

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4283714号
(P4283714)

(45) 発行日 平成21年6月24日(2009.6.24)

(24) 登録日 平成21年3月27日(2009.3.27)

(51) Int. Cl.		F I			
HO4B	1/04	(2006.01)	HO4B	1/04	E
HO3G	3/02	(2006.01)	HO3G	3/02	A

請求項の数 7 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2004-76816 (P2004-76816)	(73) 特許権者	000004226
(22) 出願日	平成16年3月17日(2004.3.17)		日本電信電話株式会社
(65) 公開番号	特開2005-269080 (P2005-269080A)		東京都千代田区大手町二丁目3番1号
(43) 公開日	平成17年9月29日(2005.9.29)	(74) 代理人	100064621
審査請求日	平成18年4月6日(2006.4.6)		弁理士 山川 政樹
		(74) 代理人	100067138
			弁理士 黒川 弘朗
		(74) 代理人	100098394
			弁理士 山川 茂樹
		(72) 発明者	鈴木 賢司
			東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
			本電信電話株式会社内
		(72) 発明者	宇賀神 守
			東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
			本電信電話株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 送信信号電力制御方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ベースバンド信号を搬送波信号を用いずに無線で送受信する無線通信システムにおける送信信号電力制御方法であって、

送信すべきベースバンド信号の立ち上がりに同期した 1 本以上のパルスの群からなる第 1 の方形波信号と前記ベースバンド信号の立ち下がりに同期した 1 本以上のパルスの群からなる第 2 の方形波信号とを生成して所定の中心周波数を有する送信アンテナに供給し、この送信アンテナから送信される送信信号の電力を前記第 1、第 2 の方形波信号の 各パルスの群に含まれるパルスの本数で制御することを特徴とする送信信号電力制御方法。

【請求項2】

請求項1記載の送信信号電力制御方法において、

前記方形波信号のパルス幅を T としたとき、送受信に使用するアンテナの中心周波数を $1 / 2 T + n / T$ (n は 0 以上の整数) とすることを特徴とする送信信号電力制御方法。

【請求項3】

ベースバンド信号を搬送波信号を用いずに無線で送受信する無線通信システムにおける送信信号電力制御装置であって、

送信すべきベースバンド信号の立ち上がりに同期した 1 本以上のパルスの群からなる第 1 の方形波信号と前記ベースバンド信号の立ち下がりに同期した 1 本以上のパルスの群からなる第 2 の方形波信号とを生成して所定の中心周波数を有する送信アンテナに供給する方形波信号生成手段と、前記送信アンテナから送信される送信信号の電力を前記第 1、第

2 の方形波信号の各パルスの群に含まれるパルスの本数で制御する制御手段とを備えることを特徴とする送信信号電力制御装置。

【請求項 4】

請求項 3 記載の送信信号電力制御装置において、
前記方形波信号のパルス幅を T としたとき、送受信に使用するアンテナの中心周波数を $1/2T + n/T$ (n は 0 以上の整数) とすることを特徴とする送信信号電力制御装置。

【請求項 5】

請求項 3 記載の送信信号電力制御装置において、
前記方形波信号生成手段は、パルスの本数が同一の前記第 1、第 2 の方形波信号を 1 群として、パルスの本数が互いに異なる群を複数生成する生成回路と、前記複数の群のうちいずれか 1 つを選択して出力するスイッチとから構成され、
前記制御手段は、前記スイッチを制御するスイッチ制御回路から構成されることを特徴とする送信信号電力制御装置。

10

【請求項 6】

請求項 5 記載の送信信号電力制御装置において、
前記生成回路は、複数のシフトレジスタと排他的論理和回路とから構成されることを特徴とする送信信号電力制御装置。

【請求項 7】

請求項 1 又は 2 記載の送信信号電力制御方法において、
前記ベースバンド信号のビットレートを $1/N$ (N は 2 以上の整数) として、前記方形波信号のパルスの本数を N 倍にすることを特徴とする送信信号電力制御方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ベースバンド信号を搬送波信号を用いずに無線で送受信するキャリアフリー方式の無線通信システムに係り、特に送信信号の電力を制御する送信信号電力制御方法および装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

図 10 に無線通信における従来の送信信号電力制御装置の 1 例を示す (例えば、非特許文献 1 参照)。図 10 の例は、入力段のトランジスタ $M1$ と、出力段のトランジスタ $M2$ と、入力段の整合回路 $MAT1$ と、入力段と出力段の間の整合回路 $MAT2$ と、出力段の整合回路 $MAT3$ と、整合回路 $MAT2$ とトランジスタ $M2$ とを接続するコンデンサ $C1$ と、整合回路 $MAT3$ と負荷インピーダンス RL とを接続するコンデンサ $C2$ と、チョークコイル $RFC1$ 、 $RFC2$ とからなるパワーアンプに、送信信号電力制御装置の構成を組み込んだものである。図 10 において、 RL は送信アンテナのインピーダンスである。

30

【0003】

無線通信で送信される送信信号は正弦波のキャリア信号に変調を施したアナログ信号である。送信信号 V_{in} は、送信時にパワーアンプに入力されて信号増幅され送信アンテナから送信される。送信信号の電力を制御するためには、パワーアンプのゲインを制御すればよい。パワーアンプのゲインを制御する手段はいくつかあるが、図 10 の場合、出力段のトランジスタ $M2$ のバイアス電圧 V_b を、制御することでゲインを調節することが可能である。

40

【0004】

なお、出願人は、本明細書に記載した先行技術文献情報で特定される先行技術文献以外には、本発明に関連する先行技術文献を出願時までに見出すには至らなかった。

【非特許文献 1】黒田忠広 監訳, 「RF マイクロエレクトロニクス」, 丸善株式会社, p. 351 - 352, ISBN 4 - 621 - 07005 - 3

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

50

【 0 0 0 5 】

従来の送信電力制御装置では、送信信号電力を制御するためにパワーアンプのゲインを制御する。図 10 に示したように、一般にパワーアンプは高周波アナログ回路から構成されるため、設計が難しく、コストがかかるという問題点があった。

ところで、搬送波信号を用いずにベースバンド信号を無線で送受信するキャリアフリー方式の無線通信システムでは、非常に広い周波数帯域を用いて無線通信を行うため、パワーアンプも非常に広帯域なものが必要となる。広帯域なパワーアンプは設計がさらに複雑になり実装が難しく、コストがかかるという問題があり、パワーアンプの広帯域を維持したまま、送信信号電力を制御するためにパワーアンプのゲインを調節することはさらに難しく、コストがかかるという問題点があった。

10

【 0 0 0 6 】

本発明は、このような従来の課題を解決するものであり、ベースバンド信号を搬送波信号を用いずに無線で送受信するキャリアフリー方式の無線通信システムにおいて簡易、低コスト、低電力な送信信号電力制御方法および装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

本発明は、ベースバンド信号を搬送波信号を用いずに無線で送受信する無線通信システムにおける送信信号電力制御方法であって、送信すべきベースバンド信号の立ち上がり同期した 1 本以上のパルスの群からなる 第 1 の方形波信号と前記ベースバンド信号の立ち下がり同期した 1 本以上のパルスの群からなる 第 2 の方形波信号とを生成して所定の中心周波数を有する送信アンテナに供給し、この送信アンテナから送信される送信信号の電力を前記第 1、第 2 の方形波信号の 各パルスの群に含まれる パルスの本数で制御するようにしたものである。

20

また、本発明の送信信号電力制御方法の 1 構成例は、前記方形波信号のパルス幅を T としたとき、送受信に使用するアンテナの中心周波数を $1 / 2 T + n / T$ (n は 0 以上の整数) とするものである。

【 0 0 0 8 】

また、本発明の送信信号電力制御装置は、送信すべきベースバンド信号の立ち上がり同期した 1 本以上のパルスの群からなる 第 1 の方形波信号と前記ベースバンド信号の立ち下がり同期した 1 本以上のパルスの群からなる 第 2 の方形波信号とを生成して所定の中心周波数を有する送信アンテナに供給する方形波信号生成手段と、前記送信アンテナから送信される送信信号の電力を前記第 1、第 2 の方形波信号の 各パルスの群に含まれる パルスの本数で制御する制御手段とを備えるものである。

30

また、本発明の送信信号電力制御装置の 1 構成例は、前記方形波信号のパルス幅を T としたとき、送受信に使用するアンテナの中心周波数を $1 / 2 T + n / T$ (n は 0 以上の整数) とするものである。

【 0 0 0 9 】

また、本発明の送信信号電力制御装置の 1 構成例において、前記方形波信号生成手段は、パルスの本数が同一の前記第 1、第 2 の方形波信号を 1 群として、パルスの本数が互いに異なる群を複数生成する生成回路と、前記複数の群のうちいずれか 1 つを選択して出力するスイッチとから構成され、前記制御手段は、前記スイッチを制御するスイッチ制御回路から構成される ものである。

40

また、本発明の送信信号電力制御装置の 1 構成例において、前記生成回路は、複数のシフトレジスタと排他的論理和回路とから構成されるものである。

また、本発明の送信信号電力制御方法の 1 構成例は、前記ベースバンド信号のビットレートを $1 / N$ (N は 2 以上の整数) とし、前記方形波信号のパルスの本数を N 倍にするようにしたものである。

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

本発明によれば、送信すべきベースバンド信号の立ち上がり立ち下がり同期した方

50

形波信号を生成して送信アンテナに供給し、方形波信号のパルス幅を制御することにより、送信信号電力を制御することができる。送信信号電力制御装置は簡単なデジタル回路で実現でき、従来の無線通信システムの送信機のようにアナログ回路のパワーアンプを用いる必要がないため、設計が簡易になり、低コスト、低電力で送信信号電力を制御することが可能となる。

【0011】

また、本発明によれば、方形波信号のパルス幅とパルスの本数を制御することにより、送信信号電力を制御することができる。送信信号電力制御装置は簡単なデジタル回路で実現でき、従来の無線通信システムの送信機のようにアナログ回路のパワーアンプを用いる必要がないため、設計が簡易になり、低コスト、低電力で送信信号電力を制御することが可能となる。

10

【0012】

また、方形波信号のパルス幅 T に対して、送受信に使用するアンテナの中心周波数を $1/2T + n/T$ (n は 0 以上の整数) とすることにより、送信信号電力制御を効果的に行うことができる。

【0013】

また、ベースバンド信号のビットレートを $1/N$ (N は 2 以上の整数) として、方形波信号のパルスの本数を N 倍にすることにより、電波法などで規定される送信信号電力の規定値を守ったまま通信距離を伸ばすことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

20

【0014】

以下に添付図面を参照して、本発明にかかる送信電力制御装置を詳細に説明する。

[第1の実施の形態]

本実施の形態の送信電力制御装置を図面を参照して説明する。図1は本実施の形態の送信電力制御装置を適用する無線通信システムの1構成例を示すブロック図である。この無線通信システムは、送信機1と受信機2とから構成される。

【0015】

送信機1側では、送信すべきベースバンド信号を送信アンテナ10に直接供給する。これにより、ベースバンド信号の全帯域のうち、送信アンテナ10の帯域内の周波数成分の信号が送信信号として送信される。

30

受信機2側では、受信アンテナ20で受信した信号をローノイズアンプ(以下、LNAとする)21で増幅した後に包絡線検波器22により包絡線検波し、包絡線検波した信号をカウンタ23でカウントすることで、ベースバンド信号を再生する。

【0016】

図1の無線通信システムのA点(送信アンテナ10の入力)、B点(送信アンテナ10の出力)、C点(包絡線検波器22の出力)、D点(カウンタ23の出力)における代表的な信号波形を図2に示す。図2の縦軸は信号強度、横軸は時間である。

A点の信号が送信すべきベースバンド信号である。B点の信号は、ベースバンド信号を送信アンテナ10に供給した際に送信アンテナ10から出力される送信信号である。ベースバンド信号の高周波成分のみが送信アンテナ10から出力されるため、図2(b)に示すようにベースバンド信号の立ち上がり立ち下がりに同期したパルス信号が送信信号として送信される。

40

【0017】

C点の信号は、受信アンテナ20が受信した受信信号(B点と同じ信号)をLNA21で増幅して包絡線検波したときの包絡線検波信号である。図2(c)に示すように、包絡線検波により受信信号のピークを検波していることが分かる。D点の信号は、包絡線検波信号を1ビットカウンタ23でカウントした際に出力されるベースバンド信号である。図2(d)に示すように、包絡線検波信号のピークを検出する度に1,0が反転し、A点のベースバンド信号が正しく再生されていることが分かる。

【0018】

50

図1の無線通信システムの方式では、1ビット誤りが発生すると1, 0が全て反転してしまうので、ベースバンド信号の絶対位相に情報をのせるのではなく、送信すべきベースバンド信号に差分変調をあらかじめ施し、1, 0の偏移に情報をのせるようにしておけば、受信機2側で再生したベースバンド信号が反転しても問題はなくなる。

【0019】

図1の無線通信システムでは、送信信号電力を制御するためには送信アンテナ10の帯域と一致したパワーアンプを設ける必要があるが、広帯域なパワーアンプは設計が複雑になり、コストがかかるといった問題がある。

そこで、本実施の形態では、送信すべきベースバンド信号の立ち上がり立ち下がりに同期した方形波信号を生成して送信アンテナ10に供給し、この方形波信号のパルス幅を制御することで送信信号電力を制御することとした。

【0020】

図3は本発明の第1の実施の形態となる無線通信システムの構成を示すブロック図であり、図1と同一の構成には同一の符号を付してある。本実施の形態の送信機1aは、図1の送信機1に対して送信アンテナ10の前に送信信号電力制御装置11を追加したものである。この送信信号電力制御装置11は、送信すべきベースバンド信号の立ち上がり立ち下がりに同期した方形波信号を生成して送信アンテナ10に供給する方形波信号生成手段(不図示)と、送信信号の電力を方形波信号のパルス幅で制御する制御手段(不図示)とを備える。

【0021】

図3の無線通信システムのE点(送信信号電力制御装置11の出力)、F点(送信アンテナ10の出力)、G点(包絡線検波器22の出力)における代表的な信号波形を図4に示す。図4の縦軸は信号強度、横軸は時間である。図1の無線通信システムと比較するため、送信信号電力制御装置11を付加しない場合のA点、B点、C点の信号も示す。つまり、図4(a)~図4(c)は図2(a)~図2(c)と同じ信号を示している。

【0022】

E点の信号は図4(a)に示したベースバンド信号の立ち上がり立ち下がりに同期した方形波信号である。F点の信号は、方形波信号を送信アンテナ10に供給した際に送信アンテナ10から出力される送信信号である。G点の信号は、受信アンテナ20が受信した受信信号(F点と同じ信号)をLNA21で増幅して包絡線検波したときの包絡線検波信号である。図4(f)の包絡線検波信号のピーク値は、図4(c)に示した包絡線検波信号と同様のものであり、送信すべきベースバンド信号の立ち上がり立ち下がりに同期した方形波信号を用いても、図1と同様に通信可能であることが分かる。

【0023】

以下、図5を用いて方形波信号のパルス幅を制御することにより送信信号電力を制御できる理由を説明する。図5(a)~図5(c)の縦軸はスペクトル強度、横軸は周波数であり、図5(d)~図5(f)の縦軸は信号強度、横軸は時間である。

図5(a)に送信すべきベースバンド信号の周波数スペクトルを示し、図5(d)にこのベースバンド信号の信号波形を示す。

【0024】

本実施の形態では、送信信号電力制御装置11により送信すべきベースバンド信号の立ち上がり立ち下がりに同期した方形波信号を生成する。方形波信号のパルス幅をTとすると、方形波信号の周波数スペクトルは図5(b)のようになり、その信号波形は図5(e)のようになる。この方形波信号のパルス幅をさらに狭くしてT'とすると、その周波数スペクトルは図5(c)のようになり、信号波形は図5(f)のようになる。

【0025】

方形波信号のパルス幅を短くすると、周波数スペクトルの基本波成分のゼロ点が $1/T$ から $1/T'$ へと高周波側に移動する。送受信に使用するアンテナ10, 20の帯域をBAとすると、周波数スペクトルの基本波成分のゼロ点が $1/T$ から $1/T'$ へと高周波側に移動することで、アンテナ帯域BA内の信号電力が図5(b)に示した斜線部から図5

10

20

30

40

50

(c) に示した斜線部のようになり、大きくなる。逆に、方形波信号のパルス幅を長くすると、周波数スペクトルの基本波成分のゼロ点が $1/T'$ から $1/T$ へと低周波側に移動し、アンテナ帯域 BA 内の信号電力が図 5 (c) に示した斜線部から図 5 (b) に示した斜線部のようになり、小さくなる。

【0026】

図 5 の説明では、方形波信号の基本波成分内にアンテナ帯域 BA がある場合を説明したが、方形波信号の第一高調波、第二高調波などにアンテナ帯域 BA がある場合も同様に方形波信号のパルス幅を制御することで、送信アンテナ 10 から送信される信号電力を制御することが可能となる。

【0027】

以上のように、本実施の形態では、送信すべきベースバンド信号の立ち上がり立ち下がり同期した方形波信号を生成して送信アンテナ 10 に供給し、この方形波信号のパルス幅を制御することにより送信信号電力を制御することができる。本実施の形態の無線通信システムは、近距離の微弱無線通信を対象とするものであり、送信信号電力制御装置 11 は簡単なデジタル回路で実現でき、図 10 に示した従来の無線通信システムの送信機のようにアナログ回路のパワーアンプを用いる必要がないため、設計が簡易になり、低コスト、低電力で送信信号電力を制御することが可能となる。

なお、本実施の形態では、1 ビットカウンタ 23 でベースバンド信号を復調しているが、これに限るものではなく、1 ビットカウンタと同等の機能を果たすものであればよい。

【0028】

[第2の実施の形態]

次に、本発明の第2の実施の形態について説明する。図 6 (a) は本発明の第2の実施の形態となる無線通信システムの構成を示すブロック図であり、図 3 と同一の構成には同一の符号を付してある。本実施の形態の無線通信システムは、図 3 の無線通信システムの具体例を示すものである。

送信機 1a の送信信号電力制御装置 11 は、シフトレジスタ 110 と排他的論理和回路 (以下、XOR とする) 111 とクロック制御回路 112 とから構成される。シフトレジスタ 110 と XOR とは方形波信号生成手段を構成し、クロック制御回路 112 は制御手段を構成している。

【0029】

シフトレジスタ 110 は、送信すべきベースバンド信号をクロック信号 CLK の周期分だけ遅延させる。XOR 111 は、送信すべきベースバンド信号とシフトレジスタ 110 から出力された信号との排他的論理和演算を行う。これにより、XOR 111 から送信すべきベースバンド信号の立ち上がり立ち下がり同期した方形波信号が出力される。このとき、クロック制御回路 112 から出力されるクロック信号 CLK の周期によって方形波信号のパルス幅が決まるので、クロック制御回路 112 がクロック信号 CLK の周期を変えることで、送信信号電力を制御することができる。

【0030】

受信機 2 の包絡線検波器 22 は、乗算器 220 とコンパレータ 221 とから構成される。乗算器 220 は、LNA 21 で増幅された受信信号同士の乗算を行い、コンパレータ 221 は、乗算器 220 の出力のうち所定のレベル以上の信号を出力する。

図 6 (a) の E 点、F 点、G 点における信号波形は図 4 (d)、図 4 (e)、図 4 (f) に示した第1の実施の形態の信号波形と同様である。

こうして、本実施の形態においても、第1の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

【0031】

なお、図 6 (b) に示すように受信機 2 の包絡線検波器 22 をダイオード 222 と抵抗 223、224 とコンデンサ 225 とローパスフィルタ 226 とコンパレータ 227 とから構成してもよい。図 6 (b) において、bias はダイオード 222 に与えるバイアス電圧である。この包絡線検波器 22 は、LNA 21 で増幅された受信信号をダイオード検

10

20

30

40

50

波するものである。

【 0 0 3 2 】

[第 3 の実施の形態]

次に、本発明の第 3 の実施の形態について説明する。図 7 は本発明の第 3 の実施の形態となる無線通信システムの送信機の構成を示すブロック図であり、図 3、図 6 と同一の構成には同一の符号を付してある。受信機については第 2 の実施の形態と同じ構成のため、図 7 では記載を省略した。

【 0 0 3 3 】

本実施の形態では、第 1、第 2 の実施の形態と同様に方形波信号を用いるが、方形波信号のパルス幅とパルスの本数で送信信号電力を制御する。

本実施の形態の送信機 1 b は、送信信号電力制御装置 1 1 b と、送信アンテナ 1 0 とを有する。送信信号電力制御装置 1 1 b は、方形波信号生成手段と制御手段とを備え、方形波信号生成手段は、パルスの本数が異なる複数の方形波信号を生成する生成回路とスイッチ 1 1 9 とから構成される。生成回路は、複数のシフトレジスタと X O R とを組み合わせたものであり、図 7 の例ではシフトレジスタ 1 1 0, 1 1 3, 1 1 4, 1 1 6, 1 1 7 と X O R 1 1 1, 1 1 5, 1 1 8 とからなる。また、クロック制御回路 1 1 2 とスイッチ制御回路 1 2 0 とは制御手段を構成している。

【 0 0 3 4 】

以下、本実施の形態における送信信号電力制御方法を図 8 を用いて説明する。図 8 (a) ~ 図 8 (c) の縦軸はスペクトル強度 (単位は d B)、横軸は周波数であり、図 8 (d) ~ 図 8 (f) の縦軸は信号強度、横軸は時間である。

図 7 の送信機 1 b においてスイッチ制御回路 1 2 0 によりスイッチ 1 1 9 を制御し、X O R 1 1 1 の出力を選択させた場合、スイッチ 1 1 9 から出力される方形波信号の周波数スペクトルは図 8 (a) のようになり、その信号波形は図 8 (d) のようになる。この方形波信号は、送信すべきベースバンド信号の 1 つの立ち上がり又は立ち下がりに対応するパルスの本数が 1 本であり、第 1、第 2 の実施の形態で説明した方形波信号と同様のものである。

【 0 0 3 5 】

一方、X O R 1 1 5 からはベースバンド信号の 1 つの立ち上がり又は立ち下がりに対応するパルスの本数が 2 本である方形波信号が出力される。その理由は、X O R 1 1 1 の出力信号をシフトレジスタ 1 1 3, 1 1 4 によりクロック信号 C L K の 2 周期分だけ遅延させて、X O R 1 1 5 により X O R 1 1 1 の出力信号とシフトレジスタ 1 1 4 の出力信号との排他的論理和演算を行うからである。したがって、スイッチ制御回路 1 2 0 によりスイッチ 1 1 9 を制御して X O R 1 1 5 の出力を選択させると、スイッチ 1 1 9 から出力される方形波信号の周波数スペクトルは図 8 (b) のようになり、その信号波形は図 8 (e) のようになる。

【 0 0 3 6 】

また、X O R 1 1 8 からはベースバンド信号の 1 つの立ち上がり又は立ち下がりに対応するパルスの本数が 3 本である方形波信号が出力される。その理由は、X O R 1 1 5 の出力信号をシフトレジスタ 1 1 6, 1 1 7 によりクロック信号 C L K の 2 周期分だけ遅延させて、X O R 1 1 8 により X O R 1 1 1 の出力信号とシフトレジスタ 1 1 7 の出力信号との排他的論理和演算を行うからである。したがって、スイッチ制御回路 1 2 0 によりスイッチ 1 1 9 を制御して X O R 1 1 8 の出力を選択させると、スイッチ 1 1 9 から出力される方形波信号の周波数スペクトルは図 8 (c) のようになり、その信号波形は図 8 (f) のようになる。

【 0 0 3 7 】

図 8 (a) ~ 図 8 (c) から分かるように、方形波信号のパルスの本数を増加させると、方形波信号の高調波成分の中心周波数 $1 / 2 T$ (T はパルス幅)、 $3 / 2 T$ 、 $5 / 2 T$ 、 \dots に信号スペクトルが集中し、信号スペクトルのピーク値が高くなる。また、パルスの本数を増やした数だけ中心周波数 $1 / 2 T$ 、 $3 / 2 T$ 、 $5 / 2 T$ 、 \dots の両側にサ

10

20

30

40

50

イドローブが現れるようになる。例えば、方形波信号のパルスの本数を図 8 (d) の状態から 2 本増やして図 8 (f) の状態にすると、図 8 (c) のように各中間周波数の両側にサイドローブが 2 本ずつ現れる。

【 0 0 3 8 】

したがって、本実施の形態では、送信アンテナ 1 0 および受信アンテナ 2 0 の中心周波数を送信信号電力制御装置 1 1 b から出力される方形波信号の高調波成分の中心周波数に設定することにより、方形波信号のパルスの本数で送信信号電力を制御できることになる。つまり、方形波信号のパルス幅 T に対して、送受信に使用するアンテナ 1 0 , 2 0 の中心周波数を $1 / 2 T + n / T$ (n は 0 以上の整数) に設定すればよい。ただし、 n が大きくなるほど、すなわちアンテナ 1 0 , 2 0 の中心周波数をより高次の高調波成分の中心周波数に設定するほど、図 8 (a) ~ 図 8 (c) に示すように信号スペクトルのピークは小さくなるため、送信できる信号電力そのものは小さくなる。

10

【 0 0 3 9 】

送信信号電力の変化は、送信アンテナ 1 0 に供給される方形波信号の変化に起因しており、図 8 (d) に示した 1 パルスの方角波信号に対して図 8 (e) に示した 2 パルスの方角波信号を用いる場合、エネルギー換算で約 6 d B ほど送信信号電力が増加する。同様の換算により、1 パルスの方角波信号に対して図 8 (f) に示した 3 パルスの方角波信号を用いる場合、約 9 . 5 d B ほど送信信号電力が増加する。

なお、第 1、第 2 の実施の形態と同様に、パルス幅制御回路となるクロック制御回路 1 1 2 がクロック信号 CLK の周期を変えることによっても、送信信号電力を制御できることは言うまでもない。

20

【 0 0 4 0 】

また、送信信号電力を細かく制御したい場合には、図 9 に示すようにしてもよい。図 9 (a)、図 9 (b) の縦軸はスペクトル強度 (単位は d B)、横軸は周波数であり、図 9 (c)、図 9 (d) の縦軸は信号強度、横軸は時間である。図 9 (a)、図 9 (c) はそれぞれ図 8 (a)、図 8 (d) と同じである。ベースバンド信号の 1 つの立ち上がり又は立ち下がりに対応して図 9 (c) の方形波信号では、パルスの立ち上がりと立ち下がりの計 2 回変化している。

【 0 0 4 1 】

これに対し、図 9 (b) のような周波数スペクトルを示す図 9 (d) の方形波信号では、2 回の立ち上がりと 1 回の立ち下がり、若しくは 1 回の立ち下がりと 2 回の立ち上がりといったように計 3 回変化している。この場合は、図 9 (c) に示す方形波信号に対して 1 . 5 倍の変化をしていることになり、エネルギー換算で 3 . 5 d B ほど送信信号電力が増加する。

30

【 0 0 4 2 】

送信アンテナ 1 0 に供給する方形波信号のパルスの本数を多くしすぎると、受信機側で符号間干渉 (図 2 (c) に示した包絡線検波信号のピーク同士が接近する現象) が起こる可能性があるが、その場合にはベースバンド信号のビットレートを低下させることによって、符号間干渉を避けることができる。

【 0 0 4 3 】

40

前述のように、送信アンテナ 1 0 に供給する方形波信号のパルスの本数を多くすると、送信アンテナ 1 0 から送信される送信信号の電力が大きくなるが、この電力は電波法などで規定される規定値を超えることはできない。そこで、通信距離を伸ばしたいときには、送信すべきベースバンド信号のビットレートを低下させて、その分方形波信号のパルスの本数を多くすればよい。具体的には、ビットレートを $1 / N$ (N は 2 以上の整数) に低下させたときには、方形波信号のパルスの本数を N 倍まで多くすることができる。ビットレートを $1 / N$ にして、方形波信号のパルスの本数を N 倍に変更しても、単位時間に送信される総パルス数は変更前と変わらないため、単位時間あたりの平均送信電力は一定であり、規定値を守ったまま通信距離を伸ばすことが可能である。

以上のようにして、本実施の形態においても、第 1、第 2 の実施の形態と同様の効果を

50

得ることができる。

【産業上の利用可能性】

【0044】

本発明は、電磁波によってデジタル信号を送受する無線通信に適用できる。

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図1】無線通信システムの構成例を示すブロック図である。

【図2】図1の無線通信システムにおいて送信アンテナに入力されるベースバンド信号、送信アンテナから出力される送信信号、包絡線検波器から出力される包絡線検波信号、カウンタから出力されるベースバンド信号の信号波形の1例を示す図である。

10

【図3】本発明の第1の実施の形態となる無線通信システムの構成を示すブロック図である。

【図4】図3の無線通信システムにおいて送信信号電力制御装置から出力される方形波信号、送信アンテナから出力される送信信号、包絡線検波器から出力される包絡線検波信号の信号波形の1例を示す図である。

【図5】図3の無線通信システムにおいて送信信号電力制御装置に入力されるベースバンド信号、送信信号電力制御装置から出力される方形波信号の周波数スペクトルおよび信号波形を示す図である。

【図6】本発明の第2の実施の形態となる無線通信システムと包絡線検波器の構成を示すブロック図である。

20

【図7】本発明の第3の実施の形態となる無線通信システムの送信機の構成を示すブロック図である。

【図8】図7の送信機において送信信号電力制御装置から出力される方形波信号の周波数スペクトルおよび信号波形の1例を示す図である。

【図9】図7の送信機において送信信号電力制御装置から出力される方形波信号の周波数スペクトルおよび信号波形の他の例を示す図である。

【図10】従来の送信信号電力制御装置の構成を示すブロック図である。

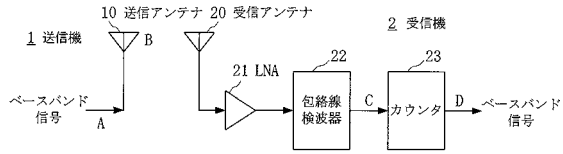
【符号の説明】

【0046】

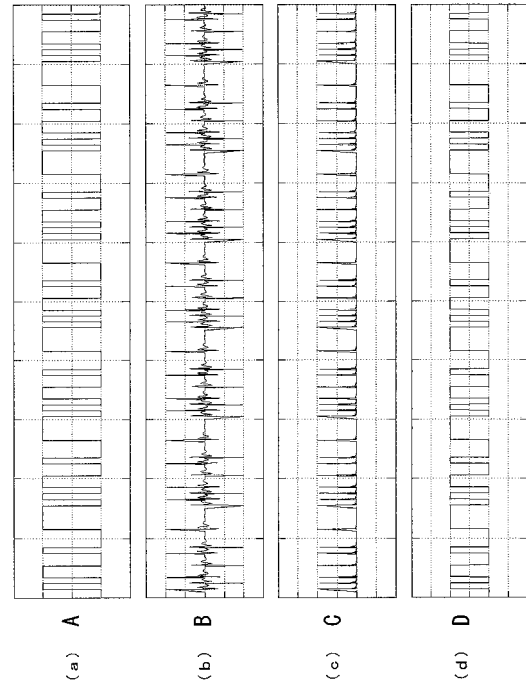
1、1 a、1 b ... 送信機、2 ... 受信機、10 ... 送信アンテナ、11、11 b ... 送信信号電力制御装置、20 ... 受信アンテナ、21 ... ローノイズアンプ、22 ... 包絡線検波器、23 ... カウンタ、110、113、114、116、117 ... シフトレジスタ、111、115、118 ... 排他的論理和回路、112 ... クロック制御回路、119 ... スイッチ、120 ... スイッチ制御回路、220 ... 乗算器、221 ... コンパレータ。

30

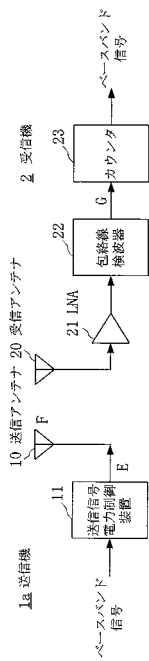
【図1】



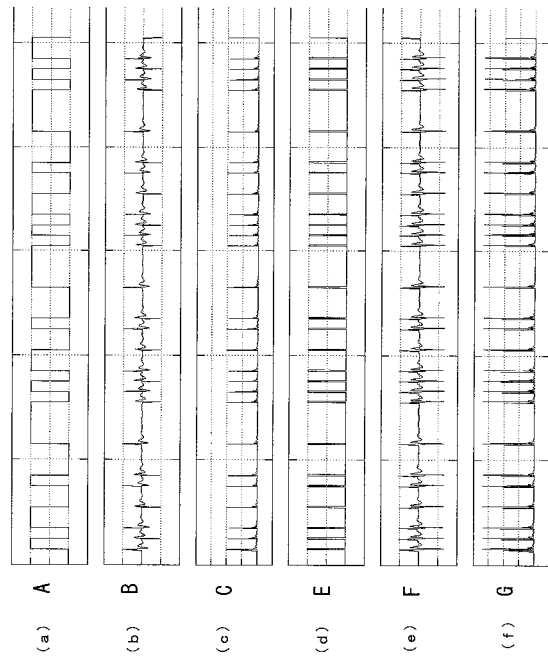
【図2】



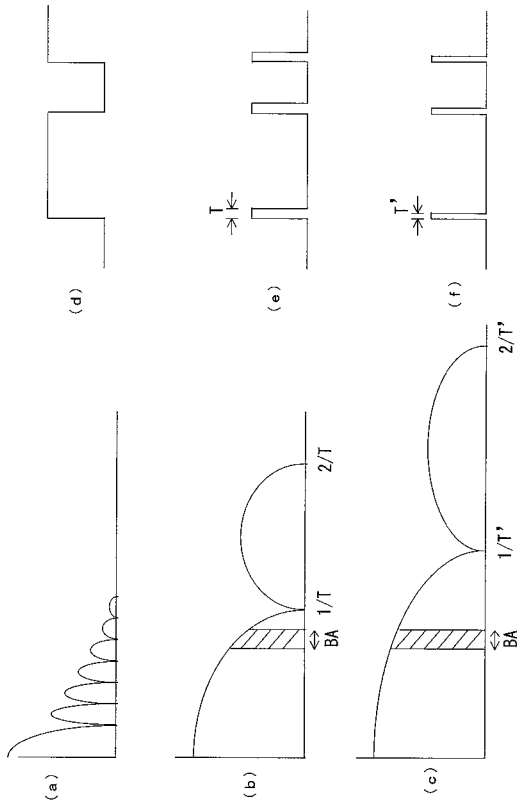
【図3】



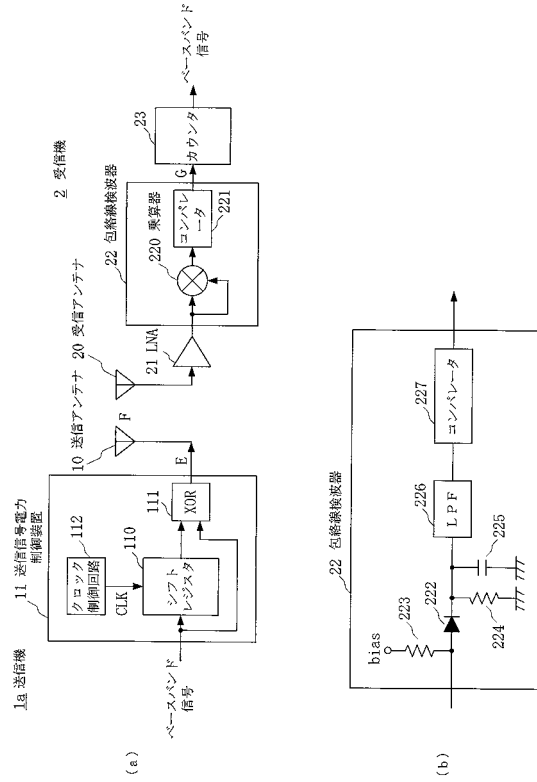
【図4】



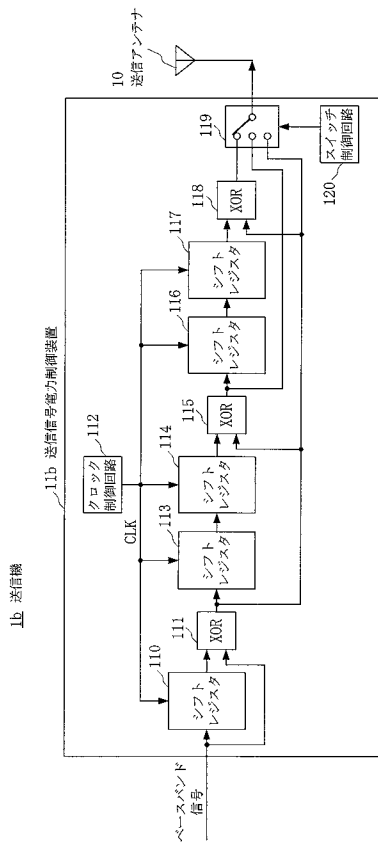
【図5】



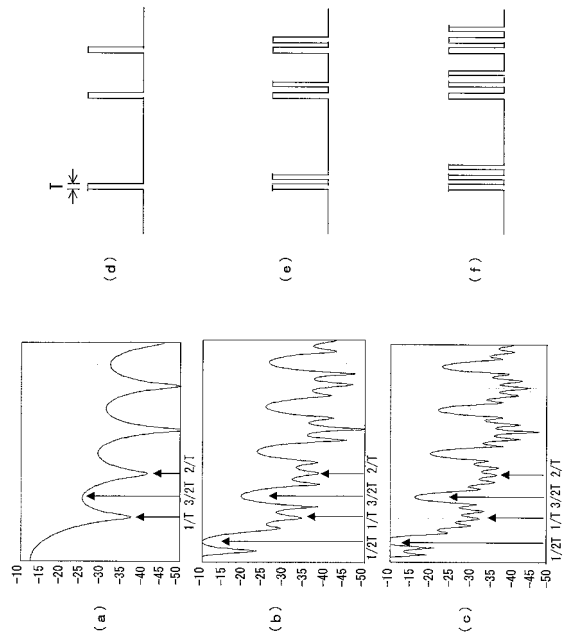
【図6】



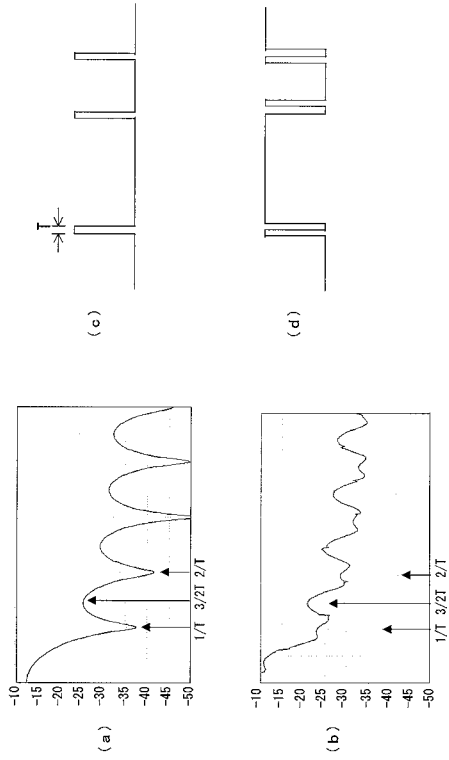
【図7】



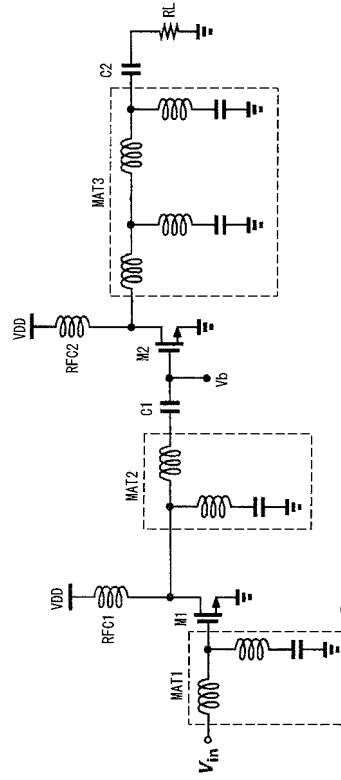
【図8】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

審査官 山中 実

- (56)参考文献 特開2003-051761(JP,A)
特開2005-203822(JP,A)
国際公開第03/067839(WO,A1)
国際公開第2004/017547(WO,A1)
国際公開第2004/070981(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B	1/02
H04B	1/04
H04B	1/38
H03K	3/00-11/00