

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号  
特許第4625671号  
(P4625671)

(45) 発行日 平成23年2月2日(2011.2.2)

(24) 登録日 平成22年11月12日(2010.11.12)

(51) Int.Cl.

F I

HO4S 1/00 (2006.01)

HO4R 1/40 (2006.01)

HO4S 1/00 K

HO4S 1/00 B

HO4R 1/40 310

請求項の数 4 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2004-297093 (P2004-297093)	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	平成16年10月12日 (2004.10.12)		ソニー株式会社
(65) 公開番号	特開2006-114945 (P2006-114945A)		東京都港区港南1丁目7番1号
(43) 公開日	平成18年4月27日 (2006.4.27)	(74) 代理人	100095957
審査請求日	平成18年3月9日 (2006.3.9)		弁理士 亀谷 美明
審判番号	不服2008-14379 (P2008-14379/J1)	(74) 代理人	100096389
審判請求日	平成20年6月9日 (2008.6.9)		弁理士 金本 哲男
		(74) 代理人	100101557
			弁理士 萩原 康司
		(72) 発明者	佐古 曜一郎
			東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ
			ニー株式会社内
		(72) 発明者	矢部 進
			東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ
			ニー株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 オーディオ信号の再生方法およびその再生装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のスピーカによりスピーカアレイを構成し、  
上記複数のスピーカのそれぞれから、これら複数のスピーカと受聴領域との間に位置する波面合成面上の複数の制御点までの伝達関数を伝達関数 A とし、  
上記複数のスピーカのそれぞれごとに設けられる伝達関数を伝達関数 B とするとき、上記複数のスピーカのそれぞれに供給されるオーディオ信号に、上記伝達関数 A および上記伝達関数 B を畳み込むことにより、上記受聴領域内に波面合成を行って上記オーディオ信号を再生する再生方法であって、  
第 1 の上記スピーカアレイに第 1 チャンネルのオーディオ信号を供給するとともに、上記第 1 のスピーカアレイにおける上記複数のスピーカのそれぞれごとに、第 1 の上記伝達関数 A および第 1 の上記伝達関数 B の少なくとも一方を制御して第 1 の上記波面合成を行い、  
この第 1 の波面合成により無限遠方に第 1 の仮想音源を形成し、  
第 2 の上記スピーカアレイに第 2 チャンネルのオーディオ信号を供給するとともに、上記第 2 のスピーカアレイにおける上記複数のスピーカのそれぞれごとに、第 2 の上記伝達関数 A および第 2 の上記伝達関数 B の少なくとも一方を制御して第 2 の上記波面合成を行い、  
この第 2 の波面合成により無限遠方に第 2 の仮想音源を形成するとともに、  
上記第 1 および第 2 の仮想音源により得られる第 1 および第 2 の音波の進行方向が交差

10

20

するように、上記第 1 および第 2 の伝達関数 A と、上記第 1 および第 2 の伝達関数 B との少なくとも一方を制御するようにし、

上記第 1 のスピーカアレイを構成する複数のスピーカの一部あるいは全部と、上記第 2 のスピーカアレイを構成する複数のスピーカの一部あるいは全部とに対して、上記第 1 チャンネルのオーディオ信号と、上記第 2 チャンネルのオーディオ信号とを共通に供給するようにしたオーディオ信号の再生方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のオーディオ信号の再生方法において、

上記第 1 の伝達関数 A および上記第 2 の伝達関数 A を制御することにより、上記第 1 および第 2 の音波の進行方向の交差する角度を可変とする

ようにしたオーディオ信号の再生方法。

【請求項 3】

複数のスピーカによりスピーカアレイを構成し、

上記複数のスピーカのそれぞれから、これら複数のスピーカと受聴領域との間に位置する波面合成面上の複数の制御点までの伝達関数を伝達関数 A とし、

上記複数のスピーカのそれぞれごとに設けられる伝達関数を伝達関数 B とするとき、

上記複数のスピーカのそれぞれに供給されるオーディオ信号に、上記伝達関数 A および上記伝達関数 B を畳み込むことにより、上記受聴領域内に波面合成を行って上記オーディオ信号を再生する再生装置であって、

第 1 の上記スピーカアレイに第 1 チャンネルのオーディオ信号を供給するとともに、上記第 1 のスピーカアレイにおける上記複数のスピーカのそれぞれごとに、第 1 の上記伝達関数 A および第 1 の上記伝達関数 B の少なくとも一方を制御して第 1 の上記波面合成を行うことにより、無限遠方に第 1 の仮想音源を形成する第 1 の処理回路と、

第 2 の上記スピーカアレイに第 2 チャンネルのオーディオ信号を供給するとともに、上記第 2 のスピーカアレイにおける上記複数のスピーカのそれぞれごとに、第 2 の上記伝達関数 A および第 2 の上記伝達関数 B の少なくとも一方を制御して第 2 の上記波面合成を行うことにより、無限遠方に第 2 の仮想音源を形成する第 2 の処理回路と、

上記第 1 および第 2 の仮想音源により得られる第 1 および第 2 の音波の進行方向が交差するように、上記第 1 および第 2 の伝達関数 A と、上記第 1 および第 2 の伝達関数 B との少なくとも一方を制御する制御回路と

を有し、

上記第 1 のスピーカアレイを構成する複数のスピーカの一部あるいは全部と、上記第 2 のスピーカアレイを構成する複数のスピーカの一部あるいは全部とが共通であるようにしたオーディオ信号の再生装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載のオーディオ信号の再生装置において、

上記第 1 の伝達関数 A および上記第 2 の伝達関数 A を制御して上記第 1 および第 2 の音波の進行方向の交差する角度を可変とする制御回路を有する

ことを特徴とするオーディオ信号の再生装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、オーディオ信号の再生方法およびその再生装置に関する。

【背景技術】

【0002】

2 チャンネルステレオにおいては、例えば図 15 に示すように、左チャンネルのスピーカ S PL と、右チャンネルのスピーカ S PR とを結ぶ線上に仮想音源 V SS が形成され、この仮想音源 V SS から音響が出力されているかのように知覚される。この場合、リスナは、スピーカ S PL、S PR を結ぶ直線を底辺とする二等辺三角形の頂点に位置すると、左右のバランスが良好なステレオ音場を得ることができ、特に正三角形の頂点 P0 に位置すると、

10

20

30

40

50

最良のステレオ効果を得ることができる。

【 0 0 0 3 】

なお、先行技術文献として例えば以下のものがある。

【特許文献 1】特表 2 0 0 2 - 5 0 5 0 5 8 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

ところが、実際には、リスナが常に最良受聴点 P0 に位置できるとはかぎらない。例えば複数のリスナがいる場合には、そのうちの何人かは一方のスピーカの近くに位置せざるを得ない。すると、そのリスナは、チャンネルバランスがくずれ、一方のチャンネルの再生音が強調された不自然な音響を聴くことになってしまう。

10

【 0 0 0 5 】

また、リスナが一人であっても、最良の効果を得ようとする、リスニングポイントが点 P0 に限られてしまう。

【 0 0 0 6 】

この発明は、これらの問題点を解決しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

この発明においては、

複数のスピーカによりスピーカアレイを構成し、

20

上記複数のスピーカのそれぞれから、これら複数のスピーカと受聴領域との間に位置する波面合成面上の複数の制御点までの伝達関数を伝達関数 A とし、

上記複数のスピーカのそれぞれごとに設けられる伝達関数を伝達関数 B とするとき、

上記複数のスピーカのそれぞれに供給されるオーディオ信号に、上記伝達関数 A および上記伝達関数 B を畳み込むことにより、上記受聴領域内に波面合成を行って上記オーディオ信号を再生する再生方法であって、

第 1 の 上記スピーカアレイに第 1 チャンネルのオーディオ信号を供給するとともに、上記第 1 のスピーカアレイにおける上記複数のスピーカのそれぞれごとに、第 1 の上記伝達関数 A および第 1 の上記伝達関数 B の少なくとも一方を制御して第 1 の上記波面合成を行い、

30

この 第 1 の波面合成により無限遠方に第 1 の仮想音源を形成し、

第 2 の 上記スピーカアレイに第 2 チャンネルのオーディオ信号を供給するとともに、上記第 2 のスピーカアレイにおける上記複数のスピーカのそれぞれごとに、第 2 の上記伝達関数 A および第 2 の上記伝達関数 B の少なくとも一方を制御して第 2 の上記波面合成を行い、

この 第 2 の波面合成により無限遠方に第 2 の仮想音源を形成するとともに、

上記第 1 および第 2 の仮想音源により得られる第 1 および第 2 の音波の進行方向が交差するように、上記第 1 および第 2 の伝達関数 A と、上記第 1 および第 2 の伝達関数 B との少なくとも一方を制御する

ようにしたオーディオ信号の再生方法とするものである。

40

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

この発明によれば、左および右チャンネルの音波が、平行平面波の状態でスピーカから出力されるので、それぞれのチャンネルの音波の受聴領域では、その領域のどこであっても音量は等しくなり、したがって、リスナはその受聴領域内であれば、どこにいても左右のバランスのとれた音を聴くことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 0 9 】

この発明は、波面合成の技術を用いて仮想音源を構成するとともに、この仮想音源の位

50

置を制御することにより左および右チャンネルの各音波を平行平面波とし、上述の問題点を解決するものである。以下、これらについて順を追って説明する。

#### 【 0 0 1 0 】

##### 〔 1 〕 音場の再現について

今、図 1 に示すように、任意の形状の空間を包み込んだ閉曲面  $S$  を想定するとともに、この閉曲面  $S$  の内部には音源が含まれていないものとする。そして、この閉曲面  $S$  の内部空間および外部空間について、

$p(r_i)$  : 内部空間の任意の点  $r_i$  における音圧  
 $p(r_j)$  : 閉曲面  $S$  上の任意の点  $r_j$  における音圧  
 $ds$  : 点  $r_j$  を含む微小面積  
 $n$  : 点  $r_j$  における微小面積  $ds$  に対する法線  
 $un(r_j)$  : 点  $r_j$  における法線  $n$  方向の粒子速度  
           : オーディオ信号の角周波数  
           : 空気の密度  
 $v$  : 音速 ( = 340m/s )  
 $k$  :  $\omega / v$

10

とすると、キルヒホッフの積分公式は図 2 における (1) 式で示される。

#### 【 0 0 1 1 】

これは、閉曲面  $S$  上の点  $r_j$  の音圧  $p(r_j)$  と、その点  $r_j$  における法線  $n$  の方向の粒子速度  $un(r_j)$  とを適切に制御することができれば、閉曲面  $S$  の内部空間の音場を再現できることを意味している。

20

#### 【 0 0 1 2 】

そこで、例えば図 3 A に示すように、左側に音源  $SS$  が配置され、右側に半径  $R$  の球状の空間を覆う閉曲面  $SR$  ( 破線図示 ) が配置されているとする。すると、音源  $SS$  により閉曲面  $SR$  の内部空間に生じる音場は、上記のように閉曲面  $SR$  上の音圧および粒子速度  $un(r_j)$  を制御すれば、音源  $SS$  がなくても再現が可能である。そして、このとき、音源  $SS$  の位置に仮想音源  $VSS$  を生じることになる。つまり、閉曲面  $SR$  上の音圧および粒子速度を適切に制御すれば、閉曲面  $SR$  の内部にいるリスナは、音源  $SS$  の位置に仮想音源  $VSS$  が存在するかのように音響を知覚する。

30

#### 【 0 0 1 3 】

次に、閉曲面  $SR$  の半径  $R$  を無限大にすると、図 3 A に実線で示すように、閉曲面  $SR$  は平面  $SSR$  となる。そして、この場合も、音源  $SS$  により閉曲面  $SR$  の内部空間、すなわち、平面  $SSR$  の右側に生じる音場は、平面  $SSR$  上の音圧および粒子速度を制御することにより、音源  $SS$  がなくても再現が可能である。また、このときも、音源  $SS$  の位置に仮想音源  $VSS$  を生じる。

#### 【 0 0 1 4 】

つまり、平面  $SSR$  上のすべての点における音圧および粒子速度を適切に制御すれば、平面  $SSR$  よりも左側に仮想音源  $VSS$  を配置し、右側に音場を配置することができ、その音場を受聴領域とすることができる。

#### 【 0 0 1 5 】

40

実際には、図 3 B にも示すように、平面  $SSR$  を有限の広さとし、この平面  $SSR$  上における有限の点  $CP1 \sim CPx$  の音圧および粒子速度を制御すればよい。なお、以下においては、平面  $SSR$  上の、音圧および粒子速度の制御される点  $CP1 \sim CPx$  を「制御点」と呼ぶものとする。

#### 【 0 0 1 6 】

##### 〔 2 〕 制御点 $CP1 \sim CPx$ における音圧および粒子速度の制御について

制御点  $CP1 \sim CPx$  における音圧および粒子速度を制御するには、図 4 にも示すように、(A) 平面  $SSR$  の音源側に、複数  $m$  個のスピーカ  $SP1 \sim SPm$  を、平面  $SSR$  と例えば平行に配置する。なお、このスピーカ  $SP1 \sim SPm$  はスピーカアレイを構成するものである。

(B) スピーカ  $SP1 \sim SPm$  に供給されるオーディオ信号を制御して制御点  $CP1 \sim CPx$  にお

50

ける音圧および粒子速度を制御する。  
とすればよい。

【 0 0 1 7 】

このようにすれば、スピーカ  $S P 1 \sim S P m$  から出力される音波が波面合成され、あたかも仮想音源  $V S S$  から音波が出力されているかのように作用するとともに、所望の音場を形成することができる。なお、スピーカ  $S P 1 \sim S P m$  から出力される音波が波面合成される位置は、平面  $S S R$  となるので、以下においては、平面  $S S R$  を「波面合成面」と呼ぶものとする。

【 0 0 1 8 】

〔 3 〕 波面合成の様子

図 5 は、波面合成の様子の一例をコンピュータシミュレーションにより示すものである。スピーカ  $S P 1 \sim S P m$  に供給されるオーディオ信号の処理内容・処理方法については後述するが、この例においては、各値を以下のように設定した場合である。

スピーカの数  $m$  : 16 個

スピーカの間隔 : 10 cm

スピーカの口径 : 8 cm

制御点の位置 : スピーカからリスナ側に 10 cm の位置

制御点の数 : 1.3 cm 間隔で 1 列に 116 点

仮想音源の位置 : 受聴領域の前方 1 m ( 図 5 A の場合 )

受聴領域の前方 3 m ( 図 5 B の場合 )

受聴領域の広さ : 2.9 m ( 前後方向 )  $\times$  4 m ( 左右方向 )

なお、

$w$  : スピーカの間隔 [ m ]

$v$  : 音速 ( = 340 m / s )

$f_{hi}$  : 再生上限周波数 [ Hz ]

とすれば、

$$f_{hi} = v / ( 2 w )$$

となる。したがって、スピーカ  $S P 1 \sim S P m$  (  $m = 16$  ) の間隔  $w$  は狭くすることが好ましく、そのためにはスピーカ  $S P 1 \sim S P m$  の口径を小さくする必要がある。

【 0 0 1 9 】

また、スピーカ  $S P 1 \sim S P m$  に供給されるオーディオ信号をデジタル処理している場合には、そのサンプリングによる影響を除くため、制御点  $C P 1 \sim C P x$  の間隔は、そのサンプリング周波数に対応する波長の  $1/4 \sim 1/5$  以下にすることが好ましい。上記の数値例においては、サンプリング周波数を 8 k Hz としたので、制御点  $C P 1 \sim C P x$  の間隔を上記のように 1.3 cm としている。

【 0 0 2 0 】

そして、図 5 によれば、スピーカ  $S P 1 \sim S P m$  から出力された音波は、仮想音源  $V S S$  から出力された音波であるかのように波面合成され、受聴領域にきれいな波紋が描かれている。つまり、波面合成が適切に行われ、目的とする仮想音源  $V S S$  および音場が形成されていることがわかる。

【 0 0 2 1 】

また、上記のように図 5 A の場合には、仮想音源  $V S S$  の位置が受聴領域の前方 1 m であって、仮想音源  $V S S$  が波面合成面  $S S R$  に比較的近いので、波紋の曲率は小さい。しかし、図 5 B の場合には、仮想音源  $V S S$  の位置が受聴領域の前方 3 m であって、仮想音源  $V S S$  が図 5 A の場合よりも波面合成面  $S S R$  から遠ざかっているため、波紋の曲率は図 5 A の場合よりも大きくなっている。つまり、仮想音源  $V S S$  を遠ざけるにつれて、音波は平行平面波に近づいていくことがわかる。

【 0 0 2 2 】

〔 4 〕 平行平面波による音場

図 6 A に示すように、スピーカ  $S P 1 \sim S P m$  の出力を波面合成して仮想音源  $V S S$  を形成

10

20

30

40

50

する。そして、このとき、仮想音源  $VSS$  を、スピーカ  $SP1 \sim SPm$  (波面合成面  $SSR$ ) から無限遠の位置に形成するとともに、スピーカ  $SP1 \sim SPm$  の中心の音軸上に位置させる。すると、〔 3 〕からも明らかなように、波面合成された音波 (波紋)  $SW$  の曲率も無限大となり、音波  $SW$  は平行平面波となるとともに、その進行方向はスピーカ  $SP1 \sim SPm$  の音軸の方向となる。

#### 【 0 0 2 3 】

しかし、図 6 B に示すように、仮想音源  $VSS$  を、スピーカ  $SP1 \sim SPm$  から無限遠の位置に形成するとき、仮想音源  $VSS$  を、スピーカ  $SP1 \sim SPm$  の中心の音軸から離れた場所に位置させると、波面合成された音波  $SW$  を平行平面波とすることができるとともに、その音波  $SW$  の進行方向と、スピーカ  $SP1 \sim SPm$  の音軸との角度  $\theta$  を、 $0$  とすることが

10

#### 【 0 0 2 4 】

なお、以下においては、角度  $\theta$  を「見込み角」と呼ぶものとする。また、ステレオの場合、音波  $SW$  の進行方向がスピーカ  $SP1 \sim SPm$  の中心音軸の方向となるとき、 $\theta = 0^\circ$  とするが、左チャンネルでは、反時計方向を  $\theta > 0$  とし、右チャンネルでは、時計方向を  $\theta > 0$  とする。

#### 【 0 0 2 5 】

そして、図 6 A および B における音波  $SW$  は平行平面波なので、音波  $SW$  により形成される音場の中であれば、どこであっても音波  $SW$  の音圧は等しく、音圧にレベル差を生じないことになる。すなわち、音波  $SW$  の音場内であれば、その音場内のどこであっても音量は等しいことになる。

20

#### 【 0 0 2 6 】

##### 〔 5 〕 波面合成のアルゴリズム

図 7 に示すように、

$u(\ )$  : 仮想音源  $VSS$  の出力信号、つまり、原オーディオ信号

$H(\ )$  : 適切な波面合成を実現するために信号  $u(\ )$  に畳み込む伝達関数、つまり、信号  $u(\ )$  をスピーカ  $SP1 \sim SPm$  に供給するとき、信号  $u(\ )$  にあらかじめ畳み込む伝達関数

$C(\ )$  : スピーカ  $SP1 \sim SPm$  から制御点  $CP1 \sim CPm$  までの音響伝達関数

$q(\ )$  : 波面合成により実際に制御点  $CP1 \sim CPx$  に再現される信号

30

とすると、原オーディオ信号  $u(\ )$  に、伝達関数  $C(\ )$ 、 $H(\ )$  を畳み込んだ信号が、再現オーディオ信号  $q(\ )$  であるから、

$$q(\ ) = C(\ ) \cdot H(\ ) \cdot u(\ )$$

となる。この場合、スピーカ  $SP1 \sim SPm$  から制御点  $CP1 \sim CPx$  までの伝達特性を求めておくことにより、伝達関数  $C(\ )$  を規定できる。

#### 【 0 0 2 7 】

そして、伝達関数  $H(\ )$  を制御すれば、このときの再現オーディオ信号  $q(\ )$  により適切な波面合成が実現されて図 6 により説明した平行平面波を形成することができる。

#### 【 0 0 2 8 】

##### 〔 6 〕 生成回路

40

上記の〔 5 〕にしたがって原オーディオ信号  $u(\ )$  から再現オーディオ信号  $q(\ )$  を生成する場合、その生成回路は例えば図 8 に示すデジタルフィルタ 1 2 により構成することができる。なお、この生成回路は、スピーカ  $SP1 \sim SPm$  のそれぞれごとに設けられるもので、これを生成回路  $WF1 \sim WFn$  とする。また、図 8 における符号 1 3 は、〔 5 〕に記載したように、スピーカ  $SP1 \sim SPm$  から制御点  $CP1 \sim CPx$  までの音響伝達関数  $C(\ )$  を表す。

#### 【 0 0 2 9 】

すなわち、生成回路  $WF1 \sim WFn$  のそれぞれにおいて、デジタル化された原オーディオ信号  $u(\ )$  が、入力端子 1 1 を通じてデジタルフィルタ 1 2 に供給されてスピーカ用のオーディオ信号とされ、このオーディオ信号が、スピーカ  $SP1 \sim SPm$  のうち、対応するス

50

ピーカに供給される。なお、これらの生成回路WF1～WFmはDSPにより構成することもできる。

【0030】

したがって、スピーカSP1～SPmの出力により仮想音源VSSが形成されるとともに、そのとき、フィルタ12の伝達関数H( )を所定の値にすることにより仮想音源VSSをスピーカSP1～SPmから無限遠の位置に位置させることができる。また、フィルタ12の伝達関数H( )を変更することにより、図6AあるいはBに示すように、見込み角を変更することができる。

【0031】

〔7〕 実施例（その1）

10

図9は、この発明による再生装置の一例を示す。この再生装置は、上述の〔1〕～〔6〕にしたがって仮想音源VSSを形成するとともに、その仮想音源VSSの位置を波面合成面SRから無限遠に設定するものである。なお、この例においては、スピーカSP1～SPmの数mが24個（m=24）の場合である。また、スピーカSP1～SP24は、例えば図4により説明したように、リスナの前方に水平に配置され、スピーカアレイが構成される。

【0032】

図9において、CDプレーヤ、DVDプレーヤ、デジタル放送チューナなどの信号源SCから左チャンネルのデジタルオーディオ信号uL( )および右チャンネルのデジタルオーディオ信号uR( )が取り出され、信号uL( )が生成回路WF1～WF12に供給されて再現オーディオ信号q( )に対応する再現オーディオ信号q1( )～q12( )が生成される。また、信号uR( )が生成回路WF13～WF24に供給されて再現オーディオ信号q( )に対応する再現オーディオ信号q13( )～q24( )が生成される。

20

【0033】

そして、これら信号q1( )～q12( )およびq13( )～q24( )がD/Aコンバータ回路DA1～DA12およびDA13～DA24に供給されてアナログのオーディオ信号L1～L12およびR13～R24にD/A変換され、これら信号L1～L12およびR13～R24がパワーアンプPA1～PA12およびPA13～PA24を通じてスピーカSP1～SP12およびSP13～SP24に供給される。

【0034】

また、仮想音源VSSの位置を無限遠に設定するため、仮想音源の位置設定回路としてマイクロコンピュータ21が設けられるとともに、このマイクロコンピュータ21には、見込み角を設定するためのデータD が用意される。この場合、見込み角は、例えば0°から45°までを5°ずつ変更できるものとされる。このため、データD は、信号q1( )～q24( )の数24と、見込み角の設定可能数10とに対応して、24個×10組が用意され、操作スイッチ22を操作すると、そのうちの1組が選択される。

30

【0035】

そして、この選択されたデータD が、生成回路WF1～WF24のデジタルフィルタ12～12に供給されてそれらの伝達関数H( )～H( )が制御される。

【0036】

このような構成によれば、信号源SCから出力された左チャンネルのデジタルオーディオ信号uL( )は、生成回路WF1～WF12により信号q1( )～q12( )に変換され、この信号q1( )～q12( )からD/A変換されたオーディオ信号L1～L12がスピーカSP1～SP12に供給されるので、図10AおよびBに示すように、スピーカSP1～SP12からは左チャンネルの音波SWLが平行平面波の状態で出力される。同様に、右チャンネルのデジタルオーディオ信号uR( )により、スピーカSP13～SP24からは右チャンネルの音波SWRが平行平面波の状態で出力される。

40

【0037】

したがって、リスナは信号源SCから出力されたオーディオ信号uL( )、uR( )をステレオで聴くことができるが、この場合、左チャンネルの音波SWLの受聴領域では、その領域のどこであっても左チャンネルの音量は等しく、右チャンネルの音波SWRの受聴領域

50

では、その領域のどこであっても右チャンネルの音量は等しい。

【 0 0 3 8 】

この結果、音波 S WL および音波 S WR の受聴領域、すなわち、図 1 0 において音波 S WL、S WR が重畳している領域では、その受聴領域のどこであっても、左チャンネルの音量と右チャンネルの音量とが等しいことになる。したがって、リスナはその受聴領域内であれば、どこにいても左右のバランスのとれた音を聴くことができる。

【 0 0 3 9 】

例えば複数のリスナがいる場合でも、そのすべてのリスナが最良の左右バランスで音楽などを聴くことができる。あるいはリスナが一人であっても、リスニングポイントが限定されず、好きな場所で聴くことができる。また、空間の広がり感も創出される。

10

【 0 0 4 0 】

さらに、操作スイッチ 2 2 を操作してデータ D を選択すると、その選択されたデータ D にしたがって生成回路 W F 1 ~ W F 2 4 のデジタルフィルタ 1 2 ~ 1 2 の特性が制御され、見込み角 が例えば図 1 0 A あるいは B に示すように、データ D に対応して 0 ° から 45 ° までを 5 ° ずつ変更される。

【 0 0 4 1 】

こうして、見込み角 を変更することにより、リスナの状況に合わせて音波 S WL、S WR の受聴領域を変更することができ、適切な再生音場を提供することができる。

【 0 0 4 2 】

〔 8 〕 実施例 ( その 2 )

20

図 1 1 は、この発明による再生装置の他の例を示す。この例においては、図 1 2 にも示すように、仮想音源 V SS から出力される音波 S WL、S WR が平行平面波となる幅を、〔 7 〕の場合よりも広くした場合である。

【 0 0 4 3 】

すなわち、この例においても、〔 7 〕と同様、スピーカ S P 1 ~ S P m の数 m が 24 個 ( m = 24 ) の場合であり、これらスピーカ S P 1 ~ S P 24 は、例えば図 4 により説明したように、リスナの前方に水平に配置され、スピーカアレイが構成される。

【 0 0 4 4 】

そして、信号源 S C から左および右チャンネルのデジタルオーディオ信号 u L ( )、u R ( ) が取り出され、信 u L ( ) が生成回路 W F 1 ~ W F 24 に供給されて再現オーディオ信号 q ( ) に対応する再現オーディオ信号 q 1 ( ) ~ q 24 ( ) が生成され、この信号 q 1 ( ) ~ q 24 ( ) が加算回路 A C 1 ~ A C 24 に供給される。

30

【 0 0 4 5 】

また、信号 u R ( ) が生成回路 W F 25 ~ W F 48 に供給されて再現オーディオ信号 q ( ) に対応する再現オーディオ信号 q 25 ( ) ~ q 48 ( ) が生成され、この信号 q 25 ( ) ~ q 48 ( ) が加算回路 A C 24 ~ A C 1 に供給される。こうして、加算回路 A C 1 ~ A C 24 からは、信号 q 1 ( ) ~ q 24 ( ) と、信号 q 48 ( ) ~ q 25 ( ) との加算信号 S 1 ~ S 24

$$S 1 = q 1 ( ) + q 48 ( )$$

$$S 2 = q 2 ( ) + q 47 ( )$$

.....

$$S 24 = q 24 ( ) + q 25 ( )$$

40

が取り出される。

【 0 0 4 6 】

そして、これら加算信号 S 1 ~ S 24 が D / A コンバータ回路 D A 1 ~ D A 24 に供給されてアナログのオーディオ信号に D / A 変換され、これら信号がパワーアンプ P A 1 ~ P A 24 を通じてスピーカ S P 1 ~ S P 24 に供給される。

【 0 0 4 7 】

また、仮想音源 V SS の位置を無限遠に設定するため、仮想音源の位置設定回路としてマイクロコンピュータ 2 1 が設けられるとともに、このマイクロコンピュータ 2 1 には、見込み角 を設定するためのデータ D が用意される。この場合、見込み角 は、例えば 0

50



から45°までを5°ずつ変更できるものとすれば、データD は、信号q1( )~q48( )の数48と、見込み角 の設定可能数10とに対応して、48個×10組が用意され、操作スイッチ22を操作すると、そのうちの1組が選択される。そして、この選択されたデータD が、生成回路WF1~WF24のデジタルフィルタ12~12に供給されてそれらの伝達関数H( )~H( )が制御される。

【0048】

このような構成によれば、加算信号S1~S24は、左チャンネルの再現オーディオ信号q1( )~q24( )と、右チャンネルの再現オーディオ信号q48( )~q25( )との加算信号であるから、図12AあるいはBに示すように、スピーカSP1~SP24からは、左チャンネルの音波SWLと、右チャンネル音波SWRとが線形加算されて出力されることになる。

10

【0049】

そして、操作スイッチ22を操作してデータD を選択すると、見込み角 が例えば図12AあるいはBに示すように変更される。

【0050】

こうして、この再生装置においても、左および右チャンネルの音波SWL、SWRを平行平面波の状態で出力することができるので、リスナは信号源SCから出力されたオーディオ信号uL( )、uR( )をステレオで聴くことができるとともに、図12において音波SWL、SWRが重畳している領域であれば、どこにいても左右のバランスのとれた音を聴くことができる。

20

【0051】

そして、その場合、図12にからも明らかなように、仮想音源VSSから出力される音波SWL、SWRが平行平面波となる幅が、図10の場合よりも広くなり、したがって、より広い範囲で左右のバランスのとれた音を聴くことができる。また、 $\theta = 0$ の場合はモノラル再生となるので、見込み角 によりステレオ感を調整することもできる。

【0052】

〔9〕 実施例(その3)

図13は、平行平面波によるステレオ再生を、左右チャンネルに加えて中央チャンネルを有する3チャンネルステレオに適用した場合の一例を示す。このような3チャンネルステレオは、5チャンネルステレオの左右側方(あるいは左右後方)のチャンネルを、左右前方のチャンネルに混合して実現できる。

30

【0053】

そして、この3チャンネルステレオにおいては、スピーカSP1~SP24のうち、左側の8個のスピーカSP1~SP8に左チャンネルの再現オーディオ信号q1( )~q8( )のアナログ信号が供給され、中央の8個のスピーカSP9~SP16に中央チャンネルの再現オーディオ信号q9( )~q16( )のアナログ信号が供給され、右側の8個のスピーカSP17~SP24に右チャンネルの再現オーディオ信号q17( )~q24( )のアナログ信号が供給される。なお、再現オーディオ信号q1( )~q8( )、q9( )~q16( )、q17( )~q24( )の生成方法は上述のとおりである。

【0054】

40

したがって、図13に示すように左右チャンネルの音波SWL、SWRが平行平面波の状態を得ることができるとともに、中央チャンネルの音波SWCも平行平面波の状態を得ることができる。そして、例えば図13AあるいはBに示すように、音波SWL、SWRの見込み角 を変更することもできる。

【0055】

〔10〕 実施例(その4)

図14は、スピーカから出力される平行平面波を壁面で反射させてリスナに届ける場合である。すなわち、スピーカSP1~SP24のうち、左側のスピーカSP1~SP12に右チャンネルの再現オーディオ信号q13( )~q24( )のアナログ信号が供給されて右チャンネルの音波SWRが平行平面波の状態で出力され、この音波SWRが右側の壁面WRで反射さ

50

れる。

【 0 0 5 6 】

また、スピーカ S P 1 ~ S P 24 のうち、右側のスピーカ S P 13 ~ S P 24 に左チャンネルの再現オーディオ信号 q 1 ( ) ~ q 12 ( ) のアナログ信号が供給され左チャンネルの音波 S W L が平行平面波の状態で出力され、この音波 S W L が左側の壁面 W L で反射される。したがって、これら壁面 W L、W R で反射した音波 S W L、S W R により音場が形成される。

【 0 0 5 7 】

〔 1 1 〕 その他

上述においては、複数 m 個のスピーカ S P 1 ~ S P m を 1 列に水平に配置してスピーカアレイを構成した場合であるが、垂直面内に複数行 × 複数列にわたってマトリックス状に配置してスピーカアレイを構成することもできる。また、上述においては、スピーカ S P 1 ~ S P m と、波面合成面 S S R とは平行であるとしたが、平行である必要はなく、さらに、スピーカ S P 1 ~ S P m は直線状あるいは平面状に配置しなくてもよい。

【 0 0 5 8 】

また、聴覚の方向に関する感度や識別能力は、水平方向には高いが、垂直方向には低いので、スピーカ S P 1 ~ S P m を、十字状あるいは逆 T 字状に配置してもよい。さらに、A V システムと一体化するような場合には、スピーカ S P 1 ~ S P m をディスプレイの上下左右に枠状に配置したり、ディスプレイの上あるいは下と左右とに冂字状あるいは凵字状に配置したりすることもできる。また、この発明は、後方のスピーカや側方のスピーカ、さらには、上下方向に音波を出力するスピーカシステムにも適用することができる。さらに、この発明は、一般の 2 チャンネルステレオや 5.1 チャンネルオーディオと組み合わせることもできる。

【 0 0 5 9 】

〔 略語の一覧 〕

A V : Audio and Visual

C D : Compact Disc

D / A : Digital to Analog

D S P : Digital Signal Processor

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 6 0 】

【 図 1 】 この発明を説明するための音響空間の図である。

【 図 2 】 この発明を説明するための数式を示す図である。

【 図 3 】 この発明を説明するための音響空間の図である。

【 図 4 】 この発明による音響空間の一例を示す図である。

【 図 5 】 この発明における波面合成の様子を示す図である。

【 図 6 】 この発明における波面を説明するための図である。

【 図 7 】 この発明を説明するための音響空間の図である。

【 図 8 】 この発明に使用できる回路の一形態を示す系統図である。

【 図 9 】 この発明の一形態を示す系統図である。

【 図 10 】 この発明を説明するための図である。

【 図 11 】 この発明の他の形態を示す系統図である。

【 図 12 】 この発明を説明するための図である。

【 図 13 】 この発明を説明するための図である。

【 図 14 】 この発明を説明するための図である。

【 図 15 】 一般のステレオ音場を説明するための図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 1 】

1 2 ... デジタルフィルタ、 1 3 ... 音響伝達関数、 2 1 ... マイクロコンピュータ、 2 2 ... 操作スイッチ、 A C 1 ~ A C 24 ... 加算回路、 D A 1 ~ D A 24 ... D / A コンバータ回路、 P A 1 ~ P A 24 ... アンプ、 S C ... 信号源、 S P 1 ~ S P m ... スピーカ、 W F 1 ~ W F m ... 生成回路

10

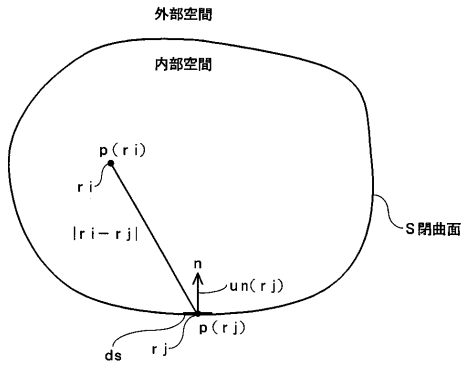
20

30

40

50

【図 1】



【図 2】

$$p(r_i) = \int_S \left( p(r_j) \frac{\partial G_{ij}}{\partial n} + j \omega \rho un(r_j) G_{ij} \right) ds \quad \dots (1)$$

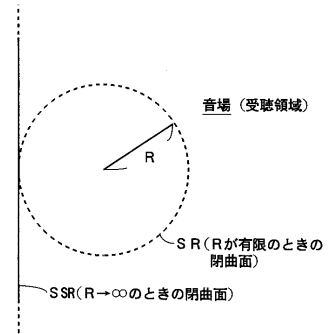
ただし、

$$G_{ij} = \frac{\exp(-jk|r_i - r_j|)}{4\pi|r_i - r_j|}$$

【図 3】

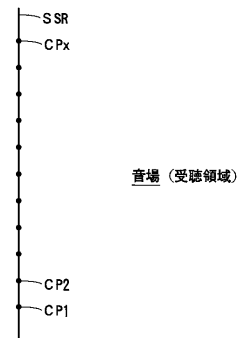
A

SS音源  
(VSS仮想音源)

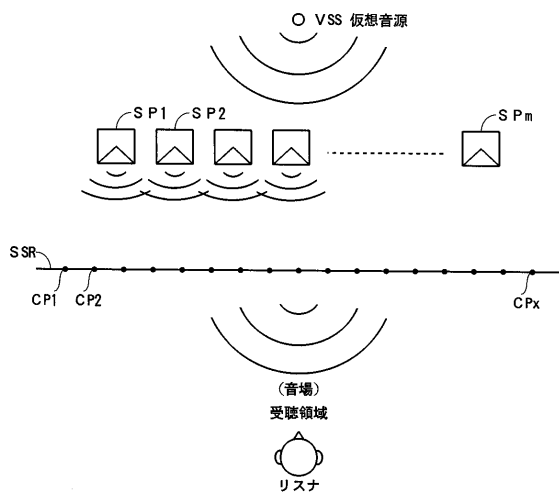


B

SS音源  
(VSS仮想音源)

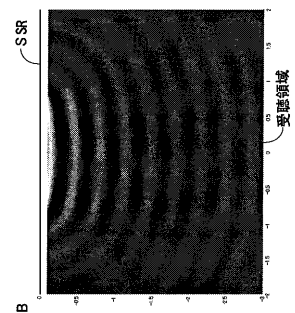


【図 4】

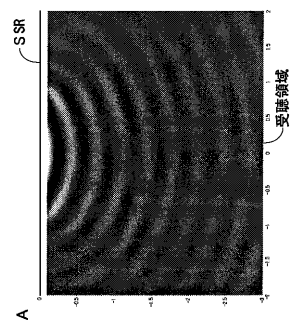


【図 5】

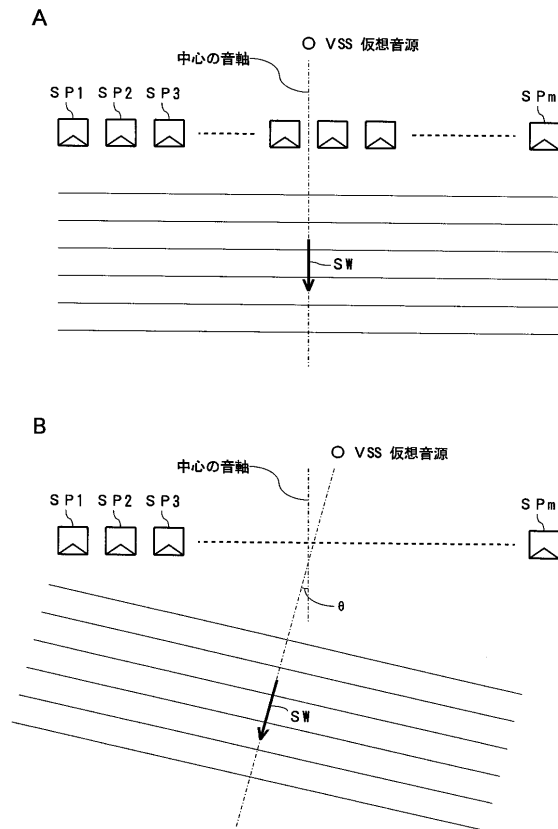
仮想音源



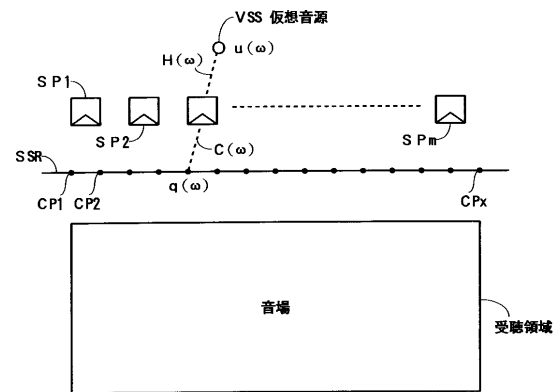
仮想音源



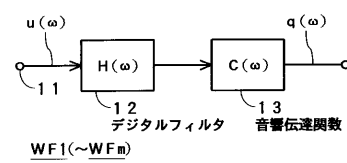
【圖 6】



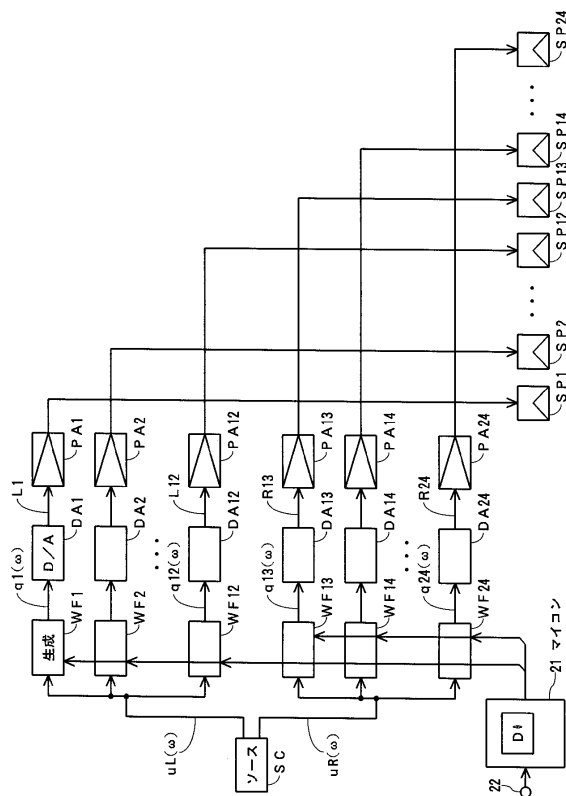
【圖 7】



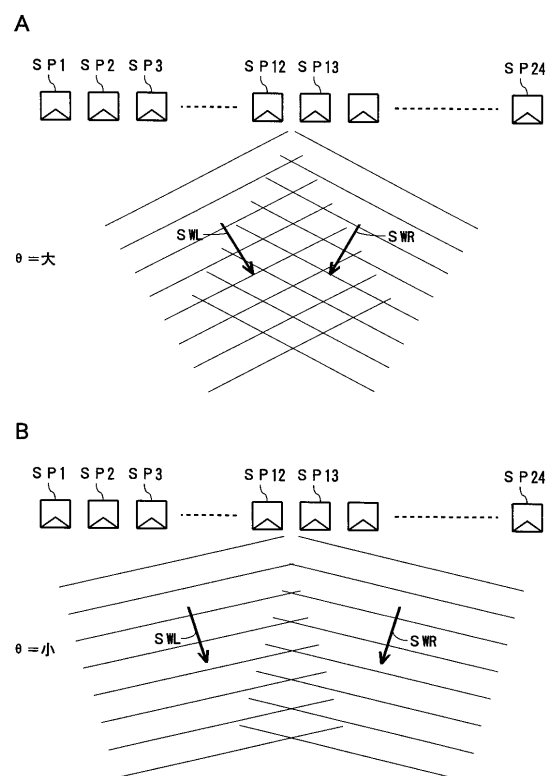
【 図 8 】



【 図 9 】

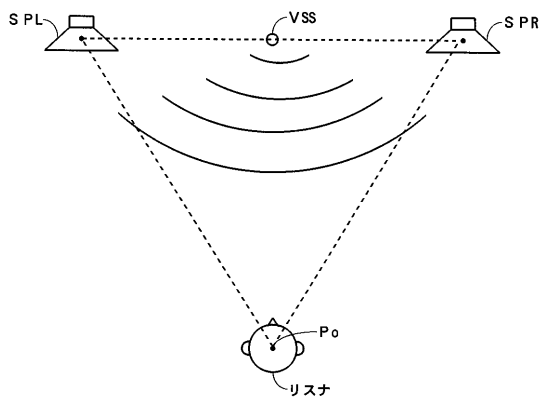


【 図 1 0 】





【図 15】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 寺内 俊郎  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 山下 功誠  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 三浦 雅美  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

## 合議体

審判長 板橋 通孝  
審判官 伊藤 隆夫  
審判官 千葉 輝久

- (56)参考文献 特開平4 - 132499 (JP, A)  
特表2001 - 517005 (JP, A)  
羽田陽一他「多点制御に基づく指向性再生の検討について」日本音響学会講演論文集、日本、2004.03.発行、2004、521 - 522頁

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04S 1/00- 7/00  
H04R 3/00- 5/04  
G10K15/00-15/12