

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4489321号
(P4489321)

(45) 発行日 平成22年6月23日(2010.6.23)

(24) 登録日 平成22年4月9日(2010.4.9)

(51) Int.Cl.

F I

H04L 27/06 (2006.01)

H04L 27/06

C

H03G 3/20 (2006.01)

H03G 3/20

C

請求項の数 16 (全 40 頁)

(21) 出願番号 特願2001-138904 (P2001-138904)
 (22) 出願日 平成13年5月9日(2001.5.9)
 (65) 公開番号 特開2002-44169 (P2002-44169A)
 (43) 公開日 平成14年2月8日(2002.2.8)
 審査請求日 平成19年7月10日(2007.7.10)
 (31) 優先権主張番号 特願2000-141958 (P2000-141958)
 (32) 優先日 平成12年5月15日(2000.5.15)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(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 100098291
 弁理士 小笠原 史朗
 (72) 発明者 阿座上 裕史
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下
 電器産業株式会社内
 (72) 発明者 小西 孝明
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下
 電器産業株式会社内
 (72) 発明者 加藤 久也
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下
 電器産業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 デジタル復調装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

受信された空中を伝播するデジタル変調信号波を所定の振幅を有するように自動調整される利得で増幅してデジタル信号に復調するデジタル復調装置であって、

前記受信されたデジタル信号波の受信レベル変動量を検出する受信レベル変動量検出手段と、

前記検出された受信レベル変動量に基づいて、前記利得を調整する利得調整手段とを備え、

前記受信レベル変動量検出手段は、

前記受信されたデジタル変調信号波から所望の周波数のデジタル変調信号を抽出して第1のデジタル変調信号を生成する同調手段と、

前記第1のデジタル変調信号を前記利得で増幅して、所望の振幅値を有する第2のデジタル変調信号を生成する自動利得制御増幅手段と、

前記第2のデジタル変調信号をデジタル信号に変換して第3のデジタル変調信号を生成するアナログデジタル変換手段と、

前記第3のデジタル変調信号の振幅に基づいて、前記第1のデジタル変調信号の受信レベル変動量を検出する同調信号受信レベル変動量検出手段とを備え、前記利得調整手段は、当該検出された第3のデジタル変調信号の受信レベル変動量に基づいて、前記利得を調整し、

前記同調信号受信レベル変動量検出手段は、さらに、

10

20

前記第 3 のデジタル変調信号の振幅値を検出する振幅検出手段と、
前記検出された振幅値を、所定の平均係数を用いて平均フィルタリングして平均振幅
値を検出する平均フィルタリング手段と、
前記検出された平均振幅値と所望の平均値との誤差を検出する誤差検出手段と、
前記検出された誤差を、所定の積分項係数を用いてループフィルタリングして自動利
得制御増幅処理を安定させる安定化信号を生成するループフィルタリング手段とを備え、
前記同調信号受信レベル変動量検出手段は当該生成された安定化信号に基づいて前記受信
レベル変動量を検出し、
前記平均フィルタリング手段は、前記レベル変動量信号の値に基づいて前記平均係数の
値を適応的に設定する適応平均フィルタであり、前記検出された受信レベル変動量に応じ
て平均係数を最適値に設定することによって高品位にデジタル信号を復調できることを特
徴とするデジタル復調装置。

10

【請求項 2】

前記平均フィルタリング手段は、第 1 の平均係数と、当該第 1 の平均係数より大きな第
2 の平均係数とを備え、前記レベル変動量信号が検出されたレベル変動量が前記閾値より
小さい場合には当該第 1 の平均係数を選択し、前記レベル変動量信号が検出されたレベル
変動量が前記閾値より小さくない場合には当該第 2 の平均係数を選択することを特徴とす
る、請求項 1 に記載のデジタル復調装置。

【請求項 3】

受信された空中を伝播するデジタル変調信号波を所定の振幅を有するように自動調整さ
れる利得で増幅してデジタル信号に復調するデジタル復調装置であって、

20

前記受信されたデジタル信号波の受信レベル変動量を検出する受信レベル変動量検出手
段と、

前記検出された受信レベル変動量に基づいて、前記利得を調整する利得調整手段とを備
え、

前記受信レベル変動量検出手段は、

前記受信されたデジタル変調信号波から所望の周波数のデジタル変調信号を抽出して
第 1 のデジタル変調信号を生成する同調手段と、

前記第 1 のデジタル変調信号を前記利得で増幅して、所望の振幅値を有する第 2 のデ
ジタル変調信号を生成する自動利得制御増幅手段と、

30

前記第 2 のデジタル変調信号をデジタル信号に変換して第 3 のデジタル変調信号を生
成するアナログデジタル変換手段と、

前記第 3 のデジタル変調信号の振幅に基づいて、前記第 1 のデジタル変調信号の受信
レベル変動量を検出する同調信号受信レベル変動量検出手段とを備え、前記利得調整手段
は、当該検出された第 3 のデジタル変調信号の受信レベル変動量に基づいて、前記利得を
調整し、

前記同調信号受信レベル変動量検出手段は、さらに、

前記第 3 のデジタル変調信号の振幅値を検出する振幅検出手段と、

前記検出された振幅値を、所定の平均係数を用いて平均フィルタリングして平均振幅
値を検出する平均フィルタリング手段と、

40

前記検出された平均振幅値と所望の平均値との誤差を検出する誤差検出手段と、

前記検出された誤差を、所定の積分項係数を用いてループフィルタリングして自動利
得制御増幅処理を安定させる安定化信号を生成するループフィルタリング手段とを備え、
前記同調信号受信レベル変動量検出手段は当該生成された安定化信号に基づいて前記受信
レベル変動量を検出し、

前記ループフィルタリング手段は、前記レベル変動量信号の値に基づいて、前記積分項
係数の値を変動させる適応ループフィルタであり、前記検出された受信レベル変動量に応
じて積分項係数を最適値に設定することによって高品位にデジタル信号を復調できるこ
とを特徴とするデジタル復調装置。

【請求項 4】

50

前記ループフィルタリング手段は、第1の積分項係数と、当該第1の積分項係数より大きな第2の積分項係数とを備え、前記レベル変動量信号が検出されたレベル変動量が前記閾値より小さい場合には当該第1の積分項係数を選択し、前記レベル変動量信号が検出されたレベル変動量が前記閾値より小さくない場合には当該第2の積分項係数を選択することを特徴とする、請求項3に記載のデジタル復調装置。

【請求項5】

受信された空中を伝播するデジタル変調信号波を所定の振幅を有するように自動調整される利得で増幅してデジタル信号に復調するデジタル復調装置であって、

前記受信されたデジタル信号波の受信レベル変動量を検出する受信レベル変動量検出手段と、

前記検出された受信レベル変動量に基づいて、前記利得を調整する利得調整手段とを備え、

前記受信レベル変動量検出手段は、

前記受信されたデジタル変調信号波から所望の周波数のデジタル変調信号を抽出して第1のデジタル変調信号を生成する同調手段と、

前記第1のデジタル変調信号を前記利得で増幅して、所望の振幅値を有する第2のデジタル変調信号を生成する自動利得制御増幅手段と、

前記第2のデジタル変調信号をデジタル信号に変換して第3のデジタル変調信号を生成するアナログデジタル変換手段と、

前記第3のデジタル変調信号の振幅に基づいて、前記第1のデジタル変調信号の受信レベル変動量を検出する同調信号受信レベル変動量検出手段とを備え、前記利得調整手段は、当該検出された第3のデジタル変調信号の受信レベル変動量に基づいて、前記利得を調整し、

前記同調信号受信レベル変動量検出手段は、さらに、

前記第3のデジタル変調信号の振幅値を検出する振幅検出手段と、

前記検出された振幅値を、所定の平均係数を用いて平均フィルタリングして平均振幅値を検出する平均フィルタリング手段と、

前記検出された平均振幅値と所望の平均値との誤差を検出する誤差検出手段と、

前記検出された誤差を、所定の積分項係数を用いてループフィルタリングして自動利得制御増幅処理を安定させる安定化信号を生成するループフィルタリング手段とを備え、前記検出された誤り率を所定値の閾値とを比較することによって、前記受信レベル変動量を検出し、

前記平均フィルタリング手段は、前記レベル変動量信号の値に基づいて前記平均係数の値を適応的に設定する適応平均フィルタであり、前記検出された受信レベル変動量に応じて平均係数を最適値に設定することによって高品位にデジタル信号を復調できることを特徴とするデジタル復調装置。

【請求項6】

前記平均フィルタリング手段は、第1の平均係数と、当該第1の平均係数より大きな第2の平均係数とを備え、前記レベル変動量信号が検出されたレベル変動量が前記閾値より小さい場合には当該第1の平均係数を選択し、前記レベル変動量信号が検出されたレベル変動量が前記閾値より小さくない場合には当該第2の平均係数を選択することを特徴とする、請求項5に記載のデジタル復調装置。

【請求項7】

受信された空中を伝播するデジタル変調信号波を所定の振幅を有するように自動調整される利得で増幅してデジタル信号に復調するデジタル復調装置であって、

前記受信されたデジタル信号波の受信レベル変動量を検出する受信レベル変動量検出手段と、

前記検出された受信レベル変動量に基づいて、前記利得を調整する利得調整手段とを備え、

前記受信レベル変動量検出手段は、

前記受信されたデジタル変調信号波から所望の周波数のデジタル変調信号を抽出して第1のデジタル変調信号を生成する同調手段と、

前記第1のデジタル変調信号を前記利得で増幅して、所望の振幅値を有する第2のデジタル変調信号を生成する自動利得制御増幅手段と、

前記第2のデジタル変調信号をデジタル信号に変換して第3のデジタル変調信号を生成するアナログデジタル変換手段と、

前記第3のデジタル変調信号の振幅に基づいて、前記第1のデジタル変調信号の受信レベル変動量を検出する同調信号受信レベル変動量検出手段とを備え、前記利得調整手段は、当該検出された第3のデジタル変調信号の受信レベル変動量に基づいて、前記利得を調整し、

10

前記同調信号受信レベル変動量検出手段は、さらに、

前記第3のデジタル変調信号の振幅値を検出する振幅検出手段と、

前記検出された振幅値を、所定の平均係数を用いて平均フィルタリングして平均振幅値を検出する平均フィルタリング手段と、

前記検出された平均振幅値と所望の平均値との誤差を検出する誤差検出手段と、

前記検出された誤差を、所定の積分項係数を用いてループフィルタリングして自動利得制御増幅処理を安定させる安定化信号を生成するループフィルタリング手段とを備え、前記検出された誤り率を所定値の閾値とを比較することによって、前記受信レベル変動量を検出し、

前記ループフィルタリング手段は、前記レベル変動量信号の値に基づいて、前記積分項係数の値を変動させる適応平均フィルタであり、前記検出された受信レベル変動量に応じて積分項係数を最適値に設定することによって高品位にデジタル信号を復調できることを特徴とするデジタル復調装置。

20

【請求項8】

前記ループフィルタリング手段は、第1の積分項係数と、当該第1の積分項係数より大きな第2の積分項係数とを備え、前記レベル変動量信号が検出されたレベル変動量が前記閾値より小さい場合には当該第1の積分項係数を選択し、前記レベル変動量信号が検出されたレベル変動量が前記閾値より小さくない場合には当該第2の積分項係数を選択することを特徴とする、請求項7に記載のデジタル復調装置。

【請求項9】

受信された空中を伝播するデジタル変調信号波を所定の振幅を有するように自動調整される利得で増幅してデジタル信号に復調するデジタル復調装置であって、

30

前記受信されたデジタル信号波の受信レベル変動量を検出する受信レベル変動量検出手段と、

前記検出された受信レベル変動量に基づいて、前記利得を調整する利得調整手段とを備え、

前記受信レベル変動量検出手段は、

前記受信されたデジタル変調信号波から所望の周波数のデジタル変調信号を抽出して第1のデジタル変調信号を生成する同調手段と、

前記第1のデジタル変調信号を前記利得で増幅して、所望の振幅値を有する第2のデジタル変調信号を生成する自動利得制御増幅手段と、

40

前記第2のデジタル変調信号をデジタル信号に変換して第3のデジタル変調信号を生成するアナログデジタル変換手段と、

前記受信されたデジタル変調波振幅に基づいて、前記受信レベル変動量を検出する同調信号受信レベル変動量検出手段とを備え、前記利得調整手段は、当該検出された受信レベル変動量に基づいて、前記利得を調整し、

前記同調信号受信レベル変動量検出手段は、さらに、

前記第3のデジタル変調信号の振幅値を検出する振幅検出手段と、

前記検出された振幅値を、所定の平均係数を用いて平均フィルタリングして平均振幅値を検出する平均フィルタリング手段と、

50

前記検出された平均振幅値と所望の平均値との誤差を検出する誤差検出手段と、
前記検出された誤差を、所定の積分項係数を用いてループフィルタリングして自動利
得制御増幅処理を安定させる安定化信号を生成するループフィルタリング手段とを備え、
前記同調信号受信レベル変動量検出手段は当該生成された安定化信号に基づいて前記受信
レベル変動量を検出し、

前記平均フィルタリング手段は、前記レベル変動量信号の値に基づいて前記平均係数の値を適応的に設定する適応平均フィルタであり、前記検出された受信レベル変動量に応じて平均係数を最適値に設定することによって高品位にデジタル信号を復調できることを特徴とするデジタル復調装置。

【請求項 10】

前記平均フィルタリング手段は、第 1 の平均係数と、当該第 1 の平均係数より大きな第 2 の平均係数とを備え、前記レベル変動量信号が検出されたレベル変動量が前記閾値より小さい場合には当該第 1 の平均係数を選択し、前記レベル変動量信号が検出されたレベル変動量が前記閾値より小さくない場合には当該第 2 の平均係数を選択することの特徴とする、請求項 9 に記載のデジタル復調装置。

【請求項 11】

受信された空中を伝播するデジタル変調信号波を所定の振幅を有するように自動調整さ
れる利得で増幅してデジタル信号に復調するデジタル復調装置であって、

前記受信されたデジタル信号波の受信レベル変動量を検出する受信レベル変動量検出手
段と、

前記検出された受信レベル変動量に基づいて、前記利得を調整する利得調整手段とを備
え、

前記受信レベル変動量検出手段は、

前記受信されたデジタル変調信号波から所望の周波数のデジタル変調信号を抽出して
第 1 のデジタル変調信号を生成する同調手段と、

前記第 1 のデジタル変調信号を前記利得で増幅して、所望の振幅値を有する第 2 のデ
ジタル変調信号を生成する自動利得制御増幅手段と、

前記第 2 のデジタル変調信号をデジタル信号に変換して第 3 のデジタル変調信号を生
成するアナログデジタル変換手段と、

前記受信されたデジタル変調波振幅に基づいて、前記受信レベル変動量を検出する同
調信号受信レベル変動量検出手段とを備え、前記利得調整手段は、当該検出された受信レ
ベル変動量に基づいて、前記利得を調整し、

前記同調信号受信レベル変動量検出手段は、さらに、

前記第 3 のデジタル変調信号の振幅値を検出する振幅検出手段と、

前記検出された振幅値を、所定の平均係数を用いて平均フィルタリングして平均振幅
値を検出する平均フィルタリング手段と、

前記検出された平均振幅値と所望の平均値との誤差を検出する誤差検出手段と、

前記検出された誤差を、所定の積分項係数を用いてループフィルタリングして自動利
得制御増幅処理を安定させる安定化信号を生成するループフィルタリング手段とを備え、
前記同調信号受信レベル変動量検出手段は当該生成された安定化信号に基づいて前記受信
レベル変動量を検出し、

前記ループフィルタリング手段は、前記レベル変動量信号の値に基づいて、前記積分項係数の値を変動させる適応平均フィルタであり、前記検出された受信レベル変動量に応じて積分項係数を最適値に設定することによって高品位にデジタル信号を復調できることを特徴とするデジタル復調装置。

【請求項 12】

前記ループフィルタリング手段は、第 1 の積分項係数と、当該第 1 の積分項係数より大きな第 2 の積分項係数とを備え、前記レベル変動量信号が検出されたレベル変動量が前記閾値より小さい場合には当該第 1 の積分項係数を選択し、前記レベル変動量信号が検出されたレベル変動量が前記閾値より小さくない場合には当該第 2 の積分項係数を選択するこ

10

20

30

40

50

とを特徴とする、請求項 1 1 に記載のデジタル復調装置。

【請求項 1 3】

受信された空中を伝播するデジタル変調信号波を所望の周波数のデジタル変調信号を抽出して第 1 のデジタル変調信号を生成し、当該第 1 のデジタル変調信号を所定の利得で自動利得制御増幅して所望の振幅値を有する第 2 のデジタル変調信号を生成し、当該第 2 のデジタル変調信号をデジタル信号に変換して第 3 のデジタル変調信号を生成して、デジタル信号を復調するデジタル復調装置の利得を調整する自動利得制御装置であって、

前記第 3 のデジタル変調信号の振幅値を検出する振幅検出手段と、

前記検出された振幅値を、所定の平均係数を用いて平均フィルタリングして平均振幅値を検出する平均フィルタリング手段と、

前記検出された平均振幅値と所望の平均値との誤差を検出する誤差検出手段と、

前記検出された誤差を、所定の積分項係数を用いてループフィルタリングして自動利得制御増幅処理を安定させる安定化信号を生成するループフィルタリング手段と、

前記検出された当該安定化信号に基づいて前記受信レベル変動量を検出する受信レベル変動量検出手段と、

前記検出された受信レベル変動量に基づいて、前記平均フィルタリング手段の平均係数の値を適応的に設定する平均係数調整手段とを備える自動利得制御装置。

【請求項 1 4】

受信された空中を伝播するデジタル変調信号波を所望の周波数のデジタル変調信号を抽出して第 1 のデジタル変調信号を生成し、当該第 1 のデジタル変調信号を所定の利得で自動利得制御増幅して所望の振幅値を有する第 2 のデジタル変調信号を生成し、当該第 2 のデジタル変調信号をデジタル信号に変換して第 3 のデジタル変調信号を生成して、デジタル信号を復調するデジタル復調装置の利得を調整する自動利得制御装置であって、

前記第 3 のデジタル変調信号の振幅値を検出する振幅検出手段と、

前記検出された振幅値を、所定の平均係数を用いて平均フィルタリングして平均振幅値を検出する平均フィルタリング手段と、

前記検出された平均振幅値と所望の平均値との誤差を検出する誤差検出手段と、

前記検出された誤差を、所定の積分項係数を用いてループフィルタリングして自動利得制御増幅処理を安定させる安定化信号を生成するループフィルタリング手段と、

前記検出された当該安定化信号に基づいて前記受信レベル変動量を検出する受信レベル変動量検出手段と、

前記検出された受信レベル変動量に基づいて、前記ループフィルタリング手段の積分項係数の値を変動させる積分項係数調整手段とを備える自動利得制御装置。

【請求項 1 5】

受信された空中を伝播するデジタル変調信号波を所望の周波数のデジタル変調信号を抽出して第 1 のデジタル変調信号を生成し、当該第 1 のデジタル変調信号を所定の利得で自動利得制御増幅して所望の振幅値を有する第 2 のデジタル変調信号を生成し、当該第 2 のデジタル変調信号をデジタル信号に変換して第 3 のデジタル変調信号を生成して、デジタル信号を復調するデジタル復調装置の利得を調整する自動利得制御装置であって、

前記第 3 のデジタル変調信号の振幅値を検出する振幅検出手段と、

前記検出された振幅値を、所定の平均係数を用いて平均フィルタリングして平均振幅値を検出する平均フィルタリング手段と、

前記検出された平均振幅値と所望の平均値との誤差を検出する誤差検出手段と、

前記検出された誤差を、所定の積分項係数を用いてループフィルタリングして自動利得制御増幅処理を安定させる安定化信号を生成するループフィルタリング手段と、

前記受信されたデジタル変調信号波の振幅に基づいて、前記受信レベル変動量を検出する受信レベル変動量検出手段と、

前記検出された受信レベル変動量に基づいて、前記平均フィルタリング手段の平均係数の値を適応的に設定する平均係数調整手段とを備える自動利得制御装置。

【請求項 1 6】

受信された空中を伝播するデジタル変調信号波を所望の周波数のデジタル変調信号を抽出して第1のデジタル変調信号を生成し、当該第1のデジタル変調信号を所定の利得で自動利得制御増幅して所望の振幅値を有する第2のデジタル変調信号を生成し、当該第2のデジタル変調信号をデジタル信号に変換して第3のデジタル変調信号を生成して、デジタル信号を復調するデジタル復調装置の利得を調整する自動利得制御装置であって、

前記第3のデジタル変調信号の振幅値を検出する振幅検出手段と、

前記検出された振幅値を、所定の平均係数を用いて平均フィルタリングして平均振幅値を検出する平均フィルタリング手段と、

前記検出された平均振幅値と所望の平均値との誤差を検出する誤差検出手段と、

前記検出された誤差を、所定の積分項係数を用いてループフィルタリングして自動利得制御増幅処理を安定させる安定化信号を生成するループフィルタリング手段と、

前記受信されたデジタル変調信号波の振幅に基づいて、前記受信レベル変動量を検出する受信レベル変動量検出手段と、

前記検出された受信レベル変動量に基づいて、前記ループフィルタリング手段の積分項係数の値を変動させる積分項係数調整手段とを備える自動利得制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、空中を伝播して送信されるデジタル変調信号波を受信して、復調するデジタル復調装置に関するものであり、詳述すれば、当該デジタル変調信号の受信状態に応じてゲインを調整する自動利得制御機能を有するデジタル復調装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

図25に、従来のVSB復調装置の構成を模式的に示す。VSB復調装置DS_cは、アンテナ10、選局用チューナ11、ダウンコンバータ12、AGCアンプ13、AD変換器14、AGC15、ヒルベルトフィルタ16、検波器17、補間フィルタ18、ローパスフィルタ19、波形等化器1000、誤り訂正器1001、およびC/N検出器1002を含む。

アンテナ10は、放送局から複数のチャンネルに渡って送信されてくるVSB変調信号波S_bを受信する。選局用チューナ11は、アンテナ10を介して入力される複数のチャンネルに渡るVSB変調信号波S_bに対して、同調する受信信号のチャンネルを選局する。ダウンコンバータ12は、選局用チューナ11に接続されて、選局用チューナ11から出力される選局されたVSB変調信号の周波数を所望のIF周波数に周波数変換する。

【0003】

AGCアンプ13は、ダウンコンバータ12から出力されるIF信号の振幅値を所望の大きさにゲインを調整するゲインコントロールアンプ(自動利得制御アンプ)である。AD変換器14は、AGCアンプ13から出力されるIF周波数に周波数変換され、かつ所望の大きさにゲイン調整されたアナログVSB変調信号を、シンボル周波数の2倍の周波数を用いて、デジタル信号に変換される。

【0004】

AGC15は、ゲインコントローラ(自動利得制御装置)であり、AD変換器14から出力されるデジタルのVSB変調信号(以降、特に必要のない限り、単に「VSB変調信号」と呼ぶ。)S_{v s b}の振幅の平均値を計算して、VSB復調装置として正常動作するための所望の振幅を持つデジタル信号を生成する。このデジタル信号は、制御信号S_cとして、AGCアンプ13に出力される。AGCアンプ13は、AGC15から出力される制御信号S_cに基づいて、ダウンコンバータ12から入力されるVSB変調信号S_{v s b}の振幅を調整した後、AD変換器14に出力する。このように、AGCアンプ13、AD変換器14、およびAGC15の間で構成されるフィードバック回路により所望の振幅を有するVSB変調信号S_{v s b}が得られる。

【0005】

ヒルベルトフィルタ 16 は、A/D 変換器 14 から出力される VSB 変調信号 S_{vsb} の直交成分を抽出して直交成分信号を検波器 17 に出力する。検波器 17 は、A/D 変換器 14 から出力される VSB 変調信号 S_{vsb} と、ヒルベルトフィルタ 16 から出力される直交成分信号に基づいて、送信されてきた VSB 変調信号 S_{vsb} と選局用チューナ 11 の発振器の周波数誤差を検出補正してベースバンド信号を生成する。

補間フィルタ 18 は、装置クロック周波数データに基づいて、検波器 17 から出力されるベースバンド信号をシンボルレート周波数データに変換する。

【0006】

ローloffフィルタ 19 は、補間フィルタ 18 から入力されるシンボルレート周波数データから、所望のローloff率で低周波領域信号を抽出する。波形等化器 1000 は、ローloffフィルタ 19 から出力される低周波領域シンボルレート周波数信号から伝送路に起因する歪みを除去して波形等化处理を施す。誤り訂正器 1001 は、波形等化器 1000 から出力される波形等化された低周波領域シンボルレート周波数信号に、伝送路に起因する誤りを訂正する誤り訂正処理を施して、トランスポートストリームが復調すると共に誤り訂正数を示す誤り訂正信号を出力する。復調されたトランスポートストリームは、後続の MPEG デコーダ (図示せず) に出力される。なお、C/N 検出器 1002 は、誤り訂正器 1001 による誤り訂正処理から、伝送路のノイズ成分を算出し C/N 量を算出する。

10

【0007】

図 26 に、上述の AGC 15 の詳細な構成を示す。AGC 15 は振幅算出器 21、平均フィルタ 22、誤差検出器 23、ループフィルタ 24、PWM 算出器 25、ローパスフィルタ 26、およびオペアンプ 27 を含む。AGC 15 は、上述のように、A/D 変換器 14 の出力信号を用いて振幅の平均値を計算し装置として正常動作するための所望の振幅を持つデジタル信号を A/D 変換器に inputs するための制御信号を算出し、AGC アンプ 13 にその制御信号を出力する。

20

【0008】

そのために、振幅算出器 21 は、上述の A/D 変換器 14 から入力される VSB 変調信号 S_{vsb} の出力値の絶対値を計算して振幅を求める。そして、振幅算出器 21 は、求めた振幅を表す振幅信号を出力する。平均フィルタ 22 は、振幅算出器 21 から入力される振幅信号に基づいて、VSB 変調信号 S_{vsb} の振幅の平均値を算出して平均振幅信号を出力する。誤差検出器 23 は、平均フィルタ 22 から入力される平均振幅信号に基づいて、VSB 変調信号 S_{vsb} の実際の平均振幅値と VSB 復調装置全体が正常に動作するための所望の平均振幅値との誤差を検出して、平均振幅誤差信号を出力する。

30

【0009】

ループフィルタ 24 は、誤差検出器 23 から入力される平均振幅誤差信号に基づいて、検出した誤差を積分して安定化信号を生成して AGC 15 全体のループを安定させる。PWM 算出器 25 は、ループフィルタ 24 の出力を 0 と 1 の方形波の比率が誤差情報を示すための方形波に変換する。ローパスフィルタ 26 は、PWM 算出器 25 から入力される方形波から低域周波成分を抜き出し安定した所望のレベルに落ち着かせる。オペアンプ 27 は、AGC 15 全体のループゲインを調整するために、ローパスフィルタ 26 からの出力を AGC アンプ 13 に適切な値の大きさに増幅させて、AGC アンプ 13 に inputs する。

40

【0010】

図 27 に、上述の平均フィルタ 22 の詳細な構成を示す。平均フィルタ 22 は、乗算器 31a、乗算器 31b、第 1 の係数付与器 32、第 2 の係数付与器 33、加算器 34、および遅延器 35 を含む。第 1 の係数付与器 32 は、所定の平均回数の逆数を第 1 の平均係数 K として保持し、要求に応じて第 1 の平均係数 K を出力する。第 2 の係数付与器 33 は、1 から第 1 の平均係数 K を減じた値、つまり「 $1 - K$ 」を第 2 の平均係数として保持し、要求に応じて第 2 の平均係数 $1 - K$ を出力する。

【0011】

上述のように、平均フィルタ 22 は、振幅算出器 21 で検出された振幅値を平均化する。

50

そのために、乗算器 3 1 a は、振幅算出器 2 1 から入力される振幅信号と、第 1 の係数付与器 3 2 から入力される第 1 の平均係数 K を乗算し、その結果を加算器 3 4 に出力する。加算器 3 4 は、乗算器 3 1 a から入力される乗算結果と、乗算器 3 1 b からの出力を加算し、その結果を誤差検出器 2 3 および遅延器 3 5 に出力する。遅延器 3 5 は、加算器 3 4 から入力される乗算結果を 1 制御サイクル期間だけ遅延させて出力する。乗算器 3 1 b は、1 制御サイクル期間だけ遅延させられた乗算結果と、第 2 の係数付与器 3 3 から入力される第 2 の平均係数 $1 - K$ とを乗算して、その結果を加算器 3 4 に出力する。

【0012】

1 制御サイクルとは、VSB 復調装置 D S c およびその構成要素において連続して行われる制御処理の 1 シーケンスを言う。そして、1 制御サイクルの実行に要する時間、つまりある制御サイクルが開始した後に、次の制御サイクルが開始されるまでの期間を言う。なお、本明細書においては、従来技術に限らず本発明の実施形態の説明に関しても、制御サイクルを t で表し、制御サイクル期間を $P t$ で表現する。つまり、ある制御サイクル t に対して過去或いは未来の制御サイクルはそれぞれ、 t に自然数を加減することによって表され、対応する制御サイクル期間 $P t$ も同様に t に自然数を加減することによって表される。このように、制御サイクル t は、相対時刻を表すパラメータでもある。

【0013】

このように、乗算器 3 1 a から出力される平均振幅信号に第 1 の平均係数 K を乗算した値を現制御サイクル t での値と、1 制御サイクル t 前の値とを加算器 3 4 で、制御サイクル t 毎に繰り返し加算することで、VSB 変調信号 $S v s b$ の振幅の平均値を求めることができる。

図 2 7 を参照して、振幅算出器 2 1 から乗算器 3 1 a への入力される振幅信号を $X 1 (t)$ とし、加算器 3 4 からの出力される平均振幅信号を $X 2 (t)$ とした場合の平均フィルタ 2 2 における処理を説明する。図 2 7 には、制御サイクル t が 2 の場合が例示されている。なお、説明の簡便化のために、特に必要のない限り、制御サイクル t を単に「 t 」と呼ぶ。

【0014】

上述の信号間には、次式 (1) で表される関係が成立する。

$$X 2 (t) = K \times X 1 (t) + (1 - K) \times X 2 (t - 1) \cdots (1)$$

【0015】

上式 (1) に示すように、平均回数を所定の数、例えば 300 回に設定すると、平均係数 K は $1 / 300$ となる。この場合、 $K = 1 / 300$ を乗算して、それに積分和を $299 / 300$ 倍したものを足しあわせることによって、信号 $X 2$ が得られる。

【0016】

図 2 8 に、上述のループフィルタ 2 4 の詳細な構成を示す。ループフィルタ 2 4 は、積分項係数付与器 4 1、乗算器 4 2、加算器 4 3 A、および遅延器 4 4 A を含む。積分項係数付与器 4 1 は、A G C ループのループ感度を表す積分項係数を保持し、要求に応じて積分項係数 A を出力する。乗算器 4 2 は、誤差検出器 2 3 から入力される平均振幅信号 $X 2 (t)$ に、積分項係数付与器 4 1 から入力される積分項係数 A を乗算して、 $A \times X 2 (t)$ を求めて加算器 4 3 A に出力する。なお、説明の簡便化のために、特に必要のない限り、平均振幅信号 $X 2$ を単に「 $X 2$ 」と呼ぶ。加算器 4 3 A は、乗算器 4 2 から入力される $A \times X 2 (t)$ に、遅延器 4 4 A から入力される $X 2 (t - 1)$ を加算して、 $A \times X 2 (t) + X 2 (t - 1)$ を求めて、 $X 3 (t)$ として P W M 算出器 2 5 に出力するとともに、遅延器 4 4 A に出力する。

【0017】

t が 1 の時は、遅延器 4 4 A の出力である $X 2 (t - 1 = 0)$ がゼロとなるので、加算器 4 3 A からは $A \times X 2 (t)$ が遅延器 4 4 A に出力されると共に、安定化信号 $X 3 (t)$ として P W M 算出器 2 5 に出力される。

t が 2 の場合は、 $A \times X 2 (t) + X 2 (t - 1)$ が遅延器 4 4 A に出力されると共に、安定化信号 $X 3 (t)$ として P W M 算出器 2 5 に出力される。以降、同様に処理される

10

20

30

40

50

。

【 0 0 1 8 】

上記の信号間には、次式 (2) で表される関係が成立する。

$$X3(t) = \{ A \times X2(t) \} \quad \dots \quad (2)$$

【 0 0 1 9 】

図 2 9 に、上述の P W M 算出器 2 5 の詳細な構成を示す。P W M 算出器 2 5 は、オーバーフロー付き加算器 5 1 および遅延器 5 2 を含む。なお、説明の簡便化のために、特に必要がない限り、安定化信号 X 3 および方形波信号 X 4 をそれぞれ、単に「X 3 」および「X 4 」と呼ぶ。

【 0 0 2 0 】

上記信号間には、次式 (3) で表される関係が成立する。

$$X4(t) = \{ X3(t) \} \quad \dots \quad (3)$$

【 0 0 2 1 】

なお、ループフィルタ 2 4 の出力信号 X 3 が n ビット (n は所定の自然数) のビット幅を持ったデジタル信号の場合、ある時刻 (制御サイクル t) において、オーバーフロー付き加算器 5 1 により n ビットよりも、オーバーフローした場合のみ 1 が出力され、それ以外の場合は 0 が出力される。そのようにすれば、0 と 1 の方形波の比率が、ループフィルタ 2 4 から出力された信号 X 3 に比例する。

【 0 0 2 2 】

次に、図 3 0 を参照して V S B 復調装置 D S c の主な動作について説明する。V S B 復調装置 D S p 1 は、電源が投入されて運転が開始されると、まず、ステップ # 1 0 0 の「アナログ V S B 変調信号受信」サブルーチンが開始される。

【 0 0 2 3 】

ステップ # 1 0 0 において、選局用チューナ 1 1 によってアンテナを介して入力される複数のチャンネルに渡る V S B 変調信号に対して、同調する受信信号のチャンネルを選局する。選局されたチャンネルのアナログ V S B 変調信号が受信される。そして、次のステップ # 2 0 0 の「ダウンコンバート」サブルーチンが開始される。

【 0 0 2 4 】

ステップ # 2 0 0 において、ステップ # 1 0 0 で得られたアナログの V S B 変調信号が、ダウンコンバータ 1 2 によって、所望の周波数を有する I F 信号に変換される。そして、次のステップ # 3 0 0 の「増幅」サブルーチンが開始される。

【 0 0 2 5 】

ステップ # 3 0 0 において、ステップ # 2 0 0 で生成された I F 信号が、A G C アンプ 1 3 によって所定のゲインで増幅される。そして、次のステップ # 4 0 0 の「A D 変換」サブルーチンが開始される。

【 0 0 2 6 】

ステップ # 4 0 0 において、ステップ # 3 0 0 で増幅された I F 信号であるアナログ V S B 変調信号が、A D 変換器 1 4 によってデジタルの V S B 変調信号 S v s b に変換される。そして、次のステップ # 6 0 0 の「ヒルベルトフィルタリング」サブルーチンが開始する。

【 0 0 2 7 】

ステップ # 6 0 0 において、ステップ # 4 0 0 で生成された V S B 変調信号 S v s b に基づいて、ヒルベルトフィルタ 1 6 は直交成分信号を生成する。そして、次のステップ # 7 0 0 の「検波」サブルーチンが開始する。

【 0 0 2 8 】

ステップ # 7 0 0 において、検波器 1 7 は、ステップ # 4 0 0 で得られた V S B 変調信号 S v s b を、ステップ # 6 0 0 で得られた直交成分信号で検波して、ベースバンド信号を生成する。そして、次のステップ # 8 0 0 の「保管フィルタリング処理」サブルーチンが開始する。

【 0 0 2 9 】

10

20

30

40

50

ステップ# 800において、ステップ# 700で得られたベースバンド信号が、補間フィルタ18によってシンボルレート周波数データに変換される。そして、次のステップ# 900の「ロールオフフィルタリング」サブルーチンが開始する。

【0030】

ステップ# 900において、ステップ# 800で得られたシンボルレート周波数データに基づいて、ロールオフフィルタ19は低周波領域シンボルレート周波数信号を生成する。そして、次のステップ# 1000の「波形等化処理」サブルーチンが開始する。

【0031】

ステップ# 1000において、波形等化器1000が、ステップ# 900で得られた低周波領域シンボルレート周波数信号から伝送路に起因する歪みを除去する。そして、次のステップ# 1100の「誤り訂正」サブルーチンが開始する。

【0032】

ステップ# 1100において、誤り訂正器1001は、ステップ# 1000で波形等化処理された低周波領域シンボルレート周波数信号に、伝送路に起因する誤りを訂正する誤り訂正処理を施す。結果、復調されたトランスポートストリームが、外部のMP EGデコーダに出力される。そして、次のステップ# 1200の「C/N検出」サブルーチンが開始する。

【0033】

ステップ# 1200において、ステップ# 1100における誤り訂正器1001の誤り訂正処理に基づいて、伝送路のノイズ成分を算出しC/N量を算出する。

【0034】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、放送局から送信されたデジタル変調信号波S_bは大気中を伝播してアンテナ10で受信されるまでに、種々の妨害要因によって劣化される。妨害要因としては、建物などの巨大固定物或いは飛行機や自動車による反射および遮断がある。さらに、他の電波源から発信された電波による干渉、自然現象や人為的要因による電磁界の干渉がある。また、卑近な例としては、アンテナ10の周囲が人間が移動するだけで、アンテナ10で受信されるVSB変調信号波S_bの受信レベルは著しく変動する。このようなVSB変調信号波S_bの受信レベルの変動は、すなわち、VSB変調信号波S_bの品質の劣化であり、VSB復調装置の復調性能に多大な影響を与える。

【0035】

妨害要因による影響の一つとして、誤り訂正器1001によって実行される誤り訂正処理時のビット誤り率がある。このビット誤り率は、AGC回路(AGC15)の平均フィルタ(平均フィルタ22)の平均係数(第1の平均係数K)の値によって制御することができる。平均係数を大きくすると、送信電波のアンテナでの受信レベルの変動量が大きくても適応できるが、装置として熱雑音が増加し、ビット誤り率が劣化する。逆に、平均係数を小さくすると、電波の受信レベルの変動量が大きい場合、AGC回路が追従しなくなるが、装置としての熱雑音が減少し、ビット誤り率が良化する。

【0036】

従来のデジタル復調装置において、AGC回路の平均フィルタの平均係数は一意に決まっているため、アンテナへ送られてきた電波の受信レベルの変動量に対する性能と、装置全体のビット誤り率に対する性能の2つを同時に満たすことができないという問題がある。本発明は、この点に着目して、電波の受信レベルの変動量および装置全体のビット誤り率に応じて、平均フィルタの平均係数を適正かつ動的に設定できるデジタル復調装置を提供することを目的とする。

【0037】

【課題を解決するための手段および発明の効果】

第1の発明は、受信された空中を伝播するデジタル変調信号波を所定の振幅を有するように自動調整される利得で増幅してデジタル信号に復調するデジタル復調装置であって、受信されたデジタル信号波の受信レベル変動量を検出する受信レベル変動量検出器と、

10

20

30

40

50

検出された受信レベル変動量に基づいて、利得を調整する利得調整器とを備えるデジタル復調装置。

【0038】

上記のように、第1の発明においては、空中を伝播してくる過程における様々な妨害要因によって変動する、デジタル変調信号波の受信状態に応じて、自動利得制御増幅処理を制御することによって、高品位にデジタル信号を復調できる。

【0039】

第2の発明は、第1の発明において、受信レベル変動量検出器は、受信されたデジタル信号波の振幅に基づいて、受信レベル変動量を検出することを特徴とする。

【0040】

第3の発明は、第1の発明において、受信レベル変動量検出器は、受信されたデジタル信号波の誤り率に基づいて、受信レベル変動量を検出することを特徴とする。

【0041】

第4の発明は、第1の発明において、受信レベル変動量検出器は、受信されたデジタル変調信号波から所望の周波数のデジタル変調信号を抽出して第1のデジタル変調信号を生成する同調器と、

第1のデジタル変調信号を利得で増幅して、所望の振幅値を有する第2のデジタル変調信号を生成する自動利得制御増幅器と、

第2のデジタル変調信号をデジタル信号に変換して第3のデジタル変調信号を生成するアナログデジタル変換器と、

第3のデジタル変調信号の振幅に基づいて、第1のデジタル変調信号の受信レベル変動量を検出する同調信号受信レベル変動量検出器とを備え、利得調整器は、検出された第3のデジタル変調信号の受信レベル変動量に基づいて、利得を調整することを特徴とする。

【0042】

第5の発明は、第4の発明において、同調信号受信レベル変動量検出器は、さらに、

第3のデジタル変調信号の振幅値を検出する振幅検出器と、

検出された振幅値を、所定の平均係数を用いて平均フィルタリングして平均振幅値を検出する第1の平均フィルタと、

検出された平均振幅値と所望の平均値との誤差を検出する誤差検出器と、

検出された誤差を、所定の積分項係数を用いてループフィルタリングして自動利得制御増幅処理を安定させる安定化信号を生成するループフィルタとを備え、同調信号受信レベル変動量検出器は生成された安定化信号に基づいて受信レベル変動量を検出することを特徴とする。

【0043】

第6の発明は、第5の発明において、同調信号受信レベル変動量検出器は、さらに、

安定化信号の任意の2つの値の差を検出する2値差検出器と、

2値差を所定値の閾値とを比較することによって、受信レベル変動量を検出することを特徴とする。

【0044】

上記のように、第6の発明においては、閾値の値および数を任意に設定することによって、受信するデジタル変調波の種類や受信状態に応じて、きめ細やかにゲイン調整でき、より高品位なデジタル信号を復調できる。

【0045】

第7の発明は、第6の発明において、同調信号受信レベル変動量検出器は、比較結果を示す値を有するレベル変動量信号を生成し、利得制御器はレベル変動量信号に基づいて、利得を調整することを特徴とする。

【0046】

第8の発明は、第7の発明において平均フィルタは、レベル変動量信号の値に基づいて平均係数の値を適応的に設定する適応平均フィルタであり、検出された受信レベル変動量に応じて平均係数を最適値に設定することによって高品位にデジタル信号を復調できること

10

20

30

40

50

を特徴とする。

【 0 0 4 7 】

上記のように、第 8 の発明においては、受信レベル変動に応じて平均係数を設定するので、受信レベル変動に対応した適用平均フィルタリングができる。

【 0 0 4 8 】

第 9 の発明は、第 8 の発明において、平均フィルタは、第 1 の平均係数と、第 1 の平均係数より大きな第 2 の平均係数とを備え、レベル変動量信号が検出されたレベル変動量が閾値より小さい場合には第 1 の平均係数を選択し、レベル変動量信号が検出されたレベル変動量が閾値より小さくない場合には第 2 の平均係数を選択することを特徴とする。

【 0 0 4 9 】

第 1 0 の発明は、第 7 の発明において、ループフィルタは、レベル変動量信号の値に基づいて、積分項係数の値を変動させる適応ループフィルタであり、検出された受信レベル変動量に応じて積分項係数を最適値に設定することによって高品位にデジタル信号を復調できることを特徴とする。

【 0 0 5 0 】

上記のように、第 1 0 の発明においては、受信レベル変動に応じて積分項係数を設定するので、受信レベル変動に対応した適用ループフィルタリングができる。

【 0 0 5 1 】

第 1 1 の発明は、第 1 0 の発明において、ループフィルタは、第 1 の積分項係数と、第 1 の積分項係数より大きな第 2 の積分項係数とを備え、レベル変動量信号が検出されたレベル変動量が閾値より小さい場合には第 1 の積分項係数を選択し、レベル変動量信号が検出されたレベル変動量が閾値より小さくない場合には第 2 の積分項係数を選択することを特徴とする。

【 0 0 5 2 】

第 1 2 の発明は、第 6 の発明において、同調信号受信レベル変動量検出器は、さらに、安定化信号を 0 と 1 で表される方形波信号に変換する P W M 算出器と、方形波信号から低域周波成分を抽出して低周波方形波信号を生成するローパスフィルタとを備え、同調信号受信レベル変動量検出器は、低周波方形波信号に基づいて、受信レベル変動量を検出することを特徴とする。

【 0 0 5 3 】

第 1 3 の発明は、第 1 2 の発明において、利得調整器は、低周波方形波信号に基づいて、利得を調整することを特徴とする。

【 0 0 5 4 】

第 1 4 の発明は、第 1 2 の発明において、同調信号受信レベル変動量検出器は、さらに、低周波方形波信号に基づいて、自動利得制御増幅器の利得を調整する利得調整信号を生成する利得調整信号生成器とを備え、同調信号受信レベル変動量検出器は、利得調整信号に基づいて、受信レベル変動量を検出することを特徴とする。

【 0 0 5 5 】

第 1 5 の発明は、第 1 4 の発明において、利得調整器は、利得調整信号に基づいて、利得を調整することを特徴とする。

【 0 0 5 6 】

第 1 6 の発明は、第 4 の発明において、同調信号受信レベル変動量検出器はさらに、第 3 のデジタル変調信号から直交成分を作り出すヒルベルトフィルタと、第 3 のデジタル変調信号の周波数と同調器の発振周波数との誤差を検出補正しベースバンド信号に周波数変換する検波器と、システムクロック周波数データに基づいて、ベースバンド信号からシンボルレート周波数データに変換する補間フィルタと、シンボルレート周波数データを所望のロールオフ率で低域成分を抽出して低域シンボルレート周波数データを生成するロールオフフィルタと、

低域シンボルレート周波数データから伝送路に起因する歪みを除去する波形等化器と、波形等化された低域シンボルレート周波数データに、伝送路に起因する誤りを訂正する誤り訂正器と、

誤り訂正に基づいて、第3のデジタル復調信号の誤り率量を検出する誤り率検出器とを備え、受信レベル変動量検出器は検出された誤り率に基づいて、受信レベル変動量を検出することを特徴とする。

【0057】

第17の発明は、第16の発明において、同調信号受信レベル変動量検出器は、さらに、第3のデジタル変調信号の振幅値を検出する振幅検出器と、

検出された振幅値を、所定の平均係数を用いて平均フィルタリングして平均振幅値を検出する第1の平均フィルタと、

検出された平均振幅値と所望の平均値との誤差を検出する誤差検出器と、

検出された誤差を、所定の積分項係数を用いてループフィルタリングして自動利得制御増幅処理を安定させる安定化信号を生成するループフィルタと、

検出された誤り率を所定値の閾値とを比較することによって、受信レベル変動量を検出することを特徴とする。

【0058】

第18の発明は、第17の発明において、同調信号受信レベル変動量検出器は、比較結果を示す値を有するレベル変動量信号を生成し、利得調整器はレベル変動量信号に基づいて、利得を調整することを特徴とする。

【0059】

第19の発明は、第18の発明において、平均フィルタ、レベル変動量信号の値に基づいて平均係数の値を適応的に設定する適応平均フィルタであり、検出された受信レベル変動量に応じて平均係数を最適値に設定することによって高品位にデジタル信号を復調できることを特徴とする。

【0060】

第20の発明は、第19の発明において、平均フィルタは、第1の平均係数と、第1の平均係数より大きな第2の平均係数とを備え、レベル変動量信号が検出されたレベル変動量が閾値より小さい場合には第1の平均係数を選択し、レベル変動量信号が検出されたレベル変動量が閾値より小さくない場合には第2の平均係数を選択することを特徴とする。

【0061】

第21の発明は、第18の発明において、ループフィルタは、レベル変動量信号の値に基づいて、積分項係数の値を適応的に設定する適応平均フィルタであり、検出された受信レベル変動量に応じて積分項係数係数を最適値に設定することによって高品位にデジタル信号を復調できることを特徴とする。

【0062】

第22の発明は、第21の発明において、ループフィルタは、第1の積分項係数と、第1の積分項係数より大きな第2の積分項係数とを備え、レベル変動量信号が検出されたレベル変動量が閾値より小さい場合には第1の積分項係数を選択し、レベル変動量信号が検出されたレベル変動量が閾値より小さくない場合には第2の積分項係数を選択することを特徴とする。

【0063】

第23の発明は、第17の発明において、同調信号受信レベル変動量検出器は、さらに、安定化信号を0と1で表される方形波信号に変換するPWM算出器と、

方形波信号から低域周波成分を抽出して低周波方形波信号を生成するローパスフィルタと、

低周波方形波信号に基づいて、自動利得制御増幅器の利得を調整する利得調整信号を生成する利得調整信号生成器とを備え、利得調整器は利得調整信号に基づいて、利得を調整することを特徴とする。

【0064】

第 2 4 の発明は、第 2 の発明において、受信レベル変動量検出器は、
受信されたデジタル変調信号波から所望の周波数のデジタル変調信号を抽出して第 1 のデ
ジタル変調信号を生成する同調器と、
第 1 のデジタル変調信号を利得で増幅して、所望の振幅値を有する第 2 のデジタル変調信
号を生成する自動利得制御増幅器と、
第 2 のデジタル変調信号をデジタル信号に変換して第 3 のデジタル変調信号を生成するア
ナログデジタル変換器と、
受信されたデジタル変調波振幅に基づいて、受信レベル変動量を検出する同調信号受信レ
ベル変動量検出器とを備え、利得調整器は、検出された受信レベル変動量に基づいて、利
得を調整することを特徴とする。

10

【 0 0 6 5 】

第 2 5 の発明は、第 2 4 の発明において、同調信号受信レベル変動量検出器は、さらに、
第 3 のデジタル変調信号の振幅値を検出する振幅検出器と、
検出された振幅値を、所定の平均係数を用いて平均フィルタリングして平均振幅値を検出
する第 1 の平均フィルタと、
検出された平均振幅値と所望の平均値との誤差を検出する誤差検出器と、
検出された誤差を、所定の積分項係数を用いてループフィルタリングして自動利得制御増
幅処理を安定させる安定化信号を生成するループフィルタとを備え、同調信号受信レベル
変動量検出器は検出された安定化信号に基づいて受信レベル変動量を検出することを特徴
とする。

20

【 0 0 6 6 】

第 2 6 の発明は、第 2 5 の発明において、同調信号受信レベル変動量検出器は、さらに、
安定化信号の任意の 2 つの値の差を検出する 2 値差検出器と、
2 値差を所定値の閾値とを比較することによって、受信レベル変動量を検出することを特
徴とする。

【 0 0 6 7 】

第 2 7 の発明は、第 2 6 の発明において、同調信号受信レベル変動量検出器は、比較結果
を示す値を有するレベル変動量信号を生成し、利得制御器はレベル変動量信号に基づいて
、利得を調整することを特徴とする。

【 0 0 6 8 】

第 2 8 の発明は、第 2 7 の発明において、平均フィルタは、レベル変動量信号の値に基づ
いて平均係数の値を適応的に設定する適応平均フィルタであり、検出された受信レベル変
動量に応じて平均係数を最適値に設定することによって高品位にデジタル信号を復調でき
ることを特徴とする。

30

【 0 0 6 9 】

第 2 9 の発明は、第 2 8 の発明において、平均フィルタは、第 1 の平均係数と、第 1 の平
均係数より大きな第 2 の平均係数とを備え、レベル変動量信号が検出されたレベル変動量
が閾値より小さい場合には第 1 の平均係数を選択し、レベル変動量信号が検出されたレベ
ル変動量が閾値より小さくない場合には第 2 の平均係数を選択することを特徴とする。

【 0 0 7 0 】

第 3 0 の発明は、第 2 7 の発明において、ループフィルタは、レベル変動量信号の値に基づ
いて、積分項係数の値を適応的に設定する適応平均フィルタであり、検出された受信レ
ベル変動量に応じて積分項係数係数を最適値に設定することによって高品位にデジタル信
号を復調できることを特徴とする。

40

【 0 0 7 1 】

第 3 1 の発明は、第 3 0 の発明において、ループフィルタは、第 1 の積分項係数と、第 1
の積分項係数より大きな第 2 の積分項係数とを備え、レベル変動量信号が検出されたレベ
ル変動量が閾値より小さい場合には第 1 の積分項係数を選択し、レベル変動量信号が検出
されたレベル変動量が閾値より小さくない場合には第 2 の積分項係数を選択することを特
徴とする。

50

【 0 0 7 2 】

第 3 2 の発明は、第 2 6 の発明において、同調信号受信レベル変動量検出器は、さらに、安定化信号を 0 と 1 で表される方形波信号に変換する P W M 算出器と、方形波信号から低域周波成分を抽出して低周波方形波信号を生成するローパスフィルタと、
低周波方形波信号に基づいて、自動利得制御増幅器の利得を調整する利得調整信号を生成する利得調整信号生成器とを備え、利得調整器は利得調整信号に基づいて、利得を調整することを特徴とする。

【 0 0 7 3 】

第 3 3 の発明は、受信された空中を伝播するデジタル変調信号波を所望の周波数のデジタル変調信号を抽出して第 1 のデジタル変調信号を生成し、第 1 のデジタル変調信号を所定の利得で自動利得制御増幅して所望の振幅値を有する第 2 のデジタル変調信号を生成し、第 2 のデジタル変調信号をデジタル信号に変換して第 3 のデジタル変調信号として、デジタル信号を復調するデジタル復調装置の利得を調整する自動利得制御装置であって、第 3 のデジタル変調信号の振幅値を検出する振幅検出器と、
検出された振幅値を、所定の平均係数を用いて平均フィルタリングして平均振幅値を検出する第 1 の平均フィルタと、
検出された平均振幅値と所望の平均値との誤差を検出する誤差検出器と、
検出された誤差を、所定の積分項係数を用いてループフィルタリングして自動利得制御増幅処理を安定させる安定化信号を生成するループフィルタと、
検出された安定化信号に基づいて受信レベル変動量を検出する受信レベル変動量検出器と、
検出された受信レベル変動量に基づいて、平均フィルタの平均係数の値を適応的に設定する平均係数調整器とを備える自動利得制御装置。

【 0 0 7 4 】

第 3 4 の発明は、受信された空中を伝播するデジタル変調信号波を所望の周波数のデジタル変調信号を抽出して第 1 のデジタル変調信号を生成し、第 1 のデジタル変調信号を所定の利得で自動利得制御増幅して所望の振幅値を有する第 2 のデジタル変調信号を生成し、第 2 のデジタル変調信号をデジタル信号に変換して第 3 のデジタル変調信号として、デジタル信号を復調するデジタル復調装置の利得を調整する自動利得制御装置であって、第 3 のデジタル変調信号の振幅値を検出する振幅検出器と、
検出された振幅値を、所定の平均係数を用いて平均フィルタリングして平均振幅値を検出する第 1 の平均フィルタと、
検出された平均振幅値と所望の平均値との誤差を検出する誤差検出器と、
検出された誤差を、所定の積分項係数を用いてループフィルタリングして自動利得制御増幅処理を安定させる安定化信号を生成するループフィルタと、
検出された安定化信号に基づいて受信レベル変動量を検出する受信レベル変動量検出器と、
検出された受信レベル変動量に基づいて、ループフィルタの積分項係数の値を適応的に設定する積分項係数調整器とを備える自動利得制御装置。

【 0 0 7 5 】

第 3 5 の発明は、受信された空中を伝播するデジタル変調信号波を所望の周波数のデジタル変調信号を抽出して第 1 のデジタル変調信号を生成し、第 1 のデジタル変調信号を所定の利得で自動利得制御増幅して所望の振幅値を有する第 2 のデジタル変調信号を生成し、第 2 のデジタル変調信号をデジタル信号に変換して第 3 のデジタル変調信号として、デジタル信号を復調するデジタル復調装置の利得を調整する自動利得制御装置であって、第 3 のデジタル変調信号の振幅値を検出する振幅検出器と、
検出された振幅値を、所定の平均係数を用いて平均フィルタリングして平均振幅値を検出する第 1 の平均フィルタと、
検出された平均振幅値と所望の平均値との誤差を検出する誤差検出器と、

検出された誤差を、所定の積分項係数を用いてループフィルタリングして自動利得制御増幅処理を安定させる安定化信号を生成するループフィルタと、
受信されたデジタル変調信号波の振幅に基づいて、受信レベル変動量を検出する受信レベル変動量検出器と、
検出された受信レベル変動量に基づいて、平均フィルタの平均係数の値を適応的に設定する平均係数調整器とを備える自動利得制御装置。

【 0 0 7 6 】

第 3 6 の発明は、受信された空中を伝播するデジタル変調信号波を所望の周波数のデジタル変調信号を抽出して第 1 のデジタル変調信号を生成し、第 1 のデジタル変調信号を所定の利得で自動利得制御増幅して所望の振幅値を有する第 2 のデジタル変調信号を生成し、
第 2 のデジタル変調信号をデジタル信号に変換して第 3 のデジタル変調信号として、デジタル信号を復調するデジタル復調装置の利得を調整する自動利得制御装置であって、
第 3 のデジタル変調信号の振幅値を検出する振幅検出器と、
検出された振幅値を、所定の平均係数を用いて平均フィルタリングして平均振幅値を検出する第 1 の平均フィルタと、
検出された平均振幅値と所望の平均値との誤差を検出する誤差検出器と、
検出された誤差を、所定の積分項係数を用いてループフィルタリングして自動利得制御増幅処理を安定させる安定化信号を生成するループフィルタと、
受信されたデジタル変調信号波の振幅に基づいて、受信レベル変動量を検出する受信レベル変動量検出器と、
検出された受信レベル変動量に基づいて、ループフィルタの積分項係数の値を適応的に設定する積分項係数調整器とを備える自動利得制御装置。

【 0 0 7 7 】

【 発明の実施の形態 】

以下に、図 1、図 2、図 3、図 4、図 5、図 6、および図 7 を参照して、本発明の第 1 の実施形態にかかるデジタル復調装置について説明する。図 8、図 9、図 10、図 11、図 12、図 13 および図 14 を参照して、本発明の第 2 の実施形態にかかるデジタル復調装置について説明する。図 15、図 16、図 17、図 18 および図 19 を参照して、本発明の第 3 の実施形態にかかるデジタル復調装置について説明する。そして、図 20、図 21、図 22、図 23、および図 24 を参照して、本発明の第 4 の実施形態にかかるデジタル復調装置について説明する。

【 0 0 7 8 】

(第 1 の実施形態)

図 1 に、本発明の第 1 実施形態にかかるデジタル装置を、V S B 復調装置として構成した例を示す。V S B 復調装置 D S p 1 は、アンテナ 10、選局用チューナ 11、ダウンコンバータ 12、A G C アンプ 13、A D 変換器 14、適応 A G C 15 A、ヒルベルトフィルタ 16、検波器 17、補間フィルタ 18、ロールオフフィルタ 19、波形等化器 1000、誤り訂正器 1001、および C / N 検出器 1002 を含む。

【 0 0 7 9 】

アンテナ 10 は、放送局から複数のチャンネルに渡って送信されてくる V S B 変調信号波 S b を受信する。選局用チューナ 11 は、特定のチャンネル周波数に同調して、アンテナ 10 で受信された複数チャンネルに渡る V S B 変調信号波 S b から特定のチャンネルの V S B 変調信号を取り出す。ダウンコンバータ 12 は、選局用チューナ 11 に接続されて、選局用チューナ 11 から出力される選局された V S B 変調信号の周波数を所望の I F 周波数に周波数変換する。

【 0 0 8 0 】

A G C アンプ 13 は、ダウンコンバータ 12 から出力される I F 信号の振幅値を所望の大きさにゲインを調整するゲインコントロールアンプである。A D 変換器 14 は、A G C アンプ 13 から出力される I F 周波数に周波数変換され、かつ所望の大きさにゲイン調整されたアナログ V S B 変調信号を、シンボル周波数の 2 倍の周波数を用いて、デジタル信号

に変換する。

【0081】

適応AGC15Aは、ゲインコントローラであり、AD変換器14から出力されるデジタルのVSB変調信号（以降、特に必要のない限り、単に「VSB変調信号」と呼ぶ。）Svsbの振幅の平均値を計算すると共に、VSB変調信号Svsbの受信レベル変動を評価して、VSB復調装置として正常動作するための所望の振幅を持つデジタル信号を生成する。このデジタル信号は、AGCアンプ13のゲインを所望の値にするための制御信号として、AGCアンプ13に出力される。この制御信号はVSB変調信号Svsbの受信レベル変動が適応されており、この意味において、受信レベル変動適応制御信号Sacと呼ぶ。

10

後ほど図2を参照して詳述するが、本実施形態においては、適応AGC15Aは、AD変換器14から出力されるVSB変調信号Svsbから所望の振幅値を算出して、受信するデジタル変調信号の振幅のレベル変動量を計算し、その変動量が小さい時は、平均フィルタの平均係数を小さくし、その変動量が大きい時は、平均フィルタの平均係数を大きくする適応平均フィルタを備え受信レベル変動適応制御信号SacをAGCアンプ13へ入力する。

【0082】

AGCアンプ13は、適応AGC15Aから出力される受信レベル変動適応制御信号Sacに基づいて、ダウンコンバータ12から入力されるVSB変調信号Svsbの振幅を調整した後、AD変換器14に出力する。このように、AGCアンプ13、AD変換器14、および適応AGC15Aの間で構成されるフィードバック回路により所望の振幅を有するVSB変調信号Svsbが得られる。これについては、後ほど図2、図3、図4および図5を参照して詳しく説明する。

20

【0083】

ヒルベルトフィルタ16は、AD変換器14から出力されるVSB変調信号Svsbの直交成分を抽出して直交成分信号を検波器17に出力する。検波器17は、AD変換器14から出力されるVSB変調信号Svsbと、ヒルベルトフィルタ16から出力される直交成分信号に基づいて、送信されてきたVSB変調信号Svsbと選局用チューナ11の発振器の周波数誤差を検出補正してベースバンド信号を生成する。

補間フィルタ18は、装置クロック周波数データに基づいて、検波器17から出力されるベースバンド信号をシンボルレート周波数データに変換する。

30

【0084】

ロールオフフィルタ19は、補間フィルタ18から入力されるシンボルレート周波数データから、所望のロールオフ率で低周波領域信号を抽出する。波形等化器1000は、ロールオフフィルタ19から出力される低周波領域シンボルレート周波数信号から伝送路に起因する歪みを除去して波形等化处理を施す。誤り訂正器1001は、波形等化器1000から出力される波形等化された低周波領域シンボルレート周波数信号に、伝送路に起因する誤りを訂正する誤り訂正処理を施して、トランスポートストリームを復調する。復調されたトランスポートストリームは、後続のMP EGデコーダ（図示せず）に出力される。なお、C/N検出器1002は、誤り訂正器1001に接続されて、誤り訂正器1001

40

【0085】

図2を参照して、適応AGC15Aについて説明する。適応AGC15Aは振幅算出器21、適応平均フィルタ22A、誤差検出器23、ループフィルタ24、PWM算出器25、ローパスフィルタ26、オペアンプ27、およびレベル変動量検出器62Aを含む。適応AGC15Aは、上述のように、AD変換器14の出力信号を用いて振幅の平均値を計算し装置として正常動作するための所望の振幅を持つデジタル信号をAD変換器に入力するための受信レベル変動適応制御信号Sacを算出し、AGCアンプ13にその受信レベル変動適応制御信号Sacを出力する。

50

【0086】

そのために、振幅算出器21は、上述のAD変換器14から入力されるVSB変調信号 S_{vsb} の出力値の絶対値を計算して振幅を求める。そして、振幅算出器21は、求めた振幅を表す振幅信号を出力する。適応平均フィルタ22Aは、振幅算出器21から入力される振幅信号およびレベル変動量検出器62Aから入力されるレベル変動信号 S_{sw} に基づいて、VSB変調信号 S_{vsb} の振幅の平均値をVSB変調信号 S_{vsb} の受信レベル変動に応じて算出し、適応化平均振幅信号 S_{aa} を出力する。

誤差検出器23は、適応平均フィルタ22Aから入力される適応化平均振幅信号 S_{aa} に基づいて、VSB変調信号 S_{vsb} の実際の平均振幅値とVSB復調装置全体が正常に動作するための所望の平均振幅値との誤差 E_a を検出して、平均振幅誤差信号 S_{Ea} を出力する。

10

【0087】

ループフィルタ24は、誤差検出器23から入力される平均振幅誤差信号に基づいて、検出した誤差 E_a を積分して安定化信号 S_{Sp} を生成して適応AGC15A全体のループを安定させる。

【0088】

レベル変動量検出器62Aは、ループフィルタ24から出力される安定化信号 S_{Sp} に基づいて、VSB変調信号 S_{vsb} の受信レベル変動を検出し、検出した受信レベル変動量を表すレベル変動信号 S_{sw} を生成する。つまり、アンテナ10で受信した信号のレベル変動量が大きい場合は、ループフィルタ24の出力値の変動量が大きく、レベル変動量が小さい場合はループフィルタ24の出力値の変動量が小さくなるため、ループフィルタ24からの出力される安定化信号 S_{Sp} の値をレベル変動量算出器62Aにおいて算出して、レベル変動信号 S_{sw} を生成する。

20

【0089】

適応平均フィルタ22Aは、レベル変動量検出器62Aから入力されるレベル変動信号 S_{sw} に基づいて、内部の平均係数を変えることによって、VSB変調信号 S_{vsb} の受信レベル変動に応じた平均化処理を行って、上述の適応化平均振幅信号 S_{aa} を生成する。この意味において、レベル変動信号 S_{sw} は平均係数制御信号とも言える。なお、適応平均フィルタ22Aの内部処理については、後ほど図3を参照して、詳しく説明する。

【0090】

30

PWM算出器25は、ループフィルタ24から出力される安定化信号 S_{Sp} を0と1の方形波の比率が誤差情報を示す方形波信号 S_r に変換する。ローパスフィルタ26は、PWM算出器25から入力される方形波信号 S_r から低域周波成分を抜き出し安定した所望のレベルに落ち着かせて、低周波方形波信号 S_{r1} を生成する。オペアンプ27は、AGC15A全体のループゲインを調整するために、ローパスフィルタ26から入力される低周波方形波信号 S_{r1} をAGCアンプ13に適切な値の大きさに増幅させて、受信レベル変動適応制御信号 S_{ac} としてAGCアンプ13に入力する。

【0091】

図3を参照して、適応平均フィルタ22Aについて説明する。適応平均フィルタ22Aは、乗算器31a、乗算器31b、遅延器35、第1の小レベル変動平均係数付与器71、第1の大レベル変動平均係数付与器72、第1の切り換えスイッチ73、第2の小レベル変動平均係数付与器74、第2の大レベル変動平均係数付与器75、および第2の切り換えスイッチ76を含む。

40

【0092】

第1の小レベル変動平均係数付与器71は、レベル変動量が小さい場合に適した平均係数である第1の小レベル変動平均係数 K_A を保持し、要求に応じて第1の小レベル変動平均係数 K_A を出力する。第1の大レベル変動平均係数付与器72は、レベル変動量が大きい場合に適した平均係数である第1の大レベル変動平均係数 K_B を保持し、要求に応じて第1の大レベル変動平均係数 K_B を出力する。

【0093】

50

第1の切り換えスイッチ73は、第1の小レベル変動平均係数付与器71の出力ポート、第1の大レベル変動平均係数付与器72の出力ポート、乗算器31aの入力ポート、およびレベル変動量検出器62Aの出力ポートに接続されている。そして、レベル変動量検出器62Aから入力される、レベル変動信号 Ssw に基づいて、第1の切り換えスイッチ73は第1の小レベル変動平均係数付与器71或いは第1の大レベル変動平均係数付与器72のいずれか一方の出力ポートを選択して、乗算器31aの入力ポートに接続する。結果、第1の小レベル変動量平均係数 KA 或いは第1の大レベル変動量平均係数 KB のいずれか、レベル変動信号 Ssw が示す方が乗算器31aに入力される。

【0094】

第2の小レベル変動平均係数付与器74は、1から第1の小レベル変動量平均係数 KA を減じた値、つまり「 $1 - KA$ 」を第2の小レベル変動量平均係数として保持し、要求に応じて第2の小レベル変動量平均係数 $1 - KA$ を出力する。第2の大レベル変動平均係数付与器75は、1から第1の大レベル変動量平均係数 KB を減じた値、つまり「 $1 - KB$ 」を第2の大レベル変動量平均係数 $1 - KB$ として保持し、要求に応じて第2の小レベル変動量平均係数 $1 - KB$ を出力する。

【0095】

第2の切り換えスイッチ76は、第2の小レベル変動平均係数付与器74の出力ポート、第2の大レベル変動平均係数付与器75の出力ポート、乗算器31bの入力ポートに接続される出力ポート、およびレベル変動量検出器62Aの出力ポートに接続されている。そして、レベル変動量検出器62Aから入力される、レベル変動信号 Ssw に基づいて、第2の小レベル変動平均係数付与器74或いは第2の大レベル変動平均係数付与器75のいずれか一方の出力ポートを選択して、乗算器31bの入力ポートに接続する。結果、第2の小レベル変動量平均係数 $1 - KA$ 或いは第2の大レベル変動量平均係数 $1 - KB$ のいずれか、レベル変動信号 Ssw が示す方が乗算器31aに入力される。

【0096】

なお、本実施形態においては、受信レベル変動量を大(KB 、 $1 - KB$)と低(KA 、 $1 - KA$)の2段階に分けて識別しているので、レベル変動量検出器62Aで生成されるレベル変動信号 Ssw は、好ましくは、それぞれ大と低に対応する二値の値を有するように生成される。また、後述するように、レベル変動信号 Ssw は初期値として、大レベル変動に対応する値を有する。なお、受信レベル変動量の識別段数は、必要処理精度に応じて任意に増やしても良い。また、説明の簡便化のために、特に必要のない限り、第2の小レベル変動量平均係数 $1 - KA$ および第2の大レベル変動量平均係数 $1 - KB$ をそれぞれ、単に「 $1 - KA$ 」および「 $1 - KB$ 」と呼ぶ。

【0097】

以下に、適応平均フィルタ22Aの内部処理について、振幅算出器21から入力される振幅信号 Sa を $X1(t)$ と表し、適応平均フィルタ22Aから出力される適応化平均振幅信号 Saa を $X2(t)$ と表して説明する。

【0098】

まず、レベル変動信号 Ssw の値がレベル変動閾値 Lth より小さい、つまり VSB 変調信号 $Svsb$ の受信レベル変動が小さい場合について考える。この場合、第1の切り換えスイッチ73は第1の小レベル変動平均係数付与器71を選択し、第2の切り換えスイッチ76は第2の小レベル変動平均係数付与器74を選択する。結果、乗算器31aには第1の小レベル変動量平均係数 KA が入力され、乗算器31bには第2の小レベル変動量平均係数 $1 - KA$ が入力される。

【0099】

結果、乗算器31bにおいて、遅延器35から出力された $KA \times X2(t - 1)$ と、第2の小レベル変動平均係数付与器74から出力された $1 - KA$ が乗算されて、 $(1 - KA) \times KA \times X2(t - 1)$ が得られる。この $(1 - KA) \times KA \times X2(t - 1)$ が加算器34に出力される。加算器34においては、乗算器31aから入力された $KA \times X1(t)$ と、乗算器31bから入力された $(1 - KA) \times X2(t - 1)$ が加算されて、 $KA \times$

10

20

30

40

50

$X1(t) + (1 - KA) \times X2(t - 1)$ が得られる。この $KA \times X1(t) + (1 - KA) \times X2(t - 1)$ が、遅延器 35 に入力されると共に、誤差検出器 23 に対して適応化平均振幅信号 $Saa(X2(t))$ として出力される。

【0100】

次に、レベル変動信号 Ssw の値がレベル変動閾値 Lth より大きい、つまり VSB 変調信号 $Svsb$ の受信レベル変動が大きい場合について考える。この場合、第 1 の切り換えスイッチ 73 は第 1 の大レベル変動平均係数付与器 72 を選択し、第 2 の切り換えスイッチ 76 は第 2 の大レベル変動平均係数付与器 75 を選択する。結果、乗算器 31a には第 1 の大レベル変動量平均係数 KB が入力され、乗算器 31b には第 2 の小レベル変動量平均係数 $1 - KB$ が入力される。

10

【0101】

なお、閾値 Lth の設定方法について、一例を挙げて説明する。今、入力された VSB 変調信号 $Svsb$ のレベル変動が、振幅差 (値差 D) が $6dB$ である場合は、レベル変動閾値 Lth は $10Hz$ と設定する。振幅差 (値差 D) は $6dB$ である必要もなく、振幅差 (値差 D) に応じて、レベル変動閾値 Lth は $10Hz$ 以外の適切な値に設定されることも言うまでもない。

【0102】

結果、乗算器 31b において、遅延器 35 から出力された $KB \times X2(t - 1)$ と、第 2 の大レベル変動平均係数付与器 75 から入力された $1 - KB$ が乗算されて、 $(1 - KB) \times X2(t - 1)$ が得られる。この $(1 - KB) \times X2(t - 1)$ が加算器 34 に出力される。加算器 34 においては、乗算器 31a から入力された $KB \times X1(t)$ と、乗算器 31b から入力された $(1 - KB) \times X2(t - 1)$ が加算されて、 $KB \times X1(t) + (1 - KB) \times X2(t - 1)$ が得られる。この $KB \times X1(t) + (1 - KB) \times X2(t - 1)$ が、遅延器 35 に入力されると共に、誤差検出器 23 に対して適応化平均振幅信号 $Saa(X2(t))$ として出力される。

20

【0103】

上述の信号間には、次式 (4) で表される関係が成立する。

$$\begin{aligned} X2(t) &= KA \times X1(t) + (1 - KA) \times X2(t - 1) \\ &= KB \times X1(t) + (1 - KB) \times X2(t - 1) \end{aligned}$$

30

・・・ (4)

【0104】

なお、上式 (4) は、連続する 2 つの制御サイクル t および $t - 1$ のおける関係を表したものである。なお、本実施形態においては、小レベル変動量平均係数 KA および大レベル変動量平均係数 KB は一例として、それぞれ $1/1000$ および $1/200$ に設定される。そして、レベル変動量が小さい場合には、 $1/1000$ を乗算して、それに積分和 $999/1000$ 倍したものを足しあわせて、 $X2(t)$ が求められる。レベル変動量が大きい場合には、 $1/200$ を乗算して、それに積分和 $199/200$ 倍したものを足しあわせて、 $X2(t)$ が求められる。

40

【0105】

次に、図 4 を参照して VSB 復調装置 $Dsp1$ の主な動作について説明する。 VSB 復調装置 $Dsp1$ は、電源が投入されて運転が開始されると、まず、ステップ # 100 の「アナログ VSB 変調信号 $Svsb$ 受信」サブルーチンが開始される。

【0106】

ステップ # 100 において、選局用チューナ 11 によってアンテナ 10 を介して入力される複数のチャンネルに渡る VSB 変調信号に対して、同調する受信信号のチャンネルを選局する。選局されたチャンネルのアナログ VSB 変調信号が受信される。そして、次のステップ # 200 の「ダウンコンバート」サブルーチンが開始される。

【0107】

50

ステップ# 200において、ステップ# 100で得られたアナログのVSB変調信号Svsbが、ダウンコンバータ12によって、所望の周波数を有するIF信号に変換される。そして、次のステップ# 300の「増幅」サブルーチンが開始される。

【0108】

ステップ# 300において、ステップ# 200で生成されたIF信号が、AGCアンプ13によって所定のゲインで増幅される。そして、次のステップ# 400の「AD変換」サブルーチンが開始される。

【0109】

ステップ# 400において、ステップ# 300で増幅されたIF信号であるアナログVSB変調信号が、AD変換器14によってデジタルのVSB変調信号Svsbに変換される。そして、次のステップ# 500Aの「VSB変調信号に基づく受信レベル変動検出および適応平均フィルタリングによるゲイン制御」サブルーチンが開始される。

10

【0110】

ステップ# 500Aにおいて、ステップ# 400で生成されたVSB変調信号Svsbの受信レベル変動に基づいて、適応AGC15Aが受信レベル変動適応制御信号Sacを生成して、上述のステップ# 300におけるAGCアンプ13のゲイン値を制御する。つまり、VSB復調装置Dsp1の運転開始後初めてのステップ# 300においては、AGCアンプ13は予め定められたゲイン値を用いる。そして、本ステップ以降は、AGCアンプ13は、適応AGC15Aによって制御されたゲイン値を用いる。次のステップ# 600の「ヒルベルトフィルタリング」サブルーチンが開始する。

20

【0111】

ステップ# 600において、ステップ# 400で生成されたVSB変調信号Svsbに基づいて、ヒルベルトフィルタ16は直交成分信号を生成する。そして、次のステップ# 700の「検波」サブルーチンが開始する。

【0112】

ステップ# 700において、検波器17は、ステップ# 400で得られたVSB変調信号Svsbを、ステップ# 600で得られた直交成分信号で検波して、ベースバンド信号を生成する。そして、次のステップ# 800の「波形処理」サブルーチンが開始する。

【0113】

ステップ# 800において、ステップ# 700で得られたベースバンド信号が、補間フィルタ18によってシンボルレート周波数データに変換される。そして、次のステップ# 900の「ロールオフフィルタリング」サブルーチンが開始する。

30

【0114】

ステップ# 900において、ステップ# 800で得られたシンボルレート周波数データに基づいて、ロールオフフィルタ19は低周波領域シンボルレート周波数信号を生成する。そして、次のステップ# 1000の「補間フィルタリング処理」サブルーチンが開始する。

【0115】

ステップ# 1000において、波形等化器1000が、ステップ# 900で得られた低周波領域シンボルレート周波数信号から伝送路に起因する歪みを除去する。そして、次のステップ# 1100の「誤り訂正」サブルーチンが開始する。

40

【0116】

ステップ# 1100において、誤り訂正器1001は、ステップ# 1000で波形等化処理された低周波領域シンボルレート周波数信号に、伝送路に起因する誤りを訂正する誤り訂正処理を施す。結果、復調されたトランスポートストリームが、外部のMPEGデコーダに出力される。そして、次のステップ# 1200の「C/N検出」サブルーチンが開始する。

【0117】

ステップ# 1200において、ステップ# 1100における誤り訂正器1001の誤り訂正処理に基づいて、伝送路のノイズ成分を算出しC/N量を算出する。

50

【0118】

上述のように、VSB復調装置D S p 1においては、ステップ# 4 0 0で生成されたV S B変調信号S v s bの受信レベル変動に基づいて、ステップ# 5 0 0 Aにおいて、適応A G C 1 5 Aの適応平均フィルタ2 2 Aを適正に設定することによって、上述のステップ# 3 0 0におけるA G Cアンプ1 3のゲイン値を制御する。このことにより、受信変動レベルに対応した適正なゲインでV S B変調信号S v s bを増幅することによって、高品位なデジタル信号を復調できる。

【0119】

次に、図5に示すフローチャートを参照して、主に適応A G C 1 5 Aによって実行される、上述のステップ# 5 0 0 Aの「V S B変調信号に基づく受信レベル変動検出および適応ループフィルタリングによるゲイン制御」サブルーチンの詳細について説明する。ステップ# 4 0 0で生成されたV S B変調信号S v s bがA D変換器1 4から、適応A G C 1 5 Aの振幅算出器2 1に入力された時点で、ステップ# 5 0 0 Aの処理が開始する。

10

【0120】

まず、ステップS 2において、振幅算出器2 1が入力されたV S B変調信号S v s bの振幅を求めて、振幅信号S aを生成して適応平均フィルタ2 2 Aに出力する。そして、処理は次のステップS 4 Aに進む。

【0121】

ステップS 4 Aにおいて、適応平均フィルタ2 2 Aは、レベル変動量検出器6 2 Aから入力されるレベル変動信号S s wに基づいて、それぞれ第1の大レベル変動量平均係数K Bおよび第2の大レベル変動量平均係数 $1 - K B$ を初期値として設定する。前述のように、レベル変動量検出器6 2 Aは、V S B変調信号S v s bの受信変動レベルを検出していないV S B復調装置D S p 1の運転開始時には、大レベル変動を示す値のレベル変動信号S s wを出力するように設定されているからである。

20

【0122】

具体的には、第1の切り換えスイッチ7 3は第1の大レベル変動平均係数付与器7 2を選択して、第1の大レベル変動量平均係数K Bを乗算器3 1 aに入力させる。第2の切り換えスイッチ7 6は、第2の大レベル変動平均係数付与器7 5を選択して、第2の大レベル変動量平均係数 $1 - K B$ を乗算器3 1 bに入力させる。そして、処理は次のステップS 6に進む。

30

【0123】

ステップS 6において、ステップS 4 Aで選択された第1の大レベル変動量平均係数K Bおよび第2の大レベル変動量平均係数 $1 - K B$ に基づいて、平均化処理が実施され、 $K B \times X 1(t) + (1 - K B) \times X 1(t - 1)$ が求められて、適応化平均振幅信号S a aとして誤差検出器2 3に出力される。そして、処理は次のステップS 8に進む。

【0124】

ステップS 8において、所定時間が計時された後に、処理は次のステップS 1 0に進む。これは、適応平均フィルタ2 2 Aから出力される適応化平均振幅信号S a aの値が安定するまで、所定数nの制御サイクルtに渡る処理を要するために、 $n \times P t$ の期間だけ待機するものである。

40

【0125】

ステップS 1 0において、誤差検出器2 3は、ステップS 6で求められた適応化平均振幅信号S a a($K B \times X 1(t) + (1 - K B) \times X 1(t - 1)$)に基づいて、誤差E aを求める。そして、平均振幅誤差信号S E aを生成して、ループフィルタ2 4に出力する。

【0126】

ステップS 1 2において、ループフィルタ2 4は、ステップS 1 0で生成された平均振幅誤差信号S E aを積分して適応化平均振幅信号S a aを生成して、レベル変動量検出器6 2 Aに出力する。

【0127】

50

ステップS 1 4において、レベル変動量検出器6 2 Aは、ステップSで生成された適応化平均振幅信号S a aの不特定の2ポイントの値を取得する。

【0 1 2 8】

ステップS 1 6において、レベル変動量検出器6 2 Aは、ステップS 1 4で取得された2ポイントの値差Dを求める。

【0 1 2 9】

ステップS 1 8において、レベル変動量検出器6 2 Aは、ステップS 1 6で求めた値差Dを所定のレベル変動閾値L t hより大きいかが判断される。Y e sと判断される場合、処理はステップS 2 0に進む。

【0 1 3 0】

ステップS 2 0において、レベル変動量検出器6 2 Aは、レベル変動が大であることを示すレベル変動信号S s wを生成して適応平均フィルタ2 2 Aに出力する。そして、本サブルーチンを終了する。

【0 1 3 1】

一方、ステップS 1 8において、N oと判断された場合は、処理はステップS 2 2に進む。そして、ステップS 2 2において、レベル変動量検出器6 2 Aは、レベル変動が小であることを示すレベル変動信号S s wを生成して適応平均フィルタ2 2 Aに出力する。そして、本サブルーチンを終了する。

【0 1 3 2】

なお、上述のステップS 2 0およびS 2 2でそれぞれ、レベル変動量検出器6 2 Aは大受信レベル変動および小受信レベル変動を表すレベル変動信号S s wを生成して出力する。結果、次の制御サイクルtでステップS 4 Aの処理が再び実行される際には、前回の制御サイクルt - 1でステップS 2 0およびステップS 2 2で生成されたレベル変動信号S s wに基づいて、大レベル変動量平均係数(K B、1 - K B)或いは小レベル変動量平均係数(K A、1 - K A)のいずれかが適応平均フィルタ2 2 Aに設定される。

【0 1 3 3】

なお、上述のステップS 1 4、S 1 6、S 1 8、S 2 0、およびS 2 2は、本発明の主な特徴である、レベル変動量検出器6 2 Aにより実行されるV S B変調信号S v s bの受信レベル変動を検出して評価する処理(ステップ# 5 5 0 A)に相当する。そして、ステップS 2 0およびS 2 2では、2種類の値のいずれかを有するレベル変動信号S s wが生成されるが、これは本実施形態においては、適応平均フィルタ2 2 Aの内部に大レベル変動用/小レベル変動用の2種類の平均係数が用意されているからである。よって、V S B復調装置D S p 1において所望する復調品質に応じて、平均係数を3種類以上にしても良く、その場合はレベル変動信号S s wの値もしかるべく多様化されることは言うまでもない。

【0 1 3 4】

図6を参照して、本実施形態にかかる適応A G C 1 5 Aの第1の変形例について説明する。本変形例にかかる適応A G C 1 5 A __ 1は、図2に示した適応A G C 1 5 Aと同様に、振幅算出器2 1、適応平均フィルタ2 2 A、誤差検出器2 3、ループフィルタ2 4、P W M算出器2 5、ローパスフィルタ2 6、オペアンプ2 7、適応平均フィルタ2 2 A、およびレベル変動量検出器6 2 Aを含む。上述のように、適応A G C 1 5 Aにおいては、レベル変動量検出器6 2 Aは、ループフィルタ2 4の出力に基づいて、V S B変調信号S v s bの受信レベル変動を検出し、評価して、適応平均フィルタ2 2 Aの平均係数を設定する。

【0 1 3 5】

しかしながら、適応A G C 1 5 A __ 1においては、レベル変動量検出器6 2 Aは、ローパスフィルタ2 6から出力される低周波方形波信号S r 1に基づいて、V S B変調信号S v s bの受信レベル変動を検出し、評価して、適応平均フィルタ2 2 Aの平均係数を設定する。この点を除けば、適応A G C 1 5 A __ 1の構成、動作、および、適応A G C 1 5 Aの代わりに適応A G C 1 5 A __ 1を組み込んだV S B復調装置D S p 1の動作も、基本的に

10

20

30

40

50

上述の第１の実施形態に関して説明したのと同じである。

【０１３６】

図７を参照して、本実施形態にかかる適応ＡＧＣ１５Ａの第２の変形例について説明する。本変形例にかかる適応ＡＧＣ１５Ａ__２は、図２に示した適応ＡＧＣ１５Ａと同様に、振幅算出器２１、適応平均フィルタ２２Ａ、誤差検出器２３、ループフィルタ２４、ＰＷＭ算出器２５、ローパスフィルタ２６、オペアンプ２７、適応平均フィルタ２２Ａ、およびレベル変動量検出器６２Ａを含む。上述のように、適応ＡＧＣ１５Ａにおいては、レベル変動量検出器６２Ａは、ループフィルタ２４から出力される安定化信号ＳＳｐに基づいて、ＶＳＢ変調信号Ｓｖｓｂの受信レベル変動を検出し、評価して、適応平均フィルタ２２Ａの平均係数を設定する。

10

【０１３７】

しかしながら、適応ＡＧＣ１５Ａ__２においては、レベル変動量検出器６２Ａは、オペアンプ２７から出力される受信レベル変動適応制御信号Ｓａｃに基づいて、ＶＳＢ変調信号Ｓｖｓｂの受信レベル変動を検出し、評価して、適応平均フィルタ２２Ａの平均係数を設定する。この点を除けば、適応ＡＧＣ１５Ａ__２の構成、動作、および、適応ＡＧＣ１５Ａの代わりに適応ＡＧＣ１５Ａ__２を組み込んだＶＳＢ復調装置ＤＳｐ１の動作も、基本的に上述の第１の実施形態に関して説明したのと同じである。

【０１３８】

（第２の実施の形態）

以下に、図８～図１４を参照して、本発明の第２の実施形態にかかるＶＳＢ復調装置について説明する。図８に示すように、本例にかかるＶＳＢ復調装置ＤＳｐ２は、適応ＡＧＣ１５Ａを適応ＡＧＣ１５Ｂに置き換えられた点を除けば、図１を参照して既に説明したＶＳＢ復調装置ＤＳｐ１と同様に構成される。

20

【０１３９】

図９を参照して、適応ＡＧＣ１５Ｂについて説明する。適応平均フィルタ２２Ａが平均フィルタ２２に置き換えられると共に、ループフィルタ２４が適応ループフィルタ２４Ａに置き換えられた点を除けば、図２に示した適応ＡＧＣ１５Ａと同様に構成される。つまり、適応ＡＧＣ１５Ｂにおいては、適応ＡＧＣ１５Ａと異なり、平均フィルタ２２は、ＶＳＢ変調信号Ｓｖｓｂの受信レベル変動に関係なく所定の平均係数で振幅算出器２１から入力される振幅信号Ｓａを平均フィルタリングしてＳａａを生成する。

30

【０１４０】

一方、適応ループフィルタ２４Ａは、レベル変動量検出器６２Ａから入力されるレベル変動信号Ｓｓｗに基づいて、積分項係数を適応的に変更して、誤差検出器２３から入力される平均振幅誤差信号ＳＥａをループフィルタリングして適応安定化信号ＳＳａを生成する。この意味において、レベル変動信号Ｓｓｗは積分項係数制御信号とも言える。

【０１４１】

図１０を参照して、適応ループフィルタ２４Ａについて説明する。適応ループフィルタ２４Ａは、乗算器４３、加算器４４、遅延器４５、小レベル変動積分項係数付与器１１１、大レベル変動積分項係数付与器１１２、および切り換えスイッチ１０３を含む。小レベル変動積分項係数付与器１１１は、レベル変動量が小さい場合に適した積分項係数である小レベル変動積分項係数ＡＡを保持し、要求に応じて小レベル変動積分項係数ＡＡを出力する。大レベル変動積分項係数付与器１１２は、レベル変動量が大きい場合に適した積分項係数である大レベル変動積分項係数ＡＢを保持し、要求に応じて大レベル変動積分項係数ＡＢを出力する。

40

【０１４２】

切り換えスイッチ１０３は、小レベル変動積分項係数付与器１１１の出力ポート、大レベル変動積分項係数付与器１１２の出力ポート、乗算器４３の入力ポート、およびレベル変動量検出器６２Ａに接続されている。そして、切り換えスイッチ１０３は、レベル変動量検出器６２Ａから入力されるレベル変動信号Ｓｓｗに基づいて、小レベル変動積分項係数付与器１１１或いは大レベル変動積分項係数付与器１１２のいずれか一方の出力ポートを

50

選択して、乗算器 4 3 の入力ポートに接続する。結果、小レベル変動量積分項係数 A A 或いは大レベル変動量積分項係数 A B のいずれか、レベル変動信号 S s w が示す方が加算器 4 4 に入力される。

【 0 1 4 3 】

以下に、適応ループフィルタ 2 4 A の内部処理について、誤差検出器 2 3 から入力される平均振幅誤差信号 S E a を X 5 (t) とし、適応ループフィルタ 2 4 A から出力される安定化信号 S S a を X 6 (t) と表して説明する。

【 0 1 4 4 】

先ず、レベル変動信号 S s w がレベル変動閾値 L t h より小さい、つまり V S B 変調信号 S v s b の受信レベル変動が小さい場合について考える。この場合、切り換えスイッチ 1 0 3 は小レベル変動積分項係数付与器 1 1 1 を選択する。結果、乗算器 4 3 には小レベル変動量積分項係数 A A (特に必要がない限り、単に「 A A 」と呼ぶ) が入力される。乗算器 4 3 では、誤差検出器 2 3 から入力される X 5 (t) と、切り換えスイッチ 1 0 3 から入力される A A とが乗算されて、 A A × X 5 (t) が加算器 4 4 に出力される。

【 0 1 4 5 】

結果、加算器 4 4 において、遅延器 4 5 から出力された X 5 (t - 1) と、乗算器 4 3 から出力された A A × X 5 (t) が加算されて、 A A × X 5 (t) + X 5 (t - 1) が得られる。この A A × X 5 (t) + X 5 (t - 1) が、遅延器 4 5 に入力されると共に、 P W M 算出器 2 5 に対して安定化信号 S S a (X 5 (t)) として出力される。

【 0 1 4 6 】

次に、レベル変動信号 S s w がレベル変動閾値 L t h より大きい、つまり V S B 変調信号 S v s b の受信レベル変動が大きい場合について考える。この場合、切り換えスイッチ 1 0 3 は大レベル変動積分項係数付与器 1 1 2 を選択する。結果、乗算器 4 3 には大レベル変動量積分項係数 A B (特に必要がない限り、単に「 A B 」と呼ぶ) が入力される。乗算器 4 3 では、誤差検出器 2 3 から入力される X 5 (t) と、切り換えスイッチ 1 0 3 から入力される A B とが乗算されて、 A B × X 5 (t) が加算器 4 4 に入力される。

【 0 1 4 7 】

結果、加算器 4 4 において、遅延器 4 5 から出力された X 5 (t - 1) と、乗算器 4 3 から出力された A B × X 5 (t) が加算されて、 A B × X 5 (t) + X 5 (t - 1) が得られる。この A B × X 5 (t) + X 5 (t - 1) が、遅延器 4 5 に入力されると共に、 P W M 算出器 2 5 に対して安定化信号 S S a (X 5 (t)) として出力される。

【 0 1 4 8 】

上述の信号間には、次式 (5) で表される関係が成立する。

$$\begin{aligned} X 5 (t) &= \Sigma [A A \times X 1 (t)] \\ &= \Sigma [A B \times X 1 (t)] \quad \dots \quad (5) \end{aligned}$$

【 0 1 4 9 】

図 1 1 を参照して、本実施形態にかかる V S B 復調装置 D S p 2 の主な動作について説明する。 V S B 復調装置 D S p 2 における主な動作は、ステップ # 5 0 0 A の「 V S B 変調信号に基づく受信レベル変動検出および適応ループフィルタリングによるゲイン制御」サブルーチンがステップ # 5 0 0 B の「 V S B 変調信号に基づく受信レベル変動検出および適応ループフィルタリングによるゲイン制御」サブルーチンに置き換えられている点を除けば、図 4 を参照して説明した V S B 復調装置 D S p 1 における動作と同じである。

【 0 1 5 0 】

結果、 V S B 復調装置 D S p 2 においては、ステップ # 4 0 0 で生成された V S B 変調信号 S v s b の受信レベル変動に基づいて、ステップ # 5 0 0 B において適応 A G C 1 5 B が、適応ループフィルタ 2 4 A の積分項係数を適正に設定することによって、上述のステップ # 3 0 0 における A G C アンプ 1 3 のゲイン値を制御する。このことにより、受信変動レベルに対応した適正なゲインで V S B 変調信号 S v s b を増幅することによって、高品位なデジタル信号を復調できる。

【 0 1 5 1 】

次に、図 1 2 に示すフローチャートを参照して、主に適応 A G C 1 5 B によって実行される、上述のステップ # 5 0 0 B の「V S B 変調信号に基づく受信レベル変動検出および適応ループフィルタリングによるゲイン制御」サブルーチンの詳細について説明する。図 1 2 から明らかなように、本サブルーチンにおける処理は、ステップ S 4 A およびステップ S 6 がステップ S 6 B に置き換えられ、ステップ S 1 0 とステップ S 1 2 の間にステップ S 1 1 が追加されている点を除けば、図 5 に示した # 5 0 0 A の「受信レベル変動に基づく、適応ループフィルタリングによるゲイン制御」サブルーチンにおける処理と同じである。

【 0 1 5 2 】

10

つまり、ステップ # 4 0 0 で生成された V S B 変調信号 S_{vsb} が A D 変換器 1 4 から、適応 A G C 1 5 B の振幅算出器 2 1 に入力された時点で、ステップ # 5 0 0 B の処理が開始する。そして、ステップ S 2 において、振幅算出器 2 1 が入力された V S B 変調信号 S_{vsb} の振幅を求めて、振幅信号 S_a を生成して適応平均フィルタ 2 2 A に出力する。そして、処理は次のステップ S 6 B に進む。

【 0 1 5 3 】

ステップ S 6 B において、平均フィルタ 2 2 は所定の平均係数に基づいて、振幅信号 S_a の平均化処理を実施する。結果、得られる平均振幅信号 S_{av} が誤差検出器 2 3 に出力される。そして、処理は上述のステップ S 8 を経て、S 1 0 において平均振幅誤差信号 S_{Ea} がループフィルタ 2 4 に出力される。そして、処理は次のステップ S 1 1 に進む。

20

【 0 1 5 4 】

ステップ S 1 1 において、適応ループフィルタ 2 4 A は、レベル変動量検出器 6 2 A から入力されるレベル変動信号 S_{sw} に基づいて、小レベル変動量積分項係数 A A 或いは大レベル変動量積分項係数 A B のいずれかを設定する。本実施形態においては、上述のようにレベル変動信号 S_{sw} は、初期値として高受信レベル変動を示すように構成されているので、V S B 復調装置 D S p 2 の動作が開始された後に、初めてステップ S 1 1 が実行される場合は大レベル変動量積分項係数 A B が選択される。そして、処理は次のステップ S 1 2 に進む。

【 0 1 5 5 】

ステップ S 1 2 で、適応ループフィルタ 2 4 A はステップ S 1 0 で生成された平均振幅誤差信号 S_{Ea} を積分して適応化平均振幅信号 S_{aa} を生成して、レベル変動量検出器 6 2 A に出力する。そして、上述のステップ S 1 4、S 1 6、S 1 8、S 2 0、および S 2 2 から構成される、レベル変動量検出器 6 2 A により実行される V S B 変調信号 S_{vsb} の受信レベル変動を検出して評価する処理（ステップ # 5 5 0 A）が実行される。

30

【 0 1 5 6 】

上述のステップ S 2 0 および S 2 2 でそれぞれ、レベル変動量検出器 6 2 A は高受信レベル変動および低受信レベル変動を表すレベル変動信号 S_{sw} を生成して出力する。結果、次の制御サイクル t でステップ S 1 1 の処理が再び実行される際には、前回の制御サイクル $t - 1$ でステップ S 2 0 およびステップ S 2 2 で生成されたレベル変動信号 S_{sw} に基づいて、小レベル変動量積分項係数 A A 或いは大レベル変動量積分項係数 A B のいずれかが適応ループフィルタ 2 4 A に設定される。なお、V S B 変調信号 S_{vsb} の受信レベルによって、積分項係数を適応的に切り換えるが、特にレベル変動量大、小の 2 種類に限定する必要はなく、2 種類以上に設定しても良いことは、第 1 実施形態における平均係数と同様である。

40

【 0 1 5 7 】

図 1 3 を参照して、本実施形態にかかる適応 A G C 1 5 B の第 1 の変形例について説明する。本変形例にかかる適応 A G C 1 5 B _ 1 は、図 9 に示した適応 A G C 1 5 B と同様に、振幅算出器 2 1、平均フィルタ 2 2、誤差検出器 2 3、適応ループフィルタ 2 4 A、P W M 算出器 2 5、ローパスフィルタ 2 6、オペアンプ 2 7、およびレベル変動量検出器 6 2 A を含む。上述のように、適応 A G C 1 5 B においては、レベル変動量検出器 6 2 A は

50

、適応ループフィルタ 24 A から出力される適応安定化信号 SSa に基づいて、 VSB 変調信号 $Svsb$ の受信レベル変動を検出し、評価して、適応ループフィルタ 24 A の積分項係数を設定する。

【0158】

しかしながら、適応 $AGC15B_1$ においては、レベル変動量検出器 62 A は、ローパスフィルタ 26 から出力される低周波方形波信号 $Sr1$ に基づいて、 VSB 変調信号 $Svsb$ の受信レベル変動を検出し、評価して、適応ループフィルタ 24 A の積分項係数を設定する。この点を除けば、適応 $AGC15B_1$ の構成、動作、および、適応 $AGC15B$ の代わりに適応 $AGC15B_1$ を組み込んだ VSB 復調装置 $DSP2$ の動作も、基本的に上述の第 2 の実施形態に関して説明したのと同じである。

10

【0159】

図 14 を参照して、本実施形態にかかる適応 $AGC15B$ の第 2 の変形例について説明する。本変形例にかかる適応 $AGC15B_2$ は、図 9 に示した適応 $AGC15B$ と同様に、振幅算出器 21、平均フィルタ 22、誤差検出器 23、適応ループフィルタ 24 A、PWM 算出器 25、ローパスフィルタ 26、オペアンプ 27、およびレベル変動量検出器 62 A を含む。上述のように、適応 $AGC15A$ においては、レベル変動量検出器 62 A は、ループフィルタ 24 の出力に基づいて、 VSB 変調信号 $Svsb$ の受信レベル変動を検出し、評価して、適応ループフィルタ 24 A の積分項係数を設定する。

【0160】

しかしながら、適応 $AGC15B_2$ においては、レベル変動量検出器 62 A は、オペアンプ 27 からの出力に基づいて、 VSB 変調信号 $Svsb$ の受信レベル変動を検出し、評価して、適応ループフィルタ 24 A の積分項係数を設定する。この点を除けば、適応 $AGC15B_2$ の構成、動作、および適応 $AGC15B$ の代わりに適応 $AGC15B_2$ を組み込んだ VSB 復調装置 $DSP2$ の動作も、基本的に上述の第 2 の実施形態に関して説明したのと同じである。

20

【0161】

(第 3 の実施の形態)

以下、本発明の第 3 の実施の形態について、図 15、図 16、図 17、図 18、および図 19 を参照して説明する。まず、図 15 に示すように、本例にかかる VSB 復調装置 $DSP3$ は、適応 $AGC15A$ が適応 $AGC15C$ に置き換えられ、さらに同適応 $AGC15C$ がアンテナ 10 にも接続されている点を除けば、図 1 を参照して既に説明した VSB 復調装置 $DSP1$ と同様に構成される。

30

【0162】

図 16 を参照して、適応 $AGC15C$ について説明する。適応 $AGC15C$ は、図 2 に示した適応 $AGC15A$ と同様に、振幅算出器 21、適応平均フィルタ 22 A、誤差検出器 23、ループフィルタ 24、PWM 算出器 25、ローパスフィルタ 26、およびオペアンプ 27 を含む。但し、レベル変動量検出器 62 A はレベル変動量検出器 62 C に置き換えられている。レベル変動量検出器 62 C は、基本的にレベル変動量検出器 62 A と同様に構成される。しかしながら、適応 $AGC15C$ においては、レベル変動量検出器 62 C はループフィルタ 24 に接続されるのではなくアンテナ 10 に接続される。つまり、レベル変動量検出器 62 C は、安定化信号 SSa ではなく、選局用チューナ 11 に入力される同調前の VSB 変調信号波 Sb に基づいて、受信レベル変動を検出し、評価してレベル変動信号 Sw を生成し、適応平均フィルタ 22 A に出力する。なお、安定化信号 SSa は、適応 $AGC15C$ が通常に機能するために用いられる。

40

【0163】

図 17 を参照して、 VSB 復調装置 $DSP3$ の主な動作について説明する。 VSB 復調装置 $DSP3$ における主な動作は、ステップ # 500 A の「 VSB 変調信号に基づく受信レベル変動検出および適応ループフィルタリングによるゲイン制御」サブルーチンがステップ # 500 C の「 VSB 変調信号波のアンテナ受信レベル変動検出および適応平均フィルタリングによるゲイン制御」サブルーチンに置き換えられている点を除けば、図 4 を参照

50

して説明したV S B復調装置D S p 1における動作と同じである。

【0164】

次に、図18に示すフローチャートを参照して、主に適応A G C 1 5 Cによって実行される、上述のステップ# 5 0 0 Cの「V S B変調信号波のアンテナ受信レベル変動検出および適応平均フィルタリングによるゲイン制御」サブルーチンの詳細について説明する。図18から明らかなように本サブルーチンにおける処理は、ステップS 1 4、S 1 6、S 1 8、S 2 0、およびS 2 2を含むステップ# 5 5 0 Aの「V S B変調信号の受信レベル変動検出評価」サブルーチンが、ステップS 2に対して平行処理されて、レベル変動信号S s wが生成される。そして、同レベル変動信号S s wに基づいて、ステップS 4 Aにおいて適応平均フィルタ2 2 Aの平均係数が設定される点を除いて、図5に示したステップ# 5 0 0 Aにおける処理と同様に処理される。

10

【0165】

本実施形態においては、ステップ# 5 5 0 Aは、アンテナで受信されて選局用チューナ1 1に入力される前の、受信波に基づいて、受信レベル変動の評価およびレベル変動信号S s wの生成を行う点が、図5に示した第1実施形態にかかる場合と異なる。つまり、第1実施形態においては、ステップ# 5 5 0 AではデジタルのV S B変調信号S v s bが処理対象であるのに対して、第3実施形態においてはアナログの受信波が対象である点が異なるのみで、処理の内容自体はステップ# 5 5 0 Aの場合と同じである。つまり、本実施形態においては、アンテナ1 0でのV S B変調信号波S bのレベル変動量によって、適応平均フィルタ2 2 Aの平均係数を適応的に変更することによって、高品質なデジタル復調を行うことができる。

20

【0166】

図19を参照して、本実施形態にかかる適応A G C 1 5 Cの変形例について説明する。本変形例にかかる適応A G C 1 5 C __ 1は、図9に示した適応A G C 1 5 Bと同様に、振幅算出器2 1、平均フィルタ2 2、誤差検出器2 3、適応ループフィルタ2 4 A、PWM算出器2 5、ローパスフィルタ2 6、およびオペアンプ2 7を含む。但し、レベル変動量検出器6 2 Aはレベル変動量検出器6 2 Cに置き換えられている。レベル変動量検出器6 2 Cは、レベル変動量検出器6 2 Aと基本的に同様に構成されている。しかしながら、レベル変動量検出器6 2 Aが、A D変換器1 4から出力されるV S B変調信号の受信レベル変動を検出するのに対して、レベル変動量検出器6 2 Cはアンテナ1 0から入力されるV S B変調信号波S bの受信レベル変動を検出し、評価して、適応ループフィルタ2 4 Aの積分項係数を設定する。

30

【0167】

この点を除けば、適応A G C 1 5 C __ 1の構成、動作、および、適応A G C 1 5 Bの代わりに適応A G C 1 5 C __ 1を組み込んだV S B復調装置D S p 3の動作も、基本的に上述の第2の実施形態に関して説明したのと同じである。

【0168】

(第4の実施の形態)

以下、本発明の第4の実施の形態について、図20、図21、図22、図23、および図24を参照して説明する。まず、図20に示すように、本例にかかるV S B復調装置D S p 4は、適応A G C 1 5 Cが適応A G C 1 5 Dに置き換えられ、同適応A G C 1 5 Dがアンテナ1 0の代わりにC / N検出器1 0 0 2に接続されている点を除けば、図15を参照して説明したV S B復調装置D S p 3と同様に構成される。つまり、V S B復調装置D S p 4は、C / N検出器1 0 0 2から出力されるC / N信号S c nに基づいて、V S B変調信号の受信レベル変動を検出、評価してA G Cアンプ1 3のゲインを制御する。

40

【0169】

図21を参照して、適応A G C 1 5 Dについて説明する。適応A G C 1 5 Dは、図2に示した適応A G C 1 5 Aと同様に、振幅算出器2 1、適応平均フィルタ2 2 A、誤差検出器2 3、ループフィルタ2 4、PWM算出器2 5、ローパスフィルタ2 6、およびオペアンプ2 7を含む。しかしながら、レベル変動量検出器6 2 Aがレベル変動量検出器6 2 Dに

50

置き換えられている。そして、レベル変動量検出器 6 2 D はループフィルタ 2 4 に接続されるのではなく、C / N 検出器 1 0 0 2 に接続される。つまり、レベル変動量検出器 6 2 D は、安定化信号 S S a ではなく、C / N 検出器 1 0 0 2 から入力される C / N 情報 S c n に基づいて、受信レベル変動を検出し、評価してレベル変動信号 S s w を生成し、適応平均フィルタ 2 2 A に出力する。

【 0 1 7 0 】

図 2 2 を参照して、V S B 復調装置 D S p 4 の主な動作について説明する。V S B 復調装置 D S p 4 における主な動作は、ステップ # 5 0 0 C の「V S B 変調信号波のアンテナ受信レベル変動検出および適応平均フィルタリングによるゲイン制御」が # 5 5 0 D の「C / N 比に基づく受信レベル変動検出および適応平均フィルタリングによるゲイン制御」サブルーチンに置き換えられている点を除けば、図 1 8 を参照して説明した V S B 復調装置 D S p 3 (# 5 0 0 C) における動作と同じである。

10

【 0 1 7 1 】

次に、図 2 3 に示すフローチャートを参照して、主に適応 A G C 1 5 D によって実行される、上述のステップ # 5 0 0 D の「C / N 比に基づく受信レベル変動検出および適応平均フィルタリングによるゲイン制御」サブルーチンの詳細について説明する。図 2 3 から明らかなように本サブルーチンにおける処理は、# 5 5 0 A の「V S B 変調信号の受信レベル変動検出評価」サブルーチンが、# 5 5 0 D の C / N に基づく「V S B 変調信号の受信レベル変動検出評価」サブルーチンに置き換えられている。

【 0 1 7 2 】

ステップ # 5 5 0 D は、ステップ S 1 5、ステップ S 1 8 D、S 2 0、および S 2 2 を含む。ステップ S 1 5 で、C / N 検出器 1 0 0 2 から入力される C / N 信号 S c n に基づいて、C N 値が取得される。そして、ステップ S 1 8 D において、ステップ S 1 5 で取得された C N を閾値 C N t h と比較される。そして、ステップ S 2 0 および S 2 2 で、上述の如く処理されて平均係数制御信号 S s w が生成されて適応平均フィルタ 2 2 A に出力される。

20

【 0 1 7 3 】

ステップ S 4 A において、平均係数制御信号 S s w に基づいて、適応平均フィルタ 2 2 A の平均係数が設定される点を除いて、ステップ # 5 0 0 D は、図 5 に示した「受信レベル変動に基づく、適応平均フィルタリングによるゲイン制御」サブルーチンにおける処理と同様に処理される。

30

【 0 1 7 4 】

上述のように、本発明にかかる V S B 復調装置においては、受信した V S B 変調信号波 S b の受信レベル変動量を、V S B 変調信号波 S b 自身、デジタル V S B 変調信号、或いは V S B 変調信号の C / N 情報に基づいて検出し、検出された受信レベル変動量に応じて、自動利得制御処理の内部パラメータを調整することによって、高品位にデジタル復調ができる。デジタル復調装置の一例として、本発明を V S B 復調装置に適応した例について上述の如く説明した。しかし、本発明は、O F D M 復調装置や Q A M 復調装置に代表される V S B 復調装置以外のデジタル復調装置においても、同様に適用できることは明白である。

40

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態にかかる V S B 復調装置を示すブロック図である。

【図 2】図 1 の適応 A G C の詳細な構成を示すブロック図である。

【図 3】図 2 の適応平均フィルタの詳細な構成を示すブロック図である。

【図 4】図 1 の V S B 復調装置の主な動作を示すフローチャートである。

【図 5】図 4 に示すステップ # 5 0 0 A における詳細な動作を示すフローチャートである。

。

【図 6】図 2 の適応 A G C 1 5 の第 1 の変形例を示すブロック図である。

【図 7】図 2 の適応 A G C 1 5 の第 2 の変形例を示すブロック図である。

【図 8】本発明の第 2 の実施形態にかかる V S B 復調装置 V S B 復調装置を示すブロック

50

図である。

【図 9】図 8 の適応 A G C の詳細な構成を示すブロック図である。

【図 10】図 9 の適応ループフィルタ 2 4 A の詳細な構成を示すブロック図である。

【図 11】図 8 の V S B 復調装置の主な動作を示すフローチャートである。

【図 12】図 11 に示すステップ # 5 0 0 B における詳細な動作を示すフローチャートである。

【図 13】図 9 の適応 A G C の第 1 の変形例を示すブロック図である。

【図 14】図 9 の適応 A G C の第 2 の変形例を示すブロック図である。

【図 15】本発明の第 3 の実施形態にかかる V S B 復調装置を示すブロック図である。

【図 16】図 15 の適応 A G C の詳細な構成を示すブロック図である。

10

【図 17】図 15 の V S B 復調装置の主な動作を示すフローチャートである。

【図 18】図 17 に示すステップ # 5 0 0 C における詳細な動作を示すフローチャートである。

【図 19】図 15 の適応 A G C の変形例を示すブロック図である。

【図 20】本発明の第 4 の実施形態にかかる V S B 復調装置を示すブロック図である。

【図 21】図 20 の適応 A G C の詳細な構成を示すブロック図である。

【図 22】図 20 の V S B 復調装置の主な動作を示すフローチャートである。

【図 23】図 22 に示すステップ # 5 0 0 D における詳細な動作を示すフローチャートである。

【図 24】図 21 の適応 A G C の変形例を示すブロック図である。

20

【図 25】従来の V S B 復調装置を示すブロック図である。

【図 26】図 25 の適応 A G C の詳細な構成を示すブロック図である。

【図 27】図 26 の平均フィルタの詳細な構成を示すブロック図である。

【図 28】図 26 のループフィルタの詳細な構成を示すブロック図である。

【図 29】図 26 の P W M 算出器 2 5 の詳細な構成を示すブロック図である。

【図 30】図 25 の V S B 復調装置の主な動作を示すフローチャートである。

【符号の説明】

D S p 1、D S p 2、D S p 3、D S p 4、D S c V S B 復調装置

1 0 アンテナ

1 1 選局用チューナ

30

1 2 ダウンコンバータ

1 3 A G C アンプ

1 4 A D 変換器

1 5 A G C

1 5 A、1 5 A__1、1 5 A__2、1 5 B、1 5 B__1、1 5 B__2、1 5 C、1 5 C__1、1 5 D 適応 A G C

1 6 ヒルベルトフィルタ

1 7 検波器

1 8 補間フィルタ

1 9 ロールオフフィルタ

40

1 0 0 0 波形等化器

1 0 0 1 誤り訂正器

1 0 0 2 C / N 検出器

2 1 振幅算出器

2 2 平均フィルタ

2 2 A 適応平均フィルタ

2 3 誤差検出器

2 4 ループフィルタ

2 4 A 適応ループフィルタ

2 5 P W M 算出器

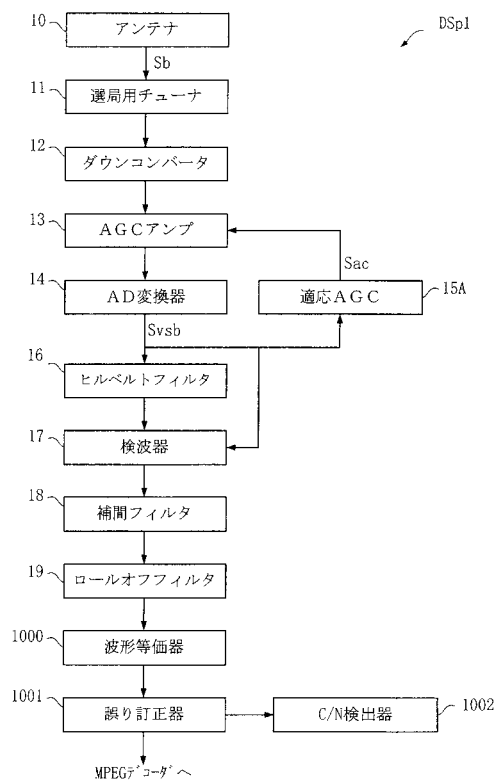
50

- 2 6 ローパスフィルタ
- 2 7 オペアンプ
- 3 1 乗算器
- 3 2 第 1 の係数付与器
- 3 3 第 2 の係数付与器
- 3 4 加算器
- 3 5 遅延器
- 4 1 積分項係数 A
- 4 2 乗算器
- 4 3 乗算器
- 4 3 A 加算器
- 4 4 加算器
- 4 4 A 遅延器
- 4 5 遅延器
- 5 1 オーバーフロー付き加算器
- 5 2 遅延器
- 6 1 適応平均フィルタ
- 6 2、6 2 A、6 2 C、6 2 D レベル変動量算出器
- 7 1 第 1 の小レベル変動平均係数付与器
- 7 2 第 1 の大レベル変動平均係数付与器
- 7 3 第 1 の切り換えスイッチ
- 7 4 第 2 の小レベル変動平均係数付与器
- 7 5 第 2 の大レベル変動平均係数付与器
- 7 6 第 2 の切り換えスイッチ
- 1 0 3 切り換えスイッチ

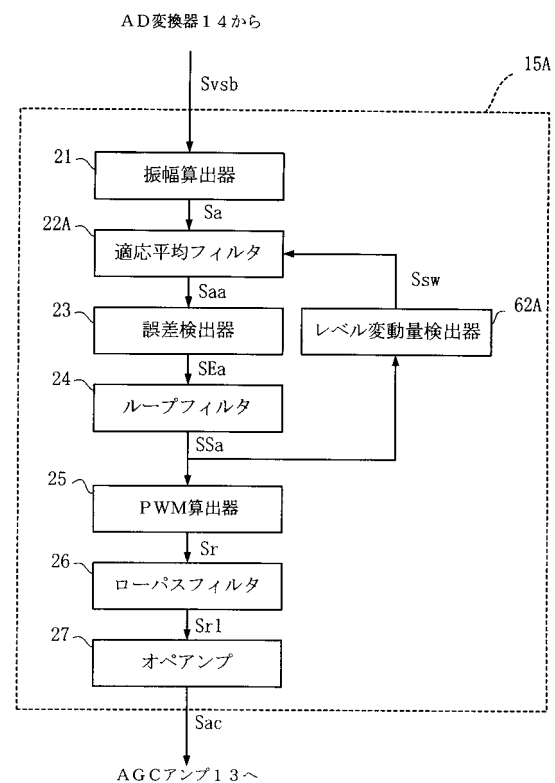
10

20

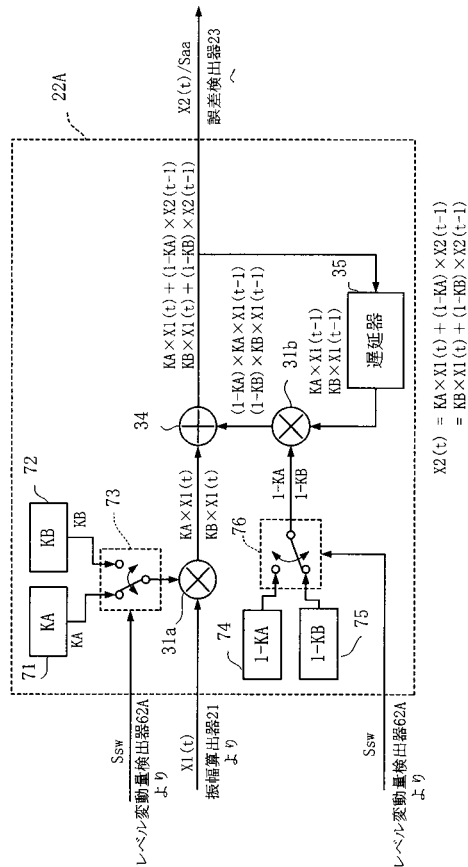
【図 1】



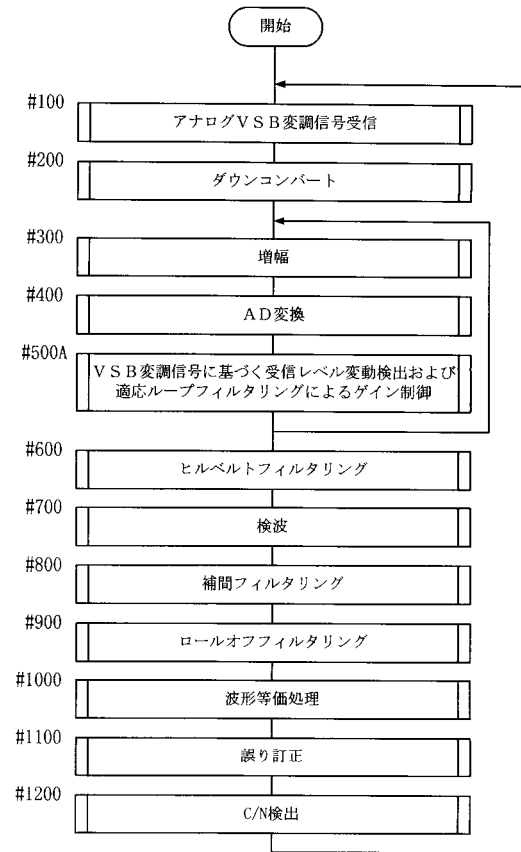
【図 2】



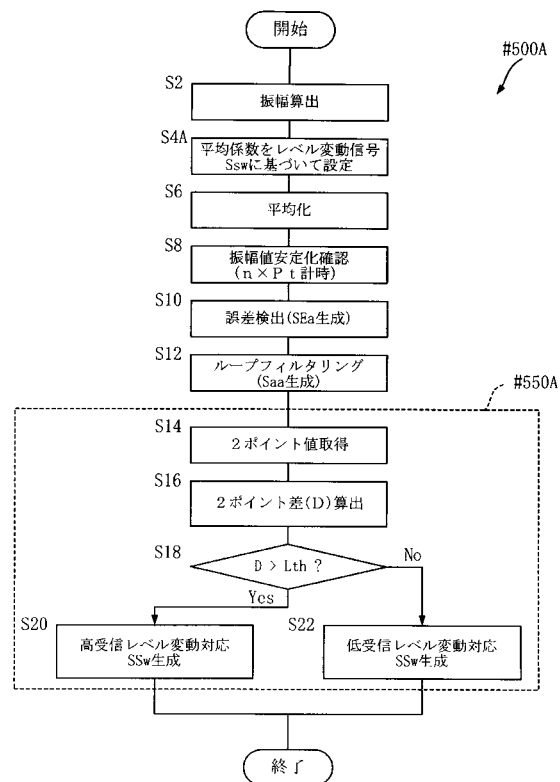
【図 3】



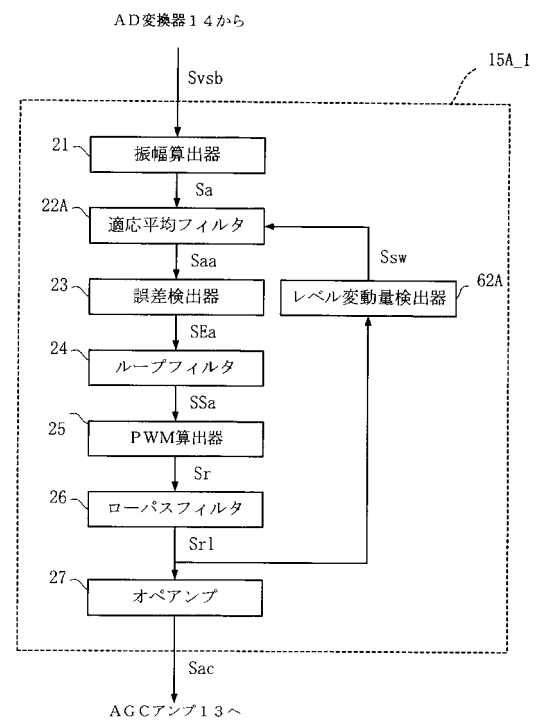
【図 4】



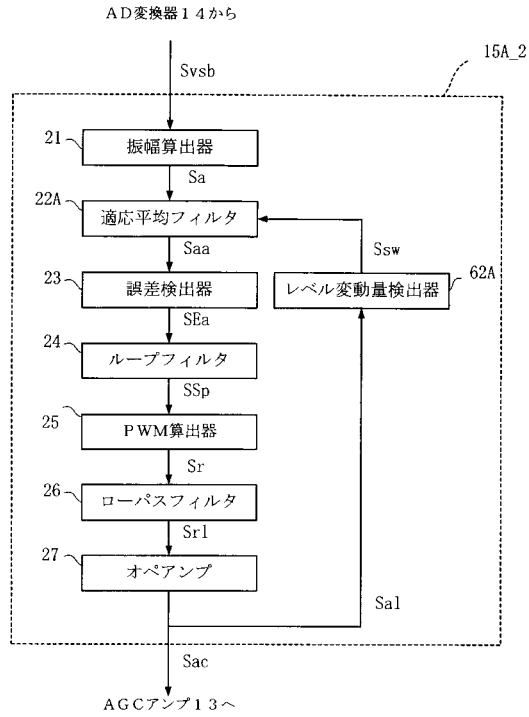
【図 5】



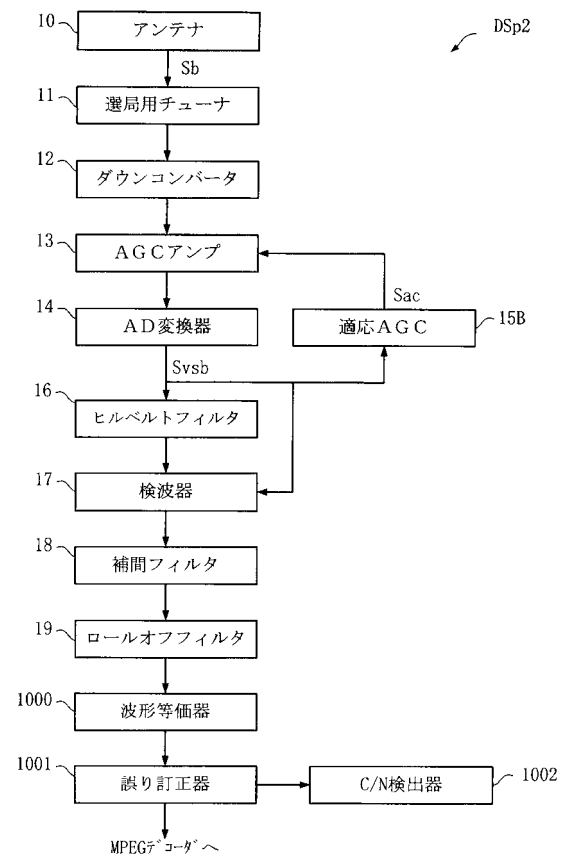
【図 6】



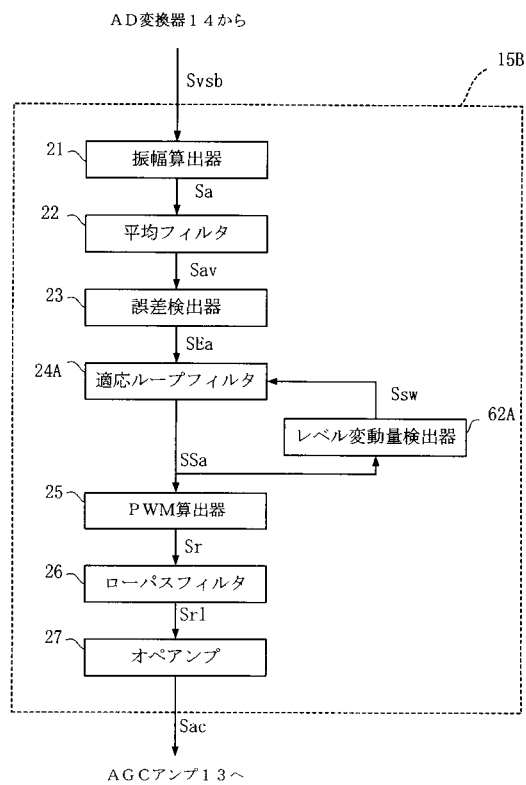
【図 7】



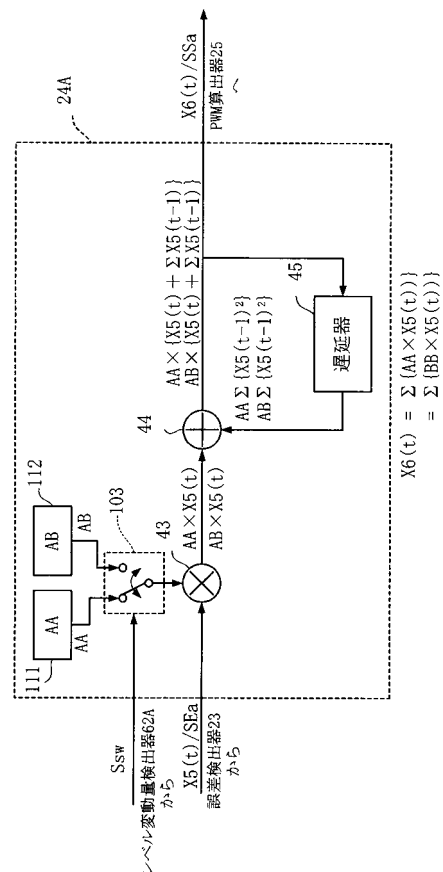
【図 8】



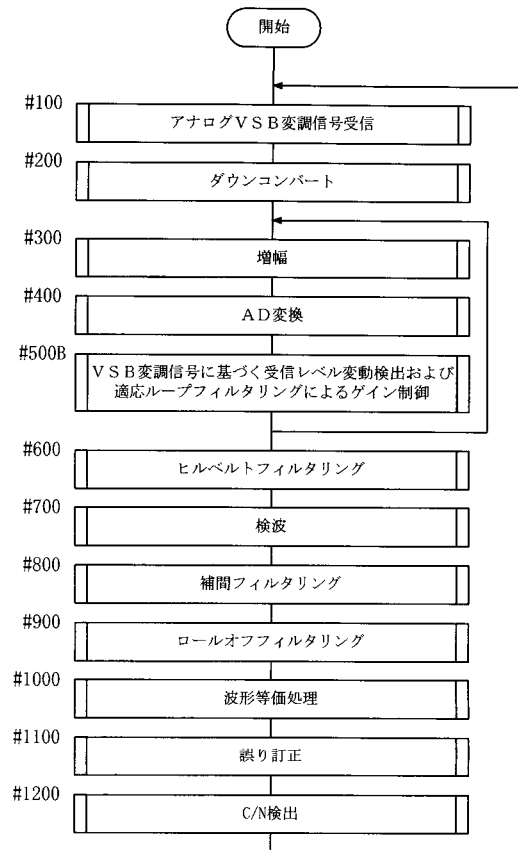
【図 9】



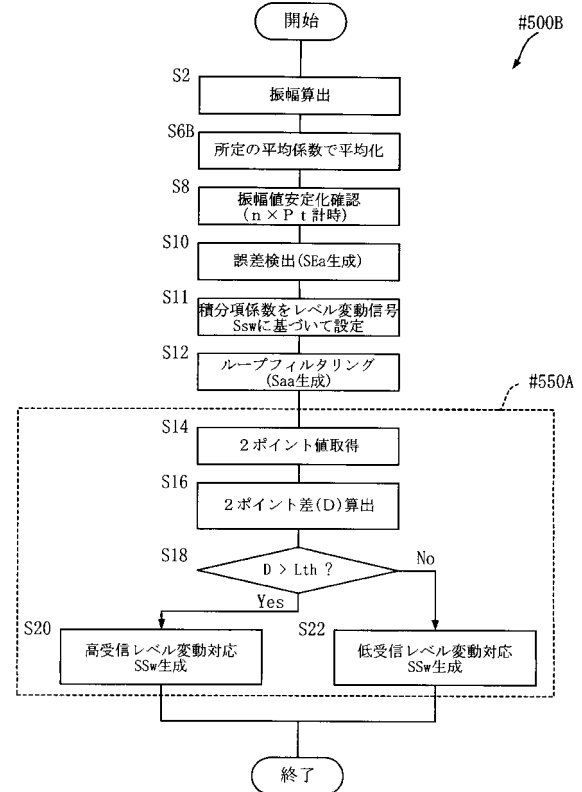
【図 10】



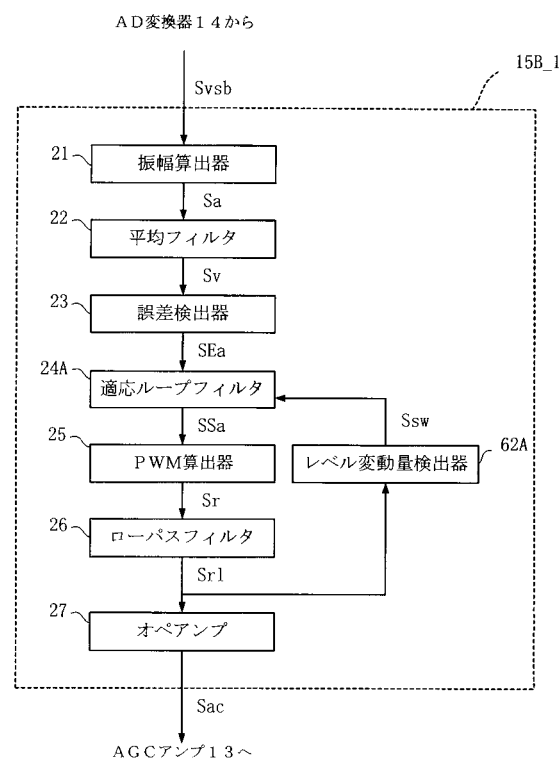
【図 1 1】



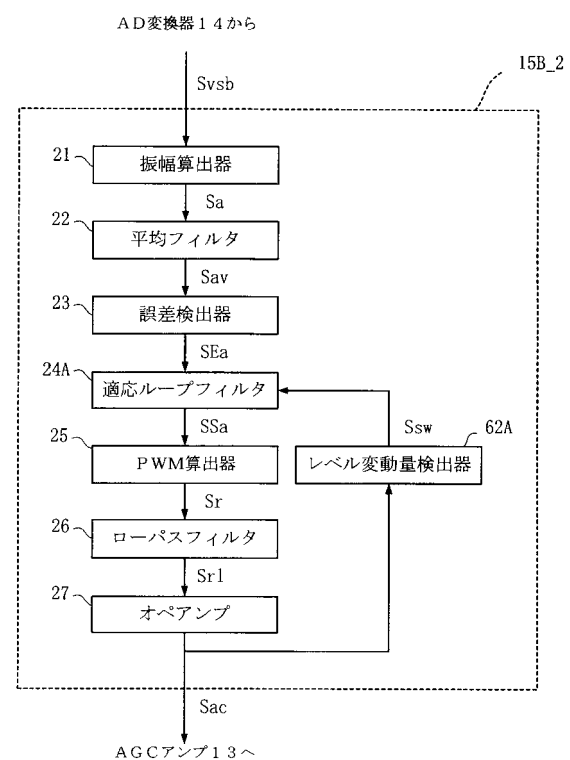
【図 1 2】



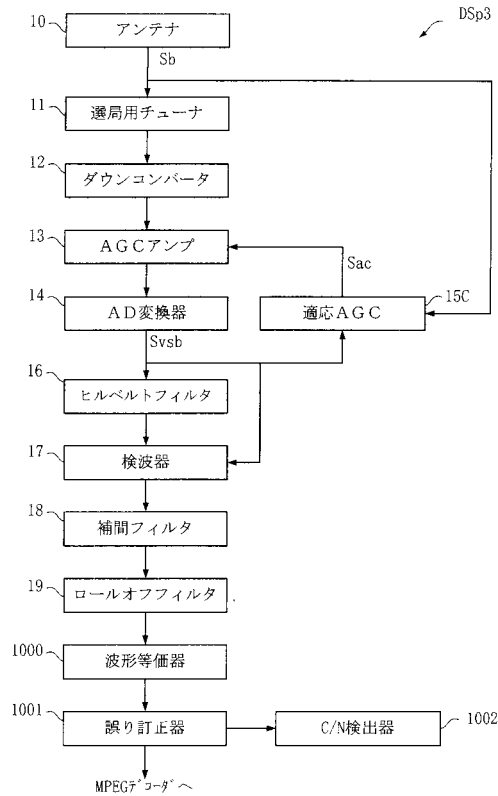
【図 1 3】



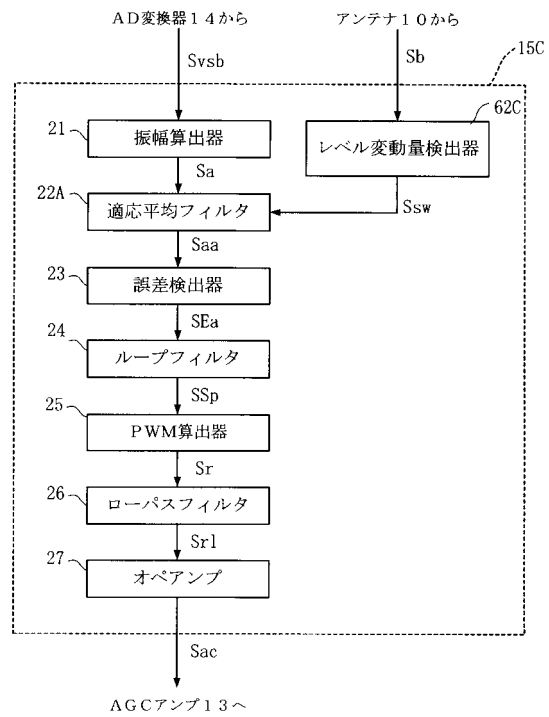
【図 1 4】



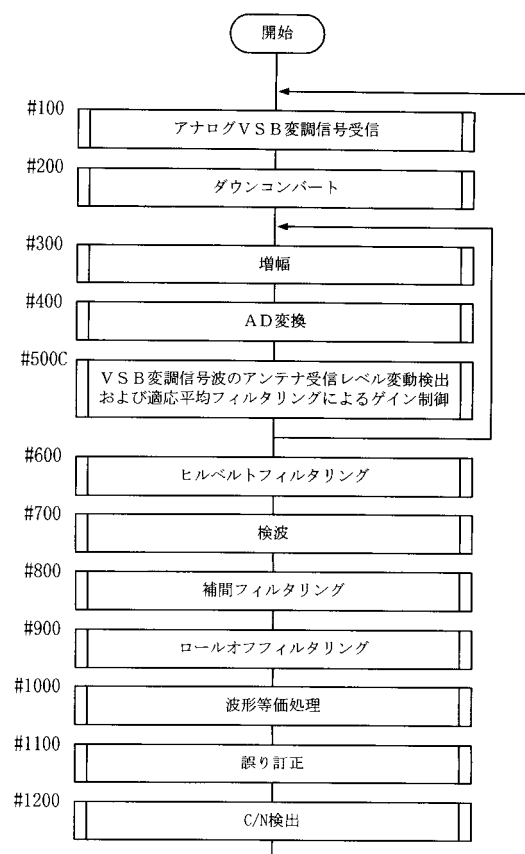
【図 15】



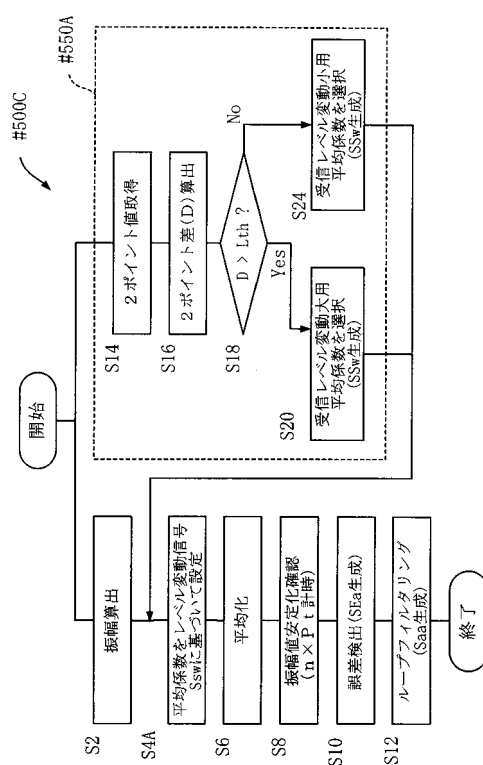
【図 16】



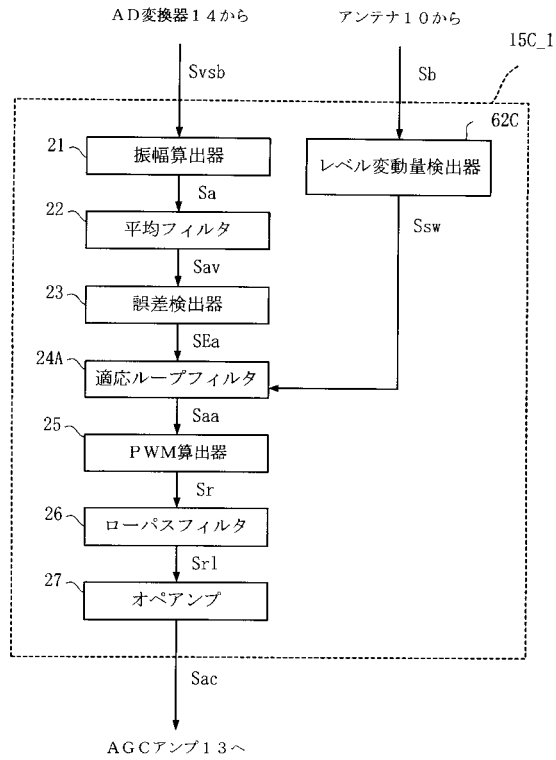
【図 17】



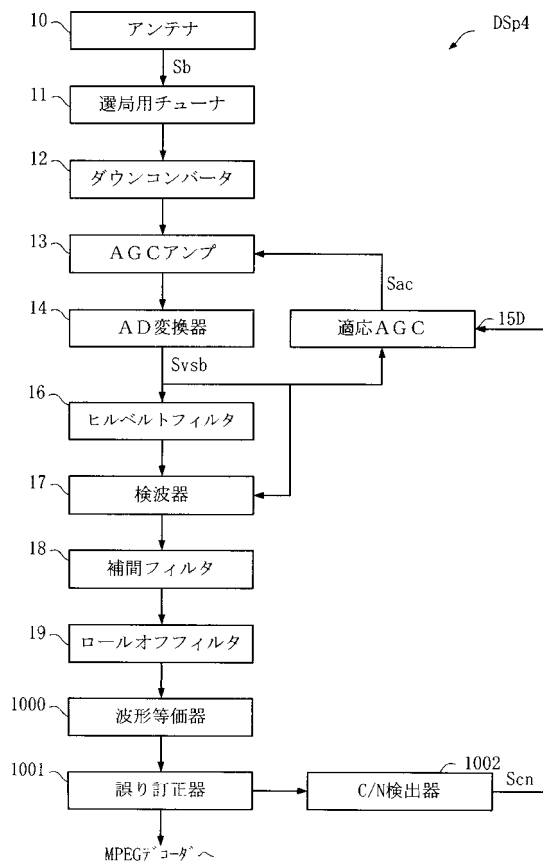
【図 18】



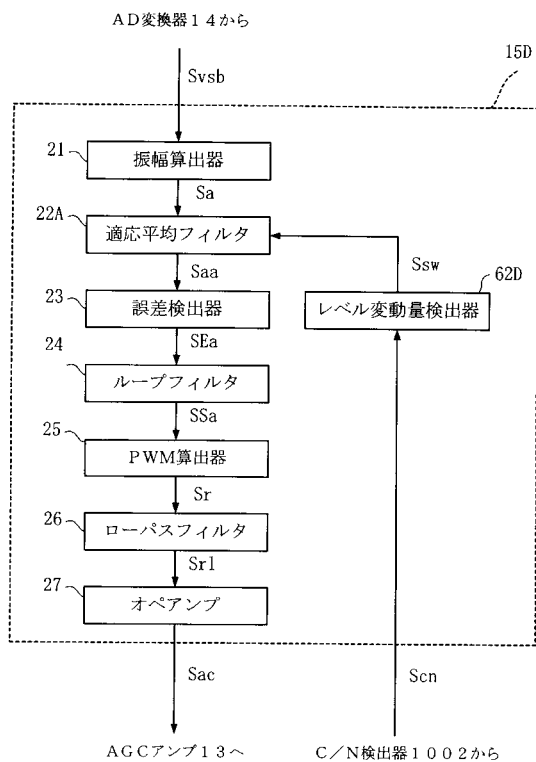
【図 19】



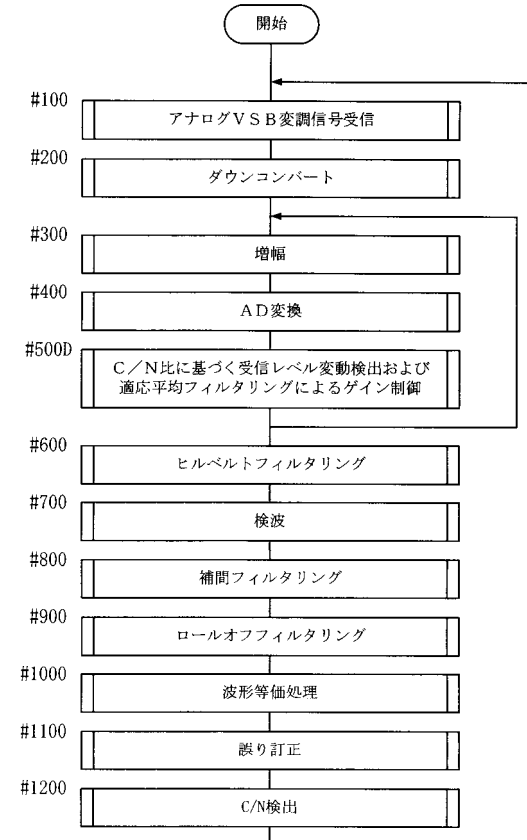
【図 20】



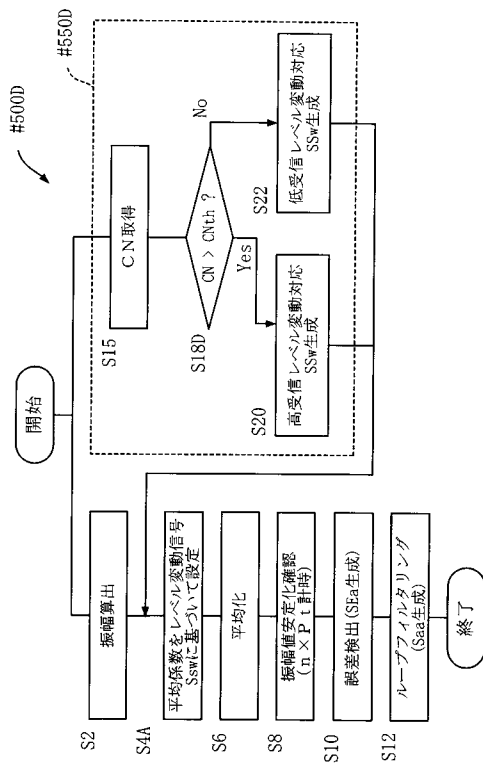
【図 21】



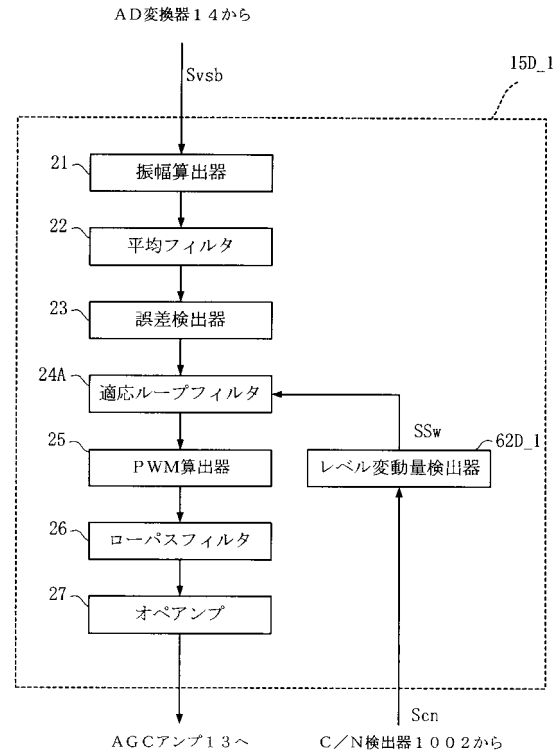
【図 22】



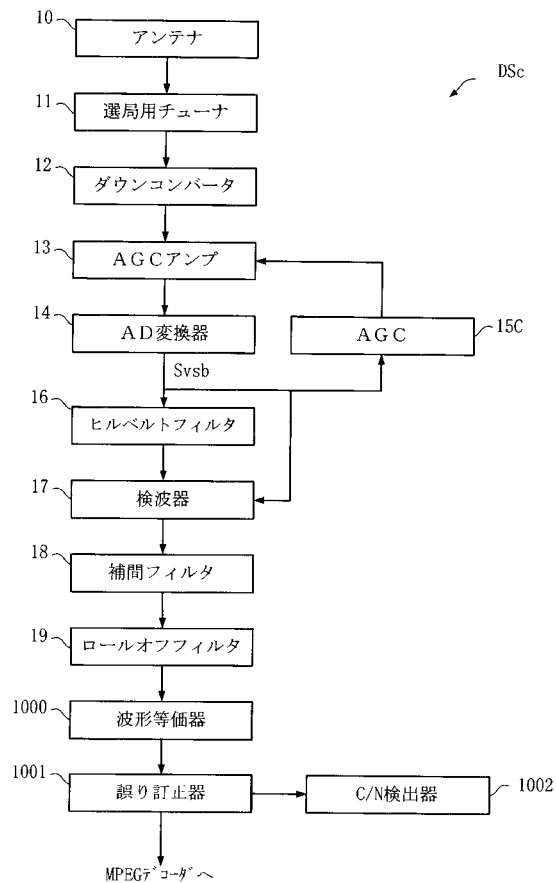
【 図 2 3 】



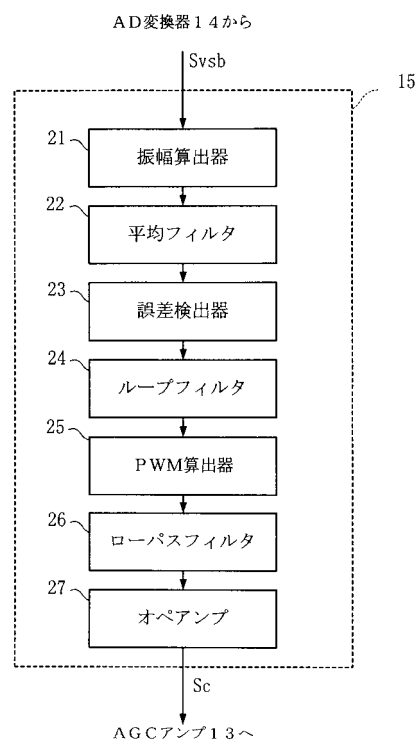
【 図 2 4 】



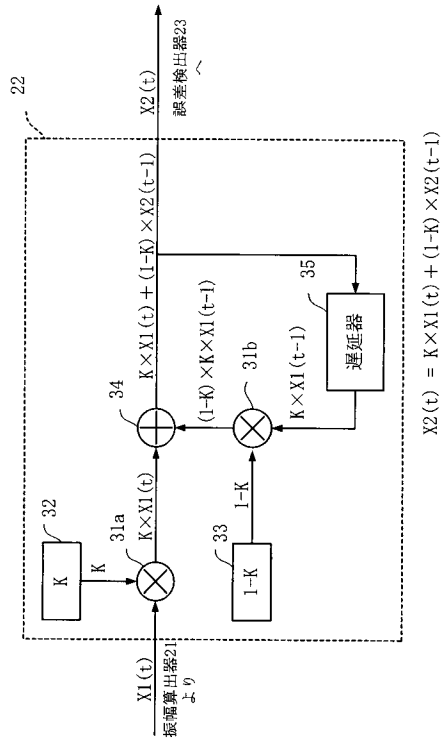
【 図 2 5 】



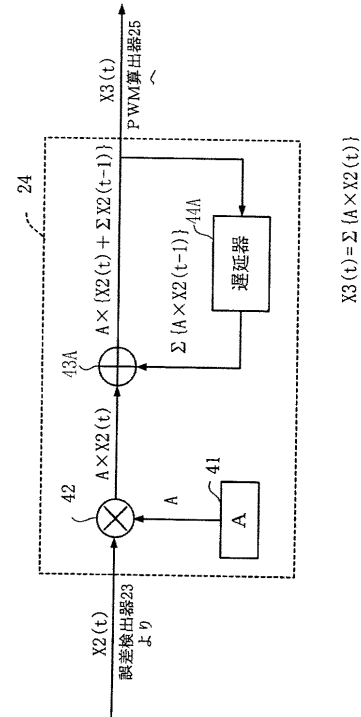
【 図 2 6 】



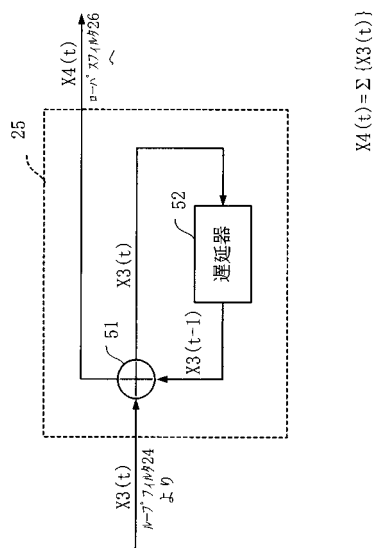
【図 27】



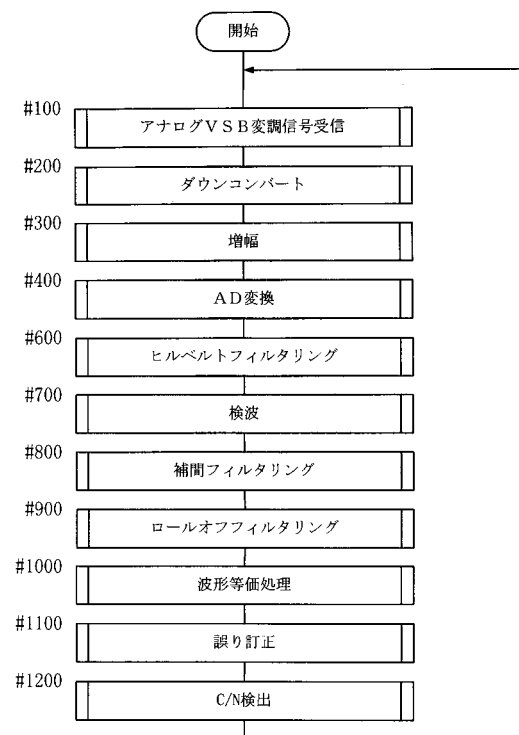
【図 28】



【図 29】



【図 30】



フロントページの続き

- (72)発明者 徳永 尚哉
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
- (72)発明者 尾関 浩明
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
- (72)発明者 上田 和也
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

審査官 彦田 克文

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

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H04L 27/06

H03G 3/20