

(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2017-84337
(P2017-84337A)

(43) 公開日 平成29年5月18日(2017.5.18)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G06F 3/01 (2006.01)	G06F 3/01 560	3C707
G06F 3/0354 (2013.01)	G06F 3/0354 432	5B087
B25J 19/02 (2006.01)	B25J 19/02	5E555

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2016-163247 (P2016-163247)
 (22) 出願日 平成28年8月24日 (2016. 8. 24)
 (31) 優先権主張番号 特願2015-213500 (P2015-213500)
 (32) 優先日 平成27年10月29日 (2015. 10. 29)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 597065329
 学校法人 龍谷大学
 京都府京都市伏見区深草塚本町67番地
 (74) 代理人 100121337
 弁理士 藤河 恒生
 (72) 発明者 ホ アンヴァン
 滋賀県大津市瀬田大江町横谷1-5 学校
 法人龍谷大学内
 Fターム(参考) 3C707 DS01 ES03 KS32 KS33 KW01
 KX08
 5B087 AB12 BC11
 5E555 AA08 AA16 BA90 BB40 BC01
 DA24 FA00

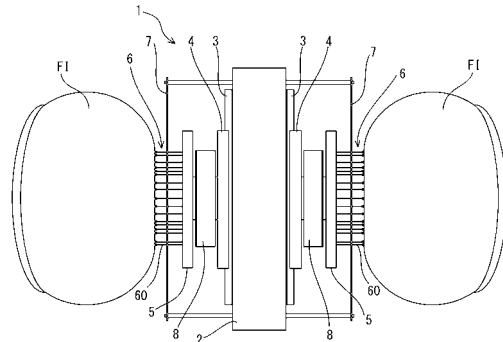
(54) 【発明の名称】 触覚提示装置

(57) 【要約】

【課題】ロボットの指部に接触する物体がその指部から滑りそうな状態を提示できる触覚提示装置を提供する。

【解決手段】この触覚提示装置1は、触覚提示装置フレーム体2と、それに取り付けられた移動体駆動制御器3と、移動体駆動制御器3によって駆動される移動体4と、移動体4とともに移動する触覚提示ピン支持体5と、小径の棒状をなす複数個の触覚提示ピン60から成り、触覚提示ピン60は第1端部が触覚提示ピン支持体5に支持され第2端部が指F Iに接し得る触覚提示ピン集合体6と、触覚提示ピン60が通過する貫通孔を有してその中間部を揺動可能に拘束し触覚提示装置フレーム体2に固定される触覚提示ピン拘束シート体7と、を備えてなり、触覚提示ピン集合体6における触覚提示ピン60は、移動体4が移動するとき、第2端部の移動量が中央部よりも周辺部の方が大きい。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

触覚提示装置フレーム体と、
 該触覚提示装置フレーム体に取り付けられた移動体駆動制御器と、
 該移動体駆動制御器によって駆動されて移動する移動体と、
 該移動体とともに移動する触覚提示ピン支持体と、
 小径の棒状をなす複数個の触覚提示ピンから成るものであり、該複数個の触覚提示ピンは各々の第 1 端部が前記触覚提示ピン支持体に支持され、各々の第 2 端部が指に接し得る触覚提示ピン集合体と、

前記複数個の触覚提示ピンの各々が通過する貫通孔を有してそれらの中間部を揺動可能に拘束し、前記触覚提示装置フレーム体に固定される触覚提示ピン拘束シート体と、
 を備えてなり、

前記触覚提示ピン集合体における前記触覚提示ピンは、前記移動体が移動するとき、前記第 2 端部の移動量が中央部よりも周辺部の方が大きいことを特徴とする触覚提示装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の触覚提示装置において、
 前記複数個の触覚提示ピンの各々の第 2 端部は、球状に丸まっていることを特徴とする触覚提示装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の触覚提示装置において、
 前記触覚提示ピン支持体は、前記複数個の触覚提示ピンの各々の前記第 1 端部を支持する支持穴を有することを特徴とする触覚提示装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の触覚提示装置において、
 前記触覚提示ピン支持体の複数個の前記支持穴は凹面に形成されており、該凹面の周辺部の前記触覚提示ピンは、中央部の前記触覚提示ピンよりも短いことを特徴とする触覚提示装置。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の触覚提示装置において、
 前記凹面は、球面状の曲面の一部であることを特徴とする触覚提示装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の触覚提示装置において、
 前記触覚提示ピン集合体における前記複数個の第 2 端部は、1 つの球面状の曲面の一部上に位置するようになっていて、ことを特徴とする触覚提示装置。

【請求項 7】

請求項 4 に記載の触覚提示装置において、
 前記凹面は、円錐の周面であることを特徴とする触覚提示装置。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の触覚提示装置において、
 前記触覚提示ピン集合体における前記複数個の第 2 端部は、1 つの円錐の周面上に位置するようになっていて、ことを特徴とする触覚提示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ロボットの指部に接触する物体がその指部から滑りそうな状態を提示できる触覚提示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

操作者がロボットを遠隔操作するとき、ロボットが物体を保持し続ける場合、操作者にはロボットの指部と物体との接触状態が提示され、操作者はそれに対応する適正な遠隔操

10

20

30

40

50

作を行わなければならない。そのため、ロボットには、その指部と物体との接触状態を検知する検知手段が設けられ、ロボットを制御するロボットコントローラには、その接触状態を操作者に提示する触覚提示装置が設けられる。ロボットの指部における接触状態の検知手段は、例えば、特許文献 1 に開示されている。

【0003】

触覚提示装置は、例えば、特許文献 2 に開示されている。特許文献 2 に開示される触覚提示装置は、複数の触知ピンを備え、それぞれの触知ピンがそれぞれのアクチュエータにより操作者の指の表面に対してせん断方向に移動することにより、物体のトルク間に相当する触覚（回転触覚）を提示することができる、としている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2006 - 297542 号公報

【特許文献 2】国際公開番号 W O 2007 / 119603 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献 2 を含め従来の触覚提示装置では、ロボットの指部に接触する物体がその指部から滑りそうな状態（物体がまさに動こうとする状態）を操作者に提示することは難しい。滑りそうな状態が提示できれば、操作者は遠隔操作により、ロボットがより強い力で物体を保持して滑りを抑えるようにすることが可能になる。

【0006】

本発明は、係る事由に鑑みてなされたものであり、その目的は、ロボットの指部に接触する物体がその指部から滑りそうな状態を提示できる触覚提示装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するために、請求項 1 に記載の触覚提示装置は、触覚提示装置フレーム体と、該触覚提示装置フレーム体に取り付けられた移動体駆動制御器と、該移動体駆動制御器によって駆動されて移動する移動体と、該移動体とともに移動する触覚提示ピン支持体と、小径の棒状をなす複数個の触覚提示ピンから成るものであり、該複数個の触覚提示ピンは各々の第 1 端部が前記触覚提示ピン支持体に支持され、各々の第 2 端部が指に接し得る触覚提示ピン集合体と、前記複数個の触覚提示ピンの各々が通過する貫通孔を有してそれらの中間部を揺動可能に拘束し、前記触覚提示装置フレーム体に固定される触覚提示ピン拘束シート体と、を備えてなり、前記触覚提示ピン集合体における前記触覚提示ピンは、前記移動体が移動するとき、前記第 2 端部の移動量が中央部よりも周辺部の方が大きいことを特徴とする。

【0008】

請求項 2 に記載の触覚提示装置は、請求項 1 に記載の触覚提示装置において、前記複数個の触覚提示ピンの各々の第 2 端部は、球状に丸まっていることを特徴とする。

【0009】

請求項 3 に記載の触覚提示装置は、請求項 1 又は 2 に記載の触覚提示装置において、前記触覚提示ピン支持体は、前記複数個の触覚提示ピンの各々の前記第 1 端部を支持する支持穴を有することを特徴とする。

【0010】

請求項 4 に記載の触覚提示装置は、請求項 3 に記載の触覚提示装置において、前記触覚提示ピン支持体の複数個の前記支持穴は凹面に形成されており、該凹面の周辺部の前記触覚提示ピンは、中央部の前記触覚提示ピンよりも短いことを特徴とする。

【0011】

請求項 5 に記載の触覚提示装置は、請求項 4 に記載の触覚提示装置において、前記凹面

10

20

30

40

50

は、球面状の曲面の一部であることを特徴とする。

【0012】

請求項6に記載の触覚提示装置は、請求項5に記載の触覚提示装置において、前記触覚提示ピン集合体における前記複数個の第2端部は、1つの球面状の曲面の一部上に位置するようになっていることを特徴とする。

【0013】

請求項7に記載の触覚提示装置は、請求項4に記載の触覚提示装置において、前記凹面は、円錐の周面であることを特徴とする。

【0014】

請求項8に記載の触覚提示装置は、請求項7に記載の触覚提示装置において、前記触覚提示ピン集合体における前記複数個の第2端部は、1つの円錐の周面上に位置するようになっていることを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0015】

本発明の触覚提示装置は、ロボットの指部に接触する物体がその指部から滑りそうな状態を提示できる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の実施形態に係る触覚提示装置を示す模式的な正面図である。

【図2】同上の触覚提示装置に対応するロボットを示す模式的な正面図である。

20

【図3】同上の触覚提示装置の各部材の左側面図であって、(a)が触覚提示ピン支持体、(b)が触覚提示ピン拘束シート体である。

【図4】同上の触覚提示装置の触覚提示ピン集合体の中央で切断した拡大端面図であって、(a)は触覚提示ピン集合体とその近傍の部材を示すもの、(b)は触覚提示ピンを更に拡大して示すものである。

【図5】同上の触覚提示装置の触覚提示ピン集合体の中央で切断した拡大端面図であって、ストップ部を設けた場合の触覚提示ピン集合体とその近傍の部材を示すものである。

【図6】同上の触覚提示装置の触覚提示ピンの第2端部の移動を示す説明図であって、(a)が第2端部の拡大左側面図、(b)が触覚提示ピン集合体(及び触覚提示ピン拘束シート体)の拡大端面図である。

30

【図7】同上の触覚提示装置の触覚提示ピン集合体と触覚提示ピン支持体の2つの変形例を示す拡大端面図である。

【図8】同上の触覚提示装置の触覚提示ピンの第2端部の移動量を濃淡で示す図であって、図4(a)の形状に対応するものである。

【図9】同上の触覚提示装置の触覚提示ピンの第2端部の移動量を濃淡で示す図であって、(a)が図7(a)の形状に対応するもの、(b)が図7(b)の形状に対応するものである。

【図10】同上の触覚提示装置の実験用に試作したものの正面図である。

【図11】同上の触覚提示装置の実験用に試作したものの左側面図である。

【図12】同上の触覚提示装置の実験用に試作した他のものの斜視図である。

40

【図13】同上の触覚提示装置の実験用に試作した他のものの正面図である。

【図14】同上の触覚提示装置の実験用に試作したものの使用例図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明を実施するための形態を図面を参照しながら説明する。本発明の実施形態に係る触覚提示装置1は、図1に示すように、触覚提示装置フレーム体2の両側に、移動体駆動制御器3と、移動体4と、触覚提示ピン支持体5と、触覚提示ピン集合体6と、触覚提示ピン拘束シート体7と、圧力検出器8と、が設けられたものである。触覚提示装置1は、図2に示すようなロボットROを制御するロボットコントローラにおいて用いられ、ロボットROの2本の指部RF、RFの間に保持される物体Mとの接触状態を、ロボッ

50

ト R O を遠隔操作する操作者に提示するものである。なお、ロボット R O の指部 R F 及び物体 M は、硬いものであっても柔らかいものであってもよい。

【 0 0 1 8 】

触覚提示装置フレーム体 2 は、触覚提示装置 1 を構成する前述した各部材が取り付けられる基材である。触覚提示装置フレーム体 2 は、図 1 に示すような方向に限らず、ロボット R O の指部 R F が接触する物体 M の傾きに応じて様々な方向に変わるようにすることができる。

【 0 0 1 9 】

移動体駆動制御器 3 は、触覚提示装置フレーム体 2 に取り付けられて固定される。移動体駆動制御器 3 は、サーボモータ等の回転を回転直動変換機構等によって直動に変換して次に述べる移動体 4 を駆動するものを用いることができる。

10

【 0 0 2 0 】

移動体 4 は、移動体駆動制御器 3 によって駆動されて移動する部材である。移動体 4 は、直線的な往復運動（図 1 においては上下方向の往復運動）が可能な部材、或いは移動体駆動制御器 3 の数を増やすことにより 2 次元平面の運動が可能な部材とすることができる。

【 0 0 2 1 】

触覚提示ピン支持体 5 は、移動体 4 とともに移動するものである。触覚提示ピン支持体 5 は、後述する複数個の触覚提示ピン 6 0 の各々の揺動を可能とするように、図 3 (a) に示すように、その後述する第 1 端部 6 0 a を支持する支持穴 5 1 を複数個形成することができる。図 3 (a) に示す凹面 5 2 については、後に詳述する。

20

【 0 0 2 2 】

触覚提示ピン集合体 6 は、図 4 (a) に示すように、複数個の触覚提示ピン 6 0 から成るものである。触覚提示ピン 6 0 は、小径の棒状をなしている。また、触覚提示ピン 6 0 は、剛性を有している。触覚提示ピン 6 0 は、図 4 (b) に示すように、各々の第 1 端部 6 0 a が触覚提示ピン支持体 5 (詳しくは、その各々の支持穴 5 1) に支持され、各々の第 2 端部 6 0 b が指 F 1 に接し得る（図 1 参照）。この触覚提示ピン 6 0 は、触覚提示ピン支持体 5 と指 F 1 と後述する触覚提示ピン拘束シート体 7 とにより揺動（スウィング）させられる。触覚提示ピン 6 0 の第 2 端部 6 0 b は、球状に丸まっているのが好ましい。そうすると、第 2 端部 6 0 b が指 F I に対してすべり方向（剪断方向に対して垂直方向）（図 1、図 4 (a) (b) においては下方向）に移動する際に、操作者の指 F I に引っ掛かるのを防止することができる。触覚提示ピン 6 0 は、例えば、直径 1 mm 程度の銅製のものを用いることができる。図 4 (a) に示す複数個の触覚提示ピン 6 0 の長さが互いに異なることについては、後に詳述する。

30

【 0 0 2 3 】

触覚提示ピン拘束シート体 7 は、図 3 (b) に示すように、複数個の触覚提示ピン 6 0 の各々が通過する貫通孔 7 1 を有しており、触覚提示ピン 6 0 の中間部 6 0 c を揺動可能に拘束する。触覚提示ピン拘束シート体 7 は、触覚提示装置フレーム体 2 に固定されている（図 1 参照）。触覚提示ピン拘束シート体 7 は、移動体駆動制御器 3 等を介して触覚提示装置フレーム体 2 に固定されてもよい。

40

【 0 0 2 4 】

貫通孔 7 1 は、その内径が触覚提示ピン 6 0 の外径とほぼ等しくなっている。触覚提示ピン 6 0 の中間部 6 0 c は、貫通孔 7 1 の周縁に密着しているのが好ましい。この場合、貫通孔 7 1 の周縁は、触覚提示ピン 6 0 の中間部 6 0 c の動きに対してある程度の弾性を有するようにする。そうすると、触覚提示ピン 6 0 の第 2 端部 6 0 b が水平方向よりも下方に傾いても、触覚提示ピン拘束シート体 7 から第 2 端部 6 0 b 側にずれないようにできる。貫通孔 7 1 の周縁と触覚提示ピン 6 0 の中間部 6 0 c との間の摩擦力が小さい（或いは、ない）場合、触覚提示ピン 6 0 の中間部 6 0 c が触覚提示ピン拘束シート体 7 から第 2 端部 6 0 b 側にずれないようにするため、ストッパ部 6 1 を設けることも可能である。ストッパ部 6 1 は、例えば、触覚提示ピン拘束シート体 7 の触覚提示ピン支持体 5 側にお

50

いて、図5に示すように触覚提示ピン60に装着する部材とすることができる。

【0025】

圧力検出器8は、操作者の指F Iから触覚提示ピン集合体6を介して触覚提示ピン支持体5にかかる圧力を検出する。圧力検出器8は、移動体4とともに移動するものとすればよい。検出された圧力に応じて、ロボットR Oの指部R Fの力が制御される。

【0026】

このような構成の触覚提示装置1では、操作者の指F Iが複数個の触覚提示ピン60の第2端部60bに接して触覚提示ピン集合体6に適切な圧力をかけているとき、物体MがロボットR Oの指部R Fにより滑らないように保持されている状態である。もし物体Mが重く、ロボットR Oの2本の指部R F、R Fの間に掛る力が十分に強くなければ、物体Mは滑りそうになる。この滑りそうになる挙動は、ロボットR Oにおいて、所定の方法（例えば、カメラ又は圧力センサなど）で検知される。

10

【0027】

ロボットR Oにおいて検知された滑りそうになる挙動に応じて、ロボットコントローラは、滑りそうな感覚を生じさせるために必要とされる運動を計算し、移動体駆動制御器3を作動させる。移動体駆動制御器3により移動体4が一方向（図1では上方向）に僅かに移動し触覚提示ピン支持体5が一方向に僅かに移動する。そして、触覚提示ピン集合体6の複数個の触覚提示ピン60は、揺動する。すなわち、触覚提示ピン集合体6の複数個の触覚提示ピン60においては、第1端部60aは一方向に僅かに移動し、触覚提示ピン拘束シート体7の貫通孔71の内側の中間部60cは触覚提示ピン拘束シート体7に拘束されて移動せず、操作者の指F Iが接する第2端部60bは他方向（一方向の逆方向）（図1では下方向）に僅かに移動する。

20

【0028】

このとき、図6(a)に示すように、触覚提示ピン集合体6における触覚提示ピン60は、移動体4が移動するとき、第2端部60bの移動量D bが中央部の触覚提示ピン60よりも周辺部の触覚提示ピン60の方が大きくなるようにしてある。そうすると、局所的な滑り現象を効率的に発生させることができる。局所的な滑り現象は、人間の指F Iから物体が滑りそうになると、その接触面の周辺部の位置の皮膚の伸びが局所的に先ず検知され、次に、中央部に向かって検知が伝播する現象である。それにより、人間は、滑りそうな状態とその方向を感知することができる。従って、周辺部の触覚提示ピン60を、中央部の触覚提示ピン60よりも、第2端部60bの移動量D bが大きくなるようにすれば、滑りそうな状態とその方向などを的確に検知するようである。

30

【0029】

触覚提示ピン集合体6における周辺部の触覚提示ピン60が、中央部の触覚提示ピン60よりも、第2端部60bの移動量D bが大きくなるようにするには、図6(b)に示すように、第1端部60aから触覚提示ピン拘束シート体7までの長さL aに対する第2端部60bから触覚提示ピン拘束シート体7までの長さL bの比率(L b / L a)を、触覚提示ピン集合体6における周辺部の触覚提示ピン60では大きく、中央部の触覚提示ピン60では小さくすればよい。例えば、図3(a)及び図4(a)に示したように、触覚提示ピン支持体5に中央部が最も深い凹面52を設け、複数個の支持穴51を凹面52の表面に形成されるようにする。そして、凹面52の周辺部の触覚提示ピン60は、中央部の触覚提示ピン60よりも短くする。そうすると、容易に、第1端部60aから触覚提示ピン拘束シート体7までの長さL aに対する第2端部60bから触覚提示ピン拘束シート体7までの長さL bの比率を、触覚提示ピン集合体6における周辺部の触覚提示ピン60では大きく、中央部の触覚提示ピン60では小さくすることができる。なお、図6(b)におけるD aは、第1端部60aの移動量を示している。

40

【0030】

図4(a)に示したものは、凹面52が、球面状の曲面の一部であるもの、すなわちその断面形状が円弧状の曲線となるものとし、触覚提示ピン集合体6の複数個の第2端部60bが1つの平面上に位置するようにしたものである。凹面52は、図7(a)に示すよ

50

うに、円錐の周面であるもの、すなわちその断面形状が三角形の2辺となるものとすることができる。更には、触覚提示ピン集合体6における複数個の第2端部60bは、図7(b)に示すように、1つの円錐の周面上に位置するようにすることができる。図4(a)に示したものについて、触覚提示ピン集合体6における複数個の第2端部60bを、1つの球面状の曲面の一部上に位置するようにすることも可能である。触覚提示ピン集合体6における複数個の第2端部60bを1つの円錐の周面上又は1つの球面状の曲面の一部上に位置するようにすると、操作者の指F Iの表面の曲面に相応し、指F Iを複数個の第2端部60bに広く接触させ易くなる。

【0031】

図4(a)、図7(a)、図7(b)に示したものは互いに、触覚提示ピン集合体6の中央部から周辺部にかけての第2端部60bの移動量D bの変化が異なる。図8及び図9(a)、図9(b)は、計算により導出した触覚提示ピン集合体6における第2端部60bの移動量D bを濃淡で示したものである。最も濃い部分は移動量D bが約1mm、最も薄い部分は移動量D bが約0.3mmである。第1端部60aの移動量D aは、3mmとした。図8は、図4(a)に示した形状において凹面52が半径30mmの球面の一部となるようにしたものに対応している。図9(a)は、図7(a)に示した形状において凹面52が角度110度の円錐の周面となるようにしたものに対応している。図9(b)は、図7(b)に示した形状において、凹面52が角度110度の円錐の周面となるようにするとともに、触覚提示ピン集合体6における複数個の第2端部60bが角度130度の1つの円錐の周面上に位置するようにしたものに対応している。

10

20

【0032】

図8では、触覚提示ピン集合体6の周辺部において移動量D bが急激に増加していることが分かる。図9(a)では、触覚提示ピン集合体6の中央部から周辺部にかけて徐々に移動量D bが増加している。図9(b)では、図9(a)に比べ、触覚提示ピン集合体6の中央部から周辺部にかけての移動量D bの増加の程度が緩やかになっている。このように、凹面52の形状又は触覚提示ピン集合体6の複数個の第2端部60bが形成する形状によって、触覚提示ピン集合体6の中央部から周辺部にかけての第2端部60bの移動量D bの変化パターンが異なるので、ロボットR Oの指部R F及び物体Mの状況(硬さなど)に応じた触覚の調整が可能になる。

30

【0033】

操作者は、滑りそうな状態とその方向などを検知したら、それに基づいて、触覚提示ピン集合体6にかけている圧力を増加する。圧力検出器8は、増加した圧力を検出する。ロボットコントローラは、触覚提示装置1の圧力検出器8が検出した圧力に応じて、ロボットR Oの2本の指部R F、R Fの間の力を増加する。このようにして、ロボットR Oの2本の指部R F、R Fの間から滑りそうになった物体Mをしっかり保持するよう、遠隔操作でロボットR Oの2本の指部R F、R Fを制御することができるようになる。

【0034】

以上説明した触覚提示装置1は、様々に変形可能である。例えば、触覚提示装置フレーム体2の片側のみに、移動体駆動制御器3と、移動体4と、触覚提示ピン支持体5と、触覚提示ピン集合体6と、触覚提示ピン拘束シート体7と、圧力検出器8と、を設けることも可能である。こうすると、操作者の1本の指F IのみにロボットR Oの1本の指部R Fと物体の接触状態を提示することになり、遠隔操作でロボットR Oの1本の指部R Fを制御することになる。このように変形した触覚提示装置1は、ロボットR Oのもう1本の指部R Fを連動させるなどして物体Mの保持に適用できる。また、物体Mを人間の器官としそれをロボットR Oの1本の指部R Fによって触診する場合などにも適用可能である。

40

【0035】

触覚提示装置1について本願発明者が実験用に試作したものを図10及び図11に示す。この触覚提示装置1は、触覚提示装置フレーム体2の上側に、移動体駆動制御器3と、移動体4と、触覚提示ピン支持体5と、触覚提示ピン集合体6と、触覚提示ピン拘束シート体7と、圧力検出器8と、が設けられている。また、ヒンジ部9が設けられており、ヒ

50

ンジ部 9 に形成された孔 9 a の位置に載せられた操作者の 1 本の指 F I (図 1 0 参照) を、触覚提示ピン集合体 6 の位置 (詳しくは、複数個の第 2 端部 6 0 b の位置) に誘導することができる。凹面 5 2 は球面の一部であるものとし、触覚提示ピン集合体 6 の複数個の第 2 端部 6 0 b は 1 つの平面上に位置するようにしている。触覚提示ピン拘束シート体 7 は、移動体駆動制御器 3 を介して触覚提示装置フレーム体 2 に固定している。移動体 4 は、直線的な往復運動 (図 1 0 においては左右方向の往復運動) が可能な部材としている。移動体駆動制御器 3 は、回転直動変換機構としてボールねじ機構を設け、また、移動体 4 をガイドするレール 3 a を設けている。図 1 0 中の符号 3 b は、ボールねじ機構のねじ軸を示している。この実験用の触覚提示装置 1 について、触覚提示ピン集合体 6 の複数個の第 2 端部 6 0 b の移動量 D b を測定して確認し、また、滑りそうな状態とその方向の検知が可能であることを確認した。

10

【 0 0 3 6 】

以上、本発明の実施形態に係る触覚提示装置について説明したが、本発明は、実施形態に記載したものに限られることなく、特許請求の範囲に記載した事項の範囲内での様々な設計変更が可能である。例えば、触覚提示装置フレーム体 2 は、3 次元力覚入出力デバイスに取り付けるための部位を有するようにすることができる。3 次元力覚入出力デバイスは、ロボット R O の腕などを制御したり、それが受ける力覚を操作者に提示したりできるものであり、例えば、3 D S y s t e m s 社の G e o m a g i c T o u c h などである。また、触覚提示装置フレーム体 2 の片側に、操作者の指 F I に滑りそうな状態を提示するように、移動体駆動制御器 3 と、移動体 4 と、触覚提示ピン支持体 5 と、触覚提示ピン集合体 6 と、触覚提示ピン拘束シート体 7 と、を設け、他の片側に、他の指 F I の圧力を検出する圧力検出器 8 を設けることも可能である。

20

【 0 0 3 7 】

触覚提示装置 1 について本願発明者が実験用に試作したものを図 1 2 及び図 1 3 に示す。この触覚提示装置 1 は、触覚提示装置フレーム体 2 の上側に、移動体駆動制御器 3 と、移動体 4 と、触覚提示ピン支持体 5 と、触覚提示ピン集合体 6 と、触覚提示ピン拘束シート体 7 と、が設けられ、触覚提示装置フレーム体 2 の下側に圧力検出器 8 が設けられている。また、触覚提示装置フレーム体 2 の一部としてフレーム体直立部分 2 a を有しており、それに、触覚提示装置フレーム体 2 の一部としてのヒンジ部 9 と 3 次元力覚入出力デバイス取付体 1 0 が固定されている。3 次元力覚入出力デバイス取付体 1 0 は、3 次元力覚入出力デバイス D E の棒体を通して固定するための棒体挿通孔 1 0 a と下端部に操作者の指 F I を挿入するための凹み部 1 0 b が設けられている。触覚提示装置 1 は、3 次元力覚入出力デバイス取付体 1 0 により、図 1 4 に示すように、3 次元力覚入出力デバイス D E に取り付けることができる。

30

【 0 0 3 8 】

この触覚提示装置 1 の移動体 4、触覚提示ピン支持体 5、触覚提示ピン集合体 6 は、上記の図 1 0 及び図 1 1 を用いて説明したものと基本的に同様のものである。触覚提示ピン拘束シート体 7 は、触覚提示装置フレーム体 2 の一部としてのヒンジ部 9 の下面に形成された突起 9 a に固定されている。ヒンジ部 9 は、上記の図 1 0 及び図 1 1 を用いて説明したものと基本的に同様のものであるが、揺動はしないようになっている。移動体駆動制御器 3 は、ギアモータ 3 b が触覚提示装置フレーム体 2 に取り付けられ、回転直動変換機構としてクランクリンク体 3 c がギアモータ 3 b と移動体 4 の間に設けられている。また、移動体 4 をガイドするスライダ 3 d が設けられている。圧力検出器 8 は、平板状のものであり、触覚提示ピン集合体 6 に接する指 F I (例えば、人差し指) とともに触覚提示装置 1 を挟んで押し当てられる他の指 F I (例えば、親指) の圧力を検出することができる。この触覚提示装置 1 についてもまた、滑りそうな状態とその方向の検知が可能であることを確認した。

40

【 符号の説明 】

【 0 0 3 9 】

1 触覚提示装置

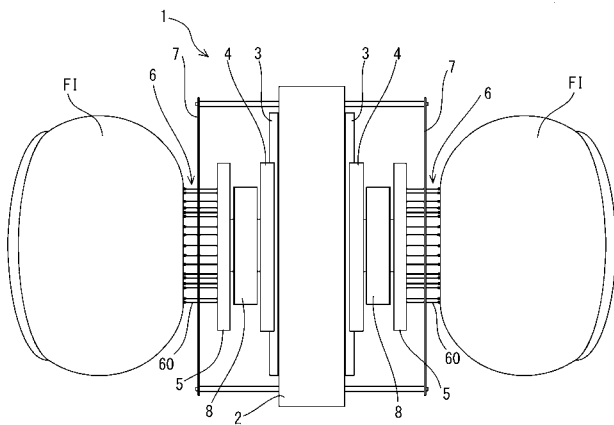
50

- 2 触覚提示装置フレーム体
- 3 移動体駆動制御器
- 4 移動体
- 5 触覚提示ピン支持体
- 5 1 触覚提示ピン支持体の支持穴
- 5 2 触覚提示ピン支持体の凹面
- 6 触覚提示ピン集合体
- 6 0 触覚提示ピン
- 6 0 a 触覚提示ピンの第 1 端部
- 6 0 b 触覚提示ピンの第 2 端部
- 6 0 c 触覚提示ピンの中間部
- 7 触覚提示ピン拘束シート体
- 7 1 触覚提示ピン拘束シート体の貫通孔
- 8 圧力検出器
- 9 ヒンジ部
- 1 0 3次元力覚入出力デバイス取付体
- F I 操作者の指
- R O ロボット
- R F ロボットの指部
- M 物体
- D E 3次元力覚入出力デバイス

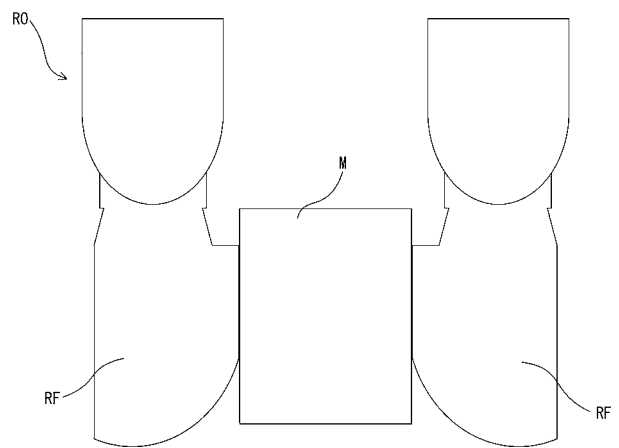
10

20

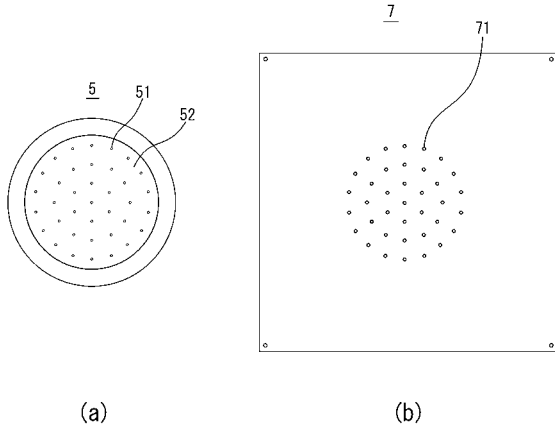
【図 1】



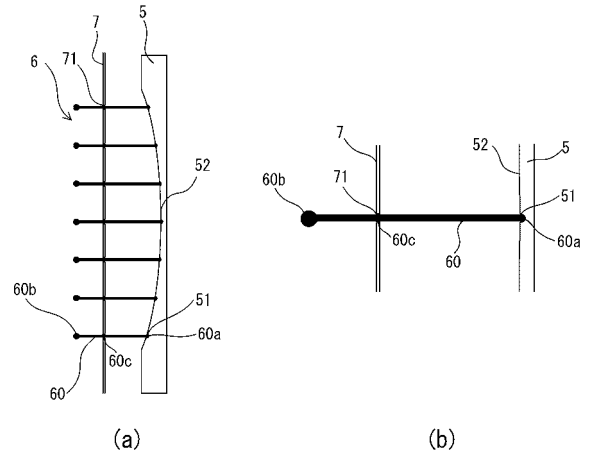
【図 2】



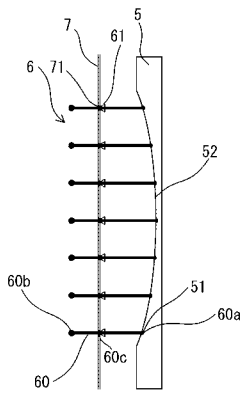
【 図 3 】



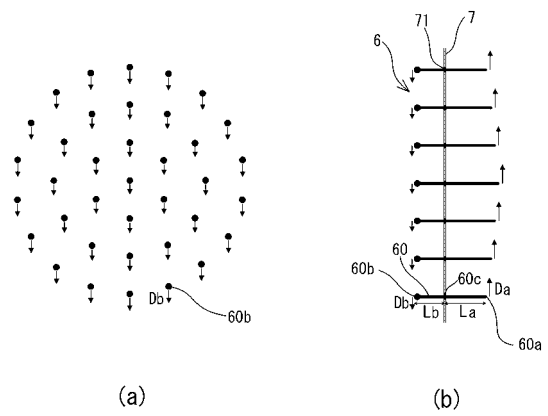
【 図 4 】



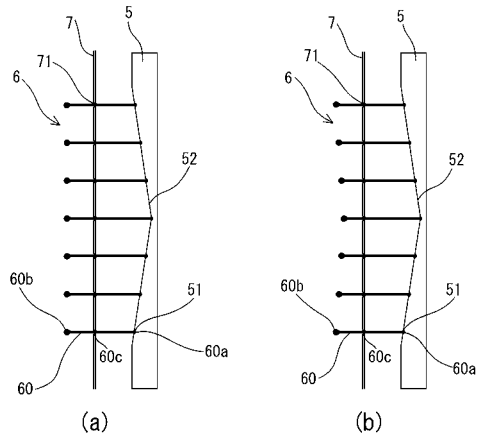
【 図 5 】



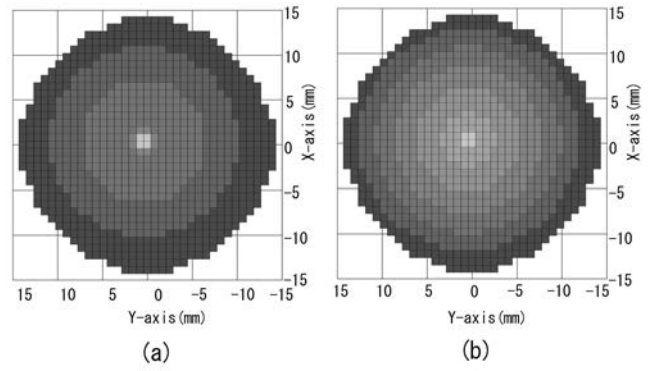
【 図 6 】



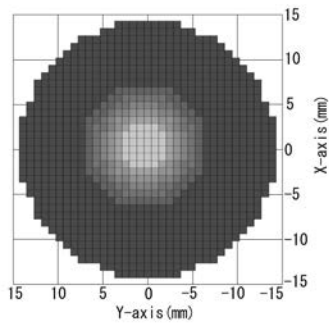
【 図 7 】



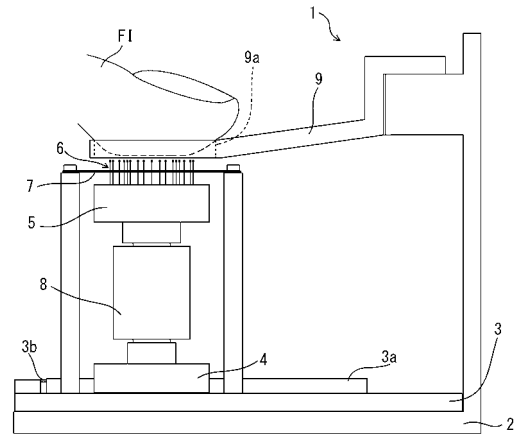
【 図 9 】



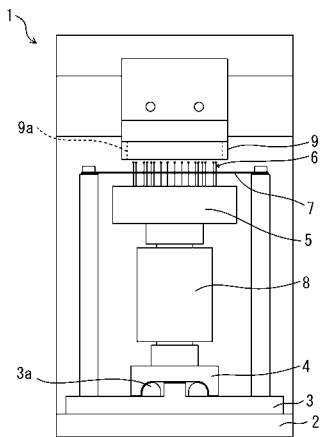
【 図 8 】



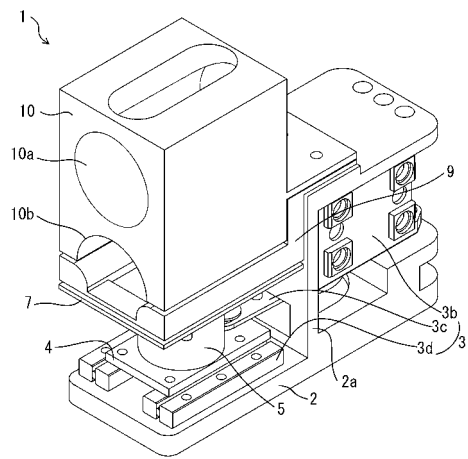
【 図 10 】



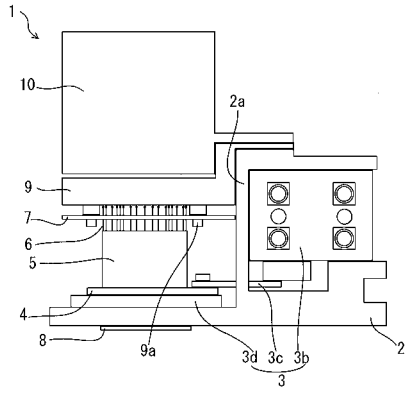
【 図 11 】



【 図 12 】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】

