

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7562331号
(P7562331)

(45)発行日 令和6年10月7日(2024.10.7)

(24)登録日 令和6年9月27日(2024.9.27)

(51)国際特許分類

F I

H 0 2 N 2/06 (2006.01)

H 0 2 N 2/06

請求項の数 10 (全12頁)

(21)出願番号	特願2020-132101(P2020-132101)	(73)特許権者	000001007
(22)出願日	令和2年8月4日(2020.8.4)		キャノン株式会社
(65)公開番号	特開2022-29016(P2022-29016A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43)公開日	令和4年2月17日(2022.2.17)	(74)代理人	100110412
審査請求日	令和5年8月1日(2023.8.1)		弁理士 藤元 亮輔
		(74)代理人	100104628
			弁理士 水本 敦也
		(74)代理人	100121614
			弁理士 平山 倫也
		(72)発明者	進藤 浩崇
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号
			キャノン株式会社内
		審査官	津久井 道夫

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 振動型モータの制御装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

振動型モータの駆動信号を生成する駆動信号生成部と、
前記駆動信号を昇圧する昇圧回路と、を有し、
前記駆動信号生成部は、
前記振動型モータの駆動周波数が第1の駆動周波数の場合、前記駆動信号のデューティ比を第1のデューティ比に設定し、
前記駆動周波数が前記第1の駆動周波数よりも高い第2の駆動周波数の場合、前記デューティ比を前記第1のデューティ比よりも高い第2のデューティ比に設定し、
前記第2の駆動周波数において、前記振動型モータに流れる電流波形の電流歪は、前記第1のデューティ比に設定された場合よりも前記第2のデューティ比に設定された場合のほうが小さいことを特徴とする振動型モータの制御装置。

【請求項2】

前記第2の駆動周波数において、前記振動型モータに流れる電流波形は、前記第1のデューティ比に設定された場合よりも前記第2のデューティ比に設定された場合のほうが正弦波に近いことを特徴とする請求項1に記載の振動型モータの制御装置。

【請求項3】

前記駆動信号生成部は、前記昇圧回路の共振周期の1／2に相当する期間と前記駆動周波数とを乗じることで前記デューティ比を決定することを特徴とする請求項1または2に記載の振動型モータの制御装置。

【請求項 4】

前記共振周期の 1 / 2 に相当する期間を記憶する記憶部を更に有し、

前記駆動信号生成部は、前記期間と前記駆動周波数とに基づいて、前記デューティ比を決定することを特徴とする請求項 3 に記載の振動型モータの制御装置。

【請求項 5】

前記駆動信号は、前記振動型モータの圧電素子に与えられる周波信号に相当することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の振動型モータの制御装置。

【請求項 6】

振動型モータの駆動信号を生成する駆動信号生成部と、

前記駆動信号を昇圧する昇圧回路と、

前記振動型モータに流れる電流を検出する電流検出部と、

前記電流検出部により検出された前記電流と基準電流とを比較する比較部と、を有し、

前記駆動信号生成部は、

前記電流が前記基準電流よりも大きい場合、前記駆動信号の所定のデューティ比を第 1 のデューティ比に下げ、

前記電流が前記基準電流よりも小さい場合、前記所定のデューティ比を第 2 のデューティ比に上げ、

前記電流が前記基準電流よりも大きい場合、前記振動型モータに流れる電流波形の電流歪は、前記所定のデューティ比に設定された場合よりも前記第 1 のデューティ比に設定された場合のほうが小さく、

前記電流が前記基準電流よりも小さい場合、前記電流波形の前記電流歪は、前記所定のデューティ比に設定された場合よりも前記第 2 のデューティ比に設定された場合のほうが小さいことを特徴とする振動型モータの制御装置。

【請求項 7】

前記昇圧回路によって昇圧された駆動信号を前記振動型モータに印加することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の振動型モータの制御装置。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の振動型モータの制御装置と、

前記振動型モータと、

前記振動型モータを用いて駆動する被駆動体と、を有することを特徴とする駆動装置。

【請求項 9】

前記駆動装置はレンズ装置であり、

前記被駆動体はレンズであることを特徴とする請求項 8 に記載の駆動装置。

【請求項 10】

前記駆動装置は撮像装置であり、

前記被駆動体は撮影方向変更部材であることを特徴とする請求項 8 に記載の駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、振動型モータの制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、超音波モータ等の振動型モータを駆動する際、共振回路を備えた増幅器を用いると、駆動周波数に応じて電圧・電流波形が歪み、駆動性能や電力効率が低下することが知られている。特許文献 1 には、昇圧回路により生じる高調波歪を改善するため、アナログフィルタおよびニアアンプを備えた駆動回路を用いて、超音波モータの駆動波形を正弦波にする方法が開示されている。特許文献 2 には、昇圧回路により生じる高調波歪を改善するため、切り替え回路を用いてパルス幅を調整することにより、超音波モータの駆動電圧波形の歪を改善する方法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2000-70851号公報

【文献】特開2000-184759号公報

【文献】特開2016-218349号公報

【文献】特開2017-060279号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献1に開示された方法は、駆動波形の歪の改善には効果的であるが、アナログフィルタおよびリニアアンプを用いるため、消費電力（電力効率）の点で不利である。特許文献2に開示された方法は、電圧波形の歪を改善することはできるが、電流波形の歪を改善することはできない。

10

【0005】

そこで本発明は、駆動性能および電力効率の低下を改善することが可能な振動型モータの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】

【0006】

本発明の一側面としての振動型モータの制御装置は、振動型モータの駆動信号を生成する駆動信号生成部と、前記駆動信号を昇圧する昇圧回路とを有し、前記駆動信号生成部は、前記振動型モータの駆動周波数が第1の駆動周波数の場合、前記駆動信号のデューティ比を第1のデューティ比に設定し、前記駆動周波数が前記第1の駆動周波数よりも高い第2の駆動周波数の場合、前記デューティ比を前記第1のデューティ比よりも高い第2のデューティ比に設定し、前記第2の駆動周波数において、前記振動型モータに流れる電流波形の電流歪は、前記第1のデューティ比に設定された場合よりも前記第2のデューティ比に設定された場合のほうが小さい。

20

【0007】

本発明の他の側面としての振動型モータの制御装置は、前記振動型モータの駆動信号を生成する駆動信号生成部と、前記駆動信号を昇圧する昇圧回路と、前記振動型モータに流れる電流を検出する電流検出部と、前記電流検出部により検出された前記電流と基準電流とを比較する比較部とを有し、前記駆動信号生成部は、前記電流が前記基準電流よりも大きい場合、前記駆動信号の所定のデューティ比を第1のデューティ比に下げ、前記電流が前記基準電流よりも小さい場合、前記所定のデューティ比を第2のデューティ比に上げ、前記電流が前記基準電流よりも大きい場合、前記振動型モータに流れる電流波形の電流歪は、前記所定のデューティ比に設定された場合よりも前記第1のデューティ比に設定された場合のほうが小さく、前記電流が前記基準電流よりも小さい場合、前記電流波形の前記電流歪は、前記所定のデューティ比に設定された場合よりも前記第2のデューティ比に設定された場合のほうが小さい。

30

【0008】

本発明の他の目的及び特徴は、以下の実施形態において説明される。

40

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、駆動性能および電力効率の低下を改善することが可能な振動型モータの制御装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】各実施形態における振動型モータの制御装置のブロック図である。

【図2】第1の実施形態における振動型モータの制御装置の詳細図である。

【図3】第1の実施形態におけるHブリッジ回路の入出力関係の例である。

【図4】第1の実施形態におけるDuty比の決定方法を示すフローチャートである。

50

【図５】第１の実施形態におけるステップ応答測定による結果の例である。
【図６】第１の実施形態における駆動周波数とD u t y比との関係を示す図である。
【図７】第１の実施形態におけるD u t y比の変更により電流歪が低減する例である。
【図８】第２の実施形態における振動型モータの制御装置の詳細図である。
【図９】第２の実施形態におけるD u t y比の決定方法を示すフローチャートである。
【図１０】第２の実施形態における基準電流波形と実測電流波形の例である。

【発明を実施するための形態】

【００１１】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【００１２】

（第１の実施形態）

まず、図１乃至図７を参照して、本発明の第１の実施形態における振動型モータ（超音波モータ）の制御装置について説明する。本実施形態では、ステップ応答を用いて昇圧回路の特性を測定し、昇圧回路の特性に合わせて適切なD u t y比（デューティ比）を決定する方法について説明する。

【００１３】

図１は、振動型モータの制御装置１００のブロック図である。駆動信号生成部１０１は、振動型モータ１０３の圧電素子２２２ a、２２２ bを駆動するための周波信号（駆動信号）を生成する。昇圧回路１０２ a、１０２ bは、圧電素子２２２ a、２２２ bに印加する電圧（駆動信号生成部１０１により生成された周波信号）をアクチュエータとして動作させるために必要な電圧に昇圧する。振動型モータ１０３は、圧電素子２２２ a、２２２ bを有し、圧電素子２２２ a、２２２ bに周波信号を印加し、振動することによりアクチュエータとして機能する。なお、振動型モータ１０３の構造および振動モードについては、例えば特許文献３や特許文献４に記載された振動型モータと同様な公知技術を用いればよく、それらの説明は省略する。

【００１４】

本実施形態では、トランスにより昇圧する方法、およびインダクタンス素子と圧電素子の容量成分との共振を利用して昇圧する方法を組み合わせた昇圧方法について説明する。

【００１５】

図２は、振動型モータの制御装置１００の詳細図である。駆動信号生成部１０１は、制御信号発生部２００、回路特性保持部（記憶部）２０１、および、Hブリッジ回路２１０ a、２１０ bを備える。制御信号発生部２００は、制御指令に基づいて、振動型モータ１０３の駆動に必要な周波信号を生成する。回路特性保持部２０１は、昇圧回路１０２ a、１０２ bの例えば共振周期等の回路特性を保持する。

【００１６】

図３は、Hブリッジ回路２１０ aの入出力関係を示す例である。Hブリッジ回路２１０ aの第１の入力端子にD u t y比２５％の矩形波信号である入力Aを、第２の入力端子にD u t y比２５％の矩形波信号である入力／Aを入れると、出力のような駆動信号が生成される。第１の入力端子に入力される信号と、第２の入力端子に入力される信号は、位相が互いに１８０度ずれた信号である。入力信号のH i g h期間となる時間をT o n時間３０１、L o w期間となる時間をT o f f時間３０２と呼ぶ。

【００１７】

昇圧回路１０２ aは、インダクタンス素子２２０ a、トランス２２１ a、および、振動型モータ１０３の圧電素子２２２ aを備える。昇圧回路１０２ aは、駆動信号生成部１０１から出力された信号をトランス２２１ aによる昇圧、およびインダクタンス素子２２０ aと圧電素子２２２ aとの共振を利用して、振動型モータ１０３の駆動に必要な電圧の周波信号を印加する。制御指令部２３０は、振動型モータ１０３を制御するために駆動速度指令を行う。昇圧回路１０２ bは、インダクタンス素子２２０ b、トランス２２１ b、および、圧電素子２２２ bを有し、昇圧回路１０２ aと同様に機能する。

【００１８】

10

20

30

40

50

図4は、本実施形態におけるDuty比の決定方法を示すフローチャートである。まずステップS11において、昇圧回路102a、102bの特性（共振特性）を測定するため、ステップ応答測定を行う。図5は、ステップ応答測定による結果の一例である。昇圧回路102a、102bにステップ入力波形501を入力すると、ステップ応答波形502が得られる。

【0019】

圧電素子222a、222bを振動型モータとして使用するために印加する周期信号は、一般的にはステップ応答波形502の1波目を繰り返した状態である。測定開始時間から1波目のピーク電圧までの時間をThigh503とする。これは、ステップ応答波形の共振周期504の略半分（共振周期の $1/2$ ）に相当する時間である。なお、ステップ
10
応答測定の方法は公知であるため、ここでの説明は省略する。また、ステップ応答測定方法については、オシロスコープ等の外部機器を使用してもよいし、測定回路（不図示）を設け制御信号発生部を共にしたマイクロコンピュータ等の情報処理装置で測定してもよい。図5では電圧波形を例示しているが、電流波形を測定してもよい。

【0020】

続いて、図4のステップS12において、測定されたThigh503を回路特性保持部201に記憶する。実際に振動型モータ103を駆動する際には、ステップS13において、駆動信号生成部101は、制御指令部230の制御指令に応じて、駆動周波数fおよび位相差 θ を決定する。続いてステップS14において、駆動信号生成部101は、駆動周波数fに対して、以下のようにDuty比を決定する。
20

【0021】

$$\text{Duty比} [\%] = \text{Thigh} [\text{sec}] \times \text{駆動周波数} f [\text{Hz}] \times 100$$

続いてステップS15において、制御信号発生部200は、決定した駆動周波数f、位相差 θ 、Duty比の周波信号（駆動信号）を出力する。なお本実施形態では、駆動信号生成部101はDuty比を演算で求めているが、これに限定されるものではなく、Ton時間301をThigh503に固定してもよい。なおステップS11、S12は、例えば工場調整時や電源起動時に行い、毎回実施しなくてもよい。

【0022】

図6は、本実施形態における駆動周波数とDuty比との関係を示す図であり、共振周期504が例えば $7.6 \mu\text{sec}$ である場合に制御信号発生部200が選択するDuty比の例を示している。
30

【0023】

図7(a)、(b)は、本実施形態におけるDuty比の変更により電流歪が低減する例であり、制御指令部230からの速度指令に応じて駆動周波数とDuty比を図6のように変更した際に観測されるトランス221a、221bの2次側電流波形を示す。図7(a)は駆動周波数92kHzの場合、図7(b)は駆動周波数88kHzの場合の例をそれぞれ示す。図7(c)は、駆動周波数88kHzの場合にDuty比を92kHzのときの値である34.96%にした場合の比較例であり、本実施形態と比べて電流波形の歪が大きくなる。

【0024】

本実施形態では、回路特性保持部201に昇圧回路102a、102bの共振周期を保持し、制御信号発生部200でDuty比を算出する例を説明したが、駆動周波数に基づいてDuty比を調整可能であればよい。
40

【0025】

また本実施形態では、昇圧回路102a、102bの共振特性をステップ応答測定により測定したが、別の測定方法を用いてもよく、また、予め算出された理論値を用いてもよい。また、温度等により共振特性が変化する可能性もあるため、温度補正手段を用いて温度を補正してからDuty比を調整してもよい。また、より高い周波数を用いて入力波形を疑似的に生成してもよく、振動型モータを駆動する周波数に関して本実施形態は広く適用可能である。
50

【0026】

以上、振動型モータの駆動波形を昇圧回路を用いて生成する制御装置において、振動型モータの駆動信号のDuty比を適切に調整する。すなわち駆動信号生成部は、振動型モータの駆動周波数に基づいて、駆動信号のデューティ比を変更する。好ましくは駆動信号生成部は、駆動周波数が第1の駆動周波数の場合、デューティ比を第1のデューティ比に設定し、駆動周波数が第1の駆動周波数よりも高い第2の駆動周波数の場合、デューティ比を第1のデューティ比よりも高い第2のデューティ比に設定する。また好ましくは、駆動信号生成部は、振動型モータに流れる電流波形の電流歪が小さくなるように（好ましくは最小となるように）デューティ比を設定する。また好ましくは、駆動信号生成部は、振動型モータに流れる電流波形が正弦波に近づくようにデューティ比を設定する。また好ましくは、駆動信号生成部は、昇圧回路の共振周期の $1/2$ に相当する期間を基準としてデューティ比を決定する。より好ましくは、振動型モータの制御装置は、共振周期の $1/2$ に相当する期間を記憶する記憶部（回路特性保持部201）を有し、駆動信号生成部は、共振周期の $1/2$ に相当する期間（*Thigh503*）と駆動周波数とに基づいてデューティ比を決定する。なお本実施形態において、駆動信号は、振動型モータの圧電素子を駆動するための周波信号に相当する。これにより、圧電素子222a、222bに流れる電流歪を改善して電力効率を高めることができる。

10

【0027】

（第2の実施形態）

次に、図8乃至図10を参照して、本発明の第2の実施形態における振動型モータの制御装置について説明する。本実施形態では、電流検出回路を用いて振動型モータに流れる電流を検出し、電流検出回路により得られた電流が正弦波波形よりも大きい場合にはDuty比を小さくし、小さい場合にはDuty比を大きくすることにより、電流歪が改善されることを説明する。

20

【0028】

図8は、本実施形態における振動型モータの制御装置100aの詳細図である。駆動信号生成部101aは、制御信号発生部200、基準電流波形保持部702、比較部703、および、Hブリッジ回路210a、210bを備える。制御信号発生部200は、制御指令に基づいて、振動型モータ103の駆動に必要な周波信号（駆動信号）を生成する。昇圧回路102aは、インダクタンス素子220a、トランス221a、および、振動型モータ103の圧電素子222aを備える。

30

【0029】

昇圧回路102aは、駆動信号生成部101aから出力された信号をトランス221aによる昇圧、およびインダクタンス素子220aと圧電素子222aとの共振を利用して、振動型モータ103の駆動に必要な電圧の周波信号を印加する。昇圧回路102bは、インダクタンス素子220b、トランス221b、および、圧電素子222bを有し、昇圧回路102aと同様の機能を有する。電流検出部701a、701bは、振動型モータ103に流れる電流を検出する。比較部703は、電流検出部701a、701bにより検出された電流（実測電流）と、基準電流波形保持部702に保持されている基準電流とを比較する。制御指令部230は、振動型モータ103を制御するために駆動速度指令を行う。

40

【0030】

図9は、本実施形態におけるDuty比の決定方法を示すフローチャートである。まずステップS21において、昇圧回路102a、102bに流れる理論上の電流波形を算出するためにシミュレーションを実施する。なお、回路の解法は公知であるため、その説明を省略する。続いてステップS22において、ステップS21のシミュレーション結果を基準電流（基準電流波形）として基準電流波形保持部702に保存する。続いてステップS23において、駆動信号生成部101aは、Duty比の初期値を設定する。続いてステップS24において、振動型モータ103を駆動する際に、駆動信号生成部101aは、制御指令部230の制御指令に基づいて、駆動周波数fおよび位相差 θ を決定する。続

50

いてステップS25において、駆動信号生成部101aは、振動型モータ103を駆動するための周波信号（駆動信号）を出力する。

【0031】

続いてステップS26において、駆動信号生成部101aは、ステップS25にて出力された周波信号で振動型モータ103を駆動した結果に基づいて、Duty比を調整する。本実施形態では、比較部703は、例えば1周期の電流波形（電流検出部701a、701bにより検出された電流波形（実測電流波形））を観測し、基準電流波形よりも大きいか否かを判定する。1周期の電流波形が基準電流波形よりも大きい場合、ステップS27へ進む。ステップS27において、駆動信号生成部101aは、Duty比を下げる。例えばDuty比を0.1%下げた場合、次の1周期のDuty比は49.9%となる。一方、ステップS26にて1周期の電流波形が基準電流波形よりも小さい場合、ステップS28へ進む。ステップS28において、駆動信号生成部101aは、Duty比を上げる。例えばDuty比を0.1%上げた場合、次の1周期のDuty比は50.1%となる。判定基準は、例えば、1周期を積分した大きさで比較してもよいし、1サンプリングごとに比較してもよい。

【0032】

図10(a)～(c)は、基準電流波形と実測電流波形の例である。図10(a)～(c)は、比較部703で比較される、基準電流波形保持部702に保存された基準電流波形と電流検出部701a、701bで測定された電流波形の例であり、破線は基準電流波形、実線は実測電流波形をそれぞれ示している。図10(a)、(b)は、基準電流波形よりも実測電流波形が大きい場合の例を示す。図10(c)は、基準電流波形よりも実測電流波形が小さい場合の例を示す。図10(a)は実測電流波形が基準電流波形よりも常に大きい場合の例であり、図10(b)は一部期間において実測電流波形が基準電流波形よりも小さい場合の例である。

【0033】

本実施形態では、2つの電流検出部701a、701bを用いて振動型モータ103の2か所の測定点での測定結果が同じである場合を説明したが、2か所の測定点での測定結果が異なる場合がある。その場合、2つの測定結果の平均値や、いずれか一方の測定結果の値を優先して採用してもよい。また本実施形態において、2つの電流検出部を用いるが、1つの電流検出部のみを用いて1か所の測定点での測定結果を利用してもよい。

【0034】

以上、振動型モータの駆動波形を昇圧回路を用いて生成する制御装置において、電流検出部を用いることで振動型モータの駆動信号のDuty比をより適切に調整する。すなわち駆動信号生成部は、振動型モータに流れる電流に基づいて、駆動信号のデューティ比を変更する。好ましくは、振動型モータの制御装置は、振動型モータに流れる電流を検出する電流検出部と、電流検出部により検出された電流と基準電流とを比較する比較部とを有する。駆動信号生成部は、比較部による電流と基準電流との比較結果に基づいてデューティ比を決定する。より好ましくは、駆動信号生成部は、電流が基準電流よりも大きい場合にデューティ比を下げ、電流が基準電流よりも小さい場合にデューティ比を上げる。これにより、圧電素子222a、222bに流れる電流歪を改善して電力効率を高めることができる。

【0035】

各実施形態の振動型モータの制御装置は、振動型モータの駆動信号の駆動周波数や電流値に基づいて、Duty比を適切に調整するため、圧電素子に流れる電流歪を改善することができる。このため各実施形態によれば、駆動性能および電力効率の低下を改善することが可能な振動型モータの制御装置を提供することができる。

【0036】

なお、各実施形態の振動型モータの制御装置は様々な駆動装置に適用可能である。振動型モータの制御装置と振動型モータと振動型モータを用いて駆動する被駆動体とを有する駆動装置の例として、レンズを被駆動体とするレンズ装置、撮影方向変更部材を被駆動体

10

20

30

40

50

とする撮像装置などの光学機器が挙げられる。また、移動対象物を設置するステージを被駆動体とするステージ装置や腕部あるいは指部を被駆動体とするロボットアームなどの産業機器も駆動装置の例として挙げられる。

【 0 0 3 7 】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

【符号の説明】

【 0 0 3 8 】

1 0 0 振動型モータの制御装置

1 0 1 駆動信号生成部

1 0 2 a、1 0 2 b 昇圧回路

10

20

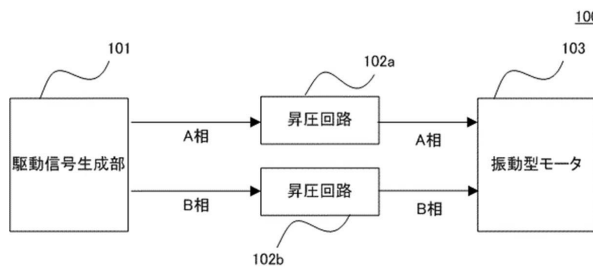
30

40

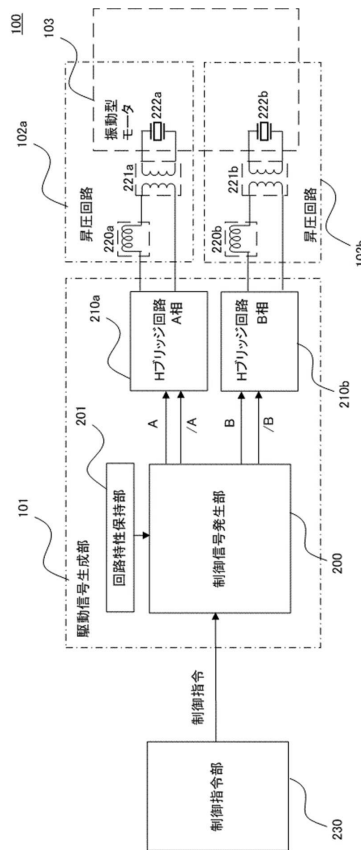
50

【図面】

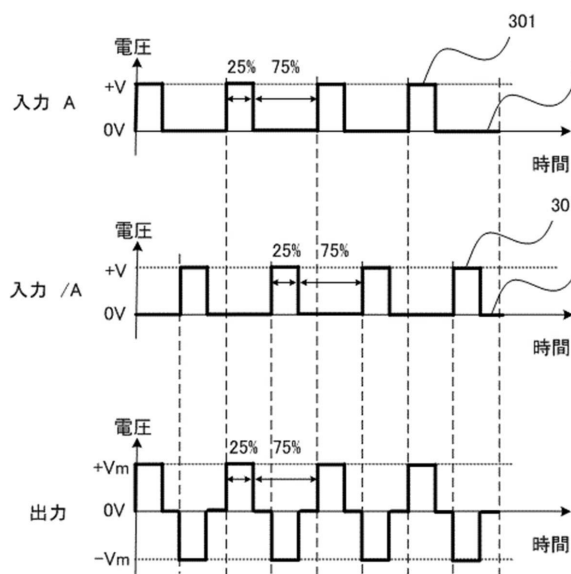
【図 1】



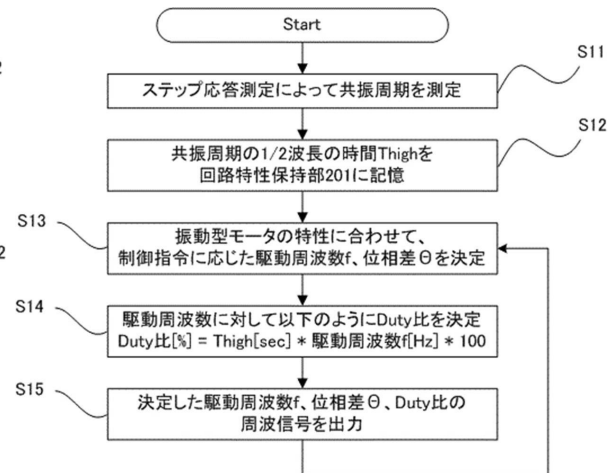
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

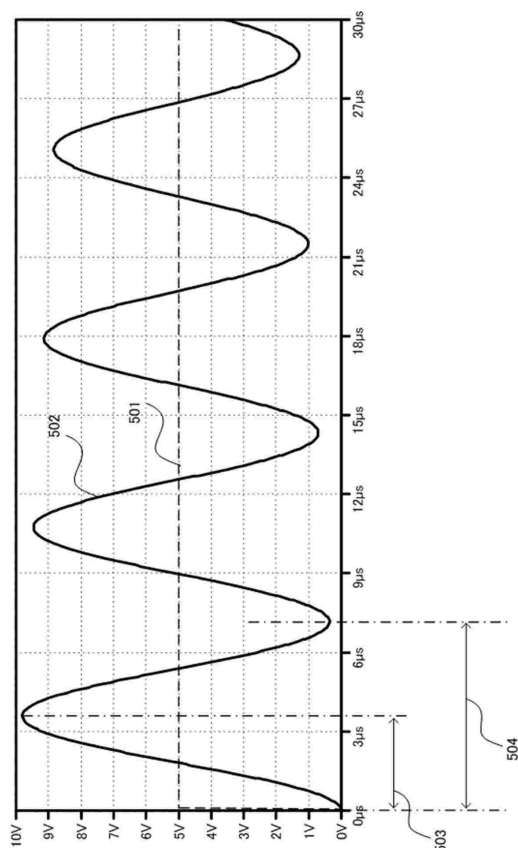
20

30

40

50

【図 5】



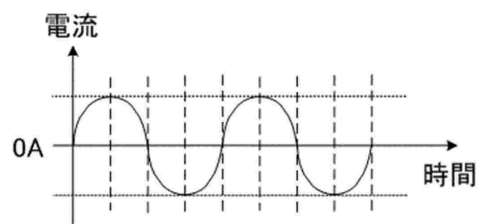
【圖 6】

駆動周波数[kHz]	DUTY比[%]
85	32.30
86	32.68
87	33.06
88	33.44
89	33.82
90	34.20
91	34.58
92	34.96
93	35.34
94	35.72
95	36.10

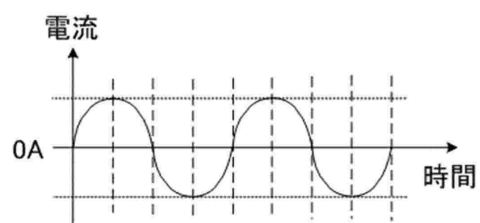
10

20

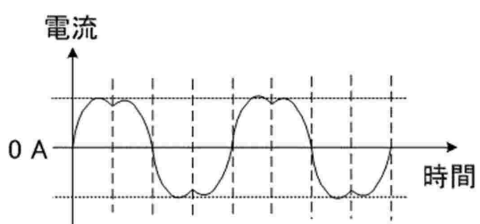
【圖 7】



(a) 92kHz, 34.96%の電流波形の例

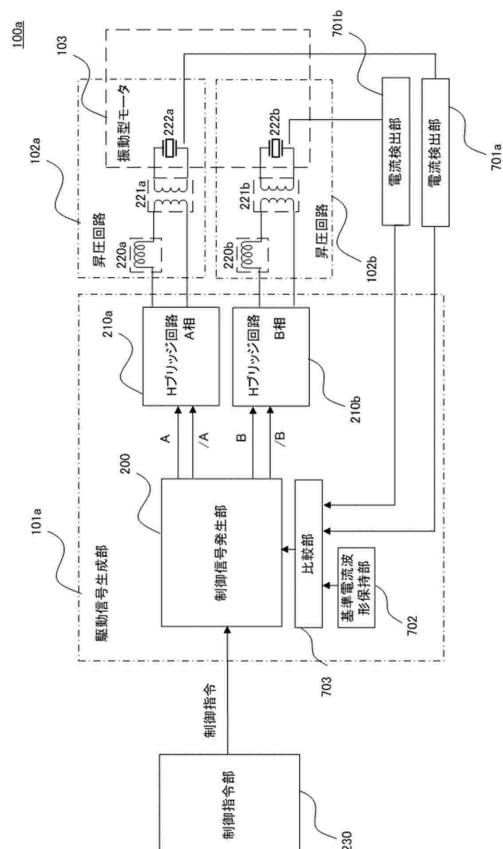


(b) 88kHz, 33.44%の電流波形の例



(c) 88kHz, 34.96%の電流波形の例

【圖 8】

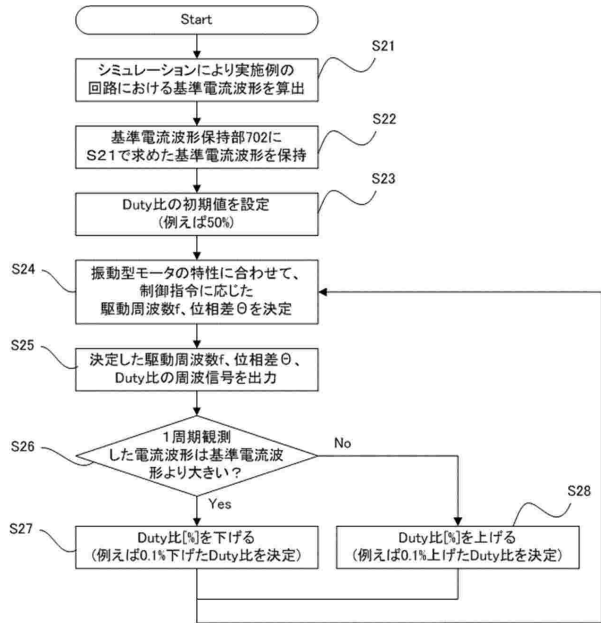


30

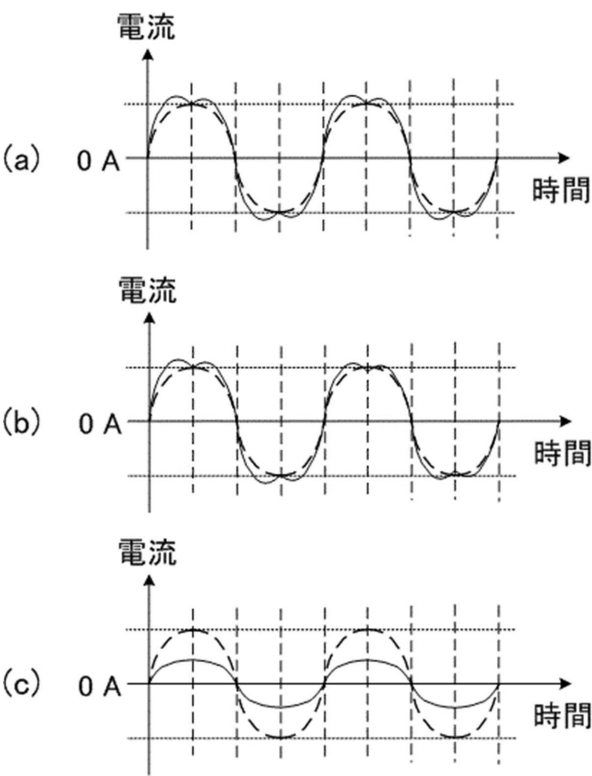
40

50

【図 9】



【図 10】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2018-133873 (JP, A)
特開平 09-271174 (JP, A)
特開 2017-143602 (JP, A)
特開 2000-184759 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H02N 2/06