

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第6155719号
(P6155719)

(45) 発行日 平成29年7月5日(2017.7.5)

(24) 登録日 平成29年6月16日(2017.6.16)

(51) Int.Cl.

F I

G O 8 C 15/06 (2006.01) H

H O 4 L 7/00 (2006.01) 1 4 O

請求項の数 11 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2013-53257 (P2013-53257)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成25年3月15日 (2013.3.15)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2014-178952 (P2014-178952A)		東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(43) 公開日	平成26年9月25日 (2014.9.25)	(74) 代理人	100090479
審査請求日	平成28年3月11日 (2016.3.11)		弁理士 井上 一
		(74) 代理人	100104710
			弁理士 竹腰 昇
		(74) 代理人	100124682
			弁理士 黒田 泰
		(72) 発明者	片山 貴夫
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		(72) 発明者	武田 和義
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 同期計測システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

コントローラーと、
前記コントローラーに接続されたセンサーユニットと、
を有し、
前記コントローラーは、複数の同期コマンドを所定間隔で前記センサーユニットに送出し、
前記センサーユニットは、前記複数の同期コマンドに同期させて計測データを前記コントローラーに送出し、
前記コントローラーは、
前記センサーユニットからの前記計測データを処理するデータ処理部と、
前記同期コマンドをカウントするカウンタと、を含み、
前記計測データと対応する前記同期コマンドのカウント値を前記計測データに付加したデータ構造を構築することを特徴とする同期計測システム。

【請求項2】

請求項1において、
前記コントローラーには複数のセンサーユニットが接続され、
前記データ構造は、前記複数のセンサーユニットを特定するIDが付加されていることを特徴とする同期計測システム。

【請求項3】

請求項 1 において、

前記同期コマンドを出力する複数の前記コントローラーと、複数の前記センサーユニットと、を含み、

前記センサーユニットは、複数の前記コントローラーのいずれか一つに接続されていることを特徴とする同期計測システム。

【請求項 4】

コントローラーと、

前記コントローラーに接続されたセンサーユニットと、
を有し、

前記コントローラーは、複数の同期コマンドを所定間隔で前記センサーユニットに送出し、

前記センサーユニットは、前記複数の同期コマンドに同期させて計測データを前記コントローラーに送出し、

前記コントローラーは、

前記センサーユニットからの前記計測データを処理するデータ処理部と、

前記同期コマンドをカウントするカウンタと、を含み、

前記計測データと対応する前記同期コマンドのカウント値を前記計測データに付加したデータ構造を構築し、

前記コントローラーは、前記カウント値が抜けているとき、抜けているカウント値に対応するデータ構造を追加して構築することを特徴とする同期計測システム。

【請求項 5】

請求項 4 において、

前記追加して構築されたデータ構造中の前記計測データに対応するデータは、エラーデータであることを特徴とする同期計測システム。

【請求項 6】

請求項 4 において、

前記追加して構築されたデータ構造中の前記計測データに対応するデータは、前記抜けているカウント値の前後のカウント値に対応する前記計測データに基づいて補間処理されたデータであることを特徴とする同期計測システム。

【請求項 7】

コントローラーと、

前記コントローラーに接続されたセンサーユニットと、
を有し、

前記コントローラーは、複数の同期コマンドを所定間隔で前記センサーユニットに送出し、

前記センサーユニットは、前記複数の同期コマンドに同期させて計測データを前記コントローラーに送出し、

前記コントローラーは、

前記センサーユニットからの前記計測データを処理するデータ処理部と、

前記同期コマンドをカウントするカウンタと、を含み、

前記計測データと対応する前記同期コマンドのカウント値を前記計測データに付加したデータ構造を構築し、

前記コントローラーは、同じカウント値を持つ複数のデータ構造が存在する場合に、前記複数のデータ構造の一つを残し、他のデータ構造を削除することを特徴とする同期計測システム。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれか一項において、

前記コントローラーは、メインコントローラーと、複数のサブコントローラーとを含み、

前記複数のサブコントローラーに前記センサーユニットが接続され、

10

20

30

40

50

前記複数のサブコントローラーに、前記データ処理部と前記カウンターとが設けられていることを特徴とする同期計測システム。

【請求項 9】

請求項 4 乃至 7 のいずれか一項において、

前記コントローラーは、メインコントローラーと、複数のサブコントローラーとを含み、

前記複数のサブコントローラーに前記センサーユニットが接続され、

前記データ処理部は、前記メインコントローラーに設けられた第 1 のデータ処理部と、前記複数のサブコントローラーに設けられた第 2 のデータ処理部とを含み、

前記第 1 のデータ処理部が抜けているカウント値又は同じカウント値を持つデータ構造を処理し、 10

前記第 2 のデータ処理部が、前記複数のサブコントローラーに設けられた前記カウンターのカウント値を前記計測データに付加することを特徴とする同期計測システム。

【請求項 10】

請求項 8 または 9 において、

前記複数のサブコントローラーは、サブコントローラーマスターと、前記サブコントローラーマスターに接続されたサブコントローラースレーブと、を含み、

前記メインコントローラーは、少なくとも前記サブコントローラーマスターに開始コマンドを送出し、

前記サブコントローラーマスターは、前記開始コマンドの受信によりトリガ信号を発生させ、前記サブコントローラースレーブに前記トリガ信号を送出し、 20

前記複数のサブコントローラーは、前記トリガ信号に基づいて前記同期コマンドを前記複数のセンサーユニットに送出することを特徴とする同期計測システム。

【請求項 11】

請求項 1 乃至 10 のいずれか一項において、

前記センサーユニットは、複数の検出軸を有する、加速度センサーおよび角速度センサーの少なくとも一方を含むことを特徴とする同期計測システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、同期計測システム等に関する。

【背景技術】

【0002】

複数のセンサーユニットを被検出体に装着して、被検出体の動き、姿勢、歪等の各種情報を計測することがある。この場合、複数のセンサーユニットの各々から収集されるデータ間には、同期が取られている必要がある。

【0003】

特許文献 1 では、例えば通信の同期検出のために、マスター通信回路と複数のスレーブ通信回路とが用意される。マスター通信回路は、複数のスレーブ通信回路の一つとの間で通信する際に、通信データに加えて、同期の開始と同期検出用のカウントデータとを、例えば 0, 1, 2, ... のように更新して伝送する。このカウントデータを受信することで、複数のスレーブ通信回路の各々は通信の同期タイミングが得られる。

【0004】

特許文献 2 は、サーバーから計測開始指示を受けるセンサー端末が時計部を内蔵し、センサー端末側にて計測開始時の時刻を時計部から求めて測定データに記録している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2004 - 80132 号公報

【特許文献 2】特許第 4926752 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1はマスター通信回路とスレーブ通信回路との間の通信の同期を取るものであって、複数のセンサーユニットの同期を一斉にとるものではない。特許文献1は、通信の同期をとるために、マスター通信回路は、複数のスレーブ通信回路の一つとの間で通信する際に、通信データに加えて、同期の開始と同期検出用のカウントデータとを送出する必要がある、送信する情報量が多く、同期計測には適用できない。

【0007】

また、特許文献1の同期検出システムは集中型と称することができる。通信の同期は、マスター通信回路からのカウントデータの伝送により、専らマスター通信回路で集中的に管理されるからである。集中型では、マスター通信回路が常時同期検出に関わっているため、マスター通信回路にて同期検出に占有される時間が多く、マスター通信回路本来の機能を発揮する時間が削減されてしまう。

【0008】

特許文献2ではセンサー端末にて計測時刻を記録する必要がある、特にサンプリング周波数が高速である同期計測には不向きである。また、数多く設置されるセンサー端末の個々に時計部を搭載することは、コストアップとなる。

【0009】

本発明の幾つかの態様は、コントローラーからの同期開始の指示に基づいてセンサーユニットからコントローラーに送出された計測データの同期タイミングを、コントローラー側で管理することができる同期計測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】

【0010】

(1) 本発明の一態様は、
コントローラーと、
前記コントローラーに接続されたセンサーユニットと、
を有し、
前記コントローラーは、複数の同期コマンドを所定間隔毎に前記センサーユニットに送出し、
前記センサーユニットは、前記複数の同期コマンドの各一つに同期させて計測データを前記コントローラーに送出し、
前記コントローラーは、
前記センサーユニットからの前記計測データを処理するデータ処理部と、
前記同期コマンドをカウントするカウンタと、
を含み、前記計測データと対応する前記同期コマンドのカウント値を前記計測データに付加したデータ構造を構築する同期計測システムに関する。

【0011】

本発明の一態様では、コントローラーは、センサーユニットから同期コマンド毎に出力される計測データに、同期コマンドのカウント値を付加したデータ構造を構築することから、計測データの同期タイミングを、コントローラー側で管理することができる。それにより、データの欠落や重複が同期コマンドのカウント値から容易に判明する。従って、一つのセンサーユニットからの計測データと他の一つのセンサーユニットからの計測データとの同期を取る上での前提として、各センサーユニットからの同期がとられる計測データには同じカウント値が付されることが担保される。

【0012】

(2) 本発明の一態様では、前記コントローラーには複数のセンサーユニットが接続され、前記データ構造は、前記複数のセンサーユニットを特定するIDを付することができる。

【0013】

こうすると、一つのコントローラーに入力される複数のセンサーユニットからの各計測データはIDで区別され、しかも同じカウント値を有する複数の計測データ同士は同期がとられている。

【0014】

(3) 本発明の一態様では、前記センサーユニットは、前記同期コマンドをそれぞれ出力する複数のコントローラーの各々に接続することができる。この場合も、同じカウント値を有する複数の計測データ同士は同期がとられている。

【0015】

(4) 本発明の一態様では、前記コントローラーは、前記カウント値が抜けているとき、抜けているカウント値に対応するデータ構造を追加することができる。こうすると、何らかの理由により計測データが欠落しても、全てのカウント値に対応させてデータ構造を構築できる。よつて、同期コマンドのカウント値の順番にデータを並べ替えることで、センサーユニット間での同期のとれたデータ比較が容易となる。

10

【0016】

(5) 本発明の一態様では、前記追加されたデータ構造中のデータは、エラーデータとすることができる。エラーデータにより、そのカウント値に対応するタイミングでは計測データが得られなかったことを即座に認識できる。このように欠落したデータをエラーデータにより補う意義は、データ自体の連続性を確保することよりもむしろ、抜けているカウント値による同期ずれを防止することにある。

【0017】

20

(6) 本発明の一態様では、前記追加されたデータ構造中のデータは、前記抜けているカウント値の前後のカウント値に対応するデータに基づいて補間することができる。このように欠落したデータを補間データにより補う意義は、抜けているカウント値による同期ずれを防止すると共に、データ自体の連続性を確保することにある。

【0018】

(7) 本発明の一態様では、前記コントローラーは、同じカウント値を持つ複数のデータ構造が存在する場合に、前記複数のデータ構造の一つを残し、他のデータ構造を削除することができる。これにより、データの重複による同期ずれを防止することができる。

【0019】

(8) 本発明の一態様では、前記コントローラーは、メインコントローラーと、複数のサブコントローラーとを含み、前記複数のサブコントローラーの各々に前記センサーユニットが接続され、前記複数のサブコントローラーの各々に、前記データ処理部と前記カウンターとを設けることができる。このように、センサーユニットが接続されるコントローラーをサブコントローラーとし、そのサブコントローラーを司る上位のメインコントローラーを設けることができる。

30

【0020】

(9) 本発明の一態様では、前記コントローラーは、メインコントローラーと、複数のサブコントローラーとを含み、前記複数のサブコントローラーの各々に前記センサーユニットが接続され、前記データ処理部は、前記メインコントローラーに設けられた第1のデータ処理部と、前記複数のサブコントローラーの各々に設けられた第2のデータ処理部とを含み、前記第1のデータ処理部が抜けているカウント値又は同じカウント値を持つデータ構造を処理し、前記第2のデータ処理部が、前記複数のサブコントローラーの各々に設けられた前記カウンターのカウント値を前記計測データに付することができる。

40

【0021】

このように、データ構造に対するデータ処理の役割を、メインコントローラーとサブコントローラーとで分担させることができる。特に、抜けているカウント値または同一のカウント値を有するデータ構造に対する処理はオフラインで処理可能であることから、メインコントローラーが空き時間にオフライン処理を担うことができる。

【0022】

(10) 本発明の一態様では、前記複数のサブコントローラーは、サブコントローラー

50

マスターと、前記サブコントローラーマスターに接続されたサブコントローラースレーブと、を含み、前記メインコントローラーは、少なくとも前記サブコントローラーマスターに開始コマンドを送出し、前記サブコントローラーマスターは、前記開始コマンドの受信によりトリガ信号を発生させ、前記サブコントローラースレーブに前記トリガ信号を送出し、前記複数のサブコントローラーの各々は、前記トリガ信号に基づいて前記同期コマンドを前記複数のセンサーユニットに送出することができる。

【0023】

メインコントローラーから開始コマンドを受信したサブコントローラーマスターがトリガ信号を発生し、サブコントローラースレーブに送信する。複数のサブコントローラー（サブコントローラーマスター及びサブコントローラースレーブ）の各々は、トリガ信号に基づいて、複数のセンサーユニットに同期コマンドを送信する。これにより、全サブコントローラーに接続されている全センサーユニットにて一斉に同期を取ることができる。しかも、メインコントローラーは開始コマンドを送出した後は関与せず、複数のサブコントローラーの各々で分散して同期検出することができる。

【0024】

(11) 本発明の一態様では、前記センサーユニットは、複数の検出軸を有する、加速度センサーおよび角速度センサーの少なくとも一方を含むことができる。これにより、被検体（人体、移動体、不動産等）の複数個所での動き、姿勢、歪等の各種情報を同期して計測することができる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】 本発明の一実施形態に係る同期計測システムを示すブロック図である。

【図2】 図1に示すメインコントローラーを示すブロック図である。

【図3】 図1に示す複数のサブコントローラーに共通する構成を示すブロック図である。

【図4】 図1に示すセンサーユニットのブロック図である。

【図5】 同期計測動作を示すタイミングチャートである。

【図6】 図6(A)～図6(C)は、センサーユニット、サブコントローラー及びメインコントローラーの各メモリに格納されるデータ構造を示す図である。

【図7】 カウント値に飛び番のあるデータ列を示す図である。

【図8】 エラーデータの追加により飛び番が解消されたデータ列を示す図である。

【図9】 飛び番の前後のデータに基づく補間により飛び番が解消されたデータ列を示す図である。

【図10】 カウント値に重複のあるデータ列を示す図である。

【図11】 削除によりカウント値の重複が解消されたデータ列を示す図である。

【図12】 動作確認モードでのエラー表示例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

以下、本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお以下に説明する本実施形態は特許請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものではなく、本実施形態で説明される構成の全てが本発明の解決手段として必須であるとは限らない。

【0027】

1. 同期計測システム

図1は、本実施形態に係る同期計測システム1を示している。図1において、同期計測システム1の少なくとも一つのコントローラーとして、メインコントローラー10と、メインコントローラー10にLAN接続された複数のサブコントローラー20A～20Eと、を有する。複数のサブコントローラー20A～20Eの各々には、複数のセンサーユニット30が接続されている。

【0028】

メインコントローラー10は例えばパーソナルコンピュータであり、本体11と、表示部12と、キーボード13と、インターネットハブ14とを有する。メインコントロー

10

20

30

40

50

ラー 10 は、同期計測システム実行プログラムがインストールされて、5 台のサブコントローラ 20 A ~ 20 E での同期計測を制御する。

【0029】

複数のサブコントローラ 20 A ~ 20 E は、メインコントローラ 10 のインサートハブ 14 にインサートケーブル 15 により接続されている。複数のサブコントローラ 20 A ~ 20 E の一台はサブコントローラマスター 20 A であり、他の 4 台はサブコントローラマスター 20 A に接続されたサブコントローラスレーブ 20 B ~ 20 E である。

【0030】

本実施形態では、複数のサブコントローラ 20 A ~ 20 E は、例えば光通信ケーブル 21 によりデジチェーン接続されている。つまり、サブコントローラマスター 20 A にサブコントローラスレーブ 20 B が接続され、サブコントローラスレーブ 20 B にサブコントローラスレーブ 20 C が接続され、以下、サブコントローラスレーブ同士が直列に接続されている。こうすると、サブコントローラスレーブの数が増えても、サブコントローラマスターと複数のサブコントローラスレーブとを直列接続すればよく、スター型接続と比較してケーブル敷設等が容易である。

【0031】

複数のサブコントローラ 20 A ~ 20 E の各々は、複数のバスポート例えば CAN (Controller Area Network) バスポート 22 を有する。なお、CAN はエラーやノイズに強い信頼性の高い通信形態であり、同報コマンドが使用できる点で本実施形態に適している。ただし、他のバス仕様であってもよく、CAN に限定されない。各 CAN バスポート 22 に接続された CAN バスカーブル 23 には、最大 6 個のセンサーユニット 30 が接続されている。複数のサブコントローラ 20 A ~ 20 E の各々には 8 個の CAN バスポート 22 が設けられていることから、複数のサブコントローラ 20 A ~ 20 E の各々には最大 48 個のセンサーユニット 30 が接続可能である。本実施形態では、サブコントローラマスター 20 A に 12 個のセンサーユニット 30 が接続され、サブコントローラスレーブ 20 B ~ 20 E の各々には 48 個のセンサーユニット 30 が接続され、システム 1 全体で 204 個のセンサーユニット 30 を有する。

【0032】

図 2 は、メインコントローラ 10 を示すブロック図である。図 2 において、図 1 に示す本体 11 に設けられた CPU 101 のバスラインには、表示部 12 及びキーボード 13 の他に、コマンド発生部 102、コマンドデコーダ 103、データ処理部 104、メモリ 105、計時部 106 及び通信部 107 等が接続されている。図 1 に示すインサートハブ 14 は通信部 107 に接続されている。コマンド発生部 102 は、例えばセンサーユニット 30 からのデータを収集する時にはデータ収集開始コマンド（以下、開始コマンド）を発生する。コマンド発生部 102 は、データ計測前の動作確認モードでは、確認コマンドとして例えばリセットコマンドを発生する。コマンドデコーダ 103 は、サブコントローラ 20 A ~ 20 E からの終了コマンド等をデコードする。データ処理部 104 については後述する。

【0033】

図 3 は、複数のサブコントローラ 20 A ~ 20 E に共通の構成を示すブロック図である。各サブコントローラ 20 A ~ 20 E に設けられた CPU 201 のバスラインには、コマンド発生部 202、コマンドデコーダ 203、データ処理部 204、メモリ 205、トリガ発信部 206、トリガ受信部 207、カウンター 208、第 1 通信部 209 及び第 2 通信部 210 が接続されている。図 1 に示すインサートケーブル 15 は第 1 通信部 209 のポートに接続され、図 1 に CAN ポート 22 は第 2 通信部 210 に接続されている。

【0034】

トリガ発信部 206 には発光部 211 が接続され、トリガ受信部 207 には受光部 212 が接続される。発光部 211 または受光部 212 のいずれかに光通信ケーブル 21 が接

10

20

30

40

50

続されることで、光信号であるトリガ信号を発光または受光できるようになっている。サブコントローラマスター20Aは、発光部211にのみ光通信ケーブル21が接続される。サブコントローラスレーブ20Eは、受光部212にのみ光通信ケーブル21が接続される。サブコントローラ20A~20Eは、受光部212で受光されたトリガ信号を発光部211に分岐入力させる光スイッチ213を有する。サブコントローラスレーブ20B~20Dでは光スイッチ213がオンとされ、発光部211及び受光部212の双方に光通信ケーブル21が接続される。それにより、サブコントローラスレーブ20B~20Dは、上流側から下流側にトリガ信号を転送することができる。その際、上流側からの光信号(トリガ信号)が受光部212で受光されて電気信号に変換された後に、発光部211にて再発光されるので、光信号が波形整形される。トリガ信号をデジタル電気信号で伝送する場合には、サブコントローラスレーブにバッファを設けて波形整形することができる。それにより、同期精度が高まる。また、サブコントローラマスター20Aでもスイッチ213はオンされ、トリガ発信部206から出力されたトリガ信号)がトリガ受信部207に入力されるようになっている。

【0035】

図4は、センサーユニット30のブロック図を示している。センサーユニット30は、解析対象物体に取り付けられ、所与の物理量を検出する処理を行う。本実施形態では、センサーは、図4にも示すように、少なくとも一つ例えば複数のセンサー301x~301z及び302x~302zを含んで構成されている。

【0036】

ここで、本実施形態のセンサーは所与の物理量を検出し、検出した物理量(例えば、加速度、角速度、速度、角加速度など)の大きさに応じた信号(データ)を出力するセンサーである。本実施形態では、X軸、Y軸、Z軸方向の加速度を検出する三軸加速度センサー301x~301z(慣性センサーの一例)と、X軸、Y軸、Z軸方向の角速度を検出する三軸ジャイロセンサー(角速度センサー、慣性センサーの一例)302x~302zとからなる6軸モーションセンサーを備えている。

【0037】

センサーユニット30は、CPU303のバスラインに、コマンド発生部304、コマンドデコーダ305、データ処理部306及び通信部307等を有することができる。コマンドデコーダ305は、同期コマンドや、確認コマンドとしての例えばリセットコマンド等をデコードする。データ処理部306は、各センサー301x~301z及び302x~302zの計測データを、センサーユニット30のIDと対応付けたデータ構造とし、通信部307より出力する。本実施形態では、奇数番目のCANポート22に接続されたセンサーユニット30のIDに1~6を割り当て、偶数番目のCANポート22に接続されたセンサーユニット30のIDに7~12を割り当てているが、これに限定されない。例えば、全48個のセンサーユニット30に異なるIDを付与しても良い。データ処理部307は、センサー301x~301z及び302x~302zのバイアス補正や温度補正の処理を行うようにしてもよい。なお、バイアス補正や温度補正の機能をセンサー自体に組み込んでもよい。

【0038】

2. 同期計測動作

以上のように構成された同期計測システム1での動作について説明する。図1に示すメインコントローラ10のキーボード13を操作することで、計測が開始される。メインコントローラ10は、コマンド発生部102にて開始コマンドを生成する。この開始コマンドでは、計測回数Nを指定することができる。この開始コマンドは、図2に示す通信部107、インサートネットハブ14、インサートネットケーブル15(図1)を介して全てのサブコントローラ20A~20Eに送出される。メインコントローラ10から複数のサブコントローラ20A~20Eに至る開始コマンドの送信に、同期の精度が求められるわけではない。

【0039】

サブコントローラ 20A ~ 20E の各々は、図 3 に示す第 1 通信部 209 にて開始コマンドを受信し、コマンドデコーダ 203 にてデコードされる。サブコントローラ マスター 20A は、図 5 に示すように、開始コマンドの受信によりトリガ発信部 206 にて例えばデジタル信号であるトリガ信号を発生させ、発光部 211 にて光信号として出力する。

【0040】

サブコントローラ マスター 20A では、図 3 に示すスイッチ 213 がオンしているので、トリガ発信部 206 にて発信されたトリガ信号がスイッチ 213 を介してトリガ受信部 207 に入力され、トリガ信号 A が受信される（図 5 参照）。

【0041】

一方、サブコントローラ スレーブ 20B ~ 20E の各々は、第 1 通信部 209 を介して、メインコントローラ 10 からの開始コマンドが受信され、コマンドデコーダ 203 にてデコードされる。それにより、サブコントローラ スレーブ 20B ~ 20E の各々は、トリガ信号の受信を待機するスタンバイ状態に設定することができる。

【0042】

その後、サブコントローラ スレーブ 20B ~ 20E の各々は、サブコントローラ マスター 20A からのトリガ信号が、直接または上流側のサブコントローラ スレーブを介して、受光部 212 で受光され、トリガ受信部 207 にてトリガ信号 B ~ トリガ信号 E を受信する（図 5 参照）。本実施形態では、トリガ信号としてデジタル信号を光通信にて伝送している。図 5 に示すように、トリガ信号のエッジにより同期タイミングを取ることができる。よって、開始コマンドの発行から図 5 に示すトリガ信号 A ~ トリガ信号 E が受信されるまでの時間ずれ T_1 は数 n S オーダーであり、無視できる。

【0043】

サブコントローラ 20A ~ 20E の各々は、トリガ受信部 207 にてトリガ信号が受信されると、図 3 に示すコマンド発生部 202 がトリガ信号のエッジに基づいて同期コマンドを発生する。サブコントローラ 20A ~ 20E の各々では、第 2 通信部 210 より CAN ポート 22 を介して、同期コマンドを同報により複数のセンサーユニット 30 に送出する。

【0044】

サブコントローラ 20A ~ 20E の各々に接続された複数のセンサーユニット 30 の各々では、サブコントローラ 20A ~ 20E からの同期コマンド A ~ E がコマンドデコーダ 305 にてデコードされる（図 5 参照）。図 5 に示す同期コマンド A ~ E の時間ずれ T_2 は、トリガ信号 A ~ トリガ信号 E の時間ずれ T_1 よりももちろん大きい、数 μ S オーダーであり、無視できる。

【0045】

センサーユニット 30 の各センサー 301x ~ 301z 及び 302x ~ 302z では計測データが計測されており、データ処理部 306 は同期コマンドに同期したデータのみを所定フォーマットのデータ構造として通信部 307 より出力する。ただし、センサーユニット 30 は同期コマンドに同期させて計測を開始し、かつ、計測データを出力するようにしても良い。本実施形態では、同期コマンドが入力された後の最初のデータが出力される。サブコントローラ 20A では同期コマンド A の入力後の最初のデータがデータ 1 として出力される。同様に、例えばサブコントローラ 20E では同期コマンド E の入力後の最初のデータがデータ 1 として出力される。なお本実施形態では、各センサーユニット 30 は高速サンプリングしており、そのサンプリング周波数は例えば 1 kHz である。この場合、 $T_2 = 1$ ms であれば同期ずれが生じない。本実施形態では T_2 が μ S オーダーであるので、同期計測が可能となる。

【0046】

上述したように、開始コマンドは計測回数 N を含むことができ、 $N = 2$ の場合にはサブコントローラ 20A は、所定間隔毎に N 個のトリガ信号を繰り返し発生させる（図 5 参照）。そして、センサーユニット 30 では、 N 個のトリガ信号の各々に基づいて、上述し

10

20

30

40

50

た計測データ 1 ~ N がサブコントローラ 20 A に出力される。

【0047】

図 6 (A) は、センサーユニット 30 のデータ処理部 306 にて構築されるデータ構造 320 を示している。データ構造 320 は、センサーユニット 30 の ID と 6 軸データで構成される。データ処理部 306 は、センサー 301 x ~ 301 z 及び 302 x ~ 302 z からのデータにセンサーユニット 30 の ID を付加する。

【0048】

図 6 (B) は、サブコントローラ 20 A ~ 20 B のデータ処理部 204 にて構築され、メモリ 205 に格納されるデータ構造 220 を示している。データ構造 220 は図 6 (B) に示すように、図 6 (A) に示すセンサーユニット 30 からのデータ構造 320 に、CAN ポート 22 の番号と、カウンタ 208 での同期コマンドのカウント値が付加される。サブコントローラ 20 A ~ 20 B は、CAN ポート 22 を介してデータが入力されるので、CAN ポート 22 の番号と、CAN ポート 22 毎のセンサーユニット 30 の ID により、最大 48 個のセンサーユニット 30 の何れであるかが特定される。図 3 に示すカウンタ 208 は、開始コマンドにより回数 N がセットされ、例えば同期コマンドが発行される毎に例えばカウントアップされる。カウンタ 208 のカウント値を記録することで、図 5 に示す何番目の同期コマンドに続くデータであるかが特定される。

【0049】

サブコントローラ 20 A ~ 20 E に N 個目の同期コマンドに対応するデータが入力されると、コマンドデコーダ 201 にて例えば終了コマンドが発行され、メインコントローラ 10 に入力される。メインコントローラ 10 から例えばデータ回収コマンドが発行されると、サブコントローラ 20 A ~ 20 E のメモリ 205 に格納されたデータがメインコントローラ 10 に出力される。

【0050】

図 6 (C) は、メインコントローラ 10 のデータ処理部 104 にて構築され、メモリ 105 に格納されるデータ構造 110 を示している。データ構造 120 は図 6 (C) に示すように、図 6 (B) に示すサブコントローラ 20 A ~ 20 E からのデータ構造 220 に、サブコントローラ ID が付加される。図 6 (C) に示すデータ構造 120 により、計 204 個のセンサーユニット 30 の何れから何時出力されたデータであるかが特定される。なお、図 6 (A) ~ 図 6 (C) に示すセンサー ID、CAN ポート番号及びサブコントローラ ID は、全 204 個のセンサーユニット 30 を特定する ID であり、階層的に付与するものに限らない。例えば全 204 個のセンサーユニット 30 に異なるセンサー ID を付与しても良い。こうすると、CAN ポート番号及びサブコントローラ ID は不要となる。

【0051】

メインコントローラ 10 のデータ処理部 104 は、出力時の分解能に合わせるために図 6 (C) の 6 軸データの数値に係数を乗算し、あるいは図 3 に示すカウンタ 208 でのカウント値に対応する時刻を図 2 の計時部 106 から求めて、図 6 (C) のデータ構造に付加することもできる。

【0052】

3. カウント値の飛び番または重複を解消するデータ処理

図 7 ~ 図 11 は、メインコントローラ 10 のデータ処理部 (第 1 のデータ処理部ともいう) 104 または複数のサブコントローラ 20 A ~ 20 E の各々に配置されたデータ処理部 (第 2 のデータ処理部ともいう) 204 に実施される処理を説明するためのデータ列を示している。図 7 ~ 図 11 に示すデータ列は、ある一つのセンサーユニット 30 にて計測された 6 軸データである。図 7 ~ 図 11 に示すデータ列は、図 3 に示すカウンタ 208 のサンプリングカウント値が 6 軸データに付され、サンプリングカウント値でソーティングされて配列されている。

【0053】

図 7 に示すデータ列には飛び番 (抜けているカウント値) があり、サンプリングカウ

10

20

30

40

50

ト値「10」に対応するデータが脱落している。つまり、例えばサブコントローラ20Aのコマンド発生部202が10番目の同期コマンドを発行してセンサーユニット30に送出したが、それに対応する計測データがセンサーユニット30からサブコントローラ20Aに送信されなかった例である。

【0054】

データ処理部104またはデータ処理部204は、図7に示すようにデータ列中のサンプリングカウント値が飛び番であるとき、飛び番に対応するデータ構造を図8または図9に示すように追加することができる。こうすると、何らかの理由により計測データが欠落しても、全てのカウント値に対応させてデータ構造を構築できる。よつて、同期コマンドのカウント値の順番にデータを並べ替えることで、センサーユニット30間での同期のとれたデータ比較が容易となる。

10

【0055】

図8に示すように、カウント値「10」として追加されたデータは、エラーデータとすることができる。エラーデータとは、計測データとしての有効範囲外のデータを意味する。エラーデータの追加により、そのカウント値に対応するタイミングでは計測データが得られなかったことを即座に認識できる。このように欠落したデータをエラーデータにより補う意義は、データ自体の連続性を確保することよりもむしろ、飛び番による同期ずれを防止することにある。

【0056】

あるいは、図9に示すように、カウント値「10」として追加されたデータは、飛び番の前後のカウント値「9」及び「11」に対応するデータに基づいて補間、例えば線形補間することができる。このように欠落したデータを補間データにより補う意義は、飛び番による同期ずれを防止すると共に、データ自体の連続性を確保することにある。

20

【0057】

図10は、同じカウント値「10」を持つ複数のデータが存在する例を示している。つまり、例えばサブコントローラ20Aのコマンド発生部202が10番目の同期コマンドを発行してセンサーユニット30に送出した後であつて、11番目の同期コマンドを発行する前に、センサーユニット30から2度に亘つて計測データがサブコントローラ20Aに送信された例である。

【0058】

データ処理部104またはデータ処理部204は、図10に示すようにデータ列中のサンプリングカウント値「10」に対応するデータが重複して存在する時、サンプリングカウント値「10」に対応する2つのデータの一方を残し、他方のデータを削除することができる。これにより、データの重複による同期ずれを防止することができる。

30

【0059】

上述した図8、図9または図11に示すデータ処理は、サブコントローラ20A～20Eの各々に設けられたデータ処理部（第2のデータ処理部）204にて実施しても良いし、メインコントローラ10のデータ処理部（第1のデータ処理部）104にて実施しても良い。特に、抜けているカウント値（飛び番）または同一のカウント値を有するデータ構造に対する処理はオフラインで処理可能であることから、メインコントローラ10が空き時間にオフライン処理を担うことができる。それにより、サブコントローラ20A～20Eの負担を軽減することができる。

40

【0060】

4. 動作確認モード等でのエラー処理

本実施形態の同期計測システム1は、データ計測前に動作確認モードを実施することができる。メインコントローラ10から動作確認コマンドがサブコントローラ20A～20Eに送信される。サブコントローラ20A～20Eの各々は、例えばリセットコマンドを全センサーユニット30に送信する。サブコントローラ20A～20Eの各々からのリセットコマンドに応答して、センサーユニット30からIDが送出される。

これにより、応答の無いセンサーユニット30のエラー情報は、メインコントローラ

50

10により表示部12に表示することができる。

【0061】

図12は、センサーユニット30のエラー表示の一例を示している。図12には、5つのサブコントローラ20A~20Eの各々に対応して、接続されているセンサーユニット30の数の表示領域が設けられている。白抜き表示は正常なセンサーユニット30を示し、黒抜き表示はエラーのあったセンサーユニット30を示している。図12の例では、サブコントローラ20Cの2つ目のCANポート22に接続されたID1のセンサーユニット30にエラー表示されている。これは、そのセンサーユニット30単体の接続不良が原因と考えられる。さらに図12では、サブコントローラ20Dの5つ目のCANポート22に接続されたID1~ID6のセンサーユニット30にエラー表示されている。これは、5つ目のCANポート22へのCANバスケーブル23の接続不良が原因と考えられる。

10

【0062】

このように、同期計測する上で前提となるメインコントローラ10、複数のサブコントローラ20A~20E及び複数のセンサーユニット30の接続状態は、メインコントローラ10により確認されて表示部12に表示することができる。よって、オペレータは接続不良を修正した上でデータ計測に移行することができる。

【0063】

本実施形態では、計測途中でエラーが発生した場合では、できるだけ処理を継続し、計測データをメインコントローラ10に保存するようにしている。例えば、サブコントローラ20A~20Eがセンサーユニット30からの受信できない等の受信データ不正回数が一定数以上になった場合には、1回のみメインコントローラ10にエラー通知し、処理を継続する。また、サブコントローラ20A~20Eが、あるセンサーユニット30からデータ受信できなくなったことを検知した場合、そのセンサーユニット30に関して初回の検知時のみメインコントローラ10にエラー通知し、処理を継続する。

20

【0064】

サブコントローラ20A~20Eが、あるCANポート22からデータ受信できなくなったことを検知した場合、そのCANポート22に関して初回の検知時のみメインコントローラ10にエラー通知し、処理を継続する。また、サブコントローラ20A~20Eのいずれかがトリガ信号を一定時間受信できなかった場合、メインコントローラ10に1回のみエラー通知する。メインコントローラ10は、このエラー通知を受信した場合には、エラーのあったサブコントローラの計測処理を強制的に中止することができる。

30

【0065】

メインコントローラ10は、計測終了後にサブコントローラ20A~20Eのいずれかから計測データをリードする際にエラーが発生した場合、オペレータにサブコントローラ名と共にエラー通知し、正常にリードできるサブコントローラからはデータリードする。計測データは、メインコントローラ10からの次の計測開始時までサブコントローラ20A~20E内の不揮発メモリ205に保持する。

【0066】

40

なお、上記のように本実施形態について詳細に説明したが、本発明の新規事項および効果から実体的に逸脱しない多くの変形が可能であることは当業者には容易に理解できるであろう。従って、このような変形例はすべて本発明の範囲に含まれるものとする。例えば、明細書又は図面において、少なくとも一度、より、その異なる用語に置き換えることができる。また、メインコントローラ、サブコントローラ、サブコントローラマスター、サブコントローラスレーブ及びセンサーユニット等の構成、動作も本実施形態で説明したものに限定されず、種々の変形実施が可能である。例えば、上述した実施形態における有線接続は無線接続に置き換えることができる。

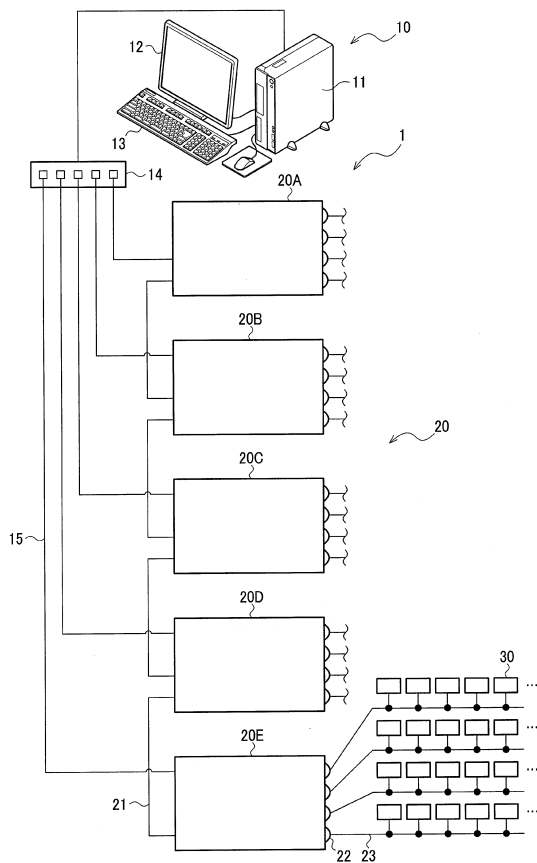
【符号の説明】

【0067】

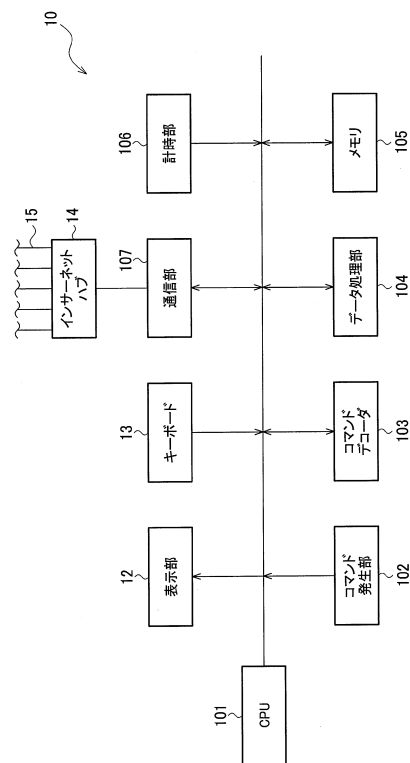
50

1 同期計測システム、10 メインコントローラー(コントローラー)、20A~20E サブコントローラー(コントローラー)、20A サブコントローラーマスター(コントローラー)、20B~20E サブコントローラースレーブ(コントローラー)、30 センサーユニット、120, 220 データ構造、104, 204 データ処理部、104 第1のデータ処理部、204 第2のデータ処理部、208 カウンター

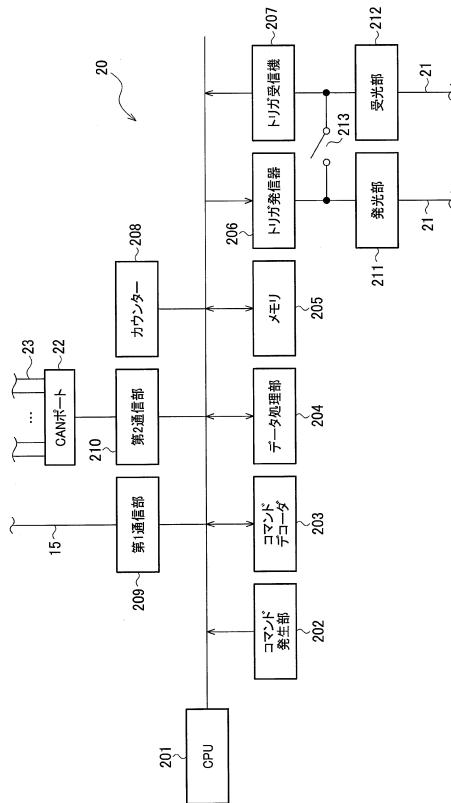
【図1】



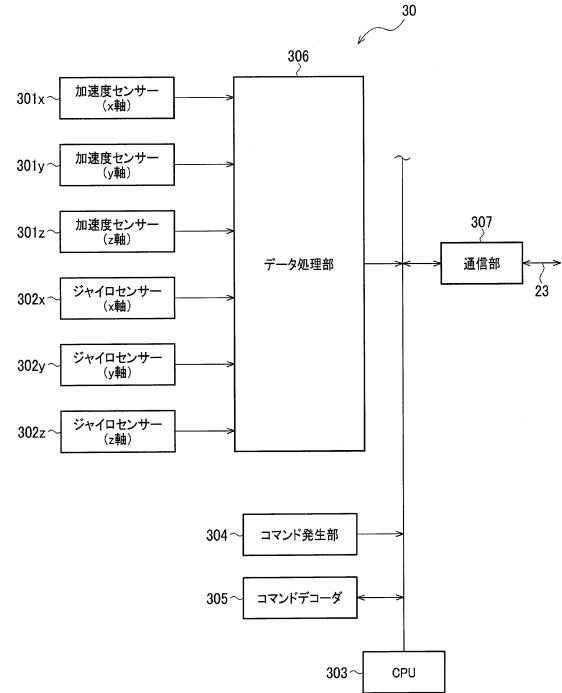
【図2】



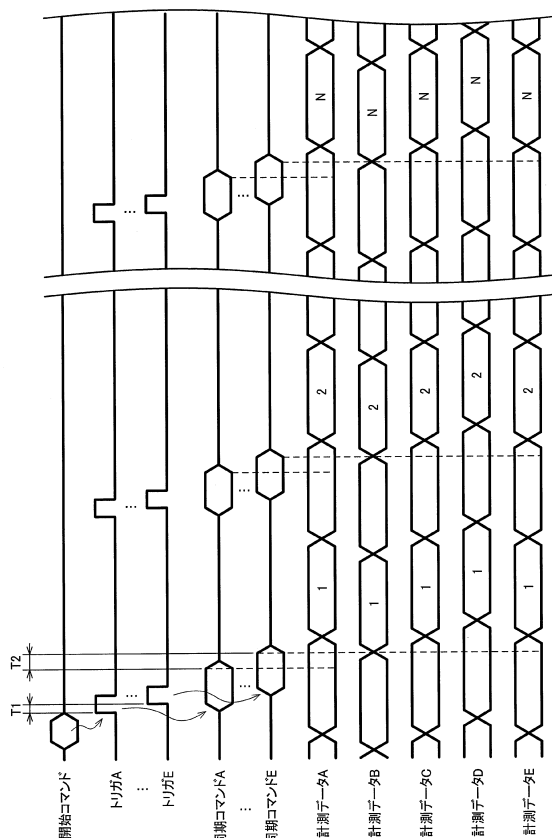
【図 3】



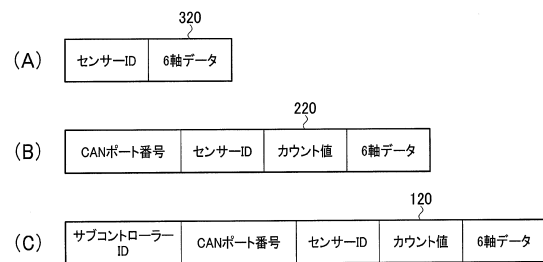
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

サンプリング カウンタ	角度X軸 (dps)	角度Y軸 (dps)	角度Z軸 (dps)	加速度X軸 (mG)	加速度Y軸 (mG)	加速度Z軸 (mG)
1	0.025	-0.0875	-0.1125	-30.125	100.75	997.375
2	0.1125	-0.0125	-0.125	-28.5	100.25	995.5
3	0.1	-0.125	-0.375	-28.625	101.125	997.75
4	0.125	0	-0.125	-28.5	100.375	997.75
5	0.0625	0.1	0.075	-30.375	101.25	993.875
6	0.125	0.075	-0.0125	-30.375	101.75	993.875
7	0.1875	0.075	-0.15	-27.875	101.625	995.625
8	0.1875	0	-0.0625	-27.75	103	998.125
9	0.05	-0.05	-0.025	-26.5	102.125	1000.875
10	0.1	-0.0875	-0.0125	-30.75	102.25	995.625
11	0.15	-0.1125	0.025	-31.25	104	995.875
12	0.0625	-0.05	-0.0125	-27.845	100.625	998.125
13	0.075	-0.025	-0.0875	-25.375	98.375	997.75
14	0.0625	-0.0875	-0.1	-29.5	100.125	997.75
15	-0.0625	-0.05	-0.1	-30.875	101.625	994.75
16	0.05	0.05	0.0625	-31.625	103.5	991
17	0.0875	0	-0.0625	-29.25	102.875	993.75
18	0.0125	-0.025	0.1	-27.25	103.5	996.75
19	0.175	0.0125	-0.05	-32	105.25	996.75
20	0.1125	0.0125	-0.1625	-29.875	101.125	999.25
21	0.05	-0.05	-0.125	-30.75	102.125	999.25
22	0.05	0.0375	-0.0625	-34.25	101.375	998.125
23	0	-0.1625	-0.0875	-26.875	106.5	993
24	0.025	-0.0375	0.0375			
25	0.0125					

【図 8】

サンプリング カウンタ	角度X軸 (dps)	角度Y軸 (dps)	角度Z軸 (dps)	加速度X軸 (mG)	加速度Y軸 (mG)	加速度Z軸 (mG)
1	0.025	-0.0875	-0.1125	-30.125	100.75	997.375
2	0.1125	-0.0125	-0.125	-28.5	100.25	995.5
3	0.1	-0.125	-0.375	-28.625	101.125	997.75
4	0.125	0	-0.125	-28.5	100.375	997.75
5	0.0625	0.1	0.075	-30.375	101.25	993.875
6	0.125	0.075	-0.0125	-30.375	101.75	993.875
7	0.1875	0.075	-0.15	-27.875	101.625	995.625
8	0.1875	0	-0.0625	-27.75	103	998.125
9	0.05	-0.05	-0.025	-26.5	102.125	1000.875
10	0.1	-0.0875	-0.0125	-30.75	102.25	995.625
11	0.15	-0.1125	0.025	-31.25	104	995.875
12	0.0625	-0.05	-0.0125	-27.845	100.625	998.125
13	0.075	-0.025	-0.0875	-25.375	98.375	997.75
14	0.0625	-0.0875	-0.1	-29.5	100.125	997.75
15	-0.0625	-0.05	-0.1	-30.875	101.625	994.75
16	0.05	0.05	0.0625	-31.625	103.5	991
17	0.0875	0	-0.0625	-29.25	102.875	993.75
18	0.0125	-0.025	0.1	-27.25	103.5	996.75
19	0.175	0.0125	-0.05	-32	105.25	996.75
20	0.1125	0.0125	-0.1625	-29.875	101.125	999.25
21	0.05	-0.05	-0.125	-30.75	102.125	999.25
22	0.05	0.0375	-0.0625	-34.25	101.375	998.125
23	0	-0.1625	-0.0875	-26.875	106.5	994
24	0.025	-0.0375	0.0375			
25	0.0125					

【図 9】

サンプリング カウンタ	角度X軸 (dps)	角度Y軸 (dps)	角度Z軸 (dps)	加速度X軸 (mG)	加速度Y軸 (mG)	加速度Z軸 (mG)
1	0.025	-0.0875	-0.1125	-30.125	100.75	997.375
2	0.1125	-0.0125	-0.125	-28.5	100.25	995.5
3	0.1	-0.125	-0.375	-28.625	101.125	997.75
4	0.125	0	-0.125	-28.5	100.375	997.75
5	0.0625	0.1	0.075	-30.375	101.25	993.875
6	0.125	0.075	-0.0125	-30.375	101.75	993.875
7	0.1875	0.075	-0.15	-27.875	101.625	995.625
8	0.1875	0	-0.0625	-27.75	103	998.125
9	0.05	-0.05	-0.025	-26.5	102.125	1000.875
10	0.1	-0.0875	-0.0125	-30.75	102.25	995.625
11	0.15	-0.1125	0.025	-31.25	104	995.875
12	0.0625	-0.05	-0.0125	-27.845	100.625	998.125
13	0.075	-0.025	-0.0875	-25.375	98.375	997.75
14	0.0625	-0.0875	-0.1	-29.5	100.125	997.75
15	-0.0625	-0.05	-0.1	-30.875	101.625	994.75
16	0.05	0.05	0.0625	-31.625	103.5	991
17	0.0875	0	-0.0625	-29.25	102.875	993.75
18	0.0125	-0.025	0.1	-27.25	103.5	996.75
19	0.175	0.0125	-0.05	-32	105.25	996.75
20	0.1125	0.0125	-0.1625	-29.875	101.125	999.25
21	0.05	-0.05	-0.125	-30.75	102.125	999.25
22	0.05	0.0375	-0.0625	-34.25	101.375	998.125
23	0	-0.1625	-0.0875	-26.875	106.5	994
24	0.025	-0.0375	0.0375			
25	0.0125					

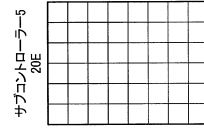
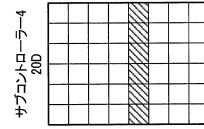
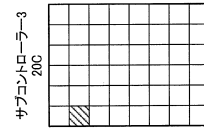
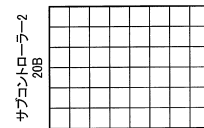
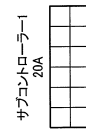
【図 10】

サンプリング カウンタ	角度X軸 (dps)	角度Y軸 (dps)	角度Z軸 (dps)	加速度X軸 (mG)	加速度Y軸 (mG)	加速度Z軸 (mG)
1	0.025	-0.0875	-0.1125	-30.125	100.75	997.375
2	0.1125	-0.0125	-0.125	-28.5	100.25	995.5
3	0.1	-0.125	-0.375	-28.625	101.125	997.75
4	0.125	0	-0.125	-28.5	100.375	997.75
5	0.0625	0.1	0.075	-30.375	101.25	993.875
6	0.125	0.075	-0.0125	-30.375	101.75	993.875
7	0.1875	0.075	-0.15	-27.875	101.625	995.625
8	0.1875	0	-0.0625	-27.75	103	998.125
9	0.05	-0.05	-0.025	-26.5	102.125	1000.875
10	0.1875	-0.0875	-0.0125	-27.625	101.5	998.75
11	0.1875	-0.0875	-0.0125	-27.625	101.5	998.75
12	0.0625	-0.1125	0.025	-31.25	104	995.875
13	0.075	-0.05	-0.0125	-27.845	100.625	998.125
14	0.0625	-0.025	-0.0875	-25.375	99.375	997.75
15	-0.0625	-0.0875	-0.1	-29.5	100.125	997.75
16	0.05	-0.05	-0.1	-30.875	101.625	994.75
17	0.0875	0	0.0625	-31.625	103.5	991
18	0.0125	0	-0.0625	-29.25	102.875	993.75
19	0.175	-0.025	0.1	-27.25	103.5	996.75
20	0.1125	0.0125	-0.05	-32	105.25	996.75
21	0.05	-0.05	-0.125	-29.875	101.125	999.25
22	0.05	0.0375	-0.0625	-34.25	101.375	998.125
23	0	-0.1625	-0.0875	-26.875	106.5	994
24	0.025	-0.0375	0.0375			
25	0.0125					

【☒ 1 1】

サンプリング カウンタ	角度X軸 (deg)	角度Y軸 (deg)	角度Z軸 (deg)	加速度X軸 (mg)	加速度Y軸 (mg)	加速度Z軸 (mg)
1	0.025	-0.0875	-0.1125	-30.125	100.75	997.375
2	0.1125	-0.0125	-0.125	-28.5	100.25	998.5
3	0.1	-0.125	-0.375	-28.625	101.125	997.75
4	0.125	0	-0.125	-28.5	100.375	997.75
5	0.0625	0.1	0.075	-30.875	101.25	993.875
6	0.125	0.075	-0.0125	-30.375	101.75	993.875
7	0.1875	0.075	-0.15	-27.875	101.625	995.625
8	0.1875	0	-0.0625	-27.75	103	998.125
9	0.05	-0.05	-0.0125	-26.5	102.125	1000.375
10	0.1875	-0.0875	-0.0125	-27.625	101.5	998.75
11	0.15	-0.0875	-0.0125	-30.75	102.25	995.625
12	0.0625	-0.1125	0.025	-31.25	104	995.875
13	0.075	-0.05	-0.0125	-27.845	100.625	996.125
14	0.0625	-0.025	-0.0875	-25.375	99.375	997.75
15	-0.0625	-0.0875	-0.1	-29.5	100.125	997.75
16	0.05	-0.05	-0.1	-30.875	101.625	994.75
17	0.0875	0.05	0.0625	-31.625	103.5	991
18	0.0125	0	-0.0625	-29.25	102.875	992.75
19	0.175	-0.025	0.1	-27.25	103.5	996.75
20	0.1125	0.0125	-0.05	-32	105.25	996.75
21	0.05	-0.05	-0.1625	-29.875	101.125	999.25
22	0.05	0.0375	-0.125	-30.75	102.125	999.125
23	0	-0.025	-0.0625	-34.25	101.375	998.125
24	0.025	-0.1625	-0.0875	-34.25	103.625	994
25	0.0125	-0.0375	0.0375	-26.875	106.5	993

【☒ 1 2】



フロントページの続き

審査官 深田 高義

(56)参考文献 特開2011-028525(JP,A)
特開平09-130871(JP,A)
特開2009-271731(JP,A)
特開平03-104496(JP,A)
特開2001-306496(JP,A)
特開2011-253341(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G08C 15/06
H04L 7/00