

(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2019-122450
(P2019-122450A)

(43) 公開日 令和1年7月25日(2019.7.25)

(51) Int.Cl.
A 6 1 B 8/14 (2006.01)

F I
A 6 1 B 8/14

テーマコード (参考)
4 C 6 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2018-3203 (P2018-3203)	(71) 出願人	000001270
(22) 出願日	平成30年1月12日 (2018.1.12)		コニカミノルタ株式会社
			東京都千代田区丸の内二丁目7番2号
		(74) 代理人	100105050
			弁理士 鷲田 公一
		(74) 代理人	100155620
			弁理士 木曾 孝
		(72) 発明者	杉ノ内 剛彦
			東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コ
			ニカミノルタ株式会社内
		(72) 発明者	本郷 英男
			東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コ
			ニカミノルタ株式会社内
		Fターム(参考)	4C601 BB03 BB16 BB23 EE15 EE19 GA12 GB04

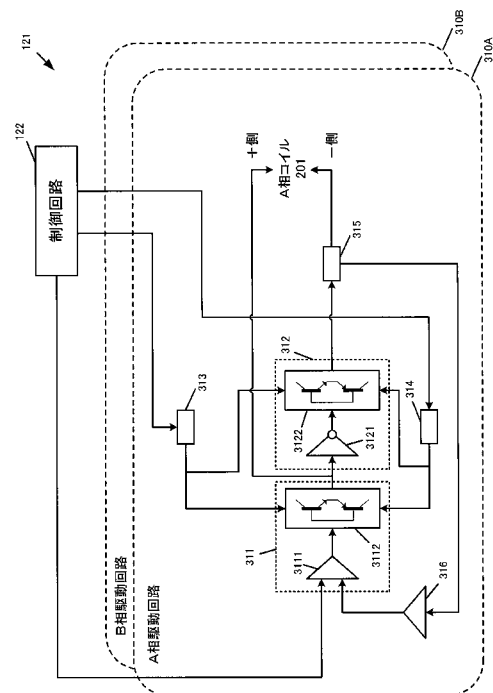
(54) 【発明の名称】 超音波探触子ユニットおよび超音波診断装置

(57) 【要約】

【課題】コネクタハウジング内の回路による熱の発生を低減することができる超音波探触子ユニットおよび超音波診断装置を提供する。

【解決手段】駆動回路121は、可変出力スイッチング電源313、314、および可変出力スイッチング電源313、314の出力電圧が入力され、出力電圧に基づいて駆動電圧を2相ステッピングモーター200に出力するリニアアンプ311、312を備え、制御回路122は、所定の電圧指令値 V_c と、電圧指令値 V_c に基づいて決定したデューティ比とを用いて可変出力スイッチング電源313、314に対するスイッチング制御を行う。

【選択図】図5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

音響素子アレイ、および前記音響素子アレイを走査方向に交差する方向に移動させるアクチュエーターを含む揺動機構を備えた超音波探触子と、

前記アクチュエーターを駆動する駆動回路と、

前記駆動回路を制御する制御回路と、

を備え、

前記駆動回路は、可変出力スイッチング電源、および前記可変出力スイッチング電源の出力電圧が入力され、前記出力電圧に基づいて駆動電圧を前記アクチュエーターに出力するリニアアンプを有し、

10

前記制御回路は、所定の電圧指令値と、前記電圧指令値に基づいて決定したデューティ比とを用いて前記可変出力スイッチング電源に対するスイッチング制御を行う、

超音波探触子ユニット。

【請求項 2】

前記制御回路は、前記音響素子アレイの移動量に基づいて前記アクチュエーターに付与する電圧指令値を生成する、

請求項 1 に記載の超音波探触子ユニット。

【請求項 3】

前記制御回路は、前記アクチュエーターへの入力電流が所定の電流指令値となるように定電流制御する、

20

請求項 1 または 2 に記載の超音波探触子ユニット。

【請求項 4】

前記制御回路は、スイッチング周波数が徐々に低くなるように、前記可変出力スイッチング電源をスイッチング制御する、

請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の超音波探触子ユニット。

【請求項 5】

前記制御回路は、スイッチング周波数が徐々に高くなるように、前記可変出力スイッチング電源をスイッチング制御する、

請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の超音波探触子ユニット。

【請求項 6】

30

前記制御回路は、スイッチング周波数が前記音響素子アレイの周波数帯域と重ならないように、前記可変出力スイッチング電源をスイッチング制御する、

請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の超音波探触子ユニット。

【請求項 7】

前記制御回路は、前記可変出力スイッチング電源をスイッチング制御する際に、スイッチング周波数を変化させる方向を、前記アクチュエーターの動作波形の周期毎に変化させる、

請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の超音波探触子ユニット。

【請求項 8】

前記制御回路は、スイッチング周波数が前記音響素子アレイの送信周期と同期するように、前記可変出力スイッチング電源をスイッチング制御する、

40

請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の超音波探触子ユニット。

【請求項 9】

前記制御回路は、前記電圧指令値の変化速度が所定のしきい値より大きい場合に、前記変化速度に基づいて決定した係数を前記デューティ比に乗算した補正デューティ比を用いて前記可変出力スイッチング電源に対するスイッチング制御を行う、

請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の超音波探触子ユニット。

【請求項 10】

前記リニアアンプは、前記アクチュエーターにプラス電流を供給するプラス側リニアアンプと、マイナス電流を供給するマイナス側リニアアンプと、を有し、

50

前記可変出力スイッチング電源は、前記プラス側リニアアンプのハイサイドと、マイナス側リニアアンプのハイサイドと、に電源を供給するプラス側電源と、前記プラス側リニアアンプのローサイドと、マイナス側リニアアンプのローサイドと、に電源を供給するマイナス側電源と、を有する、

請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載の超音波探触子ユニット。

【請求項 1 1】

前記超音波探触子とケーブルで接続され超音波診断装置本体と接続されるコネクタハウジングを更に有し、

前記駆動回路及び前記制御回路は、前記コネクタハウジング内に設けられている

請求項 1 から 10 のいずれか一項に記載の超音波探触子ユニット。

10

【請求項 1 2】

請求項 1 1 に記載の超音波探触子ユニットと、前記超音波診断装置本体と、を有し、

前記超音波診断装置本体は、前記超音波探触子から被検体に対して超音波送信信号を送信させ、前記被検体からの反射波を受信した前記超音波探触子が生成した超音波受信信号に基づいて超音波画像を生成する、

超音波診断装置。

【請求項 1 3】

超音波探触子ユニットと、前記超音波探触子ユニットから被検体に対して超音波送信信号を送信させ、前記被検体からの反射波を受信した前記超音波探触子ユニットが生成した超音波受信信号に基づいて超音波画像を生成する超音波診断装置本体と、を有する超音波診断装置であって、

20

前記超音波探触子ユニットは、音響素子アレイと、前記音響素子アレイを走査方向に垂直に揺動させるアクチュエーターを含む揺動機構と、を有する超音波探触子と、前記超音波探触子とケーブルで接続され、前記超音波診断装置本体に接続されるコネクタハウジングと、を有し、

前記超音波診断装置本体は、前記アクチュエーターを駆動する駆動回路と、前記駆動回路を制御する制御回路と、を有し、

前記駆動回路は、可変出力スイッチング電源と、前記可変出力スイッチング電源の出力電圧が入力され、前記出力電圧に基づいて駆動電圧を前記アクチュエーターに出力するリニアアンプと、を有し、

30

前記制御回路は、所定の電圧指令値と、前記電圧指令値に基づいて決定したデューティ比とを用いて前記可変出力スイッチング電源に対するスイッチング制御を行う、

超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波を利用した超音波診断装置の超音波探触子ユニットおよび超音波診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

40

従来、超音波を被検体内部に照射し、その反射波を受信して解析することにより被検体内部の検査を行う超音波診断装置が普及している。超音波診断装置は、被検体を非破壊、非侵襲で調べることができるので、医療目的の検査や建築構造物内部の検査、種々の用途に広く用いられている。

【0003】

超音波診断装置では、電圧信号と超音波振動との間で変換を行う音響素子（変換器）が複数個、所定の方向（走査方向）に配列されており、これらの音響素子が、駆動電圧の印加により超音波を出射する。そして、超音波診断装置は、超音波の反射波の入射による電圧変化を検出する音響素子を時間的に変化させる（走査する）ことにより、2次元的なデータをほぼリアルタイムで取得することができる。

50

【 0 0 0 4 】

さらに、超音波の出入射面内で、これらの音響素子の配列を走査方向に垂直に往復移動（揺動）させることで、３次元的な画像をほぼリアルタイムで取得する技術が存在する。このような技術を用いて３次元画像を取得することで、２次元画像では分かりづらかった検査対象の立体形状や位置関係を、操作者がより容易に知得できる。

【 0 0 0 5 】

このように音響素子の配列を走査方向に垂直に揺動させる超音波探触子（プローブ）の一例として、例えば特許文献１に記載されたものがある。図１は、特許文献１に記載されているような、従来の超音波探触子ユニット８００の構成例を示す図である。図１に示すように、超音波探触子ユニット８００は、超音波探触子８１０と、超音波探触子８１０を超音波診断装置（図示せず）に接続するコネクタであるコネクタハウジング８２０と、を有する。

10

【 0 0 0 6 】

図１に示すように、３次元走査可能な超音波探触子８１０は、複数の音響素子からなる音響素子アレイ８１１と、音響素子アレイを機械的に揺動して走査する揺動機構８１２とを有する。また、図１に示すように、コネクタハウジング８２０は、揺動機構８１２が有するステッピングモーターを駆動する駆動回路８２１と、駆動回路８２１を制御する制御回路８２２と、を有する。

【 0 0 0 7 】

このような構成を有する従来の超音波探触子ユニット８００では、超音波診断装置からの揺動指令信号に基づく制御回路８２２の制御により、コネクタハウジング８２０に設置された駆動回路８２１が超音波探触子８１０の揺動機構８１２を制御して、３次元走査を行っていた。このような構成では、コネクタハウジング８２０に駆動回路８２１を設けているため、音響素子アレイ８１１の揺動制御を超音波診断装置本体側ではなく、超音波探触子ユニット８００側で行うことができる。これにより、例えば超音波探触子ユニット８００を種々の超音波診断装置本体に付け替えて使用する場合でも、問題なく音響素子アレイ８１１の揺動制御を行うことができるようになる。

20

【 0 0 0 8 】

ここで、一般的には、換言すれば超音波診断装置以外では、ステッピングモーター、３相ＤＣモーターやＡＣモーター等、各種モーターの駆動回路において、高効率なスイッチングアンプ（Ｄ級アンプ）がよく用いられる。スイッチングアンプとは、例えばＰＷＭ（Pulse Width Modulation）方式のパルス等を使用したスイッチング動作により増幅を行うデジタルアンプである。

30

【 0 0 0 9 】

しかしながら、超音波診断装置のステッピングモーターの駆動回路にＤ級アンプを用いると、ＰＷＭパルス信号により高調波が発生することがある。上記したように、駆動回路８２１は超音波診断装置本体との接続部分であるコネクタハウジング８２０内に設けられているため、超音波探触子８１０が生成した超音波受信信号にＤ級アンプが発した高調波が重畳されてしまう事態が生じうる。このような事態が生じると、高調波が重畳された超音波受信信号に基づいて超音波診断装置本体側で画像処理を行って超音波画像を生成した場合に、高調波成分がノイズとなって画像に現れ、正確な診断を行うことが困難となる。このような事態を回避するために、超音波診断装置における揺動機構（ステッピングモーター）の駆動回路としては、リニアアンプ（例えばＡＢ級アンプ）が使用されることが望ましい。

40

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 0 】

【 特許文献１ 】 特開 2 0 0 4 - 1 6 7 5 0 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

50

【 0 0 1 1 】

ところで、超音波診断装置として、据え置き型等の比較的本体サイズが大きいものの他、ラップトップタイプやポータブルタイプ等のハンドキャリア機が普及している。このようなハンドキャリア機では、可搬性を確保するため、本体サイズが比較的小さくなっており、これに合わせてコネクタハウジングの小型化が要望されている。

【 0 0 1 2 】

一般に、リニアアンプはスイッチングアンプと比較して発熱が大きい。アンプを含む駆動回路が発する熱は、コネクタハウジングの筐体から周囲に放熱されるが、コネクタハウジングを小型化した場合、駆動回路が発する熱が放熱される面積（コネクタハウジングの筐体表面積）が小さくなるため、コネクタハウジングが大きい場合と比較して、筐体温度が高くなってしまいう事態が生じうる。このような事情から、安全のため、コネクタハウジングの筐体温度上昇を防止することが要望されている。

10

【 0 0 1 3 】

本発明は、コネクタハウジング内の回路による熱の発生を低減することができる超音波探触子ユニットおよび超音波診断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】

【 0 0 1 4 】

本発明の超音波探触子ユニットは、音響素子アレイ、および前記音響素子アレイを走査方向に交差する方向に移動させるアクチュエーターを含む揺動機構を備えた超音波探触子と、前記アクチュエーターを駆動する駆動回路と、前記駆動回路を制御する制御回路と、を備え、前記駆動回路は、可変出力スイッチング電源、および前記可変出力スイッチング電源の出力電圧が入力され、前記出力電圧に基づいて駆動電圧を前記アクチュエーターに出力するリニアアンプを有し、前記制御回路は、所定の電圧指令値と、前記電圧指令値に基づいて決定したデューティ比とを用いて前記可変出力スイッチング電源に対するスイッチング制御を行う。

20

【 0 0 1 5 】

本発明の超音波診断装置は、上記の超音波探触子ユニットと、超音波診断装置本体と、を有し、前記超音波診断装置本体は、前記超音波探触子から被検体に対して超音波送信信号を送信させ、前記被検体からの反射波を受信した前記超音波探触子が生成した超音波受信信号に基づいて超音波画像を生成する。

30

【 0 0 1 6 】

本発明の超音波診断装置は、超音波探触子ユニットと、前記超音波探触子ユニットから被検体に対して超音波送信信号を送信させ、前記被検体からの反射波を受信した前記超音波探触子ユニットが生成した超音波受信信号に基づいて超音波画像を生成する超音波診断装置本体と、を有する超音波診断装置であって、前記超音波探触子ユニットは、音響素子アレイと、前記音響素子アレイを走査方向に垂直に揺動させるアクチュエーターを含む揺動機構と、を有する超音波探触子と、前記超音波探触子とケーブルで接続され、前記超音波診断装置本体に接続されるコネクタハウジングと、を有し、前記超音波診断装置本体は、前記アクチュエーターを駆動する駆動回路と、前記駆動回路を制御する制御回路と、を有し、前記駆動回路は、可変出力スイッチング電源と、前記可変出力スイッチング電源の出力電圧が入力され、前記出力電圧に基づいて駆動電圧を前記アクチュエーターに出力するリニアアンプと、を有し、前記制御回路は、所定の電圧指令値と、前記電圧指令値に基づいて決定したデューティ比とを用いて前記可変出力スイッチング電源に対するスイッチング制御を行う。

40

【発明の効果】

【 0 0 1 7 】

本発明によれば、コネクタハウジング内の回路による熱の発生を低減することができる超音波探触子ユニットおよび超音波診断装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 8 】

50

【図 1】従来の超音波探触子ユニットの構成例を示す図

【図 2】本発明の実施の形態に係る超音波診断装置の構成を例示した図

【図 3】本発明の実施の形態に係る超音波探触子ユニットの構成を例示した図

【図 4】揺動機構が有するステッピングモーターの構造の一例を示した図

【図 5】駆動回路および制御回路の構成の一例を示す図

【図 6】可変出力スイッチング電源の回路構成を例示した図

【図 7】電圧指令値に対してデューティ比を一意に決定するために使用されるテーブルの一例を示す図

【図 8 A】電圧指令値と、決定したデューティ比を用いてスイッチング制御された可変出力スイッチング電源の出力電圧と、の関係を示す図

10

【図 8 B】リニアアンプへの入力電圧を制御しない場合の、リニアアンプの入力電圧と出力電圧との関係を示す図

【図 9】ステッピングモーターの回転数と制御回路のスイッチング制御による可変出力スイッチング電源の出力電力との関係を示す図

【図 10】時間あたりの電圧指令値の変化量に対してデューティ比に乗算する係数を一意に決定するために使用されるテーブルの一例を示す図

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明の実施の形態に係る超音波探触子ユニットについて、図面を参照して説明する。ただし、発明の範囲は図示した例に限定されない。なお、以下の説明において、同一の機能および構成を有するものについては、同一の符号を付し、その説明を省略する。

20

【0020】

図 2 は、本発明の実施の形態に係る超音波診断装置の構成を例示した図である。図 2 に示すように、超音波診断装置 1 は、超音波探触子ユニット 100 と、超音波診断装置本体 11 と、操作部 12 と、表示部 13 と、を有する。また、超音波探触子ユニット 100 は、超音波探触子 110 と、コネクタハウジング 120 と、ケーブル 130 と、を有する。

【0021】

超音波探触子 110 は、図示しない生体等の被検体内に対して超音波（送信超音波）を送信するとともに、この被検体内で反射した超音波の反射波（反射超音波：エコー）を受信する。

30

【0022】

超音波診断装置本体 11 は、超音波探触子 110 とケーブル 130 およびコネクタハウジング 120 を介して接続され、超音波探触子 110 に電気信号の駆動信号を送信することによって超音波探触子 110 に被検体に対して超音波送信信号を送信させる。そして、被検体内からの反射波を受信した超音波探触子 110 が生成した超音波受信信号に基づいて被検体内の内部状態を超音波画像として画像化する。操作部 12 は例えばスイッチ、ボタン、キーボード、マウス、タッチパネル等の操作デバイスであり、超音波診断装置 1 のユーザである医師や検査技師等の操作を受け付ける。表示部 13 は、LCD（液晶ディスプレイ）や有機 EL ディスプレイ等の表示デバイスであり、超音波診断装置本体 11 が生成した超音波画像を表示したり、超音波診断装置 1 の状態に応じた種々の表示画面を表示したりする。

40

【0023】

< 超音波探触子ユニット 100 の構成 >

図 3 は、本発明の実施の形態に係る超音波探触子ユニット 100 の構成を例示した図である。図 3 に示すように、超音波探触子ユニット 100 は、超音波探触子 110 と、コネクタハウジング 120 と、ケーブル 130 と、を有する。超音波探触子ユニット 100 は、コネクタハウジング 120 によって超音波診断装置本体 11（図 2 参照）に接続される。

【0024】

超音波探触子 110 は、超音波診断の際に被検体に当接されて超音波信号を送信し、反

50

射波信号を受信して受信信号を生成する。超音波信号の生成は、コネクタハウジング 1 2 0 およびケーブル 1 3 0 を介して超音波診断装置本体 1 1 から送信された制御信号に基づいて行われる。また、超音波探触子 1 1 0 において受信された受信信号は、ケーブル 1 3 0 およびコネクタハウジング 1 2 0 を介して超音波診断装置本体 1 1 に送信される。これにより、超音波診断装置本体 1 1 において超音波画像が生成され、表示部 1 3 に表示される。

【0025】

図 3 に示すように、超音波探触子 1 1 0 は、音響素子アレイ 1 1 1 と、揺動機構 1 1 2 と、を有する。音響素子アレイ 1 1 1 は、電気信号と超音波を相互に変換して超音波を生成する音響素子を例えば走査方向に沿って直線状に配列させたものである。揺動機構 1 1 2 は、音響素子アレイ 1 1 1 を揺動させて超音波形成面を移動させ、3 次元走査を実現するための機構である。揺動機構 1 1 2 は、例えば後述する 2 相ステッピングモーター 2 0 0 と、プーリやベルト等の伝達部材（図示せず）と、によって構成され、伝達部材を介したステッピングモーターの駆動力により、音響素子アレイ 1 1 1 が設けられた土台部（図示せず）を、走査方向に対して垂直に揺動させる。なお、2 相ステッピングモーター 2 0 0 は本発明のアクチュエーターの一例である。

10

【0026】

なお、図 3 では図示を省略するが、超音波探触子 1 1 0 は、音響素子アレイ 1 1 1 を内包して超音波を透過する音響ウィンドウや、音響素子アレイ 1 1 1 を揺動可能に保持するフレーム等を有していてもよい。

20

【0027】

図 4 は、揺動機構 1 1 2 が有する 2 相ステッピングモーター 2 0 0 の構造の一例を示した図である。図 4 に示すように、2 相ステッピングモーター 2 0 0 は、2 つのコイル 2 0 1 , 2 0 2 とロータ 2 0 3 とを有している。2 つのコイル 2 0 1 , 2 0 2 は、電気角が互いに 90° ずれるように配置される。このため、2 つのコイル 2 0 1 , 2 0 2 のロータ 2 0 3 に対する磁界の方向も、ロータ 2 0 3 の中心角について電気角が互いに 90° ずれている。図 4 では、コイル 2 0 1 を A 相側、コイル 2 0 2 を B 相側として図示する。

【0028】

ロータ 2 0 3 は、例えば永久磁石等の磁石を有し、A 相コイル 2 0 1 および B 相コイル 2 0 2 からの磁界に応じた位置で安定するように構成される。従って、互いに 90° 位相の異なる交流電流を A 相コイル 2 0 1 および B 相コイル 2 0 2 に供給することで、その電流位相によりロータ 2 0 3 が回転する。また、特定の電流位相のタイミングで電流位相の変化を停止することで、その時の電流位相に応じた位置にロータ 2 0 3 を停止することができる。このような構成により、2 相ステッピングモーター 2 0 0 の回転が制御される。

30

【0029】

<コネクタハウジング 1 2 0 の構成>

図 3 に示すように、コネクタハウジング 1 2 0 は、駆動回路 1 2 1、制御回路 1 2 2、コネクタ 1 2 3 を有する。駆動回路 1 2 1 は、揺動機構 1 1 2 が有する 2 相ステッピングモーター 2 0 0 の駆動制御を行う。制御回路 1 2 2 は、例えば超音波診断装置本体 1 1 からの指示信号に基づいて駆動回路 1 2 1 を制御する。

40

【0030】

図 5 は、駆動回路 1 2 1 および制御回路 1 2 2 の構成の一例を示す図である。図 5 に示すように、駆動回路 1 2 1 は、A 相駆動回路 3 1 0 A と、B 相駆動回路 3 1 0 B と、を有する。

【0031】

制御回路 1 2 2 は、例えば CPU (Central Processing Unit) や MPU (Micro Processing Unit) 等の電子回路、または ASIC (Application Specific Integrated Circuit) や FPGA (Field Programmable Gate Array) 等の集積回路である。制御回路 1 2 2 は、例えば超音波診断装置本体 1 1 からの指示信号に基づいて駆動回路 1 2 1 (A 相駆動回路 3 1 0 A と B 相駆動回路 3 1 0 B) の可変出力スイッチング電源 3 1 3 , 3 1 4 をス

50

スイッチング制御するための電圧指令値 V_c とデューティ比とを決定し、これらに基づいて可変出力スイッチング電源 313, 314 をスイッチング制御する。制御回路 122 の動作の詳細については後述する。

【0032】

図 5 に示すように、A 相駆動回路 310A は、リニアアンプ 311, 312、可変出力スイッチング電源 313, 314、電流検知部 315、および電流 / 電圧変換アンプ 316 を有する。なお、B 相駆動回路 310B も A 相駆動回路 310A とほぼ同様の構成を有するため、図示および説明を省略する。

【0033】

リニアアンプ 311, 312 は、例えば AB 級のリニアアンプである。本発明において、リニアアンプとは、入力と出力との関係が一次式で表される増幅器を意味している。

10

【0034】

リニアアンプ 311 は、差動アンプ 3111 と電力増幅アンプ 3112 とを有する。差動アンプ 3111 は、後述する制御回路 122 から入力される電流指令値 I_c と、後述する電流検知部 315 が検知した、2 相ステッピングモーター 200 の A 相コイル 201 を流れる電流値である電流検知値 I_d と、の差分を検出する。電力増幅アンプ 3112 は、入力された電流を増幅するアナログアンプである。

【0035】

リニアアンプ 312 は、反転回路 3121 と電力増幅アンプ 3122 とを有する。反転回路 3121 は例えばオペアンプ等の反転回路である。電力増幅アンプ 3122 は、入力された電流を増幅するアナログアンプである。

20

【0036】

リニアアンプ 311 の出力端子は 2 相ステッピングモーター 200 の A 相コイル 201 の + 側端子に接続される。すなわち、リニアアンプ 311 は 2 相ステッピングモーター 200 の + 側のアンプである。一方、リニアアンプ 312 の出力端子は A 相コイル 201 の - 側端子に接続される。すなわち、リニアアンプ 312 は 2 相ステッピングモーター 200 の - 側のアンプである。従って、2 相ステッピングモーター 200 は、リニアアンプ 311, 312 の出力電圧を駆動電圧として動作する。リニアアンプ 311 の電力増幅アンプ 3112 は、可変出力スイッチング電源 313 の出力電圧に基づいて動作する。また、リニアアンプ 312 の電力増幅アンプ 3122 は、可変出力スイッチング電源 314 の出力電圧に基づいて動作する。

30

【0037】

可変出力スイッチング電源 313, 314 は、2 相ステッピングモーター 200 を駆動するための駆動電圧を、リニアアンプ 311, 312 を介して 2 相ステッピングモーター 200 に供給する。可変出力スイッチング電源 313 は 2 相ステッピングモーター 200 の A 相コイル 201 の + 側にリニアアンプ 311 を介して接続される。また、可変出力スイッチング電源 314 は A 相コイル 201 の - 側にリニアアンプ 312 を介して接続される。可変出力スイッチング電源 313 は、リニアアンプ 311 (電力増幅アンプ 3112), リニアアンプ 312 (電力増幅アンプ 3122) のハイサイド (+ 側) に接続され、可変出力スイッチング電源 314 は、リニアアンプ 311 (電力増幅アンプ 3112), リニアアンプ 312 (電力増幅アンプ 3122) のローサイド (- 側) に接続される。

40

【0038】

このように、リニアアンプ 311, 312 のハイサイド電源は可変出力スイッチング電源 313 に、ローサイド電源は可変出力スイッチング電源 314 に、それぞれ共通化されている。このような構成により、2 相ステッピングモーター 200 の駆動電圧が正である場合の電源制御を可変出力スイッチング電源 313 が、駆動電圧が負である場合の電源制御を可変出力スイッチング電源 314 が、それぞれ共通して行うことができる。なお、以下の説明において、可変出力スイッチング電源 313 の出力電圧を V_{out+} 、可変出力スイッチング電源 314 の出力電圧を V_{out-} と記載する。

【0039】

50

なお、本発明の実施の形態において、「正の駆動電圧」とは、必ずしも駆動電圧の電圧値が正である場合に限定されず、「負の駆動電圧」とは、必ずしも駆動電圧の電圧値が負である場合に限定されない。本発明の実施の形態においては、例えば、所定の基準電圧と駆動電圧とを比較したとき、基準電圧より大きい駆動電圧を「正の駆動電圧」、基準電圧より小さい駆動電圧を「負の駆動電圧」と称する。所定の基準電圧とは、例えば超音波診断装置 1 の設計者が任意に設定した電圧である。駆動電圧だけではなく、可変出力スイッチング電源 3 1 3 , 3 1 4 の出力電圧についても同様である。

【0040】

電流検知部 3 1 5 は、2 相ステッピングモーター 2 0 0 の A 相コイル 2 0 1 を流れる電流値を検知する。電流検知部 3 1 5 で検知された電流値は、電流 / 電圧変換アンプ 3 1 6 によって適宜増幅され電流検知値 I_d としてリニアアンプ 3 1 1 に入力される。電流 / 電圧変換アンプ 3 1 6 は、入力された電流値を電圧値に変換する。

10

【0041】

< 可変出力スイッチング電源 3 1 3 , 3 1 4 の構成 >

次に、可変出力スイッチング電源 3 1 3 , 3 1 4 の構成について説明する。図 6 は、可変出力スイッチング電源 3 1 3 の回路構成を例示した図である。図 6 に示すように、可変出力スイッチング電源 3 1 3 は、制御回路 4 0 1、スイッチング素子 4 0 2 を有する。なお、可変出力スイッチング電源 3 1 4 の回路構成も図 6 に示す可変出力スイッチング電源 3 1 3 と同様であるため、図示と説明を省略する。

【0042】

制御回路 4 0 1 は、制御回路 1 2 2 によるスイッチング制御に基づいて、出力電圧の絶対値 $|V_{out}|$ が電圧指令値の絶対値 $|V_c|$ を下回らないようにスイッチング素子 4 0 2 を制御する。制御回路 1 2 2 によるスイッチング制御の詳細については、後述する。ここで、出力電圧の絶対値とは、ハイサイド側とローサイド側との中間電位 V_m (後述の図 8 A を参照) を 0 V とした場合の絶対値である。

20

【0043】

以上説明したように、本実施の形態に係る超音波診断装置 1 では、超音波探触子ユニット 1 0 0 が超音波診断装置本体 1 1 に接続された状態で、2 相ステッピングモーター 2 0 0 による音響素子アレイ 1 1 1 の揺動動作を行うことができる。2 相ステッピングモーター 2 0 0 の揺動動作は、駆動回路 1 2 1 が出力する 2 相ステッピングモーター 2 0 0 の駆動電圧が制御回路 1 2 2 によって制御されることで行われる。以下では、制御回路 1 2 2 による駆動回路 1 2 1 の出力電圧制御について詳細に説明する。

30

【0044】

< 制御回路 1 2 2 による駆動回路 1 2 1 の出力電圧制御 >

以下では、図 5 を参照しながら、制御回路 1 2 2 による、A 相駆動回路 3 1 0 A のスイッチング制御について説明する。なお、B 相駆動回路 3 1 0 B の制御については、A 相駆動回路 3 1 0 A の制御とほぼ同様であるため説明を省略する。

【0045】

例えば超音波診断装置本体 1 1 (図 2 参照) からコネクタ 1 2 3 を介して音響素子アレイ 1 1 1 の揺動が制御回路 1 2 2 に対して指示されると、制御回路 1 2 2 は、この指示に基づいて以下のような制御を行う。すなわち、制御回路 1 2 2 は、指示に対応する 2 相ステッピングモーター 2 0 0 の回転角 (電気角) に基づいて、A 相駆動回路 3 1 0 A に対する A 相位相データ (正弦波データ) と、A 相位相データに対して 90 度の位相差を有する B 相位相データ (正弦波データ) とを生成する。また、制御回路 1 2 2 は、生成した A 相位相データおよび B 相位相データに基づいて A 相駆動回路 3 1 0 A と B 相駆動回路 3 1 0 B のそれぞれに対する電流指令値 I_c を生成する。制御回路 1 2 2 は、生成した電流指令値 I_c を、リニアアンプ 3 1 1 の差動アンプ 3 1 1 1 に入力する。

40

【0046】

ここで、制御回路 1 2 2 は、2 相ステッピングモーター 2 0 0 の A 相コイル 2 0 1 を流れる電流が常に電流指令値 I_c となるような定電流制御を行う。具体的には、制御回路 1

50

22は、リニアアンプ311の差動アンプ3111において検出される、電流指令値 I_c と2相ステッピングモーター200のA相コイル201を流れる電流値 I_d との差分が0になるように、A相駆動回路310Aに inputsする電流指令値 I_c を調整する。これにより、A相駆動回路310AにおいてA相コイル201を流れる電流を用いたフィードバック制御が行われ、2相ステッピングモーター200の安定した制御が可能となる。

【0047】

また、制御回路122は、音響素子アレイ111の揺動指示に対応する2相ステッピングモーター200の回転角に基づいて、2相ステッピングモーター200を駆動制御するための電圧指令値 V_c を生成する。そして、制御回路122は、可変出力スイッチング電源313, 314の出力電圧の絶対値 $|V_{out+}|$, $|V_{out-}|$ が、電圧指令値の絶対値 $|V_c|$ を下回らないようにスイッチング制御を行う。

10

【0048】

このようなスイッチング制御の実現方法として、例えば、予め電圧指令値 V_c とデューティ比とが対応付けられたテーブル等を参照して、生成した電圧指令値 V_c に対応するデューティ比を決定し、決定したデューティ比を用いてスイッチング制御を行う方法がある。

【0049】

図7は、電圧指令値 V_c に対してデューティ比を一意に決定するために使用されるテーブルの一例を示す図である。図7では、電圧指令値 V_c が大きくなるほどデューティ比が大きくなるようなテーブルが例示されている。制御回路122は、例えば図7に示すようなテーブルを用いて、電圧指令値 V_c に基づきデューティ比を決定すればよい。

20

【0050】

また、図8Aは、電圧指令値 V_c と、決定したデューティ比を用いてスイッチング制御された可変出力スイッチング電源313, 314の出力電圧 V_{out+} , V_{out-} との関係を示す図である。図8Aに示すように、制御回路122のスイッチング制御によって、可変出力スイッチング電源313の出力電圧 V_{out+} は、電圧指令値 V_c ($V_c > 0$)を下回らないように制御される。また、図8Aに示すように、可変出力スイッチング電源314の出力電圧 V_{out-} は、電圧指令値 V_c ($V_c < 0$)を上回らないように制御される。ここで、電圧指令値 V_c の正負は、ハイサイドとローサイドの中間電位 V_m (図8Aを参照)を0Vとした場合の正負である。

30

【0051】

上記したように、可変出力スイッチング電源313, 314の出力電圧 V_{out+} , V_{out-} は、リニアアンプ311, 312への入力電圧であり、2相ステッピングモーター200の駆動電圧は、リニアアンプ311, 312の出力電圧である。一般に、リニアアンプ311, 312の発熱は、リニアアンプ311, 312への入力電力と出力電力との差が大きいほど大きくなる。なお、図8Aにおいて、リニアアンプ311, 312への入力電力と出力電力との差は、出力電圧 V_{out+} , V_{out-} と電圧指令値 V_c とに囲まれた部位の面積に相当する。本発明の実施の形態に係る超音波診断装置1においては、制御回路122が図8Aに示すような電圧制御を行うことにより、リニアアンプ311, 312への入力電力と出力電力との差が比較的小さくなり、リニア増幅アンプ311, 312からの発熱を抑えることができるようになる。

40

【0052】

比較例として、リニアアンプへの入力電圧を制御しない場合の、リニアアンプの入力電圧と出力電圧との関係を図8Bに示す。図8Bに示すように、例えば入力電圧を制御しない従来のリニアアンプでは、同じ駆動電圧の場合でも、入力電力と出力電力との差 (図8Bの斜線部分) が本発明の実施の形態に係る超音波診断装置1と比較して非常に大きい。このため、本発明の実施の形態に係る超音波診断装置1では、従来と比較して、リニアアンプ311, 312からの発熱を大きく低減させることができる。

【0053】

なお、制御回路122による可変出力スイッチング電源313, 314のスイッチング

50

制御としては、PWM（パルス幅変調）制御とPFM（パルス周波数変調）制御のどちらを用いてもよい。PWM制御とは周期一定でオン／オフ時間比が変動する制御であり、PFM制御とはオン／オフ時間比が一定でスイッチング周波数が変動する制御である。PWM制御とPFM制御のどちらを用いるかについては、要求される負荷や効率等に基づいて決定されることが望ましい。

【0054】

制御回路122による可変出力スイッチング電源313、314のスイッチング制御にPWM制御を用いる場合、可変出力スイッチング電源313、314のスイッチング周波数を音響素子アレイ111の送信周期と同期してもよい。これにより、可変出力スイッチング電源313、314のスイッチング制御がカラーモードやドブラーモードにおける受信周波数と干渉しないようにすることができる。

10

【0055】

制御回路122による可変出力スイッチング電源313、314のスイッチング制御にPFM制御を用いる場合、スイッチング周波数を徐々に低くなるように変化させてもよいし、スイッチング周波数を徐々に高くなるように変化させてもよい。また、例えば2相ステッピングモーター200の駆動波形の周期毎に、スイッチング周波数を変化させる方向を変更するようにしてもよい。

【0056】

なお、PFM制御の場合、制御回路122は、超音波探触子110の周波数帯域と重ならないようにスイッチング周波数を変化させることが望ましい。具体的には、制御回路122は、例えば超音波探触子110の周波数帯域が1MHzであった場合に、スイッチング周波数を例えば100kHz以上1MHz未満で変化させるようにすればよい。

20

【0057】

PFM制御を採用した場合、スイッチング周波数を変化させる制御により、スイッチング周波数が分散されるので、可変出力スイッチング電源313（および可変出力スイッチング電源314）から発生するスイッチングノイズのピークをより低減することができる。

【0058】

また、制御回路122は、2相ステッピングモーター200の回転数に応じて、可変出力スイッチング電源313、314のスイッチング制御のデューティ比を調節するようにしてもよい。

30

【0059】

一般に、2相ステッピングモーター200が比較的低速で回転させる場合は、制御回路122は、上記説明したような制御方法で可変出力スイッチング電源313を好適にスイッチング制御することができる。図9は、2相ステッピングモーター200の回転数と制御回路122のスイッチング制御による可変出力スイッチング電源313、314の出力電圧 V_{out+} 、 V_{out-} との関係を示す図である。図9Aは、低速回転時を示している。

【0060】

しかしながら、2相ステッピングモーター200を高速で回転させる場合、電圧指令値 V_c の変化速度が大きくなるため、制御回路122による可変出力スイッチング電源313、314のスイッチング制御が間に合わなくなり、出力電圧 V_{out+} 、 V_{out-} が電圧指令値 V_c に追従しきれなくなる場合がある。図9Bは、高速回転時を示している。なお、本実施の形態において、高速回転時とは、例えば2相ステッピングモーター200の最大回転速度が600rpmである場合に、回転数が400rpmを超える場合を想定している。

40

【0061】

可変出力スイッチング電源313、314の出力電圧 V_{out+} 、 V_{out-} が電圧指令値 V_c に追従しきれなくなると、2相ステッピングモーター200の回転制御が好適には行われないが、本発明では以下のような方法によってこれを回避することができる。

50

【 0 0 6 2 】

すなわち、制御回路 1 2 2 は、2 相ステッピングモーター 2 0 0 の回転数が所定の回転数（例えば上記した 4 0 0 r p m）を超える場合には、上記したようにテーブルによって決定したデューティ比に、所定の係数を乗算した補正デューティ比を用いて可変出力スイッチング電源 3 1 3 , 3 1 4 のスイッチング制御を行う。なお、制御回路 1 2 2 は、2 相ステッピングモーター 2 0 0 の回転数が所定の回転数を超えたか否かを、例えば電圧指令値 V_c の変化速度が所定速度を超えたか否かによって判定すればよい。

【 0 0 6 3 】

ここで、デューティ比に乘算する所定の係数は、時間あたりの電圧指令値 V_c の変化量（変化速度）に対して一意に決定されればよい。図 1 0 は、時間あたりの電圧指令値 V_c の変化量に対してデューティ比に乘算する係数を一意に決定するために使用されるテーブルの一例を示す図である。

10

【 0 0 6 4 】

このような制御により、電圧指令値 V_c の変化速度が大きい場合には、デューティ比を大きくすることができるので、可変出力スイッチング電源 3 1 3 , 3 1 4 の出力電圧 V_{out+} , V_{out-} が電圧指令値 V_c に追従しきれなくなる事態を回避することができる。

【 0 0 6 5 】

また、制御回路 1 2 2 は、電圧指令値 V_c の立ち上がり時と立ち下がり時とでデューティ比を変化させるようにしてもよい。具体的には、例えば電圧指令値 V_c の立ち下がり時に応答時間の関係で立ち上がり時と比較して電圧指令値 V_c に対する追従性が悪くなるような場合、立ち下がり時には、より電圧指令値 V_c に追従するように、立ち上がり時と立ち下がり時とで異なる値となるように予め作成されたテーブルを用いてデューティ比を決定してもよい。このようにすることで、コネクタハウジング 1 2 0 の発熱をより低減することができる。

20

【 0 0 6 6 】

< 作用・効果 >

以上説明したように、本発明の実施の形態に係る超音波探触子ユニット 1 0 0 は、音響素子アレイ 1 1 1、および音響素子アレイ 1 1 1 を走査方向に交差する方向に移動させる 2 相ステッピングモーター 2 0 0（アクチュエーター）を含む揺動機構 1 1 2 を備えた超音波探触子 1 1 0 と、2 相ステッピングモーター 2 0 0 を駆動する駆動回路 1 2 1 と、駆動回路 1 2 1 を制御する制御回路 1 2 2 と、を有し、駆動回路 1 2 1 は、可変出力スイッチング電源 3 1 3 , 3 1 4、および可変出力スイッチング電源 3 1 3 , 3 1 4 の出力電圧が入力され、出力電圧に基づいて駆動電圧を 2 相ステッピングモーター 2 0 0 に出力するリニアアンプ 3 1 1 , 3 1 2 を備え、制御回路 1 2 2 は、所定の電圧指令値 V_c と、電圧指令値 V_c に基づいて決定したデューティ比とを用いて可変出力スイッチング電源 3 1 3 , 3 1 4 に対するスイッチング制御を行う。

30

【 0 0 6 7 】

このような構成により、本発明の実施の形態に係る超音波探触子ユニット 1 0 0 は、2 相ステッピングモーター 2 0 0 の制御電流を増幅するリニアアンプ 3 1 1 , 3 1 2 への入力電力と出力電力との差を小さくすることができるので、リニアアンプ 3 1 1 , 3 1 2 から発生する熱を抑えることができるようになる。このため、駆動回路 1 2 1 および制御回路 1 2 2 を有するコネクタハウジング 1 2 0 の筐体温度上昇を防止することができる。

40

【 0 0 6 8 】

また、本発明の実施の形態に係る超音波探触子ユニット 1 0 0 では、制御回路 1 2 2 が可変出力スイッチング電源 3 1 3 , 3 1 4 に対して可変周波数でスイッチング制御を行う。この場合、スイッチング周波数が分散されるので、スイッチングノイズを低減することができる。また、制御回路 1 2 2 は、スイッチング周波数を音響素子アレイの周波数帯域と重ならないように制御する。この場合、超音波探触子 1 1 0 からコネクタハウジング 1 2 0 を通って超音波診断装置本体へ送信される超音波受信信号に重畳されるスイッチング

50

ノイズの影響を低減することができる。

【0069】

また、本発明の実施の形態に係る超音波探触子ユニット100において、制御回路122は、2相ステッピングモーター200の回転数が比較的高速である場合、すなわち、電圧指令値 V_c の時間あたりの変化量が所定のしきい値より大きい場合には、変化量に基づいて決定した係数をデューティ比に乗算した補正デューティ比を用いて可変出力スイッチング電源313、314に対するスイッチング制御を行う。このため、2相ステッピングモーター200が低速回転から高速回転に移行する場合等の過渡応答時等に、電圧指令値 V_c の変化にスイッチング制御が追従できない事態の発生を回避することができる。

【0070】

10

また、本発明の実施の形態に係る超音波探触子ユニット100において、可変出力スイッチング電源313は、2相ステッピングモーター200のA相コイル201のプラス側端子に接続され、また、プラス側アンプであるリニアアンプ311のハイサイド電源と、マイナス側アンプであるリニアアンプ312のハイサイド電源と、が可変出力スイッチング電源313に共通化されている。そして、可変出力スイッチング電源314は、2相ステッピングモーター200のA相コイル201のマイナス側端子に接続され、また、プラス側アンプであるリニアアンプ311のローサイド電源と、マイナス側アンプであるリニアアンプ312のローサイド電源とが、可変出力スイッチング電源314に共通化されている。

【0071】

20

このような構成により、2相ステッピングモーター200の駆動電圧が正である場合の電源制御を可変出力スイッチング電源313が、駆動電圧が負である場合の電源制御を可変出力スイッチング電源314が、それぞれ共通化して行うことができる。このため、それぞれ別々に電源を用意する場合と比較して、電源の数を少なくすることができるので、駆動回路121の回路規模を縮小することができる。このため、コネクタハウジング120を小型化することができ、駆動回路121の消費電力を低減することができる。

【0072】

<変形例>

以上、図面を参照しながら本発明の実施の形態について説明したが、本発明はかかる例に限定されない。特許請求の範囲の記載範囲内において、当業者が想到できる各種の変更例または修正例についても、本発明の技術的範囲に含まれる。また、開示の趣旨を逸脱しない範囲において、上記実施の形態における各構成要素を任意に組み合わせてもよい。

30

【0073】

上記した実施の形態では、揺動機構112が有する2相ステッピングモーター200として、2相のステッピングモーターを例示したが、本発明はこれには限定されない。揺動機構112は、例えば3相や5相等、他の相数のステッピングモーターを有していてもよい。揺動機構112が他の相数のステッピングモーターを有している場合、駆動回路121はステッピングモーターの相数に合わせた数の駆動回路を有するように構成されればよい。

【0074】

40

また、上述した実施の形態では、2相ステッピングモーター200を制御する駆動回路121と制御回路122とが超音波探触子ユニット100のコネクタハウジング120内に設けられている場合について説明したが、本発明はこれには限定されない。例えば、モーターを制御する駆動回路および制御回路が、超音波探触子内に設けられていてもよい。この場合も、上述した実施の形態と同様に、駆動回路（リニアアンプ）の発熱の低減や、超音波探触子から超音波診断装置本体へ送信される超音波受信信号へのスイッチングノイズの低減、駆動回路の消費電力の低減等の効果を得ることができる。

【0075】

さらに、本発明では、例えば駆動回路および制御回路が、超音波診断装置本体内に設けられていてもよい。この場合、超音波診断装置本体の筐体がコネクタハウジングより大き

50

いため、駆動回路の発熱は問題となりにくく、また、超音波探触子と超音波診断装置本体とを接続するケーブルと駆動回路および制御回路との距離とが大きくなるように駆動回路および制御回路を配置すれば、超音波受信信号にスイッチングノイズが重畳される事態を回避することができる。また、駆動回路の消費電力を低減することができる。

【産業上の利用可能性】

【0076】

本発明は、超音波を利用した超音波診断装置の超音波探触子ユニットおよび超音波診断装置に好適である。

【符号の説明】

【0077】

10

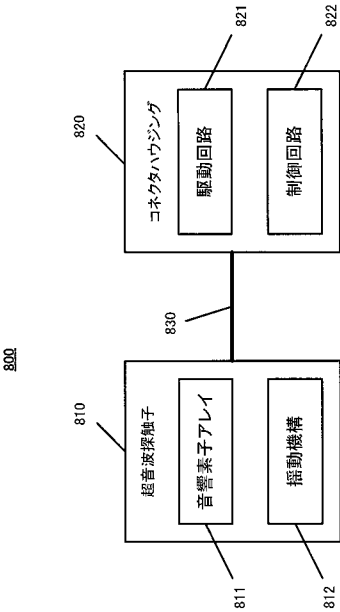
- 1 超音波診断装置
- 100 超音波探触子ユニット
- 110 超音波探触子
- 111 音響素子アレイ
- 112 揺動機構
- 120 コネクタハウジング
- 121 駆動回路
- 122 制御回路
- 123 コネクタ
- 130 ケーブル
- 200 ステッピングモーター
- 201 A相コイル
- 202 B相コイル
- 203 ロータ
- 310A A相駆動回路
- 310B B相駆動回路
- 311, 312 リニアアンプ
- 3111 差動アンプ
- 3121 反転回路
- 3112, 3122 電力増幅アンプ
- 313, 314 可変出力スイッチング電源
- 315 電流検知部
- 316 電流/電圧変換アンプ
- 401 制御回路
- 402 スwitching素子
- 800 超音波探触子ユニット
- 810 超音波探触子
- 811 音響素子アレイ
- 812 揺動機構
- 820 コネクタハウジング
- 821 駆動回路
- 822 制御回路

20

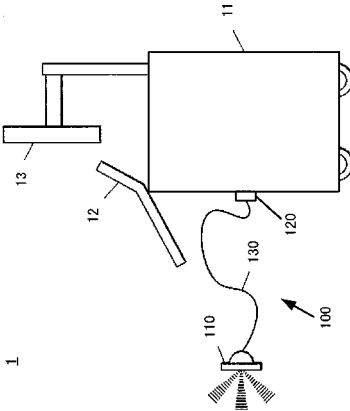
30

40

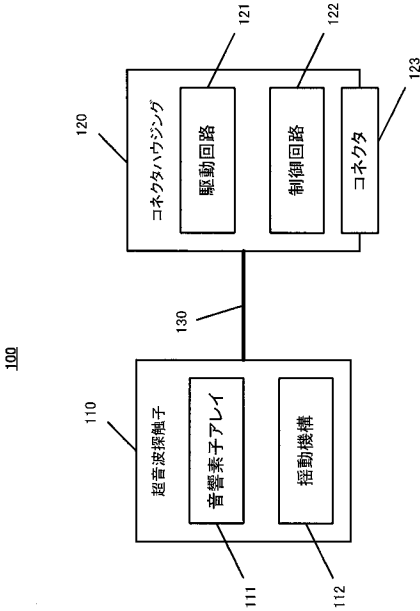
【 図 1 】



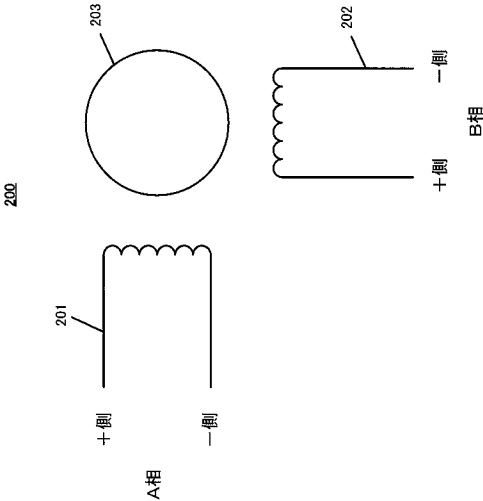
【 図 2 】



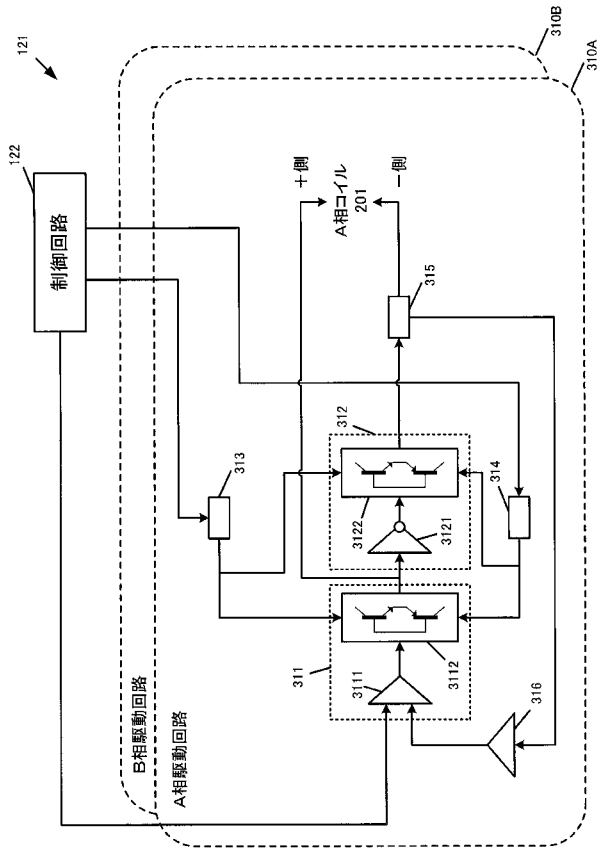
【 図 3 】



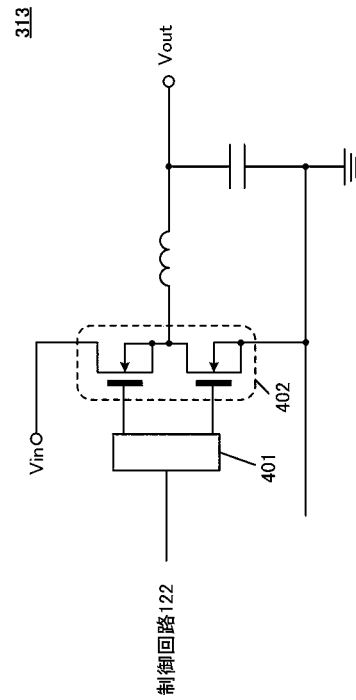
【 図 4 】



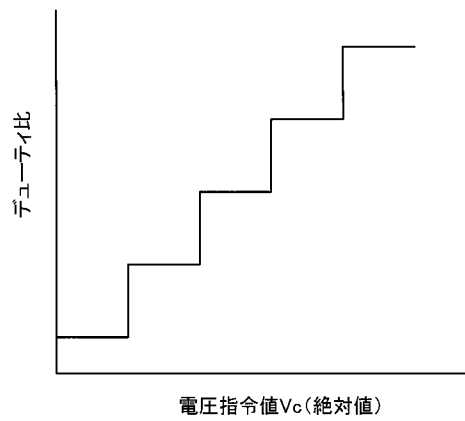
【図 5】



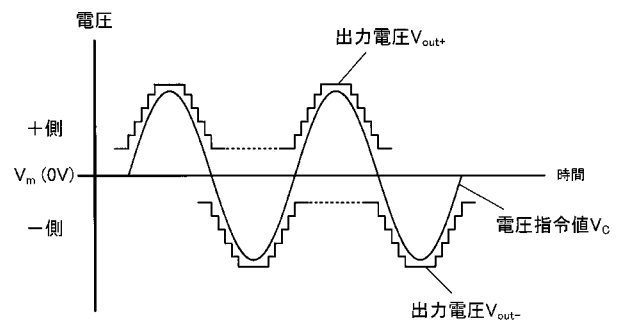
【図 6】



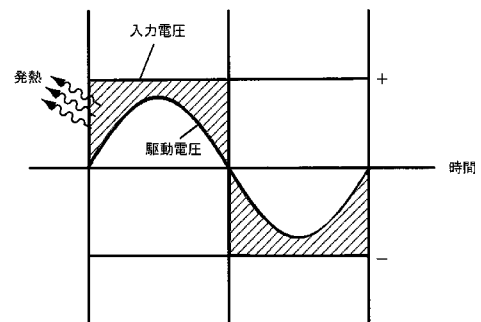
【図 7】



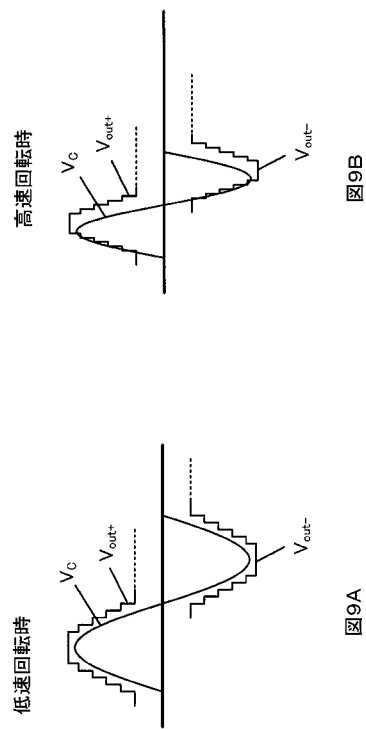
【図 8 A】



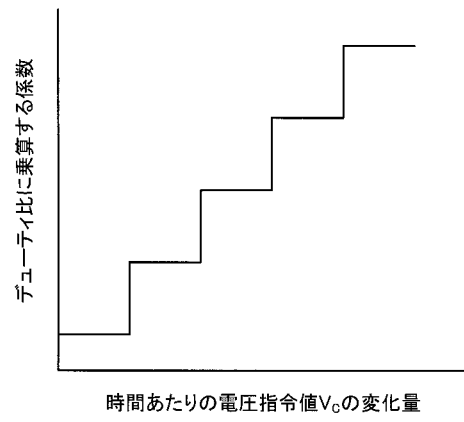
【図 8 B】



【図 9】



【図 10】



专利名称(译)	超声探头单元和超声诊断设备		
公开(公告)号	JP2019122450A	公开(公告)日	2019-07-25
申请号	JP2018003203	申请日	2018-01-12
[标]申请(专利权)人(译)	柯尼卡株式会社		
申请(专利权)人(译)	柯尼卡美能达有限公司		
[标]发明人	杉ノ内剛彦 本郷英男		
发明人	杉ノ内 剛彦 本郷 英男		
IPC分类号	A61B8/14		
FI分类号	A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/BB03 4C601/BB16 4C601/BB23 4C601/EE15 4C601/EE19 4C601/GA12 4C601/GB04		
代理人(译)	木曾隆		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明提供一种超声波探头单元和超声波诊断装置，其能够减少连接器壳体内部的电路的发热。驱动电路121包括可变输出开关电源313和314，以及线性放大器311和312，其接收可变输出开关电源313和314的输出电压，并基于输出电压将驱动电压输出到两相步进电机200。控制电路122使用预定电压指令值V_C和基于电压指令值V_C确定的占空比来控制可变输出开关电源313和314。执行切换控制。[选择]图5

