

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-193361  
(P2019-193361A)

(43) 公開日 令和1年10月31日(2019.10.31)

(51) Int.Cl.

H02P 6/182 (2016.01)

F I

H02P 6/182

テーマコード(参考)

5H560

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2018-80933 (P2018-80933)  
(22) 出願日 平成30年4月19日(2018.4.19)

(71) 出願人 000004260  
株式会社デンソー  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地  
(74) 代理人 110001519  
特許業務法人太陽国際特許事務所  
(72) 発明者 松本 真和  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内  
Fターム(参考) 5H560 AA10 BB04 BB12 DA13 DB20  
DC05 DC13 EB01 JJ20 RR10  
SS02 TT01 TT07 TT11 TT15  
UA05 XA12 XB08

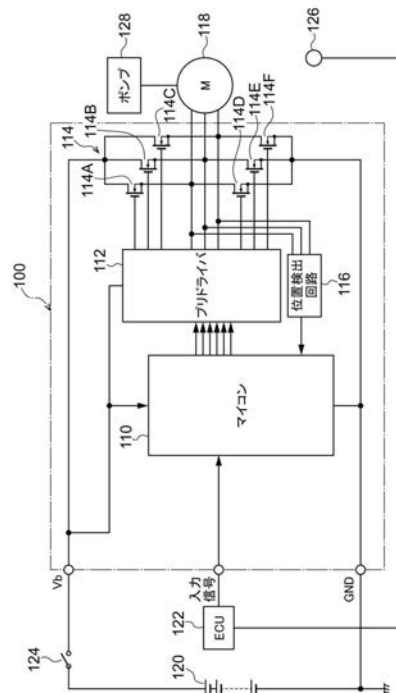
(54) 【発明の名称】 ブラシレスモータ制御装置

(57) 【要約】

【課題】ロータの回転位置の検出の異常を検出した場合、速やかにモータの回転制御を正常化するブラシレスモータ制御装置を提供する。

【解決手段】マイコン110は、位置検出回路116で検出されたゼロクロスに基づいてモータ本体118の通電相を決定し、決定した通電相に通電する電圧をインバータ回路114に生成させる制御をすると共に、通電相から無通電相に切り替えられた相において、該切り替え時から所定の還流マスク時間の経過に際してゼロクロスをPWMの制御周期で2回連続検出した場合に、モータ本体118の全相の巻線への通電を停止し、当該通電を停止した状態で、三相いずれかの相で検出されたゼロクロスに基づいてモータ本体118の通電相を決定し、決定した通電相に通電する電圧をインバータ回路114に生成させてモータ本体118の巻線への通電を再開する制御を行う。

【選択図】 図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

三相モータの通電相の巻線に通電する電圧を生成する駆動回路と、

前記三相モータの無通電相の巻線に生じた誘起電圧と基準電圧とを比較し、前記誘起電圧のゼロクロスを検出するゼロクロス検出部と、

前記ゼロクロス検出部で検出されたゼロクロスに基づいて通電相を決定し、決定した通電相の巻線に通電する相切り替えが行われるよう前記駆動回路を制御すると共に、通電相から無通電相に切り替えられた巻線において、切り替えからマスク時間が経過した時点を含む所定期間に、前記ゼロクロス検出部でゼロクロスが連続して検出された場合、全相の巻線への通電を停止した状態で前記ゼロクロス検出部で検出されたゼロクロスに基づいて通電相を決定し、決定した通電相の巻線に通電が行われるように前記駆動回路を制御する制御部と、

を含むブラシレスモータ制御装置。

**【請求項 2】**

前記所定期間において、前記ゼロクロス検出部は、前記相切り替えから前記マスク時間が経過する直前、及び前記相切り替えから前記マスク時間が経過した直後にゼロクロスを検出する請求項 1 に記載のブラシレスモータ制御装置。

**【請求項 3】**

前記所定期間において、前記ゼロクロス検出部は、前記相切り替えから前記マスク時間が経過した直後にゼロクロスを複数回連続して検出する請求項 1 に記載のブラシレスモータ制御装置。

**【請求項 4】**

前記制御部は、通電停止後、最初に検出された前記ゼロクロスに基づいて前記三相モータの通電相を決定する請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載のブラシレスモータ制御装置。

**【請求項 5】**

前記制御部は、通電停止後、2 以上の所定期間に検出された前記ゼロクロスに基づいて前記三相モータの通電相を決定する請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載のブラシレスモータ制御装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、車両のウォータポンプ駆動等に用いられるブラシレスモータ制御装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

水冷式エンジンでは、エンジンブロック等に設けられた冷却水の流路であるウォータジャケットに不凍液を添加した冷却水を循環させることにより、エンジンを冷却している。水冷式エンジンのエンジンブロックには、冷却水を循環させるためのウォータポンプが取り付けられており、ウォータポンプは、車両が備える ECU (Electronic Control Unit) によって供給電力が制御されるポンプ駆動用モータによって駆動される。

**【0003】**

エンジンを効率よく冷却するためには、冷却水の流量が適切であることが求められる。近年は、回転速度の精密な制御が可能なブラシレスモータ（以下、「モータ」と略記）がポンプ駆動用モータとして採用されている。

**【0004】**

モータは、回転するロータの磁極の位置に応じて変化する電圧によって回転するので、一般には、ロータの磁極又はロータと共に回転するセンサマグネットの磁極をホールセンサ等のセンサで検出して、ロータの磁極の回転位置を推定する。しかしながら、ホールセンサは半導体素子なので熱に弱い。ウォータポンプは、車両のエンジンルーム内に実装されるので、エンジンルーム内の高温環境下ではホールセンサを構成する半導体が損傷する

10

20

30

40

50

おそれがあるので、ポンプ駆動用モータにおけるロータの回転位置の検出は、ロータの回転に伴って、モータの無通電相の巻線に発生する誘起電圧に基づいて推定される。

【0005】

図7は、基準電圧140に対して時系列で正負の変化を示す誘起電圧142U、142V、142Wを用いてロータの回転位置検出を行った場合の説明図であり、(A)は回転位置検出が成功した場合の一例を、(B)は回転位置検出が失敗した場合の一例を各々示している。

【0006】

誘起電圧142U、142V、142Wを用いた位置検出は、誘起電圧142U、142V、142Wと基準電圧140とが一致したゼロクロスを検出することにより行われる。基準電圧は、一例として、モータの巻線の中性点電圧等が用いられる。

10

【0007】

実際には、コンパレータ等の回路に、基準電圧と誘起電圧142U、142V、142Wとを入力し、基準電圧に対する誘起電圧142U、142V、142Wの変化を矩形波として出力し、当該矩形波のエッジ部分をゼロクロスとして検出する。ゼロクロスは、ロータの磁極が切り替わるタイミングに応じて発生するので、ブラシレスモータ制御装置は、検出したゼロクロスに基づいて、ロータの磁極の回転位置を推定する。

【0008】

前述のように、ゼロクロスの検出は、無通電相で行われるが、モータの巻線への通電を停止した直後は、逆起電力に起因する還流と称される突発的な電圧の変化が観測される場合がある。従って、無通電相におけるゼロクロスの検出は、図7(A)に示すように、通電停止後に還流が発生する還流時間152を回避するために、通電停止後から還流マスク時間130が経過したタイミングで行われる。図7(A)では、還流マスク時間130を還流時間152よりも長くすることにより、還流を避けてゼロクロスが検出されている。

20

【0009】

しかしながら、モータの高速回転時には、回転速度の増大と巻線を通る電流(以下、「モータ電流」と称する)の増大等の影響により、図7(B)に示したように、還流時間154、156の方が還流マスク時間130よりも長くなり、結果としてゼロクロスを誤検出するおそれがあった。

【0010】

特許文献1には、還流による回転位置検出の異常を検出した場合に、警報を発すると共に、モータを駆動させる駆動回路のインバータをリセットして再起動するセンサレスブラシレスモータの駆動装置が開示されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】特開2014-23257号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

しかしながら、特許文献1に記載の発明では、インバータを再起動させるので、モータのロータの回転位置の検出が再開されるまでに時間がかかり、モータの回転制御が行われない時間が長く続くという問題点があった。

40

【0013】

本発明は上記に鑑みてなされたもので、ロータの回転位置の検出の異常を検出した場合、速やかにモータの回転制御を正常化するブラシレスモータ制御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】

【0014】

前記課題を解決するために、請求項1に記載のブラシレスモータ制御装置は、三相モータ

50

タの通電相の巻線に通電する電圧を生成する駆動回路と、前記三相モータの無通電相の巻線に生じた誘起電圧と基準電圧とを比較し、前記誘起電圧のゼロクロスを検出するゼロクロス検出部と、前記ゼロクロス検出部で検出されたゼロクロスに基づいて通電相を決定し、決定した通電相の巻線に通電する相切り替えが行われるよう前記駆動回路を制御すると共に、通電相から無通電相に切り替えられた巻線において、切り替えからマスク時間が経過した時点を含む所定期間に、前記ゼロクロス検出部でゼロクロスが連続して検出された場合、全相の巻線への通電を停止した状態で前記ゼロクロス検出部で検出されたゼロクロスに基づいて通電相を決定し、決定した通電相の巻線に通電が行われるよう前記駆動回路を制御する制御部と、を含んでいる。

【0015】

10

このブラシレスモータ制御装置によれば、マスク時間が経過した時点を含む所定期間にゼロクロスを連続して検出した場合にロータの回転位置の検出の異常とみなし、通電を停止した状態で、検出されたゼロクロスに基づいて通電相を決定するので、速やかにモータの回転制御を正常化することができる。

【0016】

請求項2に記載のブラシレスモータ制御装置は、請求項1に記載のブラシレスモータ制御装置において、前記所定期間において、前記ゼロクロス検出部は、前記相切り替えから前記マスク時間が経過する直前、及び前記相切り替えから前記マスク時間が経過した直後にゼロクロスを検出する。

【0017】

20

このブラシレスモータ制御装置によれば、本来、還流の影響が解消しているはずの所定のマスク時間の経過の前後で、ゼロクロスが連続して検出された場合に、ロータの回転位置の検出の異常とみなすことにより、モータの脱調を早期に検出して、モータの回転制御の正常化を迅速に行うことができる。

【0018】

請求項3に記載のブラシレスモータ制御装置は、請求項1に記載のブラシレスモータ制御装置において、前記所定期間において、前記ゼロクロス検出部は、前記相切り替えから前記マスク時間が経過した直後にゼロクロスを複数回連続して検出する。

【0019】

30

このブラシレスモータ制御装置によれば、本来、還流の影響が解消しているはずの所定のマスク時間の経過直後で、ゼロクロスが2回連続して検出された場合に、ロータの回転位置の検出の異常とみなすことにより、モータの脱調を早期に検出して、モータの回転制御の正常化を迅速に行うことができる。

【0020】

請求項4に記載のブラシレスモータ制御装置は、請求項1～3のいずれか1項に記載のブラシレスモータ制御装置において、前記制御部は、通電停止後、最初に検出された前記ゼロクロスに基づいて前記三相モータの通電相を決定する。

【0021】

40

このブラシレスモータ制御装置によれば、通電停止後、最初に検出されたゼロクロスに基づいて前記三相モータの通電相を決定することにより、モータの回転制御の正常化を迅速に行うことができる。

【0022】

請求項5に記載のブラシレスモータ制御装置は、請求項1～3のいずれか1項に記載のブラシレスモータ制御装置において、前記制御部は、通電停止後、2以上の所定回目に検出された前記ゼロクロスに基づいて前記三相モータの通電相を決定する。

【0023】

このブラシレスモータ制御装置によれば、通電停止後、2以上の所定回目に検出されたゼロクロスに基づいて通電相を決定することにより、還流の影響を完全に排除し、ロータの回転位置の検出が正確になる。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 2 4 】

【 図 1 】本発明の実施の形態に係るポンプ駆動用モータの分解斜視図である。

【 図 2 】本発明の実施の形態に係るブラシレスモータ制御装置の一例を示す概略図である。

【 図 3 】基準電圧 1 4 0 に対して時系列で正負の変化を示す誘起電圧を用いてロータの回転位置検出を行った場合の説明図であり、( A ) は回転位置検出が成功した場合の一例を、( B ) は回転位置検出が失敗した場合の一例を、( C ) は回転位置検出が失敗した場合に、全相の巻線への通電を停止し、ロータを惰性回転させて回転位置検出を行う場合の一例を、各々示している。

【 図 4 】本発明の実施の形態に係るブラシレスモータ制御装置における還流マスク時間の終了時前後でのゼロクロス検出の各態様を示した説明図である。

【 図 5 】本発明の実施の形態に係るモータの各相の電圧の変化の一例を示した概略図である。

【 図 6 】本発明の実施の形態に係るブラシレスモータ制御装置における通電相切替処理の一例を示したフローチャートである。

【 図 7 】基準電圧に対して時系列で正負の変化を示す誘起電圧を用いてロータの回転位置検出を行った場合の説明図であり、( A ) は回転位置検出が成功した場合の一例を、( B ) は回転位置検出が失敗した場合の一例を各々示している。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 5 】

図 1 は、本実施の形態に係るポンプ駆動用モータ 1 0 ( 以下、「モータ 1 0」と略記) の分解斜視図である。図 1 に示されるように、モータ 1 0 は、ハウジング 1 2 と、ベース部材 1 4 と、ロータ 1 6 と、ステータ 1 8 と、制御基板 2 0 と、シールドカバー 2 2 と、ステータホルダ 2 4 とを備えている。

【 0 0 2 6 】

ハウジング 1 2 は、樹脂製とされている。このハウジング 1 2 は、板状のハウジング本体 2 6 と、ロータ 1 6 を収容する開口 2 8 A を備えたロータ収容室 2 8 の周壁部 3 0 とを一体に有している。ハウジング本体 2 6 の一端部には、コネクタ 3 2 が設けられており、ロータ収容室 2 8 の周壁部 3 0 は、ハウジング本体 2 6 の中央部よりも他端部寄りの位置に円筒状に形成されている。

【 0 0 2 7 】

モータ 1 0 は、例えばエンジン冷却水を循環させるウォータポンプとして好適に用いられるものであり、ロータ収容室 2 8 は、ハウジング 1 2 が自動車のエンジンブロック等に取り付けられた場合に、エンジンブロックに形成されたポンプ室と連通される。

【 0 0 2 8 】

ベース部材 1 4 は、伝熱性が高く導電性を有する金属の一例として、例えば、アルミニウム合金製とされている。このベース部材 1 4 には、ロータ収容室 2 8 の底壁部 3 1 が形成されており、この底壁部 3 1 には、接合部 3 8 及びシャフト支持部 4 0 が形成されている。この接合部 3 8 及びシャフト支持部 4 0 は、それぞれ円筒状に形成されている。

【 0 0 2 9 】

接合部 3 8 は、シャフト支持部 4 0 の径方向外側に形成されると共に、周壁部 3 0 の先端部と同軸上に形成されている。この接合部 3 8 は、ロータ収容室 2 8 側に突出しており、周壁部 3 0 の先端部における外周部と接合されている。この接合部 3 8 の内周部と周壁部 3 0 の先端部における外周部との間には、例えばリング等のシール材が設けられている。

【 0 0 3 0 】

シャフト支持部 4 0 は、周壁部 3 0 の径方向内側に形成されており、ロータ収容室 2 8 の内部に突出されている。このシャフト支持部 4 0 の内側には、ロータ収容室 2 8 の軸方向に延びるシャフト 4 4 の一端が圧入されており、これにより、シャフト 4 4 は、シャフト支持部 4 0 に支持されている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 1 】

ロータ 1 6 は、ロータ収容室 2 8 に回転可能に收容されている。このロータ 1 6 は、軸受 4 6 を介してシャフト 4 4 に回転可能に支持されている。ロータ 1 6 は、永久磁石で構成されており、シャフト 4 4 の軸方向にインペラ部材 4 8 が設けられている。

## 【 0 0 3 2 】

インペラ部材 4 8 にはインペラ 5 6 が形成されている。インペラ 5 6 は、エンジンブロックのポンプ室に收容される。ポンプ室内でインペラ 5 6 が回転することにより、ポンプ室内に液体が流入されると共に、ポンプ室から液体が吐出される。なお、ロータ収容室 2 8 は、ポンプ室と連通されるので、ポンプ室 3 6 に液体が流入すると、ロータ収容室 2 8 は、液体で充満される。

10

## 【 0 0 3 3 】

ステータ 1 8 は、周壁部 3 0 の周囲に設けられており、この周壁部 3 0 を介してロータ 1 6 と径方向に対向されている。このステータ 1 8 は、環状のステータコアに巻装された巻線を有している。ステータ 1 8 の巻線に印加する電圧の極性を制御することによって、ステータ 1 8 にはいわゆる回転磁界生じる。ロータ 1 6 を構成する永久磁石が、ステータ 1 8 に生じた回転磁界に吸引又は反発することにより、ロータ 1 6 が回転磁界に追従して回転する。

## 【 0 0 3 4 】

制御基板 2 0 は、プリント基板等の基板本体 6 4 に複数の素子が実装されている。基板本体 6 4 は、底壁部 3 1 にロータ収容室 2 8 と反対側から重ね合わされている。なお、基板本体 6 4 は、底壁部 3 1 との間例えば伝熱シートや伝熱ゲル等の介在物を介して底壁部 3 1 に重ね合わされていても良い。

20

## 【 0 0 3 5 】

シールドカバー 2 2 は、例えば鉄等の強磁性体により形成されている。このシールドカバー 2 2 は、上述の制御基板 2 0 及びベース部材 1 4 と後述するステータホルダ 2 4 の保持部 7 6 とを包囲する包囲部 7 2 と、制御基板 2 0 に対する底壁部 3 1 と反対側から制御基板 2 0 を覆う被覆部 7 4 とを有している。このシールドカバー 2 2 は、モータ 1 0 の外形部を形成している。

## 【 0 0 3 6 】

ステータホルダ 2 4 は、例えば鉄等の強磁性体により形成されている。このステータホルダ 2 4 は、円筒状の保持部 7 6 を有している。この保持部 7 6 は、ステータ 1 8 と包囲部 7 2 との間設けられている。この保持部 7 6 の内周部に、巻線が巻回されたステータコアが圧入されることにより、ステータ 1 8 は、保持部 7 6 によって保持されている。

30

## 【 0 0 3 7 】

また、この保持部 7 6 におけるハウジング本体 2 6 側の端部には、この板状のハウジング本体 2 6 に沿って包囲部 7 2 に向けて延びる延長フランジ 7 8 が形成されている。さらに、上述のシールドカバー 2 2 の周縁部には、第 1 フランジ 8 0 が形成されており、ステータホルダ 2 4 の周縁部には、第 2 フランジ 8 2 が形成されている。この第 1 フランジ 8 0 及び第 2 フランジ 8 2 は、締結具等により互いに結合されている。なお、この第 1 フランジ 8 0 及び第 2 フランジ 8 2 は、シールドカバー 2 2 とステータホルダ 2 4 との接続部の一例である。

40

## 【 0 0 3 8 】

シールドカバー 2 2 及びステータホルダ 2 4 が互いに固定された際に形成される空間に、上述の制御基板 2 0 が收容されている。

## 【 0 0 3 9 】

制御基板 2 0 の基板本体 6 4 には、上述の延長フランジ 7 8 と同じ側に延びる延長部 8 6 が形成されている。保持部 7 6 の側方で延長フランジ 7 8 と延長部 8 6 との間形成された空間には、基板本体 6 4 に実装されている素子よりも大型の電気部品 9 0 が配置されている。電気部品 9 0 は、例えば雑防素子とされており、基板本体 6 4 における底壁部側の面に実装されている。なお、ベース部材 1 4 には、底壁部 3 1 から延長部 8 6 と同じ側

50

に延びる支持部 9 2 が形成されており、延長部 8 6 は、支持部 9 2 に重ね合わされている。

【 0 0 4 0 】

図 2 は、本実施の形態に係るブラシレスモータ制御装置 1 0 0 の一例を示す概略図である。インバータ回路 1 1 4 は、イグニッションスイッチ 1 2 4 がオンになり、車載のバッテリー 1 2 0 から供給された電力をスイッチングし、モータ本体 1 1 8 のステータ 1 8 の巻線に印加する電圧を生成する。例えば、インバータ F E T 1 1 4 A , 1 4 4 D は U 相の巻線に、インバータ F E T 1 1 4 B , 1 4 4 E は V 相の巻線に、インバータ F E T 1 1 4 C , 1 4 4 F は W 相の巻線に、各々印加する電圧を生成するスイッチングを行う。

【 0 0 4 1 】

インバータ F E T 1 1 4 A , 1 1 4 B , 1 1 4 C の各々のドレインは車載のバッテリー 1 2 0 の正極に接続されている。また、インバータ F E T 1 1 4 D , 1 1 4 E , 1 1 4 F の各々のソースはバッテリー 1 2 0 の負極に接続されている。

【 0 0 4 2 】

本実施の形態では、モータ本体 1 1 8 のロータ 1 6 が回転によって生じる誘起電圧によりロータ 1 6 の回転速度及び位置（回転位置）を検出する。一般に、ブラシレスモータは、シャフト 4 4 と同軸に設けられたロータマグネット又はセンサマグネットの磁界をホール素子で検出し、検出された磁界に基づいてロータ 1 6 の回転速度及び位置（回転位置）を検出する。しかしながら、本実施の形態に係るモータ本体 1 1 8 は、エンジンのウォータポンプ 1 2 8 に用いられるので、高温環境下で動作することに加えて、ロータ 1 6 が収容されるロータ収容室 2 8 もエンジン冷却水が循環する構造のため、ロータの近傍にホール素子を配置することが難しい。従って、本実施の形態に係るモータ 1 0 では、ホール素子は使用せず、無通電相の巻線に生じた誘起電圧によってロータ 1 6 の回転速度及び位置を検出する。

【 0 0 4 3 】

誘起電圧は、ロータ 1 6 の回転に応じて変化する正弦波状のアナログ信号であるが、本実施の形態では、コンパレータを含む位置検出回路 1 1 6 により、矩形波状のパルス信号に変換してマイコン 1 1 0 に入力する。

【 0 0 4 4 】

マイコン 1 1 0 は、位置検出回路 1 1 6 から入力された信号からロータ 1 6 の位置を算出し、算出したロータ 1 6 の位置と上位の制御装置である E C U 1 2 2 から入力された信号とに基づいて、インバータ回路 1 1 4 のスイッチングの制御に係る P W M ( Pulse Width Modulation ) 制御のデューティ比を算出する。E C U 1 2 2 には、エンジンの冷却水の温度を検知する水温センサ 1 2 6 が接続されており、冷却水の温度が上昇するに従って、ウォータポンプ 1 2 8 の冷却水の吐出量が多くなるようにモータ本体 1 1 8 の回転速度を制御する。また、水温センサ 1 2 6 は、エンジンのウォータジャケット又はラジエータ等の冷却水の流路の一角に設けられている。

【 0 0 4 5 】

マイコン 1 1 0 によって算出されたデューティ比の信号は、ブリドライバ 1 1 2 を介してインバータ回路 1 1 4 に出力され、インバータ回路 1 1 4 は当該デューティ比に基づいて電圧を生成し、モータ本体 1 1 8 の巻線に印加する。

【 0 0 4 6 】

図 3 は、基準電圧 1 4 0 に対して時系列で正負の変化を示す誘起電圧 1 4 2 U、1 4 2 V、1 4 2 W を用いてロータの回転位置検出を行った場合の説明図であり、( A ) は回転位置検出が成功した場合の一例を、( B ) は回転位置検出が失敗した場合の一例を、( C ) は本実施の形態に係るブラシレスモータ制御装置 1 0 0 における回転位置検出が失敗した場合に、全相の巻線への通電を停止し、ロータを惰性回転させて回転位置検出を行う場合の一例を、各々示している。

【 0 0 4 7 】

図 3 ( A ) では、還流マスク時間 1 3 0 を還流時間 1 3 2 よりも長くすることにより、

10

20

30

40

50

還流を避けてゼロクロスが検出されているが、図3(B)では、還流時間134、136の方が還流マスク時間130よりも長くなり、ゼロクロスを誤検出している。ゼロクロスが誤検出されると、モータ10の巻線に印加する電圧を、ロータの磁極の回転位置に合わせて生成することができず、その結果、モータ10の脱調が生じ得る。

【0048】

図3(C)は、還流マスク時間130の終了直前と、終了直後との各々でゼロクロスが検出された場合に全相の巻線への通電を停止する点で、図3(A)、(B)の場合と相違する。図3(C)ではU相で2回連続してゼロクロスが検出されたので、全相の巻線への通電を一時的に停止してロータを惰性回転させて還流の影響を排除した後に、ゼロクロスが検出された場合(図3(C)ではV相でゼロクロスを検出)、検出されたゼロクロスに基づいて通電相を決定し、通電を再開する。

10

【0049】

本実施の形態では、全相での通電停止後、いずれかの相でゼロクロスが検出された場合に、通電を再開するので、モータ10を惰性回転させる時間は、最小限に抑えられる。本実施の形態では、全相での通電停止後、最初に検出されたゼロクロスに基づいて通電相を決定して通電を再開することにより、モータ10の回転制御を迅速に正常化できる。しかしながら、還流の影響をより完全に排除した後に、ゼロクロスを検出するのであれば、全相での通電停止後、2以上の所定回目に検出されたゼロクロスに基づいて通電相を決定してもよい。

【0050】

本実施の形態で、2回連続でゼロクロスを検出する時間間隔は、原則としてマイコン110のPWMの制御周期であるが、当該制御周期の整数倍の固有の周期で、連続してゼロクロスを検出してもよい。

20

【0051】

また、本実施の形態では、原則として、還流マスク時間130の終了直前と、終了直後との各々でゼロクロスが検出された場合に全相の巻線への通電を停止するが、還流マスク時間130の経過直後にゼロクロスを2回連続検出した場合に前記三相モータの全相の巻線への通電を停止してもよい。

【0052】

図4は、本実施の形態に係るブラシレスモータ制御装置100における還流マスク時間130の終了時前後でのゼロクロス検出の各態様を示した説明図である。図4(A)では、還流マスク時間130の終了時前後でゼロクロスを検出せず還流マスク時間130が経過した後にゼロクロスを検出している。図4(B)では、還流マスク時間130の終了直後にゼロクロスを検出している。図4(C)では、還流マスク時間130の終了直前でゼロクロスを検出しているが、還流マスク時間130が経過した後にゼロクロスを検出している。

30

【0053】

図4(A)に示した態様(1)、図4(B)に示した態様(2)、及び図4(C)に示した態様(3)の各々は、通常動作なので、検出したゼロクロスに基づいて、通電相の切り替えを行う。

40

【0054】

図4(D)、(E)、(F)では、いずれも還流マスク時間130の終了時前後で都合2回の複数回でゼロクロスが検出されている。前述のように、誘起電圧142は正弦波状に変化するので、電圧一定の基準電圧140と、短時間で複数回連続して電圧値が一致することはない。本実施の形態では、図4(D)に示した態様(4)、図4(E)に示した態様(5)、及び図4(F)に示した態様(6)の各々では、還流マスク時間130の終了後も還流の影響が残存しているとみなし、全相の巻線への通電を一時的に停止してロータを惰性回転させて還流の影響を排除した後に、ロータの位置検出を行って通電を再開する。なお、還流マスク時間130は、モータ10の仕様等によって異なるので、一例として、実機等を用いた実験等によって決定する。

50

## 【 0 0 5 5 】

図 5 は、本実施の形態に係るモータ 1 0 の各相の電圧の変化の一例を示した概略図である。図 5 に示したように、通電終了後に突発的に発生する還流 1 5 0 により、V 相電圧には基準電圧 1 4 0 から乖離した変化を示している。かかる場合に、本実施の形態では、全相の巻線への通電を一時的に停止して、ロータを惰性回転（解放）させてゼロクロスを検出する。

## 【 0 0 5 6 】

図 6 は、本実施の形態に係るブラシレスモータ制御装置 1 0 0 における通電相切替処理の一例を示したフローチャートである。ステップ 6 0 0 では、還流マスク時間 1 3 0 が経過したか否かを判定し、還流マスク時間 1 3 0 が経過した場合は、手順をステップ 6 1 0 10  
に移行し、還流マスク時間 1 3 0 が経過していない場合は、手順をステップ 6 0 2 に移行する。

## 【 0 0 5 7 】

ステップ 6 0 2 では、ゼロクロスが検出されたか否かを判定する。ステップ 6 0 2 で、ゼロクロスが検出された場合（図 4 の態様（ 3 ）～（ 6 ）の場合）は、手順をステップ 6 0 4 に移行し、ゼロクロスが検出されなかった場合（図 4 の態様（ 1 ）、（ 2 ）の場合）は、手順をステップ 6 1 2 に移行する。

## 【 0 0 5 8 】

ステップ 6 0 4 では、還流マスク時間 1 3 0 が経過したか否かを判定し、還流マスク時間 1 3 0 が経過した場合は、手順をステップ 6 0 6 に移行し、還流マスク時間 1 3 0 が経過していない場合は、還流マスク時間 1 3 0 が経過するまで処理を待機する。 20

## 【 0 0 5 9 】

ステップ 6 0 6 では、還流マスク時間 1 3 0 経過直後にゼロクロスが検出されたか否かを判定する。ステップ 6 0 6 で、ゼロクロスが検出された場合（図 4 の態様（ 4 ）～（ 6 ）の場合）は、手順をステップ 6 0 8 に移行し、ゼロクロスが検出されなかった場合（図 4 の態様（ 3 ）の場合）は、手順をステップ 6 1 4 に移行する。

## 【 0 0 6 0 】

ステップ 6 0 8 では、全相の巻線への通電を一時的に停止して、ロータを惰性回転させる解放を行う。そして、ステップ 6 1 0 でいずれかの相でゼロクロスが検出されたか否かを判定し、いずれかの相でゼロクロスが検出された場合（図 4 の態様（ 4 ）～（ 6 ）の場合）は、ステップ 6 1 6 で通電相を切り替えて（同時に、モータ 1 0 への通電を再開して）処理をリターンする。また、ステップ 6 1 0 でゼロクロスが検出されなかった場合は、ゼロクロスが検出されるまで待機する。 30

## 【 0 0 6 1 】

ステップ 6 0 2 でゼロクロスが検出されなかった場合は、ステップ 6 1 2 で還流マスク時間 1 3 0 が経過したか否かを判定し、還流マスク時間 1 3 0 が経過した場合は、手順をステップ 6 1 4 に移行し、還流マスク時間 1 3 0 が経過していない場合は、還流マスク時間 1 3 0 が経過するまで処理を待機する。

## 【 0 0 6 2 】

ステップ 6 0 6 でゼロクロスが検出されなかった場合、及びステップ 6 1 2 で還流マスク時間 1 3 0 が経過した場合は、ステップ 6 1 4 でゼロクロスが検出されたか否かを判定し、ゼロクロスが検出された場合は、ステップ 6 1 6 で通電相を切り替えて処理をリターンする。ステップ 6 1 4 でゼロクロスが検出されなかった場合は、ゼロクロスが検出されるまで待機する。 40

## 【 0 0 6 3 】

以上説明したように、本実施の形態によれば、還流の影響により、ゼロクロスを誤検出したか否かを、還流マスク時間 1 3 0 の終了時前後でのゼロクロス検出により判定している。ゼロクロスの検出は、誘起電圧 1 4 2 U、1 4 2 V、1 4 2 W のいずれかと、基準電圧 1 4 0 と一致するか否かを、ブラシレスモータ制御装置 1 0 0 が標準で備えるコンパレータ等の回路と用いることにより容易に検出できる。従って、ブラシレスモータ制御装置 50

100の既存の構成の変更又は新たな構成を付加することなく、ゼロクロス誤検出を判定できる。

【0064】

また、本実施の形態では、ゼロクロス誤検出した場合に、全相の巻線への通電を一時的に停止して還流の影響を排除した後に、ロータの回転位置の検出を行って通電を再開する。還流の影響を排除するに足る時間は、例えば、ミリ秒程度短時間なので、ロータの回転位置の検出の異常を検出した場合、速やかにモータの回転制御を正常化するブラシレスモータ制御装置を提供することができる。

【符号の説明】

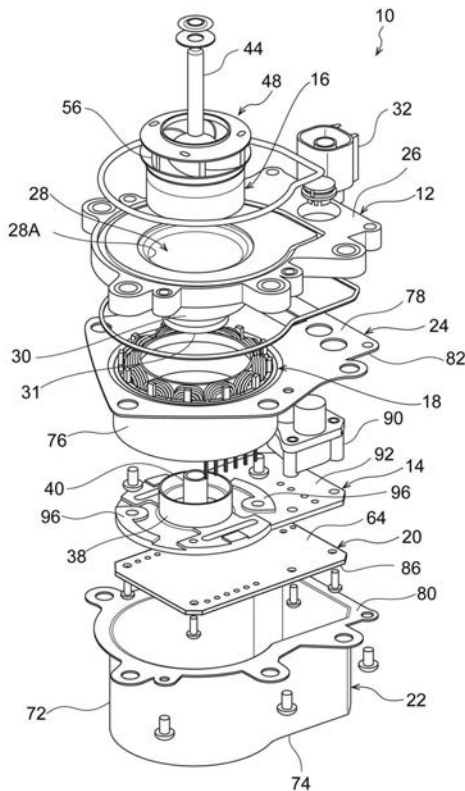
【0065】

10...ポンプ駆動用モータ、12...ハウジング、14...ベース部材、16...ロータ、18...ステータ、18U...U相巻線、18V...V相巻線、18W...W相巻線、20...制御基板、22...シールドカバー、24...ステータホルダ、26...ハウジング本体、28...ロータ収容室、28A...開口、30...周壁部、31...底壁部、32...コネクタ、36...ポンプ室、38...接合部、40...シャフト支持部、44...シャフト、46...軸受、48...インペラ部材、56...インペラ、58...ポンプ室、58A...吐出口、60...水分子、64...基板本体、72...包囲部、74...被覆部、76...保持部、78...延長フランジ、80...フランジ、82...フランジ、86...延長部、90...電気部品、92...支持部、100...ブラシレスモータ制御装置、110...マイコン、112...ブリッドライバ、114...インバータ回路、114A, 114B, 114C, 114D, 114E, 114F...インバータFET、116...位置検出回路、118...モータ本体、120...バッテリー、122...ECU、124...イグニッションスイッチ、126...水温センサ、128...ウォータポンプ、130...還流マスク時間、132, 134...還流時間、140...基準電圧、142, 142U, 142V, 142W...誘起電圧、150...還流、152, 154...還流時間

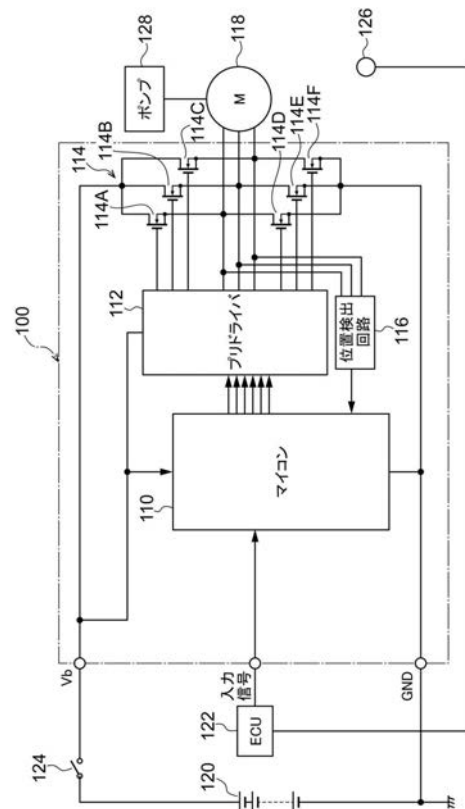
10

20

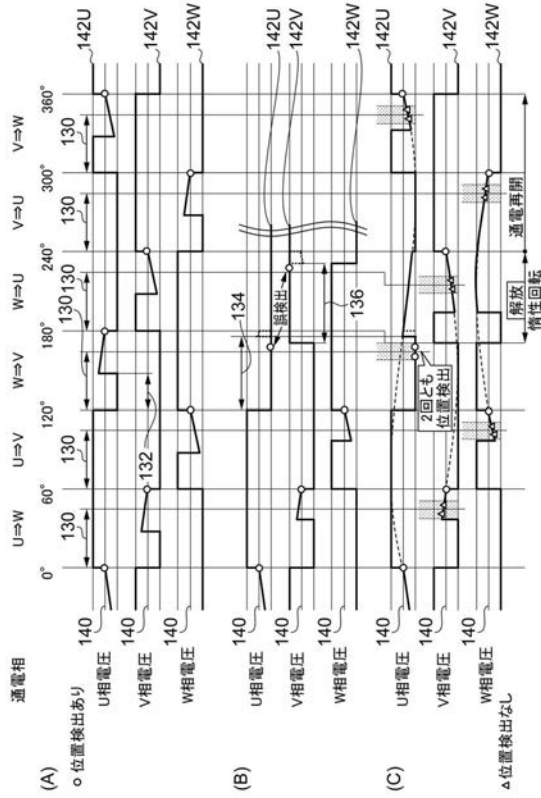
【図1】



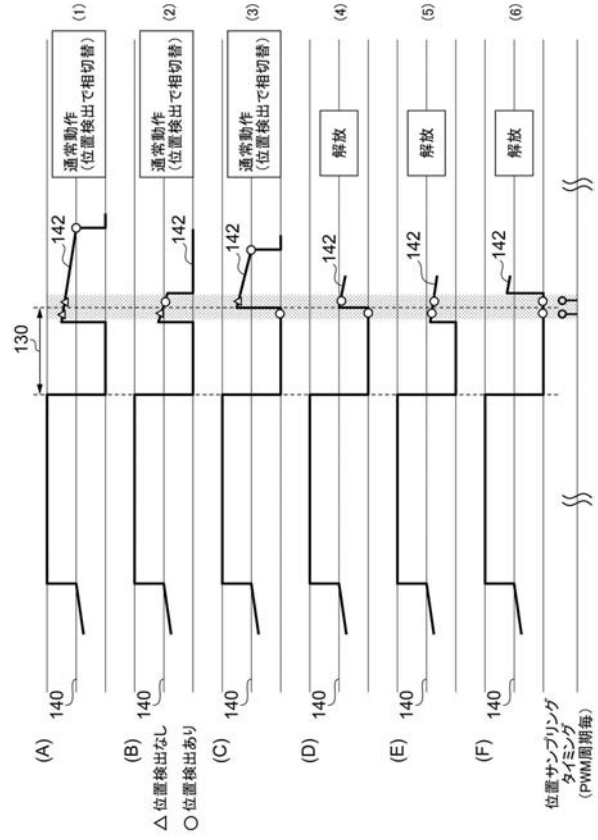
【図2】



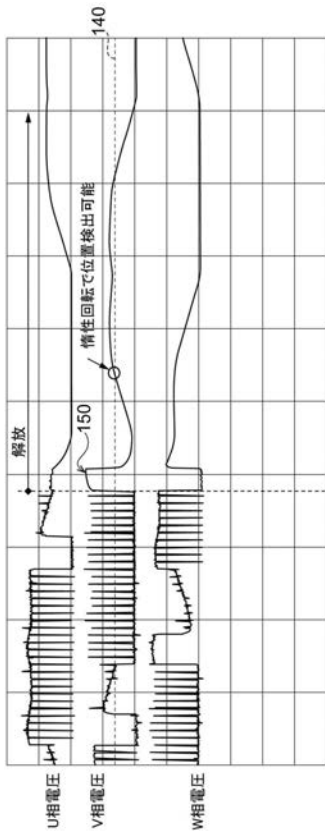
【 図 3 】



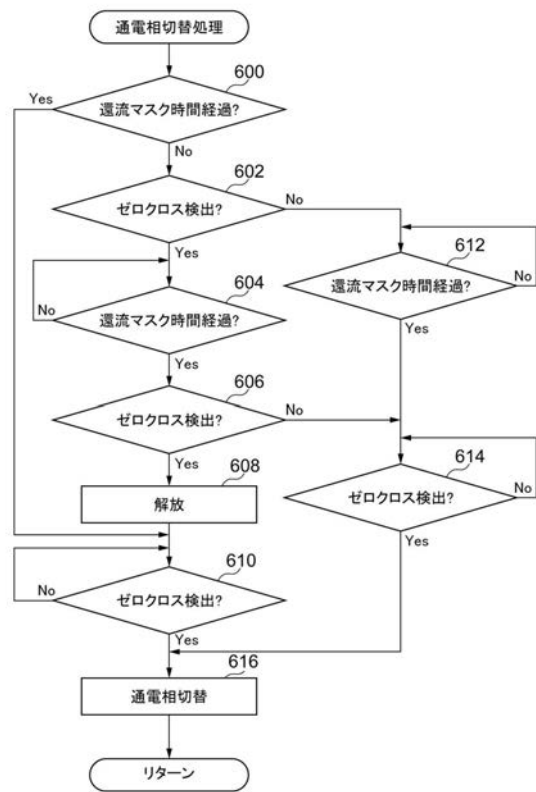
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】

