

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4494902号
(P4494902)

(45) 発行日 平成22年6月30日 (2010. 6. 30)

(24) 登録日 平成22年4月16日 (2010. 4. 16)

(51) Int. Cl. F I
HO 4 R 3/04 (2006. 01) HO 4 R 3/04
HO 3 G 5/02 (2006. 01) HO 3 G 5/02 E

請求項の数 4 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2004-232905 (P2004-232905)	(73) 特許権者	000112565
(22) 出願日	平成16年8月10日 (2004. 8. 10)		フォスター電機株式会社
(65) 公開番号	特開2006-54524 (P2006-54524A)		東京都昭島市官沢町 5 1 2 番地
(43) 公開日	平成18年2月23日 (2006. 2. 23)	(74) 代理人	100085187
審査請求日	平成19年7月24日 (2007. 7. 24)		弁理士 井島 藤治
		(74) 代理人	100090424
			弁理士 鮫島 信重
		(72) 発明者	森田 雄一
			東京都昭島市官沢町 5 1 2 番地 フォスター電機株式会社内
		(72) 発明者	佐藤 宏
			東京都昭島市官沢町 5 1 2 番地 フォスター電機株式会社内
		審査官	清水 正一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 音響再生装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入力音響情報を入力する入力手段と、
 出力音響情報を音波に変換する小口径のスピーカと、
 前記入力音響情報から、前記スピーカの最低共振周波数を超える周波数の高域音響情報を抽出する高域通過フィルタと、
 前記入力音響情報から、前記最低共振周波数を越えない基本周波数からなる低域音響情報を抽出するバンドパスフィルタと、
 前記低域音響情報から、前記最低共振周波数を超える周波数で変調された前記基本周波数に相当する周期のうなりを発生させるうなり発生回路と、
 前記うなりの情報および前記高域音響情報を加算し、前記出力音響情報として前記スピーカに出力する加算出力手段と、
 を備え、

前記うなり発生回路は、Nを2以上の整数として、前記低域音響情報を前記基本周波数のN通倍にするN通倍回路、前記低域音響情報を前記基本周波数のN+1通倍にするN+1通倍回路、並びに、前記N通倍回路および前記N+1通倍回路の出力を加算あるいは減算する加減算回路を備えることを特徴とする音響再生装置。

【請求項 2】

前記N通倍回路および前記N+1通倍回路は、前記N通倍された低域音響情報および前記N+1通倍された低域音響情報を増幅する増幅器を備えることを特徴とする請求項1に

記載の音響再生装置。

【請求項 3】

前記加算出力手段は、前記加減算回路を含むことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の音響再生装置。

【請求項 4】

前記 N は、前記最低共振周波数が前記基本周波数の 2 倍を越えない際に、2 とされることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 つに記載の音響再生装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、小口径のスピーカを用いて音響情報を再生する音響再生装置に関し、特にスピーカの最低共振周波数以下の音響情報を改善する音響再生装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、テレビジョン受像器、ラジオカセットあるいはノート型パーソナルコンピュータ（PC）等の小型化に伴い、これら機器に取り付けられるスピーカも小型化が進んでいる。ここで、これらスピーカは、口径が小さく最低共振周波数が高いものとなる。そして、この最低共振周波数が人間の可聴域に含まれる場合には、その最低共振周波数以下の低域部分の音響情報に劣化が生じ、忠実な音響情報の再生が困難となる。

【0003】

他方、この低音域の音響情報の劣化を防止する為に、ラウドネス補償回路あるいはトーンコントロール回路と言った電氣的に低音域を増幅する回路が用いられる。また、低音域の音響情報の周波数を 2 通倍して最低共振周波数を越える周波数とし、この 2 通倍された音響情報を低音域の音響情報と模擬することも行われる（例えば、特許文献 1 参照）。

【特許文献 1】特開平 8 213862 号公報、（第 1 頁、図 1）

【非特許文献 1】境久雄編著、「聴覚と音響心理」、株式会社コロナ社、1978 年 5 月 25 日、p. 102 ~ 103

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上記背景技術によれば、低音域の音響情報を、良好な状態で再生することができない。すなわち、ラウドネス補償回路あるいはトーンコントロール回路と言った電氣的に低音域を増幅する場合には、スピーカの低音域での出力音圧の低下を或る程度補償できるものの、著しい音圧の低下に対応するには困難が伴い、さらには音圧波形の歪みが不可避的に生じる。

【0005】

また、低音域の音響情報の周波数を 2 通倍する場合には、最低共振周波数による劣化は受けないものの、2 通倍される音響情報を、低音域の音響情報と模擬しているだけなので正確な再生とは異なる。

【0006】

なお、携帯化のための小型化が著しい液晶テレビ、ラジオカセットおよび PC 等では、スピーカの小型化が著しく、この低音域の音響情報の劣化は、特に目立つものとなる。これらのことから、小口径のスピーカを用いる際にも、低音域の音響情報の劣化が生じない音響再生装置をいかに実現するかが重要となる。

【0007】

この発明は、上述した背景技術による課題を解決するためになされたものであり、小口径のスピーカを用いる際にも、低音域の音響情報の劣化が生じない音響再生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】

【0008】

10

20

30

40

50

上述した課題を解決し、目的を達成するために、請求項 1 に記載の発明にかかる音響再生装置は、入力音響情報を入力する入力手段と、出力音響情報を音波に変換する小口径のスピーカと、前記入力音響情報から、前記スピーカの最低共振周波数を超える周波数の高域音響情報を抽出する高域通過フィルタと、前記入力音響情報から、前記最低共振周波数を越えない基本周波数からなる低域音響情報を抽出するバンドパスフィルタと、前記低域音響情報から、前記最低共振周波数を超える周波数で変調された前記基本周波数に相当する周期のうなりを発生させるうなり発生回路と、前記うなりの情報および前記高域音響情報を加算し、前記出力音響情報として前記スピーカに出力する加算出力手段と、を備える。

【0009】

10

この請求項 1 に記載の発明では、入力音響情報から、高域通過フィルタを用いてスピーカの最低共振周波数を超える周波数の高域音響情報を抽出し、また同じく入力音響情報から、バンドパスフィルタを用いて最低共振周波数を越えない基本周波数からなる低域音響情報を抽出し、この低域音響情報から、うなり発生回路を用いて最低共振周波数を超える周波数で変調された基本周波数に相当する周期のうなりを発生させ、加算出力手段を用いてうなりの情報および高域音響情報を加算し、出力音響情報としてスピーカに出力させる。

【0010】

また、この発明にかかる音響再生装置は、前記うなり発生回路が、 N を 2 以上の整数として、前記低域音響情報を前記基本周波数の N 通倍にする N 通倍回路、前記低域音響情報を前記基本周波数の $N + 1$ 通倍にする $N + 1$ 通倍回路、並びに、前記 N 通倍回路および前記 $N + 1$ 通倍回路の出力を加算あるいは減算する加減算回路を備えることを特徴とする。

20

【0011】

この発明では、うなり発生回路は、 N 通倍回路により、低域音響情報を基本周波数の N 通倍にし、 $N + 1$ 通倍回路により、低域音響情報を基本周波数の $N + 1$ 通倍にし、並びに、加減算回路により、 N 通倍回路および $N + 1$ 通倍回路の出力を加算あるいは減算する。

【0012】

また、請求項 2 に記載の発明にかかる音響再生装置は、請求項 1 において、前記 N 通倍回路および前記 $N + 1$ 通倍回路が、前記 N 通倍された低域音響情報および前記 $N + 1$ 通倍された低域音響情報を増幅する増幅器を備えることを特徴とする。

30

【0013】

この請求項 2 に記載の発明では、 N 通倍回路および $N + 1$ 通倍回路は、増幅器により、 N 通倍および $N + 1$ 通倍された低域音響情報を増幅する。

また、請求項 3 に記載の発明にかかる音響再生装置は、請求項 1 または 2 において、前記加算出力手段が、前記加減算回路を含むことを特徴とする。

【0014】

この請求項 3 に記載の発明では、加算出力手段に加減算回路を含ませる。

また、請求項 4 に記載の発明にかかる音響再生装置は、請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 つにおいて、前記最低共振周波数が前記基本周波数の 2 倍を越えない際に、前記 N が 2 とされることを特徴とする。

40

この請求項 4 に記載の発明では、 N を 2 とする。

【発明の効果】

【0015】

以上説明したように、請求項 1 に記載の発明によれば、入力音響情報から、高域通過フィルタを用いてスピーカの最低共振周波数を超える周波数の高域音響情報を抽出し、また同じく入力音響情報から、バンドパスフィルタを用いて最低共振周波数を越えない基本周波数からなる低域音響情報を抽出し、この低域音響情報から、うなり発生回路を用いて最低共振周波数を超える周波数で変調された基本周波数に相当する周期のうなりを発生させ、加算出力手段を用いてうなりの情報および高域音響情報を加算し、出力音響情報としてスピーカに出力させることとしているので、スピーカで低域音響情報を劣化させることな

50

く、しかも基になる低域音響情報の音の高さおよび強さと同等の知覚を人間に生じさせる忠実な音響再生を行い、ひいてはスピーカの設置面積が小さい携帯用の音響機器等で、低音域で歪みの少ない品質の良い音を発生させることができる。

【 0 0 1 6 】

また、この発明によれば、うなり発生回路は、 N 通倍回路により、低域音響情報を基本周波数の N 通倍にし、 $N + 1$ 通倍回路により、低域音響情報を基本周波数の $N + 1$ 通倍にし、並びに、加減算回路により、 N 通倍回路および $N + 1$ 通倍回路の出力を加算あるいは減算することとしているので、低域音響情報を、基本周波数と一致するうなりを有し、また同時に最低共振周波数を越える周波数に変調させたものとする事ができる。

【 0 0 1 7 】

請求項 2 に記載の発明によれば、 N 通倍回路および $N + 1$ 通倍回路は、増幅器により、 N 通倍および $N + 1$ 通倍された低域音響情報を増幅することとしているので、加算あるいは減算を行う際の通倍波形の合成比率を制御し、同時に発生されるうなりの最大振幅を最適なものとする事ができる。

【 0 0 1 8 】

請求項 3 に記載の発明によれば、加算出力手段に加減算回路を含ませることとしているので、簡易な回路構成とすることができる。

請求項 4 に記載の発明によれば、 N を 2 にすることとしているので、最低共振周波数を越えない範囲で、しかもこの最低共振周波数近傍に存在する低域音響情報のうなりを発生させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 9 】

以下に添付図面を参照して、この発明にかかる音響再生装置を実施するための最良の形態について説明する。なお、これにより本発明が限定されるものではない。

まず、本実施の形態にかかる音響再生装置の全体構成について図 1 を用いて説明する。図 1 は、音響再生装置の全体構成を示すブロック図である。音響再生装置は、入力手段 10、高域通過フィルタ 1、バンドパスフィルタ 2、うなり発生回路 20、電力増幅器 8 およびスピーカ 9 を含む。そして、さらにうなり発生回路 20 は、2 通倍回路 3、増幅器 4、3 通倍回路 5、増幅器 6 および加算出力手段 7 を含む。

【 0 0 2 0 】

入力手段 10 は、テーププレーヤ、CD プレーヤあるいは FM チューナ等のオーディオソースから出力されるオーディオ信号を含む入力音響情報を入力する手段である。この入力音響情報には、人間の可聴範囲に相当する概ね 20 ~ 20 KHz の信号が含まれている。

【 0 0 2 1 】

スピーカ 9 は、電気信号として入力される出力音響情報を、音波に変換する小口径のスピーカである。スピーカ 9 は、小型のテレビジョン受像器、携帯型のラジオカセットあるいは PC 等の、スピーカ部分に大きな設置面積の確保が困難な機器で用いられる。

【 0 0 2 2 】

ここで、スピーカ 9 は、図 2 に示す音響特性を有する。図 2 (A) は、縦軸を出力音圧、横軸を入力信号の周波数とする音圧周波数特性である。ここで、スピーカ 9 の出力音圧は、最低共振周波数 f_0 以下の周波数で急激に低下する。また、図 2 (B) は、縦軸を出力波形の歪み、横軸を入力信号の周波数とする歪み周波数特性である。図 2 (A) と同様に、スピーカ 9 の出力波形の歪みは、最低共振周波数 f_0 以下の周波数で急激に増加する。

【 0 0 2 3 】

また、図 2 で示される最低共振周波数 f_0 は、スピーカ 9 で使用される振動板の口径が小さくなると f_0 が高くなる傾向を有する。ここで、小口径のスピーカの場合には、最低共振周波数 f_0 は、100 Hz 程度の大きさのものとなり、人間の可聴範囲の下限である 20 Hz を越えるものとなる。なお、この場合、入力音響情報をスピーカ 9 に直接入力す

10

20

30

40

50

ると、入力音響情報の低域部分は、図2(A)および(B)で示す音圧の低下および歪みの影響により劣化した形で出力される。

【0024】

高域通過フィルタ1は、カットオフ周波数を上述した最低共振周波数 f_0 の近傍に有する、高域通過型のフィルタである。これにより、入力手段10に入力された入力音響情報から、スピーカ9の音響特性による劣化を受けない高域音響情報のみを抽出する。

【0025】

バンドパスフィルタ2は、バンドパス部が上述した最低共振周波数 f_0 を越えない範囲に存在するバンドパス型のフィルタである。これにより、入力手段10に入力された入力音響情報から、特にスピーカ9の音響特性による劣化を受ける低域音響情報のみを抽出する。なお、バンドパス部の中心周波数を基本周波数と称し、低域音響情報は主としてこの基本周波数成分から構成される。

【0026】

うなり発生回路20は、低域音響情報から、低域音響情報の基本周波数と一致する周波数のうなりを発生する。ここで、うなり発生回路20の2通倍回路3および3通倍回路5は、バンドパスフィルタ2により抽出された低域音響情報の基本周波数を2通倍および3通倍とする2通倍波形および3通倍波形を形成する。図3は、この通倍回路の一例を示すブロック図である。なお、図3では2通倍回路3を用いて説明しているが、3通倍回路、さらにはNを2以上の整数として、N通倍回路の場合も全く同様である。

【0027】

図3の2通倍回路3は、A/D変換器31、書き込み部32、波形メモリ33、読み出し部34およびD/A変換器35を含む。A/D変換器31は、バンドパスフィルタ2からの低域音響情報をA/D(Analog To Digital)変換する。この際、サンプリング周期 t は、基本周波数の低域音響情報を忠実に再現するように、基本周波数を f_1 として、 $t = 1 / (2f_1)$ となるように設定される。

【0028】

書き込み部32は、A/D変換された低域音響情報を、波形メモリ33に読み込む。ここで、波形メモリ33は、低域音響情報の2周期分に相当する波形情報の格納領域を有し、書き込み部32は、この格納領域に繰り返し低域音響情報を書き込む。

【0029】

読み出し部34は、波形メモリ33から低域音響情報を読み出し、D/A変換器35に出力する。ここで、読み出し部34は、書き込み速度の2倍速での読み出しを、低域音響情報をなす基本波形の1周期ごとに2度の読み出しを繰り返しつつ行う。なお、同等の効果は、書き込み速度と同一の速度での読み出しを、波形メモリ33からの基本波形の読み出しを1つおきに間引いて行うことによっても得ることができる。

【0030】

D/A変換器35は、読み出し部34から読み出された低域音響情報をD/A変換し、アナログ情報として増幅器4へ出力する。この際、読み出し部34は、書き込み部32の2倍速で読み出しを行っているので、低域音響情報は基本周波数の2倍となる。なお、読み出し部34を書き込み部32のN倍速で読み出すことにより、N通倍波形の生成を行うN通倍回路も同様に構成することができる。

【0031】

図1に戻り、増幅器4および6は、2通倍回路3および3通倍回路5の出力を増幅する。これにより、2通倍回路3および3通倍回路5の出力波形の振幅を微調節し、後述するうなりの最大振幅を調節する。

【0032】

加算出力手段7は、高域通過フィルタ1からの高域音響情報、2通倍回路3からの2通倍波形および3通倍回路5からの3通倍波形を加算し、電力増幅器8に出力する。ここで、加算出力手段7は、機能的には、うなり発生回路20に属する2通倍波形および3通倍波形を加算あるいは減算してうなりを発生する加減算回路部と、このうなりの情報をさら

10

20

30

40

50

に高域音響情報に加算する部分とからなる。なお、このうなりの情報については、後に詳述する。

【 0 0 3 3 】

電力増幅器 8 は、加算出力手段 7 で再合成された高域音響情報および低域音響情報を、電力増幅してスピーカ 9 が音波を発するに適したパワーとし、スピーカ 9 に出力する。

つづいて、本実施の形態にかかる音響再生装置の動作について説明する。入力手段 1 0 から入力された人間の可聴範囲の周波数帯域を有する音響情報は、高域通過フィルタ 1 およびバンドパスフィルタ 2 により、スピーカ 9 により劣化されない高域音響情報およびスピーカ 9 により劣化する低域音響情報に分離される。

【 0 0 3 4 】

図 4 (A) は、バンドパスフィルタ 2 により分離される、概ね単一の基本周期 T あるいはこの基本周期の逆数である基本周波数 f_1 の基本波よりなる低域音響情報の例である。なお、図 4 (A) ~ (D) は、横軸が時間、縦軸が音圧の振幅を現す。ここで、図 4 (A) に示す基本波の最大振幅 a は、周期ごとに変化しうるものであり、低域音響情報の時間的变化を現す。

【 0 0 3 5 】

その後、低域音響情報は、2 通倍回路 3 および 3 通倍回路 5 により、周波数が 2 通倍および 3 通倍される。図 4 (B) および (C) は、図 4 (A) に示す基本波から派生される 2 通倍波形および 3 通倍波形の例であり、各々周期が $T / 2$ および $T / 3$ となる。ここで、これら 2 通倍波形および 3 通倍波形は、増幅器 4 および 6 で振幅調整された後に加算あるいは減算される。

【 0 0 3 6 】

その後、2 通倍波形および 3 通倍波形は、加算出力手段 7 により、加算あるいは減算される。図 4 (D) は、図 4 (B) および (C) に示す 2 通倍波形および 3 通倍波形を、加算して生成されるうなり波形の例である。

【 0 0 3 7 】

ここで、うなり現象について若干の説明を行う。周波数が近似して異なる 2 つの音波が加算あるいは減算されると、相互の振幅関係の変化によりうなりを生じる。この異なる 2 つの音波の周波数を f_a 並びに f_b とすると、うなりの周波数 f は、

$$f = | f_a - f_b |$$

で表される。

【 0 0 3 8 】

従って、図 4 (B) に示す 2 通倍波形の周波数を f_a 、図 4 (C) に示す 3 通倍波形の周波数を f_b とすると、図 4 (D) に示されるうなり波形のうなり周波数 f は、

$$f = | f_a - f_b | = | 2 f_1 - 3 f_1 | = f_1$$

となり、低域音響情報を形成する基本波の基本周波数 f_1 と一致する。言い換えれば、うなり周期は、基本波の基本周期 T と一致する。なお、このうなり波形は、スピーカ 9 の最低共振周波数 f_0 を超える f_a および f_b で構成されているので、スピーカ 9 により劣化されることはない。

【 0 0 3 9 】

また、図 4 (D) に示すうなり波形のうなりの最大振幅 h は、このうなり波形が低域音響情報である図 4 (A) の基本波から形成されたものであるため、基本波の最大振幅 a と

$$h = a$$

の関係にある。従って、最大振幅 a の時間変化に伴い、最大振幅 h も変化し、最大振幅 h は低域音響情報を反映したものとなる。

【 0 0 4 0 】

その後、このうなり波形は、高域音響情報と加算された後に、スピーカ 9 で劣化を生じることなく音波として出力される。

なお、図 4 (D) に示すうなり波形は、図 4 (A) の示す様な正弦波状の基本波と同等

10

20

30

40

50

の低音音響情報を、人間に知覚させると考えられる。すなわち、低音音響情報の音の高さは、物理的には正弦波状の基本波の基本周波数で示されるが、人間が知覚する音の高さは、高調波成分も含むうなりの周波数に比例する（非特許文献1）。従って、うなりの周期を基本波の基本周期と一致させることで、実質的に同じ音の高さとして人間に知覚させることができる。また、音の強さも、うなりの最大振幅 h が基本波の最大振幅 a の変化に連動して変化するので、基本波と同様に時間変化するものとして人間に知覚させることができる。

【0041】

上述してきたように、本実施の形態では、入力音響情報から、スピーカ9により劣化される低域音響情報をバンドパスフィルタ2により分離抽出し、うなり発生回路20により、この低域音響情報の基本周波数を2倍および3倍した2通倍波形および3通倍波形の生成、並びに、加算あるいは減算を行い基本周波数に一致する周波数のうなりを生成し、低域の出力音響情報としてスピーカ9に出力することとしているので、スピーカ9で低域音響情報を劣化させることなく、しかも基になる低域音響情報の音の高さおよび強さと同等の知覚を人間に生じさせることができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0042】

【図1】音響再生装置の全体構成を示すブロック図である。

【図2】スピーカの音響特性を示す特性図である。

【図3】2通倍回路の構成を示すブロック図である。

20

【図4】うなり発生回路の動作を示す説明図である。

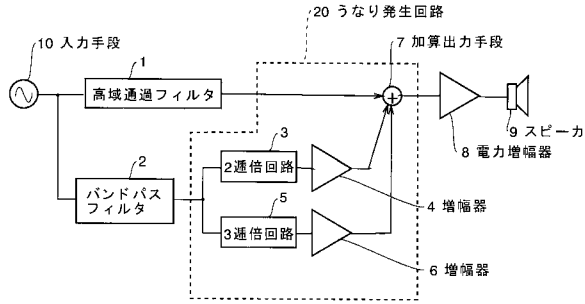
【符号の説明】

【0043】

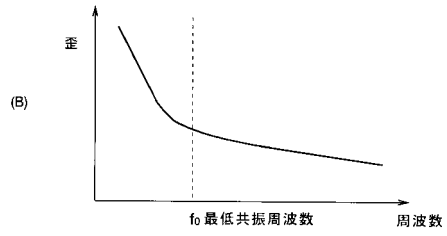
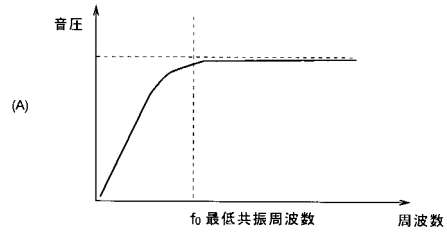
- 1 高域通過フィルタ
- 2 バンドパスフィルタ
- 3 2通倍回路
- 4、6 増幅器
- 5 3通倍回路
- 7 加算出力手段
- 8 電力増幅器
- 9 スピーカ
- 10 入力手段
- 20 うなり発生回路
- 31 A/D変換器
- 32 書き込み部
- 33 波形メモリ
- 34 読み出し部
- 35 D/A変換器

30

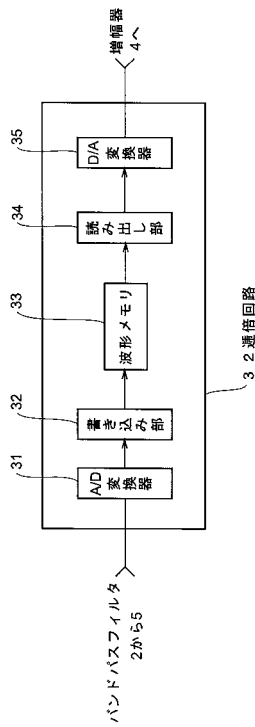
【図1】



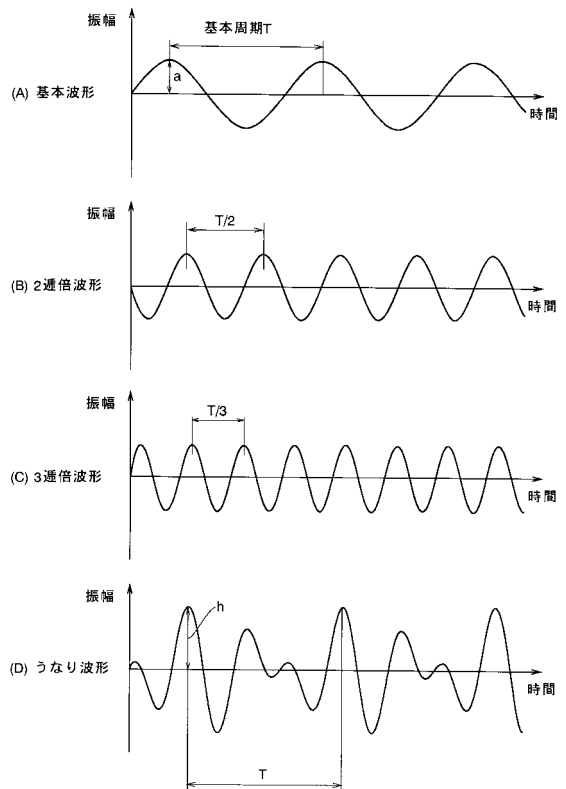
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平08 - 237800 (JP, A)
特開2004 - 101797 (JP, A)
特開平01 - 186008 (JP, A)
特開平11 - 234788 (JP, A)
特開2001 - 306085 (JP, A)
特開2001 - 245400 (JP, A)
特開平11 - 220793 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04R 3/00 - 3/14
H03G 5/00 - 5/28