(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
2017 年 3 月 2 日(02.03.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/033381 A1

(51) 国際特許分類:
B25J 3/00 (2006.01) *B25J 19/06* (2006.01)
B25J 13/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/003069

(22) 国際出願日: 2016 年 6 月 24 日(24.06.2016)

(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 2015-165479 2015 年 8 月 25 日(25.08.2015) JP

(71) 出願人: 川崎重工業株式会社 (KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒6508670 兵庫県神戸市中央区東川崎町３丁目１番１号 Hyogo (JP).

(72) 発明者: 橋本 康彦(HASHIMOTO, Yasuhiko). 掃部 雅幸(KAMON, Masayuki).

(74) 代理人: 特許業務法人 有古特許事務所(PATENT CORPORATE BODY ARCO PATENT OFFICE); 〒6500031 兵庫県神戸市中央区東町１２３番地の１ 貿易ビル３階 Hyogo (JP).

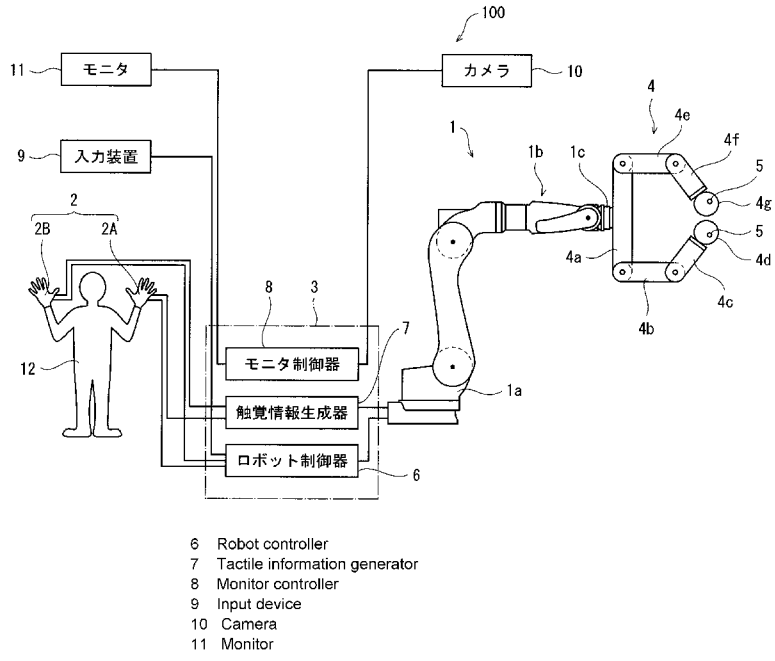
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, 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:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: ROBOT SYSTEM

(54) 発明の名称 : ロボットシステム



6 Robot controller
7 Tactile information generator
8 Monitor controller
9 Input device
10 Camera
11 Monitor

(57) **Abstract**: This robot system (100) is provided with: a robot (1) equipped with tactile sensors (5) and hands (4d, 4g) having said tactile sensors; a tactile information generator (7) which generates, and outputs, tactile information defined by a pressure distribution based on the pressures detected by each of multiple pressure sensors and the spatial positions of each of the multiple pressure sensors; a manipulator device (2) which allows an operator (12) to perceive a pressure distribution corresponding to the tactile information outputted from the tactile information generator and, when the operator performs manipulations, outputs manipulation information corresponding to said manipulations; and a robot controller (6) which controls operation of the hands of the robot in accordance with the manipulation information outputted from the manipulator device.

(57) 要約: ロボットシステム(100)は、触覚センサ(5)と、当該触覚センサを有するハンド(4d,4g)と、を備えるロボット(1)と、複数の圧力センサがそれぞれ検知する圧力と複数の圧力センサのそれぞれの空間位置とに基づく圧力分布によって規定される触覚情報を生成し、当該触覚情報を出力する触覚情報生成器(7)と、触覚情報生成器から出力される触覚情報に応じた圧力分布を操作者(12)に知覚させ、且つ、操作者が操作すると、当該操作に応じた操作情報を出力する操作器(2)と、作器から出力される操作情報に従ってロボットのハンドの動作を制御するロボット制御器(6)と、を備える。

WO 2017/033381 A1

明　細　書

発明の名称 ： ロボットシステム

技術分野

[0001] 本発明は、ロボットシステムに関する。

背景技術

[0002] 従来から触覚を利用したロボットの制御システムが知られている。例えば、ジョイスティックとモバイルロボットとの間で力覚フィードバックを得ながらモバイルロボットを操作する操作装置が知られている（例えば、特許文献１参照）。また、触覚センサシステムを備えるロボットハンドが知られている（例えば、特許文献２参照）。また、ロボットハンドに触覚センサを備え、この触覚センサが検知する圧力分布に基づいてロボットハンドを制御する圧力分布情報検知装置が知られている（例えば、特許文献３参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２００９－２８２７２０号公報

特許文献2：特開２０１４－１４５７１７号公報

特許文献3：特開２０１４－１４５７１７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかし、これらの従来技術は、実用性という観点から未だ改善の余地があった。

[0005] 本発明は、圧力分布によって規定される触覚情報に基づいてロボットを遠隔操作するロボットシステムの実用性を向上させることを課題とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決すべく発明者等は鋭意検討した。発明者等は、単なる力又は圧力である「力覚」ではなく、本来の「触覚」、すなわち、人間の手が知覚する圧力分布を利用して人間が行う作業に着目した。このような作業とし

て、例えば、土砂を手で掬う作業、棒状部材を手で握る作業等が挙げられる。そして、このような作業をロボットのハンドに行わせることを思いついた。

[0007] 一方、特許文献１に開示された操作装置は、「力覚」を用いて制御しており、そもそも、本来の「触覚」を用いていない。特許文献２に開示されたロボットハンドは、圧力分布によって規定される「触覚」を用いているが、触覚センサの検知出力に基づいて演算処理部がロボットハンドの動作を制御するため、ロボットハンドの動作を、人間が作業する如く的確に制御することは困難である。特許文献３に開示された圧力分布情報検知装置も、特許文献２に開示されたロボットハンドと同様に、触覚センサが検知する圧力分布に基づいて行動制御装置がロボットハンドの動作を制御するため、ロボットハンドの動作を、人間が作業する如く的確に制御することは困難である。

[0008] そこで、発明者等は、ロボットハンドが備える触覚センサの検知出力に基づいてロボットハンドが行うべき動作を人間が判断し、的確な動作をロボットハンドに指示することを想到した。これにより、ロボットハンドの動作を、人間が作業する如く的確に制御することが可能になる。

[0009] そこで、本発明のある態様に係るロボットシステムは、互いに異なる空間位置に配置された複数の圧力センサを有する触覚センサと、当該触覚センサを有するハンドと、を備えるロボットと、前記複数の圧力センサがそれぞれ検知する圧力と前記複数の圧力センサのそれぞれの空間位置とに基づく圧力分布によって規定される触覚情報を生成し、当該触覚情報を出力する触覚情報生成器と、前記触覚情報生成器から出力される前記触覚情報に応じた圧力分布を前記操作者に知覚させ、且つ、操作者が操作すると、当該操作に応じた操作情報を出力する操作器と、前記操作器から出力される操作情報に従って前記ロボットのハンドの動作を制御するロボット制御器と、を備える。

[0010] この構成によれば、ロボットのハンドにおいて、互いに異なる空間位置に配置された複数の圧力センサを有する触覚センサが対象物を検知すると、触覚情報生成器が、複数の圧力センサがそれぞれ検知する圧力と複数の圧力セ

ンサのそれぞれの空間位置とに基づく圧力分布によって規定される触覚情報を生成し、当該知覚可能触覚情報を出力する。すると、操作器が、触覚情報生成器から出力される触覚情報に応じた圧力分布を操作者に知覚させる。操作者は、この圧力分布から触覚センサが検知した触覚を把握し、この把握した触覚に基づいて、ロボットが適切な作業を行うようにロボットを操作すべく操作器を操作する。すると、操作器が当該操作に応じた操作情報をロボット制御器に出力し、ロボット制御器が、この操作情報に従ってロボットのハンドの動作を制御する。これにより、ロボットのハンドが有する触覚センサの検知出力に基づいてロボットのハンドが行うべき動作を操作者が判断し、的確な動作をロボットのハンドに指示することができるので、ロボットのハンドの動作を、人間が作業する如く的確に制御することが可能になる。その結果、圧力分布によって規定される触覚情報に基づいてロボットを遠隔操作するロボットシステムの実用性を向上させることができる。

[0011] 前記操作器は、前記操作者によって操作される操作体と、前記複数の圧力センサに対応して前記操作体に設けられ、前記触覚情報生成器から出力される前記触覚情報を規定する圧力分布に応じた機械的刺激分布を、前記操作器を操作する前記操作者の手に与える複数の機械的刺激子と、前記操作体に対する操作を検知し、この検知した操作を前記操作情報として出力する操作検知部と、を備えてもよい。

[0012] この構成によれば、操作器が操作者によって操作される操作体を備え、複数の圧力センサに対応して操作体に設けられた複数の押圧子が、触覚情報生成器から出力される触覚情報を規定する圧力分布に応じた機械的刺激分布を、操作器を操作する操作者の手に与えるので、この機械的刺激分布から操作者は、触覚センサが検知した触覚を把握することができる。一方、操作検知部が、操作体に対する操作を検知し、この検知した操作を操作情報として出力するので、操作者は操作器のみよって、触覚センサが検知した触覚を把握しながら、的確な動作をロボットのハンドに指示することができる。

[0013] 前記複数の機械的刺激子は、前記触覚情報生成器から出力される前記触覚

情報を規定する圧力分布に応じた押圧力分布を、前記操作器を操作する前記操作者の手に与える複数の押圧子であってもよい。

[0014] この構成によれば、複数の押圧子が、触覚情報を規定する圧力分布に応じた押圧力分布を、操作者の手に与えるので、操作者が、触覚情報を介して、複数の圧力センサが検知する圧力分布を直感することができる。

[0015] 前記押圧子は圧電素子であってもよい。

[0016] この構成によれば、押圧子を好適に構成することができる。

[0017] 前記複数の機械的刺激子は、前記触覚情報生成器から出力される前記触覚情報を規定する圧力分布に応じた振動分布を、前記操作器を操作する前記操作者の手に与える複数の振動子であってもよい。

[0018] この構成によれば、複数の振動子が、触覚情報を規定する圧力分布に応じた振動分布を操作者の手に与えるので、手に受ける機械的刺激が例えば単なる押圧力である場合に較べて、操作者にとって、ハンドが力を受けた箇所が判りやすい。

[0019] 前記操作器において、前記操作体は、前記操作者が装着する手袋であってもよい。

[0020] この構成によれば、操作体を、ロボットのハンドの左右の別に対応する手袋で構成することができるので、片手で、触覚センサが検知した触覚の把握及びロボットのハンドへの動作指示を好適に行うことができる。

[0021] 前記操作器において、前記操作検知部は、前記操作体に設けられた変位センサを備え、前記変位センサが検知する前記操作体の変位に基づいて前記操作体に対する操作を検知するよう構成されてもよい。

[0022] この構成によれば、操作体のへ操作を好適に検知することができる。

発明の効果

[0023] 本発明は、以上に説明したように構成され、圧力分布によって規定される触覚情報に基づいてロボットを遠隔操作するロボットシステムの実用性を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]図１は、本発明の実施の形態１に係るロボットシステムの構成例を示す模式図である。

[図2]図２は、図１のロボットシステムに用いられる操作器としての右手用の操作手袋の構成例を示す平面図である。

[図3]図３は、図１のロボットシステムに用いられる操作器としての左手用の操作手袋の構成例を示す平面図ある。

[図4]図４は、図１のロボットのハンドの構成例を示す斜視図である。

[図5]図５は、図１のロボットのハンドの構成例を示す平面図である。

[図6]図６は、図４のロボットのハンドによる土砂掬い作業を示す模式図であり、（ａ）は、操作器の姿勢を示す斜視図、（ｂ）は、ロボットのハンドが土砂を掬おうとしている状態を示す斜視図である。

[図7]図７は、図４のロボットのハンドによる土砂掬い作業を示す模式図であり、（ａ）は、操作器の姿勢を示す斜視図、（ｂ）は、ロボットのハンドが土砂を掬い上げた状態を示す斜視図である。

[図8]図８は、本発明の実施の形態２に係るロボットシステムに用いられる操作器としての右手用の操作手袋の構成例を示す平面図である。

[図9]図９は、本発明の実施の形態２に係るロボットシステムに用いられる操作器としての左手用の操作手袋の構成例を示す平面図ある。

[図10]図１０は、本発明の実施の形態２に係るロボットシステムに用いられるロボットのハンドの構成例を示す平面図である。

[図11]図１１は、図１０のロボットのハンドによる棒状部材の握り作業を示す模式図であり、（ａ）は、操作器の姿勢を示す斜視図、（ｂ）は、ロボットのハンドが棒状部材を握った状態を示す斜視図である。

[図12]図１２は、本発明の実施の形態３に係るロボットシステムに用いられる操作器としての右手用の操作手袋の構成例を示す平面図である。

[図13]図１３は、本発明の実施の形態３に係るロボットシステムに用いられる操作器としての左手用の操作手袋の構成例を示す平面図ある。

[図14]図１４は、本発明の実施の形態４に係るロボットシステムに用いられ

る操作器としての右手用の操作手袋の構成例を示す平面図である。

[図15]図１５は、本発明の実施の形態４に係るロボットシステムに用いられる操作器としての左手用の操作手袋の構成例を示す平面図ある。

発明を実施するための形態

[0025] 以下、本発明の実施形態を、添付図面を参照して説明する。なお、以下では、全ての図を通じて、同一又は相当する要素には同じ参照符号を付して、その重複する説明を省略する。

[0026] （実施の形態１）

［構成］

図１は、本発明の実施の形態１に係るロボットシステムの構成例を示す模式図である。

[0027] 図１を参照すると、実施の形態１のロボットシステム１００は、ロボット１と、操作器２と、制御装置３と、触覚センサ５と、入力装置９と、カメラ１０と、モニタ１１と、を備える。ロボット１は、任意のタイプのロボットで構成され得る。ロボット１は、実施の形態１では、例えば、周知の多関節ロボットで構成され、基台１ａと、基台１ａに設けられた多関節のアーム１ｂと、アーム１ｂの先端に設けられた手首１ｃとを備える。手首１ｃは、アーム１ｂの先端部を構成するアーム部材の延在軸の周りに回動自在にアーム１ｂに取り付けられる。手首１ｃには、エンドエフェクタとして、スカラ型の双腕ロボットのアーム４が取り付けられる。双腕ロボットのアーム４は、例えば、共通アーム部材４ａと、右側第１アーム部材４ｂと、右側第２アーム部材４ｃと、右側ハンド４ｄと、左側第１アーム部材４ｅと、左側第２アーム部材４ｆと、左側ハンド４ｇと、を備える。共通アーム部材４ａは、手首１ｃの回動軸線に直交する軸線に沿って延在するように当該手首１ｃに取り付けられる。

[0028] 共通アーム部材４ａの一方の端部には、右側第１アーム部材４ｂの基端部が、手首１ｃの回動軸線及び当該手首１ｃの回動軸線に直交する軸線に垂直な軸線の周りに回動自在に取り付けられる。右側第１アーム部材４ｂの他方

の端部には、右側第２アーム部材４ｃの基端部が、右側第１アーム部材４ｂの回動軸線に平行な軸線の周りに回動自在に取り付けられる。右側第２アーム部材４ｃの先端には、右側ハンド４ｄの基端部が、右側第２アーム部材４ｃの回動軸線に垂直な軸線の周りに回動自在に取り付けられる。

[0029] また、共通アーム部材４ａの他方の端部には、左側第１アーム部材４ｅの基端部が、手首１ｃの回動軸線及び当該手首１ｃの回動軸線に直交する軸線に垂直な軸線の周りに回動自在に取り付けられる。左側第１アーム部材４ｅの他方の端部には、左側第２アーム部材４ｆの基端部が、左側第１アーム部材４ｅの回動軸線に平行な軸線の周りに回動自在に取り付けられる。左側第２アーム部材４ｆの先端には、左側ハンド４ｇの基端部が、左側第２アーム部材４ｆの回動軸線に垂直な軸線の周りに回動自在に取り付けられる。

[0030] 各部材４ａ乃至４ｇは図示されないサーボモータによって位置制御しながら駆動される。これにより、ロボット１が、右側ハンド４ｄ及び左側ハンド４ｇを、それぞれ、任意の姿勢で任意の方向に移動させることができる。

[0031] 制御装置３は、ロボット制御器６と、触覚情報生成器７と、モニタ制御器８と、を含む。制御装置３は、コンピュータ、マイクロコントローラ、マイクロプロセッサ等の演算処理機能を有する装置で構成される。ロボット制御器６、触覚情報生成器７、及びモニタ制御器８は、制御装置３の記憶部（図示せず）に格納された所定のプログラムが制御装置３の演算処理部（図示せず）によって実行されることによって実現される。制御装置３のハードウェア上の構成は任意であり、制御装置３は、ロボット１等の他の装置から独立して設けられてもよく、他の装置と一体的に設けられてもよい。

[0032] 入力装置９は、タッチパネル、キーボード等のマン－マシンインターフェースで構成される。入力装置９は、主に各種データ等を入力するために用いられる。入力装置９に入力された情報はロボット制御器６に送信される。

[0033] カメラ１０は、ロボット１の可動範囲の全部又は一部における当該ロボット１の動作を撮像可能なように設けられる。カメラ１０が撮像した画像情報はモニタ制御器８に送信される。モニタ制御器８は、この画像情報に対応す

る画像を表示するようモニタ１１を制御する。

[0034] 右側ハンド４ｄ及び左側ハンド４ｇには、それぞれ、触覚センサ５が設けられる。触覚センサ５は、後述するように、所定の空間位置に複数の圧力センサ５１（図５参照）を備えていて、これらの複数の圧力センサ５１がそれぞれ検知する圧力を触覚情報生成器７に送信する。

[0035] 触覚情報生成器７は、複数の圧力センサ５１がそれぞれ検知した圧力とこれらの複数の圧力センサ５１のそれぞれの空間位置とに基づく圧力分布によって規定される触覚情報を生成し、当該触覚情報を操作器２へ送信する（出力する）。

[0036] 操作器２は、触覚情報生成器７から出力される触覚情報に応じた圧力分布を操作者１２に知覚させ、且つ、操作者１２が操作すると、当該操作に応じた操作情報を出力するように構成される。操作器２の具体的構成は後述する。

[0037] ロボット制御器６は、入力装置９に入力された情報及び操作器２から送信された操作情報に基づいてロボット１の動作を制御する。この際、それらの情報を、適宜、制御装置３の記憶部に記憶する。

[0038] 以上の構成により、操作者１２が、モニタ１１を見ながら、且つ、触覚センサ５が検知する圧力分布を、触覚情報を介して知覚しながら操作器２を操作することにより、ロボット１を操作者１２が意図するように操作することができる。なお、操作者１２が、ロボット１の可動範囲を超えるような操作を操作器２に対して行った場合には、ロボット１の動作は当該可動範囲に制限される。

[0039] 図２は、操作器としての右手用の操作手袋の構成例を示す平面図であり、図３は、左手用の操作手袋の構成例を示す平面図ある。

[0040] 図２及び図３を参照すると、操作器２は、例えば、操作者１２が装着する右手用の操作手袋２Ａ及び左手用の操作手袋２Ｂで構成される。右手用の操作手袋２Ａと左手用の操作手袋２Ｂとは左右方向において対称であるので、以下では右手用の操作手袋２Ａのみについて説明し、左手用の操作手袋２Ｂ

の説明を省略する。

[0041] 右手用の操作手袋２Ａは、操作者１２によって操作される操作体としての手袋２０と、触覚センサ５（図５参照）の複数の圧力センサ５１に対応して手袋２０に設けられ、触覚情報生成器７（図１参照）から出力される触覚情報を規定する圧力分布に応じた押圧力分布を、操作者１２の手（右手）に与える複数の押圧子２１と、手袋２０に対する操作を検知し、この検知した操作を操作情報として出力する操作検知部２２と、備える。具体的には、手袋２０は、例えば、手袋状に形成された布で構成される。布の種類は特に限定されない。この布は、例えば、手袋の本体であり、手袋状に形成された厚い基布と、この手袋状の基布の内面（挿入した手側の面）を覆う基布より薄い被覆布とを有する。押圧子２１は、例えば、図２に示すような所定の位置に配置される。具体的には、複数の押圧子２１は、例えば、手袋２０において、人の各指の先端部分及び各関節の間の部分の腹と、掌部分とに対応する部分に設けられる。複数の押圧子２１の手袋２０における相対的位置は、図５に示すハンドの複数の圧力センサ５１の本体部４１ａ（及び４２ａ）における相対位置に対応している。押圧子２１は基布の表面に可動部が基布から被覆布に対し進退するように設けられる。この構成によれば、押圧子２１の可動部が前進することにより、操作者の手に押圧力が作用する。押圧子２１は、圧力センサ５１が検知する圧力に応じて可動部が進退するものであれば良い。押圧子２１として、例えば、圧電素子、空気の給排により膨張及び収縮するエアセルが例示される。複数の押圧子２１には、図示されない信号線を通じて、触覚情報生成器７から触覚情報が送信される。

[0042] 操作検知部２２は、操作体としての手袋２０の変位に基づいて手袋に対する操作を検知するよう構成されている。具体的には、操作検知部２２は、変位センサで構成される。変位センサとして、加速度センサ、ジャイロセンサ等が例示される。ここでは、操作検知部２２は、ジャイロセンサで構成される。ジャイロセンサであれば、１つのセンサで、手袋２０の変位と姿勢の変化とを検知することができる。操作検知部２２は、ここでは、手袋２０の平

面視における中心部において手袋の外側（手の甲側）に設けられる。操作検知部２２の検知出力（操作情報）は、図示されない信号線を通じてロボット制御器６に送信される。

[0043] 図４は、ハンド４ｄ及び４ｇの構成例を示す斜視図である。図５は、ハンド４ｄ及び４ｇの構成例を示す平面図である。

[0044] 図４及び図５を参照すると、右側ハンド４ｄ及び左側ハンド４ｇは、人の手を模した形状に構成される。右側ハンド４ｄと左側ハンド４ｇとは左右方向において対称であるので、以下では、右側ハンド４ｄについてのみ説明し、左側ハンド４ｇの説明を省略する。また、図４においては、図を判りやすくするために、圧力センサの図示を省略している。

[0045] 右側ハンド４ｄは、本体部４１ａと取付部４１ｂとを有する。本体部４１ａは、全体として底の浅い容器状に形成され、開口の外形が人の手を模した形状に形成される。これは、操作手袋２Ａとの対応関係を明確にするためである。なお、当該対応関係が明確になるよう設計され得れば、開口の形状は任意である。例えば、円形であっても構わない。本体部４１ａの基端部には、右側第２アーム部材４ｃの先端に本体部４１ａを取り付けるための取付部４１ｂが設けられる。取付部４１ｂは、図示されない回動機構を介して、右側第２アーム部材４ｃの先端に回動自在に取り付けられる。

[0046] 図５を参照すると、右側ハンド４ｄには、複数の圧力センサ５１が設けられる。複数の圧力センサ５１は、本体部４１ａの内面の所定の位置に当該内面から突出するように設けられる。具体的には、複数の圧力センサ５１は、例えば、本体部４１ａにおいて、人の各指の先端部分及び各関節の間の部分の腹と、掌部分とに対応する部分に設けられる。複数の圧力センサ５１の本体部４１ａにおける相対的位置は、図２に示す手袋２０の複数の押圧子２１の手袋２０における相対位置に対応している。

[0047] 圧力センサ５１として、例えば、圧電素子が例示される。複数の圧力センサ５１の検知出力は、図示されない信号線を通じて、触覚情報生成器７に送信される。

[0048] 本体部４１ａ（及び４１ｂ）における複数の圧力センサ５１のそれぞれの位置は、制御装置３の記憶部（図示せず）に記憶される。上述の触覚情報生成器７は、このように配置された複数の圧力センサ５１がそれぞれ検知した圧力と、制御装置３の記憶部に記憶された、これらの複数の圧力センサ５１のそれぞれの本体部４１ａ内面の位置（空間位置）と、に基づく圧力分布によって規定される触覚情報を生成する。

[0049] ［動作］

次に、以上のように構成されたロボットシステム１００の動作を図１乃至７を用いて説明する。ここでは、所定の場所に山状に盛られた土砂６０をロボット１の右側ハンド４ｄ及び左側ハンド４ｇが掬う作業を例に取って説明する。

[0050] 図６は、図４のロボットのハンドによる土砂掬い作業を示す模式図であり、（ａ）は、操作器の姿勢を示す斜視図、（ｂ）は、ロボットのハンドが土砂を掬おうとしている状態を示す斜視図である。図７は、図４のロボットのハンドによる土砂掬い作業を示す模式図であり、（ａ）は、操作器の姿勢を示す斜視図、（ｂ）は、ロボットのハンドが土砂を掬い上げた状態を示す斜視図である。

[0051] 操作者１２は、右手用の操作手袋２Ａと左手用の操作手袋２Ｂとをそれぞれ右手及び左手に装着する。そして、モニタ１１を見ながら、ロボット１の右側ハンド４ｄ及び左側ハンド４ｇが山状に盛られた土砂６０に近づくように右手用の操作手袋２Ａと左手用の操作手袋２Ｂとを移動させる。すると、この操作手袋２Ａ及び左手用の操作手袋２Ｂの移動をそれぞれの操作検知部２２が検知して、それぞれの検知出力を操作情報とロボット制御器６に送信する。ロボット制御器６は、この操作情報に応じてロボット１の右側ハンド４ｄ及び左側ハンド４ｇの動作を制御する。これにより、右側ハンド４ｄ及び左側ハンド４ｇが山状に盛られた土砂６０に近づく。

[0052] 次に、操作者１２は、図６（ａ）に示すように、右手用の操作手袋２Ａと左手用の操作手袋２Ｂとを、掌を上に向け、且つ両方を揃えた状態で手前か

ら前方に移動させる。すると、それぞれの、操作検知部２２が、右手用の操作手袋２Ａと左手用の操作手袋２Ｂの姿勢及び移動を検知し、その結果、右側ハンド４ｄ及び左側ハンド４ｇが山状に盛られた土砂６０に挿入される。

[0053] すると、右側ハンド４ｄ及び左側ハンド４ｇにおいて、土砂が載った部分に配置された圧力センサ５１がその圧力を検知して、これを触覚情報生成器７に送信する。すると、触覚情報生成器７は、これらの圧力センサ５１が検知した圧力と当該圧力センサ５１の位置（右側ハンド４ｄの本体部４１ａ及び左側ハンド４ｇの本体部４２ｂにおける位置）とに基づく圧力分布によって定義される触覚情報を生成し、これを、右手用の操作手袋２Ａの複数の押圧子２１と左手用の操作手袋２Ｂの複数の押圧子２１に送信する。

[0054] すると、右手用の操作手袋２Ａ及び左手用の操作手袋２Ｂにおいて、土砂が載った部分に配置された圧力センサ５１に対応する押圧子２１の可動部が前進する。これにより、操作者１２の左手の内面及び右手の内面が、当該押圧子２１によって押圧されるので、操作者１２は、右側ハンド４ｄ及び左側ハンド４ｇのどの部分に土砂６０が載ったか及び載った土砂６０の重さを知覚することができる。

[0055] そこで、操作者は、この知覚を得ながら、右手用の操作手袋２Ａと左手用の操作手袋２Ｂとを前進させ、右側ハンド４ｄ及び左側ハンド４ｇの全部分に土砂６０が載ったことを知覚すると、右手用の操作手袋２Ａと左手用の操作手袋２Ｂとを停止させ、その後、図７（ａ）に示すように、右手用の操作手袋２Ａと左手用の操作手袋２Ｂとを少しの角度だけ内側に傾け、その後、右手用の操作手袋２Ａと左手用の操作手袋２Ｂとを上方に移動させる。

[0056] これにより、図７（ｂ）に示すように、右側ハンド４ｄ及び左側ハンド４ｇが、少しの角度だけ内側に傾いた後、上方に移動し、その結果、右側ハンド４ｄ及び左側ハンド４ｇによって土砂６０が掬い上げられる。この作業は、右側ハンド４ｄ及び左側ハンド４ｇへ土砂６０がどの程度載ったかを、カメラ１０の死角等によりカメラ１０によって確認できない場合に特に有効である。

[0057] 以上に説明したように、実施の形態１によれば、ロボット１の右側ハンド４ｄ及び左側ハンド４ｇが有する触覚センサ５の検知出力が右手用の操作手袋２Ａ及び左手用の操作手袋２Ｂのそれぞれの複数の押圧子２１を介して、操作者１２が知覚し、この知覚に基づいて、ロボット１の右側ハンド４ｄ及び左側ハンド４ｇが行うべき動作を操作者１２が判断し、的確な動作をロボット１の右側ハンド４ｄ及び左側ハンド４ｇに指示することができるので、ロボット１の右側ハンド４ｄ及び左側ハンド４ｇの動作を、人間が作業する如く的確に制御することが可能になる。その結果、圧力分布によって規定される触覚情報に基づいてロボット１を遠隔操作するロボットシステムの実用性を向上させることができる。

[0058] （実施の形態２）

本発明の実施の形態２は、ロボット１のハンドの構成が実施の形態１と異なり、その他の構成は、実質的に実施の形態１と同様である。以下、この相違点について説明する。

[0059] 図８は、本発明の実施の形態２に係るロボットシステムに用いられる操作器としての右手用の操作手袋の構成例を示す平面図である。図９は、本発明の実施の形態２に係るロボットシステムに用いられる操作器としての左手用の操作手袋の構成例を示す平面図ある。図１０は、本発明の実施の形態２に係るロボットシステムに用いられるロボットのハンドの構成例を示す平面図である。

[0060] 図８及び図９を参照すると、実施の形態２においては、図２及び図３に示す実施の形態１の右手用の操作手袋２Ａ及び左手用の操作手袋２Ｂにおいて、複数の押圧子２１の近傍に操作検知部２２として、複数の変位センサがそれぞれ配置されている。変位センサは、ここでは、加速度センサで構成される。複数の加速度センサを備えることにより、右手用の操作手袋２Ａ及び左手用の操作手袋２Ｂのそれぞれの姿勢を検知することができるからである。また、実施の形態２においては、図２及び図３に示す実施の形態１の右手用の操作手袋２Ａ及び左手用の操作手袋２Ｂにおいて、親指部分に配置された

押圧子２１が省略され、親指部分には操作検知部２２のみが配置されている。棒状部材１１０（図１１参照）を握る場合には、親指部分はその側面で棒状部材に当接するため、その内面に押圧子２１は不要であるからである。

[0061] 図１０を参照すると、実施の形態２においては、ロボット１の右側ハンド４ｄ及び左側ハンド４ｇは、人の手の関節に対応する関節を備えている。これらの関節は、例えば、サーボモータによって位置制御しながら駆動される。なお、参照符号６１ａ及び６１ｂは、それぞれ、右側ハンド４ｄの本体部及び取付部を示し、参照符号６２ａ及び６２ｂは、それぞれ、左側ハンド４ｇの本体部及び取付部を示す。

[0062] 図１１は、図１０のロボットのハンドによる棒状部材１１０の握り作業を示す模式図であり、（ａ）は、操作器の姿勢を示す斜視図、（ｂ）は、ロボットのハンドが棒状部材１１０を握った状態を示す斜視図である。

[0063] 本実施の形態２によれば、棒状部材１１０の上方にロボット１の右側ハンド４ｄ及び左側ハンド４ｇが位置した状態で、図１１（ａ）に示すように、操作者１２が、左手用の操作手袋２Ａ及び右手用の操作手袋２Ｂを握るように操作すると、この操作を、左手用の操作手袋２Ａ及び右手用の操作手袋２Ｂの複数の操作検知部２２が検知して、その操作情報をロボット制御器６に送信する。ロボット制御器６は、この操作情報に従って、ロボット１のロボット１の右側ハンド４ｄ及び左側ハンド４ｇの動作を制御する。これにより、図１１（ｂ）に示すように、ロボット１の右側ハンド４ｄ及び左側ハンド４ｇがそれぞれ棒状部材１１０を握る。操作者１２は、右側ハンド４ｄ及び左側ハンド４ｇの複数の圧力センサ５１が検知する圧力分布を、それぞれ、左手用の操作手袋２Ａ及び右手用の操作手袋２Ｂの複数の押圧子２１の押圧力を介して知覚しながら、左手用の操作手袋２Ａ及び右手用の操作手袋２Ｂを徐々に握り締めて行き、知覚する複数の押圧子２１の押圧力が所望の押圧力になったら左手用の操作手袋２Ａ及び右手用の操作手袋２Ｂの握り動作を停止する。これにより、ロボット１の右側ハンド４ｄ及び左側ハンド４ｇが棒状部材１１０を適切な圧力で握る。

[0064] 従って、実施の形態２によっても、ロボット１の右側ハンド４ｄ及び左側ハンド４ｇの動作を、人間が作業する如く的確に制御することが可能になり、その結果、圧力分布によって規定される触覚情報に基づいてロボット１を遠隔操作するロボットシステム１００の実用性を向上させることができる。

[0065] （実施の形態３）

図１２は、本発明の実施の形態３に係るロボットシステムに用いられる操作器としての右手用の操作手袋の構成例を示す平面図である。図１３は、本発明の実施の形態３に係るロボットシステムに用いられる操作器としての左手用の操作手袋の構成例を示す平面図ある。

[0066] 実施の形態３においては、図２及び図３にそれぞれ示す右手用の操作手袋及び左手用の操作手袋において、押圧子２１に代えて、振動子（バイブレータ）１２１が設けられる。これ以外の構成は、実施の形態１と同様である。

[0067] 振動子１２１は、対応する圧力センサ５１が検知する圧力の大きさに応じた大きさの振幅で振動する。

[0068] このような実施の形態３によれば、手に受ける機械的刺激が例えば単なる押圧力である場合に較べて、操作者にとって、ハンドが力を受けた箇所が判りやすい。

[0069] （実施の形態４）

図１４は、本発明の実施の形態４に係るロボットシステムに用いられる操作器としての右手用の操作手袋の構成例を示す平面図である。図１５は、本発明の実施の形態３に係るロボットシステムに用いられる操作器としての左手用の操作手袋の構成例を示す平面図ある。

[0070] 実施の形態４においては、図８及び図９にそれぞれ示す右手用の操作手袋及び左手用の操作手袋において、押圧子２１に代えて、振動子（バイブレータ）１２１が設けられる。これ以外の構成は、実施の形態２と同様である。

[0071] 振動子１２１は、対応する圧力センサ５１が検知する圧力の大きさに応じた大きさの振幅で振動する。

[0072] このような実施の形態４によれば、手に受ける機械的刺激が例えば単なる

押圧力である場合に較べて、操作者にとって、ハンドが力を受けた箇所が判りやすい。

[0073] （その他の実施の形態）

上記実施の形態１乃至４のいずれかにおいて、ロボット１を、例えば、双腕ロボットで構成してもよい。

[0074] また、上記実施の形態１乃至４のいずれかにおいて、ロボット１を、右側ハンド４ｄ及び左側ハンド４ｇを作業に適した構成としてもよい。

[0075] また、上記実施の形態１乃至４のいずれかにおいて、操作体として、手袋以外のものを用いてもよい。例えば、指サックでもよい。

[0076] 上記説明から、当業者にとっては、本発明の多くの改良や他の実施形態が明らかである。従って、上記説明は、例示としてのみ解釈されるべきであり、本発明を実行する最良の態様を当業者に教示する目的で提供されたものである。本発明の精神を逸脱することなく、その構造及び／又は機能の詳細を実質的に変更できる。

産業上の利用可能性

[0077] 本発明のロボットシステムは、実用性を向上させたロボットシステムとして有用である。

符号の説明

[0078] １ ロボット

２ 操作器

２Ａ 右手用の操作手袋

２Ｂ 左手用の操作手袋

３ 制御装置

４ スカラ型の双腕ロボットのアーム

５ 触覚センサ

６ ロボット制御器

７ 触覚情報生成器

８ モニタ制御器

９　　入力装置

１０　カメラ

１１　モニタ

１２　操作者

２０　手袋

２１　押圧子

２２　操作検知部

５１　圧力センサ

６０　土砂

１００　ロボットシステム

１１０　棒状部材

１２１　振動子

請求の範囲

[請求項1] 互いに異なる空間位置に配置された複数の圧力センサを有する触覚センサと、当該触覚センサを有するハンドと、を備えるロボットと、

前記複数の圧力センサがそれぞれ検知する圧力と前記複数の圧力センサのそれぞれの空間位置とに基づく圧力分布によって規定される触覚情報を生成し、当該触覚情報を出力する触覚情報生成器と、

前記触覚情報生成器から出力される前記触覚情報に応じた圧力分布を前記操作者に知覚させ、且つ、操作者が操作すると、当該操作に応じた操作情報を出力する操作器と、

前記操作器から出力される操作情報に従って前記ロボットのハンドの動作を制御するロボット制御器と、を備えるロボットシステム。

[請求項2] 前記操作器は、

前記操作者によって操作される操作体と、

前記複数の圧力センサに対応して前記操作体に設けられ、前記触覚情報生成器から出力される前記触覚情報を規定する圧力分布に応じた機械的刺激分布を、前記操作器を操作する前記操作者の手に与える複数の機械的刺激子と、

前記操作体に対する操作を検知し、この検知した操作を前記操作情報として出力する操作検知部と、を備える、請求項１に記載のロボットシステム。

[請求項3] 前記複数の機械的刺激子は、前記触覚情報生成器から出力される前記触覚情報を規定する圧力分布に応じた押圧力分布を、前記操作器を操作する前記操作者の手に与える複数の押圧子である、請求項２に記載のロボットシステム。

[請求項4] 前記押圧子は圧電素子である、請求項３に記載のロボットシステム。

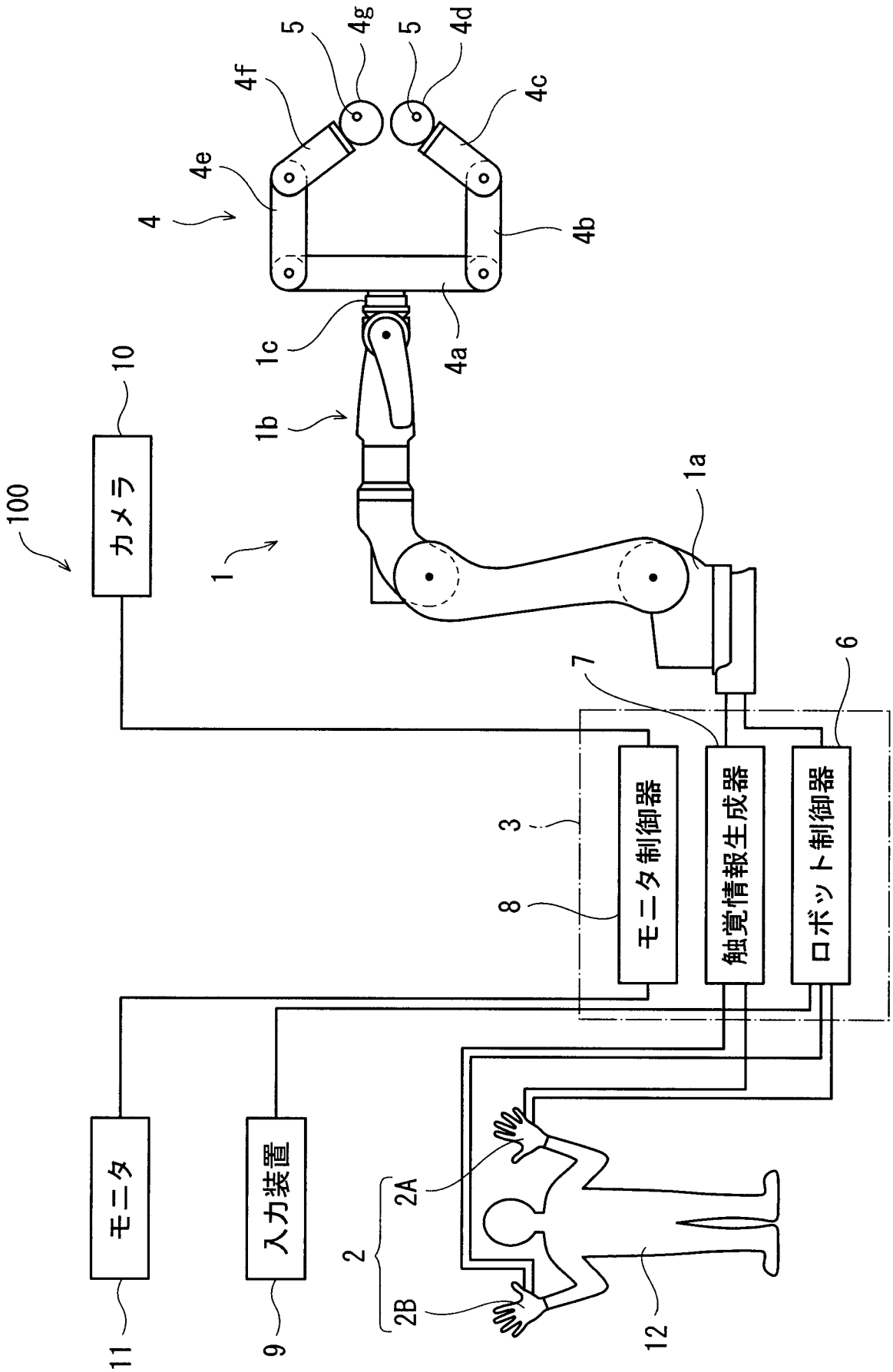
[請求項5] 前記複数の機械的刺激子は、前記触覚情報生成器から出力される前記触覚情報を規定する圧力分布に応じた振動分布を、前記操作器を操

作する前記操作者の手に与える複数の振動子である、請求項２に記載のロボットシステム。

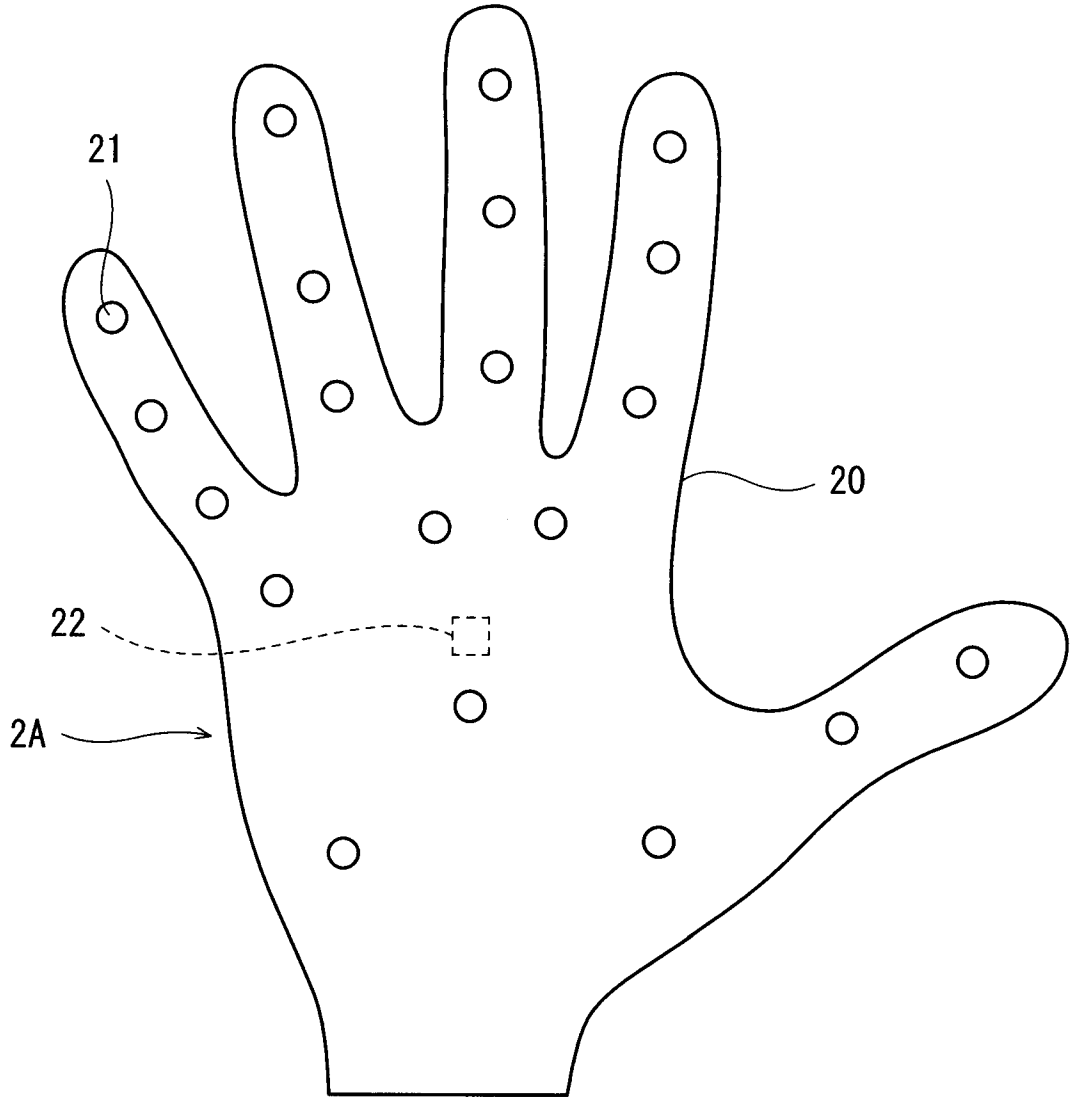
[請求項6] 前記操作器において、前記操作体は、前記操作者が装着する手袋である、請求項２乃至５のいずれかに記載のロボットシステム。

[請求項7] 前記操作器において、前記操作検知部は、前記操作体に設けられた変位センサを備え、前記変位センサが検知する前記操作体の変位に基づいて前記操作体に対する操作を検知するよう構成されている、請求項２乃至６のいずれかに記載のロボットシステム。

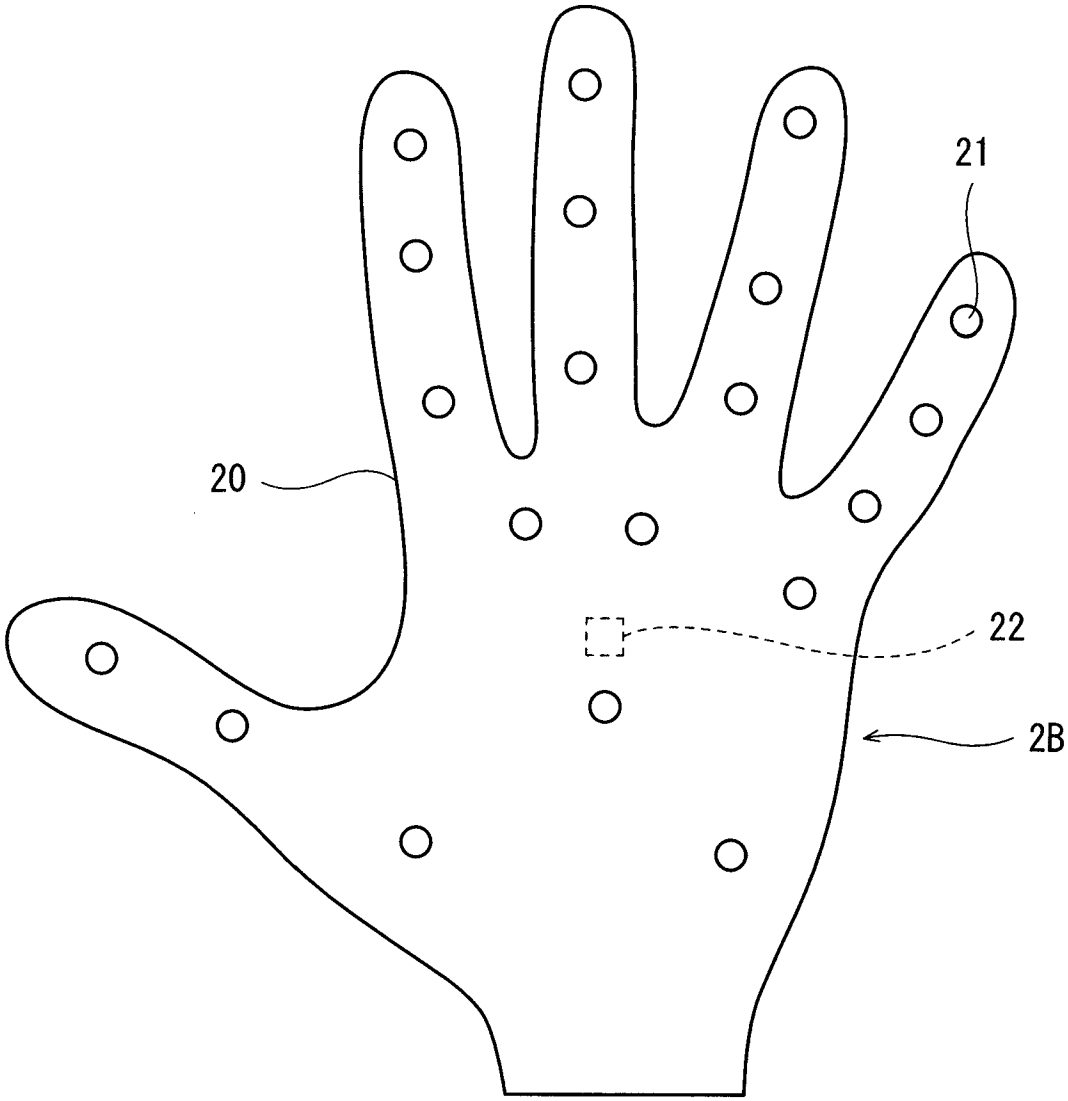
[図1]


100
カメラ
10
1
1a
1b
1c
4
4a
4b
4c
4d
4e
4f
4g
5
5
6
7
3
8
モニタ制御器
触覚情報生成器
ロボット制御器
2
2A
2B
12
モニタ
11
入力装置
9

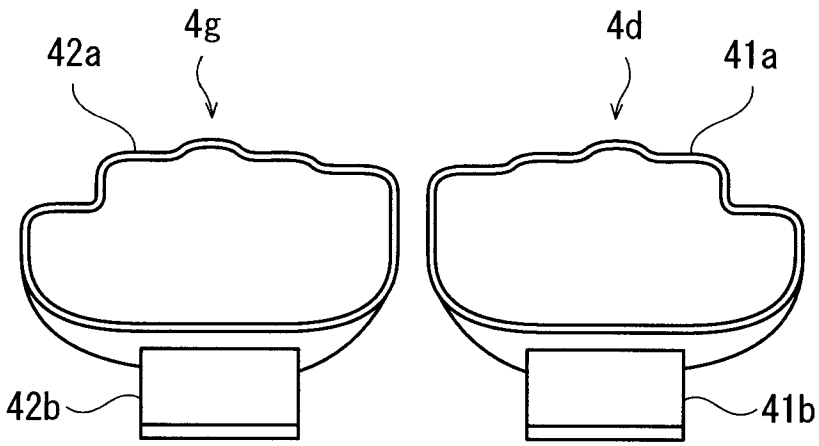
[図2]



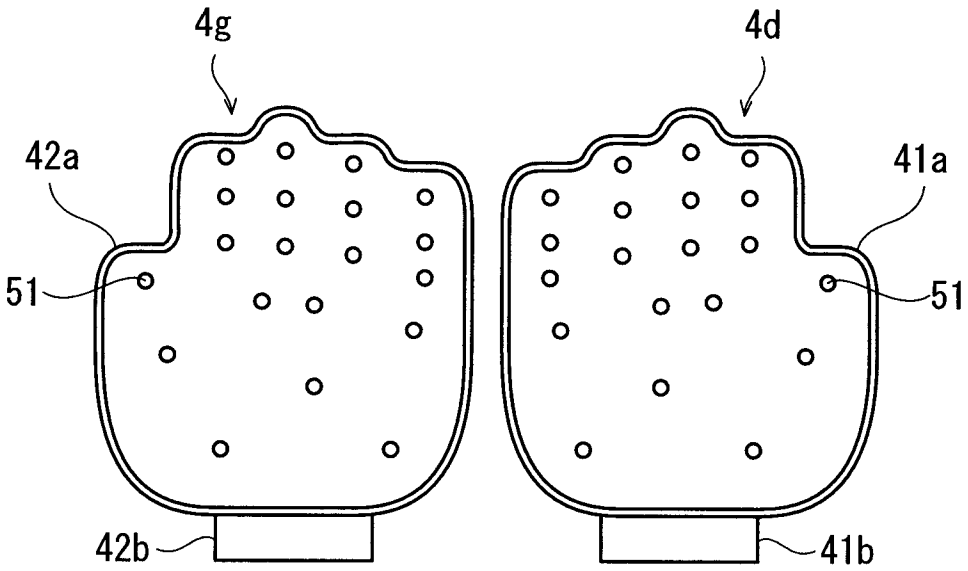
[図3]



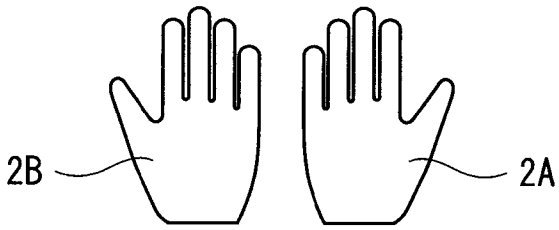
[図4]



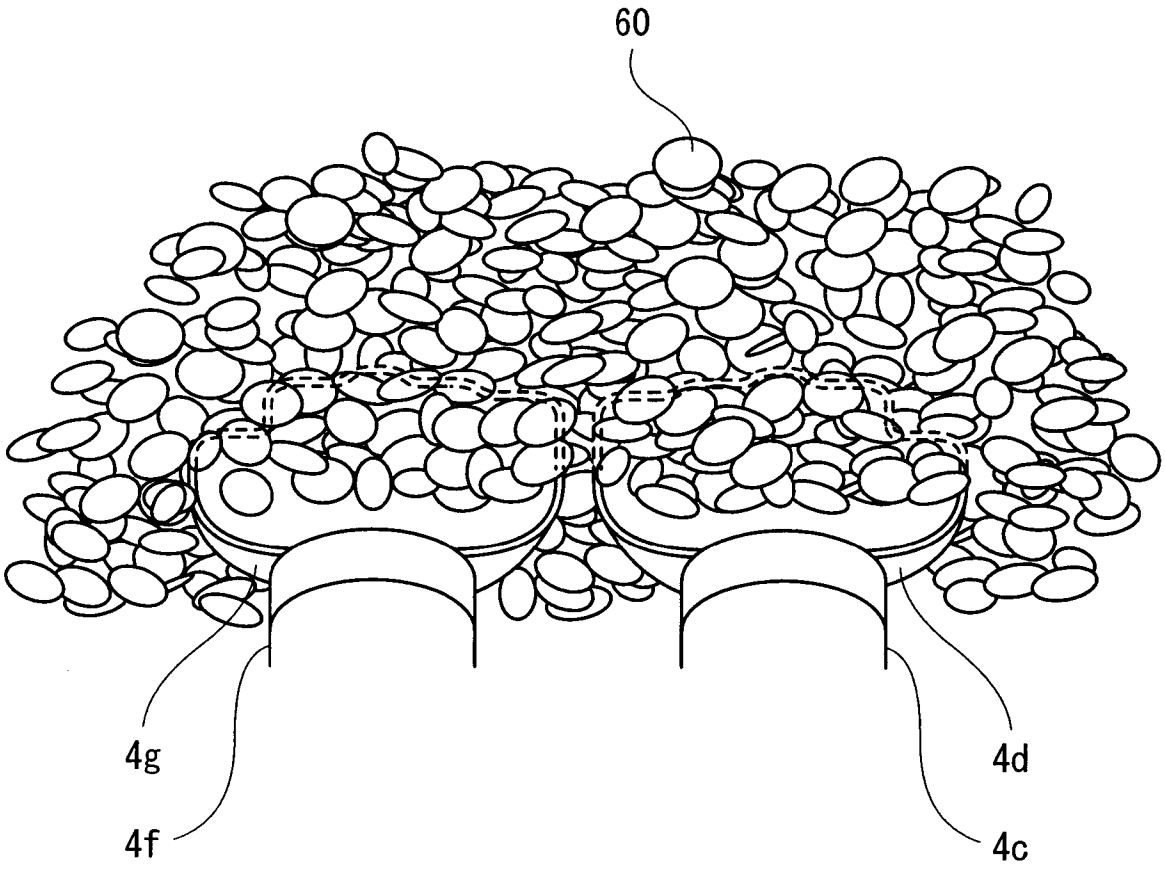
[図5]



[図6]

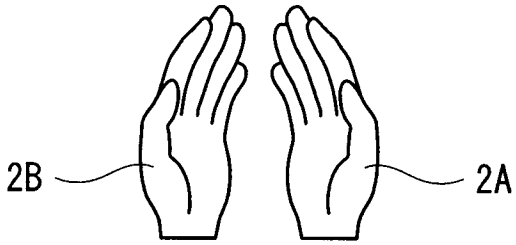


(a)

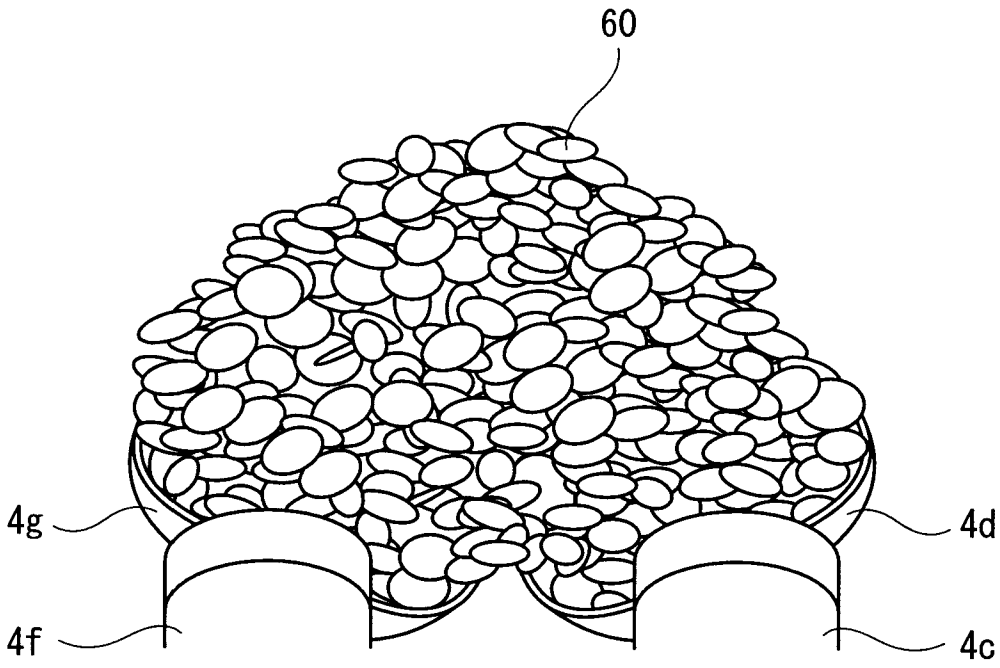


(b)

[図7]

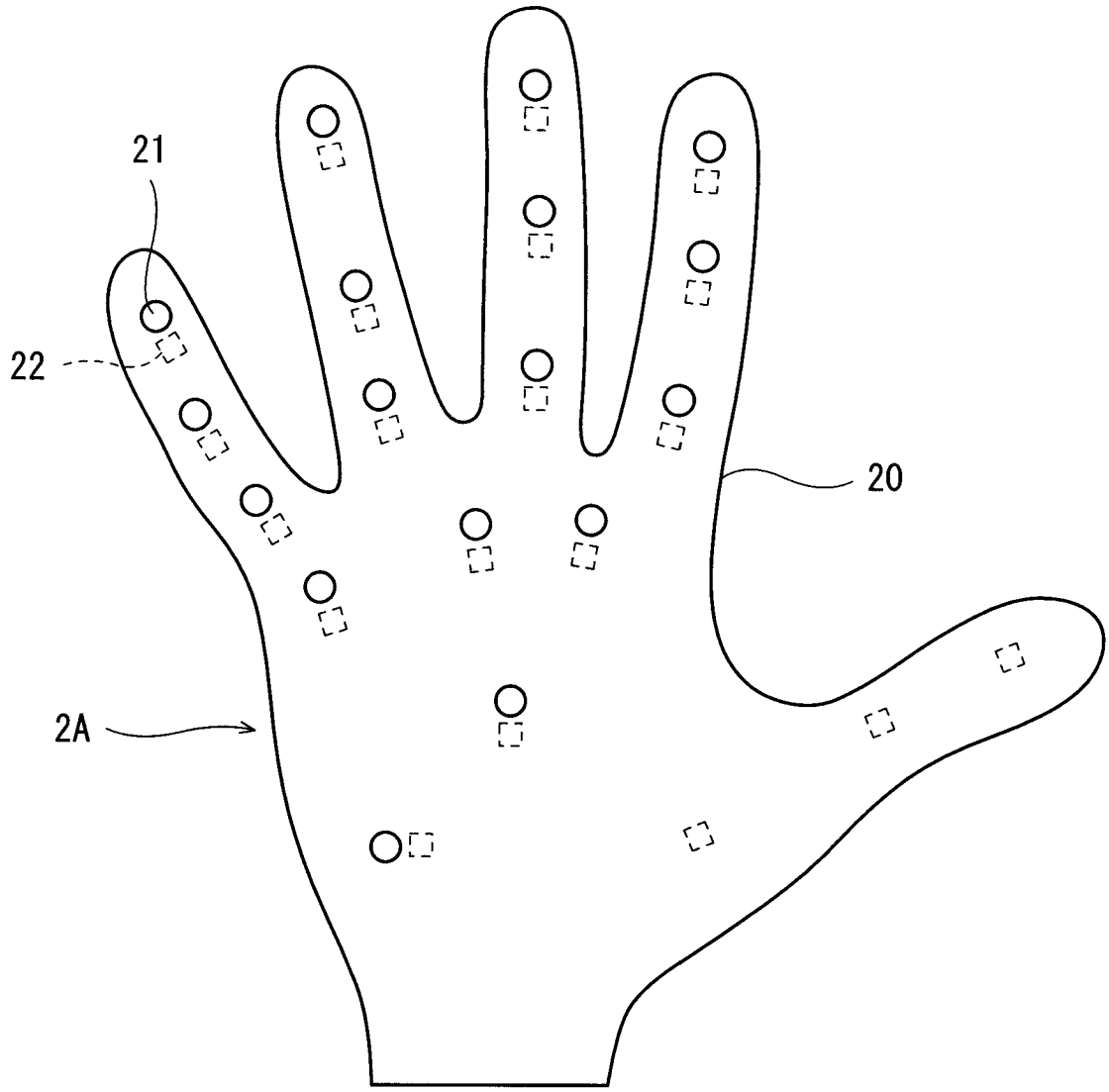


(a)

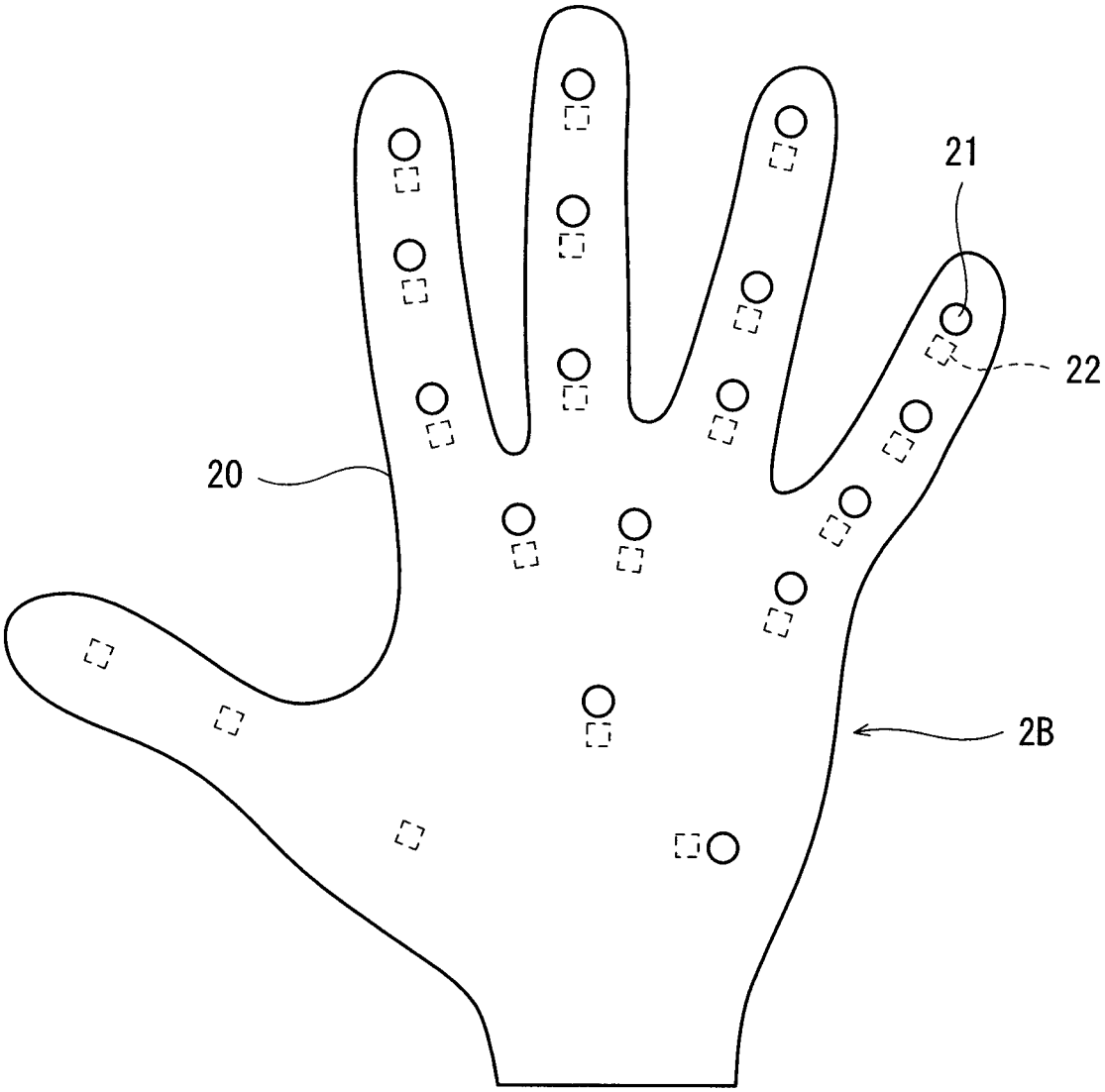


(b)

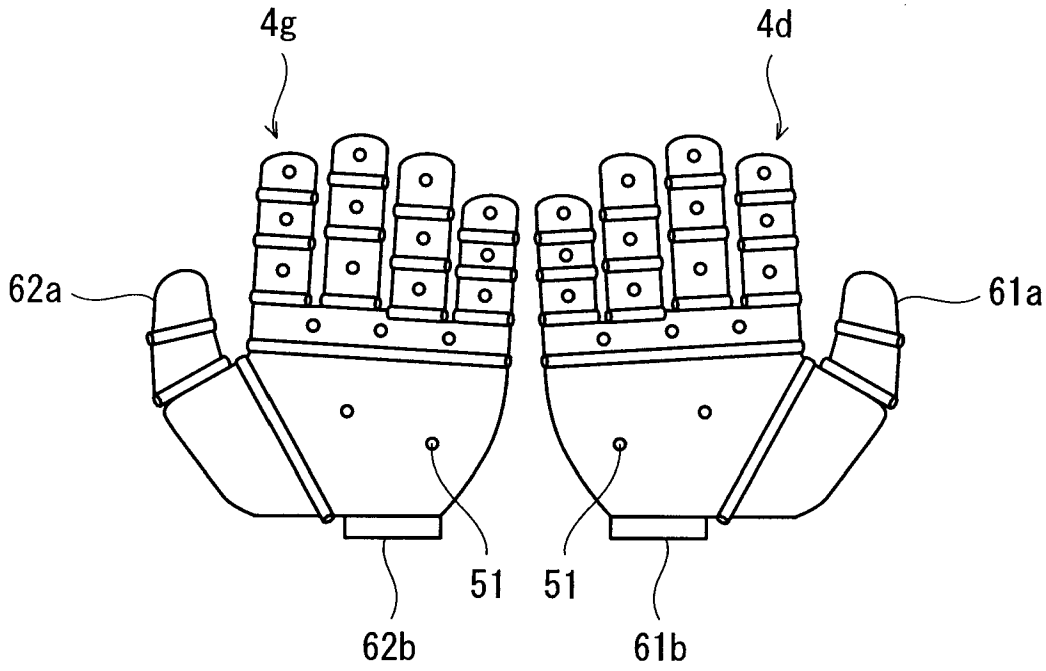
[図8]



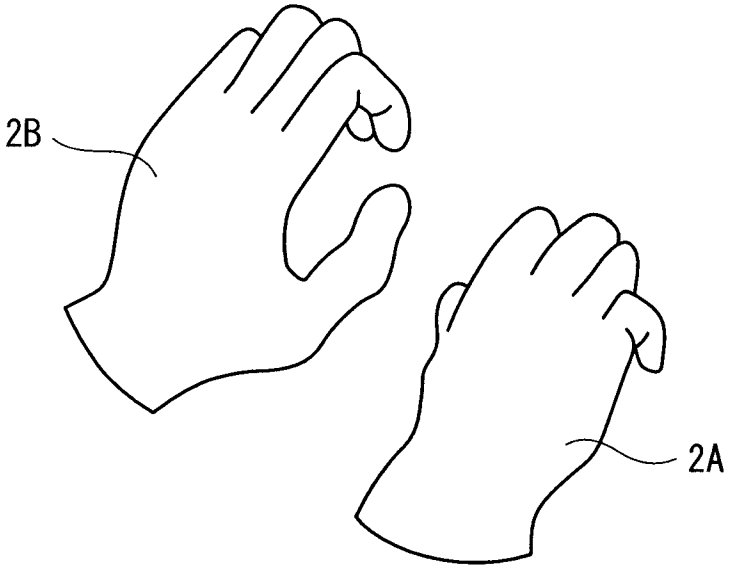
[図9]



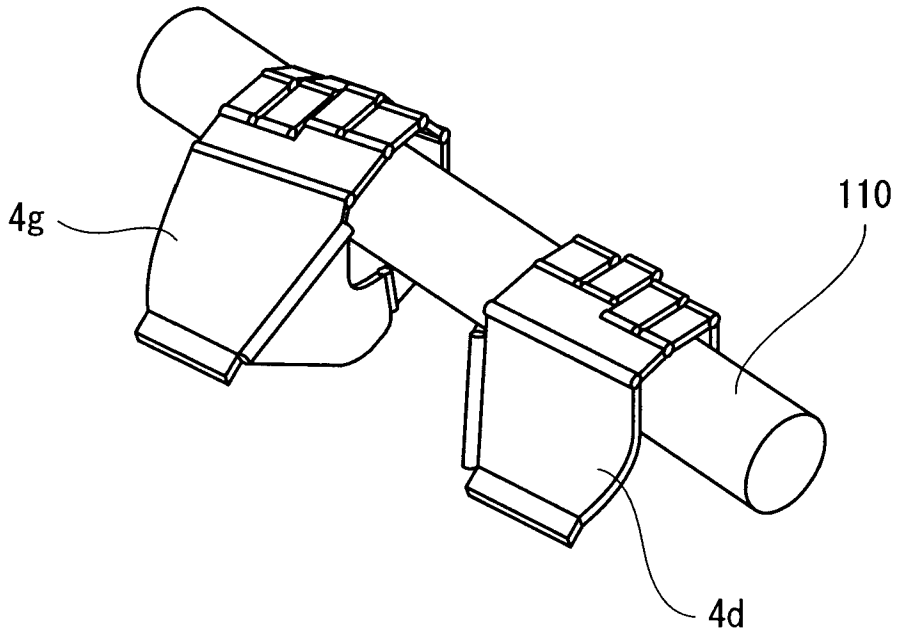
[図10]



[図11]

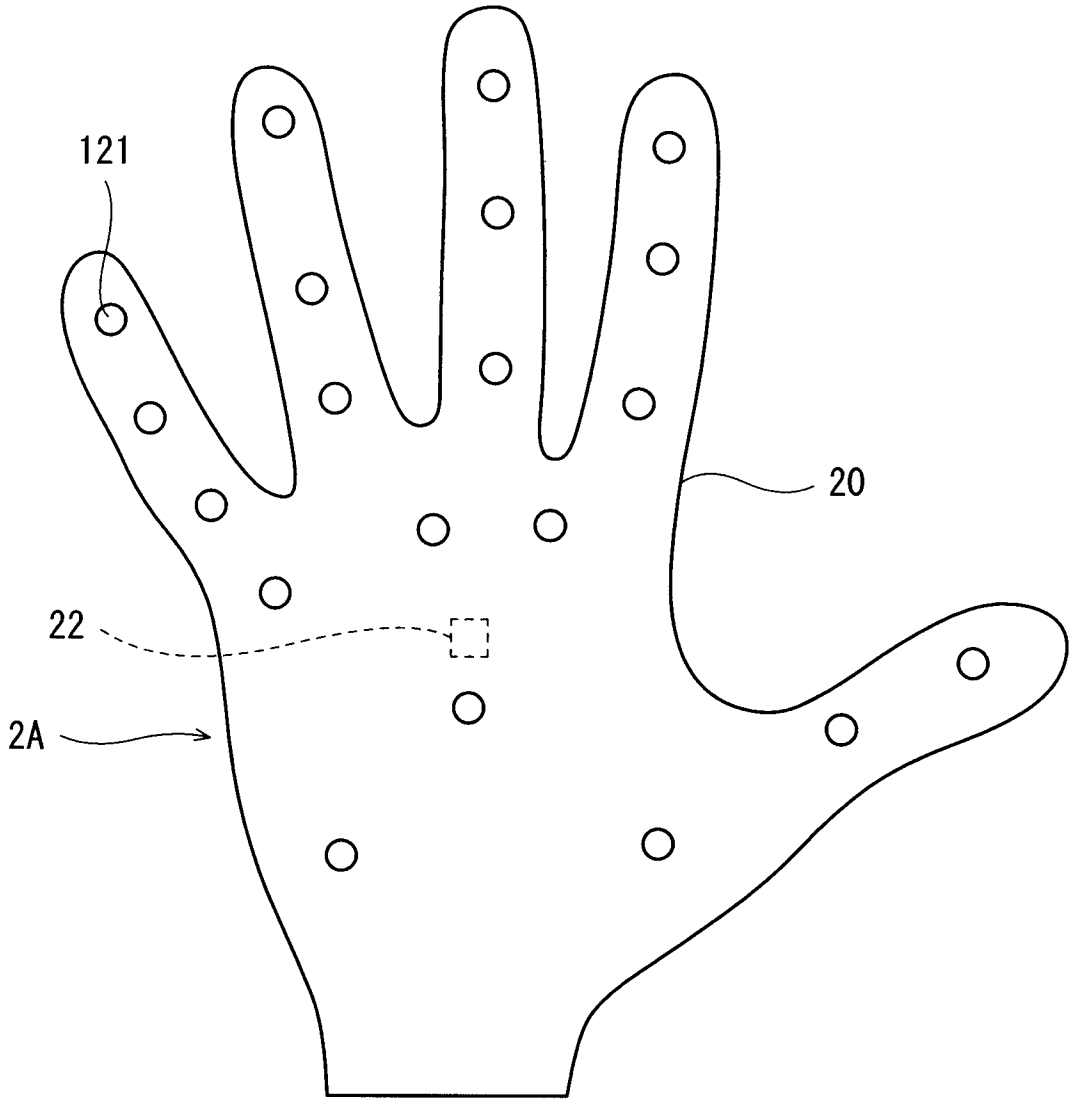


(a)

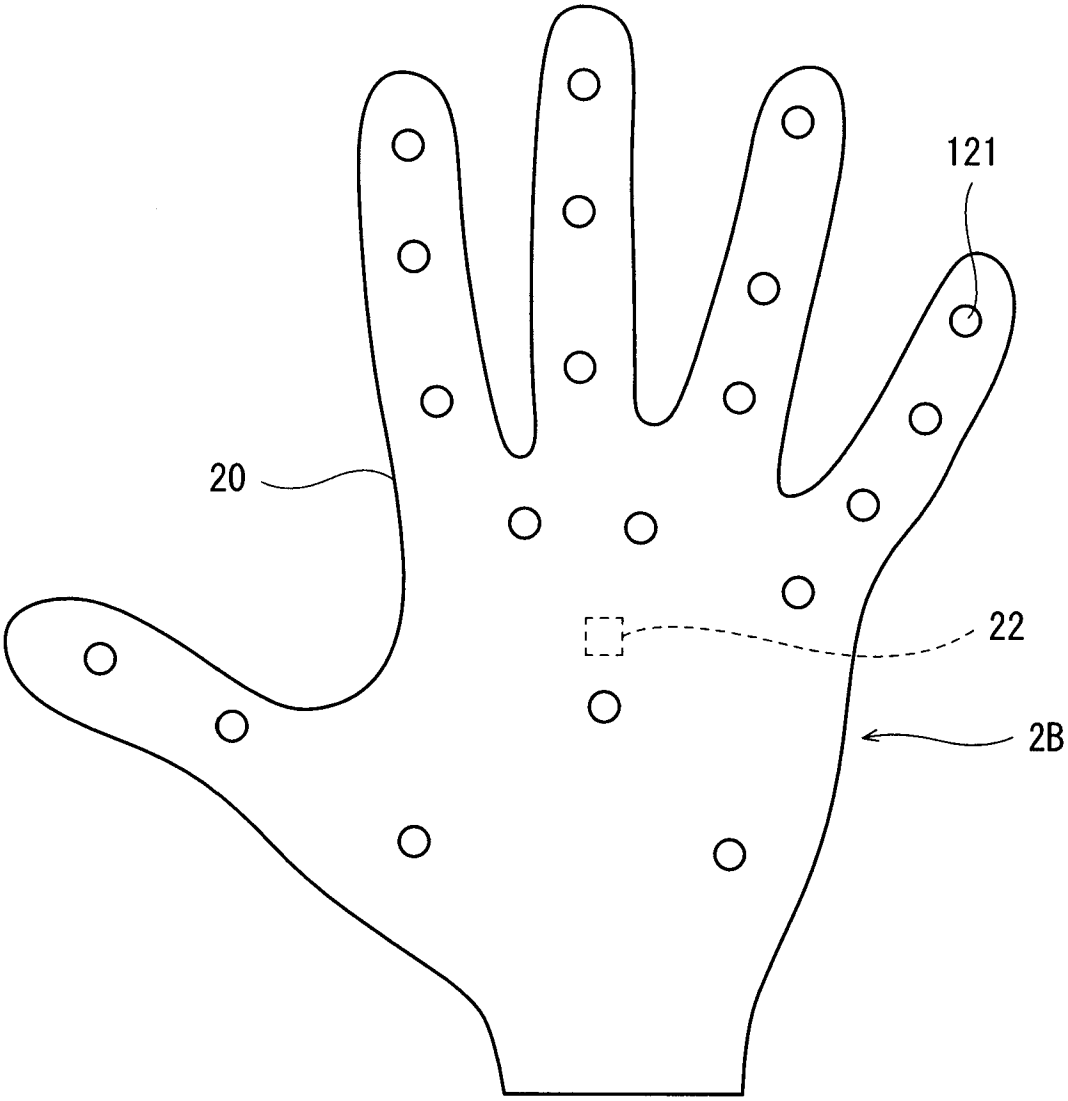


(b)

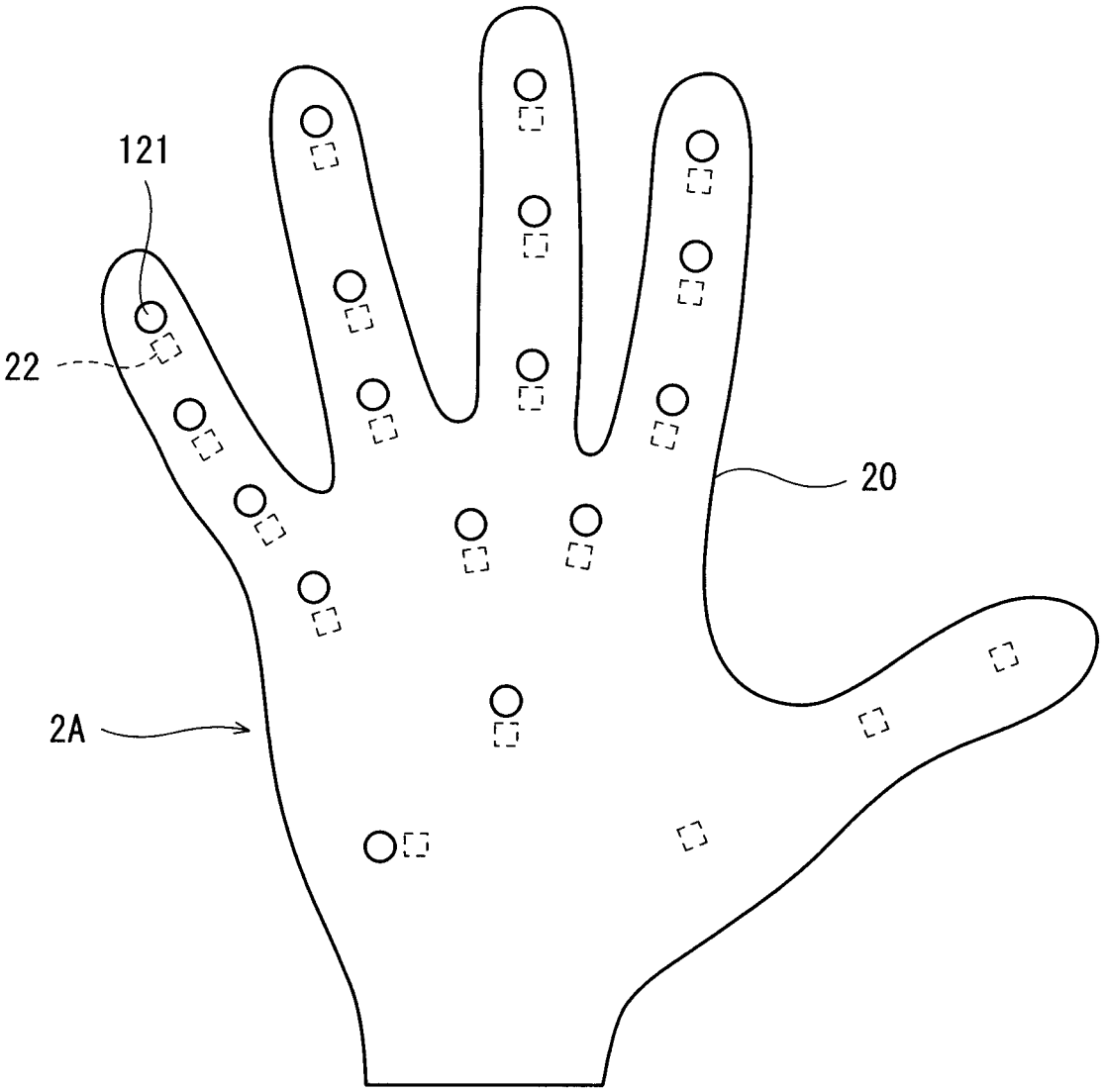
[図12]



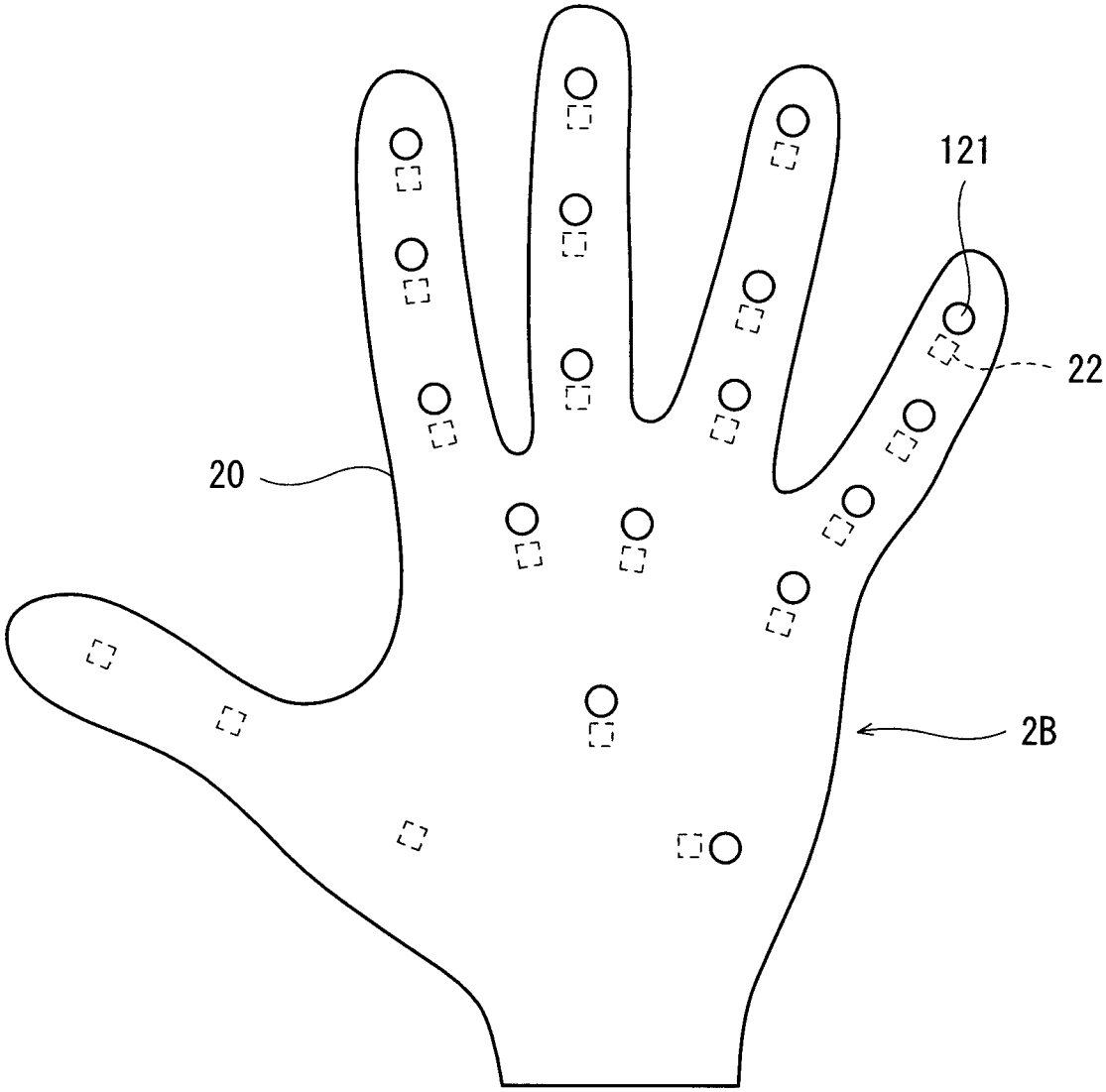
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/003069

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B25J3/00(2006.01)i, *B25J13/00*(2006.01)i, *B25J19/06*(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)
B25J3/00, B25J13/00, B25J19/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2013-91114 A (Kyokko Electric Co., Ltd.), 16 May 2013 (16.05.2013), paragraphs [0050] to [0060], [0072] to [0103]; fig. 1 to 6, 11 to 17 (Family: none)	1-4 5-7
Y	JP 2008-176779 A (Immersion Corp.), 31 July 2008 (31.07.2008), paragraph [0049]; fig. 19B & US 6088017 A column 13, line 50 to column 14, line 17; fig. 19B & WO 1997/020305 A1	5-7

☒ 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	Date of mailing of the international search report
13 September 2016 (13.09.16)	27 September 2016 (27.09.16)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/003069

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 2014-145717 A (Toyota Motor Corp.), 14 August 2014 (14.08.2014), entire text; all drawings (Family: none)	1-7
A	JP 9-300251 A (NEC Corp.), 25 November 1997 (25.11.1997), entire text; all drawings (Family: none)	1-7
A	JP 2001-166676 A (Sony Corp.), 22 June 2001 (22.06.2001), entire text; all drawings (Family: none)	1-7
A	JP 2009-196040 A (Panasonic Corp.), 03 September 2009 (03.09.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-7
A	JP 7-146751 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 06 June 1995 (06.06.1995), entire text; all drawings & US 5555894 A entire text; all drawings & EP 626634 A2	1-7

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／００３０６９

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B25J3/00(2006.01)i, B25J13/00(2006.01)i, B25J19/06(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B25J3/00, B25J13/00, B25J19/06

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	１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１６年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X Y	JP 2013-91114 A (旭光電機株式会社) 2013.05.16, [0050]-[0060], [0072]-[0103], 図 1-6, 11-17 (ファミリーなし)	1-4 5-7
Y	JP 2008-176779 A (イマーション コーポレイション) 2008.07.31, [0049], 図 19B & US 6088017 A, 13 欄 50 行-14 欄 17 行, 図 19B & WO 1997/020305 A1	5-7
A	JP 2014-145717 A (トヨタ自動車株式会社) 2014.08.14, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-7

☑　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 １３．０９．２０１６	国際調査報告の発送日 ２７．０９．２０１６
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 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）　３Ｕ　４６５０ 木原　裕二 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３６４

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
A	JP 9-300251 A（日本電気株式会社）1997.11.25, 全文,全図（ファミリーなし）	1-7
A	JP 2001-166676 A（ソニー株式会社）2001.06.22, 全文,全図（ファミリーなし）	1-7
A	JP 2009-196040 A（パナソニック株式会社）2009.09.03, 全文,全図（ファミリーなし）	1-7
A	JP 7-146751 A（松下電器産業株式会社）1995.06.06, 全文,全図 & US 5555894 A,全文,全図 & EP 626634 A2	1-7