(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
2024年8月29日(29.08.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/176827 A1

(51) 国際特許分類:
H04R 3/04 (2006.01) *H04R 1/00* (2006.01)
B60R 11/02 (2006.01) *H04R 1/02* (2006.01)
G10K 11/178 (2006.01) *H04R 7/04* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2024/004085

(22) 国際出願日： 2024年2月7日(07.02.2024)

(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 2023-027808 2023年2月24日(24.02.2023) JP

(71) 出願人: ＡＧＣ株式会社 (**AGC INC.**) [JP/JP]; 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目５番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 櫻井 研人 (**SAKURAI, Kento**); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目５番１号 ＡＧＣ株式会社内 Tokyo (JP).

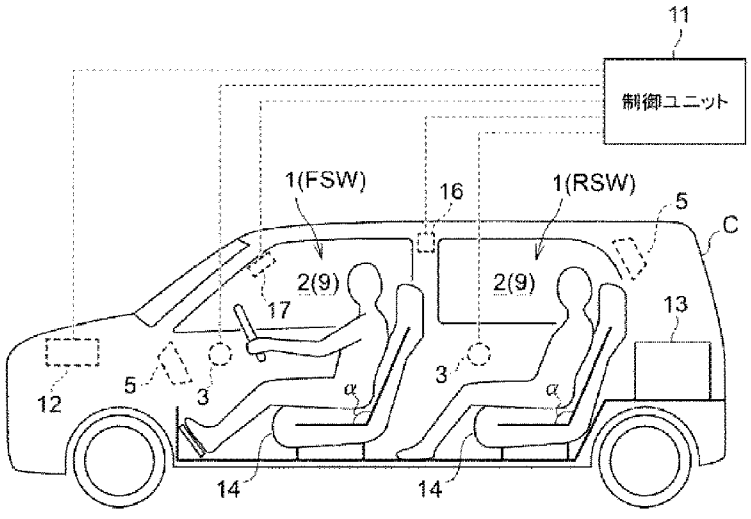
秋山 順 (**AKIYAMA Jun**); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目５番１号 ＡＧＣ株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人太陽国際特許事務所(**TAIYO, NAKAJIMA & KATO**); 〒1600022 東京都新宿区新宿４丁目３番１７号 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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,

(54) **Title:** INFORMATION PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称： 情報処理装置



11 Control unit

(57) **Abstract:** With respect to input data including a space occupancy state representing the state of a space divided by a casing including a glass diaphragm with an oscillator in which the oscillator is attached to a glass plate structure with an adjustable opening degree, and the opening degree of the glass plate structure, a control unit uses an estimation model generated by machine learning using training data associated with control parameters realizing the oscillations of the oscillator such that the acoustic characteristics obtained as a result of vibration of a glass plate structure approach the target acoustic characteristics, thereby estimating control parameters for new input data and controlling the oscillator according to the estimated control parameters.

WO 2024/176827 A1

［続葉有］

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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

(57) 要約: 制御ユニットは、開口度が調整可能なガラス板構成体に振動子が取り付けられた振動子付きガラス振動板を含む筐体によって区切られた空間の状態を表す空間占有状態と、ガラス板構成体の開口度とを含む入力データに対して、ガラス板構成体の振動によって得られる音響特性が目標とする音響特性に近づくような振動子の振動を実現する制御パラメータが対応付けられている教師データを用いた機械学習によって生成された推定モデルを用いて、新たな入力データに対する制御パラメータを推定し、推定した制御パラメータに従って振動子を制御する。

明　細　書

発明の名称 ： 情報処理装置

技術分野

[0001] 本開示は、振動子付きガラス振動板を制御する情報処理装置に関する。

背景技術

[0002] ガラス板を振動させることでガラス板から音を発生する技術が注目されている。

[0003] 特開２０２１－１８０４８６号公報には、車内内装材や車両ガラス窓を振動させることによって所定の音を発生させる例が開示されており、一例として、前方ガラス窓に１つ又は複数の音響発生器を配置させ、所定の音を発生させるための構成が開示されている。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、これまでの音響発生器を制御する情報処理装置は、ガラス板から所定の音響を発生させることが目的であり、音響発生器によって振動するガラス板、すなわち、振動子付きガラス振動板を含む筐体で囲まれた空間の音響特性を調整するという用途に用いられることはなかった。

[0005] 本開示は、振動子付きガラス振動板を制御することによって、振動子付きガラス振動板を含む筐体で囲まれた空間における音響特性を改善する情報処理装置、及び情報処理プログラ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

[0006] 本開示に係る情報処理装置は、開口度合いが調整可能なガラス板構成体に振動子が取り付けられた振動子付きガラス振動板を含む筐体によって周囲と区切られた空間の状態を表す空間占有状態と、前記ガラス板構成体の開口度合いとを含む入力データに対して、前記ガラス板構成体の振動によって得られる前記空間の音響特性が目標とする音響特性に近づくような前記振動子の振動を実現する制御パラメータが対応付けられている教師データを用いた機

械学習によって生成された、前記入力データから前記制御パラメータを推定する推定モデルを用いて、新たに取得した前記入力データから各々の時点における前記制御パラメータを推定する推定部と、前記推定部によって推定された前記制御パラメータに従って前記振動子を制御する制御部と、を備える。

[0007] 本開示に係る情報処理装置は、ガラス板構成体に振動子が取り付けられた振動子付きガラス振動板を筐体に備えた移動体が位置する地点の前記移動体の移動状態を表す移動体情報と前記移動体が位置する地点の環境を表す環境情報とを含む入力データに対して、前記移動体が位置する地点において前記移動体の外から前記移動体の内部に流入する環境音の特徴を表す特徴パラメータが対応付けられている教師データを用いた機械学習によって生成された、前記入力データから前記特徴パラメータを推定する推定モデルを用いて、新たに取得した前記入力データから各々の地点における前記特徴パラメータを推定する推定部と、前記推定部によって推定された前記特徴パラメータによって表される前記移動体の内部に流入する環境音を減衰させるように前記振動子を制御する制御部と、を備える。

発明の効果

[0008] 本開示に係る情報処理装置、及び情報処理プログラムは、振動子付きガラス振動板を制御することによって、振動子付きガラス振動板を含む筐体で囲まれた空間における音響特性を改善する。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]振動子付きガラス振動板を側方から見た断面の一例を示す断面図である。

[図2]車両への振動子付きガラス振動板の適用箇所の一例を示す車両の平面図である。

[図3]フロントサイドウィンドウの一例を示す図である。

[図4]ガラス板構成体への振動子の取り付け例を示す図である。

[図5]フロントサイドウィンドウ、及びリアサイドウィンドウに振動子付きガ

ラス振動板が適用された車両の概略構成図である。

[図6]制御ユニットの管理システムの構成例を示す図である。

[図7]制御ユニットの機能構成例を示す図である。

[図8]推定モデルの機械学習例を示す図である。

[図9]車内で発生する反射音の一例を可視化した模式図である。

[図10]制御ユニットの電気系統の要部構成例を示す図である。

[図11]振動子の制御処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図12]１枚の同じガラス板構成体に複数の振動子が取り付けられている振動子付きガラス振動板の例を示す図である。

[図13]頭の位置情報の一例を示す図である。

[図14]初期処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図15]振動子の制御処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図16]制御パラメータの補正量を推定する推定処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図17]ノイズキャンセリング処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図18]ガラス板構成体９から目的音が出力されている状況を可視化した模式図である。

[図19]環境音の減衰処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図20]教師データの生成に対応した制御ユニットの機能構成例を示す図である。

[図21]教師データの生成処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図22]環境音の減衰処理の流れの一例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本実施の形態について図面を参照しながら説明する。なお、同じ構成要素及び同じ処理には全図面を通して同じ符号を付与し、重複する説明を省略する。

[0011] ［第１実施形態］

＜振動子付きガラス振動板１の構成＞

図１は、振動子付きガラス振動板１を側方から見た断面の一例を示す断面図である。図１に示されるように、本実施形態の振動子付きガラス振動板１は、ガラス振動板２と振動子３とを含んで構成され、ガラス振動板２には振動子３が取り付けられている。

[0012]（ガラス板構成体９）

ガラス振動板２は、ガラス板構成体９を備えている。本実施形態のガラス板構成体９は単板ガラスによって構成されてもよいが、ガラス振動板２としての音響効果を向上させる観点から合わせガラスによって構成されることが好ましい。

[0013] 一例として、ガラス板構成体９は、透明又は半透明の無機ガラスによって形成されている。なお、これに限定されず、ガラス板構成体９が有機ガラスによって形成されてもよい。有機ガラスとしては、例えば、ＰＭＭＡ（ｐｏｌｙｍｅｔｈｙｌ ｍｅｔｈａｃｒｙｌａｔｅ）系樹脂、ＰＣ（ｐｏｌｙｃａｒｂｏｎａｔｅ）系樹脂、ＰＳ（ｐｏｌｙｓｔｙｒｅｎｅ）系樹脂、ＰＥＴ（ｐｏｌｙｅｔｈｙｌｅｎｅｔｅｒｅｐｈｔｈａｌａｔｅ）系樹脂、ＰＶＣ（ｐｏｌｙｖｉｎｙｌ ｃｈｌｏｒｉｄｅ）系樹脂、セルロース系樹脂等である。ガラス板構成体９が無機ガラスで形成されている場合、ガラス板は未強化ガラス又は強化ガラスの何れでもよい。未強化ガラスは、溶融ガラスを板状に成形して徐冷したものである。強化ガラスは、未強化ガラスの表面に圧縮応力層を形成したものであり、風冷強化ガラス、及び化学強化ガラスのいずれでもよい。強化ガラスが物理強化ガラス（例えば、風冷強化ガラス）である場合、曲げ成形において均一に加熱したガラス板を軟化点付近の温度から急冷させるなど、徐冷以外の操作により、ガラス表面とガラス内部との温度差によってガラス表面に圧縮応力層を生じさせることで、ガラス表面を強化してもよい。強化ガラスが化学強化ガラスである場合、曲げ成形の後、イオン交換法などによってガラス表面に圧縮応力を生じさせることでガラス表面を強化してもよい。また、ガラス板構成体９としては、紫外線又は赤

外線を吸収するガラス板を用いてもよい。ガラス板構成体９は、透明であることが好ましいが、透明性を損なわない程度に着色されたガラス板であってもよい。

[0014] また、複数のガラス板を含む合わせガラスによってガラス板構成体９が構成される場合、一対のガラス板の間に中間層を挟持させた構成が挙げられるが、３枚以上のガラス板を有する構成でもよい。ガラス板構成体９は車両Ｃに取り付けられたときに、室外側が凸となるような湾曲形状であってよい。ガラス板構成体９が湾曲形状を有する場合、一対のガラス板はそれぞれ、重力成形、プレス成形又はローラー成形などが用いて曲げ成形される。一対のガラス板は、それぞれ同じ厚みであってもよいし、異なる厚みであってもよい。ガラス板構成体９が車両Ｃに取り付けられたときに、車外に位置するガラス板の厚みは１．０［ｍｍ］以上３．０［ｍｍ］以下であることが好ましい。車外に位置するガラス板の厚みが１．０［ｍｍ］以上であると、耐飛び石性能等の強度が十分であり、３．０［ｍｍ］以下であると、ガラス板構成体９の質量が大きくなり過ぎず、車両Ｃの燃費の点で好ましい。ガラス板構成体９が車両Ｃに取り付けられたときに、車内側に位置するガラス板の厚みは０．３［ｍｍ］以上２．３［ｍｍ］以下であることが好ましい。車内側に位置するガラス板の厚みが０．３［ｍｍ］以上であることによりハンドリング性がよく、２．３［ｍｍ］以下であることにより質量が大きくなり過ぎない。一対のガラス板の厚みは、それぞれ１．８［ｍｍ］以下であればガラス板構成体９の軽量化と遮音性を両立でき、好ましい。なお、車内側に位置するガラス板の厚みが１．０［ｍｍ］以下の場合、車内側に位置するガラス板は化学強化ガラスであってもよい。車内側に位置するガラス板が化学強化ガラスである場合、ガラス表面の圧縮応力値は３００［ＭＰａ］以上、圧縮応力層の深さは２［μｍ］以上であることが好ましい。合わせガラスの厚さは、１．０[ｍｍ]以上が好ましく、２．０[ｍｍ]以上がより好ましく、３．０[ｍｍ]以上が更に好ましい。これにより、合わせガラスを必要十分な強度にできる。また、合わせガラスを構成する各々のガラス板の厚さは、５．０[ｍｍ

]以下が好ましく、３．０[ｍｍ]以下がより好ましく、２．０[ｍｍ]以下が更に好ましい。更に、合わせガラスを構成する各々のガラス板の厚さは、０．１[ｍｍ]以上が好ましく、０．５[ｍｍ]以上がより好ましく、１．０[ｍｍ]以上が更に好ましい。なお、一対のガラス板の厚さは、同じでも異なっていてもよい。

[0015] 合わせガラスを構成する中間層は、透明のポリビニルブチラール（ＰＶＢ）系やエチレン－酢酸ビニル共重合体（ＥＶＡ）系樹脂膜、シリコーン（ＰＤＭＳ）系、ポリウレタン（ＴＰＵ）系、フッ素系、ポリエチレンテレフタレート系、ポリカーボネート系等の樹脂膜によって形成されている。また、中間層には、遮音性を高める材料、及び紫外線や赤外線を吸収する材料、等を添加してもよい。

[0016] また、合わせガラスを構成する中間層は、ＰＶＢ、ＥＶＡ、ＴＰＵ、及びＰＤＭＳの成分を１つ以上含み、電流を流すことによって色を変化させることができる調光機能を備えた材料を添加した樹脂を用いて形成してもよい。

[0017] 更に、中間層は、上記樹脂膜に限らず、ゲル層、粘着剤層、液体層、ゾル層又はグリース層等も挙げられる。中間層の厚さは、例えば、上記樹脂膜を用いる場合、例えば、０．１[μｍ]以上３．０[ｍｍ]以下で設定してもよく、１[μｍ]以上２．８[ｍｍ]以下で設定してもよく、３．０[μｍ]以上２．６[ｍｍ]以下で設定してもよい。

[0018] （マウント部７及び樹脂層８）

ガラス板構成体９における一方側の主面には、樹脂層８を介してマウント部７が固定されている。なお、以下の説明において、便宜上、ガラス板構成体９からマウント部７側へ向かう方向を「上方向」と称し、反対方向を「下方向」と称す。ただし、ここでいう上下方向は、ガラス振動板２が枠体等に組付けられた状態における上下方向と異なる方向でもよい。なお、マウント部７は必須ではなく、マウント部７を介さずに振動子３をガラス板構成体９の一方側の主面に取り付けてもよい。

[0019] 樹脂層８は、マウント部７と同様の外径を有しており、マウント部７の下

面全域に設けられている。樹脂層８としては、接着剤及び粘着剤等を適宜使用できる。粘着剤として、シート状に形成された粘着テープを使用できる。

[0020] 本実施形態の樹脂層８は一例として、アクリル系樹脂の接着剤を含んで構成されてもよいが、これに限らない。更に、マウント部７とガラス板構成体９とは、機械的に固定されてもよい。

[0021] （接続部）

マウント部７におけるガラス板構成体９側との反対側には、接続部６が設けられている。本実施形態では、マウント部７の下方向側の面にガラス板構成体９が配置されており、マウント部７の上方向側の面に接続部６が配置されている。

[0022] 接続部６には、ガラス板構成体９を振動させる振動子３が取り付けられる。本実施形態の接続部６は一例として、振動子３の外殻を構成してもよい。例えば、振動子３は、下面が開口された状態で組付けられており、開口した下面が接続部６によって閉塞された構造でもよい。つまり、接続部６の一部は、振動子３の一部を塞ぐ蓋部として構成されてもよい。なお、振動子３は、ねじ、ボルト、キー、ピン等で機械的に接続部６に取り付けてもよく、接着剤等で接続部６に取り付けてもよい。

[0023] （振動子）

振動子３は、図示しない電源に接続されており、入力される入力電圧の大きさに応じてガラス板構成体９を振動させる。本実施形態の振動子３は一例として、コイル部と磁気回路とを含んだボイスコイルモータとされており、コイル部及び磁気回路の一方がマウント部７に固定され、他方がマウント部７に対して相対移動可能に配置されている。そして、コイル部に交流電流が流れることで、コイル部と磁気回路との相互作用によって振動が発生し、マウント部７を介してガラス板構成体９を振動させる。なお、振動子３は、ボイスコイルモータに限定されず、ガラス板構成体９へ所望の振動を伝達可能なアクチュエータであれば、ピエゾ方式等、ボイスコイルモータ以外のアクチュエータでもよい。

[0024] ＜振動子付きガラス振動板１の用途＞

図１に示したような振動子付きガラス振動板１の振動子３に対して振動子３の振動を制御する制御信号を入力すれば、ガラス板構成体９が振動して、ガラス板構成体９から制御信号に従った音が出力される。したがって、例えばラジオ、テレビ、スマートフォン、パソコン、レコーダー、及びその他音声を出力する装置からの音声信号に対応した制御信号を振動子３に入力すれば、各々の装置から出力される音声信号が音となって振動子付きガラス振動板１から出力される。

[0025] また、一般的に振動子付きガラス振動板１のガラス板構成体９は、吸音板や壁紙など空間を構成する内装壁材等に比べて、音の反射率が高いという性質を有する。したがって、例えば振動子付きガラス振動板１を含む筐体で囲まれた空間（以降、単に「空間」という）で人物が音楽等の音を聴いている場合、人物の耳には、振動子付きガラス振動板１のガラス板構成体９で反射することなく、スピーカー等の音源から直接届く音と、振動子付きガラス振動板１のガラス板構成体９に反射してから届く音が混在する。また、振動子付きガラス振動板１のガラス板構成体９に反射してから人物の耳に届く音も、各々の音の反射回数が異なる場合があるため、残響により聞き取りづらい音になったり、人物の好みの音から外れた音になったりする。

[0026] したがって、人物が可聴を所望している音（以降、「目的音」という）がガラス板構成体９に反射することで発生する反射音を減衰させるように、反射音と逆位相になるよう位相調整された減衰音に対応した制御信号を振動子３に入力すれば、ガラス板構成体９から反射する反射音が低減し、人物はスピーカー等から再生される直接音が聞き取りやすくなる。また、振動子３の振動量や振動の位相を制御することによって反射音の大きさや位相を調整すれば、音源から出力される音自体の周波数特性を調整しなくても、音源の音を人物の好みの音に近づけることができる。

[0027] 同様に、目的音がガラス板構成体９に反射することで発生する反射音を強調させるように、反射音と同位相になるように位相調整された強調音に対応

した制御信号を振動子３に入力すれば、ガラス板構成体９を振動させない場合よりもガラス板構成体９によって反射する反射音の音圧が増加し、人物はスピーカー等から再生される直接音が聞き取りやすくなる。また、振動子３の振動量や振動の位相を制御することによって強調音の大きさや位相を調整すれば、音源の音を好みの音に近づけることができる。

[0028] 振動子付きガラス振動板１はこうした特性を有することから、様々な場所の装置に適用される。例えば振動子付きガラス振動板１は、内部に人が入るような空間に適用される。具体的には、車両、航空機、ヘリコプタ、及び船舶といった移動体、並びに、住宅及び防音室のような建築物や構造物に適用される。このように振動子付きガラス振動板１の適用先に制約はないが、説明の便宜上、車両の窓ガラスに適用される例を用いて、振動子付きガラス振動板１の制御について説明する。

[0029] 図２は、車両Ｃへの振動子付きガラス振動板１の適用箇所の一例を示す車両Ｃの平面図である。本開示の振動子付きガラス振動板１は、一例として、人物の操作によって開口する窓ガラスに適用される。したがって、振動子付きガラス振動板１はフロントサイドウィンドウＦＳＷ、及びリアサイドウィンドウＲＳＷに適用される。ルーフグレージングＲＧが開口可能な構造であれば、ルーフグレージングＲＧにも振動子付きガラス振動板１が適用される。

[0030] 図３は、フロントサイドウィンドウＦＳＷの一例を示す図である。振動子付きガラス振動板１は、囲い込み部材１５によって支持され車両Ｃのドアに取り付けられる。ガラス板構成体９の周囲を囲む窓枠１５Ａ内を、ガラス板構成体９が重力方向、すなわち、車両Ｃの上下方向に摺動することによって、フロントサイドウィンドウＦＳＷの開閉が行われる。なお、説明の便宜上、窓枠１５Ａの底辺に沿った仮想的な直線を「ベルトラインＢＬ」という。

[0031] 窓枠１５Ａ内の領域のうち、ガラス板構成体９の下方向への摺動によりガラス板構成体９が存在しなくなる領域を開口部４という。窓枠１５Ａによって囲まれた領域に対する開口部４の割合を開口度という。開口度は、窓枠１

５Ａにおけるガラス板構成体９の開口度合いを表す。開口度０％とは、窓枠１５Ａによって囲まれたすべての領域をガラス板構成体９が覆っている全閉状態であることを表す。また、開口度１００％とは、窓枠１５Ａによって囲まれた何れの領域にもガラス板構成体９が存在しない全開状態であることを表す。

[0032] 開口可能なルーフグレージングＲＧに振動子付きガラス振動板１が適用される場合、例えばガラス板構成体９が車両Ｃの進行方向に沿って摺動することでガラス板構成体９の開閉が行われる。

[0033] なお、振動子付きガラス振動板１は必ずしも開口する窓ガラスにしか適用できないわけではない。開口可能な構造を有さない窓ガラスに振動子付きガラス振動板１を適用することもできるが、本実施形態では、振動子付きガラス振動板１を開口する窓ガラスに用いる例について説明する。なお、開口可能な構造を有さない窓ガラスの例として、オープンカー等に設置され、車内への風の進入を軽減するウィンドディフレクターや、図２におけるウィンドシールドＷＳ、ＡピラーＡＰに隣接し、ドライバーの前方斜め方向の視界を確保するために設けられた、フロントサイドウィンドウＦＳＷの前方に位置するフロントクォーターウィンドウＦＱＷ、及びリアウィンドウＲＷが含まれる。また、車種によっては、開口可能な構造を有さない窓ガラスの例として、例えば、Ｂピラー及びＣピラー等のピラーに隣接し、ドライバーの後方斜め方向の視界を確保するために設けられた各種クォーターウィンドウが存在する。

[0034] 開口可能な構造を有さない箇所に振動子付きガラス振動板１が適用されている場合、ガラス板構成体９の開口度を０％として扱えばよい。

[0035] 図４は、ガラス板構成体９への振動子３の取り付け例を示す図である。

[0036] ガラス板構成体９において、振動子３は図４に示すように、窓枠１５Ａ内においてガラス板構成体９を全閉状態としたときに、車両Ｃのベルトライン ＢＬに位置するラインより下方にある領域Ａ１に取り付けられる。ベルトラインＢＬは、窓枠１５Ａ内においてガラス板構成体９を全閉状態としたとき

に、窓枠１５Ａによって囲まれた領域に位置する領域Ａ２の下辺に相当する仮想的なラインである。すなわち、本開示の振動子３は、車両Ｃに乗車する人物（以降、「乗員」という）から見えない位置に取り付けられる。しかしながら、窓枠１５Ａ内においてガラス板構成体９を全閉状態としたときに、乗員から見える位置に振動子３を取り付けてもよい。なお、乗員は、空間における人物の一例である。

[0037] ＜車両構成＞

図５は、フロントサイドウィンドウＦＳＷ、及びリアサイドウィンドウＲＳＷに振動子付きガラス振動板１が適用された車両Ｃの概略構成図である。

[0038] 図５に示すように、車両Ｃは振動子付きガラス振動板１、スピーカー５、制御ユニット１１、センサ群１２、座席１４、マイク１６、及びカメラ１７を含む。

[0039] スピーカー５は、例えば車両Ｃに取り付けられたカーナビゲーション装置（図示省略）と接続され、カーナビゲーション装置からのルート案内音声、音楽、ラジオ、及びテレビの音声を出力する。なお、スピーカー５は、カーナビゲーション装置とブルートゥース（登録商標）等の近距離無線通信で接続されたスマートフォンからの音声も出力可能である。車内におけるスピーカー５の位置及び設置数に制約はなく、スピーカー５の位置は予め固定されている。

[0040] マイク１６は、車内の音を集音する。車内におけるマイク１６の位置及び設置数に制約はない。マイク１６の位置は予め固定されているが、必要に応じてマイク１６の位置を変更してもよい。例えばガラス板構成体９から車内に流入する車外の音をより正確に集音する場合、マイク１６をガラス板構成体９に取り付けることが好ましい。

[0041] カメラ１７は、車内の様子を撮影する。車内におけるカメラ１７の位置及び設置数に制約はない。カメラ１７の位置は予め固定されているが、必要に応じてカメラ１７の位置を変更してもよい。なお、カメラ１７で撮影される画像は、動画のような映像であっても静止画であってもよい。本開示では静

止画及び映像を総称して「画像」と表すことにする。

[0042] カメラ１７で撮影された画像には、例えば車内の空間占有状態を表す属性が含まれる。空間占有状態を表す属性とは、車内のような空間に存在する物体に着目して空間の状態を示したものであり、例えばどのような物が車内のどこにどのような状態で存在しているのかを表す情報である。空間占有状態を表す属性には、車両Ｃの座席１４に関する属性、及び車両Ｃに持ち込まれた荷物１３に関する属性の少なくとも１つと、車両Ｃにおける乗員の位置及び人数が含まれる。

[0043] 車両Ｃの座席１４に関する属性には、座席１４の形状、座席１４の位置、及び座席１４の素材の少なくとも１つが含まれる。車両Ｃの座席１４には多くの場合、リクライニング機能が備えられており、座面に対する背もたれの角度を調整できる。したがって、本開示における座席１４の形状とは、背もたれの角度調整によって変化する座席１４の形状を表す。すなわち、座席１４の形状は、座面に対する背もたれの傾斜角αによって表される。

[0044] また、車両Ｃでは車両Ｃの進行方向に沿った座席位置の調整機能（座席１４の前後位置の調整機能ともいう）、及び重力方向に沿った座席位置の調整機能（座席１４の上下位置の調整機能ともいう）によって座席１４の設置位置を調整できる。したがって、座席１４の前後位置及び上下位置も車両Ｃの座席１４に関する属性の一例である。

[0045] また、本革やファブリックというように、車種や車両Ｃのグレードに応じて座席１４に用いられる素材が変化する。座席１４の素材も車内の状態を示す要素であることから、車両Ｃの座席１４に関する属性に含まれる。

[0046] 荷物１３に関する属性には、荷物１３の位置、荷物１３の形状、及び荷物１３の素材の少なくとも１つが含まれる。このうち、荷物１３の素材とは荷物１３の外形を構成する素材のことである。したがって、荷物１３が段ボール等に梱包されている場合、荷物１３の素材は段ボールとなる。また、荷物１３が鞄であれば、荷物１３の素材は例えば布となる。

[0047] こうした荷物１３の素材は、例えばカメラ１７で撮影した画像から荷物１

３の種類を特定することで推測される。例えば荷物１３が段ボールに用いられる一般的な色を有する箱状の形状をしていれば、荷物１３の素材は段ボールであると推定される。すなわち、荷物１３の種類に対して素材を予め対応付けておけば、荷物１３の種類を特定できれば荷物１３の素材を推定できる。

[0048] 本開示のカメラ１７で撮影した画像からは、例えば車両Ｃにおける乗員の位置及び人数が取得される。また、車内に荷物１３が持ち込まれていれば、本開示のカメラ１７で撮影した画像から荷物１３の位置、荷物１３の形状、及び荷物１３の素材が取得される。

[0049] なお、座席１４の背もたれの傾斜角α、及び座席１４の位置を既知の値に調整した座席１４の画像である基準画像と、基準画像を撮影したカメラ１７と同じ位置にあるカメラ１７によって、基準画像と同じ撮影条件で撮影した画像を比較することで、撮影した画像から座席１４の背もたれの傾斜角α、及び座席１４の位置を取得することもできるが、本実施形態では、センサ群１２の値から、座席１４の背もたれの傾斜角α、及び座席１４の位置を取得する。

[0050] センサ群１２は、車両Ｃの走行状態を特定するための各種センサによって構成される。センサ群１２には、例えば車両Ｃの速度、加速度、傾き、振動、進行方向、及び位置や、フロントサイドウィンドウＦＳＷ、及びリアサイドウィンドウＲＳＷにおけるガラス板構成体９の開口度や、ハンドル、ブレーキペダル、及びアクセルペダルの操作量や、座席１４の傾斜角α及び座席１４の位置といった車両Ｃ自体の情報の他、例えば標識、照度、及び雨滴といった車両Ｃが走行する環境の情報を取得するセンサが含まれる。また、センサ群１２には、車両の周囲に存在する通行人や他車の位置を検知したり、前の車両Ｃに追従して走行したりする運転支援を実現するための各種センサが含まれる。なお、車両Ｃの走行状態は、移動体の移動状態の一例である。

[0051] 制御ユニット１１には、例えば振動子付きガラス振動板１の振動子３、センサ群１２、マイク１６、及びカメラ１７が接続される。制御ユニット１１

は、センサ群１２、マイク１６、及びカメラ１７から得られる情報を用いて、ガラス板構成体９の振動によって得られる車内の各々の時点における音響特性が目標とする音響特性に近づくような振動子３の制御パラメータを推定し、推定した制御パラメータに従って振動子３を制御する。

[0052] ここで、「制御パラメータ」とは、振動子３の振動量や振動の位相のように振動子３の振動を制御するための制御信号を規定する値である。振動子３の振動量は、周波数毎の振動量、すなわち周波数毎の振動の大きさを示す振動量の周波数分布によって表してもよい。

[0053] ＜システム構成＞

図６は、振動子付きガラス振動板１の振動子３を制御する制御ユニット１１の管理システム１０の構成例を示す図である。

[0054] 図６に示すように、制御ユニット１１を有する各々の車両Ｃは、管理サーバ２０が接続されたインターネット１８に接続される。

[0055] 管理サーバ２０は、各々の車両Ｃに備えられた制御ユニット１１を管理する外部装置の一例である。管理サーバ２０は学習部２０Ａを備え、学習部２０Ａにおいて制御ユニット１１が振動子３の制御パラメータを推定する場合に用いる推定モデルＭを機械学習によって生成する。

[0056] 管理サーバ２０が生成した推定モデルＭをインターネット１８経由で各々の車両Ｃに送信することによって、各々の車両Ｃに推定モデルＭが配布される。なお、推定モデルＭの詳細については後ほど説明する。

[0057] また、管理サーバ２０は、何れかの車両Ｃの制御ユニット１１から受信した情報を他の車両Ｃの制御ユニット１１に送信することによって、各々の車両Ｃの制御ユニット１１間で情報を共有することも可能である。また、管理サーバ２０は、指定した制御ユニット１１にのみ情報を送信することも可能である。

[0058] なお、図６に示す管理システム１０では、管理サーバ２０を１台しか図示していないが、管理システム１０における管理サーバ２０の台数に制約はない。例えば制御ユニット１１を有する車両Ｃを複数のグループに分類し、グ

ループ毎に管理サーバ２０を用意してもよい。

[0059] ＜制御ユニット１１の機能構成＞

図７は、車両Ｃに備えられる制御ユニット１１の機能構成例を示す図である。制御ユニット１１は、通信部１１Ａ、推定部１１Ｂ、制御部１１Ｃ、入力部１１Ｄ、及び記憶部１１Ｅを含む。

[0060] 通信部１１Ａは、インターネット１８経由で管理サーバ２０とデータ通信を行う。

[0061] 推定部１１Ｂは、管理サーバ２０から取得した推定モデルＭを用いて、時系列に沿った各々の時点において、車内の音響特性が目標とする音響特性に近づくような振動子３の制御パラメータを推定する。

[0062] 制御部１１Ｃは、推定部１１Ｂによって推定された制御パラメータに従って振動子３を制御する。

[0063] 入力部１１Ｄは、センサ群１２に含まれる各種センサから計測値を受け付けると共に、例えばカーナビゲーション装置やカメラ１７のような情報機器１９から各種情報を受け付ける。入力部１１Ｄが各種情報を受け付ける情報機器１９は車両Ｃに備え付けの情報機器１９に限られず、例えばウェアラブル端末のように乗員が乗車時に車内に一緒に持ち込んだ情報機器１９であってもよい。入力部１１Ｄは、受け付けた計測値及び情報を記憶部１１Ｅに記憶すると共に、必要に応じてセンサ群１２及び情報機器１９から何らかの情報を受け付けたことを推定部１１Ｂ及び制御部１１Ｃの少なくとも一方に通知する。

[0064] 記憶部１１Ｅは、入力部１１Ｄが受け付けた情報を記憶し、推定部１１Ｂ及び制御部１１Ｃが要求した情報を要求元に出力する。

[0065] ＜推定モデルＭの機械学習＞

次に、推定部１１Ｂが振動子３の制御パラメータを推定する際に用いる推定モデルＭの機械学習について説明する。

[0066] 機械学習とは、与えられたサンプルデータを通じてサンプルデータに潜むデータ間の因果関係をコンピュータ自身が学習し、データ間の因果関係を表

すモデルを生成する動作である。したがって、与えられるサンプルデータの数が多いほど、サンプルデータに潜むデータ間の因果関係が正しく学習される傾向がある。本実施形態では、機械学習に用いられるサンプルデータを「教師データ」という。

[0067] 図８は、教師データを用いて推定モデルＭの機械学習を行う学習例を示す図である。車内の状態を表す入力データに対して、ガラス板構成体９の振動によって得られる車内の音響特性が目標とする音響特性に近づくような振動子３の振動を実現する制御パラメータ（「所望の制御パラメータ」ともいう）を出力する推定モデルＭが存在すれば、車内の様々な状態に対して所望する制御パラメータが得られる。しかしながら、考慮すべき車内の状態は複数存在し、お互いが複雑に関連しあうため、車内の状態と所望する制御パラメータの関係性を物理的に定式化することは困難であることが多い。したがって、車内の状態を表す入力データに対して所望の制御パラメータを対応付けた教師データを予め生成し、各々の教師データの入力データを入力した場合に、出力が対応する教師データの制御パラメータに近づくように入力データと出力の関係のみから入力データと出力の因果関係を表すモデル、すなわち、推定モデルＭを機械学習によって生成する。このように入力データに対して所望の出力（この場合、制御パラメータ）が対応付けられた教師データを用いて、入力データと出力の関係性を表す推定モデルＭを学習する手法を「教師あり機械学習」という。

[0068] 本開示に係る管理システム１０では、管理サーバ２０の学習部２０Ａが予め用意されている複数の教師データを用いて、推定モデルＭの教師あり機械学習を実行する。

[0069] 教師あり機械学習には、例えば線形回帰、ロジスティック回帰、ランダムフォレスト、ブースティング、サポートベクタマシン、ディープラーニング、及び自己回帰モデル等の公知の手法が存在する。本開示に係る学習部２０Ａは、一例としてディープラーニングを用いた推定モデルＭの機械学習を行う。ディープラーニングとは、中間層（「隠れ層」ともいう）を複数の層で

構成したニューラルネットワークの一例であり、例えば畳み込みニューラルネットワーク（Ｃｏｎｖｏｌｕｔｉｏｎａｌ　Ｎｅｕｒａｌ　Ｎｅｔｗｏｒｋ：ＣＮＮ）が用いられる。

[0070] ＜教師データ＞

第１実施形態で用いる教師データの入力データには、一例として車内の空間占有状態を表す属性と、フロントサイドウィンドウＦＳＷ及びリアサイドウィンドウＲＳＷにおけるガラス板構成体９の開口度が含まれる。既に説明したように、車内の空間占有状態を表す属性には様々な種類が存在するが、説明の便宜上、各々の教師データの入力データに含まれる車内の空間占有状態を表す属性を、車両Ｃにおける乗員の位置及び人数と、座席１４の傾斜角αとする。したがって、推定モデルＭの機械学習に用いる教師データでは、車両Ｃにおける乗員の位置及び人数と、座席１４の傾斜角αと、ガラス板構成体９の開口度を含む入力データに対して、所望の制御パラメータが対応付けられている。なお、ガラス板構成体９の開口度とは、フロントサイドウィンドウＦＳＷ及びリアサイドウィンドウＲＳＷを構成する各々のガラス板構成体９の開口度のことである。また、座席１４の傾斜角αとは、車内に備えられた各々の座席１４の傾斜角αのことである。

[0071] 車両Ｃにおける乗員の位置によって、スピーカー５から乗員までの距離やスピーカー５からの音の伝達経路が変化するため、乗員の位置が変わればスピーカー５からの音の聞こえ方も変化する。乗員の人数によっても、例えば音が乗員によって遮られてスピーカー５からの音の伝達経路が変化するため、スピーカー５からの音の聞こえ方が変化する。また、座席１４の傾斜角αが変化すると座席１４の背もたれの位置も変化するため、スピーカー５からの音の伝達経路が変化してスピーカー５からの音の聞こえ方が変化する。また、ガラス板構成体９の開口度が変化すれば、目的音が反射する領域が変化するため、スピーカー５からの音の聞こえ方が変化する。

[0072] すなわち、車両Ｃにおける乗員の位置及び人数と、座席１４の傾斜角αと、ガラス板構成体９の開口度は、車内の音響特性と相関がある。

[0073] 各々の空間占有状態及びガラス板構成体９の開口度に対応した教師データの制御パラメータは、車両Ｃを用いた実験やコンピュータシミュレーションによって予め設定される。図９に示すように、教師データにおける制御パラメータは、スピーカー５からの音、すなわち、乗員が可聴を所望している目的音が車内で少なくとも１回反射して乗員に届く反射音を減衰させる減衰音、又は反射音を強調する強調音に対応した振動子３の振動量及び振動の位相を表す。以降では一例として、入力データに対応付けられる制御パラメータが反射音を減衰させる減衰音に対応した振動子３の振動量及び振動の位相を表す例について説明するが、入力データに対応付けられる制御パラメータが反射音を強調する強調音に対応した振動子３の振動量及び振動の位相を表す教師データであってもよい。

[0074] なお、本実施形態のように振動子付きガラス振動板１が車内の複数個所で用いられている場合、ガラス板構成体９毎の開口度が入力データに含まれる。これに伴い、各振動子付きガラス振動板１における振動子３毎の制御パラメータを入力データに対して対応付けた教師データが用いられる。

[0075] ＜コンピュータによる制御ユニット１１の構成＞

図７に示した制御ユニット１１は、コンピュータ３０を用いて構成できる。図１０は、コンピュータ３０を用いて構成した制御ユニット１１の電気系統の要部構成例を示す図である。

[0076] コンピュータ３０は、図７に示した制御ユニット１１における各機能部の処理を実行するプロセッサの一例であるＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ　Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ　Ｕｎｉｔ）３１、コンピュータ３０の起動処理を行う起動プログラム（Ｂａｓｉｃ　Ｉｎｐｕｔ　Ｏｕｔｐｕｔ　Ｓｙｓｔｅｍ：ＢＩＯＳ）を記憶するＲＯＭ（Ｒｅａｄ　Ｏｎｌｙ　Ｍｅｍｏｒｙ）３２、ＣＰＵ３１の一時的な作業領域として利用されるＲＡＭ（Ｒａｎｄｏｍ　Ａｃｃｅｓｓ　Ｍｅｍｏｒｙ）３３、不揮発性メモリ３４、及び入出力インターフェース(Ｉ／Ｏ)３５を備える。ＣＰＵ３１、ＲＯＭ３２、ＲＡＭ３３、不揮発性メモリ３４、及びＩ／Ｏ３５はバス３６を介して各々接続されている。

[0077] 不揮発性メモリ３４は、不揮発性メモリ３４に供給される電力が遮断されても記憶した情報が維持される記憶装置の一例であり、例えば半導体メモリが用いられるがハードディスクを用いてもよい。

[0078] Ｉ／Ｏ３５には、例えば制御ユニット１１が有する機能を実現するための構造を備えたユニット３７が接続される。図１０に示した例では、Ｉ／Ｏ３５に通信ユニット３７Ａ、入力ユニット３７Ｂ、及び出力ユニット３７Ｃが接続されている。

[0079] 通信ユニット３７Ａはインターネット１８に接続され、管理サーバ２０のようにインターネット１８に接続された外部装置とデータ通信を行う通信プロトコルを備える。また、通信ユニット３７Ａは、車両Ｃ内の車載ネットワーク（例えばＣｏｎｔｒｏｌｌｅｒ　Ａｒｅａ　Ｎｅｔｗｏｒｋ：ＣＡＮ）に接続され、ＣＡＮに接続された車載装置とデータ通信を行う通信プロトコルを備えてもよい。

[0080] 入力ユニット３７Ｂは、センサ群１２から各々のセンサの計測値を受け付けてＣＰＵ３１に通知するユニット３７の一例である。なお、ＣＡＮに対応したセンサからの計測値は、通信ユニット３７Ａから受け付ける場合もある。

[0081] 出力ユニット３７Ｃは、ＣＰＵ３１によって処理された情報を制御ユニット１１の外部に出力するユニット３７の一例であり、例えば接点出力のようなデジタル出力、及び電圧出力や電流出力のようなアナログ出力が行われる。振動子付きガラス振動板１の振動子３は、出力ユニット３７Ｃから出力される制御信号に従って振動する。

[0082] なお、図１０に示したＩ／Ｏ３５に接続されるユニット３７は一例であり、必ずしも通信ユニット３７Ａ、入力ユニット３７Ｂ、及び出力ユニット３７Ｃに限定されるわけではない。制御ユニット１１の機能に応じて必要なユニット３７がＩ／Ｏ３５に接続される。

[0083] ＜振動子３の制御処理＞

次に、制御ユニット１１で実行する振動子３の制御処理について説明する

。図１１は、車内のスピーカー５から音楽やラジオ等の音が流れている場合に、乗員の指示に従って制御ユニット１１のＣＰＵ３１によって実行される振動子３の制御処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[0084] 振動子３の制御処理を規定する情報処理プログラムは、例えば、制御ユニット１１の不揮発性メモリ３４に予め記憶されている。ＣＰＵ３１は、不揮発性メモリ３４に記憶されている情報処理プログラムを読み込み、振動子３の制御処理を実行する。なお、制御ユニット１１の不揮発性メモリ３４には、管理サーバ２０の学習部２０Ａによって機械学習が行われた推定モデルＭが予め記憶されているものとする。

[0085] まず、図１１のステップＳ１０において、ＣＰＵ３１は、推定モデルＭの機械学習に用いられた教師データの入力データに含まれる各項目に対応した入力情報をセンサ群１２及び情報機器１９から取得する。

[0086] 具体的には、ＣＰＵ３１は、カメラ１７で撮影された車内の画像を取得すると共に、パワーウインドボタンの操作量を検知するセンサによって計測されたガラス板構成体９の開口度と、座席１４の背もたれの角度を調整するパワーシートボタンの操作量を検知するセンサによって計測された座席１４の傾斜角αをセンサ群１２から取得する。

[0087] ステップＳ１２において、ＣＰＵ３１は公知の画像認識手法を用いて、カメラ１７で撮影された画像から車内における乗員の位置及び人数を取得する。その上で、ＣＰＵ３１は、車両Ｃにおける乗員の位置及び人数と、座席１４の傾斜角αと、ガラス板構成体９の開口度を推定モデルＭに入力して現時点における振動子３毎の制御パラメータを推定する。

[0088] なお、車内における乗員の位置及び人数は、座席１４の座面に取り付けられた重さセンサによって取得してもよいことは言うまでもない。

[0089] ステップＳ１４において、ＣＰＵ３１は、ステップＳ１２によって推定した制御パラメータに従って振動子３毎の制御信号を生成し、生成した制御信号を対応する振動子３に出力する。

[0090] ステップＳ１６において、ＣＰＵ３１は、乗員から終了指示を受け付けた

か否かを判定する。終了指示を受け付けていない場合にはステップＳ１０に移行し、ステップＳ１６の判定処理において終了指示を受け付けたと判定されるまでステップＳ１０～ステップＳ１６の処理を繰り返し実行する。これにより、制御ユニット１１では、入力情報をセンサ群１２及び情報機器１９から取得し、入力情報の取得時点における制御パラメータに従った制御信号を振動子３に出力する処理が連続して実行される。

[0091] 既に説明したように、推定モデルＭによって生成される制御パラメータは、入力情報によって表される車内の状態において、乗員が可聴を所望している目的音の反射音を減衰させる減衰音に対応した振動子３の振動量及び振動の位相を表している。したがって、振動子３の制御処理の期間中は反射音が減衰され、振動子３によってガラス板構成体９を振動させない場合と比較して目的音が聞き取りやすくなる。

[0092] なお、推定モデルＭの生成に用いられた教師データの制御パラメータが、目的音の反射音を強調する強調音に対応した振動子３の振動量及び振動の位相を表している場合、推定モデルＭによって生成される制御パラメータは、入力情報によって表される車内の状態において、目的音の反射音を強調する強調音に対応した振動子３の振動量及び振動の位相を表すことになる。したがって、振動子３の制御処理の期間中は反射音が強調され、振動子３によってガラス板構成体９を振動させない場合と比較して目的音が聞き取りやすくなる。

[0093] 一方、ステップＳ１６の判定処理において終了指示を受け付けたと判定された場合には、図１１に示す振動子３の制御処理を終了する。

[0094] 車内における乗員の位置及び人数は、一旦確定すれば再び車両Ｃのドアが開かれるまで変化しないとみなしてもよい。したがって、振動子３の制御処理の期間中、毎回ステップＳ１０の処理を実行して、カメラ１７で撮影された画像から車内における乗員の位置及び人数を取得する必要はなく、例えば最初の１回のみカメラ１７で撮影された画像から車内における乗員の位置及び人数を取得してもよい。

[0095] なお、図１２に示すように、振動子付きガラス振動板１によっては１枚の同じガラス板構成体９に複数の振動子３が取り付けられていることがある。こうした場合、ＣＰＵ３１は、同じガラス板構成体９に取り付けられている振動子３毎に制御信号を生成し、生成した制御信号を対応する振動子３に出力することで、振動子３毎の振動量及び振動の位相を制御すればよい。複数の振動子３が取り付けられたガラス板構成体９の振動は、各々の振動子３による振動を重畳した特性を有することになる。したがって、例えば一方の振動子３では発生させにくい周波数帯の振動を、他方の振動子３によって発生させるというような連携をとることができる。

[0096] ＜制御パラメータの推定に用いる入力情報について＞

上記では、車両Ｃにおける乗員の位置及び人数と、座席１４の傾斜角αと、ガラス板構成体９の開口度を推定モデルＭに入力して制御パラメータを推定する例について説明したが、制御パラメータの推定に用いる入力情報はこれに限られない。

[0097] 座席１４の素材が変われば、座席１４によって反射する反射音の反射方向や反射量が変化し、車内における音響特性も変化する。すなわち、座席１４の素材は車内の音響特性と相関がある。

[0098] したがって、管理サーバ２０の学習部２０Ａは、座席１４の素材を加えた入力データに対して、所望の制御パラメータを対応付けた教師データを用いて推定モデルＭの機械学習を行ってもよい。この場合、図１１のステップＳ１０において、ＣＰＵ３１は、予め記憶されている座席１４の素材を不揮発性メモリ３４から取得し、図１１のステップＳ１２において、取得した座席１４の素材を含む入力情報を推定モデルＭに入力して振動子３毎の制御パラメータを推定すればよい。

[0099] 座席１４以外にも、車内から視認可能な車体の内表面は、例えばプラスチック素材やファブリック等の様々な種類の素材で構成される。しかも、車体の内表面のどこにどのような種類の素材が用いられているのかは車種によって異なり、同じ車種であったとしてもグレードによって異なることもある。

[0100] 車体の内表面を構成する素材の位置及び種類が変われば、車体の内表面によって反射する反射音の反射方向や反射量が変化し、車内における音響特性も変化する。すなわち、車体の内表面を構成する素材の位置及び種類は車内の音響特性と相関がある。

[0101] したがって、管理サーバ２０の学習部２０Ａは、車体の内表面を構成する素材の位置及び種類を加えた入力データに対して、所望の制御パラメータを対応付けた教師データを用いて推定モデルＭの機械学習を行ってもよい。この場合、図１１のステップＳ１０において、ＣＰＵ３１は、予め記憶されている車体の内表面を構成する素材の位置及び種類を表すデータを不揮発性メモリ３４から取得し、図１１のステップＳ１２において、取得した素材の位置及び種類を含む入力情報を推定モデルＭに入力して振動子３毎の制御パラメータを推定すればよい。なお、入力データ及び入力情報に加える項目は、車体の内表面を構成する素材の位置及び種類の何れか一方であってもよい。なお、車両Ｃの車種は移動体の機種の一例である。

[0102] また、ガラス板構成体９の開口度や、車内の空間占有状態を表す属性が同じであったとしても、例えば音楽には低音を強調した音楽や、ボーカルが聞き取りにくい音楽等が存在する。したがって、スピーカー５から流れる音楽が異なれば、その聞こえ方が変化する場合がある。すなわち、スピーカー５から流れる音楽は車内の音響特性に影響を受け、影響の内容は音楽毎に異なる。

[0103] したがって、管理サーバ２０の学習部２０Ａは、各々の音楽を識別する音楽ＩＤを加えた入力データに対して、車内での音楽の聞こえ方が好みの聞こえ方となるように設定した所望の制御パラメータを対応付けた教師データを用いて推定モデルＭの機械学習を行ってもよい。この場合、図１１のステップＳ１０において、ＣＰＵ３１は、スピーカー５から再生中の音楽の音楽ＩＤを音楽を再生している情報機器１９から取得し、図１１のステップＳ１２において、取得した音楽ＩＤを含む入力情報を推定モデルＭに入力して振動子３毎の制御パラメータを推定すればよい。

[0104] また、車内の温度が変われば、空気が水蒸気として包含できる水分量が変化する。例えば温度が高くなるほど単位体積当たりの空気に包含される水分量は増加する。空気中の水分量が多くなれば振動する物質も多くなるため、音の伝播速度が速くなり、音が伝わりやすくなる。すなわち、車内の温度は車内の音響特性と相関がある。

[0105] また、車内の湿度が変われば、空気内の水分による音の吸収率が音の周波数帯毎に変化して、音の周波数帯毎に伝わり方が変化する。すなわち、車内の湿度は車内の音響特性と相関がある。

[0106] 更に、ガラス板構成体９に合わせガラス又は有機ガラスが用いられている場合、ガラス板構成体９の温度の変化に伴ってガラス板構成体９の弾性率及び損失係数が変化し、それぞれ同じ振動量及び位相であってもガラス板構成体９に生じる振動の挙動が変化する場合がある。

[0107] したがって、管理サーバ２０の学習部２０Ａは、車内の温度、ガラス板構成体９の温度、及び湿度を加えた入力データに対して、所望の制御パラメータを対応付けた教師データを用いて推定モデルＭの機械学習を行ってもよい。この場合、図１１のステップＳ１０において、ＣＰＵ３１は、車内の温度、ガラス板構成体９の温度、及び湿度をセンサ群１２から取得し、図１１のステップＳ１２において、取得した車内の温度、ガラス板構成体９の温度、及び湿度を含む入力情報を推定モデルＭに入力して振動子３毎の制御パラメータを推定すればよい。なお、入力データ及び入力情報に加える項目は、車内の温度、ガラス板構成体９の温度、及び湿度の少なくとも１つであってもよい。

[0108] なお、車内の温度、及びガラス板構成体９の温度は、例えば表面温度計及び熱電対温度計等を用いて測定すればよい。ガラス板構成体９の温度は、ガラス板構成体９自体の温度を用いてもよいが、例えばマウント部７のように、ガラス板構成体９に取り付けられている部材の温度をガラス板構成体９の温度として用いてもよい。

[0109] 更に、音は耳で聞くため、車内の音響特性が頭の位置において目標となる

音響特性に近づくことが好ましい。

[0110] したがって、管理サーバ２０の学習部２０Ａは、各々の乗員の頭の位置情報を加えた入力データに対して、所望の制御パラメータを対応付けた教師データを用いて推定モデルＭの機械学習を行ってもよい。この場合、図１１のステップＳ１０において、ＣＰＵ３１は、各々の乗員の頭の位置情報をカメラ１７によって撮影した画像から取得し、図１１のステップＳ１２において、取得した頭の位置情報を含む入力情報を推定モデルＭに入力して振動子３毎の制御パラメータを推定すればよい。

[0111] 頭の位置情報を表す方法としては、例えば図１３に示すように、乗員から最も近い場所にある振動子付きガラス振動板１から頭までの距離を用いる。例えば乗員が前方の座席１４に座っている場合、フロントサイドウィンドウＦＳＷが乗員から最も近い場所にある振動子付きガラス振動板１となる。したがって、フロントサイドウィンドウＦＳＷの法線方向に沿ったフロントサイドウィンドウＦＳＷから乗員の頭の位置までの距離を乗員の頭の位置情報として用いる。ただし、フロントサイドウィンドウＦＳＷは車両Ｃの左右にそれぞれ存在するため、最も短い距離を乗員の頭の位置情報として用いる。なお、推定モデルＭの機械学習に、頭の位置情報の代わりに耳の位置情報を加えた入力データを用いてもよい。

[0112] また、エアコンを稼働させた場合には、ファンを駆動するモーター音やファンによる風切り音が発生する。

[0113] したがって、管理サーバ２０の学習部２０Ａは、エアコンの稼働状態を加えた入力データに対して、所望の制御パラメータを対応付けた教師データを用いて推定モデルＭの機械学習を行ってもよい。この場合、図１１のステップＳ１０において、ＣＰＵ３１は、エアコンの稼働状態をセンサ群１２から取得し、図１１のステップＳ１２において、取得したエアコンの稼働状態を含む入力情報を推定モデルＭに入力して振動子３毎の制御パラメータを推定すればよい。

[0114] ＜乗員の音に関する嗜好による制御パラメータの補正＞

制御ユニット１１は、推定モデルＭから得られた制御パラメータをそのまま振動子３の制御に用いるのではなく、状況に応じて制御パラメータを補正し、補正した制御パラメータを用いて振動子３の制御を行ってもよい。以降では、制御パラメータの補正例について説明する。

[0115] 乗員にはそれぞれ音に関する嗜好、すなわち、好みの音響特性が存在する。例えば乗員Ａは低音が強調された音響特性を好み、乗員Ｂはボーカルがはっきりと聞こえる音響特性を好むことがある。したがって、制御ユニット１１は、乗員毎に車内の音響特性が好みの音響特性に近づくように振動子３を制御することが好ましい。

[0116] 図１４は、制御ユニット１１のＣＰＵ３１によって実行される初期処理の流れの一例を示すフローチャートである。初期処理は、例えば車両Ｃに乗員が乗り込んだ後に１回実行される。具体的には、初期処理は、例えばエンジンやモーターといった車両Ｃの駆動装置を起動させた後に１回実行される。

[0117] ＣＰＵ３１は、不揮発性メモリ３４に記憶されている情報処理プログラムを読み込み、初期処理を実行する。なお、不揮発性メモリ３４には、乗員の顔画像と好みの音響特性が乗員毎に予め記憶されているものとする。不揮発性メモリ３４に記憶される好みの音響特性は、例えば周波数帯域毎の音圧によって定義される。音圧を上げると、上げた音圧に対応する周波数帯域の音が強調され、音圧を下げると、下げた音圧に対応する周波数帯域の音が減衰されることによって好みの音響特性が設定可能となる。

[0118] 図１４のステップＳ２０において、ＣＰＵ３１は、カメラ１７で撮影された車内の画像を取得する。

[0119] ステップＳ２２において、ＣＰＵ３１は公知の画像認識手法を用いて、カメラ１７で撮影された画像から乗員が誰であるかを特定する。具体的には、予め不揮発性メモリ３４に登録されている乗員の顔画像と、カメラ１７で撮影された画像から抽出された顔画像を照合することによって、だれがどの位置に乗車しているかを特定する。

[0120] ステップＳ２４において、ＣＰＵ３１は、ステップＳ２２の処理によって

特定した乗員の好みの音響特性を不揮発性メモリ３４から取得し、図１４に示す初期処理を終了する。

[0121] 初期処理によって、車内のどの位置に誰が乗車しているかを特定したうえで、各々の乗員の音に関する嗜好が得られる。

[0122] 図１５は、車内のスピーカー５から音楽やラジオ等の音が流れている場合に、乗員の指示に従って制御ユニット１１のＣＰＵ３１によって実行される振動子３の制御処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[0123] ＣＰＵ３１は、不揮発性メモリ３４に記憶されている情報処理プログラムを読み込み、振動子３の制御処理を実行する。

[0124] 図１５に示す振動子３の制御処理が、図１１に示す振動子３の制御処理と異なる点は、ステップＳ１３Ａが追加された点であり、その他の処理は図１１に示す振動子３の制御処理と同じである。したがって、ここではステップＳ１３Ａの処理について説明する。

[0125] 図１５のステップＳ１２の処理によって、入力情報に対応した振動子３の制御パラメータが推定された後、ステップＳ１３Ａに移行する。

[0126] ステップＳ１３Ａにおいて、ＣＰＵ３１は、図１４に示した初期処理によって特定した各々の乗員の位置において、スピーカー５からの音が特定した各々の乗員の好みの音響特性に近づくように制御パラメータを補正する。

[0127] これにより、ステップＳ１４において、ＣＰＵ３１がステップＳ１３Ａの処理によって補正した制御パラメータに従って振動子３毎の制御信号を生成し、生成した制御信号を対応する振動子３に出力することになる。したがって、複数の乗員が同じ車内に乗車している場合であっても、各々の乗員はそれぞれの好みの音響特性に調整された音を聞くことができる。

[0128] なお、図１４のステップＳ２２の処理では、ＣＰＵ３１がカメラ１７で撮影された画像から乗員の特定及び位置の特定を行ったが、カメラ１７で撮影された画像を管理サーバ２０に送信し、管理サーバ２０に乗員の特定及び位置の特定を行わせてもよい。この場合、乗員毎の顔画像は管理サーバ２０の記憶装置に予め記憶しておく。管理サーバ２０に乗員の特定及び位置の特定

を行わせることによってＣＰＵ３１の負荷が低減するため、比較的処理能力の低いＣＰＵ３１を採用できる。したがって、制御ユニット１１のコスト低減に寄与する。

[0129] ここでは、乗員の好みの音響特性になるように、入力情報から推定モデルＭによって推定した制御パラメータを補正する例を示したが、管理サーバ２０の学習部２０Ａによって、乗員の好みの音響特性を加えた入力データに対して、所望の制御パラメータを対応付けた教師データを用いて推定モデルＭの機械学習を行ってもよい。この場合、図１５のステップＳ１２によって推定された制御パラメータは、既に乗員の好みの音響特性を反映した制御パラメータとなっているため、図１５のステップＳ１３Ａの処理は不要となる。

[0130] ＜実際の空間占有状態に従った制御パラメータの補正＞

既に説明したように、車内の空間占有状態が変われればスピーカー５からの音の伝達経路が変化するため、車内の音響特性も変化する。

[0131] したがって、教師データの入力データに、乗員の位置や人数の他、例えば荷物１３の素材や形状といった車内の空間占有状態を表す属性を含めることによって、車内の各々の空間占有状態に対応した所望の制御パラメータを推定する推定モデルＭが機械学習される。

[0132] こうした推定モデルＭに車内の空間占有状態を入力するために、例えば荷物１３の素材や形状をカメラ１７で撮影された画像から特定しようとした場合、カメラ１７の死角に荷物１３が置かれていると荷物１３を認識できない。すなわち、車内の実際の空間占有状態に対応した音響特性と、制御パラメータの推定の前提となっている車内の音響特性とが相違する場合がある。したがって、制御ユニット１１は、推定モデルＭを用いて推定した振動子３の制御パラメータを、車内の実際の空間占有状態にあわせて補正することが好ましい。

[0133] 図１６は、制御ユニット１１のＣＰＵ３１によって実行される、制御パラメータの補正量を推定する推定処理の流れの一例を示すフローチャートである。推定処理は、例えば車両Ｃに乗員が乗り込んだ後に１回実行される。具

体的には、推定処理は車両Ｃの駆動装置を起動させた後に１回実行される。

[0134] ＣＰＵ３１は、不揮発性メモリ３４に記憶されている情報処理プログラムを読み込み、推定処理を実行する。

[0135] 図１６のステップＳ３０において、ＣＰＵ３１は、予め不揮発性メモリ３４に記憶している検査音を出力するようにスピーカー５、及び振動子付きガラス振動板１を制御する。検査音とは、車内の空間占有状態の検知に特化した音源であり、他の音源よりも、その響きによって車内の空間占有状態が特定しやすい音源が選ばれる。検査音は特定の音楽やホワイトノイズ、ピンクノイズ、仮想ロードノイズ、仮想風切り音、仮想エンジンノイズ、仮想環境騒音、可聴範囲外の高周波音の他、特定周波数のサイン波だけでなく、インパルス信号やステップ信号のように特定の波形を有する音源であってもよい。

[0136] ステップＳ３２において、ＣＰＵ３１は、スピーカー５から出力される検査音をマイク１６によって集音し、集音した検査音に対して、例えば短時間フーリエ変換を実行して検査音の周波数解析を行う。検査音の周波数解析によって得られる検査音の周波数分布は、検査音から得られる音声情報の一例である。

[0137] ＣＰＵ３１は、検査音の周波数分布と、推定モデルＭの生成の前提となっている空間占有状態の下でスピーカー５から同じ検査音を出力した場合に、マイク１６によって集音された検査音の周波数分布である検査音の基準周波数分布とを比較する。検査音の基準周波数分布は基準音声情報の一例であり、例えば不揮発性メモリ３４に予め記憶されている。

[0138] 周波数解析によって得られた検査音の周波数分布と予め記憶されている検査音の基準周波数分布との差分は、車内の実際の空間占有状態と推定モデルＭの機械学習を行う際に想定された車内の空間占有状態である基準状態との差異を表している。なお、検査音の集音中は、検査音以外の音を出力しないようにしている。

[0139] ステップＳ３４において、ＣＰＵ３１は、検査音の周波数分布と検査音の

基準周波数分布との差分から制御パラメータの補正量を推定する。具体的には、ＣＰＵ３１は、例えば検査音の周波数分布と検査音の基準周波数分布との差分と、基準状態に対応した推定モデルＭから出力される制御パラメータの補正量とが予め対応付けられている補正テーブルを参照して、制御パラメータの補正量を推定する。以上により、図１６に示す推定処理を終了する。

[0140] 検査音の周波数分布は車内の空間占有状態を表すため、カメラ１７で撮影された車内の画像から車内の空間占有状態を推定する場合と比較して、車内の空間占有状態を精度よく推定できる。

[0141] この後、図１５に示した振動子３の制御処理のステップＳ１３Ａの処理において、各々の乗員の好みの音響特性に近づくように制御パラメータを補正する代わりに、図１６に示した推定処理によって得られた制御パラメータの補正量を用いて制御パラメータを補正すれば、制御パラメータの補正前と比較して目的音が聞き取りやすくなる。

[0142] ＜ノイズキャンセリング＞

車内には、例えば車両Ｃの駆動装置の音、タイヤが地面に接触することによって発生するロードノイズ、車両Ｃの走行に伴う風切り音、及び路面の凹凸によってタイヤから車体に伝わってくるドラミングノイズといった騒音が流入してくる。こうした騒音は車内の静寂性を悪化させるため、できるだけ車内に流入させないことが求められる。

[0143] したがって、以降では、振動子付きガラス振動板１を用いて騒音を低減する制御ユニット１１の作用について説明する。騒音を低減して目的音を聞き取りやすくする手法は「ノイズキャンセリング」とも呼ばれる。また、車内に流入する音を「環境音」という。上記に示したロードノイズ等のように、車両Ｃが移動することによって発生する騒音は環境音の一例である。

[0144] 図１７は、乗員からノイズキャンセリングの実行指示を受け付けた場合に、制御ユニット１１のＣＰＵ３１によって実行されるノイズキャンセリング処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[0145] ＣＰＵ３１は、不揮発性メモリ３４に記憶されている情報処理プログラム

を読み込み、ノイズキャンセリング処理を実行する。

[0146] 図１７に示すノイズキャンセリング処理が、図１１に示す振動子３の制御処理と異なる点は、ステップＳ１３Ｂ～ステップＳ１３Ｄが追加された点であり、その他の処理は図１１に示す振動子３の制御処理と同じである。したがって、ここではステップＳ１３Ｂ～ステップＳ１３Ｄの処理について説明する。

[0147] 図１７のステップＳ１２の処理によって、入力情報に対応した振動子３の制御パラメータが推定された後、ステップＳ１３Ｂに移行する。

[0148] ステップＳ１３Ｂにおいて、ＣＰＵ３１は、マイク１６から環境音を集音する。ここでは一例として環境音を音として集音する例について説明するが、環境音は音以外の情報によっても表すことができる。例えば車体の振動の大きさと振動音の大きさとの間には相関が認められる。車体の振動音も環境音の一例であることから、振動を計測する加速度センサによっても環境音に対応した振動情報を取得でき、取得した振動情報は環境音の一例である。

[0149] 環境音はガラス板構成体９を通じて車内に流入することが多いため、環境音を正確に計測するためには、加速度センサをガラス板構成体９に取り付けることが好ましい。

[0150] ステップＳ１３Ｃにおいて、ＣＰＵ３１は、ステップＳ１３Ｂの処理によって集音した環境音の逆位相信号を生成する。環境音の逆位相信号とは、環境音の音圧と同じ音圧で、かつ、環境音の位相とは逆位相となっている信号のことである。音圧が同じとは、比較対象となる各々の音の音圧の差分が、同じ音圧であるとみなすことができる予め定めた範囲内に収まることをいう。

[0151] ステップＳ１３Ｄにおいて、ＣＰＵ３１は、ステップＳ１２の処理によって推定した制御パラメータによって表される振動子３の制御信号に、ステップＳ１３Ｃの処理によって生成した環境音の逆位相信号が重畳されるように制御パラメータを補正する。

[0152] これにより、ステップＳ１４において、ＣＰＵ３１がステップＳ１３Ｄの

処理によって補正した制御パラメータに従って振動子３毎の制御信号を生成し、生成した制御信号を対応する振動子３に出力することになる。したがって、環境音が打ち消されると共に、目的音の反射音が減衰されるため、ノイズキャンセリング処理を実行しない場合と比較して目的音が聞き取りやすくなる。

[0153] ここでは、環境音が打ち消されるように、入力情報から推定モデルＭによって推定した制御パラメータを補正する例を示したが、管理サーバ２０の学習部２０Ａによって、環境音に関する情報を加えた入力データに対して、環境音を打ち消し、かつ、目的音の反射音を減衰させるような所望の制御パラメータを対応付けた教師データを用いて推定モデルＭの機械学習を行ってもよい。この場合、推定モデルＭを用いて推定された制御パラメータは、環境音を打ち消し、かつ、目的音の反射音を減衰させる音響特性を反映した制御パラメータとなっているため、推定した制御パラメータに従って振動子３毎の制御信号を生成し、生成した制御信号を対応する振動子３に出力すれば、制御パラメータを補正することなく、環境音を打ち消し、かつ、目的音の反射音を減衰させる音響特性が得られる。

[0154] なお、ノイズキャンセリングの対象となる環境音は車両Ｃが移動することによって発生する環境音に限られない。例えば歩道を歩く通行人の話し声や周囲の車両Ｃの走行音、及び商店街における宣伝の音も環境音の一例であり、ノイズキャンセリングの対象となる。

[0155] ここまで、制御パラメータに従って振動子３を制御し、振動子付きガラス振動板１のガラス板構成体９から目的音の反射音を減衰させる減衰音や環境音の逆位相信号に対応した音（「環境音のキャンセル音」という）を出力することによって、目的音を聞き取りやすくする例について説明した。一方で、振動子３を制御することによって振動子付きガラス振動板１のガラス板構成体９から音を出力できるということは、振動子３を制御することによって、振動子付きガラス振動板１のガラス板構成体９から目的音を出力することも可能である。

[0156] したがって、スピーカー５から目的音を出力せずに、振動子付きガラス振動板１のガラス板構成体９から目的音を出力してもよい。この場合、ＣＰＵ３１は、目的音と、目的音の反射音を減衰させる減衰音及び環境音のキャンセル音とがガラス板構成体９から同時に出力されるように振動子３を制御すれば、反射音及び環境音が低減された状態の下で、振動子付きガラス振動板１から目的音が出力される。

[0157] 図１８は、ガラス板構成体９から目的音が出力されている状況例を示す図である。図１８の例では、フロントサイドウィンドウＦＳＷを構成するガラス板構成体９から目的音が出力されている状況を示している。例えばフロントサイドウィンドウＦＳＷを構成するガラス板構成体９から出力された目的音がリアウィンドウＲＷで反射するような場合であっても、リアウィンドウＲＷを構成するガラス板構成体９に取り付けられた振動子３を制御すれば、リアウィンドウＲＷによる反射音等が低減され、フロントサイドウィンドウＦＳＷを構成するガラス板構成体９から出力された目的音が聞き取りやすくなる。

[0158] このように、教師データにおける制御パラメータは、乗員が可聴を所望している目的音が車内で少なくとも１回反射して乗員に届く反射音を減衰させる減衰音に対応した振動子３の振動量及び振動の位相を表す。

[0159] ［第２実施形態］

第１実施形態において、環境音に対してノイズキャンセリング処理を行う制御ユニット１１の例について説明したが、車両Ｃの走行状態と走行地点の環境によって車内に流入する環境音の傾向が変化することがある。

[0160] 例えば舗装工事が行われている現場周辺を車両Ｃが走行している場合、アスファルトフィニシャー等の重機の音が車内に流入する傾向が見られる。繁華街を車両Ｃが走行している場合、多くの人の話し声や歩く音が混じりあった雑踏の音が車内に流入する傾向がある。

[0161] また、舗装状態の悪い道路を車両Ｃが走行している場合、整備された道路を走行するよりも多くのロードノイズが車内に流入する傾向があり、車内に

流入するロードノイズの大きさは車両Ｃの速度が速くなるほど大きくなる傾向がある。また、車両Ｃが同じ道路を同じ速度で走行している場合であっても、路面が雨で濡れている方が、乾いた路面よりも車内に流入するロードノイズの大きさが大きくなる傾向がある。

[0162] 第２実施形態では、車両Ｃの走行状態を表す車両情報と車両Ｃが走行している場所がどのような環境であるのかを表す情報である環境情報の組み合わせに対して、環境音の特徴を表す特徴パラメータを出力する推定モデルＲを用いて、車両Ｃの走行地点において車内に流入する環境音を減衰させる制御ユニット１１について説明する。車両Ｃの走行状態を表す車両情報は、移動体の移動状態を表す移動体情報の一例である。

[0163] 第２実施形態に係る車両Ｃの概略構成、制御ユニット１１の機能構成、及び制御ユニット１１の電気系統の要部構成は、それぞれ図５、図７、及び図１０に記載した内容と同じであるため説明を省略する。第２実施形態に係る制御ユニット１１を搭載した車両Ｃが含まれるシステム構成も、図６に示した第１実施形態に係る管理システム１０と同じである。また、第１実施形態と同じく、一例として、車両Ｃのフロントサイドウィンドウ ＦＳＷ、及びリアサイドウィンドウＲＳＷに振動子付きガラス振動板１が適用されているものとする。

[0164] 推定モデルＲは、車両情報と環境情報を含む入力データに対して、特徴パラメータを対応付けた教師データを予め生成しておき、各々の教師データの入力データを入力した場合に、出力が対応する教師データの特徴パラメータに近づくように入力データと出力の関係のみから入力データと出力の因果関係を機械学習したモデルであり、管理サーバ２０の学習部２０Ａによって生成される。

[0165] 車両情報には様々な種類が存在するが、説明の便宜上、各々の教師データの入力データに含まれる車両情報を、車両Ｃの速度及び車両Ｃの位置情報とする。車両Ｃの速度は、センサ群１２に含まれる車速センサから取得可能であり、車両Ｃの位置情報は、例えば情報機器１９の一例であるカーナビゲー

ション装置から取得可能である。車両Ｃの位置情報は、例えば緯度及び経度を用いた絶対座標によって表されるが、例えば、予め緯度及び経度が判明している基準点からの相対座標によって表してもよい。以降では、車両Ｃの位置情報をカーナビゲーション装置から取得するものとして説明するが、例えばスマートフォンのように位置情報を計測する機能を備えた装置から取得してもよい。更に言えば、制御ユニット１１がＧＰＳセンサを備え、ＧＰＳから車両Ｃの位置情報を取得してもよい。

[0166] 環境情報についても様々な種類が存在するが、説明の便宜上、各々の教師データの入力データに含まれる環境情報を気象情報とする。気象情報には、例えば天候、降水量、気温、風速、及び積雪量といった項目が含まれるが、これらの項目のうち少なくとも１つの項目が環境情報として用いられる。一例として、各々の教師データの入力データには降水量が含まれるものとする。

[0167] すなわち、教師データの入力データには車両Ｃの速度と、車両Ｃの位置情報と、降水量が含まれる。

[0168] 環境音がガラス板構成体９を通じて車両Ｃの外から車内に流入する場合、ガラス板構成体９が振動する。したがって、入力データに対応付けられる環境音の特徴パラメータは、ガラス板構成体９の振動量及び振動の位相によって表される。ガラス板構成体９の振動量は、周波数毎の振動の大きさを示す振動量の周波数分布によって表してもよい。

[0169] 各々の車両情報及び環境情報に対応した教師データの特徴パラメータは、車両Ｃを用いた実験やコンピュータシミュレーションによって予め取得される。

[0170] なお、振動子付きガラス振動板１が車内の複数個所で用いられている場合、各々の振動子付きガラス振動板１で観測される環境音の特徴パラメータを入力データに対して対応付けた教師データが用いられる。

[0171] ＜環境音の減衰処理＞

次に、制御ユニット１１で実行する環境音の減衰処理について説明する。

図１９は、乗員の指示に従って制御ユニット１１のＣＰＵ３１によって実行される環境音の減衰処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[0172] 環境音の減衰処理を規定する情報処理プログラムは、例えば、制御ユニット１１の不揮発性メモリ３４に予め記憶されている。ＣＰＵ３１は、不揮発性メモリ３４に記憶されている情報処理プログラムを読み込み、環境音の減衰処理を実行する。なお、制御ユニット１１の不揮発性メモリ３４には、管理サーバ２０の学習部２０Ａによって機械学習が行われた推定モデルＲが予め記憶されている。

[0173] まず、図１９のステップＳ４０において、ＣＰＵ３１は、推定モデルＲの機械学習に用いられた教師データの入力データに含まれる各項目に対応した入力情報をセンサ群１２及び情報機器１９から取得する。

[0174] 具体的には、ＣＰＵ３１は、センサ群１２に含まれる車速センサから車両Ｃの速度を取得すると共に、カーナビゲーション装置から車両Ｃの位置情報を取得する。また、ＣＰＵ３１は、気象情報を提供する外部装置からインターネット１８経由で降水量を取得する。

[0175] ステップＳ４２において、ＣＰＵ３１は、ステップＳ４０の処理で取得した車両Ｃの速度と、車両Ｃの位置情報と、降水量を推定モデルＲに入力して、車両Ｃの位置情報によって表される現在地点において発生が予想される環境音の特徴パラメータを推定する。

[0176] ステップＳ４４において、ＣＰＵ３１は、ステップＳ４２の処理によって推定された環境音の特徴パラメータによって表されるガラス板構成体９の振動に対する逆位相信号を生成する。

[0177] ステップＳ４６において、ＣＰＵ３１は、ステップＳ４４の処理によって生成した逆位相信号に従って振動子３毎の制御信号を生成し、生成した制御信号を対応する振動子３に出力して各々の振動子３を制御する。

[0178] ステップＳ４８において、ＣＰＵ３１は、乗員から終了指示を受け付けたか否かを判定する。終了指示を受け付けていない場合にはステップＳ４０に移行し、ステップＳ４８の判定処理において終了指示を受け付けたと判定さ

れるまでステップＳ４０～ステップＳ４８の処理を繰り返し実行する。これにより、制御ユニット１１では、入力情報を車速センサ及びカーナビゲーション装置から取得し、現在地点において発生が予想される環境音の特徴パラメータによって表されるガラス板構成体９の振動を打ち消すように振動子３を制御する処理が連続して実行される。

[0179] 一方、ステップＳ４８の判定処理において終了指示を受け付けたと判定された場合には、図１９に示す環境音の減衰処理を終了する。

[0180] このように、図１９に示す環境音の減衰処理によれば、車両Ｃの各々の位置において、ガラス板構成体９から車両Ｃの内部に流入する環境音を推定し、環境音によって発生する振動の逆位相信号に対応した振動をガラス板構成体９に発生させる。したがって、車内に流入する環境音を減衰できる。

[0181] なお、制御ユニット１１が車両Ｃの位置情報をカーナビゲーション装置から取得する場合には、カーナビゲーション装置に表示されるマップと連動した振動子３の制御が可能となる。制御ユニット１１が、例えば乗員が車内に持ち込んだスマートフォンやタブレット端末等の情報機器から車両Ｃの位置情報を取得する場合には、情報機器に表示されるマップと連動した振動子３の制御が可能となる。

[0182] 既に第１実施形態で説明したように、振動子付きガラス振動板１によっては１枚の同じガラス板構成体９に複数の振動子３が取り付けられていることがある。こうした場合、ＣＰＵ３１は、同じガラス板構成体９に取り付けられている振動子３毎に制御信号を生成し、生成した制御信号を対応する振動子３に出力することで、振動子３毎の振動量及び振動の位相を制御すればよい。複数の振動子３が取り付けられたガラス板構成体９の振動は、各々の振動子３による振動を重畳した特性を有することになる。

[0183] ＜特徴パラメータの推定に用いる入力情報について＞

上記では、推定モデルＲに車両Ｃの速度と、車両Ｃの位置情報と、車両Ｃの位置情報によって表される地域の降水量を入力して特徴パラメータを推定する例について説明したが、特徴パラメータの推定に用いる入力情報はこれ

に限られない。

[0184] 例えば車種が変われば車両Ｃのフロントサイドウィンドウ ＦＳＷ、及びリアサイドウィンドウＲＳＷ等の形状も変化し、車内に流入する環境音の傾向が変化する。すなわち、車種は車内に流入する環境音と相関がある。

[0185] したがって、管理サーバ２０の学習部２０Ａは、車種を加えた入力データに対して、環境音の特徴パラメータを対応付けた教師データを用いて推定モデルＲの機械学習を行ってもよい。この場合、図１９のステップＳ４０において、ＣＰＵ３１は、予め不揮発性メモリ３４に記憶されている車両Ｃの車種を取得し、図１９のステップＳ４２において、取得した車種を含む入力情報を推定モデルＲに入力して特徴パラメータを推定すればよい。

[0186] また、時間帯によっても、車内に流入する環境音の傾向が変化する。例えば日中は子供たちの声が聞こえる公園周辺の道路であっても、夜間は静かになる。すなわち、時間情報は車内に流入する環境音と相関がある。

[0187] ＣＰＵ３１は、こうした項目を教師データの入力データに含めて生成された推定モデルＲを用いて、環境音の特徴パラメータを推定してもよい。

[0188] 当然のことながら、第１実施形態における制御パラメータの推定に用いた各種入力情報の少なくとも１つを、教師データの入力データに含めて推定モデルＲの機械学習を行い、生成された推定モデルＲに、推定モデルＲの機械学習の入力データとして用いた入力情報を入力して特徴パラメータを推定してもよい。

[0189] ＜教師データの生成＞

推定モデルＲの教師データは、車両情報と環境情報を含む入力データに対して、特徴パラメータを対応付けて構成される。走行する車両Ｃは、各々の走行地点において車両情報と環境情報を取得可能であると共に、各々の走行地点における環境音も測定できる。したがって、制御ユニット１１は走行しながら新たな教師データを生成できる。

[0190] 図２０は、教師データの生成に対応した制御ユニット１１の機能構成例を示す図である。図２０に示す機能構成例が図７に示した制御ユニット１１の

機能構成例と異なる点は、生成部１１Ｆが追加された点である。

[0191] 生成部１１Ｆは、各々の走行地点において取得した車両情報と環境情報に、当該走行地点における環境音の特徴パラメータを対応付けて教師データの生成を行う。以降では、教師データを生成する制御ユニット１１の作用について説明する。

[0192] 図２１は、乗員から教師データの生成指示を受け付けた場合に、制御ユニット１１のＣＰＵ３１によって実行される教師データの生成処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[0193] ＣＰＵ３１は、不揮発性メモリ３４に記憶されている情報処理プログラムを読み込み、教師データの生成処理を実行する。

[0194] ガラス板構成体９から車内に流入する環境音によってガラス板構成体９が振動した場合、ガラス板構成体９の振動は振動子３に伝達され振動子３を振動させる。振動子３に振動が入力されると、振動に応じた波形、すなわち、振動信号が振動子３から制御ユニット１１に出力される。これは、電力の供給を受けて駆動している電動車両のモーターが、下り坂では下ろうとする回転力によって発電を行う関係と同じである。

[0195] したがって、ステップＳ５０において、ＣＰＵ３１は、ガラス板構成体９の振動に対応した振動信号を振動子３から取得する。

[0196] ステップＳ５２において、ＣＰＵ３１は、振動信号からガラス板構成体９の振動量及び振動の位相を取得し、環境音の特徴パラメータを生成する。

[0197] ステップＳ５４において、ＣＰＵ３１は、推定モデルＲの機械学習に用いられている入力データに対応した入力情報を取得する。具体的には、推定モデルＲの入力データが車両Ｃの速度、車両Ｃの位置情報、車種、及び降水量であれば、ＣＰＵ３１は、車両Ｃの速度、車両Ｃの位置情報、車種、及び現在地点における降水量を取得する。推定モデルＲの機械学習に用いられている入力データの項目は、例えば不揮発性メモリ３４に予め記憶しておけばよい。

[0198] ステップＳ５６において、ＣＰＵ３１は、ステップＳ５４の処理によって

取得した入力情報に、ステップＳ５２の処理によって生成した環境音の特徴パラメータを対応付けて教師データを生成する。ＣＰＵ３１は、生成した教師データを不揮発性メモリ３４に記憶する。入力情報には車両Ｃの位置情報が含まれることから、教師データには位置情報が対応付けられていることになる。

[0199] ステップＳ５８において、ＣＰＵ３１は通信ユニット３７Ａを制御して、ステップＳ５６の処理によって生成した教師データをインターネット１８経由で管理サーバ２０に送信する。

[0200] ステップＳ６０において、ＣＰＵ３１は、乗員から終了指示を受け付けたか否かを判定する。終了指示を受け付けていない場合にはステップＳ５０に移行し、ステップＳ６０の判定処理において終了指示を受け付けたと判定されるまでステップＳ５０～ステップＳ６０の処理を繰り返し実行する。これにより、車両Ｃの走行地点毎に、車両情報及び環境情報に対して走行地点での環境音の特徴パラメータが対応付けられた教師データが生成され、管理サーバ２０に送信される。

[0201] 一方、ステップＳ６０の判定処理において終了指示を受け付けたと判定された場合には、図２１に示す教師データの生成処理を終了する。

[0202] なお、図２１に示した教師データの生成処理を表すフローチャートにおいて、ステップＳ５８とステップＳ６０の順序を入れ替え、ステップＳ５８の処理の前にステップＳ６０の判定処理を行ってもよい。この場合、ユーザから終了指示を受け付けた後に、生成した教師データを一括して管理サーバ２０に送信することになるため、教師データを生成する毎に教師データを管理サーバ２０に送信するよりも、ＣＰＵ３１の負荷が低下する。

[0203] 制御ユニット１１から教師データを受け付けた管理サーバ２０は、学習部２０Ａにおいて制御ユニット１１から受け付けた教師データを用いて推定モデルＲに対する追加の機械学習を行い、推定モデルＲを更新する。その後、管理サーバ２０は、更新した推定モデルＲを各々の車両Ｃの制御ユニット１１に送信する。

[0204] 既に説明したように、機械学習に用いる教師データの数が多いほど、推定モデルＲはデータ間の因果関係を正しく反映したモデルに近づく傾向がある。したがって、制御ユニット１１のＣＰＵ３１は、更新された推定モデルＲを用いて環境音の特徴パラメータを推定することによって、更新前の推定モデルＲを用いる場合よりも、環境音の特徴パラメータを精度よく推定できる。

[0205] また、各々の車両Ｃの制御ユニット１１によって生成された教師データを管理サーバ２０に集約することによって、１台の車両Ｃで生成した教師データよりも、より広範囲な地域における様々な車両情報及び環境情報に対応した環境音の特徴パラメータを含んだ教師データが得られることになる。

[0206] ここでは一例として、推定モデルＲの機械学習を管理サーバ２０の学習部２０Ａで行ったが、制御ユニット１１に管理サーバ２０の学習部２０Ａに相当する機能を備えたローカル学習部（図示省略）を設けてもよい。この場合、管理サーバ２０の学習部２０Ａは不要となり、推定モデルＲの機械学習がローカル学習部で行われる。したがって、ＣＰＵ３１は、生成した教師データを管理サーバ２０に送信する処理を省略できる。ＣＰＵ３１による推定モデルＲの機械学習は、例えば車両Ｃの停止中等、ＣＰＵ３１の負荷率が予め定めた閾値よりも低い場合に行うことが好ましい。

[0207] ＜逆位相信号の補正＞

例えば舗装状態の悪い道路を車両Ｃが走行すれば、走行地点特有のロードノイズが毎回発生するように、車両Ｃが同じ地点を走行した場合には、同じ傾向を有する環境音が発生する蓋然性が高い。

[0208] 一方で、上記で説明した教師データの生成処理によって生成される教師データには、車両Ｃの位置情報と、当該位置情報で表される地点において発生した環境音の特徴パラメータが含まれる。すなわち、生成した教師データを参照すれば、車両Ｃの走行地点で発生しやすい環境音の傾向を知ることができる。

[0209] したがって、以降では、教師データを用いて減衰量を補正する環境音の減

衰処理の作用について説明する。

[0210] 図２２は、乗員から環境音の減衰指示を受け付けた場合に、制御ユニット１１のＣＰＵ３１によって実行される環境音の減衰処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[0211] ＣＰＵ３１は、不揮発性メモリ３４に記憶されている情報処理プログラムを読み込み、環境音の減衰処理を実行する。なお、制御ユニット１１が生成した教師データは予め不揮発性メモリ３４に記憶されているものとする。

[0212] 図２２に示す環境音の減衰処理が図１９に示した環境音の減衰処理と異なる点は、ステップＳ４５Ａ及びステップＳ４５Ｂが追加された点であり、その他の処理は図１９に示した環境音の減衰処理と同じである。したがって、ここではステップＳ４５Ａ及びステップＳ４５Ｂの処理について説明する。

[0213] 図２２のステップＳ４４の処理によって、推定モデルＲから推定された環境音の特徴パラメータによって表されるガラス板構成体９の振動に対する逆位相信号が生成された後、ステップＳ４５Ａに移行する。

[0214] ステップＳ４５Ａにおいて、ＣＰＵ３１は、ステップＳ４０において取得した車両Ｃの位置情報と同じ位置情報を入力データに含む教師データを不揮発性メモリ３４から取得する。車両Ｃの位置情報が同じとは、車両Ｃの位置情報の差分が規定範囲内に含まれる状態を指す。規定範囲は、管理サーバ２０からの遠隔制御、又は乗員によって変更可能であり、例えば２５ｍといった値に設定される。

[0215] ステップＳ４５Ｂにおいて、ＣＰＵ３１は、ステップＳ４５Ａの処理で取得した教師データの特徴パラメータを取得する。ＣＰＵ３１は、教師データから取得した特徴パラメータと推定モデルＲによって推定された特徴パラメータとの差分から、ステップＳ４４の処理によって生成された逆位相信号を補正する。

[0216] 具体的には、ＣＰＵ３１は、例えば教師データから取得した特徴パラメータと推定モデルＲによって推定された特徴パラメータとの差分と、逆位相信号の補正量とが予め対応付けられている補正テーブルを参照して、逆位相信

号の補正量を取得し、ステップＳ４４の処理によって生成された逆位相信号を補正する。補正テーブルに設定される逆位相信号の補正量は、対応する特徴パラメータの差分において、推定モデルＲによって推定された逆位相信号に従って振動子３を制御するよりも車両Ｃに流入する環境音が減衰するように予め調整された補正量である。

[0217] ステップＳ４６において、ＣＰＵ３１は、ステップＳ４５Ｂの処理によって補正された逆位相信号に従って振動子３毎の制御信号を生成し、生成した制御信号を対応する振動子３に出力して各々の振動子３を制御する。

[0218] したがって、推定モデルＲによって推定された特徴パラメータから得られた逆位相信号に従って振動子３を制御する場合と比較して、車内に流入する環境音を減衰させることができる。

[0219] なお、図２２のステップＳ４５Ａでは、ＣＰＵ３１は、ステップＳ４０において取得した車両Ｃの位置情報と同じ位置情報を入力データに含む教師データを不揮発性メモリ３４から取得した。しかしながら、これは一例であり、教師データの入力データに時間情報が含まれている場合、ＣＰＵ３１は現在時間を更に取得し、取得した車両Ｃの位置情報、及び取得した現在時間の組み合わせに最も近い入力データを含む教師データを不揮発性メモリ３４から取得してもよい。

[0220] また、教師データの入力データに気象情報も含まれていれば、取得した車両Ｃの位置情報、取得した現在時間、及び取得した気象情報の組み合わせに最も近い入力データを含む教師データを不揮発性メモリ３４から取得してもよい。

[0221] ＜制御ユニット１１のユーザインターフェース＞

制御ユニット１１に対する各種指示や制御ユニット１１の動作設定、及び例えば乗員の音に関する嗜好のように、予め不揮発性メモリ３４に記憶されている情報の変更は、制御ユニット１１と接続される情報機器１９から行われる。具体的には、カーナビゲーション装置のディスプレイや、スマートフォンから操作可能である。

[0222] また、既に説明したように、制御ユニット１１は、振動子３を通じてガラス板構成体９の振動に対応した振動信号を取得できる。したがって、ガラス板構成体９を指でタップしたりスライドしたりすることで、タップした領域に予め対応付けられている指示を制御ユニット１１に通知したり、スライド量に応じた操作量を制御ユニット１１に通知したりできる。

[0223] また、乗員はガラス板構成体９へのタップの強度によって制御ユニット１１に操作量を指示してもよい。例えば制御ユニット１１は、スピーカー５の音量がガラス板構成体９をタップされた際の強度に応じた音量となるように、情報機器１９に対して音量制御を行う。振動子付きガラス振動板１を情報機器１９のユーザインターフェースとして用いれば、例えば車両Ｃの後方の座席１４に座っている乗員から、車両Ｃに備え付けられたカーナビゲーション装置の操作を行うことができる。

[0224] また、乗員はガラス板構成体９を操作して、例えば車両Ｃに乗り込む各々の乗員の顔画像のような乗員に関する情報（「乗員情報」という）の登録及び選択を行ってもよい。更に、不揮発性メモリ３４に複数の推定モデルＭ、又は複数の推定モデルＲが存在する場合、乗員はガラス板構成体９を操作して、前回の走行時に用いた推定モデルＭ、又は推定モデルＲを呼び出してもよい。また、乗員はガラス板構成体９を操作して、前回の走行時に生成部１１Ｆによって生成された教師データを呼び出してもよい。

[0225] 以上、実施形態を用いて、振動子付きガラス振動板１の振動子３を制御する制御ユニット１１の管理システム１０の一態様について説明したが、開示した管理システム１０の形態は一例であり、管理システム１０の形態は実施形態に記載の範囲に限定されない。本開示の要旨を逸脱しない範囲で実施形態に多様な変更又は改良を加えることができ、当該変更又は改良を加えた形態も開示の技術的範囲に含まれる。例えば、本開示の要旨を逸脱しない範囲で、図１１、図１４～図１７、図１９、図２１、及び図２２に示した各フローチャートにおける各処理の順序を変更してもよい。

[0226] また、上記の実施形態では、一例として、図１１、図１４～図１７、図１

９、図２１、及び図２２に示した各フローチャートをソフトウェアで実現する形態について説明した。しかしながら、各フローチャートと同等の処理をハードウェアで処理させるようにしてもよい。この場合、各フローチャートをソフトウェアで実現した場合と比較して処理の高速化が図られる。

[0227] 制御ユニット１１は、移動体の移動中に加えて、移動体が停止している状態であっても図１１、図１４～図１７、図１９、図２１、及び図２２に示した各フローチャートによって表される各種処理を実行できることは言うまでもない。

[0228] 上記の実施形態において、プロセッサとは広義的なプロセッサを指し、例えばＣＰＵ３１や専用のプロセッサを含む。専用のプロセッサには、例えば、ＧＰＵ（Ｇｒａｐｈｉｃｓ　Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ　Ｕｎｉｔ）、ＡＳＩＣ（Ａｐｐｌｉｃａｔｉｏｎ　Ｓｐｅｃｉｆｉｃ　Ｉｎｔｅｇｒａｔｅｄ　Ｃｉｒｃｕｉｔ）、ＦＰＧＡ（Ｆｉｅｌｄ　Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ　Ｇａｔｅ　Ａｒｒａｙ）、及びプログラマブル論理デバイス等が含まれる。

[0229] また、上記の実施形態におけるプロセッサの動作は、１つのプロセッサによって成すのみでなく、物理的に離れた位置に存在する複数のプロセッサが協働して成すものであってもよい。

[0230] 上記の実施形態では、不揮発性メモリ３４に情報処理プログラムが記憶されている例について説明したが、情報処理プログラムの記憶先は不揮発性メモリ３４に限定されない。本開示の情報処理プログラムは、コンピュータ３０で読み取り可能な記憶媒体に記録された形態で提供することも可能である。例えば、情報処理プログラムをＣＤ－ＲＯＭ（Ｃｏｍｐａｃｔ　Ｄｉｓｋ　Ｒｅａｄ　Ｏｎｌｙ　Ｍｅｍｏｒｙ）、ＤＶＤ－ＲＯＭ（Ｄｉｇｉｔａｌ　Ｖｅｒｓａｔｉｌｅ　Ｄｉｓｋ　Ｒｅａｄ　Ｏｎｌｙ　Ｍｅｍｏｒｙ）、及びブルーレイディスクのような光ディスクに記録した形態で提供してもよい。また、情報処理プログラムを、ＵＳＢ（Ｕｎｉｖｅｒｓａｌ　Ｓｅｒｉａｌ　Ｂｕｓ）メモリ及びメモリカードのような可搬型の半導体メモリに記録した形態で提供してもよい。不揮発性メモリ、ＣＤ－ＲＯＭ、ＤＶＤ－Ｒ

ＯＭ、ブルーレイディスク、ＵＳＢ、及びメモリカードは非一時的（ｎｏｎ－ｔｒａｎｓｉｔｏｒｙ）記憶媒体の一例である。

[0231] 更に、制御ユニット１１は、例えば管理サーバ２０のようにインターネット１８に接続された外部装置から情報処理プログラムをダウンロードし、不揮発性メモリ３４に記憶してもよい。

[0232] 以上の通り、本明細書には次の事項が開示されている。

[0233] （１） 開口度合いが調整可能なガラス板構成体に振動子が取り付けられた振動子付きガラス振動板を含む筐体によって周囲と区切られた空間の状態を表す空間占有状態と、前記ガラス板構成体の開口度合いとを含む入力データに対して、前記ガラス板構成体の振動によって得られる前記空間の音響特性が目標とする音響特性に近づくような前記振動子の振動を実現する制御パラメータが対応付けられている教師データを用いた機械学習によって生成された、前記入力データから前記制御パラメータを推定する推定モデルを用いて、新たに取得した前記入力データから各々の時点における前記制御パラメータを推定する推定部と、前記推定部によって推定された前記制御パラメータに従って前記振動子を制御する制御部と、を備えた情報処理装置。

この情報処理装置によれば、振動子付きガラス振動板を制御することによって、振動子付きガラス振動板を含む筐体で囲まれた空間における音響特性を改善できる。

[0234] （２） 前記空間占有状態を表す属性として、前記空間における座席に関する属性、及び前記空間に持ち込まれた荷物に関する属性の少なくとも１つと、前記空間における人物の位置及び人数が含まれる、（１）に記載の情報処理装置。

この情報処理装置によれば、座席に関する属性、及び荷物に関する属性の少なくとも１つと、人物の位置及び人数に応じて、振動子付きガラス振動板を含む筐体で囲まれた空間における音響特性を改善できる。

[0235] （３） 前記空間占有状態を表す属性として前記空間における座席に関する属性が含まれる場合、前記空間における座席に関する属性に、座席の形状、

座席の位置、及び座席の素材の少なくとも１つが含まれる、（２）に記載の情報処理装置。

この情報処理装置によれば、座席の形状、座席の位置、及び座席の素材の少なくとも１つに応じて、振動子付きガラス振動板を含む筐体で囲まれた空間における音響特性を改善できる。

[0236] （４） 座席の形状が座席における背もたれの傾斜角によって表される、（３）に記載の情報処理装置。

この情報処理装置によれば、背もたれの傾斜角に応じて、振動子付きガラス振動板を含む筐体で囲まれた空間における音響特性を改善できる。

[0237] （５） 前記空間占有状態を表す属性として前記荷物に関する属性が含まれる場合、前記荷物に関する属性に、前記荷物の位置、前記荷物の形状、及び前記荷物の素材の少なくとも１つが含まれる、（２）に記載の情報処理装置。

この情報処理装置によれば、前記荷物の位置、前記荷物の形状、及び前記荷物の素材の少なくとも１つに応じて、振動子付きガラス振動板を含む筐体で囲まれた空間における音響特性を改善できる。

[0238] （６） 前記教師データは、前記空間に備えられた少なくとも１つ以上のスピーカー及び前記振動子付きガラス振動板から発せられる音であり、前記空間にいる人物が可聴を所望している目的音が前記筐体に反射することで発生する反射音を、前記ガラス板構成体を振動させない場合よりも減衰させるような減衰音、又は前記目的音の反射音を、前記ガラス板構成体を振動させない場合よりも強調させるような強調音に対応した前記振動子の振動量及び振動の位相を前記制御パラメータとして前記入力データに対応付けたデータであり、前記制御部は、前記教師データを用いて生成された前記推定モデルから推定された前記制御パラメータに従って、前記ガラス板構成体に少なくとも１つ以上取り付けられている前記振動子毎に、前記振動子の振動量及び振動の位相を制御する、（１）～（５）の何れかに記載の情報処理装置。

この情報処理装置によれば、振動子によってガラス板構成体を振動させな

い場合と比較して、筐体で反射した反射音を減衰させることができる。

[0239] （７） 前記制御パラメータは、前記筐体で少なくとも１回反射した前記目的音の反射音を減衰させる前記減衰音、又は前記筐体で少なくとも１回反射した前記目的音の反射音を強調する前記強調音に対応した前記振動子の振動量及び振動の位相である、（６）に記載の情報処理装置。

この情報処理装置によれば、振動子によってガラス板構成体を振動させない場合と比較して、筐体で１回だけ反射した反射音だけでなく、複数回反射した反射音も減衰させることができる。

[0240] （８） 前記推定部は、前記入力データに対して、前記ガラス板構成体に取り付けられた前記振動子毎の前記制御パラメータが対応付けられた前記教師データから生成された前記推定モデルを用いて、前記振動子毎に前記制御パラメータを推定し、前記制御部は、前記振動子毎に振動量及び振動の位相を制御する、（６）又は（７）に記載の情報処理装置。

この情報処理装置によれば、複数の振動子が連携を取りながら反射音を減衰させる減衰音をガラス板構成体から出力できる。

[0241] （９） 前記ガラス板構成体に、前記制御部による振動量及び振動の位相の制御対象となっている前記振動子が複数取り付けられている場合、前記制御部は、同じ前記ガラス板構成体に取り付けられている前記振動子毎に振動量及び振動の位相を制御する、（８）に記載の情報処理装置。

この情報処理装置によれば、１つの振動子では出力することが困難な減衰音であっても出力できる。

[0242] （１０） 前記制御部は、前記空間を撮影した画像から前記空間にいる人物の特定し、予め記憶装置に記憶されている人物毎の嗜好情報から特定した人物の音に関する嗜好を取得し、前記特定した各々の人物の位置において、前記スピーカーからの音が前記特定した各々の人物の音に関する嗜好に近づくように前記制御パラメータを補正し、補正した前記制御パラメータに従って、前記振動子の振動量及び振動の位相を制御する、（６）～（９）の何れかに記載の情報処理装置。

この情報処理装置によれば、人物毎の嗜好にあった音響特性を実現できる。

[0243] （１１） 前記特定した人物の音に関する嗜好に周波数帯域毎の音圧が含まれる、（１０）に記載の情報処理装置。

この情報処理装置によれば、人物の音に関する嗜好にあわせて、音の強弱を音域毎に調整できる。

[0244] （１２） 前記スピーカーが前記振動子付きガラス振動板である場合、前記制御部は、前記目的音と、前記目的音の反射音を減衰させる前記減衰音が重複することなく前記ガラス板構成体から出力されるように、前記目的音に対する前記振動子の制御タイミングと前記減衰音に対する前記振動子の制御タイミングをずらす、（６）～（１１）の何れかに記載の情報処理装置。

この情報処理装置によれば、スピーカーを用いることなく、反射音を減衰させた目的音を出力できる。

[0245] （１３） 前記制御部は、マイクによって集音された環境音を取得し、前記環境音の音圧と同じ音圧で、かつ、前記環境音の位相と逆位相となる逆位相信号を生成し、前記推定モデルから推定された制御パラメータに基づく前記振動子の制御信号に、前記逆位相信号が重畳されるように前記制御パラメータを補正する、（６）～（１２）の何れかに記載の情報処理装置。

この情報処理装置によれば、反射音に加えて環境音も低減できる。

[0246] （１４） 前記筐体が移動体の構造を形成している場合、前記制御部は、移動体が移動することによって発生する騒音を前記環境音として取得する、（１３）に記載の情報処理装置。

この情報処理装置によれば、移動体の内部で流れる目的音の反射音を減衰させると共に、移動体に流入する騒音も低減させることができる。

[0247] （１５） 前記筐体によって構成された移動体が車両である場合、前記制御部は、車両の駆動源の音、タイヤが地面に接触することによって発生するロードノイズ、移動体による風切り音、及び路面の凹凸によってタイヤから前記筐体に伝わってくるドラミングノイズの少なくとも１つを前記環境音とし

て取得する、（１４）に記載の情報処理装置。

この情報処理装置によれば、車両が走行することによって車内に流入する騒音を低減させることができる。

[0248] （１６） 前記制御部は、前記スピーカー及び前記振動子付きガラス振動板から前記空間占有状態の推定に特化した検査音を出力するように前記スピーカー及び前記振動子付きガラス振動板を制御し、前記推定部は、マイクによって集音された検査音から得られる音声情報と、前記推定モデルの生成の前提となっている前記空間占有状態の下で得られる基準音声情報とを比較することで、前記制御パラメータの補正量を推定し、前記制御部は、前記推定部によって推定された前記制御パラメータの補正量を用いて、前記推定部によって推定された前記制御パラメータを補正し、補正後の前記制御パラメータに従って前記振動子の振動量及び振動の位相を制御する、（１３）～（１５）の何れかに記載の情報処理装置。

この情報処理装置によれば、推定モデルから推定した制御パラメータに従って振動子を制御する場合と比較して、目的音の反射音を更に減衰させることができる。

[0249] （１７） 前記検査音は、前記空間占有状態の推定用として予め定めた音楽、又はインパルス信号によって表される音である、（１６）に記載の情報処理装置。

この情報処理装置によれば、任意の音を検査音として使用すると比較して、制御パラメータの補正量を設定しやすくする。

[0250] （１８） 前記入力データは、前記空間における座席に座っている各々の人物の頭の位置情報を更に含み、前記推定部は、機械学習によって座席に座っている各々の人物の頭の位置情報を含んだ前記入力データから前記制御パラメータを推定するように生成された前記推定モデルを用いて、新たに取得した前記入力データから各々の時点における前記制御パラメータを推定する、（２）～（１７）の何れかに記載の情報処理装置。

この情報処理装置によれば、人物の頭の位置に応じて、振動子付きガラス

振動板を含む筐体で囲まれた空間における音響特性を改善できる。

[0251] （１９） 前記空間における座席に座っている各々の人物の頭の位置情報が、各々の前記ガラス板構成体の法線方向に沿った前記ガラス板構成体から前記空間における座席に座っている人物の頭の位置までの距離のうち、最も短い距離によって表される、（１８）に記載の情報処理装置。

この情報処理装置によれば、人物の頭の位置情報を共通の指標によって表すことができる。

[0252] （２０） 前記入力データは、前記筐体の内表面を構成する素材の種類を更に含み、前記推定部は、機械学習によって前記筐体の内表面を構成する素材の種類を含んだ前記入力データから前記制御パラメータを推定するように生成された前記推定モデルを用いて、新たに取得した前記入力データから各々の時点における前記制御パラメータを推定する、（２）～（１９）の何れかに記載の情報処理装置。

この情報処理装置によれば、筐体の内表面を構成する素材の種類に応じて、振動子付きガラス振動板を含む筐体で囲まれた空間における音響特性を改善できる。

[0253] （２１） 前記入力データは、前記筐体の内表面を構成する素材の位置情報を更に含み、前記推定部は、機械学習によって前記筐体の内表面を構成する素材の種類と素材の位置情報を含んだ前記入力データから前記制御パラメータを推定するように生成された前記推定モデルを用いて、新たに取得した前記入力データから各々の時点における前記制御パラメータを推定する、（２０）に記載の情報処理装置。

この情報処理装置によれば、筐体の内表面を構成する素材の位置情報に応じて、振動子付きガラス振動板を含む筐体で囲まれた空間における音響特性を改善できる。

[0254] （２２） 前記入力データは、前記空間の温度、前記ガラス板構成体の温度、及び湿度の少なくとも１つを更に含み、前記推定部は、機械学習によって前記空間の温度、前記ガラス板構成体の温度、及び湿度の少なくとも１つを

含んだ前記入力データから前記制御パラメータを推定するように生成された前記推定モデルを用いて、新たに取得した前記入力データから各々の時点における前記制御パラメータを推定する、（２）～（２１）の何れかに記載の情報処理装置。

この情報処理装置によれば、空間の温度及び湿度の少なくとも一方に応じて、振動子付きガラス振動板を含む筐体で囲まれた空間における音響特性を改善できる。

[0255] （２３） 前記入力データは、前記空間に流入する環境音に関する情報を更に含み、前記推定部は、機械学習によって前記空間に流入する環境音に関する情報を含んだ前記入力データから前記制御パラメータを推定するように生成された前記推定モデルを用いて、新たに取得した前記入力データから各々の時点における前記制御パラメータを推定する、（２）～（２２）の何れかに記載の情報処理装置。

この情報処理装置によれば、空間に流入する環境音に応じて、振動子付きガラス振動板を含む筐体で囲まれた空間における音響特性を改善できる。

[0256] （２４） ガラス板構成体に振動子が取り付けられた振動子付きガラス振動板を車体に備えた車両が位置する地点の前記車両の走行状態を表す車両情報と前記車両が位置する地点の環境を表す環境情報とを含む入力データに対して、前記車両が位置する地点において前記車両の外から前記車両の内部に流入する環境音の特徴を表す特徴パラメータが対応付けられている教師データを用いた機械学習によって生成された、前記入力データから前記特徴パラメータを推定する推定モデルを用いて、新たに取得した前記入力データから各々の地点における前記特徴パラメータを推定する推定部と、前記推定部によって推定された前記特徴パラメータによって表される前記車両の内部に流入する環境音を減衰させるように前記振動子を制御する制御部と、を備えた情報処理装置。

この情報処理装置によれば、振動子付きガラス振動板を制御することによって、振動子付きガラス振動板を含む筐体で囲まれた空間における音響特性

を改善できる。

[0257] （２５） 前記車両の車両情報として、前記車両の速度、及び前記車両の位置情報が含まれる、（２４）に記載の情報処理装置。

この情報処理装置によれば、車両の速度、及び車両の位置情報に応じて、振動子付きガラス振動板を備えた車体で囲まれた車内における音響特性を改善できる。

[0258] （２６） 前記環境情報として、気象情報が含まれる、（２４）又は（２５）に記載の情報処理装置。

この情報処理装置によれば、気象情報に応じて、振動子付きガラス振動板を備えた車体で囲まれた車内における音響特性を改善できる。

[0259] （２７） 前記気象情報として、天候、降水量、気温、風速、及び積雪量の少なくとも１つが含まれる、（２６）に記載の情報処理装置。

この情報処理装置によれば、天候、降水量、風速、及び積雪量の少なくとも１つに応じて、振動子付きガラス振動板を備えた車体で囲まれた車内における音響特性を改善できる。

[0260] （２８） 前記特徴パラメータは、前記ガラス板構成体を通じて前記車両の外から前記車両の内部に流入する環境音によって発生する前記ガラス板構成体の振動量及び振動の位相であり、前記推定部は、前記入力データに対して前記ガラス板構成体の振動量及び振動の位相が対応付けられた前記教師データを用いて生成された前記推定モデルから、前記車両が位置する地点における前記ガラス板構成体の振動量及び振動の位相を推定し、前記制御部は、推定された前記ガラス板構成体の振動量と同じ振動量で、かつ、推定された前記ガラス板構成体の振動の位相と逆位相となる逆位相信号を生成し、生成した逆位相信号に従って前記ガラス板構成体が振動するように前記振動子を制御する、（２５）～（２７）の何れかに記載の情報処理装置。

この情報処理装置によれば、ガラス板構成体に取り付けられた振動子を制御しない場合と比較して、車両の外から車両の内部に流入する環境音を減衰させることができる。

[0261] （２９） 前記推定部は、前記入力データに対して、前記ガラス板構成体毎の振動量及び振動の位相が対応付けられた前記教師データから生成された前記推定モデルを用いて、前記ガラス板構成体毎に前記ガラス板構成体の振動量及び振動の位相を推定し、前記制御部は、推定された前記ガラス板構成体毎の振動量及び振動の位相から前記ガラス板構成体毎の逆位相信号を生成し、生成した各々の逆位相信号に従って、逆位相信号に対応する各々の前記ガラス板構成体が振動するように、各々の前記ガラス板構成体に少なくとも１つ以上取り付けられた前記振動子毎に前記振動子を制御する、（２８）に記載の情報処理装置。

この情報処理装置によれば、１つのガラス板構成体から流入する環境音だけを減衰する場合と比較して、車内の静寂性を向上させることができる。

[0262] （３０） 前記ガラス板構成体に、前記制御部の制御対象となっている前記振動子が複数取り付けられている場合、前記制御部は、同じ前記ガラス板構成体に取り付けられている前記振動子毎に、生成した逆位相信号に従って前記ガラス板構成体が振動するように前記振動子を制御する、（２９）に記載の情報処理装置。

この情報処理装置によれば、１つの振動子では発生させることが困難な振動であっても発生させることができる。

[0263] （３１） 前記振動子を通じて取得した前記ガラス板構成体の振動量及び振動の位相を、前記ガラス板構成体の振動量及び振動の位相を取得した地点において得られた前記入力データと対応付けて前記教師データを生成する生成部を備え、前記制御部は、前記生成部で生成された前記教師データを、前記推定モデルの機械学習を行う学習部に出力する制御を行う、（２８）～（３０）の何れかに記載の情報処理装置。

この情報処理装置によれば、車両の走行に伴い、新たな教師データを生成できる。

[0264] （３２） 前記生成部は、生成した前記教師データに前記車両の車種を対応付ける、（３１）に記載の情報処理装置。

この情報処理装置によれば、車両の車種に応じて、振動子付きガラス振動板を備えた車体で囲まれた車内における音響特性を改善できる。

[0265] （３３） 前記学習部を備え、前記学習部は、前記生成部で生成された前記教師データを用いて前記推定モデルの追加学習を行い、前記推定モデルを更新する、（３１）又は（３２）に記載の情報処理装置。

この情報処理装置によれば、情報処理装置がインターネットに接続されていない場合であっても、推定モデルを更新できる。

[0266] （３４） 前記制御部は、前記学習部を備える外部装置に前記生成部で生成された前記教師データを出力すると共に、前記生成部で生成された前記教師データを用いて追加学習が行われた更新後の前記推定モデルを前記外部装置から取得し、前記推定部は、更新後の前記推定モデルを用いて、新たに取得した前記入力データから各々の地点における前記特徴パラメータを推定する、（３１）又は（３２）に記載の情報処理装置。

この情報処理装置によれば、情報処理装置に求められるハードウェアの性能を、推定モデルの機械学習を行うために必要となる性能よりも低く抑えることができる。

[0267] （３５） 前記制御部は、前記生成部によって生成された前記教師データの中から、前記車両の位置に対応した前記教師データを取得し、前記推定部によって推定された前記ガラス板構成体の振動量及び振動の位相から生成した逆位相信号に従って前記振動子を制御するよりも前記車両の内部に流入する環境音が減衰するように、取得した前記教師データに含まれる前記ガラス板構成体の振動量及び振動の位相を用いて逆位相信号を補正する制御を行う、（３１）～（３４）の何れかに記載の情報処理装置。

この情報処理装置によれば、位置情報が対応付けられていないガラス板構成体の振動量及び振動の位相を用いて逆位相信号を補正する場合と比較して、車両の走行地点における環境音を減衰させることができる。

[0268] （３６） 前記入力データは、前記ガラス板構成体の開口度合いを更に含み、前記推定部は、機械学習によって前記ガラス板構成体の開口度合いを含ん

だ前記入力データから前記特徴パラメータを推定するように生成された前記推定モデルを用いて、新たに取得した前記入力データから各々の地点における前記特徴パラメータを推定する、（２５）～（３５）の何れかに記載の情報処理装置。

この情報処理装置によれば、ガラス板構成体の開口度合いに応じて、振動子付きガラス振動板を備えた車体で囲まれた車内における音響特性を改善できる。

[0269] （３７） 前記入力データに前記ガラス板構成体毎の開口度合いが含まれる、（３６）に記載の情報処理装置。

この情報処理装置によれば、複数のガラス板構成体のうち、何れか１つのガラス板構成体の開口度合いを用いる場合と比較して、振動子付きガラス振動板を備えた車体で囲まれた車内における音響特性を更に改善できる。

[0270] （３８） 前記入力データは、前記車両の内部の状態を表す空間占有状態を更に含み、前記推定部は、機械学習によって前記空間占有状態を含んだ前記入力データから前記特徴パラメータを推定するように生成された前記推定モデルを用いて、新たに取得した前記入力データから各々の地点における前記特徴パラメータを推定し、前記空間占有状態を表す属性として、前記移動体の内部における座席に関する属性、及び前記移動体の内部に持ち込まれた荷物に関する属性の少なくとも１つと、前記移動体の内部に乗車している人物の位置及び人数が含まれる（２５）～（３７）の何れかに記載の情報処理装置。

この情報処理装置によれば、車両の空間占有状態に応じて、振動子付きガラス振動板を備えた車体で囲まれた車内における音響特性を改善できる。また、座席に関する属性、及び荷物に関する属性の少なくとも１つと、車両の内部に乗車している人物の位置及び人数に応じて、振動子付きガラス振動板を備えた車体で囲まれた車内における音響特性を改善できる。

[0271] （３９） 前記空間占有状態を表す属性として前記車両の内部における座席に関する属性が含まれる場合、前記車両の内部における座席に関する属性に

、座席の形状及び座席の素材の少なくとも１つが含まれる、（３８）に記載の情報処理装置。

この情報処理装置によれば、座席の形状及び座席の素材の少なくとも１つに応じて、振動子付きガラス振動板を備えた車体で囲まれた車内における音響特性を改善できる。

[0272] （４０） 座席の形状が座席における背もたれの傾斜角によって表される、（３９）に記載の情報処理装置。

この情報処理装置によれば、背もたれの傾斜角に応じて、振動子付きガラス振動板を備えた車体で囲まれた車内における音響特性を改善できる。

[0273] （４１） 前記空間占有状態を表す属性として前記荷物に関する属性が含まれる場合、前記荷物に関する属性に、前記荷物の位置、前記荷物の形状、及び前記荷物の素材の少なくとも１つが含まれる、（３８）に記載の情報処理装置。

この情報処理装置によれば、荷物の位置、荷物の形状、及び荷物の素材の少なくとも１つに応じて、振動子付きガラス振動板を備えた車体で囲まれた車内における音響特性を改善できる。

[0274] （４２） 前記入力データは、前記車両の車種を更に含み、前記推定部は、機械学習によって前記車両の車種を含んだ前記入力データから前記特徴パラメータを推定するように生成された前記推定モデルを用いて、新たに取得した前記入力データから各々の地点における前記特徴パラメータを推定する、（２５）～（４１）の何れかに記載の情報処理装置。

この情報処理装置によれば、車両の車種に応じて、振動子付きガラス振動板を備えた車体で囲まれた車内における音響特性を改善できる。

[0275] （４３） コンピュータに、開口度合いが調整可能なガラス板構成体に振動子が取り付けられた振動子付きガラス振動板を含む筐体によって周囲と区切られた空間の状態を表す空間占有状態と、前記ガラス板構成体の開口度合いとを含む入力データに対して、前記ガラス板構成体の振動によって得られる前記空間の音響特性が目標とする音響特性に近づくような前記振動子の振動

を実現する制御パラメータが対応付けられている教師データを用いた機械学習によって生成された、前記入力データから前記制御パラメータを推定する推定モデルを用いて、新たに取得した前記入力データから各々の時点における前記制御パラメータを推定し、推定された前記制御パラメータに従って前記振動子を制御する処理を実行させるための情報処理プログラム。

この情報処理プログラムによれば、振動子付きガラス振動板を制御することによって、振動子付きガラス振動板を含む筐体で囲まれた空間における音響特性を改善できる。

[0276] （４４） コンピュータに、ガラス板構成体に振動子が取り付けられた振動子付きガラス振動板を車体に備えた車両が位置する地点の前記車両の走行状態を表す車両情報と前記車両が位置する地点の環境を表す環境情報とを含む入力データに対して、前記車両が位置する地点において前記車両の外から前記車両の内部に流入する環境音の特徴を表す特徴パラメータが対応付けられている教師データを用いた機械学習によって生成された、前記入力データから前記特徴パラメータを推定する推定モデルを用いて、新たに取得した前記入力データから各々の地点における前記特徴パラメータを推定し、推定された前記特徴パラメータによって表される前記車両の内部に流入する環境音を減衰させるように前記振動子を制御する処理を実行させるための情報処理プログラム。

この情報処理プログラムによれば、振動子付きガラス振動板を制御することによって、振動子付きガラス振動板を含む筐体で囲まれた空間における音響特性を改善できる。

[0277] ２０２３年２月２４日に出願された日本国特許出願２０２３－０２７８０８号の開示は、その全体が参照により本明細書に取り込まれる。本明細書に記載された全ての文献、特許出願、及び技術規格は、個々の文献、特許出願、及び技術規格が参照により取り込まれることが具体的かつ個々に記された場合と同程度に、本明細書中に参照により取り込まれる。

請求の範囲

[請求項1] 開口度合いが調整可能なガラス板構成体に振動子が取り付けられた振動子付きガラス振動板を含む筐体によって周囲と区切られた空間の状態を表す空間占有状態と、前記ガラス板構成体の開口度合いとを含む入力データに対して、前記ガラス板構成体の振動によって得られる前記空間の音響特性が目標とする音響特性に近づくような前記振動子の振動を実現する制御パラメータが対応付けられている教師データを用いた機械学習によって生成された、前記入力データから前記制御パラメータを推定する推定モデルを用いて、新たに取得した前記入力データから各々の時点における前記制御パラメータを推定する推定部と、

前記推定部によって推定された前記制御パラメータに従って前記振動子を制御する制御部と、

を備えた情報処理装置。

[請求項2] 前記空間占有状態を表す属性として、前記空間における座席に関する属性、及び前記空間に持ち込まれた荷物に関する属性の少なくとも１つと、前記空間における人物の位置及び人数が含まれる

請求項１に記載の情報処理装置。

[請求項3] 前記教師データは、前記空間に備えられた少なくとも１つ以上のスピーカー及び前記振動子付きガラス振動板から発せられる音であり、前記空間にいる人物が可聴を所望している目的音が前記筐体に反射することで発生する反射音を、前記ガラス板構成体を振動させない場合よりも減衰させるような減衰音、又は前記目的音の反射音を、前記ガラス板構成体を振動させない場合よりも強調させるような強調音に対応した前記振動子の振動量及び振動の位相を前記制御パラメータとして前記入力データに対応付けたデータであり、

前記制御部は、前記教師データを用いて生成された前記推定モデルから推定された前記制御パラメータに従って、前記ガラス板構成体に

少なくとも１つ以上取り付けられている前記振動子毎に、前記振動子の振動量及び振動の位相を制御する

請求項１又は請求項２に記載の情報処理装置。

[請求項4] 前記制御パラメータは、前記筐体で少なくとも１回反射した前記目的音の反射音を減衰させる前記減衰音、又は前記筐体で少なくとも１回反射した前記目的音の反射音を強調する前記強調音に対応した前記振動子の振動量及び振動の位相である

請求項３に記載の情報処理装置。

[請求項5] 前記制御部は、前記空間を撮影した画像から前記空間にいる人物の特定し、予め記憶装置に記憶されている人物毎の嗜好情報から特定した人物の音に関する嗜好を取得し、前記特定した各々の人物の位置において、前記スピーカーからの音が前記特定した各々の人物の音に関する嗜好に近づくように前記制御パラメータを補正し、補正した前記制御パラメータに従って、前記振動子の振動量及び振動の位相を制御する

請求項３～請求項４の何れか１項に記載の情報処理装置。

[請求項6] 前記制御部は、前記スピーカー及び前記振動子付きガラス振動板から前記空間占有状態の推定に特化した検査音を出力するように前記スピーカー及び前記振動子付きガラス振動板を制御し、

前記推定部は、マイクによって集音された検査音から得られる音声情報と、前記推定モデルの生成の前提となっている前記空間占有状態の下で得られる基準音声情報とを比較することで、前記制御パラメータの補正量を推定し、

前記制御部は、前記推定部によって推定された前記制御パラメータの補正量を用いて、前記推定部によって推定された前記制御パラメータを補正し、補正後の前記制御パラメータに従って前記振動子の振動量及び振動の位相を制御する

請求項３～請求項５の何れか１項に記載の情報処理装置。

[請求項7] 前記検査音は、前記空間占有状態の推定用として予め定めた音楽、又はインパルス信号によって表される音である

請求項６に記載の情報処理装置。

[請求項8] 前記入力データは、前記空間における座席に座っている各々の人物の頭の位置情報を更に含み、

前記推定部は、機械学習によって座席に座っている各々の人物の頭の位置情報を含んだ前記入力データから前記制御パラメータを推定するように生成された前記推定モデルを用いて、新たに取得した前記入力データから各々の時点における前記制御パラメータを推定する

請求項２～請求項６の何れか１項に記載の情報処理装置。

[請求項9] 前記空間における座席に座っている各々の人物の頭の位置情報が、各々の前記ガラス板構成体の法線方向に沿った前記ガラス板構成体から前記空間における座席に座っている人物の頭の位置までの距離のうち、最も短い距離によって表される

請求項８に記載の情報処理装置。

[請求項10] 前記入力データは、前記空間の温度、前記ガラス板構成体の温度、及び湿度の少なくとも１つを更に含み、

前記推定部は、機械学習によって前記空間の温度、前記ガラス板構成体の温度、及び湿度の少なくとも１つを含んだ前記入力データから前記制御パラメータを推定するように生成された前記推定モデルを用いて、新たに取得した前記入力データから各々の時点における前記制御パラメータを推定する

請求項２～請求項９の何れか１項に記載の情報処理装置。

[請求項11] 前記入力データは、前記空間に流入する環境音に関する情報を更に含み、

前記推定部は、機械学習によって前記空間に流入する環境音に関する情報を含んだ前記入力データから前記制御パラメータを推定するように生成された前記推定モデルを用いて、新たに取得した前記入力デ

ータから各々の時点における前記制御パラメータを推定する

請求項２～請求項１０の何れか１項に記載の情報処理装置。

[請求項12] ガラス板構成体に振動子が取り付けられた振動子付きガラス振動板を筐体に備えた移動体が位置する地点の前記移動体の移動状態を表す移動体情報と前記移動体が位置する地点の環境を表す環境情報とを含む入力データに対して、前記移動体が位置する地点において前記移動体の外から前記移動体の内部に流入する環境音の特徴を表す特徴パラメータが対応付けられている教師データを用いた機械学習によって生成された、前記入力データから前記特徴パラメータを推定する推定モデルを用いて、新たに取得した前記入力データから各々の地点における前記特徴パラメータを推定する推定部と、

前記推定部によって推定された前記特徴パラメータによって表される前記移動体の内部に流入する環境音を減衰させるように前記振動子を制御する制御部と、

を備えた情報処理装置。

[請求項13] 前記移動体の移動体情報には前記移動体の位置情報が含まれ、

前記特徴パラメータは、前記ガラス板構成体を通じて前記移動体の外から前記移動体の内部に流入する環境音によって発生する前記ガラス板構成体の振動量及び振動の位相であり、

前記推定部は、前記入力データに対して前記ガラス板構成体の振動量及び振動の位相が対応付けられた前記教師データを用いて生成された前記推定モデルから、前記移動体が位置する地点における前記ガラス板構成体の振動量及び振動の位相を推定し、

前記制御部は、推定された前記ガラス板構成体の振動量と同じ振動量で、かつ、推定された前記ガラス板構成体の振動の位相と逆位相となる逆位相信号を生成し、生成した逆位相信号に従って前記ガラス板構成体が振動するように前記振動子を制御する

請求項１２に記載の情報処理装置。

[請求項14] 前記振動子を通じて取得した前記ガラス板構成体の振動量及び振動の位相を、前記ガラス板構成体の振動量及び振動の位相を取得した地点において得られた前記入力データと対応付けて前記教師データを生成する生成部を備え、

前記制御部は、前記生成部で生成された前記教師データを、前記推定モデルの機械学習を行う学習部に出力する制御を行う

請求項１３に記載の情報処理装置。

[請求項15] 前記学習部を備え、

前記学習部は、前記生成部で生成された前記教師データを用いて前記推定モデルの追加学習を行い、前記推定モデルを更新する

請求項１４に記載の情報処理装置。

[請求項16] 前記制御部は、前記学習部を備える外部装置に前記生成部で生成された前記教師データを出力すると共に、前記生成部で生成された前記教師データを用いて追加学習が行われた更新後の前記推定モデルを前記外部装置から取得し、

前記推定部は、更新後の前記推定モデルを用いて、新たに取得した前記入力データから各々の地点における前記特徴パラメータを推定する

請求項１４に記載の情報処理装置。

[請求項17] 前記制御部は、前記生成部によって生成された前記教師データの中から、前記移動体の位置に対応した前記教師データを取得し、前記推定部によって推定された前記ガラス板構成体の振動量及び振動の位相から生成した逆位相信号に従って前記振動子を制御するよりも前記移動体の内部に流入する環境音が減衰するように、取得した前記教師データに含まれる前記ガラス板構成体の振動量及び振動の位相を用いて逆位相信号を補正する制御を行う

請求項１４～請求項１６の何れか１項に記載の情報処理装置。

[請求項18] 前記入力データは、前記ガラス板構成体毎の開口度合いを更に含み

、

前記推定部は、機械学習によって前記ガラス板構成体毎の開口度合いを含んだ前記入力データから前記特徴パラメータを推定するように生成された前記推定モデルを用いて、新たに取得した前記入力データから各々の地点における前記特徴パラメータを推定する

請求項１３～請求項１７の何れか１項に記載の情報処理装置。

[請求項19] 前記入力データは、前記移動体の内部の状態を表す空間占有状態を更に含み、

前記推定部は、機械学習によって前記空間占有状態を含んだ前記入力データから前記特徴パラメータを推定するように生成された前記推定モデルを用いて、新たに取得した前記入力データから各々の地点における前記特徴パラメータを推定し、前記空間占有状態を表す属性として、前記移動体の内部における座席に関する属性、及び前記移動体の内部に持ち込まれた荷物に関する属性の少なくとも１つと、前記移動体の内部に乗車している人物の位置及び人数が含まれる

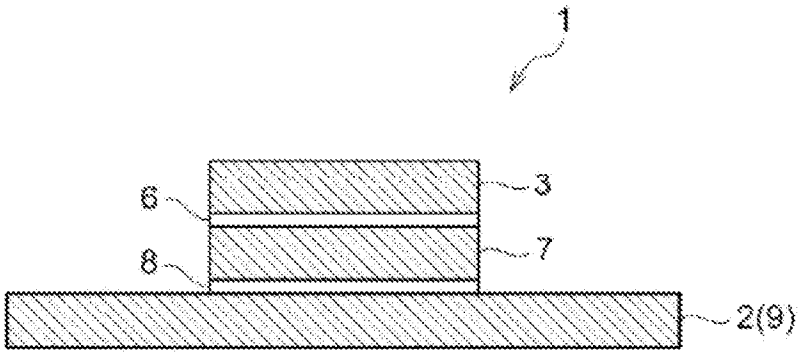
請求項１３～請求項１８の何れか１項に記載の情報処理装置。

[請求項20] 前記入力データは、前記移動体の機種を更に含み、

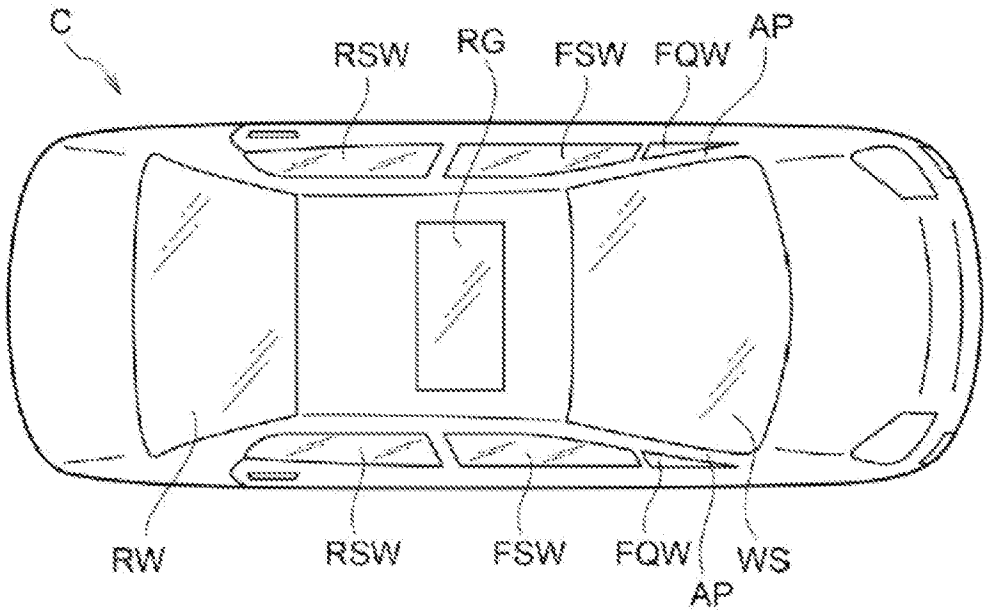
前記推定部は、機械学習によって前記移動体の機種を含んだ前記入力データから前記特徴パラメータを推定するように生成された前記推定モデルを用いて、新たに取得した前記入力データから各々の地点における前記特徴パラメータを推定する

請求項１３～請求項１９の何れか１項に記載の情報処理装置。

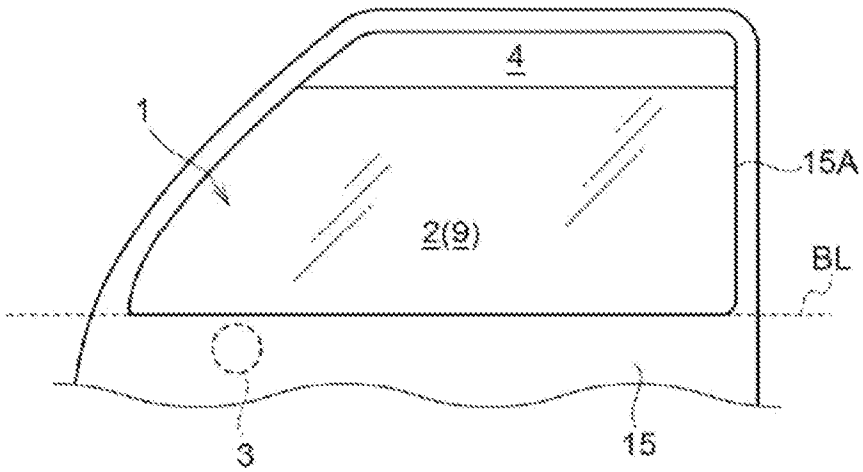
[図1]



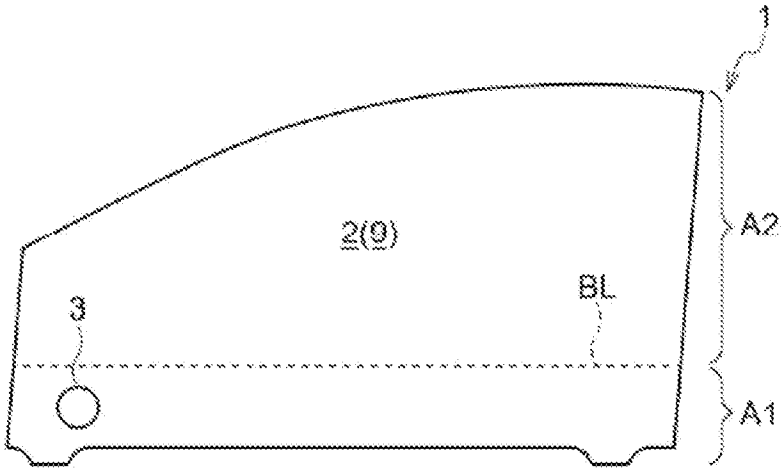
[図2]



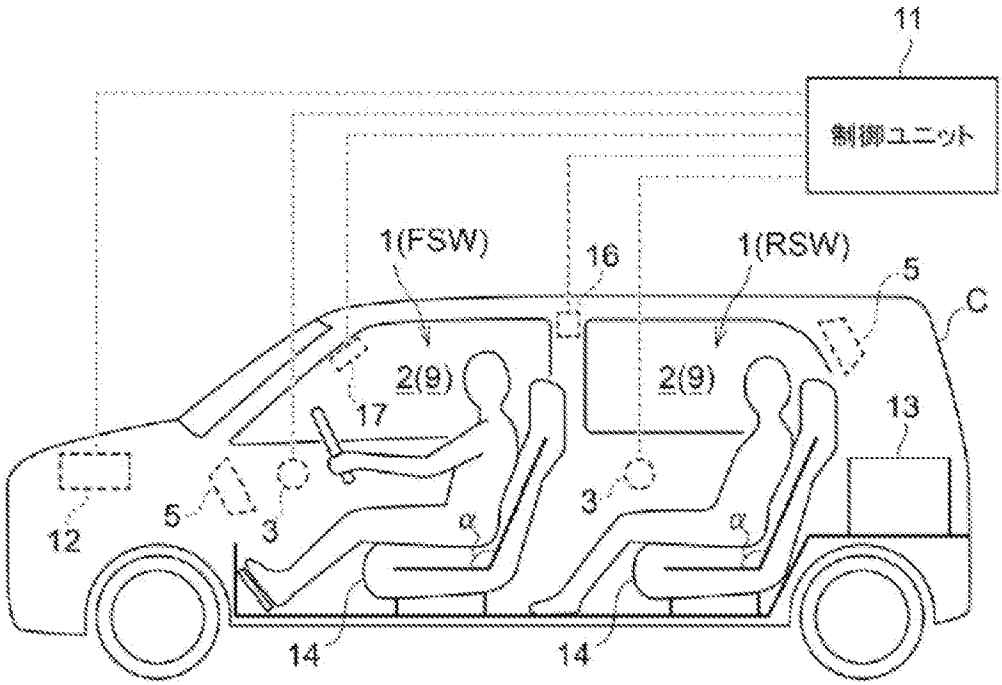
[図3]



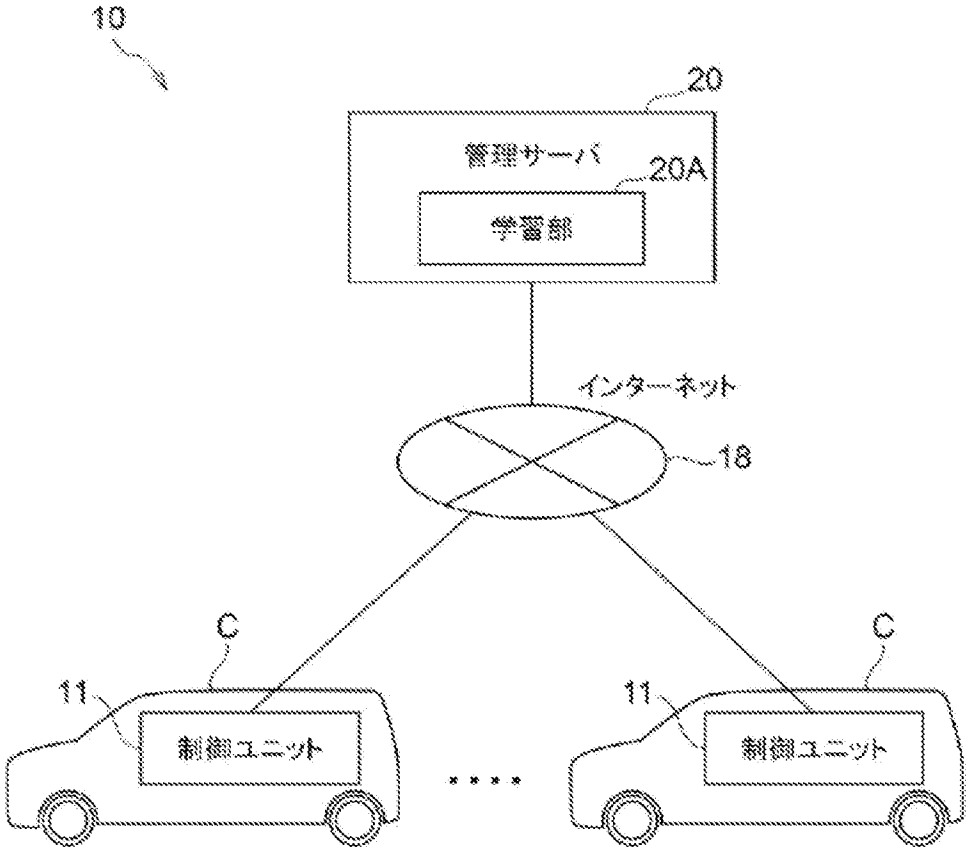
[図4]



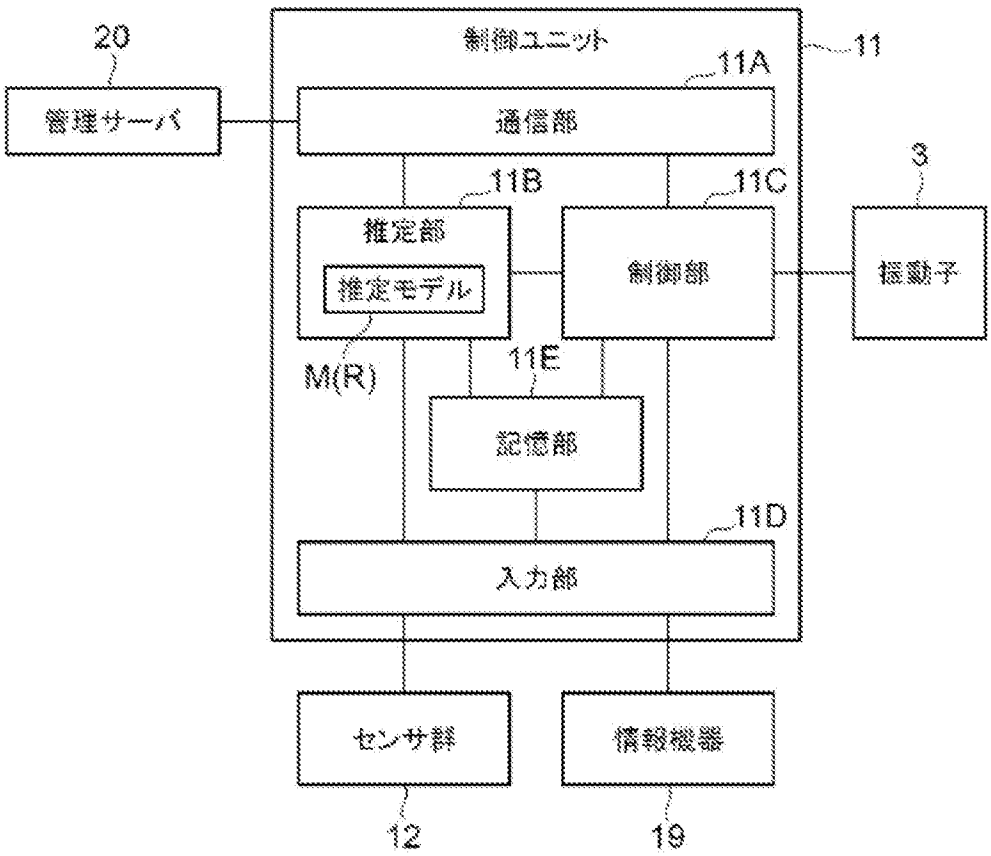
[図5]



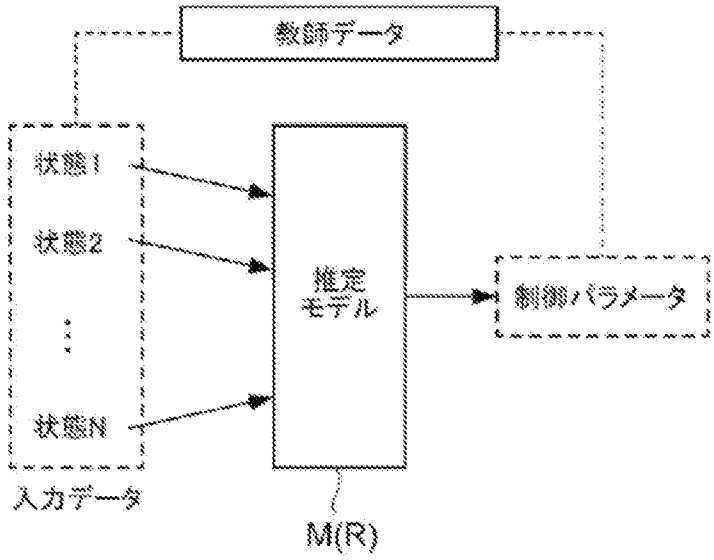
[図6]


10
20
管理サーバ
20A
学習部
インターネット
18
C
11
制御ユニット
C
11
制御ユニット

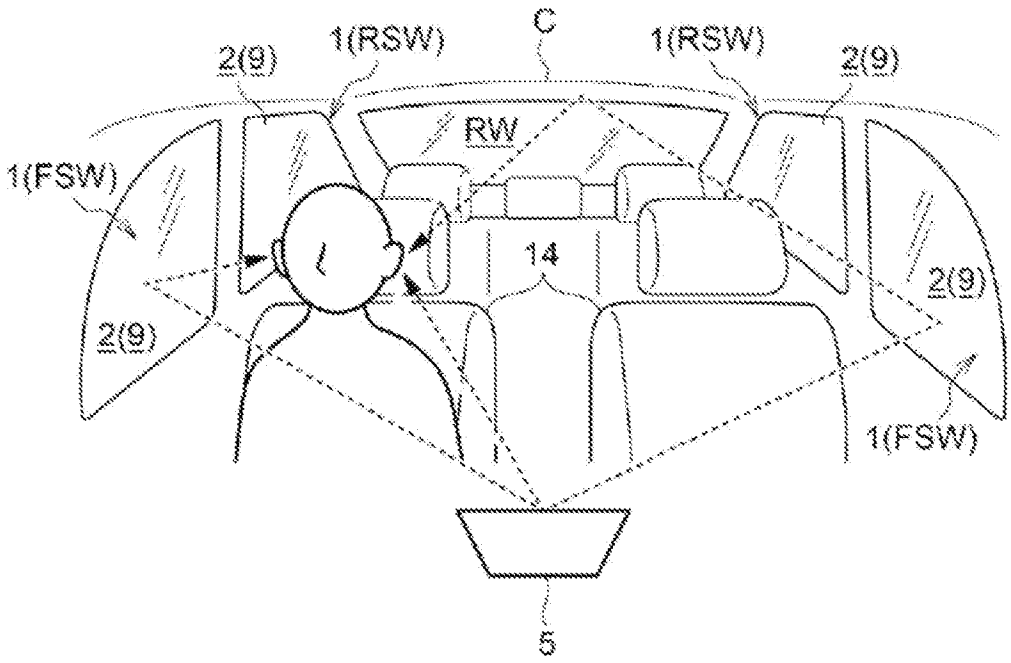
[図7]


20
管理サーバ
制御ユニット
11
11A
通信部
11B
推定部
推定モデル
M(R)
11C
制御部
3
振動子
11E
記憶部
11D
入力部
センサ群
12
情報機器
19

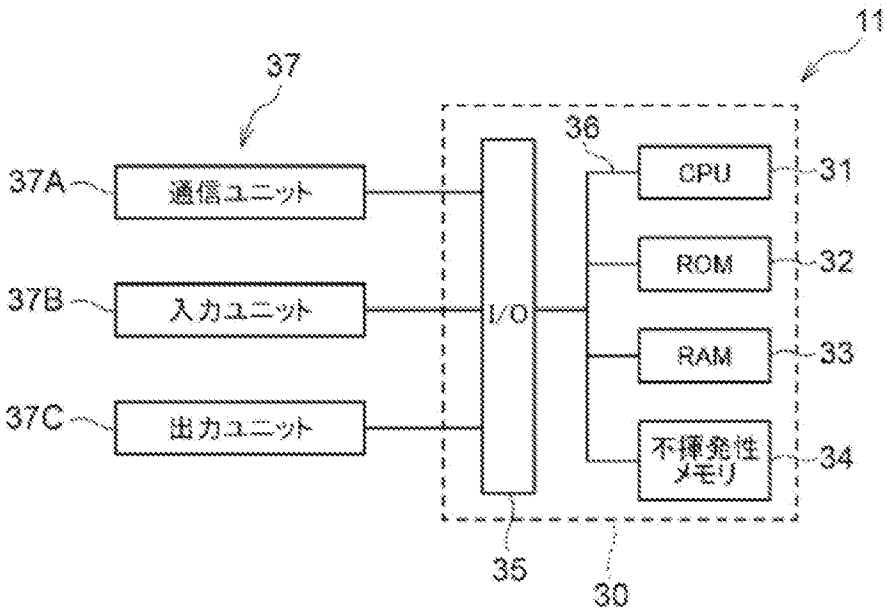
[図8]


教師データ
状態1
状態2
状態N
入力データ
推定
モデル
M(R)
制御パラメータ

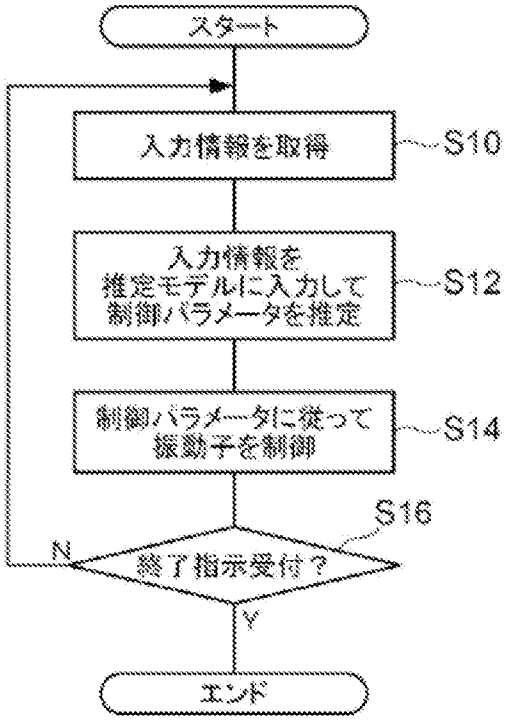
[図9]


C
1(RSW)
1(RSW)
2(9)
2(9)
RW
1(FSW)
14
2(9)
2(9)
1(FSW)
5

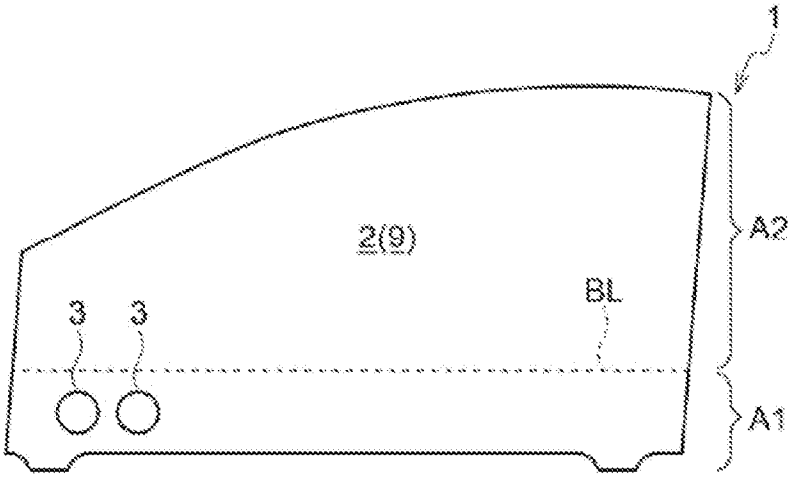
[図10]


11
37
36
37A
通信ユニット
CPU
31
37B
入力ユニット
I/O
ROM
32
RAM
33
37C
出力ユニット
不揮発性
メモリ
34
35
30

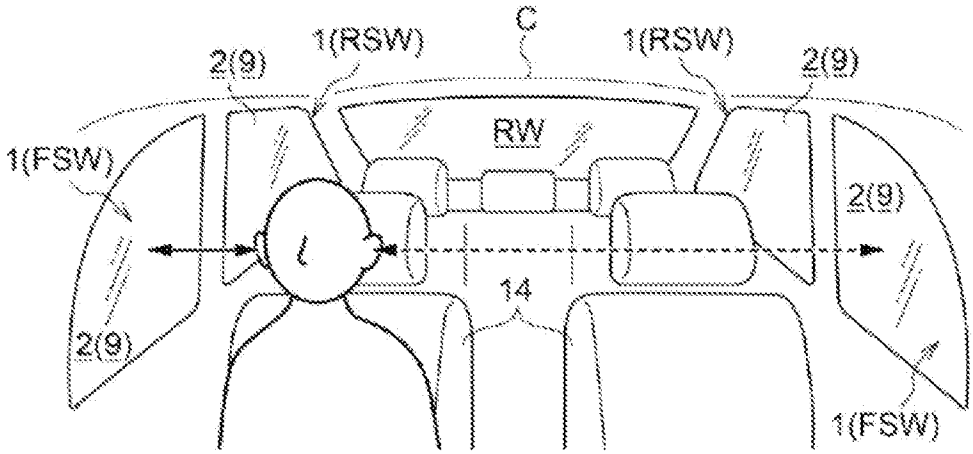
[図11]


スタート
入力情報を取得
S10
入力情報を
推定モデルに入力して
制御パラメータを推定
S12
制御パラメータに従って
振動子を制御
S14
S16
N
終了指示受付？
Y
エンド

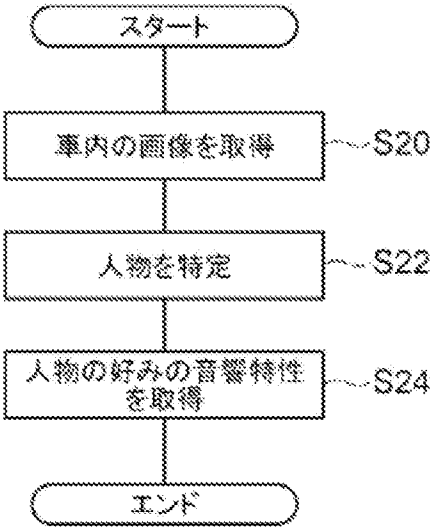
[図12]


1
2(9)
BL
3
3
A2
A1

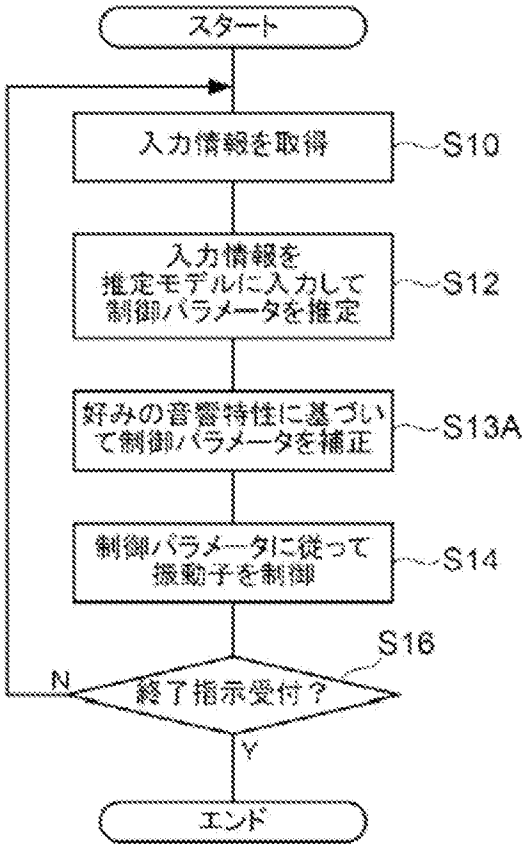
[図13]


C
1(RSW)
1(RSW)
2(9)
2(9)
RW
1(FSW)
2(9)
14
2(9)
1(FSW)

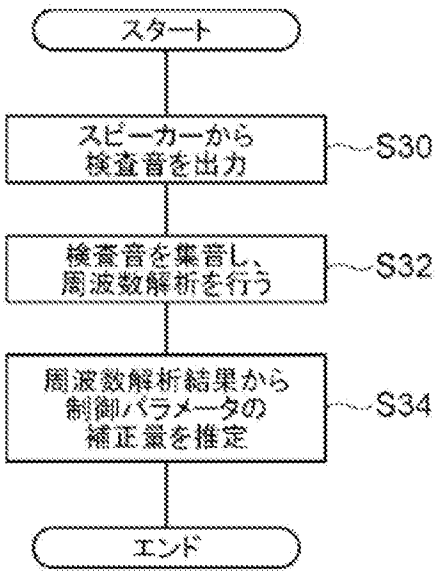
[図14]


スタート
車内の画像を取得
S20
人物を特定
S22
人物の好みの音響特性を取得
S24
エンド

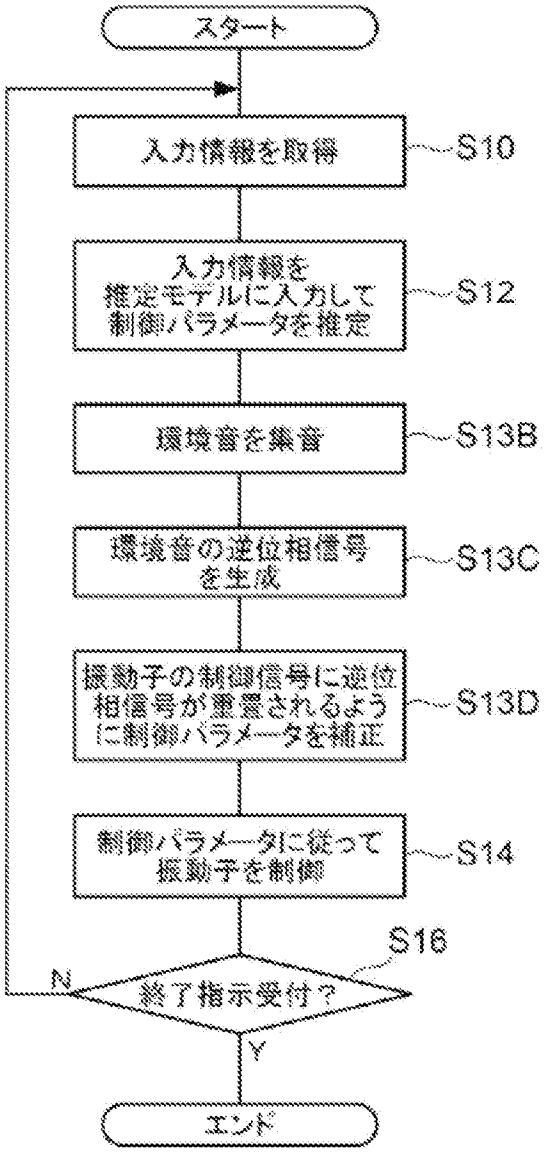
[図15]


スタート
入力情報を取得
S10
入力情報を推定モデルに入力して制御パラメータを推定
S12
好みの音響特性に基づいて制御パラメータを補正
S13A
制御パラメータに従って振動子を制御
S14
S16
終了指示受付？
N
Y
エンド

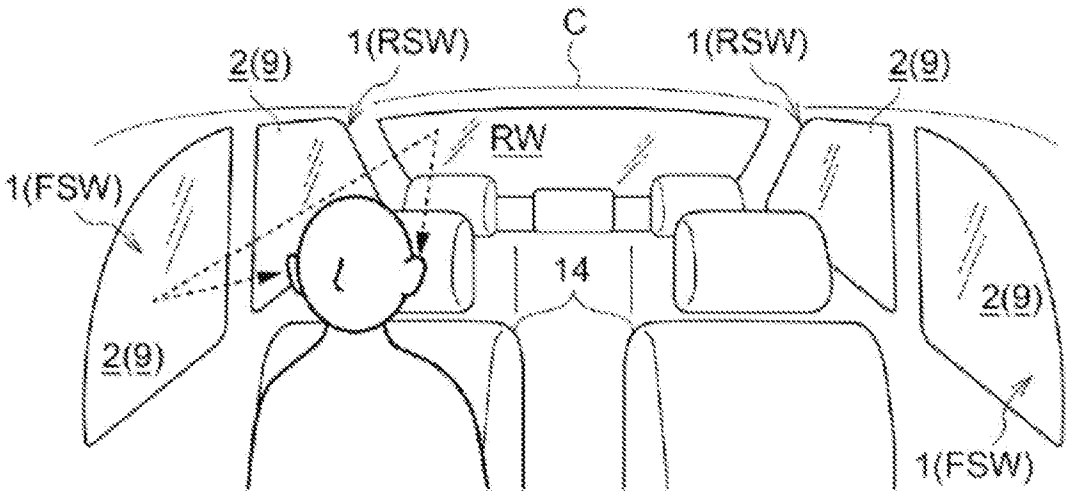
[図16]


スタート
スピーカーから
検査音を出力
S30
検査音を集音し、
周波数解析を行う
S32
周波数解析結果から
制御パラメータの
補正量を推定
S34
エンド

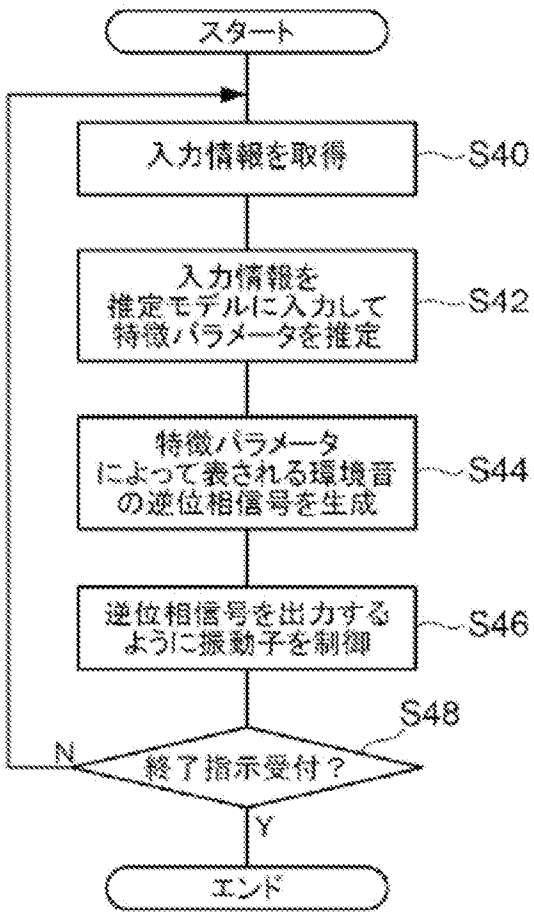
[図17]


スタート
入力情報を取得
S10
入力情報を
推定モデルに入力して
制御パラメータを推定
S12
環境音を集音
S13B
環境音の逆位相信号
を生成
S13C
振動子の制御信号に逆位
相信号が重畳されるよう
に制御パラメータを補正
S13D
制御パラメータに従って
振動子を制御
S14
S16
終了指示受付？
N
Y
エンド

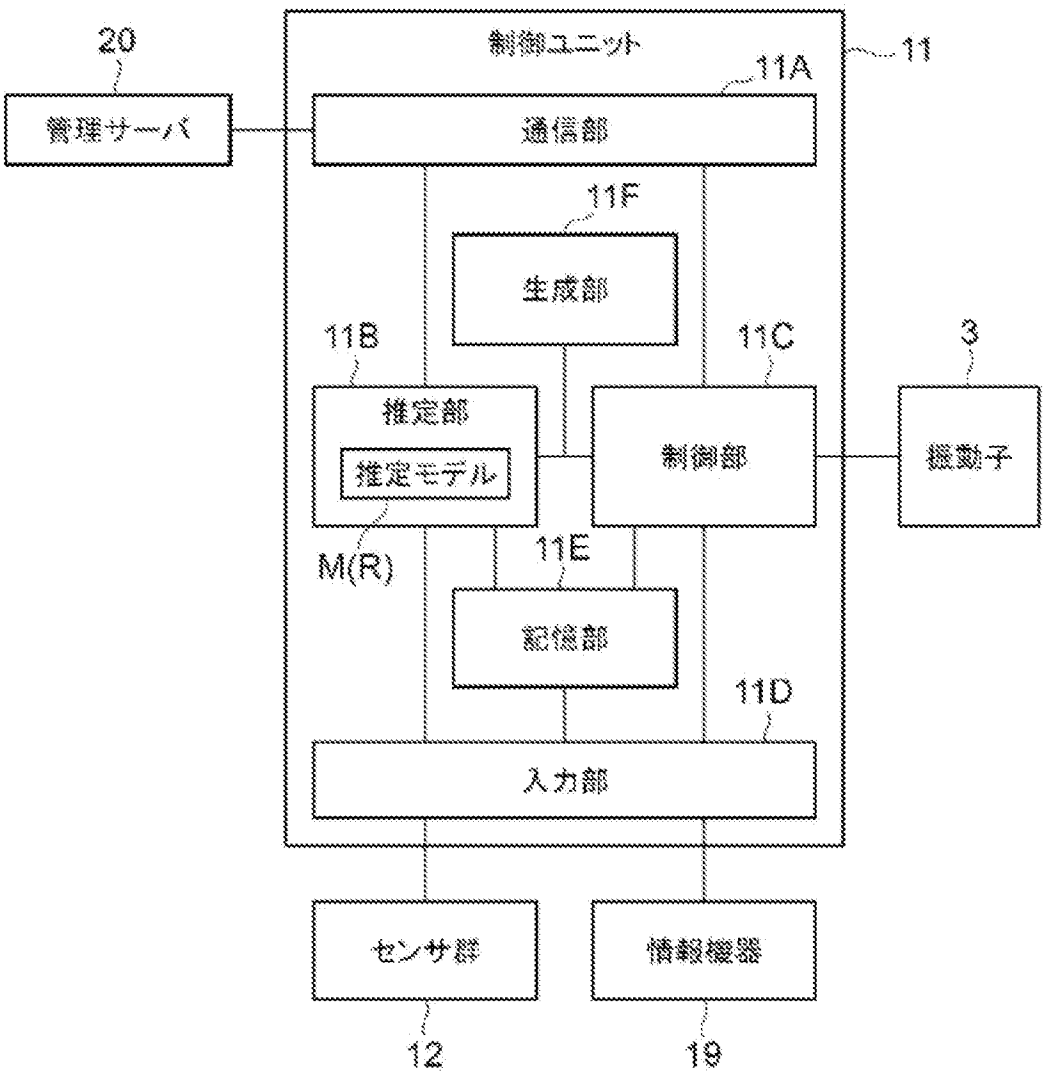
[図18]


C
1(RSW)
1(RSW)
2(9)
2(9)
RW
1(FSW)
14
2(9)
2(9)
1(FSW)

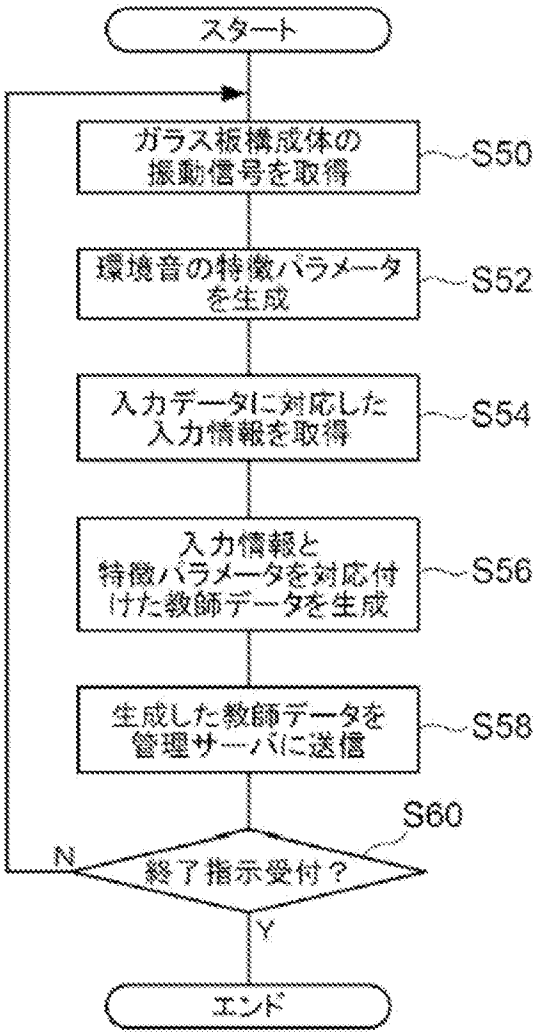
[図19]


スタート
入力情報を取得
S40
入力情報を
推定モデルに入力して
特徴パラメータを推定
S42
特徴パラメータ
によって表される環境音
の逆位相信号を生成
S44
逆位相信号を出力する
ように振動子を制御
S46
S48
N
終了指示受付？
Y
エンド

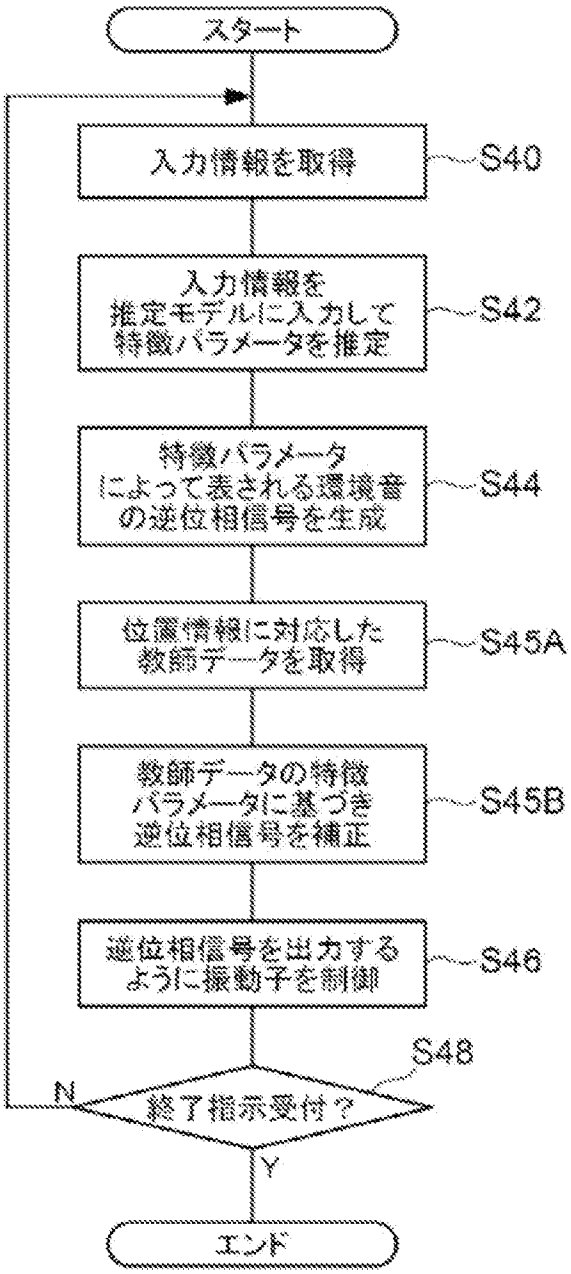
[図20]


20
管理サーバ
制御ユニット
11
11A
通信部
11F
生成部
11B
推定部
推定モデル
M(R)
11C
制御部
3
振動子
11E
記憶部
11D
入力部
センサ部
12
情報機器
19

[図21]


スタート
ガラス板構成体の振動信号を取得
S50
環境音の特徴パラメータを生成
S52
入力データに対応した入力情報を取得
S54
入力情報と特徴パラメータを対応付けた教師データを生成
S56
生成した教師データを管理サーバに送信
S58
S60
終了指示受付？
N
Y
エンド

[図22]


スタート
入力情報を取得
S40
入力情報を
推定モデルに入力して
特徴パラメータを推定
S42
特徴パラメータ
によって表される環境音
の逆位相信号を生成
S44
位置情報に対応した
教師データを取得
S45A
教師データの特徴
パラメータに基づき
逆位相信号を補正
S45B
逆位相信号を出力する
ように振動子を制御
S46
S48
N
終了指示受付？
Y
エンド

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2024/004085

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04R 3/04(2006.01)i; ***B60R 11/02***(2006.01)i; ***G10K 11/178***(2006.01)i; ***H04R 1/00***(2006.01)i; ***H04R 1/02***(2006.01)i; ***H04R 7/04***(2006.01)i
FI: H04R3/04; B60R11/02 B; B60R11/02 S; G10K11/178 100; H04R1/00 310F; H04R1/02 102B; H04R7/04

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)

H04R3/04; B60R11/02; G10K11/178; H04R1/00; H04R1/02; H04R7/04

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 1971-2024
Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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 2002-314637 A (DENSO CORPORATION) 25 October 2002 (2002-10-25) paragraphs [0039]-[0043]	1-2, 8, 10-20
A		3-7, 9
Y	WO 2022/244748 A1 (AGC INC.) 24 November 2022 (2022-11-24) paragraphs [0009], [0026]-[0028]	1-2, 8, 10-20
A		3-7, 9
Y	JP 2007-296886 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 15 November 2007 (2007-11-15) claim 11	8
Y	JP 2022-46259 A (DENSO TEN LTD.) 23 March 2022 (2022-03-23) paragraph [0007]	20

☐ 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
"D" document cited by the applicant in the international application
"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	Date of mailing of the international search report
04 April 2024	**23 April 2024**

Name and mailing address of the ISA/JP	Authorized officer
Japan Patent Office (ISA/JP) **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/004085

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2002-314637 A	25 October 2002	(Family: none)	
WO 2022/244748 A1	24 November 2022	CN 117322010 A	
JP 2007-296886 A	15 November 2007	(Family: none)	
JP 2022-46259 A	23 March 2022	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2024/004085

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H04R 3/04(2006.01)i; B60R 11/02(2006.01)i; G10K 11/178(2006.01)i; H04R 1/00(2006.01)i; H04R 1/02(2006.01)i; H04R 7/04(2006.01)i
FI: H04R3/04; B60R11/02 B; B60R11/02 S; G10K11/178 100; H04R1/00 310F; H04R1/02 102B; H04R7/04

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））

H04R3/04; B60R11/02; G10K11/178; H04R1/00; H04R1/02; H04R7/04

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	１９７１－２０２４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２４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 2002-314637 A (株式会社デンソー) 25.10.2002 (2002-10-25) ［００３９］－［００４３］	1-2,8,10-20
A		3-7,9
Y	WO 2022/244748 A1 (ＡＧＣ株式会社) 24.11.2022 (2022-11-24) ［０００９］、［００２６］－［００２８］	1-2,8,10-20
A		3-7,9
Y	JP 2007-296886 A (日産自動車株式会社) 15.11.2007 (2007-11-15) ［請求項１１］	8
Y	JP 2022-46259 A (株式会社デンソーテン) 23.03.2022 (2022-03-23) ［０００７］	20

☐ 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
"D" 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
"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
04.04.2024	23.04.2024

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）
冨澤　直樹 5Z 4188
電話番号 03-3581-1101 内線 3549

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/JP2024/004085

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2002-314637 A	25.10.2002	（ファミリーなし）	
WO 2022/244748 A1	24.11.2022	CN 117322010 A	
JP 2007-296886 A	15.11.2007	（ファミリーなし）	
JP 2022-46259 A	23.03.2022	（ファミリーなし）	