 相、 c 相それぞれの電流値 I_a 、 I_b 、 I_c の寄与率（影響率）を電気角 30° 毎に示す。

[0051]

[表2]

d 軸 影響率	電気角 [deg]											
	0 (360)	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
a 相	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{\sqrt{3}}{2}$	-1	$-\frac{\sqrt{3}}{2}$	$-\frac{1}{2}$	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$
b 相	$-\frac{1}{2}$	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{\sqrt{3}}{2}$	-1	$-\frac{\sqrt{3}}{2}$
c 相	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{\sqrt{3}}{2}$	-1	$-\frac{\sqrt{3}}{2}$	$-\frac{1}{2}$	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0

[0052] 表 3 は、回転座標系の q 軸方向の電流（以下、「q 軸電流」と称する。）に対する a 相、b 相、c 相それぞれの電流値 I_a 、 I_b 、 I_c の寄与率（影響率）を電気角 30° 毎に示す。

[0053] [表3]

q 軸 影響率	電気角 [deg]											
	0 (360)	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
a 相	0	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{\sqrt{3}}{2}$	-1	$-\frac{\sqrt{3}}{2}$	$-\frac{1}{2}$	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$
b 相	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{\sqrt{3}}{2}$	-1	$-\frac{\sqrt{3}}{2}$	$-\frac{1}{2}$	0	$\frac{1}{2}$
c 相	$-\frac{\sqrt{3}}{2}$	$-\frac{1}{2}$	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{\sqrt{3}}{2}$	-1

[0054] 表 2 および表 3 から分かるように、a 相、b 相、c 相それぞれの電流値 I_a 、 I_b 、 I_c の影響率は、電気角に依存して、+方向に影響する場合と-方向に影響する場合とが交互に切り替わる。また、影響率が+方向の電気角範囲と影響率が-方向の電気角範囲は、相毎に異なる。言い換えると影響率の符号が切り替わる電気角が相毎に異なる。更に、同一の相でも、d 軸電流に対する影響率と q 軸電流に対する影響率とでは、影響率が+方向の電気角範囲と影響率が-方向の電気角範囲は異なる。

[0055] 表 2 および表 3 に示す影響率は、a 相、b 相、c 相それぞれに流れた電流が d 軸電流および q 軸電流に寄与（影響）する率であるので、a 相、b 相、c 相のいずれかの相の電流が失われたり減ったりした（即ち当該相が失陥した）場合には、表 2 および表 3 に示す影響率の符号とは逆符号の影響が生じる

ことになる。このような相の失陥時に生じる影響について電気角 30° 毎に符号が抜き出された符号情報は以下の式 2、式 3 で表される。

[0056] [数2]

$$\text{id_fault_affect} = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & -1 & -1 \\ 1 & 0 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 0 \end{bmatrix} \dots\dots (2)$$

[0057] [数3]

$$\text{iq_fault_affect} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & -1 \\ 1 & 1 & 0 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \dots\dots (3)$$

[0058] 式 2、式 3 の 1 行目は、a 相の影響率の符号情報を示し、2 行目、3 行目は b 相、c 相の影響率の符号情報を示す。また、式 2、式 3 の例えば 1 列目は、電気角 0° における影響率の符号情報を示し、例えば 5 列目は、電気角 120° における影響率の符号情報を示す。

[0059] 例えば、式 2 の 1 行目は、a 相の電流が失陥すると、d 軸電流に対し、電気角 0° から電気角 90° 未満の範囲では－の影響（電流値を減少させる影響）を生じ、電気角 90° を越えて電気角 270° 未満の範囲では＋の影響（電流値を増加させる影響）を生じ、電気角 270° を越えて電気角 360° までの範囲では－の影響（電流値を減少させる影響）を生じることを表す。

[0060] また、例えば、式 3 の 2 行目は、b 相の電流が失陥すると、q 軸電流に対し、電気角 0° から電気角 120° 未満の範囲では－の影響（電流値を減少させる影響）を生じ、電気角 120° を越えて電気角 300° 未満の範囲では＋の影響（電流値を増加させる影響）を生じ、電気角 300° を越えて電気角 360° までの範囲では－の影響（電流値を減少させる影響）を生じることを表す。

[0061] 式 2 および式 3 に示す符号情報（寄与成分の正負）を任意の電気角 θ につい

て算出する式4は、q軸の電気値に対するa相、b相、c相それぞれの符号情報 $q_affect(a)$ 、 $q_affect(b)$ 、 $q_affect(c)$ 、およびd軸の電気値に対するa相、b相、c相それぞれの符号情報 $d_affect(a)$ 、 $d_affect(b)$ 、 $d_affect(c)$ について、 $q_affect(a) = \text{sgn}(-\sin \theta)$ $q_affect(b) = \text{sgn}(-\sin \theta - 2\pi/3)$ $q_affect(c) = \text{sgn}(-\sin \theta - 4\pi/3)$ …… (4) $d_affect(a) = \text{sgn}(\cos \theta)$ $d_affect(b) = \text{sgn}(\cos \theta - 2\pi/3)$ $d_affect(c) = \text{sgn}(\cos \theta - 4\pi/3)$ 但し、 $\text{sgn}(x) = -1 (x < 0)$ 、 $0 (x = 0)$ 、 $1 (x > 0)$ と表される。

[0062] 式2および式3に示す符号情報（あるいは式4で表される符号情報）が、図3に示す符号情報記憶部343に記憶される。失陥判定部342は電流制御部341からd軸およびq軸の実電流値の入力を受け、実電流値と目標電流値との差分値、および当該差分値の変化量、の少なくとも一方について、値が正值であるか負値であるかを示した正負情報をd軸およびq軸について組み合わせる。すなわち、電気値算出部により算出された算出電気値と、各座標軸における電気値の制御目標を表した目標電気値との差分および当該差分の変化量の少なくとも一方における正負情報を各座標軸について組み合わせることで3相モータの各相のうちで失陥を生じた失陥相を判定する失陥判定部342を有する。そして、失陥判定部342はその組み合わせた正負情報を、現在の電気角 θ における符号情報と比較する。失陥判定部342は、この比較により、正負情報と符号情報とが一致する相を、失陥が生じた相と判定する。換言すると、失陥判定部342は、正負情報と符号情報と整合性を確認することで失陥相を判定する。

[0063] このような失陥判定は、通常の制御信号に対するモータ200の応答に基づいた判定であるので高速な判定が可能である。また、数値の大きさは問わずに数値の正負を基準として判定するので判定が明瞭である。但し、符号(正負

)のみに基づいた判定であるため、上記失陥判定は、確定的な判定というよりも失陥相の推定といってよい。

[0064] 本実施形態では、上記電気値(電圧値および電流値)のうち電流値が用いられて失陥相が判定(推定)される。電圧値が用いられる場合も上記同様に正負情報と符号情報とが比較されることで失陥相の判定(推定)が可能である。しかし、電圧値が用いられる場合に較べて電流値が用いられる方が、正負情報が明確であるので失陥相の判定(推定)が容易である。

[0065] なお、上記正負情報については、実電流値と目標電流値との差分値の変化量における正負情報が用いられることが望ましい。実電流値と目標電流値との差分値における正負情報よりも、その差分値の変化量における正負情報が用いられる方が失陥発見の精度が高いからである。また、本実施形態ではモータ200が無結線モータであるので、結線モータである場合に較べて失陥相の判定が容易である。このような失陥判定が用いられて正常時の制御から異常時の制御に切替えられる手順について説明する。図4は、正常時の制御から異常時の制御に切替えられる手順を示すフローチャートである。

[0066] 上述した故障検出(図3の検出回路351の機能)によって故障(の兆候)が検出されると(ステップS101)、失陥判定部342による上記失陥判定により、失陥を生じた相が判定(推定)される(ステップS102)。判定(推定)された相は、失陥判定部342から検出回路351へと通知され、検出回路351では、テストパターンの適用順が、通知された相について故障を確認するテストパターンを優先的に実行する適用順に決定される(ステップS103)。ここまでのステップは、通常の制御信号に対するモータ200の応答を利用するので高速に実行される。

[0067] その後、検出回路351で、テストパターンが用いられる上述した故障特定が実行され、失陥が推定された相について最初にテストパターンが適用される(ステップS104)。このテストパターンによるテストの故障判定が行われ(ステップS105)、故障箇所が確定されると(ステップS105: yes、ステップS106)、故障箇所の情報が検出回路351から電流制

御部 341 へと通知される。テストパターンが失陥相に優先的に適用されるので、故障箇所の確定に要する時間が短い。その後、電流制御部 341 は、モータ 200 の制御を、通知された故障箇所に対応した異常時の制御に切替える（ステップ S107）。

[0068] なお、上記ステップ S105 の判定で、故障ではないと判定された場合（ステップ S105 : no）には、検出回路 351 は、失陥が推定された相以外の相に対するテストパターンを実行して無故障（即ち誤検知であること）を確認する（ステップ S108）。その後、電流制御部 341 は、上述した正常時の制御を継続する（ステップ S109）。（異常時の制御） 図 5 は、異常時におけるモータ 200 の各相の各コイルに流れる電流値を示す図である。

[0069] 図 5 には、異常時の制御に従って第 1 インバータ 110 および第 2 インバータ 120 が制御されたときにモータ 200 の a 相、b 相および c 相の各コイルに流れる電流値をプロットして得られる電流波形が例示される。図 5 の横軸は、モータ電気角（deg）を示し、縦軸は電流値（A）を示す。 I_{pk} は各相の最大電流値（ピーク電流値）を表す。ここでは一例として b 相で失陥が生じた場合の電流波形が示される。b 相で失陥が生じた場合には、a 相と c 相のコイルのみに電流が流される 2 相駆動の制御が行われる。

[0070] 表 4 は、図 5 に示される電流波形が得られるような通電制御で第 1 インバータ 110 および第 2 インバータ 120 が制御された場合にモータ 200 の a 相、b 相および c 相の各コイルに流れる電流値を電気角毎に例示する。表 4 は具体的に、b 相で失陥が生じた場合に、第 1 インバータ 110 と a 相、b 相および c 相それぞれのコイルの一端 210 との接続点に流れる電気角 30° 毎の電流値を示すとともに、第 2 インバータ 120 と a 相、b 相および c 相それぞれのコイルの他端 220 との接続点に流れる、電気角 30° 毎の電流値も示す。電流方向の定義は上述したとおりである。

[0071]

[表4]

異常時 動作	電気角 [deg]												
		0 (360)	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
第1イン バータ	a相	0	I_2	I_1	I_{pk}	I_1	I_2	0	$-I_2$	$-I_1$	$-I_{pk}$	$-I_1$	$-I_2$
	b相	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
	c相	I_{pk}	I_1	I_2	0	$-I_2$	$-I_1$	$-I_{pk}$	$-I_1$	$-I_2$	0	I_2	I_1
第2イン バータ	a相	0	$-I_2$	$-I_1$	$-I_{pk}$	$-I_1$	$-I_2$	0	I_2	I_1	I_{pk}	I_1	I_2
	b相	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
	c相	$-I_{pk}$	$-I_1$	$-I_2$	0	I_2	I_1	I_{pk}	I_1	I_2	0	$-I_2$	$-I_1$

b相のコイルについては、全ての電気角において電流OFF(電流が「0」)となる。なお、不図示のリレーなどで相を開放して電流OFFとすることが望ましい。電気角 0° において、a相のコイルは電流が「0」となる。c相のコイルには第1インバータ110から第2インバータ120に大きさ I_{pk} の電流が流れる。

[0072] 電気角 30° において、a相のコイルには第1インバータ110から第2インバータ120に大きさ I_2 の電流が流れ、c相のコイルには第1インバータ110から第2インバータ120に大きさ I_1 の電流が流れる。電気角 60° において、a相のコイルには第1インバータ110から第2インバータ120に大きさ I_1 の電流が流れ、c相のコイルには第1インバータ110から第2インバータ120に大きさ I_2 の電流が流れる。

[0073] 電気角 90° において、a相のコイルには第1インバータ110から第2インバータ120に大きさ I_{pk} の電流が流れ、c相のコイルは電流が「0」となる。

[0074] 電気角 120° において、a相のコイルには第1インバータ110から第2インバータ120に大きさ I_1 の電流が流れ、c相のコイルには第2インバータ120から第1インバータ110に大きさ I_2 の電流が流れる。

[0075] 電気角 150° において、a相のコイルには第1インバータ110から第2

インバータ 120 に大きさ I_2 の電流が流れ、c 相のコイルには第 2 インバータ 120 から第 1 インバータ 110 に大きさ I_1 の電流が流れる。

[0076] 電気角 180° において、a 相のコイルは電流が「0」となる。電気角 180° において、c 相のコイルには第 2 インバータ 120 から第 1 インバータ 110 に大きさ I_{pk} の電流が流れる。

[0077] 電気角 210° において、a 相のコイルには第 2 インバータ 120 から第 1 インバータ 110 に大きさ I_2 の電流が流れ、c 相のコイルには第 2 インバータ 120 から第 1 インバータ 110 に大きさ I_1 の電流が流れる。電気角 240° において、a 相のコイルには第 2 インバータ 120 から第 1 インバータ 110 に大きさ I_1 の電流が流れ、c 相のコイルには第 2 インバータ 120 から第 1 インバータ 110 に大きさ I_2 の電流が流れる。

[0078] 電気角 270° において、a 相のコイルには第 2 インバータ 120 から第 1 インバータ 110 に大きさ I_{pk} の電流が流れ、c 相のコイルは電流が「0」となる。

[0079] 電気角 300° において、a 相のコイルには第 2 インバータ 120 から第 1 インバータ 110 に大きさ I_1 の電流が流れ、c 相のコイルには第 1 インバータ 110 から第 2 インバータ 120 に大きさ I_2 の電流が流れる。

[0080] 電気角 330° において、a 相のコイルには第 2 インバータ 120 から第 1 インバータ 110 に大きさ I_2 の電流が流れ、c 相のコイルには第 1 インバータ 110 から第 2 インバータ 120 に大きさ I_1 の電流が流れる。(パワーステアリング装置の実施形態)

[0081] 自動車等の車両は一般的に、パワーステアリング装置を備える。パワーステアリング装置 2000 は、運転者がステアリングハンドル 521 を操作することによって発生するステアリング系 520 の操舵トルクを補助するための補助トルクを生成する。補助トルクは、補助トルク機構 540 によって生成され、運転者の操作の負担を軽減することができる。例えば、補助トルク機構 540 は、操舵トルクセンサ 541、ECU 542、モータ 543 および減速機構 544 などから構成される。操舵トルクセンサ 541 は、ステアリ

ング系 520 における操舵トルクを検出する。ECU 542 は、操舵トルクセンサ 541 の検出信号に基づいて駆動信号を生成する。モータ 543 は、駆動信号に基づいて操舵トルクに応じた補助トルクを生成し、減速機構 544 を介してステアリング系 520 に補助トルクを伝達する。

[0082] 上記実施形態のモータ駆動ユニット 1000 は、パワーステアリング装置に好適に利用される。図 6 は、本実施形態によるパワーステアリング装置 2000 の構成を模式的に示す図である。パワーステアリング装置 2000 は、ステアリング系 520 および補助トルク機構 540 を備える。

[0083] ステアリング系 520 は、例えば、ステアリングハンドル 521、ステアリングシャフト 522（「ステアリングコラム」とも称される。）、自在軸継手 523 A、523 B、および回転軸 524（「ピニオン軸」または「入力軸」とも称される。）を備える。

[0084] また、ステアリング系 520 は、例えば、ラックアンドピニオン機構 525、ラック軸 526、左右のボールジョイント 552 A、552 B、タイロッド 527 A、527 B、ナックル 528 A、528 B、および左右の操舵車輪（例えば左右の前輪） 529 A、529 B を備える。

[0085] ステアリングハンドル 521 は、ステアリングシャフト 522 と自在軸継手 523 A、523 B とを介して回転軸 524 に連結される。回転軸 524 にはラックアンドピニオン機構 525 を介してラック軸 526 が連結される。ラックアンドピニオン機構 525 は、回転軸 524 に設けられたピニオン 531 と、ラック軸 526 に設けられたラック 532 とを有する。ラック軸 526 の右端には、ボールジョイント 552 A、タイロッド 527 A およびナックル 528 A をこの順番で介して右の操舵車輪 529 A が連結される。右側と同様に、ラック軸 526 の左端には、ボールジョイント 552 B、タイロッド 527 B およびナックル 528 B をこの順番で介して左の操舵車輪 529 B が連結される。ここで、右側および左側は、座席に座った運転者から見た右側および左側にそれぞれ一致する。

[0086] ステアリング系 520 によれば、運転者がステアリングハンドル 521 を操

作することによって操舵トルクが発生し、ラックアンドピニオン機構 5 2 5 を介して左右の操舵車輪 5 2 9 A、5 2 9 B に伝わる。これにより、運転者は左右の操舵車輪 5 2 9 A、5 2 9 B を操作することができる。

[0087] 補助トルク機構 5 4 0 は、例えば、操舵トルクセンサ 5 4 1、ECU 5 4 2、モータ 5 4 3、減速

機構 5 4 4 および電力供給装置 5 4 5 を備える。補助トルク機構 5 4 0 は、ステアリングハンドル 5 2 1 から左右の操舵車輪 5 2 9 A、5 2 9 B に至るステアリング系 5 2 0 に補助トルクを与える。なお、補助トルクは「付加トルク」と称されることがある。

[0088] ECU 5 4 2 としては、例えば図 1 などに示された制御回路 3 0 0 が用いられる。また、電力供給装置 5 4 5 としては、例えば図 1 などに示された電力供給装置 1 0 0 が用いられる。また、モータ 5 4 3 としては、例えば図 1 などに示されたモータ 2 0 0 が用いられる。ECU 5 4 2、モータ 5 4 3 および電力供給装置 5 4 5 は、一般的に「機電一体型モータ」と称されるユニットを構成してもよい。図 6 に示された各要素のうち、ECU 5 4 2、モータ 5 4 3 および電力供給装置 5 4 5 を除いた要素で構成された機構は、モータ 5 4 3 によって駆動されるパワーステアリング機構の一例に相当する。

[0089] 操舵トルクセンサ 5 4 1 は、ステアリングハンドル 5 2 1 によって付与されたステアリング系 5 2 0 の操舵トルクを検出する。ECU 5 4 2 は、操舵トルクセンサ 5 4 1 からの検出信号（以下、「トルク信号」と表記する。）に基づいてモータ 5 4 3 を駆動するための駆動信号を生成する。モータ 5 4 3 は、操舵トルクに応じた補助トルクを駆動信号に基づいて発生する。補助トルクは、減速機構 5 4 4 を介してステアリング系 5 2 0 の回転軸 5 2 4 に伝達される。減速機構 5 4 4 は、例えばウォームギヤ機構である。補助トルクはさらに、回転軸 5 2 4 からラックアンドピニオン機構 5 2 5 に伝達される。

[0090] パワーステアリング装置 2 0 0 0 は、補助トルクがステアリング系 5 2 0 に付与される箇所によって、ピニオンアシスト型、ラックアシスト型、および

コラムアシスト型等に分類される。図6には、ピニオンアシスト型のパワーステアリング装置2000が示される。ただし、パワーステアリング装置2000は、ラックアシスト型、コラムアシスト型等にも適用される。

[0091] ECU542には、トルク信号だけでなく、例えば車速信号も入力され得る。ECU542のマイクロコントローラ340は、トルク信号や車速信号などに基づいてモータ543を制御することができる。

[0092] ECU542は、少なくともトルク信号に基づいて目標電流値を設定する。ECU542は、車速センサによって検出された車速信号を考慮し、さらに角度センサ320によって検出されたロータの回転信号を考慮して、目標電流値を設定することが好ましい。ECU542は、電流センサ（図1参照）によって検出された実電流値が目標電流値に一致するように、モータ543の駆動信号、つまり、駆動電流を制御することができる。

[0093] パワーステアリング装置2000によれば、運転者の操舵トルクにモータ543の補助トルクを加えた複合トルクを利用してラック軸526によって左右の操舵車輪529A、529Bを操作することができる。特に、上述した機電一体型モータに、上記実施形態のモータ駆動ユニット1000が利用されることにより、正常時および異常時のいずれにおいても適切な電流制御が可能となる。この結果、正常時および異常時のいずれにおいてもパワーステアリング装置2000におけるパワーアシストが継続される。

符号の説明

[0094] 100 : 電力供給装置 110 : 第1インバータ 120 : 第2インバータ 130 : 電流センサ 200 : モータ 300 : 制御回路 310 : 電源回路 320 : 角度センサ 330 : 入力回路 340 : マイクロコントローラ 341 : 電流制御部 342 : 失陥判定部 343 : 符号情報記憶部 350 : 駆動回路 351 : 検出回路 360 : ROM 1000 : モータ駆動ユニット 2000 : パワーステアリング装置

請求の範囲

- [請求項1] 3相モータの駆動を制御する駆動制御装置であって、
- 前記3相モータに生じた、電流値および電圧値の少なくとも一方である電気値に基づいて、当該3相モータの回転座標の各座標軸における電気値を算出する電気値算出部と、
- 前記電気値算出部により算出された算出電気値と、前記各座標軸における電気値の制御目標を表した目標電気値との差分および当該差分の変化量の少なくとも一方における正負情報を前記各座標軸について組み合わせることで前記3相モータの各相のうちで失陥を生じた失陥相を判定する失陥判定部と、
- を備える駆動制御装置。
- [請求項2] 前記電気値が電流値である請求項1に記載の駆動制御装置。
- [請求項3] 前記失陥判定部が、前記差分の変化量における正負情報を用いる請求項1または2に記載の駆動制御装置。
- [請求項4] 前記3相モータが無結線モータである請求項1から3のいずれか1項に記載の駆動制御装置。
- [請求項5] 前記失陥判定部が、前記各座標軸の電気値に対して前記3相モータの各相の電気値が寄与する寄与成分の正負と前記正負情報との整合性を確認することで前記失陥相を判定する請求項1から4のいずれか1項に記載の駆動制御装置。
- [請求項6] 前記失陥判定部が、前記寄与成分の正負として、q軸の電気値に対するa相、b相、c相それぞれの寄与成分の正負 $q_affect(a)$ 、 $q_affect(b)$ 、 $q_affect(c)$ およびd軸の電気値に対するa相、b相、c相それぞれの寄与成分の正負 $d_affect(a)$ 、 $d_affect(b)$ 、 $d_affect(c)$ を表した
- 関係式
- $$q_affect(a) = \text{sgn}(-\sin\theta)$$

$$q_affect(b) = \text{sgn}(-\sin\theta - 2\pi/3)$$

$$q_affect(c) = \text{sgn}(-\sin\theta - 4\pi/3)$$

$$d_affect(a) = \text{sgn}(\cos\theta)$$

$$d_affect(b) = \text{sgn}(\cos\theta - 2\pi/3)$$

$$d_affect(c) = \text{sgn}(\cos\theta - 4\pi/3)$$

但し、 θ ：モータの電気角、

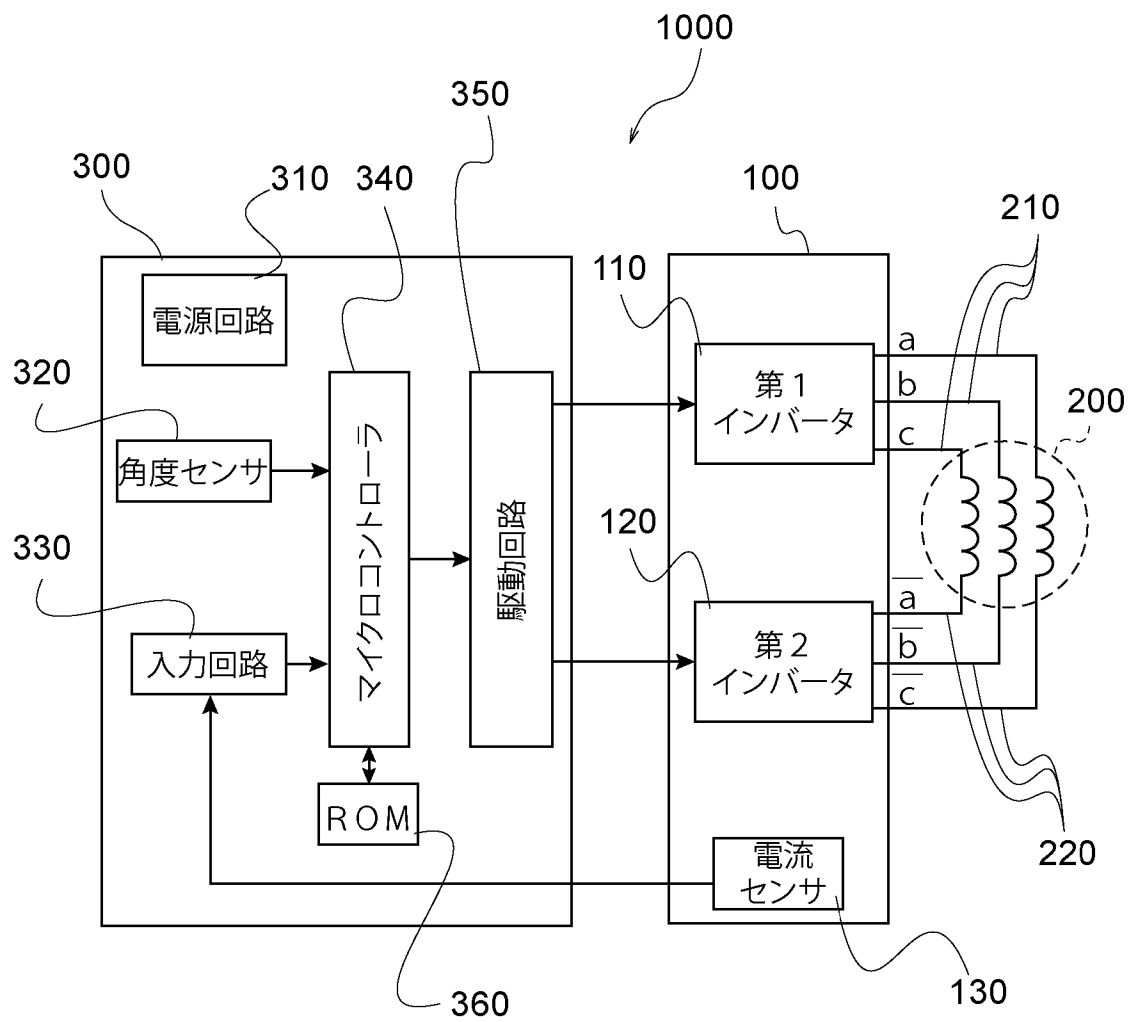
$$\text{sgn}(x) = -1 \ (x < 0), \ 0 \ (x = 0), \ 1 \ (x > 0)$$

を用いる請求項5に記載の駆動制御装置。

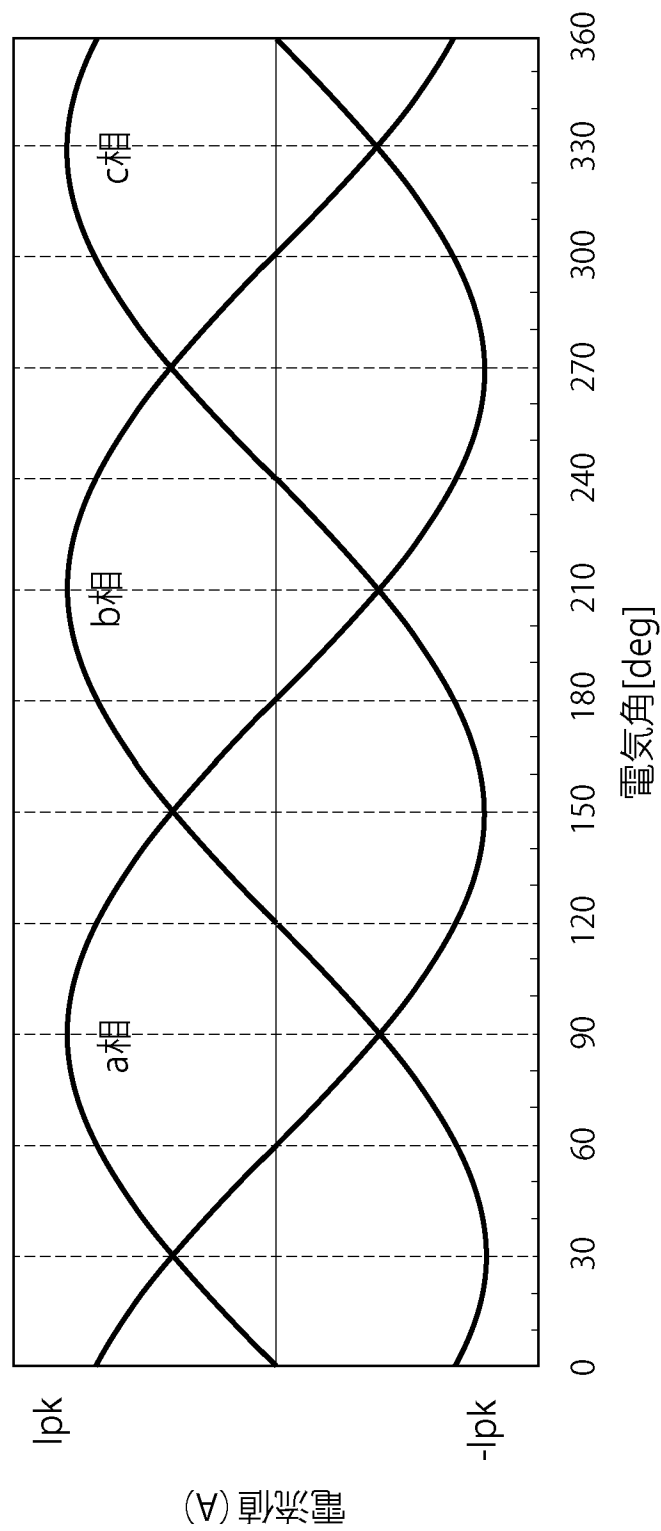
[請求項7] 請求項1から6のいずれか1項に記載の駆動制御装置と、
前記駆動制御装置によって駆動が制御される3相モータと、
を備える駆動装置。

[請求項8] 請求項1から6のいずれか1項に記載の駆動制御装置と、
前記駆動制御装置によって駆動が制御される3相モータと、
前記3相モータによって駆動されるパワーステアリング機構と、
を備えるパワーステアリング装置。

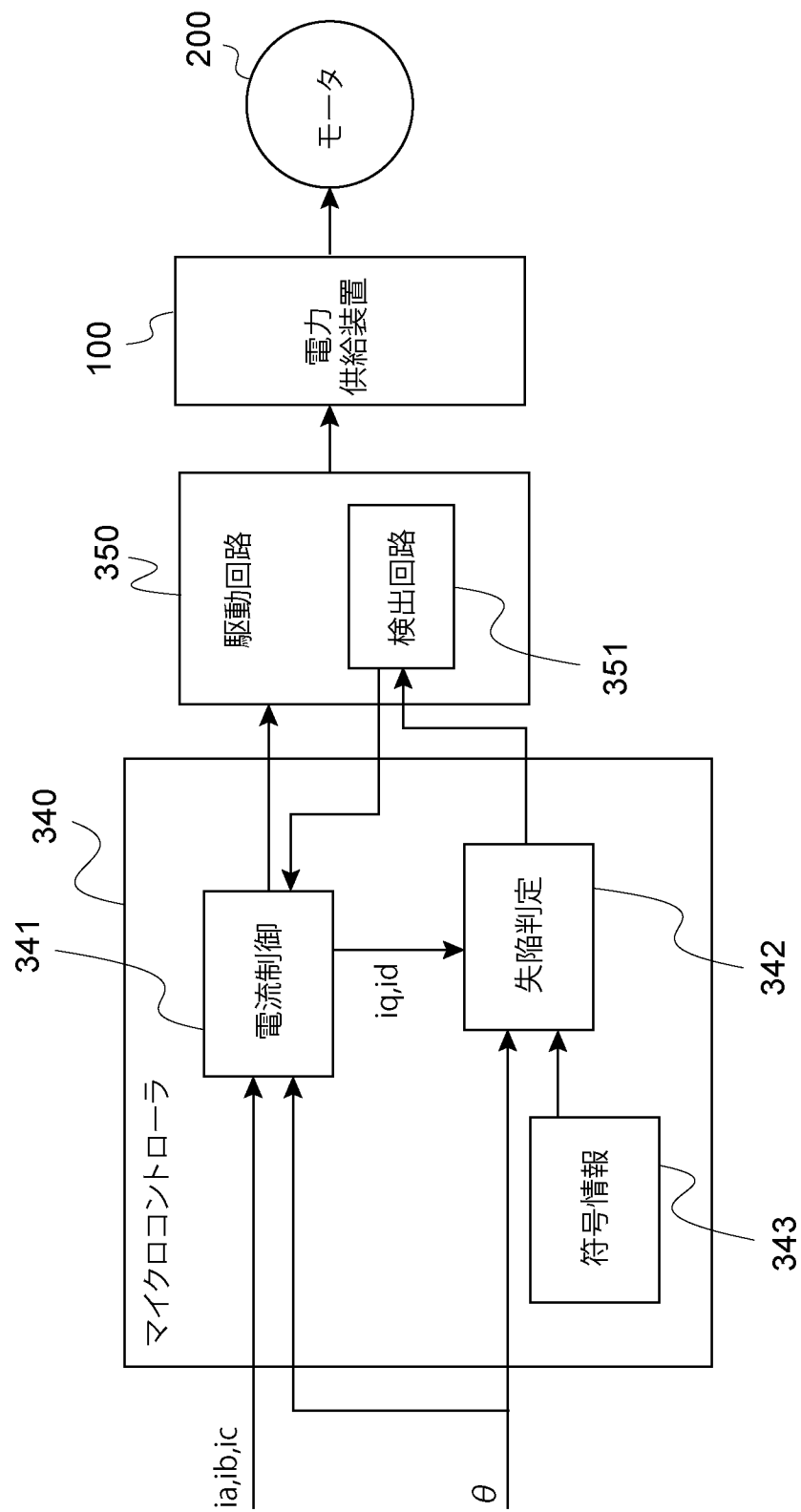
[図1]



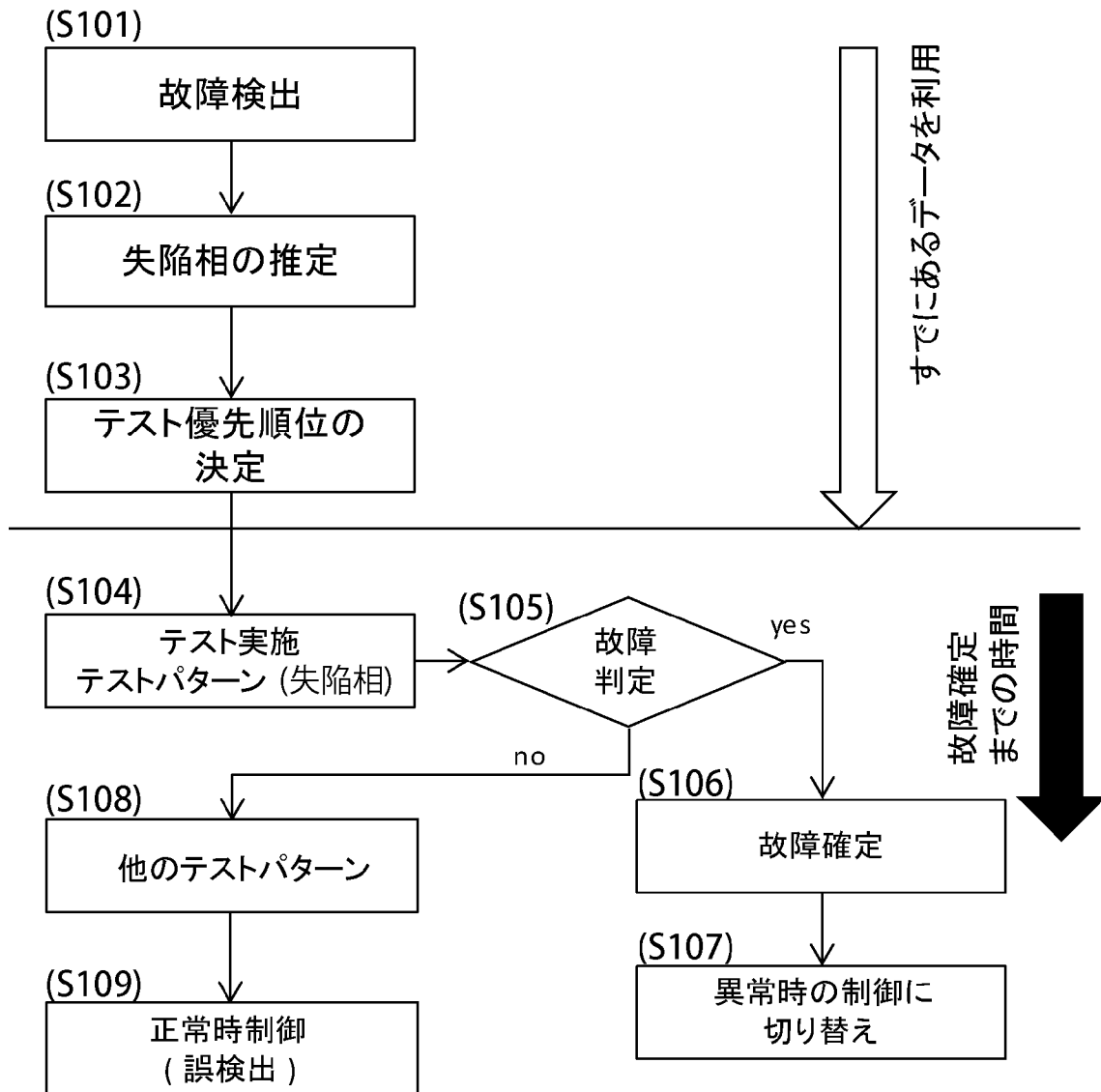
[図2]



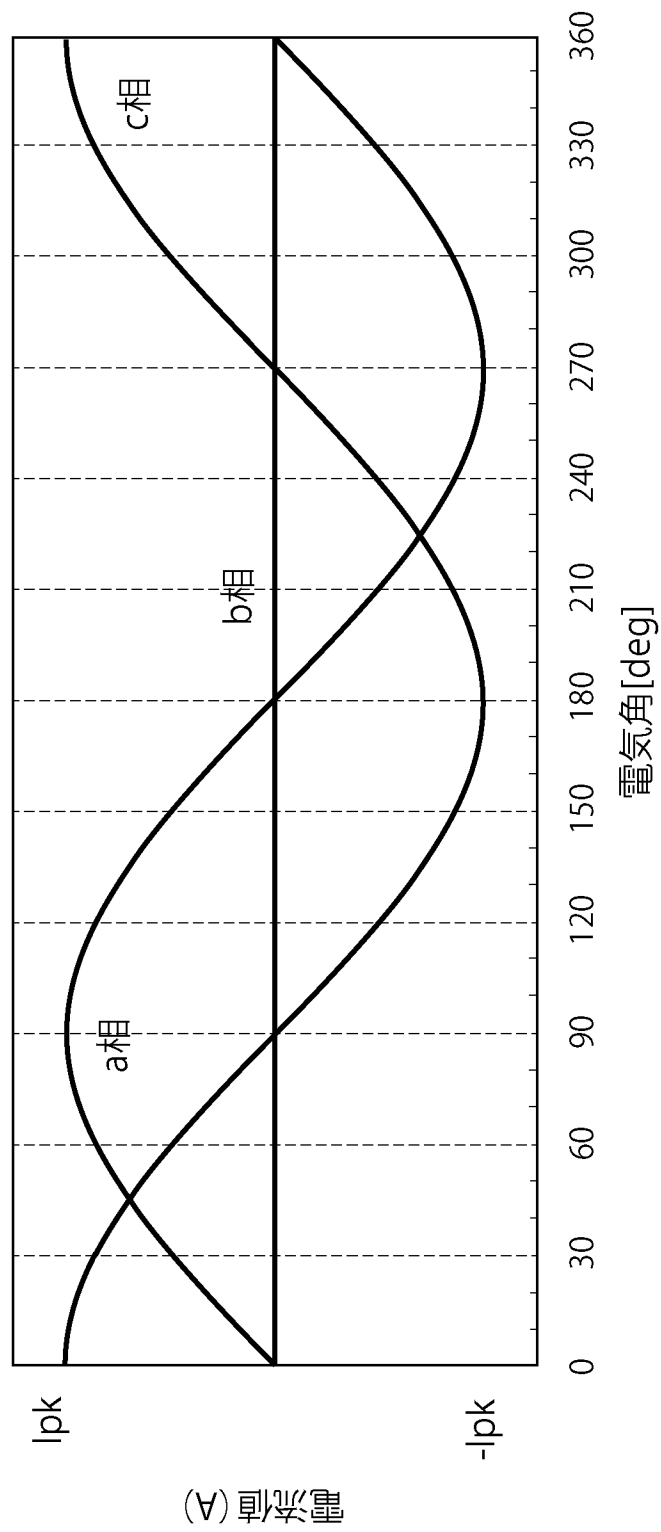
[図3]



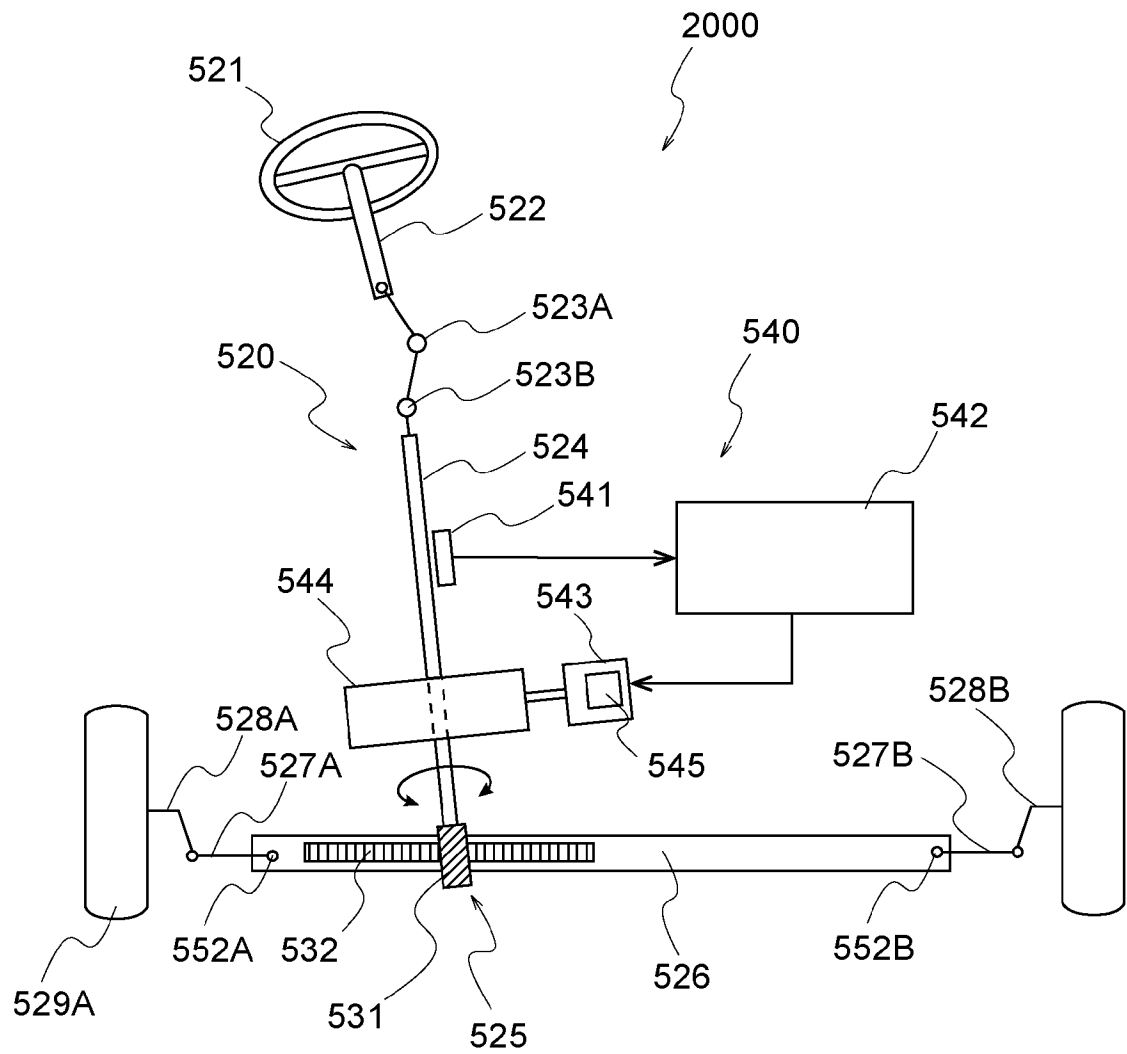
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/026707

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H02P29/024 (2016.01) i, B62D5/04 (2006.01) i, H02P27/08 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. H02P29/024, B62D5/04, H02P27/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-162680 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 19 August 2013, paragraphs [0081], [0092] & US 2013/0200827 A1, paragraphs [0095], [0106] & DE 102012221536 A1	1-8
A	JP 2014-121144 A (THK CO., LTD.) 30 June 2014, paragraph [0036] (Family: none)	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
28 August 2019 (28.08.2019)

Date of mailing of the international search report
10 September 2019 (10.09.2019)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02P29/024(2016.01)i, B62D5/04(2006.01)i, H02P27/08(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02P29/024, B62D5/04, H02P27/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2013-162680 A（三菱電機株式会社）2013.08.19, 段落[0081],[0092] & US 2013/0200827 A1, 段落[0095],[0106] & DE 102012221536 A1	1-8
A	JP 2014-121144 A（THK株式会社）2014.06.30, 段落[0036] （ファミリーなし）	1-8

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

28.08.2019

国際調査報告の発送日

10.09.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

佐藤 彰洋

3 V

3936

電話番号 03-3581-1101 内線 3357