

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5454181号
(P5454181)

(45) 発行日 平成26年3月26日(2014.3.26)

(24) 登録日 平成26年1月17日(2014.1.17)

(51) Int.Cl. F I
H04B 1/16 (2006.01) H04B 1/16 R

請求項の数 8 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2010-23164 (P2010-23164)	(73) 特許権者	000004260 株式会社デンソー
(22) 出願日	平成22年2月4日(2010.2.4)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(65) 公開番号	特開2011-166209 (P2011-166209A)	(74) 代理人	110000578 名古屋国際特許業務法人
(43) 公開日	平成23年8月25日(2011.8.25)	(72) 発明者	神谷 有志 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24年4月11日(2012.4.11)	(72) 発明者	小枝 賢一 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
		(72) 発明者	杉浦 泰伸 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線受信装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

特定の周波数帯域の無線信号を受信する受信手段と、
該受信手段を介して受信した無線信号である受信信号を、予め設定された利得で増幅する増幅手段と、

該増幅手段にて増幅された受信信号を復調してビット列を生成するための信号処理を行い、該信号処理を行うと前記受信信号の全体の長さを表すパケット長情報を出力する信号処理手段と、

前記受信信号の電力を測定して該受信電力を示すRSSI信号を出力するRSSI手段と、

前記受信電力の変動の大きさを示す電力変動値が、予め設定された基準閾値を越えることを作動条件とし、該作動条件を満たす場合、前記RSSI手段から出力されるRSSI信号に基づいて、前記増幅手段による増幅後の受信信号の平均電力が、前記信号処理手段による復調可能な目標値に一致するように、前記利得の設定を変更する利得設定手段と、

前記信号処理手段による前記信号処理後の前記受信電力を保持する電力保持手段と、
前記RSSI手段から出力されるRSSI信号と、前記信号処理手段から出力されるパケット長情報とに基づいて、前記無線信号の受信終了を判定する受信終了判定手段と、
を備え、

前記電力保持手段は、前記RSSI手段から出力されるRSSI信号と、前記受信終了判定手段による判定結果とに基づいて、前記無線信号の受信終了から一定時間経過後の前

記受信電力をノイズレベルとして保持し、

前記利得設定手段は、前記RSSI手段から直接入力したRSSI信号に基づく前記受信電力と、前記電力保持手段により保持されている前記ノイズレベルとの電力差を、前記電力変動値とすることを特徴とする無線受信装置。

【請求項2】

前記受信終了判定手段は、前記RSSI手段から出力されるRSSI信号に基づいて、前記受信信号の平均電力が所定の閾値を下回るタイミングを検出する第1の検出処理を行うと共に、前記信号処理手段から出力されるパケット長情報に基づいて、前記受信信号の終了タイミングを検出する第2の検出処理を行い、該第1及び第2の検出処理のいずれかの処理において先に検出された方のタイミングによって前記無線信号の受信終了を判定することを特徴とする請求項1に記載の無線受信装置。

10

【請求項3】

特定の周波数帯域の無線信号を受信する受信手段と、

該受信手段を介して受信した無線信号である受信信号を、予め設定された利得で増幅する増幅手段と、

該増幅手段にて増幅された受信信号を復調してビット列を生成するための信号処理を行う信号処理手段と、

前記受信信号の電力を測定して該受信電力を示すRSSI信号を出力するRSSI手段と、

前記受信電力の変動の大きさを示す電力変動値が、予め設定された基準閾値を越えることを作動条件とし、該作動条件を満たす場合、前記RSSI手段から出力されるRSSI信号に基づいて、前記増幅手段による増幅後の受信信号の平均電力が、前記信号処理手段による復調可能な目標値に一致するように、前記利得の設定を変更する利得設定手段と、を備え、

20

前記利得設定手段は、前記電力変動値が前記基準閾値を越えて上昇した後に下降に転じる上昇ピークから所定の第1待機時間が経過するまでの間に、該電力変動値が再び上昇に転じたと判断した場合、このときの電力変動値が下降した後に再び上昇に転じる下降ピークを検出し、該下降ピークにおける前記電力変動値に基づいて前記基準閾値を再設定することを特徴とする無線受信装置。

【請求項4】

前記RSSI手段から出力されるRSSI信号を、予め規定された遅延時間だけ遅らせて、前記利得設定手段に入力する遅延手段を備え、

前記利得設定手段は、前記RSSI手段から直接入力したRSSI信号に基づく前記受信電力と、前記遅延手段を介して入力したRSSI信号に基づく前記受信電力との電力差を、前記電力変動値とすることを特徴とする請求項3に記載の無線受信装置。

30

【請求項5】

前記信号処理手段による前記信号処理後の前記受信電力を保持する電力保持手段を備え、

前記利得設定手段は、前記RSSI手段から直接入力したRSSI信号に基づく前記受信電力と、前記電力保持手段により保持されている前記受信電力との電力差を、前記電力変動値とすることを特徴とする請求項3に記載の無線受信装置。

40

【請求項6】

前記電力保持手段は、自身の保持しているノイズレベルが、前記受信信号の平均電力を上回る場合、前記RSSI手段から出力されるRSSI信号に基づいて、該ノイズレベルを更新することを特徴とする請求項1、請求項2および請求項5のいずれか1項に記載の無線受信装置。

【請求項7】

前記ビット列に含まれているプリアンプルを検出するプリアンプル検出手段を備え、

前記利得設定手段は、前記プリアンプル検出手段による前記プリアンプルの検出後、前記信号処理手段による前記信号処理が完了するまで、前記利得の設定を保持することを特

50

徴とする請求項 1 ないし請求項 6 のいずれか 1 項に記載の無線受信装置。

【請求項 8】

前記プリアンブル検出手段は、
前記受信信号の繰り返し部分における自己相関を検出する自己相関検出部と、
前記受信信号と既知信号パターンとの相互相関を検出する相互相関検出部と、
を備えることを特徴とする請求項 7 に記載の無線受信装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、特定の周波数帯域の無線信号を受信する無線受信装置に関する。

10

【背景技術】

【0002】

昨今では、ITS (Intelligent Transport Systems) の一つとして、道路側に設置された通信インフラ (路側器) や他の車両などと、ドライバの運転車両との間で無線通信を行い、ドライバ側から死角となる情報 (死角情報) を運転車両に提供することによって、安全運転の支援や事故防止などを図るインフラ協調型の安全運転支援システム (以下、インフラ協調システムという) の構築が進められている。

【0003】

具体的にはインフラ協調システムでは、無線通信を行うための周波数帯域が割り当てられ、この特定の周波数帯域の無線信号を受信するために、例えば運転車両に無線受信装置が設置される。一般的に、この種の無線受信装置は、受信信号を増幅し、その増幅信号をサンプリングしてデジタル信号に変換した後に、デジタル信号を復調することにより、各種情報 (死角情報など) を表すビット列を生成するように構成される。

20

【0004】

また従来技術としては、受信信号の電力を測定し、受信電力が所定の電力閾値を上回る場合に限り、増幅信号の平均電力がサンプリング可能な (換言すれば、受信信号を復調可能な) 目標値に一致するように、受信信号の増幅率 (利得) の設定を変更する AGC (Automatic Gain Control) を行う受信装置が知られている (例えば、特許文献 1 参照)。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0005】

【特許文献 1】特開 2006 - 311261 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、インフラ協調システムでは、2011年の地上テレビジョン放送のデジタル化完了に伴い、新たな周波数需要に分配することが可能となった周波数帯域 (715 MHz ~ 725 MHz) を利用することが検討されており、この周波数帯域が、地上デジタル放送の周波数帯域 (470 MHz ~ 710 MHz) や携帯電話の周波数帯域 (730 MHz ~ 770 MHz) と隣接するため、無線受信装置に対するノイズの影響が懸念される。

40

【0007】

このような周波数環境の変化において、ノイズ耐性に優れた無線受信装置の開発が望まれるが、従来の AGC を行う無線受信装置では、例えば本来受信すべき信号の電力を上回るノイズが発生すると、そのノイズ強度に対応する利得が固定されてしまうため、適切に増幅信号をサンプリングできない (ひいては受信信号を復調できない) 虞があるという問題があった。

【0008】

本発明は、上記問題点を解決するために、ノイズ環境下においても的確に利得を調整することが可能な無線受信装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

50

【0009】

上記目的を達成するためになされた第1発明である請求項1に記載の無線受信装置では、受信手段が、特定の周波数帯域の無線信号を受信し、増幅手段が、受信手段を介して受信した無線信号（即ち、受信信号）を予め設定された利得で増幅する。そして、信号処理手段が、増幅手段にて増幅された受信信号を復調してビット列を生成するための信号処理を行い、その信号処理を行うと受信信号の全体の長さを表すパケット長情報を出力する。

【0010】

ここで、本発明の無線受信装置では、RSSI手段によって、受信信号の電力を測定してその受信電力を示すRSSI信号を出力する。そして、利得設定手段によって、受信電力の変動の大きさを示す電力変動値が、予め設定された基準閾値を越える場合に、RSSI手段から出力されるRSSI信号に基づいて、増幅手段による増幅後の受信信号の平均電力が、信号処理手段による復調可能な目標値に一致するように、利得の設定を変更する。

10

さらに、本発明の無線受信装置では、受信終了判定手段が、RSSI手段から出力されるRSSI信号と、信号処理手段から出力されるパケット長情報とに基づいて、無線信号の受信終了を判定する。

具体的には、電力保持手段は、RSSI手段から出力されるRSSI信号と、受信終了判定手段による判定結果とに基づいて、無線信号の受信終了から一定時間経過後の受信電力をノイズレベルとして保持し、利得設定手段は、RSSI手段から直接入力したRSSI信号に基づく受信電力と、電力保持手段により保持されているノイズレベルと、の電力差を電力変動値とし、閾値判定に応じて利得の設定を変更する。

20

【0011】

つまり、このように構成された無線受信装置では、電力変動値が基準閾値を越える毎に、復調可能なレベルに利得の設定が変更されるため、瞬時的に強いレベルのノイズが発生した場合であっても、その後の受信信号の電力変動に追従して、利得の再設定を行うことが可能になる。したがって、本発明の無線受信装置によれば、ノイズ環境下においても確に利得を調整することができる。また、このように構成された無線受信装置によれば、ビット列を表す無線信号（パケット）の受信後の信号レベルを、定常的に発生しているノイズ（以下、定常ノイズという）に依るものとして、定常ノイズのレベルがパケットの受信毎に変化する場合であっても、少なくとも定常ノイズを上回る受信信号に基づいて、利得を調整することができる。

30

詳細には、請求項2に記載のように、受信終了判定手段は、RSSI手段から出力されるRSSI信号に基づいて、受信信号の平均電力が所定の閾値を下回るタイミングを検出する第1の検出処理を行うと共に、信号処理手段から出力されるパケット長情報に基づいて、受信信号の終了タイミングを検出する第2の検出処理を行い、これら第1及び第2の検出処理のいずれかの処理において先に検出された方のタイミングによって無線信号の受信終了を判定してもよい。

また、上記目的を達成するためになされた第2発明である請求項3に記載の無線受信装置では、受信手段が、特定の周波数帯域の無線信号を受信し、増幅手段が、受信手段を介して受信した無線信号（即ち、受信信号）を予め設定された利得で増幅する。そして、信号処理手段が、増幅手段にて増幅された受信信号を復調してビット列を生成するための信号処理を行う。

40

ここで、本発明の無線受信装置では、RSSI手段によって、受信信号の電力を測定してその受信電力を示すRSSI信号を出力する。そして、利得設定手段によって、受信電力の変動の大きさを示す電力変動値が、予め設定された基準閾値を越える場合に、RSSI手段から出力されるRSSI信号に基づいて、増幅手段による増幅後の受信信号の平均電力が、信号処理手段による復調可能な目標値に一致するように、利得の設定を変更する。

具体的には、利得設定手段は、電力変動値が基準閾値を越えて上昇した後に下降に転じる上昇ピークから所定の第1待機時間が経過するまでの間に、その電力変動値が再び上昇

50

に転じたと判断した場合、このときの電力変動値が下降した後に再び上昇に転じる下降ピークを検出し、その下降ピークにおける電力変動値に基づいて基準閾値を再設定する。

【0012】

また、本発明の無線受信装置では、請求項4に記載のように、遅延手段が、RSSI手段から出力されるRSSI信号を、予め規定された遅延時間だけ遅らせて利得設定手段に入力し、利得設定手段が、RSSI手段から直接入力したRSSI信号に基づく受信電力と、遅延手段を介して入力したRSSI信号に基づく受信電力との電力差を電力変動値として、利得の設定に係る閾値判定を行ってもよい。

【0013】

このように構成された無線受信装置によれば、比較的弱いレベルのノイズが発生した場合に、利得の設定を変更せずに済むため、不要な制御を省略することができる。

あるいは、本発明の無線受信装置では、請求項5に記載のように、電力保持手段が、信号処理手段による信号処理後の受信電力を保持し、利得設定手段が、RSSI手段から直接入力したRSSI信号に基づく受信電力と、遅延手段を介して入力したRSSI信号に基づく受信電力との電力差を電力変動値として、利得の設定に係る閾値判定を行ってもよい。

【0014】

このように構成された無線受信装置によれば、ビット列を表す無線信号(パケット)の受信後の信号レベルを、定常的に発生しているノイズ(以下、定常ノイズという)に依るものとして、定常ノイズのレベルがパケットの受信毎に変化する場合であっても、少なくとも定常ノイズを上回る受信信号に基づいて、利得を調整することができる。

また、第1発明または第2発明の無線受信装置では、請求項6に記載のように、電力保持手段が、自身の保持しているノイズレベルが、受信信号の平均電力を上回る場合、RSSI手段から出力されるRSSI信号に基づいて、そのノイズレベルを更新してもよい。

【0015】

また、第1発明または第2発明の無線受信装置では、請求項7に記載のように、プリアンブル検出手段が、ビット列に含まれているプリアンブルを検出し、利得設定手段が、プリアンブル検出手段によるプリアンブルの検出後、信号処理手段による信号処理が完了するまで、利得の設定を保持するようにしてもよい。

【0016】

このように構成された無線受信装置によれば、パケットの復調期間に利得の設定が変更されずに済むため、同一の利得で増幅された信号に基づいて、安定的にビット列を生成することができる。

【0017】

なお、第1発明または第2発明の無線受信装置において、請求項8に記載のように、プリアンブル検出手段は、受信信号の繰り返し部分における自己相関を検出する自己相関検出部と、受信信号と既知信号パターンとの相互相関を検出する相互相関検出部とを備えて構成されてもよい。

【0018】

このように構成された無線受信装置によれば、プリアンブルの検出精度を向上させることができ、パケットの先頭を検出することにより、パケットの復調期間の直前に利得を確実に保持(固定)することができる。

【0019】

また、第1発明または第2発明の無線受信装置は、増幅手段にて増幅された受信信号をサンプリングしてデジタル信号を生成するA/D変換部と、A/D変換部により生成されたデジタル信号を復調する復調部と、自己相関検出部により自己相関を検出し、且つ、相互相関検出部により相互相関を検出した場合に限り、復調部を動作させる動作制御部とを備えて構成されてもよい。

【0020】

このように構成された無線受信装置によれば、確実にパケットの先頭を検出した場合に

10

20

30

40

50

限り、復調動作を開始するため、ビット列の生成に寄与することのない無駄な復調処理を省略することができる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明が適用された無線受信装置1の構成を示すブロック図である。

【図2】AGC回路10の構成を示すブロック図である。

【図3】ゲイン制御部20が実行するAGC処理の詳細を表すフローチャートである。

【図4】AGC処理のS140で実行されるパケット先頭判定処理の詳細を表すフローチャートである。

【図5】パケット終了判定部24の動作を説明するためのタイミング図。

【図6】無線受信装置1における第1の動作例を示すタイミング図である。

【図7】無線受信装置1における第2の動作例を示すタイミング図である。

【図8】無線受信装置1における第3の動作例を示すタイミング図である。

【図9】無線受信装置1の動作を詳細に説明するための第1の説明図である。

【図10】無線受信装置1の動作を詳細に説明するための第2の説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下に、本発明の実施形態を図面と共に説明する。

[全体構成]

図1は、本発明が適用された無線受信装置1の構成を示すブロック図である。なお、本実施形態の無線受信装置1は、特定の周波数帯域(715MHz~725MHz)を使用して、車車間や路車間でパケット通信を行うインフラ協調システムを構築するために、各種自動車や路側器に通信装置の一部として設置されるものである。

【0023】

図1に示すように、無線受信装置1は、無線信号を受信するためのアンテナ2と、アンテナ2を介して受信した無線信号(受信信号)から不要な周波数成分を除去して、特定の周波数帯域の受信信号を通過させるバンドパスフィルタ(BPF)3と、BPF3を通過した受信信号を予め設定された利得(ゲイン量)で増幅する増幅器4と、増幅器4におけるゲイン量を設定するためのAGC回路10と、BPF3からの出力に基づいて受信信号の電力を測定し、その受信電力を示すRSSI信号をAGC回路10に出力するRSSI検出部9と、増幅器4を介して入力した受信信号、及び、互いに位相量が直交する二つのローカル信号を混合して、受信信号の同相成分信号(I信号)と直交成分信号(Q信号)を生成する周波数変換回路(ミキサ)5と、ミキサ5が生成したI信号およびQ信号をサンプリングして、アナログ-デジタル変換を行うADC6と、ADC6にてアナログからデジタルに変換されたI信号およびQ信号(以下、IQ信号と総称する)に基づいて、他の車両や路側器に設置された送信装置100にて変調された信号を、予め設定された同期タイミングで復調する復調器7と、復調器7にて復調された信号に基づいて、送信装置100からの送信データを復号する信号処理を行う復号器8とを備えている。

【0024】

なお、復号器8は、信号処理の実行中に送信データのヘッダ部を復号すると、そのヘッダ部(詳細には、シグナル部)が示すパケット全体の長さ(例えば、OFDMシンボル数)を表すパケット長情報を、AGC回路10に出力するように構成されている。

【0025】

また、無線受信装置1は、パケットの先頭を表すプリアンプルを検出するために、ADC6からの出力信号の繰り返し部分における自己相関を検出する自己相関検出回路11と、ADC6からの出力信号と既知信号パターンとの相互相関を検出する相互相関検出回路12とを備えると共に、自己相関検出回路11により自己相関を検出し、且つ、相互相関検出回路12により相互相関を検出した場合に限り、ADC6から出力されるIQ信号を通過させて復調器7に入力する同期信号制御回路13を備えている。

【0026】

10

20

30

40

50

なお、プリアンブルは、同一の信号パターンが所定周期（例えば $1.6 \mu s$ ）で繰り返される S T S（Short Training Symbol）と、S T S の繰り返し周期よりも長い周期（例えば $16 \mu s$ ）の信号パターンからなる L T S（Long Training Symbol）とを含む周知の構成を有している。

【 0 0 2 7 】

そして、自己相関検出回路 1 1 は、A D C 6 から所定周期だけ遅延させて入力した I Q 信号の波形と、A D C 6 から直接入力した I Q 信号の波形とを比較し、両者の一致度を示す指標が所定の閾値を上回る場合に、S T S を検出したことを示す信号（以下、S T S 検出信号という）を同期信号制御回路 1 3 および A G C 回路 1 0 に出力する。

【 0 0 2 8 】

一方、相互相関検出回路 1 2 は、予め記憶された S T S の信号パターンと、A D C 6 から入力した I Q 信号の波形とを比較し、両者の一致度を示す指標が所定の閾値を上回る場合に、S T S を検出するとともに、その S T S に基づいて同期タイミングを設定し、その同期タイミングを示す信号（以下、タイミング信号という）を同期信号制御回路 1 3 および復調器 7 に出力する。

【 0 0 2 9 】

同期信号制御回路 1 3 は、自己相関検出回路 1 1 から S T S 検出信号を入力し、さらに相互相関検出回路 1 2 からタイミング信号を入力すると、A D C 6 から出力される I Q 信号を通過させると共に、タイミング信号に基づく同期タイミングで I Q 信号を復調器 7 に出力したことを示す信号（以下、同期信号という）を A G C 回路 1 0 に出力する。

【 0 0 3 0 】

[A G C 回路の構成]

次に、図 2 は、A G C 回路 1 0 の構成を示すブロック図である。

図 2 に示すように、A G C 回路 1 0 は、R S S I 検出部 9 から出力される R S S I 信号に基づいて受信電力の移動平均値を算出し、その移動平均値を表す信号（以下、R S S I - R T 信号という）を出力する移動平均算出部 2 1 と、移動平均算出部 2 1 から出力される R S S I - R T 信号を、予め規定された遅延時間（例えば $1.6 \mu s$ ）だけ遅らせて出力する遅延器 2 2 と、移動平均算出部 2 1 から直接入力した R S S I - R T 信号に基づく受信電力と、遅延器 2 2 を介して入力した R S S I - R T 信号に基づく受信電力（以下、遅延電力という）との電力差（以下、第 1 電力差という）を算出する第 1 電力差算出部 2 3 とを備えている。

【 0 0 3 1 】

また、A G C 回路 1 0 は、移動平均算出部 2 1 から出力される R S S I - R T 信号と、復号器 8 から出力されるパケット長情報とに基づいて、パケットの終了を判定し、パケットの終了を検出したタイミングを表す信号（以下、パケット終了信号という）を出力するパケット終了判定部 2 4 と、移動平均算出部 2 1 から出力される R S S I - R T 信号と、パケット終了判定部 2 4 から出力されるパケット終了信号とに基づいて、パケットの終了から一定期間 T 4（図 6 参照）経過後の受信電力をノイズレベルとして保持するノイズレベル保持部 2 5 と、移動平均算出部 2 1 から直接入力した R S S I - R T 信号に基づく受信電力と、ノイズレベル保持部 2 5 にて保持されている受信電力との電力差（以下、第 2 電力差という）を算出する第 2 電力差算出部 2 6 とを備えている。

【 0 0 3 2 】

なお、パケット終了判定部 2 4 は、図 5 に示すように、R S S I - R T 信号に基づいて、受信信号の移動平均値が所定の閾値を下回るタイミングを検出する第 1 の検出処理を行うと共に、パケット長情報に基づいて、例えば O F D M シンボル数をカウントし、ヘッダ部に続くデータ部に対応する送信シンボル数に達するタイミングを検出する第 2 の検出処理を行う。そして、第 1 及び第 2 の検出処理のいずれかの処理において先に検出された方のタイミングでパケット終了信号を出力する。

【 0 0 3 3 】

また、ノイズレベル保持部 2 5 は、自身の保持しているノイズレベルが、受信電力の移

10

20

30

40

50

動平均値を上回る場合、移動平均算出部 2 1 から出力される R S S I - R T 信号に基づいて、受信電力の移動平均値を下回るようにノイズレベルの設定を更新してもよい。

【 0 0 3 4 】

さらに、A G C 回路 1 0 は、移動平均算出部 2 1 から出力される R S S I - R T 信号、第 1 及び第 2 電力差算出部 2 3 , 2 6 にて算出された第 1 及び第 2 電力差、パケット終了判定部 2 4 から出力されるパケット終了信号、自己相関検出回路 1 1 から出力される S T S 検出信号、及び、同期信号制御回路 1 3 から出力される同期信号に基づいて、ゲイン量の設定を変更するための A G C 処理を行うゲイン制御部 2 0 を備えている。

【 0 0 3 5 】

[A G C 処理]

次に、図 3 は、ゲイン制御部 2 0 が実行する A G C 処理の詳細を表すフローチャートである。なお、本処理は、無線受信装置 1 の電源が O N 状態である間、繰り返し実行される。

【 0 0 3 6 】

図 3 に示すように、まず、本処理が開始されると、S 1 1 0 では、増幅器 4 に対して利得が最大値となるようにゲイン量を初期値に設定し、受信電力の変動が微少であっても、第 1 及び第 2 電力差算出部 2 3 , 2 6 にて第 1 及び第 2 電力差を算出できるように待ち受けの準備を行う。

【 0 0 3 7 】

続く S 1 2 0 では、第 1 及び第 2 電力差算出部 2 3 , 2 6 にて算出された第 1 及び第 2 電力差に基づいて、これら受信電力の変動の大きさを示す電力変動値が、予め設定された基準閾値（例えば 5 d B）を越えるか否かを判断し、ここで肯定判断した場合には S 1 3 0 に移行し、一方否定判断した場合には、本ステップを再実行する。

【 0 0 3 8 】

S 1 3 0 では、移動平均算出部 2 1 から出力される R S S I - R T 信号に基づいて、予め設定された第 1 待機時間 T 1 が経過した後の受信信号の移動平均値が、A D C 6 によるサンプリング可能な目標値に一致するように、ゲイン量を設定して増幅器 4 に出力する。なお、ここで設定するゲイン量は、A D C 6 が有する入力レベルの許容範囲（ダイナミックレンジ）を超えない範囲で、A D C 6 の入力レベルが最大値（目標値）となる増幅器 4 の利得を逆算して求められる。

【 0 0 3 9 】

続く S 1 4 0 では、S 1 2 0 で基準閾値を越える受信電力の変動がパケットの先頭を示すものであるか否かを判定するパケット先頭判定処理を行う。

続く S 1 5 0 では、S 1 4 0 におけるパケット先頭判定処理の処理結果に基づいて、パケットの先頭を検出できたか否かを判断し、ここで肯定判断した場合には S 1 6 0 に移行し、否定判断した場合には、S 1 2 0 で基準閾値を越える受信電力の変動がノイズに依るものとして、S 1 2 0 に移行する。

【 0 0 4 0 】

S 1 6 0 では、S 1 3 0 で設定されたゲイン量を保持（固定）し、続く S 1 7 0 では、パケット終了判定部 2 4 からパケット終了信号が入力されるまで待機し、パケット終了信号が入力された場合、S 1 1 0 に移行する。

【 0 0 4 1 】

[パケット先頭判定処理]

次に、図 4 は、A G C 処理の S 1 4 0 で実行されるパケット先頭判定処理の詳細を表すフローチャートである。

【 0 0 4 2 】

図 4 に示すように、まず、本処理が開始されると、S 2 1 0 では、第 1 電力差算出部 2 3 から出力される第 1 電力差に基づいて、第 1 電力差が基準閾値を越えて上昇した後に下降に転じる時点（上昇ピーク）を検出する。

【 0 0 4 3 】

10

20

30

40

50

続くS220では、S210で検出した上昇ピークから第1待機時間T1が経過するまでの間に、第1電力差が再び上昇に転じたか否かを判断し、ここで肯定判断した場合には、S210の上昇ピークがノイズに依って検出されたものとして、S260に移行し、パケットの先頭の未検出を表す処理結果を記憶して、本処理を終了する。一方、否定判断した場合にはS230に移行する。なお、ここで肯定判断してS260に移行する場合、第1電力差が下降した後に再び上昇に転じる時点(下降ピーク)を検出し、下降ピークにおける第1電力差に基づいて基準閾値を再設定する(S255)。

【0044】

S230では、S220で第1待機時間T1が経過した後、予め設定された第2待機時間T2が経過するまでの間に、自己相関検出回路11からSTS検出信号が入力されたか否かを判断し、ここで肯定判断した場合には、プリアンプルのSTSが検出されたものとして、その検出タイミングでS240に移行し、一方、否定判断した場合には、S260に移行し、パケットの先頭の未検出を表す処理結果を記憶して、本処理を終了する。

10

【0045】

S240では、S230の検出タイミングから予め設定された第3待機時間T3が経過するまでの間に、同期信号制御回路13から同期信号が入力されたか否かを判断し、ここで肯定判断した場合には、自己相関に加えて、相互相関によるSTSも検出されたものとして、S260に移行し、パケットの先頭を検出したことを表す処理結果を記憶して、本処理を終了する。一方、ここで否定判断した場合には、S250に移行し、パケットの先頭の未検出を表す処理結果を記憶して、本処理を終了する。

20

【0046】

[動作]

ここで、図6～図8は、無線受信装置1における動作例をそれぞれ示すタイミング図である。

【0047】

このように構成された無線受信装置1では、図6に示すように、パケットの受信前に、受信電力とノイズレベルとの電力差(第2電力差)が上昇して基準閾値1を越えると共に、受信電力と遅延電力との電力差(第1電力差)が上昇して基準閾値2を越えると、その時点から第1待機時間T1後の移動平均値(RSSI-RT)に基づいて、ゲイン量の設定が変更される。

30

【0048】

そして、ゲイン量の設定が変更されてから第2待機時間T2が経過するまでに、自己相関によりプリアンプルのSTSが検出されると共に、その検出時から第3待機時間T3が経過するまでに、相互相関によりプリアンプルのSTSが検出されると、ゲイン量が再設定(変更)されることなく、先に設定されたゲイン量が保持(確定)される。

【0049】

なお、パケットの受信が終了すると、ゲイン量が初期値に設定され、その設定時から第4待機時間T4が経過した時点の移動平均値が、新たなノイズレベルとして設定(更新)される。

【0050】

また、無線受信装置1では、図7及び図8に示すように、受信電力と遅延電力との電力差(第1電力差)の上昇ピークを検出してから第1待機時間T1が経過するまでに、第1電力差が再び上昇に転じると、第1電力差の下降ピークにおける移動平均値(RSSI-RT)に基づいて、基準閾値1, 2が再設定用の基準閾値1, 2に更新される。

40

【0051】

そして、第1電力差が基準閾値1を越えると共に、第2電力差が基準閾値2を越えると、その時点から第1待機時間T1後の移動平均値(RSSI-RT)に基づいて、ゲイン量が再設定される。

【0052】

また、ゲイン量の再設定時から第2待機時間T2が経過するまでに、自己相関によりプ

50

リアンブルのSTTSが検出されると共に、その検出時から第3待機時間T3が経過するまでに、相互相関によりリアンブルのSTTSが検出されると、ゲイン量に変更されることなく、先に再設定されたゲイン量が保持(確定)される。

【0053】

つまり、無線受信装置1では、電力変動値(第1電力差, 第2電力差)が基準閾値を越える毎に、一定時間待機して、受信電力の変動が小さい安定状態における移動平均値に基づいて、ゲイン量の設定が行われ、パケットの先頭が検出されると、パケットの復調処理が完了するまで、その設定されたゲイン量が固定される。

【0054】

[本実施形態の効果]

以上説明したように、本実施形態の無線受信装置1では、電力変動値が基準閾値を越える毎にゲイン量の設定を変更するため、瞬時的に強いレベルのノイズが発生した場合であっても、その後の受信信号の電力変動に追従して、ゲイン量の再設定を行うことが可能になる。

【0055】

また、無線受信装置1では、受信電力と遅延電力との電力差(第1電力差)、及び、受信電力とノイズレベルとの電力差(第2電力差)が共に、基準閾値を越える場合に、ゲイン量の設定を変更するため、図9に示すように、例えば、基準閾値2以下のノイズであって、基準閾値1を周期的に越える定常ノイズが発生する環境下において、無駄なゲイン量の再設定を防止することが可能になる。

【0056】

そして、無線受信装置1では、図10に示すように、第1電力差の上昇ピークを検出した後に第1電力差が再び上昇に転じると、その上昇開始時の受信電力に基づいて基準閾値を再設定するため、パケットの受信直前に瞬時的なノイズが更に発生しても、パケットの受信電力に応じたゲイン量を再設定することが可能になる。

【0057】

つまり、本実施形態の無線受信装置1によれば、定常ノイズや瞬時的なノイズが発生する場合においても、無駄なゲイン量の設定を極力減らしつつ、パケットの受信電力に応じたゲイン量を設定することができ、ひいては、ノイズ環境下においても的確に利得を調整することができる。

【0058】

[本実施形態と特許請求の範囲との対応関係]

なお、上記実施形態において、アンテナ2およびBPF3が受信手段、増幅器4が増幅手段、ミキサ5, ADC6, 復調器7, および復号器8が信号処理手段、RSSI検出部9および移動平均算出部21がRSSI手段、AGC回路10が利得設定手段、遅延器22が遅延手段、ノイズレベル保持部25が電力保持手段、パケット終了判定部24が受信終了判定手段、自己相関検出回路11および相互相関検出回路12がリアンブル検出手段、ADC6がA/D変換部、復調器7が復調部、同期信号制御回路13が動作制御部に相当する。

【0059】

[他の実施形態]

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、様々な態様にて実施することが可能である。

【0060】

例えば、上記実施形態のAGC処理では、第1電力差および第2電力差が共に基準閾値を越えることを、ゲイン量の設定を変更するための作動条件としているが、これに限定されるものではなく、例えば、第1電力差または第2電力差が基準閾値を越えることを作動条件としてもよい。なお、無線受信装置1は、第1電力差および第2電力差の少なくとも一方を算出するための構成であってもよい。

10

20

30

40

50

【0061】

また、上記実施形態の packets 先頭判定処理では、packets の先頭を検出するための判定材料として、第1電力差算出部23、自己相関検出回路11、および同期信号制御回路13からの全ての出力信号を用いているが、これに限定されるものではなく、第1電力差算出部23、自己相関検出回路11、および同期信号制御回路13の少なくとも一方の出力信号を用いてもよい。

【0062】

また、上記実施形態の packets 終了判定部24は、第1及び第2の検出処理のいずれかの処理において先に検出された方のタイミングで packets 終了信号を出力するようにしているが、これに限らず、例えば、第1及び第2の検出処理のいずれかの処理において後に検出された方のタイミングで packets 終了信号を出力してもよい。あるいは、第1及び第2の検出処理のいずれか一方の処理だけを行い、その処理において検出されたタイミングで packets 終了信号を出力してもよい。

10

【0063】

なお、上記実施形態では、無線受信装置1がインフラ協調システムにおいて使用されることを前提として記載されているが、これに限定されるものではなく、各種の無線通信システムにおいて使用され得る。つまり、無線受信装置1は、715MHz～725MHz以外の特定の周波数帯域の無線信号を受信するように構成されてもよいし、自動車や路側器以外のものに設置されてもよい。

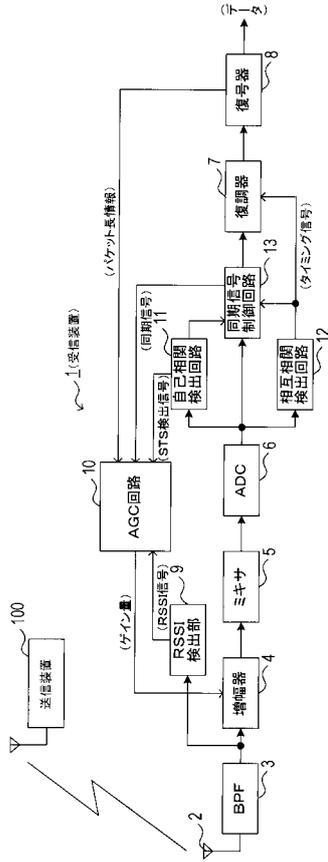
【符号の説明】

20

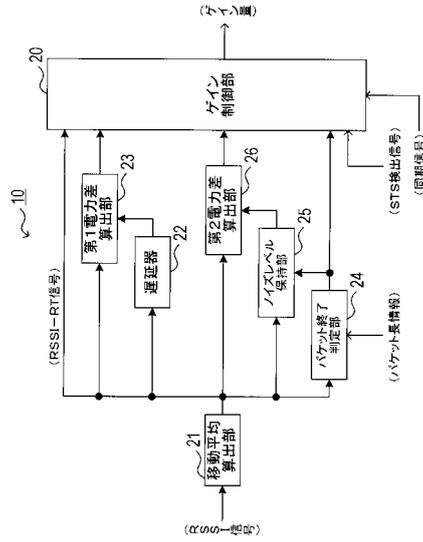
【0064】

1...無線受信装置、2...アンテナ、3...BPF、4...増幅器、5...ミキサ、6...ADC、7...復調器、8...復号器、9...RSSI検出部、10...AGC回路、11...自己相関検出回路、12...相互相関検出回路、13...同期信号制御回路、20...ゲイン制御部、21...移動平均算出部、22...遅延器、23...第1電力差算出部、24... packets 終了判定部、25...ノイズレベル保持部、26...第2電力差算出部。

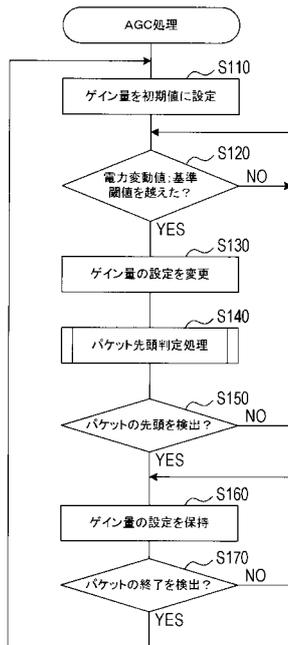
【図1】



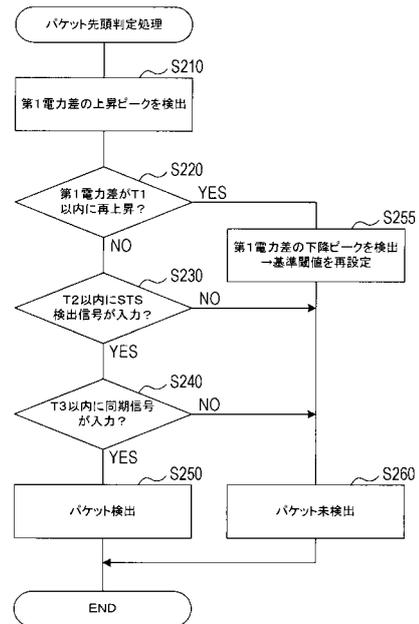
【図2】



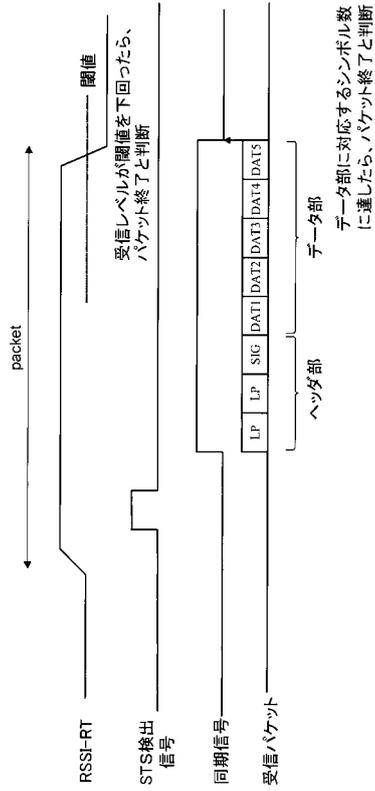
【図3】



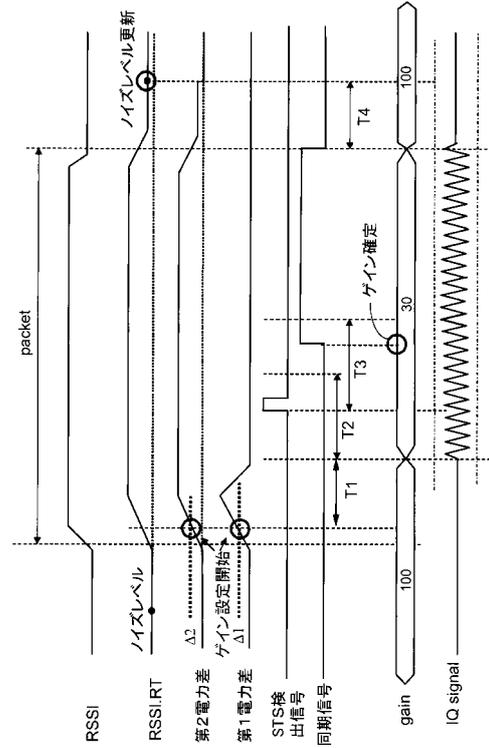
【図4】



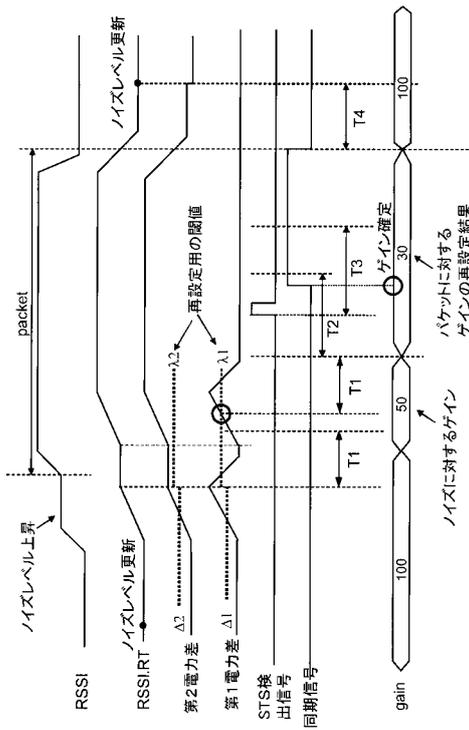
【 図 5 】



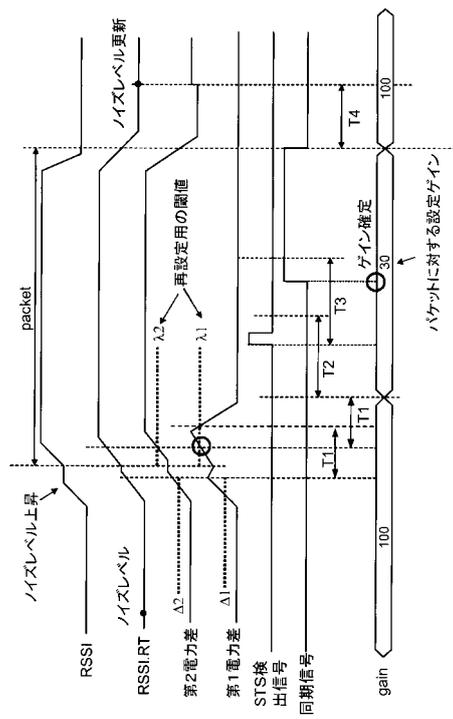
【 図 6 】



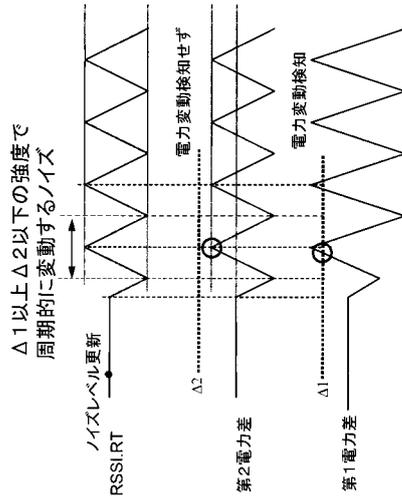
【 図 7 】



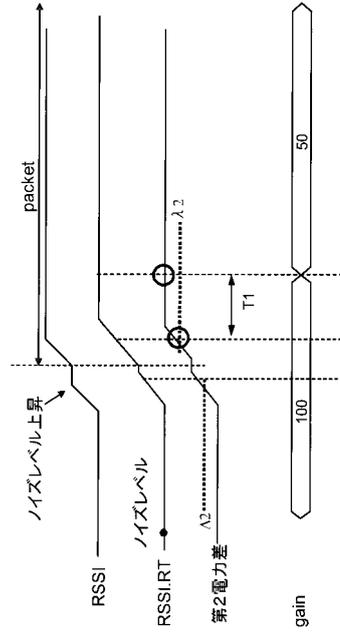
【 図 8 】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

審査官 野元 久道

(56)参考文献 特開2004-363723(JP,A)
特開2003-078469(JP,A)
特開2000-156666(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04B 1/16