

(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2005-229596  
(P2005-229596A)

(43) 公開日 平成17年8月25日(2005.8.25)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
H04R 3/00

F I  
H04R 3/00 310

テーマコード(参考)  
5D020

審査請求 未請求 請求項の数 33 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2005-20360(P2005-20360)  
(22) 出願日 平成17年1月27日(2005.1.27)  
(31) 優先権主張番号 10/776,937  
(32) 優先日 平成16年2月10日(2004.2.10)  
(33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 591009509  
ボーズ・コーポレーション  
BOSE CORPORATION  
アメリカ合衆国マサチューセッツ州017  
01, フラミンガム, ザ・マウンテン (番地なし)  
(74) 代理人 100064908  
弁理士 志賀 正武  
(74) 代理人 100089037  
弁理士 渡邊 隆  
(74) 代理人 100108453  
弁理士 村山 靖彦  
(74) 代理人 100110364  
弁理士 実広 信哉

最終頁に続く

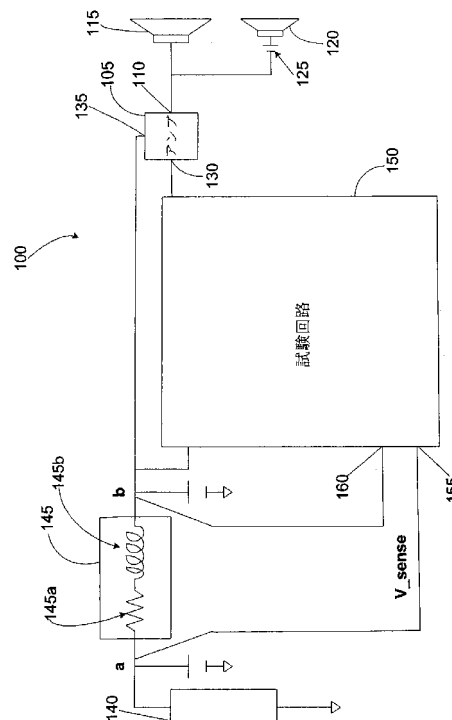
(54) 【発明の名称】 スピーカーの接続状態の検出

(57) 【要約】

【課題】 スピーカーの接続状態を決定するための手法を提供する。

【解決手段】 アンプは、所定の方法で駆動される。所定の駆動の結果として、アンプ(或いは、アンプが組み込まれる電子装置)の電力入力部に配付される電力の変化が検知される。アンプの出力部への、一つ或いは二つ以上のスピーカーの接続の状態を示す値が、検知された電力の変化に基づいて決定される。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

所定のやり方でアンプを駆動する段階と、  
所定の駆動の結果として、アンプの電力入力部に配付される電力の変化を検知する段階と、

電力の検知した変化に基づいて、アンプの出力部への一つ或いは二つ以上のスピーカ-  
の接続の状態を示す値を決定する段階と

を備えることを特徴とする方法。

## 【請求項 2】

前記電力の変化を検知する段階は、所定の駆動の結果としてアンプを含んだ装置の電力  
入力部へ配付される電力の変化を検知する段階を備えることを特徴とする請求項 1 記載の  
方法。

10

## 【請求項 3】

前記電力の変化を検知する段階は、所定の駆動の結果としてアンプに供給をする電源か  
ら送信される電力の変化を検知する段階を備えることを特徴とする請求項 1 記載の方法。

## 【請求項 4】

前記電力の変化を検知する段階は、電流を測定する段階を備えることを特徴とする請求  
項 1 記載の方法。

## 【請求項 5】

前記値を決定する段階は、  
検知した変化を、複数の保存した変化と比較する段階と、  
検知した変化に最も近い、保存された変化を選択する段階と  
を備え、  
保存した各変化は、一つ或いは二つ以上のスピーカ-の接続の可能な状態に対応してい  
ることを特徴とする請求項 1 記載の方法。

20

## 【請求項 6】

所定のやり方でアンプを駆動する段階は、既知の周波数と振幅の駆動信号をアンプに与  
える段階を備えることを特徴とする請求項 1 記載の方法。

## 【請求項 7】

所定のやり方でアンプを駆動する段階は、耳に聞こえる影響をアンプ出力部に起こさせ  
ない特徴を持った駆動信号を与える段階を備えることを特徴とする請求項 1 記載の方法。

30

## 【請求項 8】

値を決定する段階は、アンプの出力部で観測されるインピーダンスを決定する段階を備  
えることを特徴とする請求項 1 記載の方法。

## 【請求項 9】

一つ或いは二つ以上のスピーカ-に対して、決定した値と期待値を比較する段階も備え  
ることを特徴とする請求項 1 記載の方法。

## 【請求項 10】

前記期待値は、一つ或いは二つ以上のスピーカ-のインピーダンスを備えることを特徴  
とする請求項 9 記載の方法。

40

## 【請求項 11】

前記期待値は、アンプを駆動する信号の周波数で動作する一つ或いは二つ以上のスピー  
カ-のインピーダンスを備えることを特徴とする請求項 10 記載の方法。

## 【請求項 12】

前記接続の状態には、アンプの出力部に接続される二つのスピーカ-が含まれることを  
特徴とする請求項 1 記載の方法。

## 【請求項 13】

所定のやり方でアンプを駆動する段階は、少なくとも一つの検査信号を与える段階を備  
えることを特徴とする請求項 1 記載の方法。

## 【請求項 14】

50

二つのスピーカーは、チャンネルに接続され、二つ以上の検査信号がアンプを駆動するのに使用されることを特徴とする請求項 13 記載の方法。

【請求項 15】

前記検査信号は、聴取の通常範囲外にあるように選択されることを特徴とする請求項 13 記載の方法。

【請求項 16】

前記検査信号は、直流接続されたスピーカーの駆動コイルに電圧を加えることによって耳に聞こえる影響を最小化するべく選択される形状を備えた単一パルスであることを特徴とする請求項 13 記載の方法。

【請求項 17】

前記変化は、アンプの入力供給電流の変化を備えることを特徴とする請求項 1 記載の方法。

10

【請求項 18】

値を決定する段階は、雑音排除を実行する段階を備えることを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 19】

雑音排除を実行する段階は、同期式復調を用いて雑音排除を実行する段階を備えることを特徴とする請求項 18 記載の方法。

【請求項 20】

雑音排除を実行する段階は、相関分析を用いて雑音排除を実行する段階を備えることを特徴とする請求項 18 記載の方法。

20

【請求項 21】

スピーカー出力部と、駆動信号入力部と、電力入力部とを持ったアンプと、電力入力部で引き出される検出された電力の総量に基づいて、スピーカーがスピーカー出力部に接続されるか否か、いるとしたらどのスピーカーかを決定するように接続される回路とを備えることを特徴とするシステム。

【請求項 22】

アンプの電力入力部に電氣的に接続される電流供給部を、さらに含むことを特徴とする請求項 21 記載のシステム。

30

【請求項 23】

前記回路は、その両端で電圧測定を行うことができるインダクタを備え、該インダクタは、電流供給部とアンプの電源入力部の間で電氣的に接続されることを特徴とする請求項 22 記載の方法。

【請求項 24】

前記インダクタは、低抵抗の部分と低インダクタンスの部分とを備えることを特徴とする請求項 23 記載のシステム。

【請求項 25】

前記回路は、その間で電圧降下の測定が可能な 2 点を持った抵抗回路基板トレースを備え、該抵抗回路基板トレースは、電流供給部とアンプの電源入力部の間で電氣的に接続されることを特徴とする請求項 22 記載のシステム。

40

【請求項 26】

前記回路は、信号測定モジュールを備えることを特徴とする請求項 21 記載のシステム。

【請求項 27】

前記回路は、アンプの電力入力部に電氣的に接続された電源から送られる電力の総量を検知することによって、アンプの電力入力部において引き出される電力の総量を検出することを特徴とする請求項 21 記載のシステム。

【請求項 28】

アンプを含む装置を備え、

50

前記回路は、装置の電力入力部において引き出される電力の総量を検知することによって、アンプの電力入力部において引き出される電力の総量を検出することを特徴とする請求項 2 1 記載のシステム。

【請求項 2 9】

前記アンプは、第 1 アンプであり、

前記システムは、本装置に含まれる第 2 アンプを備え、

前記第 1 及び第 2 アンプの各々は、一つ或いは二つ以上のスピーカーを持ち、独立して駆動されることが可能であり、

前記回路は、各アンプを独立して駆動する際に、前記装置の電力入力部で引き出される電力の総量を検知するように構成されて、前記装置において検知した電力を用いて、各アンプの各出力チャンネルの出力故障を診断することを可能とすることを特徴とする請求項 2 8 記載のシステム。

10

【請求項 3 0】

情報媒体の中にはっきりと具現化された、スピーカーの接続状態を検出するためのコンピュータプログラム製品であって、

前記コンピュータプログラム製品は、データ処理装置に、

少なくとも一つの検査信号でアンプのチャンネルを駆動することと、

アンプの入力供給信号への変化を示す検査信号を受け取ることと、

検査信号に基づいて所定の量を計算することと、

決定された所定の量を期待値と比較することと

20

を起こさせるように動作可能な命令を備えることを特徴とするコンピュータプログラム製品。

【請求項 3 1】

前記命令は、さらに、データ処理装置に、検査信号に対して所定の周波数を定義させるように動作可能であることを特徴とする請求項 3 0 記載のコンピュータプログラム製品。

【請求項 3 2】

前記命令は、さらに、データ処理装置に、所定の周波数で動作するスピーカーのインピーダンスを用いて期待値を定義させるように動作可能であることを特徴とする請求項 3 1 記載のコンピュータプログラム製品。

【請求項 3 3】

前記命令は、さらに、データ処理装置に、所定の周波数で動作する第 1 スピーカーおよび第 2 スピーカーのインピーダンスを用いて期待値を定義させるように動作可能であり、前記第 1 スピーカーおよび第 2 スピーカーは、チャンネルに電氣的に接続されることを特徴とする請求項 3 1 記載のコンピュータプログラム製品。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書は、スピーカーの接続状態の検出に関する。

【背景技術】

40

【0002】

スピーカーがオーディオシステムあるいはマルチメディアシステムの出力に接続されているか（そしてもし接続されていれば、そのスピーカーの種類）を検出することは、例えばシステムとスピーカーが車内に搭載されているときに、視覚或いは聴覚のみを用いて行うならば、時に難しい。スピーカーの接続状態を検出することは、システムの設置や点検の際に重要なことである。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0003】

一つの態様において、スピーカーの接続状態を検出する方法がある。その方法には、所

50

定のやり方でアンプ (amplifier) を駆動することと、所定の駆動の結果としてアンプ (あるいは、アンプが組み込まれる電子装置) の電源入力部へ供給される電力の変化を検知することが含まれる。この方法には、また、検知した電力の変化に基づいて、一つ或いは二つ以上のスピーカーがアンプの出力部に接続される状態を示す値を決定することも含まれる。

**【0004】**

本方法は、一つ或いは二つ以上の、以下の有利な特徴を含んで実施することができる。電力の変化を検知することには、所定の駆動の結果として、アンプを含んだ装置の電力入力部に供給される電力の変化を検知することが含まれるだろう。電力の変化を検知することには、所定の駆動の結果として、アンプに供給する電源から送られる電力の変化を検知することが含まれるだろう。電力の変化を検知することには、電流の測定が含まれるだろう。値を決定することには、保存してある各変化が一つ或いは二つ以上のスピーカーの可能な接続状態に対応する際に、検知した変化を複数の保存してある変化と比較することと、検知した変化に最も近い保存してある変化を選択することが含まれるだろう。所定のやり方でアンプを駆動することには、既知の周波数の駆動信号と振幅をアンプに与えることが含まれるだろう。所定のやり方でアンプを駆動することには、アンプの出力が耳に聞こえる影響を起こすことの無い特性を持った駆動信号を与えることが含まれるだろう。値を決定することには、アンプの出力部で観測されるインピーダンスを決定することが含まれるだろう。

10

**【0005】**

本方法には、決定された値を、一つ或いは二つ以上のスピーカーに対する期待値と比較することが含まれるだろう。期待値には、一つ或いは二つ以上のスピーカーのインピーダンスが含まれるだろう。期待値には、アンプを駆動する信号の周波数で動作する一つ或いは二つ以上のスピーカーのインピーダンスが含まれるだろう。その各々が一つ或いは二つ以上の独立した出力チャンネルを駆動する、一つ或いは二つ以上のスピーカーを組み込んだ装置への電流入力部の測定によって、全ての個々の出力における故障を診断することができる。出力の故障を検出するのに使用される試験条件は、いくつかの周波数で重なるインピーダンス曲線を単一の出力に接続される多数の負荷が持つ時に、故障条件を検出する能力を最適化するように選択することができる。出力の故障を検出するのに使用される試験条件は、検査信号 (probing signal) をアンプの入力部に印加して得られる耳に聞こえる影響を最小化するべく選択することができる。

20

30

**【0006】**

接続状態には、アンプの出力部に接続される2つのスピーカーが含まれるだろう。所定のやり方でアンプを駆動することには、少なくとも一つの検査信号を印加することが含まれるだろう。その二つのスピーカーをそのチャンネルに接続することができ、二つ以上の検査信号をアンプの駆動に使用することができる。検査信号は、通常聞く範囲外で選択することができる。検査信号は、直流接続されたスピーカーの駆動コイルに電圧を加えることによって耳に聞こえる影響を最小化するべく選択される形状を備えた単一パルスで良い。変化には、アンプの入力供給電流の変化が含まれているだろう。値を決定することには、雑音除去の実行が含まれるだろう。雑音除去の実行には、同期した復調を用いた雑音除去の実行が含まれるだろう。雑音除去の実行には、相関分析を用いた雑音除去が含まれるだろう。

40

**【0007】**

他の態様において、アンプと回路を含んだシステムがある。アンプは、スピーカー出力部と、駆動信号入力部と、電力入力部とを持っている。回路は、電力入力部で引き出される検出された電力の総量に基づいて、スピーカーがスピーカー出力部に接続されるか否か、いるとしたらどのスピーカーかを決定するやり方で、接続される。

**【0008】**

本システムは、一つ或いは二つ以上の次の有利な特徴を含んで実現することができる。本システムには、アンプの電力入力部に電氣的に接続される電流供給部が含まれるだろう

50

。本回路には、その両端で電圧測定を行うことができるインダクタを含むことができ、そのインダクタは、電流供給部とアンプの電源入力部の間で電氣的に接続される。そのインダクタには、低抵抗の部分と低インダクタンスの部分とが含まれるだろう。本回路には、その間で電圧降下の測定が可能な2点を持った抵抗回路基板トレースが含まれるだろうが、その抵抗回路基板トレースは、電流供給部とアンプの電源入力部の間で電氣的に接続される。本回路には信号測定モジュールが含まれるだろう。本回路は、アンプの電力入力部において引き出される電力の総量を、アンプの電力入力部に電氣的に接続された電源から送られる電力の総量を検知することによって検出することができるだろう。本システムは、アンプを含む装置を含んでいるだろうし、本回路は、装置の電力入力部において引き出される電力の総量を検知することによって、アンプの電力入力部において引き出される電力の総量を検出する。本アンプは、第1アンプであって良く、本システムは、本装置に含まれる第2アンプを含み、第1及び第2アンプの各々は、一つ或いは二つ以上のスピーカーを持ち、独立して駆動されるだろう。本回路は、各アンプを独立して駆動する際に、装置の電力入力部で引き出される電力の総量を検知するように構成することが可能であり、装置において検知した電力を用いて、各アンプの各出力チャンネルの出力故障を診断することを可能とする。

10

## 【0009】

他の態様において、情報媒体の中にはっきりと具現化された、スピーカーの接続状態を検出するためのコンピュータプログラム製品があり、このコンピュータプログラム製品には、データ処理装置に上述した方法或いは特徴のいずれかを実行させるべく動作可能な命令が含まれる。

20

## 【0010】

実施によって、以下の特徴の一つ或いは二つ以上を実現することができる。本検出システムは、特定の乗り物内の特定のアンプによって駆動される個々のチャンネルの各々と共に組み合わせて用いるスピーカーのために特に調整することが可能である。本検出システムは、電流検知回路のみをホストシステムに追加するだけなので(例えば、それまでにシステムが、通常の動作条件下でアンプを駆動するために存在している)、低価格である。本検出システムの他の部品は、ホストシステムの既存の部品を用いて実現することができる。本検出システムは、全てのチャンネルを診断することができる。本検出システムは、音響上の影響を最小にするべく最適化することができる。

30

## 【0011】

本発明の他の特徴と態様と利点は、説明と図面と特許請求の範囲とから明らかになるであろう。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0012】

図1において、スピーカーの接続状態を検出するための検出システム100には、中域用スピーカー115とツイーター120を駆動する出力チャンネル110と共に(本例では)示されているアンプが含まれる。ツイーター120は、直列にコンデンサ125を通してチャンネル110に電氣的に接続される。動作時には、アンプ105は、アンプ105がスピーカー115と120を駆動する方法を制御する入力駆動信号ポート130を通して、音源(図示せず)からの入力駆動信号を受信する。この入力駆動信号は、例えば、音楽などを表す情報が含まれており、スピーカーを使用可能な音量で駆動することのできない、比較的低電力の信号である。アンプ105は、ポート130上の入力駆動信号を忠実に再現するようにチャンネル110に出力信号を生成し、スピーカー115と120を使用可能な音量まで駆動するのに十分な電力を伝える。この目的のために、アンプ105は、電源140(例えば、車載電源や発電機或いは交流発電機や他の電源)から検知部品145を通して入力供給ポート135で電流を引き込む。検知部品145は、検知部品145を通して流れる電流に比例する検知信号を供給する何らかの部品を表している。例えば、抵抗は検知部品となり得る、というのは、抵抗は、それを通して流れる電流に比例する電圧降下(例えば、 $v=i \cdot r$ )をその両端に持っているからである。図1と図4と図5の例では

40

50

、検知部品145としてインダクタを使用する。

【0013】

試験信号（検査信号とも呼ぶ）をアンプ105の入力駆動信号ポート130へ送り、検知部品145の両端の電流の変化を測定するために、システム100には、試験回路150が含まれる。試験回路150の目的は、ユーザーが電氣的接続を見たりシステムを聴いたりせずに、スピーカーがアンプの各出力部（図中に示されたものに加えて、アンプには他に出力部があるかも知れない）に接続されているか否か、いるとしたらどのスピーカーかを検出することである。アンプの出力部に接続されているだろう各スピーカーは、特別なインピーダンス対周波数曲線によって特徴付けられ、そのために、或る周波数において、アンプ105は、スピーカー115と120を駆動することのできる、ある大きさの入力電流を入力供給ポート135に必要とする。特定の周波数と振幅でアンプ105を駆動して試験信号を出すことで、特定の周波数での効率のような、アンプ105の特定の周波数と他の因子におけるスピーカー115と120の特別な曲線などに基づいて、アンプ105の入力供給ポート135へ流す電流が、何らかの期待される大きさだけ増加する。以下でより詳細に説明するように、所定の試験信号にตอบสนองして検知部品145の両端の信号の変化を測定し、測定した値を試験信号を用いた期待値と比較することによって、試験回路150は、スピーカー115と120の接続状態を決定することができる。

10

【0014】

図1に示される例において、試験回路150は、試験回路150が既知の電力と周波数とを持った入力駆動信号をアンプ105の入力部130に供給する間、インダクタ145の両端の電圧降下を測定する。図示した例では、検知部品145は、インダクタ145とし、これは、アンプ105の電力入力回路内に存在する部品である。しかし、上述したように、アンプ（例えば、電源140）への電力源とアンプ自身との間に挟まれたどんな検知部品も、アンプ105へ供給される電力の変化を測定するために使うことができる。上述したように、そのような検知部品は、例えば電源140からアンプ105に向かう回路基板トレースの部分である。

20

【0015】

正しいインダクタが例えば図1のインダクタ145の検知抵抗を与えるとき、その等価回路には、低抵抗部145aと低インダクタンス部145bとが含まれる。電流は電源140からアンプ105へ流れるので、その低抵抗部145aによってインダクタ145の両端にわずかな電圧降下がある。インダクタ145の両端の電圧降下は、インダクタ145を通して電源140からアンプ105に流れる電流の大きさに比例する。（なぜなら、インダクタは、受動素子であり、電圧と電流の関係は良く知られた周波数依存性があり、試験信号が所定の周波数で生成されるので計算によって補償することができるからである。）アンプ105に流れる電流の大きさは、アンプ105の駆動信号入力部130での信号に従ってスピーカー115と120を駆動するために、電源140からアンプ105が引き出す必要のある電流がどの位かによって決定される。この目的のためにアンプ105が引き出す電流の大きさは、入力駆動信号の周波数におけるスピーカー115と120のインピーダンスによっても決まる。従って、インダクタ145を通して流れる電流の大きさは、アンプ105への入力駆動信号の大きさと周波数、及び、その周波数におけるスピーカー115と120のインピーダンスの関数である。

30

40

【0016】

試験回路150には、インダクタ145の2つの面にある点aとbに接続される2つの観測用ポート155と160とがある。検査信号周波数に対する検知信号変化特性、及び、アンプ105の出力部110に接続できるスピーカーの周波数に対する特別なインピーダンス特性は、接続状態検出処理が生じる前にスピーカー115と120のユニットを試験することで決定される。試験を行おうとする周波数と振幅の点は、試験回路150の能力を最適化し、正しく導入されたスピーカーの可能な組み合わせを区別することで選択され、これら選択された試験条件に対する、期待される測定結果に関する情報は、試験回路150の中に保存される。

50

## 【0017】

動作時には、スピーカーの接続状態を検出するために、試験回路150は、検査信号をアンプ105の入力駆動信号ポート130に供給するようにプログラムされる。検査信号は、既知の特別に選択された周波数と振幅を持っているか、異なる機種の周波数或いは振幅の一連の検査信号が配付されるかも知れない。試験回路150は、前もって測定した検知信号の変化特性、或いはスピーカー115や120のようなスピーカーのインピーダンスが分かっているので、特定の周波数と振幅（或いは、複数の周波数と振幅）において、試験回路150は、どんな検知信号の変化類或いはインピーダンスが、アンプ105の出力で観測されると思われるかが分かっている。例えば、もし、特定のツイーターあるいは特定の中域スピーカーが、アンプ105の出力部へ接続されると考えられるならば、試験回路は、アンプ105の出力部において、検査信号周波数でツイーター或いは中域スピーカーの既知のインピーダンス曲線に対応するインピーダンスが観測されると予想する。

10

## 【0018】

もし同期式復調が用いられないと、検知抵抗を通る測定した電圧には、アンプへの駆動信号の周波数と振幅とに関わらず存在する信号成分（例えば、アンプ105へのベース電流或いはアイドル電流から生まれる信号成分）が含まれるだろう。そのような場合、検査信号を配付する前に、試験回路150は、インダクタを通る電圧をポート155と160で測定し、対応する値をアンプ105が駆動されないときにインダクタ145を通して運ばれるベース電流を示すものとして保存する。検査信号を配付する間、試験回路150は、インダクタの両端の電圧をポート155と160とで測定する。試験回路150は、その測定した電圧を使って、検査信号によって発生した電流の変化を計算する。この変化は、検査信号に応答してアンプ105に与えられる電流の変化を表している。この電流の変化情報は、もし前の試験で保存した期待値が電流変化特性であるならば、スピーカーの接続状態を決定するのに使用することができる。さらに、もし前の試験で保存された期待値がインピーダンスならば、この変化と検査信号（複数も可）の振幅及び周波数に関する既知の情報とを用いて、試験回路150は、アンプ105の出力インピーダンスを計算して、その計算した値を期待値と比較して、スピーカー115と120のうちアンプ105のチャンネル110に電気的に接続されているものが、一つ或いは両方あるいはどちらでもないか決定することができる。

20

## 【0019】

アンプ105の出力部で観測されるインピーダンスを計算するのに、試験回路150は、点aで電圧を測定し、点bで測定した電圧を減算することによって、インダクタ145を通して流れる電流を決定する。その結果は、インダクタ145の両端の電圧降下に等しい。概念的には、試験回路150は、この計算した電圧降下によって、式  $I = V / R$  を使って、電流（I）を計算するのに、電圧降下（V）をインダクタ145のインピーダンス（R）の既知の値で除算する。簡単な例では、もし点aの電圧が11.50ボルトであり、点bの電圧が11.45ボルトならば、インダクタ145の両端の電圧降下は、0.05ボルトである。もしインダクタ145の抵抗が0.1オームならば、電流は0.5アンペアである。試験回路150は、試験回路150が検査パルスを起動する前と後の両方に、インダクタ145を通る電流を計算する。

30

40

## 【0020】

図2のグラフは、インダクタ145を通る電流205を時間経過によってプロットしたものと、入力駆動信号ポート130へ送られた検査信号210の振幅のプロットを含んだグラフ200を描いている。図2は、通常の下で、試験回路150が検査信号210を開始した時の電流増加を示している。（もし、スピーカー115と120の両方がチャンネル110に接続されていたなら、電流信号205は変化せず、従って試験回路は両方のスピーカーが非接続であることを検出することができるだろう）。電流が急激に変化するときは、電流信号205が定常状態レベル220に達するまで、第1過渡応答がある。図2において、定常応答220は、検査信号210によって電流の変化230を計算するために、そこからアンプのアイドル電流225の値（検査信号210が開始されるまえの電

50

流値)が減算される値である。上記の簡単な例を用いて、もし検査パルスの前のアイドル電流225が0.5アンペアで、検査信号210の後の定常電流220が1.0アンペアならば、電流の変化230は0.5アンペアである。

#### 【0021】

既知のインピーダンスがアンプ105の出力部に接続されているときに、同じ検査パルスに対して観測される電流の変化から抽出される較正係数を試験回路150が保存しているならば、試験回路150は、計算された電流の変化を用いて、アンプ105の出力部で測定されるインピーダンスを計算することができる。例えば製造処理中の、アンプ105が、固定した既知の純粋な抵抗性負荷から成る試験装置に接続されている場合に、そのような較正係数を抽出することができる。そうして抽出された較正係数は、例えばインダクタの直流抵抗成分の製造上許容誤差から生まれる不正確さに対する測定値と、検知手段や処理手段や測定手段の較正と、検査パルスの周波数におけるアンプ105の能率とを修正する。さらに一般的には、較正係数は、電子的なばらつき(例えば、インダクタの直流抵抗、信号処理の利得、A/D計数ごとの電圧、アンプの能率)と、試験条件(例えば、試験信号の振幅と周波数、取られた標本の数)を含んだ集中定数である。定数をまとめることは、計算上の便利のためであり、測定値を標準化したり、それらを実際の電圧と電流の単位に変換したりする必要をなくするものである。

10

#### 【0022】

例えば、所定の試験条件に対して期待されるのは、センサー回路の出力のN個のA/D変換の和が、検査信号が加えられた時に出力電流の変化に比例するということであり、これは逆に、接続される抵抗に反比例するということである。それゆえ、もし全部でS個のA/D計数値が既知の抵抗Rオームで測定されれば、 $S = k * (1/R)$ であり、ここでkは較正計数である。ここから、kは、式を $k = S * R$ と直すことで決定することができる。ここでRは既知の量であり、Sは測定値である。次に、未知の抵抗が使用されると(例えば、接続が未知のスピーカー)、同じ関係が保持されるが、この際は、 $R'$ とkは未知である。もし、未知の抵抗 $R'$ に対する和の $S'$ が測定されると、 $S' = k / R'$ あるいは $R' = k / S'$ である。車載用オーディオシステムに関する一例において、標本を64個採るとすると、kの値は25500である。

20

#### 【0023】

回路150は、計算した負荷インピーダンスを、検査信号の周波数において、スピーカー115と120の結合したインピーダンスの期待値と比較する。もし2つの値が実験誤差の範囲内で等しければ、試験回路150は、スピーカー115と120が実際にアンプ105のチャンネル110に接続されていると確認する。

30

#### 【0024】

図3において、グラフ300は、周波数の関数として、スピーカー115と120に対するインピーダンスの例を示している。グラフ300には、スピーカー115単独(305)と、スピーカー120単独(310)と、スピーカー115と120の並列結合(315)とに対するインピーダンス曲線を示している。

#### 【0025】

回路150は、検査信号の周波数を選択するための別の基準を使用することができる。例えば、一つの基準では、単独或いは結合したスピーカーのインピーダンスが互いに異なる(例えば、プロット305, 310, 315の各々は、異なる値を持ち、重ならない)ような周波数を使用することができる。簡単に説明されるように、これによって、試験回路150は、どのスピーカー(115及び/または120)がチャンネル110に接続されているのかを決定できる。他の基準では、音響的影響を出さない周波数を用いることができる。言い換えると、通常16kHzから20kHzと考えられる可聴範囲外の周波数を選択する。グラフ300の周波数応答の例を用いて、20kHzの周波数が、試験回路150がどのスピーカーがチャンネル110に接続されているのかを如何に決定することができるかを説明するのに使用されるだろう。

40

#### 【0026】

50

グラフ300を用いた場合、もしスピーカー115と120のスピーカーの両方がチャンネル110に接続されていると、アンプ105に接続されるインピーダンスは、プロット315によると20kHzで約3.8オームのはずである。もしスピーカー120のみがチャンネル110に接続されていると、アンプ105に接続されているインピーダンスは、プロット310によると20kHzで約5.5オームのはずである。もしスピーカー115のみがチャンネル110に接続されていると、アンプ105に接続されているインピーダンスは、プロット305によると20kHzで約12オームのはずである。もし、試験回路150が20kHzの周波数と所定の振幅(例えば、1.9ボルト)の検査信号を使用するならば、既述したように、試験回路150は $R' = k / S'$ を用いて、アンプの出力インピーダンスに対する測定された値を計算することができる。ここで、kはシステムに対して予め計算されており、S'は測定された値である。もし試験回路150が計算の結果、出力インピーダンスが、スピーカー115と120の両方が接続されている時の期待値である3.8オームとすると、試験回路150はこの測定とグラフ上の期待値との比較から、両方のスピーカーが接続されていることを証明する。もし試験回路150が計算の結果、出力インピーダンスが、スピーカー120が接続されている時の期待値である5.4オームとすると、試験回路150はこの測定とグラフ300のデータとの比較から、スピーカー120のみが接続されていると決定し、ユーザーへの通知を開始する(例えば、故障コードを記録するか、メッセージを音響システムの表示部へ送る)ことができる。同様に、もし試験回路150が計算の結果、出力インピーダンスが、スピーカー115が接続されている時の期待値である11.9オームとすると、試験回路150はこの測定とグラフ300のデータとの比較から、スピーカー115のみが接続されていると決定し、ユーザーへの通知を開始する(例えば、故障コードを記録するか、メッセージを音響システムの表示部へ送る)ことができる。上述したように、もし電流に変化が測定されなければ、試験回路150は、スピーカー115と120のいずれも接続されておらず、適切な処置を取ることができる。電流の変化が正しいスピーカー構成に対して期待されるものより大きければ、誤ったスピーカーが存在しているか、或いは出力部の接続が短絡していることになる。この例から、検出回路100が、チャンネル110に接続される特定のスピーカーの組み合わせに対してどのようにカスタマイズできるかが分かる。言い換えると、単にスピーカーの組み合わせに対する周波数応答インピーダンスのデータを試験回路150に与えることによって、試験回路150は、チャンネル110に接続されるスピーカーの組み合わせに合わせて“調整”することができる。

#### 【0027】

上の例は、システム100が、どのようにアンプ105の出力インピーダンスを決定して、スピーカー115と120の接続状態を決定するかを示している。試験動作の間、電源140に現れる負荷は、アンプ105への入力信号が変化する時、あるいはアンプ105上の負荷が変化する時に、変化する。上述したように、較正係数のような集中定数には、入力ポート130に加えられる異なる試験信号(例えば、周波数と振幅)における電源140の負荷の全ての異なるもの(例えば、検知部品145、アンプ105、スピーカー115と120)が含まれる。上述したように、較正係数を用いて、インピーダンスは測定した検知信号から決定できるが、これらの例から、手法は、測定とインピーダンスの比較に限定されるべきでは無い。アンプ105が引き出す電流(例えば、電源140の電流出力)の変化のような検知信号を特定の試験信号に対して測定し、可能性のある様々な故障モード(例えば、スピーカー115と120の両方が接続されているか、スピーカー115のみが接続されているか、スピーカー120のみが接続されているか、いずれのスピーカーも接続されていないか)がこの測定した電流の中で検出可能な差異となるように、印加した試験信号のパラメータを選択することが、必要な全てである。

#### 【0028】

上述したように、使用される各入力信号に対する様々な条件下でアンプ105が引き出す電力(或いは、単にアンプ105が引き出す電流)は、決定されて、試験回路150の中に保存される。例えば、図3の特別な曲線を用いると、3.8オームの抵抗性負荷(チ

チャンネル110にスピーカー115と120の両方が接続されていることを示している)が、アンプ105に接続されており、20KHzの試験信号がアンプ105のポート130に加えられる。インダクタ145の両端の電流変化は、測定され保存される。この保存された期待値は、インダクタ145の何らかの周波数依存性とアンプ105の効率とに対して自動的に補償をした。同様に、5.5オームの抵抗性負荷(スピーカー120のみがチャンネル110に接続されていることを示す)と12オームの抵抗性負荷(スピーカー115のみがチャンネル110に接続されていることを示す)を用いて、測定を行い保存することができる。そして、処理の間、電源140が引き出す電力(或いは電流)の実際の測定が、20KHzの入力信号に対して行われ、保存してある結果と比較される。一つの曲線が一组のスピーカーに対して使用されている間、使用されるかも知れない組み合わせのいずれに対しても試験回路150が接続状態の決定をすることができるように、システム100内で使用されるであろうスピーカーの可能性のある全ての組み合わせに対して多様な測定を行うことができる。

#### 【0029】

上の例では、スピーカー115と120の接続状態を決定するための全ての機能を実行する試験回路150が使用された。他の例では、ホストシステム(例えば、正常な動作条件下でアンプを駆動するように既に存在するシステム)の部品を用いて、試験回路の全ての部分或いは幾つかの部分を実現することができる。図4は、ホストシステムの部品が使用される検出回路400の一例を示している。検出システム400において、ホストシステムには、電圧(VREG)405と、デジタル信号処理器(DSP)410と、デジタルアナログ変換器(DAC)415と、マイクロコントローラ420とが含まれる。検出システム400には、信号測定モジュール425も含まれて、点aと点bの間の電圧を測定する。

#### 【0030】

検出システム400において、マイクロコントローラ420は、上述した検出手法を実行するための殆どの動作を調整する。マイクロコントローラ420は、信号をDSP410に送って、或る周波数と或る振幅の検査信号を起動する。起動に応じて、DAC415を用いて、DSP410は、検査信号をアンプ105に送る。もし、アンプ105がデジタル信号を直接受け取ることができれば、DSP410は、DAC415を用いる代わりに、特定信号を接続部428を用いて直接アンプ105に送ることができる。マイクロコントローラ420は、検査信号を送信する際に、アンプ105を制御して診断モードのような異なるモードで動作させることができる。

#### 【0031】

マイクロコントローラ420は、また、検査信号の起動の前と検査信号がアンプ105に送られた後の両方で、信号測定モジュールから電流測定値を受け取る。信号測定モジュール425は、その出力ポート430から電流測定値を送信する。マイクロコントローラ420には、電流測定値の標本をデジタル符号に変換するためのアナログデジタル変換器(ADC)が含まれる。マイクロコントローラ420には、特定信号に应答する電流変化を計算し、必要ならば、上述した手法を用いてアンプの出力インピーダンスを計算するための保存されたソフトウェア命令が含まれる。マイクロコントローラ420には、計算済みの値と比較をするために、接続されたスピーカー115と120に対するインピーダンスの周波数应答のデータも(例えば、持続的メモリ内に)含まれる。

#### 【0032】

電流の測定を行うために、信号測定モジュール425の一実施例には、低利得と低域通過フィルタ440を持った、高位電流検知アンプ(high-side current sense amplifier)435が含まれる。内部利得を持った高位電流検知アンプ435は、例えば、抵抗或いは集積回路を持った演算増幅器(例えば、加州のMaxim Integrated Products of Sunnyvale製造の部品番号MAX4376)で良い。電流検知アンプ435の出力は、その出力が電流に比例するように処理することができる、例えばアンペア当たり1ボルトである。低域通過フィルタ440は、高周波雑音をフィルタにかける。

10

20

30

40

50

## 【0033】

図5は、ホストシステムの部品が使用されている検出回路500の他の例を示している。検出回路500は、信号測定モジュールが同期式復調器505である以外は、検出回路400に似ている。同期式復調器505は、クロック基準信号510を用いてDSP410と同期を取る（周波数と位相）。同期式復調器は、有利なことに、干渉やピックアップなどの非同期式雑音源を排除する。同期式復調は、アンプの負荷に加えられた信号に関して電源140から引き出される電力の変化を検出するシステム100の能力を有利に改善する手法である（例えば、周波数弁別の特徴を含んでいるゆえに、アンプ105により引き出される電流のバイアス成分を測定値から除去する）。図示された例では、同期式復調器505の出力は、マイクロコントローラ420に含まれるアナログデジタル変換器（ADC）520に電氣的に接続される。

10

## 【0034】

図6は、同期式復調器505の動作をより詳細に説明する。図6には、ポート155と160（図5）で受信されるV\_sense信号の波形の例605と、クロック基準信号510の波形の例610が含まれる。それらの波形は、利得ブロック620に入るのので、V\_sense波形605はクロック基準波形610を用いて復調されて波形625を生成する。図示した例では、波形605は、波形610と同相である。復調された波形625は、低域通過フィルタ630を通して送信されて、平均直流値信号635を作り出す。低域通過フィルタ630の出力は、上述したように電流とインピーダンスの計算に使用するために、マイクロコントローラ420（図5）に送信される。

20

## 【0035】

図7と図8は、クロック波形610に関して位相シフトされた信号の例を示している。図7において、波形705は、波形610に関して90°位相シフトされている。同期式復調器505が生成した結果としての波形710は、直流成分を持っておらず、従って低域通過フィルタ630の出力上には直流成分は無い。信号705は、波形610とは位相が外れているので、排除される。図8において、波形805は、波形610とは180°位相シフトしている。同期式復調器505が生成した結果としての波形810は、負の直流成分815を持っている。

## 【0036】

動作時には、マイクロコントローラ420は、ADC520を用いて、DSP410の出力検査信号と同相のクロック基準510でV\_senseを測定する。これは、電流検知信号の位相成分と呼ぶことができる。マイクロコントローラ420は、また、ADC520を用いて、DSP410の出力検査信号から位相シフト（例えば、90°位相シフト）したクロック基準510でV\_senseを測定する。これは、電流検知信号の直角位相成分と呼ぶことができる。これらの測定した両方の信号を用いて、マイクロコントローラ420は、同相信号を計算する。同期式復調器505の入力部に現れる直流レベルは平均してゼロになるので、アンプ105の全体のアイドル電流によって起きる直流オフセットを測定（そして続いて後の測定値から減算）する必要は無い。これは、利得が+Gから-Gへクロック入力を介して同期して切り替わり、その直流の平均がゼロであるという事実による。図6～8に示したように、同期式検出は、同相信号の振幅を測定し、位相の外れた/直角位相の成分を排除する。

30

40

## 【0037】

他の例（図示せず）では、2つの同期式復調器505と2つのADC520を、電流検知信号の同相成分と直角位相成分を同時に測定するのに使用することができる。同相成分と直角位相成分の両方を使用することで、測定の正確性が改善される。しかし、直角成分を測定することは必要では無い。上述した手法の幾つかには、絶対測定に対する相対測定が含まれ、直角信号成分によって起きる小さな誤り信号は、測定の期間に対して一定であり、非常に小さな誤り信号は、相対的計算において無くしてしまつて（或いは少なくとも無視して）良い。

## 【0038】

50

他の実施形態は、上の特許請求の範囲の範囲内にある。

【0039】

検知電流に関して、例示のためのみであり、如何なる代替物も制限するものではないが、電圧測定は、電源140と入力供給ポート135の間で接続回路に沿ったどこでも行うことができる。もし回路基板トレースに、トレースの長さ毎に既知の抵抗があるなら、所定の長さの両端の測定された電圧降下は、上述した手法を用いて電流の流れを計算するのに使用することができる。また、アンプ105には、多数のチャンネル及び/またはアンプが含まれており、上述した手法を使って、各アンプの各チャンネルに対する接続状態を決定することができる。一例においては、一つ或いは二つ以上の検査信号が各アンプに別々に送られ、検査信号が加えられた時に特定のアンプに対してスピーカ-の接続状態が決定される。

10

【0040】

また、説明をした例において、インピーダンスは期待した値に正確に測定されたが、値が付けられた測定済みインピーダンスが期待値にどのくらい近いかによって、どのスピーカ-が接続されているかを推測することも可能である。他の代替物として、測定の変化の平均を取ることと、信号測定モジュールの雑音源を排除することは、マイクロコントローラ内で相関分析を用いて実行することができる。例えば、マイクロコントローラは、信号測定モジュールから多くのアナログデジタル変換を保存して、例えば、相関分析に対して高速フーリエ変換(FFT)を用いるなどの後処理を実行することができる。

【図面の簡単な説明】

20

【0041】

【図1】一接続状態検出システムのブロック図である。

【図2】時間の経過による信号のグラフである。

【図3】スピーカ-のインピーダンス対周波数のグラフである。

【図4】接続状態検出システムのブロック図である。

【図5】接続状態検出システムのブロック図である。

【図6】同期式復調モジュールの一例のブロック図である。

【図7】同期式復調の位相不一致の例である。

【図8】同期式復調の位相不一致の例である。

【符号の説明】

30

【0042】

100 ... 検出システム

105 ... アンプ

110 ... 出力チャンネル

115 ... 中域用スピーカ-

120 ... ツィーター

125 ... コンデンサ

130 ... 入力駆動信号ポート

135 ... 入力供給ポート

140 ... 電源

145 ... 検知部品

145 a ... 低抵抗部

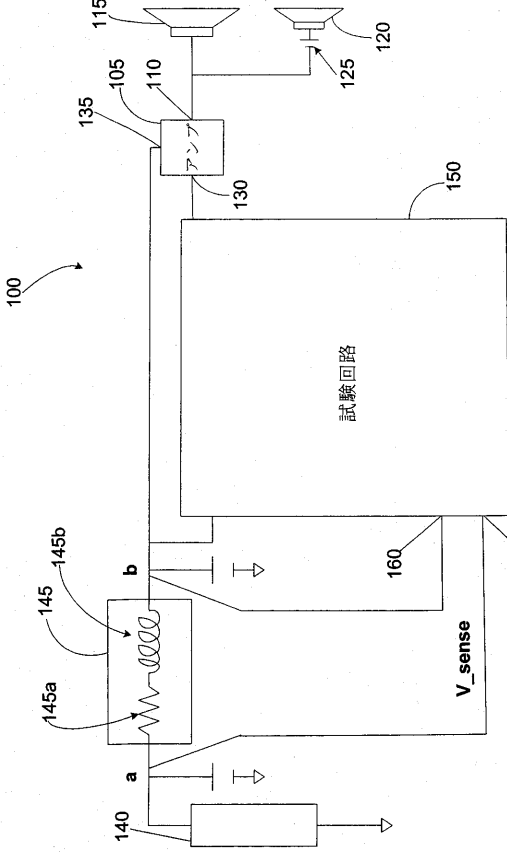
145 b ... 低インダクタンス部

150 ... 試験回路

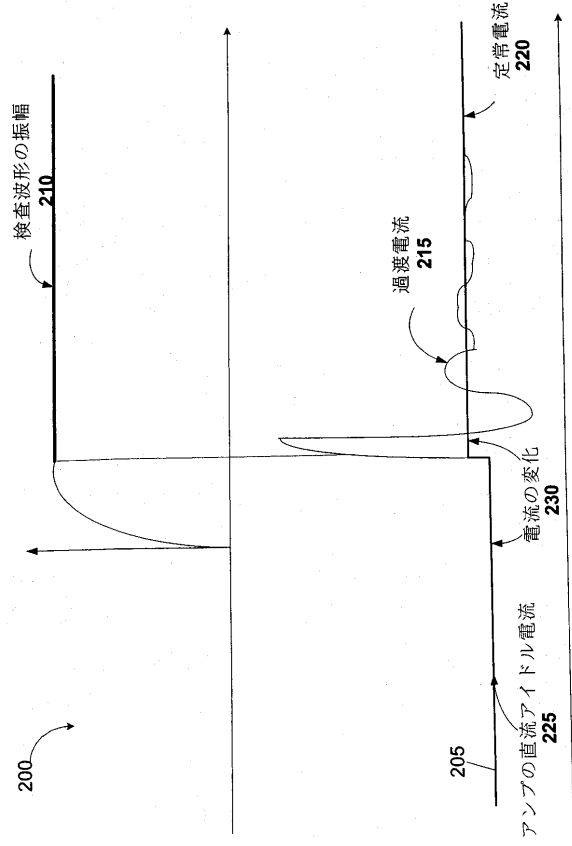
155, 160 ... 観測用ポート

40

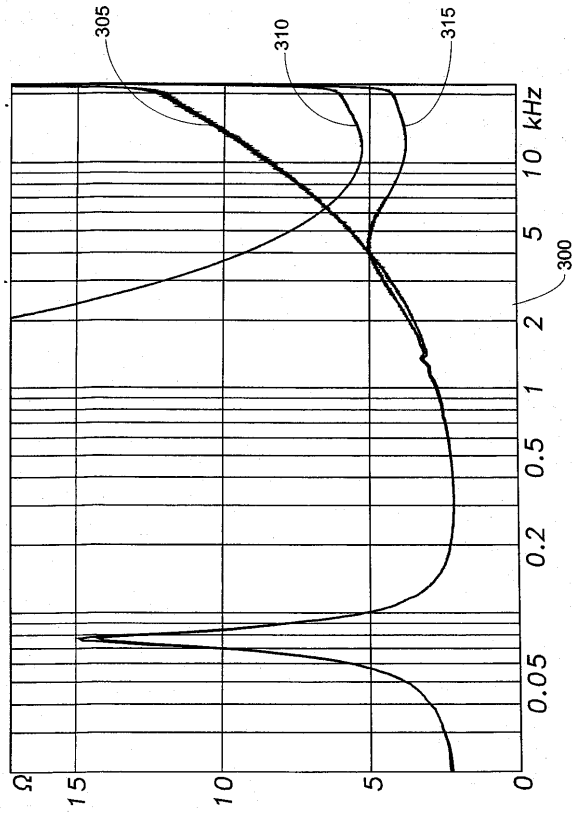
【図 1】



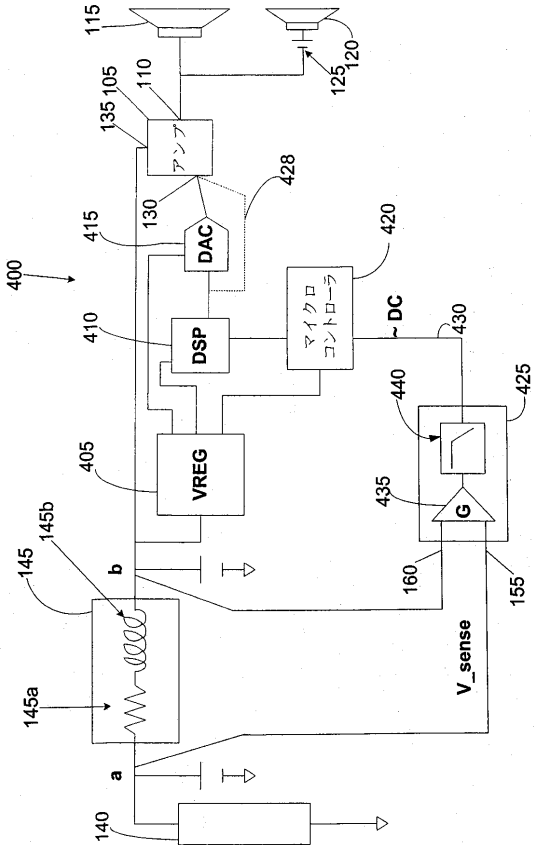
【図 2】



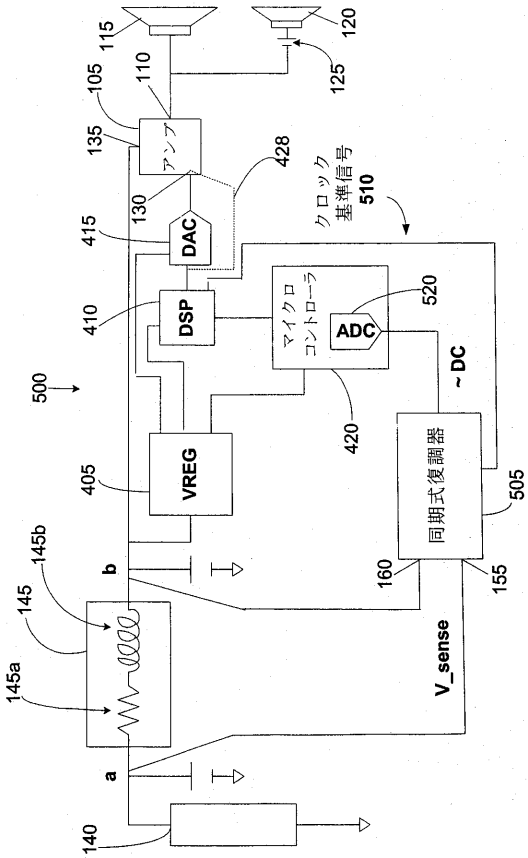
【図 3】



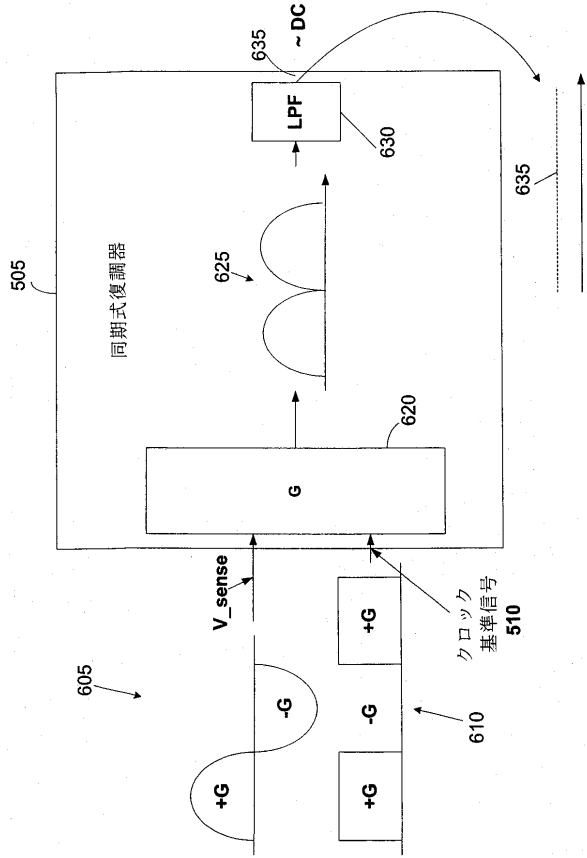
【図 4】



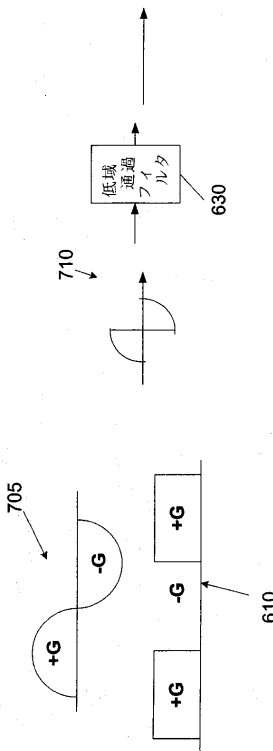
【図 5】



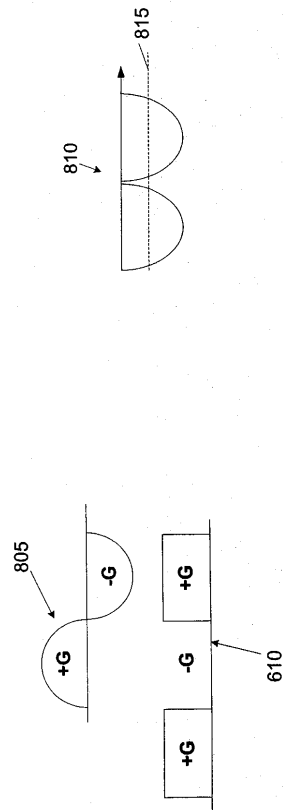
【図 6】



【図 7】



【図 8】



---

フロントページの続き

(72)発明者 メイナード・シー・チェニー  
アメリカ合衆国・マサチューセッツ・01534・ノースブリッジ・ピー・オー・ボックス・53  
3・ハイランド・ストリート・319

(72)発明者 ルイス・ティー・クロニス  
アメリカ合衆国・マサチューセッツ・01756-1326・メンドン・コロニアル・ドライブ・  
24

Fターム(参考) 5D020 AC01