

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5593144号
(P5593144)

(45) 発行日 平成26年9月17日(2014.9.17)

(24) 登録日 平成26年8月8日(2014.8.8)

(51) Int.Cl. F I
H03G 3/20 (2006.01) H03G 3/20 C

請求項の数 5 (全 15 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2010-151138 (P2010-151138) (22) 出願日 平成22年7月1日(2010.7.1) (65) 公開番号 特開2012-15844 (P2012-15844A) (43) 公開日 平成24年1月19日(2012.1.19) 審査請求日 平成25年5月16日(2013.5.16)</p>	<p>(73) 特許権者 000005821 パナソニック株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地 (74) 代理人 100105050 弁理士 鷺田 公一 (72) 発明者 漆原 伴哉 大阪府門真市大字門真1006番地 パナ ソニック株式会社内 (72) 発明者 今関 勲 大阪府門真市大字門真1006番地 パナ ソニック株式会社内 審査官 緒方 寿彦</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 受信装置及び自動利得制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

信号平均パワーに対して信号パワーが急激に減衰する低電力期間を有するフィッシュボーンエフェクト信号を含む信号を受信する受信装置であって、

受信信号の利得を調整する可変利得増幅手段と、

ターゲットパワーと利得調整後の前記受信信号の信号平均パワーとの差に相当するゲインエラーに応じて、前記可変利得増幅手段のゲイン設定値を制御するAGC制御手段と、を具備し、

前記AGC制御手段は、

前記ゲインエラーに基づいて前記低電力期間を検出し、前記低電力期間では、前記ゲインエラーを補正し、補正後の前記ゲインエラーに基づいて前記ゲイン設定値を設定する、受信装置であり、

前記AGC制御手段は、

前記信号平均パワーを算出する信号パワー検出手段と、

前記ターゲットパワー及び前記信号平均パワーに基づいて、前記ゲインエラーを算出するゲインエラー算出手段と、

前記ゲインエラーに基づいて、前記低電力期間を検出する期間検出手段と、

前記期間検出手段の検出結果に応じて、前記ゲインエラーに乗算する収束係数を選択し、選択後の前記収束係数を前記ゲインエラーに乗算する補正手段と、を具備し、

乗算後の前記ゲインエラーに基づいて、前記ゲイン設定値を設定するものであり、

10

20

前記期間検出手段は、

前記ゲインエラーがある範囲内に収束したか否か判断し、判断結果を示す収束判断信号を出力する収束判断手段と、

前記収束判断信号と、前記ゲインエラーと所定のしきい値とのしきい値判定結果に応じて、前記低電力期間を検出する F B E 判断手段と、を有する、
受信装置。

【請求項 2】

前記補正手段は、

前記低電力期間では、前記収束係数として 1 未満の値を選択し、前記低電力期間以外では、前記低電力期間で選択される前記収束係数の値よりも大きな値を前記収束係数として選択する、

請求項 1 に記載の受信装置。

【請求項 3】

前記 F B E 判断手段は、

前記ゲインエラーがある範囲内に収束した後、前記低電力期間の検出を開始する、

請求項 1 に記載の受信装置。

【請求項 4】

前記受信信号は、3 G P P における下り共通チャネルである、

請求項 1 に記載の受信装置。

【請求項 5】

信号平均パワーに対して信号パワーが急激に減衰する低電力期間を有するフィッシュボーンエフェクト信号を含む信号を受信する受信装置における自動利得制御方法であって、ターゲットパワーと利得調整後の受信信号の信号平均パワーとの差に相当するゲインエラーに基づいて前記低電力期間を検出するステップと、

前記低電力期間では、前記ゲインエラーを補正するステップと、

補正後の前記ゲインエラーに基づいて前記ゲイン設定値を設定するステップと、

前記ゲイン設定値に基づいて、前記受信信号の利得を調整するステップとからなり、

前記低電力期間を検出するステップは、

前記ゲインエラーがある範囲内に収束したか否か判断し、判断結果を示す収束判断信号を出力する収束判断ステップと、

前記収束判断信号と、前記ゲインエラーと所定のしきい値とのしきい値判定結果に応じて、前記低電力期間を検出する F B E 判断ステップと、を有する、

自動利得制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、移動体通信システムの基地局装置、通信端末装置に用いられる受信装置及び自動利得制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

自動利得制御 (A G C : Auto Gain Control) は、復調精度を向上させるため基地局装置 (以下「基地局」と略記する) と通信端末装置 (以下「端末」と略記する) との通信距離やフェージングにより変動する受信レベルを一定にする技術である。

【0003】

図 1 は、従来の A G C を行う一般的な端末の受信部の要部構成を示すブロック図である。図 1 において、受信部 10 は、可変利得増幅部 11、A D (Analog to Digital) 変換部 12、A G C 制御部 13、及び、復調部 14 を有する。なお、説明を簡略化するために、図 1 には、受信信号の周波数帯を変換する周波数変換部、及び、受信信号から I 信号、Q 信号のそれぞれの信号を抽出する I Q 復調部については、図示していない。

【0004】

10

20

30

40

50

図1において、可変利得増幅部11は、アンテナで受信された信号を入力とし、AGC制御部13から出力されるゲイン設定値に応じて受信信号の利得を調整する。AD変換部12は、利得調整後の受信信号をデジタル信号に変換する。復調部14は、デジタル信号を復調し、受信データを得る。AGC制御部13は、デジタル信号とターゲットパワーとに応じて適切なゲイン設定値を生成し、生成したゲイン設定値を可変利得増幅部11に出力する。

【0005】

図2は、AGC制御部13の構成を示すブロック図である。図2のAGC制御部13は、信号パワー検出部21、ゲインエラー算出部22、ゲイン演算値算出部23、LPF(Low Pass Filter)24、及び、ゲイン設定値記憶部25を有する。

10

【0006】

図2に示す構成を採るAGC制御部13において、信号パワー検出部21は、AD変換後のデジタル信号から所定期間の信号平均パワーを算出する。ゲインエラー算出部22は、信号平均パワーとターゲットパワーとに基づいてゲインエラーを算出する。ここで、ゲインエラーとは、受信信号の大きさ(信号平均パワー)から算出される現在のゲイン設定値とターゲットパワーとから算出される理想的なゲイン設定値とのずれを指す。信号平均パワー、及び、ターゲットパワーの単位がdBであれば、これらの差分を求めることでゲインエラー(dB)が算出される。ゲイン演算値算出部23は、ゲインエラーと、ゲイン設定値記憶部25から出力されるゲイン設定値とに基づいて、ゲイン演算値を算出し、算出したゲイン演算値をLPF24に出力する。LPF24は、ゲイン演算値に対してLPF処理を施すことで、急激なゲインの変化を抑え、得られたゲイン演算値をゲイン設定値として出力する。

20

【0007】

上記の動作により、AGC制御部13は、受信信号の大きさに応じてゲイン設定値を調整する。これにより、受信部10は、適切な信号の受信処理を行うことができる。

【0008】

このAGC制御に要求される特性として、ゲイン収束時のゲインの精度(収束精度)の向上と、ゲインが収束するまでの時間の短縮とが挙げられる。

【0009】

LPFの時定数を大きくする、もしくは、ゲイン更新周期を長くすることにより、ゲインの変化幅が小さくなり、緩やかにゲインに追従するので、信号平均パワーを精度よく算出することができる。この結果、ゲインの収束精度を向上させることができる。LPFの時定数を大きくする、もしくは、ゲイン更新周期を長くすることにより、ゲインの変化幅が小さくなり、緩やかにゲインに追従することができるモードは、追従モード又は低速AGCモードと呼ばれる。追従(低速AGC)モードでは、LPFの時定数を大きくしたり、ゲイン更新周期を長くするため、収束にかかる時間が長くなる。

30

【0010】

これに対し、LPFの時定数を小さくする、もしくは、ゲイン更新周期を短くすることにより、より短時間でゲインを収束させることができる。より短時間で高速にゲインを収束させることができるモードは、引き込みモード又は高速AGCモードと呼ばれる。引き込み(高速AGC)モードでは、より短時間でゲインを収束させることができるものの、受信信号の急激な振幅の変化に対しても追従してしまうため、ゲインの収束精度が劣化する。

40

【0011】

一般的に、受信開始時には受信信号の大きさに対してゲインの設定が適切な状態からずれていることが多い。そのため、受信開始時には、高速AGCモードを用いてゲインの収束時間を短縮する。そして、ある程度ゲインが収束した後に、低速AGCモードに切り替えて、ゲインの収束精度を向上させるという手法がとられる(例えば、特許文献1参照)。

【0012】

50

ところで、3GPPで規定されている信号に、フィッシュボーンエフェクト (Fish Bone Effect : FBE) 信号と呼ばれる信号がある。FBE信号では、受信信号の瞬時パワーが平均パワーに比較して急激に小さくなる期間 (以下、「FBE信号期間」或いは「低電力期間」と呼ぶ) がある。

【0013】

以下、FBE信号及びFBE信号期間について説明する。

【0014】

図3は、3GPPにおいて規定される下り共通チャネルのチャネル構成を示す図である (非特許文献1, 2参照)。図3において、PCPICH (Primary Common Pilot Channel) は、端末において、チャネル推定、セルサーチ、同一セル内における他の下り物理チャネルのタイミング基準として利用されるチャネルであり、所謂パイロット信号を送信するためのチャネルである。また、P-CCPCH (Primary Common Control Physical Channel) は、各セルに1つ存在し、報知情報を送信するために使用されるチャネルである。

10

【0015】

図3のように、1フレームは、15個のタイムスロットにより構成される。各タイムスロットのスロット長は、2560チップ (667 μ s) である。図3に示すように、PCPICHは他のチャネルの基準として用いられる。

【0016】

P-PCPICHと、P-CCPCHの拡散率、ChannelizationCodeNo. はそれぞれ以下のように規定されている。

20

【0017】

・P-PCPICHの拡散率 (SF : Spread Factor) = 256、ChannelizationCodeNo. = 0である。

【0018】

・P-CCPCHの拡散率 (SF) = 256、ChannelizationCodeNo. = 1である。

【0019】

ここで、ChannelizationCodeNo. 0は、常に1の拡散コードであり、ChannelizationCodeNo. 1は、前半128chipが1であり、後半128chipが-1の拡散コードである。

30

【0020】

また、P-PCPICHのIQデータは常に(1, 1)であり、P-CCPCHのIQデータは(1, 1), (1, -1), (-1, -1), (-1, 1)の4種類のうちのいずれかである。

【0021】

基地局からは、上述のP-PCPICHとP-CCPCHとが多重された下り共通チャネルが送信される。P-PCPICHとP-CCPCHのチャネル電力が等しい場合に構成される下り共通チャネルは、下記のように表される。

下り共通チャネル

40

= (PCPICHデータ × ChannelizationCodeNo.0 +

PCCPCHデータ × ChannelizationCodeNo.1) × スクランプリングコード

= 下り共通チャネルの信号点 × スクランプリングコード

【0022】

ここで、上記IQデータと拡散コードとの組み合わせにより、下り共通チャネルの信号点は、(2, 2)、(2, 0)、(0, 2)、(0, 0)のうちのいずれかとなる。これら信号点のうち、(2, 2)となる割合は25%であり、(2, 0)又は(0, 2)となる割合は50%であり、(0, 0)となる割合は25%である。そして、これら信号点のうち、最も信号パワーが大きいのは(2, 2)であり、次いで信号パワーが大きいのは(2, 0)又は(0, 2)であり、(0, 0)が最も信号パワーが小さい。

50

【 0 0 2 3 】

このような信号点を有する下り共通チャネルの信号パワーは、次のような変動パターンにしたがって変動する。

【 0 0 2 4 】

変動パターン [1] :

1シンボル (2 5 6 c h i p) において、前半 1 2 8 c h i p で信号パワー [大] (すなわち、信号点 (2 , 2)) となる場合、後半 c h i p では信号パワー [小] (すなわち、信号点 (0 , 0)) となる。

【 0 0 2 5 】

変動パターン [2] :

1シンボル (2 5 6 c h i p) において、前半 1 2 8 c h i p で信号パワー [小] (すなわち、信号点 (0 , 0)) となる場合、後半 1 2 8 c h i p では信号パワー [大] (すなわち、信号点 (2 , 2)) となる。

【 0 0 2 6 】

変動パターン [3] :

1シンボル (2 5 6 c h i p) において、前半 1 2 8 c h i p で信号パワー [中] (すなわち、信号点 (2 , 0) 又は (0 , 2)) となる場合、後半 1 2 8 c h i p でも信号パワー中 (すなわち、信号点 (2 , 0) 又は (0 , 2)) となる。すなわち、信号パワー [中] は、1シンボル (2 5 6 c h i p) 単位で連続する。

【 0 0 2 7 】

したがって、第 j (j は、整数) シンボルにおいて信号パワーが変動パターン [1] で変動し、時間的に第 1 シンボルに連続する第 ($j + 1$) シンボルにおいて信号パワーが変動パターン [2] で変動する場合、信号パワー [小] の期間が 2 5 6 c h i p 連続することになる。

【 0 0 2 8 】

この 2 5 6 c h i p 連続して信号パワー [小] となる期間、及び、変動パターン [1] 及び [2] の 1 2 8 c h i p 連続して信号パワー [小] となる期間が、F B E 信号期間と呼ばれる期間である。なお、F B E 信号では、2 5 6 c h i p の連続した F B E 信号期間の前後の 1 2 8 c h i p、及び 1 2 8 c h i p の連続した F B E 信号期間の前後のどちらか片方の 1 2 8 c h i p では、信号パワー [大] の状態となるので、信号パワーが平均信号パワーより大きいという特徴がある。

【 0 0 2 9 】

図 4 は、F B E 信号の信号パワーの推移の一例を示す図である。図 4 に示すように、P - C P I C H と P - C C P C H とから構成される下り共通チャネルのみが送信されている環境において、信号パワーが急激に小さくなる F B E 信号期間は、1シンボル (2 5 6 c h i p = 6 6 . 7 μ s)、もしくは、1 / 2 シンボル (1 2 8 c h i p = 3 3 . 3 μ s) である。この F B E 信号期間は、ターゲットゲインが規定される周期 (1 スロット = 2 5 6 0 c h i p = 6 6 7 μ s) に比べて短く、また、信号パワーが急激に小さくなる F B E 信号期間は、ゲインの更新周期 (1 6 . 6 7 μ s) より長い。

【 0 0 3 0 】

図 5 は、このような特徴を有する F E B 信号に対して、従来の高速 A G C 技術をそのまま適用した場合のゲインの変化の様子を示す図である。図 5 に示すように、この場合には、信号パワーが急激に減衰する F B E 信号期間におけるパワー変動にまで A G C 制御部が追従してしまい、ゲインがターゲットゲインから大きくずれてしまうという課題がある。

【 0 0 3 1 】

また、A G C 制御部が F B E 信号期間におけるパワー変動に追従しないようにするために、ゲインの更新周期を F B E 信号期間よりも十分大きくする等、低速モードで動作させると、所定の期間内にゲインが収束しないという課題があった。

【 0 0 3 2 】

高速モードにおいて、信号パワーが急激に変動する受信信号を受信する受信装置として

10

20

30

40

50

、例えば、特許文献2に記載の受信装置がある。特許文献2に記載の受信装置は、受信信号のパワーが急激に変動する場合に、ゲインをホールドする。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0033】

【特許文献1】特開2007-290177号公報

【特許文献2】特開2000-183765号公報

【非特許文献】

【0034】

【非特許文献1】3GPP TS 25.211 V9.1.0 (2009-12)

【非特許文献2】3GPP TS 25.213 V9.1.0 (2009-12)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0035】

しかしながら、特許文献2に記載の受信装置は、FBE信号を考慮したものではないため、FBE信号期間直前の信号パワーが大きいFBE信号に対しそのまま適用すると、ゲインがターゲットゲインからずれてしまうという課題があった。また、信号パワーが変動する期間、ゲインをホールドするので、本来追従すべきゲインエラーに対して追従が困難になり、ゲインがターゲットゲインから大きく外れてしまうという課題があった。

【0036】

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、信号平均パワーに対して信号パワーが急激に減衰する低電力期間を有するフィッシュボーンエフェクト信号を含む場合においても、ゲインをターゲットゲインに収束させることができる受信装置及び自動利得制御方法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】

【0037】

本発明の受信装置の一つの態様は、信号平均パワーに対して信号パワーが急激に減衰する低電力期間を有するフィッシュボーンエフェクト信号を含む信号を受信する受信装置であって、受信信号の利得を調整する可変利得増幅手段と、ターゲットパワーと利得調整後の前記受信信号の信号平均パワーとの差に相当するゲインエラーに応じて、前記可変利得増幅手段のゲイン設定値を制御するAGC制御手段と、を具備し、前記AGC制御手段は、前記ゲインエラーに基づいて前記低電力期間を検出し、前記低電力期間では、前記ゲインエラーを補正し、補正後の前記ゲインエラーに基づいて前記ゲイン設定値を設定する。

【0038】

本発明の自動利得制御方法の一つの態様は、信号平均パワーに対して信号パワーが急激に減衰する低電力期間を有するフィッシュボーンエフェクト信号を含む信号を受信する受信装置における自動利得制御方法であって、ターゲットパワーと利得調整後の受信信号の信号平均パワーとの差に相当するゲインエラーに基づいて前記低電力期間を検出し、前記低電力期間では、前記ゲインエラーを補正し、補正後の前記ゲインエラーに基づいて前記ゲイン設定値を設定する、前記ゲイン設定に基づいて、前記受信信号の利得を調整する。

【発明の効果】

【0039】

本発明によれば、信号平均パワーに対して信号パワーが急激に減衰する低電力期間を有するフィッシュボーンエフェクト信号を含む場合においても、ゲインをターゲットゲインに収束させることができる。また、低電力期間中においても、ゲインをターゲットゲインに収束させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図1】従来のAGCを行う一般的な端末の要部構成を示すブロック図

【図2】従来のAGC制御部の内部構成を示すブロック図

10

20

30

40

50

- 【図3】3GPPにおいて規定される下り共通チャネルのチャネル構成を示す図
 【図4】FBE信号の信号パワーの推移の一例を示す図
 【図5】FBE信号に対し従来のAGC制御を適用した場合のゲインの変化の様子を示す図
 【図6】本発明の一実施の形態に係る受信装置の要部構成を示すブロック図
 【図7】上記実施の形態に係るAGC制御部の内部構成を示すブロック図
 【図8】上記実施の形態に係るFBE検出部の内部構成を示すブロック図
 【図9】FBE信号に対し上記実施の形態におけるAGC制御を適用した場合のゲインの変化の様子を示す図

【発明を実施するための形態】

10

【0041】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0042】

図6は、本発明の実施の形態に係る受信装置の要部構成を示すブロック図である。本実施の形態に係る受信装置100は、可変利得増幅部110、AD変換部120、AGC制御部130及び復調部140を有する。

【0043】

可変利得増幅部110には、アンテナにより受信された受信信号が入力される。可変利得増幅部110は、後述のAGC制御部130から出力されるゲイン設定値に応じて、受信信号の利得を調整し、利得調整後の受信信号をAD変換部120に出力する。

20

【0044】

AD変換部120は、利得調整後の受信信号をデジタル信号に変換する。

【0045】

AGC制御部130は、ターゲットパワーとデジタル信号の信号平均パワーとの差に相当するゲインエラーに応じて、可変利得増幅部110のゲイン設定値を制御する。AGC制御部130は、ゲイン設定値を可変利得増幅部110に出力する。AGC制御部130の内部構成及び動作については、後述する。

【0046】

復調部140は、デジタル信号を復調し、受信データを得る。

【0047】

30

図7は、本実施の形態に係るAGC制御部130の内部構成を示すブロック図である。図7のAGC制御部130は、信号パワー検出部131、ゲインエラー算出部132、FBE検出部133、ゲインエラー補正部134、ゲイン演算値算出部135、LPF(Low Pass Filter)136、及び、ゲイン設定値記憶部137を有する。

【0048】

信号パワー検出部131は、デジタル信号から所定期間の信号平均パワーを算出し、算出した信号平均パワーをゲインエラー算出部132に出力する。

【0049】

ゲインエラー算出部132は、信号平均パワーとターゲットパワーとに基づいてゲインエラーを算出し、算出したゲインエラーをFBE検出部133及びゲインエラー補正部134に出力する。ここで、ゲインエラーとは、受信信号の大きさ(信号平均パワー)から算出される現在のゲイン設定値とターゲットパワーとから算出される理想的なゲイン設定値とのずれを指す。例えば、ゲインエラー算出部132は、信号平均パワー、及び、ターゲットパワーの単位がdBの場合、これらの差分をゲインエラー(dB)として算出する。

40

【0050】

FBE検出部133は、算出されたゲインエラーに基づいて、FBE信号期間を検出する。なお、FBE検出部133の内部構成及び動作については後述する。FBE検出部133は、FBE信号期間の検出結果を示すFBE検出信号をゲインエラー補正部134に出力する。

50

【 0 0 5 1 】

ゲインエラー補正部 1 3 4 は、F B E 検出信号に基づいて、F B E 信号期間においてゲインエラーを補正する。ゲインエラー補正部 1 3 4 は、係数選択部 1 3 4 1 及び乗算部 1 3 4 2 を有する。

【 0 0 5 2 】

係数選択部 1 3 4 1 は、F B E 検出部 1 3 3 から出力される F B E 検出信号に基づいて、ゲインエラーに乘算する収束係数を選択する。係数選択部 1 3 4 1 における収束係数の選択方法については、後述する。係数選択部 1 3 4 1 は、選択した収束係数を乗算部 1 3 4 2 に出力する。

【 0 0 5 3 】

乗算部 1 3 4 2 は、収束係数をゲインエラーに乘算することにより、ゲインエラーを補正する。乗算部 1 3 4 2 は、乗算後のゲインエラーをゲイン演算値算出部 1 3 5 に出力する。

【 0 0 5 4 】

ゲイン演算値算出部 1 3 5 は、乗算後のゲインエラーと、ゲイン設定値記憶部 1 3 7 から出力されるゲイン設定値とに基づいて、ゲイン演算値を算出する。ここで、ゲイン演算値とは、ゲインエラーを補償するために設定すべき可変利得増幅部 1 1 0 のゲイン設定値である。

【 0 0 5 5 】

そして、ゲイン演算値算出部 1 3 5 は、算出したゲイン演算値を L P F 1 3 6 に出力する。

【 0 0 5 6 】

L P F 1 3 6 は、ゲイン演算値を L P F 処理により平滑化して、ゲインが急激に変化するのを抑える。L P F 1 3 6 は、L P F 処理後のゲイン演算値をゲイン設定値として出力する。

【 0 0 5 7 】

ゲイン設定値記憶部 1 3 7 は、ゲイン設定値を記憶する。

【 0 0 5 8 】

図 8 は、F B E 検出部 1 3 3 の内部構成を示すブロック図である。

【 0 0 5 9 】

F B E 検出部 1 3 3 は、収束判断部 1 3 3 1 と、F B E 判断部 1 3 3 2 とを有する。

【 0 0 6 0 】

収束判断部 1 3 3 1 は、ゲインエラー算出部 1 3 2 で算出されたゲインエラーに基づいて、ゲインエラーがある範囲内に収束したか否か判断する。収束判断部 1 3 3 1 における判断方法については、後述する。収束判断部 1 3 3 1 は、判断結果に基づいた収束判断信号を F B E 判断部 1 3 3 2 に出力する。

【 0 0 6 1 】

F B E 判断部 1 3 3 2 は、収束判断信号と、ゲインエラーと所定のしきい値とのしきい値判定に応じて、F B E 信号期間を検出する。具体的には、F B E 判断部 1 3 3 2 は、収束判断信号が、ゲインエラーがある範囲内に収束したことを示し、ゲインエラーがある範囲内に収束した後、F B E 信号期間の検出を開始する。

【 0 0 6 2 】

F B E 信号期間の検出方法としては、例えば、F B E 判断部 1 3 3 2 は、ゲインエラーが所定のしきい値未満の場合、F B E 信号期間と判断し、ゲインエラーが所定のしきい値以上の場合、F B E 信号期間が終了したと判断する。そして、F B E 判断部 1 3 3 2 は、F B E 信号期間の判断結果をゲインエラー補正部 1 3 4 に出力する。

【 0 0 6 3 】

以上のような構成を採る受信装置 1 0 0 のうち、A G C 制御部 1 3 0 の F B E 検出部 1 3 3 及びゲインエラー補正部 1 3 4 の動作を中心に説明する。

【 0 0 6 4 】

10

20

30

40

50

収束判断部 1331 は、ゲインエラーの推移を監視し、ゲインエラーを所定のしきい値（以下「収束判断しきい値」という） Th_{Gain} を用いてしきい値判定する。そして、収束判断部 1331 は、しきい値判定結果に基づいて、ゲインが収束したか否か判断する。

【0065】

例えば、ゲインエラーの絶対値が収束判断しきい値 Th_{Gain} 未満の場合、収束判断部 1331 は、ゲインがある程度収束したと判断する。一方、ゲインエラーの絶対値が収束判断しきい値 Th_{Gain} 以上の場合、収束判断部 1331 は、ゲインはまだ収束していないと判断する。

【0066】

収束判断しきい値 Th_{Gain} が 12 dB の場合を具体例に用いて説明する。ゲインエラーが 14 dB 或いは -13 dB の場合、収束判断部 1331 は、ゲインがまだ収束していないと判断する。一方、ゲインエラーが 10 dB 或いは -9 dB の場合、収束判断部 1331 は、ゲインが収束したと判断する。

【0067】

なお、収束判断部 1331 は、一旦ゲインが収束したと判断すると、スロットの受信を終了するまで、もしくは AGC 制御を再度最初からやり直すまでは、収束したという判断結果を維持する。

【0068】

このようにして、収束判断部 1331 は、ゲインエラーの推移を監視し、ゲインが大まかに収束したか否か判断し、収束判断結果を示す収束判断信号を FBE 判断部 1332 に出力する。

【0069】

FBE 判断部 1332 には、ゲインエラーと、収束判断結果を示す収束判断信号とが入力される。FBE 判断部 1332 は、収束判断部 1331 により、ゲインが収束したと判断された場合に、FBE 信号期間の検出を開始する。

【0070】

FBE 判断部 1332 は、ゲインエラーを所定のしきい値（以下「FBE 判断しきい値」という） Th_{FBE} と閾値判定（以下「FBE 閾値判定」という）し、FBE 閾値判定結果に基づいて、FBE 信号期間か否か判定する。

【0071】

例えば、収束判断部 1331 により、ゲインエラーが FBE 判断しきい値 Th_{FBE} 未満の場合、FBE 判断部 1332 は、FBE 信号期間と判断する。なお、ゲインエラーは、受信信号の平均パワー（信号平均パワー）からターゲットパワーを引いた差分である。

【0072】

このとき、FBE 判断部 1332 は、FBE 判断しきい値 Th_{FBE} として、収束判断に用いられるしきい値の上限値（ Th_{Gain} ）から、少なくとも信号パワー [大] と信号パワー [小] との差分に相当する値だけ低い値よりも小さい値を用いることが望ましい。

【0073】

例えば、信号パワー [大] と信号パワー [小] との差分（以下「最大パワー差」という）が 20 dB の場合を考える。収束判断しきい値 Th_{Gain} が 12 dB の場合、FBE 判断部 1332 は、FBE 判断しきい値 Th_{FBE} として、収束判断しきい値 Th_{Gain} から最大パワー差 20 dB だけ低い -8 dB よりも小さい値である -10 dB に設定することが望ましい。

【0074】

そして、FBE 判断部 1332 は、ゲインエラーを FBE 判断しきい値 Th_{FBE} と閾値判定し、判定結果に応じて、FBE 信号期間を検出する。

【0075】

例えば、ゲインエラーが FBE 判断しきい値 Th_{FBE} 未満の場合、FBE 判断部 13

10

20

30

40

50

32は、FBE信号期間が開始したと判断する。また、ゲインエラーがFBE判断しきい値 Th_{FBE} 以上の場合、FBE判断部1332は、FBE信号期間ではないと判断する。

【0076】

FBE判断部1332は、FBE信号期間の開始タイミングを検出した後も、継続して、ゲインエラーをFBE判断しきい値 Th_{FBE} と閾値判定する。そして、ゲインエラーがFBE判断しきい値 Th_{FBE} 未満の場合、FBE判断部1332は、FBE信号期間中であると判断する。また、ゲインエラーがFBE判断しきい値 Th_{FBE} 以上の場合、FBE判断部1332は、FBE信号期間が終了したと判断する。

【0077】

具体例を用いて、FBE信号期間の検出方法について説明する。

【0078】

例えば、FBE判断しきい値 Th_{FBE} を -10 dB とする。ここで、ゲインエラーが -10 dB 未満の場合（例えば -15 dB など）、FBE判断部1332は、FBE信号期間が開始したと判断する。また、ゲインエラーが -10 dB 以上の場合（例えば、 -9 dB 、 8 dB 、又は、 13 dB など）、FBE判断部1332は、FBE信号期間ではないと判断する。そして、FBE信号期間の開始を検出したタイミング（FBE信号期間開始タイミング）後に、ゲインエラーがFBE判断しきい値 Th_{FBE} 以上の場合（ -5 dB など）、FBE判断部1332は、FBE信号期間が終了したと判断する。

【0079】

なお、3GPPの下り共通チャネルの場合、FBE信号期間は1シンボル長である。そのため、FBE判断部1332は、FBE信号期間を検出してから所定の期間では、ゲインエラーのFBE閾値判定を行わず、FBE信号期間を検出してから所定の期間経過後に、FBE閾値判定を再開するようにしてもよい。ここで、所定の期間とは、1シンボル長より短い期間とする。これにより、FBE信号期間の検出処理における演算量を削減することができる。

【0080】

このようにして、FBE検出部133は、ゲインエラーをFBE判断しきい値 Th_{FBE} と閾値判定し、判定結果に応じて、信号平均パワーに対して信号パワーが急激に減衰して低電力となるFBE信号期間を検出する。そして、FBE検出部133は、FBE信号期間の検出結果を示すFBE検出信号をゲインエラー補正部134に出力する。

【0081】

ゲインエラー補正部134は、FBE信号期間において、ゲインエラーを補正する。具体的には、ゲインエラー補正部134において、係数選択部1341は、FBE信号期間か否かに応じて、ゲインエラーに乘算する収束係数を選択し、乗算部1342は、選択後の収束係数をゲインエラーに乘算することにより、ゲインエラーを補正する。所定の収束係数として、係数選択部1341は、FBE信号期間では、1より小さい値（例えば $1/16$ ）を選択し、FBE信号期間以外では、通常の収束係数（例えば1）を選択する。これにより、FBE信号期間において、本来のゲインエラーよりもずれ量が小さい値にゲインエラーが補正される。

【0082】

このようにして、ゲインエラー補正部134が、FBE信号期間において、ゲインエラーを小さく補正するのは、以下の理由による。

【0083】

FBE信号期間では、一時的にゲインが急激に（例えば 20 dB 程度）減衰する。しかしながら、ターゲットゲインはタイムスロット単位（ $667\text{ }\mu\text{s}$ ）で設定されるため、FBE信号期間（ $66.7\text{ }\mu\text{s}$ ）の前後で一律のままである。そのため、FBE信号期間においてゲインエラーにそのまま追従してしまうと、ターゲットゲインを維持することが困難となる。

【0084】

10

20

30

40

50

また、F B E 信号期間直前では、信号パワー [大] の状態となる場合がある。そのため、F B E 信号期間において、ゲイン設定値をホールドしてしまうと、F B E 信号期間中に、ゲインがずれてしまう場合がある。

【 0 0 8 5 】

そこで、本実施の形態では、ゲインエラー補正部 1 3 4 は、F B E 信号期間において、1 より小さい収束係数（例えば $1 / 16$ ）をゲインエラーに乗算して、ゲインエラーを小さくするような補正を行う。そして、ゲイン演算値算出部 1 3 5 は、F B E 信号期間では、補正後のゲインエラーに応じて、ゲイン演算値を設定する。このように、本実施の形態では、A G C 制御部 1 3 0 は、本来のゲインエラーの値が反映された値（補正後のゲインエラー）を用いる。つまり、A G C 制御部 1 3 0 は、F B E 信号期間中のゲインエラーに
10 そのまま追従するのではなく、また、ゲインをホールドするのでもない。これにより、F B E 信号期間中においても、ゲイン演算値（ゲイン設定値）が更新されるようになる。この結果、例えば、F B E 信号期間直前に発生する信号パワーが大きい期間のパワーずれによる影響を、F B E 信号期間中に軽減することができる。

【 0 0 8 6 】

また、F B E 信号期間以外では、係数選択部 1 3 4 1 は、F B E 信号期間で選択される収束係数よりも大きい値（例えば 1）を収束係数として選択する。そのため、F B E 信号期間以外では、ゲイン演算値算出部 1 3 5 では、実際のゲインエラーを補償するようにゲイン演算値が設定されるようになる。この結果、例えば、受信開始時のように F B E 信号期間以外では、ゲインエラーをすばやく修正することができる。このとき、収束係数として
20 1 より小さい値（例えば $15 / 16$ ）や、1 より大きい値（例えば $17 / 16$ ）を選択することとしてもよい。この結果、1 より小さい値を収束係数として選択することによって、ゲインの変化幅が小さくなりゲインの収束制度をより向上させることができる。また、1 より大きい値を収束係数として選択することによって、ゲインの変化幅が大きくなり、A D C の検出可能範囲や雑音の影響等によりゲインエラーを実際よりも小さく検出した場合においても、ゲインをより高速に収束させることができる。

【 0 0 8 7 】

このように、本実施の形態では、高速にかつ精度よくターゲットゲインに収束させることができる。

【 0 0 8 8 】

図 9 は、図 4 に示すような特徴を有する F E B 信号に対して、本実施の形態における高速 A G C 技術を適用した場合のゲインの変化の様子を示す図である。上述したように、本実施の形態では、A G C 制御部 1 3 0 は、信号パワーが急激に減衰する F B E 信号期間におけるゲインエラー（パワー変動）にそのまま追従するのではなく、当該ゲインエラーを一定の割合で縮小させた値に追従するようにした。この結果、図 9 に示すように、最終ゲインとターゲットゲインとの差を抑える（ $+ 1 . 8 7 5 \text{ dB}$ ）ことができるようになる。

【 0 0 8 9 】

以上のように、本実施の形態では、A G C 制御部 1 3 0 は、ゲインエラーに基づいて低電力期間である F B E 信号期間を検出し、F B E 信号期間では、ゲインエラーを補正し、補正後のゲインエラーに基づいてゲイン設定値を設定する。具体的には、A G C 制御部 1
40 3 0 は、F B E 検出部 1 3 3 及びゲインエラー補正部 1 3 4 を具備する。そして、F B E 検出部 1 3 3 は、ターゲットパワーと利得調整後の受信信号の信号平均パワーとの差に相当するゲインエラーに基づいて低電力期間である F B E 信号期間を検出する。また、ゲインエラー補正部 1 3 4 は、低電力期間である F B E 信号期間では、収束係数として 1 未満の値を選択し、選択後の収束係数をゲインエラーに乗算して、ゲインエラーを補正する。

【 0 0 9 0 】

これにより、例えば、受信開始時のように F B E 信号期間以外では、A G C 制御部 1 3
0 は、ゲインエラーをすばやく修正することができる。また、F B E 信号期間中においても、A G C 制御部 1 3 0 は、当該期間中に発生するゲインエラーによる影響を軽減することができる。この結果、高速にかつ精度よくターゲットゲインに収束させることができる
50

【産業上の利用可能性】

【0091】

本発明に係る受信装置及び自動利得制御方法は、携帯電話の受信装置等として有用である。また、その他の無線通信の受信装置等の用途にも応用できる。

【符号の説明】

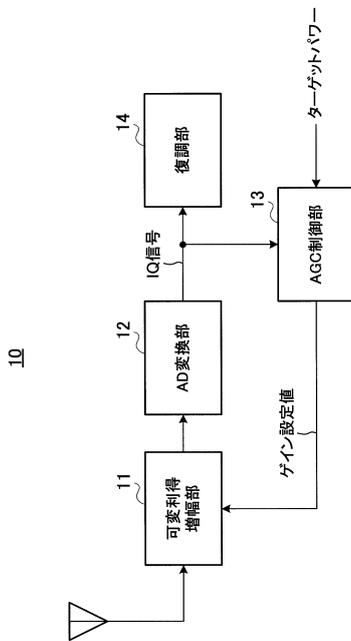
【0092】

- 100 受信装置
- 110 可変利得増幅部
- 120 A/D変換部
- 130 AGC制御部
- 131 信号パワー検出部
- 132 ゲインエラー算出部
- 133 FBE検出部
- 1331 収束判断部
- 1332 FBE判断部
- 134 ゲインエラー補正部
- 1341 係数選択部
- 1342 乗算部
- 135 ゲイン演算値算出部
- 136 LPF
- 137 ゲイン設定値記憶部
- 140 復調部

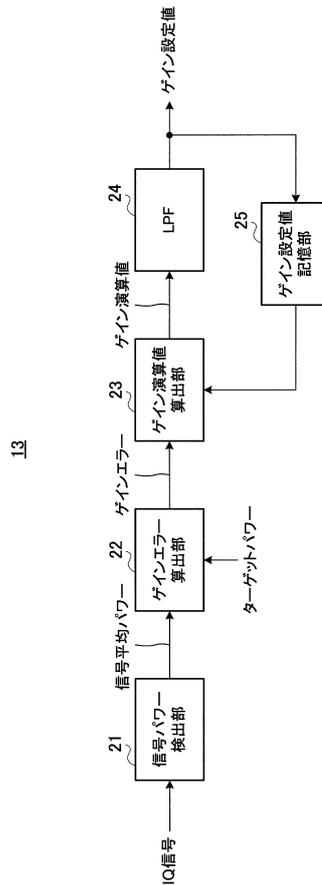
10

20

【図1】

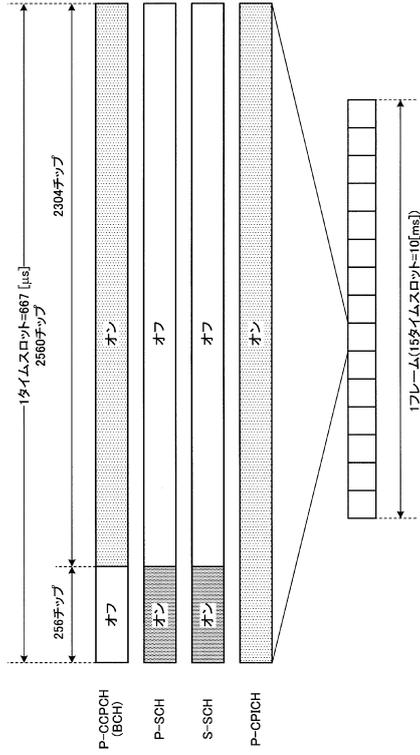


【図2】

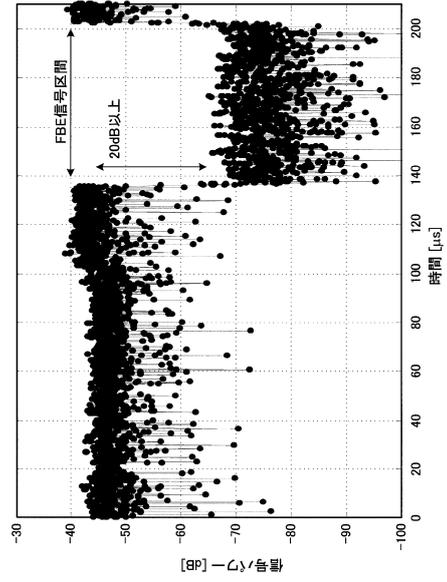


13

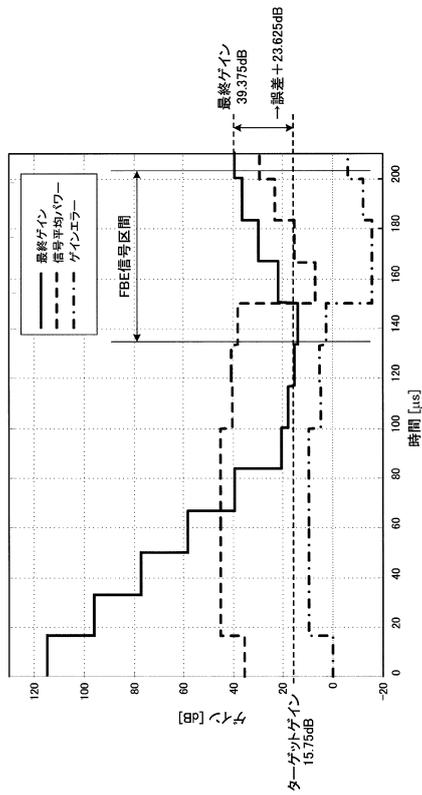
【図3】



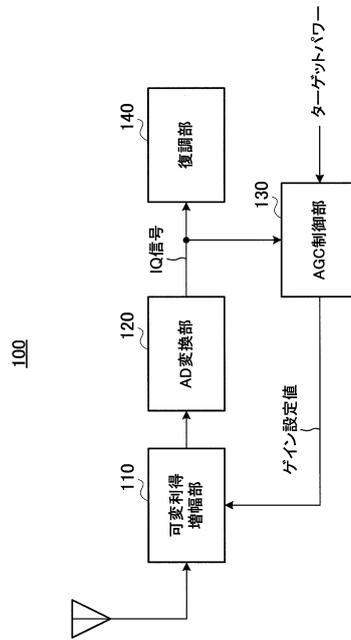
【図4】



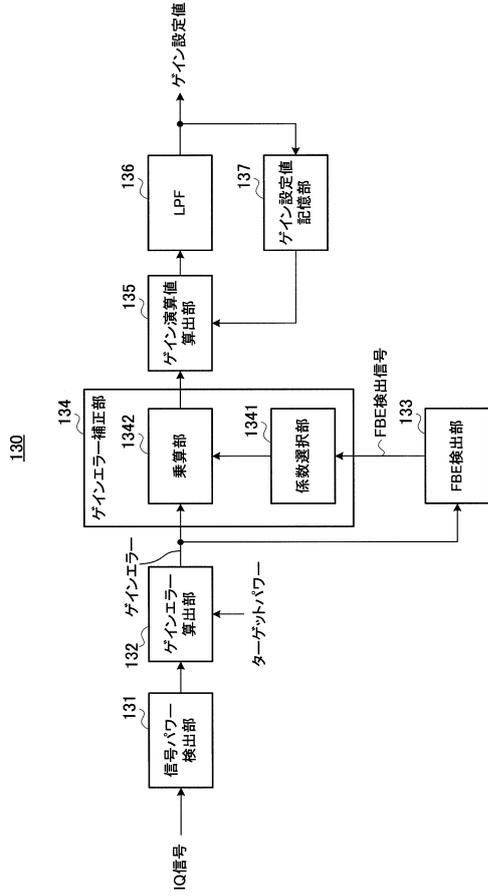
【図5】



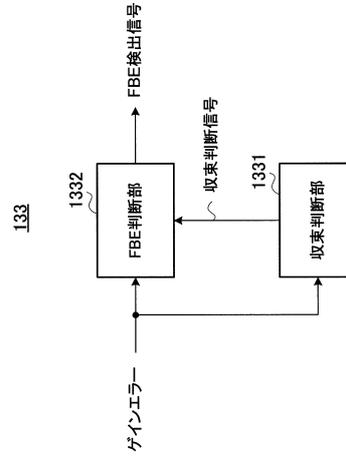
【図6】



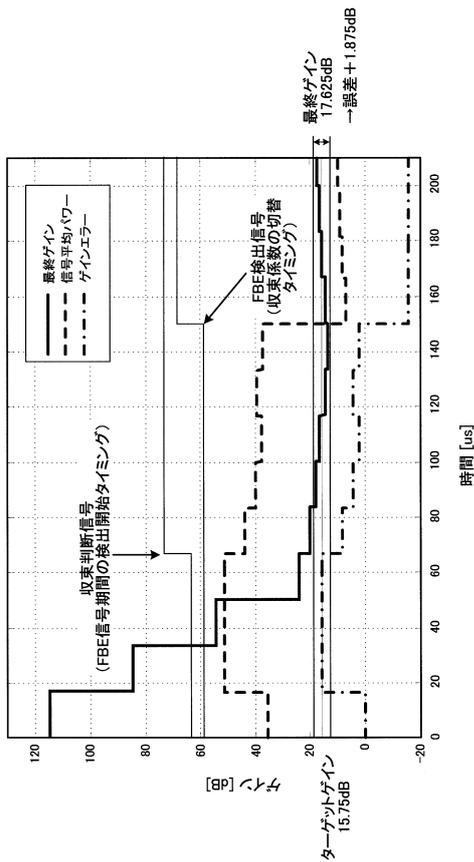
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 1 1 - 1 7 7 5 4 6 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 2 4 4 7 6 5 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 2 8 6 8 0 6 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 2 9 0 1 7 7 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 1 8 3 7 6 5 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H 0 3 G 1 / 0 0 - 3 / 3 4