

(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
2012 年 10 月 18 日(18.10.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/141057 A1

- (51) 国際特許分類:
H04S 1/00 (2006.01) H04R 1/34 (2006.01)
B60R 11/02 (2006.01) H04S 5/02 (2006.01)
H04R 1/32 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/059244
- (22) 国際出願日: 2012 年 4 月 4 日(04.04.2012)
- (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 2011-089915 2011 年 4 月 14 日(14.04.2011) JP
特願 2011-089916 2011 年 4 月 14 日(14.04.2011) JP
特願 2012-014952 2012 年 1 月 27 日(27.01.2012) JP
特願 2012-014953 2012 年 1 月 27 日(27.01.2012) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社 JVC ケンウッド(JVC KENWOOD Corporation) [JP/JP]; 〒2210022 神奈川県横浜市神奈川区守屋町 3 丁目 1 2 番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 安良 定浩(YASURA, Sadahiro) [JP/JP]; 〒2210022 神奈川県横浜市神奈川区守屋町 3 丁目 1 2 番地 Kanagawa (JP). 村田 寿子(MURATA, Hisako) [JP/JP]; 〒

2210022 神奈川県横浜市神奈川区守屋町 3 丁目 1 2 番地 Kanagawa (JP). 菅原 隆幸(SUGAHARA, Takayuki) [JP/JP]; 〒2210022 神奈川県横浜市神奈川区守屋町 3 丁目 1 2 番地 Kanagawa (JP). 宮内和行(MIYAUCHI, Kazuyuki) [JP/JP]; 〒2210022 神奈川県横浜市神奈川区守屋町 3 丁目 1 2 番地 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 酒井 宏明(SAKAI, Hiroaki); 〒1006020 東京都千代田区霞が関三丁目 2 番 5 号 霞が関ビルディング 酒井国際特許事務所 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

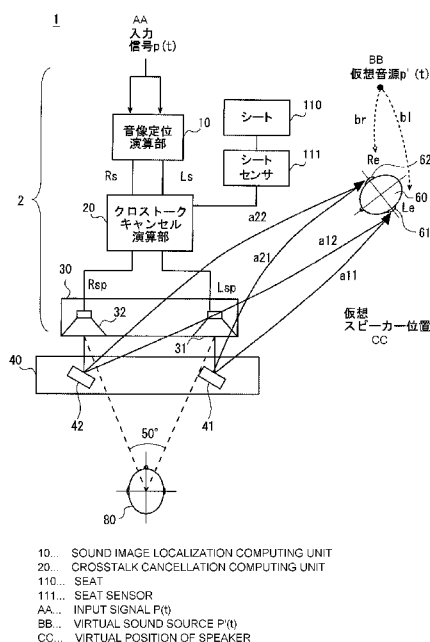
(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ

[続葉有]

(54) Title: SOUND FIELD GENERATING DEVICE, SOUND FIELD GENERATING SYSTEM AND METHOD OF GENERATING SOUND FIELD

(54) 発明の名称: 音場生成装置、音場生成システム、及び音場生成方法

[図2]



(57) Abstract: A sound field generating device (2) according to the present invention is provided with: a speaker unit (30) which has a speaker for outputting sound having no less than two channels and which outputs an acoustic signal toward a reflective unit (40) that reflects sound output from the speaker so as to transmit the sound to a listener (60); and a crosstalk cancelling computation unit (20) which performs computations such that the crosstalk between each channel for the acoustic signal that arrives at the listener (60) after being reflected by the reflective unit (40) is cancelled at the position of the listener (60) with respect to an input signal input thereto, the input signal being input such that the sound image of the acoustic signal that arrives at the listener (60) after being output from the speaker unit (30) and reflected by the reflective unit (40) is localized as a virtual sound source at the position of the listener (60).

(57) 要約: 本発明にかかる音場生成装置(2)は、2チャンネル以上の音声出力するスピーカを有し、スピーカから出力された音を反射させて聴取者(60)に音を伝達させる反射部(40)に向けて音響信号を出力するスピーカ部(30)と、スピーカ部(30)より出力され反射部(40)により反射されて聴取者(60)に到達した音響信号の音像が聴取者(60)の位置において仮想音源として定位されている音声信号が入力され、入力された音声信号に対して反射部(40)により反射されて聴取者(60)に到達した音響信号の各チャンネル間におけるクロストークが聴取者(60)の位置においてキャンセルされるように演算処理を行うクロストークキャンセル演算部(20)と、を備えるものである。



ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨー 添付公開書類:

ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称：

音場生成装置、音場生成システム、及び音場生成方法

技術分野

[0001] 本発明は、音場生成装置、音場生成システム、及び音場生成方法に関し、特に詳しくは2チャンネル以上のスピーカを用いて音場を生成する音場生成装置、音場生成システム、及び音場生成方法に関するものである。

背景技術

[0002] 特許文献1には、フロント部に搭乗するリスナーに対して、ステレオ再生するための車載用スピーカシステムが開示されている。この車載用スピーカシステムでは、インストルメントパネルに左右1対のスピーカを設けている。そして、スピーカからの再生音が、フロントガラスに反射して、運転席又は助手席のリスナーに到達している。右のスピーカからの再生音は、助手席のリスナーに届いており、左のスピーカからの再生音は、運転席のリスナーに届いている。入力信号がそのままスピーカから出力されるため、従来のステレオ音場のように聴取者前方の音場は再現できるが、聴取者後方の音像定位は再現できない。

[0003] 特許文献2には、バイノーラル録音されたバイノーラル信号を変換する信号変換装置が開示されている。特許文献2では、再生音場内で生じるべきクロストークを打ち消すように、バイノーラル信号を変形バイノーラル信号に変換している。そして、変形バイノーラル信号が複数個のスピーカに与えられている。また、特許文献3ではステレオダイポール方式で再生する再生システムが開示されている。特許文献3の再生システムでは、ラウドスピーカ対の見開き角度を6～20度の範囲に定めている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平5－328483号公報

特許文献2：特開昭52-40101号公報

特許文献3：特表2000-529106号公報

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、特許文献3の方法では、自動車の車内等の環境に適用することができないという問題がある。例えば、ステレオダイポール方式を用いた場合、耳元に向けてスピーカを設置しても、ハンドルによる遮蔽やサイドガラスによる反射の影響が発生する。特に、自動車の車内は左右非対称な環境であり、例えば聴取者が運転者の場合、運転者から右側のサイドガラスまでの距離は、左側のサイドガラスまでの距離に比べて短くなる。よって、運転者の右耳に対して右側のサイドガラスによる反射の影響が大きく出てしまい左右の反射が不均一になってしまう。さらに、聴取者に直接音を届けるためにダッシュボード上にスピーカを配置することは、運転者の視野を妨げることになってしまうため、ダッシュボード上に、スピーカを配置することは適切ではない。

[0006] 本発明は、上記の課題に鑑みてなされたものであり、様々な環境においても音場を適切に生成することができる音場生成装置、音場生成システム、及び音場生成方法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] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、2チャンネル以上の音声出力するスピーカを有し、前記スピーカから出力された音を反射させて聴取者に音を伝達させる反射部に向けて音響信号を出力するスピーカ部と、前記スピーカ部より出力され前記反射部により反射されて前記聴取者に到達した音響信号の音像が前記聴取者の位置において仮想音源として定位されている音声信号が入力され、前記入力された音声信号に対して前記反射部により反射されて前記聴取者に到達した音響信号の各チャンネル間におけるクロストークが前記聴取者の位置においてキャンセルされるように演算処理を行うクロストークキャンセル演算部と、を備えることを特徴とする。

[0008] また、本発明は、2チャンネル以上の音声を入力するスピーカを有するスピーカ部より出力され反射部により反射されて聴取者に到達した音響信号の音像が前記聴取者の位置において仮想音源として定位されている音声信号を入力するステップと、前記入力された音声信号に対して前記反射部により反射されて前記聴取者に到達した音響信号の各チャンネル間におけるクロストークが前記聴取者の位置においてキャンセルされるように演算処理を行うステップと、前記スピーカ部から出力された音を反射させて前記聴取者に音を伝達させる前記反射部に向けて音響信号を入力するステップと、を備えることを特徴とする。

発明の効果

[0009] 以上のように、本発明によれば、様々な環境においても適切な音場を生成することができる音場生成装置、音場生成システム、及び音場生成方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1A]図1Aは、実施の形態1にかかる音場生成システムの構成を示すブロック図である。

[図1B]図1Bは、実施の形態1にかかる音場生成システムの構成を示すブロック図である。

[図2]図2は、実施の形態1にかかる音場生成システムの全体構成を示す図である。

[図3]図3は、音像定位演算部を示すブロック図である。

[図4A]図4Aは、クロストークキャンセル演算部を示す図である。

[図4B]図4Bは、クロストークキャンセル演算部を示す図である。

[図5]図5は、実施の形態1の設置例1を示す上面図である。

[図6A]図6Aは、実施の形態1の設置例1を示す側面図である。

[図6B]図6Bは、実施の形態1の設置例1を示す側面図である。

[図6C]図6Cは、運転席を後方に移動した状態を示す側面図である。

[図7]図7は、実施の形態1の設置例2を示す上面図である。

[図8]図8は、実施の形態1の設置例3を示す上面図である。

[図9]図9は、実施の形態1の設置例4を示す上面図である。

[図10]図10は、実施の形態1の設置例5を示す上面図である。

[図11]図11は、実施の形態1の設置例6を示す上面図である。

[図12]図12は、実施の形態1の設置例7に用いられる左スピーカと左反射部を示す斜視図である。

[図13A]図13Aは、実施の形態1の設置例7を示す上面図である。

[図13B]図13Bは、実施の形態1の設置例7を示す上面図である。

[図14]図14は、実施の形態1の設置例8に用いられるスピーカ部と反射部を示す斜視図である。

[図15]図15は、実施の形態1の設置例8を示す上面図である。

[図16]図16は、実施の形態1の設置例9を示す上面図である。

[図17]図17は、実施の形態1の設置例9を示す側面図である。

[図18A]図18Aは、実施の形態2にかかる音場生成システムの構成を示すブロック図である。

[図18B]図18Bは、実施の形態2にかかる音場生成システムの構成を示すブロック図である。

[図19]図19は、実施の形態2にかかる音場生成システムの全体構成を示す図である。

[図20]図20は、ダミーヘッドを用いてバイノーラル録音を行う収録現場を模式的に示す図である。

[図21]図21は、実施の形態3にかかる音場生成システムのスピーカユニット部の構成を示すブロック図である。

[図22]図22は、スピーカユニット部の構成例を示す斜視図である。

[図23]図23は、スピーカユニット部の構成例を示す斜視図である。

[図24]図24は、スピーカユニット部の構成例を示す斜視図である。

[図25]図25は、スピーカユニット部にて、音響信号を反射する様子を示す図である。

[図26]図26は、スピーカユニット部の設置例を示す側面図である。

[図27]図27は、実施の形態4にかかる音場生成システムの構成を示すブロック図である。

[図28]図28は、自動車の助手席及び後部座席に着座している状態を模式的に示す図である。

[図29]図29は、実施の形態5にかかる音場生成システムの構成を示すブロック図である。

[図30]図30は、実施の形態5にかかる音場生成システムの全体構成を示す図である。

[図31]図31は、実施の形態6にかかる音場生成システムの構成を示すブロック図である。

[図32]図32は、実施の形態6にかかる音場生成システムの全体構成を示す図である。

[図33]図33は、レンズ部が設けられたスピーカユニット部を示すブロック図である。

[図34]図34は、スピーカの非対称配置を示す上面図である

[図35]図35は、スピーカの非対称配置を示す側面図である。

[図36]図36は、実施の形態7にかかる音場生成システムの構成を示すブロック図である。

[図37]図37は、実施の形態8にかかる音場生成システムの構成を示すブロック図である。

[図38]図38は、実施の形態8にかかる音場生成システムを自動車内に設置した様子を示す上面図である。

[図39]図39は、右サイドガラスを開けた状態を示す上面図である。

[図40]図40は、右スピーカの向きを切り替えるサイドガラスの開閉位置を示す側面図である。

[図41]図41は、実施の形態9にかかる音場生成システムを自動車内に設置した様子を示す上面図である。

[図42]図4 2は、ルーフガラスを開けた状態を示す上面図である。

[図43A]図4 3 Aは、実施の形態1 0にかかる音場生成システムの構成を示すブロック図である。

[図43B]図4 3 Bは、実施の形態1 0にかかる音場生成システムの構成を示すブロック図である。

[図44]図4 4は、実施の形態1 0にかかる音場生成システムの全体構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下に、本発明にかかる音場生成装置、音場生成システム、及び音場生成方法の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

[0012] (実施の形態1)

図1 Aおよび図1 Bは、実施の形態1に係る音場生成システムの構成を示すブロック図である。図2は音場生成システムの全体構成を模式的に示す図である。音場生成システム1は、音像定位演算部1 0、クロストークキャンセル演算部2 0、スピーカ部3 0、反射部4 0と、を有している。音像定位演算部1 0、クロストークキャンセル演算部2 0、スピーカ部3 0、が音場生成装置2を構成する。本実施の形態では、音場生成システム1におけるスピーカ部3 0は、近接配置された2つのスピーカを有している。すなわち、スピーカ部3 0は、左スピーカ3 1と右スピーカ3 2とを有している。また、音場生成システム1は、図1 Bに示すように、図1 Aの構成に加えて、シート1 1 0、シートセンサ1 1 1を含む構成としてもよい。

[0013] 音声信号である入力信号 $p(t)$ が音像定位演算部1 0に入力される。本実施の形態では、入力信号 $p(t)$ がモノラル信号であるとして、説明する。入力信号 $p(t)$ は、CD (Compact Disc) やDVD (Digital Versatile Disc) やMP3 プレイヤ等を再生することによって、音場生成装置2に入力される。音像定位演算部1 0は、入力信号 $p(t)$ に対して、聴取者6 0の聴取位置において仮想音源 $p'(t)$ を適切に定位させるための演算処理

を行った左耳用のステレオ信号L sと、右耳用のステレオ信号R sとを得ることができる。すなわち、2チャンネルのステレオ信号L s、R sが生成される。なお、本実施の形態では、2チャンネルの音声を出力する音場生成システムに付いて説明するが、チャンネル数は、2チャンネル以上であってもよい。

[0014] クロストークキャンセル演算部20は、入力された音声信号に基づくステレオ信号L s、R sに対して、クロストークキャンセル処理を行う。これにより、聴取者60の耳元においてクロストークがキャンセルされた音声信号としてのスピーカ信号L s p、R s pを得ることができる。すなわち、左スピーカ31から放出された音による右耳62への影響と、右スピーカ32から放出された音による左耳61への影響を低減することができる。実際にスピーカ部30から音響信号を出力した時のクロストークをキャンセルさせ、音場を介して左耳61に届く音響信号をステレオ信号L sと同一の音響信号となるような処理を行い、音場を介して右耳62に届く音響信号をステレオ信号R sと同一の音響信号となるような処理を行う。

[0015] 音像定位演算部10およびクロストークキャンセル演算部20は、例えばDSP (Digital Signal Processor) によるFIR (Finite Impulse Response) フィルタ処理等により構成される。

[0016] スピーカ部30は、ステレオスピーカであり、左スピーカ31と右スピーカ32を有している。スピーカ部30は、聴取者60に対して音像が定位され、クロストークがキャンセンされたスピーカ信号L s p、R s pに基づいて、音響信号を放射する。すなわち、左スピーカ31はスピーカ信号L s pに基づく音響信号を出力し、右スピーカ32はスピーカ信号R s pに基づく音響信号を出力する。スピーカ信号L s pには、右スピーカ32からの音が左耳61に影響するのをキャンセルするためのキャンセル成分が含まれており、スピーカ信号R s pには、左スピーカ31からの音が右耳62に影響するのをキャンセルするためのキャンセル成分が含まれている。

[0017] 反射部40は、スピーカ部30の音響放出面に対向配置されている。左ス

スピーカ 31 と、右スピーカ 32 は、反射部 40 に向けて、スピーカ信号 L_s 、 R_s に応じた音響信号を出力する。反射部 40 は、左反射部 41 と右反射部 42 を有している。左反射部 41 は、左スピーカ 31 から放射された音響信号を、聴取者 60 の左耳 61 に向けて反射する。右反射部 42 は、右スピーカ 32 から出力された音響信号を、聴取者 60 の右耳 62 に向けて反射する。なお、左反射部 41 と右反射部 42 として、音響信号出力環境中の壁面や窓ガラス等を利用することができる。また、左反射部 41 と右反射部 42 がスピーカ部 30 に設けられていても良い。

[0018] 図 1B に示すシート 110 は、聴取者 60 が着座する座席であり、シートセンサ 111 は、シート 110 のシート位置を検出する。シートセンサ 111 で検出されたシート位置によって、シートセンサ 111 に搭乗した聴取者 60 の耳の位置が推定される。シートセンサ 111 は、クロストークキャンセル演算部 20 にシート位置を示す検出信号を出力し、クロストークキャンセル演算部 20 は、後述するように、シート位置に応じて、伝達関数を変更する。

[0019] 上記のように、左スピーカ 31 から出力された音響信号のうちのステレオ信号 L_s の成分が、右耳 62 に影響しないよう、クロストークがキャンセルされている。同様に、右スピーカ 32 から出力された音響信号のうちのステレオ信号 R_s の成分が、左耳 61 に影響しないよう、クロストークがキャンセルされている。よって、聴取者 60 の左耳 61、右耳 62 における信号 L_e 、 R_e は、クロストークがキャンセルされた状態となる。従って、仮想的な聴取者 80 の位置における音場と同様の音場を生成することができる。

[0020] 本実施の形態では、上記のように音場を生成している。音像定位演算部 10 で聴取者の位置で音像が定位されるように演算されているため、聴取者 60 に適切な仮想音源を定位させることができる。さらに、クロストークがキャンセルされているため、聴取者 60 は仮想音源からステレオ信号 R_s およびステレオ信号 L_s が出力されているような聴取が可能となる。これにより、聴取者 60 は立体感のある音場を聴取することができる。また、スピーカ

部30からの音が反射部40を介して、聴取者60に到達している。左スピーカ31と右スピーカ32を反射部40に向けて配置することで、左スピーカ31と右スピーカ32からの直接音が聴取者60に届かないようにしている。例えば、左スピーカ31から出力された音響信号が直接左耳61に到達することを防ぐことができる。反射部40を介さず聴取者60に到達する直接音と、反射部40を介して聴取者60に到達する反射音が混在することによる音場の乱れを低減することができる。

[0021] さらに、図1Bに示す構成では、クロストークキャンセル演算部20が、聴取者60が座るシート110の位置に応じて伝達関数を変更し、スピーカ部30と反射部40と聴取者60の相対位置に応じた伝達関数でクロストークがキャンセルされる。これにより、伝達関数を最適化することができ、より適切に音場を生成することができる。

[0022] 次に、音像定位演算部10における処理について説明する。図3は、音像定位演算部10における処理を模式的に示す図である。音像定位演算部10に入力されたモノラル信号である入力信号 $p(t)$ を音像定位演算部10によりたたみ込み演算することによって、音像を定位させることができる。具体的には、音像定位演算部10は、たたみ込み演算部11、12を有している。たたみ込み演算部11が、入力信号 $p(t)$ と伝達関数 $b_l(t)$ のたたみ込み演算を行うことで、ステレオ信号 L_s を得ることができる。同様に、たたみ込み演算部12が、入力信号 $p(t)$ と伝達関数 $b_r(t)$ とのたたみ込み演算を行うことで、ステレオ信号 R_s を得ることができる。具体的には、 $L_s(t) = p(t) * b_l(t)$ 、 $R_s(t) = p(t) * b_r(t)$ となっている。 $b_l(t)$ 、及び $b_r(t)$ は、所望の仮想音源の位置に応じて設定されている。音像定位演算部10で算出されたステレオ信号 L_s 、 R_s には、音像の位置に応じて、時間差、音量差等が与えられている。

[0023] 次に、クロストークキャンセル演算部20における処理について、図4Aおよび図4Bを用いて説明する。クロストークキャンセル演算部20におけるクロストークキャンセル処理は、例えば、特開昭52-40101号公報

に記載のクロストークキャンセル処理等を用いる。図2に示すように、左スピーカ31から左耳61への伝達関数（伝達特性）を a_{11} とし、左スピーカ31から右耳62への伝達関数を a_{21} とし、右スピーカ32から左耳61への伝達関数を a_{12} とし、右スピーカ32から右耳62への伝達関数を a_{22} としている。このように、伝達関数 a_{11} 、 a_{12} 、 a_{21} 、 a_{22} は、左右のスピーカから左右の耳への伝送特性を示すフィルタ係数となる。左スピーカ31に対する左耳61の位置に応じて、伝達関数 a_{11} が設定され、左スピーカ31に対する右耳62の位置に応じて、伝達関数 a_{21} が設定される。同様に、右スピーカ32に対する左耳61の位置に応じて、伝達関数 a_{12} が設定され、右スピーカ32に対する右耳62の位置に応じて、伝達関数 a_{22} が設定される。伝達関数 a_{11} 、 a_{12} 、 a_{21} 、 a_{22} は、例えば、周波数の関数となっている。

[0024] クロストークキャンセル演算部20は、左スピーカ31から右耳62への回り込みと、右スピーカ32から左耳61への回り込みをキャンセルするような、伝達関数 a_{11} 、 a_{12} 、 a_{21} 、 a_{22} を設定する。伝達関数 a_{11} 、 a_{12} 、 a_{21} 、 a_{22} としては、反射部40で反射された影響が考慮されている。すなわち、反射部40で反射された音の、他方の耳に回り込む影響がキャンセルされるように、伝達関数が設定されている。

[0025] クロストークキャンセル演算部20には、フィルタ21、22と、遅延器23、24と、反転器25、26と、加算器27、28が設けられている。ここで、フィルタ21、22と遅延器23、24は以下のようなフィルタ係数を有している。

[0026] フィルタ21： $a_{11} / (a_{11} \cdot a_{22} - a_{12} \cdot a_{21})$

フィルタ22： $a_{22} / (a_{11} \cdot a_{22} - a_{12} \cdot a_{21})$

遅延器23： a_{12} / a_{11}

遅延器24： a_{21} / a_{22}

[0027] 従って、スピーカ信号 L_{sp} 、 R_{sp} は以下の通りとなる。

$$L_{sp} = (L_s \cdot a_{11} - R_s \cdot a_{21}) / (a_{11} \cdot a_{22} - a_{12} \cdot a_{21})$$

21)

$$R_{sp} = (R_s \cdot a_{22} - L_s \cdot a_{12}) / (a_{11} \cdot a_{22} - a_{12} \cdot a_{21})$$

[0028] クロストークキャンセル演算部20は、伝達関数を用いて、ステレオ信号 L_s 、 R_s からクロストークがキャンセルされたスピーカ信号 L_{sp} 、 R_{sp} を算出している。このように、クロストークキャンセル演算部20は、音像が定位されたスピーカ信号 L_{sp} 、 R_{sp} をスピーカ部30から出力した場合に生じる音のクロストークをキャンセルする処理を行う。

[0029] さらに、図4Bに示すように、音場生成システム1にシート110およびシートセンサ111を含む構成である場合は、クロストークキャンセル演算部20には、伝達関数変更部29が設けられる。伝達関数変更部29には、シートセンサ111からの検出信号が入力され、シート位置に応じて伝達関数を切り替える。具体的には、伝達関数変更部29は、メモリ等の記憶手段を備えており、複数の伝達関数 a_{11} 、 a_{12} 、 a_{21} 、 a_{22} を記憶している。4つの伝達関数 a_{11} 、 a_{12} 、 a_{21} 、 a_{22} を1セットとすると、伝達関数変更部29は、複数セットの伝達関数を格納しており、シート位置に応じて伝達関数を変更する。シートセンサ111がシート位置の変更を検出した場合、伝達関数変更部29が伝達関数を切り替えることで、クロストークキャンセル演算部20は、切り替えられた伝達関数 a_{11} 、 a_{12} 、 a_{21} 、 a_{22} を用いてクロストークキャンセル処理を行う。

[0030] 以下、上記の音場生成システム1を設置した設置例について説明する。以下の設置例では、自動車100の車内が音場生成システム1の設置環境となっている。なお、音場生成システム1における反射部40は、自動車100の車内の車体もしくは、車体に取り付ける車載機器であって、反射が可能な面を持つ物体である。車体であれば、フロントガラス、サイドガラス、ルーフガラス、ダッシュボード、ルームミラー等であってもよく、車載機器であれば、カーナビゲーション、ドライブレコーダ等であっても良い。また、以下の複数の設置例の説明において共通する内容については、適宜省略して説

明を行う。

[0031] 設置例 1.

上記の音場生成システム 1 の設置例 1 について、図 5 および図 6 A、図 6 B、図 6 C に基づき説明する。図 5 は音場生成システム 1 を設置した状態を示す図であり、自動車 100 の主要部を上から見た図である。図 5 において、紙面の上方が自動車 100 の前方となっている。図 6 A、図 6 B、図 6 C は、スピーカ部 30 と反射部 40 の配置を示す図であり、設置状態を側面から見た図である。図 6 A、図 6 B、図 6 C において、紙面の左側が自動車 100 の前方となっている。自動車 100 には、フロントガラス 101、右サイドガラス 102、左サイドガラス 103、運転席 106 が設けられている。なお、図 5、図 6 A、図 6 B、図 6 C では、自動車 100 の一部の構成について、省略している。

[0032] 本設置例 1 では、左スピーカ 31 と右スピーカ 32 がダッシュボード 109 に埋め込まれた状態で設置され、左スピーカ 31 と右スピーカ 32 が左右に並んで設置されている。また、自動車 100 のフロントガラス 101 が反射部 40 となっており、左スピーカ 31 と右スピーカ 32 が反射部 40 としてのフロントガラス 101 に向けて、音響信号を放射している。そして、反射部 40 で反射した音響信号が、運転席 106 に搭乗した聴取者 60 に到達する。このような設置形態とすることで、スピーカ部 30 から出力された音響信号の直接音によるハンドル 105 などの遮蔽物の影響や、他の反射音による右サイドガラス 102 や左サイドガラス 103 による影響を防ぐことができる。また、スピーカの設置により運転者の視界が遮られることが無い。

[0033] また、図 6 A、図 6 B、図 6 C に示すように、スピーカ部 30 の配置方向は、スピーカ部 30 からの音響信号の出力方向を上方に向けて配置することが好ましい。例えば、スピーカ部 30 からの音響信号の出力方向を鉛直上方にするとともに、フロントガラス 101 が鉛直方向から 45 度傾斜している箇所の直下にスピーカ部 30 を配置する。こうすることで、反射部 40 で反射した音響信号は、水平方向に伝播して聴取者 60 に到達する。さらに、音

響信号が反射部40に入射する位置をハンドル105よりも高くすることで、ハンドル105による音の遮蔽や反射を防ぐことができる。よって、聴取者60に対し適切な音像を生成することができる。スピーカ部30の形態としては、ヘッドアップディスプレイユニットの一部として設置することも可能である。なお、反射部40の反射面の傾斜角度やスピーカ部30からの音響信号の出力方向は、特に限定されるものではない。また、反射部40の反射面は平面でもよく、曲面であってもよい。なお、音像定位演算部10及びクロストークキャンセル演算部20は、反射部40の反射面形状に対応した演算を行うことが好ましい。

[0034] このように設置することで、反射部40によって反射して聴取者60に達する音響信号は、ハンドル105などの遮蔽物の影響を受けずに聴取者60に届く。さらに、スピーカ部30から反射部40で反射した音が聴取者60に届くため、他の余計な反射音が混在することにより、音場が乱れるのを防ぐことができる。よって、聴取者60の位置において適切な音場を生成することができる。なお、聴取者60は、運転手に限らず助手席等に搭乗した同乗者であってもよい。

[0035] 図6B、図6Cにおいては、運転席106が、図1Bに示した構成におけるシート110となっており、シートセンサ111が運転席106のシート位置の変化を検出することで、伝達関数変更部29が伝達関数を変更する。例えば、図6Bに示すシート位置から矢印方向に運転席106をスライドさせたとすると、図6Cに示すように運転席106のシート位置が後方向にずれるため、運転席106に座る聴取者60に対するスピーカ部30と反射部40の位置関係が変化する。従って、スピーカ部30から放出された音響信号が、聴取者60の左耳61、右耳62に到達する距離等が変わるため、伝達関数 a_{11} 、 a_{12} 、 a_{21} 、 a_{22} を異なるセットに切り替える。このように、音場生成環境に応じて伝達関数を変更することで、より適切に音場を生成することができる。なお、伝達関数の切り替えは、シート位置に応じて段階的に行っても良く、あるいは連続的に行っても良い。伝達関数を段階

的に切り替える場合、運転席１０６のシート位置がある一定範囲までは伝達関数を同じとして、その範囲を越えたら伝達関数を変更する。伝達関数を連続的に切り替える場合、例えば、伝達関数をシート位置の座標を変数とする関数とする。

[0036] このように、聴取者６０が座る運転席１０６の位置が変化すると、左スピーカ３１、右スピーカ３２と左耳６１、右耳６２との位置関係が変化する。シート位置に応じて、適切な伝達関数を予め用意しておき、伝達関数変更部２９がシート位置に応じて伝達関数を切り替えて使用すれば、より適切に音場を生成することができる。なお、上記の説明では、聴取者６０を運転席１０６に座る運転手としたが、助手席や後部座席に座る同乗者を聴取者６０としてもよく、この場合も、助手席や後部座席のシート位置に応じて伝達関数変更部２９が伝達関数を変更する。

[0037] なお、シート位置を検出する方法は、特に限定されるものではない。例えば、運転席１０６が電動シートである場合、シートセンサ１１１がシートを移動するモータなどの回転数や回転速度を検出することでシート位置を検出することができる。運転席１０６が手動で移動するシートである場合、シートのスライド移動をガイドするガイド機構等にシートセンサ１１１となる位置センサが設けられる。もちろん、シートの前後方向のスライド移動だけでなく、シートの背もたれ部分の傾斜位置に応じて、伝達関数変更部２９が伝達関数を切り替えてもよい。

[0038] さらに、ダミーヘッドを用いて、反射部４０の影響を考慮した伝達関数を測定することも可能である。実際に音場生成システム１を設置する環境あるいは略同一の環境において、聴取者６０が着座した場合の頭部位置にダミーヘッドを配置する。そして、左スピーカ３１と右スピーカ３２のそれぞれに対して、インパルス応答を測定する。すなわち、左右の耳にマイクが設けられたダミーヘッドを運転席１０６に配置した状態で、左スピーカ３１からインパルス信号を出力すると、左反射部４１で反射されたインパルス信号がダミーヘッドの左右のマイクに到達する。同様に、右スピーカ３２についても

左右のマイクでインパルス応答を測定する。このように、マイクで取得された信号によって音場生成環境に応じた伝達関数を求めることができる。また、シート位置を変化させて同様のインパルス応答測定を行っていくことで、シート位置に応じて適切な伝達関数を設定することができ、音場生成環境の変化があった場合でも、より適切に音場を生成することができる。

[0039] このようにすることで、反射部40による反射を考慮した伝達関数を求めることができ、この伝達関数を用いることで、クロストークを確実にキャンセルすることができる。このため、より適切な音場を生成することができる。自動車100の車内では、音を吸収する吸音面と音を反射する反射面が混在しているが、本設置例のように反射部40を経由して音響信号を聴取者60の耳に届けることで、音場生成空間の他の反射の影響を低減することができる。よって、様々な環境においても、適切な音場を生成することができる。

[0040] 設置例2.

次に、設置例2について図7を用いて説明する。図7は音場生成システム1を設置した状態を示す図であり、自動車100を上から見た図である。なお、設置例2において、設置例1と同様の構成については適宜説明を省略する。設置例2では、左スピーカ31と右スピーカ32が、ダッシュボード109に左右に並んで設置されている。右サイドガラス102と左サイドガラス103をそれぞれ右反射部42、左反射部41としている。たとえば、右スピーカ32は、右サイドガラス102に向けて音響信号を出力することにより、右反射部42である右サイドガラス102は、右スピーカ32からの音響信号を、運転席106に搭乗した聴取者60の右耳62に向けて反射する。左スピーカ31は、左サイドガラス103に向けて音響信号を出力することにより、左反射部41である左サイドガラス103は、左スピーカ31からの音響信号を、聴取者60の左耳61に向けて反射する。さらに、図4Bの構成例のように伝達関数変更部29を備える場合は、伝達関数変更部29が運転席106のシート位置に応じて伝達関数を変更する。このような設

置例とすることで、上記の設置例と同様の効果を得ることができる。

[0041] 設置例 3.

次に、設置例 3 について図 8 を用いて説明する。図 8 は音場生成システム 1 を設置した状態を示す図であり、自動車 100 を上から見た図である。なお、設置例 3 において、上記設置例と同様の構成については適宜説明を省略する。自動車 100 の天井には、サンルーフとなるルーフガラス 104 が設けられている。ルーフガラス 104 は、運転席 106 の直上に設けられている。設置例 3 では、このルーフガラス 104 を反射部 40 としている。たとえば、左スピーカ 31 と右スピーカ 32 が、ダッシュボード 109 に、左右に並んで設置されており、左スピーカ 31、右スピーカ 32 は、ルーフガラス 104 に向けて音響信号を出力することにより、反射部 40 であるルーフガラス 104 は、左スピーカ 31、右スピーカ 32 からの音響信号を、運転席 106 に搭乗した聴取者 60 の左耳 61、右耳 62 に向けて反射する。さらに、図 4 B の構成例のように伝達関数変更部 29 を備える場合は、伝達関数変更部 29 が運転席 106 のシート位置に応じて伝達関数を変更する。このような設置例とすることで、上記の各設置例と同様の効果を得ることができる。

[0042] 設置例 4.

次に、設置例 4 について図 9 を用いて説明する。図 9 は音場生成システム 1 を設置した状態を示す図であり、自動車 100 を上から見た図である。なお、設置例 4 において、上記設置例と同様の構成については適宜説明を省略する。自動車 100 の天井には、サンルーフとなるルーフガラス 104 が設けられている。設置例 1 ～ 3 では、運転席 106 に搭乗した運転手が聴取者 60 となっていたが、本設置例 4 では、後部座席 107 に搭乗した同乗者が聴取者 60 となっている。設置例 4 では、ルーフガラス 104 を反射部 40 としている。たとえば、左スピーカ 31 と右スピーカ 32 が、ダッシュボード 109 に左右に並んで設置されており、左スピーカ 31、右スピーカ 32 は、ルーフガラス 104 に向けて音響信号を出力する。反射部 40 であるル

ーフガラス１０４は、左スピーカ３１、右スピーカ３２からの音響信号を、聴取者６０の左耳６１、右耳６２に向けて反射する。さらに、図４Ｂの構成例のように伝達関数変更部２９を備える場合は、伝達関数変更部２９が後部座席１０７のシート位置に応じて伝達関数を変更する。このような設置例とすることで、上記の各設置例と同様の効果を得ることができる。

[0043] 設置例５．

次に、設置例５について図１０を用いて説明する。図１０は音場生成システム１を設置した状態を示す図であり、自動車１００を上から見た図である。なお、設置例５において、上記設置例と同様の構成については適宜説明を省略する。本設置例５では、設置例１～３と同様に、運転席１０６に搭乗した運転手が聴取者６０となっている。設置例５では、左スピーカ３１と右スピーカ３２がダッシュボード１０９に左右に並んで設置されており、フロントガラス１０１と右サイドガラス１０２を反射部４０としている。左スピーカ３１は、フロントガラス１０１に向けて音響信号を出力することにより、反射部４０であるフロントガラス１０１は、左スピーカ３１からの音響信号を、聴取者６０の左耳６１に向けて反射する。右スピーカ３２は、右サイドガラス１０２に向けて音響信号を出力することにより、反射部４０である右サイドガラス１０２は、右スピーカ３２からの音響信号を、運転席１０６に搭乗した聴取者６０の右耳６２に向けて反射する。さらに、図４Ｂの構成例のように伝達関数変更部２９を備える場合は、伝達関数変更部２９が運転席１０６のシート位置に応じて伝達関数を変更する。このような設置例とすることで、上記の各設置例と同様の効果を得ることができる。

[0044] 本設置例では、一方の耳（ここでは左耳６１）に関してはフロントガラス１０１を反射部４０とし、他方の耳（ここでは右耳６２）に関してはサイドガラスを反射部４０としている。特に、サイドガラスに近い方の耳（右耳６２）では、サイドガラスを反射部４０とし、サイドガラスに遠い方の耳（左耳６１）では、フロントガラス１０１を反射部４０とするようにすることが好ましい。これにより、直接音の影響を低減することができる。もちろん、

左ハンドル車の場合は左右が逆となる。すなわち、左ハンドル車の場合、左サイドガラス１０３を左反射部４１とし、フロントガラス１０１を右反射部４２とする。あるいは、助手席に搭乗する同乗者を聴取者６０とする場合、左サイドガラス１０３を左反射部４１とし、フロントガラス１０１を右反射部４２とする。もちろん、一方の耳に関しては、設置例３で示したように、フロントガラス１０１の代わりにルーフガラス１０４を反射部４０としてもよい。

[0045] 設置例６．

次に、設置例６について図１１を用いて説明する。図１１は音場生成システム１を設置した状態を示す図であり、自動車１００を上から見た図である。なお、設置例６において、上記設置例と同様の構成については適宜説明を省略する。設置例６では、左スピーカ３１と右スピーカ３２が、ダッシュボード１０９に前後に並んで設置されている。具体例としては、左スピーカ３１が前側、すなわちダッシュボード１０９の奥側に配置され、右スピーカ３２が後側、すなわちダッシュボード１０９の手前側に配置されており、右サイドガラス１０２を反射部４０としている。右スピーカ３２は、右サイドガラス１０２に向けて音響信号を出力することにより、右反射部４２である右サイドガラス１０２は、右スピーカ３２からの音響信号を、運転席１０６に搭乗した聴取者６０の右耳６２に向けて反射する。左スピーカ３１は、右サイドガラス１０２に向けて音響信号を出力することにより、左反射部４１である右サイドガラス１０２は、左スピーカ３１からの音響信号を、聴取者６０の左耳６１に向けて反射する。さらに、図４Ｂの構成例のように伝達関数変更部２９を備える場合は、伝達関数変更部２９が運転席１０６のシート位置に応じて伝達関数を変更する。このような設置例とすることで、上記の各設置例と同様の効果を得ることができる。

[0046] 設置例７．

次に、設置例７について図１２及び図１３Ａ、図１３Ｂを用いて説明する。図１２は、左スピーカ３１と左反射部４１とを示す斜視図である。図１３

A、図13Bは音場生成システム1を設置した状態を示す図であり、自動車100を上から見た図である。本設置例7では、自動車100の各種ガラスを反射部40として利用しておらず、ダッシュボード109に反射部40を別途設置している。反射部40は、図12に示すように左反射部41の反射面の角度が可変となっており、左反射部41の取り付け角度を調整することで、左スピーカ31から出力された音響信号の反射方向を変更することができる。また、右反射部42についても同様に反射面の角度を可変としている。さらに、図4Bの構成例のように伝達関数変更部29を備える場合は、反射部40の反射面の角度が変更された場合、伝達関数変更部29が伝達関数を切り替える。

[0047] 設置例7では、スピーカ部30と反射部40が図13A、図13Bに示すようにダッシュボード109に設置されている。左反射部41は、左スピーカ31の前方に配置され、右反射部42は、右スピーカ32の前方に配置されているとともに、左反射部41と右反射部42の反射角度が可変となっている。図13Aに示す例では、聴取者60は助手席108に搭乗した同乗者とし、図13Bにおいては、聴取者60は運転席106に搭乗した運転者としている。なお、左反射部41と右反射部42の反射角度は、一体的に可変としてもよいが、より適切な音場を生成するためには、独立して可変とすることが好ましい。また、上下方向、左右方向、前後方向の全てにおいて、反射角度を可変としてもよく、任意の方向のみににおいて可変としても良い。

[0048] 本設置例においては、反射部40の反射角度を調整することで、聴取者60を切り替えることができる。すなわち、図13Aでは、聴取者60が助手席108に搭乗した同乗者となっているが、図13Aに示す状態からスピーカ部30の反射角度を変更することにより、図13Bに示すように反射音が運転席106の運転者に届くようにすることができる。反射角度の調整は、モータ等の駆動機構を用いて自動で行うことができる。この場合、それぞれの聴取者60に適した反射角度を予め設定しておき、聴取者60を切り替える際にモータ等を駆動させ、予め設定された反射角度にすればよい。もちろん

ん、反射部４０の反射角度を搭乗者が手動で変更しても良い。このようにすることで、搭乗者に応じて、反射角度を調整することができるため、個々の聴取者６０に対して、より適切な音場生成が可能となる。また、反射部４０の反射面は、平面であっても良く、曲面であっても良い。

[0049] このような設置例とすることで、ハンドル１０５などの遮蔽物の影響を低減することができ、スピーカ部３０からの直接音が聴取者６０に届くのを防ぐことができるため、反射部４０で反射せずに聴取者６０に届く直接音と反射部４０で反射して聴取者６０に届く反射音が混在することにより、音場が乱れるのを防ぐことができる。よって、音場を適切に生成することができる。また、聴取者６０を切り替えることができるため、切り替えた聴取者６０に対して、適切な音場を生成することができる。また、図４Ｂの構成例のように伝達関数変更部２９を備える場合は、聴取者６０を切り替えた場合、伝達関数変更部２９が伝達関数を変えているため、個々の聴取者６０に対して適切な音場を生成することができる。さらに、聴取者６０が助手席１０８の場合、助手席１０８のシート位置に応じて伝達関数を変更し、聴取者６０が運転席１０６の場合、運転席１０６のシート位置に応じて伝達関数を変更することで、より適切に音場を生成することができる。

[0050] なお、上記の説明では反射部４０の反射面の角度を変えたが、スピーカ部３０の音響放射面の角度を変えるようにしても、同様の効果を得ることができる。さらに、スピーカ部３０の音響放射面の角度を変える場合、設置例１～６に示したように、右サイドガラス１０２、左サイドガラス１０３、フロントガラス１０１、ルーフガラス１０４を反射部４０とすることもできる。

[0051] 設置例８．

次に、設置例８について図１４を用いて説明する。図１４は音場生成システム１を設置した左スピーカ３１、右スピーカ３２、左反射部４１、及び右反射部４２を示す図である。本設置例では、左スピーカ３１、右スピーカ３２、左反射部４１、及び右反射部４２が、ダッシュボード１０９に埋め込まれている。すなわち、ダッシュボード１０９には、２つの埋め込みが設けら

れ、一方の埋め込みに、左スピーカ 3 1 と左反射部 4 1 とが一体的に配置され、他方の埋め込みに右スピーカ 3 2 と右反射部 4 2 とが一体的に配置される。よって、ダッシュボード 1 0 9 に設けられた埋め込み部分の壁が、左反射部 4 1、及び右反射部 4 2 として機能する。換言すると、本設置例では、反射部 4 0 として、フロントガラス 1 0 1、右サイドガラス 1 0 2、左サイドガラス 1 0 3、及びルーフガラス 1 0 4 を用いていない。このようにすることで、音場生成装置 2 を容易に設置することができる。もちろん、1 つの埋め込みに、左スピーカ 3 1、右スピーカ 3 2、左反射部 4 1、及び右反射部 4 2 を全て配置しても良い。

[0052] さらに、本設置例 8 では、助手席 1 0 8 の同乗者を聴取者 6 0 とするため、左スピーカ 3 1、右スピーカ 3 2 の向きを可変にしている。すなわち、聴取者 6 0 を運転手から同乗者に切り替える際、左スピーカ 3 1 と右スピーカ 3 2 の出力方向を変化させている。こうすることで、左スピーカ 3 1 と右スピーカ 3 2 に対する音響放射面の向きを変更することによって、反射部 4 0 の反射面に対する放射角度を調整することができ、設置例 7 と同様の効果を得ることができる。もちろん、左スピーカ 3 1 と右スピーカ 3 2 だけではなく、左反射部 4 1 と右反射部 4 2 の向きをさらに可変にしても良い。すなわち、スピーカ部 3 0 と反射部 4 0 の少なくとも一方の向きを可変にすれば、聴取者 6 0 を切り替えることができる。

[0053] 図 1 4 に示す構成を自動車 1 0 0 に配置した状態を図 1 5 に示す。図 1 5 は音場生成システム 1 を設置した状態を示す図であり、自動車 1 0 0 を上から見た図である。図 1 5 に示す例においては、スピーカ部 3 0 の設置角度が可変となっている。これにより、左スピーカ 3 1 と右スピーカ 3 2 の音響放射面に対する角度を変えることができる。すなわち、左スピーカ 3 1 と右スピーカ 3 2 との取り付け角度を調整することで、左スピーカ 3 1、右スピーカ 3 2 からの音響信号の出力方向を変更することができ、音響信号が反射部 4 0 を介して到達する到達位置を変更することができる。なお、左スピーカ 3 1 と右スピーカ 3 2 の音響放射面の角度は、独立して調整できるようにし

てもよい。

[0054] 左スピーカ 3 1、右スピーカ 3 2 の向きを可変にして、シート位置に応じて左スピーカ 3 1 と右スピーカ 3 2 の出力方向を変化させることで、シート位置が変わった場合でも音響信号を最適な方向に出力することができる。また、図 4 B の構成例のように伝達関数変更部 2 9 を備える場合は、シート位置が変わった場合に、伝達関数変更部 2 9 が伝達関数を切り替えるため、より適切に音場を生成することができる。もちろん、この場合も左スピーカ 3 1 と右スピーカ 3 2 だけではなく、左反射部 4 1 と右反射部 4 2 の向きをさらに可変にしても良い。すなわち、スピーカ部 3 0 と反射部 4 0 の少なくとも一方の向きを可変にすれば、シート位置に応じて音響信号の出力方向を変更することができる。

[0055] 設置例 9.

次に、設置例 9 について図 1 6 を用いて説明する。図 1 6 は音場生成システム 1 を設置した左スピーカ 3 1、右スピーカ 3 2、カーナビゲーション本体 1 1 7 および、カーナビゲーション表示面 1 1 8 を示す図である。本設置例では、左スピーカ 3 1、右スピーカ 3 2、カーナビゲーション本体 1 1 7 が、ダッシュボード 1 0 9 に埋め込まれている。すなわち、ダッシュボード 1 0 9 には、3 つの埋め込みが設けられ、1 つはカーナビゲーション本体 1 1 7 を埋め込むために使用され、残り 2 つは、カーナビゲーション表示面 1 1 8 の後方に存在しており、左スピーカ 3 1 と右スピーカ 3 2 を埋め込むために使用される。そして、左スピーカ 3 1 の音響信号をカーナビゲーション表示面 1 1 8 を反射面として、聴取者 6 0 の左耳 6 1 に向けて反射する。同様に、右スピーカ 3 2 の音響信号をカーナビゲーション表示面 1 1 8 を反射面として、聴取者 6 0 の右耳 6 2 に向けて反射する。さらに、図 4 B の構成例のように伝達関数変更部 2 9 を備える場合は、伝達関数変更部 2 9 は、カーナビゲーション表示面 1 1 8 を用いた伝達関数に切り替えているため、より適切に音場を生成することができる。このような設置例とすることで、上記の設置例と同様の効果を得ることができる。

[0056] また、図 17 に示すように、カーナビゲーション表示面 118 の後方に位置するスペースにスピーカ部 30 が埋め込まれている。スピーカ部 30 は、カーナビゲーション表示面 118 を反射面として、スピーカ部 30 から出力した音響信号が聴取者 60 に届くようなスピーカ角度を有して設置される。

[0057] (実施の形態 2)

本実施の形態では、入力信号として、バイノーラル録音された音源に基づくステレオ信号 L_s 、 R_s を用いている。実施の形態 2 にかかる音場生成システム 1 は、図 18 A、図 18 B、及び図 19 に示すような構成となる。実施の形態 1 の構成に比べて、音像定位演算部 10 が省略されている。換言すると、クロストークキャンセル演算部 20 には音像が定位されたステレオ信号 L_s 、 R_s が直接入力される。図 20 に示すような収録現場において、実音源 $P(t)$ からの音響信号をダミーヘッド 70 に設けられた左耳 71 と右耳 72 のマイク 73 で録音する。こうすることで、実音源 $P(t)$ からダミーヘッド 70 までの伝達関数が加わったステレオ信号 L_s 、 R_s を得ることができる。このため、ダミーヘッド 70 に対する実音源 $P(t)$ 74 の位置が仮想音源 $p'(t)$ として音像が定位される。従って、実音源 $P(t)$ 74 がいずれの位置にあっても、その位置に対応する仮想音源 $p'(t)$ として聴取者 60 に対し、音像を定位させることができる。また、音場生成システム 1 は、図 18 B に示すように、図 18 A の構成に加えて、シート 110、シートセンサ 111 を含む構成としてもよい。この場合、実施の形態 1 と同様にクロストークキャンセル演算部 20 は、シートセンサ 111 での検出結果に応じてクロストークキャンセル演算部 20 が伝達関数を変更する。なお、その他の処理及び設置例については、実施の形態 1 と同様であるため説明を省略する。このような構成であっても、上記の実施の形態 1 と同様の効果を得ることができる。

[0058] (実施の形態 3)

本実施の形態に係る音場生成システム 1 では、スピーカ部 30 と反射部 40 とが一体となっている。従って、図 21 に示すように、スピーカ部 30 と

反射部４０とが一体となったスピーカユニット部９０が設けられる。なお、図２１は、音場生成装置２の一部の構成を示すブロック部である。具体的には、左スピーカ３１と左反射部４１が一体となった左スピーカユニットと、右スピーカ３２と右反射部４２が一体となった右スピーカユニットとが設けられている。左スピーカユニットと右スピーカユニットは、同様の構成を有している。また、本実施の形態では、反射部４０は、音場生成装置２の一部となる。その他の構成については、実施の形態１、２と同様であるため、説明を省略する。

[0059] このスピーカユニット部９０に設けられた一方のスピーカユニットの構成について、図２２～図２５を用いて説明する。図２２、２３は、左スピーカユニット９１の構成例を示す斜視図であり、図２４は、左反射部４１の角度を変える構成の別の一例を示す斜視図である。図２５は、左スピーカ３１の角度を変える様子を模式的に示す図である。なお、左スピーカユニットと右スピーカユニットは、同様の構成を有しているため、右スピーカユニットに関する説明に付いては省略する。

[0060] 図２２、図２３に示すように、左スピーカユニット９１は、箱形のケース９３の中に左スピーカ３１が収納されており、ケース９３の蓋９４が左反射部４１となっている。すなわち、左スピーカ３１から上方に出力された音響信号が斜めに配置された蓋９４に入射すると、蓋９４が音響信号を聴取者６０に向けて反射する。さらに、蓋９４は開閉角度を変えることができるように設けられているため、蓋９４の角度を変えることで、反射方向を変えることができる。さらには、図２５に示すように、左スピーカユニット９１自体の左反射部４１に対する設置角度を回転させることができ、設置例７、８と同様に、聴取者６０を運転手から助手席１０８の同乗者に切り替えることができる。あるいは、聴取者６０を運転手から後部座席１０７の同乗者に切り替えても良い。

[0061] さらに他の例としては、図２４に示すように、左スピーカ３１の周りに溝９５を設け、この溝９５の周りを左反射部４１である蓋９４が回転するよう

にしても同様の効果を得ることができる。本実施の形態に示すように、反射部40及びスピーカ部30の少なくとも一方の角度を変えることにより、例えば、左反射部41、右反射部42の反射面に対する左スピーカ31、右スピーカ32の相対角度を可変とすることで、設置例7、8と同様の効果を得ることができる。

[0062] また、上記各実施の形態においては、実際の音場生成環境に応じて測定した伝達関数を用いても良い。この場合、実際の音場生成システム1を設置する音場生成環境、あるいは同じ音場生成環境において、伝達関数を設定する。音場生成環境が自動車100の車内の場合、自動車100の車内に音場生成システム1を設置する。そして、反射部40の反射面の角度や、スピーカ部30の音響放射面の角度に応じた伝達関数を設定する。例えば図26に示すように、自動車100の運転席106にダミーヘッド70を配置し、インパルス応答測定等を行って、図4A、4B等で示した伝達関数 a_{11} 、 a_{12} 、 a_{21} 、 a_{22} を求める。これにより、ダミーヘッド70を用いて測定した位置に聴取者60が着座するため、より適切に音場を生成することが可能となる。もちろん、スピーカ部30の音響放射面の角度や反射部40の反射面の向きに応じて、伝達関数を変更してもよい。また、聴取者60を切り替える場合、使用する伝達関数を変えることで、より適切に音場を生成することができる。

[0063] (実施の形態4)

本実施の形態にかかる音場生成システム1について図27及び図28を用いて説明する。図27は音場生成システム1の構成を示すブロック図である。図28は音場生成システム1を自動車100に設置した状態を示す上面図である。本実施の形態では、音場生成システム1が、各シート110の搭乗者の有無を検出する搭乗センサ112を有している。クロストークキャンセル演算部20は、搭乗センサ112での検出結果に応じて伝達関数を変更する。具体的には、搭乗センサ112が運転席106、後部座席107、助手席108等に設けられており、席毎に搭乗者が搭乗したか否かを検出するこ

とで、クロストークキャンセル演算部 20 が搭乗者の配置に応じて、伝達関数を切り替える。

[0064] 例えば、運転手のみ搭乗した状態と、運転手と同乗者が同乗した場合では、同乗者によって音の反射や吸収が起こるため、音場生成環境が変化する。例えば、助手席 108 に同乗者が乗った場合、反射部 40 で反射した音響信号が同乗者によって遮蔽されたり、反射されたりするため、同乗者が後部座席 107 と助手席 108 に乗っていない場合、後部座席 107 のみに乗った場合、助手席 108 のみに乗った場合、後部座席 107 と助手席 108 の両方に乗った場合で、最適な伝達関数が異なる。クロストークキャンセル演算部 20 には、各シート 110 の同乗者の有無に応じた最適な伝達関数が予め設定されている。搭乗センサ 112 がどのシート 110 に同乗者が座っているか否かを判定することで、クロストークキャンセル演算部 20 は、搭乗センサ 112 の検出した搭乗人数等に応じて伝達関数を切り替える。

[0065] 例えば、搭乗センサ 112 は、各シート 110 のシートベルトが装着されたか否かを検出するセンサであり、各シート 110 に設けられたシートベルトが装着された状態でそのシートに搭乗者が着座していると判定し、シートベルトが装着されていない状態でそのシートに搭乗者が着座していないと判定する。搭乗センサ 112 を、シート 110 に搭乗者が乗ったことを感知する力センサや接触センサ等として、搭乗センサ 112 がシート 110 に加わる力などでシート毎に搭乗者の有無を検出してもよい。あるいは、搭乗センサ 112 を自動車 100 の車内を撮像するカメラとして、カメラで撮像した車内の画像から各シート 110 に同乗者が座っているか否かを判定してもよい。このように、搭乗センサ 112 が、複数のシート 110 のうちどのシートに人が座っているか否かを検出し、クロストークキャンセル演算部 20 は、搭乗センサ 112 の検出結果に応じて伝達関数を切り替えることで、伝達関数を最適化することができ、より適切に音場を生成することが可能になる。

[0066] (実施の形態 5)

本実施の形態にかかる音場生成システム 1 について、図 29 及び図 30 を用いて説明する。図 29 は、音場生成システム 1 におけるフローを示すブロック図である。図 30 は、音場生成システム 1 の全体構成を模式的に示す図である。本実施の形態では、実施の形態 1 の構成に加えてレンズ部 50 が設けられている。レンズ部 50 は、スピーカ部 30 から出力された音響信号を集束するための音響レンズであり、レンズ部 50 で集束された音響信号は、反射部 40 で反射される。なお、レンズ部 50 以外の構成については上記の実施の形態と同様であるため、説明を省略する。

[0067] レンズ部 50 は、図 30 に示すように、左レンズ 51 と右レンズ 52 とを有している。左スピーカ 31 から出力された音響信号は、左レンズ 51 に到達し、左レンズ 51 は、左スピーカ 31 からの音響信号を左反射部 41 の反射面に集束させる。そして、左反射部 41 で反射した音響信号が、聴取者 60 の左耳 61 に届く。右スピーカ 32 から出力された音響信号は、右レンズ 52 に到達し、右レンズ 52 は、右スピーカ 32 からの音響信号を右反射部 42 の反射面に集束させる。そして、右反射部 42 で反射した音響信号が、聴取者 60 の右耳 62 に届く。なお、左レンズ 51 と右レンズ 52 に用いる音響レンズとしては、例えば、特開平 5-344580 号公報に記載のもの等を用いることができる。このような音響レンズを反射部 40 とスピーカ部 30 の間に配置することで、反射部 40 以外での反射を防ぐことができ、より適切な音場生成を行うことができる。

[0068] (実施の形態 6)

本実施の形態にかかる音場生成システム 1、及び音場生成方法について、図 31、及び図 32 を用いて説明する。図 31 は、音場生成システム 1 におけるフローを示すブロック図である。図 32 は、音場生成システム 1 の全体構成を模式的に示す図である。本実施の形態では、実施の形態 2 の構成に加えて、レンズ部 50 が設けられている。レンズ部 50 は、実施の形態 5 のレンズ部 50 と同様であり、スピーカ部 30 から出力された音響信号を集束する。そして、レンズ部 50 で集束された音響信号は、反射部 40 で反射され

る。なお、レンズ部50以外の構成については、上記の実施の形態2、5と同様であるため、説明を省略する。このような構成であっても、実施の形態5と同様の効果を得ることができる。

[0069] なお、実施の形態5、6において、レンズ部50をスピーカ部30、及び反射部40と一体的に形成しても良い。すなわち、図33に示すように、レンズ部50、スピーカ部30、及び反射部40を一体的に形成することで、スピーカユニット部90とすることができる。もちろん、左右のスピーカユニットを別々としても良い。この場合、例えば、図22、図23で示したような左スピーカユニット91において、左スピーカ31と左反射部41との間に音響レンズを配置して、左レンズ51とする。こうすることで、左レンズ51、左スピーカ31、及び左反射部41が一体となった左スピーカユニット91を形成することができる。そして、この左スピーカユニット91をダッシュボード109等に配置する。もちろん、右スピーカユニットも同様の構成とすることができる。

[0070] なお、反射部40に応じて、スピーカの設置位置を非対称としても良い。すなわち、聴取者60から見て、各チャンネルのスピーカが、正面でかつ左右対称である必要はなく、一方のチャンネルのスピーカに対して前後左右にずれた位置に他方のチャンネルのスピーカを置いても良い。例えば、図34に示すように、左右非対称な位置に左スピーカ31と右スピーカ32とを配置することができる。ここで、聴取者60の中心を通る左右方向の中心線を中心線Sとすると、中心線Sから右スピーカ32までの見開き角 θ_1 が、中心線Sから左スピーカ31までの見開き角 θ_2 よりも小さくなっている。換言すると中心線Sまでの距離が左右のスピーカで異なっている。さらに、前後方向においても、聴取者60から左スピーカ31までの距離が、聴取者60から右スピーカ32までの距離よりも大きくなっている。

[0071] あるいは、図35に示すように、上下方向の位置が異なっても良い。上下方向、左右方向、及び前後方向の少なくとも一つにおいて、聴取者60の左耳61から左スピーカ31までの距離と、聴取者60の右耳62から右

スピーカ 3 2 までの距離が異なってもよい。

[0072] (実施の形態 7)

本実施の形態にかかる音場生成システム 1 について、図 3 6 を用いて説明する。図 3 6 は音場生成システム 1 の構成を示すブロック図である。本実施の形態に係る音場生成システム 1 は、ウィンドウ 1 1 4 の開閉位置を検出するウィンドウセンサ 1 1 5 を有している。クロストークキャンセル演算部 2 0 が図 4 B で示した伝達関数変更部 2 9 を有しており、ウィンドウセンサ 1 1 5 の検出結果に応じて、伝達関数を変更している。音場生成環境中のウィンドウ 1 1 4 が開閉することで、音響信号の伝播方向が変化する。例えば、音響信号が入射する位置にウィンドウ 1 1 4 のガラスがある場合は音響信号が反射されるが、ウィンドウ 1 1 4 のガラスがない場合は、音響信号が反射しないため、ウィンドウ 1 1 4 の開閉位置に応じて音場生成環境が変化する。クロストークキャンセル演算部 2 0 は、ウィンドウ 1 1 4 の開閉位置に応じた最適な伝達関数を用いてクロストークをキャンセルさせる。

[0073] ここで、図 7 や図 8 等で示した右サイドガラス 1 0 2、左サイドガラス 1 0 3 がウィンドウ 1 1 4 として用いられているとすると、右サイドガラス 1 0 2、左サイドガラス 1 0 3 が上下に移動することによって、ウィンドウ 1 1 4 が開閉して、音場生成環境が変化する。あるいは、ルーフガラス 1 0 4 がウィンドウ 1 1 4 として用いられているとすると、ルーフガラス 1 0 4 が前後に移動した場合も、ウィンドウ 1 1 4 が開閉して、音場生成環境が変化する。右サイドガラス 1 0 2、左サイドガラス 1 0 3、又はルーフガラス 1 0 4 などの開閉位置に応じて、伝達関数を変化させることで、より適切な音場を生成することができる。なお、伝達関数は、ウィンドウ 1 1 4 の開閉位置に応じて、段階的に変化させてもよく、連続的に変化させても良い。さらには、ウィンドウ 1 1 4 に限らず、音場生成環境に設けられたドアの開閉位置に応じて伝達関数を変更しても良い。

[0074] このように、上記各実施の形態において伝達関数変更部 2 9 を備える実施の形態においては、音場生成環境に応じて伝達関数を変更している。音場生

成環境が変化すると左右のスピーカから左右の耳までの伝達特性が変化するため、伝達関数を変化させることで最適な伝達関数を用いてクロストークをキャンセルすることが可能となる。よって、様々な音場生成環境であっても、適切に音場を生成することができる。なお、音場生成環境に応じた伝達関数は、実際の音場生成環境とほぼ同じ音場生成環境でのインパルス応答測定により求められる。例えば、実際の音場生成環境とほぼ同じ音場生成環境にダミーヘッドを配置して、インパルス応答測定を行う。すなわち、同乗者を乗せた状態や、ウィンドウ 114 を開けた状態など音場生成環境を変化させて、インパルス応答を測定する。こうすることで、図 4 B 等で示した伝達関数 a_{11} 、 a_{12} 、 a_{21} 、 a_{22} を最適化することができる。

[0075] (実施の形態 8)

本実施の形態にかかる音場生成システム 1 について、図 37 乃至図 40 を用いて説明する。図 37 は音場生成システム 1 の構成を示すブロック図であり、図 38 及び図 39 は音場生成システム 1 を設置した自動車 100 を示す上面図であり、図 40 は音場生成システム 1 を設置した自動車 100 を示す側面図である。本実施の形態に係る音場生成システム 1 は、本実施の形態 7 の構成に加えて、スピーカ部 30 の角度を変更する角度変更部 116 を有している。角度変更部 116 がスピーカ部 30 の角度を調整するモータ等を有しており、ウィンドウ 114 がある開閉位置よりも開いた状態では、スピーカ部 30 からの音響信号が直接、聴取者 60 に届けられ、ある開閉位置より閉じた状態では反射部 40 を介して聴取者 60 に届けられるように、スピーカ部 30 の角度を変更する。なお、その他の構成及び処理については上記の各実施の形態と同様であるため説明を省略する。

[0076] 図 38 に示すように右サイドガラス 102 が閉状態では右スピーカ 32 からの音響信号が右サイドガラス 102 で反射して右耳 62 に到達し、左スピーカ 31 からの音響信号が左耳 61 に直接到達している。図 39 に示すように、運転席 106 に座った聴取者 60 がウィンドウ 114 の右サイドガラス 102 を下げていったとすると、右スピーカ 32 からの音響信号が入射する

位置（図39中の点線矢印参照）よりも右サイドガラス102が下になるため、右サイドガラス102が右反射部42として機能せず、右耳62には音響信号がほとんど届かなくなる。そこで、本実施の形態では、右スピーカ32が音響放出面の向きを変更することで、右スピーカ32からの音響信号を右耳62に直接到達させている。あるいは、右サイドガラス102以外の左サイドガラス103、フロントガラス101、又はルーフガラス104等を右反射部42とするようにしてもよい。

[0077] ウィンドウ114に設けられた右サイドガラス102の位置に応じて、スピーカ部30が音響放射面の向きを変えることで、スピーカ部30からの音響信号を直接聴取者60に到達させるか、反射部40で反射して聴取者60に到達させるかを選択することができる。なお、図40に示すように、右サイドガラス102が耳の高さ（図40中の点線位置）よりも下がった場合、スピーカ部30が音響放出面の向きを変えて、音響信号を聴取者60に直接届けることで、音場生成環境に変化が生じた場合でも、より適切に音場を生成することができる。特に、聴取者60に近い方のサイドガラス（図38～図40では、右サイドガラス102）の開閉位置に応じて、右スピーカ32が音響放出面の向きを変えると、より適切に音場を生成することができる。

[0078] なお、音響信号を直接届ける場合と、右反射部42を介して届ける場合のそれぞれに対して右スピーカ32の音響放射面の向きを予め設定しておき、右サイドガラス102が所定の高さを越えた場合、右スピーカ32が音響放射面の向きを変更する。もちろん、自動車100が左ハンドル車の場合、左サイドガラス103の位置に応じて、左スピーカ31がその向きを変更する。片側のサイドガラスだけでなく、両側のサイドガラスの開閉位置に応じて、角度変更部116がスピーカ部30の向きを変えてもよい。さらに、設置例8で示したように、スピーカ部30の角度に応じてクロストークキャンセル演算部20が伝達関数を変更する。右スピーカ32の角度を変えた場合、クロストークキャンセル演算部20が伝達関数を切り替えることで、音場生成環境の変化に応じて、最適な音場を生成することができる。

[0079] (実施の形態 9)

本実施の形態にかかる音場生成装置 2 及び音場生成システム 1 について、図 4 1 及び図 4 2 に基づき説明する。図 4 1 及び図 4 2 は、音場生成システム 1 を自動車 1 0 0 内に設置した例を示す上面図である。本実施の形態にかかる音場生成システム 1 は、実施の形態 8 の図 3 7 と同様の構成を有しているため、同様の内容については説明を省略する。

[0080] 本実施の形態では、図 4 1 に示すように、ルーフガラス 1 0 4 が閉状態のとき、ルーフガラス 1 0 4 が反射部 4 0 となっている。聴取者 6 0 が、ルーフガラス 1 0 4 を開けていき音響信号が到達する位置（例えば、図 4 2 の点線で示す位置）よりもルーフガラス 1 0 4 が後ろに移動すると、ルーフガラス 1 0 4 が反射部 4 0 として機能しなくなるため、角度変更部 1 1 6 がスピーカ部 3 0 の向きを変える。これにより、図 4 2 に示すように、スピーカ部 3 0 からの音響信号が聴取者 6 0 に直接届けられるため、実施の形態 8 と同様の効果を得ることができる。あるいは、ルーフガラス 1 0 4 以外の左サイドガラス 1 0 3、フロントガラス 1 0 1、右サイドガラス 1 0 2 等を反射部 4 0 とするようにしてもよい。

[0081] なお、反射部 4 0 に応じて、スピーカの設置位置を非対称としても良い。すなわち、聴取者 6 0 から見て、各チャンネルのスピーカが、正面でかつ左右対称である必要はなく、一方のチャンネルのスピーカに対して前後左右にずれた位置に他方のチャンネルのスピーカを置いても良い。例えば、実施の形態 6 に示した図 3 4 に示すように、左右非対称な位置に左スピーカ 3 1 と右スピーカ 3 2 とを配置することができる。ここで、聴取者 6 0 の中心を通る左右方向の中心線を中心線 S とすると、中心線 S から右スピーカ 3 2 までの見開き角 $\theta 1$ が、中心線 S から左スピーカ 3 1 までの見開き角 $\theta 2$ よりも小さくなっている。換言すると中心線 S までの距離が左右のスピーカで異なっている。さらに、前後方向においても、聴取者 6 0 から左スピーカ 3 1 までの距離が、聴取者 6 0 から右スピーカ 3 2 までの距離よりも大きくなっている。

[0082] あるいは、実施の形態6に示した図35に示すように、上下方向の位置が異なっても良い。上下方向、左右方向、及び前後方向の少なくとも一つにおいて、聴取者60の左耳61から左スピーカ31までの距離と、聴取者60の右耳62から右スピーカ32までの距離が異なってもよい。

[0083] (実施の形態10)

本実施の形態10に係る音場生成システム3について、図43A、図43B、図44を用いて説明する。図43A、図43Bは、本実施の形態10に係る音場生成システム3の構成を示すブロック図である。図44は、音場生成システム3の全体構成を模式的に示す図である。実施の形態1の構成に比べて、ささやき声変換部75が追加されている。ささやき声変換部75は、通常の音声をささやき声に変換する。具体的には、有声音である通常音声を、無声音化するが、この方法として、特開昭58-168098号の雑音波形と周期的な音源波形の振幅を制御する方法や、特開2008-139573号の線形予測法を用いて声道の伝達関数を求め、原音波形から減算した残差信号との振幅比を用いて白色雑音に乗算する方法、特開2006-234969号のフォルマント成分を除去する方法、他にも混合正規分布モデル (GMM: Gaussian Mixture Model) に基づいて、スペクトル系列等の特徴量を変換する特徴量変換法 (例えば、A. Kain and M.W. Macon, "Spectral voice conversion for text-to-speech synthesis" Proc. ICASSP, pp.285-288, Seattle, U.S.A. May, 1998. 参照) で実現でき、あらゆる公知の手法を用いることが可能である。

[0084] ささやき声に変換された音声信号は音像定位演算部10に入力され、畳み込み演算が行われる。本実施の形態では聴取者の右耳元に提供するため、たたみ込み演算部11の伝達関数 $b_l(t)$ 及び、たたみ込み演算部12の伝達関数 $b_r(t)$ は、実頭やダミーヘッドの右耳元に音源を置いた場合の伝達関数を用いるが、より簡単な演算処理にするため、たたみ込み演算部11の伝達関数 $b_l(t)$ を、以下の式(1)の通り設定してもよい。

$$b_l(t) = 0 \quad \cdots \quad \text{式(1)}$$

たたみ込み演算部 12 の伝達関数 $b_r(t)$ を、以下の式 (2) の通り設定してもよい。

$b_r(t) = A(t = t_1)$ A は定数(振幅)、 t_1 は $t_1 \geq 0$ の所定値

$$b_r(t) = 0 (t \neq t_1) \quad \cdots \quad \text{式 (2)}$$

なお、左耳元に提供する場合、上記の伝達関数の値が左右で逆となる。

クロストークキャンセル演算以降の手順は実施の形態 1 と同様である。図 43B の場合においては、クロストークキャンセル演算部 20 が、聴取者 60 が座るシート 110 の位置に応じて伝達関数を変更し、スピーカ部 30 と反射部 40 と聴取者 60 の相対位置に応じた伝達関数でクロストークがキャンセルされる。これにより、伝達関数を最適化することができ、より適切に音場を生成することができる。

[0085] 本実施の形態では、音声をささやき声にし、耳元に定位するようにしたので音声聴取者の耳元に聞こえ、ロードノイズやカーステレオのような周囲から聞こえる音が存在していても、明瞭度良く音声を聞くことができる。また、ささやき声は無声音のため高域の周波数が多く含まれている。聴取者以外の者（例えば、聴取者が運転手の場合、助手席に座っている者）にとっては、再生しているスピーカ部との距離が遠いため、ロードノイズやカーステレオの音にマスキングされ、聞こえにくい。したがって聴取者に必要な音声を聴取者のみに提供できる、という効果がある。

[0086] なお、本実施の形態では、ささやき声変換した後に音像定位演算を行っているが、音像定位演算後の音声信号 L_s 、 R_s をささやき声変換部に入力しても同じ効果が得られることは言うまでもない。例えば通常音声であらかじめ仮想音源として耳元に定位されている音声信号（バイノーラル信号）をささやき声変換部でささやき声に変換すれば、耳元にささやき声が提供され、より聞きやすくなる。

[0087] なお、上記各実施の形態における説明では、音場生成システム 1 及び音場生成システム 3 を車載装置とし、音場生成システム 1 及び音場生成システム

3が設置された音場生成環境を、自動車100の車内とする例に付いて説明したが、設置場所はこれに限られるものではない。また、音場生成システム1及び音場生成システム3における反射部40は、自動車100の車内の車体もしくは、車載機器以外であってもよい。

[0088] また、オートバイや自転車等のフードを反射部とした音場生成環境とすることも可能である。さらには、閉鎖空間である音場生成環境に、音場生成システム1または音場生成システム3を搭載することが好ましい。例えば、ショベルカーなどの重機における運転室や操作室、パチンコ店などの遊技場における遊技機など、騒音が大きい音場生成環境に設置することで、例えば、騒音の大きい環境であっても危険な方向から警告音を聴取者の耳元に到達させることができる。さらには、アミューズメントパークのアトラクション用の乗物に搭載しても良い。こうすることで、より臨場感のある音場の生成が可能となる。

[0089] また、上記の説明では、2チャンネルのスピーカにより音場を生成したが、3チャンネル以上のスピーカで、音場を生成してもよい。また、全てのチャンネルのスピーカからの音響信号を反射部で反射させる必要はなく、一部のチャンネルのスピーカからの音響信号は、反射部40を経由せずに、聴取者60に直接届けてもよい。スピーカ部30と反射部40の間に、スピーカ部30からの音響信号を反射部40に集束する音響レンズを設けても良い。さらには、各スピーカに指向性スピーカを用いることで、反射部40以外への反射をさらに防ぐことができる。

[0090] また、上記の説明に含まれないが必要な構成要素は、適宜含まれてもよい。例えば、クロストークキャンセル演算部20とスピーカ部30との間には、音声信号を増幅する増幅部やスピーカ部30から出力される音響信号の音量を調整する音量調整部、同様に音響信号の音質を調整する音質調整部が含まれていてもよい。

また、反射部40またはスピーカ部30の動作による聴取者の切り替えは、聴取者による操作に基づき切り替え動作が行われる形態に限らず、着座セ

ンサ等による聴取者の検出に基づき切り替えられてもよい。

さらには、聴取者の位置に応じて、反射部40として用いるガラス面を適宜変更可能としてもよい。

符号の説明

- [0091]
- 1 音場生成システム
 - 2 音場生成装置
 - 3 音場生成システム
 - 10 音像定位演算部
 - 11 たたみ込み演算部
 - 12 たたみ込み演算部
 - 20 クロストークキャンセル演算部
 - 29 伝達関数変更部
 - 30 スピーカ部
 - 31 左スピーカ
 - 32 右スピーカ
 - 40 反射部
 - 41 左反射部
 - 42 右反射部
 - 50 レンズ部
 - 51 左レンズ
 - 52 右レンズ
 - 60 聴取者
 - 61 左耳
 - 62 右耳
 - 75 ささやき声変換部
 - 80 仮想聴取者
 - 90 スピーカユニット部
 - 91 左スピーカユニット

- 9 3 ケース
- 9 4 蓋
- 9 5 溝
- 1 0 0 自動車
- 1 0 1 フロントガラス
- 1 0 2 右サイドガラス
- 1 0 3 左サイドガラス
- 1 0 4 ルーフガラス
- 1 0 5 ハンドル
- 1 0 6 運転席
- 1 0 7 後部座席
- 1 0 8 助手席
- 1 0 9 ダッシュボード
- 1 1 0 シート
- 1 1 1 シートセンサ
- 1 1 2 搭乗センサ
- 1 1 4 ウィンドウ
- 1 1 5 ウィンドウセンサ
- 1 1 6 角度変更部
- 1 1 7 カーナビゲーション本体
- 1 1 8 カーナビゲーション表示面

請求の範囲

- [請求項1] 2チャンネル以上の音声を出力するスピーカを有し、前記スピーカから出力された音を反射させて聴取者に音を伝達させる反射部に向けて音響信号を出力するスピーカ部と、
- 前記スピーカ部より出力され前記反射部により反射されて前記聴取者に到達した音響信号の音像が前記聴取者の位置において仮想音源として定位されている音声信号が入力され、前記入力された音声信号に対して前記反射部により反射されて前記聴取者に到達した音響信号の各チャンネル間におけるクロストークが前記聴取者の位置においてキャンセルされるように演算処理を行うクロストークキャンセル演算部と、
- を備えることを特徴とする音場生成装置。
- [請求項2] 前記クロストークキャンセル演算部に入力される音声信号に対して、前記聴取者に到達した音響信号の音像が前記聴取者の位置において仮想音源となるように音像の定位を加えるための音像定位演算部を、さらに備える請求項1に記載の音場生成装置。
- [請求項3] 前記聴取者に聴取させる音声信号をささやき声に変換するささやき声変換部をさらに備え、
- 前記音像定位演算部は、前記スピーカ部より出力され前記反射部により反射されて前記聴取者に到達した前記ささやき声に変換された音響信号の音像が、前記聴取者の少なくとも一方の耳元に仮想音源として定位するように演算を行うことを特徴とする、請求項2に記載の音場生成装置。
- [請求項4] 前記クロストークキャンセル演算部が、前記反射部による反射を考慮した伝達関数を用いて、クロストークをキャンセルする演算を行っている請求項1に記載の音場生成装置。
- [請求項5] 前記スピーカ部と前記反射部の間に、前記スピーカから出力された音響信号を集束するレンズ部を、さらに備える請求項1に記載の音場

生成装置。

[請求項6] 前記クロストークキャンセル演算部は、前記反射部の反射面形状に対応した演算を行うことを特徴とする、請求項1に記載の音場生成装置。

[請求項7] 前記スピーカと、前記反射部が一体となって形成されている請求項1に記載の音場生成装置。

[請求項8] 前記反射部の反射面の角度、又は前記スピーカの角度の少なくとも一方が可変であることを特徴とする請求項1に記載の音場生成装置。

[請求項9] 前記反射部の反射面の角度、又は前記スピーカの角度の少なくとも一方を変えることで、前記聴取者を切り替える請求項8に記載の音場生成装置。

[請求項10] 前記反射部および前記聴取者を構成要素として含む音場生成環境の変化に応じて、前記反射部の反射面の角度、又は前記スピーカの角度の少なくとも一方を変更する角度変更部をさらに備え、

前記クロストークキャンセル演算部は、前記入力された音声信号に対して前記反射部により反射されて前記聴取者に到達した音響信号の各チャンネル間におけるクロストークが前記聴取者の位置においてキャンセルされるように、前記スピーカ部から前記聴取者までの伝達関数を用いて演算処理を行うことを特徴とする、請求項1に記載の音場生成装置。

[請求項11] 前記反射部および前記聴取者を構成要素として含む音場生成環境の変化に応じて、前記クロストークキャンセル演算部において用いられる前記伝達関数を変更する伝達関数変更部をさらに備え、

前記クロストークキャンセル演算部は、前記入力された音声信号に対して前記反射部により反射されて前記聴取者に到達した音響信号の各チャンネル間におけるクロストークが前記聴取者の位置においてキャンセルされるように、前記スピーカ部から前記聴取者までの伝達関数を用いて演算処理を行うことを特徴とする、請求項1に記載の音場

生成装置。

[請求項12] 前記クロストークキャンセル演算部に入力される音声信号に対して、前記聴取者に到達した音響信号の音像が前記聴取者の位置において仮想音源となるように音像の定位を加えるための音像定位演算部を、さらに備え、

前記音像定位演算部による演算によって前記クロストークキャンセル演算部に入力される音声信号の音像が定位されている請求項10または11に記載の音場生成装置。

[請求項13] 前記聴取者に聴取させる音声信号をささやき声に変換するささやき声変換部をさらに備え、

前記音像定位演算部は、前記スピーカ部より出力され前記反射部により反射されて前記聴取者に到達した前記ささやき声に変換された音響信号の音像が、前記聴取者の少なくとも一方の耳元に仮想音源として定位するように演算を行うことを特徴とする、請求項12に記載の音場生成装置。

[請求項14] 前記伝達関数変更部は、前記音場生成環境中における前記聴取者が座るシートの位置に応じて、前記伝達関数を変更することを特徴とする請求項11に記載の音場生成装置。

[請求項15] 前記伝達関数変更部は、前記音場生成環境に設けられたウィンドウの開閉位置に応じて、前記伝達関数を変更することを特徴とする請求項11に記載の音場生成装置。

[請求項16] 前記伝達関数変更部は、前記音場生成環境に設けられたシートに前記聴取者以外の人が座っているか否かに応じて、前記伝達関数を変更することを特徴とする請求項11に記載の音場生成装置。

[請求項17] 前記反射部の反射面の角度、又は前記スピーカ部におけるスピーカの角度の少なくとも一方が可変であり、

前記音場生成環境中における前記聴取者が着座しているシートの位置に応じて、前記反射部の反射面の角度、又は前記スピーカの角度の

少なくとも一方を調整することを特徴とする請求項 10 または 11 に記載の音場生成装置。

[請求項18] 前記入力された音声信号が、バイノーラル記録されたバイノーラル信号であることを特徴とする請求項 1 に記載の音場生成装置。

[請求項19] 請求項 1 に記載の音場生成装置と、
前記スピーカ部からの音を前記聴取者に向けて反射する反射部と、
を備えた音場生成システム。

[請求項20] 前記反射部が、自動車の車体もしくは、車載機器であることを特徴とする請求項 19 に記載の音場生成システム。

[請求項21] 前記反射部が、自動車のフロントガラス、サイドガラス、及びルーフガラスの少なくとも一つである請求項 19 に記載の音場生成システム。

[請求項22] 前記 2 チャンネル以上のスピーカの内、1 つのスピーカが、前記フロントガラスに向けて、音響信号を出力し、他のスピーカが前記サイドガラスに向けて音響信号を出力する請求項 21 に記載の音場生成システム。

[請求項23] 請求項 11 に記載の音場生成装置と、
前記スピーカ部からの音を前記聴取者に向けて反射する反射部を備え、
前記反射部が、自動車のフロントガラス、サイドガラス、及びルーフガラスの少なくとも一つであり、
前記伝達関数変更部は、前記フロントガラス、前記サイドガラス、及び前記ルーフガラスの少なくとも一つの開閉位置に応じて、前記伝達関数を変更することを特徴とする音場生成システム。

[請求項24] 前記自動車の左右のサイドガラスのうち、前記聴取者に近い方のサイドガラスが所定の位置よりも開けられている場合に、前記聴取者に近い方のサイドガラスを反射部とせず他のガラスを反射部として前記音響信号を前記聴取者に届け、前記聴取者に近い方のサイドガラスが

所定の位置よりも閉められている場合に、前記聴取者に近い方のサイドガラスを反射部として前記音響信号を前記聴取者に届けるように、前記スピーカ部の角度を変更することを特徴とする請求項 2 3 に記載の音場生成システム。

[請求項25]

2 チャンネル以上の音声を出力するスピーカを有するスピーカ部より出力され反射部により反射されて聴取者に到達した音響信号の音像が前記聴取者の位置において仮想音源として定位されている音声信号を入力するステップと、

前記入力された音声信号に対して前記反射部により反射されて前記聴取者に到達した音響信号の各チャンネル間におけるクロストークが前記聴取者の位置においてキャンセルされるように演算処理を行うステップと、

前記スピーカ部から出力された音を反射させて前記聴取者に音を伝達させる前記反射部に向けて音響信号を出力するステップと、

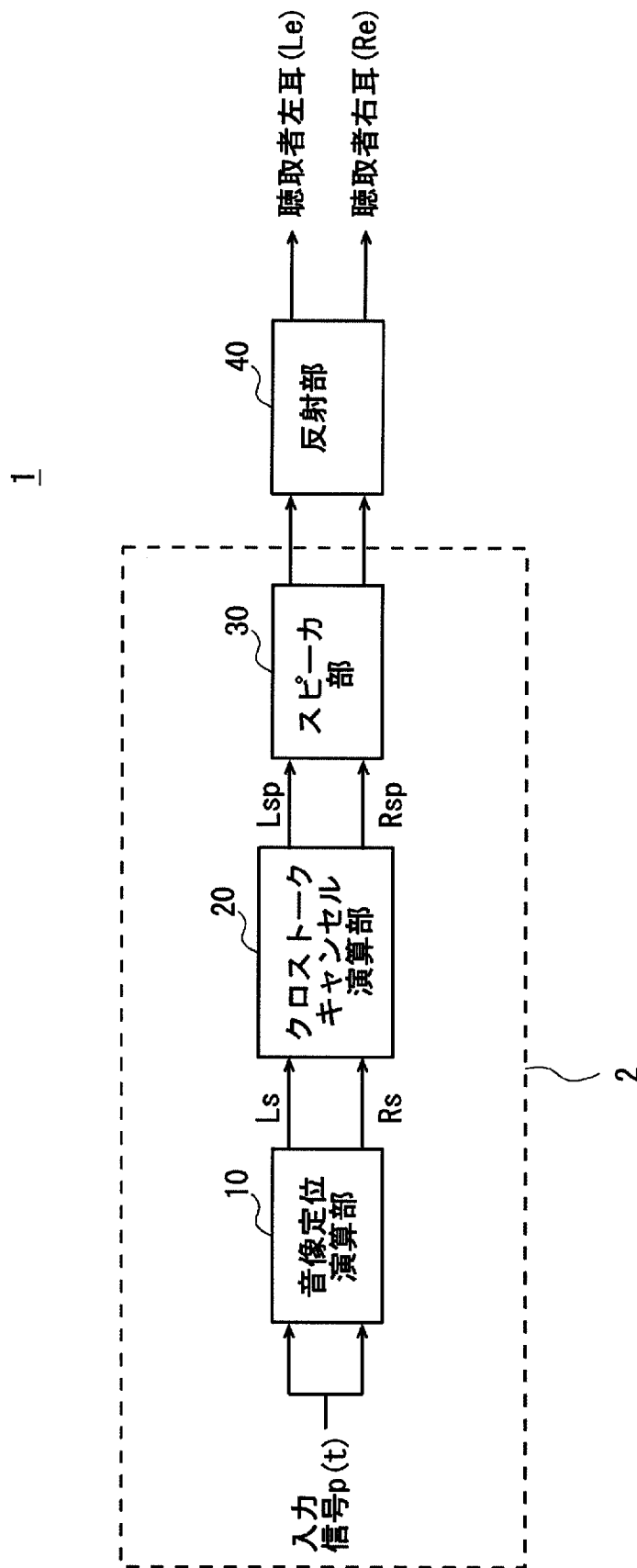
を備えることを特徴とする音場生成方法。

[請求項26]

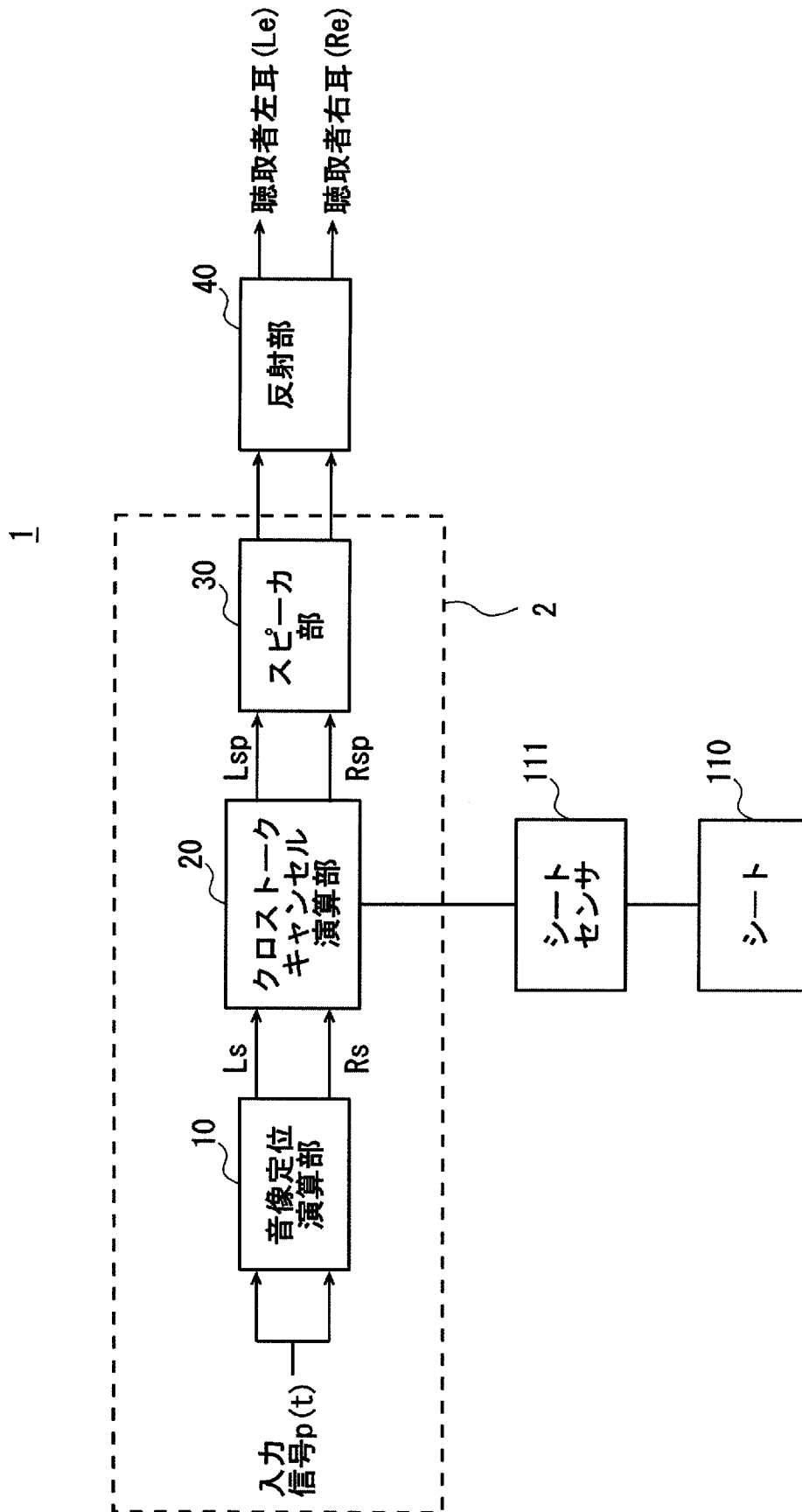
前記演算処理を行うステップにおいて、前記入力された音声信号に対して前記反射部により反射されて前記聴取者に到達した音響信号の各チャンネル間におけるクロストークが前記聴取者の位置においてキャンセルされるように、前記スピーカ部から前記聴取者までの伝達関数を用いて演算処理を行い、

前記反射部および前記聴取者を構成要素として含む音場生成環境の変化に応じて、前記クロストークをキャンセルする演算処理に用いられる前記伝達関数を変更するステップをさらに備えることを特徴とする、請求項 2 5 に記載の音場生成方法。

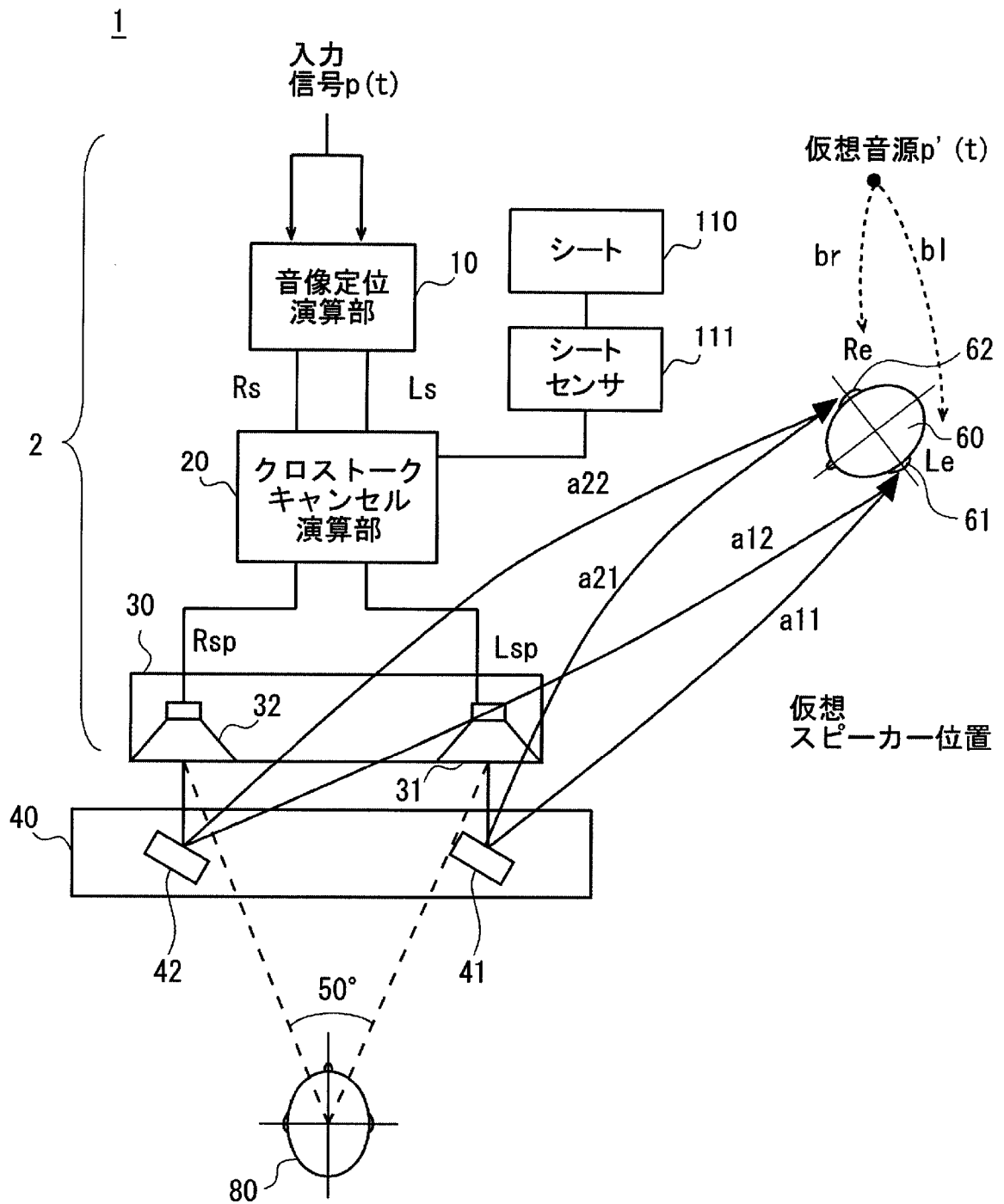
[図1A]



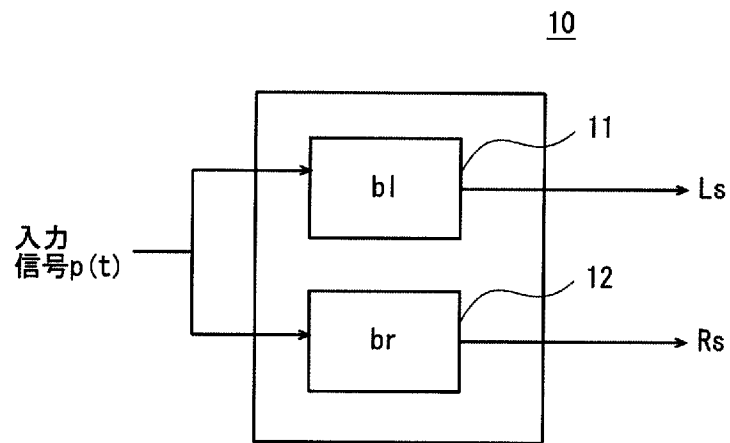
[図1B]



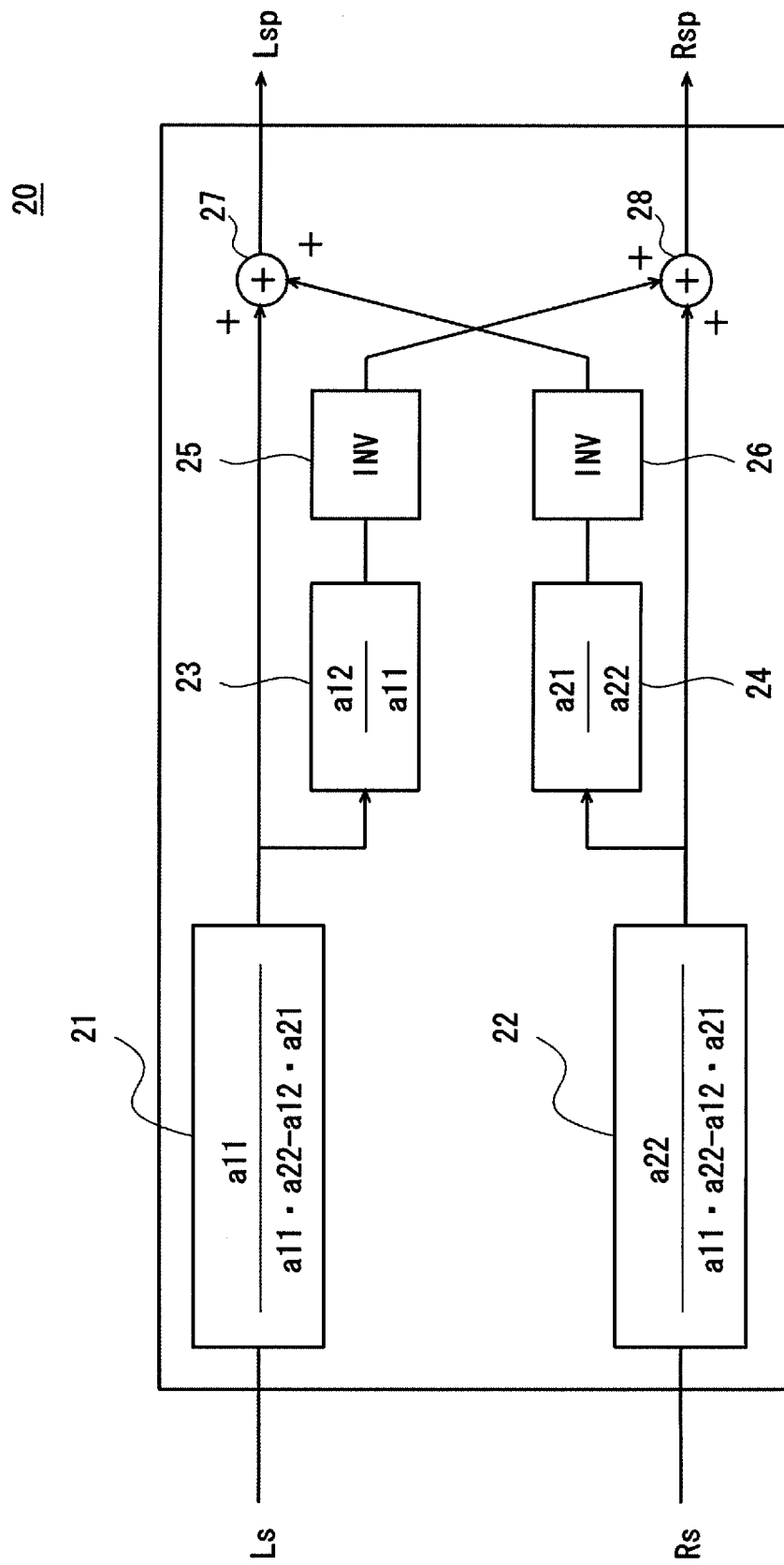
[図2]



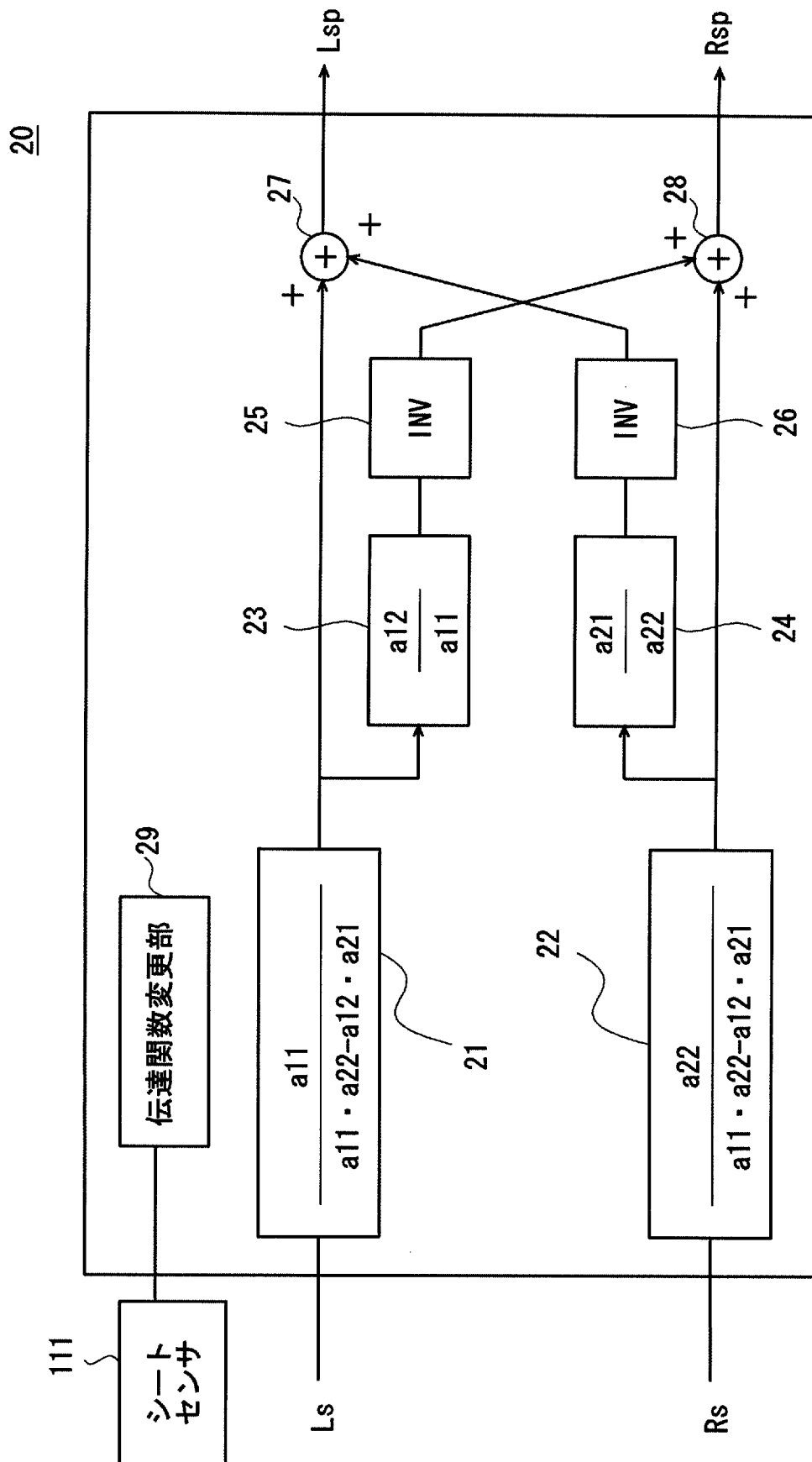
[図3]

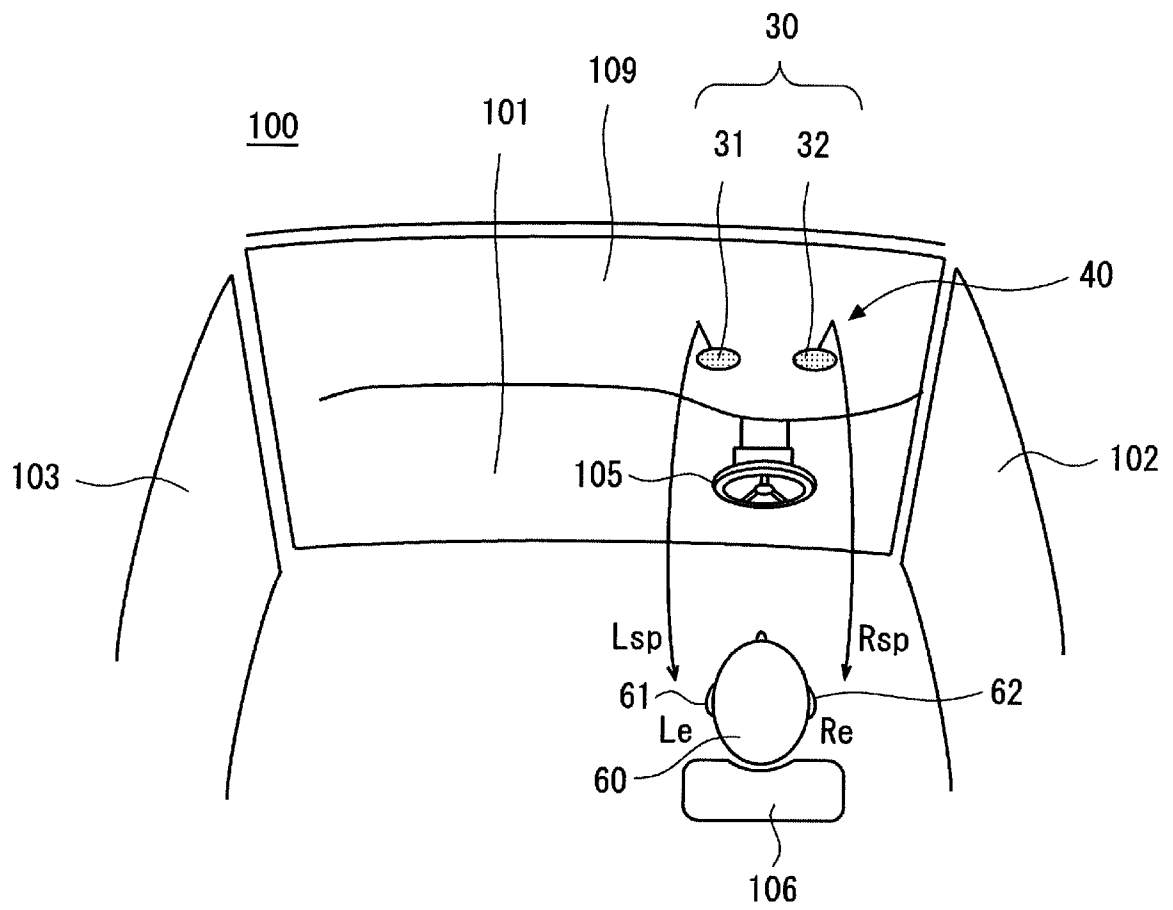


[図4A]

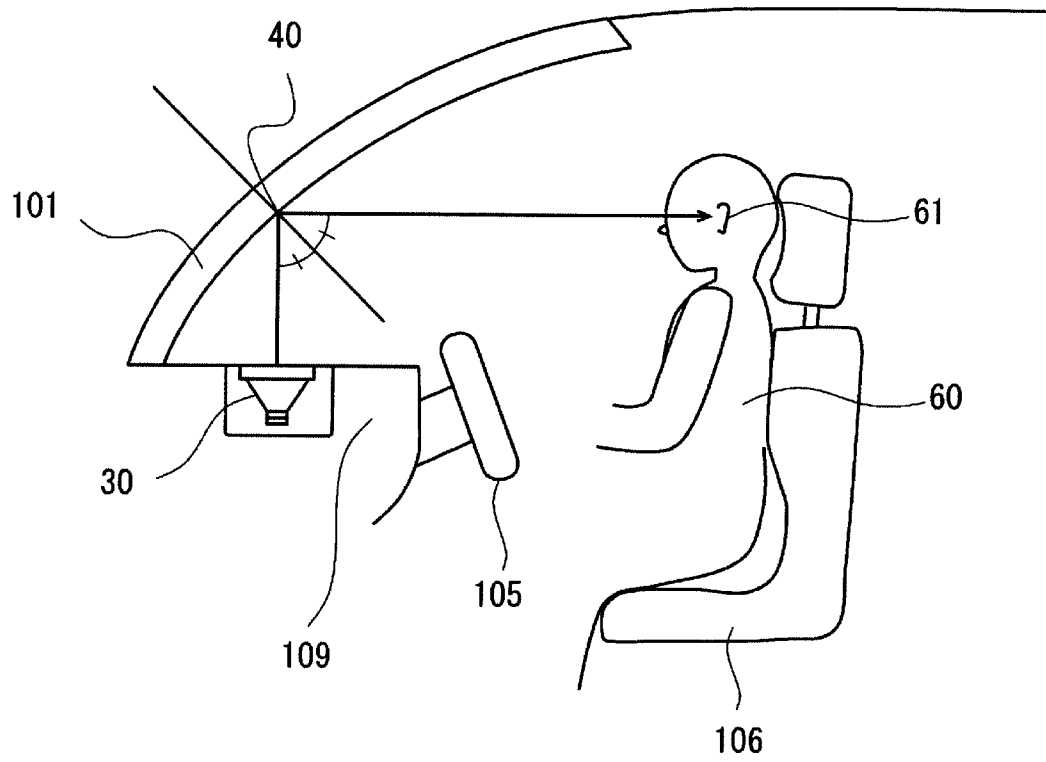


[図4B]

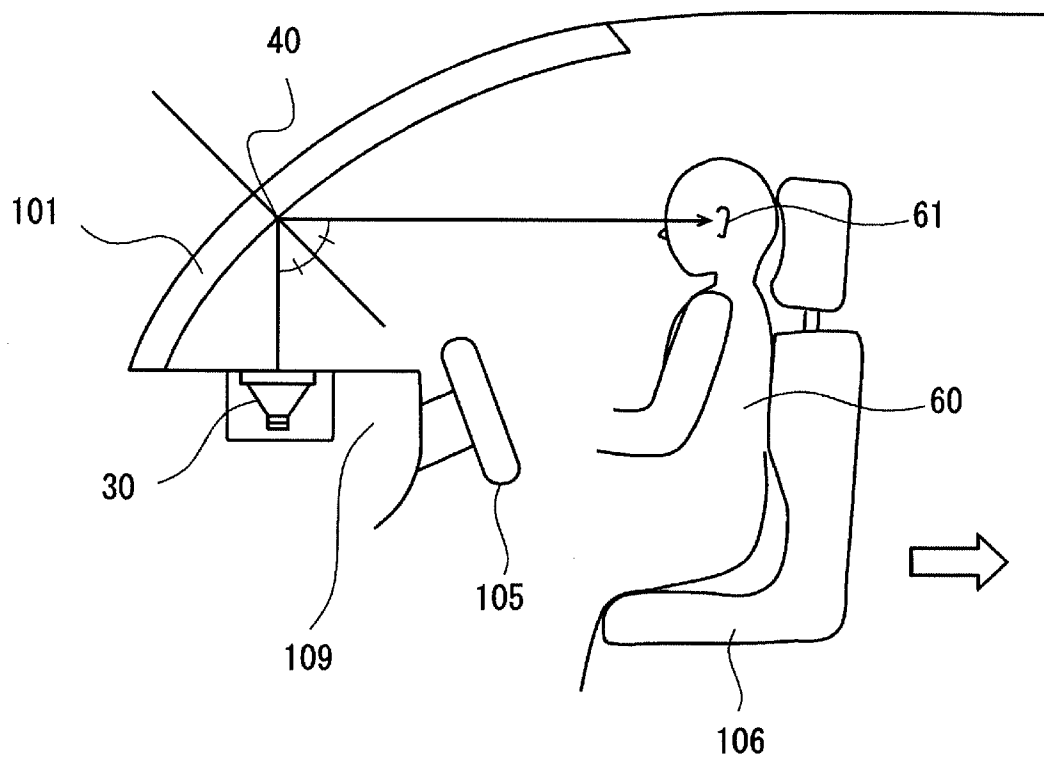




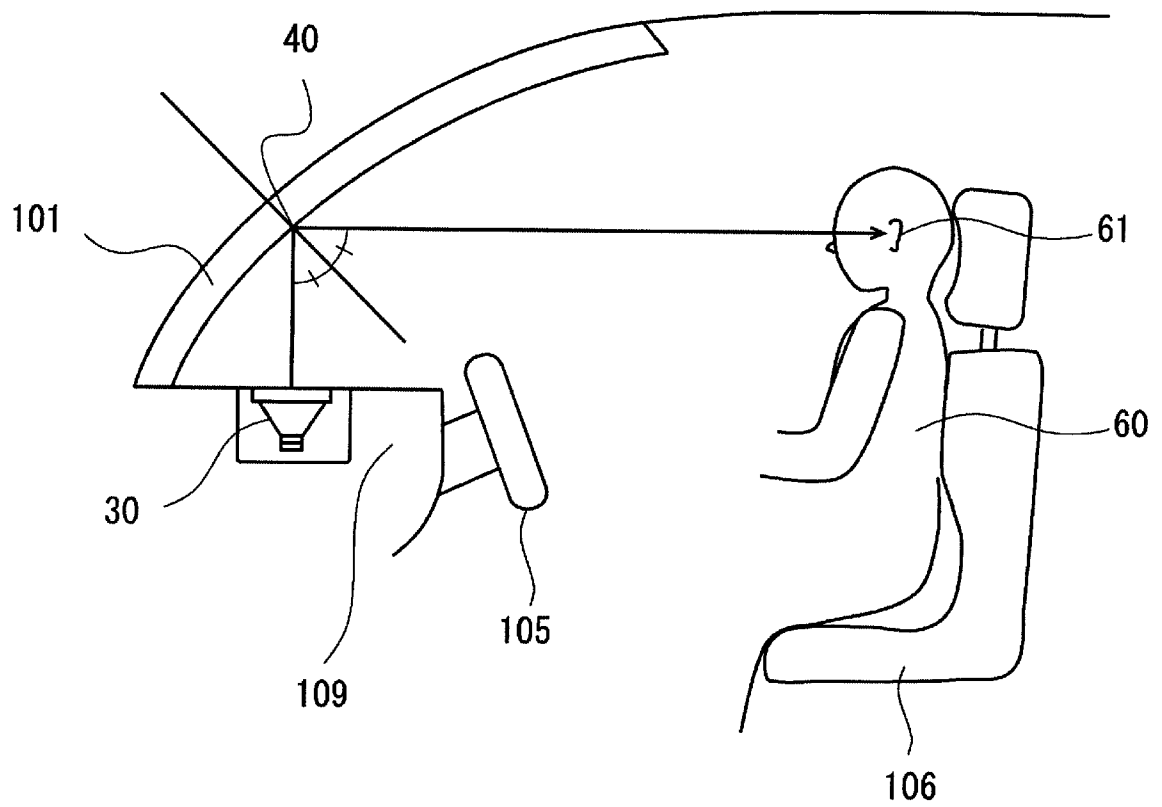
[図6A]

100

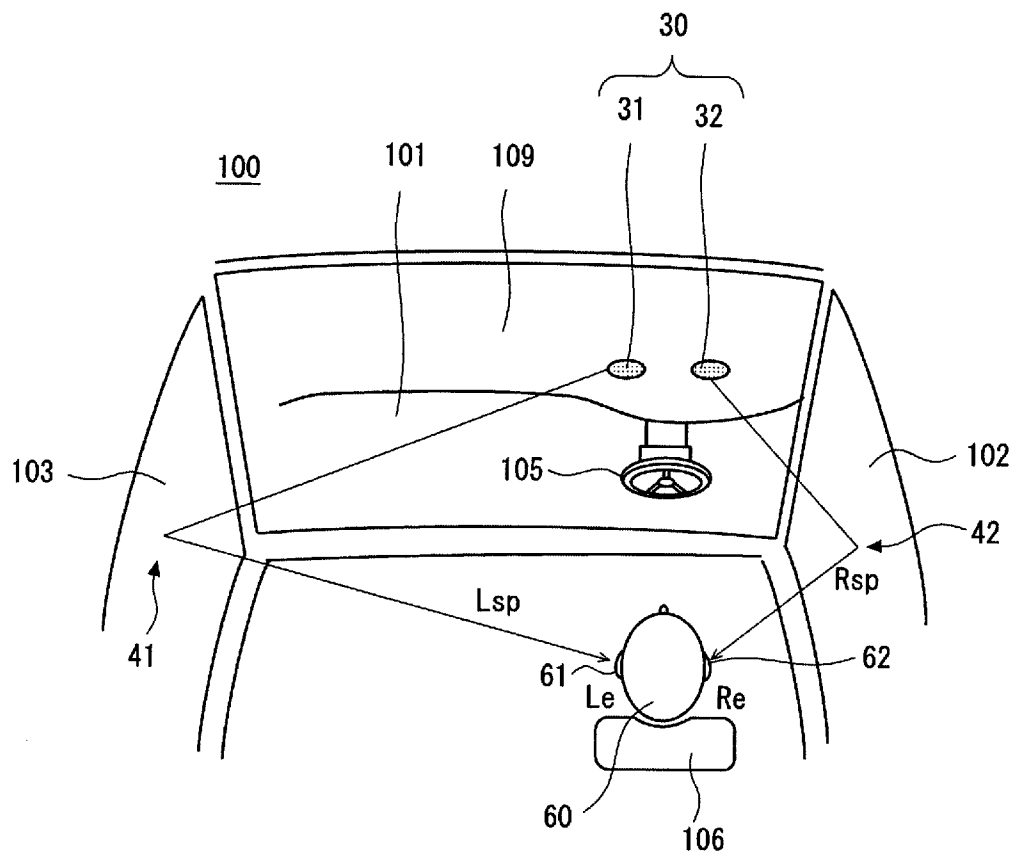
[図6B]

100

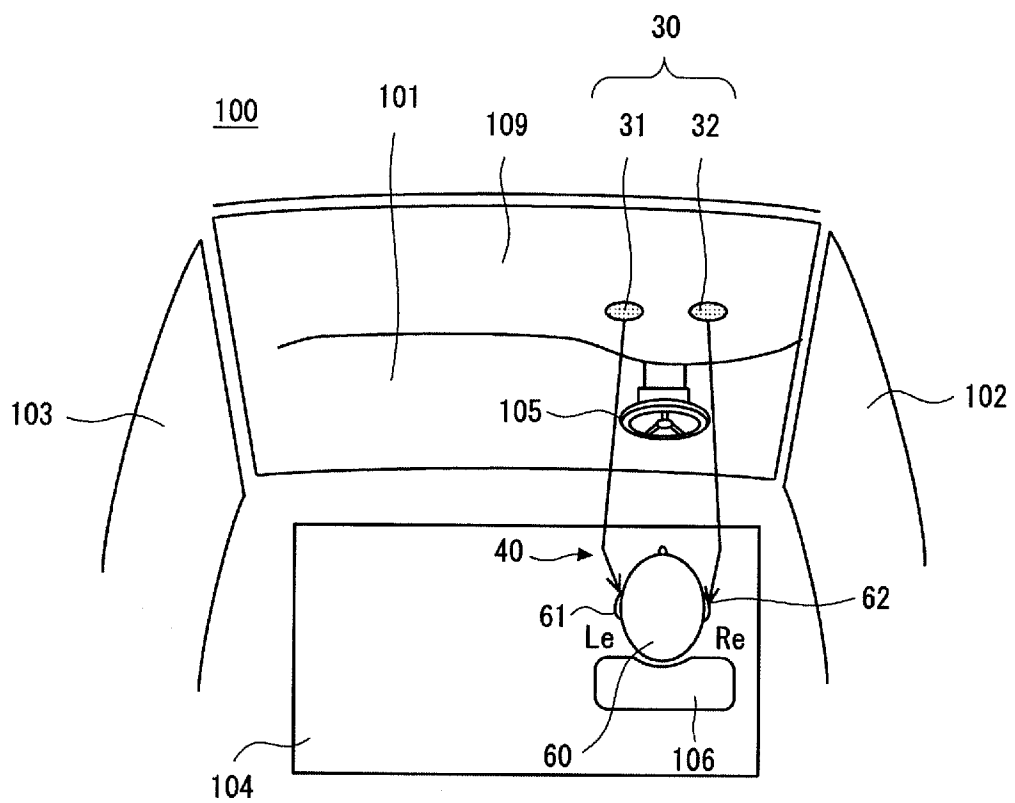
[図6C]

100

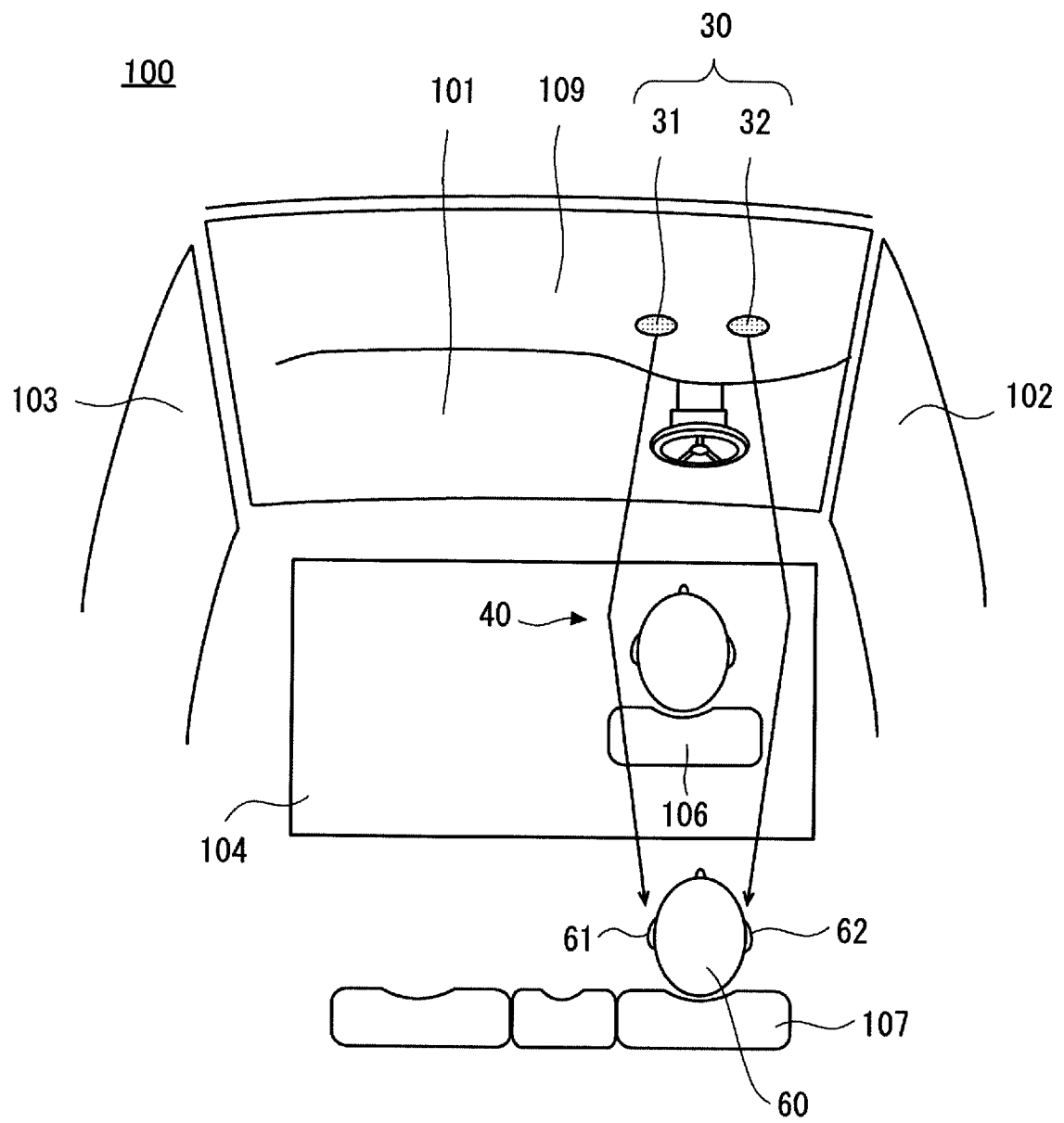
[図7]



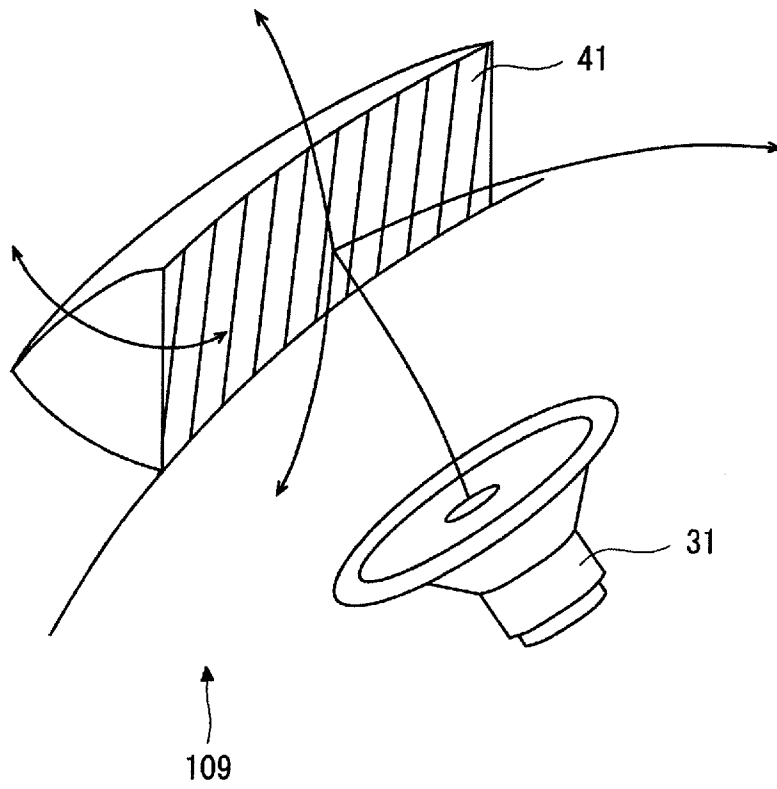
[図8]



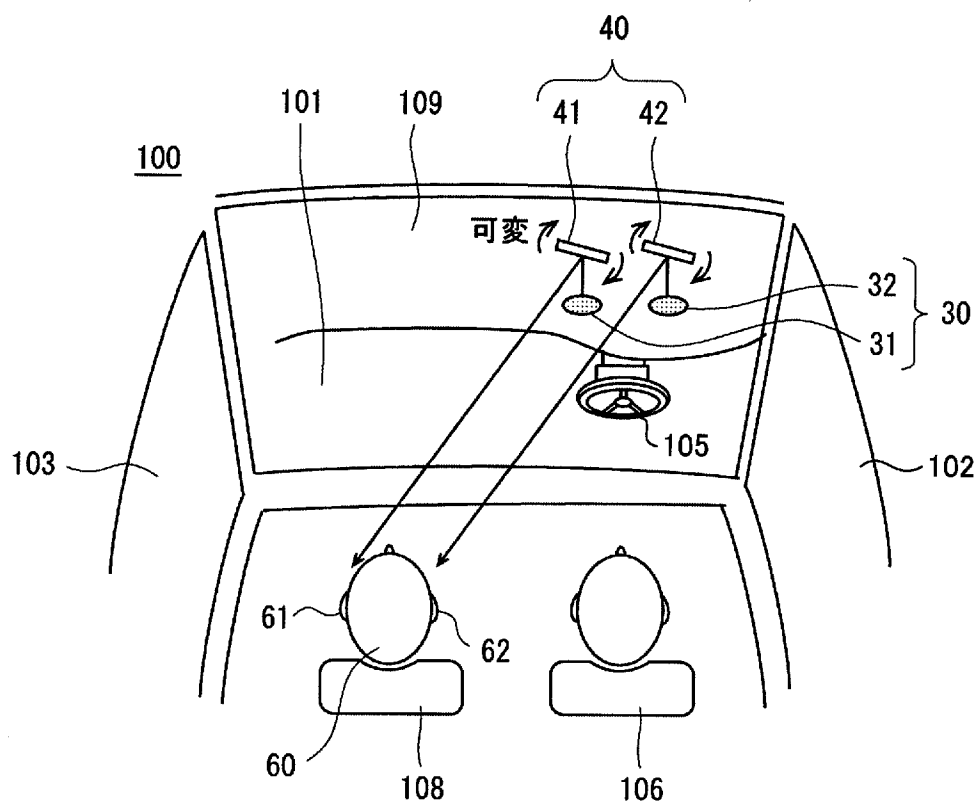
[図9]



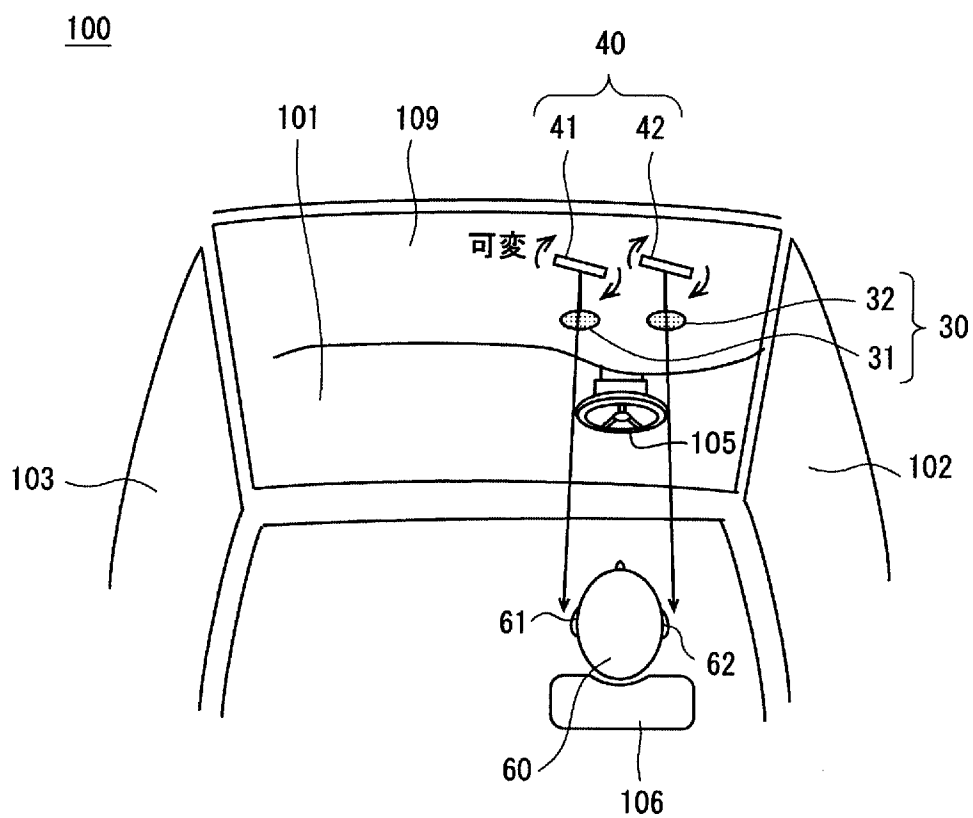
[図12]



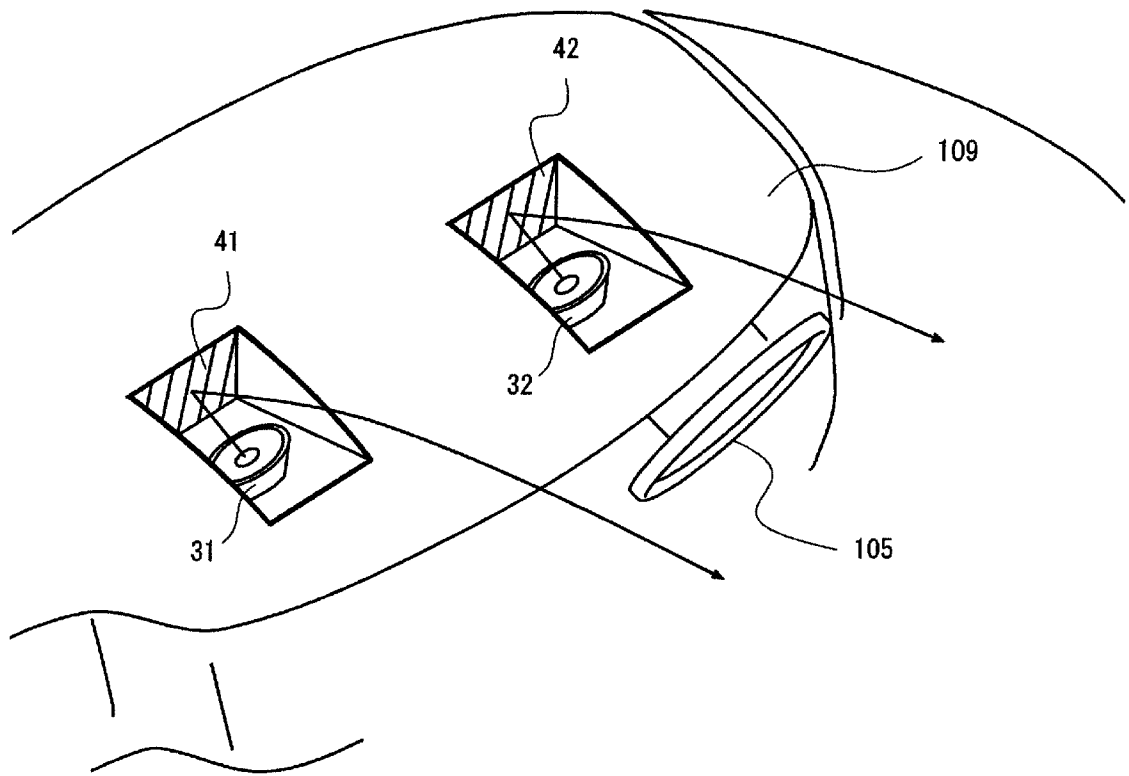
[図13A]



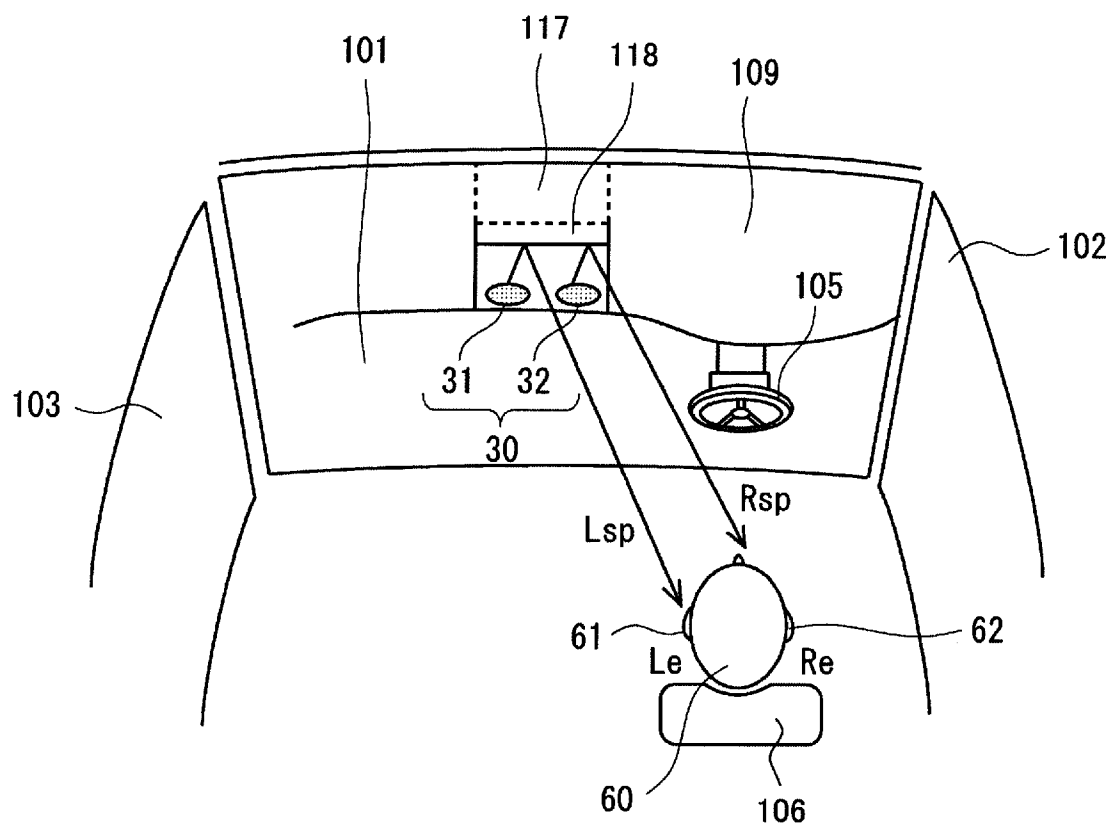
[図13B]



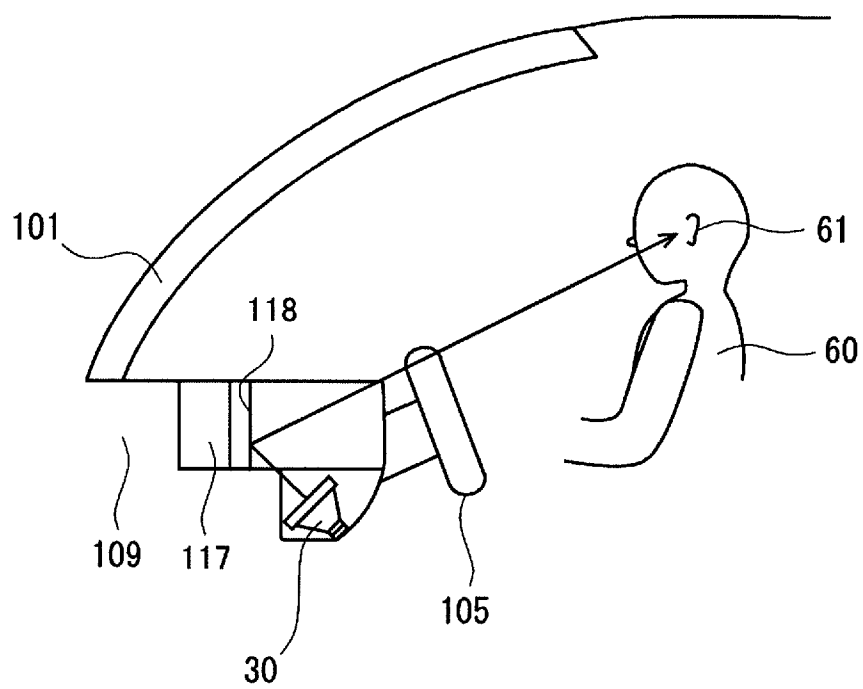
[図14]



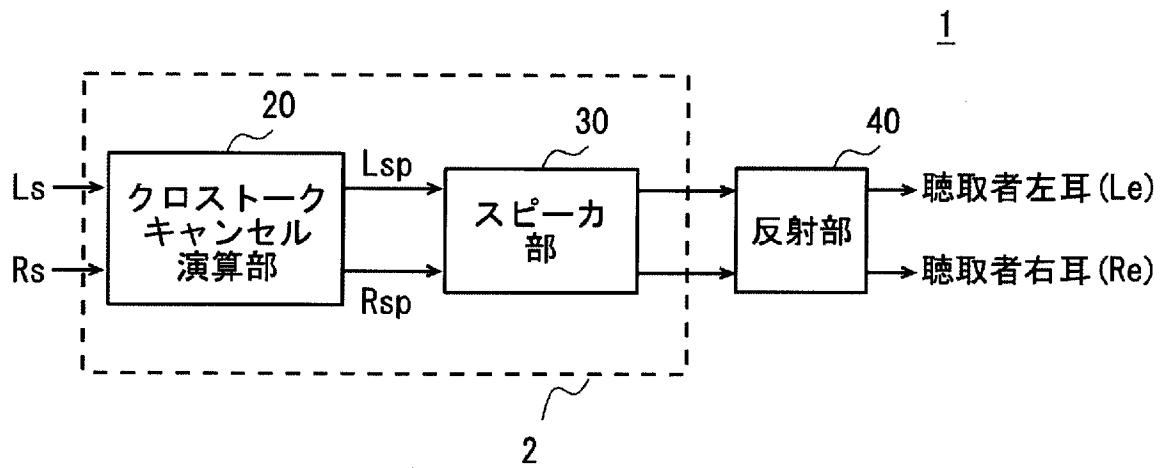
[図16]



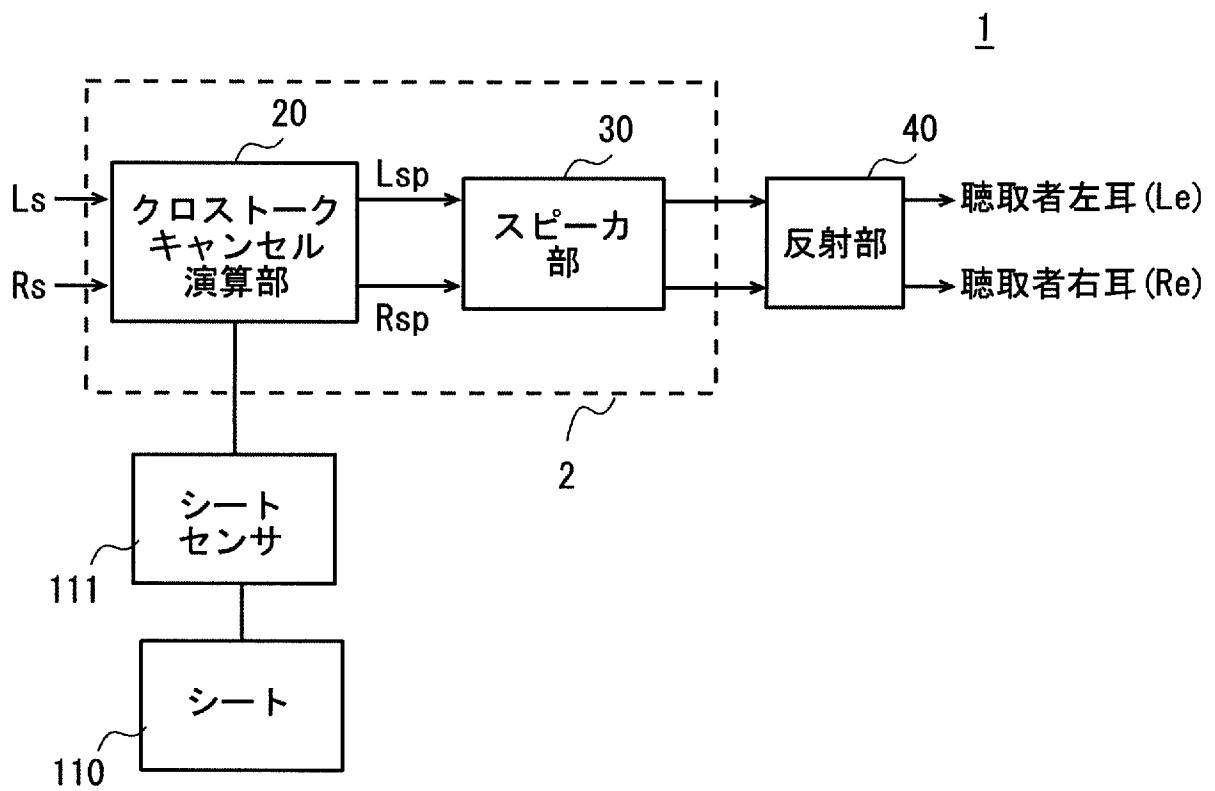
[図17]



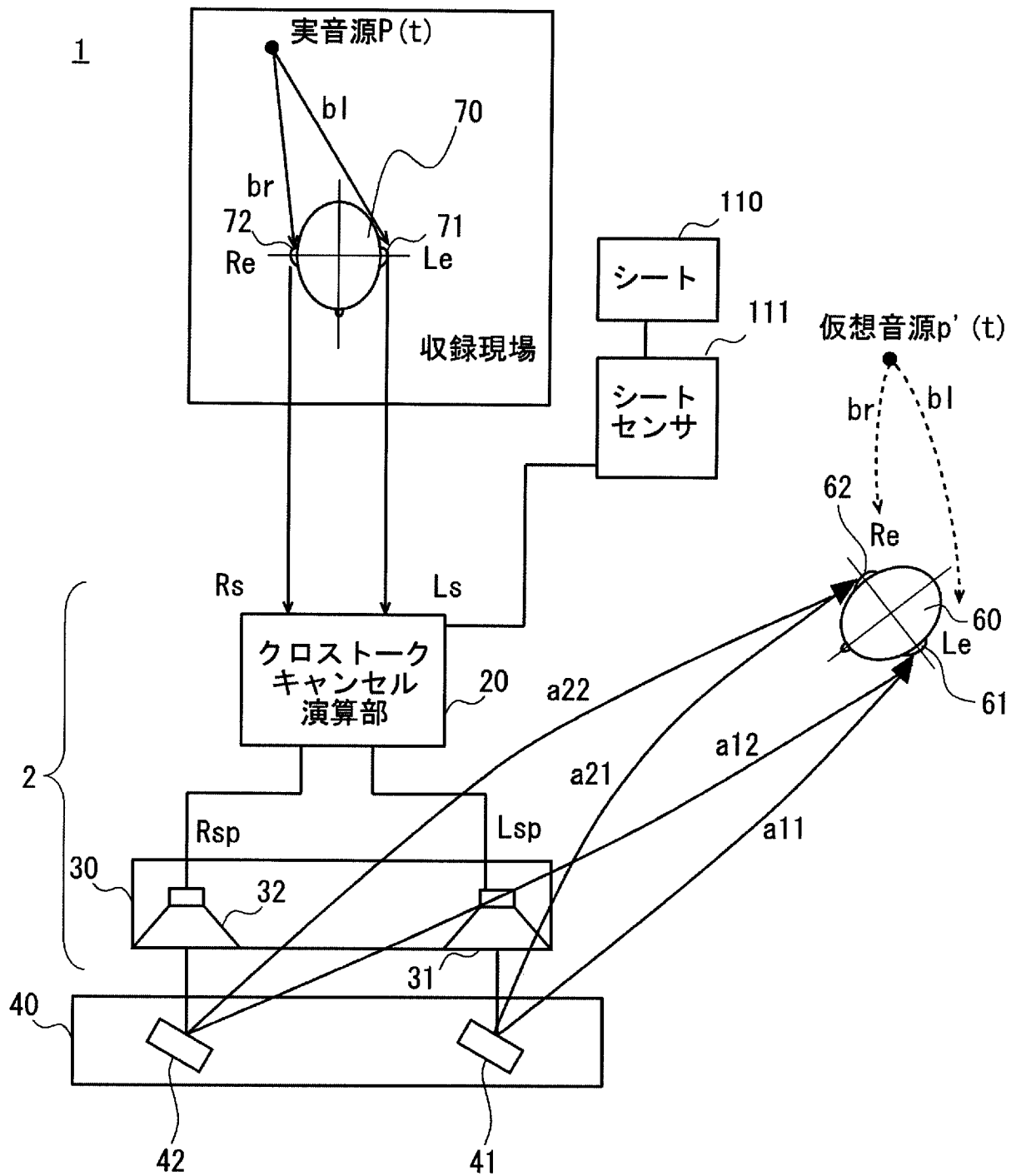
[図18A]



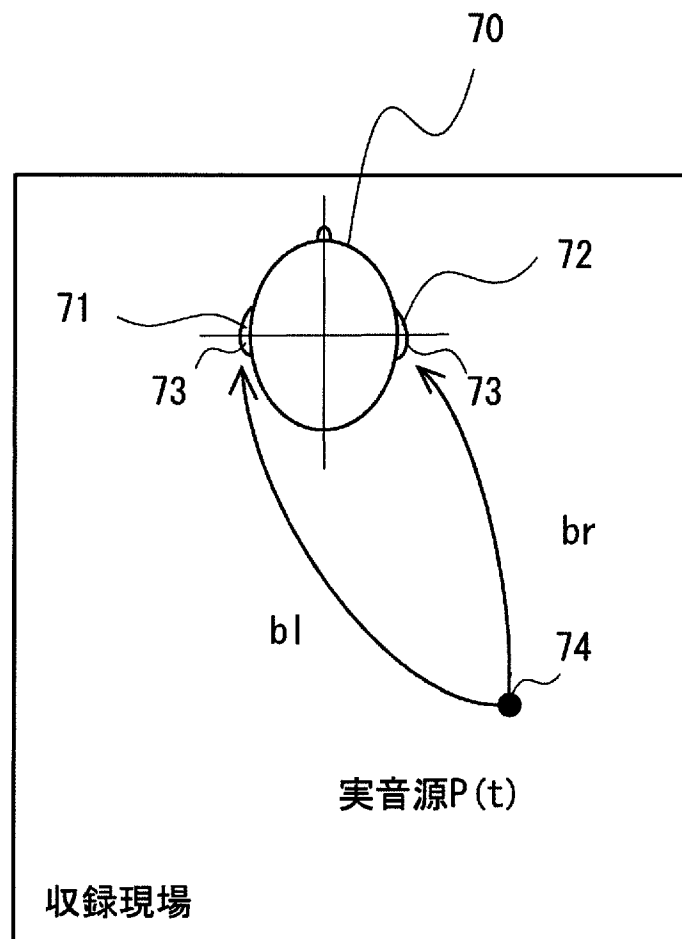
[図18B]



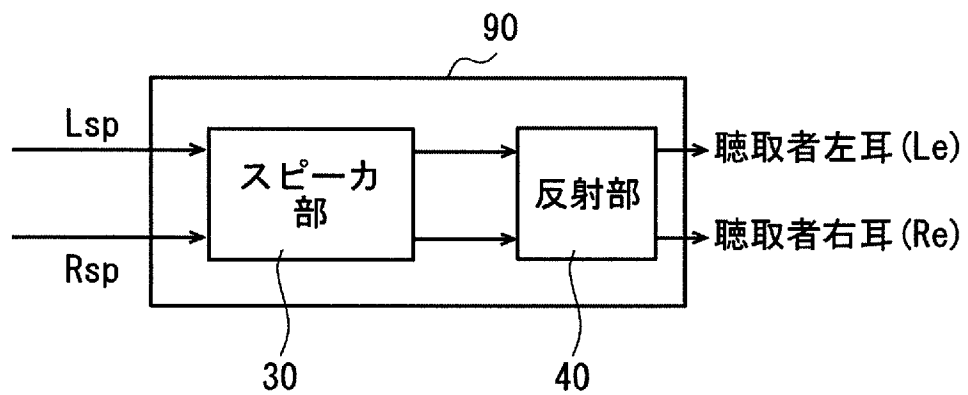
[図19]



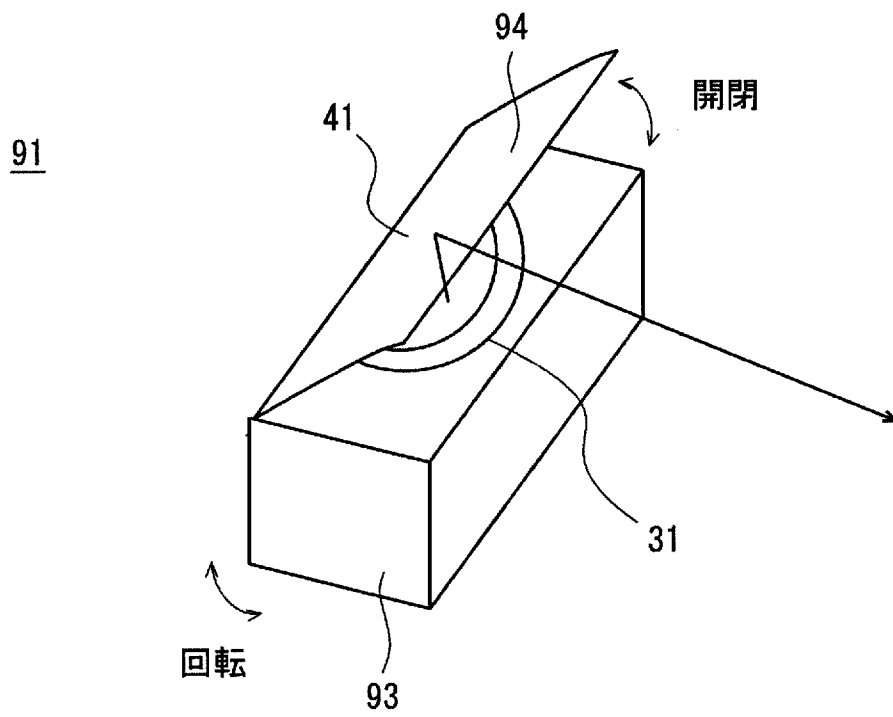
[図20]



[図21]

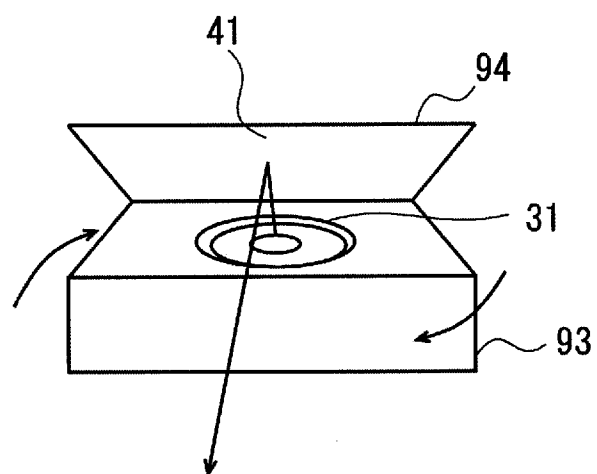


[図22]

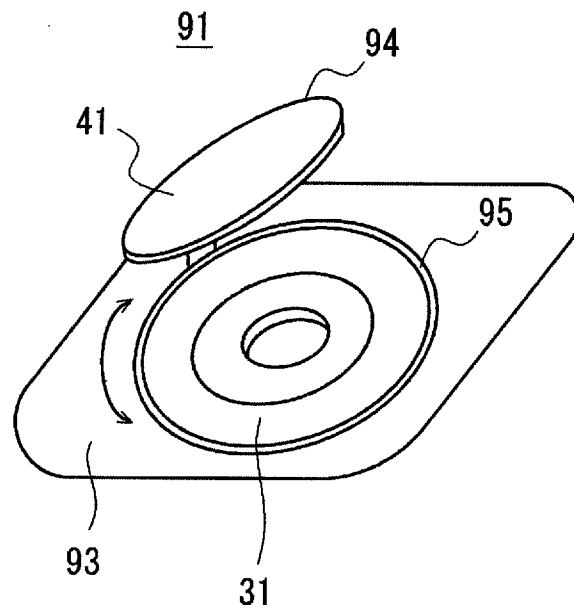


[図23]

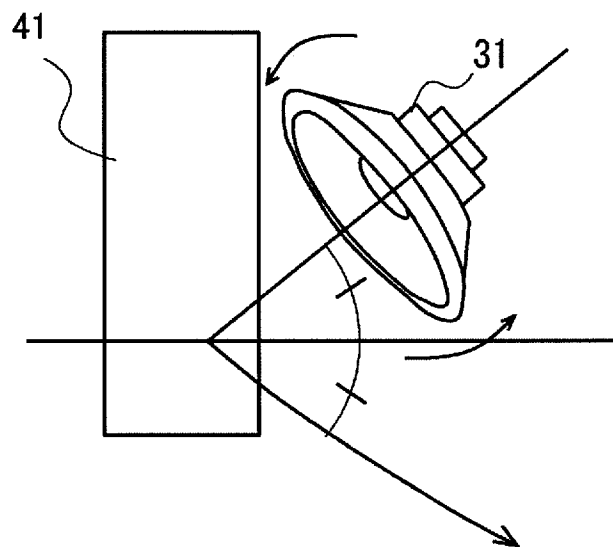
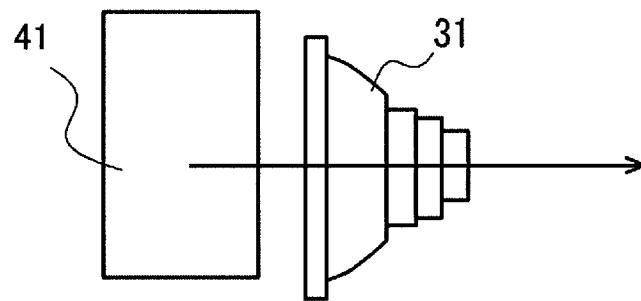
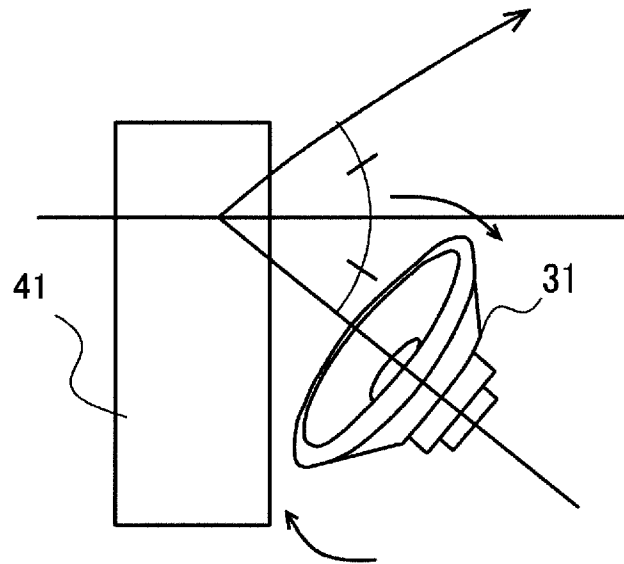
91



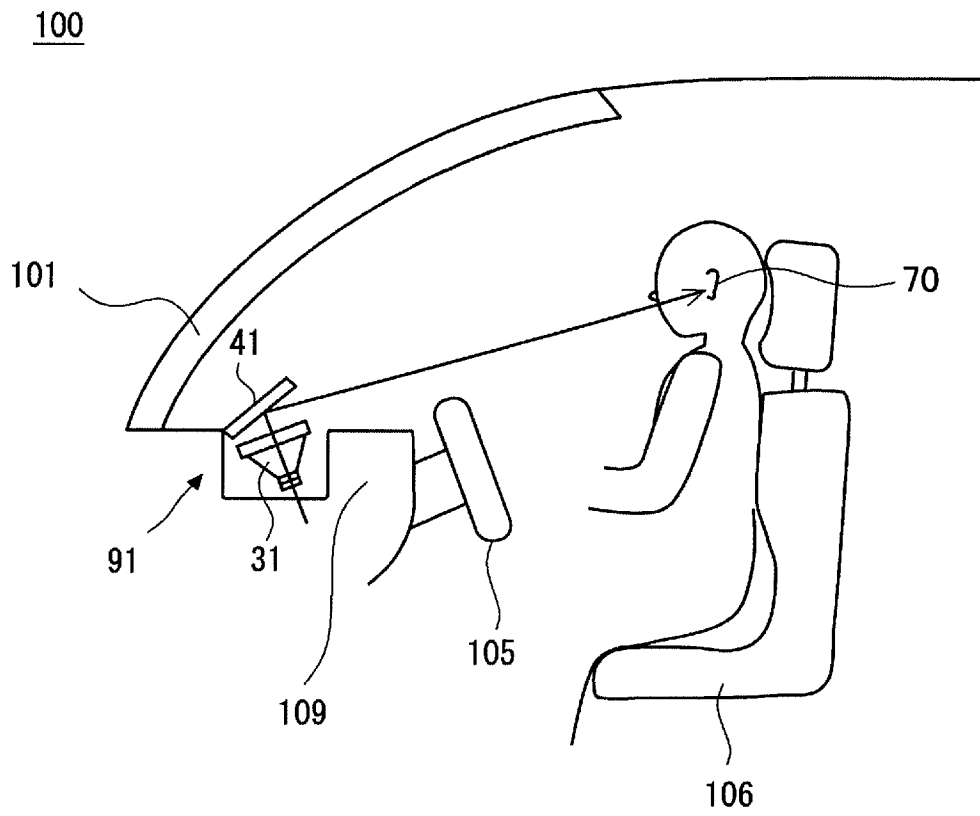
[図24]



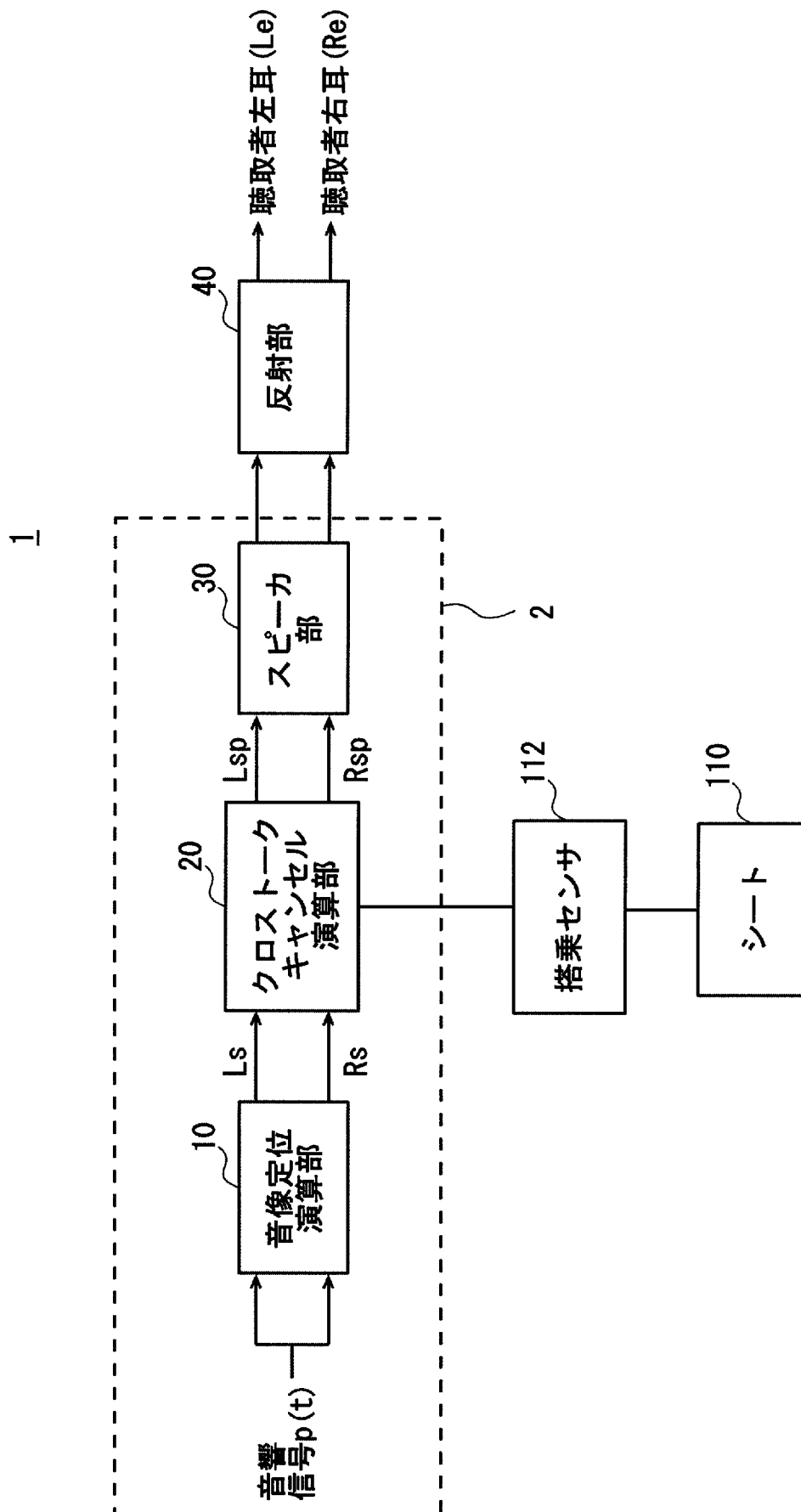
[図25]



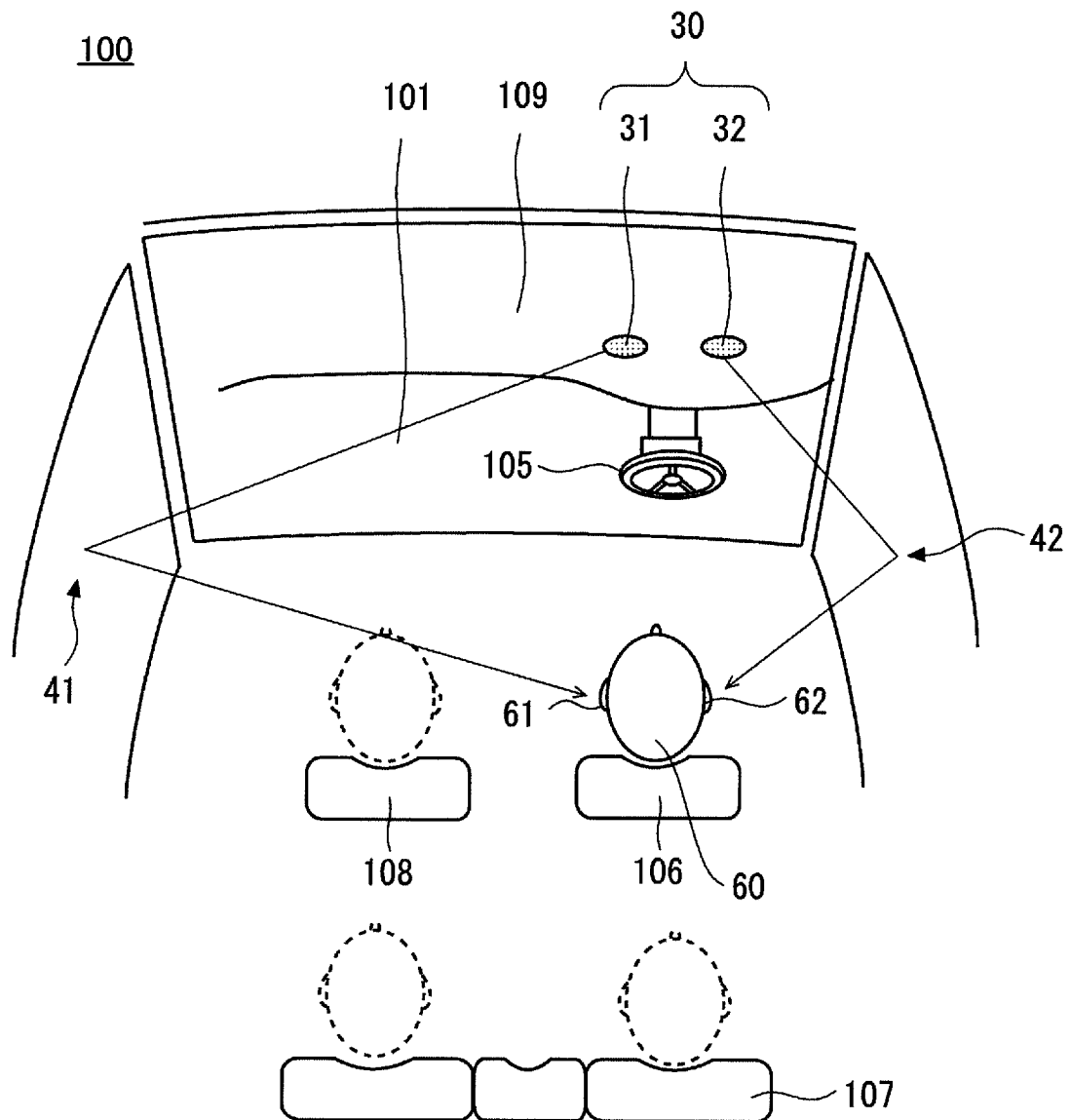
[図26]



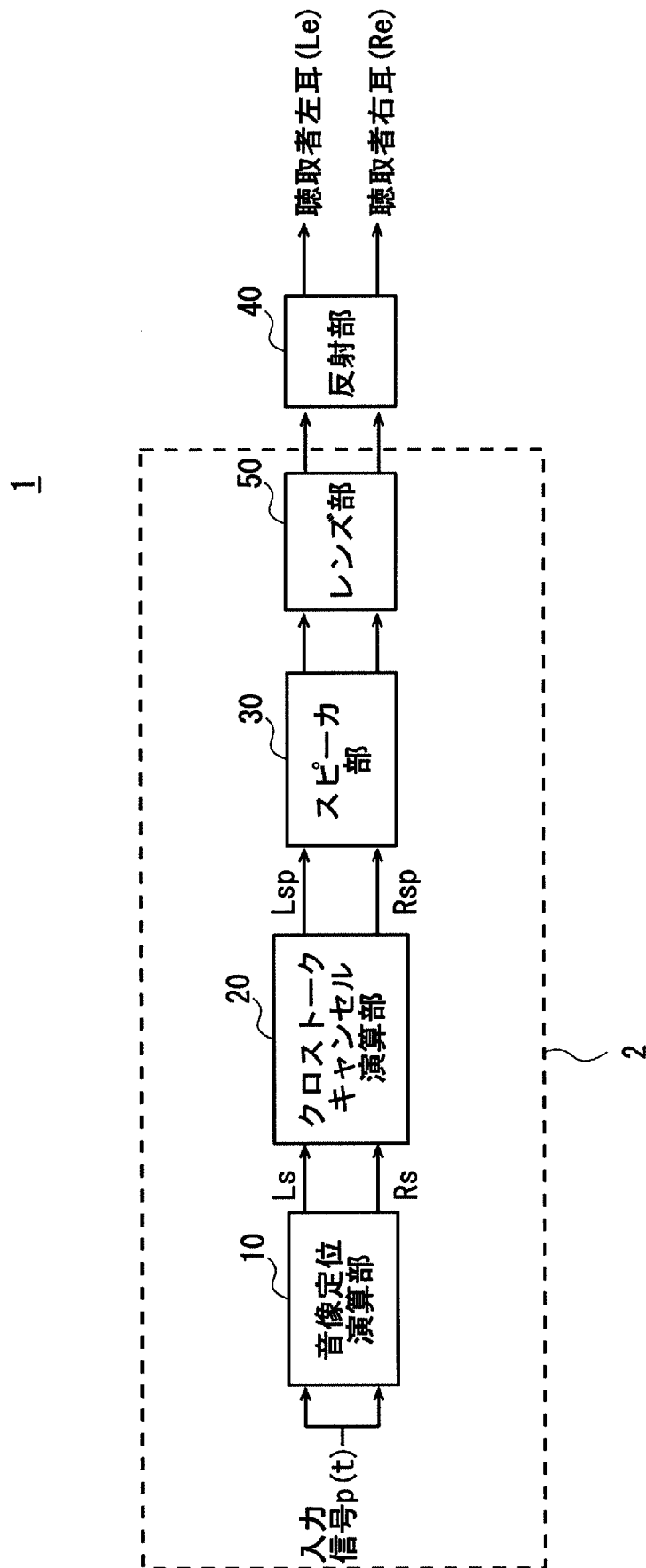
[図27]



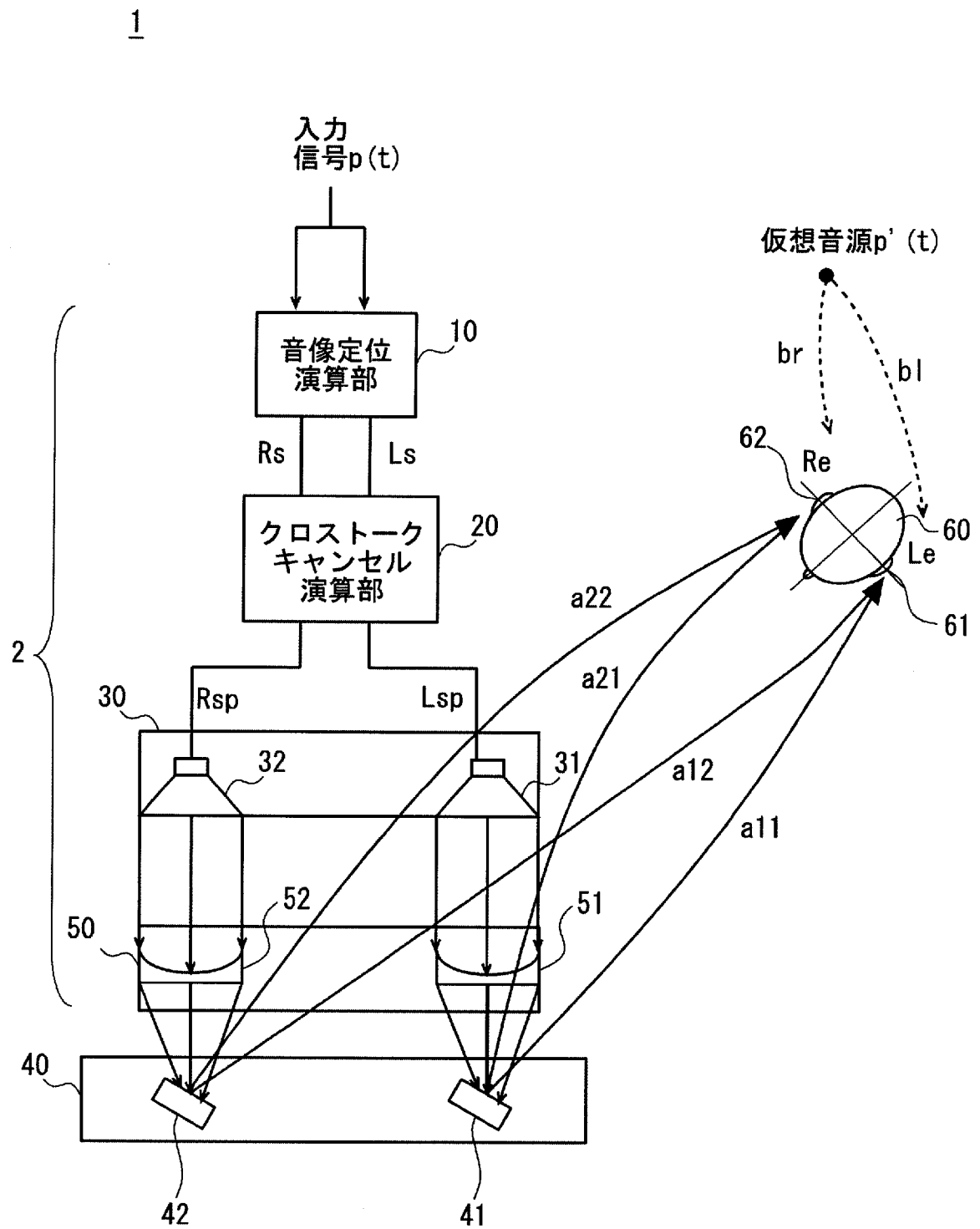
[図28]



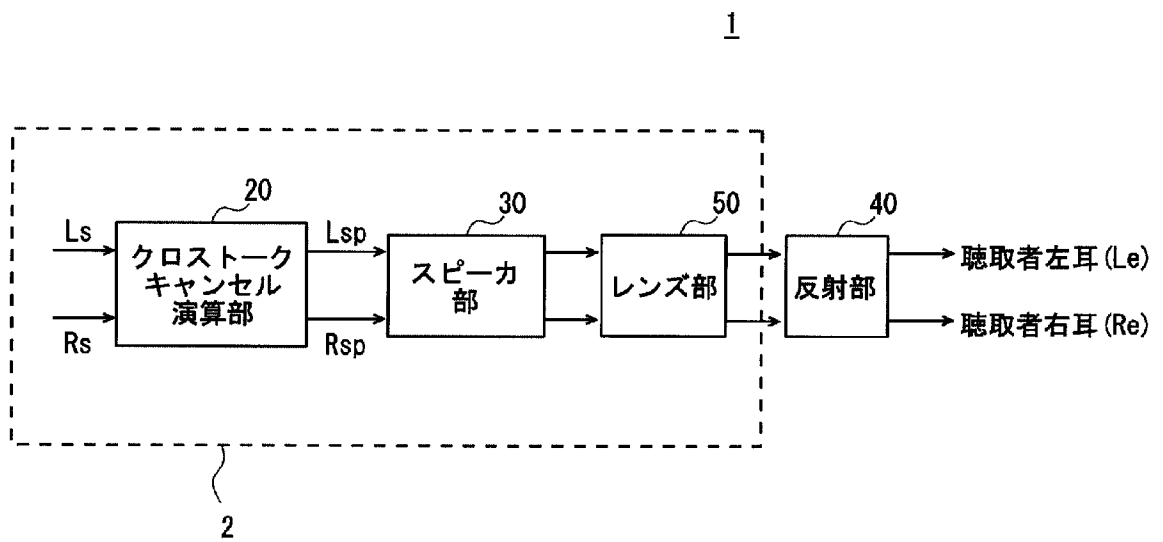
[図29]



[図30]

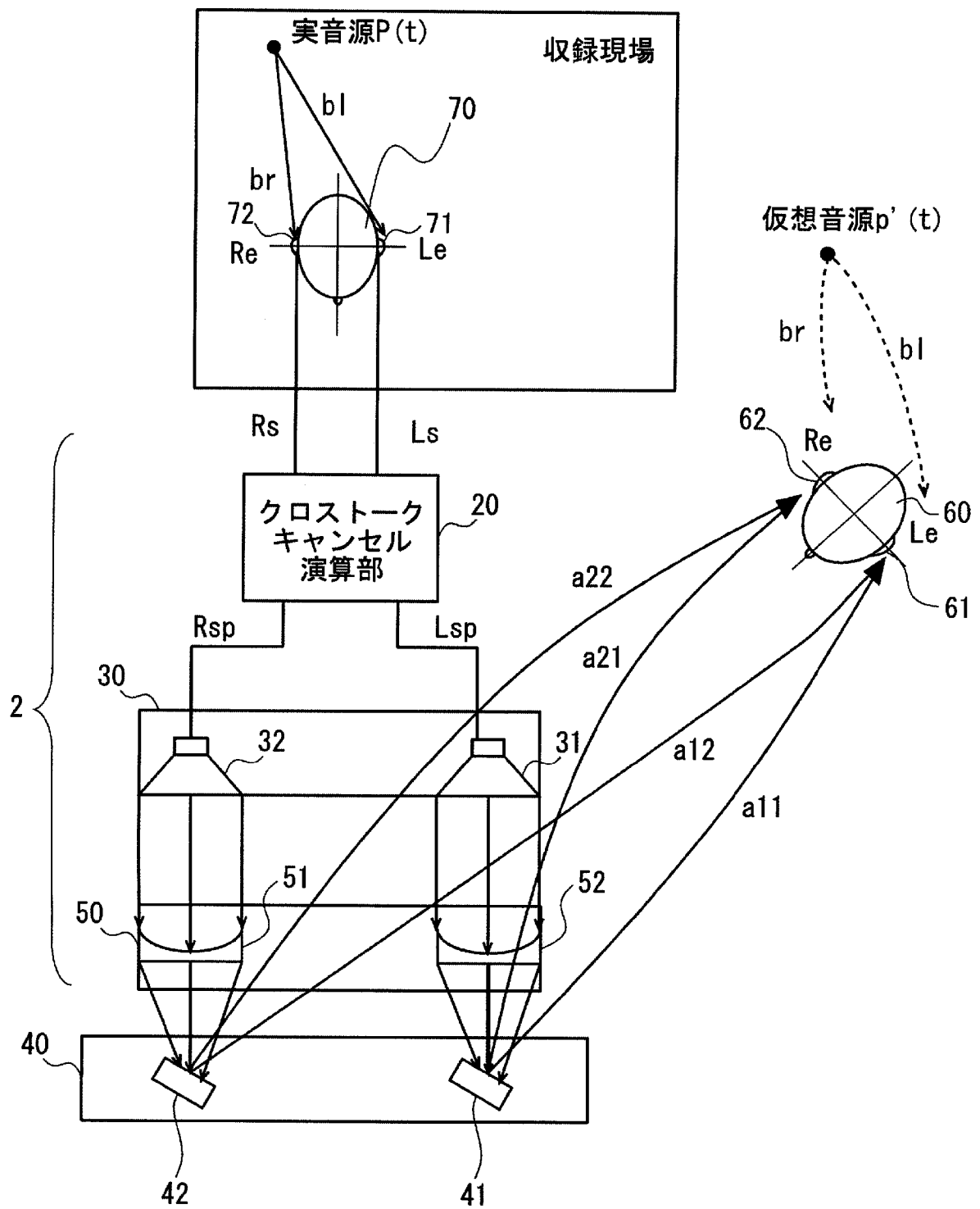


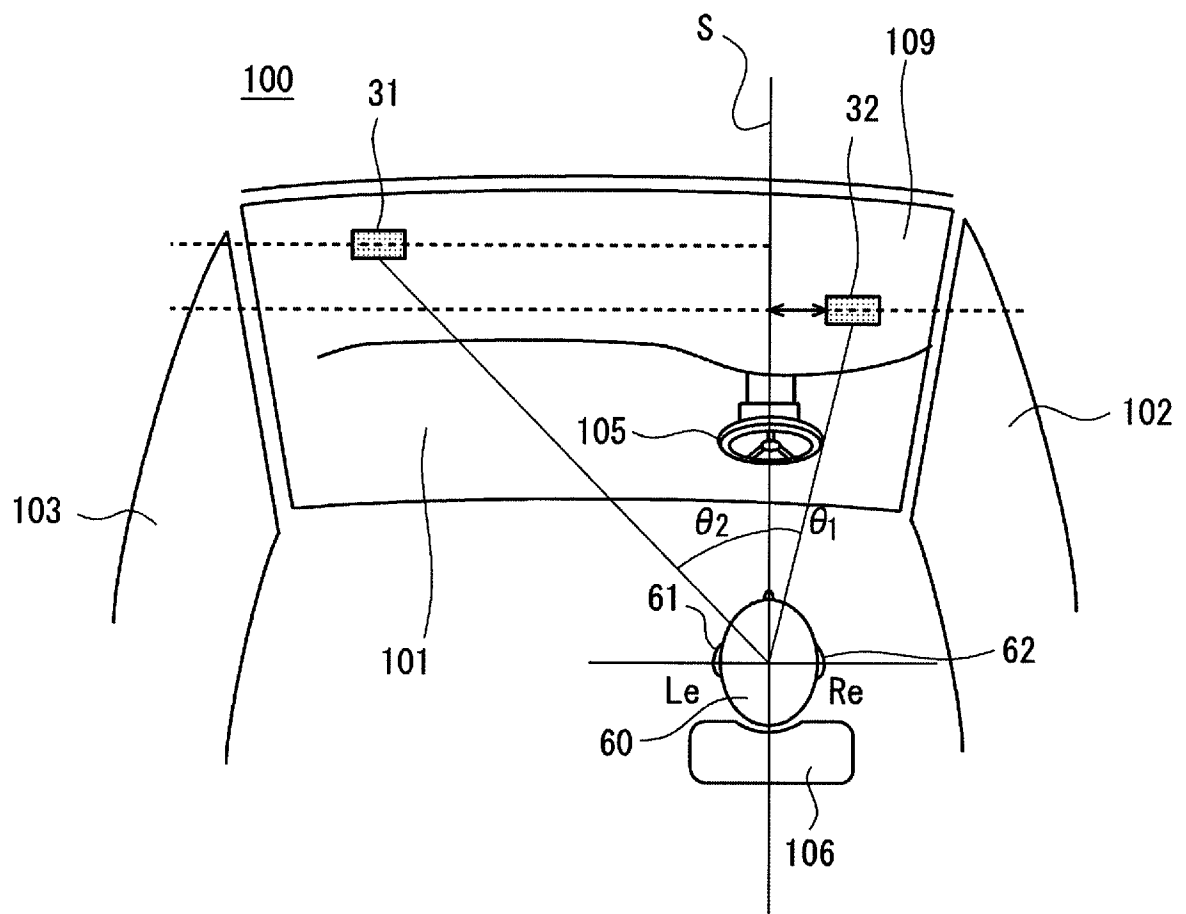
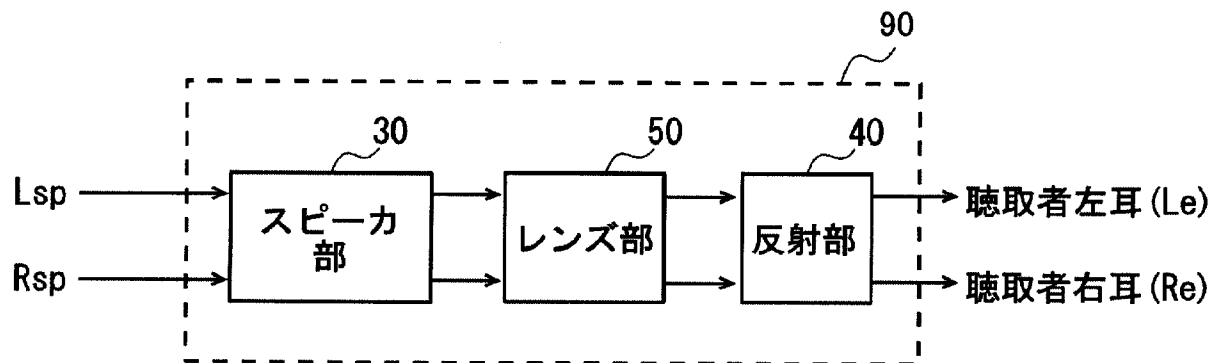
[図31]



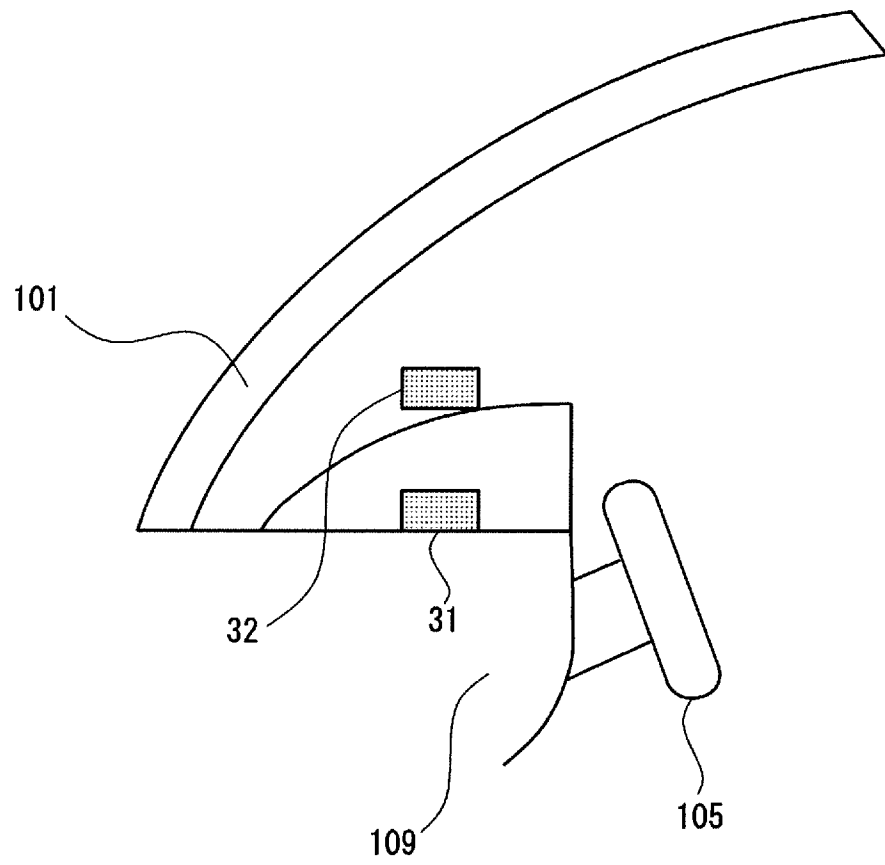
[図32]

1

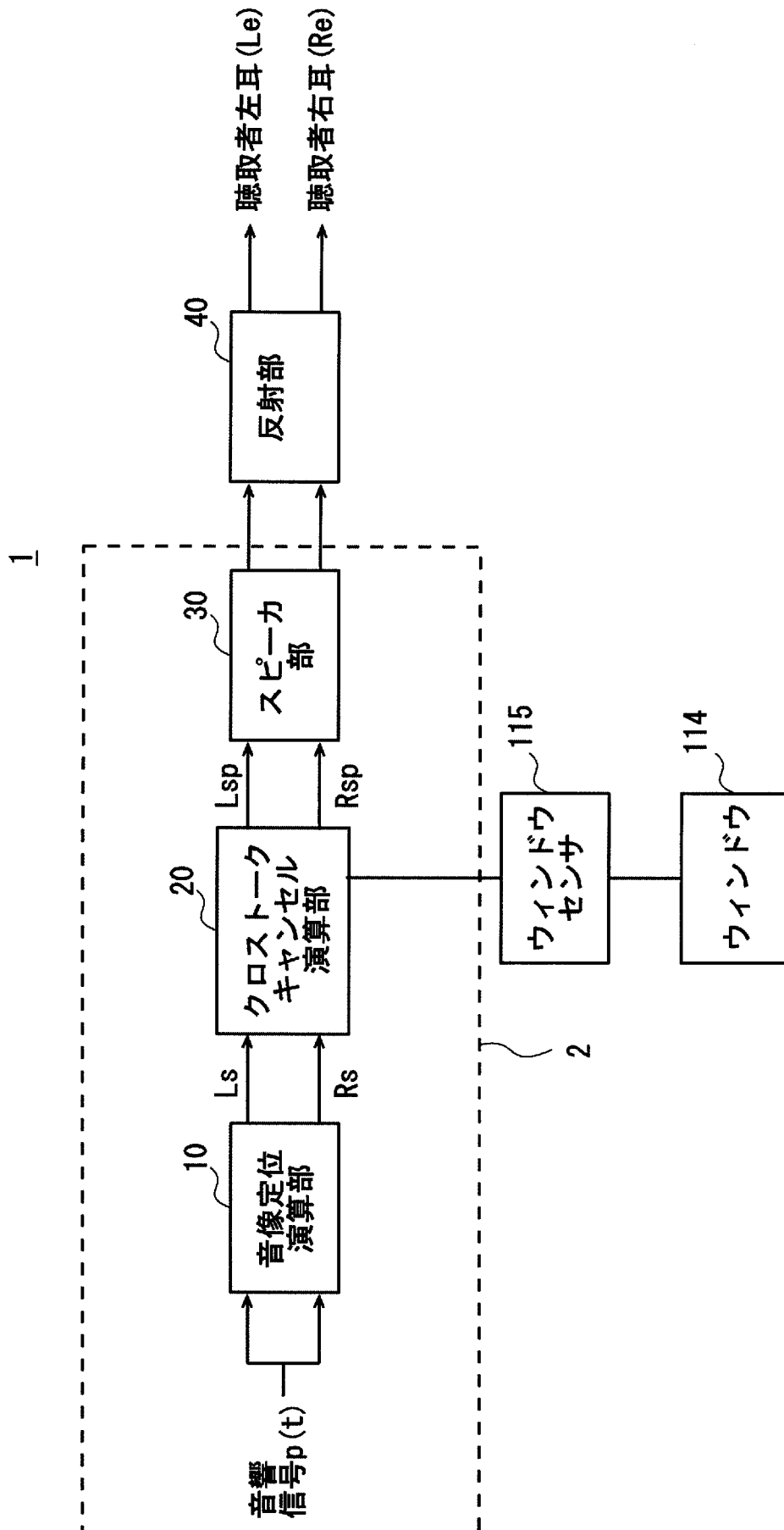




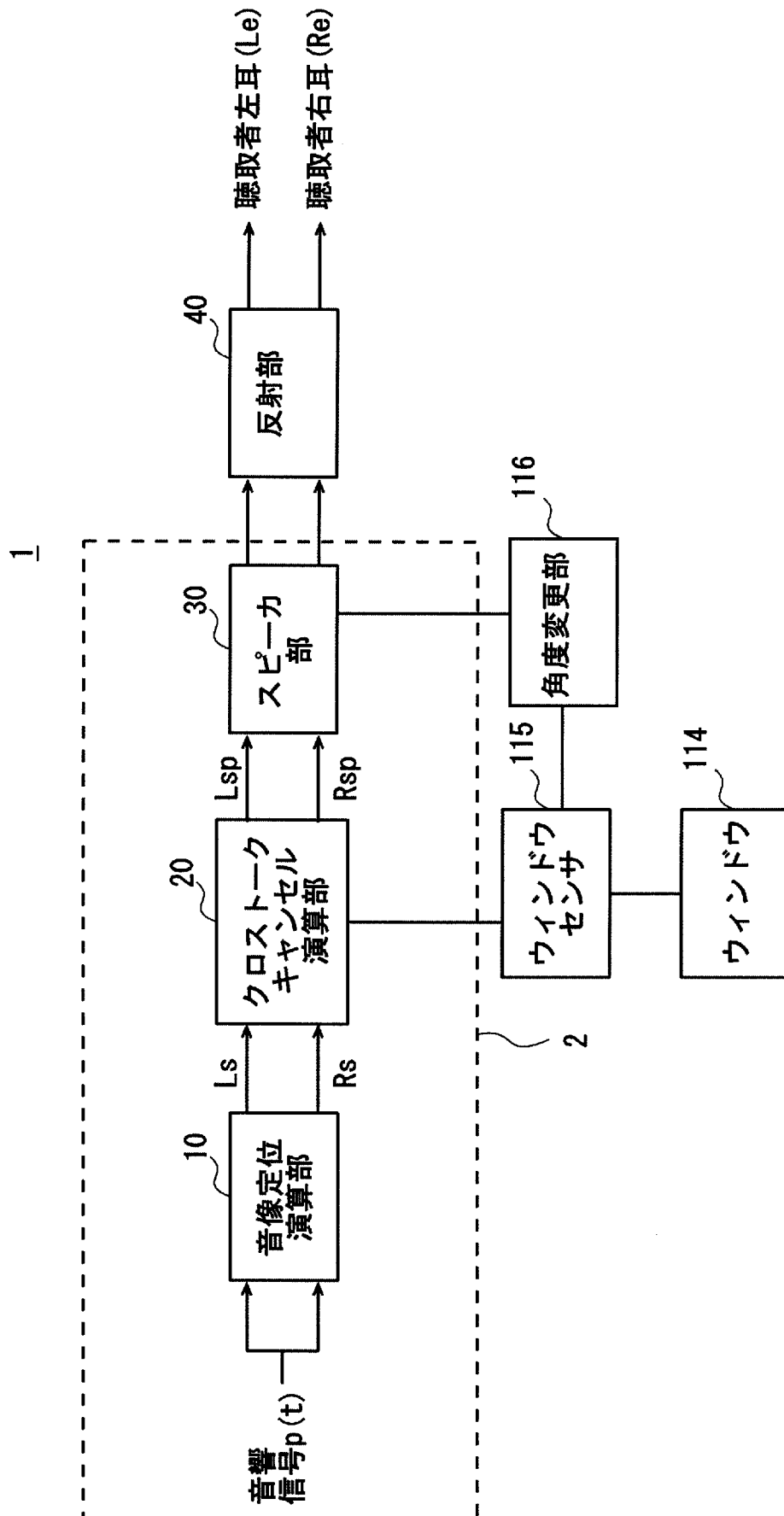
[図35]

100

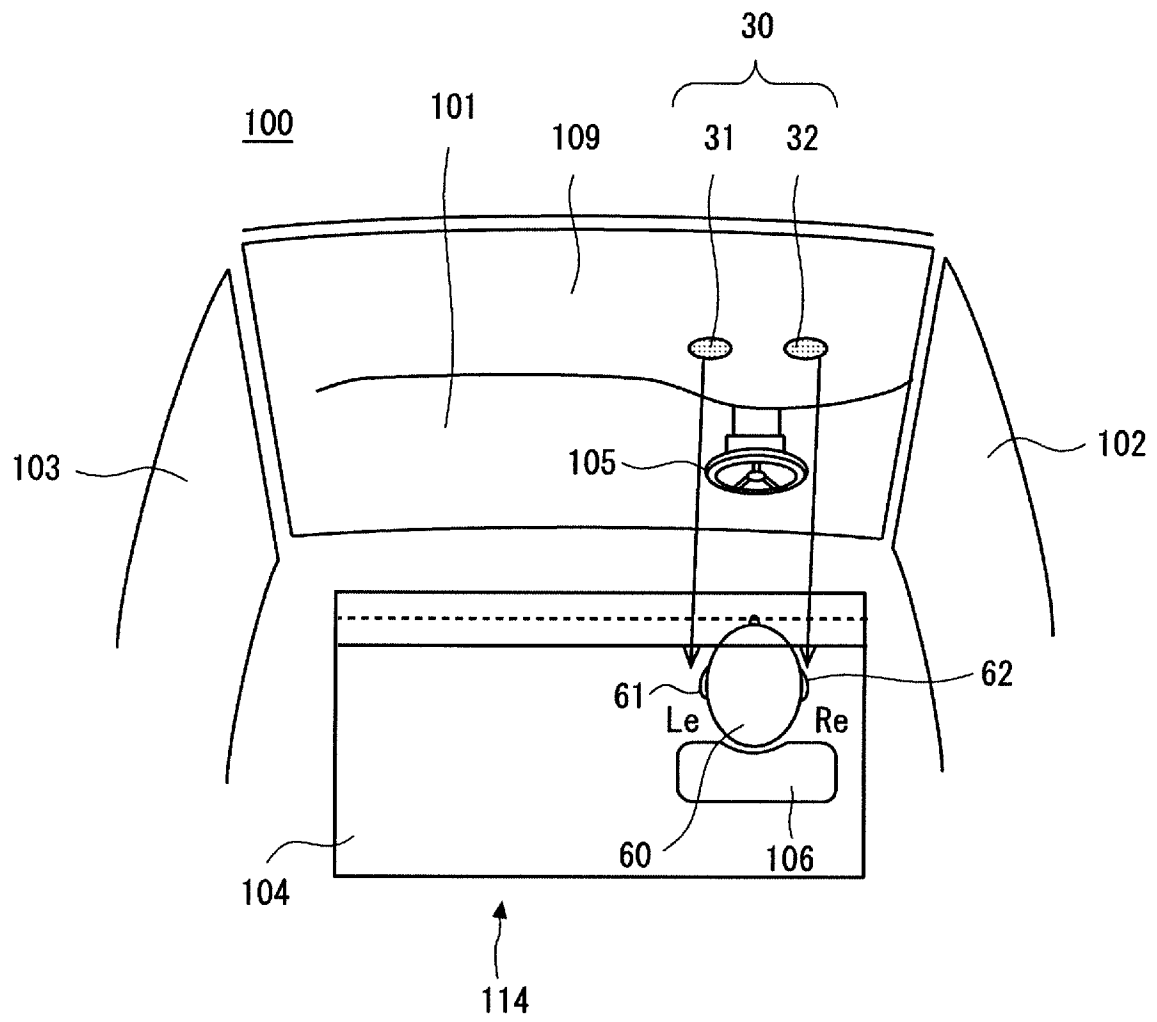
[図36]



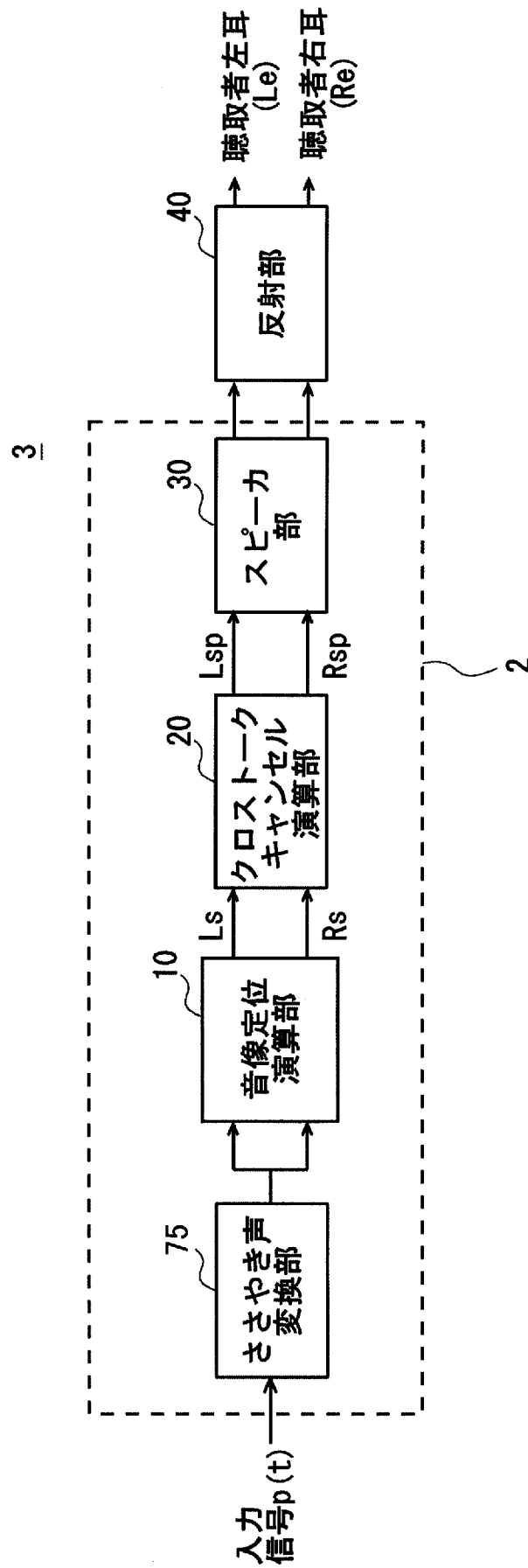
[図37]



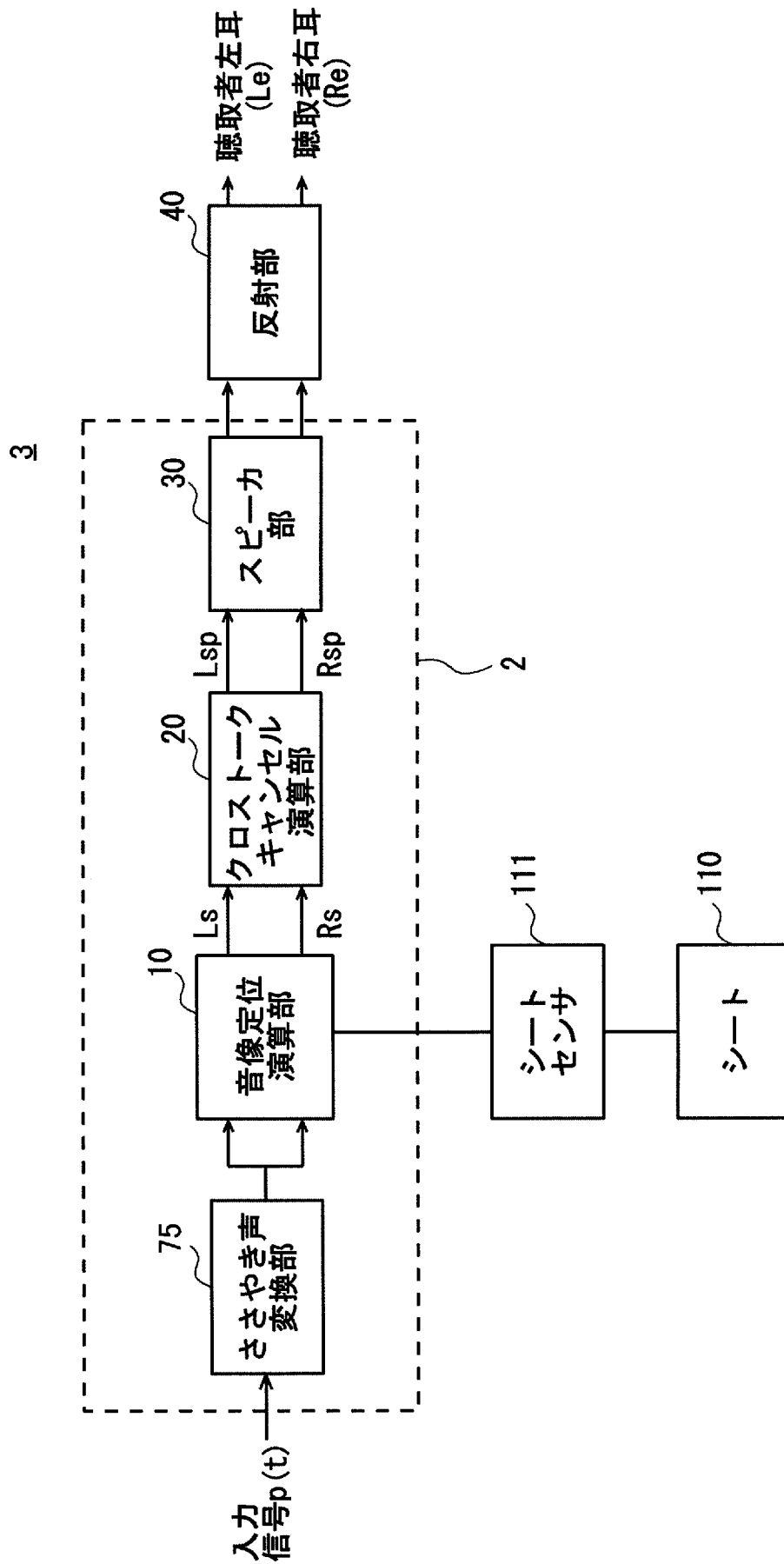
[図42]



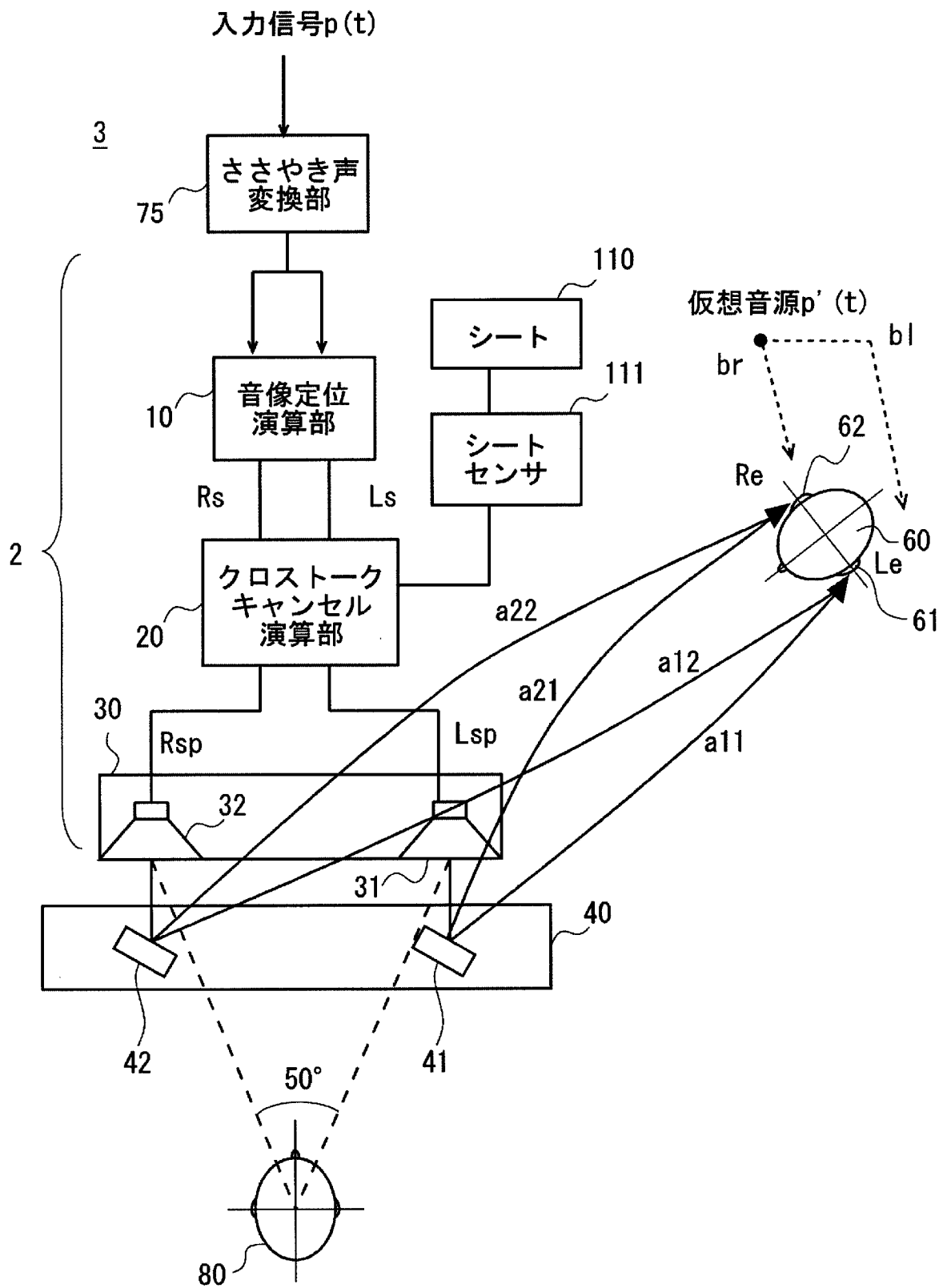
[図43A]



[図43B]



[図44]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/059244

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04S1/00(2006.01)i, B60R11/02(2006.01)i, H04R1/32(2006.01)i, H04R1/34(2006.01)i, H04S5/02(2006.01)i

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)

H04S1/00, B60R11/02, H04R1/32, H04R1/34, H04S5/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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	JP 2006-190193 A (Toyota Motor Corp.), 20 July 2006 (20.07.2006), paragraphs [0034] to [0045]; fig. 7 (Family: none)	1-26
Y	JP 2007-143008 A (Victor Company of Japan, Ltd.), 07 June 2007 (07.06.2007), paragraphs [0009] to [0041]; fig. 1 to 12 (Family: none)	1-26
Y A	JP 2006-140595 A (Sony Corp.), 01 June 2006 (01.06.2006), paragraphs [0022] to [0075]; fig. 1 to 7 (Family: none)	3, 13 1-2, 4-12, 14-26



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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
19 April, 2012 (19.04.12)

Date of mailing of the international search report
01 May, 2012 (01.05.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/059244

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2006-128870 A (Victor Company of Japan, Ltd.), 18 May 2006 (18.05.2006), paragraphs [0019] to [0022]; fig. 3 (Family: none)	4, 6 1-3, 5, 7-26
Y A	JP 2006-13903 A (Seiko Epson Corp.), 12 January 2006 (12.01.2006), paragraphs [0010] to [0011] (Family: none)	5 1-4, 6-26
Y A	JP 2005-519549 A (Audio Products International Co.), 30 June 2005 (30.06.2005), paragraphs [0016] to [0017]; fig. 1 to 2 & US 6996243 B2 & EP 1481570 A & WO 2003/075606 A1	7 1-6, 8-26
Y A	JP 3-77500 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 03 April 1991 (03.04.1991), page 2, lower right column, line 2 to page 3, lower left column, line 12; fig. 1 to 5 (Family: none)	8-10, 12-13, 17 1-7, 11, 14-16, 18-26
Y A	JP 2010-184586 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 26 August 2010 (26.08.2010), paragraphs [0037] to [0038] (Family: none)	11-17, 23-24, 26 1-10, 18-22, 25
Y A	JP 2008-213754 A (Honda Motor Co., Ltd.), 18 September 2008 (18.09.2008), paragraphs [0012] to [0016] (Family: none)	15, 23-24 1-14, 16-22, 25-26
Y A	WO 2006/095688 A1 (Pioneer Corp.), 14 September 2006 (14.09.2006), paragraphs [0022] to [0029] (Family: none)	16-17 1-15, 18-26
Y A	JP 6-72253 A (Kenwood Corp.), 15 March 1994 (15.03.1994), paragraphs [0019] to [0037]; fig. 1 to 2 & US 5389867 A & DE 4300366 A1	22 1-21, 23-26

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H04S1/00(2006.01)i, B60R11/02(2006.01)i, H04R1/32(2006.01)i, H04R1/34(2006.01)i, H04S5/02(2006.01)i

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 (I P C))

Int.Cl. H04S1/00, B60R11/02, H04R1/32, H04R1/34, H04S5/02

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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	JP 2006-190193 A (トヨタ自動車株式会社) 2006. 07. 20, 段落[0034]-[0045], [図 7] (ファミリーなし)	1-26
Y	JP 2007-143008 A (日本ビクター株式会社) 2007. 06. 07, 段落[0009]-[0041], [図 1]-[図 12] (ファミリーなし)	1-26
Y A	JP 2006-140595 A (ソニー株式会社) 2006. 06. 01, 段落[0022]-[0075], [図 1]-[図 7] (ファミリーなし)	3, 13 1-2, 4-12, 14- 26

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ 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矛盾するものではなく、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

1 9 . 0 4 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

0 1 . 0 5 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

菊池 充

5 Z

4 5 4 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 8 9

C (続き) . 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 A	JP 2006-128870 A (日本ビクター株式会社) 2006. 05. 18, 段落[0019]-[0022], [図 3] (ファミリーなし)	4, 6 1-3, 5, 7-26
Y A	JP 2006-13903 A (セイコーエプソン株式会社) 2006. 01. 12, 段落[0010]-[0011] (ファミリーなし)	5 1-4, 6-26
Y A	JP 2005-519549 A (オーディオ プロダクツ インターナショナル コーポレーション) 2005. 06. 30, 段落[0016]-[0017], [図 1]-[図 2] & US 6996243 B2 & EP 1481570 A & WO 2003/075606 A1	7 1-6, 8-26
Y A	JP 3-77500 A (三洋電機株式会社) 1991. 04. 03, 第 2 頁右下欄第 2 行-第 3 頁左下欄 12 行目, 第 1 図-第 5 図 (ファミリーなし)	8-10, 12-13, 1 7 1-7, 11, 14-16 , 18-26
Y A	JP 2010-184586 A (日産自動車株式会社) 2010. 08. 26, 段落[0037]-[0038] (ファミリーなし)	11-17, 23-24, 26 1-10, 18-22, 2 5
Y A	JP 2008-213754 A (本田技研工業株式会社) 2008. 09. 18, 段落[0012]-[0016] (ファミリーなし)	15, 23-24 1-14, 16-22, 2 5-26
Y A	WO 2006/095688 A1 (パイオニア株式会社) 2006. 09. 14, 段落[0022]-[0029] (ファミリーなし)	16-17 1-15, 18-26
Y A	JP 6-72253 A (株式会社ケンウッド) 1994. 03. 15, 段落[0019]-[0037], [図 1]-[図 2] & US 5389867 A & DE 4300366 A1	22 1-21, 23-26