

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4626530号
(P4626530)

(45) 発行日 平成23年2月9日(2011.2.9)

(24) 登録日 平成22年11月19日(2010.11.19)

(51) Int. Cl. F I
 HO 4 L 25/49 (2006.01) HO 4 L 25/49 C
 HO 4 L 7/00 (2006.01) HO 4 L 7/00 E

請求項の数 17 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2006-36319 (P2006-36319)	(73) 特許権者	000005821
(22) 出願日	平成18年2月14日 (2006.2.14)		パナソニック株式会社
(65) 公開番号	特開2006-311500 (P2006-311500A)		大阪府門真市大字門真1006番地
(43) 公開日	平成18年11月9日 (2006.11.9)	(74) 代理人	100109667
審査請求日	平成20年11月6日 (2008.11.6)		弁理士 内藤 浩樹
(31) 優先権主張番号	特願2005-102205 (P2005-102205)	(74) 代理人	100109151
(32) 優先日	平成17年3月31日 (2005.3.31)		弁理士 永野 大介
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100120156
			弁理士 藤井 兼太郎
		(72) 発明者	藤田 卓
			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	高橋 和晃
			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】 インパルス無線通信装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

受信信号を包絡線検波して検波信号を生成する検波部と、
 前記受信信号と前記検波信号とのいずれかを受信同期の状態を示す外部制御信号に応じて
 選択し、復調対象信号として出力する切替部と、
 前記復調対象信号の位相タイミングに同期し、前記外部制御信号に応じて、異なる波形の
 基準波形信号を生成する基準波形生成部と、
 前記復調対象信号を入力し、前記基準波形信号に応じて復調信号を生成する復調部と、
 前記復調信号を入力し、前記受信信号から受信データを復号する復号部とを備え、
 前記基準波形生成部は、同期パルス位置を未捕捉の状態であることを前記外部制御信号が
示す場合には、前記受信信号よりもパルス幅の広い波形信号を前記基準波形信号として出
力するインパルス無線通信装置。

【請求項2】

前記復号部は、さらに、受信同期の状態を示す同期モード信号を生成して、前記切替部と
 前記基準波形生成部とにそれぞれ前記外部制御信号として入力する
 請求項1記載のインパルス無線通信装置。

【請求項3】

前記復号部は、前記同期モード信号として、同期パルス位置を未捕捉の状態である同期引
 込モードと、同期パルス位置を捕捉し、位相レベルでの同期を保持している状態である同
 期保持モードとのいずれかを示し、

前記切替部は、前記同期モード信号が、同期引込モードの場合には、前記検波信号を前記復調対象信号として出力し、同期保持モードの場合には、前記受信信号を前記復調対象信号として出力し、

前記基準波形生成部は、前記同期モード信号が、同期引込モードの場合には、前記受信信号よりもパルス幅の広い波形信号を前記基準波形信号として出力し、同期保持モードの場合には、前記受信信号と同じパルス幅の波形信号を前記基準波形信号として出力する
請求項 2 記載のインパルス無線通信装置。

【請求項 4】

前記復号部は、前記同期モード信号として、同期パルス位置を未捕捉の状態である同期引込モードと、同期パルス位置を捕捉し、位相レベルでの同期を保持している状態である同期保持モードとのいずれかを示し、

10

前記切替部は、前記同期モード信号が、同期引込モードの場合には、前記検波信号を前記復調対象信号として出力し、同期保持モードの場合には、前記受信信号を前記復調対象信号として出力し、

前記基準波形生成部は、前記同期モード信号が、同期引込モードの場合には、前記受信信号の包絡線波形信号を前記基準波形信号として出力し、同期保持モードの場合には、前記受信信号の相似波形信号を前記基準波形信号として出力する

請求項 2 記載のインパルス無線通信装置。

【請求項 5】

前記基準波形生成部は、

20

前記復調対象信号のパルスタイミングを示す基本シンボルクロック信号が入力され、前記基本シンボルクロック信号と前記基準波形信号との位相差を示す位相差信号を生成する位相比較部と、

前記位相差信号が入力され、位相を調整して送信シンボルレートにほぼ等しい周波数の同期タイミング信号を生成するタイミング発生部と、

前記同期タイミング信号を入力し、前記同期モード信号に応じて前記基準波形信号を生成する基準波形発生部とを備える

請求項 3 記載のインパルス無線通信装置。

【請求項 6】

前記基準波形生成部は、前記受信信号と前記検波信号とが入力され、前記受信信号の位相タイミングに同期するパルス位相と、前記検波信号のパルス位置と、前記検波信号の周波数とを有する前記基準波形信号を生成する

30

請求項 1 記載のインパルス無線通信装置。

【請求項 7】

前記基準波形生成部は、前記受信信号の位相タイミングに同期するパルス位相を有する第 1 基準波形信号を生成する第 1 基準波形生成部と、前記検波信号と同じパルス位置および同じ周波数を有する第 2 基準波形信号を生成する第 2 基準波形生成部とを有し、

前記復調部は、現在の同期モードに応じて、前記第 1 基準波形信号と前記第 2 基準波形信号とのいずれか一方を選択して、前記復調対象信号を復調する

請求項 2 記載のインパルス無線通信装置。

40

【請求項 8】

前記復調部は、さらに、前記基準波形信号の復調対象信号に対する同期精度を監視し、前記同期精度が所定の値を下回った場合に、前記切替部が出力する前記復調対象信号を前記検波信号に切り替えるための外部切替信号を生成し、前記切替部と前記基準波形生成部とにそれぞれ外部制御信号として入力する

請求項 1 記載のインパルス無線通信装置。

【請求項 9】

前記復調部は、前記同期引込モードから前記同期保持モードに切り替えた場合の同期タイミングの差を検出し、前記同期タイミングの差が所定の値より大きい場合に、前記切替部が出力する前記復調対象信号を前記検波信号に切り替えるための誤同期検出信号を生成し

50

、前記切替部と前記基準波形生成部とにそれぞれ外部制御信号として入力し、前記基準波形生成部は、前記誤同期検出信号の入力に応じて、同期保持モード時のパルス幅よりもさらに狭いパルス幅の前記基準波形信号を生成する
請求項 3 記載のインパルス無線通信装置。

【請求項 10】

前記基準波形発生部は、
前記同期タイミング信号が入力され、前記基準波形信号の振幅成分を示す第 1 の波形信号を生成する第 1 波形生成回路部と、
前記同期タイミング信号が入力され、前記基準波形信号の周波数成分を示す第 2 の波形信号を生成する第 2 波形生成回路部と、
前記同期モード信号が、同期引込モードの場合には、前記第 2 の波形信号を前記基準波形信号として出力し、同期保持モードの場合には、前記第 1 の波形信号と前記第 2 の波形信号とを合成して前記基準波形信号として出力する合成回路部とを備える
請求項 3 記載のインパルス無線通信装置。

10

【請求項 11】

前記検波部は、前記検波信号として、前記受信信号の自乗信号と前記受信信号の全波整流信号とのいずれかを生成する
請求項 1 記載のインパルス無線通信装置。

【請求項 12】

前記第 1 波形生成回路部は、前記同期タイミング信号から複数の遅延パルス信号を生成する多段遅延パルス信号生成回路と、
前記遅延パルス信号から前記基準波形信号の周波数成分を示す信号源信号を生成する信号源信号生成回路とを備え、
前記第 2 波形生成回路部は、前記遅延パルス信号から前記基準波形信号の振幅成分を示す包絡線形成信号を生成する包絡線形成信号生成回路を備え、
前記合成回路部は、前記同期モード信号が、同期引込モードの場合には、前記包絡線形成信号を前記基準波形信号として出力し、同期保持モードの場合には、前記信号源信号と前記包絡線形成信号とを合成して前記基準波形信号として出力する合成回路を備える
請求項 10 記載のインパルス無線通信装置。

20

【請求項 13】

前記多段遅延パルス信号生成回路は、生成した前記遅延パルス信号により前記同期タイミング信号の出力を制御し、すべての信号幅が同一の遅延パルス信号を生成する
請求項 12 記載のインパルス無線通信装置。

30

【請求項 14】

前記多段遅延パルス信号生成回路は、同一の遅延量を有する複数の遅延素子を直列に接続し、タップ出力する信号を遅延パルス信号として出力する
請求項 12 記載のインパルス無線通信装置。

【請求項 15】

前記信号源信号生成回路は、所定の増幅率で信号を増幅する複数の増幅部を備え、
前記複数の増幅部は、前記遅延パルス信号から生成した複数の信号をそれぞれ所定の増幅率で増幅し、増幅したそれぞれの信号を合成して前記信号源信号を生成する
請求項 12 記載のインパルス無線通信装置。

40

【請求項 16】

前記包絡線形成信号生成回路は、
遅延量が前記遅延素子の遅延量の $1/2$ である複数の調整遅延素子と、
所定の増幅率で信号を増幅する複数の増幅部とを備え、
前記調整遅延素子が、前記遅延パルス信号から生成した複数の信号をそれぞれ遅延し、
前記複数の増幅部が、前記増幅部により所定の増幅率で増幅し、増幅したそれぞれの信号を合成し、前記信号源信号に対して前記遅延素子の遅延量の $1/2$ 遅延した前記包絡線形成信号を生成する

50

請求項 1 2 記載のインパルス無線通信装置。

【請求項 1 7】

前記増幅部の増幅率は正または負の値として設定し、
前記増幅率が正の場合には入力信号を増幅率の値で増幅した信号を出力し、
前記増幅率が負の場合には入力信号を増幅率の絶対値で増幅して位相を反転した信号を出力する

請求項 1 5 または 1 6 記載のインパルス無線通信装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、パルス状の変調信号を受信同期するインパルス無線通信装置に関する。

【背景技術】

【0002】

UWB (Ultra Wide Band) に代表されるインパルス通信方式を用いる高速無線通信技術は、直線性を必ずしも必要としないため、CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 化に適しており、小型化を実現でき、また、高精度のローカル信号源等の RF 回路が不要であるため低消費電力であり、また、広帯域の利用により高速な通信可能である等の利点を有している。

【0003】

インパルス無線通信装置での受信パルス信号を同期する従来方法として、基準時間と前後する遅延処理を施した各信号との相関により同期をトラッキングする方法が知られている (例えば特許文献 1 参照)。以下に図面を用いて従来の技術を説明する。

【0004】

図 1 8 は、特許文献 1 に記載されている従来のインパルス無線通信装置の構成を示すブロック図である。図 1 8 において、従来のインパルス無線通信装置 1 0 0 0 は、アンテナ 1 0 0 1 で受信した RF 信号を増幅する増幅器 1 0 0 2 と、不要な信号を取り除くフィルタ 1 0 0 3 と、信号をアナログ化するアナログ符号化部 1 0 0 4 と、信号を分岐するスプリッタ 1 0 0 5、1 0 1 5 と、信号を遅延する複数の遅延器 1 0 0 6、1 0 0 7、1 0 0 8 と、信号を乗算する乗算器 1 0 0 9、1 0 1 0、1 0 1 1 と、時間積分する積分器 1 0 1 2 と、相関に応じて同期判定及び遅延制御を行う受信同期制御部 1 0 1 7 と、信号の位相を遅延する位相遅延部 1 0 1 8 と、位相遅延信号を変調し、同一拡散コードで拡散するメイン受信ウェーブレット符号生成器 1 0 1 6 とで構成されている。

【0005】

この構成で、受信した RF 信号を増幅器 1 0 0 2 により、復調に必要な振幅に増幅し、帯域外の不要周波数帯域をフィルタ 1 0 0 3 により除去して、アナログ符号化部 1 0 0 4 によりアナログ符号を生成する。この信号をスプリッタ 1 0 0 5 で分岐し、遅延器 1 0 0 6、1 0 0 7、1 0 0 8 により、3 つの遅延した信号、すなわち、時間 L 遅延した信号、時間 L + Y 遅延した信号、時間 L - Y 遅延した信号を出力する。これら 3 つの信号に、メイン受信ウェーブレット符号生成器 1 0 1 6 で生成した基準パルス信号を、乗算器 1 0 0 9、1 0 1 0、1 0 1 1 によりそれぞれ乗算し、積分器 1 0 1 2、1 0 1 3、1 0 1 4 にて、それぞれシンボルに相当する時間積分する。

【0006】

受信同期制御部 1 0 1 7 により、各信号の相関に応じて同期を判定し、位相遅延部 1 0 1 8 を制御してスライディング同期しながら、復号データ 1 0 1 9 を出力する。このとき、時間 L における受信パス信号を相関の基準とし、時間 L の信号よりも時間 L + Y の信号のほうが高い相関となった場合には、位相遅延部 1 0 1 8 によりトラッキング周期を遅らせ、逆に時間 L - Y の信号のほうが高い相関となった場合には、位相遅延部 1 0 1 8 によりトラッキング周期を進めることにより、送信シンボルレートと同期するように調整している。

【0007】

10

20

30

40

50

こうして、従来のインパルス無線通信装置では、CDMA (Code Division Multiple Access: 符号分割多重接続) 方式により符号拡散した変調信号を受信し、受信パス信号に対して時間的に前後する信号と基準パルスとの相関を比較して、CDMAの逆拡散後の信号から同期をトラッキングしている。

【特許文献1】特表2003-535552号公報(148頁、図37A)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、上記従来のインパルス無線通信装置では、ウェーブレットの形状の時間的な相関値の比較により同期を判定しているため、マルチパスにより複数の相関位置が存在する場合に、誤って低い電力の相関位置に引き込まれやすいという課題がある。

10

【0009】

また、受信開始直後のように位相変動の大きな場合であっても、同期確立後に同期を保持する時と同じ判定波形で同期確立を判定しているため、同期引込みに時間を要するという課題がある。

【0010】

本発明は、このような課題を解決するもので、マルチパスにより複数の相関位置が存在する場合であっても、マルチパス伝搬環境における同期引込みの誤りを削減するインパルス無線通信装置を提供することを目的とする。

【0011】

本発明は、また、従来と同等の同期精度を保つことができ、相関判定の時間分解能を上げることなく、同期引込みに要する時間を短縮するインパルス無線通信装置を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記の課題を解決するために、本発明のインパルス無線通信装置では、受信信号を包絡線検波して検波信号を生成する検波部と、受信信号と検波信号のいずれかを外部制御信号に応じて選択し、復調対象信号として出力する切替部と、復調対象信号の位相タイミングに同期し、外部制御信号に応じて異なる波形の基準波形信号を生成する基準波形生成部と、復調対象信号を入力し、基準波形信号に応じて復調信号を生成する復調部と、復調信号を入力し、受信信号から受信データを復号する復号部とを備え、受信同期の状態に応じて、復調対象信号と基準波形信号とをそれぞれ連動して切り替えるように構成している。

30

【0013】

本構成とすることで、マルチパスにより複数の相関位置が存在する場合であっても、外部制御信号に応じて異なる波形の基準波形信号を生成し、復調することにより、マルチパス伝搬環境における同期引込みの誤りを削減することができる。

【0014】

また、本発明のインパルス無線通信装置では、復号部は、さらに、受信同期の状態を示す同期モード信号を生成して切替部と基準波形生成部とにそれぞれ外部制御信号として入力するように構成している。

40

【0015】

本構成とすることで、復調時の誤りは多いが同期までの時間の短い同期方式と、同期までの時間が長い復調時の誤りの少ない同期方式とを切り替えることにより、通信開始までの時間が短く、通信継続時に誤りの少ないインパルス無線通信装置を提供することができる。

【0016】

また、本発明のインパルス無線通信装置では、復号部は、同期モード信号として、同期パルス位置をまだ捕捉していない状態である同期引込モードと、同期パルス位置をすでに捕捉し位相レベルでの同期を保持している状態である同期保持モードとのいずれかを示すようにし、切替部は、同期モード信号が、同期引込モードの場合には、検波信号を復調対

50

象信号として出力し同期保持モードの場合には、受信信号を復調対象信号として出力し、基準波形生成部は、同期モード信号が、同期引込モードの場合には、受信信号よりもパルス幅の広い波形信号を基準波形信号として出力し、同期保持モードの場合には、受信信号と同じパルス幅の波形信号を基準波形信号として出力するように構成している。

【0017】

本構成とすることで、復調時の誤りが多いが同期までの時間の短い同期方式と、同期までの時間が長い復調時の誤りの少ない同期方式とを切り替えることにより、通信開始までの時間が短く、通信継続時に誤りの少ないインパルス無線通信装置を提供することができる。

【0018】

また、本発明のインパルス無線通信装置では、基準波形生成部は、同期モード信号が、同期引込モードの場合には、受信信号の包絡線波形信号を基準波形信号として出力し、同期保持モードの場合には、受信信号の相似波形信号を基準波形信号として出力するように構成している。

【0019】

本構成とすることで、復調時の誤りが多いが同期までの時間の短い同期方式と、同期までの時間が長い復調時の誤りの少ない同期方式とを切り替えることにより、通信開始までの時間が短く、通信継続時に誤りの少ないインパルス無線通信装置を提供することができる。

【0020】

また、本発明のインパルス無線通信装置では、基準波形生成部は、復調対象信号のパルスタイミングを示す基本シンボルクロック信号を入力し、基本シンボルクロック信号と基準波形信号との位相差を示す位相差信号を生成する位相比較部と、位相差信号を入力し、位相を調整して送信シンボルレートにほぼ等しい周波数の同期タイミング信号を生成するタイミング発生部と、同期タイミング信号を入力し、同期モード信号に応じて基準波形信号を生成する基準波形発生部とを備えるように構成している。

【0021】

本構成とすることで、復調時の誤りが多いが同期までの時間の短い同期方式と、同期までの時間が長い復調時の誤りの少ない同期方式とを切り替えることにより、通信開始までの時間が短く、通信継続時に誤りの少ないインパルス無線通信装置を提供することができる。

【0022】

また、本発明のインパルス無線通信装置では、基準波形生成部は、受信信号と検波信号とを入力し、受信信号の位相タイミングに同期するパルス位相と、検波信号のパルス位置および周波数とを有する基準波形信号を生成するように構成している。

【0023】

本構成とすることで、基準波形信号の生成において、包絡線波形信号から同期検波用信号のパルス位置を決定し、同期タイミング信号から同期検波用信号の周波数および位相を決定可能となり、パルス位置、周波数、位相の決定時間を短縮し、通信開始までの時間を短くできる。

【0024】

また、本発明のインパルス無線通信装置では、基準波形生成部は、受信信号の位相タイミングに同期するパルス位相を有する第1基準波形信号を生成する第1基準波形生成部と、検波信号と同じパルス位置および周波数を有する第2基準波形信号を生成する第2基準波形生成部とを有し、復調部は、現在の同期モードに応じて、第1基準波形信号と第2基準波形信号のいずれか一方を選択して、復調対象信号を復調するように構成している。

【0025】

本構成とすることで、通信路遮断、端末間距離の変化又は他装置との干渉等による同期はずれの際に、短時間で同期の再捕捉が可能となり、より短時間での通信回復が可能なインパルス無線通信装置を提供することができる。

10

20

30

40

50

【0026】

また、本発明のインパルス無線通信装置では、復調部は、さらに、基準波形信号の復調対象信号に対する同期精度を監視し、同期精度が所定の値を下回った場合に、切替部が出力する復調対象信号を検波信号に切り替えるための外部切替信号を生成し、切替部と基準波形生成部とにそれぞれ外部制御信号として入力するように構成している。

【0027】

本構成とすることで、通信路遮断、端末間距離の変化又は他装置との干渉等による同期はずれの際に、短時間での同期再捕捉が可能となり、より短時間での通信回復が可能なインパルス無線通信装置を提供することができる。

【0028】

また、本発明のインパルス無線通信装置では、復調部は、同期引込モードから、同期保持モードに切り替えた際の同期タイミングの差を検出し、同期タイミングの差が所定の値より大きい場合に、切替部が出力する復調対象信号を検波信号に切り替えるための誤同期検出信号を生成し、切替部と基準波形生成部とにそれぞれ外部制御信号として入力し、基準波形生成部は、誤同期検出信号の入力に応じて、同期保持モード時のパルス幅よりもさらに狭いパルス幅の基準波形信号を生成するように構成している。

【0029】

本構成とすることで、通信路遮断、端末間距離の変化又は他装置との干渉等による同期はずれの際に、短時間での同期再捕捉が可能となり、より短時間での通信回復が可能なインパルス無線通信装置を提供することができる。

【0030】

また、本発明のインパルス無線通信装置では、基準波形発生部は、同期タイミング信号を入力し、基準波形信号の振幅成分を示す第1の波形信号を生成する第1波形生成回路部と、同期タイミング信号を入力し、基準波形信号の周波数成分を示す第2の波形信号を生成する第2波形生成回路部と、同期モード信号が、同期引込モードの場合には、第2の波形信号を基準波形信号として出力し、同期保持モードの場合には、第1の波形信号と第2の波形信号とを合成して基準波形信号として出力する合成回路部とを備えるように構成している。

【0031】

本構成とすることで、高い信号精度の必要となる基準波形発生部を、信号生成精度が実現しやすい低い動作周波数の回路で実現することが可能となり、安価かつ低消費電力のインパルス無線通信装置を提供することができる。

【0032】

また、本発明のインパルス無線通信装置では、検波部は、検波信号として、受信信号の自乗信号と全波整流信号のいずれかを生成するように構成している。

【0033】

本構成とすることで、高速なデジタル信号処理回路を用いることなく、検波部を実現することが可能となり、安価かつ低消費電力のインパルス無線通信装置を提供することができる。

【0034】

また、本発明のインパルス無線通信装置では、第1波形生成回路部は、同期タイミング信号から複数の遅延パルス信号を生成する多段遅延パルス信号生成回路と、遅延パルス信号より基準波形信号の周波数成分を示す信号源信号を生成する信号源信号生成回路とを備え、第2波形生成回路部は、遅延パルス信号より基準波形信号の振幅成分を示す包絡線形成信号を生成する包絡線形成信号生成回路を備え、合成回路部は、同期モード信号が、同期引込モードの場合には、包絡線形成信号を基準波形信号として出力し、同期保持モードの場合には、信号源信号と包絡線形成信号とを合成して基準波形信号として出力する合成回路を備えるように構成している。

【0035】

本構成とすることで、高速なデジタル信号処理回路を用いることなく、検波部を実現す

10

20

30

40

50

ることが可能となり、安価かつ低消費電力のインパルス無線通信装置を提供することができる。

【0036】

また、本発明のインパルス無線通信装置では、多段遅延パルス信号生成回路は、生成した遅延パルス信号により同期タイミング信号の出力を制御し、すべての信号幅が同一の遅延パルス信号を生成するように構成している。

【0037】

本構成とすることで、高速なデジタル信号処理回路を用いることなく、検波部を実現することが可能となり、安価かつ低消費電力のインパルス無線通信装置を提供することができる。

10

【0038】

また、本発明のインパルス無線通信装置では、多段遅延パルス信号生成回路は、同一の遅延量を有する複数の遅延素子を直列に接続し、タップ出力する信号を遅延パルス信号として出力するように構成している。

【0039】

本構成とすることで、高速なデジタル信号処理回路を用いることなく、検波部を実現することが可能となり、安価かつ低消費電力のインパルス無線通信装置を提供することができる。

【0040】

また、本発明のインパルス無線通信装置では、信号源信号生成回路は、所定の増幅率で信号を増幅する複数の増幅部を備え、遅延パルス信号より生成した複数の信号をそれぞれ所定の増幅率で増幅し、増幅したそれぞれの信号を合成して信号源信号を生成するように構成している。

20

【0041】

本構成とすることで、高速なデジタル信号処理回路を用いることなく、検波部を実現することが可能となり、安価かつ低消費電力のインパルス無線通信装置を提供することができる。

【0042】

また、本発明のインパルス無線通信装置では、包絡線形成信号生成回路は、遅延量が遅延素子の遅延量の $1/2$ である複数の調整遅延素子と、所定の増幅率で信号を増幅する複数の増幅部とを備え、遅延パルス信号より生成した複数の信号をそれぞれ調整遅延素子により遅延し、増幅部により所定の増幅率で増幅し、増幅したそれぞれの信号を合成し、信号源信号に対して遅延素子の遅延量の $1/2$ 遅延した包絡線形成信号を生成するように構成している。

30

【0043】

本構成とすることで、高速なデジタル信号処理回路を用いることなく、検波部を実現することが可能となり、安価かつ低消費電力のインパルス無線通信装置を提供することができる。

【0044】

また、本発明のインパルス無線通信装置では、増幅部の増幅率は正または負の値として設定し、増幅率が正の場合には入力信号を増幅率の値で増幅した信号を出力し、増幅率が負の場合には入力信号を増幅率の絶対値で増幅して位相を反転した信号を出力するように構成している。

40

【0045】

本構成とすることで、高速なデジタル信号処理回路を用いることなく、検波部を実現することが可能となり、安価かつ低消費電力のインパルス無線通信装置を提供することができる。

【発明の効果】

【0046】

本発明によれば、上記構成により、同期捕捉する時には、基準波形信号の波形の幅を受

50

信信号よりも広くして同期位置を平均化し、同期捕捉後には、基準波形信号の波形を受信信号と相似な波形に切り替えるようにし、マルチパスにより複数の相関位置が存在する場合であっても、誤って低い電力の相関位置に引き込まれにくい構成のインパルス無線通信装置を実現できる。

【 0 0 4 7 】

また、同期捕捉する時には、基準波形信号のメインローブの外部に相関の部分を作成して、復調時の相関を強調し、それほど高くない時間的分解能で、従来と同等の同期精度を保持でき、より効率的に同期引込みできる構成のインパルス無線通信装置を実現できる。

【 0 0 4 8 】

また、CMOS等のデジタルIC化に適した構成とし、小型で消費電力の低い構成のインパルス無線通信装置を実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 4 9 】

(実施の形態1)

以下、本発明の実施の形態にかかるインパルス無線通信装置について、図を参照しながら説明する。従来のインパルス無線通信装置では、同期位置の捕捉と同期状態の保持とに単一の相関パルス波形を用いているのに対し、本実施の形態にかかるインパルス無線通信装置は、同期位置の捕捉には幅の広いパルス波形を用いて同期引込みを早め、同期状態の保持には幅の狭いパルス波形を用いて同期精度を高めている。

【 0 0 5 0 】

本実施の形態にかかるインパルス無線通信装置の構成について説明する。

【 0 0 5 1 】

図1は、本発明の実施の形態1によるインパルス無線通信装置の構成を示すブロック図である。図1において、インパルス無線通信装置100は、無線信号104を受信する受信アンテナ105と接続されており、増幅部106と、検波部108と、切替部110と、復調部113と、復号部120と、基準波形生成部150とで構成されている。さらに、基準波形生成部150は、位相比較部116と、タイミング発生部118と、基準波形発生部111とで構成されている。

【 0 0 5 2 】

増幅部106は、受信アンテナ105から供給されたRF信号を受信処理に必要な振幅に増幅し、受信信号107を出力するよう構成している。

【 0 0 5 3 】

検波部108は、受信信号107を入力し、包絡線検波して検波信号109を出力するよう構成している。

【 0 0 5 4 】

図2は、本発明の実施の形態1にかかるインパルス無線通信装置の検波部の構成例を示すブロック図である。図2において、検波部108は、受信信号107を自乗回路701により自乗検波し、検波信号109として出力している。

【 0 0 5 5 】

図3は、本発明の実施の形態1にかかるインパルス無線通信装置の検波部の別の構成例を示すブロック図である。図3において、検波部108bは、受信信号107を全波整流回路702により整流し、検波信号109として出力している。

【 0 0 5 6 】

切替部110は、入力される同期モード信号121に応じて、受信信号107と検波信号109のどちらか一方を選択し、復調対象信号122として出力するよう構成している。ここで、同期モード信号121は、まだ同期を捕捉していない状態を示す「同期引込」モードと、すでに同期を捕捉して保持している状態を示す「同期保持」モードのいずれかのモードを示す信号である。

【 0 0 5 7 】

基準波形発生部111は、入力される同期モード信号121に応じて、同期タイミング

10

20

30

40

50

信号 119 のタイミングで、基準波形信号 112 を発生するよう構成している。基準波形信号 112 は、「同期引込」モード時には、同期引込みに適した広いパルス幅の信号波形を出力し、「同期保持」モード時には、同期捕捉後の高精度な同期に適した狭いパルス幅の信号波形を出力する。

【0058】

図 4 は、本発明の実施の形態にかかるインパルス無線通信装置の基準波形発生部の構成を示すブロック図である。図 4 において、基準波形発生部 111 は、第 1 波形生成回路部 551 と、第 2 波形生成回路部 552 と、合成回路部 553 とで構成される。第 1 波形生成回路部 551 は、同期タイミング信号 119 から、基準波形信号 112 の振幅成分を示す波形信号、すなわち、第 1 波形信号 511 を生成する第 1 波形生成部 501 で構成して

10

【0059】

復調部 113 は、復調対象信号 122 と基準波形信号 112 との相関から復調信号 114 を生成して出力し、また、後述する復調対象信号 122 の基本シンボルクロック信号 115 を出力するよう構成している。

20

【0060】

図 5 は、本発明の実施の形態にかかるインパルス無線通信装置の復調部の構成例を示すブロック図である。図 5 において、復調部 113 は、パルス位相変調 (Pulse Phase Modulation: PPM) 方式の信号に応じてフェーズ判定し、基本シンボルクロック信号 115 を再生し、復調信号 114 を生成する構成を示している。

【0061】

図 6 は、本発明の実施の形態にかかるインパルス無線通信装置の復調部 113 の別の構成例を示すブロック図である。図 6 において、復調部 113 b は、オン・オフ変調 (On Off Keying: OOK) 方式の信号に応じて基本シンボルクロック信号 115

30

【0062】

図 7 は、本発明の実施の形態にかかるインパルス無線通信装置の復調部 113 の別の構成例を示すブロック図である。図 7 において、復調部 113 c は、バイフェーズ (Bi-Phase) 変調方式の信号に応じて基本シンボルクロック信号 115 を生成し、極性判定して復調信号 114 を生成する構成を示している。

【0063】

位相比較部 116 は、基本シンボルクロック信号 115 と基準波形信号 112 のタイミングの差異を検出し、位相の進みや遅れの量を示す信号を位相差信号 117 として出力するよう構成している。

40

【0064】

図 8 は、本発明の実施の形態にかかるインパルス無線通信装置の位相比較部の構成例を示すブロック図である。図 8 において、位相比較部 116 は、基本シンボルクロック信号 115 に対する基準波形信号 112 の位相差を検出し、基本シンボルクロック信号ごとの位相関係を位相差信号 117 として出力している。ここで、 はタイミングの差異を検出するための比較時間差を設定する遅延量である。

【0065】

なお、本実施の形態では遅延量を固定値としたが、位相比較の捕捉範囲を可変とするために、遅延量を制御することで、引込み時間の短縮に有利な構成とすることができる。図 9 は、このような観点から、本発明の実施の形態にかかるインパルス無線通信装置の

50

位相比較部の別の構成例を示すブロック図である。図9において、位相比較部116bは、図8の構成と同様に、基本シンボルクロック信号115に対する基準波形信号112の位相差を検出し、基本シンボルクロック信号ごとの位相関係を位相差信号117として出力しているが、位相比較部116b内で遅延量を制御可能とする点が異なっている。

【0066】

例えば、位相差信号117の出力が、位相の進み()または遅れ()を連続して示す場合には、遅延量を増大させるよう制御し、位相の合致(0)、進み、遅れを交互に示す場合には、遅延量を減少させるよう制御する。すなわち、引込み開始時の位相ずれが大きい場合には、検出範囲を大きくして引込み時間を短縮でき、また位相引込み後の位相捕捉では、検出範囲を狭くして位相捕捉精度を向上できる。このように、遅延量を制御することで、位相捕捉制度を高く保ちながら、引込み時間を短縮するのに有利な構成をしている。

10

【0067】

タイミング発生部118は、位相差信号117に応じて位相を調整し、送信シンボルレートにほぼ等しい周波数の同期タイミング信号119を発生するよう構成している。

【0068】

復号部120は、復調信号114からプリアンブル等のデータ以外の部分を除外したデータストリームを生成し、受信データ123として出力するよう構成している。また、同時に、同期をまだ捕捉していない状態を示す「同期引込」と同期捕捉し保持している状態を示す「同期保持」とのいずれかのモードを示す信号を生成し、同期モード信号121として出力する。このとき、同期補足したかどうかの判定は、復調信号114が所定のデータストリームを生成しているか否かにより判断し、2つのモードを切り替えるよう信号生成している。

20

【0069】

このような構成で、本実施の形態にかかるインパルス無線通信装置の動作について説明する。

【0070】

インパルス無線通信装置100は、起動後、同期がまだ捕捉できていない状態から同期を捕捉する第1のモードで動作を開始し、受信信号107の波形に対して、幅の広い基準波形との相関により同期タイミングを調整して同期位置を判定する。次に、同期を捕捉すると、同期状態を保持する第2のモードで動作し、幅の狭い基準波形との相関により動機タイミングを調整して同期位置を判定する。この動作モードの切り替えは、復号部120が同期モード信号121を出力することにより制御している。

30

【0071】

まず、起動後、同期を捕捉するまでの動作について詳細説明する。

【0072】

インパルス無線通信装置100は、起動後、復号部120より「同期引込」モードを示す同期モード信号121を出力する。このとき、切替部110は、検波部108の信号を復調対象信号122として出力するよう設定し、また基準波形発生部111は、第2波形生成部502と移相部503とに基づく幅の広い基準波形信号112を発生するようスイッチ504を設定する。

40

【0073】

つづいて、検波部108は、受信信号107を包絡線検波して検波信号109を生成し、切替部110は、検波信号109を復調対象信号122として復調部113に出力する。復調部113は、復調対象信号122と基準波形発生部111の出力する基準波形信号112との相関を判定して、復調対象信号122を復調信号114に復調する。

【0074】

ただし、この動作において、基準波形信号112の発生タイミングが受信信号107のシンボル間隔と同期している必要があり、ここでは、復調部113、位相比較部116、タイミング発生部118、基準波形発生部111による同期制御ループを構成することで

50

、基準波形信号 1 1 2 の受信信号 1 0 7 に対するシンボル同期を確保している。

【 0 0 7 5 】

すなわち、復調部 1 1 3 は、受信信号 1 0 7 の基本シンボル間隔を示す基本シンボルクロック信号 1 1 5 を生成して、位相比較部 1 1 6 に供給する。位相比較部 1 1 6 は、基本シンボルクロック信号 1 1 5 に対する基準波形信号 1 1 2 の位相関係を検出して、基本シンボルクロック信号 1 1 5 ごとの位相関係を位相差信号 1 1 7 として出力する。タイミング発生部 1 1 8 は、位相差信号 1 1 7 に応じてタイミングを調整した同期タイミング信号 1 1 9 を発生し、基準波形発生部 1 1 1 では、調整された同期タイミング信号 1 1 9 に応じて、先の基準波形信号 1 1 2 を発生する。

【 0 0 7 6 】

これら上記動作により、受信信号 1 0 7 を、復調部 1 1 3 によりシンボル同期が確立した基準波形信号 1 1 2 との相関に基づいて復調し、同期制御ループと復号部 1 2 0 とにより受信信号 1 0 7 との同期を得る。

【 0 0 7 7 】

次に、同期を捕捉後、同期を保持する動作について説明する。

【 0 0 7 8 】

インパルス無線通信装置 1 0 0 は、受信信号 1 0 7 との同期を捕捉すると、復号部 1 2 0 により「同期保持」モードを示す同期モード信号 1 2 1 を出力する。このとき、切替部 1 1 0 は、受信信号 1 0 7 を入力するよう設定を変更し、また基準波形発生部 1 1 1 は、第 2 波形生成部 5 0 2 と第 1 波形生成部 5 0 1 とに基づく幅の狭い基準波形信号 1 1 2 を発生するようスイッチ 5 0 4 を設定する。

【 0 0 7 9 】

つづいて、切替部 1 1 0 は、受信信号 1 0 7 をそのまま復調対象信号 1 2 2 として出力し、基準波形発生部 1 1 1 は、受信信号 1 0 7 に相似する幅の狭い基準波形信号 1 1 2 を出力する。復調部 1 1 3 は、復調対象信号 1 2 2 と基準波形信号 1 1 2 との相関を判定して復調対象信号 1 2 2 を復調信号 1 1 4 に復調する。

【 0 0 8 0 】

ただし、この動作において、基準波形信号 1 1 2 の発生タイミングが受信信号 1 0 7 のシンボル間隔と同期している必要があり、ここでは、同期を捕捉する時の動作と同様に、復調部 1 1 3、位相比較部 1 1 6、タイミング発生部 1 1 8、基準波形発生部 1 1 1 による同期制御ループを構成することで、基準波形信号 1 1 2 の受信信号 1 0 7 に対するシンボル同期を確保している。

【 0 0 8 1 】

これら上記動作により、シンボル同期が確立した基準波形信号 1 1 2 との相関により受信信号 1 0 7 を復調部 1 1 3 によって復調し、復号部 1 2 0 により受信データ 1 2 3 を得る。

【 0 0 8 2 】

次に、基準波形発生部 1 1 1 の生成する基準波形の特性について説明する。インパルス信号の帯域の中心周波数 F_0 、帯域幅 W の理想のインパルス波形 $F(t)$ は (数 1) で定義される。

【 0 0 8 3 】

【 数 1 】

$$F(t) = \frac{\sin(2\pi Wt)}{\pi t} \cos(2\pi F_0 t)$$

【 0 0 8 4 】

インパルス波形 $F(t)$ において $W = F_0$ とした場合、インパルス波形 $F(t)$ の \cos の項は、周波数 F_0 の基準信号を示し、 \sin を含む項は、時間的に振幅が変動し、基

10

20

30

40

50

準信号を周波数 F_0 において 90° 度移相した信号を示している。

【0085】

図10は、インパルス波形の周波数成分波形例を示す特性図、図11は、インパルス波形の振幅成分波形例を示す特性図である。(数1)の \cos の項は図10に示す波形となり、また、 \sin を含む項は図11に示す波形となる。

【0086】

図12は、インパルス波形例を示す特性図である。また、図13は、周波数成分波形と振幅成分波形とからインパルス波形を生成する動作を説明する図である。インパルス波形 $F(t)$ 、すなわち、図12に示す波形は、図13に示すように周波数成分波形と振幅成分波形とから積算により合成される。

【0087】

理想のインパルス波形(数1)に対して、本実施の形態では、基準波形発生部111により、(数1)における \cos の項に相当する波形を第1波形生成部501で生成し、 \sin の項に相当する波形を第2波形生成部502と移相部503とで生成している。図10と図11との 90° 度の位相関係は、移相部503により調整している。

【0088】

そして、基準波形発生部111において、同期引込みの時に、相関に用いる基準波形信号112のパルス幅を広くして同期位置を大まかに判定し、また多数の相関を同時に検出することにより、受信電力の低いパスの相関に同期が誤って引き込まれる可能性を低減する効果を得る。

【0089】

このような構成とすることによって、本実施の形態では、マルチパスにより複数の相関位置が存在する場合でも、受信信号のインパルス波形よりもパルス幅の広い基準波形信号を生成するようにして、同期位置を平均化することにより、低い電力の相関位置に引き込まれ難いインパルス無線通信装置を構成することができる。

【0090】

また、本実施の形態では、基準波形信号のメインローブの外部に逆相関部を生成する基準波形信号を生成するようにして、復調部の相関を強調することにより、より効率的に同期引込みできるインパルス無線通信装置を構成することができる。

【0091】

なお、本実施の形態では、「同期引込」モードで動作する場合に、スイッチ504で一定信号514を出力するようにし、ミキサ505が振幅成分の第2波形信号513を基準波形信号112として出力するようにしている。このとき、基準波形信号112のインパルス幅は、受信信号107と比べて、 $W = F_0$ 場合、約2倍の広さとなる。この場合、基準波形信号112が受信信号107よりも広くなり、基準波形信号112のメインローブに存在するインパルス信号に正負がある場合、相殺により電力の低減が生じることになる。そのため、基準波形信号112の信号幅を広げた場合に、検波部108により受信インパルス信号を包絡線検波した検波信号109を復調対象とするよう構成している。

【0092】

なお、本実施の形態では、受信する信号の変調方式について、パルス位置を時間的に偏移するパルス位相変調として同期を捕捉し保持する形態としたが、二値の送信データに応じて発生パルスの位相を反転するバイフェーズ変調とする形態、あるいは、オン・オフ変調とする形態としても、同様の効果を得る。

【0093】

なお、本実施の形態では、インパルス無線通信の構成を受信機能に限定する形態としたが、送信機能を搭載してインパルスデータを送受信する形態としても、同様の効果を得る。

【0094】

なお、本実施の形態では、基準波形信号の生成において、包絡線波形信号から包絡線検波用のタイミングを生成し、同期タイミング信号から同期検波用のタイミングを生成する

10

20

30

40

50

形態としたが、包絡線波形信号から同期検波用信号のパルス位置を生成し、同期タイミング信号から同期検波用信号の周波数および位相を決定する形態としてもよい。これにより、パルス位置、周波数、位相の決定時間を短縮し、通信開始までの時間を短くできる。

【0095】

ここで、このような構成のインパルス無線通信装置について説明する。図14は、複数の基準波形生成部を備えるインパルス無線通信装置の構成を示すブロック図である。図15において、インパルス無線通信装置200は、図1に示したインパルス無線通信装置100とほぼ同様の構成をしているが、次の点が異なる。

【0096】

基準波形生成部160は、受信信号107と検波信号109を入力し、受信信号107の位相タイミングに同期するパルス位相と、検波信号109のパルス位置および周波数とを有する基準波形信号162を生成する。復調部161は、復調対象信号122と基準波形信号162とから復調信号114を生成し、さらに、このときの復調状況に応じて、受信状態を判定して同期モード信号165を生成する。切替部110は、同期モード信号165に応じて出力する復調対象信号122を切り替える。また、基準波形生成部160は、同期モード信号165に応じて、基準波形信号162の波形を切り替える。

【0097】

なお、本実施の形態では、基準波形生成部を備え、受信状態に応じて受信信号と検波信号のいずれかから基準波形信号を生成する形態としたが、受信信号と検波信号のそれぞれの信号に対応する複数の基準波形生成部を備え、同時に異なる複数の基準波形信号を生成し、復調部が、受信状態に応じて選択する形態としても、同様の効果を得る。また、このとき、生成した複数の基準波形信号の状態に応じて、受信状態を判定してもよい。

【0098】

ここで、このような構成のインパルス無線通信装置について説明する。図15は、複数の基準波形生成部を備えるインパルス無線通信装置の構成を示すブロック図である。図15において、インパルス無線通信装置201は、図1に示したインパルス無線通信装置100とほぼ同様の構成をしている。

【0099】

基準波形生成部170は、第1基準波形生成部171、第2基準波形生成部172を備えている。第1基準波形生成部171は、受信信号107に対応する第1基準波形信号173を生成する。第2基準波形生成部172は、検波信号109に対応する第2基準波形信号174を生成する。復調部176は、現在の同期モードに応じて第1基準波形信号173、または第2基準波形信号174を選択し、復調対象信号122より復調信号114を生成する。また、復調部176は、復調対象信号122、あるいは、第1基準波形信号173と第2基準波形信号174との状態に応じて、受信状態を判定し、同期モード信号175を生成する。切替部110は、同期モード信号175に応じて出力する復調対象信号122を切り替える。

【0100】

なお、本実施の形態では、復号部が、復調信号に応じて受信状態を判定し、同期モード信号を生成する形態としたが、復調部が、入力される復調対象信号と基準波形信号のいずれか一方または両方から、同期タイミング信号の同期精度が所定の精度を下回ったことを検出して、外部切替信号を生成し、切替部が、この外部切替信号に応じて復調対象信号を検波信号に切り替える形態としてもよい。この構成とすることで、例えば、同期保持モード時において、同期ずれが同期検波に必要な精度を下回った場合に、一時的に、同期引込モード時と同様の包絡線検波信号に切り替え、復調処理しながら再び同期引込みすることにより、通信状態の劣化を抑えながら通信を継続できる。

【0101】

また、復調部が、同期引込モードから同期保持モードへ切り替えた際の同期タイミング差が所定の値より大きいことを検知し、誤同期検出を示す同期モード信号を生成して、基準波形生成部が、より精度の高い同期保持モードで基準波形信号を生成して出力する形態

10

20

30

40

50

としてもよい。この構成とすることで、例えば、同期保持モードへ切り替えた際にマルチパスによる複数の同期タイミングが出現した場合などに、より精度の高い同期保持モードの同期検出を優先させ、マルチパスによる誤同期を回避できる。なお、このとき、複数の基準波形生成部により受信信号と検波信号とに対する基準波形生成部を備えて、同時に異なる複数の基準波形信号を生成し、復調部で受信状態に応じて選択する形態としても、同様の効果を得る。

【0102】

この同期タイミングの差が大きいと判定する場合の所定の値は、インパルス無線通信装置を使用するアプリケーションに応じて異なる値を設定することが望ましい。例えば、判定の値として、パルス幅の $\pm 10\%$ と設定しても良い。

10

【0103】

また、復調部が、復調信号の波形のひずみなどから複数の同期タイミングが出現したと判定した場合に、基準波形生成部が、基準波形信号の信号幅を狭める形態としてもよい。この構成とすることによって、複数の同期タイミングを誤って一つのタイミングとして検出することなく、誤同期を回避できる。

【0104】

なお、本実施の形態では、包絡線検波と同期検波の切り替えタイミングを、同期状態が同期引込モードであるか、同期保持モードであるかに基づいて決定する構成としたが、例えば、伝送レートが所定の値より低い場合には同期引込モードとして包絡線検波を継続して選択し、伝送レートが所定の値を超えた場合に同期保持モードとして同期検波に切り替える形態としてもよい。この構成とすることで、伝送レートが低い場合には、簡便な構成でかつ低い消費電力で動作でき、伝送レートが高い場合であっても、高い精度で復調できる。なお、この場合、伝送レートに基づく動作の切り替えタイミングは、インパルス受信装置側で判断してもよく、送信装置側からの指示により決定しても良い。

20

【0105】

この同期モードを切り替える場合の誤り率は、インパルス無線通信装置を使用するアプリケーションに応じて異なる値を設定することが望ましい。例えば、誤り率の値として、ビット誤り率 $1/10000$ と設定しても良い。

【0106】

また、この包絡線検波と同期検波の切り替えタイミングは、マルチパスによる通信環境に応じて決定するようにしてもよい。例えば、マルチパスが少ない場合には同期引込モードのまま通信し、復調での誤り率が所定の割合を超えた場合に同期保持モードに切り替えることにより、マルチパスによる通信劣化を回避することができる。なお、この場合、動作の切り替えタイミングは、受信装置側で決定してもよく、送信装置側からの指示により決定しても良い。

30

【0107】

(実施の形態2)

次に、本発明の第2の実施の形態にかかるインパルス無線通信装置について説明する。本実施の形態にかかるインパルス無線通信装置では、同期タイミング信号から複数の遅延信号を生成して、複数の遅延信号を元に基準波形信号を生成する回路構成により、粗い同期と位相を同期するようにしている。なお、本実施の形態では、中心周波数 F_0 と帯域幅 W とが等しいインパルス波形とした場合のインパルス波形を生成する構成について説明する。このとき、時間長 T は、中心周波数 F_0 に対して $1/2$ 周期、すなわち、 $T = 1/(2 \cdot F_0)$ となる。

40

【0108】

本実施の形態にかかるインパルス波形生成装置の構成について説明する。

【0109】

インパルス無線通信装置の構成は、実施の形態1に示した構成とほぼ同じであるため、共通する部分についての説明は省き、差異についてのみ説明する。

【0110】

50

図16は、本発明の実施の形態によるインパルス波形生成装置の基準波形発生部の構成例を示すブロック図である。図16において、基準波形発生部111は、信号制御部703と、遅延素子706、707、708と、排他的論理和素子716、717、718、731と、電圧加算素子721と、増幅部722、723、736、737と、論理和素子730と、遅延素子734、735、738と、ミキサ505と、スイッチ504とで構成される。

【0111】

なお、基準波形発生部111は、インパルス波形の発生すべきタイミングを示す同期タイミング信号119を発生するタイミング発生部118と、また同期モード信号121を出力する復号部120とに、接続されている。

10

【0112】

第1波形生成部501を構成する信号制御部703は、同期タイミング信号119と制御信号704との入力を受け、制御信号704がH(High:高レベル値)状態である場合にのみ、同期タイミング信号119を基準時間信号705として出力し、制御信号704がL(Low:低レベル値)状態となった場合には、出力を停止するように構成している。本実施の形態では、信号制御部703は、反転回路とAND回路とによる回路構成で実現している。

【0113】

遅延素子706、707、708は、それぞれ入力信号を時間Tだけ遅延して出力するように構成している。基準時間信号705を信号Aとして、遅延素子706は信号Aを時間T遅延した信号Bを生成し、遅延素子707は信号Bを時間T遅延した信号Cを生成し、遅延素子708は信号Cを時間T遅延した信号Dを生成し、また、信号Cを制御信号704として信号制御部703に供給する。

20

【0114】

排他的論理和素子716、717、718は、それぞれ入力信号の排他的論理和を演算して出力するように構成している。排他的論理和素子716は信号Aと信号B、排他的論理和素子717は信号Bと信号C、排他的論理和素子718は信号Cと信号Dの排他的論理和をそれぞれ演算し、信号K、L、Mとして出力する。

【0115】

電圧加算素子721は、信号Kと信号Mとの電圧加算値を出力するように構成している。

30

【0116】

増幅部722は信号Lを所定の倍率により増幅し、また、増幅部723は電圧加算素子721の出力信号を所定の倍率により増幅する。その後、第1波形生成部501は、増幅部722、723の出力信号を統合して第1波形信号Qを得るよう構成している。

【0117】

第2波形生成部502は、インパルス波形を発生すべきタイミングから時間0~Tと時間3T~4Tを示す第1制御信号732と、時間T~3Tを示す第2制御信号733を出力するように構成している。本実施の形態では、第2波形生成部502は、信号Aと信号Cとの論理和をとる論理和素子730と、さらに信号Bとの排他的論理和をとる排他的論理和素子731とにより、インパルス波形を発生すべきタイミングから時間0~Tと、時間3T~4Tを示す第1制御信号732を生成するように構成している。また、信号Bは時間T~3Tを示す第2制御信号733として、そのまま出力するように構成している。

40

【0118】

移相部503を構成する遅延素子734は、第1制御信号732を時間T/2遅延し、遅延素子735は第2制御信号733を時間T/2遅延するように構成している。

【0119】

増幅部736、737はそれぞれの入力信号を所定の倍率により増幅する。移相部503は、増幅部736、737の出力信号を統合して第2波形信号Rを得るよう構成している。

【0120】

50

遅延素子 738 は、論理和素子 730 の出力 $A + C$ を時間 $T / 2$ 遅延するよう構成している。

【0121】

スイッチ 504 は、入力される同期モード信号 121 が「同期引込」モードを示す場合には、遅延素子 738 の出力する信号 739 を出力し、「同期保持」モードを示す場合には、第 1 波形生成部 501 の生成する第 1 波形信号 Q を出力するよう構成している。

【0122】

ミキサ 505 は、第 1 波形信号 Q と第 2 波形信号 R とを混合して所望のインパルス波形信号 S 、すなわち基準波形信号 112 を得るよう構成している。

【0123】

なお、本実施の形態における増幅部 722、723、736、737 の増幅率 b 、 a 、 c の値については後述する。

【0124】

このような構成で、本実施の形態にかかるインパルス無線通信装置の動作について説明する。

【0125】

本実施の形態にかかるインパルス無線通信装置では、実施の形態 1 と同様の処理で信号の同期を捕捉し、保持している。ここでは、基準波形発生部 111 で、基準波形信号 112 を生成する動作について説明し、そのほかの動作については説明を省略する。

【0126】

基準波形発生部 111 は、タイミング発生部 118 より基準波形を発生すべきタイミングを示す時間幅 T_{au} が $2T$ 以上、かつ、 $4T$ 未満の同期タイミング信号 119 の入力を受ける。基準波形発生部 111 を構成する信号制御部 703 は、制御信号 704 が H 状態である場合には、同期タイミング信号 119 を基準時間信号 705 として出力し、制御信号 704 が L 状態の場合には出力を停止する。

【0127】

遅延素子 706、707、708 は、基準時間信号 705、すなわち、信号 A より時間 T 遅延した信号 B 、さらに時間 T 遅延した信号 C 、さらに時間 T 遅延した信号 D を生成する。ここで、信号 C 、すなわち、同期タイミング信号 119 の発生から時間 $2T$ の経過を示す信号を制御信号 704 として、信号制御部 703 に供給し、基準時間信号 705 の時間幅を $2T$ に調整する。

【0128】

排他的論理和素子 716、717、718 は、それぞれ信号 A 、 B 、 C 、 D より排他的論理和の演算結果の信号 K 、 L 、 M を生成する。さらに、電圧加算素子 721 は、信号 K と信号 M の電圧加算値を出力する。増幅部 722 は信号 L を所定の倍率により増幅し、増幅部 723 は電圧加算素子 721 の出力信号を所定の倍率により増幅する。そして、第 1 波形生成部 501 は、増幅部 722、723 の出力信号を統合し、第 1 波形信号 Q を生成する。

【0129】

また、第 2 波形生成部 502 が、基準波形を発生すべきタイミングから時間 $0 \sim T$ と時間 $3T \sim 4T$ とを示す第 1 制御信号 732、時間 $T \sim 3T$ を示す第 2 制御信号 733 を出力する。

【0130】

遅延素子 734 は第 1 制御信号 732 を時間 $T / 2$ 遅延し、遅延素子 735 は第 2 制御信号 733 を時間 $T / 2$ 遅延し、増幅部 736、737 はそれぞれの信号を、所定の倍率により増幅する。そして、移相部 503 は、増幅部 736、737 の出力信号を統合して第 2 波形信号 R を生成する。

【0131】

遅延素子 738 は、論理和素子 730 の出力 $A + C$ を時間 $T / 2$ 遅延し、スイッチ 504 へ供給する。スイッチ 504 は、入力される同期モード信号 121 が「同期引込」モー

10

20

30

40

50

ドを示す場合には、遅延素子 738 の出力する信号 739 を出力し、「同期保持」モードを示す場合には、第 1 波形信号 Q を出力する。

【0132】

最後に、ミキサ 505 は、スイッチ 504 の出力する信号と第 2 波形信号 R とを混合して所望のインパルス波形信号 S、すなわち基準波形信号 112 を生成する。

【0133】

次に、本実施の形態にかかるインパルス無線通信装置内で生成する各信号について説明する。

【0134】

図 17 は、本発明の第 2 の実施の形態にかかるインパルス無線通信装置の基準波形発生部内の信号遷移図である。図 17 において、信号 A、B、C、D は、それぞれ時間幅 2T の信号で、時間差 T で生成される。信号 K、L、M は、それぞれ信号 A と信号 B、信号 B と信号 C、信号 C と信号 D を排他的論理和演算した時間間隔 T、時間幅 T のパルス信号であり、時間差 T で生成される。第 1 波形信号 Q は、増幅部 722、723 により、信号 K、M を加えたものを正、信号 L を負として合成した波形で、時間 T ごとの反復信号の波形として生成される。

【0135】

第 1 制御信号 732 は、 $(A + C) \cdot B$ の論理演算した負の信号波形、第 2 制御信号 733 は、信号 B のみによる正の信号波形として生成される。第 2 波形信号 R は、第 1 波形信号 Q に対して $T/2$ 遅延するように生成される。遅延素子 734、735 は、第 1 制御信号 732、第 2 制御信号 733 を $T/2$ 遅延する。増幅部 736、737 は、第 1 制御信号 732 を遅延した信号を負の振幅値、第 2 制御信号 733 を遅延した信号を正の振幅値で合成した波形として生成する。

【0136】

インパルス波形信号 S は、図 17 では、同期モード信号 121 が「同期保持」モードの場合に生成される波形を示しており、第 1 波形信号 Q と第 2 波形信号 R とをミキサ 505 により合成した信号波形として生成される。なお、同期モード信号 121 が「同期引込」モードの場合には、信号 A + C を時間 $T/2$ だけ遅延した信号、すなわち、第 2 波形信号 R の存在する時間を示す信号が出力され、ミキサ 505 では、パルス幅の広い第 2 波形信号 R をそのまま生成される。

【0137】

次に、本実施の形態にかかるインパルス無線通信装置の基準波形発生部 111 で生成する基準波形信号の特性について説明する。

【0138】

実施の形態 1 で示したインパルス波形 $F(t)$ における第 1 ~ 第 5 波高値の論理値は、(数 1) より、それぞれ、1.000、-0.214、0.129、-0.091、0.071 となる。このような、理想のインパルス波形 $F(t)$ に対して、本実施の形態では、(数 1) における \cos の項に相当する信号波形を第 1 波形信号 Q で規定し、 \sin の項に相当する信号波形を第 2 波形信号 R により規定している。

【0139】

また、インパルス波形 $F(t)$ の各波高値に相当する「同期保持」モード時の基準波形信号の波高値を、増幅部 722、723、736、737 の増幅率の値により規定し、特に、精度の良い波高値をもつ基準波形信号を得るために、増幅部 722、723、736、737 の増幅率 b 、 a 、 c 、 d を、それぞれ、-0.214、0.500、-0.603、1.000 としている。なお、負の増幅率は、その絶対値を増幅率とし、信号出力時に位相を反転した信号を出力することを示している。また、これらの値は、回路構成に応じた算出式より決定でき、また回路を構成する素子や製造工程条件などにより有効数値の桁数を決定し構成することができる。

【0140】

本実施の形態にかかるインパルス無線通信装置で生成する基準波形信号 112 の第 1 ~

10

20

30

40

50

第4波高値は、1.000、-0.214、0.129、-0.301であり、インパルス波形F(t)の第1～第3波高値まで論理と一致させることができ、第4波高値における誤差は最大振幅に対して20%程度という理想波形に近い特性を有する。なお、本実施の形態では、第5波高値は再現していない。

【0141】

このような構成とすることによって、本実施の形態では、基準波形発生部111は発信器を用いない構成とし、同期タイミング信号から多段の遅延素子によりインパルス信号源となる信号を生成し、包絡線を形成する信号と混合して基準波形信号を生成するインパルス無線通信装置を構成することができる。また、特にIC化に適したインパルス無線通信装置を構成することができる。

10

【0142】

また、信号を混合する際の増幅パラメータ値を適切に設定して、同期を保持する時に、特に精度の高い波高値をもつ基準波形信号を生成し、受信信号を復調するインパルス無線通信装置を構成することができる。

【産業上の利用可能性】

【0143】

本発明にかかるインパルス無線通信装置は、UWB無線装置等のインパルス通信方式を用いる無線通信機器に適用して好適である。

【図面の簡単な説明】

【0144】

20

【図1】本発明の実施の形態1にかかるインパルス無線通信装置の構成を示すブロック図

【図2】本発明の実施の形態1にかかる検波部の構成例を示すブロック図

【図3】本発明の実施の形態1にかかる検波部の別の構成例を示すブロック図

【図4】本発明の実施の形態1にかかる基準波形発生部の構成を示すブロック図

【図5】本発明の実施の形態1にかかる復調部の構成例を示すブロック図

【図6】本発明の実施の形態1にかかる復調部の別の構成例を示すブロック図

【図7】本発明の実施の形態1にかかる復調部の別の構成例を示すブロック図

【図8】本発明の実施の形態1にかかる位相比較部の構成例を示すブロック図

【図9】本発明の実施の形態1にかかる位相比較部の別の構成例を示すブロック図

【図10】インパルス波形の周波数成分波形例を示す特性図

30

【図11】インパルス波形の振幅成分波形例を示す特性図

【図12】インパルス波形例を示す特性図

【図13】インパルス波形を生成する動作を説明する図

【図14】本発明の実施の形態1にかかるインパルス無線通信装置の別の構成を示すブロック図

【図15】本発明の実施の形態1にかかるインパルス無線通信装置の別の構成を示すブロック図

【図16】本発明の実施の形態2にかかる基準波形発生部の構成例を示すブロック図

【図17】本発明の実施の形態2にかかる基準波形発生部内の信号遷移図

【図18】従来のインパルス無線通信装置の構成を示すブロック図

40

【符号の説明】

【0145】

100, 200, 201 インパルス無線通信装置

104 無線信号

105 受信アンテナ

106 増幅部

107 受信信号

108, 108b 検波部

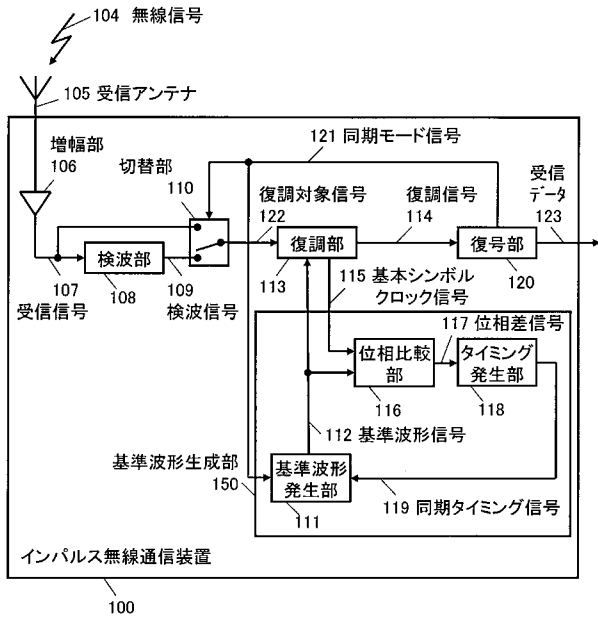
109 検波信号

110 切替部

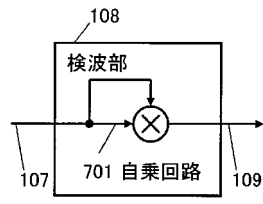
50

1 1 1	基準波形発生部	
1 1 2 , 1 6 2	基準波形信号	
1 1 3 , 1 1 3 b , 1 1 3 c , 1 6 1 , 1 7 6	復調部	
1 1 4	復調信号	
1 1 5	基本シンボルクロック信号	
1 1 6 , 1 1 6 b	位相比較部	
1 1 7	位相差信号	
1 1 8	タイミング発生部	
1 1 9	同期タイミング信号	
1 2 0	復号部	10
1 2 1 , 1 6 5 , 1 7 5	同期モード信号	
1 2 2	復調対象信号	
1 2 3	受信データ	
1 5 0 , 1 6 0 , 1 7 0	基準波形生成部	
1 7 1	第1基準波形生成部	
1 7 2	第2基準波形生成部	
1 7 3	第1基準波形信号	
1 7 4	第2基準波形信号	
5 0 1	第1波形生成部	
5 0 2	第2波形生成部	20
5 0 3	移相部	
5 0 4	スイッチ	
5 0 5	ミキサ	
5 5 1	第1波形生成回路部	
5 5 2	第2波形生成回路部	
5 5 3	合成回路部	
7 0 1	自乗回路	
7 0 2	全波整流回路	
7 0 3	信号制御部	
7 0 4	制御信号	30
7 0 5	基準時間信号	
7 0 6 , 7 0 7 , 7 0 8 , 7 3 4 , 7 3 5 , 7 3 8	遅延素子	
7 1 6 , 7 1 7 , 7 1 8 , 7 3 1	排他的論理和素子	
7 2 1	電圧加算素子	
7 2 2 , 7 2 3	増幅部	
7 3 0	論理和素子	
7 3 2	第1制御信号	
7 3 3	第2制御信号	
7 3 6	増幅部	40

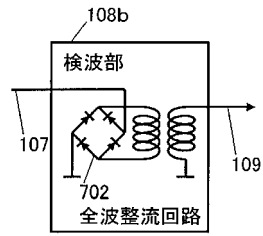
【図1】



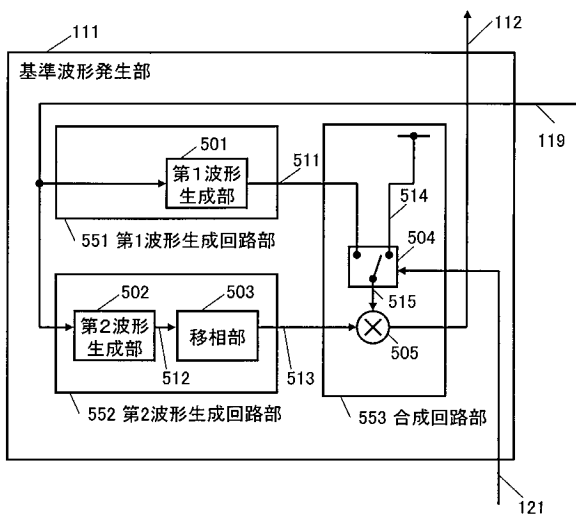
【図2】



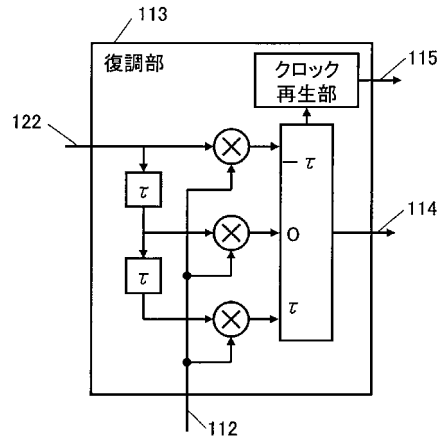
【図3】



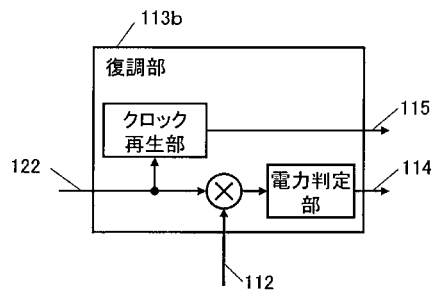
【図4】



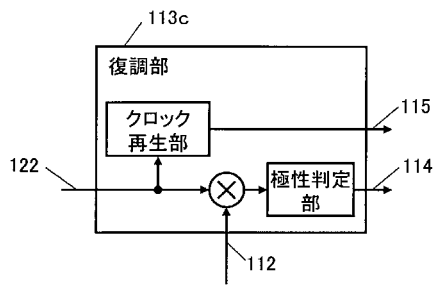
【図5】



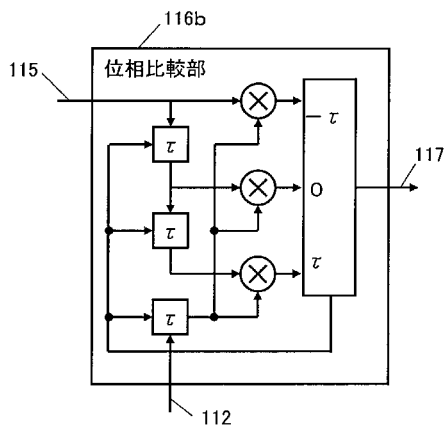
【図6】



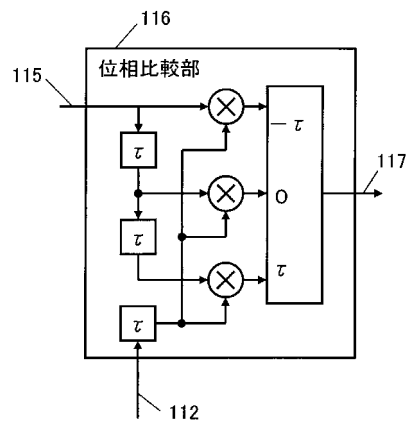
【図7】



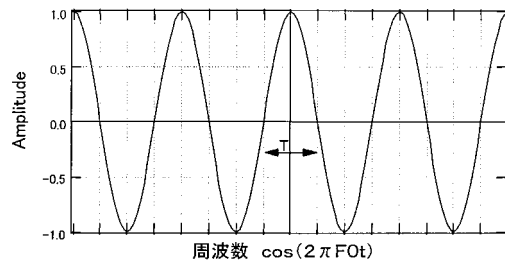
【図9】



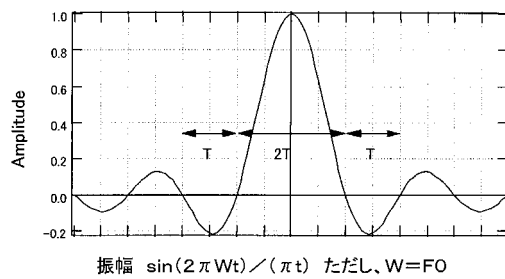
【図8】



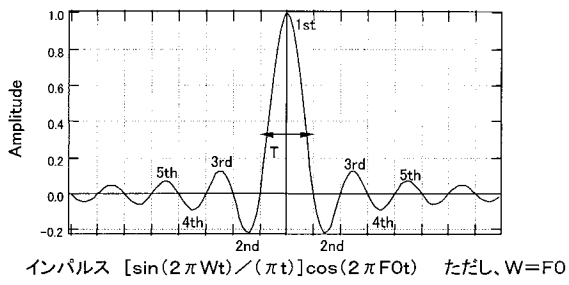
【図10】



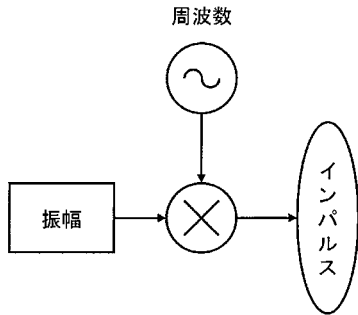
【図11】



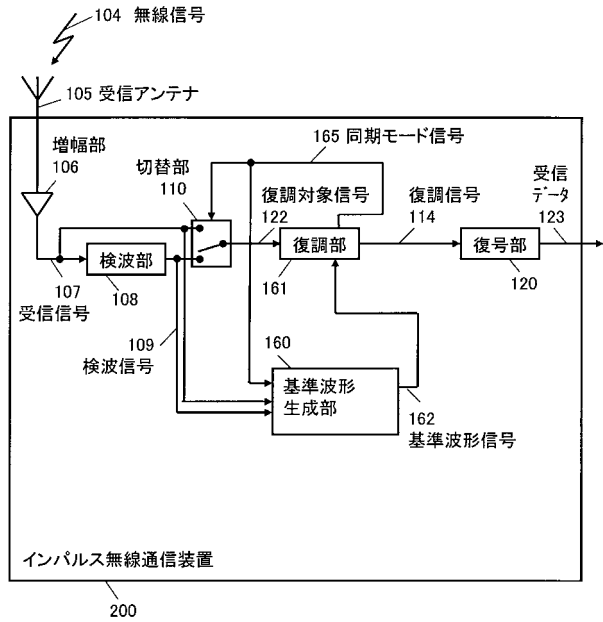
【図12】



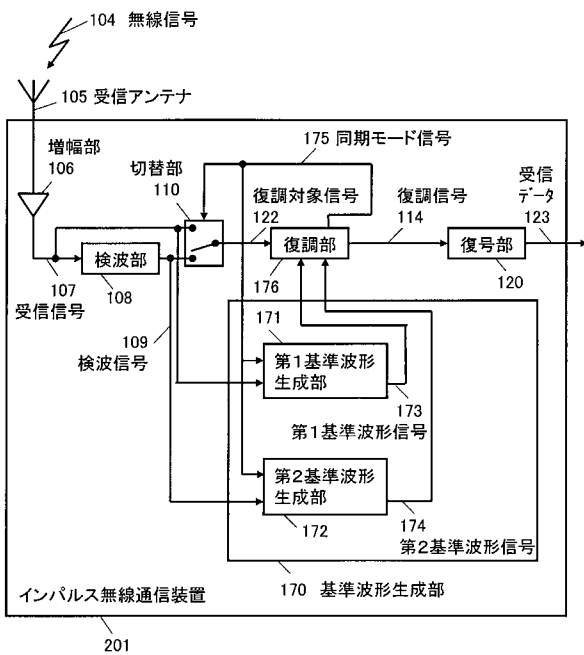
【図13】



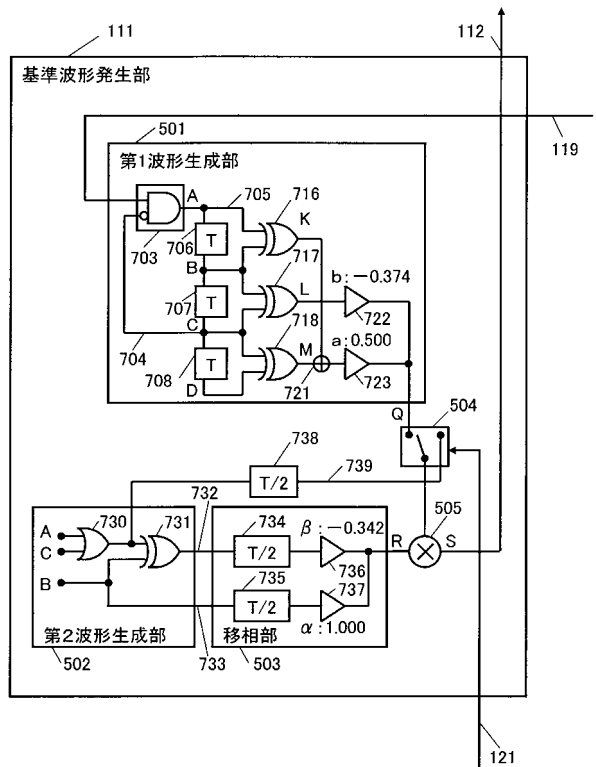
【図14】



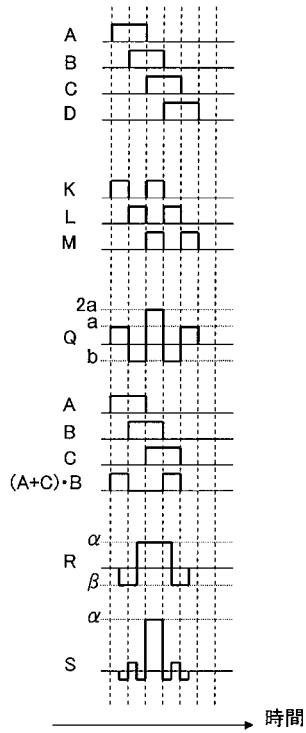
【図15】



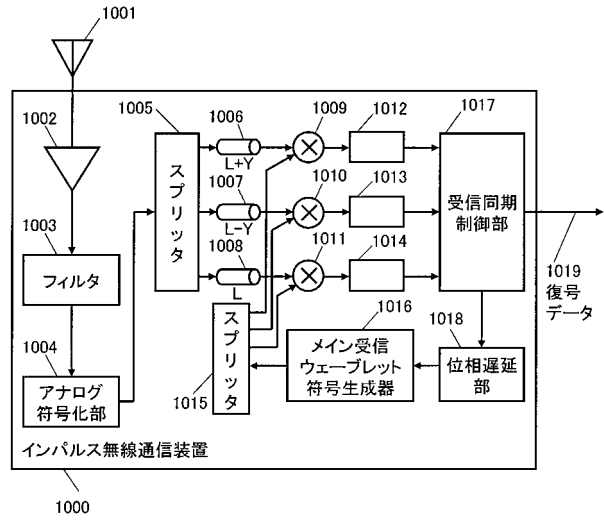
【図16】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

(72)発明者 國枝 賢徳

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 三村 政博

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 植木 紀行

大阪府門真市松葉町2番7号 松下ソリューションテクノロジー株式会社内

審査官 白井 亮

(56)参考文献 特開2004-096469(JP,A)

特開2006-121609(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 25/00 - 25/66