

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-7010

(P2017-7010A)

(43) 公開日 平成29年1月12日(2017.1.12)

(51) Int.Cl.
B25J 19/06 (2006.01)

F I
B25J 19/06

テーマコード(参考)
3C707

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2015-123568 (P2015-123568)
(22) 出願日 平成27年6月19日 (2015.6.19)

(71) 出願人 000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(74) 代理人 100116665
弁理士 渡辺 和昭
(74) 代理人 100164633
弁理士 西田 圭介
(74) 代理人 100179475
弁理士 仲井 智至
(72) 発明者 竹内 馨
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
Fターム(参考) 3C707 KS11 KS35 KV11 KV18 KX05
KX19 LU05 LV15 MS03 MS10
MS14 MS15 MS22 MS27

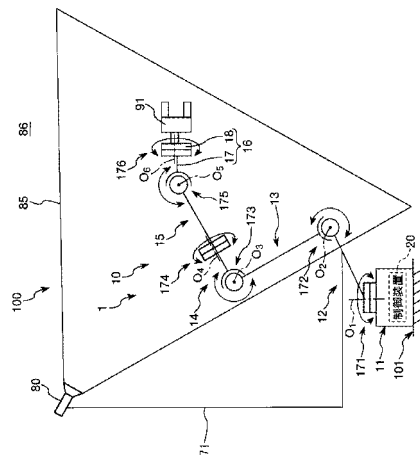
(54) 【発明の名称】 ロボット、制御装置およびロボットシステム

(57) 【要約】

【課題】本発明の目的は、検出器の数を減少しつつ、安全であるロボット、制御装置およびロボットシステムを提供すること。

【解決手段】ロボットは、可動部を備え、検出器により検出可能であるロボットであって、前記検出器の検出領域で前記ロボットが動作する場合、前記可動部を通常モードで動作させ、前記検出器の非検出領域で前記ロボットが動作する場合、前記可動部を安全モードで動作させる。また、ロボットは、前記検出器を有することが好ましい。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

可動部を備え、

検出器により検出可能であるロボットであって、

前記検出器の検出領域で前記ロボットが動作する場合、前記可動部を通常モードで動作させ、

前記検出器の非検出領域で前記ロボットが動作する場合、前記可動部を安全モードで動作させることを特徴とするロボット。

【請求項 2】

前記可動部の少なくとも一部が前記検出領域に入っている場合、前記可動部が前記検出領域に入っていない場合に対して、前記検出領域が前記非検出領域に所定の大きさ以上変化している場合は、前記安全モードに設定する請求項 1 に記載のロボット。

10

【請求項 3】

前記検出器を有する請求項 1 または 2 に記載のロボット。

【請求項 4】

前記検出器は、前記可動部に設けられている請求項 3 に記載のロボット。

【請求項 5】

前記安全モードでは、前記通常モードよりも前記可動部の速度が遅い請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 6】

20

前記可動部は、駆動源を有し、

前記安全モードでは、前記駆動源のトルクを検出し、前記トルクの検出値が閾値よりも大きい場合は、前記可動部を停止または減速させる請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 7】

前記安全モードでは、力制御を行う請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載のロボット

【請求項 8】

前記可動部は、駆動源を有し、

前記安全モードでは、前記駆動源のトルクに上限値を設ける請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載のロボット。

30

【請求項 9】

前記通常モードでは、前記駆動源のトルクに上限値を設け、

前記安全モードにおける前記上限値は、前記通常モードにおける前記上限値よりも小さい請求項 8 に記載のロボット。

【請求項 10】

前記検出器は、レーザー光の発光部および受光部を有する請求項 1 ないし 9 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 11】

前記安全モードにおける前記可動部に加わる外力の上限値は、前記通常モードにおける前記可動部に加わる外力の上限値よりも小さい請求項 1 ないし 10 のいずれか 1 項に記載のロボット。

40

【請求項 12】

可動部を備え、検出器により検出可能であるロボットの動作を制御する制御装置であって、

前記検出器の検出領域で前記ロボットが動作する場合、前記可動部を通常モードで動作させ、

前記検出器の非検出領域で前記ロボットが動作する場合、前記可動部を安全モードで動作させることを特徴とする制御装置。

【請求項 13】

50

可動部を有するロボットと、
検出器と、
前記ロボットの動作を制御する制御装置と、を備え、
前記検出器の検出領域で前記ロボットが動作する場合、前記可動部を通常モードで動作させ、

前記検出器の非検出領域で前記ロボットが動作する場合、前記可動部を安全モードで動作させることを特徴とするロボットシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ロボット、制御装置およびロボットシステムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、ロボットの技術進歩は著しく、これまでは、ロボットと人間は、分け隔てられて作業を行ってきたが、人間と共存して作業を行うロボットやロボットシステムが提案されてきている。

【0003】

特許文献1には、作業支援システムが開示されている。この作業支援システムでは、ロボットに、作業者の運動を計測する複数のセンサーを設け、そのセンサーの検出結果を利用して、作業者とロボットとの衝突を防止する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2013-82071号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1に記載の作業支援システムでは、ロボットが移動し得る領域において作業者の運動を計測するには、ロボットが移動し得る領域のすべてを網羅するように、多数のセンサーを設ける必要がある。特に、垂直多関節ロボットのようにロボットアーム（可動部）が自由な方向へ変位可能である場合は、より広い領域を監視することが必要となり、より多くのセンサーを必要とする。このため、処理が多くなり、制御が煩雑化し、また、コストが増大するという問題がある。

【0006】

本発明の目的は、検出器の数を減少しつつ、安全であるロボット、制御装置およびロボットシステムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の形態または適用例として実現することが可能である。

【0008】

[適用例1]

本発明のロボットは、可動部を備え、

検出器により検出可能であるロボットであって、

前記検出器の検出領域で前記ロボットが動作する場合、前記可動部を通常モードで動作させ、

前記検出器の非検出領域で前記ロボットが動作する場合、前記可動部を安全モードで動作させることを特徴とする。

【0009】

これにより、ロボットが人間と共存して作業を行う場合、検出器の数を減少しつつ、ロ

10

20

30

40

50

ロボットが人間に危害を加えることや、物を損傷させることを防止することができる。

【0010】

[適用例2]

本発明のロボットでは、前記可動部の少なくとも一部が前記検出領域に入っている場合、前記可動部が前記検出領域に入っていない場合に対して、前記検出領域が前記非検出領域に所定の大きさ以上変化している場合は、前記安全モードに設定することが好ましい。

【0011】

これにより、ロボットが人間と共存して作業を行う場合、検出器の数を減少しつつ、ロボットが人間に危害を加えることや、物を損傷させることを防止することができる。

【0012】

[適用例3]

本発明のロボットでは、前記検出器を有することが好ましい。

【0013】

これにより、検出器の検出領域内の本来存在しないはずの人間や物を検出することができる。

【0014】

[適用例4]

本発明のロボットでは、前記検出器は、前記可動部に設けられていることが好ましい。

【0015】

これにより、可動部の動作に伴って、検出器およびその検出領域が変位するので、可動部の多くの動作を検出領域内で行うことができ、これによって、可動部の多くの動作を通常モードで行うことができる。

【0016】

[適用例5]

本発明のロボットでは、前記安全モードでは、前記通常モードよりも前記可動部の速度が遅いことが好ましい。

【0017】

これにより、検出器の非検出領域でロボットが動作する場合、ロボットが人間に危害を加えることや、物を損傷させることを防止することができる。

【0018】

[適用例6]

本発明のロボットでは、前記可動部は、駆動源を有し、前記安全モードでは、前記駆動源のトルクを検出し、前記トルクの検出値が閾値よりも大きい場合は、前記可動部を停止または減速させることが好ましい。

【0019】

これにより、検出器の非検出領域でロボットが動作する場合、ロボットが人間に危害を加えることや、物を損傷させることを防止することができる。

【0020】

[適用例7]

本発明のロボットでは、前記安全モードでは、力制御を行うことが好ましい。

【0021】

これにより、検出器の非検出領域でロボットが動作する場合、ロボットが人間に危害を加えることや、物を損傷させることを防止することができる。

【0022】

[適用例8]

本発明のロボットでは、前記可動部は、駆動源を有し、前記安全モードでは、前記駆動源のトルクに上限値を設けることが好ましい。

【0023】

これにより、検出器の非検出領域でロボットが動作する場合、ロボットが人間に危害を加えることや、物を損傷させることを防止することができる。

10

20

30

40

50

【0024】

[適用例9]

本発明のロボットでは、前記通常モードでは、前記駆動源のトルクに上限値を設け、前記安全モードにおける前記上限値は、前記通常モードにおける前記上限値よりも小さいことが好ましい。

【0025】

これにより、検出器の非検出領域でロボットが動作する場合、ロボットが人間に危害を加えることや、物を損傷させることを防止することができる。

【0026】

[適用例10]

本発明のロボットでは、前記検出器は、レーザー光の発光部および受光部を有することが好ましい。

【0027】

これにより、検出器の検出領域内に例えば人間がいる場合、その人間までの距離を測定することができ、その情報に基づいて、例えば、可動部と人間とが接近した場合に可動部を停止させる等の所定の処理を行うことができる。

【0028】

[適用例11]

本発明のロボットでは、前記安全モードにおける前記可動部に加わる外力の上限値は、前記通常モードにおける前記可動部に加わる外力の上限値よりも小さいことが好ましい。

【0029】

これにより、検出器の非検出領域でロボットが動作する場合、ロボットが人間に危害を加えることや、物を損傷させることを防止することができる。

【0030】

[適用例12]

本発明の制御装置は、可動部を備え、検出器により検出可能であるロボットの動作を制御する制御装置であって、

前記検出器の検出領域で前記ロボットが動作する場合、前記可動部を通常モードで動作させ、

前記検出器の非検出領域で前記ロボットが動作する場合、前記可動部を安全モードで動作させることを特徴とする。

【0031】

これにより、ロボットが人間と共存して作業を行う場合、検出器の数を減少しつつ、ロボットが人間に危害を加えることや、物を損傷させることを防止することができる。

【0032】

[適用例13]

本発明のロボットシステムは、可動部を有するロボットと、検出器と、

前記ロボットの動作を制御する制御装置と、を備え、

前記検出器の検出領域で前記ロボットが動作する場合、前記可動部を通常モードで動作させ、

前記検出器の非検出領域で前記ロボットが動作する場合、前記可動部を安全モードで動作させることを特徴とする。

【0033】

これにより、ロボットが人間と共存して作業を行う場合、検出器の数を減少しつつ、ロボットが人間に危害を加えることや、物を損傷させることを防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図1】本発明のロボットシステムの第1実施形態を示す概略図である。

【図2】図1に示すロボットシステムの主要部のブロック図である。

10

20

30

40

50

【図3】図1に示すロボットシステムの制御装置の制御動作の1例を示すフローチャートである。

【図4】本発明のロボットシステムの第4実施形態におけるロボットを模式的に示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0035】

以下、本発明のロボット、制御装置およびロボットシステムについて添付図面に示す実施形態に基づいて詳細に説明する。

【0036】

<第1実施形態>

図1は、本発明のロボットシステムの第1実施形態を示す概略図である。図2は、図1に示すロボットシステムの主要部のブロック図である。図3は、図1に示すロボットシステムの制御装置の制御動作の1例を示すフローチャートである。

【0037】

なお、以下では、説明の都合上、図1中の上側を「上」または「上方」、下側を「下」または「下方」、右側を「右」、左側を「左」と言う。また、図1中の基台側を「基端」、その反対側を「先端」と言う。

【0038】

また、図1中の検出器80の位置に頂点が配置され、検出器80の右側に記載された三角形は、検出器80の検出領域85を示しており、その延長上の領域も所定の位置までは検出領域85である。また、図1中の検出領域85以外の領域は、非検出領域86である。

【0039】

図1および図2に示すロボットシステム（産業用ロボットシステム）100は、ロボット本体（本体部）10を有するロボット（産業用ロボット）1と、ロボット1（ロボット本体10）の動作（作動）を制御する制御装置（制御部）20と、検出器80とを備えている。このロボットシステム100（ロボット1）は、例えば、腕時計のような精密機器等を製造する製造工程等で用いることができる。なお、制御装置20と検出器80とのいずれか一方をロボット1の構成要素としてもよく、また、制御装置20および検出器80をロボット1の構成要素としてもよく、以下では、ロボット1が制御装置20および検出器80を有する場合について説明する。

【0040】

制御装置20は、ロボット1に内蔵されており、ロボット本体10および検出器80と制御装置20とは、電気的に接続されている。ロボット1における制御装置20の位置は、特に限定されないが、図示の構成では、制御装置20は、基台11内に設置されている。また、制御装置20は、例えば、CPU（Central Processing Unit）および記憶部等が内蔵されたパーソナルコンピュータ（PC）等で構成することができる。なお、制御装置20および検出器80については、後で詳述する。

【0041】

なお、制御装置20は、ロボット本体10から離間した位置に配置されていてもよい。この場合は、ロボット本体10と制御装置20とは、例えば、図示しないケーブル等で電氣的に接続されるか、または、ロボット本体10と制御装置20とが無線で通信を行うように構成される。

【0042】

ロボット本体10は、基台（支持部）11と、ロボットアーム（可動部）5とを有している。ロボットアーム5は、第1アーム（第1アーム部材）（腕部）12と、第2アーム（第2アーム部材）（腕部）13と、第3アーム（第3アーム部材）（腕部）14と、第4アーム（第4アーム部材）（腕部）15と、第5アーム（第5アーム部材）（腕部）17と、第6アーム（第6アーム部材）（腕部）18と、第1駆動源401と、第2駆動源402と、第3駆動源403と、第4駆動源404と、第5駆動源405と、第6駆動源

10

20

30

40

50

406とを有している。そして、第5アーム17と第6アーム18とによりリスト16が構成され、第6アーム18の先端には、例えば、ハンド91等のエンドエフェクターを着脱可能に取り付けることができるようになっている。すなわち、ロボット1は、基台11と、第1アーム12と、第2アーム13と、第3アーム14と、第4アーム15と、第5アーム17と、第6アーム18とが基端側から先端側に向ってこの順に連結された垂直多関節(6軸)ロボットである。なお、以下では、第1アーム12、第2アーム13、第3アーム14、第4アーム15、第5アーム17および第6アーム18をそれぞれ「アーム」とも言う。また、第1駆動源401、第2駆動源402、第3駆動源403、第4駆動源404、第5駆動源405および第6駆動源406をそれぞれ「駆動源」とも言う。

【0043】

また、基台11は、ロボット1の鉛直方向の最も下方に位置し、設置スペースの床101に設置される部分(部材)である。

【0044】

なお、基台11の設置箇所としては、設置スペースの床に限定されず、この他、例えば、設置スペースの壁、天井、地上等が挙げられる。

【0045】

また、基台11には、後述する第1関節171が含まれていてもよく、また、含まれていなくてもよい。

【0046】

また、第1アーム12、第2アーム13、第3アーム14、第4アーム15、第5アーム17および第6アーム18は、それぞれ、基台11に対し独立して変位可能に支持されている。

【0047】

基台11と第1アーム12とは、関節(ジョイント)171を介して連結されている。関節171は、互いに連結された第1アーム12を基台11に対し回動可能に支持する機構を有している。これにより、第1アーム12は、基台11に対し、鉛直方向と平行な第1回動軸O1を中心に(第1回動軸O1回り)回動可能となっている。第1回動軸O1は、基台11の設置面である床101の上面の法線と一致している。また、第1回動軸O1は、ロボット1の最も上流側にある回動軸である。この第1回動軸O1回りの回動は、モーター401Mを有する第1駆動源401の駆動によりなされる。また、第1駆動源401はモーター401Mとケーブル(図示せず)によって駆動され、このモーター401Mは電氣的に接続されたモータードライバ301を介して制御装置20により制御される。なお、第1駆動源401はモーター401Mとともに設けた減速機(図示せず)によってモーター401Mからの駆動力を伝達するように構成してもよく、また、減速機が省略されていてもよい。

【0048】

また、第1アーム12と第2アーム13とは、関節(ジョイント)172を介して連結されている。関節172は、互いに連結された第1アーム12と第2アーム13のうちの一方を他方に対し回動可能に支持する機構を有している。これにより、第2アーム13は、第1アーム12に対し、水平方向と平行な第2回動軸O2を中心に(第2回動軸O2回りに)回動可能となっている。第2回動軸O2は、第1回動軸O1と直交または第1回動軸O1と直交する軸と平行である。この第2回動軸O2回りの回動は、モーター402Mを有する第2駆動源402の駆動によりなされる。また、第2駆動源402はモーター402Mとケーブル(図示せず)によって駆動され、このモーター402Mは電氣的に接続されたモータードライバ302を介して制御装置20により制御される。なお、第2駆動源402はモーター402Mとともに設けた減速機(図示せず)によってモーター402Mからの駆動力を伝達するように構成してもよく、また、減速機が省略されていてもよい。また、第2回動軸O2は、第1回動軸O1に直交する軸と平行であってもよい。

【0049】

また、第2アーム13と第3アーム14とは、関節(ジョイント)173を介して連結

10

20

30

40

50

されている。関節 173 は、互いに連結された第 2 アーム 13 と第 3 アーム 14 のうちの一方を他方に対し回動可能に支持する機構を有している。これにより、第 3 アーム 14 は、第 2 アーム 13 に対して、水平方向と平行な第 3 回動軸 O3 を中心に（第 3 回動軸 O3 回りに）回動可能となっている。第 3 回動軸 O3 は、第 2 回動軸 O2 と平行である。この第 3 回動軸 O3 回りの回動は、第 3 駆動源 403 の駆動によりなされる。また、第 3 駆動源 403 は、モーター 403 M とケーブル（図示せず）によって駆動され、このモーター 403 M は電氣的に接続されたモータードライバー 303 を介して制御装置 20 により制御される。なお、第 3 駆動源 403 はモーター 403 M とともに設けた減速機（図示せず）によってモーター 403 M からの駆動力を伝達するように構成してもよく、また、減速機が省略されていてもよい。

10

【0050】

また、第 3 アーム 14 と第 4 アーム 15 とは、関節（ジョイント）174 を介して連結されている。関節 174 は、互いに連結された第 3 アーム 14 と第 4 アーム 15 のうちの一方を他方に対し回動可能に支持する機構を有している。これにより、第 4 アーム 15 は、第 3 アーム 14（基台 11）に対し、第 3 アーム 14 の中心軸方向と平行な第 4 回動軸 O4 を中心に（第 4 回動軸 O4 回りに）回動可能となっている。第 4 回動軸 O4 は、第 3 回動軸 O3 と直交または第 3 回動軸 O3 と直交する軸と平行である。この第 4 回動軸 O4 回りの回動は、第 4 駆動源 404 の駆動によりなされる。また、第 4 駆動源 404 は、モーター 404 M とケーブル（図示せず）によって駆動され、このモーター 404 M は電氣的に接続されたモータードライバー 304 を介して制御装置 20 により制御される。なお、第 4 駆動源 404 はモーター 404 M とともに設けた減速機（図示せず）によってモーター 404 M からの駆動力を伝達するように構成してもよく、また、減速機が省略されていてもよい。

20

【0051】

また、第 4 アーム 15 とリスト 16 の第 5 アーム 17 とは、関節（ジョイント）175 を介して連結されている。関節 175 は、互いに連結された第 4 アーム 15 とリスト 16 の第 5 アーム 17 のうちの一方を他方に対し回動可能に支持する機構を有している。これにより、リスト 16 の第 5 アーム 17 は、第 4 アーム 15 に対し、第 4 アーム 15 の中心軸方向と直交する第 5 回動軸 O5 を中心に（第 5 回動軸 O5 回りに）回動可能となっている。第 5 回動軸 O5 は、第 4 回動軸 O4 と直交または第 4 回動軸 O4 と直交する軸と平行である。この第 5 回動軸 O5 回りの回動は、第 5 駆動源 405 の駆動によりなされる。また、第 5 駆動源 405 は、モーター 405 M とケーブル（図示せず）によって駆動され、このモーター 405 M は電氣的に接続されたモータードライバー 305 を介して制御装置 20 により制御される。なお、第 5 駆動源 405 はモーター 405 M とともに設けた減速機（図示せず）によってモーター 405 M からの駆動力を伝達するように構成してもよく、また、減速機が省略されていてもよい。

30

【0052】

また、リスト 16 の第 5 アーム 17 と第 6 アーム 18 とは、関節（ジョイント）176 を介して連結されている。関節 176 は、互いに連結されたリスト 16 の第 5 アーム 17 と第 6 アーム 18 のうちの一方を他方に対し回動可能に支持する機構を有している。これにより、リスト 16 の第 6 アーム 18 は、第 5 アーム 17 に対し、第 6 回動軸 O6 を中心に（第 6 回動軸 O6 回りに）回動可能となっている。第 6 回動軸 O6 は、第 5 回動軸 O5 と直交または第 5 回動軸 O5 と直交する軸と平行である。この第 6 回動軸 O6 回りの回動は、第 6 駆動源 406 の駆動によりなされる。また、第 6 駆動源 406 の駆動は、モーターとケーブル（図示せず）によって駆動され、このモーター 406 M は電氣的に接続されたモータードライバー 306 を介して制御装置 20 により制御される。なお、第 6 駆動源 406 はモーター 406 M とともに設けた減速機（図示せず）によってモーター 406 M からの駆動力を伝達するように構成してもよく、また、減速機が省略されていてもよい。また、第 5 回動軸 O5 は、第 4 回動軸 O4 に直交する軸と平行であってもよく、また、第 6 回動軸 O6 は、第 5 回動軸 O5 に直交する軸と平行であってもよい。

40

50

【 0 0 5 3 】

また、リスト 1 6 の第 6 アーム 1 8 の先端部（第 4 アーム 1 5 と反対側の端部）には、エンドエフェクターとして、例えば、腕時計等のような精密機器、部品等を把持するハンド 9 1 が着脱可能に装着される。このハンド 9 1 の駆動は、制御装置 2 0 により制御される。なお、ハンド 9 1 としては、特に限定されず、例えば、複数本の指部（フィンガー）を有する構成のものが挙げられる。そして、このロボット 1 は、ハンド 9 1 で精密機器、部品を把持したまま、アーム 1 2 ~ 1 5 やリスト 1 6 等の動作を制御することにより、当該精密機器、部品を搬送する等の各作業を行うことができる。

【 0 0 5 4 】

また、ロボット 1 は、駆動源 4 0 1 ~ 4 0 6 のモーター 4 0 1 M ~ 4 0 6 M のトルクを検出するトルクセンサー 4 1 1、4 1 2、4 1 3、4 1 4、4 1 5 および 4 1 6 を有している。

10

【 0 0 5 5 】

また、検出器 8 0 は、その検出領域 8 5 において、人間（作業員）や本来は存在しないはずの物等を検出するものである。前述したように、検出器 8 0 の検出領域 8 5 は、三角形で記載されているが、実際は、検出器 8 0 の位置に頂点が配置された円錐状をなしている。図 1 中の検出領域 8 5 以外の領域は、非検出領域 8 6 である。

【 0 0 5 6 】

検出器 8 0 としては、人間や物を検出可能なものであれば特に限定されず、例えば、電子カメラ、超音波の送信部および受信部を有するセンサー、レーザー光の発光部および受光部を有するセンサー等が挙げられる。これらのうちでは、検出器 8 0 と人間や物との間の距離を測定可能であることから、2 D 走査型または 3 D 走査型のレーザーレンジファインダー（レーザーレンジセンサー）等のレーザー光の発光部および受光部を有するセンサーが好ましい。なお、レーザーレンジファインダーとしては、例えば、北陽電機株式会社製の測域センサー等が挙げられる。以下では、検出器 8 0 として、代表的に、レーザー光の発光部および受光部を有するセンサーを用いる場合について説明する。

20

【 0 0 5 7 】

また、検出器 8 0 は、L 字状の取付部材 7 1 により取り付けられている。この検出器 8 0（取付部材 7 1）の設置個所（設置位置）は、特に限定されないが、検出器 8 0 は、ロボット本体 1 0（ロボット 1）の可動する部分（可動部）、本実施形態では、ロボットアーム 5、具体的には、第 1 アーム 1 2 に設置されている。これにより、第 1 アーム 1 2 の回動（動作）に伴って、検出器 8 0 およびその検出領域 8 5 が第 1 回動軸 0 1 の回りに回動（変位）するので、ロボットアーム 5 の多くの動作を検出領域 8 5 内で行うことができる。これによって、ロボットアーム 5 の多くの動作を後述する通常モードで行うことができる。

30

【 0 0 5 8 】

また、検出器 8 0 の数は、本実施形態では、1 つである。なお、検出器 8 0 の数は、複数であってもよい。

【 0 0 5 9 】

なお、検出器 8 0 の設置個所は、ロボット本体 1 0 の可動する部分に限らず、例えば、基台 1 1 等のロボット本体 1 0 の可動しない部分や、天井、壁、床、地面等の本体 1 0（ロボット 1）以外の箇所が挙げられる。また、検出器 8 0 は、取付部材 7 1 等を用いずに、例えば、直接設置されていてもよい。

40

【 0 0 6 0 】

また、制御装置 2 0 は、第 1 駆動源 4 0 1 の駆動（作動）を制御する第 1 駆動源制御部 2 0 1 と、第 2 駆動源 4 0 2 の駆動を制御する第 2 駆動源制御部 2 0 2 と、第 3 駆動源 4 0 3 の駆動を制御する第 3 駆動源制御部 2 0 3 と、第 4 駆動源 4 0 4 の駆動を制御する第 4 駆動源制御部 2 0 4 と、第 5 駆動源 4 0 5 の駆動を制御する第 5 駆動源制御部 2 0 5 と、第 6 駆動源 4 0 6 の駆動を制御する第 6 駆動源制御部 2 0 6 とを有している。

【 0 0 6 1 】

50

制御装置 20 は、モータードライバー 301 ~ 306 を介して、駆動源 401 ~ 406 をそれぞれ独立して制御することができ、アーム 12 ~ 15、17、18 をそれぞれ独立して変位（動作）させることができる。この場合、制御装置 20 は、例えば、位置制御、インピーダンス制御（力制御）等の所定の制御を行う。この制御プログラムは、制御装置 20 に内蔵された記憶部に予め記憶されている。

【0062】

このロボットシステム 100 では、検出器 80 により、人間や本来は存在しないはずの物等を検出し、制御装置 20 は、その検出結果に基づいて、ロボット 1 の動作（作動）を制御する。本来は存在しないはずの物としては、例えば、誤って置かれた静的物体、誤って侵入してきた動的物体（例えば、他のロボット）等が挙げられる。

10

【0063】

なお、本来存在する物、例えば、位置が判っている静的物体、動作が判っている動的物体（例えば、他のロボット）等については、その情報を予め、制御装置 20 の記憶部に記憶しておくか、または、必要に応じて後から記憶する。これにより、ロボット 1 は、本来存在する物については、その物を回避しつつ作業を行うことができる。

【0064】

また、制御装置 20 は、検出器 80 の検出領域 85 でロボットアーム 5（ロボット 1）が動作する場合と、検出器 80 の非検出領域 86 でロボットアーム 5（ロボット 1）が動作する場合とで、異なる動作モードに設定する。なお、以下では、検出器 80 により、人間や本来は存在しないはずの物のうち、代表的に、人間を検出する場合を例に挙げて説明する。

20

【0065】

まず、前提として、検出器 80 の検出領域 85 でロボットアーム 5 が動作する、すなわち、ハンド 91（ロボットアーム 5 の先端部）が検出領域 85 に位置するように、ロボット 1 の動作を制御することが好ましい。

【0066】

そして、検出器 80 の検出領域 85 でロボットアーム 5 が動作する場合、すなわち、ハンド 91（ロボットアーム 5 の先端部）が検出領域 85 に位置している場合は、ロボットアーム 5 を通常モード（第 1 の動作モード）で動作させる。

【0067】

通常モードでは、ロボットアーム 5 の速度、すなわち、ハンド 91（ロボットアーム 5 の先端部）の移動速度には、特に制限を設けない。これにより、作業効率を向上させることができる。

30

【0068】

また、通常モードでは、検出器 80 により人間を検出し、その検出結果に基づいて、ロボット 1 の動作を制御する。

【0069】

すなわち、ロボット 1 のハンド 91（ロボットアーム 5 の先端部）の移動方向（変位方向）において、ロボットアーム 5 が現在の位置で停止動作を開始した場合、ハンド 91（ロボットアーム 5 の先端部）が現在の位置から停止するまでに移動する範囲（以下、「移動範囲」とも言う）よりも所定距離だけ先までの範囲（以下、「安全移動範囲」とも言う）において人間を検出する。この人間の検出は、常に行う。また、前記所定距離は、特に限定されず、諸条件に応じて適宜設定することができる。

40

【0070】

そして、ハンド 91 の前記安全移動範囲に人間がいない場合には、ロボットアーム 5（ロボット 1）の動作を継続する。

【0071】

また、ハンド 91 の前記安全移動範囲に人間がいる場合には、ロボットアーム 5 を停止させる。これにより、ハンド 91 やそのハンド 91 が把持した対象物（以下、「ハンド 91 等」と言う）が人間に接触（衝突）することを防止することができる。

50

【0072】

一方、検出器80の非検出領域86でロボットアーム5が動作する場合、すなわち、ハンド91（ロボットアーム5の先端部）が非検出領域86（検出領域85の外側）に位置している場合は、ロボットアーム5を安全モード（第2の動作モード）で動作させる。

【0073】

前記安全モードとは、通常モードよりも人間や物に対してより危害を加えない動作モードである。

【0074】

本実施形態では、安全モードでは、通常モードよりもロボットアーム5の速度、すなわち、ハンド91（ロボットアーム5の先端部）の移動速度を遅くする。

10

【0075】

これにより、ハンド91等が人間に接触した場合に、人間に無理な力が加わることを、すなわち、人間に危害が加わることを防止することができる。また、ハンド91の移動速度が遅いので、人間は、ハンド91が接触しそうなとしても、その接触を容易に回避することもできる。

【0076】

また、安全モードでは、トルクセンサー411～416からモーター401M～406Mのトルクを検出し、そのトルクの検出値に基づいて、外部からロボットアーム5に加えられる力により発生するトルクを求める。なお、ハンド91等が人間に接触すると、トルクセンサー411～416の検出値が増大する。そして、この外部からロボットアーム5に加えられる力により発生するトルクと所定の閾値とを比較し、前記トルクが前記閾値よりも大きい場合は、ロボットアーム5を停止させるか、または、ロボットアーム5の速度、すなわち、ハンド91（ロボットアーム5の先端部）の移動速度を減速させる。なお、ここでは、トルクセンサー411～416の検出値と、所定の閾値とを比較するように構成してもよい。

20

【0077】

これにより、ハンド91等が人間に接触した場合に、人間に無理な力が加わることを、すなわち、人間に危害が加わることを防止することができる。

【0078】

なお、前記停止と前記減速とのいずれが好ましいかと言えば、より安全であるという観点からは、停止が好ましく、また、作業効率をより低下させないという観点からは、減速が好ましい。

30

【0079】

次に、ロボット1が作業を行う場合にロボットアーム5を動作させる際の制御装置20の制御動作の1例を、図3に示すフローに基づいて説明する。

【0080】

なお、前述したように、ここでも、検出器80により、人間や本来は存在しないはずの物のうち、代表的に、人間を検出する場合を例に挙げて説明する。

【0081】

図3に示すように、制御装置20は、ロボットアーム5を動作させる際、ロボット1が検出器80の検出領域85内で動作するか否かを判断する（ステップS101）。

40

【0082】

ステップS101では、ハンド91（ロボットアーム5の先端部）が検出領域85に位置している場合は、「YES」と判断し、ハンド91が非検出領域86に位置している場合は、「NO」と判断する。

【0083】

ステップS101において、ロボット1が検出器80の検出領域85内で動作すると判断した場合には、動作モードを「通常動作モード」に設定し、検出器80により、人間の検出を行う（ステップS102）。

【0084】

50

次いで、人間を検出したか否かを判断し（ステップS103）、ステップS103において人間を検出しないと判断した場合には、ロボットアーム5を通常速度で動作させる（ステップS105）。そして、ステップS101に戻り、再度、ステップS101以降を実行する。

【0085】

また、ステップS103において人間を検出したと判断した場合には、ロボット1が前記検出した人間と干渉するか否かを判断する（ステップS104）。

【0086】

ステップS104では、ロボットアーム5が現在の位置で停止動作を開始した場合、ハンド91が現在の位置から停止するまでに移動する範囲よりも所定距離だけ先までの範囲（安全移動範囲）に人間がいる場合は、このままではハンド91が人間と接触（干渉）するので、「YES」と判断し、前記安全移動範囲に人間がいない場合は、ハンド91が人間と接触しないので、「NO」と判断する。

10

【0087】

ステップS104において、ロボット1が前記検出した人間と干渉しないと判断した場合には、ロボットアーム5を通常速度で動作させる（ステップS105）。そして、ステップS101に戻り、再度、ステップS101以降を実行する。

【0088】

また、ステップS104において、ロボット1が前記検出した人間と干渉すると判断した場合には、ロボットアーム5の動作を停止させる（ステップS106）。そして、ステップS101に戻り、再度、ステップS101以降を実行する。

20

【0089】

また、ステップS101において、ロボット1が検出器80の非検出領域86で動作すると判断した場合には、動作モードを「安全動作モード」に設定し、トルクセンサー411～416により、モーター401M～406Mのトルクの検出を行う（ステップS107）。

【0090】

次いで、トルクセンサー411～416の検出結果に基づいて、外部からロボットアーム5に加えられる力により発生するトルクを求め、そのトルクと所定の閾値とを比較し、前記トルクが前記閾値以内であるか否かを判断する（ステップS108）。

30

【0091】

ステップS108において、前記トルクが前記閾値以内であると判断した場合には、ロボットアーム5を低速で動作させる（ステップS109）。この速度は、前記通常速度よりも遅い速度である。そして、ステップS101に戻り、再度、ステップS101以降を実行する。

【0092】

また、ステップS108において、前記トルクが前記閾値よりも大きいと判断した場合には、ロボットアーム5の動作を停止させる（ステップS110）。そして、ステップS101に戻り、再度、ステップS101以降を実行する。

【0093】

なお、以上の説明では、ステップS102においては、人間の検出を行うようになっているが、これに限定されず、例えば、本来は存在しない物の検出を行うようになっていてもよい。この場合は、ステップS103において、前記物を検出したか否かを判断し、また、ステップS104において、ロボット1が前記検出した物と干渉するか否かを判断する。

40

【0094】

また、ステップS102において、人間および本来は存在しない物の両方の検出を行うようになっていてもよい。この場合は、ステップS103において、前記人間または前記物を検出したか否かを判断し、また、ステップS104において、ロボット1が前記検出した人間または前記検出した物と干渉するか否かを判断する。

50

【0095】

以上説明したように、このロボットシステム100では、ロボット1が人間と共存して作業を行う場合、検出器80の数を減少しつつ、ロボット1が人間に危害を加えることや、物を損傷させることを防止することができる。

【0096】

<第2実施形態>

以下、第2実施形態について、前述した第1実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

【0097】

第2実施形態のロボットシステム100では、安全モードにおいて、力制御の1つであるインピーダンス制御を行う。

【0098】

インピーダンス制御では、トルクセンサー411～416によりモーター401M～406Mのトルクを検出し、その検出結果に基づいて、外部からハンド91に加わる外力を求め、その外力に基づいて、駆動源401～406の駆動を制御する。

【0099】

このインピーダンス制御により、ハンド91やそのハンド91が把持した対象物（以下、「ハンド91等」と言う）が人間に接触（衝突）した場合、ハンド91等が人間に接触する瞬間や接触した接触状態において、人間に無理な力が加わることを、すなわち、人間に危害が加わることを防止することができる。

【0100】

なお、ロボットアーム5のリスト16の第6アーム18の先端部（リスト16の第6アーム18とハンド91との間）に、力覚センサー（図示せず）を設け、その力覚センサーの検出結果に基づいて前記インピーダンス制御を行ってもよい。

【0101】

力覚センサーは、ハンド91等を介して受ける反力等の力やモーメントを検出するものである。この力覚センサーとしては、特に限定されず、各種のものをを用いることができるが、その1例としては、例えば、互いに直交する3軸（X軸、Y軸、Z軸）の各軸方向の力および各軸回りのモーメントを検出する6軸力センサー等が挙げられる。

なお、力制御として、インピーダンス制御以外の制御を行ってもよい。

【0102】

このロボットシステム100によれば、前述した第1実施形態と同様の効果が得られる。

【0103】

また、この第2実施形態は、他の実施形態にも適用することができる。すなわち、他の実施形態において、第2実施形態を併用してもよい。

【0104】

<第3実施形態>

以下、第3実施形態について、前述した第1実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

【0105】

第3実施形態のロボットシステム100では、安全モードにおいて、低トルク制御を行う。

【0106】

低トルク制御とは、モーター401M～406Mのトルク（出力トルク）に所定の上限値を設けることである。

【0107】

また、通常モードにおいても、モーター401M～406Mのトルクに所定の上限値を設けてもよい。この場合は、前記安全モードにおけるモーター401M～406Mのトルクの上限値は、前記通常モードにおけるモーター401M～406Mのトルクの上限値よ

10

20

30

40

50

りも小さく設定される。

【0108】

この低トルク制御により、ハンド91やそのハンド91が把持した対象物（以下、「ハンド91等」と言う）が人間に接触（衝突）した場合、ハンド91等が人間に接触する瞬間や接触した接触状態において、人間に無理な力が加わること、すなわち、人間に危害が加わること防止することができる。

【0109】

また、安全モードにおけるモーター401M～406Mのトルクの上限值は、特に限定されず、諸条件に応じて適宜設定されるものであるが、安全モードにおけるモーター401M～406Mのトルクの上限值をA、通常モードにおけるモーター401M～406Mのトルクの上限值をBとした場合、A/Bは、2/3以下であることが好ましく、1/2以下であることがより好ましく、1/3以下であることがさらに好ましく、1/10以上、1/3以下であることが特に好ましい。

10

【0110】

前記A/Bが、前記上限値よりも大きいと、他の条件によっては、ハンド91等が人間に接触した場合に、人間に無理な力が加わることがある。

【0111】

このロボットシステム100によれば、前述した第1実施形態と同様の効果が得られる。

【0112】

また、この第3実施形態は、他の実施形態にも適用することができる。すなわち、他の実施形態において、第3実施形態を併用してもよい。

20

【0113】

<第4実施形態>

図4は、本発明のロボットシステムの第4実施形態におけるロボットを模式的に示す斜視図である。

【0114】

以下、第4実施形態について、前述した第1実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

【0115】

なお、図4中の検出器80の位置に頂点が配置され、破線で記載された円錐は、検出器80の検出領域85を示しており、その延長上の領域も所定の位置までは検出領域85である。また、図4中の検出領域85以外の領域は、非検出領域86である。

30

【0116】

図4に示すように、第4実施形態のロボットシステム100のロボット1は、双腕ロボットであり、そのロボット本体10は、アーム51および52を有する2つのロボットアーム5と、各ロボットアーム5を支持する基台（支持部）としての胴部110とを備えている。

【0117】

このロボット1は、例えば、2つのロボットアーム5の先端に着脱可能に装着された2つのハンド（エンドエフェクター）91の一方で第1の対象物を把持し、他方で第2の対象物に対して作業を行うことができる。すなわち、このロボット1は、双腕ロボットであるので、多彩な動作を行うことができ、多彩な作業を行うことができる。

40

【0118】

また、各ロボットアーム5の各アーム51、52には、それぞれ、複数（図示の構成では4つ）の検出器80が設置されている。なお、各アーム51、52における検出器80の配置は、同様であるので、以下では、代表的に、そのうちの1つのアーム51における検出器80の配置について説明する。

【0119】

アーム51には、4つの検出器80が、等角度間隔（90°間隔）で配置されている。

50

これにより、4つの検出器80全体の検出領域85を広くすることができる。

【0120】

そして、このロボット1では、作業の際、各アーム51、52の回転方向および回転量を適宜調整することにより、容易に、各ハンド91の移動方向に検出器80の検出領域85が存在するようにすることができる。これにより、多くの動作を通常モードで行うことができる。

【0121】

なお、アーム51における4つの検出器80の配置は、前記の配置に限定されず、例えば、検出器80が不規則に配置されていてもよい。

【0122】

また、アーム51に設置される検出器80の数は、4つに限定されず、1つ、2つ、3つ、または5つ以上でもよい。

【0123】

このロボットシステム100によれば、前述した第1実施形態と同様の効果が得られる。

【0124】

また、この第4実施形態は、他の実施形態にも適用することができる。すなわち、他の実施形態において、第4実施形態を併用してもよい。

なお、ロボットアームの数は、2つに限らず、3つ以上であってもよい。

【0125】

<第5実施形態>

以下、第5実施形態について、前述した第1実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

【0126】

第5実施形態のロボットシステム100では、安全モードにおいて、ロボットアーム5に加わる外力に制限を設ける。

【0127】

すなわち、本実施形態では、安全モードにおけるロボットアーム5に加わる外力の上限値は、通常モードにおけるロボットアーム5に加わる外力の上限値よりも小さい。

【0128】

これにより、ハンド91等が人間に接触した場合に、人間に無理な力が加わることを、すなわち、人間に危害が加わることを防止することができる。

【0129】

このロボットシステム100によれば、前述した第1実施形態と同様の効果が得られる。

【0130】

また、この第5実施形態は、他の実施形態にも適用することができる。すなわち、他の実施形態において、第5実施形態を併用してもよい。

【0131】

<第6実施形態>

以下、第6実施形態について、前述した第1実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

【0132】

第6実施形態のロボットシステム100では、検出領域85であった所定の領域がロボットアーム5で死角になり、非検出領域86になった場合、以下に述べる所定の処理を行うように構成されている。

【0133】

まず、ロボットアーム5の少なくとも一部が検出領域85に入ることにより、検出領域85であった所定の領域がロボットアーム5で死角になり、非検出領域86に変わる。

【0134】

10

20

30

40

50

このような場合は、ロボットアーム 5 のハンド 9 1 (ロボットアーム 5 の先端部) が非検出領域 8 6 の方向に移動する場合は、安全モードに設定する。

【0135】

また、ロボットアーム 5 のハンド 9 1 が検出領域 8 5 の方向に移動する場合は、通常モードに設定する。

【0136】

また、ロボットアーム 5 の少なくとも一部が検出領域 8 5 に入っている場合、ロボットアーム 5 が検出領域 8 5 に入っていない場合に対して、検出領域 8 5 が非検出領域 8 6 に所定の大きさ a 以上変化している場合は、安全モードに設定し、また、a 未満変化している場合は、通常モードに設定する。

10

【0137】

前記所定の大きさ a は、特に限定されず、諸条件に応じて適宜設定されるものであるが、検出領域の 0 % よりも大きく、10 % 以下であることが好ましく、検出領域の 10 % 以上であることがより好ましい。

【0138】

また、前記の比率は、ロボットアーム 5 よりも図 1 中右側に想定した鉛直面 (水平面に直角な平面) での面積比、すなわち、検出領域 8 5 および非検出領域 8 6 を前記鉛直面に投影した場合の面積比である。

【0139】

以上、本発明のロボット、制御装置およびロボットシステムを、図示の実施形態に基づいて説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、各部の構成は、同様の機能を有する任意の構成のものに置換することができる。また、本発明に、他の任意の構成物が付加されていてもよい。

20

【0140】

また、本発明は、前記各実施形態のうちの、任意の 2 以上の構成 (特徴) を組み合わせたものであってもよい。

【0141】

また、前記第 1 実施形態では、ロボットアームの回動軸の数は、6 つであるが、本発明では、これに限定されず、ロボットアームの回動軸の数は、例えば、2 つ、3 つ、4 つ、5 つまたは 7 つ以上でもよい。すなわち、第 1 実施形態では、リストが 2 つのアーム (アーム部材) を有しているので、ロボットアームのアームの数は、6 つであるが、本発明では、これに限定されず、ロボットアームのアームの数は、例えば、2 つ、3 つ、4 つ、5 つまたは 7 つ以上でもよい。

30

【0142】

また、本発明では、ロボット (ロボット本体) は、他の形式のロボットであってもよい。具体例としては、例えば、脚部を有する脚式歩行 (走行) ロボット、スカラーロボット、台車型ロボット等が挙げられる。

【符号の説明】

【0143】

1 ロボット (産業用ロボット)

40

10 ロボット本体

100 ロボットシステム

110 胴部

11 基台

12、13、14、15、17、18 アーム

16 リスト

171、172、173、174、175、176 関節 (ジョイント)

20 制御装置

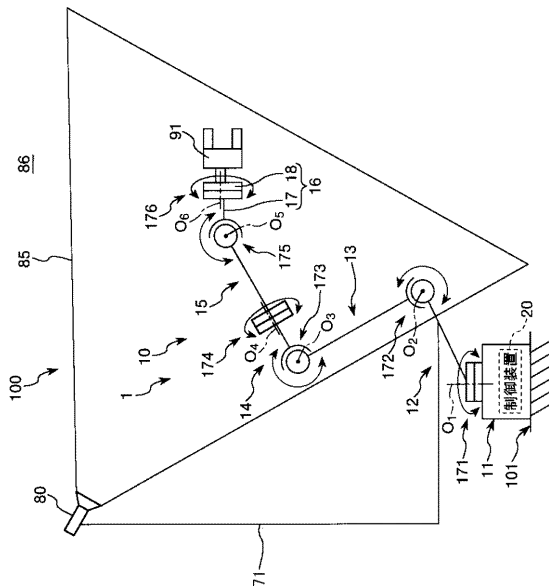
101 床

201、202、203、204、205、206 駆動源制御部

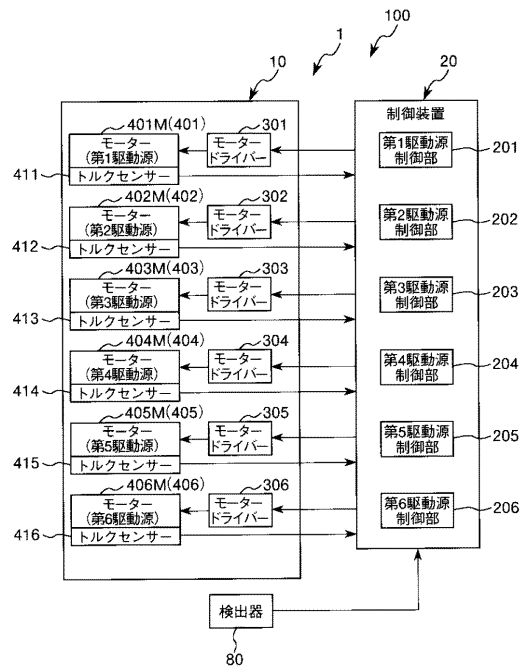
50

- 301、302、303、304、305、306 モータードライバー
- 401、402、403、404、405、406 駆動源
- 401M、402M、403M、404M、405M、406M モーター
- 411、412、413、414、415、416 トルクセンサー
- 5 ロボットアーム
- 51、52 アーム
- 71 取付部材
- 80 検出器
- 85 検出領域
- 86 非検出領域
- 91 ハンド
- O1、O2、O3、O4、O5、O6 回転軸
- S101～S110 ステップ

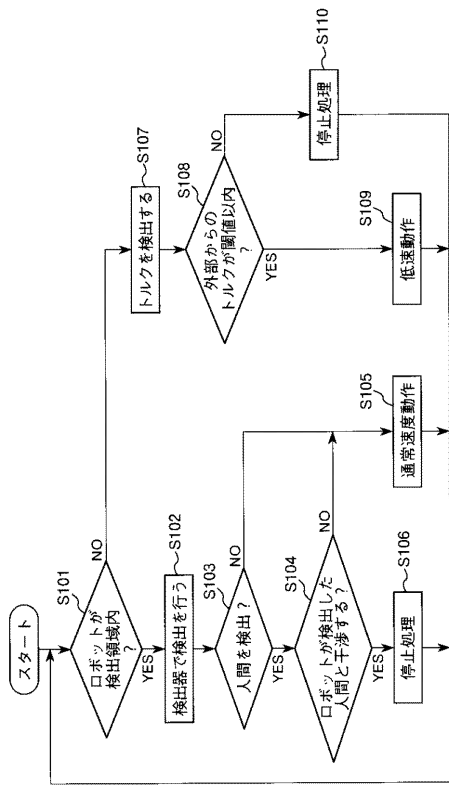
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】

