

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第5937706号
(P5937706)

(45) 発行日 平成28年6月22日 (2016. 6. 22)

(24) 登録日 平成28年5月20日 (2016. 5. 20)

(51) Int. Cl. F 1
B 2 5 J 13/08 (2006.01) B 2 5 J 13/08 Z

請求項の数 5 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2015-9852 (P2015-9852)	(73) 特許権者	390008235
(22) 出願日	平成27年1月21日 (2015. 1. 21)		ファナック株式会社
審査請求日	平成27年12月14日 (2015. 12. 14)		山梨県南部留郡忍野村忍草字古馬場358 〇番地
早期審査対象出願		(74) 代理人	100099759 弁理士 青木 篤
		(74) 代理人	100102819 弁理士 島田 哲郎
		(74) 代理人	100123582 弁理士 三橋 真二
		(74) 代理人	100112357 弁理士 廣瀬 繁樹
		(74) 代理人	100157211 弁理士 前島 一夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロボットに加わる外力に基づいてロボットを制御するロボット制御装置、およびロボットシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ロボットに加わる外力を検出するセンサの出力に基づいて前記ロボットの動作を制御するロボット制御装置であって、

前記センサによって検出された前記外力に基づいて、前記ロボットが物体と接触したか否かを判断する接触判断部と、

前記接触判断部によって前記ロボットが前記物体と接触したと判断されたときに、前記ロボットを停止させる停止指令部と、

前記ロボットを停止させた後に該ロボットが前記物体と継続して接触しているか否かを判断する接触継続判断部と、

前記接触継続判断部によって前記ロボットが前記物体と継続して接触していると判断されたときに、前記ロボットを前記物体から離れる方向へ退避させる退避指令部と、を備える、ロボット制御装置。

【請求項 2】

前記接触判断部は、予め定められた閾値以上の前記外力が検出された場合に、前記ロボットが前記物体と接触したと判断する、請求項 1 に記載のロボット制御装置。

【請求項 3】

前記接触継続判断部は、前記停止指令部によって前記ロボットを停止させた時点から予め定められた時間が経過するまでに、予め定められた閾値を超えた前記外力が検出された場合に、前記ロボットが前記物体と継続して接触していると判断する、請求項 1 または 2

に記載のロボット制御装置。

【請求項 4】

前記停止指令部によって前記ロボットを停止させた時点からの前記外力の積算値を算出する積算値算出部をさらに備え、

前記接触継続判断部は、前記時点から予め定められた時間が経過するまでに、前記積算値が予め定められた閾値を超えた場合に、前記ロボットが前記物体と継続して接触していると判断する、請求項 1 または 2 に記載のロボット制御装置。

【請求項 5】

ロボットと、

前記ロボットを制御する、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のロボット制御装置と、
を備える、ロボットシステム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ロボットに加わる外力に基づいてロボットを制御するロボット制御装置、およびロボットシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

ロボットの作業中に該ロボットと物体とが接触したことを検出したときに、該ロボットに退避動作を実行させるロボット制御装置が知られている（例えば、特許文献 1 ~ 3）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2000 - 052286 号公報

【特許文献 2】特開 2001 - 117618 号公報

【特許文献 3】特開 2014 - 018901 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

物体がロボットと瞬間的に接触し、ロボットと物体との接触が即時に解消された場合は、ロボットを退避させずに、作業を継続させてもよい場合がある。しかしながら、上述した従来技術においては、ロボット制御装置は、ロボットと物体とが接触したことを検出したときに、即時、ロボットに退避動作を実行させるものである。したがって、ロボットに不要な退避動作をさせてしまう場合があった。

30

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の一態様において、ロボットに加わる外力を検出するセンサの出力に基づいてロボットの動作を制御するロボット制御装置は、センサによって検出された外力に基づいて、ロボットが物体と接触したか否かを判断する接触判断部と、接触判断部によってロボットが物体と接触したと判断されたときに、ロボットを停止させる停止指令部とを備える。

40

【0006】

また、ロボット制御装置は、ロボットを停止させた後に該ロボットが物体と継続して接触しているか否かを判断する接触継続判断部と、接触継続判断部によってロボットが物体と継続して接触していると判断されたときに、ロボットを物体から離れる方向へ退避させる退避指令部とを備える。

【0007】

接触判断部は、予め定められた閾値以上の外力が検出された場合に、ロボットが物体と接触したと判断してもよい。接触継続判断部は、停止指令部によってロボットを停止させた時点から予め定められた時間が経過するまでに、予め定められた閾値を超えた外力が検出された場合に、ロボットが物体と継続して接触していると判断してもよい。

50

【 0 0 0 8 】

ロボット制御装置は、停止指令部によってロボットを停止させた時点からの外力の積算値を算出する積算値算出部をさらに備え、接触継続判断部は、時点から予め定められた時間が経過するまでに、積算値が予め定められた閾値を超えた場合に、ロボットが物体と継続して接触していると判断してもよい。

【 0 0 0 9 】

本発明の他の態様において、ロボットシステムは、ロボットと、ロボットを制御する上述のロボット制御装置とを備える。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 0 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態に係るロボットシステムの図である。

【 図 2 】 図 1 に示すロボットシステムのブロック図である。

【 図 3 】 ロボットの制御方法の一例を示すフローチャートである。

【 図 4 】 本発明の他の実施形態に係るロボットシステムのブロック図である。

【 図 5 】 ロボットの制御方法の他の例を示すフローチャートである。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 1 】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。まず、図 1 および図 2 を参照して、本発明の一実施形態に係るロボットシステム 10 について説明する。ロボットシステム 10 は、ロボット 12 と、該ロボット 12 を制御するロボット制御装置 50 とを備える。

【 0 0 1 2 】

ロボット 12 は、例えば垂直多関節ロボットであって、ロボットベース 14、旋回胴 16、ロボットアーム 18、およびロボットハンド 20 を備える。ロボットベース 14 は、ワークセルの床 A に固定されている。旋回胴 16 は、ロボットベース 14 に鉛直軸周りに旋回可能に取り付けられている。

【 0 0 1 3 】

ロボットアーム 18 は、旋回胴 16 に回転可能に取り付けられた下腕部 22 と、該下腕部 22 の先端に回転可能に取り付けられた前腕部 24 とを有する。ロボットハンド 20 は、手首部 26 を介して、前腕部 24 の先端に取り付けられている。ロボットハンド 20 は、例えばワーク（図示せず）の把持および解放といった種々の作業をワークに対して行うことができる。

【 0 0 1 4 】

図 2 に示すように、ロボット 12 は、サーボモータ 28 および力センサ 30 を有する。サーボモータ 28 は、旋回胴 16、ロボットアーム 18、および手首部 26 にそれぞれ内蔵され、ロボット制御装置 50 からの指令に応じて、これら要素を回動軸周りに回動させる。

【 0 0 1 5 】

力センサ 30 は、旋回胴 16、ロボットアーム 18、または手首部 26 に内蔵されており、ロボット 12 に加えられている外力を検出することができる。一例として、力センサ 30 は、歪ゲージを含み、力センサ 30 が設置されている位置における要素の歪み値を計測する。

【 0 0 1 6 】

ロボット制御装置 50 は、CPU（中央演算処理装置）52、計時部 54、および記憶部 56 を備える。計時部 54 および記憶部 56 は、バスを介して、CPU 52 に接続されている。計時部 54 は、CPU 52 からの指令に応じて、予め定められた時点からの時間を計測する。CPU 52 は、計時部 54 によって計測された時間を、記憶部 56 に記録する。

【 0 0 1 7 】

記憶部 56 は、例えば EEPROM（登録商標）等のような、電氣的に消去・記録可能

10

20

30

40

50

な不揮発性メモリ、または、例えばDRAM、SRAM等のような、高速で読み書きのできるランダムアクセスメモリによって構成される。

【0018】

本実施形態においては、CPU52は、接触判断部58、停止指令部60、接触継続判断部62、および退避指令部64としての機能を担う。なお、接触判断部58、停止指令部60、接触継続判断部62、退避指令部64の機能については、後述する。

【0019】

次に、図1～図3を参照して、ロボットシステム10の動作について説明する。ロボット制御装置50は、ロボット12に内蔵されたサーボモータ28に指令を送り、ロボット12を動作させる。ロボット12の動作中において、ロボット12が、部材B(図1)や作業員C(図1)等といった、ロボット12の外部の物体と接触してしまう場合がある。

10

【0020】

図3は、ロボット12の動作中にロボット12と物体とが接触した場合における、ロボット12の制御方法の一例を示すフローチャートである。ステップS1において、CPU52は、力センサ30から、ロボット12に加わる外力に関する情報を、予め定められた周期Tで取得する。

【0021】

一例として、力センサ30が歪みゲージを含む場合、CPU52は、力センサ30から予め定められた周期Tで歪み値を取得し、該歪み値に基づいて、ロボット12に加わる外力を算出する。CPU52は、取得した外力を、記憶部56に記憶する。

20

【0022】

ステップS2において、CPU52は、ステップS1にて取得した直近の外力が、予め定められた第1の閾値以上となったか否かを判断する。この第1の閾値は、記憶部56に予め記憶されている。

【0023】

CPU52は、記憶部56から、第1の閾値と、ステップS1にて周期的に記憶されている外力のうち直近のものを読み出して、これらと比較する。CPU52は、外力が第1の閾値以上である(すなわちYES)と判断した場合、ステップS3へ進む。一方、CPU52は、外力が第1の閾値よりも小さい(すなわちNO)と判断した場合、ステップS8へ進む。

30

【0024】

このように、CPU52は、力センサ30によって検出された外力と第1の閾値とを比較し、該外力が第1の閾値以上になったときに、ロボット12が物体(例えば部材Bまたは作業員C)と接触したと判断する。したがって、CPU52は、力センサ30によって検出された外力に基づいて、ロボット12が物体と接触したか否かを判断する接触判断部58(図2)としての機能を担う。

【0025】

ステップS3において、CPU52は、サーボモータ28に指令を送り、ロボット12の動作を停止させる。このように、本実施形態においては、CPU52は、接触判断部58によってロボット12が物体と接触したと判断されたときにロボット12を停止させる停止指令部(図2)としての機能を担う。

40

【0026】

ステップS4において、CPU52は、計時部54に指令を送り、経過時間の計時を開始する。一例として、ステップS4にて計時を開始する時点 t_s は、例えば、ステップS3にてロボット12を停止させた時点 t_1 に設定される。また、他の例として、計時部54は、標準時間(例えば日本標準時間)を計時し、CPU52は、時点 t_s における標準時間を記憶部56に記憶してもよい。

【0027】

ステップS5において、CPU52は、ステップS4にて計時している経過時間が、予め定められた時間 t_3 (例えば5秒)となったか否かを判断する。この時間 t_3 は、記憶

50

部56に予め記憶されている。

【0028】

なお、計時部54が上記標準時間を計時している場合、CPU52は、ステップS4にて記憶した時点 t_5 における標準時間から、予め定められた時間 t_3 を経過したか否かを判断する。

【0029】

CPU52は、予め定められた時間 t_3 を経過していない(すなわちNO)と判断した場合、ステップS6へ進む。一方、CPU52は、予め定められた時間 t_3 を経過した(すなわちYES)と判断した場合、ステップS8へ進む。

【0030】

ステップS6において、CPU52は、ステップS1にて周期的に取得している外力のうち直近のものが、予め定められた第2の閾値を超えたか否かを判断する。第2の閾値は、記憶部56に予め記憶されている。

【0031】

CPU52は、記憶部56から、第2の閾値と、ステップS1にて周期的に記憶された外力のうち直近のものとを読み出して、これらと比較する。CPU52は、外力が第2の閾値を超えた(すなわちYES)と判断したときに、ステップS7へ進む。一方、CPU52は、外力が第2の閾値を超えていない(すなわちNO)と判断したとき、ステップS5へ戻る。

【0032】

このように、本実施形態においては、CPU52は、時点 t_1 から時間 t_3 が経過するまでに第2の閾値を超えた外力が検出された場合に、ロボット12の停止後もロボット12と物体(例えば部材Bまたは作業員C)とが継続して接触しているものと判断する。したがって、CPU52は、ロボット12が物体と継続して接触しているか否かを判断する接触継続判断部62(図2)としての機能を担う。

【0033】

ステップS7において、CPU52は、サーボモータ28に指令を送り、ロボット12を物体から退避させる。一例として、ロボットアーム18が物体に接触した場合において、CPU52は、ロボットアーム18に内蔵された力センサ30からの外力の情報(例えば歪み値)に基づいて、物体がロボットアーム18に対して当接した方向 D_1 を算出する。

【0034】

そして、CPU52は、ロボットアーム18に内蔵されたサーボモータ28に指令を送り、ロボットアーム18を方向 D_1 へ移動させる。これにより、CPU52は、ロボットアーム18を物体から離れるように退避させる。

【0035】

また、他の例として、CPU52は、ロボットアーム18の位置指令値を記憶部56に順次記憶していく。そして、ロボットアーム18が物体に接触したときに、CPU52は、ステップS2でYESと判断した時点から直近に記憶された位置指令値から、時系列を遡って位置指令値を順次読み出す。

【0036】

そして、CPU52は、順次読み出された位置指令に対応する位置にロボットアーム18を順次移動させる。これにより、CPU52は、ロボットアーム18を、物体と衝突する前の経路を辿るようにして、該物体から退避させることができる。

【0037】

ステップS8において、CPU52は、ユーザまたは上位コントローラから、ロボット12の作業指令を受け付けたか否かを判断する。CPU52は、ロボット12の作業指令を受け付けた(すなわちYES)と判断した場合、ステップS9へ進む。一方、CPU52は、ロボット12の作業指令を受け付けていない(すなわちNO)と判断した場合、図3に示すフローを終了する。

10

20

30

40

50

【0038】

ステップS9において、CPU52は、サーボモータ28に指令を送り、例えば、ロボットハンド20によってワークを把持し、該ワークを運搬するといった作業を実行する。そして、CPU52は、ステップS8にてNOと判断するまで、ステップS1～S9をループする。

【0039】

上述したように、本実施形態においては、CPU52は、ロボット12を停止させた後に、ロボット12と物体（例えば部材Bまたは作業員C）とが継続して接触していると判断した場合にのみ、ロボット12の退避動作を実行している。

【0040】

この構成によれば、物体がロボット12と瞬間的に接触しただけでロボット12を退避させてしまうのを防止することができる。したがって、ロボット12の無駄な退避動作を省略できるので、ロボット12による作業効率を向上させることができる。

【0041】

また、本実施形態によれば、近年需要が高まっている人協調型ロボットに適用した場合に、以下に述べる利点をもたらすことになる。この利点について、図1を用いて説明する。

【0042】

作業員Cとロボット12が、協働で作業を行う場合において、作業員Cが動作中のロボット12を所望の位置で停止させ、次いで作業員Cがワークに所定の作業を行い、作業員Cの作業終了後に、ロボット12によるワークの搬送等の作業を行いたい場合がある。

【0043】

このような場合において、本実施形態において、作業員Cは、動作中のロボット12（例えば、ロボットアーム18またはロボットハンド20）を手で叩き、ロボット12に瞬間的な外力を与える。そうすると、CPU52は、上述のステップS2にて、ロボット12に第1の閾値以上の外力が加えられたと判断し、ステップS3にて、ロボット12を停止させる。

【0044】

一方、作業員Cからロボット12に加えられた外力は、瞬間的（すなわちインパルス）であるので、ロボット12の停止後には、外力は検出されない。したがって、ステップS7のロボット退避動作は、実行されない。

【0045】

これにより、作業員Cは、ロボット12を叩くだけで、該ロボット12を所望の位置で停止させることができる。この構成により、作業員Cは、ロボット12との協働作業を円滑に行うことができる。

【0046】

次に、図1および図4を参照して、本発明の他の実施形態に係るロボットシステム70について説明する。なお、上述の実施形態と同様の要素には同じ符号を付し、詳細な説明を省略する。

【0047】

ロボットシステム70は、ロボット12と、該ロボット12を制御するロボット制御装置80とを備える。ロボット制御装置80は、CPU82、計時部54、および記憶部56を備える。

【0048】

CPU82は、接触判断部58、停止指令部60、接触継続判断部84、退避指令部64、および積算値算出部86としての機能を担う。なお、接触継続判断部84および積算値算出部86の機能については、後述する。

【0049】

次に、図1、図4、および図5を参照して、ロボット12の動作中にロボット12と物体とが接触した場合における、ロボット制御装置80によるロボット12の制御方法につ

10

20

30

40

50

いて説明する。

【 0 0 5 0 】

なお、図 5 に示すフローにおいて、図 3 に示すフローと同様のステップには同じ符号を付し、詳細な説明を省略する。ステップ S 1 1 において、CPU 8 2 は、ステップ S 1 1 にて周期的に取得している外力の積算値の算出を開始する。

【 0 0 5 1 】

具体的には、CPU 8 2 は、ステップ S 3 にてロボット 1 2 を停止させた時点 t_1 以降に力センサ 3 0 から周期 T で取得する外力を積算し、算出した外力の積算値を記憶部 5 6 へ記憶する。例えば、ステップ S 1 1 の開始後、力センサ 3 0 から第 n 周期目（すなわち、 nT ）に取得した外力を f_n とすると、外力の積算値 f は、以下の式に従って算出される。

10

【 0 0 5 2 】

【数 1】

$$\sum f = \sum_{i=1}^n f_i$$

【 0 0 5 3 】

このように、本実施形態において、CPU 8 2 は、ステップ S 3 にてロボット 1 2 を停止させた時点 t_1 から、力センサ 3 0 から取得する外力の積算値 f を算出する。したがって、CPU 8 2 は、時点 t_1 からの外力の積算値 f を算出する積算値算出部 8 6（図 4）としての機能を担う。

20

【 0 0 5 4 】

ステップ S 1 2 において、CPU 8 2 は、ステップ S 1 1 にて算出している積算値が、予め定められた第 3 の閾値を超えたか否かを判断する。第 3 の閾値は、記憶部 5 6 に予め記憶されている。

【 0 0 5 5 】

CPU 8 2 は、記憶部 5 6 から、第 3 の閾値と、直前に記憶された積算値 f とを比較する。CPU 8 2 は、積算値 f が第 3 の閾値を超えた（すなわち YES）と判断したときに、ステップ S 7 へ進む。一方、CPU 8 2 は、積算値 f が第 3 の閾値を超えていない（すなわち NO）と判断した場合、ステップ S 5 へ戻る。

30

【 0 0 5 6 】

このように、本実施形態においては、CPU 8 2 は、時点 t_1 から時間 t_3 が経過するまでに積算値 f が第 3 の閾値を超えた場合に、ロボット 1 2 の停止後もロボット 1 2 と物体（例えば部材 B または作業員 C）とが継続して接触しているものと判断する。したがって、CPU 8 2 は、ロボット 1 2 が物体と継続して接触しているか否かを判断する接触継続判断部 8 4（図 4）としての機能を担う。

【 0 0 5 7 】

本実施形態によれば、CPU 8 2 は、ロボット 1 2 を停止させた後に、ロボット 1 2 と物体（例えば部材 B または作業員 C）とが継続して接触していると判断した場合にのみ、ロボット 1 2 の退避動作を実行している。この構成によれば、ロボット 1 2 の無駄な退避動作を省略できるので、ロボット 1 2 による作業効率を向上させることができる。

40

【 0 0 5 8 】

また、本実施形態によれば、作業員 C は、ロボット 1 2 を叩くだけで、該ロボット 1 2 を所望の位置で停止させることができる。したがって、作業員 C は、ロボット 1 2 との協働作業を円滑に行うことができる。

【 0 0 5 9 】

なお、図 5 のステップ S 1 1 において、CPU 8 2 は、外力の積算値 f の代わりに、外力の平均値を算出する平均値算出部としての機能を有してもよい。具体的には、CPU

50

8 2 は、外力の平均値 f_{AVE} を以下の式に従って算出できる。

【 0 0 6 0 】

【 数 2 】

$$f_{AVE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_i$$

【 0 0 6 1 】

また、図 5 のステップ S 1 1 において、CPU 8 2 は、外力の積算値 f の代わりに、外力の標準偏差を算出する標準偏差算出部としての機能を有してもよい。具体的には、CPU 8 2 は、外力の標準偏差 f_{SD} を以下の式に従って算出できる。

10

【 0 0 6 2 】

【 数 3 】

$$f_{SD} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (f_i - f_{AVE})^2}$$

20

【 0 0 6 3 】

この場合、記憶部 5 6 は、 f_{AVE} または f_{SD} に対応する閾値を予め記憶する。そして、ステップ S 1 2 において、CPU 8 2 は、算出された直近の f_{AVE} または f_{SD} と、対応する閾値とを比較する。そして、CPU 8 2 は、 f_{AVE} または f_{SD} が対応する閾値を超えたと判断した場合に、ロボット 1 2 の停止後もロボット 1 2 と物体（例えば部材 B または作業員 C）とが継続して接触しているものと判断してもよい。

【 0 0 6 4 】

なお、上述の実施形態においては、計時部 5 4 および記憶部 5 6 が、ロボット制御装置 5 0、8 0 に組み込まれている場合について述べた。しかしながら、これに限らず、計時部 5 4 および記憶部 5 6 は、ロボット制御装置 5 0、8 0 の外部機器として設けられてもよい。

30

【 0 0 6 5 】

例えば、外部機器としての記憶部を、ネットワークを介してロボット制御装置に接続し、ロボット制御装置は、取得した外力や積算値といったデータを、ネットワークを介して記憶部に送信し、該記憶部に記憶させてもよい。

【 0 0 6 6 】

また、上述の実施形態においては、力センサ 3 0 が歪みゲージを含む場合について述べた。しかしながら、これに限らず、力センサ 3 0 は、レーザ変位計、近接センサ、オプトセンサ、または静電容量式変位計等を含んでもよい。CPU 5 2、8 2 は、これらセンサからの出力値に基づいて、ロボット 1 2 に加わる外力の大きさ、および方向を算出できる。

40

【 0 0 6 7 】

以上、発明の実施形態を通じて本発明を説明したが、上述の実施形態は、特許請求の範囲に係る発明を限定するものではない。また、本発明の実施形態の中で説明されている特徴を組み合わせた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得るが、これら特徴の組み合わせの全てが、発明の解決手段に必須であるとは限らない。さらに、上述の実施形態に、多様な変更または改良を加えることが可能であることも当業者に明らかである。

【 0 0 6 8 】

また、特許請求の範囲、明細書、および図面中において示した装置、システム、プログラム、および方法における動作、手順、ステップ、工程、および段階等の各処理の実行順

50

序は、特段「より前に」、「先立って」等と明示しておらず、また、前の処理の出力を後の処理で用いるのでない限り、任意の順序で実現しうることに留意すべきである。特許請求の範囲、明細書、および図面中の動作フローに関して、便宜上「まず、」、「次に、」等を用いて説明したとしても、この順で実施することが必須であることを意味するものではない。

【符号の説明】

【0069】

- 10, 70 ロボットシステム
- 12 ロボット
- 30 力センサ
- 50, 80 ロボット制御装置
- 58 接触判断部
- 60 停止指令部
- 62, 84 接触継続判断部
- 64 退避指令部
- 86 積算値算出部

10

【要約】

【課題】従来、ロボットに不要な退避動作をさせてしまう場合があった。

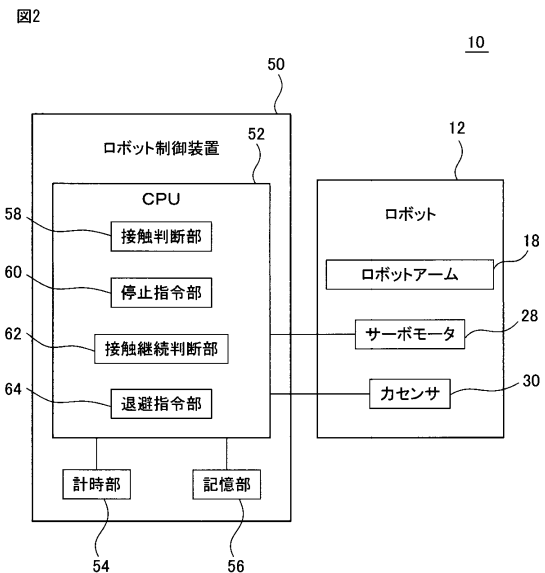
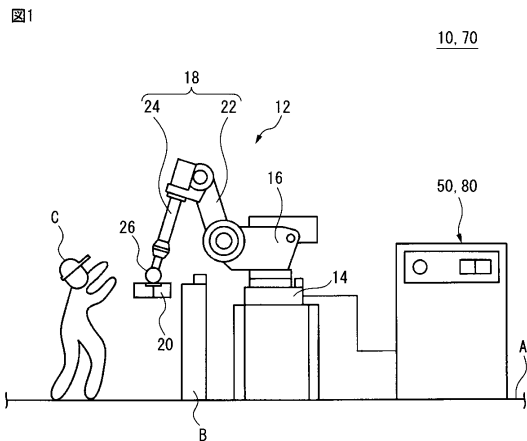
【解決手段】ロボット制御装置50は、センサ30によって検出された外力に基づいて、ロボット12が物体と接触したか否かを判断する接触判断部58と、ロボット12が物体と接触したと判断されたときに、ロボット12を停止させる停止指令部60と、ロボット12を停止させた後に該ロボット12が物体と継続して接触しているか否かを判断する接触継続判断部62と、ロボット12が物体と継続して接触していると判断されたときに、ロボット12を物体から離れる方向へ退避させる退避指令部64とを備える。

20

【選択図】図2

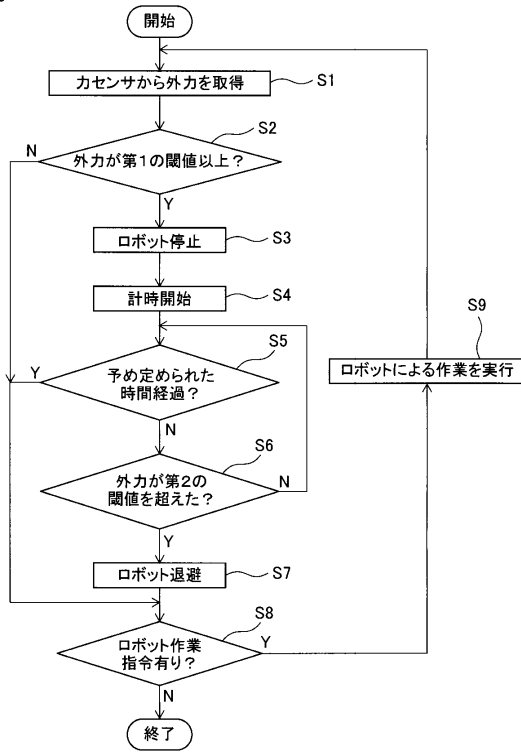
【図1】

【図2】



【図3】

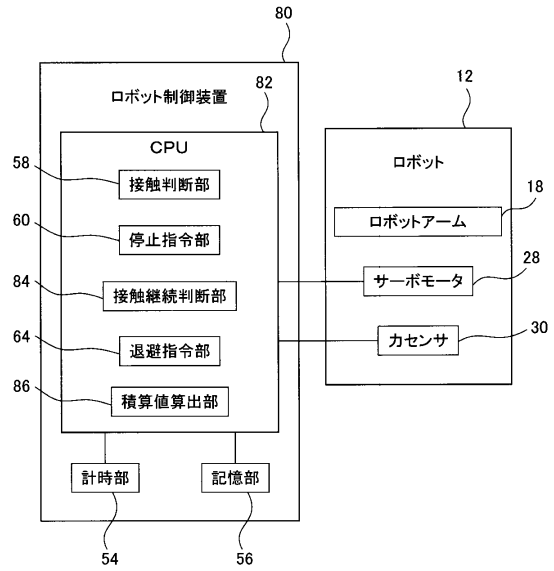
図3



【図4】

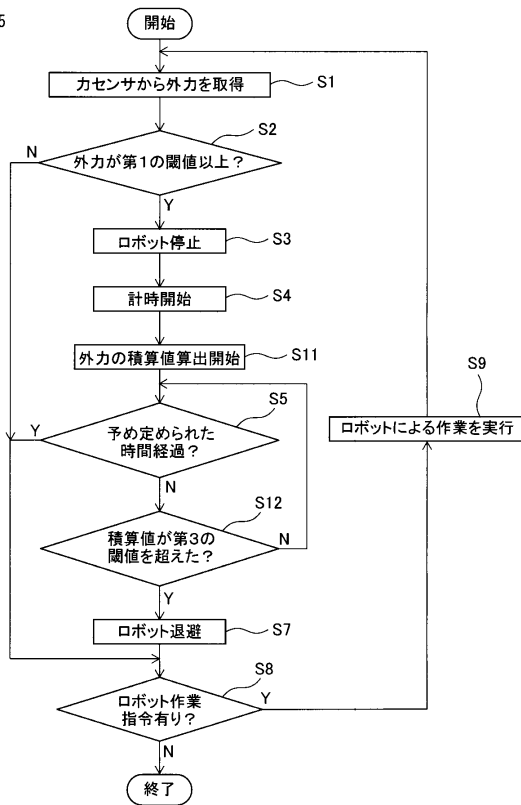
図4

70



【図5】

図5



フロントページの続き

(74)代理人 100159684

弁理士 田原 正宏

(72)発明者 高橋 広光

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内

(72)発明者 高木 一寿

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内

審査官 中田 善邦

(56)参考文献 特開2003-25272(JP,A)

特開昭62-38780(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B25J1/00-21/02,

G05B19/18-19/416, 19/42-19/46