

(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3月30日(30.03.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/051756 A1

- (51) 国際特許分類:
H02P 8/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/077162
- (22) 国際出願日: 2016年9月14日(14.09.2016)
- (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 2015-186883 2015年9月24日(24.09.2015) JP
- (71) 出願人: 日本精機株式会社(NIPPON SEIKI CO., LTD.) [JP/JP]; 〒9408580 新潟県長岡市東蔵王2丁目2番34号 Niigata (JP).
- (72) 発明者: 山川 泰弘(YAMAKAWA, Yasuhiro). 泰誠(HADA, Makoto).
- (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, 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, 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).

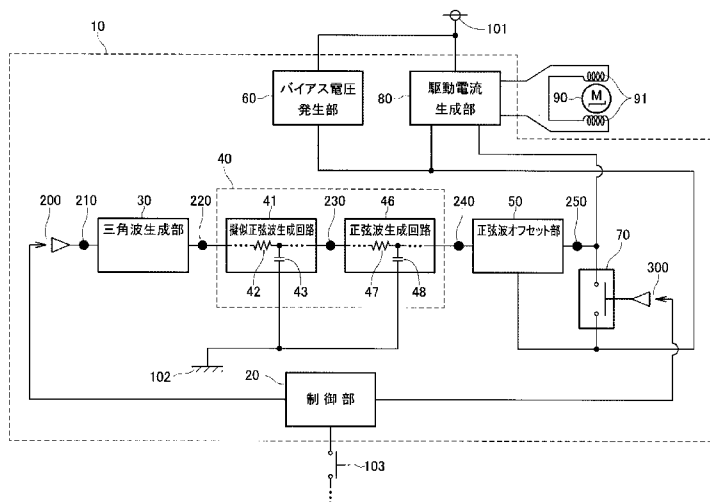
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: STEPPING MOTOR DRIVING DEVICE

(54) 発明の名称: ステッピングモータ駆動装置

【図1】



- | | |
|---------------------------------------|----------------------------------|
| 20 Control unit | 50 Sine wave offset unit |
| 30 Triangular wave generation unit | 60 Bias voltage generation unit |
| 41 Quasi sine wave generation circuit | 80 Drive current generation unit |
| 46 Sine wave generation circuit | |

と、正弦波生成部40と、駆動電流生成部80と、制御部20と、スイッチ部70と、を備える。制御部20は、正弦波が安定状態であると判定したときはスイッチ切替信号300をイネーブル状態にする一方で、安定状態であると判定しないときはスイッチ切替信号300をディスイネーブル状態にする。スイッチ部70は、スイッチ切替信号300がイネーブル状態であるときは正弦波の駆動電流生成部80への入力を有効にする一方で、スイッチ切替信号300がディスイネーブル状態であるときは正弦波の駆動電流生成部80への入力を有効にしない。

(57) Abstract: Provided is a stepping motor driving device that reduces the occurrence of loss of synchronism when a stepping motor is initially operated. This stepping motor driving device 10 is equipped with a triangular wave generation unit 30, a sine wave generation unit 40, a drive current generation unit 80, a control unit 20, and a switch unit 70. The control unit 20 sets a switch-switching signal 300 to an enabled state when it is determined that the sine wave is in a stable state, and sets the switch-switching signal 300 to a disabled state when it is not determined that the sine wave is in a stable state. The switch unit 70 enables inputting of a sine wave to the drive current generation unit 80 when the switch-switching signal 300 is enabled, and does not enable inputting of a sine wave to the drive current generation unit 80 when the switch-switching signal 300 is disabled.

(57) 要約: ステッピングモータの初期動作時に脱調状態が発生することを抑制するステッピングモータ駆動装置を提供する。ステッピングモータ駆動装置10は、三角波生成部30

WO 2017/051756 A1

明 細 書

発明の名称： ステッピングモータ駆動装置

技術分野

[0001] 本発明は、ステッピングモータ駆動装置に関する。本発明は、特に、ステッピングモータの初期動作時に脱調状態が発生することを抑制するステッピングモータ駆動装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、ステッピングモータ駆動装置は、デジタル駆動 IC (Integrated Circuit) を備え、このデジタル駆動 IC から出力されるデジタル信号である駆動信号によりステッピングモータを駆動させるものである。この駆動信号は、ステップ状の波形と、このステップ状の波形の基準電圧値とステッピングモータのコイルのフィードバック電圧値との比較により生成される鋸状の波形と、が重畳した波形である。

[0003] ここで、デジタル駆動 IC を備えるステッピングモータ駆動装置では、特に、ステップ状の波形の分解能が粗いときに、ステップ状の波形の周波数より鋸状の波形の周波数の方が高くなる。その結果、デジタル駆動 IC を備えるステッピングモータ駆動装置では、ステッピングモータの駆動の際に異音が発生する問題点があった。

[0004] この問題を解決するために、例えば、デジタル駆動 IC を備える代わりに、アナログ駆動回路を備えることが考えられている。アナログ駆動回路を備えるステッピングモータ駆動装置は、例えば、特許文献 1 に示されている。

[0005] 特許文献 1 に示されているステッピングモータ駆動装置は、抵抗素子及び容量素子で構成される積分回路を含むフィルタ回路（正弦波生成部）を備える。特許文献 1 に示されているステッピングモータ駆動装置の正弦波生成部は、入力するステップ基準電圧のステップ状の波形の立ち上り及び立ち下がりを経やかにすることによって、正弦波を生成することができる。その結果、特許文献 1 に示されているステッピングモータ駆動装置は、正弦波を用い

て駆動電流を生成することができるため、デジタル駆動ICを備える必要がなく、ステッピングモータの駆動の際に異音が発生する問題点を解決している。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2006-141121号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] ところで、特許文献1に示されているステッピングモータ駆動装置は、上述したように、アナログ駆動回路が備えられており、特に、正弦波生成部は抵抗素子及び容量素子で構成される積分回路を含む。そのため、ステップ基準電圧の入力開始直後は、抵抗素子の抵抗値及び容量素子の静電容量で定まる時定数の大きさに起因して、正弦波生成部によって生成される正弦波が安定状態にならないことを、本発明者らは認識した。

[0008] このように、特許文献1に示されているステッピングモータ駆動装置では、ステップ基準電圧の入力開始直後は、駆動電流の生成に安定状態の正弦波を用いることができない。したがって、特許文献1に示されているステッピングモータ駆動装置では、ステッピングモータの初期動作時に、ステッピングモータの回転動作が入力信号であるステップ基準電圧に同期しない状態である、脱調状態が発生するおそれがあることを本発明者らは認識した。

[0009] 本発明の1つの目的は、ステッピングモータの初期動作時に脱調状態が発生することを抑制するステッピングモータ駆動装置を提供することにある。本発明の他の目的は、以下に例示する態様及び好ましい実施形態、並びに添付の図面を参照することによって、当業者に明らかになるであろう。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明に従う第1の態様は、入力する矩形波に応じて三角波を生成する三角波生成部と、

前記三角波生成部から入力する前記三角波に応じて正弦波を生成する正弦波生成部と、

前記正弦波生成部から入力する前記正弦波に応じてステッピングモータを駆動する駆動電流を生成する駆動電流生成部と、

前記正弦波生成部が生成する前記正弦波が安定状態であるか否かを判定する制御部と、

前記正弦波生成部と前記駆動電流生成部との間に設けられるスイッチ部と、

を備え、

前記制御部は、前記正弦波生成部が生成する前記正弦波が安定状態であると判定したときはスイッチ切替信号をイネーブル状態にする一方で、前記安定状態であると判定しないときは前記スイッチ切替信号をディスイネーブル状態にし、

前記スイッチ部は、前記スイッチ切替信号が前記イネーブル状態であるときは前記正弦波生成部が生成する前記正弦波の前記駆動電流生成部への入力を有効にする一方で、前記スイッチ切替信号が前記ディスイネーブル状態であるときは前記正弦波生成部が生成する前記正弦波の前記駆動電流生成部への入力を有効にしないステッピングモータ駆動装置に関する。

[0011] 第1の態様のステッピングモータ駆動装置は、正弦波が安定状態であるときに制御部によってスイッチ切替信号がイネーブル状態にされるため、スイッチ部によって安定状態である正弦波の駆動電流生成部への入力が有効にされる。安定状態である正弦波を用いて駆動電流生成部が駆動電流を生成することによって、ステッピングモータの回転動作が矩形波に同期するため、精度の高い角度制御が可能となる。言い換えると、安定状態でない正弦波を用いて駆動電流生成部が駆動電流を生成した場合は、ステッピングモータの回転動作が矩形波に同期しない脱調状態となるため、精度の高い角度制御ができない。

[0012] 本発明に従う第2の態様では、第1の態様において、前記制御部は、前記

三角波生成部に前記矩形波が入力を開始した時点から所定時間が経過したときに、この正弦波が安定状態であると判定してもよい。

[0013] 矩形波が入力されてから、正弦波が安定状態になるまでには、時間を要する。これは、ステッピングモータ駆動装置がアナログ回路を備えているため、アナログ回路に含まれる抵抗素子及び容量素子による時定数が影響していることによる。正弦波が安定状態になるまでに要する時間以上の所定時間が経過したときに、制御部は正弦波が安定状態であることを確実に判定することができる。

[0014] 本発明に従う第3の態様では、第1又は第2の態様において、前記制御部は、前記ステッピングモータの駆動を停止するときに、前記スイッチ切替信号を前記イネーブル状態にした時点から現在までの時間を参照して、前記ステッピングモータの機械的な安定点であるか否かを判定し、

前記制御部は、前記ステッピングモータの前記機械的な安定点であると判定したときに前記切替信号をディスイネーブル状態にする一方で、前記ステッピングモータの前記機械的な安定点であると判定しないときは前記切替信号のイネーブル状態を継続してもよい。

[0015] ステッピングモータは、駆動電流の供給が停止されたときに、機械的な安定点まで自身で回転して停止する。ここで、制御部は、スイッチ切替信号をディスイネーブル状態にするタイミングを、ステッピングモータの機械的な安定点と一致させる。その結果、制御部は、スイッチ切替信号をディスイネーブル状態にした時点でのステッピングモータの回転角度と、実際にステッピングモータが停止した回転角度とを一致させることができる。

[0016] 本発明に従う第4の態様では、第1から第3の態様において、前記正弦波生成部と前記スイッチ部との間に設けられる正弦波オフセット部と、

バイアス電圧を発生させて、このバイアス電圧を前記正弦波オフセット部及び前記駆動電流生成部へ供給するバイアス電圧発生部と、

をさらに備え、

前記正弦波オフセット部は、前記正弦波生成部によって生成された前記正

弦波の基準電圧レベルを、グラウンドレベルから前記バイアス電圧へ変更し、

前記駆動電流生成部は、前記バイアス電圧を基準にして、前記正弦波オフセット部によって前記基準電圧レベルが変更された前記正弦波に応じて前記駆動電流を生成し、

前記バイアス電圧は、前記正弦波オフセット部によって前記基準電圧レベルが変更された前記正弦波の最小値が前記グラウンドレベル以上になる電圧であってよい。

[0017] 正弦波オフセット部及びバイアス電圧発生部が備えられているときは、バイアス電圧を基準に駆動電流生成部が駆動電流を生成するため、プラスの電源電圧が供給されることによって駆動電流を生成することができ、マイナスの電源電圧が供給される必要がない。したがって、正弦波オフセット部及びバイアス電圧発生部を備える場合は、これらを備えない場合と比較して、マイナスの電源電圧を供給するための電源電圧源を設けるコスト及び実装面積等を削減することができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]本発明のステッピングモータ駆動装置の構成の例を示すブロック図である。

[図2]図1に示される各地点で生成又は出力される波形の例を示す図である。

[図3]図1に示される制御部がスイッチ切替信号をイネーブル状態にするタイミングを示すタイムチャートである。

[図4]図4（a）は、図3に示される第1時点付近で生成される正弦波を示すグラフである。図4（b）は、図3に示される第2時点付近で生成される正弦波を示すグラフである。

[図5]時間の経過と図1に示されるモータのトルクとの関係を示すグラフである。

[図6]図1に示される制御部がスイッチ切替信号をディスイネーブル状態にするタイミングを示すタイムチャートである。

[図7]図1に示される制御部の動作の例を示すフローチャートである。

[図8]図1に示されるステッピングモータ駆動装置の変形例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下に説明する好ましい実施形態は、本発明を容易に理解するために用いられている。従って、当業者は、本発明が、以下に説明される実施形態によって不当に限定されないことを留意すべきである。

[0020] 図1及び図2を用いて、本発明のステッピングモータ駆動装置10の構成の例と、図1に示される各地点で生成又は出力される波形の例を説明する。図1には、本発明のステッピングモータ駆動装置10の構成の例が示されている。図2には、図1に示される各地点で生成又は出力される波形の例が示されている。

[0021] ステッピングモータ駆動装置10は、制御部20と、三角波生成部30と、正弦波生成部40と、駆動電流生成部80と、スイッチ部70と、を備える。ステッピングモータ駆動装置10は、例えば、正弦波オフセット部50、バイアス電圧発生部60等をさらに備えてもよい。

[0022] なお、ステッピングモータ90は、例えば2相励磁方式である場合、実際には、4極の固定子が、ステッピングモータ90（の回転子）の周りに90度ずつ離れて配置される。そして、対抗する極の固定子に同一の励磁コイルが巻かれるように、2つの励磁コイルが各々対応する一对の極の固定子に巻かれる。この状態で、各励磁コイルに90度の位相差を持った駆動電流が流れることによってステッピングモータ90（の回転子）が回転する。

[0023] しかしながら、以下の説明においては、説明を簡明にするために、2つの励磁コイルのうち一对の固定子に巻かれた励磁コイル91のみを駆動する内容として説明する。すなわち、実際は、三角波生成部30、正弦波生成部40及び正弦波オフセット部50はそれぞれ2つずつ備えられるが、図1においてこれらは1つずつのみ図示されている。また、実際には、これらによって、90度の位相差を有する2つの矩形波から90度の位相差を有する2つの正弦波が生成されるが、以下の説明では、このうち一方についてのみ説明

する。

[0024] 制御部 20 は、例えば、図示されていない処理部、記憶部及び入出力インターフェース部等を有するマイクロコンピュータから構成されている。制御部 20 は、駆動スイッチ 103 の ON 状態又は OFF 状態を入力する。駆動スイッチ 103 は、例えば、ステッピングモータ 90 が用いられる図示されていない装置等に設けられ、ユーザーの操作によって ON 状態又は OFF 状態が切り替わるものである。代替的に、駆動スイッチ 103 は、図示されていない他の装置等によって ON 状態又は OFF 状態が切り替えられてもよい。

[0025] 制御部 20 は、例えば、駆動スイッチ 103 の ON 状態を入力したときに、矩形波 200 を出力する。矩形波 200 は、例えば、図 1 に示される地点 210 において、図 2 に示されるような波形となる。

[0026] また、制御部 20 が直接矩形波 200 を出力する場合に限られず、例えば、制御部 20 が、図示されていない矩形波生成部等を制御して矩形波 200 を生成させてもよい。また、制御部 20 は、スイッチ切替信号 300 の状態をイネーブル状態とディスイネーブル状態との間で切り替える。

[0027] 三角波生成部 30 は、例えば、図示されていない抵抗素子及び容量素子からなる微分回路を含むアナログ回路である。三角波生成部 30 は、矩形波 200 を入力し、矩形波 200 に応じてアナログ信号である三角波を生成する。この三角波は、例えば、図 1 に示される地点 220 において、図 2 に示されるような波形となる。三角波生成部 30 が微分回路を有することによって、ハイパスフィルタとして機能する。その結果、生成される三角波は、正成分及び負成分を含む。

[0028] 正弦波生成部 40 は、擬似正弦波生成回路 41 と正弦波生成回路 46 とから構成される。擬似正弦波生成回路 41 は、抵抗素子 42 及び容量素子 43 からなる積分回路を含むアナログ回路である。正弦波生成回路 46 は、抵抗素子 47 及び容量素子 48 からなる積分回路を含むアナログ回路である。擬似正弦波生成回路 41 の容量素子 43 及び正弦波生成回路 46 の容量素子 4

8は、グランド102に接続されている。

[0029] 擬似正弦波生成回路41は、三角波を入力し、三角波に応じてアナログ信号である擬似正弦波を生成する。擬似正弦波は、例えば、図1に示される地点230において、図2に示されるような波形となる。擬似正弦波生成回路41が積分回路を有することによって、ローパスフィルタとして機能する。その結果、生成される擬似正弦波は、正弦波に似た波形となる。

[0030] 正弦波生成回路46は、擬似正弦波を入力し、擬似正弦波に応じてアナログ信号である正弦波を生成する。正弦波は、例えば、図1に示される地点240において、図2に示されるような波形となる。正弦波生成回路46が積分回路を有することによって、ローパスフィルタとして機能する。その結果、生成される波形は、正弦曲線を描く。

[0031] すなわち、正弦波生成部40は、全体として、三角波生成部30から入力する三角波に応じて正弦波を生成する。また、正弦波生成部40によって生成される地点240における正弦波の基準電圧は、グランドレベル(0V)である。

[0032] 正弦波オフセット部50は、正弦波生成部40とスイッチ部70との間に設けられ、例えば図示されていない抵抗素子及び容量素子からなる微分回路を含むアナログ回路である。正弦波オフセット部50は、正弦波を入力し、グランドレベルである正弦波の基準電圧を、バイアス電圧発生部60から供給されるバイアス電圧へ変更する。

[0033] 正弦波生成部40が生成した正弦波の基準電圧が、正弦波オフセット部50によって変更された後の正弦波であるオフセット後正弦波は、例えば、図1に示される地点250において、図2に示されるような波形となる。図2に示されるように、オフセット後正弦波は、バイアス電圧を基準電圧レベルとして正弦曲線を描いている。また、図2に示されるように、オフセット後正弦波の最小値がグランドレベル以上となっている。以下、オフセット後正弦波を正弦波250とも呼ぶ。

[0034] バイアス電圧発生部60は、例えば、図示されていないオペアンプとトラ

ンジスタ等によって構成されているアナログ回路である。バイアス電圧発生部 60 は、オフセット後正弦波の最小値がグラウンドレベル以上となるアナログ信号であるバイアス電圧を発生させる。バイアス電圧発生部 60 は、例えば、電源電圧源 101 から供給される電源電圧の半分の電圧をバイアス電圧として発生させる。例えば、電源電圧源 101 が 20 V の電源電圧を供給しているとき、バイアス電圧は 10 V である。

[0035] スイッチ部 70 は、例えば図示されていないトランジスタ等によって構成され、駆動電流生成部 80 と正弦波オフセット部 50 との間に設けられているアナログ回路である。スイッチ部 70 は、制御部 20 から入力するスイッチ切替信号 300 がイネーブル状態であるときに、正弦波 250 が駆動電流生成部 80 へ入力することを有効にする。その一方で、スイッチ部 70 は、制御部 20 から入力するスイッチ切替信号 300 がディスイネーブル状態であるときは、正弦波 250 が駆動電流生成部 69 へ入力することを有効にしない。

[0036] 駆動電流生成部 80 は、例えば、ハーフブリッジ回路、フルブリッジ回路等によって構成されているアナログ回路である。駆動電流生成部 80 は、図 1 に示される例においては、バイアス電圧である、電源電圧源 101 から供給される電源電圧の半分の電圧を基準にして動作し、入力する正弦波 250 に応じてアナログ信号である駆動電流を生成する。例えば、駆動電流生成部 80 によって生成される駆動電流の瞬時値は、入力する正弦波 250 の瞬時値が、基準電圧（バイアス電圧）より大きくなるに応じてプラス側に大きくなり、基準電圧（バイアス電圧）より小さくなるに応じてマイナス側に大きくなる。

[0037] すなわち、駆動電流生成部 80 は、バイアス電圧を基準に入力する正弦波 250 の瞬時値の大きさに応じて、電流の向き及び大きさが周期性を持って変化する正弦波状の波形を有する駆動電流を生成する。駆動電流が励磁コイル 91 に流れることによって、励磁コイル 91 が励磁され、ステッピングモータ 90 が回転動作する。

- [0038] このように、図1に示される構成の例においては、ステッピングモータ駆動装置10が正弦波オフセット部50及びバイアス電圧発生部60を備えることによって、駆動電流生成部80は、電源電圧源101から供給されるプラスの電源電圧のみで、駆動電流を生成することができる。言い換えると、ステッピングモータ駆動装置10が、正弦波オフセット部50及びバイアス電圧発生部60を備えないときは、電源電圧源101からプラスの電源電圧が供給されるだけでなく、他の電源電圧源からマイナスの電源電圧も供給される必要がある。なお、正弦波オフセット部50及びバイアス電圧発生部60を備えないステッピングモータ駆動装置10'は、変形例として後述する。
- [0039] 図3、図4及び図5を用いて、ステッピングモータ駆動装置10の制御部20がスイッチ切替信号300をイネーブル状態にするタイミングを説明する。図3には、時間の経過に応じた矩形波200及びスイッチ切替信号300の状態が示されている。
- [0040] 図3に示される時間軸の左端である時点0は、例えば、制御部20が矩形波200の出力を開始した時点である。すなわち、時点0は、駆動スイッチ103がON状態になった時点であり、三角波生成部30に矩形波200の入力が開始された時点である。
- [0041] 図3に示されるように、時点0では、スイッチ切替信号300はディスイネーブル状態である。図3に示されるように、制御部20は、矩形波200の出力を開始してから、所定時間である安定待機時間が経過したときに、スイッチ切替信号300をイネーブル状態にしている。ここで、図3に示される、時点0から安定待機時間が経過していない一時点を第1時点とし、制御部20によってスイッチ切替信号300がイネーブル状態にされた時点を第2時点とする。
- [0042] 図4(a)には、図3に示される第1時点付近の正弦波250の波形が示されている。図4(b)には、図3に示される第2時点付近の正弦波250の波形が示されている。図4(a)に示される正弦波250の波形は、基準電圧（バイアス電圧）を基準とした正弦曲線となっておらず、正弦波250

が安定状態となっていない。その一方で、図4（b）に示される正弦波250の波形は、基準電圧を基準とした正弦曲線となっており、正弦波250が安定状態となっている。

[0043] このように、制御部20によって矩形波200の出力が開始されてから、正弦波250が安定状態になるまで時間を要するのは、ステッピングモータ駆動装置10がアナログ回路を備えていることに起因する。特に、正弦波生成部40である擬似正弦波生成回路41及び正弦波生成回路46が、抵抗素子及び容量素子からなる積分回路を含むことによって、抵抗素子の抵抗値及び容量素子の静電容量によって定まる時定数が影響している。

[0044] すなわち、ステッピングモータ駆動装置10のアナログ回路、特に正弦波生成部40における時定数が大きくなるに応じて、正弦波250が安定状態になるまでの時間が長くなる。したがって、図3に示される安定待機時間の長さは、ステッピングモータ駆動装置10のアナログ回路、特に正弦波生成部40における時定数を考慮して決定される。

[0045] 図5には、制御部20が、時点0でスイッチ切替信号300をイネーブル状態にしたと仮定したときの、時間の経過とステッピングモータ90のモータトルクとの関係が示されている。図5に示されるように、第1時点付近では、モータトルクが脱調動作領域に含まれている。すなわち、第1時点付近で、制御部20がスイッチ切替信号300をイネーブル状態にしたと仮定すると、制御部20が出力する矩形波200にステッピングモータ90の回転動作が同期しない状態である脱調状態が発生するため、精度の高い角度制御ができない。これは、安定状態でない正弦波250を用いて駆動電流を生成すると、例えば駆動電流の向き及び大きさが周期性を持って変化しないため、ステッピングモータ90のモータトルクが十分に得られないためである。

[0046] その一方で、図5に示されるように、第2時点付近では、モータトルクが正常動作領域に含まれている。すなわち、第2時点付近で、制御部20がスイッチ切替信号300をイネーブル状態にしたと仮定すると、ステッピングモータ90の回転動作が、制御部20が出力する矩形波200に同期する状

態であり、精度の高い角度制御が可能となる。このように、正弦波 250 が安定状態になることによって、駆動電流生成部 80 がその正弦波 250 を用いて駆動電流を生成したときに、制御部 20 が出力する矩形波 200 にステッピングモータ 90 の回転動作が同期する。

[0047] このように、図 3 に示されている安定待機時間は、正弦波 250 が安定状態になるまでの時間以上の時間に決定される。すなわち、制御部 20 は、矩形波 200 の出力を開始した時点（時点 0）から安定待機時間が経過したときに、正弦波 250 が安定状態であると判定する。その結果、制御部 20 は、正弦波 250 が安定状態であることを確実に判定することができる。その一方で、制御部 20 は、矩形波 200 の出力を開始した時点（時点 0）から安定待機時間が経過していないときは、正弦波 250 が安定状態でないと判定する。なお、図 3 及び図 4 において、安定待機時間が経過した時点として示されている第 2 時点における正弦波 250 の瞬時値は最小値であるように示されているが、安定待機時間は、正弦波 250 の瞬時値を考慮して設定される必要はない。

[0048] 図 6 を用いて、ステッピングモータ駆動装置 10 の制御部 20 がスイッチ切替信号 300 をディスイネーブル状態にするタイミングを説明する。図 6 には、時間の経過に応じた正弦波 250 及びスイッチ切替信号 300 の状態が示されている。

[0049] 制御部 20 は、スイッチ切替信号をイネーブル状態にした時点からの経過時間である、有効時間をカウントすることによって、正弦波 250 の進み具合を把握することができる。また、正弦波 250 に応じた駆動電流がステッピングモータ 90 の励磁コイル 91 に流れることによって、正弦波 250 の進み具合とステッピングモータ 90 の回転角度は対応する。

[0050] ここで、ステッピングモータ 90 には、機械的な安定点が存在し、ステッピングモータ 90 が回転を停止するときは、必ず機械的な安定点で停止する。ステッピングモータ 90 の機械的な安定点とは、ステッピングモータ 90 の励磁コイル 91 に駆動電流が供給されていないときに、ステッピングモータ

タ 90（の回転子）が回転しないで停止する回転角度である。ステッピングモータ 90 の機械的な安定点は、ステッピングモータ 90 が 1 回転する間に例えば 24 箇所存在する。以下の説明において、正弦波 250 の波形が $\times \pi$ （ $\times$ は正の整数）進む又は戻る毎に、ステッピングモータ 90 の回転角度が、機械的な安定点と一致するものとする。

[0051] 図 6 に示されているタイムチャートでは、第 2 時点で、制御部 20 によってスイッチ切替信号 300 がイネーブル状態にされている。それによって、正弦波 250 は、第 2 時点から駆動電流生成部 60 への入力が有効になっている。

[0052] 例えば、図 6 に示されている第 3 時点で、制御部 20 が、駆動スイッチ 103 が OFF 状態になったことを入力したと仮定する。仮に、第 3 時点で制御部 20 がスイッチ切替信号 300 をディスイネーブル状態にしたとすると、第 3 時点でステッピングモータ 90 の励磁コイル 91 には駆動電流が供給されなくなる。しかしながら、ステッピングモータ 90 は、第 3 時点の回転角度では停止せず、次の機械的な安定点まで自身で回転して停止する。その結果、制御部 20 がスイッチ切替信号 300 をディスイネーブル状態にした時点でのステッピングモータ 90 の回転角度と、実際にステッピングモータ 90 が停止した回転角度とにズレが生じる可能性がある。

[0053] このことを防止するために、制御部 20 は、駆動スイッチ 103 が OFF 状態になったことを入力したときに、制御部 20 がスイッチ切替信号 300 をイネーブル状態にした時点から現在までの時間である、有効時間を参照する。制御部 20 は、この有効時間に基づいて、正弦波 250 の波形が $\times \pi$ 進んだ状態であるか否かを判定する。制御部 20 は、正弦波 250 の波形が $\times \pi$ 進んだ状態であると判定したときは、スイッチ切替信号 300 をディスイネーブル状態にする。その一方で、制御部 20 は、正弦波 250 の波形が $\times \pi$ 進んだ状態でないと判定したときは、その後に正弦波 250 の波形が $\times \pi$ 進んだ状態となる時点でスイッチ切替信号 300 をディスイネーブル状態にする。

[0054] 図6に示される例を参照すると、制御部20が、駆動スイッチ103がOFF状態になったことを入力した時点である第3時点では、正弦波250の波形が $\times\pi$ 進んだ状態でない。そのため、制御部20は、正弦波250の波形が $\times\pi$ 進んだ状態となった第4時点まで待機してスイッチ切替信号300をディスイネーブル状態にしている。

[0055] このように、制御部20は、駆動スイッチ103がOFF状態になったことを入力すると、ステッピングモータ90が機械的な安定点まで回転したときにスイッチ切替信号300をディスイネーブル状態にする。その結果、制御部20がスイッチ切替信号300をディスイネーブル状態にした時点でのステッピングモータ90の回転角度と、実際にステッピングモータ90が停止した回転角度とが一致する。すなわち、制御部20は、例えば、実際にステッピングモータ90が停止した時点の正確な回転角度を取得することができる。

[0056] なお、図6に示されるように、制御部20が、正弦波250の波形が $\times\pi$ 進んだ状態でないと判定した直後の、正弦波250の波形が $\times\pi$ 進んだ状態となる時点で、スイッチ切替信号300をディスイネーブル状態にすることが好ましい。その結果、駆動スイッチ103がOFF状態になった時点と、実際にステッピングモータ90が停止する時点とのズレが小さくなる。また、制御部20は、スイッチ切替信号300をディスイネーブル状態にすると同時に、又は、スイッチ切替信号300をディスイネーブル状態にした後に、矩形波200の出力を停止してもよい。

[0057] 図7に示されるフローチャートを用いて、本発明のステッピングモータ駆動装置10の制御部20の一連の動作の例を説明する。ステップS01では、制御部20は、例えば、駆動スイッチ103のON状態を入力したときに、矩形波200を出力する。上述したように、この矩形波200が三角波生成部30、正弦波生成部40及び正弦波オフセット部50を通ることによって正弦波250が生成される。

[0058] ステップS02では、制御部20は、正弦波250が安定状態であるか否

かを判定する。制御部20が、正弦波250が安定状態であると判定したときは、フローはステップS03に進む。その一方で、正弦波250が安定状態でないと判定したときは、ステップS02の判定を繰り返す。

[0059] ステップS03では、制御部20は、スイッチ切替信号300をイネーブル状態にする。スイッチ切替信号300がイネーブル状態になると、正弦波250の駆動電流生成部80への入力が有効になり、駆動電流生成部80で生成される駆動電流がステッピングモータ90の励磁コイル91に供給される。その結果、ステッピングモータ90が回転する。

[0060] ステップS04では、制御部20は、例えば駆動スイッチ103がOFF状態であるか否かを判定する。制御部20が、駆動スイッチ103がOFF状態であると判定したときは、フローはステップS05に進む。その一方で、制御部20が、駆動スイッチ103がOFF状態でない、すなわちON状態であると判定したときは、ステップS04の判定を繰り返す。

[0061] ステップS05では、制御部20は、現時点のステッピングモータ90の回転角度が機械的な安定点であるか否かを判定する。制御部20が、現時点のステッピングモータ90の回転角度が機械的な安定点であると判定したときは、フローはステップS06に進む。その一方で、制御部20が、現時点のステッピングモータ90の回転角度が機械的な安定点でないと判定したときは、ステップS05の判定を繰り返す。

[0062] ステップS06では、制御部20は、スイッチ切替信号300をディスイネーブル状態にする。制御部20がスイッチ切替信号300をディスイネーブル状態にすると、正弦波250の駆動電流生成部80への入力が無効になり、駆動電流生成部80で駆動電流が生成されなくなるため、ステッピングモータ90の回転が停止する。

[0063] ステップS07では、制御部20は、矩形波200の出力を停止する。制御部20が矩形波200の出力を停止すると、正弦波250が生成されなくなる。ステップS07は、ステップS06と同時に実行されてもよく、ステップS06の後でもよい。ステップS07の処理が実行されると、フローは

終了する。

[0064] 図8を用いて、本発明のステッピングモータ駆動装置10の変形例を説明する。図8には、図1に示されるステッピングモータ駆動装置10の変形例であるステッピングモータ駆動装置10'の構成例が示されている。ステッピングモータ駆動装置10'の説明は、ステッピングモータ駆動装置10と異なる部分のみ説明し、同じ部分については説明を省略する。

[0065] 図8に示されるステッピングモータ駆動装置10'には、図1に示されるステッピングモータ駆動装置10における正弦波オフセット部50及びバイアス電圧発生部60が備えられていない。すなわち、ステッピングモータ駆動装置10'では、正弦波生成部40によって生成された正弦波の基準電圧が変更されない。

[0066] その結果、制御部20によってスイッチ切替信号300がイネーブル状態にされたときに、図2に示される正弦波(240地点)である、正弦波生成部40によって生成された正弦波が、駆動電流生成部80に入力される。以下、図2に示される正弦波(240地点)である正弦波生成部40によって生成された正弦波を、正弦波240とも呼ぶ。

[0067] また、バイアス電圧発生部60が備えられていないことによって、駆動電流生成部80は、グラウンドレベルの電圧(0V)を基準にして動作し、入力する正弦波240に応じて駆動電流を生成する。すなわち、図8に示されるように、ステッピングモータ駆動装置10'では、電源電圧源101からプラスの電源電圧が供給されるだけでなく、電源電圧源104からマイナスの電源電圧が供給される必要がある。

[0068] このように、正弦波オフセット部50及びバイアス電圧発生部60が備えられていないときは、駆動電流生成部80が駆動電流を生成するために、プラスの電源電圧だけでなくマイナスの電源電圧が供給される必要がある。したがって、正弦波オフセット部50及びバイアス電圧発生部60を備えるステッピングモータ駆動装置10は、正弦波オフセット部50及びバイアス電圧発生部60を備えない場合と比較して、マイナスの電源電圧を供給するた

めの電源電圧源 107 を設けるコスト及び実装面積等を削減することができる。

[0069] なお、すでに説明したステッピングモータ駆動装置 10 の説明で用いられた「正弦波 250」は、ステッピングモータ駆動装置 10' に関しては「正弦波 240」と読み換えられる。

[0070] 本発明は、上述の例示的な実施形態に限定されず、また、当業者は、上述の例示的な実施形態を特許請求の範囲に含まれる範囲まで、容易に変更することができるであろう。

産業上の利用可能性

[0071] 本発明は、ステッピングモータ駆動装置に利用できる。

符号の説明

[0072] 10・・・ステッピングモータ駆動装置、20・・・制御部、30・・・三角波生成部、40・・・正弦波生成部、41・・・擬似正弦波生成回路、46・・・正弦波生成回路、50・・・正弦波オフセット部、60・・・バイアス電圧発生部、70・・・スイッチ部、80・・・駆動電流生成部、90・・・ステッピングモータ、91・・・励磁コイル、200・・・矩形波、300・・・スイッチ切替信号。

請求の範囲

- [請求項1] 入力する矩形波に応じて三角波を生成する三角波生成部と、
 前記三角波生成部から入力する前記三角波に応じて正弦波を生成する正弦波生成部と、
 前記正弦波生成部から入力する前記正弦波に応じてステッピングモータを駆動する駆動電流を生成する駆動電流生成部と、
 前記正弦波生成部が生成する前記正弦波が安定状態であるか否かを判定する制御部と、
 前記正弦波生成部と前記駆動電流生成部との間に設けられるスイッチ部と、
 を備え、
 前記制御部は、前記正弦波生成部が生成する前記正弦波が安定状態であると判定したときはスイッチ切替信号をイネーブル状態にする一方で、前記安定状態であると判定しないときは前記スイッチ切替信号をディスイネーブル状態にし、
 前記スイッチ部は、前記スイッチ切替信号が前記イネーブル状態であるときは前記正弦波生成部が生成する前記正弦波の前記駆動電流生成部への入力を有効にする一方で、前記スイッチ切替信号が前記ディスイネーブル状態であるときは前記正弦波生成部が生成する前記正弦波の前記駆動電流生成部への入力を有効にしないステッピングモータ駆動装置。
- [請求項2] 前記制御部は、前記三角波生成部に前記矩形波が入力を開始した時点から所定時間が経過したときに、この正弦波が安定状態であると判定する、請求項1に記載のステッピングモータ駆動装置。
- [請求項3] 前記制御部は、前記ステッピングモータの駆動を停止するときに、前記スイッチ切替信号を前記イネーブル状態にした時点から現在までの時間を参照して、前記ステッピングモータの機械的な安定点であるか否かを判定し、

前記制御部は、前記ステッピングモータの前記機械的な安定点であると判定したときに前記切替信号をディスイネーブル状態にする一方で、前記ステッピングモータの前記機械的な安定点であると判定しないときは前記切替信号のイネーブル状態を継続する、請求項 1 又は 2 に記載のステッピングモータ駆動装置。

[請求項4]

前記正弦波生成部と前記スイッチ部との間に設けられる正弦波オフセット部と、

バイアス電圧を発生させて、このバイアス電圧を前記正弦波オフセット部及び前記駆動電流生成部へ供給するバイアス電圧発生部と、

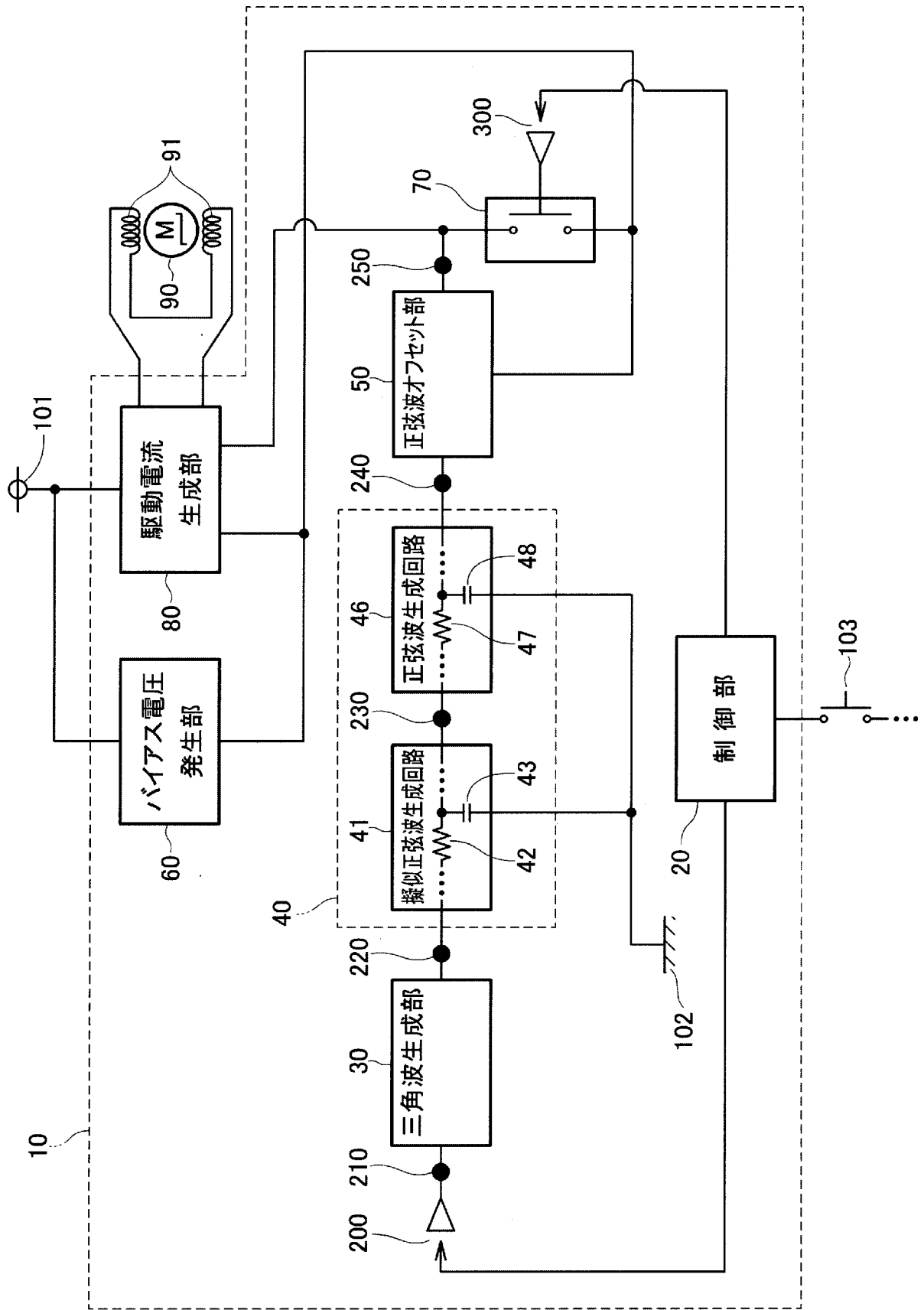
をさらに備え、

前記正弦波オフセット部は、前記正弦波生成部によって生成された前記正弦波の基準電圧レベルを、グラントレベルから前記バイアス電圧へ変更し、

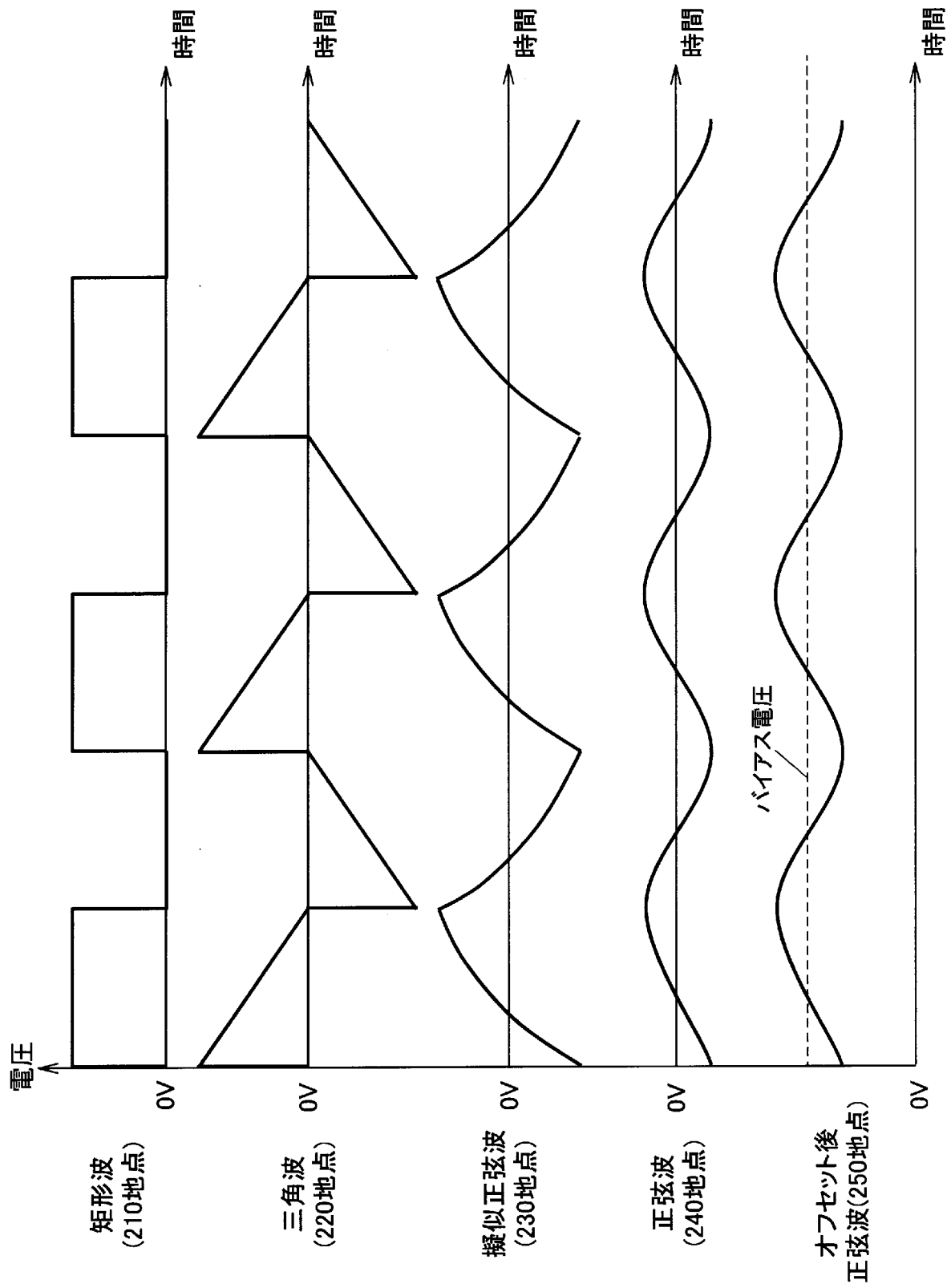
前記駆動電流生成部は、前記バイアス電圧を基準にして、前記正弦波オフセット部によって前記基準電圧レベルが変更された前記正弦波に応じて前記駆動電流を生成し、

前記バイアス電圧は、前記正弦波オフセット部によって前記基準電圧レベルが変更された前記正弦波の最小値が前記グラントレベル以上になる電圧である、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載のステッピングモータ駆動装置。

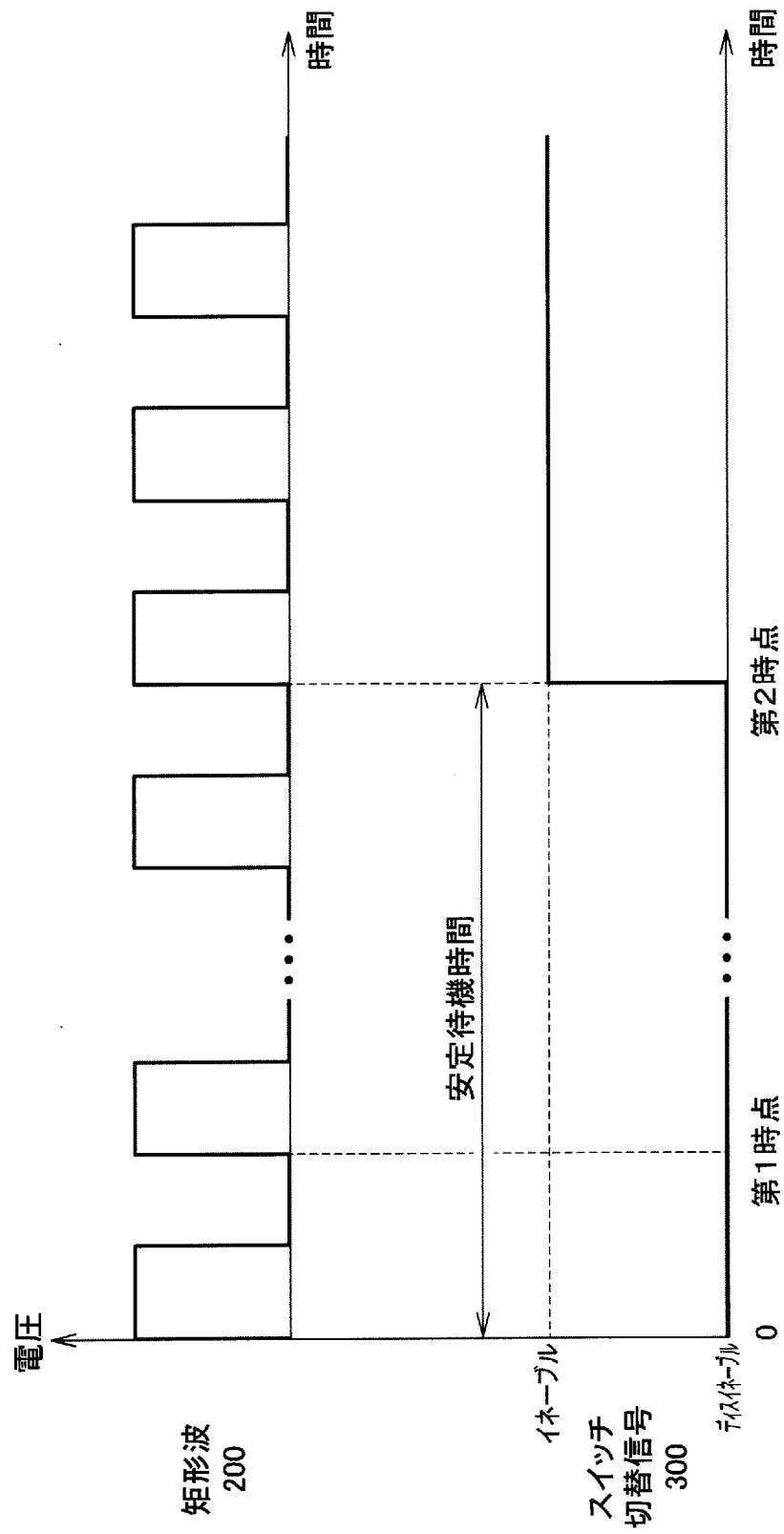
[図1]



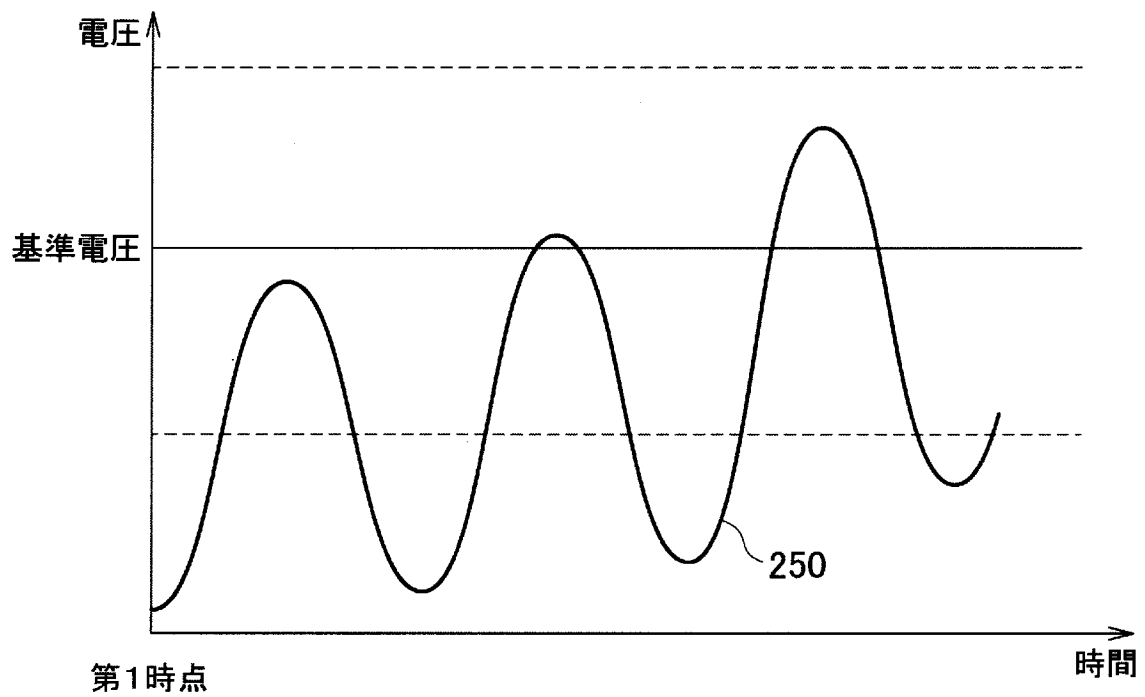
[図2]



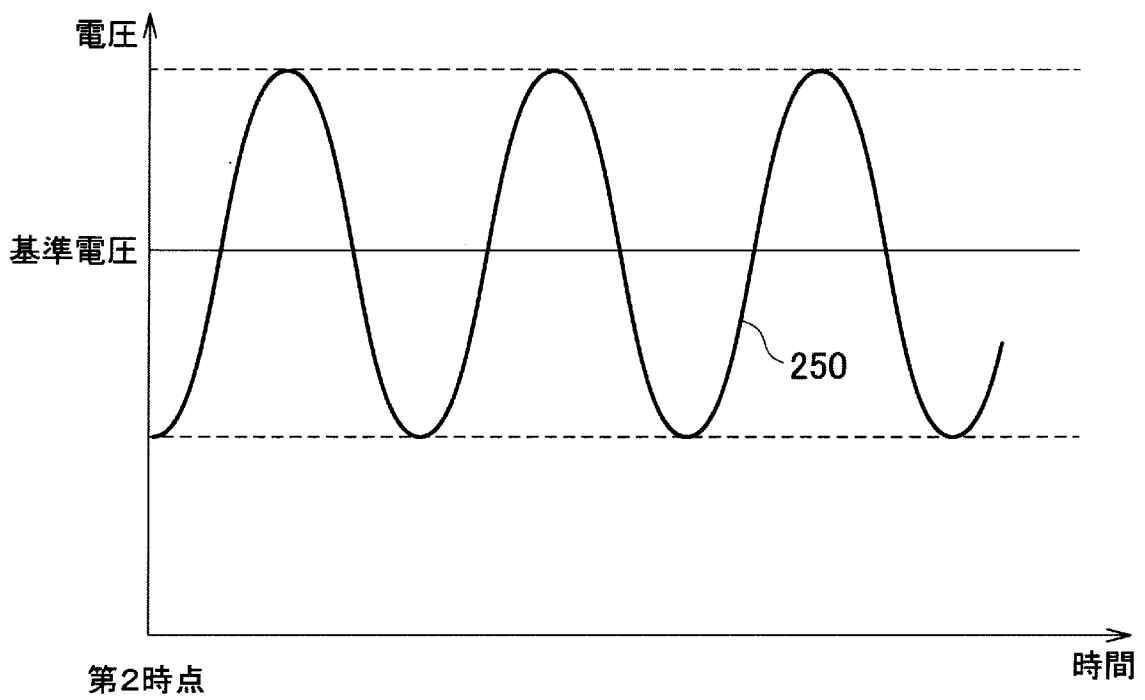
[図3]



[図4]

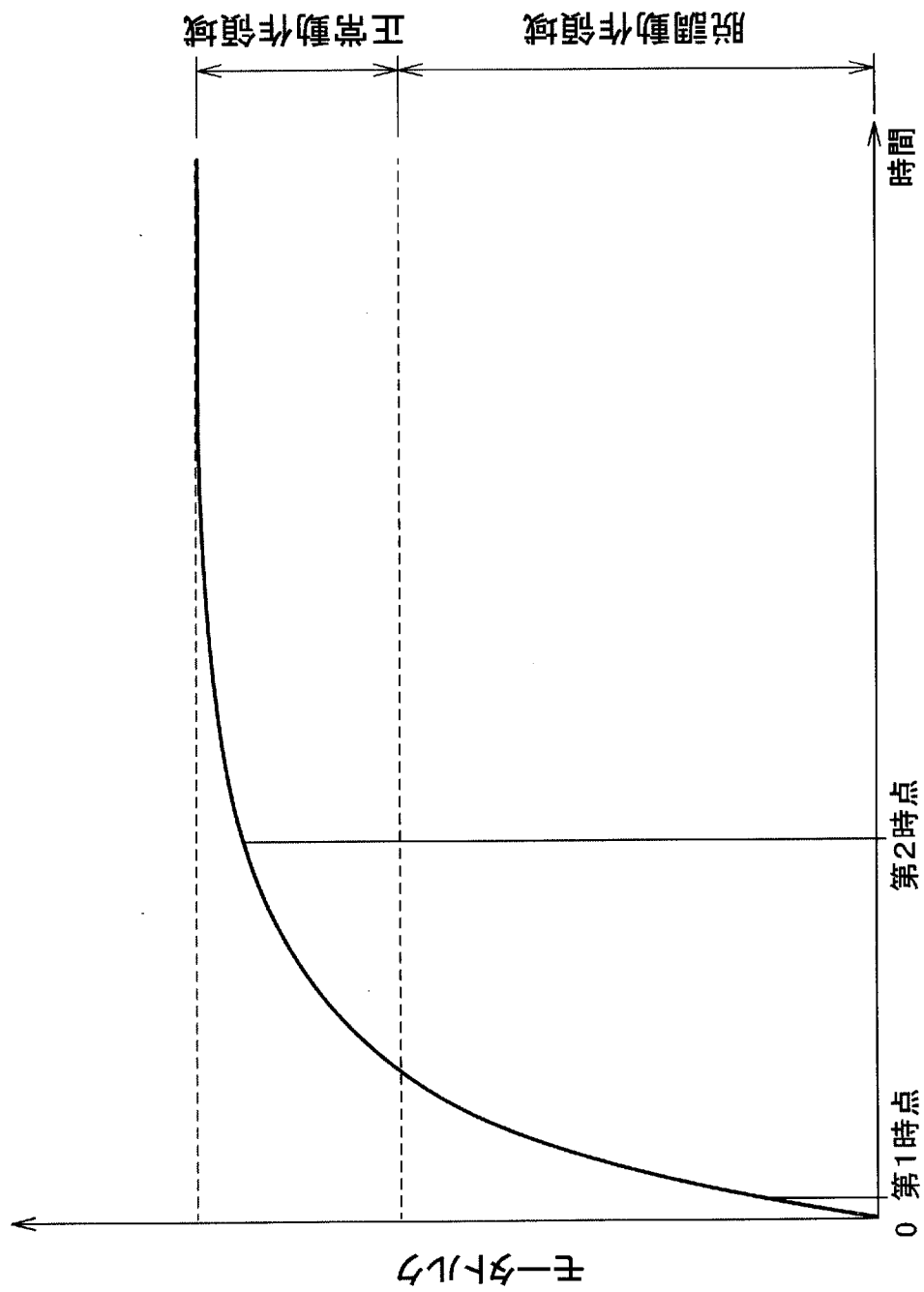


(a)

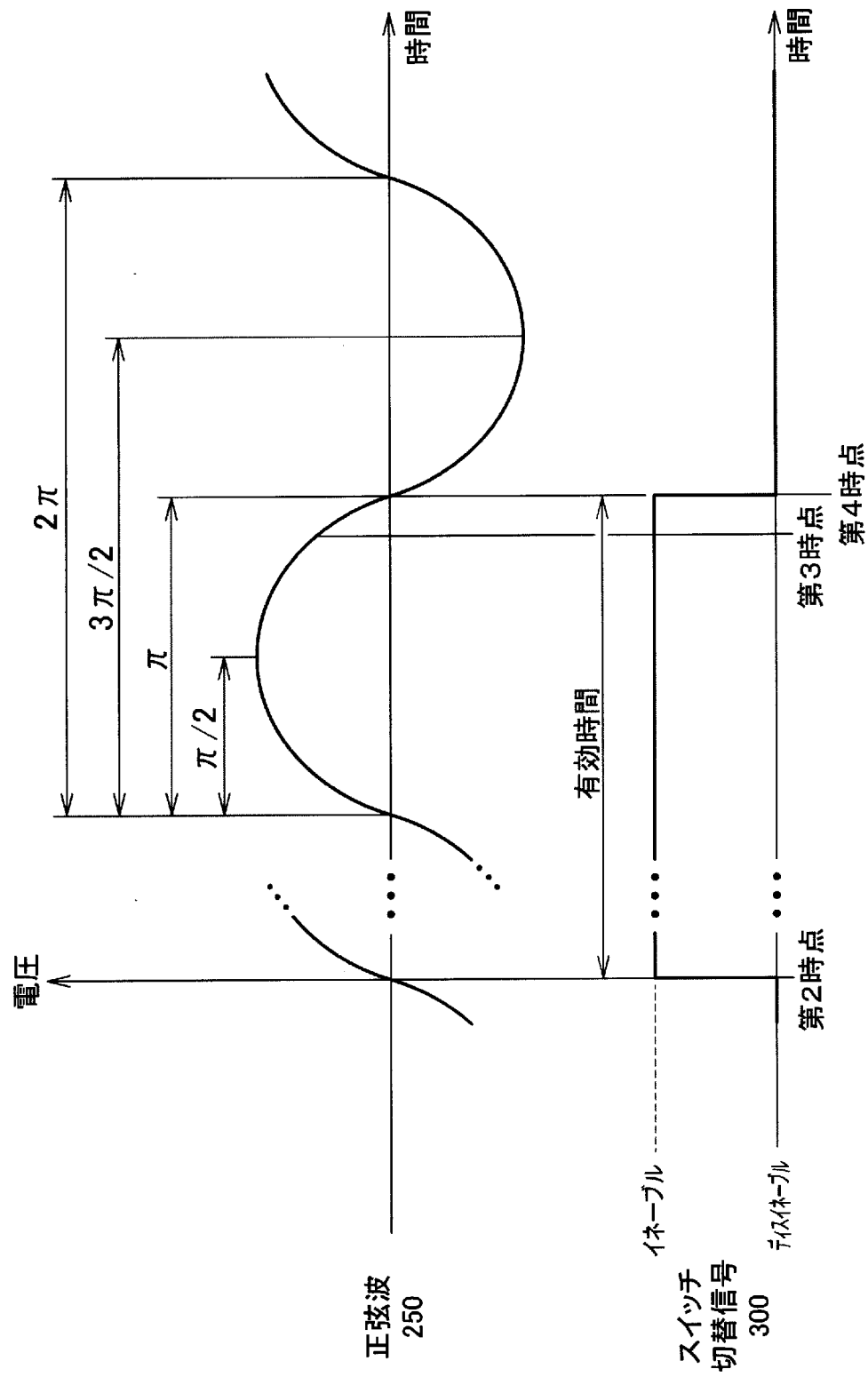


(b)

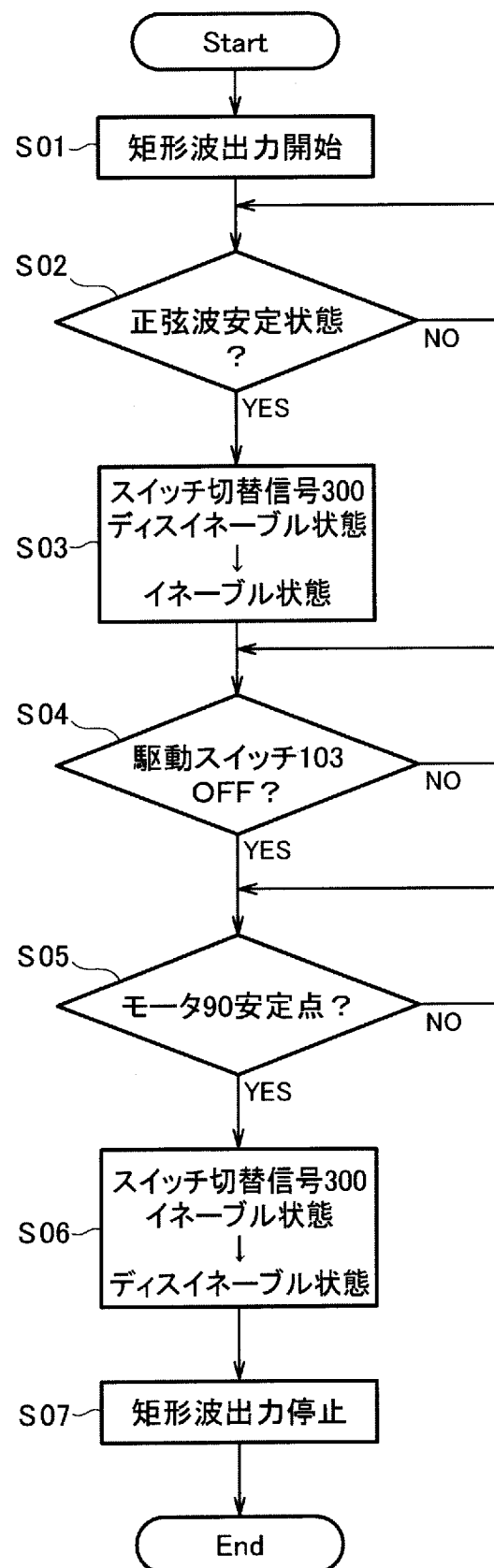
[図5]



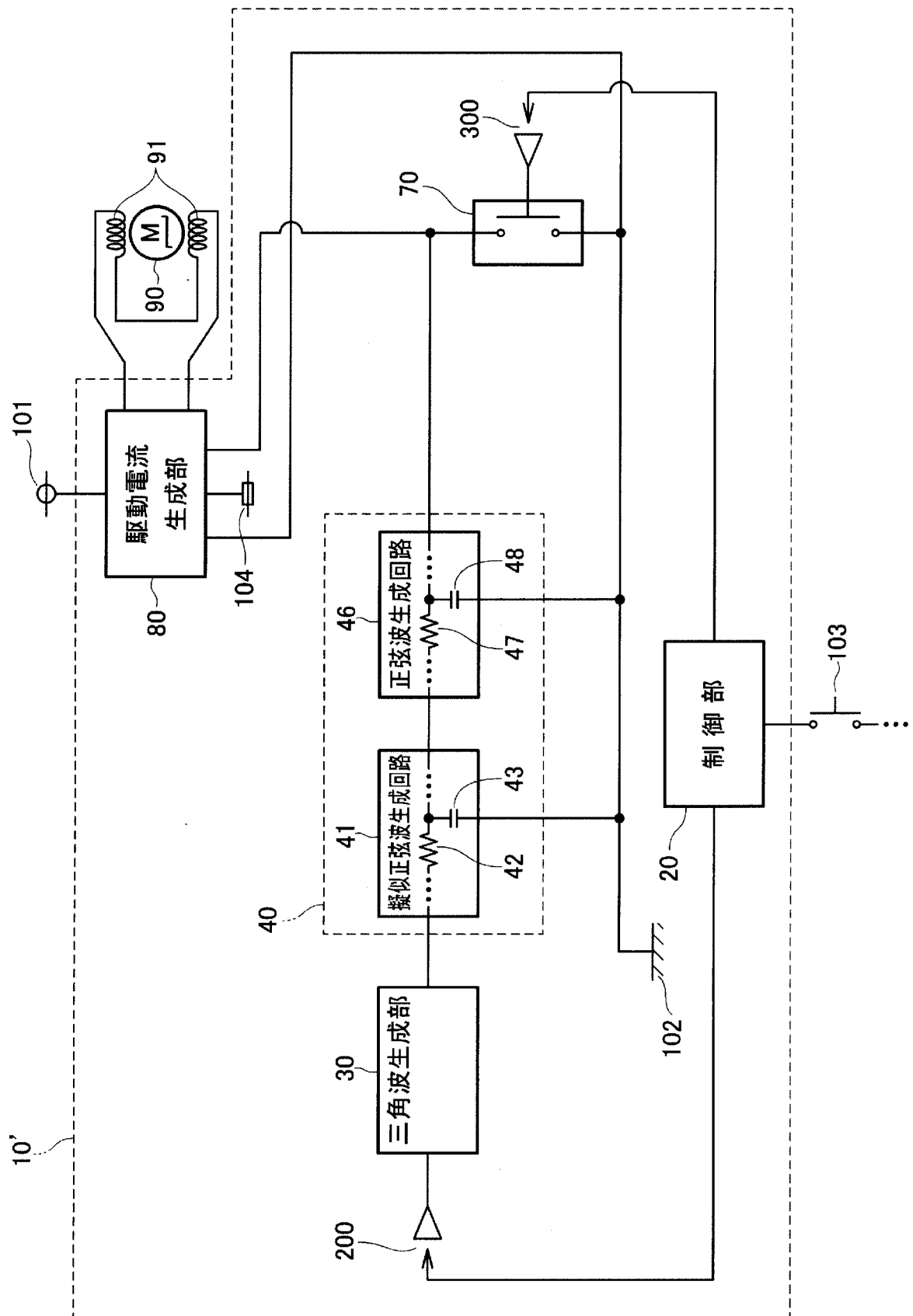
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/077162

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02P8/04(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)

H02P8/04

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 9-172797 A (Deutsche Thomson Brandt GmbH), 30 June 1997 (30.06.1997), paragraph [0006] & US 5912543 A column 1, lines 40 to 49 & EP 0774829 A2 & DE 19542713 A1 & KR 10-0419107 B1	1-4
A	JP 9-103096 A (Canon Inc.), 15 April 1997 (15.04.1997), paragraphs [0011] to [0012]; fig. 2 to 3 (Family: none)	1-4
A	JP 2008-181000 A (Kyocera Mita Corp.), 07 August 2008 (07.08.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-4

☒ 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

"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

"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
21 November 2016 (21.11.16)

Date of mailing of the international search report
06 December 2016 (06.12.16)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/077162

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-95127 A (Seiko Epson Corp.), 30 April 2009 (30.04.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02P8/04 (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. H02P8/04

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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 9-172797 A（ドイチェ トムソン・ブラント ゲーエムベーハー） 1997.06.30, 段落[0006] & US 5912543 A, 第1欄第40-49行 & EP 0774829 A2 & DE 19542713 A1 & KR 10-0419107 B1	1-4
A	JP 9-103096 A（キヤノン株式会社）1997.04.15, 段落 [0011]-[0012], 図2-3（ファミリーなし）	1-4
A	JP 2008-181000 A（京セラミタ株式会社）2008.08.07, 全文、全図 （ファミリーなし）	1-4

☒ 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

21.11.2016

国際調査報告の発送日

06.12.2016

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）

森山 拓哉

3 V

3924

電話番号 03-3581-1101 内線 3357

C (続き) . 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 2009-95127 A (セイコーエプソン株式会社) 2009. 04. 30, 全文、 全図 (ファミリーなし)	1-4