

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2022年9月1日(01.09.2022)



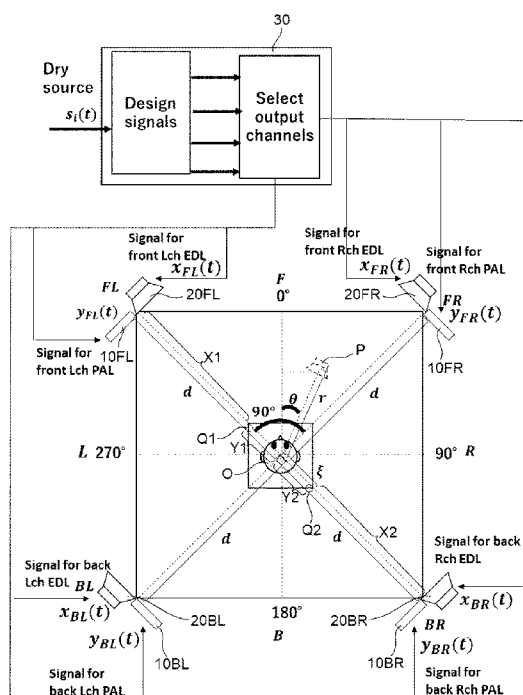
(10) 国際公開番号

WO 2022/181678 A1

- (51) 国際特許分類:
H04R 1/20 (2006.01) H04S 7/00 (2006.01)
H04R 3/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/007568
- (22) 国際出願日: 2022年2月24日(24.02.2022)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2021-028892 2021年2月25日(25.02.2021) JP
- (71) 出願人: 学校法人大阪産業大学 (OSAKA SANGYO UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒5748530 大阪府大東市中垣内3丁目1番1号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 中山 雅人 (NAKAYAMA Masato); 〒5748530 大阪府大東市中垣内3丁目1番1号 学校法人大阪産業大学 デザイン工学部情報システム学科内 Osaka (JP). 江川 琢真 (EKAWA Takuma); 〒5748530 大阪府大東市中垣内3丁目1番1号 学校法人大阪産業大学 デザイン工学部情報システム学科内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 阿部 伸一, 外 (ABE Shinichi et al.); 〒1710033 東京都豊島区高田3-1-1 2 K Tビル3階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,

(54) Title: SOUND SYSTEM

(54) 発明の名称: 音響システム



(57) **Abstract:** The present invention provides a sound system in which a first output direction of sound from a first electrodynamic speaker 20FL and a first ultradirectional speaker 10FL, and a second output direction of sound from a second electrodynamic speaker 20BR and a second ultradirectional speaker 10BR, are opposed to each other and directed toward the position of a listener O, and when a virtual sound source P is present at a first short distance Y1 and a second short distance Y2, a control unit 30 changes the energy ratio of the first ultradirectional speaker 10FL and the second ultradirectional speaker 10BR, and controls a first short distance level difference and a second short distance level difference, whereby it is possible to present a moving sound that passes through the listener O.

(57) **要約:** 本発明は、前記第1動電型スピーカ20FL及び前記第1超指向性スピーカ10FLからの前記音の第1出力方向と、前記第2動電型スピーカ20BR及び前記第2超指向性スピーカ10BRからの前記音の第2出力方向とを、対向させて前記受聴者Oの位置に向け、制御部30は、前記第1近距離Y1及び前記第2近距離Y2に前記仮想音源Pがあるときは、前記第1超指向性スピーカ10FLと、前記第2超指向性スピーカ10BRとのエネルギー比を変えて第1近距離レベル差及び第2近距離レベル差を制御することで、受聴者Oを透過する移動音を提示することができる音響システムを提供する。



WO 2022/181678 A1

HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS,
MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,
TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,
SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：音響システム

技術分野

[0001] 本発明は、動電型スピーカと超指向性スピーカとを用い、受聴者からの仮想音源の位置を制御する音響システムに関する。

背景技術

[0002] マルチチャンネル立体音響システムにおけるオブジェクトベース方式では、スピーカ間に仮想音源を構築するために、ベクトル合成（非特許文献1）に基づく音圧により制御しているが、スピーカ・受聴者間に仮想音源を構築することは極めて困難であった。しかしながら、音のバーチャルリアリティを実現するためには、受聴者への音の到来方位だけではなく、受聴者から仮想音源までの距離の制御が非常に重要な要素となる。頭部伝達関数を用いて仮想音源を提供するバイノーラル方式（非特許文献2）は頭部近傍の音源定位には有用であるが、仮想音源を遠方に構築することが難しい。超高臨場感通信技術（非特許文献3）のように非常に多数のスピーカを用いて、仮想音源を任意の位置に構築する手法も検討されているが、コンサート会場のような大規模な設備を必要とする。

本発明者は、これまでに、超指向性スピーカと動電型スピーカの出力レベルを制御することで、仮想音源を任意の位置に制御する方法を提案している（特許文献1）。

図9は、特許文献1で開示する音響システムの構成図である。

図9に示す音響システムは、1つのパラメトリックスピーカ10と、4つの動電型スピーカ20と、制御部30とを備える。

パラメトリックスピーカ10は、受聴者0に対して正面に配置する。4つの動電型スピーカ20は、それぞれ、受聴者0に対して、前方左側、前方右側、後方左側、および、後方右側に配置する。

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つの動電型スピーカ20を制御する。

特許文献2には、動電型スピーカにより形成される可聴音のスピーカ音場と、超指向性スピーカにより形成される可聴音の超指向性スピーカ音場とが受聴者の位置で重なるように、動電型スピーカと超指向性スピーカとを配置した音響再生装置が開示されている。

特許文献2では、動電型スピーカと超指向性スピーカとから放射された可聴音が、それぞれのスピーカが設置された位置から音軸方向の所定の距離 d_k に受聴者が位置した時に最も大きく聴こえ、受聴者が所定の距離 d_k から外れると小さくなる。従って、特許文献2は、受聴者の周りに多くの動電型スピーカを配置することなく、受聴者に対して一つの同じ方向に設置された動電型スピーカと超指向性スピーカのみで、受聴者の近傍に可聴音の最大音圧を作り、受聴者に対して、音で囲まれていると感じさせる立体的な音場を実現する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2020-14079号公報

特許文献2：特開2013-123266号公報

非特許文献

[0004] 非特許文献1：Lopez, 他3名, Sound distance perception comparison between Wave Field Synthesis and Vector Base Amplitude Panning, ISCCSP, 2014年, p165-168

非特許文献2：Zhou他, APSIPA ASC 2014年, p1-4

非特許文献3：堤公孝, 高田英明著, 客席まで飛び出す音響を実現する波面合成音響技術, NTT技術ジャーナル, 2017年, Vol. 29, No. 10, p. 24-28

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 本発明は、小規模な音響システムで受聴者と仮想音源間の方位と距離の両方を制御するために、超音波を利用した超指向性スピーカであるパラメトリックスピーカ (Parametric-Array Loudspeaker: PAL) に着目する。

図8(a)、図8(b)に、それぞれスピーカ・受音点間距離2mの条件における、動電型スピーカ (Electro-Dynamic Loudspeaker: EDL) の室内インパルス応答と、超指向性スピーカであるパラメトリックスピーカの室内インパルス応答とを示す。

図8に示すように、従来の動電型スピーカ(EDL)とパラメトリックスピーカ(PAL)とでは、同条件における室内インパルス応答の後続残響が大きく異なることがわかる。これは、超指向性スピーカが空気の非線形性を利用して空中で2次波として可聴音を復調させることに起因する。室内インパルス応答の直接波に対する残響の比率である直間比 (Direct-to-Reverberant Ratio: DRR)は、人が知覚する音像距離感の手がかりであり、高DRRとなる超指向性スピーカは頭部近傍に音像が定位しやすい。

特許文献1は、サラウンド配置した動電型スピーカに加えて、超指向性スピーカを正面に設置することで、仮想音源の距離を制御している。しかし、超指向性スピーカを正面に配置した場合、両耳間レベル差 (Interaural Level Difference: ILD) が劣化することで、方位の提示性能が低下する傾向がある。

特許文献2は、動電型スピーカと超指向性スピーカとを並置しているが、音で囲まれていると感じさせる立体的な音場を実現するものであり、受聴者から仮想音源までの距離を変更するものではない。

本発明者は、特許文献1の課題に対して、動電型スピーカからの音の出力方向と、超指向性スピーカからの音の出力方向とが一致するように、動電型スピーカと超指向性スピーカとを配置し、動電型スピーカから受聴者までのインパルス応答と、超指向性スピーカから受聴者までのインパルス応答とのエネルギー比を変えて直間比を制御することで、受聴者と仮想音源との距離

を変化させ、仮想音源までの距離感を、いわゆるズームインやズームアウトでき、受聴者に対して遠隔臨場感を与えることができる音響システムを新たに発明している。

しかし、この新たな音響システムでは、受聴者から所定距離以上離れた仮想音源に対しては、実音源の実際の配置と変わらない遠隔臨場感を与えることができるが、受聴者に極めて近い近距離音場では音像の提示性能が劣化する傾向があり、特に受聴者を透過する移動音を提示するには至っていない。

[0006] そこで本発明は、受聴者を透過する移動音を提示することができる音響システムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 請求項1記載の本発明の音響システムは、動電型スピーカ20と超指向性スピーカ10とを用い、受聴者Oからの仮想音源Pの位置を制御部30で制御する音響システムであって、前記動電型スピーカ20として、少なくとも第1動電型スピーカ20FLと第2動電型スピーカ20BRとを有し、前記超指向性スピーカ10として、少なくとも第1超指向性スピーカ10FLと第2超指向性スピーカ10BRとを有し、前記第1動電型スピーカ20FLからの音の出力方向と、前記第1超指向性スピーカ10FLからの音の出力方向とが一致するように、前記第1動電型スピーカ20FLと前記第1超指向性スピーカ10FLとを配置し、前記第2動電型スピーカ20BRからの音の出力方向と、前記第2超指向性スピーカ10BRからの音の出力方向とが一致するように、前記第2動電型スピーカ20BRと前記第2超指向性スピーカ10BRとを配置し、前記第1動電型スピーカ20FL及び前記第1超指向性スピーカ10FLからの前記音の第1出力方向と、前記第2動電型スピーカ20BR及び前記第2超指向性スピーカ10BRからの前記音の第2出力方向とを、対向させて前記受聴者Oの位置に向け、前記第1動電型スピーカ20FL及び前記第1超指向性スピーカ10FLと前記受聴者Oとの間に第1仮想境界点Q1を設定し、前記第1動電型スピーカ20FL及び前記第1超指向性スピーカ10FLと前記第1仮想境界点Q1との間を第1遠

距離 X_1 、前記第1仮想境界点 Q_1 と前記受聴者 O との間を第1近距離 Y_1 とし、前記第2動電型スピーカ $20BR$ 及び前記第2超指向性スピーカ $10BR$ と前記受聴者 O との間に第2仮想境界点 Q_2 を設定し、前記第2動電型スピーカ $20BR$ 及び前記第2超指向性スピーカ $10BR$ と前記第2仮想境界点 Q_2 との間を第2遠距離 X_2 、前記第2仮想境界点 Q_2 と前記受聴者 O との間を第2近距離 Y_2 としたとき、前記制御部 30 は、前記第1遠距離 X_1 に前記仮想音源 P があるときは、前記第1動電型スピーカ $20FL$ から前記受聴者 O までのインパルス応答と、前記第1超指向性スピーカ $10FL$ から前記受聴者 O までのインパルス応答とのエネルギー比を変えて第1遠距離直間比を制御し、前記第2遠距離 X_2 に前記仮想音源 P があるときは、前記第2動電型スピーカ $20BR$ から前記受聴者 O までのインパルス応答と、前記第2超指向性スピーカ $10BR$ から前記受聴者 O までのインパルス応答とのエネルギー比を変えて第2遠距離直間比を制御し、前記第1近距離 Y_1 及び前記第2近距離 Y_2 に前記仮想音源 P があるときは、前記第1超指向性スピーカ $10FL$ と、前記第2超指向性スピーカ $10BR$ とのエネルギー比を変えて第1近距離レベル差及び第2近距離レベル差を制御することを特徴とする。

請求項2記載の本発明は、請求項1に記載の音響システムにおいて、前記第1動電型スピーカ $20FL$ と前記第1超指向性スピーカ $10FL$ とを第1筐体 40 に配置し、前記第2動電型スピーカ $20BR$ と前記第2超指向性スピーカ $10BR$ とを第2筐体 40 に配置することを特徴とする。

請求項3記載の本発明の音響システムは、動電型スピーカ 20 と超指向性スピーカ 10 とを用い、受聴者 O からの仮想音源 P の位置を制御部 30 で制御する音響システムであって、前記動電型スピーカ 20 として、少なくとも第1動電型スピーカ $20FL$ と第2動電型スピーカ $20BR$ と第3動電型スピーカ $20FR$ と第4動電型スピーカ $20BL$ とを有し、前記超指向性スピーカ 10 として、少なくとも第1超指向性スピーカ $10FL$ と第2超指向性スピーカ $10BR$ と第3超指向性スピーカ $10FR$ と第4超指向性スピーカ

10BLとを有し、前記第1動電型スピーカ20FLからの音の出力方向と、前記第1超指向性スピーカ10FLからの音の出力方向とが一致するように、前記第1動電型スピーカ20FLと前記第1超指向性スピーカ10FLとを配置し、前記第2動電型スピーカ20BRからの音の出力方向と、前記第2超指向性スピーカ10BRからの音の出力方向とが一致するように、前記第2動電型スピーカ20BRと前記第2超指向性スピーカ10BRとを配置し、前記第3動電型スピーカ20FRからの音の出力方向と、前記第3超指向性スピーカ10FRからの音の出力方向とが一致するように、前記第3動電型スピーカ20FRと前記第3超指向性スピーカ10FRとを配置し、前記第4動電型スピーカ20BLからの音の出力方向と、前記第4超指向性スピーカ10BLからの音の出力方向とが一致するように、前記第4動電型スピーカ20BLと前記第4超指向性スピーカ10BLとを配置し、前記第1動電型スピーカ20FL及び前記第1超指向性スピーカ10FLからの前記音の第1出力方向と、前記第2動電型スピーカ20BR及び前記第2超指向性スピーカ10BRからの前記音の第2出力方向とを、対向させて前記受聴者Oの位置に向け、前記第3動電型スピーカ20FR及び前記第3超指向性スピーカ10FRからの前記音の第3出力方向と、前記第4動電型スピーカ20BL及び前記第4超指向性スピーカ10BLからの前記音の第4出力方向とを、対向させて前記受聴者Oの位置に向け、前記第1動電型スピーカ20FL及び前記第1超指向性スピーカ10FLと前記第2動電型スピーカ20BR及び前記第2超指向性スピーカ10BRとを結ぶ第1仮想線と、前記第3動電型スピーカ20FR及び前記第3超指向性スピーカ10FRと前記第4動電型スピーカ20BL及び前記第4超指向性スピーカ10BLとを結ぶ第2仮想線とを交差させ、前記受聴者Oを中心として、前記第1動電型スピーカ20FL及び前記第1超指向性スピーカ10FLと、前記第3動電型スピーカ20FR及び前記第3超指向性スピーカ10FRとの間を第1象限Fとし、前記受聴者Oを中心として、前記第3動電型スピーカ20FR及び前記第3超指向性スピーカ10FRと、前記第2動電型スピーカ20BR

及び前記第2超指向性スピーカ10BRとの間を第2象限Rとし、前記受聴者Oを中心として、前記第2動電型スピーカ20BR及び前記第2超指向性スピーカ10BRと、前記第4動電型スピーカ20BL及び前記第4超指向性スピーカ10BLとの間を第3象限Bとし、前記受聴者Oを中心として、前記第4動電型スピーカ20BL及び前記第4超指向性スピーカ10BLと、前記第1動電型スピーカ20FL及び前記第1超指向性スピーカ10FLとの間を第4象限Lとし、前記受聴者Oを中心とした仮想境界線を設定したとき、前記制御部30は、前記第1象限Fで、前記仮想境界線よりも受聴者外方に前記仮想音源Pがあるときは、前記第1動電型スピーカ20FLから前記受聴者Oまでのインパルス応答と、前記第1超指向性スピーカ10FLから前記受聴者Oまでのインパルス応答とのエネルギー比を変えて第1遠距離直間比を制御し、前記第3動電型スピーカ20FRから前記受聴者Oまでのインパルス応答と、前記第3超指向性スピーカ10FRから前記受聴者Oまでのインパルス応答とのエネルギー比を変えて第3遠距離直間比を制御し、前記第1遠距離直間比によって設定される第1遠距離出力音と、前記第3遠距離直間比によって設定される第3遠距離出力音とを振幅パンニングにより制御することで、前記受聴者Oからの前記仮想音源Pの方位と距離とを変更し、前記第2象限Rで、前記仮想境界線よりも受聴者外方に前記仮想音源Pがあるときは、前記第3動電型スピーカ20FRから前記受聴者Oまでのインパルス応答と、前記第3超指向性スピーカ10FRから前記受聴者Oまでのインパルス応答とのエネルギー比を変えて第3遠距離直間比を制御し、前記第2動電型スピーカ20BRから前記受聴者Oまでのインパルス応答と、前記第2超指向性スピーカ10BRから前記受聴者Oまでのインパルス応答とのエネルギー比を変えて第2遠距離直間比を制御し、前記第3遠距離直間比によって設定される第3遠距離出力音と、前記第2遠距離直間比によって設定される第2遠距離出力音とを振幅パンニングにより制御することで、前記受聴者Oからの前記仮想音源Pの方位と距離とを変更し、前記第3象限Bで、前記仮想境界線よりも受聴者外方に前記仮想音源Pがあるときは、前

記第2動電型スピーカ20BRから前記受聴者Oまでのインパルス応答と、前記第2超指向性スピーカ10BRから前記受聴者Oまでのインパルス応答とのエネルギー比を変えて第2遠距離直間比を制御し、前記第4動電型スピーカ20BLから前記受聴者Oまでのインパルス応答と、前記第4超指向性スピーカ10BLから前記受聴者Oまでのインパルス応答とのエネルギー比を変えて第4遠距離直間比を制御し、前記第2遠距離直間比によって設定される第2遠距離出力音と、前記第4遠距離直間比によって設定される第4遠距離出力音とを振幅パンニングにより制御することで、前記受聴者Oからの前記仮想音源Pの方位と距離とを変更し、前記第4象限Lで、前記仮想境界線よりも受聴者外方に前記仮想音源Pがあるときは、前記第4動電型スピーカ20BLから前記受聴者Oまでのインパルス応答と、前記第4超指向性スピーカ10BLから前記受聴者Oまでのインパルス応答とのエネルギー比を変えて第4遠距離直間比を制御し、前記第1動電型スピーカ20FLから前記受聴者Oまでのインパルス応答と、前記第1超指向性スピーカ10FLから前記受聴者Oまでのインパルス応答とのエネルギー比を変えて第1遠距離直間比を制御し、前記第4遠距離直間比によって設定される第4遠距離出力音と、前記第1遠距離直間比によって設定される第1遠距離出力音とを振幅パンニングにより制御することで、前記受聴者Oからの前記仮想音源Pの方位と距離とを変更し、前記第1象限Fで、前記仮想境界線よりも受聴者内方に前記仮想音源Pがあるときは、前記第1超指向性スピーカ10FLと、前記第2超指向性スピーカ10BRとのエネルギー比を変えて第1近距離レベル差を制御し、前記第3超指向性スピーカ10FRと、前記第4超指向性スピーカ10BLとのエネルギー比を変えて第3近距離レベル差を制御し、前記第1近距離レベル差によって設定される第1近距離出力音と、前記第3近距離レベル差によって設定される第3近距離出力音とを振幅パンニングにより制御することで、前記受聴者Oからの前記仮想音源Pの方位と距離とを変更し、前記第2象限Rで、前記仮想境界線よりも受聴者内方に前記仮想音源Pがあるときは、前記第3超指向性スピーカ10FRと、前記第4超指向性

スピーカ10BLとのエネルギー比を変えて第3近距離レベル差を制御し、前記第2超指向性スピーカ10BRと、前記第1超指向性スピーカ10FLとのエネルギー比を変えて第2近距離レベル差を制御し、前記第3近距離レベル差によって設定される第3近距離出力音と、前記第2近距離レベル差によって設定される第2近距離出力音とを振幅パンニングにより制御することで、前記受聴者Oからの前記仮想音源Pの方位と距離とを変更し、前記第3象限Bで、前記仮想境界線よりも受聴者内方に前記仮想音源Pがあるときは、前記第2超指向性スピーカ10BRと、前記第1超指向性スピーカ10FLとのエネルギー比を変えて第2近距離レベル差を制御し、前記第4超指向性スピーカ10BLと、前記第3超指向性スピーカ10FRとのエネルギー比を変えて第4近距離レベル差を制御し、前記第2近距離レベル差によって設定される第2近距離出力音と、前記第4近距離レベル差によって設定される第4近距離出力音とを振幅パンニングにより制御することで、前記受聴者Oからの前記仮想音源Pの方位と距離とを変更し、前記第4象限Lで、前記仮想境界線よりも受聴者内方に前記仮想音源Pがあるときは、前記第4超指向性スピーカ10BLと、前記第3超指向性スピーカ10FRとのエネルギー比を変えて第4近距離レベル差を制御し、前記第1超指向性スピーカ10FLと、前記第2超指向性スピーカ10BRとのエネルギー比を変えて第1近距離レベル差を制御し、前記第4近距離レベル差によって設定される第4近距離出力音と、前記第1近距離レベル差によって設定される第1近距離出力音とを振幅パンニングにより制御することで、前記受聴者Oからの前記仮想音源Pの方位と距離とを変更することを特徴とする。

請求項4記載の本発明の音響システムは、複数の動電型スピーカ20と複数の超指向性スピーカ10とを用い、受聴者Oからの仮想音源Pの位置を制御部30で制御する音響システムであって、前記受聴者Oを中心とした仮想境界線を設定したとき、前記制御部30は、前記仮想境界線よりも受聴者外方に前記仮想音源Pがあるときは、前記動電型スピーカ20と前記超指向性スピーカ10との振幅パンニングによりインパルス応答の直間比を制御して音の

遠近感を表現し、前記仮想境界線よりも受聴者内方に前記仮想音源Pがあるときは、前記超指向性スピーカ10の振幅パンニングにより両耳間レベル差を制御して頭内定位を表現することを特徴とする。

請求項5記載の本発明は、請求項3又は請求項4に記載の音響システムにおいて、前記動電型スピーカ20と前記超指向性スピーカ10とを一つの筐体40に配置することを特徴とする。

請求項6記載の本発明は、請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の音響システムにおいて、前記超指向性スピーカ10として、パラメトリックスピーカを用いることを特徴とする。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、受聴者と仮想音源との距離を変化させることで、受聴者に対して遠隔臨場感を与えることができるとともに、受聴者を透過する移動音を受聴者に与えることができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の一実施例による音響システムを示す概念図

[図2]受聴者から遠距離にある仮想音源Pを制御する信号生成のフローチャート

[図3]受聴者の近距離における仮想音源を制御する信号生成のフローチャート

[図4] (a) 受聴者から遠距離における信号の出力先を示すテーブル、(b) 受聴者の近距離における信号の出力先を示すテーブル

[図5]本実施例による音響システムに適した一体型スピーカを示す図

[図6]移動音像の移動方向と頭部方向の正面方位の対応表を示すグラフ

[図7]実験結果を示すグラフ

[図8]スピーカ・受音点間距離2mの条件における、動電型スピーカの室内インパルス応答と、超指向性スピーカであるパラメトリックスピーカの室内インパルス応答とを示すグラフ

[図9]特許文献1で開示する音響システムの構成図

発明を実施するための形態

[0010] 本発明の第1の実施の形態による音響システムは、動電型スピーカとして、少なくとも第1動電型スピーカと第2動電型スピーカとを有し、超指向性スピーカとして、少なくとも第1超指向性スピーカと第2超指向性スピーカとを有し、第1動電型スピーカからの音の出力方向と、第1超指向性スピーカからの音の出力方向とが一致するように、第1動電型スピーカと第1超指向性スピーカとを配置し、第2動電型スピーカからの音の出力方向と、第2超指向性スピーカからの音の出力方向とが一致するように、第2動電型スピーカと第2超指向性スピーカとを配置し、第1動電型スピーカ及び第1超指向性スピーカからの音の第1出力方向と、第2動電型スピーカ及び第2超指向性スピーカからの音の第2出力方向とを、対向させて受聴者の位置に向け、第1動電型スピーカ及び第1超指向性スピーカと受聴者との間に第1仮想境界点を設定し、第1動電型スピーカ及び第1超指向性スピーカと第1仮想境界点との間を第1遠距離、第1仮想境界点と受聴者との間を第1近距離とし、第2動電型スピーカ及び第2超指向性スピーカと受聴者との間に第2仮想境界点を設定し、第2動電型スピーカ及び第2超指向性スピーカと第2仮想境界点との間を第2遠距離、第2仮想境界点と受聴者との間を第2近距離としたとき、制御部は、第1遠距離に仮想音源があるときは、第1動電型スピーカから受聴者までのインパルス応答と、第1超指向性スピーカから受聴者までのインパルス応答とのエネルギー比を変えて第1遠距離直間比を制御し、第2遠距離に仮想音源があるときは、第2動電型スピーカから受聴者までのインパルス応答と、第2超指向性スピーカから受聴者までのインパルス応答とのエネルギー比を変えて第2遠距離直間比を制御し、第1近距離及び第2近距離に仮想音源があるときは、第1超指向性スピーカと、第2超指向性スピーカとのエネルギー比を変えて第1近距離レベル差及び第2近距離レベル差を制御するものである。

本実施の形態によれば、受聴者と仮想音源との距離を変化させることで、仮想音源までの距離感を、いわゆるズームインやズームアウトでき、受聴者に対して遠隔臨場感を与えることができるとともに、受聴者を透過する移動

音を受聴者に与えることができる。

[0011] 本発明の第2の実施の形態は、第1の実施の形態による音響システムにおいて、第1動電型スピーカと第1超指向性スピーカとを第1筐体に配置し、第2動電型スピーカと第2超指向性スピーカとを第2筐体に配置するものである。

本実施の形態によれば、動電型スピーカと超指向性スピーカとを一体型スピーカとすることで、動電型スピーカからの音の出力方向と、超指向性スピーカからの音の出力方向とを一致させやすい。

[0012] 本発明の第3の実施の形態による音響システムは、動電型スピーカとして、少なくとも第1動電型スピーカと第2動電型スピーカと第3動電型スピーカと第4動電型スピーカとを有し、超指向性スピーカとして、少なくとも第1超指向性スピーカと第2超指向性スピーカと第3超指向性スピーカと第4超指向性スピーカとを有し、第1動電型スピーカからの音の出力方向と、第1超指向性スピーカからの音の出力方向とが一致するように、第1動電型スピーカと第1超指向性スピーカとを配置し、第2動電型スピーカからの音の出力方向と、第2超指向性スピーカからの音の出力方向とが一致するように、第2動電型スピーカと第2超指向性スピーカとを配置し、第3動電型スピーカからの音の出力方向と、第3超指向性スピーカからの音の出力方向とが一致するように、第3動電型スピーカと第3超指向性スピーカとを配置し、第4動電型スピーカからの音の出力方向と、第4超指向性スピーカからの音の出力方向とが一致するように、第4動電型スピーカと第4超指向性スピーカとを配置し、第1動電型スピーカ及び第1超指向性スピーカからの音の第1出力方向と、第2動電型スピーカ及び第2超指向性スピーカからの音の第2出力方向とを、対向させて受聴者の位置に向け、第3動電型スピーカ及び第3超指向性スピーカからの音の第3出力方向と、第4動電型スピーカ及び第4超指向性スピーカからの音の第4出力方向とを、対向させて受聴者の位置に向け、第1動電型スピーカ及び第1超指向性スピーカと第2動電型スピーカ及び第2超指向性スピーカとを結ぶ第1仮想線と、第3動電型スピーカ

及び第3超指向性スピーカと第4動電型スピーカ及び第4超指向性スピーカとを結ぶ第2仮想線とを交差させ、受聴者を中心として、第1動電型スピーカ及び第1超指向性スピーカと、第3動電型スピーカ及び第3超指向性スピーカとの間を第1象限とし、受聴者を中心として、第3動電型スピーカ及び第3超指向性スピーカと、第2動電型スピーカ及び第2超指向性スピーカとの間を第2象限とし、受聴者を中心として、第2動電型スピーカ及び第2超指向性スピーカと、第4動電型スピーカ及び第4超指向性スピーカとの間を第3象限とし、受聴者を中心として、第4動電型スピーカ及び第4超指向性スピーカと、第1動電型スピーカ及び第1超指向性スピーカとの間を第4象限とし、受聴者を中心とした仮想境界線を設定したとき、制御部は、1象限で、仮想境界線よりも受聴者外方に仮想音源があるときは、第1動電型スピーカから受聴者までのインパルス応答と、第1超指向性スピーカから受聴者までのインパルス応答とのエネルギー比を変えて第1遠距離直間比を制御し、第3動電型スピーカから受聴者までのインパルス応答と、第3超指向性スピーカから受聴者までのインパルス応答とのエネルギー比を変えて第3遠距離直間比を制御し、第1遠距離直間比によって設定される第1遠距離出力音と、第3遠距離直間比によって設定される第3遠距離出力音とを振幅パンニングにより制御することで、受聴者からの仮想音源の方位と距離とを変更し、第2象限で、仮想境界線よりも受聴者外方に仮想音源があるときは、第3動電型スピーカから受聴者までのインパルス応答と、第3超指向性スピーカから受聴者までのインパルス応答とのエネルギー比を変えて第3遠距離直間比を制御し、第2動電型スピーカから受聴者までのインパルス応答と、第2超指向性スピーカから受聴者までのインパルス応答とのエネルギー比を変えて第2遠距離直間比を制御し、第3遠距離直間比によって設定される第3遠距離出力音と、第2遠距離直間比によって設定される第2遠距離出力音とを振幅パンニングにより制御することで、受聴者からの仮想音源の方位と距離とを変更し、第3象限で、仮想境界線よりも受聴者外方に仮想音源があるときは、第2動電型スピーカから受聴者までのインパルス応答と、第2超指向

性スピーカから受聴者までのインパルス応答とのエネルギー比を変えて第2遠距離直間比を制御し、第4動電型スピーカから受聴者までのインパルス応答と、第4超指向性スピーカから受聴者までのインパルス応答とのエネルギー比を変えて第4遠距離直間比を制御し、第2遠距離直間比によって設定される第2遠距離出力音と、第4遠距離直間比によって設定される第4遠距離出力音とを振幅パンニングにより制御することで、受聴者からの仮想音源の方位と距離とを変更し、第4象限で、仮想境界線よりも受聴者外方に仮想音源があるときは、第4動電型スピーカから受聴者までのインパルス応答と、第4超指向性スピーカから受聴者までのインパルス応答とのエネルギー比を変えて第4遠距離直間比を制御し、第1動電型スピーカから受聴者までのインパルス応答と、第1超指向性スピーカから受聴者までのインパルス応答とのエネルギー比を変えて第1遠距離直間比を制御し、第4遠距離直間比によって設定される第4遠距離出力音と、第1遠距離直間比によって設定される第1遠距離出力音とを振幅パンニングにより制御することで、受聴者からの仮想音源の方位と距離とを変更し、第1象限で、仮想境界線よりも受聴者内方に仮想音源があるときは、第1超指向性スピーカと、第2超指向性スピーカとのエネルギー比を変えて第1近距離レベル差を制御し、第3超指向性スピーカと、第4超指向性スピーカとのエネルギー比を変えて第3近距離レベル差を制御し、第1近距離レベル差によって設定される第1近距離出力音と、第3近距離レベル差によって設定される第3近距離出力音とを振幅パンニングにより制御することで、受聴者からの仮想音源の方位と距離とを変更し、第2象限で、仮想境界線よりも受聴者内方に仮想音源があるときは、第3超指向性スピーカと、第4超指向性スピーカとのエネルギー比を変えて第3近距離レベル差を制御し、第2超指向性スピーカと、第1超指向性スピーカとのエネルギー比を変えて第2近距離レベル差を制御し、第3近距離レベル差によって設定される第3近距離出力音と、第2近距離レベル差によって設定される第2近距離出力音とを振幅パンニングにより制御することで、受聴者からの仮想音源の方位と距離とを変更し、第3象限で、仮想境界線よりも受

聴者内方に仮想音源があるときは、第2超指向性スピーカと、第1超指向性スピーカとのエネルギー比を変えて第2近距離レベル差を制御し、第4超指向性スピーカと、第3超指向性スピーカとのエネルギー比を変えて第4近距離レベル差を制御し、第2近距離レベル差によって設定される第2近距離出力音と、第4近距離レベル差によって設定される第4近距離出力音とを振幅パンニングにより制御することで、受聴者からの仮想音源の方位と距離とを変更し、第4象限で、仮想境界線よりも受聴者内方に仮想音源があるときは、第4超指向性スピーカと、第3超指向性スピーカとのエネルギー比を変えて第4近距離レベル差を制御し、第1超指向性スピーカと、第2超指向性スピーカとのエネルギー比を変えて第1近距離レベル差を制御し、第4近距離レベル差によって設定される第4近距離出力音と、第1近距離レベル差によって設定される第1近距離出力音とを振幅パンニングにより制御することで、受聴者からの仮想音源の方位と距離とを変更するものである。

本実施の形態によれば、受聴者を中心とした360度全方位に対して、仮想音源までの距離感を、いわゆるズームインやズームアウトできるとともに振幅パンニングによる制御ができ、受聴者に対して遠隔臨場感を与えることができるとともに、受聴者を透過する移動音をいずれの方向に対しても受聴者に与えることができる。

[0013] 本発明の第4の実施の形態による音響システムは、受聴者を中心とした仮想境界線を設定したとき、制御部は、仮想境界線よりも受聴者外方に仮想音源があるときは、動電型スピーカと超指向性スピーカとの振幅パンニングによりインパルス応答の直間比を制御して音の遠近感を表現し、仮想境界線よりも受聴者内方に仮想音源があるときは、超指向性スピーカの振幅パンニングにより両耳間レベル差を制御して頭内定位を表現するものである。

本実施の形態によれば、受聴者と仮想音源との距離を変化させることで、仮想音源までの距離感を、いわゆるズームインやズームアウトでき、受聴者に対して遠隔臨場感を与えることができるとともに、受聴者を透過する移動音を受聴者に与えることができる。

[0014] 本発明の第5の実施の形態は、第3又は第4の実施の形態による音響システムにおいて、動電型スピーカと超指向性スピーカとを一つの筐体に配置するものである。

本実施の形態によれば、動電型スピーカと超指向性スピーカとを一体型スピーカとすることで、動電型スピーカからの音の出力方向と、超指向性スピーカからの音の出力方向とを一致させやすい。

[0015] 本発明の第6の実施の形態は、第1から第5のいずれかの実施の形態による音響システムにおいて、超指向性スピーカとして、パラメトリックスピーカを用いるものである。

本実施の形態によれば、インパルス応答の直間比が低い動電型スピーカと、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の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できる。

実施例

[0016] 図1は、本発明の一実施例による音響システムを示す概念図である。

本実施例による音響システムは、動電型スピーカ20と超指向性スピーカ10とを用い、受聴者Oからの仮想音源Pの位置を制御部30で制御する。

超指向性スピーカ10は、例えば超音波をキャリア波として利用したパラメトリックスピーカである。動電型スピーカ20は、一般にオーディオ機器として使用され、永久磁石及び可動コイルを利用したダイナミック駆動方式のスピーカであり、一般に直間比が低い（直接音に対し残響が大きい）。

動電型スピーカ20と超指向性スピーカ10とは、動電型スピーカ20からの音の出力方向と、超指向性スピーカ10からの音の出力方向とが一致するように配置する。

仮想音源Pの距離感の手がかり（指標）となるものにインパルス応答の直間比がある。直間比が低い動電型スピーカ20では、受聴者Oは仮想音源Pが遠い位置にあると認識し、直間比が高い（直接音に対し残響が小さい）超

指向性スピーカ10では、受聴者Oは仮想音源Pが近くにあると感じる。

制御部30は、入力信号に基づいて、入力信号に対応する音を出力するように、超指向性スピーカ10と動電型スピーカ20を制御する。

[0017] 本実施例による音響システムは、動電型スピーカ20として、第1動電型スピーカ20FLと第2動電型スピーカ20BRと第3動電型スピーカ20FRと第4動電型スピーカ20BLとを有し、超指向性スピーカ10として、第1超指向性スピーカ10FLと第2超指向性スピーカ10BRと第3超指向性スピーカ10FRと第4超指向性スピーカ10BLとを有している。

第1動電型スピーカ20FLからの音の出力方向と、第1超指向性スピーカ10FLからの音の出力方向とが一致するように、第1動電型スピーカ20FLと第1超指向性スピーカ10FLとを配置する。

第2動電型スピーカ20BRからの音の出力方向と、第2超指向性スピーカ10BRからの音の出力方向とが一致するように、第2動電型スピーカ20BRと第2超指向性スピーカ10BRとを配置する。

第3動電型スピーカ20FRからの音の出力方向と、第3超指向性スピーカ10FRからの音の出力方向とが一致するように、第3動電型スピーカ20FRと第3超指向性スピーカ10FRとを配置する。

第4動電型スピーカ20BLからの音の出力方向と、第4超指向性スピーカ10BLからの音の出力方向とが一致するように、第4動電型スピーカ20BLと第4超指向性スピーカ10BLとを配置する。

第1動電型スピーカ20FL及び第1超指向性スピーカ10FLからの音の第1出力方向と、第2動電型スピーカ20BR及び第2超指向性スピーカ10BRからの音の第2出力方向とを、対向させて受聴者Oの位置に向けている。

第3動電型スピーカ20FR及び第3超指向性スピーカ10FRからの音の第3出力方向と、第4動電型スピーカ20BL及び第4超指向性スピーカ10BLからの音の第4出力方向とを、対向させて受聴者Oの位置に向けている。

第1動電型スピーカ20FL及び第1超指向性スピーカ10FLと第2動電型スピーカ20BR及び第2超指向性スピーカ10BRとを結ぶ第1仮想線と、第3動電型スピーカ20FR及び第3超指向性スピーカ10FRと第4動電型スピーカ20BL及び第4超指向性スピーカ10BLとを結ぶ第2仮想線とを交差させている。なお、本実施例では直交させた場合を示している。

[0018] なお、受聴者Oを中心として、第1動電型スピーカ20FL及び第1超指向性スピーカ10FLと、第3動電型スピーカ20FR及び第3超指向性スピーカ10FRとの間を第1象限Fとする。

また、受聴者Oを中心として、第3動電型スピーカ20FR及び第3超指向性スピーカ10FRと、第2動電型スピーカ20BR及び第2超指向性スピーカ10BRとの間を第2象限Rとする。

また、受聴者Oを中心として、第2動電型スピーカ20BR及び第2超指向性スピーカ10BRと、第4動電型スピーカ20BL及び第4超指向性スピーカ10BLとの間を第3象限Bとする。

また、受聴者Oを中心として、第4動電型スピーカ20BL及び第4超指向性スピーカ10BLと、第1動電型スピーカ20FL及び第1超指向性スピーカ10FLとの間を第4象限Lとする。

受聴者Oから各スピーカ10、20までを距離d、受聴者Oから仮想音源Pまでを距離r($0 \leq r \leq d$)、受聴者Oを中心として仮想境界線を設定し、この仮想境界線によって受聴者Oの近傍と遠方とを分けした時の受聴者Oから仮想境界線Pまでを近距離 ξ 、前方を 0° としたときの仮想音源を方位 θ ($-45^\circ \leq \theta \leq 315^\circ$)とする。

[0019] また、 $s_i(t)$ は、i個目の正規化された素材音(オブジェクト)の信号、tは時間、FLは -45° 方向、FRは 45° 方向、BLは 225° 方向、BRは 135° 方向、Fは 0° 方向、Lは 270° 方向、Rは 90° 方向、Bは 180° 方向とする。

$x_{FL}(t)$ は第1動電型スピーカ20FLからの出力信号、 $x_{FR}(t)$ は第3動電型スピーカ20FRからの出力信号、 $x_{BL}(t)$ は第4動電型スピーカ20BL

からの出力信号、 $x_{BR}(t)$ は第2動電型スピーカ20BRからの出力信号とし、 $y_{FL}(t)$ は第1超指向性スピーカ10FLからの出力信号、 $y_{FR}(t)$ は第3超指向性スピーカ10FRからの出力信号、 $y_{BL}(t)$ は第4超指向性スピーカ10BLからの出力信号、 $y_{BR}(t)$ は第2超指向性スピーカ10BRからの出力信号とする。

受聴者Oから各スピーカ10、20までの距離 d 、受聴者Oから仮想音源Pまでの距離 r 、及び仮想音源Pの方位 θ は設定値である。

[0020] 出力信号は、仮想音源Pの方位 θ を前方($-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$)に射影して作成する。このとき仮想音源Pの方位を前方に射影したときの仮想音源Pの方位を θ_F とする。 θ_F は、次式により算出できる。

[0021] [数1]

$$\theta_F = \begin{cases} \theta, & \text{if } (-45^\circ \leq \theta < 45^\circ), \\ \theta - 90^\circ, & \text{if } (45^\circ \leq \theta < 135^\circ), \\ \theta - 180^\circ, & \text{if } (135^\circ \leq \theta < 225^\circ), \\ \theta - 270^\circ, & \text{if } (225^\circ \leq \theta < 315^\circ). \end{cases} \quad (\text{式1})$$

[0022] 受聴者Oから遠距離に仮想音源Pがある場合($\xi \cos 45^\circ / \cos \theta_F \leq r \leq d \cos 45^\circ / \cos \theta_F$)、超指向性スピーカ10と動電型スピーカ20との重み係数により仮想音源Pを制御する。

図2に受聴者Oから遠距離にある仮想音源Pを制御する信号生成のフローチャートを示す。

図2において、 $\hat{y}_{D1}(t)$ 、 $\hat{y}_{D2}(t)$ は各位置に設置した超指向性スピーカ10の信号、 $\hat{x}_{D1}(t)$ 、 $\hat{x}_{D2}(t)$ は各設置した動電型スピーカ20の信号である。このとき、 $\hat{y}_{D1}(t)$ 、 $\hat{y}_{D2}(t)$ 、 $\hat{x}_{D1}(t)$ 、 $\hat{x}_{D2}(t)$ は次式により算出できる。

[0023]

[数2]

$$\begin{aligned}
 \hat{y}_{D_1}(t) &= \sum_{i=1}^I \beta_F g_L (1 + s_i(t)) c(t), \\
 \hat{y}_{D_2}(t) &= \sum_{i=1}^I \beta_F g_R (1 + s_i(t)) c(t), \\
 \hat{x}_{D_1}(t) &= \sum_{i=1}^I \alpha_F g_L s_i(t), \\
 \hat{x}_{D_2}(t) &= \sum_{i=1}^I \alpha_F g_R s_i(t),
 \end{aligned}
 \tag{式2}$$

[0024] ここで、Iはオブジェクト数、c(t)はキャリア波（超音波）の信号である。このとき、重み係数 α_F 、 β_F 、 g_L 、 g_R は、それぞれ次式で算出できる。

[0025] [数3]

$$\begin{aligned}
 \alpha_F &= \sqrt{\frac{r \cos(\theta_F) - \xi \cos(45^\circ)}{(d - \xi) \cos(45^\circ)}}, \\
 \beta_F &= \sqrt{\frac{d \cos(45^\circ) - r \cos(\theta_F)}{(d - \xi) \cos(45^\circ)}}, \\
 g_L &= \sqrt{\frac{45^\circ - \theta_F}{90^\circ}}, g_R = \sqrt{\frac{45^\circ + \theta_F}{90^\circ}}.
 \end{aligned}
 \tag{式3}$$

[0026] 受聴者Oから近距離に仮想音源Pがある場合($0 \leq r < \xi \cos 45^\circ / \cos \theta_F$)、全方位の超指向性スピーカ10の重み係数により仮想音源Pを受聴者Oに定位させる。

図3に受聴者Oの近距離における仮想音源Pを制御する信号生成のフローチャートを示す。

図3において、 $\hat{y}_{C1}(t)$ 、 $\hat{y}_{C2}(t)$ 、 $\hat{y}_{C3}(t)$ 、 $\hat{y}_{C4}(t)$ は各位置に設置した超指向性スピーカ10の信号を示す。このとき、 $\hat{y}_{C1}(t)$ 、 $\hat{y}_{C2}(t)$ 、 $\hat{y}_{C3}(t)$ 、 $\hat{y}_{C4}(t)$ は、それぞれ次式により算出できる。

[0027]

[数4]

$$\begin{aligned}
 \hat{y}_{C_1}(t) &= \sum_{i=1}^I \gamma_{FGL}(1 + s_i(t))c(t), \\
 \hat{y}_{C_2}(t) &= \sum_{i=1}^I \gamma_{FGR}(1 + s_i(t))c(t), \\
 \hat{y}_{C_3}(t) &= \sum_{i=1}^I \gamma_{BGR}(1 + s_i(t))c(t), \\
 \hat{y}_{C_4}(t) &= \sum_{i=1}^I \gamma_{BGL}(1 + s_i(t))c(t).
 \end{aligned}
 \tag{式4}$$

[0028] このとき、重み係数 γ_F 、 γ_B は、それぞれ次式で算出できる。

[0029] [数5]

$$\begin{aligned}
 \gamma_F &= \sqrt{\frac{\xi \cos(45^\circ) + r \cos(\theta_P)}{(2\xi) \cos(45^\circ)}}, \\
 \gamma_B &= \sqrt{\frac{\xi \cos(45^\circ) - r \cos(\theta_P)}{(2\xi) \cos(45^\circ)}}.
 \end{aligned}
 \tag{式5}$$

[0030] 作成された信号は、対応する仮想音源 P の方位に合わせ、各位置のスピーカ 10、20 に出力される。

図4 (a) は、受聴者 O から遠距離における信号の出力先を、図4 (b) に受聴者 O の近距離における信号の出力先を示すテーブルである。

選択先のないスピーカ 10、20 からは出力しない。上記のように、受聴者 O の近距離と遠距離とで異なる処理を行う。

受聴者 O の近距離では、対向させた超指向性スピーカ 10 を利用して受聴者 O を透過して移動する仮想音源 P を構築する。移動する仮想音源 P のレンジングは、仮想音源 P の位置（移動速度と時刻）から重み係数を算出し、変化させることで実現できる。

[0031] 図5 は、本実施例による音響システムに適した一体型スピーカを示す図である。

本実施例による音響システムには、動電型スピーカ20と超指向性スピーカ10とを一つの筐体40に配置する。

このように、動電型スピーカ20と超指向性スピーカ10とを一体型スピーカとすることで、動電型スピーカ20からの音の出力方向と、超指向性スピーカ10からの音の出力方向とを一致させやすい。なお、図5では、超指向性スピーカ10と動電型スピーカ20とは上下方向に配置した構成を示しているが、左右方向に配置してもよい。超指向性スピーカ10として、パラメトリックスピーカを用いる場合には、複数の超音波発生素子を上下方向及び左右方向にアレイ状に配列する。複数の超音波発生素子をアレイ状に配列することで、可聴領域を設定することができる。

[0032] 第1動電型スピーカ20FLと第1超指向性スピーカ10FLとは、一つの筐体40（第1筐体）に配置して一体型スピーカとし、第2動電型スピーカ20BRと第2超指向性スピーカ10BRとは、一つの筐体40（第2筐体）に配置して一体型スピーカとし、第3動電型スピーカ20FRと第3超指向性スピーカ10FRとは、一つの筐体40（第1筐体）に配置して一体型スピーカとし、第4動電型スピーカ20BLと第4超指向性スピーカ10BLとは、一つの筐体（第2筐体）に配置して一体型スピーカとすることが好ましい。

このように、第1動電型スピーカ20FLと第1超指向性スピーカ10FLとを一体型スピーカとすることで、第1動電型スピーカ20FLからの音の出力方向と、第1超指向性スピーカ10FLからの音の出力方向とを一致させやすく、第2動電型スピーカ20BRと第2超指向性スピーカ10BRとを一体型スピーカとすることで、第2動電型スピーカ20BRからの音の出力方向と、第2超指向性スピーカ10BRからの音の出力方向とを一致させやすく、第3動電型スピーカ20FRと第3超指向性スピーカ10FRとを一体型スピーカとすることで、第3動電型スピーカ20FRからの音の出力方向と、第3超指向性スピーカ10FRからの音の出力方向とを一致させやすく、第4動電型スピーカ20BLと第4超指向性スピーカ10BLとを

一体型スピーカとすることで、第4動電型スピーカ20BLからの音の出力方向と、第4超指向性スピーカ10BLからの音の出力方向とを一致させやすい。

[0033] 制御部30は、第1象限Fで、仮想境界線よりも受聴者外方（遠距離）に仮想音源Pがあるときは、第1動電型スピーカ20FLから受聴者Oまでのインパルス応答と、第1超指向性スピーカ10FLから受聴者Oまでのインパルス応答とのエネルギー比を変えて第1遠距離直間比を制御し、第3動電型スピーカ20FRから受聴者Oまでのインパルス応答と、第3超指向性スピーカ10FRから受聴者Oまでのインパルス応答とのエネルギー比を変えて第3遠距離直間比を制御し、第1遠距離直間比によって設定される第1遠距離出力音と、第3遠距離直間比によって設定される第3遠距離出力音とを振幅パンニングにより制御することで、受聴者Oからの仮想音源Pの方位と距離とを変更する。

また、制御部30は、第1象限Fで、仮想境界線よりも受聴者内方（近距離）に仮想音源Pがあるときは、第1超指向性スピーカ10FLと、第2超指向性スピーカ10BRとのエネルギー比を変えて第1近距離レベル差を制御し、第3超指向性スピーカ10FRと、第4超指向性スピーカ10BLとのエネルギー比を変えて第3近距離レベル差を制御し、第1近距離レベル差によって設定される第1近距離出力音と、第3近距離レベル差によって設定される第3近距離出力音とを振幅パンニングにより制御することで、受聴者Oからの仮想音源Pの方位と距離とを変更する。

[0034] また、制御部30は、第2象限Rで、仮想境界線よりも受聴者外方（遠距離）に仮想音源Pがあるときは、第3動電型スピーカ20FRから受聴者Oまでのインパルス応答と、第3超指向性スピーカ10FRから受聴者Oまでのインパルス応答とのエネルギー比を変えて第3遠距離直間比を制御し、第2動電型スピーカ20BRから受聴者Oまでのインパルス応答と、第2超指向性スピーカ10BRから受聴者Oまでのインパルス応答とのエネルギー比を変えて第2遠距離直間比を制御し、第3遠距離直間比によって設定される

第3遠距離出力音と、第2遠距離直間比によって設定される第2遠距離出力音とを振幅パンニングにより制御することで、受聴者Oからの仮想音源Pの方位と距離とを変更する。

また、制御部30は、第2象限Rで、仮想境界線よりも受聴者内方（近距離）に仮想音源Pがあるときは、第3超指向性スピーカ10FRと、第4超指向性スピーカ10BLとのエネルギー比を変えて第3近距離レベル差を制御し、第2超指向性スピーカ10BRと、第1超指向性スピーカ10FLとのエネルギー比を変えて第2近距離レベル差を制御し、第3近距離レベル差によって設定される第3近距離出力音と、第2近距離レベル差によって設定される第2近距離出力音とを振幅パンニングにより制御することで、受聴者Oからの仮想音源Pの方位と距離とを変更する。

[0035] また、制御部30は、第3象限Bで、仮想境界線よりも受聴者外方（遠距離）に仮想音源Pがあるときは、第2動電型スピーカ20BRから受聴者Oまでのインパルス応答と、第2超指向性スピーカ10BRから受聴者Oまでのインパルス応答とのエネルギー比を変えて第2遠距離直間比を制御し、第4動電型スピーカ20BLから受聴者Oまでのインパルス応答と、第4超指向性スピーカ10BLから受聴者Oまでのインパルス応答とのエネルギー比を変えて第4遠距離直間比を制御し、第2遠距離直間比によって設定される第2遠距離出力音と、第4遠距離直間比によって設定される第4遠距離出力音とを振幅パンニングにより制御することで、受聴者Oからの仮想音源Pの方位と距離とを変更する。

また、制御部30は、第3象限Bで、仮想境界線よりも受聴者内方（近距離）に仮想音源Pがあるときは、第2超指向性スピーカ10BRと、第1超指向性スピーカ10FLとのエネルギー比を変えて第2近距離レベル差を制御し、第4超指向性スピーカ10BLと、第3超指向性スピーカ10FRとのエネルギー比を変えて第4近距離レベル差を制御し、第2近距離レベル差によって設定される第2近距離出力音と、第4近距離レベル差によって設定される第4近距離出力音とを振幅パンニングにより制御することで、受聴者

Oからの仮想音源Pの方位と距離とを変更する。

[0036] また、制御部30は、第4象限Lで、仮想境界線よりも受聴者外方（遠距離）に仮想音源Pがあるときは、第4動電型スピーカ20BLから受聴者Oまでのインパルス応答と、第4超指向性スピーカ10BLから受聴者Oまでのインパルス応答とのエネルギー比を変えて第4遠距離直間比を制御し、第1動電型スピーカ20FLから受聴者Oまでのインパルス応答と、第1超指向性スピーカ10FLから受聴者Oまでのインパルス応答とのエネルギー比を変えて第1遠距離直間比を制御し、第4遠距離直間比によって設定される第4遠距離出力音と、第1遠距離直間比によって設定される第1遠距離出力音とを振幅パンニングにより制御することで、受聴者Oからの仮想音源Pの方位と距離とを変更する。

また、制御部30は、第4象限Lで、仮想境界線よりも受聴者内方（近距離）に仮想音源Pがあるときは、第4超指向性スピーカ10BLと、第3超指向性スピーカ10FRとのエネルギー比を変えて第4近距離レベル差を制御し、第1超指向性スピーカ10FLと、第2超指向性スピーカ10BRとのエネルギー比を変えて第1近距離レベル差を制御し、第4近距離レベル差によって設定される第4近距離出力音と、第1近距離レベル差によって設定される第1近距離出力音とを振幅パンニングにより制御することで、受聴者Oからの仮想音源Pの方位と距離とを変更する。

[0037] 以上のように本実施例によれば、受聴者Oを中心とした360度全方位に対して、仮想音源Pまでの距離感を、いわゆるズームインやズームアウトできるとともに振幅パンニングによる制御ができ、受聴者Oに対して遠隔臨場感を与えることができるとともに、受聴者Oを透過する移動音をいずれの方向に対しても受聴者Oに与えることができる。

また、受聴者Oを中心とした仮想境界線を設定したとき、制御部30が、仮想境界線よりも受聴者外方に仮想音源Pがあるときは、動電型スピーカ20と超指向性スピーカ10との振幅パンニングによりインパルス応答の直間比を制御して音の遠近感を表現し、仮想境界線よりも受聴者内方に仮想音源

Pがあるときは、超指向性スピーカ10の振幅パンニングにより両耳間レベル差を制御して頭内定位を表現することで、仮想音源Pまでの距離感を、いわゆるズームインやズームアウトでき、受聴者Oに対して遠隔臨場感を与えることができるとともに、受聴者Oを透過する移動音を受聴者Oに与えることができる。

なお、超指向性スピーカ10として、パラメトリックスピーカを用いることで、インパルス応答の直間比が低い動電型スピーカ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とを組み合わせる振幅パンニングを行うことができる。従って、仮想音源Pの距離感の手がかりとなる受聴者Oの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できる。

[0038] 上記の実施例では、動電型スピーカ20として、第1動電型スピーカ20FLと第2動電型スピーカ20BRと第3動電型スピーカ20FRと第4動電型スピーカ20BLとを有し、超指向性スピーカ10として、第1超指向性スピーカ10FLと第2超指向性スピーカ10BRと第3超指向性スピーカ10FRと第4超指向性スピーカ10BLとを有している場合を説明したが、動電型スピーカ20として、第1動電型スピーカ20FLと第2動電型スピーカ20BRとを有し、超指向性スピーカ10として、第1超指向性スピーカ10FLと第2超指向性スピーカ10BRとを有した音響システムであってもよい。

この場合には、第1動電型スピーカ20FL及び第1超指向性スピーカ10FLと受聴者Oとの間に第1仮想境界点Q1を設定し、第1動電型スピーカ20FL及び第1超指向性スピーカ10FLと第1仮想境界点Q1との間を第1遠距離X1、第1仮想境界点Q1と受聴者Oとの間を第1近距離Y1とし、第2動電型スピーカ20BR及び第2超指向性スピーカ10BRと受聴者Oとの間に第2仮想境界点Q2を設定し、第2動電型スピーカ20BR及び第2超指向性スピーカ10BRと第2仮想境界点Q2との間を第2遠距離X2、第2仮想境界点Q2と受聴者Oとの間を第2近距離Y2とすると、制御部30では以下の制御を行う。

すなわち制御部30は、第1遠距離X1に仮想音源Pがあるときは、第1動電型スピーカ20FLから受聴者Oまでのインパルス応答と、第1超指向性スピーカ10FLから受聴者Oまでのインパルス応答とのエネルギー比を変えて第1遠距離直間比を制御し、第1近距離Y1に仮想音源Pがあるときは、第1超指向性スピーカ10FLと、第2超指向性スピーカ10BRとのエネルギー比を変えて第1近距離レベル差を制御し、第2遠距離X2に仮想音源Pがあるときは、第2動電型スピーカ20BRから受聴者Oまでのインパルス応答と、第2超指向性スピーカ10BRから受聴者Oまでのインパルス応答とのエネルギー比を変えて第2遠距離直間比を制御し、第2近距離Y2に仮想音源Pがあるときは、第2超指向性スピーカ10BRと、第1超指向性スピーカ10FLとのエネルギー比を変えて第2近距離レベル差を制御する。

[0039] 本実施例によれば、受聴者Oと仮想音源Pとの距離を変化させることで、仮想音源Pまでの距離感を、いわゆるズームインやズームアウトでき、受聴者Oに対して遠隔臨場感を与えることができるとともに、受聴者Oを透過する移動音を受聴者Oに与えることができる。

なお、本実施例では、動電型スピーカ20として、第1動電型スピーカ20FLと第2動電型スピーカ20BRとを有し、超指向性スピーカ10として、第1超指向性スピーカ10FLと第2超指向性スピーカ10BRとを有した音響システムで説明したが、動電型スピーカ20として、第3動電型スピーカ20FRと第4動電型スピーカ20BLとを有し、超指向性スピーカ10として、第3超指向性スピーカ10FRと第4超指向性スピーカ10BLとを有した音響システムであっても同様である。

[0040] (評価実験)

本発明の有効性を確認するため、主観評価実験を行った。

図1に示す実施例(PM)と、手動でスピーカを移動させた条件での実音源(Real)と、近距離制御を行わない比較例(CM)とについて音像の移動感と頭内定位感に関して評価した。なお、実施例(PM)と比較例(C

M)との機材は図1に示す通りとして、実施例(PM)、実音源(Real)、及び比較例(CM)で構築した移動音像を、5人の被験者に提示した。音源は、ホワイトノイズ(0~8kHz、8s)に加え、ベースを使用したカノン(8s)を使用した。

[0041] 図6は、移動音像の移動方向と頭部方向の正面方位の対応表を示すグラフである。

移動感、頭内定位感の評価は、5段階評価のMOS[小森ら, 信学論(A), J99-A(11), 426-429, 2016]を利用した。

移動感の評価は、(5:滑らかに移動している、4:やや違和感があるが移動している、3:違和感があるが移動している、2:あまり移動していない、1:移動していない、)とし、頭内定位感の評価は、(5:はっきりと頭内を定位している、4:やや違和感があるが頭内を定位している、3:違和感があるが頭内を定位している、2:あまり頭内に定位していない、1:頭内に定位していない)とした。

[0042] 図7は実験結果を示すグラフである。

Real(White)は、手動でスピーカを移動(ホワイトノイズ)した結果、Real(Canon)は、手動でスピーカを移動(カノン)した結果、CM(White)は比較例(ホワイトノイズ)の結果、CM(Canon)は比較例(カノン)の結果、PM(White)は実施例(ホワイトノイズ)の結果、PM(Canon)は実施例(カノン)の結果を示している。

図7(a)は移動感、図7(b)は頭内定位感のスコアである。

図7(a)に示すように、CMに対し、Real、PMが両音源ともに滑らかな移動感である結果となった。

また図7(b)に示すように、Real、CMに対し、PMが、頭内に定位(受聴者Oを透過)している結果となり、現実を超えた臨場感の提示が可能であることがわかった。以上の実験結果より、本発明の有効性を確認できた。

産業上の利用可能性

[0043] VR(Virtual Reality/仮想現実)、AR(Augmented Reality/拡張現実)

、又はMR (Mixed Reality／複合現実) における素材画像に対応する素材音を仮想音源として、素材画像とともに素材音を移動させることで、遠隔臨場感のリアリティを高めることができる。

符号の説明

- [0044] 10 超指向性スピーカ
- 10FL 第1超指向性スピーカ
- 10BR 第2超指向性スピーカ
- 10FR 第3超指向性スピーカ
- 10BL 第4超指向性スピーカ
- 20 動電型スピーカ
- 20FL 第1動電型スピーカ
- 20BR 第2動電型スピーカ
- 20FR 第3動電型スピーカ
- 20BL 第4動電型スピーカ
- 30 制御部
- 40 筐体
- F 第1象限
- R 第2象限
- B 第3象限
- L 第4象限
- d 距離
- O 受聴者
- P 仮想音源
- r 距離
- ξ 近距離
- θ 方位
- Q1 第1仮想境界点
- Q2 第2仮想境界点

X 1 第 1 遠距離

X 2 第 2 遠距離

Y 1 第 1 近距離

Y 2 第 2 近距離

請求の範囲

[請求項1] 動電型スピーカと超指向性スピーカとを用い、
受聴者からの仮想音源の位置を制御部で制御する音響システムであつて、
前記動電型スピーカとして、
少なくとも第1動電型スピーカと第2動電型スピーカとを有し、
前記超指向性スピーカとして、
少なくとも第1超指向性スピーカと第2超指向性スピーカとを有し、
前記第1動電型スピーカからの音の出力方向と、前記第1超指向性スピーカからの音の出力方向とが一致するように、前記第1動電型スピーカと前記第1超指向性スピーカとを配置し、
前記第2動電型スピーカからの音の出力方向と、前記第2超指向性スピーカからの音の出力方向とが一致するように、前記第2動電型スピーカと前記第2超指向性スピーカとを配置し、
前記第1動電型スピーカ及び前記第1超指向性スピーカからの前記音の第1出力方向と、前記第2動電型スピーカ及び前記第2超指向性スピーカからの前記音の第2出力方向とを、対向させて前記受聴者の位置に向け、
前記第1動電型スピーカ及び前記第1超指向性スピーカと前記受聴者との間に第1仮想境界点を設定し、前記第1動電型スピーカ及び前記第1超指向性スピーカと前記第1仮想境界点との間を第1遠距離、前記第1仮想境界点と前記受聴者との間を第1近距離とし、
前記第2動電型スピーカ及び前記第2超指向性スピーカと前記受聴者との間に第2仮想境界点を設定し、前記第2動電型スピーカ及び前記第2超指向性スピーカと前記第2仮想境界点との間を第2遠距離、前記第2仮想境界点と前記受聴者との間を第2近距離としたとき、
前記制御部は、
前記第1遠距離に前記仮想音源があるときは、前記第1動電型スピーカ

カから前記受聴者までのインパルス応答と、前記第1超指向性スピーカから前記受聴者までのインパルス応答とのエネルギー比を変えて第1遠距離直間比を制御し、

前記第2遠距離に前記仮想音源があるときは、前記第2動電型スピーカから前記受聴者までのインパルス応答と、前記第2超指向性スピーカから前記受聴者までのインパルス応答とのエネルギー比を変えて第2遠距離直間比を制御し、

前記第1近距離及び前記第2近距離に前記仮想音源があるときは、前記第1超指向性スピーカと、前記第2超指向性スピーカとのエネルギー比を変えて第1近距離レベル差及び第2近距離レベル差を制御することを特徴とする音響システム。

[請求項2] 前記第1動電型スピーカと前記第1超指向性スピーカとを第1筐体に配置し、
前記第2動電型スピーカと前記第2超指向性スピーカとを第2筐体に配置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] 動電型スピーカと超指向性スピーカとを用い、
受聴者からの仮想音源の位置を制御部で制御する音響システムであって、
前記動電型スピーカとして、
少なくとも第1動電型スピーカと第2動電型スピーカと第3動電型スピーカと第4動電型スピーカとを有し、
前記超指向性スピーカとして、
少なくとも第1超指向性スピーカと第2超指向性スピーカと第3超指向性スピーカと第4超指向性スピーカとを有し、
前記第1動電型スピーカからの音の出力方向と、前記第1超指向性スピーカからの音の出力方向とが一致するように、前記第1動電型スピーカと前記第1超指向性スピーカとを配置し、

前記第2動電型スピーカからの音の出力方向と、前記第2超指向性スピーカからの音の出力方向とが一致するように、前記第2動電型スピーカと前記第2超指向性スピーカとを配置し、

前記第3動電型スピーカからの音の出力方向と、前記第3超指向性スピーカからの音の出力方向とが一致するように、前記第3動電型スピーカと前記第3超指向性スピーカとを配置し、

前記第4動電型スピーカからの音の出力方向と、前記第4超指向性スピーカからの音の出力方向とが一致するように、前記第4動電型スピーカと前記第4超指向性スピーカとを配置し、

前記第1動電型スピーカ及び前記第1超指向性スピーカからの前記音の第1出力方向と、前記第2動電型スピーカ及び前記第2超指向性スピーカからの前記音の第2出力方向とを、対向させて前記受聴者の位置に向け、

前記第3動電型スピーカ及び前記第3超指向性スピーカからの前記音の第3出力方向と、前記第4動電型スピーカ及び前記第4超指向性スピーカからの前記音の第4出力方向とを、対向させて前記受聴者の位置に向け、

前記第1動電型スピーカ及び前記第1超指向性スピーカと前記第2動電型スピーカ及び前記第2超指向性スピーカとを結ぶ第1仮想線と、前記第3動電型スピーカ及び前記第3超指向性スピーカと前記第4動電型スピーカ及び前記第4超指向性スピーカとを結ぶ第2仮想線とを交差させ、

前記受聴者を中心として、前記第1動電型スピーカ及び前記第1超指向性スピーカと、前記第3動電型スピーカ及び前記第3超指向性スピーカとの間を第1象限とし、

前記受聴者を中心として、前記第3動電型スピーカ及び前記第3超指向性スピーカと、前記第2動電型スピーカ及び前記第2超指向性スピーカとの間を第2象限とし、

前記受聴者を中心として、前記第2動電型スピーカ及び前記第2超指向性スピーカと、前記第4動電型スピーカ及び前記第4超指向性スピーカとの間を第3象限とし、

前記受聴者を中心として、前記第4動電型スピーカ及び前記第4超指向性スピーカと、前記第1動電型スピーカ及び前記第1超指向性スピーカとの間を第4象限とし、

前記受聴者を中心とした仮想境界線を設定したとき、

前記制御部は、

前記第1象限で、前記仮想境界線よりも受聴者外方に前記仮想音源があるときは、

前記第1動電型スピーカから前記受聴者までのインパルス応答と、前記第1超指向性スピーカから前記受聴者までのインパルス応答とのエネルギー比を変えて第1遠距離直間比を制御し、

前記第3動電型スピーカから前記受聴者までのインパルス応答と、前記第3超指向性スピーカから前記受聴者までのインパルス応答とのエネルギー比を変えて第3遠距離直間比を制御し、

前記第1遠距離直間比によって設定される第1遠距離出力音と、前記第3遠距離直間比によって設定される第3遠距離出力音とを振幅パンニングにより制御することで、前記受聴者からの前記仮想音源の方位と距離とを変更し、

前記第2象限で、前記仮想境界線よりも受聴者外方に前記仮想音源があるときは、

前記第3動電型スピーカから前記受聴者までのインパルス応答と、前記第3超指向性スピーカから前記受聴者までのインパルス応答とのエネルギー比を変えて第3遠距離直間比を制御し、

前記第2動電型スピーカから前記受聴者までのインパルス応答と、前記第2超指向性スピーカから前記受聴者までのインパルス応答とのエネルギー比を変えて第2遠距離直間比を制御し、

前記第3遠距離直間比によって設定される第3遠距離出力音と、前記第2遠距離直間比によって設定される第2遠距離出力音とを振幅パンニングにより制御することで、前記受聴者からの前記仮想音源の方位と距離とを変更し、

前記第3象限で、前記仮想境界線よりも受聴者外方に前記仮想音源があるときは、

前記第2動電型スピーカから前記受聴者までのインパルス応答と、前記第2超指向性スピーカから前記受聴者までのインパルス応答とのエネルギー比を変えて第2遠距離直間比を制御し、

前記第4動電型スピーカから前記受聴者までのインパルス応答と、前記第4超指向性スピーカから前記受聴者までのインパルス応答とのエネルギー比を変えて第4遠距離直間比を制御し、

前記第2遠距離直間比によって設定される第2遠距離出力音と、前記第4遠距離直間比によって設定される第4遠距離出力音とを振幅パンニングにより制御することで、前記受聴者からの前記仮想音源の方位と距離とを変更し、

前記第4象限で、前記仮想境界線よりも受聴者外方に前記仮想音源があるときは、

前記第4動電型スピーカから前記受聴者までのインパルス応答と、前記第4超指向性スピーカから前記受聴者までのインパルス応答とのエネルギー比を変えて第4遠距離直間比を制御し、

前記第1動電型スピーカから前記受聴者までのインパルス応答と、前記第1超指向性スピーカから前記受聴者までのインパルス応答とのエネルギー比を変えて第1遠距離直間比を制御し、

前記第4遠距離直間比によって設定される第4遠距離出力音と、前記第1遠距離直間比によって設定される第1遠距離出力音とを振幅パンニングにより制御することで、前記受聴者からの前記仮想音源の方位と距離とを変更し、

前記第1象限で、前記仮想境界線よりも受聴者内方に前記仮想音源があるときは、

前記第1超指向性スピーカと、前記第2超指向性スピーカとのエネルギー比を変えて第1近距離レベル差を制御し、

前記第3超指向性スピーカと、前記第4超指向性スピーカとのエネルギー比を変えて第3近距離レベル差を制御し、

前記第1近距離レベル差によって設定される第1近距離出力音と、前記第3近距離レベル差によって設定される第3近距離出力音とを振幅パンニングにより制御することで、前記受聴者からの前記仮想音源の方位と距離とを変更し、

前記第2象限で、前記仮想境界線よりも受聴者内方に前記仮想音源があるときは、

前記第3超指向性スピーカと、前記第4超指向性スピーカとのエネルギー比を変えて第3近距離レベル差を制御し、

前記第2超指向性スピーカと、前記第1超指向性スピーカとのエネルギー比を変えて第2近距離レベル差を制御し、

前記第3近距離レベル差によって設定される第3近距離出力音と、前記第2近距離レベル差によって設定される第2近距離出力音とを振幅パンニングにより制御することで、前記受聴者からの前記仮想音源の方位と距離とを変更し、

前記第3象限で、前記仮想境界線よりも受聴者内方に前記仮想音源があるときは、

前記第2超指向性スピーカと、前記第1超指向性スピーカとのエネルギー比を変えて第2近距離レベル差を制御し、

前記第4超指向性スピーカと、前記第3超指向性スピーカとのエネルギー比を変えて第4近距離レベル差を制御し、

前記第2近距離レベル差によって設定される第2近距離出力音と、前記第4近距離レベル差によって設定される第4近距離出力音とを振幅

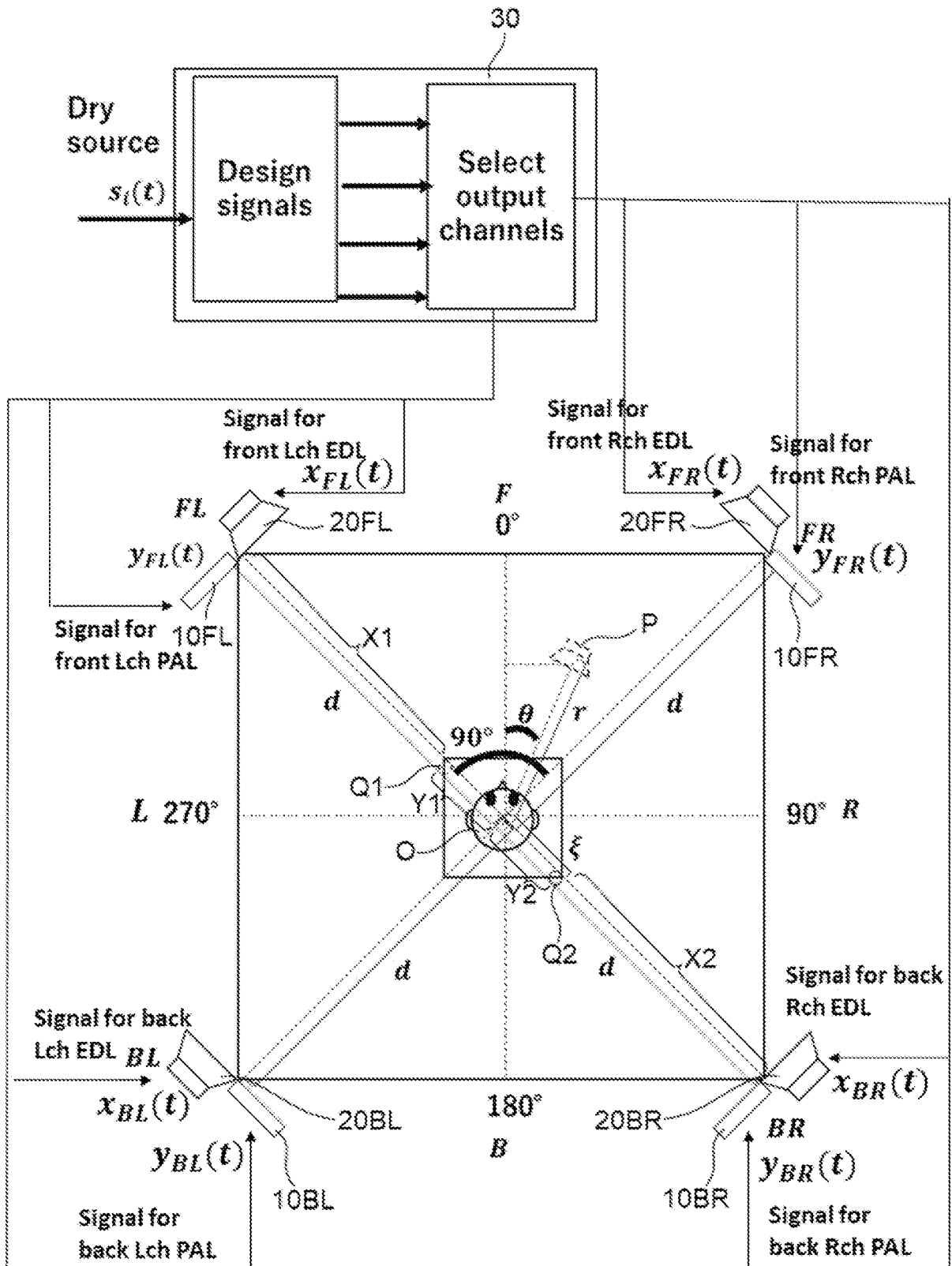
パンニングにより制御することで、前記受聴者からの前記仮想音源の方位と距離とを変更し、
前記第4象限で、前記仮想境界線よりも受聴者内方に前記仮想音源があるときは、
前記第4超指向性スピーカと、前記第3超指向性スピーカとのエネルギー比を変えて第4近距離レベル差を制御し、
前記第1超指向性スピーカと、前記第2超指向性スピーカとのエネルギー比を変えて第1近距離レベル差を制御し、
前記第4近距離レベル差によって設定される第4近距離出力音と、前記第1近距離レベル差によって設定される第1近距離出力音とを振幅パンニングにより制御することで、前記受聴者からの前記仮想音源の方位と距離とを変更することを特徴とする音響システム。

[請求項4] 複数の動電型スピーカと複数の超指向性スピーカとを用い、受聴者からの仮想音源の位置を制御部で制御する音響システムであって、
前記受聴者を中心とした仮想境界線を設定したとき、
前記制御部は、
前記仮想境界線よりも受聴者外方に前記仮想音源があるときは、前記動電型スピーカと前記超指向性スピーカとの振幅パンニングによりインパルス応答の直間比を制御して音の遠近感を表現し、
前記仮想境界線よりも受聴者内方に前記仮想音源があるときは、前記超指向性スピーカの振幅パンニングにより両耳間レベル差を制御して頭内定位を表現することを特徴とする音響システム。

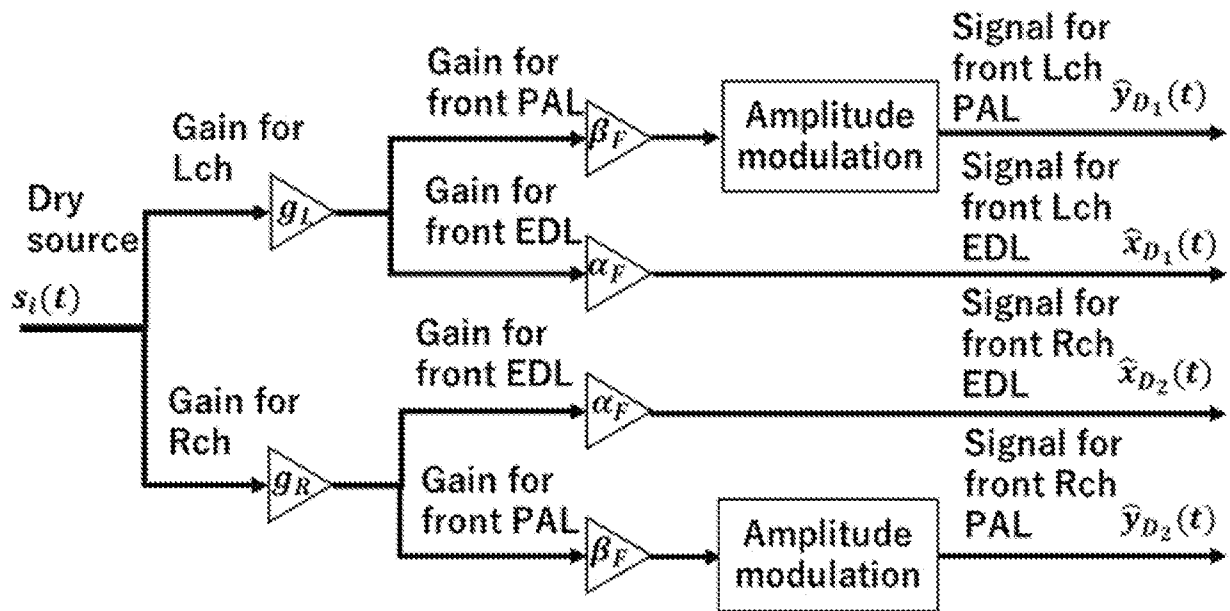
[請求項5] 前記動電型スピーカと前記超指向性スピーカとを一つの筐体に配置する
ことを特徴とする請求項3又は請求項4に記載の音響システム。

[請求項6] 前記超指向性スピーカとして、パラメトリックスピーカを用いることを特徴とする請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の音響システム。

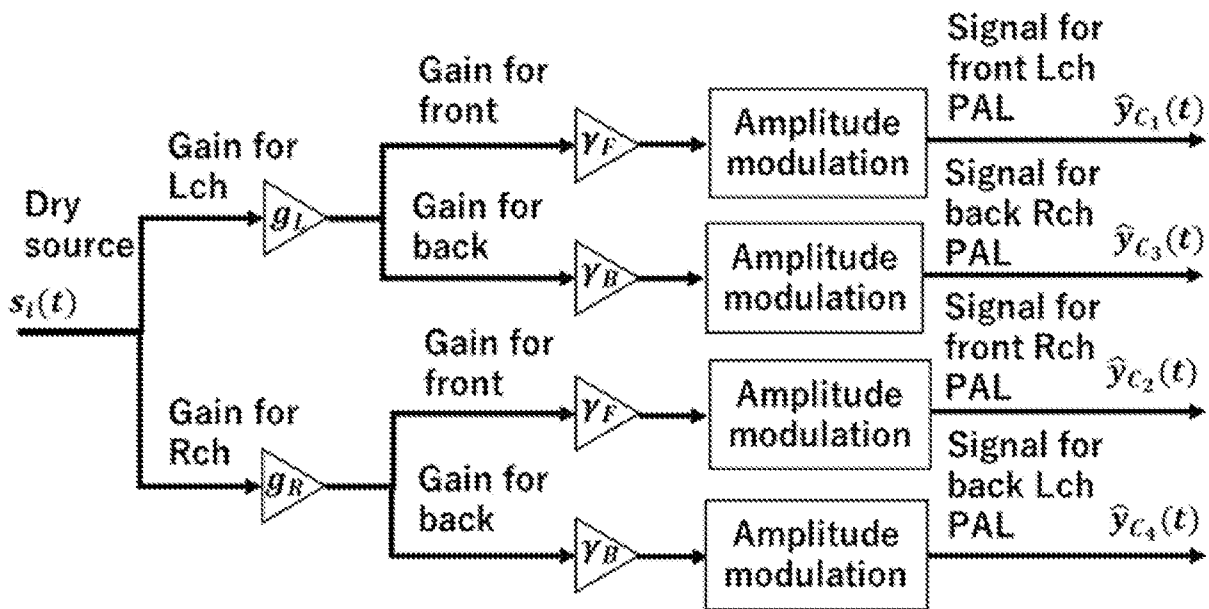
[図1]



[図2]



[図3]



[図4]

(a)

Table 1 Select output channels in distant range

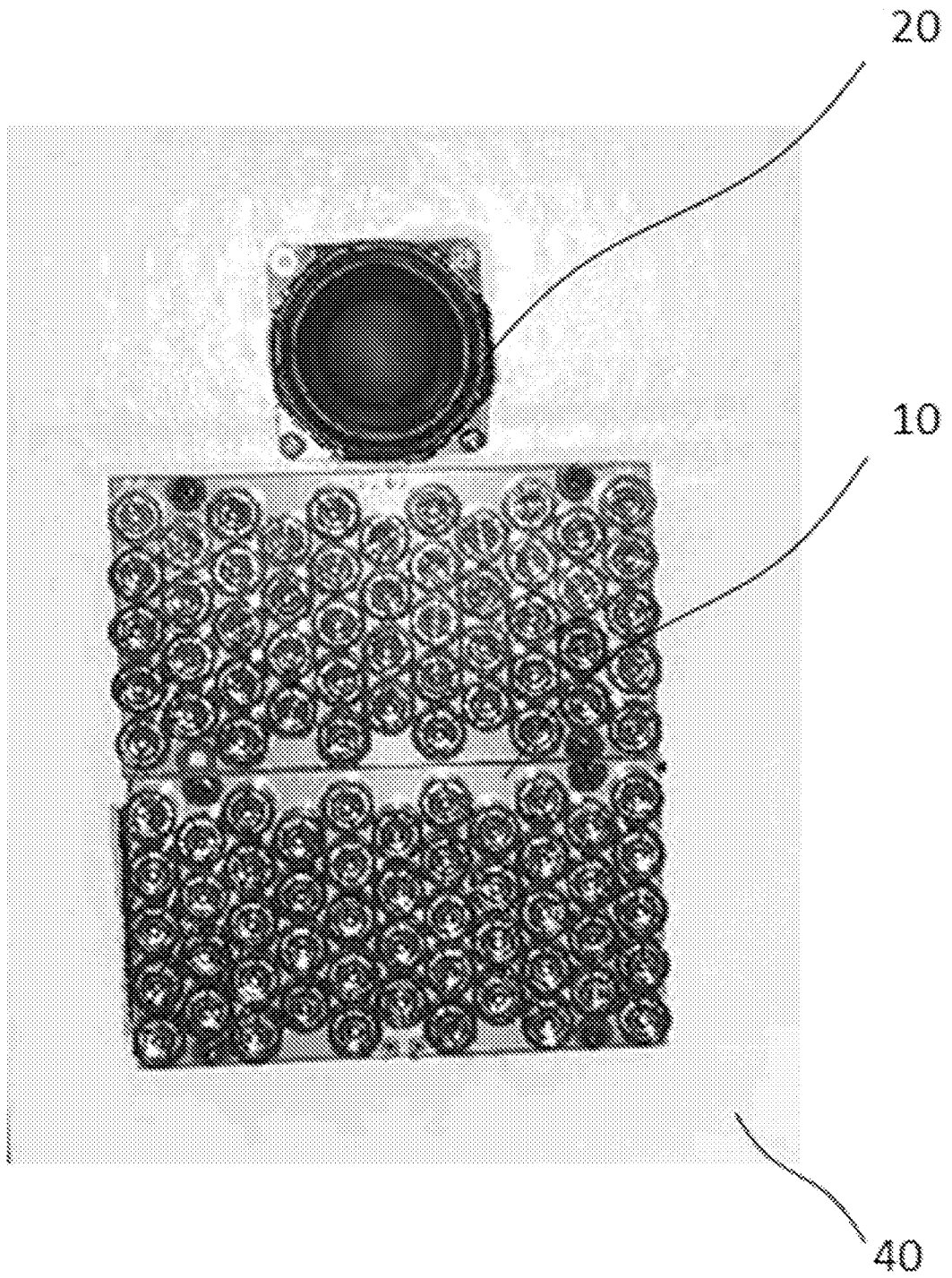
	$\hat{y}_{D_1}(t)$	$\hat{y}_{D_2}(t)$	$\hat{x}_{D_1}(t)$	$\hat{x}_{D_2}(t)$
$-45^\circ \leq \theta < 45^\circ$	$y_{FL}(t)$	$y_{FR}(t)$	$x_{FL}(t)$	$x_{FR}(t)$
$45^\circ \leq \theta < 135^\circ$	$y_{FR}(t)$	$y_{BR}(t)$	$x_{FR}(t)$	$x_{BR}(t)$
$135^\circ \leq \theta < 225^\circ$	$y_{BR}(t)$	$y_{BL}(t)$	$x_{BR}(t)$	$x_{BL}(t)$
$225^\circ \leq \theta < 315^\circ$	$y_{BL}(t)$	$y_{FL}(t)$	$x_{BL}(t)$	$x_{FL}(t)$

(b)

Table 2 Select output channels in close range

	$\hat{y}_{C_1}(t)$	$\hat{y}_{C_2}(t)$	$\hat{y}_{C_3}(t)$	$\hat{y}_{C_4}(t)$
$-45^\circ \leq \theta < 45^\circ$	$y_{FL}(t)$	$y_{FR}(t)$	$y_{BR}(t)$	$y_{BL}(t)$
$45^\circ \leq \theta < 135^\circ$	$y_{FR}(t)$	$y_{BR}(t)$	$y_{BL}(t)$	$y_{FL}(t)$
$135^\circ \leq \theta < 225^\circ$	$y_{BR}(t)$	$y_{BL}(t)$	$y_{FL}(t)$	$y_{FR}(t)$
$225^\circ \leq \theta < 315^\circ$	$y_{BL}(t)$	$y_{FL}(t)$	$y_{FR}(t)$	$y_{BR}(t)$

[図5]

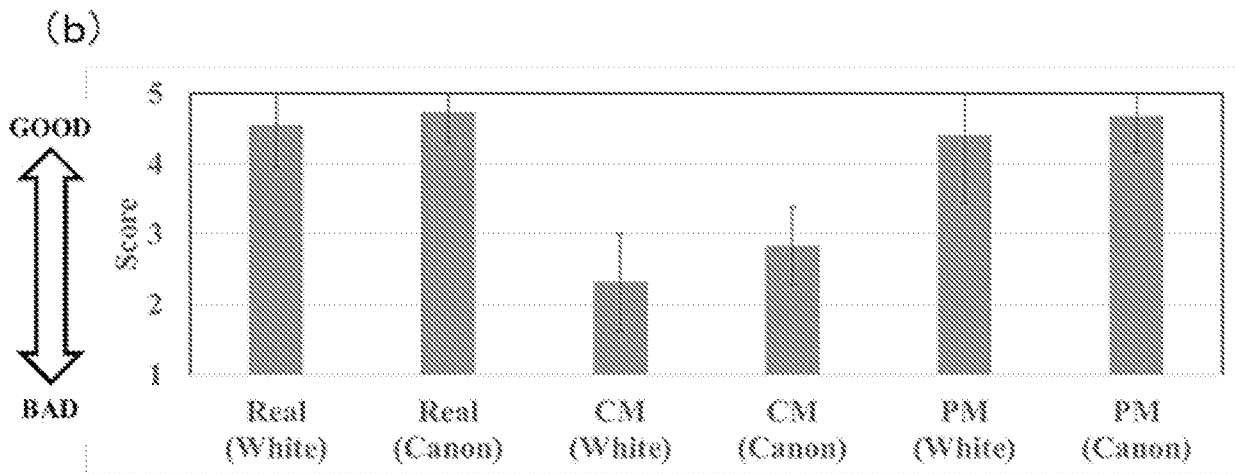
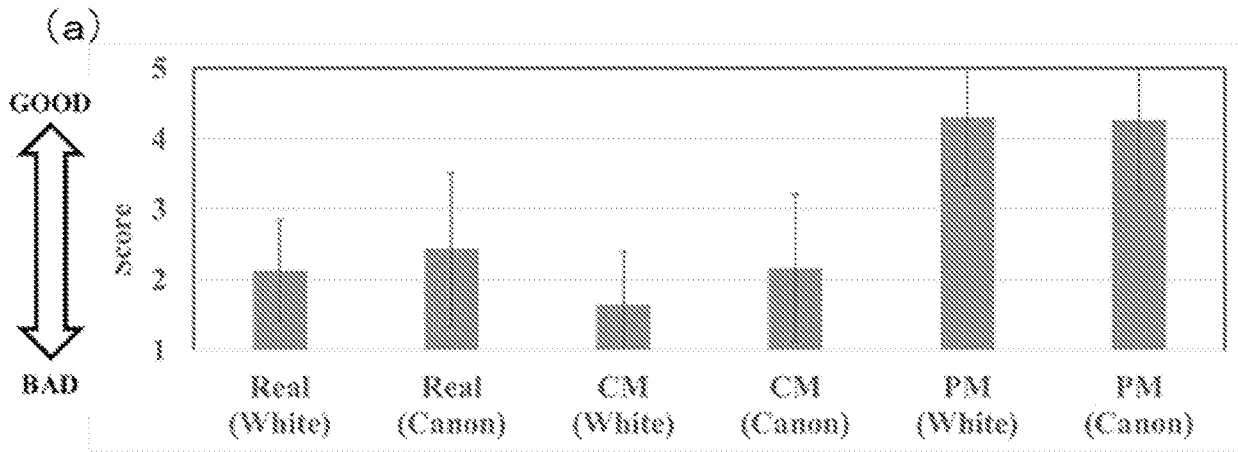


[図6]

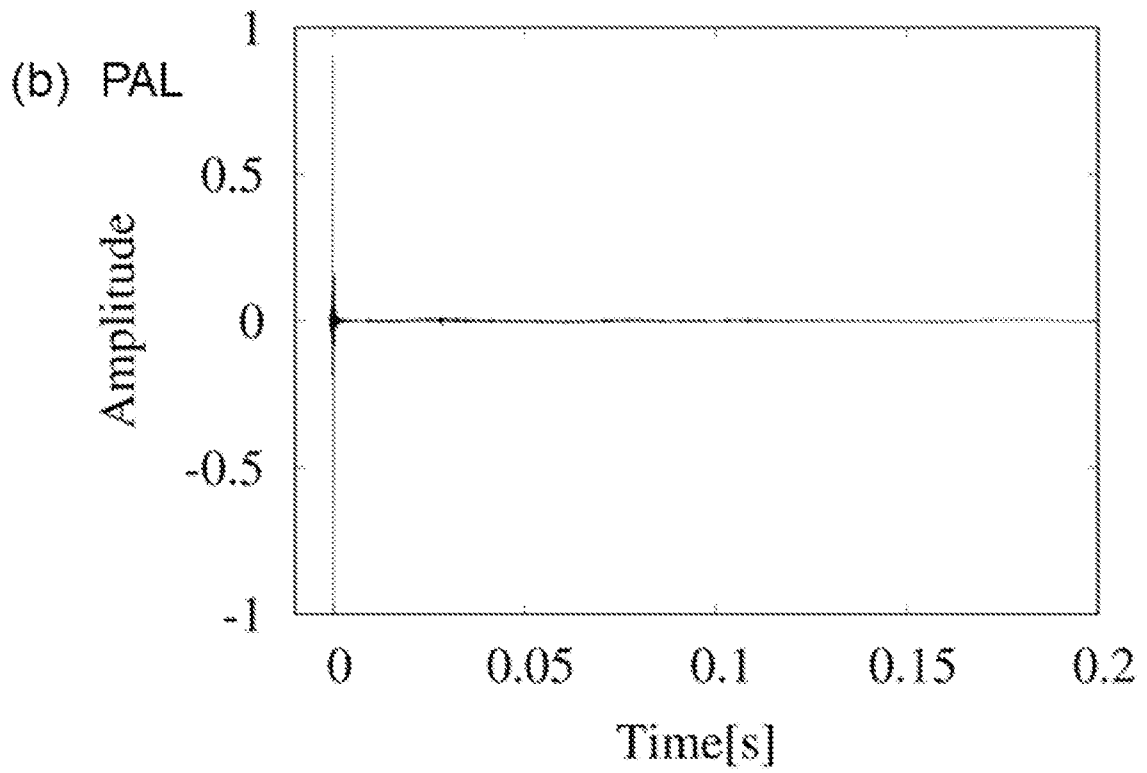
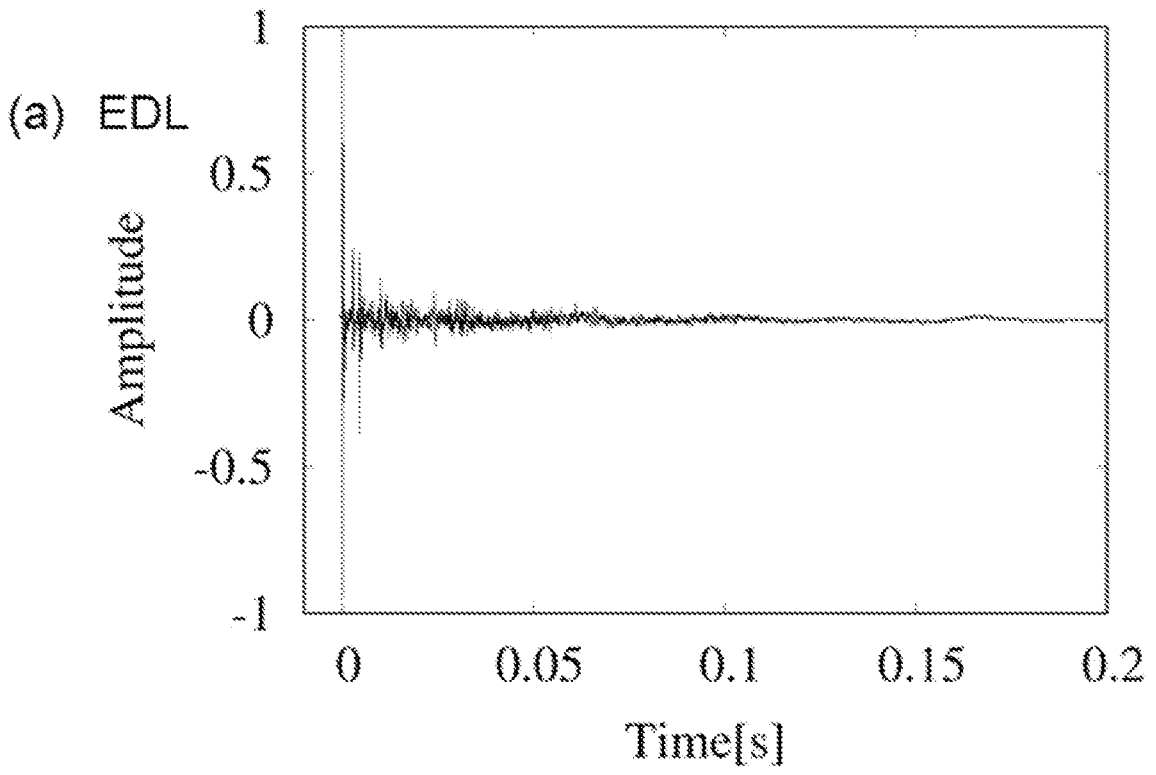
Table 3 Vector of moving sound image and front direction of the head

Vector of moving sound image	Front direction of the head
$F \rightarrow B$	$0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$
$B \rightarrow F$	$0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$
$FR \rightarrow BL$	$-45^\circ, 0^\circ, 45^\circ$
$BL \rightarrow FR$	$-45^\circ, 0^\circ, 45^\circ$

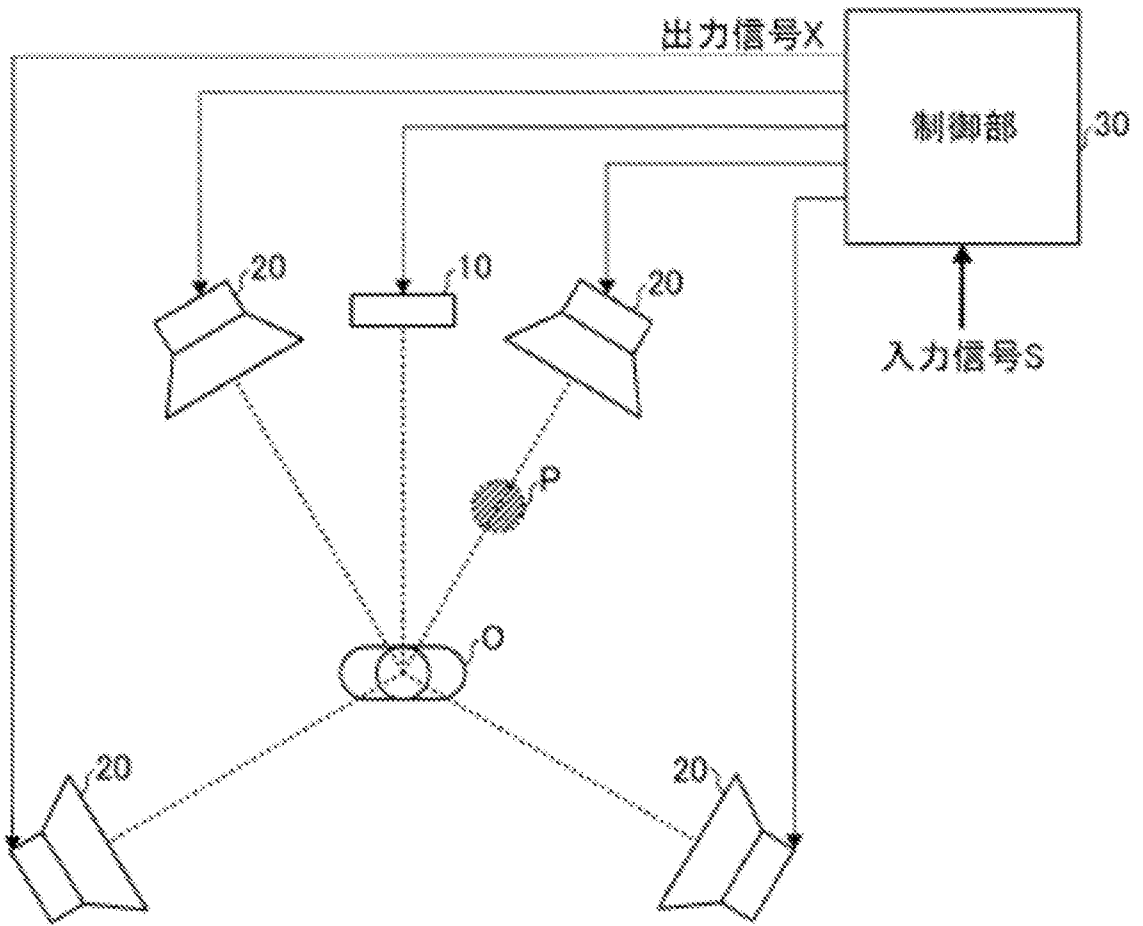
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/007568

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H04R 1/20 (2006.01)i; H04R 3/00 (2006.01)i; H04S 7/00 (2006.01)i FI: H04S7/00 300; H04R3/00 310; H04R1/20 310		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H04R1/00-3/14; H04S1/00-7/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	江川 琢真ほか, パラメトリック/ダイナミックスピーカを用いたサラウンドシステムにおける受聴者透過の移動音像構築, 日本音響学会2021年春季研究発表会講演論文集, 24 February 2021, pp. 375, 376, ISSN 1880-7658, (EKAWA, Takuma et al. Moving Sound-image Construction Passing Listener in Surround System Using Parametric/Electrodynamic Loudspeakers.), non-official translation (Proceedings of the 2021 Spring Meeting of the Acoustical Society of Japan.) chapter 2, fig. 1, tables 1, 2	1-6
Y	JP 2020-014079 A (OSAKA SANGYO UNIV.) 23 January 2020 (2020-01-23) paragraph [0026]	1-6
Y	JP 2004-527968 A (AMERICAN TECHNOLOGY CORP.) 09 September 2004 (2004-09-09) paragraphs [0017], [0018], [0022], fig. 1	2, 5
P, A	WO 2021/149453 A1 (OSAKA SANGYO UNIV.) 29 July 2021 (2021-07-29) entire text, all drawings	1-6
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 10 May 2022		Date of mailing of the international search report 24 May 2022
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/007568

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2020-014079 A	23 January 2020	(Family: none)	
JP 2004-527968 A	09 September 2004	US 2001/0055397 A1 paragraphs [0024], [0025], [0029], fig. 1 CN 1507701 A	
WO 2021/149453 A1	29 July 2021	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04R 1/20(2006.01)i; H04R 3/00(2006.01)i; H04S 7/00(2006.01)i FI: H04S7/00 300; H04R3/00 310; H04R1/20 310		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H04R1/00-3/14; H04S1/00-7/00 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	江川 琢真ほか、パラメトリック/ダイナミックスピーカを用いたサラウンドシステムにおける受聴者透過の移動音像構築、日本音響学会2021年春季研究発表会講演論文集、2021.02.24, p.375-376, ISSN 1880-7658 2章, 図1, 表1-2	1-6
Y	JP 2020-014079 A (学校法人大阪産業大学) 23.01.2020 (2020-01-23) 段落[0026]	1-6
Y	JP 2004-527968 A (アメリカン・テクノロジー・コーポレーション) 09.09.2004 (2004-09-09) 段落[0017]-[0018], [0022], 図1	2, 5
P, A	WO 2021/149453 A1 (学校法人大阪産業大学) 29.07.2021 (2021-07-29) 全文, 全図	1-6
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日	
10.05.2022	24.05.2022	
名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 中村 天真 5Z 1786 電話番号 03-3581-1101 内線 3591	

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/007568

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2020-014079 A	23.01.2020	(ファミリーなし)	
JP 2004-527968 A	09.09.2004	US 2001/0055397 A1 段落[0024]-[0025], [0029], 図1 CN 1507701 A	
WO 2021/149453 A1	29.07.2021	(ファミリーなし)	