

(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
2020年1月2日(02.01.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/004302 A1

(51) 国際特許分類:
H02P 29/00 (2016.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/024890

(22) 国際出願日: 2019年6月24日(24.06.2019)

(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 2018-121352 2018年6月26日(26.06.2018) JP

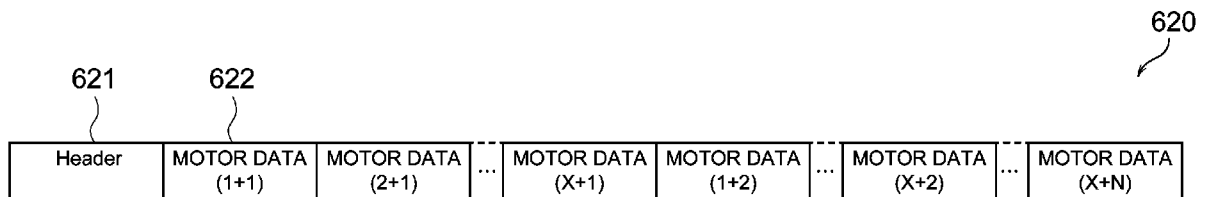
(71) 出願人: 日本電産株式会社 (**NIDEC CORPORATION**) [JP/JP]; 〒6018205 京都府京都市南区久世殿城町 3 3 8 番地 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 羽 曾 部 汐 里 (**HASOBE,Shiori**); 〒6018205 京都府京都市南区久世殿城町 3 3 8 番地 日本電産株式会社内 Kyoto (JP). 藤田 淳(**FUJITA,Atsushi**); 〒6018205 京都府京都市南区久世殿城町 3 3 8 番地 日本電産株式会社内 Kyoto (JP). 今田 翔平(**IMADA,Shohei**); 〒6018205 京都府京都市南区久世殿城町 3 3 8 番地 日本電産株式会社内 Kyoto (JP). 村瀬 周平(**MURASE,Shuhei**); 〒6018205 京都府京都市南区久世殿城町 3 3 8 番地 日本電産株式会社内 Kyoto (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,

(54) **Title:** DATA COMMUNICATION METHOD, DATA STRUCTURE, AND DATA COMMUNICATION SYSTEM

(54) 発明の名称: データ通信方法、データ構造およびデータ通信システム



(57) **Abstract:** This data communication method includes: a step of obtaining, in each control cycle of a motor in a motor control device, a plurality of types of motor information indicating the state of the motor; a step of generating serial data in which the obtained plurality of types of motor information are sequentially lined up in the obtained order; and a step of transmitting the generated serial data. The data communication method also includes: a step of receiving the serial data in which the plurality of types of motor information indicating the state of the motor obtained in each control cycle of the

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, 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.

- (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))

motor in the motor control device are sequentially lined up; a step of dividing the received serial data according to the type of the motor information and for each of the control cycles, and holding the divided serial data; and a step of causing a display unit to display the state of the motor using the held data.

(57) 要約: データ通信方法は、モータ制御装置におけるモータの制御周期ごとに前記モータの状態を示す複数種類のモータ情報を取得する工程と、取得した前記複数種類のモータ情報を、取得した順番に順次連ねたシリアルデータを生成する工程と、生成した前記シリアルデータを送信する工程と、を含む。また、データ通信方法は、モータ制御装置におけるモータの制御周期ごとに取得された前記モータの状態を示す複数種類のモータ情報を順次連ねたシリアルデータを受信する工程と、受信した前記シリアルデータを、前記モータ情報の種類ごと、および、前記制御周期ごとに分割して保持する工程と、保持されたデータを用いて前記モータの状態を表示部に表示させる工程と、を含む。

明 細 書

発明の名称：

データ通信方法、データ構造およびデータ通信システム

技術分野

[0001] 本発明は、データ通信方法、データ構造およびデータ通信システムに関する。

背景技術

[0002] サーボモータは、用いられる装置に応じて、異なる負荷に対して異なる速度制御、異なる位置制御が要求されることから、制御パラメータ（ゲイン）を適切に調整することが求められる。また、チューニング結果を適切に評価するためには、モータの制御周期ごとにモータの状態を示すモータ情報を取得し、リアルタイムでモータの動作を確認する必要がある。

特許文献1には、モータと上位コントローラとの通信方法として、RS232C／485などのシリアル通信規格や、USB（Universal Serial Bus）規格に対応したデータ送受信回路を用いる技術が開示されている。また、動作指令の伝達には、専用のFAネットワーク通信仕様である、RTX（RealtimeExpress）やEtherCAT通信が用いられる点も開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特許公報：特許第6205588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、例えば信号線 1 本でシリアル通信が行える R S 2 3 2 C (U A R T 通信) では、通信規約のため、レイテンシ (Latency) 時間以下 (例えば 2 m s 以下) での情報伝送ができない。この場合、十数 μ s のモータの制御周期ごとにモータ情報を順次伝送することができないため、リアルタイムでモータの動作を確認することができない。

そこで、本発明は、リアルタイムなモータ情報の確認を可能とするデータ通信方法、データ構造およびデータ通信システムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0005] 上記課題を解決するために、本発明の一つの態様のデータ通信方法は、モータ制御装置におけるモータの制御周期ごとに前記モータの状態を示す複数種類のモータ情報を取得する工程と、取得した前記複数種類のモータ情報を、取得した順番に順次連ねたシリアルデータを生成する工程と、生成した前記シリアルデータを送信する工程と、を含む。

また、本発明の一つの態様のデータ通信方法は、モータ制御装置におけるモータの制御周期ごとに取得された前記モータの状態を示す複数種類のモータ情報を順次連ねたシリアルデータを受信する工程と、受信した前記シリアルデータを、前記モータ情報の種類ごと、および、前記制御周期ごとに分割して保持する工程と、保持されたデータを用いて前記モータの状態を表示部に表示させる工程と、を含む。

[0006] さらに、本発明の一つの態様のデータ構造は、モータの識別情報が格納されたヘッダ部と、前記モータの状態を示す複数種類のモータ情報が格納されたデータ部と、を含み、前記データ部が格納するデータは、モータ制御装置における前記モータの制御周期ごとに取得され、所得された順番に順次連ねられたモータ情報である。

[0007] また、本発明の一つの態様のデータ通信システムは、モータと、演算装置と、前記モータと前記演算装置とを通信可能に接続する通信モジュールと、を備える。前記モータは、シャフトを有するロータと、前記ロータに対して

径方向に対向するステータと、前記ロータおよび前記ステータを囲むハウジングと、モータ制御回路を有し、前記ハウジングの近傍に配置された回路基板と、前記回路基板に実装された通信コネクタと、前記モータ制御回路の制御周期ごとに前記モータの状態を示す複数種類のモータ情報を取得し、取得した前記複数種類のモータ情報を、取得した順番に順次連ねたシリアルデータを生成するデータ生成部と、前記演算装置に対して、前記通信モジュールを介して、前記シリアルデータを送信するデータ送信部と、を有する。前記通信モジュールは、前記通信コネクタに接続された１本のシリアル通信ケーブルを有する。前記演算装置は、データを入力する入力部と、データを表示する表示部と、前記モータから、前記通信モジュールを介して、前記シリアルデータを受信するデータ受信部と、を有する。

発明の効果

[0008] 本発明の一つの態様によれば、モータの制御周期ごとにモータの状態を示すモータ情報を伝送することができるため、リアルタイムなモータ情報の確認を可能とすることができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図１は、第一の実施形態のチューニングシステムの構成例である。

[図2]図２は、機電一体モータの構成例である。

[図3]図３は、MCUとモータとの間の関係を示す図である。

[図4]図４は、USB-UART変換ケーブルを示す図である。

[図5]図５は、従来のパケットのフレーム構成を示す図である。

[図6]図６は、本実施形態のパケットのフレーム構成を示す図である。

[図7]図７は、シリアルデータ取得手順を説明するフローチャートである。

[図8]図８は、シリアルデータ取得とグラフ描画手順を説明するフローチャートである。

[図9]図９は、グラフ描画の一例である。

[図10]図１０は、第二の実施形態のチューニングシステムの構成例である。

[図11]図１１は、シリアルデータ取得手順を説明するフローチャートである。

。

[図12]図12は、シリアルデータ取得とグラフ描画手順を説明するフローチャートである。

[図13]図13は、チューニングシステムの別の構成例である。

[図14]図14は、チューニングシステムの別の構成例である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、図面を用いて本発明の実施の形態について説明する。

なお、本発明の範囲は、以下の実施の形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想の範囲内で任意に変更可能である。

[0011] (第一の実施形態)

図1は、本実施形態におけるチューニングシステム（制御パラメータ調整システム）1000Aの構成例である。

チューニングシステム1000Aは、機電一体モータであるモータ装置100と、演算装置200と、を備える。また、チューニングシステム1000Aは、モータ装置100と演算装置200とを通信可能に接続する通信モジュールを備える。図1に示すチューニングシステム1000Aは、モータ装置100と演算装置200とを有線通線方式にて通信可能に接続するシステムであり、上記通信モジュールは、モータ装置100と演算装置200とを直接接続する通信ケーブル300である。本実施形態において、通信ケーブル300は、1本のシリアル通信ケーブルである。シリアル通信ケーブルは、例えばUSB-UART変換ケーブルである。

[0012] モータ装置100は、シャフトを有するロータと、ロータに対して径方向に対向するステータと、ロータおよびステータを囲むハウジングと、を有する。また、モータ装置100は、ハウジングの近傍に配置された回路基板を有する。この回路基板は、モータの駆動制御を行うモータ制御回路を有する。また、この回路基板には通信コネクタが実装されている。通信ケーブル300は、その一端が、モータ装置100の回路基板に実装された通信コネクタに接続され、他端が、演算装置200に接続される。このように、通信ケ

ーブル300は、通信コネクタと演算装置200とを直接接続する。

さらに、モータ装置100は、回路基板に実装された磁気センサおよび電流センサを有し、モータ装置100単体で電力情報、ロータの位置情報、回転速度情報およびトルク情報を含むモータ情報を取得可能である。例えば、電流センサは、コイルに流れる電流値情報を取得可能である。また、モータ装置100は、インバータが印加する電圧値情報を取得可能である。

このように、モータ装置100は、モータ制御回路と、モータ情報を検出可能なセンサと、通信機能（通信コネクタ）と、を備える。したがって、モータ装置100は、単体でモータ制御とデータ送受信とが可能である。

[0013] 図2は、モータ装置100の構成例である。

この図2に示すように、モータ装置100は、モータ121と、ホール素子122と、差動増幅器123と、位置検出部124と、メモリ125と、位置指令発生部126と、制御器部127と、PWM制御部128と、インバータ129と、を備える。差動増幅器123、位置検出部124、メモリ125、位置指令発生部126、制御器部127、PWM制御部128およびインバータ129は、モータ制御回路に含まれる。このように、モータ装置100は、モータ121とモータ制御回路とが一体となった構造を有する。

[0014] モータ121は、例えば3相ブラシレスモータであり、モータ制御回路により駆動電力が供給される。

磁気センサであるホール素子122の出力は、差動増幅器123によって増幅され、位置検出部124に入力される。位置検出部124は、磁気センサの検出結果に基づいて、ロータの位置情報（位置検出値）を検出する。この位置検出部124は、メモリ125から学習値を取得してロータの位置情報を検出することもできる。

位置指令発生部126は、モータ121の位置指令値を出力する。ここで、上記位置指令値は、演算装置200から受信した指令値であってもよいし、演算装置200とは別の不図示の上位装置から受信した指令値であっても

よい。

[0015] 制御器部127は、モータ121の駆動制御を行うための位置制御器、速度制御器および電流制御器を有する。

位置制御器は、位置指令発生部126が出力する位置指令値と位置検出部124が出力する位置検出値との差分 x_{err} に基づいて、位置制御器のパラメータである位置比例ゲインや位置フィードフォワードゲイン（位置FFゲイン）を用いて、速度指令値を出力する。

速度制御器は、速度指令値と、速度検出値と、速度制御器のパラメータである速度比例ゲインや速度積分ゲイン、速度フィードフォワードゲイン（速度FFゲイン）とに基づいて、電流指令値を出力する。ここで、速度検出値は、磁気センサの検出結果に基づいて検出されるロータの回転速度情報である。

電流制御器は、電流指令値に基づいて、電圧指令値 v_{ref} を出力する。

PWM制御部128は、電圧指令値 v_{ref} に基づいてPWM信号（UH、VH、WH、UL、VL、WL）を生成する。そして、PWM制御部128は、生成されたPWM信号に基づいて、インバータ129を構成するスイッチング素子をオン／オフ制御し、モータ121に駆動電力を供給する。

[0016] モータ装置100は、上述したように通信コネクタを有する。当該通信コネクタは、Rxピン、Txピン、3.3Vピン、SGNDピンを備えることができる。そして、これらRxピン、Txピン、3.3Vピン、SGNDピンは、通信ケーブル（USB-UART変換ケーブル）300と接続することができる。

また、モータ制御回路の位置指令発生部126に、入力パルス信号（STMP）やモータ回転方向（CW__CCW）を入力することで、モータをパルス信号で駆動させることもできる。

[0017] 図3は、モータ装置100が備えるMCU130とモータ121との間の関係を示す図である。この図3に示すように、モータ121の駆動はホール素子122によって検知され、差動増幅器123によって増幅された後、M

C U 1 3 0 内で A / D 変換器 (A D C) によりデジタル信号に変換される。そして、この M C U 1 3 0 内において、モータ駆動のための P W M 信号の生成が行われ、生成された P W M 信号がインバータ 1 2 9 へ出力されてモータ 1 2 1 が駆動される。

[0018] 図 1 に戻って、演算装置 2 0 0 は、データを入力する入力部 2 0 1 と、データを表示する表示部 2 0 2 と、を備える。演算装置 2 0 0 は、例えばパーソナルコンピュータ (P C) とすることができる。入力部 2 0 1 は、例えばキーボードやマウス等のポインティングデバイスを備え、 G U I (G r a p h i c a l U s e r I n t e r f a c e) を操作するためにユーザが操作可能である。表示部 2 0 2 は、液晶ディスプレイ等のモニタを備えており、上記 G U I を表示する。また、表示部 2 0 2 は、演算装置 2 0 0 による処理結果を画像や文字などにより表示することができる。

演算装置 2 0 0 は、モータ装置 1 0 0 から、通信モジュール (通信ケーブル 3 0 0) を介して後述するシリアルデータを受信するデータ受信部と、当該シリアルデータに基づいて、モータ制御回路の制御パラメータの最適値を選出するパラメータ選出部を備える。また、演算装置 2 0 0 は、モータ装置 1 0 0 に対して、モータ制御回路の制御パラメータを上記最適値に変更する指令を送信する指令送信部と、を有する。指令送信部により上記指令がモータ装置 1 0 0 に送信されることにより、モータ制御回路の制御パラメータが演算装置 2 0 0 において決定された最適値に変更され、図 2 の制御器部 1 2 7 は、当該最適値に従って動作する。

[0019] 図 4 は、通信ケーブル 3 0 0 としての U S B - U A R T 変換ケーブルを示す図である。

通信ケーブル 3 0 0 は、その一端に U S B 接続端子 3 1 0 を有し、他端に U S B - U A R T 変換ドライバが配置された U A R T 接続端子 3 2 0 を有する。 U S B 接続端子 3 1 0 は、演算装置 2 0 0 が有する U S B 端子に接続され、 U A R T 接続端子 3 2 0 は、モータ装置 1 0 0 の回路基板が有する通信コネクタに接続される。

通信ケーブル300は、シリアルデータを蓄積可能なバッファを有していてもよい。この場合、USB接続端子310部分に、例えば1kByteのバッファが搭載される。通信ケーブル300がバッファを有することで、通信ケーブル300内に一時的にUART通信のデータ列を蓄積し、パケット単位でデータを送受信することができる。

[0020] UART接続端子320部分は、10本のケーブルに分けられており、UART接続端子320の10本のピンのうち、VCCピンをモータ装置100の3.3Vピンに、TxDピンをモータ装置100のRxピンに、RxDPinをモータ装置100のTxピンに、GNDピンをモータ装置100のGNDに接続する。これにより、モータ装置100と演算装置200との間で、USB-UART変換ケーブルである通信ケーブル300を介したシリアルデータの送受信が可能となる。

例えば、ユーザが、演算装置200の表示部202に表示されたGUIから、演算装置200と通信ケーブル300との接続を指示するコマンドを入力すると、演算装置200は、USB-UART変換ケーブルを利用するためのドライバを利用して、演算装置200と通信ケーブル300との接続を行うことができる。ここで、上記ドライバは、演算装置200内に組み込まれているものとする。

[0021] また、例えば、ユーザが、演算装置200の表示部202に表示されたGUIから、モータの駆動条件等を入力し、モータ情報の送信を指示するコマンドを入力すると、演算装置200は、モータ装置100に対してモータ情報の送信要求コマンドを送信する。このように、演算装置200は、モータ装置100に対して、モータ情報の送信要求コマンドを送信するコマンド送信部を備える。モータ装置100は、演算装置200から送信された送信要求コマンドを受信すると、当該コマンドに応答してモータを駆動し、モータ情報を検出して、演算装置200に対して、通信ケーブル300を介してモータ情報を含むシリアルデータを送信することができる。ここで、モータ情報は、ロータの位置情報、回転速度情報およびトルク情報の少なくとも1つ

を含むことができる。

つまり、モータ装置 100 のモータ制御回路は、モータ駆動時におけるセンサの検出結果に基づいて、電力情報、ロータの位置情報、回転速度情報およびトルク情報の少なくとも一方を含むモータ情報を検出するモータ情報検出部を備える。また、モータ制御回路は、演算装置 200 に対して、通信ケーブル 300 を介して、モータ情報を含むシリアルデータを送信するモータ情報送信部を備える。

[0022] また、モータ装置 100 のモータ制御回路（モータ情報送信部）は、1 回の送信要求コマンドに対して、シリアルデータを連続して送信することができる。このように、モータ装置 100 は、シリアルデータ送信時には、マスタスレーブ方式で通信せず、シリアルデータを連続的に送信することができる。つまり、演算装置 200 は、シリアルデータの取得のたびに ACK フレームを送信する必要がない。そのため、モータ装置 100 と演算装置 200 との間で、高速なシリアルデータの送受信が可能である。

なお、上記シリアルデータは、図 3 の MCU 130 内で生成される。MCU 130 内で生成された UART のデータ列は、GPIO ピンから出力され、通信ケーブル（USB-UART 変換ケーブル）300 を介して演算装置 200 へ送信される。

[0023] ここで、シリアルデータは、モータ制御回路の制御周期（例えば $140\mu\text{s}$ ）ごとに取得した複数のモータ情報を、取得した順番に順次連ねたデータである。これにより、演算装置 200 は、モータの制御周期ごとにモータ情報（位置、速度、トルクなど）を取得することができる。なお、演算装置 200 が取得するモータ情報の種類は、ユーザが GUI から選択することができる。

演算装置 200 は、モータ装置 100 から取得したシリアルデータが、チューニングに必要なモータ情報を含むシリアルデータである場合、取得したモータ情報に基づいて、モータ制御回路の制御パラメータの最適値を選出することができる。

[0024] また、演算装置 200 は、表示部 202 を有しており、モータ装置 100 から取得したシリアルデータがモータの動作確認に必要なモータ情報を含むシリアルデータである場合、取得したモータ情報をグラフ化して表示部 202 に表示させることができる。これにより、モータのチューニングが実行された後に、ユーザは、正しくチューニングができたかどうかを容易に確認することができる。

さらに、ユーザは、表示部 202 に表示された情報をもとに、GUI から制御パラメータの微調整を指示することもできる。この場合、演算装置 200 は、モータ装置 100 に対して、ユーザにより調整された制御パラメータを最適値に変更する指令を送信する。

[0025] 以下、モータ装置 100 と演算装置 200 との間のデータ通信方法について具体的に説明する。

モータの制御周期は十数 μ s であり、モータ情報のリアルタイムなグラフ描画を行うためには、上記のモータの制御周期ごとにモータ情報を取得する必要がある。しかしながら、従来、信号線 1 本でシリアル通信が行えるアーキテクチャの場合、通信規約により、レイテンシ (Latency) 時間以下 (例えば 2 ms 以下) でシリアルデータを取得することができなかった。また、信号線 1 本でシリアル通信が行えるアーキテクチャである RS232C (UART 通信) は、データを正常に受信したことを確認可能なマスタスレーブ方式で行われていた。そのため、シリアルデータの取得に、通信時間分の遅延 (タイムラグ) が生じていた。

[0026] 図 5 (a) および図 5 (b) は、従来の 1 本の信号線でシリアルデータを送信する場合のパケットのフレーム構成を示す図である。ここで、図 5 (a) は、送信するモータ情報が 1 種類の場合、図 5 (b) は、送信するモータ情報が複数種類 (X 種類) の場合を示している。

従来のシリアルデータ 610 は、ヘッダ部 611 とデータ部 612 と CRC (巡回冗長検査) 部 613 と、を備える。ヘッダ部にはモータの識別情報として、通信規格やアドレス情報などが格納される。また、データ部には、

モータの状態を示すモータ情報 (SERISL DATA1) と、当該モータ情報の取得時間に関する情報 (Time1) とが格納される。CRC部613にはチェックサム値が格納される。なお、チェックサム値は、ヘッダ部611内に配置される場合もある。

[0027] 以上のように、従来は、マスタスレーブ方式によりシリアルデータの取得が行われており、シリアルデータは、1回のサンプリングごとに送信されていた。そのため、モータの制御周期ごとに取得されたモータ情報を用いてリアルタイムなグラフ描画を行うことができなかった。また、通信時にタイムラグがあるため、フレームにはシリアルデータの取得時間に関する情報を含める必要があり、データ長が長かった。

なお、複数本の信号線で通信が行えるアーキテクチャの場合、例えば100 μ mの周期ごとのデータ取得が可能である。しかしながら、この場合、信号線を複数本必要とするため、システム構成が複雑になる。

[0028] これに対して、本実施形態では、モータ装置100のモータ制御回路は、上述したように、モータ制御回路の制御周期ごとに取得した複数のモータ情報を、取得した順番に順次連ねたシリアルデータを演算装置200へ送信するようにする。これにより、演算装置200は、受信したシリアルデータをもとに、モータの制御周期ごとに取得されたモータ情報を用いたリアルタイムなグラフ描画が可能となる。

[0029] 図6は、本実施形態のシリアルデータ送信におけるパケットのフレーム構成を示す図である。

この図6に示すように、本実施形態におけるシリアルデータ620は、ヘッダ部621とデータ部622とを備える。ヘッダ部621にはモータの識別情報として、通信規格やアドレス情報などが格納される。また、データ部622にはモータの状態を示す複数種類のモータ情報が格納される。具体的には、データ部622が格納するデータは、モータ制御装置 (モータ制御回路) におけるモータの制御周期ごとに取得され、取得された順番に順次連ねられたモータ情報である。ここで、MOTOR DATA(x+n)は、n回目のサンプリン

グで取得された x 番目の種類のモータ情報を示す。

[0030] データ部 622 に格納されるデータは、次式により表すことができる。

$\text{SamplingAppend}(\text{CreateMotorDatas}(X), 1, N) \dots\dots\dots (1)$

なお、上記 (1) 式において、 $\text{CreateMotorDatas}(X)$ は、モータ情報 (MOTOR DATA) を X 種類取得して返す関数、 $\text{SamplingAppend}(\text{MotorDatas}, i, N)$ は、第一引数 MotorDatas の取得を、第二引数 i 回から第三引数 N 回まで繰り返し、順に連結する関数である。

このように、シリアルデータ 620 は、モータ情報の取得時間に関する情報を含まず、制御周期ごとに複数回 (N 回) 取得された複数種類 (X 種類) のモータ情報を順次重ねたデータを含む。

[0031] 以上のように、本実施形態では、モータ装置 100 は、複数種類のモータ情報を複数回サンプリングし、1 本の信号線を用いてまとめて演算装置 200 へ送信する。つまり、モータ装置 100 は、モータ制御回路の制御周期ごとにモータの状態を示す複数種類のモータ情報を取得し、取得した複数種類のモータ情報を、取得した順番に順次連ねたシリアルデータを生成するデータ生成部と、演算装置 200 に対して、通信モジュールを介して、生成されたシリアルデータを送信するデータ送信部と、有する。

このとき、モータ情報のサンプリング周期はモータ制御回路の制御周期と等しく、一定であるため、モータ情報の取得時間に関する情報をフレームに含む必要がない。したがって、その分のデータ長を短くすることができる。また、その分の通信容量を少なくすることができるので、より高速にデータ通信を行うことが可能となる。

[0032] ただし、本実施形態において、データ部 622 に連ねられるモータ情報の数には限りがある。なぜなら、通信速度や、データ送受信時に一時的に蓄積するバッファのサイズによって、送信可能なデータ数が限られるためである。連ねられるデータ数は、主に通信速度に支配されるが、バッファサイズが 5 k B y t e 以下の場合には、連ねられるデータ数は、バッファサイズに支配される。

ここで、UART通信の最大通信速度は6Mbps（6MBaudRate）である。

例えば、バッファサイズが1kByte、レイテンシ時間が2msである場合、連ねられるモータ情報の数は、最大で428個となる。なお、本実施形態では、バッファサイズの8割に達した場合、データを送受信する仕組みとする。

[0033] 図7は、演算装置200がモータ装置100からチューニングに必要なシリアルデータを取得する場合の手順を説明するフローチャートである。

この図7に示す処理は、ユーザが演算装置200の表示部202に表示されたGUIから、モータ装置100と演算装置200との接続を指示するコマンドを入力したタイミングで開始される。

まずステップS1において、演算装置200は、USB-UART変換ケーブルである通信ケーブル300の設定を行う。このケーブルの設定において、演算装置200は、UART通信のレイテンシ時間を最短時間（例えば2ms）に設定し、演算装置200の通信ポートと通信ケーブル300とを接続する。

[0034] 次にステップS2において、演算装置200は、USB-UART変換ケーブルとの接続が正常に行えたか否かを判定する。そして、接続が行えなかったと判定した場合には、ステップS15に移行し、接続が正常に行えたと判定した場合にはステップS3に移行する。

ステップS3では、演算装置200は、データの受信時間を決定する。ここで、受信時間は、例えばユーザがGUIから指定したモータの駆動条件をもとに決定することができる。

ステップS4では、演算装置200は、ステップS3において決定された受信時間をもとに、受信するシリアルデータのデータ長（受信するモータ情報の個数）を計算する。

[0035] ステップS5では、演算装置200は、内部メモリ等にシリアルデータを格納する配列を生成する。

ステップS 6では、演算装置200は、USB-UART変換ケーブルのバッファをパージする。このように、バッファをパージすることで、演算装置200がバッファに残っている過去のデータを受信して間違った処理を実行してしまうことを防止することができる。

ステップS 7では、演算装置200は、USB-UART変換ケーブルを介して、モータ装置100に対してモータ情報の送信要求コマンド（データ出力ONコマンド）を送信する。すると、モータ装置100は、データ出力ONコマンドを受信し、USB-UART変換ケーブルを介して、シリアルデータを連続して送信する。

[0036] ステップS 8では、演算装置200は、モータ装置100から送信されたシリアルデータをUSB-UART変換ケーブルを介して受信し、ステップS 9において、シリアルデータの受信を正常に行えたか否かを判定する。そして、演算装置200は、シリアルデータの受信を行えなかったと判定した場合には、ステップS 15に移行し、シリアルデータの受信が正常に行えた場合とはステップS 10に移行する。

ステップS 10では、演算装置200は、所定時間（例えば10ms）待機し、ステップS 11に移行する。

ステップS 11では、演算装置200は、データ送信処理が中断されたか否かを判定する。例えば、ユーザが演算装置200の表示部202に表示されたGUIから処理を中断するコマンドを入力した場合、演算装置200は、データ送信処理が中断されたと判定する。そして、演算装置200は、データ送信処理が中断されたと判定すると、ステップS 15に移行し、データ送信処理が中断されていないと判定した場合にはステップS 12に移行する。

[0037] ステップS 12では、演算装置200は、受信したシリアルデータをモータ情報の種類ごと、および、制御周期（サンプリング周期）ごとに分割して保持する。具体的には、演算装置200は、ステップS 5において生成した配列に分割したデータを格納する。

ステップS 1 3では、演算装置2 0 0は、受信したシリアルデータを、これまでに受信したシリアルデータに加算する。

ステップS 1 4では、演算装置2 0 0は、ステップS 3において決定された受信時間分、シリアルデータを受信したか否かを判定する。そして、演算装置2 0 0は、上記受信時間分シリアルデータを受信していないと判定した場合にはステップS 8に戻り、上記受信時間分シリアルデータを受信したと判定した場合には、受信完了と判定してステップS 1 5に移行する。

ステップS 1 5では、演算装置2 0 0は、通信ポートを閉じて図7の処理を終了する。

[0038] 図8は、演算装置2 0 0がモータ装置1 0 0から取得したシリアルデータをもとにグラフ描画を行う場合の手順を説明するフローチャートである。

この図8に示す処理は、ユーザが演算装置2 0 0の表示部2 0 2に表示されたG U Iから、モータの動作確認を指示するコマンドを入力したタイミングで開始される。なお、図8において、図7と同一処理を行うステップには、図7と同一ステップ番号を付し、以下、処理の異なる部分を中心に説明する。

[0039] ステップS 2 1では、演算装置2 0 0は、表示部2 0 2にグラフ描画する画面を表示し、ステップS 2 2に移行する。ステップS 2 2では、演算装置2 0 0は、リアルタイムなグラフ描画を中断するイベントを再生する。

演算装置2 0 0とU S B－U A R T変換ケーブルとの接続が正常に行えたら、ステップS 2 3において、演算装置2 0 0は、内部メモリ等にシリアルデータを格納する配列を生成する。このとき、演算装置2 0 0は、シリアルデータを格納する配列を十分な大きさに設定する。

[0040] 受信したシリアルデータが、モータ情報の種類ごと、および、制御周期ごとに分割されて保持されたら、ステップS 2 4において、演算装置2 0 0は、保持されたデータを用いてモータの状態を表示部2 0 2に表示させる。具体的には、演算装置2 0 0は、保持されたデータを用いて、図8に示すように、横軸をモータ情報の取得時間T i m e、縦軸をモータ情報（例えば、回

転速度情報 Speed) として、モータの状態をグラフ化して表示部 202 に表示させる。このとき、図 8 に示すように、応答値を指令値に重畳させて表示すれば、ユーザは、正しくチューニングができたかどうかを容易に確認することができる。

[0041] ステップ S 25 では、演算装置 200 は、グラフ描画を終了するか否かを判定し、グラフ描画を終了しないと判定した場合にはステップ S 8 に戻り、グラフ描画が終了したと判定した場合にはステップ S 15 に移行する。例えば、モータ停止のイベント処理が発生した場合、リアルタイムなグラフ描画を終了すると判定する。

なお、図 8 に示す処理では、モータ停止のイベント処理が発生するまで、データを取得し、グラフを更新する場合について説明したが、予めデータの受信時間を決めておき、当該受信時間が経過したらグラフ描画を終了するようにしてもよい。

[0042] 以上説明したように、モータ装置 100 におけるデータ通信方法は、モータ制御装置（モータ制御回路）におけるモータの制御周期ごとにモータの状態を示す複数種類のモータ情報を取得する工程と、取得した複数種類のモータ情報を、取得した順番に順次連ねたシリアルデータを生成する工程と、生成した前記シリアルデータを送信する工程と、を含む。ここで、モータ情報は、モータが備えるロータの位置情報および回転速度情報を含む。

このように、モータ装置 100 は、モータの制御周期ごとに複数回サンプリングした複数種類のモータ情報をまとめて送信することができるので、受信側装置である演算装置 200 においては、モータステータスを高分解能で観測・解析することができる。

[0043] また、サンプリング周期が一定であるため、モータ情報の取得時間を送信する必要がない。そのため、モータ装置 100 におけるシリアルデータを生成する工程では、モータ情報の取得時間に関する情報を含まず、制御周期ごとに複数回取得されたモータ情報を順次連ねてシリアルデータを生成することができる。このように、シリアルデータに取得時間情報を含まないため、

当該シリアルデータのデータ長を短くすることができ、より高速にモータ情報を送信することができる。

また、モータ装置１００におけるデータ通信方法は、モータ情報の送信要求コマンドを受信する工程をさらに含み、シリアルデータを送信する工程では、１回の送信要求コマンドに対して、シリアルデータを連続して送信することができる。このように、モータ装置１００は、マスタスレーブ方式で通信せず、シリアルデータを連続的に送信するので、受信側装置である演算装置２００は、高速なシリアルデータの取得が可能である。

[0044] さらに、演算装置２００におけるデータ通信方法は、モータ制御装置（モータ制御回路）におけるモータの制御周期ごとに取得されたモータの状態を示す複数種類のモータ情報を順次連ねたシリアルデータを受信する工程と、受信したシリアルデータを、モータ情報の種類ごと、および、制御周期ごとに分割して保持する工程と、保持されたデータを用いてモータの状態を表示部に表示させる工程と、を含む。

これにより、演算装置２００は、受信したシリアルデータをもとに、モータステータスを高分解能で観測・解析し、モータの状態を表示部に表示させることができる。そのため、ユーザは、モータの状態を適切に把握することができる。

[0045] また、演算装置２００における表示部に表示させる工程では、保持されたデータを用いて、横軸をモータ情報の取得時間、縦軸をモータ情報として、モータの状態をグラフ化して表示部に表示させることができる。このように、演算装置２００は、波形によりモータの状態を表示部に表示させることができるため、ユーザは、モータの状態を容易かつ適切に把握し、モータを適切に評価することができる。したがって、モータ評価時のユーザの負担を軽減し、利便性を向上させることができる。

ここで、シリアルデータは、モータ情報の取得時間に関する情報を含まず、制御周期ごとに複数回取得されたモータ情報を順次連ねたデータとすることができる。サンプリング周期が一定であるため、シリアルデータにモータ

情報の取得時間情報が含まれていなくても、演算装置 200 はモータ情報の取得時間を適切に把握することができる。したがって、演算装置 200 は、適切にモータの状態を表示部に表示させることができる。

[0046] さらに、演算装置 200 におけるデータ通信方法は、モータ情報の送信要求コマンドを送信する工程をさらに含み、シリアルデータを受信する工程では、1 回の送信要求コマンドの送信に対して、シリアルデータを連続して受信する。このように、演算装置 200 は、マスタスレーブ方式で通信せず、シリアルデータを連続的に受信するので、高速なシリアルデータの取得が可能である。

[0047] 以上のように、本実施形態におけるデータ通信方法は、モータの状態を示す複数種類のモータ情報を、モータの制御周期（十数 μ s オーダー）で適切に観測することができる。

したがって、本実施形態におけるデータ通信方法を適用するデータ通信システムがチューニングシステムである場合、制御パラメータの調整精度を向上させることができる。

なお、本実施形態におけるデータ通信方法を適用するデータ通信システムは、モータの状態を監視するシステムやモータの状態を評価するシステムなどであってもよく、チューニングシステムに限定されるものではない。

[0048] また、本実施形態におけるチューニングシステム 1000A は、機電一体モータであるモータ装置 100 と、入力部および表示部を備える演算装置 200 と、モータ装置 100 と演算装置 200 とを通信可能に接続する通信モジュールと、を備える。ここで、通信モジュールは、モータ装置 100 の回路基板に実装された通信コネクタに接続された 1 本のシリアル通信ケーブル（通信ケーブル）300 を有する。

このように、チューニングシステム 1000A は、機電一体モータ 100 と演算装置 200 とを、1 本のシリアル通信ケーブル 300 を有する通信モジュールで通信可能に接続した簡易なシステム構成で、モータのチューニングを行うことができる。

[0049] 従来のチューニングシステムは、入力装置とモータとをダイレクトに接続するものではなく、複数の機器を組み合わせたシステムであったため、高価かつ設定が複雑であった。

これに対して、本実施形態では、入力部および表示部を備える演算装置とモータとをダイレクトに接続するため、安価でかつ複雑な設定を必要とすることなく、モータのチューニングを行うことができる。

また、本実施形態におけるチューニングシステム1000Aは、機電一体モータ100と演算装置200とを、1本のシリアル通信ケーブル300を有する通信モジュールで通信可能に接続する。このように、複数本の信号線を必要としないため、簡易なシステム構成とすることができる。

[0050] また、本実施形態におけるチューニングシステム1000Aは、通信コネクタと演算装置200とを1本のシリアル通信ケーブルで直接接続する。このように、有線通信方式を用いることで、より簡易な構成で機電一体モータ100と演算装置200との通信を行うことができる。ここで、シリアル通信ケーブルは、USB-UART変換ケーブルとすることができる。これにより、機電一体モータ100と演算装置200との間で適切にシリアル通信を行うことができる。

また、シリアル通信ケーブルは、シリアルデータを蓄積可能なバッファを有することができる。したがって、ケーブル内に一時的にデータを蓄積し、パケット単位でデータを送受信することができる。ここで、演算装置200は、当該ケーブルを使用するためのドライバを有する。これにより、ケーブルを通じたパケット単位のデータ送受信を適切に行うことができる。

[0051] 以上のように、本実施形態におけるチューニングシステム1000は、簡易な構成で、複数種類のモータ情報をモータの制御周期ごとに取得し、モータのチューニングを行うことができる。このように、本実施形態におけるチューニングシステム1000は、構成が簡素化されたシステムであるため、低コスト化を実現することができる。

[0052] (第二の実施形態)

次に、本発明における第二の実施形態について説明する。

上述した第一の実施形態では、モータ装置１００と演算装置２００とを有線通線方式にて通信可能に接続するチューニングシステムについて説明した。この第二の実施形態では、モータ装置１００と演算装置２００とを無線通線方式にて通信可能に接続するチューニングシステムについて説明する。

[0053] 図１０は、モータ装置１００と演算装置２００とが無線通線方式にて通信可能に接続されたチューニングシステム１０００Ｂの構成例である。このチューニングシステム１０００Ｂにおいて、モータ装置１００と演算装置２００とを通信可能に接続する通信モジュールは、通信ケーブル３００と、無線モジュール（無線通信モジュール）４００と、を備える。

ここで、無線通信規格は、Bluetooth（登録商標）であってもよいし、IEEE 802.11シリーズ規格に準拠した無線LANやWi-Fiであってもよい。なお、無線通信規格は上記に限定されない。

[0054] モータ装置１００は、チューニングシステム１０００Ａが備える上述したモータ装置１００と同様である。また、演算装置２００は、チューニングシステム１０００Ａが備える

上述した演算装置２００に対して、無線通信機能を有する点で異なる。通信ケーブル３００は、チューニングシステム１０００Ａが備える上述した通信ケーブル３００と同様である。ただし、通信ケーブル３００は、モータ装置１００が有する通信コネクタと無線モジュール４００を直接接続する点で異なる。

[0055] 無線モジュール４００は、演算装置２００と無線通信が可能であり、通信ケーブル３００は、モータ装置１００が備える通信コネクタと無線モジュール４００とを接続する。なお、通信ケーブル３００の構成は、チューニングシステム１０００Ａが備える上述した通信ケーブル３００と同様である。

また、無線モジュール４００は、シリアルデータを蓄積可能なバッファを有する。当該バッファの機能は、通信ケーブル３００が有するバッファと同

様である。

[0056] さらに、シリアルデータ送信におけるパケットのフレーム構成は、上述した図6に示すフレーム構成と同様である。なお、データ部622の後に、チェックサム値が格納されたCRC部を配置する場合もある。

本実施形態において、データ部622に連ねられるモータ情報の数には限りがある。なぜなら、通信速度や、データ送受信時に一時的に蓄積するバッファのサイズによって、送信可能なデータ数が限られるためである。連ねられるデータ数は、主に通信速度に支配されるが、バッファサイズが5 k B y t e 以下の場合には、連ねられるデータ数は、バッファサイズに支配される。

例えば、B l u e t o o t h規格に準拠した無線通信を行う場合、最大通信速度は3 M b p s (3 M B a u d R a t e) である。バッファサイズが1 k B y t e、レイテンシ時間が2 m s である場合、連ねられるモータ情報の数は、最大で214個となる。

[0057] 図11は、演算装置200がモータ装置100からチューニングに必要なシリアルデータを取得する場合の手順を説明するフローチャートである。

この図11に示す処理は、ユーザが演算装置200の表示部202に表示されたGUIから、モータ装置100と演算装置200との接続を指示するコマンドを入力したタイミングで開始される。なお、図11に示す処理は、演算装置200が実行する処理と、無線モジュール400が実行する処理とを示している。

まずステップS31において、演算装置200は、無線モジュール400の設定を行う。なお、USB-UART変換ケーブルである通信ケーブル300の設定においては、演算装置200は、UART通信のレイテンシ時間を最短時間（例えば2 m s）に設定し、無線モジュール400の通信ポートと通信ケーブル300とを接続する。

[0058] 次にステップS32において、演算装置200は、無線モジュール400との接続が正常に行えたか否かを判定する。そして、接続が行えなかったと

判定した場合には、ステップS 5 1に移行し、接続が正常に行えたと判定した場合にはステップS 3 3に移行する。

ステップS 3 3では、演算装置2 0 0は、データの受信時間を決定する。ここで、受信時間は、例えばユーザがG U Iから指定したモータの駆動条件をもとに決定することができる。

ステップS 3 4では、演算装置2 0 0は、ステップS 3 3において決定された受信時間をもとに、受信するシリアルデータのデータ長（受信するモータ情報の個数）を計算する。

[0059] ステップS 3 5では、演算装置2 0 0は、内部メモリ等にシリアルデータを格納する配列を生成する。

ステップS 3 6では、演算装置2 0 0は、U S B－U A R T変換ケーブルのバッファをパージする。このように、バッファをパージすることで、演算装置2 0 0がバッファに残っている過去のデータを受信して間違った処理を実行してしまうことを防止することができる。

ステップS 3 7では、演算装置2 0 0は、無線通信により、無線モジュール4 0 0に対してモータ情報の送信要求コマンド（データ出力O Nコマンド）を送信する。ステップS 3 8では、無線モジュール4 0 0は、演算装置2 0 0から当該送信要求コマンドを受信し、受信した送信要求コマンドを、U S B－U A R T変換ケーブルを介してモータ装置1 0 0に対して送信する。すると、モータ装置1 0 0は、データ出力O Nコマンドを受信し、U S B－U A R T変換ケーブルを介して、シリアルデータを連続して送信する。

[0060] ステップS 3 9では、無線モジュール4 0 0は、モータ装置1 0 0から送信されたシリアルデータをU S B－U A R T変換ケーブルを介して受信し、ステップS 4 0において、シリアルデータの受信を正常に行えたか否かを判定する。そして、無線モジュール4 0 0は、シリアルデータの受信を行えなかったと判定した場合には、ステップS 5 1に移行し、シリアルデータの受信が正常に行えたと判定した場合にはステップS 4 1に移行する。

ステップS 4 1では、無線モジュール4 0 0は、所定時間（例えば1 0 m

s) 待機し、ステップS 4 2に移行する。

ステップS 4 2では、無線モジュール4 0 0は、モータ装置1 0 0から受信したシリアルデータを、無線通信により演算装置2 0 0へ送信する。

[0061] ステップS 4 3では、演算装置2 0 0は、無線モジュール4 0 0からシリアルデータを受信し、受信したシリアルデータをモータ情報の種類ごと、および、制御周期（サンプリング周期）ごとに分割して保持する。具体的には、演算装置2 0 0は、ステップS 3 5において生成した配列に分割したデータを格納する。

ステップS 4 4では、演算装置2 0 0は、受信したシリアルデータを、これまでに受信したシリアルデータに加算する。

ステップS 4 5では、演算装置2 0 0は、ステップS 3 3において決定された受信時間分、シリアルデータを受信したか否かを判定する。そして、演算装置2 0 0は、上記受信時間分シリアルデータを受信していないと判定した場合にはステップS 3 9に戻り、上記受信時間分シリアルデータを受信したと判定した場合には、受信完了と判定してステップS 4 6に移行する。

[0062] ステップS 4 6では、演算装置2 0 0は、無線通信により、無線モジュール4 0 0に対してモータ情報の送信停止コマンド（データ出力OFFコマンド）を送信する。ステップS 4 7では、無線モジュール4 0 0は、演算装置2 0 0から当該送信停止コマンドを受信し、受信した送信停止コマンドを、USB-UART変換ケーブルを介してモータ装置1 0 0に対して送信する。そして、ステップS 4 8では、無線モジュール4 0 0は、モータ装置1 0 0から送信停止コマンドに対する応答信号（ACK/NAK）を受信する。

ステップS 4 9では、演算装置2 0 0は、無線モジュール4 0 0のバッファをパージし、ステップS 5 0において、無線モジュール4 0 0のバッファをパージが正常に行えたか否かを判定する。そして、演算装置2 0 0は、パージが行えていないと判定した場合にはステップS 4 9へ戻り、パージが行えたと判定した場合にはステップS 5 1に移行する。

ステップS 5 1では、演算装置2 0 0は、通信ポートを閉じて図1 1の処

理を終了する。

[0063] 図12は、演算装置200がモータ装置100から取得したシリアルデータをもとにグラフ描画を行う場合の手順を説明するフローチャートである。

この図12に示す処理は、ユーザが演算装置200の表示部202に表示されたGUIから、モータの動作確認を指示するコマンドを入力したタイミングで開始される。なお、図12において、図11と同一処理を行うステップには、図11と同一ステップ番号を付し、以下、処理の異なる部分を中心に説明する。

[0064] ステップS61では、演算装置200は、表示部202にグラフ描画する画面を表示し、ステップS62に移行する。ステップS62では、演算装置200は、リアルタイムなグラフ描画を中断するイベントを再生する。

演算装置200と無線モジュール400との接続が正常に行えたら、ステップS63において、演算装置200は、内部メモリ等にシリアルデータを格納する配列を生成する。

このとき、演算装置200は、シリアルデータを格納する配列を十分な大きさに設定する。

[0065] また、演算装置200は、受信したシリアルデータを、モータ情報の種類ごと、および、制御周期ごとに分割して保持したら、ステップS64において、保持されたデータを用いてモータの状態を表示部202に表示させる。具体的には、演算装置200は、保持されたデータを用いて、上述した図8に示すように、横軸をモータ情報の取得時間Time、縦軸をモータ情報（例えば、回転速度情報Speed）として、モータの状態をグラフ化して表示部202に表示させる。このとき、図8に示すように、応答値を指令値に重畳させて表示すれば、ユーザは、正しくチューニングができたかどうかを容易に確認することができる。

ステップS65では、演算装置200は、グラフ描画が終了したか否かを判定し、グラフ描画が終了していないと判定した場合にはステップS39に戻り、グラフ描画が終了したと判定した場合にはステップS46に移行する

。

[0066] 以上説明したように、本実施形態におけるチューニングシステム1000Bは、機電一体モータであるモータ装置100と、入力部および表示部を備える演算装置200と、モータ装置100と演算装置200とを通信可能に接続する通信モジュールと、を備える。

ここで、通信モジュールは、モータ装置100の回路基板に実装された通信コネクタと無線通信モジュール400とを接続する1本のシリアル通信ケーブル（通信ケーブル）300と、演算装置200と無線通信が可能な無線通信モジュール400と、を備える。

[0067] このように、チューニングシステム1000Bは、上述したチューニングシステム1000Aと同様に、簡易なシステム構成で機電一体モータ100と演算装置200との間でデータ送受信を行い、モータのチューニングを行うことができる。

また、チューニングシステム1000Bは、無線通信により機電一体モータ100と演算装置200との間でデータ送受信を行うことができる。したがって、演算装置200は、遠隔操作でモータ装置100からモータ情報を取得し、モータのチューニングを行うことができる。また、遠隔操作でモータの状態を観測することができるので、有線通信方式と比較して利便性を向上させることができる

[0068] （変形例）

なお、上記各実施形態においては、図12に示す制御パラメータ調整システム（チューニングシステム）1000Cや、図13に示す制御パラメータ調整システム（チューニングシステム）1000Dのように、パルス発生器500がモータ装置100に接続されていてもよい。この場合、図3に示すMCU130には、パルス発生器500から入力パルス信号（STMP）およびモータ回転方向（CW__CCW）が入力され、モータ装置100は、モータをパルス信号で駆動させることが可能である。

[0069] なお、本明細書において説明した各構成は、相互に矛盾しない範囲内にお

いて、適宜組み合わせ、または置き換えることができる。例えば、磁気センサは、エンコーダであってもよい。また、エンコーダは磁気式であってもよく、光式であってもよい。

符号の説明

[0070] 100…モータ装置（機電一体モータ）、121…モータ、200…演算装置、201…入力部、202…表示部、300…通信ケーブル、400…無線通信モジュール

請求の範囲

- [請求項1] モータ制御装置におけるモータの制御周期ごとに前記モータの状態を示す複数種類のモータ情報を取得する工程と、
- 取得した前記複数種類のモータ情報を、取得した順番に順次連ねたシリアルデータを生成する工程と、
- 生成した前記シリアルデータを送信する工程と、を含むことを特徴とするデータ通信方法。
- [請求項2] 前記シリアルデータを生成する工程では、
- 前記モータ情報の取得時間に関する情報を含まず、前記制御周期ごとに複数回取得された前記モータ情報を順次連ねて前記シリアルデータを生成することを特徴とする請求項1
- に記載のデータ通信方法。
- [請求項3] 前記モータ情報の送信要求コマンドを受信する工程をさらに含み、
- 前記シリアルデータを送信する工程では、
- 1回の前記送信要求コマンドに対して、前記シリアルデータを連続して送信することを特徴とする請求項1または2に記載のデータ通信方法。
- [請求項4] モータ制御装置におけるモータの制御周期ごとに取得された前記モータの状態を示す複数種類のモータ情報を順次連ねたシリアルデータを受信する工程と、
- 受信した前記シリアルデータを、前記モータ情報の種類ごと、および、前記制御周期ごとに分割して保持する工程と、
- 保持されたデータを用いて前記モータの状態を表示部に表示させる工程と、を含むことを特徴とするデータ通信方法。
- [請求項5] 前記表示部に表示させる工程では、
- 前記保持されたデータを用いて、横軸を前記モータ情報の取得時間、縦軸を前記モータ情報として、前記モータの状態をグラフ化して前記表示部に表示させることを特徴とする請求項4に記載のデータ通信

方法。

[請求項6]

前記シリアルデータは、

前記モータ情報の取得時間に関する情報を含まず、前記制御周期ごとに複数回取得された前記モータ情報を順次連ねたデータであることを特徴とする請求項4または5に記載のデータ通信方法。

[請求項7]

前記モータ情報の送信要求コマンドを送信する工程をさらに含み、
前記シリアルデータを受信する工程では、

1回の前記送信要求コマンドの送信に対して、前記シリアルデータを連続して受信することを特徴とする請求項4から6のいずれか1項に記載のデータ通信方法。

[請求項8]

前記モータ情報は、前記モータが備えるロータの位置情報および回転速度情報を含むことを特徴とする請求項1から7のいずれか1項に記載のデータ通信方法。

[請求項9]

モータの識別情報が格納されたヘッダ部と、

前記モータの状態を示す複数種類のモータ情報が格納されたデータ部と、を含み、

前記データ部が格納するデータは、モータ制御装置における前記モータの制御周期ごとに取得され、所得された順番に順次連ねられたモータ情報であることを特徴とするデータ構造。

[請求項10]

モータと、

演算装置と、

前記モータと前記演算装置とを通信可能に接続する通信モジュールと、を備え、

前記モータは、

シャフトを有するロータと、

前記ロータに対して径方向に対向するステータと、

前記ロータおよび前記ステータを囲むハウジングと、

モータ制御回路を有し、前記ハウジングの近傍に配置された回路

基板と、

前記回路基板に実装された通信コネクタと、

前記モータ制御回路の制御周期ごとに前記モータの状態を示す複数種類のモータ情報を取得し、取得した前記複数種類のモータ情報を、取得した順番に順次連ねたシリアルデータを生成するデータ生成部と、

前記演算装置に対して、前記通信モジュールを介して、前記シリアルデータを送信するデータ送信部と、を有し、

前記通信モジュールは、

前記通信コネクタに接続された1本のシリアル通信ケーブルを有し、

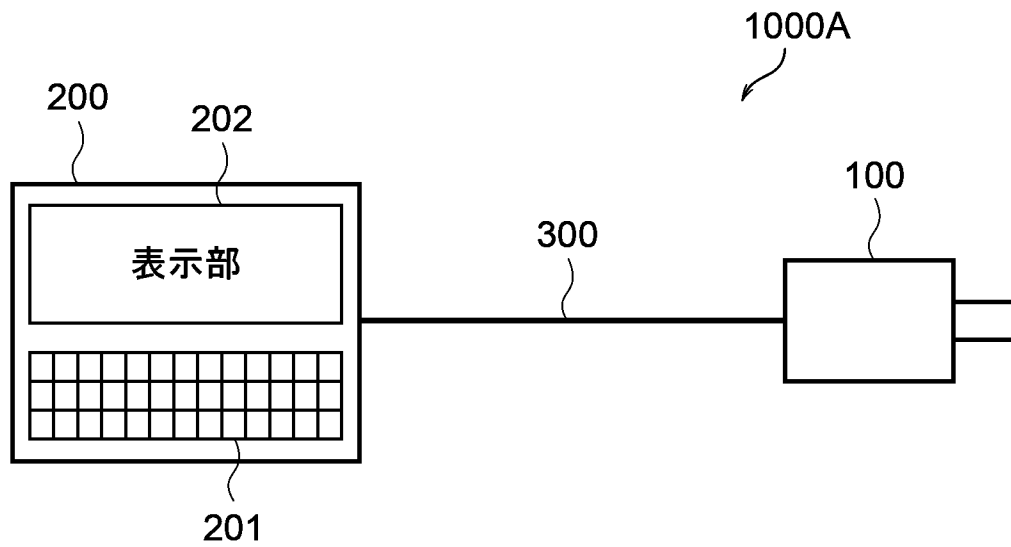
前記演算装置は、

データを入力する入力部と、

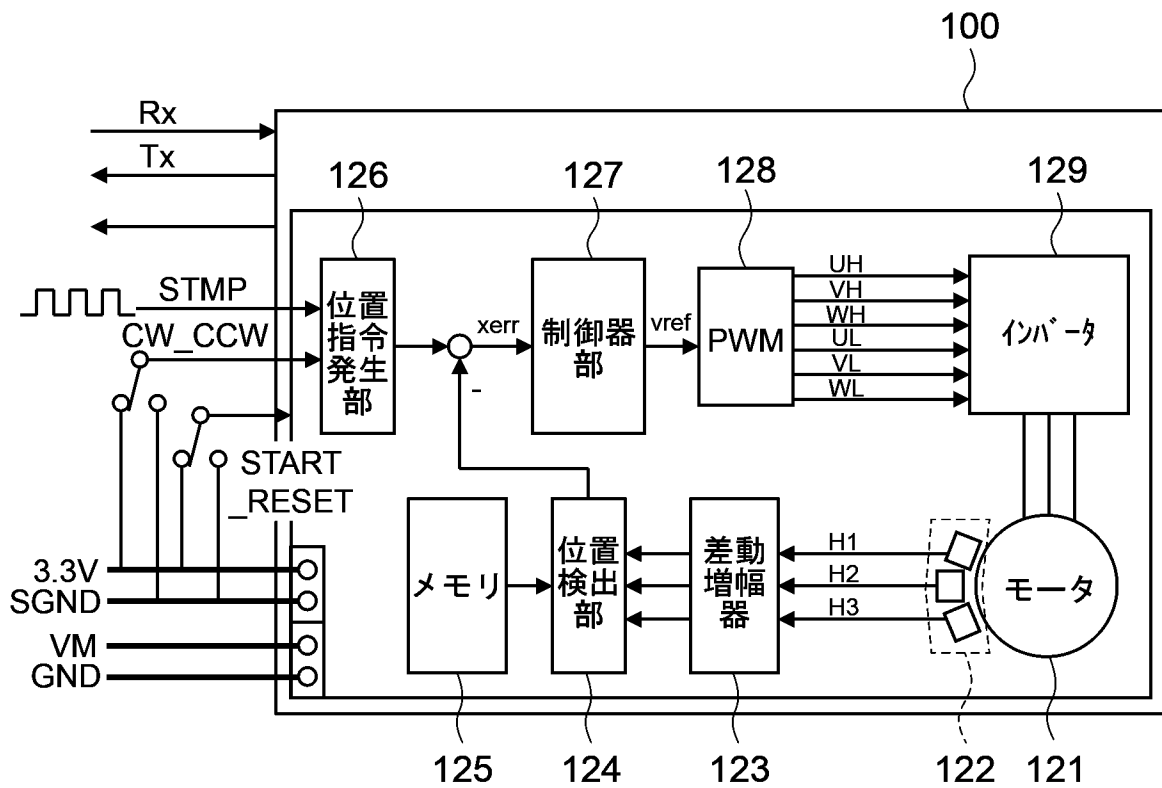
データを表示する表示部と、

前記モータから、前記通信モジュールを介して、前記シリアルデータを受信するデータ受信部と、を有することを特徴とするデータ通信システム。

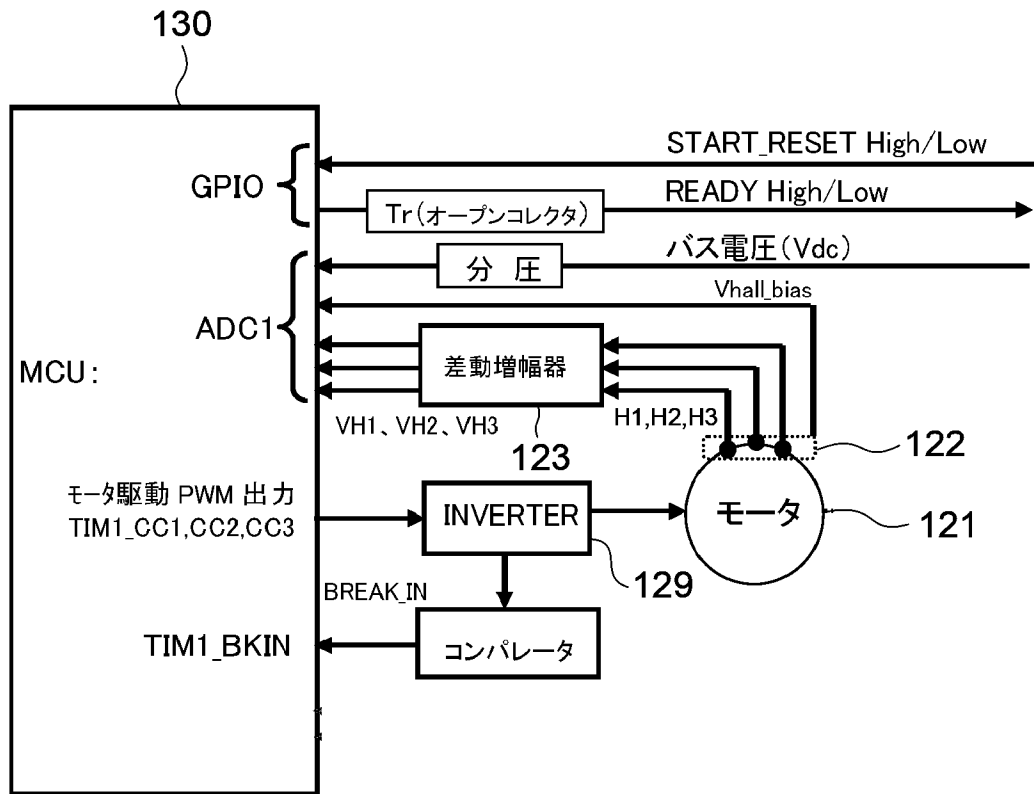
[図1]



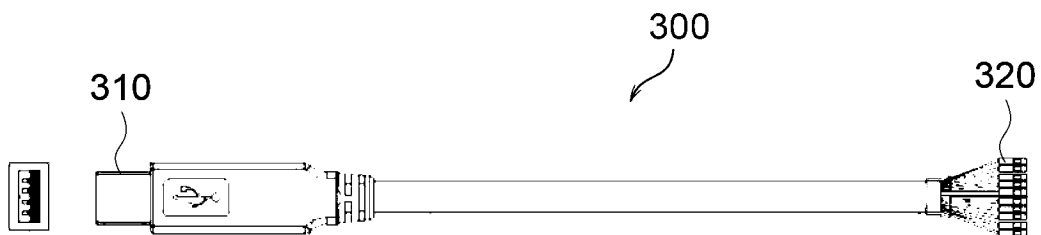
[図2]



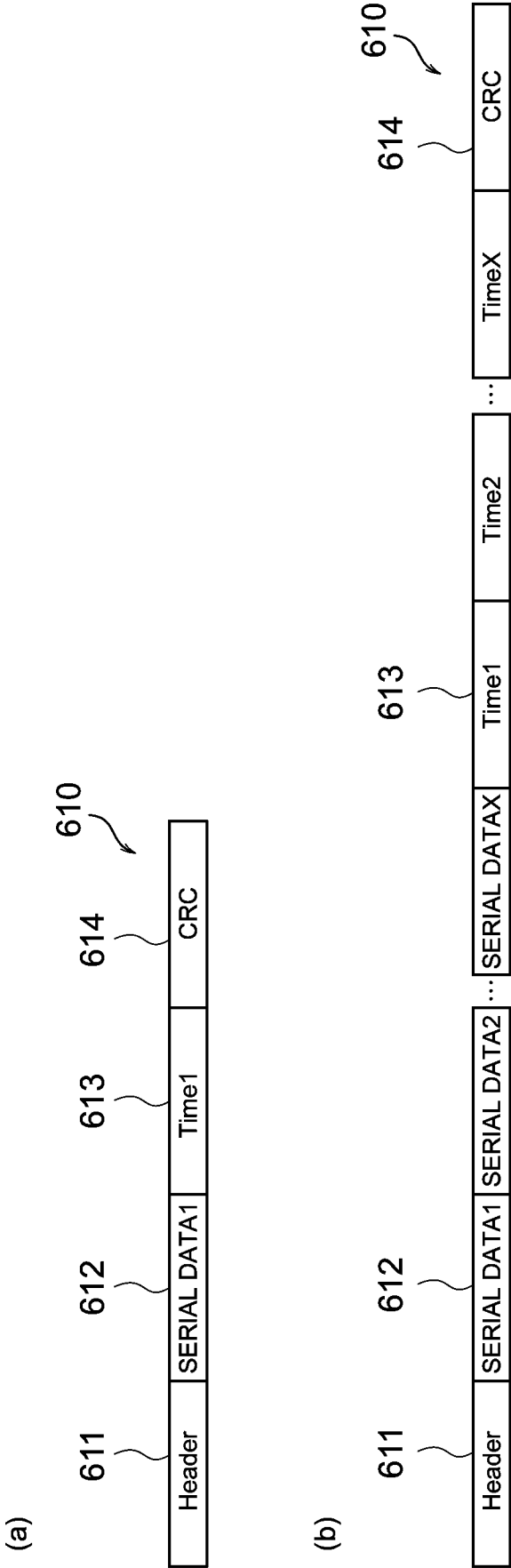
[図3]



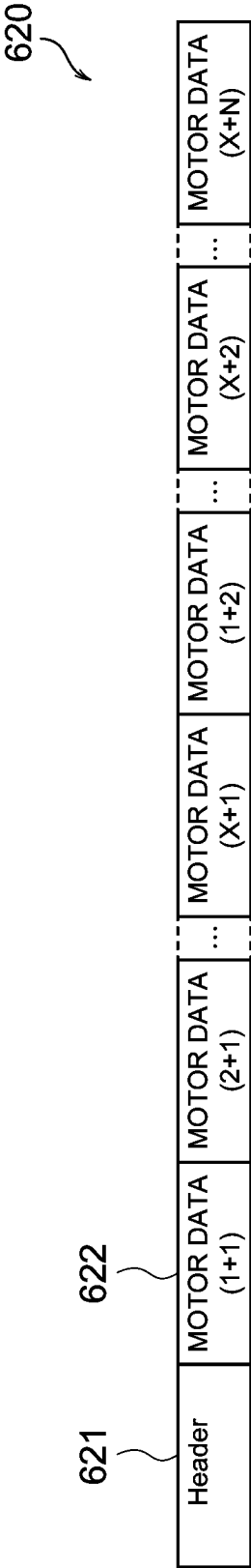
[図4]



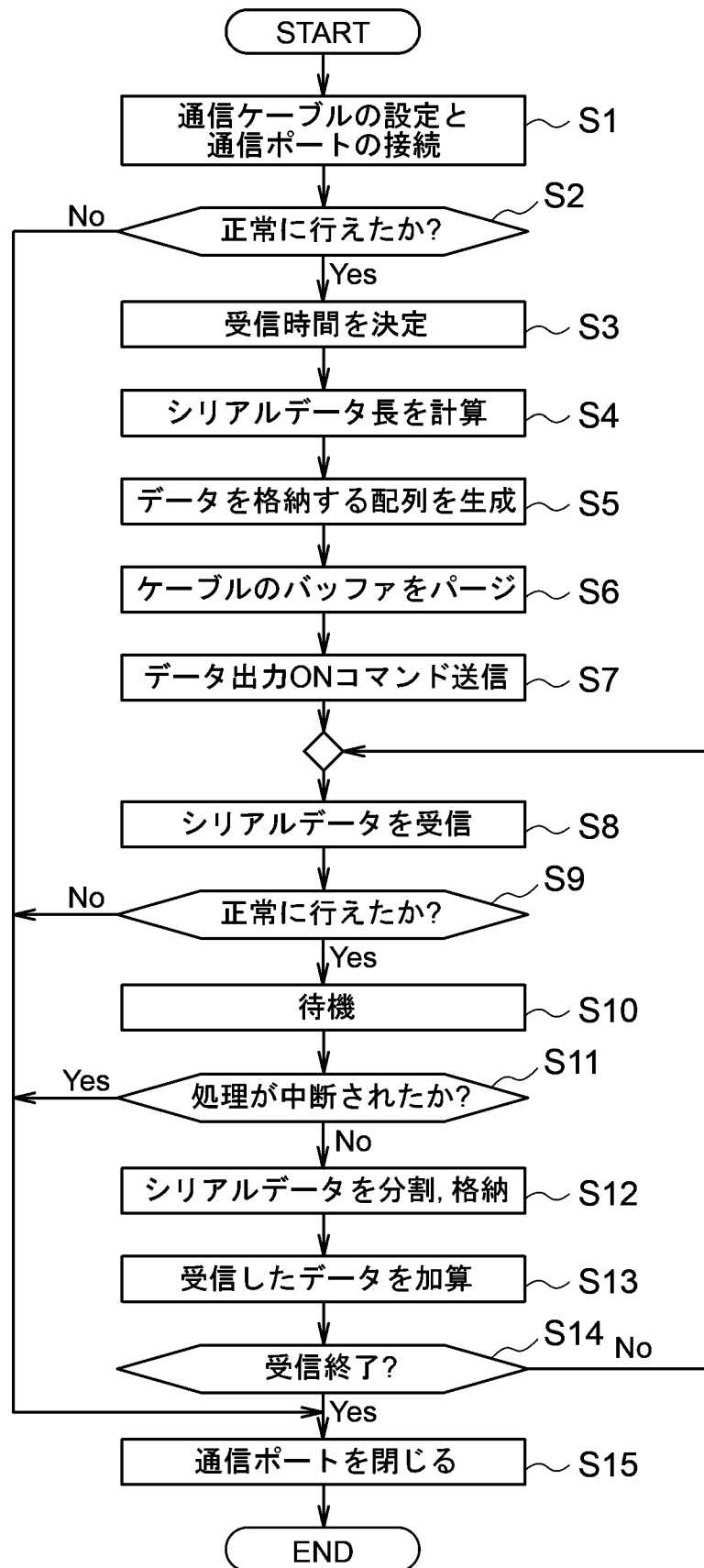
[図5]



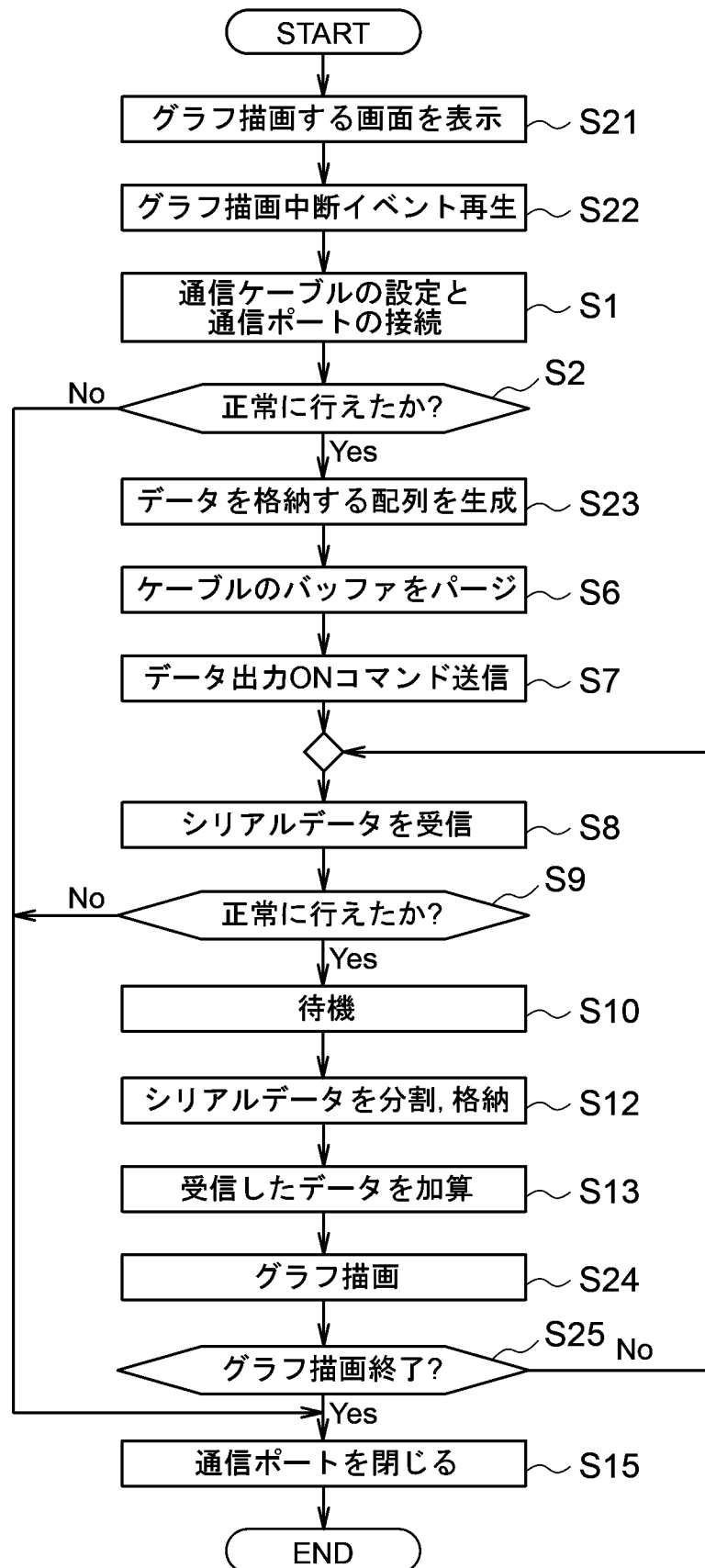
[図6]



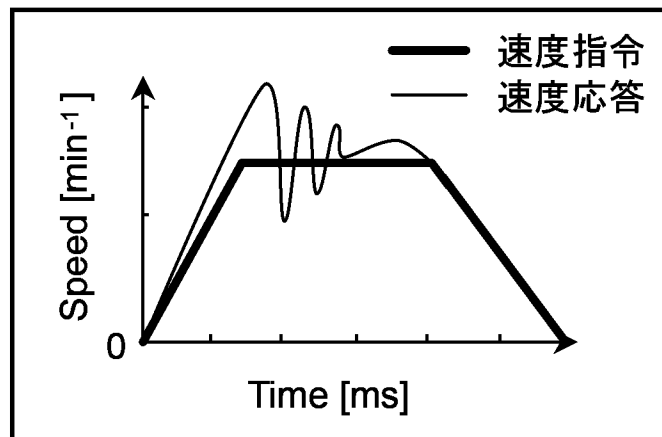
[図7]



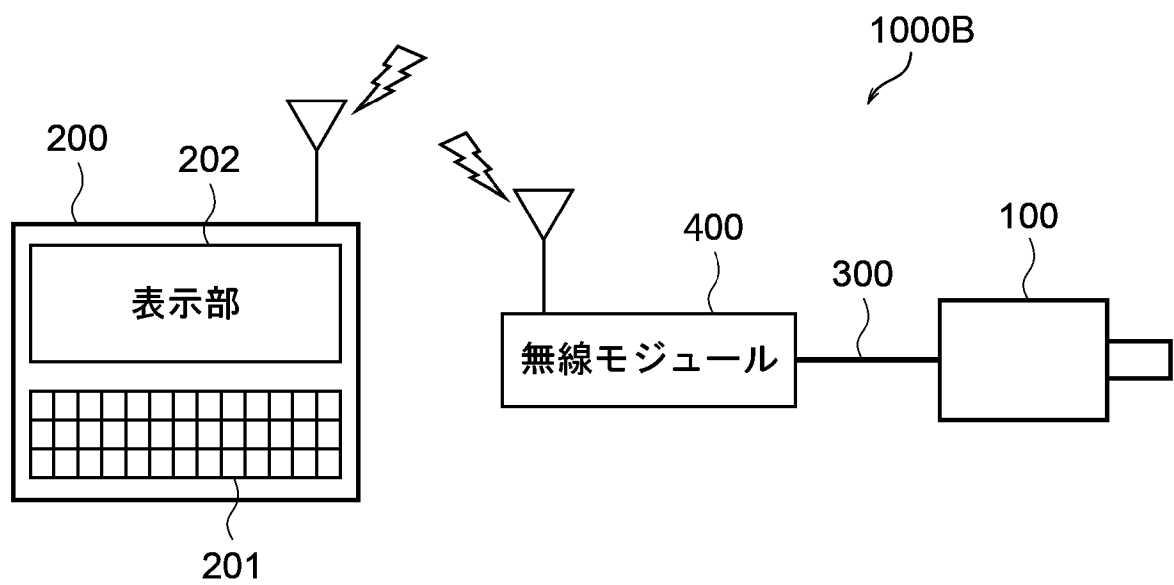
[図8]



[図9]

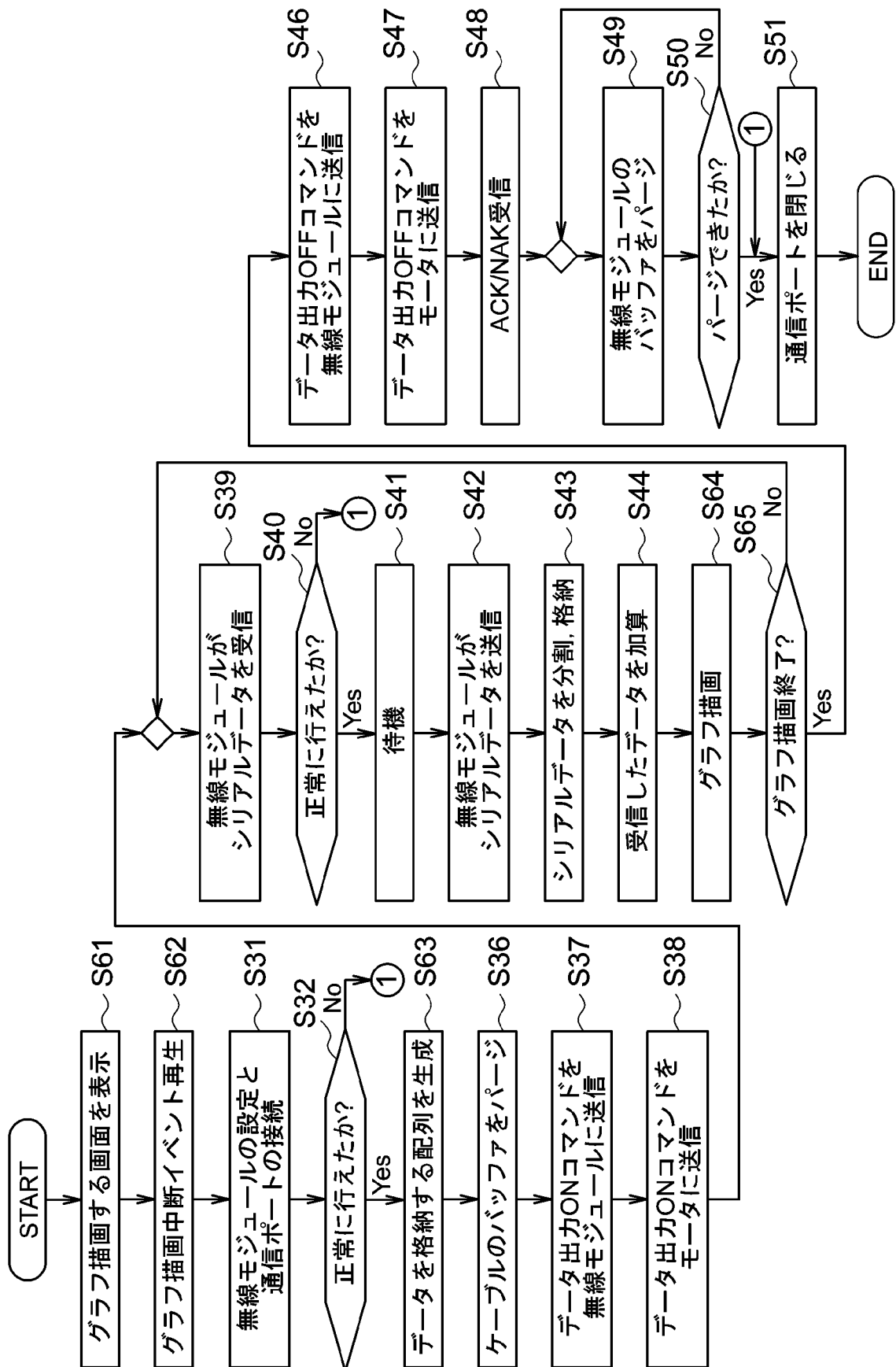


[図10]

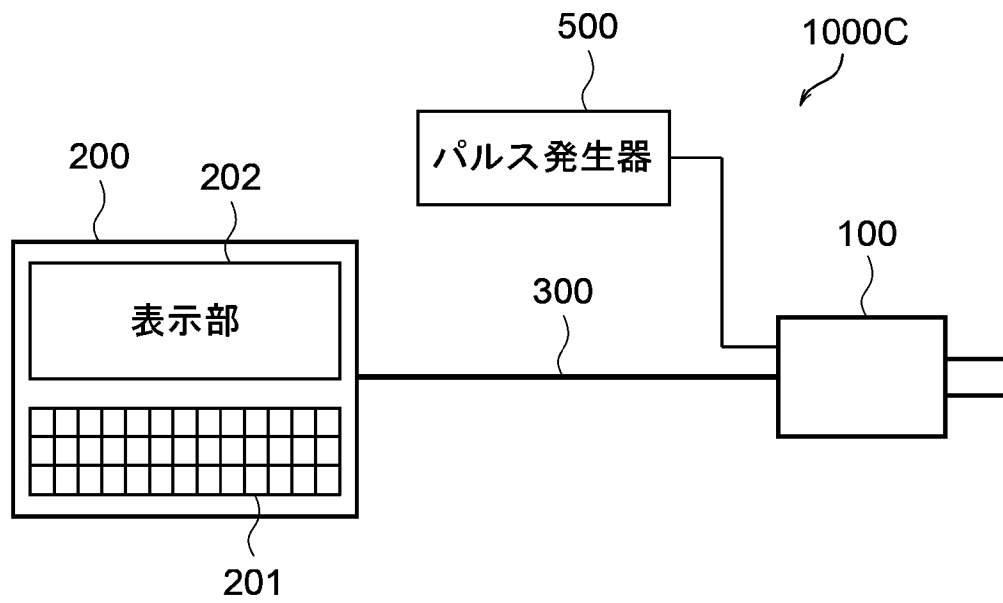




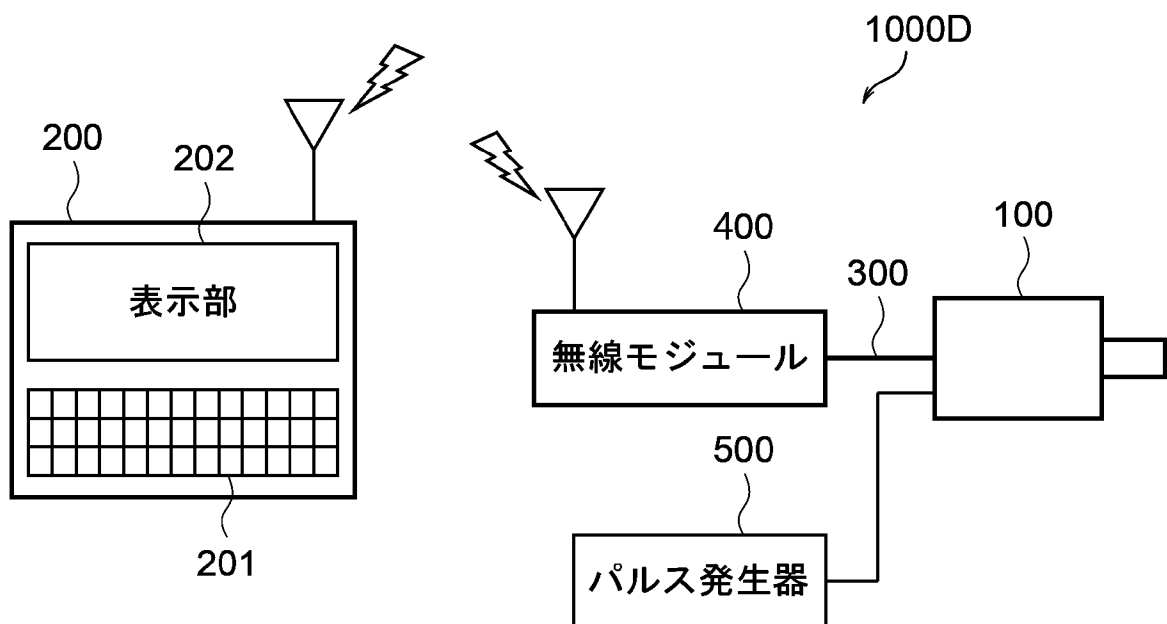
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/024890

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H02P29/00 (2016.01) 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)

Int.Cl. H02P29/00

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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.
X Y	JP 2008-176673 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 31 July 2008, paragraphs [0008], [0015]-[0030], fig. 1-2, 4 (Family: none)	1-2, 4-6, 8 3, 7, 9-10
Y	JP 10-107855 A (NEC CORP.) 24 April 1998, paragraphs [0024]-[0026] (Family: none)	3, 7



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
03 September 2019 (03.09.2019)

Date of mailing of the international search report
17 September 2019 (17.09.2019)

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/JP2019/024890

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 2011-257840 A (TOSHIBA CORP.) 22 December 2011, paragraph [0037] (Family: none)	3, 7
Y	JP 2010-082784 A (OLYMPUS CORP.) 15 April 2010, paragraphs [0027]-[0057], fig. 1-3 (Family: none)	9
Y	JP 2002-247618 A (TOSHIBA CORP.) 30 August 2002, paragraph [0004], fig. 11 (Family: none)	9
Y	JP 2015-130617 A (DENSO CORP.) 16 July 2015, paragraph [0018], fig. 2 (Family: none)	9
Y	JP 2012-115072 A (SHINANO KENSHI CO., LTD.) 14 June 2012, paragraphs [0012]-[0013], fig. 1-2 (Family: none)	10
Y	JP 2002-136057 A (SOFUTORONIKUSU KK.) 10 May 2002, paragraphs [0019], [0021], [0025], fig. 3 (Family: none)	10
A	JP 2017-169288 A (OMRON CORP.) 21 September 2017, entire text, all drawings & US 2019/0025783 A1, entire text, all drawings & EP 3432463 A1 & CN 107925371 A	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H02P29/00 (2016.01) 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 (IPC))

Int.Cl. H02P29/00

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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
X Y	JP 2008-176673 A (松下電器産業株式会社) 2008.07.31, 段落[0008], [0015]-[0030], 図 1-2, 4 (ファミリーなし)	1-2, 4-6, 8 3, 7, 9-10
Y	JP 10-107855 A (日本電気株式会社) 1998.04.24, 段落[0024]-[0026] (ファミリーなし)	3, 7

☒ 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、国際出願日以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

03.09.2019

国際調査報告の発送日

17.09.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/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)

佐藤 彰洋

3 V

3936

電話番号 03-3581-1101 内線 3357

C (続き) . 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 2011-257840 A (株式会社東芝) 2011. 12. 22, 段落[0037] (ファミリーなし)	3, 7
Y	JP 2010-082784 A (オリンパス株式会社) 2010. 04. 15, 段落[0027]-[0057], 図 1-3 (ファミリーなし)	9
Y	JP 2002-247618 A (株式会社東芝) 2002. 08. 30, 段落[0004], 図 11 (ファミリーなし)	9
Y	JP 2015-130617 A (株式会社デンソー) 2015. 07. 16, 段落[0018], 図 2 (ファミリーなし)	9
Y	JP 2012-115072 A (シナノケンシ株式会社) 2012. 06. 14, 段落[0012]-[0013], 図 1-2 (ファミリーなし)	10
Y	JP 2002-136057 A (ソフトロニクス株式会社) 2002. 05. 10, 段落[0019], [0021], [0025], 図 3 (ファミリーなし)	10
A	JP 2017-169288 A (オムロン株式会社) 2017. 09. 21, 全文、全図 & US 2019/0025783 A1, 全文、全図 & EP 3432463 A1 & CN 107925371 A	1-10