

(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
2020年1月9日(09.01.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/009050 A1

(51) 国際特許分類:
G06F 3/01 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/026025

(22) 国際出願日: 2019年7月1日(01.07.2019)

(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 2018-127674 2018年7月4日(04.07.2018) JP

(71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 五味 裕章(GOMI, Hiroaki); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 棚瀬 諒真(TANASE, Ryoma); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 中尾 直樹, 外(NAKAO, Naoki et al.); 〒1600022 東京都新宿区新宿三丁目1番22号 新宿NSビル6階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) Title: PSEUDO-TACTILE FORCE PRESENTATION DEVICE

(54) 発明の名称: 擬似力覚呈示装置

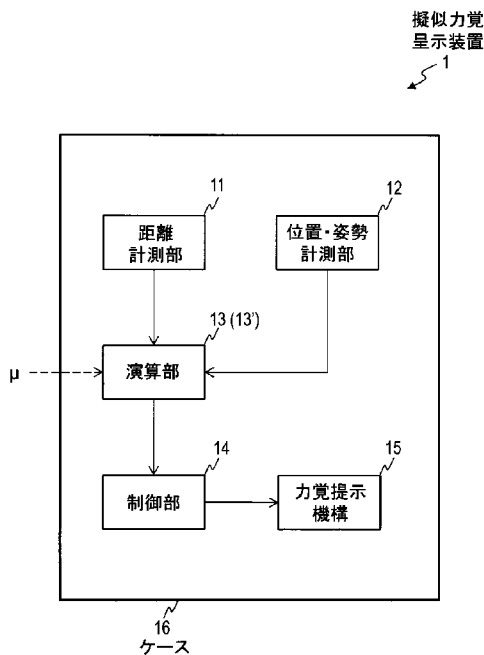


図1

- 1 Pseudo-tactile force presentation device
- 11 Distance-measuring unit
- 12 Position/orientation-measuring unit
- 13 Computation unit
- 14 Control unit
- 15 Tactile force presentation mechanism
- 16 Case

(57) Abstract: The present invention presents a pseudo-tactile force that corresponds to an external object without touching the external object. The present invention performs asymmetrical movement that corresponds to a first physical quantity obtained by measuring the distance from the external object to a pseudo-tactile force presentation device, or corresponds to a function value of the first physical quantity, and presents a pseudo-tactile force based on the asymmetrical movement.

(57) 要約: 外界対象物に触れることなく、当該外界対象物に応じた擬似的な力覚を呈示する。外界対象物から擬似力覚呈示装置までの距離を計測して得られた第1物理量または第1物理量の関数値に応じた非対称運動を行い、非対称運動に基づいた擬似的な力覚を呈示する。



WO 2020/009050 A1

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

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

添付公開書類：

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称： 擬似力覚呈示装置

技術分野

[0001] 本発明は、擬似的な力覚を呈示する技術に関する。

背景技術

[0002] 目の不自由な人は、白杖または自身の手などで外界の対象物（以下「外界対象物」と呼ぶ）に触れ、外界対象物の存在、位置、形状等を知り、障害物回避等を行うことが多い。しかし、壊れやすい物、触れてはいけない物、歩行中や乗り物の中での他人の位置確認などの場合は、接触は有効な手段ではない。また、手や白杖が届く範囲の対象だけしか触れることはできない。

[0003] 一方、非接触で外界対象物までの距離またはその形状等を計測し、その計測結果に応じて音や振動などの情報を呈示する技術が提案されている（例えば、特許文献1等参照）。しかし、このような技術では、計測結果に応じた擬似的な力覚を呈示することは困難である。

[0004] また、制御信号に基づいてアクチュエータを制御し、擬似的な力覚を認知させる技術が提案されている（例えば、特許文献2，3および非特許文献1等参照）。このような技術を用いれば任意の方向に擬似的な力覚を呈示できる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平11-59355号公報

特許文献2：特許第6126047号公報

特許文献3：国際公開第WO／2017／183537号

非特許文献

[0006] 非特許文献1：雨宮智浩，高椋慎也，伊藤翔，五味裕章，“指でつまむと引っ張られる感覚を生み出す装置「ぶるなび3」”，2014年，NTT技術ジャーナル，Vol. 26，No. 9，pp. 23-26.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、外界対象物に触れることなく、当該外界対象物に応じた疑似的な力覚を呈示する技術は知られていない。

[0008] 本発明はこのような点に鑑みてなされたものであり、外界対象物に触れることなく、当該外界対象物に応じた疑似的な力覚を呈示する技術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

[0009] 以上の課題を解決するために、外界対象物から疑似力覚呈示装置までの距離を計測して得られた第1物理量または第1物理量の関数値に応じた非対称運動を行い、非対称運動に基づいた疑似的な力覚を呈示する力覚呈示機構を有する疑似力覚呈示装置が提供される。

発明の効果

[0010] 以上により、外界対象物に触れることなく、当該外界対象物に応じた疑似的な力覚を呈示できる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]図1は実施形態の疑似力覚呈示装置を例示したブロック図である。

[図2]図2は図1の力覚呈示機構を例示した概念図である。

[図3]図3Aおよび図3Bは図2の非対称運動部を例示した概念図である。

[図4]図4Aおよび図4Bは実施形態の疑似力覚呈示装置の使用状態を例示した概念図である。

[図5]図5Aおよび図5Bは実施形態の疑似力覚呈示装置の動作を説明するための概念図である。

[図6]図6Aおよび図6Bは実施形態の疑似力覚呈示装置の動作を説明するための概念図である。

[図7]図7Aおよび図7Bは実施形態の疑似力覚呈示装置の動作を説明するための概念図である。

[図8]図 8 A および図 8 B は実施形態の擬似力覚呈示装置の動作を説明するための概念図である。

[図9]図 9 A および図 9 B は実施形態の擬似力覚呈示装置の動作を説明するための概念図である。

[図10]図 1 0 A から図 1 0 D は実施形態の擬似力覚呈示装置の動作を説明するための概念図である。

[図11]図 1 1 A から図 1 1 D は実施形態の擬似力覚呈示装置の動作を説明するための概念図である。

[図12]図 1 2 A から図 1 2 D は実施形態の擬似力覚呈示装置の動作を説明するための概念図である。

[図13]図 1 3 A から図 1 3 D は実施形態の擬似力覚呈示装置の動作を説明するための概念図である。

[図14]図 1 4 A から図 1 4 D は実施形態の擬似力覚呈示装置の動作を説明するための概念図である。

[図15]図 1 5 A から図 1 5 D は実施形態の擬似力覚呈示装置の動作を説明するための概念図である。

[図16]図 1 6 A および図 1 6 B は実施形態の擬似力覚呈示装置の動作を説明するための概念図である。

[図17]図 1 7 A および図 1 7 B は実施形態の擬似力覚呈示装置の動作を説明するための概念図である。

[図18]図 1 8 A および図 1 8 B は実施形態の擬似力覚呈示装置の動作を説明するための概念図である。

[図19]図 1 9 A および図 1 9 B は実施形態の擬似力覚呈示装置の動作を説明するための概念図である。

[図20]図 2 0 は実施形態の擬似力覚呈示装置を例示したブロック図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。

[第 1 実施形態]

まず第 1 実施形態を説明する。

<構成>

図 1 に例示するように、本実施形態の擬似力覚呈示装置 1 は、距離計測部 1 1、位置・姿勢計測部 1 2、演算部 1 3、制御部 1 4、力覚呈示機構 1 5、およびケース 1 6 を有する。

[0013] 距離計測部 1 1 は、擬似力覚呈示装置 1 から外界対象物までの距離を非接触で計測する周知のセンサである。例えば、レーザ光、赤外線、超音波、ミリ波などを利用して距離を計測するセンサを距離計測部 1 1 として用いることができる。位置・姿勢計測部 1 2 は、擬似力覚呈示装置 1 の動きおよび姿勢の少なくとも一方を計測するセンサである。例えば、位置・姿勢計測部 1 2 は、位置、速度、加速度、向き、角速度、角加速度等を計測する GPS センサ、磁気センサ、加速度センサ（例えば、3 軸並進加速度センサ）、ジャイロセンサ（例えば、3 軸ジャイロセンサ）などである。演算部 1 3 および制御部 1 4 は、例えば、CPU（central processing unit）等のプロセッサ（ハードウェア・プロセッサ）および RAM（random-access memory）・ROM（read-only memory）等のメモリ等を備える汎用または専用のコンピュータが所定のプログラムを実行することで構成される装置である。このコンピュータは 1 個のプロセッサやメモリを備えていてもよいし、複数個のプロセッサやメモリを備えていてもよい。このプログラムはコンピュータにインストールされてもよいし、予め ROM 等に記録されていてもよい。また、CPU のようにプログラムが読み込まれることで機能構成を実現する電子回路（circuitry）ではなく、プログラムを用いることなく処理機能を実現する電子回路を用いて一部またはすべての処理部が構成されてもよい。また、1 個の装置を構成する電子回路が複数の CPU を含んでいてもよい。

[0014] 図 2 に例示するように、本実施形態の力覚呈示機構 1 5 は、ベース 1 5 1 と、ベース 1 5 1 に取り付けられ、x 軸方向に疑似的な力覚（すなわち、並進方向の力覚）を呈示する非対称運動部 1 5 2-1 と、ベース 1 5 1 に取り付けられ、y 軸方向に疑似的な力覚（すなわち、並進方向の力覚）を呈示す

る非対称運動部 152-2 とを有する。x 軸および y 軸は、ベース 151 に対して固定された直交座標系（x 軸と y 軸と z 軸とからなる直交座標系）の軸である。本実施形態では、非対称運動部 152-1, 152-2 が互いに十字をなすように重ねて配置される。これらの非対称運動部 152-1, 152-2 の駆動を制御することで、x-y 平面の任意の向きに疑似的な力覚を呈示することができる。非対称運動部 152-1, 152-2 は、非対称運動（周期的な非対称運動、例えば、非対称振動）に基づいて疑似的な力覚を呈示する装置である。なお、非対称運動の例は、非対称加速度運動、非対称速度運動、非対称振幅運動などである。「疑似的な力覚」とは、物体から特定の方向に継時的に力を与えられていないにもかかわらず、あたかもこの特定の方向に力を与え続けられているように感じられる知覚を意味する。非対称運動部 152-1, 152-2 の例は、例えば、特許文献 2, 3 および非特許文献 1 等に記載されている。また、非対称運動部 152-1, 152-2 の組み合わせによって任意の向きに疑似的な力覚を呈示できることは、例えば、参考文献 1（特開 2015-225520 号公報）、参考文献 2（特開 2017-208905）等にも開示されている。

[0015] ケース 16 は中空の部材である。ケース 16 は、例えば、合成樹脂、金属、ガラス、木材、ゴム等によって構成される。ケース 16 の内部には、距離計測部 11、位置・姿勢計測部 12、演算部 13、制御部 14、および力覚呈示機構 15 のベース 151 が固定されている。

[0016] ≪非対称運動部 152-i（ただし、i=1, 2）の構成例≫

図 3A および図 3B に例示するように、非対称運動部 152-i（振動子、アクチュエータ）は、例えば、支持部 1521-i、ばね 1522-i, 1523-i、コイル 1524-i、永久磁石 1525-i、およびケース 1526-i を有している。ケース 1526-i および支持部 1521-i は、ともに円筒の両方の開放端を閉じた形状からなる中空の部材である。ただし、支持部 1521-i は、ケース 1526-i よりも小さく、ケース 1526-i の内部に収容可能な大きさである。ケース 1526-i および支

持部 1521-i は、例えば、ABS樹脂等の合成樹脂から構成される。ばね 1522-i, 1523-i は、例えば、金属等から構成されるつまみばねや板ばね等である。ばね 1522-i, 1523-i のばね定数は同一であることが望ましいが、互いに相違していてもよい。永久磁石 1525-i は、例えば、円柱形状の永久磁石であり、長手方向の一方の端部 1525a-i 側がN極であり、他方の端部 1525b-i 側がS極である。コイル 1524-i は、例えば、一つながりのエナメル線であり、第1巻き部 1524a-i と第2巻き部 1524b-i とを有する。

[0017] 永久磁石 1525-i は支持部 1521-i の内部に收容され、そこで長手方向にスライド可能に支持されている。このような支持機構の詳細は図示しないが、例えば、支持部 1521-i の内壁面に長手方向に沿ったまっすぐなレールが設けられ、永久磁石 1525-i の側面にこのレールをスライド可能に支持するレール支持部が設けられている。支持部 1521-i の長手方向の一端側の内壁面 1521a-i には、ばね 1522-i の一端が固定され、ばね 1522-i の他端は永久磁石 1525-i の端部 1525a-i に固定されている。また、支持部 1521-i の長手方向の他端側の内壁面 1521b-i には、ばね 1523-i の一端が固定され、ばね 1523-i の他端は永久磁石 1525-i の端部 1525b-i に固定されている。

[0018] 支持部 1521-i の外周側にはコイル 1524-i が巻きつけられている。ただし、永久磁石 1525-i の端部 1525a-i 側（N極側）では、第1巻き部 1524a-i がA₁方向に巻きつけられており、端部 1525b-i 側（S極側）では、第2巻き部 1524b-i がA₁方向（奥から手前に向けた方向）と反対向きのB₁方向（手前から奥に向けた方向）に巻き付けられている。すなわち、永久磁石 1525-i の端部 1525a-i 側（N極側）からみた場合、第1巻き部 1524a-i は時計回りに巻き付けられており、第2巻き部 1524b-i は反時計回りに巻き付けられている。また、永久磁石 1525-i が停止し、ばね 1522-i, 1523-i から

の弾性力が釣り合った状態において、永久磁石 1525-i の端部 1525a-i 側（N 極側）が第 1 巻き部 1524a-i の領域に配置され、端部 1525b-i 側（S 極側）が第 2 巻き部 1524b-i の領域に配置されることが望ましい。

[0019] 以上のように配置構成された支持部 1521-i、ばね 1522-i, 1523-i、コイル 1524-i、および永久磁石 1525-i が、ケース 1526-i 内に收容され、支持部 1521-i がケース 1526-i の内部に固定されている。ただし、ケース 1526-i の長手方向は、支持部 1521-i の長手方向および永久磁石 1525-i の長手方向と一致する。

[0020] コイル 1524-i に A_1 方向（ B_1 方向）に電流を流すと、フレミングの左手の法則で説明されるローレンツ力の反作用により、永久磁石 1525-i に C_1 方向（永久磁石 1525-i の N 極から S 極に向かう方向：右方向）の力が加えられる（図 3A）。逆に、コイル 1524-i に A_2 方向（ B_2 方向）に電流を流すと、永久磁石 1525-i に C_2 方向（永久磁石 1525-i の S 極から N 極に向かう方向：左方向）の力が加えられる（図 3B）。ただし、 A_2 方向は A_1 方向の反対方向である。これらの動作により、永久磁石 1525-i およびばね 1522-i, 1523-i からなる系に運動エネルギーが与えられる。それにより、ケース 1526-i を基準とする永久磁石 1525-i の位置および加速度を変化させることができる。

[0021] ここで、コイル 1524-i に所定の方に電流を流す期間（時間）とそれ以外の期間とを周期的に繰り返す。その際、所定の方に電流を流す期間とそれ以外の期間との比（反転比）を何れか一方の期間に偏らせることにより、永久磁石 1525-i を非対称運動（非対称振動）させ、所望の方に擬似的な力覚を呈示できる。所定の方に電流を流す期間とそれ以外の期間とを周期的に繰り返す電流であって、所定の方に電流を流す期間とそれ以外の期間との反転比が何れか一方の期間に偏っているのであれば、どのような波形の電流であってもよい。例えば、 A_1 方向（ B_1 方向）の電流を流す期間 t_1 と A_2 方向（ B_2 方向）の電流を流す期間 t_2 との比（反転比 $t_1 : t_2$ ）

に応じ、図3 Aおよび図3 Bの左方向または右方向に擬似的な力覚を呈示できる。図3 Aおよび図3 Bの左方向に擬似的な力覚を呈示する場合には、 $t_1 > t_2$ となる反転比の周期的な電流をコイル1 5 2 4 - iに流す。逆に、右方向に擬似的な力覚を呈示する場合には、 $t_1 < t_2$ となる反転比の周期的な電流をコイル1 5 2 4 - iに流す。なお、擬似的な力覚の方向は人間が認知する力覚の方向である。擬似的な力覚の方向は、所定の方法に電流を流す期間とそれ以外の期間とに対する関数値で特定される。また、駆動信号（例えば、コイル1 5 2 4 - iに流す駆動電流やコイル1 5 2 4 - iに加える駆動電圧）の駆動周波数、反転比、ピーク値を制御することで、呈示する擬似的な力覚の大きさを制御できる。例えば、周期的な加速度運動の周波数が80 Hzに近くなる駆動周波数であるほど擬似的な力覚の大きさが大きくなり、周期的な加速度運動の周波数が80 Hzから遠くなる駆動周波数であるほど擬似的な力覚の大きさが小さくなる（例えば、特許文献2等参照）。また、図3 Aおよび図3 Bの左方向に擬似的な力覚を呈示する場合、期間 t_1 に対する期間 t_2 の割合が小さいほど、大きな擬似的な力覚を認知させることができる。図3 Aおよび図3 Bの右方向に擬似的な力覚を呈示する場合、期間 t_2 に対する期間 t_1 の割合が小さいほど、大きな擬似的な力覚を認知させることができる。さらに、図3 Aおよび図3 Bの左方向に擬似的な力覚を呈示する場合、 A_2 方向（ B_2 方向）へ流される電流のピークが大きいほど、大きな擬似的な力覚を認知させることができる。図3 Aおよび図3 Bの右方向に擬似的な力覚を呈示する場合、 A_1 方向（ B_1 方向）へ流される電流のピークが大きいほど、大きな擬似的な力覚を認知させることができる。すなわち、永久磁石1 5 2 5 - iの振幅が大きいほど、大きな擬似的な力覚を認知させることができる。なお、擬似的な力覚の大きさは人間が認知する力覚の大きさである。擬似的な力覚の大きさは、駆動周波数、反転比、ピーク値の少なくとも何れかの関数値（例えば、比例関数、N次比例関数、指数的比例関数、シグモイド関数など）で表現できる。なお、人間が認知する力覚の大きさは、駆動周波数、反転比、ピーク値や永久磁石1 5 2 5 - iの振幅に比例するとは限

らないため、擬似的な力覚の大きさが適切に呈示されるよう最適な関数を選択する。また、非対称運動部 152-i の機械的な構造上、適切に呈示可能な擬似的な力覚の大きさに限界があるため、このような関数の入力値に閾値を設け、閾値に収まらない入力値を当該閾値に固定してもよい。

[0022] <動作>

次に、第 1 実施形態の擬似力覚呈示装置 1 の動作を説明する。

図 4 A および図 4 B に例示するように、利用者 100 は擬似力覚呈示装置 1 のケース 16 の外側を把持する。距離計測部 11 は、擬似力覚呈示装置 1 から外界対象物 101（例えば、壁、床、設置物、障害物、人間など）までの y 軸方向の距離を計測し、その計測結果を表す物理量 P1（例えば、計測距離）（第 1 物理量）を得て出力する。位置・姿勢計測部 12 は、擬似力覚呈示装置 1 自体の動きおよび姿勢の少なくとも一方を計測し、当該動きを表す物理量 P2（例えば、位置、速度、加速度）（第 2 物理量）および当該姿勢を表す物理量 P3（例えば、向き、角速度、角加速度）（第 3 物理量）の少なくとも一方を得て出力する。

[0023] 距離計測部 11 で得られた物理量 P1、ならびに位置・姿勢計測部 12 で得られた物理量 P2 および物理量 P3 の少なくとも一方は、演算部 13 に入力される。演算部 13 は、入力された物理量を用い、力覚呈示機構 15 の非対称運動部 152-i が当該物理量および当該物理量の関数値の少なくとも一方に応じた非対称運動を行い、力覚呈示機構 15 が当該非対称運動に基づいた擬似的な力覚を呈示するための制御信号 CS を得て出力する。

[0024] 制御部 14 は、演算部 13 で得られた制御信号 CS に対応する駆動信号 DS（駆動電流または駆動電圧）を生成し、非対称運動部 152-i のコイル 1524-i に供給する。これにより、力覚呈示機構 15 は、物理量 P1（外界対象物から擬似力覚呈示装置 1 までの距離を計測して得られた第 1 物理量）、物理量 P1 の関数値、物理量 P2（擬似力覚呈示装置 1 の動きを計測して得られた第 2 物理量）、物理量 P2 の関数値、物理量 P3（擬似力覚呈示装置 1 の姿勢を計測して得られた第 3 物理量）、物理量 P3 の関数値、の

少なくともいずれかに応じた非対称運動を行い、当該非対称運動に基づいた擬似的な力覚を呈示する。力覚呈示機構 15 が取り付けられた擬似力覚呈示装置 1 を把持する利用者 100 は、物理量 P 1、物理量 P 1 の関数値、物理量 P 2、物理量 P 2 の関数値、物理量 P 3、物理量 P 3 の関数値、の少なくともいずれかに応じた擬似的な力覚を認知する。以下、具体例を示す。

[0025] <具体例 1-1>

具体例 1-1 は、力覚呈示機構 15 が物理量 P 1（外界対象物 101 から当該擬似力覚呈示装置 1 までの y 方向の距離を計測して得られた物理量 P 1）に応じた非対称運動を行い、当該非対称運動に基づいた擬似的な力覚（物理量 P 1 に応じた擬似的な力覚）を呈示する例である。この例の場合、距離計測部 11 が擬似力覚呈示装置 1 から外界対象物 101 までの y 軸方向の距離 L を計測し（図 5 A および図 5 B）、その計測結果を表す物理量 $P_1 = L$ が演算部 13 に入力される。演算部 13 は、以下のような擬似的な力覚 F_{yp} を認知させるための制御信号 CS を生成して出力する。

$$F_{yp} = k_{yp} (L - L_e) \quad \text{for } 0 \leq L < L_{max} \quad (1)$$

$$F_{yp} = F_{yp}^{max} \quad \text{for } L \geq L_{max} \quad (2)$$

ただし、 k_{yp} は正のゲイン定数である。 L_e は予め定められた正の基準距離である。擬似的な力覚 F_{yp} の向きは y 軸方向である。擬似力覚呈示装置 1 から外界対象物 101 に向かう方向の擬似的な力覚 F_{yp} を正值で表し、逆に外界対象物 101 から擬似力覚呈示装置 1 に向かう方向の擬似的な力覚 F_{yp} を負値で表す。 F_{yp}^{max} は F_{yp} の最大値を表す。前述のように、擬似的な力覚の向きおよび大きさは、駆動信号 DS の駆動周波数、反転比、ピーク値などによって制御できるため（例えば、特許文献 2, 3 等参照）、所望の擬似的な力覚 F_{yp} に対応する駆動信号 DS を特定でき、その駆動信号 DS に対応する制御信号 CS も計算できる。例えば、所望の擬似的な力覚 F_{yp} を目標値としたシミュレーションを行い、この擬似的な力覚 F_{yp} を提示するための制御信号 CS を設定すればよい。このような制御信号 CS に対応する駆動信号 DS が力覚呈示機構 15 に供給されると、利用者 100 は次のような擬似的な力

覚を認知する。すなわち、外界対象物 101 から擬似力覚呈示装置 1 までの距離 L が基準距離 L_0 以下になった場合、利用者 100 は、擬似力覚呈示装置 1 と外界対象物 101 との間の距離 L が小さくなるほど大きな力で外界対象物 101 側から押し返されるような擬似的な力覚を認知する。一方、外界対象物 101 から擬似力覚呈示装置 1 までの距離 L が基準距離 L_0 を超えると、利用者 100 は、擬似力覚呈示装置 1 が最大の力 F_{yp}^{max} で外界対象物 101 側へ引き戻されるような擬似的な力覚を認知する。これにより、擬似力覚呈示装置 1 が外界対象物 101 から基準距離 L_0 だけ離れた位置に配置されるように、利用者 100 が誘導される。

[0026] 《具体例 1-2》

具体例 1-2 も、力覚呈示機構 15 が物理量 $P_1 = L$ に応じた非対称運動を行い、当該非対称運動に基づいた擬似的な力覚を呈示する例である。この例の場合も物理量 $P_1 = L$ が演算部 13 に入力される。演算部 13 は、以下のような擬似的な力覚 F_{yp} を認知させるための制御信号 CS を生成して出力する。

$$F_{yp} = k_{yp} (L - L_0) \quad \text{for } 0 \leq L < L_0. \quad (3)$$

$$F_{yp} = 0 \quad \text{for } L \geq L_0. \quad (4)$$

このような制御信号 CS に対応する駆動信号 DS が力覚呈示機構 15 に供給されると、利用者 100 は次のような擬似的な力覚を認知する。すなわち、外界対象物 101 から擬似力覚呈示装置 1 までの距離 L が基準距離 L_0 以下になった場合、利用者 100 は、擬似力覚呈示装置 1 から外界対象物 101 までの距離 L が小さいほど大きな力で外界対象物 101 側から押し返されるような擬似的な力覚を認知する。一方、外界対象物 101 から擬似力覚呈示装置 1 までの距離 L が基準距離 L_0 を超えると、利用者 100 は擬似的な力覚を認知しない。これにより、外界対象物 101 から擬似力覚呈示装置 1 までの距離 L が基準距離 L_0 以下となったことを、利用者 100 に認知させることができる。

[0027] 《具体例 2-1》

具体例 2－1 は、力覚呈示機構 15 が物理量 $P1 = L$ の時間変化 dL/dt に応じた非対称運動を行い、当該非対称運動に基づいた擬似的な力覚（物理量 $P1 = L$ の時間変化 dL/dt に応じた擬似的な力覚）を呈示する例である。この例の場合も物理量 $P1 = L$ が演算部 13 に入力される。演算部 13 は、以下のような擬似的な力覚 F_{yv} を認知させるための制御信号 CS を生成して出力する。

$$F_{yv} = k_{yv} (dL/dt) \quad (5)$$

ただし、 k_{yv} は正のゲイン定数である。擬似的な力覚 F_{yv} の向きは y 軸方向である。擬似力覚呈示装置 1 から外界対象物 101 に向かう方向の擬似的な力覚 F_{yv} を正值で表し、逆に外界対象物 101 から擬似力覚呈示装置 1 に向かう方向の擬似的な力覚 F_{yv} を負値で表す。 t は時間を表す。 dL/dt は L の t についての時間微分値（すなわち、距離 L の時間変化）である。なお、時間微分値は例えば差分法を用いて計算できる。このような制御信号 CS に対応する駆動信号 DS が力覚呈示機構 15 に供給されると、利用者 100 は次のような擬似的な力覚を認知する。すなわち、外界対象物 101 から擬似力覚呈示装置 1 までの距離 L が小さくなる方向に変化する場合、利用者 100 は、その距離 L の時間変化 dL/dt の絶対値が大きいほど大きな力で外界対象物 101 側から押し返されるような擬似的な力覚を認知する。一方、外界対象物 101 から擬似力覚呈示装置 1 までの距離 L が大きくなる方向に変化する場合、利用者 100 は、その距離 L の時間変化 dL/dt の絶対値が大きいほど大きな力で外界対象物 101 側へ引き戻されるような擬似的な力覚を認知する。

[0028] ‹‹具体例 2－2››

具体例 2－2 も、力覚呈示機構 15 が物理量 $P1 = L$ の時間変化に応じた非対称運動を行い、当該非対称運動に基づいた擬似的な力覚（物理量 $P1 = L$ の時間変化に応じた擬似的な力覚）を呈示する例である。ただし、擬似力覚呈示装置 1 の y 軸方向の動きが小さい場合にのみ擬似的な力覚を呈示する。この例の場合、距離計測部 11 が擬似力覚呈示装置 1 から外界対象物 10

1 までの y 軸方向の距離 L を計測し、位置・姿勢計測部 12 が擬似力覚呈示装置 1 の y 軸上の速度を特定するための物理量 $P2$ （例えば、擬似力覚呈示装置 1 の y 軸上の位置、速度、または、加速度）を計測し、物理量 $P1 = L$ および物理量 $P2$ が演算部 13 に入力される。演算部 13 は、以下のような擬似的な力覚 F_{yv} を認知させるための制御信号 CS を生成して出力する。

$$F_{yv} = k_{yv} (dL/dt) \quad \text{for } abs(dy/dt) \leq y'_s \quad (6)$$

$$F_{yv} = 0 \quad \text{for } abs(dy/dt) > y'_s \quad (7)$$

ただし、 dy/dt は擬似力覚呈示装置 1 の y 軸の位置 y の t についての時間微分値（すなわち、擬似力覚呈示装置 1 の y 軸方向の移動速度）である。 $abs(\alpha)$ は α の絶対値を表す。 y'_s は予め定められた正の閾値を表す。擬似的な力覚 F_{yv} の向きは y 軸方向である。擬似力覚呈示装置 1 から外界対象物 101 に向かう方向の擬似的な力覚 F_{yv} を正值で表し、逆に外界対象物 101 から擬似力覚呈示装置 1 に向かう方向の擬似的な力覚 F_{yv} を負値で表す。このような制御信号 CS に対応する駆動信号 DS が力覚呈示機構 15 に供給されると、利用者 100 は次のような擬似的な力覚を認知する。すなわち、擬似力覚呈示装置 1 の y 軸方向の移動速度 dy/dt の絶対値が y'_s 以下である場合、利用者 100 は具体例 2-1 と同じ擬似的な力覚を認知する。一方、擬似力覚呈示装置 1 の y 軸方向の移動速度 dy/dt の絶対値が y'_s を越えた場合、利用者 100 は擬似的な力覚を認知しない。

[0029] 《具体例 3-1》

具体例 3-1 は、力覚呈示機構 15 が物理量 $P1 = L$ の時間変化 dL/dt 、および、擬似力覚呈示装置 1 の x 軸方向の位置の時間変化 dx/dt に応じた非対称運動を行い、当該非対称運動に基づいた擬似的な力覚（物理量 $P1 = L$ の時間変化 dL/dt および擬似力覚呈示装置 1 の x 軸方向の位置の時間変化 dx/dt に応じた擬似的な力覚）を呈示する例である。この例の場合、距離計測部 11 が擬似力覚呈示装置 1 から外界対象物 101 までの

y 軸方向の距離 L を計測し、位置・姿勢計測部 12 が擬似力覚呈示装置 1 の x 軸上の移動速度を特定するための物理量 P_2 （例えば、擬似力覚呈示装置 1 の x 軸上の位置、速度、または、加速度）を計測し、物理量 $P_1 = L$ および物理量 P_2 が演算部 13 に入力される。演算部 13 は、以下のような擬似的な力覚 F_{xv} を認知させるための制御信号 CS を生成して出力する。

[数1]

$$F_{xv} = k_{xv} \frac{dL}{dt} \frac{dx}{dt} \quad (8)$$

ただし、 k_{xv} は正のゲイン定数である。擬似的な力覚 F_{xv} の向きは x 軸方向である。 dx/dt は擬似力覚呈示装置 1 の x 軸の位置 x の t についての時間微分値（すなわち、擬似力覚呈示装置 1 の x 軸方向の移動速度）である。擬似的な力覚 F_{xv} の向きは x 軸方向である。図 5 A および図 5 B における右方向の擬似的な力覚 F_{xv} を正值で表し、左方向の擬似的な力覚 F_{xv} を負値で表す。このような制御信号 CS に対応する駆動信号 DS が力覚呈示機構 15 に供給されると、利用者 100 は次のような擬似的な力覚を認知する。 dL/dt および dx/dt が共に正であるか負である場合、利用者 100 は x 軸の値が大きくなる方向（右方向）に擬似的な力覚を知覚する。 dL/dt および dx/dt の何れかが負である場合、利用者 100 は x 軸の値が小さくなる方向（左方向）に擬似的な力覚を知覚する。なお、いずれの方向の擬似的な力覚も dL/dt の絶対値が大きいほど大きく、 dx/dt の絶対値が大きいほど大きい。これにより、擬似力覚呈示装置 1 を x 軸方向に速く移動させるほど擬似的な力覚の大きさも大きくなり、 L の時間変化が大きいほど擬似的な力覚の大きさも大きくなる。

[0030] 《具体例 3-2》

具体例 3-2 は、具体例 3-1 で説明した擬似力覚呈示装置 1 の x 軸方向の位置の時間変化 dx/dt を、擬似力覚呈示装置 1 の z 軸周りの角速度 Θ_z の時間変化 $d\Theta_z/dt$ で近似するものである。すなわち、具体例 3-2 は、力覚呈示機構 15 が物理量 $P_1 = L$ の時間変化 dL/dt 、および、擬似力

覚呈示装置 1 の z 軸周りの角速度 Θ_z の時間変化 $d\Theta_z/dt$ に応じた非対称運動を行い、当該非対称運動に基づいた擬似的な力覚（物理量 $P_1 = L$ の時間変化 dL/dt および擬似力覚呈示装置 1 の z 軸周りの角速度の時間変化 $d\Theta_z/dt$ に応じた擬似的な力覚）を呈示する例である。軸方向の位置の時間変化 dx/dt を得るためにはカルマンフィルタ等を用いた複雑な計算が必要となるが、角速度の時間変化 $d\Theta_z/dt$ はジャイロセンサ等の簡易なセンサを位置・姿勢計測部 12 として用いることで容易に計算できる。よって、具体例 3-2 は具体例 3-1 に比べ、擬似力覚呈示装置 1 の構成を簡易にできる。この例の場合、距離計測部 11 が擬似力覚呈示装置 1 から外界対象物 101 までの y 軸方向の距離 L を計測し、位置・姿勢計測部 12 が擬似力覚呈示装置 1 の z 軸周りの角速度の時間変化 $d\Theta_z/dt$ を特定するための物理量 P_2 （例えば、擬似力覚呈示装置 1 の x 軸上の位置、速度、または、加速度）を計測し、物理量 $P_1 = L$ および物理量 P_2 が演算部 13 に入力される。演算部 13 は、以下のような擬似的な力覚 F_{xv} を認知させるための制御信号 CS を生成して出力する。

[数2]

$$F_{xv} = -k_{xv} \frac{dL}{dt} \frac{d\theta_z}{dt} \quad (9)$$

ただし、図 5 A および図 5 B に例示するように、 z 軸周りの角速度 Θ_z は z 軸方向（図 5 A および図 5 B の奥から手前に向かう方向）で見たときの時計回り（図 5 A および図 5 B における反時計回り）の方向を正方向とする。

[0031] 《具体例 3-3》

具体例 3-3 は、力覚呈示機構 15 が物理量 $P_1 = L$ の時間変化 dL/dt の絶対値、および、擬似力覚呈示装置 1 の x 軸方向の位置の時間変化 dx/dt に応じた非対称運動を行い、当該非対称運動に基づいた擬似的な力覚（物理量 $P_1 = L$ の時間変化 dL/dt の絶対値および擬似力覚呈示装置 1 の x 軸方向の位置の時間変化 dx/dt に応じた擬似的な力覚）を呈示する例である。この例の場合、距離計測部 11 が擬似力覚呈示装置 1 から外界対

象物 101 までの y 軸方向の距離 L を計測し、位置・姿勢計測部 12 が擬似力覚呈示装置 1 の x 軸上の移動速度を特定するための物理量 P2（例えば、擬似力覚呈示装置 1 の x 軸上の位置、速度、または、加速度）を計測し、物理量 P1 = L および物理量 P2 が演算部 13 に入力される。演算部 13 は、以下のような擬似的な力覚 F_{xv} を認知させるための制御信号 CS を生成して出力する。

[数3]

$$F_{xv} = k_{xv} \text{abs} \left(\frac{dL}{dt} \right) \frac{dx}{dt} \quad (10)$$

このような制御信号 CS に対応する駆動信号 DS が力覚呈示機構 15 に供給されると、利用者 100 は次のような擬似的な力覚を認知する。 dx/dt が正であるか負である場合、利用者 100 は x 軸の値が大きくなる方向（右方向）に擬似的な力覚を知覚する。 dx/dt が負である場合、利用者 100 は x 軸の値が小さくなる方向（左方向）に擬似的な力覚を知覚する。なお、いずれの方向の擬似的な力覚も dL/dt の絶対値が大きいほど大きく、 dx/dt の絶対値が大きいほど大きい。これにより、擬似力覚呈示装置 1 を x 軸方向に速く移動させるほど擬似的な力覚の大きさも大きくなり、L の時間変化が大きいほど擬似的な力覚の大きさも大きくなる。

[0032] 《具体例 3-4》

具体例 3-4 は、具体例 3-3 で説明した擬似力覚呈示装置 1 の x 軸方向の位置の時間変化 dx/dt を、擬似力覚呈示装置 1 の z 軸周りの角速度 Θ_z の時間変化 $d\Theta_z/dt$ で近似するものである。この例の場合、距離計測部 11 が擬似力覚呈示装置 1 から外界対象物 101 までの y 軸方向の距離 L を計測し、位置・姿勢計測部 12 が擬似力覚呈示装置 1 の z 軸周りの角速度の時間変化 $d\Theta_z/dt$ を特定するための物理量 P2 を計測し、物理量 P1 = L および物理量 P2 が演算部 13 に入力される。演算部 13 は、以下のような擬似的な力覚 F_{xv} を認知させるための制御信号 CS を生成して出力する。

[数4]

$$F_{xv} = -k_{xv} \text{abs} \left(\frac{dL}{dt} \right) \frac{d\theta_z}{dt} \quad (11)$$

[0033] 《具体例4-1》

上述した擬似的な力覚 F_{yp} 、 F_{yv} の成分を合成したものを y 軸方向に呈示し、擬似的な力覚 F_{xv} を x 軸方向に呈示してもよい。例えば、演算部13が、以下のような擬似的な力覚 F_y および F_x を認知させるための制御信号CSを生成して出力してもよい。

$$F_y = F_{yp} + F_{yv} \quad (12)$$

$$F_x = F_{xv} \quad (13)$$

ただし、擬似的な力覚 F_y の向きは y 軸方向である。擬似力覚呈示装置1から外界対象物101に向かう方向の擬似的な力覚 F_y を正值で表し、逆に外界対象物101から擬似力覚呈示装置1に向かう方向の擬似的な力覚 F_y を負値で表す。擬似的な力覚 F_x の向きは x 軸方向である。図5Aおよび図5Bにおける右方向の擬似的な力覚 F_x を正值で表し、左方向の擬似的な力覚 F_x を負値で表す。

[0034] 《具体例4-2》

具体例4-1において $F_y = F_{yp}$ としてもよいし、 $F_y = F_{yv}$ としてもよい。

[0035] 《具体例5-1》

飽和特性等を考慮し、演算部13が、具体例4の擬似的な力覚 F_y および F_x を非線形変換した擬似的な力覚を F'_y および F'_x を認知させるための制御信号CSを生成して出力してもよい。例えば、演算部13が、以下のような F_y および F_x のシグモイド関数値である擬似的な力覚 F'_y および F'_x を認知させるための制御信号CSを生成して出力してもよい。

[数5]

$$F'_y = k_{gy2} \frac{1 - \exp(-k_{gy1} F_y)}{1 + \exp(-k_{gy1} F_y)} \quad (12)$$

[数6]

$$F'_x = k_{gx2} \frac{1 - \exp(-k_{gx1} F_x)}{1 + \exp(-k_{gx1} F_x)} \quad (13)$$

ただし、 k_{gy1} 、 k_{gy2} 、 k_{gx1} 、 k_{gx2} は正のゲイン定数である。 $\exp(\alpha)$ は α の指数関数値である。擬似的な力覚 F_y の向きは y 軸方向である。擬似力覚呈示装置1から外界対象物101に向かう方向の擬似的な力覚 F'_y を正值で表し、逆に外界対象物101から擬似力覚呈示装置1に向かう方向の擬似的な力覚 F'_y を負値で表す。擬似的な力覚 F'_x の向きは x 軸方向である。図5Aおよび図5Bにおける右方向の擬似的な力覚 F'_x を正值で表し、左方向の擬似的な力覚 F'_x を負値で表す。これにより、呈示される疑似的な力覚を知覚のダイナミックレンジと整合させることができる。

[0036] 《具体例5-2》

演算部13が、以下のような F_y の区分線形関数値で表される疑似的な力覚 F'_y を認知させるための制御信号CSを生成して出力してもよい。

$$F'_y = F_y \quad \text{for} \quad -F_{y\max} < F_y < F_{y\max} \quad (14)$$

$$F'_y = F_{y\max} \quad \text{for} \quad F_{y\max} \leq F_y \quad (15)$$

$$F'_y = -F_{y\max} \quad \text{for} \quad -F_{y\max} \geq F_y \quad (16)$$

ただし、 $F_{y\max}$ は疑似的な力覚 F_y の最大値である。

[0037] 《具体例5-3》

具体例5-1、5-2において $F_y = F_{yp}$ としてもよいし、 $F_y = F_{yv}$ としてもよい。

[0038] 以上に例示するように、力覚呈示機構15は、物理量 $P1=L$ に応じた非対称運動を行い、物理量 $P1=L$ に応じた疑似的な力覚を呈示してもよい（モードA：具体例1-1、1-2）、物理量 $P1=L$ の時間変化に応じた非対称運動を行い、物理量 $P1=L$ の時間変化に応じた疑似的な力覚を呈示してもよい（モードB：具体例2-1、2-2）。また、力覚呈示機構15は、擬似力覚呈示装置1の動きを計測して得られた物理量 $P2$ 、物理量 $P2$ の関数値、擬似力覚呈示装置1の姿勢を計測して得られた物理量 $P3$ 、およ

び第3物理量P3の関数値、の少なくとも何れか、ならびに、物理量P1=Lの時間変化、に応じた非対称運動を行い、物理量P2、物理量P2の関数値、物理量P3、物理量P3の関数値、の少なくとも何れか、ならびに、物理量P1=Lの時間変化に応じた擬似的な力覚を呈示してもよい（モードC：具体例3-1，3-2，3-3，3-4）。また、力覚呈示機構15がモードA～Cの擬似的な力覚の少なくとも一部を合成したものを呈示してもよいし、力覚呈示機構15がモードA～Cの擬似的な力覚の少なくとも一部を非線形変換して合成したものを呈示してもよい（モードD：具体例4-1，4-2，5-1，5-2，5-3）。

[0039] ≪位置関係と擬似的な力覚との関係の例示1≫

外界対象物101と擬似力覚呈示装置1との位置関係と擬似力覚呈示装置1が呈示する擬似的な力覚との関係を例示する。図6Aから図9Bは、擬似力覚呈示装置1がy軸方向に式(5)の擬似的な力覚 $F_y = F_{yv}$ を呈示し、x軸方向に式(8)の擬似的な力覚 $F_x = F_{xv}$ を呈示する場合の例である。図6A，図7A，図8A，図9Aにおける1から8の数字はx-y平面における方向を表す。図6B，図7B，図8B，図9Bは、それぞれ、擬似力覚呈示装置1および壁である外界対象物101が図6B，図7B，図8B，図9Bの位置関係にあるときに、上述の1から8の数字で示されたx-y平面における方向に擬似力覚呈示装置1が単位速度で平行移動する場合に、擬似力覚呈示装置1が呈示する擬似的な力覚 F_y および F_x の合成をベクトル表示したものである。外界対象物101は静止している。各ベクトルには対応する擬似力覚呈示装置1の移動方向を表す数字を付している。これらの図に示すように、外界対象物101までの距離Lが長くなる方向へ擬似力覚呈示装置1が移動する場合（図6Aの5，6，7の方向、図7Aの6，7，8の方向、図8Aの1，6，7，8の方向、図9Aの1，7，8の方向）、擬似力覚呈示装置1は移動方向のy軸成分の反対向きの成分および移動方向のx軸方向成分（図6Bの5，6，7の方向成分、図7Bの6，7，8の方向成分、図8Bの1，6，7，8の方向成分、図9Bの1，7，8の方向成分）を持つ

擬似的な力覚を呈示する。一方、外界対象物 101 までの距離 L が短くなる方向へ擬似力覚呈示装置 1 が移動する場合（図 6 A の 1, 2, 3 の方向、図 7 A の 2, 3, 4 の方向、図 8 A の 2, 3, 4, 5 の方向、図 9 A の 3, 4, 5 の方向）、擬似力覚呈示装置 1 は移動方向の y 軸成分の反対向きの成分および移動方向の x 軸方向成分の反対向きの成分（図 6 B の 1, 2, 3 の方向成分、図 7 B の 2, 3, 4 の方向成分、図 8 B の 2, 3, 4, 5 の方向成分、図 9 B の 3, 4, 5 の方向成分）を持つ擬似的な力覚を呈示する。図 6 A の 4, 8 で示された方向、図 7 A の 1, 5 で示された方向、図 9 A の 2, 6 で示された方向に擬似力覚呈示装置 1 が移動する場合には、擬似的な力覚は呈示されない。

[0040] 《位置関係と擬似的な力覚との関係の例示 2》

図 10 A から図 13 B は、擬似力覚呈示装置 1 が y 軸方向に式 (5) の擬似的な力覚 $F_y = F_{yv}$ を呈示し、 x 軸方向に式 (10) の擬似的な力覚 $F_x = F_{xv}$ を呈示する場合の例である。図 10 A, 図 11 A, 図 12 A, 図 13 A における 1 から 8 の数字は $x-y$ 平面における方向を表す。図 10 B, 図 11 B, 図 12 B, 図 13 B は、それぞれ、擬似力覚呈示装置 1 および壁である外界対象物 101 が図 10 B, 図 11 B, 図 12 B, 図 13 B の位置関係にあるときに、上述の 1 から 8 の数字で示された $x-y$ 平面における方向に擬似力覚呈示装置 1 が単位速度で平行移動する場合に、擬似力覚呈示装置 1 が呈示する擬似的な力覚 F_y および F_x の合成をベクトル表示したものである。外界対象物 101 は静止している。各ベクトルには対応する擬似力覚呈示装置 1 の移動方向を表す数字を付している。これらの例では、擬似力覚呈示装置 1 の移動方向にかかわらず、擬似力覚呈示装置 1 は移動方向の y 軸成分の反対向きの成分および移動方向の x 軸方向成分を持つ擬似的な力覚を呈示する。図 10 A の 4, 8 で示された方向、図 11 A の 1, 5 で示された方向、図 13 A の 2, 6 で示された方向に擬似力覚呈示装置 1 が移動する場合には、擬似的な力覚は呈示されない。

[0041] 《外界対象物 101 の形状と擬似的な力覚との関係の例示 1》

外界対象物 101 の形状と擬似力覚呈示装置 1 が呈示する擬似的な力覚との関係を例示する。図 14 A から図 16 D は、擬似力覚呈示装置 1 が y 軸方向に式 (5) の擬似的な力覚 $F_y = F_{yv}$ を呈示し、x 軸方向に式 (8) の擬似的な力覚 $F_x = F_{xv}$ を呈示する場合の例である。図 14 B から図 14 D は、図 14 A のように断面形状が矩形型のくぼみ (y 軸方向のくぼみ) を持つ外界対象物 101 に対し、擬似力覚呈示装置 1 を x 軸方向に秒速 0.25 m/s で移動させた場合における、時間 [s] と、擬似力覚呈示装置 1 から外界対象物 101 までの距離 L [m]、擬似的な力覚 F_x 、および擬似的な力覚 F_y との関係をそれぞれ例示している。断面形状が矩形型のくぼみを持つ外界対象物 101 の場合、擬似力覚呈示装置 1 がくぼみに差し掛かったところで、擬似力覚呈示装置 1 が外界対象物 101 に引き寄せられるような擬似的な力覚 F_x 、 F_y が呈示される (F_x および F_y が共に正)。これにより、利用者 100 は、擬似力覚呈示装置 1 が外界対象物 101 のくぼみに y 軸方向に落ち込み、さらに x 軸方向に加速するような感覚が得られる。これは手で外界対象物 101 をなぞる際の感覚に似ている。擬似力覚呈示装置 1 がくぼみに対向している時点では擬似的な力覚 F_x 、 F_y は 0 である。その後、擬似力覚呈示装置 1 がくぼみの終わりに差し掛かったところで、擬似力覚呈示装置 1 が外界対象物 101 から押し出され、かつ、擬似力覚呈示装置 1 の進行方向の逆向きに押されるような擬似的な力覚が呈示される (F_x および F_y が共に負)。これにより、利用者 100 は、擬似力覚呈示装置 1 が外界対象物 101 のくぼみの終端で x 軸方向に減速し、y 軸方向に押し戻されるような感覚が得られる。これも手で外界対象物 101 をなぞる際の感覚に似ている。図 15 B から図 15 D は、図 15 A のように断面形状が楔形のくぼみ (y 軸方向のくぼみ) を持つ外界対象物 101 に対し、擬似力覚呈示装置 1 を x 軸方向に秒速 0.25 m/s で移動させた場合における、時間 [s] と、擬似力覚呈示装置 1 から外界対象物 101 までの距離 L [m]、擬似的な力覚 F_x 、および擬似的な力覚 F_y との関係をそれぞれ例示している。断面形状が楔形のくぼみを持つ外界対象物 101 の場合、擬似力覚呈示装置 1 がくぼみに差し掛

かってからくぼみの最も深い部分に対向する位置に達するまで、正の擬似的な力覚 F_x 、 F_y が継続的に呈示される。その後、擬似力覚呈示装置1がくぼみの終わりに達するまで、負の擬似的な力覚 F_x 、 F_y が継続的に呈示される。図16Bから図16Dは、図16Aのように断面形状が半円型のくぼみ（ y 軸方向のくぼみ）を持つ外界対象物101に対し、擬似力覚呈示装置1を x 軸方向に秒速0.25 m/sで移動させた場合における、時間[s]と、擬似力覚呈示装置1から外界対象物101までの距離 L [m]、擬似的な力覚 F_x 、および擬似的な力覚 F_y との関係をそれぞれ例示している。断面形状が半円型のくぼみを持つ外界対象物101の場合、擬似力覚呈示装置1がくぼみに差し掛かってからくぼみの最も深い部分に対向する位置に達するまで、正の擬似的な力覚 F_x 、 F_y が継続的に呈示される。その後、擬似力覚呈示装置1がくぼみの終わりに達するまで、負の擬似的な力覚 F_x 、 F_y が継続的に呈示される。ただし、断面形状が半円型のくぼみの場合には距離 L が連続的に変化するため、擬似的な力覚 F_x 、 F_y の大きさは連続的に変化する。以上のように、擬似的な力覚 F_x 、 F_y により、利用者100に外界対象物101の形状をクリアに認知させることができる。

[0042] ≪外界対象物101の形状と擬似的な力覚との関係の例示2≫

他の例を示す。図17Aから図19Dは、擬似力覚呈示装置1が y 軸方向に式(1)(2)および式(5)の擬似的な力覚を合成した擬似的な力覚 $F_y = F_{yp} + F_{yv}$ を呈示し、 x 軸方向に式(8)の擬似的な力覚 $F_x = F_{xv}$ を呈示する場合の例である。図17Bから図17Dは、図17Aのように断面形状が矩形型のくぼみ（ y 軸方向のくぼみ）を持つ外界対象物101に対し、擬似力覚呈示装置1を x 軸方向に秒速0.25 m/sで移動させた場合における、時間[s]と、擬似力覚呈示装置1から外界対象物101までの距離 L [m]、擬似的な力覚 F_x 、および擬似的な力覚 F_y との関係をそれぞれ例示している。断面形状が矩形型のくぼみを持つ外界対象物101の場合、擬似力覚呈示装置1がくぼみに差し掛かったところで、擬似力覚呈示装置1が外界対象物101に引き寄せられるような擬似的な力覚 F_x 、 F_y が呈示され

る（ F_x および F_y が共に正）。擬似力覚呈示装置1がくぼみに対向している時点では擬似的な力覚 F_x 、 F_y は0である。その後、擬似力覚呈示装置1がくぼみの終わりに差し掛かったところで、擬似力覚呈示装置1が外界対象物101から押し出され、かつ、擬似力覚呈示装置1の進行方向の逆向きに押されるような擬似的な力覚が呈示される（ F_x および F_y が共に負）。図18Bから図18Dは、図18Aのように断面形状が楔形のくぼみ（ y 軸方向のくぼみ）を持つ外界対象物101に対し、擬似力覚呈示装置1を x 軸方向に秒速0.25 m/sで移動させた場合における、時間[s]と、擬似力覚呈示装置1から外界対象物101までの距離L[m]、擬似的な力覚 F_x 、および擬似的な力覚 F_y との関係をそれぞれ例示している。断面形状が楔形のくぼみを持つ外界対象物101の場合、擬似力覚呈示装置1がくぼみに差し掛かってからくぼみの最も深い部分に対向する位置に達するまで、正の擬似的な力覚 F_x 、 F_y が継続的に呈示される。その後、擬似力覚呈示装置1がくぼみの終わりに達するまで、負の擬似的な力覚 F_x 、 F_y が継続的に呈示される。ただし、距離Lに依存する F_{yp} の成分も F_y に含まれるため、 y 軸方向の擬似的な力覚 F_y は時間変化する。図19Bから図19Dは、図19Aのように断面形状が半円形のくぼみ（ y 軸方向のくぼみ）を持つ外界対象物101に対し、擬似力覚呈示装置1を x 軸方向に秒速0.25 m/sで移動させた場合における、時間[s]と、擬似力覚呈示装置1から外界対象物101までの距離L[m]、擬似的な力覚 F_x 、および擬似的な力覚 F_y との関係をそれぞれ例示している。断面形状が半円形のくぼみを持つ外界対象物101の場合、擬似力覚呈示装置1がくぼみに差し掛かってからくぼみの最も深い部分に対向する位置に達するまで、正の擬似的な力覚 F_x 、 F_y が継続的に呈示される。その後、擬似力覚呈示装置1がくぼみの終わりに達するまで、負の擬似的な力覚 F_x 、 F_y が継続的に呈示される。ただし、半円形のくぼみの場合には距離Lが連続的に変化するため、擬似的な力覚 F_x 、 F_y の大きさは連続的に変化する。さらに、距離Lに依存する F_{yp} の成分も F_y に含まれるため、 y 軸方向の擬似的な力覚 F_y の時間変化はさらに顕著になる。以上の例の場合、

F_y が距離 L に依存する F_{yp} の成分を含むため、利用者100に外界対象物101の形状をより明確に認知させることができる。

[0043] [第1実施形態の変形例1]

前述した複数のモードA～Dから特定のモードが選択可能であってもよいし、各モードで呈示される疑似的な力覚が選択可能（例えば、前述した具体例の式に示される疑似的な力覚からの選択）であってもよい。このように選択される疑似的な力覚の種別を「力覚種別」と呼ぶことにする。この場合、疑似力覚呈示装置1は、演算部13に代え、力覚種別を選択する機能を持つ演算部13'を有する。演算部13'には複数の力覚種別から選択された特定の力覚種別を示す選択情報 μ が入力される。演算部13'は当該選択情報 μ が示す力覚種別を設定し、力覚呈示機構15が当該設定された力覚種別での疑似的な力覚を呈示するための制御信号CSを第1実施形態で説明したように得て出力する。すなわち、複数の力覚種別のそれぞれは、物理量P1、物理量P1の関数値、物理量P2、物理量P2の関数値、物理量P3、および物理量P3の関数値、の少なくとも何れかを含む物理情報に対応し、力覚呈示機構15は、選択された特定の力覚種別に対応する物理情報に応じた非対称運動を行い、当該特定の力覚種別に対応する物理情報に応じた疑似的な力覚を呈示する。これにより、様々な状況に応じて適切な疑似的な力覚を呈示できる。例えば、外界対象物101の形状に応じて疑似的な力覚を切り替え、外界対象物101の形状に関する情報をより明確に利用者100に知覚させることができる。

[0044] あるいは、演算部13'に選択情報 μ が入力されるのではなく、疑似力覚呈示装置1の内部で取得可能な情報（例えば、時間、方向、速度、加速度など）に応じ、演算部13'の内部で力覚種別の選択および設定が行われてもよい。

[0045] [第2実施形態]

第2実施形態は、第1実施形態の変形例であり、演算部13の機能が疑似力覚呈示装置の外部に設けられる。以下、既に説明した事項については同じ

参照番号を用いて説明を簡略化する。

[0046] <構成>

図20に例示するように、本実施形態の擬似力覚呈示装置2は、距離計測部11、位置・姿勢計測部12、制御部14、力覚呈示機構15、ケース16、出力部26、および入力部27を有する。また、擬似力覚呈示装置2の外部には、擬似力覚呈示装置2と無線通信または有線通信が可能な演算装置23が設けられている。演算装置23は、例えば、汎用または専用のコンピュータが所定のプログラムを実行することで構成される。このコンピュータは1個のプロセッサやメモリを備えていてもよいし、複数個のプロセッサやメモリを備えていてもよい。このプログラムはコンピュータにインストールされてもよいし、予めROM等に記録されていてもよい。また、CPUのようにプログラムが読み込まれることで機能構成を実現する電子回路(circuitry)ではなく、プログラムを用いることなく処理機能を実現する電子回路を用いて一部またはすべての処理部が構成されてもよい。1個の装置を構成する電子回路が複数のCPUを含んでいてもよい。

[0047] <動作>

次に、第2実施形態の擬似力覚呈示装置2の動作を説明する。第1実施形態との相違点は以下の通りである。第1実施形態では、距離計測部11で得られた物理量P1、ならびに位置・姿勢計測部12で得られた物理量P2および物理量P3の少なくとも一方が演算部13に入力された。これに代え、第2実施形態では、これらの物理量P1ならびに物理量P2および物理量P3の少なくとも一方を表す情報(計測部で得られた計測値を表す情報)が出力部26から出力され、演算装置23に送られる。演算装置23は、物理量P1ならびに物理量P2および物理量P3の少なくとも一方を表す情報を用い、第1実施形態の演算部13の処理を行って制御信号CS(計測値に応じた入力情報)を得て出力する。制御信号CSは、擬似力覚呈示装置2の入力部27に入力され、制御部14に送られる。制御部14は、この制御信号CSに対応する駆動信号DSを生成し、非対称運動部152-iのコイル15

24-iに供給する。これにより、力覚呈示機構15は、制御信号CSに応じた非対称運動を行い、当該非対称運動に基づいた擬似的な力覚を呈示する。これにより、擬似力覚呈示装置2を小型化できる。

[0048] [第2実施形態の変形例1]

その他、演算部13の機能だけではなく制御部14の機能も、擬似力覚呈示装置2の外部の演算装置23に設けられてもよい。この場合には、物理量P1ならびに物理量P2および物理量P3の少なくとも一方を表す情報（計測部で得られた計測値を表す情報）が出力部26から出力され、演算装置23に送られる。演算装置23は、物理量P1ならびに物理量P2および物理量P3の少なくとも一方を表す情報を用い、第1実施形態の演算部13および制御部14の処理を行って制御信号CSおよび駆動信号DS（計測値に応じた入力情報）を得て出力する。駆動信号DSは、擬似力覚呈示装置2の入力部27に入力され、非対称運動部152-iのコイル1524-iに供給される。これにより、力覚呈示機構15は、制御信号CSに応じた非対称運動を行い、当該非対称運動に基づいた擬似的な力覚を呈示する。これにより、擬似力覚呈示装置2をより小型化できる。

[0049] [第2実施形態の変形例2]

第2実施形態または第2実施形態の変形例1において、演算装置23が演算部13の機能に代えて、第1実施形態の変形例1で説明した演算部13'の機能を備えてもよい。

[0050] [その他の変形例等]

なお、本発明は上述の実施形態に限定されるものではない。例えば、非対称運動部152-iとして、特許第4551448号公報（参考文献3）、国際公開第WO2007/086426号（参考文献4）、特開2015-226388公報（参考文献5）等のその他の非対称運動に基づいて擬似的な力覚を呈示する装置が用いられてもよい。また、力覚呈示機構15が3個以上の非対称運動部152-iを備え、それらの駆動を制御することで並進方向の疑似的な力覚だけではなく、回転方向の疑似的な力覚も呈示できても

よい（例えば、参考文献 1 等参照）。また参考文献 5 に記載された構成の非対称運動部 1 5 2 - 1 を用い、1 個の非対称運動部 1 5 2 - 1 のみで並進方向および回転方向が呈示できてよい。距離計測部 1 1 および位置・姿勢計測部 1 2 での計測結果に応じ、非対称運動部 1 5 2 - i が非対称運動を行い、当該計測結果に応じた 2 自由度以上の擬似的な力覚が呈示できるのであれば、非対称運動部 1 5 2 - i の構成および個数に制限はない。

[0051] また、物理量 $P_1 = L$ の関数値や物理量 P_2 の関数値は、速度であってもよいし、加速度であってもよい。物理量 P_2 の関数値は、角速度であってもよいし、角加速度であってもよい。

[0052] 上述の各種の処理は、記載に従って時系列に実行されるのみならず、処理を実行する装置の処理能力あるいは必要に応じて並列的にあるいは個別に実行されてもよい。その他、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更が可能であることはいうまでもない。

[0053] 上記の演算部や演算装置の機能をコンピュータによって実現する場合、各機能の処理内容はプログラムによって記述される。このプログラムをコンピュータで実行することにより、上記処理機能がコンピュータ上で実現される。この処理内容を記述したプログラムは、コンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録しておくことができる。コンピュータで読み取り可能な記録媒体の例は、非一時的な（non-transitory）記録媒体である。このような記録媒体の例は、磁気記録装置、光ディスク、光磁気記録媒体、半導体メモリ等である。

[0054] このプログラムの流通は、例えば、そのプログラムを記録した DVD、CD-ROM 等の可搬型記録媒体を販売、譲渡、貸与等することによって行う。さらに、このプログラムをサーバコンピュータの記憶装置に格納しておき、ネットワークを介して、サーバコンピュータから他のコンピュータにそのプログラムを転送することにより、このプログラムを流通させる構成としてもよい。

[0055] このようなプログラムを実行するコンピュータは、例えば、まず、可搬型

記録媒体に記録されたプログラムもしくはサーバコンピュータから転送されたプログラムを、一旦、自己の記憶装置に格納する。処理の実行時、このコンピュータは、自己の記憶装置に格納されたプログラムを読み取り、読み取ったプログラムに従った処理を実行する。このプログラムの別の実行形態として、コンピュータが可搬型記録媒体から直接プログラムを読み取り、そのプログラムに従った処理を実行することとしてもよく、さらに、このコンピュータにサーバコンピュータからプログラムが転送されるたびに、逐次、受け取ったプログラムに従った処理を実行することとしてもよい。サーバコンピュータから、このコンピュータへのプログラムの転送は行わず、その実行指示と結果取得のみによって処理機能を実現する、いわゆるASP（Application Service Provider）型のサービスによって、上述の処理を実行する構成としてもよい。

[0056] コンピュータ上で所定のプログラムを実行させて本装置の処理機能が実現されるのではなく、これらの処理機能の少なくとも一部がハードウェアで実現されてもよい。

産業上の利用可能性

[0057] 本発明により、例えば、目の不自由な人や視覚が不自由な状況にある人が、外界対象物に触れずに、外界対象物の存在、位置、形状などを知ることができる。特に、壊れやすい外界対象物、触れてはいけない外界対象物、歩行中や乗り物の中の他人の存在、位置、形状などを、非接触で認知させることができる。

符号の説明

[0058] 1, 2 擬似力覚呈示装置

請求の範囲

- [請求項1] 擬似的な力覚を呈示する擬似力覚呈示装置であって、
 外界対象物から当該擬似力覚呈示装置までの距離を計測して得られた第1物理量または前記第1物理量の関数値に応じた非対称運動を行い、前記非対称運動に基づいた擬似的な力覚を呈示する力覚呈示機構を有する擬似力覚呈示装置。
- [請求項2] 請求項1の擬似力覚呈示装置であって、
 前記力覚呈示機構は、当該擬似力覚呈示装置の動きを計測して得られた第2物理量、前記第2物理量の関数値、当該擬似力覚呈示装置の姿勢を計測して得られた第3物理量、および前記第3物理量の関数値、の少なくとも何れかに応じた前記非対称運動を行う、擬似力覚呈示装置。
- [請求項3] 請求項1または2の擬似力覚呈示装置であって、
 前記力覚呈示機構は、前記第1物理量に応じた前記非対称運動を行い、前記第1物理量に応じた前記擬似的な力覚を呈示する、擬似力覚呈示装置。
- [請求項4] 請求項1から3のいずれかの擬似力覚呈示装置であって、
 前記力覚呈示機構は、前記第1物理量の時間変化に応じた前記非対称運動を行い、前記第1物理量の時間変化に応じた前記擬似的な力覚を呈示する、擬似力覚呈示装置。
- [請求項5] 請求項1から4のいずれかの擬似力覚呈示装置であって、
 前記力覚呈示機構は、当該擬似力覚呈示装置の動きを計測して得られた第2物理量、前記第2物理量の関数値、当該擬似力覚呈示装置の姿勢を計測して得られた第3物理量、および前記第3物理量の関数値、の少なくとも何れか、ならびに、前記第1物理量の時間変化、に応じた前記非対称運動を行い、前記第2物理量、前記第2物理量の関数値、前記第3物理量、前記第3物理量の関数値、の少なくとも何れか、ならびに、前記第1物理量の時間変化に応じた前記擬似的な力覚を

呈示する、擬似力覚呈示装置。

[請求項6]

請求項 1 から 5 のいずれかの擬似力覚呈示装置であって、

複数の力覚種別から選択された特定の力覚種別を設定する演算部さらに有し、

前記複数の力覚種別のそれぞれは、前記第 1 物理量、前記第 1 物理量の関数値、当該擬似力覚呈示装置の動きを計測して得られた第 2 物理量、前記第 2 物理量の関数値、当該擬似力覚呈示装置の姿勢を計測して得られた第 3 物理量、および前記第 3 物理量の関数値、の少なくとも何れかを含む物理情報に対応し、

前記力覚呈示機構は、前記特定の力覚種別に対応する物理情報に応じた前記非対称運動を行い、前記特定の力覚種別に対応する擬似的な力覚を呈示する、擬似力覚呈示装置。

[請求項7]

請求項 1 から 6 のいずれかの擬似力覚呈示装置であって、

前記第 1 物理量、前記第 1 物理量の関数値、当該擬似力覚呈示装置の動きを表す第 2 物理量、前記第 2 物理量の関数値、当該擬似力覚呈示装置の姿勢を表す第 3 物理量、および前記第 3 物理量の関数値の少なくとも何れかを計測する計測部と、

前記計測部で得られた計測値を表す情報を出力する出力部と、

前記計測値に応じた入力情報を受け付ける入力部と、をさらに有し、

前記力覚呈示機構は、前記入力情報に応じた前記非対称運動を行う、擬似力覚呈示装置。

[図1]

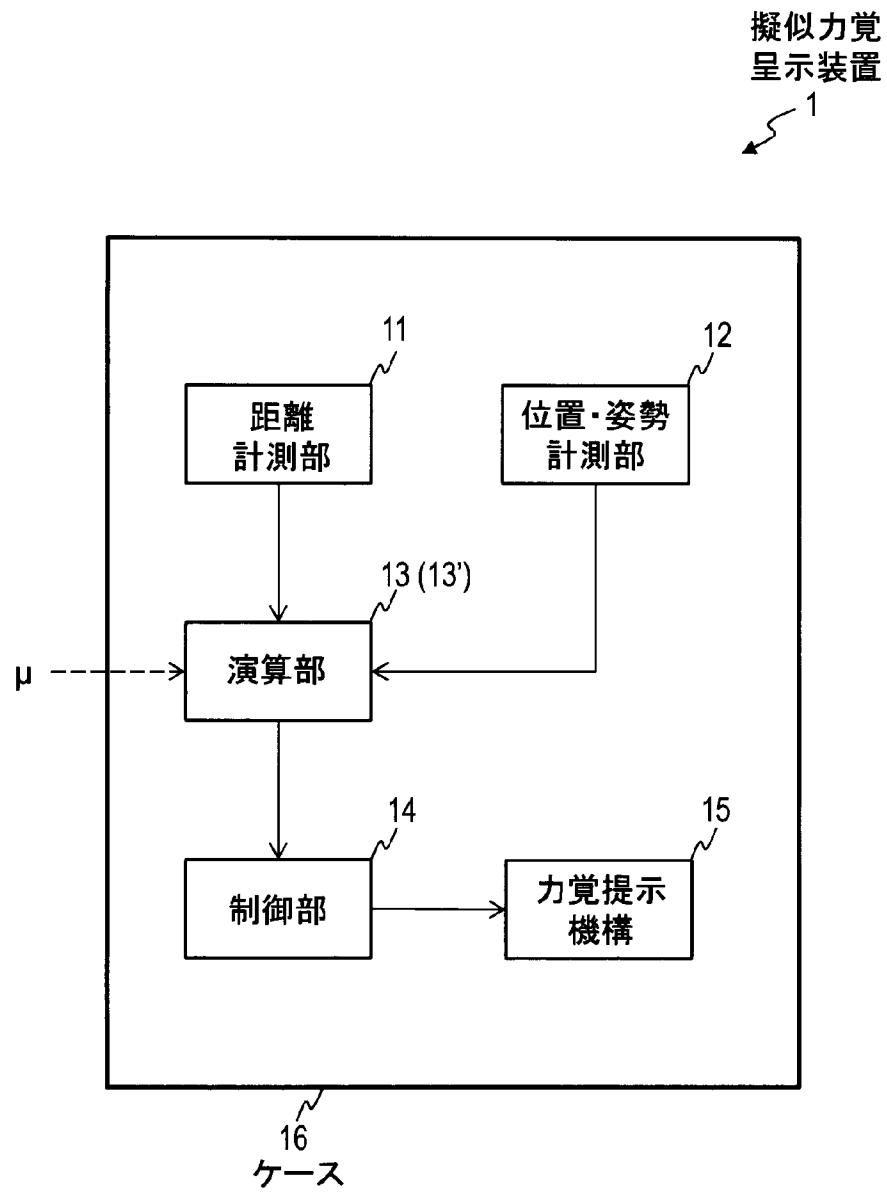


図1

[図2]

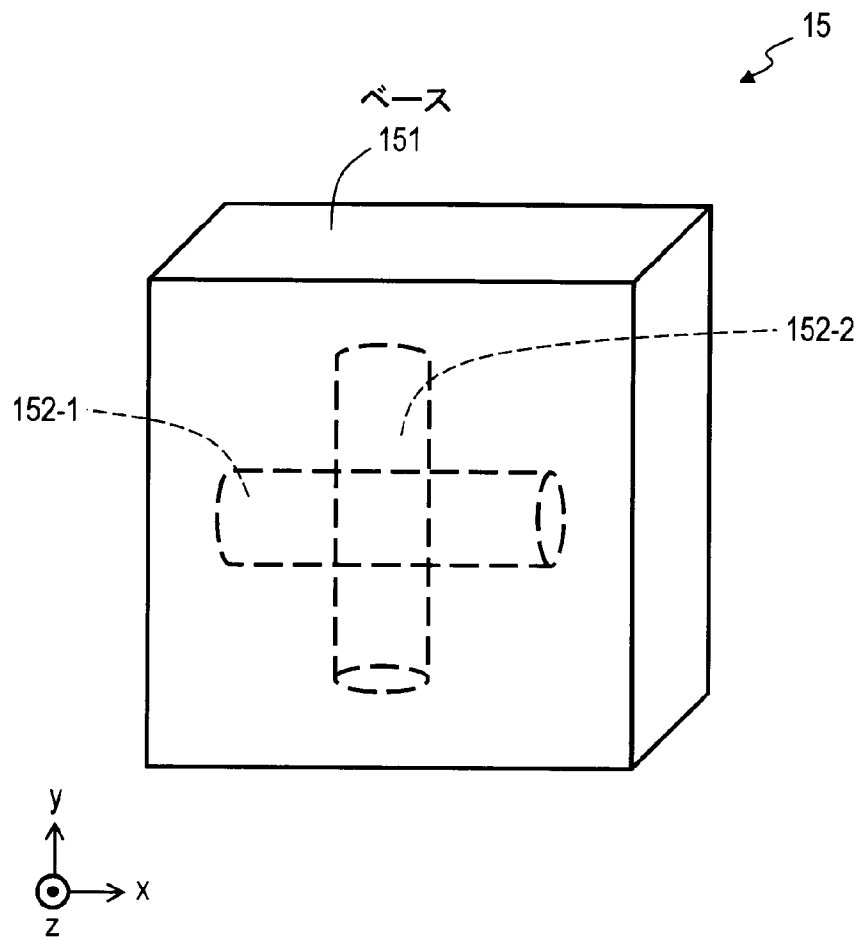


図2

[図3]

図3A

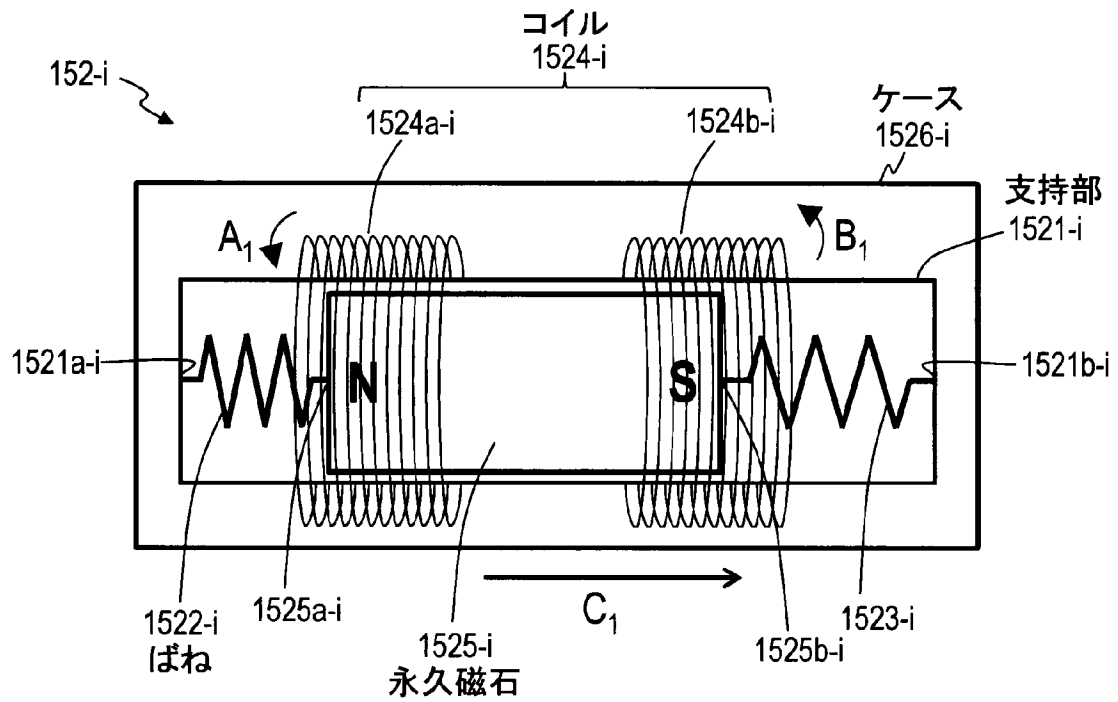
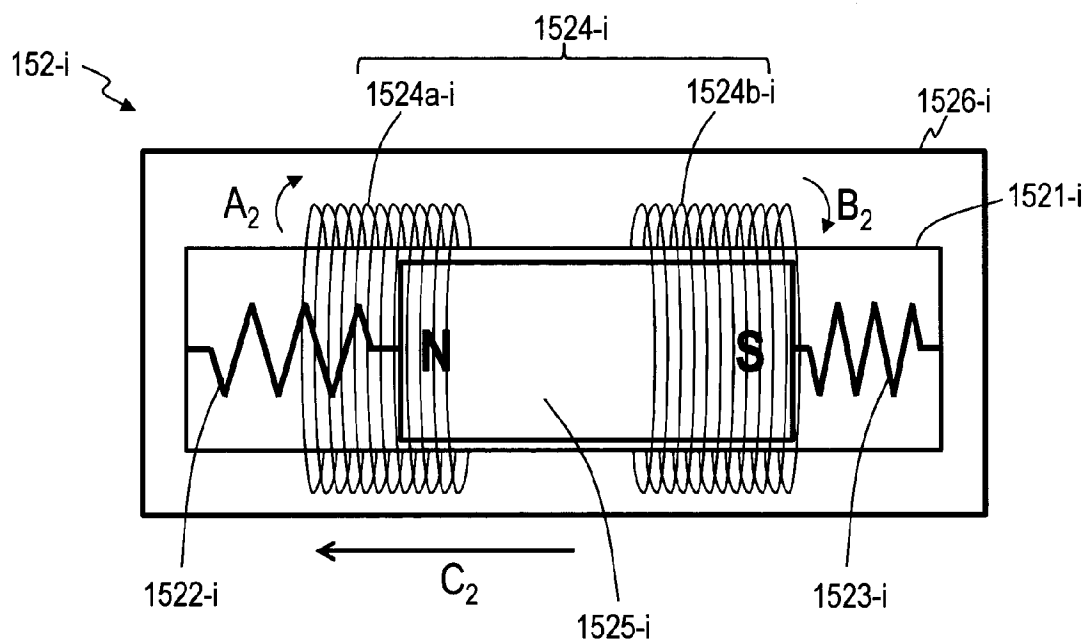


図3B



[図4]

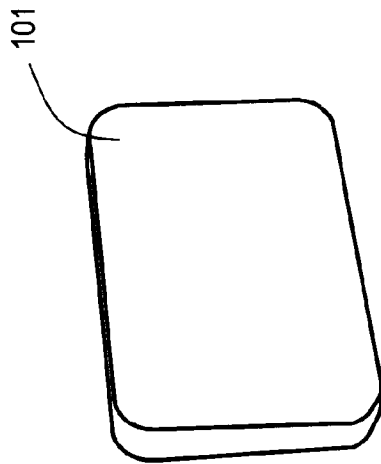


図4A

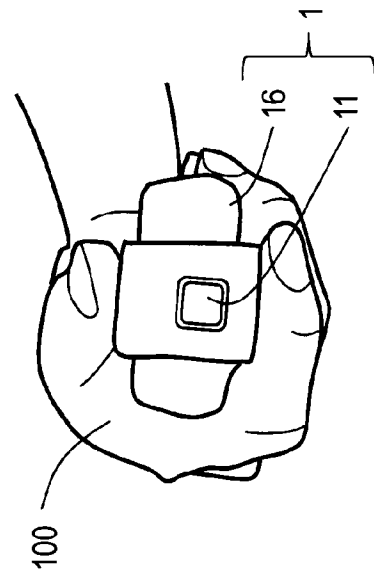
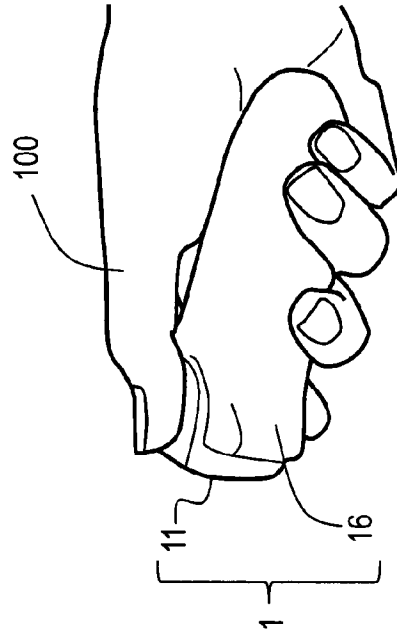


図4B

[図5]

図5A

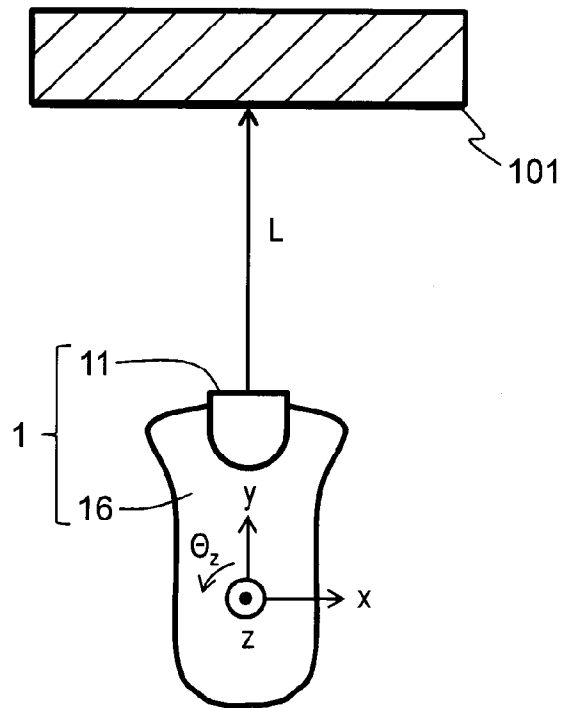
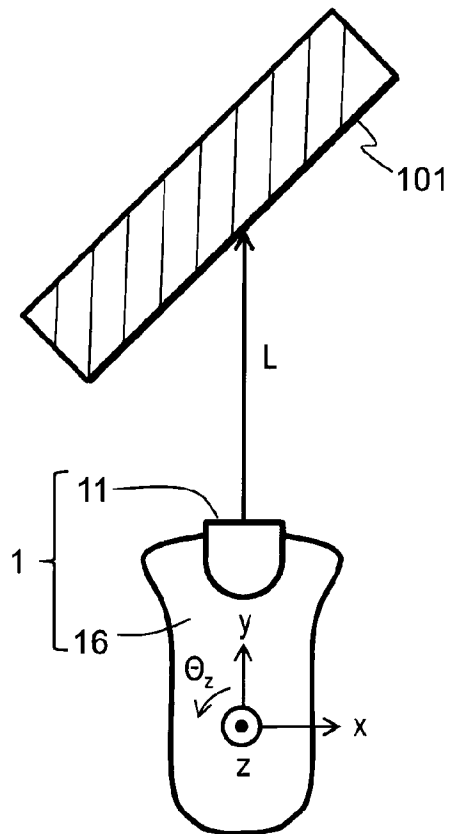


図5B



[図6]

図6A

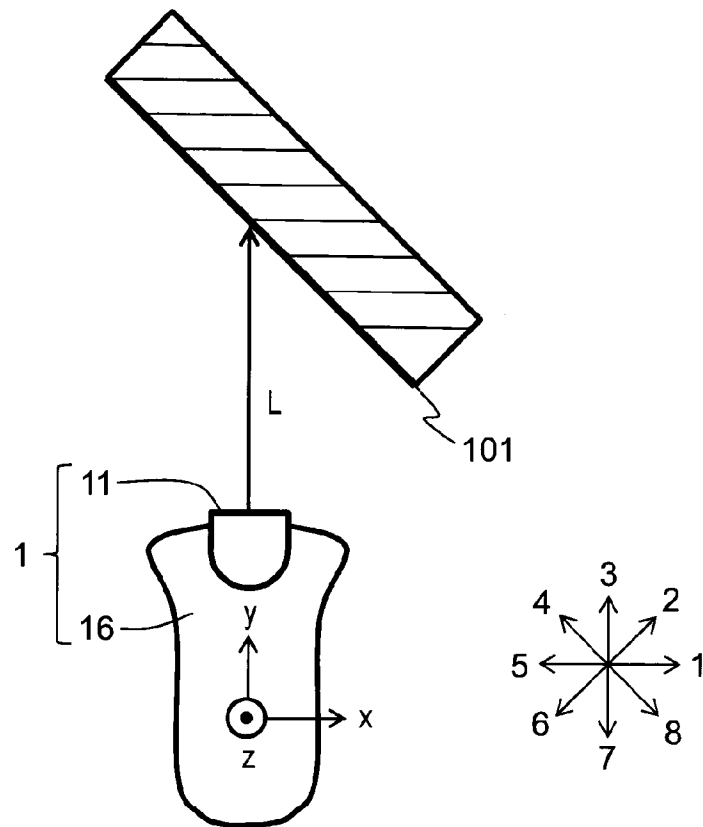
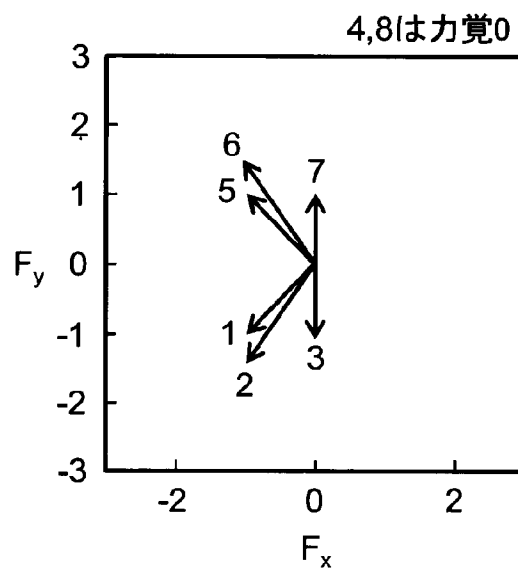


図6B



[図7]

図7A

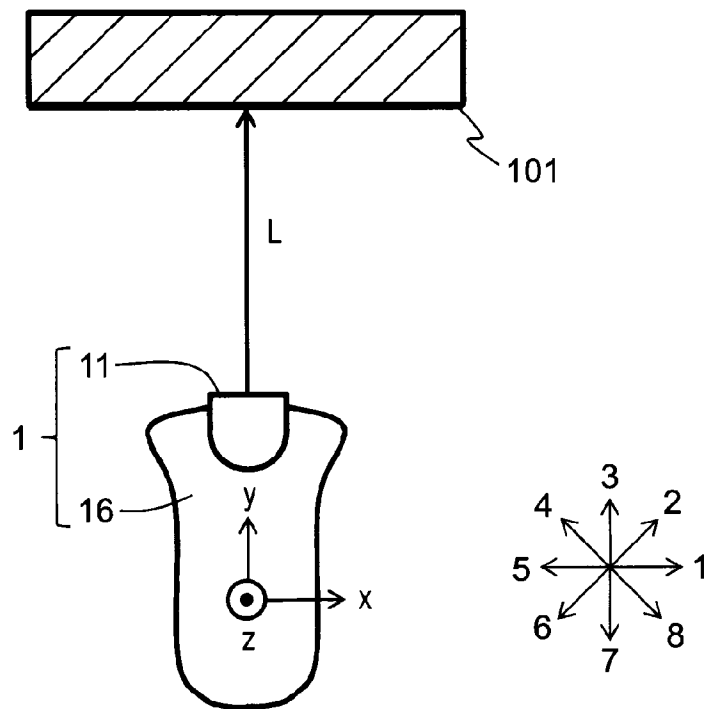
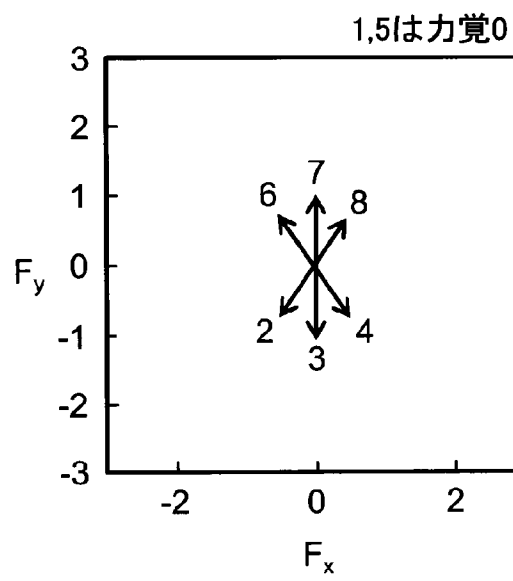


図7B



[図8]

図8A

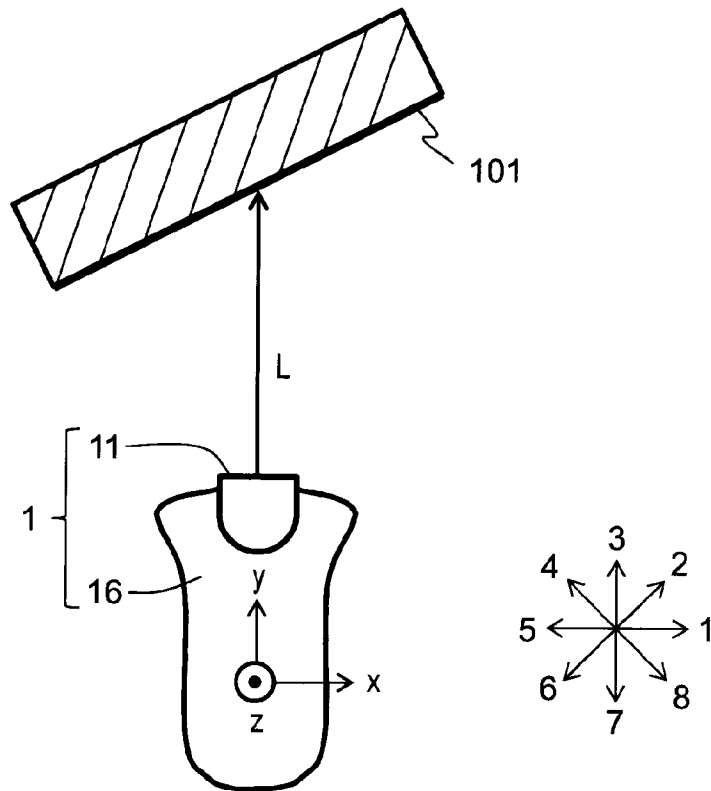
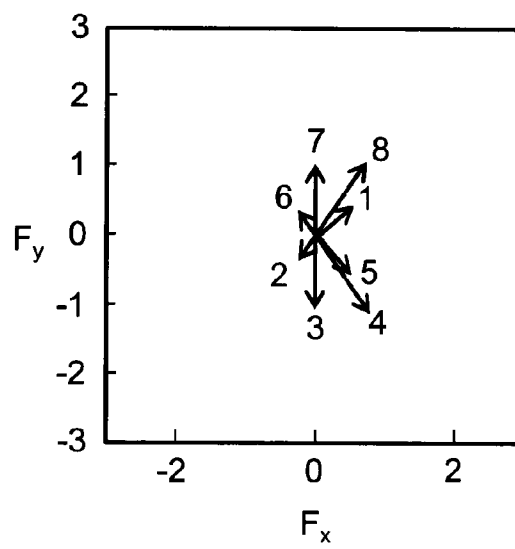


図8B



[図9]

図9A

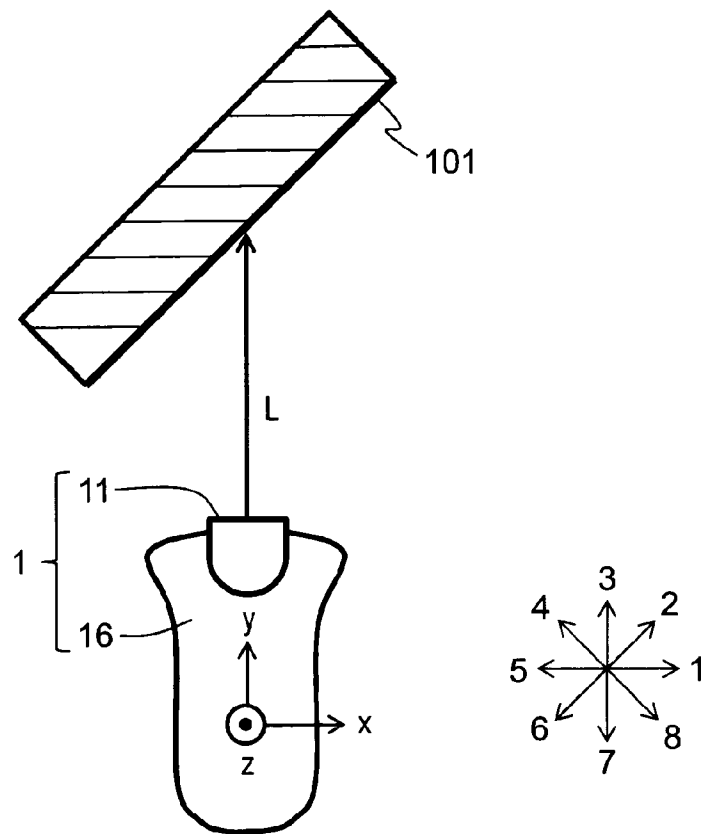
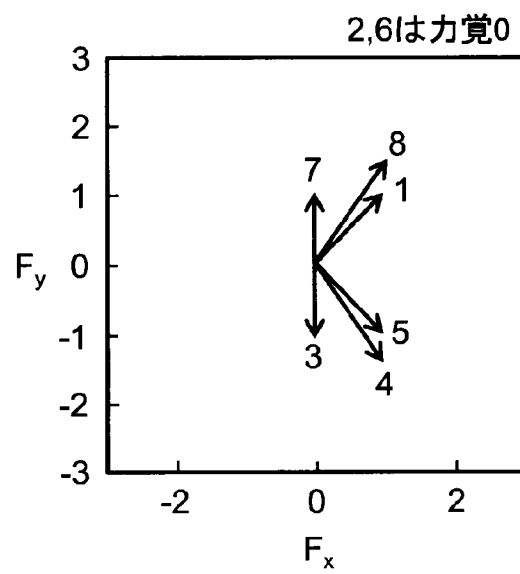


図9B



[図10]

図10A

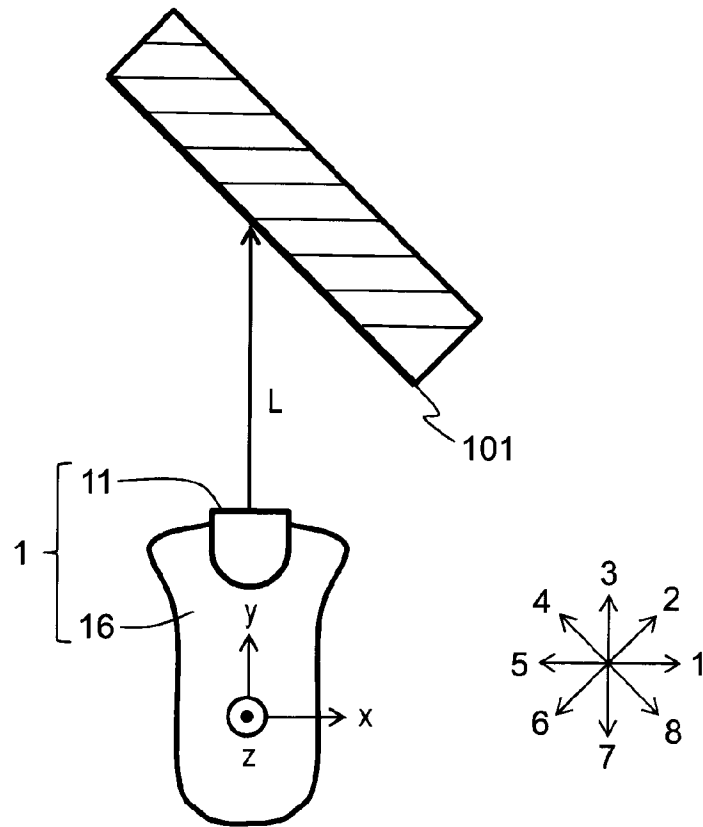
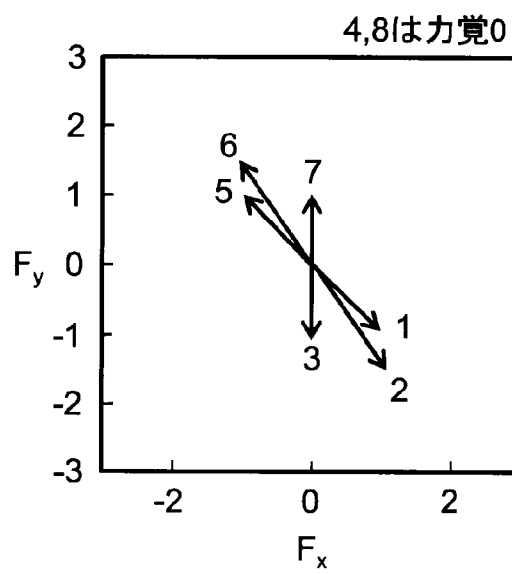


図10B



[図11]

図11A

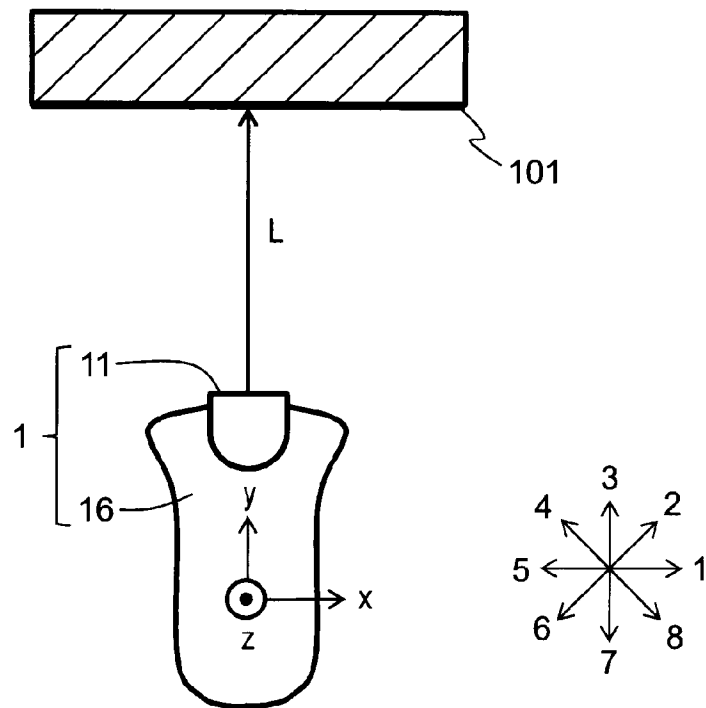
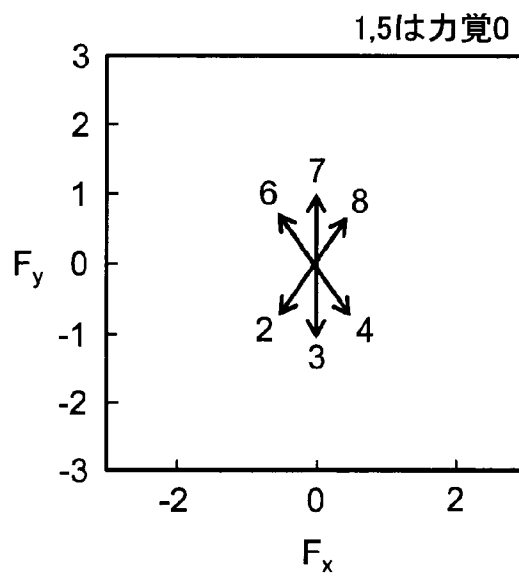


図11B



[図12]

図12A

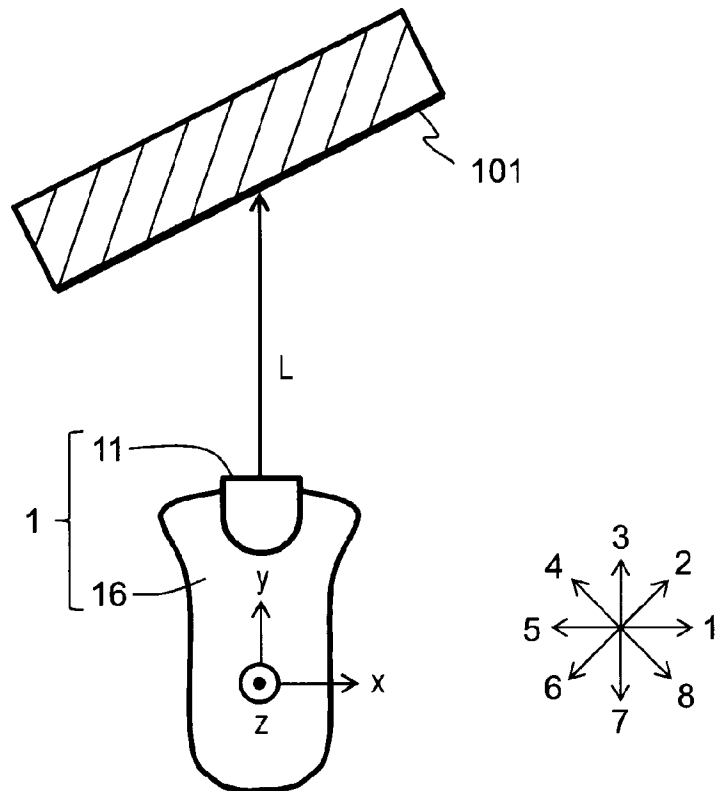
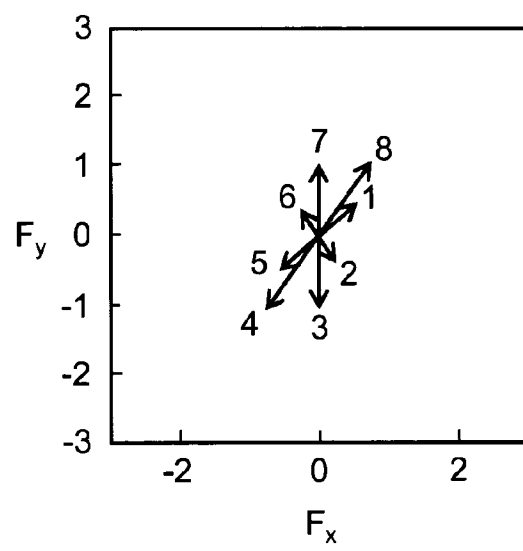


図12B



[図13]

図13A

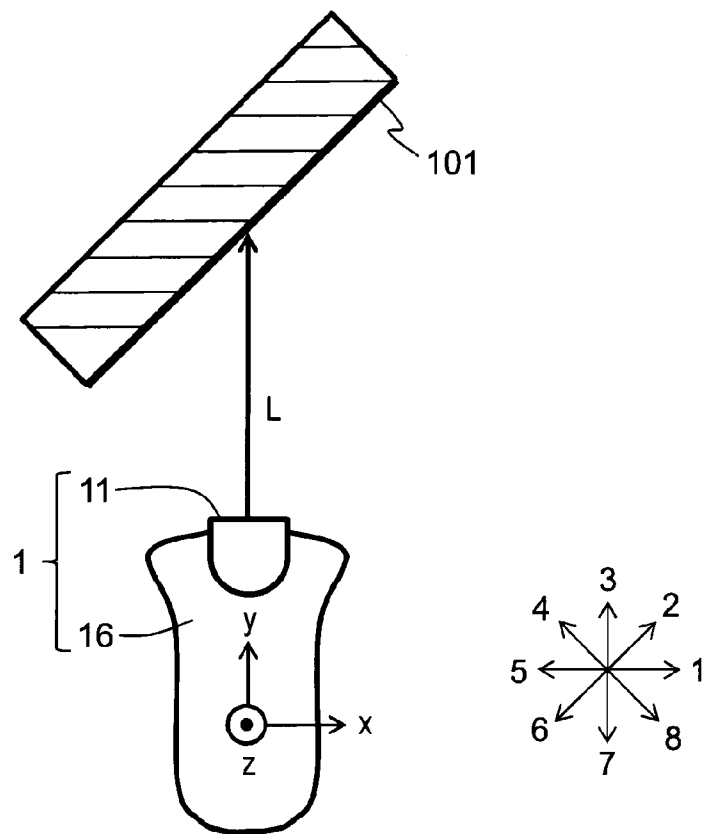
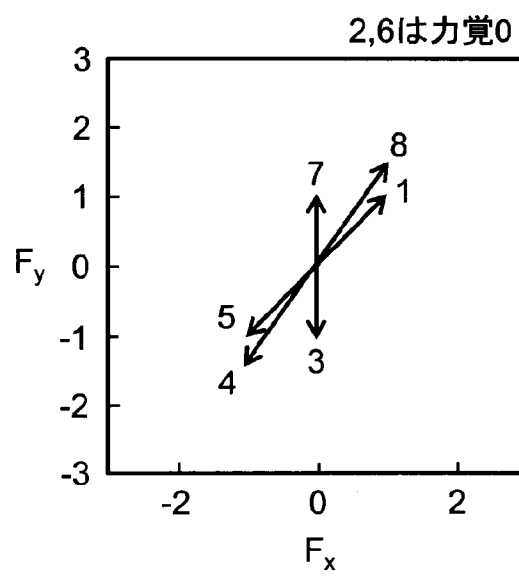


図13B



[図14]

図14A

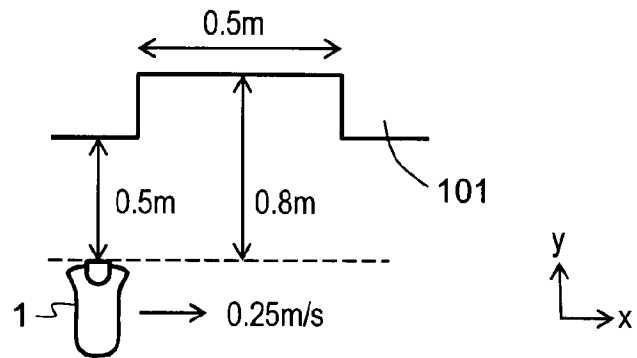


図14B

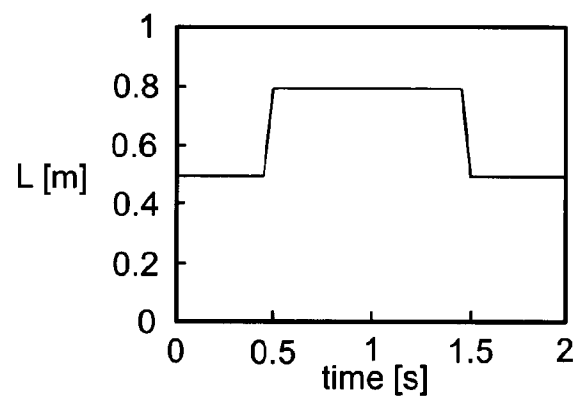


図14C

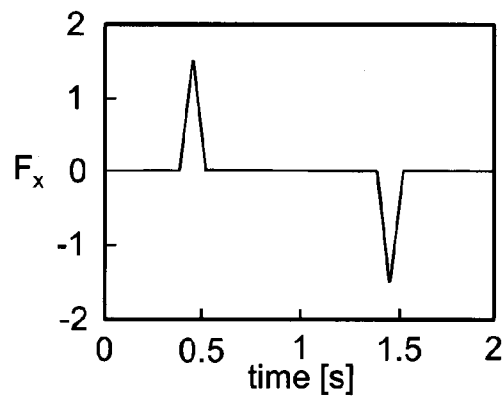
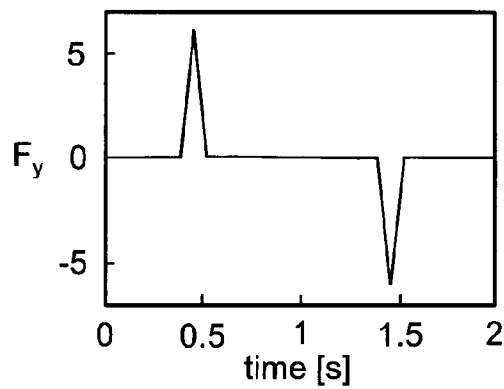


図14D



[図15]

図15A

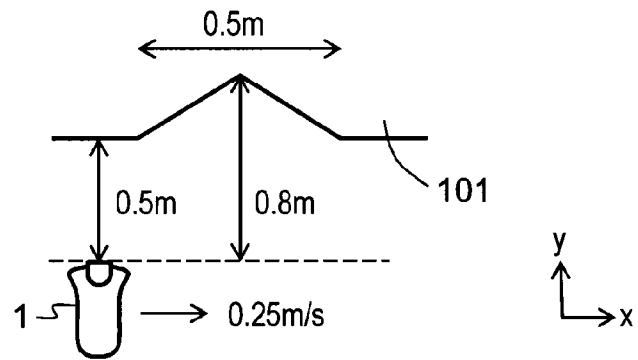


図15B

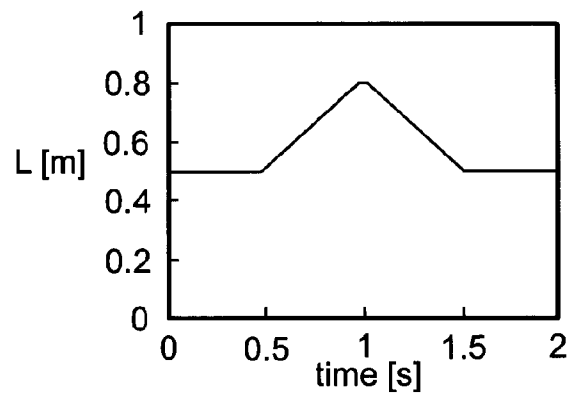


図15C

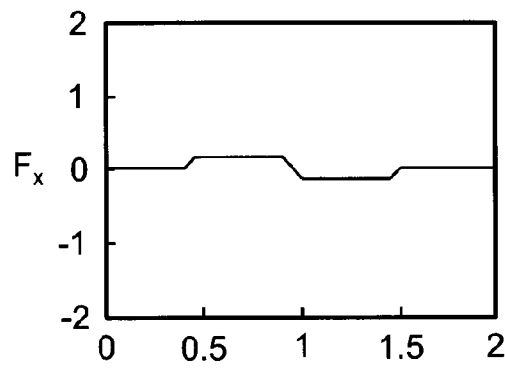
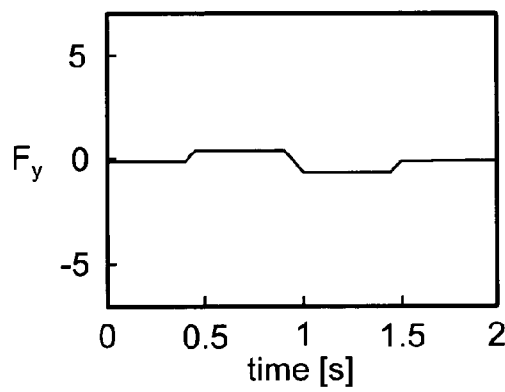


図15D



[図16]

図16A

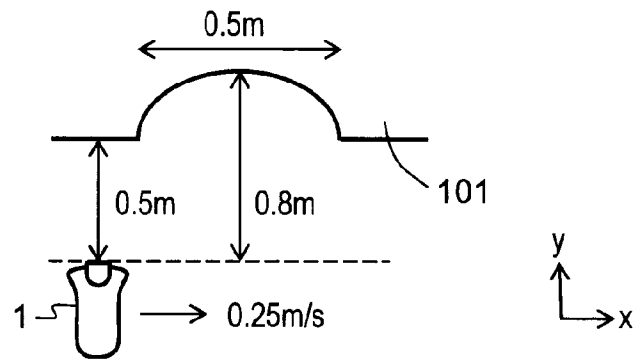


図16B

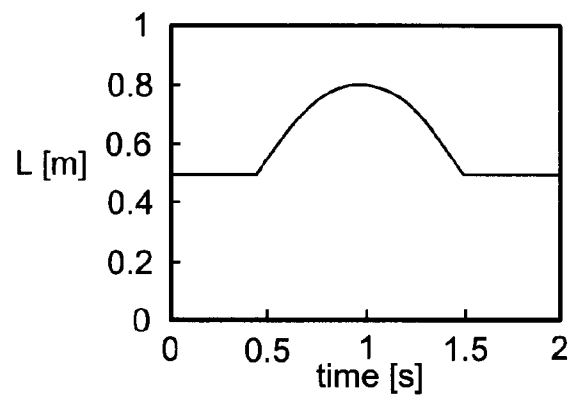


図16C

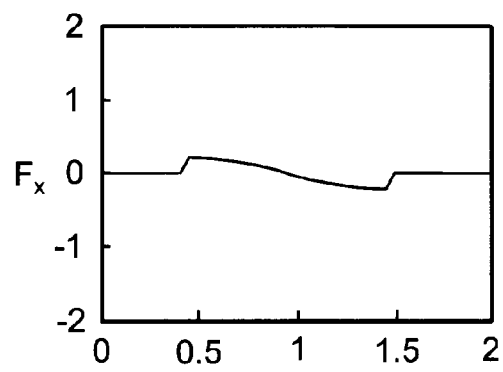
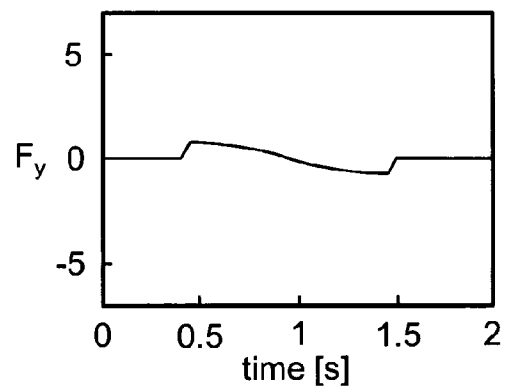


図16D



[図17]

図17A

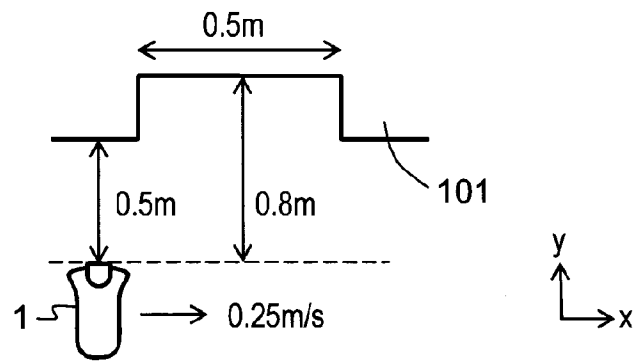


図17B

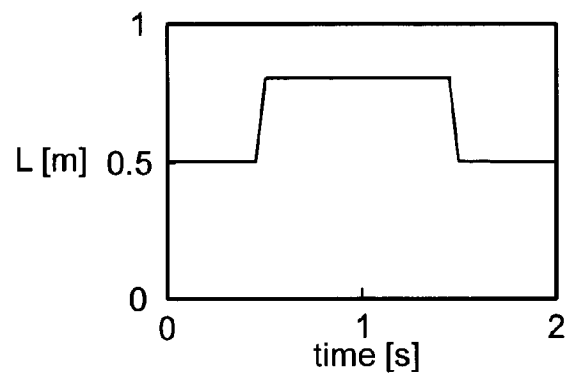


図17C

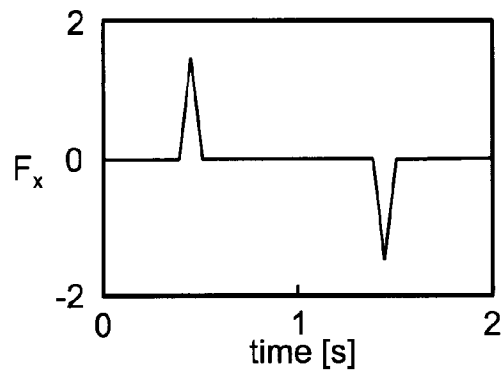
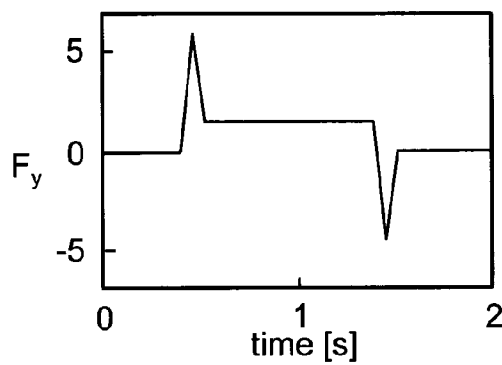


図17D



[図18]

図18A

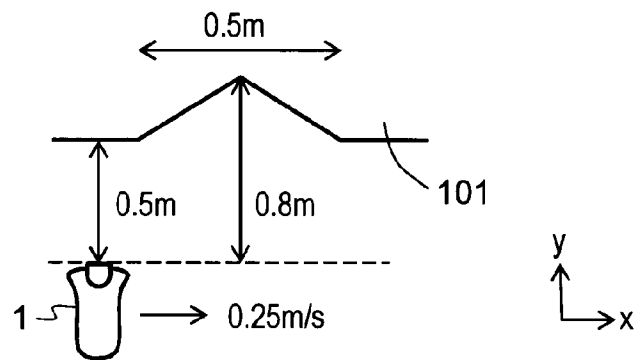


図18B

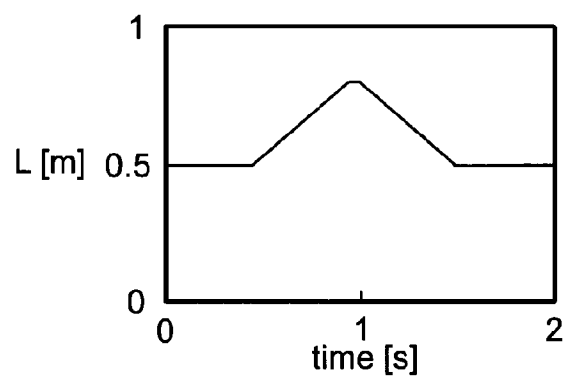


図18C

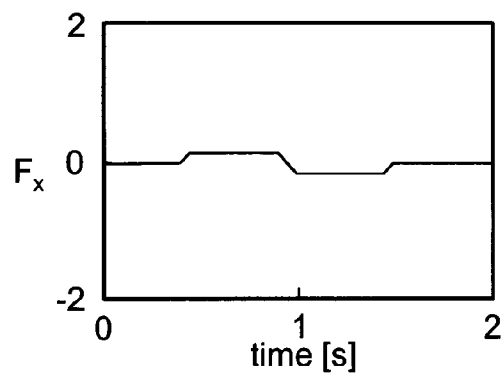
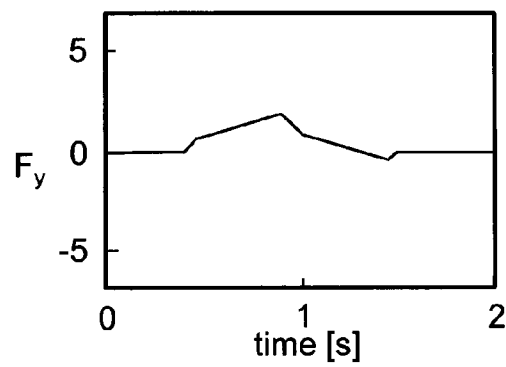


図18D



[図19]

図19A

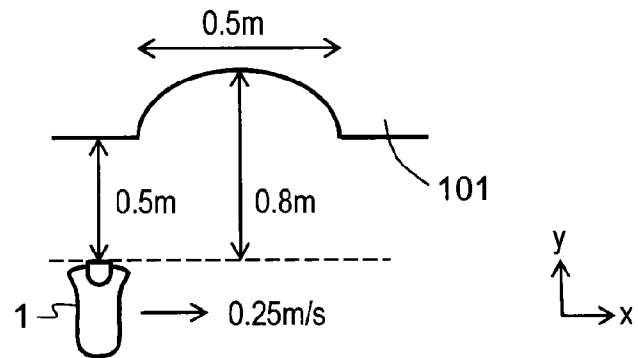


図19B

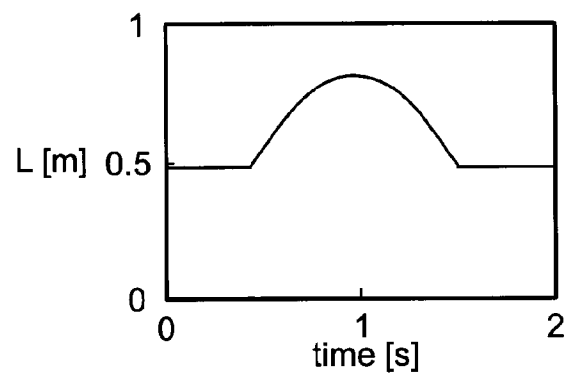


図19C

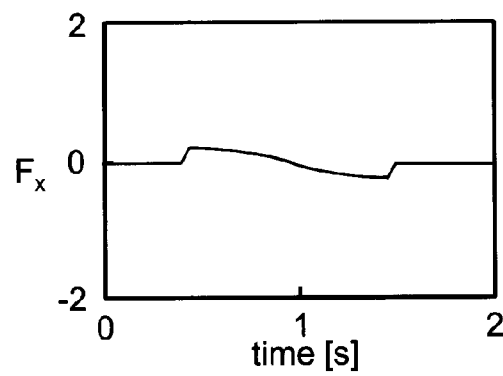
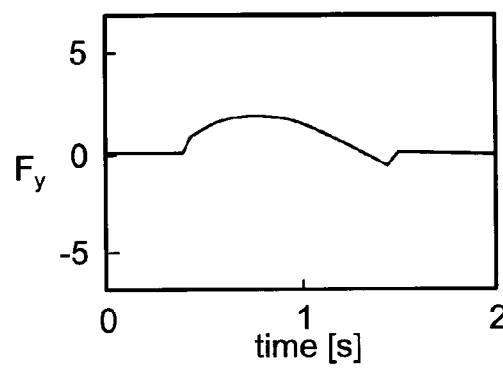
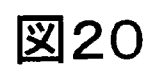


図19D



擬似力覚
呈示装置
2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/026025

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G06F3/01 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. G06F3/01, A61H3/06, A61F9/08

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 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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 A	JP 2014-021703 A (SONY CORP.) 03 February 2014, paragraphs [0017]-[0050], fig. 1-3 & US 2014/0022064 A1, paragraphs [0035]-[0056], fig. 1-3 & CN 103576161 A	1, 3-4 2, 5-7
Y	JP 2015-226388 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 14 December 2015, paragraphs [0017]-[0042], fig. 1-11 (Family: none)	1, 3-4
Y	JP 2018-084920 A (KONICA MINOLTA, INC.) 31 May 2018, paragraphs [0002]-[0008], fig. 10-13 (Family: none)	1, 3-4
A	JP 2006-305214 A (DAYSYS KK) 09 November 2006, entire text, all drawings (Family: none)	1-7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
19.07.2019

Date of mailing of the international search report
30.07.2019

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/026025

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-158472 A (UNIVERSITY AKITA PREFECTURAL) 22 July 2010, entire text, all drawings (Family: none)	1-7
P, X	WO 2019/123622 A1 (NIKON CORP.) 27 June 2019, paragraphs [0006]-[0068], fig. 1-8 (Family: none)	1-5, 7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G06F3/01 (2006.01) i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G06F3/01, A61H3/06, A61F9/08

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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 A	JP 2014-021703 A（ソニー株式会社）2014.02.03, 段落[0017]-[0050], 図 1-3 & US 2014/0022064 A1, 段落[0035]-[0056], 図 1-3 & CN 103576161 A	1, 3-4 2, 5-7
Y	JP 2015-226388 A（日本電信電話株式会社）2015.12.14, 段落[0017]-[0042], 図 1-11（ファミリーなし）	1, 3-4

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

19.07.2019

国際調査報告の発送日

30.07.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

岩橋 龍太郎

5 E

3790

電話番号 03-3581-1101 内線 3521

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2018-084920 A (コニカミノルタ株式会社) 2018. 05. 31, 段落[0002]-[0008], 図 10-13 (ファミリーなし)	1, 3-4
A	JP 2006-305214 A (株式会社ダイシス) 2006. 11. 09, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2010-158472 A (公立大学法人秋田県立大学) 2010. 07. 22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-7
P, X	WO 2019/123622 A1 (株式会社ニコン) 2019. 06. 27, 段落[0006]-[0068], 図 1-8 (ファミリーなし)	1-5, 7