

(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 1
HO4S 1/00 (2006.01)	HO4S 1/00 K
HO4R 1/40 (2006.01)	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 ソニー株式会社 東京都港区港南1丁目7番1号
(22) 出願日	平成16年10月12日(2004.10.12)	(74) 代理人	100095957 弁理士 龟谷 美明
(65) 公開番号	特開2006-114945 (P2006-114945A)	(74) 代理人	100096389 弁理士 金本 哲男
(43) 公開日	平成18年4月27日(2006.4.27)	(74) 代理人	100101557 弁理士 萩原 康司
審査請求日	平成18年3月9日(2006.3.9)	(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
審判番号	不服2008-14379 (P2008-14379/J1)	(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
審判請求日	平成20年6月9日(2008.6.9)		

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

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
10
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、
20

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
30

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SPLと、右チャンネルのスピーカSPRとを結ぶ線上に仮想音源VSSが形成され、この仮想音源VSS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SPL、SPR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、
50

最良のステレオ効果を得ることができる。

【0003】

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2002-505058号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

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。例えば複数のスピーカーがいる場合には、そのうちの何人かは一方のスピーカー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聞くことになってしまう。

【0005】

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

【0006】

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】

【0007】

この発明においては、

複数のスピーカーによりスピーカアレイを構成し、

上記複数のスピーカーのそれぞれから、これら複数のスピーカー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ー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ー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。

【発明の効果】

【0008】

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聞くことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

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

10

20

30

40

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。

【0010】

〔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
 d_s : 点 r_j を含む微小面積
 n : 点 r_j における微小面積 d_s に対する法線
 $u_n(r_j)$: 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 : / v

10

とすると、キルヒホップの積分公式は図2における(1)式で示される。

【0011】

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 $u_n(r_j)$ 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

【0012】

そこで、例えば図3A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 $u_n(r_j)$ 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。

【0013】

30

次に、閉曲面SRの半径Rを無限大にすると、図3A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。

【0014】

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ます。

【0015】

40

実際には、図3B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～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～CPxを「制御点」と呼ぶものとする。

【0016】

〔2〕 制御点CP1～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～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～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～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～SPmに供給されるオーディオ信号を制御して制御点CP1～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。

【0017】

このようにすれば、スピーカ S P1～S Pmから出力される音波が波面合成され、あたかも仮想音源 VSS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 P1～S Pmから出力される音波が波面合成される位置は、平面 SSRとなるので、以下においては、平面 SSRを「波面合成面」と呼ぶものとする。

【0018】

〔3〕 波面合成の様子

10

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 P1～S Pm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 : 10cm

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10cmの位置

制御点の数 : 1.3cm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)

20

受聴領域の広さ : 2.9m (前後方向) × 4 m (左右方向)

なお、

w : スピーカの間隔 [m]

v : 音速 (= 340m/s)

f hi : 再生上限周波数 [Hz]

とすれば、

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

となる。したがって、スピーカ S P1～S Pm (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 P1～S Pmの口径を小さくする必要がある。

【0019】

30

また、スピーカ S P1～S Pm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 CP1～CPxの間隔は、そのサンプリング周波数に対応する波長の1/4～1/5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 kHzとしたので、制御点 CP1～CPxの間隔を上記のように 1.3cmとしている。

【0020】

そして、図5によれば、スピーカ S P1～S Pmから出力された音波は、仮想音源 VSS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 VSSおよび音場が形成されていることがわかる。

【0021】

40

また、上記のように図5 Aの場合には、仮想音源 VSSの位置が受聴領域の前方 1 m であって、仮想音源 VSSが波面合成面 SSR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 VSSの位置が受聴領域の前方 3 m であって、仮想音源 VSSが図5 Aの場合よりも波面合成面 SSRから遠ざかっているので、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 VSS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。

【0022】

〔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 P1～S Pmの出力を波面合成して仮想音源 VSSを形成

50

する。そして、このとき、仮想音源VSSを、スピーカSP1～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～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～SPmの音軸の方向となる。

【0023】

しかし、図6Bに示すように、仮想音源VSSを、スピーカSP1～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～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～SPmの音軸との角度 θ を、 $\theta = 0$ とすることができる。

10

【0024】

なお、以下においては、角度 θ 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～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。

【0025】

そして、図6A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

【0026】

〔5〕 波面合成のアルゴリズム

図7に示すように、

$u(\cdot)$ ：仮想音源VSSの出力信号、つまり、原オーディオ信号

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

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

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

30

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

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

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

【0027】

そして、伝達関数 $H(\cdot)$ を制御すれば、このときの再現オーディオ信号 $q(\cdot)$ 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。

【0028】

〔6〕 生成回路

40

上記の〔5〕にしたがって原オーディオ信号 $u(\cdot)$ から再現オーディオ信号 $q(\cdot)$ 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12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～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～WFmとする。また、図8における符号13は、〔5〕に記載したように、スピーカSP1～SPmから制御点CP1～CPxまでの音響伝達関数 $C(\cdot)$ を表す。

【0029】

すなわち、生成回路WF1～WFm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 $u(\cdot)$ が、入力端子11を通じてデジタルフィルタ12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～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 $WF_1 \sim WF_m$ 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 $SP_1 \sim SP_m$ 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 $1 \sim 2$ の伝達関数 $H(\omega)$ を所定の値にすることにより仮想音源 VSS をスピーカ $SP_1 \sim SP_m$ 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 $1 \sim 2$ の伝達関数 $H(\omega)$ を変更することにより、図 6 A あるいは B に示すように、見込み角 θ 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 SSR 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 $SP_1 \sim SP_m$ の数 m が 24 個 ($m = 24$) の場合である。また、スピーカ $SP_1 \sim SP_{24}$ 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。

【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 $u_L(\omega)$ および右チャンネルのデジタルオーディオ信号 $u_R(\omega)$ が取り出され、信号 $u_L(\omega)$ が生成回路 $WF_1 \sim WF_{12}$ に供給されて再現オーディオ信号 $q_1(\omega) \sim q_{12}(\omega)$ が生成される。また、信号 $u_R(\omega)$ が生成回路 $WF_{13} \sim WF_{24}$ に供給されて再現オーディオ信号 $q_{13}(\omega) \sim q_{24}(\omega)$ が生成される。

20

【0033】

そして、これら信号 $q_1(\omega) \sim q_{12}(\omega)$ および $q_{13}(\omega) \sim q_{24}(\omega)$ が D/A コンバータ回路 $DA_1 \sim DA_{12}$ および $DA_{13} \sim DA_{24}$ に供給されてアナログのオーディオ信号 $L_1 \sim L_{12}$ および $R_{13} \sim R_{24}$ に D/A 変換され、これら信号 $L_1 \sim L_{12}$ および $R_{13} \sim R_{24}$ がパワーアンプ $PA_1 \sim PA_{12}$ および $PA_{13} \sim PA_{24}$ を通じてスピーカ $SP_1 \sim SP_{12}$ および $SP_{13} \sim SP_{24}$ 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 θ 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 θ 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 $q_1(\omega) \sim q_{24}(\omega)$ の数 24 と、見込み角 θ の設定可能数 10 とに対応して、 24×10 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 $WF_1 \sim WF_{24}$ のデジタルフィルタ $1 \sim 2$ に供給されてこれらの伝達関数 $H_1(\omega) \sim H_{24}(\omega)$ 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 $u_L(\omega)$ は、生成回路 $WF_1 \sim WF_{12}$ により信号 $q_1(\omega) \sim q_{12}(\omega)$ に変換され、この信号 $q_1(\omega) \sim q_{12}(\omega)$ から D/A 変換されたオーディオ信号 $L_1 \sim L_{12}$ がスピーカ $SP_1 \sim SP_{12}$ に供給されるので、図 10 A および B に示すように、スピーカ $SP_1 \sim SP_{12}$ 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 $u_R(\omega)$ により、スピーカ $SP_{13} \sim SP_{24}$ 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 $u_L(\omega)$ 、 $u_R(\omega)$ をステレオで聞くことができるが、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。

【0038】

この結果、音波 SWL および音波 SWR の受聴領域、すなわち、図 10 において音波 SWL、SWR が重畠している領域では、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聞くことができる。

【0039】

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聞くことができる。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、好きな場所で聞くことができる。また、空間の広がり感も創出される。

10

【0040】

さらに、操作スイッチ 22 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 WF1 ~ WF24 のデジタルフィルタ 12 ~ 12 の特性が制御され、見込み角 が例えば図 10 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。

【0041】

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 SWL、SWR 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。

【0042】

〔8〕 実施例（その 2）

20

図 11 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 12 にも示すように、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を、〔7〕の場合よりも広くした場合である。

【0043】

すなわち、この例においても、〔7〕と同様、スピーカ SP1 ~ SPm の数 m が 24 個 (m = 24) の場合であり、これらスピーカ 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。

【0044】

そして、信号源 SC から左および右チャンネルのデジタルオーディオ信号 uL()、uR() が取り出され、信号 uL() が生成回路 WF1 ~ 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 q1() ~ q24() が生成され、この信号 q1() ~ q24() が加算回路 AC1 ~ AC24 に供給される。

30

【0045】

また、信号 uR() が生成回路 WF25 ~ WF48 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 q25() ~ q48() が生成され、この信号 q25() ~ q48() が加算回路 AC24 ~ AC1 に供給される。こうして、加算回路 AC1 ~ AC24 からは、信号 q1() ~ q24() と、信号 q48() ~ q25() との加算信号 S1 ~ S24

$$S1 = q1() + q48()$$

$$S2 = q2() + q47()$$

...

$$S24 = q24() + q25()$$

40

が取り出される。

【0046】

そして、これら加算信号 S1 ~ S24 が D / A コンバータ回路 DA1 ~ DA24 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 PA1 ~ PA24 を通じてスピーカ SP1 ~ SP24 に供給される。

【0047】

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

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(\) \sim q48(\)$ の数 48 と、見込み角 の設定可能数 10 とに対応して、48 個 \times 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(\) \sim 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(\) \sim q24(\)$ と、右チャンネルの再現オーディオ信号 $q48(\) \sim q52(\)$ 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 が重畠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、 = 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(\) \sim 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(\) \sim 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(\) \sim 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(\) \sim q8(\)$ 、 $q9(\) \sim q16(\)$ 、 $q17(\) \sim q24(\)$ の生成方法は上述のとおりである。

【0054】

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で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で得ることができる。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。

40

【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(\) \sim 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。

【0056】

また、スピーカ S P1～S P24のうち、右側のスピーカ S P13～S P24に左チャンネルの再現オーディオ信号 $q_{1()} \sim q_{12()}$ のアナログ信号が供給され左チャンネルの音波 S WLが平行平面波の状態で出力され、この音波 S WLが左側の壁面 WLで反射される。したがって、これら壁面 WL、WRで反射した音波 S WL、S WRにより音場が形成される。

【0057】

〔11〕 その他

上述においては、複数 m 個のスピーカ S P1～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 P1～S P m と、波面合成面 SSR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 P1～S P m は直線状あるいは平面状に配置しなくてもよい。

10

【0058】

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 P1～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、AVシステムと一体化するような場合には、スピーカ S P1～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匂字状あるいは匂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。

20

【0059】

〔略語の一覧〕

AV : Audio and Visual

CD : Compact Disc

D / A : Digital to Analog

DSP : Digital Signal Processor

【図面の簡単な説明】

【0060】

30

【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。

40

【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。

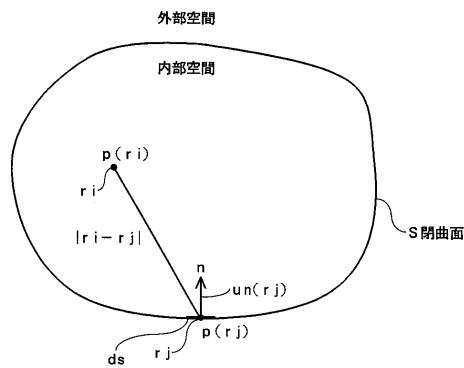
【符号の説明】

【0061】

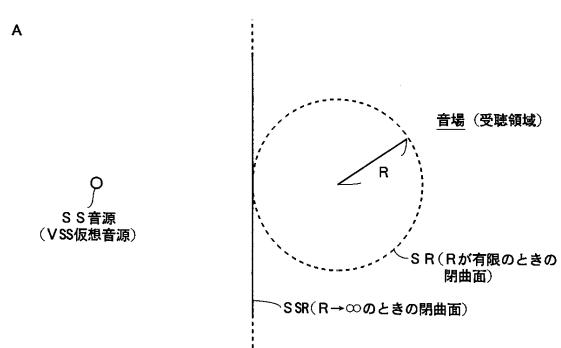
12...デジタルフィルタ、13...音響伝達関数、21...マイクロコンピュータ、22...操作スイッチ、AC1～AC24...加算回路、DA1～DA24...D / A コンバータ回路、PA1～PA24...アンプ、SC...信号源、S P1～S P m ...スピーカ、WF1～WF m ...生成回路

50

【図1】



【図3】



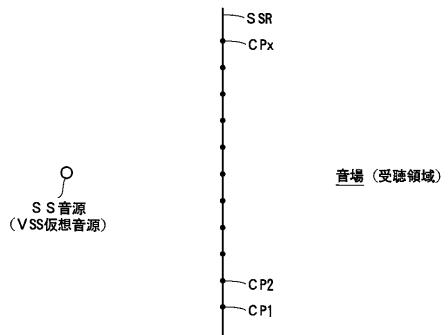
【図2】

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

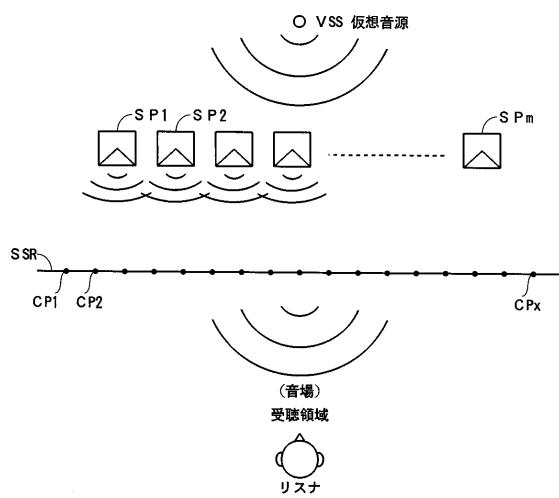
ただし、

$$G_{ij} = \frac{e \times p (-j k |r_i - r_j|)}{4 \pi |r_i - r_j|}$$

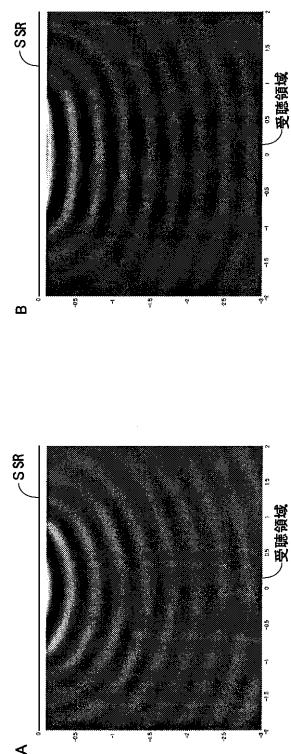
B



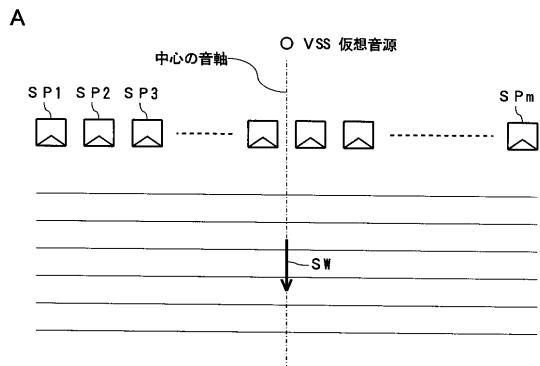
【図4】



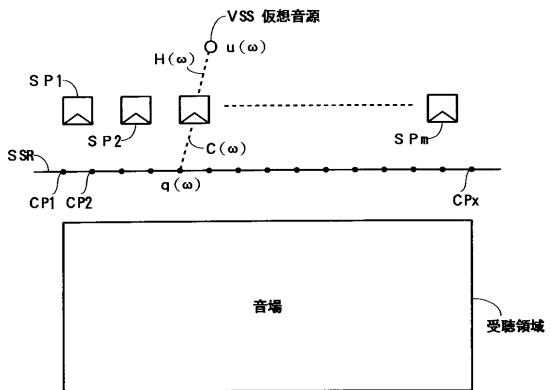
【図5】



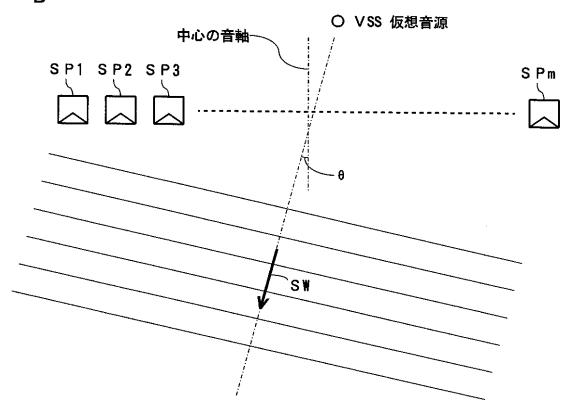
【図6】



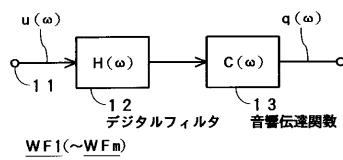
【図7】



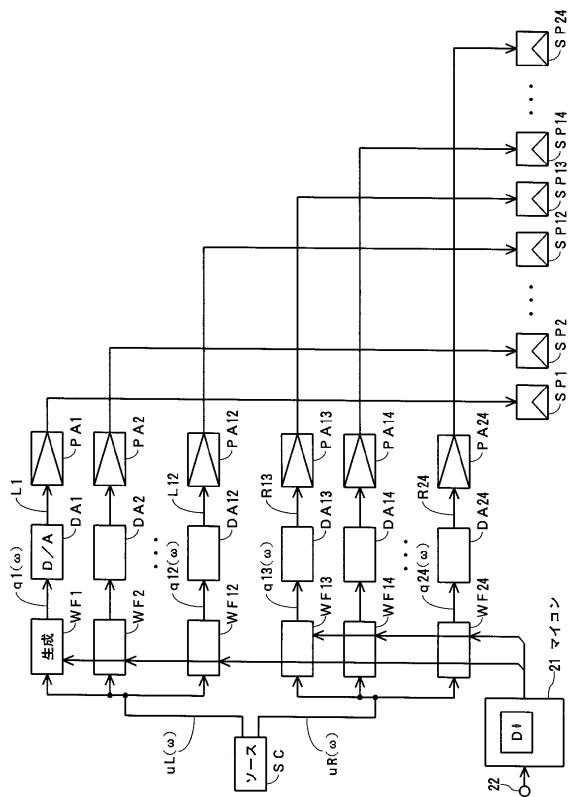
B



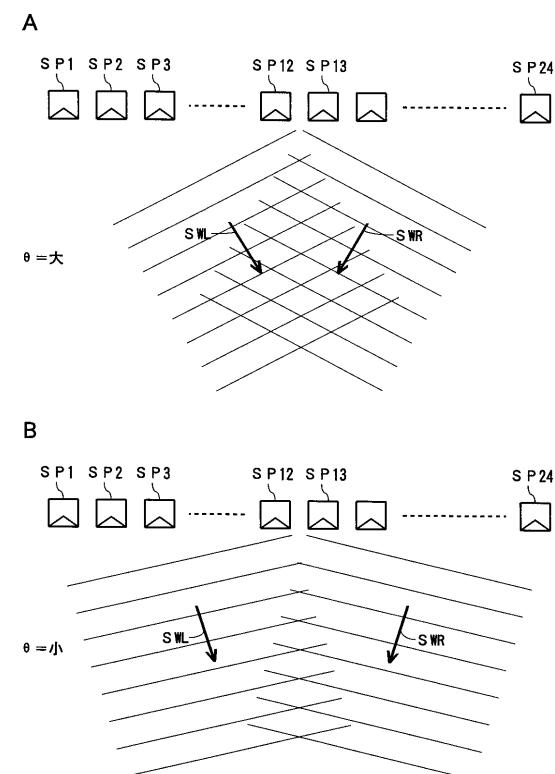
【図8】



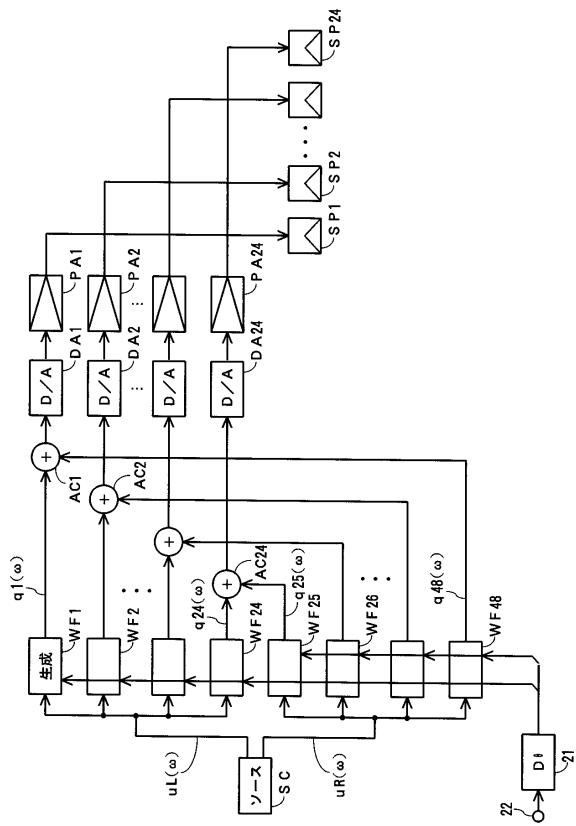
【図9】



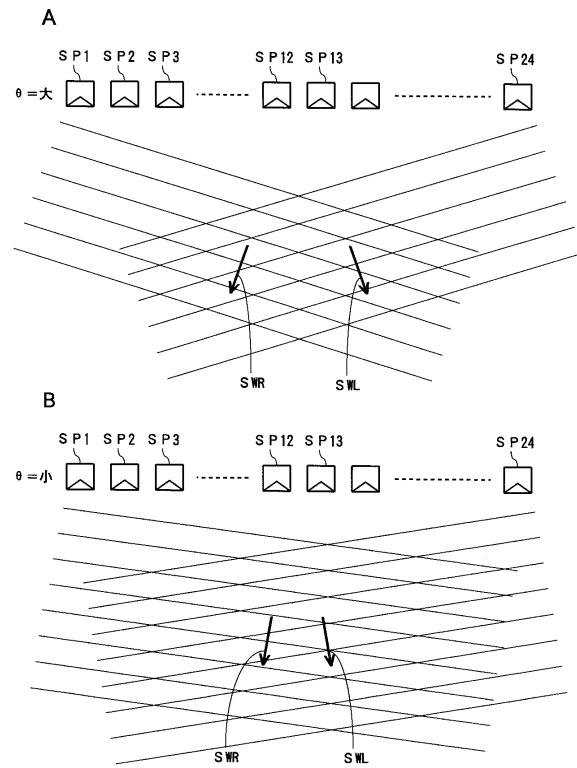
【図10】



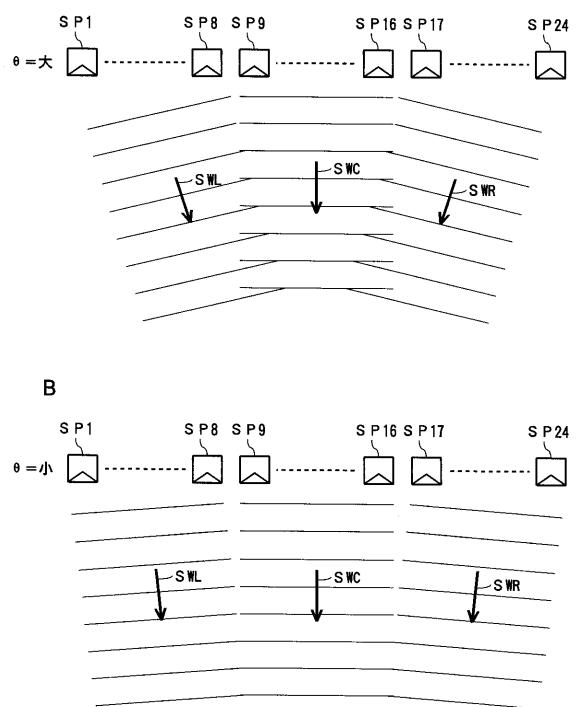
【図11】



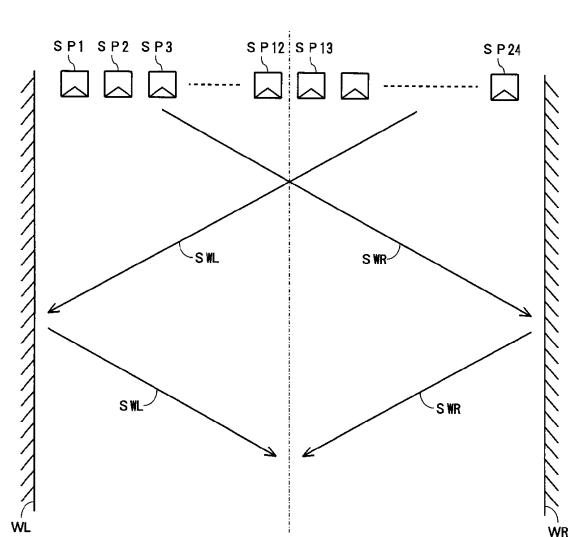
【図12】



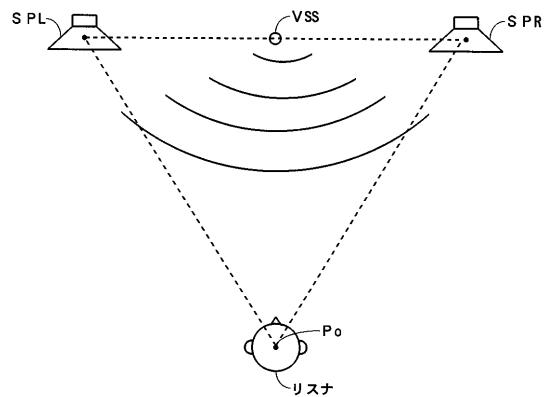
【図13】



【図14】



【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