

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6919596号
(P6919596)

(45) 発行日 令和3年8月18日(2021.8.18)

(24) 登録日 令和3年7月28日(2021.7.28)

(51) Int.Cl.		F I			
G08C	15/06	(2006.01)	G08C	15/06	J
G05B	23/02	(2006.01)	G08C	15/06	H
			G05B	23/02	301V

請求項の数 9 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2018-36528 (P2018-36528)	(73) 特許権者	000002945
(22) 出願日	平成30年3月1日(2018.3.1)		オムロン株式会社
(65) 公開番号	特開2019-152967 (P2019-152967A)		京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
(43) 公開日	令和1年9月12日(2019.9.12)		動堂町801番地
審査請求日	令和2年3月6日(2020.3.6)	(74) 代理人	110001195
			特許業務法人深見特許事務所
		(72) 発明者	鈴木 祐太
			京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
			動堂町801番地 オムロン株式会社内
		(72) 発明者	極木 洋
			京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
			動堂町801番地 オムロン株式会社内
		(72) 発明者	近藤 智則
			京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
			動堂町801番地 オムロン株式会社内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 計測システムおよび方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

制御装置と、

第 1 の周期で計測対象を計測し、かつ前記計測により得られた計測値を前記制御装置に送信する計測装置とを備え、

前記計測装置は、前記第 1 の周期よりも長い第 2 の周期で送信される第 1 のフレームを用いて、送信待ちの前記計測値と、前記送信待ちの計測値の個数の情報を含む第 1 の付加情報とを前記制御装置に送信し、

前記送信待ちの計測値の個数は、変動し、かつ、前記第 1 の周期と前記第 2 の周期とによって前記第 1 のフレーム毎に定まり、

前記制御装置は、前記第 1 の付加情報を用いて、複数の前記計測値を時系列に並べた第 1 の時系列データを生成する、計測システム。

【請求項 2】

前記第 1 の周期は、前記第 2 の周期の約数ではない、請求項 1 に記載の計測システム。

【請求項 3】

前記第 1 の付加情報は、前記第 1 のフレームの識別番号をさらに含む、請求項 1 または 2 に記載の計測システム。

【請求項 4】

前記制御装置は、

タイマを備え、

前記第 1 の周期と前記第 1 のフレームの受信時刻とに基づき、前記計測装置が前記計測値を得たときの時刻情報を算出し、

前記第 1 のフレームの受信時刻と、前記タイマによって管理されている前記第 1 のフレームの到達基準時刻との差分を算出し、

算出された時刻情報を前記差分で補正する、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の計測システム。

【請求項 5】

前記計測装置と前記計測対象との間の相対位置関係を変化させる駆動装置をさらに備え、

前記駆動装置は、

第 3 の周期で前記駆動装置の動作状態を計測し、かつ前記計測によって得られた状態値を前記制御装置に送信する機能を有し、

前記第 3 の周期よりも長い第 4 の周期で送信される第 2 のフレームを用いて、送信待ちの前記状態値と、前記送信待ちの状態値の個数の情報を含む第 2 の付加情報とを前記制御装置に送信し、

前記制御装置は、前記第 2 の付加情報を用いて、複数の前記状態値を時系列に並べた第 2 の時系列データを生成する、請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の計測システム。

【請求項 6】

前記制御装置は、前記第 1 の時系列データと前記第 2 の時系列データとに基づいて、前記計測値と前記状態値との対応関係を時系列で表したプロファイルを生成する、請求項 5 20 に記載の計測システム。

【請求項 7】

前記制御装置は、

前記第 1 の時系列データおよび前記第 2 の時系列データの各々に対して、データ補間の処理を行ない、

前記補間後の第 1 の時系列データおよび前記補間後の第 2 の時系列データを用いて、前記プロファイルを生成する、請求項 6 に記載の計測システム。

【請求項 8】

前記計測装置は、前記第 1 の時系列データにおける前記データ補間の方法を、前記制御装置に指示する、請求項 7 に記載の計測システム。

【請求項 9】

制御装置と、第 1 の周期で計測対象を計測することにより得られた計測値を前記制御装置に送信する計測装置とを備えた計測システムにおける方法であって、

前記計測装置が、前記第 1 の周期よりも長い第 2 の周期で送信されるフレームを用いて、送信待ちの前記計測値と、前記送信待ちの計測値の個数の情報を含む付加情報とを前記制御装置に送信するステップを備え、前記送信待ちの計測値の個数は、変動し、かつ、前記第 1 の周期と前記第 2 の周期とによって前記フレーム毎に定まり、

前記制御装置が、前記付加情報を用いて、複数の前記計測値を時系列に並べた時系列データを生成するステップをさらに備える、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、計測システムおよび計測システムにおける方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年の ICT (Information and Communication Technology) の進歩によって、生産現場においても、制御装置と各種の計測装置とをネットワークなどを介して統合したシステムが提案されている。

【0003】

たとえば、米国特許出願公開第 2008 / 0307125 A 1 号明細書 (特許文献 1)

10

20

30

40

50

には、所定のサンプリング周期でデータを取得し、サンプリング周期よりも長いポーリング周期で当該データを制御装置に送信する構成が開示されている（たとえば、特許文献1の図1，図2等）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】米国特許出願公開第2008/0307125A1号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

10

ところで、制御装置に送信する計測値の個数を毎回一定にする観点から、サンプリング周期（計測周期）をポーリング周期（送信周期）の約数にする必要がある。また、特許文献1では、ポーリング周期の方がサンプリング周期よりも長いため、取得されたデータの全てが制御装置には送信されない。

【0006】

本願発明は、上記の問題点に鑑みなされたものであって、計測周期および計測値の送信周期の設定の自由度を高め、かつ高精度の計測システムおよび計測システムにおける方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

20

本発明のある局面に従うと、計測システムは、制御装置と、第1の周期で計測対象を計測し、かつ計測により得られた計測値を制御装置に送信する計測装置とを備える。計測装置は、第1の周期よりも長い第2の周期で送信される第1のフレームを用いて、送信待ちの計測値と、送信待ちの計測値の個数の情報を含む第1の付加情報とを制御装置に送信する。制御装置は、第1の付加情報を用いて、複数の計測値を時系列に並べた第1の時系列データを生成する。

【0008】

上記の構成によれば、計測周期および計測値の送信周期の設定の自由度を高め、かつ高精度の計測システムを提供することが可能となる。

【0009】

30

好ましくは、第1の付加情報は、第1のフレームの識別番号をさらに含む。

上記の構成によれば、制御装置は、どのフレームに何個の計測値または状態値が含まれているのかを判別することができる。

【0010】

好ましくは、制御装置は、第1の周期と第1のフレームの受信時刻とに基づき、計測装置が計測値を得たときの時刻情報を算出する。制御装置は、第1のフレームの受信時刻と第1のフレームの基準となる受信タイミングとの差分を算出する。制御装置は、算出された時刻情報を差分で補正する。

【0011】

上記の構成によれば、フレームのゆらぎの影響を受けない高精度な各計測結果の時刻情報を得ることができる。

40

【0012】

好ましくは、計測システムは、計測装置と計測対象との間の相対位置関係を変化させる駆動装置をさらに備える。駆動装置は、第3の周期で駆動装置の動作状態を計測し、かつ計測によって得られた状態値を制御装置に送信する機能を有する。駆動装置は、第3の周期よりも長い第4の周期で送信される第2のフレームを用いて、送信待ちの状態値と、送信待ちの状態値の個数の情報を含む第2の付加情報とを制御装置に送信する。制御装置は、第2の付加情報を用いて、複数の状態値を時系列に並べた第2の時系列データを生成する。

【0013】

50

上記の構成によれば、計測周期および状態値の送信周期の設定の自由度を高め、かつ高精度の計測システムを提供することが可能となる。

【0014】

好ましくは、制御装置は、第1の時系列データと第2の時系列データとに基づいて、計測値と状態値との対応関係を時系列で表したプロファイルを生成する。

【0015】

上記の構成によれば、計測システム1のユーザは、計測対象の正確な形状を知ることが可能となる。

【0016】

好ましくは、制御装置は、第1の時系列データおよび第2の時系列データの各々に対して、データ補間の処理を行なう。制御装置は、補間後の第1の時系列データおよび補間後の第2の時系列データとを用いて、プロファイルを生成する。

【0017】

上記の構成によれば、計測システム1のユーザは、計測対象のより正確な形状を知ることが可能となる。

【0018】

好ましくは、計測装置は、第1の時系列データにおけるデータ補間の方法を、制御装置に指示する。

【0019】

上記の構成によれば、制御装置100において、計測値の時系列データの補間方法を予め決めておく必要がなくなる。

【0020】

本発明の他の局面に従うと、方法は、制御装置と、第1の周期で計測対象を計測することにより得られた計測値を制御装置に送信する計測装置とを備えた計測システムにおいて実行される。方法は、計測装置が、第1の周期よりも長い第2の周期で送信される第1のフレームを用いて、送信待ちの計測値と、送信待ちの計測値の個数の情報を含む付加情報とを制御装置に送信するステップと、制御装置が、付加情報を用いて、複数の計測値を時系列に並べた時系列データを生成するステップとを備える。

【0021】

上記の方法によれば、計測周期および計測値の送信周期の設定の自由度を高め、かつ高精度の計測システムを提供することが可能となる。

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、計測周期および計測値の送信周期の設定の自由度を高め、かつ高精度の計測システムを提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】計測システムの概略構成を表した図である。

【図2】本実施の形態に係る計測システムの全体構成例を示す模式図である。

【図3】本実施の形態に係る計測システムを構成する制御装置のハードウェア構成例を示す模式図である。

【図4】本実施の形態に係る計測システム1を構成するドライブユニットのハードウェア構成例を示す模式図である。

【図5】本実施の形態に係る計測システム1を構成する計測装置のハードウェア構成例を示す模式図である。

【図6】フレームの送信タイミングを説明するための図である。

【図7】フレームの構成を説明するための図である。

【図8】計測装置と制御装置との間で実行される処理の流を説明するためのシーケンス図である。

【図9】計測装置において実行されるフレーム送信処理の流れを説明するためのフロー図

10

20

30

40

50

である。

【図 1 0】制御装置において実行される処理の流れを説明するためのフロー図である。

【図 1 1】外部ディスプレイに表示される画像を説明するための図である。

【図 1 2】フレームのゆらぎを説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 4 】

以下において、本発明の実施の形態について図面を参照しつつ説明する。以下の説明では、同一の部品には同一の符号を付してある。それらの名称および機能も同じである。したがって、それらについては詳細な説明は繰返さない。

【 0 0 2 5 】

§ 1 適用例

図 1 は、計測システム 1 の概略構成を表した図である。

【 0 0 2 6 】

図 1 を参照して、計測システム 1 は、制御装置 1 0 0 と、計測装置 3 0 0 とを備える。

計測装置 3 0 0 は、計測周期 T_b (第 1 の周期) で計測対象を計測し、かつ計測により得られた計測値を制御装置 1 0 0 に送信する。詳しくは、計測装置 3 0 0 は、計測周期 T_b よりも長い送信周期 T_a (第 2 の周期) で送信されるフレームを用いて、送信待ちの計測値と、送信待ちの計測値の個数の情報を含む付加情報とを制御装置 1 0 0 に送信する。

【 0 0 2 7 】

図 1 の例の場合、時刻 t_0 から計測周期 T_b で計測が実行される。計測により得られた計測値は、計測装置 3 0 0 内のバッファに一時的に格納される。計測装置 3 0 0 は、送信周期 T_a 毎に、バッファに一時的に格納している計測値 (送信待ちの計測値) と、当該計測値の個数の情報 (付加情報) とを、制御装置 1 0 0 に送信する。なお、送信周期 T_a および送信タイミングは制御装置 1 0 0 によって管理されている。

【 0 0 2 8 】

たとえば、送信周期 T_a のタイミングである時刻 t_1 において、計測装置 3 0 0 は、フレーム # K_1 を用いて、送信待ちの計測値 # 1、# 2、# 3 と、送信待ちの計測値の個数 (すなわち、3 個) の情報を含む付加情報とを制御装置 1 0 0 に送信する。

【 0 0 2 9 】

また、時刻 t_1 から送信周期 T_a が経過したタイミングである時刻 t_2 において、計測装置 3 0 0 は、フレーム # K_2 を用いて、送信待ちの計測値 # 4、# 5、# 6、# 7 と、送信待ちの計測値の個数 (すなわち、4 個) の情報を含む付加情報とを制御装置 1 0 0 に送信する。

【 0 0 3 0 】

さらに、時刻 t_2 から送信周期 T_a が経過したタイミングである時刻 t_3 において、計測装置 3 0 0 は、フレーム # K_3 を用いて、送信待ちの計測値 # 8、# 9、# 10 と、送信待ちの計測値の個数 (すなわち、3 個) の情報を含む付加情報とを制御装置 1 0 0 に送信する。

【 0 0 3 1 】

図 1 の例の場合、計測周期 T_b は送信周期 T_a の約数となっていないため、各フレームに含まれる測定値の個数は、上記のように一定にはなっていない。一方、計測周期が送信周期の約数となる場合には、各フレームに含まれる測定値の個数は一定になる。

【 0 0 3 2 】

制御装置 1 0 0 は、上記付加情報を用いて、複数の計測値を時系列に並べた時系列データを生成する。詳しくは、制御装置 1 0 0 は、フレーム # K_1 、フレーム # K_2 、フレーム # K_3 、... を、この順に受信する。各フレームには、上述したように、計測値だけでなく、フレームに含まれている計測値の個数を表した付加情報が含まれている。

【 0 0 3 3 】

制御装置 1 0 0 は、上記付加情報によって、各フレーム # K_1 、# K_2 、# K_3 に含まれる計測値の個数を知ることができる。つまり、制御装置 1 0 0 は、フレームを受信する

10

20

30

40

50

度に、付加情報に示された個数の計測値が計測装置 300 から送信されたことを知ることができる。それゆえ、制御装置 100 は、計測装置 300 から送信された計測値を確実に管理できることが可能となる。

【0034】

したがって、計測システム 1 によれば、計測周期 T_b および計測値の送信周期 T_a の設定の自由度を高めることができる。また、計測システム 1 によれば、全ての測定値を確実に管理できるため、高精度な時系列データを得ることができる。

【0035】

以下、このような処理を実行する計測システム 1 の詳細な構成例について説明する。

§ 2 構成例

< A . 計測システムの全体構成例 >

まず、本実施の形態に係る計測システム 1 の全体構成例について説明する。図 2 は、本実施の形態に係る計測システム 1 の全体構成例を示す模式図である。

【0036】

図 2 を参照して、本実施の形態に係る計測システム 1 は、一例として、検査装置 2 に配置された計測対象（以下、「ワーク W」とも称す。）上の複数の計測点に対する距離を光学的に計測することで、ワーク W の表面形状を示す形状情報を出力する。

【0037】

本明細書において、「形状情報」は、計測対象（ワーク W）の形状を示す情報であり、計測対象に設定される任意の位置と当該位置についての計測点との対応関係を包含する概念である。

【0038】

より具体的には、計測システム 1 は、主たる構成要素として、制御装置 100 と、制御装置 100 とフィールドネットワーク 20 を介して接続されるドライブユニット 200 および計測装置 300 とを含む。計測装置 300 が計測対象であるワーク W を計測する。

【0039】

フィールドネットワーク 20 は、典型的には、データの到着時間が保証される、定周期通信を行うネットワークが採用される。このような定周期通信を行うネットワークとしては、Ethernet CAT（登録商標）などを採用できる。

【0040】

一例として、制御装置 100 は、フィールドネットワーク 20 における通信マスタとして機能する。通信マスタは、フィールドネットワーク 20 に接続されているデバイス間においてタイマの同期を管理するとともに、データの送受信などのタイミングを規定する通信スケジュールを管理する。すなわち、通信マスタである制御装置 100 は、フィールドネットワーク 20 上のデータ通信（上述したフレームの送受信等）およびタイマの同期を管理する。

【0041】

ドライブユニット 200 および計測装置 300 は、通信マスタからの指示に従って、フィールドネットワーク 20 上でデータを送受信する通信スレーブとして機能する。

【0042】

より具体的には、制御装置 100 は、タイマ 102 を有し、ドライブユニット 200 は、タイマ 202 を有し、計測装置 300 は、タイマ 302 を有している。制御装置 100 のタイマ 102 がレファレンスクロックなどの同期信号を発生することで、他のタイマ 202, 302 がタイマ 102 に同期する。したがって、フィールドネットワーク 20 に接続されるデバイス間では、データの送受信タイミングを共通の時刻で管理することができる。

【0043】

このように、ドライブユニット 200 および計測装置 300 は、同期されたタイマをそれぞれ有している。ドライブユニット 200 および計測装置 300 は、タイミング同期されたネットワークであるフィールドネットワーク 20 を介して接続されることで、それぞ

10

20

30

40

50

れのタイマ間を同期させることができる。

【 0 0 4 4 】

本明細書において、「時刻」は、時間の流れのある一点を特定する情報を意味し、時分秒などで規定される通常の意味の時刻に加えて、例えば、フィールドネットワーク内で共通に利用されるタイマ値またはカウンタ値を含み得る。「時刻」は、基本的には、各デバイスが有しているタイマによって管理される。また、「時刻情報」は、「時刻」そのものに加えて、「時刻」を特定するための情報（例えば、「時刻」を何らかの方法でエンコーディングした結果や、ある基準時刻からの経過時間など）を含む。

【 0 0 4 5 】

一般的に、マスタ - スレーブ型の定周期ネットワークにおいては、いずれか1つ以上のデバイスがタイマ同士の同期を管理する通信マスタとして機能すればよい。この通信マスタは、必ずしも制御装置100である必要はなく、例えば、ドライブユニット200および計測装置300のいずれかが通信マスタとして機能してもよい。

10

【 0 0 4 6 】

制御装置100は、任意のコンピュータであり、典型的には、PLC（プログラマブルコントローラ）として具現化されてもよい。制御装置100は、フィールドネットワーク20を介して接続されたドライブユニット200に対して、動作指令を与えるとともに、ドライブユニット200からの情報（動作情報を含む）を受信する。また、制御装置100は、計測装置300に対して、計測指令を与えるとともに、計測装置300からの情報（計測情報を含む）を受信する。制御装置100は、ドライブユニット200および計測装置300からのそれぞれのフィードバック応答を統合して、ワークWについての形状情報を生成する。

20

【 0 0 4 7 】

動作情報は、典型的には、複数の状態値を含んでいる。また、計測情報は、典型的には、複数の計測値を含んでいる。動作情報および計測情報は、典型的には、図1で示したようにフレーム（フレームデータ）として構成される。

【 0 0 4 8 】

なお、制御装置100は、生成したワークWの形状情報に基づいて何らかの制御演算を実行してもよいし、生成したワークWの形状情報を製造実行システム（MES：Manufacturing Execution System）などの上位装置へ送信するようにしてもよい。

30

【 0 0 4 9 】

ドライブユニット200は、計測装置300と計測対象であるワークWとの間の相対位置関係を変化させる駆動装置に相当する。より具体的には、ドライブユニット200は、ワークWが置かれた検査装置2を作動させるモータ10を駆動する。例えば、ドライブユニット200は、サーボドライバやインバータユニットなどを含む。ドライブユニット200は、制御装置100からの動作指令に従って、モータ10を駆動するための交流電力またはパルス電力を与えると同時に、モータ10の動作状態（例えば、回転位置（位相角）、回転速度、回転加速度、トルクなど）を取得して、指定された情報を動作情報として制御装置100へ送信する。なお、モータ10にエンコーダ（図4に示すエンコーダ12を参照）が装着されている場合には、そのエンコーダからの出力信号がドライブユニット200へ入力される。

40

【 0 0 5 0 】

モータ10は、回転駆動することで、検査装置2を構成するステージ6の位置を変化させる。例えば、ステージ6は、基部4の上に移動可能に配置されるとともに、ステージ6はボールネジ14と係合されている、モータ10は、減速機を介してボールネジ14と機械的に結合されており、モータ10の回転運動がボールネジ14へ与えられる。ボールネジ14の回転によって、ボールネジ14とステージ6との相対位置関係は、ボールネジ14の延伸方向に変化することになる。

【 0 0 5 1 】

すなわち、制御装置100からドライブユニット200に対して動作指令を与えること

50

で、検査装置 2 のステージ 6 の位置が変化することになり、ステージ 6 上に配置されているワーク W もその位置を変化させる。

【 0 0 5 2 】

計測装置 3 0 0 は、ワーク W についての変位を計測する計測ユニットに相当する。本実施の形態においては、ワーク W についての変位として、計測装置 3 0 0 と電氣的または光学的に接続されるセンサヘッド 3 1 0 からワーク W の表面上の計測点までの距離を想定する。例えば、計測装置 3 0 0 は、ワーク W の表面上の計測点までの距離を光学的に計測する光学式変位センサが用いられてもよい。具体的には、計測装置 3 0 0 は、センサヘッド 3 1 0 からワーク W に対して計測光を照射し、その光がワーク W で反射して生じる光を受光することで、ワーク W の表面上の計測点までの距離を計測する。一例として、三角測距方式の光学変位センサや同軸共焦点方式の光学変位センサが用いられてもよい。

10

【 0 0 5 3 】

計測装置 3 0 0 は、ワーク W に対して計測光を照射するとともに、ワーク W からの反射光を受光してワーク W の特性値を計測する。より具体的には、計測装置 3 0 0 は、計測タイミング（例えば、ワーク W に照射する計測光の強度やタイミング）を調整しつつ、受光された反射光から算出される計測結果を含む計測情報を制御装置 1 0 0 へ送信する。一例として、計測装置 3 0 0 は、時刻同期性を与えるためには制御装置 1 0 0 からの計測指令に従って、計測タイミングを調整しつつ、受光された反射光から算出される計測結果を含む計測情報を制御装置 1 0 0 へ送信する。

20

【 0 0 5 4 】

なお、ワーク W に対して照射される計測光の強度およびタイミングは、光を発生する光源の点灯時間および点灯タイミングを制御し、あるいは、ワーク W からの反射光を受光する撮像素子の露光時間および露光タイミングを制御することで調整されてもよい。

【 0 0 5 5 】

本明細書において、「計測対象（ワーク W）の位置を示す情報」は、ワーク W 自体の位置を示す情報に加えて、ワーク W と機械的に接続された検査装置 2 またはモータ 1 0 などの位置を示す情報を含む。すなわち、「計測対象（ワーク W）の位置を示す情報」は、ワーク W の位置を直接的または間接的に特定することができる任意の情報を包含する。また、これらの情報の次元数はいずれであってもよい。さらに、「計測対象（ワーク W）の速度を示す情報」および「計測対象（ワーク W）の加速度を示す情報」についても同様である。

30

【 0 0 5 6 】

制御装置 1 0 0 は、動作情報および計測情報の間の時間的な関係を調整した上で、ワーク W の形状を示す情報（形状情報）を生成する。

【 0 0 5 7 】

< B . 計測システムを構成する各装置のハードウェア構成例 >

次に、本実施の形態に係る計測システム 1 を構成する各装置のハードウェア構成例について説明する。

【 0 0 5 8 】

（ b 1 : 制御装置 ）

40

図 3 は、本実施の形態に係る計測システム 1 を構成する制御装置 1 0 0 のハードウェア構成例を示す模式図である。図 3 を参照して、制御装置 1 0 0 は、フィールドネットワーク 2 0 における通信タイミングなどを管理するタイマ 1 0 2 に加えて、プロセッサ 1 0 4 と、メインメモリ 1 0 6 と、フラッシュメモリ 1 0 8 と、チップセット 1 1 4 と、ネットワークコントローラ 1 1 6 と、メモリカードインターフェイス 1 1 8 と、内部バスコントローラ 1 2 2 と、フィールドネットワークコントローラ 1 2 4 とを含む。

【 0 0 5 9 】

プロセッサ 1 0 4 は、CPU（Central Processing Unit）や MPU（Micro-Processing Unit）などで構成され、フラッシュメモリ 1 0 8 に格納された各種プログラムを読み出して、メインメモリ 1 0 6 に展開して実行することで、制御対象に応じた制御、および、

50

後述するような各種処理を実現する。

【 0 0 6 0 】

フラッシュメモリ 1 0 8 には、制御装置 1 0 0 として基本的な機能を提供するためのシステムプログラム 1 1 0 に加えて、制御装置 1 0 0 において実行されるユーザプログラム 1 1 2 が格納される。

【 0 0 6 1 】

システムプログラム 1 1 0 は、制御装置 1 0 0 においてユーザプログラム 1 1 2 を実行するために必要な処理を実行するための命令群である。

【 0 0 6 2 】

ユーザプログラム 1 1 2 は、制御対象などに応じて任意に作成される命令群であり、例えば、シーケンスプログラム 1 1 2 A と、モーションプログラム 1 1 2 B と、形状情報生成プログラム 1 1 2 C とを含む。

【 0 0 6 3 】

チップセット 1 1 4 は、プロセッサ 1 0 4 と各デバイスを制御することで、制御装置 1 0 0 全体としての処理を実現する。

【 0 0 6 4 】

ネットワークコントローラ 1 1 6 は、上位ネットワークを介して上位装置などとの間でデータを遣り取りする。

【 0 0 6 5 】

メモリカードインターフェイス 1 1 8 は、不揮発性記憶媒体の一例であるメモリカード 1 2 0 を着脱可能に構成されており、メモリカード 1 2 0 に対してデータを書込み、メモリカード 1 2 0 から各種データを読み出すことが可能になっている。

【 0 0 6 6 】

内部バスコントローラ 1 2 2 は、制御装置 1 0 0 に装着される I / O ユニット 1 2 6 との間で内部バス 1 2 8 を介してデータを遣り取りするインターフェイスである。

【 0 0 6 7 】

フィールドネットワークコントローラ 1 2 4 は、ドライブユニット 2 0 0 および計測装置 3 0 0 を含む他の装置との間をネットワーク接続し、フィールドネットワーク 2 0 を介してデータを遣り取りするインターフェイスである。フィールドネットワークコントローラ 1 2 4 は、フィールドネットワーク 2 0 における通信マスタとしての機能として、同期管理機能 1 2 5 を含む。

【 0 0 6 8 】

同期管理機能 1 2 5 は、フィールドネットワーク 2 0 に接続されている各デバイスからの時刻（典型的には、各デバイスが有するタイマが出力するカウンタ値）とタイマ 1 0 2 からの時刻とに基づいて、デバイス間の時刻ずれを算出し、その時刻ずれを補正した後の同期信号を各デバイスへ出力する。このように、同期管理機能 1 2 5 は、タイマ 1 0 2 をドライブユニット 2 0 0 のタイマおよび計測装置 3 0 0 のタイマとの間で同期させる。

【 0 0 6 9 】

図 3 には、プロセッサ 1 0 4 がプログラムを実行することで必要な機能が提供される構成例を示したが、これらの提供される機能の一部または全部を、専用のハードワイヤード回路（例えば、A S I C (Application Specific Integrated Circuit) または F P G A (Field-Programmable Gate Array) など) を用いて実装してもよい。あるいは、制御装置 1 0 0 の主要部を、汎用的なアーキテクチャに従うハードウェア（例えば、汎用コンピュータをベースとした産業用コントローラ）を用いて実現してもよい。この場合には、仮想化技術を用いて、用途の異なる複数の O S (Operating System) を並列的に実行させるとともに、各 O S 上で必要なアプリケーションを実行させるようにしてもよい。

【 0 0 7 0 】

(b 2 : ドライブユニット 2 0 0)

図 4 は、本実施の形態に係る計測システム 1 を構成するドライブユニット 2 0 0 のハードウェア構成例を示す模式図である。図 4 を参照して、ドライブユニット 2 0 0 は、フィ

10

20

30

40

50

ールドネットワーク 20 における通信タイミングなどを管理するタイマ 202 を含むフィールドネットワークコントローラ 204 と、ドライブコントローラ 206 と、主回路 208 と、パルスカウンタ 210 とを含む。

【0071】

フィールドネットワークコントローラ 204 は、制御装置 100 および計測装置 300 を含む他の装置との間で、フィールドネットワーク 20 を介してデータを遣り取りするインターフェイスである。

【0072】

ドライブコントローラ 206 は、制御装置 100 からの動作指令に従って、所定の演算ロジックに従って指令値を生成する。より具体的には、ドライブコントローラ 206 は、位置制御ループ、速度制御ループ、トルク制御ループなどの必要な制御ループを組み合わせた制御演算ロジックを有している。ドライブコントローラ 206 は、パルスカウンタ 210 にてカウントされたカウント値などから、対象のモータ 10 の動作状態を算出して、制御装置 100 へ出力する。

10

【0073】

ドライブコントローラ 206 は、プロセッサにプログラムを実行させることで必要な処理および機能を実現するソフトウェア実装に加えて、ASIC や FPGA などのハードワイヤード回路を用いて必要な処理および機能を実現するハードウェア実装により実現してもよい。

【0074】

主回路 208 は、例えば、コンバータ回路およびインバータ回路を含んで構成され、ドライブコントローラ 206 からの指令に従って、所定の電流波形または電圧波形を生成して、接続されているモータ 10 へ与える。

20

【0075】

パルスカウンタ 210 は、モータ 10 に装着されているエンコーダ 12 からのパルス信号をカウントして、そのカウント値をドライブコントローラ 206 へ出力する。

【0076】

なお、主回路 208 およびパルスカウンタ 210 などは、駆動対象のモータ 10 の電気的特性または機械的特性に応じて適宜変更されてもよい。

【0077】

以下、フィールドネットワークコントローラ 204 とドライブコントローラ 206 との詳細について説明する。ドライブコントローラ 206 は、バッファ 2061, 2062 を含む。

30

【0078】

バッファ 2061 は、読出用の状態および書込用の状態の何れかの状態を保持している。バッファ 2061 の状態は、フィールドネットワークコントローラ 204 の処理によって切り替わる。バッファ 2061 が書込用の状態であった場合、バッファ 2061 は、パルスカウンタ 210 より出力された状態値を格納する。バッファ 2061 が読出用の状態であった場合、フィールドネットワークコントローラ 204 による読み出し指令により、バッファ 2061 に一時的に格納している状態値がバッファ 2061 から読み出される。読み出された状態値は、フレームに格納された状態で、フィールドネットワークコントローラ 204 によって、フィールドネットワーク 20 に出力される。

40

【0079】

バッファ 2062 は、読出用の状態および書込用の状態の何れかの状態を保持している。バッファ 2062 の状態は、フィールドネットワークコントローラ 204 の処理によって切り替わる。バッファ 2062 が書込用の状態であった場合、バッファ 2062 は、パルスカウンタ 210 より出力された状態値を格納する。バッファ 2062 が読出用の状態であった場合、フィールドネットワークコントローラ 204 による読み出し指令により、バッファ 2062 に一時的に格納している状態値がバッファ 2062 から読み出される。読み出された状態値は、フレームに格納された状態で、フィールドネットワークコントロ

50

ーラ 204 によって、フィールドネットワーク 20 に出力される。

【0080】

フィールドネットワークコントローラ 204 は、制御装置 100 にて定義されている一定通信周期毎に、バッファ 2061 およびバッファ 2062 のうちの読出用の状態になっているバッファに格納されている状態値を取得する。フィールドネットワークコントローラ 204 は、取得された状態値を、フィールドネットワーク 20 に出力する。

【0081】

フィールドネットワークコントローラ 204 は、状態値の出力後、バッファ 2061 およびバッファ 2062 のうち、読出用の状態になっているバッファに格納されている状態値を消去する。フィールドネットワークコントローラ 204 は、状態値の読み出し実行後、バッファ 2061 およびバッファ 2062 の状態（読出用または書込用の状態）を反対の状態（読み出し実行前の状態が読出用状態であれば、書込用の状態）に切り替える。

10

【0082】

（b3：計測装置 300）

図 5 は、本実施の形態に係る計測システム 1 を構成する計測装置 300 のハードウェア構成例を示す模式図である。図 5 を参照して、計測装置 300 は、フィールドネットワーク 20 における通信タイミングなどを管理するタイマ 302 を含むフィールドネットワークコントローラ 304 と、撮像コントローラ 306 と、データ処理部 308 とを含む。

【0083】

フィールドネットワークコントローラ 304 は、制御装置 100 およびドライブユニット 200 を含む他の装置との間で、フィールドネットワーク 20 を介してデータを遣り取りするインターフェイスである。

20

【0084】

撮像コントローラ 306 は、制御装置 100 からの動作指令に従って、センサヘッド 310 に対して照射指令を与える。データ処理部 308 は、センサヘッド 310 からの受光信号に基づいて、ワーク W の表面上の計測点までの距離を算出する。

【0085】

計測装置 300 に接続されるセンサヘッド 310 は、発光源 312 と、受光素子 314 と、レンズ 316 とを含む。

【0086】

発光源 312 は、撮像コントローラ 306 からの指令に従って駆動されて、所定の光を発生する光源であり、例えば、白色 LED (Light Emitting Diode) や半導体レーザなどで構成される。

30

【0087】

受光素子 314 は、対象のワーク W からの反射光を受光して、その受光信号をデータ処理部 308 へ出力する素子であり、例えば、1次元配置の受光素子（1次元 CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 等）や 2次元配置の受光素子（CCD (Charge Coupled Device) など）により構成される。

【0088】

レンズ 316 は、センサヘッド 310 から照射される計測光、および、ワーク W から反射される光の焦点位置などを調整する光学系である。

40

【0089】

なお、センサヘッド 310 の光学的構成および電氣的構成は、計測原理に応じて適宜設計されるため、図 5 に示すような構成に限定されるものではない。

【0090】

以下、フィールドネットワークコントローラ 304 とデータ処理部 308 との詳細について説明する。データ処理部 308 は、バッファ 3081, 3082 を含む。

【0091】

バッファ 3081 は、読出用の状態および書込用の状態の何れかの状態を保持している。バッファ 3081 の状態は、フィールドネットワークコントローラ 304 の処理によ

50

て切り替わる。バッファ3081が書込用の状態であった場合、バッファ3081は、センサヘッド310より出力された計測値を格納する。バッファ3081が読出用の状態であった場合、フィールドネットワークコントローラ304による読み出し指令により、バッファ3081に一時的に格納している計測値がバッファ3081から読み出される。読み出された計測値は、フレームに格納された状態で、フィールドネットワークコントローラ304によって、フィールドネットワーク20に出力される。

【0092】

バッファ3082は、読出用の状態および書込用の状態の何れかの状態を保持している。バッファ3082の状態は、フィールドネットワークコントローラ304の処理によって切り替わる。バッファ3082が書込用の状態であった場合、バッファ3082は、センサヘッド310より出力された計測値を格納する。バッファ3082が読出用の状態であった場合、フィールドネットワークコントローラ304による読み出し指令により、バッファ3082に一時的に格納している計測値がバッファ3082から読み出される。読み出された計測値は、フレームに格納された状態で、フィールドネットワークコントローラ304によって、フィールドネットワーク20に出力される。

10

【0093】

フィールドネットワークコントローラ304は、制御装置100にて定義されている一定通信周期毎に、バッファ3081およびバッファ3082のうちの読出用の状態になっているバッファに格納されている計測値を取得する。フィールドネットワークコントローラ304は、取得された計測値を、フィールドネットワーク20に出力する。

20

【0094】

フィールドネットワークコントローラ304は、計測値の出力後、バッファ3081およびバッファ3082のうちの、読出用の状態になっているバッファに格納されている計測値を消去する。フィールドネットワークコントローラ304は、計測値の読み出し実行後、バッファ3081およびバッファ3082の状態（読出用または書込用の状態）を反対の状態（読み出し実行前の状態が読出用状態であれば、書込用の状態）に切り替える。

【0095】

< C . フレームの送信およびフレーム構成 >

図6は、フレームの送信タイミングを説明するための図である。

【0096】

図6を参照して、計測装置300は、制御装置100に対して時刻 t_0 においてフレーム#K1を送信した後、制御装置100に対して送信周期 T_a でフレームを順次送信する。本例の場合、計測装置300は、時刻 t_1 においてフレーム#K2を送信し、時刻 t_2 ($t_2 = t_1 + T_a$)においてフレーム#K3を送信する。

30

【0097】

ドライブユニット200は、制御装置100に対して時刻 t_0 ($t_0 > t_0$)においてフレーム#D1を送信した後、制御装置100に対して送信周期 T_c (本例では、 $T_c < T_a$)でフレームを順次送信する。本例の場合、ドライブユニット200は、時刻 t_1 においてフレーム#D2を送信し、時刻 t_2 ($t_2 = t_1 + T_c$)においてフレーム#D3を送信する。

40

【0098】

図7は、フレームの構成を説明するための図である。詳しくは、図7(A)は、フレーム#D1の構成を説明するための図である。図7(B)は、フレーム#D2の構成を説明するための図である。図7(C)は、フレーム#K1の構成を説明するための図である。図7(D)は、フレーム#K2の構成を説明するための図である。

【0099】

図7(A), (B)を参照して、ドライブユニット200は、各フレーム#D1, #D2に、フレームの識別情報であるインデックス番号(識別情報)と、フレームに含まれる状態値の個数(データ数)の情報と、得られた状態値(送信待ちの状態値)とを含める。

【0100】

50

図7(C), (D)を参照して、計測装置300は、各フレーム#K1, #K2に、フレームの識別情報であるインデックス番号と、フレームに含まれる計測値の個数(データ数)の情報と、得られた計測値(送信待ちの計測値)とを含める。

【0101】

制御装置100は、このような構成のフレームを受信することにより、どのフレームに何個の計測値または状態値が含まれているのかを判別することができる。

【0102】

なお、図7においては、ドライブユニット200が送信するフレームのインデックス番号と、計測装置300が送信するフレームのインデックス番号とが重複している構成を例に挙げているが、これに限定されない。ドライブユニット200が送信するフレームのインデックス番号と、計測装置300が送信するフレームのインデックス番号とが重複しないように、各フレームのインデックス番号が付与されるように計測システム1を構成してもよい。

【0103】

制御装置100は、計測装置300から受信した各フレーム#K1, #K2, #K3, ...に含まれる計測値によって、計測値の時系列データを生成する。また、制御装置100は、ドライブユニット200から受信した各フレーム#D1, #D2, #D3, ...に含まれる状態値によって、状態値の時系列データを生成する。

【0104】

なお、インデックス番号(識別番号)と、フレームに含まれる計測値の個数の情報とは、「付加情報」の一例である。

【0105】

< D . 制御構造 >

図8は、計測装置300と制御装置100との間で実行される処理の流れを説明するためのシーケンス図である。

【0106】

図8を参照して、シーケンスSQ1において、計測装置300は計測を行う。その後、シーケンスSQ2~SQ8で示すように、計測周期Tbで計測を繰り返す。計測装置300は、制御装置100による管理に基づき、シーケンスSQ4の計測の実行中にフレームを制御装置100に対して送信する(シーケンスSQ9)。このフレームには、図7で示したように、インデックス番号と、フレームに含まれる状態値の個数の情報と、得られた状態値(送信待ちの状態値)とが含まれている。

【0107】

計測装置300は、シーケンスSQ4の途中でフレームを送信した後、送信周期Taでフレームの送信を繰り返す。たとえば、シーケンスSQ7における計測と、シーケンスSQ8における計測との間のタイミングで、フレームを制御装置100に送信する(シーケンスSQ10)。

【0108】

図9は、計測装置300において実行されるフレーム送信処理の流れを説明するためのフロー図である。

【0109】

図9を参照して、ステップS1において、計測装置300は、フレームの送信タイミングか否かを判断する。計測装置300は、送信タイミングであると判断すると(ステップS1においてYES)、ステップS2において、2つのバッファ3081, 3082(図5参照)のうち一方のバッファに格納されている計測値(送信待ちの計測値)の個数をカウントする。計測装置300は、送信タイミングでないと判断すると(ステップS1においてNO)、処理をステップS1に戻す。

【0110】

ステップS3において、計測装置300は、インデックス番号と、計測値の個数と、計測値とを含むフレームを生成する。ステップS4において、計測装置300は、生成され

10

20

30

40

50

たフレームを制御装置 100 に対して送信する。

【0111】

図 10 は、制御装置 100 において実行される処理の流れを説明するためのフロー図である。

【0112】

図 10 を参照して、ステップ S 11 において、制御装置 100 は、計測装置 300 から受信した計測値に基づき、計測値の時系列データの補間処理を実行する。ステップ S 12 において、制御装置 100 は、ドライブユニット 200 から受信した状態値に基づき、状態値の時系列データの補間処理を実行する。

【0113】

これらの補間処理は、少なくとも、同じタイミング（時刻）における計測値と状態値とが得るための処理である。たとえば、計測値の取得時刻が、 t_0 、 $t_0 + T_b$ 、 $t_0 + 2T_b$ 、 $t_0 + 3T_b$ 、... であり、状態値の取得時刻が、 t_0 、 $t_0 + T_d$ 、 $t_0 + 2T_d$ 、 $t_0 + 3T_d$ 、... であるとする。なお、 T_d は、状態値の計測周期であり、送信周期 T_c （図 6 参照）よりも短い。また、説明の便宜上、 $t_0 < t_0 < t_0 + T_b$ とする。

【0114】

この場合、制御装置 100 は、計測値を用いた補間処理によって少なくとも、時刻 t_0 、 $t_0 + T_d$ 、 $t_0 + 2T_d$ 、 $t_0 + 3T_d$ 、... における計測値を生成する。一例として、制御装置 100 は、時刻 t_0 の計測値と時刻 $t_0 + T_b$ の計測値とを用いて、時刻 t_0 の計測値（補間値）を生成する。また、制御装置 100 は、状態値を用いた補間処理によって少なくとも、時刻 $t_0 + T_b$ 、 $t_0 + 2T_b$ 、 $t_0 + 3T_b$ 、... における計測値を生成する。

【0115】

ステップ S 13 において、制御装置 100 は、計測装置 300 から受信した計測値と、ドライブユニット 200 から受信した状態値と、補間処理によって得られた計測値および状態値とを用いて、計測値と状態値とに基づくプロファイル（ワーク W の形状を示す情報）を生成する。ステップ S 14 において、制御装置 100 は、プログラマブル表示器等の外部ディスプレイに、生成されたプロファイルに基づくグラフ（図 11（C））を表示させる。

【0116】

補間処理の具体的な内容は、制御装置 100 において予め定められていてもよいし、あるいは、計測装置 300 およびドライブユニット 200 が、それぞれの値の補間処理の方法を制御装置 100 に対して指示してもよい。すなわち、計測装置 300 が計測値の時系列データにおけるデータ補間の方法を制御装置 100 に指示し、かつドライブユニット 200 が状態値の時系列データにおけるデータ補間の方法を制御装置 100 に指示するように、計測システム 1 を構成してもよい。このような構成によれば、制御装置 100 において、計測値の時系列データの補間方法および状態値の時系列データの補間方法を予め決めておく必要がなくなる。

【0117】

< E . ユーザインターフェイス >

図 11 は、外部ディスプレイに表示される画像を説明するための図である。図 11（A）は、計測値の時間的変化を表したグラフである。図 11（B）は、状態値の時間的変化を表したグラフである。図 11（C）は、計測値と状態値とに基づくプロファイルを表したグラフである。

【0118】

図 11（A）を参照して、制御装置 100 は、予め定められたユーザ操作を受け付けたことに基づき、計測装置 300 から受信した計測値と、補間処理によって得られた計測値とを用いて、計測値の時間的変化を表すグラフを表示する。

【0119】

10

20

30

40

50

図 1 1 (B) を参照して、制御装置 1 0 0 は、予め定められた他のユーザ操作を受け付けたことに基づき、計測装置 3 0 0 から受信した状態値と、補間処理によって得られた状態値とを用いて、状態値の時間的変化を表すグラフを表示する。

【 0 1 2 0 】

図 1 1 (C) を参照して、制御装置 1 0 0 は、さらに他のユーザ操作を受け付けたことに基づき、計測値と状態値とに基づくプロファイルを表したグラフを表示する。計測システム 1 のユーザが当該グラフを確認することにより、ワークの計測位置に対する計測値の変化を知ることができる。

【 0 1 2 1 】

< F . 変形例 >

(1) フレームのゆらぎに対する処理

制御装置 1 0 0 において、フレーム到着時刻から計測周期 T_b , T_d 毎の時刻情報を算出した場合、フレームのゆらぎによって取得時刻情報の精度が劣化することが起こり得る。

【 0 1 2 2 】

そこで、制御装置 1 0 0 は、フレームのズレ情報を収集および管理する。これにより、制御装置 1 0 0 は、フレームのゆらぎの影響を受けない高精度な各計測結果の時刻情報を求めることができる。

【 0 1 2 3 】

図 1 2 は、フレームのゆらぎを説明するための図である。図 1 2 を参照して、フレームのゆらぎにより、制御装置 1 0 0 におけるフレーム # K 1 の受信時刻が、フレーム到達の基準時刻 (本例では、 t_0) から t_0 だけ遅れたとする。同様に、フレーム # K 2 , # K 3 の受信時刻が、それぞれ、フレーム到達の基準時刻 (本例では、 t_1 , t_2) から t_1 , t_2 だけ遅れたとする。

【 0 1 2 4 】

この場合、制御装置 1 0 0 は、フレーム # K 1 に含まれる計測値 # 1 , # 2 , # 3 (図 7 (C) 参照) の時刻情報 (時刻) を t_0 だけ早める処理を行なう。同様に、制御装置 1 0 0 は、フレーム # K 2 に含まれる計測値 # 4 , # 5 , # 6 , # 7 (図 7 (D) 参照) の時刻情報を t_1 だけ早める処理を行なう。制御装置 1 0 0 は、フレーム # K 3 に含まれる各計測値の時刻情報を t_2 だけ早める処理を行なう。

【 0 1 2 5 】

詳しくは、制御装置 1 0 0 は、計測周期 T_b とフレーム # K 1 , # K 2 , # K 3 , ... の受信時刻とに基づき、計測装置 3 0 0 が計測値を得たときの時刻情報を算出する。制御装置 1 0 0 は、当該フレームの受信時刻とフレームの基準となる受信タイミング (基準時刻) との差分 (t_0 , t_1 , t_2 , ...) を算出する。制御装置 1 0 0 は、算出された時刻情報を当該差分で補正する。

【 0 1 2 6 】

また、制御装置 1 0 0 は、計測周期 T_d とフレーム # D 1 , # D 2 , # D 3 , ... の受信時刻とに基づき、ドライブユニット 2 0 0 が状態値を得たときの時刻情報を算出する。制御装置 1 0 0 は、当該フレームの受信時刻とフレームの基準となる受信タイミング (基準時刻) との差分を算出する。制御装置 1 0 0 は、算出された時刻情報を当該差分で補正する。

【 0 1 2 7 】

このような構成によれば、上述したように、フレームのゆらぎの影響を受けない高精度な各計測結果の時刻情報を求めることができる。

【 0 1 2 8 】

(2) 時刻情報の送信

上記においては、ドライブユニット 2 0 0 および計測装置 3 0 0 は、状態値および計測値を制御装置 1 0 0 に送信する際に、これらの値の計測タイミングを表す時刻情報を制御装置 1 0 0 に通知しない構成を例に挙げて説明したが、これに限定されるものではない。

10

20

30

40

50

【 0 1 2 9 】

ドライブユニット 2 0 0 および計測装置 3 0 0 は、以下のように、計測タイミングを表す時刻情報を制御装置 1 0 0 に通知してもよい。

【 0 1 3 0 】

計測システム 1 においては、ドライブユニット 2 0 0 から制御装置 1 0 0 へ送信される状態値には、当該状態値に対応付けられる時刻情報が付加されている。この時刻情報は、対応付けられる動作値が取得されたタイミングなどを示す。このように、ドライブユニット 2 0 0 は、ワーク W の位置を示す情報と、当該位置を示す情報が取得されたタイミングを示すタイマからの時刻情報とを対応付けて、状態値として出力する。

【 0 1 3 1 】

同様に、計測装置 3 0 0 から制御装置 1 0 0 へ送信される計測値には、当該計測値に対応付けられる時刻情報が付加されている。この時刻情報は、例えば、対応付けられる計測値が取得されたタイミング、あるいは、対応付けられる計測値を取得するための計測光が照射されたタイミングなどを示す。このように、計測装置 3 0 0 は、ワーク W を計測することで取得された計測値と、当該計測値が取得されたタイミングを示すタイマからの時刻情報とを対応付けて、計測値として出力する。

【 0 1 3 2 】

制御装置 1 0 0 は、状態値および計測値のそれぞれに対応付けられた時刻情報を用いて、状態値および計測値の間の時間的な関係を調整した上で、ワーク W の形状情報を生成する。より具体的には、制御装置 1 0 0 は、1 または複数の状態値に基づいて、計測値に含まれる時刻情報に対応付けられる位置を算出するとともに、共通の時刻情報に対応付けられた、算出された位置と計測値との組み合わせに基づいて、ワーク W のプロファイルを生成する。

【 0 1 3 3 】

(3) 表示処理

制御装置 1 0 0 は、プロファイルを表したグラフのみならず、計測値の時系列データ、状態値の時系列データ等の各種のデータを、ユーザ指示に基づき、外部のディスプレイ等に表示してもよい。

【 0 1 3 4 】

また、制御装置 1 0 0 は、計測の途中で、グラフをリアルタイムに更新してもよい。あるいは、制御装置 1 0 0 は、1 個の計測対象の計測が終了した時点で、グラフを表示してもよい。

【 0 1 3 5 】

< G . 付記 >

〔 1 〕 制御装置 (1 0 0) と、第 1 の周期 (計測周期 T_b) で計測対象 (W) を計測し、かつ前記計測により得られた計測値を前記制御装置 (1 0 0) に送信する計測装置 (3 0 0) とを備え、前記計測装置 (3 0 0) は、前記第 1 の周期 (計測周期 T_b) よりも長い第 2 の周期 (送信周期 T_a) で送信される第 1 のフレーム (フレーム # K_1 , # K_2 , # K_3 , ...) を用いて、送信待ちの前記計測値と、前記送信待ちの計測値の個数の情報を含む第 1 の付加情報とを前記制御装置 (1 0 0) に送信し、前記制御装置 (1 0 0) は、前記第 1 の付加情報を用いて、複数の前記計測値を時系列に並べた第 1 の時系列データを生成する、計測システム (1) 。

【 0 1 3 6 】

〔 2 〕 前記第 1 の付加情報は、前記第 1 のフレームの識別番号をさらに含む。

〔 3 〕 前記制御装置 (1 0 0) は、前記第 1 の周期 (計測周期 T_b) と前記第 1 のフレームの受信時刻とに基づき、前記計測装置 (3 0 0) が前記計測値を得たときの時刻情報を算出し、前記第 1 のフレームの受信時刻と前記第 1 のフレームの基準となる受信タイミングとの差分を算出し、算出された時刻情報を前記差分で補正する。

【 0 1 3 7 】

〔 4 〕 前記計測装置 (3 0 0) と前記計測対象 (W) との間の相対位置関係を変化させ

10

20

30

40

50

る駆動装置(200)をさらに備え、前記駆動装置(200)は、第3の周期で前記駆動装置(200)の動作状態を計測し、かつ前記計測によって得られた状態値を前記制御装置(100)に送信する機能を有し、前記第3の周期よりも長い第4の周期で送信される第2のフレーム(フレーム#D1, #D2, #D3, ...)を用いて、送信待ちの前記状態値と、前記送信待ちの状態値の個数の情報を含む第2の付加情報とを前記制御装置(100)に送信し、前記制御装置(100)は、前記第2の付加情報を用いて、複数の前記状態値を時系列に並べた第2の時系列データを生成する。

【0138】

〔5〕前記制御装置(100)は、前記第1の時系列データと前記第2の時系列データとに基づいて、前記計測値と前記状態値との対応関係を時系列で表したプロファイルを生成する。

10

【0139】

〔6〕前記制御装置(100)は、前記第1の時系列データおよび前記第2の時系列データの各々に対して、データ補間の処理を行ない、前記補間後の第1の時系列データおよび前記補間後の第2の時系列データとを用いて、前記プロファイルを生成する。

【0140】

〔7〕前記計測装置(300)は、前記第1の時系列データにおける前記データ補間の方法を、前記制御装置(100)に指示する。

【0141】

〔8〕制御装置(100)と、第1の周期(計測周期 T_b)で計測対象を計測することにより得られた計測値を前記制御装置(100)に送信する計測装置(300)とを備えた計測システム(1)における方法であって、前記計測装置(300)が、前記第1の周期(計測周期 T_b)よりも長い第2の周期(送信周期 T_a)で送信される第1のフレーム(フレーム#K1, #K2, #K3, ...)を用いて、送信待ちの前記計測値と、前記送信待ちの計測値の個数の情報を含む付加情報とを前記制御装置(100)に送信するステップと、前記制御装置(100)が、前記付加情報を用いて、複数の前記計測値を時系列に並べた時系列データを生成するステップとを備える。

20

【0142】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施の形態の説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

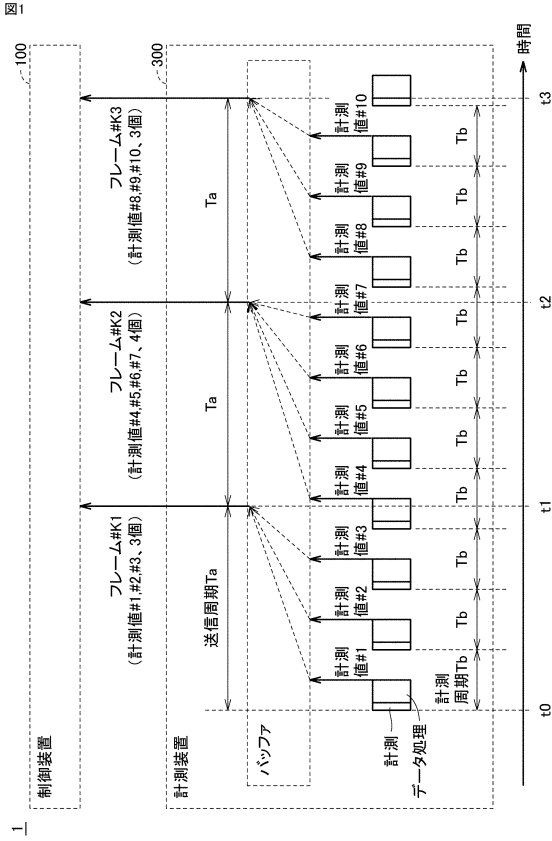
30

【符号の説明】

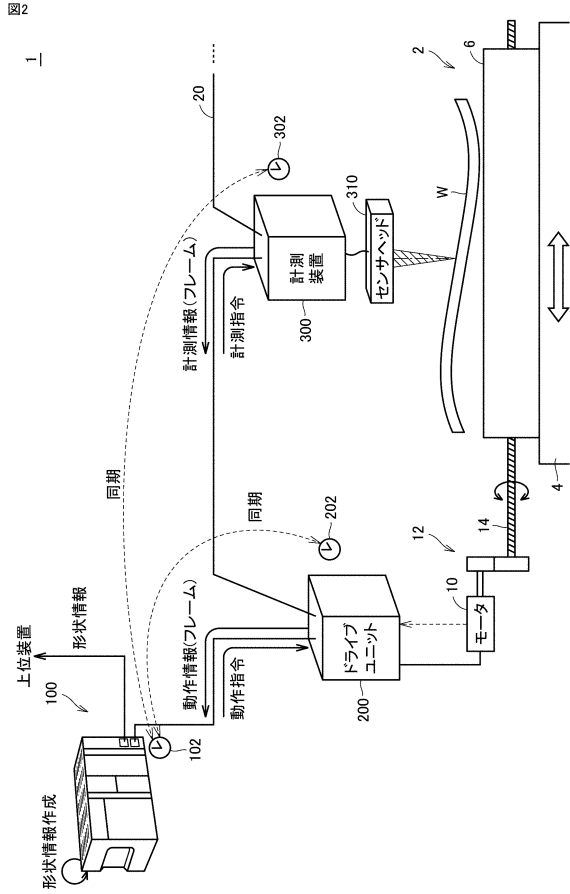
【0143】

1 計測システム、2 検査装置、6 ステージ、10 モータ、12 エンコーダ、14 ボールネジ、20 フィールドネットワーク、100 制御装置、102, 202, 302 タイマ、200 ドライブユニット、300 計測装置、 T_a , T_c 送信周期、 T_b , T_d 計測周期、 W ワーク。

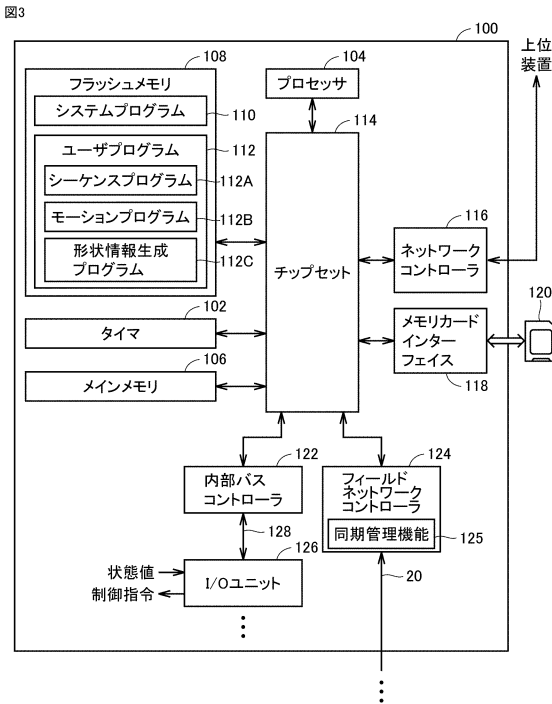
【図1】



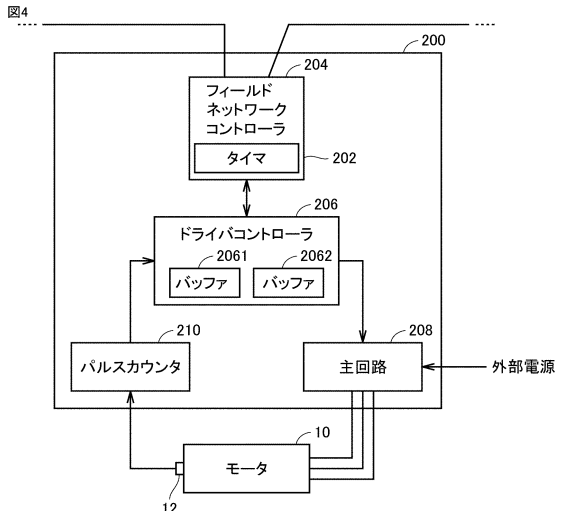
【図2】



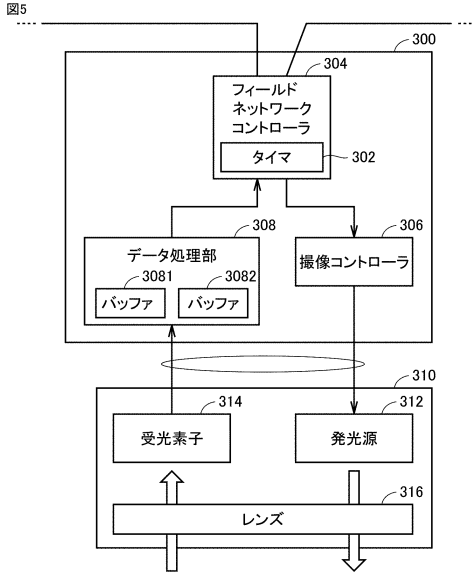
【図3】



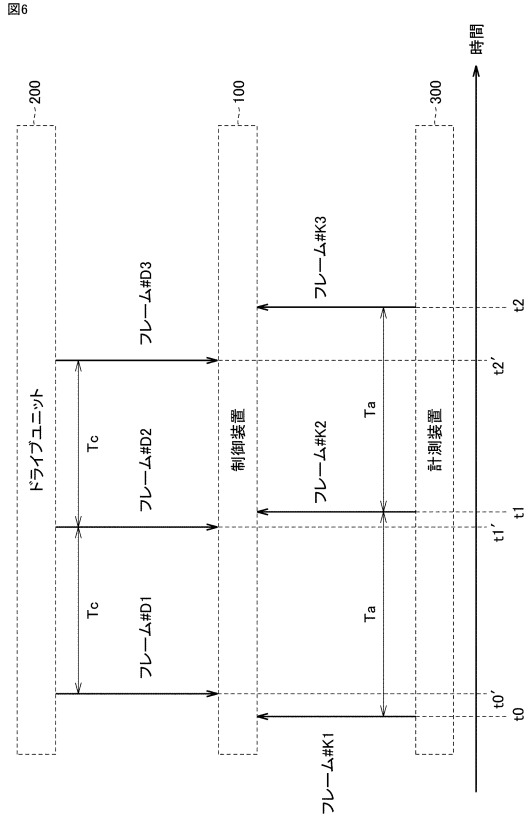
【図4】



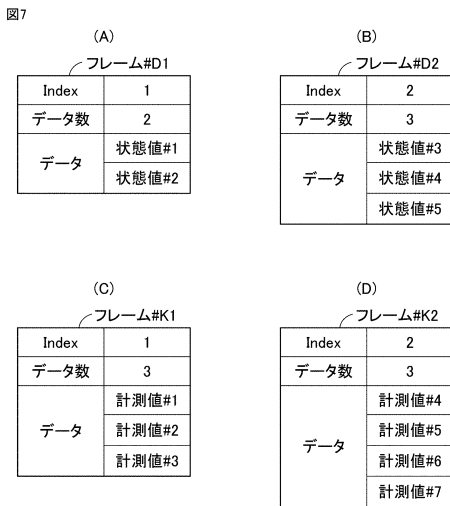
【図5】



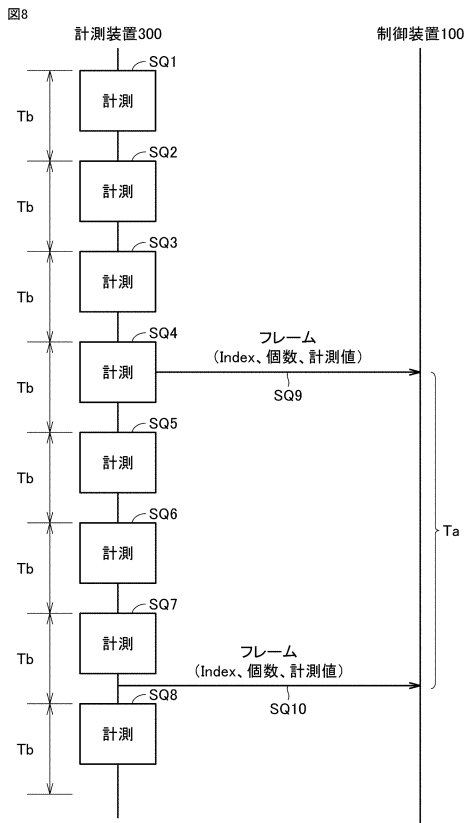
【図6】



【図7】

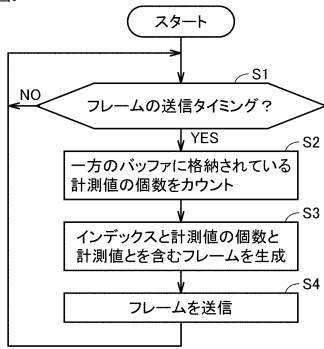


【図8】



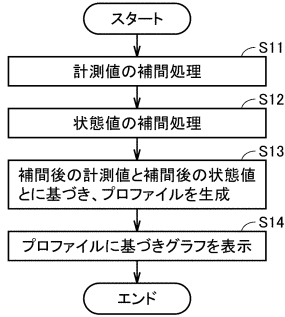
【図9】

図9



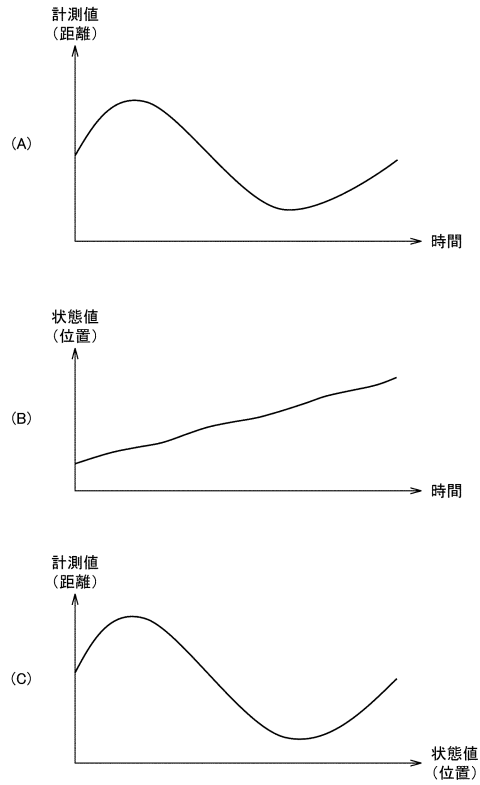
【図10】

図10



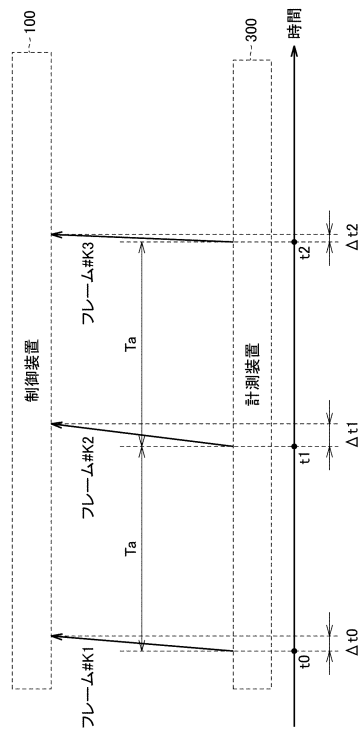
【図11】

図11



【図12】

図12



フロントページの続き

審査官 佐々木 祐

- (56)参考文献 特開2008-042458(JP,A)
特開2012-233841(JP,A)
特表2007-518579(JP,A)
特開2004-260380(JP,A)
特開2012-166308(JP,A)
特開2010-102549(JP,A)
特開平05-079951(JP,A)
特開2009-171497(JP,A)
国際公開第2013/176381(WO,A1)
特開2015-123538(JP,A)
米国特許出願公開第2002/0185998(US,A1)
特開平11-085254(JP,A)
国際公開第2015/128981(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G08C 13/00 - 25/04
G05B 23/02