

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

位置測定装置（10）と処理ユニット（20）との間におけるシリアルデータ伝送方法であって、データパケット（D，D1，D2）の形式でのデータの伝送が使用フェーズ（ ΔT_N ）の進行中に行われ、連続する使用フェーズ（ ΔT_N ）の間に、データが伝送されないアイドルフェーズ（ ΔT_L ）があり、さらにアイドルフェーズ（ ΔT_L ）の間に位置要求コマンド（POS__RQ）が発生する場合には、このアイドルフェーズ（ ΔT_L ）の終了後に第一遅延情報（DATA=4；DATA=9）を伴った位置要求コマンド（POS__RQ）が位置測定装置（10）に伝送され、そして位置測定装置（10）側において、この第一遅延情報（DATA=4；DATA=9）が、処理ユニット（20）側での位置要求コマンド（POS__RQ）の発生と位置測定装置（10）側での位置要求コマンド（POS__RQ）の実行との間に、常に一定の遅延時間（ ΔT_{DEL} ）が生じるように分析評価される方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の方法であって、処理ユニット（20）から位置測定装置（10）にデータが伝送される使用フェーズ（ ΔT_N ）の間に位置要求コマンド（POS__RQ）が発生する場合には、その時点のデータパケット（D，D1，D2）の伝送が中断され、それに続くアイドルフェーズ（ ΔT_L ）の終了後に位置要求コマンド（POS__RQ）が位置測定装置（10）に伝送される方法。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の方法であって、位置要求コマンド（POS__RQ）と共に第二遅延情報（DATA=0）が位置測定装置（10）に伝送され、そして位置測定装置（10）側において、この第二遅延情報（DATA=0）が、処理ユニット（20）側での位置要求コマンド（POS__RQ）の発生と位置測定装置（10）側での位置要求コマンド（POS__RQ）の実行との間に、常に一定の遅延時間（ ΔT_{DEL} ）が生じるように分析評価される方法。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の方法であって、第二遅延情報（DATA=0）が、最小遅延時間を示す情報である方法。

【請求項 5】

請求項 1 または 3 に記載の方法であって、遅延情報（DATA=4，DATA=9，DATA=0）が、それぞれ処理ユニット（20）側での位置要求コマンド（POS__RQ）の発生時点に関係なく、処理ユニット（20）側での位置要求コマンド（POS__RQ）の発生と位置測定装置（10）側での位置要求コマンド（POS__RQ）の実行との間に、常に一定の遅延時間（ ΔT_{DEL} ）が生じるように選択される方法。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の方法であって、アイドルフェーズ（ ΔT_L ）が、その進行中に位置要求コマンド（POS__RQ）が発生すると、それから予め規定した最小時間後に初めて終了し、そのアイドルフェーズ（ ΔT_L ）の進行中は、連続した空データシンボル（IDLE）が伝送される方法。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の方法であって、位置測定装置（10）における位置要求コマンド（POS__RQ）の実行後に、位置測定装置（10）から処理ユニット（20）に向けて、位置データが伝送される方法。

【請求項 8】

請求項 2 に記載の方法であって、位置要求コマンド（POS__RQ）の発生によりその伝送が中断されたデータパケット（D1）全体の伝送が、この位置要求コマンド（POS__RQ）の伝送が完了した後に再度行われる方法。

【請求項 9】

請求項 1 に記載の方法であって、位置測定装置（10）と処理ユニット（20）との間に

おけるデータ伝送が、二つのデータチャネル（31，32）上において全二重動作で行われる方法。

【請求項10】

請求項1または3に記載の方法であって、位置要求コマンド（POS_RQ）が処理ユニット（20）から位置測定装置（10）に伝送され、そして再びそこから処理ユニット（20）に折り返して伝送され、このことによって位置要求コマンド（POS_RQ）の送信から位置要求コマンド（POS_RQ）の受信までに経過した時間（ Δt ）が、この伝送区間上の信号伝搬時間（ t_L ）を求めるために用いられる形で、位置要求コマンド（POS_RQ）が位置測定装置（10）と処理ユニット（20）との間における伝搬時間測定のために利用される方法。

10

【請求項11】

請求項1から10までの少なくとも一つに記載の方法を実行するのに適した、イーサネット（登録商標）物理媒体を基礎とする装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、位置測定装置と処理ユニットとの間におけるシリアルデータ伝送方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

20

出願人のドイツ特許公開第10030358号明細書により、位置測定装置と処理ユニットとの間におけるシリアルデータ伝送方法ならびに装置が周知であり、それは、例えば、位置測定装置で生成された位置データにもとづく、駆動ユニットの高度に動的な制御を可能とするものである。この印刷物には、基本的にそれに対応するように設計されたデジタルインタフェースの相応のプロトコル構造が開示されており、それによって処理ユニットと位置測定装置との間における高速で、割込み能力を持つポイントツーポイント接続が可能となるものである。このインタフェースの具体的な物理構成に関して、そこで提案されているシリアルデータ伝送用のプロトコル構造は、幾つかの周知のインタフェース概念をベースとして実現することが可能であるとだけ記載されている。しかし、この印刷物には、その固有のインタフェース物理媒体の具体的な構成に関する詳細は記載されていない。

30

【0003】

同じことが、出願人のドイツ特許出願第10030357号明細書にも言え、そこにはさらに前述のドイツ特許公開第10030358号明細書のプロトコル構造を利用する場合に発生する問題の解決法が提案されており、それは、即ち位置要求コマンドまたは入力パルスに関する、場合によっては起こりうる時間的な曖昧性を取り除くものであり、インタフェースの割込み能力から生まれるものである。このような不確実性は、特にインタフェースのリアルタイム能力に対しては不都合であり、そのリアルタイム能力は、位置測定装置側における位置データの各入力が出来ただけ一定の遅延時間後に行われることに関する高い要求条件を求めるものである。

【0004】

40

ドイツ特許公開第10030358号明細書において周知のシリアルデータ伝送のための方式を、所謂イーサネット（登録商標）物理層と共に使用した場合、そのインタフェースの増強されたリアルタイム能力のために、別の問題が起こる。既に述べたとおり、高度に動的な制御においては、まず第一に、処理ユニット側で対応する位置要求コマンドが発生した場合に、その時点に関係なく、位置測定装置側において出来るだけ確定的な位置データの検出または入力が行われることが保証されなければならない。位置データの検出または入力時点に関する、場合によっては起こりうる時間的な曖昧性は、その結果として生じる制御品質において不利に作用する。インタフェースのイーサネット（登録商標）物理層と基本的な割込み能力を使用する場合、さらに別の措置なしにはリアルタイム能力が保証されない。

50

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

そのことから、この発明の課題は、位置測定装置と処理ユニットとの間における割込み能力のあるシリアルデータ伝送方法を示すことであり、その際特にイーサネット（登録商標）物理層を使用する場合に、常に所定の時間で、かつ出来る限り小さな時間的な曖昧性をもって、位置測定装置での位置データの検出が行われることが保証されるものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】

この課題は、請求項1の特徴を持った方法により解決される。

【0007】

この発明にもとづく方法の有利な実施構成は、請求項1の従属請求項に挙げられた措置から生じるものである。

【0008】

この発明にもとづき、処理ユニットから位置測定装置にデータが伝送されていないアイドル状態の時にちょうど位置要求コマンドが発生した場合、アイドル状態の終了後に第一遅延情報と共に位置要求コマンドを位置測定装置に伝送するものと規定される。位置測定装置側において、第一遅延情報は、処理ユニット側における位置要求コマンドの発生と位置測定装置側における位置要求コマンドの実行との間に常に一定の遅延時間が生じるように分析評価される。

【0009】

特に、所定の予め決まったデータ伝送方式でイーサネット（登録商標）物理媒体を使用する場合において、この発明にもとづく措置は、位置測定装置側での一定の遅延時間後における位置データの検出または入力を保証するものである、すなわち、このようなインタフェース概念のリアルタイム能力に対する要求を満たすことができるものである。この場合、一定の遅延時間後における位置データの検出は、処理ユニット側での非同期の位置要求コマンドが発生する可能性のある、どのような起こりうるケースにおいても保証される。そのため、この発明による方法は、割込み能力を持ち、そのことにより位置要求コマンドが発生する予め規定された固定クロックタイミングに依存しない。基本的には、非同期に発生する各位置要求コマンドに対して、位置測定装置側での一定の遅延時間後における位置データの検出を保証することができる。そのため、この発明による措置は、特に有利に

【0010】

さらに、この発明にもとづく措置は、このようなデータ伝送の枠組みにおける位置測定装置と処理ユニットとの間の信号伝搬時間の決定を行うのに特に有利に利用することができる。

【0011】

【発明の実施の形態】

この発明の他の利点ならびに詳細は、添付図面にもとづく以下の実施例の記述から明らかとなる。

【0012】

図1では、位置測定装置（ENCODER）10、信号伝送区間および処理ユニット（NC）20から成るシステムをおおまかに模式化したブロック接続図が描かれている。位置測定装置10と処理ユニット20との間のシリアルデータ伝送は、それぞれ一つまたは複数の導線から構成することができる二つのデータチャネル31、32を介して全二重動作で行われる。位置測定装置10において、位置データ、場合によっては別のデータが、詳しくは説明しない位置データ生成ユニット11またはその他の所で生成され、第一データチャネル31を介して処理ユニット10への連続的なデータストリームの形でシリアルデータ伝送するために、プロトコルモジュール12と通信モジュール13によって処理される。プロトコルモジュール12と通信モジュール13とは、相応のインタフェースと一連

10

20

30

40

50

の導線を介して相互に接続され、それに関しては以下の記述の流れの中で詳しく取り上げる。通信モジュール13としては、有利には所謂ファーストイーサネット（登録商標）物理レイヤモジュール（イーサネット（登録商標）PHY）が使用され、それによって既存のイーサネット（登録商標）物理媒体の構成にもとづくシリアルデータ伝送は、周知の方法により処理されるものである。

【0013】

処理ユニット20側では、基本的に同じインタフェース・アーキテクチャが用いられる、すなわち伝送されたデータは、別の通信モジュール23とプロトコルモジュール22を介して位置データ処理ユニット21に供給され、そこでデータは適切に再処理される。これと同様にして、同じモジュールと第二データチャネル32を介して、処理ユニット20から位置測定装置10への方向のデータ伝送が可能である。この場合、そのデータは、例えば位置測定装置に伝送されるコマンドデータ、パラメータ指定データなどである。 10

【0014】

さらに、処理ユニット20側には、以下において状態自動機械24と称するユニット24がプロトコルモジュール22に配置されており、それはその時に伝送されたデータにもとづく所定の情報を供給するものであることに言及したい。この発明における、これの正確な機能は、以下の記述の流れの中でさらに詳細に説明する。

【0015】

ここでは、図1がアーキテクチャ全体の大まかな模式図だけを描いており、この発明の説明のために必要な構成要素だけが示されていることを指摘しておく。各構成要素を互いに接続する幾つかの導線については、図2～4の以下の記述の流れの中でさらに詳しく取り上げる。当然のことながら、位置測定装置10と処理ユニット20は、機能に関連する別の構成要素を持つが、それらは見易さの理由から図1には描かれていない。 20

【0016】

具体的に使用する場合には、位置測定装置10は、例えば工作機械に配置され、機械の可動部分、例えば工作部分の位置決定に用いられ、数値工作機械制御部が処理ユニット20として機能する。この代わりに、位置測定装置10が電気駆動機の軸エンコーダであることも可能で、それに対応する駆動制御部などが処理ユニット20として機能する。

【0017】

図1と2にもとづき、以下に位置測定装置10と処理ユニット20との間の所定のシリアルデータ伝送における標準伝送モードを説明するが、その際この例では第二データチャネル32上における処理ユニット20から位置測定装置10への方向のデータ伝送だけを説明する。別の方向へのデータ伝送も、基本的に同様にして進行する。 30

【0018】

図2の上部では、処理ユニット（NC）側における一連の信号がデータ伝送の時間的な推移として描かれており、下部の二つの流れ図は、位置測定装置（ENCODER）側の状況を表している。

【0019】

基本的に、各プロトコルモジュール22と通信モジュール23との間のデータ伝送は、データパケットDで行われ、その際連続するデータパケットD間には所定の時間間隔 Δt_p が保持されなければならない。データパケットDは、導線TXD__NC上をプロトコルモジュール22から通信モジュール23あるいはイーサネット（登録商標）PHYに伝送される。データパケットDが伝送可能となるためには、導線TXEN__NC上の信号がHIGHの論理レベルにならないと、一方その間にある伝送休止時間において、導線TXEN__NC上の論理レベルがLOWである。通信モジュール23からは、第二データチャネル32あるいは導線TX__NC上の各データの伝送が、位置測定装置10の方向に連続したデータストリームとして行われる。この場合、連続したデータストリームは、一つには様々なユーザデータを持つデータパケットDから成り、それらはユーザデータシンボル「RK6」、「DATA」、「DATA3」、・・・、「DATA_n」等の形で伝送される。さらには、連続したデータストリームは、空のデータまたは空データシンボル「 40 50

「IDLE」を有し、これらは、図2に描かれている導線TX__NC上の状況から明らかに、ユーザデータを持つデータパケットDの間に挿入されるものである。その下には、データパケットDの伝送が行われる時間または伝送フェーズが、使用フェーズ ΔT_N として表示されている。それらの間にある、データが伝送されていない時間または伝送フェーズは、アイドルフェーズ ΔT_L として表示されている。

【0020】

導線TX__NC上に伝送されるデータの形式に関しては、従来のイーサネット（商標登録）物理媒体の使用にもとづく所定の構造上の条件がある。そのため、伝送されるデータパケットDは、それぞれ所定の数のユーザデータシンボルから成り、その際各データパケットDは、二つの定義されたデータシンボル「シンボルJ」、「シンボルK」で始まり、データシンボル「シンボルT」、「シンボルR」で終わる。同様に、アイドルフェーズ ΔT_L に伝送される最少数の空データシンボル「IDLE」が予め規定されているが、当然のことながら、実際に必要であれば、より長いアイドルフェーズ ΔT_L となることもあるので、その場合再びユーザデータを持つデータパケットDが伝送されるまでは、そこには相応のより多くの空データシンボル「IDLE」が伝送される。前述したリアルタイム要求に応えるため、ならびに出来るだけ高速なデータ交換を確保するため、この発明の枠組みにおいては、アイドルフェーズ ΔT_L の空データシンボル「IDLE」の数 N_{IDLE} は、出来る限り小さくし、ここに挙げた例では空データシンボル「IDLE」の最少数 $N_{IDLE, min}$ に関しては、 $N_{IDLE, min} = 7$ とされている、すなわち常に $N_{IDLE, min} \geq 7$ である。

10

20

【0021】

図2の下部では、処理ユニット20からのデータパケットDの伝送時における、位置測定装置10の通信モジュール13とプロトコルモジュール12との間の導線RXEN__ENCとRXD__ENC上の信号が描かれている。この場合、伝送中でデータパケットDが受信されている限り、通信モジュール13とプロトコルモジュール12との間の導線RXEN__ENC上において、それぞれに対応する信号は、使用フェーズ ΔT_N では論理レベルHIGHに、アイドルフェーズ ΔT_L では論理レベルLOWにされる。

【0022】

図2では、幾つかの導線上の前述した信号以外にも、状態自動機械24（STATE__MACHINE）で入手可能な進行するデータ伝送の状況に関する情報が描かれている。この状態自動機械24は、図示した実施例では、前述したとおり処理ユニット20側のプロトコルモジュール22に配置されている。この発明におけるこの機能については、以下の記述の流れの中で詳細に説明する。

30

【0023】

既に冒頭で述べたように、ここに挙げたインタフェースのリアルタイム能力に関しては、処理ユニット20側で発生する各位置要求コマンドに対して、位置測定装置10側での位置要求コマンドの実行、すなわちその時点の位置の入力が、一定の遅延時間後に行われるということが重要である。ここに挙げたインタフェースプロトコルの場合において、このような位置要求コマンドは、基本的に非同期に、すなわち各可能な時点に発生することができるので、データ伝送に際して、図2をもとに説明したように、位置要求コマンドが発生しうる幾つかのケースが考えられる。この場合、二つのケースがあり、それは対応する位置要求コマンドが、連続するデータ伝送の、

40

a) 使用フェーズ ΔT_N 、または

b) アイドルフェーズ ΔT_L

に発生するものである。この二つのケースにおいて、位置要求コマンドの一定の遅延時間後における実行、すなわち位置測定装置10のその時点の位置の入力が起こることを保証するためには、以下に図3と4をもとに説明する、この発明にもとづく措置が必要である。最後に、図5にもとづき、より長いアイドルフェーズの後に位置要求コマンドが発生する、ケースb)に対応する特別なケースについて記述する。

【0024】

50

まず、処理ユニットから位置測定装置に向けての連続するデータ伝送の使用フェーズの間に位置要求コマンド POS_RQ が発生するケースについて、図 3 をもとに詳細に説明する。この場合、使用フェーズは、時点 t_0 においてデータパケット $D1$ の伝送で始まる。図 3 では、図 2 のように、また中間部に導線上におけるデータ伝送時の状況が図示されている。さらに、処理ユニット側での時点 t_1 で発生した位置要求コマンド POS_RQ が図示されており、それは導線 TX_Latch 上をプロトコルモジュール 22 に伝えられ、それによって可能な限り即座に位置測定装置 10 にその時点の位置データの入力と伝送を要求するものである。位置要求コマンド POS_RQ により、時点 t_1 で導線 TX_D_NC 上における通信モジュール 23 へのデータパケット $D1$ の連続した伝送が中止されるか、あるいは導線 TX_NC 上における位置測定装置へのデータパケット $D1$ の伝送が中断される。使用フェーズの間におけるデータパケット $D1$ の伝送を規定どおりに終了するには、さらに導線 TX_NC 上において既に上述した二つのデータシンボル「シンボル T」、「シンボル R」の伝送が行われる。この場合、データシンボル「シンボル T」、「シンボル R」の伝送は、導線 TX_EN_NC 上における信号が $HIGH$ から LOW になったら直ぐに、通信モジュール 23 により自動的に行われ、この信号が LOW の値である限りは、空データシンボル「 $IDLE$ 」の伝送が行われる。そのため、二つのデータシンボル「シンボル T」、「シンボル R」の伝送後の時点 t_2 において、導線 TX_NC 上では、少なくともこれに対応するアイドルフェーズの全部で $N_{IDLE, min} = 7$ 個の空データシンボル「 $IDLE$ 」の所要の伝送が始まる。アイドルフェーズの終了後の時点 t_3 で、データパケット $D2$ の伝送が開始し、境界を定めるデータシンボル「シンボル J」、「シンボル K」と「シンボル T」、「シンボル R」との間にはユーザデータシンボル「 $RK0$ 」と「 $DATA = 0$ 」が位置測定装置に伝送される。この場合、第一ユーザデータシンボル「 $RK0$ 」が、処理可能となった対応する位置要求コマンド POS_RQ であり、第二ユーザデータシンボル「 $DATA = 0$ 」が、以下でまた説明する第二遅延情報である。

【0025】

図 3 の信号流れ図の下部に描かれている位置測定装置側の状況から分かるように、データパケット $D2$ の伝送後の時点 t_4 で、位置測定装置側の導線 RX_Latch 上には、対応する位置要求コマンド POS_RQ があり、このコマンドを実行することができる、すなわちその時点における位置の入力を行うことができる。

【0026】

空データシンボル「 $IDLE$ 」の伝送によるアイドルフェーズの更新後の時点 t_5 で、その前の時点 t_1 で位置要求コマンド POS_RQ の発生によって中断されたデータパケット $D1$ 全体が、最終的に再度位置測定装置に伝送される。時点 t_6 でデータパケット $D1$ の伝送が終了する。

【0027】

図 3 には、位置測定装置での位置要求コマンド POS_RQ の実行において、最終的に位置測定装置から処理ユニットへの生成された位置データが伝送される様子は描かれていない。

【0028】

ここに挙げたインタフェースのリアルタイム能力については、特に処理ユニット側で位置要求コマンド POS_RQ が発生する時点 t_1 と位置測定装置側で位置要求コマンド POS_RQ の実行が可能となる時点 t_4 との間の時間が、まさに重要である。これらの時点間にある遅延時間 ΔT_{DEL} は、位置測定装置側の一定の遅延時間後における位置の検出を保証するためには、一つには出来るだけ小さく、さらには非同期に発生する位置要求コマンド POS_RQ の各ケースにおいて出来るだけ同じであることが求められる。位置要求コマンド POS_RQ が処理ユニット側の即座に中断可能な使用フェーズの間に発生する、ここに記述したケースでは、遅延時間 ΔT_{DEL} を最小化するための他の措置は必要ではない。データパケット $D1$ の伝送中止後に続いて、アイドルフェーズでの最小限 ($N_{IDLE, min} = 7$) 必要な空データシンボル「 $IDLE$ 」の伝送だけが行われ、続いて位置要求コマンドに関するユーザデータシンボル「 $RK0$ 」を持つデータパケット $D2$

を伝送することができる。そのため、時点 t_1 と t_4 間にある時間間隔は、位置要求コマンド POS_RQ が使用フェーズに発生する場合における、実現可能な最小の遅延時間 ΔT_{DEL} を示すものである。この場合、場合によって必要な修正措置は、必要ではない。そのため、データパケット $D2$ で伝送される第二遅延情報または対応するユーザデータシンボルは、「 $DATA=0$ 」の値に設定される。

【0029】

それに対して、処理ユニットから位置測定装置への連続するデータ伝送のアイドルフェーズの間に位置要求コマンド POS_RQ が発生するケースにおいては、別の状況とそこでの必要な措置が生じる。このケースについては、以下で図4をもとに詳しく説明する。また、図2と3と同様に、幾つかの導線上における信号の伝送が描かれている。

10

【0030】

処理ユニット側において、時点 t_0 と t_1 間における幾つかのユーザデータまたはユーザデータシンボル「 $RK6$ 」、「 $DATA$ 」等を持つデータパケット $D1$ の伝送後に続くアイドルフェーズの進行中の時点 t_2 で、まさに位置要求コマンド POS_RQ が発生する。この場合、ここに挙げた例の位置要求コマンド POS_RQ は、4つのアイドルシンボル「 $IDLE$ 」等の伝送が既に実行された後のアイドルフェーズで発生する。この情報、すなわち位置要求コマンドがアイドルフェーズのどの時点で発生したかという情報は、既に述べた状態自動機械24において利用可能である。以下では、この情報を第一遅延情報と呼ぶ。別の言葉で表現すると、状態自動機械24の情報から、アイドルフェーズの間における位置要求コマンド POS_RQ の時間的な位置を導き出すことができる。

20

【0031】

図2には、それ以後の図でも同様に、データ伝送の進行中の状態自動機械において利用可能な情報は、流れ図で「 $STATE_MACHINE$ 」と表示された部分に描かれている。

【0032】

イーサネット（登録商標）物理媒体を基礎として選択したデータ伝送方法を前提として、アイドルフェーズは、直ぐには終了することはできない。それどころか、最小限 $N_{IDLE, min}=7$ 個のアイドルシンボル「 $IDLE$ 」の伝送とそれによる最低限可能なアイドルフェーズの規定通りの終了が必要である。結局は、時点 t_3 において初めて、位置測定装置へのデータパケット $D2$ と処理可能となった対応する位置要求コマンドの伝送を開始することができる。データパケット $D2$ の開始に対して、また必要なデータシンボル「シンボルJ」、「シンボルK」が伝送され、それには位置要求コマンドを示すユーザデータシンボル「シンボル $RK0$ 」が続く。ユーザデータシンボル「 $RK0$ 」のデータフレームに続いて、ユーザデータシンボル「 $DATA=4$ 」を持つデータフレームの伝送が行われる。このユーザデータシンボルは、第一遅延情報を示し、具体的な例ではアイドルフェーズ時の位置要求コマンド POS_RQ の時間的な位置がどのようであったかを示すものである。時点 t_4 での位置要求コマンド POS_RQ と第一遅延情報に関する対応する情報を持つデータパケット $D2$ の伝送終了後における時点 t_5 で、最終的に位置測定装置側の位置要求コマンド POS_RQ の実行、すなわちその時点の位置の入力が行われる。

30

【0033】

図4から明らかなように、位置測定装置側では、伝送されたユーザデータシンボル「 $DATA=4$ 」を持つ、データパケット $D2$ で伝送された第一遅延情報は、時点 t_4 でのデータパケット $D2$ の伝送終了後から所定の遅延時間間隔 DEL が経過してからようやく位置要求コマンド POS_RQ の実行が開始するように分析評価される。この場合、遅延時間間隔 DEL は、伝送された第一遅延情報または対応するユーザデータシンボル「 $DATA=4$ 」、すなわち時点 t_1 でアイドルフェーズが開始した後から時点 t_2 で位置要求コマンド POS_RQ が発生するまでの時間に相当する。そのため、この遅延時間間隔 DEL は、この例では $DEL=t_2-t_1$ から得られる。

40

【0034】

このことから、このケースにおいても、このようにコマンドの実行を遅延させることによ

50

って、時点 t_2 での位置要求コマンド POS_RQ の発生と時点 t_5 での位置要求コマンド POS_RQ の実行との間には、図 3 の上述したケースにおける遅延時間 ΔT_{DEL} と同じ遅延時間 ΔT_{DEL} が生じる。これによって、位置要求コマンド POS_RQ が発生する時点に関わらずに、位置要求コマンド POS_RQ の一定の遅延時間後における実行が保証される。

【0035】

続くアイドルフェーズの終了後の時点 t_6 で、次のデータパケット D_3 の伝送が始まり、時点 t_7 で終了する、以下同様である。

【0036】

二つの説明したケースから明らかなように、位置要求コマンド POS_RQ の伝送が発生する位置に応じた第一または第二遅延情報の伝送によって、位置要求コマンド POS_RQ の発生と位置測定装置の実行との間に、常に確定的な、すなわち有利には一定の時間間隔または遅延時間 ΔT_{DEL} が生じることが保証される。この場合、遅延情報は、位置要求コマンド POS_RQ が発生する時点に関係なく、一定の遅延時間 ΔT_{DEL} が保証されるように選択される。

【0037】

ここに挙げたケースでは、遅延時間 ΔT_{DEL} は、予め規定した数 N_{IDLE} の空データシンボル「IDLE」に対する各データシンボルの伝送時間と、データパケット D の始めのデータシンボルである「シンボル J」、「シンボル K」と終わりのデータシンボルである「シンボル T」、「シンボル R」の送信に対する伝送時間と、位置要求コマンド POS_RQ および第一または第二遅延情報あるいは対応するユーザデータシンボルに対する伝送時間とからなるものである。

【0038】

図 3 のケースで説明したように、この例のケースでは最小遅延時間 ΔT_{DEL} となり、それは全部で 13 個のデータシンボルの伝送時間に相当する。この 13 個のデータシンボルは、最小値である $N_{IDLE, min} = 7$ 個の所定の空データシンボル「IDLE」に対する 7 個のデータシンボル、データパケットの開始と終了のための 4 つのデータシンボルである「シンボル J」、「シンボル R」等と二つのユーザデータシンボルである「RKO」と「DATA=0」または「DATA=4」からなる。そして、図 4 にあるような、アイドルフェーズの間に位置要求コマンド POS_RQ が発生するケースにおいても、この最小遅延時間 ΔT_{DEL} に適切に調整される。

【0039】

次に、図 5 にもとづき、処理ユニット側において、より長いアイドルフェーズの後により早く位置要求コマンド POS_RQ が発生する、これまでに説明したケースの特別なケースについてさらに記述する。これまでに述べたケースと同様に、また信号の推移が図 5 に描かれている。

【0040】

ここに挙げたケースでは、第一データパケット D_1 の伝送後の時点 t_1 と t_2 との間には、より長いアイドルフェーズが続く。そのため、このアイドルフェーズは、 $N_{IDLE, min} = 7$ 個の空データシンボル「IDLE」を伝送する予め規定した最小時間よりも明らかに長く続く。導線 TX_NC 上における全部で 17 個の空データシンボル「IDLE」の伝送後に初めて、ようやく時点 t_2 で処理ユニット側の導線 TX_Latch 上において位置要求コマンド POS_RQ が発生する。この時点では既に、アイドルフェーズは、予め規定した最小時間より明らかに長く続いているので、このアイドルフェーズを直ちに中止し、直ぐにデータパケット D_2 の伝送を開始することができる。このデータパケット D_2 は、またデータシンボルである「シンボル J」、「シンボル K」で始まり、処理可能となった対応する位置要求コマンドを持つユーザデータシンボル「RKO」の伝送がそれに続く。さらに、このデータパケット D_2 の最後には、ユーザデータシンボル「DATA=9」の形式の位置測定装置への第一遅延情報の伝送が行われる。位置測定装置側では、第一遅延情報「DATA=9」は、またデータパケット D_2 の伝送終了後の時点 t_3 か

ら所定の遅延時間 $D E L$ 後に初めて、すなわち時点 t_4 で位置要求コマンド $P O S _ R Q$ の実行が行われるように分析評価される。この第一遅延情報「 $D A T A = 9$ 」または遅延時間間隔 $D E L$ は、時点 t_2 と時点 t_4 間の遅延時間間隔 $\Delta T_{D E L}$ が前の二つのケースと同じになるように、新たに選択されたものである。このことによって、このケースでも、位置要求コマンド $P O S _ R Q$ の一定の遅延時間後における実行またはその時点の位置データの inputs が、確実に行われる。

【0041】

この発明の記述の流れの中では、これまで位置測定装置から処理ユニットへ伝送される信号とその逆の信号は、当然に様々なデータチャネル上で所定の伝搬時間を有する、すなわちデータ伝送の流れにおいて伝搬時間で規定される信号遅延が生じるということが、まだ説明されていない。このような信号遅延は、それに対応するケーブルが長いければ長いほど、より大きくなる。冒頭に述べた、高速デジタルインタフェースにおけるリアルタイム要求に応えるためには、所定の伝送区間において必要となる信号遅延または信号伝搬時間を測定し、これを適切に補償する措置を持つ形の信号処理を考慮するのが有利である。しかし、このような信号伝搬時間の補償のための必要条件は、まず所定の伝送区間に対して、その時間を測定することである。これは、例えば運用開始前における適切な伝搬時間の測定により実施できる。このような伝搬時間の測定に関して、特に有利な方法として、位置要求コマンドの出来るだけ一定の遅延時間後における実行に関連して前に述べた措置を利用することもできる。

【0042】

そこで、高精度な伝搬時間の測定のためには、例えば、前述したように、処理ユニットから位置測定装置に伝送され、そしてそこから再び処理ユニットに折り返し伝送される位置要求コマンド $P O S _ R Q$ を使用することができる。時点 t_s での位置要求コマンド $P O S _ R Q$ の発信から時点 t_R での位置要求コマンド $P O S _ R Q$ の受信までの経過時間 $\Delta t = t_R - t_s$ は、この伝送区間の信号伝搬時間 t_L を求めるために使用することができる。

【0043】

これについては、例えば処理ユニット側のカウンタによって、対応する時間 Δt を測定することができる。さらに、位置測定装置と処理ユニットにおける、ここに挙げた方法のコマンド実行のための信号処理時間 $t_{c a l}$ が分かれば、そのようにして信号伝搬時間 t_L を求めることができる。前述の措置にもとづき、伝搬時間の測定のために使用される位置要求コマンド $P O S _ R Q$ の一定の遅延時間後における伝送が保証されるので、高い精度を持つこの発明によって、このようなインタフェース・アーキテクチャにおける信号伝搬時間 t_L を求めることができる。

【0044】

この発明にもとづき、対応する伝搬時間の測定を行うためには、図1で描いた例に付け加えて、さらに位置測定装置側だけに状態自動機械を備える必要があり、それはそのプロトコルモジュールに配置され、基本的に処理ユニット側の状態自動機械と同じ機能を持つものである。

【0045】

当然のことながら、この発明の枠組みにおける、ここで説明した実施例以外の実施変化形態が、さらに存在するものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】位置測定装置、信号伝送区間および処理ユニットから成るシステムの模式化したブロック接続図

【図2】この発明にもとづき構成されたインタフェースの標準伝送モードを説明するための幾つかの信号流れ図

【図3】データパケットが位置測定装置に伝送されている使用フェーズの間に位置要求コマンドが発生したケースを説明するための幾つかの信号流れ図

【図4】ユーザパケットが位置測定装置に伝送されていないアイドルフェーズの間に位置

10

20

30

40

50

要求コマンドが発生したケースを説明するための幾つかの信号流れ図

【図 5】 ユーザパッケージが位置測定装置に伝送されていない、より長いアイドルフェーズの間に位置要求コマンドが発生したケースを説明するための幾つかの信号流れ図

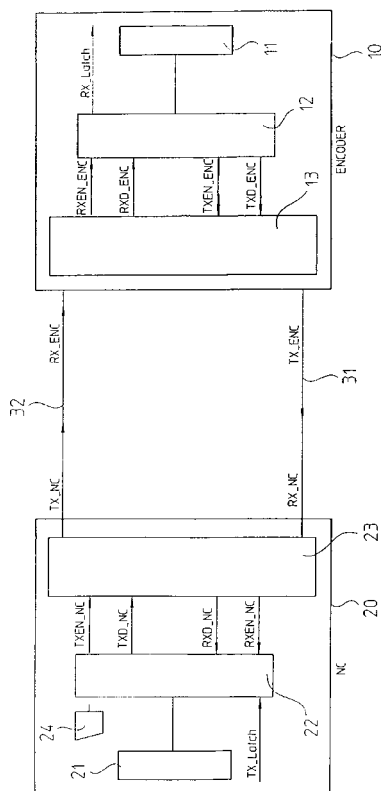
【符号の説明】

- 1 0 位置測定装置 (ENCODER)
 1 1 位置データ生成ユニット
 1 2 プロトコルモジュール
 1 3 通信モジュール
 2 0 処理ユニット (NC)
 2 1 位置データ処理ユニット
 2 2 プロトコルモジュール
 2 3 通信モジュール
 2 4 状態自動機械
 3 1, 3 2 データチャネル
 D, D 1, D 2, D 3 データパッケージ
 t 時間
 ΔT_L アイドルフェーズ
 ΔT_N 使用フェーズ
 Δt_p 所定の時間間隔
 ΔT_{DEL} 一定の遅延時間 (間隔)
 DEL 遅延時間間隔
 POS_REQ 位置要求コマンド

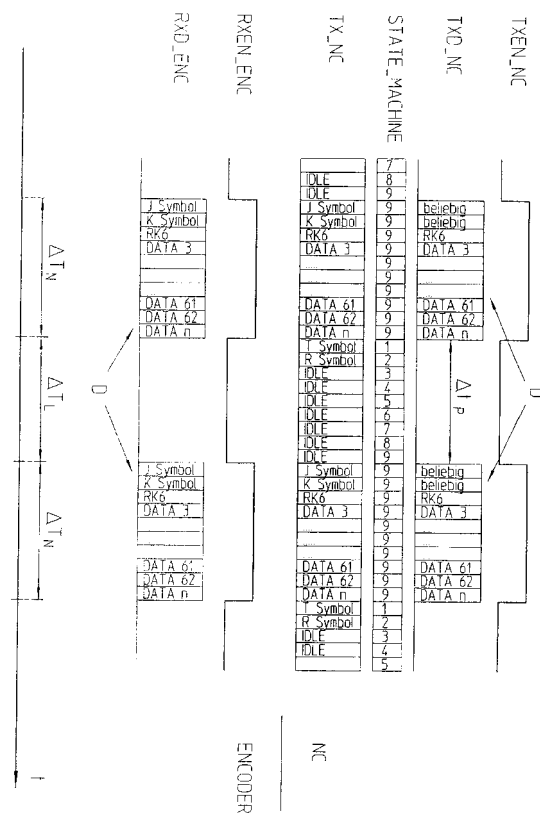
10

20

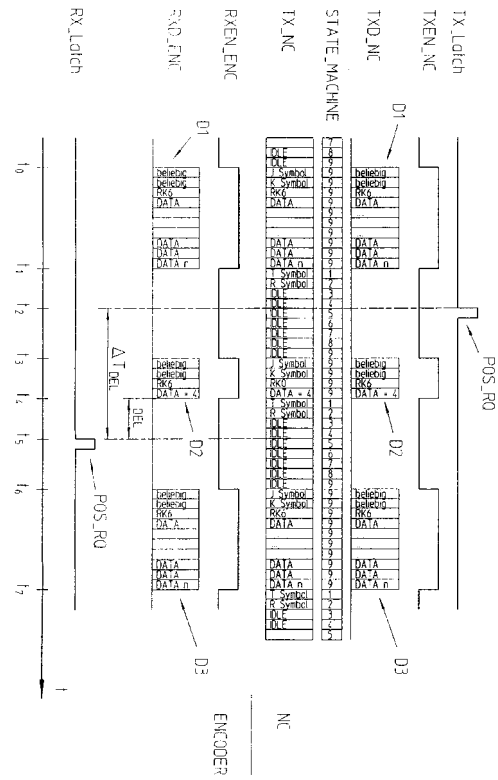
【図 1】



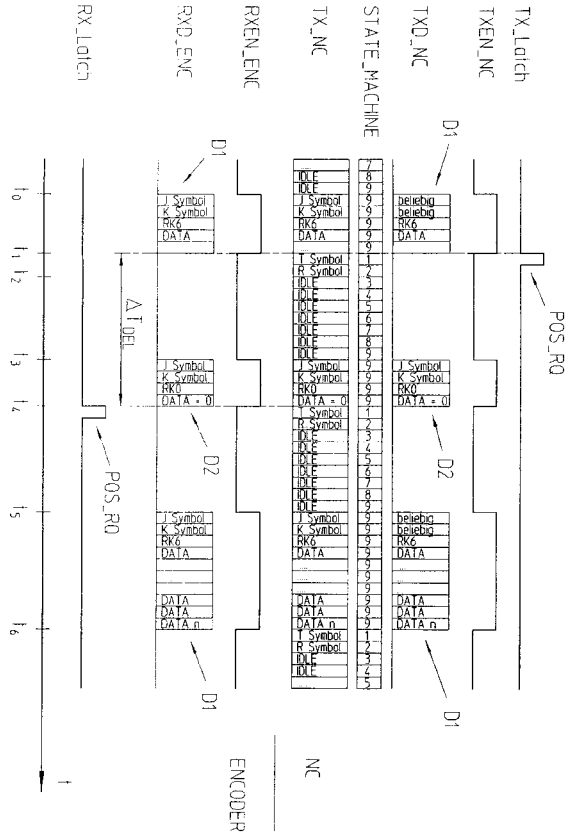
【図 2】



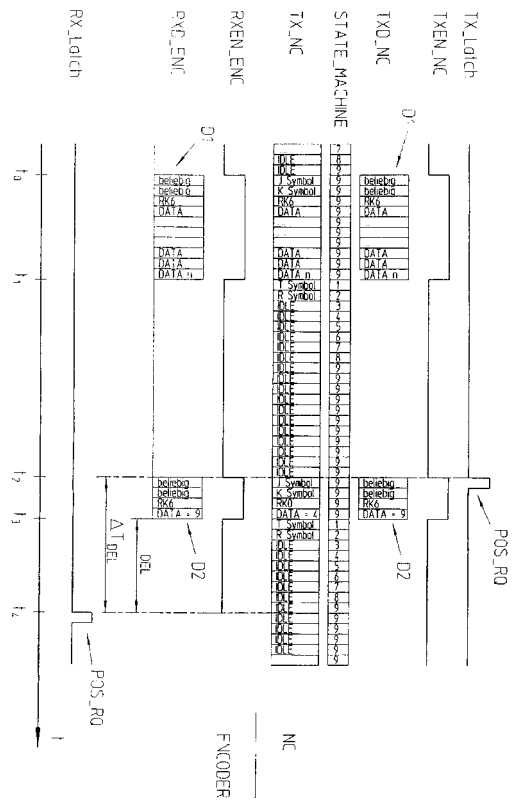
【図 4】



【図 3】



【図 5】



フロントページの続き

(74)代理人 100093919

弁理士 奥村 義道

(74)代理人 100111486

弁理士 鍛冶澤 實

(72)発明者 エルヴィン・ブラッツドルム

ドイツ連邦共和国、ハラブルック、イム・フォルダーフェルト、16

Fターム(参考) 5K034 AA05 HH01 HH64 MM24 SS01