

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6044331号
(P6044331)

(45) 発行日 平成28年12月14日(2016.12.14)

(24) 登録日 平成28年11月25日(2016.11.25)

(51) Int.Cl.

F 1

B25J 19/06 (2006.01)
B25J 13/08 (2006.01)B25J 19/06
B25J 13/08

Z

請求項の数 13 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2012-284471 (P2012-284471)
 (22) 出願日 平成24年12月27日 (2012.12.27)
 (65) 公開番号 特開2014-124738 (P2014-124738A)
 (43) 公開日 平成26年7月7日 (2014.7.7)
 審査請求日 平成27年12月21日 (2015.12.21)

(73) 特許権者 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 佐藤 大輔
 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
 (72) 発明者 長手 隆
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ロボット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

対象物を把持する把持機構と、電源から供給される供給電流によって前記把持機構を駆動させるモーターと、を含むエンドエフェクターが装着されるロボットアームと、

前記対象物の重量を検知する検知手段と、

前記供給電流を調整する電流調整手段と、

前記電流値()で通電した状態で前記モーターの温度が上昇した際に、その温度上昇の傾向に関する情報が記憶された記憶手段と、

前記情報に基づいて予め設定された、前記電流値()で通電した状態で前記モーターの温度が閾値に到達する到達タイミングと、前記検知手段の検知結果に基づいて、前記対象物が前記エンドエフェクターから離脱するときの前記供給電流の上限値とを得る制御手段と、を備え、

前記制御手段は、前記到達タイミングよりも以前に、前記電流調整手段によって前記供給電流を前記電流値()よりも低く、かつ、前記上限値よりも高い電流値()に調整して、前記電流値()の電流が前記モーターに供給されるよう制御することを特徴とするロボット。

【請求項 2】

前記制御手段は、前記モーターの温度が前記閾値未満となるように、前記電流調整手段により前記供給電流を調整する請求項1に記載のロボット。

【請求項 3】

10

20

前記制御手段は、前記到達タイミングよりも 30 秒以上前に、前記電流調整手段による前記電流値（　）への調整を開始する請求項 1 または 2 に記載のロボット。

【請求項 4】

前記対象物は、当該ロボットにより搬送されるものであり、

前記供給電流は、前記対象物の搬送途中で前記電流値（　）から前記電流値（　）に戻されるか、または、前記対象物の搬送完了まで前記電流値（　）に維持される請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 5】

前記電流調整手段は、前記電流値（　）を連続的に変化させる請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載のロボット。

10

【請求項 6】

前記電流調整手段は、前記電流値（　）を段階的に変化させる請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 7】

前記情報は、前記温度上昇の経時的な変化を示す検量線である請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 8】

前記上限値は、前記対象物の重量に応じて複数あり、前記記憶手段に予め記憶されている請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載のロボット。

20

【請求項 9】

前記電流値（　）は、前記モーターに供給可能な電流の最大値である請求項 1 ないし 8 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 10】

前記閾値は、前記モーターが故障を来たし得る温度である請求項 1 ないし 9 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 11】

前記検知手段は、前記ロボットアームの先端部に設置され、前記対象物を前記エンドエフェクターで把持して持ち上げた状態で、前記ロボットアームに加わる力を検出する力覚センサーである請求項 1 ないし 10 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 12】

30

前記ロボットアームは、複数本のアームが互いに回動可能に連結されたアーム連結体で構成されている請求項 1 ないし 11 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【請求項 13】

前記把持機構は、前記対象物を挟持する一対の挟持片を有し、

前記モーターは、前記一対の挟持片を互いに接近・離間可能に移動させるものである請求項 1 ないし 12 のいずれか 1 項に記載のロボット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ロボットに関する。

40

【背景技術】

【0002】

従来、回動可能に連結された複数本のアームを備えるロボットアームが知られている。ロボットアームは、その先端部にエンドエフェクター（多指ハンドシステム）が着脱自在に装着され、その装着状態で使用される（例えば、特許文献 1 参照）。

特許文献 1 に記載のエンドエフェクターは、互いに接近・離間可能な複数本のフィンガーと、各フィンガーを駆動させる駆動源となるサーボ制御装置とを備えている。そして、サーボ制御装置の作動により、互いに接近したフィンガー同士の間で、ワーク（物体）を把持する、すなわち、挟持することができる。

また、特許文献 1 に記載のエンドエフェクターでは、サーボ制御装置の作動時には、当

50

該サーボ制御装置が有する半導体素子が発熱してしまう。この半導体素子の熱を放出するために、エンドエフェクターには、ヒートパイプ等の放熱機構が設けられている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2007-160484号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献1に記載のエンドエフェクターの放熱機構では、半導体素子の発熱の程度によっては、その熱を十分に放出することができず、その結果、サーボ制御装置自体も過剰に加熱してしまう。この場合、サーボ制御装置の寿命が短くなる、すなわち、サーボ制御装置が故障して使用不可能となるという問題があった。

本発明の目的は、エンドエフェクターのモーターが過剰に発熱することにより生じ得るモーターの寿命の低下や当該モーター周辺への過剰な加熱を確実に防止することができるロボットを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

このような目的は、下記の適用例により達成される。

(適用例1)

本適用例のロボットは、対象物を把持する把持機構と、電源から供給される供給電流によって前記把持機構を駆動させるモーターと、を含むエンドエフェクターが装着されるロボットアームと、

前記対象物の重量を検知する検知手段と、

前記供給電流を調整する電流調整手段と、

前記電流値()で通電した状態で前記モーターの温度が上昇した際に、その温度上昇の傾向に関する情報が記憶された記憶手段と、

前記情報に基づいて予め設定された、前記電流値()で通電した状態で前記モーターの温度が閾値に到達する到達タイミングと、前記検知手段の検知結果に基づいて、前記対象物が前記エンドエフェクターから離脱するときの前記供給電流の上限値とを得る制御手段と、を備え、

前記制御手段は、前記到達タイミングよりも以前に、前記電流調整手段によって前記供給電流を前記電流値()よりも低く、かつ、前記上限値よりも高い電流値()に調整して、前記電流値()の電流が前記モーターに供給されるよう制御することを特徴とする。

これにより、モーターの温度が閾値に達して、当該モーターが過剰に発熱することにより生じ得るモーターの寿命の低下を確実に防止することができる。

【0006】

(適用例2)

本発明に係わるロボットでは、前記制御手段は、前記モーターの温度が前記閾値未満となるように、前記電流調整手段により前記供給電流値を調整するのが好ましい。

これにより、モーターの温度が閾値に達して、当該モーターが過剰に発熱することにより生じ得るモーターの寿命の低下をより確実に防止することができる。

【0007】

(適用例3)

本適用例のロボットでは、前記制御手段は、前記到達タイミングよりも30秒以上前に、前記電流調整手段による前記電流値()への調整を開始するのが好ましい。

これにより、モーターの温度が閾値に達するよりも以前に、モーターの温度の経時的な上昇率の減少傾向が現れるのに十分な時間を確保することができる。

【0008】

10

20

30

40

50

(適用例 4)

本適用例のロボットでは、前記対象物は、当該ロボットにより搬送されるものであり、前記供給電流は、前記対象物の搬送途中で前記電流値（ ）から前記電流値（ ）に戻されるか、または、前記対象物の搬送完了まで前記電流値（ ）に維持されるのが好ましい。

前記供給電流が前記対象物の搬送途中で前記電流値（ ）から前記電流値（ ）に戻される場合には、対象物の搬送途中で、当該対象物が把持機構から離脱し易い姿勢となってしまっても、対象物に対する把持力が増加され、よって、把持機構からの離脱が確実に防止される。また、前記供給電流が前記対象物の搬送完了まで前記電流値（ ）に維持される場合には、モーターの放熱状態を維持することできる。

10

【0009】

(適用例 5)

本適用例のロボットでは、前記電流調整手段は、前記電流値（ ）を連続的に変化させるのが好ましい。

これにより、モーターの放熱状態を確実に維持することでき、よって、過熱によるモーターの寿命の低下をより確実に防止することができる。

【0010】

(適用例 6)

本適用例のロボットでは、前記電流調整手段は、前記電流値（ ）を段階的に変化させるのが好ましい。

20

これにより、モーターの放熱状態を確実に維持することでき、よって、過熱によるモーターの寿命の低下をより確実に防止することができる。さらに、連続的に下げる手段よりも制御回路が簡易にできるのでコスト的に有利である。

【0011】

(適用例 7)

本適用例のロボットでは、前記情報は、前記温度上昇の経時的な変化を示す検量線であるのが好ましい。

これにより、制御手段は、電流値（ ）で通電した状態でモーターの温度が閾値に到達すると予想される到達タイミングを容易かつ確実に得ることができる。

30

【0012】

(適用例 8)

本適用例のロボットでは、前記上限値は、前記対象物の重量に応じて複数あり、前記記憶手段に予め記憶されているのが好ましい。

これにより、制御手段は、対象物がエンドエフェクターの把持機構から離脱するときの電流の大きさの上限値を、対象物の重量に応じて、複数の上限値から正確かつ確実に選択して得ることができる。また、対象物の重量に応じた上限値を例えば演算により得る場合に比べて、ロボットの高速化に寄与する。

【0013】

(適用例 9)

本発適用例ロボットでは、前記電流値（ ）は、前記モーターに供給可能な電流の最大値であるのが好ましい。

40

これにより、把持機構で対象物を確実に把持して、持ち上げることができる。

(適用例 10)

本適用例のロボットでは、前記閾値は、前記モーターが故障を来たし得る温度であるのが好ましい。

これにより、モーターの温度が閾値に達して、当該モーターが過剰に発熱することにより生じ得るモーターの寿命の低下を確実に防止することができる。また、モーターの周辺への過剰な加熱も確実に防止することができ、よって、例えば作業者が把持機構や対象物に触れても、火傷を負うのを確実に防止することができ、安全である。

【0014】

50

(適用例 11)

本適用例のロボットでは、前記検知手段は、前記ロボットアームの先端部に設置され、前記対象物を前記エンドエフェクターで把持して持ち上げた状態で、前記ロボットアームに加わる力を検出する力覚センサーであるのが好ましい。

これにより、エンドエフェクターを介してロボットアームの先端部に加わる力やモーメントを検知することができ、よって、エンドエフェクターに把持された対象物の重量を正確かつ確実に検知することができる。

【0015】

(適用例 12)

本適用例のロボットでは、前記ロボットアームは、複数本のアームが互いに回動可能に連結されたアーム連結体で構成されているのが好ましい。 10

これにより、動作時の自由度が増し、対象物に対する姿勢を好適に変更することができる。

【0016】

(適用例 13)

本適用例のロボットでは、前記把持機構は、前記対象物を挟持する一対の挟持片を有し、

前記モーターは、前記一対の挟持片を互いに接近・離間可能に移動させるものであるのが好ましい。

これにより、対象物を確実に把持することができ、また、その反対に、把持した対象物を確実に放すことができる。 20

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明に係わるロボット（第1実施形態）の作動状態を示す斜視図である。

【図2】図1に示すロボットの概略図である。

【図3】図1に示すロボットの主要部のブロック図である。

【図4】図1に示すロボットにおける制御動作を示すフローチャートである。

【図5】図1に示すロボットに装着されたエンドエフェクターのモーターの推定温度の経時的な変化を示す折れ線グラフと、同エンドエフェクターのモーターの単位時間当たりの推定発熱量の経時的な変化を示す棒グラフである。 30

【図6】本発明に係わるロボット（第2実施形態）に装着されたエンドエフェクターのモーターの推定温度の経時的な変化を示す折れ線グラフと、同エンドエフェクターのモーターの単位時間当たりの推定発熱量の経時的な変化を示す棒グラフである。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明に係わるロボットを添付図面に示す好適な実施形態に基づいて詳細に説明する。

<第1実施形態>

図1は、本発明に係わるロボット（第1実施形態）の作動状態を示す斜視図、図2は、図1に示すロボットの概略図、図3は、図1に示すロボットの主要部のブロック図、図4は、図1に示すロボットにおける制御動作を示すフローチャート、図5は、図1に示すロボットに装着されたエンドエフェクターのモーターの推定温度の経時的な変化を示す折れ線グラフと、同エンドエフェクターのモーターの単位時間当たりの推定発熱量の経時的な変化を示す棒グラフである。なお、以下では、説明の都合上、図1、図2中の上側を「上」または「上方」、下側を「下」または「下方」と言う。また、図1、図2中の基台側を「基端」、その反対側を「先端」と言う。 40

【0019】

図1に示すロボットシステム500は、ロボット1と、ロボット1に装着されるエンドエフェクターであるロボットハンド5とを備え、本実施形態では、室内の天井101から吊り下げられて設置されている。 50

図3に示すように、ロボット1は、電流(電力)を供給する電源800と電気的に接続されており、ロボットハンド5を装着した状態で、ワーク(対象物)700を搬送する搬送工程で用いることができる。なお、ワーク700としては、特に限定されず、例えば腕時計のような精密機器等が挙げられる。また、電源800は、工業用の電源であり、例えば、200Vの交流電圧を印加することができる。

【0020】

このロボット1は、ロボットアーム60と、検知手段としての力覚センサー70と、電流調整手段80と、制御手段20と、記憶手段90とを備えている。

ロボットアーム60は、基台11と、4本のアーム(リンク)12、13、14、15と、リスト(リンク)16とを備え、これらが順に連結され、互いに回動可能な多関節(6軸)アーム連結体である。これにより、動作時の自由度が増し、ワーク700に対する姿勢を好適に変更することができる。10

【0021】

なお、多関節ロボットでは、基台11と、アーム12～15と、リスト16とを総称して「アーム」と言うこともでき、基台11を「第1アーム」、アーム12を「第2アーム」、アーム13を「第3アーム」、アーム14を「第4アーム」、アーム15を「第5アーム」、リスト16を「第6アーム」と分けて言うことができる。

図2に示すように、アーム12～15、リスト16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。

基台11とアーム12とは、関節(ジョイント)171を介して連結されている。そして、アーム12は、基台11に対し、鉛直方向と平行な回動軸O₁回りに回動可能となっている。この回動軸O₁回りの回動は、モーター401の駆動によりなされる。なお、モーター401の駆動は、モーター401とケーブル(図示せず)を介して電気的に接続されたモータードライバー301により制御される(図3参照)。20

【0022】

アーム12とアーム13とは、関節(ジョイント)172を介して連結されている。そして、アーム13は、アーム12(基台11)に対し、水平方向と平行な回動軸O₂回りに回動可能となっている。この回動軸O₂回りの回動は、モーター402の駆動によりなされる。なお、モーター402の駆動は、モーター402とケーブル(図示せず)を介して電気的に接続されたモータードライバー302により制御される(図3参照)。30

【0023】

アーム13とアーム14とは、関節(ジョイント)173を介して連結されている。そして、アーム14は、アーム13(基台11)に対し、水平方向と平行な回動軸O₃回りに回動可能となっている。この回動軸O₃回りの回動は、モーター403の駆動によりなされる。なお、モーター403の駆動は、モーター403とケーブル(図示せず)を介して電気的に接続されたモータードライバー303により制御される(図3参照)。

【0024】

アーム14とアーム15とは、関節(ジョイント)174を介して連結されている。そして、アーム15は、アーム14(基台11)に対し、アーム14の中心軸方向と平行な回動軸O₄回りに回動可能となっている。この回動軸O₄回りの回動は、モーター404の駆動によりなされる。なお、モーター404の駆動は、モーター404とケーブル(図示せず)を介して電気的に接続されたモータードライバー304により制御される(図3参照)。40

【0025】

アーム15とリスト16とは、関節(ジョイント)175を介して連結されている。そして、リスト16は、アーム15(基台11)に対し、水平方向と平行な回動軸O₅回りに回動可能となっている。この回動軸O₅回りの回動は、モーター405の駆動によりなされる。なお、モーター405の駆動は、モーター405とケーブル(図示せず)を介して電気的に接続されたモータードライバー305により制御される(図3参照)。また、リスト16は、関節(ジョイント)176を介して、回動軸O₅と垂直な回動軸O₆回り50

にも回動可能となっている。この回動軸O₆回りの回動は、モーター406駆動によりなされる。なお、モーター406の駆動は、モーター406とケーブル（図示せず）を介して電気的に接続されたモータードライバー306により制御される（図3参照）。

【0026】

モーター401～406としては、特に限定されず、例えば、サーボモーターを用いるのが好ましい。また、前記各ケーブルは、それぞれ、ロボット1（ロボットアーム60）を挿通している。

図1に示すように、基台11は、ロボット1（ロボットアーム60）が多関節ロボットの場合、当該多関節ロボットの最も上方に位置し、天井101に固定される部分である。この固定方法としては、特に限定されず、例えば、複数本のボルトによる固定方法を用いている。10

【0027】

基台11は、中空の基台本体（ハウジング）112を有している。基台本体112は、円筒状をなす円筒状部113と、当該円筒状部113の外周部に一体的に形成された、箱状をなす箱状部114とに分けることができる。そして、このような基台本体112には、例えば、モーター401やモータードライバー301～306、その他電流調整手段80等が収納されている。

【0028】

アーム12～15は、それぞれ、中空のアーム本体2と、駆動機構3とを有しており、基台11に対する配置箇所、すなわち、ロボット1全体における配置箇所と、その他に外形形状が異なること以外は、ほぼ同じ構成である。なお、以下では、説明の都合上、アーム12が有するアーム本体2、駆動機構3をそれぞれ「アーム本体2a」、「駆動機構3a」と言い、アーム13が有するアーム本体2、駆動機構3をそれぞれ「アーム本体2b」、「駆動機構3b」と言い、アーム14が有するアーム本体2、駆動機構3をそれぞれ「アーム本体2c」、「駆動機構3c」と言い、アーム15が有するアーム本体2、駆動機構3をそれぞれ「アーム本体2d」、「駆動機構3d」と言う。20

【0029】

アーム12は、基台11の下端部（先端部）に水平方向に対し傾斜した姿勢で連結されている。このアーム12では、駆動機構3aがモーター402を有しており、アーム本体2a内に収納されている。30

アーム13は、アーム12の先端部に連結されている。このアーム13では、駆動機構3bがモーター403を有しており、アーム本体2b内に収納されている。

【0030】

アーム14は、アーム13の先端部に連結されている。このアーム14では、駆動機構3cがモーター404を有しており、アーム本体2c内に収納されている。

アーム15は、アーム14の先端部に、その中心軸方向と平行に連結されている。このアーム15では、駆動機構3dがモーター405、406を有しており、アーム本体2d内に収納されている。

【0031】

アーム15の先端部（基台11と反対側の端部）には、リスト16が連結されている。このリスト16には、ロボットハンド5が着脱自在に装着される。そして、ロボット1は、リスト16に装着されたロボットハンド5でワーク700を持ったまま、アーム12～15やリスト16等の動作を制御することにより、当該ワーク700を搬送することができる（図1参照）。

【0032】

リスト16は、円筒状をなす（外形形状が円柱状をなす）リスト本体（装着部）161を有している。このリスト本体161に、ロボットハンド5が装着される。また、リスト本体161は、アーム15の駆動機構3dに連結されており、当該駆動機構3dのモーター406の駆動により、回動軸O₆回りに回動する。

なお、駆動機構3a～3dは、それぞれ、モーターの他に、例えば、ブーリーやタイミ50

ングベルトを有している。

【0033】

図1に示すように、リスト16の先端部には、力覚センサー70が設けられている。

力覚センサー70は、ロボットハンド5を介してリスト16に加わる力やモーメントを検知することができる。これにより、ロボットハンド5に把持されたワーク700を、その直近で、当該ワーク700の重量を正確かつ確実に検知することができる。

この力覚センサー70としては、特に限定されず、各種のもの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。この力覚センサー70は、例えば、ロボットハンド5によりワーク700を把持して持ち上げた状態で、そのロボットハンド5からリスト16に加わる力やモーメントを検出する。そして、力とモーメントとを含めたものからワーク700の重量を算出することができる。10

【0034】

なお、力覚センサー70の検出結果、すなわち、力覚センサー70から出力される信号は、制御手段20に入力される。そして、制御手段20は、力覚センサー70の検出結果に基づいて所定の制御を行なうことができる。

電流調整手段80は、パルス幅変調(PWM)回路(図示せず)を有している。この回路で、パルス幅変調(PWM)を行なうことにより、電源800から供給された供給電流の大きさを容易に調整することができる。

【0035】

制御手段20は、CPU(Central Processing Unit)が内蔵され、モータードライバー301～306、電流調整手段80、力覚センサー70等の作動をそれぞれ制御する装置である。20

これにより、制御手段20は、モータードライバー301～306を介して、モーター401～406をそれぞれ独立して作動させることができる。その際、制御手段20は、例えば、モーター401～406への供給電流を所望の値になるようフィードバックしたり、モーター401～406(関節171～176)の角速度を所望の値になるようフィードバックする。この制御プログラムは、記憶手段90に予め記憶されている。

【0036】

また、制御手段20は、モータードライバー307を介して、ロボットハンド5のモーター32を作動させることができる。その際、制御手段20は、モーター32への供給電流を所望の値になるようフィードバックしたり、すなわち、電流調整手段80を制御したり、モーター32の角速度(挟持片512の移動速度)を所望の値になるようフィードバックすることができる。この制御プログラムも、記憶手段90に予め記憶されている。30

【0037】

記憶手段90は、RAM(Random Access Memory)、HD(Hard Disk)、CD-ROM(Compact Disc Read-Only Memory)等のような記録媒体を有し、前述した各種制御プログラムを記憶するものである。

図1に示すように、ロボットハンド5は、ロボット1のリスト16に装着された状態で使用される。以下、この状態を「装着状態」と言う。このロボットハンド5は、ワーク700を把持する把持機構51と、把持機構51を駆動させるモーター52とを有している。40

【0038】

把持機構51は、ベース511と、一対の挟持片512とを有している。

ベース511は、ロボット1のリスト16に装着される部分である。

一対の挟持片512は、互いに対向配置された板部材であり、ベース511を介して、互いに接近・離間可能に支持されている。そして、挟持片512同士が接近することにより、これらの間でワーク700を挟持することができる。これにより、ワーク700が把持される。また、挟持片512同士が離間することにより、把持されていたワーク700を放すことができる。50

【0039】

モーター52は、ベース511に内蔵されており、モーター52の回転力を伝達する、複数の歯車を有する伝達機構を介して、各挟持片512と連結されている。図3に示すように、モーター52は、装着状態で、ロボット1が有するモータードライバー307等を介して、電源800に電気的に接続され、当該電源800から供給電流が供給される。この供給によりモーター52が回転して、伝達機構を介して、挟持片512同士を互いに接近・離間可能に移動させることができる。これにより、挟持片512同士の間でワーク700を安定して挟持することができます。その反対に、挟持したワーク700を安定的に放すことができる。

なお、モータードライバー307は、電流調整手段80と電気的に接続されている。これにより、電流調整手段80でパルス幅変調（調整）された供給電流がモータードライバー307を介して、モーター52に供給される。

【0040】

ところで、モーター52の作動時には、当該モーター52が発熱し、その発熱の程度によっては、モーター52の寿命が短くなる、すなわち、モーター52が故障して使用不可能となる問題がある。これは、通常、モーター52には、ワーク700が搬送されている間、当該ワーク700を確実に把持し続けるために、できる限り大きい供給電流（最大電流）を供給し続けるからである。また、モーター52の発熱により、例えば、把持機構51やリスト16、その他ワーク700等のような、モーター52の周辺部が過剰に加熱されてしまうという問題がある。

【0041】

しかしながら、ロボットシステム500（ロボット1）では、このような問題が生じるのが防止される。以下、これについて説明する。

前述したように、モーター52は、供給される供給電流の大きさが、モーター52に供給可能な電流の最大値である電流値（）で通電した状態では、温度が上昇して、発熱する。なお、モーター52には、電流値（）が供給されているため、把持機構51でワーク700を確実に把持して、持ち上げることができる（図1（a）、（b）参照）。

【0042】

記憶手段90には、電流値（）で通電した状態でモーター52の温度が上昇した際、その温度上昇の傾向に関する情報が予め記憶されている。この情報は、本実施形態では、温度上昇の経時的な変化を示す検量線である（図5参照）。この検量線に基づいて、制御手段20は、電流値（）の電流を供給し始めてから、すなわち、電流値（）で通電し始めてから、どのくらい時間が経過したら、モーター52が故障を来たし得る温度 t （以下この温度を「閾値」と言うことがある）になるのかを容易かつ確実に把握することができる。換言すれば、検量線に基づいて、制御手段20は、電流値（）で通電した状態でモーター52の温度が閾値に到達すると予想される（推定される）到達タイミングを容易かつ確実に得ることができる。なお、検量線としては、図5に示すようなグラフの他、表等であってもよい。

【0043】

また、ロボットハンド5の把持機構51でワーク700を把持して、持ち上げた状態から、供給電流を最大値（電流値（））から徐々に減少させていくと、ワーク700に対する把持力（挟持力）も徐々に減少していく、遂には、ワーク700は、把持機構51から離脱する。このときの電流の大きさが「上限値」として存在している。この上限値は、ワーク700の重量に応じて当然に複数あり、記憶手段90に予め記憶されている。

【0044】

前述したように、把持機構51でワーク700を把持して、持ち上げたときには、力覚センサー70により、ワーク700の重量を検知することができる。この検知結果に基づいて、制御手段20は、ワーク700がロボットハンド5の把持機構51から離脱するときの電流の大きさの上限値を、ワーク700の重量に応じて、複数の上限値のなか（記憶手段90）から正確かつ確実に選択して得ることができる。また、ワーク700の重量に

10

20

30

40

50

応じた上限値を例えれば演算により得る場合に比べて、ロボット1の高速化に寄与する。

ロボットシステム500(ロボット1)で前記「問題」が生じるのが防止されるような作動状態は、図4に示すフローチャートに基づいた制御手段20の制御プログラムで実行される。この作動状態について、図1、図5を参照しつつ説明する。

【0045】

なお、ここでは、ワーク700を第1テーブル901から第2テーブル902に搬送する工程を一例として説明する。また、ロボットシステム500では、ロボットハンド5の把持機構51でワーク700を把持した際に、当該ワーク700の変形が防止されるよう構成されている。この構成としては、例えば、ワーク700の柔軟性や剛性に応じて、モーター52の「トルクリミット」が調整可能となる構成が挙げられる。

10

【0046】

まず、ワーク700は、予め第1テーブル901上に載置されている。そして、この状態から、図1(a)に示すように、ロボットハンド5をワーク700に接近させつつ、当該ロボットハンド5の把持機構51の挟持片512同士を離間させて、これらの間にワーク700を配置する(ステップS1)。

次に、図1(b)に示すように、挟持片512同士を接近させて、ワーク700を挟持するとともに、当該ワーク700を持ち上げる(ステップS2)。このときのロボットハンド5のモーター52には、電流値()の電流が供給されている。これにより、ワーク700が確実に挟持され(把持され)、よって、挟持片512から離脱するのが確実に防止される。

20

【0047】

次に、力覚センサー70により、ワーク700の重量を検出する(ステップS3)。この検出結果に基づいて、制御手段20は、ワーク700が把持機構51から離脱するときの電流の大きさの上限値を記憶手段90から呼び出すことができる。

次に、ワーク700に対する搬送を開始して(図1(c)参照)、その搬送が終了したか否かを判断する(ステップS4)。ワーク700に対する搬送が終了したと判断した場合には、ロボットハンド5の把持機構51で把持したワーク700を第2テーブル902上に載置した状態で、当該把持機構51の挟持片512同士を離間させる(ステップS5)。これにより、ワーク700に対する挟持力が解除され、よって、当該ワーク700が把持機構51から開放される(図1(d)参照)。

30

【0048】

一方、ステップS4の判断の結果、ワーク700に対する搬送が終了していないと判断した場合には、搬送が終了するまでの時間(以下「搬送終了時間」と言う)を計測する(ステップS6)。また、この計測を行なうとともに、記憶手段90に記憶されている検量線に基づいて、電流値()で通電した状態でモーター52の温度が閾値(温度 t_1)に到達すると予想される到達タイミングを求める(ステップS6)。図5に示すように、本実施形態では、到達タイミングは、電流値()の通電を開始してから時間 k_8 となる時点である。

【0049】

そして、搬送終了時間内に到達タイミングが入っているか否かを判断する(ステップS7)。搬送終了時間内に到達タイミングが入っていると判断した場合には、電流の大きさを電流値()よりも低くしても、そのときの値が上限値を下回らないかを判断する(ステップS8)。なお、下回らなければ、ワーク700が把持機構51から離脱せずに済み、下回れば、ワーク700が把持機構51から離脱することとなる。

40

また、ステップS7の判断の結果、搬送終了時間内に到達タイミングが入っていないと判断した場合には、ステップS4に戻り、以後、それより下位のステップを順次実行する。

【0050】

ステップS8の判断の結果、電流値()よりも低くした電流値が上限値を下回らないと判断した場合には、到達タイミングよりも以前(図5中では時間 k_6)に、当該低くし

50

た電流値を電流調整手段 80 により電流値()に調整する(ステップ S9)。この電流値()は、電流値()よりも低く、かつ、上限値よりも高い電流値である。このような大きさの電流値()を有する電流は、モーター 52 に供給される。

【0051】

これにより、図 5 に示すように、モーター 52 の推定される温度の経時的な上昇率は、時間 k_6 を境に、徐々に減少していく。そして、モーター 52 の温度が閾値に達するのが確実に防止される、すなわち、確実に閾値未満となると推定される。この推定結果は、モーター 52 の温度を実際に測定した場合にも当てはめることができる。

また、図 5 に示すように、単位時間当たりの発熱量は、時間 k_1 から時間 k_6 までは、一定であるが、電流値()に調整を開始した時期である時間 k_6 以降は、時間 k_1 から時間 k_6 までのときよりも減少している。10

【0052】

このような電流調整により、モーター 52 の温度が閾値に達して、当該モーター 52 が過剰に発熱することにより生じ得るモーター 52 の寿命の低下を確実に防止することができる。また、モーター 52 の周辺への過剰な加熱も確実に防止することができ、よって、例えば作業者が挟持片 512 やワーク 700 に触れても、火傷を負うのを確実に防止することができ、安全である。

【0053】

なお、ステップ S8 の判断の結果、電流値()よりも低くした電流値が上限値を下回ると判断した場合には、ステップ S5 を実行する。20

また、ステップ S9 を実行した後は、ステップ S4 に戻り、以後、それより下位のステップを順次実行する。

電流調整手段 80 による電流値()への調整の開始時期(図 5 中では時間 k_6)は、到達タイミング(図 5 中では時間 k_8)よりも以前であれば特に限定されないが、例えば、到達タイミングよりも 30 秒以上前であるのが好ましい。これにより、モーター 52 の温度が閾値に達するよりも以前に、前記上昇率の減少傾向が現れるのに十分な時間を確保することができる。

【0054】

また、電流値()は、電流調整手段 80 により連続的に減少する(変化する)のが好ましい(図 5 参照)。これにより、前記上昇率も連続的に減少することとなり、モーター 52 の放熱状態を維持することできる。30

また、供給電流の大きさは、ワーク 700 の搬送途中で電流値()から電流値()に戻されてもよい。これにより、搬送途中で、ワーク 700 が把持機構 51 から離脱しやすい姿勢となってしまっても、ワーク 700 に対する把持力が増加され、よって、把持機構 51 からの離脱が確実に防止される。

【0055】

<第 2 実施形態>

図 6 は、本発明に係わるロボット(第 2 実施形態)に装着されたエンドエフェクターのモーターの推定温度の経時的な変化を示す折れ線グラフと、同エンドエフェクターのモーターの単位時間当たりの推定発熱量の経時的な変化を示す棒グラフである。40

以下、この図を参照して本発明に係わるロボットの第 2 実施形態について説明するが、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項はその説明を省略する。

【0056】

本実施形態は、電流値()の減少の態様が異なること以外は前記第 1 実施形態と同様である。

本実施形態では、電流値()は、電流調整手段 80 により段階的に減少している(図 6 参照)。これにより、前記上昇率も段階的に減少することとなり、モーター 52 の放熱状態を維持することでき、よって、モーター 52 の寿命の低下や、モーター 52 の周辺への過剰な加熱をより確実に防止することができる。

【0057】

50

20

30

40

50

以上、本発明に係わるロボットを図示の実施形態について説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、ロボットを構成する各部は、同様の機能を發揮し得る任意の構成のものと置換することができる。また、任意の構成物が付加されていてもよい。

また、本発明に係わるロボットは、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。

【0058】

また、ロボットは、前記各実施形態では室内の天井から吊り下げられて設置されたものであるが、これに限定されず、例えば、室内の床面や壁面に設置されたものであってもよい。

また、エンドエフェクターが装着されるロボットアームは、前記各実施形態では複数本のアームを備えるものであったが、これに限定されず、例えば、1本のアームを備えるものであってもよい。10

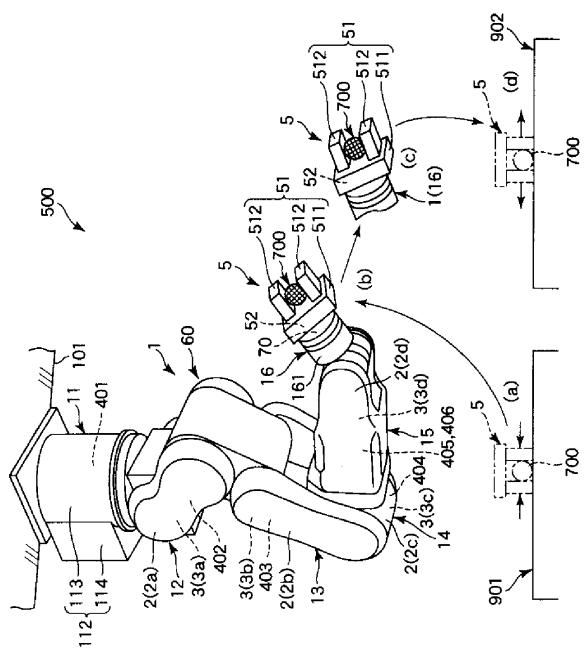
また、エンドエフェクターにおける挟持片の設置数は、前記各実施形態では2枚であるが、これに限定されず、例えば、3枚以上であってもよい。

【符号の説明】

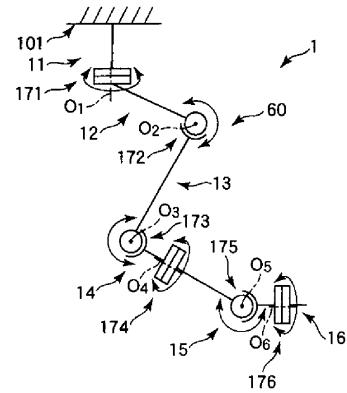
【0059】

1ロボット 11基台 112基台本体（ハウジング） 113円筒状部 114箱状部 12、13、14、15アーム（リンク） 16リスト（リンク） 161リスト本体（装着部） 171、172、173、174、175、176関節（ジョイント） 2、2a、2b、2c、2dアーム本体 3、3a、3b、3c、3d駆動機構 32モーター 5ロボットハンド 51把持機構 511ベース 512挟持片 52モーター 20制御手段 301、302、303、304、305、306、307モータードライバー 401、402、403、404、405、406モーター 60ロボットアーム 70力覚センサー 80電流調整手段 90記憶手段 101 ... 天井 500ロボットシステム 700ワーク（対象物） 800電源 901第1テーブル 902第2テーブル O₁、O₂、O₃、O₄、O₅、O₆回転軸 S1～S9ステップ t温度20

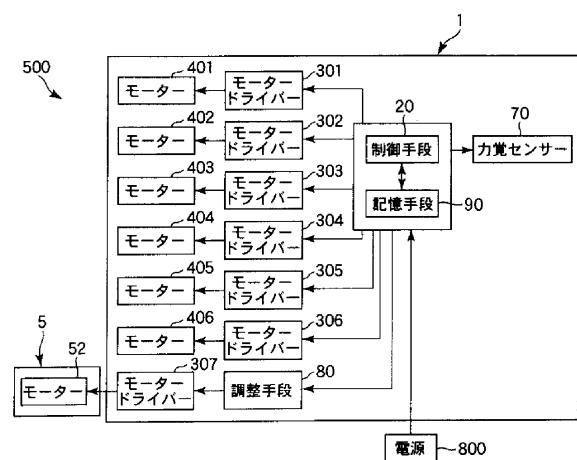
【図1】



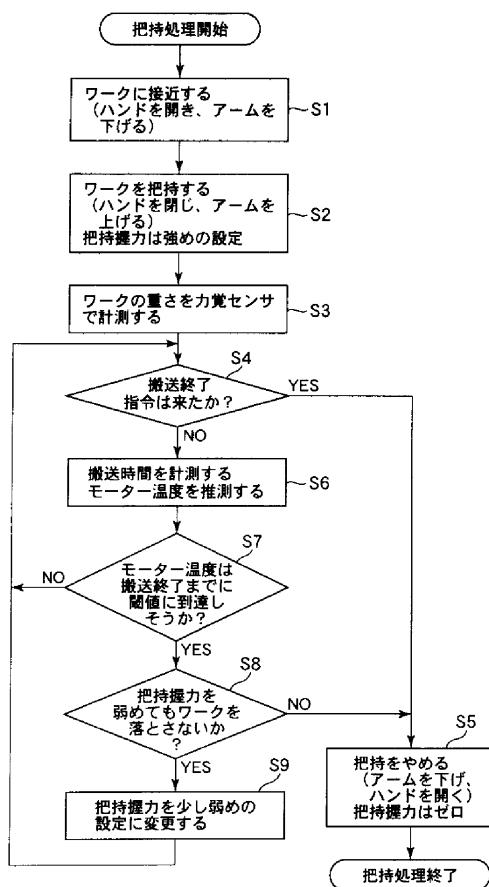
【図2】



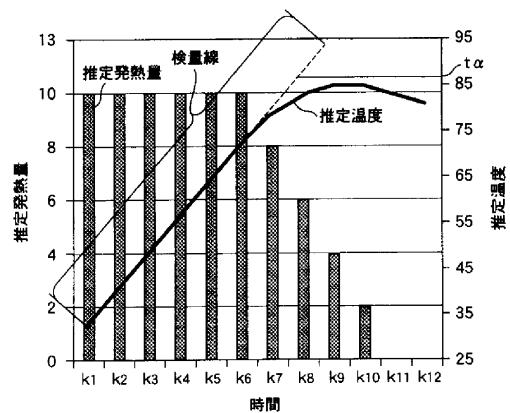
【図3】



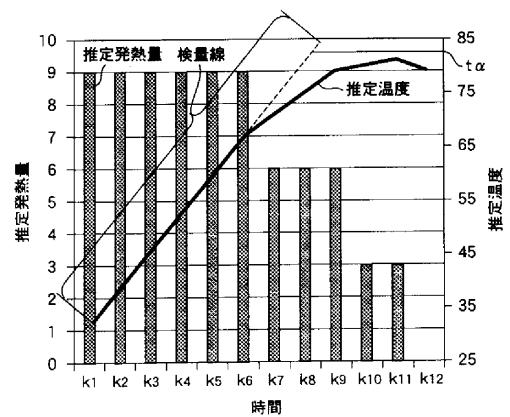
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 長石 道博
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

審査官 木原 裕二

(56)参考文献 特開2012-240182(JP,A)
特開2013-10176(JP,A)
特開2011-183513(JP,A)
特開2002-337082(JP,A)
特開平7-87787(JP,A)
特開2006-181648(JP,A)
特開昭63-126010(JP,A)
米国特許出願公開第2012/0328402(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B25J 1/00 - 21/02