

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	F I
H 0 4 R 1/40	3 2 0	H 0 4 R 1/40 3 2 0 B
H 0 3 H 21/00		H 0 3 H 21/00
H 0 4 R 3/00	3 2 0	H 0 4 R 3/00 3 2 0

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平9-167812

(71)出願人 000136848

株式会社プリモ

東京都三鷹市牟礼6丁目25番1号

(22)出願日 平成9年(1997)6月25日

(72)発明者 池田 公博

東京都三鷹市牟礼6丁目25番1号 株式会
社プリモ内

(72)発明者 前川 泰夫

東京都三鷹市牟礼6丁目25番1号 株式会
社プリモ内

(74)代理人 弁理士 玉村 静世

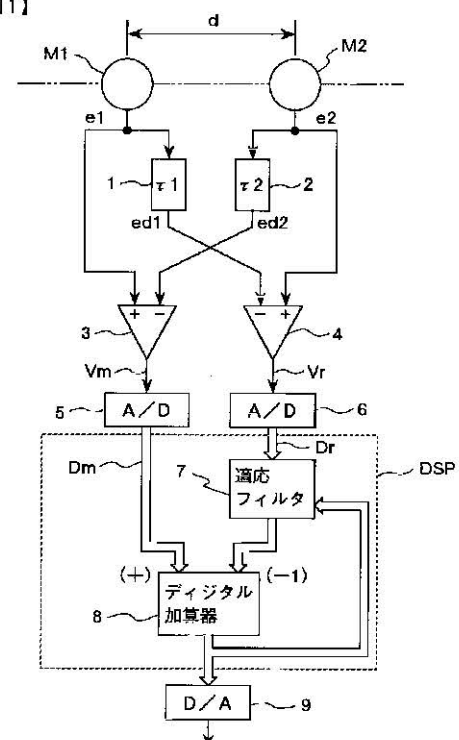
(54)【発明の名称】 一次圧力傾度マイク

(57)【要約】

【課題】 四方から騒音が発せられる環境下において、特定方向の目的音源からの音を良好なS/Nをもって取得できる一次圧力傾度マイクを提供する

【解決手段】 第1及び第2の無指向性マイクロフォンユニット(M1, M2)を離隔配置し、第2の無指向性マイクロフォンユニットの出力の遅延信号と第1の無指向性マイクロフォンユニットの出力との差分を第1の加算手段(3)で形成し、第2の無指向性マイクロフォンユニットの出力と前記第1の無指向性マイクロフォンユニットの出力の遅延信号との差分を第2の加算手段(4)で形成する。第1及び第2の加算手段の出力は相反する方向に指向特性を有し、目的音源に臨む一方の指向特性により目的音と騒音を拾い、他方の指向特性により騒音を拾い、両者の差分を採る事により、騒音成分をキャンセルできる。

【図1】



Sony v. Jawbone

U.S. Patent No. 10,779,080

Sony Ex. 1005

【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の間隔を置いて配置された第1及び第2の無指向性マイクロフォンユニットと、前記第1の無指向性マイクロフォンユニットの出力を遅延させる第1の遅延手段と、前記第2の無指向性マイクロフォンユニットの出力を遅延させる第2の遅延手段と、前記第1の無指向性マイクロフォンユニットの出力と前記第2の遅延手段の出力との差分を出力する第1の加算手段と、前記第2の無指向性マイクロフォンユニットの出力と前記第1の遅延手段の出力との差分を出力する第2の加算手段と、を含んで成るものであることを特徴とする一次圧力傾度マイク。

【請求項2】 所定の間隔を置いて配置された第1及び第2の無指向性マイクロフォンユニットと、前記第2のマイクロフォンユニットに近接配置された第3のマイクロフォンユニットと、前記第1の無指向性マイクロフォンユニットの出力を遅延させる第1の遅延手段と、前記第2の無指向性マイクロフォンユニットの出力を遅延させる第2の遅延手段と、前記第1の無指向性マイクロフォンユニットの出力と前記第2の遅延手段の出力との差分を出力する第1の加算手段と、前記第3の無指向性マイクロフォンユニットの出力と前記第1の遅延手段の出力との差分を出力する第2の加算手段と、を含んで成るものであることを特徴とする一次圧力傾度マイク。

【請求項3】 所定の間隔を置いて配置された第1及び第2の無指向性マイクロフォンユニットと、前記第1及び第2の無指向性マイクロフォンユニットの配置方向に対して交差方向に所定の距離を置いて配置された第3及び第4の無指向性マイクロフォンユニットと、前記第2の無指向性マイクロフォンユニットの出力を遅延させる遅延手段と、前記第1の無指向性マイクロフォンユニットの出力と前記遅延手段の出力との差分を出力する第1の加算手段と、前記第3の無指向性マイクロフォンユニットの出力と前記第4の無指向性マイクロフォンユニットの出力との差分を出力する第2の加算手段と、を含んで成るものであることを特徴とする一次圧力傾度マイク。

【請求項4】 所定の間隔で配置された第1及び第2の無指向性マイクロフォンユニットと、前記第1及び第2の無指向性マイクロフォンユニットと同一配列でそれらに隣接配置された第3及び第4の無指向性マイクロフォンユニットと、前記第2の無指向性マイクロフォンユニットの出力を遅延させる第2の遅延手段と、前記第3の無指向性マイクロフォンユニットの出力を遅延させる第1の遅延手段と、前記第1の無指向性マイクロフォンユニットの出力と前記第2の遅延手段の出力との差分を出力する第1の加算手段と、前記第4の無指向性マイクロフォンユニットの出力と前記第1の遅延手段の出力との差分を出力する第2の加算手段と、を含んで成るものであることを特徴とする一次圧力傾度マイク。

【請求項5】 前記第1の加算手段の出力をデジタル

信号に変換する第1のA/D変換手段と、前記第2の加算手段の出力をデジタル信号に変換する第2のA/D変換手段と、前記第1のA/D変換手段の出力と第2のA/D変換手段の出力との双方に含まれるノイズ成分を相殺するデジタル信号処理手段と、を更に含んで成るものであることを特徴とする請求項1乃至4の何れか1項に記載の一次圧力傾度マイク。

【請求項6】 前記デジタル信号処理手段は、前記第2のA/D変換手段の出力を受ける適応フィルタ手段と、前記適応フィルタ手段の出力と前記第1のA/D変換手段の出力との差分を演算するデジタル加算手段と、を含んで成るものであることを特徴とする請求項5に記載の一次圧力傾度マイク。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、複数の無指向性マイクロフォンユニットを用いて2種類の単一指向特性を有する一次圧力傾度マイクに係り、ノイズ成分の低減能力に優れ、当該マイクの小型化に寄与する技術に関し、例えば、車載用の一次圧力傾度マイクに適用して有効な技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】本出願人による先の出願（実願昭62-147476号、実開昭64-52393号）には、実質的に性能が等しい2個の無指向性マイクロフォンユニットを用いて単一指向性を得る一次圧力傾度マイクが開示されている。この一次圧力傾度マイクは原理的には図2の構成と実質的に同じであり、2個の無指向性マイクロフォンユニットM1、M2を距離dの間隔で配置し、前記マイクロフォンユニットM2の出力を遅延回路2で $\tau 2$ （ $\tau 2$ ：距離に換算した遅延量）だけ遅延させ、遅延された出力 $e d 2$ と前記マイクロフォンユニットM1の出力 $e 1$ との差分を取り出すように構成される。

【0003】このように構成されたマイクにおいて2個のマイクロフォンユニットM1、M2の軸方向に対して角度 θ の方向から音が来るとすると、当該マイクの出力 V_m は、

$$V_m(k, \theta) = e 1 - e d 2$$

$$= 2 \cdot e 1 \cdot \sin \{ k (\tau 2 + d \cdot \cos \theta) / 2 \}$$

で与えられる。但し、 $k = 2\pi / \lambda$ （ λ ：音の波長）であり、マイクロフォンユニットに到来する音は正弦音波（正弦波形の音波）とする。上式より、 $\tau 2$ をdより適当に小さく設定することにより、図3に示されるような指向特性が得られる。

【0004】ここで、理解を容易化するために上記一次圧力傾度マイクの原理を図6を参照しながら定性的に説明する。 $\tau 2 = d$ 、 $\theta = 0$ の場合を一例とする。Sa方向から到来する音に対するマイクロフォンユニットM1による出力 $e 1(a)$ に応ずる観測点は $P e 1(a)$ であり、マイクロフォンユニットM2側の遅延出力 $e d 2(a)$ に応

ずる観測点は見かけ上 $P_{ed2}(a)$ である。これとは逆方向 S_b から到来する音に対するマイクロフォンユニット $M1$ による出力 $e1(b)$ に応ずる観測点は $P_{e1}(b)$ であり、マイクロフォンユニット $M2$ 側の遅延出力 $e_{d2}(b)$ に応ずる観測点は見かけ上 $P_{ed2}(b)$ である。図から明らかなように観測点 $P_{e1}(b)$ と $P_{ed2}(b)$ は同じ位置であるから、 $e1(b) = e_{d2}(b)$ になる。よって、前記マイクの出力 V_m は、

$$V_m(k, \theta) = e1(a) + e1(b) - e_{d2}(a) - e_{d2}(b)$$

$$= e1(a) - e_{d2}(a)$$

となる。これにより一方向指向性を得ることが容易に理解されるであろう。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記一次圧力傾度マイクは正面側に対する単なる単一指向特性を有するに過ぎない。したがって、走行中の車両室内や工場又は飛行場などのように、全方向（四方）から騒音（ノイズ）が発せられる環境（騒音源を特定の方向に固定できない環境）下においては、特定方向の目的音源からの音だけを入力しようとしても、騒音の入力を阻むことはできない。

【0006】そこで、本発明者は、公知ではないが、図13に例示されるように、2個の前記一次圧力傾度マイク10-1、10-2を、互いに逆方向に向けて、2種類の指向性を有するように構成したマイクを検討した。第1のマイク10-1は特定の目的音源に向けられ、その単一指向特性により当該目的音源の音と周りの騒音を拾うことになる。第1のマイク10-1とは逆方向に向けられた第2のマイク10-2はその単一指向特性により専ら騒音を拾うことになる。第1のマイク10-1の出力と第2のマイク10-2の出力との差分を採ることにより、四方から来る騒音を低減して目的音を得ることができる。

【0007】本発明者は、上記技術を更に検討した結果、以下の点を明らかにした。第1に、前記2個の一次圧力傾度マイクを同一の位置に配置することは物理的に不可能であり、図14に例示されるような指向特性故に、騒音成分の除去に論理的な誤差を生じ、高精度なノイズキャンセルを期待し難いことが本発明者によって明らかにされた。第2に、小型化の要請に応ずるには、4個よりも数の少ない無指向性マイクロフォンユニットを用いて2種類の指向特性を有する一次圧力傾度マイクを実現しなければならないことが明らかにされた。

【0008】本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、ノイズキャンセル効果に優れ4個以下の無指向性マイクロフォンユニットを用いて2種類の指向性を得ることができる一次圧力傾度マイクを提供することにある。

【0009】本発明の別の目的は、四方から騒音が発せられる環境下において、特定方向の目的音源からの音を

良好な S/N をもって取得できる一次圧力傾度マイクを提供することにある。

【0010】本発明の前記並びにその他の目的と新規な特徴は本明細書の記述及び添付図面から明らかになるであろう。

【0011】

【課題を解決するための手段】本願発明による最良の一次圧力傾度マイクは、図1に例示されるように、2個の無指向性マイクロフォンユニットを用いて2種類の指向特性を実現するものであり、所定の間隔を置いて配置された第1及び第2の無指向性マイクロフォンユニット（ $M1$ 、 $M2$ ）と、前記第1の無指向性マイクロフォンユニットの出力を遅延させる第1の遅延手段（1）と、前記第2の無指向性マイクロフォンユニットの出力を遅延させる第2の遅延手段（2）と、前記第1の無指向性マイクロフォンユニットの出力と前記第2の遅延手段の出力との差分を出力する第1の加算手段（3）と、前記第2の無指向性マイクロフォンユニットの出力と前記第1の遅延手段の出力との差分を出力する第2の加算手段（4）とを含ん成る。

【0012】前記第1の無指向性マイクロフォンユニット（ $M1$ ）をマイクの正面とすると、前記第1の加算手段（3）の出力を得るための信号系統は前記2個のマイクロフォンユニット（ $M1$ 、 $M2$ ）によって正面側に指向特性を有する主マイク（図2及び図3参照）として機能され、また、前記第2の加算手段（4）の出力を得るための信号系統は前記2個のマイクロフォンユニット（ $M1$ 、 $M2$ ）によって背面側に指向特性を有する参照マイク（図4及び図5参照）として機能される。四方から騒音が発せられ騒音源を特定できない環境下において、目的音源に臨む前記主マイクは専ら目的音と騒音を拾い、参照マイクは専ら騒音を拾う。主マイクの出力信号成分と参照マイクの出力信号成分との差分を求める事により、騒音成分をキャンセルできる。このとき、主マイクと参照マイクは相互に同一のマイクロフォンユニット（ $M1$ 、 $M2$ ）を用いて構成されるから、双方のマイクは物理的に同一位置に配置されていると見なすことができる。換言すれば、双方のマイクが拾う騒音成分は実質的に同じと見なすことができる。したがって、目的音成分だけを高い S/N を持って取得することができる。

【0013】無指向性マイクロフォンユニットを3個用いても上記と実質的に同じ機能を実現できる。すなわち、図8に例示されるように、第2の無指向性マイクロフォンユニットに第3の無指向性マイクロフォンユニット（ $M3$ ）を近接配置し、主マイクは前記同様とし、参照マイクは第1の遅延手段（1）の出力と第3のマイクロフォンユニットの出力との差分を第2の加算手段で取得するように構成する。これによれば、3個の無指向性マイクロフォンユニットによって2種類の指向特性を有する一次圧力傾度マイクを実現することができる。主マ

イクと参照マイクの配置は完全同一とは見なせないが、第2のマイクロフォンユニットと第3のマイクロフォンユニットとの間に距離を置かず近接配置できるから、良好なノイズキャンセル効果を得ることができる。

【0014】無指向性マイクロフォンユニットを4個用いても上記と実質的に同じ機能を実現できる。すなわち、図9に例示されるように、前記第1及び第2の無指向性マイクロフォンユニットの配置方向に対して交差方向に所定の距離を置いて第3及び第4の無指向性マイクロフォンユニット(M3, M4)を配置し、前記第2の無指向性マイクロフォンユニットの出力を遅延させる遅延手段の出力と前記第1の無指向性マイクロフォンユニットの出力との差分を第1の加算手段で形成し、前記第3の無指向性マイクロフォンユニットの出力と前記第4の無指向性マイクロフォンユニットの出力との差分を第2の加算手段で形成する。マイクロフォンユニットの数は4個であるが、主マイクと参照マイクは、放射状に配置された4個のマイクロフォンユニットの中心に位置されているものと論理的に見なすことができ、優れたノイズキャンセル効果を実現できる。

【0015】更に、4個の無指向性マイクロフォンユニットを用いる場合には、図12に例示されるように、2個の無指向性マイクロフォンユニットによって構成した前記主マイクと参照マイクとを各々別々の無指向性マイクロフォンユニット(M1~M4)によって構成する。すなわち、第1及び第2の無指向性マイクロフォンユニット(M1, M2)を用いて主マイクを構成し、第3及び第4の無指向性マイクロフォンユニット(M3, M4)を用いて参照マイクを構成する。主マイクは正面側に指向特性を有し、参照マイクは背面側に指向特性を有する。このとき、第3及び第4の無指向性マイクロフォンユニットの配列は、第1及び第2の無指向性マイクロフォンユニットの配列と同一であり、第1及び第2の無指向性マイクロフォンユニットは第3及び第4の無指向性マイクロフォンユニットに隣接配置されている。したがって、主マイクが拾うノイズと参照マイクが拾うノイズとの音場の相違は最小限とされ、比較的良好なS/Nをもって目的音を取得することができる。

【0016】前記第1及び第2の加算手段の出力を用いてノイズをキャンセルする処理はアナログ的な手法によって行う事も可能であるが、デジタル的な手法を採用する場合には、前記第1の加算手段の出力をデジタル信号に変換する第1のA/D変換手段(5)と、前記第2の加算手段の出力をデジタル信号に変換する第2のA/D変換手段(6)と、前記第1のA/D変換手段の出力と第2のA/D変換手段の出力との双方に含まれるノイズ成分を相殺するデジタル信号処理手段とを更に含むことができる。

【0017】前記デジタル信号処理手段は、前記第2のA/D変換手段(6)の出力を受ける適応フィルタ手

段(7)と、前記適応フィルタ手段の出力と前記第1のA/D変換手段の出力との差分を演算するデジタル加算手段(8)とによって構成することができる。

【0018】

【発明の実施の形態】図1には本発明に係る一次圧力傾度マイクの一例が示される。同図に示されるマイクは、実質的に性能が等しい2個の無指向性マイクロフォンユニットM1, M2を距離dの間隔で配置し、前記マイクロフォンユニットM1の出力e1を遅延回路1で $\tau 1$ ($\tau 1$:距離に換算した遅延量)だけ遅延させ、また、前記マイクロフォンユニットM2の出力e2を遅延回路2で $\tau 2$ ($\tau 2$:距離に換算した遅延量)だけ遅延させる。そして、前記マイクロフォンユニットM1の出力e1と前記遅延回路2の出力ed2との差分を演算する反転加算回路3と、前記マイクロフォンユニットM2の出力e2と前記遅延回路1の出力ed1との差分を演算する反転加算回路4を設ける。反転加算回路3, 4は例えばオペアンプ、帰還抵抗及び入力抵抗によって構成することができ、非反転入力(+)はe1, e2とされ、反転入力(-)はed2, ed1とされる。

【0019】前記マイクは、マイクロフォンユニットM1が正面に配置されるように、図示を省略するケーシングに格納されている。前記マイクロフォンユニットM1, M2にはセラミック型又はエレクトレット型のマイクロフォンユニット等を採用すればよい。

【0020】このとき、前記マイクは、前記反転加算回路3から主信号Vmを得るための信号経路を有する図2の主マイクと、反転加算回路4から参照信号Vrを得るための信号経路を有する図4の参照マイクとの2種類の一次圧力傾度マイクとして把握することができる。

【0021】前記主マイクは正面側に指向特性を有し、正面側からの目的音と騒音を拾う指向特性を有することになる。前記主信号Vmは、

$$\begin{aligned} V_m(k, \theta) &= e_1 - e_{d2} \\ &= 2 \cdot e_1 \cdot \sin \{k(\tau 2 + d \cdot \cos \theta) / 2\} \end{aligned}$$

で与えられる。

【0022】図2のように把握することができる主マイクは、正面側に対する指向特性を有し、図3に例示された指向特性を有する。そのような指向特性が得られることは、図6に基づいて既に定性的に説明した内容からも理解できるであろう。

【0023】前記参照マイクは背面側に指向特性を有し、正面側からの目的音と騒音を拾わず、背面側からの騒音を拾う指向特性を有することになる。前記参照信号Vrは、

$$\begin{aligned} V_r(k, \theta) &= e_2 - e_{d1} \\ &= -2 \cdot e_1 \cdot \sin \{k(\tau 1 + d \cdot \cos \theta) / 2\} \end{aligned}$$

で与えられる。但し、上記2式において、 $k = 2\pi / \lambda$ (λ :音の波長)であり、2個の無指向性マイクロフォ

ンユニットM1、M2の特性は実質的に同じであって、到来する音波を正弦音波とする。

【0024】図4に示される前記参照マイクは、図5に例示されるように背面側に対する指向特性を有する。そのような指向特性が得られることを、図7に基づいて定性的に説明する。すなわち、図7では理解を容易化する為に、 $\tau_1 = d$ 、 $\theta = 0$ の場合を一例とする。Sa方向から到来する音に対するマイクロフォンユニットM1側の遅延出力e d 1 (a)に应ずる観測点は見かけ上P e d 1 (a)であり、マイクロフォンユニットM2の出力e 2 (a)に应ずる観測点はP e 2 (a)である。これとは逆方向Sbから到来する音に対するマイクロフォンユニットM1の遅延出力e d 1 (b)に应ずる観測点は見かけ上P e d 1 (b)であり、マイクロフォンユニットM2の出力e 2 (b)に应ずる観測点はP e 2 (b)である。図から明らかなように観測点P e d 1 (a)とP e 2 (a)は同じ位置であるから、e d 1 (a) = e 2 (a)になる。よって、前記参照マイクの出力Vrは、

$$E(k, \theta) = e 2(b) + e 2(a) - e d 1(a) - e d 1(b)$$

$$= e 2(b) - e d 1(b)$$
となり、背面側に一方向指向性を得ることができる。

【0025】このように、2個の無指向性マイクロフォンユニットM1、M2を共通に用いて夫々指向特性の異なる主マイクと参照マイクを実現しているから、当該指向特性の異なる主マイクと参照マイクは物理的に同じ位置に配置されているのと等価である。したがって図1のマイクは、同じ音場の異なる成分の音を拾うことになる。一方、図13に例示されるように主マイクと参照マイクを各々別々に2個の無指向性マイクロフォンユニットを用いて構成した場合には、図14に示されるように、双方のマイクは物理的に異なる位置に配置される。したがって、双方のマイクは、一定距離だけ離れた異なる音場の異なる成分の音を拾うことになる。図13の構成では、四方から騒音が発せられる環境下において相互に離間配置されたマイク10-1、10-2が拾う音の成分には無視し得ない相違がある。図1の場合には主マイクと参照マイクは完全同一音場にあるから、四方から騒音が発せられる環境下においても双方のマイクが拾う騒音成分は実質的に同じと見なすことができる。

【0026】図10には前記主マイクと参照マイクの各々の指向特性を合成して得た指向特性を表すポーラーパターンの例が示される。この例において、 $\tau_2 = d/3$ 、 $\tau_1 = d$ とする。このポーラーパターンからも明らかなように、前記主マイクと参照マイクから成る一次圧力傾度マイクは、2個のマイクロフォンユニットM1、M2によって正面側と背面側の2種類の指向特性を実現している。

【0027】前記反転加算回路3の出力VmはA/Dコンバータ5でデジタル信号Dmに変換され、また、前

記反転加算回路4の出力VrはA/Dコンバータ6でデジタル信号Drに変換される。前記A/Dコンバータ6から出力される主信号データDrはトランスバーサルフィルタなどの適応フィルタ7に供給され、適応フィルタ7のフィルタ出力と前記A/Dコンバータ5から出力される主信号データDmとの差分がデジタル加算器8で演算される。

【0028】前記適応フィルタ7は入力信号の経時的な変化に対してその特性を適応的に変化させるフィルタである。すなわち、入力信号Drをタップ係数に掛け、その値を複数タップ単位で加算してフィルタ出力を得る為の出力演算と、そのフィルタ出力を応答させるべき対象系からの信号と前記フィルタ出力との差分として得られる誤差信号に基づいて前記タップ係数を更新するタップ係数更新演算とを行い、その更新演算によってタップ係数を逐次書き替えることにより、そのフィルタ特性をリアルタイムに変化させる。前記誤差信号は、フィルタ応答特性を決定するようなトレーニングシーケンスタイミング時における前記デジタル加算器8の出力とされる。トレーニングシーケンスタイミングは、マイクロフォンユニットM1、M2が目的音声を拾わないタイミングとされる。したがって、トレーニングシーケンスタイミングにおいて、前記主信号データDmと参照信号データDrとに夫々含まれる騒音成分を相殺するように、適応フィルタ7のフィルタ応答特性が決定される。トレーニングシーケンスは、音場の騒音発生状況が刻一刻と変化する状態に追従する為、適宜のタイミングで逐次行われる。

【0029】このように、適応フィルタ7の応答特性が逐次決定されることにより、前記デジタル加算器8による減算により、前記主信号Vmに含まれる騒音成分が前記参照信号Vrに含まれる騒音成分によってキャンセルされる。デジタル加算器8の出力はD/Aコンバータ9でアナログ信号に変換される。D/Aコンバータ9から、目的音声成分を主体とする信号を取得することができる。図10の指向特性を有する図1の回路を試作してテストを行った結果、2個の無指向性マイクロフォンユニットによって単一の指向性を得るようにした従来の一次圧力傾度マイクと比較すると、約10 dB程度S/Nを改善できた。

【0030】尚、前記適応フィルタ7及びデジタル加算器8などをデジタル・シグナル・プロセッサ(Digital Signal Processor)DSPによって構成することができる。また、前記A/Dコンバータ5、6の前段には高域成分を除去するローパスフィルタを配置することができる。

【0031】図8には無指向性マイクロフォンユニットを3個用いて上記と同等の一次圧力傾度マイクを構成する場合の例が示される。すなわち、無指向性マイクロフォンユニットM2に第3の無指向性マイクロフォンユニ

ットM3を近接配置する。図8において参照信号V_rは、第3のマイクロフォンユニットM3の出力と前記遅延回路1の出力との差分を反転加算回路4で得ることによって生成する。主信号V_mは図1と同様に生成される。この例の場合には図1に比べて、無指向性マイクロフォンユニットM3が1個余計に必要とされる。また、主マイクと参照マイクは物理的に完全同一位置に配置されなくなる。しかしながら、マイクロフォンユニットM2とM3を近接配置できるから、図13に例示されるように指向特性を逆にして2組の一次圧力傾度マイクを離間配置する構成よりも優れたノイズキャンセル効果を持ち、マイクロフォンユニットの数も1個少なく済む。

【0032】図9には無指向性マイクロフォンユニットを4個用いて上記と同等のマイクを構成する場合の例が示される。すなわち、4個の無指向性マイクロフォンユニットM1～M4を90°間隔で同一円周上に放射状に配置する。主信号V_mは図1の主マイクの構成と同じである。参照信号V_rを形成する参照マイクは、マイクロフォンユニットM3とM4の差分を反転加算器4で取得するように構成される。参照マイクを構成するマイクロフォンユニットM3とM4の軸線は、主マイクを構成するマイクロフォンユニットM1とM2の軸線に対して直角になっている。したがって、その指向特性は図11に示されるようになり、参照マイクは正面からの目的音波に対する指向特性を持たない。よって、図1とほぼ同様の2種類の指向特性を有するマイクが実現される。この例の場合には図1に比べて、無指向性マイクロフォンユニットM3、M4が2個余計に必要とされる。しかしながら、マイクロフォンユニットM1～M4は同一円周上に90°間隔で放射状に配置されているから、主マイクと参照マイクは物理的に同一位置に配置されていると見なすことができる。図13の一次圧力傾度マイクを2組用いて離間配置する構成よりも、ノイズキャンセル効果という点で優れている。

【0033】更に、4個の無指向性マイクロフォンユニットを用いる場合には、図12に例示されるように、2個の無指向性マイクロフォンユニットによって構成した前記主マイクと参照マイクとを各々別々の無指向性マイクロフォンユニットM1～M4によって構成することができる。主マイクは、無指向性マイクロフォンユニットM1、M2、遅延回路2及び反転加算回路3によって構成される。参照マイクは、無指向性マイクロフォンユニットM3、M4、遅延回路1及び反転加算回路4によって構成される。主マイクは図3に例示されるように正面側に指向特性を有し、参照マイクは図5に例示されるように背面側に指向特性を有する。図12に示される一次圧力傾度マイクは1個のケーシングに収容されている。

【0034】参照マイクを構成する無指向性マイクロフォンユニットM3、M4の配列は、主マイクを構成する無指向性マイクロフォンユニットM1、M2の配列と同

一であり、マイクロフォンユニットM1、M2はマイクロフォンユニットM3、M4に隣接配置されている。すなわち、図13におけるマイクロフォンユニットM1、M2の軸線と、マイクロフォンユニットM3、M4の軸線との距離L_sは図13の構成に比べて格段に小さくされている。この点において、図12のマイクは、図13の様に各々別体の2個の一次圧力傾度マイク10-1、10-2を互いに逆向きに配置した構成と相違することは明らかである。したがって、主マイクが拾うノイズと参照マイクが拾うノイズとの音場の相違は最小限とされ、図13のマイクに比べ、比較的良好なS/Nをもって目的音を取得することができる。

【0035】以上本発明者によってなされた発明を実施形態に基づいて具体的に説明したが、本発明はそれに限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々変更可能であることは言うまでもない。例えば本発明に係る一次圧力傾度マイクは反転加算回路のような加算手段までの構成として把握することも可能である。また、 τ_1 、 τ_2 、dの関係は図10に限定されず適宜変更可能である。

【0036】本発明は、ハンズフリー電話機やカー・ナビゲーション・システムの音声入力マイクなどの様に、四方から騒音が到来する環境下におけるの入力音波に対するノイズキャンセルに適用して有効な機器に広く適用することができる。

【0037】

【発明の効果】本願において開示される発明のうち代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば下記の通りである。

【0038】すなわち、2種類の指向特性を有する一次圧力傾度マイクを2個又は3個の無指向性マイクロフォンユニットによって実現することができる。したがって、一次圧力傾度マイクのコストを低減でき、マイクを小型化する事が可能になる。

【0039】2個の無指向性マイクロフォンユニットを用い、或いは4個の無指向性マイクロフォンユニットを放射状に配置して、一次圧力傾度マイクを構成することにより、指向特性の異なる2個のマイク（主マイク、参照マイク）を物理的に同一位置に配置した構成と見なすことができるので、換言すれば、指向特性の異なる2個のマイク（主マイク、参照マイク）を同一音場に配置できるので、優れたノイズキャンセル効果を得ることができる。

【0040】3個の無指向性マイクロフォンユニットを用いた場合には、厳密な意味では、指向特性の異なる2個のマイク（主マイク、参照マイク）を物理的に同一位置に配置した構成と見なすことはできないが、第2のマイクロフォンユニットと第3のマイクロフォンユニットとを間隔を空けずに近接配置できるので、従来よりも優れたノイズキャンセル効果を得る事ができ、しかも、無

指向性マイクロフォンユニットの数を1個減らすことができる。

【0041】また、指向特性が異なる2個のマイク（主マイク、参照マイク）を夫々別々の無指向性マイクロフォンユニットで構成する場合にも、主マイクを構成する無指向性マイクロフォンユニットと参照マイクを構成する無指向性マイクロフォンユニットとを隣接配置することにより、比較的優れたノイズキャンセル効果を得ることができる。

【0042】以上により、四方から騒音が発せられる環境下において、特定方向の目的音源からの音を良好なS/Nをもって取得できる一次圧力傾度マイクを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】2個の無指向性マイクロフォンユニットを用いて2種類の指向特性を実現した本発明に係る一次圧力傾度マイクの回路図である。

【図2】主マイクの構成説明図である。

【図3】主マイクの指向特性を示す説明図である。

【図4】参照マイクの構成説明図である。

【図5】参照マイクの指向特性を示す説明図である。

【図6】主マイクによる指向性を定性的に理解する為の説明図である。

【図7】参照マイクによる指向性を定性的に理解する為の説明図である。

【図8】3個の無指向性マイクロフォンユニットを用いた一次圧力傾度マイクの回路図である。

【図9】4個の無指向性マイクロフォンユニットを用いた一次圧力傾度マイクの回路図である。

【図10】図1の一次圧力傾度マイクの全体的な指向特性を示した説明図である。

【図11】図9の一次圧力傾度マイクの指向特性を示した説明図である。

【図12】4個の無指向性マイクロフォンユニットを用いた別の一次圧力傾度マイクの回路図である。

【図13】各々ケーシングに内蔵された2組の一次圧力傾度マイクを離間配置して2種類の指向特性を実現したマイクの概略説明図である。

【図14】図13の一次圧力傾度マイクの指向特性を示す説明図である。

【符号の説明】

M1, M2, M3, M4 無指向性マイクロフォンユニット

1, 2 遅延回路

3, 4 反転加算回路

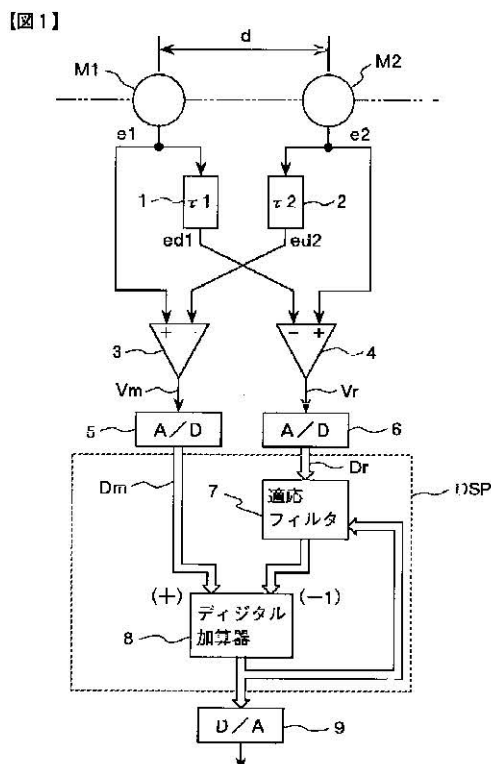
5, 6 A/Dコンバータ

7 適応フィルタ

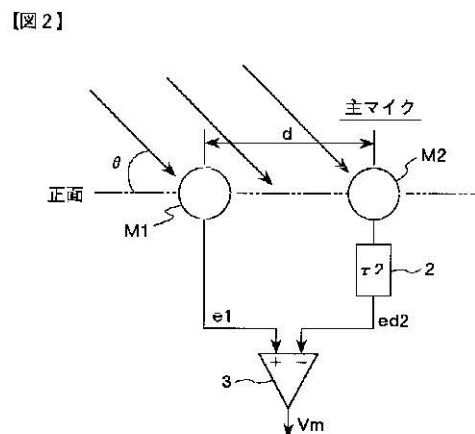
8 デジタル加算器

9 D/Aコンバータ

【図1】

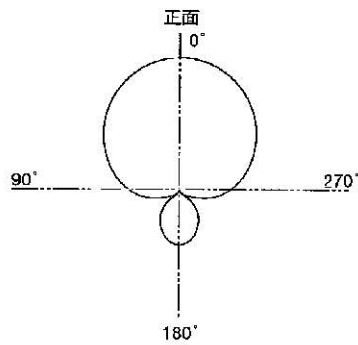


【図2】



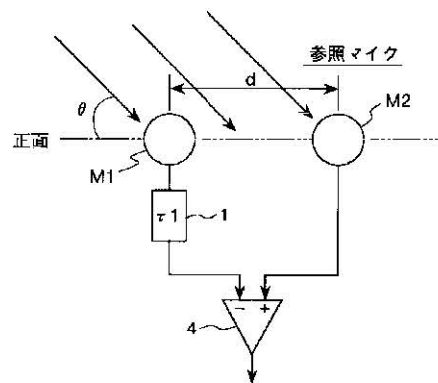
【図3】

【図3】



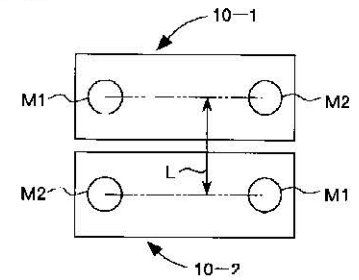
【図4】

【図4】



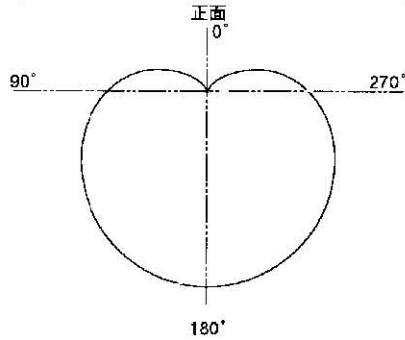
【図13】

【図13】



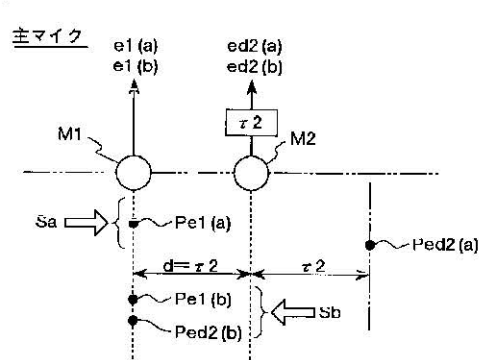
【図5】

【図5】



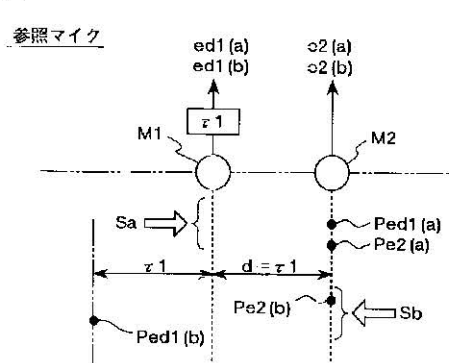
【図6】

【図6】



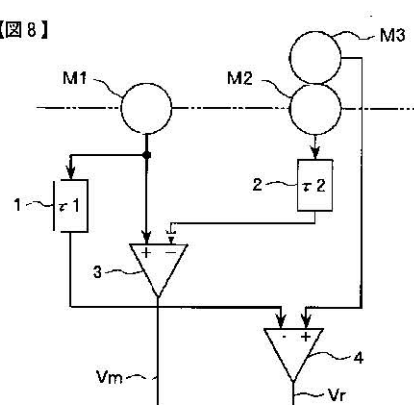
【図7】

【図7】



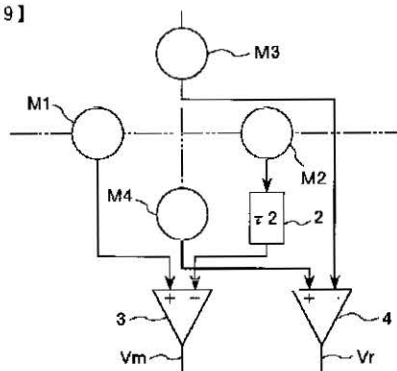
【図8】

【図8】



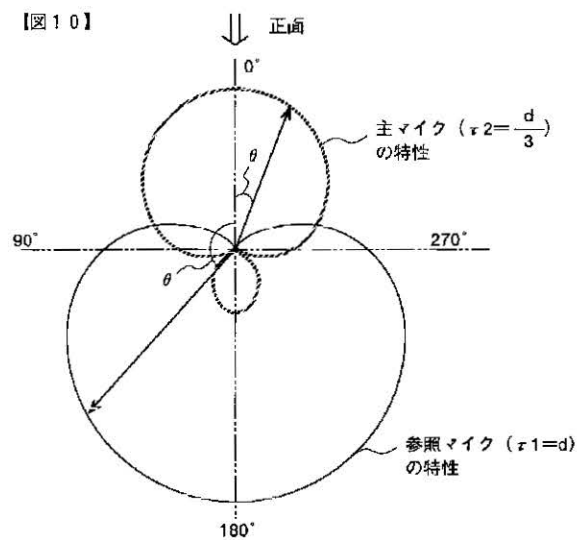
【図9】

【図9】



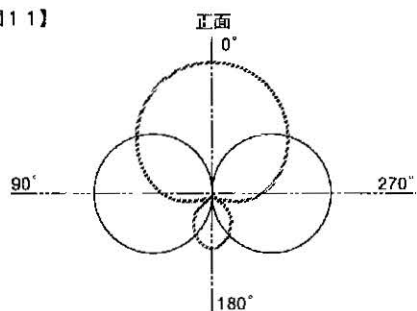
【図10】

【図10】



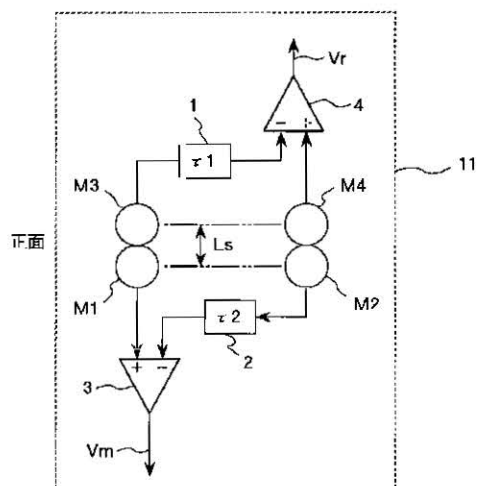
【図11】

【図11】



【図12】

【図12】



【図14】

【図14】

