(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6435526号
(P6435526)
(45)発行日　平成30年12月12日(2018.12.12)　(24)登録日　平成30年11月22日(2018.11.22)

(51)Int.Cl.　F I
H04R 1/10 (2006.01)　H04R 1/10 104E
H04R 1/10 104B

請求項の数 11　(全 14 頁)

(21)出願番号　特願2017-532382(P2017-532382)
(86)(22)出願日　平成28年8月2日(2016.8.2)
(86)国際出願番号　PCT/JP2016/003554
(87)国際公開番号　WO2017/022240
(87)国際公開日　平成29年2月9日(2017.2.9)
審査請求日　平成30年1月11日(2018.1.11)
(31)優先権主張番号　特願2015-155497(P2015-155497)
(32)優先日　平成27年8月5日(2015.8.5)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(73)特許権者　314012076
パナソニックＩＰマネジメント株式会社
大阪府大阪市中央区城見２丁目１番６１号
(74)代理人　100106116
弁理士　鎌田　健司
(74)代理人　100170494
弁理士　前田　浩夫
(72)発明者　藤本　圭祐
大阪府門真市大字門真１００６番地　パナソニック株式会社内
(72)発明者　荻野　祐史
大阪府門真市大字門真１００６番地　パナソニック株式会社内

審査官　大石　剛

最終頁に続く

(54)【発明の名称】イヤホン

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
音を出力する音出力部と、
前記音出力部を収容する内部空間を有する筐体と、
外耳道に挿入され、前記音出力部で発生した音を前記外耳道内に導く筒状の音道体と、
前記外耳道内に光を放射する放射部と、
前記筐体の内部空間に配置され、前記外耳道内で反射して前記音道体の内部空間を通過した光を信号に変換する受光素子とを備え、
前記筐体、前記音道体、前記放射部は、この順に配置されている
イヤホン。
【請求項２】
前記筐体の内部空間の垂直断面は、前記音道体の内部空間の垂直断面より大きい
請求項１に記載のイヤホン。
【請求項３】
前記筐体の容積は、前記音道体の容積より大きい
請求項１に記載のイヤホン。
【請求項４】
光を放射する発光素子をさらに備え、前記放射部は前記発光素子から受けた光を放射する
請求項１に記載のイヤホン。

【請求項５】
前記音道体は、前記発光素子の光を導光できる透明な部材である
請求項４に記載のイヤホン。
【請求項６】
前記放射部は、集光可能なレンズ面を備えている
請求項１に記載のイヤホン。
【請求項７】
前記放射部は、発光素子である
請求項１に記載のイヤホン。
【請求項８】
前記筐体の内部空間に、前記音道体の内部空間を通過した光を前記受光素子に向けて反射させる反射部をさらに備える
請求項１～７のいずれか一項に記載のイヤホン。
【請求項９】
前記筐体の内部空間に、前記音道体の内部空間を通過した光を集光する集光部をさらに備える
請求項１～７のいずれか一項に記載のイヤホン。
【請求項１０】
前記集光部は、集光可能なレンズ面を備えている
請求項９に記載のイヤホン。
【請求項１１】
前記音出力部は、振動により音を発生させる振動板と、前記振動板を振動させるための磁気回路部とを備え、
前記振動板は、前記筐体の内部空間に配置され、前記筐体の内部空間と前記音道体の内部空間とは連通している
請求項１に記載のイヤホン。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本開示は、外部機器を制御する制御信号を送出することができるイヤホンに関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、ハンズフリー操作などを目的として、外部機器を制御する制御信号を、耳に装着するイヤホンから手を使わずに送出する技術が提案されている。
【０００３】
例えば、特許文献１は、スピーカーと光エミッタと光検出器とを備え、スピーカーから音を出すと共に、光エミッタから放射されて耳の内部で反射した光を光検出器が検出することで、耳から生理的情報を収集するイヤホンを開示する。
【０００４】
特許文献２は、外耳道の形状変化を距離の変化として検知する光学式センサを備え、意図的に外耳道の形状を変化させることで光学式センサからの信号を変化させ、当該信号の変化により外部機器を制御するイヤホンを開示する。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００５】
【特許文献１】特表２０１２－５１８５１５号公報
【特許文献２】国際公開第２０１０／０９０１７５号
【発明の概要】
【０００６】
本開示は、イヤホンに求められる音質を確保しつつ、外耳道の状態の変化を正確に信号

に変換することができるイヤホンを提供する。
【０００７】
本開示におけるイヤホンは、音を出力する音出力部と、音出力部を収容する内部空間を有する筐体と、外耳道に挿入され、音出力部で発生した音を外耳道内に導く筒状の音道体と、外耳道内に光を放射する放射部と、筐体の内部空間に配置され、外耳道内で反射して音道体の内部空間を通過した光を信号に変換する受光素子とを備える。筐体、音道体、放射部は、この順に配置されている。
【０００８】
本開示におけるイヤホンは、イヤホンに求められる音質を確保しつつ、外耳道の状態の変化を正確に信号に変換することができる。
【図面の簡単な説明】
【０００９】
【図１】図１は、イヤホンを耳に装着した状態を模式的に示す図である。
【図２】図２は、耳に装着された状態のイヤホンを断面で示す図である。
【図３】図３は、イヤホンシステムの構成を外部機器と共に示すブロック図である。
【図４】図４は、イヤホンシステムを用いた外部機器の制御方法を説明するフローチャートである。
【図５Ａ】図５Ａは、制御に用いられる発光の状態を示すグラフである。
【図５Ｂ】図５Ｂは、制御に用いられる信号の状態を示すグラフである。
【図５Ｃ】図５Ｃは、制御に用いられる外耳道の状態などを示すグラフである。
【図６】図６は、他の実施の形態に係るイヤホンシステムの構成を外部機器と共に示すブロック図である。
【図７】図７は、イヤホンの構成のバリエーションの一つを断面で示す図である。
【図８】図８は、イヤホンの構成の他のバリエーションの一つを断面で示す図である。
【図９】図９は、イヤホンの構成の他のバリエーションの一つを断面で示す図である。
【図１０】図１０は、イヤホンの構成の他のバリエーションの一つを断面で示す図である。
【図１１】図１１は、イヤホンの構成の他のバリエーションの一つを断面で示す図である。
【図１２】図１２は、イヤホンの構成の他のバリエーションの一つを断面で示す図である。
【発明を実施するための形態】
【００１０】
（課題の詳細）
外耳道の状態を意図的に変化させて外部機器を制御する場合、従来のイヤホンのように、スピーカーから出る音の通る道と、発光素子や受光素子に出入りする光の通る道とが分離されている場合、音質の向上を目的として音の通る道を広げると、光の通る道が狭くなる。その結果、受光素子に到達する光の量が少なくなって外耳道の状態の変化の検出が困難になる。音質の向上と検出感度の確保との両立を図ろうとすると、音の通る道と光の通る道との両方を広げることが考えられる。しかし、外耳道に挿入される部分は大きさに制約があるため一定以上大きくすることは不可能である。
【００１１】
また、音の通る道に外耳道の状態を光学的に検出するための発光素子や受光素子を配置すると、受光素子に到達する光の量を増加させることができる。しかし、発光素子や受光素子が音の伝播に対して障害となり、イヤホン本来の機能である音質の良い音を出しにくくなる。
【００１２】
本開示は、このような課題の解決を目的とし、イヤホンに求められる音質を確保しつつ、外耳道の状態の変化をより正確に信号に変換することを目的としている。
【００１３】

以下、適宜図面を参照しながら、実施の形態を詳細に説明する。但し、必要以上に詳細な説明は省略する場合がある。例えば、既によく知られた事項の詳細説明や実質的に同一の構成に対する重複説明を省略する場合がある。これは、以下の説明が不必要に冗長になるのを避け、当業者の理解を容易にするためである。

【００１４】

なお、発明者は、当業者が本開示を十分に理解するために添付図面および以下の説明を提供するのであって、これらによって請求の範囲に記載の主題を限定することを意図するものではない。

【００１５】

（実施の形態）

図１は、イヤホンを耳に装着した状態を模式的に示す図である。

【００１６】

図１に示すように、イヤホン１００は、耳に装着して音楽プレーヤーやスマートフォンなどの外部機器（図示せず）から送出される音声信号を音として出力する装置であり、イヤパッド１３２により外耳道２００内に挿入状態で保持されている。

【００１７】

図２は、耳に装着された状態のイヤホンを断面で示す図である。

【００１８】

図２に示すように、イヤホン１００は、音出力部１０１と、筐体１０２と、音道体１０３と、放射部１０４と、受光素子１０５とを備えている。また本実施の形態の場合、イヤホン１００は、発光素子１０６と、反射部１０７とを備えている。

【００１９】

音出力部１０１は、いわゆるスピーカ又はドライバーユニットなどと称される部品であり、音声信号を音に変換して出力している。音出力部１０１は、振動により音を出力する振動板１１１と、振動板１１１を振動させるための磁気回路部１１２とを備えている。磁気回路部１１２は、筐体１０２に固定されており、磁気ギャップ１１４が形成されている。振動板１１１には、磁気ギャップ１１４に挿入状態で配置されるボイスコイル１１３が取り付けられている。音出力部１０１は、ダイナミック型ドライバーユニットであり、ボイスコイル１１３に供給される音声信号に基づき振動板１１１が振動することにより音を出力する。

【００２０】

なお、音出力部１０１は、ダイナミック型に限定されるものではなく、振動板１１１を駆動して音を出力する原理のものであればどのようなタイプでも良い。

【００２１】

筐体１０２は外観が箱状の部材であって、音出力部１０１を収容する球状（略球状を含む）の内部空間を有する。筐体１０２の内部空間は、内部空間内に取り付けられた音出力部１０１により、第一室１２１と第二室１２２とに区画されている。

【００２２】

第一室１２１は、筐体１０２に取り付けられた音道体１０３の内部空間である音道１３１と連通する空間である。本実施の形態の場合、音出力部１０１の振動板１１１は、第一室１２１に配置されている。これにより、振動板１１１の振動により出力された音は、磁気回路１１２等の障害物を介さずに直接的に音道１３１を通過して外耳道２００内に伝わる。

【００２３】

筐体１０２には、振動板１１１の振動による第二室１２２の圧力変化を緩和するために外部と連通する連通孔１２３が設けられている。筐体１０２は、遮光性の部材で形成されており、第一室１２１に音道１３１以外から光が直接入射することを防いでいる。

【００２４】

なお、筐体１０２は、その内面を光吸収体で構成し、反射部１０７以外から受光素子１０５に入光する光（迷光反射）を防止したほうが好ましい。

【００２５】
音出力部１０１は、音道体１０３の内部空間である音道１３１を真っ直ぐ延長した領域（図２中破線で挟まれた領域）以外の領域に配置されている。これにより、音道１３１を介して受光素子１０５に入射する光（外耳道２００からの反射光）が、音出力部１０１によって乱されることがないようにしている。
【００２６】
音道体１０３は、両端に開口を有する筒状の部材で構成された音響管であり、音出力部１０１で発生した音を外耳道２００内に導いている。音道体１０３の一端(先端部)は、外耳道２００の開口の近傍に挿入され、音道体１０３の他端（基端部）は筐体１０２に接続されている。また、音道体１０３の音道１３１は、筐体１０２の内部空間の一部である第一室１２１と連通している。
【００２７】
ここで、筐体１０２の内部空間の垂直断面は、音道体１０３の内部空間の垂直断面より大きい。ここで、垂直断面とは、筒状の音道体１０３の筒軸に対して垂直となる断面であり、垂直断面の大きさの比較は、それぞれの内部空間において垂直断面の面積が最大となる箇所において行う。また、筐体１０２の容積は、音道体１０３の容積より大きい。これにより、筐体１０２内で振動板１１１の振動によって出力された音は、音響抵抗の高い音導体に直接伝播しないため、音質の低下を抑制することができる。
【００２８】
音道体１０３は、筐体１０２側の基端部に配置される発光素子１０６が放射する光を導光し、先端部から導光した光を放射することができる透明な部材であって、音道体１０３の先端部が放射部１０４としても機能している。また、筐体１０２、音道体１０３、放射部１０４は、この記載順に配置されている。さらに、音道体１０３は、導光する光が音道１３１に漏れ出ないように遮蔽膜、または、反射膜（図示せず）を内周面に備えている。これにより、音道体１０３から漏れ出た光が受光素子１０５に到達し、ノイズとして信号に重畳されることを回避できる。
【００２９】
また、放射部１０４として機能している音道体１０３の先端部は、外耳道２００の内周面に放射する光を集光することができる曲面であるレンズ面を備えている。これにより外耳道２００の１箇所に放射した光が集中し、強い反射光を得ることができるため、外耳道２００の状態の変化を正確に把握することが可能となる。
【００３０】
なお、本実施の形態の場合、音道体１０３は、イヤパッド１３２により外耳道２００内に挿入状態で保持されている。イヤパッド１３２は、音道体１０３の外周面に巻き付く様に着脱自在に取り付けられる柔軟性のある部材であり、装着する外耳道２００の形状に対応するように形状が変化する。
【００３１】
以上のように、音道体１０３は、イヤパッド１３２により外耳道２００内に挿入状態で保持されているため、音の通り道である音道１３１の大きさは、一般的な人間の外耳道２００の大きさに制限される。このため、音道体１０３の大きさは、耳の穴の大きさよりは小さい。
【００３２】
受光素子１０５は、筐体１０２の内部空間に配置され、外耳道２００で反射して音道体１０３の音道１３１を通過した光を信号に変換する光電変換素子である。受光素子１０５は、光を電気信号に変換できるものであれば特に限定されないが、例えば、受光した光の光量を電気信号に変換するものでもよく、また、複数の光電変換素子を並べて配置し、各位置における光量を信号に変換するものでもよい。さらに受光素子１０５は、色を信号に変換するものでも良い。具体的に受光素子１０５は、例えば光導電セル、フォトートランジスタ、光電池などのフォトセルと称される光電変換素子を例示することができ、また、ＣＣＤやＣＭＯＳなどのイメージセンサであってもかまわない。

【００３３】
本実施の形態の場合、受光素子１０５は、筐体１０２において、音声出力部１０１の振動板１１１が配置される側、つまり第一室１２１内に配置されている。また、受光素子１０５は、音出力部１０１が音を直接出力する音道体１０３の内部空間である音道１３１の延長領域（図２中破線で挟まれた領域）以外の領域に配置されている。
【００３４】
これにより、音出力部１０１が出力する音の伝達に対する受光素子１０５の影響を抑制し、イヤホン１００に求められる音質を確保できる。
【００３５】
反射部１０７は、音道１３１を通過した反射光を受光素子１０５に反射させる部材であり、筐体１０２の内部空間に配置されている。本実施の形態の場合、反射部１０７は、筐体１０２の第一室１２１内部で、音道体１０３の音道１３１を真っ直ぐ延長した領域（図２中破線で挟まれた領域）内に配置されている。
【００３６】
これにより、外耳道２００で反射して音道体１０３の音道１３１を通過した光を、受光素子１０５に届けることができ、筐体１０２内のスペースを有効に活用することができる。また、反射部１０７は、音道体１０３に対し音出力部１０１よりも遠い位置に配置されている。これにより、音出力部１０１が出力する音の伝達に対する反射部１０７の影響を抑制してイヤホン１００に求められる音質を確保している。
【００３７】
反射部１０７の材質などは特に限定されるものではないが、外耳道２００で反射し音道１３１を通過してきた光を高効率で反射するものが好ましい。また、反射部１０７は、音道１３１を通過してきた光を受光素子１０５に集光できる凹面を備えていてもかまわない。また、反射部１０７は、筐体１０２と一体に形成され、その表面に音道１３１を通過してきた光を反射する反射膜を形成したものなどでもかまわない。
【００３８】
発光素子１０６は、光を放射することができる素子であり、例えば発光ダイオードや半導体レーザーなどを例示することができる。本実施の形態の場合、円環状に構成された発光素子１０６は、音道体１０３の基端部に取り付けられ、筐体１０２に埋め込まれた状態で取り付けられている。また、発光素子１０６は、円環状に配置された複数の無機発光ダイオードを備え、各無機発光ダイオードの光軸は、音道体１０３の先端部に向かっている。これにより、強い光を外耳道２００に照射することができ、外耳道２００で反射し音道１３１を通過して筐体１０２の内部空間に到達する光の光量を多くすることが可能となる。従って、外耳道２００の状態の変化を正確に信号に変換することが可能となる。なお、本実施の形態の場合、発光素子１０６は、円環状に配置された複数の無機発光ダイオードを備えて構成しているが、例えば、面状で発光する、柔軟性のある有機発光ダイオードを音道体１０３の基端部の内周又は外周曲面に沿って、配置してもよく、外耳道２００に強い光を照射できれば構成は特に限定しない。
【００３９】
次に、上記イヤホン１００を備えるイヤホンシステム３００について説明する。
【００４０】
図３は、イヤホンシステムの構成を外部機器と共に示すブロック図である。
【００４１】
図３に示すように、イヤホンシステム３００は、例えば、音声信号を出力する外部機器４００から音声信号を受信して音を出力すると共に、イヤホン１００からの信号に基づき外部機器４００を制御することができるシステムである。
【００４２】
イヤホンシステム３００は、外部機器４００としての音楽プレーヤーと接続されるものであり、イヤホン１００と、駆動制御装置３０１とを備えている。
【００４３】

駆動制御装置３０１は、イヤホン１００から音を出力させるばかりでなく、イヤホン１００から出力される信号に基づき外部機器４００を制御する装置であり、ドライブアンプ３１１と、ＣＰＵ３１２と、メモリ部３１３と、通信部３１４とを備えている。駆動制御装置３０１は、イヤホン１００と有線で接続されており、イヤホン１００を耳に装着した場合、首の後ろ側（うなじ）付近に配置されている。また、駆動制御装置３０１は、発光素子１０６に発光信号を供給して発光させ、ＣＰＵ３１２を駆動させるなどのためにバッテリーを搭載している。また、駆動制御装置３０１は、イヤホン１００以外とは有線で接続されておらず、外部機器４００とは無線通信を行なっている。

【００４４】

ドライブアンプ３１１は、イヤホン１００の音出力部１０１を駆動することができる信号（アナログ信号）を出力することができる部品である。

【００４５】

ＣＰＵ３１２は、中央演算装置（Ｃｅｎｔｒａｌ　Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ　Ｕｎｉｔ）であり、メモリ部３１３に記憶された制御プログラムなどを実行することにより、発光素子１０６を駆動し、また、受光素子１０５から受信した信号に基づき外部機器４００を制御する制御信号を生成する装置である。

【００４６】

メモリ部３１３は、受光素子１０５から受信した信号を、外部機器４００を制御する制御信号に変換するための信号のパターンである評価パターン、その他処理用のプログラムなどを記憶する装置である。

【００４７】

通信部３１４は、外部機器４００と通信するための装置である。本実施の形態の場合、外部機器４００と駆動制御装置３０１とは、無線で通信されている。具体的に無線通信は、一般的に用いられているＢｌｕｅｔｏｏｔｈ（登録商標）、ＤＥＣＴ、ＺｉｇＢｅｅ（登録商標）などの無線通信規格に適合した無線通信を例示することができる。なお、通信は有線通信であってもかまわない。

【００４８】

次に、イヤホンシステム３００を用いた外部機器４００の制御方法を説明する。

【００４９】

図４は、イヤホンシステムを用いた外部機器の制御方法を説明するフローチャートである。図５Ａは、制御に用いられる発光の状態を示すグラフである。図５Ｂは、制御に用いられる信号の状態を示すグラフである。図５Ｃは、制御に用いられる外耳道の状態などを示すグラフである。

【００５０】

図４に示すように、発光時刻になると（Ｓ１０１：Ｙ）、ＣＰＵ３１２は、イヤホン１００に設けられた発光素子１０６を点灯させる（Ｓ１０２）。また、受光素子の出力である信号を読み込む（Ｓ１０３）。なお、発光素子１０６の点灯（Ｓ１０２）と受光素子１０５の出力の読み込み（Ｓ１０３）の順序は逆でも良く、また、同時でもかまわない。

【００５１】

駆動制御装置３０１における発光素子１０６を点灯させる発光信号の発光パターンは特に限定されるものではないが、本実施の形態の場合、図５Ａに示すように、パルス状に発光素子１０６を発光させるパルス発光を複数回繰り返してパルス群を形成し、このパルス群を１回として人間が意図的に外耳道２００の状態を変化させたかどうかを判断する。なお、図５Ａ～図５Ｃにおいて、横軸は時刻［ｔ］、縦軸は信号強度［Ｖ］となる。

【００５２】

このような発光素子１０６の点灯（Ｓ１０２）と受光素子１０５の出力の読み込み（Ｓ１０３）とを発光終了時刻まで実行する（Ｓ１０４：Ｎ）。発光終了時刻（Ｓ１０４：Ｙ）になると、発光素子１０６の点灯を終了し（Ｓ１０５）、受光素子１０５出力の読み込みを終了する（Ｓ１０６）。

【００５３】

ＣＰＵ３１２が読み込んだ受光素子１０５の出力する信号は、例えば図５Ｂに示すように、受光素子１０５が受光した光の光量に比例しているが、ノイズが多く含まれている。

【００５４】

次に、ＣＰＵ３１２は、発光素子１０６の発光波形（図５Ａ）と受光素子１０５の出力信号との掛け算で相関を算出した後、パルス群毎に平均化してノイズを除去し、図５Ｃの黒丸及び実線で示す受光パターンＰを取得する（Ｓ１０７）。

【００５５】

なお、ノイズ除去の方法はこれに限定されるものではなく、たとえば、発光信号として、パルス群波形の搬送波に、振幅変調、位相変調、周波数変調、パルス変調など各種変調を施した発光信号を用意し、計測された受光素子１０５の出力信号に対してそれぞれの変調方法に対応した復調動作を施すことで、雑音成分を除去することもできる。また、受光素子の出力信号に、ハードウエアで構成されるバンドパスフィルタをかけて、発光周期近傍の周波数の信号を選択的に通過させることでノイズを除去するものでも良い。またはＣＰＵ３１２が実行するソフトウエアで実施されるデジタルフィルタを用いて、発光周期近傍の周波数の信号を選択的に通過させることで雑音成分を除去することもできる。

【００５６】

次に、ＣＰＵ３１２は、人間が意図的に外耳道２００の状態を変化させたことを検出するために、今回得られた受光パターンＰと、メモリ部３１３に保存されている種々の評価パターンとを比較する（Ｓ１０８）。

【００５７】

例えば、イヤホン１００を装着している人間が意図的に奥歯を噛み締めた場合の評価パターンがあり、図５Ｃの破線Ｑに示すようなパターンとなる。このようなパターンになるのは、イヤホン１００を装着している人間が意図的に奥歯を噛み締めると、外耳道形状が変化し、外耳道２００の部分と受光素子１０５との距離が変化して、素子１０５が受光した光の光量が減少するためである。

【００５８】

このパターンにおいて、一致するかどうかの判断は、具体的には、図５Ｃの一点鎖線ＲとＳで表される評価パターンＱに許容誤差を加味した最大値及び最小値の間に受光パターンＰが包含されるかで判断する。

【００５９】

図５Ｃのように、受光パターンＰが包含されて、一致する評価パターンが存在する場合（Ｓ１０８：Ｙ）、当該評価パターンに紐付けられた制御信号を通信部３１４を介して外部機器４００に出力する（Ｓ１０９）。

【００６０】

上記フローを所定の間隔で繰り返す（周期的に行う）ことにより、人間の意図的な行動を検知することができる。

【００６１】

以上のイヤホンシステム３００によれば、音道１３１に音の伝達を阻害する物体が配置されていないため、外部機器４００から送信される音楽などの音声信号を音として出力するイヤホン１００としての品質を維持することができる。さらに、光の通過を遮る障害物のない状態の音道１３１を通過した光を用い多くの光量に基づいて意図的に変化させた外耳道２００の状態を検出することができる。従って、イヤホンシステム３００を用いれば、手などを使わずに意図的に外耳道２００の状態を変化させることで、外部機器４００を正確に制御することが可能となる。

【００６２】

また、発光素子１０６を用いて光をパルス的に放射させることで、ノイズと信号とを分離しやすくなり、音道１３１を通過する光量が少ない場合でも正確に外耳道２００の状態の変化を検出することが可能となる。さらに、発光時間を短くすることができ、駆動制御装置３０１が備えるバッテリーの消費を抑制することができる。

【００６３】

なお、図５Ａ～図５Ｃにおいて信号強度は電圧値としたが、電流値［Ａ］としてもよい。

【００６４】

また、本開示は、上記実施の形態に限定されるものではない。例えば、本明細書において記載した構成要素を任意に組み合わせて、また、構成要素のいくつかを除外して実現される別の実施の形態を本開示の実施の形態としても良い。また、上記実施の形態に対して本開示の主旨、すなわち、請求の範囲に記載される文言が示す意味を逸脱しない範囲で当業者が思いつく各種変形を施して得られる変形例も本開示に含まれる。

【００６５】

図６は、他の実施の形態に係るイヤホンシステムの構成を外部機器と共に示すブロック図である。

【００６６】

例えば、図６に示すように、イヤホン１００、および、駆動制御装置３０１のそれぞれに、混合分離回路３９８、３９９を備えてもかまわない。具体的には、駆動制御装置３０１側に備えられる混合分離回路３９９は、ドライブアンプ３１１から出力される音声信号と音声信号よりも高周波とした発光信号を重畳して出力する回路である。一方、イヤホン１００側に備えられる混合分離回路３９８は、ローパスフィルターとハイパスフィルターを備え、ローパスフィルターを通過した信号を用いて音出力部１０１を駆動し、ハイパスフィルターを通過した信号を用いて発光素子１０６を駆動する。また、混合分離回路３９８は、受光素子１０５が出力する信号を駆動制御装置３０１側の混合分離回路３９９に送信する機能を備えている。

【００６７】

また、混合分離回路３９８，３９９は、アナログ電話機などに用いられる２線４線変換回路を備えても良い。具体的には、ブリッジ回路、負性インピーダンス回路、センタータップトランスなどを用いて、送話信号と受話信号を一対の信号線にまとめて双方向通信を実現するための回路である。

【００６８】

以上により、イヤホン１００と駆動制御装置３０１とを接続する導線の本数を少なくすることができ、耳周りの配線の違和感を減少させることが可能となる。

【００６９】

また、上記実施の形態では、外耳道２００の状態変化を外耳道２００で反射し音道１３１を通過した光の光量として検出したが、これに限定されるものではない。例えば、複数の素子を２次元面上に並べて配置された受光素子１０５を用いて、所定発光時刻における外耳道内面の画像を撮影し、異なる計測時刻間の画像データに共通する画像パターンの相対位置を抽出し、画像パターンの移動速度を検出してもかまわない。

【００７０】

また、発光素子１０６の発光パターンは、パルス群を周期的に発光させるばかりではなく、単発のパルスを周期的に発光させても良い。また、発光素子１０６を常時点灯させるものでもかまわない。

【００７１】

また、評価パターンは予めメモリ部３１３に記憶されるものとして説明したが、評価パターンを学習により決定してもかまわない。

【００７２】

図７～図１１は、イヤホンの構成のバリエーションの一つを断面で示す図である。

【００７３】

図７に示すように、音出力部１０１は、音道１３１に対して斜めに配置され、また、振動板１１１は、第二室１２２側に配置されてもかまわない。また、反射部１０７は、磁気回路部１１２に取り付けられてもかまわない。

【００７４】

また、図８に示すように、発光素子１０６は、音道体１０３の外耳道２００側の先端部

に設けられていても良い。この場合、発光素子１０６は、外耳道２００内に光を放射する放射部としても機能する。発光素子１０６は、面状で発光する素子が好ましく、例えば有機発光ダイオードなどを例示することができる。

【００７５】

また、図９に示すように、音出力部１０１は、音道体１０３の筒軸に対して直交状態で配置され、また、振動板１１１は、第二室１２２に配置されてもかまわない。また、受光素子１０５は、音道１３１を臨む位置となるように磁気回路部１１２に取り付けられてもかまわない。さらに、音道１３１を通過した光を受光素子１０５に集光するレンズなどの集光部１７１を受光素子１０５と音道体１０３の間に配置してもかまわない。このような構成により、音道１３１を通過した反射光は直接的に受光素子１０５に照射するため、音道１３１を通過する光の光量が少なくても正確に外耳道２００の状態の変化を検出することが可能となる。

【００７６】

また、図１０に示すように、音道体１０３の筒軸に対して直交状態で配置される音出力部１０１の振動板１１１は、音道１３１を通過する反射光が透過する透明な部材で形成され、第一室１２１側に配置されるものでも良い。また、受光素子１０５は、磁気回路部１１２と振動板１１１との間に配置され、磁気回路部１１２に取り付けられるものでもかまわない。

【００７７】

一方、図１１に示すように、音道体１０３の筒軸に対して斜め配置される音出力部１０１の振動板１１１は、音道１３１を通過する反射光が透過する透明な部材であり、第一室１２１に配置されるものでも良い。また、反射部１０７は、磁気回路部１１２と振動板１１１との間に配置され、磁気回路部１１２に取り付けられるものでもかまわない。

【００７８】

以上、図１０、図１１で示したような、振動板１１１が透明な部材であり、受光素子１０５または反射部１０７が、磁気回路部１１２と振動板１１１との間に配置されることで、少なくとも振動板１１１と音道１３１との間には、音を遮る障害物が存在しないイヤホン１００とすることができる。従って、イヤホン１００に求められる音質を確保しつつ、音道１３１を通過した光を受光素子１０５が効率的に受光することができ、外部機器を制御する制御信号を作成するためのＳＮ比の高い信号を送出することが可能となる。

【００７９】

また、図１２に示すように、イヤホン１００は発光素子１０６を備えず、イヤホン１００を耳に装着した場合に外耳道２００とイヤホン１００との隙間から音道体１０３に入射する光Ｌを利用して放射部１０４から放射するものでもかまわない。

【００８０】

また、放射部１０４から光を放射するのではなく、イヤパッド１３２を、透明または半透明の部材で構成し、そこから入射する光を利用してもよい。

【００８１】

以上の実施形態におけるイヤホン１００は、音質調整のために、筐体１０２と音道体１０３の間に開口部を設けても良い。

【００８２】

また、以上の実施の形態における放射部１０４は、レンズ面に砂面加工を施したり、発光素子として有機発光ダイオードなど面状に発光する素子を用いたりした場合、外耳道２００に放射される光は拡散光になる。このとき、いろいろな方向から音道１３１に光が入射するため、音道体１０３および筐体の第一室１２１の内面は反射面であることが望ましい。

【産業上の利用可能性】

【００８３】

本開示のイヤホンは、外部機器を制御する入力デバイスとしても機能する。例えば、音楽再生用のプレーヤー、スマートフォン、タブレット端末などから送信される音の信号を

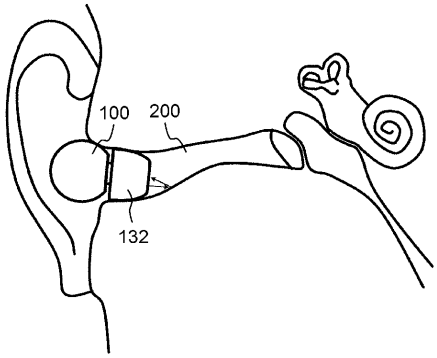
音として出力しつつ、これらの機器を制御できる。

【符号の説明】

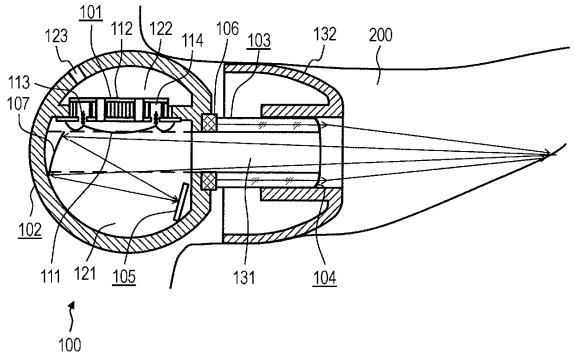
【００８４】

１００　イヤホン
１０１　音出力部
１０２　筐体
１０３　音道体
１０４　放射部
１０５　受光素子
１０６　発光素子
１０７　反射部
１１１　振動板
１１２　磁気回路部
１１３　ボイスコイル
１１４　磁気ギャップ
１２１　第一室
１２２　第二室
１２３　連通孔
１３１　音道
１３２　イヤパッド
１７１　集光部
２００　外耳道
３００　イヤホンシステム
３０１　駆動制御装置
３１１　ドライブアンプ
３１３　メモリ部
３１４　通信部
３９８　混合分離回路
３９９　混合分離回路
４００　外部機器

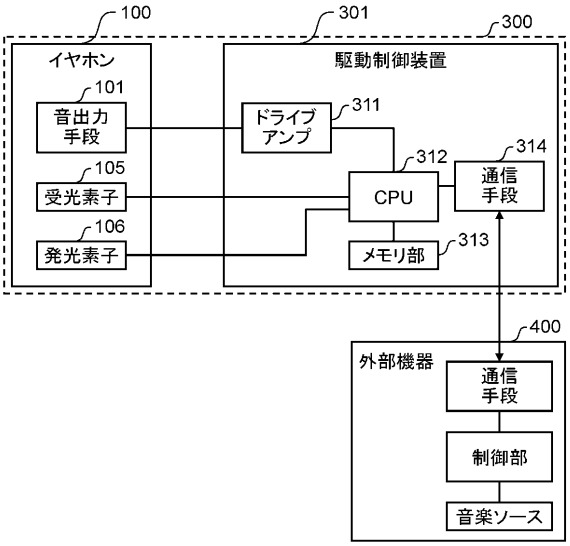
【図１】



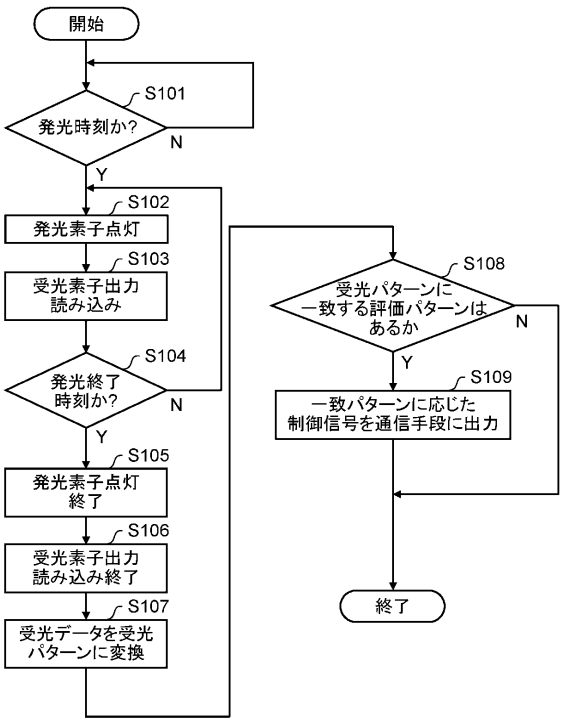
【図２】



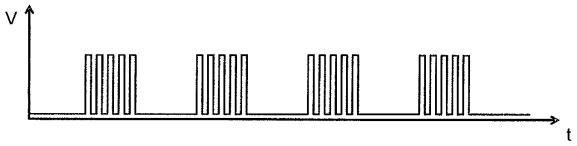
【図３】



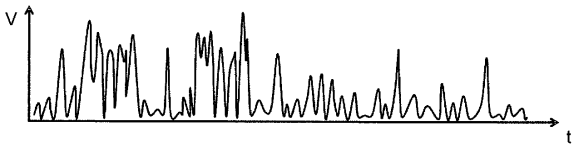
【図４】



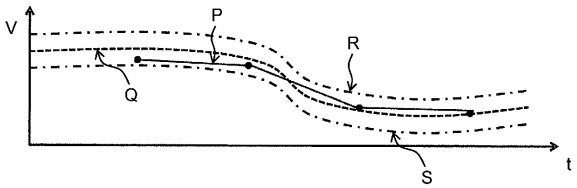
【図５Ａ】



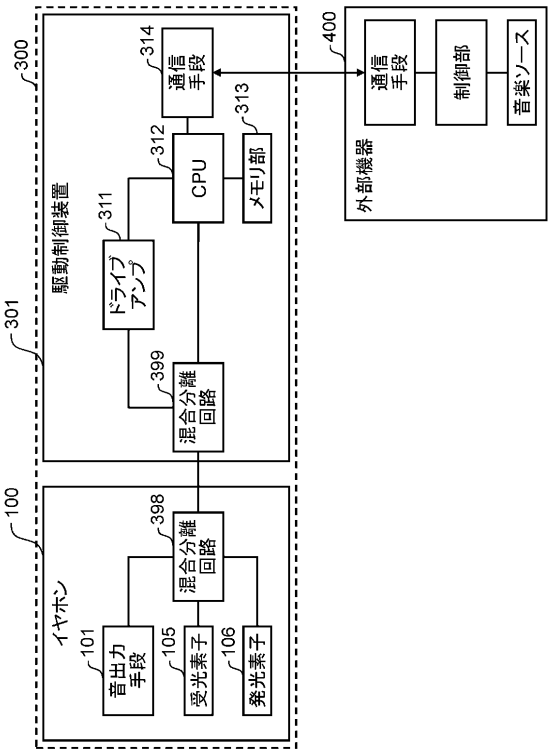
【図５Ｂ】



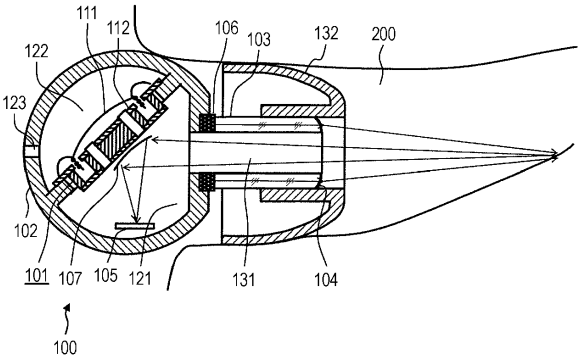
【図５Ｃ】



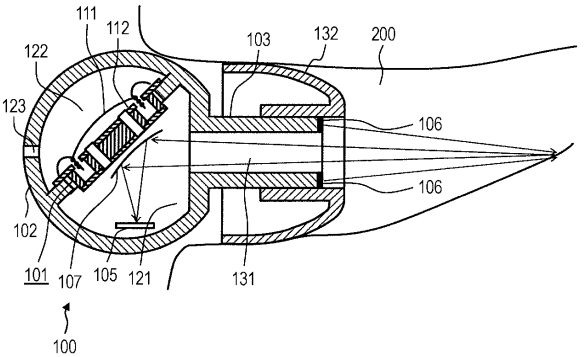
【図６】



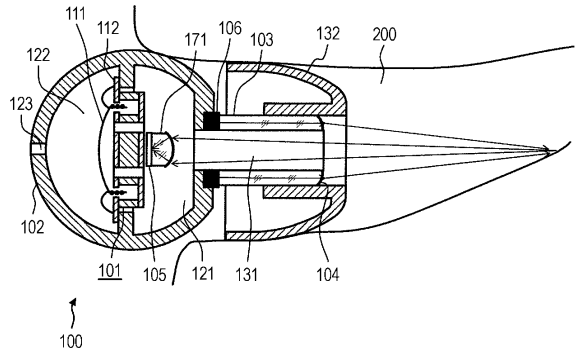
【図７】



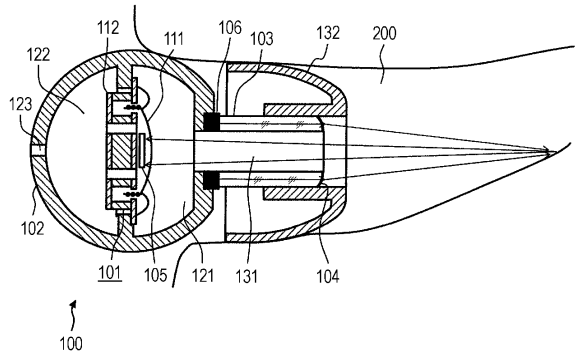
【図８】



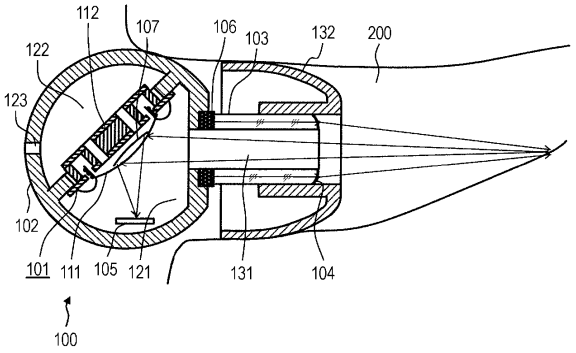
【図９】



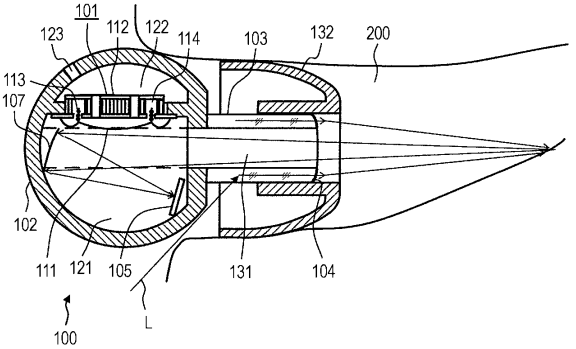
【図１０】



【図１１】



【図１２】



フロントページの続き

(56)参考文献　特開２０１２－２４９１８６（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２００７／０４９５６２（WO，Ａ１）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０４Ｒ　　１／１０