

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6888362号
(P6888362)

(45) 発行日 令和3年6月16日 (2021.6.16)

(24) 登録日 令和3年5月24日 (2021.5.24)

(51) Int.Cl.	F I
G08C 15/06 (2006.01)	G08C 15/06 H
G01C 19/5776 (2012.01)	G01C 19/5776
G06F 13/42 (2006.01)	G06F 13/42 350C

請求項の数 15 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2017-60780 (P2017-60780)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成29年3月27日 (2017.3.27)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2018-163543 (P2018-163543A)		東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(43) 公開日	平成30年10月18日 (2018.10.18)	(74) 代理人	100104710
審査請求日	令和2年2月21日 (2020.2.21)		弁理士 竹腰 昇
		(74) 代理人	100090479
			弁理士 井上 一
		(74) 代理人	100124682
			弁理士 黒田 泰
		(72) 発明者	須藤 泰宏
			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	牧 克彦
			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】 検出装置、物理量測定装置、検出システム、電子機器及び移動体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物理量トランスデューサーからの信号に基づいて検出処理を行い、検出データを出力する検出回路と、

外部デバイスと通信接続され、前記外部デバイスに対して前記検出データを出力するインターフェースと、

処理回路と、

を含み、

前記処理回路は、

少なくとも一つの他の検出装置と自身の検出装置とに共通の共通取り込みタイミングで取り込まれた前記検出回路からの前記検出データを、前記自身の検出装置のデータ送信順番において前記インターフェースに出力させ、

前記インターフェースは、

第1のモードでは、前記共通取り込みタイミングで取り込まれた前記検出データを出力し、

第2のモードでは、前記自身の検出装置の前記検出データの出力期間の前のタイミングで取り込まれた前記検出データを出力することを特徴とする検出装置。

【請求項2】

請求項1に記載の検出装置において、

前記処理回路は、

10

20

前記少なくとも一つの他の検出装置と前記自身の検出装置とを共通宛先とする共通宛先コマンドを前記外部デバイスから受信した際に、前記共通取り込みタイミングで取り込まれた前記検出データを、前記自身の検出装置の前記データ送信順番において前記インターフェースに出力させることを特徴とする検出装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の検出装置において、

前記共通取り込みタイミングは、前記共通宛先コマンドの受け付けタイミングの後のタイミングであって、前記少なくとも一つの他の検出装置及び前記自身の検出装置の前記検出データの出力期間の前のタイミングであることを特徴とする検出装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の検出装置において、

前記処理回路は、コマンドデコーダーを含み、

前記共通宛先コマンドの前記受け付けタイミングは、前記コマンドデコーダーが、前記共通宛先コマンドを受け付けたと判断したタイミングであることを特徴とする検出装置。

【請求項 5】

請求項 2 乃至 4 のいずれか一項に記載の検出装置において、

前記共通宛先コマンドは、前記少なくとも一つの他の検出装置と前記自身の検出装置とを共通宛先とする共通アドレスを指定して前記外部デバイスが発行するリードコマンドであることを特徴とする検出装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の検出装置において、

前記少なくとも一つの他の検出装置及び前記自身の検出装置は、同じ物理量についての前記検出データを検出し、前記共通取り込みタイミングにおいて、前記同じ物理量についての前記検出データを取り込むことを特徴とする検出装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の検出装置において、

前記同じ物理量についての前記検出データは、同じ軸回りでの角速度又は同じ軸方向での加速度についての検出データであることを特徴とする検出装置。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の検出装置において、

前記少なくとも一つの他の検出装置及び前記自身の検出装置は、互いに異なる物理量についての前記検出データを検出し、前記共通取り込みタイミングにおいて、前記異なる物理量についての前記検出データを取り込むことを特徴とする検出装置。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載の検出装置において、

前記自身の検出装置の前記データ送信順番の情報を記憶する記憶部を含み、

前記インターフェースは、

前記記憶部に記憶された前記データ送信順番において、前記外部デバイスに対して前記検出データを送信することを特徴とする検出装置。

【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 のいずれか一項に記載の検出装置において、

前記処理回路は、

前記検出回路で更新される前記検出データのうち、前記共通取り込みタイミングでの前記検出データを取り込んで、前記インターフェースに出力させる制御を行う出力データ制御部を含むことを特徴とする検出装置。

【請求項 11】

請求項 1 乃至 10 のいずれか一項に記載の検出装置において、

前記物理量トランスデューサーは振動子であり、

前記検出回路は、所定軸回りの角速度を検出する回路であることを特徴とする検出装置

【請求項 1 2】

請求項 1 乃至 1 1 のいずれか一項に記載の検出装置と、
前記物理量トランスデューサーと、
を含むことを特徴とする物理量測定装置。

【請求項 1 3】

請求項 1 乃至 1 1 のいずれか一項に記載の検出装置と、
前記外部デバイスと、
を含むことを特徴とする検出システム。

【請求項 1 4】

請求項 1 乃至 1 1 のいずれか一項に記載の検出装置を含むことを特徴とする電子機器。

10

【請求項 1 5】

請求項 1 乃至 1 1 のいずれか一項に記載の検出装置を含むことを特徴とする移動体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、検出装置、物理量測定装置、検出システム、電子機器及び移動体等に関する。

【背景技術】

【0002】

複数のセンサーデバイス（物理量測定装置）との間で通信を行う技術として、例えば特許文献 1 に開示される従来技術がある。この従来技術では、デバイス ID、接続センサーデバイス数、検出データの出力順番を検出装置の記憶部に記憶しておき、ホストデバイスと複数のセンサーデバイスとの間でシリアル通信を行う手法が提案されている。ホストデバイスが複数のセンサーデバイスに対し、共通アドレスを指定してリードコマンドを発行すると、各センサーデバイスの出力順番において検出データを送信するため、ホストデバイスとの接続の簡素化や端子数削減やコマンドの簡素化等を図れる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2015 - 114810 号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、この従来技術では、複数のセンサーデバイスで検出データが実際に更新されるタイミングについては考慮されておらず、どのタイミングでの検出データをホストデバイスに送信すべきかについては、提案されていない。例えば複数のセンサーデバイス（ジャイロセンサー、加速度センサー、地磁気センサー等）の検出データに基づき、検出対象物の姿勢情報、移動距離情報等の情報を求めるためには、各々の検出データの同期がとれているか、或いは検出データを取得した時間が明確になっている必要がある。

【課題を解決するための手段】

40

【0005】

本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の形態または態様として実現することが可能である。

【0006】

本発明の一態様は、物理量トランスデューサーからの信号に基づいて検出処理を行い、検出データを出力する検出回路と、外部デバイスと通信接続され、前記外部デバイスに対して前記検出データを出力するインターフェースと、処理回路と、を含み、前記処理回路は、少なくとも一つの他の検出装置と自身の検出装置とに共通の共通取り込みタイミングで取り込まれた前記検出回路からの前記検出データを、前記自身の検出装置のデータ送信順番において前記インターフェースに出力させる検出装置に係する。

50

【 0 0 0 7 】

本発明の一態様によれば、物理量トランスデューサーからの信号に基づく検出処理が検出回路により行われて、検出回路からの検出データが、インターフェースを介して外部デバイスに出力される。この際に本発明の一態様では、少なくとも一つの他の検出装置と自身の検出装置とに共通の共通取り込みタイミングで取り込まれた検出回路からの検出データが、自身の検出装置のデータ送信順番において出力される。従って、検出データがどのタイミングで更新されて取り込まれたデータなのかが明確になる。この結果、より適切なタイミングでの検出データを取り込んで外部デバイスに出力できる検出装置等の提供が可能になる。

【 0 0 0 8 】

10

また本発明の一態様では、前記処理回路は、前記少なくとも一つの他の検出装置と前記自身の検出装置とを共通宛先とする共通宛先コマンドを前記外部デバイスから受信した際に、前記共通取り込みタイミングで取り込まれた前記検出データを、前記自身の検出装置の前記データ送信順番において前記インターフェースに出力させてもよい。

【 0 0 0 9 】

このようにすれば、外部デバイスが、複数の検出装置を共通宛先とする共通宛先コマンドを発行することで、検出データの取り込みタイミングが特定されて、検出装置の検出データを確定することが可能になる。これにより、簡素な処理シーケンスでの検出データの取り込み処理が可能になる。

【 0 0 1 0 】

20

また本発明の一態様では、前記共通取り込みタイミングは、前記共通宛先コマンドの受け付けタイミングの後のタイミングであって、前記少なくとも一つの他の検出装置及び前記自身の検出装置の前記検出データの出力期間の前のタイミングであってもよい。

【 0 0 1 1 】

このようにすれば、検出データの出力のタイムラグを最適に小さくして、より最適なタイムラグで検出データを検出装置から出力できるようになる。

【 0 0 1 2 】

また本発明の一態様では、前記処理回路は、コマンドデコーダーを含み、前記共通宛先コマンドの前記受け付けタイミングは、前記コマンドデコーダーが、前記共通宛先コマンドを受け付けたと判断したタイミングであってもよい。

30

【 0 0 1 3 】

このようにすれば、当該共通宛先コマンドを受け付けたとコマンドデコーダーが判断したタイミングを起点として、検出回路の検出データを取り込む処理を行うことが可能になる。

【 0 0 1 4 】

また本発明の一態様では、前記共通宛先コマンドは、前記少なくとも一つの他の検出装置と前記自身の検出装置とを共通宛先とする共通アドレスを指定して前記外部デバイスが発行するリードコマンドであってもよい。

【 0 0 1 5 】

このようにすれば、当該リードコマンドを外部デバイスから受信した際に、共通取り込みタイミングで取り込まれた検出データを自身のデータ送信順番において出力できるようになる。

40

【 0 0 1 6 】

また本発明の一態様では、前記少なくとも一つの他の検出装置及び前記自身の検出装置は、同じ物理量についての前記検出データを検出し、前記共通取り込みタイミングにおいて、前記同じ物理量についての前記検出データを取り込んでよい。

【 0 0 1 7 】

このように複数の検出装置が同じ物理量についての検出データを検出し、当該同じ物理量に基づく演算処理が行われる場合に、より適切な演算処理の実現が可能になる。

【 0 0 1 8 】

50

また本発明の一態様では、前記同じ物理量についての前記検出データは、同じ軸回りでの角速度又は同じ軸方向での加速度についての検出データであってもよい。

【0019】

このようにすれば、同じ軸回りでの角速度又は同じ軸方向での加速度に基づく演算処理が行われる場合に、より適切な演算処理の実現が可能になる。

【0020】

また本発明の一態様では、前記少なくとも一つの他の検出装置及び前記自身の検出装置は、互いに異なる物理量についての前記検出データを検出し、前記共通取り込みタイミングにおいて、前記異なる物理量についての前記検出データを取り込んでもよい。

【0021】

このような異なる物理量によって、例えば検出対象物の特定の情報が求められる場合には、異なる物理量についての検出データが、共通取り込みタイミングで取り込まれることで、当該情報を適正に求めることが可能になる。

【0022】

また本発明の一態様では、前記インターフェースは、第1のモードでは、前記共通取り込みタイミングで取り込まれた前記検出データを出力し、第2のモードでは、前記自身の検出装置の前記検出データの出力期間の前のタイミングで取り込まれた前記検出データを出力してもよい。

【0023】

このようにすれば、その用途等に応じて第1、第2のモードを設定して、第1、第2のモードに応じた出力態様で、検出データを出力できるようになる。

【0024】

また本発明の一態様では、前記自身の検出装置の前記データ送信順番の情報を記憶する記憶部を含み、前記インターフェースは、前記記憶部に記憶された前記データ送信順番において、前記外部デバイスに対して前記検出データを送信してもよい。

【0025】

このようにすれば、ホストデバイスによる検出データの読み出しの効率化を実現でき、検出データの読み出しに要する時間の短縮化等を図れる。

【0026】

また本発明の一態様では、前記処理回路は、前記検出回路で更新される前記検出データのうち、前記共通取り込みタイミングでの前記検出データを取り込んで、前記インターフェースに出力させる制御を行う出力データ制御部を含んでもよい。

【0027】

このようにすることで、検出回路において更新される検出データのうち、共通取り込みタイミングでの検出データを、インターフェースに適正に出力させることが可能になる。

【0028】

また本発明の一態様では、前記物理量トランスデューサーは振動子であり、前記検出回路は、所定軸回りの角速度を検出する回路であってもよい。

【0029】

但し、物理量トランスデューサーはこのような振動子に限定されず、検出される物理量も、このような所定軸回りの角速度には限定されない。

【0030】

また本発明の他の態様は、上記に記載の検出装置と、前記物理量トランスデューサーと、を含む物理量測定装置に関係する。

【0031】

また本発明の他の態様は、上記に記載の検出装置と、前記外部デバイスと、を含む検出システムに関係する。

【0032】

また本発明の他の態様は、上記に記載の検出装置を含む電子機器に関係する。

【0033】

10

20

30

40

50

また本発明の他の態様は、上記に記載の検出装置を含む移動体に関係する。

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図1】本実施形態の検出装置、物理量測定装置、検出システムの構成例。

【図2】比較例の手法の動作説明図。

【図3】本実施形態の手法の動作説明図。

【図4】本実施形態の第2の構成例。

【図5】第2の構成例の動作説明図。

【図6】本実施形態の検出装置、物理量測定装置、検出システムの詳細な構成例。

【図7】詳細な構成例の動作を説明する信号波形例。

10

【図8】詳細な構成例の動作を説明する信号波形例。

【図9】本実施形態の検出装置、物理量測定装置の更に詳細な構成例。

【図10】インターフェース、処理回路、検出回路の詳細な構成例。

【図11】電子機器の構成例。

【図12】移動体の一例。

【発明を実施するための形態】

【0035】

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。

20

【0036】

1. 検出装置

図1に本実施形態の検出装置30X、30Y、30Z等の構成例を示す。物理量測定装置20X、20Y、20Z（センサー）の各々は、対応する各検出装置30X、30Y、30Zと、対応する各物理量トランスデューサー100X、100Y、100Zを含む。検出システム150は、外部デバイス8と、検出装置30X、30Y、30Z（物理量測定装置20X、20Y、20Z）を含む。外部デバイス8は検出装置30X、30Y、30Zに対してバスBS（シリアルバス）を介して通信接続されている。

【0037】

なお検出装置30X、30Y、30Z、物理量測定装置20X、20Y、20Z、検出システム150の構成は図1の構成に限定されず、その構成要素の一部を省略したり、他の構成要素を追加するなどの種々の変形実施が可能である。例えば図1では、3つの検出装置30X、30Y、30Z（3つの物理量測定装置20X、20Y、20Z）を設けているが、これらは2つあってもよいし、4つ以上であってもよい。また、以下では検出装置30X、30Y、30Zのうちの検出装置30Xを主に例にとり、その構成及び動作を説明するが、検出装置30Y、30Zの構成及び動作も同様である。例えば以下では、検出装置30Xを自身の検出装置とし、検出装置30Y、30Zを少なくとも一つの他の検出装置であるとして説明を行う。なお、少なくとも一つの他の検出装置は1つであってもよいし、3つ以上であってもよい。

30

【0038】

図1に示すように検出装置30Xは、インターフェース40X、処理回路50X、検出回路60Xを含む。

40

【0039】

検出回路60X（60Y、60Z）は、物理量トランスデューサー100X（100Y、100Z）からの信号に基づいて検出処理を行い、検出データを出力する。検出回路60Xは、物理量トランスデューサー100Xに信号線を介して接続されている。信号線は例えば検出信号の信号線や駆動信号の信号線などである。例えば検出回路60Xは物理量トランスデューサー100Xからの電圧信号又は電流信号等に基づいて、信号の増幅処理、検波処理、フィルター処理、又はD/A変換処理などの検出処理を行って、物理量トランスデューサー100Xで検出される物理量に対応する検出データを求め、処理回路50

50

Xに出力する。

【0040】

処理回路50X(50Y、50Z)は、検出回路60Xからの検出データに基づいて各種の処理を行う。処理回路50Xは、例えば検出データに対してオフセット補正(ゼロ点補正)又は感度補正等の補正処理や、フィルター処理などの各種の信号処理を行ってもよい。そして処理回路50Xにより検出回路60Xから取り込まれた検出データが、インターフェース40X、バスBSを介して外部デバイス8に送信される。

【0041】

ここで物理量トランスデューサー100X、100Y、100Zは、物理量を検出するための素子やデバイスである。物理量トランスデューサー100X、100Y、100Zは例えば互いに異なる物理量を検出する。物理量は、例えば角速度、角加速度、速度、加速度、距離、圧力、音圧、磁気量又は時間等である。例えば物理量トランスデューサー100X、100Y、100Zは、各々、第1軸、第2軸、第3軸についての物理量を検出してよい。第1軸、第2軸、第3軸についての物理量とは、例えば第1軸、第2軸、第3軸回りでの角速度又は角加速度、或いは第1軸、第2軸、第3軸方向での速度又は加速度などである。第1軸、第2軸、第3軸は一例としてはX軸、Y軸、Z軸である。なお第1軸、第2軸、第3軸のうちの2軸の物理量だけを検出するものであってもよい。

【0042】

インターフェース40X(40Y、40Z)は、外部デバイス8と通信接続され、外部デバイス8に対して検出データを出力する。例えばインターフェース40X(インターフェース回路、インターフェース部)はバスBSを介して外部デバイス8に接続され、所与の通信プロトコルにしたがって、検出データの転送処理を行う。インターフェース40Xは例えば物理層の回路を少なくとも含むものであればよい。例えばインターフェース40Xは、信号を出力又は入力するためのバッファ回路や、シリアル/パラレル変換回路や、或いはパラレル/シリアル変換回路などを含むことができる。

【0043】

バスBSは、例えばSPI又はI2Cなどのシリアル通信規格のバスである。バスBSは、例えばデータ信号線(シリアルデータ信号線)を含む。データ信号線は、送信用と受信用の2本の信号線であってもよいし、送信及び受信に兼用の信号線であってもよい。またバスBSはクロック信号線を含んでもよい。或いはチップセレクト信号線を含んでもよい。外部デバイス8は例えば後述するホストデバイス10であるが、これには限定されない。例えば外部デバイス8はホスト(マスター)の役割のデバイス以外のデバイスであってもよい。

【0044】

そして本実施形態では、処理回路50X(50Y、50Z)は、少なくとも一つの他の検出装置30Y、30Zと自身の検出装置30Xとに共通の共通取り込みタイミングで取り込まれた検出回路60X(60Y、60Z)からの検出データを、自身の検出装置30Xのデータ送信順番においてインターフェース40X(40Y、40Z)に出力させる。例えば処理回路50Xは、外部デバイス8に通信接続される複数の検出装置30X、30Y、30Zの共通取り込みタイミングでの検出データを取り込む。そしてインターフェース40Xは、共通取り込みタイミングで取り込まれた検出データを、自身のデータ送信順番において外部デバイス8に出力する。インターフェース40Y、40Zも、共通取り込みタイミングで取り込まれた検出データを、自身のデータ送信順番においてバスBSを介して外部デバイス8に出力する。

【0045】

例えば処理回路50Xは、少なくとも一つの他の検出装置30Y、30Zと自身の検出装置30Xを共通宛先とする共通宛先コマンドを外部デバイス8から受信した際に、共通取り込みタイミングで取り込まれた検出データを、自身の検出装置30Xのデータ送信順番においてインターフェース40Xに出力させる。例えばインターフェース40Xは、バスBSを介して外部デバイス8に通信接続される複数の検出装置30X、30Y、30Z

10

20

30

40

50

を共通宛先とする共通宛先コマンドを、外部デバイス 8 から受信する。処理回路 50 X は、このような検出装置 30 X、30 Y、30 Z を共通宛先とする共通宛先コマンドを受信したと判断された場合に、共通取り込みタイミングでの検出データを取り込む。そしてインターフェース 40 X は、共通取り込みタイミングで取り込まれた検出データを、自身のデータ送信順番においてバス B S を介して外部デバイス 8 に出力する。

【0046】

ここで共通取り込みタイミングは、検出装置 30 X、30 Y、30 Z を共通宛先とする共通宛先コマンドの受け付けタイミングの後のタイミングであって、少なくとも一つの他の検出装置 30 Y、30 Z 及び自身の検出装置 30 X の検出データの出力期間の前のタイミングである。即ち、当該共通宛先コマンドを受け付けた後であって、検出装置 30 X、30 Y、30 Z が検出データを出力する出力期間の前のタイミングである共通取り込みタイミングにおいて、処理回路 50 X、50 Y、50 Z は検出データを取り込む。そして、インターフェース 40 X、40 Y、40 Z の各々は、共通取り込みタイミングで取り込まれた検出データを、自身のデータ送信順番において出力する。ここで処理回路 50 X、50 Y、50 Z は、後述の図 10 に示すようにコマンドデコーダ 52 を含み、共通宛先コマンドの受け付けタイミングは、コマンドデコーダ 52 が、当該共通宛先コマンドを受け付けたと判断したタイミングである。

【0047】

また、この共通宛先コマンドは、後述の図 6、図 7 で説明するように、少なくとも一つの他の検出装置 30 Y、30 Z と自身の検出装置 30 X とを共通宛先とする共通アドレス（例えば 00）を指定して外部デバイス 8 が発行するリードコマンドなどである。但し、共通宛先コマンドは、このようなリードコマンドには限定されず、例えば外部デバイス 8 が、検出装置 30 X、30 Y、30 Z に対して、共通取り込みタイミングで検出データを取り込むことを指示するような特定のコマンド（リードコマンドとは別のコマンド）であってもよい。

【0048】

図 2 は本実施形態の比較例の手法を説明する動作説明図である。検出装置 30 X、30 Y、30 Z は、外部デバイス 8 からバス B S を介して、検出装置 30 X、30 Y、30 Z を共通宛先とする共通宛先コマンドを受信する。検出装置 30 X、30 Y、30 Z は、この共通宛先コマンドを受信すると、自身のデータ送信順番において、検出データ D X、D Y、D Z を出力する。図 2 では、検出装置 30 X が検出データ D X を出力し、次に検出装置 30 Y が検出データ D Y を出力し、次に検出装置 30 Z が検出データ D Z を出力している。なお、ここでは共通宛先コマンドは 8 ビットのコマンドになっており、検出データ D X、D Y、D Z は 24 ビットのデータになっている。但し、共通宛先コマンド、検出データのビット数はこれに限定されない。

【0049】

検出装置 30 X、30 Y、30 Z は、図 2 に示すようなタイミングで検出データの内部更新を行っている。例えば図 2 に示す内部更新タイミングで、検出装置 30 X、30 Y、30 Z の検出回路 60 X、60 Y、60 Z が検出データの検出処理を行って、検出データを処理回路 50 X、50 Y、50 Z に出力する。そして検出装置 30 X は、図 2 の D 1 に示す取り込みタイミングで取り込まれた検出データ D X を、自身のデータ送信順番においてバス B S に出力する。検出装置 30 Y は、D 2 に示す取り込みタイミングで取り込まれた検出データ D Y を、自身のデータ送信順番においてバス B S に出力する。検出装置 30 Z は、D 3 に示す取り込みタイミングで取り込まれた検出データ D Z を、自身のデータ送信順番においてバス B S に出力する。これらの D 1、D 2、D 3 の取り込みタイミングは、バス B S における検出データ D X、D Y、D Z の出力期間の前（直前）のタイミングである。即ち検出装置 30 X、30 Y、30 Z は、その出力期間の直前に取り込まれた検出データ D X、D Y、D Z をバス B S に出力する。

【0050】

ここで検出装置 30 X、30 Y、30 Z の各々は、その内部に設けられた後述の図 9 の

10

20

30

40

50

クロック信号生成回路 72 からのクロック信号に基づき動作している。このクロック信号生成回路 72 は、後述の図 9 の振動子 110 を用いてクロック信号を生成したり、或いは CR 発振回路等の発振回路を用いてクロック信号を生成する。このため検出装置 30X、30Y、30Z で使用されるクロック信号は、互いに非同期となっており、図 2 に示すように検出データの内部更新タイミングも互いに非同期になっている。

【0051】

例えば複数の検出装置 30X、30Y、30Z からの検出データ DX、DY、DZ に基づいて、検出対象物の姿勢情報、移動距離情報等の情報を適正に求めるためには、各検出データ DX、DY、DZ の同期がとれているか、或いは検出データ DX、DY、DZ を取得した時間が明確になっていることが望まれる。

10

【0052】

しかしながら、図 2 の比較例の手法では、D1、D2、D3 に示すように、検出データ DX、DY、DZ の取り込みタイミングが互いに異なっており、同期が取れていない。例えば検出装置 30Z の検出データ DZ の取り込みタイミング (D3) は、検出装置 30X の検出データ DX の取り込みタイミング (D1) に比べて、48 ビット分だけ遅れたタイミングになっている。また、例えば外部デバイス 8 からの読み出し用のクロック信号 (後述の図 6 の SCLK) に基づき、検出データ DX、DY、DZ の読み出しが行われる場合に、この読み出し用のクロック信号の周波数や出力タイミングは、外部デバイス 8 の処理に依存してしまう。このため、図 2 の D1、D2、D3 がどのようなタイミングになるのかを、明確に特定することができないという問題がある。

20

【0053】

このように図 2 の比較例の手法では、検出データ DX、DY、DZ の取り込みタイミングが、異なったタイミング (D1、D2、D3) になってしまい、同期が取れておらず、どのようなタイミングなのかを明確に特定できない。従って、検出データ DX、DY、DZ を用いて、例えば検出対象物の姿勢情報、移動距離情報等の情報を求める場合に、適正な情報を取得できないという問題がある。例えば検出データ DX、DY、DZ が X 軸、Y 軸、Z 軸回りの角速度データである場合に、X 軸、Y 軸、Z 軸回りの角速度データである検出データ DX、DY、DZ は、図 2 の比較例の手法では異なったタイミングで取得されたデータになってしまう。従って、これらの検出データ DX、DY、DZ に基づき特定される検出対象物の姿勢情報は、不正確な情報になってしまうおそれがある。同様に、検出データ DX、DY、DZ が X 軸、Y 軸、Z 軸方向の加速度データである場合に、これらの検出データ DX、DY、DZ に基づき特定される検出対象物の移動距離情報は、不正確な情報になってしまうおそれがある。また例えば後述の図 5 のように、同じ座標軸についての角速度データ又は加速度データを複数の検出装置を用いて検出して、その平均値を求める場合がある。この場合にも、図 2 の比較例の手法では、平均値を求める際に使用する検出データの取り込みタイミングが、異なったタイミングになってしまうため、適正な平均値を求めることができないという問題がある。

30

【0054】

このような問題を解決するために本実施形態では、複数の検出装置 30X、30Y、30Z に共通の共通取り込みタイミングで取り込まれた検出データを、自身のデータ送信順番において出力する手法を採用している。

40

【0055】

例えば図 3 では、図 2 と同様に、検出装置 30X、30Y、30Z は、外部デバイス 8 からバス BS を介して、検出装置 30X、30Y、30Z を共通宛先とする共通宛先コマンドを受信する。検出装置 30X、30Y、30Z は、共通宛先コマンドを受信すると、自身のデータ送信順番において、検出データ DX、DY、DZ を出力する。また検出装置 30X、30Y、30Z は、図 3 に示すようなタイミングで検出データの内部更新を行っている。

【0056】

そして本実施形態では、検出装置 30X、30Y、30Z の処理回路 50X、50Y、

50

50 Zは、E 1、E 2、E 3に示すような共通取り込みタイミングで、検出回路60 X、60 Y、60 Zからの検出データD X、D Y、D Zを取り込む。そして検出装置30 X、30 Y、30 Zは、E 1、E 2、E 3に示す共通取り込みタイミングで取り込まれた検出データD X、D Y、D Zを、自身のデータ送信順番で出力する。具体的には、まず検出装置30 Xが、E 1に示す共通取り込みタイミングで取り込まれた検出データD Xを、バスB Sに出力する。次に検出装置30 Yが、E 2に示す共通取り込みタイミングで取り込まれた検出データD Yを、バスB Sに出力する。次に検出装置30 Zが、E 3に示す共通取り込みタイミングで取り込まれた検出データD Zを、バスB Sに出力する。

【0057】

このように本実施形態では、共通取り込みタイミングで取り込まれた検出データD X、D Y、D Zが、自身のデータ送信順番において順次に出される。従って、検出装置30 X、30 Y、30 Zの検出データD X、D Y、D Zがどのタイミングで更新されたデータかを明確に把握することが可能になる。例えば検出装置30 X、30 Y、30 Zの検出データD X、D Y、D Zを同時に確定することが可能になる。従って、検出データD X、D Y、D Zを用いて、例えば検出対象物の姿勢情報、移動距離情報等の情報を求める場合に、適正な情報を取得できるようになる。例えば検出データD X、D Y、D ZがX軸、Y軸、Z軸回りの角速度データである場合に、図3のE 1、E 2、E 3に示すような共通取り込みタイミングで取り込まれた検出データD X、D Y、D Zに基づいて、検出対象物の姿勢情報を求めることができるため、適正な姿勢情報の取得が可能になる。また検出データD X、D Y、D ZがX軸、Y軸、Z軸方向の加速度データである場合に、共通取り込みタイミングで取り込まれた検出データD X、D Y、D Zに基づいて、検出対象物の移動距離情報を求めることができるため、適正な移動距離情報の取得が可能になる。また後述の図5のように、同じ座標軸についての角速度データ又は加速度データを複数の検出装置を用いて検出して平均値を求める場合に、共通取り込みタイミングで取り込まれた検出データD X、D Y、D Zに基づいて、平均値（統計値）を求めることができるため、適正な平均値を求めることが可能になる。

【0058】

なお、図3のE 1、E 2、E 3では、共通取り込みタイミングは完全には一致したタイミングになっていない。例えば検出装置30 X、30 Y、30 Zは、内蔵するクロック信号生成回路72より生成されたクロック信号に基づき動作する。このため、検出データD X、D Y、D Zの内部更新タイミングは非同期であり、E 1、E 2、E 3に示す共通取り込みタイミングも非同期になり、これらのタイミングは一致したタイミングにならない。即ち、これらの共通取り込みタイミングは、共通取り込み期間内のタイミングであればよい。例えば共通取り込みタイミングは、クロック信号の1クロックサイクル又は数クロックサイクルだけずれたタイミングであってもよく、1クロックサイクル又は数クロックサイクルの期間内のタイミングであればよい。例えば図2の比較例の手法では、取り込みタイミングが、各検出データの出力期間の長さ以上、ずれたタイミングとなっているが、共通取り込みタイミングのずれは、各検出データの出力期間の長さよりも短いずれである。

【0059】

また本実施形態では検出装置30 X、30 Y、30 Zを共通宛先とする共通宛先コマンドを外部デバイス8から受信した際に、共通取り込みタイミングで取り込まれた検出データD X、D Y、D Zを、自身のデータ送信順番において出力している。このようにすれば、外部デバイス8が検出装置30 X、30 Y、30 Zに対して、例えば共通アドレスを指定したリードコマンドなどのコマンドを発行することで、検出データの取り込みタイミングが特定されて、検出装置30 X、30 Y、30 Zの検出データD X、D Y、D Zを同時に確定することが可能になる。従って、例えば検出装置30 X、30 Y、30 Zが、共通宛先コマンドを受信してから、所与のクロックサイクル数が経過したタイミングで検出データD X、D Y、D Zを取り込むことで、図3のE 1、E 2、E 3に示すような共通取り込みタイミングでの検出データD X、D Y、D Zの取り込み処理が可能になる。従って、簡素な処理シーケンスでの検出データD X、D Y、D Zの取り込み処理が可能になる。

【 0 0 6 0 】

なお、図 3 では、検出装置 3 0 X、3 0 Y、3 0 Z を共通宛先とする共通宛先コマンドを用いて、共通取り込みタイミングを特定しているが、本実施形態はこれに限定されない。例えば共通取り込みタイミングの特定を、端子設定により行ってもよい。例えば検出装置 3 0 X、3 0 Y、3 0 Z に対して、共通取り込みタイミングの設定用の端子を設ける。そして外部デバイス 8 が、この設定用の端子に対してタイミング特定用の信号を出力することで、検出装置 3 0 X、3 0 Y、3 0 Z が共通取り込みタイミングを特定するようにしてもよい。また例えば検出装置 3 0 X が共通取り込みタイミング信号を出力し、検出装置 3 0 Y、3 0 Z が、その共通取り込みタイミング信号を受信して、共通取り込みタイミングを特定するようにしてもよい。また共通取り込みタイミングは、処理回路 5 0 X のデジタルシーケンス処理において特定されるタイミングとすることができる。例えば、共通取り込みタイミングでの検出データを取り込むように、処理回路 5 0 X のデジタル回路が構成（設計）されている。例えば処理回路 5 0 X の動作クロック信号のクロックサイクル数により共通取り込みタイミングが設定されている。そして例えば動作クロック信号の何番目のクロックサイクルで検出データを取り込むかを設定しておくことで、共通取り込みタイミングでの検出データの取り込み処理が実現される。

10

【 0 0 6 1 】

図 4 に本実施形態の第 2 の構成例を示す。図 1 の構成例では検出装置が互いに異なる物理量を検出しているが、図 4 の第 2 の構成例では検出装置が同じ物理量を検出している。

【 0 0 6 2 】

20

即ち、図 1 では、少なくとも一つの他の検出装置である検出装置 3 0 Y、3 0 Z と、自身の検出装置 3 0 X とは、互いに異なる物理量についての検出データを検出し、共通取り込みタイミングにおいて、互いに異なる物理量についての検出データを取り込んでいる。一例としては、検出装置 3 0 Y は、Y 軸回りの角速度又は Y 軸方向での加速度を検出し、検出装置 3 0 Z は、Z 軸回りの角速度又は Z 軸方向での加速度を検出する。これに対して検出装置 3 0 X は、X 軸回りの角速度又は X 軸方向での加速度を検出しており、検出装置 3 0 Y、3 0 Z とは、互いに異なる物理量を検出している。このような互いに異なる物理量によって、例えば検出対象物の姿勢情報や移動距離情報等の情報が求められる場合には、互いに異なる物理量についての検出データが、共通取り込みタイミングで取り込まれることで、当該情報を適正に求めることが可能になる。

30

【 0 0 6 3 】

これに対して図 4 では、少なくとも一つの他の検出装置である検出装置 3 0 X 2 と、自身の検出装置 3 0 X 1 とは、同じ物理量についての検出データを検出し、共通取り込みタイミングにおいて、同じ物理量についての検出データを取り込む。また少なくとも一つの他の検出装置である検出装置 3 0 Y 2 と、検出装置 3 0 Y 1 とは、同じ物理量についての検出データを検出し、共通取り込みタイミングにおいて、同じ物理量についての検出データを取り込む。検出装置 3 0 Z 2 と検出装置 3 0 Z 1 についても同様である。このように同じ物理量が検出される場合に、当該同じ物理量に基づく統計処理などの演算処理が行われる場合に、より適切な演算処理の実現が可能になる。例えば同じ物理量についての平均値を求める演算処理が行われる場合には、より適正な平均値の演算処理を実現できる。

40

【 0 0 6 4 】

ここで同じ物理量についての検出データは、同じ軸回りの角速度又は同じ軸方向での加速度についての検出データなどである。例えば検出装置 3 0 X 1 と検出装置 3 0 X 2 は、例えば第 1 軸回りの角速度又は第 1 軸方向での加速度を検出しており、同じ物理量を検出している。検出装置 3 0 Y 1 と検出装置 3 0 Y 2 は、例えば第 2 軸回りの角速度又は第 2 軸方向での加速度を検出しており、同じ物理量を検出している。検出装置 3 0 Z 1 と検出装置 3 0 Z 2 は、例えば第 3 軸回りの角速度又は第 3 軸方向での加速度を検出しており、同じ物理量を検出している。このようにすれば、例えば角速度又は加速度についての統計処理などの演算処理が行われる場合に、より適切な演算処理の実現が可能になる。例えば角速度又は加速度の平均値を求める演算処理が行われる場合には、より適正な平

50

均値を求めることができる。例えば外部デバイス8が、角速度の積分処理（積算処理）を行って、角度を求めたり、加速度の積分処理を行って、速度や距離を求める場合に、より高い精度で、角度、速度又は距離等の情報を求めることが可能になる。

【0065】

図5は、図4の第2の構成例の動作説明図である。図5の検出データDX1、DX2は、図4の検出装置30X1、30X2の検出データである。例えば検出データDX1、DX2はX軸回りの角速度又はX軸方向の加速度である。また検出データDY1、DY2は、検出装置30Y1、30Y2の検出データであり、検出データDZ1、DZ2は、検出装置30Z1、30Z2の検出データである。例えば検出データDY1、DY2はY軸回りの角速度又はY軸方向の加速度であり、検出データDZ1、DZ2はZ軸回りの角速度又はZ軸方向の加速度である。

10

【0066】

そして検出データDX1、DX2は、図5のF1に示す共通取り込みタイミングで取り込まれたデータである。即ち、F1に示すタイミングは、検出装置30X1、30X2の共通取り込みタイミングであり、検出装置30X1、30X2は、このF1のタイミングで検出データDX1、DX2を取り込む。そして例えば外部デバイス8により、検出データDX1とDX2の平均値を求める演算処理が行われる。

【0067】

また検出データDY1、DY2は、検出装置30Y1、30Y2により、図5のF2に示す共通取り込みタイミングで取り込まれたデータである。そして例えば外部デバイス8により、検出データDY1とDY2の平均値を求める演算処理が行われる。同様に検出データDZ1、DZ2は、検出装置30Z1、30Z2により、F3に示す共通取り込みタイミングで取り込まれる。そして例えば外部デバイス8により、検出データDZ1とDZ2の平均値を求める演算処理が行われる。

20

【0068】

このように検出データの平均値を求める処理を行うことで、検出データに対応する物理量を、高い精度で検出できるようになる。例えば検出データの平均化処理を行うことで、ノイズ成分を低減できるようになり、よりS/N比の高い物理量の検出値を取得できるようになる。なお、図4、図5では、角速度又は加速度等の同じ物理量を、2つの検出装置で検出して平均化処理を行う場合を示したが、同じ物理量を検出する検出装置は3つ以上であってもよい。このように同じ物理量を検出する検出装置の数を増やすことで、物理量の検出精度を更に高めることが可能になる。

30

【0069】

2. 詳細な構成例

図6に本実施形態の検出装置30X、30Y、30Z、物理量測定装置20X、20Y、20Z、検出システム150の詳細な構成例を示す。図6では、マスターとなるホストデバイス10（広義には外部デバイス）と、スレーブとなる検出装置30X、30Y、30ZがSPI（Serial Peripheral Interface）により通信接続されている。XCSはチップセレクト信号、SCLKはクロック信号、SDIはデータ入力信号、SDOはデータ出力信号である。ホストデバイス10は、各種のプロセッサ（CPU、MPU）やASICのハードウェア回路等により実現できる。例えばホストデバイス10（ホストコントローラー）としてはマイコンを用いることができる。物理量測定装置20X、20Y、20Zの各々は、対応する検出装置30X、30Y、30Zと、対応する物理量トランスデューサー100X、100Y、100Zを有しており、X軸用ジャイロセンサー、Y軸用ジャイロセンサー、Z軸用ジャイロセンサーである。これらのジャイロセンサーをSPIにより通信接続することで、多軸ジャイロセンサーが実現される。なお図6では3つの物理量測定装置（センサー）20X、20Y、20Zが設けられているが、物理量測定装置の数は2個でもよいし、4個以上であってもよい。また物理量測定装置20X、20Y、20Zはジャイロセンサー以外のセンサーであってもよく、例えば加速度センサーなどであってもよい。この場合には物理量測定装置20X、20Y、20Zは、X軸用加速度セ

40

50

ンサー、Y軸用加速度センサー、Z軸用加速度センサーとなる。

【0070】

なお、以下では、物理量トランスデューサー100X、100Y、100Zが圧電型の振動子（振動ジャイロ）であり、物理量測定装置20X、20Y、20Zがジャイロセンサーである場合を主に例にとり説明するが、本実施形態はこれに限定されない。例えばシリコン基板などから形成された静電容量検出方式の振動子（振動ジャイロ）や、角速度情報と等価な物理量や角速度情報以外の物理量を検出するセンサー（加速度センサー）などの種々の物理量トランスデューサーに本実施形態は適用可能である。

【0071】

検出装置30X（30Y、30Z）は、インターフェース40X（40Y、40Z）、
処理回路50X（50Y、50Z）、検出回路60X（60Y、60Z）、記憶部70X
（70Y、70Z）を含む。

10

【0072】

検出回路60Xは、物理量トランスデューサー100Xからの信号に基づいて所望信号の検出処理を行う。そして検出処理により得られたアナログの検出信号のA/D変換を行って、デジタルの検出データを出力する。物理量測定装置20X、20Y、20Zがジャイロセンサーである場合には、物理量トランスデューサー100X、100Y、100Zは振動子であり、検出回路60Xは、例えばX軸回り（広義には所定軸回り）の角速度を検出する回路となる。そして検出回路60Xの検出データは、X軸回りでの角速度データになる。また検出回路60Y、60Zは、各々、Y軸回り、Z軸回りの角速度を検出する回路となり、検出回路60Y、60Zの検出データは、各々、Y軸回り、Z軸回りでの角速度データになる。またこの場合には、振動子を駆動する駆動回路が更に設けられることになる。

20

【0073】

インターフェース40Xは、マスターであるホストデバイス10と通信を行う。例えばインターフェース40Xは、クロック信号SCLKとデータ入力信号SDIとデータ出力信号SDOを用いてホストデバイス10と通信を行う。

【0074】

具体的には図6では、クロック信号SCLKとデータ入力信号SDIとデータ出力信号SDOが、検出装置30X、30Y、30Zで共用されており、ホストデバイス10のSCLK、SDI、SDOの信号線が検出装置30X、30Y、30Zに共通接続されている。そしてインターフェース40Xは、クロック信号SCLKとデータ入力信号SDIとデータ出力信号SDOを用いて、ホストデバイス10と例えばSPIの通信方式で通信を行う。

30

【0075】

また図6では、チップセレクト信号XCSについても、検出装置30X、30Y、30Zで共用されており、ホストデバイス10のXCSの信号線が検出装置30X、30Y、30Zに共通接続されている。

【0076】

記憶部70Xは各種の情報を記憶する。記憶部70X（70Y、70Z）はEPROM（Erasable Programmable ROM）、OTP（One Time Programmable ROM）などの不揮発性メモリーなどにより実現できる。なお不揮発性メモリー以外の半導体メモリーにより記憶部70X（70Y、70Z）を実現してもよい。

40

【0077】

記憶部70Xは、自身の検出装置30Xのデータ送信順番の情報を記憶する。例えばスレーブとしてホストデバイス10に通信接続される複数の検出装置30X、30Y、30Zの中での自身の検出装置30Xのデータ送信順番の情報を記憶する。同様に、検出装置30Yの記憶部70Yは、自身の検出装置30Yのデータ送信順番の情報を記憶し、検出装置30Zの記憶部70Zは、自身の検出装置30Zのデータ送信順番の情報を記憶する。なおデータ送信順番の情報は、データ送信順番そのものであってもよいし、データ送信

50

順番を特定するための情報であってもよい。

【0078】

そしてホストデバイス10が、ホストデバイス10に通信接続される検出装置30X、30Y、30Z（複数の検出装置）を共通宛先とする共通アドレス（例えば00）を指定してリードコマンドを発行したとする。この場合には、インターフェース40Xは、記憶部70Xに記憶される自身のデータ送信順番において、ホストデバイス10に対して検出データを送信する。

【0079】

一方、ホストデバイス10が、個別アドレス（スレーブアドレス）を指定してリードコマンドを発行したとする。この場合には、インターフェース40Xは、ホストデバイス10が指定した個別アドレスが、自身の検出装置30X（物理量測定装置20X）の個別アドレス（例えば01）に合致した場合に、ホストデバイス10に対して検出データを送信する。

10

【0080】

例えば図6に示すように、記憶部70X、70Y、70Zは、送信順番を指定するkの情報を記憶しており、検出装置30X、30Y、30Zの送信順番は、各々、 $k=1$ 、 $k=2$ 、 $k=3$ に設定されている。また共通アドレスが（00）であり、検出装置30X、30Y、30Zの個別アドレスが、各々、（01）、（10）、（11）であったとする。

【0081】

20

この場合に、ホストデバイス10が、共通アドレス（00）を指定してリードコマンドを発行すると、検出装置30Xのインターフェース40Xは、第1の送信順番（ $k=1$ ）で検出データを送信する。また検出装置30Yのインターフェース40Yは、第2の送信順番（ $k=2$ ）で検出データを送信し、検出装置30Zのインターフェース40Zは、第3の送信順番（ $k=3$ ）で検出データを送信する。

【0082】

一方、ホストデバイス10が、個別アドレス（01）を指定してリードコマンドを発行すると、検出装置30Xのインターフェース40Xが検出データを送信する。同様に、個別アドレス（10）、（11）が指定された場合には、各々、インターフェース40Y、40Zが検出データを送信する。

30

【0083】

また記憶部70Xは、ホストデバイス10に通信接続される検出装置の接続個数の情報を記憶する。例えば図6では、接続個数は $n=3$ であるため、 $n=3$ の情報を記憶する。同様に記憶部70Y、70Zも接続個数の情報を記憶する。なお接続個数の情報は、接続個数そのものであってもよいし、接続個数を特定するための情報であってもよい。

【0084】

また検出装置の接続個数を n とし、データ送信順番を k （ k 、 n は、 $1 \leq k \leq n$ となる自然数）としたとする。この場合にインターフェース40Xは、データ送信順番である第1の順番（第 k の順番。 $k=1$ ）においてホストデバイス10に対して検出データを送信した後、第4の順番（第 $n+k$ の順番）において、ホストデバイス10に対して検出データを送信する。同様に第7の順番（第 $2n+k$ の順番）、第10の順番（第 $3n+k$ の順番）というように検出データを送信する。インターフェース40Y、40Zの動作も同様である。

40

【0085】

また記憶部70X、70Y、70Zは、検出データの送信データビット数 m の情報を記憶する。そしてユーザーが任意に送信データビット数を設定できるようになっている。そしてインターフェース40X、40Y、40Zは、自身のデータ送信順番において、ホストデバイス10に対してその送信データビット数 m の検出データを送信する。

【0086】

前述したように本実施形態では、検出装置30X、30Y、30Zを共通宛先とする共

50

通宛先コマンドを、外部デバイス 8 であるホストデバイス 10 から受信した際に、インターフェース 40 X が、共通取り込みタイミングで取り込まれた検出データを自身の検データ送信順番において出力する。そして図 6 では、当該共通宛先コマンドは、少なくとも一つの他の検出装置 30 Y、30 Z と自身の検出装置 30 X とを共通宛先とする共通アドレスを指定してホストデバイス 10（外部デバイス）が発行するリードコマンドとなっている。

【0087】

ここで、共通アドレス（グローバルアドレス）は、ホストに通信接続される複数のスレーブを共通宛先とするアドレスである。例えば複数のスレーブの全てを宛先とするアドレスである。従って、この共通アドレスがホストにより指定された場合には、全てのスレーブが動作する。一方、ホストにより個別アドレスが指定された場合には、スレーブは、ホストが指定した個別アドレスが自身の個別アドレスと合致した場合にのみ、通信を行う。なお、スレーブの SDO の端子は、アドレスが合致した場合にのみデータが出力され、アドレスが合致しない場合には、ハイインピーダンス状態に設定される。これにより信号の衝突が回避される。

10

【0088】

図 7 は本実施形態の詳細な構成例の動作を説明する信号波形例である。図 7 のデータ入力信号 SDI の最初の 1 ビットの R/W は、リード/ライトを指示するビットである。R/W = 1 の場合にはリードが指示され、R/W = 0 の場合にはライトが指示される。R/W の次の 2 ビットの A[1:0] は、アドレスを指定するものである。共通アドレスを指定する場合には A[1:0] = 00 となる。検出装置 30 X、30 Y、30 Z の個別アドレスを指定する場合には、各々、A[1:0] = 01、10、11 となる。A[1:0] の次の 4 ビットの C[4:0] は、コマンド内容及びレジスターアドレスを指示するものである。

20

【0089】

図 7 では、G1 に示すように R/W = 1 となっており、リードが指示されており、ホストデバイス 10 がリードコマンドを発行している。また G2 に示すように A[1:0] = 00 となっており、共通アドレスが指定されている。また G3 によってコマンド内容やレジスターアドレスが指示されている。これにより、検出装置 30 X、30 Y、30 Z からの検出データの連続読み出しが実行される。即ち、検出装置 30 X、30 Y、30 Z からの検出データがデータ出力信号 SDO として順次に出される。

30

【0090】

そして図 6 に示すように、検出装置 30 X、30 Y、30 Z のデータ送信順番は、各々、k = 1、k = 2、k = 3 に設定されており、送信データビット数は m = 8 に設定されている。従って、出力期間 T1 では、データ送信順番が k = 1 である検出装置 30 X から、m = 8 ビットの検出データが出力される。次の出力期間 T2 では、データ送信順番が k = 2 である検出装置 30 Y から、m = 8 ビットの検出データが出力される。次の出力期間 T3 では、データ送信順番が k = 3 である検出装置 30 Z から、m = 8 ビットの検出データが出力される。

【0091】

40

このように本実施形態の詳細な構成例によれば、ホストデバイスにより共通アドレスが指定されてリードコマンドが発行されると、予め設定されたデータ送信順番で各検出装置が検出データを送信する。また、送信される検出データの送信データビット数も予め設定されたビット数になっている。従って、ホストデバイスは、各検出装置から順次に連続的に送信された検出データをリードして取得できるようになる。即ち、データ送信順番を不揮発性メモリ等の記憶部に記憶しておくことで、各検出装置が何番目に検出データを出力すればよいのかを、予め取り決めておくことができる。接続個数や送信データビット数を記憶部に記憶しておくことで、何個の検出装置がホストデバイスに接続されているのかや、何ビットの検出データを各検出装置が出力するのかについても、予め取り決めておくことができる。従って、各検出装置は、その取り決めにしたがって検出データを出力

50

するだけでよい。また、その処理や制御を簡素化できる。またホストデバイスも、その取り決めにしたがって、検出装置からの検出データを取り込めばよい。その処理や制御を簡素化できる。

【0092】

そして本実施形態では、図7のG4に示す共通取り込みタイミングで取り込まれた検出データが、出力期間T1、T2、T3において検出装置30X、30Y、30Zから出力される。即ち、G4の共通取り込みタイミングで検出回路60Xから取り込まれた検出データが、出力期間T1において、検出装置30Xのインターフェース40Xから出力される。またG4の共通取り込みタイミングで検出回路60Yから取り込まれた検出データが、出力期間T2において、検出装置30Yのインターフェース40Yから出力される。またG4の共通取り込みタイミングで検出回路60Zから取り込まれた検出データが、出力期間T3において、検出装置30Zのインターフェース40Zから出力される。このようにすることで、共通取り込みタイミングでの検出データが検出装置30X、30Y、30Zから出力されるようになる。従って、検出データがどのタイミングで取り込まれたデータなのか明瞭になり、これらの検出データにより特定される情報として、より適正な情報を取得できるようになる。

10

【0093】

そして図7に示すように、G4に示す共通取り込みタイミングは、G1、G2、G3に示すコマンド（共通宛先コマンド）の受け付けタイミングの後のタイミングであって、検出装置30X、30Y、30Z（少なくとも一つの他の検出装置と自身の検出装置）の検出データの出力期間T1、T2、T3の前のタイミングとなっている。このコマンド（共通宛先コマンド）の受け付けタイミングは、後述の図10のコマンドデコーダー52がコマンド（共通宛先コマンド）を受け付けたと判断したタイミングである。即ち、検出装置30X、30Y、30Zを共通宛先とする共通アドレス（例えば00）を指定して発行されたリードコマンドを、受け付けたと判断したタイミングである。このようなコマンド（共通宛先コマンド）の受け付けタイミングの後であって、出力期間T1、T2、T3の前のタイミング（G4）において、各検出回路60X、60Y、60Zからの検出データを取り込む。そして各検出装置30X、30Y、30Zは、取り込んだ検出データを、各出力期間T1、T2、T3において出力する。

20

【0094】

このようにすれば、検出装置30X、30Y、30Zは、より小さなタイムラグで検出データを出力できるようになる。例えば図7では、取り込みタイミングからの遅延時間であるタイムラグは、検出装置30Zの出力期間T3が最も大きくなるが、共通取り込みタイミングをG4に示すタイミングとすることで、当該タイムラグを最適に小さくすることが可能になり、検出データの遅延時間を、より短くすることができる。

30

【0095】

また本実施形態では、インターフェース40X（40Y、40Z）は、第1のモードでは、図7に示すように、G4に示す共通取り込みタイミングで取り込まれた検出データを出力する。一方、第2のモードでは、インターフェース40X（40Y、40Z）は、自身の検出装置30X（30Y、30Z）の検出データの出力期間T1（T2、T3）の前のタイミングで取り込まれた検出データを出力する。

40

【0096】

例えば第2のモードでは、図8のH1、H2、H3に示すようにコマンド（共通宛先コマンド）が受け付けられた後、インターフェース40X（検出装置30X）は、H4に示すように検出データの出力期間T1の例えば直前のタイミングで取り込まれたデータを出力する。またインターフェース40Y（検出装置30Y）は、H5に示すように検出データの出力期間T2の例えば直前のタイミングで取り込まれたデータを出力する。またインターフェース40Z（検出装置30Z）は、H6に示すように検出データの出力期間T3の例えば直前のタイミングで取り込まれたデータを出力する。

【0097】

50

例えば検出データの取り込みタイミングが揃っていることを重要視するような用途では、図7に示す第1のモードに設定する。例えばX軸、Y軸、Z軸回りでの角速度の検出データから、検出対象物（カメラ等の電子機器や車等の移動体）の姿勢情報を特定するような用途では、各座標軸での角速度の検出データの取り込みタイミングが揃っていることが望ましいため、図7の第1のモードに設定する。

【0098】

一方、出力期間T1、T2、T3の直前の検出データを用いることを重要視するような用途では、図8に示す第2のモードに設定する。第2のモードに設定することで、検出データの取り込みタイミングと出力タイミングの間の遅延時間（タイムラグ）を最小限に抑えることができるため、検出データのリアルタイム性を重要視する用途では第2のモード

10

【0099】

そして図7、図8の第1、第2のモードは、例えばレジスタ設定などにより切り替えられるようにする。例えばホストデバイス10が、検出装置30X（30Y、30Z）の設定レジスタへの書き込みを行うことで、動作モードを第1のモードに設定したり、第2のモードに設定できるようにする。こうすることで、その用途に応じて、図7、図8の第1、第2のモードを任意に切り替えて、動作モードを設定できるようになる。そして、第1、第2のモードに応じた態様で検出データを取り込んで出力できるようになる。なお、第1、第2のモードの設定情報を、不揮発性メモリーにより実現される記憶部70X（70Y、70Z）に書き込むようにしてもよい。

20

【0100】

図9に検出装置30（30X、30Y、30Z）の詳細な構成例を示す。図9では検出装置30は、インターフェース40、処理回路50、検出回路60、記憶部70、クロック信号生成回路72、駆動回路80を含む。なお検出装置30は図9の構成に限定されず、その構成要素の一部を省略したり、他の構成要素を追加するなどの種々の変形実施が可能である。

【0101】

処理回路50は検出装置30の動作に必要な各種の処理・制御を行う。この処理回路50は、CPU、MPU等のプロセッサやASICのハードウェア回路などにより実現できる。

30

【0102】

駆動回路80は、振動子110（広義には物理量トランスデューサ）からのフィードバック信号を受けて、振動子110を駆動する。例えば、駆動回路80は、駆動信号（駆動電圧）を出力して振動子110を駆動する。そして振動子110からフィードバック信号を受け、これにより振動子110を励振させる。

【0103】

検出回路60は、振動子110からの信号に基づいて所望信号の検出処理を行い、検出データを出力する。例えば、検出回路60は、駆動回路80により駆動される振動子110から検出信号（検出電流、電荷）を受ける。そして検出信号から、振動子110に印加された物理量に応じた所望信号を検出（抽出）する。例えばコリオリ力に応じた所望信号を検出することで、所定軸回りでの回転の角速度データを検出データとして求める。

40

【0104】

インターフェース40は、端子TCS、TSC、TSIを介してホストデバイス10からチップセレクト信号XCS、クロック信号SCLK、データ入力信号SDIを受ける。また端子TSOを介してデータ出力信号SDOを出力する。検出装置30は例えば半導体IC（半導体チップ）により実現することができ、この場合には、端子TCS、TSC、TSI、TSOは半導体ICのパッド等である。

【0105】

図10は、検出装置30が有するインターフェース40、処理回路50、検出回路60の詳細な構成例を示す図である。

50

【 0 1 0 6 】

インターフェース 4 0 は、I / O 回路 I O 1、I O 2、I O 3、I O 4、シリアル / パラレル変換部 4 2、パラレル / シリアル変換部 4 4 を有する。I / O 回路 I O 1、I O 2、I O 3、I O 4 は、入力バッファ、出力バッファ、或いは入出力バッファにより構成できる。I / O 回路 I O 1、I O 2 には、各々、端子 (パッド) T C S、T S C が接続され、チップセレクト信号 X C S、クロック信号 S C L K が入力される。I / O 回路 I O 3 には端子 (パッド) T S I が接続され、データ入力信号 S D I が入力される。このシリアルのデータ入力信号 S D I (シリアルデータ) は、シリアル / パラレル変換部 4 2 によりパラレル信号 (パラレルデータ) に変換される。一方、処理回路 5 0 (送信制御部 5 9) からのパラレル信号は、パラレル / シリアル変換部 4 4 によりシリアル信号に変換される。そして I / O 回路 I O 4 は、このシリアル信号をデータ出力信号 S D O として端子 T S O に出力する。

10

【 0 1 0 7 】

処理回路 5 0 は、コマンドデコーダ 5 2、出力データ制御部 5 3、比較判定部 5 4、レジスタ 5 6、5 7、5 8、送信制御部 5 9 を有する。

【 0 1 0 8 】

コマンドデコーダ 5 2 は、シリアル / パラレル変換部 4 2 からのパラレル信号を受けて、コマンドデコード処理を行う。即ち、データ入力信号 S D I により入力されたコマンドの解釈を行う。そして、設定対象となるレジスタ 5 6、5 7、5 8 を選択して、各種レジスタ設定を行う。

20

【 0 1 0 9 】

比較判定部 5 4 (スレーブ選択レジスタ) は、記憶部 7 0 (不揮発性メモリ) に記憶されたスレーブアドレスと、データ入力信号 S D I を用いてホストデバイス 1 0 により指定されたアドレスとの比較を行い、レジスタ 5 6、5 7、5 8 への書き込み又はデータの読み出しを行うかを判断する。例えば記憶部 7 0 は、個別アドレスをスレーブアドレスとして記憶している。そして、データ入力信号 S D I を用いてホストデバイス 1 0 により指定されたアドレスが、自身の個別アドレス (スレーブアドレス) と合致した場合には、レジスタ 5 6、5 7、5 8 への書き込み等を行う。

【 0 1 1 0 】

レジスタ 5 6 は、デジタル信号処理回路 6 2 (D S P) や送信制御部 5 9 の各種の設定を行うレジスタである。デジタル信号処理回路 6 2 は、例えば検出データの不要信号を除去するフィルタ処理や帯域制限のフィルタ処理などのデジタルフィルタ処理を行うことができる。レジスタ 5 6 には、デジタルフィルタのカットオフ周波数等の周波数特性の設定が行われる。

30

【 0 1 1 1 】

レジスタ 5 7 は、A / D 変換回路 6 4 の各種の設定を行うレジスタであり、レジスタ 5 8 は、アナログ回路 6 6 の各種の設定を行うレジスタである。

【 0 1 1 2 】

アナログ回路 6 6 は、検出回路 6 0、駆動回路 8 0 等に含まれる各種のアナログ回路 (増幅回路、ゲイン制御回路、同期検波回路等) である。A / D 変換回路 6 4 は、アナログ回路 6 6 で検出されたアナログの所望信号をデジタルの検出データに変換する。

40

【 0 1 1 3 】

デジタル信号処理回路 6 2 は、A / D 変換回路 6 4 からのデジタルの検出データに対して、各種のデジタルフィルタ処理を行って、デジタルフィルタ処理後の検出データを出力する。送信制御部 5 9 は、デジタル信号処理回路 6 2 からの検出データを受け、レジスタ 5 6 の設定情報や記憶部 7 0 に記憶された情報に基づいて、検出データの送信制御を行う。

【 0 1 1 4 】

例えば共通アドレスがホストデバイス 1 0 により指定されて、リードコマンドが発行されたとする。すると送信制御部 5 9 は、自身のデータ送信順番において検出データを送信

50

する制御を行う。この場合のデータ送信順番や送信データビット数等は、記憶部 70 から読み出した情報に基づいて判断することになる。

【0115】

そして図 10 の出力データ制御部 53 は、検出回路 60 で更新される検出データのうち、共通取り込みタイミングでの検出データを取り込んで、インターフェース 40 に出力させる制御を行う。

【0116】

即ち、図 10 のクロック信号生成回路 72 は、CR 発振回路などの内蔵の発振回路を用いてクロック信号を生成する。或いは図 9 の振動子 110 の励振による発振信号を用いてクロック信号を生成する。そして検出回路 60 は、生成されたクロック信号に基づく動作クロック信号により動作する。これにより、検出回路 60 の検出データは、この動作クロック信号を基準にして更新されることになる。また処理回路 50 も、生成されたクロック信号に基づく動作クロック信号により動作する。

【0117】

そして図 10 に示すように処理回路 50 は、コマンドデコーダー 52 を含み、コマンドデコーダー 52 は、データ入力信号 SDI により図 7 の G1、G2、G3 に示すように入力されるコマンドを解釈して判断する。例えば図 7 の G1 に示す R/W により、リードコマンドなのか、ライトコマンドなのかを判断し、G2 に示す A[1:0] により、共通アドレスなのか、個別アドレスなのかを判断する。そしてコマンドデコーダー 52 は、共通アドレスを指定したリードコマンドを受け付けたと判断すると、検出データの取り込み指示信号を、出力データ制御部 53 に出力する。出力データ制御部 53 は、検出回路 60 において更新される検出データのうち、取り込み指示信号で指示されたタイミングでの検出データを、出力検出データとして確定する。そして、確定された出力検出データを、送信制御部 59 を介してインターフェース 40（パラレル/シリアル変換部）に出力し、共通取り込みタイミングでの検出データとして、インターフェース 40 に出力させる。

【0118】

このようにすることで、検出回路 60 において更新される検出データのうち、共通取り込みタイミングでの検出データを、インターフェース 40 に適正に出力させることが可能になる。

【0119】

なお図 7 の G4 に示すように、共通取り込みタイミングは、コマンド（共通宛先コマンド）の受け付けタイミングの後のタイミングであって、検出データの出力期間 T1、T2、T3 の前のタイミングとなっているが、この場合のコマンド（共通宛先コマンド）の受け付けタイミングは、コマンドデコーダー 52 が、当該コマンドを受け付けたと判断したタイミングである。具体的にはコマンド（共通宛先コマンド）の受け付けタイミングは、共通アドレスを指定したリードコマンドをホストデバイス 10 から受け付けたと判断したタイミングである。このようにすれば、共通アドレスを指定したリードコマンドを受け付けたとコマンドデコーダー 52 が判断したタイミングを起点として、検出回路 60 の検出データを取り込む処理を実行することが可能になる。

【0120】

3. 電子機器、移動体

図 11 に、本実施形態の電子機器 500 の構成例を示す。この電子機器 500 は、本実施形態の検出装置 30 や物理量測定装置 20 を含む。また通信部 510、処理部 520、操作部 530、表示部 540、記憶部 550、アンテナ ANT を含むことができる。物理量測定装置 20 は、図 9 に示すように検出装置 30 と振動子 110（物理量トランスデューサー）を含む。処理部 520 は図 9 のホストデバイス 10 に相当する。なお電子機器 500 は図 11 の構成に限定されず、これらの一部の構成要素を省略したり、他の構成要素を追加するなどの種々の変形実施が可能である。

【0121】

電子機器 500 としては、例えばデジタルカメラ又はビデオカメラ等の映像機器、車載

10

20

30

40

50

機器（自動運転用の機器等）、頭部装着型表示装置や時計関連機器などのウェアラブル機器、印刷装置、ロボット、携帯情報端末（スマートフォン、携帯電話機、携帯型ゲーム装置、ノートPC又はタブレットPC等）、又は投影装置等の種々の機器を想定できる。

【0122】

通信部510（無線回路）は、アンテナANTを介して外部からデータを受信したり、外部にデータを送信する処理を行う。処理部520は、電子機器500の制御処理や、通信部510を介して送受信されるデータの種々のデジタル処理などを行う。また処理部520は、物理量測定装置20で測定された物理量情報を用いた種々の処理を行う。この処理部520の機能は、例えばマイクロコンピュータなどのプロセッサにより実現できる。操作部530は、ユーザーが入力操作を行うためのものであり、操作ボタンやタッチパネルディスプレイをなどにより実現できる。表示部540は、各種の情報を表示するものであり、液晶や有機ELなどのディスプレイにより実現できる。記憶部550は、データを記憶するものであり、その機能はRAMやROMなどの半導体メモリーやHDD（ハードディスクドライブ）などにより実現できる。

【0123】

図12に、本実施形態の検出装置30や物理量測定装置20を含む移動体の例を示す。本実施形態の検出装置30や物理量測定装置20は、例えば、車、飛行機、バイク、自転車、ロボット、或いは船舶等の種々の移動体に組み込むことができる。移動体は、例えばエンジンやモーター等の駆動機構、ハンドルや舵等の操舵機構、各種の電子機器（車載機器）を備えて、地上や空や海上を移動する機器・装置である。図12は移動体の具体例としての自動車206を概略的に示している。自動車206（移動体）には、本実施形態の検出装置30と物理量トランスデューサー（不図示）を有する物理量測定装置20が組み込まれる。制御装置208は、この物理量測定装置20により測定された物理量情報に基づいて種々の制御処理を行う。例えば物理量測定装置20（ジャイロセンサー、複合センサー）は車体207の姿勢を検出することができる。物理量測定装置20の検出信号は車体姿勢の制御装置208に供給される。制御装置208は例えば車体207の姿勢に応じてサスペンションの硬軟を制御したり個々の車輪209のブレーキを制御したりすることができる。その他、こういった姿勢制御は二足歩行ロボットや航空機、ヘリコプター等の各種の移動体において利用されることができる。なお本実施形態の検出装置30や物理量測定装置20が組み込まれる機器は、このような制御装置208には限定されず、自動車206等の移動体に設けられる種々の機器（車載機器）に組み込むことが可能である。

【0124】

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、より広義または同義な異なる用語（外部デバイス、物理量トランスデューサー等）と共に記載された用語（ホストデバイス、振動子等）は、明細書又は図面のいかなる箇所においても、その異なる用語に置き換えることができる。また本実施形態及び変形例の全ての組み合わせも、本発明の範囲に含まれる。また検出装置、物理量測定装置、検出システム、電子機器、移動体の構成、動作や、検出回路、インターフェース、処理回路の構成、動作等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。

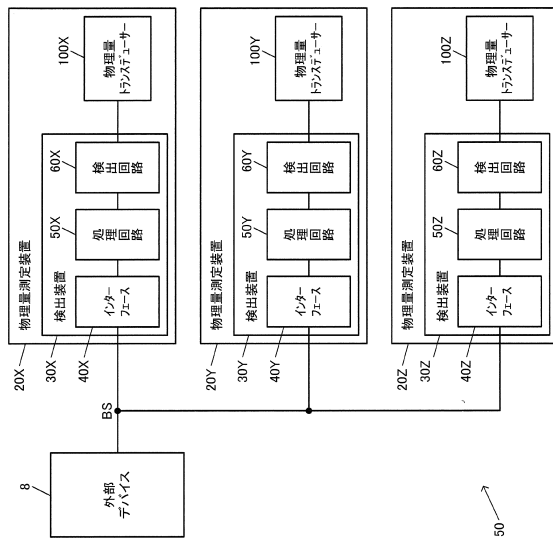
【符号の説明】

【0125】

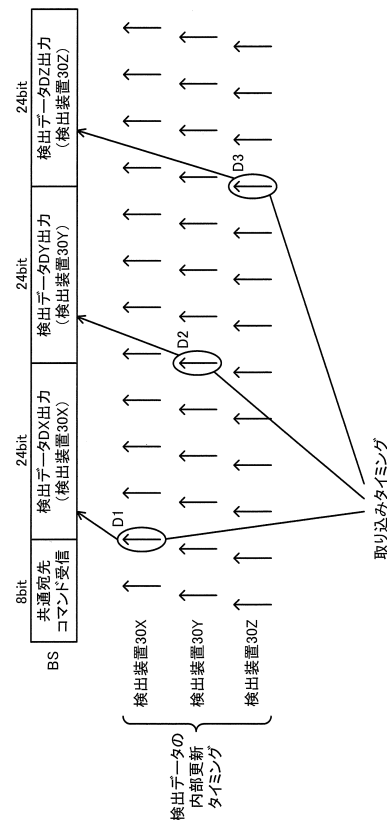
8...外部デバイス、10...ホストデバイス、
20、20X、20Y、20Z...物理量測定装置、
30、30X、30Y、30Z...検出装置、
40、40X、40Y、40Z...インターフェース、
42...シリアル/パラレル変換部、44...パラレル/シリアル変換部、
50、50X、50Y、50Z...処理回路、52...コマンドデコーダー、

53...出力データ制御部、54...比較判定部、56、57、58...レジスタ、
 59...送信制御部、60、60X、60Y、60Z...検出回路、
 62...デジタル信号処理回路、64...A/D変換回路、66...アナログ回路、
 70、70X、70Y、70Z...記憶部、72...クロック信号生成回路、
 80...駆動回路、100X、100Y、100Z...物理量トランスデューサ、
 110...振動子、150...検出システム、
 206...自動車、207...車体、208...制御装置、209...車輪、
 500...電子機器、510...通信部、520...処理部、530...操作部、
 540...表示部、550...記憶部

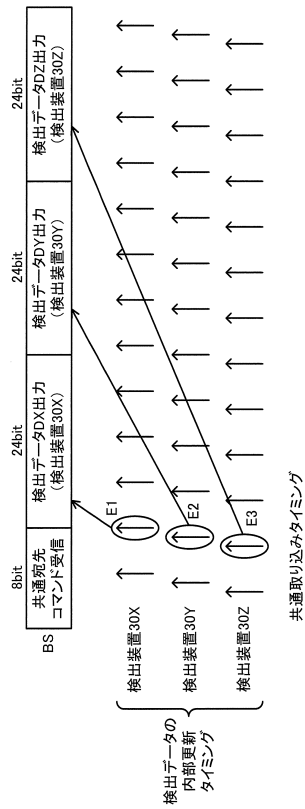
【図1】



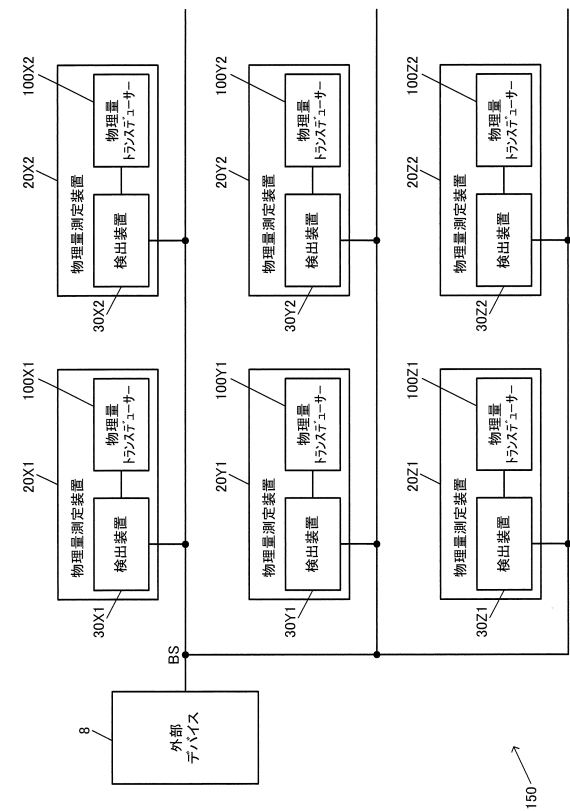
【図2】



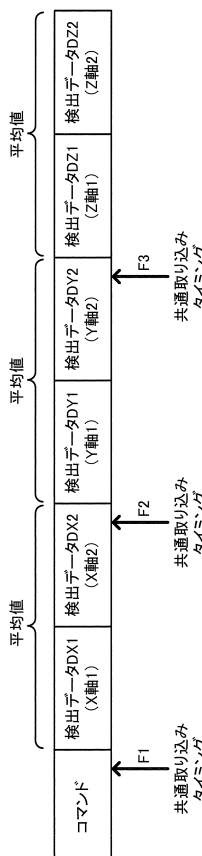
【図 3】



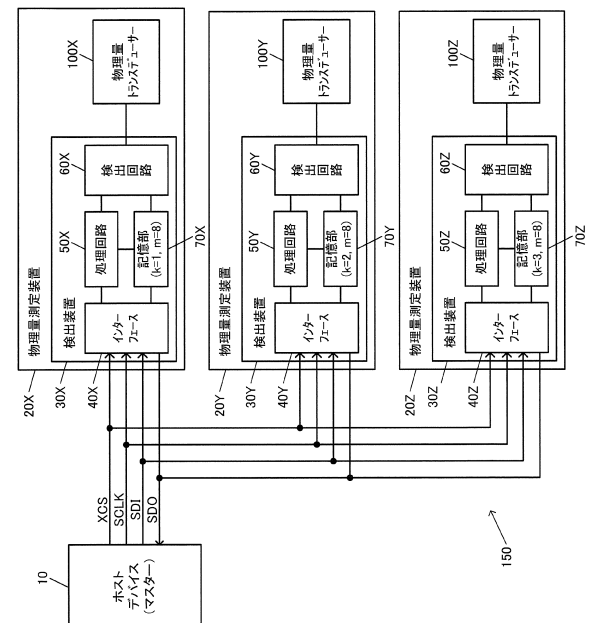
【図 4】



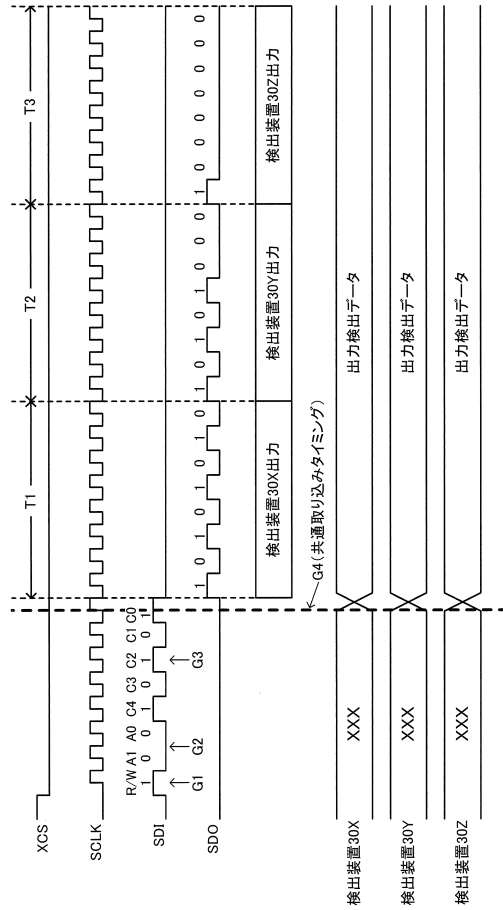
【図 5】



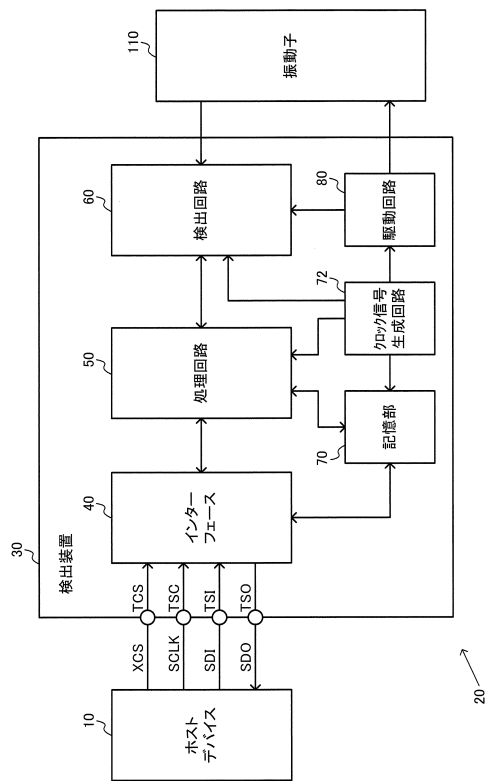
【図 6】



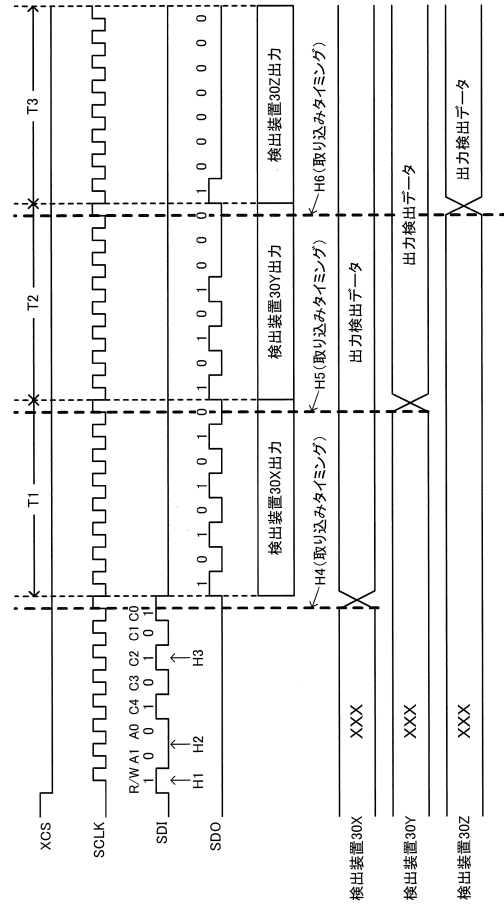
【図 7】



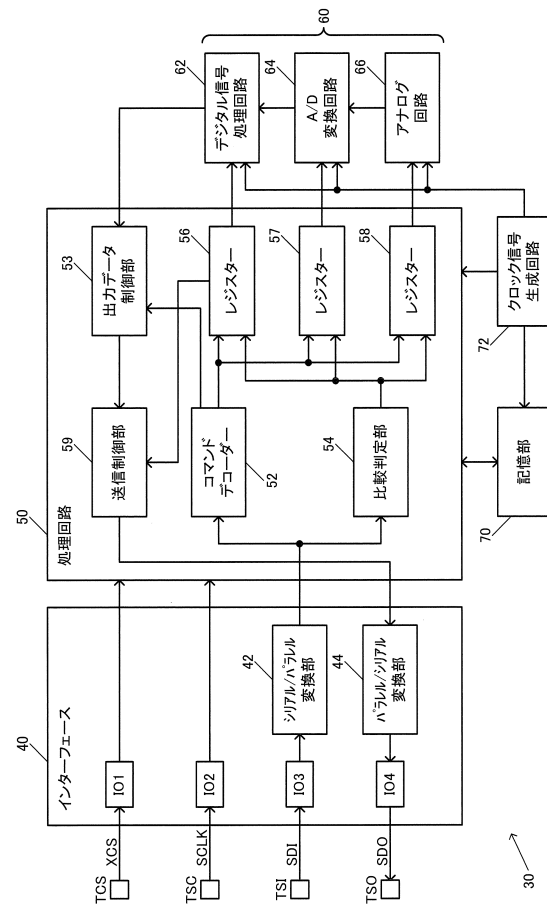
【図 9】



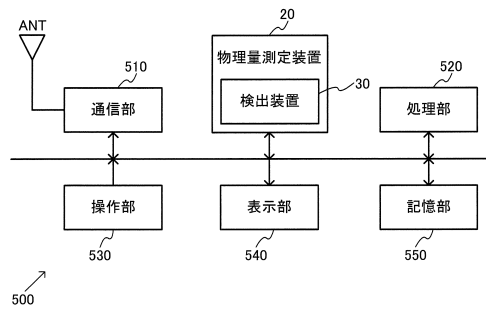
【図 8】



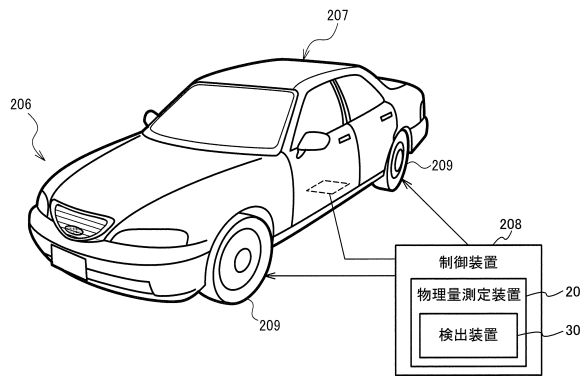
【図 10】



【図 1 1】



【図 1 2】



フロントページの続き

審査官 佐々木 祐

(56)参考文献 特開 2 0 1 5 - 1 1 4 8 1 0 (J P , A)
特開 2 0 1 4 - 1 7 8 9 5 2 (J P , A)
特開 2 0 1 6 - 1 1 5 3 6 1 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 3 1 3 5 2 7 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 5 / 0 1 1 2 5 4 3 (U S , A 1)
米国特許第 0 8 7 3 8 9 2 5 (U S , B 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G 0 8 C 1 3 / 0 0 - 2 5 / 0 4
G 0 1 C 1 9 / 5 7 7 6
G 0 6 F 1 3 / 4 2