

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5133404号
(P5133404)

(45) 発行日 平成25年1月30日(2013.1.30)

(24) 登録日 平成24年11月16日(2012.11.16)

| (51) Int. Cl. | | | F I | | |
|---------------|--------------|------------------|------|-------|---|
| HO4B | 1/10 | (2006.01) | HO4B | 1/10 | P |
| HO4B | 7/005 | (2006.01) | HO4B | 7/005 | |
| HO4B | 3/04 | (2006.01) | HO4B | 3/04 | A |

請求項の数 3 (全 9 頁)

| | | | |
|---------------|-------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2010-509418 (P2010-509418) | (73) 特許権者 | 504199127 |
| (86) (22) 出願日 | 平成20年4月22日 (2008. 4. 22) | | フリースケール セミコンダクター イン |
| (65) 公表番号 | 特表2010-528533 (P2010-528533A) | | コーポレイテッド |
| (43) 公表日 | 平成22年8月19日 (2010. 8. 19) | | アメリカ合衆国 テキサス州 78735 |
| (86) 国際出願番号 | PCT/US2008/061145 | | オースティン ウィリアム キャノン |
| (87) 国際公開番号 | W02008/147606 | | ドライブ ウェスト 6501 |
| (87) 国際公開日 | 平成20年12月4日 (2008. 12. 4) | (74) 代理人 | 100142907 |
| 審査請求日 | 平成23年3月30日 (2011. 3. 30) | | 弁理士 本田 淳 |
| (31) 優先権主張番号 | 11/751, 771 | (72) 発明者 | スー、ジェ |
| (32) 優先日 | 平成19年5月22日 (2007. 5. 22) | | アメリカ合衆国 78749 テキサス州 |
| (33) 優先権主張国 | 米国 (US) | | オースティン サニー ビスタ ドライ |
| | | | ブ 5604 |
| | | 審査官 | 石田 昌敏 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 チャンネル等化器を有する無線受信機及びそのための方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

信号を受信するための無線受信機であって、

第1セットの係数を用いて初期化した定包絡アルゴリズムを前記受信信号に対して実施するように構成され、且つ等化済み信号を生成するための等化器と、

前記等化器に結合され、前記等化済み信号を復調するための復調器と、

前記復調器に結合された低域通過フィルタであって、前記復調済み信号を低域通過フィルタ処理してスプリアス信号を検出し、且つオフセット信号を生成するための、前記低域通過フィルタと、

前記低域通過フィルタに結合された係数発生器であって、前記オフセット信号を所定のしきい値と比較し、前記オフセット信号が前記所定のしきい値よりも大きい場合に、前記オフセット信号に基づき前記スプリアス信号の周波数を決定して、前記定包絡アルゴリズムを再初期化するための第2セットの係数を生成するように構成されている、前記係数発生器と

を備える、無線受信機。

【請求項 2】

信号を受信するための無線受信機であって、

第1セットの係数を用いて初期化された定包絡アルゴリズムを前記受信信号に対して実施するように構成され、且つ等化済み信号を生成するための等化器と、

前記等化器に結合され、前記等化済み信号を復調するための復調器と、

10

20

前記復調器に結合された低域通過フィルタであって、前記復調済み信号を低域通過フィルタ処理してスプリアス信号を検出し、且つオフセット信号を生成するための、前記低域通過フィルタと、

前記低域通過フィルタに結合され、且つ前記オフセット信号を所定のしきい値と比較し、前記オフセット信号が前記所定のしきい値よりも大きい場合に、前記定包絡アルゴリズムを再初期化するための第2セットの係数を生成するように構成されている、係数発生器と

を備え、前記定包絡アルゴリズム用の前記第2セットの係数は、前記スプリアス信号の周波数と、所定のひな形フィルタに関連する一セットの係数とに基づき生成され、前記所定のひな形フィルタは、周波数 f_{notch} のノッチを有し、かつ該周波数 f_{notch} のノッチが前記スプリアス信号の周波数と一致するように使用される、無線受信機。

10

【請求項3】

信号を受信するための無線受信機における方法であって、

第1セットの係数を用いて初期化された定包絡アルゴリズムを前記受信信号に対して実施し、等化済み信号を生成する段階と、

前記等化済み信号を復調する段階と、

前記復調済み信号をフィルタ処理してスプリアス信号を検出し、且つオフセット信号を生成する段階と、

前記オフセット信号を所定のしきい値と比較し、前記オフセット信号が前記所定のしきい値よりも大きい場合に、前記定包絡アルゴリズムを再初期化するための第2セットの係数を生成する段階と

20

を備え、前記定包絡アルゴリズム用の前記第2セットの係数は、前記スプリアス信号の周波数と、所定のひな形フィルタに関連する一セットの係数とに基づき生成され、前記所定のひな形フィルタは、周波数 f_{notch} のノッチを有し、かつ該周波数 f_{notch} のノッチが前記スプリアス信号の周波数と一致するように使用される、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、一般的に、無線に関し、特に、チャンネル等化器を有する無線受信機及びそのための方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

定包絡アルゴリズム(CMA)は、通常、デジタルFM(周波数変調)受信機にチャンネル等化器機能を提供するために用いる。チャンネル等化器は、マルチパス雑音又は隣接チャンネル干渉の影響を補正又は緩和するために用いられる。しかしながら、場合によっては、CMAは、FM受信機において意図しない影響を及ぼすことがある。例えば、単一周波数トーン(スパーク)が、RF(無線周波数)フロントエンドの欠陥によって対象周波数帯内に生成されることがある。更に、スパークは、演算D級デジタル増幅器のスイッチングによって生成し得る。スパークが所望のFM信号(対象信号又はSOI)より大きい振幅を有する場合、CMAベースのチャンネル等化器は、SOIを抑制しつつ、スパークに固定される。

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

従って、比較的広帯域のSOIを等化する能力を持ちながら、スパークを除去するFM無線受信機があることが望ましい。

【図面の簡単な説明】

【0004】

【図1】一実施形態に基づくFM受信機を示す図。

【図2】図1のFM受信機の様々な信号を示す図。

【図3】図1のFM受信機を動作させるための方法を示す図。

50

【発明を実施するための形態】**【0005】**

本発明は、添付図によって、一例として示すものであり、それらによって限定するものではない。図では、同じ参照番号で同じ要素を示す。図の要素は、簡単明瞭に示されており、必ずしも縮尺通りに描かれていない。

【0006】

一態様において、信号を受信するための無線受信機を提供する。無線受信機は、等化器、復調器、低域通過フィルタ、及び係数発生器を含む。等化器は、第1セットの係数を用いて初期化された定包絡アルゴリズムを受信信号に対して実行するように構成されており、且つ等化済み信号を生成する。復調器は、等化器に結合され、等化済み信号を復調する。低域通過フィルタは、復調器に結合され、復調済み信号を低域通過フィルタ処理してスプリアス信号を検出し、そして、オフセット信号を生成する。係数発生器は、低域通過フィルタに結合されて、且つオフセット信号を所定のしきい値と比較し、オフセット信号が所定のしきい値に関する所定の条件を満足すれば、第2セットの係数を生成して、定包絡アルゴリズムを再初期化するように構成されている。

10

【0007】

他の態様において、信号を受信するための無線受信機を提供する。この無線受信機は、等化器、復調器、低域通過フィルタ、及び係数発生器を含む。等化器は、第1セットの係数を用いて初期化された定包絡アルゴリズムを受信信号に対して実行するように構成されており、且つ等化済み信号を生成する。復調器は、等化器に結合され、等化済み信号を復調する。低域通過フィルタは、復調器に結合されており、復調済み信号を低域通過フィルタ処理してスプリアス信号を検出し、そして、オフセット信号を生成する。係数発生器は、低域通過フィルタに結合されており、オフセット信号を所定のしきい値と比較し、オフセット信号が所定のしきい値に関する所定の条件を満足すれば、第2セットの係数を生成して、定包絡アルゴリズムを再初期化するように構成されている。ここで、定包絡アルゴリズム用の第2セットの係数は、スプリアス信号の周波数及び所定のひな形フィルタに関係する1セットの係数に基づき生成される。

20

【0008】

更に他の態様において、信号を受信するための無線受信機における方法を提供する。本方法は、第1セットの係数を用いて初期化された定包絡アルゴリズムを受信信号に対して実行して、等化済み信号を生成する段階と、等化済み信号を復調する段階と、復調済み信号をフィルタ処理してスプリアス信号を検出し、且つ、オフセット信号を生成する段階と、オフセット信号を所定のしきい値と比較し、且つ、オフセット信号が所定のしきい値に関する所定の条件を満足すれば、第2セットの係数を生成して定包絡アルゴリズムを再初期化する段階と、を備える。

30

【0009】

図1は、一実施形態に基づくFM受信機10を示す。FM受信機10は、アンテナ12、ミキサ14、局部発振器16、アナログ・デジタル(A/D)変換器18、自動利得制御(AGC)回路20、定包絡アルゴリズム(CMA)チャネル等化器22、FM復調器24、ダウンサンプラー26、ダウンサンプラー28、直流(DC)低域通過フィルタ(LPF)30、係数発生器32、多重(MPX)消去器34、及びステレオデコーダ36を含む。

40

【0010】

アンテナ12は、ミキサ14の第1入力に結合される。ミキサ14は、局部発振器16に結合され局部発振器信号を受信するための第2入力と、A/D変換器18の入力に結合された出力と、を有する。ミキサ14及び局部発振器16を用いると、アンテナ12からの無線周波数(RF)信号を約10.8MHzの中間周波数(IF)帯域のFM信号に変換できる。他の実施形態では、IFは、異なってよい。アンテナ12、ミキサ14、及び局部発振器16は、受信機部の一部であり、「フロントエンド」として知られている。図1には図示していないフロントエンドの他の部位が、存在する。例えば、フロントエンド

50

は、受信FM信号を増幅及び広帯域フィルタ処理する回路を有し得る。更に、他の実施形態では、ミキサ14に接続された複数のアンテナが存在し得る。更に、他の実施形態では、アンテナ12とミキサ14との間に、スイッチ(図示せず)を接続してよい。RFフロントエンド設計は、当分野において既知であり、これ以上詳細に説明しない。A/D変換器18は、フロントエンド回路のアナログ出力信号をデジタル信号に変換し、FM信号をIF周波数から基底帯域周波数に移動させる。

【0011】

A/D変換器18は、AGC回路20の入力に結合された出力を有し、480キロサンプル毎秒(KS/s)のサンプル速度でI及びQ直交信号を供給する。そして、AGC回路20は、「利得制御済み信号21」と表記した利得制御された信号をCMA等化器22に供給する。CMA等化器22は、「等化済み信号23」と表記された定数係数信号をFM復調器24に供給するための出力を有する。CMA等化器は、利得制御済み信号21に等化処理を実施して、比較的一定の振幅を有する等化済み信号23を生成する。FM復調器24は、復調されたMPX信号25(復調済みMPX信号25)をダウンサンプラー26に供給するための出力を有する。ダウンサンプラー26は、復調されたMPX信号25に2分の1のダウンサンプリングを行い、サンプル速度を240KS/sに低減する。次に、ダウンサンプリングされた信号は、MPX消去器34に供給され、そして、ダウンサンプラー28に供給される。ダウンサンプラー28は、5つ毎のダウンサンプリングを行うものであり、また、サンプル速度48KS/sでのダウンサンプリング済み信号を供給するための出力を有する。他の実施形態において、サンプル速度は、異なってよいことに留意されたい。DC(直流)LPF30は、ダウンサンプラー28の出力に結合された入力と、「オフセット31」と表記されたオフセット信号を係数発生器32の入力に供給するための出力と、を有する。DC__LPF30は、復調及びダウンサンプリングされた信号をダウンサンプラー28から受信し、そして、検出されたスパークの周波数に対応する電圧を有するDC信号として、オフセット信号31を供給する。MPX消去器34は、ステレオデコーダ36の入力に結合された出力を有する。ステレオデコーダ36は、FM受信信号に対応するステレオオーディオ信号を供給するための「L」及び「R」と表記された左側及び右側出力をそれぞれ有する。係数発生器32は、係数33をCMA等化器22の制御入力に供給するための第1出力と、「消去器制御35」と表記された制御信号をMPX消去器34の制御入力に供給するための第2出力と、を有する。

【0012】

図2は、例示の実施形態を理解するのに有用な周波数領域において図1の受信機10の様々な信号を示す。受信機10の動作について、図1及び2を参照して説明する。動作中、受信機10は、所定の周波数、即ち、局に合調され、また、FM信号が、アンテナ12、ミキサ14、局部発振器16、及びA/D変換器18によって受信され、処理されて、直交信号I及びQが生成される。I及びQ信号は、AGC20によって処理され、信号が変化して、比較的固定された信号強度を有する利得制御済み信号21が生成される。受信機フロントエンド回路等の意図しない影響により、FM信号と共に1つ又は複数のスパークが、生成され、図2に示すように、AGC20の利得制御済み信号21の対象周波数帯に単一トーン信号として出現することがある。例示の実施形態に基づき、CMA等化器22を用いて、スパークを含む利得制御済み信号21の振幅を等化する。図2に示すように、CMA等化器22は、全域通過フィルタを通常表す第1セットの係数によって初期化されて、スパークを検出してそれに固定され、FM信号を減衰させて初期の等化済み信号23を生成する。初期の等化済み信号23は、復調されて復調済みMPX信号25が生成される。復調済み信号25は、スパーク及び復調済みFM信号を含む。スパークは、図2に示すように、DCになり、FM復調済み信号の周波数帯が、復調器24によって縮小される。他の実施形態では、復調済み信号25の周波数帯は、変更しなくてよい。ダウンサンプラー26及び28によってダウンサンプリングされた後、復調済みFM信号及びスパークは、DC__LPF30に供給される。DC__LPF30は、実質的に復調済みFM信号全体を除去し、スパークからのDC電圧だけを電圧オフセット31として残す。オフセット31は、係数

発生器 3 2 に供給される。スパーク電圧オフセット 3 1 が所定のしきい値より高い場合、第 2 セットの等化器係数を決定し、CMA を再初期化してスパークを除去するために、以下の式を用いる。

【 0 0 1 3 】

【 数 1 】

$$Coefficients_{new} = Coefficients_{prototype} * e^{i*2\pi*(f_{spur} - f_{notch})/Fs*K}$$

一般的に、第 2 セットの係数によって、CMA 等化器 2 2 は、FM 信号の周波数帯中にスパーク周波数でノッチを生成し得る。ノッチは、単一周波数のスプリアス信号を効果的に除去する。上式において、 f_{spur} は、スパーク電圧オフセット 3 1 に対応する周波数であり、 F_s は、サンプル速度であり、 K は、1 から等化器のタップ数までの実数整数の列である。 $Coefficients_{prototype}$ は、ノッチ周波数 f_{notch} のノッチを有する所定のひな形フィルタに関する係数のセットである。例示の実施形態において、 f_{notch} は、50 KHz である。他の実施形態では、50 KHz 以外の周波数を上式において用いてよい。 f_{notch} に用いる周波数は、対象周波数帯内においてランダムに選択し得る。好適な一実施形態において、周波数 f_{notch} は、対象周波数帯の中心周波数付近である。ひな形フィルタは、周波数 f_{notch} のノッチを有する。ひな形フィルタに中心周波数を用いると、ひな形のノッチがスパーク周波数に対応するために動く距離が、最小になる。 $Coefficients_{new}$ は、新しく生成した第 2 セットの係数である。そして、新しい係数は、適切な利得係数と共に用いられて、CMA 等化器 2 2 を再初期化する。新しい係数は、等化済み信号 2 3 中にスパーク周波数でノッチを生成するために用いる。結果的に生じる等化済み信号 2 3 を図 2 に示す。結果的に生じる等化済み信号 2 3 のノッチは、スパーク周波数にあり、従って、FM 受信信号からスパークを除去する。再初期化後、CMA 2 2 は、再び再初期化することなく適応可能に更新する。更に、オフセット 3 1 が所定のしきい値より大きい場合、係数発生器 3 2 からの消去器制御信号 3 5 を用いて、MPX 消去器 3 4 を制御して MPX 消去器 3 4 に関連する雑音検出しきい値を下げる。

【 0 0 1 4 】

スパークは、存在しないことがあったり、スパークの振幅が FM 信号の振幅より小さい場合、検出されなかったりする。フロントエンド回路の RF 機能は、一部の合調チャンネルでは、IF 信号中にスプリアス信号を生成し、他のチャンネルでは生成しないことがある。FM 信号を最初に受信した時、スパークが検出されない場合、CMA 2 2 は、再初期化せずに動作し得る。即ち、上式は、係数の再初期化には用いない。例示の実施形態には FM 信号が含まれることに留意されたい。しかしながら、他の実施形態では、CMA を用いて処理される他の変調タイプの信号を、FM 信号の代わりに用いてよい。

【 0 0 1 5 】

本実施形態は、集積回路におけるデジタル信号プロセッサ (DSP) のソフトウェア又はファームウェアで実現するようになっている。FM 受信機は、CMA ベースのチャンネル等化器を有するデジタル IF 自動車無線の一部である。しかしながら、本実施形態は、ハードウェア又はソフトウェア、又はハードウェア及びソフトウェアの組合せとして実現し得る。更に、本実施形態は、他の環境における他の種類の無線受信機において用い得る。本実施形態は、例えば、受信機フロントエンド回路の欠陥によって生じ得る検出スパークを FM 信号から除去する。上述したスパークを除去すると、チャンネル等化器により依然として定数係数 SOI を等化しつつ、FM 信号のオーディオ品質が改善される。更に、本実施形態は、近傍の D 級増幅器によって生じ得る電磁干渉 (EMI) を低減できる。

【 0 0 1 6 】

図 3 は、図 1 の FM 受信機 1 0 を動作させるための方法を示す。ステップ 5 0 において、受信機 1 0 は、FM 信号を受信するように合調される。ステップ 5 2 において、CMA 等化器は、全域通過フィルタとして初期化される。最初に FM 信号を受信して、スパークが

10

20

30

40

50

周波数帯内でCMA等化器22によって検出されると、CMA等化器22が、ステップ54で動作する。CMA等化器22は、等化されるFM信号の代わりにスパーに固定され、実質的にFM信号全体を除去する。ステップ56において、FM信号は、FM復調器24を用いて復調される。ダウンサンプラー26及び28によってダウンサンプリングされた後、DC低域通過フィルタ30は、ステップ58で用いられ、復調済み信号を低域通過フィルタ処理してスパーを検出し、そして、信号オフセット31を生成する。判断ステップ60において、信号オフセット31を所定のしきい値と比較する。オフセット31がしきい値以下である場合、「いいえ」経路を選択してステップ62に進み、スパーが検出されなかったことを示し、そして、CMA22は、上式によって初期化されることなく、継続してFM信号を等化する。判断ステップ60においてオフセット31がしきい値より大きい場合、「はい」経路を選択してステップ64に進む。ステップ64において、オフセット31は、係数発生器32を用いて、変換され、スパー周波数が求められる。信号オフセット31は、係数発生器32の参照表(図示せず)を用いることによって変換され、オフセット31に基づきスプリアス信号の周波数を決定する。他の実施形態において、オフセット31は、参照表の代わりに線形方程式を用いて変換してもよい。ステップ66において、新しい係数33が、新しい係数用の上式を用いて係数発生器32によって生成され、且つ、CMA22を再初期化するために用いられて、本方法は、ステップ62に続く。更に、オフセット31が、任意の残留雑音を除去する所定のしきい値より大きい場合、消去器制御35を用いて、MPX消去器34に関連する雑音検出しきい値を下げるようにMPX消去器34を制御する。本方法は、FM受信機が新しい局に合調される時はいつでも繰り返される。

【0017】

以上、FM受信信号からスパーを除去するための方法及び受信機が提供されたことを認識されたであろう。スパーは、CMA等化器用の新しい係数を生成することによって除去される。新しい係数は、スパー周波数においてノッチを生成する。これにより、CMAの残りの帯域幅に影響を及ぼすことなくスパーを除去する。更に、MPX消去器を用いて、スプリアス信号から任意の残留雑音を除去する。

【0018】

このように、本明細書に示した構成は代表例に過ぎず、また、実際、同じ機能を果たす他の多くの構成を実現し得ることを理解されたい。抽象的であるが依然として明らかに、同じ機能を果たす要素の任意の構成が、所望の機能を果たすように効果的に「連携する」。従って、本明細書において特定の機能を果たすように組み合わせた任意の2つの構成要素は、構成体又は中間構成要素にかかわらず、所望の機能を果たすように互いに「連携している」と見なすことができる。また同様に、そのように連携した任意の2つの構成要素は、所望の機能を達成するために互いに「動作可能に接続している」又は「動作可能に結合している」と見なし得る。

【0019】

更に、説明及び請求項における用語「前面」、「背面」、「上部」、「底部」、「上方」、「下方」等は、もしあれば、説明目的に用いるものであって、必ずしも恒久的な相対的位置について述べているとは限らない。そのように用いる用語は、本明細書に記載した本発明の実施形態が、例えば、例示したもの又はそれ以外に本明細書において述べたものと異なる向きで動作が可能であるように、然るべき状況下で交換可能であると理解されたい。

【0020】

本発明について、特定の実施形態を参照して本明細書に記載したが、様々な修正及び変更は、以下の請求項に記載した本発明の範囲から逸脱することなく行い得る。従って、明細書及び図は、限定的であるよりもむしろ例示的であると見なすべきであり、また、全てのそのような修正は、本発明の範囲内に含まれるものとする。具体的な実施形態に関して本明細書に述べた問題に対するどのような恩恵、利点、又は解決策も、全ての請求項の決定的な、必要な、又は本質的な特徴もしくは要素として解釈されるものではない。

10

20

30

40

50

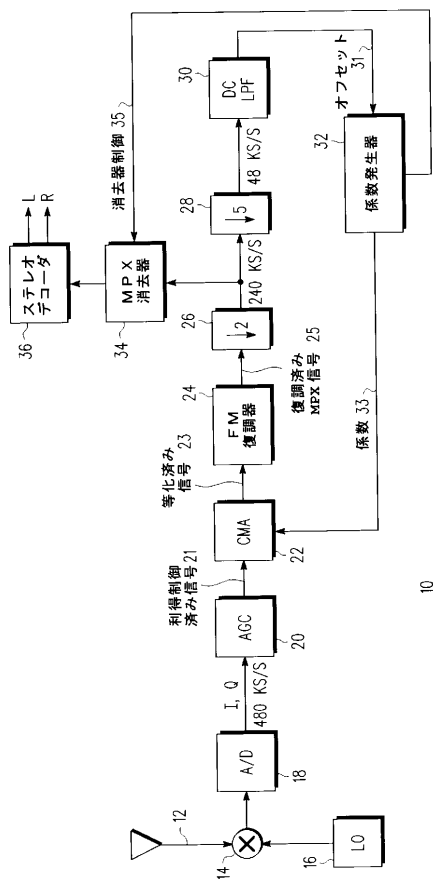
【0021】

特に指定しない限り、「第1」及び「第2」等の用語は、そのような用語が記述する要素間を任意に区別するために用いる。従って、これらの用語は、必ずしもそのような要素の時間的な又は他の優先順位付けを示すとは限らない。

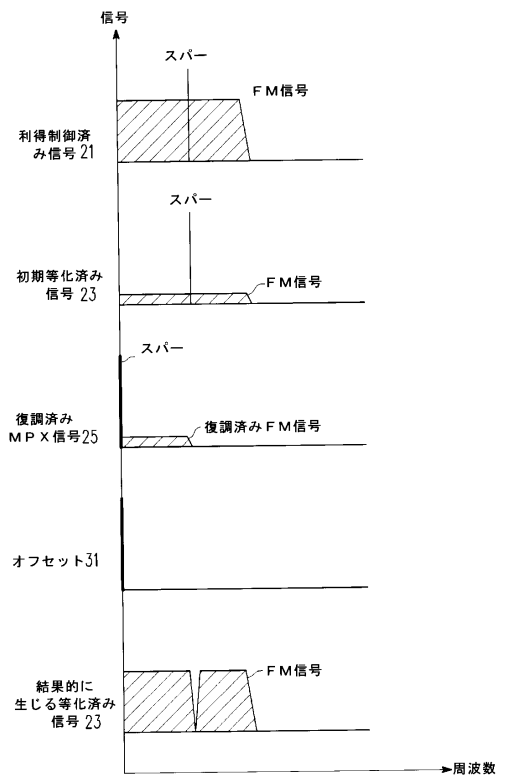
【0022】

本明細書に用いる用語「結合」は、直接的結合又は機械的結合に限定するものではない。

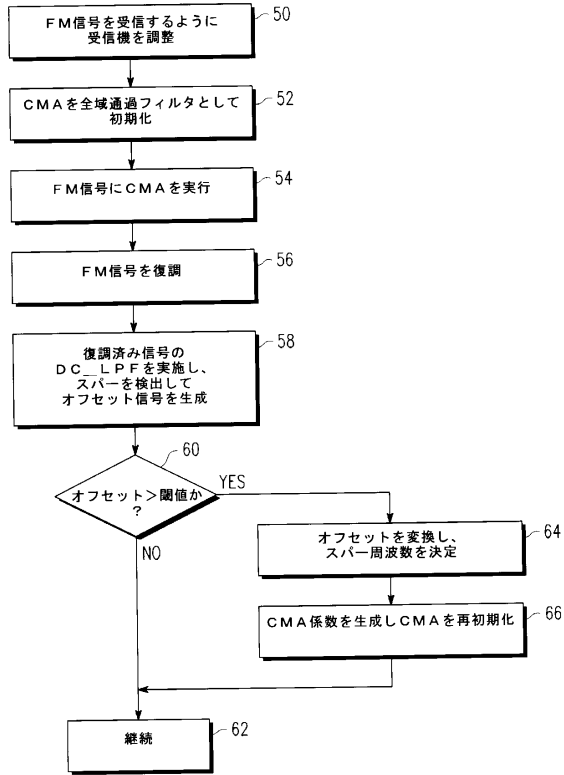
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2005-073163(JP,A)
特開2005-080272(JP,A)
国際公開第2007/046503(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 1/10- 1/14
H04B 1/38- 1/58
H04B 1/16