

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4866799号
(P4866799)

(45) 発行日 平成24年2月1日(2012.2.1)

(24) 登録日 平成23年11月18日(2011.11.18)

(51) Int.CI.

B25J 13/02 (2006.01)

F 1

B25J 13/02

請求項の数 7 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2007-172670 (P2007-172670)
 (22) 出願日 平成19年6月29日 (2007.6.29)
 (65) 公開番号 特開2009-6465 (P2009-6465A)
 (43) 公開日 平成21年1月15日 (2009.1.15)
 審査請求日 平成22年4月13日 (2010.4.13)

(73) 特許権者 000006622
 株式会社安川電機
 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
 (73) 特許権者 000164438
 九州電力株式会社
 福岡県福岡市中央区渡辺通2丁目1番82号
 (74) 代理人 100105647
 弁理士 小栗 昌平
 (74) 代理人 100105474
 弁理士 本多 弘徳
 (74) 代理人 100108589
 弁理士 市川 利光
 (74) 代理人 100115107
 弁理士 高松 猛

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ダイレクト操作装置および配電作業用ロボット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ロボットのアームに固定された複数の第1コネクタ部(雄または雌)と、前記第1コネクタ部(雄または雌)のいずれか1個に接続固定される第2コネクタ部(雌または雄)とを備え、前記ロボットを操作するダイレクト操作装置であって、

前記第2コネクタ部は、

前記第1コネクタ部との接続を検知する圧電スイッチを内蔵し前記第1コネクタ部と接合可能な接合部と、

前記接合部に設けられる力センサ部と、

前記力センサ部と結合され少なくとも2自由度の回転機構を有し、先端の孔にフック部が回転自在に挿通されたロッドとを備え、

前記力センサ部は、前記フック部に作用する力を検知して出力することを特徴とするダイレクト操作装置。

【請求項 2】

前記複数の第1コネクタ部は、前記第2コネクタ部との接続端子の配置がそれぞれ異なつており、かつ前記第2コネクタ部は前記複数の第1コネクタ部の前記各接続端子と接続可能な構造となっていることを特徴とする請求項1記載のダイレクト操作装置。

【請求項 3】

前記複数の第1コネクタ部の個数は3個であり、それぞれの前記第1コネクタ部は、前記ロボットのアームの長軸と直交する断面において、前記各接続端子が前記アームの外側を

向き、かつ各接続端子の向きが隣接する前記第1コネクタ部の接続端子の向きと直角をなすよう配置されたことを特徴とする請求項2記載のダイレクト操作装置。

【請求項4】

前記第2コネクタ部は前記3個の第1コネクタ部のいずれにも取り付け可能であって、それぞれの前記第1コネクタ部は前記第2コネクタ部が取り付けられた前記第1コネクタ部の同定をする信号を出力することを特徴とする請求項3記載のダイレクト操作装置。

【請求項5】

前記フック部は、前記力センサ部が正常状態であることを示すLEDを備えたことを特徴とする請求項4記載のダイレクト操作装置。

【請求項6】

請求項1～5のいずれか1項に記載のダイレクト操作装置を搭載した配電作業用ロボットであって、

前記フック部に作用する力によって操作されることを特徴とする配電作業用ロボット。

【請求項7】

請求項4又は5記載のダイレクト操作装置を搭載した配電作業用ロボットであって、前記ロボットは制御装置と接続され、

前記制御装置は、

前記力センサのセンサ情報と前記取り付け位置同定信号を無線通信により前記ダイレクト操作装置から受信する無線通信手段と、

前記力センサのセンサ情報を基に前記ロボットへの操作位置指令量を生成するインピーダンス制御部と、

前記インピーダンス制御部の位置指令を入力して位置・速度制御処理を行う位置・速度制御部と、

前記位置・速度制御部の出力に応じて前記ロボットの各関節部のモータを制御するサーボアンプ部を備えたことを特徴とする配電作業用ロボット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ロボットのダイレクト操作装置およびそれを用いた配電作業用ロボットに関する。 30

【背景技術】

【0002】

従来からロボットのような複数の独立した作動系をコントロールするための多制御型コントローラの一種として、ジョイスティック型コントローラが知られている。かかる従来のコントローラは、制御対象となる作動系を切り替えるスイッチを備えており、このスイッチにより制御対象となる作動系を選択した上で、ジョイスティックを傾動操作することにより、選択した一つの作動系に対して傾動方向に対応した方向の作動信号を出力するようになっている（例えば、特許文献1参照）。

しかし、このようなコントローラは、複雑なスイッチ操作のために誤操作が発生しやすいといった問題があった。 40

また、このような問題に対処するために、別の構造のジョイスティック型コントローラは、ジョイスティックの外表面を軸方向で分割することにより該ジョイスティックの軸方向に複数の操作領域を形成して、制御対象と作動方向を特定することができるようになしたものもあった（例えば、特許文献2参照）。

【特許文献1】特開平7-281779号公報

【特許文献2】特許3406259号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

以上述べたように、このような6自由度制御が可能なジョイスティックコントローラで、傾動操作による操作手段を行う場合、ロボットに直接付設して操作する（以下、「ダイレクト操作」と呼ぶ）と、ロボットの動作に伴ってジョイスティックも同時に動作するため、ロボットの姿勢変化によりジョイスティックの操作位置が作業者から離れた位置に移動した場合、所望の操作を行うことが非常に困難であった。

また、作業者が作業中誤ってジョイスティックに接触し傾動操作を行ってしまい、ロボットの誤動作が発生して作業者への危険源が増加することも起こり得る。特に、配電作業用ロボットの操作においては絶縁性を考慮すると、直接素手で操作することが困難であり、安全上の観点から問題となっていた。

また、配電作業環境は屋外電柱上であり、その作業環境周囲には配電機器が多種多様に設置され、ダイレクト操作を行った際に装柱機器がロボットに接触して誤動作し、装柱機器などの周辺機器が触れただけで動作する可能性があり、非常に危険であるという問題があつた。

本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものであり、実際の配電作業での適用に耐えうる配電作業用ロボットのダイレクト操作装置とそれを用いたロボット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】

【0004】

上記問題を解決するため、請求項1記載のダイレクト操作装置の発明は、ロボットのアームに固定された複数の第1コネクタ部（雄または雌）と、前記第1コネクタ部（雄または雌）のいずれか1個に接続固定される第2コネクタ部（雌または雄）とを備え、前記ロボットを操作するダイレクト操作装置であつて、前記第2コネクタ部は、前記第1コネクタ部との接続を検知する圧電スイッチを内蔵し前記第1コネクタ部と接合可能な接合部と、前記接合部に設けられる力センサ部と、前記力センサ部と結合され少なくとも2自由度の回転機構を有し、先端の孔にフック部が回転自在に挿通されたロッドとを備え、前記力センサ部は、前記フック部に作用する力を検知して出力することを特徴としている。

請求項2記載の発明は、請求項1記載のダイレクト操作装置において、前記複数の第1コネクタ部は、前記第2コネクタ部との接続端子の配置がそれぞれ異なっており、かつ前記第2コネクタ部は前記複数の第1コネクタ部の前記各接続端子と接続可能な構造となっていることを特徴としている。

請求項3記載の発明は、請求項2記載のダイレクト操作装置において、前記複数の第1コネクタ部の個数は3個であり、それぞれの前記第1コネクタ部は、前記ロボットのアームの長軸と直交する断面において、前記各接続端子が前記アームの外側を向き、かつ各接続端子の向きが隣接する前記第1コネクタ部の接続端子の向きと直角をなすよう配置されたことを特徴としている。

請求項4記載の発明は、請求項3記載のダイレクト操作装置において、前記第2コネクタ部は前記3個の第1コネクタ部のいずれにも取り付け可能であつて、それぞれの前記第1コネクタ部は前記第2コネクタ部が取り付けられた前記第1コネクタ部の同定をする信号を出力することを特徴としている。

請求項5記載の発明は、請求項4記載のダイレクト操作装置において、前記フック部は、前記力センサ部が正常状態であることを示すLEDを備えたことを特徴としている。

請求項6記載の発明は、請求項1～5のいずれか1項に記載のダイレクト操作装置を搭載した配電作業用ロボットであつて、前記フック部に作用する力によって操作されることを特徴としている。

請求項7記載の発明は、請求項4又は5記載のダイレクト操作装置を搭載した配電作業用ロボットであつて、前記ロボットは制御装置と接続され、前記制御装置は、前記力センサのセンサ情報と前記取り付け位置同定信号を無線通信により前記ダイレクト操作装置から受信する無線通信手段と、前記力センサのセンサ情報を基に前記ロボットへの操作位置指令量を生成するインピーダンス制御部と、前記インピーダンス制御部の位置指令を入力して位置・速度制御処理を行う位置・速度制御部と、前記位置・速度制御部の出力に応じて

10

20

30

40

50

前記ロボットの各関節部のモータを制御するサーボアンプ部を備えたことを特徴としている。

【発明の効果】

【0005】

上記構成により、回転自在のフック機構であるため、絶縁を有した操作棒の着脱が容易で、かつ、作業者の操作力を確実に伝達することが可能である。

また、対象作業に応じて操作位置を変更することが可能となり、作業性が格段に向 10 上する。

また、マニピュレータの絶縁性が確実に確保されるため、極めて安全であり、またケーブルがないため耐久性と信頼性が増す。

また、作業者は力センサの異常状態を早期に発見することが可能となるため、作業者とロボットへの安全性が向上する。

また、絶縁操作棒の手元に、イネーブルSWと非常停止SWを備えているため、非常に安全な操作手段である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0006】

以下、本発明の実施の形態について図を参照して説明する。

【実施例1】

【0007】

図1は本発明に係るダイレクト操作ハンドルを使用した配電作業用ロボットを作業者が操作する様子を示すロボットシステム全体の構成図である。

図1において、1は配電作業用ロボットである。ロボット1の先端にはフランジ1Fが取り付けてあり、本発明に係るダイレクト操作装置2が、その基端部に設けられたフランジ2Fによってフランジ1Fに固定されている。このダイレクト操作装置2の反対方向先端部分にはハンド3が設けられている。図ではハンド3によって部品Wが把持されている様子を例示している。また、ロボット1のアームをダイレクト操作装置2の基端部として用いてもよい。この場合、フランジ1F、2Fは省略できる。

ダイレクト操作装置2はフランジ2Fに固定される基部20(ロボット1のアーム)との基部20に固定された3個の第1コネクタ部(雄コネクタ)21(図1では1個のみ見えるが、図2では21a、21b、21cの3個が見える。)とこれら3個の第1コネクタ部21のいずれか1個と接続固定される第2コネクタ部(雌コネクタ)22(図3参照)とから構成されている。雄コネクタ21と雌コネクタ22とは雄雌逆であってももちろん構わない。

【0008】

図2は基部20に固定された3個の第1コネクタ部21を説明する図で、(イ)は基部20の長さ方向に直角な断面で切った断面図、(ロ)は3個の第1コネクタ部21をそれぞれ正面側から見た正面図で、(ロ-a)、(ロ-b)、(ロ-c)はそれぞれ第1コネクタ部21a、21b、21cの正面図である。

3個の第1コネクタ部21a、21b、21cのうち2個の21aと21cは基部20の長さ方向に直角な断面で切った面で見て互いに180度離れた部位に埋込み固定され、第1コネクタ部21bは第1コネクタ部21aと21cの中間部位にて埋込み固定されている。各第1コネクタ部はそれぞれ矩形断面の差込ピン(21a1、21b1、21c1)と円形断面の差込ピン(21a2、21b2、21c2)とを備えている点で共通しているが、2種の差込ピンの互いの位置関係がそれぞれ異なっている点が特徴である。

【0009】

図3は図2の3個の第1コネクタ部のいずれかに接続固定される第2コネクタ部を説明する図で、(a)は正面図、(b)は(a)のA-A線で切った断面図である。(a)の正面図において、第2コネクタ部22は矩形断面の嵌着孔221を1個と円形断面の嵌着孔を3個(22a2、22b2、22c2)とそれぞれ90度間隔で備えている点が特徴

10

20

30

40

50

である。このように第2コネクタ部22は1個の矩形断面の嵌着孔221と3個の円形断面の嵌着孔22a2、22b2、22c2を備えているので、図2の3個の第1コネクタ部21a、21b、21cのいずれにも差込むことが可能となっている。

(b)の断面図において、22Aは接合部、22Bはセンサ部、22Cはベース部、22Dはベース部22Cに取り付けられバッテリを内蔵した無線通信部、22Eはダイレクト操作装置2のロボット1への取り付け位置を検出してスイッチングデータ処理を行い取り付け位置を同定する取り付け位置同定出力部、22Fはセンサ22Bの上に立設された円筒状ロッド、22Gは円筒状ロッド22Fの軸中心周りに相対的に回転するロッド回転部、22Lはロッド回転部ロッド回転部22Gの孔に挿通され回転自在に固定されたフック部である。また、22Mはロッド回転部22Gの頂部に埋め込まれたLED(発光ダイオード)で、センサ部22Bが正常状態であることをフック部22Lが表示している。作業者PはLED22Mでセンサの異常状態を早期に発見することが可能となるため、作業者Pとロボット1への安全性が向上する。10

接合部22Aには矩形断面の嵌着孔221と円形断面の嵌着孔22a2、22b2、22c2がとそれぞれ90度間隔で設けられ、中に圧電スイッチ221k、22ak、22bk、22ck(図では221k1と22akが見える)が配置されている。各圧電スイッチから配線(図では22B1と22B2が見える)が取り付け位置同定出力部22Eまで延びている。

【0010】

次に、本発明のダイレクト操作装置2の取り付け位置同定出力部22Eの構成と機能について説明する。20

上述したように、センサ22Bの底部にある接合部22Aに設けられた1箇所の矩形断面の嵌着孔221と3箇所の円形断面の嵌着孔22a2、22b2、22c2の孔には、それぞれ圧電スイッチ221k、22ak、22bk、22ckが配設されており、作業者Pが操作装置2の基部を持って第2コネクタ部22を3個の第1コネクタ部21a、21b、21cのいずれかに押し当てて接続固定すると、押し当てられた2個の圧電スイッチがONとなり、このONパターンを位置同定出力部22Eはスイッチングデータ処理することでどの第1コネクタ部21a、21b、21cが使用されるのかを知ることが出来る。例えば第2コネクタ部22の接合部22A(図2)を第1コネクタ部21aに接続固定すると圧電スイッチ221k(図3)と圧電スイッチ22ak(図3)がONとなり、このONパターンをスイッチングデータ処理部22E(図3)が無線通信部22D(図3)を介して座標変換部10b(図1)に送るようになる。30

また、作業者Pが接合部22Aを第1コネクタ部21b(図2)に押し当てて固定すると圧電スイッチ221kと圧電スイッチ22bkがONとなり、また、接合部22Aを第1コネクタ部21c(図2)に押し当てて固定すると圧電スイッチ221kと圧電スイッチ22ckがONとなり、このONパターンを位置同定出力部22Eが無線通信部22Dを介して座標変換部10bに送るようになる。このようにして位置の同定が自動的にできる。

また、対象作業に応じて第1コネクタ部21を選択して操作位置を変更することができるなどの、作業性が格段に向上する。さらに、位置同定出力部22Eを設けることで、ダイレクト操作装置2の位置を自動的に同定することができ、センサ22Bのセンサ座標系とロボット1のロボット座標系との間の同次変換行列を一意に決定することができる。40

【0011】

ロボット1は制御装置10によって制御される。

制御装置10は、ダイレクト操作装置2の操作信号を受信する無線受信部10aと、操作棒4のイネーブルスイッチ4C1と非常停止スイッチ4C2の出力信号を入力して制御するスイッチ信号監視部10fと、スイッチ信号監視部10fの出力に応じてサーボ動力の遮断を行うサーボ遮断回路10gと、ダイレクト操作装置2の取り付け位置同定出力部(図3の22E)の出力に応じて、センサ22Bの取り付け方向を決定して座標変換を50

実行する座標変換部 10 b と、力センサ 22 B の出力に応じて操作位置指令量を生成するインピーダンス制御部 10 c と、インピーダンス制御部 10 c の位置指令を入力して、位置速度制御処理を行う位置・速度制御部 10 d と、位置・速度制御部 10 d の出力に応じて、ロボット 1 の各関節部 11、12、13 にある各モータ M11、M12、M13 を電流制御するサーボアンプ部 10 e で構成される。

【0012】

ここでインピーダンス制御部 10 c のインピーダンスモデルは、以下のように表される。

【0013】

【数1】

10

$$F = M \ddot{x} + B \dot{x} + Kx \quad (\text{式1})$$

但し、F：力センサ 22 B の出力である接触力

M：慣性係数

B：粘性係数

K：バネ係数

従って、慣性係数 M と粘性係数 B、バネ係数 K を調整することで、ロボット 1 のダイレクト操作性能を調整することが出来る。

インピーダンス制御自体は公知技術であるため、これ以上の詳細な説明は割愛する。

20

【0014】

次に、図 1 の操作棒 4 について説明する。

操作棒 4 は F R P などの絶縁材料でできた棒であり、先端に鉤型形状の引っ掛け部 4 A があり、反対側近傍に操作部 4 C があり、操作部 4 C にはイネーブルスイッチ 4 C 1 と非常停止スイッチ 4 C 2 が設置されている。引っ掛け部 4 A と操作部 4 C の間の中間部分が取っ手 4 B となっている。

ダイレクト操作例としては、ダイレクト操作装置 2 のフック部 22 L に作業者 P が把持した操作棒 4 の先端に鉤型形状の引っ掛け部 4 A を引っ掛けてダイレクト操作を行う。ダイレクト操作装置 2 のフック部 22 L の回転機構としては、力センサ 22 B に円筒状ロッド 22 F のベース部 22 C が固定され、円筒状のロッド 22 F の軸中心周りに相対的に回転するロッド回転部 22 G がベース部に対して Z 軸周りに回転自在とする。また、ダイレクト操作装置 2 のフック部 22 L は回転部 22 G の X 軸方向に設けられた穴に貫通し、X 軸周りに回転自在とする。

30

作業者 P がダイレクト操作を行いたい場合、操作棒 4 の先端部 4 A をダイレクト操作装置 2 のフック部 22 L に引っ掛けて引き回し操作することで、回転部 22 G が 2 自由度の回転機構を備えているため、操作棒 4 側に無理な力が作用することなく、操作棒 4 の作用力に倣う方向を維持したまま並進方向の操作力を正確に力センサ 22 B に伝達することが可能となる。このように回転自在のフック機構であるため、絶縁を有した操作棒の着脱が容易で、かつ作業者の操作力を確実に伝達することが可能となる。また、絶縁性操作棒 4 により絶縁性が確実に確保されるため、極めて安全であり、またケーブルがないため耐久性と信頼性が増す。

40

また、作業者 P が把持する把持部 4 B の近傍の操作部 4 C にあるイネーブルスイッチ 4 C 1 のオンで動作開始し、オフで動作中止する。また、非常停止スイッチ 4 C 2 は非常のために設けられた停止スイッチである。

【0015】

次に、作業者 P が操作装置 2 を用いてロボット 1 をダイレクト操作する過程を通して本発明の実施の形態をより詳細に説明する。

作業者 P は、図 1 においてロボット 1 の下方に位置してロボット 1 をダイレクト操作する。この場合、作業者 P は、配電作業で発生する 6000 V 以上の電圧がある活線作業においては、絶縁性を確保するために、F R P などの絶縁素材で構成された操作棒 4 を把持

50

して、ロボット1のフック部22Lに、操作棒4の引っ掛け部4Aを掛けて、所望の操作方向に操作力を作用させる。

操作力は力センサ22Bで検出され、検出信号は、無線通信部22Dを介して、制御装置10の座標変換部10bに送られる。送られた検出信号は位置同定出力部22Eの出力結果に応じて、公知技術である同次変換行列により座標変換処理され、インピーダンス制御部10cに入力され、位置修正量が、位置速度制御部10dに入力される。

但しこの場合、イネーブルスイッチ4C1が押された時に、サーボ遮断回路10gが無効となり、インピーダンス制御部10cの出力が位置速度制御部10dに入力され、サーボアンプ10eへ電流指令が出力され、ロボット1が動作可能となる。作業者Pが異常を感じてイネーブルスイッチ4C1をオフすれば、サーボ遮断回路10gが有効となり、ハードブレーキがONされた状態となり、ロボット1は動作せずに、作業者Pの安全性を確保することができる。このように、絶縁性操作棒4の手元にイネーブルスイッチ4C1と非常停止スイッチ4C2を備えているため、非常に安全な操作手段となっている。
10

以上述べたように、ロボットのダイレクト操作装置において、2自由度の回転機構を備えているため、操作棒4側に無理な力が作用することなく、操作棒4の作用力に倣う方向を維持したまま並進方向の操作力を正確に力センサ22Bに伝達することが可能となり、実際の配電作業での適用に耐えうる安全性の高いダイレクト操作装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明に係るダイレクト操作装置を使用した配電作業用ロボットを作業者が操作する様子を示すロボットシステム全体の構成図である。
20

【図2】基部に固定された3個の第1コネクタ部を説明する図で、(イ)は基部の長さ方向に直角な断面図、(ロ)は3個の第1コネクタ部をそれぞれ正面側から見た正面図で、(ロ-a)、(ロ-b)、(ロ-c)はそれぞれ第1コネクタ部の正面図である。

【図3】図2の3個の第1コネクタ部のいずれかに接続固定される第2コネクタ部を説明する図で、(a)は正面図、(b)は(a)のA-A線で切った断面図である。

【符号の説明】

【0017】

1 ロボット

11、12、13 ロボット関節部

M11、M12、M13 モータ

1F ロボット側フランジ

10 制御装置

10a 無線受信部

10b 座標変換部

10c インピーダンス制御部

10d 位置・速度制御部

10e サーボアンプ部

10f スイッチ信号監視部

10g サーボ遮断回路

2 ダイレクト操作装置

2F ダイレクト操作装置側フランジ

20 基部

21、21a、21b、21c 第1コネクタ部(雄コネクタ)

21a1、21b1、21c1 矩形断面の差込ピン

21a2、21b2、21c2 円形断面の差込ピン

22 第2コネクタ部(雌コネクタ)

22A 接合部

10

20

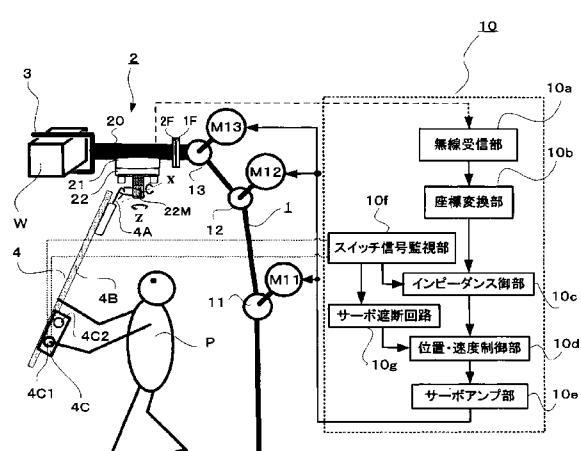
30

40

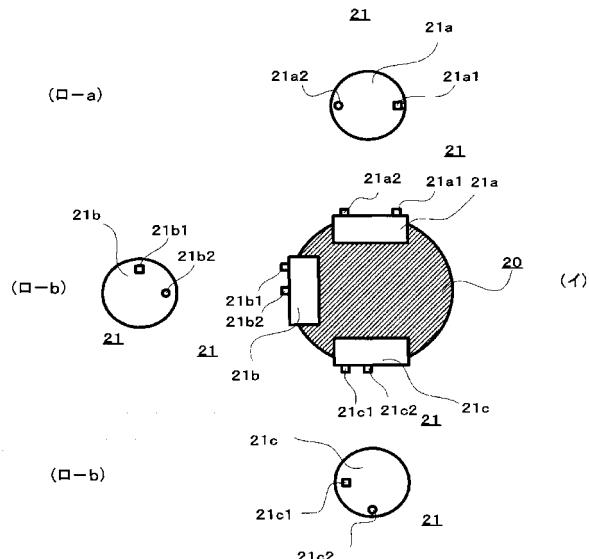
50

2 2 B	力センサ部	
2 2 C	ベース部	
2 2 D	無線通信部	
2 2 E	取り付け位置同定出力部（スイッチングデータ処理部）	
2 2 F	円筒状ロッド	
2 2 G	ロッド回転部	
2 2 L	フック部	
2 2 1	矩形断面の嵌着孔	
2 2 a 2、2 2 b 2、2 2 c 2	円形断面の嵌着孔	
2 2 1 k、2 2 a k、2 2 b k、2 2 c k	圧電スイッチ	10
2 2 M	LED（発光ダイオード）	
3	ハンド	
4	操作棒	
4 A	引っ掛け部	
4 B	取っ手	
4 C	操作部	
4 C 1	イネーブルスイッチ	
4 C 2	非常停止スイッチ	
W	部品	
P	作業者	20

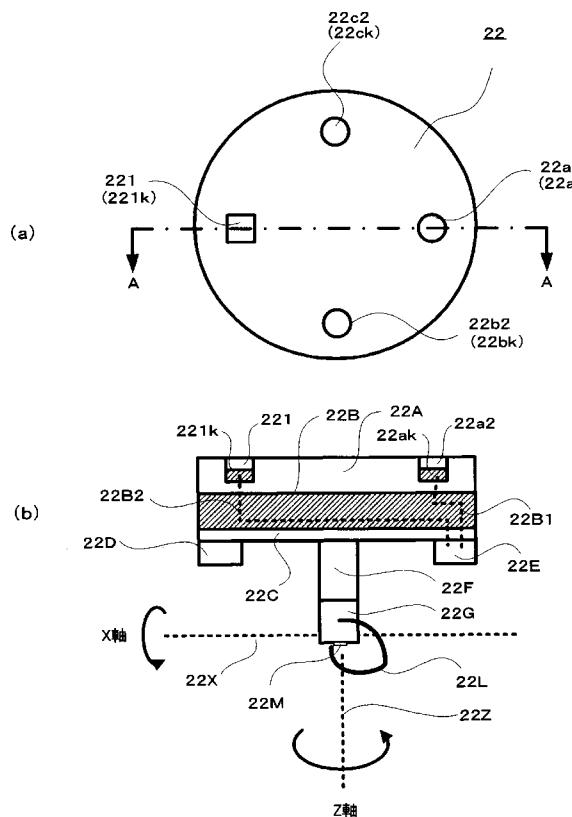
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 橋口 幸男
福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内
(72)発明者 小野 勉
福岡県福岡市中央区渡辺通二丁目1番82号 九州電力株式会社内
(72)発明者 野田 世希
福岡県福岡市中央区渡辺通二丁目1番82号 九州電力株式会社内

審査官 松浦 陽

(56)参考文献 特開平09-076183(JP,A)
特開平09-150382(JP,A)
特開平11-277470(JP,A)
特開平01-103279(JP,A)
実開平05-053878(JP,U)
特開平04-040506(JP,A)
特開平05-324020(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B25J 1/00 - 21/02