

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6539430号
(P6539430)

(45) 発行日 令和1年7月3日 (2019. 7. 3)

(24) 登録日 令和1年6月14日 (2019. 6. 14)

(51) Int. Cl.	F I
G O 8 C 19/22 (2006. 01)	G O 8 C 19/22
G O 8 C 15/06 (2006. 01)	G O 8 C 15/06 H
G O 8 C 15/12 (2006. 01)	G O 8 C 15/12
H O 4 J 3/00 (2006. 01)	H O 4 J 3/00 H
	H O 4 J 3/00 F

請求項の数 11 外国語出願 (全 36 頁)

(21) 出願番号	特願2014-93177 (P2014-93177)	(73) 特許権者	500520743
(22) 出願日	平成26年4月28日 (2014. 4. 28)		ザ・ボーイング・カンパニー
(65) 公開番号	特開2014-238826 (P2014-238826A)		The Boeing Company
(43) 公開日	平成26年12月18日 (2014. 12. 18)		アメリカ合衆国、60606-2016
審査請求日	平成29年4月25日 (2017. 4. 25)		イリノイ州、シカゴ、ノース・リバーサイド・プラザ、100
(31) 優先権主張番号	13/910, 851	(74) 代理人	100109726
(32) 優先日	平成25年6月5日 (2013. 6. 5)		弁理士 園田 吉隆
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100101199
			弁理士 小林 義敦
		(72) 発明者	レイ, ゲイリー エー.
			アメリカ合衆国 イリノイ 60606-2016, シカゴ, ノース リバーサイド プラザ 100

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パルス幅被変調信号を用いたセンサネットワーク

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

センサネットワークの共有バスに結合するためのバスインターフェースと、
前記センサネットワークの 1 又は複数のセンサに結合するためのセンサインターフェースと、

前記バスインターフェースに結合されたタイムスロット割り当てデバイスであって、監視時間の周期の間に伝送が検出されていない、前記 1 又は複数のセンサから受け取った信号のレベル範囲に基づいて決定される 1 又は複数のタイムスロットを 1 又は複数の割り当てタイムスロットとして割り当てるように構成されたタイムスロット割り当てデバイスと、

前記バスインターフェースおよび前記センサインターフェースに結合されたゲート型パルス幅変調回路であって、前記 1 又は複数の割り当てタイムスロット中に、前記 1 又は複数のセンサから受け取った信号のアナログパルス幅被変調表示を送信するゲート型パルス幅変調回路と

を備える、デバイスであって、

前記 1 又は複数の割り当てタイムスロットが、前記バス上での送信のために前記デバイスに割り当てられた複数のフレームの各フレーム中の媒体アクセス時間に対応する、デバイス。

【請求項 2】

前記ゲート型パルス幅変調回路が非同期シグマ - デルタ変調器回路を備える、請求項 1

に記載のデバイス。

【請求項 3】

前記ゲート型パルス幅変調回路が、前記複数のフレームの第 1 のフレーム中に前記センサから受け取った前記信号の前記アナログパルス幅被変調表示を送信し、前記複数のフレームの第 2 のフレーム中に前記デバイスのノード識別子の少なくとも一部分を送信するように構成される、請求項 2 に記載のデバイス。

【請求項 4】

前記ゲート型パルス幅変調回路に結合されたゲートコントローラをさらに備え、前記ゲートコントローラは、前記タイムスロットが始まるときに、前記ゲート型パルス幅変調回路のスイッチの起動を開始するように構成される、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載のデバイス。

10

【請求項 5】

タイミング信号からオフセットされたクロック信号を生成するためのクロックをさらに備え、前記ゲート型パルス幅変調回路は、前記クロック信号に基づいて前記信号の前記アナログパルス幅被変調表示を送信するようイネーブルされる、請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載のデバイス。

【請求項 6】

タイムスロット情報を記憶するように構成された記憶装置をさらに備え、前記タイムスロット情報は、送信タイムスロット識別子、受信タイムスロット識別子、タイムスロット幅、またはそれらの組み合わせを含む、請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載のデバイス。

20

【請求項 7】

1 又は複数のセンサからデータを受け取ること、

バスを通じてタイミング信号を受け取ること、

監視時間の周期の間に伝送が検出されていない、前記 1 又は複数のセンサから受け取った信号のレベル範囲に基づいて決定される 1 又は複数のタイムスロットを 1 又は複数の割り当てタイムスロットとして割り当てること、および

前記 1 又は複数の割り当てタイムスロット中に、前記バスを通じて前記データのアナログパルス幅被変調表示を送信すること

を含み、

30

前記 1 又は複数の割り当てタイムスロットが、前記バス上での送信のために割り当てられた複数のフレームの各フレーム中の媒体アクセス時間に対応する、方法。

【請求項 8】

前記データの前記アナログパルス幅被変調表示の送信を可能にするように、前記タイムスロットの始まりの識別に基づいて、スイッチを起動することをさらに含む、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記タイムスロット中に、前記データの前記アナログパルス幅被変調表示を生成することをさらに含む、請求項 7 または 8 に記載の方法。

【請求項 10】

40

前記バスを通じて前記データの前記アナログパルス幅被変調表示を送信する前に、キャリア信号と、前記データの前記アナログパルス幅被変調表示とを組み合わせることをさらに含む、請求項 7 から 9 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 11】

第 2 のタイムスロット中に、前記バスを通じて第 2 のアナログパルス幅被変調データを受け取ること、および

前記第 2 のアナログパルス幅被変調データの表示を前記センサに送ること

をさらに含む、請求項 7 から 10 のいずれか一項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【 0 0 0 1 】

本開示は、パルス幅被変調信号を用いたセンサネットワークに関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

センサネットワークは、環境パラメータ、構造パラメータ、または電気的パラメータなどの様々なパラメータを監視するために用いることができる。センサネットワーク内に含まれるセンサの数が増加するのに従って、通常は、センサネットワークを実現するために追加のインフラストラクチャおよび通信構成要素が必要になる。数千個のセンサを含むセンサネットワークの場合は、各センサをデータ収集ポイント（例えばコントローラ）に接続するための配線は大規模となり得る。例えば処理および応答のためにデータ収集ポイントと通信するために、センサ当たり 1 本の配線を有する配線束を用いることができる。配線束を用いてセンサネットワークを実現したときは、配線束は重さ、据え付けコスト、交差接続および干渉（例えば短絡）、および低い信頼性などの多くの欠点を引き起こし得る。

10

【 0 0 0 3 】

センサネットワークを実現するために用いられる配線の量を減らすために、センサの一部またはすべてのためにバスなどの共通媒体を用いることができる。しかし共通媒体を用いてセンサネットワークを実現することは、同期、構成、および協調に関連する難しさをもたらし得る。例えば共通媒体を有するセンサネットワークは、通常はイーサネットプロトコルなどのプロトコルを有するデジタル物理層（PHY）を用いたデジタルドメイン（例えばデジタル信号を用いた通信）において実現され、これらは簡単なセンサ用には必要以上にずっと複雑であり、センサネットワークの待ち時間要件を満たさない変動する伝送遅延を有する。さらに、共通媒体を共有する数百または数千個のセンサを有するセンサネットワークは、共通媒体の使用を実行不可能にするいくつかのネットワーク管理の問題（例えば構成および協調）を有する。

20

【 発明の概要 】

【 0 0 0 4 】

本明細書で開示される特定の実施形態は、アナログ信号を用いて通信媒体（例えば共通の通信媒体）を通じてセンサデータを通信するように構成された、センサネットワークを提供する。センサネットワークは、対応するセンサインターフェースデバイス（例えばセンサノード）にそれぞれが結合された、複数のセンサを含むことができる。複数のセンサインターフェースデバイスが通信媒体（例えば共有バス）を共有することを可能にするために、時分割多重化を用いることができる。各センサインターフェースデバイスには、フレーム内に含まれる複数のタイムスロットの 1 つまたは複数のタイムスロットなどの、1 つまたは複数のタイムスロットを割り当てることができる。例えば特定のセンサインターフェースデバイスには、特定のセンサデバイスが通信媒体を通じてアナログ信号（例えばセンサデータを表すパルス幅被変調信号）をその間に通信することができる、1 つまたは複数のタイムスロットを割り当てることができる。1 つまたは複数のタイムスロットは、定期的に（例えば複数の連続したフレームの各フレーム中に）繰り返すことができる。クロック信号またはクロックパルスなどのタイミング信号は、複数のセンサインターフェースデバイスを同期し、各センサインターフェースデバイスが 1 つまたは複数のタイムスロットを検出することを可能にするために用いることができる。

30

40

【 0 0 0 5 】

特定のセンサインターフェースデバイスは、非同期シグマ - デルタ変調器回路などのゲート型時間エンコーダ回路を含むことができる。ゲート型時間エンコーダ回路は、特定のセンサインターフェースデバイスに結合されたセンサによって供給される、センサデータの非同期パルス幅表示を生成することができる。特定のセンサインターフェースデバイスに割り当てられた 1 つまたは複数のタイムスロット中に、ゲート型時間エンコーダ回路は、非同期パルス幅信号（例えばアナログパルス幅被変調信号）を生成するように活動化（例えばイネーブル）されることができる。パルス幅被変調信号の幅は、センサから受け取

50

ったセンサデータの値に対応することができる。

【0006】

ゲート型時間エンコーダ回路は、ゲート型回路がアナログ信号（例えばパルス幅被変調アナログ信号）を生成し送信することを可能にするために、1つまたは複数のタイムスロット中に活動化（例えばイネーブル）されるスイッチを含むことができる。スイッチは、特定のタイムスロットの持続時間中に活動化することができ、特定のタイムスロットの終了に基づいて非活動化（例えばディスエーブル）することができる。

【0007】

センサネットワークはまた、通信媒体を通じて通信されるアナログ信号を捕捉する（例えば受け取る）ように構成された受信器デバイス（例えば受信器ノード）を含むことができる。受信器デバイスは、受け取ったアナログ信号をデジタルデータに変換し、デジタルデータを処理または記憶のためのシステムに供給するように構成することができる。

10

【0008】

センサネットワークは、構造物またはプラットフォーム内に含めることができ、構造物またはプラットフォームに関連する1つまたは複数のパラメータを監視するように構成することができる。例えば1つまたは複数のパラメータは、多数のセンサ（例えば数百または数千個のセンサ）に依存する構造物またはプラットフォームの性能または分析に関連することができる。例えば構造物またはプラットフォームが航空機の翼胴に関連するときは、センサネットワークは、航空機の飛行性能に影響を及ぼす接合部亀裂、気流、温度、圧力などのパラメータを監視するための複数のセンサ（例えば千個以上のセンサ）を含むこ

20

【0009】

通信媒体を通じて時分割多重化のやり方でアナログ信号を通信することにより、各センサインターフェースデバイスは対応するアナログ-デジタル変換回路を含む必要がない。したがってすべてが共通の通信媒体を使用する数百または数千個のセンサを含む場合があるセンサネットワークは、比較的小さなサイズ、重量、およびコストを維持することができる。センサネットワークの比較的小さなサイズ、重量、およびコストは、構造物またはプラットフォームの性能に悪影響を及ぼさずに、構造物またはプラットフォーム内に1つまたは複数のセンサネットワークを含めることを可能にすることができる。

【0010】

30

特定の実施形態ではデバイスは、センサネットワークの共有バスに結合するためのバスインターフェースを含む。デバイスはまた、センサネットワークのセンサに結合するためのセンサインターフェースを含む。デバイスはさらに、バスインターフェースおよびセンサインターフェースに結合されたゲート型パルス幅変調回路を含む。ゲート型パルス幅変調回路は、共有バスを通じて受け取ったタイミング信号に基づいて決定されるタイムスロット中に、センサから受け取った信号のアナログパルス幅被変調表示を送信するように構成される。

【0011】

他の特定の実施形態ではセンサネットワークは、複数のセンサ、バス、および複数のセンサインターフェースデバイスを備える。複数のセンサインターフェースデバイスの各センサインターフェースデバイスは、複数のセンサの対応するセンサをバスに結合する。複数のセンサインターフェースデバイスの特定のセンサインターフェースデバイスは、バスに結合されたバスインターフェースと、複数のセンサの特定の対応するセンサに結合されたセンサインターフェースと、バスインターフェースおよびセンサインターフェースに結合されたゲート型パルス幅変調回路を含む。ゲート型パルス幅変調回路は、バスを通じて受け取ったタイミング信号に基づいて決定されるタイムスロット中に、特定の対応するセンサから受け取った信号のアナログパルス幅被変調表示を送信するように構成される。

40

【0012】

他の特定の実施形態では方法は、センサからデータ受け取ること、およびバスを通じてタイミング信号を受け取ることを含む。方法はまた、タイミング信号に基づいて決定され

50

るタイムスロット中に、バスを通じてデータのアナログパルス幅被変調表示を送信することを含む。

【 0 0 1 3 】

デバイスは、センサネットワークの共有バスに結合するためのバスインターフェースと、センサネットワークのセンサに結合するためのセンサインターフェースと、バスインターフェースおよびセンサインターフェースに結合されたゲート型パルス幅変調回路とを備え、ゲート型パルス幅変調回路は、共有バスを通じて受け取ったタイミング信号に基づいて決定されるタイムスロット中に、センサから受け取った信号のアナログパルス幅被変調表示を送信するように構成される。

【 0 0 1 4 】

ゲート型パルス幅変調回路が、非同期シグマ - デルタ変調器回路を備えるデバイス。タイムスロットが、バス上の伝送のためにデバイスに割り振られた複数のフレームの各フレーム中の、媒体アクセス時間に対応するデバイス。ゲート型パルス幅変調回路が、複数のフレームの第 1 のフレーム中にセンサから受け取った信号のアナログパルス幅被変調表示を送信し、複数のフレームの第 2 のフレーム中にデバイスのノード識別子の少なくとも一部分を送信するように構成される、デバイス。

【 0 0 1 5 】

デバイスはさらに、ゲート型パルス幅変調回路に結合されたゲートコントローラを備え、ゲートコントローラは、タイムスロットが始まるときにゲート型パルス幅変調回路のスイッチの活動化を開始するように構成される。デバイスはさらに、タイミング信号からオフセットされたクロック信号を生成するためのクロックを備え、ゲート型パルス幅被変調回路は、クロック信号に基づいて信号のアナログパルス幅被変調表示を送信するようにイネーブルされる。デバイスはさらに、タイムスロット情報を記憶するように構成された記憶装置を備え、タイムスロット情報は、送信タイムスロット識別子、受信タイムスロット識別子、タイムスロット幅、またはそれらの組み合わせを含む。

【 0 0 1 6 】

デバイスはさらに期間の間にバスを監視し、期間中に他のデバイスによる送信がその間に検出されなかった特定のタイムスロットを検出し、特定のタイムスロットをタイムスロットとして選択するための、タイムスロット割り当てデバイスを備える。デバイスはさらに、第 2 のタイムスロット中に、バスを通じて第 2 のアナログパルス幅変調データを受け取るための受信器を備える。デバイスにおいて受信器は、ゲート型不完全積分器ローパスフィルタを備える。

【 0 0 1 7 】

複数のセンサと、バスと、複数のセンサインターフェースデバイスとを含むセンサネットワークであって、複数のセンサインターフェースデバイスの各センサインターフェースデバイスは、複数のセンサの対応するセンサをバスに結合し、複数のセンサインターフェースデバイスの第 1 のセンサインターフェースデバイスは、バスに結合されたバスインターフェースと、複数のセンサの第 1 の対応するセンサに結合されたセンサインターフェースと、バスインターフェースおよびセンサインターフェースに結合されたゲート型パルス幅変調回路とを含み、ゲート型パルス幅変調回路は、バスを通じて受け取ったタイミング信号に基づいて決定されるタイムスロット中に、第 1 の対応するセンサから受け取った信号のアナログパルス幅被変調表示を送信するように構成される、センサネットワーク。

【 0 0 1 8 】

構造物内に統合されたセンサネットワークであって、構造物は航空機、宇宙船、陸上船、船舶、可動プラットフォーム、インフラストラクチャプラットフォーム、またはビルディングを含む、センサネットワーク。センサネットワークはさらに、第 1 の対応するセンサからデータを表すパルス幅被変調信号を受け取るようにバスに結合された受信器を備える。センサネットワークにおいて、パルス幅被変調信号は、第 1 の対応するセンサに割り振られた特定のタイムスロット中に受け取られ、受信器はパルス幅被変調信号をデジタル値に変換する。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 9 】

センサネットワークであって、複数のセンサインターフェースデバイスの第 2 のセンサインターフェースデバイスは、バスを通じて第 1 のセンサインターフェースからパルス幅被変調信号を受け取り、パルス幅被変調信号に対応するデータを複数のセンサの第 2 の対応するセンサに送るための受信器と、第 2 のセンサインターフェースデバイスに結合された第 2 の対応するセンサとを含み、第 2 の対応するセンサは、パルス幅被変調信号に対応するデータの一部に基づいて信号を決定する、センサネットワーク。

【 0 0 2 0 】

センサからデータを受け取ること、バスを通じてタイミング信号を受け取ること、およびタイミング信号に基づいて決定されるタイムスロット中に、バスを通じてデータのアナログパルス幅被変調表示を送信することを含む、方法。方法はさらに、データのアナログパルス幅被変調表示の送信を可能にするために、タイムスロットの始まりの識別に基づいてスイッチを活動化することを含む。方法はさらに、タイムスロット中に、データのアナログパルス幅被変調表示を生成することを含む。

10

【 0 0 2 1 】

方法はさらに、バスを通じてデータのアナログパルス幅被変調表示を送信する前に、キャリア信号と、データのアナログパルス幅被変調表示とを組み合わせることを含む。方法はさらに、第 2 のタイムスロット中に、バスを通じて第 2 のアナログパルス幅被変調データを受け取り、第 2 のアナログパルス幅被変調データの表示をセンサに送ることを含む。

【 0 0 2 2 】

20

述べられた特徴、機能、および利点は、様々な実施形態において独立に達成することができ、または他の実施形態に組み合わせることもでき、他の詳細は以下の説明および図面を参照して開示される。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 3 】

【図 1】センサネットワークの特定の実施形態を示すブロック図である。

【図 2】センサインターフェースデバイスの第 1 の特定の実施形態を示すブロック図である。

【図 3】センサインターフェースデバイスの第 2 の特定の実施形態を示すブロック図である。

30

【図 4】受信器デバイスの第 1 の特定の実施形態を示すブロック図である。

【図 5】フレームの異なるタイムスロットにおけるパルス幅被変調信号を示すグラフである。

【図 6】センサインターフェースデバイスの動作のフロー図である。

【図 7】センサネットワークのデバイスなどの、コンピューティングシステムの特定の実施形態を示すブロック図である。

【図 8】乗物生産およびサービス方法論のフロー図である。

【図 9】センサネットワークを含む乗物のブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 4 】

40

本開示の特定の実施形態について以下に図面を参照して述べる。説明においては図面の全体にわたって共通の特徴は、共通の参照番号によって示される。

【 0 0 2 5 】

センサネットワークは複数のセンサを含み、センサデータは共有バスなどの通信媒体を通じてアナログ信号を用いて通信される。センサネットワークは、対応するセンサインターフェースデバイス（例えばセンサノード）にそれぞれが結合された、複数のセンサを含むことができる。各センサインターフェースデバイスは、センサ出力に基づいてアナログ信号を生成するように構成された、ゲート型非同期シグマ - デルタ変調器回路などのゲート型時間エンコーダを含むことができる。各センサインターフェースデバイスには、通信媒体を通じてアナログ信号（例えばセンサ出力のアナログパルス幅被変調表示）を送信す

50

るように、対応するゲート型時間エンコーダがその間に活動化（例えばイネーブル）されるタイムスロットを割り当てることができる。センサインターフェースデバイスは、1つまたは複数のタイムスロットの発生を識別（例えば決定）するために、各センサインターフェースデバイスに供給されるタイミング信号に基づいて、同期することができる。第1のセンサインターフェースデバイスによって送信される特定のアナログ信号は、通信媒体に結合された1つまたは複数の他のセンサインターフェースデバイス、または受信器デバイス（例えばデジタル受信器デバイス）によって受け取ることができる。受信器デバイスは特定のアナログ信号を、処理または記憶されるべきデジタル信号に変換することができる。したがって割り当てられたタイムスロットをそれぞれが有するセンサインターフェースデバイスを含むセンサネットワークは、通信媒体を通じてセンサデータをアナログ信号として通信するための、アナログ時分割多重ネットワークシステムとして動作することができる。

10

【0026】

図1は、センサネットワークを含むシステム100を示す。システム100は、ビルディングまたは橋などの構造物、航空機（例えば固定翼航空機または回転翼航空機）、船舶、衛星、宇宙船、陸上船などのプラットフォーム、または他の実質的に自己完結型の構造物（例えば石油掘削装置）またはプラットフォーム（例えば可動プラットフォームまたはインフラストラクチャプラットフォーム）内に含むことができる。システム100は、センサ112A、112B、112C、112M、センサインターフェースデバイス114A、114B、114M、通信媒体120、受信器デバイス130、処理/記憶システム140、およびクロック160を含むことができる。

20

【0027】

システム100は、通信媒体120を通じてアナログデータ（例えばアナログ信号）を通信する時分割多重（TDM）ネットワークとして、センサネットワークを実現するように構成することができる。アナログデータを通信するシステム100のデバイスには、デバイスがその間にアナログデータを通信する（例えば送るまたは受け取る）ようにイネーブルされる、対応するタイムスロット（例えばフレーム内に含まれる複数のタイムスロットに含まれる）を割り当てることができる。例えば特定のタイムスロットは、通信媒体120を通じて、通信（例えば送信または受信）のために特定のデバイスに割り振られた複数のフレームの各フレーム中の媒体アクセス時間に対応することができる。特定のタイムスロットは、繰り返すことができ（例えば複数のフレームの各フレーム中に）、特定のデバイスが複数のフレームのそれぞれの間でアナログデータを通信することを可能にすることができる。通信媒体120を通じて通信することができるデバイスは、センサインターフェースデバイス114A、114B、114M、受信器デバイス130、およびクロック160を含む。

30

【0028】

センサ112A～Mは、第1のセンサ112A、第2のセンサ112B、第3のセンサ112C、および第4のセンサ112Mを含むことができる。システム100には4つのセンサ112A～Mだけが示されるが、システム100は4つより少ないセンサ、4つより多いセンサを含むことができる。例えばシステム100は、数百または数千個のセンサを含むことができる。センサ112A～Mのそれぞれは、局所的に電力供給する（例えば電源内蔵型）、または図3を参照して述べられるように対応するセンサインターフェースデバイス114A～Mを通じて電力供給することができる。

40

【0029】

センサ112A～Mのそれぞれは小さなサイズとすることができ、システム100に関連する環境パラメータ、構造パラメータ、動作パラメータ、健全性パラメータ、機械パラメータ、または電氣的パラメータなどのパラメータの値を求めるように構成することができる。パラメータの値は、センサによって求めることができ、電圧値（例えばセンサデータ）として出力することができる。例えば第1のセンサ112Aはセンサデータ152を出力することができる。センサ112A～Mのそれぞれは異なるパラメータを監視（例え

50

ば測定)することができ、またはセンサ 1 1 2 A ~ M の複数のセンサが同じパラメータを監視することもできる。

【 0 0 3 0 】

センサインターフェースデバイス 1 1 4 A ~ M は、第 1 のセンサインターフェースデバイス 1 1 4 A、第 2 のセンサインターフェースデバイス 1 1 4 B、および第 3 のセンサインターフェースデバイス 1 1 4 M を含むことができる。センサインターフェースデバイス 1 1 4 A ~ M は、通信媒体 1 2 0 に通信可能に結合することができ、通信媒体 1 2 0 を通じてアナログ信号としてセンサデータを送信するように構成することができる。センサインターフェースデバイス 1 1 4 A ~ M (例えばセンサノード)のそれぞれは、1 つまたは複数の対応するセンサに結合(例えば有線接続を通じて)することができ、1 つまたは複数の対応するセンサとセンサデータなどのデータを通信する(例えば送るまたは受け取る)ことができる。例えば、第 1 のセンサインターフェースデバイス 1 1 4 A は第 1 のセンサ 1 1 2 A に結合することができ、第 2 のセンサインターフェースデバイス 1 1 4 B は第 2 のセンサ 1 1 2 B および第 3 のセンサ 1 1 2 C に結合することができ、第 3 のセンサインターフェースデバイス 1 1 4 M は第 4 のセンサ 1 1 2 M に結合することができる。センサインターフェースデバイス 1 1 4 A ~ M のそれぞれは、1 つまたは複数の単方向接続または双方向接続を通じて、センサ 1 1 2 A ~ M などの 1 つまたは複数のセンサに通信可能に結合することができる。システム 1 0 0 において示されるように、センサ 1 1 2 A ~ M のそれぞれは、双方向接続を通じて、対応するセンサインターフェースデバイス 1 1 4 A ~ M に通信可能に結合される。しかしセンサ 1 1 2 A ~ M は、単方向接続、双方向接続、またはそれらの組み合わせを通じて、対応するセンサインターフェースデバイス 1 1 4 A ~ M に結合することができる。例えば第 1 のセンサインターフェースデバイス 1 1 4 A は、第 1 のセンサインターフェースデバイス 1 1 4 A が第 1 のセンサ 1 1 2 A からデータ(例えばセンサデータ)を受け取ることを可能にするように、単方向接続を通じて第 1 のセンサ 1 1 2 A に通信可能に結合することができる。他の例として第 2 のセンサインターフェースデバイス 1 1 4 B は、第 2 のセンサインターフェースデバイス 1 1 4 B が第 2 のセンサ 1 1 2 B からデータ(例えばセンサデータ)を受け取ることを可能にするように、単方向接続を通じて第 2 のセンサ 1 1 2 B に通信可能に結合することができ、かつ第 2 のセンサインターフェースデバイス 1 1 4 B が第 3 のセンサ 1 1 2 C にデータを送ることを可能にするように、双方向接続を通じて第 3 のセンサ 1 1 2 C に通信可能に結合することができる。他の例として第 3 のセンサインターフェースデバイス 1 1 4 M は、第 3 のセンサインターフェースデバイス 1 1 4 M がデータを第 4 のセンサ 1 1 2 M に送りそれから受け取ることを可能にするように、双方向接続を通じて第 4 のセンサ 1 1 2 M に通信可能に結合することができる。

【 0 0 3 1 】

センサインターフェースデバイス 1 1 4 A ~ M のそれぞれは、対応するゲート型時間エンコーダ 1 1 6 A ~ M を含むことができる。例えば、第 1 のセンサインターフェースデバイス 1 1 4 A は第 1 のゲート型時間エンコーダ 1 1 6 A を含むことができ、第 2 のセンサインターフェースデバイス 1 1 4 B は第 2 のゲート型時間エンコーダ 1 1 6 B を含むことができ、第 3 のセンサインターフェースデバイス 1 1 4 M は第 3 のゲート型時間エンコーダ 1 1 6 M を含むことができる。ゲート型時間エンコーダ 1 1 6 A ~ M はそれぞれ、図 2 を参照して述べられるようにシュミットトリガなどの、非同期シグマ - デルタ変調器 (A S D M) を含むことができる。

【 0 0 3 2 】

ゲート型時間エンコーダ 1 1 6 A ~ M は、センサ 1 1 2 A ~ M の 1 つから受け取ったセンサデータを、センサデータを表すパルス幅被変調信号などの、アナログセンサデータに変換するように構成することができる。例えばセンサデータの値は、パルス幅被変調信号のパルス幅に基づいて表すことができる。特定のセンサインターフェースデバイスの特定のゲート型時間エンコーダは、特定のセンサインターフェースデバイスに対応するタイムスロットが生じたときに、アナログセンサデータを生成し、送信するようにイネーブル(

10

20

30

40

50

例えば選択的にイネーブル)されることができる。例えば第1のゲート型エンコーダ116Aは、第1のセンサインターフェースデバイス114Aに割り当てられたタイムスロット中に、通信媒体120を通じてアナログセンサデータ154を送信することができる。アナログセンサデータ154は、第1のセンサインターフェースデバイス114Aにおいて第1のセンサ112Aから受け取った、センサデータ152を表すことができる。特定の実施形態では第1のセンサインターフェースデバイス114Aは、第1のセンサインターフェースデバイス114Aに割り当てられたタイムスロット中に、アナログセンサデータ154を生成し送信する。

【0033】

特定の実施形態では、センサインターフェースデバイス114A~Mの特定のセンサインターフェースデバイスは、特定のセンサインターフェースデバイスに結合された複数のセンサ112A~Mから、センサデータを受け取るように構成することができる。特定のセンサインターフェースデバイスは、特定のセンサインターフェースデバイスに結合された複数のセンサ112A~Mの個々のセンサを選択し、個々のセンサから受け取ったセンサデータに基づいてアナログセンサデータを送信するように構成されたスイッチ(例えば特定のゲート型エンコーダ)を含むことができる。特定のゲート型エンコーダは、特定のセンサインターフェースデバイスに割り当てられた複数のタイムスロットの1つまたは複数のタイムスロットに基づいて、個々のセンサを選択することができる。例えば第2のセンサインターフェースデバイス114Bは、複数のタイムスロットを割り当てることができる。第2のセンサ112Bおよび第3のセンサ112Cからセンサデータを受け取るように構成することができる。第2のゲート型時間エンコーダ116Bは、センサインターフェースデバイス114Bに割り当てられた複数のタイムスロットの1つまたは複数の第1のタイムスロット中に、第2のセンサ112Bに基づいて(および第3のセンサ112Cには基づかずに)、第1のアナログ信号を選択的に送信するように構成することができる。第2のゲート型時間エンコーダ116Bは、センサインターフェースデバイス114Bに割り当てられた複数のタイムスロットの1つまたは複数の第2のタイムスロット中に、第3のセンサ112Cに基づいて(および第2のセンサ112Bには基づかずに)、第2のアナログ信号を選択的に送信するように構成することができる。

【0034】

通信媒体120は、システム100のデバイスの間の通信を可能にすることができる。例えば通信媒体120は、センサインターフェースデバイス114A~M、受信器デバイス130、およびクロック160の間での通信を可能にすることができる。通信媒体120は物理的(金属)線、光ファイバケーブル、無線光リンク、または無線周波数(RF)リンクを含むことができる。

【0035】

受信器デバイス130(例えばデジタル受信器ネットワークノード)は、センサインターフェースデバイス114A~Mから、アナログセンサデータ154などのアナログセンサデータを受け取るように構成することができる。受信器デバイス130は、通信媒体120を通じて通信されるアナログセンサデータを捕捉し(例えば受け取り)、アナログセンサデータをデジタルセンサデータ156に変換することができる。例えば受信器デバイス130は、パルス-デジタル変換器(図示せず)を用いて、アナログセンサデータ(例えばセンサデータのパルス幅被変調アナログ信号表示)を、センサデータのデジタル表示(例えばデジタルセンサデータ156)に変換することができる。特定の実施形態ではデジタルセンサデータ156は、図4を参照して述べられるように、センサデータのデジタル表示、センサデータに関連するタイムスタンプ、センサデータを生成したセンサ112A~Mに対応するセンサ識別子、またはそれらの組み合わせを含むことができる。受信器デバイス130は、デジタルセンサデータ156を、(1つまたは複数の)処理/記憶システム140に送信することができる。

【0036】

処理/記憶システム140は、受信器デバイス130に結合され、デジタルセンサデー

10

20

30

40

50

タに関連する1つまたは複数の動作を行うように構成することができる。例えば処理/記憶システム140は、デジタルセンサデータ156を記憶(例えば収集)し、デジタルセンサデータ156を処理し、またはデジタルセンサデータ156に基づいてレポートを作成することができる。処理/記憶システム140は、デジタルセンサデータ156に対して1つまたは複数の動作を行うための、1つまたは複数の構成要素(図示せず)を含むことができる。例えば1つまたは複数の構成要素は、電源、プロセッサ、メモリ、プロセッサクロック、ディスプレイコントローラ、またはそれらの組み合わせを含むことができる。処理/記憶システム140は、専用システム(例えばセンサネットワークに専用の)、またはシステム100を含む構造物またはプラットフォームに関連する他の機能をサポートする、共有システム(例えば電気システム、機械システム、または運用システム)とすることができる。処理/記憶システム140はデジタルセンサデータ156を、システム100に関連するオペレータに、システム100に関連する保守技術者に、システム100に関連する診断の専門家に、またはシステム100の外部の1つまたは複数の他のシステムに供給(例えば送信)することができる。

【0037】

クロック160は、通信媒体120に結合され、タイミング信号150などの1つまたは複数のタイミング信号(例えば同期信号)を生成するように構成することができる。1つまたは複数のタイミング信号は、固定の(例えば一定の)幅を有するパルス化された信号などの、クロック信号または同期パルスを含むことができる。特定の実施形態では、センサインターフェースデバイス114A~Mのそれぞれ、および受信器デバイス130が互いに同期されることを可能にするように、1つまたは複数のタイムスロットをタイミング信号150に充当する(例えば割り当てる)ことができる。例えば、フレームの第1の順次タイムスロットは、クロック160によって送られ、各センサインターフェースデバイス114A~Mおよび受信器デバイス130によって受け取られる、同期パルスを含むことができる。クロック信号またはクロックパルスなどのタイミング信号150は、図3および図4を参照して述べられるように、複数のセンサインターフェースデバイスを同期し、各センサインターフェースが対応するタイムスロットを検出することを可能にするために用いることができる。

【0038】

動作時にはタイミング信号150は、クロック160によって通信媒体120を通じて送信することができ、センサインターフェースデバイス114A~Mおよび受信器デバイス130によって検出することができる。センサインターフェースデバイス114A~Mのそれぞれおよび受信器デバイス130は、センサインターフェースデバイス114A~Mのそれぞれおよび受信器デバイス130が、通信媒体120へのアクセスに関連する1つまたは複数のタイムスロットを識別することを可能にするように、タイミング信号150に基づいて同期することができる。例えば第1のセンサインターフェースデバイス114Aは第1のタイムスロット中に送信するように構成することができ、第2のセンサインターフェースデバイス114Bは第2のタイムスロットおよび第3のタイムスロット中に送信するように構成することができ、第3のセンサインターフェースデバイス114Mは第4のタイムスロットおよび第5のタイムスロット中に送信するように構成することができる。受信器デバイス130は、第1のタイムスロット、第2のタイムスロット、第3のタイムスロット、第4のタイムスロット、および第5のタイムスロット中に受け取るように構成することができる。

【0039】

第1のタイムスロット中に第1のセンサインターフェースデバイス114Aは、第1のセンサ112Aからセンサデータ152を受け取り、センサデータ152を、センサデータ152を表すアナログセンサデータ154に変換(例えば生成)し、通信媒体120を通じてアナログセンサデータ154を送信することができる。例えば第1のセンサインターフェースデバイス114Aは、第1のゲート型時間エンコーダ116Aを用いてアナログセンサデータ154を生成し、通信媒体120を通じて非同期パルス幅被変調信号とし

10

20

30

40

50

て、アナログセンサデータ 1 5 4 を送信することができる。

【 0 0 4 0 】

第 2 のタイムスロット中に、第 2 のセンサインターフェースデバイス 1 1 4 B は、第 2 のセンサ 1 1 2 B から受け取ったセンサデータを表すアナログセンサデータを生成し送信することができる。第 3 のタイムスロット中に、第 2 のセンサインターフェースデバイス 1 1 4 B は、第 3 のセンサ 1 1 2 C から受け取ったセンサデータを表すアナログセンサデータを生成し送信することができる。第 4 のタイムスロットおよび第 5 のタイムスロット中に、第 3 のセンサインターフェース 1 1 4 M は、第 4 のセンサ 1 1 2 M から受け取ったセンサデータを表すアナログセンサデータを生成し送信することができる。

【 0 0 4 1 】

受信器デバイス 1 3 0 は、1 つまたは複数のタイムスロット中に、アナログセンサデータを受け取ることができる。受信器デバイス 1 3 0 は、受け取ったアナログセンサデータをデジタルセンサデータに変換し、デジタルセンサデータを処理 / 記憶システム 1 4 0 に通信することができる。例えば第 1 のタイムスロット中に受信器デバイス 1 3 0 は、第 1 のセンサインターフェースデバイス 1 1 4 A によって送信されたアナログセンサデータ 1 5 4 を受け取ることができる。アナログセンサデータ 1 5 4 を受け取った後に、受信器デバイス 1 3 0 はアナログセンサデータ 1 5 4 を、第 1 のセンサ 1 1 2 A によって生成されたセンサデータ 1 5 2 に対応するデジタルセンサデータ 1 5 6 に変換することができる。受信器デバイス 1 3 0 は、デジタルセンサデータを処理 / 記憶システム 1 4 0 に通信することができる。

【 0 0 4 2 】

システム 1 0 0 は、1 つまたは複数のネットワーク構成において動作するように構成可能とすることができる。例えば図 1 に示される第 1 のネットワーク構成では、センサ 1 1 2 A ~ M のすべてが、処理 / 記憶システム 1 4 0 などの中央の場所にセンサデータを送ることができる。第 1 のネットワーク構成ではセンサデータは、センサインターフェースデバイス 1 1 4 A ~ M、通信媒体 1 2 0、および受信器デバイス 1 3 0 を通じて中央の場所に送られる。

【 0 0 4 3 】

第 2 のネットワーク構成ではセンサ 1 1 2 A ~ M は、センサインターフェースデバイス 1 1 4 A ~ M および通信媒体 1 2 0 を通じて、互いの間でセンサデータを通信することができる。例えば第 2 の構成ではシステム 1 0 0 は、受信器デバイス 1 3 0 または処理 / 記憶システム 1 4 0 を含まなくてもよい。第 2 のネットワーク構成を可能にするために図 2 および図 3 を参照して述べられるように、各センサインターフェースデバイス 1 1 4 A ~ M は受信器回路部を含むことができる。例えば特定のセンサインターフェースの受信器回路部は、特定のセンサインターフェースが、センサ信号を表すアナログセンサデータ 1 5 4 などのアナログセンサ信号を受け取り、センサ信号を再構築すること（例えば電圧値）を可能にすることができる。

【 0 0 4 4 】

第 3 のネットワーク構成では、システム 1 0 0 の、センサ 1 1 2 A ~ M の 1 つまたは複数、またはセンサインターフェースデバイス 1 1 4 A ~ M の 1 つまたは複数、デジタル処理部を含むことができる。デジタル処理部はデジタルセンサ信号を処理するように構成することができる。したがって通信媒体 1 2 0 は、単一の通信路を通じてまたは異なる通信路を通じて、デジタルセンサ信号、アナログ信号、またはそれらの組み合わせの通信をサポートするように構成することができる。第 3 のネットワーク構成の特定の実施形態では、各センサインターフェースデバイス 1 1 4 A ~ M は、通信媒体 1 2 0 を通じて 1 つまたは複数のアナログ信号を受け取るように構成された対応する受信器デバイスと、受け取ったアナログ信号をデジタル信号に変換するように構成された対応するパルス - デジタル変換器とを含む。

【 0 0 4 5 】

第 1 のネットワーク構成、第 2 のネットワーク構成、第 3 のネットワーク構成、または

10

20

30

40

50

それらの組み合わせの特徴を含むネットワークなどの他のネットワーク構成が可能である。例えばもう1つのネットワーク構成は、アナログセンサデータ154などのアナログ信号を他のセンサノードにおよび受信器ノード130などの受信器デバイスに通信するように構成された、1つまたは複数の第1のノード（例えばセンサインターフェースデバイス）を含むことができる。他のネットワークでは1つまたは複数の第2のノードは、デジタル処理を含むことができ、デジタル信号を通信し処理するように構成することができる。

【0046】

特定の実施形態では、センサインターフェースデバイス114A~Mの特定のセンサインターフェースデバイスは、電源内蔵型とする、特定のセンサインターフェースデバイスに結合されたセンサによって電力供給される、通信媒体120に結合されたデバイスまたは電力源によって通信媒体120を通じて電力供給される、誘導的に電力供給される（例えばアンビエント電力を通じて電力供給される）、またはそれらの組み合わせとすることができる。

【0047】

有利なことにシステム100のセンサネットワークは、数百または数千個のセンサが通信媒体（例えば共通の通信媒体）を用いて、センサデータを通信することを可能にすることができる。センサインターフェースデバイスは、センサとインターフェースし、通信媒体を通じてアナログ信号としてセンサデータを通信することができる。アナログ信号を通信することにより、センサインターフェースデバイスはアナログ-デジタル変換回路を含む必要がない。したがってシステム100のセンサネットワークは、デジタルデータを送信するときに用いられる複雑なプロトコルを用いずに、協調されたやり方でのセンサデータの通信を実現する。各センサまたはセンサインターフェースデバイスには、時分割多重化のやり方でセンサまたはセンサインターフェースデバイスがその間に通信媒体にアクセスすることができる、1つまたは複数のタイムスロットを割り当てることができる。各センサまたはセンサインターフェースデバイスには1つまたは複数のタイムスロットが割り当てられるので、複数のセンサまたは複数のインターフェースデバイスが、通信媒体にアクセスするために競合するまたは待機する必要はない。通信媒体にアクセスするために競合する必要がないことにより、システム100においては伝送遅延および通信待ち時間の問題を避けることができる。

【0048】

図2を参照すると、センサインターフェースデバイス202および通信媒体204を含むシステム200の特定の実施形態が示される。例えばセンサインターフェースデバイス202および通信媒体204は、それぞれ図1のセンサインターフェースデバイス114A~Mの1つ、および通信媒体120を含むことができる。

【0049】

センサインターフェースデバイス202は、非同期シグマ-デルタ変調器などのゲート型時間エンコーダ210、およびゲート型不完全積分器ローパスフィルタなどのゲート型ローパスフィルタ230を含むことができる。例えばゲート型時間エンコーダ210は、図1のゲート型時間エンコーダ116A~Mの1つを含むことができる。特定の実施形態ではゲート型時間エンコーダ210はシュミットトリガを含む。特定の実施形態ではセンサインターフェースデバイス202は、ゲート型ローパスフィルタ230を含まなくてもよい。センサインターフェースデバイス202は、センサインターフェースデバイス202がゲート型時間エンコーダ210を通じて第1のアナログ信号を送信し、ゲート型ローパスフィルタ230を通じて第2のアナログ信号を受け取ることができるように、通信媒体204に通信可能に結合することができる。センサインターフェースデバイス202は、図1のセンサ112A~Mの1つなどのセンサ（図示せず）に結合することができる。センサインターフェースデバイス202はセンサから図1のセンサデータ152などのセンサ出力信号を受け取り、センサ入力信号をセンサに送るように構成することができる。センサ入力信号は、通信媒体204を通じてセンサインターフェースデバイス202に通信可能に結合された、特定のセンサによって生成される電圧値出力に関連付けることがで

きる。

【 0 0 5 0 】

ゲート型時間エンコーダ 2 1 0 は、センサからセンサ出力信号 $u(t)$ を受け取ることができ、センサ出力信号 $u(t)$ のパルス幅被変調表示であるアナログ出力信号 $z(t)$ を生成することができる。 t の値は時間に関連付けることができ、したがってセンサ出力信号 $u(t)$ の値、および出力信号 $z(t)$ の値は時間と共に変化し得る。

【 0 0 5 1 】

ゲート型時間エンコーダ 2 1 0 は、加算器 2 1 2、積分器 2 1 4、スイッチ 2 1 6（例えばゲート）、ヒステリシス要素 2 2 0、混合器 2 2 2 を含むことができる。加算器 2 1 2 は、センサからセンサ出力信号 $u(t)$ 、およびフィードバック信号としてヒステリシス要素出力信号 $y(t)$ を受け取ることができる。加算器 2 1 2 の出力は積分器 2 1 4 に供給することができる。積分器 2 1 4 は加算器 2 1 2 の出力に対して積分演算を行うことができる。積分器 2 1 4 の出力は、スイッチ 2 1 6 の動作状態に基づいてヒステリシス要素 2 2 0 に供給することができる。センサ出力信号 $u(t)$ （例えば電圧値）のパルス幅被変調信号は、パルスの持続時間（例えばパルス幅）によって表すことができる。例えばセンサによって出力される電圧信号の大きな振幅は、アナログ信号の長いパルス（例えばパルス幅）によってエンコードすることができる。特定の実施形態ではアナログ信号のパルスは、タイムスロット内の任意の時点で始まりまたは終わることができる。他の特定の実施形態ではパルスの幅は、第 1 のタイムスロット内で始まり、第 2 のタイムスロット内で終わることができる。

【 0 0 5 2 】

スイッチ 2 1 6 は、ゲート型時間エンコーダ 2 1 0 を選択的に活動化および非活動化するように送信（TX）活動化信号に基づいて動作することができる。例えば送信活動化信号は、スイッチ 2 1 6 を動作させることによって、センサインターフェースデバイス 2 0 2 に割り当てられたタイムスロット中に、ゲート型時間エンコーダ 2 1 0 をイネーブルすることができる。送信活動化信号は、図 3 を参照して述べられるように、図 1 のタイミング信号 1 5 0 などのタイミング信号に基づいて生成されることができる。ゲート型時間エンコーダ 2 1 0 がイネーブルされないときは、スイッチ 2 1 6 は開路（例えば非活動化）とすることができ、積分器 2 1 4 の出力はヒステリシス要素 2 2 0 に供給できなくなる。スイッチ 2 1 6 が開路のときは、ゲート型時間エンコーダ 2 1 0 は、アナログセンサ信号 $z(t)$ を出力できなくなり、またはゼロの値（例えばヌル値）を有するアナログセンサ信号 $z(t)$ を出力することができる。ゲート型時間エンコーダ 2 1 0 がイネーブルされたときは、スイッチ 2 1 6 は閉路（例えば活動化）とすることができ、積分器 2 1 4 の出力はヒステリシス要素 2 2 0 に供給することができる。スイッチ 2 1 6 が閉路されたときは、ゲート型時間エンコーダ 2 1 0 はアナログセンサ信号 $z(t)$ を創出するようイネーブルされることができる。

【 0 0 5 3 】

ヒステリシス要素 2 2 0（例えば信号依存型サンプリング機構）は、設計パラメータ b および $-b$ を有する非反転ヒステリシス曲線に従って動作することができる。例えば b および $-b$ はヒステリシス要素 2 2 0 の出力値とすることができ、 $-b$ および b はトリガマーク（例えばヒステリシス値）とすることができ、 $-b$ から b 、またはその逆の出力の遷移は、本明細書で述べられるように、積分器 2 1 4 の出力がトリガマーク b または $-b$ （例えばヒステリシス値）に達するたびに生じる。ヒステリシス要素出力信号 $y(t)$ は、 b および $-b$ の値のヒステリシス要素出力信号 $y(t)$ に関連する、2 つの動作モードを有することができる。第 1 の動作モードでは、ヒステリシス要素出力信号 $y(t)$ が $-b$ であるときは、ヒステリシス要素 2 2 0 に入力された積分器 2 1 4 の出力は値が $-b$ から b に向かって増加することができる。積分器 2 1 4 の出力が上側トリガ値 b に達したときは、ヒステリシス要素出力信号 $y(t)$ は $-b$ から b に遷移するようにトリガすることができ、加算器 2 1 2 に供給されるフィードバックは負となる。

【 0 0 5 4 】

第2の動作モードでは、ヒステリシス要素出力信号 $y(t)$ が b であるときは、ヒステリシス要素220に入力される積分器214の出力は、値が $-$ から $-$ に向かって減少することができる。積分器214の出力が下側トリガ値 $-$ に達したときは、ヒステリシス要素出力信号 $y(t)$ は、 b から $-b$ に遷移するようにトリガすることができ、加算器212に供給されるフィードバックは正となる。したがってヒステリシス要素出力信号 $y(t)$ の遷移時間の間隔は一樣ではないが、ヒステリシス要素出力信号 $y(t)$ の振幅は一定のまま（例えば b または $-b$ ）である。したがってヒステリシス要素出力信号 $y(t)$ は、ゲート型時間エンコーダ210によって受け取られるセンサ出力信号 $u(t)$ の値を表すアナログ信号を含むことができる。送信活動化信号（例えばタイムスロットに対応する）に基づいてゲート型時間エンコーダ210をイネーブルするためにスイッチ216を用いることにより、ヒステリシス要素出力信号 $y(t)$ のアナログ信号は、タイムスロット内にあるようにする（例えば生成される）ことができる。ヒステリシス要素出力信号 $y(t)$ のパルス幅（例えばアナログパルス幅被変調信号）は、センサ出力信号 $u(t)$ に関連する値を表す。ヒステリシス要素220を用いて生成されたヒステリシス要素出力信号 $y(t)$ はクロック（例えばクロック信号）を用いないので、ヒステリシス要素出力信号 $y(t)$ はタイミングジッタ（例えばクロックジッタ）の影響を受けない。

【0055】

ヒステリシス要素出力信号 $y(t)$ （例えばアナログパルス信号）がタイミングジッタの影響を受けないことをさらに確実にするために、ゲート型時間エンコーダ210に入力されるセンサ出力信号 $u(t)$ は、ゲート型時間エンコーダ210によって受け取られる前に、電圧限界の間に入るように変換する（例えば状態調整する）ことができる。例えばセンサ出力信号 $u(t)$ は、ゲート型時間エンコーダ210のゲーティングレートに関連する、またはセンサインターフェースデバイス202を含むセンサネットワークのフレーム（例えばサンプリング）レートに関連する、電圧限界の間に入るように変換することができる。特定の実施形態では、 $[-c, c]$ の第1の電圧範囲（例えば電圧範囲）を有するセンサ出力信号 $u(t)$ は、 $[-b, b]$ 内の第2の電圧範囲内に変換することができ、それによりもとの信号を回復するために時間ゲート型時間エンコードされた信号を用いることができる。ヒステリシス要素220を用いて生成されたヒステリシス要素出力信号 $y(t)$ （例えばアナログパルス幅被変調信号）は、センサ出力信号 $u(t)$ を再構築するために別の回路またはデバイスによって用いることができる。例えばセンサ出力信号 $u(t)$ は、ローパスフィルタプロセス、閾値プロセス、またはパルス相関プロセスなどの、1つまたは複数のプロセス（例えば方法）を用いて再構築することができる。

【0056】

ヒステリシス要素出力信号 $y(t)$ は混合器222に供給することができる。混合器222は、ヒステリシス要素出力信号 $y(t)$ を、キャリアクロック224（例えばキャリア周波数）と混合することができる。ヒステリシス要素出力信号 $y(t)$ （例えばアナログパルス幅被変調信号）をキャリアクロック224と混合することにより、パルス相関およびパルス無線周波数（RF）伝送を可能にする正のキャリア周波数を有するパルスを有する、図1のアナログセンサデータ154などのアナログセンサ信号 $z(t)$ を生成することができる。特定の実施形態ではゲート型時間エンコーダ210は混合器222を含まなくてもよく、ヒステリシス要素出力信号 $y(t)$ は、アナログセンサ信号 $z(t)$ として通信媒体204に供給する（例えば送る）ことができる。

【0057】

ゲート型ローパスフィルタ230は通信媒体204から、図1のアナログセンサデータ154などのアナログ信号 $q(t)$ （例えばアナログパルス幅被変調信号）を受け取り、アナログ信号 $q(t)$ に基づいてセンサ入力信号 $x(t)$ を生成することができる。センサ入力信号 $x(t)$ は、センサインターフェースデバイス202に結合された1つまたは複数のセンサに供給する（例えば送る）ことができる。センサ入力信号 $x(t)$ は1つまたは複数のセンサのためのコマンドを含むことができ、または通信媒体204を通じてセンサインターフェースデバイス202に通信可能に結合されたセンサによって供給される

10

20

30

40

50

センサ出力信号を含むことができる。

【 0 0 5 8 】

ゲート型ローパスフィルタ 2 3 0 は、スイッチ 2 3 2、減算器 2 3 6、積分器、およびゲイン 2 4 0（例えばリークゲイン）を含むことができる。スイッチ 2 3 2 は、通信媒体 2 0 4 からアナログ信号 $q(t)$ を受け取ることができる。スイッチ 2 3 2 は、ゲート型ローパスフィルタ 2 3 0 を選択的に活動化および非活動化するように、受信 (RX) 活動化信号に基づいて動作させることができる。例えば受信活動化信号は、スイッチ 2 3 2 を動作させることによって、センサインターフェースデバイス 2 0 2 に割り当てられたタイムスロット中に、ゲート型ローパスフィルタ 2 3 0 をイネーブルすることができる。受信活動化信号は、図 3 を参照して述べられるようにタイミング信号に基づいて生成されることができ、ゲート型ローパスフィルタ 2 3 0 がその間に活動化されるタイムスロットは、ゲート型時間エンコーダがイネーブルされるときタイムスロットと同じとすることができ、またはゲート型時間エンコーダ 2 1 0 がイネーブルされるときタイムスロットとは異なってもよい。ゲート型ローパスフィルタ 2 3 0 がイネーブルされないときは、スイッチ 2 3 2 は開路（例えば非活動化）とすることができ、アナログ信号 $q(t)$ は減算器 2 3 6 に供給できなくなる。スイッチ 2 3 2 が開路のときは、ゲート型ローパスフィルタ 2 3 0 は、センサ入力信号 $x(t)$ を出力できなくなり、または固定値を有するセンサ入力信号を出力することができる。ゲート型ローパスフィルタ 2 3 0 がイネーブルされたときは、スイッチ 2 3 2 は閉路（例えば活動化）とすることができ、アナログ信号 $q(t)$ を減算器 2 3 6 に供給する（例えば送る）ことができる。スイッチ 2 3 2 が閉路されたときは、ゲート型ローパスフィルタ 2 3 0 はセンサ入力信号 $x(t)$ を創出するようイネーブルされることができる。

10

20

【 0 0 5 9 】

減算器 2 3 6 は、スイッチ 2 3 2 を通じてアナログ信号 $q(t)$ を受け取ることができ、ゲイン 2 4 0 の出力を受け取ることができる。ゲイン 2 4 0 は、積分器 2 3 8 によって出力されるセンサ入力信号 $x(t)$ に、 g_1 のゲイン値（例えばリーク値）を適用することができる。減算器 2 3 6 の出力は積分器 2 3 8 に供給することができる。積分器 2 3 8 は、減算器 2 3 6 の出力に対して積分演算を行って、センサ入力信号 $x(t)$ を生成することができる。

【 0 0 6 0 】

30

動作時には、センサインターフェースデバイス 2 0 2 のゲート型時間エンコーダ 2 1 0 は、第 1 のタイムスロット中に選択的にイネーブルされることができる。ゲート型時間エンコーダ 2 1 0 が選択的にイネーブルされたときは、ゲート型時間エンコーダ 2 1 0 は、センサ出力信号 $u(t)$ に基づいてアナログセンサ信号 $z(t)$ を生成することができる。特定の実施形態ではアナログセンサ信号 $z(t)$ は、センサ出力信号 $u(t)$ の値を表すパルス幅を有する、アナログパルス幅被変調信号を含む。第 1 のタイムスロット中に生成されるアナログセンサ信号 $z(t)$ は、第 1 のタイムスロット中に、通信媒体 2 0 4 を通じてゲート型時間エンコーダ 2 1 0 によって送信されることができる。

【 0 0 6 1 】

第 2 のタイムスロット中に、センサインターフェースデバイス 2 0 2 のゲート型ローパスフィルタ 2 3 0 は、選択的にイネーブルされることができる。ゲート型ローパスフィルタ 2 3 0 が選択的にイネーブルされたときは、ゲート型ローパスフィルタ 2 3 0 は、通信媒体 2 0 4 からアナログ信号 $q(t)$ を受け取ることができる。ゲート型ローパスフィルタ 2 3 0 は、アナログ信号 $q(t)$ に基づいてセンサ入力信号 $x(t)$ を生成することができる。ゲート型ローパスフィルタ 2 3 0 は、ゲート型ローパスフィルタ 2 3 0 に結合されたセンサに、センサ入力信号 $x(t)$ を送ることができる。

40

【 0 0 6 2 】

有利なことにはシステム 2 0 0 は、センサインターフェースデバイスに結合されたセンサに関連するアナログ信号を送信し、受け取るように構成された、センサインターフェースデバイスを実現することができる。センサインターフェースデバイスは比較的簡単なデ

50

バイスとすることができ、アナログ - デジタル変換を行う必要はない。さらにセンサインターフェースデバイスの1つまたは複数のパラメータを決定し、設定することによりセンサインターフェースデバイスは、タイミングジッタ（例えばクロックジッタ）の影響を受けずに、センサデータを表すアナログ信号を送信することができる。

【0063】

図3を参照すると、センサインターフェースデバイス302と、通信媒体340とを含むシステム300の特定の実施形態が示される。例えばセンサインターフェースデバイス302は、図1のセンサインターフェースデバイス114A～Mの1つ、または図2のセンサインターフェースデバイス202を含むことができる。通信媒体340は、図1の通信媒体120、または図2の通信媒体204を含むことができる。

10

【0064】

センサインターフェースデバイス302は、センサインターフェース304、通信媒体インターフェース306、および1つまたは複数の構成要素を含むことができる。センサインターフェースデバイス302は、センサインターフェース304を通じて、図1のセンサ112A～Mの1つまたは複数などのセンサ（図示せず）に結合することができる。センサインターフェースデバイス302は、通信媒体インターフェース306を通じて通信媒体340に通信可能に結合することができる。

【0065】

センサインターフェースデバイス302に含まれる1つまたは複数の構成要素は、送信タイムスロット（TS）ゲート318、ゲート型時間エンコーダ310、1つまたは複数のローカルフレームクロック314、位相ロックループ（PLL）312、バスパワー回路320、一意識別情報デバイス316、タイムスロット情報デバイス324、自動タイムスロットデバイス322、受信タイムスロットゲート334、およびゲート型ローパスフィルタ330を含むことができる。例えばゲート型時間エンコーダ310は、図1のゲート型時間エンコーダ116A～Mの1つ、または図2のゲート型時間エンコーダ210を含むことができる。ゲート型ローパスフィルタ330は、図2のゲート型ローパスフィルタ230を含むことができる。

20

【0066】

センサインターフェースデバイス302は、通信媒体インターフェース306を通じて通信媒体340から電力を受け取ることができる。例えばセンサインターフェースデバイス302の1つまたは複数の構成要素には、バスパワー回路320において受け取られる1つまたは複数の信号によって電力供給することができる。特定の実施形態では、バスパワー回路320はダイオードであり、またはダイオードを含む。図3に示される実施形態では、PLL312および自動タイムスロットデバイス322は、バスパワー回路320によって電力供給される。代替としてまたは追加としてバスパワー回路320は、センサインターフェースデバイス302の1つまたは複数の構成要素に電力を供給する電力源を含むことができる。バスパワー回路320はまた、センサインターフェースデバイス302に結合されたセンサに、センサインターフェース304を通じて電力を供給することができる。

30

【0067】

センサインターフェースデバイス302は、通信媒体インターフェース306を通じて通信媒体340から、図1のタイミング信号150などのバスクロック信号を受け取ることができる。センサインターフェースデバイス302が、時分割多重（TDM）ネットワークとして実現された図1のシステム100のセンサネットワークなどのセンサネットワーク内に含まれるときは、センサインターフェースデバイス302は、センサインターフェースデバイス302が1つまたは複数のタイムスロットを識別することを可能にするために、システムクロックに同期させることができる。例えばセンサインターフェースデバイス302は、クロック信号を含むことができる1つまたは複数のタイミング信号、同期パルス（例えば固定または一定の幅を有するパルス化された信号）、または両方を受け取ることができる。1つまたは複数のタイミング信号は、TDMシステム（例えばタイムス

40

50

ロット化されたシステム)において用いられるフレームの周期に基づく周波数を有する、図1のクロック160などのシステムクロックに関連することができる。例えばセンサネットワークは、複数のフレームを含む期間にわたって動作することができる。フレームのそれぞれは複数のタイムスロットを含むことができる。特定の実施形態では、複数のフレームの各フレームの先頭タイムスロット中に、センサインターフェースデバイス302に特定のタイミング信号を供給することができる。センサネットワーク内のセンサインターフェースデバイス302には、複数のフレームの各フレームにおいて、センサインターフェースデバイス302がその間に通信媒体340にアクセス(例えばそれを通じて通信)することができる、複数のタイムスロットの1つまたは複数のタイムスロットを割り当てることができる。特定の実施形態では、センサインターフェースデバイス302に割り当てられる1つまたは複数のタイムスロットは、フレーム内の連続したタイムスロットとすることができる。

10

【0068】

特定の実施形態ではセンサインターフェースデバイス302は、システムクロックに基づいてそれぞれが同期される、1つまたは複数のローカルフレームクロック314を維持することができる。センサインターフェースデバイス302は、通信媒体340を通じて受け取られる1つまたは複数のタイミング信号に基づいて、1つまたは複数のローカルフレームクロック314をシステムクロックに同期させることができる。1つまたは複数のローカルフレームクロック314は、センサインターフェースデバイス302に割り当てられた対応するタイムスロットを識別することを可能にするように構成することができる。例えば特定のローカルフレームクロック314は、センサインターフェースデバイス302に割り当てられたタイムスロットに対応する大きさだけ、システムクロックに基づいてタイミング信号からオフセットさせることができる。特定の実施形態では本明細書でさらに述べられるように、第1のローカルフレームクロックは送信タイムスロットゲート318に含めるまたは結合することができ、第2のローカルフレームクロックは受信タイムスロットゲート334に含めるまたは結合することができる。

20

【0069】

ローカルフレームクロック314は時間と共にドリフトする場合があります、システムクロックに対するローカルフレームクロック314の適切なオフセットを維持するために再同期することができる。例えばローカルフレームクロック314をシステムクロック(例えばバスクロック)に同期させるために、PLL312を用いることができる。PLL312は、基準部とフィードバック部とを含むことができる。PLL312は、通信媒体インターフェース306を通じて通信媒体340から、基準部においてバスクロック(例えばタイミング信号)を受け取ることができる。特定の実施形態では少なくとも1つのタイムスロットを、同期のためおよび任意選択で電力分配のために(例えばバスパワー回路320による使用のために)用いることができるタイミング信号に専用化する(例えば充当する)ことができる。PLL312は、PLL312のフィードバック部によって受け取られるローカルフレームクロック314のそれぞれに対する出力信号を決定することができる。PLL312は、出力信号がそれに対して決定される、対応するローカルフレームクロックに出力信号を送ることができる。例えばPLL312は、第1のローカルフレームクロックがシステムクロックとの同期を維持することを可能にするように、第1のローカルフレームクロックに基づいて出力信号を送信タイムスロットゲート318に送ることができる。

30

40

【0070】

タイムスロット情報デバイス324は、センサインターフェースデバイス302に割り当てられた1つまたは複数のタイムスロットに関連する情報を含む(例えば記憶する)ことができる。例えばタイムスロット情報デバイスは、メモリ、レジスタ、ディップスイッチ、ジャンパ、ヒューズなどの記憶装置、または情報を記憶するための任意の他の手段を含むことができる。タイムスロット情報は、送信固定タイムスロット(例えば送信タイムスロット識別子)、受信固定タイムスロット(例えば受信タイムスロット識別子)、タイ

50

ムスロット幅、またはそれらの組み合わせを含むことができる。例えば送信固定タイムスロットは、アナログ信号（例えばアナログパルス幅被変調信号）を送信するためにいつゲート型時間エンコーダ 310 を活動化すべきかを示す（例えば識別する）、センサインターフェースデバイス 302 に割り当てられた 1 つまたは複数のタイムスロットを含むことができる。他の例では受信固定タイムスロットは、アナログ信号を受け取るためにいつゲート型ローパスフィルタ 330 を活動化すべきかを示す、センサインターフェースデバイス 302 に割り当てられた 1 つまたは複数のタイムスロットを含むことができる。

【0071】

送信固定タイムスロット、または受信固定タイムスロットは、タイムスロット情報デバイス 324 内にプログラム（例えば手動で）することができる。しかしセンサインターフェースデバイス 302 を含むセンサネットワークが、数百または数千個のセンサおよびセンサインターフェースデバイスを含むときは、各センサインターフェースデバイスをプログラムすることは非実用的になり得る。したがって自動タイムスロットデバイス 322 は、使用するゲート型時間エンコーダ 310 のためのタイムスロットを、自動的に選択する（例えば割り当てる）ように構成することができる。自動タイムスロットデバイス 322（例えばタイムスロット割り当てデバイス）は、通信媒体 340 を監視（例えばバスを監視）するように構成することができる。例えば自動タイムスロットデバイス 322 は、特定のタイムスロットが、特定のタイムスロット中にアナログ信号が通信されているどうかに基づいて、他のデバイスによって占有されている（例えば割り振られている）かどうかを判定するために、期間内の 1 つまたは複数のタイムスロットを監視することができる。期間はいくつかの連続したフレームを含むことができる。連続したフレームの数は、複数の連続したフレームの各フレーム内に含まれるタイムスロットの数に等しくすることができる。例えば各フレーム内に 10 個のタイムスロットが含まれるときは、連続したフレームの数は 10 に等しくすることができる。特定の実施形態では自動タイムスロットデバイス 322 は、連続したフレームの間、またはいくつかの連続したタイムスロットの間、通信媒体 340 を監視する。自動タイムスロットデバイス 322 が、フレームの数に対して、特定のタイムスロットが占有されていないと判断したときは、自動タイムスロットデバイス 322 は特定のタイムスロットに関連付けられた値に、送信固定タイムスロットを設定することができる。

【0072】

特定の実施形態では自動タイムスロットデバイス 322 は、センサインターフェースデバイス 302 の識別子に基づいてタイムスロットを監視することができる。例えば一意識別情報デバイス 316 はセンサインターフェースデバイス 302 の識別子を記憶することができる。識別子は自動タイムスロットデバイス 322 が利用可能とすることができる。システム 300 内に含まれる各センサインターフェースデバイスは、複数の順次発行された識別子の対応する識別子（例えば一意識別子）を含むことができる。自動タイムスロットデバイス 322 は、一意識別情報デバイス 316 から受け取った識別子の値に基づいて監視するために、先頭タイムスロットを選択することができる。先頭タイムスロットが利用可能である（例えば占有されていない）場合は、自動タイムスロットデバイス 322 は、送信固定タイムスロットの値として先頭タイムスロットを選択することができる。先頭タイムスロットが利用可能でない場合は、自動タイムスロットデバイス 322 は、監視すべき別のタイムスロット（例えば先頭タイムスロットの後の、次の順次タイムスロット）を選択することができる。次の順次タイムスロットが利用可能である場合は、自動タイムスロットデバイス 322 は、次の順次タイムスロットを送信固定タイムスロットの値として選択することができる。次の順次タイムスロットが利用可能でない場合は、自動タイムスロットデバイス 322 は、自動タイムスロットデバイス 322 がチェックされた複数のタイムスロットの空きタイムスロットを識別するまで、総当たりのやり方でさらなるタイムスロットの選択を続けることができる。

【0073】

タイムスロット情報の一部分は、タイムスロット情報デバイス 324 から送信タイムス

10

20

30

40

50

ロットゲート 318、または受信タイムスロットゲート 334 に供給することができる。例えばタイムスロット情報デバイス 324 は、送信固定タイムスロットおよびタイムスロット幅を、送信タイムスロットゲート 318 に供給することができる。他の例としてタイムスロット情報デバイス 324 は、受信固定タイムスロットおよびタイムスロット幅を、受信タイムスロットゲート 334 に供給することができる。代替としてまたは追加として、送信タイムスロットゲート 318 または受信タイムスロットゲート 334 に供給されるタイムスロット情報の一部分は、センサインターフェース 304 または通信媒体インターフェース 306 を通じて、センサインターフェースデバイス 302 の外部のデバイスから供給することができる。特定の実施形態ではセンサインターフェースデバイス 302 は、タイムスロット情報デバイス 324 を含まず、タイムスロット情報は外部デバイスから送信タイムスロットゲート 318 または受信タイムスロットゲートに供給される。

10

【0074】

送信タイムスロットゲート 318 (例えば送信ゲートコントローラ) は、送信固定タイムスロットに基づいて、1つまたは複数のタイムスロットの発生を識別するように構成することができる。送信タイムスロットゲート 318 は、図 1 のアナログセンサデータ 154 などのアナログ信号を送信するようにゲート型時間エンコーダ 310 を活動化 (例えばイネーブル) する、活動化信号を生成することができる。例えば送信タイムスロットゲート 318 は、タイムスロット情報デバイス 324 から送信固定タイムスロットを受け取り、送信タイムスロットゲート 318 内に含まれる第 1 のローカルクロックに基づいて、送信固定タイムスロットによって識別されるタイムスロットがいつ生じるかを識別することができる。タイムスロットの発生に基づいて送信タイムスロットゲート 318 は、図 2 の送信活動化信号などの活動化信号を供給して、ゲート型時間エンコーダ 310 を活動化することができる。例えば送信タイムスロットゲート 318 は、タイムスロットが始まるときにゲート型時間エンコーダ 310 のスイッチの活動化を開始するように、ゲート型時間エンコーダ 310 に活動化信号を送ることができる。

20

【0075】

ゲート型時間エンコーダ 310 が活動化されたときは、ゲート型時間エンコーダ 310 は、センサインターフェースを通じてセンサからセンサ出力信号を受け取り、センサ出力信号を表すアナログ信号を生成するように構成することができる。例えばセンサは、図 1 のセンサ 112 A ~ M の 1 つを含むことができる。アナログ信号は、通信媒体インターフェース 306 を通じてゲート型時間エンコーダ 310 によって通信媒体 340 に送信される、アナログ非同期パルス幅被変調信号を含むことができる。

30

【0076】

特定の実施形態ではセンサインターフェースデバイス 302 は、複数のセンサ出力信号を受け取るように構成される。複数のセンサ出力信号は、ゲート型時間エンコーダ 310 とは異なる、またはそれに含まれるセクタ (図示せず) において受け取ることができる。セクタは、センサインターフェースデバイス 302 に割り当てられた 1つまたは複数のタイムスロットに基づいて、ゲート型時間エンコーダ 310 によって受け取られるべき複数のセンサ出力信号の 1 つを選択することができる。例えばタイムスロット情報デバイス 324 は、第 1 のセンサ出力信号に関連付けられた 1つまたは複数の第 1 のタイムスロット (例えば 1つまたは複数の第 1 の送信固定タイムスロット) を識別することができる。第 2 のセンサ出力信号に関連付けられた 1つまたは複数の第 2 のタイムスロット (例えば 1つまたは複数の第 2 の送信固定タイムスロット) を識別することができる。送信タイムスロットゲート 318 は、タイムスロット情報デバイス 324 から、1つまたは複数の第 1 の送信固定タイムスロット、および 1つまたは複数の第 2 の送信固定タイムスロットを受け取ることができる。送信タイムスロットゲート 318 は、セクタが第 1 のセンサ出力信号または第 2 のセンサ出力信号を選択することを可能にするように、1つまたは複数の第 1 の送信固定タイムスロットまたは 1つまたは複数の第 2 の送信固定タイムスロットの発生に基づいて、1つまたは複数の活動化信号を生じることができる。特定の実施形態では、セクタが第 1 のセンサ出力信号または第 2 のセンサ出力信号を選択することを可

40

50

能にするための1つまたは複数の活動化信号はさらに、ゲート型時間エンコーダ310が、1つまたは複数の第1の送信固定タイムスロットまたは1つまたは複数の第2の送信固定タイムスロット中に、選択されたセンサ出力信号を表すアナログ信号を生成することを可能にするように動作することができる。

【0077】

受信タイムスロットゲート334（例えば受信ゲートコントローラ）は、受信固定タイムスロットに基づいて1つまたは複数のタイムスロットの発生を識別するように構成することができる。受信タイムスロットゲート334は、アナログ信号を受け取るようにゲート型ローパスフィルタ330を活動化する（例えばイネーブルする）、活動化信号を生成することができる。例えば受信タイムスロットゲート334は、タイムスロット情報デバイス324から受信固定タイムスロットを受け取り、受信タイムスロットゲート334に含まれる第2のローカルクロックに基づいて、いつ受信固定タイムスロットによって識別されるタイムスロットが生じるかを識別することができる。タイムスロットの発生に基づいて受信タイムスロットゲート334は、ゲート型ローパスフィルタ330を活動化するように、図3の受信活動化信号などの活動化信号を生じることができる。

10

【0078】

ゲート型ローパスフィルタ330が活動化されたときは、ゲート型ローパスフィルタ330は、通信媒体インターフェース306を通じてアナログ信号を受け取り、センサインターフェース304を通じてセンサに送られるべきセンサ入力信号を生成するように構成することができる。アナログ信号は、他のセンサからのセンサデータ、またはコマンド信号を含むアナログ非同期パルス幅被変調信号を含むことができる。センサは、センサ入力信号を受け取り、他のセンサからのセンサデータに部分的に基づいてセンサ出力信号を生成し、またはコマンド信号に基づいて1つまたは複数の動作（例えば電源オンまたは電源オフ）を行うことができる。

20

【0079】

特定の実施形態ではセンサインターフェースデバイス302は、1つまたは複数のセンサにセンサ入力信号を選択的に供給するように構成される。センサ入力信号は、ゲート型ローパスフィルタ330とは異なる、またはそれに含まれるセクタ（図示せず）を通じて、1つまたは複数のセンサに選択的に供給することができる。セクタは、センサインターフェースデバイス302に割り当てられた1つまたは複数のタイムスロットに基づいて、1つまたは複数のセンサを選択することができる。例えばタイムスロット情報デバイス324は、第1のセンサに関連付けられた1つまたは複数の第1のタイムスロット（例えば1つまたは複数の第1の受信固定タイムスロット）を識別することができ、第2のセンサに関連付けられた1つまたは複数の第2のタイムスロット（例えば1つまたは複数の第2の受信固定タイムスロット）を識別することができる。受信タイムスロットゲート334は、タイムスロット情報デバイス324から、1つまたは複数の第1の受信固定タイムスロット、および1つまたは複数の第2の受信固定タイムスロットを受け取ることができる。受信タイムスロットゲート334は、セクタが第1のセンサまたは第2のセンサを選択することを可能にするように、1つまたは複数の第1の受信固定タイムスロットまたは1つまたは複数の第2の受信固定タイムスロットの発生に基づいて、1つまたは複数の活動化信号を生じることができる。

30

40

【0080】

センサインターフェースデバイス302は、通信媒体340を通じて、一意識別情報デバイス316に記憶されたセンサインターフェースデバイス302の識別情報の値（例えばノード識別子）を通信するように構成することができる。識別情報（例えば識別子）は、nビット2進数を含むことができる。例えばセンサインターフェースデバイス302が、自動タイムスロットデバイス322を用いてセンサネットワークに自動的に参加するときは、センサインターフェースデバイス302は、センサネットワーク内の1つまたは複数の他のデバイスに、センサインターフェースデバイス302を識別するための識別情報を送信することができる。センサインターフェースデバイス302は、送信固定タイムス

50

ロットに基づくタイムスロット中に、ゲート型時間エンコーダ 310 を用いて識別情報を送信することができる。例えば一意識別情報デバイス 316 は、ゲート型時間エンコーダ 310 に識別情報を送ることができる、ゲート型時間エンコーダ 310 は、識別情報の値を表すパルス幅を有するアナログ信号を送信することができる。他の例として一意識別情報デバイス 316 は、識別情報をゲート型時間エンコーダ 310 に送ることができる、識別情報の各ビットは、ゲート型時間エンコーダ 310 によって、異なるタイムスロット中に送ることができる。例えばゲート型時間エンコーダ 310 は、ゼロ (1) のビット値に対してアナログセンサ値を送信し、1 (ゼロ) のビット値に対しては値を送らないことにより、個々のビットを送ることができる。特定の実施形態ではセンサインターフェースデバイス 302 は、 p を整数として p 個のフレームごとに、センサインターフェースデバイス 302 の識別情報を送信することができる。図 1 の受信器デバイス 130 などの受信器デバイスは、図 4 を参照して述べられるように、センサインターフェースデバイス 302 によって送信された識別情報を受け取り、記憶するように構成することができる。したがってゲート型時間エンコーダ 310 は、複数のフレームの第 1 のフレームの特定のタイムスロット中にセンサから受け取ったセンサ信号を表すアナログ信号を送信し、複数のフレームの第 2 のフレームの特定のタイムスロット中に、センサインターフェースデバイス 302 の識別情報の少なくとも一部分を送信するように構成することができる。

【0081】

特定の実施形態では、センサインターフェースデバイス 302 が複数のセンサ出力信号を受け取るように構成されたときは、センサインターフェースデバイス 302 はさらに、複数のセンサ出力信号の各センサ出力信号に対応する特定のセンサの識別情報を通信する。第 1 のセンサに対応する第 1 のセンサ出力信号が第 1 のタイムスロット中に送られるときは、一意識別情報デバイス 316 は、センサインターフェースデバイス 302 の識別情報、および第 1 のセンサに対応する第 1 のセンサ識別子を知らせることができる。第 1 のセンサ識別子は、上記で説明されたように、センサインターフェースデバイス 302 の識別情報と共に送信することができる。例えば識別情報が n ビットの数を含むときは、センサ識別子は n ビットの数に追加された 1 つまたは複数のビットを含むことができる。第 1 のセンサ識別子は、ゲート型時間エンコーダ 310 に一意識別情報デバイス 316 から、タイムスロット情報デバイス 324、送信タイムスロットゲート 318、またはそれらの組み合わせから供給することができる。例えばゲート型時間エンコーダ 310 が複数のセンサ出力信号の第 1 のセンサ出力信号を選択することを可能にするために、送信タイムスロットゲート 318 からの活動化信号 (例えば制御信号) に基づいて、センサ識別子の値を決定することができる。第 2 のセンサに対応する第 2 のセンサ出力信号が第 2 のタイムスロット中に送られるときは、一意識別情報デバイス 316 は、センサインターフェースデバイス 302 の識別情報、および第 2 のセンサに対応する第 2 のセンサ識別子を知らせることができる。第 1 のセンサ識別子は第 2 のセンサ識別子とは異なる。

【0082】

動作時にはセンサインターフェースデバイス 302 は、通信媒体 340 に結合することができる。センサインターフェースデバイス 302 は、通信媒体 340 を通じてタイミング信号 (例えばバスクロック信号) を受け取り、センサインターフェースデバイス 302 をセンサネットワーク (例えば時分割多重センサネットワーク) の 1 つまたは複数のデバイスと同期させることができる。例えばセンサインターフェースデバイス 302 は、タイミング信号を受け取り、タイミング信号に基づいて 1 つまたは複数のローカルフレームクロック 314 を同期するための出力信号を確定するために、PLL 312 を含むことができる。

【0083】

センサインターフェースデバイス 302 が通信媒体に結合された後に、自動タイムスロットデバイス 322 は、センサネットワーク内の空きタイムスロットを識別するために、通信媒体 340 を監視することができる。自動タイムスロットデバイス 322 が空きスロ

10

20

30

40

50

ットを識別したときは、自動タイムスロットデバイス 3 2 2 は空きタイムスロットを、センサインターフェースデバイス 3 0 2 の送信固定タイムスロットとして選択することができる。

【 0 0 8 4 】

空きタイムスロットが送信固定タイムスロットとして設定された後のタイムスロットの最初の発生時に、センサインターフェースデバイス 3 0 2 は通信媒体 3 4 0 を通じて、センサインターフェースデバイス 3 0 2 の識別情報の少なくとも一部分を送信することができる。タイムスロットの 1 つまたは複数の後続する発生において、センサインターフェースデバイス 3 0 2 は、センサから受け取ったセンサ出力信号を表すアナログ信号を通信することができる。アナログ信号は、ゲート型時間エンコーダ 3 1 0 によって生成され、送信されることができる。

10

【 0 0 8 5 】

センサインターフェースデバイス 3 0 2 はまた、受信固定タイムスロットに基づいて、1 つまたは複数のタイムスロット中に 1 つまたは複数のアナログ信号を受け取ることができる。送信固定タイムスロットに関連するタイムスロットの発生時にゲート型ローパスフィルタ 3 3 0 は、通信媒体 3 4 0 からアナログ信号を受け取るように選択的にイネーブルされることができる。ゲート型ローパスフィルタ 3 3 0 は、受け取ったアナログ信号を、センサインターフェースデバイス 3 0 2 に結合された 1 つまたは複数のデバイス（例えば 1 つまたは複数のセンサ）に供給される、センサ入力信号（例えば電圧信号）に変換することができる。特定の実施形態では、送信タイムスロットゲート 3 1 8 および受信タイムスロットゲート 3 3 4 は、単一のゲートコントローラとして組み合わせることができる。

20

【 0 0 8 6 】

したがってシステム 3 0 0 は、ゲート型時間エンコーダ 3 1 0 が、センサインターフェースデバイス 3 0 2 に割り当てられた送信固定タイムスロット内で生じるように条件付けられたアナログ信号（例えばパルス幅被変調アナログ信号）を生成することを可能にするように、システムクロックに同期させることができる。送信固定タイムスロットは、順次に生じる複数のタイムスロットを含むことができ、ゲート型時間エンコーダ 3 1 0 が複数のタイムスロットにわたってイネーブルされ（例えばゲートされ）、単一のタイムスロットの固有のダイナミックレンジを拡張することを可能にすることができる。さらにセンサネットワークシステム内の 1 つまたは複数のタイムスロットは、同期および電力分配の両方での使用のための同期信号（例えば一定の幅の定期的なパルス化された信号）に充当することができる。有利なことにはセンサインターフェースデバイス 3 0 2 は、所定の送信固定タイムスロットを用いてセンサネットワークに参加することができ、または参加し、送信固定タイムスロットを自動的に取得し、設定することができる。

30

【 0 0 8 7 】

図 4 を参照すると、受信器デバイス 4 0 2 および通信媒体 4 4 0 を含むシステム 4 0 0 の特定の実施形態が示される。例えば受信器デバイス 4 0 2 は、図 1 の受信器デバイス 1 3 0 を含むことができる。受信器デバイス 4 0 2 は、通信媒体 4 4 0 を通じて 1 つまたは複数のデバイスから、図 1 のアナログセンサデータ 1 5 4 などのアナログ信号を受け取ることができる。1 つまたは複数のデバイスは、図 1 のセンサインターフェースデバイス 1 1 4 A ~ M またはクロック 1 6 0、図 2 のセンサインターフェースデバイス 2 0 2、または図 3 のセンサインターフェースデバイス 3 0 2 を含むことができる。通信媒体 4 4 0 は図 1 の通信媒体 1 2 0、図 2 の通信媒体 2 0 4、または図 3 の通信媒体 3 4 0 を含むことができる。受信器デバイス 4 0 2 は、パルス - デジタル変換器 4 1 4、PLL 4 0 4、ローカルフレームクロック 4 0 6、タイムスロットゲート 4 0 8、一意ノード照合デバイス 4 1 0、およびラベルデジタル信号デバイス 4 1 2 を含むことができる。

40

【 0 0 8 8 】

受信器デバイス 4 0 2 は、受信器デバイス 4 0 2 を同期させるために通信媒体 4 4 0 から、図 1 のタイミング信号 1 5 0 などのバスクロック信号を受け取ることができる。受信器デバイス 4 0 2 は、複数のフレームの各フレームの 1 つまたは複数のタイムスロット中

50

に、通信媒体 440 を通じてアナログ信号を受け取るように構成することができる。受信器デバイス 402 が、図 1 のシステム 100 のセンサネットワークなどのセンサネットワーク内に含まれるときは、受信器デバイス 402 は 1 つまたは複数のタイムスロットを識別するために、システムクロックに同期させることができる。例えば受信器デバイス 402 は、クロック信号または同期パルスを含むことができる 1 つまたは複数のタイミング信号を受け取ることができる。1 つまたは複数のタイミング信号は、図 1 のクロック 160 などのシステムクロックに関連付けることができる。システムクロックは、時分割多重システムのフレームの周期に基づく周波数を有することができる。特定の実施形態では、複数のフレームの各フレームの特定のタイムスロット中に、特定のタイミング信号を受信器デバイス 402 に供給することができる。

10

【0089】

特定の実施形態では受信器デバイス 402 は、ローカルフレームクロック 406 を維持することができる、システムクロックに基づいてローカルフレームクロック 406 を同期させることができる。受信器デバイス 402 は、通信媒体 340 を通じて受け取られる 1 つまたは複数のタイミング信号に基づいて、ローカルフレームクロック 406 を同期させることができる。特定の実施形態ではローカルフレームクロック 406 は、タイムスロットゲート 408 に含めることができる。ローカルフレームクロック 406 は、時間と共にドリフトする場合があります、適切な同期を維持するために追加のタイミング信号に基づいて再同期させることができる。PLL 404 は、バスクロックに基づいて生成される信号などのタイミング信号に基づいて、ローカルフレームクロック 406 を同期するために用いることができる。PLL 404 は、基準部とフィードバック部とを含むことができる。PLL 404 は、基準部においてタイミング信号を受け取ることができ、フィードバック部においてローカルフレームクロック 406 を受け取ることができる。PLL 404 は、ローカルフレームクロック 406 が PLL 404 の出力信号に基づいて調整されるように、ローカルフレームクロック 406 に出力信号を送ることができる。

20

【0090】

タイムスロットゲート 408 は、1 つまたは複数のタイムスロットの発生を識別し、パルス - デジタル変換器 414 が通信媒体 440 からアナログ信号を受け取れることを可能にする、活動化信号を生成するように構成することができる。タイムスロットゲート 408 は、 i を整数として、センサネットワーク内に含まれる i 個のデバイスのそれぞれに割り当てられた 1 つまたは複数のタイムスロットを識別することができる。

30

【0091】

パルス - デジタル変換器 414 は、通信媒体 440 を通じて通信されるアナログセンサ信号などの、アナログ信号を受け取るように構成することができる。パルス - デジタル変換器 414 は、それぞれの受け取ったアナログ信号を対応するデジタル信号に変換し、対応するデジタル信号をラベルデジタル信号デバイス 412 に送ることができる。例えばアナログ信号は、センサネットワーク内に含まれるデバイスの 1 つまたは複数によって送信することができる。パルス - デジタル変換器 414 において受け取られる、タイムスロットゲート 408 からの特定の活動化信号に基づいて、パルス - デジタル変換器 414 は、パルス - デジタル変換器 414 が特定のタイムスロット中にアナログ信号を受け取れることを可能にするように、特定のタイムスロット中にゲートすることができる。特定の実施形態ではパルス - デジタル変換器 414 は、並列に構成された従来型の低速アナログ - デジタル変換器 (ADC) のバンクを含むことができる。ADC のバンクの各 ADC は、異なる活動化信号に基づいて選択的にイネーブルされることことができる。

40

【0092】

一意ノード照合デバイス 410 は、通信媒体 440 に通信可能に結合することができる。一意ノード照合デバイス 410 は、タイムスロット中に通信媒体 440 からアナログ信号を受け取り、アナログ信号を処理して、アナログ信号に関連するデバイスに対応する識別情報 (例えば n ビットの数) を求めるように構成することができる。例えば一意ノード照合デバイス 410 は、図 1 のセンサインターフェースデバイス 114 A ~ M の 1 つ、図

50

2のセンサインターフェースデバイス202、または図3のセンサインターフェースデバイス302などのセンサインターフェースデバイスの識別情報を含む、アナログ信号を受け取るように構成することができる。一意ノード照合デバイス410は、識別情報（例えば関連するセンサまたはセンサインターフェースデバイス）を、識別情報がその間に受け取られたタイムスロットの表示と共に、記憶することができる。識別情報を記憶した後に一意ノード照合デバイス410は、識別情報に関連するタイムスロットの発生に基づいて、識別情報（例えば識別情報の値）をラベルデジタル信号デバイス412に供給することができる。例えば一意ノード照合デバイス410は、特定のセンサインターフェースデバイスが特定のフレーム内の10番目の順次タイムスロットに割り当てられていると判断することができ、特定のフレームの後の1つまたは複数の後続のフレームの10番目の順次タイムスロット中に、特定のセンサインターフェースの識別情報をラベルデジタル信号デバイス412に供給することができる。

10

【0093】

特定の実施形態では、受信器デバイス402は、1つまたは複数のデバイスがタイムスロットを自動的に選択する（例えば割り当てる）ように構成されたセンサネットワーク内に含まれ、一意ノード照合デバイス410は、初めのアナログ信号のために1つまたは複数の空きタイムスロットを監視するように構成することができる。一意ノード照合デバイス410は、アナログ信号が初めに空きタイムスロット内にある場合を検出し、アナログ信号が、アナログ値を送信したデバイスの識別情報値として処理されるようにする。例えば一意ノード照合デバイス410は、信号をラベルデジタル信号デバイス412に供給することができ、これはラベルデジタル信号デバイス412に、識別情報として、一意ノード照合デバイス410におけるアナログ信号に基づいて、デジタル信号を記憶させる。例えば、前に空いていたタイムスロット内に初めに存在したアナログ信号は、識別情報の値を表すパルス幅を有することができる。

20

【0094】

別の特定の実施形態では一意ノード照合デバイス410は、 p を整数として p 個のフレームごとに、特定のデバイスの識別情報の一部分を受け取ることができる。例えば p 個のフレームごとに一意ノード照合デバイス410は、特定のデバイスに割り当てられたタイムスロット中に、識別情報の異なるビットを受け取ることができる。一意ノード照合デバイス410は、 p フレーム中の特定のデバイスに割り当てられたタイムスロット内で受け取られたアナログ値に基づいてビット値を割り当てることによって、識別情報の各ビットを決定することができる。例えば一意ノード照合デバイス410は、 p フレーム中の特定のデバイスに割り当てられたタイムスロットがゼロ値ではないアナログ値を含むときは1のビット値を割り当て、 p フレーム中の特定のデバイスに割り当てられたタイムスロットがゼロ値を有するまたは値を有しないアナログ値を含むときはゼロの値を割り当てることによって、識別情報の各ビットを決定することができる。代替として一意ノード照合デバイス410は、 p フレーム中の特定のデバイスに割り当てられたタイムスロットがゼロ値でないアナログ値を含むときはゼロのビット値を割り当て、 p フレーム中の特定のデバイスに割り当てられたタイムスロットがゼロ値を有するまたは値を有しないアナログ値を含むときは1の値を割り当てることによって、識別情報の各ビットを決定することができる。一意ノード照合デバイス410は、特定のデバイスの識別情報のビット値を蓄積し、各タイムスロットに対する識別情報値のリストを維持することができる。各タイムスロット中に一意ノード照合デバイス410は、リストにアクセスし、タイムスロットに対応する識別情報値をラベルデジタル信号デバイス412に供給することができる。

30

40

【0095】

ラベルデジタル信号デバイス412は、パルス - デジタル変換器414からアナログ信号のデジタル表示を受け取り、アナログ信号のデジタル表示を含むデジタルデータを、図1の処理 / 記憶装置140などの処理 / 記憶装置に送ることができる。デジタルデータを処理 / 記憶装置に送る前にラベルデジタル信号デバイス412は、デジタルデータに識別子を付加することができる。デジタルデータに付加された識別子は、デジタルデータがそ

50

れから創出されたアナログ信号の生成に関連したデバイスに対応することができる。代替としてまたは追加としてラベルデジタル信号デバイス 4 1 2 は、デジタルデータにタイムスタンプを付加することができる。タイムスタンプの値は、デジタルデータが生成された時間、デジタルデータを生成するために用いられたアナログ信号を受け取った時間、またはアナログ信号が生成された時間に関連付けることができる。

【 0 0 9 6 】

動作時には受信器デバイス 4 0 2 は、通信媒体 4 4 0 に結合することができる。受信器デバイス 4 0 2 は、通信媒体 4 4 0 を通じてタイミング信号（例えばバスクロック信号）を受け取ることができ、受信器デバイス 4 0 2 を、センサネットワーク（例えば時分割多重センサネットワーク）の 1 つまたは複数のデバイスに同期させることができる。例えば

10

【 0 0 9 7 】

第 1 のタイムスロット中に受信器デバイス 4 0 2 は、通信媒体 4 4 0 を通じて第 1 のデバイスから第 1 のアナログセンサデータを受け取ることができる。第 1 のアナログセンサデータは、第 1 のセンサによって生成された第 1 のセンサ信号（例えば第 1 のセンサデータ）のパルス幅被変調表示を含むことができる。パルス - デジタル変換器 4 1 4 は、第 1 のアナログセンサデータを、第 1 のセンサ信号を表す第 1 のデジタルセンサデータに変換することができる。受信器デバイス 4 0 2 は、第 1 のデジタルセンサデータを、図 1 の処理 / 記憶システム 1 4 0 などの処理システムまたは記憶システムに送ることができる。

20

【 0 0 9 8 】

第 2 のタイムスロット中に受信器デバイス 4 0 2 は、通信媒体 4 4 0 を通じて第 2 のデバイスから第 2 のアナログセンサデータを受け取ることができる。第 2 のアナログセンサデータは、第 2 のセンサによって生成された第 2 のセンサ信号（例えば第 2 のセンサデータ）のパルス幅被変調表示を含むことができる。パルス - デジタル変換器 4 1 4 は、第 2 のアナログセンサデータを、第 2 のセンサ信号を表す第 2 のデジタルセンサデータに変換することができる。受信器デバイス 4 0 2 は第 2 のデジタルセンサデータを、処理システムまたは記憶システムに送ることができる。

【 0 0 9 9 】

30

特定の実施形態では受信器デバイス 4 0 2 は、一意ノード照合デバイス 4 1 0 を含まなくてもよく、ラベルデジタル信号デバイス 4 1 2 は、受信器デバイス 4 0 2 がアナログ信号をそれから受け取るデバイスに対応する 1 つまたは複数の識別情報を記憶することができる。例えば各デバイスには、デバイスがその間にアナログ信号を送信するようイネーブルされることができる、1 つまたは複数のタイムスロットを割り当てることができる。特定のデバイスに割り当てられた特定のタイムスロットの発生時に、パルス - デジタル変換器 4 1 4 は、特定のデバイスによって送信されたアナログ信号を受け取り、その後アナログ信号をデジタル信号に変換することになる。ラベルデジタル信号デバイス 4 1 2 は、デジタル信号を受け取り、パルス - デジタル変換器 4 1 4 によってアナログ信号がその間に受け取られた、特定のタイムスロットに基づいて、特定のデバイスに対応する識別子を

40

【 0 1 0 0 】

センサネットワーク内に含まれる複数のデバイスからアナログ信号を受け取ることにより、受信器デバイス 4 0 2 は、データ収集ポイントとのインターフェースとして動作することができる。受信器デバイス 4 0 2 は、受け取ったアナログ信号のそれぞれをデジタル信号に変換し、デジタル信号を処理システムまたは記憶システムに供給することができる。さらに受信器デバイス 4 0 2 は、デジタル信号がそれに基づくアナログ信号を送ったデバイスに基づいて、各デジタル信号に識別情報を付加することができる。受信器デバイス 4 0 2 は、受け取ったアナログ信号のそれぞれに対してアナログ - デジタル変換を行うので、センサネットワーク内に含まれる 1 つまたは複数のデバイスは、アナログ - デジタル

50

変換回路を含む必要はない。有利なことには受信器デバイス402はまた、特定のタイムスロット中に送信されたアナログ信号に基づいて、特定のタイムスロット中に通信するデバイスの識別情報（例えば識別子）を受け取り、識別することができる。特定のタイムスロット中にデバイスの識別情報を識別することにより、受信器デバイス402は、特定のデバイスが、センサネットワークに動的に参加し、特定のデバイスがその間にアナログ信号を送信する1つまたは複数の空きタイムスロットを自動的に選択することをサポートすることができる。

【0101】

図5を参照すると、タイムスロット化されたネットワーク（例えば時分割多重ネットワーク）の通信媒体を通じて通信されるアナログ信号の、例示のグラフ500が示される。通信媒体は、図1の通信媒体120、図2の通信媒体204、図3の通信媒体340、または図4の通信媒体440を含むことができる。タイムスロット化されたネットワークは、複数のフレームを用いた時分割多重化（TDM）を用いることができる。複数のフレームの各フレームは、複数のタイムスロット（例えばチャネル）を含むことができる。

【0102】

グラフ500において第1のフレーム（例えばフレーム0）は、複数のタイムスロット（例えばタイムスロット1～N）を含む。タイムスロットの数は、データを通信する必要がある、タイムスロット化されたネットワークに含まれるデバイスの数に少なくとも基づくことができる。タイムスロット化されたネットワークに含まれる1つまたは複数のデバイスには、複数のタイムスロットを割り当てることができる。例えば、第1のタイムスロットを第1のデバイスに割り当てることができ、第2のタイムスロットおよび第3のタイムスロットを第2のデバイスに割り当てることができ、N番目のタイムスロットをN番目のデバイスに割り当てることができる。特定のタイムスロット中に、特定のタイムスロットに割り当てられた特定のデバイスは、タイムスロット化されたネットワークに含まれる1つまたは複数の他のデバイスによって受け取られるべき、アナログパルス幅被変調信号などのアナログ信号を送信することができる。例えば1つのタイムスロット（例えば1つの送信タイムスロット）が第1のデバイスに割り当てられたときは、第1のデバイスは、第1のタイムスロット内で始まって終わるパルス幅を有するアナログ信号を送信することができる。他の例として、2つのタイムスロット（例えば2つの送信タイムスロット）が第2のデバイスに割り当てられたときは、第2のデバイスは、第2のタイムスロット内で始まり、第3のタイムスロット内で終わるパルス幅を有するアナログ信号を送信することができる。アナログ信号のパルス幅はアナログ値に対応することができる。特定の実施形態では、特定のデバイスはセンサに関連付けられ、アナログ値は、センサによって生成されたセンサデータを表す。特定の実施形態では第1のデバイスはシステムクロックを含むことができ、システムクロックによって第1のタイムスロット中に通信媒体を通じて送信される信号は同期信号とすることができる。

【0103】

図6は、センサインターフェースデバイスの動作の方法600を示すフローチャートである。センサインターフェースデバイスは、図1のセンサインターフェースデバイス114A、114B、114Mの1つ、図2のセンサインターフェースデバイス202、または図3のセンサインターフェースデバイス302を含むことができる。

【0104】

方法600では、602においてセンサからデータが受け取られる。センサインターフェースデバイスはセンサに結合することができ、センサから図1のセンサデータ152などのセンサデータを受け取る。例えばセンサは、図1のセンサ112A～Mの1つを含むことができる。

【0105】

タイミング信号は、604において、通信媒体を通じて受け取られる。例えば通信媒体は、図1の通信媒体120、図2の通信媒体204、図3の通信媒体340、または図4の通信媒体440を含むことができる。センサインターフェースデバイスは、タイミング

10

20

30

40

50

信号に基づいてクロック（例えばセンサインターフェースデバイスのローカルクロック）を維持する（例えば同期する）ためにタイミング信号を用いることができる。クロックは、センサインターフェースデバイスが、センサインターフェースデバイスがその間にアナログ信号を通信する（例えば送るまたは受け取る）ことができる、センサインターフェースデバイスに割り当てられた１つまたは複数のタイムスロットを識別することを可能にすることができる。

【 0 1 0 6 】

6 0 6 において、データのアナログパルス幅被変調表示は、タイミング信号に基づいて決定されるタイムスロット中に、通信媒体を通じて送信することができる。データのアナログパルス幅被変調表示は、通信媒体を通じて１つまたは複数のデバイスに送信することができる。データのアナログパルス幅被変調表示は、タイムスロット中にセンサインターフェースデバイスのゲート型時間エンコーダによって生成されることができる。データのアナログパルス幅被変調表示の送信は、タイムスロットの始まりに活動化されるゲート型時間エンコーダのスイッチに基づいてイネーブルされることができる。データのアナログパルス幅被変調表示の送信は、アナログパルス幅被変調表示を送信する前に、キャリア信号をデータのアナログパルス幅被変調表示と組み合わせる（例えば混合する）ことを含むことができる。

【 0 1 0 7 】

図 6 の方法 6 0 0 は、フィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）デバイス、特定用途向け集積回路（ASIC）、中央処理装置（CPU）などの処理装置、デジタル信号プロセッサ（DSP）、コントローラ、他のハードウェアデバイス、ファームウェアデバイス、またはそれらの任意の組み合わせによって、開始または制御することができる。一例として図 6 の方法 6 0 0 は、図 1 のセンサインターフェースデバイス 1 1 4 A、1 1 4 B、1 1 4 M の１つ、図 2 のセンサインターフェースデバイス 2 0 2、または図 3 のセンサインターフェースデバイス 3 0 2 に含まれるまたは結合された、１つまたは複数のプロセッサによって開始または制御することができる。

【 0 1 0 8 】

図 7 は、センサネットワークをサポートするように動作可能なコンピューティングデバイス 7 1 0 を含む、コンピューティング環境 7 0 0 のブロック図である。例えばコンピューティングデバイス 7 1 0 またはその諸部分は、センサインターフェースデバイス 1 1 4 A ~ M、受信器デバイス 1 3 0、または図 1 の処理 / 記憶システム 1 4 0、図 2 のセンサインターフェースデバイス 2 0 2、図 3 のセンサインターフェースデバイス 3 0 2、または図 4 の受信器デバイス 4 0 2 内に含む、またはそれらに対応することができる。

【 0 1 0 9 】

コンピューティングデバイス 7 1 0 は、少なくとも１つのプロセッサ 7 2 0 を含むことができる。コンピューティングデバイス 7 1 0 内では少なくとも１つのプロセッサ 7 2 0 は、システムメモリ 7 3 0、１つまたは複数の記憶装置 7 4 0、１つまたは複数の入力 / 出力インターフェース 7 5 0、１つまたは複数の通信インターフェース 7 6 0、またはそれらの組み合わせと通信することができる。

【 0 1 1 0 】

システムメモリ 7 3 0 は、揮発性メモリデバイス（例えばランダムアクセスメモリ（RAM）デバイス）、不揮発性メモリデバイス（例えばリードオンリメモリ（ROM）デバイス、プログラマブルリードオンリメモリ、およびフラッシュメモリ）、または両方を含むことができる。システムメモリ 7 3 0 はオペレーティングシステム 7 3 2 を含むことができ、オペレーティングシステム 7 3 2 は、コンピューティングデバイス 7 1 0 を起動するための基本入力 / 出力システム、ならびにコンピューティングデバイス 7 1 0 がユーザ、他のプログラム、および他のデバイスと対話することを可能にする完全なオペレーティングシステムを含むことができる。システムメモリ 7 3 0 はまた、１つまたは複数のアプリケーション（例えば命令）7 3 4、プログラムデータ 7 3 6、およびセンサデータ 7 3 8 を含むことができる。プログラムデータ 7 3 6 は、アプリケーション 7 3 4 のそれぞ

10

20

30

40

50

れの機能を行うためにアプリケーション 734 によって使用されるデータを含むことができる。アプリケーション 734 は、センサデータ、センサ識別子、センサインターフェースデバイス識別子、センサタイムスロット割り振り情報、センサインターフェースデバイスタイムスロット割り振り情報、センサネットワークに関する他の情報、またはそれらの組み合わせを求めるために少なくとも 1 つのプロセッサ 720 によって実行可能な、命令を含むことができる。センサデータ 738 は、生のセンサデータを表すデジタルデータ、センサネットワークに関連する情報を求めるためにアプリケーション 734 によって分析または処理されるデータ、またはそれらの組み合わせを含むことができる。

【0111】

1 つまたは複数の記憶装置 740 は、磁気ディスク、光ディスク、またはフラッシュメモリデバイスなどの不揮発性記憶装置を含むことができる。記憶装置 740 は、リムーバブルおよび非リムーバブルメモリデバイスの両方を含むことができる。特定の実施形態では記憶装置 740 は、オペレーティングシステム 732、アプリケーション 734、プログラムデータ 736、センサデータ 738、またはそれらの組み合わせを記憶するように構成することができる。システムメモリ 730、記憶装置 740、または両方は、有形の非一時的なコンピュータ可読媒体または記憶装置を含むことができる。

【0112】

特定の実施形態では少なくとも 1 つのプロセッサ 720 は、システムメモリ 730 などの非一時的なコンピュータ可読媒体に記憶された、アプリケーション 734 などのコンピュータ実行可能命令を実行するように構成される。命令は、少なくとも 1 つのプロセッサ 720 に、センサネットワークのノード（例えばセンサ、センサインターフェースデバイス、または受信器デバイス）から、センサネットワークに関連するセンサデータ、識別データ、制御データ、タイミングデータなどのデータを、受け取らせるまたは処理させるように実行可能とすることができる。命令は、少なくとも 1 つのプロセッサ 720 に、センサからのデータを受け取らせるように実行可能とすることができる。コンピュータ実行可能命令はさらに、少なくとも 1 つのプロセッサ 720 に、通信媒体を通じてタイミング信号を受け取らせるように実行可能とすることができる。コンピュータ実行可能命令はさらに、少なくとも 1 つのプロセッサ 720 に、タイミング信号に基づいて決定されるタイムスロット中に、通信媒体を通じてデータのアナログパルス幅被変調表示を送信させるように実行可能とすることができる。

【0113】

1 つまたは複数の入力/出力インターフェース 750 は、ユーザとの対話を容易にするために、コンピューティングデバイス 710 が 1 つまたは複数の入力/出力デバイス 770 と通信することを可能にすることができる。例えば 1 つまたは複数の入力/出力インターフェース 750 は、ユーザから入力を受け取る、別のコンピューティングデバイスから入力を受け取る、またはそれらの組み合わせを行うように適合させることができる。入力/出力インターフェース 750 は、シリアルインターフェース（例えばユニバーサルシリアルバス（USB）インターフェース、または米国電気電子技術者協会（IEEE）インターフェース標準）、パラレルインターフェース、ディスプレイアダプタ、オーディオアダプタ、またはカスタムインターフェースを含む、1 つまたは複数の標準インターフェースプロトコルに準拠することができる。入力/出力デバイス 770 は、ボタン、キーボード、ポインティングデバイス、ディスプレイ、スピーカ、マイク、タッチスクリーン、および他のデバイスのいくつかの組み合わせを含む、ユーザインターフェースデバイスおよびディスプレイを含むことができる。

【0114】

1 つまたは複数の通信インターフェース 760 は、コンピューティングデバイス 710 が、1 つまたは複数の他のコンピューティングデバイスまたはコントローラ 780 と通信することを可能にすることができる。1 つまたは複数の通信インターフェース 760 は、有線イーサネットインターフェース、米国電気電子技術者協会（IEEE）702 無線インターフェース、ブルートゥース通信インターフェース、電氣的（または電力線）インタ

10

20

30

40

50

ーフェース、光または無線周波数インターフェース、または他の有線または無線インターフェースを含むことができる。他のコンピュータデバイスまたはコントローラ 780 は、ホストコンピュータ、サーバ、ワークステーション、ポータブルコンピュータ、電話機、タブレットコンピュータ、または任意の他の通信デバイスまたは構成要素を含むことができる。例えば他のコンピュータデバイスまたはコントローラ 780 は、図 1 のセンサインターフェースデバイス 114 A ~ M、受信器デバイス 130、処理 / 記憶システム 140、図 2 のセンサインターフェースデバイス 202、図 3 のセンサインターフェースデバイス 302、図 4 の受信器デバイス 402、または図 1 ~ 6 を参照して述べられた他のデバイスを含むことができる。

【0115】

図 8 および図 9 を参照して、図 8 のフローチャートに示されるような乗物製造およびサービス方法 800、および図 9 のブロック図によって示されるような乗物システム 900 との関連において、本開示の例について述べる。図 8 の乗物製造およびサービス方法 800 によって生産される乗物、および図 9 の乗物 902 は、航空機、船舶、陸上船、宇宙船、またはそれらの組み合わせを含むことができる。方法 900 および 800 はまた、構造物を運用または監視するための 1 つまたは複数のシステムを有する、ビルディングまたは橋などの構造物を生産およびサービスするように変更することができる。

【0116】

図 8 を参照すると生産前の間に、方法 800 は乗物 902 の仕様および設計 802、ならびに資材調達 804 を含むことができる。例えばセンサネットワークシステム（例えば図 9 のセンサネットワークシステム 918）を設計および仕様化することができる。

【0117】

生産時には、構成部品およびサブアセンブリ製造 806、および乗物 902 のシステム統合 808 が行われる。例えばセンサネットワークシステムは、サブアセンブリとして生産し、乗物 902 内に統合することができる。その後に乗物 902 は、認証および納入 810 を経て、運行 812 とすることができる。顧客による運行の間は乗物 902 は、日常保守およびサービス 814（これはまた変更、再構成、改装などを含むことができる）をスケジュール設定することができる。例えばセンサネットワークシステムが初めに乗物 902 上に設置されていなかった場合は、乗物 902 は保守およびサービス 814 の間にセンサネットワークシステムを含めるように再構成することができる。さらにセンサネットワークシステムは、保守およびサービス 814 の間に、1 つまたは複数の他のシステムと共に問題を診断するために用いることができる。

【0118】

乗物製造およびサービス方法 800 のプロセスのそれぞれは、システムインテグレータ、サードパーティ、および / または運用者（例えば顧客）によって行うまたは実行することができる。この説明の目的のためにシステムインテグレータは、非限定的に任意の数の乗物製造業者および主要システム下請業者を含むことができ、サードパーティは非限定的に任意の数のベンダ、下請業者、および供給業者を含むことができ、運用者は運送業者（例えば航空会社）、リース会社、軍関係事業体、サービス組織などを含むことができる。

【0119】

図 9 に示されるように乗物システム 900 は、乗物製造およびサービス方法 800 によって生産された乗物 902 を含む。乗物 902 は、複数のシステム 906 を有する乗物フレーム 904（例えば機体）、および内装 908 を含むことができる。高レベルシステム 906 の例は、推進システム 910、電気システム 912、油圧システム 914、環境システム 916、センサネットワークシステム 918、および電子システム 920 の 1 つまたは複数を含む。任意の数の他のシステムを含むことができる。特定の実施形態ではセンサネットワークシステム 918 は、他のシステムとは独立、またはそれらの 1 つまたは複数に含めることができる。

【0120】

本明細書において具体化される装置および方法は、乗物製造およびサービス方法 800

10

20

30

40

50

の任意の１つまたは複数の段階時に使用することができる。例えば生産プロセスに対応する構成部品またはサブアセンブリは、乗物 902 が運行している間に生産される構成部品またはサブアセンブリと同様なやり方で製作または製造することができる。また１つまたは複数の装置の実施形態、方法の実施形態、またはそれらの組み合わせは、乗物 902 の組み立てを大幅に早め、またはコストを低減することによって、例えば生産段階（例えば構成部品サブアセンブリ製造段階 806、およびシステム統合段階 808）の間に実施することができる。同様に装置の実施形態、方法の実施形態、またはそれらの組み合わせの１つまたは複数の、乗物 902 が、例えば非限定的に運行から保守およびサービス 814 にある間に利用することができる。

【0121】

10

これらの例示の例ではセンサネットワークシステム 918 は乗物 902 内に、システム統合 808 の間に、または保守およびサービス 814 の間に実現することができる。本明細書で開示される１つまたは複数の実施形態によれば、センサネットワークシステム 918 は、運行 812 の間に、および／または保守およびサービス 814 の間に使用することができる。

【0122】

上記で述べられた例は説明であるが本開示を限定するものではない。また本開示の原理による多数の変更および変形が可能であることが理解されるべきである。したがって本開示の範囲は、添付の特許請求の範囲およびそれらの等価なものによってのみ定義される。

【0123】

20

本明細書において述べられる例の図は、様々な実施形態の構造の全体的な理解をもたらすためのものである。図は、本明細書で述べられる構造または方法を利用する装置およびシステムの要素および特徴のすべての完全な記述として役立てることを意図するものではない。当業者には、本開示を読むことによって多くの他の実施形態が明らかとなり得る。本開示から他の実施形態を利用および派生させることができ、それにより本開示の範囲から逸脱せずに、構造的および論理的置き換えおよび変更を行うことができる。例えば方法ステップは、図に示されるものとは異なる順序で行うことができ、または１つまたは複数の方法ステップは省くことができる。したがって本開示および図は、限定するものではなく例示として見なされるべきである。

【0124】

30

さらに本明細書において特定の例について図示し説明してきたが、同じまたは同様な結果を達成するように設計された、それに伴う任意の構成を、示された特定の実施形態に対して置き換え得ることが理解されるべきである。本開示は、様々な実施形態のいずれのおよびすべての、それに伴う適合形態または変形形態も包含することが意図される。上記の実施形態の組み合わせ、および本明細書で具体的に述べられない他の実施形態は、説明を読むことにより当業者には明らかとなるであろう。

【0125】

「要約書」は、諸請求項の範囲または意味を解釈するためまたは限定するために用いられないとの理解のもとに提出されるものである。さらに上記の「発明を実施するための形態」では開示を簡素化するために、様々な特徴が一緒にまとめられ、または単一の実施形態において述べられる場合がある。以下の「特許請求の範囲」が表すように、特許請求される主題は、開示された例のいずれかの特徴のすべてより少ないものを対象となし得る。

40

また、本発明は以下に記載する態様を含む。

(態様 1)

センサネットワークの共有バスに結合するためのバスインターフェースと、
前記センサネットワークのセンサに結合するためのセンサインターフェースと、
前記バスインターフェースおよび前記センサインターフェースに結合されたゲート型パルス幅変調回路であって、前記共有バスを通じて受け取ったタイミング信号に基づいて決定されるタイムスロット中に、前記センサから受け取った信号のアナログパルス幅被変調表示を送信するように構成された、ゲート型パルス幅変調回路と

50

を備える、デバイス。

(態 様 2)

前記ゲート型パルス幅変調回路が非同期シグマ - デルタ変調器回路を備える、態様 1 に記載のデバイス。

(態 様 3)

前記タイムスロットが、前記バス上の送信のために前記デバイスに割り振られた複数のフレームの各フレーム中の媒体アクセス時間に対応する、態様 1 または 2 に記載のデバイス。

(態 様 4)

前記ゲート型パルス幅変調回路が、前記複数のフレームの第 1 のフレーム中に前記センサから受け取った前記信号の前記アナログパルス幅被変調表示を送信し、前記複数のフレームの第 2 のフレーム中に前記デバイスのノード識別子の少なくとも一部分を送信するように構成される、態様 3 に記載のデバイス。

10

(態 様 5)

前記ゲート型パルス幅変調回路に結合されたゲートコントローラをさらに備え、前記ゲートコントローラは、前記タイムスロットが始まるときに、前記ゲート型パルス幅変調回路のスイッチの活動化を開始するように構成される、態様 1 から 4 のいずれか一項に記載のデバイス。

(態 様 6)

前記タイミング信号からオフセットされたクロック信号を生成するためのクロックをさらに備え、前記ゲート型パルス幅変調回路は、前記クロック信号に基づいて前記信号の前記アナログパルス幅被変調表示を送信するようイネーブルされる、態様 1 から 5 のいずれか一項に記載のデバイス。

20

(態 様 7)

タイムスロット情報を記憶するように構成された記憶装置をさらに備え、前記タイムスロット情報は、送信タイムスロット識別子、受信タイムスロット識別子、タイムスロット幅、またはそれらの組み合わせを含む、態様 1 から 6 のいずれか一項に記載のデバイス。

(態 様 8)

センサからデータを受け取ること、
バスを通じてタイミング信号を受け取ること、および
前記タイミング信号に基づいて決定されるタイムスロット中に、前記バスを通じて前記データのアナログパルス幅被変調表示を送信すること
を含む、方法。

30

(態 様 9)

前記データの前記アナログパルス幅被変調表示の送信を可能にするように、前記タイムスロットの始まりの識別に基づいて、スイッチを活動化することをさらに含む、態様 8 に記載の方法。

(態 様 1 0)

前記タイムスロット中に、前記データの前記アナログパルス幅被変調表示を生成することをさらに含む、態様 8 または 9 に記載の方法。

40

(態 様 1 1)

前記バスを通じて前記データの前記アナログパルス幅被変調表示を送信する前に、キャリア信号と、前記データの前記アナログパルス幅被変調表示とを組み合わせることをさらに含む、態様 8 から 1 0 のいずれか一項に記載の方法。

(態 様 1 2)

第 2 のタイムスロット中に、前記バスを通じて第 2 のアナログパルス幅被変調データを受け取ること、および

前記第 2 のアナログパルス幅被変調データの表示を前記センサに送ること
をさらに含む、態様 8 から 1 1 のいずれか一項に記載の方法。

【符号の説明】

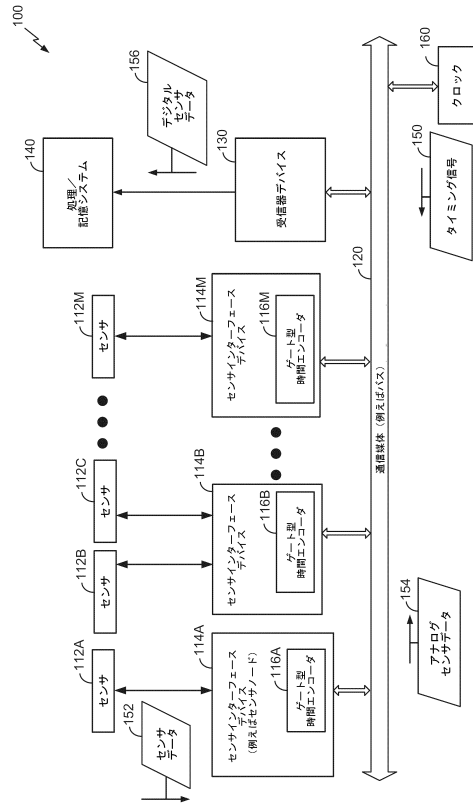
50

【 0 1 2 6 】

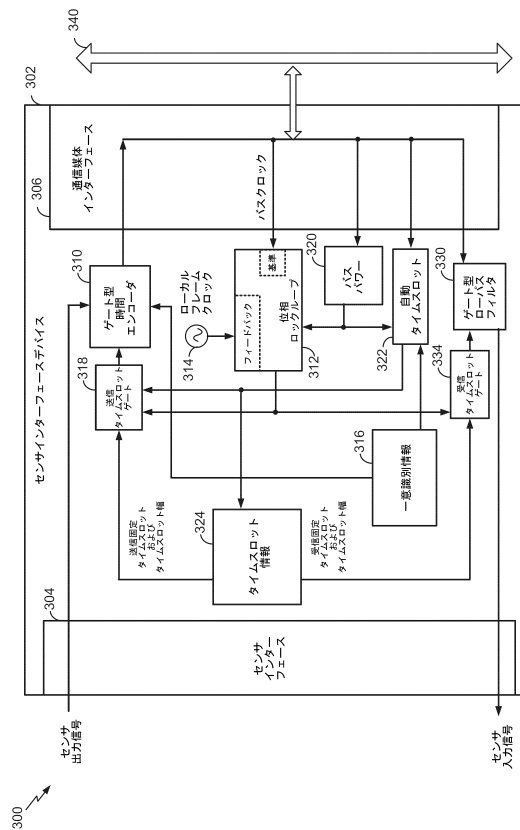
1 0 0	システム	
1 1 2 A	センサ	
1 1 2 B	センサ	
1 1 2 C	センサ	
1 1 2 M	センサ	
1 1 4 A	センサインターフェースデバイス	
1 1 4 B	センサインターフェースデバイス	
1 1 4 M	センサインターフェースデバイス	
1 1 6 A	ゲート型時間エンコーダ	10
1 1 6 B	ゲート型時間エンコーダ	
1 1 6 M	ゲート型時間エンコーダ	
1 2 0	通信媒体	
1 3 0	受信器デバイス	
1 4 0	処理 / 記憶システム	
1 5 0	タイミング信号	
1 5 2	センサデータ	
1 5 4	アナログセンサデータ	
1 5 6	デジタルセンサデータ	
1 6 0	クロック	20
2 0 0	システム	
2 0 2	センサインターフェースデバイス	
2 0 4	通信媒体	
2 1 0	ゲート型時間エンコーダ	
2 1 2	加算器	
2 1 4	積分器	
2 1 6	スイッチ	
2 2 0	ヒステリシス要素	
2 2 2	混合器	
2 2 4	キャリアクロック	30
2 3 0	ゲート型ローパスフィルタ	
2 3 2	スイッチ	
2 3 6	減算器	
2 3 8	積分器	
2 4 0	ゲイン	
3 0 0	システム	
3 0 2	センサインターフェースデバイス	
3 0 4	センサインターフェース	
3 0 6	通信媒体インターフェース	
3 1 0	ゲート型時間エンコーダ	40
3 1 2	位相ロックループ (P L L)	
3 1 4	ローカルフレームクロック	
3 1 6	一意識別情報デバイス	
3 1 8	送信タイムスロットゲート	
3 2 0	バスパワー回路	
3 2 2	自動タイムスロットデバイス	
3 2 4	タイムスロット情報デバイス	
3 3 0	ゲート型ローパスフィルタ	
3 3 4	受信タイムスロットゲート	
3 4 0	通信媒体	50

4 0 0	システム	
4 0 2	受信器デバイス	
4 0 4	P L L	
4 0 6	ローカルフレームクロック	
4 0 8	タイムスロットゲート	
4 1 0	一意ノード照合デバイス	
4 1 2	ラベルデジタル信号デバイス	
4 1 4	パルス - デジタル変換器	
4 4 0	通信媒体	
5 0 0	グラフ	10
6 0 0	方法	
7 0 0	コンピューティング環境	
7 1 0	コンピューティングデバイス	
7 2 0	プロセッサ	
7 3 0	システムメモリ	
7 3 2	オペレーティングシステム	
7 3 4	アプリケーション	
7 3 6	プログラムデータ	
7 3 8	センサデータ	
7 4 0	記憶装置	20
7 5 0	入力 / 出力インターフェース	
7 6 0	通信インターフェース	
7 7 0	入力 / 出力デバイス	
7 8 0	コントローラ	
8 0 0	乗物製造およびサービス方法	
9 0 0	乗物システム	
9 0 2	乗物	
9 0 4	乗物フレーム	
9 0 6	システム	
9 0 8	内装	30
9 1 0	推進システム	
9 1 2	電気システム	
9 1 4	油圧システム	
9 1 6	環境システム	
9 1 8	センサネットワークシステム	
9 2 0	電子システム	

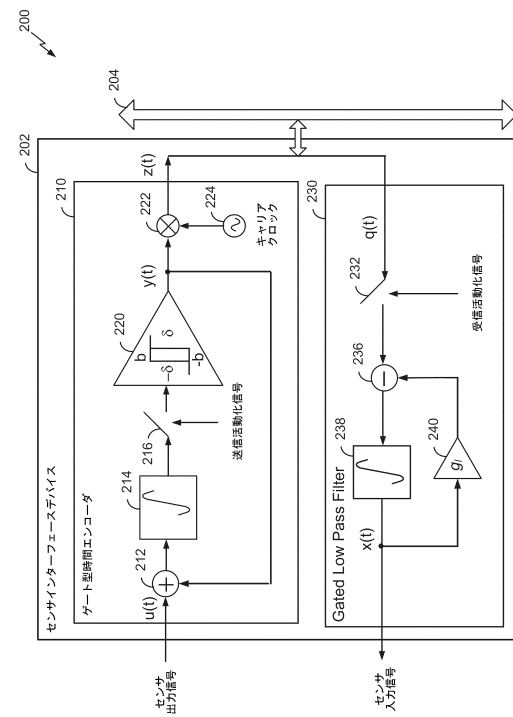
【 図 1 】



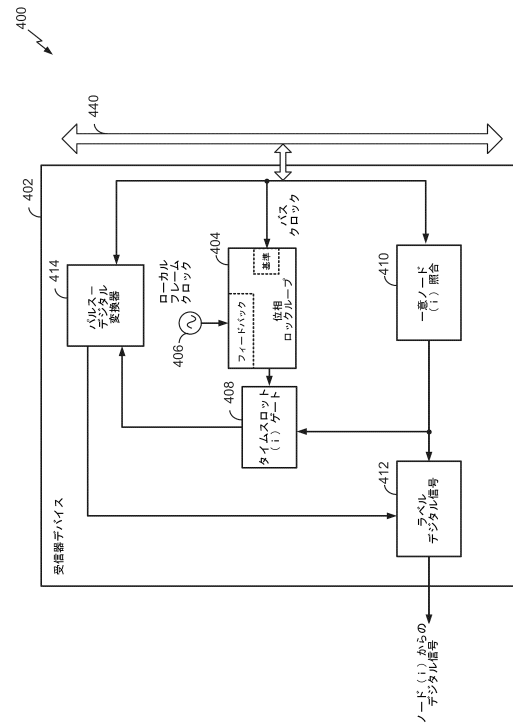
【 図 3 】



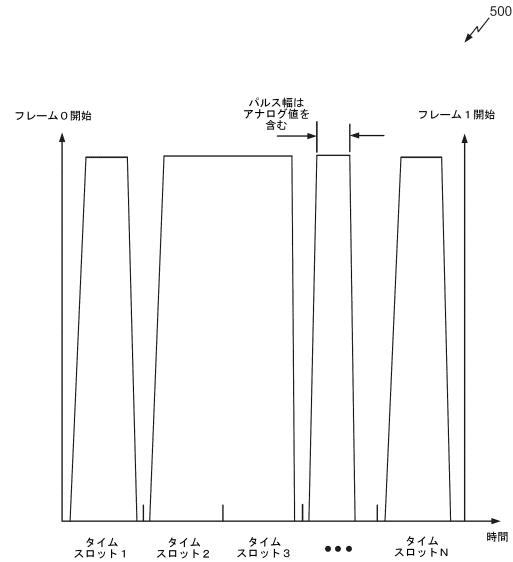
【 図 2 】



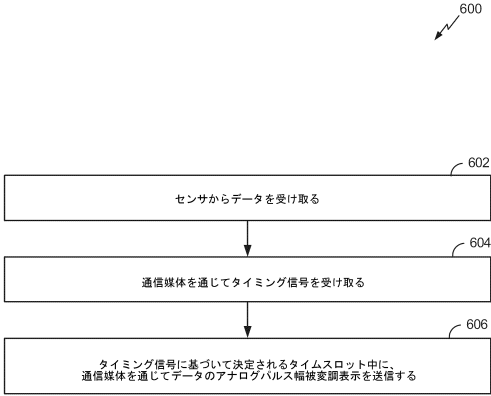
【 図 4 】



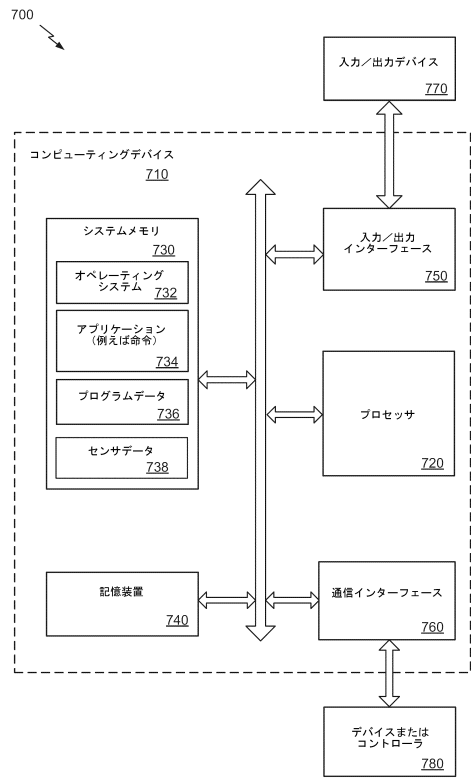
【図 5】



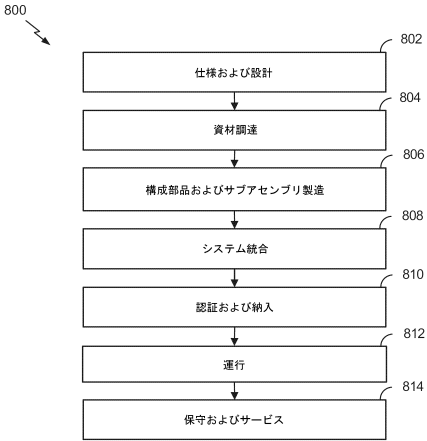
【図 6】



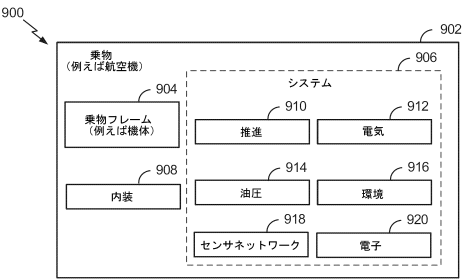
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 ペトレ, ピーター

アメリカ合衆国 イリノイ 60606-2016, シカゴ, ノース リバーサイド プラザ
100

審査官 菅藤 政明

(56)参考文献 特開2013-5060(JP,A)

特開2012-74779(JP,A)

特開2011-19114(JP,A)

特開昭54-114903(JP,A)

特開昭58-111456(JP,A)

特開昭61-95500(JP,A)

特開2008-287619(JP,A)

特開平5-175971(JP,A)

特表2009-545899(JP,A)

特開2000-232457(JP,A)

特開2003-198497(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 12/40-12/417

G08C 15/06-15/12

G08C 19/22

H04J 3/00-3/26