(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5317568号
(P5317568)

(45)発行日　平成25年10月16日(2013.10.16)　(24)登録日　平成25年7月19日(2013.7.19)

(51)Int.Cl.		F I		
G08C 19/00	(2006.01)	G08C	19/00	Z
G01B 21/00	(2006.01)	G01B	21/00	C
G01B 21/22	(2006.01)	G01B	21/22	
G05D 3/12	(2006.01)	G05D	3/12	T

請求項の数 17　(全 13 頁)

(21)出願番号　特願2008-197691 (P2008-197691)
(22)出願日　平成20年7月31日 (2008.7.31)
(65)公開番号　特開2009-37617 (P2009-37617A)
(43)公開日　平成21年2月19日 (2009.2.19)
審査請求日　平成23年3月11日 (2011.3.11)
(31)優先権主張番号　102007036542.1
(32)優先日　平成19年8月2日 (2007.8.2)
(33)優先権主張国　ドイツ(DE)

(73)特許権者　390014281
ドクトル・ヨハネス・ハイデンハイン・ゲゼルシヤフト・ミツト・ベシユレンクテル・ハフツング
DR. JOHANNES HEIDENHAIN GESELLSCHAFT MIT BESCHRANKTER HAFTUNG
ドイツ連邦共和国、８３３０１　トラウンロイト、ドクトル－ヨハネス－ハイデンハイン－ストラーセ、５
(74)代理人　100069556
弁理士　江崎　光史
(74)代理人　100111486
弁理士　鍛冶澤　實

最終頁に続く

(54)【発明の名称】移動情報を伝送するためのエンコーダ及び方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

位置測定ユニット（１０）、移動測定ユニット（２０）、算術ユニット（３０）及びインターフェースユニット（４０）を有するエンコーダにおいて、

測定方向に互いに相対可動に配置された２つの物体の複数の位置値（Ｐ；P_n，P_{n-1}）が、前記位置測定ユニット（１０）によって算出可能であり、

測定方向に互いに相対可動に配置された前記２つの物体の１つの移動値（ｖ）が、前記移動測定ユニット（２０）によって算出可能であり、

前記位置値（Ｐ；P_n，P_{n-1}）及び前記移動値（ｖ）が、前記算術ユニット（３０）に供給されていて、この算術ユニット（３０）が、移動情報を補正値（Ｋ）として算出し、この補正値（Ｋ）が、シーケンス電子部（１００）内で、１つの実際の位置値（P_n）と、先行する少なくとも１つの位置値（P_{n-1}）と、複数の位置値（Ｐ；P_n，P_{n-1}）の測定と測定との間の時間間隔を示す制御サイクル時間（T_R）と、この補正値（Ｋ）とから前記移動値（ｖ）を計算するために適していて、この補正値（Ｋ）のデータワード幅が、この移動値（ｖ）のデータワード幅より遥かに小さいことを特徴とするエンコーダ。

【請求項２】

前記インターフェースユニット（４０）は、データ要求線（４１）を通じて前記位置測定ユニット（１０）、前記移動測定ユニット（２０）及び前記算術ユニット（３０）に接続されていて、前記シーケンス電子部（１００）から前記インターフェースユニット（４

０）に入力する複数のデータ要求命令（ＲＱ）が、前記データ要求線（４１）を通じて伝送可能であることを特徴とする請求項１に記載のエンコーダ。

【請求項３】

前記複数のデータ要求命令（ＲＱ）は、前記制御サイクル時間（T_R）の時間間隔で前記インターフェースユニット（４０）に入力することを特徴とする請求項２に記載のエンコーダ。

【請求項４】

前記実際の位置値（P_n）及び前記補正値（Ｋ）は、前記インターフェースユニット（４０）に供給されていて、前記インターフェースユニット（４０）から前記シーケンス電子部（１００）に伝送可能であることを特徴とする請求項１に記載のエンコーダ。

【請求項５】

前記補正値（Ｋ）は、位置補正値（K_P）又は移動補正値（K_V）又は時間補正値（K_T）であることを特徴とする請求項１～４のいずれか１項に記載のエンコーダ。

【請求項６】

前記算術ユニット（３０）は、記憶器（３１）をさらに有し、前記制御サイクル時間（T_R）及び／又は位置値（Ｐ；P_n，P_{n-1}）が、前記記憶器（３１）内に記憶可能であることを特徴とする請求項１～５のいずれか１項に記載のエンコーダ。

【請求項７】

前記インターフェースユニット（４０）は、データチャネル（５０）を通じて前記シーケンス電子部（１００）のインターフェースユニット（１１０）に接続されていることを特徴とする請求項１～６のいずれか１項に記載のエンコーダ。

【請求項８】

データチャネル（５０）は、シリアルインターフェース接続部であることを特徴とする請求項７に記載のエンコーダ。

【請求項９】

前記移動測定ユニット（２０）は、サンプリングクロック発生器（２２）を有し、このサンプリングクロック発生器（２２）が、周期（T_H）を有するサンプリングクロック信号を生成し、前記移動測定ユニット（２０）が、補助データ要求線（２１）を通じて前記位置測定ユニット（１０）に接続されていて、複数の補助位置値（ＰＨ；PH_1～PH_{13}）が、前記補助データ要求線（２１）を通じて複数の補助位置要求命令（ＲＱＨ）によって前記位置測定ユニット（１０）から要求可能であることを特徴とする請求項１～８のいずれか１項に記載のエンコーダ。

【請求項１０】

複数の補助位置値（ＰＨ；PH_1～PH_{13}）が、前記サンプリングクロック信号の前記周期（T_H）の時間間隔で要求され、これらの補助位置値（ＰＨ；PH_1～PH_{13}）が、前記移動測定ユニット（２０）に供給されていて、この移動測定ユニット（２０）内では、１つの測定時点（t_n）に対する移動値（ｖ）が、前記複数の補助位置値（ＰＨ；PH_1～PH_{13}）と前記サンプリングクロック信号の前記周期（T_H）とから移動経路に対する１つの近似関数を作ることによって算出可能であることを特徴とする請求項９に記載のエンコーダ。

【請求項１１】

前記移動測定ユニット（２０）は、速度測定ユニット（２０）であり、前記移動値（ｖ）は、速度値（ｖ）であることを特徴とする請求項１～１０のいずれか１項に記載のエンコーダ。

【請求項１２】

位置測定ユニット（１０）、移動測定ユニット（２０）、算術ユニット（３０）及びインターフェースユニット（４０）を有するエンコーダによって移動情報を伝送する方法において、

測定方向に互いに相対可動に配置された２つの物体の複数の位置値（Ｐ；P_n，P_{n-1}）が、前記位置測定ユニット（１０）によって算出され、

測定方向に互いに相対可動に配置された前記２つの物体の１つの移動値（ｖ）が、前記移動測定ユニット（２０）によって算出され、

前記位置値（Ｐ；$Ｐ_{n}$，$Ｐ_{n-1}$）及び前記移動値（ｖ）が、前記算術ユニット（３０）に供給され、この算術ユニット（３０）が、移動情報を補正値（Ｋ）として算出し、この補正値（Ｋ）が、シーケンス電子部（１００）内で、１つの実際の位置値（$Ｐ_{n}$）と、先行する少なくとも１つの位置値（$Ｐ_{n-1}$）と、複数の位置値（Ｐ；$Ｐ_{n}$，$Ｐ_{n-1}$）の測定と測定との間の時間間隔を示す制御サイクル時間（$Ｔ_{R}$）と、この補正値（Ｋ）とから前記移動値（ｖ）を計算するために適していて、この補正値（Ｋ）のデータワード幅が、この移動値（ｖ）のデータワード幅より遥かに小さいことを特徴とする方法。

【請求項１３】

前記シーケンス電子部（１００）から前記エンコーダ（１）の前記インターフェースユニット（４０）に送信されるデータ要求命令（ＲＱ）の受信後に、前記実際の位置値（$Ｐ_{n}$）、前記移動値（ｖ）及び前記補正値（Ｋ）が算出されることを特徴とする請求項１２に記載の方法。

【請求項１４】

前記実際の位置値（$Ｐ_{n}$）及び前記補正値（Ｋ）は、前記インターフェースユニット（４０）を通じて前記シーケンス電子部（１００）に伝送されることを特徴とする請求項１２又は１３に記載の方法。

【請求項１５】

前記補正値（Ｋ）は、位置補正値（$Ｋ_{P}$）又は移動補正値（$Ｋ_{V}$）又は時間補正値（$Ｋ_{T}$）であることを特徴とする請求項１２～１４のいずれか１項に記載の方法。

【請求項１６】

前記移動測定ユニット（２０）は、サンプリングクロック発生器（２２）をさらに有し、このサンプリングクロック発生器（２２）が、周期（$Ｔ_{H}$）を有するサンプリングクロック信号を生成し、前記移動測定ユニット（２０）が、補助データ要求線（２１）を通じて前記位置測定ユニット（１０）に接続されていて、複数の補助位置値（ＰＨ；$ＰＨ_{1}$～$ＰＨ_{13}$）が、前記補助データ要求線（２１）を通じて複数の補助位置要求命令（ＲＱＨ）によって前記位置測定ユニット（１０）から要求可能であり、

前記移動値（ｖ）の算出が、

前記サンプリングクロック信号の前記周期（$Ｔ_{H}$）の時間間隔内に補助位置値（ＰＨ；$ＰＨ_{1}$～$ＰＨ_{13}$）を要求するステップと、

前記補助位置値（ＰＨ；$ＰＨ_{1}$～$ＰＨ_{13}$）と前記サンプリングクロック信号の前記周期（$Ｔ_{H}$）とから補助移動値を生成するステップと、

前記補助移動値から移動経路の１つの近似関数を作るステップと、

前記近似関数から１つの測定時点（$ｔ_{n}$）に対する前記移動値（ｖ）を算出するステップとを有することを特徴とする請求項１２～１５のいずれか１項に記載の方法。

【請求項１７】

前記移動測定ユニット（２０）は、移動値（ｖ）として速度値（ｖ）を算出する速度測定ユニット（２０）であることを特徴とする請求項１２～１６のいずれか１項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【０００１】

本発明は、請求項１に記載のエンコーダ及び請求項１２に記載の移動情報を伝送するための方法に関する。

【従来の技術】

【０００２】

このようなエンコーダが、特に駆動システムで使用するために適する。本発明のエンコーダ又は本発明の方法によって、位置データに加えて、移動情報、特に速度情報及び／又は加速度情報を非常に効率良く駆動制御装置に伝送することが可能になる。

【０００３】
オートメーション技術では、多くの場合に、モータが数値制御装置（ＮＣ）によって制御される駆動装置が使用される。このため、この制御装置が、処理すべきプログラムに応じて目標値を生成する。これらの目標値が、対応するモータ制御モジュール、所謂変換器内でモータ用の制御信号に変換される。当該制御信号から結果として生じる移動は、工作機械内の、前後動、例えば刃物台の移動でもよく、例えば所定の回転数で回転する工作機械の主軸の回転運動でもよく又は産業ロボットの関節の回転でもよい。
【０００４】
エンコーダが、当該移動の範囲を測定できるようにするために使用される。前後動の場合には、例えばリニアエンコーダーが使用され、回転運動では、対応するロータリーエンコーダー、モータ軸に直接連結されているか又は伝動装置を介してモータ軸に連結されている所謂シャフトエンコーダーが使用される。制御装置が、規則的な時間間隔で、所謂制御サイクル時間で、エンコーダから位置値を呼び出す。この制御装置が、このエンコーダの助けによって変換器用の新たな目標値を同様に算出する。当該制御回路が、駆動装置の正確な制御を可能にする。
【０００５】
上記のエンコーダから制御装置に位置値を伝送することは、データインターフェースを通じて、多くの場合に互いに９０°だけ移相されている２つの正弦波信号として純粋にアナログ式に若しくは矩形の測定信号としてデジタル式に実行され得るか又は複合データ語を伝送することによって実行され得る。最近のエンコーダでは、昨今は特に、シリアルデータインターフェースが優先して使用される。何故なら、当該シリアルインターフェースは、データ伝送用に僅かな数の伝送路しか必要とせず、絶対位置値の伝送を可能にするからである。
【０００６】
当該制御回路用の目標値を算出するためには、駆動制御装置が、位置値のほかに、例えば実際の速度、回転数又は加速度のような、さらに別の移動データも必要である。例えば、既知の制御サイクル時間での速度が、連続して続く２つの測定される位置値から差分係数を作ることによって導き出され得ることは、一般に知られている。同様に、加速度が、連続して続く３つの測定される位置値又は連続して続く２つの算出された速度値を用いて算出され得る。しかし、この方法で計算された移動値は、制御された駆動装置が第１位置値から第２位置値、場合によっては第３位置値までの経路を移動したときのただ１つの平均値だけを常に示す。
【０００７】
実際には、１つの既定の測定時点に対する駆動装置の実際の速度は、当該ただ１つの平均値から著しく相違する。当該相違は、例えば工具の、被加工品への介入によって引き起こされる、モータ軸の不平衡、摩擦効果又は負荷変化のような、例えば機械的な原因にありうる。しかしながら、エンコーダの誤差、特に差分係数を作るときの誤差が、特に問題である。何故なら、制御サイクル時間が短いほど、連続して続く２つの測定される位置値間の、当該短い制御サイクル時間から生じる差が小さいほど、これらの誤差がより強く現れるからである。前後して測定される複数の位置値に基づく当該ただ１つの平均値が、新しい１つの速度目標値を算出するために使用される場合、望まない制御変動が、測定時点に対する実際の速度と当該平均値との間の不一致に起因して発生しうる。当該望まない制御変動が、駆動装置のモータを加熱させうるか、邪魔な雑音を発生させうるか又は共振効果による振動を引き起こしうる。
【０００８】
最近のエンコーダ、特に例えばマイクロコントローラ又はユーザ仕様に集積化されたユニット（ＡＳＩＣ）内の対応する構造体として高集積化された信号処理装置を使用することによって複雑な計算操作を実行できるエンコーダが、多くの場合に当該エンコーダだけで移動値、特に速度値及び加速度値を高い精度で算出できる。しかしながら、この場合には、実際の位置値と少なくとも１つの移動値、例えば速度値との双方が、エンコーダから

制御装置に伝送される必要があるので、一定の制御サイクル時間の場合に、その時の実際値の受信後に新しい目標値を算出するために必要な計算を実行するための制御に要する時間が減少する。この理由から、特にデータ伝送が、シリアルインターフェース通じて実行されるときは、この実施の形態は、多くの場合に使用不可能である。何故なら、データ伝送率の上昇が、材料及びコストの高い経費につながるからである。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００９】

本発明の課題は、移動情報をシーケンス電子部に効率良く伝送することを可能にするエンコーダを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【００１０】

この課題は、請求項１に記載のエンコーダによって解決される。

【００１１】

このエンコーダの好適な詳細は、請求項１に従属する請求項に記載されている。

【００１２】

位置測定ユニット、移動測定ユニット、算術ユニット及びインターフェースユニットを有するエンコーダが設けられている。この場合、測定方向に互いに相対可動に配置された２つの物体の位置値が、この位置測定ユニットによって測定可能である。測定方向に互いに相対可動に配置された当該２つの物体の移動値が、移動測定ユニットによって算出可能である。これらの位置値とこの移動値とが、計算ユニットに供給されている。この計算ユニットが、移動情報を訂正値として算出する。この補正値は、シーケンス電子部内で１つの実際の位置値と少なくとも１つの先行する位置値と複数の位置値の測定時点間の時間間隔を示す１つの制御サイクル時間とこの補正値とから移動値を計算するために適している。この補正値のデータワード幅が、この移動値のデータワード幅より遥かに小さい。

【００１３】

さらに、本発明の課題は、移動情報をエンコーダからシーケンス電子部に効率良く伝送することが可能になる方法を提供することにある。

この課題は、請求項１２に記載の方法によって解決される。この方法の好適な詳細は、請求項１２に従属する請求項に記載されている。

【００１４】

そこで、エンコーダからシーケンス電子部に移動情報を伝送するための補正値を算出する方法が提唱されている。この場合、前記エンコーダが、位置測定ユニット、移動測定ユニット、算術ユニット及びインターフェースユニットを有する。

当該方法が、

前記位置測定ユニット内で１つの実際の位置値を測定方向に互いに相対可動に配置された２つの物体から測定するステップと、

前記移動測定ユニット内で測定方向に互いに相対可動に配置された２つの物体の１つの移動値を算出するステップと、

前記算術ユニット内で前記補正値を算出するステップとを有し、

前記移動値が、前記シーケンス電子部内で前記補正値を使用することによって、前記実際の位置値と、先行する一測定サイクルで測定された先行する少なくとも１つの位置値と、複数の位置値の測定点と測定点との間の時間間隔を示す制御サイクル時間とから計算可能になり、

前記補正値のデータワード幅が、前記移動値のデータワード幅より遥かに小さい。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１５】

以下に、本発明のその他の利点及び詳細を図面に基づいて説明する。

【００１６】

図１は、本発明のエンコーダ１のブロック図である。このエンコーダ１は、測定方向に

互いに相対可動に配置された当該２つの物体の複数の位置値を測定するための位置測定ユニット１０と、当該２つの物体の移動値を算出するための移動測定ユニット２０と、位置値と移動値とから補正値を算出するための算術ユニット３０と、インターフェースユニット４０とを有する。データチャネル５０が、エンコーダ１のインターフェースユニット４０をシーケンス電子部１００、例えば駆動制御装置１００のインターフェースユニット１１０に接続させる。この駆動制御装置１００は、制御ユニット１２０をさらに有する。この制御ユニット１２０の制御サイクル時間T_Rが、制御クロック発生器１３０によって決定されている。

【００１７】

この例では、移相測定ユニット２０は、測定方向に互いに相対可動に配置された２つの物体を測定可能である速度測定ユニット２０である。この点に関して留意すべきは、本発明は、その他の移動値、特に加速度値も使用可能である点である。

【００１８】

測定方向に互いに相対可動に配置された２つの物体は、例えば電気モータのロータ及びステータでもよく又は工作機械の工作台上に可動に配置されている刃物台でもよい。前者では、当該位置値及び速度値は、角度位置及び速度である一方で、後者では、直線位置及び速度が測定される。

【００１９】

双方向のデータ伝送が、データチャネル５０、及び、エンコーダ１のインターフェースユニット４０又は駆動制御装置１００のインターフェース１１０を通じて可能になるように、当該データチャネル５０、及び、当該エンコーダ１のインターフェースユニット４０又は当該駆動制御装置１００のインターフェース１１０が構成されている。特に、データ要求命令ＲＱが、駆動制御装置１００からエンコーダ１に送信され得、このエンコーダ１内で算出されたデータが、駆動制御装置１００に送信され得る。シリアルインターフェース接続が、データチャネル５０として使用される点が利点である。何故なら、この場合には、データ伝送用に必要な線路の数が少なく、したがって配線費用が減少され得るからである。駆動制御装置１００の進行している動作中には、すなわち、例えば工作機械又はロボットの関節の送り軸のモータが制御されるときは、データ要求命令ＲＱが、制御サイクル時間T_Rの時間間隔で連続して伝送される。典型的な制御サイクル時間T_Rは、例えば５０μｓ～２ｍｓである。

【００２０】

エンコーダ１内では、データ要求命令ＲＱが、インターフェースユニット４０からデータ要求線４１を通じて位置測定ユニット１０と速度測定ユニット２０と算術ユニット３０とに転送される。データ要求命令ＲＱが、位置測定ユニット１０に到達すると、この位置測定ユニット１０が、実際の測定値P_nを算出し、この実際の測定値P_nをインターフェースユニット４０と算術ユニット３０とに伝送する。同様に、速度測定ユニット２０が、データ要求命令ＲＱの受信後に実際の速度値ｖを算出し、この実際の速度値ｖを算術ユニット３０に伝送する。

【００２１】

この算術ユニット３０内では、制御された駆動装置が先行する位置値Ｐｎ－１から実際の位置値P_nまでの区間上で現われた平均速度v_Dが、

$$v_D = (P_n - P_{n-1}) / T_R \qquad \text{（方程式１）}$$

によって実際の位置値P_nと先行する位置値P_{n-1}と既知の制御サイクル時間T_Rとから算出可能である。当該平均速度v_Dの値は、誤差を含む。何故なら、一方では実際の速度変化が考慮されていなく、したがって希望した測定時点、この例ではデータ要求命令ＲＱの入力の時点に対する実際の速度値ｖが、当該平均速度v_Dと相違しうるからであり、他方ではこれらの位置値P_n，P_{n-1}中の誤差、特に量子化誤差が一緒に算入されるからである。

【００２２】
制御サイクル時間T_Rに関する値及び先行する位置値P_{n-1}が、例えば算術ユニット３０のメモリ３０内に記憶され得る。好適な実施の形態では、当該制御サイクル時間T_Rが、シーケンス電子部１００からデータチャネル５０を通じてこのメモリ３１内に書き込まれ得る。この場合には、エンコーダ１が、様々な制御サイクル時間T_Rを有する様々な駆動制御装置１００に非常に簡単に適合され得る。
【００２３】
別の好適な実施の形態では、例えば可変の制御サイクル時間T_Rも考慮され得るように、当該制御サイクル時間T_Rが、算術ユニット３０内で測定可能である。当該制御サイクル時間T_Rの測定は、例えばクロック信号によって作動されるカウンタを用いて実行され得る。このクロック信号は、当該制御サイクル時間T_Rより遥かに短い周期を有する。当該制御サイクル時間T_Rは、２つのデータ要求命令ＲＱ間の実際のカウント数とこのクロック信号の周期との差から計算され得る。例えば図３の説明中に記されている速度測定ユニット２０のサンプリングクロック信号が、当該カウンタを作動させるためのクロック信号として使用され得る。
【００２４】
当該実際の位置値P_n、先行する位置値P_{n-1}及び制御サイクル時間T_Rは、駆動制御装置１００でも処理される。それ故に、冒頭で説明したように、平均速度v_Dの値が、駆動制御装置１００内でも算出され得る。こうして算出された平均速度v_Dは、同様に冒頭で記載したように、実際には呼び出しの時点に対する駆動装置の実際の速度と相違し得り、実際の速度値ｖの伝送が、当該実際の速度値ｖの伝送に関連する増大した伝送期間に起因して全く望ましくないので、算術ユニット３０が、平均速度v_Dと、速度測定ユニット２０内で算出された速度値ｖとから補正値Ｋを算出し、この補正値Ｋを用いて、駆動制御装置１００内で、実際の位置値P_nと先行する位置値P_{n-1}と制御サイクル時間T_Rとを使用して、実際の速度値ｖが算出可能である。この補正値Ｋは、この実際の速度値ｖより遥かに小さいデータワード幅を有する。このため、当該伝送期間が或る程度増大しても、その実際の速度値ｖに関する情報の伝送が可能になる。
【００２５】
当該速度値ｖのデータワード幅は、複数の要因に依存し、特にデータワード幅に依存し、したがって位置測定ユニット１０の分解能に依存し、ロータリーエンコーダーの最大許可速度、すなわち最大回転数に依存し又はリニアエンコーダーの最大送り速度に依存し、並びに当該速度値ｖの要求された分解能に依存する。実際には、一般的な用途に対しては、当該速度値ｖのデータワード幅を、例えば２０ビットに達し得る実際の位置値P_nのデータワード幅の範囲内で設定する必要がある。
【００２６】
さらに、本発明の別の実施の形態では、エンコーダ１内で算出された速度値ｖが、方程式１にしたがって計算された平均速度v_Dより高い分解能を有することが可能である。このとき、駆動制御装置１００に伝送された補正値Ｋが、データ容量を著しく増大させることなしに、より高い分解能を有する速度情報を伝送することを可能にする。
【００２７】
当該速度情報を伝送するための補正値Ｋは、位置の補正値K_Pでもよく、移動の補正値K_V（この例では、速度の補正値K_V）でもよく、時間の補正値K_Tでもよい。位置の補正値K_Pが、例えば、

$$K_P = (v_D - v) * T_R \qquad \text{（方程式２）}$$

から計算される。
【００２８】
したがって、速度値ｖが、駆動制御装置１００内で、方程式

$$v = ((P_n - P_{n-1}) + K_P) / T_R \quad \text{（方程式３）}$$

によって計算される。

【００２９】

図２ａ～２ｃは、本発明のエンコーダ１による速度情報の例における移動情報の伝送時の時間的な利点を、従来技術で公知の方法と比較して説明する。この場合、図２ａは、公知の実施の形態を示す。当該実施の形態の場合、位置値Ｐだけが伝送され、速度が、シーケンス電子部内で平均速度v_Dを計算することによって算出される一方で、図２ｂでは、位置値Ｐと速度値ｖとの双方が伝送される。このことは、伝送期間を大幅に増大させる。最後の図２ｃは、本発明の位置値Ｐ及び補正値Ｋの伝送を示す。

【００３０】

要求されたデータが、例えば複数のデータパケットとして伝送され得る。これらのデータパケットがそれぞれ、１つのスタートシーケンスＡによって開始し、１つのエンドシーケンスＥによって終了される。この場合、このスタートシーケンスＡは、最も簡単な場合は１つのスタートビットだけでもよい。しかし、識別情報等が伝送されてもよい。同様に、エンドシーケンスＥは、１つのストップビットから構成されてもよく又は付加情報、例えばデータの信頼性を保証するためのチェックサム（ＣＲＣ、巡回冗長検査）を有してもよい。

【００３１】

これらのデータパケットが、データ要求命令ＲＱの受信に対する応答として伝送される。図２ａ～２ｃでは、このデータ要求命令ＲＱが、矢印として非常に簡略化して示されている。連続して続く２つのデータ要求命令ＲＱの時間間隔が、制御サイクル時間T_Rに一致する。データ要求命令ＲＱが、同様に１つのデータパケットの部分として送信され得ること、実際には当該データを処理するための或る程度の時間が、エンコーダ１内でこのデータ要求命令ＲＱの到着と要求されたデータの送信との間で経過され得ることを確認的に指摘しておく。しかしながら、これらの事項は、図２ａ～図２ｃに対して同様に該当し、本発明にとって重要でないので、詳しい説明を省略する。

【００３２】

図２ａでは、データパケットが、スタートシーケンスＡ、位置値Ｐ及びエンドシーケンスＥから構成されている。エンコーダ１から駆動制御装置１００にこのデータパケットを伝送するために必要な伝送時間間隔T_Tが非常に短い。その結果、計算時間T_Cが非常に長い。駆動制御装置１００が、この計算時間T_C内にエンコーダ１に割り当てられた駆動装置を制御するための制御回路に対する新しい目標値を計算する。しかし、この場合には、既に詳しく説明したように、駆動制御装置１００が、速度に対する実際値として連続して続く２つの位置値Ｐ間の平均速度v_Dを使用するので、この実施の形態は、実際には非常に不正確である。

【００３３】

これに対して、図２ｂでは、データパケットが、スタートシーケンスＡ、位置値Ｐ及びエンドシーケンスＥのほかに、エンコーダ１内で算出された速度値ｖをさらに有する。したがって、駆動制御装置１００が、新しい目標値を計算するための正確な速度値ｖを受け取ることができる。この速度値ｖのデータワード幅が、位置値Ｐのデータワード幅の範囲内に存在するので、この実施の形態は、伝送時間間隔T_Tを遥かにより長くするか又は駆動制御装置１００で要される計算時間T_Cを短縮させる。その結果、制御のための新しい実際値を計算するにあたっては、計算精度に関して妥協せざるを得ないか又は調整サイクル時間T_Rを増大させる必要がある。当該両対策は、駆動制御装置の動特性を悪化させ、それ故に望ましくない。

【００３４】

図２ｃは、スタートシーケンスＡ、位置値Ｐ、補正値Ｋ及びエンドシーケンスＥから構成されるデータパケットを示す。駆動制御装置１００内で位置値Ｐと制御サイクル時間T_Rと補正値Ｋとから速度値ｖを計算するための当該補正値Ｋのデータワード幅が、この速

度値ｖのデータワード幅より遥かに小さく選択され得るので、この実施の形態は、伝送時間間隔T_Tを僅かしか増大させず、したがって計算時間T_cを僅かしか短縮させない。

【００３５】

速度値ｖを速度測定ユニット２０内で算出するため、様々な測定原理が使用され得る。しかしながら、時間に対する位置の実際の変化を複数の補助位置値ＰＨの測定によって検出するように、速度測定装置２０が、位置測定ユニット１０を利用することが特に好ましい。このため、図１中の速度測定ユニット２０が、サンプリングクロック発生器２２をさらに有する。このサンプリングクロック発生器２２が、周期T_Hを有するサンプリングクロック信号を生成する。この周期T_Hが、時間間隔を規定する。位置測定ユニット１０の複数の補助位置値ＰＨが、当該時間間隔内に要求される。複数の補助位置値ＰＨの当該要求は、複数の補助データ要求命令ＲＱＨによって実行される。これらの補助データ要求命令ＲＱＨが、補助位置要求線２１を通じて位置測定ユニット１０に送られる。

【００３６】

連続して測定される２つずつの補助位置値ＰＨと、サンプリングクロック信号の既知の周期T_Hとから、平均速度v_Dの計算と同様に、複数の補助平均速度が計算される。これらの補助平均速度を用いて、適切な補外アルゴリズム又は例えばスプライン補間若しくは多項式補間のような補間アルゴリズム又はその他のフィルタ関数によって、実際の速度の経時変化に対する１つの近似関数が作られ、同様に希望した時点に対する速度値ｖが、当該近似関数から算出され得る。

【００３７】

この場合、サンプリングクロックが、制御クロックの２倍の周波数を少なくとも有することが好ましい。このことは、少なくとも２つの補助位置値ＰＨが、測定される位置値P_n，P_{n-1}ごとに生成されることを意味する。実際の速度の経時変化に対する近似の精度が、算出された補助平均速度の数又は測定される補助位置値ＰＨの数と共に上がるので、サンプリングクロック信号の周波数をできるだけ高くする必要がある。当該サンプリングクロック信号の周波数は、位置測定ユニット１０、速度測定ユニット２０及び算術ユニット３０の処理速度に制限される。非常に良好な結果は、制御クロック信号の４～３２倍の周波数が、サンプリングクロック信号用の周波数として選択されるときに得られることが実証されている。

【００３８】

別の実施の形態では、複数の補助平均速度によって確定された速度の経時変化を用いて、１つの加速度ａも算出され得る。すなわち、速度測定装置２０が、加速度測定装置２０に簡単に変更され得る。

【００３９】

図３は、時間ｔに対する測定方向Ｘの位置の経時変化の例を示す。

【００４０】

時点t_{n-1}は、先行する位置値P_{n-1}が先行する測定サイクルで測定された時点を示す。実際の測定値P_nが、駆動制御装置１００からの１つのデータ要求命令ＲＱの入力の結果として、当該実際の測定サイクルで時点t_nに対して測定される。これらの時点t_{n-1}及び時点t_n間の時間間隔が、制御サイクル時間T_Rに一致する。平均速度v_Dが、方程式１中に示されているように、先行する位置値P_{n-1}、実際の測定値P_n及び既知の制御サイクル時間T_Rから計算される。こうして算出された値は、直線の傾斜v_Dに一致する。しかしながら、例えば時点t_nに対する実際の速度ｖは、直線の傾斜ｖに一致する。当該勾配が、実際の測定値P_nの位置に対する実際の位置の経時変化の接線を示す。

【００４１】

速度測定ユニット２０が、サンプリングクロック信号の周期ＴＨの時間間隔で補助時点tH_1からtH_{10}まで位置測定ユニット１０から補助位置値PH_1～PH_{10}を要求する。この例では、サンプリングクロックの周波数$f_H = 1/T_H$が、制御クロックの周波数$f_R = 1/T_R$の１０倍に一致する。速度値ｖが、１つの既定の時点に対して、例えば

１つのデータ要求命令ＲＱの到着時に生成される。

【００４２】

サンプリングクロック信号と制御クロック信号とが、異なるクロック源によって生成されるので、つまりエンコーダ１内のサンプリングクロック発生器２２と、駆動制御装置１００内の制御クロック発生器１３０とによって生成されるので、うなり効果を回避するために、特にこれらのクロック信号が同期され得ることが好ましい。当該同期を実行するため、例えば時点t_n，t_{n-1}が、エンコーダ１内で使用され得る。データ要求命令ＲＱが、これらの時点t_n，t_{n-1}に対して駆動制御装置１００から入力される。サンプリングクロック信号が、制御クロック信号の周波数の整数倍である場合は、測定時点t_nが、補助位置値ＰＨの測定時点にほぼ一致する、すなわち対応する補助位置値ＰＨが、実際の位置値P_nに等しくされ得る。

【００４３】

別の構成では、データ要求命令ＲＱの到着後に測定される複数の補助位置値ＰＨも、速度値ｖを算出するために使用される。当該構成は、図３では補助位置値PH_{11}～PH_{13}によって示されている。これらの補助位置値PH_{11}～PH_{13}が、時点t_nに対して入力されるデータ要求命令ＲＱにしたがって補助時点tH_{11}からtH_{13}まで測定される。当該構成は、１つのデータ要求命令ＲＱに対して、最初に実際の位置値P_nが駆動制御装置１００に伝送され、引き続き補正値Ｋがこの駆動制御装置１００に伝送されるときに特に有益である。何故なら、当該実際の位置値P_nを伝送するために必要になる時間が、さらなる複数の補助位置値ＰＨを測定するためと、その速度値ｖ又はその補正値Ｋを算出するためとに使用され得るからである。こうして、一方では、データ要求命令ＲＱの入力後の或る所定の期間内の駆動装置の速度に相当する速度情報が、駆動制御装置１００に伝送され得る。これによって、さらなる実際の速度値が、実際値として駆動制御装置１００に伝送される。他方では、この場合には、最後の補助位置値PH_{13}を測定する前に存在する時点に対する速度値ｖを、補間によって算出する可能性がある。これによって、最後の補助位置値PH_{13}が、速度値ｖを算出する前に測定されるときに使用されなくてはならない補外によるよりも高い精度が、速度値ｖに対して達成可能である。

【００４４】

位置測定ユニット１０は、インクリメンタル式のシステムでもよく、アブソリュート式のシステムでもよい。同様に、この位置測定ユニット１０に基づく物理的なサンプリング原理は、本発明にとって重要でない。すなわち、当該位置測定ユニット１０は、例えば光学式、磁気式、誘導式又は容量式の測定原理に依拠され得る。

【００４５】

エンコーダ１を複数の機能ブロックである位置測定ユニット１０、速度測定ユニット２０、算術ユニット３０及びインターフェースユニット４０に区分したのは、専らより良好に理解するためである。実際には、複数の機能ブロック又は全ての機能ブロックが、高集積化された１つの特定用途向けの集積回路（ＡＳＩＣ）内に組み込まれてもよい。同様に、マイクロコントローラが、これらの機能ブロックの少なくとも一部を実現するために使用されてもよい。

【図面の簡単な説明】

【００４６】

【図１】本発明のエンコーダのブロック図である。

【図２ａ】従来技術による位置値の伝送に対するタイムチャートである。

【図２ｂ】従来技術による位置値と移動値とを伝送に対するタイムチャートである。

【図２ｃ】本発明による位置値と移動値との伝送のタイムチャートである。

【図３】時間ｔに対する測定方向Ｘの位置の経時変化の例を示す。

【符号の説明】

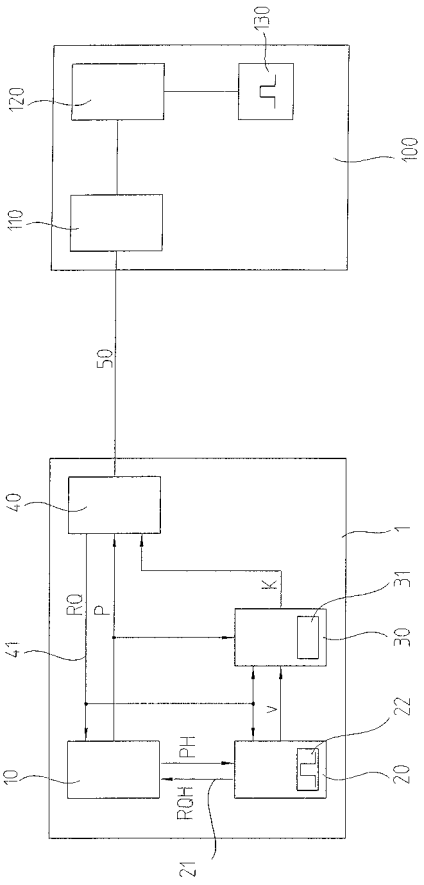
【００４７】

１　エンコーダ

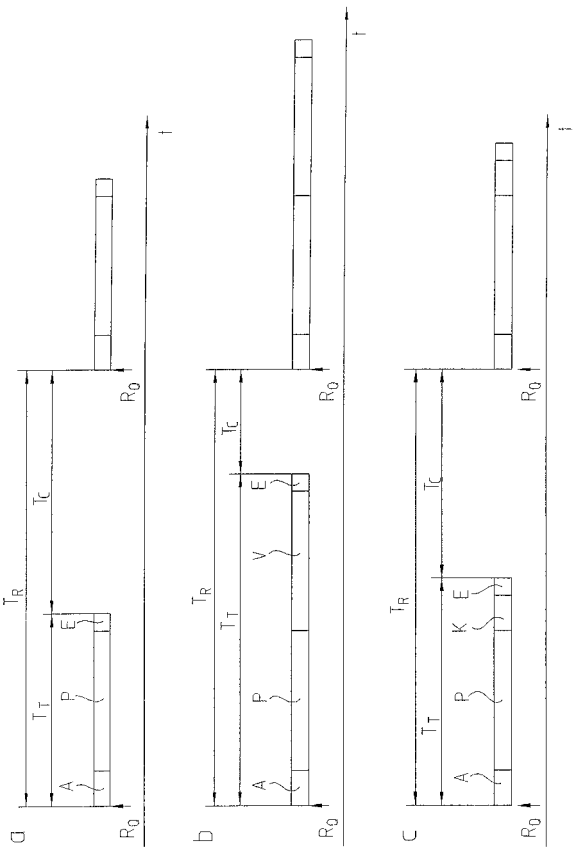
１０　位置測定ユニット

２０　移動測定ユニット（速度測定ユニット又は加速度測定ユニット）
３０　算術ユニット
４０　インターフェースユニット
５０　データチャネル
１００　シーケンス電子部（駆動制御装置）
１１０　インターフェースユニット

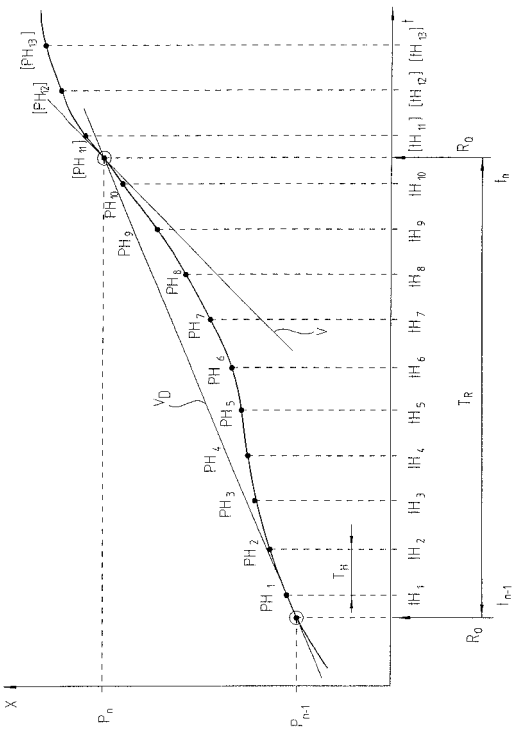
【図１】



【図２】



【図３】


[PH 11]
[PH 12]
[PH 13]
[HH 11] [HH 12] [HH 13]
R0
PH 10
HH 10
PH 9
HH 9
PH 8
HH 8
PH 7
HH 7
PH 6
HH 6
PH 5
HH 5
PH 4
HH 4
PH 3
HH 3
PH 2
HH 2
PH 1
HH 1
V
V0
TR
Tit
hn
hn-1
R0
X
Pn
Pn-1

フロントページの続き

(72)発明者　マルク・オーリヴァー・ティーマン
ドイツ連邦共和国、８３３６５　ヌスドルフ／ゾンダーモーニング、カイザーベルクストラーセ、
６

審査官　井上　昌宏

(56)参考文献　米国特許第０５０９２０５１（ＵＳ，Ａ）
特開平０２－２７２３１０（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－０３８９０２（ＪＰ，Ａ）
特開昭５７－１１４８６１（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０１Ｐ１／００～３／８０
Ｇ０１Ｄ５／００～５／６２
Ｇ０１Ｂ７／００～７／３４
Ｇ０１Ｂ２１／００～２１／３２