(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3808932号
(P3808932)
(45)発行日　平成18年8月16日(2006.8.16)　(24)登録日　平成18年5月26日(2006.5.26)

(51)Int.Cl.　F I
H02N 2/00 (2006.01)　H02N 2/00 C

請求項の数 3　(全 11 頁)

(21)出願番号　特願平8-101684
(22)出願日　平成8年4月23日(1996.4.23)
(65)公開番号　特開平9-289784
(43)公開日　平成9年11月4日(1997.11.4)
審査請求日　平成15年2月18日(2003.2.18)

(73)特許権者　000000376
オリンパス株式会社
東京都渋谷区幡ヶ谷２丁目４３番２号
(74)代理人　100069420
弁理士　奈良　武
(72)発明者　津幡　敏晴
東京都渋谷区幡ヶ谷２丁目４３番２号　オリンパス光学工業株式会社内
(72)発明者　舟窪　朋樹
東京都渋谷区幡ヶ谷２丁目４３番２号　オリンパス光学工業株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】超音波モータの駆動装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

電気－機械エネルギー変換素子に交流の駆動信号を供給することにより超音波振動を発生させ、該超音波振動により被駆動体を駆動する超音波モータにおいて、

前記超音波振動の周波数ｆ１より高い周波数ｆ２を持ち、かつ一周期（１／ｆ１）あたり複数個の同一形状のバースト状の交番電圧を出力する交番電圧出力手段と、この交番電圧出力手段から出力された前記交番電圧を電力増幅する電力増幅手段と、この電力増幅手段の出力を積分し前記交番電圧に対応した駆動信号を前記電気－機械エネルギー変換素子に供給する積分手段とを設けたことを特徴とする該超音波モータの駆動装置。

【請求項２】

前記交番電圧について、バースト周期当たりのパルス数ｎ、周波数ｆ２、パルス幅Ｔのうちの少なくとも１つ以上を可変なものとしたことを特徴とする請求項１記載の超音波モータの駆動装置。

【請求項３】

前記交番電圧のパルス数ｎ、周波数ｆ２、パルス幅Ｔのうちの少なくとも１つ以上の値を変化させた複数の異なる波形データを予め記録可能なディジタルメモリ手段を有し、前記交番電圧出力手段は、前記ディジタルメモリ手段から前記波形データを読み出すことにより、前記交番電圧を生成することを特徴とする請求項１又は２記載の超音波モータの駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、超音波振動を駆動源とし、この超音波振動に接する被駆動体を駆動する超音波モータに関する。
【０００２】
【従来の技術】
電気－機械エネルギー変換素子に交番電圧を印加することにより超音波振動を発生させ、この超音波振動により被駆動体を駆動する超音波モータは、様々な方式のものが提案されている。
【０００３】
この中の一例として、本願出願人が先に提案し、特開平６－１０５５７１号公報により開示された超音波リニアモータがある。
【０００４】
この超音波リニアモータは、図１０に示すように、弾性体４１に二つの電気－機械エネルギー変換素子である積層型圧電素子４２，４３を固定して超音波振動子を構成する。この積層型圧電素子４２，４３に、互いに９０度位相の異なる交番電圧を印加すると、縦振動と屈曲振動が同時に発生する。
【０００５】
そして、前記縦振動と屈曲振動が合成され楕円振動が生成する位置に摺動部材４５を固定し、摺動部材４５による楕円振動に物体（被駆動体）４６を接触させると、超音波振動子と物体４６が互いに相対移動する。
【０００６】
この超音波リニアモータに印加する交番電圧の振幅を変えて速度を測定した実験の結果を、グラフ化して図１１に示す。図１１に示す結果から分かるように、この超音波リニアモータの動作速度を調整するには電圧振幅の大きさを変えればよい。
【０００７】
【発明が解決しようとする課題】
しかしながら、超音波リニアモータに印加する電圧の振幅を制御しようとすると、一般にアナログ方式のパワーアンプが必要になる。アナログ方式のパワーアンプは、発熱が大きく、エネルギー損失が大きい。また、ディジタル回路を使用する場合に比べて、ＩＣ回路化するのに多大な費用がかかる。
【０００８】
本発明は、上記従来の課題を解決し、発熱によるエネルギー損失が小さく、ディジタル処理により超音波モータに印加する電気エネルギーの大きさを調節し、これにより、超音波モータの動作速度を任意に調節可能な超音波モータ駆動装置を提供することを目的とする。
【０００９】
【課題を解決するための手段】
請求項１記載の発明は、電気－機械エネルギー変換素子に交流の駆動信号を供給することにより超音波振動を発生させ、該超音波振動により被駆動体を駆動する超音波モータにおいて、前記超音波振動の周波数ｆ１より高い周波数ｆ２を持ち、かつ一周期（１／ｆ１）あたり複数個の同一形状のバースト状の交番電圧を出力する交番電圧出力手段と、この交番電圧出力手段から出力された前記交番電圧を電力増幅する電力増幅手段と、この電力増幅手段の出力を積分し前記交番電圧に対応した駆動信号を前記電気－機械エネルギー変換素子に供給する積分手段とを設けたことを特徴とするものである。
【００１０】
請求項２記載の発明は、請求項１記載の超音波モータの駆動装置において、前記交番電圧について、バースト周期当たりのパルス数ｎ，周波数ｆ２，パルス幅Ｔのうちの少なくとも１つ以上を可変なものとしたことを特徴とするものである。
【００１１】

請求項３記載の発明は、請求項１又は２記載の超音波モータの駆動装置において、前記交番電圧のパルス数ｎ、周波数ｆ２、パルス幅Ｔのうちの少なくとも１つ以上の値を変化させた複数の異なる波形データを予め記録可能なディジタルメモリ手段を有し、前記交番電圧出力手段は、前記ディジタルメモリ手段から前記波形データを読み出すことにより、前記交番電圧を生成することを特徴とするものである。

【００１２】

請求項１記載の発明によれば、前記超音波振動の周波数ｆ１より高い周波数ｆ２を持ち、かつ一周期（１／ｆ１）あたり複数個の同一形状のバースト状の交番電圧を出力し、電力増幅手段により電力増幅した後、積分手段により電力増幅手段の出力を積分し前記交番電圧に対応した駆動信号を前記電気－機械エネルギー変換素子に供給するものであるから、超音波モータに印加する駆動信号の大きさを調節し、これにより、超音波モータの動作速度を任意に調節可能な超音波モータ駆動装置を提供できる。

【００１３】

請求項２記載の発明は、請求項１記載の超音波モータの駆動装置において、前記交番電圧について、バースト周期当たりのパルス数ｎ，周波数ｆ２，パルス幅Ｔのうちの少なくとも１つ以上を可変なものとしたので、超音波モータに印加する駆動信号を多様に変化させて超音波モータの動作速度を任意に調節可能な超音波モータ駆動装置を提供できる。

【００１４】

請求項３記載の発明は、請求項１又は２記載の超音波モータの駆動装置において、前記交番電圧のパルス数ｎ、周波数ｆ２、パルス幅Ｔのうちの少なくとも１つ以上の値を変化させた複数の異なる波形データを予め記録可能なディジタルメモリ手段を有し、前記交番電圧出力手段は、前記ディジタルメモリ手段から前記波形データを読み出すことにより、前記交番電圧を生成するので、発熱によるエネルギー損失が小さく、ディジタル処理により超音波モータを駆動できる超音波モータ駆動装置を提供できる。

【００１５】

【発明の実施の形態】

以下に本発明の実施の形態を詳細に説明する。

【００１６】

［実施の形態１］

［構成］

図１は、本発明の実施の形態１の超音波モータ駆動装置を示すものであり、この超音波モータ駆動装置は、超音波振動子を励振する超音波周波数ｆ１の２５６倍の周波数のクロックを発生する発振器１の出力が、８ビットカウンタ２に入力され、８ビットカウンタ２のカウント値は８ビットのパラレル出力となって、波形メモリとしてのＲＯＭ３のアドレス端子の下位８ビットに入力される。ＲＯＭ３のアドレスの上位５ビットには、波形選択回路５をラッチ回路６を介して接続している。

【００１７】

前記ＲＯＭ３の出力データのうちＤ0 とＤ1 の２ビットが、ラッチ回路４によりラッチされる。ラッチ回路４の一方の出力はパワーＭＯＳ－ＦＥＴ７，８のゲートに接続される。ラッチ回路４の他方の出力はパワーＭＯＳ－ＦＥＴ９，１０のゲートに接続される。

【００１８】

パワーＭＯＳ－ＦＥＴ７，８は、それぞれソースが正電位とＧＮＤに接続され、ドレインが互いに接続されて、インダクタ１１を介して出力Ａ端子となる。

【００１９】

同様に、パワーＭＯＳ－ＦＥＴ９，１０は、それぞれソースが正電位とＧＮＤに接続され、ドレインが互いに接続されて、インダクタ１２を介して出力Ｂ端子となる。出力Ａ端子及び出力Ｂ端子には、超音波モータの圧電素子が接続されるが、この超音波モータに関しては従来技術で述べたものと同様であり、ここでは説明を省略する。

【００２０】

［作用］

前記発振器１が超音波周波数ｆ１の２５６倍の周波数のクロックを発生すると、カウンタ２がこのクロックの立ち上がりエッジをカウントし、そのカウント値を８ビットのパラレルデータとして出力する。カウンタ２は、０から２５５までカウントすると、再度０になり再びクロックをカウントする。つまり、絶えず発振器１の発生するクロックを０から２５５の間でカウントし続けることになる。

【００２１】

前記ＲＯＭ３には、図２に示すような波形データが書き込まれている。図２はＲＯＭ３のデータD0，D1を、横軸をアドレスとして、００h からＦＦh まで８ビット分づつ区切って示したものである。

【００２２】

前記カウンタ２の出力値をＲＯＭ３の下位８ビットをアドレスとして入力すると、ＲＯＭ３は、予め記録された波形データを繰り返し出力する。つまり、発振器１の発生するクロックに同期して、波形データを出力することになる。言い換えると、超音波振動子の駆動周波数ｆ1 より高い周波数である、図２に示すような周波数ｆ2 のパルス波形を、バースト状に周期１／ｆ1 で断続的に発生させることになる。

【００２３】

また、ＲＯＭ３の上位５ビットアドレスは、波形選択回路５がラッチ回路６を介して接続され、波形選択回路５で選択した波形パターン(図２に示す各波形パターン）に切り替える。波形選択回路５は、００h から１Ｆh までデータが切り替えられるものであれば何でもよく、例えばマイクロコンピュータやディップスイッチ等を用いることができる。尚、ラッチ回路６は、アドレスの切り替えをクロックに同期させるために必要になる。

【００２４】

前記ＲＯＭ３の出力は、ラッチ回路４により、発振器１の発生するクロックの立ち下がりエッジでラッチされる。ラッチ回路４は、ＲＯＭ３にアドレスを入力してから出力データが確定する間、データが不定になる時間があるが、この間だけ旧データを保持するために必要になる。

【００２５】

前記ラッチ回路４の出力で、パワーＭＯＳ－ＦＥＴ７，８及びパワーＭＯＳ－ＦＥＴ９，１０をスイッチングさせることにより電力増幅し、超音波モータを駆動する電力を得る。前記インダクタ１１，１２と、超音波モータの電気－機械エネルギー変換素子としての圧電素子との組み合わせにより、積分回路が構成される。つまり、一般に圧電素子は図３に示すコイルＬ，抵抗Ｒ，コンデンサＣの直列回路と、コンデンサＣ0との並列接続からなる等価回路で示され、その構造に由来するキャパシタ成分（Ｃｄ）を有する。

【００２６】

このような圧電素子にインダクタＬを直列接続すると、図４に示すようになり、図４に破線で示した回路部分が積分回路として動作する。この結果、図５に示すように、前記パワーＭＯＳ－ＦＥＴ７，８及びパワーＭＯＳ－ＦＥＴ９，１０のスイッチング波形のパルス幅Ｔが小さいときには、出力Ａ，出力Ｂからの積分波形である圧電素子に印加される電圧波形の振幅は、比較的小さい振幅になる。

【００２７】

一方、図５に示すように、パルス幅Ｔが大きいときには出力Ａ，出力Ｂからの積分波形である圧電素子に印加される電圧波形の振幅は大きくなる。このようにして、波形選択回路５で波形を選択すると、結果的に超音波モータの圧電素子に印加する電圧振幅が変化し、超音波モータの動作速度を変化させることができる。

【００２８】

また、図２から類推できるように、波形選択回路５の出力の上位１ビットにより、積分波形、即ち、超音波モータに印加する２相の電圧の位相差が＋９０度と－９０度とに変化し、この結果、超音波モータの動作方向を変更することができる。

【００２９】

［効果］

本実施の形態１によれば、前記波形選択回路５で波形を選択して、超音波モータの超音波振動周波数ｆ1 より高い周波数ｆ2 の出力パルスのパルス幅Ｔを変えることにより、モータの速度を容易に切り替えることが可能となる。

【００３０】

また、前記波形選択回路５により波形を選択して超音波モータの動作方向も切り替えることができる。尚、本実施の形態１においては、波形メモリとしてＲＯＭ３を用いたが、ＳＲＡＭやＥＥＰＲＯＭ等を用いても同様の構成を取りうることはいうまでもなく、他にも例えばカウンタ２，メモリ３，ラッチ回路４等を１チップのゲートアレイにする等の構成も採用可能である。

【００３１】

［実施の形態２］

［構成］

次に、図６を参照して実施の形態２の構成について説明する。図６に示す超音波モータ駆動装置は、超音波振動子を励振する超音波周波数ｆ１の２５６倍の周波数のクロックを発生する発振器２１の出力が、８ビットのカウンタ２２に入力され、このカウンタ２２のカウント値は８ビットのパラレル信号となって、波形メモリとしてのＲＯＭ２３のアドレス端子の下位８ビットに入力される。

【００３２】

前記ＲＯＭ２３のアドレスの上位５ビットには、マイクロコンピュータ２５のパラレル出力をラッチ回路２６を介して接続する。ＲＯＭ２３の出力データのうちＤ0 とＤ1 の２ビットが後段のラッチ回路２４に接続され、ＲＯＭ２３の出力をラッチする。また、ラッチ回路２４の一方の出力はパワーＭＯＳ－ＦＥＴ２７，２８のゲートに接続される。

【００３３】

前記ラッチ回路２４の他方の出力は、パワーＭＯＳ－ＦＥＴ２９，３０のゲートに接続される。パワーＭＯＳ－ＦＥＴ２７，２８は、それぞれソースが正電位とＧＮＤに接続され、ドレインが互いに接続されて、インダクタ３１を介して出力Ａ端子となる。同様に、パワーＭＯＳＦＥＴ２９，３０は、それぞれソースが正電位とＧＮＤに接続され、ドレインが互いに接続されて、インダクタ３２を介して出力Ｂ端子となる。

【００３４】

前記マイクロコンピュータ２５には、Ａ／Ｄ（アナログ－ディジタル）変換器３３を接続して、サーミスタ等の温度センサのアナログ値が取り込めるようにしている。また、前記発振器２１はその発信周波数をマイクロコンピュータ２５の制御で変化させられるような構成とっている。

【００３５】

また、前記マイクロコンピュータ２５には、偏差カウンタ３４が接続されている。この偏差カウンタ３４は、超音波モータの動作量をパルス列で出力する市販のエンコーダを接続するエンコーダ入力端子と、超音波モータの移動量をパルス列で指令する市販のモータコントローラを接続する指令パルス入力端子を有している。前記出力Ａ端子及び出力Ｂ端子には、超音波モータの圧電素子が接続されるが、この超音波モータに関しては従来技術で述べたものと同様であり、ここでは説明を省略する。

【００３６】

［作用］

一般に、超音波モータは、温度によりその最適駆動周波数が変化する。マイクロコンピュータ２５は、Ａ／Ｄ変換器３３を介してサーミスタ等の温度センサの温度データを取り込み、この温度計測結果から超音波モータの最適駆動周波数ｆ1 を算出し発振器２１の発振周波数がｆ1 ×２５６になるように周波数をセットする。この動作は一定時間間隔で絶えず実行され、最適な駆動周波数ｆ1 の２５６倍に発振器２１の発振周波数が更新される。

【００３７】

前記発振器２１の発信出力をカウンタ２２でカウントしてＲＯＭ２３の下位８ビットのアドレスを発生させ、さらに、５ビットの上位アドレスをマイクロコンピュータ２５で発生

させて、ラッチ回路２４を介してパワーＭＯＳ－ＦＥＴ２７，２８及びパワーＭＯＳ－ＦＥＴ２９，３０をスイッチングする動作は、実施の形態１と同様である。

【００３８】

前記偏差カウンタ３４の指令パルス入力端子から、超音波モータの動作指令パルスが入力されると、偏差カウンタ３４に偏差が発生し、これを打ち消すようにマイクロコンピュータ２５が５ビットの出力を発生する。これがラッチ回路２６を介してＲＯＭ２３の上位アドレスとなり、ＲＯＭ２３に予め記録した図７に示すような波形パターンのデータが出力される。

【００３９】

ＲＯＭ２３に予め記録した図７に示す波形パターンのデータはパルス幅は固定しておき、パルス数ｎと、周波数ｆ2（換言するとパルスとパルスの間隔）を変化させている。ＲＯＭ２３で発生する波形でスイッチングされた波形は、実施の形態１と同じようにインダクタ３１又は３２と超音波モータの圧電素子の組み合わせからなる積分回路により積分される。

【００４０】

図８の上欄に示すように、パルス数ｎが少ない時には、積分された波形、即ち、超音波モータに印加される電圧の振幅は小さく、反対にパルス数ｎが多いときには図８の下欄に示すように、振幅が大きくなる。これにより超音波モータの速度も変化する。

【００４１】

出力Ａ端子及び出力Ｂ端子から超音波モータの駆動電圧が出力されると、超音波モータが動作し、この超音波モータに取り付けられたエンコーダからその動作量に比例したパルスが偏差カウンタ２４のエンコーダ入力端子に入力され、偏差カウンタ３４の偏差を減算する。また、マイクロコンピュータ２５からラッチ回路２６を介してＲＯＭ２３への出力は、偏差カウンタ３４の偏差の大小によりその値が変化するように予めプログラムされており、いわゆるＰＩＤ（比例積分微分）動作による演算が行われる。これにより、偏差カウンタ３４の指令パルス入力端子に入力された指令パルスにより制御されるサーボ回路が構成される。

【００４２】

［効果］

本実施の形態２により、マイクロコンピュータ２５で波形を選択して、パルス数ｎとパルス周波数ｆ2 を変えることにより、超音波モータの速度と動作方向を切り替えながら動作する、超音波モータの駆動装置（サーボモータドライバ）が実現する。尚、本実施の形態２ではパルス数ｎとパルス周波数ｆ2 を変えているが、図９に示すようにパルス幅Ｔも変化させてもよい。

【００４３】

【発明の効果】

請求項１記載の発明によれば、超音波振動の周波数ｆ１より高い周波数ｆ2 を持ち、かつ一周期（１／ｆ１）あたり複数個の同一形状のバースト状の交番電圧を基にして超音波モータの動作速度を任意に調節可能な超音波モータ駆動装置を提供できる。

【００４４】

請求項２記載の発明によれば、超音波モータに印加する駆動信号を多様に変化させて超音波モータの動作速度を任意に調節可能な超音波モータ駆動装置を提供できる。

【００４５】

請求項３記載の発明によれば、駆動装置をディジタル回路化でき、発熱によるエネルギー損失が小さく、ディジタル処理により超音波モータを駆動できる超音波モータ駆動装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

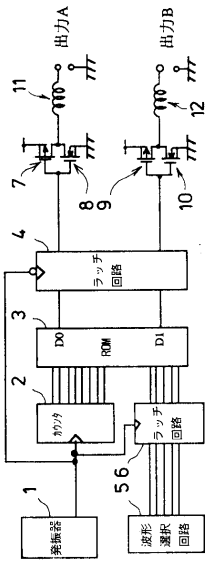
【図１】本発明の実施の形態１の超音波モータ駆動装置を示すブロック図である。

【図２】本発明の実施の形態１のＲＯＭの記憶データを示す波形図である。

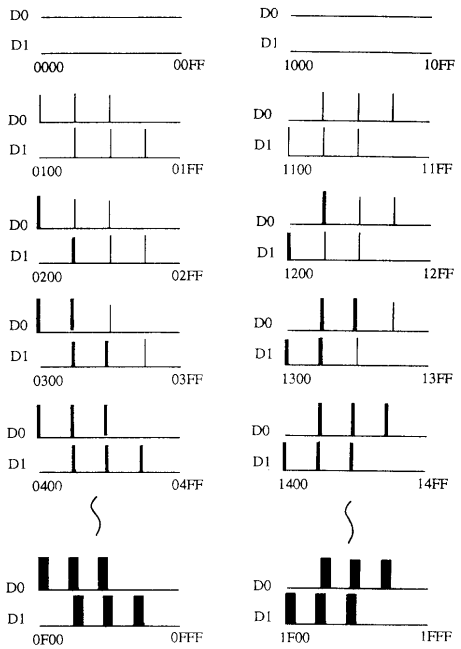
【図３】本発明の実施の形態１の圧電素子の等価回路図である。

【図４】本発明の実施の形態１の積分回路を示す回路図である。
【図５】本発明の実施の形態１の超音波モータ駆動装置の出力波形を示す図である。
【図６】本発明の実施の形態２の超音波モータ駆動装置を示すブロック図である。
【図７】本発明の実施の形態２のＲＯＭの記憶データを示す波形図である。
【図８】本発明の実施の形態２の超音波モータ駆動装置の出力波形を示す図である。
【図９】本発明の実施の形態２の超音波モータ駆動装置の出力波形の他例を示す図である。
【図１０】従来の超音波モータを示す概略図である。
【図１１】従来の超音波モータの駆動電圧と速度との関係を示す説明図である。
【符号の説明】
１　発振器
２　カウンタ
３　ＲＯＭ
４　ラッチ回路
５　波形選択回路
７　パワーＭＯＳ－ＦＥＴ
８　パワーＭＯＳ－ＦＥＴ
９　パワーＭＯＳ－ＦＥＴ
１０　パワーＭＯＳ－ＦＥＴ
２１　発振器
２２　カウンタ
２３　ＲＯＭ
２４　ラッチ回路
２５　マイクロコンピュータ
２６　ラッチ回路
２７　パワーＭＯＳ－ＦＥＴ
２８　パワーＭＯＳ－ＦＥＴ
２９　パワーＭＯＳ－ＦＥＴ
３０　パワーＭＯＳ－ＦＥＴ
３４　偏差カウンタ

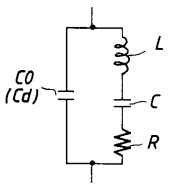
【図１】



【図２】

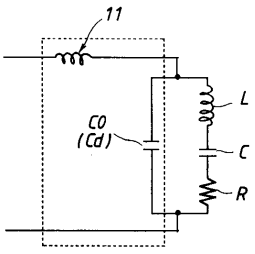


【図３】



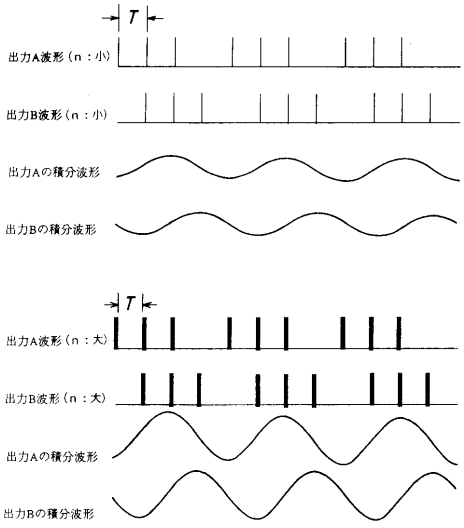
圧電等価回路

【図４】

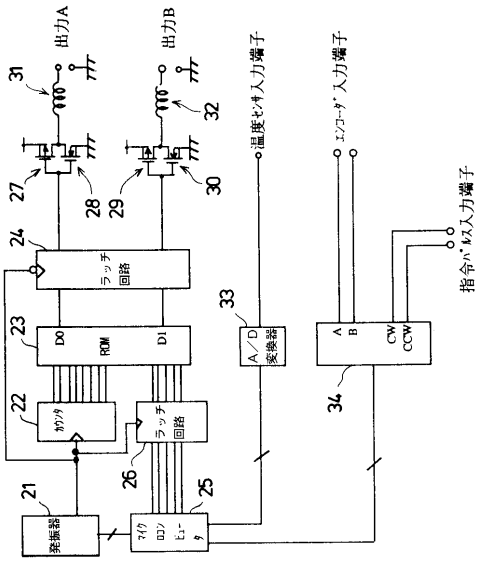


積分回路

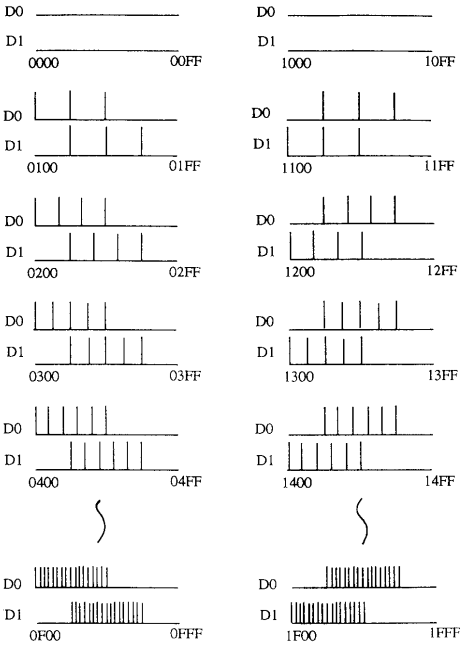
【図５】



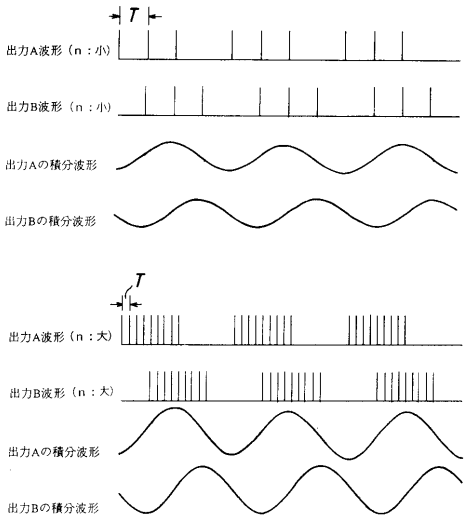
【図６】



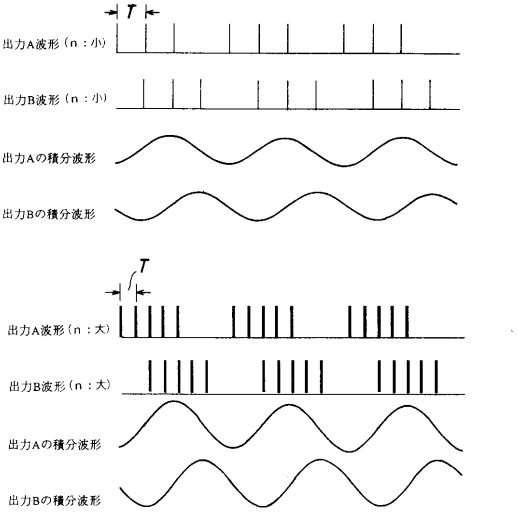
【図７】



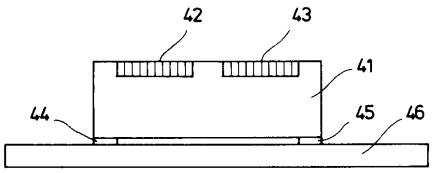
【図８】



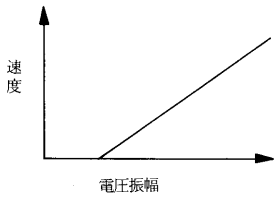
【図９】



【図１０】



【図１１】



フロントページの続き

(72)発明者　谷口　芳久
東京都渋谷区幡ヶ谷２丁目４３番２号　オリンパス光学工業株式会社内

審査官　牧　初

(56)参考文献　特開昭６０－１７６４７０（ＪＰ，Ａ）
特開昭６３－１１０９７１（ＪＰ，Ａ）
特開昭６３－２６２０７０（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－２３６２８８（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－２８４７５３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H02N 2/00-2/16