

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年4月5日(05.04.2018)



(10) 国際公開番号

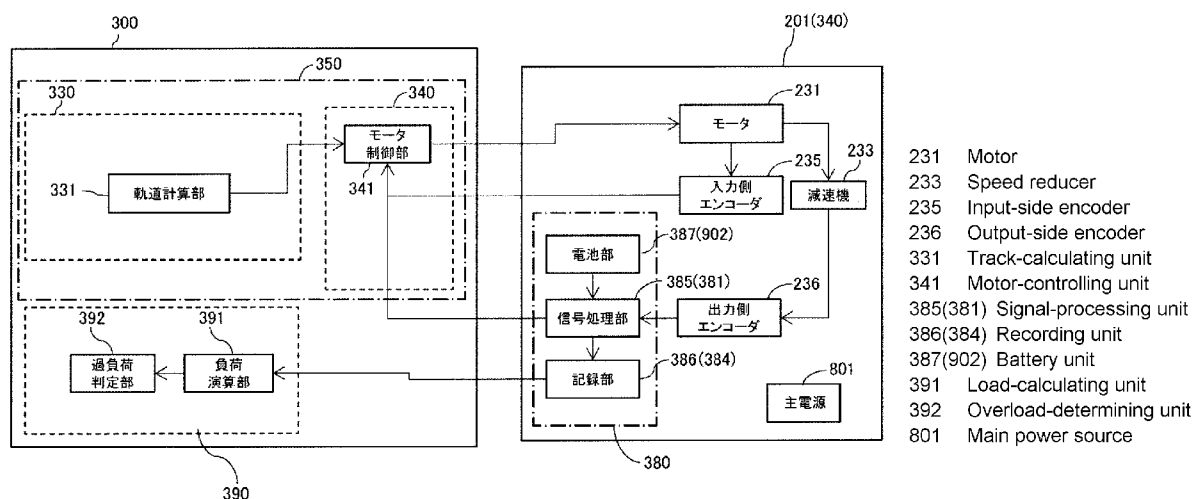
WO 2018/061566 A1

- (51) 国際特許分類:
B25J 19/06 (2006.01) B25J 19/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/030683
- (22) 国際出願日: 2017年8月28日(28.08.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-190275 2016年9月28日(28.09.2016) JP
- (71) 出願人: キヤノン株式会社 (CANON KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1468501 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 横井 昭佳(YOKOI Akiyoshi); 〒1468501 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 岡部 譲, 外 (OKABE Yuzuru et al.); 〒1070062 東京都港区南青山1-1-1 新青山ビル東館8階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: ROBOT ARM, ROBOT CONTROL DEVICE, AND ROBOT SYSTEM

(54) 発明の名称: ロボットアーム、ロボット制御装置、およびロボットシステム

[図4]



(57) Abstract: When a main power source (801) is blocked and a robot control device (300) is unable to be involved, the present invention makes it possible to record, using a robot arm (201) alone, information relating to the state of each joint thereof (J1 - J6). The robot arm (201) is provided with: multiple links (211 - 216); joints (J1 - J6) for connecting the multiple links (211 - 216); and sensors (235, 236) for detecting the state of the joints (J1 - J6). The robot arm (201) also is provided with a log-recording device (380) for recording information output from the sensors (235, 236), and an electric supply unit (902) for supplying electric power to the sensors (235, 236) and the log-recording device (380) when the driving power source for the joints (J1-J6) is blocked.



(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 主電源 (801) が遮断されており、ロボット制御装置 (300) が関与できないタイミングにおいて、ロボットアーム (201) 単体でその各関節 (J1~J6) の状態に係る情報を記録できるようにする。ロボットアーム (201) は、複数のリンク (211~216) と、複数のリンク (211~216) 間を接続する関節 (J1~J6) と、関節 (J1~J6) の状態を検出するセンサ (235, 236) と、を備える。また、ロボットアーム (201) は、センサ (235, 236) の出力情報を記録するログ記録装置 (380) と、関節 (J1~J6) の駆動電源が遮断された状態においてセンサ (235, 236) およびログ記録装置 (380) に電力を給電する給電部 (902) と、を備える。

明 細 書

発明の名称：

ロボットアーム、ロボット制御装置、およびロボットシステム

技術分野

[0001] 本発明は、複数のリンク間を接続する関節と前記関節の状態を検出する関節センサとを備えたロボットアーム、前記ロボットアームとともに用いられるロボット制御装置、および前記ロボットアームを含むロボットシステムに関する。

背景技術

[0002] 従来より、工場などの生産現場において、様々なロボットが使用されている。現在では、より複雑な動作を行うために多関節型のロボットアームが実用化され、広く普及している。この種のロボットアームの関節にはモータと減速機が搭載されており、関節に過負荷が加わると故障の原因となる。

[0003] ロボットアームの関節に過負荷が加わる要因としては、非稼働時、特に輸送時や設置作業時にロボットアームに加わる振動や衝撃が考えられる。また、稼働時には、ロボットアームが、構造物、ワーク、工具等の他の物体と接触するケースが発生する。

[0004] 特に非稼働時、例えば輸送中のロボットアームに対する振動や衝撃に関する対策として、ロボットアームに特化されたものではないが、下記の特許文献1に記載されるような加速度測定を行う衝撃記録計を内蔵した輸送箱を梱包に用いることが考えられる。ロボットアームの輸送にこのような梱包方式を用いることにより、例えば輸送中の衝撃の有無を正確に立証することができる。

[0005] また、稼働中のロボットアームに対する振動や衝撃に関しては、例えば特許文献2に記載されるようにアームの関節に関節角度の検出器を設け、過負荷が加わった後の減速機の損傷レベルを測定することが考えられる。特許文献2の構成によれば、ロボットアームを分解することなく、関節に加えられ

た振動、衝撃や損傷レベルを測定することができる。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特許第3 3 6 6 2 4 0号公報

特許文献2：特開2 0 1 5 - 3 3 5 7号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献1の手法によると、ロボットアームを専用の輸送箱で運び、記録した加速度を解析することにより各関節に加わった負荷を算出することが可能である。しかしながら、同文献は汎用的な輸送箱の構成を示したもので、例えばロボットアームの関節など目的の部位に加わる振動や衝撃を直接、検出していない。このために、輸送箱のセンサ搭載箇所の加速度からロボットアームの各関節の負荷に換算する処理が必要で、またそのような換算処理を精度よく実行するのはそれほど容易ではない。また、専用の振動記録装置が必要であるため輸送コスト増加の問題があった。

[0008] また、特許文献2の構成では、ロボットアームの稼働中は、関節に過負荷が発生したことを検出できる。しかしながら、輸送時、夜間の終業期間中のように、例えば主電源が遮断されていて、ロボット制御装置が関与できないタイミングにおいては、関節の負荷状態の検出を行えない。このため、輸送時、夜間の終業期間中などの状態では、アームに対する振動や衝撃を測定したり記録したりすることができず、非稼働期間の過負荷の有無を立証するのが難しかった。

[0009] そこで、本発明の課題は、輸送時、夜間の終業期間のように、例えば主電源が遮断されており、ロボット制御装置が関与できないタイミングにおいて、ロボットアーム単体でその各関節の状態に係る情報を記録できるようにすることにある。

課題を解決するための手段

[0010] 上記課題を解決するため、本発明の一観点によるロボットアームの構成においては、複数のリンクと、前記複数のリンク間を接続する関節と、前記関節の状態を検出するセンサと、を備えたロボットアームにおいて、前記センサの出力情報を記録するログ記録装置と、前記関節の駆動電源が遮断された状態において前記センサおよび前記ログ記録装置に電力を給電する給電部と、を備えた構成を採用した。

発明の効果

[0011] 上記構成によれば、ロボットアームに関節の状態を検出する関節センサを備え、主電源が遮断された状態においても給電部からの給電により関節センサの出力情報をロギング（ログ記録）することができる。このため、メインコントローラであるロボット制御装置と接続されていなくも、ロボットアームの単体のみで当該アームの関節の状態に係る情報をロギングすることができる。従って輸送や設置時のような非稼働時にも出力軸の情報を記録できて故障の原因となる過負荷の有無を確実に立証できる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]第1実施形態に係るロボットシステムを示した斜視図である。
[図2]第1実施形態に係るロボットシステムのロボットアームの関節を示した部分断面図である。
[図3]第1実施形態に係るロボットシステムの制御系の構成を示したブロック図である。
[図4]第1実施形態に係るロボットシステムの要部構成を示した機能ブロック図である。
[図5]第1実施形態に係る出力軸情報の記録を示したフローチャート図である。
[図6]第1実施形態に係る時間に対する出力軸角度の変化を表したグラフ図である。
[図7]第1実施形態に係る制御装置を接続後の関節過負荷判定を示したフローチャート図である。

[図8]第1実施形態においてロボットアームのリンクを示した模式図である。

[図9]第1実施形態に係る時間に対する出力軸負荷の変化を表したグラフ図である。

[図10]第2実施形態に係るロボットシステムのロボットアームの関節を示した部分断面図である。

[図11]第2実施形態に係るロボットシステムの要部構成を示した機能ブロック図である。

[図12]第2実施形態に係る制御装置を接続後の関節過負荷判定を示したフローチャート図である。

[図13]第2実施形態に係る時間に対する出力軸負荷の変化を表したグラフ図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、添付図面を参照して本発明を実施するための形態につき説明する。
なお、以下に説明する実施形態はあくまでも一例であり、例えば細部の構成については本発明の趣旨を逸脱しない範囲において当業者が適宜変更することができる。また、実施形態で取り上げる数値は、参考数値であって、本発明を限定するものではない。

[0014] <第1実施形態>

図1は、本発明の第1実施形態に係るロボットシステムの全体構成を示す斜視図である。図1において、ロボットシステム100は、ロボットアーム部200と、ロボットアーム部200の動作を制御するロボット制御装置300を備えている。また、ロボット制御装置300には、ユーザの操作によりロボットアーム部200の動作を教示する教示部としてティーチングペンダント400が接続されている。

[0015] ロボットアーム部200は、例えば数軸（2～6軸程度）の関節を有する垂直多関節型のロボットアーム201と、エンドエフェクタとしてロボットアーム201の先端部に取り付けられたロボットハンド202と、を有している。

- [0016] ロボットアーム部200の本体部を構成するロボットアーム201は、作業台に固定されるベース部210（基端リンク）上に、変位や力を伝達する複数のリンク211～216が関節J1～J6で屈曲（旋回）または回転可能に連結されている。
- [0017] 本実施形態では、ロボットアーム201は、屈曲する3軸と回転する3軸の6軸の関節J1～J6で構成されている。ここで、屈曲とは2つのリンクの結合部のある点で折れ曲がること、回転とは2つのリンクの長手方向の回転軸でリンクが相対的に回ることをいい、それぞれを屈曲部、回転部と呼ぶ。本実施形態の場合、例えばロボットアーム201は、6つの関節J1～J6から構成され、関節J1、J4、J6が回転部、関節J2、J3、J5が屈曲部である。
- [0018] ロボットハンド202は、複数のフィンガー220（あるいは爪）と、ハンドベース221とを有し、ロボットアーム201の先端部、即ちリンク216（先端リンク）の先端部に力覚センサ260を介して取り付けられている。複数のフィンガー220は、ハンドベース221に対して中心軸を中心とする半径方向内側および外側に移動するようにハンドベース221に支持されている。複数のフィンガー220を開動作させることにより、例えばワークW1（第1ワーク）を把持することができる。また、複数のフィンガー220を開動作させることにより、ワークW1を把持解放することができる。ロボットハンド202は、例えば複数のフィンガー220でワークW1を把持することにより、ワークW1（嵌合部品）をワークW2（被嵌合部品：第2ワーク）に嵌合する嵌合作業を行うことができる。
- [0019] ロボットアーム201は、各関節J1～J6に対して設けられ、各関節J1～J6をそれぞれ駆動するための複数（6つ）の関節駆動装置230を有している。なお、図1では、関節駆動装置230は、便宜上、関節J2にのみ図示しているが、他の関節J1、J3～J6において図示を省略しているが、他の関節J1、J3～J6にも、同様の構成の関節駆動装置230が配置されている。

- [0020] 図2は、ロボットアーム201の関節J2を示す部分断面図である。以下、各関節J1～J6の構造を代表する構造として関節J2の構造を説明し、他の関節J1、J3～J6については、同様の構成であるため、説明を省略するものとする。
- [0021] 図2において、関節駆動装置230は回転モータ（以下、単にモータという）231と、モータ231の回転軸232の回転を減速する減速機233と、を備えている。
- [0022] 関節J2は、モータ231の回転軸232（減速機233の入力軸）の回転角度を検出するエンコーダ235を有する（モータ角度検出部）。また、関節J2は、リンク211に対するリンク212の角度（減速機233の出力軸の回転角度）を検出するエンコーダ236を有している（関節角度検出部）。この、エンコーダ236によって、関節J2の角度（関節角度）を検出する。
- [0023] モータ231は、例えばサーボ制御可能な電動モータであり、例えばブラシレスDCサーボモータやACサーボモータから構成することができる。
- [0024] エンコーダ235は、例えばアブソリュート型のロータリーエンコーダが望ましい。細部の詳細は図示していないが、エンコーダ235は、1回転の（絶対値）角度エンコーダ、（絶対値）角度エンコーダの回転総数のカウンタ、およびカウンタに電力を供給する給電部であるバックアップ電池などから構成することができる。また、給電部は外部から供給される電力を蓄電できる部材でもよい。ロボットアーム201への主電源（801：図3、図4）の供給がオフになっても、このバックアップ電池が有効であれば、ロボットアーム201への主電源供給のオン／オフに関係なく、エンコーダ235のカウンタ（不図示）において回転総数が保持される。なお、図2では、エンコーダ235は、モータ231の回転軸232に取り付けられているが、減速機233の入力軸に取り付けてもよい。
- [0025] また、エンコーダ236は、隣り合う2つのリンク間の相対角度を検出するロータリーエンコーダである。関節J2においては、エンコーダ236は

、リンク 211 とリンク 212 との間の相対角度を検出するロータリーエンコーダである。エンコーダ 236 は、例えばリンク 211 にエンコーダスケールを設け、リンク 212 に検出ヘッドを設けた構成（詳細不図示）とすることが考えられるが、エンコーダスケールと検出ヘッドを装着するリンクはこれとは逆であってもよい。リンク 211 とリンク 212 とは、クロスローラベアリング 237 を介して回転自在に結合される。

[0026] モータ 231 は、モータカバー 238 で覆われて保護されている。モータ 231 とエンコーダ 235 との間には、不図示のブレーキユニットが設けられている。ブレーキユニットの主な機能は、電源オフ時のロボットアーム 201 の姿勢の保持である。

[0027] 減速機 233 は、本実施形態では、例えば小型軽量で減速比の大きい波動歯車減速機から構成する。減速機 233 は、モータ 231 の回転軸 232 に結合された、入力軸であるウェブジェネレータ 241 と、リンク 212 に固定された、出力軸であるサーキュラスプライン 242 と、を備えている。なお、サーキュラスプライン 242 は、リンク 212 に直結されているが、リンク 212 に一体に形成されていてもよい。

[0028] また、減速機 233 は、ウェブジェネレータ 241 とサーキュラスプライン 242 との間に配置され、リンク 211 に固定されたフレクスプライン 243 を備えている。フレクスプライン 243 は、ウェブジェネレータ 241 の回転に対して減速比 N で減速され、サーキュラスプライン 242 に対して相対的に回転する。従って、モータ 231 の回転軸 232 の回転は、減速機 233 で $1/N$ の回転数に減速されて、フレクスプライン 243 が固定されたリンク 211 に対してサーキュラスプライン 242 が固定されたリンク 212 を相対的に回転運動させ、関節 J2 を屈曲させる。

[0029] 図 3 は、ロボットシステム 100 の制御系、特にロボット制御装置 300 とロボットアーム 201 側の関節制御部 340 の構成を示すブロック図である。図 3 において、インターフェース 361 よりも右側に示した関節制御部 340 は、例えば、ロボット制御装置 300 の筐体内、ロボットアーム 20

1の躯体内に收容する。

[0030] ロボット制御装置300は、メイン制御部330と、複数（関節の数に対応した数：第1実施形態では6つ）の関節制御部340と、出力軸信号記録部380とを有する。

[0031] メイン制御部330は、コンピュータで構成されており、演算部としてのCPU301を備えている。また、メイン制御部330は、記憶部として、ROM302、RAM303、HDD304を備えている。また、メイン制御部330は、記録ディスクドライブ305、各種のインターフェース311～313を備えている。

[0032] CPU301には、ROM302、RAM303、HDD304、記録ディスクドライブ305、各種のインターフェース311～313がバスを介して接続されている。ROM302には、BIOS等の基本プログラムが格納されている。RAM303は、CPU301の演算処理結果等、各種データを一時的に記憶する記憶装置である。

[0033] HDD304は、CPU301の演算処理結果や外部から取得した各種データ等を記憶する記憶装置であると共に、CPU301に、後述する演算処理を実行させるためのプログラム320を記録するものである。CPU301は、HDD304に記録（格納）されたプログラム320に基づいてロボット制御方法の各工程を実行する。

[0034] 記録ディスクドライブ305は、記録ディスク321に記録された各種データやプログラム等を読み出すことができる。記録ディスクドライブ305、記録ディスク321の記録形式は任意であり、記録ディスク321は例えば光ディスク（CD（DVD）－R（OM））などが考えられる。また、「記録ディスク」との名称は単に便宜上のもので、記録ディスク321は、ストレージデバイスとして広く用いられている各種フラッシュメモリのような半導体メモリ（ディスク）であってもよい。なお、メイン制御部330には、さらに書き換え可能な不揮発性メモリや外付けHDD等の不図示の外部記憶装置が接続されていてもよい。

- [0035] 教示部であるティーチングペンダント400は、インターフェース311に接続されている。ティーチングペンダント400は、ユーザの入力操作により、ロボットアーム部200を教示する教示点、即ち各関節J1～J6の目標関節角度（各関節J1～J6のモータ231の目標回転位置）を指定するものである。教示点のデータは、インターフェース311およびバスを通じてHDD304に出力される。
- [0036] HDD304は、ティーチングペンダント400により指定された教示点のデータを格納することができる。CPU301は、HDD304に設定（格納）された教示点のデータを読み出すことができる。
- [0037] 表示部であるモニタ500（表示装置）は、インターフェース312に接続されており、CPU301の制御に基づき文字や画像などの形式で、例えばロボットシステム100の設定状態や制御状態を表示することができる。モニタ500によって、後述のようにしてロギングしたロボットアーム201の各関節の状態に係る情報や、あるいはそれに基づき取得した各関節の負荷に係る情報を表示することができる。
- [0038] インターフェース313には、関節制御部340が接続されている。本実施形態では、ロボットアーム201が6つの関節J1～J6を有し、これに対応してロボット制御装置300は、6つの関節制御部340を有するが、図3では関節制御部340を1つだけ図示し、残りの5つは図示を省略している。各関節制御部340は、例えばロボット制御装置300の筐体内に配置されている。なお、関節制御部340の配置位置は、筐体内に限定するものではなく、例えばロボットアーム201に配置されていてもよい。
- [0039] CPU301は、予め設定された教示点に基づき、ロボットアーム201の軌道を計算し、モータ231の回転軸232の目標回転位置（回転角度の制御量）を示す位置指令の信号を所定時間間隔で各関節制御部340に出力する。
- [0040] 関節制御部340は、CPU351、記憶部としてのEEPROM352およびRAM353、インターフェース361、検出回路362、363並

びにモータ駆動回路 365 を備えており、これらがバスを介して接続されて構成されている。CPU 351 は、プログラム 370 に従って演算処理を実行する。EEPROM 352 は、プログラム 370 を記憶する記憶装置である。RAM 353 は、CPU 351 の演算処理結果等、各種データを一時的に記憶する記憶装置である。

[0041] 上記のメイン制御部 330 は、複数（6つ）のインターフェース 313（図 3 では 1 つのみ図示）を有している。インターフェース 313 と各関節（J1～J6）の関節制御部 340 のインターフェース 361 がケーブル等で接続され、メイン制御部 330 と各関節制御部 340 との間で信号の送受信を行うことができる。

[0042] 上記のエンコーダ 235 は、検出回路 362 に接続され、エンコーダ 236 は、検出回路 363 に接続されている。エンコーダ 235、236 からは、検出した角度検出値を示すパルス信号が出力される。検出回路 362、363 は、エンコーダ 235、236 からこれらのパルス信号を取得し、CPU 351 にて取得可能な信号に変換して CPU 351 に出力する。

[0043] モータ駆動回路 365 は、例えば半導体スイッチング素子を有するモータドライバであり、入力した電流指令に応じて、パルス幅変調された 3 相交流の PWM 波形の電圧をモータ 231 に出力することで、モータ 231 に電流を供給する。

[0044] 関節制御部 340 の CPU 351 は、メイン制御部 330 の CPU 301 から入力を受けた位置指令にモータ 231 の回転位置（回転角度）が近づくようにモータ 231 への電流の出力量（電流指令）を演算し、電流指令をモータ駆動回路 365 に出力する。

[0045] モータ駆動回路 365 は、入力を受けた電流指令に対応する電流をモータ 231 に供給する。そして、モータ 231 は、モータ駆動回路 365 から電力供給を受けて駆動トルクを発生し、減速機 233 の入力軸であるウェブジェネレータ 241 にトルクを伝達する。減速機 233 において、出力軸であるサーキュラスプライン 242 は、ウェブジェネレータ 241 の回転に対し

て $1/N$ の回転数で回転する。これにより、リンク 212 がリンク 211 に対して相対的に回転する。

[0046] 以上のように、各関節（J1～J6）の関節制御部 340 は、モータ 231 の回転位置がメイン制御部 330 から入力を受けた位置指令に近づくようにモータ 231 に電流を供給して各関節 J1～J6 の関節角度を制御する。

[0047] なお、上記のように関節制御部 340 の CPU 351、EEPROM 352、RAM 353 は各関節ごとに配置されていてもよい。しかしながら、各関節（J1～J6）の関節制御部 340 全体を統合的に制御するロボットアーム 201 側の制御として 1 組のみ配置される構成であってもよい。

[0048] 以上説明したように、ロボット制御装置 300 はメイン制御部 330 および関節制御部 340 によって、動作プログラムであるプログラム 320 および 370 を実行してロボットアーム 201 を動作させる。

[0049] 上記のロボットアーム 201 側の各制御部は、基本的には、主電源 801 によって動作する。ここでは、主電源 801 という概念的なブロックでロボットアーム 201 の電源部を示しているが、その具体的な構成にはいくつか異なる形態が考えられる。例えば主電源 801 は、インターフェース 361 に含まれる給電線によって、ロボット制御装置 300 側から DC 給電される構成が考えられる。また、商用電源を変圧、安定化する電源部によって主電源 801 が構成されていてもよい。ただし、いずれの場合でも、上記のロボットアーム 201 側の各制御部に対する主電源 801 の供給は、ロボット制御装置 300 の制御によって投入ないし遮断することができるものとする。また、特に主電源 801 がロボット制御装置 300 側から供給される構成では、輸送時などにおいて、ロボットアーム 201 とロボット制御装置 300 とが切り離されている場合には主電源 801 の供給は遮断される。そして、主電源 801 の供給が遮断されている状態では、当然ながら各関節（J1～J6）の駆動源であるモータ 231 に対する給電が行えない状態であり、モータ 231 の駆動、即ち関節駆動は行えない。このような観点から、別の言い方をすれば、主電源 801 はロボットアーム 201 の（各）関節部を駆動

する「駆動電源」と考えてもよい。

- [0050] 一方、本実施形態では、主電源８０１（関節の駆動電源）の供給が遮断されている状態において、各関節（Ｊ１～Ｊ６）の状態（本実施形態では関節角度）をロギング（記録）できるよう、ロボットアーム２０１には出力軸信号記録部３８０を配置する。この出力軸信号記録部３８０は、ＣＰＵ３８１、記憶部としてのＥＥＰＲＯＭ３８２およびＲＡＭ３８４を備えている。
- [0051] 出力軸信号記録部３８０のＣＰＵ３８１は、取得プログラム３８３に従ってエンコーダ２３５ないし２３６から検出した出力軸情報の取得を実行する。ＥＥＰＲＯＭ３８２は、取得プログラム３８３を記録する記憶装置を構成する。ＲＡＭ３８４は、ＣＰＵ３８１により取得した出力軸データを一時的に記憶する記憶装置である。
- [0052] ログ記録装置としての出力軸信号記録部３８０は、電源装置９０１によって、関節の駆動源（モータ２３１）に供給される主電源（８０１）が遮断された状態においても動作できるよう構成される。主電源（８０１）が遮断された状態においては、電源装置９０１が、給電部である電池９０２の電力をＣＰＵ３８１、ＥＥＰＲＯＭ３８２、ＲＡＭ３８４に給電してログ記録装置としての出力軸信号記録部３８０を動作させる。
- [0053] 出力軸信号記録部３８０は、関節センサ（本実施形態ではエンコーダ２３５ないし２３６）の出力値と計時情報とを関連づけて記憶装置（例えばＲＡＭ３８４）に記録（ロギング）するログ記録装置を構成する。例えば出力軸信号記録部３８０にＲＴＣ（リアルタイムクロック）などのデバイスを配置する。そして、関節センサから取得した出力情報と、その取得時のＲＴＣの計時情報を特定の記憶フォーマットで関連づけて記憶装置（例えばＲＡＭ３８４）に記録する。あるいは、ＣＰＵ３８１のクロックに同期して関節センサから出力情報を取得し、順次、記憶装置（例えばＲＡＭ３８４）に記録する手法を取ってもよい。この場合には、ロギング処理の開始時刻などをログ情報の先頭に記録することなどにより、後述の負荷測定（評価）処理などにおいて、関節センサの出力イベントの時刻を特定できる。また、ロギング開

始をロボット制御装置 300 側から指令する場合は、ロボット制御装置 300 側でログ開始時刻を記録して、後述の負荷測定（評価）処理に用いるようにしてもよい。このように、関節センサの出力情報と計時情報との関連づけの手法は任意である。

[0054] なお、以下では、出力を記録する関節センサとしては、減速機 233（ないし関節）の出力軸側のエンコーダ 236 を考える。このため、関節センサの出力は「出力軸信号」と考え、ログ記録装置としては、出力軸信号記録部 380 の名称を用いる。また、関節センサの出力値を計時情報と関連づけて記録（ロギング）する記憶装置としては、（電池 902 でバックアップされた）RAM 384 のみならず、EEPROM 382 などを用いてもよい。

[0055] なお、本実施形態では、コンピュータ読み取り可能な記録媒体が HDD 304、EEPROM 352 であり、HDD 304、EEPROM 352 にプログラム 320、370 が格納される場合について説明するが、構成はこれに限定されるものではない。例えば、プログラム 320、370 は、コンピュータ読み取り可能な記録媒体であれば、いかなる記録媒体に記録されていてもよい。例えば、プログラム 320、370 を供給するための記録媒体としては、図 3 に示す記録ディスク 321、不図示の外部記憶装置等を用いてもよい。具体例を挙げて説明すると、記録媒体として、フレキシブルディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、CD-R、磁気テープ、不揮発性メモリ、ROM 等を用いることができる。後述のロボットアーム 201 ないしロボット制御装置 300 で実行される制御手順を記述した制御プログラムがこれらのコンピュータ読み取り可能な記録媒体に格納される場合、その記録媒体は本発明の制御プログラムのための記録媒体を構成することになる。

[0056] 図 4 は、図 3 の制御系の機能に係る構成を機能ブロック図として示したものである。図 4 においては、プログラム 320 に基づく CPU 301 の機能をブロック化して図示し、プログラム 370 に基づく CPU 351 の機能およびモータ駆動回路 365 の機能をブロック化して図示している。ロボット

アーム部２００においては、ロボットアーム２０１の関節Ｊ１をブロック化して図示し、取得プログラム３８３に基づくＣＰＵ３８１の機能をブロック化して図示している。また、図４では、便宜上、図３の部材に機能的に対応する部材に別名称と別の参照符号を用いているが、図３の部材に対応する参照符号には図３中の参照符号を括弧書きで付し、両図間の対応を示している。

[0057] ロボット制御装置３００は、第１の制御部３５０であるメイン制御部３３０および各関節Ｊ１～Ｊ６に対応する関節制御部３４０と、出力軸の負荷処理部３９０の機能を有している。負荷処理部３９０はロボットアーム２０１側から、記録部３８６のログ情報を取得する機能も有し、この意味では、負荷処理部３９０はログ取得装置と考えることができる。図４では、関節Ｊ１と関節Ｊ１に対応する関節制御部３４０のみ図示しており、図示は省略しているが、ロボット制御装置３００は、他の関節Ｊ２～Ｊ６それぞれに対応する関節制御部３４０の複数を統轄する。

[0058] メイン制御部３３０は、軌道計算部３３１を備え、各関節制御部３４０は、モータ制御部３４１を備えている。メイン制御部３３０のＣＰＵ３０１は、プログラム３２０により軌道計算部３３１として機能する。

[0059] また、各関節制御部３４０のモータ制御部３４１は、プログラム３７０により動作するＣＰＵ３５１およびモータ駆動回路３６５の機能である。各関節制御部３４０は、プログラム３７０により動作するＣＰＵ３５１の機能である。

[0060] ここで、メイン制御部３３０の制御動作について説明する。軌道計算部３３１は、教示点のデータに基づいて、ロボットアーム２０１の動作（軌道）を計算する。教示点は、関節空間またはタスク空間上の点として、作業者が操作するティーチングペンダント４００により設定される。

[0061] ロボットアーム２０１の自由度を表すパラメータを関節角度として、ロボットアーム２０１の関節Ｊ１～Ｊ６の関節角度をそれぞれ $\theta 1 \sim \theta 6$ とする。ロボットアーム２０１のコンフィグレーションは（ $\theta 1$ 、 $\theta 2$ 、 $\theta 3$ 、 θ

4、 $\theta 5$ 、 $\theta 6$)で表され、関節空間上では、1つの点とみなすことができる。このように、ロボットアーム201の自由度を表すパラメータ(例えば、関節角度や伸縮長さ)を座標軸の値とした場合、ロボットアーム201のコンフィギュレーションは関節空間上の点として表現することができる。このように、関節空間はロボットアーム201の関節角度を座標軸とする空間である。

[0062] 軌道計算部331は、設定された複数の教示点を繋ぐロボットアーム201の経路を所定の補間方法(例えば直線補間や円弧補間、関節補間など)によって生成する。そして、軌道計算部331は、生成したロボットアーム201の経路から、ロボットアーム201の軌道を生成する。

[0063] ここで、ロボットアーム201の経路とは、関節空間またはタスク空間の点の順序集合である。ロボットアーム201の軌道とは、時間をパラメータとして経路を表したものであり、本実施形態では、時刻毎の各関節J1～J6のモータ231の位置指令の集合である。

[0064] 軌道データは、ロボットアーム201を動作させる前に予め計算して記憶部、例えばHDD304に記憶(設定)させておく。なお、軌道データの計算は、メイン制御部330のCPU301が行う場合について説明するが、不図示の他のコンピュータに行わせ、メイン制御部330の記憶部、例えばHDD304に予め記憶(設定)させておく構成を採ってもよい。

[0065] 次に、各関節制御部340について説明する。モータ制御部341は、軌道計算部331からの位置指令を入力する。軌道計算部331からの位置指令とは、上述のように教示点に基づき算出した位置指令である。モータ制御部341は、入力した位置指令とエンコーダ235の値とを参照して、モータ231の回転位置が位置指令に近づくようにモータ231の位置制御(フィードバック制御)を行う。

[0066] また、ロボットアーム201の関節には、関節駆動装置230のモータ231と、減速機233と、エンコーダ235、236と第2の制御部である出力軸信号記録部380が配置されている。出力軸信号記録部380は、出

力側エンコーダ２３６の信号を処理する信号処理部３８５と、処理したデータを記録する記録部３８６を作動させるための給電部である電池部３８７とにより構成する。出力側エンコーダ２３６、記録部３８６、および電池部３８７は例えば同一の回路基板上に一体に構成することができる。

[0067] 出力軸信号記録部３８０は、エンコーダ２３５ないし２３６の出力信号処理および記録処理のみを行い、モータ２３１を制御するためのモータ制御機能を有していないため、大きな電力を必要とせず数ワット程度の消費電力である。そのため、出力軸信号記録部３８０に給電し、これを駆動する電池部３８７については小型バッテリーやキャパシタで済むためロボットアーム２０１の躯体内のスペースに容易に実装することができる。なお、電池部３８７は、前述のエンコーダのバックアップ電池を兼ねていてもよい。

[0068] また、ロボット制御装置３００と接続するためのロボットアーム２０１のコネクタなどを利用して、上記の電池部３８７および出力軸信号記録部３８０に相当する外部の給電部や、電池、記録回路を外付けできる構成を採ってもよい。このような構成によって、関節の出力軸信号の記録に、例えばそれぞれ大容量の外部の電池や記録回路を利用できる可能性が生じ、長期間のロギング（記録）動作を行えるようになる。

[0069] 上記のように、本実施形態では、ロボットアーム２０１内に出力軸信号記録部３８０と、給電部である電池部２８３とを実装している。このため、メイン制御部３３０が接続されていない状態でも、出力軸信号記録部３８０が出力軸信号を取得して記録部３８６に記録（ロギング）することができる。すなわち、輸送や設置などのロボットアーム（部）が非稼働状態でも出力軸の情報を記録（ロギング）することができる。

[0070] 次に、出力軸の負荷処理部３９０について説明する。ロボット制御装置３００には出力軸の負荷処理部３９０が設けられている。この負荷処理部３９０は、前述の記録部３８６に保存された出力軸情報を抽出して、関節、例えば減速機２３３に加わった負荷を計算する負荷演算部３９１と、負荷演算結果から過負荷を判定する過負荷判定部３９２を備えている。

[0071] 次に、ロボットアーム２０１の出力軸情報取得（ロギング）モードについて説明する。図５は、本実施形態に係る出力軸情報取得の制御手順を示したフローチャート図、図６は出力軸情報のグラフ図である。

[0072] 本実施形態では、図５のステップＳ１において、ＣＰＵ３８１の出力軸情報取得（ログ）モードが有効化される。この出力軸情報記録モードは、輸送や設置作業時などロボットアーム２０１の減速機２３３に過負荷が加わる可能性がある期間で有効にするよう意図されたものである。出力軸情報記録モードは、上記のロボットアーム２０１のハードウェア構成によって、ロボット制御装置３００を接続していない場合でも動作可能なモードとなっている。

[0073] また、この出力軸情報記録モードは、輸送や設置作業時のみならず、夜間の終業時間帯など、ロボット制御装置３００とケーブルなどで接続されているにも拘らず、主電源（８０１）が投入されていないような状態においても利用することができる。即ち、このモードは、ロボットアーム２０１の関節の駆動源（モータ２３１）に対する主電源（８０１）の供給が遮断されているような状態において、電池部２８３の電力を出力軸信号記録部３８０（ログ記録装置）に給電してロギングを行うものである。

[0074] 出力軸情報記録モードへの移行方法としては、ロボット制御装置３００に接続されたティーチングペンダント４００を操作することにより移行、もしくはタイマ動作、閾値によるトリガ動作により移行させることが考えられる。この「閾値によるトリガ動作」には、例えば、ロボット制御装置３００とロボットアーム２０１を接続する特定の信号線のレベルなどを介して、ロボット制御装置３００とロボットアーム２０１との間の接続が電氣的に切り離されたことを同モードのトリガとする、といった手法が含まれる。また、別の方法としては、ロボット制御装置３００の接続コネクタに検証用のパソコンなどを接続して取得モード移行や各種設定を行えるようにしてもよい。

[0075] また、本実施形態ではパソコンやロボット制御装置３００を接続する構成を説明したが、ロボットアーム２０１に操作スイッチや表示器（例えば図１

の905)を設けてロボットアーム201のみで移行できるようにしてもよい。この場合はロボットアーム201側の操作のみで出力軸情報記録モードを開始できる。出力軸情報記録モードを開始させる操作スイッチは、例えばベース部210の背面や底面などに配置することができる。その場合、操作スイッチは、カバー内や凹部に配置したDIPスイッチやピンなどを用いて操作する押しボタンスイッチにより構成する。

[0076] 次に、CPU381は、ロボットアーム201の出力側エンコーダ236から検出回路363を介して出力軸の角度情報を検出する(ステップS2)。

[0077] 次に、CPU381は、信号処理部385により出力軸情報のパルス信号を記録可能な情報に変換する信号処理を行う(ステップS3)。さらにCPU381は、変換した出力軸情報を記録部386に記録する(ステップS4)。この時、記録部386に出力側エンコーダ236(関節センサ)の出力情報と計時情報とを上記のように何らかの形で関連づけて記憶させる。

[0078] 出力側エンコーダ236からの角度情報はパルス信号であり、信号処理部385は、例えば一回転あたりの総パルス数から、図6に示すような関節角度(の経時的な変化)の情報(1801)に換算する処理を行う。なお、図6において、横軸の時刻(時間)は秒数を単位とし、縦軸の角度は度(deg)を単位としている。このように変換された時刻ごとの関節角度データは、ロボットアーム201の全軸(本実施形態では6軸)分、出力され、これらの全軸分のデータを出力軸信号記録部380の記録部386に記録(ロギング)する。

[0079] なお、本実施形態のモータ231はブレーキが実装(不図示)されており、モータ231が通電されていない場合はブレーキが働くためモータ角度は変化しない。そのため、エンコーダ235の記録は必須ではない。しかしながら、モータ231にブレーキを装備しない場合は、負荷により、モータ231が回転することが考えられ、その場合はエンコーダ235に記録して、両エンコーダの出力あるいはその差分を記録し、負荷を評価する構成として

もよい。

[0080] 続いて、出力軸信号記録部380（ログ記録装置）のCPU381は、あらかじめ設定した記録時間内か否かを判断する（ステップS5）。この「記録時間」は、ロボットアーム201で出力軸情報記録モードを許容する時間長に相当し、例えば数～数10時間程度の長さにとる。記録部386の記録容量や電池部283の容量により「記録時間」には制限があるため、本実施形態ではこのようにあらかじめ測定したい時間、例えば輸送想定時間等に合わせて出力軸情報記録モードの「記録時間」を制限、設定できるようにしてある。なお、「記録時間」の値はロボット制御装置300側から適当なセットアップモードなどによって設定できるようにしておくことができる。また、「記録時間」に応じて、関節情報の記録周期などを手動で、あるいは自動的に設定するようにしてもよい。ここで、CPU381は、「記録時間」内である場合（ステップS5、Yes）、あらかじめ決められた「記録時間」が到来するまで、ステップS2～S5の処理を繰り返す。なお「記録時間」の測定には、適当なタイマ回路や上述のRTCデバイスを利用できる（不図示）。

[0081] ステップS5で決められた「記録時間」に達した場合（ステップS5、No）には記録を終了する（ステップS6）。これにより出力軸情報取得モードを終了する。

[0082] 本実施形態では、ロボットアーム201に出力軸情報取得モードを実行させた後、ロボット制御装置300とロボットアーム201を接続した時に、記録した関節センサ（エンコーダ236ないし235）の出力情報をロボット制御装置300側へ抽出させる。ロボット制御装置300では読み出した関節センサ（エンコーダ236ないし235）の出力情報に基づき、各関節（J1～J6）に対する負荷評価を行うことができる。

[0083] 図7は本実施形態において、出力軸信号記録部380で記録（ロギング）した関節センサ（エンコーダ236ないし235）の出力情報の抽出およびそれに基づく負荷情報の取得（評価）の流れを示している。また、図8は関

節構成の模式図、図9は負荷変動を示すグラフである。

- [0084] ロボットアーム201にロボット制御装置300が接続（図7のステップS7）されると、ロボットシステム100が稼働状態になる。次に負荷取得モードとなりCPU381は、ロボットアーム201の記録部386に記憶された出力軸情報をロボット制御装置300の負荷処理部390に送る（ステップS8）。
- [0085] 次に、図8に示すような手法により、ロボット制御装置300の負荷処理部390の負荷演算部391により各関節の負荷が演算される（ステップS9）。図8において、Jは関節中心であり、Mは関節から先の慣性とLは重心位置であり、 θ は関節角度である。慣性と重心位置については設計情報とロボットアーム201の姿勢によって変化するため負荷算出と同時に計算されている。関節に加わる負荷は関節軸中心の回転トルクとなる。トルクの算出としては θ を二階微分して角加速度 ω を求め、慣性Mと重心位置Lより慣性モーメントIを求め、さらに $I \times \omega$ により負荷トルクTを算出する。
- [0086] このような負荷トルク演算を行うことによって、関節センサの出力軸情報に基づき図9に示すように経時的な負荷トルクデータを取得することができる。図9の例では負荷トルクデータ1900の波形は、概ねの期間、許容範囲（1901～1902）の内側に収まっているが、1903のピークの部分で負荷の上限（1901）を上回っている。
- [0087] 次に、演算結果は過負荷判定部392に送られ、ステップS10において負荷トルクがあらかじめ設定された許容範囲内（図9では1901～1902）であれば（ステップS10、Yes）、結果表示を実施して終了する（ステップS11）。許容値としては各関節の減速機233により制約されており、本実施形態の場合、波動歯車減速機の許容ピークトルクとなる。許容を超えていた場合（ステップS10、No）は、関節部にダメージがあると判定されるため、警告表示を行い（ステップS12）、故障解析や交換等をユーザに促す。図9の例では、1903のピークの部分でステップS12の負荷警告表示が行われる。本実施形態のログ記録方式によれば、過負荷の生

じた時刻を特定できるため、例えば別途作業タイムチャート（運送中の場合は運行表など）などを参照することにより、過負荷の生じたタイミングを特定し、その生じていた事象を解析することができる。

[0088] なお、ステップS 8～S 12の負荷取得および評価あるいはさらに警告の処理は、関節センサの出力データ状態に応じて、ロボットアームの診断情報を生成するロボットアーム診断の処理と考えてもよい。このロボットアーム診断としては、過負荷の警告に留まらず、さらに負荷トルク値の大小に応じて、作業者に点検、検査、オーバーホールや部品交換などのいずれかを具体的に促すようなロボットアーム診断情報を生成して、出力することが考えられる。

[0089] 以上のように、本実施形態では、ロボットアーム201に搭載されているエンコーダ236により負荷測定を行うため、加速度センサなどの特別の装置を必要としない。また、エンコーダ236を各関節に搭載しているため、各関節の負荷を正確に取得することができ、精度のよい（過）負荷判定（評価）を行うことができる利点がある。本実施形態の構成によれば、特許文献1のような梱包を利用する手法に比して、アームの各関節の関節センサの出力を直接、ロギングできるため、測定精度を大きく向上することができる。

[0090] しかも、本実施形態では、ロボット制御装置300とは、別にロボットアーム201内に出力軸信号記録部380を有し、アーム単体で各関節の関節センサの出力のロギングが可能である。従って、ロボット制御装置300が接続されていない状態、例えば非稼働時や輸送時、設置時にも出力軸の情報を記録することができ、故障の原因となる過負荷の有無を確実に立証できる。

[0091] ＜第2実施形態＞

次に、本発明の第2実施形態に係るロボットシステムを図10～図13を用いて説明する。なお、図10～図13に示されない部分、例えばロボットアーム部200などのハードウェア構成は、第1実施形態のロボットシステム100と同様であるのものとし、特に必要がない場合、その詳細な説明は

省略するものとする。また、図１０～図１３中の各部材で第１実施形態と同一ないし相当する部材には同一の参照符号を付しその詳細な説明は省略するものとする。

[0092] 図１０は、第１実施形態の図２に相当し、本実施形態のロボットアーム２０１の関節Ｊ２を示す部分断面図、図１１は、第１実施形態の図４に相当し、本実施形態のロボットシステムの要部構成、特にその制御系の機能を示した機能ブロック図である。

[0093] 第１実施形態では、関節の状態を検出する関節センサとして、出力軸角度を検出するエンコーダ２３６（関節角度検出部）を用いていた。これに対して本実施形態では、図１０に示すように、関節（Ｊ２）には関節センサとしてトルクセンサ５０１（力センサ）を搭載している。トルクセンサ５０１はトルクが加わると変位する弾性体と変位を測定する変位計や歪ゲージから構成することができる。トルクセンサ５０１は減速機２３３の出力側とリンク２１２の間に配置されており、同関節の出力軸に加わるトルクを検出する。他の関節（Ｊ１、Ｊ３～Ｊ６）についても、図１０と同様の構成を実施することができる。

[0094] 本実施形態では、関節の減速機２３３の出力側にトルクセンサ５０１を配置することにより、当該関節の出力軸に加わる力を検出することができる。例えば、ワーク（Ｗ２、Ｗ１）に対する操作負荷が制限されている場合などにおいて、ロボットアーム２０１の各関節をトルク制御することができる。これにより、ワーク（Ｗ２、Ｗ１）に対する操作負荷が許容値を超えないように制御する、といったロボット制御が可能となる。

[0095] 制御系においては、図１１に示すように、信号処理部３８５は、エンコーダ（２３６：図４）ではなく、トルクセンサ５０１の出力を読み込む。本実施形態においても、関節センサの出力情報、即ち、トルクセンサ５０１の出力するトルク値は計時情報と関連づけて記録部３８６（ＲＡＭ３８４やＥＥＰＲＯＭ３８２）に記録（ロギング）される。

[0096] 本実施形態のロボットアーム２０１の関節センサ（トルクセンサ５０１）

の出力情報（出力軸情報）のロギング（ログ記録）処理は、図 12、図 13 に示すように実行することができる。図 12 は第 1 実施形態の図 7 に相当する負荷表示（評価）手順を示したフローチャート図、図 13 は第 1 実施形態の図 9 に相当する出力軸情報（負荷変動）のグラフである。

[0097] 図 7、図 12 の比較から明らかなように、本実施形態では、関節センサとしてトルクセンサ 501 を実装しているため、図 12 の手順では、エンコーダの関節角度情報を関節負荷に換算する処理（図 7 のステップ S8）が不要になっている。その他の処理ステップについては、図 7 で説明した通り実行することができるため、ここでは重複した説明は省略する。本実施形態では、ロボットアーム 201 側の記録部 386（RAM 384 や EEPROM 382）に、直接関節の出力側のトルク値の変動が計時情報に関連づけて記録（ロギング）される。このため、ロボット制御装置 300 側では、単に記録部 386（RAM 384 や EEPROM 382）からログ情報を読み出すことによって、図 13 のような負荷トルクの計時変動データを取得することができる。図 13 では、図 9 の事例で負荷トルクをトルクセンサ 501 により記録した場合を想定しており、図 13 の負荷トルク変動は、図 9 のものと同様の变化を示している。例えば 1903 のピークの位置でこの関節の負荷トルクは許容範囲を超えており、これに応じて、本実施形態でも負荷トルク警告（図 12 のステップ S12）が行われる。

[0098] 以上のように、本実施形態では、ロボットアーム 201 に搭載されているトルクセンサ 501 により、負荷測定を行うため、関節角度～トルクの変換演算などの処理を必要としない。また、ロボット制御のために関節に搭載されているトルクセンサ 501 を利用してその関節の負荷を正確に取得することができ、精度のよい（過）負荷判定（評価）を行うことができる利点がある。本実施形態においても、特許文献 1 のような梱包を利用する手法に比して、アームの各関節の関節センサの出力を直接、ロギングできるため、測定精度を大きく向上することができる。

[0099] <第 3 実施形態>

本実施形態では、上記第１、第２実施形態の構成を一部変更した変形例につき述べる。上記各実施形態では、ロボットアーム２０１で、ログ記録動作（出力軸情報取得モード）を実行後、アームをロボット制御装置３００に接続した後に、ロボット制御装置３００がアーム側から取得したログ情報に基づき、関節負荷の取得および評価を行った。

[0100] しかしながら、ロボットアーム２０１単体で、例えばログ記録した情報を解析して過負荷状態を検出し、警告処理を行うよう構成してもよい。このためには、警告処理のための表示手段として図１の表示器９０５をロボットアーム２０１に配置する。図１の例では、表示器９０５はベース部２１０の側面に配置している。関節センサとしては第１実施形態のようにエンコーダを用いてもよく、第２実施形態のようにトルクセンサ５０１を用いてもよい。

[0101] そして、関節負荷の取得および評価をロボットアーム２０１側（のみ）で実行するためには、図７、図１２のステップＳ７～Ｓ１１の関節負荷の取得および評価処理を出力軸信号記録部３８０のＣＰＵ３８１の制御プログラムとする。そして、この制御プログラムは、例えばＥＥＰＲＯＭ３８２（図３）プログラム（３８３）の一部に格納しておく。

[0102] 出力軸信号記録モード（ロギング）は、図５（第１実施形態）に示したように上記同様に実行できる。出力軸信号記録部３８０のＣＰＵ３８１が、関節負荷の取得および評価処理（図７、図１２のステップＳ７～Ｓ１１）は、例えば所定の「記録時間」が経過し、出力軸信号記録モードが終了した後に自動的に実行する。あるいは、関節負荷の取得および評価処理（図７、図１２のステップＳ７～Ｓ１１）は、出力軸信号記録モード（図５）と並行的に実行し、過負荷が生じたほぼ実時間で警告処理（図１２のステップＳ１２）を行うようにしてもよい。

[0103] 過負荷警告には、ロボットアーム２０１に配置した表示器９０５（図１）を用いて、警告色（例えば赤色など）の点灯ないし点滅表示を行うことが考えられる。その他にも、スピーカなどをロボットアーム２０１に配置すれば、警告ビープ音や警告（合成）音声などを出力することにより、過負荷警告

を行うことができる。

[0104] このように、ロボットアーム 201 単体で、例えばログ記録した情報を解析して過負荷状態を検出し、警告処理を行うよう構成する。これにより、ロボットアーム 201 がロボット制御装置 300 と接続されていない状態の例えば輸送中などにおいて、ロボット制御装置 300 なしでも関節の過負荷状態を検出し、警告処理を行うことができる。

[0105] また、第 1 および第 2 実施形態で示した構成は、ロボットアーム 201 がロボット制御装置 300 と物理的に接続されている状態においても関節情報を記録（ロギング）するのに利用できる。例えば、ロボットシステム 100 の設置後の夜間の終業時間帯などにおいて、関節（J1～J6）の駆動源（モータ 231）に給電する主電源（801）が遮断されているような期間において、関節情報を記録（ロギング）することができる。出力軸信号記録部 380 で主電源（801：図 3、図 4、図 11）の電圧検出などに基づき、主電源がオフとなった時に、出力軸信号記録モード（ロギング）を開始させるような制御を行えばよい。ロボット制御装置 300 による負荷取得（ないし評価）は、例えば主電源が再度投入された時に行う初期化処理の一環として実行することができる。このような構成により、夜間の終業時間帯など、ロボット制御装置 300 が関与できない期間において、不意の過負荷がアームの関節に加わるようなことがあっても、確実にその事象を検出し、警告処理を行うことができる。

[0106] また、出力軸信号記録部 380 は、第 1 および第 2 実施形態でそれぞれ示したエンコーダ 235 ないし 236、およびトルクセンサ 501 の両方の出力情報をログ記録するよう構成してもよい。その場合には、エンコーダおよびトルクセンサの出力情報を組合せることによって、より多様な負荷解析（取得）、負荷評価、診断処理を行える可能性がある。

[0107] 本発明は、上述の実施形態の 1 以上の機能を実現するプログラムをネットワークまたは記憶媒体を介してシステムまたは装置に供給し、そのシステムまたは装置のコンピュータにおける 1 つ以上のプロセッサがプログラムを

読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1以上の機能を実現する回路（例えば、ASIC）によっても実現可能である。

[0108] 本発明について、例示的な実施形態を参照しながら説明してきたが、本発明が、開示した例示的な実施形態に限定されるわけではないことが理解されるべきである。以下の特許請求の範囲は、あらゆる修正例、均等な構造、および機能を包含するように、最も広く解釈されるべきである。

[0109] この出願は2016年9月28日に提出された日本国特許出願第2016-190275からの優先権を主張するものであり、その内容を引用してこの出願の一部とするものである。

符号の説明

[0110] 100…ロボットシステム、200…ロボットアーム部、201…ロボットアーム、202…ロボットハンド、230…関節駆動装置、231…モータ、235…エンコーダ（モータ角度検出部）、236…エンコーダ（関節角度検出部）、300…ロボット制御装置、501…トルクセンサ、901…電源装置、902…電池

請求の範囲

- [請求項1] 複数のリンクと、前記複数のリンク間を接続する関節と、前記関節の状態を検出するセンサと、を備えたロボットアームにおいて、
前記センサの出力情報を記録するログ記録装置と、
前記関節の駆動電源が遮断された状態において前記センサおよび前記ログ記録装置に電力を給電する給電部と、
を備えたロボットアーム。
- [請求項2] 請求項1に記載のロボットアームにおいて、前記ログ記録装置が、前記センサの出力情報を計時情報と関連づけて記録する記憶装置を備えたロボットアーム。
- [請求項3] 請求項1または2に記載のロボットアームにおいて、前記ロボットアームの前記関節を制御する制御部を備えたロボット制御装置と前記ロボットアームとが切り離された状態において、前記ログ記録装置が、前記給電部の給電によって、前記センサの前記出力情報を記録するロボットアーム。
- [請求項4] 請求項1から3のいずれか1項に記載のロボットアームにおいて、前記センサが、前記リンクを前記関節が連結する関節角度を検出するエンコーダであるロボットアーム。
- [請求項5] 請求項1から3のいずれか1項に記載のロボットアームにおいて、前記センサが、前記関節に働く力を検出する力センサであるロボットアーム。
- [請求項6] 請求項1から5のいずれか1項に記載のロボットアームの前記関節を制御する制御部と、前記ログ記録装置が記録したログ情報を取得するログ取得装置と、を備えたロボット制御装置。
- [請求項7] 請求項6に記載のロボット制御装置において、前記制御部が、前記ログ取得装置によって取得した前記ログ情報に応じて、前記ロボットアームの診断情報を生成するロボット制御装置。
- [請求項8] 請求項1から5のいずれか1項に記載のロボットアームの前記ログ

記録装置に前記センサの前記出力情報を記録させるロボットアームの制御プログラム。

[請求項9] 請求項7に記載のロボット制御装置の前記制御部に前記ロボットアームの前記診断情報を生成させるロボット制御装置の制御プログラム。

[請求項10] 請求項8または9に記載の制御プログラムを格納したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

[請求項11] 複数のリンクと、前記複数のリンク間を接続する関節と、前記関節の状態を検出するセンサと、前記センサの出力情報を記録するログ記録装置と、前記関節の駆動電源が遮断された状態において前記センサおよび前記ログ記録装置に電力を給電する給電部と、を備えたロボットアームと、

前記ロボットアームの関節を制御する制御部と、前記ログ記録装置が記録したログ情報を取得するログ取得装置と、を備えたロボット制御装置と、

を備えたロボットシステム。

[請求項12] 請求項11に記載のロボットシステムにおいて、前記制御部が、前記ログ取得装置によって取得した前記ログ情報に応じて、前記ロボットアームの診断情報を生成し、前記診断情報に基づいて、ロボットアーム診断を行うロボットシステム。

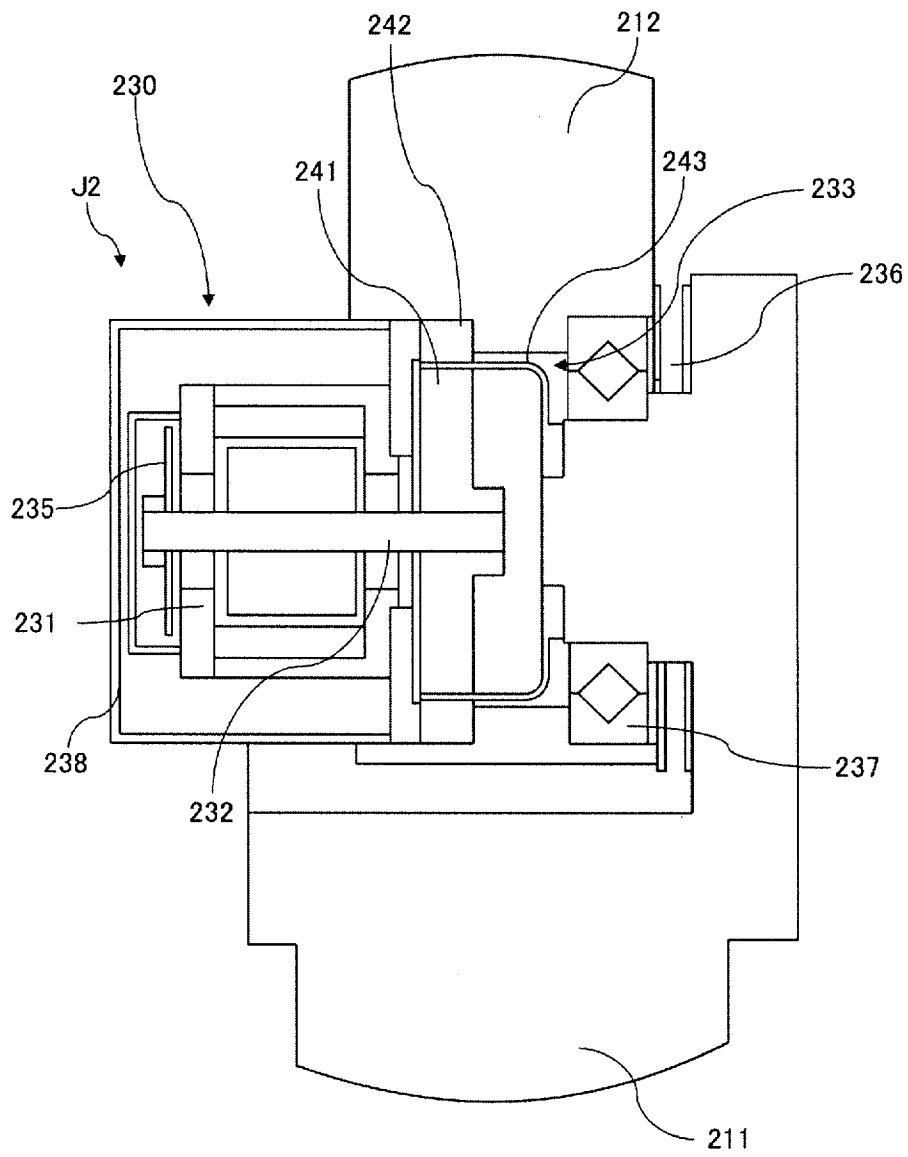
[請求項13] 請求項11または12に記載のロボットシステムにおいて、前記ログ記録装置が、前記センサの出力情報と計時情報とを関連づけて記録する記憶装置を備えたロボットシステム。

[請求項14] 請求項11から13のいずれか1項に記載のロボットシステムにおいて、前記ロボット制御装置と前記ロボットアームとが切り離された状態において、前記ログ記録装置が、前記給電部の給電によって、前記センサの前記出力情報を記録するログ記録動作を行うロボットシステム。

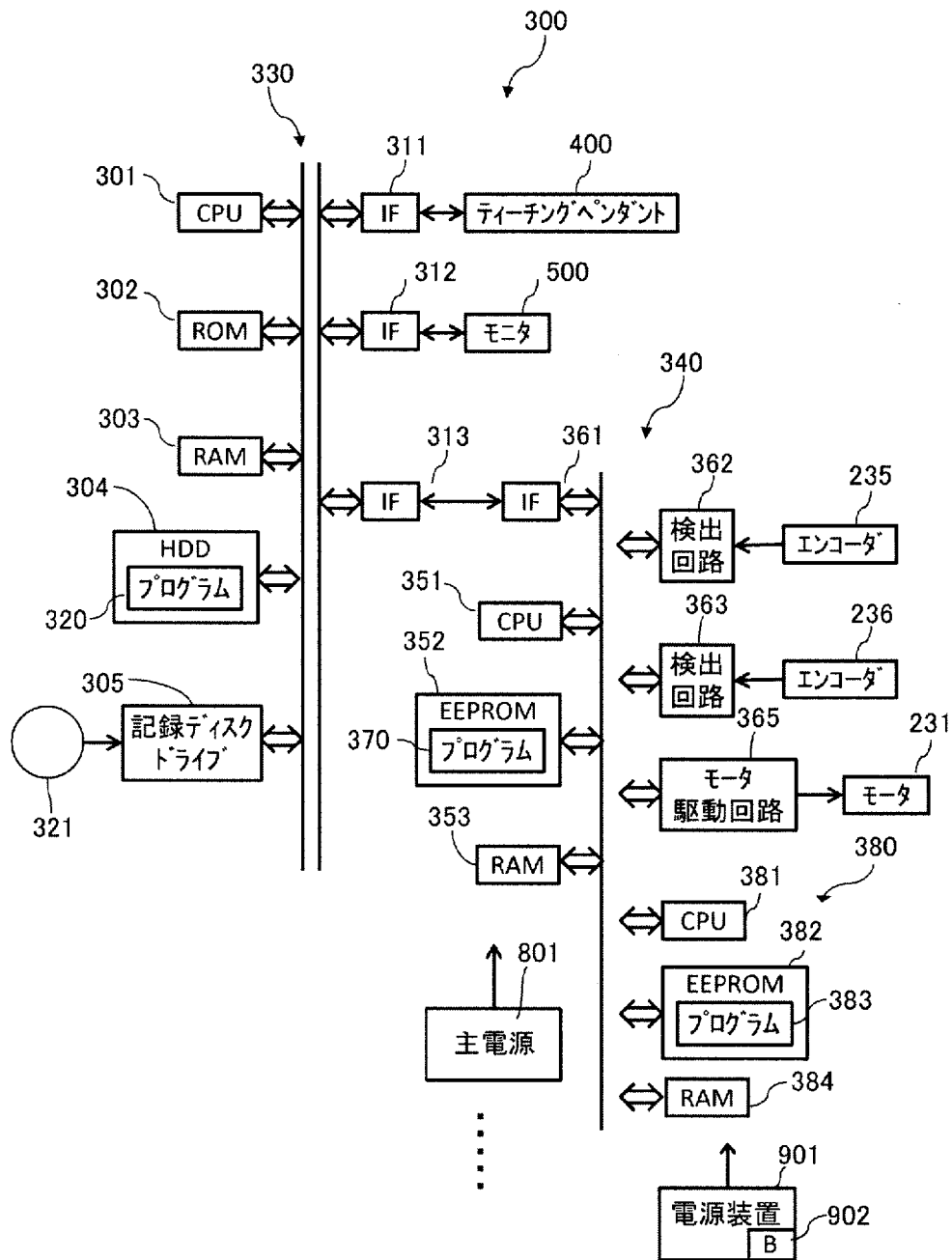
[請求項15] 請求項 1 1 から 1 4 のいずれか 1 項に記載のロボットシステムにおいて、前記センサが、前記リンクを前記関節が連結する関節角度を検出するエンコーダであるロボットシステム。

[請求項16] 請求項 1 1 から 1 4 のいずれか 1 項に記載のロボットシステムにおいて、前記センサが、前記関節に働く力を検出する力センサであるロボットシステム。

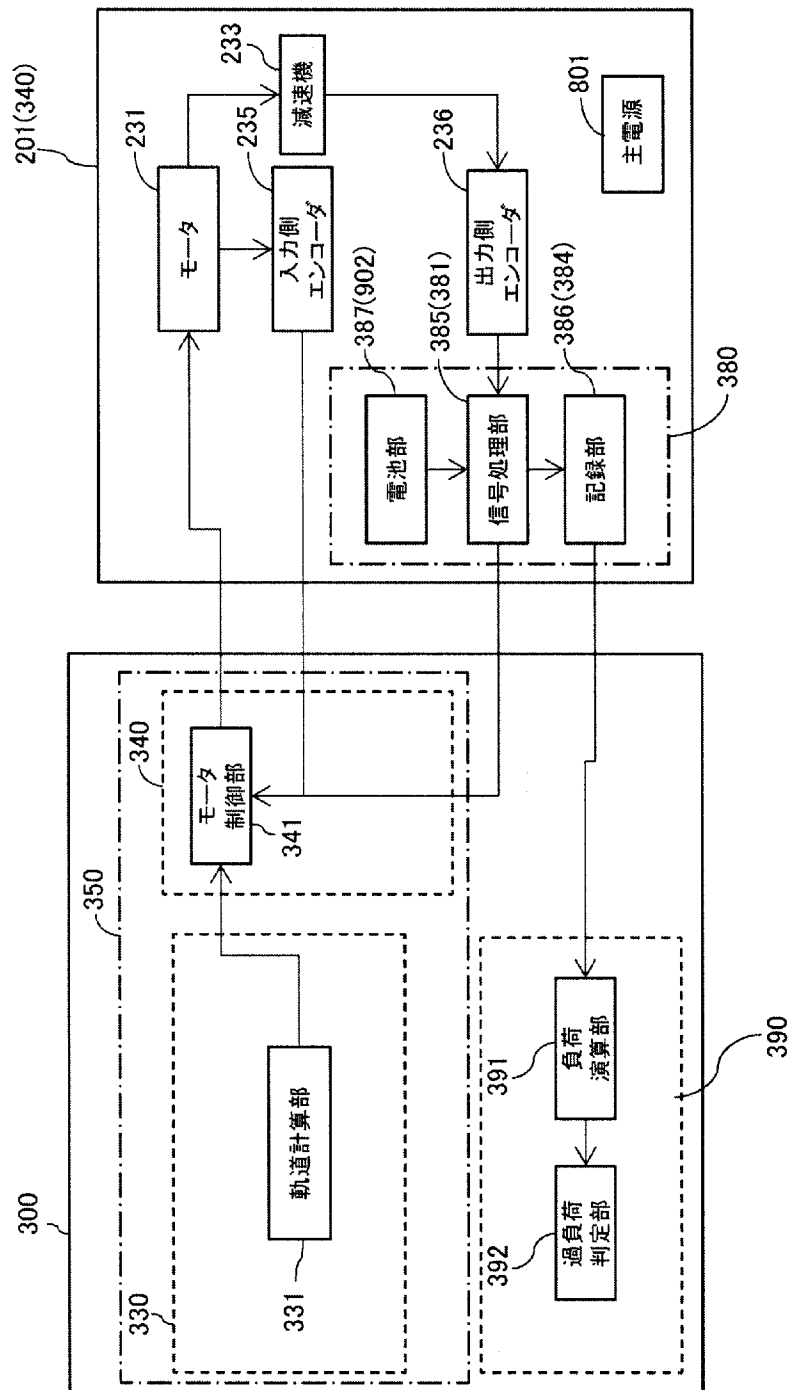
[図2]



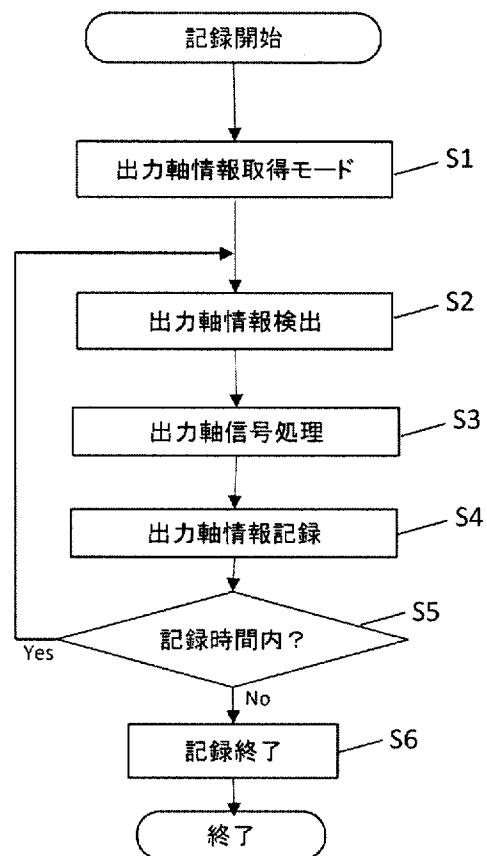
[図3]



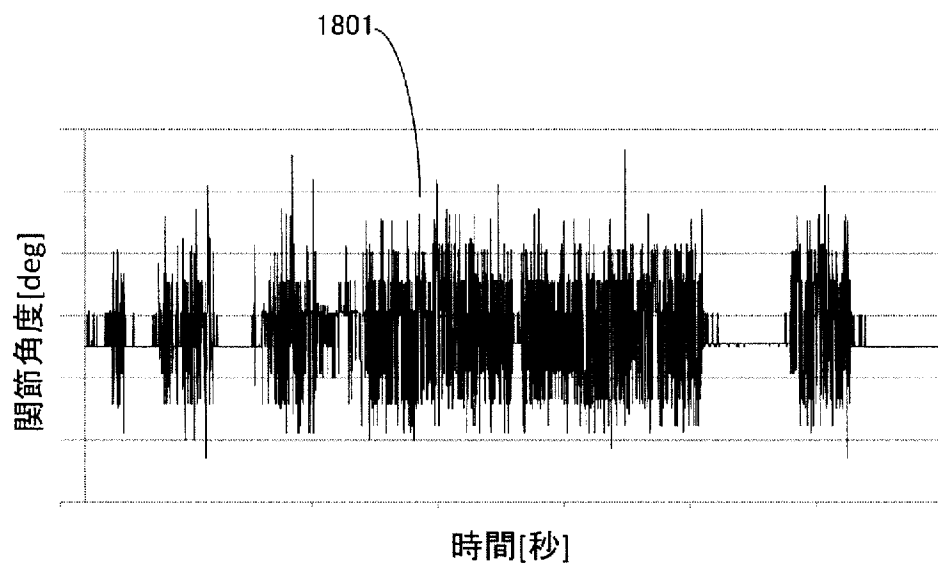
[図4]



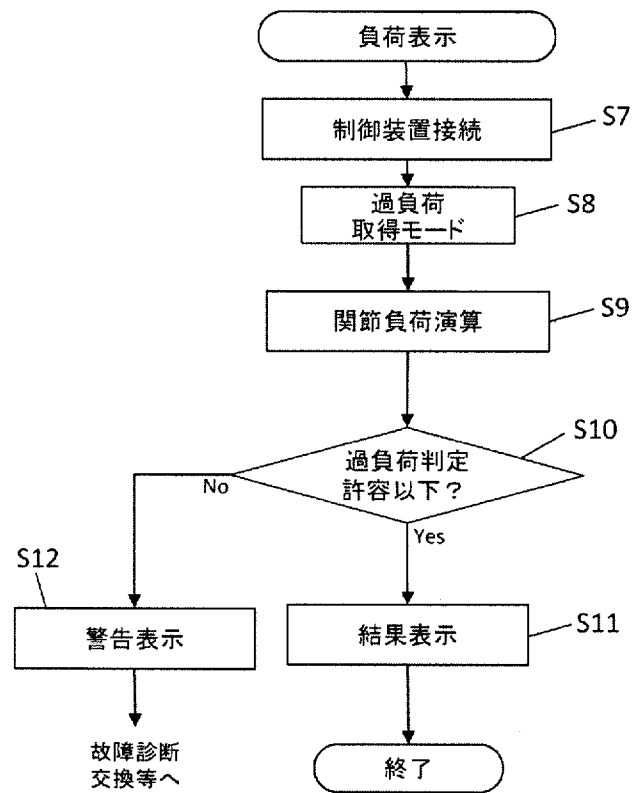
[図5]



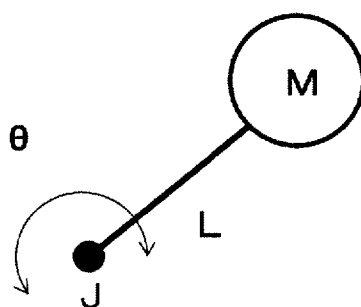
[図6]



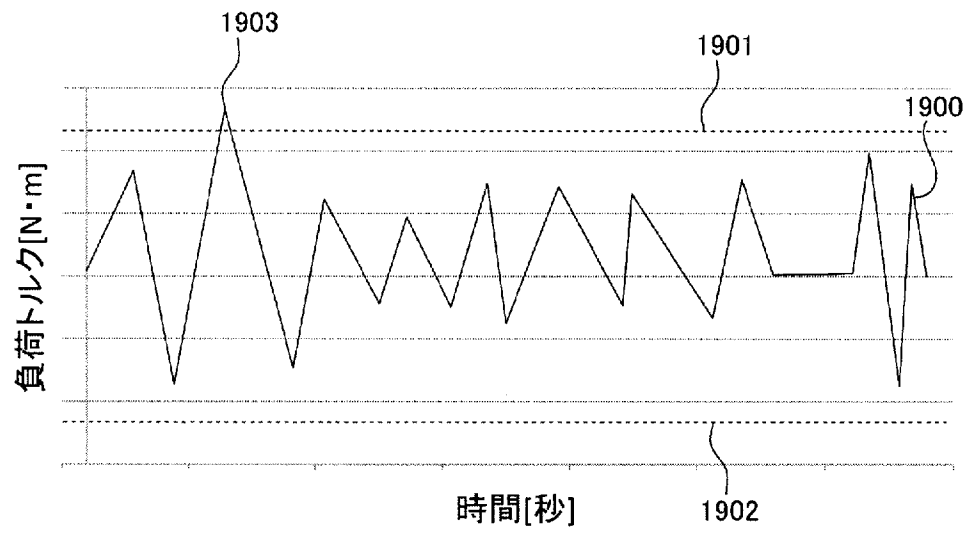
[図7]



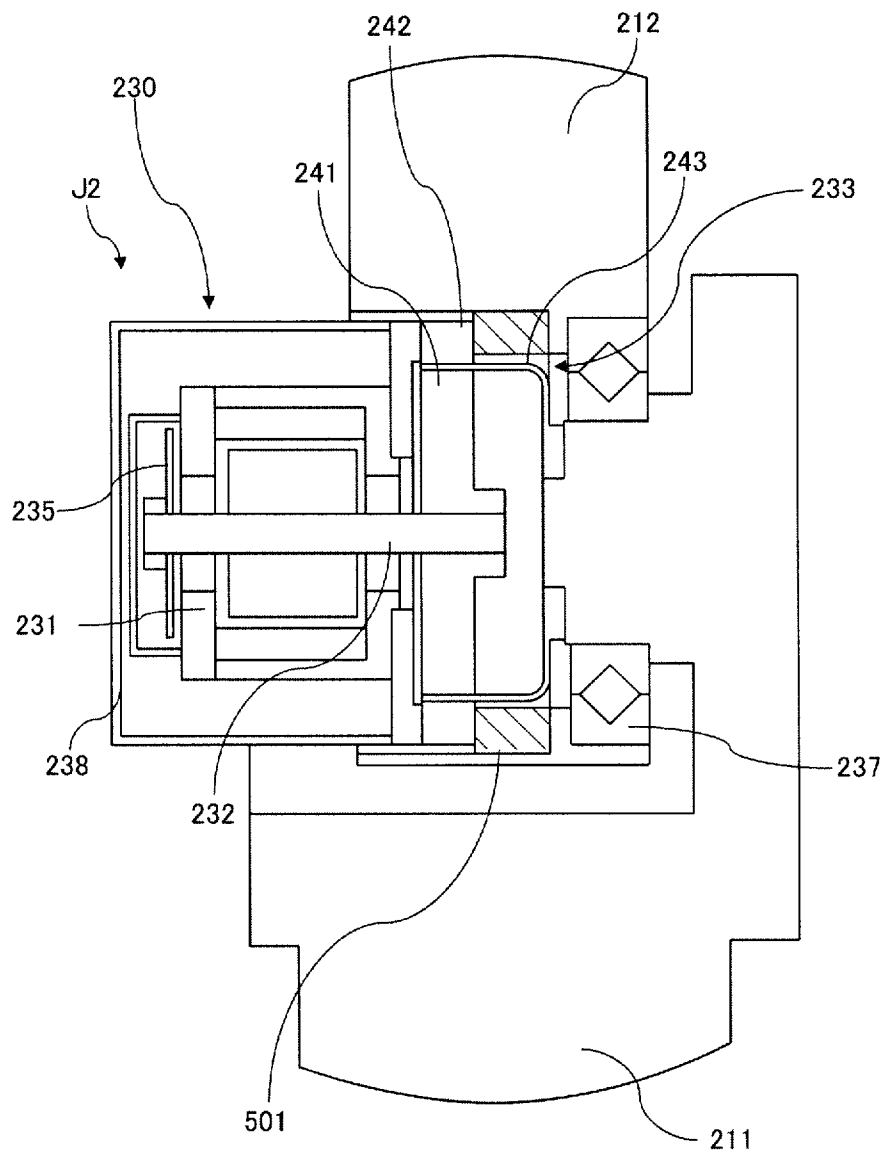
[図8]



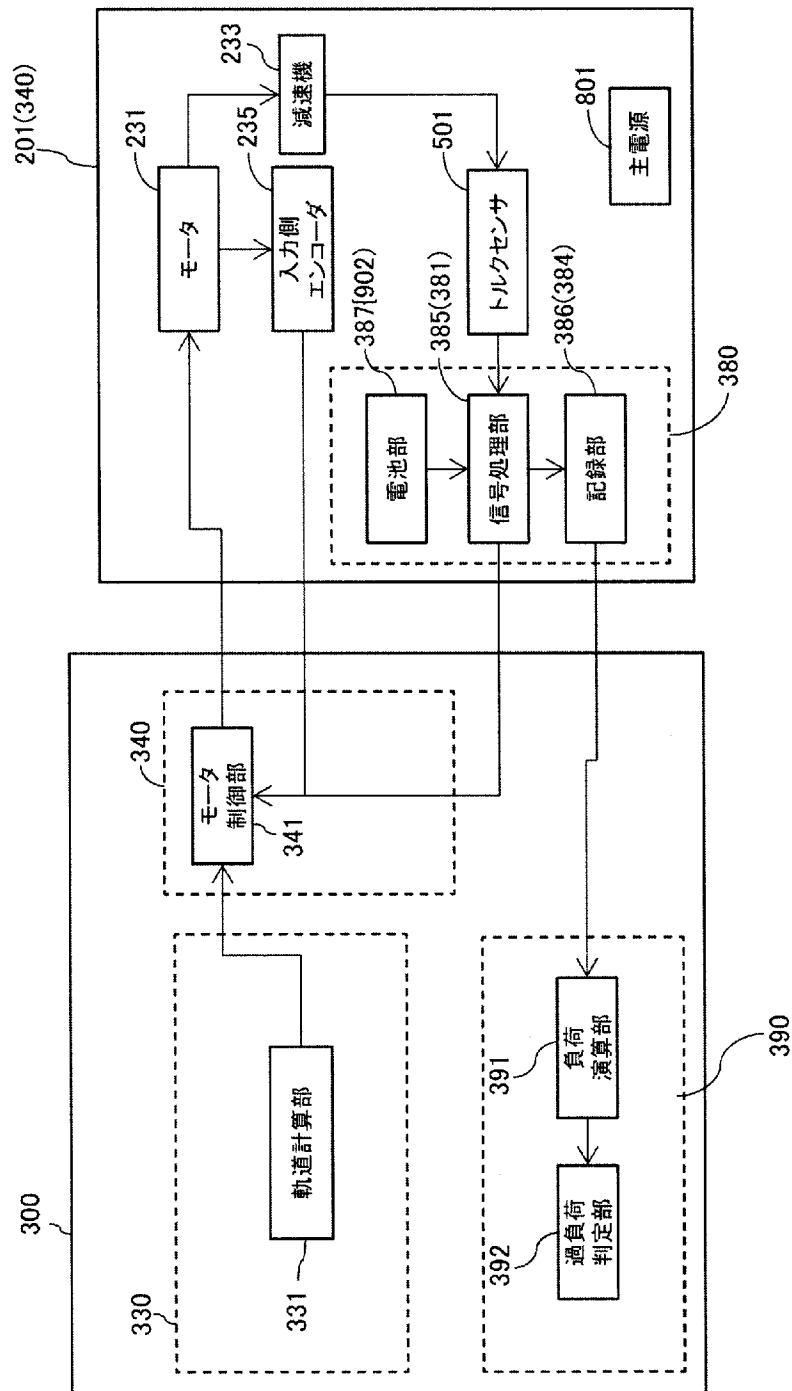
[図9]



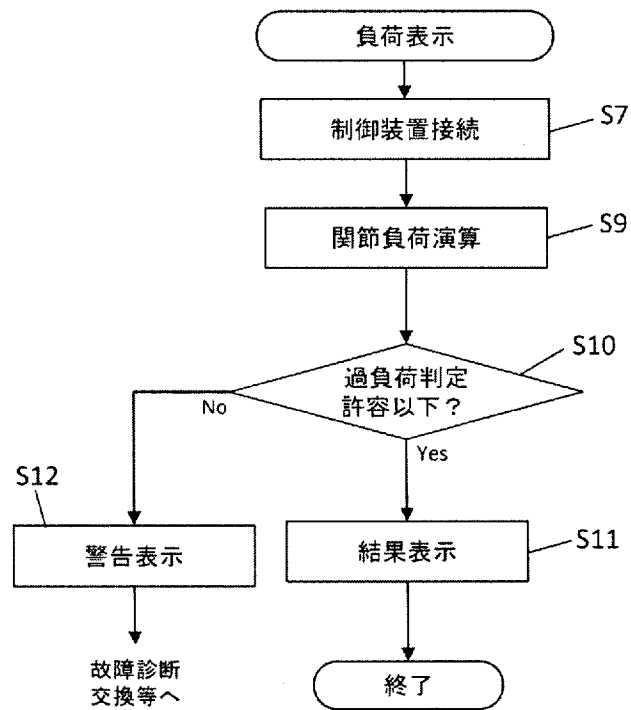
[図10]



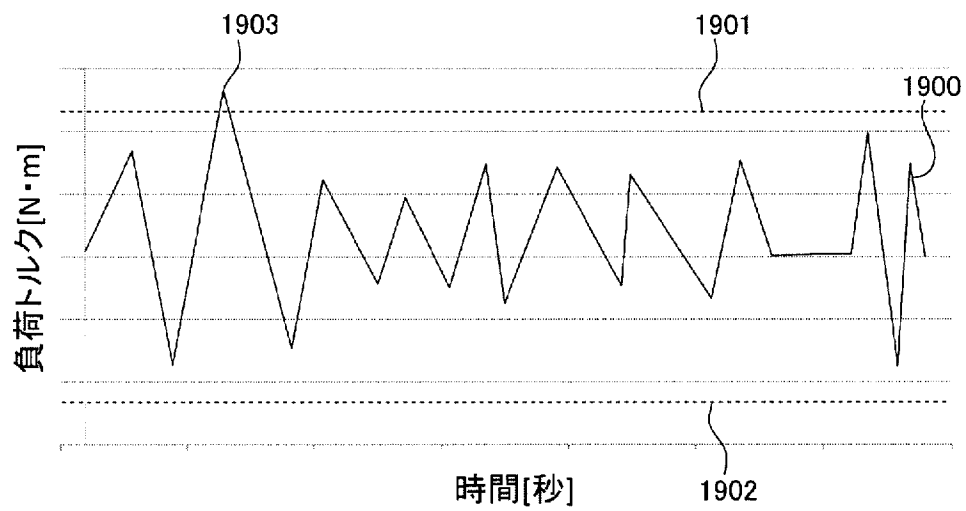
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/030683

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B25J19/06(2006.01)i, B25J19/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B25J1/00-21/02, G01P15/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2017 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2015-217468 A (Canon Inc.), 07 December 2015 (07.12.2015), paragraphs [0012] to [0100]; fig. 1 to 7 & US 2015/0328774 A1 paragraphs [0036] to [0125]; fig. 1 to 7	1-16
Y	JP 2005-30937 A (Hitachi Metals, Ltd.), 03 February 2005 (03.02.2005), paragraphs [0012] to [0033]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-16
Y	JP 2000-162231 A (NEC Field Service Ltd.), 16 June 2000 (16.06.2000), paragraphs [0008] to [0019]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-16



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 October 2017 (24.10.17)

Date of mailing of the international search report

07 November 2017 (07.11.17)

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/030683

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 61-252088 A (Fanuc Ltd.), 10 November 1986 (10.11.1986), specification, page 2, lower left column, line 16 to page 4, line 5; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-16
Y	JP 61-209313 A (Toshiba Corp.), 17 September 1986 (17.09.1986), specification, page 2, upper right column, line 3 to page 3, lower right column, line 12; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-16
Y	JP 2016-144861 A (Canon Inc.), 12 August 2016 (12.08.2016), paragraphs [0016] to [0042]; fig. 1 & US 2016/0221193 A1 paragraphs [0028] to [0057]; fig. 1	1-16

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. B25J19/06(2006.01)i, B25J19/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. B25J1 /00-21/02, G01P15/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2015-217468 A (キヤノン株式会社) 2015.12.07, 段落 [0012] - [0100], 図1-7 & US 2015/0328774 A1, 段落 [0036] - [0125], 図1-7	1-16
Y	JP 2005-30937 A (日立金属株式会社) 2005.02.03, 段落 [0012] - [0033], 図1-5 (ファミリーなし)	1-16

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

24.10.2017

国際調査報告の発送日

07.11.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

3U

7870

田村 耕作

電話番号 03-3581-1101 内線 3364

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2000-162231 A (日本電気フィールドサービス株式会社) 2000.06.16, 段落 [0008] - [0019], 図1-4 (ファミリーなし)	1-16
Y	JP 61-252088 A (フアナツク株式会社) 1986.11.10, 明細書第2ページ左下欄第16行目-第4ページ第5 行目, 図1-3 (ファミリーなし)	1-16
Y	JP 61-209313 A (株式会社東芝) 1986.09.17, 明細書第2ページ右上欄第3行目-第3ページ右下欄 第12行目, 図1-3 (ファミリーなし)	1-16
Y	JP 2016-144861 A (キヤノン株式会社) 2016.08.12, 段落 [0016] - [0042], 図1 & US 2016/0221193 A1, 段落 [0028] - [0057], 図1	1-16