

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4346465号
(P4346465)

(45) 発行日 平成21年10月21日 (2009. 10. 21)

(24) 登録日 平成21年7月24日 (2009. 7. 24)

(51) Int. Cl. F I
H 0 4 B 1 / 7 0 7 (2006. 01) H 0 4 J 13 / 0 0 D

請求項の数 14 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2004-33607 (P2004-33607)	(73) 特許権者	000001889
(22) 出願日	平成16年2月10日 (2004. 2. 10)		三洋電機株式会社
(65) 公開番号	特開2005-130429 (P2005-130429A)		大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号
(43) 公開日	平成17年5月19日 (2005. 5. 19)	(74) 代理人	100105924
審査請求日	平成18年11月16日 (2006. 11. 16)		弁理士 森下 賢樹
(31) 優先権主張番号	特願2003-337765 (P2003-337765)	(72) 発明者	盛合 真介
(32) 優先日	平成15年9月29日 (2003. 9. 29)		大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		洋電機株式会社内
		(72) 発明者	西村 直哲
			大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
			洋電機株式会社内
		審査官	菊地 陽一
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 受信方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の位相信号からそれぞれ生成された複数チップのウォルシュ符号をひとつのシンボルとした信号を受信する受信部と、

前記複数チップのウォルシュ符号が配置された位相のいずれかに近づくように、前記受信した信号の位相を補正する位相補正部と、

前記補正した信号をひとつのシンボル単位でウォルシュ変換して、位相成分を有した複数の相関値をそれぞれ生成するウォルシュ変換部と、

前記複数チップのウォルシュ符号が配置された位相のいずれかに近づくほど値が大きくなるような規則によって、前記生成した複数の相関値の大きさの近似値をそれぞれ計算する近似部と、

前記計算した複数の相関値の大きさの近似値にもとづいて、ひとつの相関値を選択し、さらに当該選択した相関値に対応した複数の位相信号を出力する選択部と、

を備えることを特徴とする受信装置。

【請求項 2】

前記受信部で受信した信号に含まれたウォルシュ符号は、ウォルシュ符号の同相成分と直交成分の絶対値が等しくなる位相に配置されており、

前記近似部は、相関値の同相成分と直交成分の絶対値が等しくなるほど大きくなるように、前記生成した複数の相関値の大きさの近似値をそれぞれ計算することを特徴とする請求項 1 に記載の受信装置。

10

20

【請求項 3】

前記位相補正部は、前記複数チップのウォルシュ符号が配置された位相のいずれかに対する前記選択部で選択されたひとつの相関値の位相の誤差を検出し、当該誤差を小さくするように前記受信した信号の位相を補正することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の受信装置。

【請求項 4】

前記位相補正部は、前記複数チップのウォルシュ符号が配置された位相のいずれかに対する前記受信した信号の誤差を検出し、当該誤差を小さくするように前記受信した信号の位相を補正することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の受信装置。

【請求項 5】

前記位相補正部は、
前記受信した信号に含まれた周波数オフセットを推定する周波数オフセット推定部と、
前記受信した信号を所定の期間にわたって統計処理することによって、前記複数チップのウォルシュ符号が配置された位相のいずれかに対する前記受信した信号の位相の位相誤差を推定する誤差推定部と、

前記統計処理した所定の期間に応じて前記推定した周波数オフセットから位相の回転量を導出し、前記導出した位相の回転量で前記推定した位相誤差を補正する誤差補正部と、

前記補正した位相誤差にもとづいて、前記受信した信号の位相を補正する補正実行部と

、

を備えることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の受信装置。

【請求項 6】

前記誤差推定部は、前記統計処理として前記受信した信号を所定の期間にわたって平均し、

前記誤差補正部は、前記誤差推定部での所定の期間が終了してから前記補正実行部で補正を開始するまでの期間に、前記誤差推定部での所定の期間の半分の期間を加えた期間に応じて、前記推定した周波数オフセットから位相の回転量を導出することを特徴とする請求項 5 に記載の受信装置。

【請求項 7】

前記補正実行部は、

前記補正した位相誤差で前記受信した信号を検波する検波部と、

前記検波した信号を等化処理する等化部と、

前記等化処理した信号に含まれた残留の位相誤差を推定する残留誤差推定部と、

前記推定した残留の位相誤差にもとづいて、前記等化処理した信号の位相を補正する残留誤差補正部と、

を備えることを特徴とする請求項 5 または 6 に記載の受信装置。

【請求項 8】

前記近似部は、相関値の同相成分と直交成分の絶対値を加算させる規則によって、前記生成した複数の相関値の大きさの近似値をそれぞれ計算することを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれかに記載の受信装置。

【請求項 9】

前記近似部は、相関値の同相成分と直交成分の絶対値のうちの小さい方に 0.5 を乗算し、さらに相関値の同相成分と直交成分の絶対値のうちの大きい方を加算させる規則によって、前記生成した複数の相関値の大きさの近似値をそれぞれ計算することを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれかに記載の受信装置。

【請求項 10】

前記近似部は、相関値の同相成分と直交成分の絶対値のうちの小さい方に 0.5 を乗算し、さらに相関値の同相成分と直交成分の絶対値のうちの大きい方を加算した値から、相関値の同相成分と直交成分の絶対値のうちの大きい方と小さい方との差に所定の定数を乗算した値を減算させる規則によって、前記生成した複数の相関値の大きさの近似値をそれぞれ計算することを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれかに記載の受信装置。

10

20

30

40

50

【請求項 1 1】

前記近似部は、前記複数チップのウォルシュ符号が配置された位相のいずれかと相関値の位相の誤差にもとづいて所定の係数を決定し、当該係数で相関値を重み付けして、前記生成した複数の相関値の大きさの近似値をそれぞれ計算することを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれかに記載の受信装置。

【請求項 1 2】

前記選択部は、前記計算した複数の相関値の大きさの近似値をふたつずつトーナメント方式で比較して、ひとつの相関値を選択することを特徴とする請求項 1 から 1 1 のいずれかに記載の受信装置。

【請求項 1 3】

複数の位相信号からそれぞれ生成された複数チップのウォルシュ符号をひとつのシンボルとした信号を受信するステップと、

前記複数チップのウォルシュ符号が配置された位相のいずれかに近づくように、前記受信した信号の位相を補正するステップと、

前記補正した信号をひとつのシンボル単位でウォルシュ変換して、位相成分を有した複数の相関値をそれぞれ生成するステップと、

前記ウォルシュ符号が配置された位相に近づくほど値が大きくなるような規則によって、前記生成した複数の相関値の大きさの近似値をそれぞれ計算するステップと、

前記計算した複数の相関値の大きさの近似値にもとづいて、ひとつの相関値を選択し、さらに当該選択した相関値に対応した複数の位相信号を出力するステップと、

を備えることを特徴とする受信方法。

【請求項 1 4】

無線ネットワークを介して、複数の位相信号からそれぞれ生成された複数チップのウォルシュ符号をひとつのシンボルとした信号を受信するステップと、

前記複数チップのウォルシュ符号が配置された位相のいずれかに近づくように、前記受信した信号の位相を補正するステップと、

前記補正した信号をひとつのシンボル単位でウォルシュ変換して、位相成分を有した複数の相関値をそれぞれ生成するステップと、

メモリに記憶した前記ウォルシュ符号が配置された位相に近づくほど値が大きくなるような規則によって、前記生成した複数の相関値の大きさの近似値をそれぞれ計算するステップと、

前記計算した複数の相関値の大きさの近似値にもとづいて、ひとつの相関値を選択し、さらに当該選択した相関値に対応した複数の位相信号をメモリから出力するステップと、

をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、受信技術に関し、特にスペクトル拡散された信号を受信するための受信方法および装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

2.4GHz帯の無線周波数を使用したスペクトル拡散通信システムとして、IEEE 802.11b規格の無線LAN(Local Area Network)が実用化されている。当該無線LANは、CCK(Complementary Code Keying)変調によって、11Mbpsの最大伝送速度を実現する。一方、無線LANの帯域幅は、電波法によって26MHzと定められているため、直接拡散方式におけるチップレートの上限も26Mcpsとなる。ただし、チップレート26Mcpsを理想ナイキストフィルタで帯域制限した場合、D/A変換器のサンプリング周波数が40MHzとなり、さらにD/A変換後の急峻な帯域制限も必要となるためあまり現実的でない。そのため、実際にはナイキストフィルタによる帯域制限でなく、D/A変換後のアナログフィルタ

でベースバンドの帯域制限を行っているため、最大11Mbps程度のチップレートとなっている。このようなCCK変調に対応した受信装置は、一般的に、送信された信号の波形のパターンを予め複数用意しており、受信した信号の波形に最も近い波形の送信信号を復調結果としている（例えば、特許文献1参照。）。

【特許文献1】特開2003-168999号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

CCK変調された信号の復調では、FWT(Fast Walsh Transformation)演算によって、受信した信号から複数の相関値を計算する。さらに、複数の相関値から値の最も大きい相関値を選択し、当該相関値を与えるべき送信された信号の組み合わせを再生する。しかしながら、ノイズやマルチパス伝送路の影響によって、FWT演算によって得られた相関値に誤差が含まれると、送信されていない信号の組合せが誤って選択される場合もある。なお、無線LANの装置は、小型化される方が望ましいため、可能な限り内部処理を簡略化すべきである。

【0004】

本発明はこうした状況に鑑みてなされたものであり、その目的は、高精度にウォルシュ変換した結果から送信した信号を推定する受信技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明のある態様は、受信装置である。この装置は、複数の位相信号からそれぞれ生成された複数チップのウォルシュ符号をひとつのシンボルとした信号を受信する受信部と、複数チップのウォルシュ符号が配置された位相のいずれかに近づくように、受信した信号の位相を補正する位相補正部と、補正した信号をひとつのシンボル単位でウォルシュ変換して、位相成分を有した複数の相関値をそれぞれ生成するウォルシュ変換部と、複数チップのウォルシュ符号が配置された位相のいずれかに近づくほど値が大きくなるような規則によって、生成した複数の相関値の大きさの近似値をそれぞれ計算する近似部と、計算した複数の相関値の大きさの近似値にもとづいて、ひとつの相関値を選択し、さらに当該選択した相関値に対応した複数の位相信号を出力する選択部とを備える。

以上の装置により、信号点が配置されるべき位相に近づくように、受信した信号の位相を補正してから、信号点が配置されるべき位相に近いほど値が大きくなるような近似を行ない、大きな値に対応した信号を選択するため、受信特性が向上する。

【0006】

受信部で受信した信号に含まれたウォルシュ符号は、ウォルシュ符号の同相成分と直交成分の絶対値が等しくなる位相に配置されており、近似部は、相関値の同相成分と直交成分の絶対値が等しくなるほど大きくなるように、生成した複数の相関値の大きさの近似値をそれぞれ計算してもよい。

「ウォルシュ符号の同相成分と直交成分の絶対値が等しくなる位相」とは、具体的には、同相成分の軸を水平方向に、直交成分の軸を垂直方向に取り、かつ0を同相成分の軸上に定義すれば、 $\pi/4$ 、 $3\pi/4$ 、 $5\pi/4$ 、 $7\pi/4$ になる。

【0007】

位相補正部は、複数チップのウォルシュ符号が配置された位相のいずれかに対する選択部で選択されたひとつの相関値の位相の誤差を検出し、当該誤差を小さくするように受信した信号の位相を補正してもよい。位相補正部は、複数チップのウォルシュ符号が配置された位相のいずれかに対する受信した信号の誤差を検出し、当該誤差を小さくするように受信した信号の位相を補正してもよい。

【0008】

位相補正部は、受信した信号に含まれた周波数オフセットを推定する周波数オフセット推定部と、受信した信号を所定の期間にわたって統計処理することによって、複数チップのウォルシュ符号が配置された位相のいずれかに対する受信した信号の位相の位相誤差を

10

20

30

40

50

推定する誤差推定部と、統計処理した所定の期間に応じて推定した周波数オフセットから位相の回転量を導出し、導出した位相の回転量で推定した位相誤差を補正する誤差補正部と、補正した位相誤差にもとづいて、受信した信号の位相を補正する補正実行部とを備えてもよい。誤差推定部は、統計処理として受信した信号を所定の期間にわたって平均し、誤差補正部は、誤差推定部での所定の期間が終了してから補正実行部で補正を開始するまでの期間に、誤差推定部での所定の期間の半分の期間を加えた期間に応じて、推定した周波数オフセットから位相の回転量を導出してよい。補正実行部は、補正した位相誤差で受信した信号を検波する検波部と、検波した信号を等化处理する等化部と、等化处理した信号に含まれた残留の位相誤差を推定する残留誤差推定部と、推定した残留の位相誤差にもとづいて、等化处理した信号の位相を補正する残留誤差補正部とを備えてもよい。

10

以上の装置により、残留の位相誤差の推定を開始する際において、予め位相誤差がある程度補正されているので、推定すべき残留の位相誤差が小さくなり、残留の位相誤差を推定するための期間が短くなる。また、位相誤差の推定と周波数オフセットの推定を並列に行うので、位相誤差の推定のための期間が短くなる。

【0009】

近似部は、相関値の同相成分と直交成分の絶対値を加算させる規則によって、生成した複数の相関値の大きさの近似値をそれぞれ計算してもよい。近似部は、相関値の同相成分と直交成分の絶対値のうちの小さい方に0.5を乗算し、さらに相関値の同相成分と直交成分の絶対値のうちの大きい方を加算させる規則によって、生成した複数の相関値の大きさの近似値をそれぞれ計算してもよい。

20

「位相の誤差」の検出は、複素演算によって求められてもよいし、位相の演算によって求められてもよい。

【0010】

近似部は、相関値の同相成分と直交成分の絶対値のうちの小さい方に0.5を乗算し、さらに相関値の同相成分と直交成分の絶対値のうちの大きい方を加算した値から、相関値の同相成分と直交成分の絶対値のうちの大きい方と小さい方との差に所定の定数を乗算した値を減算させる規則によって、生成した複数の相関値の大きさの近似値をそれぞれ計算してもよい。近似部は、複数チップのウォルシュ符号が配置された位相のいずれかと相関値の位相の誤差にもとづいて所定の係数を決定し、当該係数で相関値を重み付けして、生成した複数の相関値の大きさの近似値をそれぞれ計算してもよい。選択部は、計算した複

30

【0011】

本発明のさらに別の態様も、受信装置である。この装置は、信号を受信する受信部と、受信した信号に含まれた周波数オフセットを推定する周波数オフセット推定部と、受信した信号を所定の期間にわたって統計処理することによって、初期位相を推定する位相推定部と、統計処理した所定の期間に応じて推定した周波数オフセットから位相の回転量を導出し、導出した位相の回転量で推定した初期位相を補正する初期位相補正部と、補正した初期位相にもとづいて、受信した信号を復調する復調部とを備える。位相推定部は、統計処理として受信した信号を所定の期間にわたって平均し、初期位相補正部は、位相推定部での所定の期間が終了してから復調部で復調を開始するまでの期間に、位相推定部での所定の期間の半分の期間を加えた期間に応じて、推定した周波数オフセットから位相の回転量を導出してよい。復調部は、補正した初期位相で受信した信号を検波する検波部と、検波した信号を等化处理する等化部と、等化处理した信号に含まれた残留の位相誤差を推定する残留誤差推定部と、推定した残留の位相誤差にもとづいて、等化处理した信号の位相を補正する残留誤差補正部とを備えてもよい。

40

【0012】

「初期位相」とは、所定の時点における受信した信号と、当該時点において配置されるべき信号点の間の位相差である。信号がバースト信号の場合、所定の時点とは、一般的にバースト信号の先頭を指すが、ここでは先頭に限定されなくてもよい。

50

以上の装置により、残留の位相誤差の推定を開始する際において、予め初期位相がある程度補正されているので、推定すべき残留の位相誤差が小さくなり、残留の位相誤差を推定するための期間が短くなる。また、初期位相の推定と周波数オフセットの推定を並列に行うことによって、位相誤差の推定のための期間が短くなる。

【0013】

本発明のさらに別の態様は、受信方法である。この方法は、複数の位相信号からそれぞれ生成された複数チップのウォルシュ符号をひとつのシンボルとした信号を受信するステップと、複数チップのウォルシュ符号が配置された位相のいずれかに近づくように、受信した信号の位相を補正するステップと、補正した信号をひとつのシンボル単位でウォルシュ変換して、位相成分を有した複数の相関値をそれぞれ生成するステップと、ウォルシュ符号が配置された位相に近づくほど値が大きくなるような規則によって、生成した複数の相関値の大きさの近似値をそれぞれ計算するステップと、計算した複数の相関値の大きさの近似値にもとづいて、ひとつの相関値を選択し、さらに当該選択した相関値に対応した複数の位相信号を出力するステップとを備える。

10

【0014】

受信するステップで受信した信号に含まれたウォルシュ符号は、ウォルシュ符号の同相成分と直交成分の絶対値が等しくなる位相に配置されており、近似値をそれぞれ計算するステップは、相関値の同相成分と直交成分の絶対値が等しくなるほど大きくなるように、生成した複数の相関値の大きさの近似値をそれぞれ計算してもよい。位相を補正するステップは、複数チップのウォルシュ符号が配置された位相のいずれかに対する選択されたひとつの相関値の位相の誤差を検出し、当該誤差を小さくするように受信した信号の位相を補正してもよい。位相を補正するステップは、複数チップのウォルシュ符号が配置された位相のいずれかに対する受信した信号の誤差を検出し、当該誤差を小さくするように受信した信号の位相を補正してもよい。

20

【0015】

位相を補正するステップは、受信した信号に含まれた周波数オフセットを推定するステップと、受信した信号を所定の期間にわたって統計処理することによって、複数チップのウォルシュ符号が配置された位相のいずれかに対する受信した信号の位相の位相誤差を推定するステップと、統計処理した所定の期間に応じて推定した周波数オフセットから位相の回転量を導出し、導出した位相の回転量で推定した位相誤差を補正するステップと、補正した位相誤差にもとづいて、受信した信号の位相を補正するステップとを備えてもよい。位相誤差を推定するステップは、統計処理として受信した信号を所定の期間にわたって平均し、推定した位相誤差を補正するステップは、位相誤差を推定するステップでの所定の期間が終了してから、受信した信号の位相を補正するステップで補正を開始するまでの期間に、位相誤差を推定するステップでの所定の期間の半分の期間を加えた期間に応じて、推定した周波数オフセットから位相の回転量を導出してよい。受信した信号の位相を補正するステップは、補正した位相誤差で受信した信号を検波するステップと、検波した信号を等化处理するステップと、等化处理した信号に含まれた残留の位相誤差を推定するステップと、推定した残留の位相誤差にもとづいて、等化处理した信号の位相を補正するステップとを備えてもよい。

30

40

【0016】

近似値をそれぞれ計算するステップは、相関値の同相成分と直交成分の絶対値を加算させる規則によって、生成した複数の相関値の大きさの近似値をそれぞれ計算してもよい。近似値をそれぞれ計算するステップは、相関値の同相成分と直交成分の絶対値のうちの小さい方に0.5を乗算し、さらに相関値の同相成分と直交成分の絶対値のうちの大きい方を加算させる規則によって、生成した複数の相関値の大きさの近似値をそれぞれ計算してもよい。

【0017】

近似値をそれぞれ計算するステップは、相関値の同相成分と直交成分の絶対値のうちの小さい方に0.5を乗算し、さらに相関値の同相成分と直交成分の絶対値のうちの大きい

50

方を加算した値から、相関値の同相成分と直交成分の絶対値のうちの大きい方と小さい方との差に所定の定数を乗算した値を減算させる規則によって、生成した複数の相関値の大ききの近似値をそれぞれ計算してもよい。近似値をそれぞれ計算するステップは、複数チップのウォルシュ符号が配置された位相のいずれかと相関値の位相の誤差にもとづいて所定の係数を決定し、当該係数で相関値を重み付けして、生成した複数の相関値の大ききの近似値をそれぞれ計算してもよい。複数の位相信号を出力するステップは、計算した複数の相関値の大ききの近似値をふたつずつトーナメント方式で比較して、ひとつの相関値を選択してもよい。

【0018】

本発明のさらに別の態様も、受信方法である。この方法は、信号を受信するステップと、受信した信号に含まれた周波数オフセットを推定するステップと、受信した信号を所定の期間にわたって統計処理することによって、初期位相を推定するステップと、統計処理した所定の期間に応じて推定した周波数オフセットから位相の回転量を導出し、導出した位相の回転量で推定した初期位相を補正するステップと、補正した初期位相にもとづいて、受信した信号を復調するステップとを備える。

【0019】

初期位相を推定するステップは、統計処理として受信した信号を所定の期間にわたって平均し、初期位相を補正するステップは、初期位相を推定するステップでの所定の期間が終了してから復調するステップで復調を開始するまでの期間に、初期位相を推定するステップでの所定の期間の半分の期間を加えた期間に応じて、推定した周波数オフセットから位相の回転量を導出してよい。復調するステップは、補正した初期位相で受信した信号を検波するステップと、検波した信号を等化処理するステップと、等化処理した信号に含まれた残留の位相誤差を推定するステップと、推定した残留の位相誤差にもとづいて、等化処理した信号の位相を補正するステップとを備えてもよい。

【0020】

本発明のさらに別の態様は、プログラムである。このプログラムは、無線ネットワークを介して、複数の位相信号からそれぞれ生成された複数チップのウォルシュ符号をひとつのシンボルとした信号を受信するステップと、複数チップのウォルシュ符号が配置された位相のいずれかに近づくように、受信した信号の位相を補正するステップと、補正した信号をひとつのシンボル単位でウォルシュ変換して、位相成分を有した複数の相関値をそれぞれ生成するステップと、メモリに記憶したウォルシュ符号が配置された位相に近づくほど値が大きくなるような規則によって、生成した複数の相関値の大ききの近似値をそれぞれ計算するステップと、計算した複数の相関値の大ききの近似値にもとづいて、ひとつの相関値を選択し、さらに当該選択した相関値に対応した複数の位相信号をメモリから出力するステップとをコンピュータに実行させる。

【0021】

受信するステップで受信した信号に含まれたウォルシュ符号は、ウォルシュ符号の同相成分と直交成分の絶対値が等しくなる位相に配置されており、近似値をそれぞれ計算するステップは、相関値の同相成分と直交成分の絶対値が等しくなるほど大きくなるように、生成した複数の相関値の大ききの近似値をそれぞれ計算してもよい。位相を補正するステップは、複数チップのウォルシュ符号が配置された位相のいずれかに対する選択されたひとつの相関値の位相の誤差を検出し、当該誤差を小さくするように受信した信号の位相を補正してもよい。位相を補正するステップは、複数チップのウォルシュ符号が配置された位相のいずれかに対する受信した信号の誤差を検出し、当該誤差を小さくするように受信した信号の位相を補正してもよい。

【0022】

位相を補正するステップは、受信した信号に含まれた周波数オフセットを推定してメモリに記憶するステップと、受信した信号を所定の期間にわたって統計処理することによって、複数チップのウォルシュ符号が配置された位相のいずれかに対する受信した信号の位相の位相誤差を推定してメモリに記憶するステップと、統計処理した所定の期間に応じて

メモリに記憶した周波数オフセットから位相の回転量を導出し、導出した位相の回転量でメモリに記憶した位相誤差を補正するステップと、補正した位相誤差にもとづいて、受信した信号の位相を補正するステップとを備えてもよい。位相誤差をメモリに記憶するステップは、統計処理として受信した信号を所定の期間にわたって平均し、推定した位相誤差を補正するステップは、位相誤差をメモリに記憶ステップでの所定の期間が終了してから、受信した信号の位相を補正するステップで補正を開始するまでの期間に、位相誤差をメモリに記憶するステップでの所定の期間の半分の期間を加えた期間に応じて、メモリに記憶した周波数オフセットから位相の回転量を導出してよい。受信した信号の位相を補正するステップは、補正した位相誤差で受信した信号を検波するステップと、検波した信号を等化処理するステップと、等化処理した信号に含まれた残留の位相誤差を推定してメモリに記憶するステップと、メモリに記憶した残留の位相誤差にもとづいて、等化処理した信号の位相を補正するステップとを備えてもよい。

10

【 0 0 2 3 】

近似値をそれぞれ計算するステップは、相関値の同相成分と直交成分の絶対値を加算させる規則によって、生成した複数の相関値の大きさの近似値をそれぞれ計算してもよい。近似値をそれぞれ計算するステップは、相関値の同相成分と直交成分の絶対値のうちの小さい方に 0.5 を乗算し、さらに相関値の同相成分と直交成分の絶対値のうちの大きい方を加算させる規則によって、生成した複数の相関値の大きさの近似値をそれぞれ計算してもよい。

【 0 0 2 4 】

20

近似値をそれぞれ計算するステップは、相関値の同相成分と直交成分の絶対値のうちの小さい方に 0.5 を乗算し、さらに相関値の同相成分と直交成分の絶対値のうちの大きい方を加算した値から、相関値の同相成分と直交成分の絶対値のうちの大きい方と小さい方との差に所定の定数を乗算した値を減算させる規則によって、生成した複数の相関値の大きさの近似値をそれぞれ計算してもよい。近似値をそれぞれ計算するステップは、複数チップのウォルシュ符号が配置された位相のいずれかと相関値の位相の誤差にもとづいて所定の係数を決定し、当該係数で相関値を重み付けして、生成した複数の相関値の大きさの近似値をそれぞれ計算してもよい。複数の位相信号を出力するステップは、計算した複数の相関値の大きさの近似値をふたつずつトーナメント方式で比較して、ひとつの相関値を選択してもよい。

30

【 0 0 2 5 】

本発明のさらに別の態様は、プログラムである。このプログラムは、無線ネットワークを介して、信号を受信するステップと、受信した信号に含まれた周波数オフセットを推定してメモリに記憶するステップと、受信した信号を所定の期間にわたって統計処理することによって、初期位相を推定してメモリに記憶するステップと、統計処理した所定の期間に応じてメモリに記憶した周波数オフセットから位相の回転量を導出し、導出した位相の回転量でメモリに記憶した初期位相を補正するステップと、補正した初期位相にもとづいて、受信した信号を復調するステップとをコンピュータに実行させる。初期位相をメモリに記憶するステップは、統計処理として受信した信号を所定の期間にわたって平均し、初期位相を補正するステップは、初期位相をメモリに記憶ステップでの所定の期間が終了してから、復調するステップで復調を開始するまでの期間に、初期位相をメモリに記憶するステップでの所定の期間の半分の期間を加えた期間に応じて、メモリに記憶した周波数オフセットから位相の回転量を導出してよい。復調するステップは、補正した初期位相で受信した信号を検波するステップと、検波した信号を等化処理するステップと、等化処理した信号に含まれた残留の位相誤差を推定してメモリに記憶するステップと、メモリに記憶した残留の位相誤差にもとづいて、等化処理した信号の位相を補正するステップとを備えてもよい。

40

【 0 0 2 6 】

なお、以上の構成要素の任意の組合せ、本発明の表現を方法、装置、システム、記録媒体、コンピュータプログラムなどの間で変換したものもまた、本発明の態様として有効で

50

ある。

【発明の効果】

【0027】

本発明によれば、高精度にウォルシュ変換した結果から送信した信号を推定できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

(実施例1)

本発明を具体的に説明する前に、概要を述べる。本発明の実施例1は、IEEE 802.11b規格の無線LANの受信装置に関する。受信装置は、受信した信号に含まれたCCK変調された信号をFWT演算する。さらに受信装置は、FWT演算して得られた複数の相関値の中から大きさが最大の相関値を選択し、当該選択した相関値に対応した位相信号の組合せをCCKに含まれた位相信号を再生する。ここで相関値は同相成分と直交成分を有した複素数であり、通常は、相関値の大きさの計算には、2乗和を計算するために、演算処理量が増大する。なお、CCKは差動符号化した信号にもとづいてチップ信号を生成しているため、通常は、受信装置において絶対的な位相の補正を必要としなかった。

【0029】

本実施例に係る受信装置は、近似の誤差が、相関値が同相成分の軸と直交成分の軸から離れるほど大きくなるような近似を行う。一方、当該近似による誤差が大きい場合には、近似した値自体も大きくなる。そこで、受信装置は、受信した信号の絶対的な位相を補正してから、FWT演算する。その結果、最終的に選択されるべき相関値は、近似した値が大きくなるような位相に配置される。その結果、当該相関値が複数の相関値の中から、選択される可能性が向上して、信号の受信特性が向上する。

【0030】

本実施例の前提として、IEEE 802.11b規格におけるCCK変調の概略を説明する。CCK変調は、8ビットをひとつの単位(以下、この単位を「CCK変調単位」とする)とし、この8ビットを上位からd1、d2、・・・d8と名づける。CCK単位のうち、下位6ビットは、[d3, d4]、[d5, d6]、[d7, d8]単位でそれぞれQPSK(Quadrature Phase Shift Keying)の信号点配置にマッピングされる。また、マッピングした位相をそれぞれ(2、3、4)とする。さらに、位相2、3、4から8種類の拡散符号P1からP8を以下の通り生成する。

【0031】

【数1】

$$P1 = \phi 2 + \phi 3 + \phi 4$$

$$P2 = \phi 3 + \phi 4$$

$$P3 = \phi 2 + \phi 4$$

$$P4 = \phi 4$$

$$P5 = \phi 2 + \phi 3$$

$$P6 = \phi 3$$

$$P7 = \phi 2$$

$$P8 = 0$$

一方、CCK変調単位のうち、上位2ビットの[d1, d2]は、DQPSK(Differential encoding Quadrature Phase Shift Keying)の信号点配置にマッピングされ、ここではマッピングした位相を1と

10

20

30

40

50

する。なお、 ϕ_1 が被拡散信号に相当する。さらに、被拡散信号 ϕ_1 と拡散符号 P_1 から P_8 より、以下の通り 8 通りのチップ信号 X_0 から X_7 を生成する。

【 0 0 3 2 】

【 数 2 】

$$X_0 = e^{j(\phi_1 + P_1)}$$

$$X_1 = e^{j(\phi_1 + P_2)}$$

10

$$X_2 = e^{j(\phi_1 + P_3)}$$

$$X_3 = -e^{j(\phi_1 + P_4)}$$

$$X_4 = e^{j(\phi_1 + P_5)}$$

$$X_5 = e^{j(\phi_1 + P_6)}$$

20

$$X_6 = -e^{j(\phi_1 + P_7)}$$

$$X_7 = e^{j(\phi_1 + P_8)}$$

30

【 0 0 3 3 】

図 1 は、実施例 1 に係る通信システムのバーストフォーマットを示す。このバーストフォーマットは、IEEE 802.11b 規格の Short PLCP に相当する。バースト信号は、図示のごとくプリアンプル、ヘッダ、データの領域を含む。さらに、プリアンプルは、DBPSK の変調方式で伝送速度 1 Mbps で通信され、ヘッダは、DQPSK の変調方式で伝送速度 2 Mbps で通信され、データは、CCK の変調方式で伝送速度 11 Mbps で通信される。また、プリアンプルは、56 ビットの SYNC、16 ビットの SFD を含み、ヘッダは、8 ビットの SIGNAL、8 ビットの SERVICE、16 ビットの LENGTH、16 ビットの CRC を含む。一方、データに対応した PSDU の長さは、可変である。

40

【 0 0 3 4 】

図 2 は、実施例 1 に係る通信システム 100 の構成を示す。通信システム 100 は、受信装置 10、送信装置 12 を含む。さらに、受信装置 10 は、受信用アンテナ 14、無線部 18、直交検波部 20、AGC 22、AD 変換部 24、ベースバンド処理部 26、制御部 28 を含み、送信装置 12 は、送信用アンテナ 16、無線部 30、変調部 32 を含む。また信号としてデジタル受信信号 200、出力信号 202 を含む。

【 0 0 3 5 】

変調部 32 は、上述の通り、送信すべき情報を CCK 変調処理し、あるいは位相変調した信号を拡散処理する。無線部 30 は、変調部 32 から出力されるベースバンドの信号と無線周波数の信号間の周波数変換、増幅処理を行う。送信用アンテナ 16 は、無線周波数

50

の信号を送信し、受信用アンテナ 14 は、無線周波数の信号を受信する。

【0036】

無線部 18 は、受信した無線周波数の信号を中間周波数の信号に周波数変換する。直交検波部 20 は、中間周波数の信号を直交検波し、ベースバンドの信号を出力する。一般にベースバンドの信号は、同相成分と直交成分のふたつの成分によって示されるが、ここではそれらをまとめた形で図示する。AGC 22 は、ベースバンドの信号の振幅を後述のAD変換部 24 のダイナミックレンジ内の振幅にするために、利得を自動的に制御する。AD変換部 24 は、ベースバンドのアナログ信号をデジタル信号に変換し、複数ビットで構成されたデジタル受信信号 200 を出力する。ベースバンド処理部 26 は、デジタル受信信号 200 を逆拡散や復調して、出力信号 202 を出力する。制御部 28 は、受信装置 10

【0037】

図3は、ベースバンド処理部 26 の構成を示す。ベースバンド処理部 26 は、位相回転部 40、等化器 42、相関器 44、復調部 46、第1位相誤差検出部 48、FWT演算部 50、最大値検索部 52、1 復調部 54、第2位相誤差検出部 56、補正量確定部 58、スイッチ部 60 を含む。また信号として、逆拡散信号 204、位相誤差信号 206、1 信号 208、成分信号 210、ウォルシュ変換値 FWT を含む。

【0038】

位相回転部 40 は、後述の補正量確定部 58 から出力される補正信号によって、デジタル受信信号 200 の位相を回転する。当該回転の結果、デジタル受信信号 200 の信号点 20 1 が、同相成分の軸と直交成分の軸の中間の位相、すなわち $\pi/4$ 、 $3\pi/4$ 、 $5\pi/4$ 、 $7\pi/4$ のいずれかの近傍に配置される。なお、位相回転部 40 での回転は、複素成分のベクトル演算によってなされてもよいし、位相成分のみの加減演算によってなされてもよい。

【0039】

等化器 42 は、位相回転部 40 から出力された信号に含まれたマルチパス伝送路の影響を除去する。等化器 42 は、トランスバーサル型のフィルタによって構成される。なお、トランスバーサル型のフィルタにDFEが付加された構成であってもよい。なお、等化器 42 のタップ係数が設定されるまでは、等化器 42 は、入力された信号をそのまま出力してもよい。

相関器 44 は、図1のバーストフォーマットのプリアンブルとヘッダ領域のような所定の拡散符号で拡散された位相変調信号を逆拡散するために、等化器 42 から出力された信号を当該拡散符号で相関処理する。相関処理は、スライディング型の相関処理であってもよいし、マッチドフィルタ型の相関処理であってもよい。相関器 44 は、前述のごとく図1のバーストフォーマットにおいて、プリアンブルとヘッダでのみ動作するが、データが所定の拡散符号で拡散した位相変調信号である場合には、データの部分でも動作する。

【0040】

復調部 46 は、相関器 44 で逆拡散した逆拡散信号 204 を復調する。逆拡散信号 204 の変調方式は、DBPSKあるいはDQPSKのため、復調は遅延検波で実行される。

第1位相誤差検出部 48 は、逆拡散信号 204 にもとづいて位相誤差を検出する。詳細は後述するが、検出した位相誤差は、位相誤差信号 206 として出力される。

FWT演算部 50 は、図1のバーストフォーマットのデータ領域のようなCCK変調された信号をFWT演算し、ウォルシュ変換値FWTを出力する。具体的には、CCK変調単位のチップ信号を入力して、チップ信号間の相関処理によって、64個のウォルシュ変換値FWT、すなわち相関値を出力する。

【0041】

最大値検索部 52 は、64個のウォルシュ変換値FWTを入力し、それらの大きさにもとづいて、ひとつのウォルシュ変換値FWTを選択する。さらに、選択したひとつのウォルシュ変換値FWTに応じて、1の遅延検波される前の信号に相当した1信号 208 と、2から4の組合せを成分信号 210 として出力する。

1 復調部 5 4 は、1 信号 2 0 8 を遅延検波して、1 を生成する。さらに、1 から 4 の組合せから、伝送すべき情報信号の d 1、d 2、・・・d 8 を再生して出力する。

【0042】

第 2 位相誤差検出部 5 6 は、1 復調部 5 4 からの出力信号にもとづいて、位相誤差を検出する。検出は、第 1 位相誤差検出部 4 8 と同様の方法によってなされる。

補正量確定部 5 8 は、位相回転部 4 0 でデジタル受信信号 2 0 0 の位相を回転させるための信号を出力する。図 1 のバーストフォーマットのプリアンプルとヘッダ領域の間では、第 1 位相誤差検出部 4 8 で検出した位相誤差を出力し、バーストフォーマットのデータ領域の間では、第 2 位相誤差検出部 5 6 で検出した位相誤差を出力する。

10

【0043】

スイッチ部 6 0 は、復調部 4 6 から出力された信号と 1 復調部 5 4 から出力された信号のいずれかを選択し、出力信号 2 0 2 として出力する。図 1 のバーストフォーマットのプリアンプルとヘッダ領域の間では、復調部 4 6 から出力された信号を選択し、バーストフォーマットのデータ領域の間では、1 復調部 5 4 から出力された信号を選択し、選択した信号の反転信号を出力する。

この構成は、ハードウェア的には、任意のコンピュータの CPU、メモリ、その他の LSI で実現でき、ソフトウェア的にはメモリのロードされた予約管理機能のあるプログラムなどによって実現されるが、ここではそれらの連携によって実現される機能ブロックを描いている。したがって、これらの機能ブロックがハードウェアのみ、ソフトウェアのみ、またはそれらの組合せによっていろいろな形で実現できることは、当業者には理解されるところである。

20

【0044】

図 4 は、第 1 位相誤差検出部 4 8 の構成を示す。第 1 位相誤差検出部 4 8 は、記憶部 7 4、判定部 7 0、複素共役部 7 2、スイッチ部 7 6、乗算部 7 8 を含む。

記憶部 7 4 は、図 1 のバーストフォーマットのプリアンプル領域に対応した既知の信号を記憶し、プリアンプル領域に該当するタイミングで記憶した既知の信号を出力する。

判定部 7 0 は、図 1 のバーストフォーマットのヘッダ領域の間において、予め定めた判定のしきい値にもとづいて、逆拡散信号 2 0 4 の値を判定する。当該判定は、逆拡散信号 2 0 4 の同相成分と直交成分に対してそれぞれ行う。

30

【0045】

複素共役部 7 2 は、判定部 7 0 で判定した信号の複素共役を計算する。

スイッチ部 7 6 は、プリアンプルの間で記憶部 7 4 からの信号を参照信号として出力し、ヘッダ領域の間で複素共役部 7 2 からの信号を参照信号として出力する。

乗算部 7 8 は、スイッチ部 7 6 から出力される参照信号と、逆拡散信号 2 0 4 を乗算し、参照信号に対する逆拡散信号 2 0 4 の誤差を位相誤差信号 2 0 6 として出力する。

【0046】

図 5 は、F W T 演算部 5 0 の構成を示す。F W T 演算部 5 0 は、2 推定部 8 0 と総称される第 1 2 推定部 8 0 a、第 2 2 推定部 8 0 b、第 3 2 推定部 8 0 c、第 4 2 推定部 8 0 d、3 推定部 8 2 と総称される第 1 3 推定部 8 2 a、第 2 3 推定部 8 2 b、4 推定部 8 4 を含む。また信号として、第 1 相関値 Y と総称される Y 0 - 0、Y 0 - 1、Y 0 - 2、Y 0 - 3、Y 1 - 0、Y 1 - 1、Y 1 - 2、Y 1 - 3、Y 2 - 0、Y 2 - 1、Y 2 - 2、Y 2 - 3、Y 3 - 0、Y 3 - 1、Y 3 - 2、Y 3 - 3、第 2 相関値 Z と総称される Z 0、Z 1、Z 1 5、Z 1 6、Z 1 7、Z 3 1、ウォルシュ変換値 F W T と総称される F W T 0、F W T 1、F W T 6 3 を含む。

40

【0047】

2 推定部 8 0 は、それぞれふたつのチップ信号 X、例えば、X 0 と X 1 を入力し、X 0 の位相を 0、 $\pi/2$ 、 π 、 $3\pi/2$ 回転させて、X 1 と回転させた X 0 をそれぞれ加算して、Y 0 - 0 から Y 0 - 3 をそれぞれ出力する。ここでは、X 0 を回転させた位相と 2 の位相が等しい場合に、該当する第 1 相関値 Y の大きさが大きくなる。その結果、2

50

を推定できる。

【 0 0 4 8 】

3 推定部 8 2 は、 2 推定部 8 0 と同様に動作し、例えば、Y 0 - 0 から Y 0 - 3 と Y 1 - 0 から Y 1 - 3 を入力して、Z 0 から Z 1 5 をそれぞれ出力し、第 2 相関値 Z の大きさより 3 を推定できる。 4 推定部 8 4 は、 2 推定部 8 0 と同様に動作し、Z 0 から Z 3 1 を入力して、F W T 0 から F W T 6 3 を出力し、ウォルシュ変換値 F W T の大きさより 4、さらに 1 を推定できる。

【 0 0 4 9 】

図 6 は、第 1 2 推定部 8 0 a の構成を示す。第 1 2 推定部 8 0 a は、0 位相回転部 8 6、 / 2 位相回転部 8 8、 位相回転部 9 0、3 / 2 位相回転部 9 2、加算部 9 4 と総称される第 1 加算部 9 4 a、第 2 加算部 9 4 b、第 3 加算部 9 4 c、第 4 加算部 9 4 d を含む。

0 位相回転部 8 6、 / 2 位相回転部 8 8、 位相回転部 9 0、3 / 2 位相回転部 9 2 は、X 0 の位相をそれぞれ 0、 / 2、 、3 / 2 回転させる。それらの出力は、加算部 9 4 で X 1 と加算される。

【 0 0 5 0 】

図 7 は、最大値検索部 5 2 の構成を示す。最大値検索部 5 2 は、選択部 1 1 0、近似部 1 1 2、比較部 1 1 4 と総称される第 1 比較部 1 1 4 a、第 2 比較部 1 1 4 b、第 3 比較部 1 1 4 c、第 4 比較部 1 1 4 d、第 5 比較部 1 1 4 e、第 6 比較部 1 1 4 f、第 7 比較部 1 1 4 g、最大値比較部 1 1 6、最大値格納部 1 1 8、最大値 I n d e x 格納部 1 2 0 を含む。

選択部 1 1 0 は、F W T 0 から F W T 6 3 の 6 4 個のデータを入力し、8 個ずつのデータを出力する。例えば、最初のタイミングで F W T 0 から F W T 7 を出力し、次のタイミングで F W T 8 から F W T 1 5 を出力する。

【 0 0 5 1 】

近似部 1 1 2 は、ウォルシュ変換値 F W T の大きさを近似によって求める。ここでは、ウォルシュ変換値 F W T の同相成分と直交成分をそれぞれ I と Q とすれば、絶対値和によって大きさ R を求める。

(数 3)

$$R = | I | + | Q |$$

比較部 1 1 4 は、8 個の R を比較し、最大の大きさをもつウォルシュ変換値 F W T を選択する。

【 0 0 5 2 】

最大値比較部 1 1 6 は、F W T 0 から F W T 6 3 の中で、前回の 8 個のウォルシュ変換値 F W T の最大値と比較し、大きいほうを選択する。最終的には、F W T 0 から F W T 6 3 の中で最大の大きさをもつウォルシュ変換値 F W T を選択する。選択されたウォルシュ変換値 F W T は最大値格納部 1 1 8 に格納される。

最大値 I n d e x 格納部 1 2 0 は、最大値格納部 1 1 8 に最終的に格納された最大のウォルシュ変換値 F W T に対応した 2 から 4 の組合せを出力する。

【 0 0 5 3 】

図 8 は、最大値検索部 5 2 で選択されるべきウォルシュ変換値 F W T のコンスタレーションを示す。図中の I 軸と Q 軸は、それぞれ同相成分の軸と直交成分の軸を示し、図中の印は、位相誤差のない場合の理想的なウォルシュ変換値 F W T のコンスタレーションを示す。点線は、ウォルシュ変換値 F W T の大きさを通常の 2 乗和で求めた場合の一定の大きさを示す。一方、図中に示した正方形は、点線に対応したウォルシュ変換値 F W T を前述の絶対値和で求めた場合の大きさである。なお、図中の I 軸と Q 軸に示した「 1 」と「 - 1 」の値は、ウォルシュ変換値 F W T を正規化した場合の値であって、実際のウォルシュ変換値 F W T はこれ以外の値であってもよい。正方形と点線のずれが、近似による誤差を示し、特に / 4、3 / 4、5 / 4、7 / 4 で大きくなっている。しかしながら、図示のごとく、ウォルシュ変換値 F W T のコンスタレーションが配置されるべき位相で

10

20

30

40

50

近似した値が大きくなるため、当該ウォルシュ変換値 F W T が選択されやすくなり、受信特性が向上する。一方、位相誤差があれば、ウォルシュ変換値 F W T のコンスタレーションは、図中の × 印となるため、当該ウォルシュ変換値 F W T が選択されにくくなり、受信特性の劣化の可能性がある。これを防止するために、本実施例では、位相回転部 4 0 で位相を補正している。

【 0 0 5 4 】

以上の構成による受信装置 1 0 の動作を説明する。プリアンプルとヘッダ領域の区間において、相関器 4 4 は、等化器 4 2 で等化した信号を逆拡散し、復調部 4 6 は復調して出力信号 2 0 2 を出力する。また、第 1 位相誤差検出部 4 8 は、逆拡散信号 2 0 4 から位相誤差を検出して、位相回転部 4 0 は検出された位相誤差にもとづいてデジタル受信信号 2 0 0 の位相を補正する。一方、データの区間において、F W T 演算部 5 0 は、等化器 4 2 で等化した信号を F W T 演算してウォルシュ変換値 F W T を求め、最大値検索部 5 2 は、ウォルシュ変換値 F W T の大きさを絶対値和で求めて、最大のウォルシュ変換値 F W T に対応した 2 から 4 の組合せを出力し、1 復調部 5 4 は 1 を出力する。また、第 2 位相誤差検出部 5 6 は、1 復調部 5 4 の出力信号から位相誤差を検出して、位相回転部 4 0 は検出された位相誤差にもとづいてデジタル受信信号 2 0 0 の位相を補正する。

10

【 0 0 5 5 】

本発明の実施例 1 によれば、F W T 演算結果の相関値の大きさを絶対値和で求めるため、演算量を小さくできる。また、受信した信号の絶対的な位相を予め補正しているため、相関値の大きさの絶対値和による近似によって、受信特性を向上できる。

20

【 0 0 5 6 】

(実施例 2)

本発明の実施例 2 は、実施例 1 と同様に、I E E E 8 0 2 . 1 1 b 規格の無線 L A N の受信装置に関し、F W T 演算結果の相関値の大きさを絶対値和で求める。しかしながら、受信した信号の絶対的な位相の補正方法が実施例 1 と異なる。

図 9 は、実施例 2 に係るベースバンド処理部 2 6 の構成を示す。図 3 のベースバンド処理部 2 6 と異なって、第 1 位相回転部 1 3 0、第 2 位相回転部 1 3 2 を含む。

第 1 位相回転部 1 3 0 は、位相回転部 4 0 と同様にデジタル受信信号 2 0 0 の位相を回転させるが、第 1 位相誤差検出部 4 8 で検出された位相誤差によって、回転させる。なお、デジタル受信信号 2 0 0 の位相とウォルシュ符号が配置された位相のいずれかとの位相誤差によって、当該位相誤差が小さくなるように、デジタル受信信号 2 0 0 の位相を回転させてもよい。

30

【 0 0 5 7 】

第 2 位相回転部 1 3 2 は、等化器 4 2 で等化された信号を第 2 位相誤差検出部 5 6 で検出された位相誤差によって回転させる。

本発明の実施例 2 によれば、位相誤差を検出してから、信号を回転させるまでの処理遅延が小さいため、信号に含まれた残留周波数誤差が大きい場合でも位相誤差を補正可能である。

【 0 0 5 8 】

(実施例 3)

本発明の実施例 3 は、実施例 2 と同様に受信した信号の絶対的な位相を補正するための方法に関する。前述のごとく、絶対的な位相を補正すればマルチパス環境下における C C K 復調の受信特性が向上される。絶対的な位相の補正は、一般的に何らかの誤差信号をフィードバックする制御にもとづいて実行されるが、当該制御によって位相が目標の値に収束するまでの期間が長くなる場合がある。しかしながら、絶対的な位相の推定は、パースト信号のプリアンプル期間中にある程度収束しなければならないので、位相が目標の値に収束するまでの期間は短い方が望ましい。そのため、本実施例の目的は、位相の推定を高速に収束させる受信技術を提供することにある。

40

【 0 0 5 9 】

本実施例に係る受信装置は、受信した信号から周波数オフセットを推定する処理と並列

50

に、受信した信号を平均して初期位相を推定する。初期位相の推定が終了した後に、周波数オフセットにもとづいて初期位相の値を補正して、当該補正した初期位相の値で受信した信号を検波する。さらに、検波した信号を等化器によって等化处理し、等化处理した信号に残留した位相誤差を推定する。最終的に、受信装置は、残留した位相誤差が補正された信号にもとづいて、ＣＣＫ復調する。以上のような構成により、受信した信号から周波数オフセットの推定と初期位相の推定を並列で行うので、初期位相の推定の終了が早くなる。一方、残留の位相誤差の推定を開始する際には、既に初期位相がある程度補正されているので、残留の位相誤差の推定が高速になる。さらに、マルチパス信号の成分が低減された等化处理した信号にもとづいて残留した位相誤差を推定するので、残留した位相誤差の推定が高い精度でなされる。

10

【 0 0 6 0 】

図 1 0 は、実施例 3 に係るベースバンド処理部 2 6 の構成を示す。図 1 0 は、図 9 のベースバンド処理部 2 6 と異なって初期位相推定部 1 5 0、周波数オフセット推定部 1 5 2、補正量決定部 1 5 4、残留位相推定部 1 5 6 を含む。

第 1 位相回転部 1 3 0 は、補正量決定部 1 5 4 からの補正された初期位相によって、デジタル受信信号 2 0 0 の位相を補正する。上記の動作は、補正量決定部 1 5 4 から出力された位相によってデジタル受信信号 2 0 0 を検波する動作に相当する。なお、補正された初期位相が補正量決定部 1 5 4 から出力されるまでは、入力したデジタル受信信号 2 0 0 をそのまま出力する。

【 0 0 6 1 】

20

周波数オフセット推定部 1 5 2 は、デジタル受信信号 2 0 0 に含まれた周波数オフセットを推定する。周波数オフセットの推定方法の具体例は後述するが、バースト信号の SYNC の期間において復調部 4 6 から出力された信号に対して、所定のチップ間での位相差を計測する。さらに、当該所定のチップ間に相当した期間によって、計測した位相差を除算して周波数オフセットを導出する。なお、SYNC の信号成分は既知のため、位相差を計測する際に SYNC の信号成分は除去されているものとする。また、SYNC 期間終了後においても周波数オフセット推定部 1 5 2 は、バースト信号区間にわたって周波数オフセットを逐次推定する。バースト信号が CCK 変調されている場合、復調部 4 6 から出力された信号あるいは 1 復調部 5 4 から出力された信号が使用される。

【 0 0 6 2 】

30

初期位相推定部 1 5 0 は、デジタル受信信号 2 0 0 の初期位相、すなわち SYNC 信号が配置されるべき信号点とデジタル受信信号 2 0 0 の位相誤差を推定する。初期位相の推定方法の具体例は後述するが、初期位相推定部 1 5 0 はバースト信号の SYNC の期間において復調部 4 6 から出力された信号を入力する。入力した信号から SYNC の信号成分を除去した後に、雑音成分を低減するために平均等の統計処理を実行し、平均した結果を初期位相とする。複数チップで構成されたひとつのシンボル期間が、平均を実行する所定の期間とされた場合に、入力した信号には周波数オフセットが含まれているので、平均を開始したタイミングと終了したタイミングで位相差が生じる。そのため、平均した結果は所定の期間の中間の時点での位相に対応する。なお、ここで周波数オフセットは一定の値と想定する。

40

【 0 0 6 3 】

補正量決定部 1 5 4 は、周波数オフセット推定部 1 5 2 から周波数オフセットを入力し、初期位相推定部 1 5 0 から初期位相を入力する。前述のごとく、初期位相は平均を行った期間の中間の時点での位相に対応するので、周波数オフセットにもとづいて初期位相を補正し、補正した初期位相で初期位相を補正する。すなわち、初期位相を S 、周波数オフセットを Δf 、初期位相に対応した時点からの時間を t とすれば、補正量決定部 1 5 4 によって補正される初期位相 S' は、次のように示される。

(数 4)

$$S' = S + \Delta f \cdot t$$

補正された初期位相 S' は、第 1 位相回転部 1 3 0 に出力される。ここで数 4 の時間

50

t は、次のように決定される。初期位相推定部 150 で初期位相が推定された後、直ちに第 1 位相回転部 130 がデジタル受信信号 200 を補正する場合に対して、時間 t は平均を行った期間の半分の期間とされる。一方、初期位相推定部 150 で初期位相が推定された後、所定の期間、例えば 1 シンボル経過後に第 1 位相回転部 130 がデジタル受信信号 200 を補正する場合に対して、時間 t は平均を行った期間の半分の期間に 1 シンボルを加算した期間とされる。なお、ひとつのバースト信号において、初期位相は入力された値が保持されるが、周波数オフセットは、周波数オフセット推定部 152 からの出力にもとづいて逐次更新されるものとする。

【0064】

残留位相推定部 156 は、第 1 位相回転部 130 でデジタル受信信号 200 の位相の補正が開始された後、等化器 42 から出力された信号に含まれた残留の位相誤差を推定する。ここでは、第 2 位相回転部 132 から出力された信号の位相と、当該信号が配置されるべき信号の位相との誤差を検出する。なお、残留位相推定部 156 によって残留の位相誤差の推定が開始される際、既に第 1 位相回転部 130 でデジタル受信信号 200 の位相は補正されているため、残留の位相誤差はある程度小さくなっていると予想される。

【0065】

図 11 (a) - (h) は、動作シーケンスを示す。図 11 (a) は、受信したバースト信号のフォーマットを示す。これは、図 1 に示したものと同一である。図 11 (b) は、図 11 (a) のバースト信号のフォーマットに対するベースバンド処理部 26 の動作の状態を示す。「キャリア検出」は、図 1 の無線部 18 がバースト信号の存在を検出する状態を示す。「同期捕捉」は、図示しないタイミング検出部が、バースト信号のタイミング同期を捕捉する状態を示す。「周波数・位相推定」は、図 10 の初期位相推定部 150 と周波数オフセット推定部 152 が初期位相と周波数オフセットをそれぞれ推定する状態を示す。なお、以上の処理は、バースト信号中の SYNC の一部でなされる。「SFD 検出」は、図示しない検出部がバースト信号に含まれた SFD を検出する状態であり、バースト信号の SYNC の一部と SFD でなされる。「ヘッダ復調」は、受信装置 10 がバースト信号に含まれたヘッダ信号を復調する状態であり、バースト信号のヘッダでなされる。「データ復調」は、受信装置 10 がバースト信号に含まれたデータ信号を復調する状態であり、バースト信号のデータでなされる。

【0066】

図 11 (c) は、ベースバンド処理部 26 での復調処理の状態を示す。ベースバンド処理部 26 は、相関器 44 と復調部 46 でなされる「Barker 逆拡散 + DPSK 復調」と、FFT 演算部 50、最大値検索部 52、1 復調部 54 でなされる「CCK 復調」に対応している。ここでは、図示のごとくバースト信号の SYNC、SFD、ヘッダで「Barker 逆拡散 + DPSK 復調」がなされ、バースト信号のデータで「CCK 復調」がなされるものとする。図 11 (d) は、周波数オフセット推定部 152 の動作の状態を示す。周波数オフセット推定部 152 は、図 11 (b) の「周波数・位相推定」において、復調部 46 から出力された信号にもとづいて周波数オフセットを推定し、「周波数・位相推定」終了時に補正量決定部 154 に出力する。それ以後も周波数オフセット推定部 152 は周波数オフセットを推定し、補正量決定部 154 に逐次出力する。なお、図 11 (b) の「データ復調」において、周波数オフセット推定部 152 は、1 復調部 54 から出力された信号にもとづいて周波数オフセットを推定する。図 11 (e) は、初期位相推定部 150 の動作の状態を示す。初期位相推定部 150 は、図 11 (b) の「周波数・位相推定」の一部の区間において、初期位相を出力し、「周波数・位相推定」終了時に補正量決定部 154 に出力する。

【0067】

図 11 (f) は、補正量決定部 154 および第 1 位相回転部 130 の動作を示す。図 11 (b) の「周波数・位相推定」終了時に補正量決定部 154 は、周波数オフセット推定部 152 からの周波数オフセットと初期位相推定部 150 からの初期位相を入力し、それらにもとづいて、初期位相を補正する。その後、補正量決定部 154 は、周波数オフセッ

10

20

30

40

50

ト推定部 152 から逐次入力される周波数オフセットにもとづいて、補正した初期位相の値を更新する。第 1 位相回転部 130 は、補正量決定部 154 で生成された値にもとづいてデジタル受信信号 200 を補正する。図 11 (g) は、残留位相推定部 156 の動作の状態を示す。図 11 (b) の「ヘッダ復調」と「データ復調」において残留位相推定部 156 は、第 2 位相回転部 132 から出力された信号に含まれた残留位相誤差を推定する。前述のごとく、CCK 復調は図 11 (b) の「データ復調」においてなされるので、残留位相誤差の推定は、「データ復調」だけでなされてもよいが、ここでは、受信特性を向上させるため、予め「ヘッダ復調」においても残留の位相誤差を推定する。図 11 (h) は、第 2 位相回転部 132 の動作の状態を示す。図 11 (g) に対応した動作を行う。

【0068】

図 12 (a) - (b) は、図 11 の初期位相推定に関する動作シーケンスを示す。図 12 (a) - (b) は、図 11 (d) - (e) をより詳細にしたものである。図 12 (a) は、周波数オフセット推定部 152 の動作を示すが、図中の「1」から「5」は、SYNC のうち、図 11 (b) の「周波数・位相推定」に対応したシンボルの位相を示す。ここでは、シンボルはスペクトル拡散されているため、ひとつの「1」で示された信号は複数のチップ信号でそれぞれ構成されている。また、ひとつのシンボルの期間を「T」で示す。周波数オフセット推定部 152 は、「1」に対応したシンボルと「2」に対応したシンボルから周波数オフセット「1」を推定する。具体的には、「1」に対応したシンボルに含まれたひとつのチップ信号と、「2」に対応したシンボルに含まれたひとつのチップ信号との間の周波数オフセットを求め、当該周波数オフセットをシンボルの区間にわたって平均して、「1」を導出する。さらに、それぞれ別個に導出した周波数オフセット「1」から「4」を平均して、「」を求める。

【0069】

図 12 (b) は、初期位相推定部 150 の動作を示す。初期位相推定部 150 は、図 12 (a) のうち「5」のみ、すなわち周波数オフセットを推定する期間のうちの一部、特に最後のシンボルで動作する。前述のごとく、「5」に対応したシンボルは、複数のチップ信号を含み、ここではそれらの位相を「5(1)」から「5(N)」で示す。ここで、N はひとつのシンボルに含まれたチップ数である。初期位相推定部 150 は、「5(1)」から「5(N)」を平均して、「S」を導出するが、これは平均処理の期間の中間、すなわち「5(N/2)」に対応した時点での初期位相に相当する。

【0070】

補正量決定部 154 は、初期位相推定部 150 で導出した初期位相「S」を補正する。図示のごとく、「5」終了時点の初期位相「S'」を導出するために、以下の計算を実行する。

(数 5)

$$S' = S + \quad \cdot T / 2$$

なお、補正量決定部 154 によって導出される初期位相が「5」終了時点でなくそれ以降の場合、数 5 の $T / 2$ が調節される。例えば、「5」終了時点から 1 シンボル経過後の場合、 $3 T / 2$ とされる。

【0071】

以上の構成によるベースバンド処理部 26 の動作を説明する。周波数オフセット推定部 152 は、バースト信号の SYNC において周波数オフセットを推定する。また、初期位相推定部 150 は、周波数オフセット推定部 152 が動作するバースト信号の SYNC の一部において初期位相を推定する。補正量決定部 154 は、初期位相推定部 150 での推定終了時に周波数オフセットにもとづいて、初期位相を補正する。第 1 位相回転部 130 は、補正した初期位相にもとづいて、デジタル受信信号 200 を検波して出力する。なお、周波数オフセット推定部 152 は、初期位相推定部 150 での推定終了以降も周波数オフセットを推定し、補正量決定部 154 は、周波数オフセット推定部 152 で新たに推定された周波数オフセットを反映した位相を第 1 位相回転部 130 に出力する。第 1 位相回転部 130 で検波された信号は、等化器 42 で等化され、第 2 位相回転部 132 と残留位

10

20

30

40

50

相推定部 156 で残留周波数の推定と補正が行われる。

【0072】

本発明の実施例 3 によれば、周波数オフセットの推定と初期位相の推定を並列に実行するので、初期位相の推定結果が、早いタイミングで得られる。また、初期位相が補正された信号の残留位相誤差を推定するので、残留位相誤差の推定が開始される際の位相誤差を小さくでき、残留位相誤差の推定を高速に収束させられる。また、等化された信号の残留位相誤差を推定するので、マルチパス信号の影響を軽減でき、残留位相誤差の推定を高精度に行える。また、初期位相推定部 150、初期位相を保持するレジスタと加算器から構成されているので、回路規模の増加を抑えられる。

【0073】

以上、本発明を実施の形態をもとに説明した。この実施の形態は例示であり、それらの各構成要素や各処理プロセスの組合せにいろいろな変形例が可能なこと、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。

【0074】

本発明の実施例 1 と 3 において、近似部 112 は、ウォルシュ変換値 FWT の大きさの近似値 R を絶対値和によって求めている。しかしこれに限らず例えば、以下の通りにウォルシュ変換値 FWT の大きさの近似値 R を求めてもよい。

(数 6)

$$R = \text{Max} \{ |I|, |Q| \} + 0.5 \times \text{Min} \{ |I|, |Q| \}$$

また、次のように求めてもよい。

(数 7)

$$R = \text{Max} \{ |I|, |Q| \} + 0.5 \times \text{Min} \{ |I|, |Q| \} - K \times (\text{Max} \{ |I|, |Q| \} - \text{Min} \{ |I|, |Q| \})$$

また、ウォルシュ変換値 FWT の位相とウォルシュ符号が配置された位相のいずれかとの誤差を計算し、誤差が小さくなればそれと反対に大きくなるような係数を計算する。ウォルシュ変換値 FWT の I と Q の 2 乗和に係数を乗算して、近似値 R を求めてもよい。

本変形例によれば、受信特性をより向上できる。つまり、ウォルシュ変換値 FWT の位相が、ウォルシュ符号が配置された位相のいずれかに近づくほど、近似値 R の大きさが大きくなればよい。

【0075】

本発明の実施例 1 と 2 において、受信装置 10 は、受信した信号の位相誤差のみを補正している。しかしこれに限らず例えば、位相誤差とは別に周波数誤差を補正してもよい。本変形例によれば、位相誤差の検出範囲を狭くでき、それに応じて位相誤差の検出精度を高くできるため、受信特性を向上できる。すなわち、受信した信号の位相誤差が補正されていればよい。

【0076】

本発明の実施例 3 において、初期位相推定部 150 で初期位相の推定が終了した後、所定の期間を経てから補正量決定部 154 は、補正した初期位相を出力している。しかしながらこれに限らず例えば、初期位相推定部 150 で初期位相の推定が終了して直ちに、補正量決定部 154 は、補正した初期位相を出力してもよい。本変形例によれば、初期位相の推定に必要な既知の信号を短くでき、バースト信号の利用効率を向上できる。つまり、ベースバンド処理部 26 が適用されるシステムのバーストフォーマットに応じて、初期位相の補正を開始するタイミングが決定されればよい。

【0077】

本発明の実施例 1 から実施例 3 を組み合わせた実施例も有効である。本変形例によれば、これらを組み合わせた効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0078】

【図 1】実施例 1 に係る通信システムのバーストフォーマットを示す図である。

【図 2】実施例 1 に係る通信システムの構成を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 3】図 2 のベースバンド処理部の構成を示す図である。

【図 4】図 3 の第 1 位相誤差検出部の構成を示す図である。

【図 5】図 3 の F W T 演算部の構成を示す図である。

【図 6】図 5 の第 1 2 推定部の構成を示す図である。

【図 7】図 3 の最大値検索部の構成を示す図である。

【図 8】図 3 の最大値検索部で選択されるべきウォルシュ変換した信号のコンスタレーションを示す図である。

【図 9】実施例 2 に係るベースバンド処理部の構成を示す図である。

【図 10】実施例 3 に係るベースバンド処理部の構成を示す図である。

【図 11】図 11 (a) - (h) は、図 10 の動作シーケンスを示す図である。

【図 12】図 12 (a) - (b) は、図 11 の初期位相推定に関する動作シーケンスを示す図である。

【符号の説明】

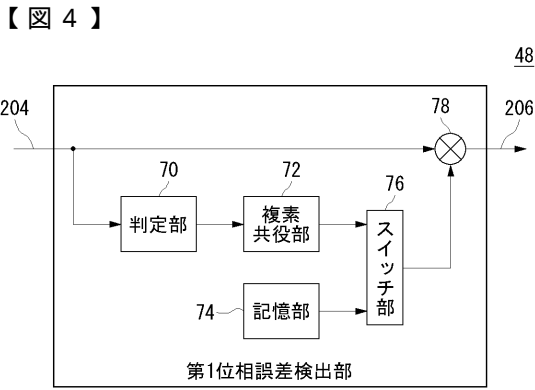
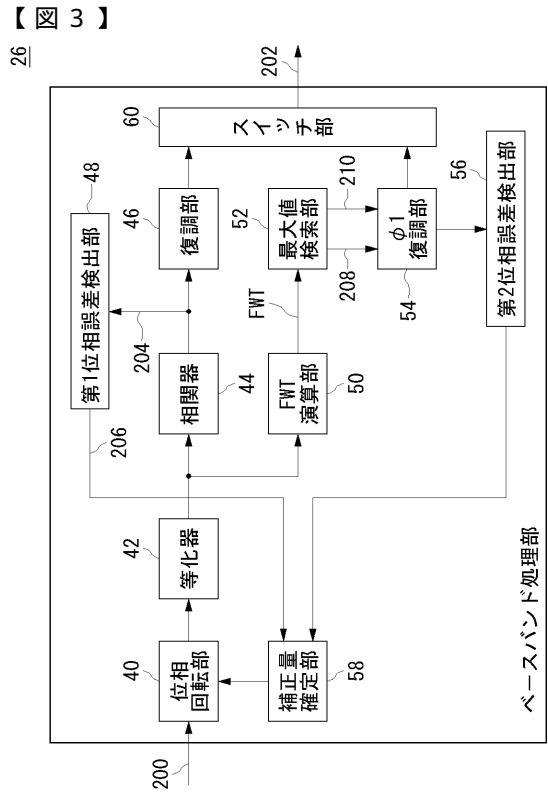
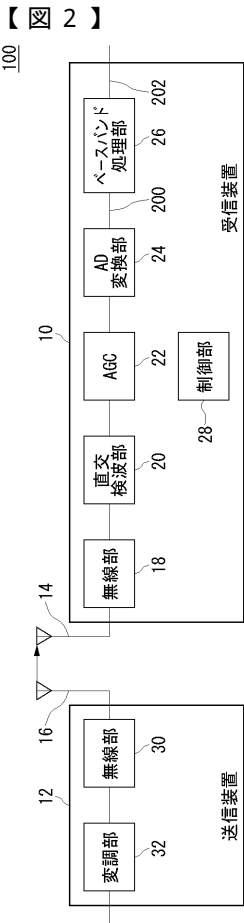
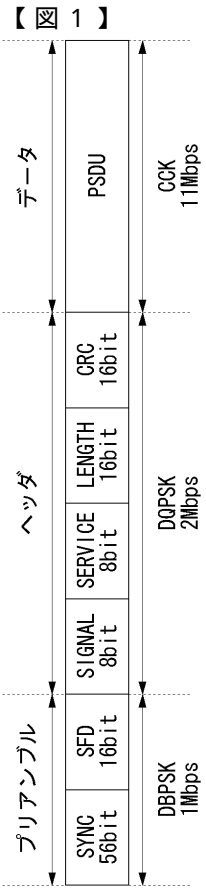
【 0 0 7 9 】

1 0 受信装置、 1 2 送信装置、 1 4 受信用アンテナ、 1 6 送信用アンテナ、 1 8 無線部、 2 0 直交検波部、 2 2 A G C、 2 4 A D 変換部、 2 6 ベースバンド処理部、 2 8 制御部、 3 0 無線部、 3 2 変調部、 4 0 位相回転部、 4 2 等化器、 4 4 相関器、 4 6 復調部、 4 8 第 1 位相誤差検出部、 5 0 F W T 演算部、 5 2 最大値検索部、 5 4 1 復調部、 5 6 第 2 位相誤差検出部、 5 8 補正量確定部、 6 0 スイッチ部、 7 0 判定部、 7 2 複素共役部、 7 4 記憶部、 7 6 スイッチ部、 7 8 乗算部、 8 0 2 推定部、 8 2 3 推定部、 8 4 4 推定部、 8 6 0 位相回転部、 8 8 / 2 位相回転部、 9 0 位相回転部、 9 2 3 / 2 位相回転部、 9 4 加算部、 1 0 0 通信システム、 1 1 0 選択部、 1 1 2 近似部、 1 1 4 比較部、 1 1 6 最大値比較部、 1 1 8 最大値格納部、 1 2 0 最大値 I n d e x 格納部、 1 3 0 第 1 位相回転部、 1 3 2 第 2 位相回転部、 1 5 0 初期位相推定部、 1 5 2 周波数オフセット推定部、 1 5 4 補正量決定部、 1 5 6 残留周波数推定部、 2 0 0 デジタル受信信号、 2 0 2 出力信号、 2 0 4 逆拡散信号、 2 0 6 位相誤差信号、 2 0 8 1 信号、 2 1 0 成分信号、 F W T ウォルシュ変換値、 X チップ信号、 Y 第 1 相関値、 Z 第 2 相関値。

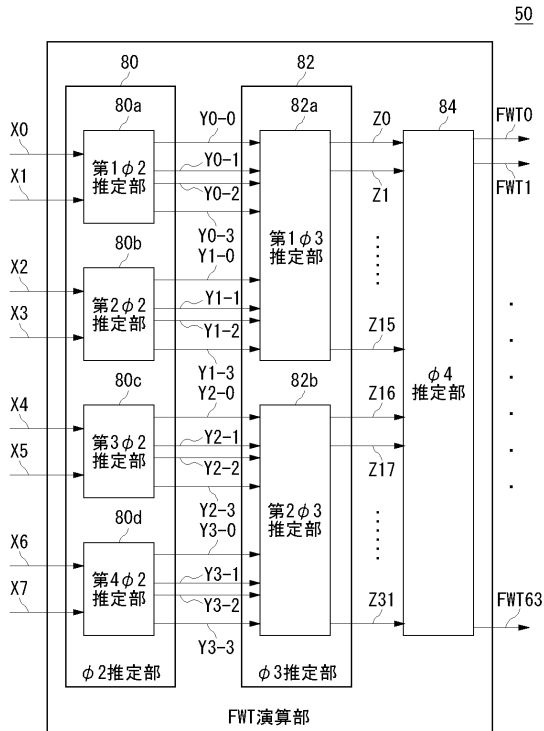
10

20

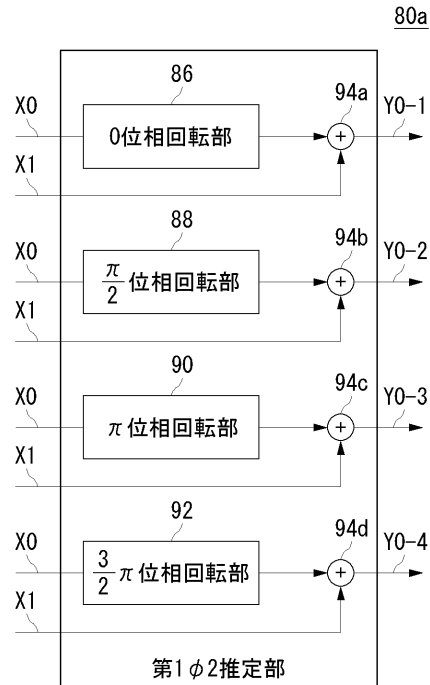
30



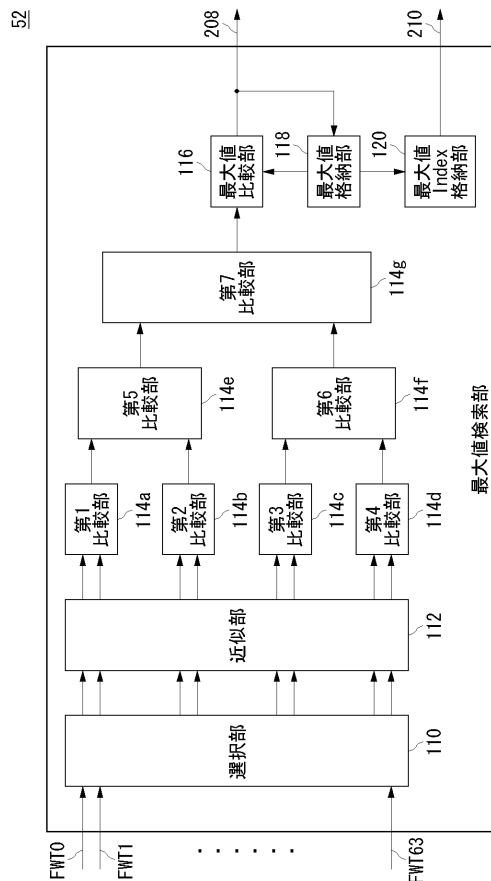
【図5】



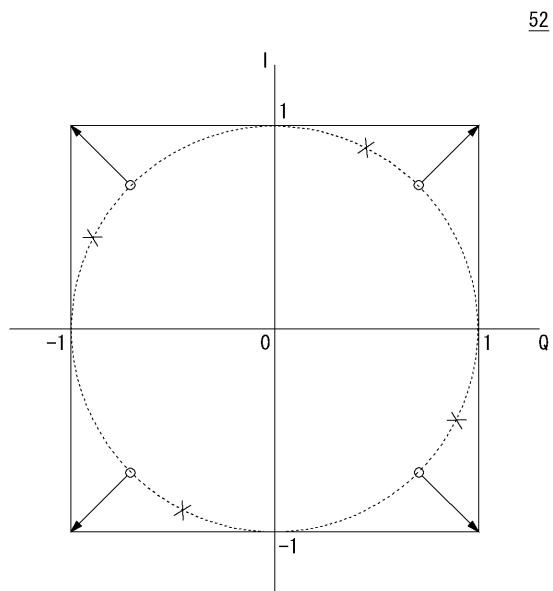
【図6】



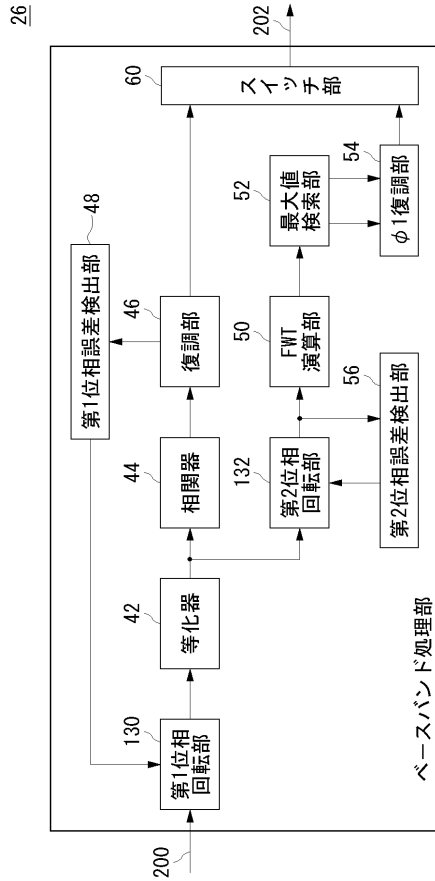
【図7】



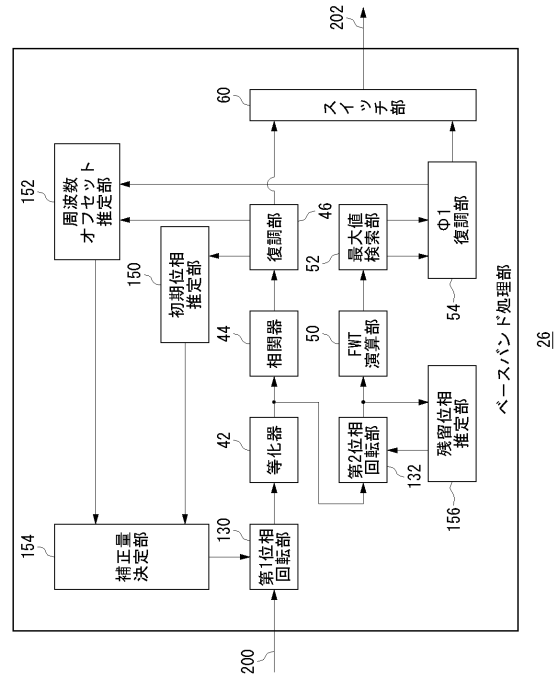
【図8】



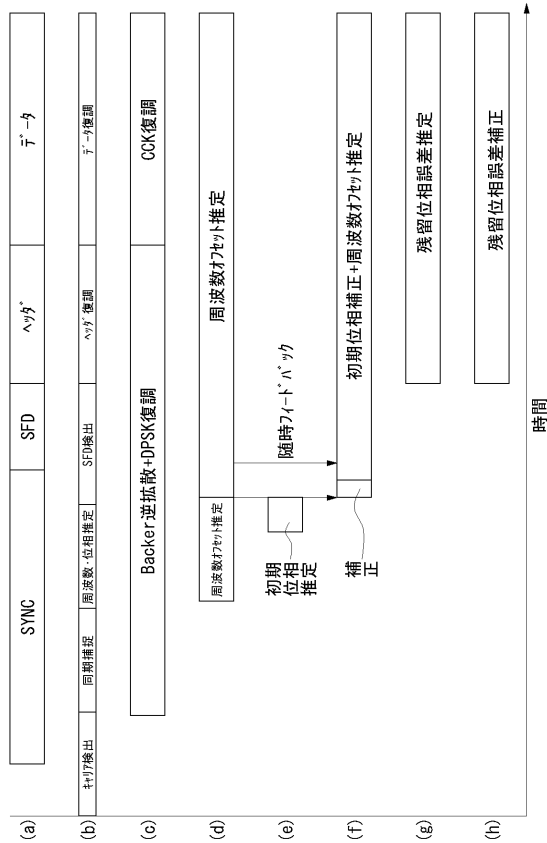
【図 9】



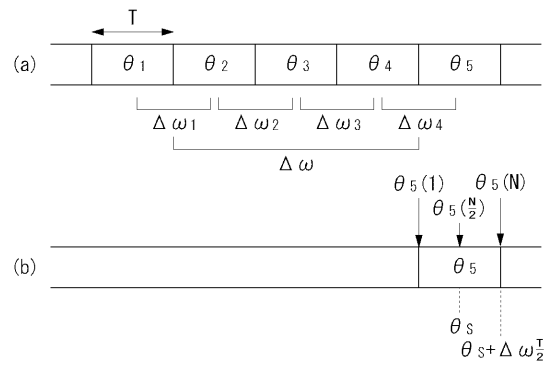
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 1 1 - 0 8 8 2 9 3 (J P , A)
特開平 1 1 - 3 0 8 1 5 8 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 0 2 4 5 6 0 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 3 2 0 3 0 1 (J P , A)
国際公開第 9 7 / 0 3 1 4 3 2 (W O , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H 0 4 B 1 / 7 0 7