

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5110750号
(P5110750)

(45) 発行日 平成24年12月26日 (2012.12.26)

(24) 登録日 平成24年10月19日 (2012.10.19)

(51) Int.Cl.
H02N 2/00 (2006.01)

F I
H02N 2/00 C

請求項の数 10 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2001-232256 (P2001-232256)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成13年7月31日 (2001.7.31)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2002-176788 (P2002-176788A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成14年6月21日 (2002.6.21)	(74) 代理人	100105289
審査請求日	平成20年7月30日 (2008.7.30)		弁理士 長尾 達也
(31) 優先権主張番号	特願2000-296426 (P2000-296426)	(72) 発明者	林 禎
(32) 優先日	平成12年9月28日 (2000.9.28)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		ヤノン株式会社内
		(72) 発明者	山本 新治
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
			ヤノン株式会社内
		審査官	松本 泰典
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 振動型アクチュエータの駆動回路

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

振動体に設けられた4相の駆動相からなる電気・機械エネルギー変換素子に、互いに時間的な位相差を有する4相の交流信号を印加することにより、一方の2相の駆動相で形成される定在波と、他方の2相の駆動相で形成される定在波を合成して進行波を形成する4相駆動の振動型アクチュエータの駆動回路において、

前記電気・機械エネルギー変換素子の一方の面には前記一方の2相の駆動相の駆動電極及び前記他方の2相の駆動相の駆動電極が、夫々前記定在波の波長の4分の1波長の間隔で複数設けられており、

前記電気・機械エネルギー変換素子の他方の面には共通電極が設けられており、
駆動周波数に応じたパルスが発生するパルス発生手段と、

夫々1つのトランスを構成する第1のトランスおよび第2のトランスと、

前記パルス発生手段からのパルスによりスイッチング素子が制御されて前記第1のトランスに交流電圧を出力させる第1のスイッチング回路と、

前記パルス発生手段からのパルスによりスイッチング素子が制御されて第2のトランスに交流電圧を出力させる第2のスイッチング回路とを有し、

前記一方の2相の駆動相の駆動電極は、前記1つのトランスを構成する第1のトランスの二次側の両端の端子に夫々接続され、

前記他方の2相の駆動相の駆動電極は、前記1つのトランスを構成する第2のトランスの二次側の両端の端子に夫々接続され、

10

20

前記パルス発生手段は前記第 1 のスイッチング回路と前記第 2 のスイッチング回路に位相差を持たせたパルスを出力することを特徴とする振動型アクチュエータの駆動回路。

【請求項 2】

前記第 1 および第 2 のトランスの一次側は、夫々前記第 1 および前記第 2 のスイッチング回路に接続され、前記第 1 および第 2 のトランスの二次側には接地されたセンタータップが設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の振動型アクチュエータの駆動回路。

【請求項 3】

前記第 1 および第 2 のスイッチング回路は、複数のスイッチング素子でブリッジ回路に構成され、前記第 1 および第 2 のトランスの一次側のコイルに電流を流す方向を駆動周波数で交互に切り替えることによって前記第 1 および第 2 のトランスに夫々 2 相分の交流信号を発生させることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の振動型アクチュエータの駆動回路。

【請求項 4】

前記第 1 および第 2 のトランスは、夫々一次側の巻き線に直流電源に接続されたセンタータップが設けられ、

前記第 1 のスイッチング回路は一对の前記スイッチング素子を備え、前記第 1 のトランスの一次側の両端に夫々前記スイッチング素子を接続し、

前記第 2 のスイッチング回路は一对の前記スイッチング素子を備え、前記第 2 のトランスの一次側の両端に夫々前記スイッチング素子を接続し、

前記第 1 および第 2 のスイッチング回路における一对の前記スイッチング素子に互いに時間的に 180°ずれたパルスを供給することによって、前記第 1 および第 2 のトランスにそれぞれ 2 相分の交流信号を発生させることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の振動型アクチュエータの駆動回路。

【請求項 5】

前記第 1 および第 2 のトランスは、夫々一次側の巻き線に直流電源に接続されたセンタータップが設けられ、

前記第 1 のスイッチング回路はダイオードを備え、前記第 1 のトランスの一次側の片端に前記スイッチング素子を接続すると共に他端に前記ダイオードを接続し、

前記第 2 のスイッチング回路はダイオードを備え、前記第 2 のトランスの一次側の片端に前記スイッチング素子を接続すると共に他端に前記ダイオードを接続し、

前記第 1 および第 2 のスイッチング回路の前記スイッチング素子を駆動することによって、前記第 1 および前記第 2 のトランスに夫々 2 相分の交流信号を発生させることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の振動型アクチュエータの駆動回路。

【請求項 6】

前記第 1 および第 2 のトランスの一次側の巻き線の片端を直流電源に接続すると共に他端を夫々前記第 1 および第 2 のスイッチング回路の前記スイッチング素子に接続し、

前記第 1 および第 2 のスイッチング回路の前記スイッチング素子を駆動することによって、前記第 1 および前記第 2 のトランスに夫々 2 相分の交流信号を発生させることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の振動型アクチュエータの駆動回路。

【請求項 7】

前記第 1 および第 2 のトランスは、

該トランスの二次側の巻き線における、前記センタータップから前記両端の一方の端子までの第 1 のコイルと、前記センタータップから前記両端の他方の端子までの第 2 のコイルとからなり、

前記第 1 のコイルと前記トランスの一次側のコイルとの結合係数と、前記第 2 のコイルと前記トランスの一次側のコイルとの結合係数とが揃い、

前記第 1 のコイル

のインダクタンス値と前記第 2 のコイルのインダクタンス値が揃っていることを特徴とする請求項 2 に記載の振動型アクチュエータの駆動回路。

10

20

30

40

50

【請求項 8】

前記第 1 および前記第 2 のトランスは、

二次側の巻き線が、壁部で仕切られたスペースに前記第 1 のコイルおよび前記第 2 のコイルのいずれか一方が内側、他方が外側となるように積層状に巻かれて構成され、

前記第 1 のコイルのインダクタンス値と前記第 2 のコイルのインダクタンス値を揃えるために内側のコイルと外側のコイルの巻き線数が異なることを特徴とする請求項 7 に記載の振動型アクチュエータの駆動回路。

【請求項 9】

前記第 1 および第 2 のトランスは、前記第 1 のコイルと前記第 2 のコイルとがバイファイラ巻きによって巻かれていることを特徴とする請求項 7 に記載の振動型アクチュエータの駆動回路。

10

【請求項 10】

前記第 1 および第 2 のトランスの一次側は夫々前記第 1 および前記第 2 のスイッチング回路に接続され、

前記第 1 のトランスの二次側には前記一方の 2 相の駆動相の駆動電極が接続され、

前記第 2 のトランスの二次側には前記他方の 2 相の駆動相の駆動電極が接続され、

前記一方の 2 相の駆動相の共通電極と、前記他方の 2 相の駆動相の共通電極とが接続されていることを特徴とする請求項 1 に記載の振動型アクチュエータの駆動回路。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

20

【発明の属する技術分野】

本発明は画像形成装置の駆動部等に用いられる振動型アクチュエータの駆動回路に関するものである。

【0002】**【従来の技術】**

振動型アクチュエータは、振動減衰性の少ない金属等の弾性体に電気・機械エネルギー変換素子としての圧電素子を接着して形成された振動体、あるいは弾性体間に圧電素子を挟持して形成された振動体を基本的構成として有している。そして、前記圧電素子に駆動回路から周波信号としての駆動信号を印加し、前記振動体の共振周波数付近での駆動により、前記振動体に加圧接触する接触体と、前記振動体とを相対駆動する。

30

【0003】

上記した弾性体に圧電素子を接着するタイプの振動体としては、例えばリング状または円盤状の弾性体の片面側に、通常圧電素子を複数配し、何組かの圧電素子を適当に組み合わせ（これを相と呼ぶ）、この相を複数設け、これらの複数の相に時間的な位相をずらして駆動信号を印加して夫々定在波を形成し、これらの複数の定在波の合成により、振動体に進行波を起こし、前記圧電素子の接着面とは反対面に加圧接触している接触体、例えば移動体を駆動している。

【0004】

従来、振動型アクチュエータの駆動回路は、特開平8-33364号公報の図4、7、8、9、10、11や、特開平9-271174号公報の図1、および特開平11-178364号公報の図3に示されるように、スイッチング回路、トランス、パルス発生回路、直流電源から構成され、いずれの回路もスイッチング回路によって直流電源からトランスに流す電流を駆動周波数でON/OFFすることによって、トランスの二次側に比較的大きな交流駆動信号を発生させる回路である。

40

【0005】

このような回路では相の数だけスイッチング回路、トランス、パルス発生回路が必要である。例えば、2相駆動振動型アクチュエータの駆動回路は図17に示すような回路であるが、4相駆動型の振動型アクチュエータの駆動回路は図18のようになり、かなり大規模になってしまう。

【0006】

50

図 17、図 18 において、501～506はトランスを示し、550～573はMOSFET、510～515は振動型アクチュエータの駆動相、530、531は電源を示す。また、図 17、18 ではパルス発生回路は省略している。実際にはMOSFETのゲートはすべてパルス発生回路に接続され、トランスの一次側のコイルに流れる電流の方向が駆動周波数で切り替わるように駆動信号が入っている。

【0007】

図 17 に示す2相駆動振動型アクチュエータの駆動回路において、振動型アクチュエータの振動体を例えばリング状の弾性体の片面に圧電素子を接合したタイプとし、両相に波長の定在波を複数波数形成する場合、前記リング状の圧電素子に対して1/2（半波長）の間隔で分極方向を異極とする領域を複数形成し、これを一方の相510とし、この一方の相510に対して例えば1/4 の間隔を有して同様に半波長の間隔で分極方向を異極とする領域を複数形成したものを他方の相511とすると、一方の相510と他方の相511とに時間的に位相のずれを有する交番信号である交流電圧を印加する。なお、各相を構成する半波長ごとの異極の分極領域を形成する隣り合う電極には互いに同位相の交流電圧が印加される。

10

【0008】

そして、MOSFET550～553により前記一方の相510用のスイッチング回路を構成し、またMOSFET554～557により前記他方の相511用のスイッチング回路を構成しており、不図示のパルス発生回路から前記両方のスイッチング回路における各MOSFETにそれぞれ駆動周波数に応じた所定タイミングのパルス波形のパルス信号が出力され、トランス501、502により昇圧されて波形整形された交流電圧がそれぞれ各相510、511に印加される。

20

【0009】

一方、図 18 に示す4相駆動振動型アクチュエータの駆動回路においては、振動型アクチュエータの振動体を例えばリング状の弾性体の片面に圧電素子を接合したタイプとし、両相に波長の定在波を複数波数形成する場合、前記リング状の圧電素子に対して1/4 の間隔で分極方向を同極とする領域を全周にわたり電極により形成し、前記電極のうち、一つおきの電極（半波長の間隔を有する）を一方の相とし、他の一つおきの電極（半波長の間隔を有し、結果として前記一方の相とは1/4 の間隔を有する）を他方の相とし、さらに前記一方の相を構成する隣接する電極については位相の反転した交流電圧を印加するようにしており、これを+側の相512と、-側の相513とする。同様に、他方の相においても各領域を形成する隣接する電極については位相の反転した交流電圧を印加するようにしており、これを+側の相514と、-側の相515としている。

30

【0010】

そして、MOSFET558～561、MOSFET562～565、MOSFET566～569、MOSFET570～573により夫々スイッチング回路を構成し、不図示のパルス発生回路から前記4つのスイッチング回路における各MOSFETにそれぞれ駆動周波数に応じた所定タイミングのパルス波形のパルス信号が出力され、トランス503、504、505、506により昇圧されて波形整形された交流電圧がそれぞれ各相512、513、514、515に印加される。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

従来の振動型駆動回路では、パルス発生回路と、各相それぞれにトランス、スイッチング回路が必要であり、特に4相駆動振動型アクチュエータのような多相のアクチュエータではコストおよびスペース的に不利である。

40

【0012】

また、相の数が多いと駆動回路を構成する各素子のばらつきにより出力電圧がばらついて、アクチュエータの特性や寿命に影響を及ぼすおそれがある。

【0013】

本発明は以上の事情に鑑みて、部品点数を増やすことなく安価で省スペースな回路によって4相駆動振動型アクチュエータを駆動する回路を提供し、また特別な調整をすることなく相間の出力電圧のばらつきの少ない駆動回路を提供することを目的とする。

【0014】

50

【課題を解決するための手段】

振動体に設けられた４相の駆動相からなる電気－機械エネルギー変換素子に、互いに時間的な位相差を有する４相の交流信号を印加することにより、一方の２相の駆動相で形成される定在波と、他方の２相の駆動相で形成される定在波を合成して進行波を形成する４相駆動の振動型アクチュエータの駆動回路において、

前記電気－機械エネルギー変換素子の一方の面には前記一方の２相の駆動相の駆動電極及び前記他方の２相の駆動相の駆動電極が、夫々前記定在波の波長の４分の１波長の間隔で複数設けられており、

前記電気－機械エネルギー変換素子の他方の面には共通電極が設けられており、

駆動周波数に応じたパルスが発生するパルス発生手段と、

夫々１つのトランスを構成する第１のトランスおよび第２のトランスと、

前記パルス発生手段からのパルスによりスイッチング素子が制御されて前記第１のトランスに交流電圧を出力させる第１のスイッチング回路と、

前記パルス発生手段からのパルスによりスイッチング素子が制御されて第２のトランスに交流電圧を出力させる第２のスイッチング回路とを有し、

前記一方の２相の駆動相の駆動電極は、前記１つのトランスを構成する第１のトランスの二次側の両端の端子に夫々接続され、

前記他方の２相の駆動相の駆動電極は、前記１つのトランスを構成する第２のトランスの二次側の両端の端子に夫々接続され、

前記パルス発生手段は前記第１のスイッチング回路と前記第２のスイッチング回路に位相差を持たせたパルスを出力することを特徴とする。

【００１５】

すなわち、空間にアクチュエータの共振振動の波長の４分の一波長おきに配置されたA+、B+、A-、B-の４相の圧電素子に対して、時間的な位相がそれぞれ0°、90°、180°、270°または0°、-90°、180°、-270°の交流信号を印加して駆動する４相駆動振動型アクチュエータを駆動する駆動回路において、２組のトランス、スイッチング回路、パルス発生回路および直流電源からなり、各トランス、スイッチング回路、およびパルス回路の組でそれぞれ180°ずれた２相分を駆動する。

【００１６】

第２の発明は、上記第１の発明で、前記第１および第２のトランスの一次側は、夫々前記第１および前記第２のスイッチング回路に接続され、前記第１および第２のトランスの二次側には接地されたセンタータップが設けられていることを特徴とする。

【００１７】

第３の発明は、上記第１または第２の発明で、前記第１および第２のスイッチング回路は、複数のスイッチング素子でブリッジ回路に構成され、前記第１および第２のトランスの一次側のコイルに電流を流す方向を駆動周波数で交互に切り替えることによって前記第１および第２のトランスに夫々２相分の交流信号を発生させることを特徴とする。

【００１８】

第４の発明は、上記第１または第２の発明で、前記第１および第２のトランスは、夫々一次側の巻き線に直流電源に接続されたセンタータップが設けられ、前記第１のスイッチング回路は一對の前記スイッチング素子を備え、前記第１のトランスの一次側の両端に夫々前記スイッチング素子を接続し、前記第２のスイッチング回路は一對の前記スイッチング素子を備え、前記第２のトランスの一次側の両端に夫々前記スイッチング素子を接続し、前記第１および第２のスイッチング回路における一對の前記スイッチング素子に互いに時間的に180°ずれたパルスを供給することによって、前記第１および第２のトランスにそれぞれ２相分の交流信号を発生させることを特徴とする。

【００１９】

第５の発明は、上記第１および第２の発明で、前記第１および第２のトランスは、夫々一次側の巻き線に直流電源に接続されたセンタータップが設けられ、前記第１のスイッチング回路はダイオードを備え、前記第１のトランスの一次側の片端に前記スイッチング素

10

20

30

40

50

子を接続すると共に他端に前記ダイオードを接続し、前記第2のスイッチング回路はダイオードを備え、前記第2のトランスの一次側の片端に前記スイッチング素子を接続すると共に他端に前記ダイオードを接続し、前記第1および第2のスイッチング回路の前記スイッチング素子を駆動することによって、前記第1および前記第2のトランスに夫々2相分の交流信号を発生させることを特徴とする。

【0020】

第6の発明は、上記第1または第2の発明で、前記第1および第2のトランスの一次側の巻き線の片端を直流電源に接続すると共に他端を夫々前記第1および第2のスイッチング回路の前記スイッチング素子に接続し、前記第1および第2のスイッチング回路の前記スイッチング素子を駆動することによって、前記第1および前記第2のトランスに夫々2相分の交流信号を発生させることを特徴とする。

10

【0021】

第7の発明は、上記第2の発明で、前記第1および第2のトランスは、該トランスの二次側の巻き線における前記センタータップから前記両端の一方の端子までの第1のコイルと、前記センタータップから前記両端の他方の端子までの第2のコイルとからなり、前記第1のコイルと前記トランスの一次側のコイルとの結合係数と、前記第2のコイルと前記トランスの一次側のコイルとの結合係数とが揃い、前記第1のコイルのインダクタンス値と前記第2のコイルのインダクタンス値が揃っていることを特徴とする。

【0022】

第8の発明は、上記第7の発明で、前記第1および前記第2のトランスは、二次側の巻き線が、壁部で仕切られたスペースに前記第1のコイルおよび前記第2のコイルのいずれか一方が内側、他方が外側となるように積層状に巻かれて構成され、前記第1のコイルのインダクタンス値と前記第2のコイルのインダクタンス値を揃えるために内側のコイルと外側のコイルの巻き線数が異なることを特徴とする。

20

【0023】

第9の発明は、上記第7の発明で、前記第1および第2のトランスは、前記第1のコイルと前記第2のコイルとがバイファイラ巻きによって巻かれていることを特徴とする。

【0024】

第10の発明は、前記第1および第2のトランスの一次側は夫々前記第1および前記第2のスイッチング回路に接続され、

30

前記第1のトランスの二次側には前記一方の2相の駆動相の駆動電極が接続され、

前記第2のトランスの二次側には前記他方の2相の駆動相の駆動電極が接続され、

前記一方の2相の駆動相の共通電極と、前記他方の2相の駆動相の共通電極とが接続されていることを特徴とする。

【0025】

【発明の実施の形態】

(第1の実施の形態)

まず、4相駆動振動型アクチュエータについて説明する。本実施の形態における振動体は、図13に示すように、円環形状に形成された金属製の弾性体101に、曲げ振動によって生じる周方向の変位を拡大する目的で、放射方向に延びる変位拡大用の溝104が周方向に沿って等間隔に複数形成されている。弾性体101の前記溝104が形成されている面と反対側の面には、円環状の圧電素子102が接着剤、ろう付けなどの接合方法により固着されている。

40

【0026】

図14は本実施形態の圧電素子102の電極、および分極パターンを示す。図14(a)はパターン電極面、図14(b)は裏面の共通電極面を示す。共通電極面が弾性体101に固着され、共通電極103-2が、弾性体101と電氣的に導通している。

【0027】

図14(a)に示した電極103-1、および分極パターンについて説明する。本実施の形態の振動体は、圧電素子の周方向の伸縮によって、定在波の波長を とすると、1周に7つ

50

の曲げ変形を起こす振動モード（ 7 ）を用いるもので、分極処理方向（分極パターン）を全て同極として1つの電極を $\pi/4$ の間隔で形成している。

【0028】

図15（a）はA相定在波駆動時のA相駆動電極と、節の位置を示す。図15（b）はB相定在波駆動時のB相駆動電極と、節の位置を示す。

【0029】

図15（a）において、（ $A+$ ）、（ $A-$ ）の記号で示した領域がA相駆動電極であって、（ $A+$ ）電極と、（ $A-$ ）電極には、互いに逆位相の交番電圧が印加される。なお、破線は、A相の定在波駆動時の節の位置を示す。

【0030】

A相パターン電極は、A相の振動モードを励起するために、振動振幅が極大となる腹の位置に、各半波長（ $\pi/2$ ）あたりに1つずつ14個所において均等に配置されている。

【0031】

図15（b）に示したB相パターンは、A相と位置的位相が4分の1波長（ $\pi/4$ ）ずれた位置で7次の振動モードを励起させるため、A相パターンと $\pi/4$ ずれた位置で、 $\pi/2$ のピッチで均等に配置される。

【0032】

A相パターン、B相パターンを同じ円周上に配置するため、A相、B相の各パターン電極は、 $\pi/4$ の角度長を持つ、扇形の形状としている。

【0033】

A、B相の各パターン電極は、図中（ $+$ ）の記号で示すように、すべてが厚み方向に同じ極性に分極されている。

【0034】

図16は、本実施の形態の圧電素子2への給電方法を示す。電圧印加のためのフレキシブルプリント基板107を圧電素子102に接着剤などで貼りつけている。フレキシブルプリント基板107の給電電極は、それぞれ（ $A+$ ）、（ $A-$ ）、（ $B+$ ）、（ $B-$ ）の4つの電極に分けられ、波長のピッチで設けられた電極露出部であるランド107-1が、圧電素子のパターン電極を波長のピッチでそれぞれ短絡している。

【0035】

本実施の形態の振動体の駆動は、（ $A+$ ）と（ $A-$ ）電極間、および、（ $B+$ ）と（ $B-$ ）電極間に互いに時間的位相が 90° ずれた交番電圧を印加する。

【0036】

また、圧電素子の固着面の共通電極を挟んで（ $A+$ ）と（ $A-$ ）の圧電素子が直列に接続されるため、素子上で同極性に分極された分極領域が電気的には逆に接続され、（ $A+$ ）と（ $A-$ ）に接続された各分極領域は、互いに逆位相の伸縮力を発生することとなる。

【0037】

こうして、A、Bの各相の定在波が、位置的位相差 $\pi/4$ 、および時間的位相差 90° をもって励起され、両定在波の合成により進行性の振動波が励起されることになる。

【0038】

4相駆動振動型アクチュエータでは、分極方向が均一で振動体を構成する環状の弾性体の全周に圧電素子を均等に配置しているため、合成振動振幅の分布は共に全周に渡って均一にすることができるという特徴を有する。

【0039】

このような4相駆動振動型アクチュエータの駆動回路の本発明の一実施の形態の構成を示したのが図1である。

【0040】

ここで、1は直流電源、2～9はMOSFET、10、11はトランス、12～15は振動型アクチュエータの駆動相を示している。

【0041】

MOSFET 2～5を図示のごとく接続することにより第1のスイッチング回路を構成し、また

10

20

30

40

50

MOSFET 6 ~ 9 を図示のごとく接続することにより第 2 のスイッチング回路を構成している。そして、前記第 1 のスイッチング回路は第 1 のトランス 10 の一次側に接続され、また前記第 2 のスイッチング回路は第 2 のトランス 11 の一次側に接続されている。

【 0 0 4 2 】

駆動相12は図 1 5 に示す電極 (A+) に相当し、駆動相13は図 1 5 に示す電極 (B+) に相当し、駆動相14は図 1 5 に示す電極 (A-) に相当し、駆動相15は図 1 5 に示す電極 (B-) に相当する。

【 0 0 4 3 】

したがって、駆動相12、13、14、15は振動型アクチュエータの環状の弾性体上に順に0°、90°、180°、270°の位相差で配置される。

10

【 0 0 4 4 】

また、第 1 のトランス 10 および第 2 のトランス 11 の二次側には、インダクタンス上の中点 (センタータップと呼ぶ) が設けられており、このセンタータップを接地している。そして、第 1 のトランス 10 および第 2 のトランス 11 のインダクタンスは駆動相の静電容量とインピーダンスマッチングするように調整されている。

【 0 0 4 5 】

なお、このセンタータップはインダクタンスの中点であり、必ずしも巻き線の中点でない。

【 0 0 4 6 】

一方、第 1 のトランス 10 の二次側の両端には (A+) 電極に相当する 0°位置の駆動相 12 と (A-) 電極に相当する 180°位置の駆動相 14 が接続され、また第 2 のトランス 11 の二次側の両端には、(B+) 電極に相当する 90°位置の駆動相 13 と (B-) 電極に相当 270°位置の駆動相 15 とが接続されている。

20

【 0 0 4 7 】

すなわち、第 1 及び第 2 のトランス 10、11 の二次側の両端には、夫々空間的に 180°ずれた駆動相12、14と、駆動相13、15が接続されている。

【 0 0 4 8 】

また、トランスの二次側の両端における交番信号の波形は、180°の反転した波形が出力され、センタータップ付トランスとすることで該二次側両端の波形のずれを少なくすることができる。

30

【 0 0 4 9 】

トランス 10、11 の一次側はMOSFETで構成された第 1、第 2 のスイッチング回路のフルブリッジに接続されており、MOSFET2~5で構成される第 1 のスイッチング回路と、MOSFET 6~9によって構成される第 2 のスイッチング回路とは不図示の 90°位相器によって互いに 90°の位相差を有して駆動される。

【 0 0 5 0 】

なお、ここではスイッチング素子としてMOSFETを示したが、バイポーラトランジスタなどの他の半導体素子や制御可能な機械接点を用いても同様の構成が可能である。

【 0 0 5 1 】

図 2 は第 1 の実施の形態の動作を示した図である。AからHまでは不図示のパルス発生回路の発生する駆動パルスである。FET2、3、6、7はPチャンネルであるのでロジックレベルがローのときにFETが導通する。またFET4、5、8、9はNチャンネルなのでロジックレベルがハイのときにFETが導通する。パルスA~DとE~Hは相互の位相差が 90°に調整されている。

40

【 0 0 5 2 】

今、パルスA、DによってMOSFET 2、5 がONすると、図 1 に示す第 1 のトランス10の一次側に上から下に電流が流れる。また、パルスC、BによってFET 3、4 がONすると、第 1 のトランス10の一次側に下から上に電流が流れる。この動作を振動体の駆動周波数で繰り返すことによって、第 1 のトランス 10 の二次側に駆動信号を発生させている。

【 0 0 5 3 】

50

このとき、第1のトランス10のインダクタンスと圧電素子の静電容量がインピーダンスマッチングされているため、第1のトランス10の二次側の両端の端子に昇圧された正弦波状の電圧が発生する。

【0054】

その際、第1のトランス10の二次側にはインダクタンスの midpoint にセンタータップが設けてあり接地されているので、トランスの二次側の両端にはグラウンドに対して対称な図2のI、Jの波形の電圧が発生する。

【0055】

同様にしてMOSFET 6～9で構成される第2のスイッチング回路と第2のトランス11からなる回路に、パルスE～Hを加えることによって、第2のトランス11の二次側の両端にグラウンドに対して対称な昇圧された2相の電圧K、Lを発生させることが出来る。

10

【0056】

このとき、パルスA～DとパルスE～Hは相互の位相差が90°に調整されているため、結果として図1の回路において、例えば第1のトランス10の二次側から0°と180°、第2のトランス11の二次側から90°と270°の駆動信号を発生させることが出来る。

【0057】

そして、第1のトランス10はアクチュエータの(A+)、(A-)電極12と14、第2のトランス11の両端は(B+)、(B-)電極13と15に接続され、前述したような進行波を振動体上に励振する。このとき、振動体に圧接された移動体が進行波の方向と逆方向に駆動される。

20

【0058】

また、図2の場合と逆方向に駆動する場合は、パルスA～DとE～Hの相互の位相差を-90°とすればよい。この構成によれば従来の図18の回路と比較してFETを8個、トランスを2個削減することができ、ローコスト化、省スペース化が可能となる。

【0059】

図3(a)は本実施の形態のトランスの一例を示す断面図で、16は一次側コイル、17、18は二次側のコイル(第1のコイル、第2のコイル)である。発生する電圧が高電圧の場合、相間の分離をしなければならない。

【0060】

このとき、例えば図3(b)のような分離構成とすると、一次側のコイル16と二次側の内側のコイル17の結合係数とコイル16と18の結合係数が大きく異なるため電圧にアンバランスが生じてしまう。こうなるとモータの性能に悪影響を及ぼすばかりでなく、異常な磨耗の原因になるおそれがある。

30

【0061】

図3(a)のように壁部であるパーティションで仕切られたスペース内に、コイル18の外周にコイル17が積層巻きされた構成では、一次側のコイル16に対して二次側のコイル17と18は略対称であるので、そのようなアンバランスは非常に小さい。ただし、内側のコイル18と外側のコイル17では同じ巻き線数にするとインダクタンス値が異なった値になってしまうため、インダクタンス値を揃えるために巻き数を内と外で変える。

【0062】

したがって、ここでのセンタータップは巻き線の真中ではなく、インダクタンス値の midpoint となる。なお、巻き線の耐圧等が問題にならない場合には、図4のように2本まとめて巻くバイファイラ巻きによって二次側の2つのコイル17、18およびセンタータップを作るのも良い方法である。

40

【0063】

この場合、対称性が非常に良好となるため、2つの相の間の電圧は良く揃ったものとなり、前述したようなアンバランスによる不具合を防ぐことができる。

【0064】

また、図5に示すように、ロータリーエンコーダー24からのパルスを速度カウンタ25で検出して速度を検出する速度検出手段からの速度情報を制御回路20に出力し、速度指

50

令発生装置 19 からの速度指令と、前記速度情報とを比較して前記速度指令の値となるように適当な制御ゲインを掛けて、パルス発生回路 21 に対して駆動パルスの周波数、パルス幅などにフィードバックし、図 1 に示す回路にパルスを通電して第 1、第 2 のトランスから 0° 、 180° 、 90° 、 270° の位相ずれを有した交流電圧を 4 相駆動振動型アクチュエータ 23 の各相に印加する構成も可能である。

【0065】

ここで、速度指令発生装置 19 とはマイクロコンピュータなどのシステムを制御している装置で、制御対象の目的に応じた速度指令を発生する。また図では速度を示したが、位置、トルク、出力等をフィードバックする構成も同様にして構成可能である。

【0066】

(第 2 の実施の形態)

図 6 は本発明における第 2 の実施の形態を示す回路図である。また、図 7 は図 6 の回路に対応する従来の回路である。ここで、26、43 は DC 電源、27 ~ 34、44 ~ 47 は N チャンネルの MOSFET、35 ~ 38、48、49 はトランスであり、39、40、41、42 および 50、51、52、53 はそれぞれ 4 相駆動振動型アクチュエータの A+ 相、B+ 相、A- 相、B- 相を示す。

【0067】

また、パルス発生回路は図 1 等と同様にして不図示とした。この型の回路は MOSFET がすべて N チャンネルで構成されるため、図 1 に示すブリッジ型のスイッチング回路と比較してブリドライバが簡単で、またスイッチング素子の数が少なく済むという特徴を有する。

【0068】

図 6 に示す本実施の形態における第 1 のトランス 48 及び第 2 のトランス 49 は一次側、二次側にそれぞれセンタータップを持ち、各センタータップは一次側は直流電源、二次側はグランドに接続されている。なお、このセンタータップはインダクタンスの midpoint であり、必ずしも巻きの中心でなくとも良い。

【0069】

第 1 のトランス 48 の二次側の両端は振動型アクチュエータの A+ 相および A- 相に、第 2 のトランス 49 の二次側の両端は振動型アクチュエータの B+ 相および B- 相に接続されている。また、図 8 は図 6 の回路の動作を示す図である。

【0070】

第 1、第 2 のトランス 48、49 の一次側は MOSFET 44 ~ 47 をパルス M ~ P によって上下のコイルに電流を流す プッシュプル方式 で駆動される。

【0071】

この結果、第 1 及び第 2 のトランス 48、49 の二次側の両端には昇圧された交流電圧が生じる。このとき、二次側のセンタータップが接地されているため、二次側の両端にはグランドに対して対称な交流電圧、すなわち 180° の位相差を持った電圧が発生する。

【0072】

本実施の形態では、パルス M、N と O、P は 90° の位相差を持たせてあるため、第 1、第 2 のトランス 48、49 の両端に発生する電圧の位相差も 90° となり、その結果グランドに対して図 6 の回路で 0° 、 90° 、 180° 、 270° の 4 相の駆動電圧を発生させることができる。

【0073】

なお、この実施の形態でも第 1 の実施の形態と同様にしてセンタータップを作るためにトランスを積層巻きまたはパイファイル巻きとするのが望ましい。また、図 5 のように速度信号や位置信号をフィードバックする構成も可能である。図 7 の従来の回路の詳しい動作説明は省略するが、4 つのトランスおよびスイッチング回路で 4 相の電圧を発生している。これと比較して図 6 の回路によれば FET およびトランスの個数を半分にすることができる。

【0074】

(第 3 の実施の形態) 図 9 は本発明における第 3 の実施の形態を示す回路図である。この回路は図 6 の回路のうち MOSFET 2 つをダイオード 55、57 に置き換えたものである。他の構成は図 6 と同じである。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 5 】

動作波形を図10に示す。90°位相差のパルスU、VによってNチャンネルのMOSFET56、58をON、OFFする。MOSFETをOFFすると、トランスのインダクタンス成分によってFETのドレインに誘導電圧が発生する。これをリセットするのがダイオードおよびトランスのダイオード側の巻き線である。ダイオード側の巻き線はバイファイラ巻き等によってFET側の巻き線と高い結合係数を持つように巻かれている。

【 0 0 7 6 】

ここでFETのOFFによって誘導起電力が発生すると、それと対称なダイオードのカソードには逆極性の起電力が発生し、ダイオードがONしてトランスの一次側巻き線を介してエネルギーを電源コンデンサ65に回生する。この結果FETに掛かる誘導電圧が抑えられる。

10

【 0 0 7 7 】

二次側に発生する電圧はセンタータップが接地されているため、第1、第2の実施の形態と同様に、180°位相差の2相の交流電圧となる。このためトランス1個で2相分を駆動することが可能である。この回路では第2の実施の形態の回路と比較してスイッチング素子の数がさらに半分にできるため、ローコスト省スペースが可能である。

【 0 0 7 8 】

(第4の実施の形態)

図11は本発明における第4の実施の形態を示す図である。また、図12は図11に示す第4の実施の形態をよりシンプルにした回路図で、図12の回路では少し波形が歪んで効率は劣るけれども、上記した第1～第3の各実施の形態と比較して最もローコスト、省スペースなのがこの回路である。

20

【 0 0 7 9 】

トランスの一次側は単層巻きで、二次側は第1～第3の実施の形態と同様である。トランスの一次側は片側が直流電源66につながり、他方はスイッチング素子(MOSFET)に接続される。

【 0 0 8 0 】

動作波形は図10と同様である。

【 0 0 8 1 】

すなわち、90°位相差のU、Vの2相のパルスで駆動されトランスの二次側には図11、12で上から順に0°、180°、90°、270°の昇圧された駆動電圧が発生する。ここで、図11で抵抗67、コンデンサ68、ダイオード69および抵抗71、コンデンサ72、ダイオード73からなる回路はスナバ回路と呼ばれる回路である。MOSFETのOFF動作によってドレインに誘導起電力による誘導電圧が発生するが、この回路によって誘導エネルギーを吸収し、抵抗で消費することによって高圧が発生するのを防いでいる。なおFETの耐圧が十分にあるときは、このスナバ回路を省略して図12のようによりシンプルな回路を構成することも可能である。

30

【 0 0 8 2 】

(第5の実施の形態)

図19は本発明における第5の実施の形態を示す図である。MOSFETからなるスイッチング素子602～609の駆動パルスは図1の回路と同様である。トランス610、611は1次側、2次側ともセンタータップがないものを用いており、トランス610、611の二次側両端に空間的に180°の位相差にあるアクチュエータの片方の駆動電極(相)612、613、614、615が接続されている。

40

【 0 0 8 3 】

また、各相612、613、614、615の他方の電極は、互いに接続されている。この回路の駆動波形は図2と同様になる。但し、この回路の場合アクチュエータに印加される電圧はグラウンド基準でなく、電極間電圧である。なお、アクチュエータの共通電極を接地または適当な電位に保つようにしても駆動可能である。この回路の利点として駆動に必要な信号線を1本減らすことができる。またトランスもタップを省略できるので小型化、ローコスト化が可能となる。なおスイッチング回路、トランス1次側の構成として図6、図7、図9、図11

50

、図12と同様の形態を取ることも可能である。

【0084】

【発明の効果】

以上説明したように、振動型アクチュエータの4相の駆動相に対して2つのトランスで駆動用の交流電圧を生成することができ、部品点数を増やすことなく安価で省スペースな回路によって4相駆動振動型アクチュエータを駆動する回路を提供できる。

【0085】

また、トランスには、センタータップを設けているので、特別な調整することなく相間の出力電圧のばらつきの少ない駆動回路を提供できる。

【図面の簡単な説明】

10

【図1】本発明の第1の実施の形態を示す回路図

【図2】図1の回路の動作を示す動作波形図

【図3】(a)は好ましいトランスの構造の一例を示す構造図、(b)は不適なトランスの構造図

【図4】トランスのバイファイラ巻きの一例を示す説明図

【図5】図1の回路を用いた駆動制御回路のブロック図

【図6】本発明の第2の実施の形態を示す回路図

【図7】本発明の第2の実施の形態に対応する従来回路図

【図8】図6の回路の動作を示す動作波形図

20

【図9】本発明の第3の実施の形態を示す回路図

【図10】図9の回路の動作を示す動作波形図

【図11】本発明の第4の実施の形態を示す回路図

【図12】本発明の第4の実施の形態の変形例を示す回路図

【図13】本発明が適用される4相駆動振動型アクチュエータの振動体の斜視図

【図14】(a)は図13の圧電素子の分極パターンを示す図、(b)は反対面の全面電極を示す図

【図15】(a)は図13の圧電素子のA相、(b)は図13の圧電素子のB相を示す図

【図16】図13の圧電素子の給電部材を示す図

【図17】従来の2相駆動振動型アクチュエータの駆動回路

【図18】図17の回路を4相駆動振動型アクチュエータに適用した回路図

30

【図19】本発明の第5の実施の形態を示す回路図

【符号の説明】

1、26、43、54、66、81、601 直流電源

10、11、35～38、48、49、59、60、75、76、84、85、611、612 トランス

2～9、27～34、44～47、56、58、70、74、82、83、602～610 MOSFET

12～15、39～42、50～53、61～64、77～80、86～89、613～616 振動型アクチュエータの駆動相

16、17、18 トランス巻き線(コイル)

55、57、69、73 ダイオード

65、68、72 コンデンサ

40

67、71 抵抗

101 弾性体

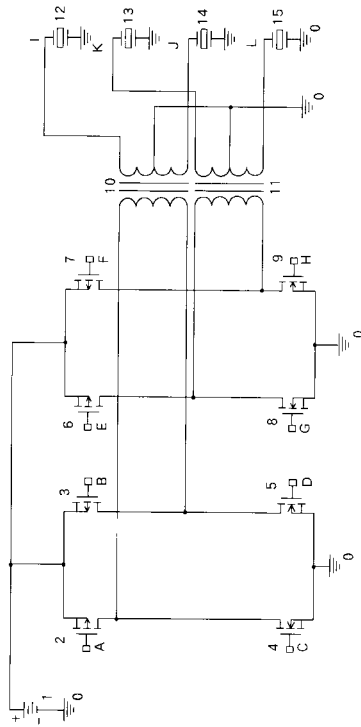
104 溝

102 圧電素子

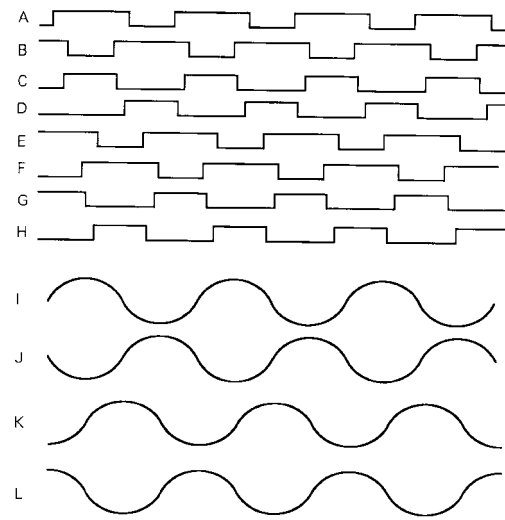
103 電極

107 フレキシブルプリント基板

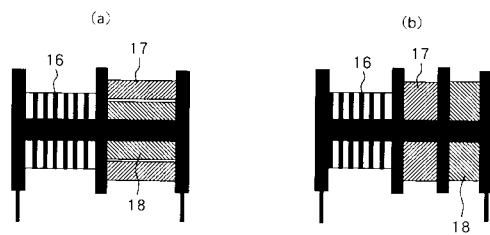
【図 1】



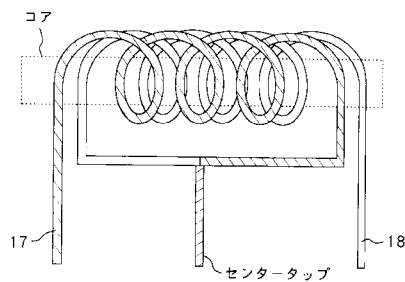
【図 2】



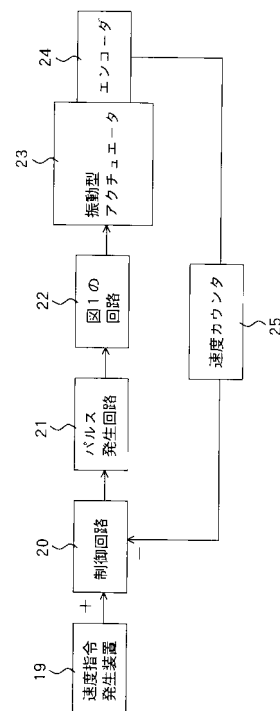
【図 3】



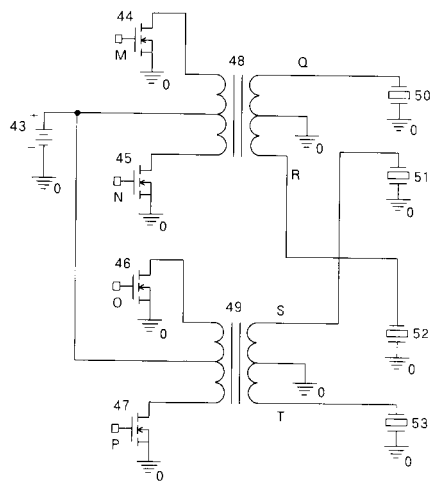
【図 4】



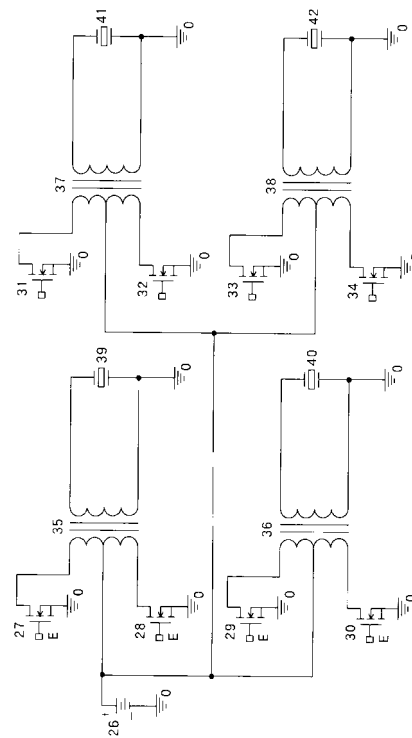
【図 5】



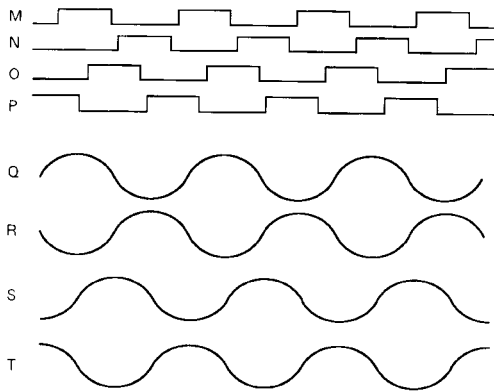
【図 6】



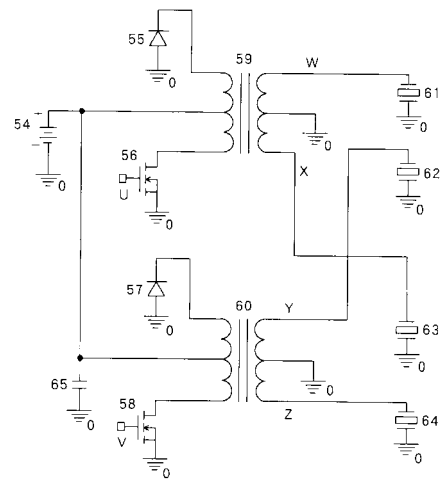
【図 7】



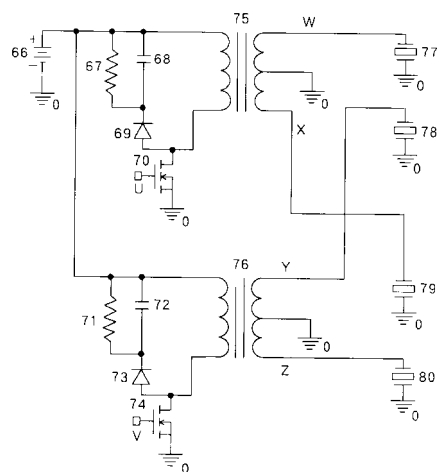
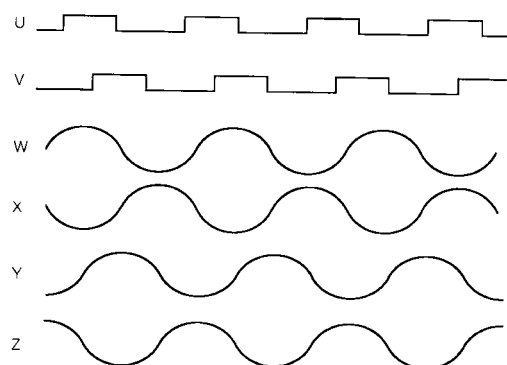
【図 8】



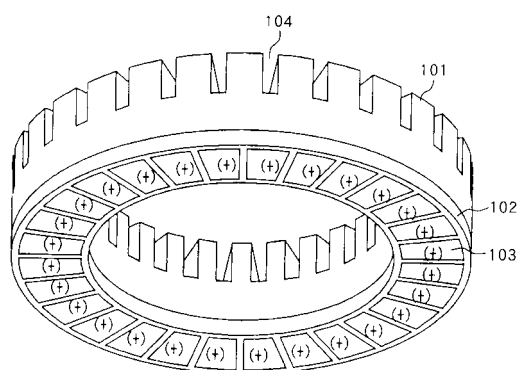
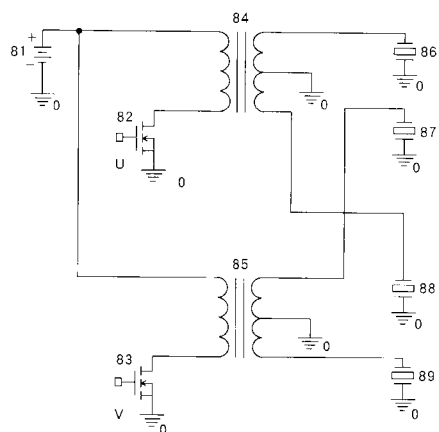
【図 9】



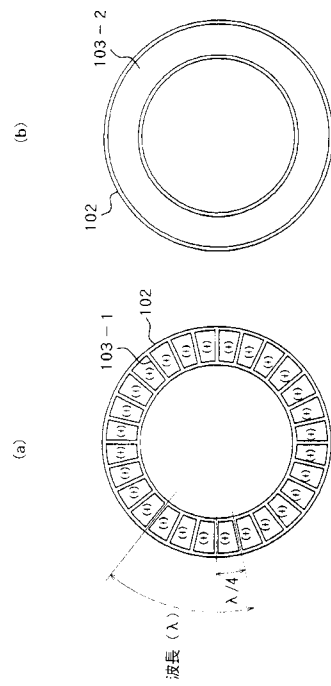
【 図 1 1 】



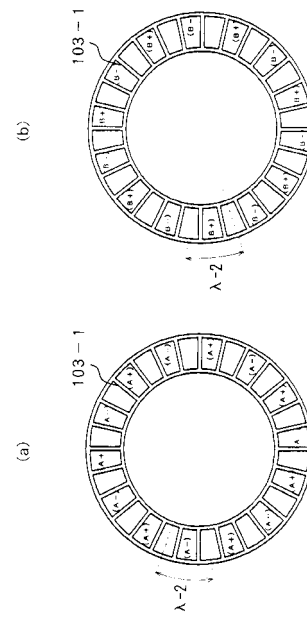
【 図 1 3 】



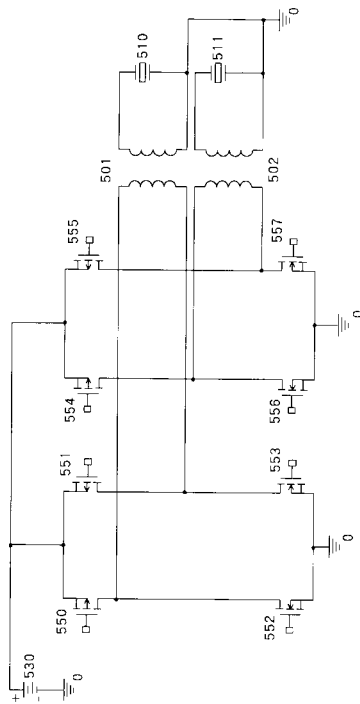
【図 14】



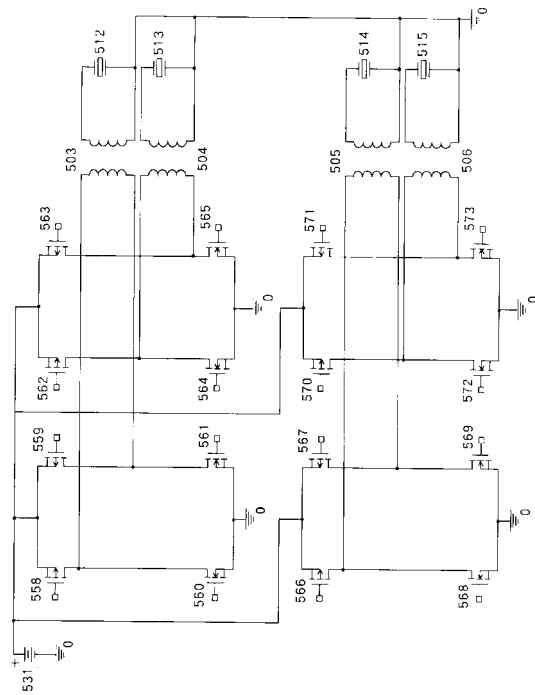
【図 15】



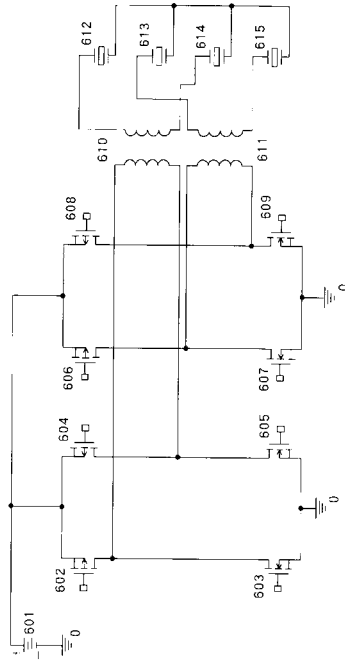
【図 17】



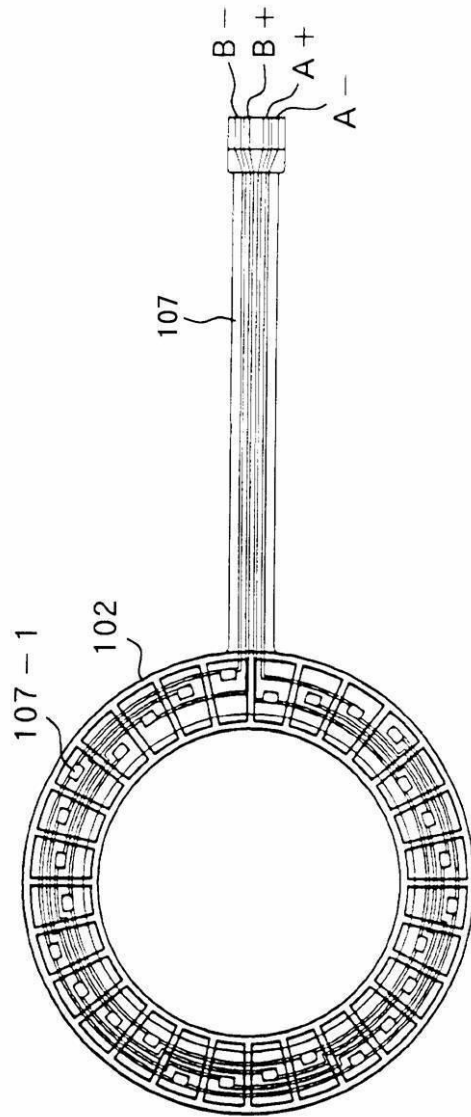
【図 18】



【図 19】



【図 16】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平05-056670(JP,A)
特開平08-033364(JP,A)
特開平09-271174(JP,A)
特開昭59-156169(JP,A)
特開平10-146072(JP,A)
特開平08-098563(JP,A)
特開平01-243582(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02N 2/00