

(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
2025年1月16日(16.01.2025)



(10) 国際公開番号

WO 2025/013405 A1

(51) 国際特許分類:
F04B 41/06 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2024/017926

(22) 国際出願日: 2024年5月15日(15.05.2024)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

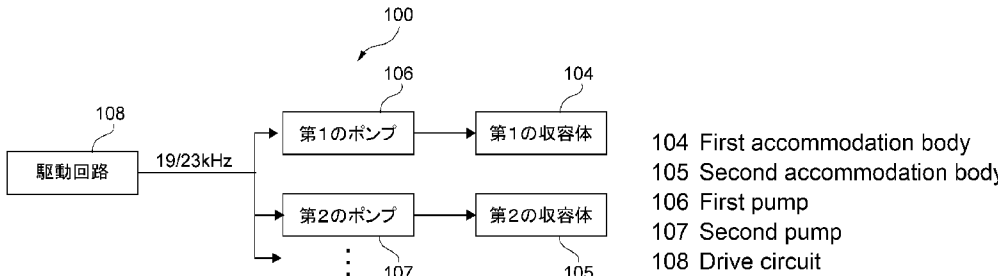
(30) 優先権データ:
特願 2023-111913 2023年7月7日(07.07.2023) JP

(71) 出願人: ソニーグループ株式会社(SONY GROUP CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 西池 昭仁 (NISHIIKE, Akihito); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニーグループ株式会社内 Tokyo (JP). 小野 彰 (ONO, Akira); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニーグループ株式会社内 Tokyo (JP). 安倍 浩信 (ABE, Hironobu); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニーグループ株式会社内 Tokyo (JP). 折橋 正樹 (ORIHASHI, Masaki); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニーグループ株式会社内 Tokyo (JP). 鈴木 洋志 (SUZUKI, Hiroshi); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニーグループ株式会社内 Tokyo (JP). 川口 裕人 (KAWAGUCHI, Hiroto); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニーグループ株式会社内 Tokyo (JP).

(54) Title: ELECTRONIC EQUIPMENT, FLUID CONTROL APPARATUS, TACTILE PRESENTATION APPARATUS, FLUID CONTROL METHOD, AND VEHICLE

(54) 発明の名称: 電子機器、流体制御装置、触覚提示装置、流体制御方法及び車両



(57) Abstract: This electronic equipment is provided with: a first pump for discharging and/or sucking fluid; a device different from the first pump; and a drive circuit for selectively controlling the first pump and the device. The first pump has a first resonance frequency. The device has a second resonance frequency, and is a second pump for discharging and/or sucking fluid. The drive circuit may selectively control the first pump and the second pump by selectively outputting, to the first pump and the second pump, either a first drive signal having a frequency within a predetermined range with respect to the first resonance frequency, or a second drive signal having a frequency within a predetermined range with respect to the second resonance frequency.

(57) 要約: 電子機器は、流体を吐出及び／又は吸引する第1のポンプと、前記第1のポンプと異なるデバイスと、前記第1のポンプ及び前記デバイスを選択的に制御する駆動回路とを具備する。前記第1のポンプは、第1の共振周波数を有し、前記デバイスは、第2の共振周波数を有し、流体を吐出及び／又は吸引する第2のポンプであり、前記駆動回路は、前記第1のポンプ及び前記第2のポンプに対して、前記第1の共振周波数に対して所定範囲にある周波数を有する第1の駆動信号又は前記第2の共振周波数に対して所定範囲にある周波数を有する第2の駆動信号のいずれか一方を選択的に出力することにより、前記第1のポンプ及び前記第2のポンプを選択的に制御してもよい。

(74) 代理人: 弁理士法人南青山国際特許事務所 (MINAMI AOYAMA PATENT AND TRADEMARK ATTORNEYS); 〒1070062 東京都港区南青山6-11-3 南青山三樹ビル6F 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, 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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：

電子機器、流体制御装置、触覚提示装置、流体制御方法及び車両

技術分野

[0001] 本開示は、流体を吸引及び／又は吐出するポンプを含む電子機器、流体制御装置並びに触覚提示装置と、ポンプを制御する流体制御方法と、触覚提示装置を有する車両と、に関する。

背景技術

[0002] 振動によりユーザに触覚を提示する技術が知られている（特許文献１及び特許文献２）。特許文献１は、１つの触覚刺激部で触覚刺激の知覚位置の調整を行う技術を開示する。特許文献１によれば、触覚刺激部の位置と所定の位置情報とに応じて、触覚刺激部から出力する振動の周波数を変更する（００６及び００７段落）。

[0003] 特許文献２は、共振周波数が互いに異なる左右の触覚提示部（少なくとも１つは、ボイスコイルモータであるリニア振動アクチュエータ。）それぞれの共振周波数付近の成分を選択的に減衰（抑制）させることによって、左右の触覚提示部の発生加速度を調整する（００７６段落、図１８）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：国際公開第２０１９／２４４７１６号

特許文献２：国際公開第２０２０／１６２２１０号

特許文献３：国際公開第２０２２／１２３９８３号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 一方、特許文献３は、触覚提示装置に用いられる機構として、流体を吸入し吐出することが可能なポンプであるダイヤフラム型の流体制御装置を開示する。特許文献３によれば、触覚提示装置等の電子機器にこの流体制御装置

を搭載し、擬似的圧覚や触覚を提示する（００２７及び０１４１段落）。

[0006] ポンプを利用して多様な触覚提示を実現するために、ポンプを含む複数のデバイスを利用することが考えられる。一方、ポンプを含む複数のデバイスを制御するには構成が複雑になるおそれがある。以上のような事情に鑑み、シンプルな機構でポンプを含む複数のデバイスを制御し、多様な触覚提示を実現することが望ましい。

課題を解決するための手段

- [0007] 本開示の一形態に係る電子機器は、
流体を吐出及び／又は吸引する第１のポンプと、
前記第１のポンプと異なるデバイスと、
前記第１のポンプ及び前記デバイスを選択的に制御する駆動回路と
を具備する。
- [0008] 本実施形態によれば、駆動回路は、異なる周波数の駆動信号を選択的に出力する。これにより、１系統の駆動回路で、第１のポンプ及びデバイスを駆動することができる。回路の個数や信号本数を削減でき、電子機器の小型軽量化を図れる。特性の異なる第１のポンプ及びデバイスを組み合わせること
で、提示する触覚を拡張できる。
- [0009] 前記第１のポンプは、第１の共振周波数を有し、
前記デバイスは、第２の共振周波数を有し、流体を吐出及び／又は吸引する第２のポンプであり、
前記駆動回路は、前記第１のポンプ及び前記第２のポンプに対して、前記第１の共振周波数に対して所定範囲にある周波数を有する第１の駆動信号又は前記第２の共振周波数に対して所定範囲にある周波数を有する第２の駆動信号のいずれか一方を選択的に出力することにより、前記第１のポンプ及び前記第２のポンプを選択的に制御してもよい。
- [0010] 本実施形態によれば、駆動回路は、異なる周波数の駆動信号を選択的に出力する。これにより、１系統の駆動回路で、共振周波数の異なる複数のポンプである第１のポンプ及び第２のポンプを駆動することができる。異なる周

波数の駆動信号を選択的に出力するだけで第１のポンプ及び第２のポンプを選択的にオンオフできるため、回路の個数や信号本数を削減でき、電子機器の小型軽量化を図れる。特性の異なる第１のポンプ及び第２のポンプを組み合わせることで、提示する触覚を拡張できる。

[0011] 前記第１のポンプに前記第２の駆動信号が印加されるとき、前記第１のポンプの変位量は第１の閾値未満であり、

前記第２のポンプに前記第１の駆動信号が印加されるとき、前記第２のポンプの変位量は第２の閾値未満でもよい。

[0012] これにより、第１のポンプと第２のポンプを明確に択一的に選択制御することができる。

[0013] 電子機器は、

前記第１のポンプを介して吐出及び／又は吸引される流体を収容し、前記流体の吐出及び／又は吸引に伴い変形する収容体

をさらに具備してもよい。

[0014] これにより、電子機器を多用途に利用可能となる。

[0015] 前記収容体は、可撓性を有してもよい。

[0016] これにより、収容体が膨張や収縮できるため、ユーザに多様な触覚を提示できる。

[0017] 前記収容体は、さらに、前記第２のポンプを介して吐出及び／又は吸引される流体を収容し、前記流体の吐出及び／又は吸引に伴い変形し、

前記駆動回路が前記第１のポンプ及び前記第２のポンプを選択的に制御するときの前記収容体の応答特性は、前記第１のポンプに前記第１の駆動信号が出力され制御されるときの前記収容体の応答特性と異なり、且つ、前記第２のポンプに前記第２の駆動信号が出力され制御されるときの前記収容体の応答特性と異なってもよい。

[0018] これにより、ユーザに多様な触覚を提示できる。

[0019] 前記第１のポンプは、流体を吐出する正圧ポンプであり、
前記第２のポンプは、流体を吸引する負圧ポンプでもよい。

- [0020] 本実施形態によれば、1個の収容体に対し、正圧の第1のポンプ及び負圧の第2のポンプを周波数可変で選択することで、吐出及び吸入の応答特性が向上できる。低帯域から広帯域までの振動やクリック感の様な多様な触覚を提示できる。
- [0021] 前記駆動回路は、前記第1の駆動信号を前記第1のポンプ及び前記第2のポンプに出力して前記第1のポンプに流体を吐出させ、次に、前記第2の駆動信号を前記第1のポンプ及び前記第2のポンプに出力して前記第2のポンプに流体を吸引させる制御を行い、
- 前記制御による前記収容体の応答特性は、前記第1のポンプに前記第1の駆動信号が出力され制御されるときの前記収容体の応答特性と異なってもよい。
- [0022] 収容体に流体が吐出され、吐出停止直後に流体が積極的に吸引されることで、収容体を膨張後急激に収縮させることができる。
- [0023] 前記流体は、香料を含有してもよい。
- [0024] 本実施形態によれば、吸引による脱臭が可能となるので、ユーザはパブリックな空間でも周囲を気にせずに芳香を楽しむことが可能になる。また、脱臭が可能となるので、より強い芳香を吐出することが可能となる。
- [0025] 前記駆動回路が前記第1の駆動信号を出力して前記第1のポンプを制御するときと、前記第2の駆動信号を出力して前記第2のポンプを制御するときとで、異なる触覚をユーザに提示してもよい。
- [0026] 本実施形態によれば、駆動回路が第1の駆動信号を出力して第1のポンプを制御するときと、第2の駆動信号を出力して第2のポンプを制御するときとで、異なる触覚をユーザに提示する。
- [0027] 前記第1のポンプと前記第2のポンプとは、流量及び／又は圧力が異なってもよい。
- [0028] 本実施形態によれば、比較的大ぶりの隆起の触覚（つるつる、でこぼこ）と、比較的細かな不平滑な触覚（ざらざら）や振動といった、異なる表現の触覚を提示することができる。

- [0029] 前記第 1 のポンプは、第 1 の共振周波数を有し、
前記デバイスは、DC 制御され、
前記駆動回路は、前記第 1 のポンプ及び前記デバイスに対して、前記第 1 の共振周波数に対して所定範囲にある周波数を有する第 1 の駆動信号又は DC 電圧のいずれか一方を選択的に出力することにより、前記第 1 のポンプ及び前記デバイスを選択的に制御してもよい。
- [0030] 本実施形態によれば、第 1 のポンプ（共振周波数パルス制御）とバルブ 509（DC 制御）を 1 系統の駆動回路で制御することにより、回路の個数や信号本数を削減しつつ、バルブ 509 の膨張、膨張維持及び収縮の提示が可能となる。
- [0031] 前記駆動回路は、前記第 1 のポンプ及び前記デバイスを時分割制御することにより、前記第 1 のポンプ及び前記デバイスを選択的に制御してもよい。
- [0032] 電子機器は、2 以上の前記デバイスを具備してもよい。
- [0033] 本実施形態によれば、周波数の異なる AC 電圧及び DC 電圧等を時分割に出力することで、1 系統の駆動回路で多種のデバイスを制御可能である。
- [0034] 前記第 1 のポンプ及び前記デバイスは、前記駆動回路に対して並列又は直列に接続されてもよい。
- [0035] 駆動回路は、第 1 の駆動信号及び第 2 の駆動信号を時分割に切り替えて、第 1 のポンプ及び第 2 のポンプに出力する。言い換えれば、駆動回路は、第 1 の駆動信号又は第 2 の駆動信号のいずれか一方を、第 1 のポンプ及び第 2 のポンプに出力する。これにより、駆動回路は、第 1 のポンプ及び第 2 のポンプを選択的に時分割制御する。この制御によれば、駆動回路に第 1 のポンプ及び第 2 のポンプが並列又は直列の何れに接続されても、時分割的に選択制御可能である。
- [0036] 前記駆動回路は、周波数、電圧、電流及び／又はパルス幅を変更することで、前記第 1 のポンプ及び前記デバイスを選択的に制御してもよい。
- [0037] 本実施形態によれば、1 系統の駆動回路で多種のデバイスを制御可能である。

- [0038] 前記第 1 のポンプの前記第 1 の共振周波数は、前記第 1 のポンプの物理特性及び／又は外部素子により決定されてもよい。
- [0039] 前記第 1 のポンプは圧電素子又はモータによって駆動されてもよい。
- [0040] 前記駆動回路は、前記第 1 のポンプに前記第 1 の駆動信号が出力され制御されるときの前記収容体の応答特性のフィードバックに応じて、前記第 1 の駆動信号をキャリブレーションしてもよい。
- [0041] 前記駆動回路は、前記第 1 のポンプに前記第 1 の駆動信号が出力され制御されるときの前記第 1 のポンプの出力特性及び／又は前記収容体の応答特性のフィードバックに応じて、前記第 1 の駆動信号をキャリブレーションしてもよい。
- [0042] 電子機器は、前記駆動回路と前記デバイスとの間に設けられたレベルシフタ及び／又は分圧回路をさらに具備してもよい。
- [0043] 本開示の一形態に係る流体制御装置は、
流体を吐出及び／又は吸引する第 1 のポンプと、
前記第 1 のポンプと異なるデバイスと、
前記第 1 のポンプ及び前記デバイスを選択的に制御する駆動回路と
を具備する。
- [0044] 本開示の一形態に係る触覚提示装置は、
流体を吐出及び／又は吸引する第 1 のポンプと、
前記第 1 のポンプと異なるデバイスと、
前記第 1 のポンプ及び前記デバイスを選択的に制御する駆動回路と
を具備する。
- [0045] 本開示の一形態に係る流体制御方法は、
駆動回路が、流体を吐出及び／又は吸引する第 1 のポンプと、前記第 1 のポンプと異なるデバイスとを選択的に制御する。
- [0046] 本開示の一形態に係る車両は、
流体を吐出及び／又は吸引する第 1 のポンプと、
前記第 1 のポンプと異なるデバイスと、

前記第 1 のポンプ及び前記デバイスを選択的に制御する駆動回路と
を有する触覚提示装置
を具備する。

図面の簡単な説明

[0047] [図1]本開示の第 1 の実施形態に係る電子機器の一例を模式的に示す斜視図である。

[図2]ポンプの一例を模式的に示す断面図である。

[図3]電子機器の構成を示す。

[図4]第 1 のポンプ及び第 2 のポンプの周波数特性を示す。

[図5]第 1 のポンプ及び第 2 のポンプの時分割制御を模式的に示す。

[図6]第 2 の実施形態に係る電子機器の構成を示す。

[図7]収容体の応答特性を模式的に示す。

[図8]第 3 の実施形態に係る電子機器の構成を示す。

[図9]収容体の応答特性を模式的に示す。

[図10]第 4 の実施形態の収容体の応答特性を模式的に示す。

[図11]第 5 の実施形態に係る電子機器の構成を示す。

[図12]収容体及びバルブの応答特性を模式的に示す。

[図13]第 6 の実施形態に係る電子機器の構成を示す。

[図14]第 7 の実施形態に係る電子機器の一例を模式的に示す斜視図である。

[図15]第 8 の実施形態に係る電子機器の構成を示す。

[図16]第 9 の実施形態に係る電子機器の一例を模式的に示す。

[図17]電子機器の構成を示す。

[図18]車両制御システムの構成例を示すブロック図である。

[図19]センシング領域の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0048] 以下、図面を参照しながら、本開示の実施形態を説明する。

[0049] 1. 第 1 の実施形態

[0050] 1 - 1. 電子機器の概要

[0051] 図1は、本開示の第1の実施形態に係る電子機器の一例を模式的に示す斜視図である。

[0052] 電子機器100は、流体制御方法を実行する流体制御装置であり、且つ、流体制御装置を利用する触覚提示装置である。電子機器100は、ユーザが例えば指で接触可能な触覚提示レイヤ101を有する。触覚提示レイヤ101は可撓性を有し、表面がユーザにより接触可能に露出する。触覚提示レイヤ101は、通常ユーザが手指で接触する物体の表面（平面、曲面）を構成してもよい。例えば、触覚提示レイヤ101は、インハウスインターフェースとして機能する住宅の内壁面、触覚ディスプレイとして機能する各種の電子機器の表面等を構成してもよい。また、触覚提示レイヤ101は、車両において、操作系インターフェースとして機能する車載コンソール、操作系や危険通知のインターフェースとして機能する車載ハンドル又は車両の内装面等を構成してもよい。

[0053] 電子機器100は、さらに、触覚提示レイヤ101の入力部位102、103の内側に内蔵された複数（本例では2個）の可撓性を有する収容体（図3で後述）と、複数の収容体にそれぞれ接続された複数（本例では2個）のポンプ（図3で後述）とを有する。複数のポンプはそれぞれ独立して動作し、複数の収容体に対して、流体（典型的には空気。以下同じ）を吐出する正圧ポンプである。収容体は、ポンプを介して吐出される流体を収容し、流体の吐出に伴い膨張変形するバルーンである。なお、ポンプは収容体から流体を吸引可能でもよく、収容体は流体の吸引に伴い収縮変形してもよい。

[0054] 収容体及び触覚提示レイヤ101の材料は、例えば、シリコーン材やウレタン等でよい。例えば、触覚提示レイヤ101の材料がシリコーン材である場合、ショアA硬度40程度、厚さ1mm程度でよい。

[0055] 電子機器100は、さらに、センサを有する。センサは、触覚提示レイヤ101と一体に構成されてよい。センサは、抵抗値、静電容量、圧電、流体圧、受光量、音響等を検知し、これらの組み合わせでもよい。センサは、触覚提示レイヤ101の表面の入力部位102、103に対するユーザの手指の

近接や接触を検出する。電子機器１００は、入力装置として機能する。

[0056] (A) に示す様に、定常状態では、触覚提示レイヤ１０１は平面形状を有し、入力部位１０２、１０３も平面形状を有する。定常状態では、触覚提示レイヤ１０１の内側の収容体に流体は吐出されておらず、収容体は膨張していない。

[0057] センサがユーザの手指の近接や接触を検出すると、(B) に示す様に、収容体に流体が吐出されると収容体が膨張する。収容体の外側にある触覚提示レイヤ１０１の入力部位１０２、１０３も収容体に押し上げられ膨出する。膨出した入力部位１０２、１０３は、入力装置（ボタン）として機能する。

[0058] (C) に示す様に、ユーザは手指で触覚提示レイヤ１０１の入力部位１０２に接触し入力操作（タッチ、プッシュ等）することができる。入力部位１０２の内側では収容体が膨張しているため、触覚提示レイヤ１０１の他の平面的な箇所に接触するときと、ユーザが感じる触覚が異なる。センサは、触覚提示レイヤ１０１の表面の入力部位１０２に対するユーザによる接触を検出する。

[0059] １－２．ポンプ

[0060] 図２は、ポンプの一例を模式的に示す断面図である。

[0061] ポンプ１１０は、流路空間構成部と、流入口３と、流出口４とを有する。

[0062] 流路空間構成部は、流体Ｆ（典型的には、空気）の流路となる流路空間Ｓ１を構成する。流路空間構成部は、上面部材６と、下面部材７と、スペーサ部材８とにより構成される。上面部材６、下面部材７及びスペーサ部材８に囲まれた内部の空間が、流路空間Ｓ１となる。流路空間Ｓ１は、内部に圧力を発生することで、流体Ｆにポンプ機能を作用させる。

[0063] 上面部材６は、可撓性を有する部材により構成される。下面部材７は、上下方向から見た外形が上面部材６と等しくなるように構成される。下面部材７は、上下方向に沿って、上面部材６と対向して配置される。従って、上下方向（Ｚ方向）は、上面部材６と下面部材７とが対向する対向方向に相当する。スペーサ部材８は、上面部材６及び下面部材７の間に配置される。

- [0064] 流入口3と流出口4とは、X方向に沿って対向するように構成される。流入口3は、流路空間S1に流体Fが流入するための開口である（矢印A1）。流入口3は、スペーサ部材8に設けられ、流路空間S1の外周部に構成される。流入口3は、流路空間構成部の外部空間と、流路空間S1とを連通する開口となる。
- [0065] 流出口4は、流路空間S1から流体Fが流出するための開口である（矢印A2）。流出口4は、スペーサ部材8に設けられ、流路空間S1の外周部の流入口3とは異なる位置に構成される。流出口4も、流路空間構成部の外部空間と、流路空間S1とを連通する開口となる。
- [0066] 圧電素子17は、上面部材6の上面に接続される。上面部材6及び圧電素子17により、ダイヤフラム22が構成される。圧電素子17には、駆動信号（AC電圧）が印加される。圧電素子17は、電気－機械変換が可能な素子であり、電圧の印加に応じて伸縮することで、上面部材6を屈曲させることが可能である。圧電素子17は、固有の共振周波数を持つ。
- [0067] 圧電素子17は、上面部材6を下方側及び上方側（厚さ方向、矢印A3）に屈曲させ、流路空間S1の体積を増減させる。上面部材6の下方側及び上方側への屈曲が周期的に行われ、上面部材6が上下方向に沿って振動する。
- [0068] 上面部材6が基準状態から下方側に屈曲されると、流路空間S1の体積が減少する。上面部材6の中心部が最も下方側に移動した場合に、体積が最も減少し、最小体積状態となる。上面部材6が基準状態から上方側に屈曲されると、流路空間S1の体積が増加する。上面部材6の中心部が最も上方側に移動した場合に、体積が最も増加し、最大体積状態となる。基準状態から上面部材6を屈曲させ、最大体積状態と最小体積状態とを周期的に繰り返して発生させる。これにより、ポンプ機能が実現され、流入口3から流路空間S1へ流入した流体Fを、流出口4から流路空間S1の外部へ流出することが可能となる。
- [0069] 圧電素子17を用いることで、高周波数帯域での振動を高い応答力にて実現することが可能となる。即ち、比較的小さい変動量となる流路空間S1の

体積の増減を、非常に高速に繰り返すことが可能となる。この結果、ポンプの出力（圧力）を向上させることが可能となり、高いポンプ機能を実現することが可能となる。

[0070] ダイヤフラム型のポンプ 110 は、小型化に非常に有利である。例えば、上面部材 6 及び下面部材 7 として、直径 10 mm × 厚み 1 mm 程度のサイズを実現可能である。また上面部材 6 及び下面部材 7 の対向距離を、100 μm 程度に設計することも可能である。最小体積状態において、上面部材 6 が下面部材 7 に接触しないことが望ましい。もちろんこのようなサイズ設計に限定されず、任意のサイズにて、本実施形態のポンプ 110 を実現することが可能である。

[0071] 上面部材 6、下面部材 7、及びスペーサ部材 8 として、ステンレスや 42 アロイ等の金属材料が用いられる。もちろん、その他の金属材料が用いられてもよい。またプラスチック材料等の、金属材料以外の任意の材料が用いられてもよい。上面部材 6、下面部材 7、及びスペーサ部材 8 の各々が、異なる材料で構成されてもよい。

[0072] 1-3. 電子機器の構成

[0073] 図 3 は、電子機器の構成を示す。

[0074] 電子機器 100 は、触覚提示レイヤ 101（図 1）に加えて、第 1 の収容体 104、第 2 の収容体 105、第 1 のポンプ 106、第 2 のポンプ 107（デバイス）及び駆動回路 108 を有する。

[0075] 第 1 の収容体 104 は、触覚提示レイヤ 101 の入力部位 102 の内側に内蔵される。第 2 の収容体 105 は、触覚提示レイヤ 101 の入力部位 103 の内側に内蔵される。第 1 の収容体 104 及び第 2 の収容体 105 の構造（例えば、材料、サイズ、厚み、内圧等）は、同じでもよいし異なってもよい。第 1 の収容体 104 及び第 2 の収容体 105 は可撓性を有し、第 1 のポンプ 106 及び第 2 のポンプ 107 を介して吐出される流体を収容し、流体の吐出に伴い膨張変形するバルーンである。

[0076] 第 1 のポンプ 106 は、第 1 の収容体 104 に流体を吐出する正圧ポンプ

である。第1のポンプ106は、さらに、第1の収容体104から流体を吸引する負圧ポンプとして機能してもよい。第2のポンプ107は、第2の収容体105に流体を吐出する正圧ポンプである。第2のポンプ107は、さらに、第2の収容体105から流体を吸引する負圧ポンプとして機能してもよい。第1のポンプ106及び第2のポンプ107は、典型的には、圧電素子17を利用したダイヤフラム型のポンプ110（図2）であるが、モータによって駆動されるポンプでもよい。

[0077] 図4は、第1のポンプ及び第2のポンプの周波数特性を示す。

[0078] 図中、横軸は周波数（kHz）、縦軸は変位量（ μm ）を示す。第1のポンプ106及び第2のポンプ107は、周波数特性が異なり、共振周波数が異なる。例えば、第1のポンプ106の共振周波数（第1の共振周波数と称する）は、19kHzである。即ち、第1のポンプ106に19kHzのAC電圧が印加されたとき、第1のポンプ106の変位量（具体的には、上面部材6（図2）の変位量）が最大（本図では、 $0.8\mu\text{m}$ ）となる。第2のポンプ107の共振周波数（第2の共振周波数と称する）は、23kHzである。即ち、第2のポンプ107に23kHzのAC電圧が印加されたとき、第2のポンプ107の変位量（具体的には、上面部材6（図2）の変位量）が最大（本図では、 $0.8\mu\text{m}$ ）となる。

[0079] 一方、第1のポンプ106に、23kHzのAC電圧が印加されるとき、第1のポンプ106の変位量は第1の閾値未満（本例では、最小値である $0.2\mu\text{m}$ ）である。第2のポンプ107に、19kHzのAC電圧が印加されるとき、第2のポンプ107の変位量は第2の閾値未満（本例では、最小値である $0.2\mu\text{m}$ ）である。これにより、第1のポンプ106と第2のポンプ107を明確に択一的に選択制御することができる。第1の共振周波数及び第2の共振周波数は、第1のポンプ106及び第2のポンプ107の物理特性及び／又は外部素子により決定されてよい。第1の閾値と第2の閾値とは同じでもよいし異なってもよい。

[0080] 駆動回路108には、第1のポンプ106及び第2のポンプ107が並列

又は直列に接続される。本例では、第1のポンプ106及び第2のポンプ107は、駆動回路108に対して並列に接続される。駆動回路108は、第1の共振周波数（19kHz）に対して所定範囲にある周波数を有する第1の駆動信号（AC電圧）を出力可能である。第1の共振周波数（19kHz）に対して所定範囲にある周波数とは、第1の共振周波数（19kHz）と同一又は近い値の周波数を意味する。本例では、駆動回路108は、19kHzの周波数を有する第1の駆動信号を出力可能である。駆動回路108は、第2の共振周波数（23kHz）に対して所定範囲にある周波数を有する第2の駆動信号（AC電圧）を出力可能である。第2の共振周波数（23kHz）に対して所定範囲にある周波数とは、第2の共振周波数（23kHz）と同一又は近い値の周波数を意味する。本例では、駆動回路108は、23kHzの周波数を有する第2の駆動信号を出力可能である。

[0081] 図5は、第1のポンプ及び第2のポンプの時分割制御を模式的に示す。

[0082] 駆動回路108は、第1の駆動信号及び第2の駆動信号を時分割に切り替えて、第1のポンプ106及び第2のポンプ107に出力する。言い換えれば、駆動回路108は、第1の駆動信号又は第2の駆動信号のいずれか一方を、第1のポンプ106及び第2のポンプ107に出力する。これにより、駆動回路108は、第1のポンプ106及び第2のポンプ107を選択的に時分割制御する。この制御によれば、駆動回路108に第1のポンプ106及び第2のポンプ107が並列又は直列の何れに接続されても、時分割的に選択制御可能である。

[0083] (A)に示す様に、駆動回路108が第1の駆動信号（19kHz）を出力すると、駆動回路108に並列又は直列に接続された第1のポンプ106及び第2のポンプ107の両方に、第1の駆動信号（19kHz）が印加される。第1のポンプ106の共振周波数は19kHzであるため、第1のポンプ106は駆動し、第1の収容体104に流体を吐出する。一方、第2のポンプ107に第1の駆動信号（19kHz）が印加されても、第2のポンプ107の変位量は第1の閾値未満（本例では、最小値）であるため（図4）

、第2のポンプ107は駆動せず、第2の収容体105に流体を吐出しない。あるいは、第2のポンプ107が駆動し第2の収容体105に流体を吐出したとしても、その駆動特性や吐出特性は有意なものではない。即ち、駆動回路108が第1の駆動信号（19kHz）を出力することで、第1のポンプ106のみを有意に駆動制御できる。

[0084] (B)に示す様に、駆動回路108が第2の駆動信号（23kHz）を出力すると、駆動回路108に並列又は直列に接続された第1のポンプ106及び第2のポンプ107の両方に、第2の駆動信号（23kHz）が印加される。第2のポンプ107の共振周波数は23kHzであるため、第2のポンプ107は駆動し、第2の収容体105に流体を吐出する。一方、第1のポンプ106に第2の駆動信号（23kHz）が印加されても、第1のポンプ106の変位量は第2の閾値未満（本例では、最小値）であるため（図4）、第1のポンプ106は駆動せず、第1の収容体104に流体を吐出しない。あるいは、第1のポンプ106が駆動し第1の収容体104に流体を吐出したとしても、その駆動特性や吐出特性は有意なものではない。即ち、駆動回路108が第2の駆動信号（23kHz）を出力することで、第2のポンプ107のみを有意に駆動制御できる。

[0085] 時分割制御の切り替えタイミング（言い換えれば、一方のポンプを制御する時間長さ）は、用途等に応じて可変でよい。例えば、図1の（B）に示す様に、両方の入力部位102、103を同時に膨出させるには、第1の駆動信号及び第2の駆動信号の出力を高頻度に切り替えて、第1のポンプ106及び第2のポンプ107の制御を高頻度に切り替えればよい。一方、片方の入力部位102だけを膨出させるには、第1の駆動信号のみ出力し続けて、第1のポンプ106のみ駆動すればよい。

[0086] 本実施形態によれば、駆動回路108は、異なる周波数の駆動信号を選択的に出力する。これにより、1系統の駆動回路108で、共振周波数の異なる複数のポンプである第1のポンプ106及び第2のポンプ107を駆動することができる。異なる周波数の駆動信号を選択的に出力するだけで第1の

ポンプ１０６及び第２のポンプ１０７を選択的にオンオフできるため、回路の個数や信号本数を削減でき、電子機器１００の小型軽量化を図れる。特性の異なる第１のポンプ１０６及び第２のポンプ１０７を組み合わせることで、提示する触覚を拡張できる。

[0087] １－４．変形例

[0088] 第１のポンプ１０６及び第２のポンプ１０７の共振周波数が異なってさえいればよい。第１のポンプ１０６に２３ｋＨｚ（第２のポンプ１０７の共振周波数）のＡＣ電圧が印加されるとき、第１のポンプ１０６の変位量は最小値でなくてもよい。第２のポンプ１０７に１９ｋＨｚ（第１のポンプ１０６の共振周波数）のＡＣ電圧が印加されるとき、第２のポンプ１０７の変位量は最小値でなくてもよい。要するに、例えば、２３ｋＨｚ（第２のポンプ１０７の共振周波数）のＡＣ電圧が印加されるとき、第２のポンプ１０７の駆動量が最大値となり、同時に、第１のポンプ１０６も最大ではないものの有意に駆動してもよい。例えば、１９ｋＨｚ（第１のポンプ１０６の共振周波数）のＡＣ電圧が印加されるとき、第１のポンプ１０６の駆動量が最大値となり、同時に、第２のポンプ１０７も最大ではないものの有意に駆動してもよい。この様な設計によっても、多様な触覚の提示が可能となる。

[0089] 駆動回路１０８は、第１のポンプ１０６に第１の駆動信号が出力され制御されるとき第１の収容体１０４の応答特性のフィードバックに応じて、第１の駆動信号をキャリブレーションしてもよい。駆動回路１０８は、第２のポンプ１０７に第２の駆動信号が出力され制御されるとき第２の収容体１０５の応答特性のフィードバックに応じて、第２の駆動信号をキャリブレーションしてもよい。

[0090] 駆動回路１０８は、第１のポンプ１０６に第１の駆動信号が出力され制御されるとき第１のポンプ１０６の出力特性及び／又は第１の収容体１０４の応答特性のフィードバックに応じて、第１の駆動信号をキャリブレーションしてもよい。駆動回路１０８は、第２のポンプ１０７に第２の駆動信号が出力され制御されるとき第２のポンプ１０７の出力特性及び／又は第２の

収容体 105 の応答特性のフィードバックに応じて、第 2 の駆動信号をキャリアブレーションしてもよい。

[0091] 2. 第 2 の実施形態

[0092] 以下、既に説明及び図示した構成及び制御等については、図示及び説明を省略し、異なる点を主に図示及び説明する。

[0093] 図 6 は、第 2 の実施形態に係る電子機器の構成を示す。

[0094] 電子機器 200 は、収容体 204、第 1 のポンプ 206、第 2 のポンプ 207（デバイス）及び駆動回路 208 を有する。電子機器 200 は、さらに、触覚提示レイヤ 101（図 1）を有してもよい。

[0095] 第 1 のポンプ 206 及び第 2 のポンプ 207 は、1 個の収容体 204（バルーン）に並列又は直列に接続される。本例では、第 1 のポンプ 206 及び第 2 のポンプ 207 は、収容体 204 に対して並列に接続される。

[0096] 第 1 のポンプ 206 は、収容体 204 に流体を吐出する正圧ポンプである。第 2 のポンプ 207 は、同じ収容体 204 から流体を吸引する負圧ポンプである。第 1 のポンプ 206 及び第 2 のポンプ 207 は、周波数特性が異なり、共振周波数が異なる。例えば、第 1 のポンプ 206 の第 1 の共振周波数は、19 kHz である。第 2 のポンプ 207 の第 2 の共振周波数は、23 kHz である。

[0097] 駆動回路 208 には、第 1 のポンプ 206 及び第 2 のポンプ 207 が並列又は直列に接続される。本例では、第 1 のポンプ 206 及び第 2 のポンプ 207 は、駆動回路 208 に対して並列に接続される。駆動回路 208 は、第 1 の駆動信号（19 kHz）及び第 2 の駆動信号（23 kHz）を時分割に切り替えて、第 1 のポンプ 206 及び第 2 のポンプ 207 に出力し、第 1 のポンプ 206 及び第 2 のポンプ 207 を選択的に時分割制御する。

[0098] 図 7 は、収容体の応答特性を模式的に示す。

[0099] (A) は、収容体 204 に対して流体を時分割で吐出及び吸引したときの収容体 204 の内圧の変化を示し、横軸は時間、縦軸は圧力（kPa）である。(B) は、第 1 のポンプ 206 及び第 2 のポンプ 207 を制御して、収

容器 204 に対して流体を時分割で吐出及び吸引したときの収容体 204 の正の変位量（膨張量）の変化を模式的に示し、横軸は時間、縦軸は変位量である。（C）は、第 1 のポンプ 206 のみを制御して、収容体 204 に対して流体を吐出したときの収容体 204 の正の変位量（膨張量）の変化を模式的に示し、横軸は時間、縦軸は変位量である。

[0100] 駆動回路 208 による選択制御の 1 サイクルを説明する。まず、（A）の上段に示す様に、駆動回路 208 は、第 1 の駆動信号（19 kHz）を第 1 のポンプ 206 及び第 2 のポンプ 207 に出力することで第 1 のポンプ 206（正圧ポンプ）を制御し、収容体 204 に流体を吐出させ、収容体 204 を膨張させる。次に、（A）の下段に示す様に、駆動回路 208 は、第 2 の駆動信号（23 kHz）を第 1 のポンプ 206 及び第 2 のポンプ 207 に出力することで第 2 のポンプ 207（負圧ポンプ）を制御し、収容体 204 から流体を吸引させ、収容体 204 を収縮させる。

[0101] （B）は、駆動回路 208 が第 1 のポンプ 206 及び第 2 のポンプ 207 を選択的に制御するときの収容体 204 の応答特性を示す。収容体 204 に流体が吐出され、吐出停止直後に流体が積極的に吸引されることで、収容体 204 は膨張後急激に収縮する。即ち、（B）に示す様に、収容体 204 の正の変位量（膨張量）がピークに達してから基準状態に戻るまでの下り勾配が、比較的急峻である。

[0102] 一方、（C）は、第 2 のポンプ 207 を駆動せずに第 1 のポンプ 206 のみ駆動するときの例である。（C）は、第 1 のポンプ 206 に第 1 の駆動信号が出力され制御されるときに収容体 204 の応答特性を示す。収容体 204 に流体が吐出され、吐出停止後、流体は吸引されずに自然に収容体 204 から抜けることで、膨張した収容体 204 は基準状態に戻る。即ち、（C）に示す様に、収容体 204 の正の変位量（膨張量）がピークに達してから基準状態に戻るまでの下り勾配が、比較的緩慢である。

[0103] この様に、（B）の第 1 のポンプ 206 及び第 2 のポンプ 207 を選択的に制御するときの収容体 204 の応答特性と、（C）の第 1 のポンプ 206

のみを駆動するときの収容体 204 の応答特性とは異なる。

[0104] 本実施形態によれば、1 個の収容体 204 に対し、正圧の第 1 のポンプ 206 及び負圧の第 2 のポンプ 207 を周波数可変で選択する。選択制御が、周波数の切り替えだけで済むため、第 1 のポンプ 206 及び負圧の第 2 のポンプ 207 の切り替えを即座に行える。これにより、吐出及び吸入の応答特性が向上できる。低帯域から広帯域までの振動やクリック感の様な多様な触覚を提示できる。

[0105] 第 1 のポンプ 206 を正圧ポンプ、第 2 のポンプ 207 を負圧ポンプとすることで、駆動回路 208 からの駆動信号の周波数を変えることで、吸入又は吐出のいずれか一方を選択的に行う電子機器 200（吸入吐出デバイス）を実現することも可能である。この場合、第 1 のポンプ 206 と第 2 のポンプ 207 とを 1 個の筐体に収容した電子機器 200（吸入吐出デバイス）として構成してもよい。

[0106] 3. 第 3 の実施形態

[0107] 図 8 は、第 3 の実施形態に係る電子機器の構成を示す。

[0108] 電子機器 300 は、収容体 304、第 1 のポンプ 306、第 2 のポンプ 307（デバイス）及び駆動回路 308 を有する。電子機器 300 は、さらに、触覚提示レイヤ 101（図 1）を有してもよい。

[0109] 第 1 のポンプ 306 及び第 2 のポンプ 307 は、1 個の収容体 304（バルーン）に並列又は直列に接続される。本例では、第 1 のポンプ 306 及び第 2 のポンプ 307 は、収容体 304 に対して直列に接続される。

[0110] 第 1 のポンプ 306 及び第 2 のポンプ 307 は、収容体 304 に流体を吐出する正圧ポンプである。第 1 のポンプ 306 及び第 2 のポンプ 307 は、流量及び／又は圧力が異なり、本例では、流量及び圧力の両方が異なる。第 1 のポンプ 306 は、第 2 のポンプ 307 に比べて、流量が大きく（流速が速く）、圧力が小さい。一方、第 2 のポンプ 307 は、第 1 のポンプ 306 に比べて、流量が小さく（流速が遅く）、圧力が大きい。第 1 のポンプ 306 及び第 2 のポンプ 307 は、周波数特性が異なり、共振周波数が異なる。

例えば、第1のポンプ306の第1の共振周波数は、19kHzである。第2のポンプ307の第2の共振周波数は、23kHzである。

[0111] 駆動回路308には、第1のポンプ306及び第2のポンプ307が並列又は直列に接続される。本例では、第1のポンプ306及び第2のポンプ307は、駆動回路308に対して並列に接続される。駆動回路108は、第1の駆動信号（19kHz）及び第2の駆動信号（23kHz）を時分割に切り替えて、第1のポンプ306及び第2のポンプ307に出力し、第1のポンプ306及び第2のポンプ307を選択的に時分割制御する。

[0112] 図9は、収容体の応答特性を模式的に示す。

[0113] (A)は、駆動回路308が第2の駆動信号（23kHz）を断続的に第1のポンプ306及び第2のポンプ307に出力し、第2のポンプ307（流量小、圧力大）を制御し続けるときの、収容体304の応答特性を模式的に示す。(A)の横軸は時間、縦軸は収容体304の圧力である。第2のポンプ307は、流量が小さく（流速が遅く）、圧力が大きい。このため、収容体304が膨張し始めピークに達するまでの上り勾配と、ピークに達してから基準状態に戻るまでの下り勾配とが、比較的緩慢である。このため、比較的大ぶりの隆起の触覚（つるつる、でこぼこ）を提示することができる。

[0114] (B)は、駆動回路308が第1の駆動信号（19kHz）を断続的に第1のポンプ306及び第2のポンプ307に出力し、第1のポンプ306（流量大、圧力小）を制御し続けるときの、収容体304の応答特性を模式的に示す。(B)の横軸は時間、縦軸は収容体304の圧力である。第1のポンプ306は、流量が大きく（流速が速く）、圧力が小さい。このため、収容体304が膨張し始めピークに達するまでの上り勾配と、ピークに達してから基準状態に戻るまでの下り勾配とが、比較的急峻である。このため、比較的細かな不平滑な触覚（ざらざら）や振動を提示することができる。

[0115] (C)は、収容体304に対して流体を時分割で吐出及び吸引したときの収容体304の内圧の変化を示し、横軸は時間（ms）、縦軸は電圧（V）及び収容体304の圧力（kPa）である。電圧（V）は、駆動回路308

が出力する駆動信号のオンオフを示す。

[0116] まず、(a) に示す様に、駆動回路308は、第2の駆動信号(23kHz)を第1のポンプ306及び第2のポンプ307に出力することで第2のポンプ307(流量小、圧力大)を制御し、収容体304に流体を吐出させる。(b) に示す様に、第2のポンプ307は、流量が小さいため、収容体304の圧力が比較的緩慢に上昇する。第2の駆動信号がオフされると、収容体304から流体が抜け始め、収容体304の圧力が比較的緩慢に下降する。

[0117] 次に、(c) に示す様に、駆動回路308は、第1の駆動信号(19kHz)を第1のポンプ306及び第2のポンプ307に出力することで第1のポンプ306(流量大、圧力小)を制御し、収容体304に流体を吐出させる。(d) に示す様に、第1のポンプ306は、流量が大きいため、収容体304の圧力が比較的急峻に上昇する。第2の駆動信号がオフされると、収容体304から流体が抜け始め、収容体304の圧力が比較的急峻に下降する。

[0118] (C) に示す様に、(b) に示す第2のポンプ307の制御による収容体304の変形と、(d) に示す第1のポンプ306の制御による収容体304の変形とを連続させる。これにより、(A) に示す第2のポンプ307を制御し続けるときの収容体304の応答特性とも異なり、(B) に示す第1のポンプ306を制御し続けるときの収容体304の応答特性とも異なる、合成応答特性を実現することができる。

[0119] 本実施形態によれば、駆動回路308が第1の駆動信号を出力して第1のポンプ306を制御するときと、第2の駆動信号を出力して第2のポンプ307を制御するときとで、異なる触覚をユーザに提示する。具体的には、第1のポンプ306(流量大、圧力小)及び第2のポンプ307(流量小、圧力大)を時分割的に選択制御する。これにより、比較的大ぶりの隆起の触覚(つつる、でこぼこ)と、比較的細かな不平滑な触覚(ざらざら)や振動といった、異なる表現の触覚を提示することができる。また、第1のポンプ

306（流量大、圧力小）及び第2のポンプ307（流量小、圧力大）を比較的高頻度に切り替えることで、上記の異なる表現の触覚を時分割的に組み合わせた、多様な触覚提示が可能となる。

[0120] 4. 第4の実施形態

[0121] 第4の実施形態の電子機器の構成は、第3の実施形態の電子機器300の構成（図8）と同じである。

[0122] 図10は、第4の実施形態の収容体の応答特性を模式的に示す。

[0123] 横軸は時間、縦軸は収容体304の圧力である。（A）に示す様に、第1のポンプ306（流量大、圧力小）は、流量が大きい（流速が速い）ため、収容体304が所定の圧力（ユーザが触覚を感じることが可能な閾値）に比較的時間で到達する。

[0124] （B）に示す様に、第2のポンプ307（流量小、圧力大）は、流量が小さい（流速が遅い）ため、収容体304が所定の圧力（ユーザが触覚を感じることが可能な閾値）に到達するのに比較的時間がかかる。

[0125] そこで、（C）に示す様に、駆動回路308は、まず、第1の駆動信号（19kHz）を第1のポンプ306及び第2のポンプ307に出力することで第1のポンプ306（流量大、圧力小）を制御し、収容体304に流体を急激に吐出させる。第1のポンプ306は、流量が大きいため、収容体304の圧力が比較的急峻に上昇し、所定の圧力（ユーザが触覚を感じることが可能な閾値）に到達する。これにより、制御開始から短時間で、ユーザに触覚を提示することができる。

[0126] 駆動回路308は、次に、第2の駆動信号（23kHz）を第1のポンプ306及び第2のポンプ307に出力することで第2のポンプ307（流量小、圧力大）を制御し、収容体304に流体を吐出させる。第2のポンプ307は圧力が大きいため、強い圧迫をユーザに触覚として提示することができる。

[0127] 本実施形態によれば、第1のポンプ306（流量大、圧力小）及び第2のポンプ307（流量小、圧力大）を時分割的に選択制御する。これにより、

応答性が良く且つ高圧力の触感を提示することができる。

[0128] 5. 第5の実施形態

[0129] 図11は、第5の実施形態に係る電子機器の構成を示す。

[0130] 電子機器500は、収容体504、第1のポンプ506、第2のポンプ507（デバイス）、バルブ509（デバイス）及び駆動回路508を有する。電子機器500は、さらに、触覚提示レイヤ101（図1）を有してもよい。

[0131] 第1のポンプ506及び第2のポンプ507は、バルブ509に並列又は直列に接続される。本例では、第1のポンプ506及び第2のポンプ507は、バルブ509に対して並列に接続される。バルブ509には、収容体504（バルーン）が接続される。第1のポンプ506及び第2のポンプ507は正圧ポンプでよい。

[0132] 駆動回路508には、第1のポンプ506及び第2のポンプ507が並列又は直列に接続される。本例では、第1のポンプ506及び第2のポンプ507は、駆動回路508に対して並列に接続される。例えば、第1のポンプ506の第1の共振周波数は、19kHzである。第2のポンプ507の第2の共振周波数は、23kHzである。バルブ509は、DC制御される。駆動回路508は、DC電圧、第1の駆動信号（19kHzのAC電圧）及び第2の駆動信号（23kHzのAC電圧）を時分割に切り替えて、バルブ509、第1のポンプ506及び第2のポンプ507に出力し、バルブ509、第1のポンプ506及び第2のポンプ507を選択的に時分割制御する。駆動回路508は、Hブリッジ回路でよい。

[0133] 図12は、収容体及びバルブの応答特性を模式的に示す。

[0134] (A)に示す様に、駆動回路508は、バルブ509、第1のポンプ506及び第2のポンプ507に対して、DC電圧を出力し、第1の駆動信号又は第2の駆動信号の何れか一方を出力する。すると、第1のポンプ506又は第2のポンプ507の何れか一方がオンとなり、バルブ509が開放して収容体504に流体を吐出し、収容体504が膨張する。

[0135] (B) に示す様に、次に、駆動回路508は、バルブ509、第1のポンプ506及び第2のポンプ507に対して、DC電圧の出力を停止し、第1の駆動信号又及び第2の駆動信号の出力を停止する。すると、第1のポンプ506及び第2のポンプ507がオフとなり、バルブ509が閉塞し、(A)の収容体504の膨張が維持される。

[0136] (C) に示す様に、次に、駆動回路508は、バルブ509、第1のポンプ506及び第2のポンプ507に対して、DC電圧を出力し、第1の駆動信号又及び第2の駆動信号の出力を停止し続ける。すると、第1のポンプ506及び第2のポンプ507はオフのままであり、バルブ509が開放し、収容体504内の流体が排気され、収容体504が収縮する。

[0137] 本実施形態によれば、第1のポンプ506及び第2のポンプ507（共振周波数パルス制御）とバルブ509（DC制御）を1系統の駆動回路で制御することにより、回路の個数や信号本数を削減しつつ、バルブ509の膨張、膨張維持及び収縮の提示が可能となる。駆動回路508は、周波数、電圧、電流及び／又はパルス幅を変更することで、駆動回路は、周波数、電圧、電流及び／又はパルス幅を変更することで、第1のポンプ506及び第2のポンプ507とバルブ509とを選択的に制御すればよい。

[0138] 6. 第6の実施形態

[0139] 図13は、第6の実施形態に係る電子機器の構成を示す。

[0140] 電子機器600は、第1の収容体604、第2の収容体605、第1のポンプ606、第2のポンプ607（デバイス）、LRA（リニア共振アクチュエータ）／モータ609（デバイス）、レベルシフタ／分圧回路610及び駆動回路608を有する。電子機器600は、さらに、触覚提示レイヤ101（図1）を有してもよい。

[0141] 第1のポンプ606には、第1の収容体604が接続される。第2のポンプ607には、第2の収容体605が接続される。

[0142] 駆動回路608には、LRA／モータ609、第1のポンプ606及び第2のポンプ607が並列又は直列に接続される。本例では、LRA／モータ

609、第1のポンプ606及び第2のポンプ607は、駆動回路608に対して並列に接続される。駆動回路608とLRA／モータ609との間には、レベルシフタ／分圧回路610が接続される。例えば、第1のポンプ206の第1の共振周波数は、19kHzである。第2のポンプ207の第2の共振周波数は、23kHzである。駆動回路608は、第1の駆動信号（19kHzのAC電圧）及び第2の駆動信号（23kHzのAC電圧）を時分割に切り替えて、LRA／モータ609、第1のポンプ606及び第2のポンプ607に出力し、LRA／モータ609、第1のポンプ606及び第2のポンプ607を選択的に時分割制御する。

[0143] 本実施形態によれば、レベルシフタ／分圧回路610を設けることで、第1のポンプ606及び第2のポンプ607と、LRA／モータ609とを、1系統の駆動回路608で時分割的に選択制御することができる。

[0144] 7. 第7の実施形態

[0145] 図14は、第7の実施形態に係る電子機器の一例を模式的に示す斜視図である。

[0146] 本開示の各実施形態に係る電子機器、例えば、第2の実施形態に係る電子機器200（図6）は、ロボット200として実現可能である。ロボット200の一例として、4脚ペット型ロボットが挙げられる。本例では、触覚提示レイヤ101は、ロボット200の胴体部（特に、腹部や胸部）の表面であり、その内側に収容体204が設けられる。

[0147] 図7の（B）に示す様に、駆動回路208が第1のポンプ206及び第2のポンプ207を選択的に制御することで、収容体204に流体を吐出し、吐出停止直後に流体が積極的に吸引することで、生物の荒い呼吸を表現できる。図7の（C）に示す様に、第1のポンプ206のみ駆動することで、収容体204に流体を吐出し、吐出停止後、流体は吸引されずに自然に収容体204から抜けることで、生物の穏やかな呼吸を表現できる。

[0148] さらに、本開示の各実施形態に係る電子機器、例えば、第2の実施形態に係る電子機器200（図6）は、空気圧を利用したソフトアクチュエータと

しても実現可能である。ソフトアクチュエータの実現態様として、指の関節が屈曲可能なベローズ式ロボットハンド、ベローズの様な昇降機構を実現することが可能となる。さらに、本開示の各実施形態に係る電子機器は、例えば、産業用のエアシリンダー、空気袋、医療用途や血圧計測用のカフ等の様々な態様で実現可能である。さらに、本開示の各実施形態に係る電子機器は、例えば、ユーザの手指の先端に装着して様々な触覚をユーザに提示するウェアラブルデバイスとしても実現可能である。

[0149] 8. 第8の実施形態

[0150] 図15は、第8の実施形態に係る電子機器の構成を示す。

[0151] 電子機器800は、アロマディフューザーである。アロマディフューザー800は、典型的には携帯型かつ小型で、ユーザが自分の鼻先で芳香を嗅ぐためのものである。電子機器800は、第1のポンプ806、第2のポンプ807（デバイス）及び駆動回路808を有する。電子機器800は、触覚提示レイヤ101（図1）及び収容体（バルーン）を有さない。

[0152] 第1のポンプ806は、大気中に流体を吐出する正圧ポンプである。第2のポンプ807は、大気中から流体を吸引する負圧ポンプである。流体は、香料を含有し、典型的には気体であるが液体でもよい。第1のポンプ806及び第2のポンプ807は、周波数特性が異なり、共振周波数が異なる。例えば、第1のポンプ806の第1の共振周波数は、19kHzである。第2のポンプ807の第2の共振周波数は、23kHzである。

[0153] 駆動回路808には、第1のポンプ806及び第2のポンプ807が並列又は直列に接続される。本例では、第1のポンプ806及び第2のポンプ807は、駆動回路808に対して並列に接続される。駆動回路808は、第1の駆動信号（19kHz）及び第2の駆動信号（23kHz）を時分割に切り替えて、第1のポンプ806及び第2のポンプ807に出力し、第1のポンプ806及び第2のポンプ807を選択的に時分割制御する。

[0154] まず、駆動回路808は、第1の駆動信号（19kHz）を第1のポンプ806及び第2のポンプ807に出力することで第1のポンプ806（正圧

ポンプ)を制御し、香料を含有する流体を大気中に吐出させる。次に、駆動回路808は、第2の駆動信号(23kHz)を第1のポンプ806及び第2のポンプ807に出力することで第2のポンプ807(負圧ポンプ)を制御し、大気中から流体を吸引させ、脱臭する。

[0155] 本実施形態によれば、吸引による脱臭が可能となるので、ユーザはパブリックな空間でも周囲を気にせずに芳香を楽しむことが可能になる。また、脱臭が可能となるので、より強い芳香を吐出することが可能となる。なお、収容体を有する電子機器において、流体が香料を含有してもよい。

[0156] 本実施形態では、ユーザは鼻先に電子機器800(アロマディフューザー)を近づけ、鼻先で流体の吐出を触覚的に感じる。このため、電子機器800は、触覚提示レイヤ及び収容体(バルーン)を有さないものの、触覚提示装置であると言える。触覚提示レイヤ及び収容体(バルーン)を有さない触覚提示装置の例としては、例えば、眼圧測定装置、コンテンツ視聴やゲームのプレイの最中に人体や顔に気体を当てて風を感じさせるウェアラブルデバイス、冷却や温感のために人体や顔に気体を当てて風を感じさせるウェアラブルデバイス等が挙げられる。

[0157] 9. 第9の実施形態

[0158] 図16は、第9の実施形態に係る電子機器の一例を模式的に示す。

[0159] 電子機器900は、ヘッドフォン、ヘッドマウントディスプレイの様に、人体の頭部等に装着するウェアラブルデバイスである。

[0160] 図17は、電子機器の構成を示す。

[0161] 電子機器900は、第1の収容体904(バルーン)、第2の収容体905(バルーン)、第1のポンプ906、第2のポンプ907(デバイス)、第1のバルブ909(デバイス)、第2のバルブ903(デバイス)及び駆動回路908を有する。電子機器900は、さらに、触覚提示レイヤを有してもよい。第1の収容体904及び第2の収容体905又はそれらの表面の触覚提示レイヤが、人体の頭部等に接触する。駆動回路908は、Hブリッジ回路でよい。

- [0162] 第1のポンプ906に第1のバルブ909が直列接続され、第1のバルブ909に第1の収容体904が直列接続される。第2のポンプ907に第2のバルブ903が直列接続され、第2のバルブ903に第2の収容体905が直列接続される。第1のポンプ906及び第2のポンプ907は正圧ポンプである。
- [0163] 駆動回路908には、第1のポンプ906及び第2のポンプ907が並列又は直列に接続される。本例では、第1のポンプ906及び第2のポンプ907は、駆動回路908に対して並列に接続される。例えば、第1のポンプ206の第1の共振周波数は、19kHzである。第2のポンプ207の第2の共振周波数は、23kHzである。第1のバルブ909及び第2のバルブ903は、DC制御される。駆動回路908は、DC電圧、第1の駆動信号（19kHzのAC電圧）及び第2の駆動信号（23kHzのAC電圧）を時分割に切り替えて、第1のバルブ909、第2のバルブ903、第1のポンプ906及び第2のポンプ907に出力し、第1のバルブ909及び第2のバルブ903と、第1のポンプ906と、第2のポンプ907とを選択的に時分割制御する。
- [0164] 第1のポンプ906及び第2のポンプ907が自然に排気されるポンプである場合、第1のバルブ909及び第2のバルブ903を設けて、第1の収容体904及び第2の収容体905の膨張を維持する必要がある。一方、第1のポンプ906及び第2のポンプ907が排気機能を持たない場合、第1のバルブ909及び第2のバルブ903を必ずしも設ける必要は無いが、第1の収容体904及び第2の収容体905において排気する機能を設けるのがよい。
- [0165] 電子機器900がヘッドフォン、ヘッドマウントディスプレイの様に、人体の頭部等に装着するウェアラブルデバイスである場合、個人差によって隙間が発生したり、動作した時にズレたりすることがある。そこで、人体と密接すべき接触箇所に、複数（3個以上でもよい）組のポンプ及び収容体（バルーン）を搭載する。個人差を吸収する様に収容体（バルーン）を膨張収縮

させることで、フィッティング用途として実現できる。

[0166] 10. 第10の実施形態

[0167] 本開示の各実施形態に係る電子機器、例えば、第1の実施形態の電子機器100（図2）は車両に搭載されてもよい。電子機器100の触覚提示レイヤ101は、車両において、操作系インターフェースとして機能する車載コンソールや車両の内装面等を構成してもよい。操作系インターフェースにおいて、触覚提示レイヤ101の入力部位102、103（図1）は、入力装置（ボタン）として機能する。

[0168] 図18は、本技術が適用される移動装置制御システムの一例である車両制御システム11の構成例を示すブロック図である。

[0169] 車両制御システム11は、車両1に設けられ、車両1の運転自動化に関わる処理を行う。この運転自動化には、レベル1乃至レベル5の運転自動化、及び、遠隔運転者による車両1の遠隔運転及び遠隔支援が含まれる。

[0170] 車両制御システム11は、車両制御ECU（Electronic Control Unit）21、通信部22、地図情報蓄積部23、位置情報取得部24、外部認識センサ25、車内センサ26、車両センサ27、記憶部28、運転自動化制御部29、DMS（Driver Monitoring System）30、HMI（Human Machine Interface）31、及び、車両制御部32を備える。

[0171] 車両制御ECU21、通信部22、地図情報蓄積部23、位置情報取得部24、外部認識センサ25、車内センサ26、車両センサ27、記憶部28、運転自動化制御部29、DMS30、HMI31、及び、車両制御部32は、通信ネットワーク41を介して相互に通信可能に接続されている。通信ネットワーク41は、例えば、CAN（Controller Area Network）、LIN（Local Interconnect Network）、LAN（Local Area Network）、FlexRay（登録商標）、イーサネット（登録商標）といったデジタル双方向通信の規格に準拠した車載通信ネットワークやバス等により構成される。通信ネットワーク41は、伝送されるデータの種類によって使い分けられてもよい。例えば、車両制御に関するデータに対してCANが適用され、内容

量データに対してイーサネットが適用されるようにしてもよい。なお、車両制御システム 11 の各部は、通信ネットワーク 41 を介さずに、例えば近距離無線通信（NFC（Near Field Communication））やBluetooth（登録商標）といった比較的近距离での通信を想定した無線通信を用いて直接的に接続される場合もある。

[0172] なお、以下、車両制御システム 11 の各部が、通信ネットワーク 41 を介して通信を行う場合、通信ネットワーク 41 の記載を省略するものとする。例えば、車両制御 ECU 21 と通信部 22 が通信ネットワーク 41 を介して通信を行う場合、単に車両制御 ECU 21 と通信部 22 とが通信を行うと記載する。

[0173] 車両制御 ECU 21 は、例えば、CPU（Central Processing Unit）、MPU（Micro Processing Unit）といった各種のプロセッサにより構成される。車両制御 ECU 21 は、車両制御システム 11 全体又は一部の機能の制御を行う。

[0174] 通信部 22 は、車内及び車外の様々な機器、他の車両、サーバ、基地局等と通信を行い、各種のデータの送受信を行う。このとき、通信部 22 は、複数の通信方式を用いて通信を行うことができる。

[0175] 通信部 22 が実行可能な車外との通信について、概略的に説明する。通信部 22 は、例えば、5G（第5世代移動通信システム）、LTE（Long Term Evolution）、DSRC（Dedicated Short Range Communications）等の無線通信方式により、基地局又はアクセスポイントを介して、外部ネットワーク上に存在するサーバ（以下、外部のサーバと呼ぶ）等と通信を行う。通信部 22 が通信を行う外部ネットワークは、例えば、インターネット、クラウドネットワーク、又は、事業者固有のネットワーク等である。通信部 22 が外部ネットワークに対して行う通信方式は、所定以上の通信速度、且つ、所定以上の距離間でデジタル双方向通信が可能な無線通信方式であれば、特に限定されない。

[0176] また例えば、通信部 22 は、P2P（Peer To Peer）技術を用いて、自転車

の近傍に存在する端末と通信を行うことができる。自車の近傍に存在する端末は、例えば、歩行者や自転車等の比較的低速で移動する移動体が装着する端末、店舗等に位置が固定されて設置される端末、又は、MTC (Machine Type Communication) 端末である。さらに、通信部 22 は、V2X 通信を行うこともできる。V2X 通信とは、例えば、他の車両との間の車車間 (Vehicle to Vehicle) 通信、路側器等との間の路車間 (Vehicle to Infrastructure) 通信、家との間 (Vehicle to Home) の通信、及び、歩行者が所持する端末等との間の歩車間 (Vehicle to Pedestrian) 通信等の、自車と他との通信をいう。

[0177] 通信部 22 は、例えば、車両制御システム 11 の動作を制御するソフトウェアを更新するためのプログラムを外部から受信することができる (Over The Air)。通信部 22 は、さらに、地図情報、交通情報、車両 1 の周囲の情報等を外部から受信することができる。また例えば、通信部 22 は、車両 1 に関する情報や、車両 1 の周囲の情報等を外部に送信することができる。通信部 22 が外部に送信する車両 1 に関する情報としては、例えば、車両 1 の状態を示すデータ、認識部 73 による認識結果等がある。さらに例えば、通信部 22 は、e コール等の車両緊急通報システムに対応した通信を行う。

[0178] 例えば、通信部 22 は、電波ビーコン、光ビーコン、FM 多重放送等の道路交通情報通信システム (VICS (Vehicle Information and Communication System) (登録商標)) により送信される電磁波を受信する。

[0179] 通信部 22 が実行可能な車内との通信について、概略的に説明する。通信部 22 は、例えば無線通信を用いて、車内の各機器と通信を行うことができる。通信部 22 は、例えば、無線 LAN、Bluetooth、NFC、WUSB (Wireless USB) といった、無線通信により所定以上の通信速度でデジタル双方向通信が可能な通信方式により、車内の機器と無線通信を行うことができる。これに限らず、通信部 22 は、有線通信を用いて車内の各機器と通信を行うこともできる。例えば、通信部 22 は、図示しない接続端子に接続されるケーブルを介した有線通信により、車内の各機器と通信を行う

ことができる。通信部 22 は、例えば、USB (Universal Serial Bus)、HDMI (High-Definition Multimedia Interface) (登録商標)、MHL (Mobile High-definition Link) といった、有線通信により所定以上の通信速度でデジタル双方向通信が可能な通信方式により、車内の各機器と通信を行うことができる。

[0180] ここで、車内の機器とは、例えば、車内において通信ネットワーク 41 に接続されていない機器を指す。車内の機器としては、例えば、運転者等の車内の利用者が所持するモバイル機器やウェアラブル機器、車内に持ち込まれ一時的に設置される情報機器等が想定される。

[0181] 地図情報蓄積部 23 は、外部から取得した地図及び車両 1 で作成した地図の一方又は両方を蓄積する。例えば、地図情報蓄積部 23 は、3次元の高精度地図、高精度地図より精度が低く、広いエリアをカバーするグローバルマップ等を蓄積する。

[0182] 高精度地図は、例えば、ダイナミックマップ、ポイントクラウドマップ、ベクターマップ等である。ダイナミックマップは、例えば、動的情報、準動的情報、準静的情報、静的情報の4層からなる地図であり、外部のサーバ等から車両 1 に提供される。ポイントクラウドマップは、ポイントクラウド（点群データ）により構成される地図である。ベクターマップは、例えば、車線や信号機の位置といった交通情報等をポイントクラウドマップに対応付け、運転自動化に適合させた地図である。

[0183] ポイントクラウドマップ及びベクターマップは、例えば、外部のサーバ等から提供されてもよいし、カメラ 51、レーダ 52、LiDAR 53 等によるセンシング結果に基づいて、後述するローカルマップとのマッチングを行うための地図として車両 1 で作成され、地図情報蓄積部 23 に蓄積されてもよい。また、外部のサーバ等から高精度地図が提供される場合、通信容量を削減するため、車両 1 がこれから走行する計画経路に関する、例えば数百メートル四方の地図データが外部のサーバ等から取得される。

[0184] 位置情報取得部 24 は、GNSS (Global Navigation Satellite System

）衛星からGNSS信号を受信し、車両1の位置情報を取得する。取得した位置情報は、運転自動化制御部29に供給される。なお、位置情報取得部24は、GNSS信号を用いた方式に限定されず、例えば、ビーコンを用いて位置情報を取得してもよい。

[0185] 外部認識センサ25は、車両1の外部の状況の認識に用いられる各種のセンサを備え、各センサからのセンサデータを車両制御システム11の各部に供給する。外部認識センサ25が備えるセンサの種類や数は任意である。

[0186] 例えば、外部認識センサ25は、カメラ51、レーダ52、LiDAR (Light Detection and Ranging, Laser Imaging Detection and Ranging) 53、及び、超音波センサ54を備える。これに限らず、外部認識センサ25は、カメラ51、レーダ52、LiDAR 53、及び、超音波センサ54のうち1種類以上のセンサを備える構成でもよい。カメラ51、レーダ52、LiDAR 53、及び、超音波センサ54の数は、現実的に車両1に設置可能な数であれば特に限定されない。また、外部認識センサ25が備えるセンサの種類は、この例に限定されず、外部認識センサ25は、他の種類のセンサを備えてもよい。外部認識センサ25が備える各センサのセンシング領域の例は、後述する。

[0187] なお、カメラ51の撮影方式は、特に限定されない。例えば、測距が可能な撮影方式であるToF (Time of Flight) カメラ、ステレオカメラ、単眼カメラ、赤外線カメラといった各種の撮影方式のカメラを、必要に応じてカメラ51に適用することができる。これに限らず、カメラ51は、測距に関わらずに、単に撮影画像を取得するためのものであってもよい。

[0188] また、例えば、外部認識センサ25は、車両1に対する環境を検出するための環境センサを備えることができる。環境センサは、天候、気象、明るさ等の環境を検出するためのセンサであって、例えば、雨滴センサ、霧センサ、日照センサ、雪センサ、照度センサ等の各種センサを含むことができる。

[0189] さらに、例えば、外部認識センサ25は、車両1の周囲の音や音源の位置の検出等に用いられるマイクロフォンを備える。

[0190] 車内センサ 26 は、車内の情報を検出するための各種のセンサを備え、各センサからのセンサデータを車両制御システム 11 の各部に供給する。車内センサ 26 が備える各種センサの種類や数は、現実的に車両 1 に設置可能な種類や数であれば特に限定されない。

[0191] 例えば、車内センサ 26 は、カメラ、レーダ、着座センサ、ステアリングホイールセンサ、マイクロフォン、生体センサのうち 1 種類以上のセンサを備えることができる。車内センサ 26 が備えるカメラとしては、例えば、ToF カメラ、ステレオカメラ、単眼カメラ、赤外線カメラといった、測距可能な各種の撮影方式のカメラを用いることができる。これに限らず、車内センサ 26 が備えるカメラは、測距に関わらずに、単に撮影画像を取得するためのものであってもよい。車内センサ 26 が備える生体センサは、例えば、シートやステアリングホイール等に設けられ、利用者の各種の生体情報を検出する。

[0192] 車両センサ 27 は、車両 1 の状態を検出するための各種のセンサを備え、各センサからのセンサデータを車両制御システム 11 の各部に供給する。車両センサ 27 が備える各種センサの種類や数は、現実的に車両 1 に設置可能な種類や数であれば特に限定されない。

[0193] 例えば、車両センサ 27 は、速度センサ、加速度センサ、角速度センサ（ジャイロセンサ）、及び、それらを統合した慣性計測装置（IMU（Inertial Measurement Unit））を備える。例えば、車両センサ 27 は、ステアリングホイールの操舵角を検出する操舵角センサ、ヨーレートセンサ、アクセルペダルの操作量を検出するアクセルセンサ、及び、ブレーキペダルの操作量を検出するブレーキセンサを備える。例えば、車両センサ 27 は、エンジンやモータの回転数を検出する回転センサ、タイヤの空気圧を検出する空気圧センサ、タイヤのスリップ率を検出するスリップ率センサ、及び、車輪の回転速度を検出する車輪速センサを備える。例えば、車両センサ 27 は、バッテリーの残量及び温度を検出するバッテリーセンサ、並びに、外部からの衝撃を検出する衝撃センサを備える。

- [0194] 記憶部 28 は、不揮発性の記憶媒体及び揮発性の記憶媒体のうち少なくとも一方を含み、データやプログラムを記憶する。記憶部 28 は、例えば E E P R O M (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) 及び R A M (Random Access Memory) として用いられ、記憶媒体としては、H D D (Hard Disc Drive) といった磁気記憶デバイス、半導体記憶デバイス、光記憶デバイス、及び、光磁気記憶デバイスを適用することができる。記憶部 28 は、車両制御システム 11 の各部が用いる各種プログラムやデータを記憶する。例えば、記憶部 28 は、E D R (Event Data Recorder) や D S S A D (Data Storage System for Automated Driving) を備え、事故等のイベントの前後の車両 1 の情報や車内センサ 26 によって取得された情報を記憶する。
- [0195] 運転自動化制御部 29 は、車両 1 の運転自動化機能の制御を行う。例えば、運転自動化制御部 29 は、分析部 61、行動計画部 62、及び、動作制御部 63 を備える。
- [0196] 分析部 61 は、車両 1 及び周囲の状況の分析処理を行う。分析部 61 は、自己位置推定部 71、センサフュージョン部 72、及び、認識部 73 を備える。
- [0197] 自己位置推定部 71 は、外部認識センサ 25 からのセンサデータ、及び、地図情報蓄積部 23 に蓄積されている高精度地図に基づいて、車両 1 の自己位置を推定する。例えば、自己位置推定部 71 は、外部認識センサ 25 からのセンサデータに基づいてローカルマップを生成し、ローカルマップと高精度地図とのマッチングを行うことにより、車両 1 の自己位置を推定する。車両 1 の位置は、例えば、後輪対車軸の中心が基準とされる。
- [0198] ローカルマップは、例えば、S L A M (Simultaneous Localization and Mapping) 等の技術を用いて作成される 3 次元の高精度地図、占有格子地図 (Occupancy Grid Map) 等である。3 次元の高精度地図は、例えば、上述したポイントクラウドマップ等である。占有格子地図は、車両 1 の周囲の 3 次元又は 2 次元の空間を所定の大きさのグリッド (格子) に分割し、グリッド単位で物体の占有状態を示す地図である。物体の占有状態は、例えば、物体の有

無や存在確率により示される。ローカルマップは、例えば、認識部 7 3 による車両 1 の外部の状況の検出処理及び認識処理にも用いられる。

[0199] なお、自己位置推定部 7 1 は、位置情報取得部 2 4 により取得される位置情報、及び、車両センサ 2 7 からのセンサデータに基づいて、車両 1 の自己位置を推定してもよい。

[0200] センサフュージョン部 7 2 は、複数の異なる種類のセンサデータ（例えば、カメラ 5 1 から供給される画像データ、及び、レーダ 5 2 から供給されるセンサデータ）を組み合わせ、情報を得るセンサフュージョン処理を行う。異なる種類のセンサデータを組合せる方法としては、複合、統合、融合、連合等がある。

[0201] 認識部 7 3 は、車両 1 の外部の状況の検出を行う検出処理、及び、車両 1 の外部の状況の認識を行う認識処理を実行する。

[0202] 例えば、認識部 7 3 は、外部認識センサ 2 5 からの情報、自己位置推定部 7 1 からの情報、センサフュージョン部 7 2 からの情報等に基づいて、車両 1 の外部の状況の検出処理及び認識処理を行う。

[0203] 具体的には、例えば、認識部 7 3 は、車両 1 の周囲の物体の検出処理及び認識処理等を行う。物体の検出処理とは、例えば、物体の有無、大きさ、形、位置、動き等を検出する処理である。物体の認識処理とは、例えば、物体の種類等の属性を認識したり、特定の物体を識別したりする処理である。ただし、検出処理と認識処理とは、必ずしも明確に分かれるものではなく、重複する場合がある。

[0204] 例えば、認識部 7 3 は、レーダ 5 2 又は L i D A R 5 3 等によるセンサデータに基づくポイントクラウドを点群の塊毎に分類するクラスタリングを行うことにより、車両 1 の周囲の物体を検出する。これにより、車両 1 の周囲の物体の有無、大きさ、形状、位置が検出される。

[0205] 例えば、認識部 7 3 は、クラスタリングにより分類された点群の塊の動きを追従するトラッキングを行うことにより、車両 1 の周囲の物体の動きを検出する。これにより、車両 1 の周囲の物体の速度及び進行方向（移動ベクト

ル)が検出される。

[0206] 例えば、認識部73は、カメラ51から供給される画像データに基づいて、車両、人、自転車、障害物、構造物、道路、信号機、交通標識、道路標示等を検出又は認識する。また、認識部73は、セマンティックセグメンテーション等の認識処理を行うことにより、車両1の周囲の物体の種類を認識してもよい。

[0207] 例えば、認識部73は、地図情報蓄積部23に蓄積されている地図、自己位置推定部71による自己位置の推定結果、及び、認識部73による車両1の周囲の物体の認識結果に基づいて、車両1の周囲の交通ルールの認識処理を行うことができる。認識部73は、この処理により、信号機の位置及び状態、交通標識及び道路標示の内容、交通規制の内容、並びに、走行可能な車線等を認識することができる。

[0208] 例えば、認識部73は、車両1の周囲の環境の認識処理を行うことができる。認識部73が認識対象とする周囲の環境としては、天候、気温、湿度、明るさ、及び、路面の状態等が想定される。

[0209] 行動計画部62は、車両1の行動計画を作成する。例えば、行動計画部62は、経路計画、経路追従の処理を行うことにより、行動計画を作成する。

[0210] なお、経路計画は、広域的パスプランニング(Global path planning)及び局所的パスプランニング(Local path planning)を含む。広域的パスプランニングは、スタートからゴールまでの大まかな経路を計画する処理を含む。局所的パスプランニングは、軌道計画とも言われ、計画した経路において、車両1の運動特性を考慮して、車両1の近傍で安全かつ滑らかに進行することが可能な軌道生成を行う処理を含む。

[0211] 経路追従とは、経路計画により計画された経路を計画された時間内で安全かつ正確に走行するための動作を計画する処理である。行動計画部62は、例えば、この経路追従の処理の結果に基づき、車両1の目標速度と目標角速度を計算することができる。

[0212] 動作制御部63は、行動計画部62により作成された行動計画を実現する

ために、車両 1 の動作を制御する。

[0213] 例えば、動作制御部 6 3 は、後述する車両制御部 3 2 に含まれる、ステアリング制御部 8 1、ブレーキ制御部 8 2、及び、駆動制御部 8 3 を制御して、軌道計画により計算された軌道を車両 1 が進行するように、横方向車両運動制御及び縦方向車両運動制御を行う。例えば、動作制御部 6 3 は、衝突回避又は衝撃緩和、追従走行、車速維持走行、自車の衝突警告、自車のレーン逸脱警告等の運転者支援機能や、運転者又は遠隔運転者の操作によらない走行等の運転自動化を目的とした制御を行う。

[0214] DMS 3 0 は、車内センサ 2 6 からのセンサデータ、及び、後述する HMI 3 1 に入力される入力データ等に基づいて、運転者の認証処理、及び、運転者の状態の認識処理等を行う。認識対象となる運転者の状態としては、例えば、体調、覚醒度、集中度、疲労度、視線方向、酩酊度、運転操作、姿勢等が想定される。

[0215] なお、DMS 3 0 が、運転者以外の利用者の認証処理、及び、当該利用者の状態の認識処理を行うようにしてもよい。また、例えば、DMS 3 0 が、車内センサ 2 6 からのセンサデータに基づいて、車内の状況の認識処理を行うようにしてもよい。認識対象となる車内の状況としては、例えば、気温、湿度、明るさ、臭い等が想定される。

[0216] HMI 3 1 は、各種のデータや指示等の入力と、各種のデータの利用者への提示を行う。

[0217] HMI 3 1 によるデータの入力について、概略的に説明する。HMI 3 1 は、人がデータを入力するための入力デバイスを備える。HMI 3 1 は、入力デバイスにより入力されたデータや指示等に基づいて入力信号を生成し、車両制御システム 1 1 の各部に供給する。HMI 3 1 は、入力デバイスとして、例えばタッチパネル、ボタン、スイッチ、及び、レバーといった操作子を備える。これに限らず、HMI 3 1 は、音声やジェスチャ等により手動操作以外の方法で情報を入力可能な入力デバイスをさらに備えてもよい。さらに、HMI 3 1 は、例えば、赤外線又は電波を利用したリモートコントロー

ル装置や、車両制御システム 11 の操作に対応したモバイル機器又はウェアラブル機器等の外部接続機器を入力デバイスとして用いてもよい。

- [0218] HMI 31 によるデータの提示について、概略的に説明する。HMI 31 は、利用者又は車外に対する視覚情報、聴覚情報、及び、触覚情報の生成を行う。また、HMI 31 は、生成された各情報の出力、出力内容、出力タイミング及び出力方法等を制御する出力制御を行う。HMI 31 は、視覚情報として、例えば、操作画面、車両 1 の状態表示、警告表示、車両 1 の周囲の状況を示すモニタ画像等の画像や光により示される情報を生成及び出力する。また、HMI 31 は、聴覚情報として、例えば、音声ガイダンス、警告音、警告メッセージ等の音により示される情報を生成及び出力する。さらに、HMI 31 は、触覚情報として、例えば、力、振動、動き等により利用者の触覚に与えられる情報を生成及び出力する。
- [0219] HMI 31 が視覚情報を出力する出力デバイスとしては、例えば、自身が画像を表示することで視覚情報を提示する表示装置や、画像を投影することで視覚情報を提示するプロジェクタ装置を適用することができる。なお、表示装置は、通常のディスプレイを有する表示装置以外にも、例えば、ヘッドアップディスプレイ、透過型ディスプレイ、AR (Augmented Reality) 機能を備えるウェアラブルデバイスといった、利用者の視界内に視覚情報を表示する装置であってもよい。また、HMI 31 は、車両 1 に設けられるナビゲーション装置、インストルメントパネル、CMS (Camera Monitoring System)、電子ミラー、ランプ等が有する表示デバイスを、視覚情報を出力する出力デバイスとして用いることも可能である。
- [0220] HMI 31 が聴覚情報を出力する出力デバイスとしては、例えば、オーディオスピーカ、ヘッドホン、イヤホンを適用することができる。
- [0221] HMI 31 が触覚情報を出力する出力デバイスとしては、例えば、ハプティクス技術を用いたハプティクス素子を適用することができる。ハプティクス素子は、例えば、ステアリングホイール、シートといった、利用者が接触する部分に設けられる。

- [0222] 車両制御部 32 は、車両 1 の各部の制御を行う。車両制御部 32 は、ステアリング制御部 81、ブレーキ制御部 82、駆動制御部 83、ボディ系制御部 84、ライト制御部 85、及び、ホーン制御部 86 を備える。
- [0223] ステアリング制御部 81 は、車両 1 のステアリングシステムの状態の検出及び制御等を行う。ステアリングシステムは、例えば、ステアリングホイール等を備えるステアリング機構、電動パワーステアリング等を備える。ステアリング制御部 81 は、例えば、ステアリングシステムの制御を行うステアリング ECU、ステアリングシステムの駆動を行うアクチュエータ等を備える。
- [0224] ブレーキ制御部 82 は、車両 1 のブレーキシステムの状態の検出及び制御等を行う。ブレーキシステムは、例えば、ブレーキペダル等を含むブレーキ機構、ABS (Antilock Brake System)、回生ブレーキ機構等を備える。ブレーキ制御部 82 は、例えば、ブレーキシステムの制御を行うブレーキ ECU、ブレーキシステムの駆動を行うアクチュエータ等を備える。
- [0225] 駆動制御部 83 は、車両 1 の駆動システムの状態の検出及び制御等を行う。駆動システムは、例えば、アクセルペダル、内燃機関又は駆動用モータ等の駆動力を発生させるための駆動力発生装置、駆動力を車輪に伝達するための駆動力伝達機構等を備える。駆動制御部 83 は、例えば、駆動システムの制御を行う駆動 ECU、駆動システムの駆動を行うアクチュエータ等を備える。
- [0226] ボディ系制御部 84 は、車両 1 のボディ系システムの状態の検出及び制御等を行う。ボディ系システムは、例えば、キーレスエントリシステム、スマートキーシステム、パワーウィンドウ装置、パワーシート、空調装置、エアバッグ、シートベルト、シフトレバー等を備える。ボディ系制御部 84 は、例えば、ボディ系システムの制御を行うボディ系 ECU、ボディ系システムの駆動を行うアクチュエータ等を備える。
- [0227] ライト制御部 85 は、車両 1 の各種のライトの状態の検出及び制御等を行う。制御対象となるライトとしては、例えば、ヘッドライト、バックライト

、フォグライト、ターンシグナル、ブレーキライト、プロジェクション、バンパーの表示等が想定される。ライト制御部 85 は、ライトの制御を行うライト ECU、ライトの駆動を行うアクチュエータ等を備える。

[0228] ホーン制御部 86 は、車両 1 のカーホーンの状態の検出及び制御等を行う。ホーン制御部 86 は、例えば、カーホーンの制御を行うホーン ECU、カーホーンを駆動を行うアクチュエータ等を備える。

[0229] 図 19 は、外部認識センサ 25 のカメラ 51、レーダ 52、L i D A R 53、及び、超音波センサ 54 等によるセンシング領域の例を示す図である。なお、同図において、車両 1 を上面から見た様子が模式的に示され、左端側が車両 1 の前端（フロント）側であり、右端側が車両 1 の後端（リア）側となっている。

[0230] センシング領域 101F 及びセンシング領域 101B は、超音波センサ 54 のセンシング領域の例を示している。センシング領域 101F は、複数の超音波センサ 54 によって車両 1 の前端周辺をカバーしている。センシング領域 101B は、複数の超音波センサ 54 によって車両 1 の後端周辺をカバーしている。

[0231] センシング領域 101F 及びセンシング領域 101B におけるセンシング結果は、例えば、車両 1 の駐車支援等に用いられる。

[0232] センシング領域 102F 乃至センシング領域 102B は、短距離又は中距離用のレーダ 52 のセンシング領域の例を示している。センシング領域 102F は、車両 1 の前方において、センシング領域 101F より遠い位置までカバーしている。センシング領域 102B は、車両 1 の後方において、センシング領域 101B より遠い位置までカバーしている。センシング領域 102L は、車両 1 の左側面の後方の周辺をカバーしている。センシング領域 102R は、車両 1 の右側面の後方の周辺をカバーしている。

[0233] センシング領域 102F におけるセンシング結果は、例えば、車両 1 の前方に存在する車両や歩行者等の検出等に用いられる。センシング領域 102B におけるセンシング結果は、例えば、車両 1 の後方の衝突防止機能等に用

いられる。センシング領域 102L 及びセンシング領域 102R におけるセンシング結果は、例えば、車両 1 の側方の死角における物体の検出等に用いられる。

[0234] センシング領域 103F 乃至センシング領域 103B は、カメラ 51 によるセンシング領域の例を示している。センシング領域 103F は、車両 1 の前方において、センシング領域 102F より遠い位置までカバーしている。センシング領域 103B は、車両 1 の後方において、センシング領域 102B より遠い位置までカバーしている。センシング領域 103L は、車両 1 の左側面の周辺をカバーしている。センシング領域 103R は、車両 1 の右側面の周辺をカバーしている。

[0235] センシング領域 103F におけるセンシング結果は、例えば、信号機や交通標識の認識、車線逸脱防止支援システム、自動ヘッドライト制御システムに用いることができる。センシング領域 103B におけるセンシング結果は、例えば、駐車支援、及び、サラウンドビューシステムに用いることができる。センシング領域 103L 及びセンシング領域 103R におけるセンシング結果は、例えば、サラウンドビューシステムに用いることができる。

[0236] センシング領域 104 は、L i D A R 53 のセンシング領域の例を示している。センシング領域 104 は、車両 1 の前方において、センシング領域 103F より遠い位置までカバーしている。一方、センシング領域 104 は、センシング領域 103F より左右方向の範囲が狭くなっている。

[0237] センシング領域 104 におけるセンシング結果は、例えば、周辺車両等の物体検出に用いられる。

[0238] センシング領域 105 は、長距離用のレーダ 52 のセンシング領域の例を示している。センシング領域 105 は、車両 1 の前方において、センシング領域 104 より遠い位置までカバーしている。一方、センシング領域 105 は、センシング領域 104 より左右方向の範囲が狭くなっている。

[0239] センシング領域 105 におけるセンシング結果は、例えば、A C C (Adaptive Cruise Control)、緊急ブレーキ、衝突回避等に用いられる。

[0240] なお、外部認識センサ 25 が含むカメラ 51、レーダ 52、L i D A R 53、及び、超音波センサ 54 の各センサのセンシング領域は、同図以外に各種の構成をとってもよい。具体的には、超音波センサ 54 が車両 1 の側方もセンシングするようにしてもよいし、L i D A R 53 が車両 1 の後方をセンシングするようにしてもよい。また、各センサの設置位置は、上述した各例に限定されない。また、各センサの数は、1 つでもよいし、複数であってもよい。

[0241] 本開示は、以下の各構成を有してもよい。

(1)

流体を吐出及び／又は吸引する第 1 のポンプと、
前記第 1 のポンプと異なるデバイスと、
前記第 1 のポンプ及び前記デバイスを選択的に制御する駆動回路と
を具備する電子機器。

(2)

上記 (1) に記載の電子機器であって、
前記第 1 のポンプは、第 1 の共振周波数を有し、
前記デバイスは、第 2 の共振周波数を有し、流体を吐出及び／又は吸引する第 2 のポンプであり、

前記駆動回路は、前記第 1 のポンプ及び前記第 2 のポンプに対して、前記第 1 の共振周波数に対して所定範囲にある周波数を有する第 1 の駆動信号又は前記第 2 の共振周波数に対して所定範囲にある周波数を有する第 2 の駆動信号のいずれか一方を選択的に出力することにより、前記第 1 のポンプ及び前記第 2 のポンプを選択的に制御する
電子機器。

(3)

上記 (2) に記載の電子機器であって、
前記第 1 のポンプに前記第 2 の駆動信号が印加されるとき、前記第 1 のポンプの変位量は第 1 の閾値未満であり、

前記第 2 のポンプに前記第 1 の駆動信号が印加されるとき、前記第 2 のポンプの変位量は第 2 の閾値未満である

電子機器。

(4)

上記(2)又は(3)に記載の電子機器であって、

前記第 1 のポンプを介して吐出及び／又は吸引される流体を収容し、前記流体の吐出及び／又は吸引に伴い変形する収容体

をさらに具備する電子機器。

(5)

上記(4)に記載の電子機器であって、

前記収容体は、可撓性を有する

電子機器。

(6)

上記(4)又は(5)に記載の電子機器であって、

前記収容体は、さらに、前記第 2 のポンプを介して吐出及び／又は吸引される流体を収容し、前記流体の吐出及び／又は吸引に伴い変形し、

前記駆動回路が前記第 1 のポンプ及び前記第 2 のポンプを選択的に制御するときの前記収容体の応答特性は、前記第 1 のポンプに前記第 1 の駆動信号が出力され制御されるときの前記収容体の応答特性と異なり、且つ、前記第 2 のポンプに前記第 2 の駆動信号が出力され制御されるときの前記収容体の応答特性と異なる

電子機器。

(7)

上記(4)乃至(6)の何れか一項に記載の電子機器であって、

前記第 1 のポンプは、流体を吐出する正圧ポンプであり、

前記第 2 のポンプは、流体を吸引する負圧ポンプである

電子機器。

(8)

上記（４）乃至（７）の何れか一項に記載の電子機器であって、

前記駆動回路は、前記第１の駆動信号を前記第１のポンプ及び前記第２のポンプに出力して前記第１のポンプに流体を吐出させ、次に、前記第２の駆動信号を前記第１のポンプ及び前記第２のポンプに出力して前記第２のポンプに流体を吸引させる制御を行い、

前記制御による前記収容体の応答特性は、前記第１のポンプに前記第１の駆動信号が出力され制御されるときの前記収容体の応答特性と異なる

電子機器。

（９）

上記（１）乃至（８）の何れか一項に記載の電子機器であって、

前記流体は、香料を含有する

電子機器。

（１０）

上記（２）乃至（９）の何れか一項に記載の電子機器であって、

前記駆動回路が前記第１の駆動信号を出力して前記第１のポンプを制御するときと、前記第２の駆動信号を出力して前記第２のポンプを制御するときとで、異なる触覚をユーザに提示する

電子機器。

（１１）

上記（２）乃至（１０）の何れか一項に記載の電子機器であって、

前記第１のポンプと前記第２のポンプとは、流量及び／又は圧力が異なる電子機器。

（１２）

上記（１）乃至（１１）の何れか一項に記載の電子機器であって、

前記第１のポンプは、第１の共振周波数を有し、

前記デバイスは、ＤＣ制御され、

前記駆動回路は、前記第１のポンプ及び前記デバイスに対して、前記第１の共振周波数に対して所定範囲にある周波数を有する第１の駆動信号又はＤ

C電圧のいずれか一方を選択的に出力することにより、前記第1のポンプ及び前記デバイスを選択的に制御する

電子機器。

(13)

上記(1)乃至(12)の何れか一項に記載の電子機器であって、
前記駆動回路は、前記第1のポンプ及び前記デバイスを時分割制御することにより、前記第1のポンプ及び前記デバイスを選択的に制御する

電子機器。

(14)

上記(1)乃至(13)の何れか一項に記載の電子機器であって、
2以上の前記デバイスを具備する電子機器。

(15)

上記(1)乃至(14)の何れか一項に記載の電子機器であって、
前記第1のポンプ及び前記デバイスは、前記駆動回路に対して並列又は直列に接続される

電子機器。

(16)

上記(1)乃至(15)の何れか一項に記載の電子機器であって、
前記駆動回路は、周波数、電圧、電流及び／又はパルス幅を変更することで、前記第1のポンプ及び前記デバイスを選択的に制御する

電子機器。

(17)

上記(2)に記載の電子機器であって、
前記第1のポンプの前記第1の共振周波数は、前記第1のポンプの物理特性及び／又は外部素子により決定される

電子機器。

(18)

上記（１）乃至（１７）の何れか一項に記載の電子機器であって、
前記第１のポンプは圧電素子又はモータによって駆動される
電子機器。

（１９）

上記（４）乃至（９）の何れか一項に記載の電子機器であって、
前記駆動回路は、前記第１のポンプに前記第１の駆動信号が出力され制御
されるときの前記収容体の応答特性のフィードバックに応じて、前記第１の
駆動信号をキャリアブレーションする
電子機器。

（２０）

上記（４）乃至（９）の何れか一項に記載の電子機器であって、
前記駆動回路は、前記第１のポンプに前記第１の駆動信号が出力され制御
されるときの前記第１のポンプの出力特性及び／又は前記収容体の応答特性
のフィードバックに応じて、前記第１の駆動信号をキャリアブレーションする
電子機器。

（２１）

上記（１）乃至（２０）の何れか一項に記載の電子機器であって、
前記駆動回路と前記デバイスとの間に設けられたレベルシフタ及び／又は
分圧回路
をさらに具備する電子機器。

（２２）

流体を吐出及び／又は吸引する第１のポンプと、
前記第１のポンプと異なるデバイスと、
前記第１のポンプ及び前記デバイスを選択的に制御する駆動回路と
を具備する流体制御装置。

（２３）

流体を吐出及び／又は吸引する第１のポンプと、
前記第１のポンプと異なるデバイスと、

前記第 1 のポンプ及び前記デバイスを選択的に制御する駆動回路と
を具備する触覚提示装置。

(2 4)

駆動回路が、流体を吐出及び／又は吸引する第 1 のポンプと、前記第 1 の
ポンプと異なるデバイスとを選択的に制御する
流体制御方法。

(2 5)

流体を吐出及び／又は吸引する第 1 のポンプと、
前記第 1 のポンプと異なるデバイスと、
前記第 1 のポンプ及び前記デバイスを選択的に制御する駆動回路と
を有する触覚提示装置
を具備する車両。

[0242] 本技術の各実施形態及び各変形例について上に説明したが、本技術は上述
の実施形態にのみ限定されるものではなく、本技術の要旨を逸脱しない範囲
内において種々変更を加え得ることは勿論である。

符号の説明

[0243] 電子機器 1 0 0
触覚提示レイヤ 1 0 1
入力部位 1 0 2、1 0 3
第 1 の収容体 1 0 4
第 2 の収容体 1 0 5
第 1 のポンプ 1 0 6
第 2 のポンプ 1 0 7
駆動回路 1 0 8

請求の範囲

- [請求項1] 流体を吐出及び／又は吸引する第1のポンプと、
前記第1のポンプと異なるデバイスと、
前記第1のポンプ及び前記デバイスを選択的に制御する駆動回路と
を具備する電子機器。
- [請求項2] 請求項1に記載の電子機器であって、
前記第1のポンプは、第1の共振周波数を有し、
前記デバイスは、第2の共振周波数を有し、流体を吐出及び／又は
吸引する第2のポンプであり、
前記駆動回路は、前記第1のポンプ及び前記第2のポンプに対して
、前記第1の共振周波数に対して所定範囲にある周波数を有する第1
の駆動信号又は前記第2の共振周波数に対して所定範囲にある周波数
を有する第2の駆動信号のいずれか一方を選択的に出力することによ
り、前記第1のポンプ及び前記第2のポンプを選択的に制御する
電子機器。
- [請求項3] 請求項2に記載の電子機器であって、
前記第1のポンプに前記第2の駆動信号が印加されるとき、前記第
1のポンプの変位量は第1の閾値未満であり、
前記第2のポンプに前記第1の駆動信号が印加されるとき、前記第
2のポンプの変位量は第2の閾値未満である
電子機器。
- [請求項4] 請求項2に記載の電子機器であって、
前記第1のポンプを介して吐出及び／又は吸引される流体を収容し
、前記流体の吐出及び／又は吸引に伴い変形する収容体
をさらに具備する電子機器。
- [請求項5] 請求項4に記載の電子機器であって、
前記収容体は、可撓性を有する
電子機器。

- [請求項6] 請求項4に記載の電子機器であって、
前記収容体は、さらに、前記第2のポンプを介して吐出及び／又は吸引される流体を収容し、前記流体の吐出及び／又は吸引に伴い変形し、
前記駆動回路が前記第1のポンプ及び前記第2のポンプを選択的に制御するときの前記収容体の応答特性は、前記第1のポンプに前記第1の駆動信号が出力され制御されるときの前記収容体の応答特性と異なり、且つ、前記第2のポンプに前記第2の駆動信号が出力され制御されるときの前記収容体の応答特性と異なる
電子機器。
- [請求項7] 請求項4に記載の電子機器であって、
前記第1のポンプは、流体を吐出する正圧ポンプであり、
前記第2のポンプは、流体を吸引する負圧ポンプである
電子機器。
- [請求項8] 請求項4に記載の電子機器であって、
前記駆動回路は、前記第1の駆動信号を前記第1のポンプ及び前記第2のポンプに出力して前記第1のポンプに流体を吐出させ、次に、前記第2の駆動信号を前記第1のポンプ及び前記第2のポンプに出力して前記第2のポンプに流体を吸引させる制御を行い、
前記制御による前記収容体の応答特性は、前記第1のポンプに前記第1の駆動信号が出力され制御されるときの前記収容体の応答特性と異なる
電子機器。
- [請求項9] 請求項1に記載の電子機器であって、
前記流体は、香料を含有する
電子機器。
- [請求項10] 請求項2に記載の電子機器であって、
前記駆動回路が前記第1の駆動信号を出力して前記第1のポンプを

制御するときと、前記第2の駆動信号を出力して前記第2のポンプを制御するときとで、異なる触覚をユーザに提示する

電子機器。

[請求項11]

請求項2に記載の電子機器であって、

前記第1のポンプと前記第2のポンプとは、流量及び／又は圧力が異なる

電子機器。

[請求項12]

請求項1に記載の電子機器であって、

前記第1のポンプは、第1の共振周波数を有し、

前記デバイスは、DC制御され、

前記駆動回路は、前記第1のポンプ及び前記デバイスに対して、前記第1の共振周波数に対して所定範囲にある周波数を有する第1の駆動信号又はDC電圧のいずれか一方を選択的に出力することにより、前記第1のポンプ及び前記デバイスを選択的に制御する

電子機器。

[請求項13]

請求項1に記載の電子機器であって、

前記駆動回路は、前記第1のポンプ及び前記デバイスを時分割制御することにより、前記第1のポンプ及び前記デバイスを選択的に制御する

電子機器。

[請求項14]

請求項1に記載の電子機器であって、

2以上の前記デバイス

を具備する電子機器。

[請求項15]

請求項1に記載の電子機器であって、

前記第1のポンプ及び前記デバイスは、前記駆動回路に対して並列又は直列に接続される

電子機器。

[請求項16]

請求項1に記載の電子機器であって、

前記駆動回路は、周波数、電圧、電流及び／又はパルス幅を変更することで、前記第 1 のポンプ及び前記デバイスを選択的に制御する電子機器。

[請求項17] 請求項 2 に記載の電子機器であって、
前記第 1 のポンプの前記第 1 の共振周波数は、前記第 1 のポンプの物理特性及び／又は外部素子により決定される電子機器。

[請求項18] 請求項 1 に記載の電子機器であって、
前記第 1 のポンプは圧電素子又はモータによって駆動される電子機器。

[請求項19] 請求項 4 に記載の電子機器であって、
前記駆動回路は、前記第 1 のポンプに前記第 1 の駆動信号が出力され制御されるときの前記収容体の応答特性のフィードバックに応じて、前記第 1 の駆動信号をキャリアブレーションする電子機器。

[請求項20] 請求項 4 に記載の電子機器であって、
前記駆動回路は、前記第 1 のポンプに前記第 1 の駆動信号が出力され制御されるときの前記第 1 のポンプの出力特性及び／又は前記収容体の応答特性のフィードバックに応じて、前記第 1 の駆動信号をキャリアブレーションする電子機器。

[請求項21] 請求項 1 に記載の電子機器であって、
前記駆動回路と前記デバイスとの間に設けられたレベルシフタ及び／又は分圧回路
をさらに具備する電子機器。

[請求項22] 流体を吐出及び／又は吸引する第 1 のポンプと、
前記第 1 のポンプと異なるデバイスと、
前記第 1 のポンプ及び前記デバイスを選択的に制御する駆動回路と

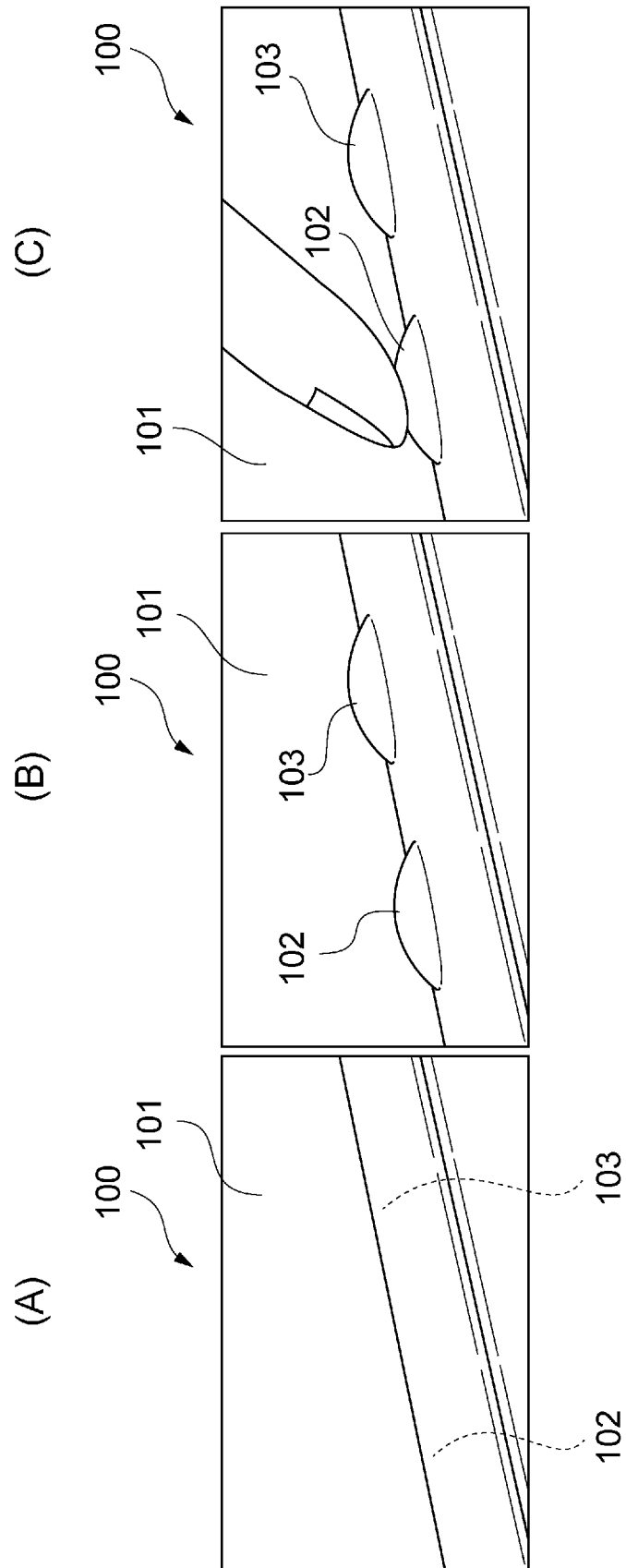
を具備する流体制御装置。

[請求項23] 流体を吐出及び／又は吸引する第1のポンプと、
前記第1のポンプと異なるデバイスと、
前記第1のポンプ及び前記デバイスを選択的に制御する駆動回路と
を具備する触覚提示装置。

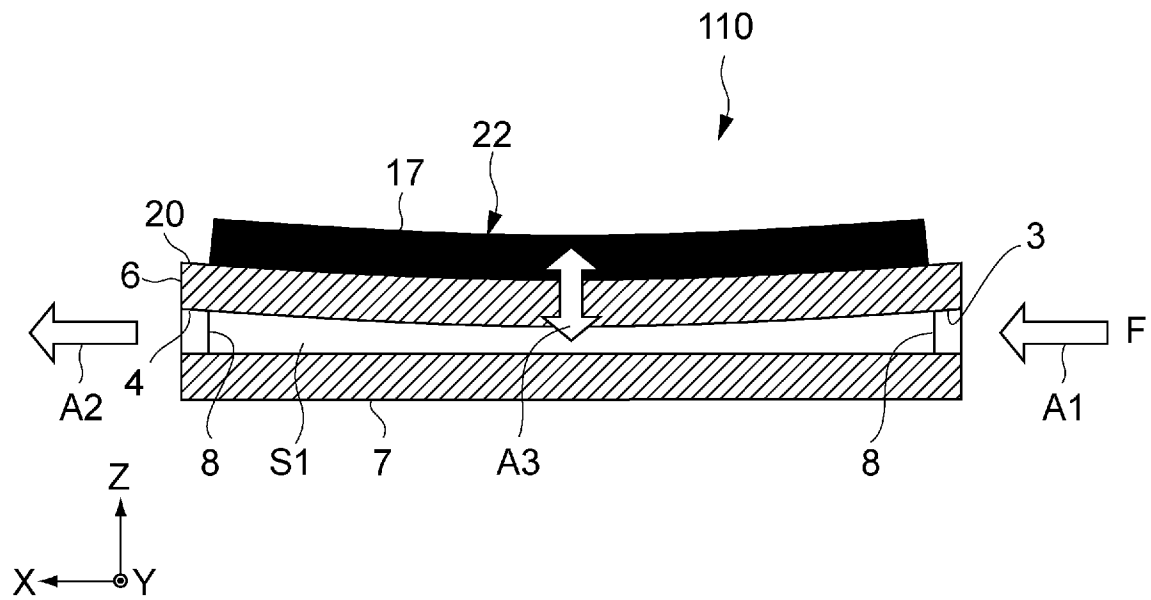
[請求項24] 駆動回路が、流体を吐出及び／又は吸引する第1のポンプと、前記
第1のポンプと異なるデバイスとを選択的に制御する
流体制御方法。

[請求項25] 流体を吐出及び／又は吸引する第1のポンプと、
前記第1のポンプと異なるデバイスと、
前記第1のポンプ及び前記デバイスを選択的に制御する駆動回路と
を有する触覚提示装置
を具備する車両。

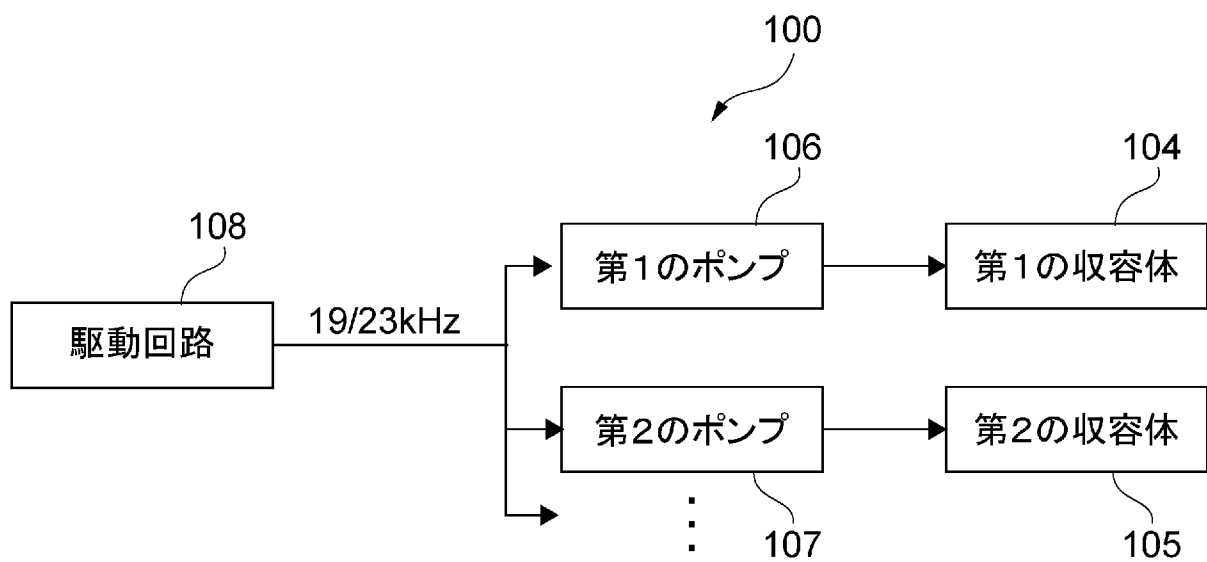
[図1]



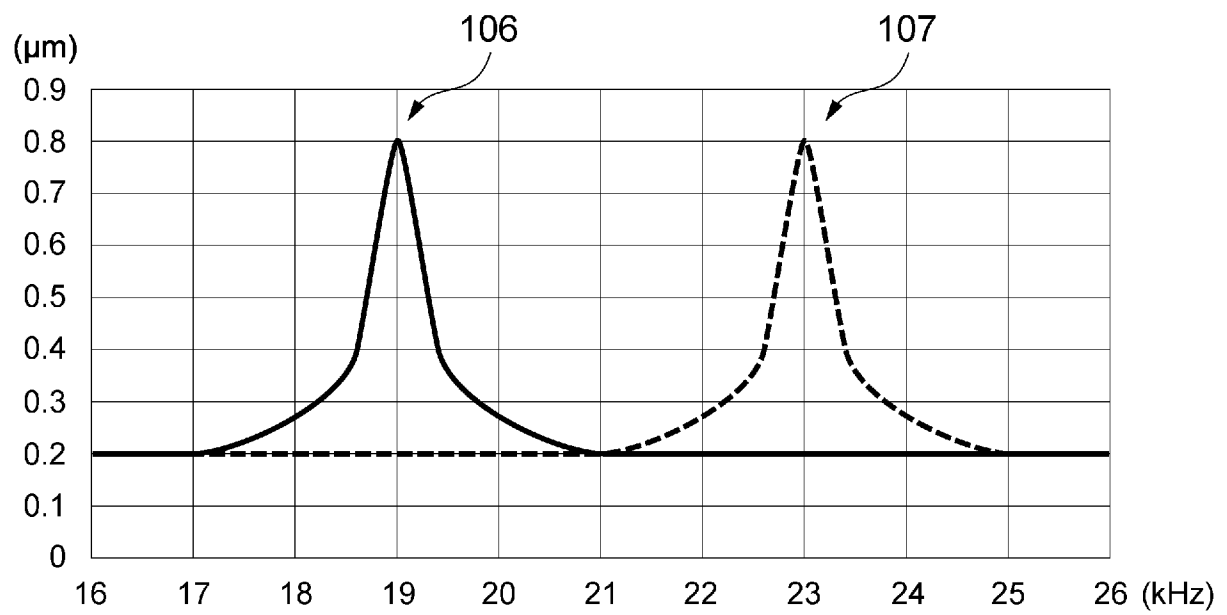
[図2]



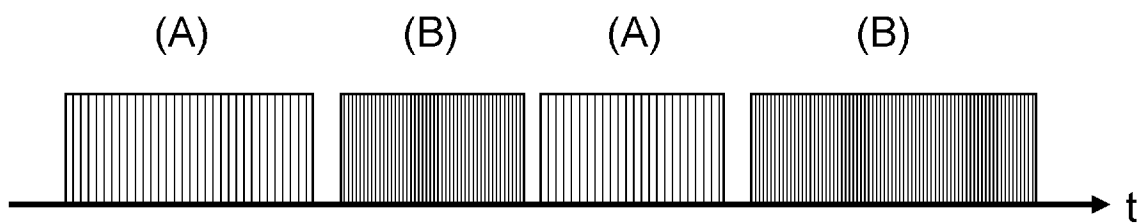
[図3]



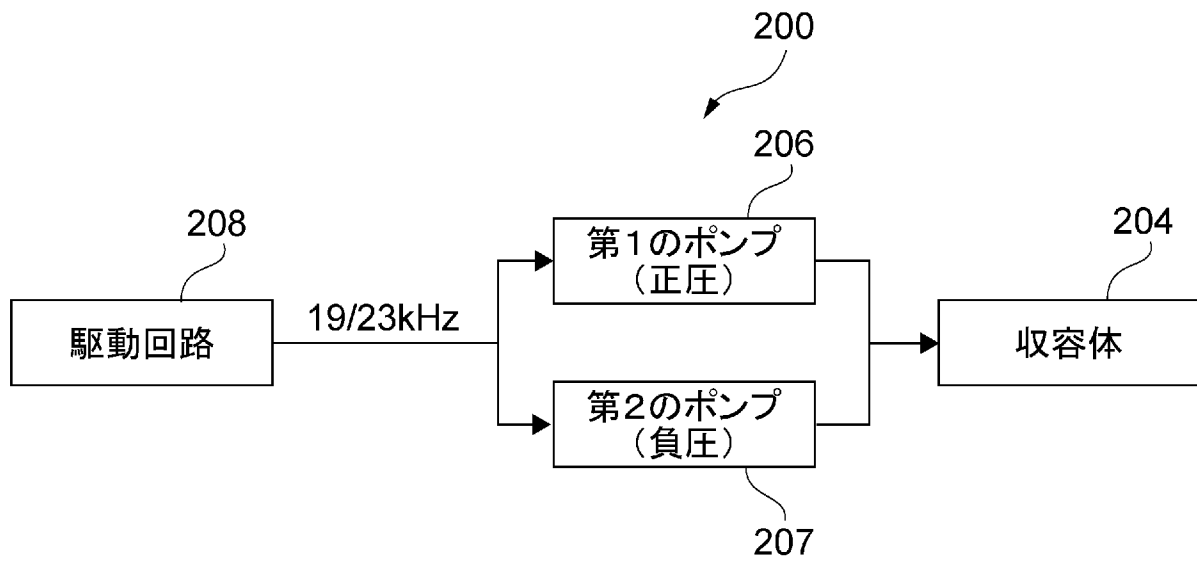
[図4]



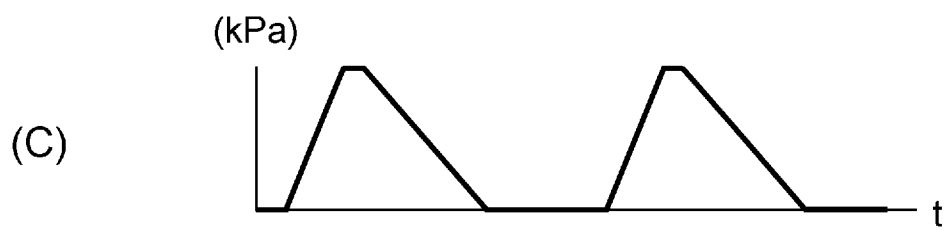
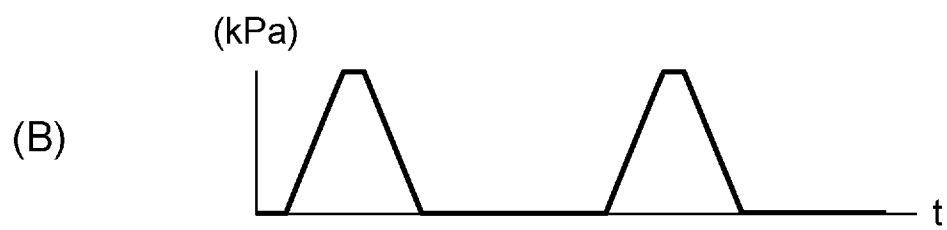
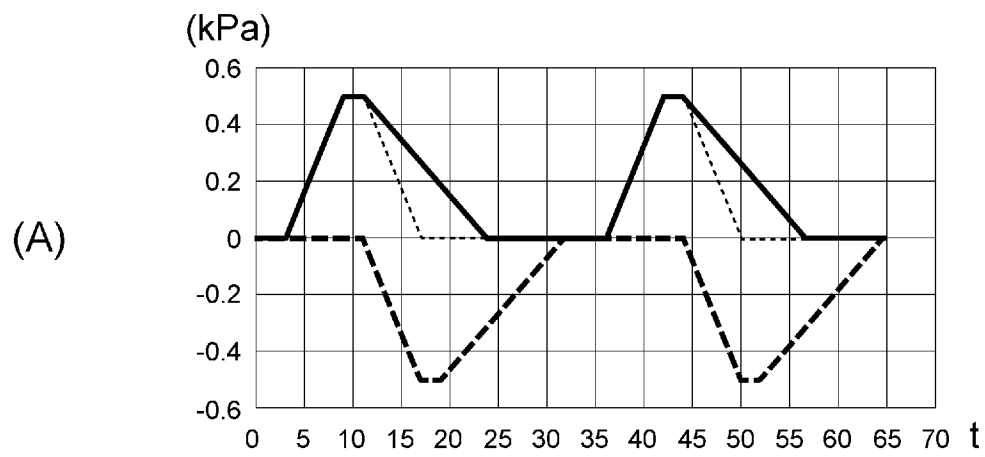
[図5]



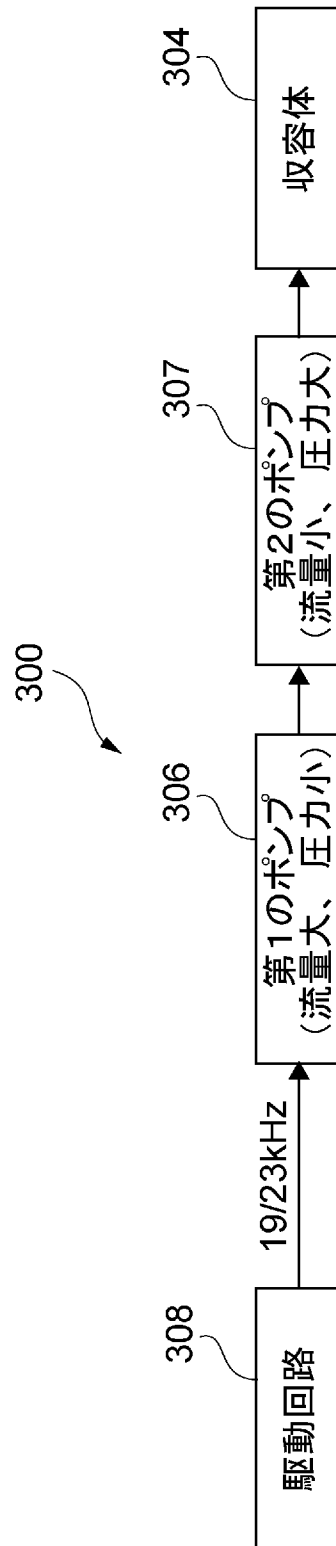
[図6]



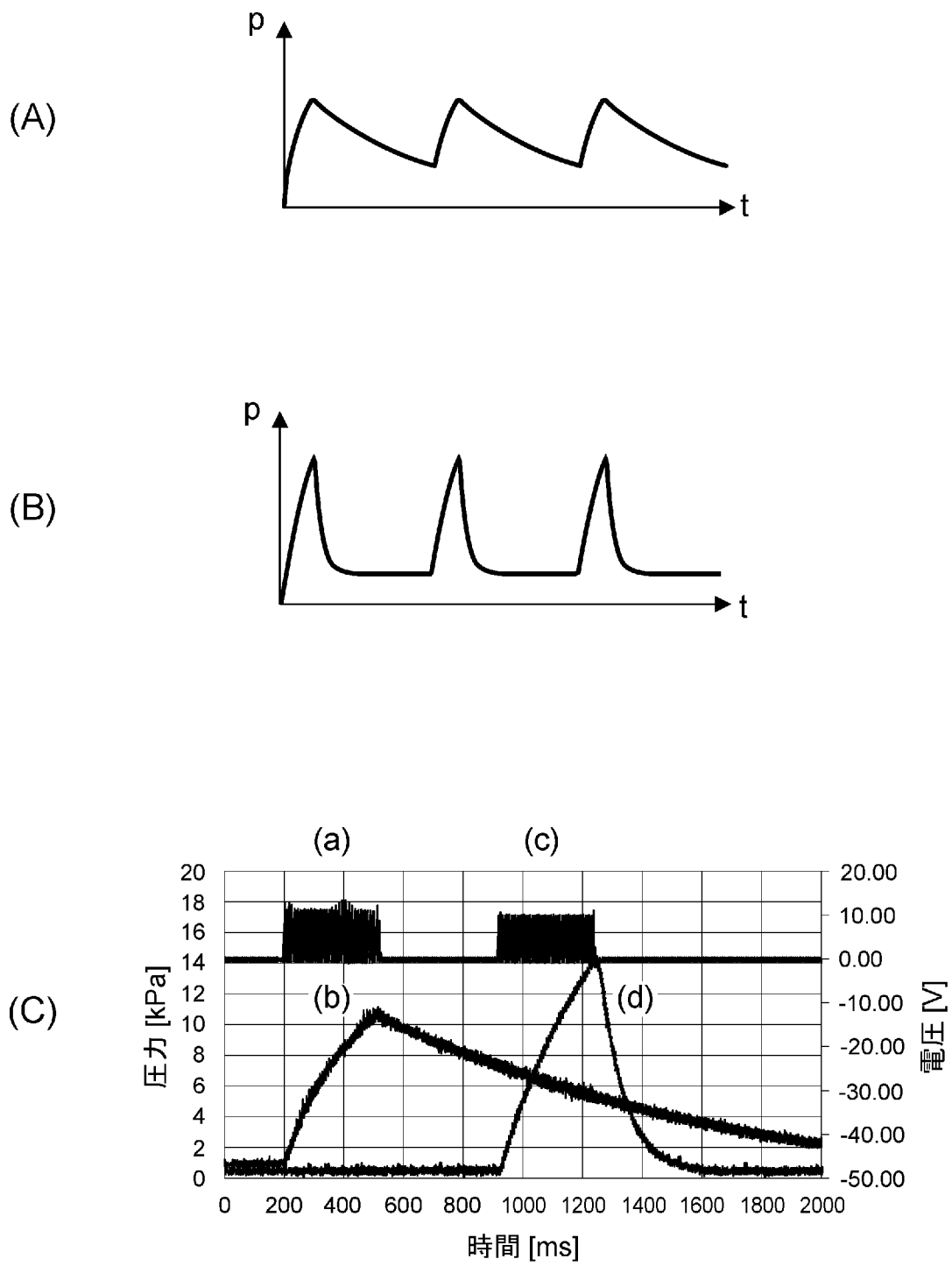
[図7]



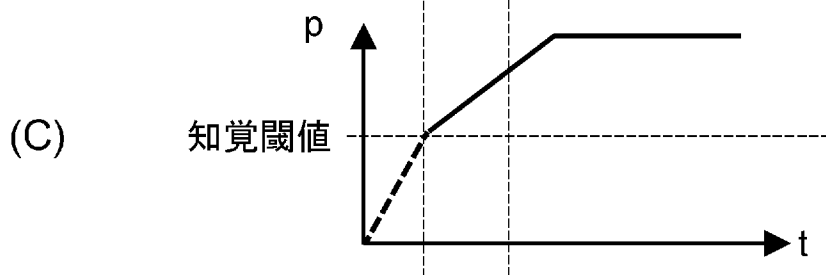
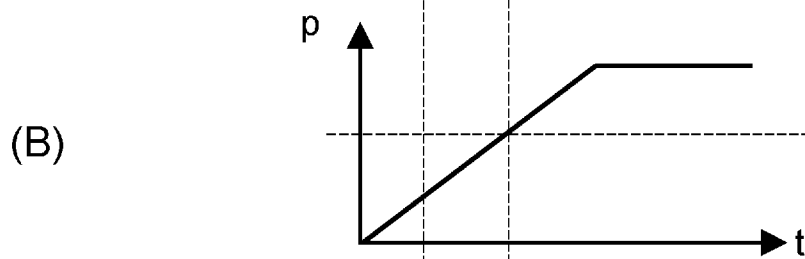
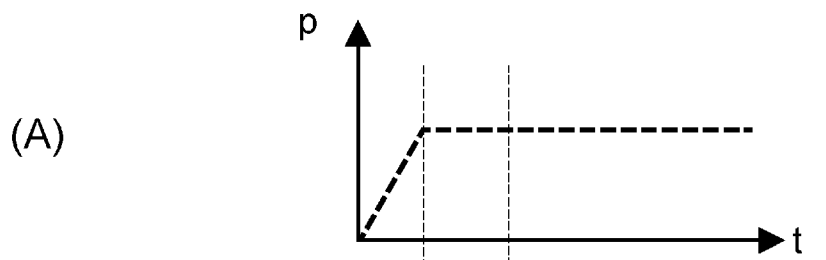
[図8]



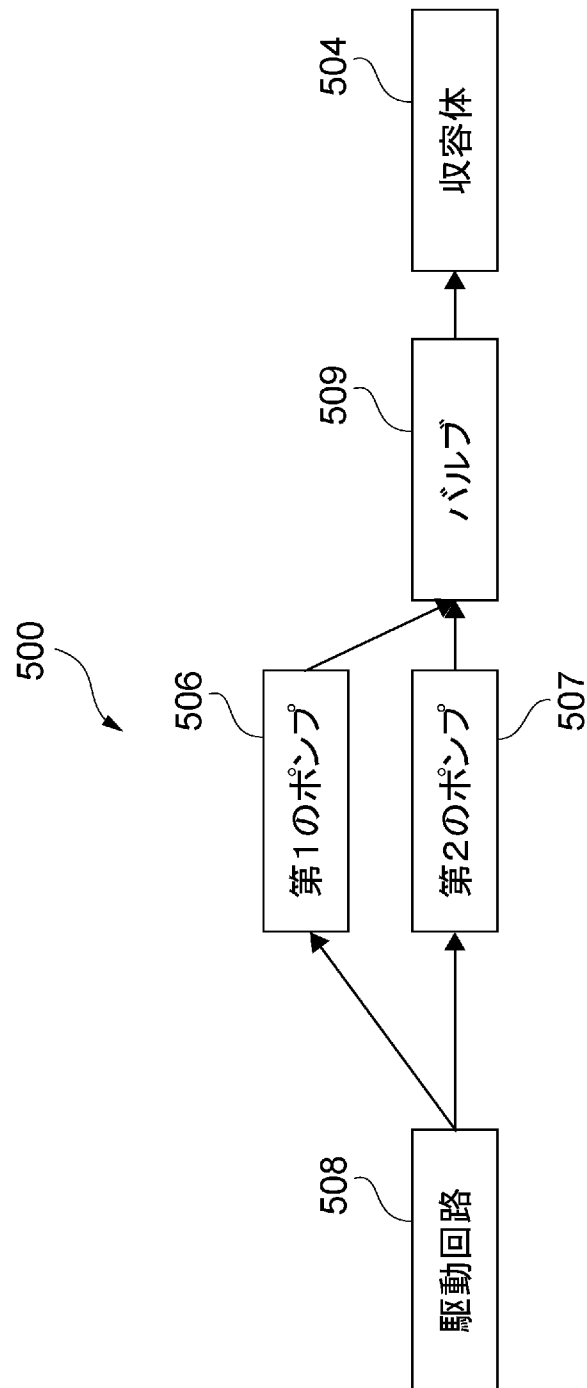
[図9]



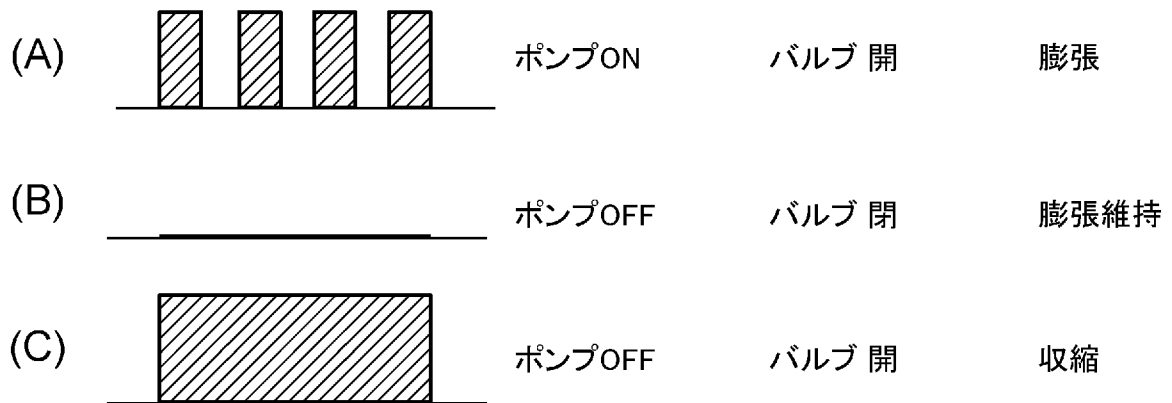
[図10]



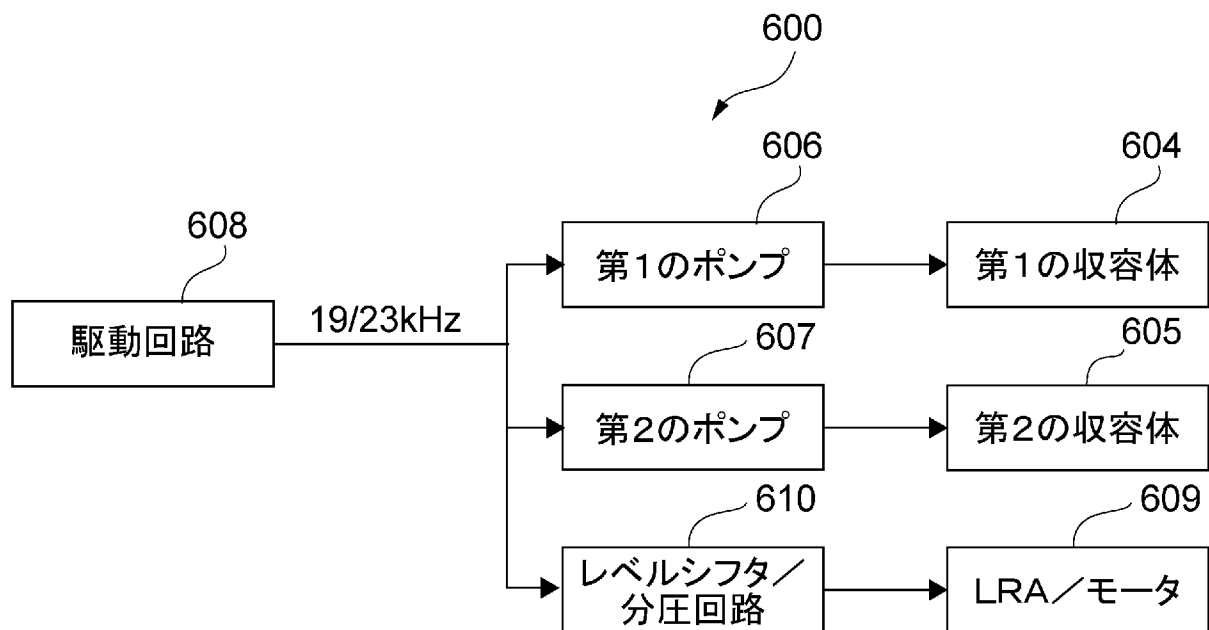
[図11]



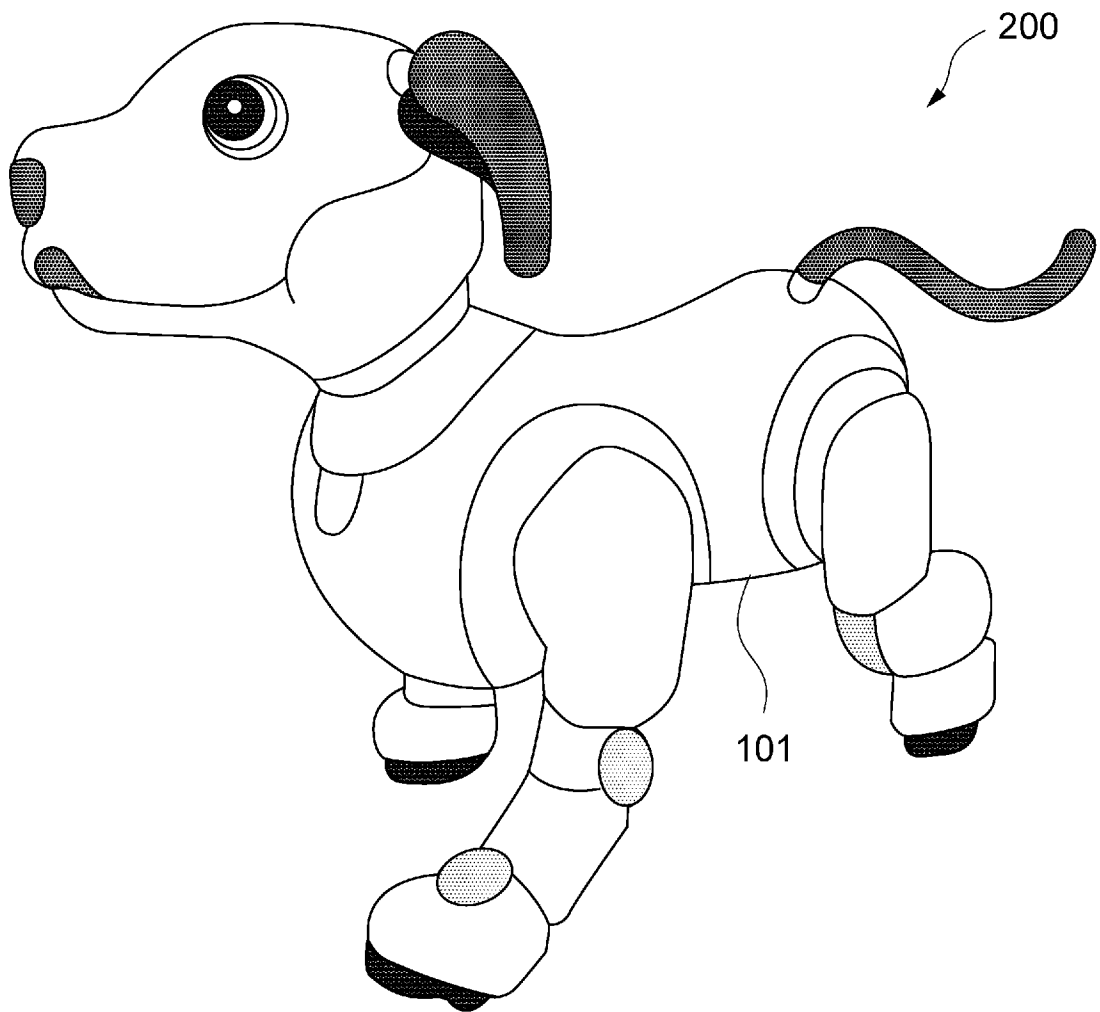
[図12]



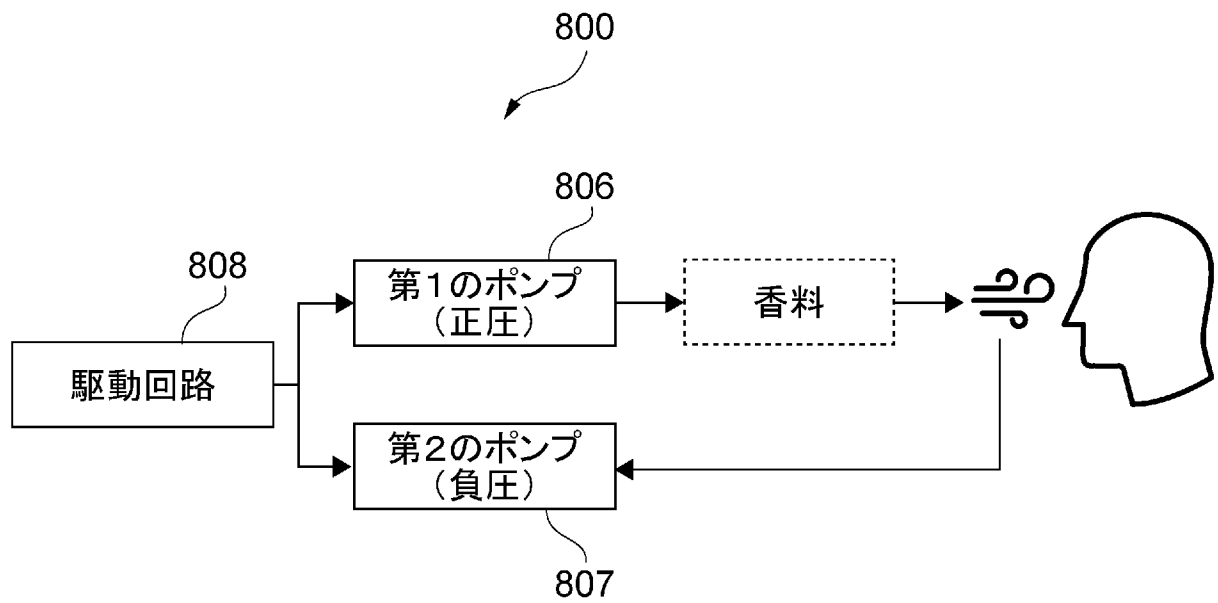
[図13]



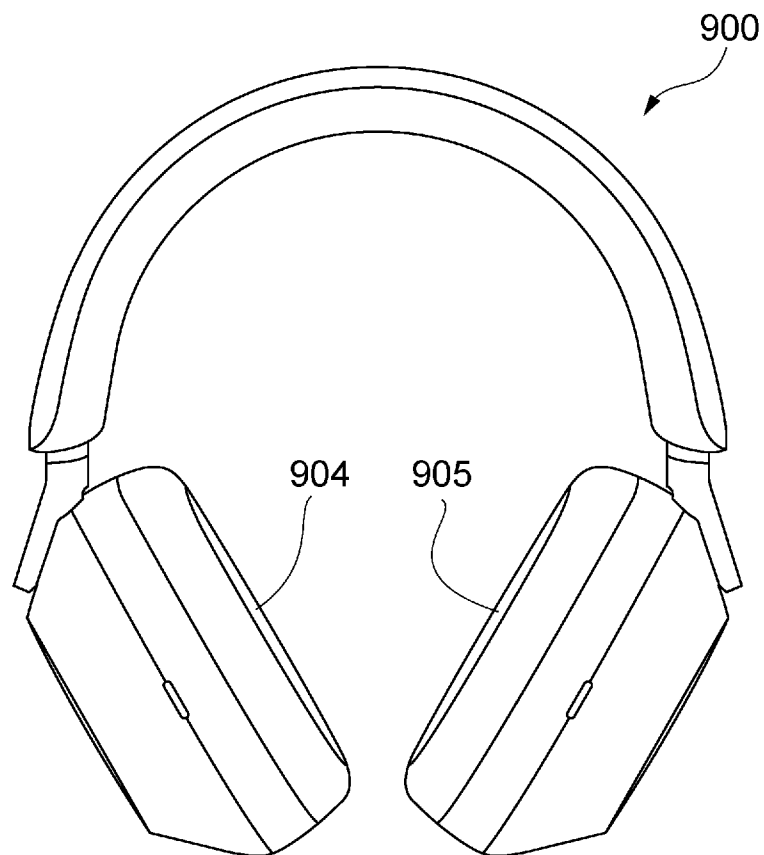
[図14]



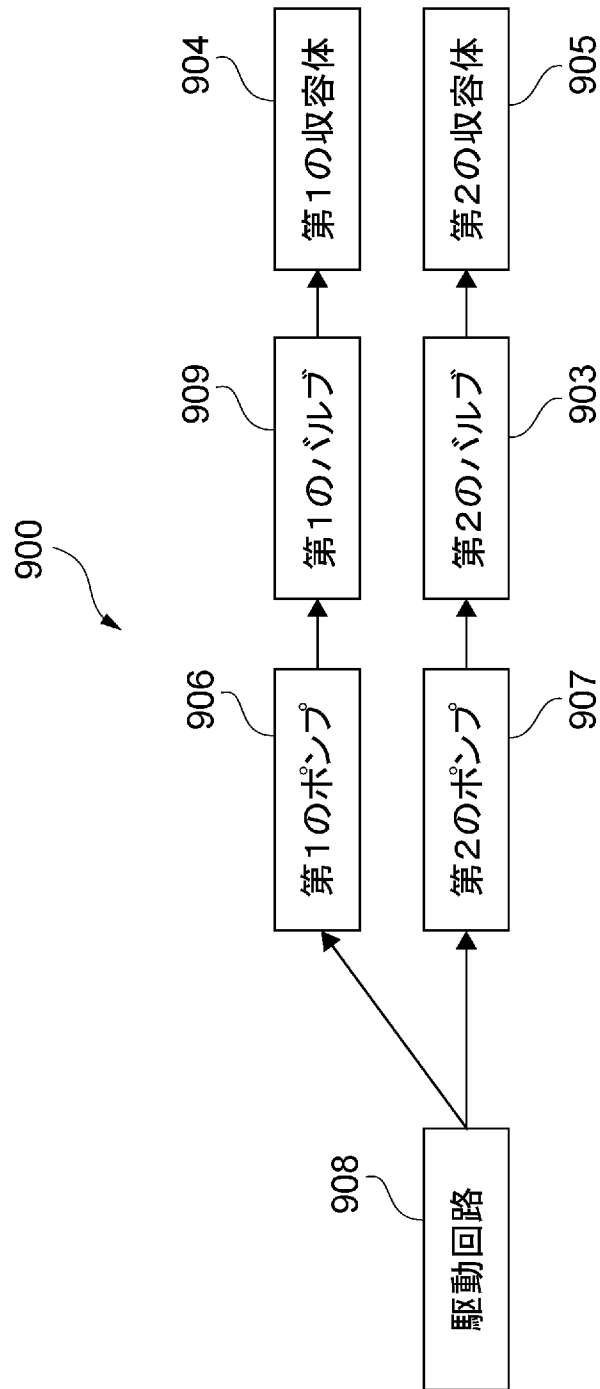
[図15]



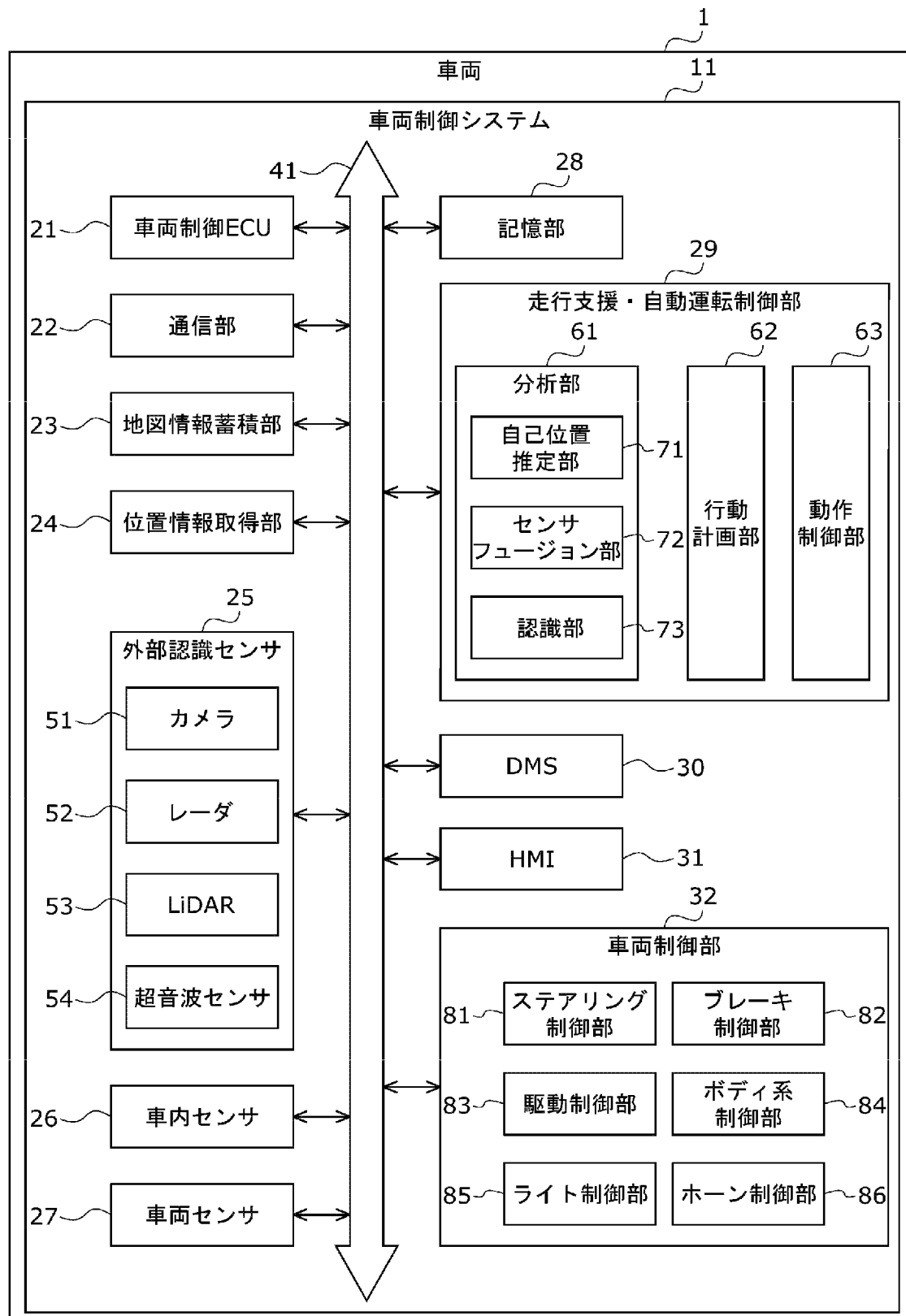
[図16]



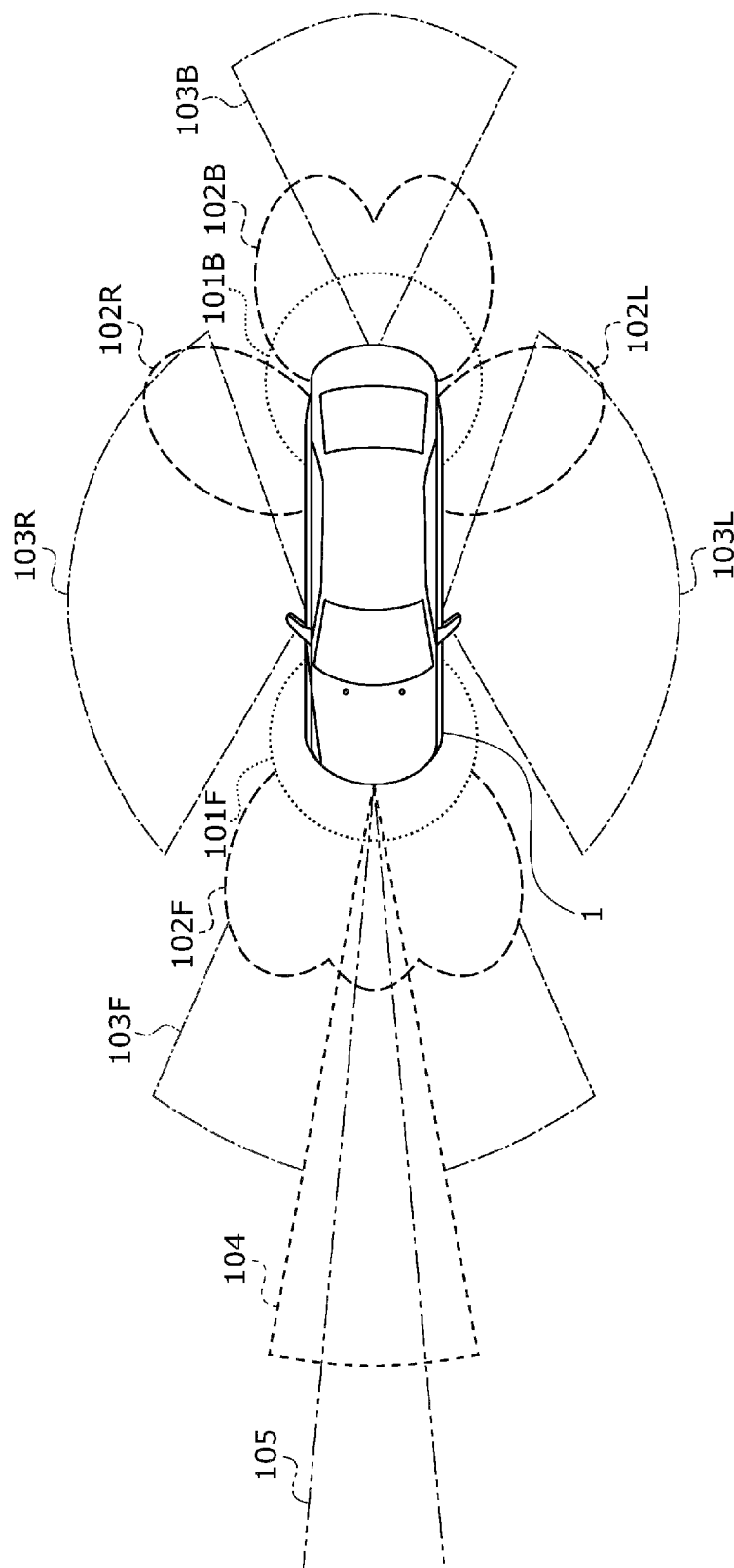
[図17]



[図18]



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/017926

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER F04B 41/06 (2006.01)i FI: F04B41/06 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) F04B41/06; A61L9/14; G06F3/01 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.
X Y	US 2020/0272237 A1 (GOOGLE LLC.) 27 August 2020 (2020-08-27) paragraphs [0086]-[0118], fig. 3-7	1, 14, 16, 18, 22-24 2-8, 10-11, 15, 17, 19-21, 25
X Y	JP 2020-112978 A (SONY CORPORATION) 27 July 2020 (2020-07-27) paragraphs [0017]-[0042], fig. 1-10	1, 14-15, 18, 22-24 2-8, 10-12, 15-17, 19-21, 25
X Y	JP 2016-158879 A (TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 05 September 2016 (2016-09-05) paragraphs [0043]-[0088], fig. 1-8	1, 9, 14-16, 18, 22, 24 2-3, 11-12, 15-17, 21
☒ 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 16 July 2024		Date of mailing of the international search report 30 July 2024
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/017926

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2020/217934 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 29 October 2020 (2020-10-29)	1, 14-16, 18, 22, 24
Y	paragraphs [0024]-[0068], [0089], fig. 1-12	2-3, 11, 15-17, 21
X	JP 2001-99062 A (DAIKIN INDUSTRIES, LTD.) 10 April 2001 (2001-04-10)	1, 13-15, 22, 24
Y	paragraphs [0024]-[0057], fig. 1-10	21
Y	JP 2004-309163 A (YASKAWA ELECTRIC MFG. CO., LTD.) 04 November 2004 (2004-11-04)	2-8, 10-12, 15-17, 19-20
	paragraph [0009], fig. 4	
Y	JP 4-63974 A (SEIKO EPSON CORPORATION) 28 February 1992 (1992-02-28)	21
	page 3, lower right column, lines 5-12, fig. 5	
Y	JP 2018-62936 A (MICROJET TECHNOLOGY CO., LTD.) 19 April 2018 (2018-04-19)	21
	paragraph [0019], fig. 1	
Y	JP 2017-531870 A (DAV) 26 October 2017 (2017-10-26)	25
	paragraphs [0015]-[0042], fig. 1-2	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2024/017926

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US	2020/0272237	A1	27 August 2020	WO 2019/099381 A1	
JP	2020-112978	A	27 July 2020	US 2022/0083140 A1 paragraphs [0041]-[0082], fig. 1-10	
				WO 2020/145144 A1	
				CN 113287082 A	
JP	2016-158879	A	05 September 2016	(Family: none)	
WO	2020/217934	A1	29 October 2020	US 2021/0404461 A1 paragraphs [0045]-[0090], [0111], fig. 1-12	
				DE 112020000997 T5	
JP	2001-99062	A	10 April 2001	US 6233948 B1 column 4, line 15 - column 10, line 46, fig. 1-10	
JP	2004-309163	A	04 November 2004	(Family: none)	
JP	4-63974	A	28 February 1992	(Family: none)	
JP	2018-62936	A	19 April 2018	US 2018/0106245 A1 paragraph [0023], fig. 1	
				EP 3309396 A1	
				TW 201815050 A	
JP	2017-531870	A	26 October 2017	US 2017/0220118 A1 paragraphs [0031]-[0058], fig. 1-2	
				WO 2016/051114 A1	
				FR 3026866 A1	
				CN 107209585 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

F04B 41/06(2006.01)i

FI: F04B41/06

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））

F04B41/06; A61L9/14; G06F3/01

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
X	US 2020/0272237 A1 (GOOGLE LLC) 27.08.2020 (2020 - 08 - 27) 段落[0086]-[0118], FIGs. 3-7	1, 14, 16, 18, 22-24
Y		2-8, 10-11, 15, 17, 19-21, 25
X	JP 2020-112978 A (ソニー株式会社) 27.07.2020 (2020 - 07 - 27) 段落[0017]-[0042], [図1]-[図10]	1, 14-15, 18, 22-24
Y		2-8, 10-12, 15- 17, 19-21, 25
X	JP 2016-158879 A (国立大学法人東京工業大学) 05.09.2016 (2016 - 09 - 05) 段落[0043]-[0088], [図1]-[図8]	1, 9, 14-16, 18, 22, 24
Y		2-3, 11-12, 15-17, 21
X	WO 2020/217934 A1 (株式会社村田製作所) 29.10.2020 (2020 - 10 - 29) 段落[0024]-[0068], [0089], [図1]-[図12]	1, 14-16, 18, 22, 24
Y		2-3, 11, 15-17, 21

☒ 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、一般的技术水準を示すもの

“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

“I” 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

16. 07. 2024

国際調査報告の発送日

30. 07. 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）

中村 大輔 30 3625

電話番号 03-3581-1101 内線 3358

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
X	JP 2001-99062 A (ダイキン工業株式会社) 10.04.2001 (2001 - 04 - 10) 段落[0024]-[0057], [図1]-[図10]	1, 13-15, 22, 24
Y		21
Y	JP 2004-309163 A (株式会社安川電機) 04.11.2004 (2004 - 11 - 04) 段落[0009], [図4]	2-8, 10-12, 15-17, 19-20
Y	JP 4-63974 A (セイコーエプソン株式会社) 28.02.1992 (1992 - 02 - 28) 第3ページ右下欄第5行-第12行, 第5図	21
Y	JP 2018-62936 A (研能科技股▲ふん▼有限公司) 19.04.2018 (2018 - 04 - 19) 段落[0019], [図1]	21
Y	JP 2017-531870 A (ダヴ) 26.10.2017 (2017 - 10 - 26) 段落[0015]-[0042], [図1]-[図2]	25

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/JP2024/017926

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
US	2020/0272237	A1	27.08.2020	WO	2019/099381	A1	
JP	2020-112978	A	27.07.2020	US	2022/0083140	A1	
				段落[0041]-[0082], FIGs. 1-10			
				WO	2020/145144	A1	
				CN	113287082	A	
JP	2016-158879	A	05.09.2016	(ファミリーなし)			
WO	2020/217934	A1	29.10.2020	US	2021/0404461	A1	
				段落[0045]-[0090], [0111], FIGs. 1-12			
				DE	112020000997	T5	
JP	2001-99062	A	10.04.2001	US	6233948	B1	
				第4欄第15行-第10欄第46行, FIGs. 1-10			
JP	2004-309163	A	04.11.2004	(ファミリーなし)			
JP	4-63974	A	28.02.1992	(ファミリーなし)			
JP	2018-62936	A	19.04.2018	US	2018/0106245	A1	
				段落[0023], FIG. 1			
				EP	3309396	A1	
				TW	201815050	A	
JP	2017-531870	A	26.10.2017	US	2017/0220118	A1	
				段落[0031]-[0058], FIGs. 1-2			
				WO	2016/051114	A1	
				FR	3026866	A1	
				CN	107209585	A	