

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第6124203号  
(P6124203)

(45) 発行日 平成29年5月10日 (2017.5.10)

(24) 登録日 平成29年4月14日 (2017.4.14)

(51) Int.Cl. F I  
**A 4 2 B 3/04 (2006.01)** A 4 2 B 3/04  
**G 1 0 K 11/178 (2006.01)** G 1 0 K 11/16 H

請求項の数 18 (全 20 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2016-96844 (P2016-96844)</p> <p>(22) 出願日 平成28年5月13日 (2016.5.13)</p> <p>審査請求日 平成28年5月19日 (2016.5.19)</p> <p>早期審査対象出願</p>	<p>(73) 特許権者 516143488 株式会社ボーダレス 東京都豊島区高田2-12-20-506</p> <p>(74) 代理人 110002103 特許業務法人にじいろ特許事務所</p> <p>(72) 発明者 金 守鉦 東京都豊島区高田2-12-20-506 株式会社ボーダレス内</p> <p>(72) 発明者 大野 新 東京都豊島区高田2-12-20-506 株式会社ボーダレス内</p> <p>審査官 田中 尋</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 音響信号処理装置及びそれを装備したヘルメット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

装着者の頭部を覆うヘルメット本体部と、  
 前記ヘルメット本体部の内部であって前記装着者の耳近傍に設けられるスピーカと、  
 前記ヘルメット本体部に設けられるマイクロフォンと、  
 前記マイクロフォンにより検出された外部音の音響信号に対して高域通過処理を実行するハイパスフィルタと、  
 前記音響信号に対して低域通過処理を実行するローパスフィルタと、  
 前記高域通過処理を受けた音響信号の位相を制御する第1位相制御部と、  
 前記低域通過処理を受けた音響信号の位相を制御する第2位相制御部と、  
 前記第1位相制御部により位相制御を受けた音響信号を増幅する第1増幅部と、  
 前記第2位相制御部により位相制御を受けた音響信号を増幅する第2増幅部と、  
 前記第1、第2増幅部により増幅された音響信号を合成し合成音響信号を発生する合成部と、  
 前記合成音響信号に従って前記スピーカを駆動する駆動部と、  
 前記外部音の音響信号の少なくとも一部の帯域の音響パワーに応じて、前記高域通過処理を受けた音響信号に対する位相反転処理/非反転処理を切り替え、前記低域通過処理を受けた音響信号に対する位相反転処理/非反転処理を切り替え、前記第1位相制御部により位相制御を受けた音響信号に対する増幅率を変化させ、前記第2位相制御部により位相制御を受けた音響信号に対する増幅率を変化させるために前記第1、第2位相制御部及び

10

20

前記第 1、第 2 増幅部を制御する制御部とを具備することを特徴とするヘルメット。

【請求項 2】

前記音響パワーに基づいて高周波帯域に対する第 1 制御指数と低周波数帯域に対する第 2 制御指数とを決定する制御指数決定部をさらに備え、

前記第 1、第 2 制御指数は所定範囲内の値に決定され、

前記第 1、第 2 制御指数が前記所定範囲の中央値から最大値までの範囲内のいずれかの値を示すときは前記第 1、第 2 位相制御部は前記位相反転処理に設定され、前記中央値から最初値までの範囲内のいずれかの値を示すときは前記第 1、第 2 位相制御部は前記非反転処理に設定され、

前記第 1、第 2 制御指数が前記中央値を示すとき前記第 1、第 2 増幅部は最小の増幅率に設定され、前記第 1、第 2 制御指数が前記最大値又は前記最小値を示すとき前記第 1、第 2 増幅部は最大の増幅率に設定され、

前記位相反転処理及び前記最大の増幅率の設定は最大の音響減衰特性を示し、前記位相非反転処理及び前記最大の増幅率の設定は最大の音響ブースト特性を示すことを特徴とする請求項 1 記載のヘルメット。

【請求項 3】

前記制御指数決定部は、

前記第 1 制御指数の初期値として前記最小値を与え、

前記音響減衰特性から前記音響ブースト特性への転換速度が前記音響ブースト特性から前記音響減衰特性への転換速度より速くなるように、前記音響パワーが所定のしきい値を超過するとき第 1 の増分を前記第 1 制御指数に加え、前記音響パワーが前記しきい値以下のとき前記第 1 の増分より大なる第 1 の減少分を前記第 1 制御指数から減少することを特徴とする請求項 2 記載のヘルメット。

【請求項 4】

前記制御指数決定部は、

前記第 2 制御指数の初期値として前記中央値又は近傍値を与え、

前記第 1 制御指数が前記中央値以下を示すとき前記第 2 制御指数を前記初期値に維持し、前記第 1 制御指数が前記中央値を超過するとき前記第 2 制御指数に前記第 1 制御指数と同値を与えることを特徴とする請求項 3 記載のヘルメット。

【請求項 5】

前記制御指数決定部は、前記第 1 制御指数が前記初期値に設定されているとき前記音響パワーが前記しきい値を超過するまで前記第 1 制御指数を前記初期値のまま維持し、前記第 1 制御指数が前記最大値に設定されているとき前記音響パワーが前記しきい値以下を示すまで前記第 1 制御指数を前記最大値のまま維持することを特徴とする請求項 4 記載のヘルメット。

【請求項 6】

前記ヘルメット本体部に加速度センサと速度センサとの少なくとも一方が設けられ、

前記制御指数決定部は、前記音響パワーに加えて、前記加速度センサで検出された加速度と前記速度センサで検出された速度との少なくとも一方に基づいて前記第 1、前記第 2 制御指数を決定することを特徴とする請求項 2 記載のヘルメット。

【請求項 7】

前記マイクロフォンは前記ヘルメット本体部の下部縁又はその近傍に設けられることを特徴とする請求項 1 記載のヘルメット。

【請求項 8】

前記ハイパスフィルタのカットオフ周波数は 1 . 3 k H z より高く、前記ローパスフィルタのカットオフ周波数は 1 . 3 k H z より低いことを特徴とする請求項 1 記載のヘルメット。

【請求項 9】

前記音響パワーは前記外部音の音響信号の 3 k H z 乃至 4 k H z の帯域成分を対象として求められることを特徴とする請求項 1 記載のヘルメット。

10

20

30

40

50

## 【請求項 1 0】

前記音響パワーは前記外部音の音響信号の 5 k H z 以下の帯域成分を対象として求められることを特徴とする請求項 1 記載のヘルメット。

## 【請求項 1 1】

装着者の頭部を覆うヘルメット本体部と、

前記ヘルメット本体部の内部であって前記装着者の耳近傍に設けられるスピーカと、

前記ヘルメット本体部に設けられるマイクロフォンと、

前記マイクロフォンにより検出された外部音の音響信号の位相を制御する位相制御部と

、  
前記位相制御された音響信号に従って前記スピーカを駆動する駆動部と、

前記音響信号の少なくとも一部の帯域の音響パワーに基づいて前記音響信号に対する位相反転処理 / 非反転処理を動的に切り替えるために前記位相制御部を制御する制御部とを具備することを特徴とするヘルメット。

10

## 【請求項 1 2】

前記制御部は、前記音響パワーの上昇に伴って前記位相非反転処理から前記位相反転処理に切り替え、前記音響パワーの下降に伴って前記位相反転処理から前記位相非反転処理に切り替えるために前記位相制御部を制御することを特徴とする請求項 1 1 記載のヘルメット。

## 【請求項 1 3】

前記位相反転処理から前記位相非反転処理への転換速度は、前記位相非反転処理から前記位相反転処理への転換速度よりも速いことを特徴とする請求項 1 2 記載のヘルメット。

20

## 【請求項 1 4】

前記位相制御された音響信号を増幅する増幅部をさらに備え、

前記制御部は、前記音響パワーの変動に従って前記増幅部の増幅率を動的に変化させるために前記増幅部を制御することを特徴とする請求項 1 1 記載のヘルメット。

## 【請求項 1 5】

装着者の頭部を覆うヘルメット本体部と、

前記ヘルメット本体部の内部であって前記装着者の耳近傍に設けられるスピーカと、

前記ヘルメット本体部に設けられるマイクロフォンと、

前記ヘルメット本体部に設けられる加速度又は速度を検出するセンサと、

前記マイクロフォンにより検出された外部音の音響信号に対して高域通過処理を実行するハイパスフィルタと、

前記音響信号に対して低域通過処理を実行するローパスフィルタと、

前記高域通過処理を受けた音響信号の位相を制御する第 1 位相制御部と、

前記低域通過処理を受けた音響信号の位相を制御する第 2 位相制御部と、

前記第 1 位相制御部により位相制御を受けた音響信号を増幅する第 1 増幅部と、

前記第 2 位相制御部により位相制御を受けた音響信号を増幅する第 2 増幅部と、

前記第 1、第 2 増幅部により増幅された音響信号を合成し合成音響信号を発生する合成部と、

前記合成音響信号に従って前記スピーカを駆動する駆動部と、

前記センサの検出値に応じて、前記高域通過処理を受けた音響信号に対する位相反転処理 / 非反転処理を切り替え、前記低域通過処理を受けた音響信号に対する位相反転処理 / 非反転処理を切り替え、前記第 1 位相制御部により位相制御を受けた音響信号に対する増幅率を変化させ、前記第 2 位相制御部により位相制御を受けた音響信号に対する増幅率を変化させるために前記第 1、第 2 位相制御部及び前記第 1、第 2 増幅部を制御する制御部とを具備することを特徴とするヘルメット。

30

40

## 【請求項 1 6】

装着者の頭部を覆うヘルメット本体部と、

前記ヘルメット本体部の内部であって前記装着者の耳近傍に設けられるスピーカと、

前記ヘルメット本体部に設けられるマイクロフォンと、

50

前記ヘルメット本体部に設けられる加速度センサと、  
 前記ヘルメット本体部に設けられる速度センサと、  
 前記マイクロフォンにより検出された外部音の音響信号の位相を制御する位相制御部と

、  
 前記位相制御された音響信号に従って前記スピーカを駆動する駆動部と、  
 前記音響信号の少なくとも一部の帯域の音響パワーと前記加速度センサにより検出された加速度と前記速度センサにより検出された速度とに基づいて前記外部音の音響信号に対する位相反転処理／非反転処理を切り替えるために前記位相制御部を制御する制御部とを具備することを特徴とするヘルメット。

【請求項 17】

スピーカと、  
 マイクロフォンと、  
 前記マイクロフォンにより検出された外部音の音響信号に対して高域通過処理を実行するハイパスフィルタと、  
 前記音響信号に対して低域通過処理を実行するローパスフィルタと、  
 前記高域通過処理を受けた音響信号の位相を制御する第1位相制御部と、  
 前記低域通過処理を受けた音響信号の位相を制御する第2位相制御部と、  
 前記第1位相制御部により位相制御を受けた音響信号を増幅する第1増幅部と、  
 前記第2位相制御部により位相制御を受けた音響信号を増幅する第2増幅部と、  
 前記第1、第2増幅部により増幅された音響信号を合成し合成音響信号を発生する合成部と、

前記合成音響信号に従って前記スピーカを駆動する駆動部と、  
 前記外部音の音響信号の少なくとも一部の帯域の音響パワーに応じて、前記高域通過処理を受けた音響信号に対する位相反転処理／非反転処理を切り替え、前記低域通過処理を受けた音響信号に対する位相反転処理／非反転処理を切り替え、前記第1位相制御部により位相制御を受けた音響信号に対する増幅率を変化させ、前記第2位相制御部により位相制御を受けた音響信号に対する増幅率を変化させるために前記第1、第2位相制御部及び前記第1、第2増幅部を制御する制御部とを具備することを特徴とする音響信号処理装置。

【請求項 18】

スピーカと、  
 マイクロフォンと、  
 前記マイクロフォンにより検出された外部音の音響信号の位相を制御する位相制御部と、  
 、  
 前記位相制御された音響信号に従って前記スピーカを駆動する駆動部と、  
 前記音響信号の少なくとも一部の帯域の音響パワーに基づいて前記音響信号に対する位相反転処理／非反転処理を切り替えるために前記位相制御部を制御する制御部とを具備することを特徴とする音響信号処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、音響信号処理装置及びそれを装備したヘルメットに関する。

【背景技術】

【0002】

ヘルメットは、自動二輪車の乗員、建設工事現場の作業員等の頭部を守るために広く用いられている。これら環境では様々な騒音に取り囲まれていることが多い。例えば自動二輪車の乗員は比較的高い周波数帯域内のエンジン音、排気音及びロードノイズ、さらに比較的低い周波数帯域内の風切り音等様々な種類の騒音環境下にある。そのため特許文献1、2に例示するように騒音等の外部音をユーザの耳元に設置されたマイクロフォンから収集し、外部音と逆相の音響をスピーカから発生させて外部音を能動的に減衰させるシステ

10

20

30

40

50

ムを装備したヘルメットが提案されている。

【0003】

しかし実際には騒音は様々な周波数帯域を含んでおり、目標帯域に対しては効果的に騒音減衰効果を発揮するが、それから外れた帯域では効果的に騒音を減衰することができない。

【0004】

また自動二輪車の乗員同士又は建設工事現場の作業員同士が音響により意思疎通を図る必要のある状況が度々生じる。例えば自動二輪車の乗員は交差点や駐輪場で停車した際に近くの自動二輪車の乗員との間で会話をすることがある。その都度、騒音減衰システムをオフする必要があるが、非常に煩わしいものであった。さらに音声は比較的高い周波数帯域であり、その大部分はヘルメットの衝撃吸収層で吸音されるので、ヘルメット越しの会話は非常に困難であった。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2005-163222公報

【特許文献2】特開平8-113815公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

目的は、騒音減衰と音声会話支援とを両立させることのできる音響信号処理装置及びそれを装備したヘルメットを提供することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

本実施形態に係るヘルメットは、装着者の頭部を覆うヘルメット本体部と、ヘルメット本体部の内部であって装着者の耳近傍に設けられるスピーカと、ヘルメット本体部に設けられるマイクロフォンとを有する。ハイパスフィルタはマイクロフォンにより検出された外部音の音響信号に対して高域通過処理を実行する。ローパスフィルタは音響信号に対して低域通過処理を実行する。第1位相制御部は高域通過処理を受けた音響信号の位相を制御する。第2位相制御部は低域通過処理を受けた音響信号の位相を制御する。第1増幅部は第1位相制御部により位相制御を受けた音響信号を増幅する。第2増幅部は第2位相制御部により位相制御を受けた音響信号を増幅する。合成部は第1、第2増幅部により増幅された音響信号を合成し合成音響信号を発生する。駆動部は合成音響信号に従ってスピーカを駆動する。制御部は、外部音の音響信号の少なくとも一部の帯域の音響パワーに応じて、高域通過処理を受けた音響信号に対する位相反転処理/非反転処理を切り替え、低域通過処理を受けた音響信号に対する位相反転処理/非反転処理を切り替え、さらに第1位相制御部により位相制御を受けた音響信号に対する増幅率を変化させ、第2位相制御部により位相制御を受けた音響信号に対する増幅率を変化させるために第1、第2位相制御部及び第1、第2増幅部を制御する。

30

【図面の簡単な説明】

40

【0008】

【図1】図1は本実施形態に係る音響信号処理装置を装備したヘルメットの外觀図である。

【図2】図2は図1の多機能携帯通信端末の表示部に表示される音響信号処理に対する操作画面例を示す図である。

【図3】図3は、本実施形態に係る音響信号処理装置の構成を示すブロック図である。

【図4】図4は、図3のローパスフィルタ及びハイパスフィルタのフィルタ特性の典型例を示す図である。

【図5】図5は、図3のマイクロフォンの出力、ローパスフィルタの出力及びハイパスフィルタの出力の各スペクトル例を示す図である。

50

【図6】図6は、図3の制御指数決定部で決定される制御指数に対する位相反転/非反転及びデジタルゲインの関係を示す図である。

【図7】図7は、本実施形態の音響信号処理で用いる制御指数の更新処理手順を示すフローチャートである。

【図8】図8は、図6の手順による音響パワーの時間変動に対する制御指数の時間変化を示すタイムチャートである。

【図9】図9は、図6の制御指数による音響信号処理の手順を示すフローチャートである。

【図10】図10は、本実施形態において、制御指数が最小値(-0.1、-1.0)のときの2系統のデジタルアンプの出力のスペクトル例を示す図である。

【図11】図11は、本実施形態において、制御指数が最大値(+1)のときの2系統のデジタルアンプの出力のスペクトル例を示す図である。

【図12】図12は、本実施形態に係る音響信号処理により減衰される低周波成分と高周波成分それぞれの時間波形例を示す図である。

【図13】図13は、本実施形態の変形例に係る音響信号処理装置の構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、図面を参照しながら本実施形態に係る音響信号処理装置及びそれを装備したヘルメットを説明する。本実施形態は、自動二輪車の乗員が頭部を守るために頭部に装着するヘルメット、建設工事現場の作業員が頭部を守るために頭部に装着するヘルメット、その他様々な環境で頭部を守るために頭部に装着するヘルメットのいずれにも適用される。ここでは自動二輪車の乗員が装着するヘルメットとして説明する。自動二輪車の乗員は比較的高い周波数帯域内のエンジン音、排気音及びロードノイズ、さらに比較的低い周波数帯域内の風切り音等様々な種類の騒音環境下に晒されている。その一方で自動二輪車の乗員は交差点や駐輪場で停車した際に近くの自動二輪車の乗員との間でヘルメット越しに会話をしている状況も生じる。これらは音響減衰の観点からは相反する状況であるといえる。

【0010】

本実施形態は、このような様々な帯域の騒音(外部音)を、それと逆相の制御音、この場合はキャンセル音をスピーカから発して打ち消す音響減衰機能(雑音低減機能(noise reduction))と、停車等の際に行なわれる自動二輪車の乗員同士のヘルメット越しの会話を当該乗員(装着車)間の音声会話を支援するために音声と同相の制御音、この場合は増強音をスピーカから発して相手の音声を聞こえやすくする音響増強機能(ブースト機能)とを好適に併存させている。

【0011】

なお、マイクロフォンで騒音や音声を変換した電気信号を特に「音響信号」と称するものとする。外部音とは、ここではマイクロフォン108(109)で検出される外部の騒音や音声などをいう。また、制御音とは、スピーカから発する音をいい、騒音を打ち消す逆相の音(キャンセル音)と、音声を増強する同相の音(ブースト音)とが含まれる。

【0012】

図1に示すように、本実施形態に係るヘルメット100は、装着者の頭部を覆うヘルメット本体部102と開閉可能なシールド103とからなる。ヘルメット本体部102は硬質のシェル(帽体)、シェルの内側に装着される発泡材等からなる衝撃吸収ライナー、さらにその内側に装備されるクッションからなる。

【0013】

ヘルメット本体部102には、音響信号処理装置が収納されている。音響信号処理装置は、音響信号処理を実行する装置本体101と、ヘルメット本体部102の内部であって装着者の耳近傍に取り付けられる右耳用/左耳用スピーカ106,107と、ヘルメット本体部102に設けられる右耳用/左耳用マイクロフォン108,109とからなる。なお、図示しないバッテリーは装置本体101に内蔵され、またはヘルメット本体部102の

10

20

30

40

50

内部の他の位置に収納される。マイクロフォン108, 109はそれぞれ対応するスピーカ106, 107の下方であって、ヘルメット本体部102の下部縁110又はその近傍の位置、さらに好ましくはヘルメット本体部102のシェルの外側に配置される。一般的には、マイクロフォン108, 109はスピーカ106, 107の近傍であって同じ音場空間内に設置されるものであるが、本実施形態では、マイクロフォン108, 109はスピーカ106, 107の遠方、つまりスピーカ106, 107の音場空間の外側に配置される。このマイクロフォン108, 109とスピーカ106, 107との配置は、マイクロフォン108, 109でエンジン音、排気音、ロードノイズ、風切り音等の騒音や音声等の外部音を拾ってから、その外部音がヘルメット本体部102のシェル、衝撃吸収ライナー及びクッションを伝播して装着者の耳に到達するまでに数ミリ秒乃至数十マイクロ秒程度の時間遅れを生ぜしめて、それにより装置本体101で騒音減衰のための音響信号発生処理に要する時間による位相ずれを縮小させることができる。さらに本実施形態の音響信号処理装置は、停車等の際に自動二輪車の乗員間でヘルメット越しに交わされる会話を支援するためにその相手方の音声を増強してスピーカ106, 107から出力する機能を備えており、マイクロフォン108, 109をシェルの外側に配置することにより、その相手方の音声をマイクロフォン108, 109で良好に拾うことができる。

#### 【0014】

装置本体101はスマートフォン等の携帯型情報処理端末300に対してBluetooth(登録商標)に代表されるような近距離無線通信規格により双方向接続される。携帯型情報処理端末300には本実施形態に係る音響信号処理装置のユーザ設定操作を実行するためのアプリケーションプログラムをインストールされる事が可能である。図2にはその操作画面例を示している。携帯型情報処理端末300の操作画面には複数のスライダボタンが設けられている。例えばスライダを操作して、スピーカ106, 107から発せられる制御音の音量に関わるアナログゲイン(gain(comp.))、高周波成分に対するデジタルゲイン(gain(H))、低周波成分に対するデジタルゲイン(gain(L))、ハイパスフィルタのカットオフ周波数( $f_c$ (HPF))、ローパスフィルタのカットオフ周波数( $f_c$ (LPF))、音響減衰/音響増強の切替制御に関連する制御指数の更新のためにマイクロフォン108, 109で検出された音響信号の所定帯域の周波成分に関する音響パワーに比較されるしきい値THをユーザ(乗員、ヘルメット装着者)は任意に調整することができる。

#### 【0015】

図3には本実施形態に係る音響信号処理装置の構成を示している。右耳用/左耳用マイクロフォン108, 109は周囲の外部音(空気振動)を電気信号(音響信号という) $a_0$ (R)、 $a_0$ (L)に変換する。右耳用/左耳用マイクロフォン108, 109にはそれぞれアナログデジタル変換器150, 160が接続される。アナログデジタル変換器150, 160は音響信号 $a_0$ (R)、 $a_0$ (L)をそれぞれ例えば44.1kHzのサンプリング周波数でそれぞれデジタル音響信号 $d_1$ (R)、 $d_1$ (L)に変換する。デジタル化された右耳用の音響信号 $d_1$ (R)、左耳用の音響信号 $d_1$ (L)それぞれは2つのデジタル音響信号処理システムで並列処理に供される。一方のデジタル音響信号処理システムは音響信号の高周波成分を対象とする信号処理であり、他方のデジタル音響信号処理システムは音響信号の低周波成分を対象とする信号処理である。右耳用の信号処理システムと左耳用の信号処理システムとは構成上等価であるので、ここでは右耳用の信号処理システムの構成について説明し、左耳用の信号処理システムの構成の説明は省略する。ただし左耳用の信号処理システムの構成要素についてはその符号を括弧で記載するものとする。

#### 【0016】

アナログデジタル変換器150(160)の出力 $d_1$ (R)( $d_1$ (L))は2系統に分化され、ローパスフィルタ151(161)とハイパスフィルタ152(162)とに供給される。図4にはローパスフィルタ151(161)、ハイパスフィルタ152(162)の各フィルタ特性を示す。図5にはアナログデジタル変換器150(160)の出力のスペクトル $S\{d_1\}$ 、ローパスフィルタ151(161)の出力のスペクトル $S\{d_2(\text{low})\}$ 、ハイパスフィルタ152(162)の出力のスペクトル $S\{d_2(\text{high})\}$ を示して

10

20

30

40

50

いる。

【0017】

ローパスフィルタ151(161)のカットオフ周波数 $f_c(\text{low})$ は所定値、好ましくは1.3kHzより低く、ハイパスフィルタ152(162)のカットオフ周波数 $f_c(\text{high})$ は1.3kHzより高く設定される。人間の発する音声は0.2~4kHzの周波数範囲にあるが、1.3kHz以上の帯域で会話が十分成立する。発明者らの採取データによると、風切り音の周波数範囲は比較的低く、1.3kHz以下を示す。一方、エンジン音、排気音及びロードノイズの周波数範囲は比較的高く、1.3kHzを超え、その中心帯域は例えば3k~4kHzを示す。このように比較的低い周波数帯域には主に風切り音が存在し、一方、比較的低い周波数帯域には、音声が含まれ、さらに騒音としてのエンジン音、排気音及びロードノイズ等も含まれる。

10

【0018】

なお、風切り音、エンジン音、排気音及びロードノイズなどの騒音の周波数帯域は車種、エンジン形式、ヘルメットのグレードや種類等に応じて変化するものであり、従って本実施形態ではローパスフィルタ151(161)のカットオフ周波数 $f_c(\text{low})$ 、ハイパスフィルタ152(162)のカットオフ周波数 $f_c(\text{high})$ それぞれはユーザが任意に調整することを可能にしている。車種、エンジン形式、ヘルメットのグレードや種類等に応じて複数種類のデフォルト値を用意しておき、任意のデフォルト値を選択することが好ましい。さらにローパスフィルタ151(161)のカットオフ周波数 $f_c(\text{low})$ 、ハイパスフィルタ152(162)のカットオフ周波数 $f_c(\text{high})$ それぞれは後述する音響パワーの変動に従って動的に変化させることも可能である。

20

【0019】

ローパスフィルタ151(161)は、マイクロフィン108,109で検出され、アナログデジタル変換器150(160)で変換されたデジタルの音響信号から主として1.3kHz以下の低周波成分を抽出する。ハイパスフィルタ152(162)は、マイクロフィン108,109で検出され、アナログデジタル変換器150(160)で変換されたデジタルの音響信号から主として1.3kHz以上の高周波成分を抽出する。

【0020】

ローパスフィルタ151(161)の出力とハイパスフィルタ152(162)の出力とは位相制御器153(163),154(164)がそれぞれ接続される。位相制御器153(163)は、制御部140の位相制御信号 $p(\text{RI})$ に従ってローパスフィルタ151(161)で抽出された低周波成分 $d2(\text{RI})$ の時間波形の位相を反転し、又は反転しない。位相反転は符号反転処理及び遅延処理により実現するものであるが、それに限定されることはない。他方の位相制御器154(164)は、制御部140の位相制御信号 $p(\text{Rh})$ に従ってローパスフィルタ152(162)で抽出された高周波成分 $d2(\text{Rh})$ の時間波形の位相を反転し、又は反転しない。このように位相制御処理を低周波成分と高周波成分とで分離させている。さらに位相制御器153(163),154(164)の出力にはデジタルアンプ155(165),156(166)がそれぞれ接続される。デジタルアンプ155(165)は制御部140からの増幅率制御信号 $\text{Da}(\text{RI})$ で指示された増幅率で、位相制御を受けた低周波成分の音響信号 $d3(\text{RI})$ を増幅する。同様にデジタルアンプ156(166)は制御部140からの増幅率制御信号 $\text{Da}(\text{Rh})$ で指示された増幅率で、位相制御を受けた高周波成分の音響信号 $d3(\text{Rh})$ を増幅する。位相制御と同様に、低周波成分に対する増幅率調整と高周波成分号に対する増幅率調整とを分離させている。

30

40

【0021】

デジタルアンプ155(165)の出力とデジタルアンプ156(166)の出力とは合成器157を介してデジタルアナログ変換機158が接続される。合成器157はデジタルアンプ155(165)で増幅された低周波成分の音響信号 $d4(\text{RI})$ とデジタルアンプ156(166)で増幅された高周波成分の音響信号 $d4(\text{Rh})$ とを合成し

50



、合成音響信号 d5(R)を発生する。デジタルアナログ変換機 158 は、合成音響信号 d5(R)をアナログ音響信号 a1(R)に変換する。アナログアンプ 159 (169) は音響信号 a1(R)を増幅して制御音をスピーカ 106 (107) から発生させる。

【0022】

マイクフォン 108 (109) で検出した騒音や音声などの外部音の音響信号 a0(R) はアナログデジタル変換器 111 (112) にも供給される。アナログデジタル変換器 111 (112) は、所定のサンプリング周波数で音響信号 a0(R) をデジタル音響信号に変換する。発明者らが様々な種類の自動二輪、様々な種類のヘルメットにより採取した音響データの分析結果は、外部音の大部分が 5 kHz 以下であることを示した。従って 5 kHz 以下の帯域の外部音を網羅するためにアナログデジタル変換器 111 (112) のサンプリング周波数は好ましくは 10 kHz に設定されている。

10

【0023】

FFT 処理部 113 は、右耳側のアナログデジタル変換器 111 でデジタル化された音響信号と、左耳側のアナログデジタル変換器 111 でデジタル化された音響信号とを別々に、高速フーリエ変換 (FFT) により周波数空間上に展開する。なお周波数変換処理は FFT に限定されることは無く、離散コサイン変換 (DCT) などの他の処理を適用しても良い。音響パワー計算部 114 は FFT 処理部 113 で計算されたスペクトルの所定帯域、典型的にはエンジン音、排気音及びロードノイズの周波数範囲の中心帯域である 3 k ~ 4 kHz に制限してその帯域に含まれる周波成分の強度を積算して、音響パワー (Sound Power) を左耳 / 右耳別に計算する。当該帯域は、ヘルメットの種類等に応じて変化するものであり、音響パワー計算部 114 に予め複数の帯域を用意しておき、ユーザが、装置本体 101 の制御部 140 に通信部 130 を介して接続される携帯型情報処理端末 300 を操作して任意に選択できることが好ましい。

20

【0024】

ここで、上述したマイクフォン 108, 109 の設置位置は風切り音、エンジン音、排気音及びロードノイズ等の騒音、さらに他者の音声を検出することを実現している。比較的高い周波数帯域には、音声、さらにエンジン音、排気音及びロードノイズ等の騒音が含まれており、当該高周波帯域に対して音響減衰機能を常時適用すると、これら騒音とともに音声も減衰されてしまい、音声会話が困難になる。一方、音声会話を可能ならしめるために、当該高周波帯域に対して音響減衰機能を適用せず、音声等の外部音と同相で音響波を発生する音響増強機能を発揮させるものとする、エンジン音、排気音及びロードノイズ等の騒音環境に乗員は晒されてしまう。

30

【0025】

本実施形態はこのトレードオフの問題を解決する。音声会話が発生する状況と、エンジン音、排気音及びロードノイズ等の騒音が強く発生する状況とを判別し、音響減衰機能と音響増強機能とを低周波帯域 / 高周波帯域ごとに動的に切り替える。さらに音響増強機能を低周波帯域よりも高周波帯域を強く発揮させる。この切り替え制御、音響増強レベル制御により、騒音を適当に減衰させながら、怒鳴りあうことのない乗員同士の自然な音声会話をも実現する。上述したように、マイクフォン 108, 109 はヘルメット本体部 102 のシェルの外側に配置することにより、音声会話を可能にしているが、その一方で走行中には風切り音を検出してしまいが、走行中では音響減衰機能を適用するものとするにより、風切り音の不快感な騒音に晒されることもない。

40

【0026】

このように本実施形態では、音響減衰機能に加えて音響増強機能を備えている。音響減衰機能と音響増強機能とを切り替える制御、さらに減衰程度 / 増強程度を調整する制御を実行するための指標として本実施形態では「高周波成分に関する制御指数 CI (high)、低周波成分に関する制御指数 CI (low)」を導入している。

【0027】

制御指数決定部 115 は、音響パワー計算部 114 で計算した典型的には 3 k ~ 4 kHz 帯域の音響パワーに基づいて、高周波成分に関する制御指数 CI (high)、低周波成分に

50

関する制御指数  $C I (low)$  を決定する。制御部 140 は、右耳側に関して、制御指数  $C I (low)$  に従って低周波成分を主とする音響信号の位相の反転 / 非反転が切り替わるように位相制御部 153 を制御する。制御部 140 は、低周波成分を主とする音響信号の位相の反転 / 非反転の切り替え制御とは分離して、制御指数  $C I (high)$  に従って高周波成分を主とする音響信号の位相の反転 / 非反転が切り替わるように位相制御部 154 を制御する。制御部 140 は、左耳側の位相制御も同様に、低周波成分 / 高低周波成分に対しては各制御指数に応じて個別に位相反転と位相非反転とを切り替えるように位相制御部 163 , 164 を制御する。

#### 【 0028 】

制御部 140 は、右耳側に関して、制御指数  $C I (low)$  に従って低周波成分を主とする音響信号に対する増幅率（デジタルゲイン）が 0 から所定値までの範囲内で変化するようにデジタルアンプ 155 を制御する。制御部 140 は、低周波成分を主とする音響信号に対する増幅率制御とは分離して、制御指数  $C I (high)$  に従って高周波成分を主とする音響信号に対する増幅率（デジタルゲイン）が 0 から所定値までの範囲内で変化するようにデジタルアンプ 156 を制御する。同様に制御部 140 は、左耳側の音響パワーに応じてデジタルアンプ 165 , 166 に対して個別に増幅率を 0 から所定値までの範囲内で制御する。例えば音響減衰時にはデジタルゲインが 0 ~ + 20 dB の範囲で調整され、音響増強時にはデジタルゲインが 0 ~ + 5 dB の範囲で調整される。

#### 【 0029 】

ここで、音響信号が位相反転され（逆相）、且つ増幅率が上限値に設定されたとき、その音響波により外部音が打ち消されて最大の音響減衰効果が発揮される。音響信号の位相が反転されず（同相）、且つ増幅率が上限値に設定されたとき、その音響波に外部音が合成されて最大の音響増強（ブースト）効果が発揮される。本実施形態では、音響減衰機能と音響増強機能との切り替えを高周波成分と低周波成分とで分離制御する。上述したとおり、音響パワーはエンジン音、排気音及びロードノイズ等の騒音の中心帯域である 3 k 乃至 4 kHz の周波成分を対象としているため、加速時や高速走行中は高い値を示し、停車中や低速走行中は低い値を示す傾向にある。従って音響パワーが比較的高い値を示すときには、音響減衰機能を実行し、音響パワーが比較的低い値を示すときには音響増強（ブースト）機能を発揮させるように制御指数  $C I (low)$  ,  $C I (high)$  に従って音響減衰機能 / 音響増強機能の切替が制御される。

#### 【 0030 】

図 6 には制御指数  $C I (low)$  ,  $C I (high)$  に対する位相反転 / 非反転及びデジタルゲインの関係を示している。高周波成分に関する制御指数  $C I (high)$ 、低周波成分に関する制御指数  $C I (low)$  はともに、典型的には “ - 1 ” から “ + 1 ” までの範囲で変化する。これら制御指数  $C I$  が所定値未満を示すとき、ここでは所定値をゼロ値としてゼロ値未満（負）を示すときには、制御部 140 は位相反転をせず（同相）、音響増強（ブースト）効果を発揮させ、制御指数  $C I$  が所定値又は所定値以上を示すときは、ここではゼロ値又はそれより高い値（正）を示すときには、制御部 140 は位相を反転させ、音響減衰効果を発揮させる。また制御部 140 は制御指数  $C I$  と所定値との差の絶対値、ここでは所定値をゼロとして制御指数  $C I$  の絶対値に応じてデジタルアンプ 155 , 156 , 165 , 166 の増幅率を調整する。制御指数  $C I$  がゼロ値であるとき増幅率を 0 dB（等倍）に設定し、制御指数  $C I$  の絶対値が大きくなるに従って増幅率を増大させる。例えば、制御指数  $C I$  が “ + 1（最大減衰） ” に接近するに従って増幅率を増大させ、その最大を例えば + 20 dB に設定し、制御指数  $C I$  が “ - 1（最大増強） ” に接近するに従って増幅率を増大させ、その上限値を減衰時のそれよりも小さく例えば + 5 dB に設定する。制御指数  $C I$  が “ - 1 ” を示すときは位相非反転及び最大の増幅率（+ 5 dB）により最大の音響増強（ブースト）効果が発揮され、制御指数  $C I$  が “ + 1 ” を示すときは位相反転及び最大の増幅率（+ 20 dB）により最大の音響減衰効果が発揮される。

#### 【 0031 】

図 7 には制御指数決定部 115 による低周波成分に対する音響信号処理のための制御指

10

20

30

40

50

数  $C I (low)$  と高周波成分に対する音響信号処理のための制御指数  $C I (high)$  との更新処理手順を示している。図 8 には図 7 の手順による音響パワー ( $SP$ ) の時間変動に対する制御指数  $C I (low)$ ,  $C I (high)$  の時間変化を示している。なお、この処理は右耳側、左耳側で等価であるので、ここでは右耳側の処理手順を説明し、左耳側の処理手順は省略する。

#### 【 0 0 3 2 】

制御指数  $C I (low)$ ,  $C I (high)$  は、エンジン音、排気音及びロードノイズを含む高周波帯域 ( $3\text{ k} \sim 4\text{ kHz}$ ) の音響パワーに応じて制御部 1 4 0 により、“ - 1 ” から “ + 1 ” までの範囲で変化される。上述したように制御指数  $C I (low)$ ,  $C I (high)$  が所定値以下、ここではゼロ値又は負極のとき位相は反転されず、そのときのデジタルゲインに応じた強さで音響増強機能が発揮される。制御指数  $C I (low)$ ,  $C I (high)$  が所定値未満、ここでは正極のとき位相は反転され、そのときのデジタルゲインに応じた強さで音響減衰機能が発揮される。

10

#### 【 0 0 3 3 】

まず電源オンとともに制御部 1 4 0 により制御指数  $C I (low)$  と制御指数  $C I (high)$  とがそれぞれ初期値に設定される (工程 S 1 1)。典型的には制御指数  $C I (low)$  は微弱な音響増強効果が発揮される “ - 0 . 1 ” に初期化され、制御指数  $C I (high)$  は最大の音響増強効果が発揮される “ - 1 . 0 ” に初期化される。制御指数  $C I (low)$  と制御指数  $C I (high)$  それぞれの初期値は変更可能である。

20

#### 【 0 0 3 4 】

マイクロフォン 1 0 8 の音響信号  $a 0 (R)$  はアナログデジタル変換器 1 1 1 により所定のサンプリング周波数 ( $10\text{ kHz}$ ) でデジタル音響信号に変換される (工程 S 1 2)。騒音の大部分は  $5\text{ kHz}$  以下であるため、騒音成分をほぼ脱落することなく検出することができる。アナログデジタル変換器 1 1 1 でデジタル化された音響信号は FFT 処理部 1 1 3 で周波数空間に展開される (工程 S 1 3)。この全域、又は一部帯域、好ましくはエンジン音、排気音及びロードノイズの中心帯域である  $3\text{ k} \sim 4\text{ kHz}$  に含まれる周波成分の強度が音響パワー計算部 1 1 4 で積算され、音響パワー  $SP$  が計算される (工程 S 1 4)。音響パワー  $SP$  は制御指数決定部 1 1 5 において所定のしきい値  $TH$  と比較される (工程 S 1 5)。音響パワー  $SP$  がしきい値  $TH$  を超過し (工程 S 1 5 で YES)、且つ高周波成分に関する制御指数  $C I (high)$  が最大値 “ + 1 ” に達していないとき (工程 S 1 6 で NO)、制御指数決定部 1 1 5 は制御指数  $C I (high)$  に所定の増加分  $I_{high}$  として例えば 0 . 1 を加える (工程 S 1 7)。音響パワー  $SP$  がしきい値  $TH$  を超過し (工程 S 1 5 で YES)、且つ高周波成分に関する制御指数  $C I (high)$  が最大値 “ + 1 ” に達しているとき (工程 S 1 6 で YES)、制御指数決定部 1 1 5 は制御指数  $C I (high)$  をその最大値 “ + 1 ” に維持する。

30

#### 【 0 0 3 5 】

音響パワー  $SP$  がしきい値  $TH$  以下を示し (工程 S 1 5 で NO)、且つ高周波成分に関する制御指数  $C I (high)$  が最小値 “ - 1 ” に達していないとき (工程 S 1 8 で NO)、制御指数決定部 1 1 5 は制御指数  $C I (high)$  から、増加分  $I_{high}$  より高く設定されている所定の減少分  $D_{high}$  として例えば 0 . 2 5 を減算する (工程 S 1 9)。音響パワー  $SP$  がしきい値  $TH$  以下を示し (工程 S 1 5 で YES)、且つ高周波成分に関する制御指数  $C I (high)$  が最小値 “ - 1 ” に達しているとき (工程 S 1 8 で YES)、制御指数決定部 1 1 5 は制御指数  $C I (high)$  を最小値 “ - 1 ” に維持する。

40

#### 【 0 0 3 6 】

上述のように増加分  $I_{high}$  を設定して、制御指数  $C I (high)$  を徐々に増加させていくことにより、音響パワー  $SP$  がしきい値  $TH$  を超過して直ちに最大の音響減衰効果を発揮させるのではなく、騒音が増大して音響パワー  $SP$  がしきい値  $TH$  を最初に超過した時点から、制御指数  $C I (low)$ ,  $C I (high)$  が上限値に到達して最大の音響減衰効果を発揮させる時点までにある程度の遅れ時間  $d 1$  を与えて、音響増強機能を徐々に弱めながらある時点で音響増強機能から音響減衰機能に切り替え、そして徐々に音響減衰効果を高めていく

50

ような緩やかで自然な音響信号処理の遷移を実現する。

【 0 0 3 7 】

また減少分  $D_{high}$ を、騒音の増加過程での増加分  $I_{high}$ より高値に設定することにより騒音が減少して音響パワー  $SP$  がしきい値  $TH$  に最初に到達した時点から、制御指数  $CI (high)$  が初期値 (下限値) に到達して最大の音響増強効果を発揮させる時点までの遅れ時間  $d_2$  を、騒音の増加過程で制御指数  $CI (high)$  が上限値 (+1) に達するまでの遅れ時間  $d_1$  よりも短時間にすることができる。それにより外部音が減衰される状況から、外部音が増強され可聴な状態に短時間のうちに転換する事ができる。自動二輪車を減速して停止するときには周囲の状況を視覚と聴覚とから把握するものであるが、音響減衰状態から音響増強状態に短時間で転換させることにより、早い段階で視覚と聴覚とによる状況把握を可能にして安全性の向上を実現している。

10

【 0 0 3 8 】

なお、遅れ時間  $d_1$  は、制御指数  $CI (high)$  の初期値と増加分  $I_{high}$  により決定され、同様に、遅れ時間  $d_2$  は、制御指数  $CI (high)$  それぞれの初期値と減少分  $D_{high}$  により決定され、任意調整項目である。

【 0 0 3 9 】

次の工程  $S_{20}$  で制御指数決定部 115 により制御指数  $CI (high)$  が所定値、ここではゼロ値を超過しているか否か判断される。制御指数  $CI (high)$  がゼロ値を超過しているとき ( $YES$ )、制御指数決定部 115 は低周波成分に関する制御指数  $CI (low)$  の値を制御指数  $CI (high)$  と同値に設定する (工程  $S_{21}$ )。つまり高周波成分に対して音響減衰機能がある減衰レベルで発揮されているとき、低周波成分に対しても同様に音響減衰機能を同じ減衰レベルで発揮させる。

20

【 0 0 4 0 】

制御指数  $CI (high)$  がゼロ値以下のとき ( $NO$ )、制御指数決定部 115 は低周波成分に関する制御指数  $CI (low)$  の値を初期値 “ - 0 . 1 ” に設定する (工程  $S_{22}$ )。つまり高周波成分に対して音響増強機能が発揮されているとき、増強レベル (デジタルゲイン) は低いものの、低周波成分に対しても音響増強機能を発揮させる。

【 0 0 4 1 】

上記工程  $S_{12} - S_{22}$  までのループは音響信号処理装置が電源オフされるまで (工程  $S_{23}$ )、一定の制御周期で繰り返される。

30

【 0 0 4 2 】

図 9 に示すように、制御部 140 は制御指数に従って高周波成分 / 低周波成分に対して各別に音響信号処理を実行する。この処理は音響信号処理装置が電源オンの期間、一定の制御周期で繰り返される。マイクロフォン 108, 109 で検出された外部音の音響信号  $a_0 (R)$ ,  $a_0 (L)$  はアナログデジタル変換器 150, 160 でそれぞれデジタル音響信号  $d_1 (R)$ ,  $d_1 (L)$  に変換される (工程  $S_{31}$ )。デジタル化された右耳用の音響信号  $d_1 (R)$  はローパスフィルタ 151 とハイパスフィルタ 152 とに供給され、低周波成分  $d_2 (RI)$  と高周波成分  $d_2 (Rh)$  とが抽出される (工程  $S_{32}$ )。同様にデジタル化された左耳用の音響信号  $d_1 (L)$  はローパスフィルタ 161 とハイパスフィルタ 162 とに供給され、低周波成分  $d_2 (Li)$  と高周波成分  $d_2 (Lh)$  とが抽出される (工程  $S_{36}$ )。

40

【 0 0 4 3 】

低周波成分に関する制御指数  $CI (low)$  が所定値、ここではゼロ値以上 (ゼロ又は正) であるとき (工程  $S_{33}$ ,  $YES$ )、制御部 140 から位相制御部 153 に対して位相反転を指示する制御信号  $p (RI)$  が供給される。それにより位相制御部 153 では低周波成分の音響信号  $d_2 (RI)$  の位相を反転する (工程  $S_{34}$ )。例えば極性反転される。一方、制御指数  $CI (low)$  がゼロ値未満 (負) であるとき (工程  $S_{33}$ ,  $NO$ )、制御部 140 から位相制御部 153 に対して位相を反転しないことを指示する制御信号  $p (RI)$  が供給され、位相制御部 153 では低周波成分の音響信号  $d_2 (RI)$  は同相に維持される。

【 0 0 4 4 】

次に、制御部 140 では、制御指数  $CI (low)$  と所定値との差の絶対値、ここでは所定

50

値をゼロとして制御指数  $C I (low)$  の絶対値に応じて増幅率を決定する。増幅率は制御指数  $C I (low)$  が “ - 1 ” に接近するに従って増大され、制御指数  $C I (low)$  が “ - 1 ” のとき “ + 5 d B ” に設定される。制御指数  $C I (low)$  が “ + 1 ” に接近するに従って増大され、制御指数  $C I (low)$  が “ + 1 ” のとき “ + 2 0 d B ” に設定される。決定した増幅率で、位相制御を受けた低周波成分  $d 3(RI)$  がデジタルアンプ 1 5 5 により増幅される ( 工程 S 3 5 )。

【 0 0 4 5 】

高周波成分についても同様に、高周波成分に関する制御指数  $C I (high)$  が所定値以上、ここではゼロ値又は正であるとき ( 工程 S 3 7、Y E S )、制御部 1 4 0 から位相制御部 1 5 4 に対して位相反転を指示する制御信号  $p (Rh)$  が供給される。それにより位相制御部 1 5 4 では高周波成分の音響信号  $d 2(Rh)$  の位相が反転される ( 工程 S 3 8 )。一方、制御指数  $C I (high)$  がゼロ値未満 ( 負 ) であるとき ( 工程 S 3 7、N O )、制御部 1 4 0 から位相制御部 1 5 4 に対して位相を反転しないことを指示する制御信号  $p (Rh)$  が供給され、位相制御部 1 5 4 では高周波成分の音響信号  $d 2(Rh)$  は同相に維持される。

10

【 0 0 4 6 】

また制御部 1 4 0 では、制御指数  $C I (high)$  の絶対値に応じて増幅率を決定する。増幅率は制御指数  $C I (high)$  が “ - 1 ( 最大増強 ) ” に接近するに従って “ + 5 d B ” を上限値として増大され、制御指数  $C I (high)$  が “ + 1 ( 最大減衰 ) ” に接近するに従って “ + 2 0 d B ” を上限値として増大される。決定した増幅率で、位相制御を受けた高周波成分  $d 3(Rh)$  がデジタルアンプ 1 5 6 により増幅される ( 工程 S 3 9 )。

20

【 0 0 4 7 】

デジタルアンプ 1 5 5 で増幅された低周波成分  $d 4(RI)$  とデジタルアンプ 1 5 6 で増幅された高周波成分  $d 4(Rh)$  とは合成器 1 5 7 で合成される ( 工程 S 4 0 )。この合成音響信号  $d 5(R)$  はデジタルアナログ変換機 1 5 8 でアナログ音響信号  $a 1(R)$  に変換される ( 工程 S 4 1 )。アナログアンプ 1 5 9 は音響信号  $a 1(R)$  を増幅し、スピーカ 1 0 6 を駆動する ( 工程 S 4 2 )。それによりスピーカ 1 0 6 の振動板が振動し、制御音がスピーカ 1 0 6 から発生される ( 工程 S 4 3 )。制御音が外部音と同相であるとき、外部音は増強され、制御音が外部音と逆相であるとき、外部音は減衰される。

【 0 0 4 8 】

なお、左耳側の信号処理系統 1 6 0 - 1 6 9 も同様に左耳用の制御指数  $C I (low)$ 、 $C I (high)$  に従って音響信号  $a 1(L)$  が発生される。

30

【 0 0 4 9 】

次に以上のような音響信号処理による音響減衰 / 増強の状態遷移を実際的な自動二輪車の走行状態の遷移に即して説明する。図 8 に示したように、自動二輪車の状態は、停止、加速、高速走行 ( 定速走行 )、減速、停止の各状態で遷移すると仮定する。停止期間では当然にしてロードノイズは無く、エンジン回転数は低く、排気音も小さいので、音響パワー  $S P$  はしきい値  $T H$  以下を示す。低速走行時も同様であり、音響パワー  $S P$  はしきい値  $T H$  以下を示す。

【 0 0 5 0 】

自動二輪車が停止又は低速走行をしている期間では低周波成分に関する制御指数  $C I (low)$  は初期値 “ - 0 . 1 ” を示す。図 1 0 ( a ) に例示するように、ローパスフィルタ 1 5 1、1 6 1 で減衰されたエンジン音等及び音声を主とする音響信号 ( 破線 ) は、同相のまま微弱に増幅されて制御音 ( 増強音、ブースト音 ) としてスピーカ 1 0 6、1 0 7 から発せられる。エンジン音等及び音声の外部音 ( 実線 ) は、スピーカ 1 0 6、1 0 7 から発せられる制御音 ( 増強音 ) により微弱に増強される。

40

【 0 0 5 1 】

この期間では高周波成分に関する制御指数  $C I (high)$  は初期値 “ - 1 . 0 ” を示す。ハイパスフィルタ 1 5 2、1 6 2 を通過したエンジン音等及び音声を主とする音響信号は、図 1 0 ( b ) に例示するように、同相のまま最大の増幅率で増幅される。エンジン音等及び音声の外部音 ( 実線 ) は、スピーカ 1 0 6、1 0 7 から発せられる制御音により最大に

50

増強される。停止期間ではエンジン音や排気音は当然にして小さく、たとえ増強されたとしても、音声可聴をほとんど阻害しないので、ヘルメット越しで怒鳴りあうような会話ではなく、ヘルメットを装着しない状況で自然に会話するときと同様な環境で会話が実現され得る。また近傍の他車のエンジン音等も増強されて聞き取る事ができ、その他周辺の音場状況を把握する事が可能になっている。

【 0 0 5 2 】

そしてエンジン回転数を徐々に上げながら、クラッチをつなぎ、走行開始される。この段階で音響パワー S P は上昇する。しかし、音響パワー S P がしきい値 T H に達するまで、制御指数 C I (low), C I (high) はともに初期値に維持され、初期の音響増強動作状態が維持される。従って走行開始して低速走行中は、音響減衰されることはなく、音響増強環境下で周辺の音場状況を把握可能な状態を継続することができる。

10

【 0 0 5 3 】

加速開始後、エンジン回転数は上昇し、ギアのシフトアップに伴って回転数が一時的に下がり音響パワー S P も一時的に低下するものの、一般的に音響パワー S P はしきい値 T H 以下になることなく上昇傾向を示す。音響パワー S P がしきい値 T H に達した時点 T 1 で、制御指数 C I (high) は増加分 I high を加えられる。音響パワー S P がしきい値 T H を超過している期間、制御指数 C I (high) には増加分 I high を繰り返しインクリメントされて徐々に上昇する。それによりデジタルゲインは減少され、音響増強効果は徐々に低下される。一方、高周波成分に関する制御指数 C I (high) が負極である間、低周波成分に関する制御指数 C I (low) は初期値を維持され、微弱な増強効果が継続的に発揮される (図 7、工程 S 2 2)。

20

【 0 0 5 4 】

高周波成分に関する制御指数 C I (high) がゼロ値以上に転換したとき、音響増強状態から音響減衰状態に遷移される。それに同期して、低周波成分に関しても音響増強状態から音響減衰状態に遷移される。デジタルアンプ 1 5 5, 1 5 6, 1 6 5, 1 6 6 の増幅率は制御指数 C I (low), C I (high) の絶対値の上昇に応じて増加され、それに伴って音響減衰効果が高められ、加速に伴う風切り音、エンジン音、排気音、ロードノイズは実際の強度上昇に反して徐々に減衰されていく。

【 0 0 5 5 】

音響パワー S P がしきい値 T H に達した時点 T 1 から遅れ時間 d 1 を経た時点 T 2 において制御指数 C I (low), C I (high) が上限値 (+ 1) に達し、図 1 1 ( a ), 図 1 1 ( b ) に例示するように、ローパスフィルタ 1 5 1, 1 6 1 を通過した風切り音を主とする音響信号 (破線)、ハイパスフィルタ 1 5 2, 1 6 2 を通過したロードノイズ、エンジン音及び排気音を主とする騒音に関する音響信号 (破線) はともに位相反転され、且つ最大の増幅率 (デジタルゲイン) で増幅され、スピーカ 1 0 6, 1 0 7 から最大のキャンセル音として発せられる。ロードノイズ、エンジン音及び排気音を主とする騒音に関する外部音 (実線) は、スピーカ 1 0 6, 1 0 7 から発せられる逆相の音響により最大に減衰される (図 1 2 ( a ), ( b ) 参照)。

30

【 0 0 5 6 】

制御指数 C I (low), C I (high) は一旦、上限値 (+ 1) に達したとき、音響パワー S P が多少変動してもしきい値 T H を超過している限りにおいて、換言すると音響パワー S P がしきい値 T H に低下するまでそのまま上限値 (+ 1) に維持される。つまり、加速して高速域での定速走行状態にあり、また走行中に多少の速度変動があったとしても、最大の音響減衰効果が継続的に発揮される。

40

【 0 0 5 7 】

自動二輪車が減速を開始すると、音響パワー S P は徐々に低下する。音響パワー S P がしきい値 T H 以下であると判定された時点 T 3 (図 8)、制御指数 C I (high) は所定の減少分 D high を減算され、音響パワー S P がしきい値 T H 以下である間、減算処理が繰り返される。それによりデジタルアンプ 1 5 5, 1 5 6, 1 6 5, 1 6 6 の増幅率は制御指数 C I (low), C I (high) の絶対値の減少に応じて低下され、それに伴って音響減衰効果

50

が低減されていく。

【 0 0 5 8 】

高周波成分に関する制御指数  $C I (high)$  がゼロ値未満に転換したとき、位相制御部 1 5 3 , 1 5 4 , 1 6 3 , 1 6 4 により音響信号に対する位相反転処理から位相非反転処理に切り替えられ、それにより音響増強機能が開始される。そのとき低周波成分に関する制御指数  $C I (low)$  は初期値 “ - 0 . 1 ” に設定され ( 図 7 、 工程 S 2 2 ) 、位相反転処理から位相非反転処理に切り替えられ、音響減衰機能から音響増強機能に切り替えられる。

【 0 0 5 9 】

減少分  $D_{high}$  の絶対値は、騒音の増加過程での増加分  $I_{high}$  の絶対値より高値に設定されているので、音響パワー  $S P$  がしきい値  $T H$  まで低下した時点  $T 3$  から、制御指数  $C I (high)$  が初期値 ( 下限値 ) に復帰する時点  $T 4$  までの遅れ時間  $d 2$  は、騒音の増加過程で制御指数  $C I (high)$  が上限値 ( + 1 ) に達するまでの遅れ時間  $d 1$  よりも短くなる。それにより音響減衰動作状態から音響増強動作状態への転換速度は、騒音の増加過程における音響増強動作状態から音響減衰動作状態への転換速度よりも速くなり、早期に周囲の騒音を含めて良好に聞き取ることのできる環境に復帰させることができ、乗員は音響状況から周囲の安全性を認識する事が可能となる。

【 0 0 6 0 】

このように本実施形態によると、音響減衰機能と音響増強機能とを、エンジン音等の騒音帯域の音響パワーに応じて切り替えることにより、騒音減衰と音声会話支援とをとともに実現する事ができる。さらに音響増強程度を低周波成分と高周波成分との 2 系統で別々に調整することができ、それにより低周波帯域の騒音の増強を低く抑えながら、それと同時に高周波帯域の音声を強く増強させることができ、安全上、低周波の騒音は聞こえる状況のもとで、自然な音量で会話を実現させることができる。

【 0 0 6 1 】

図 1 3 には本実施形態の変形例に係る音響信号処理装置の構成を示している。この変形例に係る音響信号処理装置には加速度センサ 2 0 1 と速度センサ 2 0 3 とが装備される。加速度センサ 2 0 1 と速度センサ 2 0 3 は、装置本体 1 0 1 に内蔵される。上述の説明では制御部 1 4 0 は、音響パワーに基づいて制御指数  $C I (low)$  ,  $C I (high)$  を決定するものであったが、本変形例では音響パワーに加えて加速度センサ 2 0 1 で検出する加速度と速度センサ 2 0 3 で検出する速度とに基づいて制御指数  $C I (low)$  ,  $C I (high)$  を決定するようにしてもよい。停止 ( 速度ゼロ ) 、低速走行 ( 例えば 1 0 k m / h 以下 ) 、加速、高速走行 ( 例えば 6 0 k m / h 以上 ) 、減速の各走行状態は、加速度と速度とから識別する事が可能である。もちろん加速度単独でもこれら走行状態を識別することは可能であるが、加速度と速度とを併用することにより当該識別精度が向上するので、ここでは加速度と速度とを併用して走行状態を識別するものとしている。制御部 1 4 0 では、速度に基づいて停止、低速走行、高速走行を判定し、加速度に基づいて加速、減速を判定する。

【 0 0 6 2 】

上述では制御指数  $C I (high)$  は、音響パワーがしきい値  $T H$  を超過したとき増加分  $I_{high}$  をインクリメントされ、音響パワーがしきい値  $T H$  以下になったとき減少分  $D_{high}$  をデクリメントされる。本変形例では、音響パワーとしきい値  $T H$  との比較結果と、走行状態の判定結果とを併用して、制御指数  $C I (low)$  ,  $C I (high)$  を決定する。例えば、8 0 k m / h 等の所定速度以上の高速走行であると判定されたとき、制御指数  $C I (low)$  ,  $C I (high)$  を即時に上限値 ( + 1 ) に設定することにより、停止状態又は低速走行状態から急激な加速により高速走行状態に短時間で移行したときであっても最大の音響減衰効果を即時に発揮させることができる。逆に、急激な加速により短時間で高速走行状態から停止状態又は 2 0 k m / h 等の所定速度未満の低速走行であると判定されたとき、音声会話の帯域、つまり高周波成分に対する制御指数  $C I (high)$  を即時に初期値 ( - 0 . 1 , - 1 ) に設定することにより、高速走行状態から急激な減速により短時間で停止状態又は低速走行状態に移行したときであっても最大の音響増強効果を即時に発揮させることができる。加速時、減速時に加速度の絶対値が所定値を超過しているときには、増加分  $I_{high}$  、減

10

20

30

40

50

少分  $D_{high}$  それ自体を高値に置き換えるようにしてもよく、この場合、制御指数  $C I (high)$  を短時間で上限値 (+1) 又は下限値 (-1) に変位させることができる。

【0063】

なお、音響パワーに代えて、加速度センサ 201 で検出する加速度と速度センサ 203 で検出する速度とに基づいて判定した走行状態により制御指数  $C I (low)$ ,  $C I (high)$  を更新するようにしてもよい。検出速度が 20 km/h 等の所定速度以下であるとき停止又は低速走行状態にあることを判定し、制御指数  $C I (low)$ ,  $C I (high)$  を初期値に更新する。検出速度が 80 km/h 等の所定速度以上であるとき高速走行状態にあることを判定し、制御指数  $C I (low)$ ,  $C I (high)$  を上限値 (+1) に更新する。また加速度が所定値を超過しているときには制御指数  $C I (high)$  を増加分  $I_{high}$ 、減少分  $D_{high}$  によりインクリメントし、又はデクリメントする。

10

【0064】

また音響パワー、加速度、速度をそれぞれ規格化し、それらを任意の係数で加重加算した値に基づいて制御指数  $C I (low)$ ,  $C I (high)$  を更新するようにしてもよい。

【0065】

上述では、音響信号処理を高周波帯域と低周波帯域との2系統で分離制御するように説明したが、音響信号処理を高周波帯域と低周波帯域に中周波帯域を加えて3系統、さらに4系統以上で分離制御するようにしてもよい。この場合、パイパスフィルタ、ローパスフィルタに加えてバンドパスフィルタが装備され、それぞれに対して位相制御部、デジタルアンプが装備される。

20

【0066】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

【符号の説明】

【0067】

100...ヘルメット、102...ヘルメット本体部、103...シールド、101...装置本体、106, 107...スピーカ、108, 109...マイクロフォン、111, 112...アナログデジタル変換器、113...FFT処理部、114...音響パワー計算部、130...通信部、140...制御部、150, 160...アナログデジタル変換器、151, 161...ローパスフィルタ、152, 162...ハイパスフィルタ、153, 154, 163, 164...位相制御器、155, 156, 165, 166...デジタルアンプ、157...合成器、158...デジタルアナログ変換機、159, 169...アナログアンプ、300...携帯型情報処理端末。

30

【要約】

【課題】騒音減衰と音声会話支援とを両立させること。

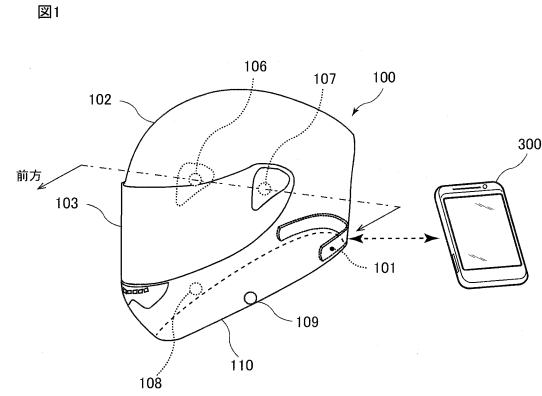
【解決手段】ヘルメット本体部 102 にはスピーカ 106 とマイクロフォン 108 が設けられる。マイクロフォンにより検出され、ハイパスフィルタ 152 を通過した音響信号は第1位相制御部 154 で位相制御され、第1増幅部 156 で増幅される。ローパスフィルタ 151 を通過した音響信号は第2位相制御部 153 で位相制御され、第2増幅部 155 で増幅される。これら音響信号は合成部 157 で合成される。駆動部 159 は合成音響信号に従ってスピーカを駆動する。制御部 140 は音響信号の一部の音響パワーに基づいて第1、第2位相制御部の位相反転処理/非反転処理を切り替える。制御部は音響パワーに基づいて第1、第2増幅部音各々の増幅率を制御する。

40

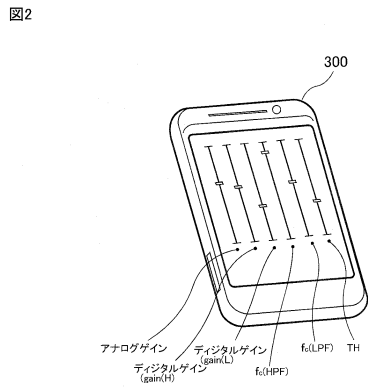
【選択図】 図3



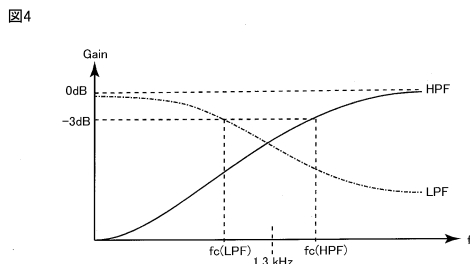
【 図 1 】



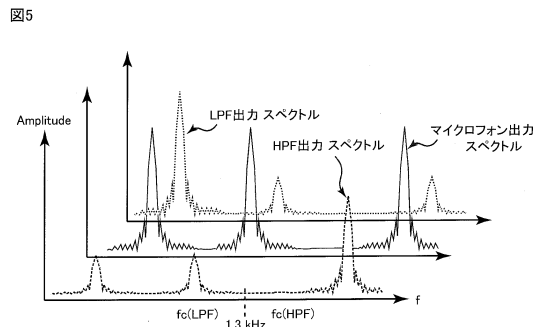
【 図 2 】



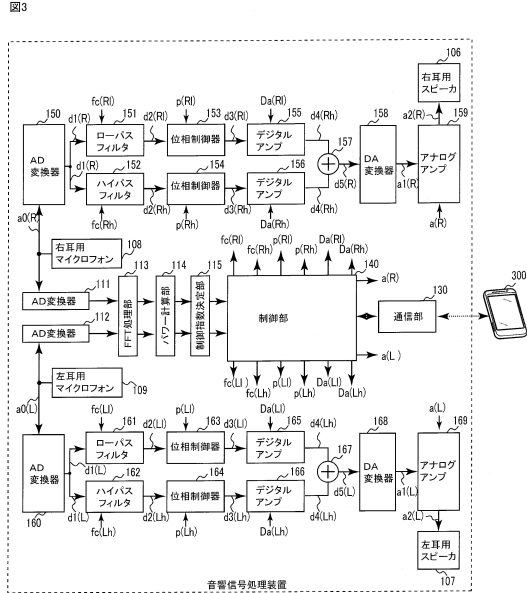
【 図 4 】



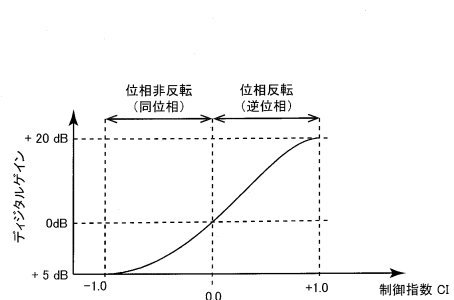
【 図 5 】



【 図 3 】

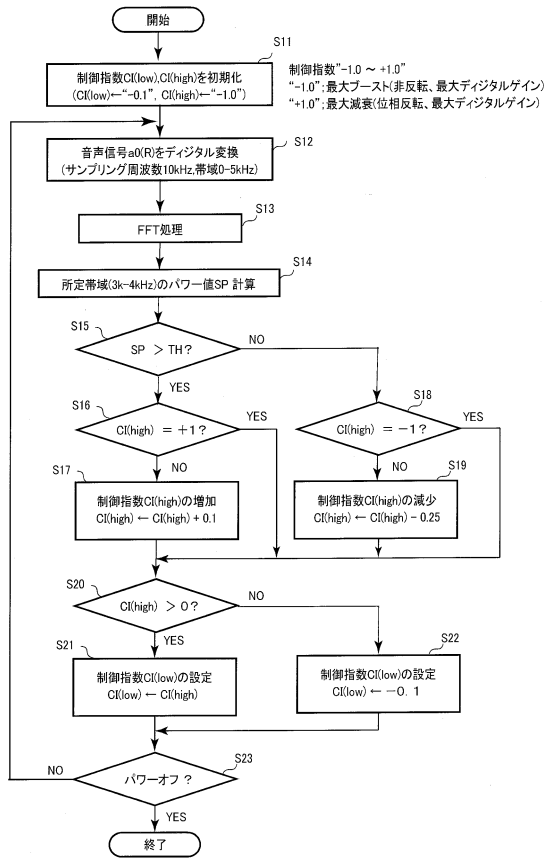


【 図 6 】



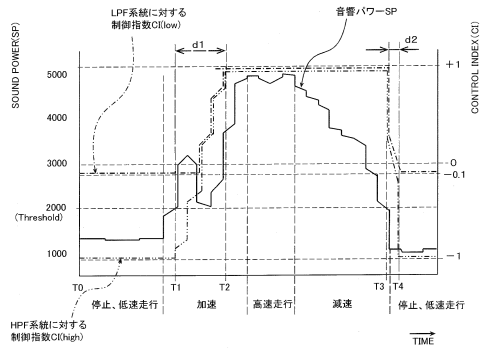
【図7】

図7



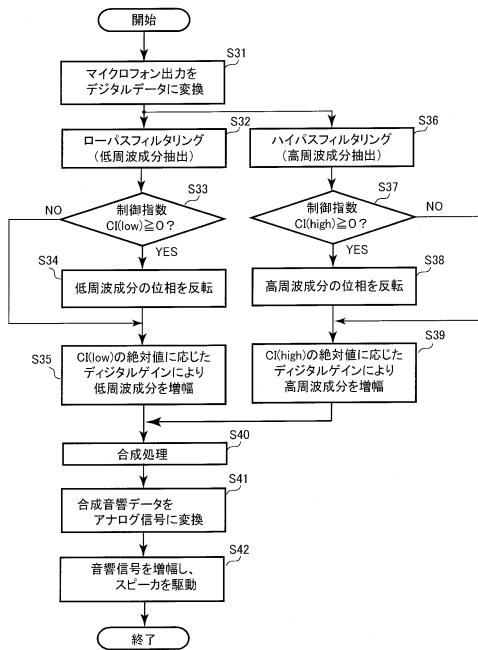
【図8】

図8



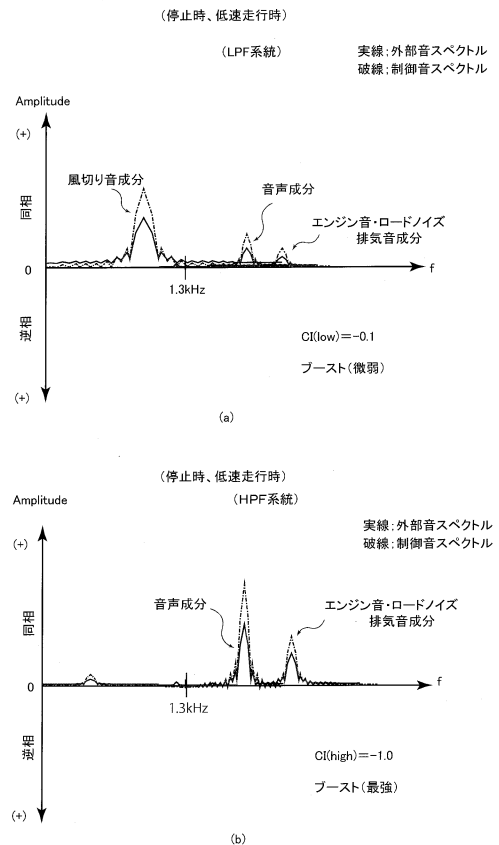
【図9】

図9



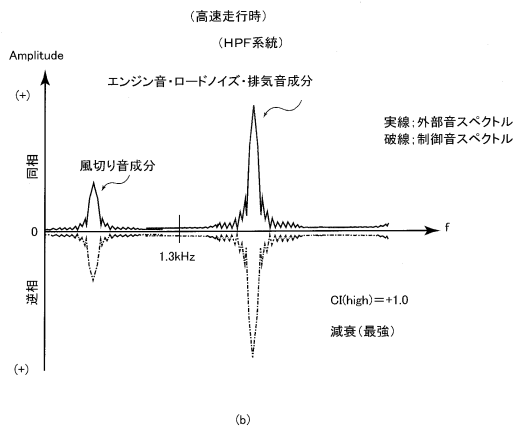
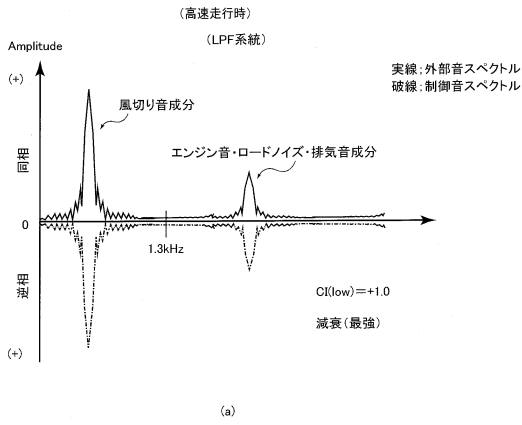
【図10】

図10



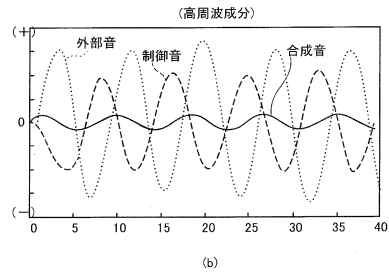
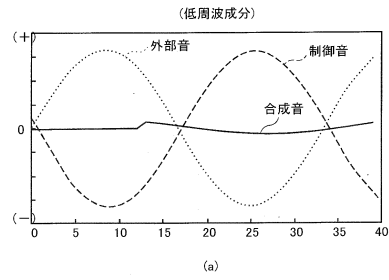
【 図 1 1 】

図 11



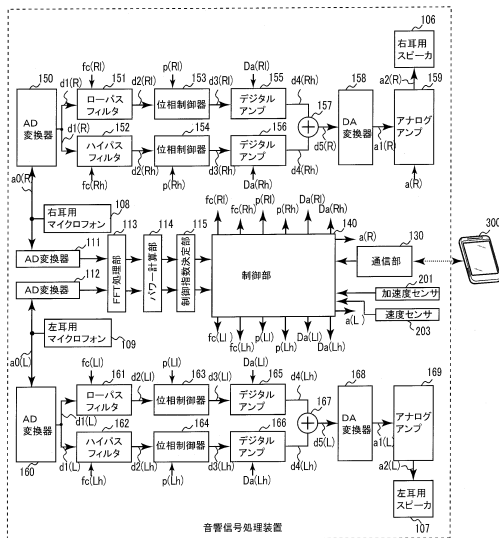
【 図 1 2 】

図 12



【 図 1 3 】

図 13



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平08 - 113815 (JP, A)  
特開2003 - 108151 (JP, A)  
特開2007 - 002393 (JP, A)  
特開2015 - 104091 (JP, A)  
特開2016 - 039521 (JP, A)  
特開2016 - 094676 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A42B 3/00 - 7/00  
G10K 11/16