

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-14079

(P2020-14079A)

(43) 公開日 令和2年1月23日(2020.1.23)

(51) Int.Cl.		F I			テーマコード (参考)
HO4R 3/00	(2006.01)	HO4R 3/00	310		5D162
HO4S 7/00	(2006.01)	HO4S 7/00	300		5D220

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2018-134077 (P2018-134077)
 (22) 出願日 平成30年7月17日 (2018.7.17)

(71) 出願人 591141784
 学校法人大阪産業大学
 大阪府大東市中垣内3丁目1番1号
 (74) 代理人 100104433
 弁理士 宮園 博一
 (72) 発明者 中山 雅人
 大阪府大東市中垣内3丁目1番1号 大阪
 産業大学 デザイン工学部情報システム学
 科内
 Fターム(参考) 5D162 AA07 BA06 CA01 CD11 EG02
 5D220 AA11 AA44 AB06

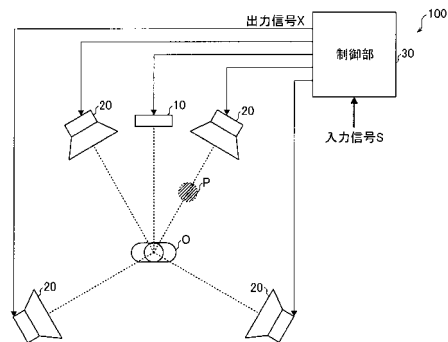
(54) 【発明の名称】音響システム

(57) 【要約】

【課題】受聴者と仮想音源との距離を変化させることが可能な音響システムを提供する。

【解決手段】音響システム100は、マルチチャンネル音響用の音響システムであって、ダイナミックスピーカ20と、パラメトリックスピーカ10と、制御部30とを備える。そして、制御部30は、ダイナミックスピーカ20から出力される音、および、パラメトリックスピーカ10から出力される音を、振幅パンニングにより制御することにより、仮想音源Pの受聴者Oからの距離を制御する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

マルチチャンネル音響用の音響システムであって、
ダイナミックスピーカと、
超指向性スピーカと、
制御部とを備え、

前記制御部は、前記ダイナミックスピーカから出力される音、および、前記超指向性スピーカから出力される音を、振幅パンニングにより制御することにより、仮想音源の受聴者からの距離を制御することを特徴とする、音響システム。

【請求項 2】

前記制御部は、前記ダイナミックスピーカと前記超指向性スピーカの受聴者位置におけるインパルス応答の合成比を変えることで直間比を制御することを特徴とする、請求項 1 に記載の音響システム。

【請求項 3】

前記制御部は、前記ダイナミックスピーカの入力信号に対するゲイン係数と、前記超指向性スピーカの入力信号に対するゲイン係数とを制御して受聴者位置におけるインパルス応答の合成比を変えることで直間比を制御することを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の音響システム。

【請求項 4】

前記超指向性スピーカは、パラメトリックスピーカを含む、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の音響システム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、音響システムに関し、特に、マルチチャンネル音響用の音響システムに関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、マルチチャンネル音響用の音響システムが知られている（たとえば、非特許文献 1 参照）。

【0003】

上記非特許文献 1 には、2chステレオや 5.1chサラウンドなどのマルチチャンネル音響用の音響システムが開示されている。また、この非特許文献 1 では、仮想音源の受聴者からの方位を振幅パンニングにより制御することが開示されている。ここで、振幅パンニングとは、スピーカから出力される音に振幅差をつけることにより、音像定位を変化させることである。また、この非特許文献 1 には明確に記載されていないものの、音響システムは、複数のダイナミックスピーカにより構成されていると考えられる。ここで、ダイナミックスピーカとは、一般にオーディオ機器として使用されているスピーカで、磁石とコイルなどで駆動されるダイナミック駆動方式のスピーカを指す。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【非特許文献 1】小野一穂、「2章 マルチチャンネルオーディオ」、映像情報メディア学会誌、2014年、Vol. 68、No. 8、p. 604 - 607

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

しかしながら、上記非特許文献 1 に記載される音響システムでは、仮想音源の受聴者からの方位を水平方向に変化させることは可能であるが、仮想音源の受聴者からの距離を変化させることはできない。仮想音源の距離感の手がかり（指標）となるものにインパルス

10

20

30

40

50

応答の直間比があるが、一般に直間比が低い（直接音が小さい）スピーカでは、受聴者は仮想音源が遠い位置にあると認識し、直間比が大きいスピーカでは、受聴者は仮想音源が近くにあると感じる。ダイナミックスピーカは直間比の小さいスピーカであり、ダイナミックスピーカだけで振幅パンニングを行った場合、受聴者から遠い位置に仮想音源が存在すると認識し、受聴者と仮想音源との距離を変化させることが困難であるという問題点があると考えられる。

【0006】

この発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、この発明の1つの目的は、受聴者と仮想音源との距離を変化させることが可能な音響システムを提供することである。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

この発明の一の局面による音響システムは、マルチチャンネル音響用の音響システムであって、ダイナミックスピーカと、超指向性スピーカと、制御部とを備え、制御部は、ダイナミックスピーカから出力される音、および、超指向性スピーカから出力される音を、振幅パンニングにより制御することにより、仮想音源の受聴者からの距離を制御することを特徴とする。

【0008】

この発明の一の局面による音響システムでは、上記のように、インパルス応答の直間比が低い（直接音が小さい）ダイナミックスピーカと、インパルス応答の直間比が高い（直接音が大きい）超指向性スピーカとを組み合わせることで振幅パンニングを行うことにより、インパルス応答の直間比が低いダイナミックスピーカだけで振幅パンニングを行う場合と異なり、仮想音源の距離感の手がかり（指標）となる受聴者位置におけるインパルス応答の合成比を変化させて直間比を精度良く制御することができる。その結果、受聴者の近傍においても仮想音源の受聴者からの距離を精度良く制御することができるので、受聴者と仮想音源との距離を変化させることが可能な音響システムを提供することができる。

20

【0009】

上記一の局面による音響システムにおいて、好ましくは、制御部は、ダイナミックスピーカと超指向性スピーカの受聴者位置におけるインパルス応答の合成比を変えることで直間比を制御することを特徴とする。

30

【0010】

上記一の局面による音響システムにおいて、好ましくは、制御部は、ダイナミックスピーカの入力信号に対するゲイン係数と、超指向性スピーカの入力信号に対するゲイン係数とを制御して受聴者位置におけるインパルス応答の合成比を変えることで直間比を制御することを特徴とする。

【0011】

上記一の局面による音響システムにおいて、好ましくは、超指向性スピーカは、パラメトリックスピーカを含む。このように構成すれば、インパルス応答の直間比が低いダイナミックスピーカと、インパルス応答の直間比がより高いパラメトリックスピーカとを組み合わせることで振幅パンニングを行うことができるので、仮想音源の距離感の手がかりとなる受聴者位置におけるインパルス応答の直間比をより精度良く制御することができる。

40

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、上記のように、受聴者と仮想音源との距離を変化させることが可能な音響システムを提供することができる。

また、バーチャルリアリティの分野において本音響システムを用いると、バーチャルな話者が存在する位置に仮想音源を設定することができるので、バーチャルな話者の位置から音声が出てくるように設定すると、いかにも話者が話しているかのように聞こえる。従来のスピーカの設置場所から話者の音声が出てくるのとは違って、より現実感が得られる。さらに、一般にいわれる遠隔臨場感（Telexistence）の分野でも大いに使用可能である

50

。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の一実施形態による音響システムを示した図である。

【図2】本発明の一実施形態による音響システムの仮想音源の受聴者からの距離の制御を説明するための図である。

【図3】客観評価実験におけるマイク、スピーカ、仮想音源の配置条件を示す図である。

【図4】客観評価実験におけるマイク、スピーカ（実音源）の配置条件を示す図である。

【図5】主観評価実験における受聴者、スピーカ、仮想音源の配置条件を示す図である。

【図6】主観評価実験における受聴者、スピーカ（実音源）の配置条件を示す図である。

【図7】主観評価実験において得られた実音源における距離に関する回答の頻度分布を示すグラフである。

【図8】主観評価実験において得られた仮想音源における距離に関する回答の頻度分布を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明を具体化した実施形態を図面に基づいて説明する。

【0015】

図1および図2を参照して、本発明の一実施形態による音響システム100の構成について説明する。

【0016】

(音響システムの構成)

一実施形態による音響システム100は、マルチチャンネル音響用の音響システムである。音響システム100は、1つのパラメトリックスピーカ10と、複数(4つ)のダイナミックスピーカ20と、制御部30とを備える。なお、パラメトリックスピーカ10は、特許請求の範囲の「超指向性スピーカ」の一例である。

【0017】

パラメトリックスピーカ10は、超音波をキャリア波として利用したスピーカである。パラメトリックスピーカ10は、受聴者Oに対して正面に配置されている。ダイナミックスピーカ20は、永久磁石および可動コイルを利用したスピーカである。4つのダイナミックスピーカ20は、それぞれ、受聴者Oに対して、前方左側、前方右側、後方左側、および、後方右側に配置されている。

【0018】

制御部30は、CPUなどのプロセッサ(図示せず)と、ROMおよびRAMなどの記憶部(図示せず)とを含む制御回路である。制御部30は、音声信号である入力信号Sに基づいて、入力信号Sに対応する音を出力するように、パラメトリックスピーカ10および4つのダイナミックスピーカ20を制御する。

【0019】

ここで、本実施形態では、制御部30は、ダイナミックスピーカ20から出力される音、および、パラメトリックスピーカ10から出力される音を、振幅パンニングにより制御することにより、仮想音源P(図2参照)の受聴者O(受聴者位置)からの距離を制御するように構成されている。仮想音源Pの受聴者Oからの距離を制御することにより、受聴者に最適な音環境を実現可能である。また、本実施形態では、制御部30は、受聴者位置におけるインパルス応答の直間比を制御することにより、仮想音源Pの受聴者Oからの距離を制御するように構成されている。以下、図2を参照して、パラメトリックスピーカ10、前方左側のダイナミックスピーカ20、および、前方右側のダイナミックスピーカ20により、仮想音源Pの受聴者Oからの距離制御を行う例について説明する。

【0020】

図2に示すように、ベクトル合成に基づく振幅パンニング(VBAP(Vector Base Amplitude Panning))では、再生空間を、3つのスピーカからなる三角領域で分割する。図

10

20

30

40

50

2では、前方左側のダイナミックスピーカ20の音響重心をLとし、前方右側のダイナミックスピーカ20の音響重心をRとし、パラメトリックスピーカ10の音響重心をOとしている。なお、パラメトリックスピーカ10の音響重心Oは、受聴者位置としている。パラメトリックスピーカ10は、インパルス応答の直間比が高いため、受聴者Oは受聴者Oの直近において仮想音源を知覚するためである。また、図2では、音響重心Lと仮想音源Pとを通る直線の線分ORとの交点をLaとし、音響重心Rと仮想音源Pとを通る直線の線分OLとの交点をRaとし、音響重心Oと仮想音源Pとを通る直線の線分LRとの交点をOaとしている。

【0021】

この場合、振幅パンニングでは、3つのスピーカの入力信号Sに対するゲイン係数は、

10

【数1】

$$\alpha_L = \sqrt{\frac{PLa}{LLa}} \dots (1)$$

【数2】

$$\alpha_R = \sqrt{\frac{PRa}{RRa}} \dots (2)$$

20

【数3】

$$\alpha_O = \sqrt{\frac{POa}{OOa}} \dots (3)$$

ここで、

L：前方左側のダイナミックスピーカのゲイン係数

R：前方右側のダイナミックスピーカのゲイン係数

O：パラメトリックスピーカのゲイン係数

PLa：線分PLaの長さ

LLa：線分LLaの長さ

PRa：線分PRaの長さ

RRa：線分RRaの長さ

POa：線分POaの長さ

OOa：線分OOaの長さ

である。

【0022】

また、入力信号S（仮想音源P）が複数ある場合、入力信号S（仮想音源P）毎に個別にゲイン係数が計算される。3つのスピーカのi番目の入力信号Sに対するゲイン係数は、それぞれ、以下の式（4）～（6）により表される。

40

【数4】

$$\alpha_{Li} = \sqrt{\frac{P_iLa_i}{L_iLa_i}} \dots (4)$$

【数 5】

$$\alpha_{Ri} = \sqrt{\frac{P_i R a_i}{R_i R a_i}} \cdots (5)$$

【数 6】

$$\alpha_{Oi} = \gamma \sqrt{\frac{P_i O a_i}{O_i O a_i}} \cdots (6)$$

10

【0023】

なお、式(6)の α_{Ri} は、インパルス応答の直間比を補正するための補正係数である。 α_{Li} は、予め測定された受聴者位置におけるインパルス応答の直間比に基づいて取得される。また、 α_{Li} 、 α_{Ri} および α_{Oi} は、それぞれ、 i 番目の入力信号 S に対する α_{Li} 、 α_{Ri} および α_{Oi} である。また、 P_i 、 L_i 、 R_i 、 $L a_i$ 、 $R a_i$ および $O a_i$ は、それぞれ、 i 番目の入力信号 S に対する P 、 L 、 R 、 $L a$ 、 $R a$ および $O a$ の位置である。

【0024】

また、振幅パンニングでは、3つのスピーカの出力信号 X は、それぞれ、以下の式(7)~(9)により表される。

【数 7】

$$x_L(t) = \sum_{i=1}^I \alpha_{Li} S_i(t) \cdots (7)$$

20

【数 8】

$$x_R(t) = \sum_{i=1}^I \alpha_{Ri} S_i(t) \cdots (8)$$

30

【数 9】

$$x_O(t) = \sum_{i=1}^I \alpha_{Oi} \beta (1 + S_i(t)) c(t) \cdots (9)$$

ここで、

$x_L(t)$: 前方左側のダイナミックスピーカの出力信号

$x_R(t)$: 前方右側のダイナミックスピーカの出力信号

$x_O(t)$: パラメトリックスピーカの出力信号

$S_i(t)$: i 番目の入力信号

β : パラメトリックスピーカとダイナミックスピーカとの音圧レベルを正規化するための係数

$c(t)$: パラメトリックスピーカのキャリア波の信号

である。

【0025】

以上のように、まず、制御部30は、ダイナミックスピーカ20の音響重心を実際の位置に設定し、パラメトリックスピーカ10の音響重心を受聴者位置と仮定して設定した状態で、設定された音響重心に基づいて、パラメトリックスピーカ10の入力信号 S に対するゲイン係数と、ダイナミックスピーカ20の入力信号 S に対するゲイン係数とを取得す

50

る。入力信号 S が複数ある場合、制御部 30 は、入力信号 S 毎に個別に、パラメトリックスピーカ 10 の入力信号 S に対するゲイン係数と、ダイナミックスピーカ 20 の入力信号 S に対するゲイン係数とを取得する。この際、制御部 30 は、パラメトリックスピーカ 10 のゲイン係数を、インパルス応答の直間比を補正するための補正係数により補正して取得する。

【0026】

そして、制御部 30 は、取得したゲイン係数により入力信号 S をパラメトリックスピーカ 10 とダイナミックスピーカ 20 とに分配して、パラメトリックスピーカ 10 の出力信号 X とダイナミックスピーカ 20 の出力信号 X とを取得する。この際、制御部 30 は、パラメトリックスピーカ 10 の出力信号 X を、音圧レベルを正規化するための係数により補正して取得する。そして、制御部 30 は、取得した各出力信号 X に基づいて、入力信号 S に対応する音を出力するように、パラメトリックスピーカ 10 およびダイナミックスピーカ 20 を制御する。これにより、振幅パンニングが行われて、仮想音源 P の受聴者 O からの距離が制御される。このように、制御部 30 は、ダイナミックスピーカ 20 の入力信号 S に対するゲイン係数と、パラメトリックスピーカ 10 の入力信号 S に対するゲイン係数とを制御して仮想音源 P の位置を設定することにより、仮想音源 P の受聴者 O からの距離を制御するように構成されている。この際、制御部 30 は、ダイナミックスピーカ 20 とパラメトリックスピーカ 10 の受聴者位置におけるインパルス応答の合成比を変えることで直間比を制御する。具体的には、制御部 30 は、ダイナミックスピーカ 20 の入力信号に対するゲイン係数と、パラメトリックスピーカ 10 の入力信号に対するゲイン係数とを制御して受聴者位置におけるインパルス応答の合成比を変えることで直間比を制御する。

10

20

【0027】

(客観評価実験)

次に、図 3、図 4 および表 1 ~ 表 4 を参照して、本実施形態の仮想音源 P の距離制御について行った客観評価実験について説明する。

【0028】

図 3 に示すように、客観評価実験では、本実施形態の仮想音源 P の距離制御により、仮想音源 P の位置を、 $R0.3$ 、 $R1.0$ 、 $R2.0$ 、 $C0.3$ 、 $C1.0$ 、 $C1.7$ 、 $L0.3$ 、 $L1.0$ 、 $L2.0$ の各位置に制御し、受聴者位置に配置したマイクロフォンによりインパルス応答を計測した。は、1 とし、は、実測した音圧レベルを用いて実験的に調整した。

30

【0029】

なお、「 R 」、「 L 」および「 C 」の文字は、受聴者位置に対する方向を示している。具体的には、「 R 」は、受聴者位置に対して右側方向 (30 度の方向) であることを示し、「 C 」は、受聴者位置の正面方向であることを示し、「 L 」は、受聴者位置に対して左側方向 (-30 度の方向) であることを示している。また、「 0.3 」、「 1.0 」、「 1.7 」および「 2.0 」の数字は、受聴者位置に対する距離を示している。

【0030】

また、仮想音源 P のインパルス応答の計測結果と比較するために、図 4 に示すように、実音源 (ダイナミックスピーカ) を、 $R0.3$ 、 $R1.0$ 、 $R2.0$ 、 $C0.3$ 、 $C1.0$ 、 $C1.7$ 、 $L0.3$ 、 $L1.0$ 、 $L2.0$ の各位置に配置し、受聴者位置に配置したマイクロフォンによりインパルス応答を計測した。

40

【0031】

また、計測したインパルス応答に基づいて、以下の式 (10) により、インパルス応答の直間比を求めた。

【数 1 0】

$$DRR = 10 \log_{10} \frac{\sum_{n=0}^{T_d-1} O_e^2(n)}{\sum_{n=0}^{T'-1} O_e^2(n)} \dots (10)$$

ここで、

DRR：インパルス応答の直間比

 $O_e(n)$ ：計測したインパルス応答 T_d ：直接波の信号長 T' ：インパルス応答の信号長

である。

【0032】

なお、 T_d は、7msとした。また、インパルス応答は、TSP (Time-stretched pulse) 法を用いて計測した。また、音源は、TSP信号 (信号長：2¹⁹、周波数幅：0～8kHz) を用いた。また、以下の表1に客観性評価実験における実験機材を、以下の表2に客観性評価実験における実験条件を、以下の表3に客観性評価実験におけるパラメトリックスピーカ10の実験条件をそれぞれ示している。また、以下の表4に、客観性評価実験において得られたインパルス応答の直間比を示している。

【表 1】

実験機材

Parametric loudspeaker	MITSUBISHI,MSP-50E
Dynamic loudspeaker	FOSTEX,FE83En
Microphone	SONY,ECM-88B
A/D,D/A converter	RME,Fireface UFX

【表 2】

実験条件

Reverberation time	$T_{60}=650\text{ms}$
Sampling frequency	192 kHz
Quantization	16 bits

【表 3】

パラメトリックスピーカの実験条件

Carrier frequency	40 kHz
Modulation method	AM-DSB

【表 4】

インパルス応答の直間比

	実音源	仮想音源
L0.3	15.5 dB	13.4 dB
C0.3	15.7 dB	13.4 dB
R0.3	17.1 dB	13.1 dB
L1.0	7.2 dB	10.6 dB
C1.0	6.3 dB	9.8 dB
R1.0	6.9 dB	9.6 dB
L2.0	1.2 dB	2.4 dB
C1.7	0.9 dB	1.1 dB
R2.0	1.0 dB	1.5 dB

10

【0033】

表 4 に示すように、本実施形態の仮想音源 P の距離制御によるインパルス応答の直間比と、実音源によるインパルス応答の直間比とは、非常に高い相関があり、その誤差は大きくても 2～3 dB 程度であることがわかる。このことから、本実施形態の仮想音源 P の距離制御により、距離感に対して重要な物理指標であるインパルス応答の直間比を高い精度で制御できていることがわかった。

20

【0034】

(主観評価実験)

次に、図 5～図 8 および表 5 を参照して、本実施形態の仮想音源 P の距離制御について行った主観評価実験について説明する。

【0035】

図 5 に示すように、主観評価実験では、本実施形態の仮想音源 P の距離制御により、仮想音源 P の位置を、R0.3、R1.0、R2.0、C0.3、C1.0、C1.7、L0.3、L1.0、L2.0 の各位置に制御し、受聴者位置に位置した被験者に受聴させた。

30

【0036】

また、仮想音源 P の被験者による受聴結果と比較するために、図 6 に示すように、実音源(ダイナミックスピーカ)を、R0.3、R1.0、R2.0、C0.3、C1.0、C1.7、L0.3、L1.0、L2.0 の各位置に配置し、受聴者位置に位置した被験者に受聴させた。

【0037】

被験者は、7名であり、それぞれの位置につき2回の音を受聴させ、距離を回答させた。また、受聴させる音は、ランダムで提示した。また、音源は、白色雑音(周波数幅:0～8kHz)を用いた。

40

【0038】

図 7 および図 8 に示すように、本実施形態の仮想音源 P の距離制御による距離の提示性能と、実音源による距離の提示性能とは、ほぼ同等であることがわかる。また、以下の表 5 に示すように、距離の正答率からもその傾向がわかる。以上より、本実施形態の仮想音源 P の距離制御は、高い距離の提示性能を実現していることがわかった。

【表 5】

距離の正答率

	実音源	仮想音源
正答率	81%	76%

【0039】

(本実施形態の効果)

本実施形態では、以下のような効果を得ることができる。

10

【0040】

本実施形態では、上記のように、インパルス応答の直間比が低い(直接音が小さい)ダイナミックスピーカ20と、インパルス応答の直間比が高い(直接音大きい)パラメトリックスピーカ10とを組み合わせることで振幅パンニングを行うことにより、インパルス応答の直間比が低いダイナミックスピーカ20だけで振幅パンニングを行う場合と異なり、仮想音源Pの距離感の手がかり(指標)となる受聴者位置におけるインパルス応答の合成比を変化させて直間比を精度良く制御することができる。その結果、受聴者Oの近傍においても仮想音源Pの受聴者Oからの距離を精度良く制御することができるので、受聴者Oと仮想音源Pとの距離を自在に制御することが可能な音響システム100を提供することができる。

20

【0041】

また、本実施形態では、上記のように、制御部30を、ダイナミックスピーカ20とパラメトリックスピーカ10の受聴者位置におけるインパルス応答の合成比を変えることで直間比を制御することにより、仮想音源Pの受聴者Oからの距離を制御するように構成する。

【0042】

また、本実施形態では、上記のように、制御部30を、ダイナミックスピーカ20の入力信号に対するゲイン係数と、パラメトリックスピーカ10の入力信号に対するゲイン係数とを制御して受聴者位置におけるインパルス応答の合成比を変えることで直間比を制御するように構成する。

30

【0043】

また、本実施形態では、上記のように、超指向性スピーカを、パラメトリックスピーカ10を含むように構成する。これにより、インパルス応答の直間比が低いダイナミックスピーカ20と、インパルス応答の直間比がより高いパラメトリックスピーカ10とを組み合わせることで振幅パンニングを行うことができるので、仮想音源Pの距離感の手がかりとなる受聴者位置におけるインパルス応答の直間比をより精度良く制御することができる。

【0044】

[変形例]

なお、今回開示された実施形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施形態の説明ではなく、特許請求の範囲によって示され、さらに特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更(変形例)が含まれる。

40

【0045】

たとえば、上記実施形態では、音響システムを、1つのパラメトリックスピーカ(超指向性スピーカ)を備えるように構成する例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、音響システムを、複数の超指向性スピーカを備えるように構成してもよい。

【0046】

また、上記実施形態では、音響システムを、4つのダイナミックスピーカを備えるように構成する例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、音響システムを、1つまたは4つ以外の複数のダイナミックスピーカを備えるように構成してもよい。

50

【0047】

また、上記実施形態では、本発明の超指向性スピーカを、パラメトリックスピーカにより構成する例を示したが、本発明はこれに限られない。たとえば、超指向性スピーカを、アレイスピーカや曲面反射板型スピーカにより構成してもよい。

【0048】

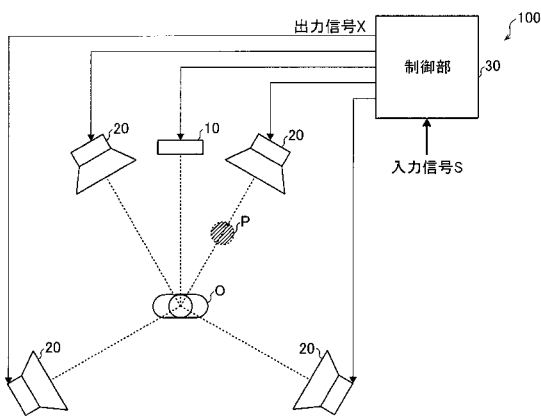
また、上記実施形態では、パラメトリックスピーカ（超指向性スピーカ）を、受聴者に対して正面に配置する例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、超指向性スピーカを、受聴者に対して正面以外に配置してもよい。たとえば、超指向性スピーカを、受聴者に対して、右側に配置してもよいし、左側に配置してもよいし、背面側に配置してもよい。

【符号の説明】

【0049】

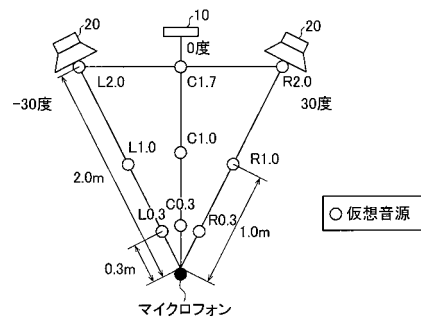
- 10 パラメトリックスピーカ（超指向性スピーカ）
- 20 ダイナミックスピーカ
- 30 制御部
- 100 音響システム

【図1】

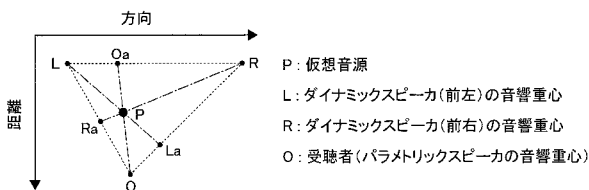


【図3】

客観評価実験におけるマイク、スピーカ、仮想音源の配置条件

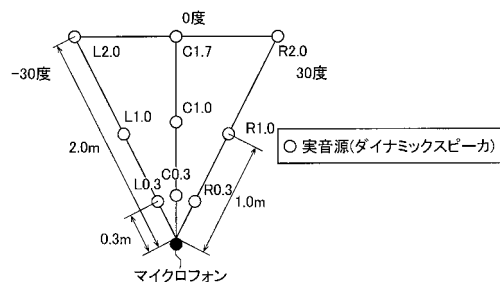


【図2】



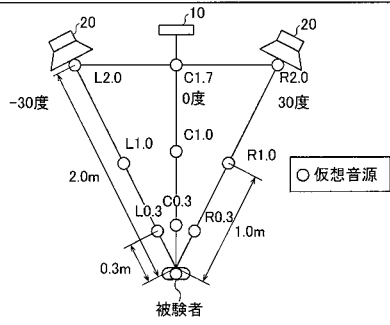
【図4】

客観評価実験におけるマイク、スピーカ(実音源)の配置条件



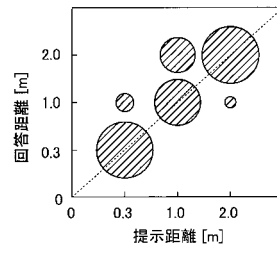
【 図 5 】

主観評価実験における受聴者、スピーカ、仮想音源の配置条件



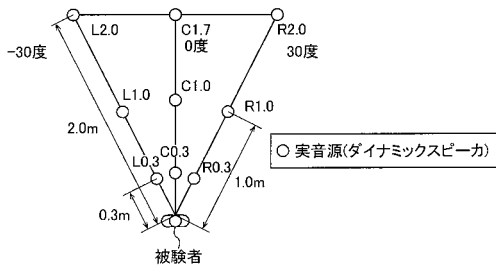
【 図 7 】

実音源における距離に関する回答の頻度分布



【 図 6 】

主観評価実験における受聴者、スピーカ(実音源)の配置条件



【 図 8 】

仮想音源における距離に関する回答の頻度分布

