

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-4337

(P2020-4337A)

(43) 公開日 令和2年1月9日(2020.1.9)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
G06F 3/01 (2006.01)	G06F 3/01 560	5E555
H02K 7/116 (2006.01)	H02K 7/116	5H607
H02K 7/10 (2006.01)	H02K 7/10 D	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2018-126120 (P2018-126120)
 (22) 出願日 平成30年7月2日(2018.7.2)

(71) 出願人 000004352
 日本放送協会
 東京都渋谷区神南2丁目2番1号
 (74) 代理人 100107766
 弁理士 伊東 忠重
 (74) 代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (72) 発明者 半田 拓也
 東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日
 本放送協会放送技術研究所内
 (72) 発明者 東 真希子
 東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日
 本放送協会放送技術研究所内

最終頁に続く

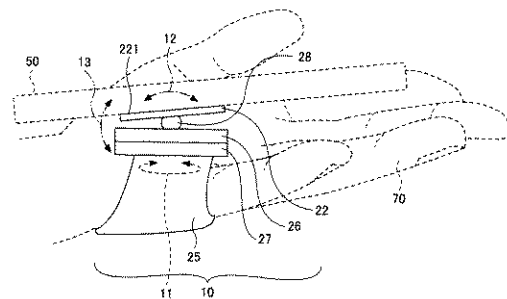
(54) 【発明の名称】 力覚提示装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 人に仮想物体の存在や力を与えるための力覚を簡易な装置により適切に提示すること。

【解決手段】 ユーザの手70のひらに仮想空間上における力覚を提示する力覚提示装置10であって、互いに直交する3軸直交座標にてそれぞれ独立して回転する第1、第2、及び第3の原動機と、当該力覚提示装置の基部である台部26、27と、台部に直接又は間接的に接続され、ユーザの指又は手の少なくとも一部を保持する保持部25と、台部に直接又は間接的に接続され、物体と接触する面により物体を固定する固定部22と、第1から第3の原動機を制御する制御部と、第1から第3及び制御部に電力を供給する電源とを有する。第1から第3の原動機は、台部、保持部及び固定部の何れかに収容され、電力の供給を受けて面を駆動させ、第1から第3の原動機の合成角運動量ベクトルによって生成されるトルクにより力覚を提示する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ユーザの手のひらに仮想空間上における力覚を提示する力覚提示装置であって、互いに直交する 3 軸直交座標においてそれぞれ独立して回転する、第 1 の原動機、第 2 の原動機、及び第 3 の原動機と、

当該力覚提示装置の基部である台部と、

前記台部に直接、又は間接的に接続され、ユーザの指、又は手の少なくとも一部を保持する保持部と、

前記台部に直接、又は間接的に接続され、物体と接触する面により前記物体を固定する固定部と、

前記第 1 の原動機、前記第 2 の原動機、及び前記第 3 の原動機を制御する制御部と、

前記第 1 の原動機、前記第 2 の原動機、前記第 3 の原動機、及び前記制御部に電力を供給する電源と、を有し、

前記第 1 の原動機、前記第 2 の原動機、及び前記第 3 の原動機は、前記台部、前記保持部、及び前記固定部の何れかに収容され、前記電力の供給を受けて前記面を駆動させ、前記第 1 の原動機、前記第 2 の原動機、及び前記第 3 の原動機の角運動量を合成した合成角運動量ベクトルによって生成されるトルクにより力覚を提示する、力覚提示装置。

【請求項 2】

前記第 3 の原動機は、歯車を備え、

前記力覚提示装置は、

少なくとも一端が前記固定部に接続し、少なくとも一部が前記第 1 の原動機に接続する第 1 の糸状部材と、

少なくとも一端が前記固定部に接続し、少なくとも一部が前記第 2 の原動機に接続する第 2 の糸状部材と、

前記台部に固定され、前記固定部に接触する球体を含み、前記固定部と前記球体との接続部分を支点として、前記固定部を傾斜可能に支持する球状継手と、を有し、

前記第 1 の原動機は、前記第 1 の糸状部材を巻き取り、前記第 1 の糸状部材により前記固定部に対して前記台部に近づく方向の力を与え、前記接続部分を支点に、前記面を前記台部に対して第 1 の方向に傾斜させ、

前記第 2 の原動機は、前記第 2 の糸状部材を巻き取り、前記第 2 の糸状部材により前記固定部に対して前記台部に近づく方向の力を与えて、前記接続部分を支点に、前記面を前記台部に対して第 2 の方向に傾斜させ、

前記保持部は、前記歯車と噛み合い可能に設けられた複数の歯を有し、

前記第 3 の原動機は、前記歯車を回転させ、前記歯を介して前記面を前記面と交差する軸回りに回転させる

請求項 1 に記載の力覚提示装置。

【請求項 3】

前記保持部は、円筒状の中空部を含み、前記中空部に前記指を挿入させて、前記指を保持し、

前記第 1 の原動機は、第 1 の定滑車部材を備え、

前記第 2 の原動機は、歯車を備え、

前記力覚提示装置は、前記第 1 の定滑車部材と、前記保持部に接続する第 2 の定滑車部材とに掛け回される帯状部材を有し、

前記第 1 の原動機は、前記第 1 の定滑車部材を回転させ、前記帯状部材を介して前記第 2 の定滑車部材を回転させて、前記面を前記円筒の円筒軸と交差する軸回りに回転させ、

前記固定部は、前記歯車と噛み合い可能に設けられた複数の歯を有し、

前記第 2 の原動機は、前記歯車を回転させ、前記歯を介して前記面を前記面と交差する軸回りに回転させ、

前記第 3 の原動機は、

永久磁石で形成され、前記保持部を含む固定子と、

10

20

30

40

50

コイルを備え、前記固定子を内側に配置し、前記コイルで生じさせた磁力により前記円筒軸回りに回動可能な回転子と、を有し、

前記回転子を回動させて、前記面を前記円筒軸回りに回動させる
請求項 1 に記載の力覚提示装置。

【請求項 4】

前記保持部は、

円筒状の中空部と、

前記保持部を前記円筒の円筒軸回りに回動可能な第 1 の歯車と、を備え、

前記中空部に前記指を挿入させて、前記指を保持し、

前記第 1 の原動機は、第 1 の定滑車部材を備え、

前記第 2 の原動機は、第 2 の歯車を備え、

前記第 3 の原動機は、前記第 1 の歯車と噛み合い可能な第 3 の歯車を備え、

前記力覚提示装置は、前記第 1 の定滑車部材と、前記保持部に接続する第 2 の定滑車部材に掛け回される带状部材を有し、

前記第 1 の原動機は、前記第 1 の定滑車部材を回動させ、前記带状部材を介して前記第 2 の定滑車部材を回動させて、前記面を前記円筒の円筒軸と交差する軸を中心に回動させ、

前記固定部は、前記第 2 の歯車と噛み合い可能に設けられた複数の歯を有し、

前記第 2 の原動機は、前記第 2 の歯車を回動させ、前記歯を介して前記面を前記面と交差する軸回りに回動させ、

前記第 3 の原動機は、前記第 3 の歯車を回動させ、前記第 1 の歯車を回動させて、前記面を前記円筒の円筒軸回りに回動させる
請求項 1 に記載の力覚提示装置。

【請求項 5】

前記保持部は、

円筒状の中空部と、

前記保持部を前記円筒の円筒軸回りに回動させる第 1 の歯車と、

前記第 1 の歯車と噛み合い可能な第 2 の歯車と、

前記第 2 の歯車に接続する第 1 の定滑車部材と、を備え、

前記中空部に前記指を挿入させて、前記指を保持し、

前記第 1 の原動機は、第 3 の歯車を備え、

前記第 2 の原動機は、第 2 の定滑車部材を備え、

前記力覚提示装置は、前記第 1 の定滑車部材と、前記保持部に接続する第 2 の定滑車部材に掛け回される带状部材を有し、

前記固定部は、前記第 1 の歯車と噛み合い可能に設けられた複数の歯を有し、

前記第 1 の原動機は、前記第 3 の歯車を回動させ、前記歯を介して前記面を前記面と交差する軸回りに回動させ、

前記第 2 の原動機は、第 2 の定滑車部材を回動させ、前記带状部材、前記第 1 の定滑車部材、及び前記第 2 の歯車を介して前記第 1 の歯車を回動させて、前記面を前記円筒の円筒軸回りに回動させる
請求項 1 に記載の力覚提示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、力覚提示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、仮想空間上の物体を提示するヘッドマウンテッドディスプレイ（HMD；Head Mounted Display）を用いたバーチャルリアリティ（VR；Virtual Reality）技術の進展により、映像と音声に加え、触覚による力覚の提示技術が知られている。

【 0 0 0 3 】

例えば、特許文献 1 には、ユーザの皮膚の位置を検出し、ユーザが物体に触った際の接触部位の皮膚の変形と皮膚が受ける力の分布を再現する力覚提示装置が開示されている（例えば、特許文献 1 を参照）。一方、人に仮想物体の存在や衝突の衝撃力を与えるために、振動・トルク・力などの触力覚情報を連続的に提示できる触力覚情報提示システムが開示されている（例えば、特許文献 2 を参照）。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 4 】

【 特許文献 1 】 特許第 6 0 8 8 2 0 8 号公報

10

【 特許文献 2 】 特許第 4 1 1 1 2 8 7 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

しかしながら、従来技術では、例えば、人の特定の部位に作用するような比較的大きな力や手のひら全体の広い範囲で生じる力等の力覚を適切に提示することが困難な場合があった。

【 0 0 0 6 】

本発明は、上記の点に鑑みてなされたものであって、人に仮想物体の存在や力を与えるための力覚を簡易な装置により適切に提示することを目的とする。

20

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

開示の技術の一態様に係る力覚提示装置は、ユーザの手のひらに仮想空間上における力覚を提示する力覚提示装置であって、互いに直交する 3 軸直交座標においてそれぞれ独立して回転する、第 1 の原動機、第 2 の原動機、及び第 3 の原動機と、当該力覚提示装置の基部である台部と、前記台部に直接、又は間接的に接続され、ユーザの指、又は手の少なくとも一部を保持する保持部と、前記台部に直接、又は間接的に接続され、物体と接触する面により前記物体を固定する固定部と、前記第 1 の原動機、前記第 2 の原動機、及び前記第 3 の原動機を制御する制御部と、前記第 1 の原動機、前記第 2 の原動機、前記第 3 の原動機、及び前記制御部に電力を供給する電源と、を有し、前記第 1 の原動機、前記第 2 の原動機、及び前記第 3 の原動機は、前記台部、前記保持部、及び前記固定部の何れかに収容され、前記電力の供給を受けて前記面を駆動させ、前記第 1 の原動機、前記第 2 の原動機、及び前記第 3 の原動機の角運動量を合成した合成角運動量ベクトルによって生成されるトルクにより力覚を提示する。

30

【 発明の効果 】

【 0 0 0 8 】

本発明の実施形態によれば、人に仮想物体の存在や力を与えるための力覚を簡易な装置により適切に提示することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 9 】

40

【 図 1 A 】 実施形態に係る力覚提示装置の構成の一例について説明する図である。

【 図 1 B 】 実施形態に係る力覚提示装置の処理の一例を示すフローチャートである。

【 図 2 A 】 第 1 の実施形態に係る力覚提示装置の構成の一例を説明する上面図である。

【 図 2 B 】 第 1 の実施形態に係る力覚提示装置の構成の一例を説明する側面図である。

【 図 2 C 】 第 1 の実施形態に係る力覚提示装置の構成の一例を説明する斜視図である。

【 図 3 】 第 1 の実施形態に係る力覚提示装置の動作の一例を説明する図である。

【 図 4 】 実施形態に係る力覚提示装置の処理の一例を示すシーケンス図である。

【 図 5 A 】 第 2 の実施形態に係る力覚提示装置の構成の一例を説明する上面図である。

【 図 5 B 】 第 2 の実施形態に係る力覚提示装置の構成の一例を説明する側面図である。

【 図 5 C 】 第 2 の実施形態に係る力覚提示装置の構成の一例を説明する斜視図である。

50

【図 6】第 2 の実施形態に係る力覚提示装置の動作の一例を説明する図である。

【図 7 A】第 3 の実施形態に係る力覚提示装置の構成の一例を説明する上面図である。

【図 7 B】第 3 の実施形態に係る力覚提示装置の構成の一例を説明する側面図である。

【図 8 A】第 4 の実施形態に係る力覚提示装置の構成の一例を説明する上面図である。

【図 8 B】第 4 の実施形態に係る力覚提示装置の構成の一例を説明する側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、図面を参照しながら本発明の実施形態について説明する。各図面において、同一構成部分には同一符号を付し、重複した説明を省略する場合がある。

【0011】

実施形態に係る力覚提示装置 10 は、外部装置 60 から受信した信号である制御指令に応じて力覚提示部を制御し、力覚提示部 20 に固定された物体 50 を介して、ユーザの指、又は手に力覚を提示するものである。ここで、力覚とは、例えば、力覚提示部 20 に備えた原動機の角回動量、原動機の回動トルク、当該力覚提示装置 10 の 3 次元空間上の傾斜角度、傾斜の加速度等により提示される力感覚のことをいう。

【0012】

図 1 は、実施形態に係る力覚提示装置 10 の構成の一例について説明する図である。図 1 に示されているように、力覚提示装置 10 は、力覚を提示する力覚提示部 20 と、力覚提示部 20 を制御する制御部 30 と、力覚提示部 20、及び制御部 30 に電力を供給する電源 40 とを有する。

【0013】

力覚提示装置 10 は、互いに直交する 3 軸直交座標において独立して回動する 3 個の原動機（モータ）を有し、この 3 個の原動機の角運動量を合成した合成角運動量ベクトルによって生成されるトルクにより、ユーザの手のひら全体に仮想空間上における力覚を提示するものである。

【0014】

力覚提示部 20 は、3 軸駆動部 21 と、固定部 22 と、回動量センサ 23 と、姿勢センサ 24 とを有する。

【0015】

3 軸駆動部 21 は、後述するように、例えば、台部 26、27 の円柱上の内部に、その中心から 120 度の間隔に配置された 3 つのモータにより、当該モータの回動を用いて直交座標上の 3 軸にトルクを発生させる。そして、3 軸駆動部 21 は、この 3 軸のトルクの合成により、固定部 22 を直交座標上の特定の方向に力覚（回動）を生じさせるものである。尚、3 軸駆動部 21 を構成する 3 つのモータは、「原動機」の構成の一例であり、3 軸駆動部 21 による回動は、「駆動」の一例である。

【0016】

3 軸駆動部 21 のモータには、例えば DC（Direct Current）ブラシレスモータを用いることができる。3 軸駆動部 21 のモータとして DC ブラシレスモータを用いることで、メンテナンスフリーや回動速度の安定性を実現できるためである。尚、3 軸駆動部 21 のモータとして、DC ブラシ付きモータの他に、AC（Alternating Current）モータやス

テッピングモータ等を用いてもよい。

【0017】

固定部 22 は、物体 50 を固定する面 221 を含む部材である。固定部 22 は 3 軸駆動部 21 により上述した 3 軸方向に回動され、固定部 22 に固定された物体 50 を介して、ユーザの指、又は手に力覚を提示する。尚、物体 50 は、例えば、スマートフォン（Smart Phone）、携帯電話等の携帯機器や、テレビのリモコン（Remote Controller）等の物品に組み込むようにしてもよい。

【0018】

回動量センサ 23 は、固定部 22 を回動させる 3 軸駆動部 21 の各モータの回動量（回動角度）を検出する。回動量センサ 23 は、検出値を示す信号を駆動制御部 32 にフィー

10

20

30

40

50

ドバックし、また送信部 33 に出力する。回動量センサ 23 の検出値は、駆動制御部 32 による制御に用いられるとともに、固定部 22 に固定された物体 50 の回動数のデータとして用いられる。回動量センサ 23 は、例えば、3 軸駆動部 21 の各モータに取り付けられたロータリーエンコーダである。

【 0019】

姿勢センサ 24 は、力覚提示装置 10 の姿勢を検出し、検出値を示す信号を送信部 33 に出力する。この姿勢センサ 24 は、例えば、力覚提示装置 10 の 3 軸方向の角度や角速度、又は角加速度を検出する小型のジャイロセンサを用いることができる。姿勢センサ 24 が検出した検出値は、固定部 22 に固定された物体 50 の 3 軸方向の姿勢データとして用いられる。3 軸方向の姿勢データは、例えば、力覚提示装置 10 のジャイロセンサのピッチ角、ヨー角、及びロール角の各データでもよい。

10

【 0020】

制御部 30 は、受信部 31 と、駆動制御部 32 と、送信部 33 とを有する。受信部 31 は、外部装置 60 から制御指令を受信する。駆動制御部 32 は、制御指令に基づいて 3 軸駆動部 21 を制御する。送信部 33 は、回動量センサ 23、及び姿勢センサ 24 が検出する検出値を示す信号を外部装置 60 に送信する。

【 0021】

外部装置 60 は、例えば、P C (Personal Computer) 等である。外部装置 60 と力覚提示装置 10 は、例えば、無線 L A N (Local Area Network) 等により相互に通信可能に接続されている。

20

【 0022】

外部装置 60 は、仮想空間における仮想物体の回動量と、送信部 33 から受信した実空間における物体の回動量データ、及び姿勢データとに基づき、物体 50 を介して力覚提示装置 10 が発生し、例えば手の指等を介して発生させる力覚を提示する力ベクトルを算出する。外部装置 60 は、算出された力ベクトルに基づき、3 軸駆動部 21 の回動量、回動方向、回動速度、回動トルク等を指示する制御指令を生成し、力覚提示装置 10 に送信する。

【 0023】

駆動制御部 32 は、制御指令が指示する回動量、回動方向、回動速度、回動トルク等を目標値として、回動量センサ 23 からのフィードバック信号に基づき 3 軸駆動部 21 を制御する。

30

【 0024】

制御部 30 の備える機能は、例えば C P U (Central Processing Unit) が、R A M (Random Access Memory) をワークエリア、すなわち作業領域として、R O M (Read Only Memory) に格納されたプログラムを実行することで実現される。尚、C P U で行う処理の一部、又は全部を、F P G A (Field Programmable Gate Array) や A S I C (Application Specific Integrated Circuit) 等の電子回路で実現してもよい。

【 0025】

電源 40 は、力覚提示部 20、及び制御部 30 に電氣的に接続し、それぞれが動作するための電力を供給する。電源 40 は、例えばリチウムイオン電池等の蓄電池である。尚、物体 50 の備える電源から力覚提示部 20、及び制御部 30 に電力を供給するようにしてもよい。例えば物体 50 がスマートフォンの場合、スマートフォンが備える蓄電池を力覚提示部 20、及び制御部 30 にケーブル等で電氣的に接続させ、この蓄電池から力覚提示部 20、及び制御部 30 に電力を供給させてもよい。物体 50 の備える電源が電力を供給する場合は、力覚提示装置 10 は、電源 40 を備えなくてもよい。

40

【 0026】

図 1 B は、実施形態に係る力覚提示装置の処理の一例を示すフローチャートである。

【 0027】

先ず、回動量センサ 23 は 3 軸駆動部 21 の各モータの回動量を検出する (ステップ S 11)。回動量センサ 23 は、例えば、ユーザにより 3 軸駆動部 21 の各モータの回動量

50

が変更された際、或いは所定の周期で、3軸駆動部21の各モータの現在の回動量を検出する。回動量センサ23は、検出した回動量のデータを送信部33に出力する。

【0028】

姿勢センサ24は、力覚提示装置10の姿勢を検出し、送信部33に出力する(ステップS12)。姿勢センサ24は、例えば、ユーザにより力覚提示装置10が変更された際、或いは所定の周期で、力覚提示装置10の現在の姿勢を検出する。姿勢センサ24は、検出した姿勢のデータを送信部33に出力する。

【0029】

続いて、送信部33は回動量データ、及び姿勢データを外部装置60に送信する(ステップS13)。

【0030】

続いて、外部装置60は、仮想空間における仮想物体の回動量と、送信部33から受信した実空間における物体の回動量データ、及び姿勢データとに基づき、物体50を介して力覚提示装置10が発生し、例えば手の指等を介して発生させる力覚を提示する力ベクトルを算出する。外部装置60は、算出された力ベクトルに基づき、3軸駆動部21の回動量、回動方向、回動速度、回動トルク等を指示する制御指令を生成する。受信部31は、外部装置60からこのような制御指令を受信する(ステップS14)。

【0031】

続いて、駆動制御部32は、制御指令が指示する回動量、回動方向、回動速度、回動トルク等を目標値として、回動量センサ23からのフィードバック信号に基づき3軸駆動部21を制御する(ステップS15)。3軸駆動部21は、制御信号に基づき、固定部22の面221を駆動させる。これにより、3軸駆動部21の各モータの角運動量を合成した合成角運動量ベクトルによって生成されるトルクにより、面221に固定された物体50を介して、ユーザの手のひら全体に力覚が提示される。

【0032】

[第1の実施形態]

次に、第1の実施形態に係る力覚提示装置の構成の一例について、図2A~2Cを参照して説明する。図2A~2Cは、第1の実施形態に係る力覚提示装置の構成の一例を説明する図である。図2Aは、第1の実施形態に係る力覚提示装置10の上面図である。図2Bは、第1の実施形態に係る力覚提示装置10の側面図である。図2Cは、第1の実施形態に係る力覚提示装置10の斜視図である。尚、図中に矢印で示されている方向を、X方向、Y方向、及びZ方向と称する。またこの点は、以下に示す図で、矢印により方向を示す場合においても同様である。

【0033】

図2A~2Cにおいて、保持部25は、力覚提示装置10をユーザの手の一部を用いて保持するための帯状のベルトである。ユーザは、帯状のベルトである保持部25に手を通すことで、力覚提示装置10を手のひらに装着することができる。保持部25におけるベルトの材料には革や布等を用いることができる。

【0034】

保持部25は、正のZ方向側の面で台部27と接続し、台部27を固定する。台部27は、Z方向に沿った方向を軸とする円柱状の部材であり、台部27のZ方向と垂直な面で保持部25と接続する。保持部25と台部27との固定は、接着剤による接着や、ネジ止め等による任意の方法を用いることができる。尚、台部27は、力覚提示装置10の基部である。

【0035】

台部26は、台部27の正のZ方向側の面に接続する。台部26は、台部27と同様に、Z方向に沿った方向を軸とする円柱状の部材である。台部26は、Z方向に沿った軸回りに回動可能に台部27と接続する。

【0036】

台部26は、その内部に空間を備え、モータ211と、モータ212と、モータ213

10

20

30

40

50

とを収容している。各モータは、それぞれ制御部 30 とケーブル等により電氣的に接続し、電源 40 と接続され、制御部 30 からの制御信号により回動可能である。尚、制御部 30 は、台部 26、又は台部 27 の内部に設置されてもよいし、外部に設置されてもよい。図 2 A ~ 2 C では、制御部 30 は、図示が省略されている。

【 0 0 3 7 】

モータ 211、モータ 212、及びモータ 213 は、それぞれ図 1 に示されている 3 軸駆動部 21 として機能する。図示を省略するが、モータ 211、モータ 212、及びモータ 213 のそれぞれにはロータリーエンコーダが取り付けられている。ロータリーエンコーダは各モータの回動角度を検出し、制御部 30 に出力する。

【 0 0 3 8 】

また、図示を省略するが、力覚提示装置 10 は、上述したように小型のジャイロセンサを備えている。ジャイロセンサは、力覚提示装置 10 の 3 軸方向の姿勢を検出し、制御部 30 に出力する。上述したようにジャイロセンサの出力は、固定部 22 に固定された物体 50 の姿勢データとして用いられる。ジャイロセンサは、例えば台部 26、台部 27、又は固定部 22 に取り付けることができる。或いは台部 26、台部 27、又は固定部 22 の内部に設けた空間に収容してもよい。

【 0 0 3 9 】

各モータが備えるロータリーエンコーダは、図 1 に示されている回動量センサ 23 として機能する。力覚提示装置 10 が備えるジャイロセンサは、図 1 に示されている姿勢センサ 24 として機能する。

【 0 0 4 0 】

モータ 211 のモータ軸には歯車 2111 が取り付けられる。一方、台部 27 の台部 26 に対向する面には、歯車 2111 の歯と噛み合い可能に、円周方向に複数の歯 271 が設けられている。歯車 2111 と歯 271 とが噛み合うことで、モータ 211 による Y 方向に沿った軸回りの回動が方向変換され、台部 26 は、台部 27 に対して Z 方向に沿った軸回りに回動し、この回動に伴う角運動量を発生させる。

【 0 0 4 1 】

歯 271 を円周方向に設けると、隣接する歯の隙間は円の中心に向かうにつれて狭くなるため、歯車 2111 に平歯車を用いた場合、両者が噛み合わなくなることがある。そのため、歯車 2111 と歯 271 とが噛み合うことができるように、歯車 2111 の歯厚を、円周方向に設けた歯 271 の隣接する歯の隙間の最小値より小さくすることが望ましい。

【 0 0 4 2 】

また歯車 2111 として傘歯車を用いてもよい。この場合、図 2 C に示す台部 27 と台部 26 とに対向する面には、円の中心に向かうにつれ全ての歯のたけが徐々に低くなる歯 271 が円周方向に設けられる。このような歯 271 と、傘歯車である歯車 2111 とが噛み合うことで、台部 26 を台部 27 に対して、Z 方向と平行な軸回りに回動させることができる。

【 0 0 4 3 】

傘歯車を用いる場合に関し、図 2 A に示されているように、本実施形態ではモータ 211 を歯 271 が形成する円の内側に配置しているが、歯 271 が形成する円の半径を小さくして、この円の外側にモータ 211 を配置してもよい。この場合は、円の中心に向かうにつれ、全歯たけが徐々に高くなる歯 271 が円周方向に設けられる。このような歯 271 に対し、円の外側から傘歯車である歯車 2111 を噛み合わせる。

【 0 0 4 4 】

また、モータ 211 のモータ軸に、歯車 2111 に代えて円柱状部材を取り付け、円柱状部材の円柱面と台部 26 の正の Z 方向側の面との摩擦により、台部 26 を台部 27 に対して、直交座標上の Z 方向と平行な軸回りに回動させてもよい。この場合、摩擦力を上げるために、円柱状部材の円柱面、及び台部 26 の直交座標上の正の Z 方向側の面の少なくとも 1 つの面を荒らしたり、面に凹凸を付けたりしてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 5 】

尚、モータ 2 1 1 は、「第 3 の原動機」の一例である。また、本実施形態では、保持部 2 5、及び台部 2 7 は、台部 2 6 に直接的に接続している。

【 0 0 4 6 】

モータ 2 1 2 のモータ軸にはプーリー 2 1 2 1 が取り付けられる。プーリー 2 1 2 1 にはワイヤ 2 1 2 2 が巻き付けられ、モータ 2 1 2 の回転により、プーリー 2 1 2 1 はワイヤ 2 1 2 2 を巻き取ることができる。ワイヤ 2 1 2 2 の一端は、固定部 2 2 の接続部 2 2 3 に接続し、他端はプーリー 2 1 2 1 に接続する。

【 0 0 4 7 】

モータ 2 1 3 のモータ軸にはプーリー 2 1 3 1 が取り付けられる。プーリー 2 1 3 1 にはワイヤ 2 1 3 2 が巻き付けられ、モータ 2 1 3 の回転により、プーリー 2 1 3 1 はワイヤ 2 1 3 2 を巻き取ることができる。ワイヤ 2 1 3 2 の一端は、固定部 2 2 の接続部 2 2 4 に接続し、他端は固定部 2 2 の接続部 2 2 5 に接続する。ワイヤ 2 1 3 2 の両端の間にはプーリー 2 1 3 1 が介在している。ワイヤ 2 1 3 2 は、プーリー 2 1 3 1 に巻き付けられた状態で、両端が接続部 2 2 4 及び 2 2 5 にそれぞれ接続する。

10

【 0 0 4 8 】

モータ 2 1 2 は、「第 1 の原動機」の一例であり、ワイヤ 2 1 2 2 は、「第 1 の糸状部材」の一例である。モータ 2 1 3 は、「第 2 の原動機」の一例であり、ワイヤ 2 1 3 2 は、「第 2 の糸状部材」の一例である。

【 0 0 4 9 】

図 2 B に示されているように、ワイヤ 2 1 2 2 は、プーリー 2 1 2 1 に巻き付けるために、一部が台部 2 6 の内部に收容される。同様にワイヤ 2 1 3 2 は、プーリー 2 1 3 1 に巻き付けるために、一部が台部 2 6 の内部に收容される。台部 2 6 は、モータ 2 1 2 及び 2 1 3 を收容する空間と外部とを連通させる連通孔を備える。ワイヤ 2 1 2 2 及び 2 1 3 2 は、連通孔を通して、外部から台部 2 6 の内部の空間に導かれる。

20

【 0 0 5 0 】

台部 2 6 の固定部 2 2 と対向する面の中心付近には、球状継手 2 8 が設けられる。球状継手 2 8 は、例えば金属の球体であり、球状継手 2 8 は台部 2 6 に固定される。

【 0 0 5 1 】

固定部 2 2 は、図 2 A に示されているように、三角形の平板である。固定部 2 2 の正の Z 方向側の面 2 2 1 は、物体 5 0 と接触する面であり、「物体と接触する面」の一例である。

30

【 0 0 5 2 】

固定部 2 2 は、面 2 2 1 とは反対側の面で、台部 2 6 に固定された球状継手 2 8 に傾斜可能に接続する。本実施形態では、固定部 2 2 は、台部 2 6 に間接的に接続している。

【 0 0 5 3 】

モータ 2 1 2 を回転させると、固定部 2 2 の接続部 2 2 3 はワイヤ 2 1 2 2 により引っ張られ、固定部 2 2 は球状継手 2 8 との接続部分を支点として、負の Z 方向側に傾斜する。反対に、ワイヤ 2 1 2 2 による引っ張る力が小さくなる方向にモータ 2 1 2 を回転させると、固定部 2 2 の上記の傾斜は小さくなる。モータ 2 1 2 の回転量、回転方向、回転速度、回転加速度等を調整することで、傾斜の角度、方向、速度、加速度等を変化させることができる。

40

【 0 0 5 4 】

一方、モータ 2 1 3 を回転させると、固定部 2 2 の接続部 2 2 4、及び接続部 2 2 5 は、ワイヤ 2 1 3 2 により引っ張られ、固定部 2 2 は球状継手 2 8 との接続部分を支点として、負の Z 方向側に傾斜する。反対に、ワイヤ 2 1 3 2 による引く力が小さくなる方向にモータ 2 1 3 を回転させると、固定部 2 2 の上記の傾斜は小さくなる。モータ 2 1 3 の回転量、回転方向、回転速度、回転加速度等を調整することで、傾斜の角度、方向、速度、加速度等を変化させることができる。

【 0 0 5 5 】

50

このように、モータ 2 1 2、及びモータ 2 1 3 の回動により、球状継手 2 8 との接続部分を支点として、所定の角度、方向、速度、加速度等で固定部 2 2 を傾斜させることができる。尚、金属を材質とするワイヤ 2 1 2 2、及び 2 1 3 2 に代えて、プラスチックを材質とする糸等を用いてもよい。接続部 2 2 3、2 2 4、及び 2 2 4 におけるワイヤ 2 1 2 2、及び 2 1 3 2 と固定部 2 2 との接続は、接着剤で接着して接続させてもよいし、ワイヤ 2 1 2 2、及び 2 1 3 2 を固定部 2 2 にネジ止めして接続させてもよい。

【 0 0 5 6 】

固定部 2 2 の面の球状継手 2 8 に接続する部分に、球状継手 2 8 の球体が嵌る凹み等の受け部を設けてもよい。受け部を設けることで、固定部 2 2 がワイヤ 2 1 2 2、及び 2 1 3 2 に引っ張られた際に、球状継手 2 8 に対して固定部 2 2 の面が滑ることを抑制することができる。これにより、球状継手 2 8 を支点とした固定部 2 2 の傾斜を、安定して行わせることができる。

10

【 0 0 5 7 】

図 3 は、本実施形態に係る力覚提示装置の動作の一例について説明する図である。図 3 では、力覚提示装置 1 0 の有する保持部 2 5 と、台部 2 6 と、台部 2 7 と、球状継手 2 8 と、固定部 2 2 とが示されている。

【 0 0 5 8 】

保持部 2 5 は、破線で示されているユーザの手 7 0 を保持するためのベルトである。保持部 2 5 は台部 2 7 に接続し、台部 2 7 を固定する。台部 2 6 は、台部 2 7 に、図中に破線で示されている矢印 1 1 の方向に回動可能に接続する。固定部 2 2 は、台部 2 6 に、球状継手 2 8 を介して傾斜可能に接続する。

20

【 0 0 5 9 】

固定部 2 2 は、物体 5 0 と接触する面 2 2 1 により、物体 5 0 を固定する。物体 5 0 は、例えばスマートフォンである。固定部 2 2 は、面 2 2 1 に設けられた両面テープにより物体 5 0 を粘着し、固定する。但し、固定部 2 2 による物体 5 0 の固定方法はこれに限定されない。例えば、物体が磁性体であれば、固定部 2 2 に磁性を持たせ、磁力により物体 5 0 を固定してもよい。また固定部 2 2 に吸盤等を設け、吸盤の吸着力で物体 5 0 を固定してもよい。

【 0 0 6 0 】

上述したように、台部 2 6 は、内部にモータ 2 1 1、2 1 2、及び 2 1 3 を収容する。台部 2 6 は、モータ 2 1 1 の回動により、台部 2 7 に対して図中に破線で示されている矢印 1 1 の方向に回動可能である。台部 2 6 の回動により、固定部 2 2 に含まれる面 2 2 1 は、手 7 0 に対して矢印 1 1 の方向に回動することができる。

30

【 0 0 6 1 】

面 2 2 1 は、モータ 2 1 2、及び 2 1 3 の回動により、図中に一点鎖線で示されている矢印 1 2 の方向に傾斜可能である。また面 2 2 1 は、モータ 2 1 2、及び 2 1 3 の回動により、図中に二点鎖線で示されている矢印 1 3 の方向に傾斜可能である。これにより、面 2 2 1 は、手 7 0 に対して矢印 1 2 の方向、及び矢印 1 3 の方向に傾斜することができる。

【 0 0 6 2 】

面 2 2 1 の手 7 0 に対する回動により、面 2 2 1 に固定された物体 5 0 は、矢印 1 1 で示されている方向に所定の量、及び回動トルクで回動する。また、面 2 2 1 の手 7 0 に対する傾斜により、面 2 2 1 に固定された物体 5 0 は、矢印 1 2、及び 1 3 の方向に所定の角度、及び加速度で傾斜する。これらにより、力覚提示装置 1 0 は、物体 5 0 に接触するユーザの手 7 0 に所望の力覚を提示することができる。

40

【 0 0 6 3 】

尚、矢印 1 1 で示される方向の回動は、「面と交差する軸回りの回動」の一例である。モータ 2 1 1 は矢印 1 1 で示される方向に面 2 2 1 を回動させる。矢印 1 2 で示される方向の傾斜は、「第 1 の方向の傾斜」の一例である。モータ 2 1 2、又はモータ 2 1 3 は、矢印 1 2 で示される方向に面 2 2 1 を傾斜させる。矢印 1 3 で示される方向の傾斜は、「

50

第 2 の方向の傾斜」の一例である。モータ 2 1 2、又はモータ 2 1 3 は、矢印 1 3 で示される方向に面 2 2 1 を傾斜させる。

【 0 0 6 4 】

次に図 4 を参照し、力覚提示装置 1 0 の処理について説明する。図 4 は、実施形態に係る力覚提示装置の処理の一例を示すシーケンス図である。

【 0 0 6 5 】

まず、回動量センサ 2 3 は、3 軸駆動部 2 1 の各モータの回動量を検出し、姿勢センサ 2 4 は、力覚提示装置 1 0 の姿勢を検出する（ステップ S 4 1）。ここで、回動量センサ 2 3 は、例えば、ユーザにより力覚提示装置 1 0 の回動量に変更された際、或いは所定の周期で、3 軸駆動部 2 1 の各モータの現在の回動量を検出する。同様に、姿勢センサ 2 4 は、例えば、ユーザにより力覚提示装置 1 0 が変更された際、或いは所定の周期で、力覚提示装置 1 0 の現在の姿勢を検出する。回動量、及び姿勢の検出値は送信部 3 3 に出力される。

10

【 0 0 6 6 】

続いて、送信部 3 3 は、検出値に基づく物体 5 0 の回動量データ、及び姿勢データを示す信号を、外部装置 6 0 に送信する（ステップ S 4 2）。外部装置 6 0 は、仮想空間における仮想物体の回動量と、送信部 3 3 から受信した実空間における物体の回動量データ、及び姿勢データとに基づき、物体 5 0 を介して力覚提示装置 1 0 が発生し、例えば手の指等を介して発生させる力覚を提示する力ベクトルを算出する。外部装置 6 0 は、算出された力ベクトルに基づき、3 軸駆動部 2 1 の回動量、回動方向、回動速度、回動トルク等を指示する制御指令を生成し、力覚提示装置 1 0 に送信する。

20

【 0 0 6 7 】

続いて、受信部 3 1 は、受信した制御指令を駆動制御部 3 2 に出力する。駆動制御部 3 2 は、制御指令に基づいて 3 軸駆動部 2 1 の各モータの回動を制御する（ステップ S 4 3）。この制御において、回動量センサ 2 3 は 3 軸駆動部 2 1 の回動量を検出し、駆動制御部 3 2 は回動量センサ 2 3 からのフィードバック信号を用いて、3 軸駆動部 2 1 の各モータの回動を制御する。3 軸駆動部 2 1 により固定部 2 2 が回動、及び傾斜される。

【 0 0 6 8 】

このようにして、固定部 2 2 を回動、及び傾斜させることで、固定部 2 2 の面 2 2 1 に固定された物体 5 0 を介して、ユーザに力覚を提示することができる。

30

【 0 0 6 9 】

以上説明してきたように、本実施形態では、物体 5 0 を力覚提示装置 1 0 の固定部 2 2 に含まれる面 2 2 1 に固定し、物体 5 0 を介して力覚を提示する。力覚提示装置 1 0 とユーザの皮膚との接触部位に限らず、物体 5 0 とユーザの皮膚との接触部位も含めた広い範囲で力覚を提示できる。これにより、例えば、手のひらの広い範囲に生じる比較的大きな力による力覚の提示が可能になる。

【 0 0 7 0 】

また力覚提示装置がユーザの皮膚との接触部位に与える力覚の提示では、力覚提示装置の形状によって当該力覚の提示可能な範囲が制限される場合がある。本実施形態によれば、物体 5 0 を介して力覚を提示し、このような物体 5 0 として、スマートフォン等の携帯機器やテレビのリモコン等の任意の物品を用いることができる。そのため、提示したい力覚に、より適した物品を介して力覚を提示することで、力覚提示装置の形状による、提示可能な力覚の制限を緩和することができる。

40

【 0 0 7 1 】

例えば野球用のバットやボール等の物体 5 0 を固定部 2 2 に固定することで、バッティングの際にバットから受ける力覚や、ボールをキャッチした時にボールから受ける力覚等を、バットやボールを介して提示することが可能になる。

【 0 0 7 2 】

このように本実施形態によれば、提示可能な力覚の多様性を拡大し、様々な力覚を適切に提示することができる。

50

【 0 0 7 3 】

[第 2 の実施形態]

次に、第 2 の実施形態の力覚提示装置の一例について説明する。尚、上述した実施形態と同一の構成の説明を省略する。

【 0 0 7 4 】

図 5 A ~ 5 C は、第 2 の実施形態に係る力覚提示装置の構成の一例について説明する図である。図 5 A は、第 2 の実施形態に係る力覚提示装置 1 0 a の上面図である。図 5 B は、第 2 の実施形態に係る力覚提示装置 1 0 a の側面図である。図 5 C は、第 2 の実施形態に係る力覚提示装置 1 0 a の斜視図である。

【 0 0 7 5 】

図 5 A ~ 5 C において、保持部 2 5 a は空洞である中空部 2 5 1 a を備える。この中空部 2 5 1 a は、ユーザが当該空洞に指を挿入させて保持するものである。これにより、ユーザは、保持部 2 5 a の中空部 2 5 1 a に指を通すようにして、力覚提示装置 1 0 a を指に装着する。保持部 2 5 a は、換言すると、空洞を備えた円環状部材である。但し、保持部 2 5 a は、完全な円環でなくとも、少なくとも円環状の形状の一部が欠けたような部材であってもよい。

【 0 0 7 6 】

また、図 5 A に示す保持部 2 5 a は、例えば、永久磁石で形成されており、具体的には、DC ブラシレスモータにより構成されるモータ 2 1 5 の固定子としての機能も有する。

【 0 0 7 7 】

図 5 A または図 5 B に示すモータ 2 1 5 は、固定子として機能する保持部 2 5 a と、回転子 2 1 5 1 とを有し、円筒状部材 2 5 4 の内側に配置されている。モータ 2 1 5 は、制御部 3 0 とケーブル等で電氣的に接続し、制御部 3 0 からの制御信号に応じて Y 方向に沿った軸回りに、回転子 2 1 5 1 を保持部 2 5 a に対して回動させる。回転子 2 1 5 1 はコイルを備え、コイルに流れる電流の向きを切り替えることで磁力の反発、吸引の力で回動力が生成される。

【 0 0 7 8 】

尚、モータ 2 1 5 は、「第 3 の原動機」の一例である。また保持部 2 5 a は、「固定子」の一例である。

【 0 0 7 9 】

上述したモータ 2 1 5 は、具体的には、DC ブラシレスモータを用いることができる。

【 0 0 8 0 】

ここで、DC ブラシレスモータは、一般に、コイルを備える固定子に対し、永久磁石で形成された回転子を回動させる。しかしながら、本実施形態では、保持部 2 5 a は保持部 2 5 a に含まれる中空部 2 5 1 a でユーザの指を保持するため、保持部 2 5 a は指に固定され、回転子 2 1 5 1 が保持部 2 5 a に対して回動する。そのため、永久磁石で形成された保持部 2 5 a を「固定子」と称し、コイルを備える回転子 2 1 5 1 を「回転子」と称している。

【 0 0 8 1 】

台部 2 6 a は、Z 方向を軸方向とする円柱状の部材である。台部 2 6 a の正の Z 方向側の面には、正の Z 方向側に延びる角支柱 2 5 2 a、及び角支柱 2 5 3 a が設けられる。角支柱 2 5 2 a は、円筒状部材 2 5 4 を介して、モータ 2 1 5、及びモータ 2 1 5 に含まれる保持部 2 5 a を X 方向に沿った軸回りに回動可能に支持する。角支柱 2 5 3 a は、プーリー 2 1 4 2 と円筒状部材 2 5 4 を介して、モータ 2 1 5、及びモータ 2 1 5 に含まれる保持部 2 5 a を、X 方向に沿った軸回りに回動可能に支持する。プーリー 2 1 4 2 は、角支柱 2 5 3 a と円筒状部材 2 5 4 との間に介在し、円筒状部材 2 5 4 に固定される。尚、上記の「X 方向に沿った軸回りの回動」は、Y 方向に保持部 2 5 a を傾ける「あおり」と称することもできる。

【 0 0 8 2 】

本実施形態では、モータ 2 1 5 を内側に配置する円筒状部材 2 5 4 を介して、角支柱 2

10

20

30

40

50

5 2 a、及び 2 5 3 a がモータ 2 1 5 を支持する例を示したが、これには限定されない。円筒状部材 2 5 4 を介さずに、角支柱 2 5 2 a、及び 2 5 3 a がモータ 2 1 5 を支持する構成にしてもよい。また、本実施形態では、保持部 2 5 a は、台部 2 6 a に間接的に接続している。

【 0 0 8 3 】

台部 2 6 a は、内部に空間を備え、モータ 2 1 1 と、モータ 2 1 4 とを収容している。モータ 2 1 1 と、モータ 2 1 4 は、それぞれ制御部 3 0 とケーブル等により電氣的に接続し、制御部 3 0 からの制御信号により回動可能である。

【 0 0 8 4 】

モータ 2 1 4 のモータ軸には、プーリー 2 1 4 1 が取り付けられている。プーリー 2 1 4 1 とプーリー 2 1 4 2 には帯状のベルト 2 1 4 3 が掛け回され、モータ 2 1 4 の回動が、プーリー 2 1 4 1 とベルト 2 1 4 3 を介してプーリー 2 1 4 2 に伝達される。プーリー 2 1 4 2 の X 方向に沿った軸回りの回動により、円筒状部材 2 5 4 を介して、保持部 2 5 a が X 方向に沿った軸回りに回動する。

10

【 0 0 8 5 】

図 5 C に示されているように、台部 2 6 a の正の Z 方向側の面には、ベルト 2 1 4 3 を台部 2 6 a の内部のプーリー 2 1 4 1 に掛け回すことができるように、台部 2 6 a の内部と外部を連通させる連通孔 2 1 4 4 が設けられている。

【 0 0 8 6 】

尚、モータ 2 1 4 は、「第 1 の原動機」の一例であり、プーリー 2 1 4 1 は、「第 1 の定滑車部材」の一例である。プーリー 2 1 4 2 は、「第 2 の定滑車部材」の一例である。ベルト 2 1 4 3 は、「帯状部材」の一例である。

20

【 0 0 8 7 】

固定部 2 2 a は、台部 2 6 a の負の Z 方向側の面に接続する。固定部 2 2 a は、台部 2 6 a と同様に、Z 方向に沿った方向を軸とする円柱状の部材である。台部 2 6 a は、円柱の軸を回動軸として回動可能に固定部 2 2 a と接続する。固定部 2 2 a の負の Z 方向側の面 2 2 1 a は、物体 5 0 と接触する面であり、「物体と接触する面」の一例である。また、本実施形態では、固定部 2 2 a は、台部 2 6 a に直接的に接続している。

【 0 0 8 8 】

モータ 2 1 1 のモータ軸には歯車 2 1 1 1 が取り付けられる。固定部 2 2 a の台部 2 6 a と対向する側の面には、歯車 2 1 1 1 の歯と噛み合い可能に、円周方向に歯 2 2 2 a が設けられている。歯車 2 1 1 1 と歯 2 2 2 a とが噛み合うことで、モータ 2 1 1 による Y 方向に沿った軸回りの回動が方向変換され、台部 2 6 は、固定部 2 2 a に対して、Z 方向に沿った軸回りに回動する。

30

【 0 0 8 9 】

固定部 2 2 a に設けられた歯 2 2 2 a の機能は、第 1 の実施形態における台部 2 7 に設けられた歯 2 7 1 と同様である。またモータ 2 1 1 により、固定部 2 2 a に対して台部 2 6 a が回動する機能は、第 1 の実施形態で説明した、モータ 2 1 1 により台部 2 7 に対して台部 2 6 a が回動する機能と同様である。

【 0 0 9 0 】

尚、モータ 2 1 1 は、「第 2 の原動機」の一例である。

40

【 0 0 9 1 】

モータ 2 1 1、2 1 4、及び 2 1 5 には、それぞれロータリーエンコーダが取り付けられ、力覚提示装置 1 0 a は、ジャイロセンサを備えている。ロータリーエンコーダ、及びジャイロセンサの機能は、第 1 の実施形態で説明したものと同様である。

【 0 0 9 2 】

次に図 6 は、本実施形態に係る力覚提示装置の動作の一例について説明する図である。図 6 は、力覚提示装置 1 0 a の有する円筒状部材 2 5 4 と、台部 2 6 a と、固定部 2 2 a とを示している。

【 0 0 9 3 】

50

固定部 2 2 a に含まれる面 2 2 1 a は、物体 5 0 に接触し、物体 5 0 を固定している。物体 5 0 は例えばスマートフォンである。面 2 2 1 a での物体 5 0 の固定は、第 1 の実施形態における面 2 2 1 による物体 5 0 の固定と同様である。

【 0 0 9 4 】

固定部 2 2 a の正の Z 方向側の面は、台部 2 6 a に対し、図中に破線で示されている矢印 1 1 の方向に回動可能に接続する。台部 2 6 a の正の Z 方向側の面には、角支柱 2 5 3 a と、図示を省略する角支柱 2 5 2 a が設けられている。角支柱 2 5 2 a と角支柱 2 5 3 a は、円筒状部材 2 5 4 を、図中に一点鎖線で示されている矢印 1 4 の方向に回動可能に支持する。

【 0 0 9 5 】

上述したように、円筒状部材 2 5 4 の内側には、モータ 2 1 5 が設けられ、モータ 2 1 5 の備える固定子は保持部 2 5 a として機能する。保持部 2 5 a は中空部 2 5 1 a を備え、中空部 2 5 1 a に通されたユーザの指 7 1 を保持する。モータ 2 1 5 の回動によりユーザの指 7 1 に対し、円筒状部材 2 5 4 は、図中に二点鎖線で示されている矢印 1 5 の方向に回動する。

【 0 0 9 6 】

このように、固定部 2 2 a、及び固定部 2 2 a に含まれる面 2 2 1 a は、モータ 2 1 1、2 1 4、及び 2 1 5 により、保持部 2 5 a に保持されたユーザの指 7 1 に対し、矢印 1 1、矢印 1 4、及び矢印 1 5 で示されている方向に回動することができる。

【 0 0 9 7 】

尚、矢印 1 1 で示される方向の回動は、「面と交差する軸回りの回動」の一例である。モータ 2 1 1 は、矢印 1 1 で示される方向に面 2 2 1 a を回動させる。矢印 1 4 で示される方向の回動は、「円筒の円筒軸と交差する軸回りの回動」の一例である。モータ 2 1 4 は、矢印 1 4 で示される方向に面 2 2 1 a を回動させる。矢印 1 5 で示される方向の回動は、「円筒軸回りの回動」の一例である。モータ 2 1 5 は、矢印 1 5 で示される方向に面 2 2 1 a を回動させる。

【 0 0 9 8 】

力覚提示装置 1 0 a は、保持部 2 5 a を介してユーザの指 7 1 により保持されている。尚、図 6 にはユーザの指の 1 本のみが示されているが、ユーザの他の指や手のひらにも、力覚提示装置 1 0 a の固定部 2 2 a に固定された物体 5 0 は接触している。説明の便宜のため、図 6 では、ユーザの他の指や手のひらは図示が省略されている。

【 0 0 9 9 】

固定部 2 2 a に含まれる面 2 2 1 a の指 7 1 に対する回動により、面 2 2 1 a に固定された物体 5 0 は、矢印 1 1、矢印 1 4、及び矢印 1 5 で示されている方向に所定の量、及び回動トルクで回動する。これらにより、力覚提示装置 1 0 a は、物体 5 0 に接触するユーザの手に、所望の力覚を提示することができる。

【 0 1 0 0 】

以上説明してきたように、本実施形態では、保持部 2 5 a は中空部 2 5 1 a を含み、力覚提示装置 1 0 a をユーザの指に装着可能にしている。指を通すだけでよいため、ユーザはより簡易的に力覚提示装置を装着することが可能になる。

【 0 1 0 1 】

尚、本実施形態では、円筒状部材 2 5 4 と、円筒状部材 2 5 4 の内側に配置したモータ 2 1 5 を一体として、X 軸に沿った軸回りに回動させる例を示したが、内側のモータ 2 1 5 のみを X 軸に沿った軸回りに回動させる構成にしてもよい。この場合、例えばモータ軸に傘歯車を取り付けた、Y 軸に沿った軸回りに回動可能なモータを、台部 2 6 a の内部空間に収容する。また内側のモータ 2 1 5 に、X 軸に沿った軸回りに回動可能な傘歯車を取り付ける。Y 軸に沿った軸回りに回動可能なモータによる回動を、上記の 2 つの傘歯車を噛み合わせることで X 軸に沿った軸回りの回動に方向変換する。これにより内側のモータ 2 1 5 のみを X 軸に沿った軸回りに回動させてもよい。

【 0 1 0 2 】

10

20

30

40

50

上記以外の効果は、第1の実施形態で説明したものと同様である。

【0103】

[第3の実施形態]

次に、第3の実施形態の力覚提示装置の一例について説明する。尚、上述した実施形態と同一の構成の説明を省略する。

【0104】

図7A～7Bは、第3の実施形態に係る力覚提示装置の構成の一例について説明する図である。図7Aは、第3の実施形態に係る力覚提示装置10bの上面図である。図7Bは、第3の実施形態に係る力覚提示装置10bの側面図である。尚、力覚提示装置10bの斜視図は、図5Cと同様であるため省略する。

10

【0105】

図7A～7Cにおいて、保持部25bは空洞である中空部251bを含み、ユーザの指を中空部251bに挿入させて、保持する。ユーザは、保持部25bに含まれる中空部251bに指を通すことで、力覚提示装置10bを指に装着することができる。保持部25bは、換言すると、円環状部材である。但し、円環の少なくとも一部であればよく、円環の一部が欠けたような部材であってもよい。

【0106】

保持部25bは、円筒状部材254bの内側に、Y方向に沿った軸回りに回動可能に配置されている。保持部25bの外周面において、負のY方向側の端部付近には、歯車255bが設けられている。歯車255bは、保持部25bの外周に直接形成されてもよいし、保持部25bとは別の部材として形成され、保持部25bに取り付けられてもよい。

20

【0107】

円筒状部材254bは、内部に空間を備え、モータ216を収容している。モータ216は、制御部30とケーブル等により電氣的に接続し、制御部30からの制御信号により回動可能である。

【0108】

モータ216のモータ軸には、歯車2161が取り付けられている。歯車2161と保持部25bに設けられた歯車255bとは噛み合い可能である。モータ216の回動により、歯車2161、及び歯車255bを介して、保持部25bは、Y方向に沿った軸回りに回動することができる。

30

【0109】

歯車255bは、「第1の歯車」の一例である。モータ216は、「第3の原動機」の一例である。歯車2161は、「第3の歯車」の一例である。

【0110】

台部26aの正のZ方向側の面には、正のZ方向側に延びる角支柱252a、及び角支柱253aが設けられる。角支柱252aは、円筒状部材254bを介して、保持部25bをX方向に沿った軸回りに回動可能に支持する。角支柱253aは、プーリー2142と円筒状部材254bを介して、保持部25bをX方向に沿った軸回りに回動可能に支持する。プーリー2142は、角支柱253aと円筒状部材254bとの間に介在し、円筒状部材254bに固定される。

40

【0111】

モータ211により台部26aが固定部22aに対して回動する機能と、モータ214により円筒状部材254bがX方向に沿った軸回りに回動する機能は、第2の実施形態で説明したものと同様である。

【0112】

本実施形態に係る力覚提示装置の動作の一例は、図6に示されているものと同様である。モータ211は、図6に矢印11で示される方向に面221aを回動させる。モータ214は、図6に矢印14で示される方向に面221aを回動させる。モータ216は、図6に矢印15で示される方向に面221aを回動させる。

【0113】

50

本実施形態によれば、円筒状部材 2 5 4 b の内側に保持部 2 5 b を配置し、歯車 2 5 5 b を介して円筒状部材 2 5 4 b の内部空間に収容したモータ 2 1 6 により、保持部 2 5 b を Y 方向に沿った軸回りに回転させる。これによりユーザの指に対して、指の周方向に固定部 2 2 a に含まれる面 2 2 1 a を回転させることができる。回転子、又は固定子に中空部を含むモータ等の特別なモータを用いることなく、ユーザの指に対して、指の周方向に面 2 2 1 a を回転させることができる。

【 0 1 1 4 】

尚、上記以外の効果は、第 1 の実施形態で説明したものと同様である。

【 0 1 1 5 】

[第 4 の実施形態]

次に、第 4 の実施形態の力覚提示装置の一例について説明する。尚、上述した実施形態と同一の構成部の説明を省略する。

【 0 1 1 6 】

図 8 A ~ 8 B は、第 4 の実施形態に係る力覚提示装置の構成の一例について説明する図である。図 8 A は、第 4 の実施形態に係る力覚提示装置 1 0 c の上面図である。図 8 B は、第 4 の実施形態に係る力覚提示装置 1 0 c の側面図である。尚、力覚提示装置 1 0 c の斜視図は、図 5 C と同様であるため省略する。

【 0 1 1 7 】

図 8 A ~ 8 B において、保持部 2 5 c は中空部 2 5 1 c を含み、ユーザの指を中空部 2 5 1 c に挿入させて、保持する。ユーザは、保持部 2 5 c に含まれる中空部 2 5 1 c に指を通すことで、力覚提示装置 1 0 c を指に装着することができる。保持部 2 5 c は、換言すると、円環状部材である。但し、円環の少なくとも一部であればよく、円環の一部が欠けたような部材であってもよい。

【 0 1 1 8 】

保持部 2 5 c は、円筒状部材 2 5 4 c の内側に、Y 方向に沿った軸回りに回転可能に配置されている。保持部 2 5 c において、負の Y 方向側の端部付近には、歯車 2 5 5 c が取り付けられている。但し、歯車 2 5 5 c は、保持部 2 5 c の外周に直接形成されてもよい。

【 0 1 1 9 】

台部 2 6 c は、Z 方向を軸方向とする円柱状の部材である。台部 2 6 c の正の Z 方向側の面には、正の Z 方向側に延びる角支柱 2 5 2 a と、角支柱 2 5 3 c と、角支柱 2 1 7 4 が設けられる。角支柱 2 5 2 a、及び 2 5 3 c は、X 方向において円筒状部材 2 5 4 c を挟むように台部 2 6 b に配置され、円筒状部材 2 5 4 c を介して、保持部 2 5 c を X 方向に沿った軸回りに回転可能に支持する。

【 0 1 2 0 】

角支柱 2 1 7 4 の正の Z 方向の端部付近には、プーリー 2 1 7 3 が Y 方向に沿った軸回りに回転可能に取り付けられている。プーリー 2 1 7 3 は歯車 2 1 7 5 に接続し、歯車 2 1 7 5 は、歯車 2 5 5 c に噛み合い可能に配置されている。

【 0 1 2 1 】

プーリー 2 1 7 1 とプーリー 2 1 7 3 には、帯状のベルト 2 1 7 2 が掛け回されている。モータ 2 1 7 の回転は、プーリー 2 1 7 1、ベルト 2 1 7 2、及びプーリー 2 1 7 3 を介して歯車 2 1 7 5 に伝達される。歯車 2 1 7 5 は歯車 2 5 5 c と噛み合い、歯車 2 5 5 c を回転させることで、保持部 2 5 c を Y 軸に沿った軸回りに回転させる。

【 0 1 2 2 】

モータ 2 1 1 により、台部 2 6 c が固定部 2 2 a に対し、Z 方向に沿った軸回りに回転する機能は、第 2 の実施形態で説明したものと同様である。

【 0 1 2 3 】

歯車 2 5 5 c は、「第 1 の歯車」の一例である。歯車 2 1 7 5 は、「第 2 の歯車」の一例である。プーリー 2 1 7 3 は、「第 1 の定滑車部材」の一例である。モータ 2 1 1 は、「第 1 の原動機」の一例である。ベルト 2 1 7 2 は、「帯状部材」の一例である。歯車 2

10

20

30

40

50

1 1 1 は、「第 3 の原動機」の一例である。モータ 2 1 7 は、「第 2 の原動機」の一例である。プーリー 2 1 7 1 は、「第 2 の定滑車部材」の一例である。

【 0 1 2 4 】

本実施形態に係る力覚提示装置の動作の一例は、図 6 に示されているものに含まれる。モータ 2 1 1 は、図 6 に矢印 1 1 で示される方向に面 2 2 1 a を回動させる。モータ 2 1 7 は、図 6 に矢印 1 5 で示される方向に面 2 2 1 a を回動させる。

【 0 1 2 5 】

本実施形態によれば、台部 2 6 c の内部空間に収容したモータ 2 1 7 により、歯車 2 1 7 5、及び 2 5 5 c を介して保持部 2 5 c を Y 方向に沿った軸回りに回動させる。これにより、ユーザの指に対して、指の周方向に固定部 2 2 a に含まれる面 2 2 1 a を回動させることができる。内側に保持部 2 5 c を配置する円筒状部材 2 5 4 c の内部空間にモータを配置せず、簡易な構成により、ユーザの指に対して、指の周方向に面 2 2 1 a を回動させることができる。

10

【 0 1 2 6 】

尚、上記以外の効果は、第 1、及び 3 の実施形態で説明したものと同様である。

【 0 1 2 7 】

以上本発明の好ましい実施形態について詳述したが、本発明は係る特定の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形、変更が可能である。また、上述した各実施例の一部又は全部を組み合わせることも可能である。

20

【 符号の説明 】

【 0 1 2 8 】

1 0、1 0 a、1 0 b 力覚提示装置
 2 0 力覚提示部
 2 1 3 軸駆動部
 2 2、2 2 a 固定部
 2 3 回動量センサ
 2 4 姿勢センサ
 2 5、2 5 a、2 5 b 保持部
 2 6、2 6 a、2 6 b、2 6 c、2 7 台部
 2 8 球状継手
 3 0 制御部
 3 1 受信部
 3 2 駆動制御部
 3 3 送信部
 4 0 電源
 5 0 物体
 6 0 外部装置
 7 0 手
 7 1 指
 2 1 1、2 1 2、2 1 3、2 1 4、2 1 5、2 1 6、2 1 7 モータ
 2 2 1、2 2 1 a 面
 2 2 2 a、2 7 1 歯
 2 2 3、2 2 4、2 2 5 接続部
 2 5 1 a、2 5 1 b、2 5 1 c 中空部
 2 5 2 a、2 5 3 a、2 5 3 c、2 1 7 4 角支柱
 2 5 4、2 5 4 b、2 5 4 c 円筒状部材
 2 5 5 b、2 5 5 c、2 1 1 1、2 1 6 1、2 1 7 5 歯車
 2 1 5 1 回転子
 2 1 2 1、2 1 3 1、2 1 4 1、2 1 4 2、2 1 7 1、2 1 7 3 プーリー

30

40

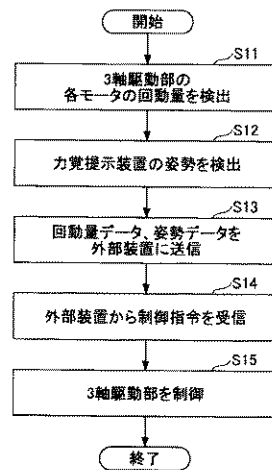
50

- 2 1 2 2、2 1 3 2 ワイヤ
- 2 1 4 3、2 1 7 2 ベルト
- 2 1 4 4 連通孔

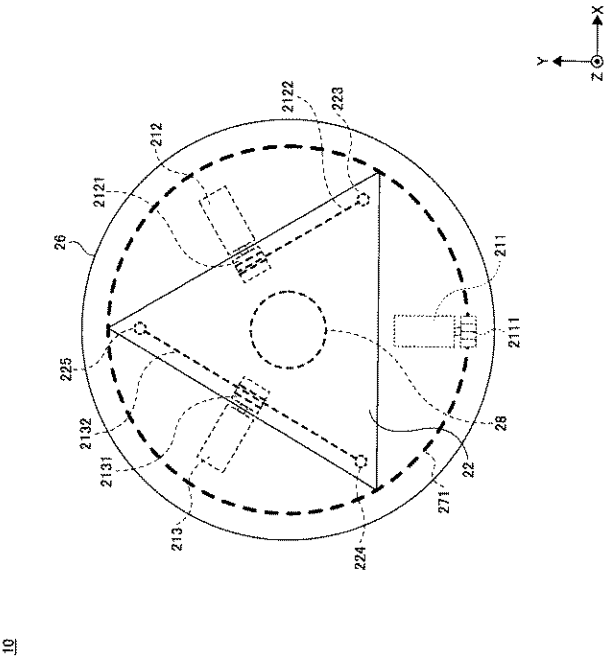
【図 1 A】



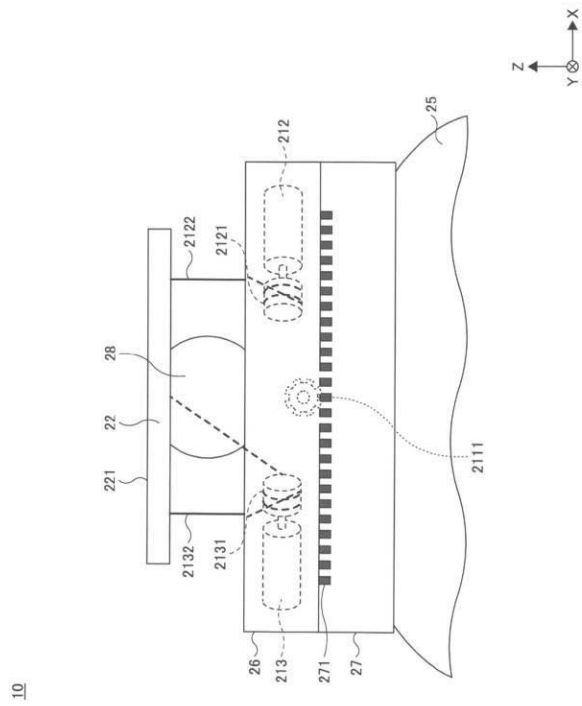
【図 1 B】



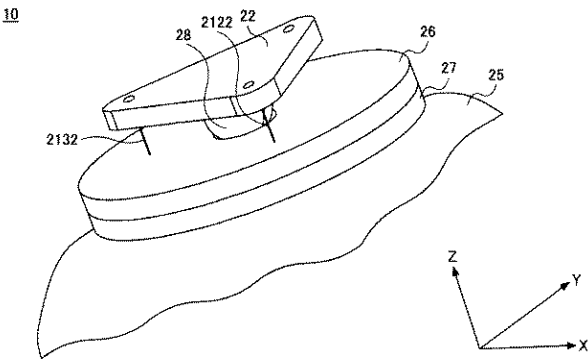
【図 2 A】



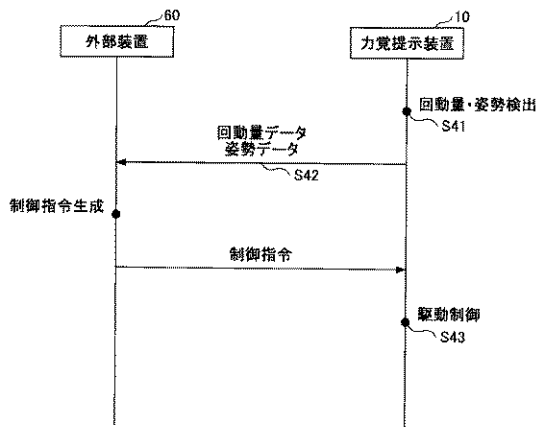
【図 2 B】



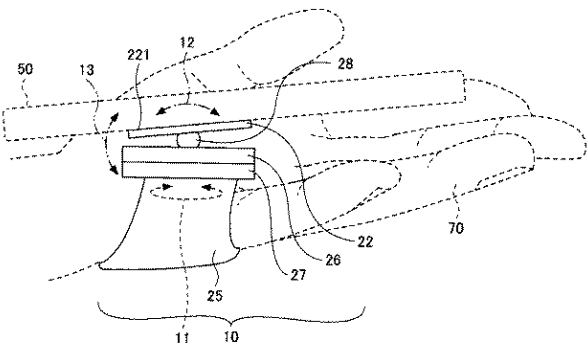
【図 2 C】



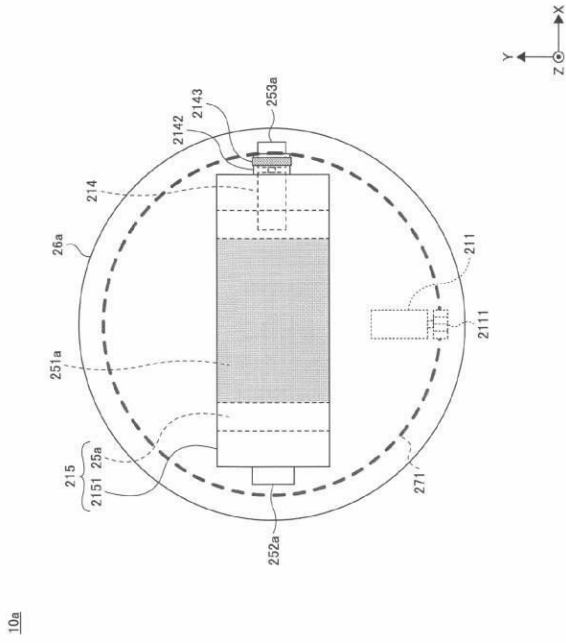
【図 4】



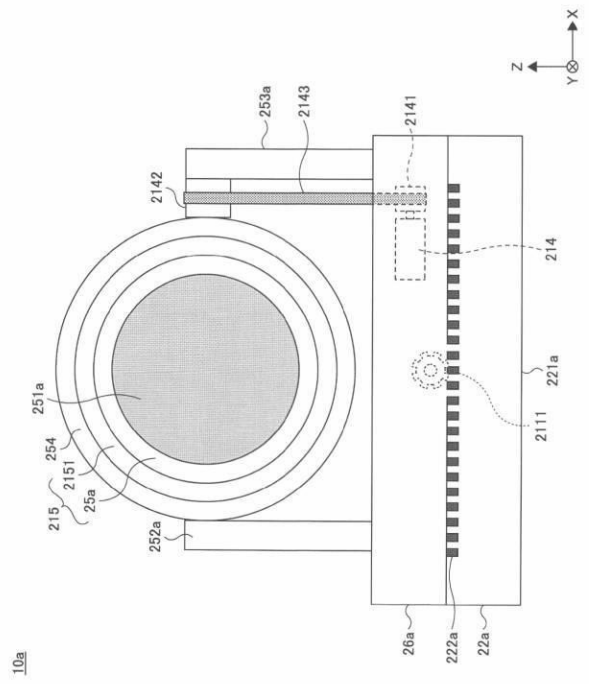
【図 3】



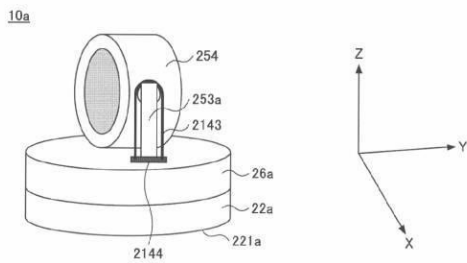
【 図 5 A 】



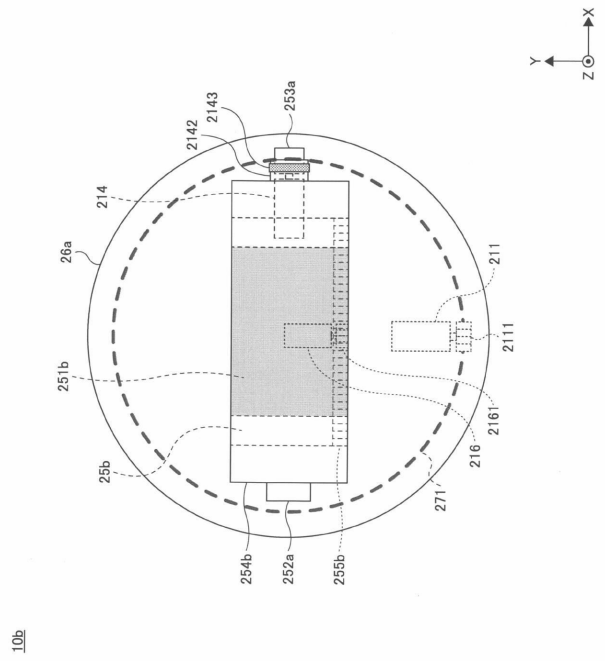
【 図 5 B 】



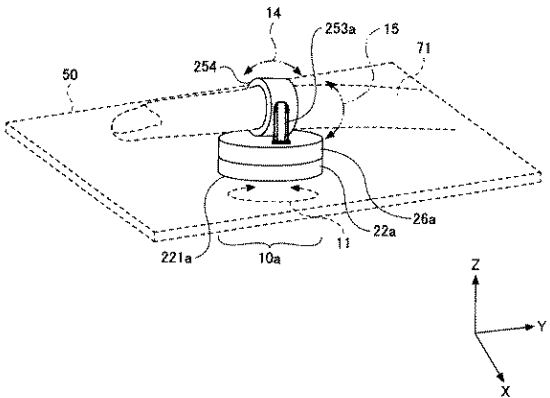
【 図 5 C 】



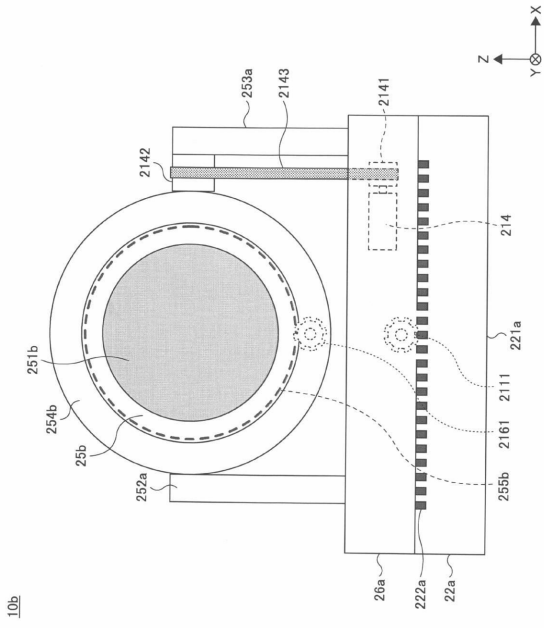
【 図 7 A 】



【 図 6 】

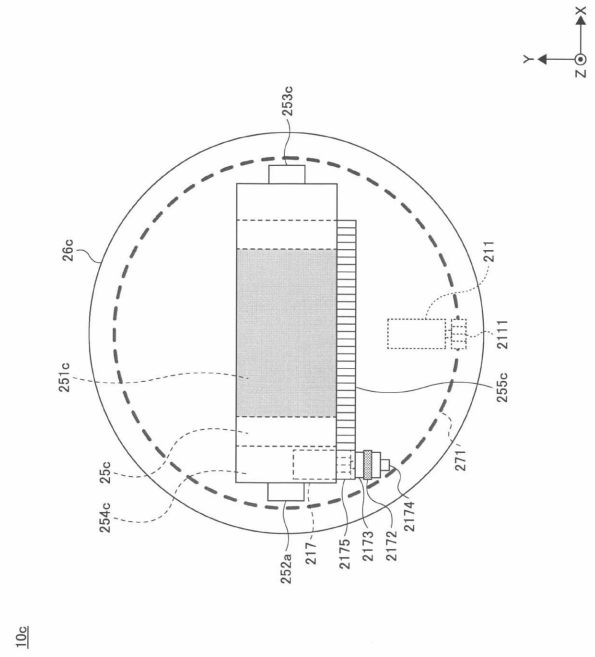


【 7 B 】



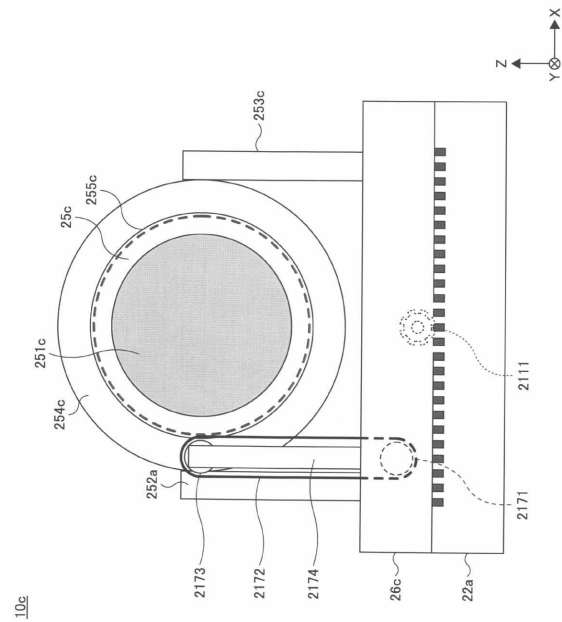
10b

【 8 A 】



10c

【 8 B 】



10c

フロントページの続き

(72)発明者 近藤 悟

東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放送協会放送技術研究所内

(72)発明者 清水 俊宏

東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放送協会放送技術研究所内

Fターム(参考) 5E555 AA08 BA02 BA06 BA19 BA38 BB02 BB06 BB19 BB38 BC04
BE17 CA10 CA29 CA44 CB19 CB21 DA24 FA00
5H607 BB01 BB04 BB07 BB09 BB10 BB14 BB26 CC05 DD03 EE28
EE31