

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5846183号
(P5846183)

(45) 発行日 平成28年1月20日(2016.1.20)

(24) 登録日 平成27年12月4日(2015.12.4)

(51) Int. Cl. F I
 H O 4 L 25/03 (2006.01) H O 4 L 25/03 C
 H O 4 B 3/50 (2006.01) H O 4 B 3/50

請求項の数 6 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2013-233275 (P2013-233275)	(73) 特許権者	000004260 株式会社デンソー
(22) 出願日	平成25年11月11日(2013.11.11)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(65) 公開番号	特開2015-95718 (P2015-95718A)	(74) 代理人	110000578 名古屋国際特許業務法人
(43) 公開日	平成27年5月18日(2015.5.18)	(72) 発明者	吉本 隆久 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
審査請求日	平成27年4月27日(2015.4.27)	(72) 発明者	秋田 浩伸 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
		審査官	阿部 弘

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 通信装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

P A M (パルス振幅変調)方式によって、送信対象のデータに対応した多段階の異なる値を示すP A M信号を生成する生成ユニット(10)と、

前記生成ユニットにより生成された前記P A M信号が入力されるパルス整形フィルタ(51)と、

前記パルス整形フィルタから出力されるパルス整形後の前記P A M信号をアナログ信号に変換して外部装置への伝送路に出力する変換器(55)と、

を備え、

前記パルス整形フィルタは、伝達関数 $G(z) = (2/3) + (1/3)z^{-1}$ (但し z^{-1} は遅延演算子である)、又は、前記伝達関数 $G(z)$ と等価な入出力の関係に従って、前記生成ユニットから入力される前記P A M信号に対応する前記パルス整形後のP A M信号を出力すること

を特徴とする通信装置。

【請求項2】

前記パルス整形フィルタは、前記伝達関数 $G(z)$ と等価な入出力の関係を示す伝達関数として、伝達関数 $(2 + z^{-1})$ 、又は、当該伝達関数 $(2 + z^{-1})$ 以外の前記伝達関数 $G(z)$ を所定倍した伝達関数に従って、前記生成ユニットから入力される前記P A M信号に対応する前記パルス整形後のP A M信号を出力すること

を特徴とする請求項1記載の通信装置。

【請求項 3】

P A M (パルス振幅変調)方式によって、送信対象のデータに対応した多段階の異なる値を示す P A M 信号を生成する生成ユニット (1 0) と、

前記生成ユニットにより生成された前記 P A M 信号が入力されるパルス整形フィルタ (5 1) と、

前記パルス整形フィルタから出力されるパルス整形後の前記 P A M 信号をアナログ信号に変換して外部装置への伝送路に出力する変換器 (5 5) と、

を備え、

前記パルス整形フィルタは、伝達関数 $G(z) = 0.5 + 0.5z^{-1}$ (但し z^{-1} は遅延演算子である)、又は、前記伝達関数 $G(z)$ と等価な入出力の関係に従って、前記生成ユニットから入力される前記 P A M 信号に対応する前記パルス整形後の P A M 信号を出力すること

を特徴とする通信装置。

10

【請求項 4】

前記生成ユニットは、前記送信対象のデータに対応した前記 P A M 信号として、P A M 5 方式に従う五段階の異なる値を示す P A M 信号を生成すること

を特徴とする請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれか一項記載の通信装置。

【請求項 5】

前記生成ユニットは、前記送信対象のデータに対応した前記 P A M 信号として、P A M 4 方式に従う四段階の異なる値を示す P A M 信号を生成すること

を特徴とする請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれか一項記載の通信装置。

20

【請求項 6】

前記生成ユニットは、前記送信対象のデータに対応した前記 P A M 信号として、P A M 3 方式に従う三段階の異なる値を示す P A M 信号を生成すること

を特徴とする請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれか一項記載の通信装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、通信装置に関する。

【背景技術】

30

【0002】

従来、P A M (パルス振幅変調)方式により通信信号を生成して、外部装置と通信する通信装置が知られている。P A M 方式の一つとしては、情報信号を五段階の異なる値を示す P A M 信号に符号化する P A M 5 方式が知られている。復調は、シンボル期間毎に、受信信号の電圧レベルを検出することにより行われる。

【0003】

P A M 5 方式は、例えば、100メガビットイーサネット(登録商標)規格である 100BASE-T2 やギガビットイーサネット規格である 1000BASE-T に採用されている。100BASE-T2 によれば、4ビットデータを、五段階の異なる値を示す P A M 信号の二つに符号化し、これら二つの P A M 信号を、二本の伝送線路を通じて外部装置に送信する。

40

【0004】

また、1000BASE-T には、4D-P A M 5 方式が採用されている。1000BASE-T では、8ビットデータを、五段階の異なる値を示す P A M 信号の四つに符号化し、これら四つの P A M 信号を、四本の伝送線路を通じて外部装置に送信する。

【0005】

この他の P A M 方式としては、情報信号を 3/4/16 段階の異なる値を示す P A M 信号に符号化する P A M 3/4/16 方式が知られている。P A M 16 方式は、10ギガビットイーサネット規格である 10GBASE-T に採用されている。

【0006】

50

また、PAM方式を用いた信号伝送においては、符号間干渉（ISI）や電磁妨害（EMI）を低減するために、PAM信号を、パルス整形フィルタを介して伝送線路に送出することが行われている。1000BASE-Tによれば、例えば伝達関数が $H(z) = 0.75 + 0.25z^{-1}$ であるパルス整形フィルタによって、物理コーディング副層からのPAM信号がパルス整形され、そのパルス整形後のPAM信号が、デジタル/アナログ変換器によって、アナログ信号に変換される。このアナログ信号は、ハイブリッド回路を介して伝送線路に送出される（例えば、特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

10

【特許文献1】特開2005-168047号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

ところで、パルス整形フィルタの後段に配置されるデジタル/アナログ変換器のビット数（階調数）は、回路規模に影響を与える。

タップ数が2であるパルス整形フィルタによれば、今回の入力値と前回の入力値との組み合わせによって出力値が定まる。このため、PAM5方式に従うPAM信号がパルス整形フィルタに入力される場合、パルス整形フィルタからの出力値は、最大で $5 \times 5 = 25$ 通りになる。但し、入力値の組み合わせによっては出力値が同一になるために、伝達関数が $H(z) = 0.75 + 0.25z^{-1}$ であるパルス整形フィルタの出力値は、17通りの値を示す。

20

【0009】

しかしながら、パルス整形フィルタの出力値が17通りである場合、パルス整形フィルタの後段に必要なデジタルアナログ変換器のビット数（階調数）は、パルス整形フィルタの出力値が25通りである場合と同様に、5ビット以上である。また、上記伝達関数 $H(z)$ を用いたパルス整形フィルタには、パルス整形によるEMIの低減効果の点で改善の余地がある。

【0010】

本発明は、こうした問題に鑑みなされたものであり、送信信号としてPAM信号を生成する通信装置において、従来よりも好適にPAM信号のパルス整形が可能な技術を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の通信装置は、生成ユニットと、パルス整形フィルタと、変換器とを備える。生成ユニットは、PAM（パルス振幅変調）方式によって、送信対象のデータに対応した多段階の異なる値を示すPAM信号を生成する。この生成ユニットにより生成されたPAM信号は、パルス整形フィルタに入力される。変換器は、パルス整形フィルタから出力されるパルス整形後のPAM信号をアナログ信号に変換して外部装置への伝送路に出力する。

【0012】

40

この通信装置において、パルス整形フィルタの入出力は、伝達関数 $G(z) = (2/3) + (1/3)z^{-1}$ に従う。あるいは、この伝達関数 $G(z)$ と等価な関係を示す。即ち、パルス整形フィルタは、伝達関数 $G(z) = (2/3) + (1/3)z^{-1}$ 、又は、この伝達関数 $G(z)$ と等価な入出力関係に従って、生成ユニットから入力されるPAM信号に対応するパルス整形後のPAM信号を出力する。尚、 z^{-1} は、遅延演算子である。

【0013】

パルス整形フィルタの伝達関数が $G(z) = (2/3) + (1/3)z^{-1}$ である場合、又は、これと等価な入出力関係をパルス整形フィルタが示す場合には、次のような利点がある。即ち、従来の伝達関数 $H(z) = 0.75 + 0.25z^{-1}$ と比較して、パルス整形フィルタからの出力値の数を抑えることができる。

50

【0014】

従って、本発明によれば、例えば、デジタル/アナログ変換器のビット数を抑えることができ、通信装置の回路規模を抑えることができる。あるいは、本発明によれば、孤立パルスのピークレベルを抑えることができ、従来と比較してEMIを低減することができる。従って、本発明によれば、従来よりも好適にPAM信号のパルス整形が可能な通信装置を構成することができる。

【0015】

付言すると、パルス整形フィルタの入出力は、伝達関数 $0.5 + 0.5z^{-1}$ に従うものであってもよいし、この伝達関数 $0.5 + 0.5z^{-1}$ と等価な入出力を示すものであってもよい。このような入出力によっても、好適にPAM信号のパルス整形が可能な通信装置を構成することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】通信装置の構成を表すブロック図である。

【図2】送信ユニットの構成を表すブロック図である。

【図3】パルス整形フィルタからの出力値を示すテーブルである。

【図4】PAM信号の波形を示す図である。

【図5】PAM信号の周波数スペクトラムの概略を示す図である。

【図6】第一変形例に従うパルス整形フィルタからの出力値を示すテーブルである。

【図7】第二変形例に従うパルス整形フィルタからの出力値を示すテーブルである。

20

【図8】第三変形例に従うパルス整形フィルタからの出力値を示すテーブルである。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下に本発明の実施例について、図面と共に説明する。

本実施例の通信装置1は、ギガビットイーサネット（登録商標）規格に準ずる物理層を有する通信装置である。この通信装置1は、データリンク層にて生成された送信対象データを、8ビット毎に、4次元5値のシンボル群に符号化し、このシンボル群に対応する四つのPAM（パルス振幅変調）信号を、四本の伝送線路40を通じて外部装置に伝送する構成にされる。伝送線路40は、ツイストペアケーブルによって構成される。送信対象データは、所謂MAC（Media Access Control）フレームである。

30

【0018】

詳述すると、本実施例の通信装置1は、図1に示すように、物理コーディング副層（PCS）として機能する符号化回路10と、四つの送受信回路20と、四つのハイブリッド回路30とを備える。各送受信回路20は、送信ユニット21と、受信ユニット25とを備えた構成にされる。

【0019】

符号化回路10は、データリンク層（MAC層）と物理層を繋ぐインタフェース（所謂GMI）を介してデータリンク層に接続される。この符号化回路10は、データリンク層で生成された送信対象データを、8ビット単位で4次元5値のシンボル群に符号化する。

40

【0020】

具体的に、符号化回路10は、PAM（パルス振幅変調）方式の一つであるPAM5方式により、送信対象データを上記4次元5値のシンボル群に対応する四つのPAM信号に変換する。ここで生成されるPAM信号は、五段階の異なる値（振幅）を示す多値PAM信号である。以下では、5値を-2, -1, 0, 1, 2の数値群で表す。符号化回路10は、このようにして生成した四つのPAM信号を、夫々対応する送受信回路20の送信ユニット21に入力する。

【0021】

一方、符号化回路10は、送受信回路20の受信ユニット25から入力される受信信号としてのPAM信号を、受信データ（MACフレーム）に復調して、この受信データを、

50

上記インタフェースを介してデータリンク層に入力する。

【 0 0 2 2 】

この他、送受信回路 2 0 が有する送信ユニット 2 1 及び受信ユニット 2 5 は、ハイブリッド回路 3 0 に接続される。ハイブリッド回路 3 0 は、外部装置に繋がる伝送線路 4 0 に接続されており、外部装置との間での全二重双方向通信を実現する。受信ユニット 2 5 は、図示しないアナログ/デジタル変換器を含み、ハイブリッド回路 3 0 から入力される外部装置からの受信信号 (P A M 信号) を、デジタル信号に変換して、符号化回路 1 0 に入力する。

【 0 0 2 3 】

この他、送信ユニット 2 1 は、図 2 に示すように、パルス整形フィルタ 5 1 と、デジタル/アナログ変換器 5 5 とを含んだ構成にされる。

パルス整形フィルタ 5 1 は、符号間干渉 (I S I) や電磁妨害 (E M I) の低減を図ることを目的として、符号化回路 1 0 からの P A M 信号に対しパルス整形を行う。これによって P A M 信号の周波数特性に変更を加える。本実施例において、パルス整形フィルタ 5 1 の伝達関数 $G(z)$ は、 $G(z) = G_1(z) = 0.667 + 0.333z^{-1}$ に設定される。 z^{-1} は、遅延演算子である。

【 0 0 2 4 】

この伝達関数 $G_1(z)$ の一般形は、 $G_0(z) = (2/3) + (1/3)z^{-1}$ である。本実施例では、パルス整形フィルタ 5 1 の伝達関数 $G(z)$ を、この伝達関数 $G_0(z)$ に近似する上記伝達関数 $G_1(z)$ に設定する。

【 0 0 2 5 】

但し、パルス整形フィルタ 5 1 からの出力信号は、デジタル/アナログ変換器 5 5 に入力されてアナログ信号に変換された後、伝送線路 4 0 に出力される。従って、伝送線路 4 0 への出力信号が実質的に同じになるのであれば、パルス整形フィルタ 5 1 には、伝達関数 $G_0(z)$, $G_1(z)$ 以外の他の伝達関数を設定することも可能である。即ち、パルス整形フィルタ 5 1 の入出力関係は、伝達関数 $G_0(z)$, $G_1(z)$ で表されるものに限定されず、伝達関数 $G_0(z)$ と等価なものを採用し得る。

【 0 0 2 6 】

例えば、伝達関数 $(2 + z^{-1})$ のような伝達関数 $G_0(z)$ を所定倍した伝達関数であっても、後段で P A M 信号の出力レベルを調整すれば、伝達関数 $G_0(z)$, $G_1(z)$ と同様の P A M 信号を伝送線路 4 0 に出力することが可能である。

【 0 0 2 7 】

デジタル/アナログ変換器 5 5 は、このパルス整形フィルタ 5 1 からの出力信号であるパルス整形後の P A M 信号を、デジタル信号からアナログ信号に変換してハイブリッド回路 3 0 に入力する。ハイブリッド回路 3 0 は、この送信ユニット 2 1 からの上記アナログ信号を、伝送線路 4 0 に送出する。

【 0 0 2 8 】

ここで、パルス整形フィルタ 5 1 の伝達関数 $G(z)$ を上記伝達関数 $G_1(z)$ に設定した場合のパルス整形フィルタ 5 1 の出力値について説明する。図 3 上段に示すテーブルは、符号化回路 1 0 からの値 - 2 , - 1 , 0 , 1 , 2 を示す P A M 信号を、伝達関数が $G_1(z)$ であるパルス整形フィルタ 5 1 に入力したときのパルス整形フィルタ 5 1 の出力値を表す。

【 0 0 2 9 】

パルス整形フィルタ 5 1 の出力値は、前回の入力値と今回の入力値との組み合わせによって定まる。テーブルの最も左側の第一列は、今回の入力値を示し、テーブルの第一行は、前回の入力値を示す。即ち、第二行は、今回の入力値が「 - 2 」であるときのパルス整形フィルタ 5 1 の出力値であって、前回の入力値が - 2 , - 1 , 0 , 1 , 2 であるときの出力値を、左から順に記載したものである。

【 0 0 3 0 】

このテーブルからも理解できるように、パルス整形フィルタ 5 1 の伝達関数 $G(z)$ と

10

20

30

40

50

して上記伝達関数 $G_1(z)$ を採用したときの当該パルス整形フィルタ 51 の出力値は、
 $-2, -1.667, -1.333, -1, -0.667, -0.333, 0, 0.333, 0.667, 1, 1.333, 1.667, 2$ の 13 通りの値を示す。

【0031】

一方、パルス整形フィルタ 51 の伝達関数 $G(z)$ として、従来の伝達関数 $H(z) = 0.75 + 0.25z^{-1}$ を採用したときのパルス整形フィルタ 51 の出力値は、17 通りの値を示す。図 3 下段に示すテーブルは、符号化回路 10 からの値 $-2, -1, 0, 1, 2$ を示す PAM 信号を、伝達関数が $H(z)$ であるパルス整形フィルタ 51 に入力したときのパルス整形フィルタ 51 の出力値を表す。

【0032】

図 3 下段に示すように、この場合のパルス整形フィルタ 51 の出力値は、 $-2, -1.75, -1.5, -1.25, -1, -0.75, -0.5, -0.25, 0, 0.25, 0.5, 0.75, 1, 1.25, 1.5, 1.75, 2$ の 17 通りの値を示す。

【0033】

パルス整形フィルタ 51 の出力値が 17 通りの値を示す場合には、後段のデジタル/アナログ変換器 55 として、5 ビット (32 階調) の変換器を設ける必要がある。一方、本実施例のように、パルス整形フィルタ 51 の伝達関数 $G(z)$ として、上記伝達関数 $G_1(z)$ を採用した場合には、後段のデジタル/アナログ変換器 55 として、4 ビット (16 階調) の変換器を設けることができる。

【0034】

従って、本実施例によれば、従来装置よりも、デジタル/アナログ変換器 55 のサイズを抑えることができ、通信装置 1 が備える物理層チップの回路規模を抑えることができる。

【0035】

更に言えば、上記伝達関数 $G_1(z)$ を用いた場合には、図 4 に示すように、パルス整形を行わない場合や従来の伝達関数 $H(z)$ を用いてパルス整形を行った場合と比較して、パルス整形後の PAM 信号における孤立パルスのピークレベルを抑えることができる。図 4 における実線は、上記伝達関数 $G_1(z)$ を用いた場合のパルス整形後の PAM 信号を示し、点線は、上記伝達関数 $H(z)$ を用いた場合のパルス整形後の PAM 信号を示す。この他、図 4 における破線は、パルス整形を施していない PAM 信号を示す。このピークレベルの低減は、高周波成分のピークレベルの低減に繋がるため、EMI の低減に役立つ。

【0036】

図 5 には、シンボルレートが 125 MS/s であるケースにおけるデジタル/アナログ変換器 55 の出力信号の周波数スペクトラムを概略的に示す。図 5 における実線は、パルス整形フィルタ 51 の伝達関数 $G(z)$ として、上記伝達関数 $G_1(z)$ を採用した場合のスペクトラムを示し、点線は、パルス整形フィルタ 51 の伝達関数 $G(z)$ として上記伝達関数 $H(z)$ を採用した場合のスペクトラムを示し、破線は、パルス整形を行わない場合のスペクトラムを示す。図 5 から理解できるように、伝達関数 $G(z)$ として伝達関数 $G_1(z)$ を採用した場合には、従来の伝達関数 $H(z)$ を採用した場合と比較して、周波数分布が緩やかな山形状を示す。従って、本実施例によれば、パルス整形フィルタ 51 による EMI の低減効果を従来と比較して高めることができる。

【0037】

[変形例 1]

上記実施例では、パルス整形フィルタ 51 の伝達関数 $G(z)$ として、 $G_1(z) = 0.667 + 0.333z^{-1}$ を採用したが、パルス整形フィルタ 51 の伝達関数 $G(z)$ は、 $G_2(z) = 0.5 + 0.5z^{-1}$ に設定されてもよい。この伝達関数 $G_2(z)$ をパルス整形フィルタ 51 に設定した場合には、パルス整形フィルタ 51 の出力値を、図 6 に示すように、 $-2, -1.5, -1, -0.5, 0, 0.5, 1, 1.5, 2$ の 9 通りまで抑えることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 8 】

但し、伝達関数 $G_2(z)$ を用いた場合には、前回入力値と今回入力値とが正負の異なる値であって絶対値が同一の値を示すときに、パルス整形フィルタ 5 1 の出力値がゼロになる。この他、入力値が例えば 2, 1, 2, 1, ... のように二つの値の間を行き来する場合、パルス整形フィルタ 5 1 の出力値が、その平均値 1.5 を継続的に示すことになる。このため、パルス整形後の PAM 信号においてパルスが消滅する事象が発生しやすい。このような事象の多発は、受信処理に影響を与える可能性がある。従って、パルス整形フィルタ 5 1 の伝達関数 $G(z)$ としては、この伝達関数 $G_2(z)$ よりも、上述した伝達関数 $G_1(z)$ を用いたほうが良い場合があり得る。

【 0 0 3 9 】

[変形例 2]

上記実施例では、PAM 5 方式により、送信対象データを PAM 信号に変換する通信装置 1 を例に挙げたが、上記伝達関数 $G_0(z)$, $G_1(z)$ 又はこれと等価な伝達関数は、PAM 3 方式により、送信対象データを三段階の異なる値を示す PAM 信号に変換する通信装置にも適用可能である。

【 0 0 4 0 】

PAM 3 方式を用いた場合、パルス整形フィルタ 5 1 には、例えば値 -1, 0, 1 の三段階の値を示す PAM 信号が入力される。図 7 上段には、PAM 3 方式により生成された PAM 信号を、上記伝達関数 $G_1(z) = 0.667 + 0.333z^{-1}$ のパルス整形フィルタ 5 1 でパルス整形したときの、パルス整形フィルタ 5 1 の出力値を図 3 と同形式のテーブルによって示す。また、図 7 下段には、伝達関数 $G_1(z)$ に代えて、従来の伝達関数 $H(z) = 0.75 + 0.25z^{-1}$ を用いた場合の、パルス整形フィルタ 5 1 の出力値をテーブルによって示す。

【 0 0 4 1 】

図 7 から理解できるように、従来の伝達関数 $H(z)$ を用いた場合には、パルス整形フィルタ 5 1 の出力値は 9 通りの値を示す。一方、上記伝達関数 $G_1(z)$ を用いた場合には、パルス整形フィルタ 5 1 の出力値は 7 通りの値を示す。従って、この伝達関数 $G_1(z)$ を用いた場合には、従来の伝達関数 $H(z)$ を用いた場合と比較して、デジタル/アナログ変換器 5 5 のビット数を 4 ビットから 3 ビットに落とすことができ、通信装置の回路規模を抑えることができる。

【 0 0 4 2 】

[変形例 3]

上記実施例では、PAM 5 方式により、送信対象データを PAM 信号に変換する通信装置 1 を例に挙げたが、上記伝達関数 $G_0(z)$, $G_1(z)$ 又はこれと等価な伝達関数は、PAM 4 方式により、送信対象データを四段階の異なる値を示す PAM 信号に変換する通信装置にも適用することができる。

【 0 0 4 3 】

PAM 4 方式を用いた場合、パルス整形フィルタ 5 1 には、例えば値 -3, -1, 1, 3 の四段階の値を示す PAM 信号が入力される。図 8 に示すように、PAM 4 方式により生成された PAM 信号を、上記伝達関数 $G_1(z) = 0.667 + 0.333z^{-1}$ のパルス整形フィルタ 5 1 でパルス整形したときの、パルス整形フィルタ 5 1 の出力値は、10 通りの値を示す。

【 0 0 4 4 】

一方、従来の伝達関数 $H(z)$ を用いた場合には、パルス整形フィルタ 5 1 の出力値が 13 通りの値を示す。このケースにおいては、デジタル/アナログ変換器 5 5 のビット数を、従来の伝達関数 $H(z)$ を用いた場合の 4 ビットから 3 ビットに落とすことができないものの、EMI 低減の効果が得られる。

【 0 0 4 5 】

[他の実施形態]

以上に、変形例を含む本発明の実施例について説明したが、本発明は、上記実施例に限

10

20

30

40

50

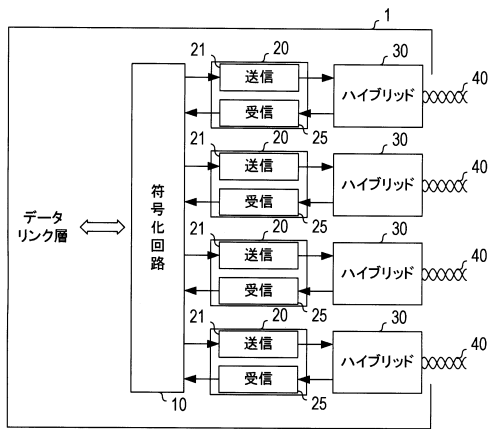
定されるものではなく、種々の態様を採り得る。例えば、上記伝達関数 $G_1(z)$ は、PAM方式にて送信信号を生成する通信装置であれば、イーサネット（登録商標）規格に準ずる通信装置 1 に限らず、種々の通信装置に適用することができる。また、PAM4方式やPAM3方式が適用された通信装置のパルス整形フィルタ 51 に、上記伝達関数 $G_2(z) = 0.5 + 0.5z^{-1}$ を採用することも可能である。

【符号の説明】

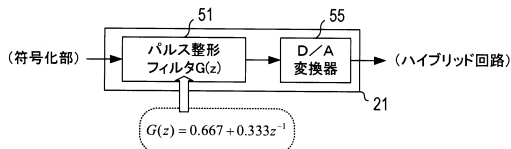
【0046】

1...通信装置、10...符号化回路、20...送受信回路、21...送信ユニット、25...受信ユニット、30...ハイブリッド回路、40...伝送線路、51...パルス整形フィルタ、55...デジタル/アナログ変換器。

【図1】



【図2】



【図3】

$G(z) = 0.667 + 0.333z^{-1}$ の場合

		前回入力値				
		-2	-1	0	1	2
最新入力値	-2	-2	-1.667	-1.333	-1	-0.667
	-1	-1.333	-1	-0.667	-0.333	0
	0	-0.667	-0.333	0	0.333	0.667
	1	0	0.333	0.667	1	1.333
	2	0.667	1	1.333	1.667	2

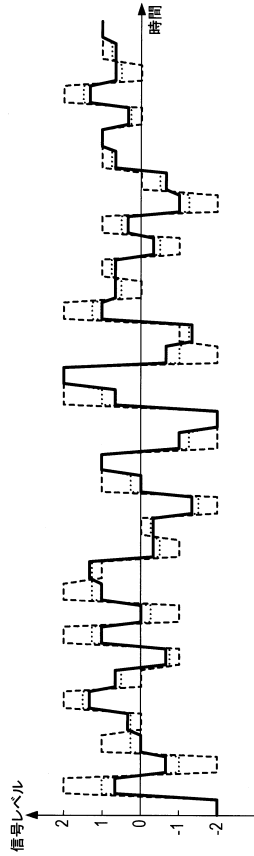
13レベル

$G(z) = 0.75 + 0.25z^{-1}$ の場合

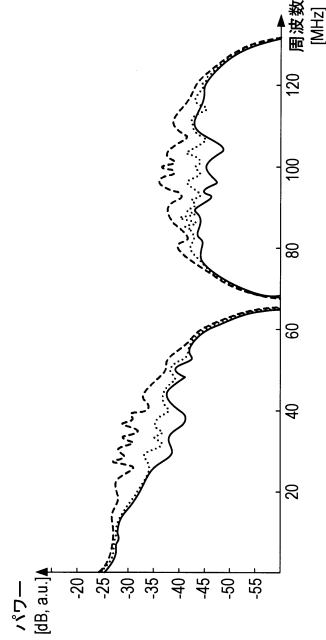
		前回入力値				
		-2	-1	0	1	2
最新入力値	-2	-2	-1.75	-1.5	-1.25	-1
	-1	-1.25	-1	-0.75	-0.5	-0.25
	0	-0.5	-0.25	0	0.25	0.5
	1	0.25	0.5	0.75	1	1.25
	2	1	1.25	1.5	1.75	2

17レベル

【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

$G(z) = 0.5 + 0.5z^{-1}$ の場合

		前回入力値				
		-2	-1	0	1	2
最新入力値	-2	-2	-1.5	-1	-0.5	0
	-1	-1.5	-1	-0.5	0	0.5
	0	-1	-0.5	0	0.5	1
	1	-0.5	0	0.5	1	1.5
	2	0	0.5	1	1.5	2

9レベル

【 図 8 】

$G(z) = 0.667 + 0.333z^{-1}$ の場合

		前回入力値			
		-3	-1	1	3
最新入力値	-3	-3	-2.333	-1.667	-1
	-1	-1.667	-1	-0.333	0.333
	1	-0.333	0.333	1	1.667
	3	1	1.667	2.333	3

10レベル

【 図 7 】

$G(z) = 0.667 + 0.333z^{-1}$ の場合

		前回入力値		
		-1	0	1
最新入力値	-1	-1	-0.667	-0.333
	0	-0.333	0	0.333
	1	0.333	0.667	1

7レベル



$G(z) = 0.75 + 0.25z^{-1}$ の場合

		前回入力値		
		-1	0	1
最新入力値	-1	-1	-0.75	-0.5
	0	-0.25	0	0.25
	1	0.5	0.75	1

9レベル

フロントページの続き

- (56)参考文献 特表2002-507076(JP,A)
米国特許第06201796(US,B1)
特開2004-007693(JP,A)
国際公開第2013/157196(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 25
H04B 3
H04J 3