

(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2016-120586  
(P2016-120586A)

(43) 公開日 平成28年7月7日(2016.7.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>B 2 5 J 13/00 (2006.01)</b>	B 2 5 J 13/00	Z 3 C 7 0 7
<b>B 2 5 J 19/06 (2006.01)</b>	B 2 5 J 19/06	

審査請求 未請求 請求項の数 26 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 (22) 出願日	特願2014-263625 (P2014-263625) 平成26年12月25日 (2014.12.25)	(71) 出願人 510341215 ライフロボティクス株式会社 東京都江東区富岡二丁目9番11号 (74) 代理人 100194191 弁理士 竹村 康広 (72) 発明者 前田 摩美 茨城県つくば市吾妻3丁目18番地4 ラ イフロボティクス株式会社内 (72) 発明者 ▲高▼▲瀬▼ 宗祐 茨城県つくば市吾妻3丁目18番地4 ラ イフロボティクス株式会社内 Fターム(参考) 3C707 BS12 CU02 CV02 CW02 CY36 LV01 MS27
-----------------------	--	--

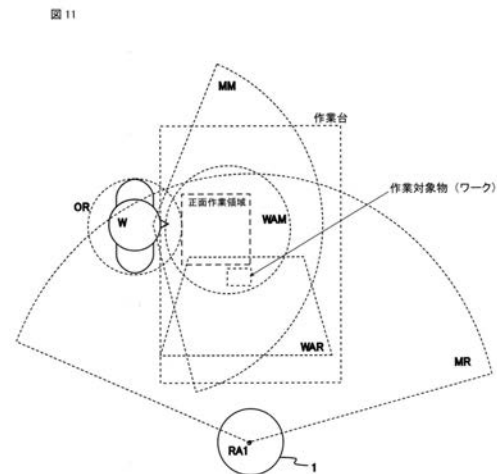
(54) 【発明の名称】 ロボットシステム及びロボット装置

(57) 【要約】

【課題】自由度が高く且つ効率的なロボットレイアウトを提供すること。

【解決手段】ロボットシステムは、作業対象物が載置される作業台と、ロボット装置とを具備する。ロボット装置は、基部1と、基部の略中心線に係る第1軸回りのねじり回転性と前記第1軸に直交する第2軸回りの曲げ回転性と第2軸に直交する第3軸に沿った直動伸縮性とを有するアーム部2とを備える。アーム部の先端に装備される手先効果器3により作業対象物に対して作業員と協同して作業が実行される。第1軸及び第2軸回りの回転と第3軸に沿った直動伸縮とに伴うアーム部の可動領域MRが作業員による作業領域WAMと少なくとも部分的にオーバーラップする位置に基部が配置される。

【選択図】 図11



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

作業対象物が載置される作業台と、

基部と、前記基部の略中心線に係る第1軸回りのねじり回転性と前記第1軸に直交する第2軸回りの曲げ回転性と前記第2軸に直交する第3軸に沿った直動伸縮性とを有するアーム部とを備え、前記アーム部の先端に装備される手先効果器により前記作業対象物に対して作業員と協同して作業を実行するためのロボット装置とを具備し、

前記第1軸及び前記第2軸回りの回転と前記第3軸に沿った直動伸縮とに伴う前記アーム部の可動領域が前記作業員による作業領域と少なくとも部分的にオーバーラップする位置に前記基部が配置されることを特徴とするロボットシステム。

10

**【請求項 2】**

前記基部は前記作業台から見て前記作業員と隣り合う位置に配置されることを特徴とする請求項 1 記載のロボットシステム。

**【請求項 3】**

前記基部は前記作業台を挟んで前記作業員に対向する位置に配置されることを特徴とする請求項 1 記載のロボットシステム。

**【請求項 4】**

作業対象物が載置される作業台と、

基部と、前記基部の略中心線に係る第1軸回りのねじり回転性と前記第1軸に直交する第2軸回りの曲げ回転性と前記第2軸に直交する第3軸に沿った直動伸縮性とを有するアーム部とを備え、前記アーム部の先端に装備される手先効果器により前記作業対象物に対して作業員と協同して作業を実行するためのロボット装置とを具備し、

20

前記第1軸及び前記第2軸回りの回転と前記第3軸に沿った直動伸縮とに伴う前記アーム部の可動領域内における前記ロボット装置に課される作業領域が前記作業員による作業領域と少なくとも部分的にオーバーラップする位置に前記基部が配置されることを特徴とするロボットシステム。

**【請求項 5】**

作業対象物が載置される作業台と、

基部と、前記基部の略中心線に係る第1軸回りのねじり回転性と前記第1軸に直交する第2軸回りの曲げ回転性と前記第2軸に直交する第3軸に沿った直動伸縮性とを有するアーム部とを備え、前記アーム部の先端に装備される手先効果器により前記作業対象物に対して作業員と協同して作業を実行するためのロボット装置とを具備し、

30

前記第1軸及び前記第2軸回りの回転と前記第3軸に沿った直動伸縮とに伴う前記アーム部の可動領域が前記作業員に干渉するように前記基部が配置されることを特徴とするロボットシステム。

**【請求項 6】**

作業対象物が載置される作業台と、

基部と、前記基部の略中心線に係る第1軸回りのねじり回転性と前記第1軸に直交する第2軸回りの曲げ回転性と前記第2軸に直交する第3軸に沿った直動伸縮性とを有するアーム部とを備え、前記アーム部の先端に装備される手先効果器により前記作業対象物に対して作業を実行するためのロボット装置とを具備し、

40

前記第1軸及び前記第2軸回りの回転と前記第3軸に沿った直動伸縮とに伴う前記アーム部の可動領域外であって前記基部の背側近傍に作業員が位置するよう前記基部が配置されることを特徴とするロボットシステム。

**【請求項 7】**

作業対象物が載置される作業台と、

基部と、前記基部の略中心線に係る第1軸回りのねじり回転性と前記第1軸に直交する第2軸回りの曲げ回転性と前記第2軸に直交する第3軸に沿った直動伸縮性とを有するアーム部とを備え、前記アーム部の先端に装備される手先効果器により前記作業対象物に対して作業を実行するためのロボット装置とを具備し、

50

前記アーム部の最大伸張時における前記第1軸から前記アーム部の先端までの長さを半径とした前記第1軸を中心とした略扇形状の領域の内側に作業員が位置するよう前記基部が配置されることを特徴とするロボットシステム。

【請求項8】

作業対象物が載置される作業台と、

基部と、前記基部の略中心線に係る第1軸回りのねじり回転性と前記第1軸に直交する第2軸回りの曲げ回転性と前記第2軸に直交する第3軸に沿った直動伸縮性とを有するアーム部とを備え、前記アーム部の先端に装備される手先効果器により前記作業対象物に対して作業を実行するための複数のロボット装置とを具備し、

前記第1軸及び前記第2軸回りの回転と前記第3軸に沿った直動伸縮とに伴う前記アーム部の可動領域が前記複数のロボット装置間で互いに少なくとも部分的にオーバーラップするように前記複数のロボット装置各々の前記基部が配置されることを特徴とするロボットシステム。

10

【請求項9】

作業対象物が載置される作業台と、

基部と、前記基部の略中心線に係る第1軸回りのねじり回転性と前記第1軸に直交する第2軸回りの曲げ回転性と前記第2軸に直交する第3軸に沿った直動伸縮性とを有するアーム部とを備え、前記アーム部の先端に装備される手先効果器により前記作業対象物に対して作業員と協同して作業を行なうために前記作業台の近傍に設置されるロボット装置とを具備し、

20

前記アーム部が最大に伸張したときの前記第1軸から前記アーム部の先端までの長さより前記作業員から近い位置に前記基部が配置されることを特徴とするロボットシステム。

【請求項10】

作業対象物が載置される作業台と、

基部と、前記基部の略中心線に係る第1軸回りのねじり回転性と前記第1軸に直交する第2軸回りの曲げ回転性と前記第2軸に直交する第3軸に沿った直動伸縮性とを有するアーム部とを備え、前記アーム部の先端に装備される手先効果器により前記作業対象物に対して作業員と協同して作業を行なうために前記作業台の近傍に設置されるロボット装置とを具備し、

前記アーム部が最も収縮したときの前記第1軸から前記アーム部の先端までの長さより前記作業員から近い位置に前記基部が配置されることを特徴とするロボットシステム。

30

【請求項11】

作業対象物が載置される作業台と、

基部と、前記基部の略中心線に係る第1軸回りのねじり回転性と前記第1軸に直交する第2軸回りの曲げ回転性と前記第2軸に直交する第3軸に沿った直動伸縮性とを有するアーム部とを備え、前記アーム部の先端に装備される手先効果器により前記作業対象物に対して作業を行なうために前記作業台の近傍に設置されるロボット装置とを具備し、

前記第1軸から前記アーム部の先端までの長さを半径とする略扇形状の領域が前記ロボット装置に課される作業領域を含むよう設けられ、前記略扇形状の領域の扇中心に前記基部が配置されることを特徴とするロボットシステム。

40

【請求項12】

作業対象物が載置される作業台と、

基部と、前記基部の略中心線に係る第1軸回りのねじり回転性と前記第1軸に直交する第2軸回りの曲げ回転性と前記第2軸に直交する第3軸に沿った直動伸縮性とを有するアーム部とを備え、前記アーム部の先端に装備される手先効果器により前記作業対象物に対して作業を行なうために前記作業台の近傍に設置されるロボット装置とを具備し、

前記第1軸から前記アーム部の先端までの長さを半径とする略扇形状の領域が近傍の干渉物に干渉するよう設けられ、前記略扇形状の領域の扇中心に前記基部が配置されることを特徴とするロボットシステム。

【請求項13】

50

作業対象物が載置される作業台と、

基部と、前記基部の略中心線に係る第1軸回りのねじり回転性と前記第1軸に直交する第2軸回りの曲げ回転性と前記第2軸に直交する第3軸に沿った直動伸縮性とを有するアーム部とを備え、前記アーム部の先端に装備される手先効果器により前記作業対象物に対して作業員と協同して作業を実行するためのロボット装置とを具備し、

前記第1軸及び前記第2軸回りの回転と前記第3軸に沿った直動伸縮とに伴う前記アーム部の可動領域が前記作業員の正面に想定される正面作業領域と少なくとも部分的にオーバーラップする位置に前記基部が配置されることを特徴とするロボットシステム。

【請求項14】

基部と、

前記基部の略中心線に係る第1軸回りのねじり回転性と前記第1軸に直交する第2軸回りの曲げ回転性と前記第2軸に直交する第3軸に沿った直動伸縮性とを有するアーム部とを備え、前記アーム部の先端に装備される手先効果器により作業対象物に対して作業員と協同して作業を実行するためのロボット装置において、

前記第1軸及び前記第2軸回りの回転と前記第3軸に沿った直動伸縮とに伴う前記アーム部の可動領域が前記作業員による作業領域と少なくとも部分的にオーバーラップする位置に前記基部が配置されることを特徴とするロボット装置。

【請求項15】

前記基部は前記作業員と隣り合う位置に配置されることを特徴とする請求項14記載のロボット装置。

【請求項16】

前記基部は前記作業員に対向する位置に配置されることを特徴とする請求項14記載のロボット装置。

【請求項17】

基部と、

前記基部の略中心線に係る第1軸回りのねじり回転性と前記第1軸に直交する第2軸回りの曲げ回転性と前記第2軸に直交する第3軸に沿った直動伸縮性とを有するアーム部とを備え、前記アーム部の先端に装備される手先効果器により作業対象物に対して作業員と協同して作業を実行するためのロボット装置において、

前記第1軸及び前記第2軸回りの回転と前記第3軸に沿った直動伸縮とに伴う前記アーム部の可動領域内における前記ロボット装置に課される作業領域が前記作業員による作業領域と少なくとも部分的にオーバーラップする位置に前記基部が配置されることを特徴とするロボット装置。

【請求項18】

基部と、

前記基部の略中心線に係る第1軸回りのねじり回転性と前記第1軸に直交する第2軸回りの曲げ回転性と前記第2軸に直交する第3軸に沿った直動伸縮性とを有するアーム部とを備え、前記アーム部の先端に装備される手先効果器により作業対象物に対して作業員と協同して作業を実行するためのロボット装置において、

前記第1軸及び前記第2軸回りの回転と前記第3軸に沿った直動伸縮とに伴う前記アーム部の可動領域が前記作業員の作業領域を干渉するように前記基部が配置されることを特徴とするロボット装置。

【請求項19】

基部と、

前記基部の略中心線に係る第1軸回りのねじり回転性と前記第1軸に直交する第2軸回りの曲げ回転性と前記第2軸に直交する第3軸に沿った直動伸縮性とを有するアーム部とを備え、前記アーム部の先端に装備される手先効果器により作業対象物に対して作業を実行するためのロボット装置において、

前記第1軸及び前記第2軸回りの回転と前記第3軸に沿った直動伸縮とに伴う前記アーム部の可動領域外であって前記基部の背側近傍に作業員が位置するよう前記基部が配置さ

10

20

30

40

50

れることを特徴とするロボット装置。

【請求項 20】

基部と、

前記基部の略中心線に係る第1軸回りのねじり回転性と前記第1軸に直交する第2軸回りの曲げ回転性と前記第2軸に直交する第3軸に沿った直動伸縮性とを有するアーム部とを備え、前記アーム部の先端に装備される手先効果器により作業対象物に対して作業を実行するためのロボット装置において、

前記アーム部の最大伸張時における前記第1軸から前記アーム部の先端までの長さを半径とした前記第1軸を中心とした略扇形状の領域の内側に作業員が位置するよう前記基部が配置されることを特徴とするロボット装置。

10

【請求項 21】

基部と、

前記基部の略中心線に係る第1軸回りのねじり回転性と前記第1軸に直交する第2軸回りの曲げ回転性と前記第2軸に直交する第3軸に沿った直動伸縮性とを有するアーム部とを備え、前記アーム部の先端に装備される手先効果器により作業対象物に対して作業を実行するためのロボット装置において、

前記第1軸及び前記第2軸回りの回転と前記第3軸に沿った直動伸縮とに伴う前記アーム部の可動領域が他のロボット装置間で互いに少なくとも部分的にオーバーラップするように前記基部が配置されることを特徴とするロボット装置。

【請求項 22】

20

基部と、

前記基部の略中心線に係る第1軸回りのねじり回転性と前記第1軸に直交する第2軸回りの曲げ回転性と前記第2軸に直交する第3軸に沿った直動伸縮性とを有するアーム部とを備え、前記アーム部の先端に装備される手先効果器により作業対象物に対して作業員と協同して作業を行なうために前記作業台の近傍に設置されるロボット装置において、

前記アーム部が最大に伸張したときの前記第1軸から前記アーム部の先端までの長さより前記作業員から近い位置に前記基部が配置されることを特徴とするロボット装置。

【請求項 23】

基部と、

前記基部の略中心線に係る第1軸回りのねじり回転性と前記第1軸に直交する第2軸回りの曲げ回転性と前記第2軸に直交する第3軸に沿った直動伸縮性とを有するアーム部とを備え、前記アーム部の先端に装備される手先効果器により作業対象物に対して作業員と協同して作業を行なうために前記作業台の近傍に設置されるロボット装置において、

30

前記アーム部が最も収縮したときの前記第1軸から前記アーム部の先端までの長さより前記作業員から近い位置に前記基部が配置されることを特徴とするロボット装置。

【請求項 24】

基部と、

前記基部の略中心線に係る第1軸回りのねじり回転性と前記第1軸に直交する第2軸回りの曲げ回転性と前記第2軸に直交する第3軸に沿った直動伸縮性とを有するアーム部とを備え、前記アーム部の先端に装備される手先効果器により作業対象物に対して作業を行なうために前記作業台の近傍に設置されるロボット装置において、

40

前記第1軸から前記アーム部の先端までの長さを半径とする略扇形状の領域が前記ロボット装置に課される作業領域を含むよう設けられ、前記略扇形状の領域の扇中心に前記基部が配置されることを特徴とするロボット装置。

【請求項 25】

基部と、前記基部の略中心線に係る第1軸回りのねじり回転性と前記第1軸に直交する第2軸回りの曲げ回転性と前記第2軸に直交する第3軸に沿った直動伸縮性とを有するアーム部とを備え、前記アーム部の先端に装備される手先効果器により作業対象物に対して作業を行なうために前記作業台の近傍に設置されるロボット装置において、

前記第1軸から前記アーム部の先端までの長さを半径とする略扇形状の領域が近傍の干

50

渉物に干渉するよう設けられ、前記略扇形状の領域の扇中心に前記基部が配置されることを特徴とするロボット装置。

【請求項 26】

基部と、前記基部の略中心線に係る第1軸回りのねじり回転性と前記第1軸に直交する第2軸回りの曲げ回転性と前記第2軸に直交する第3軸に沿った直動伸縮性とを有するアーム部とを備え、前記アーム部の先端に装備される手先効果器により作業対象物に対して作業を行なうために前記作業台の近傍に設置されるロボット装置において、

前記第1軸及び前記第2軸回りの回転と前記第3軸に沿った直動伸縮とに伴う前記アーム部の可動領域が前記作業員の正面に想定される正面作業領域と少なくとも部分的にオーバーラップする位置に前記基部が配置されることを特徴とするロボット装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態はロボットシステム及びロボット装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年ロボットがユーザと同一空間にいる環境が多くなってきている。介護用ロボットはもちろん産業用ロボットでも作業者と並んで作業を行なう状況が今後拡大していくものと考えられる。そのようなロボットの多くは垂直多関節部アーム機構を備えている。垂直多関節部アーム機構には位置に関して3自由度( $x, y, z$ )、姿勢に関して3自由度( $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ )が要求され、一般的には根元3軸と呼ばれる回転関節部 $J_1, J_2, J_3$ と手首3軸と呼ばれる回転関節部 $J_4, J_5, J_6$ とからそれを実現している。

20

【0003】

手先の併進移動は関節部 $J_1, J_2, J_3$ にその連動回転を要求するため特に肘部と呼ばれる関節部 $J_2$ の動きは非常に大きくしかもその動きを予測できず、特に特異点の近傍では肘部の動きが非常に高速になることは避けられない。

【0004】

そのためにロボットの周囲に作業員や他の構造物との接触を回避するために余分な空間を持たせることや、安全柵の設置が不可欠であり、そのロボットレイアウトは非常に非効率であった。

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

目的は、自由度が高く且つ効率的なロボットレイアウトを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本実施形態に係るロボットシステムは、作業対象物が載置される作業台と、ロボット装置とを具備する。ロボット装置は、基部と、基部の略中心線に係る第1軸回りのねじり回転性と前記第1軸に直交する第2軸回りの曲げ回転性と第2軸に直交する第3軸に沿った直動伸縮性とを有するアーム部とを備える。アーム部の先端に装備される手先効果器により作業対象物に対して作業員と協同して作業が実行される。第1軸及び第2軸回りの回転と第3軸に沿った直動伸縮とに伴うアーム部の可動領域が作業員による作業領域と少なくとも部分的にオーバーラップする位置に基部が配置される。

40

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】図1は、本実施形態に係るロボット装置のアーム機構の外観斜視図である。

【図2】図2は、図1のロボットアーム機構の内部構造を示す斜視図である。

【図3】図3は、図1のロボットアーム機構の内部構造を断面方向から見た図である。

【図4】図4は、図1のロボットアーム機構を図記号表現により示す図である。

【図5】図5は、図1のロボットアーム機構の直動伸縮関節部の伸縮長を示す図である。

50

【図6】図6は、図1のロボットアーム機構のアーム部の可動領域を示す図である。

【図7】図7は、作業員に対して図1のロボットアーム機構の基部を隣り合わせに配置したレイアウト例を示す図である。

【図8】図8は、作業員に対して図1のロボットアーム機構の基部を右90度に配置したレイアウト例を示す図である。

【図9】図9は、作業員に対して図1のロボットアーム機構の基部を対向に配置したレイアウト例を示す図である。

【図10】図10は、作業員に対して図1のロボットアーム機構の基部を前方に配置したレイアウト例を示す図である。

【図11】図11は、作業員の作業領域に図1のロボットアーム機構の作業領域をオーバーラップさせることができる状況を示す図である。

【図12】図12は、複数の作業員に対する図1のロボットアーム機構の基部のレイアウト例を示す図である。

【図13】図13は、作業員に対する図1の2台のロボットアーム機構の基部のレイアウト例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、図面を参照しながら本実施形態に係るロボットシステム及びロボット装置を説明する。ロボットシステムは、作業対象物が載置される作業台と、作業対象物に対して作業員と協同して作業を実行するためのロボット装置とからなる。ロボット装置は、ロボットアーム機構と、そのロボットアーム機構への電力供給や動作制御を担う本体部とからなる。ロボットアーム機構は、基部と、基部に支持されるアーム部からなる。アーム部の先端には、作業を実行するハンド等の手先効果器（エンドエフェクタ）が装備される。まずロボットアーム機構について説明する。

【0009】

図1に示すようにロボットアーム機構200は、略円筒形状の基部1と基部1に支持されるアーム部2とを有する。ロボットアーム部2の先端にはエンドエフェクタと呼ばれる手先効果器3が取り付けられる。図1では手先効果器3として対象物を把持可能なハンド部を図示している。手先効果器3としてはハンド部に限定されず、他のツール、またはカメラ、ディスプレイであってもよい。ロボットアーム部2の先端には任意の種類の手先効果器3に交換することができるアダプタが設けられていてもよい。

【0010】

ロボットアーム部2は、複数、ここでは6つの関節部J1、J2、J3、J4、J5、J6を有する。複数の関節部J1、J2、J3、J4、J5、J6は基部1から順番に配設される。一般的に、第1、第2、第3軸RA1、RA2、RA3は根元3軸と呼ばれ、第4、第5、第6軸RA4、RA5、RA6は手首3軸と呼ばれる。手首3軸を構成する第4、第5、第6軸RA4、RA5、RA6を収容する部分が手首部4と称され、手首部4の物理的先端が、アーム部の先端と定義される。根元3軸を構成する関節部J1、J2、J3の少なくとも一つは直動関節である。ここでは第3関節部J3が直動関節、特に伸縮距離の比較的長い関節部として構成される。第1関節部J1は基台面に対して例えば垂直に支持される第1回転軸RA1を中心としたねじり関節である。第2関節部J2は第1回転軸RA1に対して垂直に配置される第2回転軸RA2を中心とした曲げ関節である。第3関節部J3は、第2回転軸RA2に対して垂直に配置される第3軸（移動軸）RA3を中心として直線的に伸縮する関節である。第4関節部J4は、第3移動軸RA3に一致する第4回転軸RA4を中心としたねじり関節であり、第5関節部J5は第4回転軸RA4に対して直交する第5回転軸RA5を中心とした曲げ関節である。第6関節部J6は第4回転軸RA4に対して直交し、第5回転軸RA5に対して垂直に配置される第6回転軸RA6を中心とした曲げ関節である。

【0011】

第1関節部J1のねじり回転によりアーム部2がハンド部3とともに旋回する。第2関

10

20

30

40

50

節部 J 2 の曲げ回転によりアーム部 2 がハンド部 3 とともに第 2 関節部 J 2 の第 2 回転軸 R A 2 を中心に起伏動をする。基部 1 を成すアーム支持体 (第 1 支持体) 1 1 a は、第 1 関節部 J 1 の回転軸 R A 1 を中心に形成される円筒形状の中空構造を有する。第 1 関節部 J 1 は図示しない固定台に取り付けられる。第 1 関節部 J 1 が回転するとき、第 1 支持体 1 1 a はアーム部 2 の旋回とともに軸回転する。なお、第 1 支持体 1 1 a が接地面に固定されていてもよい。その場合、第 1 支持体 1 1 a とは独立してアーム部 2 が旋回する構造に設けられる。第 1 支持体 1 1 a の上部には第 2 支持部 1 1 b が接続される。

【 0 0 1 2 】

第 2 支持部 1 1 b は第 1 支持部 1 1 a に連続する中空構造を有する。第 2 支持部 1 1 b の一端は第 1 関節部 J 1 の回転部に取り付けられる。第 2 支持部 1 1 b の他端は開放され、第 3 支持部 1 1 c が第 2 関節部 J 2 の回転軸 R A 2 において回動自在に嵌め込まれる。第 3 支持部 1 1 c は第 1 支持部 1 1 a 及び第 2 支持部に連通する鱗状の中空構造を有する。第 3 支持部 1 1 c は、第 2 関節部 J 2 の曲げ回転に伴ってその後部が第 2 支持部 1 1 b に収容され、また送出される。アーム部 2 の直動関節部を構成する第 3 関節部 J 3 の後部はその収縮により第 1 支持部 1 1 a と第 2 支持部 1 1 b の連続する中空構造の内部に収納される。

10

【 0 0 1 3 】

第 1 関節部 J 1 は円環形状の固定部と回転部とからなり、固定部において図示しない基台に固定される。回転部には第 1 支持部 1 1 a と第 2 支持部 1 1 b とが取り付けられる。第 1 関節部 J 1 が回転するとき、第 1、第 2、第 3 支持部 1 1 a、1 1 b、1 1 c が第 1 回転軸 R A 1 を中心としてアーム部 2 とハンド部 3 と共に回転する。

20

【 0 0 1 4 】

第 3 支持部 1 1 c はその後端下部において第 2 支持部 1 1 b の開放端下部に対して回転軸 R A 2 を中心として回動自在に嵌め込まれる。それにより回転軸 R A 2 を中心とした曲げ関節部としての第 2 関節部 J 2 が構成される。第 2 関節部 J 2 が回動すると、アーム部 2 がハンド部 3 とともに第 2 関節部 J 2 の回転軸 R A 2 を中心に垂直方向に回動、つまり起伏動作をする。

【 0 0 1 5 】

上記の通り関節部としての第 3 関節部 J 3 はアーム部 2 の主要構成物を構成する。アーム部 2 の先端に上述のハンド部 3 が設けられる。第 1 乃至第 6 関節部 J 1 - J 6 の回転、曲げ、伸縮によりハンド部 3 の 2 指ハンド 1 6 を任意の位置・姿勢に配置することが可能である。特に第 3 関節部 J 3 の直動伸縮距離の長さは、基部 1 の近接位置から遠隔位置までの広範囲の対象にハンド部 3 で作用することを可能にする。

30

【 0 0 1 6 】

第 3 関節部 J 3 はそれを構成する直動伸縮アーム機構により実現される直動伸縮距離の長さが特徴的である。直動伸縮距離の長さは、図 2、図 3 に示す構造により達成される。直動伸縮アーム機構は第 1 連結コマ列 2 1 と第 2 連結コマ列 2 0 とを有する。アーム部 2 が水平に配置される基準姿勢では、第 1 連結コマ列 2 1 は第 2 連結コマ列 2 0 の下部に位置し、第 2 連結コマ列 2 0 は第 1 連結コマ列 2 1 の上部に位置する。

【 0 0 1 7 】

第 1 連結コマ列 2 1 は、同一の断面コ字形状を有し、ピンにより背面箇所において列状に連結される複数の第 1 連結コマ 2 3 からなる。第 1 連結コマ 2 3 の断面形状及びピンによる連結位置により第 1 連結コマ列 2 1 はその背面方向 B D に屈曲可能であるが逆に表面方向 F D には屈曲不可な性質を備える。第 2 連結コマ列 2 0 は、第 1 連結コマ 2 3 と略等価な幅を有する略平板形状を有し、背面方向と表面方向とともに屈曲可能な状態でピンにより列状に連結される複数の第 2 連結コマ 2 2 からなる。第 1 連結コマ列 2 1 は第 2 連結コマ列 2 0 と先端部において結合コマ 2 6 により結合される。結合コマ 2 6 は、第 1 連結コマ 2 3 と第 2 連結コマ 2 2 とが一体的になった形状を有している。結合コマ 2 6 が始端となって、第 3 支持部 1 1 c から第 2 連結コマ列 2 0 が第 1 連結コマ列 2 1 とともに送り出されるときには、第 1 連結コマ列 2 1 と第 2 連結コマ列 2 0 とは互いに接合される。第 1

40

50

連結コマ列 2 1 と第 2 連結コマ列 2 0 とは先端部において結合コマ 2 6 により結合され、それぞれ後部において第 3 支持体 1 1 c の内部で堅持され引き抜き防止されることにより接合状態が保持される。第 1 連結コマ列 2 1 と第 2 連結コマ列 2 0 とが接合状態が保持されたとき、第 1 連結コマ列 2 1 と第 2 連結コマ列 2 0 の屈曲は制限され、それにより第 1 連結コマ列 2 1 と第 2 連結コマ列 2 0 とにより一定の剛性を備えた柱状体が構成される。第 1 連結コマ列 2 1 と第 2 連結コマ列 2 0 とが互いに離反するとき、屈曲制限を解除され、それぞれが屈曲可能状態に復帰する。第 1 連結コマ列 2 1 と第 2 連結コマ列 2 0 とは第 3 支持体 1 1 c の開口付近で接合され、送り出される。第 1 連結コマ列 2 1 と第 2 連結コマ列 2 0 とは第 3 支持体 1 1 c の内部で離反され、それぞれが屈曲可能状態となる。第 1 連結コマ列 2 1 と第 2 連結コマ列 2 0 とは個々に屈曲され、第 1 支持体 1 1 a の内部に別体として収容される。

10

#### 【0018】

図 2 に示すように第 2 連結コマ 2 2 の内側には個々にリニアギア 2 2 a が形成されている。リニアギア 2 2 a は第 2 連結コマ 2 2 が直線状になったときに連結され、連続的なリニアギアを構成する。図 3 に示すように第 2 連結コマ 2 2 は第 3 支持体 1 1 c 内でローラ R 1 とドライブギア 2 4 a との間に挟まれる。リニアギア 2 2 a はドライブギア 2 4 a に噛み合わされる。モータ M 1 によりドライブギア 2 4 a が順回転することにより第 2 連結コマ列 2 0 は第 1 連結コマ列 2 1 とともに第 3 支持体 1 1 c から送り出される。その際、第 1 連結コマ列 2 1 と第 2 連結コマ列 2 0 とは第 3 支持体 1 1 c の開口付近に設けられた一对の上下ローラ R 2 , R 4 に挟まれ、相互に押圧され、接合された状態で第 3 移動軸 R A 3 に沿って直線的に送り出される。モータ M 1 によりドライブギア 2 4 a が逆回転することにより第 2 連結コマ列 2 0 と第 1 連結コマ列 2 1 とは第 3 支持体 1 1 c の内部であって上下ローラ R 2 , R 4 の後方において接合状態を解除され、互いに離反される。離反された第 2 連結コマ列 2 0 と第 1 連結コマ列 2 1 とはそれぞれ屈曲可能な状態になり、第 2 、第 3 支持体 1 1 b 、 1 1 c の内部に設けられたガイドレールにガイドされて第 1 回転軸 R A 1 に沿う方向に屈曲され、第 1 支持体 1 1 a の内部に収容される。

20

#### 【0019】

ハンド部 3 は、図 1 に示すようにアーム部 2 の先に装備されている。ハンド部 3 は、第 1 、第 2 、第 3 関節部 J 1 . J 2 . J 3 により任意位置に移動され、第 4 、第 5 、第 6 関節部 J 4 、 J 5 、 J 6 により任意姿勢に配置される。ハンド部 3 は、開閉される 2 つの指部 1 6 a 、 1 6 b を有している。第 4 関節部 J 4 は、アーム部 2 の伸縮方向に沿ったアーム部 2 の中心軸、つまり第 3 関節部 J 3 の移動軸 R A 3 に典型的には一致する回転軸 R A 4 を有するねじり関節である。第 4 関節部 J 4 が回転すると、第 4 関節部 J 4 から先端にかけてハンド部 3 が回転軸 R A 4 を中心に回転する。手先効果器 3 の手先基準点、ここではハンド部 3 の 2 つの指部 1 6 a 、 1 6 b の中央点を原点  $h_0$  として手先座標系  $h$  が規定される。

30

#### 【0020】

第 5 関節部 J 5 は、第 4 関節部 J 4 の移動軸 R A 4 に対して直交する回転軸 R A 5 を有する曲げ関節部である。第 5 関節部 J 5 が回転すると、第 5 関節部 J 5 から先端にかけてハンド部 1 6 とともに上下に回転する。第 6 関節部 J 6 は、第 4 関節部 J 4 の回転軸 R A 4 に直交し、第 5 関節部 J 5 の回転軸 R A 5 に垂直な回転軸 R A 6 を有する曲げ関節である。第 6 関節部 J 6 が回転するとハンド 1 6 が左右に旋回する。

40

#### 【0021】

図 4 には図 1 のロボットアーム機構を図記号表現により示している。ロボットアーム機構は、根元 3 軸を構成する第 1 関節部 J 1 と第 2 関節部 J 2 と第 3 関節部 J 3 、さらに手首 3 軸を構成する第 4 関節部 J 4 と第 5 関節部 J 5 と第 6 関節部 J 6 とにより 3 つの位置自由度と 3 つの姿勢自由度を実現する。第 1 関節部 J 1 は、第 1 支持部 1 1 a と第 2 支持部 1 1 b との間に配設されており、回転軸 R A 1 を中心としたねじり関節として構成されている。回転軸 R A 1 は第 1 関節部 J 1 の固定部が設置される基台の基準面 B P に垂直に配置される。回転軸 R A 1 上の任意点を原点として直交 3 軸の基準座標系 (  $X_b$  ,  $Y_b$  ,  $Z_b$  )

50

)が規定される。回転軸 R A 1 に平行に Z b 軸、回転軸 R A 2 に平行に X b 軸を規定する。基準座標系は第 1 関節部 J 1 の回転とともに回転する回転座標系として定義される。

【 0 0 2 2 】

第 2 関節部 J 2 は回転軸 R A 2 を中心とした曲げ関節として構成される。第 2 関節部 J 2 の回転軸 R A 2 は空間座標系上の X b 軸に平行に設けられる。第 2 関節部 J 2 の回転軸 R A 2 は第 1 関節部 J 1 の回転軸 R A 1 に対して垂直な向きに設けられる。さらに第 2 関節部 J 2 は、第 1 関節部 J 1 に対して、第 1 回転軸 R A 1 の方向 ( Z b 軸方向 ) と第 1 回転軸 R A 1 に垂直な Y b 軸方向との 2 方向に関してオフセットされる。第 1 関節部 J 1 と第 2 関節部 J 2 との Z b 軸方向に関する関節間距離 ( 関節中心間距離、リンク長又はオフセット距離ともいう ) は  $d_1$ 、第 1 関節部 J 1 と第 2 関節部 J 2 との Y b 軸方向に関する関節間距離は  $L_1$  で与えられる。なお回転関節部の関節中心は回転面上の構造中心をいい、直動関節部の関節中心はもっとも収縮した状態での構造中心をいうものとする。

10

【 0 0 2 3 】

第 2 関節部 J 2 が第 1 関節部 J 1 に対して上記 2 方向にオフセットされるように、第 2 支持体 1 1 b は第 1 支持体 1 1 a に取り付けられる。第 1 関節部 J 1 に第 2 関節部 J 2 を接続する仮想的なアームロッド部分 ( リンク部分 ) は、先端が直角に曲がった 2 つの鉤形状体が組み合わされたクランク形状を有している。この仮想的なアームロッド部分は、中空構造を有する第 1、第 2 支持体 1 1 a、1 1 b により構成される。

【 0 0 2 4 】

第 3 関節部 J 3 は移動軸 R A 3 を中心とした直動関節として構成される。第 3 関節部 J 3 の移動軸 R A 3 は第 2 関節部 J 2 の回転軸 R A 2 に対して垂直な向きに設けられる。第 2 関節部 J 2 の回転角がゼロ度、つまりアーム部 2 の起伏角がゼロ度であってアーム部 2 が水平な基準姿勢においては、第 3 関節部 J 3 の移動軸 R A 3 は、第 2 関節部 J 2 の回転軸 R A 2 とともに第 1 関節部 J 1 の回転軸 R A 1 にも垂直な方向に設けられる。空間座標系上では、第 3 関節部 J 3 の移動軸 R A 3 は X b 軸及び Z b 軸に対して垂直な Y b 軸に平行に設けられる。さらに、第 3 関節部 J 3 は、第 2 関節部 J 2 に対して、その回転軸 R A 2 の方向 ( Y b 軸方向 ) と、移動軸 R A 3 に直交する Z b 軸の方向との 2 方向に関してオフセットされる。第 2 関節部 J 2 と第 3 関節部 J 3 との Z b 軸方向に関する関節間距離 ( オフセット距離 ) は  $d_2$ 、第 2 関節部 J 2 と第 3 関節部 J 3 との Y b 軸方向に関する関節間距離は  $L_2$  で与えられる。第 3 関節部 J 3 が第 2 関節部 J 2 に対して上記 2 方向にオフセットされるように、第 3 支持体 1 1 c は第 2 支持体 1 1 b に取り付けられる。第 2 関節部 J 2 に第 3 関節部 J 3 を接続する仮想的なアームロッド部分 ( リンク部分 ) は、先端が垂直に曲がった鉤形状体を有している。この仮想的なアームロッド部分は、第 2、第 3 支持体 1 1 b、1 1 c により構成される。

20

30

【 0 0 2 5 】

上記第 1 関節部 J 1 と第 2 関節部 J 2 との Y b 軸方向に関する関節間距離  $L_2$  と、第 2 関節部 J 2 と第 3 関節部 J 3 との Z b 軸方向に関する関節間距離  $d_2$  とは異なる値に設定される。

【 0 0 2 6 】

第 4 関節部 J 4 は回転軸 R A 4 を中心としたねじり関節として構成される。第 4 関節部 J 4 の回転軸 R A 4 は第 3 関節部 J 3 の移動軸 R A 3 に略一致するよう配置される。第 5 関節部 J 5 は回転軸 R A 5 を中心とした曲げ関節として構成される。第 5 関節部 J 5 の回転軸 R A 5 は第 3 関節部 J 3 の移動軸 R A 3 及び第 4 関節部 J 4 の回転軸 R A 4 に略直交するよう配置される。第 6 関節部 J 6 は回転軸 R A 6 を中心としたねじり関節として構成される。第 6 関節部 J 6 の回転軸 R A 6 は第 4 関節部 J 4 の回転軸 R A 4 及び第 5 関節部 J 5 の回転軸 R A 5 に略直交するよう配置される。第 6 関節部 J 6 は手先効果器としてのハンド部 3 を旋回するために設けられており、その回転軸 R A 6 が第 4 関節部 J 4 の回転軸 R A 4 及び第 5 関節部 J 5 の回転軸 R A 5 に略直交する曲げ関節として実装されていてもよい。

40

【 0 0 2 7 】

50

このように複数の関節部 J 1 - J 6 の根元 3 軸のうちの一つの回転関節部を直動関節部 J 6 に換装し、第 1 関節部 J 1 に対して第 2 関節部 J 2 を 2 方向にオフセットさせ、第 2 関節部 J 2 に対して第 3 関節部 J 3 を 2 方向にオフセットさせることにより、特異点姿勢を構造上解消することが実現される。

【 0 0 2 8 】

図 5 ( a ) に示すように直動関節部 J 3 を最も伸張してアーム部 2 を最長の状態にしたときにおける第 1 軸 R A 1 からアーム部 2 の先端までの長さを R L 1 ( l o n g ) とし、同様の状態で第 2 軸 R A 2 からアーム部 2 の先端までの長さを R L 2 ( l o n g ) とする。図 5 ( b ) に示すように直動関節部 J 3 を最も収縮してアーム部 2 を最短の状態にしたときにおける第 1 軸 R A 1 からアーム部 2 の先端までの長さを R L 1 ( s h o r t ) とし、同様の状態で第 2 軸 R A 2 からアーム部 2 の先端までの長さを R L 2 ( s h o r t ) とする。

10

【 0 0 2 9 】

本実施形態においては、肘関節がないことから可動領域を単純化することができ、直動関節部 J 3 の直動伸縮性によるアーム長 R L 1 ( l o n g )、R L 2 ( l o n g )、R L 1 ( s h o r t )、R L 2 ( s h o r t ) をパラメータとして、それらを半径とする扇形状の配置等によりロボットレイアウトをより高い自由度をもって効率的にロボットレイアウトをデザインすることが可能となる。

【 0 0 3 0 】

図 6 ( a )、図 6 ( b ) に示すようにアーム機構 2 0 0 の関節部 J 1、J 3 の実装上の作動可能な回転角(旋回角)、伸縮距離によるアーム部 2 が到達する領域を水平方向に関するアーム部 2 の可動領域 M R ( L ) という。アーム機構 2 0 0 では、その水平方向に関するアーム部 2 の可動領域 M R ( L ) は、直動関節部 J 3 を最も伸張してアーム部 2 を最長の状態に設けたときにおける第 1 軸 R A 1 からアーム部 2 の先端までの長さ R L 1 ( l o n g ) を半径として、第 1 関節部 J 1 の作動角度を中心角とした略扇形状の領域として規定することができることを特徴としており、本実施形態ではその特徴を用いて略扇形状の領域の半径や中心角を調整しながらロボット装置の基部 1 を作業台、作業員、周囲の壁面などに対してレイアウトしたロボットシステム全体としてのそのレイアウトの自由度を拡大し且つその効率性を向上させている。

20

【 0 0 3 1 】

また、垂直方向(第 2 関節部 J 2 による回転軸 R A 2 回りの起伏方向)に関しても同様であり、直動関節部 J 6 を最も伸張してアーム部 2 を最長の状態で図 6 ( b ) に示すように第 2 関節部 J 2 を軸回転してアーム部 2 を起伏するとき、第 2 軸 R A 2 からアーム部 2 の先端までの長さ R L 2 ( l o n g ) を半径とした第 2 軸 R A 2 を中心とした略扇形状の可動領域 M R ( V ) が描かれる。立体的なアーム部 2 の可動領域 M R は、上記水平方向の扇形状の可動領域 M R ( L ) と垂直方向に関する可動領域 M R ( V ) との総合的な領域であり、扇形状の可動領域 M R ( L ) を第 2 関節部 J 2 の作用範囲内で起伏させた縦横に扇形状を示す。基部 1 の正面とは可動領域 M R の中心線の向きをいう。

30

【 0 0 3 2 】

ここで重要なのは本実施形態に係るロボット装置の直動伸縮アーム機構では、上述したように肘関節がなく、それが直動伸縮関節に換装されていることから、略扇形状の可動領域 M R の外側にはアーム部 2 が関節を含めてほぼ突出することがないことから危険性が比較的少なく、しかも手先から基部 1 までの直線的な範疇でアーム部 2 が動くことから作業員等は手先の動きからアーム部 2 の動きを高い予測性をもって予測することができ、その危険性はより低減され得る。

40

【 0 0 3 3 】

従ってロボット装置の特に基部 1 を作業内容や周辺環境に応じてレイアウトするに際してそのレイアウトは、上記略扇形状の可動領域 M R と、作業時設置予定の作業員等の人的要素やツールシェルフ等の構造的要素、さらに壁面等の設備要素との干渉や接触等の空間的關係を、第 1 関節部 J 1 の第 1 軸 R A 1 回りの運転範囲(運転旋回角)、第 2 関節部 J

50

2の第2軸RA2回りの運転範囲(運転起伏角)及び第3関節部J3の運転範囲(運転伸縮長)とともに考慮することにより実現され得る。特に危険予測性が高いことは上記略扇形状のアーム部2の可動領域MRを作業員等の近傍に配置させる、換言するとアーム部2の可動領域MRが周囲の干渉物例えば作業員Wに干渉するよう基部1をレイアウトすることが実際上可能であり、それにより作業員等の手先の到達領域MM又は到達領域MM内で実際に作業をする作業領域WAM(図11参照)に、アーム部2の可動領域MR又は可動領域MR内でロボット装置に実際に作業が課せられている作業領域WARを部分的にオーバーラップさせて、同一の作業対象物に対して作業員と協同してロボット装置に作業をさせることが実現され得る。

【0034】

図7(a)にはロボット装置の基部1を作業員Wに隣り合って配置したレイアウトの一例を示している。上述した通り、アーム部2の可動領域MRはロボット装置の基部1の第1軸RA1, RA2を中心として作用可能な旋回角、起伏角を扇中心角とした半径RL1(1ong)の縦横に扇形状を示す領域である。なおレイアウトデザインにおいては作業員Wの前部から片腕の肩部から手先までの想定長r1を半径とした略扇型をなす手先の到達領域MMが予め設定される。また作業員Wの周囲にはその作業位置を中心とした標準体格又は想定体格に応じた半径Rmの円形の占有領域ORが設けられる。

【0035】

さらに作業員Wの正面には正面作業領域が設けられる。正面作業領域とは作業員Wの正面において例えば両手による協同作業を可能とすることで比較的高い作業効率を示す領域である。なお、正面作業領域は後述する作業領域と区別されたい。作業領域とは作業員Wが作業を課せられる領域、つまりその作業領域内の作業対象物(ワーク)に対して作業員Wは作業を課せられるのに対して、正面作業領域は人間工学的に作業員Wの想定体格に応じた例えば60cm×60cmのサイズ、作業員Wの正面であって想定体格に応じた距離を作業員Wから隔てた位置におのずから決まる領域をいう。作業員Wが実際に作業をする作業領域の面積(又は体積)に対する、作業領域のうち正面作業領域に含まれる領域の面積(又は体積)の割合を正面作業率といい、本実施形態の直動伸縮機構を備えたロボット装置ではそれを作業員Wの近傍に配置することが可能であり、それによりロボット装置により作業員Wの作業を補助させることにより作業員Wの作業領域をできるだけ小さく且つ作業員Wの正面にレイアウトさせることができ、正面作業率を向上させることを可能としている。つまり本実施形態に係るロボット装置による作業員Wの作業補助により作業員Wはほとんどの作業を正面作業領域内で実行する事ができるようになり、その作業効率は向上する。

【0036】

本実施形態ではロボット装置の基部1を作業員Wの近傍に配置できることを特徴としており、それはロボット装置の基部1と作業員Wとの距離により明確にされる。ロボット装置の基部1と作業員Wとの距離の定義としてはここではロボット装置の基部1の中心と作業員Wの占有領域ORの外周との最短距離として説明するが、この定義はそれに限定されることはなく、例えばロボット装置の基部1の中心と作業員Wの占有領域ORの中心との距離、ロボット装置の基部1と作業員Wの占有領域ORとの間隙距離として定義するものであってもよい。それらは実質的に同じ定義とも言えるものであり、ロボット装置の基部1の中心から外面までの距離、作業員Wの占有領域ORの半径を用いて容易に変換できる。

【0037】

ロボット装置の基部1はその中心が作業員Wの占有領域ORの外周からアーム部2が最も伸張したときの第1軸RA1からアーム部2の先端までの長さRL1(1ong)よりも短い距離Dneだけを離れた位置にレイアウトされることができる。換言するとロボット装置の基部1は作業員Wから長さRL1(1ong)以内に接近してレイアウトされ得る。

【0038】

10

20

30

40

50

さらに図7(b)に示すように、ロボット装置の基部1をその中心が作業員Wの占有領域ORの外周からアーム部2が最も収縮したときの第1軸RA1からアーム部2の先端までの長さRL1(short)よりも短い距離Dneだけを離れた位置になるよう作業員Wに接近してレイアウトすることも可能である。

【0039】

このレイアウトでは、アーム部2の可動領域MR(L)に作業員Wの到達領域MMが少なくとも部分的にオーバーラップする。またアーム部2の可動領域MR(L)が作業員Wによる作業領域と少なくとも部分的にオーバーラップする。さらにアーム部2の可動領域MR(L)内であって、ロボット装置に課される作業領域が作業員Wに課される作業領域と少なくとも部分的にオーバーラップする。図7(a)の例ではアーム部2の可動領域MR(L)が作業員Wの正面作業領域に部分的にオーバーラップし、図7(b)の例ではアーム部2の可動領域MR(L)が作業員Wの正面作業領域を含む。

10

【0040】

なお、実際の稼動に際してはロボット装置にはそれに課される作業領域WAR及び作業内容、さらに周囲の作業員W等の干渉物の位置に応じてティーチングがなされる。このティーチングにより設定される第1関節部J1の第1軸RA1回りの運転範囲(運転旋回角)、第2関節部J2の第2軸RA2回りの運転範囲(運転起伏角)及び第3関節部J3の運転範囲(運転伸縮長)、さらに手首3軸の関節部J4, J5, J6の運転範囲(運転回転角)に応じてアーム部2が挿引する領域を運転領域という。運転領域は当然にして可動領域MRに含まれ、可動領域MRとは区別される。

20

【0041】

このレイアウトは本実施形態に係るロボット装置の直動伸縮アーム機構は肘関節がなく略扇形状の可動領域MRの外側には関節等がほぼ突出することがなく、しかもアーム部2の旋回中心RA1と同サイドに作業員Wが配置され、作業員Wとの接触の可能性が高いといえるアーム部2の旋回軌道は手先の動きから高い予測性をもって予測することができその危険性はより低減されることにより上記レイアウトが実現され得る。

【0042】

図8(a)にはロボット装置の基部1を作業員Wに対して約90度の向きで前方に配置したレイアウトの一例を示している。ロボット装置の基部1はその中心が作業員Wが立つべき予定位置(作業員Wの占有領域ORの中心位置)を中心とした占有領域ORの外周から、アーム部2が最も伸張したときの第1軸RA1からアーム部2の先端までの長さRL1(long)よりも短い距離Dneだけを離れた位置にレイアウトされることができ、さらに図8(b)に示すように、ロボット装置の基部1をその中心が作業員Wの占有領域ORの外周からアーム部2が最も収縮したときの第1軸RA1からアーム部2の先端までの長さRL1(short)よりも短い距離Dneだけを離れた位置になるよう作業員Wに接近してレイアウトすることも可能である。

30

【0043】

距離Dneを長さRL1(long)よりも短く、さらにはRL1(short)よりも短く設定したことで、アーム機構200の可動領域MRは作業員Wの占有領域ORに干渉する。しかしその運転領域はロボット装置に課せられている作業領域WARを含み且つ作業員Wの占有領域ORに干渉しないようティーチングにより設定される。基部1と作業員Wとの当該距離Dneは、可動領域MRと到達領域MMが部分的にオーバーラップし、さらに図11に示すように可動領域MR内におけるロボット装置に課される作業領域WARを、作業員Wによる到達領域MM内の作業領域WAMと部分的にオーバーラップさせることができ、その十分広いオーバーラップ領域は同一の作業対象物に対して作業員と協同してロボット装置に作業をさせることを可能ならしめる。

40

【0044】

図8(a)の例ではアーム部2の可動領域MR(L)が作業員Wの正面作業領域に部分的にオーバーラップし、図8(b)の例ではアーム部2の可動領域MR(L)が作業員Wの正面作業領域を含むことを可能としており、それによりロボット装置に作業員Wの作業

50

を補助させて正面作業率を向上させるよう作業者の作業領域を設計することができる。

【0045】

図9(a)にはロボット装置の基部1を作業員Wに対向する向きに配置したレイアウトの一例を示している。ロボット装置の基部1はその中心が作業時において作業員Wが立つべき予定位置(作業員Wの占有領域ORの中心位置)を中心とした占有領域ORの外周から、アーム部2が最も伸張したときの第1軸RA1からアーム部2の先端までの長さRL1(long)よりも短い距離Dneだけを離れた位置にレイアウトされることができる。さらに図9(b)に示すように、ロボット装置の基部1をその中心が作業員Wの占有領域ORの外周からアーム部2が最も収縮したときの第1軸RA1からアーム部2の先端までの長さRL1(short)よりも短い距離Dneだけを離れた位置になるよう作業員Wに接近してレイアウトすることも可能である。

10

【0046】

距離Dneを長さRL1(long)よりも短く、さらにはRL1(short)よりも短く設定したことで、アーム機構200の可動領域MRは作業員Wの占有領域ORに干渉する。しかしその運転領域はロボット装置に課せられている作業領域WARを含み且つ作業員Wの占有領域ORに干渉しないようティーチングにより設定される。基部1と作業員Wとの当該距離Dneは、可動領域MRが到達領域MMを含み、可動領域MR内におけるロボット装置に課される作業領域WARを作業員Wによる到達領域MM内の作業領域WAMと部分的にオーバーラップさせることができる。

【0047】

図9(a)、図9(b)の例ではアーム部2の可動領域MR(L)が作業員Wの正面作業領域を含むことを可能としており、それによりロボット装置に作業員Wの作業を補助させて正面作業率を向上させるよう作業者の作業領域を設計することができる。

20

【0048】

図10にはロボット装置の基部1を作業員Wと同じ向きであって作業員Wの直前に配置したレイアウトの一例を示している。ロボット装置の基部1は、作業時において作業員Wが立つべき予定位置の直前の位置にレイアウトされ、さらにはロボット装置の基部1は作業員Wの占有範囲ORに介在する位置にレイアウトされてもよい。この場合例えば作業員Wとしてはティーチング専門員が想定され、またはロボット装置の基部1を作業台車に搭載し、ロボット装置と作業台車を押す作業員Wとにより例えば部品倉庫の左右のパーツシェルフから必要な部品を協同して収集する状況が想定される。

30

【0049】

本実施形態に係るロボット装置の直動伸縮アーム機構では肘関節がなく、略扇形状の領域MRの外側には関節等が突出することがないことから、ロボット装置の基部1の背面に作業員Wが立ち、ティーチング作業を行なうことで、作業員Wに手先、アーム部2、全て関節部J1-J6が接触する危険性は解消され、しかもロボット装置の基部1の近くでその基準座標系bを直感的に理解することができティーチング操作を効率的に実行することができる。

【0050】

図11に示したように、ロボット装置には作業領域WAR内の作業対象物(ワーク)に対する作業を課される。この作業領域WARは作業空間設計の初期段階で規定される。作業空間設計では、作業領域WAR内の作業台上の作業対象物に対して作業員Wと協同してロボット装置に作業をさせるために、作業領域WARを含み、且つ周囲の作業員、ツールシェルフ、壁面等の干渉物を回避するよう略扇形状の領域MRの配置及び中心角が設計され(運転領域の設定)、その結果としての略扇形状の領域MRの扇中心に基部1の位置が決定される。

40

【0051】

上述した複数のレイアウトは任意に組み合わせられ実際的に図12、図13に示すように拡張することができる。図12(a)に示すように、作業台、例えば組み立てラインに沿ってロボット装置の基部1と二人の作業員W1、W2とを配置し、そしてロボット装置の

50

基部 1 を二人の作業員 W 1、W 2 の間であって、それぞれからアーム部 2 が最も伸張したときの第 1 軸 R A 1 からアーム部 2 の先端までの長さ R L 1 ( l o n g )、さらには状況に応じては R L 1 ( s h o r t ) よりも短い距離を離れた位置にレイアウトすることができる。このレイアウトでは、可動領域 M R が一方の作業員 W 1 による到達領域 M M 1 と領域 C 1 において部分的にオーバーラップし、他方の作業員 W 2 による到達領域 M M 2 と領域 C 2 において少なくとも部分的にオーバーラップする。このレイアウトは 1 台のロボット装置が二人の作業員 W と協同で作業を実行することを可能にする。

#### 【 0 0 5 2 】

図 1 2 ( b ) に示すように、作業台、例えば組み立てラインの一側にロボット装置の基部 1 と作業員 W 3 とを配置し、そしてラインの反対側に作業員 W 4 とを配置する。ロボット装置の基部 1 は一方の作業員 W 3 の隣であって、他方の作業員 W 4 に略対向する位置にレイアウトされることができ、対向する他方の作業員 W 4 から、アーム部 2 が最も伸張したときの第 1 軸 R A 1 からアーム部 2 の先端までの長さ R L 1 ( l o n g ) よりも短い距離 D n e を離れた位置にレイアウトされ得る。このレイアウトでは、可動領域 M R が隣の作業員 W 3 による到達領域 M M 3 と領域 C 1 において部分的にオーバーラップし、正面の作業員 W 4 による到達領域 M M 2 と領域 C 2 において少なくとも部分的にオーバーラップする。さらにこのレイアウトでも 1 台のロボット装置が二人の作業員 W と協同で作業を実行することを可能にする。

10

20

#### 【 0 0 5 3 】

図 1 3 ( a ) に示すように、作業台、例えば組み立てラインに沿って 2 台のロボット装置 R 1、R 2 の基部 1 を作業員 W 1 と一列に隣り合ってレイアウトすることができる。一方のロボット装置 R 1 の基部 1 を作業員 W 1 から長さ R L 1 ( l o n g ) よりも短い距離を離れた位置にレイアウトし、他方のロボット装置 R 2 の基部 1 を一方のロボット装置 R 1 の基部 1 から例えば長さ R L 1 ( l o n g ) よりも短い距離を離れた位置にレイアウトすることができる。このレイアウトでは、一方のロボット装置 R 1 の可動領域 M R 1 が作業員 W 1 による到達領域 M M 1 と領域 C 1 において部分的にオーバーラップし、2 台のロボット装置 R 1、R 2 の可動領域 M R 1、M R 2 が互いに領域 C 2 において少なくとも部分的にオーバーラップする。このレイアウトは 2 台のロボット装置と作業員 W とで協同で作業を実行することを可能になる。

30

#### 【 0 0 5 4 】

同様に図 1 3 ( b ) に示すように、作業台、例えば組み立てラインの一側に沿ってロボット装置 R 3 の基部 1 を作業員 W 2 と隣り合ってレイアウトし、ラインの反対側に他方のロボット装置 R 4 に基部 1 を作業員 W 2 と略対向する位置にレイアウトすることができる。一方のロボット装置 R 3 の基部 1 を作業員 W 2 から長さ R L 1 ( l o n g ) よりも短い距離を離れた位置にレイアウトし、他方のロボット装置 R 4 の基部 1 を作業員 W 2 から、長さ R L 1 ( l o n g ) よりも短い距離を離れた位置にレイアウトされる。このレイアウトでは、ロボット装置 R 3 の可動領域 M R 3 が作業員 W 2 による到達領域 M M 2 と領域 C 1 において部分的にオーバーラップし、ロボット装置 R 4 の可動領域 M R 4 が作業員 W 2 による到達領域 M M 2 と領域 C 2 において少なくとも部分的にオーバーラップする。さらにロボット装置 R 3 の可動領域 M R 3 とロボット装置 R 4 の可動領域 M R 4 とが少なくとも部分的にオーバーラップする。このレイアウトでは 2 台のロボット装置が作業員 W と協同で作業を実行することを可能にし、さらに 2 台のロボット装置同士が協同で作業を実行することも可能にする。

40

#### 【 0 0 5 5 】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に

50

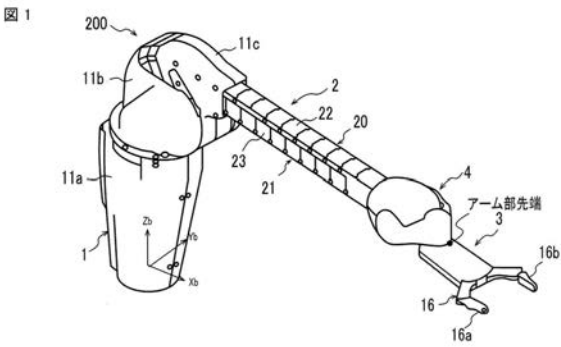
含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

【符号の説明】

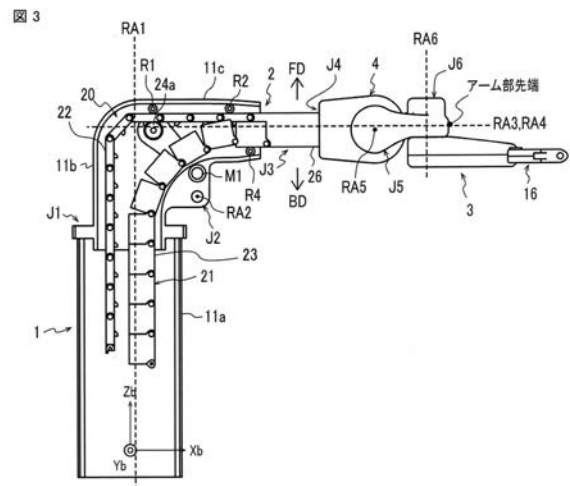
【0056】

1 ... 基部、2 ... アーム部、3 ... 手先効果器、J1, J2, J4, J5, J6 ... 回転関節部、J3 ... 直動関節部、11a ... 第1支持体、11b ... 第2支持体、11c ... 第3支持体、20 ... 第2連結コマ列、21 ... 第1連結コマ列、22 ... 第2連結コマ、23 ... 第1連結コマ、26 ... 結合コマ、MR ... ロボット装置の可動領域、MM ... 作業員の到達領域、WAR ... ロボット装置の作業領域、WAM ... 作業員の作業領域、W ... 作業員、OR ... 占有領域。

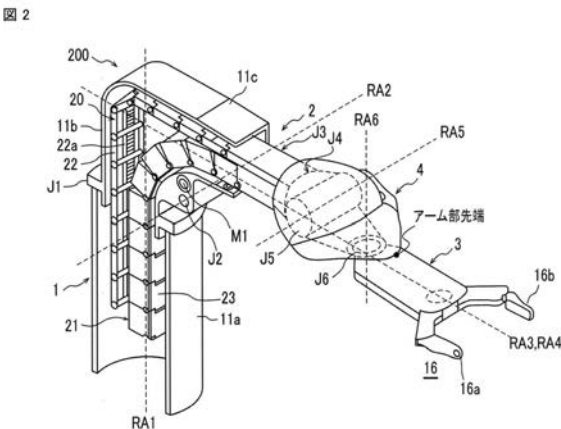
【図1】



【図3】

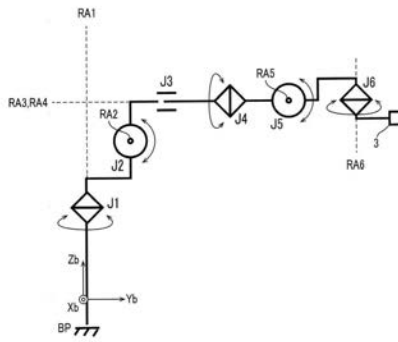


【図2】



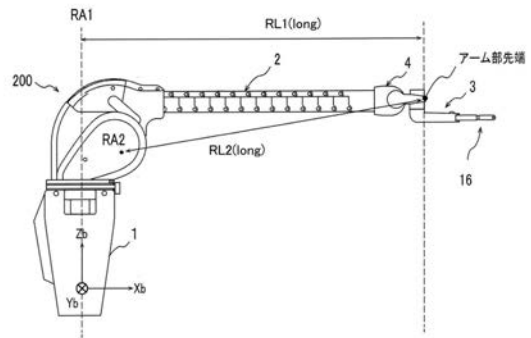
【 図 4 】

図 4

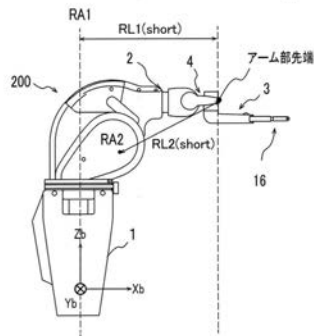


【 図 5 】

図 5



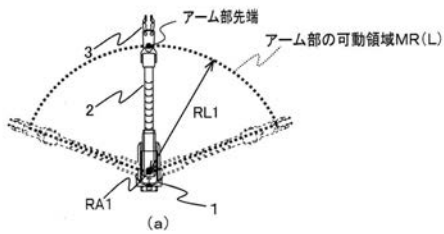
(a)



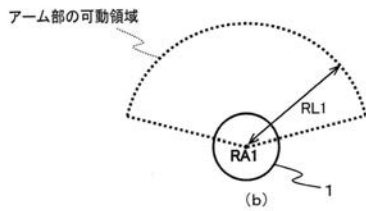
(b)

【 図 6 】

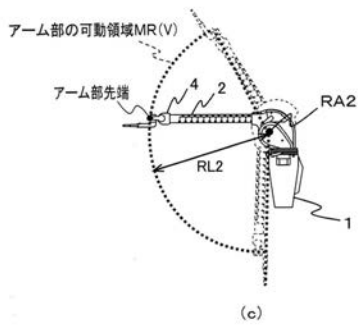
図 6



(a)



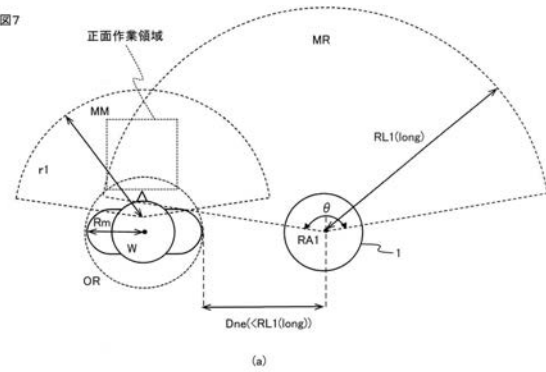
(b)



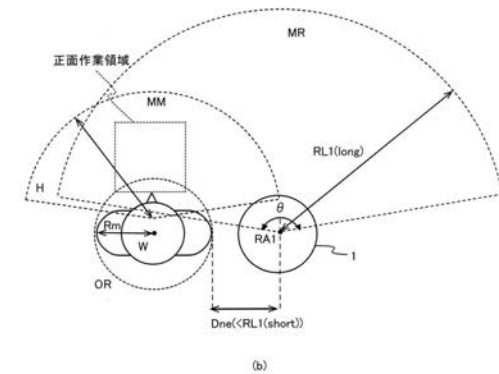
(c)

【 図 7 】

図 7



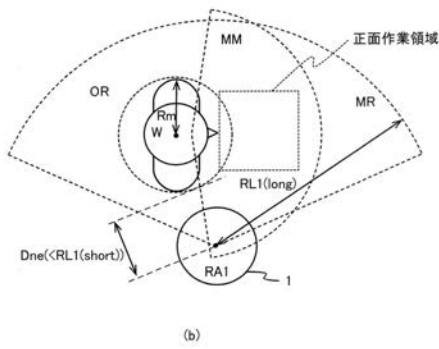
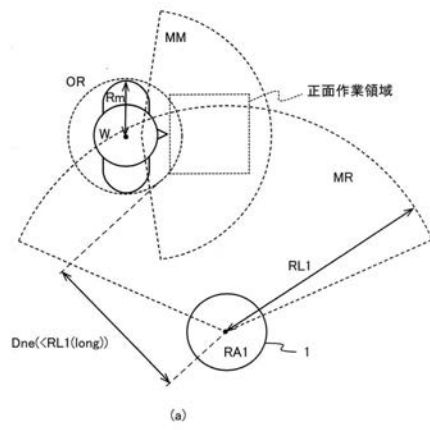
(a)



(b)

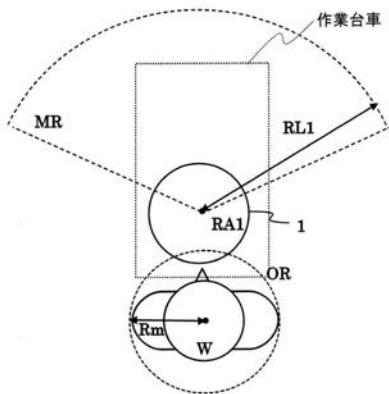
【 図 8 】

図8



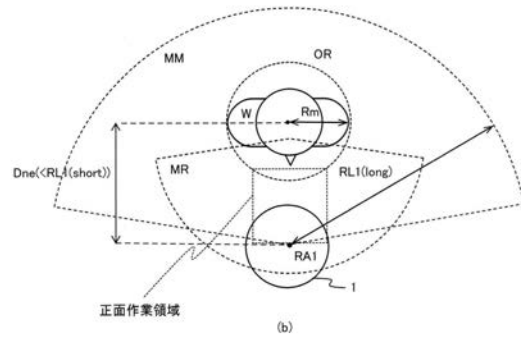
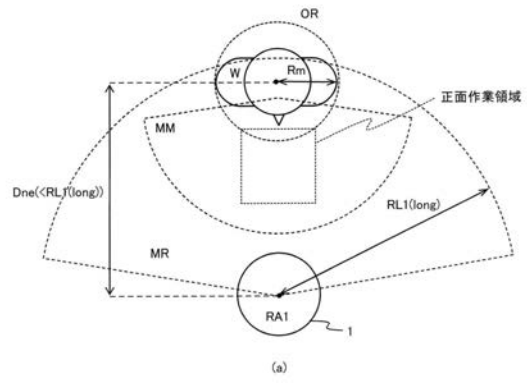
【 図 1 0 】

図10



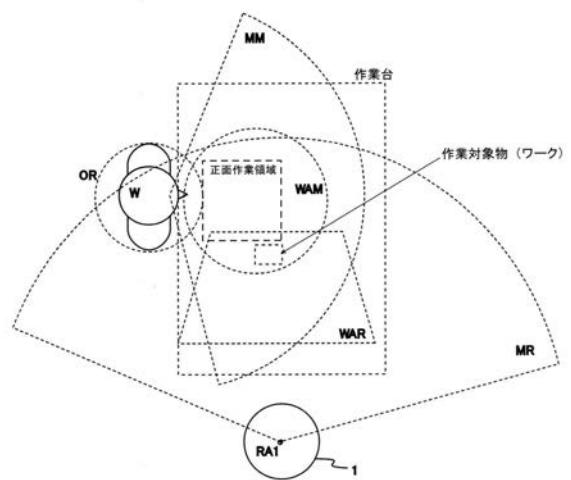
【 図 9 】

図9



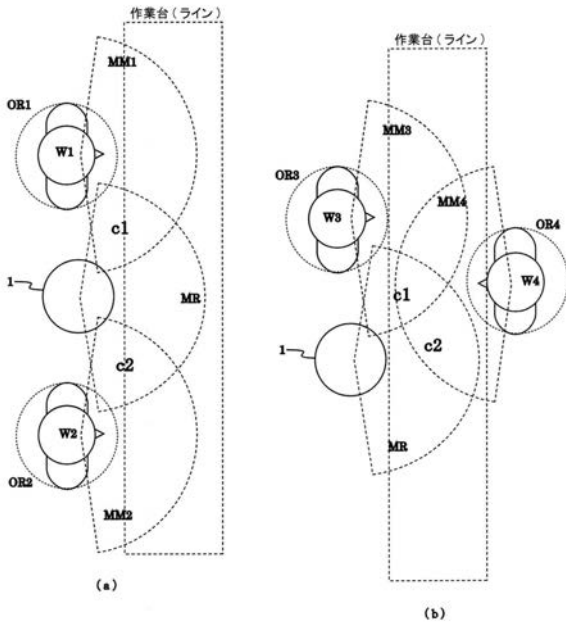
【 図 1 1 】

図 11



【 図 1 2 】

図 12



【 図 1 3 】

図 13

