

(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
2017年5月4日(04.05.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/072960 A1

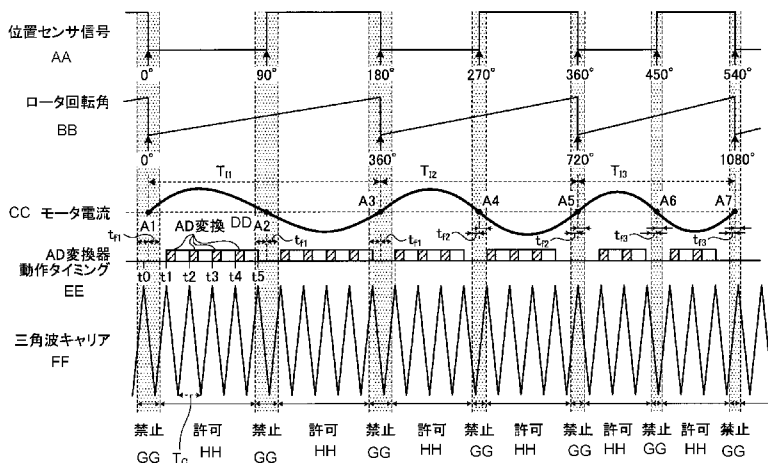
- (51) 国際特許分類:
H02P 6/16 (2016.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/080769
- (22) 国際出願日: 2015年10月30日(30.10.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 有澤 浩一(ARISAWA, Koichi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 植村 啓介(UEMURA, Keisuke); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). ▲高▼山 裕次(TAKAYAMA, Yuji); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 篠本 洋介(SHINOMOTO, Yosuke); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 高村 順(TAKAMURA, Jun); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング 特許業務法人酒井国際特許事務所 Tokyo (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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, 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:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: MOTOR CONTROL DEVICE, ELECTRIC VACUUM CLEANER, AND HAND DRYER

(54) 発明の名称: モータ制御装置、電気掃除機およびハンドドライヤー



AA Position sensor signal
 BB Rotor rotation angle
 CC Motor current
 DD AD conversion
 EE AD converter operation timing
 FF Triangular wave carrier
 GG Prohibition
 HH Authorization

(57) Abstract: The motor control device 2 is equipped with: a position sensor 21 for detecting the position of a motor 12; an AD converter 30 for converting an analog signal representing a detection value of a motor current into a digital signal; and a control circuit 25 for driving an inverter 11 using an output signal of the AD converter 30. The control circuit 25 activates the AD converter 30 during an authorization period, and performs processing of the AD converter 30 during an electrical half-cycle including the authorization period. The length of a prohibition period, which is obtained by subtracting the authorization period from the electrical half-cycle, decreases with increase of the rotation speed of the motor 12.

(57) 要約: モータ制御装置 2 は、モータ 12 の位置を検出する位置センサ 21 と、モータ電流の検出値であるアナログ信号をデジタル信号に変換する AD 変換器 30 と、AD 変換器 30 の出力信号を用いてインバータ 11 を駆動する制御回路 25 とを備える。制御回路 25 は、許可

期間中に、AD 変換器 30 を起動し、許可期間を含む電気半サイクル中に、AD 変換器 30 の処理を行う。モータ 12 の回転速度が増大するにつれて、電気半サイクルから許可期間を除いて得られる禁止期間の長さが減少する。



WO 2017/072960 A1

明 細 書

発明の名称：

モータ制御装置、電気掃除機およびハンドドライヤー

技術分野

[0001] 本発明は、ブラシレスモータを制御するモータ制御装置、電気掃除機およびハンドドライヤーに関する。

背景技術

[0002] モータ制御装置では、一般にロータ回転位置に応じてステータ巻線の通電を制御する方式が用いられている。

[0003] このようなモータ制御の一例として、特許文献1では、ロータ回転位置を検出する位置センサを備えたブラシレスモータの制御において、モータ制御装置が、位置センサ信号の第1のエッジに応答してアナログディジタル変換器を起動し、かつ第1のエッジと異なる第2のエッジに応答してアナログディジタル変換器からディジタル信号を読み取ることが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第5473979号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、モータの制御では、位置センサ信号のエッジをモータ電流のゼロクロス点と同期させた制御をすることがある。すなわち、位置センサ信号によりロータの磁極間を検出するタイミングとモータ電流のゼロクロス点のタイミングとを同期させた制御をすることがある。

[0006] 一方、モータ電流のゼロクロス点では、電流極性の切り替りに起因してノイズが発生することが知られている。

[0007] 従って、位置センサ信号のエッジをモータ電流のゼロクロス点と同期させた制御をする場合、モータ電流のゼロクロス点のタイミングで発生するノイ

ズがエッジの検出誤差の要因となり、エッジ検出によるロータの磁極間の正確な検出が困難となる。

[0008] そのため、位置センサ信号の第1のエッジに応答してアナログデジタル変換器を起動し、かつ第1のエッジと異なる第2のエッジに応答してアナログデジタル変換器からデジタル信号を読み取る上記従来の制御によれば、位置センサ信号のエッジとモータ電流のゼロクロス点とが一致する場合には、モータ制御に用いられるデジタル信号に電流極性の切り替わりに起因したノイズが含まれることとなり、モータの安定した制御を実現することが困難となる。

[0009] 特に、ロータ回転位置の検出誤差が増大すると、ステータ巻線の通電切り換えのタイミングがずれてしまい、ステータ巻線を通る電流とステータ巻線に生じる誘起電圧との力率が低くなってモータ効率が悪化すると共に、モータトルクにムラが生じて振動および騒音が大きくなる。

[0010] 上記ノイズはロータの回転数が10万rpm (revolution per minute) 以上の高回転数領域で特に顕著となり、上記振動および騒音もこの高回転数領域で特に顕著に現れる。従って、上記ノイズの影響を抑制することは、特に電気掃除機またはハンドドライヤーにおいてモータの安定な制御を実現する上で課題となる。

[0011] この発明は、上記に鑑みてなされたもので、ノイズの制御への影響を抑制し、安定したモータ制御を実現可能な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

[0012] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係るモータ制御装置は、インバータにより駆動されるモータに用いられるモータ制御装置であって、前記モータの位置を検出する位置検出手段と、前記モータに流れる交流電流の検出値であるアナログ信号をデジタル信号に変換するアナログデジタル変換器と、前記アナログデジタル変換器の出力信号を用いて前記インバータを駆動する制御回路と、を備え、前記制御回路は、第1の期間

中に、前記アナログデジタル変換器を起動し、第2の期間中に、前記アナログデジタル変換器の処理を行い、前記第2の期間は、前記位置検出手段の出力信号の変化点から次の変化点までの期間であり、前記第1の期間は、前記各変化点を含まない、前記第2の期間より短い期間であり、前記モータの回転速度が増大するにつれて、前記第2の期間から前記第1の期間を除いて得られる第3の期間の長さが減少する。

発明の効果

[0013] この発明によれば、ノイズの制御への影響を抑制し、安定したモータ制御を実現することができる、という効果を奏する。

図面の簡単な説明

- [0014] [図1]実施の形態1に係るモータ制御システムの構成を示すブロック図
[図2]実施の形態1におけるモータの構成を示す図
[図3]実施の形態1におけるAD変換器の構成の一例を示すブロック図
[図4]実施の形態1においてプロセッサとAD変換器との間の信号の授受の一例を示した図
[図5]実施の形態1においてAD変換器の起動およびAD変換器からのデジタル信号の読み取りのタイミングを説明するためのタイミングチャート
[図6]実施の形態1において禁止範囲を決定するためのフローチャート
[図7]実施の形態1において禁止期間内でのモータ電流の電流値の推定方法を説明するための図
[図8]実施の形態1においてAD変換器の起動およびAD変換器からのデジタル信号の読み取りのタイミングを説明するための別のタイミングチャート
[図9]実施の形態1においてプロセッサ内における禁止期間の設定の処理を説明するためのブロック図
[図10]実施の形態1において回転速度に応じた禁止幅の設定の一例を示す図
[図11]実施の形態1において回転速度に応じた禁止幅の設定の別の一例を示す図
[図12]実施の形態1において回転速度に応じた禁止幅の設定のさらに別の一

例を示す図

[図13]実施の形態1の変形例に係るモータ制御システムの構成を示すブロック図

[図14]実施の形態2において電気掃除機の構成の一例を示す図

[図15]実施の形態2においてハンドドライヤーの構成の一例を示す図

発明を実施するための形態

[0015] 以下に、本発明に係るモータ制御装置、電気掃除機およびハンドドライヤーの実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

[0016] 実施の形態1.

図1は、本実施の形態に係るモータ制御システム1の構成を示すブロック図である。図2は、モータ12の構成を示す図である。図1に示すように、モータ制御システム1は、モータ12と、モータ12に接続され、モータ12に交流電力を出力して、モータ12を駆動するインバータ11と、インバータ11への直流電源となる電源10と、モータ12のステータ3に設けられ、モータ12のロータ4の回転位置であるロータ回転位置を検出する位置センサ21と、モータ12に流れる交流電流であるモータ電流を検出する電流検出部である電流センサ20と、ロータ回転位置とモータ電流とに基づいてインバータ11を制御するモータ制御装置2とを備える。

[0017] モータ12は、ブラシレスモータであり、環状のステータ3と、ステータ3の内側に配置されたロータ4とを備える。また、ロータ4は周方向に配列された複数個の永久磁石6を有する。これらの複数個の永久磁石6は、着磁方向が周方向に交互に反転するように配置され、ロータ4の複数個の磁極を形成する。また、ステータ3には巻線5が巻回されている。モータ電流は、巻線5に流れる交流電流である。以下では、永久磁石6の個数は図示例のように4個とし、磁極数は4極とするが、これ以外でもよい。

[0018] 位置センサ21は、モータ12の位置を検出する位置検出手段である。位置センサ21は、デジタル信号である位置センサ信号をモータ制御装置2

に出力する。すなわち、位置センサ信号は、位置センサ 21 の出力信号である。位置センサ信号は、ロータ 4 の回転位置を検出する信号であり、ロータ 4 からの磁束の方向に応じて高低の二値を示す。従って、位置センサ信号のエッジは磁極間に相当する。位置センサ信号のエッジは、位置センサ信号の変化点である。エッジは、信号の立上りまたは立下り点である。

[0019] 電力変換器であるインバータ 11 は、図示しない上下アームを構成する複数個のスイッチング素子 40 を組み合わせて構成される。スイッチング素子 40 は、トランジスタに還流ダイオードが逆並列に接続されて構成される。なお、還流ダイオードは寄生ダイオードとすることができる。インバータ 11 は例えば単相インバータとしているが、多相インバータでもよい。

[0020] 電流センサ 20 は、モータ 12 とインバータ 11 との間に接続され、モータ電流を検出する。電流センサ 20 の検出値はアナログ信号である。

[0021] モータ制御装置 2 は、電流センサ 20 により検出されたモータ電流の検出値であるアナログ信号をデジタル信号に変換するアナログデジタル変換器 30 と、アナログデジタル変換器 30 から読み取られたモータ電流と位置センサ 21 からの位置センサ信号と図示しない回転数指令とに基づいて PWM (Pulse Width Modulation:パルス幅変調) 信号を生成する制御回路 25 と、制御回路 25 から出力された PWM 信号に基づいてインバータ 11 を駆動する駆動信号を生成する駆動信号生成部 32 とを備える。

[0022] 制御回路 25 は、プロセッサ 31、三角波キャリア生成部 33 およびメモリ 34 を有する。制御回路 25 は、公知の PWM 制御により、モータ 12 に印加すべき電圧指令を生成し、この電圧指令と三角波キャリア生成部 33 で生成された三角波キャリアとを比較することで PWM 信号を生成する。駆動信号生成部 32 は、制御回路 25 からの PWM 信号に基づいて、インバータ 11 のスイッチング素子 40 のオンまたはオフを制御する駆動信号を生成し、この駆動信号をインバータ 11 に出力する。

[0023] このように、制御回路 25 は、アナログデジタル変換器 30 からデジタル信号を読み取る処理を行い、アナログデジタル変換器 30 の出力信号

であるデジタル信号を用いてインバータ 11 を駆動するための PWM 信号を生成する。なお、インバータ 11 も含めて制御回路 25 を定義することもできる。

[0024] 次に、アナログデジタル変換器 30 の構成の一例について説明する。以下では、アナログデジタル変換器 30 は逐次比較型である場合について説明するが、アナログデジタル変換器 30 の具体的構成は逐次比較型に限定されない。また、以下では、「アナログデジタル変換器」を「AD変換器 30」と略記し、「アナログデジタル変換」を「AD変換」と略記することがある。

[0025] 図 3 は、AD変換器 30 の構成の一例を示すブロック図である。図 3 に示すように、AD変換器 30 は、制御回路 51、比較器 52、および DA（デジタルアナログ）変換器 53 を備える。なお、図 3 に示す AD変換器 30 の動作の詳細については特開平 5-152960 号公報に記載されている。

[0026] 制御回路 51 は、図示しないプロセッサを有する。比較器 52 は、DA変換器 53 からの比較信号 COM とアナログ入力信号 AIN との大小を比較し、比較結果を制御回路 51 に出力する。アナログ入力信号 AIN は、モータ電流に相当する。制御回路 51 は、比較結果に応じてアナログ入力信号 AIN を近似する制御信号 CN を DA変換器 53 に出力する。DA変換器 53 は、制御信号 CN に相当する比較信号 COM を比較器 52 に出力する。制御回路 51 は、比較信号 COM をアナログ入力信号 AIN に逐次近似する制御を実行することで、アナログ入力信号 AIN に相当するデジタル信号 DOUT を求める。制御回路 51 は、デジタル信号 DOUT を図示しないレジスタに保持する。

[0027] 図 4 は、プロセッサ 31 と AD変換器 30 との間の信号の授受の一例を示した図である。まず、プロセッサ 31 は、AD変換器 30 に起動信号 S1 を出力する。起動信号 S1 は AD変換器 30 に AD変換の開始を指示する信号である。プロセッサ 31 は、起動信号 S1 を出力することにより AD変換器 30 を起動する。

- [0028] AD変換器30は、起動信号S1を受けると、アナログ信号をデジタル信号に変換するAD変換処理を開始する。具体的には、AD変換器30の制御回路51が、起動信号S1を受けると、逐次比較処理を開始する。
- [0029] AD変換器30は、AD変換完了後、AD変換が完了したことを示す完了信号S2をプロセッサ31に出力する。具体的には、制御回路51が完了信号S2をプロセッサ31に出力する。プロセッサ31は、AD変換器30から完了信号S2を受けた後、AD変換器30の処理を行う。すなわち、プロセッサ31は、AD変換器30からデジタル信号を読み取る。具体的には、プロセッサ31は、制御回路51内のレジスタに記憶されたデジタルデータを読み取る。
- [0030] このように、AD変換器30は、プロセッサ31から起動信号S1が入力されるとAD変換処理を開始し、AD変換処理が完了するとプロセッサ31に完了信号S2を出力して、AD変換処理を停止する。
- [0031] 次に、図5を参照して、AD変換器30の起動およびAD変換器30からのデジタル信号の読み取りのタイミングについて説明する。図5は、AD変換器30の起動およびAD変換器30からのデジタル信号の読み取りのタイミングを説明するためのタイミングチャートである。
- [0032] 図5において、「位置センサ信号」は、プロセッサ31に入力された位置センサ21の出力信号を表す。なお、位置センサ信号の直下に付された角度はロータの機械角である。位置センサ信号は、4極のロータ4に対応して、機械角で 0° 、 90° 、 180° 、 270° 、 360° にエッジを含む。
- [0033] 「ロータ回転角」は、ロータ4の電気角を表す。すなわち、磁極数をPとして電気角＝機械角 $\times P / 2$ で与えられる。プロセッサ31は、位置センサ信号に基づいてロータ回転角を算出する。なお、ロータ回転角の直下に付された角度は電気角である。
- [0034] 「モータ電流」は、モータ電流の波形を表す。「モータ電流」は、「ロータ回転角」との比較のために示している。図5に示すように、位置センサ信号のエッジはモータ電流のゼロクロス点と同期している。ここでゼロクロス

点は、信号の波形における極性の変化点であり、極性が正から負へまたは負から正へ切り替わる点である。図5では、互いに隣り合うゼロクロス点A1、A2を示している。ゼロクロス点A1からゼロクロス点A2までの期間は、ゼロクロス点A1、A2で決まるモータ電流の電気半サイクルである。このように、以下では、位置センサ信号のエッジをモータ電流のゼロクロス点と同期させた制御をする場合について説明する。この場合、ロータ回転角は、モータ電流の位相情報を与える。

[0035] 次に、「AD変換器動作タイミング」と「三角波キャリア」について説明する。「AD変換器動作タイミング」はAD変換処理を表し、「三角波キャリア」は三角波キャリアの波形を表す。本実施の形態では、ゼロクロス点を含む一定の位相角範囲はAD変換器30の起動が禁止された禁止範囲とする。具体的には、ゼロクロス点を中心に前後それぞれ α からなる合計 2α の位相角範囲を禁止範囲とする。プロセッサ31は、禁止範囲内においてAD変換器30に起動信号S1を出力せず、起動信号S1が入力されないAD変換器30はAD変換処理を実行せず、AD変換処理を完了したことを示す完了信号S2を出力しない。

[0036] 禁止範囲以外の範囲は、AD変換器30の起動が許可された許可範囲である。すなわち、プロセッサ31によるAD変換器30の起動は、許可範囲のみで許可される。なお、禁止範囲か許可範囲かに関係なく、AD変換器30からのデジタル信号の読み取りは許可される。許可範囲は、互いに隣り合う禁止範囲間となる。禁止範囲に相当する期間、すなわち禁止範囲を時間に読み替えたものを、以下では禁止期間という。同様に、許可範囲に相当する期間を、以下では許可期間という。禁止期間は禁止範囲と実質同一であり、許可期間は許可範囲と実質同一である。

[0037] 図6は、禁止範囲を決定するためのフローチャートである。図6に示すように、プロセッサ31は、位置センサ信号からロータ回転角を算出し(S1)、算出されたロータ回転角に基づいて、モータ電流のゼロクロス点を算出し(S2)、ゼロクロス点を含む前後 α の範囲を禁止範囲に設定する(S3)

)。

[0038] なお、モータ電流の電気サイクルである周期を T_1 とすると、禁止期間の長さは $2 \times (\alpha / 360) \times T_1$ で与えられ、モータ電流の電気半サイクルである半周期中における許可期間の長さは $T_1 / 2 - 2 \times (\alpha / 360) \times T_1$ で与えられる。位置センサ信号のエッジとモータ電流のゼロクロス点とが同期しているため、周期 T_1 は、モータ電流の周期であり、位置センサ信号の周期でもある。

[0039] α は0よりも大きくかつ 90° 未満の予め決められた角度である。図示例では、 α は 10° である。この場合、禁止範囲は、 -10° 以上かつ 10° 以下の範囲、 170° 以上かつ 190° 以下の範囲、 350° 以上かつ 370° 以下の範囲、 530° 以上かつ 550° 以下の範囲、 710° 以上かつ 730° 以下の範囲である。プロセッサ31は、ロータ回転角を算出した後、ロータ回転角と予め決められた α とに基づいて、禁止範囲および許可範囲を決定する。

[0040] また、本実施の形態では、プロセッサ31によるAD変換器30の起動およびAD変換器30からの読み取りは、三角波キャリア生成部33で発生させる三角波キャリアの山点のタイミングで行うものとする。なお、AD変換器30の起動およびAD変換器30からの読み取りは、三角波キャリアの山点以外のタイミング、例えば谷点のタイミングまたは、山点と谷点両方のタイミングで行ってもよい。また、三角波キャリアによらずにタイミングを決めてもよい。なお、1つのサンプリングデータに対するAD変換処理は、三角波キャリアの周期 T_c よりも短い時間で実行されるものとする。

[0041] さらに、1つの許可期間は、三角波キャリアの周期 T_c の2倍よりも大きいものとする。これにより、同一の許可範囲内には、三角波キャリアの山点が2個以上含まれるので、同一の許可範囲内で、AD変換器30の起動とAD変換器30からの読み取りが可能になる。

[0042] 「AD変換器動作タイミング」について詳細に説明する。以下では、「期間」を用いて説明するが「範囲」に読み替えることもできる。プロセッサ3

1は、算出されたロータ回転角に基づき、山点のタイミングである時刻 t_0 が許可期間内にあるか否かの判定を行う。時刻 t_0 は、禁止期間内にあるので、プロセッサ31は、AD変換器30の起動を行わない。

[0043] 次に、プロセッサ31は、算出されたロータ回転角に基づき、時刻 t_0 に続く山点のタイミングである時刻 t_1 が許可期間内にあるか否かの判定を行う。時刻 t_1 は許可期間内にあるので、プロセッサ31は、時刻 t_1 において、AD変換器30に起動信号S1を出力する。なお、この場合の許可期間は、ゼロクロス点A1からゼロクロス点A2まで電気半サイクル中に含まれる。AD変換器30は、起動信号S1を受けると、AD変換処理を実行する。図5では、AD変換中の範囲を斜線付の「AD変換」で示している。AD変換器30は、AD変換処理を完了すると、完了信号S2をプロセッサ31に出力し、プロセッサ31はAD変換器30から完了信号S2を受ける。

[0044] ここでは一つの許可期間内には三角波キャリアの山点が2個以上含まれることを前提としているため、時刻 t_1 に続く山点のタイミングである時刻 t_2 は許可期間内にある。そこで、プロセッサ31は、時刻 t_2 において、AD変換器30からデジタル信号を読み取ると共にAD変換器30に起動信号S1を出力する。そして、プロセッサ31は、このデジタル信号を制御に使用する。AD変換器30は、起動信号S1を受けると、AD変換処理を実行し、AD変換後のデジタルデータでレジスタを書き換える。AD変換器30は、AD変換処理を完了すると、完了信号S2をプロセッサ31に出力し、プロセッサ31はAD変換器30から完了信号S2を受ける。

[0045] 次に、プロセッサ31は、算出されたロータ回転角に基づき、時刻 t_2 に続く山点のタイミングである時刻 t_3 が許可期間内にあるか否かの判定を行う。時刻 t_3 は許可期間内にあるので、プロセッサ31は、時刻 t_3 において、AD変換器30からデジタル信号を読み取ると共にAD変換器30に起動信号S1を出力する。そして、プロセッサ31は、このデジタル信号を制御に使用する。AD変換器30は、起動信号S1を受けると、AD変換処理を実行し、AD変換後のデジタルデータでレジスタを書き換える。A

D変換器30は、AD変換処理を完了すると、完了信号S2をプロセッサ31に出力し、プロセッサ31はAD変換器30から完了信号S2を受ける。

[0046] 次に、プロセッサ31は、算出されたロータ回転角に基づき、時刻t3に続く山点のタイミングである時刻t4が許可期間内にあるか否かの判定を行う。時刻t4は許可期間内にあるので、プロセッサ31は、時刻t4において、AD変換器30からデジタル信号を読み取ると共にAD変換器30に起動信号S1を出力する。そして、プロセッサ31は、このデジタル信号を制御に使用する。AD変換器30は、起動信号S1を受けると、AD変換処理を実行し、AD変換後のデジタルデータでレジスタを書き換える。AD変換器30は、AD変換処理を完了すると、完了信号S2をプロセッサ31に出力し、プロセッサ31はAD変換器30から完了信号S2を受ける。

[0047] さらに、プロセッサ31は、算出されたロータ回転角に基づき、時刻t4に続く山点のタイミングである時刻t5が許可期間内にあるか否かの判定を行う。時刻t5は禁止期間内にあるので、AD変換器30に起動信号S1を出力しない。また、プロセッサ31は、時刻t5がゼロクロス点A1からゼロクロス点A2まで電気半サイクル中にあるか否かの判定を行う。時刻t5は当該電気半サイクル中にあるので、プロセッサ31は、時刻t5において、AD変換器30からデジタル信号を読み取る。そして、プロセッサ31は、このデジタル信号を制御に使用する。

[0048] プロセッサ31は、モータ12の運転中に以上のような動作を繰り返している。

[0049] ここで、禁止期間内におけるモータ制御について説明する。本実施の形態では、禁止期間内は、プロセッサ31はAD変換器30から読み取りを行わないが、禁止期間の直前の許可期間で得られたモータ電流の実測値からモータ電流の電流値を推定し、この推定された電流値を用いてモータ制御を行う。

[0050] 図7は、禁止期間内でのモータ電流の電流値の推定方法を説明するための図である。図7において、「位置センサ信号」および「モータ電流」は図5

と同様である。「検出電流」は、実際に実測された「検出値」と禁止期間内で推定された「推定値」とからなる。なお、「検出値」は黒丸で、「推定値」は白丸で示している。点 $N-3$ から点 $N-1$ は禁止期間の直前の許可期間で実測された3点を示している。また、点 $N+2$ および点 $N+3$ は禁止期間の直後の許可期間で実測された2点を示している。点 N および点 $N+1$ は、禁止期間で推定された2点を示している。「推定値」は次のようにして求めることができる。禁止期間内にはゼロクロス点が存在するので、モータ電流は直線で近似可能である。そこで、禁止期間の直前の許可期間で実測された直近の2点 $N-2$ および点 $N-1$ を通る直線を求め、当該直線上に電流値が存在すると推定して点 N および点 $N+1$ を求めることができる。

[0051] なお、禁止期間内でのモータ電流の推定方法は上記した例に限定されない。例えば禁止期間の直前の許可期間で実測された直近の複数点を用いて、多項式近似により、点 N および点 $N+1$ を推定してもよい。

[0052] また、モータ制御において、モータ電流を直交2軸の d q 軸に分解して制御するベクトル制御を用いる場合、モータ電流を直流成分として扱うことができるため、上記した電流値の推定を精度良く行うことが可能となる。

[0053] また、モータ12の回転速度が一定の場合には、この直流成分の値は変化しないため、禁止期間内でのモータ電流の推定も容易に行うことが可能となる。

[0054] なお、モータ12の回転速度は、単位時間当たりの回転数、例えば1分間当たりの回転数（rpm）である。

[0055] ところで、モータ12の回転速度の可変範囲が広い場合、禁止期間の長さを回転速度によらずに一定としたときには、回転速度が増大するにつれて周期 T_1 に占める禁止期間の割合が大きくなるため、制御性が低下する場合がある。

[0056] そこで、本実施の形態では、以下で説明するように、モータ12の回転速度が増大するにつれて、禁止期間の長さを減少させることで、モータ12の回転速度の可変範囲が広い場合でも安定した制御性を実現する。

- [0057] 図8は、AD変換器30の起動およびAD変換器30からのデジタル信号の読み取りのタイミングを説明するための別のタイミングチャートであり、モータ12の回転速度に応じて禁止期間を可変に設定する制御を示している。以下では、図5との差異についてのみ説明する。
- [0058] 図8は、時間の経過とともに周期 T_1 が減少する場合、すなわち、モータ12の加速時の動作を示す概念図である。具体的には、周期 T_1 は、「ロータ回転角」が 0° から 360° までの範囲では T_{11} 、「ロータ回転角」が 360° から 720° までの範囲では T_{12} 、「ロータ回転角」が 720° から 1080° までの範囲では T_{13} である。ここで、 T_{12} は T_{11} よりも短く、 T_{13} は T_{12} よりも短い。
- [0059] 周期 T_1 が T_{11} の期間では、禁止期間の長さである禁止幅は、 $2 \times t_{f1}$ に設定される。すなわち、「ロータ回転角」が 0° に対応するゼロクロス点A1を含む禁止期間は、ゼロクロス点A1を中心に前後それぞれ t_{f1} からなる合計 $2 \times t_{f1}$ の期間である。ゼロクロス点A1の次のゼロクロス点A2を含む禁止期間は、ゼロクロス点A2を中心に前後それぞれ t_{f1} からなる合計 $2 \times t_{f1}$ の期間である。ゼロクロス点A2の次のゼロクロス点A3を含む禁止期間は、ゼロクロス点A3を中心に前後それぞれ t_{f1} からなる合計 $2 \times t_{f1}$ の期間である。
- [0060] 周期 T_1 が T_{12} の期間では、禁止期間の長さである禁止幅は、 $2 \times t_{f2}$ に設定される。すなわち、ゼロクロス点A3の次のゼロクロス点A4を含む禁止期間は、ゼロクロス点A4を中心に前後それぞれ t_{f2} からなる合計 $2 \times t_{f2}$ の期間である。ゼロクロス点A4の次のゼロクロス点A5を含む禁止期間は、ゼロクロス点A5を中心に前後それぞれ t_{f2} からなる合計 $2 \times t_{f2}$ の期間である。
- [0061] 周期 T_1 が T_{13} の期間では、禁止期間の長さである禁止幅は、 $2 \times t_{f3}$ に設定される。すなわち、ゼロクロス点A5の次のゼロクロス点A6を含む禁止期間は、ゼロクロス点A6を中心に前後それぞれ t_{f3} からなる合計 $2 \times t_{f3}$ の期間である。ゼロクロス点A6の次のゼロクロス点A7を含む禁止期間は

、ゼロクロス点A7を中心に前後それぞれ t_{f3} からなる合計 $2 \times t_{f3}$ の期間である。

[0062] このように、本実施の形態では、モータ12の回転速度が増大するにつれて、禁止幅を減少させる。減速時も同様であり、モータ12の回転速度が減少するにつれて、禁止幅を増大させる。

[0063] 図9は、プロセッサ31内における禁止期間の設定の処理を説明するためのブロック図である。回転速度検出部55、禁止幅算出部56および禁止期間設定部57は、プロセッサ31により実現される機能ブロックを表している。

[0064] 回転速度検出部55は、位置センサ21から出力された位置センサ信号を用いて、回転速度を検出する。回転速度は、位置センサ信号のエッジ間の時間を検出することで求められる。

[0065] 禁止幅算出部56は、回転速度検出部55から出力された回転速度を用いて、禁止幅を算出する。禁止幅は、回転速度と禁止幅とを対応付ける特性式またはテーブルを参照することで求められる。禁止幅算出部56には、このような特性式またはテーブルに関する情報が予め付与される。

[0066] 禁止期間設定部57は、禁止幅算出部56から出力された禁止幅および位置センサ21から出力された位置センサ信号を用いて、禁止期間を設定する。すなわち、禁止期間設定部57は、位置センサ信号からロータ回転角を算出し、算出されたロータ回転角に基づいてモータ電流のゼロクロス点を算出し、禁止幅に基づいてゼロクロス点を含む禁止期間を設定する。なお、禁止期間の設定は、モータ電流のゼロクロス点によらずに、位置センサ信号のエッジを用いて行ってもよい。

[0067] 図10は、回転速度に応じた禁止幅の設定の一例を示す図である。横軸は回転速度、縦軸は禁止幅である。図10では、回転速度が増大するにつれて、禁止幅は連続的にかつ一定の割合で減少している。この場合、禁止幅算出部56は、特性式として図10に示すような一次関数に関する情報またはテーブルとして図10に示すような一次関数を離散化した情報を参照して、回

転速度に対応する禁止幅を求める。なお、禁止幅は、回転速度が増大するにつれて、非一様に減少させることも可能である。

[0068] 図11は、回転速度に応じた禁止幅の設定の別の一例を示す図である。横軸は回転速度、縦軸は禁止幅である。図11では、回転速度が増大するにつれて、禁止幅は段階的に減少している。この場合、禁止幅算出部56は、特性式として図11に示すような関数に関する情報またはテーブルとして図11に示すような関数を離散化した情報を参照して、回転速度に対応する禁止幅を求める。

[0069] 図12は、回転速度に応じた禁止幅の設定のさらに別の一例を示す図である。横軸は回転速度、縦軸は禁止幅である。図12では、回転速度が w_{LL} から w_1 までは禁止幅は一定の t_{fA} であり、回転速度が w_1 から w_2 までは禁止幅は連続的にかつ一定の割合で減少し、回転速度が w_2 から w_{UL} までは禁止幅は一定の t_{fB} である。ここで、 w_{LL} は回転速度の下限値であり、0である。 w_{UL} は回転速度の上限値であり、予め設定される。第1の値である w_1 は w_{LL} よりも大きく、第2の値である w_2 は w_1 よりも大きく、 w_{UL} は w_2 よりも大きい。また、 t_{fA} は t_{fB} よりも大きい。この場合、禁止幅算出部56は、特性式として図12に示すような関数に関する情報またはテーブルとして図12に示すような関数を離散化した情報を参照して、回転速度に対応する禁止幅を求める。

[0070] なお、図5では、禁止期間は、ゼロクロス点を含む 2α の位相角範囲に設定されるとした。このような禁止期間の設定を回転速度によらずに適用した場合には、回転速度が増大するにつれて、禁止幅が減少する。この場合は、周期 T_1 に占める禁止期間の割合が回転速度によらずに一定となる。なお、回転速度が増大するにつれて、周期 T_1 に占める禁止期間の割合が減少するように禁止期間を減少させることもできる。

[0071] 本実施の形態の効果について説明する。モータ電流のゼロクロス点ではノイズが発生することが知られている。具体的には、インバータ11のスイッチング素子40のオンまたはオフ動作に際してノイズが発生することから、

電流極性が切り替わるゼロクロス点ではスイッチングに起因するノイズがモータ電流に含まれることになる。また、モータ電流のゼロクロス点では、スイッチング素子40を構成するトランジスタに逆並列に接続された還流ダイオードにリカバリ電流が流れ、このリカバリ電流もノイズの要因となる。

[0072] これに対して、本実施の形態では、モータ電流の各ゼロクロス点を含む一定の期間をAD変換器30の起動を禁止する禁止期間に設定し、禁止期間と次の禁止期間との間にAD変換器30の起動を許可する許可期間を設定している。

[0073] プロセッサ31は、許可期間内においてAD変換器30に起動信号S1を出力してAD変換器30を起動し、かつ当該許可期間を含む互いに隣り合うゼロクロス点で決まる電気半サイクル中でAD変換器30からデジタル信号を読み取る。ここで許可期間は、ゼロクロス点から次のゼロクロス点までの電気半サイクルに含まれ、これらのゼロクロス点を含まない連続する期間である。これにより、プロセッサ31は、これらのゼロクロス点を含まない許可範囲内で起動されたAD変換器30により変換されたデジタル信号を制御に使用することができるので、ノイズの制御への影響を抑制し、安定したモータ制御を実現することが可能となる。

[0074] また、本実施の形態では、モータ12の回転速度が増大するにつれて、禁止期間の長さである禁止幅が減少する。これにより、回転速度が増大し、周期 T_1 が減少した場合でも、周期 T_1 に占める禁止幅の割合が増大することを抑制することができる。従って、周期 T_1 に比して電流値の推定期間が抑制され、最新の電流検出値を制御に使用できることで、高回転数領域における制御性の低下が抑制され、回転速度によらずに安定した制御を実現することができる。

[0075] これに対し、回転速度に応じて禁止期間を減少させない場合、高回転数領域では周期 T_1 に占める禁止幅の割合が増大するため、最新の電流検出値を使用できる期間が限定され、結果として制御性が低下する。

[0076] また、本実施の形態では、図10から図12を用いて、回転速度に応じた禁止幅の設定例について説明した。図10のように禁止幅を設定した場合は、禁止幅を逐次設定する必要はあるものの、回転速度の可変範囲は広い場合においても、安定した制御を実現することができる。図11のように、禁止幅を設定した場合は、禁止幅を逐次設定する必要がないため、演算負荷を軽減することができる。これは、回転速度の変化が比較的緩やかな場合に適する。図12のように、図10に示す禁止幅の設定方法と図11に示す禁止幅の設定方法とを組み合わせた場合は、演算負荷を軽減しつつ、広い回転速度範囲にわたって安定した制御を実現することができる。

[0077] また、本実施の形態によれば、ノイズの影響を抑制することができることから、モータ制御システム1を備えた電気機器の品質の向上を図ることができる。さらに、ノイズの影響を抑制することで、モータ制御システム1にノイズ除去用のフィルタを設ける場合でも、フィルタ定数を小さくできることから、フィルタの小型化が可能となる、部品の小型化を図ることができる。

[0078] また、本実施の形態では、プロセッサ31は、同一の電気半サイクル中に、AD変換器30からのデジタル信号の読み取りを複数回行う。同一の電気半サイクル中におけるデジタル信号の読み取りの回数が多いほど、モータ電流の検出精度が高くなる。従って、本実施の形態のように、同一の電気半サイクル中におけるAD変換器30からのデジタル信号の読み取り回数を2回以上とすることで、安定したモータ制御を実現することができる。

[0079] 一般に、プロセッサ31は、第1の期間中に、AD変換器30を起動し、第2の期間中に、AD変換器30の処理、すなわちAD変換器30からのデジタル信号の読み取りを行う。ここで、第2の期間は、ゼロクロス点から次のゼロクロス点までの期間、すなわち、電気半サイクルである。第1の期間は、第2の期間に含まれ、ゼロクロス点および次のゼロクロス点を含まない連続する期間、すなわち、許可期間である。なお、位置センサ信号のエッジはモータ電流のゼロクロス点と同期しているので、第2の期間は、位置センサ信号の変化点であるエッジから次の変化点である次のエッジまでの期間

である。また、第1の期間は、第2の期間に含まれ、第2の期間よりも短い期間であり、各変化点を含まない期間である。

[0080] また、第2の期間から第1の期間を除いて得られる第3の期間は、ゼロクロス点から次のゼロクロス点までの期間から当該期間に含まれる許可期間を除いた期間であり、当該期間内に含まれる禁止期間である。本実施の形態では、モータ12の回転速度が増大するにつれて、第3の期間の長さが減少する。

[0081] 次に、本実施の形態の変形例を示す。図13は、本実施の形態の変形例に係るモータ制御システムの構成を示すブロック図である。図13では、図1に示す構成要素と同一の構成要素には同一の符号を付している。

[0082] 図13に示すように、本変形例に係るモータ制御システム1は、図1に示す構成に加えて、モータ12とインバータ11との間でモータ12の両端の交流電圧であるモータ電圧を検出する電圧センサ23と、電圧センサ23により検出されたモータ電圧の検出値であるアナログ信号をデジタル信号に変換するAD変換器35とを備える。

[0083] AD変換器35は、AD変換器30と同一の機能を有する。プロセッサ31からの起動信号S1によりAD変換器35にAD変換処理を開始させ、AD変換器35からの完了信号S2を受けてプロセッサ31がAD変換器35からデジタル信号を読み取る点も同様である。プロセッサ31は、AD変換器30から読み取ったデジタル信号およびAD変換器35から読み取ったデジタル信号を用いてインバータ11を駆動する。

[0084] プロセッサ31は、AD変換器35の起動およびAD変換器35からの読み取りを以下のようにする。すなわち、プロセッサ31は、許可期間中に、AD変換器35を起動し、当該許可期間を含む電気半サイクル中に、AD変換器35からデジタル信号を読み取る。ここで、電気半サイクルは、モータ電圧の電気半サイクルであり、モータ電圧のゼロクロス点から次のモータ電圧のゼロクロス点までの期間である。あるいは、電気半サイクルは、位置センサ信号のエッジから次のエッジまでの期間である。また、許可期間は、

モータ電圧のゼロクロス点から次のモータ電圧のゼロクロス点までの期間に含まれ、これらのゼロクロス点を含まない連続する期間である。あるいは、許可期間は、位置センサ信号のエッジから次のエッジまでの期間に含まれ、各エッジを含まない連続する期間である。禁止期間は、許可期間と次の許可期間との間の期間である。

[0085] モータ電圧のゼロクロス点でもノイズが発生することが知られているので、モータ電圧のゼロクロス点を含まない連続する期間内で起動されたAD変換器35により変換されたモータ電圧のデジタル信号を制御に使用することで、ノイズの制御への影響を抑制し、安定したモータ制御を実現することが可能となる。

[0086] また、本変形例においても、モータ12の回転速度が増大するにつれて、禁止期間の長さである禁止幅は減少する。これにより、高回転数領域における制御性の低下が抑制され、回転速度によらずに安定した制御を実現することができる。

[0087] 本変形例のその他の構成、動作および効果は本実施の形態で説明した通りである。

[0088] なお、本変形例において、プロセッサ31が、許可期間中に、AD変換器35を起動し、当該許可期間を含む電気半サイクル中に、AD変換器35からデジタル信号を読み取る動作において、本実施の形態のように、電気半サイクルをモータ電流の互いに隣り合うゼロクロス点から定め、許可期間を当該電気半サイクル中の許可期間とすることもできる。この場合は、モータ電圧のデジタル信号へのモータ電流のゼロクロス点で発生するノイズの影響を抑制することができる。

[0089] また、本変形例において、プロセッサ31が、許可期間中に、AD変換器30を起動し、当該許可期間を含む電気半サイクル中に、AD変換器30からデジタル信号を読み取る動作において、電気半サイクルをモータ電圧の互いに隣り合うゼロクロス点から定め、許可期間を当該電気半サイクル中の許可期間とすることもできる。この場合は、モータ電流のデジタル信号へ

のモータ電圧のゼロクロス点で発生するノイズの影響を抑制することができる。

[0090] 同様にして、モータ電流をモータ12に関連する交流信号に置き換えることで、本実施の形態を一般化することができる。

[0091] 本実施の形態では、禁止範囲を規定する α を例えば 10° としたが、これに限定されない。ただし、 α をあまり大きくすると、禁止範囲内で推定する電流値の個数が多くなり、 α をあまり小さくすると、ゼロクロス点で発生するノイズの影響を受ける可能性がある。そこで、 α は例えば 5° 以上かつ 15° 以下の範囲から選択するとよい。また、禁止範囲はゼロクロス点に対して非対称でもよい。

[0092] なお、本実施の形態では、モータ12に位置センサ21を設け、位置センサ21からの位置センサ信号に基づいてロータ回転角を算出しているが、位置センサ21によらずに位置センサ信号を推定してもよい。いわゆるセンサレスモータにおける回転位置の推定については、例えば、特許第5619195号公報に記載されている。

[0093] 複数のスイッチング素子40のうちの少なくとも1つは、ワイドバンドギャップ半導体を含んでいる。ワイドギャップ半導体は、例えばGaN（窒化ガリウム）、SiC（炭化珪素）またはダイヤモンドである。スイッチング素子40にワイドバンドギャップ半導体を用いることで、スイッチング素子40の耐電圧性および許容電流密度が高くなるため、スイッチング素子40の小型化が可能であり、これらの素子を組み込んだ半導体モジュールの小型化が可能となる。また、ワイドバンドギャップ半導体は、耐熱性も高いため、ヒートシンクの放熱フィンの小型化も可能になる。

[0094] 実施の形態2.

実施の形態1では、モータ制御装置2、インバータ11およびモータ12を備えたモータ制御システム1について説明した。本実施の形態では、実施の形態1に記載されたモータ制御システム1を備えた電気機器について説明する。電気機器としては、特に電気掃除機とハンドドライヤーについて説明

する。

[0095] 図14は、電気掃除機61の構成の一例を示す図である。電気掃除機61は、延長管62、吸込口体63、電動送風機64、集塵室65、操作部66、バッテリー67およびセンサ68を備える。電動送風機64は、実施の形態1に記載されたモータ制御システム1を備える。電気掃除機61は、バッテリー67を電源として電動送風機64を駆動し、吸込口体63から吸込みを行い、延長管62を介して集塵室65へごみを吸引する。使用の際は操作部66を持ち、電気掃除機61を操作する。

[0096] 操作部66は、図示しない電源スイッチおよび加速スイッチを有している。ここで、電源スイッチはバッテリー67から図示しない主回路および制御回路へ電源供給をするためのスイッチである。また、加速スイッチは、電動送風機64を低速回転から定常回転まで加速させるためのスイッチである。

[0097] なお、低速回転とは、定常回転数の $1/10$ 以下の回転をいう。例えば定常回転数が10万rpmの場合、1万rpm以下の回転が低速回転である。

[0098] 上記した電源スイッチをオンしバッテリー67から主回路および制御回路へ電源供給が開始されることでセンサ68も同時に検出を開始する。

[0099] センサ68は、電気掃除機61の動きまたは人の動きを検知する。センサ68から電気掃除機61の動きまたは人の動きを検知した信号が電動送風機64内に入力されたことをトリガーとして、電動送風機64内の図示しないモータが低速起動される。

[0100] 低速起動後に上記した加速スイッチをオンすることでモータは低速回転から定常回転数まで加速する。なお、電源スイッチをオンするより前に加速スイッチをオンしていた場合は、電源スイッチをオンすることで起動から定常回転数まで加速されて通常動作となる。

[0101] また、定常回転数で回転している状態から加速スイッチのみをオフした場合、モータは停止せずに低速回転で運転し続ける。モータが低速回転で運転し続けることで、掃除の合間の移動で、蓄積された塵埃が集塵室65から延長管62を伝って排出される可能性を抑制することができる。

[0102] センサ68は、電気掃除機61の動きを検知するジャイロセンサまたは人の動きを検知する人感センサである。どちらを用いて起動する場合でも定常回転数までの到達時間を短縮することが可能となる。この際、電気掃除機61に実施の形態1に記載されたモータ制御システム1を適用することで、モータ電流またはモータ電圧であるアナログ信号の検出精度が向上するため、より高速な応答においても制御の安定化が可能となる。

[0103] モータが回転する際に発生するトルク T は、次式のように、トルク定数 K_t とモータ電流 I_a との積により決定される。

$$T = K_t \times I_a$$

このように、トルク T はモータ電流 I_a に比例するため、加速時間をより短くするためにはより大きなトルク T を発生させる必要があり、モータ電流 I_a もより大きくする必要がある。より大きなモータ電流 I_a を流すことで、消費電力がより大きくなり、加速時間がより短くなることのメリットが低減し、またバッテリー67を含む部品の信頼性を損ねる。

[0104] このような問題を解決するため、加速レートをコントロールすることが一般的である。例えばモータが通常回転数に至るまでの加速時間を延長させることで、加速時間の延長と部品の信頼性を向上させることができる。この際、電気掃除機61に実施の形態1に記載されたモータ制御システム1を適用することで、モータ電流またはモータ電圧であるアナログ信号の検出精度が向上するため、加速時間をコントロールするときに、モータの回転速度の振動を抑制することが可能となる。

[0105] さらに、起動時に流れる電流を抑えることで、部品の発熱量を抑えることができることから、部品の信頼性も向上する。

[0106] また、加速を緩やかにすることで回転数が緩やかに上昇する形となるので、急加速による振動を抑えることができる。振動を抑えることで人体への不快感および周辺装置への影響を抑えることが可能となる。また、振動を抑えることで、機器から発生する音も抑制することが可能である。

[0107] なお、上記のような方法により静止状態から起動する場合は、起動時によ

り大きな力が必要となるため、より多くの電流が必要となる。よって電流のピークを抑えるためには、この起動時の加速度を小さくコントロールすることがより効果的である。電気掃除機 61 に実施の形態 1 に記載されたモータ制御システム 1 を適用することで、モータ電流またはモータ電圧であるアナログ信号の検出精度が向上するため、加速度を細かくコントロールすることができる。

[0108] また、これらの加速方法は、使用者が切り替えることができるように切り替えスイッチを設け、使用者が設定できるようにしてもよい。

[0109] ここで、ジャイロセンサを用いた場合の動作について説明する。まず、手動で電源スイッチをオンすることにより、ジャイロセンサが電気掃除機 61 の動きを検知した信号を出力開始する。ジャイロセンサから電気掃除機 61 の動きを検知した信号が出力されたときに低速回転が開始される。手動により加速スイッチをオンすることにより低速回転から定常回転数まで回転数が加速される。掃除が一部完了し、次の掃除場所へ移動する際は、手動により加速スイッチをオフすることにより低速回転が再開される。再度掃除する場合は、手動で加速スイッチをオンすることにより定常回転数まで加速され、掃除終了する場合は、手動により電源スイッチをオフすることで回転が停止される。

[0110] ジャイロセンサは、電気掃除機 61 に取り付けられることで、電気掃除機 61 の使用の際に生ずる電気掃除機 61 の動きを検知する。電気掃除機 61 は使用直前に必ず本体が動く。そこで、電気掃除機 61 にジャイロセンサを取り付けることで、電気掃除機 61 の動きを検知して電気掃除機 61 を予め起動することができる。この際、電気掃除機 61 に実施の形態 1 に記載されたモータ制御システム 1 を適用することで、モータ電流またはモータ電圧であるアナログ信号の検出精度が向上するため、より早く定常回転数まで加速することができる。

[0111] 図 15 は、ハンドドライヤー 70 の構成の一例を示す図である。ハンドドライヤー 70 は、ケーシング 71、手検知センサ 72、水受け部 73、ドレ

ン容器 74、カバー 76、センサ 77、および吸気口 78 を備える。ここで、センサ 77 は、ジャイロセンサおよび人感センサのいずれかである。ハンドドライヤー 70 では、ケーシング 71 内に図示しない電動送風機を有する。電動送風機は、実施の形態 1 のモータ制御システム 1 を有する。ハンドドライヤー 70 では、水受け部 73 の上部にある手挿入部 79 に手を挿入することで電動送風機による送風で水を吹き飛ばし、水受け部 73 からドレン容器 74 へと水を溜めこむ構造となっている。

[0112] センサ 77 が人感センサである場合の動作を説明する。まず、センサ 77 により、周囲に人が来たことが検知されてハンドドライヤー 70 が低速で起動する。人が手を乾かすためにハンドドライヤー 70 に手をかざしたところで定常回転数まで加速される。乾かしが終わり、手挿入部 79 から手が外に出たところで低速運転が再開される。低速運転中に次の人の手が検出されると回転数は再度定常回転数まで加速される。周囲の人を検知しなければ運転停止状態が維持される。

[0113] センサ 77 は、例えば赤外線、超音波、または可視光を検知するセンサである。この他に、温度センサまたはカメラ認識で人を検知するセンサを用いてもよい。

[0114] 人感センサをハンドドライヤー 70 に取り付けることで、使用者がハンドドライヤー 70 に近づいたことを検知してハンドドライヤー 70 を予め起動することができる。この際、ハンドドライヤー 70 に実施の形態 1 に記載されたモータ制御システム 1 を適用することで、モータ電流またはモータ電圧であるアナログ信号の検出精度が向上するため、より早く定常回転数まで加速することができる。

[0115] また、電気掃除機 61 およびハンドドライヤー 70 に共通して、一般的にモータは起動時に大きな電流が流れることから、起動回数が増加するに伴ってバッテリーおよび使用素子の信頼性が低下する。よって、モータを停止させることなく低速で回転させ続けることで起動回数を低減することが望まれる。電気掃除機 61 またはハンドドライヤー 70 に実施の形態 1 に記載され

たモータ制御システム1を適用することで、モータ電流またはモータ電圧であるアナログ信号の検出精度が向上するため、安定した低速回転を実現することができ、信頼性を向上させることが可能となる。

[0116] さらに、低速起動から定常回転数までの到達時間が大幅に短くなることから、回転数を細目に低速回転まで落とすことで消費電力を削減することも可能となる。このとき、実施の形態1に記載されたモータ制御システム1によれば、モータ電流またはモータ電圧であるアナログ信号の検出精度が向上するため、モータの回転速度の振動を抑制でき、無駄な消費電力を削減することが可能となる。

[0117] 一般に、電気掃除機61では、操作部66のスイッチをオンすることで、起動から定常回転数まで到達するが、予め低速運転させておくモードを設けることで、操作部66のスイッチをオンして実際に使用するまでの時間を大幅に低減することが可能となる。このとき、実施の形態1に記載されたモータ制御システム1を用いることで、モータ電流またはモータ電圧であるアナログ信号の検出精度が向上するため、モータの回転速度の振動を抑制でき、無駄な消費電力を削減することが可能となる。

[0118] 例えば、電源供給開始から2000rpmまで回転させる時間が1sであり、2000rpmから定常回転数である10万rpmまで回転させる時間が0.4sであるとする、起動から定常回転数に到達するまでに1.4s必要となる。よって時間がかかる起動を予め行っておくことで、実際に使用する際はスイッチオンから定常回転数までわずか0.4sで実現することが可能となる。このとき、実施の形態1に記載されたモータ制御システム1を用いることで、モータ電流またはモータ電圧であるアナログ信号の検出精度が向上するため、より短い起動時間を実現することが可能となる。

[0119] また、入力電流の急峻な立ち上がりが発生する起動時においては、加速レートを低めに設定し急峻な立ち上がりを抑制することで、バッテリーの信頼性を向上させることが可能となる。このとき、実施の形態1に記載されたモータ制御システム1を用いることで、モータ電流またはモータ電圧であるア

ナログ信号の検出精度が向上するため、急峻な立ち上がりが懸念される起動時においても迅速な電流遮断を実現することが可能となる。

[0120] また、低速運転までの加速レートを下げることにより起動時のモータへ流れる電流も小さくなることから半導体素子の発熱を抑制することで部品の発熱を抑えることができ、部品の信頼性の向上につながる。このとき、実施の形態1に記載されたモータ制御システム1を用いることで、モータ電流またはモータ電圧であるアナログ信号の検出精度が向上するため、低い加速レート時の振動を抑制することが可能となる。

[0121] 半導体素子の発熱除去は、通常であれば熱伝導の良い放熱フィンを素子表面に取り付けるか、あるいは表面実装素子を使用して実装基板へ熱を分散させる方法がとられる。また、放熱用のファンを設けて半導体素子に風を当てて冷やすか、あるいは水冷で冷却する方法もあるが、冷却にかかるコストおよび設置体積の増加から、これらの方法は小型の装置には適さない。しかしながら、本実施の形態で説明した電動送風機を備えた電気機器であれば、電動送風機が発生させる風の通り道にこれらの発熱素子を配置することで追加部品を備えることなく、現状の構成で熱を逃がすことが可能となる。

[0122] また、追加部品が必要ないことからコストの増加を抑えることが可能となること、および追加部品を備える分のスペースも必要なくなることから更なる小型化を達成することが可能となる。さらに、小型化が可能な分のスペースをバッテリーに割り当てることで運転時間を延長させることも可能となる。このとき、実施の形態1に記載されたモータ制御システム1を用いることで、モータ電流またはモータ電圧であるアナログ信号の検出精度が向上するため、運転に不必要な無駄な電力を消費することが少なくなり、より運転時間を延長させることが可能となる。

[0123] なお、本実施の形態では、電気掃除機61およびハンドドライヤー70について説明したが、実施の形態1のモータ制御システム1は、モータが搭載された電気機器一般に適用することができる。モータが搭載された電気機器は、例えば、焼却炉、粉碎機、乾燥機、集塵機、印刷機械、クリーニング機

械、製菓機械、製茶機械、木工機械、プラスチック押出機、ダンボール機械、包装機械、熱風発生機、またはOA機器のような電動送風機を備えた機器である。

[0124] 以上の実施の形態に示した構成は、本発明の内容の一例を示すものであり、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、構成の一部を省略、変更することも可能である。

符号の説明

[0125] 1 モータ制御システム、2 モータ制御装置、3 ステータ、4 ロータ、5 巻線、6 永久磁石、10 電源、11 インバータ、12 モータ、20 電流センサ、21 位置センサ、23 電圧センサ、25, 51 制御回路、30, 35 アナログデジタル変換器、31 プロセッサ、32 駆動信号生成部、33 三角波キャリア生成部、34 メモリ、40 スイッチング素子、52 比較器、53 DA変換器、55 回転速度検出部、56 禁止幅算出部、57 禁止期間設定部、61 電気掃除機、62 延長管、63 吸込口体、64 電動送風機、65 集塵室、66 操作部、67 バッテリー、68, 77 センサ、70 ハンドドライヤー、71 ケーシング、72 手検知センサ、73 水受け部、74 ドレン容器、76 カバー、78 吸気口。

請求の範囲

- [請求項1] インバータにより駆動されるモータに用いられるモータ制御装置であって、
- 前記モータの位置を検出する位置検出手段と、
- 前記モータに流れる交流電流の検出値であるアナログ信号をデジタル信号に変換するアナログデジタル変換器と、
- 前記アナログデジタル変換器の出力信号を用いて前記インバータを駆動する制御回路と、
- を備え、
- 前記制御回路は、第1の期間中に、前記アナログデジタル変換器を起動し、第2の期間中に、前記アナログデジタル変換器の処理を行い、
- 前記第2の期間は、前記位置検出手段の出力信号の変化点から次の変化点までの期間であり、
- 前記第1の期間は、前記各変化点を含まない、前記第2の期間より短い期間であり、
- 前記モータの回転速度が増大するにつれて、前記第2の期間から前記第1の期間を除いて得られる第3の期間の長さが減少するモータ制御装置。
- [請求項2] 前記モータの回転速度が増大するにつれて、前記第3の期間の長さが連続的に減少する請求項1に記載のモータ制御装置。
- [請求項3] 前記モータの回転速度が増大するにつれて、前記第3の期間の長さが段階的に減少する請求項1に記載のモータ制御装置。
- [請求項4] 前記第3の期間の長さは、前記モータの回転速度が下限値から第1の値までは一定であり、前記第1の値から前記第1の値よりも大きい第2の値までは連続的に減少し、前記第2の値から上限値までは一定である請求項1に記載のモータ制御装置。
- [請求項5] 前記各変化点は、前記出力信号のエッジである請求項1に記載のモ

ータ制御装置。

[請求項6] 前記制御回路は、三角波キャリアを生成する三角波キャリア生成部を有し、

前記制御回路が前記アナログデジタル変換器を起動するタイミングは、前記三角波キャリアの山点または谷点のタイミングであり、

前記制御回路が前記アナログデジタル変換器の処理を行うタイミングは、前記三角波キャリアの山点または谷点のタイミングである請求項1に記載のモータ制御装置。

[請求項7] 前記制御回路は、前記第2の期間中に、前記アナログデジタル変換器の処理を複数回行う請求項1に記載のモータ制御装置。

[請求項8] 前記モータは、環状のステータと、前記ステータの内側に配置され、複数個の永久磁石を有するロータとを備える請求項1に記載のモータ制御装置。

[請求項9] 前記インバータは、複数個のスイッチング素子を有し、
前記複数個のスイッチング素子のうちの少なくとも1つは、ワイドバンドギャップ半導体を用いて構成される請求項1に記載のモータ制御装置。

[請求項10] 前記ワイドバンドギャップ半導体は、炭化珪素、窒化ガリウムまたはダイヤモンドである請求項9に記載のモータ制御装置。

[請求項11] 請求項1から10のいずれか1項に記載のモータ制御装置と前記インバータと前記モータとを備える電気掃除機。

[請求項12] 請求項1から10のいずれか1項に記載のモータ制御装置と前記インバータと前記モータとを備えるハンドドライヤー。

[請求項13] インバータにより駆動されるモータに用いられるモータ制御装置であって、

前記モータの位置を検出する位置検出手段と、

前記モータの交流電圧の検出値であるアナログ信号をデジタル信号に変換するアナログデジタル変換器と、

前記アナログデジタル変換器の出力信号を用いて前記インバータを駆動する制御回路と、

を備え、

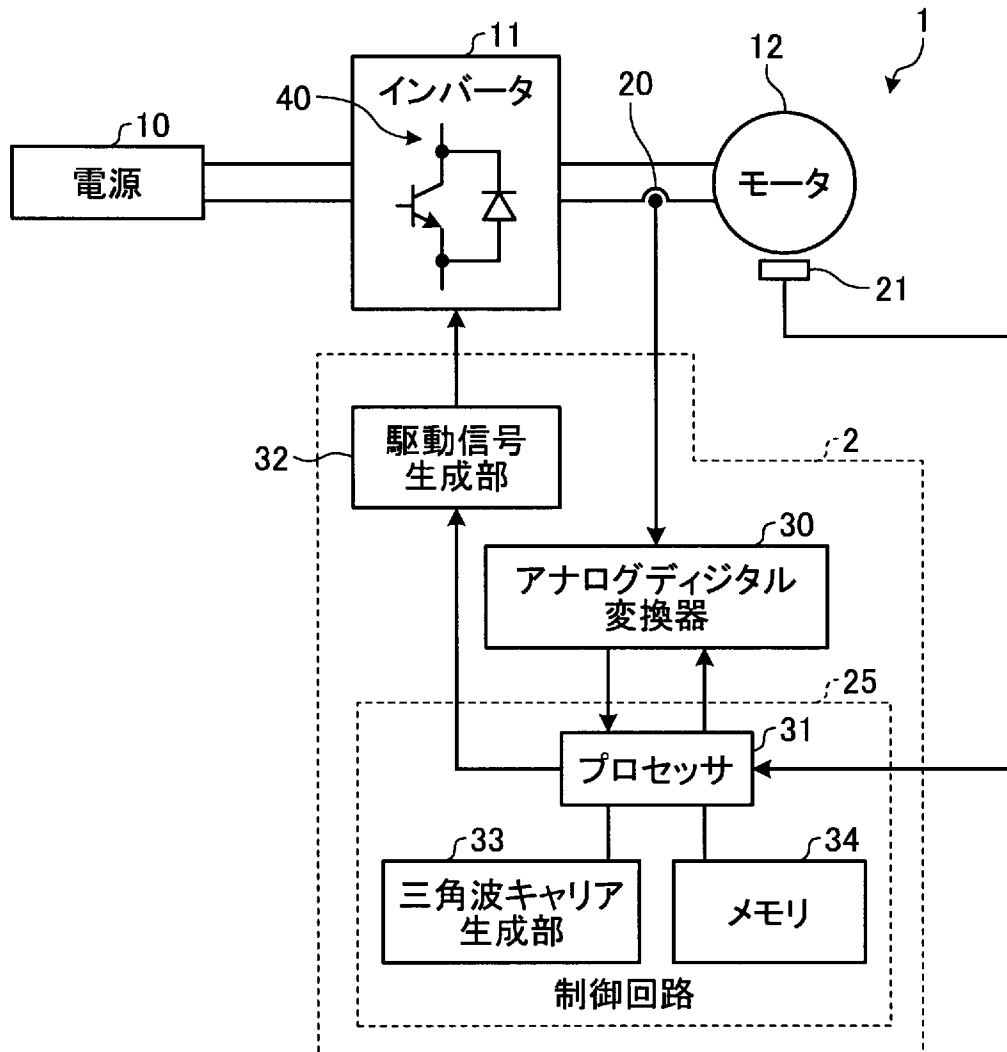
前記制御回路は、第1の期間中に、前記アナログデジタル変換器を起動し、第2の期間中に、前記アナログデジタル変換器の処理を行い、

前記第2の期間は、前記位置検出手段の出力信号の変化点から次の変化点までの期間であり、

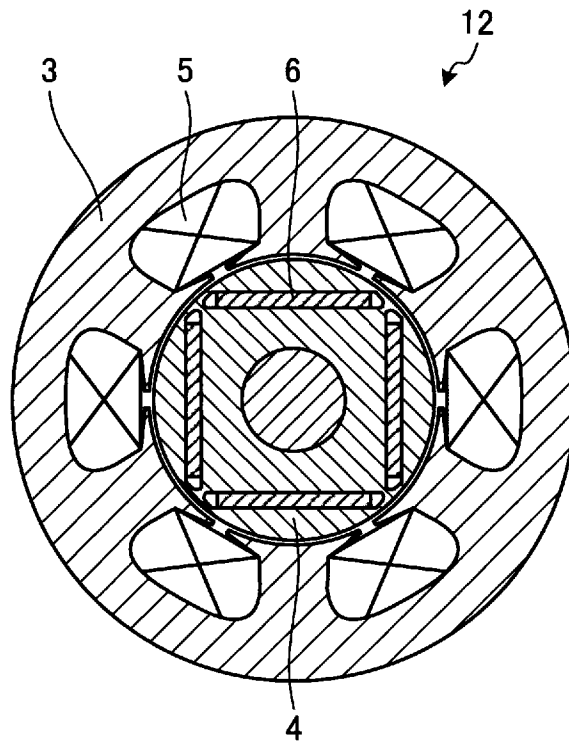
前記第1の期間は、前記各変化点を含まない、前記第2の期間より短い期間であり、

前記モータの回転速度が増大するにつれて、前記第2の期間から前記第1の期間を除いて得られる第3の期間の長さが減少するモータ制御装置。

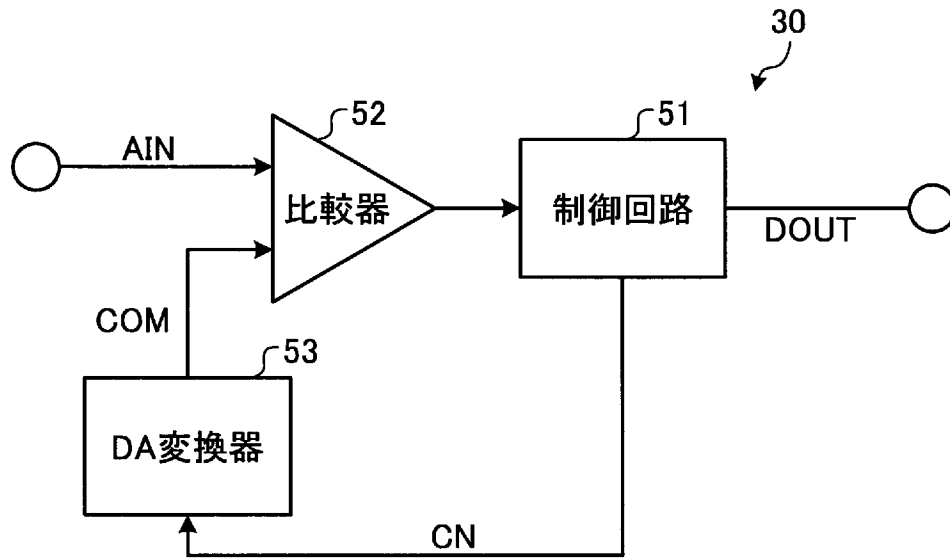
[図1]



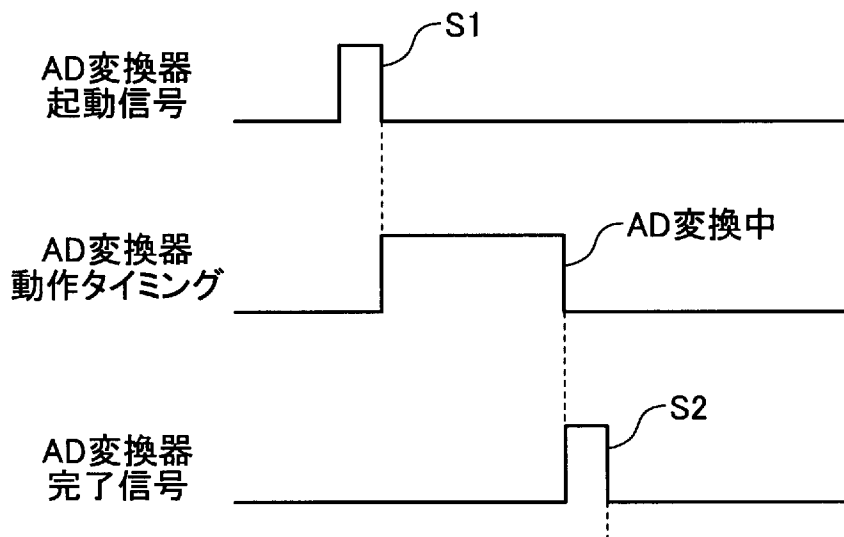
[図2]



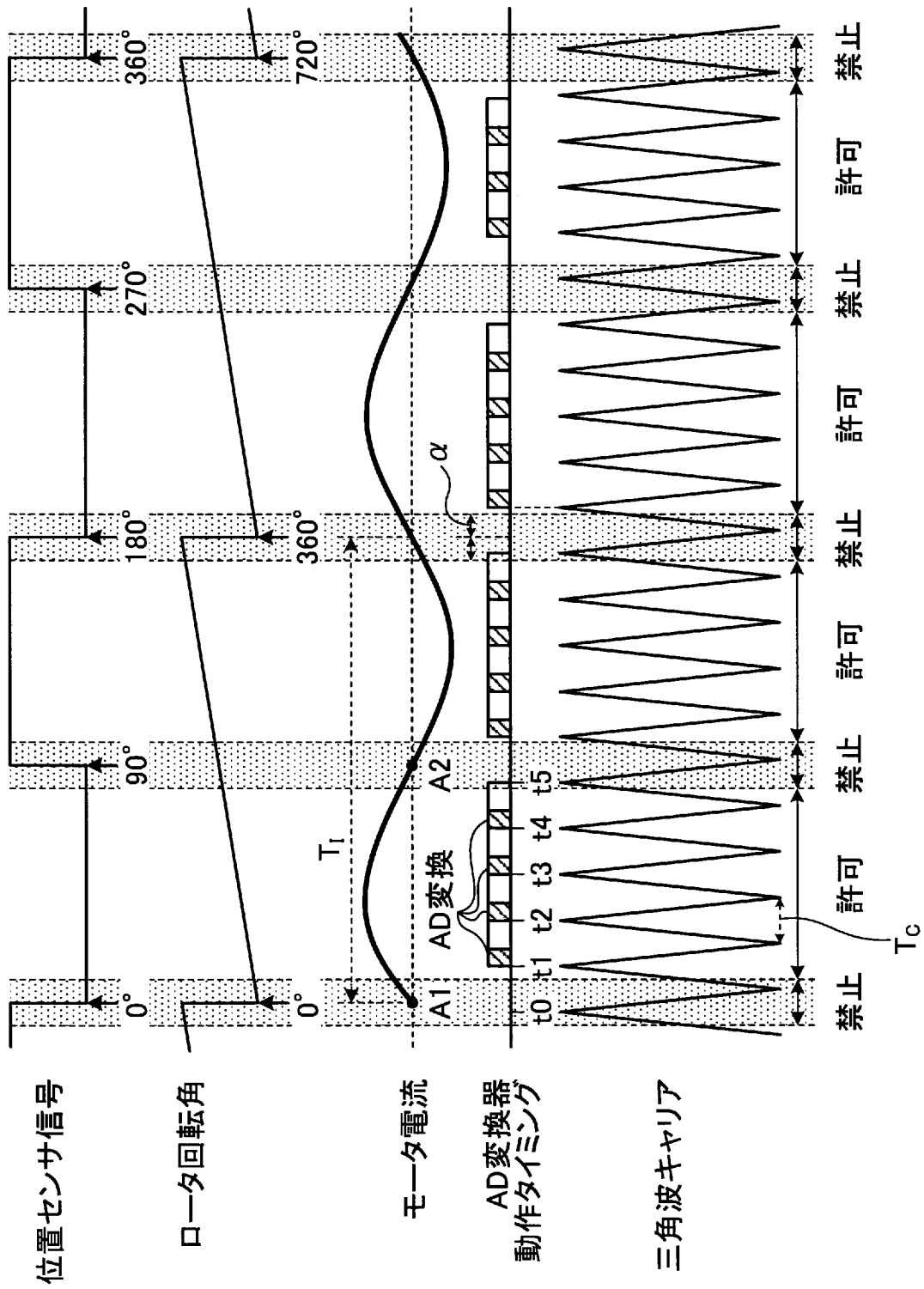
[図3]



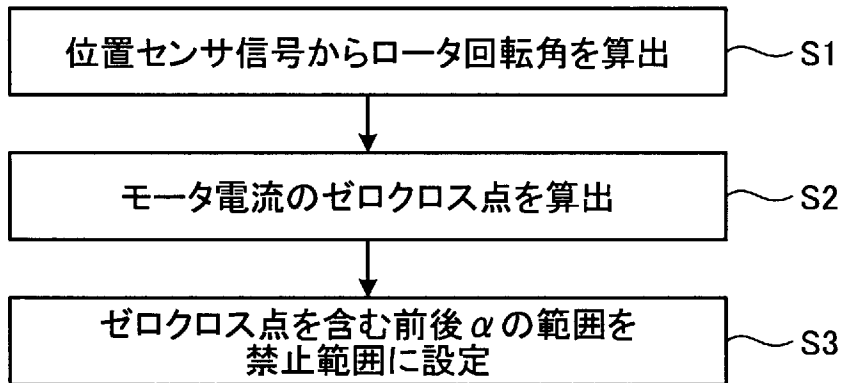
[図4]



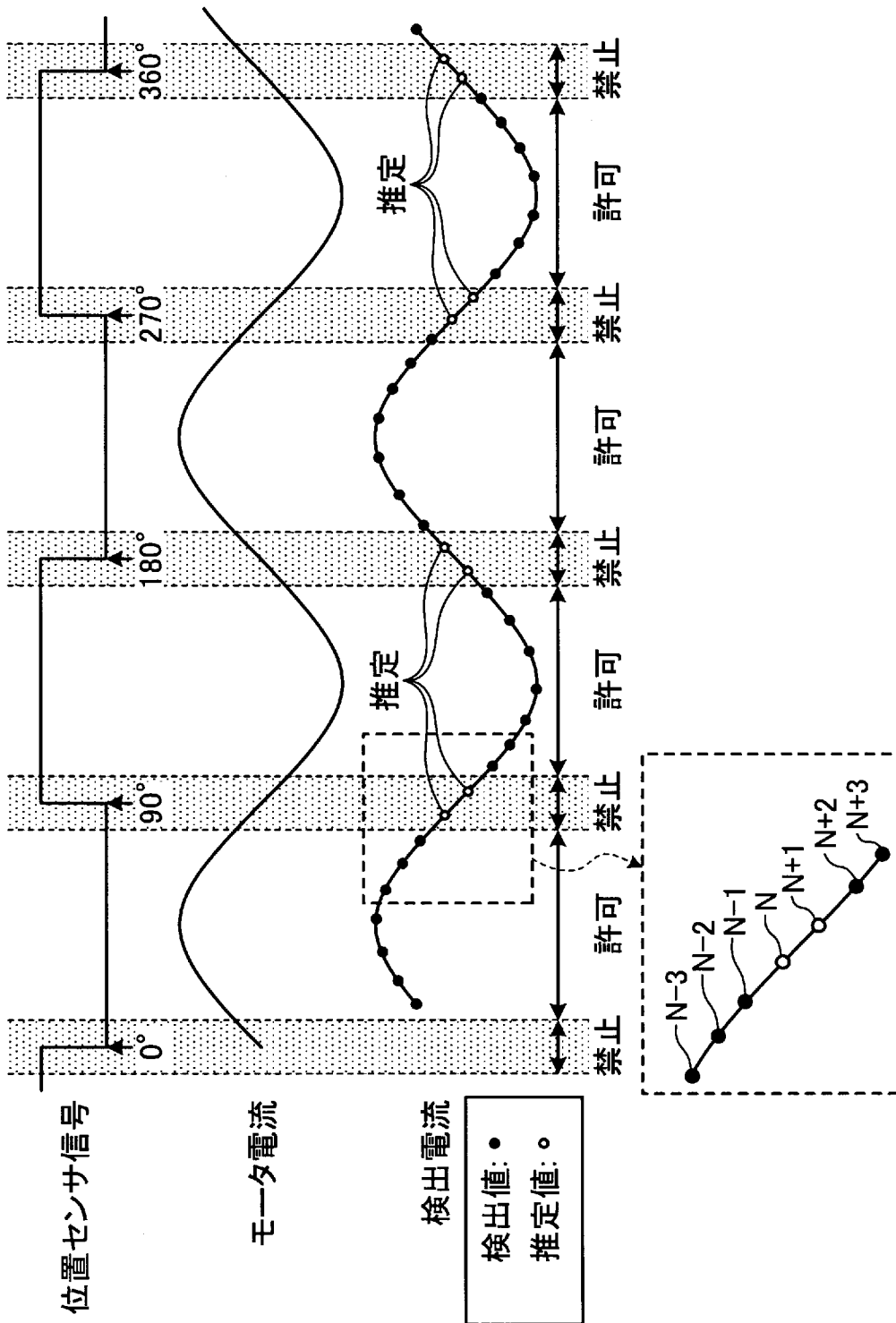
[図5]



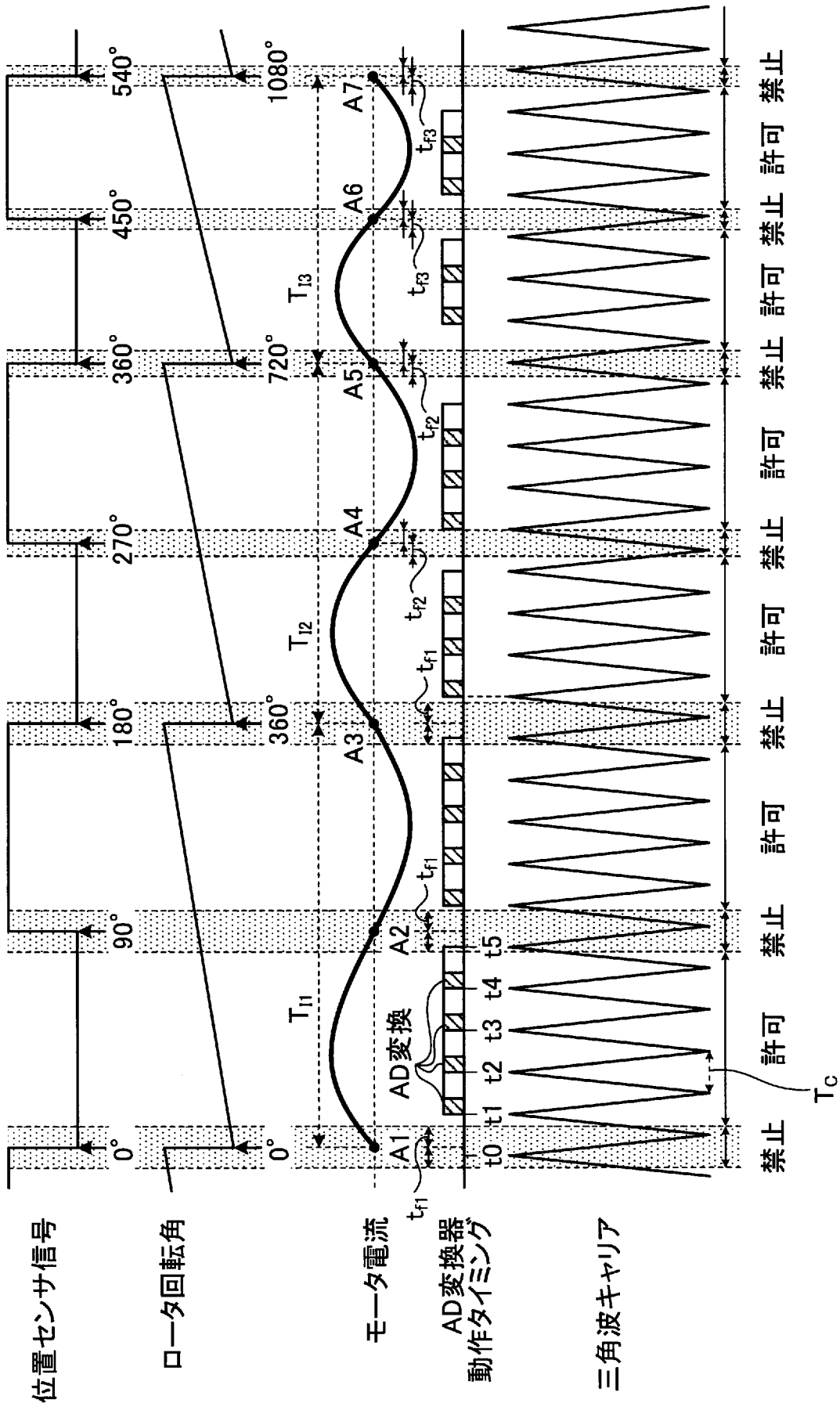
[図6]



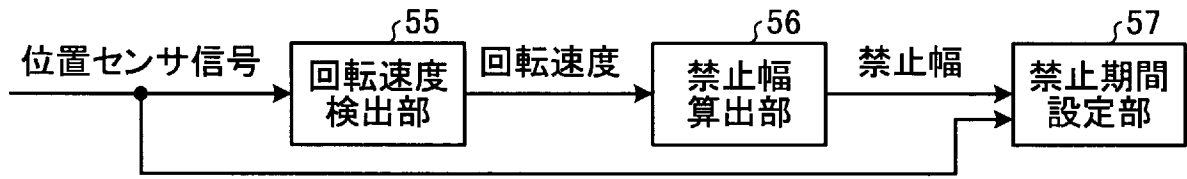
[図7]



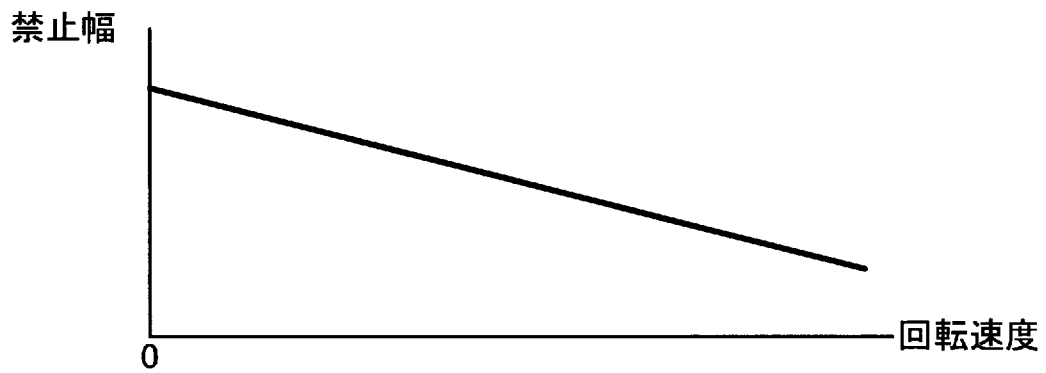
[図8]



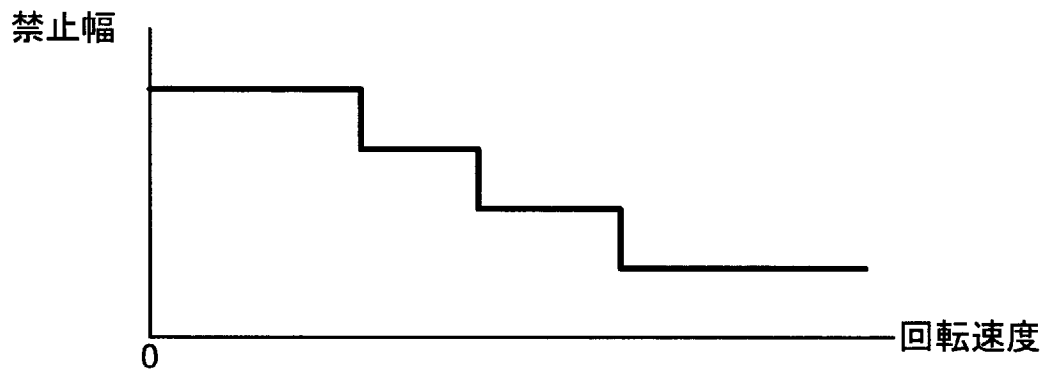
[図9]



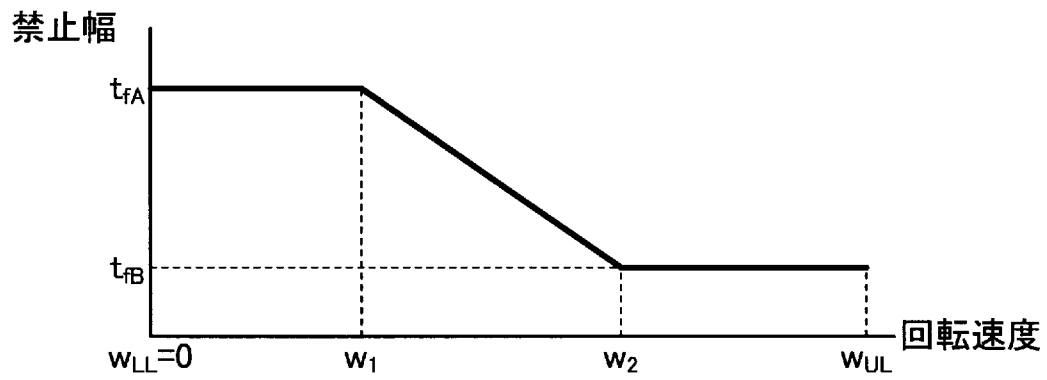
[図10]



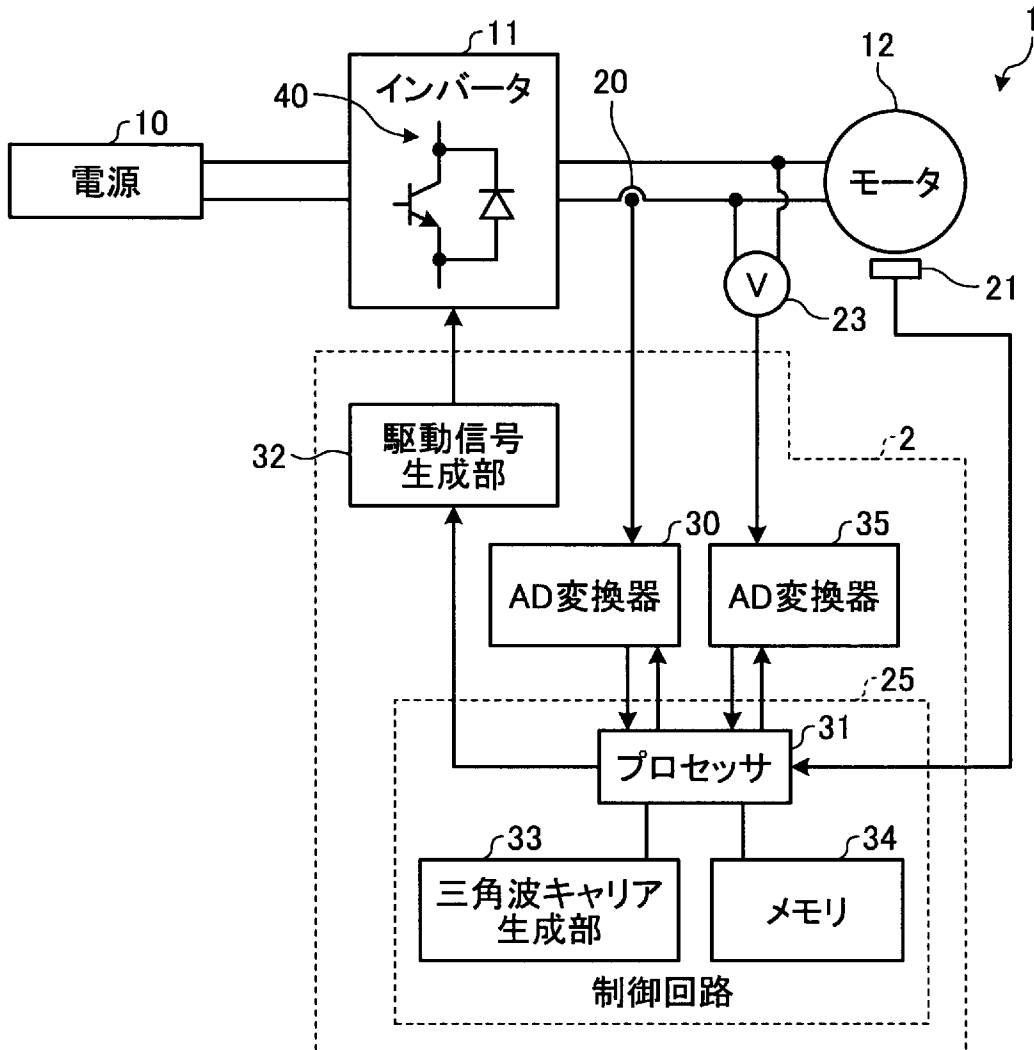
[図11]



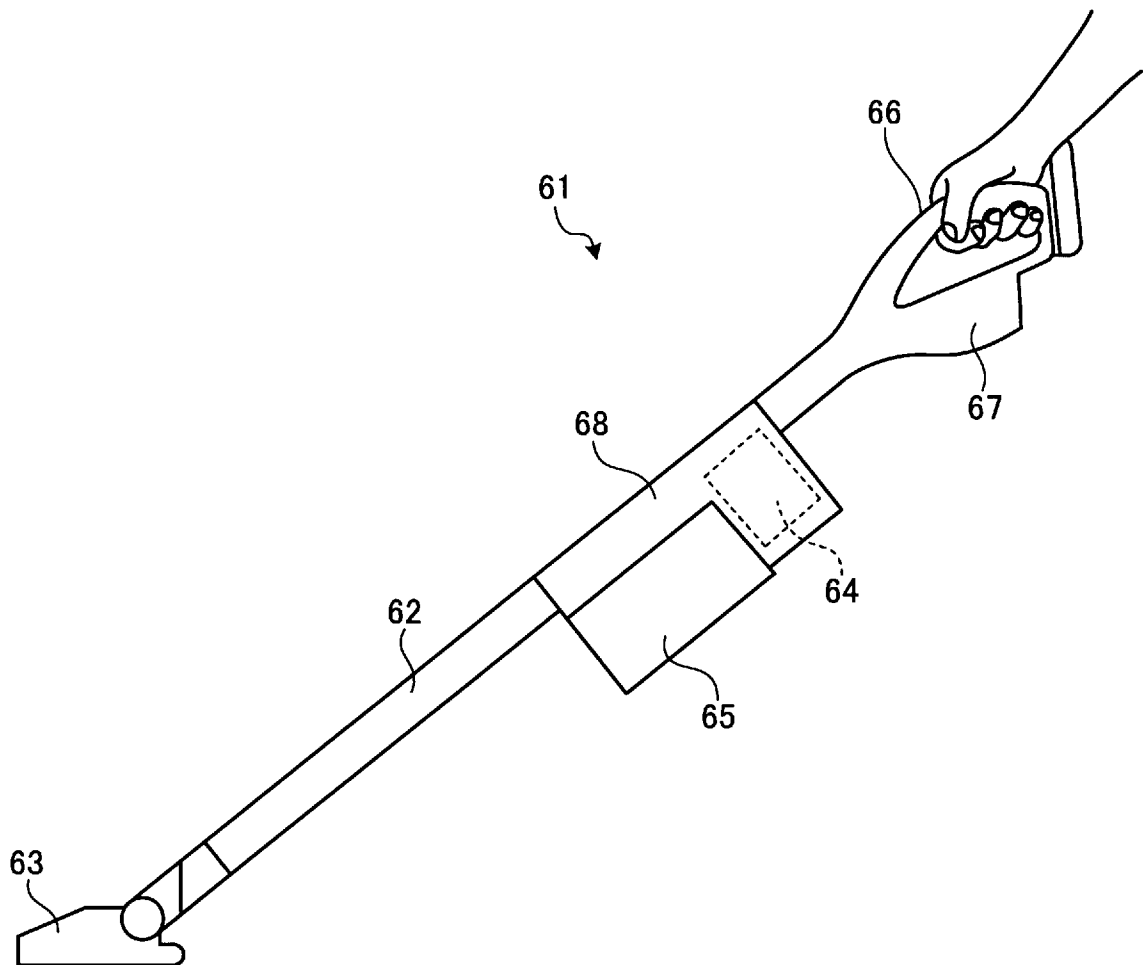
[図12]



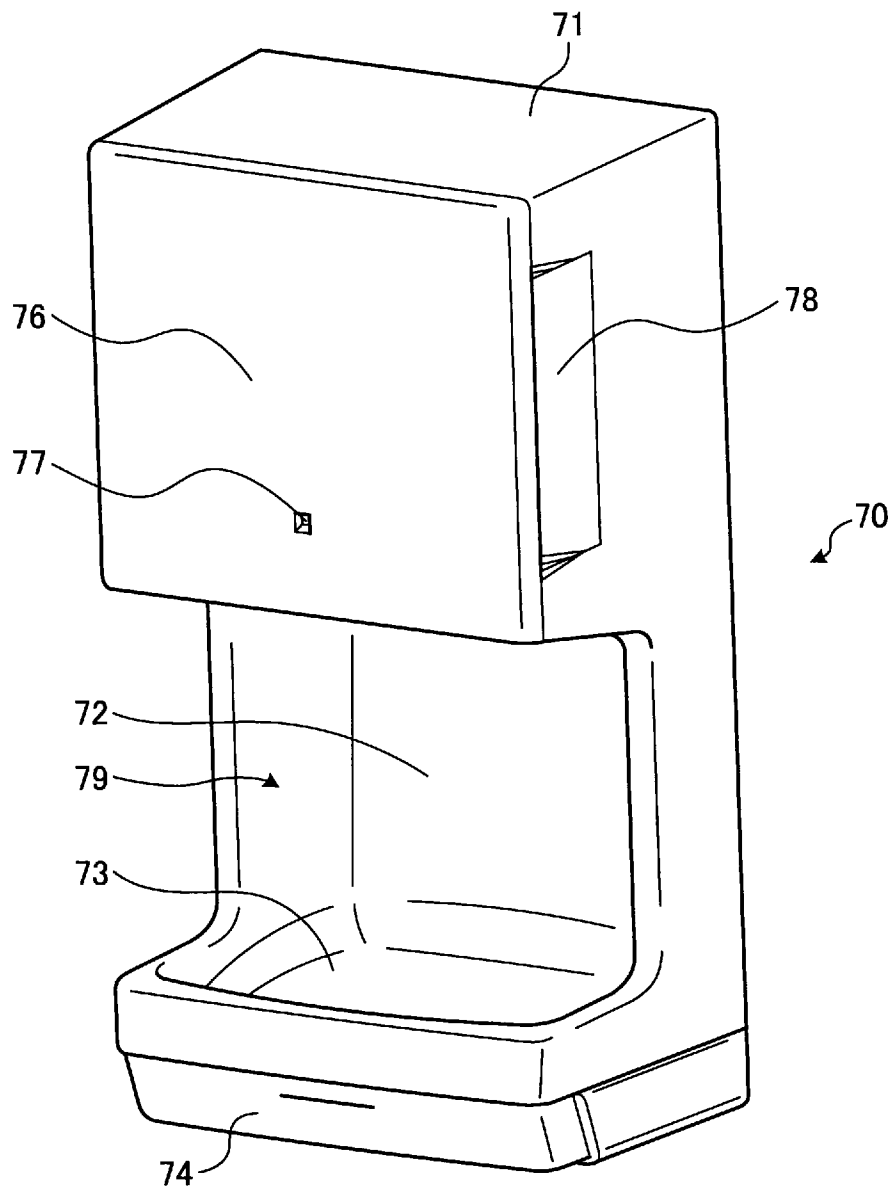
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/080769

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02P6/16(2016.01) 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)
H02P6/16

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 58-9592 A (Kabushiki Kaisha Seko Giken), 19 January 1983 (19.01.1983), page 3, upper right column, line 10 to page 4, upper right column, line 12; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-13
A	JP 2007-206018 A (Hitachi, Ltd.), 16 August 2007 (16.08.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-13

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" 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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 26 November 2015 (26.11.15)	Date of mailing of the international search report 08 December 2015 (08.12.15)
--	---

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. H02P6/16(2016.01)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. H02P6/16

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 1971-2015年
 日本国実用新案登録公報 1996-2015年
 日本国登録実用新案公報 1994-2015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 58-9592 A（株式会社セコー技研）1983.01.19, 第3頁右上欄第10行から第4頁右上欄第12行, 第1-2図（ファミリーなし）	1-13
A	JP 2007-206018 A（株式会社日立製作所）2007.08.16, 全文、全図（ファミリーなし）	1-13

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。

<p>* 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</p>	<p>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</p>
--	---

国際調査を完了した日 26.11.2015	国際調査報告の発送日 08.12.2015
--------------------------	--------------------------

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） 高橋 祐介	3V	3027
	電話番号 03-3581-1101 内線 3357		