

MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

a switching operation performed, on the basis of the PWM signal, by four bipolar transistors constituting an H-bridge circuit 20C and which outputs a signal voltage of low consumption current corresponding to the PWM signal to the piezoelectric buzzer 60, in which the piezoelectric element 61 and the resistor 65 having a resistance value appropriate for the characteristic of the piezoelectric element 61 are connected in series, so as to generate an audio output of the piezoelectric buzzer 60.

(57) 要約: 【課題】安価で、高音質かつ低消費電流の圧電ブザー及びその圧電ブザーを用いて音声を再生する音声再生装置を提供することを目的とする。【解決手段】圧電体61に信号電圧を加えることで発生する圧電体61の振動を音声として出力する圧電素子PZと、圧電素子PZに直列に接続され、圧電素子PZと等価であるキャパシタとともにローパスフィルタを構成する抵抗65(R0)と、を有する圧電ブザー60と、音声信号に応じたPWM信号を生成するマイクロコンピュータ20Cと、PWM信号に基づいて、Hブリッジ回路20Cを構成する4つのバイポーラトランジスタがスイッチング動作することで電力増幅を行い、PWM信号に応じた低消費電流の信号電圧を圧電素子61と該圧電素子61の特性に合わせた抵抗値の抵抗65とが直列に接続された圧電ブザー60に出力して圧電ブザー60の音声出力を実行する駆動回路20Cと、を備える。

明 細 書

発明の名称：音声再生装置

技術分野

[0001] 本発明は、圧電体に信号電圧を加えることで圧電体が歪み、その圧電体の振動を音声として出力する圧電ブザー、及びその圧電ブザーを用いて音声を再生する音声再生装置に関する。

背景技術

[0002] 圧電ブザー（圧電スピーカー、ピエゾメーカー、圧電サウンダーともいう。）は、小型で消費電力が少ないことから、電子ブザーなどの発音デバイス（発音部品）として用いられている。圧電ブザーは、特定周波数のSin波や矩形波を出力するように電氣的・音響的に設計されている。

[0003] 圧電ブザーから音楽や人の声を出力する場合、次のような問題が存在する。まず、圧電ブザーは、特定周波数の音声出力しか想定していないため、共振を利用して特定周波数の音を高い音圧で出力するように設計されている。このように、圧電ブザーは特定周波数の音声出力に適した設計であるので、圧電ブザーから出力する音楽や人の声は実用的な音質にならない（つまり音質が悪い）。また、圧電ブザーの電氣的特性は、基本的コンデンサ（キャパシタ）であるので、圧電ブザーから出力する音の周波数が上がるほど消費電流が増える。特に圧電ブザーをフィルタレスD級アンプで駆動する場合、矩形波に含まれる高調波成分によって消費電流が増大する。そのため、圧電ブザーには可聴帯以外の周波数成分を抑圧するためのフィルタが必要となる。

[0004] 例えば、下記特許文献1には、所定の周波数成分をカットするローパスフィルタを備えたD級アンプが開示されている。このD級アンプは、ピエゾスピーカー（圧電素子）と直列にコイル（インダクタ）と抵抗が接続されている（図10参照）。そして、ピエゾスピーカーはコンデンサ（キャパシタ）と等価であり、ピエゾスピーカーとコイルとでローパスフィルタであるLCフィルタ（2次フィルタ）を構成している。抵抗はLCフィルタの共振を抑

制するために設けられている。

- [0005] また、下記特許文献2には、圧電ブザー（圧電素子）に音量調整用の抵抗が接続された構成の制御回路が開示されている。ただし、圧電ブザーに接続された抵抗は、音量調整用であって、フィルタを構成するものではない。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献1：特開2014-165689号公報
特許文献2：特開2008-233393号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] しかしながら、特許文献1に記載された構成では、ピエゾスピーカー（圧電素子）とコイルとでLCフィルタを構成しているので、RCフィルタを構成する場合と比較して価格が高くなってしまいます。また、特許文献2に記載された構成では、圧電ブザー（圧電素子）に接続された抵抗はブザーの音量を調整するために設けられたものであって、ブザーの音質を改善するためのRCフィルタを構成するものではない。
- [0008] また、フィルタを設けることなく、PWM信号（PWM：Pulse Width Modulation、パルス幅変調）で駆動される駆動回路（例えばHブリッジ回路）に直接、圧電素子を取り付けて音声出力を行う場合、圧電素子の容量が瞬間的にチャージされ圧電素子が飽和してしまうという問題が生じる。また、この場合、PWM信号の基本波である矩形波の基本周波数成分と高調波成分のエネルギーが消費され、音声再生装置全体の消費電力が増大してしまうという問題も生じる。
- [0009] 本発明は、前述した事情に鑑みてなされたものであり、外付けのローパスフィルタを設けることなく、安価で、高音質かつ低消費電流の音声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

[0010] 上記目的を達成するために、本発明では、圧電体に信号電圧を加えることで発生する圧電体の振動を音声として出力する、共振を利用して特定周波数の音声出力に適した圧電素子と、圧電素子に直列に接続され、圧電素子と等価であるキャパシタとともにローパスフィルタを構成する抵抗とを有し、別途のローパスフィルタを用いずに周波数成分を抑圧する圧電ブザーと、ミドルウェアに基づいて、音声信号に応じたPWM信号を生成するマイクロコンピュータと、マイクロコンピュータで生成されるPWM信号に基づいて、Hブリッジ回路を構成する4つのバイポーラトランジスタがスイッチング動作することで電力増幅を行い、PWM信号に応じた低消費電流の信号電圧を圧電素子と該圧電素子の特性に合わせた抵抗値の抵抗とが直列に接続された圧電ブザーに出力して圧電ブザーの音声出力を実行する駆動回路と、を備えることを特徴とする音声再生装置を提供する。

[0011] また、Hブリッジ回路を構成する2つの対称の回路は、それぞれ、2つのバイポーラトランジスタのベース端子の間にコンデンサが接続され、コンデンサの一方の端子と電源との間にショットキーバリアダイオードが接続され、コンデンサの他方の端子にPWM信号を入力する信号入力端子が接続される構成でもよい。

[0012] また、駆動回路は、電池の電圧で動作し、電池の電圧を電源電圧まで昇圧させるチャージポンプを備える構成でもよい。

[0013] また、マイクロコンピュータは、ミドルウェアとしての再生制御ミドルウェアに基づいて、圧縮された音声データをデコードしながらPCM形式の音声信号に変換し、ミドルウェアとしてのドライバーに基づいて、音声信号に応じたPWM信号を生成して駆動回路に出力する構成でもよい。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、抵抗が圧電素子に直列に接続され、圧電素子と等価であるキャパシタと抵抗とでローパスフィルタを形成するので、安価な圧電ブザーを使用することができ、コストを大幅に削減することができる。また、そのような圧電ブザーを使用した場合であっても、高音質の音声出力を実現す

ることができ、またローパスフィルタで高い周波数成分を抑制するので、低消費電流で圧電ブザーを駆動することができる。

図面の簡単な説明

- [0015] [図1]本発明に係る音声再生装置の構成を示すブロック図である。
- [図2]図1に示すマイクロコンピュータの構成を示すブロック図である。
- [図3]音声信号とPWM信号との関係を示す波形図である。
- [図4]PWM信号の周波数成分を示す図である。
- [図5]図1に示すHブリッジ回路の構成を示す回路図である。
- [図6]本発明に係る圧電ブザーの構成を示す図である。
- [図7]圧電素子及び抵抗がパッケージに收容された圧電ブザーの構成を示す斜視図である。
- [図8]1次ローパスフィルタの回路図及び1次ローパスフィルタの周波数特性を示すグラフである。

発明を実施するための形態

- [0016] 以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。ただし、本発明はこれに限定されるものではない。また、図面においては、実施形態を説明するため、一部分を大きくまたは強調して記載するなど適宜縮尺を変更して表現することがある。
- [0017] 図1は、本発明に係る音声再生装置の構成を示すブロック図である。なお、図1(A)は、従来の第1態様の音声再生装置の構成を示し、図1(B)は、従来の第2態様の音声再生装置の構成を示し、図1(C)は、本発明に係る音声再生装置の構成を示している。
- [0018] 図1(A)に示す従来の第1態様の音声再生装置は、マイクロコンピュータ10A(以下、マイクロコンピュータをマイコンと略す。)と、DACLSI(D/AコンバータLSI)20Aと、アナログ系専用電源IC30と、アンプ40と、スピーカー50とを備えている。マイコン20Aは、CPUやメモリなどを1つのLSIチップ(LSI: Large Scale Integration)に集積した回路である。このマイコン20Aは、圧縮された音声データをP

CM (pulse code modulation) 形式のアナログ波形の音声信号 (デジタルデータ) に変換する。マイコン20Aは、PCM形式の音声信号をDACLS120Aに出力する。なお、圧縮された音声データは、マイコン10Aのメモリに記憶されている。

[0019] DACLS120Aは、図1(A)に示すように、DAC(D/Aコンバータ)21、LPF(ローパスフィルタ)22、及び電子ボリューム23を有している。DACLS120AのDAC21は、マイコン20Aから出力されたPCM形式の音声信号を階段状のアナログ波形の音声信号に変換する。LPF22は、遮断周波数より低い周波数の成分はほとんど減衰させず、遮断周波数より高い周波数の成分を逡減させるフィルタである。DAC21から出力された音声信号は、LPF22によってノイズ成分が除去されたアナログ波形に整形される。電子ボリューム23は、LPF22から出力された音声信号の音量を調整してアンプ40に出力する。

[0020] アナログ系専用電源IC30は、アナログ系電源からの入力電力から所望の出力電力を生成し、生成した出力電力をアンプ40に供給する。アンプ40は、DACLS120A(つまり電子ボリューム23)から出力された音声信号を所定のゲインで増幅してスピーカー50から音声出力させる。上記のような従来の第1態様の音声再生装置は、アンプ40における放熱を気にしなければならず、また、アナログ部品(アンプ40、アナログ系専用電源IC30、LPF22等)が必要なため、部品コストが高くなってしまふ。

[0021] 図1(B)に示す従来の第2態様の音声再生装置は、マイコン10Bと、Hブリッジ回路20B(駆動回路)と、スピーカー50とを備えている。図1(B)に示すように、マイコン10Bのメモリ(図1(B)において図示せず)には、音声出力デバイス(Hブリッジ回路20B、スピーカー50)の駆動するためのミドルウェアであるドライバー12Aが記憶されている。マイコン10B(CPU)は、圧縮された音声データをPCM形式のデジタルデータの音声信号に変換する。そして、マイコン10Bは、メモリに記憶されたドライバー12Aに基づいて、PCM形式の音声信号を、パルス幅が

信号レベルに比例するPWM信号（PWM：Pulse Width Modulation、パルス幅変調）に変換する（後述する図3参照）。

[0022] Hブリッジ回路20Bは、4つのFET（Field effect transistor：電界効果トランジスタ）で構成されている。このHブリッジ回路20Bは、マイコン10BからのPWM信号に基づいて4つのFETがスイッチング動作することで電力増幅を行い、スピーカー50を駆動する。図1（B）に示す従来の第2態様の音声再生装置は、図1（A）に示す従来の第1態様の音声再生装置と比較して、部品コストを大幅に削減することができ、また、回路がデジタルであるので発熱が最小限に抑えられ、電力の使用効率も向上し、ランニングコストの削減にも寄与する。また、基板の作り直しのリスクがなく、基板の長期利用や製品の長期供給保証が可能となる。さらに、FETの動作温度範囲が広いこと、製品の動作温度範囲も広がる。

[0023] 図1（C）に示す本発明に係る音声再生装置は、マイコン10Cと、Hブリッジ回路20Cと、圧電ブザー60とを備えている。図1（C）及び図2に示すように、マイコン10Cのメモリ（図2のメモリ12を参照）には、音声出力デバイス（Hブリッジ回路20C、圧電ブザー60）を駆動するためのミドルウェアであるドライバー12Bが組み込まれている。マイコン10CのCPU（図2のCPU11参照）は、圧縮された音声データをPCM形式のデジタルデータの音声信号に変換する。そして、CPU11は、メモリ12に記憶されたドライバー12Bに基づいて、PCM形式の音声信号をPWM信号に変換する（後述する図3参照）。

[0024] Hブリッジ回路20Cは、4つのバイポーラトランジスタで構成されている（後述する図5を参照）。このHブリッジ回路20Bは、マイコン10CからのPWM信号に基づいて4つのバイポーラトランジスタがスイッチング動作することで電力増幅を行い、圧電ブザー60を駆動する。図1（C）に示す本発明に係る音声再生装置は、図1（B）に示す従来の第2態様の音声再生装置と同様の効果を奏する。すなわち、部品コストを大幅に削減することができ、また、回路がデジタルであるので発熱が最小限に抑えられ、電力の

使用効率も向上し、ランニングコストの削減にも寄与する。また、基板の長期利用や製品の長期供給保証が可能となる。

[0025] また、図1(C)に示す本発明に係る音声再生装置は、図1(B)に示す従来の第2態様の音声再生装置と比較して、スピーカー50よりも安価な圧電ブザー60で高音質の音声を再生することができる。従って、製品のコストを大幅に削減することができる。また、電池で動作する製品にも適用することができる。すなわち、コイルを用いたスピーカー50では消費電力が大きく、電池駆動は不可能であったが、本発明に係る音声再生装置では、圧電ブザー60を用いているので、電池での音声再生を実現することができる。さらに、Hブリッジ回路20BはFETを用いる必要があったのに対して、Hブリッジ回路20Cはバイポーラトランジスタで構成することが可能であるため、部品コスト及び回路面積のいずれも省コスト化を実現することができる。

[0026] 図2は、図1に示すマイクロコンピュータ10Cの構成を示すブロック図である。また、図3は、音声信号とPWM信号との関係を示す波形図である。図2に示すように、マイコン10Cは、CPU11、メモリ12、及びタイマ13を有している。また、メモリ12にはドライバー12Bが記憶されている。なお、メモリ12には圧縮された音声データ（音声圧縮データ）や、圧縮された音声データをデコードしながら再生するためのミドルウェア（再生制御ミドルウェア）なども記憶されている。

[0027] 図2に示す構成において、CPU11は、不図示の再生制御ミドルウェアに基づいて、圧縮された音声データをデコードしてPCM形式の音声信号に変換する。PCM形式の音声信号は、図3に示すアナログ波形の「元の音声信号」に対応する信号である。なお、PCM形式の音声信号は、所定のサンプリング周波数の離散的なデジタルデータである。

[0028] CPU11は、ドライバー12Bに基づいてマイコン10C内蔵のタイマ13を制御することにより、PCM形式のアナログ波形の音声信号に応じたPWM信号を生成する。図3に示すように、PWM信号は、出力パルスの周

期 t_w は一定である。一方、PWM信号は、入力されるアナログ波形の音声信号の大きさに応じて、パルスの「H」（ハイレベル）と「L」（ロウレベル）の時間（幅）が異なる。

[0029] すなわち、タイマ13は、ドライバー12Bの制御に従って、PCM形式の音声信号の信号レベルの大きさに応じたパルス幅のPWM信号に変換する。PCM形式の音声信号の信号レベルが「0」のときは、パルスの「H」と「L」の幅が同じであるPWM信号が生成される。また、PCM形式の音声信号の信号レベルが「プラス」の区間は、パルスの「H」の幅が「L」の幅よりも大きく、信号レベルが大きいほど「H」の幅が大きくなるようにPWM信号が生成される。また、PCM形式の音声信号の信号レベルが「マイナス」の区間は、パルスの「L」の幅が「H」の幅よりも大きく、信号レベルが大きいほど「L」の幅が大きくなるようにPWM信号が生成される。

[0030] 上記したように、タイマ13は、PCM形式の音声信号の大きさに比例したパルス幅のPWM信号（デジタルパルス）を生成する。そして、図2に示すように、マイコン10Cは、タイマ13が生成した2つのPWM信号を2つの出力ピンからHブリッジ回路20Cに出力する。

[0031] 図4は、PWM信号の周波数成分を示す図である。図4（A）はデューティ比50%の場合のPWM信号の周波数成分を示し、図4（B）はデューティ比50%以外の場合のPWM信号の周波数成分を示す。ここで、デューティ比とは、1周期の中で信号レベルが「H」である割合をいう。

[0032] デジタル回路の発生するノイズの源の一つに高調波がある。PWM信号に含まれる高調波について説明する。一般に、一定の繰り返し周期をもつ全ての波は、繰り返し周波数である基本波と、その整数倍の周波数を持つ高調波に分解することができる。基本波に対する倍数を、高調波の次数と呼ぶ。PWM信号は繰り返す波形が多いので、周波数分布（スペクトラムという。）を観測すると高調波に分解され、離散的なスペクトラムに見える。

[0033] 図4（A）に示すデューティ比50%の場合、PWM信号に含まれる高調波は、 $f_1 (= 1 / \pi T)$ から $f_2 (= 1 / \pi t_r)$ までの周波数では - 2

0 dB/décで減衰し、 $f \geq 2$ 以上の周波数では -40 dB/décで減衰する。ここで、 T はパルスの周期を表し、 t_r はパルスの立ち上がり時間を表している。図4 (B) に示すデューティ比50%以外の場合、PWM信号に含まれる高調波は、 $1/\pi\tau$ 以下の周波数では減衰せず、 $1/\pi\tau$ から $1/\pi\tau r$ までの周波数では -20 dB/décで減衰し、 $1/\pi\tau r$ 以上の周波数では -40 dB/décで減衰する。ここで、 τ はパルス幅を表し、 τr はパルスの立ち上がり時間を表している。

[0034] PWM信号の高調波のうち、周波数の高い（次数の大きい）成分は、容易に放射され、ノイズの原因になりやすい性質がある。そこで、信号波形への影響が少ない高次の高調波を除去することが、ノイズ対策として行われる。

[0035] 図5は、図1に示すHブリッジ回路20Cの構成を示す回路図である。図5に示すように、Hブリッジ回路20Cは、4つのバイポーラトランジスタ $T_{r1} \sim T_{r4}$ を備えている。以下、バイポーラトランジスタ $T_{r1} \sim T_{r4}$ を単にトランジスタ $T_{r1} \sim T_{r4}$ と記す。

[0036] トランジスタ T_{r1} 、 T_{r3} はPNPトランジスタであり、トランジスタ T_{r2} 、 T_{r4} はNPNトランジスタである。PNPトランジスタ（トランジスタ T_{r1} 、 T_{r3} ）は、電源電圧 V_{cc} に対して低い電圧がベースに印加されたときにオンとなる。NPNトランジスタ（トランジスタ T_{r2} 、 T_{r4} ）は、グラウンドに対して高い電圧がベースに印加されたときにオンとなる。

[0037] トランジスタ T_{r1} のエミッタ端子は電圧 V_{cc} （例えば電圧値15V）の電源と接続されている。トランジスタ T_{r1} のコレクタ端子はトランジスタ T_{r2} のコレクタ端子と接続されている。トランジスタ T_{r1} のベース端子と電源との間に抵抗 R_1 （例えば抵抗値33k Ω ）が接続されている。また、トランジスタ T_{r1} のベース端子と電源との間にショットキーバリアダイオード SBD_1 が抵抗 R_1 と並列に接続されている。トランジスタ T_{r1} のベース端子とトランジスタ T_{r2} のベース端子との間にコンデンサ C_1 （例えば容量0.1 μF ）が接続されている。トランジスタ T_{r2} のベース端

子はPWM信号（PWM ϕ ）を入力する信号入力端子と接続され、トランジスタTr2のエミッタ端子はグラウンドと接続されている。

[0038] トランジスタTr3、Tr4、抵抗R2、ショットキーバリアダイオードSBD2、及びコンデンサC2からなる回路の構成は、トランジスタTr1、Tr2、抵抗R1、ショットキーバリアダイオードSBD1、及びコンデンサC1からなる回路の構成と同様である。すなわち、トランジスタTr3のエミッタ端子は電圧Vccの電源と接続されている。トランジスタTr3のコレクタ端子はトランジスタTr4のコレクタ端子と接続されている。トランジスタTr3のベース端子と電源との間に抵抗R2（例えば抵抗値33k Ω ）が接続されている。また、トランジスタTr3のベース端子と電源との間にショットキーバリアダイオードSBD2が抵抗R2と並列に接続されている。トランジスタTr3のベース端子とトランジスタTr4のベース端子との間にコンデンサC2（例えば容量0.1 μ F）が接続されている。トランジスタTr4のベース端子はPWM信号（PWM ϕ ）を入力する信号入力端子と接続され、トランジスタTr4のエミッタ端子はグラウンドと接続されている。

[0039] トランジスタTr1のコレクタ端子とトランジスタTr2のコレクタ端子との接続点と、トランジスタTr3のコレクタ端子とトランジスタTr4のコレクタ端子との接続点との間に、圧電素子PZ及び抵抗R0が直列に接続されている。圧電素子PZの電気的特性はコンデンサ（キャパシタ）である（つまり、圧電素子PZはコンデンサと等価である）。従って、圧電素子PZと抵抗R0とで1次ローパスフィルタを構成する。なお、圧電素子PZにおけるコンデンサとしての容量は例えば50nFであり、抵抗R0の抵抗値は例えば1k Ω であるものとする。本実施形態では、圧電素子PZと抵抗R0とで圧電ブザー60を構成する。

[0040] なお、Hブリッジ回路20Cを構成する各素子の値（抵抗値、容量値）や圧電ブザー60を構成する各素子（圧電素子PZ、抵抗R0）の値（抵抗値、容量値）は一例であって、上記の値に限定されるわけではなく、圧電素子

PZの特性などに合わせて適宜設定される。

[0041] Hブリッジ回路20Cにおいて、4つのトランジスタTr1~Tr4がオフの場合、圧電素子PZ及び抵抗R0には電圧が印加されない。トランジスタTr1及びトランジスタTr4がオンであり、トランジスタTr2及びトランジスタTr3がオフのとき、図5の(1)の経路(電源電圧Vcc、トランジスタTr1、抵抗R0、圧電素子PZ、トランジスタTr4、グラウンド)で電流が流れる。一方、トランジスタTr2及びトランジスタTr3がオンであり、トランジスタTr1及びトランジスタTr4がオフのとき、図5の(2)の経路(電源電圧Vcc、トランジスタTr3、圧電素子PZ、抵抗R0、トランジスタTr2、グラウンド)で電流が流れる。

[0042] トランジスタTr1, Tr2のベース端子は、それぞれ、抵抗R1によって電圧Vccよりも低い電圧が印加されている。すなわち、トランジスタTr1のベース端子の電位は、トランジスタTr1のエミッタ端子の電位よりも低くなっている。また、トランジスタTr2のベース端子の電位は、トランジスタTr2のコレクタ端子の電位(0V)よりも高くなっている。

[0043] このような状態において、信号入力端子から入力されるPWM信号が「H」のときは、トランジスタTr1がオフとなり、トランジスタTr2がオンとなる。また、信号入力端子から入力されるPWM信号が「L」のときは、トランジスタTr1がオンとなり、トランジスタTr2がオフとなる。同様に、信号入力端子から入力されるPWM信号が「H」のときは、トランジスタTr3がオフとなり、トランジスタTr4がオンとなる。また、信号入力端子から入力されるPWM信号が「L」のときは、トランジスタTr3がオンとなり、トランジスタTr4がオフとなる。このように、Hブリッジ回路20Cは、4つのトランジスタ(スイッチ)のうち対角線上にある二組のトランジスタが交互にオンすることで負荷の電流方向を逆向きにすることができ、電池の持つ電圧を最大限に活かすことができる。

[0044] 上記したように、Hブリッジ回路20Cの電源電圧を15Vとしているのに対して、小さなボタン型電池(コイン型電池ともいう。)の電圧は1V~

3 V程度である。ボタン型電池を用いてHブリッジ回路20Cを駆動する場合、チャージポンプでボタン型電池の電圧を電源電圧まで昇圧させる。これにより、本発明の音声再生装置をヘルスケア製品（例えば体温計、血糖値計）などの小さな機器にも搭載することが可能となる。

[0045] 図6は、本発明の圧電ブザー60の構成を示す図である。図6に示す圧電素子（圧電振動板）は、薄い円板状の圧電体（圧電セラミックス）61と、黄銅やニッケルなどの薄い円板状の金属板62とを貼り合わせた（接着した）構造である。このような圧電素子の構造をユニモルフ構造という。圧電体61の表面には電極が形成され、その電極にリード（ケーブル）63が接続されている。また、金属板62の表面にも電極が形成され、その電極にリード（ケーブル）64が接続されている。抵抗65がリード64の途中に接続されている。圧電体61及び金属板62が図5に示した圧電素子PZに相当し、抵抗65が図5に示した抵抗R0に相当する。なお、抵抗65はリード64の途中ではなくリード63の途中に接続されてもよい。

[0046] 圧電素子に電圧が印加されると圧電体61が伸びるが、圧電体61に接着している金属板62は伸縮せずに所定方向に曲がる。また、圧電素子に逆方向の電圧が印加されると圧電体61が縮むが、圧電体61に接着している金属板62は伸縮せずに所定方向とは逆方向に曲がる。圧電素子に電圧の向きが交互に変わる信号電圧が印加されると両方向の振動が発生して音波が発生する。

[0047] 本実施形態では、圧電体（圧電セラミックス）と金属板とで構成される素子を圧電素子といい、圧電素子と抵抗とを含む構成を圧電ブザーという。なお、一般には、圧電体（圧電セラミックス）のことを圧電素子という場合があり、また、圧電体と金属板とで構成される素子を圧電ブザーという場合もある。また、圧電ブザーは、圧電スピーカー（ピエゾスピーカー）、圧電サウンダーなどと呼ばれ、明確に区別されていないが、本実施形態における圧電ブザーは、上記の圧電スピーカー（ピエゾスピーカー）、圧電サウンダーなどを含む構成である。

- [0048] 圧電素子としては、圧電体の材料、径、厚さや、金属板の材料、径、厚さなどに応じて特性が変化する。例えば、圧電素子によって、共振点（共振周波数）、共振抵抗、静電容量が変化する。上述したように、本発明は、安価な圧電ブザーを用いて高音質の音声出力を実現することを目的としているため、本実施形態では、電子ブザーとして利用されるような圧電素子を用いることを想定している。
- [0049] 図7は、圧電素子及び抵抗がパッケージ66に収納された圧電ブザー60Aの構成を示す斜視図である。図7に示すように、圧電体61と金属板62とで構成される圧電素子と、その圧電素子に接続された抵抗65とがパッケージ66内に收容されている。このような構成の場合、圧電素子と抵抗65とが1つの部品として構成されることとなる。
- [0050] 図8は、1次ローパスフィルタの回路図及び1次ローパスフィルタの周波数特性を示すグラフである。上述したように、圧電素子PZは電気的特性としてコンデンサ（キャパシタ）C0とみなされる。図8の回路図に示すように、抵抗R0とコンデンサC0とで構成されるRC回路は1次ローパスフィルタ（RCフィルタ）として機能する。RC回路の折れ点周波数 f_c は、 $f_c = 1 / (2\pi \cdot R0 \cdot C0)$ となる。図8のグラフに示すように、RC回路からなる1次ローパスフィルタは、RC回路の折れ点周波数 f_c 以下の周波数の信号を通過させ、RC回路の折れ点周波数 f_c 以上の周波数の信号を -20 dB/dec で減衰させる。
- [0051] 本実施形態では、圧電素子PZと抵抗R0とで構成するRC回路の折れ点周波数 f_c が圧電素子PZの共振点（共振周波数）以下としている。このような構成によれば、圧電素子PZの共振点よりも高い周波数成分をRCフィルタで抑制することができ、人の声や音楽などを高音質で出力することが可能となる。
- [0052] また、圧電素子PZと抵抗R0とで構成するRC回路の折れ点周波数の $1/2$ が圧電素子PZの共振点以下としてもよい。このような構成によれば、より高い周波数成分をRCフィルタで抑制することができ、より一層、人の

声や音楽などを高音質で出力することが可能となる。

[0053] 圧電素子P Zと直列に接続される抵抗R O（図6の抵抗65）には、以下に示す4つの役割がある。

1. 上述したように、圧電素子と等価であるコンデンサとともにRCフィルタ（1次ローパスフィルタ）を形成する役割がある。

2. 圧電ブザー60に存在する機械振動の共振のQを下げる役割がある。一般に、圧電ブザーは電子ブザーとして使用されるので、故意にQの高い機械振動が起きやすいように設計されている。本実施形態では、圧電素子P Zの特性に合わせて抵抗R Oの抵抗値を調整することで1次ローパスフィルタの通過帯域を設定することができる。この通過帯域を適切に設定することで可聴帯域外の信号の抑圧し、また可聴帯域内の圧電ブザーの機械振動のQを下げる事が可能となる。

3. PWM信号に存在する、矩形波の高次高調波における圧電素子のインピーダンスを下げる役割がある。このような役割によって圧電ブザー60を電池で駆動することが可能となる。

4. 圧電素子では高音を出力しやすいように設計されているが、その高音の出力を抑えて特性をフラットにする役割がある。

[0054] 以上に説明したように、本実施形態では、抵抗R Oが圧電素子P Zに直列に接続され、圧電素子P Zと等価であるキャパシタC Oと抵抗R Oとでローパスフィルタを形成するので、安価な圧電ブザーを使用することができ、コストを大幅に削減することができる。また、そのような安価な圧電ブザー60を使用した場合であっても、高音質の音声出力を実現することができる。また、ローパスフィルタで高い周波数成分を抑制するので、低消費電流で圧電ブザー60の駆動することができる。

[0055] 本発明の圧電ブザー及び音声再生装置は、ガイド音声を出力する機器として用いることができる。例えば、鉄道やバス等の車内／構内アナウンス、信号、ビル入退管理端末、監視カメラ、医療機器、AED（Automated External Defibrillator；自動体外式除細動器）、産業用プリンタ、オフィス用複合

プリンタ、民生用インクジェットプリンタ、アミューズメント機器の効果音などに利用可能である。また、本発明の圧電ブザー及び音声再生装置は、厳しい温度／環境条件下での音声出力する機器として用いることができる。例えば、火災／ガス／避難警報、建設機械、自動車、自販機、A T Mなどに利用可能である。

[0056] 以上、本発明の実施形態を説明したが、本発明の技術的範囲は、上記の実施形態に記載の範囲には限定されない。本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、上記の実施形態に、多様な変更または改良を加えることが可能である。また、上記の実施形態で説明した要件の1つ以上は、省略されることがある。そのような変更または改良、省略した形態も本発明の技術的範囲に含まれる。また、上記した実施形態や変形例の構成を適宜組み合わせて適用することも可能である。

[0057] 例えば、上記の実施形態では、圧電素子P Zの2つの端子の一方に抵抗を接続していたが、2つの端子の両方に抵抗を接続してもよい。このような場合でもR Cフィルタとして機能させることができる。また、圧電素子は、ユニモルフ構造の素子を用いていたが、バイモルフ構造の素子や積層タイプの素子を用いてもよい。また、Hブリッジ回路は4つのバイポーラトランジスタで構成されたものを用いていたが、4つのF E Tで構成されたもの（図1（B）のHブリッジ回路20B）を用いてもよい。

符号の説明

- [0058] 10C マイクロコンピュータ
12B ドライバー
20C Hブリッジ回路（駆動回路）
60 圧電ブザー
61 圧電体
62 金属板
65 抵抗
66 パッケージ

Tr 1 ~ Tr 4 バイポーラトランジスタ（トランジスタ）

RO 抵抗

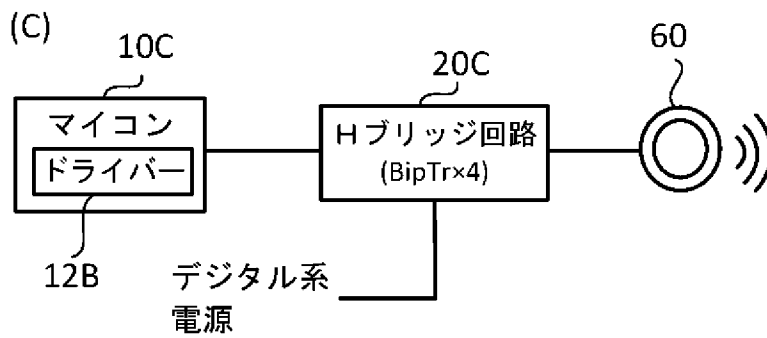
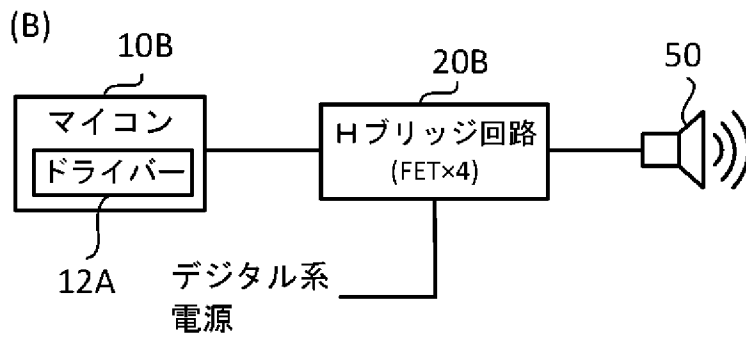
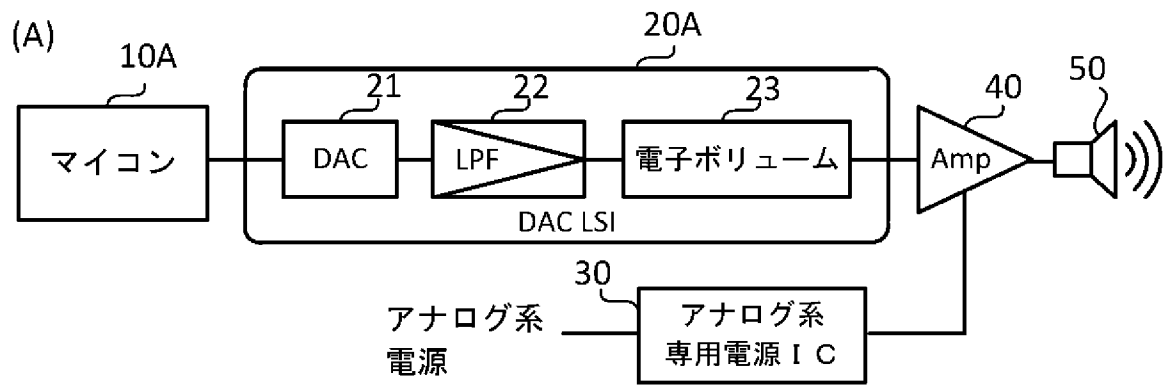
PZ 圧電素子

請求の範囲

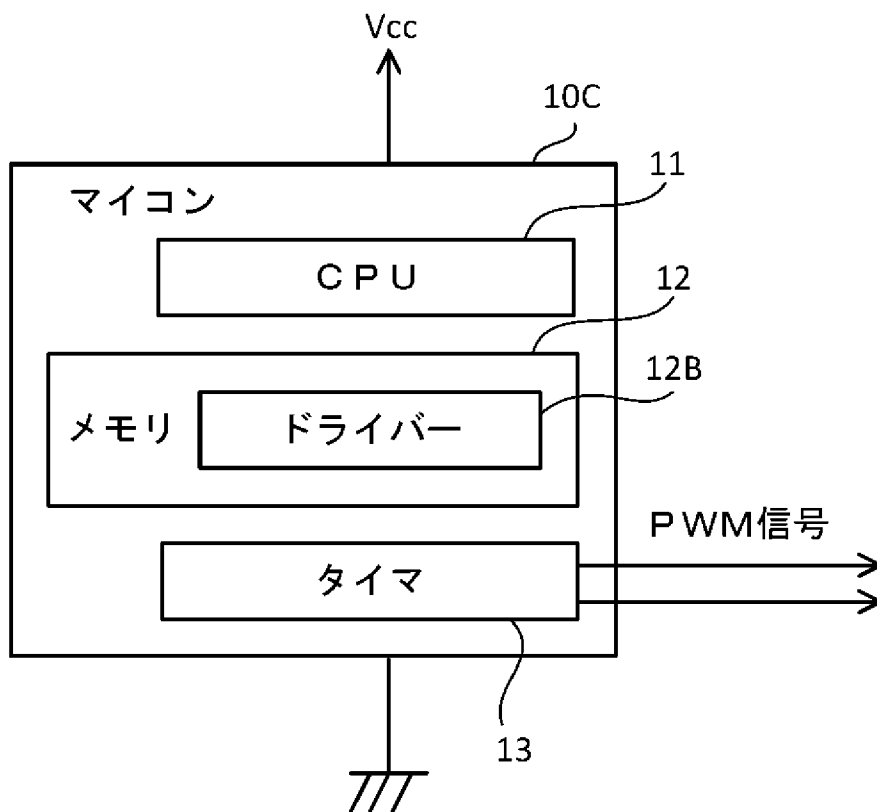
- [請求項1] 圧電体に信号電圧を加えることで発生する前記圧電体の振動を音声として出力する、共振を利用して特定周波数の音声出力に適した圧電素子と、前記圧電素子に直列に接続され、前記圧電素子と等価であるキャパシタとともにローパスフィルタを構成する抵抗とを有し、別途のローパスフィルタを用いずに周波数成分を抑圧する圧電ブザーと、ミドルウェアに基づいて、音声信号に応じたPWM信号を生成するマイクロコンピュータと、
- 前記マイクロコンピュータで生成される前記PWM信号に基づいて、Hブリッジ回路を構成する4つのバイポーラトランジスタがスイッチング動作することで電力増幅を行い、前記PWM信号に応じた低消費電流の信号電圧を前記圧電素子と該圧電素子の特性に合わせた抵抗値の前記抵抗とが直列に接続された前記圧電ブザーに出力して前記圧電ブザーの音声出力を実行する駆動回路と、を備えることを特徴とする音声再生装置。
- [請求項2] 前記Hブリッジ回路を構成する2つの対称の回路は、それぞれ、2つのバイポーラトランジスタのベース端子の間にコンデンサが接続され、前記コンデンサの一方の端子と電源との間にショットキーバリアダイオードが接続され、前記コンデンサの他方の端子に前記PWM信号を入力する信号入力端子が接続される請求項1記載の音声再生装置。
- [請求項3] 前記駆動回路は、電池の電圧で動作し、
- 前記電池の電圧を電源電圧まで昇圧させるチャージポンプを備える請求項1または請求項2記載の音声再生装置。
- [請求項4] 前記マイクロコンピュータは、前記ミドルウェアとしての再生制御ミドルウェアに基づいて、圧縮された音声データをデコードしながらPCM形式の音声信号に変換し、前記ミドルウェアとしてのドライバーに基づいて、前記音声信号に応じたPWM信号を生成して前記駆動

回路に出力する請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項記載の音声再生装置。

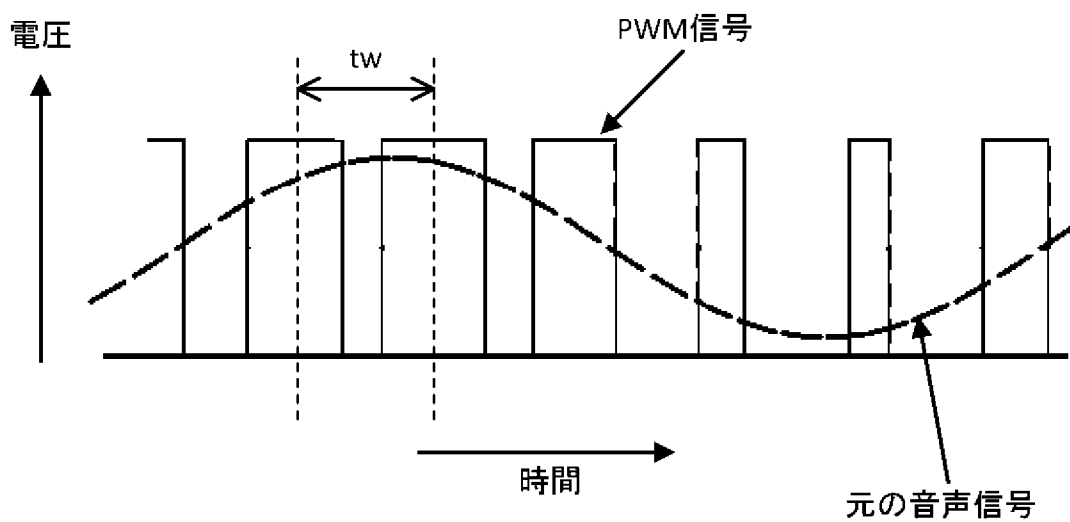
[図1]



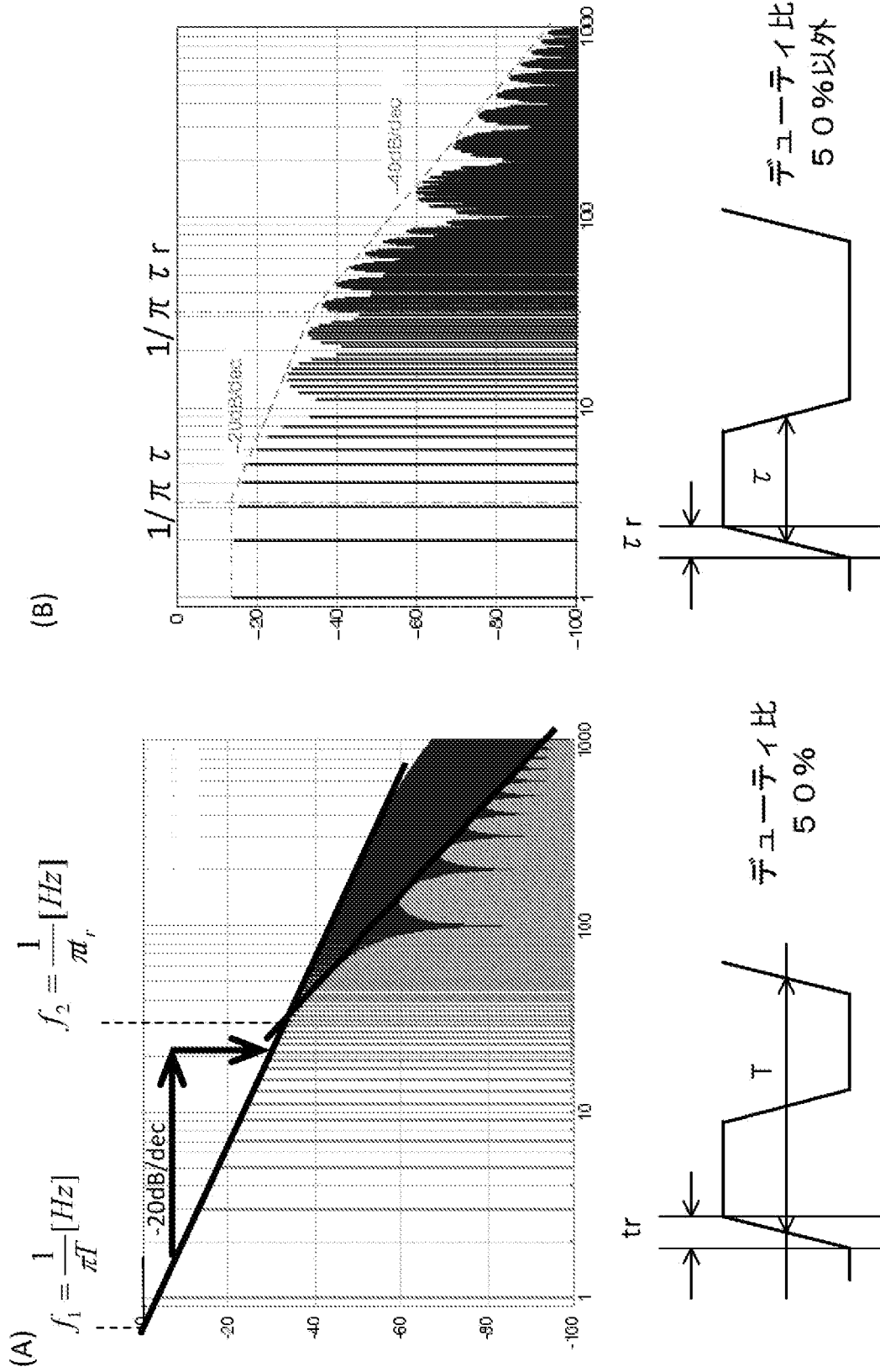
[図2]



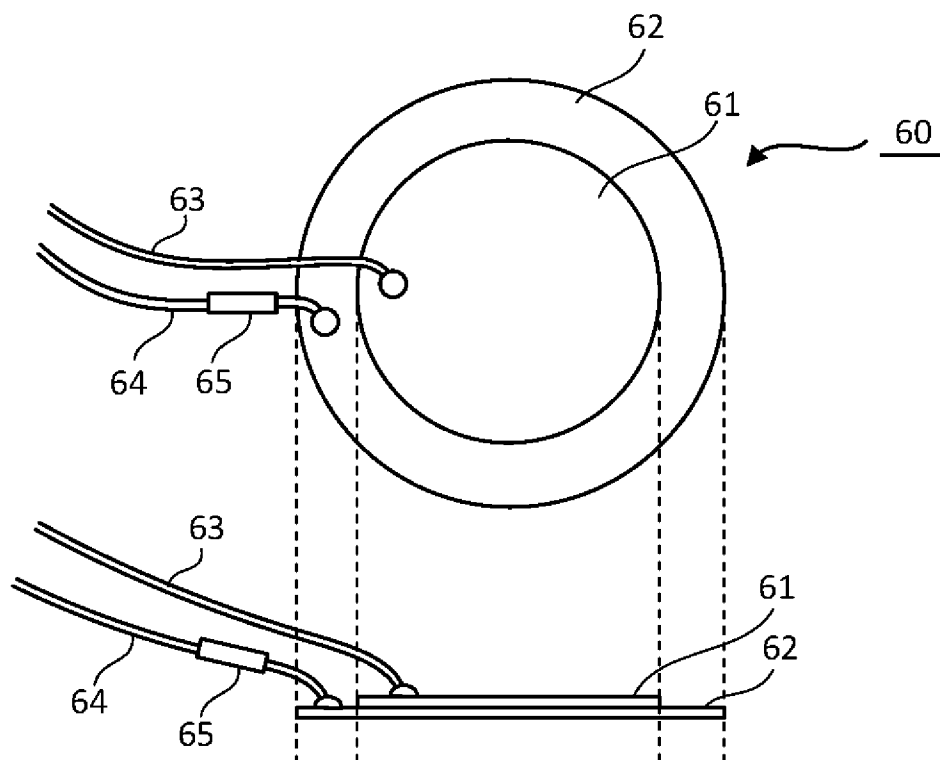
[図3]



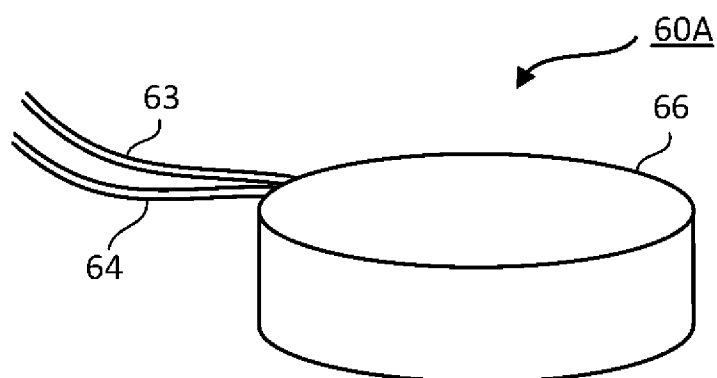
[図4]



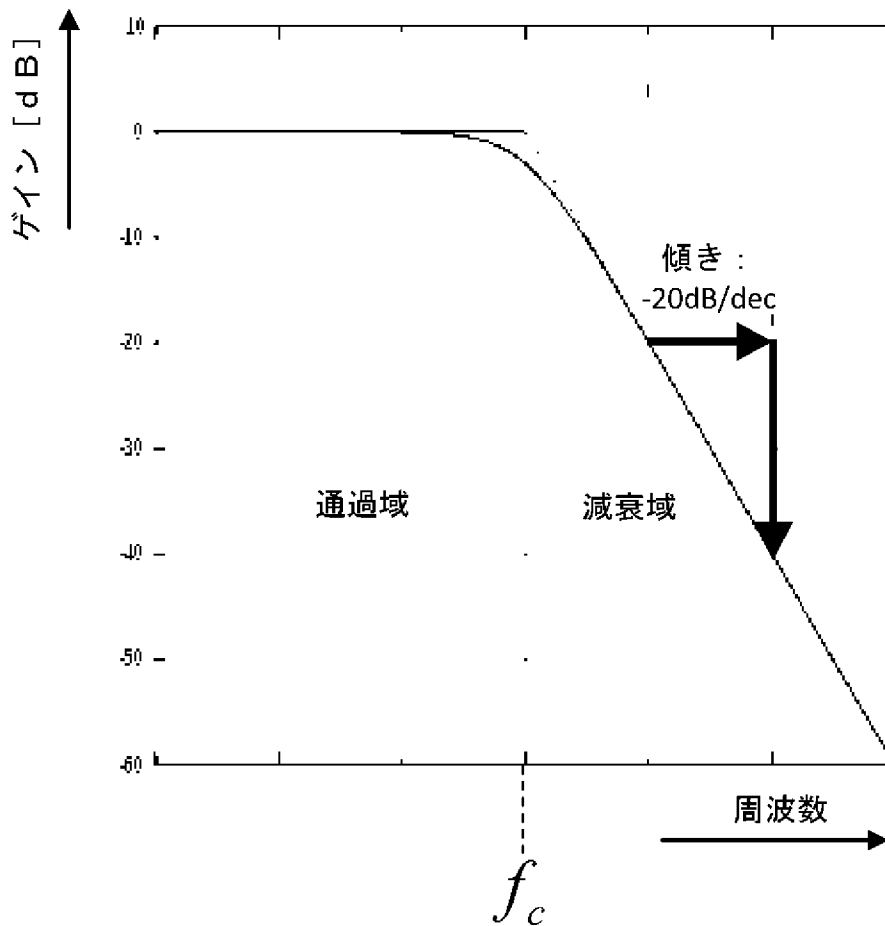
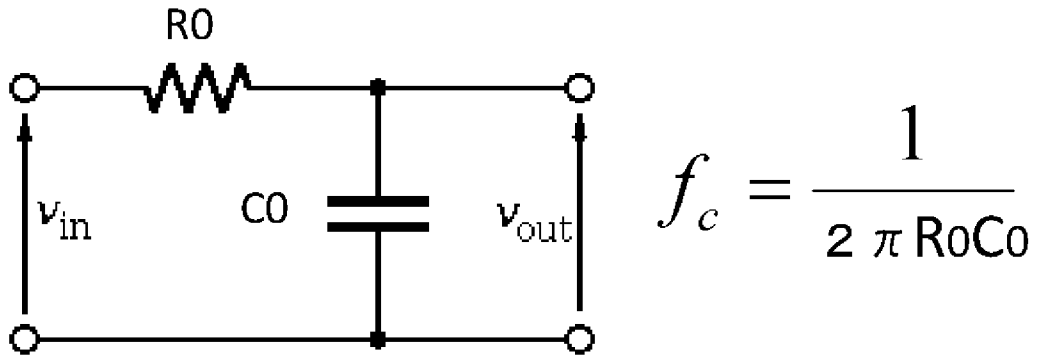
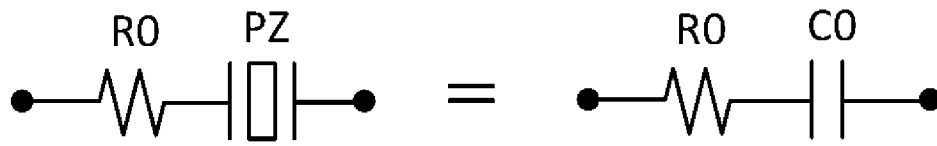
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/045521

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H04R3/00 (2006.01) i, G10K9/122 (2006.01) i, H04R17/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. H04R3/00, G10K9/122, H04R17/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2007/132839 A1 (ASAHI KASEI EMD CORP.) 22 November 2007, entire text, all drawings & US 2007/0290726 A1, entire text, all drawings	1-4
A	JP 2006-94158 A (NEC ACCESS TECHNICA, LTD.) 06 April 2006, entire text, all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 59-146296 A (MURATA MFG. CO., LTD.) 22 August 1984, entire text, all drawings (Family: none)	1-4

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational application No.
PCT/JP2017/045521

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 6-186980 A (NEW JAPAN RADIO CO., LTD.) 08 July 1994, entire text, all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 60-21694 A (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE PUBLIC CORP.) 04 February 1985, entire text, all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 7-7788 A (FORD MOTOR CO.) 10 January 1995, entire text, all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 2007-33939 A (DENSO CORP.) 08 February 2007, entire text, all drawings (Family: none)	1-4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. H04R3/00(2006.01)i, G10K9/122(2006.01)i, H04R17/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野
 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. H04R3/00, G10K9/122, H04R17/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2007/132839 A1 (旭化成エレクトロニクス株式会社) 2007. 11. 22, 全文, 全図 & US 2007/0290726 A1, 全文, 全図	1-4
A	JP 2006-94158 A (NECアクセステクニカ株式会社) 2006. 04. 06, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 59-146296 A (株式会社村田製作所) 1984. 08. 22, 全文, 全図 (フ ァミリーなし)	1-4

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 05.03.2018	国際調査報告の発送日 13.03.2018
--------------------------	--------------------------

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 渡邊 正宏	5Z	4546
	電話番号 03-3581-1101 内線 3591		

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 6-186980 A (新日本無線株式会社) 1994.07.08, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 60-21694 A (日本電信電話公社) 1985.02.04, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 7-7788 A (フォード モーター カンパニー) 1995.01.10, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2007-33939 A (株式会社デンソー) 2007.02.08, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4