

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7400493号  
(P7400493)

(45)発行日 令和5年12月19日(2023.12.19)

(24)登録日 令和5年12月11日(2023.12.11)

(51)国際特許分類		F I	
H 0 2 P	29/024 (2016.01)	H 0 2 P	29/024
H 0 2 P	29/028 (2016.01)	H 0 2 P	29/028
H 0 2 P	25/022 (2016.01)	H 0 2 P	25/022
F 1 6 H	61/32 (2006.01)	F 1 6 H	61/32
F 1 6 H	63/34 (2006.01)	F 1 6 H	63/34
請求項の数 5 (全15頁)			
(21)出願番号	特願2020-8475(P2020-8475)	(73)特許権者	000004260 株式会社デンソー 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(22)出願日	令和2年1月22日(2020.1.22)	(74)代理人	100093779 弁理士 服部 雅紀
(65)公開番号	特開2021-118560(P2021-118560 A)	(72)発明者	坂口 浩二 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式 会社デンソー内
(43)公開日	令和3年8月10日(2021.8.10)	審査官	保田 亨介
審査請求日	令和4年7月11日(2022.7.11)		
		最終頁に続く	

(54)【発明の名称】 モータ制御装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

モータ巻線（11）を有するモータ（10）の駆動を制御するモータ制御装置であって、スイッチング素子（411～413）を有するドライバ回路（41）と、

前記モータの回転角を検出する回転角センサ（13）から検出値を取得し、モータ回転角を演算する角度演算部（51）、前記モータ回転角に基づき、前記モータの駆動を制御する駆動制御部（53）、および、前記モータの駆動中に前記モータ回転角の異常が検出された場合、通電状態を保持した状態にて通電システムの異常診断を行う異常診断部（58）を有する制御部（50）と、

を備え、

前記通電システムの異常は、前記スイッチング素子のオープン故障による導通不能異常であって、

前記異常診断部は、前記モータの駆動中に前記モータ回転角の異常が検出された場合、前記モータ回転角を用いない制御に移行する前に、異常検出時の通電状態を保持した状態にて、検出された前記モータ回転角の異常が、前記回転角センサの異常によるものか、前記スイッチング素子のオープン故障による導通不能異常であるかを、前記モータ巻線の端子電圧に基づいて判別するモータ制御装置。

【請求項2】

前記駆動制御部は、前記モータ回転角の異常が前記回転角センサの異常によるものである場合、前記モータ回転角を用いない制御に切り替えて前記モータの駆動を継続する請求

項 1 に記載のモータ制御装置。

【請求項 3】

前記駆動制御部は、前記モータ回転角の異常が前記通電系統の異常によるものである場合、前記モータへの通電をオフにする請求項 1 または 2 に記載のモータ制御装置。

【請求項 4】

前記異常診断部は、前記モータ回転角の異常が検出された場合、通電を指令している相である通電指令相の前記端子電圧が正常時と異なる場合、前記モータ回転角の異常が前記通電系統の異常によるものであって、前記通電指令相を故障相と特定する請求項 1 または 2 に記載のモータ制御装置。

【請求項 5】

前記駆動制御部は、前記故障相を用いず、前記故障相以外の相である正常相を用いて前記モータを駆動する制御に切り替えて前記モータの駆動を継続する請求項 4 に記載のモータ制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、モータ制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、アクチュエータの駆動を制御することでシフトレンジを切り替えるシフトレンジ切替装置が知られている。例えば特許文献 1 では、シフトレンジ切替実施前のイニシャルチェックにて、断線診断を実施している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2019-71726 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 では、スイッチング素子のオフ故障等、通電しないとわからない故障を、モータを駆動する必要がないタイミングにて実施している。そのため、一時的な故障から復帰した場合には診断することができない。本発明は、上述の課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、適切に異常を検出可能なモータ制御装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明のモータ制御装置は、モータ巻線 (11) を有するモータ (10) の駆動を制御するものであって、スイッチング素子 (411 ~ 413) を有するドライバ回路 (41) と、制御部 (50) と、を備える。制御部は、角度演算部 (51)、駆動制御部 (53)、および、異常診断部 (58) を有する。角度演算部は、モータの回転角を検出する回転角センサ (13) から検出値を取得し、モータ回転角を演算する。駆動制御部は、モータ回転角に基づき、モータの駆動を制御する。異常診断部は、モータの駆動中にモータ回転角の異常が検出された場合、通電状態を保持した状態にて通電系統の異常診断を行う。通電系統の異常は、スイッチング素子のオープン故障による導通不能異常である。

異常診断部は、モータの駆動中にモータ回転角の異常が検出された場合、モータ回転角を用いない制御に移行する前に、異常検出時の通電状態を保持した状態にて、検出されたモータ回転角の異常が、回転角センサの異常によるものか、スイッチング素子のオープン故障による導通不能異常であるかを、モータ巻線の端子電圧に基づいて判別する。

【0006】

これにより、モータ駆動中に生じたモータ回転角の異常が、回転角センサの異常によるものなのか、通電系統の異常によるものなのかを、適切に切り分けることができる。

10

20

30

40

50

## 【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 7 】

【図 1】第 1 実施形態によるシフトバイワイヤシステムを示す斜視図である。

【図 2】第 1 実施形態によるシフトバイワイヤシステムを示す概略構成図である。

【図 3】第 1 実施形態による ECU を説明する回路図である。

【図 4】第 1 実施形態による異常検出処理を説明するフローチャートである。

【図 5】第 1 実施形態による駆動モード選択処理を説明するフローチャートである。

【図 6】第 1 実施形態によるモータ駆動制御を説明するタイムチャートである。

【図 7】第 1 実施形態によるモータ駆動制御を説明するタイムチャートである。

【図 8】第 2 実施形態による駆動モード選択処理を説明するフローチャートである。

10

【図 9】第 2 実施形態によるモータ駆動制御を説明するタイムチャートである。

## 【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 8 】

(第 1 実施形態)

以下、モータ制御装置を図面に基づいて説明する。以下、複数の実施形態において、実質的に同一の構成には同一の符号を付して説明を省略する。第 1 実施形態によるモータ制御装置を図 1 ~ 図 7 に示す。図 1 および図 2 に示すように、シフトバイワイヤシステム 1 は、モータ 10、シフトレンジ切替機構 20、パーキングロック機構 30、および、モータ制御装置としての ECU 40 等を備える。

【 0 0 0 9 】

20

モータ 10 は、図示しない車両に搭載されるバッテリーから電力が供給されることで回転し、シフトレンジ切替機構 20 の駆動源として機能する。本実施形態のモータ 10 は、スイッチトリラクタンスモータであって、図示しないステータに巻回されるモータ巻線 11 を有する。モータ巻線 11 は、U 相巻線 111、V 相巻線 112 および W 相巻線 113 を有し、結線部 115 で結線される (図 3 参照)。

【 0 0 1 0 】

図 2 に示すように、回転角センサであるエンコーダ 13 は、モータ 10 の図示しないロータの回転位置を検出する。エンコーダ 13 は、例えば磁気式のロータリーエンコーダであって、ロータと一体に回転する磁石と、磁気検出用のホール IC 等により構成される。エンコーダ 13 は、ロータの回転に同期して、所定の角度ごとにパルス信号であるエンコーダ信号を出力する。

30

【 0 0 1 1 】

減速機 14 は、モータ 10 のモータ軸と出力軸 15 との間に設けられ、モータ 10 の回転を減速して出力軸 15 に出力する。これにより、モータ 10 の回転がシフトレンジ切替機構 20 に伝達される。出力軸 15 には、出力軸 15 の角度を検出する出力軸センサ 16 が設けられる。出力軸センサ 16 は、例えばポテンシオメータである。

【 0 0 1 2 】

図 1 に示すように、シフトレンジ切替機構 20 は、ディテントプレート 21、ディテントスプリング 25、および、ディテントローラ 26 等を有し、減速機 14 から出力された回転駆動力を、マニュアルバルブ 28、および、パーキングロック機構 30 へ伝達する。

40

【 0 0 1 3 】

ディテントプレート 21 は、出力軸 15 に固定され、モータ 10 により駆動される。ディテントプレート 21 には、出力軸 15 と平行に突出するピン 24 が設けられる。ピン 24 は、マニュアルバルブ 28 と接続される。ディテントプレート 21 がモータ 10 によって駆動されることで、マニュアルバルブ 28 は軸方向に往復移動する。すなわち、シフトレンジ切替機構 20 は、モータ 10 の回転運動を直線運動に変換してマニュアルバルブ 28 に伝達する。マニュアルバルブ 28 は、バルブボディ 29 に設けられる。マニュアルバルブ 28 が軸方向に往復移動することで、図示しない油圧クラッチへの油圧供給路が切り替えられ、油圧クラッチの係合状態が切り替わることでシフトレンジが変更される。

【 0 0 1 4 】

50

ディテントプレート 2 1 のディテントスプリング 2 5 側には、P ( パーキング ) 、 R ( リバース ) 、 N ( ニュートラル ) 、 D ( ドライブ ) の各レンジに対応する 4 つの谷部 2 2 が形成される。

【 0 0 1 5 】

ディテントスプリング 2 5 は、弾性変形可能な板状部材であり、先端にディテントローラ 2 6 が設けられる。ディテントスプリング 2 5 は、ディテントローラ 2 6 をディテントプレート 2 1 の回動中心側に付勢する。ディテントプレート 2 1 に所定以上の回転力が加わると、ディテントスプリング 2 5 が弾性変形し、ディテントローラ 2 6 が谷部 2 2 間を移動する。ディテントローラ 2 6 が谷部 2 2 のいずれかに嵌まり込むことで、ディテントプレート 2 1 の揺動が規制され、マニュアルバルブ 2 8 の軸方向位置、および、パーキン

10

【 0 0 1 6 】

パーキングロック機構 3 0 は、パーキングロッド 3 1、円錐体 3 2、パーキングロックポール 3 3、軸部 3 4、および、パーキングギア 3 5 を有する。パーキングロッド 3 1 は、略 L 字形状に形成され、一端 3 1 1 側がディテントプレート 2 1 に固定される。パーキングロッド 3 1 の他端 3 1 2 側には、円錐体 3 2 が設けられる。円錐体 3 2 は、他端 3 1 2 側にいくほど縮径するように形成される。

【 0 0 1 7 】

パーキングロックポール 3 3 は、円錐体 3 2 の円錐面と当接し、軸部 3 4 を中心に揺動可能に設けられる。パーキングロックポール 3 3 のパーキングギア 3 5 側には、パーキン

20

【 0 0 1 8 】

パーキングギア 3 5 は、図示しない車軸に設けられ、パーキングロックポール 3 3 の凸部 3 3 1 と噛み合い可能に設けられる。パーキングギア 3 5 と凸部 3 3 1 とが噛み合うと、車軸の回転が規制される。シフトレンジが P レンジ以外のレンジである N o t P レンジのとき、パーキングギア 3 5 はパーキングロックポール 3 3 によりロックされず、車軸の回転は、パーキングロック機構 3 0 により妨げられない。また、シフトレンジが P レンジ

30

【 0 0 1 9 】

図 2 および図 3 に示すように、E C U 4 0 は、ドライバ回路 4 1、電圧検出部 4 3、電流検出部 4 5、および、制御部 5 0 等を備える。図 2 では、電圧検出部 4 3 および電流検出部 4 5 の記載を省略した。図 3 に示すように、ドライバ回路 4 1 は、3 つのスイッチング素子 4 1 1 ~ 4 1 3 を有し、巻線 1 1 1 ~ 1 1 3 の通電を切り替える。本実施形態のスイッチング素子 4 1 1 ~ 4 1 3 は、M O S F E T であって、各相の巻線 1 1 1 ~ 1 1 3 とグラウンドとの間に設けられる。

【 0 0 2 0 】

モータ巻線 1 1 の巻線 1 1 1 ~ 1 1 3 は、結線部 1 1 5 で結線される。結線部 1 1 5 には、電源ラインを経由して、バッテリーから電力が供給される。電源ラインには、リレー部 4 6 ( 図 2 参照 ) が設けられ、リレー部 4 6 がオンされているときに結線部 1 1 5 に電力が供給される。

40

【 0 0 2 1 】

電圧検出部 4 3 は、U 相端子電圧検出部 4 3 1、V 相端子電圧検出部 4 3 2 および W 相端子電圧検出部 4 3 3 を有する。U 相端子電圧検出部 4 3 1 は U 相端子電圧 V u を検出し、V 相端子電圧検出部 4 3 2 は V 相端子電圧 V v を検出し、W 相端子電圧検出部 4 3 3 は W 相端子電圧 V w を検出する。電流検出部 4 5 は、モータ巻線 1 1 に通電される電流を検出する。本実施形態の電流検出部 4 5 はシャント抵抗である。

50

## 【 0 0 2 2 】

制御部 5 0 は、マイコン等を主体として構成され、内部にはいずれも図示しない C P U、R O M、R A M、I / O、及び、これらの構成を接続するバスライン等を備えている。制御部 5 0 における各処理は、R O M 等の実体的なメモリ装置（すなわち、読み出し可能非一時的有形記録媒体）に予め記憶されたプログラムを C P U で実行することによるソフトウェア処理であってもよいし、専用の電子回路によるハードウェア処理であってもよい。

## 【 0 0 2 3 】

制御部 5 0 は、角度演算部 5 1、目標角度設定部 5 2、駆動制御部 5 3、電圧取得部 5 6、電流取得部 5 7、および、異常診断部 5 8 等を有する。角度演算部 5 1 は、エンコーダ 1 3 から出力されるエンコーダ信号の各相のパルスエッジをカウントし、エンコーダカ  
10  
ウント値  $e_n$  を演算する。エンコーダカウント値  $e_n$  は、モータ 1 0 の回転位置に応じた値であって、「モータ角度」に対応する。

## 【 0 0 2 4 】

目標角度設定部 5 2 は、モータ 1 0 を停止させる目標位置である目標カウント値  $c_{md}$  を設定する。シフトレンジを切り替えるとき、目標カウント値  $c_{md}$  は、ディテント  
ローラ 2 6 が目標シフトレンジに応じた谷部 2 2 に嵌まり合うように設定される。

## 【 0 0 2 5 】

駆動制御部 5 3 は、エンコーダカウント値  $e_n$  が目標カウント値  $c_{md}$  となるように、モータ 1 0 の駆動を制御する。詳細には、駆動制御部 5 3 は、各相指令を生成してド  
20  
ライバ回路 4 1 に出力することで、スイッチング素子 4 1 1 ~ 4 1 3 のオンオフ作動を制  
御する。

## 【 0 0 2 6 】

電圧取得部 5 6 は、電圧検出部 4 3 から端子電圧  $V_u$ 、 $V_v$ 、 $V_w$  を取得する。電流取  
得部 5 7 は、電流検出部 4 5 のドライバ回路 4 1 側の電圧を、モータ電流  $I_m$  に係る検出  
値として取得する。

## 【 0 0 2 7 】

本実施形態では、スイッチング素子 4 1 1 ~ 4 1 3 が巻線 1 1 1 ~ 1 1 3 のグランド側  
に設けられているので、U 相端子電圧  $V_u$  は、スイッチング素子 4 1 1 がオフのとき、バ  
30  
ッテリ電圧  $V_b$ 、スイッチング素子 4 1 1 がオンのとき、グランド電位  $V_g$  となる。 $V$  相、 $W$  相も同様、端子電圧  $V_v$ 、 $V_w$  は、スイッチング素子 4 1 2、4 1 3 がオフのとき、  
バッテリー電圧  $V_b$ 、オンのとき、グランド電位  $V_g$  となる。以下、グランド電位  $V_g$  が 0  
であるものとする。

## 【 0 0 2 8 】

異常診断部 5 8 は、シフトバイワイヤシステム 1 の異常を診断する。シフトバイワイヤ  
システム 1 の異常には、エンコーダ 1 3 の異常であるエンコーダ異常、および、通電系統  
の異常が含まれる。本実施形態では、通電系統の異常として、スイッチング素子 4 1 1 ~  
4 1 3 のオープン故障による導通不能異常について説明する。なお、導通不能異常には、  
40  
スイッチング素子 4 1 1 ~ 4 1 3 そのものの異常等に限らず、信号異常や、各相の巻線 1  
1 1 ~ 1 1 3 のバッテリーショート等も含まれるものとする。以下、U 相の異常判定を中心  
に説明する。

## 【 0 0 2 9 】

ところで、導通不能異常のように、通電しないとわからない異常について、モータ 1 0  
を駆動する必要がない場合に異常検出を行う場合、リアルタイムでの異常検出ができない  
ため、一時的に正常復帰した場合等を誤判定する虞がある。また、シフトレンジの切替中  
にエンコーダカウント値  $e_n$  が停滞した場合、エンコーダ 1 3 の異常なのか導通不能異  
常なのかの判別ができないと、シフトレンジの切替が可能であるか否かの判定ができない。

## 【 0 0 3 0 】

そこで本実施形態では、シフトレンジ切替中にエンコーダカウント値  $e_n$  の停滞が発  
生した場合、エンコーダ異常か導通不能異常かの判定を行う。具体的には、エンコーダカ  
50  
ウント値  $e_n$  が停滞したときの通電指示相が U 相の場合、U 相端子電圧  $V_u$  が 0 であれ

ば、通電系統は正常であって、エンコーダ異常と判定する。この場合、通電系統は正常であるので、エンコーダカウント値  $e_n$  を用いず、所定時間ごとに通電相を切り替えるオープン駆動により、モータ 10 を駆動し、レンジ切り替えを継続する。

【 0 0 3 1 】

また、エンコーダカウント値  $e_n$  が停滞したときの通電相が U 相の場合、U 相端子電圧  $V_u$  がバッテリー電圧  $V_b$  であれば、U 相の導通不能異常と判定し、モータ 10 への通電をオフにする。モータ 10 への通電をオフにすることで、ディテントローラ 26 は、負荷トルクにより最も近い谷部 22 へ落とし込まれる。以下、故障相が U 相、正常相が V 相および W 相である場合を例に説明する。

【 0 0 3 2 】

本実施形態の異常検出処理を図 4 のフローチャートに基づいて説明する。この処理は、駆動モードがフィードバックモードのときに、異常診断部 58 にて所定の周期（例えば 1 [ms]）で実行される。以下、ステップ S501 の「ステップ」を省略し、単に記号「S」と記す。他のステップも同様である。

【 0 0 3 3 】

S501 では、異常診断部 58 は、エンコーダ 13 が停滞しているか否か判断する。ここでは、エンコーダカウント値  $e_n$  が、判定時間または判定回数変わらなかった場合、エンコーダ 13 が停滞していると判定する。エンコーダ 13 が停滞していないと判断された場合（S501：NO）、S502 以降の処理をスキップする。エンコーダ 13 が停滞していると判断された場合（S501：YES）、S502 へ移行する。

【 0 0 3 4 】

S502 では、異常診断部 58 は、通電指示相の端子電圧  $V_{\#}$  が電圧判定閾値  $V_{th}$  以上か否か判定する。通電指示相が U 相であれば、端子電圧  $V_{\#}$  は U 相端子電圧  $V_u$  であるといった具合に、「 $\#$ 」は通電指示相を意味するものとする。S501 と同様、通電指示相の端子電圧  $V_{\#}$  が電圧判定閾値  $V_{th}$  以上の状態が判定時間または判定回数に亘って継続した場合、肯定判断する。判定時間や判定回数は、S501 と同じであってもよいし、異なってもよい。

【 0 0 3 5 】

電圧判定閾値  $V_{th}$  は、グランド電位  $V_g$  とバッテリー電圧  $V_b$  との間の値であって、導通不能異常とエンコーダ異常との切り分けが可能な任意の値に設定される。通電指示相の端子電圧  $V_{\#}$  が電圧判定閾値  $V_{th}$  以上であると判断された場合（S502：YES）、S503 へ移行し、通電指示相の導通不能異常を確定する。通電指示相の端子電圧  $V_{\#}$  が電圧判定閾値  $V_{th}$  未満であると判断された場合（S502：NO）、S504 へ移行し、エンコーダ異常を確定する。

【 0 0 3 6 】

本実施形態の駆動モード選択処理を図 5 のフローチャートに基づいて説明する。この処理は、イグニッションスイッチ等である車両の始動スイッチがオンされているときに、制御部 50 にて所定の周期（例えば 1 [ms]）にて実行される。本実施形態のフェイルモードには、通電をオフにする「フェイル（通電オフ）モード」、オープン駆動によりモータ 10 を駆動する「フェイル（オープン）モード」、および、モータ 10 を停止させる「フェイル（停止）モード」が含まれる。

【 0 0 3 7 】

S101 では、制御部 50 は、現在の駆動モードを判定する。駆動モードがスタンバイモードの場合、S102 へ移行し、フィードバックモードの場合、S104 へ移行し、停止モードの場合、S110 へ移行し、フェイル（オープン）モードの場合、S112 へ移行し、フェイル（停止）モードの場合、S114 へ移行する。また、フェイル（通電オフ）モードの場合、S102 以降の処理をスキップする。

【 0 0 3 8 】

駆動モードがスタンバイモードである場合に移行する S102 では、制御部 50 は、目標シフトレンジが変更されたか否か判断する。目標シフトレンジが変更されていないと判

10

20

30

40

50

断された場合 (S 1 0 2 : N O)、スタンバイモードを継続する。目標シフトレンジが変更されたと判断された場合 (S 1 0 2 : Y E S)、S 1 0 3 へ移行し、駆動モードをフィードバックモードに切り替える。フィードバックモードでは、エンコーダカウント値  $e_n$  が目標カウント値  $c_{md}$  となるようにモータ 1 0 の駆動をフィードバック制御する。図中等適宜、フィードバックを「F / B」と記載する。

#### 【 0 0 3 9 】

駆動モードがフィードバックモードである場合に移行する S 1 0 4 では、制御部 5 0 は、エンコーダ異常が確定しているか否か判断する。エンコーダ異常が確定していると判断された場合 (S 1 0 4 : Y E S)、S 1 0 5 へ移行し、駆動モードをフェイル (オープン) モードに切り替える。エンコーダ異常が確定していないと判断された場合 (S 1 0 4 : N O)、S 1 0 6 へ移行する。

10

#### 【 0 0 4 0 】

S 1 0 6 では、制御部 5 0 は、通電指示相の導通不能異常が確定しているか否か判断する。通電指示相の導通不能異常が確定していると判断された場合 (S 1 0 6 : Y E S)、S 1 0 7 へ移行し、駆動モードをフェイル (通電オフ) とし、モータ 1 0 への通電をオフにする。通電指示相の導通不能異常が確定していないと判断された場合 (S 1 0 6 : N O)、S 1 0 8 へ移行する。

#### 【 0 0 4 1 】

S 1 0 8 では、制御部 5 0 は、モータ 1 0 が目標角度に到達したか否か判断する。ここでは、エンコーダカウント値  $e_n$  が目標カウント値  $c_{md}$  を含む所定範囲内 (例えば  $\pm 2$  カウント) となった場合、モータ 1 0 が目標角度に到達したと判定する。モータ 1 0 が目標角度に到達していないと判断された場合 (S 1 0 8 : N O)、フィードバックモードを継続する。モータ 1 0 が目標角度に到達したと判断された場合 (S 1 0 8 : Y E S)、S 1 0 9 へ移行し、駆動モードを停止モードに切り替える。停止モードでは、エンコーダカウント値  $e_n$  に応じた 2 相への固定相通電により、モータ 1 0 を停止させる。

20

#### 【 0 0 4 2 】

駆動モードが停止モードである場合に移行する S 1 1 0 では、制御部 5 0 は、固定相通電が完了したか否か判断する。ここでは、固定相通電を行っている時間が所定時間以上となった場合、固定相通電が完了したと判断する。固定相通電を継続する所定時間は、モータ 1 0 を停止させるのに要する時間に応じて設定される。固定相通電が完了していないと判断された場合 (S 1 1 0 : N O)、停止モードを継続する。固定相通電が完了したと判断された場合 (S 1 1 0 : Y E S)、S 1 1 1 へ移行し、駆動モードをスタンバイモードに切り替える。

30

#### 【 0 0 4 3 】

駆動モードがフェイル (オープン) モードである場合に移行する S 1 1 2 では、制御部 5 0 は、モータ 1 0 が目標角度に到達したか否か判断する。フェイル (オープン) モードでは、エンコーダカウント値  $e_n$  を用いることができないため、通電相の切替数をカウントして判定する。モータ 1 0 が目標角度に到達していないと判断された場合 (S 1 1 2 : N O)、フェイル (オープン) モードを継続する。モータ 1 0 が目標角度に到達したと判断された場合 (S 1 1 2 : Y E S)、S 1 1 3 へ移行し、駆動モードをフェイル (停止) モードに切り替える。フェイル (停止) モードでは、2 相への固定相通電によりモータ 1 0 を停止させる。

40

#### 【 0 0 4 4 】

駆動モードがフェイル (停止) モードである場合に移行する S 1 1 4 では、制御部 5 0 は、S 1 1 0 と同様、固定相通電が完了したか否か判断する。固定相通電が完了していないと判断された場合 (S 1 1 4 : N O)、フェイル (停止) モードを継続する。固定相通電が完了したと判断された場合 (S 1 1 4 : Y E S)、S 1 1 5 へ移行し、駆動モードをフェイル (通電オフ) に切り替え、モータ 1 0 への通電をオフにする。

#### 【 0 0 4 5 】

本実施形態のモータ駆動制御を図 6 および図 7 のタイムチャートに基づいて説明する。

50

図 6 および図 7 では、上段から、駆動モード、モータ角度、各相の通電指示、各相の端子電圧、エンコーダ異常状態、導通不能異常状態を示す。モータ角度には、対応するシフトレンジを括弧書きにて記載した。後述の図 9 も同様である。

#### 【 0 0 4 6 】

エンコーダ異常が生じた場合を図 6 に基づいて説明する。図 6 に示すように、時刻  $\times 10$  では、目標シフトレンジが P レンジから R レンジに切り替わると、駆動モードがスタンバイモードからフィードバックモードに切り替わる。また、ディテントローラ 26 が R レンジに対応する谷部 22 に嵌まり合うように目標カウント値  $c_{cmd}$  が設定され、エンコーダカウント値  $e_n$  が目標カウント値  $c_{cmd}$  となるように、フィードバック制御によりモータ 10 が駆動される。詳細には、エンコーダカウント値  $e_n$  に応じて通電指示を切り替えることで、通電相を切り替える。本実施形態では、正常時、通電指示がオンの相の端子電圧が 0、オフの相の端子電圧がバッテリー電圧  $V_b$  となる。

#### 【 0 0 4 7 】

時刻  $\times 11$  にてエンコーダカウント値  $e_n$  が停滞している。このときの通電指示相は U 相であって、U 相端子電圧  $V_u$  が 0、モータ電流  $I_m = 0$  であり、モータ巻線 11 には電流が流れている。すなわち通電系統には異常が生じていないので、エンコーダカウント値  $e_n$  の停滞から判定時間  $X_a$  が経過した時刻  $\times 12$  にて、エンコーダ異常を確定させる。ここでは、エンコーダ 13 の停滞判定と通電状態の判定とを同時に判定しているが、例えば、第 1 の判定時間にてエンコーダ停滞を判定し、その後、第 2 の判定時間にて通電状態を判定するようにしてもよい。

#### 【 0 0 4 8 】

時刻  $\times 12$  にてエンコーダ異常が確定すると、駆動モードをフェイル（オープン）モードとし、オープン駆動によりモータ 10 を駆動し、レンジ切り替えを継続する。時刻  $\times 13$  にて、通電相の切替回数に基づき、モータ 10 が目標角度に到達したと判定されると、駆動モードをフェイル（停止）モードに切り替え、固定相通電によりモータ 10 を停止させる。図 6 の例では、U 相と V 相に通電する。固定相通電が完了した時刻  $\times 14$  では、駆動モードをフェイル（通電オフ）モードとし、モータ 10 への通電を停止する。

#### 【 0 0 4 9 】

U 相に導通不能異常が生じた場合を図 7 に基づいて説明する。図 7 中の時刻  $\times 20$  から時刻  $\times 21$  までの処理は、図 6 中の時刻  $\times 10$  から時刻  $\times 11$  までの処理と同様である。時刻  $\times 21$  にて、エンコーダカウント値  $e_n$  が停滞しており、通電指示相が U 相であるが、U 相端子電圧  $V_u$  がバッテリー電圧  $V_b$ 、モータ電流  $I_m = 0$  であり、モータ巻線 11 には電流が流れていない。すなわち、U 相巻線 11 に通電できない導通不能異常が生じていることを検出可能である。

#### 【 0 0 5 0 】

時刻  $\times 21$  から判定時間  $X_a$  が経過した時刻  $\times 22$  では、導通不能異常を確定させ、駆動モードをフェイル（通電オフ）モードに切り替える。モータ 10 への通電を停止すると、負荷トルクによりモータ 10 が逆回転し、時刻  $\times 23$  にて、ディテントローラ 26 が P レンジに対応する谷部 22 に戻される。

#### 【 0 0 5 1 】

本実施形態では、エンコーダ停滞が発生した場合、その通電状態を保持し、通電指示相の端子電圧に基づき、エンコーダ異常か導通不能異常かをリアルタイムに切り分けている。これにより、エンコーダ異常であればオープン駆動、導通不能異常であれば通電オフ、といった具合に、発生した異常に応じた適切な処置を行うことができる。

#### 【 0 0 5 2 】

以上説明したように、本実施形態の ECU 40 は、モータ巻線 11 を有するモータ 10 の駆動を制御するものであって、角度演算部 51 と、駆動制御部 53 と、異常診断部 58 と、を備える。角度演算部 51 は、モータ 10 の回転角を検出するエンコーダ 13 から検出値を取得し、エンコーダカウント値  $e_n$  を演算する。駆動制御部 53 は、エンコーダカウント値  $e_n$  に基づき、モータ 10 の駆動を制御する。異常診断部 58 は、モータ 1

10

20

30

40

50



0 の駆動中にエンコーダカウント値  $e_n$  の異常が検出された場合、通電状態を保持した状態にて、通電系統の異常診断を行う。

【 0 0 5 3 】

これにより、モータ駆動中に生じたエンコーダカウント値  $e_n$  の異常が、エンコーダ 1 3 の異常なのか、通電系統の異常なのかを、適切に切り分けることができる。また、異常状態に応じ、その後の制御を適切に行うことができる。例えばシフトバイワイヤシステム 1 に適用した場合、レンジ切替完了後に異常判定を行う場合と比較し、速やかに異常診断を行うことができる。

【 0 0 5 4 】

異常診断部 5 8 は、検出されたエンコーダカウント値  $e_n$  の異常が、エンコーダ 1 3 の異常によるものか、通電系統の異常によるものかを、モータ巻線 1 1 の端子電圧  $V_u$ 、 $V_v$ 、 $V_w$  に基づいて判別する。これにより、発生している異常を適切に判別することができる。

【 0 0 5 5 】

駆動制御部 5 3 は、エンコーダカウント値  $e_n$  の異常がエンコーダ 1 3 の異常によるものである場合、エンコーダカウント値  $e_n$  を用いない制御に切り替えてモータ 1 0 の駆動を継続する。これにより、通電系統に正常であれば、エンコーダカウント値  $e_n$  を用いずにモータ 1 0 の駆動を継続することができる。また、シフトバイワイヤシステム 1 において、適切にレンジ切り替えを行うことができる。

【 0 0 5 6 】

駆動制御部 5 3 は、エンコーダカウント値  $e_n$  の異常が通電系統の異常によるものである場合、モータ 1 0 への通電をオフにする。これにより、速やかにモータ 1 0 の駆動を中止することができる。また、シフトバイワイヤシステム 1 において、負荷トルクにより、異常発生前のレンジに戻すことができる。

【 0 0 5 7 】

異常診断部 5 8 は、エンコーダカウント値  $e_n$  の異常が検出された場合、通電を指令している相である通電指令相の端子電圧が正常時と異なる場合、エンコーダカウント値  $e_n$  の異常が通電系統の異常によるものであって、通電指令相を故障相と特定する。これにより、異常箇所を適切に特定することができる。

【 0 0 5 8 】

( 第 2 実施形態 )

第 2 実施形態を図 8 および図 9 に示す。本実施形態では、導通不能異常が確定した場合、残りの 2 相を用いた 2 相駆動により、モータ 1 0 を駆動し、シフトレンジを切り替える。本実施形態のフェイルモードには、上記実施形態の各モードに加え、フェイル ( 2 相駆動 ) モードが含まれる。

【 0 0 5 9 】

本実施形態の駆動モード選択処理を図 8 のフローチャートに基づいて説明する。S 2 0 1 では、制御部 5 0 は、駆動モードを判定する。駆動モードがスタンバイモードの場合、S 2 0 1 へ移行し、フィードバックモードの場合、S 2 0 4 へ移行し、停止モードの場合、S 2 1 0 へ移行し、フェイル ( オープン ) モードおよびフェイル ( 2 相駆動 ) モードの場合、S 2 1 2 へ移行し、フェイル停止モードの場合、S 2 1 4 へ移行する。また、フェイル ( 通電オフ ) モードの場合、S 2 0 2 以降の処理をスキップする。

【 0 0 6 0 】

S 2 0 2 ~ S 2 0 6 の処理は、図 5 中の S 1 0 2 ~ S 1 0 6 の処理と同様である。S 2 0 6 にて、導通不能異常が確定していると判断された場合 ( S 2 0 6 : Y E S )、S 2 0 7 へ移行し、駆動モードをフェイル ( 2 相駆動 ) に切り替える。例えば U 相に導通不能異常が生じている場合、正常である V 相および W 相の 2 相を用いたフィードバック制御により、モータ 1 0 を駆動し、シフトレンジを切り替える。

【 0 0 6 1 】

S 2 0 8 ~ S 2 1 1 の処理は、図 5 中の S 1 0 8 ~ S 1 1 1 の処理と同様である。駆動

10

20

30

40

50

モードがフェイル（オープン）またはフェイル（２相駆動）モードである場合に移行する  
Ｓ２１２では、制御部５０は、モータ１０が目標角度に到達したか否かを判断する。２相  
駆動の場合、エンコーダ１３は正常であるので、Ｓ１０８と同様、エンコーダカウント値  
ｅｎに基づいて判定可能である。モータ１０が目標角度に到達していないと判断された  
場合（Ｓ２１２：ＮＯ）、現在の駆動モードを継続し、目標角度に到達したと判断された  
場合（Ｓ２１２：ＹＥＳ）、Ｓ２１３へ移行する。

【００６２】

Ｓ２１３では、制御部５０は、駆動モードをフェイル（停止）モードに切り替え、２相  
への固定相通電により、モータ１０を停止させる。フェイル（停止）モード移行前の駆動  
モードがフェイル（２相駆動）モードの場合、正常な２相での固定相通電とする。駆動モ  
ードがフェイル（オープン）モードの場合、Ｓ２１２およびＳ２１３の処理は、Ｓ１１２  
およびＳ１１３の処理と同様である。Ｓ２１４およびＳ２１５の処理は、Ｓ１１４および  
Ｓ１１５の処理と同様である。

【００６３】

Ｕ相に導通不能異常が生じた場合のモータ制御処理を図９のタイムチャートに基づいて  
説明する。時刻×３０～時刻×３２の処理は、図７中の時刻×２０～時刻×２２の処理と  
同様である。時刻×３２にて、Ｕ相の導通不能異常が確定すると、駆動モードをフェイル  
（２相駆動）モードに切り替え、Ｖ相およびＷ相を用いた２相駆動によりモータ１０を駆  
動する。

【００６４】

時刻×３３にて、エンコーダカウント値　ｅｎが目標カウント値　ｃｍｄに到達すると  
、駆動モードをフェイル（停止）モードに切り替え、Ｖ相およびＷ相の２相への通電を継  
続する固定相通電によりモータ１０を停止させる。時刻×３４の処理は、図６中の時刻×  
１４の処理と同様である。

【００６５】

本実施形態では、駆動制御部５３は、特定された故障相を用いず、故障相以外の相であ  
る正常相を用いてモータ１０を駆動する制御に切り替えてモータ１０の駆動を継続する。  
これにより、通電系統に異常が生じた場合であっても、モータ１０の駆動を適切に継続す  
ることができる。また、シフトバイワイヤシステム１において、適切にレンジ切り替えを  
行うことができる。また、上記実施形態と同様の効果を奏する。

【００６６】

実施形態において、ＥＣＵ４０が「モータ制御装置」、エンコーダ１３が「回転角セン  
サ」、エンコーダカウント値　ｅｎが「モータ回転角」に対応する。

【００６７】

（他の実施形態）

上記実施形態では、ドライバ回路のスイッチング素子は、各相の巻線とグランドとの間  
に設けられる。他の実施形態では、スイッチング素子を各相の巻線の高電位側に設けても  
よいし、高電位側およびグランド側の両方に設けてもよい。また、スイッチング素子の配  
置箇所に応じ、電圧判定閾値Ｖｔｈや大小関係等は適宜変更可能である。

【００６８】

上記実施形態では、回転角センサとしてエンコーダを用いる。他の実施形態では、回転  
角センサは、ロータの回転位置を検出可能なものであればよく、例えばレゾルバ等のリニ  
アセンサであってもよい。上記実施形態では、出力軸センサとしてポテンショメータを例  
示した。他の実施形態では、出力軸センサとして、ポテンショメータ以外のものを用いて  
もよいし、出力軸センサを省略してもよい。

【００６９】

上記実施形態では、モータは、スイッチトリラクタンスモータである。他の実施形態で  
は、モータは、スイッチトリラクタンスモータ以外のもの、例えばＤＣブラシレスモータ  
等であってもよい。上記実施形態では、ディテントプレートには４つの谷部が設けられる  
。他の実施形態では、谷部の数は４つに限らず、いくつであってもよい。例えば、ディテ

10

20

30

40

50

ントプレートの谷部を２つとし、ＰレンジとＮｏｔ Ｐレンジとを切り替えるものとしてもよい。また、シフトレンジ切替機構やパーキングロック機構等は、上記実施形態と異なっているとしてもよい。また、上記実施形態では、モータ制御装置はシフトレンジ切替システムに適用される。他の実施形態では、モータ制御装置をシフトレンジ切替システム以外の車載システム、または、車載以外のモータ駆動システムに適用してもよい。

【００７０】

上記実施形態では、モータ軸と出力軸との間に減速機が設けられる。減速機の詳細について、上記実施形態では言及していないが、例えば、サイクロイド歯車、遊星歯車、モータ軸と略同軸の減速機構から駆動軸へトルクを伝達する平歯歯車を用いたものや、これらを組み合わせて用いたもの等、どのような構成であってもよい。また、他の実施形態では、モータ軸と出力軸との間の減速機を省略してもよいし、減速機以外の機構を設けてもよい。

10

【００７１】

本開示に記載の制御部及びその手法は、コンピュータプログラムにより具体化された一つ乃至は複数の機能を実行するようにプログラムされたプロセッサ及びメモリを構成することによって提供された専用コンピュータにより、実現されてもよい。あるいは、本開示に記載の制御部及びその手法は、一つ以上の専用ハードウェア論理回路によってプロセッサを構成することによって提供された専用コンピュータにより、実現されてもよい。もしくは、本開示に記載の制御部及びその手法は、一つ乃至は複数の機能を実行するようにプログラムされたプロセッサ及びメモリと一つ以上のハードウェア論理回路によって構成されたプロセッサとの組み合わせにより構成された一つ以上の専用コンピュータにより、実現されてもよい。また、コンピュータプログラムは、コンピュータにより実行されるインストールストラクションとして、コンピュータ読み取り可能な非遷移有形記録媒体に記憶されていてもよい。以上、本発明は、上記実施形態になんら限定されるものではなく、発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の形態で実施可能である。

20

【符号の説明】

【００７２】

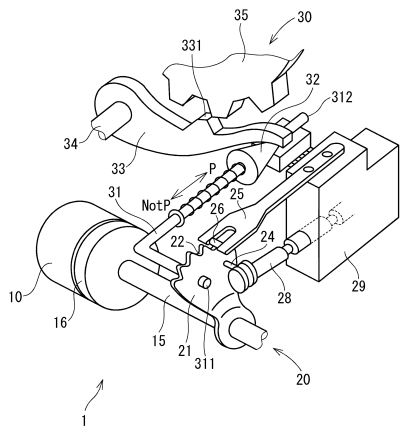
- １０・・・モータ
- １３・・・エンコーダ（回転角センサ）
- ４０・・・ＥＣＵ（モータ制御装置）
- ５０・・・制御部
- ５１・・・角度演算部
- ５３・・・駆動制御部
- ５８・・・異常診断部

30

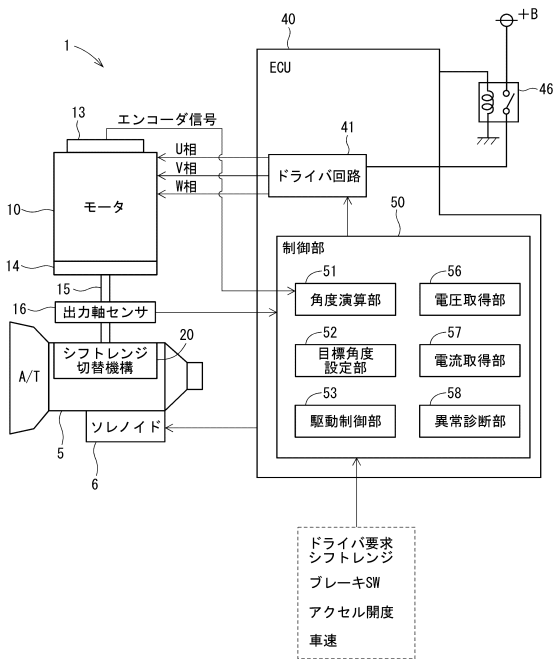
40

50

【図面】  
【図 1】



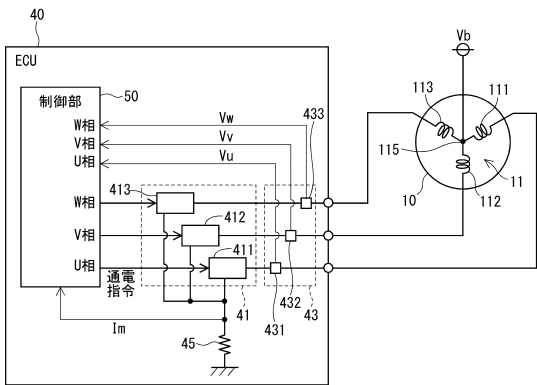
【図 2】



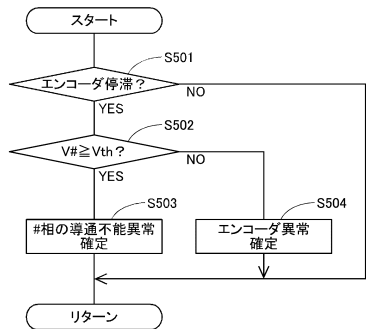
10

20

【図 3】



【図 4】

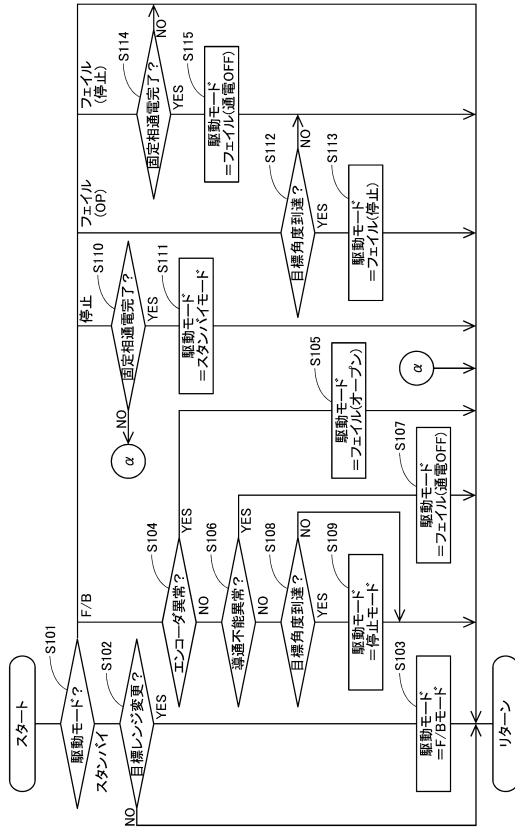


30

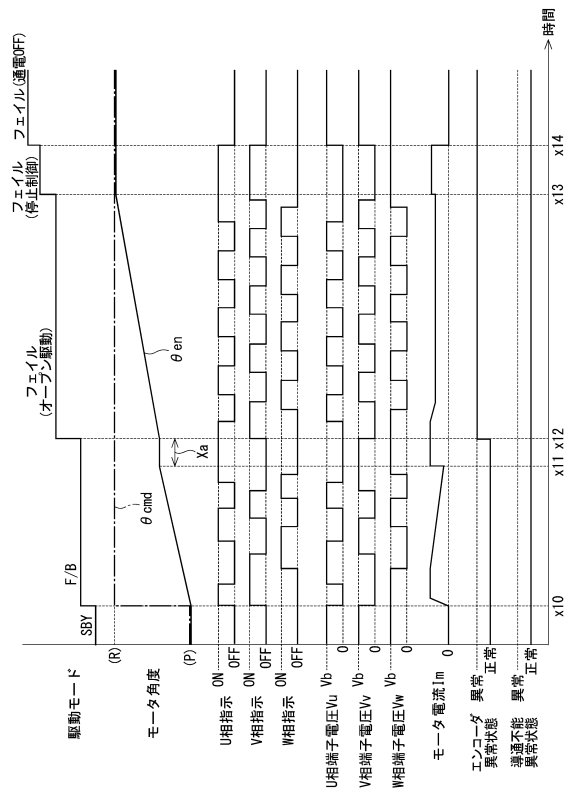
40

50

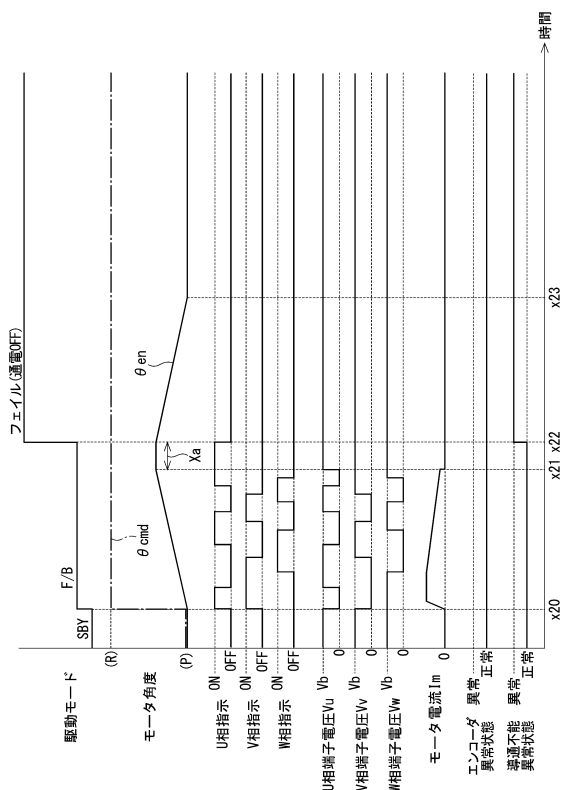
【 図 5 】



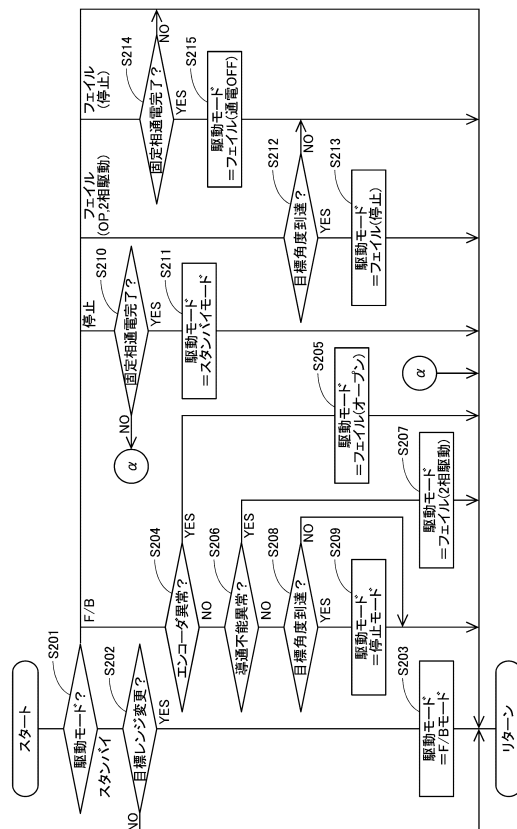
【 図 6 】



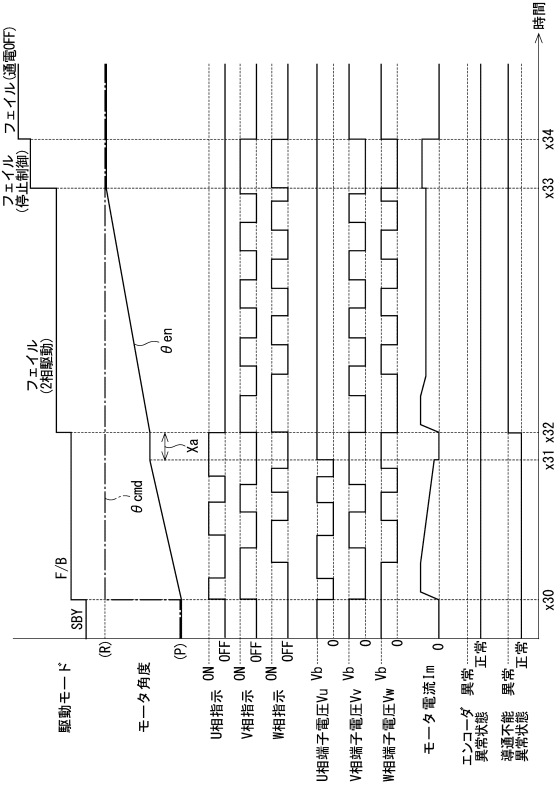
【圖 7】



【圖 8】



【図 9】



10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

- (56)参考文献      特開 2 0 1 9 - 0 7 1 7 2 6 ( J P , A )  
                    特開 2 0 1 4 - 1 9 2 9 5 0 ( J P , A )  
                    特開 2 0 1 2 - 0 0 5 2 8 6 ( J P , A )
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- F 1 6 H 6 1 / 2 6 - 6 1 / 3 6  
                    6 3 / 0 0 - 6 3 / 3 8  
                    H 0 2 P 4 / 0 0  
                    2 1 / 0 0 - 2 5 / 0 3  
                    2 5 / 0 4  
                    2 5 / 0 8 - 3 1 / 0 0