

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7546100号
(P7546100)

(45)発行日 令和6年9月5日(2024.9.5)

(24)登録日 令和6年8月28日(2024.8.28)

(51)国際特許分類

F I

A 6 1 B 10/02 (2006.01)

A 6 1 B 10/02 1 3 0

B 2 5 J 11/00 (2006.01)

B 2 5 J 11/00 C

請求項の数 15 (全25頁)

(21)出願番号	特願2023-73227(P2023-73227)	(73)特許権者	304039548
(22)出願日	令和5年4月27日(2023.4.27)		コリア・インスティテュート・オブ・サ
(65)公開番号	特開2023-165643(P2023-165643		イエンス・アンド・テクノロジー
	A)		大韓民国, ソウル 1 3 6 - 7 9 1 , ソ
(43)公開日	令和5年11月16日(2023.11.16)		ンブック - ク, ファランノ 1 4 - ギル 5
審査請求日	令和5年4月27日(2023.4.27)	(74)代理人	110000338
(31)優先権主張番号	10-2022-0055142		弁理士法人 H A R A K E N Z O W O R
(32)優先日	令和4年5月4日(2022.5.4)		L D P A T E N T & T R A D E M A
(33)優先権主張国・地域又は機関	韓国(KR)		R K
		(72)発明者	キム, ケリ
			大韓民国, 0 2 7 9 2 , ソウル, ソンブ
			ック - ク, ファラン - ロ 1 4 - ギル, 5
		(72)発明者	キム, ジョンユル
			大韓民国, 0 2 7 9 2 , ソウル, ソンブ
			ック - ク, ファラン - ロ 1 4 - ギル, 5
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 非対面検体採取のための検体採取ロボットシステム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

スワブで被検者の検体採取を行い、検体採取したスワブを試薬チューブに入れる過程を含む検体採取プロセスを行うための検体採取ロボットシステムであって、

グリッパとロボットアームを備えるロボットを含み、

前記グリッパは、同じ把持部を用いて、直径が異なる物体を把持可能に構成され、
前記ロボットは、前記グリッパの交換なしに、前記スワブと前記試薬チューブを選択的に把持して、前記検体採取プロセスを進行することを特徴とする検体採取ロボットシステム。

【請求項 2】

前記グリッパは、
中空の第 1 ドラムと、
前記第 1 ドラムに連結される中空の第 2 ドラムと、
前記第 1 ドラムと前記第 2 ドラムの中空内で、それぞれ前記第 1 ドラム及び前記第 2 ドラムに跨るように固定された複数のバンドを含み、
前記第 1 ドラムと前記第 2 ドラムは互いに相対回転可能であり、
前記第 1 ドラムと前記第 2 ドラムとの相対回転により、前記複数のバンドが互いにねじれながら、前記中空内に進入した物体を締め付けて固定することを特徴とする請求項 1 に記載の検体採取ロボットシステム。

【請求項 3】

前記グリッパは、
前記第 1 ドラムに対向する反対側で前記第 2 ドラムに連結される第 3 ドラムと、
前記第 2 ドラムと前記第 3 ドラムの中空内で、それぞれ前記第 2 ドラム及び前記第 3 ドラムに跨るように固定される複数のバンドを含み、
前記第 2 ドラムと前記第 3 ドラムは互いに相対回転可能であり、
前記第 1 ドラムと前記第 2 ドラムが相対回転し、前記第 2 ドラムと前記第 3 ドラムが相対回転して、前記第 2 ドラムを中心に 2 段のバンドのねじれ構造が形成されることを特徴とする請求項 2 に記載の検体採取ロボットシステム。

【請求項 4】

前記複数のバンドはそれぞれ、前記第 1 ドラム、前記第 2 ドラム、及び前記第 3 ドラムの全てに跨るように形成され、

10

前記第 2 ドラムは固定された前記第 1 ドラム及び前記第 3 ドラムに対して回転することを特徴とする請求項 3 に記載の検体採取ロボットシステム。

【請求項 5】

前記第 3 ドラムの一端部は閉鎖され、
閉鎖された前記第 3 ドラムの一端部には前記中空内に進入した物体の接触を検知するセンサが形成され、

前記物体の接触が前記センサにより検知されると、前記第 1 ドラムと前記第 2 ドラムが相対回転し、前記第 2 ドラムと前記第 3 ドラムが相対回転することを特徴とする請求項 4 に記載の検体採取ロボットシステム。

20

【請求項 6】

前記第 1 ドラムと前記第 2 ドラムとの相対回転角、及び前記第 2 ドラムと前記第 3 ドラムとの相対回転角が、前記スワブ及び前記試薬チューブの直径によって予め決められていることを特徴とする請求項 5 に記載の検体採取ロボットシステム。

【請求項 7】

前記複数のバンドは、厚さより大きい幅を有し、弾性材質からなることを特徴とする請求項 6 に記載の検体採取ロボットシステム。

【請求項 8】

前記ロボットは、
前記ロボットアームに装着されて、前記グリッパの姿勢及び位置を変更するように構成されたエンドエフェクタを更に含むことを特徴とする請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載の検体採取ロボットシステム。

30

【請求項 9】

前記エンドエフェクタは、
前記グリッパの配向角度を調節する姿勢変更モジュールと、
前記グリッパを回転させる回転モジュールと、
前記グリッパを前後進移動させる挿入モジュールと、
前記グリッパを前記前後進方向に垂直な平面内で前後左右方向に移動させる並進モジュールを含むことを特徴とする請求項 8 に記載の検体採取ロボットシステム。

【請求項 10】

40

前記姿勢変更モジュールは前記グリッパに連結され、
前記回転モジュールは前記姿勢変更モジュールに連結されて、前記姿勢変更モジュールを回転させ、

前記挿入モジュールは前記回転モジュールに連結されて、前記回転モジュールを前後進移動させ、

前記並進モジュールは前記挿入モジュールに連結されて、挿入モジュールを前記前後進方向に垂直な平面内で前後左右方向に移動させることを特徴とする請求項 9 に記載の検体採取ロボットシステム。

【請求項 11】

前記ロボットアームは、

50

ベースと、

前記ベースに対して回転可能な第 1 リンクと、

前記第 1 リンクに対して回転可能であり、前記エンドエフェクタが装着される第 2 リンクを含むことを特徴とする請求項 10 に記載の検体採取ロボットシステム。

【請求項 12】

前記ロボットが設けられる検査ブースを更に含み、

前記検査ブースは、棚と、前記棚の上方で第 1 方向に延びるビームを備え、

前記ロボットアームは、前記ビームに沿って直線移動するベースと、前記ベースに直列に連結される複数のリンクを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の検体採取ロボットシステム。

10

【請求項 13】

前記棚の上には、

前記スワブを取り付けるスワブ取付台と、

前記試薬チューブを取り付ける入力チューブ取付台と、

前記試薬チューブの蓋を開封するチューブ処理装置と、

検体採取に使用されたスワブを入れる試薬チューブを取り付ける出力チューブ取付台が配置され、

前記検体採取プロセスが進行する間、前記グリッパが前記入力チューブ取付台、前記チューブ処理装置、前記スワブ取付台、被検者、前記チューブ処理装置及び前記出力チューブ取付台を順に経るように、前記ロボットアームが動作することを特徴とする請求項 12 に記載の検体採取ロボットシステム。

20

【請求項 14】

前記スワブ取付台、前記入力チューブ取付台及び前記出力チューブ取付台は、前記第 1 方向に直交する第 2 方向に前記ビームの後方に配置され、

前記チューブ処理装置は前記第 2 方向に前記ビームの前方に配置されて、

前記検体採取プロセスが進行する間、前記ロボットアームが前記ビームを中心にスイング動作することを特徴とする請求項 13 に記載の検体採取ロボットシステム。

【請求項 15】

前記棚の上には、前記スワブ取付台で把持したスワブを紫外線消毒するための消毒装置が更に配置され、

30

前記グリッパの本体は、前記消毒装置の入口部を塞ぐ形状及び大きさに形成されることを特徴とする請求項 13 又は 14 に記載の検体採取ロボットシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は検体採取ロボットシステムに関するもので、より詳細には、非対面の環境でウイルスや細菌の検体採取プロセスを自動的に実行又は補助することができるロボットシステムに関するものである。

[国家支援研究開発に関する説明]

本研究は、国家科学技術研究会の主管下で韓国科学技術情報通信部の実用化型融合研究団事業（非対面迅速選別診療システムの開発；課題固有番号：1711151313号）の支援によって行われたものである。

40

【背景技術】

【0002】

細菌やウイルス感染による呼吸器疾患を判定するためには、被検者の鼻腔や口腔にスワブ（swab）を挿入して検体を採取する検体採取方法が用いられている。

【0003】

このような検体採取方法は、医療スタッフにより直接行われている。一般に、医療スタッフは、片手でスワブを握って被検者の鼻腔などから検体を採取し、他の手で握った試薬が入れられたチューブ（「試薬チューブ」）に検体したスワブを折り畳んで入れた後、試

50

薬チューブの蓋を閉じて所定の取付け位置に載置する方式で検体採取を行う。

【0004】

このように、医療スタッフが直接対面して検体採取を行う場合、検体を採取する過程で医療スタッフが感染する二次感染被害が発生する恐れがある。また、パンデミック状況などのように、多数の被検者の検査を要する場合は、医療スタッフの疲労が蓄積される。

【0005】

このような問題が認識されるにつれて、ロボットを用いたいくつかの非対面検体採取ロボットシステムが提案されている。

【0006】

例えば、特許文献1には、自動化された検体採取ロボットシステムが提案されている。

10

【0007】

特許文献1では、地面に取付けられ、関節の回転(rotation)を用いて動作する、所謂「R_yR_hR_h方式」のロボットアーム(検体ロボットアーム)を用いて、スワブを把持して検体採取を行う。更に、地面に取付けられ、関節の回転を用いて動作するロボットアーム(試薬チューブ搬送用のロボットアーム)を別に備えて、試薬チューブの搬送などを行う。

【0008】

検体ロボットアームと試薬チューブ移送ロボットアームは両方とも地面(底)にベースを載置し、水平回転して動作する形態である。従って、特許文献1で検体採取ロボットシステムを構成するためには、非常に広い面積の作業空間が必要である。

20

【0009】

即ち、特許文献1では、2つのロボットアームを用いて検体採取プロセスを進行するため、2つのロボットアームを設置する空間や、2つのロボットアームの干渉を避けるための作業領域を確保するに必要とする空間が非常に広くなるようになる。

【0010】

また、特許文献1では、検体採取プロセスを進行するために、2つのロボットアームを用いることが必須であるため、システムの構造及び制御が複雑になり、必要なコストが増加する。なお、正確な検体経路を把握するには限界がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0011】

【文献】中国実用新案登録第212553870号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

本開示は、前述した従来技術の問題点を解決するためになされたものであり、単一のロボット(ロボットアーム)を用いて空間活用性を極大化できる検体採取ロボットシステムを提供することにその目的がある。

【課題を解決するための手段】

【0013】

40

本開示の一側面によれば、スワブで被検者の検体採取を行い、検体採取したスワブを試薬チューブに入れる過程を含む検体採取プロセスを行うための検体採取ロボットシステムであって、グリッパとロボットアームを備えるロボットを含み、前記グリッパは、同じ把持部を用いて、直径が相異なる物体を把持可能に構成され、前記ロボットは、前記グリッパの交換なしに、前記スワブと前記試薬チューブを選択的に把持して、前記検体採取プロセスを進行することを特徴とする検体採取ロボットシステムが提供される。

【0014】

一実施形態によれば、前記グリッパは、中空の第1ドラムと、前記第1ドラムに連結される中空の第2ドラムと、前記第1ドラムと前記第2ドラムの中空内で、それぞれ前記第1ドラム及び前記第2ドラムに跨るように固定された複数のバンドを含み、前記第1ドラ

50

ムと前記第 2 ドラムは互いに相対回転可能であり、前記第 1 ドラムと前記第 2 ドラムとの相対回転により、前記複数のバンドが互いにねじれながら、前記中空内に進入した物体を締め付けて固定することが好ましい。

【 0 0 1 5 】

一実施形態によれば、前記グリッパは、前記第 1 ドラムに対向する反対側で前記第 2 ドラムに連結される第 3 ドラムと、前記第 2 ドラムと前記第 3 ドラムの中空内で、それぞれ前記第 2 ドラム及び前記第 3 ドラムに跨るように固定される複数のバンドを含み、前記第 2 ドラムと前記第 3 ドラムは互いに相対回転可能であり、前記第 1 ドラムと前記第 2 ドラムが相対回転し、前記第 2 ドラムと前記第 3 ドラムが相対回転して、前記第 2 ドラムを中心に 2 段のバンドのねじれ構造が形成されることが好ましい。

10

【 0 0 1 6 】

一実施形態によれば、前記複数のバンドはそれぞれ、前記第 1 ドラム、前記第 2 ドラム、及び前記第 3 ドラムの全てに跨るように形成され、前記第 2 ドラムは固定された前記第 1 ドラム及び前記第 3 ドラムに対して回転することが好ましい。

【 0 0 1 7 】

一実施形態によれば、前記第 3 ドラムの一端部は閉鎖され、閉鎖された前記第 3 ドラムの一端部には前記中空内に進入した物体の接触を検知するセンサが形成され、前記物体の接触が前記センサにより検知されると、前記第 1 ドラムと前記第 2 ドラムが相対回転し、前記第 2 ドラムと前記第 3 ドラムが相対回転することが好ましい。

【 0 0 1 8 】

一実施形態によれば、前記第 1 ドラムと前記第 2 ドラムとの相対回転角、及び前記第 2 ドラムと前記第 3 ドラムとの相対回転角が、前記スワブ及び前記試薬チューブの直径によって予め決められていることが好ましい。

20

【 0 0 1 9 】

一実施形態によれば、前記複数のバンドは、厚さより大きい幅を有し、弾性材質からなることが好ましい。

【 0 0 2 0 】

一実施形態によれば、前記ロボットは、前記ロボットアームに装着されて、前記グリッパの姿勢及び位置を変更するように構成されたエンドエフェクタを更に含むことが好ましい。

30

【 0 0 2 1 】

一実施形態によれば、前記エンドエフェクタは、前記グリッパの配向角度を調節する姿勢変更モジュールと、前記グリッパを回転させる回転モジュールと、前記グリッパを前後進移動させる挿入モジュールと、前記グリッパを前記前後進方向に垂直な平面内で前後左右方向に移動させる並進モジュールを含むことが好ましい。

【 0 0 2 2 】

一実施形態によれば、前記姿勢変更モジュールは前記グリッパに連結され、前記回転モジュールは前記姿勢変更モジュールに連結されて、前記姿勢変更モジュールを回転させ、前記挿入モジュールは前記回転モジュールに連結されて、前記回転モジュールを前後進移動させ、前記並進モジュールは前記挿入モジュールに連結されて、挿入モジュールを前記前後進方向に垂直な平面内で前後左右方向に移動させることが好ましい。

40

【 0 0 2 3 】

一実施形態によれば、前記ロボットアームは、前記ベースに対して回動可能な第 1 リンクと、前記第 1 リンクに対して回転可能であり、前記エンドエフェクタが装着される第 2 リンクを含むことが好ましい。

【 0 0 2 4 】

一実施形態によれば、前記ロボットが設けられる検査ブースを更に含み、前記検査ブースは、棚と、前記棚の上方で第 1 方向に延びるビームを備え、前記ロボットアームは、前記ビームに沿って直線移動するベースと、前記ベースに直列に連結される複数のリンクを含むことが好ましい。

50

【 0 0 2 5 】

一実施形態によれば、前記棚の上には、前記スワブを取り付けるスワブ取付台と、前記試薬チューブを取り付ける入力チューブ取付台と、前記試薬チューブの蓋を開封するチューブ処理装置と、検体採取に使用されたスワブを入れる試薬チューブを取り付ける出力チューブ取付台が配置され、前記検体採取プロセスが進行する間、前記グリッパが前記入力チューブ取付台、前記チューブ処理装置、前記スワブ取付台、被検者、前記チューブ処理装置及び前記出力チューブ取付台を順に経るように、前記ロボットアームが動作することが好ましい。

【 0 0 2 6 】

一実施形態によれば、前記スワブ取付台、前記入力チューブ取付台及び前記出力チューブ取付台は、前記第 1 方向に直交する第 2 方向に前記ビームの後方に配置され、前記チューブ処理装置は前記第 2 方向に前記ビームの前方に配置されて、前記検体採取プロセスが進行する間、前記ロボットアームが前記ビームを中心にスイング動作することが好ましい。

10

【 0 0 2 7 】

一実施形態によれば、前記棚の上には、前記スワブ取付台で把持したスワブを紫外線消毒するための消毒装置が更に配置され、前記グリッパの本体は、前記消毒装置の入口部を塞ぐ形状及び大きさに形成されることが好ましい。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 8 】

本開示の検体採取ロボットシステムによれば、グリッパとロボットアームを備える単一のロボットを用いて空間活用性を極大化できる。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 9 】

【 図 1 】 本開示の一実施形態に係るロボットシステムの平面図である。

【 図 2 】 図 1 のロボットシステムの側面図である。

【 図 3 A 】 図 1 のロボットシステムをなす構成の大きさ設定に関する一例を示す概略図である。

【 図 3 B 】 図 1 のロボットシステムをなす構成の大きさ設定に関する他の例を示す概略図である。

【 図 4 】 一実施形態に係るエンドエフェクタの初期状態を示す図である。

30

【 図 5 】 図 4 のエンドエフェクタの並進モジュールを示す図である。

【 図 6 】 図 4 のエンドエフェクタを用いてグリッパを前進移動させた状態を示す図である。

【 図 7 】 図 4 のエンドエフェクタを用いてグリッパの姿勢を変更した状態を示す図である。

【 図 8 】 一実施形態に係るグリッパを示す図である。

【 図 9 A 】 図 8 のグリッパの内部構造及び動作を説明するための概略図であり、グリッパが初期状態にある。

【 図 9 B 】 図 9 A と同様の概略図であり、グリッパが移動することを示す。

【 図 9 C 】 図 9 A と同様の概略図であり、グリッパが更に前進することを示す。

【 図 9 D 】 図 9 A と同様の概略図であり、バンドのねじれ構造が形成されることを示す。

【 図 1 0 】 図 8 のグリッパの内部構造を説明するための図である。

40

【 図 1 1 】 図 8 のグリッパでスワブを把持した様子を示す図である。

【 図 1 2 】 図 8 のグリッパで試薬チューブを把持した様子を示す図である。

【 図 1 3 】 図 1 のロボットシステムによる検体採取プロセスの進行手順を説明する図である。

【 図 1 4 】 一実施形態に係る消毒装置の概略的な構成を示す図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 3 0 】

以下、本開示の好ましい実施形態について添付した図面を参照して説明する。本開示は図面に示された実施形態を参照して説明するが、これは一実施形態として説明するものであり、これによって本開示の技術的思想とその核心構成及び作用が限定されるわけではない。

50

【 0 0 3 1 】

図 1 は本開示の一実施形態に係る検体採取ロボットシステム（以下、単に「ロボットシステム」と称する場合がある）1 の概略図である。

【 0 0 3 2 】

本実施形態に係るロボットシステム 1 は検体採取プロセスを行う。本明細書において、「検体採取プロセス」は、初期位置に置かれた未使用のスワブと試薬チューブを把持して設定された検査位置に移して被検者の検体採取を行い、検体採取したスワブ（の全体又は一部）を試薬チューブに入れた後、スワブを入れた試薬チューブを最終位置に置き換えることまでの一連の過程をいう。初期位置にスワブと試薬チューブをセットし、最終位置で試薬チューブを疾病確認検査場所へ移送乃至搬出する過程は「検体採取プロセス」に含まれないと意図した。ここで、初期位置及び最終位置は検査ブース内の位置に限定されず、検査ブース内外の任意の場所になり得る。

10

【 0 0 3 3 】

図 1 を参照すると、本実施形態に係るロボットシステム 1 は、1 台のロボット 2 0 と、ロボット 2 0 が設けられる検査ブース 1 0 を含む。

【 0 0 3 4 】

検査ブース 1 0 は底から所定の高さに形成される棚 1 4（図 2 参照）と、棚 1 4 の四隅に直立する柱フレーム 1 2 と、柱フレーム 1 2 の上端に設けられる四角形の上部フレーム 1 1 を含む。

【 0 0 3 5 】

また、検査ブース 1 0 は棚 1 4 の上面で所定の高さに離間し、図 1 において X 軸方向（第 1 方向）に延びるビーム 1 3 を備える。

20

【 0 0 3 6 】

ビーム 1 3 は上部フレーム 1 1 で Y 軸方向に延びる 2 つの対向するフレームにわたって形成されてもよい。或いは、Y 軸方向に延びる 2 つの対向するフレームよりも低い高さに Y 軸方向に延びる補助フレームを設け、当該補助フレームに跨るようにビーム 1 3 を設けてもよい。

【 0 0 3 7 】

本明細書において、X 軸方向（第 1 方向）、Y 軸方向（第 2 方向）及び Z 軸方向（第 3 方向）は互いに直交して空間を定義する方向にあるが、互いに直交する相対的な方向を意味するものであり、ある絶対座標系を定義する方向はない。

30

【 0 0 3 8 】

本明細書においては、空間活用の極大化と迅速な動作の側面において、Y 軸方向（第 2 方向）を被検者 P がロボットシステム 1 を見ている方向として規定している。

【 0 0 3 9 】

本実施形態に係るロボット 2 0 は検査ブース 1 0 のビーム 1 3 に設けられて、棚 1 4 の上方に吊り下げられた構造を有する。

【 0 0 4 0 】

図 2 は一実施形態に係るロボット 2 0 の設置様子を示す図である。図 2 では図示の便宜上、ビーム 1 3 を除いた検査ブース 1 0 の全てのフレームは図示が省略されている。

40

【 0 0 4 1 】

図 2 に示したように、ロボット 2 0 は、ビーム 1 3 に設けられるロボットアーム 2 0 0 と、ロボットアーム 2 0 0 の端部に設けられるエンドエフェクタ 3 0 0 と、エンドエフェクタ 3 0 0 に設けられるグリッパ 4 0 0 を含む。

【 0 0 4 2 】

エンドエフェクタ 3 0 0 は、ロボットアーム 2 0 0 の端部に装着され、グリッパ 4 0 0 の姿勢及び位置を変更するように構成される。グリッパ 4 0 0 はスワブ S と試薬チューブ U を選択的に把持可能である。

【 0 0 4 3 】

エンドエフェクタ 3 0 0 及びグリッパ 4 0 0 については後で更に詳細に説明し、ここで

50

はロボットアーム 200 についてまず説明する。

【0044】

図2を参照すると、ロボットアーム200はビーム13に装着されるベース210と、ベース210に直列に連結される複数のリンク220、230を備える。本実施形態において、第1リンク220がベース210に回動可能に連結され、第2リンク230が第1リンク220に回動可能に連結される。

【0045】

ベース210はビーム13に装着されて、ビーム13に沿ってX軸方向に直線移動可能である。ベース210は、ビーム13の上方でビーム13に寄せられる移動部211と、ビーム13の下方に配置されて第1リンク220を回動可能に固定する基端部212、及び移動部211と基端部212を連結固定する連結部213を含む。

10

【0046】

移動部は駆動装置（図示せず）によって駆動され、ビーム13が延びる方向にビーム13に沿って摺動可能に設けられる。従って、ベース210全体（即ち、ロボットアーム200）がビーム13に沿って直線移動可能である。

【0047】

基端部212には第1リンク220の一端部が連結される。第1リンク220は基端部212に対して第1軸S1を中心に回動可能に連結される。基端部212には第1リンク220を回動運動させるための駆動装置（例えば、サーボモータ）（図示せず）が連結されている。

20

【0048】

第1リンク220の他端部には第2リンク230の一端部が連結される。第2リンク230は第1リンク220に対して第2軸S2を中心に回転可能に連結される。第1リンク220と第2リンク230の連結部位には第1リンク220に対して第2リンク230を回動運動させるための駆動装置（例えば、サーボモータ）（図示せず）が連結されている。本実施形態において、第1軸S1と第2軸S2は互いに平行である。

【0049】

第2リンク230の他端部にはエンドエフェクタ300が接続可能な接続部231が形成され、接続部231にはエンドエフェクタ300の一端部が接続されて固定される。本実施形態によれば、エンドエフェクタ300は第2リンク230に対して相対的な運動を行わず、第2リンク230の動きに応じてエンドエフェクタ300全体の姿勢及び位置が変更されるようになっている。

30

【0050】

本実施形態に係るロボットアーム200は1つの並進運動（直線運動）と2つの回転運動を有する、所謂「 $R_y R_h T_h$ 方式」のマニピュレータ構造を有する。このような「 $R_y R_h T_h$ 方式」のロボットアームは、前述した従来の「 $R_y R_h R_h$ 方式」のロボットアームに比べ、作業半径に対して必要とする長さの補償が少ない。従って、作業ブース10の大きさを減らすことができ、ロボットアームをなすリンクの長さを短くすることができる。加えて、作業半径をより多様にデザインすることができる。

【0051】

40

図3A及び図3Bはロボットアーム200に対するリンクの長さと、作業ブース10の大きさ選定について説明するための概略図である。図3A及び図3Bではロボットアーム200の構成を簡略化している。

【0052】

図3Aは被検者Pの身長が最大身長（約190cm）の場合を示し、図3Bは被検者Pの身長が最小身長（約150cm）の場合を示す図である。本実施形態において、被検者Pは立っている姿勢で検査を受ける。

【0053】

第1リンク220及び第2リンク230の長さをそれぞれ l_1 及び l_2 とする。図3A（最大身長）において、第1リンク220が水平面となすジョイント角度を θ_{11} とし、

50

第 1 リンク 2 2 0 と第 2 リンク 2 3 0 がなす角度を θ_{12} とする。図 3 B (最小身長) に
おいて、第 1 リンク 2 2 0 が水平面となすジョイント角度を θ_{21} とし、第 1 リンク 2 2
0 と第 2 リンク 2 3 0 がなす角度を θ_{22} とする。

【 0 0 5 4 】

このようなジオメトリ下で、下記式 (1) ~ (4) を満たす l_1 、 l_2 、 θ_{11} 、 θ_{21}
を M a t l a b を通じて環境変数 H (ベースの線形駆動機) の高さ、D (採取位置までの
距離) を調整しながら非線形連立方程式を解いた。

【 0 0 5 5 】

【数 1】

$$l_1 \sin \theta_{11} + l_2 \sin 10^\circ + H = 1738 - 446 \sin 10^\circ \dots (1)$$

10

$$l_1 \cos \theta_{11} + l_2 \cos 10^\circ = D - 446 \cos 10^\circ \dots (2)$$

$$l_1 \sin \theta_{21} + l_2 \sin(-5^\circ) + H = 1372 - 446 \sin(-5^\circ) \dots (3)$$

$$l_1 \cos \theta_{21} + l_2 \cos(-5^\circ) = D - 446 \cos(-5^\circ) \dots (4)$$

20

【 0 0 5 6 】

抽出したデータのうち作業ブース 1 0 の大きさが最も小さくなる長さとして、 $l_1 = 3$
2 0 m m、 $l_2 = 8 0$ m m を選定することができ、ロボットアーム 2 0 0 とエンドエフェ
クタ 3 0 0 の作業半径を考慮すると、作業ブース 1 0 の大きさ [m m] を $1 2 0 0 \times 1 4$
 $6 0 \times 1 9 8 0$ に定めることができる。

【 0 0 5 7 】

即ち、本実施形態に係るロボットアーム 2 0 0 の構造を用いると、単に 1 2 0 0 m m の
幅を有する作業ブース 1 0 で検体採取プロセスの進行が可能である。そのため、非常に小
さな空間でもロボットシステム 1 を構成することができる。

30

【 0 0 5 8 】

また、比較的短い長さのリンクを用いて被検者の平均的な身長範囲を全てカバーできる
ロボット 2 0 を構成することができる。

【 0 0 5 9 】

なお、本実施形態によれば、作業ブース 1 0 上で上方に吊り下げられたロボットアーム
2 0 0 の構造を用いることで、被検者 P は椅子などに着座する必要なく、移動中に立っ
ている姿勢で直ちに検採体臭を受けることができるので、最適化された検査経路の設定が可
能である。

【 0 0 6 0 】

また、このようなロボットアーム 2 0 0 の構造を用いると、空間の小型化に加えて、空
間活用の最適化を達成することができる。

40

【 0 0 6 1 】

再び図 1 及び図 2 を参照すると、ロボットアーム 2 0 0 がビーム 1 3 によって上方に吊
り下げられた構造を有するので、棚 1 4 の上面である作業面 1 1 0 にはロボット 2 0 の設
置空間が不要となる。従って、棚 1 4 の作業面 1 1 0 に検体採取プロセスに必要な各種機
器や装置のみをコンパクト、且つ効率的に配置することができる。

【 0 0 6 2 】

図 1 に示したように、棚 1 4 の作業面 1 1 0 には、検体採取に用いるスワブ S を取り付
けるスワブ取付台 1 0 1 と、検査に用いる試薬チューブ U を取り付ける入力チューブ取付

50

台 1 0 2 と、検体採取に用いたスワブ S を入れた試薬チューブ U を取り付ける出力チューブ取付台 1 0 3 が配置される。スワブ取付台 1 0 1、入力チューブ取付台 1 0 2、及び出力チューブ取付台 1 0 3 は全て、ビーム 1 3 を基準にロボット 2 0 の後方に配置されている。

【 0 0 6 3 】

本実施形態によれば、スワブ取付台 1 0 1、入力チューブ取付台 1 0 2、及び出力チューブ取付台 1 0 3 は特別な装置や機械の構成がなく、単に複数のスワブ S 又は試薬チューブ U を取り付けることができる取付台である。

【 0 0 6 4 】

作業ブース 1 0 の後方には医療スタッフが作業ブース 1 0 内に接近できる開閉窓（図示せず）が形成されているので、これを通じて医療スタッフや補助作業員が手作業でスワブ取付台 1 0 1 及び入力チューブ取付台 1 0 2 にスワブ S 又は試薬チューブ U を補充し、出力チューブ取付台 1 0 3 の試薬チューブ U を引き出すことができる。

10

【 0 0 6 5 】

しかし、これに限定されるものではなく、コンベア装置などを用いて、スワブ S 又は試薬チューブ U を自動的に補充又は引き出すように構成してもよい。

【 0 0 6 6 】

前述したように、本実施形態においては、スワブ取付台 1 0 1、入力チューブ取付台 1 0 2 及び出力チューブ取付台 1 0 3 にスワブ S 又は試薬チューブ U を補充するか、それから引き出す作業は検体採取プロセスに含まれない。

20

【 0 0 6 7 】

一方、棚 1 4 の作業面 1 1 0 には、試薬チューブ U の蓋を開封するなどの準備処理を行うチューブ処理装置 1 0 5 と、スワブ S を紫外線殺菌 / 消毒するための消毒装置 1 0 4 と、軸状部を切断して残ったスワブ S の取っ手部分を廃棄する廃棄ボックス 1 0 6 が更に配置される。チューブ処理装置 1 0 5、消毒装置 1 0 4 及び廃棄ボックス 1 0 6 は全て、ビーム 1 3 を基準にロボット 2 0 の前方（被検者 P に近い側）に配置されている。

【 0 0 6 8 】

本実施形態によれば、チューブ処理装置 1 0 5 は試薬チューブ U を取付台に取り付けると、回転キャップ分離装置を用いて試薬チューブ U の蓋を開放するか、逆回転させて蓋を閉じる機能を行う。また、チューブ処理装置 1 0 5 はロボット 2 0 が検体採取を完了したスワブ S の軸状部をチューブ処理装置 1 0 5 上に置かれた試薬チューブ U の内部に入れると、試薬チューブ U の外側に延びたスワブ S の取っ手部分を切断するカッターも備える。

30

【 0 0 6 9 】

消毒装置 1 0 4 は L E D ランプを用いて U V 殺菌 / 消毒を行うことができる装置である（図 1 4 参照）。廃棄ボックス 1 0 6 は切り出したスワブ S の取っ手部分を集める部材であって、その構成は特に限定されない。

【 0 0 7 0 】

このように、本実施形態によれば、ロボット 2 0 を空中に設ける構造によって、ロボット 2 0 の設置に必要なスペースを節約することができ、その代わりにプロセスの進行に必要な各種構成を隣接してコンパクトに配置することができる。従って、空間活用性を極大化することができ、ロボットの動線を最適化することができる。

40

【 0 0 7 1 】

図 4 は一実施形態に係るエンドエフェクタ 3 0 0 の構成を示す図である。

【 0 0 7 2 】

図 4 を参照すると、エンドエフェクタ 3 0 0 はグリッパ 4 0 0 が連結される姿勢変更モジュール 3 3 0 と、姿勢変更モジュール 3 3 0 に連結されて姿勢変更モジュール 3 3 0 を回転させる回転モジュール 3 4 0 と、回転モジュール 3 4 0 に連結されて回転モジュール 3 4 0 を前後進移動させる挿入モジュール 3 2 0 と、挿入モジュール 3 2 0 に連結されて挿入モジュール 3 2 0 を前記前後進方向に垂直な平面内で前後左右方向に移動させる並進モジュール 3 1 0 を含む。

50

【 0 0 7 3 】

ここで、前後進方向において、前進方向はエンドエフェクタ 3 0 0 の長手方向における中心軸とスワブ S の延在方向が略一致する初期状態で、スワブ S のチップ部が向かう方向であり得、後進方向はその逆方向であり得る。

【 0 0 7 4 】

なお、前記前後左右方向において、前方向は図 4 の紙面に向かう方向であり得、後方向はその逆方向であり得る。左方向は図 4 において左方向であり得、右方向はその逆方向であり得る。ただし、前後左右方向はこれに限定されず、前後進方向に垂直な平面（即ち、図 4 の紙面に垂直な平面）内で互いに直交する任意の 4 方向を称することができる。

【 0 0 7 5 】

図 5 はエンドエフェクタ 3 0 0 の並進モジュール 3 1 0 を示す図である。図 5 及び他の図では並進モジュール 3 1 0 の基本的な構成のみを示したものであり、並進モジュール 3 1 0 は図示しないカバーにより内部が隠されることができる。

【 0 0 7 6 】

図 5 に示したように、並進モジュール 3 1 0 は略「L」字状のレールフレーム 3 1 1 と、略「L」字状に形成されるガイドフレーム 3 1 5 を含む。レールフレーム 3 1 1 とガイドフレーム 3 1 5 は略四角形状のフレーム構造を形成する。

【 0 0 7 7 】

四角形状のフレームには一辺のレールフレーム 3 1 1 と一辺のガイドフレーム 3 1 5 を連結する垂直ガイド 3 1 3 と、他辺のレールフレーム 3 1 1 と他辺のガイドフレーム 3 1 5 を連結する水平ガイド 3 1 4 が設けられる。垂直ガイド 3 1 3 と水平ガイド 3 1 4 は互いに高さの差を有して設けられる。

【 0 0 7 8 】

垂直ガイド 3 1 3 の端部 3 1 6 はそれぞれ、それに連結されるレールフレーム 3 1 1 及びガイドフレーム 3 1 5 に沿って移動可能に設けられる。水平ガイド 3 1 4 の端部 3 1 7 もやはり、それぞれに連結されるレールフレーム 3 1 1 及びガイドフレーム 3 1 5 に沿って移動可能に設けられる。

【 0 0 7 9 】

並進モジュール 3 1 0 は挿入モジュール 3 2 0 を固定するための円板状の接続部材 3 1 2 と、接続部材 3 1 2 の下端で水平ガイド 3 1 4 及び垂直ガイド 3 1 3 に結合される移動部材 3 1 8 を備える。

【 0 0 8 0 】

垂直ガイド 3 1 3 全体がそれに連結されたフレームに沿って左右方向に移動することによって、移動部材 3 1 8 及び接続部材 3 1 2 が左右方向に移動する。これにより、接続部材 3 1 2 に連結された挿入モジュール 3 2 0 が左右方向に移動する。

【 0 0 8 1 】

また、水平ガイド 3 1 4 全体がそれに連結されたフレームに沿って前後方向に移動することによって、移動部材 3 1 8 及び接続部材 3 1 2 が前後方向に移動する。これにより、接続部材 3 1 2 に連結された挿入モジュール 3 2 0 が前後方向に移動する。

【 0 0 8 2 】

このような移動部材 3 1 8 の移動は図示しないモータや油圧アクチュエータなどの駆動装置によって行われる。

【 0 0 8 3 】

再び図 4 を参照すると、挿入モジュール 3 2 0 は並進モジュール 3 1 0 の接続部材 3 1 2 に連結される円板状の接続部材 3 2 1 と、接続部材 3 2 1 の中央から垂直に延びる軸部材 3 2 2 と、軸部材 3 2 2 に沿って直線移動可能な移動部材 3 2 3 を含む。移動部材 3 2 3 は図示しないモータや油圧アクチュエータなどの駆動装置によって動作して軸部材 3 2 2 に沿って移動する。

【 0 0 8 4 】

移動部材 3 2 3 には回転モジュール 3 4 0 が固定される。移動部材 3 2 3 が軸部材 3 2

10

20

30

40

50

2 に沿って前後進移動することによって、回転モジュール 3 4 0 が共に軸部材 3 2 2 に沿って前後進移動する。

【 0 0 8 5 】

図 6 は移動部材 3 2 3 が前進移動した様子を示す図である。図 6 に示したように、移動部材 3 2 3 によって回転モジュール 3 4 0 が前後進移動すると、回転モジュール 3 4 0 の前方に結合された姿勢変更モジュール 3 3 0 も共に前後進移動する。これにより、姿勢変更モジュール 3 3 0 に結合されたグリッパ 4 0 0 とグリッパ 4 0 0 に把持されたスワブ S などの物体の前後進移動が可能である。

【 0 0 8 6 】

再び図 4 を参照すると、姿勢変更モジュール 3 3 0 はグリッパ 4 0 0 が装着される固定部 3 8 0 を 3 つの回転リンクにより支えている形態の球状並列機構 (S p h e r i c a l p a r a l l e l m e c h a n i s m) からなる。

【 0 0 8 7 】

姿勢変更モジュール 3 3 0 の第 1 回転リンクは回転モジュール 3 4 0 を取り囲む環状の回転部 3 7 0 と、回転部 3 7 0 から前方に延びる第 1 リンク 3 7 1 と、固定部 3 8 0 から固定部 3 8 0 の半径方向外側に延びる第 3 リンク 3 7 3 と、第 1 リンク 3 7 1 及び第 3 リンク 3 7 3 のそれぞれに対して回転可能に連結される第 2 リンク 3 7 2 を含む。第 2 リンク 3 7 2 は円弧状に形成され、一端部は第 1 リンク 3 7 1 に対して第 3 軸 S 3 を中心に回転し、他端部は第 3 リンク 3 7 3 に対して第 4 軸 S 4 を中心に回転可能に設けられる。第 3 軸 S 3 と第 4 軸 S 4 は互いに所定の鋭角をなすように配置されている。

【 0 0 8 8 】

回転モジュール 3 4 0 には第 1 ギア (図示せず) が回転可能に備えられ、回転部 3 7 0 の内面には第 1 ギアと噛み合うギアが形成されている。よって、第 1 ギアが回転すると、回転部 3 7 0 が回転モジュール 3 4 0 の中心軸を基準に回転する。

【 0 0 8 9 】

姿勢変更モジュール 3 3 0 の第 2 回転リンクは環状の回転部 3 6 0 と、回転部 3 6 0 から前方に延びる第 1 リンク 3 6 1 と、固定部 3 8 0 から固定部 3 8 0 の径方向外側に延びる第 3 リンク 3 6 3 と、第 1 リンク 3 6 1 及び第 3 リンク 3 6 3 のそれぞれに対して回転可能に連結された第 2 リンク 3 6 2 を含む。姿勢変更モジュール 3 3 0 の第 3 回転リンクは環状の回転部 3 5 0 と、回転部 3 5 0 から前方に延びる第 1 リンク 3 5 1 と、固定部 3 8 0 から固定部 3 8 0 の径方向外側に延びる第 3 リンク 3 5 3 と、第 1 リンク 3 5 1 及び第 3 リンク 3 5 3 のそれぞれに対して回転可能に連結される第 2 リンク 3 5 2 を含む。

【 0 0 9 0 】

回転モジュール 3 4 0 には第 2 ギア (図示せず) が回転可能に備えられ、第 2 回転リンクの回転部 3 6 0 の内面には第 2 ギアと噛み合うギアが形成されている。よって、第 2 ギアが回転すると、回転部 3 6 0 が回転モジュール 3 4 0 の中心軸を基準に回転する。また、回転モジュール 3 4 0 には第 3 ギア (図示せず) が回転可能に備えられ、第 3 回転リンクの回転部 3 5 0 の内面には第 3 ギアと噛み合うギアが形成されている。よって、第 3 ギアが回転すると、回転部 3 5 0 が回転モジュール 3 4 0 の中心軸を基準に回転する。

【 0 0 9 1 】

回転モジュール 3 4 0 の第 1 乃至第 3 ギアは回転モジュール 3 4 0 の前方に順次形成されている。回転モジュール 3 4 0 は第 1 乃至第 3 ギアをそれぞれ独立的に (速度と方向をそれぞれ独立して) 回転させることができる。即ち、回転モジュール 3 4 0 は姿勢変更モジュール 3 3 0 の第 1 回転リンク乃至第 3 回転リンクのそれぞれを独立的に回転させることができる。

【 0 0 9 2 】

姿勢変更モジュール 3 3 0 の第 1 回転リンク乃至第 3 回転リンクは回転モジュール 3 4 0 の第 1 乃至第 3 ギアの位置に対応して、その回転部の位置が長手方向に異なる点を除いて、その他の構成は実質的に同一である。

【 0 0 9 3 】

10

20

30

40

50

このような姿勢変更モジュール 330 及び回転モジュール 340 が形成する球状並列機構 (Spherical parallel mechanism) のマニピュレータ構造は公知されているので、ここでは更に詳細な説明は省略する。

【0094】

姿勢変更モジュール 330 の第 1 回転リンク乃至第 3 回転リンクの 3 つのリンク構造をそれぞれ制御することで、グリッパ 400 の配向角度 (姿勢) を変更することができる。

【0095】

図 7 はグリッパ 400 の姿勢が変更された様子を示す図である。回転モジュール 340 を用いて、例えば、第 2 回転リンクの回転部 360 と第 3 回転リンクの回転部 370 を互いに逆方向に回転させると、グリッパ 400 は一方向に斜めに操舵される。

10

【0096】

第 1 回転リンク乃至第 3 回転リンクを独立的に回転させて複合的な操舵を引き起こすことで、グリッパ 400 の移動方向を四方にすることが理解するべきである。

【0097】

一方、回転モジュール 340 を用いて姿勢変更モジュール 330 の第 1 回転リンク乃至第 3 回転リンクを同一の方向及び同一の速度で回転させると、グリッパ 400 は当該姿勢でグリッパ 400 の長手方向中心軸を中心に回転するようになる。

【0098】

即ち、回転モジュール 340 を用いて姿勢変更モジュール 330 を相対的な動きなしに回転させると、グリッパ 400 が回転するようになり、回転モジュール 340 を用いて姿勢変更モジュール 330 の相対的な動き (動作) を発生させると、グリッパ 400 の配向角度を変更することができる。

20

【0099】

本実施形態においては、並進モジュール 310、挿入モジュール 320、回転モジュール 340、及び姿勢変更モジュール 330 が順に直列に連結され、各モジュールの動作がその前方に連結されたモジュールに影響を与えて、最終的には、グリッパ 400 の前後進、前後左右移動、姿勢変更及び回転を引き起こすようになる。このような構成によって、エンドエフェクタ 300 の構成をコンパクト化することができる。

【0100】

ただし、エンドエフェクタ 300 が、グリッパ 400 の配向角度を調節する姿勢変更モジュールと、グリッパ 400 を回転させる回転モジュールと、グリッパ 400 を前後進移動させる挿入モジュールと、グリッパ 400 を前後進方向に垂直な平面内で前後左右方向に移動させる並進モジュールを含む限り、その構成は本実施形態に限定されない。

30

【0101】

図 8 は一実施形態に係るグリッパ 400 を示す図である。

【0102】

図 8 に示したように、グリッパ 400 は第 1 ドラム 410、第 2 ドラム 420、及び第 3 ドラム 430 が直列に結合されて、全体的にドラム状の本体を備える。

【0103】

第 1 ドラム 410 は中空に形成され、両端部が全て開口されている。第 2 ドラム 420 は中空に形成され、両端部が全て開口されている。第 3 ドラム 430 は中空に形成され、第 2 ドラム 420 が連結される一端部は開口され、他端部は閉鎖されている。

40

【0104】

第 1 ドラム 410 は、その内部の中空が第 2 ドラム 420 に連通するように連結され、第 1 ドラム 410 と第 2 ドラム 420 は同心軸線上で互いに相対回転可能である。

【0105】

第 3 ドラム 430 は、第 1 ドラム 410 に対向する反対側で第 2 ドラム 420 に連結される。第 3 ドラム 430 は、その内部の中空が第 2 ドラム 420 に連通するように連結され、第 2 ドラム 420 と第 3 ドラム 430 は同心軸線上で互いに相対回転可能である。

【0106】

50

本実施形態によれば、第 1 ドラム 4 1 0 と第 3 ドラム 4 3 0 は固定され、第 2 ドラム 4 2 0 が回転することで、第 1 ドラム 4 1 0 と第 2 ドラム 4 2 0 との間の相対回転、及び第 3 ドラム 4 3 0 と第 2 ドラム 4 2 0 との間の相対回転が引き起こされる。

【 0 1 0 7 】

図 8 に示したように、第 2 ドラム 4 2 0 の外面にはギア歯 4 2 1 が形成され、それと噛み合うギア 4 4 1 がモータ 4 4 0 により回転することで、第 2 ドラム 4 2 0 が回転するように構成されている。

【 0 1 0 8 】

一方、本実施形態に係るグリッパ 4 0 0 はバンドを用いて把持部を形成する。以下、図 9 A ~ 図 1 0 を参照して、これについて説明する。

【 0 1 0 9 】

図 9 A ~ 図 9 D はグリッパ 4 0 0 の内部構造及び動作を説明するための概略図であり、図 1 0 はグリッパ 4 0 0 の内部構造を説明するための図である。図 9 A ~ 図 9 D では、説明のためにグリッパ 4 0 0 の第 1 ドラム 4 1 0 乃至第 3 ドラム 4 3 0 を互いに離間した円板状に簡略化して示している。

【 0 1 1 0 】

図 9 A ~ 図 9 D に示したように、グリッパ 4 0 0 はそれぞれ、第 1 ドラム 4 1 0 、第 2 ドラム 4 2 0 、及び第 3 ドラム 4 3 0 の全てに跨るように、グリッパ 4 0 0 の長手方向に延びる複数のバンド 4 5 1 を備える。本実施形態においては、4 つのバンド 4 5 1 が形成される。

【 0 1 1 1 】

複数のバンド 4 5 1 のそれぞれは、その一端が第 1 ドラム 4 1 0 に固定され、第 2 ドラム 4 2 0 を貫通（第 2 ドラム 4 2 0 に形成された通孔を通過）し、他端は第 3 ドラム 4 3 0 に固定される。

【 0 1 1 2 】

図 9 A に示したように、グリッパ 4 0 0 の初期状態で、複数のバンド 4 5 1 はグリッパ 4 0 0 の長手方向中心軸の方向に延びて互いに略平行に維持される。複数のバンド 4 5 1 はグリッパ 4 0 0 の長手方向中心軸を中心に放射状に配置されている。

【 0 1 1 3 】

一方、閉鎖された第 3 ドラム 4 3 0 の一端部には中空内に進入した物体の接触を検知するセンサ 4 6 0 が配置されている。

【 0 1 1 4 】

図 9 B に示したように、グリッパ 4 0 0 が移動して、第 1 ドラム 4 1 0 の入口部を通じてスワブ S の取っ手部分が中空内に進入するようにする。図 9 C に示したように、グリッパ 4 0 0 が更に前進して、スワブ S の取っ手の先端がセンサ 4 6 0 に接触する。

【 0 1 1 5 】

スワブ S などの物体がセンサ 4 6 0 に接触すると、第 2 ドラム 4 2 0 が一方向に回転する。即ち、第 1 ドラム 4 1 0 と第 2 ドラム 4 2 0 が相対回転し、第 2 ドラム 4 2 0 と第 3 ドラム 4 3 0 が相対回転するようになる。

【 0 1 1 6 】

複数のバンド 4 5 1 の両端は第 1 ドラム 4 1 0 と第 3 ドラム 4 3 0 にそれぞれ固定されているので、図 9 D に示したように、第 1 ドラム 4 1 0 と第 2 ドラム 4 2 0 が相対回転する場合、第 2 ドラム 4 2 0 におけるバンド 4 5 1 の固定位置が共に回転し、第 1 ドラム 4 1 0 におけるバンド 4 5 1 の固定位置はもとの所に位置している。従って、第 1 ドラム 4 1 0 と第 2 ドラム 4 2 0 との間に複数のバンド 4 5 1 が互いにねじれながら、ねじれ構造が形成される。同様に、第 2 ドラム 4 2 0 と第 3 ドラム 4 3 0 が相対回転する場合は、第 2 ドラム 4 2 0 と第 3 ドラム 4 3 0 との間に複数のバンド 4 5 1 が互いにねじれながら、ねじれ構造が形成される。即ち、第 2 ドラムを中心に 2 段のバンド 4 5 1 のねじれ構造が形成される。

【 0 1 1 7 】

10

20

30

40

50

図 10 に示したように、複数のバンド 451 はグリッパ 400 の長手方向中心軸を中心に同一の距離に放射状に配置されているので、グリッパ 400 の中空内で長手方向中心軸を中心にねじれたバンド 451 に取り囲まれた把持部 GA が形成される。

【0118】

第 2 ドラム 420 が回転することによって、把持部 GA の面積が徐々に狭くなりながら、複数のバンド 451 がその間に位置したスワブ S をグリッパ 400 の長手方向中心軸に追い込む。この時、スワブ S の周りを複数のバンド 451 が完全に包み込んでいるので、例えば、3 つのジョーを用いたグリッパのように中心に向かって締め付けられるグリッパは、把持物をジョーを用いて中央に追い込む途中、ジョーの間に把持物が挟まれたりすることが発生しない。

10

【0119】

図 9 D に示したように、ねじれた複数のバンド 451 が全て中空内に進入した物体に接触すると、把持部 GA が物体（スワブ S）を締め付けて固定するようになる。本実施形態によれば、複数のバンド 451 はその厚さが幅より大きい平べったい形状に形成されて、バンド 451 が把持された物体に接触した際には接触力が向上する。

【0120】

前述したように、ねじれた複数のバンド 451 により形成された把持部 GA はグリッパ 400 の中空内で長手方向中心軸に合わせて位置決めしようとする特性を有する。従って、本実施形態によれば、図 9 D に示したように、グリッパ 400 の長手方向中心軸と偏心して配置されたスワブ S の位置がバンド 451 によりグリッパ 400 の長手方向中心軸に自動的にアライメントされる。

20

【0121】

前記とは逆方向に第 2 ドラム 420 を回転させると、ねじれたバンド 451 は図 9 A のような初期状態に緩みながら、把持が解除される。

【0122】

また、本実施形態に係るグリッパ 400 は 2 段のバンド 451 のねじれ構造を有し、各段のねじれ構造では全てその中央部に把持部 GA が形成される。従って、把持部 GA に把持されたスワブ S はグリッパ 400 の長手方向に対して傾くことなく、グリッパ 400 の長手方向に整列される。

【0123】

30

このような構成によれば、グリッパ 400 を用いてスワブ S を把持する際に、スワブ S をグリッパ 400 に対して別々に整列させるための手間を避けることができる。

【0124】

本実施形態によれば、複数のバンド 451 は弾性材料（例えば、ゴムバンド）からなり、図 9 A に示した初期状態においては、膨張した状態で形成される。

【0125】

即ち、図 9 D のように、ねじれ構造が形成された状態では、複数のバンド 451 は長さが延びるように引かれた状態である。

【0126】

このような構成によれば、第 2 ドラム 420 の回転程度を調整して、把持部 GA の大きさを調節することができる。第 2 ドラム 420 を他のドラムに対して多く回転させるほど、把持部 GA の空間の大きさが小さくなる一方、相対的に少なく回転させると、把持部 GA の空間の大きさは比較的大きくなる。

40

【0127】

従って、グリッパ 400 の中空内に入ることができる長い形状の物体であれば、その直径に関係なく、グリッパ 400 の第 2 ドラム 420 の回転角を適切に調整して把持することができる。

【0128】

このように、本実施形態に係るグリッパ 400 は、同じ把持部 GA を用いて、直径が異なる物体を把持可能に構成される。従って、本実施形態に係るロボット 20 は、グリッ

50

パ４００を交換しなくても、直径が相異なる物体を把持することができる。ここで、グリッパの「交換」は、他のグリッパを備えたロボットアームに代えて又は続いて作業を行うようにすること、一方のロボットアームに装着されたグリッパを他のグリッパに交換すること、及び一方のグリッパで把持部を変形（*transformation*）することを含む。「変形」は、一つのグリッパ内で把持部を交換したり、その形態を変更したりすることである。本実施形態のように、同一の動作を行うが、その程度を異にして把持対象を変えることは、「変形」には該当しない。

【０１２９】

このようなグリッパ４００を用いて、本実施形態に係るロボットシステム１はグリッパ４００の交換なしに１つのグリッパ４００で、スワブＳと試薬チューブＵを選択的に把持して、検体採取プロセスを進行する。

10

【０１３０】

図１１はグリッパ４００でスワブＳを把持した様子を示す図であり、図１２はグリッパ４００で試薬チューブＵを把持した様子を示す図である。

【０１３１】

本実施形態によれば、第２ドラム４２０の回転角（即ち、第１ドラム４１０と第２ドラム４２０との相対回転角、及び第２ドラム４２０と第３ドラム４３０との相対回転角）が把持対象物であるスワブＳと試薬チューブＵの直径によって予め決められている。

【０１３２】

後述するように、本実施形態に係る検体採取プロセス中には、スワブＳと試薬チューブＵを略交互に把持するように進行するので、プロセスのうちどの時点でスワブＳ又は試薬チューブＵを把持するかが分かる。

20

【０１３３】

従って、スワブＳに対する第２ドラム４２０の回転角と、試薬チューブＵに対する第２ドラム４２０の回転角を予め設定し、適当なタイミングで定められた回転角だけ第２ドラム４２０を回転させて、スワブＳ又は試薬チューブＵを選択的に把持することができる。

【０１３４】

本実施形態によれば、第２ドラム４２０の回転角は、バンド４５１が把持する物体に接触した後も、もう少し第２ドラム４２０が回転するように設定されて、物体を確実に把持するようにする。

30

【０１３５】

本実施形態に係るエンドエフェクタ３００では、第１ドラム４１０及び第３ドラム４３０が固定され、第２ドラム４２０が回転するようにしたが、これに限定されない。例えば、第２ドラム４２０が固定され、第１ドラム４１０及び第３ドラム４３０が回転するようにしてもよい。また、第１ドラム４１０、第２ドラム４２０及び第３ドラム４３０がそれぞれ独立して回転可能にしてもよい。

【０１３６】

また、本実施形態においては、一本のバンド４５１が第１ドラム４１０から第２ドラム４２０を経て第３ドラム４３０に固定されるように延びるが、これに限定されない。例えば、第１ドラム４１０及び第２ドラム４２０に跨るように複数の第１バンドを固定し、第２ドラム４２０及び第３ドラム４３０に跨るように複数の第２バンドを固定してもよい。

40

【０１３７】

ただし、本実施形態のように、一本のバンド４５１が第１ドラム４１０から第２ドラム４２０を経て第３ドラム４３０に固定されるように延び、第１ドラム４１０及び第３ドラム４３０は固定され、第２ドラム４２０が回転するようにすることで、モータの数を減らす共に、グリッパ４００の動作を一律に制御することができる。

【０１３８】

なお、本実施形態においては、グリッパ４００は第１ドラム４１０、第２ドラム４２０及び第３ドラム４３０の三重構造であって、二段のバンドのねじれ構造を形成するが、これに限定されない。必要に応じて四重構造で構成してもよいし、第１ドラム４１０及び第

50

２ドラム４２０の二重構造で構成してもよい。後者の二重構造は、スワブＳなどの把持対象物の端部を挿入又は固定することができる構成を備えてもよい。

【０１３９】

以下、図１３を参照して、ロボットシステム１による検体採取プロセスの進行について説明する。

【０１４０】

図１３はロボットシステム１による検体採取プロセスの進行手順を説明する図である。

【０１４１】

まず、医療スタッフがスワブ取付台１０１及び入力チューブ取付台１０２にそれぞれ２０個ずつのスワブＳと試薬チューブＵを装着しておく。

10

【０１４２】

ロボット２０はロボットアーム２００を駆動してグリッパ４００を入力チューブ取付台１０２の上方に移動させる。ロボット２０はグリッパ４００を用いて入力チューブ取付台１０２に取付けられた試薬チューブＵのうち一つを把持する。入力チューブ取付台１０２で把持する正確な位置にグリッパ４００を移動させる動作は、ロボットアーム２００及びエンドエフェクタ３００を適切に動作させることによって行われる。その後のスワブＳ及び試薬チューブＵの把持や移送過程においても同様である。

【０１４３】

次に、ロボット２０はロボットアーム２００を駆動してグリッパ４００をチューブ処理装置１０５の上方に移動させ、把持した試薬チューブＵをチューブ処理装置１０５の取付部に載置する。

20

【０１４４】

次に、ロボット２０はロボットアーム２００を駆動してグリッパ４００をスワブ取付台１０１の上方に移動させる。ロボットアーム２００が動いている間、チューブ処理装置１０５は、当該装置に取り付けられた試薬チューブＵの蓋を開放する。スワブ取付台１０１に移動したロボット２０はグリッパ４００を用いてスワブ取付台１０１に取付けられたスワブＳのうち一つを把持する。

【０１４５】

次に、ロボット２０はロボットアーム２００を駆動してグリッパ４００を消毒装置１０４の上方に移動させ、把持を維持したまま把持しているスワブＳを消毒装置１０４の内部に入れる。

30

【０１４６】

図１４は一実施形態に係る消毒装置１０４の概略的な構成を示す図である。

【０１４７】

図１及び図１４に示したように、消毒装置１０４は内部空間６０２が形成された本体６０１と、本体６０１の上部を覆う上板６０３を含む。

【０１４８】

本体６０１の内部にはＵＶ光を発生することができる複数のＬＥＤランプアレイ６０５が配置されている。グリッパ４００に把持されたスワブＳは内部空間６０２において複数のＬＥＤランプアレイ６０５のほぼ中央に配置される。ＵＶ光により、検体採取前にスワブＳを消毒して、被検者の感染や検査エラーなどを防止することができる。

40

【０１４９】

上板６０３の中央にはスワブＳが通過できる入口部６０４が形成されている。図１４に示したように、入口部６０４の形状と大きさは、スワブＳを完全に押し込んだ際、グリッパ４００の本体（第１ドラム４１０）がぴったり合う形状と大きさになっている。

【０１５０】

即ち、グリッパ４００の本体は消毒が進行している間、消毒装置１０４の入口部を塞ぐ。これにより、スワブＳに対する消毒効率を向上させることができ、ＵＶ光によりグリッパ４００の中空内部のバンドなどの構成を消毒することも可能である。

【０１５１】

50

実際の使用時、ロボット 20 の外部はビニールカバーなどを被せて汚染を防止するが、スワブ S を挿入しなければならないグリッパ 400 の中空内部は、このような処理を行うことが難しい。本実施形態によれば、消毒装置 104 を通じてこのような難しさを補うことができる。

【0152】

再び図 13 を参照すると、ロボット 20 はロボットアーム 200 を駆動して消毒済のスワブを被検者 P の近傍に移動させて、検体採取を行う。

【0153】

具体的には、ロボットアーム 200 を用いてスワブ S を被検者 P の顔の前方に移動させる。この時、ロボットアーム 200 は、3 次元空間で最適経路計画アルゴリズムを通じて被検者 P の顔位置に経路移動され、DNN (Deep Neural Network) に基づいて被検者 P の鼻や口を認識した後、被検者 P の身長 (図 3 A 及び図 3 B 参照) と目鼻立ちに応じて、スワブ S の最適採取経路を自動的に調整するようになる。ロボットシステム 1 は所定の位置に設けられて被検者 P を撮影することができるビジョンカメラを備える。

10

【0154】

このような最適採取経路の自動調整が完了すると、その位置でロボットアーム 200 は動作せずに停止される。

【0155】

国家的次元でスワブ S を生体内に挿入する行為を医療スタッフが行うように規定されている場合がある。従って、本実施形態によれば、エンドエフェクタ 300 を動作させ、スワブ S を鼻腔又は口腔内に挿入して検体採取を行う作業は、医療スタッフにより行われるように構成する。

20

【0156】

より具体的には、医療スタッフにはエンドエフェクタ 300 をスレーブロボットとして動作させることができるマスター操作装置 (図示せず) を提供し、ビジョンカメラを通じて被検者 P の鼻腔乃至口腔の中を目視で確認できるモニタ (図示せず) も提供する。

【0157】

マスタ操作装置は、前述したエンドエフェクタ 300 の全ての動作を直観的に行うことができるようにして、グリッパ 400 が前後進移動、前後左右移動及び回転駆動を行うようにする。

30

【0158】

医療スタッフはモニタを確認しながら、マスター操作装置を用いて、エンドエフェクタ 300 の並進モジュール 310、姿勢変更モジュール 330などを駆動してスワブ S を被検者 P に挿入可能な姿勢とする。その後、挿入モジュール 320 を駆動してスワブ S を前進駆動し、検体採取部位に接触するようにし、回転モジュール 340 を通じて姿勢変更モジュール 330 を回転させて、スワブ S を所定回数回転させる。このようなスワブ S の回転は 360 度回転の形態であってもよいし、所定の角度で時計回り方向と反時計回り方向の回転を繰り返す形態であってもよい。

【0159】

40

検体採取が完了すると、エンドエフェクタ 300 を用いてスワブ S を後進移動させて、鼻腔乃至口腔から引き出す。

【0160】

本実施形態においては、ロボットアーム 200 により自動的に被検者 P の顔の前にスワブ S を配置させ、その後は医療スタッフの遠隔操作によりエンドエフェクタ 300 を動作させて、検体採取を進行している。ただし、医療規定などの制限がなければ、エンドエフェクタ 300 を動作させて検体採取を進行する過程も、ビジョンカメラのデータなどを活用した制御アルゴリズムを通じて自動的に行うこともできる。

【0161】

再び図 13 を参照すれば、検体採取が完了すると、ロボット 20 はロボットアーム 20

50

0を駆動してスワブSをチューブ処理装置105に移動させる。その後、チューブ処理装置105に載置された蓋が開放された試薬チューブU内にスワブSの検体済の軸状部を入れる。

【0162】

所定深さにスワブSを入れた後には、チューブ処理装置105のカッターを用いてグリッパ400と試薬チューブUとの間のスワブSの取っ手を切り出す。

【0163】

次に、ロボット20はロボットアーム200を駆動してグリッパ400を廃棄ボックス106に移動させ、グリッパ400の把持を解除して、残った取っ手部位を廃棄ボックス106に捨てる。その間、チューブ処理装置105は試薬チューブUの蓋を閉じる。

10

【0164】

次に、ロボット20はロボットアーム200を駆動してグリッパ400を再びチューブ処理装置105に移動させる。グリッパ400はチューブ処理装置105上の試薬チューブUを把持する。前述したように、本実施形態に係るロボット20はグリッパ400の交換がなくても、直ぐに試薬チューブUも把持可能である。

【0165】

次に、ロボット20が把持した試薬チューブUを出力チューブ取付台103に置き換えると、検体採取プロセスが完了する。

【0166】

検体採取が完了した出力チューブ取付台103上の試薬チューブUは医療スタッフなどの人力によって搬出され、標識されて検査場所に移されるなどの過程が行われる。

20

【0167】

本実施形態によれば、スワブ取付台101、入力チューブ取付台102及び出力チューブ取付台103は、ビーム13が延びる方向である第1方向に直交する第2方向(Y軸方向)においてビーム13の後方(被検者Pから遠方側)に配置され、チューブ処理装置105は第2方向においてビーム13の前方に配置される。従って、検体採取プロセスが進行する間、ロボットアーム200がビーム13を中心に一種のスイング動作(ビーム13に沿ったロボット20の並進運動も並行する)を繰り返すと、検体採取プロセスが進行する。従って、検体採取プロセスのための検体経路が単純化されるので、1つのロボットアームのみを活用しても、検体採取プロセスを完了する時間を、従来に比べて更に短縮することもできる。

30

【0168】

従って、本実施形態に係るロボットシステム1によれば、迅速な検体採取が可能であり、空間及びコストが大幅に節減される共に、空間活用性や検体経路の最適化を達成することができる。

【産業上の利用可能性】

【0169】

前述したように、本開示によれば、グリッパとロボットアームを備える単一のロボットを用いて空間活用性を極大化できる検体採取ロボットシステムを提供する。

【符号の説明】

40

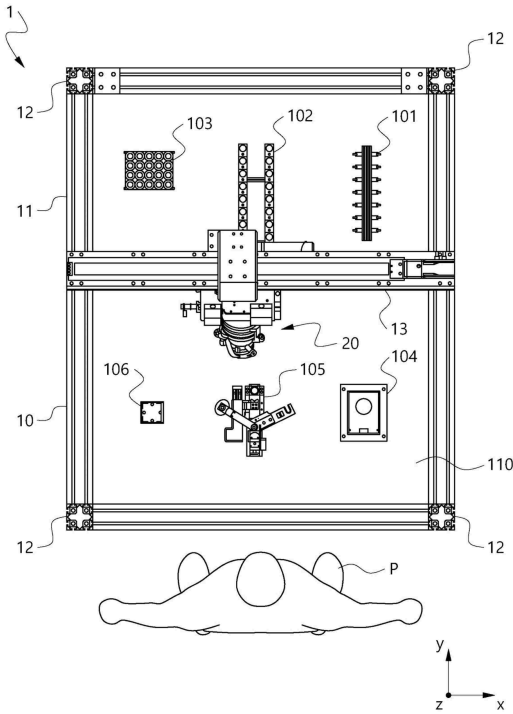
【0170】

- 1 ロボットシステム
- 10 検査ブース
- 20 ロボット
- 200 ロボットアーム
- 300 エンドエフェクタ
- 400 グリッパ
- 451 バンド
- S スワブ

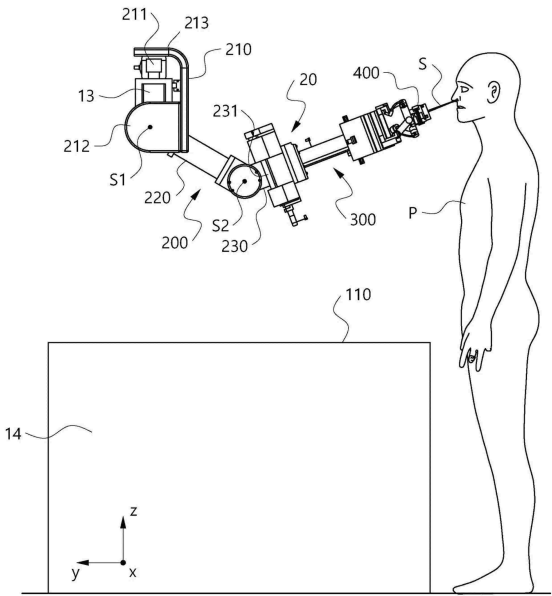
50

【図面】

【図 1】



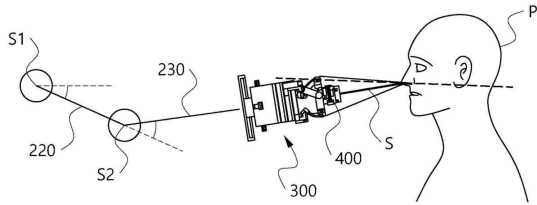
【図 2】



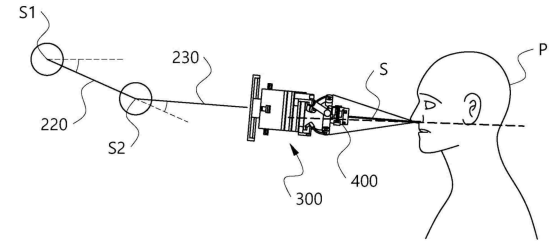
10

20

【図 3 A】



【図 3 B】

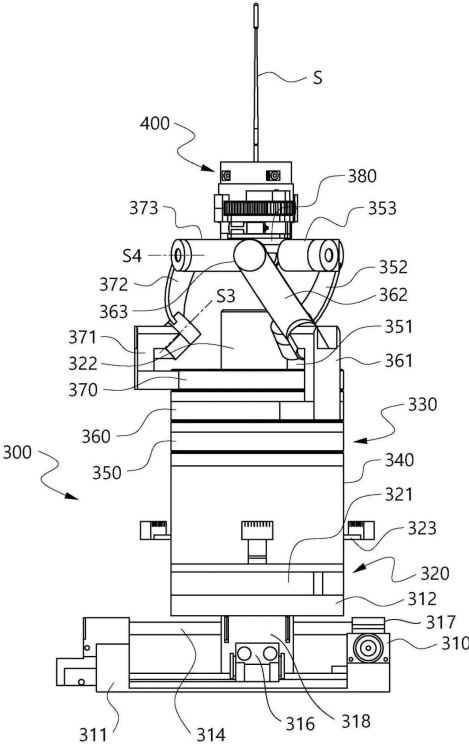


30

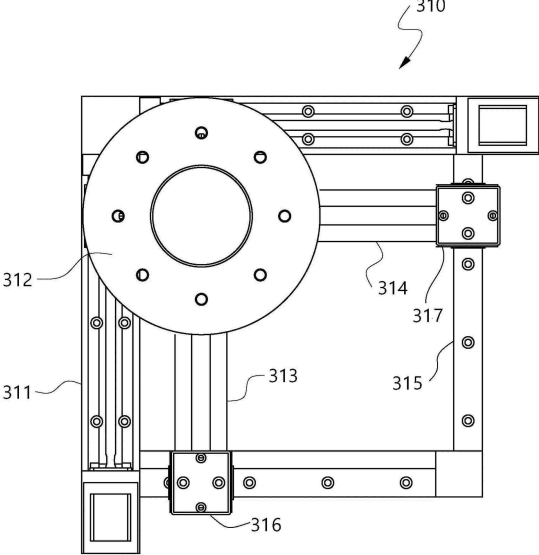
40

50

【図 4】



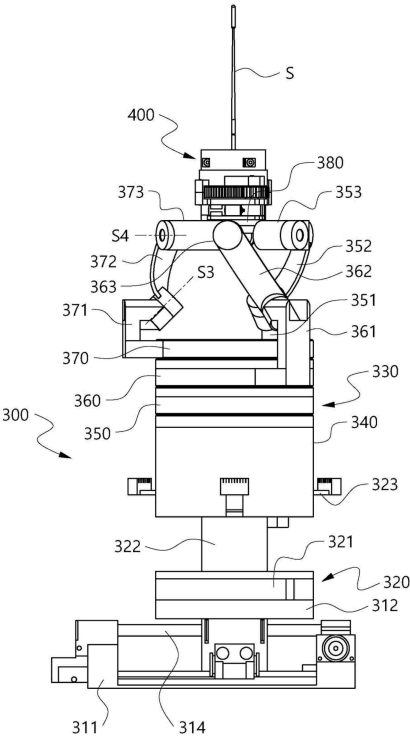
【図 5】



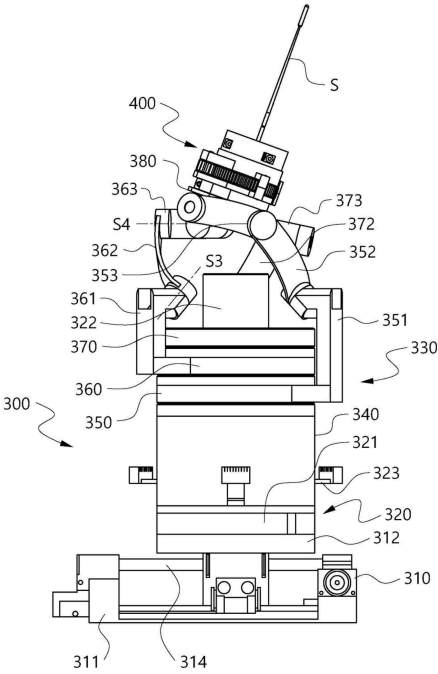
10

20

【図 6】



【図 7】

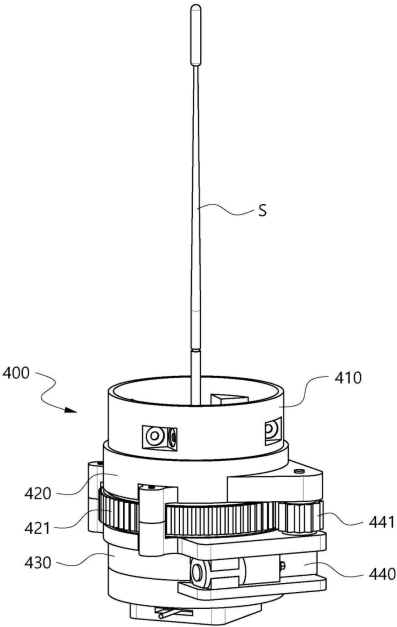


30

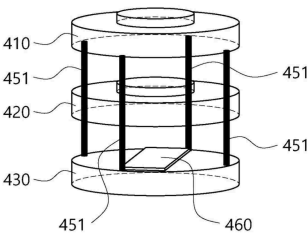
40

50

【図 8】

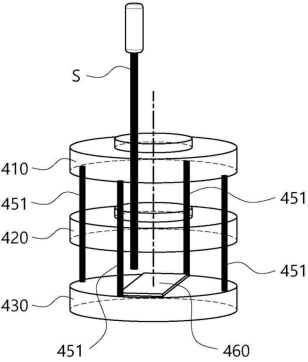


【図 9 A】

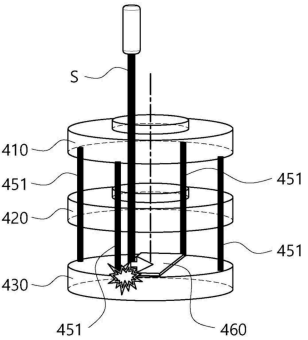


10

【図 9 B】



【図 9 C】



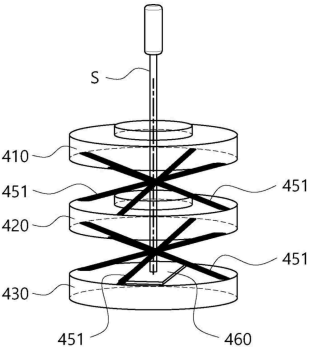
20

30

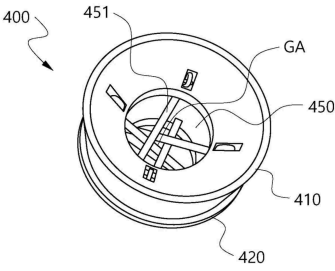
40

50

【図 9 D】

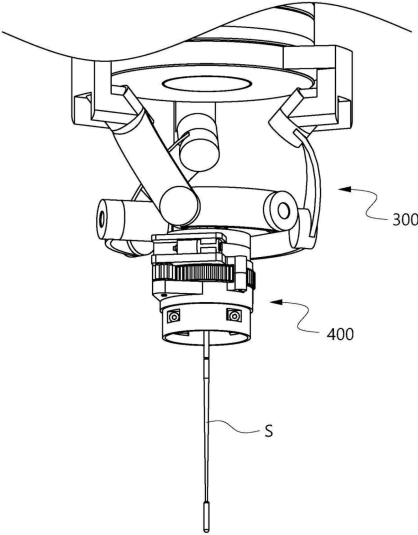


【図 1 0】

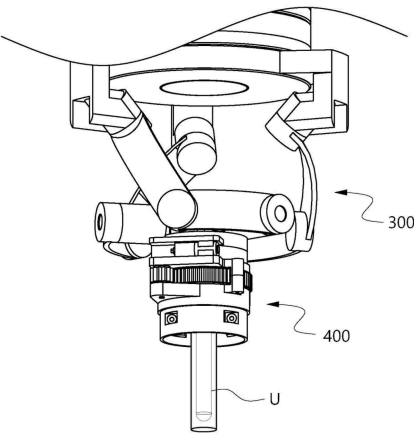


10

【図 1 1】



【図 1 2】



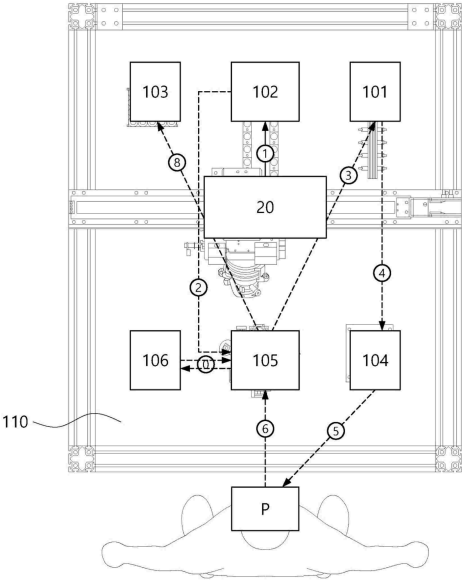
20

30

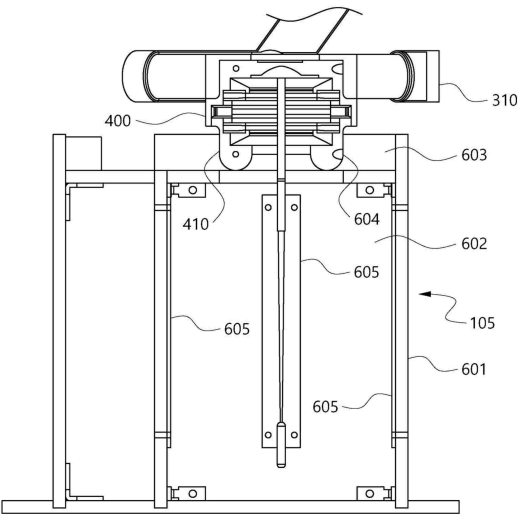
40

50

【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (72)発明者

キム, サン キョン

大韓民国, 0 2 7 9 2, ソウル, ソンブック - ク, ファラン - ロ 1 4 - ギル, 5
- (72)発明者

ジョン, スフン

大韓民国, 0 2 7 9 2, ソウル, ソンブック - ク, ファラン - ロ 1 4 - ギル, 5
- (72)発明者

ムン, ヨンファン

大韓民国, 0 2 7 9 2, ソウル, ソンブック - ク, ファラン - ロ 1 4 - ギル, 5
- (72)発明者

ソン, ブチョン

大韓民国, 0 2 7 9 2, ソウル, ソンブック - ク, ファラン - ロ 1 4 - ギル, 5
- (72)発明者

チョ, ホン ジュン

大韓民国, 0 2 7 9 2, ソウル, ソンブック - ク, ファラン - ロ 1 4 - ギル, 5
- 審査官

増淵 俊仁
- (56)参考文献

特開 2 0 2 1 - 1 4 6 4 8 8 (J P , A)

米国特許出願公開第 2 0 2 1 / 0 3 6 9 2 5 2 (U S , A 1)

中国実用新案第 2 1 5 2 7 2 9 2 0 (C N , U)

特許第 6 9 8 9 7 3 4 (J P , B 1)

特開 2 0 1 4 - 1 0 4 5 3 0 (J P , A)

中国特許出願公開第 1 1 3 7 8 6 2 2 0 (C N , A)
- (58)調査した分野

(Int.Cl., D B 名)

A 6 1 B 9 / 0 0 - 1 0 / 0 6

B 2 5 J 1 / 0 0 - 2 1 / 0 2

G 0 1 N 3 5 / 0 0 - 3 7 / 0 0

G 0 1 N 1 / 0 0 - 1 / 4 4