

パルス信号受信装置及び伝送システム

発明の背景

発明の分野

本発明は、パルス信号受信装置及び伝送システムに関する。

本願は、2010年12月9日出願された日本国特許出願第2010-274949号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

関連技術の説明

特許、特許出願、特許公報、科学文献等を以下で引用し明らかにするが、本発明の従来技術をより十分に説明するため、それらの内容をここに援用する。

周知の通り、デジタル信号の伝送方式は、ベースバンド方式とブロードバンド方式とに大別される。ベースバンド方式はデジタル信号を変調せずにそのまま伝送する伝送方式である。ブロードバンド方式はデジタル信号をアナログ信号に変調して伝送する伝送方式である。ブロードバンド方式で用いられる変調方式の代表的なものとしては、パルス幅変調(PWM:Pulse Width Modulation)方式、パルス振幅変調(PAM:Pulse Amplitude Modulation)方式、パルス位置変調(PPM:Pulse Position Modulation)方式等が挙げられる。

従来、パルス幅変調方式やパルス位置変調方式は、電力制御やモータ制御の分野で用いられることが多かった。しかしながら、近年では、消費電力の低減が可能である、高速化が容易である等の理由から、IrDa(Infrared Data Association)規格による赤外線通信、高速光通信、UWB(Ultra Wide Band)と呼ばれる高速無線通信でも利用されてきている。

パルス幅変調方式は、シングルエッジ変調方式とダブルエッジ変調方式とに分けられる。シングルエッジ変調方式は、パルス信号が「H(ハイ)」レベルである期間とパルス信号が「L(ロー)」レベルである期間との何れか一方の期間を変調する変調方式である。ダブルエッジ変調方式は、「H(ハイ)」レベルである期間とパルス信号が「L(ロー)」レベルである期間の双方を変調する変調方式である。ダブルエッジ変調方式を用いれば、シングルエッジ変調方式を用いた

場合に比べてより高い性能（伝送レート、制御応答性等）を実現することが可能であると考えられる。シングルエッジ方式により変調されるパルス信号とダブルエッジ方式により変調されるパルス信号との違いは、例えば特開平9-84388号公報に記載されている。

ダブルエッジ変調方式によって変調されたパルス信号は、パルスエッジが、ある期間（例えば「H」レベルである期間）の終了時点を規定するとともに、この期間に続く期間（例えば「L」レベルである期間）の開始時点を規定している。このため、ノイズ等によってパルスエッジの位置が変動してしまうと、そのパルスエッジに前後する期間の双方に偏差（誤差）が生じて伝送エラーが発生してしまう。しかも、パルスエッジの位置が連続して変動すると、偏差が累積されて発生する伝送エラーが大きくなる。

バンドパスフィルタを用いれば、低周波成分及び高周波数成分のノイズを除去することが可能ではあるが、ダブルエッジ変調方式によって変調されたパルス信号の周波数帯と同じ周波数帯のノイズは除去できない。このため、バンドパスフィルタを用いても、ノイズによるパルスエッジの位置変動を完全に抑えることができない。ノイズの影響を考慮してパルス幅の変調度を余裕をもって設定すればパルスエッジの位置変動の影響を低減できると考えられるが、高い伝送レートを実現することが困難になる。

発明の要約 (Summary of Invention)

本発明は、ノイズの影響による伝送エラーの発生を抑えることができるパルス信号受信装置及び伝送システムを提供する。

パルス信号受信装置は、ダブルエッジ変調方式によって変調されたパルス信号を受信する受信部と、前記受信部で受信されたパルス信号のエッジ間隔を測定する測定部と、前記測定部で測定されたエッジ間隔の、前記パルス信号の幅の基準値を示すパルス幅基準値に対する偏差を検出する検出部と、前記測定部で次に測定されるエッジ間隔を、前記検出部で検出された偏差を用いて補正する補正部と、

前記補正部で前記エッジ間隔が補正された前記パルス信号を復号し、デジタル信号を出力する復号部と、を備える。

パルス信号受信装置は、前記検出部で検出された偏差を保持する保持部をさらに備え、前記補正部は、前記保持部に保持された偏差を用いて前記測定部で次に測定されるエッジ間隔を補正してもよい。

前記測定部は、前記受信部で受信されたパルス信号のエッジ間隔を計時するタイマを備え、前記補正部は、前記検出部で検出された偏差を用いて前記タイマの初期値を補正することにより、前記測定部で次に測定されるエッジ間隔を補正してもよい。

前記受信部は、受信したパルス信号に重畳されるノイズの除去を行うフィルタ部と、受信したパルス信号を整形する整形部と、受信したパルス信号のエッジ位置を検出するエッジ検出部と、を備えてもよい。

デジタル信号の伝送を行う伝送システムは、伝送すべきデジタル信号に応じてパルス幅をダブルエッジ変調方式によって変調したパルス信号を送信するパルス信号送信装置と、前記パルス信号送信装置から送信されるパルス信号を受信してデジタル信号に復号する前記パルス信号受信装置と、を備える。

パルス信号受信方法は、ダブルエッジ変調方式によって変調されたパルス信号を受信することと、前記受信されたパルス信号のエッジ間隔を測定することと、前記測定されたエッジ間隔の、前記パルス信号の幅の基準値を示すパルス幅基準値に対する偏差を検出することと、次に測定されるエッジ間隔を、前記検出された偏差を用いて補正することと、前記エッジ間隔が補正された前記パルス信号を復号してデジタル信号を得ることと、を含む。

パルス信号受信方法は、前記検出された偏差を保持することと、前記保持された偏差を用いて次に測定されるエッジ間隔を補正することと、をさらに含んでもよい。

パルス信号受信方法は、前記受信されたパルス信号のエッジ間隔をタイマで計時することと、前記検出された偏差を用いて前記タイマの初期値を補正することにより、次に測定されるエッジ間隔を補正することと、をさらに含んでもよい。

パルス信号受信方法は、受信したパルス信号に重畳されるノイズの除去を行うことと、受信したパルス信号を整形することと、受信したパルス信号のエッジ位置を検出することと、をさらに含んでもよい。

本発明では、受信部で受信したパルス信号のエッジ間隔を測定部で測定し、測定部で測定したエッジ間隔のパルス幅基準値に対する偏差を検出部で検出し、測定部で次に測定されるエッジ間隔を、検出部で検出された偏差を用いて補正部で補正する。そのため、ノイズの影響による伝送エラーの発生を抑えることができる。

図面の簡単な説明

本願に添付され参照される図面は、発明の開示の一部を構成する。

図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係るパルス信号受信装置及び伝送システムの要部構成を示すブロック図である。

図 2 は、本発明の第 1 実施形態において、伝送すべきデジタル信号とパルス幅基準値との関係の一例を示す図である。

図 3 は、本発明の第 1 実施形態において、受信したパルス信号のパルス幅と復号されるデジタル信号との関係の一例を示す図である。

図 4 は、本発明の第 1 実施形態に係る伝送システムで伝送される信号を示すタイミングチャートである。

図 5 は、本発明の第 1 実施形態に係るパルス信号受信装置の動作を説明するための図である。

図 6 は、本発明の第 2 実施形態に係るパルス信号受信装置の要部構成を示すブロック図である。

図 7 は、本発明の第 2 実施形態に係るパルス信号受信装置の動作を説明するための図である。

発明の詳細

以下、図面を参照し、本発明の実施形態を説明する。本発明の実施形態の以下の説明は、添付のクレームで規定される発明及びその均等物を単に具体的に説明するものであって、それらを限定することを目的としていないことは、本開示内容に基づき当業者にとって明らかである。

(第 1 実施形態)

図1は、本発明の第1実施形態に係るパルス信号受信装置及び伝送システムの要部構成を示すブロック図である。図1に示す通り、本実施形態の伝送システム1は、伝送ケーブルCを介して接続されたパルス信号送信装置10及びパルス信号受信装置20を備える。パルス信号送信装置10からパルス信号受信装置20に向けてパルス信号PSを送信することによりデジタル信号の伝送を行う。

パルス信号送信装置10は、パルス幅エンコード部11及び出力ドライバ12を備える。パルス信号送信装置10は、伝送すべきデジタル信号D1に応じてパルス幅をダブルエッジ変調方式により変調したパルス信号PSを、パルス信号受信装置20に向けて送信する。パルス幅エンコード部11は、上記のデジタル信号D1に基づいて、パルス信号受信装置20に向けて送信すべきパルス信号を生成する。具体的には、信号レベルが「H」レベルである期間の長さや信号レベルが「L」レベルである期間の長さやが、デジタル信号D1に応じたパルス幅基準値に変調されたパルス信号を生成する。

図2は、本発明の第1実施形態において、伝送すべきデジタル信号とパルス幅基準値との関係の一例を示す図である。図2に示す通り、パルス信号の幅の基準値を示すパルス幅基準値は、伝送すべきデジタル信号D1の値に応じて互いに異なる値が規定されている。図2に示す例では、デジタル信号D1の値「00」、「01」、「10」、「11」に対して、それぞれ「600nsec」、「700nsec」、「800nsec」、「900nsec」なるパルス幅基準値が規定されている。尚、図2では、説明を簡単にするために、デジタル信号D1が2ビットである場合の4種類のパルス幅基準値を図示している。デジタル信号D1がnビット（nは2以上の整数）である場合には、 2^n 種類のパルス幅基準値が規定される。

パルス幅エンコード部11は、図2を用いて説明した関係に基づいて、入力されるデジタル信号D1に応じて信号レベルが「H」レベルである期間の長さや信号レベルが「L」レベルである期間の長さやを交互に変調したパルス信号を生成する。出力ドライバ12は、パルス幅エンコード部11で生成されたパルス信号を、パルス信号PSとして伝送ケーブルCに送出する。

パルス信号受信装置20は、受信部21、補正回路部22、及びパルス幅デコ

ード部 2 3（復号部）を備える。パルス信号受信装置 2 0 は、パルス信号送信装置 1 0 から伝送ケーブル C を介して送信されてきたパルス信号 P S を受信してデジタル信号 D 2 に復号する。受信部 2 1 は、バンドパスフィルタ（B P F）2 1 a（フィルタ部）、入力レシーバ 2 1 b（整形部）、及びエッジ検出部 2 1 c を備える。受信部 2 1 は、パルス信号 P S を受信してそのエッジ位置を示すエッジ検出信号を出力する。

バンドパスフィルタ 2 1 a は、受信したパルス信号の周波数帯よりも低い周波数帯のノイズ成分と、受信したパルス信号の周波数帯よりも高い周波数帯のノイズ成分とを除去する。入力レシーバ 2 1 b は、バンドパスフィルタ 2 1 a を介したパルス信号 P S 1 の波形整形を行う。エッジ検出部 2 1 c は、入力レシーバ 2 1 b で波形整形されたパルス信号 P S 2 のエッジ位置を検出し、その検出結果を示すエッジ検出信号を出力する。

補正回路部 2 2 は、エッジ間隔測定タイマ 2 2 a（測定部）、パルス幅補正部 2 2 b（補正部）、パルス幅偏差検出部 2 2 c（検出部）、及びパルス幅偏差保持部 2 2 d（保持部）を備える。補正回路部 2 2 は、パルス信号 P S のパルス幅（正確には、入力レシーバ 2 1 b で波形整形がされたパルス信号 P S 2 のエッジ間隔）を測定するとともに、測定したパルス幅の偏差を補正する。ここで、パルス幅の偏差とは、測定されたパルス幅のパルス幅基準値に対するずれ量（誤差）を意味する。

エッジ間隔測定タイマ 2 2 a は、受信部 2 1 のエッジ検出部 2 1 c から出力されるエッジ検出信号に基づいて、受信したパルス信号（入力レシーバ 2 1 b で波形整形がされたパルス信号 P S 2）のエッジ間隔であるパルス幅を測定する。尚、このエッジ間隔測定タイマ 2 2 a は、パルス幅を測定する度に、その測定値（カウント値）をクリアして初期値を「0」に設定する。パルス幅補正部 2 2 b は、エッジ間隔測定タイマ 2 2 a で測定されたパルス幅を、パルス幅偏差保持部 2 2 d に保持されるパルス幅偏差を用いて補正する。

パルス幅偏差検出部 2 2 c は、パルス幅補正部 2 2 b の出力と、パルス幅デコード部 2 3 から出力されるパルス幅基準値 V 1 との偏差を検出する。ここで、パルス幅補正部 2 2 b の出力は、エッジ間隔測定タイマ 2 2 a で測定されたパルス

幅、或いは、エッジ間隔測定タイマ 22 a で測定されたパルス幅がパルス幅偏差保持部 22 d に保持されたパルス幅偏差を用いて補正されたものである。また、パルス幅デコード部 23 から出力されるパルス幅基準値 V_1 は、パルス幅補正部 22 b の出力に応じたパルス幅基準値である。このため、パルス幅偏差検出部 22 c では、エッジ間隔測定タイマ 22 a で測定されたパルス幅（或いは、補正されたパルス幅）の、パルス幅基準値に対する偏差が検出される。パルス幅偏差保持部 22 d は、パルス幅偏差検出部 22 c で検出されたパルス幅偏差を、パルス幅偏差検出部 22 c から次のパルス幅偏差が出力されるまで保持する。

パルス幅デコード部 23 は、補正回路部 22 に設けられたパルス幅補正部 22 b の出力に基づいてデジタル信号 D_2 を復号するとともに、パルス幅補正部 22 b の出力に応じた（復号したデジタル信号 D_2 に応じた）パルス幅基準値 V_1 を出力する。図 3 は、本発明の第 1 実施形態において、受信したパルス信号のパルス幅と復号されるデジタル信号との関係の一例を示す図である。図 3 に示す通り、補正回路部 22 に設けられたパルス幅補正部 22 b から出力されるパルス幅に対して重複しない複数の判定領域が設定されており、各々の判定領域に対して復号すべきデジタル信号 D_2 が割り当てられている。

図 3 に示す例では、図 2 を用いて説明したパルス幅基準値の各々を中心として、幅が 100 [nsec] である 4 つの判定領域が設定されている。具体的には、パルス幅補正部 22 b から出力されるパルス幅 W [nsec] に対して、 $550 \leq W < 650$ なる第 1 判定領域 R_1 と、 $650 \leq W < 750$ なる第 2 判定領域 R_2 と、 $750 \leq W < 850$ なる第 3 判定領域 R_3 と、 $850 \leq W < 950$ なる第 4 判定領域 R_4 とが設定されている。

上記の第 1 判定領域 R_1 ～第 4 判定領域 R_4 には、デジタル信号 D_2 の値「00」, 「01」, 「10」, 「11」がそれぞれ割り当てられている。尚、パルス幅 W が、550 [nsec] 未満である場合、又は、950 [nsec] 以上である場合には、「ビットエラー」とされている。このため、パルス幅デコード部 23 は、例えばパルス幅補正部 22 b の出力が 940 [nsec] なるパルス幅を示すものである場合には、値が「11」であるデジタル信号 D_2 を出力するとともに、パルス幅基準値 V_1 としてこのデジタル信号 D_2 に応じたパルス

幅基準値「900」を出力する。

次に、上記構成における伝送システム1の動作について説明する。図4は、本発明の第1実施形態に係る伝送システムで伝送される信号を示すタイミングチャートである。まず、パルス信号送信装置10に設けられたパルス幅エンコード部11に対して「11」、「01」、「10」、「00」なるデジタル信号D1が順に入力されると、図2を用いて説明した関係に従ってパルス幅が変調されたパルス信号が生成され、出力ドライバ12を介してパルス信号PSとして伝送ケーブルCに送出される。

具体的には、図4に示す通り、パルス幅エンコード部11で行われる変調によって、最初の「H」レベルの期間の長さが「900nsec」であり、これに続く「L」レベルの期間の長さが「700nsec」であり、これに続く「H」レベルの期間の長さが「800nsec」であり、これに続く「L」レベルの期間の長さが「600nsec」であるパルス信号PSが生成されて伝送ケーブルCに送出される。このパルス信号PSはパルス信号受信装置20に向けて伝送ケーブルCを伝播する。

ここで、パルス信号PSが、伝送ケーブルCを伝播している最中に図4に示す外来のノイズ成分Nの影響を受けたとする。すると、このノイズ成分Nが重畳されたパルス信号PSがパルス信号受信装置20の受信部21で受信され、バンドパスフィルタ21aからは図4中の実線で示すパルス信号PS1が出力される。尚、図4においては、比較のために、ノイズ成分Nの影響が無い場合にバンドパスフィルタ21aから出力されるパルス信号PS1を破線で図示している。

ノイズ成分Nの影響が無い場合には、受信部21に設けられた入力レシーバ21bからは、パルス信号送信装置10から伝送ケーブルCに送出されたパルス信号PSと同様のパルス信号PS2が出力される。つまり、パルス幅が順に「900nsec」、「700nsec」、「800nsec」、「600nsec」と変化するパルス信号PS2が出力される。これに対し、ノイズ成分Nの影響を受けた場合には、受信部21に設けられた入力レシーバ21bからは、最初の期間が伸びて「940nsec」に変化する一方で、第2番目の期間が縮んで「640nsec」に変化し、更には、第4番目の期間も「620nsec」に変化

したパルス信号PS2が出力される。

ノイズ成分Nの影響が無い場合には、パルス信号受信装置20の補正回路部22に設けられたエッジ間隔測定タイマ22aで順に測定されるパルス幅は、パルス幅基準値「900nsec」、「700nsec」、「800nsec」、「600nsec」に等しい。このため、補正回路部22のパルス幅偏差検出部22cで検出されるパルス幅偏差は「0」になる。すると、エッジ間隔測定タイマ22aで測定されたパルス幅は、パルス幅補正部22bで補正されずにパルス幅デコード部23に出力され、パルス幅デコード部23からはデジタル信号D1と同じ「11」、「01」、「10」、「00」なるデジタル信号D2が出力される。

これに対し、ノイズ成分Nの影響を受けた場合には、補正回路部22に設けられたエッジ間隔測定タイマ22aで測定されるパルス幅が、パルス幅基準値からずれる場合がある。本実施形態のパルス信号受信装置20は、このようなずれ（偏差）を補正回路部22で補正することにより、パルス信号送信装置10から送信されたパルス信号PSにノイズ成分Nが重畳されていても、伝送エラーの発生を抑えるようにしている。以下、ノイズ成分Nが重畳されたパルス信号PSを受信した場合のパルス信号受信装置20の動作について詳細に説明する。

図5は、本発明の第1実施形態に係るパルス信号受信装置の動作を説明するための図である。まず、カウント値が「0」に初期化されたエッジ間隔測定タイマ22aに対して、受信部21からのエッジ検出信号が入力されると、エッジ間隔測定タイマ22aのカウントが開始される（ステップS1）。エッジ間隔測定タイマ22aのカウントが行われている最中に、受信部21から次のエッジ検出信号が出力されると、エッジ間隔測定タイマ22aのカウントが停止されて、そのカウント値（パルス幅「940nsec」を示すカウント値）がパルス幅補正部22bに出力される（ステップS2）。尚、エッジ間隔測定タイマ22aからカウント値が出力されると、そのカウント値がクリアされて初期値が「0」に設定された後にカウントが再び開始される（ステップS3）。

エッジ間隔測定タイマ22aのカウント値が入力されると、パルス幅補正部22bは、入力されたカウント値を、パルス幅偏差保持部22dに保持されるパル

ス幅偏差を用いて補正する（ステップS 4）。図5に示す通り、パルス幅偏差保持部2 2 dに保持されているパルス幅偏差の初期値は「0」であるため、パルス幅補正部2 2 bの出力はエッジ間隔測定タイマ2 2 aで測定されたパルス幅「9 4 0 n s e c」を示す値になる。このパルス幅補正部2 2 bの出力は、パルス幅デコード部2 3に入力されて「1 1」なるデジタル信号D 2にデコードされる（ステップS 5）。

つまり、パルス幅補正部2 2 bからは図3に示す第4判定領域R 4に含まれるパルス幅「9 4 0 n s e c」を示す値が出力されるため、パルス幅デコード部2 3は「1 1」なるデジタル信号D 2を出力する。また、パルス幅デコード部2 3からは、この「1 1」なるデジタル信号D 2に応じたパルス幅基準値「9 0 0」がパルス幅基準値V 1として出力される（ステップS 6）。すると、パルス幅偏差検出部2 2 cにおいて、パルス幅補正部2 2 bの出力と、パルス幅デコード部2 3から出力されたパルス幅基準値V 1との偏差が検出され（ステップS 7）、その偏差「+ 4 0」がパルス幅偏差保持部2 2 dに保持される。

受信部2 1からエッジ間隔測定タイマ2 2 aに対し、次のエッジ検出信号が出力されると、エッジ間隔測定タイマ2 2 aのカウントが停止されて、そのカウント値（パルス幅「6 4 0 n s e c」を示すカウント値）がパルス幅補正部2 2 bに出力される（ステップS 8）。尚、エッジ間隔測定タイマ2 2 aからカウント値が出力されると、そのカウント値が再度クリアされて初期値が「0」に設定された後にカウントが再び開始される（ステップS 9）。

エッジ間隔測定タイマ2 2 aのカウント値が入力されると、パルス幅補正部2 2 bは、入力されたカウント値を、パルス幅偏差保持部2 2 dに保持されるパルス幅偏差を用いて補正する（ステップS 10）。図5に示す通り、パルス幅偏差保持部2 2 dには偏差「+ 4 0」が保持されているため、パルス幅補正部2 2 bの出力はエッジ間隔測定タイマ2 2 aで測定されたパルス幅「6 4 0 n s e c」に偏差「+ 4 0」を加えた値「6 8 0 n s e c」になる。パルス幅補正部2 2 bの出力はパルス幅デコード部2 3に入力され、図3に示す関係から「0 1」なるデジタル信号D 2にデコードされる（ステップS 11）。

また、パルス幅デコード部2 3からは、この「0 1」なるデジタル信号D 2

に応じたパルス幅基準値「700」がパルス幅基準値V1として出力される（ステップS12）。すると、パルス幅偏差検出部22cにおいて、パルス幅補正部22bの出力と、パルス幅デコード部23から出力されたパルス幅基準値V1との偏差が検出され（ステップS13）、その偏差（-20）がパルス幅偏差保持部22dに保持される。

以下同様の動作が繰り返されて、パルス幅デコード部23からは「10」、「00」なるデジタル信号D2が続けて順次出力される。すると、パルス信号受信装置20では、ノイズ成分Nの影響が無い場合に出力されるデジタル信号D2と同じ「11」、「01」、「10」、「00」なるデジタル信号D2（デジタル信号D1と同じデジタル信号D2）が得られることになり、ノイズ成分Nの影響があっても伝送エラーが発生していないことが分かる。

このように、本実施形態では、受信部21で受信されたパルス信号PS2のパルス幅（エッジ間隔）を測定し、測定したパルス幅のパルス幅基準値に対する偏差を検出して保持し、次に測定されるパルス幅を保持した偏差を用いて補正することにより、前後するパルス幅の変動を相殺している。これにより、伝送ケーブルCを伝播するパルス信号PSにノイズ成分Nが重畳されても、ノイズ成分Nの影響による伝送エラーの発生を抑えることができる。この結果として、伝送システム1の伝送レートを向上させることも可能である。

（第2実施形態）

図6は、本発明の第2実施形態に係るパルス信号受信装置の要部構成を示すブロック図である。図6に示す通り、本実施形態のパルス信号受信装置30は、図1に示すパルス信号受信装置20の補正回路部22を補正回路部31に代えた構成である。補正回路部31は、補正回路部22が備えるエッジ間隔測定タイマ22a及びパルス幅偏差検出部22cと、パルス幅保持部31a及びタイマ初期値設定部31b（補正部）とを備える。パルス幅保持部31aは、エッジ間隔測定タイマ22aから出力されるパルス幅を、エッジ間隔測定タイマ22aから次のパルス幅が出力されるまで保持する。タイマ初期値設定部31bは、パルス幅偏差検出部22cで検出された偏差を用いて、エッジ間隔測定タイマ22aの初期値を設定する。

前述した第１実施形態のパルス信号受信装置２０が備える補正回路部２２は、パルス幅偏差検出部２２ｃで検出された偏差をパルス幅偏差保持部２２ｄで保持することにより、エッジ間隔測定タイマ２２ａで次に測定されるパルス幅をパルス幅補正部２２ｂで補正するものであった。これに対し、本実施形態のパルス信号受信装置３０が備える補正回路部３１は、パルス幅偏差検出部２２ｃで検出された偏差を用いてタイマ初期値設定部３１ｂがエッジ間隔測定タイマ２２ａの初期値を補正することにより、エッジ間隔測定タイマ２２ａで次に測定されるパルス幅を補正するものである。

次に、上記構成におけるパルス信号受信装置３０の動作について詳細に説明する。図７は、本発明の第２実施形態に係るパルス信号受信装置の動作を説明するための図である。まず、第１実施形態と同様に、カウント値が「０」に初期化されたエッジ間隔測定タイマ２２ａに対して、受信部２１からのエッジ検出信号が入力されると、エッジ間隔測定タイマ２２ａのカウントが開始される（ステップＳ２１）。そして、受信部２１から次のエッジ検出信号が出力されると、エッジ間隔測定タイマ２２ａのカウントが停止されて、そのカウント値（パルス幅「 940 nsec 」を示すカウント値）がパルス幅保持部３１ａに出力されて保持される（ステップＳ２２）。

パルス幅保持部３１ａに保持されたパルス幅は、パルス幅デコード部２３に出力されて「１１」なるデジタル信号Ｄ２にデコードされる（ステップＳ２３）。また、パルス幅デコード部２３からは、この「１１」なるデジタル信号Ｄ２に応じたパルス幅基準値「 900 」がパルス幅基準値Ｖ１として出力される（ステップＳ２４）。すると、パルス幅偏差検出部２２ｃにおいて、パルス幅保持部３１ａの出力と、パルス幅デコード部２３から出力されたパルス幅基準値Ｖ１との偏差が検出され（ステップＳ２５）、その偏差「 $+40$ 」がタイマ初期値設定部３１ｂによってエッジ間隔測定タイマ２２ａの初期値に設定される（ステップＳ２６）。初期値が設定されると、エッジ間隔測定タイマ２２ａのカウントが再び開始される。

受信部２１からエッジ間隔測定タイマ２２ａに対し、次のエッジ検出信号が出力されると、エッジ間隔測定タイマ２２ａのカウントが停止されて、そのカウ

ト値がパルス幅保持部 31 a に出力されて保持される（ステップ S 27）。ここで、エッジ間隔測定タイマ 22 a でカウントされるカウント値は、本来であればパルス幅「640 nsec」を示すカウント値である。しかしながら、上述したステップ S 26 の処理で初期値が「+40」に設定されているため、パルス幅保持部 31 a に保持されるカウント値は、パルス幅「640 nsec」に偏差「+40」を加えた値「680 nsec」になる。

パルス幅保持部 31 a に保持されたパルス幅は、パルス幅デコード部 23 に出力されて「01」なるデジタル信号 D 2 にデコードされる（ステップ S 28）。また、パルス幅デコード部 23 からは、この「01」なるデジタル信号 D 2 に応じたパルス幅基準値「700」がパルス幅基準値 V 1 として出力される（ステップ S 29）。すると、パルス幅偏差検出部 22 c において、パルス幅保持部 31 a の出力と、パルス幅デコード部 23 から出力されたパルス幅基準値 V 1 との偏差が検出され（ステップ S 30）、その偏差「-20」がタイマ初期値設定部 31 b によってエッジ間隔測定タイマ 22 a の初期値に設定される（ステップ S 31）。初期値が設定されると、エッジ間隔測定タイマ 22 a のカウントが再び開始される。

以下同様の動作が繰り返されて、パルス幅デコード部 23 からは「10」、「00」なるデジタル信号 D 2 が続けて順次出力される。すると、パルス信号受信装置 30 では、第 1 実施形態のパルス信号受信装置 20 と同様に、ノイズ成分 N の影響が無い場合に出力されるデジタル信号 D 2 と同じ「11」、「01」、「10」、「00」なるデジタル信号 D 2（デジタル信号 D 1 と同じデジタル信号 D 2）が得られることになり、ノイズ成分 N の影響があっても伝送エラーが発生していないことが分かる。

このように、本実施形態では、受信部 21 で受信されたパルス信号 P S 2 のパルス幅（エッジ間隔）を測定し、測定したパルス幅のパルス幅基準値に対する偏差を検出し、この偏差を用いてエッジ間隔測定タイマ 22 a の初期値を補正して次に測定されるパルス幅を補正することにより、前後するパルス幅の変動を相殺している。これにより、第 1 実施形態と同様に、伝送ケーブル C を伝播するパルス信号 P S にノイズ成分 N が重畳されても、ノイズ成分 N の影響による伝送エラ

一の発生を抑えることができる。この結果として、伝送システム１の伝送レートを向上させることも可能である。

以上、本発明の実施形態によるパルス信号受信装置及び伝送システムについて説明したが、本発明は上述した実施形態に制限されることなく、本発明の範囲内で自由に変更が可能である。例えば、上記実施形態では、パルス信号受信装置２０、３０の補正回路部２２、３１やパルス幅デコード部２３等がハードウェアにより構成された例について説明したが、これらをソフトウェアで実現しても良い。

また、上記実施形態では、説明を簡単にするために、２ビットのデジタル信号Ｄ１を伝送する例について説明した。しかしながら、伝送すべきデジタル信号Ｄ１のビット数は２ビットに制限されることはなく、任意のビット数のデジタル信号Ｄ１を伝送することが可能である。また、上記実施形態では、説明を簡単にするために、パルス信号の幅の基準値を示すパルス幅基準値が、線形的に変化する値に設定されている例について説明した。しかしながら、パルス幅基準値は非線形的に変化する値に設定されていても良い。

「構成される」という言葉は、本発明の機能を実行するために構成され、またはプログラムされたハードウェアまたはソフトウェアを含む装置の構成、要素、部分を示すために使われる。

さらに、クレームにおいて「ミーンズ・プラス・ファンクション」として表現されている言葉は、本発明に含まれる機能を実行するために利用することができるあらゆる構造を含むべきものである。

用語「部（ユニット）」は、装置のコンポーネント、セクション及びパートを記述するために使用し、所望の機能を実行するよう構成された或いはプログラムされたハードウェア及び/又はソフトウェアを含むものである。該ハードウェアの典型例としてデバイス及び回路を含むが、これに限定するものではない。

以上、本発明の好適な実施形態について説明し例証したが、これらはあくまで発明の例示であって限定的に考慮されるべきものではなく、追加、削除、置換及び他の変更は本発明の精神或いは範囲を逸脱しない範囲で可能である。即ち、本発明は前述した実施形態により限定されるものではなく、以下のクレームの範囲により限定されるものである。

特許請求の範囲

1. ダブルエッジ変調方式によって変調されたパルス信号を受信する受信部と、
前記受信部で受信されたパルス信号のエッジ間隔を測定する測定部と、
前記測定部で測定されたエッジ間隔の、前記パルス信号の幅の基準値を示すパルス幅基準値に対する偏差を検出する検出部と、
前記測定部で次に測定されるエッジ間隔を、前記検出部で検出された偏差を用いて補正する補正部と、
前記補正部で前記エッジ間隔が補正された前記パルス信号を復号し、デジタル信号を出力する復号部と、
を備えるパルス信号受信装置。
2. 前記検出部で検出された偏差を保持する保持部をさらに備え、
前記補正部は、前記保持部に保持された偏差を用いて前記測定部で次に測定されるエッジ間隔を補正する
クレーム 1 に記載のパルス信号受信装置。
3. 前記測定部は、前記受信部で受信されたパルス信号のエッジ間隔を計時するタイマを備え、
前記補正部は、前記検出部で検出された偏差を用いて前記タイマの初期値を補正することにより、前記測定部で次に測定されるエッジ間隔を補正する
クレーム 1 に記載のパルス信号受信装置。
4. 前記受信部は、
受信したパルス信号に重畳されるノイズの除去を行うフィルタ部と、
受信したパルス信号を整形する整形部と、
受信したパルス信号のエッジ位置を検出するエッジ検出部と、
を備えるクレーム 1 に記載のパルス信号受信装置。

5. デジタル信号の伝送を行う伝送システムであって、
 伝送すべきデジタル信号に応じてパルス幅をダブルエッジ変調方式によって
 変調したパルス信号を送信するパルス信号送信装置と、
 前記パルス信号送信装置から送信されるパルス信号を受信してデジタル信号
 に復号するクレーム 1 に記載のパルス信号受信装置と、
 を備える伝送システム。
6. 前記検出部で検出された偏差を保持する保持部をさらに備え、
 前記補正部は、前記保持部に保持された偏差を用いて前記測定部で次に測定さ
 れるエッジ間隔を補正する
 クレーム 5 に記載の伝送システム。
7. 前記測定部は、前記受信部で受信されたパルス信号のエッジ間隔を計時す
 るタイマを備え、
 前記補正部は、前記検出部で検出された偏差を用いて前記タイマの初期値を補
 正することにより、前記測定部で次に測定されるエッジ間隔を補正する
 クレーム 5 に記載の伝送システム。
8. 前記受信部は、
 受信したパルス信号に重畳されるノイズの除去を行うフィルタ部と、
 受信したパルス信号を整形する整形部と、
 受信したパルス信号のエッジ位置を検出するエッジ検出部と、
 を備えるクレーム 5 に記載の伝送システム。
9. ダブルエッジ変調方式によって変調されたパルス信号を受信することと、
 前記受信されたパルス信号のエッジ間隔を測定することと、
 前記測定されたエッジ間隔の、前記パルス信号の幅の基準値を示すパルス幅基
 準値に対する偏差を検出することと、
 次に測定されるエッジ間隔を、前記検出された偏差を用いて補正することと、

前記エッジ間隔が補正された前記パルス信号を復号してデジタル信号を得ることと、

を含むパルス信号受信方法。

10. 前記検出された偏差を保持することと、

前記保持された偏差を用いて次に測定されるエッジ間隔を補正することと、

をさらに含むクレーム9に記載のパルス信号受信方法。

11. 前記受信されたパルス信号のエッジ間隔をタイマで計時することと、

前記検出された偏差を用いて前記タイマの初期値を補正することにより、次に測定されるエッジ間隔を補正することと、

をさらに含むクレーム9に記載のパルス信号受信方法。

12. 受信したパルス信号に重畳されるノイズの除去を行うことと、

受信したパルス信号を整形することと、

受信したパルス信号のエッジ位置を検出することと、

をさらに含むクレーム9に記載のパルス信号受信方法。