

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-156861

(P2012-156861A)

(43) 公開日 平成24年8月16日(2012.8.16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H04B 3/54 (2006.01)	H04B 3/54	5K022
H04J 11/00 (2006.01)	H04J 11/00 Z	5K046

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2011-15301 (P2011-15301)
(22) 出願日 平成23年1月27日 (2011.1.27)

(71) 出願人 302062931
ルネサスエレクトロニクス株式会社
神奈川県川崎市中原区下沼部1753番地
(74) 代理人 100103894
弁理士 冢入 健
(72) 発明者 佐藤 高宏
神奈川県川崎市中原区下沼部1753番地
ルネサスエレクトロニクス株式会社内
Fターム(参考) 5K022 DD01 DD13 DD19 DD21 DD31
5K046 AA03 PS03 PS31 PS51 PS53

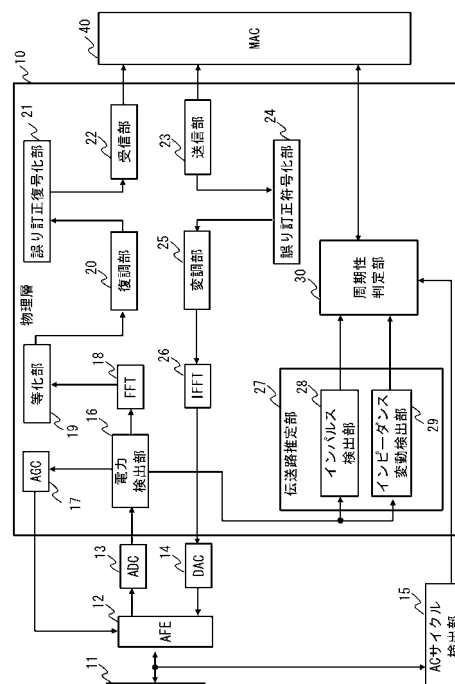
(54) 【発明の名称】 電力線通信装置及びノイズ検出方法

(57) 【要約】

【課題】 A/D変換器のダイナミックレンジの幅を広げることなく周期的に発生するノイズを検出することができる電力線通信装置及びノイズ検出方法を提供すること

【解決手段】 本発明にかかる電力線通信装置は、電力線11を介したデータの送受信に用いられる通信スロットの電力を検出する電力検出部16と、通信スロットのうちデータを送受信するために割り当てられていない未使用スロットの所定期間内の平均電力と、未使用スロットの瞬時電力との差分を用いて、伝送路状態を推定する伝送路推定部27と、推定された伝送路状態と、電力線11の交流サイクルとを用いて、周期的に発生するノイズを検出する周期性判定部30と、を備えるものである。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電力線を介したデータの送受信に用いられる通信スロットの電力を検出する電力検出部と、

前記通信スロットのうちデータを送受信するために割り当てられていない未使用スロットの平均電力と、前記未使用スロットの瞬時電力とに基づいて、伝送路の状態を推定する伝送路推定部と、

前記推定された前記伝送路の状態と、前記電力線の交流サイクルとに基づいて、周期的に発生するノイズを検出する周期性判定部と、を備える電力線通信装置。

【請求項 2】

前記伝送路状態推定部は、

前記未使用スロットの平均電力と、前記未使用スロットの瞬時電力との比に基づいて、前記伝送路のインパルスノイズを検出するインパルス検出部を有する、請求項 1 記載の電力線通信装置。

【請求項 3】

前記伝送路状態推定部は、

前記未使用スロットの所定期間内の第 1 の平均電力と、前記所定期間よりも短い期間における前記未使用スロットの第 2 の平均電力との比に基づいて前記伝送路のインピーダンス変動を検出するインピーダンス変動検出部を有する、請求項 1 又は 2 記載の電力線通信装置。

【請求項 4】

前記周期性判定部は、前記周期的にノイズが発生する通信スロットを検出し、

前記ノイズが発生する通信スロット以外の通信スロットに前記データを送受信する通信スロットを割り当てる割当制御部をさらに備える、請求項 3 に記載の電力線通信装置。

【請求項 5】

前記周期性判定部は、

前記伝送路推定部によって推定された伝送路状態を単位時間毎に記憶し、前記記憶した複数の伝送路状態と、前記電力線の交流サイクルとを用いて、前記周期的に発生するノイズを検出する、請求項 4 に記載の電力線通信装置。

【請求項 6】

前記周期性判定部は、

前記伝送路状態推定部においてインパルスノイズ及びインピーダンス変動の少なくともいずれか一方が検出された前記未使用スロットと、前記電力線の交流サイクルとを用いて、周期的に発生するノイズを検出する、請求項 5 に記載の電力線通信装置。

【請求項 7】

前記未使用スロットは、前記電力線通信装置及び前記電力線通信装置とは異なる他の電力線通信装置においてデータを送受信するために割り当てられていないスロットである、請求項 6 に記載の電力線通信装置。

【請求項 8】

前記割当制御部は、

前記電力線通信装置に送信されるビーコン信号に基づいて、前記未使用スロットの位置を決定する、請求項 7 に記載の電力線通信装置。

【請求項 9】

前記電力検出部、前記伝送路推定部及び前記周期性判定部は、物理層に配置され、前記割当制御部は、MAC 層に配置される、請求項 1 に記載の電力線通信装置。

【請求項 10】

電力線上の未使用の通信スロットを検出する制御部と、

前記未使用の通信スロットにおいて平均電力を算出する平均電力算出部と、

前記未使用の通信スロットにおいて瞬時電力を算出する瞬時電力算出部と、

前記平均電力と前記瞬時電力との比に基づく検出結果を単位時間毎に記憶し、前記記憶

10

20

30

40

50

した複数の検出結果に基づいて周期性ノイズを検出する周期性判定部と、
を有し、

前記制御部は、前記未使用の通信スロットの前記周期性ノイズの検出結果に基づいて、
前記未使用のスロットの中から使用するスロットを選択することを特徴とする電力線通信
装置。

【請求項 11】

電力線を介したデータの送受信に用いられる通信スロットの電力を検出し、
前記通信スロットのうちデータを送受信するために割り当てられていない未使用スロ
ットの平均電力と、前記未使用スロットの瞬時電力とに基づいて、伝送路の状態を推定し、
前記推定された前記伝送路の状態と、前記電力線の交流サイクルとに基づいて、周期的
に発生するノイズを検出するノイズ検出方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は電力線通信装置及びノイズ検出方法に関し、特に周期性ノイズを検出する電力
線通信装置及び周期性ノイズを検出するノイズ検出方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、屋内の通信において、電力線を用いた電力線通信が多く用いられている。電力線
通信は、非常にノイズが多い中で通信をする通信方式である。例えば、電力線には、多く
の電気機器が接続されている。そのため、電力線に接続されている電気機器からノイズが
発生し、発生したノイズは、重畳され増幅される。電気機器から発生するノイズには、電
力線の交流（ACサイクル）に同期したインパルスノイズや、インピーダンス変動がある
。電力線通信において、通信品質を向上させるために、インパルスノイズや、インピーダ
ンス変動を避けて通信を行うことが必要である。

20

【0003】

ここで、図13を用いて同期性のインパルスノイズについて説明する。図13には、縦
軸を振幅の絶対値、横軸を時間として、ノイズ信号の一例として振幅変動が示されてい
る。また、信号の振幅変動を示すグラフの下に、ACサイクルを示している。本図の例では
、ACサイクルの振幅のピークを迎えるタイミングに、電力線に発生するノイズ信号の振
幅が急激に大きくなる。このように、ACサイクルに同期して現れるノイズを、同期性の
インパルスノイズとする。次に、図14を用いて同期性のインピーダンス変動について説
明する。図14には、縦軸を振幅の絶対値、横軸を時間として、電力線信号の振幅変動が
示されている。また、振幅変動を示すグラフの下に、ACサイクルを示している。本図の
例では、ACサイクルの振幅のピークを迎えるタイミングに、電圧値の急激な変動（減少
）がみられる。この現象は、電力線における負荷（インピーダンス）が変動（減少）する
ことにより発生する現象である。

30

【0004】

インパルスノイズが発生することにより、アナログデジタル（A/D）変換器の入力ダイ
ナミックレンジを超えるような強いインパルスノイズがA/D変換器に入力される。こ
れにより、時間域信号が正しくA/D変換されず、矩形波を含むようになる。そのため、
FFT後の周波数帯域全域にわたってSNRが劣化する現象が起こる。ただし、これはA
/D変換器によって引き起こされた現象であり、実際の電力線の品質を示すものではない
。

40

【0005】

インパルスノイズ等の影響を回避するために、特許文献1の電力線搬送通信装置は、M
AC層において周期性ノイズを判定し、品質の悪い時間スロットは、通信に使用しないこ
とにより通信品質を向上させている。図15を用いて、特許文献1の電力線搬送通信装置
の具体的な構成例について説明する。電力線搬送通信装置は、電力線101を介して送信
された信号をAFE（アナログフロントエンド部）102において受け取る。AFE10

50

2は、受け取った信号をA/D（アナログデジタル変換部）103へ出力する。A/D103は、受け取った信号をデジタル信号に変換し、物理層100の信号強度測定部105及びキャリア周波数同期部106へ出力する。信号強度測定部105は、デジタル信号の信号強度をモニターし、AFE102へフィードバックする。これにより、A/Dへ入力される信号の振幅が調整される。

【0006】

また、キャリア周波数同期部106は、デジタル信号の同期をとり、FFT部107へ出力する。FFT部107は、受け取ったデジタル信号を、時間域信号から周波数域信号へ変換する。各サブキャリアの信号は、チャンネル推定部108において推定された伝送路歪みに基づいてチャンネル推定部108において等化される。等化された信号は、サブキャリア復調部110において復調された後に、誤り訂正・復号部111において誤り訂正処理が行われ、MAC層120へ出力される。

【0007】

データ送信時には、MAC層120から出力された信号を誤り訂正・符号化部112において誤り訂正可能なように符号化処理する。次に、誤り訂正・符号化部112から出力された信号は、IFFT部114においてIFFT処理され、D/A104によりアナログ信号に変換され、AFE102へ出力される。

【0008】

MAC層120は、品質管理部121と、周期性ノイズ判定部122と、トレーニング部123と、スケジューリング部124とを備えている。品質管理部121は、物理層100においてモニターされる信号強度等の情報を用いて、伝送路の変化をモニターする。トレーニング部123は、品質管理部121からのトレーニング命令を受け取ると、定められたトレーニングを実施し、トレーニング結果をスケジューリング部124へ通知する。

【0009】

周期性ノイズ判定部122は、物理層100における信号強度又はチャンネル推定結果等から、時間区間ごとの伝送路状況を定量的に把握し、周期性ノイズを判定する。スケジューリング部124は、周期性ノイズ判定部122で検出された周期性ノイズを避けるように、各スロットへのリソース割当等を行い、フレームを構成する。

【0010】

また、特許文献2の電力線通信システムは、対向装置から送信される送信データの受信電力値を測定し、インパルスノイズ及びインピーダンス変動を検出する技術を開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】特開2007-258897号公報

【特許文献2】特開2008-010948号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

しかし、特許文献1及び特許文献2に開示されている受信装置は、A/D変換器によりアナログ信号をデジタル信号へ変換後の復調データの誤り率やSNRによって品質を推定し、ノイズからの干渉を検出している。この場合、受信装置は、強いインパルス性ノイズが含まれる受信信号を正しく復調するために、A/D変換器のダイナミックレンジの幅を広げる必要がある。これにより、A/D変換器における有効変換ビット数をより多く必要とする。しかし、A/D変換器のダイナミックレンジの幅を広げると、A/D変換器の回路規模の増大、更には、消費電力の増大につながり、装置コストが増加するという問題がある。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明の第1の態様にかかる電力線通信装置は、電力線を介したデータの送受信に用いられる通信スロットの電力を検出する電力検出部と、前記通信スロットのうちデータを送受信するために割り当てられていない未使用スロットの平均電力と、前記未使用スロットの瞬時電力とに基づいて、伝送路の状態を推定する伝送路推定部と、前記推定された前記伝送路の状態と、前記電力線の交流サイクルとに基づいて、周期的に発生するノイズを検出する周期性判定部と、を備えるものである。

【0014】

このような電力線通信装置を用いることにより、未使用スロットの電力を用いて伝送路状態を推定することができる。そのため、対向装置から送信されるデータを正確に復調する必要がないため、A/D変換器のダイナミックレンジの幅を広げなくとも周期的に発生するノイズを検出することができる。

10

【0015】

本発明の第2の態様にかかるノイズ検出方法は、電力線を介したデータの送受信に用いられる通信スロットの電力を検出し、前記通信スロットのうちデータを送受信するために割り当てられていない未使用スロットの平均電力と、前記未使用スロットの瞬時電力とに基づいて、伝送路の状態を推定し、前記推定された前記伝送路の状態と、前記電力線の交流サイクルとに基づいて、周期的に発生するノイズを検出するものである。

【0016】

このようなノイズ検出方法を用いることにより、未使用スロットの電力を用いて伝送路状態を推定することができる。そのため、対向装置から送信されるデータを正確に復調する必要がないため、A/D変換器のダイナミックレンジの幅を広げなくとも周期的に発生するノイズを検出することができる。

20

【発明の効果】

【0017】

本発明により、A/D変換器のダイナミックレンジの幅を広げることなく周期的に発生するノイズを検出することができる電力線通信装置及びノイズ検出方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

30

【図1】実施の形態1にかかる電力線通信装置の構成図である。

【図2】実施の形態1にかかる通信要求に関する処理の流れを示す図である。

【図3】実施の形態1にかかる通信スロットの使用可否判定に関する処理の流れを示す図である。

【図4】実施の形態1にかかる伝送路状態の推定処理の流れを示す図である。

【図5】実施の形態1にかかるインパルス検出部の構成図である。

【図6】実施の形態1にかかるインピーダンス変動検出部の構成図である。

【図7A】実施の形態1にかかるインパルスノイズ検出の処理の流れを示す図である。

【図7B】実施の形態1にかかるインピーダンス変動検出の処理の流れを示す図である。

【図8】実施の形態1にかかるACサイクルと通信スロットとの関係を示す図である。

40

【図9】実施の形態1にかかる周期性判定部のメモリ構成を示す図である。

【図10】実施の形態1にかかる周期性判定部の構成図である。

【図11】実施の形態1にかかる周期性判定部のレジスタの構成を示す図である。

【図12】実施の形態1にかかる電力線通信装置の動作におけるタイミングチャートである。

【図13】同期性のインパルスノイズを説明する図である。

【図14】同期性のインピーダンス変動を説明する図である。

【図15】特許文献1の電力線搬送通信装置の構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

50

(実施の形態 1)

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。本発明の実施の形態 1 にかかる電力線通信装置は、物理層 10 と、電力線 11 と、A F E (アナログフロントエンド) 12 と、A D C (アナログデジタル変換部) 13 と、D A C (デジタルアナログ変換部) 14 と、A C サイクル検出部 15 と、電力検出部 16 と、A G C (Automatic Gain Control) 17 と、F F T 18 と、等化部 19 と、復調部 20 と、誤り訂正・復号化部 21 と、受信部 22 と、送信部 23 と、誤り訂正・符号化部 24 と、変調部 25 と、I F F T 26 と、伝送路推定部 27 と、インパルス検出部 28 と、インピーダンス変動検出部 29 と、周期性判定部 30 と、M A C 層 40 とを備えている。

【0020】

10

A F E 12 は、他の電力線通信装置等から送信されたデータを、電力線 11 を介して受け取る。A F E 12 は、他の電力線通信装置等から送信されたデータをアナログ信号により受け取る。A F E 12 は、受け取ったデータを、A D C 13 へ出力する。また、A F E 12 は、D A C 14 から受け取ったアナログ信号データを、電力線 11 を介して他の電力線通信装置等へ送信する。

【0021】

A D C 13 は、A F E 12 からアナログ信号として受け取ったデータを、デジタル信号へ変換する。A D C 13 は、デジタル信号へ変換したデータを電力検出部 16 へ出力する。A D C 13 は、ダイナミックレンジを超える電力を有するアナログ信号が入力された場合、入力されたアナログ信号を特定値のデジタル信号へ変換するようにしてもよい。

20

【0022】

電力検出部 16 は、A D C 13 から受け取ったデジタル信号データの受信電力を検出する。もしくは、電力検出部 16 は、A D C 13 から受け取ったデジタル信号データの受信レベルを検出する。電力検出部 16 は、単位時間 (通信スロット) 毎の受信電力を検出する。電力検出部 16 は、検出したデジタル信号データの受信電力を、A G C 17 及び伝送路推定部 27 へ出力する。また、電力検出部 16 は、デジタル信号データを、F F T 18 へ出力する。

【0023】

A G C 17 は、電力検出部 16 から受け取った受信電力値に応じて、A F E 12 の利得を調整し、A F E 12 から出力され、A D C 13 へ入力されるアナログ信号のレベルを一定に保つように制御する。

30

【0024】

F F T 18 は、電力検出部 16 から受け取ったデジタル信号データを F F T 処理する。つまり、F F T 18 は、電力検出部 16 から受け取ったデジタル信号データを、時間域信号から周波数域信号へ変換する。周波数域信号へ変換されたデジタル信号データは、複数のサブキャリアを有する。サブキャリアは、一定の周波数帯域幅を有する信号である。F F T 18 は、周波数域信号へ変換したデジタル信号データを等化部 19 へ出力する。

【0025】

等化部 19 は、電力線 11 等の伝送路の影響により歪んだ信号について、歪み補償を行う。等化部 19 は、歪み補償を行ったデジタル信号データを復調部 20 へ出力する。復調部 20 は、受け取ったデジタル信号データを復調する。復調部 20 は、復調した復調信号を誤り訂正・復号化部 21 へ出力する。誤り訂正・復号化部 21 は、受け取った復調信号の誤り検出を行い、検出した誤りを訂正する。誤り訂正・復号化部 21 は、誤り訂正を行った信号を、受信部 22 を介して M A C 層 40 へ出力する。

40

【0026】

データ送信を行う場合、送信部 23 は、M A C 層 40 から受け取ったデータを誤り訂正・符号化部 24 へ出力する。誤り訂正・符号化部 24 は、受け取ったデータを誤り訂正可能なように符号化処理し、変調部 25 へ出力する。変調部 25 は、受け取ったデータを変調し、I F F T 26 へ出力する。I F F T 26 は、変調部 25 から受け取ったデータを I F F T 処理、つまり、周波数域信号から時間域信号へ変換し、D A C 14 へ出力する。D

50

A C 1 4 は、I F F T 2 6 から受け取ったデジタル信号データをアナログ信号へ変換し、A F E 1 2 へ出力する。

【0027】

次に、伝送路推定部 2 7 及び周期性判定部 3 0 の機能について説明する。伝送路推定部 2 7 は、インパルス検出部 2 8 とインピーダンス変動検出部 2 9 とを有している。伝送路推定部 2 7 は、電力検出部 1 6 において検出された受信電力値に関する情報を受け取る。伝送路推定部 2 7 は、通信スロット毎の受信電力値に関する情報を受け取る。ここで、伝送路推定部 2 7 は、データを送受信するために割り当てられていない未使用スロットの受信電力値を用いて、伝送路状態を推定する。

【0028】

ここで、未使用スロットについて説明する。ACサイクル1周期を任意の等しい時間で分割した単位時間をスロットと定義し、電力線 1 1 を介して送受信などの通信が行われていないスロットを未使用スロットと定義する。

【0029】

伝送路推定部 2 7 は、電力検出部 1 6 からの受信電力値に関する情報を、インパルス検出部 2 8 及びインピーダンス変動検出部 2 9 において受け取る。インパルス検出部 2 8 は、所定期間内における未使用スロットの平均電力と、未使用スロットの瞬時電力との差分を用いて、インパルスノイズを検出する。未使用スロットの平均電力は、複数の未使用スロットにおける受信電力の平均値である。未使用スロットの瞬時電力は、例えば、ひとつの未使用スロットにおける受信電力である。もしくは、瞬時電力は、平均電力に用いられる未使用スロットの数よりも少ない数の未使用スロットにおける平均受信電力であってもよい。インパルス検出部 2 8 は、瞬時電力と平均電力との比が予め定められた閾値を超える場合に、インパルスノイズが発生しているものと判定してもよい。

【0030】

インピーダンス変動検出部 2 9 は、所定期間内における未使用スロットの平均電力と、平均電力において用いられる所定期間よりも少ない期間における未使用スロットの平均電力とを用いてインピーダンス変動を検出する。ここで、平均電力において用いられる所定期間よりも短い期間における未使用スロットの平均電力を、インパルス検出部 2 8 における説明時と同様に、瞬時電力として定義する。インピーダンス変動検出部 2 9 は、瞬時電力と平均電力との比が予め定められた閾値を下回る場合に、インピーダンス変動が発生しているものと判定してもよい。

【0031】

インパルス検出部 2 8 及びインピーダンス変動検出部 2 9 は、未使用スロットにおけるインパルス検出処理及びインピーダンス変動検出処理の結果を周期性判定部 3 0 へ出力する。例えば、インパルス検出部 2 8 は、インパルスノイズを検出した場合、H i g h レベル信号を周期性判定部 3 0 へ出力し、インパルスノイズを検出しなかった場合、L o w レベル信号を周期性判定部 3 0 へ出力するようにしてもよい。インピーダンス変動検出部 2 9 も同様である。

【0032】

A C サイクル検出部 1 5 は、電力線 1 1 から受け取ったアナログ信号を用いて A C サイクルを検出する。例えば、A C サイクル検出部 1 5 は、アナログ信号の受信電力が 0 となる通信スロットを検出し、A C サイクルを検出するようにしてもよい。A C サイクル検出部 1 5 は、A C サイクルの検出結果を周期性判定部 3 0 へ出力する。

【0033】

周期性判定部 3 0 は、A C サイクルの検出結果と、インパルスノイズの検出結果と、インピーダンス変動の検出結果とを用いて、周期的に発生するノイズを検出する。周期性判定部 3 0 は、複数周期の A C サイクルにおいて、周期的に発生しているインパルスノイズとインピーダンス変動と（以下、周期性ノイズと称する）があるか否かを判定する。周期性判定部 3 0 は、周期性ノイズの発生有無に関する情報を M A C 層 4 0 へ出力する。M A C 層 4 0 は、受け取った周期性ノイズの発生有無に関する情報を M A C 層 4 0 内のメモリ

10

20

30

40

50

等へ保持する。

【0034】

MAC層40は、周期性ノイズが発生している通信スロットへのデータ割り当てを避けるようにして、データの割り当てスケジューリングを行う。

【0035】

次に、図2を用いて本発明の実施の形態1にかかる通信要求に関する処理の流れについて説明する。はじめに、MAC層40の制御部（図示せず）は、他の電力線通信装置に対する通信要求が発生したか否かを判定する。通信要求が発生した場合、MAC層40の制御部は、周期性判定部30における周期性ノイズの発生有無に関する情報をMAC層40のメモリから読み出す（S12）。次に、MAC層40の制御部は、周期性ノイズが発生していない通信スロットにデータを割り当てるよう通信スロットの予約を行う（S13）。ステップS11において通信要求の発生がない場合、図3に示す通信スロットの使用可否判定処理を行う。

【0036】

次に、図3を用いて本発明の実施の形態1にかかる通信スロットの使用可否判定に関する処理の流れについて説明する。MAC層40の制御部は、任意の通信スロットを選択し、選択した通信スロットが、自局に割り当てられた通信スロットか否かを判定する（S14）。つまり、MAC層40の制御部は、選択した通信スロットに自局を宛先とするデータが設定されているか否かを判定する。選択した通信スロットが、自局に割り当てられた通信スロットである場合、MAC層40の制御部は、受信に関するデータ通信処理を実行する（S15）。選択した通信スロットが、自局に割り当てられた通信スロットではない場合、MAC層40の制御部は、他の電力線通信装置において使用される予定の通信スロットもしくは他の電力線通信装置宛てのデータが設定されている通信スロットか否かを判定する（S16）。通信スロットが、他の電力線通信装置において使用される予定又は他の電力線通信装置宛てのデータが設定されている場合、ステップS14の処理に戻る。通信スロットが、他の電力線通信装置において使用される予定はない又は他の電力線通信装置宛てのデータが設定されていない場合、図4に示す伝送路状態の推定処理を行う。

【0037】

ここで、選択した通信スロットに自局をあて先とするデータが設定されているか否か、選択した通信スロットが自局において送信用に割り当てられた通信スロットか否か、及び、他の電力線通信装置において使用される予定の通信スロットもしくは他の電力線通信装置宛のデータが設定されている通信スロットか否かについては、マスター装置として動作する他の電力線通信装置から送信されるビーコン信号によって通知されても良い。又は、ビーコン信号を用いて未使用スロットが通知されても良い。又は、あらかじめ未使用スロットが決定されており、その未使用スロットの位置をすべての電力線通信装置が予め認識していてもよい。マスター装置は、電力線11に接続されている電力線通信装置に対して、定期的にビーコン信号を送信してもよい。

【0038】

続いて、図4を用いて本発明の実施の形態1にかかる伝送路状態の推定処理の流れについて説明する。図3において、未使用スロットの選択が行われた場合、周期性判定部30は、MAC層40の制御部から、伝搬路状況時間方向推定開始指示を受け取る（S17）。次に、物理層10の制御部は、周期性判定部30に対して、周期性ノイズの検出処理動作の実行指示を行う（S18）。次に、周期性判定部30は、周期性ノイズの検出動作を実行する（S19）。周期性ノイズの検出動作として、周期性判定部30は、インパルス検出部28及びインピーダンス変動検出部29から出力されるインパルスノイズ等の検出結果が保持されているメモリ等から、周期性ノイズの発生有無を検出する。もしくは、周期性判定部30は、インパルス検出部28及びインピーダンス変動検出部29から、インパルスノイズ等の検出結果を収集し、周期性ノイズの発生有無を検出してもよい。

【0039】

続いて、図5を用いて本発明の実施の形態1にかかるインパルス検出部28の構成例に

について説明する。インパルス検出部 28 は、平均電力推定部 51 と、瞬時電力推定部 55 と、閾値判定保持部 57 と、比較部 58 とを備えている。また、平均電力推定部 51 は、自乗電力演算部 52 と、移動平均演算部 53 と、平均区間保持部 54 とを有している。さらに、瞬時電力推定部 55 は、自乗電力演算部 56 を有している。

【0040】

平均電力推定部 51 の自乗電力演算部 52 は、電力検出部 16 からデジタルデータの受信電力値に関する情報を受け取る。自乗電力演算部 52 は、受け取った受信電力の値から、自乗電力を演算する。自乗電力演算部 52 は、通信スロット毎の自乗電力を演算する。自乗電力演算部 52 は、算出した自乗電力の値に関する情報を移動平均演算部 53 へ出力する。

10

【0041】

平均区間保持部 54 は、平均電力を算出するための区間又は期間に関する情報を保持する。たとえば、平均区間保持部 54 は、平均電力を算出するための通信スロットの数を保持していてもよい。平均電力を算出するために用いられる通信スロットは、未使用スロットが用いられる。平均区間保持部 54 は、平均電力を算出するための区間又は期間に関する情報を移動平均演算部 53 へ出力する。

【0042】

移動平均演算部 53 は、平均区間保持部 54 から受け取った平均電力を算出するための区間又は期間内の自乗電力を用いて、当該区間又は期間における平均電力を演算する。移動平均演算部 53 は、演算した平均電力に関する情報を比較部 58 へ出力する。

20

【0043】

瞬時電力推定部 55 の自乗電力演算部 56 は、平均電力推定部 51 における自乗電力演算部 52 と同様に、電力検出部 16 からデジタルデータの受信電力値に関する情報を受け取り、受け取った受信電力の値から自乗電力を演算する。自乗電力演算部 56 は、演算した自乗電力の値を比較部 58 へ出力する。ここで、本図においては平均電力推定部 51 及び瞬時電力推定部 55 がそれぞれ自乗電力演算部を有しているが、一つの自乗電力演算部が、平均電力推定部 51 及び瞬時電力推定部 55 に共有して用いられてもよい。

【0044】

比較部 58 は、平均電力推定部 51 において算出された平均電力と、瞬時電力推定部 55 において算出された瞬時電力とに基づいて、インパルスノイズが発生しているか否かを判定する。例えば、比較部 58 は、瞬時電力と平均電力との比が、所定の値以上である場合、瞬時電力が算出された通信スロットには、インパルスノイズが発生していると判定する。インパルスノイズが発生しているか否かを判定するために用いられる所定の値は、閾値判定保持部 57 に保持されている。比較部 58 は、瞬時電力と平均電力との比が、閾値判定保持部 57 から受け取った値より大きいかな否かを判定し、インパルスノイズの発生有無を判定する。比較部 58 は、インパルスノイズの発生有無に関する情報を周期性判定部 30 へ出力する。

30

【0045】

続いて、図 6 を用いて本発明の実施の形態 1 にかかるインピーダンス変動検出部 29 の構成例について説明する。インピーダンス変動検出部 29 は、平均電力推定部 61 と、準瞬時電力推定部 65 と、閾値判定保持部 69 と、比較部 70 とを備えている。平均電力推定部 61 は、自乗電力演算部 62 と、移動平均演算部 63 と、平均区間保持部 64 とを有している。また、準瞬時電力推定部 65 は、自乗電力演算部 66 と、移動平均演算部 67 と、平均区間保持部 68 とを備えている。

40

【0046】

平均電力推定部 61 及び準瞬時電力推定部 65 のそれぞれの構成要素は、インパルス検出部 28 の平均電力推定部 51 と同様であるため、詳細な説明を省略する。ここで、平均電力推定部 61 の平均区間保持部 63 と、準瞬時電力推定部 65 の平均区間保持部 67 との差異について説明する。移動平均演算部 63 は、移動平均演算部 67 と比較して長い区間を用いて平均電力を算出する。インピーダンス変動検出部 29 においては、平均電力よ

50

りも短い区間を用いて算出された電力が瞬時電力として、比較部 70 へ出力される。

【0047】

続いて、図 7A を用いて本発明の実施の形態 1 にかかるインパルスノイズ検出の処理の流れについて説明する。はじめに、インパルス検出部 28 の平均電力推定部 51 は、受信したデジタル信号の所定区間における平均電力を算出する (S21)。また、平均電力推定部 51 において平均電力が算出されるとともに、インパルス検出部 28 の瞬時電力推定部 55 は、瞬時電力を算出する (S22)。次に、比較部 58 は、瞬時電力と平均電力との比が、閾値判定保持部 57 において予め定められた閾値よりも大きいかなかを判定する (S23)。瞬時電力と平均電力との比が、閾値判定保持部 57 において予め定められた閾値よりも大きい場合 (ステップ S23 における条件式を満たす場合)、インパルス検出部 28 は、周期性判定部 30 に対して High レベル信号を出力する (S24)。瞬時電力と平均電力との比が、閾値判定保持部 57 において予め定められた閾値よりも小さい場合 (ステップ S23 の式を満たさない場合)、インパルス検出部 28 は、周期性判定部 30 に対して Low レベル信号を出力する (S25)。

【0048】

続いて、図 7B を用いて本発明の実施の形態 1 にかかるインピーダンス変動検出の処理の流れについて説明する。はじめに、インピーダンス変動検出部 29 の平均電力推定部 61 は、受信したデジタル信号の所定区間における平均電力を算出する (S31)。また、平均電力推定部 61 において平均電力が算出されるとともに、インピーダンス変動検出部 29 の準瞬時電力推定部 65 は、瞬時電力を算出する (S32)。次に、比較部 70 は、瞬時電力と平均電力との比が、閾値判定保持部 69 において予め定められた閾値よりも小さいかなかを判定する (S33)。瞬時電力と平均電力との比が、閾値判定保持部 69 において予め定められた閾値よりも小さい場合 (ステップ S23 における条件式を満たす場合)、インピーダンス変動検出部 29 は、周期性判定部 30 に対して High レベル信号を出力する (S34)。瞬時電力と平均電力との比が、閾値判定保持部 69 において予め定められた閾値よりも大きい場合 (ステップ S33 の式を満たさない場合)、インピーダンス変動検出部 29 は、周期性判定部 30 に対して Low レベル信号を出力する (S35)。

【0049】

続いて、図 8 及び図 9 を用いて本発明の実施の形態 1 にかかる周期性判定部 30 の処理概要について説明する。図 8 は、周期性を有する通信スロットを示している。1 サイクルは、AC サイクルのゼロクロス点からゼロクロス点までの期間である。本図に示されているように、1 サイクルに、通信スロット #0 ~ #m (m は 1 以上の自然数) が含まれている。本図においては、サイクル n ~ サイクル n+2 (n は 1 以上の自然数) の例が、示されている。

【0050】

図 9 は、周期性判定部 30 のメモリの構成を示している。周期性判定部 30 のメモリは、サイクル n ~ n+k (k は自然数) における通信スロット #0 ~ #m の出力値を関連付けて管理している。本図においては、サイクル数 (サイクル番号) が増加する方向をビット方向とし、スロット番号が増加する方向をワード方向としている。また、周期性判定部 30 のレジスタは、スロット毎にビット方向に加算した値と所定の閾値とを比較し、その判定結果を保持する。周期性判定部 30 は、判定結果を用いて周期性ノイズを検出する。

【0051】

続いて、図 10 を用いて本発明の実施の形態 1 にかかる周期性判定部 30 の構成例について説明する。周期性判定部 30 は、OR 回路 71 と、データ生成部 72 と、書き込み制御部 73 と、メモリ 74 と、加算部 75 と、読出し制御部 76 と、閾値保持部 77 と、比較部 78 と、書き込み制御部 79 と、レジスタ 80 とを備えている。

【0052】

OR 回路 71 は、インパルス検出部 28 とインピーダンス変動検出部 29 とから、インパルスノイズ及びインピーダンス変動の検出結果を受け取る。OR 回路 71 は、インパル

ス検出部 28 及びインピーダンス変動検出部 29 の少なくとも一方から、インパルスノイズ又はインピーダンス変動を検出した検出結果を受け取ると、ノイズを検出したことを示す High レベル信号をデータ生成部 72 へ出力する。

【0053】

データ生成部 72 は、OR 回路 71 から受け取ったノイズ検出結果をメモリ 74 へ書き込むため、書き込みを行うメモリ 74 のビット位置を決定する。メモリ 74 のビット位置は、ノイズ検出が行われた通信スロット番号及びサイクル番号から決定される。データ生成部 72 は、決定したメモリ 74 のビット位置に、OR 回路 71 から受け取ったノイズ検出結果を書き込む。また、書き込み制御部 73 は、データ生成部 72 がメモリ 74 へノイズ検出結果を書き込むタイミングを制御する。

10

【0054】

メモリ 74 は、図 9 において説明したように、通信スロット番号とサイクル番号とによって定まるビット位置に、データ生成部 72 から出力されるノイズ検出結果を保持する。

【0055】

加算部 75 は、メモリ 74 において、それぞれのビットに保持されている値を、通信スロット毎にビット方向に加算する。それぞれのビットに保持されている値とは、ノイズの検出を示す「1」又は、ノイズが発生していないことを示す「0」等である。また、読出し制御部 76 は、加算部 75 がメモリ 74 内のデータを読み出すタイミングを制御する。加算部 75 は、加算した値を比較部 78 へ出力する。

【0056】

20

比較部 78 は、閾値保持部 77 に保持されている閾値と、加算部 75 から出力された値とを比較し、周期性ノイズの発生有無を判定する。比較部 78 は、加算部 75 から出力された値が、閾値を超えている場合、該当する通信スロットに周期性ノイズが発生していることをレジスタ 80 へ通知する。比較部 78 は、加算部 75 から出力された値が、閾値を超えていない場合、該当する通信スロットに周期性ノイズが発生していないことをレジスタ 80 へ通知する。また、書き込み制御部 79 は、比較部 78 がレジスタ 80 へ周期性ノイズの発生有無を通知（書き込み）するタイミングを制御する。

【0057】

レジスタ 80 は、比較部 78 から通知された周期性ノイズの発生有無に関する情報を保持し、MAC 層 40 へ通知する。

30

【0058】

続いて、図 11 を用いて本発明の実施の形態 1 にかかるレジスタ 80 の構成例について説明する。レジスタ 80 は、通信スロット毎の周期性判定結果を保持するための D フリップフロップ (DFF) 回路を備えている。本図においては、通信スロット #0 には DFF 81 が対応し、通信スロット #1 には DFF 82 が対応し、通信スロット #m には、DFF 83 が対応する。DFF 81 ~ 83 は、比較部 78 から受け取った値を書き込み制御部 79 によって制御されたタイミングに保持し、保持した値を MAC 層 40 へ出力する。

【0059】

続いて、図 12 を用いて本発明の実施の形態 1 にかかる電力線通信装置の動作におけるタイミングチャートについて説明する。本図においては、1 サイクル中の通信スロット数を 8 とする。未使用スロット判定は、ビーコン信号等によって通知され、通信スロットが使用されているか否かを示す。High レベル信号は、通信スロットが未使用であることを示し、Low レベル信号は、通信スロットが使用されていることを示している。本図においては、サイクル n 及びサイクル n+1 におけるスロット #0 ~ #7 は、未使用スロットであることを示している。

40

【0060】

AC サイクルは、電力線の交流信号を示している。また、AC サイクル検出部出力は、AC サイクルのゼロクロス点において High レベル信号を出力する。インパルス検出は、インパルス検出部 28 においてインパルスノイズが検出された通信スロットにおいて High レベル信号を出力する。また、インピーダンス変動は、インピーダンス変動検出部

50

29においてインピーダンス変動が検出された通信スロットにおいてHighレベル信号を出力する。

【0061】

OR回路出力は、OR回路71においてノイズを検出したと判定された場合に、Highレベル信号を出力する。本図においては、インパルスノイズが検出された通信スロット又はインピーダンス変動が検出されたスロットにおいて、ノイズを検出したと判定されている。書き込み制御及び読み出し制御は、それぞれの通信スロットにおいて、データを書き込む及び読み出すタイミングを示している。レジスタ出力は、レジスタ80において周期性ノイズが検出された場合、Highレベル信号が出力され、周期性ノイズが検出されなかった場合、Lowレベル信号が出力される。

10

【0062】

以上説明したように本発明の実施の形態1にかかる電力線通信装置を用いることにより、FFT処理を行う前の未使用スロットの受信電力値を用いて、周期性ノイズが発生しているか否かを検出することができる。これにより、対向装置から送信されるデータを正確にFFT処理及び復調処理等を行うために、ADC13のダイナミックレンジの幅を広げることなく、周期性ノイズの発生を検出することができる。

【0063】

なお、本発明は上記実施の形態に限られたものではなく、趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更することが可能である。

【符号の説明】

20

【0064】

- 10 物理層
- 11 電力線
- 12 AFE
- 13 ADC
- 14 DAC
- 15 ACサイクル検出部
- 16 電力検出部
- 17 AGC
- 18 FFT
- 19 等化部
- 20 復調部
- 21 誤り訂正部
- 22 受信部
- 23 送信部
- 24 誤り訂正部
- 25 変調部
- 26 IFFT
- 27 伝送路推定部
- 28 インパルス検出部
- 29 インピーダンス変動検出部
- 30 周期性判定部
- 40 MAC層
- 51 平均電力推定部
- 52 自乗電力演算部
- 53 移動平均演算部
- 54 平均区間保持部
- 55 瞬時電力推定部
- 56 自乗電力演算部
- 57 閾値判定保持部

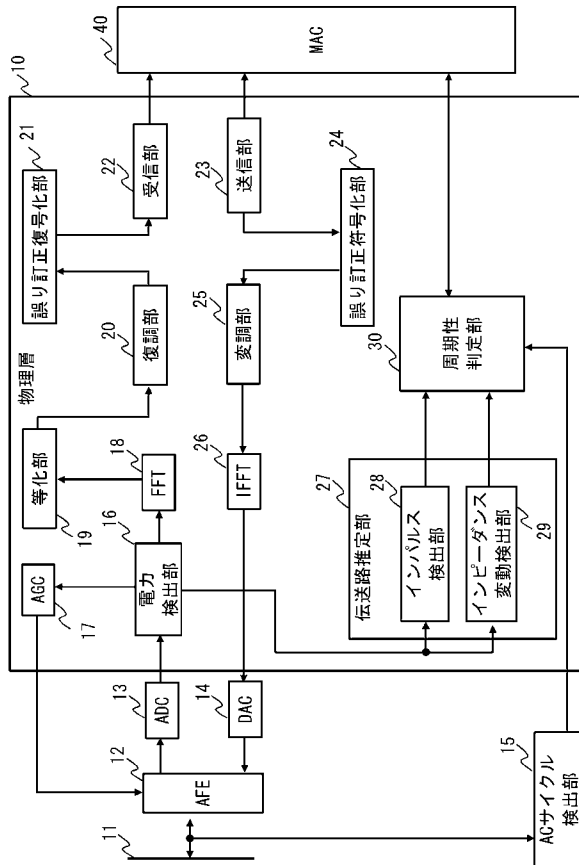
30

40

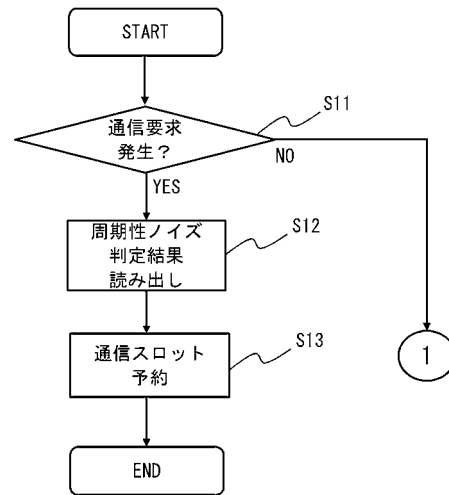
50

5 8	比較部	
6 1	平均電力推定部	
6 2	自乗電力演算部	
6 3	移動平均演算部	
6 4	平均区間保持部	
6 5	準瞬時電力推定部	
6 6	自乗電力演算部	
6 7	移動平均演算部	
6 8	平均区間保持部	
6 9	閾値判定保持部	10
7 0	比較部	
7 1	OR回路	
7 2	データ生成部	
7 3	書き込み制御部	
7 4	メモリ	
7 5	加算部	
7 6	読出し制御部	
7 7	閾値保持部	
7 8	比較部	
7 9	書き込み制御部	20
8 0	レジスタ	
8 1 ~ 8 3	DF F	
1 0 0	物理層	
1 0 1	電力線	
1 0 2	A F E	
1 0 3	A / D	
1 0 4	D / A	
1 0 5	信号強度測定部	
1 0 6	キャリア周波数同期部	
1 0 7	F F T 部	30
1 0 8	チャネル推定部	
1 0 9	等化部	
1 1 0	サブキャリア復調部	
1 1 1	誤り訂正部	
1 1 2	誤り訂正部	
1 1 3	サブキャリア変調部	
1 1 4	I F F T 部	
1 2 0	M A C 層	
1 2 1	品質管理部	
1 2 2	周期性ノイズ判定部	40
1 2 3	トレーニング部	
1 2 4	スケジューリング部	

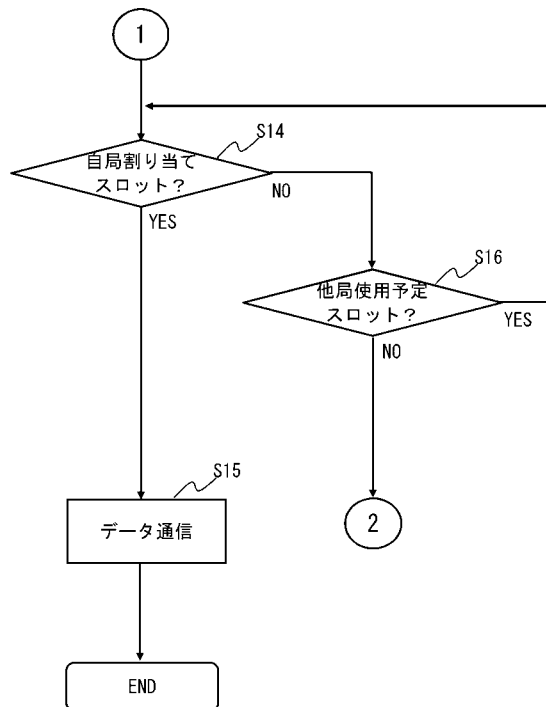
【図 1】



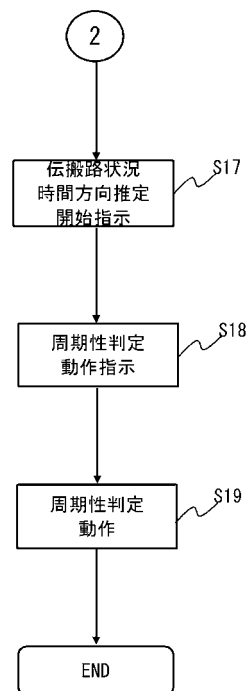
【図 2】



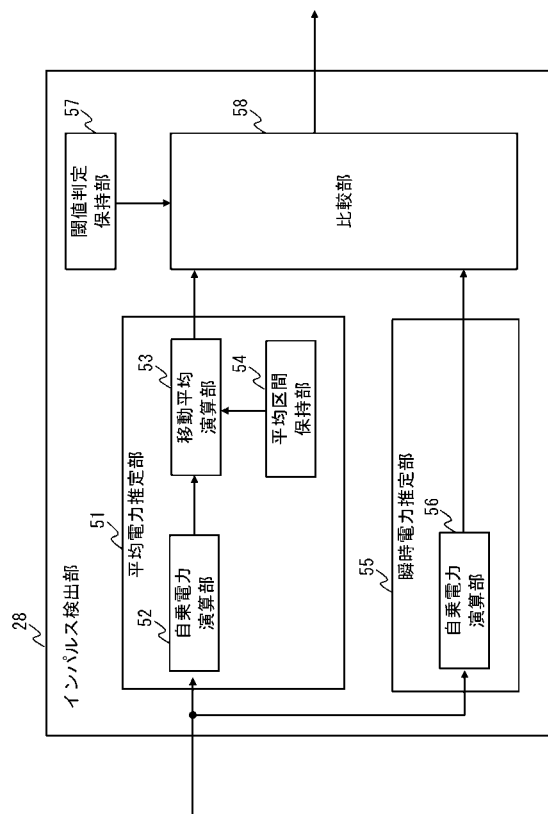
【図 3】



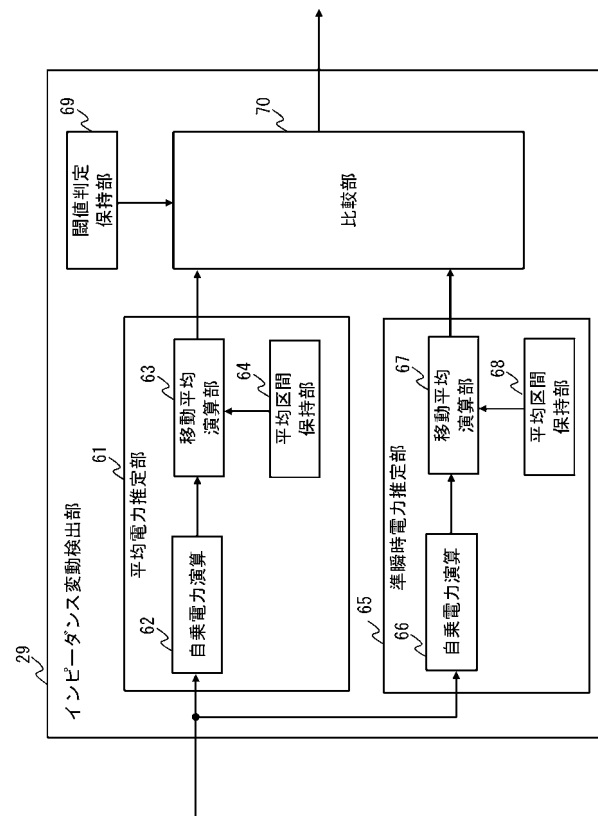
【図 4】



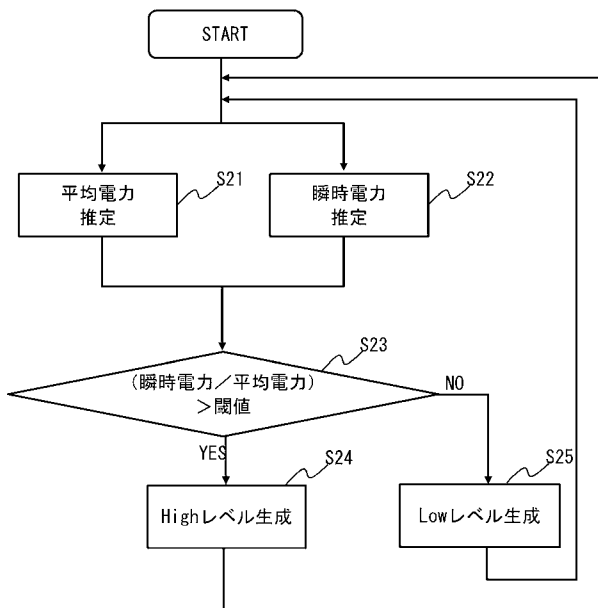
【図 5】



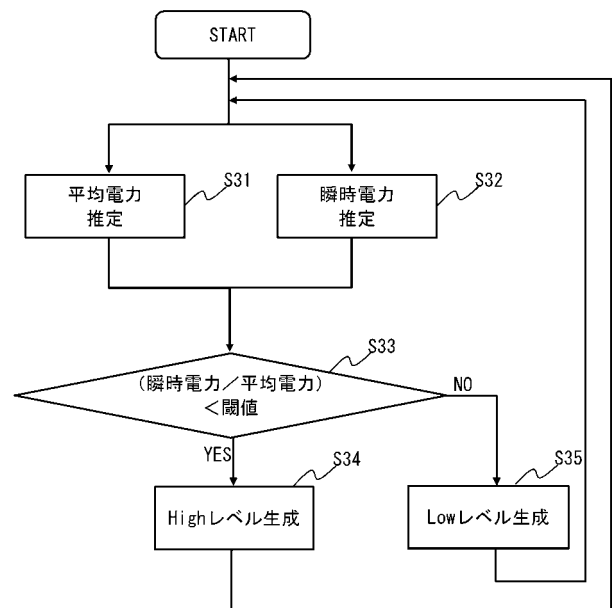
【図 6】



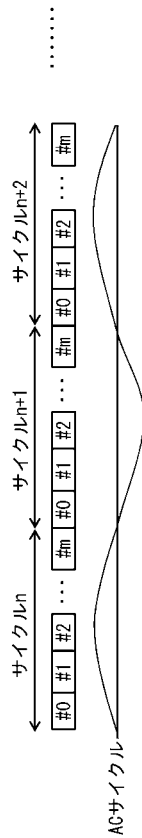
【図 7 A】



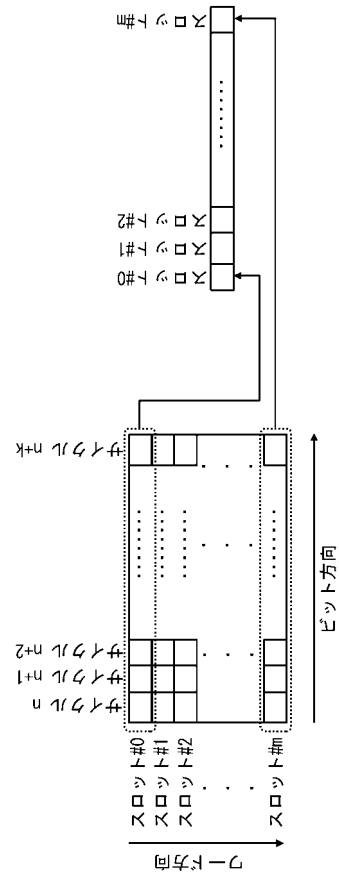
【図 7 B】



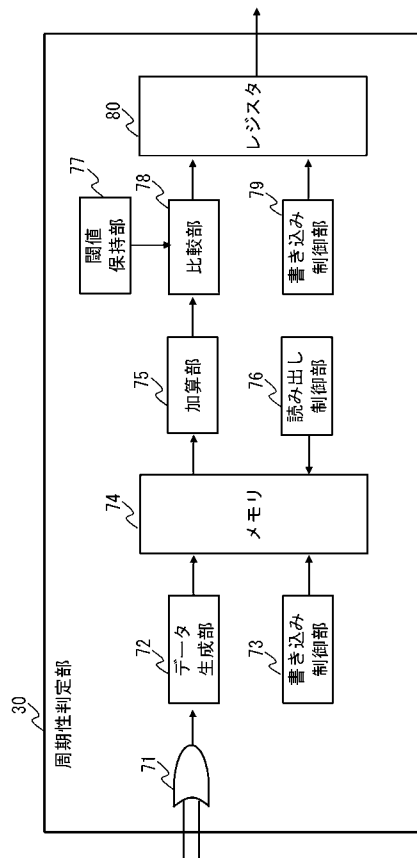
【 図 8 】



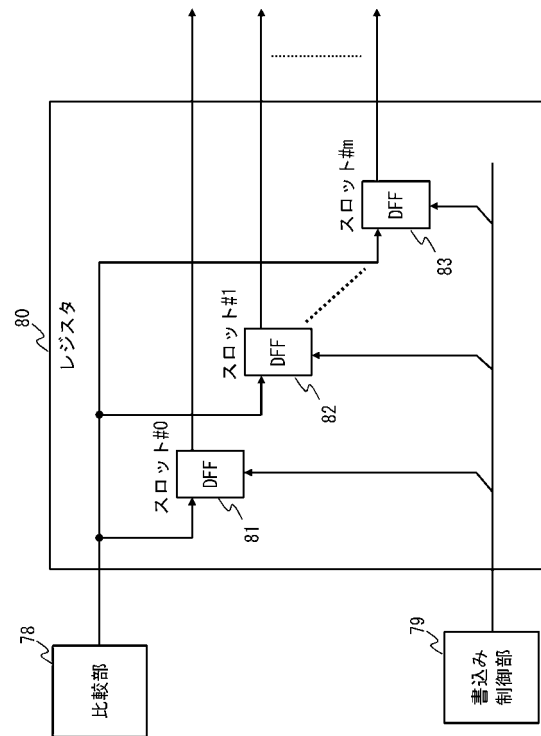
【图 9】



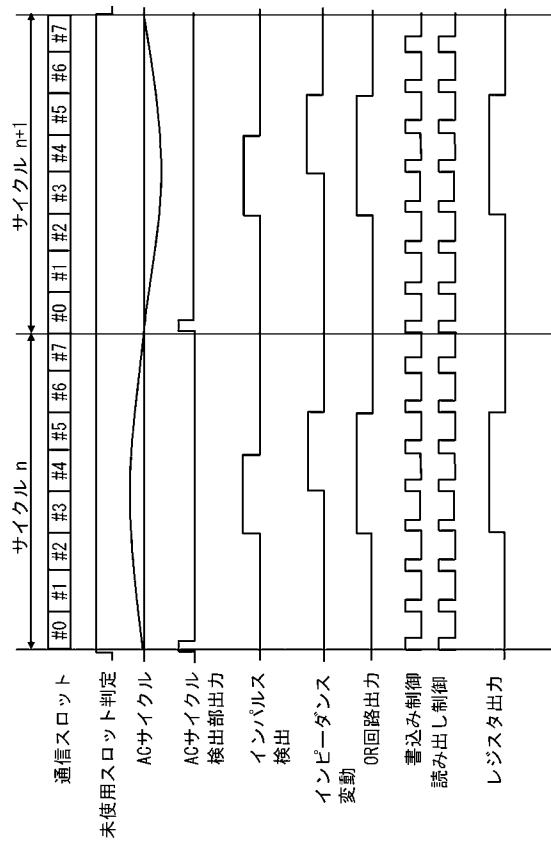
【図 10】



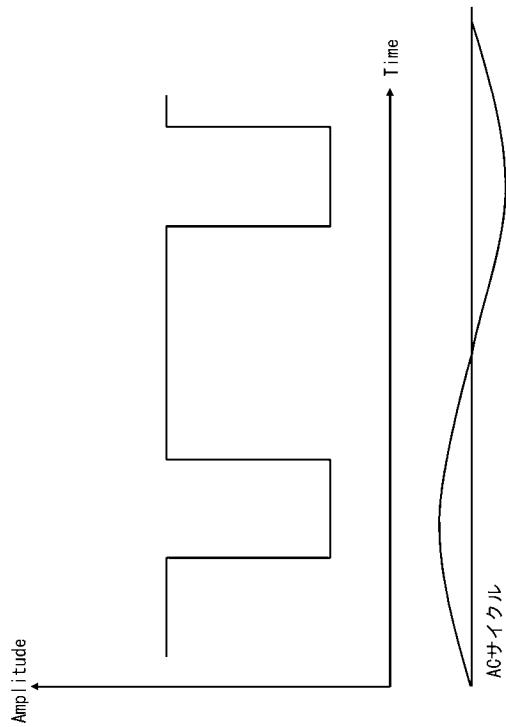
【 図 1 1 】



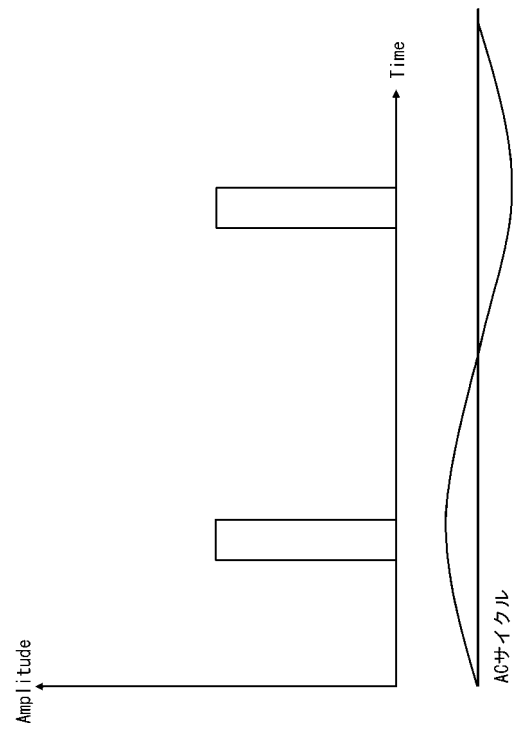
【図 1 2】



【図 1 4】



【図 1 3】



【図 1 5】

