

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-141380

(P2010-141380A)

(43) 公開日 平成22年6月24日(2010.6.24)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
HO4L	27/12	(2006.01)	HO4L	27/12	Z	5J103		
HO3J	7/02	(2006.01)	HO3J	7/02		5K004		
HO4B	1/04	(2006.01)	HO4B	1/04	H	5K060		

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2008-312896 (P2008-312896)
 (22) 出願日 平成20年12月9日 (2008.12.9)

(71) 出願人 000005832
 パナソニック電工株式会社
 大阪府門真市大字門真1048番地
 (74) 代理人 100067828
 弁理士 小谷 悦司
 (74) 代理人 100115381
 弁理士 小谷 昌崇
 (74) 代理人 100097054
 弁理士 麻野 義夫
 (74) 代理人 100133798
 弁理士 江川 勝
 (74) 代理人 100143373
 弁理士 大西 裕人

最終頁に続く

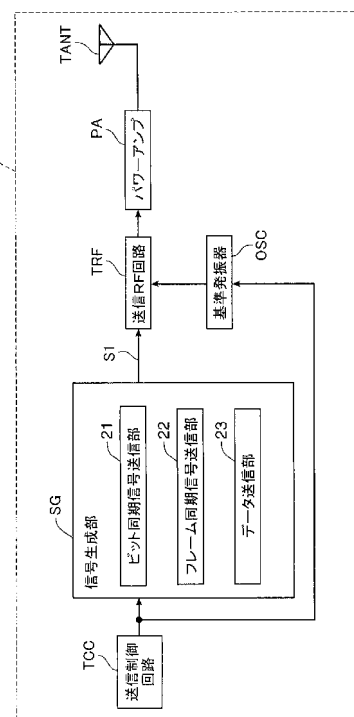
(54) 【発明の名称】 無線送信装置、及び無線通信システム

(57) 【要約】

【課題】 通信時間が増大するおそれを低減しつつ、無線受信装置におけるIFフィルタの通過帯域幅を狭くすることが容易な無線送信装置、及び無線通信システムを提供する。

【解決手段】 無線信号の周波数を、搬送波周波数から偏移させることによって変調し、当該変調された無線信号を無線受信装置へ送信する無線送信装置であって、連続する、 n (n は整数) 個の論理値「1」を示す符号と、連続する、 n 個の論理値「0」を示す符号とが交互に繰り返されるビット同期符号列と、ビット同期符号列の後に続き、通信によって伝えたいデータを含むデータ符号列とに対応する信号を生成する信号生成部SGと、信号生成部SGによって生成された信号を変調して得られた無線信号を送信する送信RF回路TRFとを備え、信号生成部SGは、ビット同期符号列の実効的な通信速度を、データ符号列の通信速度より遅くするように、ビット同期符号列を生成するようにした。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

無線信号の周波数を、搬送波周波数から偏移させることによって変調し、当該変調された無線信号を無線受信装置へ送信する無線送信装置であって、

連続する、 n (n は整数)個の論理値「1」を示す符号と、連続する、 n 個の論理値「0」を示す符号とが交互に繰り返される第1符号列と、当該第1符号列の後に続き、通信によって伝えたいデータを含む第2符号列とに対応する信号を生成する信号生成部と、

前記信号生成部によって生成された信号に応じて前記変調を行い、当該変調された無線信号を送信する送信部とを備え、

前記信号生成部は、

前記第1符号列の実効的な通信速度を、前記第2符号列の通信速度より遅くするように、前記第1符号列を生成すること

を特徴とする無線送信装置。

10

【請求項 2】

前記第1符号列は、

前記第1送信部によって送信される無線信号を受信する無線受信装置がビット同期をとるためのビット同期符号列であること

を特徴とする請求項1記載の無線送信装置。

【請求項 3】

前記第1符号列の継続時間は、

前記無線受信装置において、受信された無線信号に基づき受信しようとする無線信号の周波数を調整する自動周波数調整を実行するために必要となる時間として予め設定された調整時間以上に設定されていること

を特徴とする請求項1又は2記載の無線送信装置。

20

【請求項 4】

前記送信部によって、前記変調された無線信号の送信が開始される前に無変調の無線信号を送信させる無変調送信部をさらに備え、

前記無変調の無線信号の継続時間と前記第1符号列の継続時間の合計が、前記無線受信装置において、受信された無線信号に基づき受信しようとする無線信号の周波数を調整する自動周波数調整を実行するために必要となる時間として予め設定された調整時間以上に設定されていること

を特徴とする請求項1又は2記載の無線送信装置。

30

【請求項 5】

前記信号生成部は、

前記 n を2以上の整数とすることにより、前記第1符号列の実効的な通信速度を、前記第2符号列の通信速度の $1/n$ に減じること

を特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の無線送信装置。

【請求項 6】

前記信号生成部は、

前記 n を1とし、前記第1符号列における論理値「1」を示す符号及び論理値「0」を示す符号それぞれについて、一符号の継続時間を、前記第2符号列における一符号の継続時間より長くすることによって、前記第1符号列の実効的な通信速度を前記第2符号列の通信速度より減じること

を特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の無線送信装置。

40

【請求項 7】

請求項1～6のいずれか1項に記載の無線送信装置と、

前記無線信号を受信する無線受信装置とを備え、

前記無線受信装置は、

前記無線信号を受信する受信部と、

局部発振周波数の発振信号を生成する局部発振部と、

50

前記受信部によって取得された受信信号と前記局部発振部によって生成された発振信号とを混合し、前記受信信号を中間周波数に変換して中間周波数信号を生成する混合部と、前記混合部で生成された中間周波数信号を濾波する中間周波数フィルタと、

前記中間周波数フィルタによって濾波された信号を復調する復調部と、

前記受信部によって受信された前記無線信号に基づいて、前記無線送信装置から送信される無線信号の搬送波周波数の予め設定された設計値からの偏差と前記局部発振周波数の予め設定された設計値からの偏差との差を低減するように前記局部発振周波数を調整する自動周波数調整部とを備え、

前記中間周波数フィルタの通過帯域幅 B_{IF} は、前記無線信号の変調周波数を f_{MOD} 、前記設定偏移量を f_{DEV} 、前記搬送波周波数の設計値からのずれの最大値である搬送波周波数最大偏差を f_{TXMAX} 、前記局部発振周波数の設計値からのずれの最大値である局部発振周波数最大偏差を f_{RXMAX} とすると、下記の式(1)

$$B_{IF} < 2 \times (f_{MOD} + f_{DEV} + f_{TXMAX} + f_{RXMAX}) \quad \cdot \cdot \cdot (1)$$

を満たすように設定されていること

を特徴とする無線通信システム。

【請求項 8】

前記無線受信装置は、さらに、

ユーザの操作指示を受け付ける操作ハンドルと、

負荷への給電経路を開閉するスイッチング素子と、

前記復調部により復調された信号、及び前記操作ハンドルにより受け付けられた操作指示に応じて、前記開閉部を開閉させるスイッチ制御部とを備えること

を特徴とする請求項 7 記載の無線通信システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、FSK (Frequency Shift Keying)、又は FM (Frequency Modulation) 変調方式の無線送信装置、及びこれを用いた無線通信システムに関する。

【背景技術】

【0002】

高精細な画像や動画など大容量のデータを伝送する無線通信システムにおいて、高速な通信速度が要求されるのは言うまでもないが、機器の制御信号など比較的小容量のデータを伝送する無線通信システムにおいても高速な通信速度が要求される場合がある。その一例は、送信器が電池を電源として駆動している場合である。

【0003】

電池駆動の送信器においては、その消費電力を低減することが特に強く求められる。消費電力を低減することにより、小型の電池が使用可能になり機器を小型化できる、電池交換や充電の必要がなくなる(または頻度を少なくすることができる)ためメンテナンス性が向上したり、電池交換や充電が可能な構造をとる必要がなくなり機器の小型化や低コスト化ができたりするなど、様々な利点を得ることができる。

【0004】

送信器の消費電力を低減する方法の1つとして、通信時間を短縮することが挙げられる。ある容量のデータを送信する場合に、通信時間を短縮するほど送信器を駆動させる時間を短くすることができる。その結果、消費電力を低減できる。

【0005】

図11は、背景技術に係る無線通信システムの構成を示すブロック図である。図11に示す無線通信システムは、無線送信装置100と、無線受信装置110とを備えている。無線送信装置100は、送信制御回路106、信号生成部101、無線送信部102、パワーアンプ103、送信アンテナ104、及び発振器105から構成される。

【0006】

10

20

30

40

50

送信制御回路 106 は送信トリガを検出すると、発振器 105 と信号生成部 101 とを動作させる。

【0007】

無線送信部 102 は、発振器 105 から出力される正弦波信号を、信号生成部 101 から出力される送信データで変調し、その変調信号をパワーアンプ 103 に送出する。発振器 105 の発振周波数は、搬送波の周波数として用いられる。

【0008】

パワーアンプ 103 は変調信号を増幅し、送信アンテナ 104 に伝達して、送信アンテナ 104 より空間に放射する。

【0009】

無線受信装置 110 は、受信アンテナ 111、ローノイズアンプ 112、RF フィルタ 113、ミキサ 114、IF (Intermediate Frequency) フィルタ 115、IF アンプ 116、検波器 117、ベースバンド回路部 118、自動周波数調整回路 119、及び局部発振回路 120 から構成される。

【0010】

受信アンテナ 111 で受信された高周波信号は、ローノイズアンプ 112 で増幅され RF フィルタ 113 で不要周波数成分を除去された後、ミキサ 114 によって局部発振回路 120 から出力される局部発振周波数の出力信号とミキシングされ、IF 信号に変換される。IF 信号は IF フィルタ 115 にて不要周波数成分を除去された後 IF アンプ 116 で増幅され、検波器 117 によって周波数 - 電圧変換された後、ベースバンド回路部 118 に伝達される。

【0011】

ここで、無線送信装置 100 の搬送波周波数と無線受信装置 110 の局部発振周波数とが、温度の影響を受けるなどして互いに設計値からずれている場合、IF 信号の IF 周波数が設計値から外れる。このとき、検波器 117 によって周波数 - 電圧変換された信号も、設計値から外れてしまい、受信感度が低下する。

【0012】

そこで、検波器 117 の出力信号が自動周波数調整回路 119 に入力されるようになっている。そして、自動周波数調整回路 119 によって、IF 周波数が設計値に収束するように局部発振回路 120 の局部発振周波数の設計値からの偏差（ずれ量）と、無線送信装置 100 の搬送波周波数の設計値からの偏差（ずれ量）とが等しくなるように調節されて、受信感度の低下が抑制されるようになっている（例えば、特許文献 1 参照。）。

【0013】

また、一般に、FSK 変調方式や FM 変調方式の無線通信システムにおいて、通信速度を高速にするほど、変調信号の周波数スペクトラムが広がるため、それに応じて無線受信装置 110 に設けられている IF フィルタ 115 の通過帯域幅を広く設計する必要がある。

【0014】

変調周波数を f_{MOD} 、周波数偏移を f_{DEV} とすると、IF フィルタ 115 に要求される通過帯域幅 B_{IF}' は近似的に下記の式 (2) で表される (カーソン則)。

【0015】

$$B_{IF}' = 2 \times (f_{MOD} + f_{DEV}) \cdots (2)$$

さらに、無線通信システムの低コスト化を図るために、無線送信装置 100 側の発振器 105 や無線受信装置 110 の局部発振回路 120 に、温度補償機能をもたない低コストの発振器を使用する場合がある。このような場合、送受信器それぞれの基準発振周波数の温度変化をも考慮する必要があるため、IF フィルタ 115 に要求される通過帯域幅 B_{IF} は、下記の式 (3) で示される。

【0016】

$$B_{IF} = 2 \times (f_{MOD} + f_{DEV} + f_{TXMAX} + f_{RXMAX}) \cdots (3)$$

10

20

30

40

50

ここで、 f_{TXMAX} は送信装置側における基準発振周波数の最大偏差（偏差の絶対値の最大値）、 f_{RXMAX} は受信装置側における基準発振周波数の最大偏差（偏差の絶対値の最大値）である。

【0017】

一方、受信器の受信感度 SS は、一般に下記の式（4）で表される。

【0018】

$$SS [dBm] = -174 [dBm] + 10 \log F + 10 \log B_{IF} + 10 \log (S/N) \quad \dots (4)$$

ここで、 $-174 [dBm]$ は、50 系における通過帯域幅 $B_{IF} = 1 [Hz]$ 、室温 $290 [K]$ の条件における熱雑音電力、 F は受信器の雑音指数、 $10 \log B_{IF}$ は通過帯域幅 B_{IF} による雑音電力の変化分、 $10 \log (S/N)$ は受信器として必要な SN 比（信号対雑音比）である。

【0019】

受信感度 SS は、無線受信装置 110 が無線信号を正常に復調するために最低限必要な受信電力であるから、受信感度 SS が小さいほど無線受信装置 110 の感度がよいことを示している。そうすると、式（4）から、 IF フィルタ 115 の通過帯域幅 B_{IF} が狭い（値が小さい）ほど、雑音電力の影響が低減されて無線受信装置 110 の受信感度が向上することが明らかである。さらに、 IF フィルタ 115 の通過帯域幅 B_{IF} が狭いほど、隣接チャンネル選択度が向上するという利点が得られる。

【0020】

しかしながら、変調信号を確実に通過させるためには IF フィルタ 115 の通過帯域幅 B_{IF} は式（3）を満足する必要があるため、通信速度が高速（従って変調周波数 f_{MOD} の値が大きくなる）ほど IF フィルタ 115 の通過帯域幅 B_{IF} を広く（大きく）せざるを得ない。

【0021】

ここで、自動周波数調整回路 119 は、送受信器間での基準発振周波数のズレを補正するために、検波器 117 の出力信号から IF 周波数のズレ（= 搬送波周波数の設計値からの偏差と局部発振周波数の設計値からの偏差との差）を検知し、その検知結果を元に局部発振回路 120 の基準発振周波数を調整して IF 周波数のズレを補正する。

【0022】

自動周波数調整回路 119 による自動周波数調整の完了後は、 IF 周波数のズレがほぼゼロになるため、検波器 117 を最も高感度な周波数において動作させることができる。正常な復調動作を行うためには、自動周波数調整回路 119 は、当該通信システムにおける通信プロトコルにおいて、同一符号が連続する可能性のある最大の数と、ビット長との積に対して十分大きい時定数を持つ必要がある。

【0023】

そのため、受信を開始してから周波数の調整が完了するまで、時定数に応じた時間がかかってしまうことになる。そして、受信開始から周波数調整完了までの間は、搬送波周波数の設計値からの偏差と局部発振周波数の設計値からの偏差との差が無視できない。

【0024】

図 12 は、図 11 に示す無線通信システムの動作の一例を示す説明図である。無線送信装置 100 から送信される無線信号は、図 12 (a) に示すように、大別するとビット同期信号、フレーム同期信号およびデータの 3 つに分けられる。ビット同期信号は、受信器との間でビット同期をとるための信号で、 $1010 \dots$ の繰り返し信号である。フレーム同期信号は、受信器との間でフレーム同期をとるための信号で、通信システムに応じて特定のパターンが設定される。データは、実際に通信したい情報を含むビット列で、通信内容によって異なり、一般にはランダムなパターンとなる。

【0025】

そして、図 12 (b) に示すように、 IF 周波数の設計値を f_{IF0} 、自動周波数調整回路 119 による自動周波数調整の開始からの経過時間を t 、時間 t における IF 周波数

10

20

30

40

50

の設計値からのずれの絶対値の最大値を $f_{IF}(t)$ とすると、自動周波数調整が開始されるとき ($t = 0$) の設計値 f_{IF0} からのずれの絶対値の最大値 $f_{IF}(0)$ は、
 $f_{TXMAX} + f_{RXMAX}$ となる。

【0026】

そして、自動周波数調整回路119による自動周波数調整の実行と共に(時間 t の経過と共に)、局部発振回路120から出力される発振信号の周波数が調整されて、 $f_{IF}(t)$ は略「0」に収束する。

【0027】

このように、自動周波数調整が完了した後はIF周波数のズレがほぼ「0」になるものの、通信開始直後は、最大で $f_{IF}(0) = f_{TXMAX} + f_{RXMAX}$ だけ送信側と受信側とでIF周波数がずれる可能性がある。このため、自動周波数調整回路119を備えていても、IFフィルタ115の通過帯域幅 B_{IF} は、式(3)を満足する必要がある。従って、図12(c)に示すように、時間 $t = 0$ において、すくなくとも $B_{IF} = 2 \times (f_{MOD} + f_{DEV} + f_{TXMAX} + f_{RXMAX})$ となる。

10

【0028】

すなわち、基準発振周波数の温度変化が大きい場合、それにしたがってIFフィルタ115の通過帯域幅 B_{IF} も広く(大きく)する必要がある。その結果、式(4)に従い受信感度 SS が劣化(増大)することになる。

【0029】

そこで、自動周波数調整が完了するまでの間、無線送信装置100がダミー信号を送信し続けることで、無線受信装置110側のIFフィルタ115の通過帯域幅 B_{IF} を小さくできるようにする通信システムが知られている。

20

【0030】

図13は、このような無線通信システムの動作を説明するための説明図である。無線送信装置100は、まず無変調の(搬送波周波数の)ダミー信号を送信し、無線受信装置110における自動周波数調整が完了後、本来送りたい信号を送信する。これにより、無線受信装置110が受信を開始するときは、無線信号(ダミー信号)には変調周波数 f_{MOD} と、周波数偏移 f_{DEV} とが含まれないので、IFフィルタ115に必要とされる通過帯域幅 B_{IF} は、図13(c)に示すように、 $2 \times (f_{TXMAX} + f_{RXMAX})$ となり、図12(c)に示す通過帯域幅 B_{IF} よりも小さくなるので、ダミー信号を用いない場合よりも通過帯域幅 B_{IF} の小さいIFフィルタ115を使用可能となる。

30

【特許文献1】特開昭58-14618号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0031】

しかしながら、上述のように、ダミー信号を付加すると、その分トータルの通信時間が長くなり、無線送信装置100の消費電力が増加してしまうという問題がある。前述のように、特に電池駆動の送信装置においては、消費電力低減が強く求められており、消費電力増加のデメリットは大きい。

【0032】

本発明の目的は、通信時間が増大するおそれを低減しつつ、無線受信装置におけるIFフィルタの通過帯域幅を狭くすることが容易な無線送信装置、及び無線通信システムを提供することである。

40

【課題を解決するための手段】

【0033】

本発明に係る無線送信装置は、無線信号の周波数を、搬送波周波数から偏移させることによって変調し、当該変調された無線信号を無線受信装置へ送信する無線送信装置であって、連続する、 n (n は整数) 個の論理値「1」を示す符号と、連続する、 n 個の論理値「0」を示す符号とが交互に繰り返される第1符号列と、当該第1符号列の後に続き、通信によって伝えたいデータを含む第2符号列とに対応する信号を生成する信号生成部と、

50

前記信号生成部によって生成された信号に応じて前記変調を行い、当該変調された無線信号を送信する送信部とを備え、前記信号生成部は、前記第1符号列の実効的な通信速度を、前記第2符号列の通信速度より遅くするように、前記第1符号列を生成する。

【0034】

この構成によれば、第1符号列に応じて変調された無線信号は、通信によって伝えたいデータを含む第2符号列を示す無線信号より通信速度が実効的に遅くなっているため、無線信号の周波数帯域幅が狭くなっている。したがって、この無線信号が受信装置で受信された場合、受信装置における自動周波数調整の完了前においてもIFフィルタの通過帯域幅を狭くすることが容易である。さらに第2符号列を送信するときは第1符号列より早い通信速度でデータを送信できるので、通信時間が増大するおそれが少ない。これにより、通信時間が増大するおそれを低減しつつ、受信装置のIFフィルタの通過帯域幅を狭くすることが容易となる。

10

【0035】

また、前記第1符号列は、前記第1送信部によって送信される無線信号を受信する無線受信装置がビット同期をとるためのビット同期符号列であることが好ましい。

【0036】

この構成によれば、第1符号列をビット同期符号列とすることにより、無線送信装置は第1符号列と別にビット同期符号列を送信する必要がなくなる。これにより、通信時間が増大するおそれを低減しつつ、受信装置のIFフィルタの通過帯域幅を狭くすることが容易となる。

20

【0037】

また、前記第1符号列の継続時間は、前記無線受信装置において、受信された無線信号に基づき受信しようとする無線信号の周波数を調整する自動周波数調整を実行するために必要となる時間として予め設定された調整時間以上に設定されていることが好ましい。

【0038】

この構成によれば、無線受信装置において、自動周波数調整が完了するまで第1符号列の受信が継続するので、自動周波数調整の完了前に第2符号列の送信が開始されて通信速度が増大し、受信装置においてIFフィルタの通過帯域幅が不足したり、その結果受信感度が低下したりするおそれが低減される。

【0039】

また、前記送信部によって、前記変調された無線信号の送信が開始される前に無変調の無線信号を送信させる無変調送信部をさらに備え、前記無変調の無線信号の継続時間と前記第1符号列の継続時間との合計が、前記無線受信装置において、受信された無線信号に基づき受信しようとする無線信号の周波数を調整する自動周波数調整を実行するために必要となる時間として予め設定された調整時間以上に設定されていることが好ましい。

30

【0040】

この構成によれば、第1符号列の前に無変調信号が付加されるため、無線受信装置において、受信開始時に必要なIFフィルタの通過帯域幅をさらに狭くすることが容易となる。また、背景技術のように、調整時間の間、ダミー信号を送信し続ける必要がない。これにより、このような背景技術よりも通信時間が増大するおそれを低減することができる。さらに、無線受信装置において自動周波数調整が完了するまで無変調信号とそれに続く第1符号列が継続するので、自動周波数調整の完了前に第2符号列の送信が開始されて通信速度が増大し、受信装置においてIFフィルタの通過帯域幅が不足したり、その結果受信感度が低下したりするおそれが低減される。

40

【0041】

また、前記信号生成部は、前記 n を2以上の整数とすることにより、前記第1符号列の実効的な通信速度を、前記第2符号列の通信速度の $1/n$ に減じることが好ましい。

【0042】

この構成によれば、第1符号列において、論理値「1」を示す符号、及び論理値「0」を示す符号それぞれの連続数を2以上にすることで、第1符号列の実効的な通信速度を、

50

第 2 符号列の $1/n$ に減じることができるので、第 1 符号列の送信における通信速度の制御が容易である。

【 0 0 4 3 】

また、前記信号生成部は、前記 n を 1 とし、前記第 1 符号列における論理値「1」を示す符号及び論理値「0」を示す符号それぞれについて、一符号の継続時間を、前記第 2 符号列における一符号の継続時間より長くすることによって、前記第 1 符号列の実効的な通信速度を前記第 2 符号列の通信速度より減じようとしてもよい。

【 0 0 4 4 】

この構成によれば、第 1 符号列における一符号の継続時間を、第 2 符号列における一符号の継続時間より長くすることによって、第 1 符号列の実効的な通信速度を第 2 符号列の通信速度より遅くすることができる。

【 0 0 4 5 】

また、本発明に係る無線通信システムは、上述の無線送信装置と、前記無線信号を受信する無線受信装置とを備え、前記無線受信装置は、前記無線信号を受信する受信部と、局部発振周波数の発振信号を生成する局部発振部と、前記受信部によって取得された受信信号と前記局部発振部によって生成された発振信号とを混合し、前記受信信号を中間周波数に変換して中間周波数信号を生成する混合部と、記混合部で生成された中間周波数信号を濾波する中間周波数フィルタと、前記中間周波数フィルタによって濾波された信号を復調する復調部と、前記受信部によって受信された前記無線信号に基づいて、前記無線送信装置から送信される無線信号の搬送波周波数の予め設定された設計値からの偏差と前記局部発振周波数の予め設定された設計値からの偏差との差を低減するように前記局部発振周波数を調整する自動周波数調整部とを備え、前記中間周波数フィルタの通過帯域幅 B_{IF} は、前記無線信号の変調周波数を f_{MOD} 、前記設定偏差量を f_{DEV} 、前記搬送波周波数の設計値からのずれの最大値である搬送波周波数最大偏差を f_{TXMAX} 、前記局部発振周波数の設計値からのずれの最大値である局部発振周波数最大偏差を f_{RXMAX} とすると、下記の式 (1)

$$B_{IF} < 2 \times (f_{MOD} + f_{DEV} + f_{TXMAX} + f_{RXMAX}) \quad \cdot \cdot \cdot (1)$$

を満たすように設定されている。

【 0 0 4 6 】

この構成によれば、上述の無線送信装置を用いることで、背景技術のように、式 (3) に基づき IF フィルタに要求される通過帯域幅よりも、通過帯域幅 B_{IF} を狭くして受信感度および隣接チャネル選択度を向上させることができる。また、符号としての意味を持たないダミー信号を用いる必要がないので、通信時間が増大するおそれを低減しつつ、無線受信装置における IF フィルタの通過帯域幅を狭くすることが容易となる。

【 0 0 4 7 】

また、前記無線受信装置は、さらに、ユーザの操作指示を受け付ける操作ハンドルと、負荷への給電経路を開閉するスイッチング素子と、前記復調部により復調された信号、及び前記操作ハンドルにより受け付けられた操作指示に応じて、前記開閉部を開閉させるスイッチ制御部とを備えることが好ましい。

【 0 0 4 8 】

この構成によれば、無線信号を用いて負荷をオン、オフするスイッチシステムにおいて、上述の無線送信装置を負荷の制御信号を送信する無線送信装置として用いることで、通信時間が増大するおそれを低減しつつ、無線受信装置における IF フィルタの通過帯域幅を狭くすることが容易となる。

【 発明の効果 】

【 0 0 4 9 】

このような構成の無線送信装置は、第 1 符号列に応じて変調された無線信号は、通信によって伝えたいデータを含む第 2 符号列を示す無線信号より通信速度が実効的に遅くなっているため、無線信号の周波数帯域幅が狭くなっている。したがって、この無線信号が受

10

20

30

40

50

信装置で受信された場合、受信装置における自動周波数調整の完了前においてもIFフィルタの通過帯域幅を狭くすることが容易である。さらに第2符合列を送信するときは第1符合列より早い通信速度でデータを送信できるので、通信時間が増大するおそれが少ない。これにより、通信時間が増大するおそれを低減しつつ、受信装置のIFフィルタの通過帯域幅を狭くすることが容易となる。

【0050】

また、このような構成の無線通信システムは、上述の無線送信装置を用いることで、背景技術のように、式(3)に基づきIFフィルタに要求される通過帯域幅よりも、通過帯域幅 B_{IF} を狭くして受信感度および隣接チャネル選択度を向上させることができる。また、符号としての意味を持たないダミー信号を用いる必要がないので、通信時間が増大するおそれを低減しつつ、無線受信装置におけるIFフィルタの通過帯域幅を狭くすることが容易となる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0051】

以下、本発明に係る実施形態を図面に基づいて説明する。なお、各図において同一の符号を付した構成は、同一の構成であることを示し、その説明を省略する。

【0052】

(第1実施形態)

図1は、本発明の一実施形態に係る無線送信装置と、この無線送信装置から送信された無線信号を受信する無線受信装置とを備えた無線通信システムの一例を示す説明図である。図1に示す無線通信システム1は、無線信号を送信する無線送信装置2と、無線信号に応じて照明負荷LDを点滅するスイッチ装置として機能する無線受信装置3とを備えている。無線受信装置3は、照明負荷LDと直列接続されて、電源(商用交流電源)ACに接続されている。なお、負荷は、蛍光灯及び蛍光灯電子安定器などの照明負荷LDに限られず、他の照明負荷や、照明負荷以外の負荷であってもよい。

20

【0053】

また、無線受信装置3の前面には、操作ハンドル10が設けられている。

【0054】

図2は、図1に示す無線受信装置3の構成の一例を示すブロック図である。無線受信装置3は、無線受信回路31、スイッチング素子11、スイッチ制御部12、及びスイッチ入力部13を備えている。

30

【0055】

スイッチ入力部13は、例えば操作ハンドル10と連動するように配設されたタクトスイッチを用いて構成されている。スイッチング素子11は、例えばトライアック等のスイッチング素子である。スイッチング素子11は、スイッチ制御部12からの制御信号に応じて照明負荷LDへの給電経路を開閉する。

【0056】

スイッチ制御部12は、例えばマイクロコンピュータを用いて構成されている。そして、スイッチ制御部12は、無線送信装置2から送信され、無線受信回路31によって受信された信号、及びスイッチ入力部13から出力されたオン、オフ信号に応じて、スイッチング素子11を開閉させる。

40

【0057】

図3は、図2に示す無線受信回路31の構成の一例を示すブロック図である。図3に示す無線受信回路31は、受信アンテナRANT、ローノイズアンプLNA、RFフィルタRFF、ミキサMIX(混合部)、IFフィルタIFF(中間周波数フィルタ)、IFアンプIFA、検波器DTC、ベースバンド回路部RBB、自動周波数調整回路AFC(自動周波数調整部)、及び局部発振回路LOを備えている。この場合、受信アンテナRANT、ローノイズアンプLNA、及びRFフィルタRFFが受信部の一例に相当し、検波器DTC及びベースバンド回路部RBBが復調部の一例に相当している。

【0058】

50

そして、スイッチング素子 11 のオンオフ指示を示す無線信号が、無線送信装置 2 から送信され、無線受信回路 31 の受信アンテナ RANT で受信される。受信アンテナ RANT で受信された高周波の無線信号は、ローノイズアンプ LNA で増幅され RF フィルタ RFF で不要周波数成分を除去された後、ミキサ MIX によって局部発振回路 LO から出力される基準発振周波数（局部発振周波数）の出力信号とミキシングされ、IF 信号に変換される。

【0059】

IF 信号は IF フィルタ IFF にて不要周波数成分を除去された後 IF アンプ IFA で増幅され、さらに検波器 DTC によって周波数 - 電圧変換された後ベースバンド回路部 RBB に伝達され、さらにベースバンド回路部 RBB でベースバンドに変換された受信データが、スイッチ制御部 12 へ出力される。

10

【0060】

これにより、スイッチ制御部 12 によって、無線送信装置 2 から送信された無線信号に応じて、スイッチング素子 11 の開閉が行われる。

【0061】

ここで、無線送信装置 2 の基準発振周波数と無線受信回路 31 の基準発振周波数とが、温度の影響を受けるなどして互いにずれている場合、IF 信号の IF 周波数が設計値からずれる。このとき、検波器 DTC によって周波数 - 電圧変換された信号も、設計値からずれてしまい、受信感度が低下する。

20

【0062】

そこで、検波器 DTC の出力信号が自動周波数調整回路 AFC に入力される。そして、自動周波数調整回路 AFC は、局部発振回路 LO の局部発振周波数の設計値からのずれと、無線送信装置 100 のから送信される無線信号の搬送波周波数の設計値からのずれとが等しくなるように局部発振周波数を調節して、IF 周波数を設計値に収束させる。

【0063】

図 4 は、図 1 に示す無線送信装置 2 の構成の一例を示すブロック図である。図 4 に示す無線送信装置 2 は、送信制御回路 TCC、信号生成部 SG、送信 RF 回路 TRF（送信部）、基準発振器 OSC、パワーアンプ PA、及び送信アンテナ TANT を備えている。

【0064】

送信制御回路 TCC は送信トリガを検出すると、基準発振器 OSC と信号生成部 SG とを動作させる起動回路である。

30

【0065】

信号生成部 SG は、例えば所定の演算処理を実行する CPU（Central Processing Unit）と、所定の制御プログラムが記憶された ROM（Read Only Memory）と、データを一時的に記憶する RAM（Random Access Memory）と、これらの周辺回路等とを備えて構成されている。そして、信号生成部 SG は、例えば ROM に記憶された制御プログラムを実行することにより、ビット同期信号送信部 21、フレーム同期信号送信部 22、及びデータ送信部 23 として機能する。

【0066】

なお、信号生成部 SG は、CPU を用いる例に限られず、例えばステートマシンや論理回路等を用いて構成されていてもよい。

40

【0067】

ビット同期信号送信部 21 は、送信 RF 回路 TRF へ、ビット同期を取るためのビット同期符号列（第 1 符号列）を表す信号 S1 を、送信 RF 回路 TRF へ送信することで、送信 RF 回路 TRF によってビット同期信号を送信させる。ビット同期符号列は、連続する、 n （ n は 2 以上の整数）個の論理値「1」を示す符号と、連続する、 n 個の論理値「0」を示す符号とが交互に繰り返されて構成されている。

【0068】

ビット同期信号送信部 21 は、例えば、 $n = 2$ の場合、11001100・・・を繰り返すビット同期符号列を生成し、 $n = 3$ の場合、111000111000・・・を繰り返す

50

返すビット同期符号列を生成し、信号 S 1 として送信 R F 回路 T R F へ出力する。そうすると、例えば $n = 2$ の場合、図 5 (a) に示すように、送信 R F 回路 T R F によって、ビット同期符号列「1 1 0 0 1 1 0 0 . . .」に応じたビット同期信号が生成され、無線信号として送信される。

【 0 0 6 9 】

そうすると、ビット同期信号における論理値「1」を示す符号のパルス幅、及び論理値「0」を示す符号のパルス幅は、それぞれ信号 S 1 における 2 ビット分 (n ビット分) のパルス幅 W_b となる。

【 0 0 7 0 】

フレーム同期信号送信部 2 2 は、ビット同期信号送信部 2 1 によりビット同期符号列が送信された後、信号 S 1 を送信 R F 回路 T R F へ送信することにより、送信 R F 回路 T R F によって、フレーム同期をとるためのフレーム同期符号列を送信させる。

10

【 0 0 7 1 】

データ送信部 2 3 は、フレーム同期信号送信部 2 2 によりフレーム同期符号列が送信された後、通信によって伝えたいデータを表すデータ符号列 (第 2 符号列) を信号 S 1 として送信 R F 回路 T R F へ送信する。そして、送信 R F 回路 T R F によって、データ符号列に応じたデータ信号が生成され、無線信号として送信される。

【 0 0 7 2 】

データ符号列における論理値「1」を示す符号のパルス幅、及び論理値「0」を示す符号のパルス幅は、それぞれ信号 S 1 における 1 ビット分のパルス幅 W_d となる。この場合、ビット同期信号におけるパルス幅 W_b は、データ信号におけるパルス幅 W_d の n 倍となる。そうすると、通信速度 (送信速度) はパルス幅の逆数になるから、ビット同期符号列の実効的な通信速度はデータ符号列の通信速度の $1 / n$ に減じられる。

20

【 0 0 7 3 】

基準発振器 O S C は、例えば水晶発振器を用いて構成されており、変調に用いられる搬送波周波数の発振信号を送信 R F 回路 T R F へ出力する。

【 0 0 7 4 】

送信 R F 回路 T R F は、信号生成部 S G から出力された符号列を示す信号 S 1 を、基準発振器 O S C から出力された発振信号に基づいて F S K 変調し、その変調信号をパワーアンプ P A に送出する。

30

【 0 0 7 5 】

パワーアンプ P A は変調信号を増幅し、送信アンテナ T A N T に伝達する。そうすると、送信アンテナ T A N T から空間に無線信号が放射される。

【 0 0 7 6 】

図 5 は、図 1 に示す無線通信システム 1 の動作の一例を説明するための説明図である。図 5 (a) は無線送信装置 2 から送信される無線信号を示し、図 5 (b) はその無線信号が無線受信装置 3 によって受信された場合にミキサ M I X から I F フィルタ I F F へ出力される I F 信号の周波数の取り得る範囲 (上限と下限) を示し、図 5 (c) は無線送信装置 2 における F S K 変調の周波数偏移量を示し、図 5 (d) は無線送信装置 2 における I F フィルタ I F F で必要となる通過帯域幅 $B_{I F}$ を示している。また、図 5 (a) ~ 図 5 (d) の横軸は、自動周波数調整回路 A F C による自動周波数調整の開始からの経過時間 t を示している。

40

【 0 0 7 7 】

まず、時間 $t = 0$ において、無線送信装置 2 で例えば信号生成部 S G に接続された図略の人体センサによって人が検知される等して送信トリガが発生する。このような送信トリガが発生すると、送信制御回路 1 0 6 によって、発振器 1 0 5 と信号生成部 1 0 1 とが起動される。

【 0 0 7 8 】

次に、ビット同期信号送信部 2 1 は、上述のビット同期符号列、例えば「1 1 0 0 1 1 0 0 . . .」を表す信号 S 1 を出力して、送信 R F 回路 T R F から、周波数偏移 $f_{D E V}$

50

のビット同期信号を、無線受信回路 31 の自動周波数調整回路 A F C が自動周波数調整を実行するために必要となる時間として予め設定された調整時間 T_{AFC} の間、送信させる。

【0079】

図 6 は、ビット同期符号列及びデータと、通信速度との関係を説明するための説明図である。図 6 において、縦軸は無線信号の周波数 f 、横軸は時間 t を示している。図 6 (a) は、ビット同期符号列「11001100・・・」を送信する際の、無線信号の変調を示している。図 6 (a) に示すように、ビット同期符号列における 4 ビット ($2n$) に対応する期間が、変調周期 T_{MODb} に対応している。そうすると、ビット同期信号の通信速度 (シンボルレート) は、 $2 / T_{MODb}$ [bps] となる。

10

【0080】

そして、このビット同期信号が無線受信装置 3 によって受信されると、自動周波数調整回路 A F C による局部発振回路 L O の発振周波数の自動調整が開始される (時間 $t = 0$)。ここで、無線受信装置 3 における I F 周波数の設計値を f_{IF0} 、時間 t における I F 周波数の設計値からのずれの絶対値の最大値を $f_{IF}(t)$ とすると、自動周波数調整が開始されるとき ($t = 0$) のずれの絶対値の最大値 $f_{IF}(0)$ は、 $f_{TXMAX} + f_{RXMAX}$ となる。

【0081】

すなわち、時間 $t = 0$ において、I F 周波数は、 $f_{IF0} - (f_{TXMAX} + f_{RXMAX}) \sim f_{IF0} + (f_{TXMAX} + f_{RXMAX})$ の範囲となる。このとき、I F フィルタ I F F は、この周波数範囲を通過させる必要があるから、時間 $t = 0$ において必要な通過帯域幅 B_{IF} は、式 (3) から、下記の式 (5) で示される (図 5 (d))

20

【0082】

$B_{IF} = 2 \times \{ (f_{MOD} / n) + f_{DEV} + f_{TXMAX} + f_{RXMAX} \}$ ($t = 0$ の場合) …… (5)

そして、自動周波数調整回路 A F C による自動周波数調整の実行と共に (時間 t の経過と共に)、局部発振回路 L O から出力される発振信号の周波数が調整されて、自動周波数調整を実行するために必要となる時間である調整時間 T_{AFC} の経過後、 $f_{IF}(t)$ は略「0」に収束する。

30

【0083】

ここで、ビット同期信号の符号長は、ビット同期信号を送信するのにかかる時間であるビット送信時間 T_B が、調整時間 T_{AFC} より長くなるように予め設定されている。

【0084】

時間 t が、 $0 < t < T_{AFC}$ の期間において、I F フィルタ I F F に要求される通過帯域幅 B_{IF} は、下記の式 (6) で示される。

【0085】

$B_{IF} = 2 \times \{ (f_{MOD} / n) + f_{DEV} + f_{IF}(t) \}$ ($0 < t < T_{AFC}$ の場合) …… (6)

図 5 (d) においては、 $n = 2$ の場合の例を示している。

40

【0086】

その結果、調整時間 T_{AFC} が経過した後は、 $f_{IF}(t) = 0$ であるから、時間 t が、 $t = T_{AFC}$ の期間において、I F フィルタ I F F に要求される通過帯域幅 B_{IF} は、下記の式 (7) で示される。

【0087】

$B_{IF} = 2 \times \{ (f_{MOD} / n) + f_{DEV} \}$ ($t = T_{AFC}$ の場合) …… (7)

図 5 (d) においては、 $n = 2$ の場合の例を示している。

【0088】

ビット送信時間 T_B が経過すると、フレーム同期信号送信部 22 は、上述のビット同期符号列に応じた信号 S1 を出力して、送信 R F 回路 T R F から、周波数偏移 f_{DEV} のフ

50

フレーム同期信号を送信させる。

【0089】

そして、フレーム同期信号の送信が終わると、データ送信部23は、信号S1を出力して、送信RF回路TRFから、周波数偏移 f_{DEV} のデータ信号を送信させる。この場合、データ信号は、例えばスイッチ制御部12にスイッチング素子11のオン、オフを指示する符号列を表しており、一般的にランダムな符号パターンになっている。

【0090】

図6(b)は、データ信号を送信する際の、無線信号の変調を示している。図6(b)においては、説明を容易にするためデータ列として「1010」を送信する例を示している。そうすると、図6(b)に示すように、データ列における2ビットに対応する期間が、変調周期 T_{MOD} に対応する。そうすると、データ信号の通信速度は、 $2/T_{MOD}$ となる。

10

【0091】

ここで、ビット同期符号列における4ビット($2n$)に対応する期間が変調周期 T_{MOD} に対応しており、データ列における2ビットに対応する期間が変調周期 T_{MOD} に対応しているから、 $T_{MOD} = n \times T_{MOD}$ となる。そうすると、ビット同期信号の通信速度は、 $2/T_{MOD} = 2/(n \times T_{MOD})$ となるから、ビット同期信号の実効的な通信速度はデータ信号の $1/n$ となる。

【0092】

ここで、ビット同期における変調周波数(=シンボルレート/2)は、 $1/T_{MOD} = 1/(n \times T_{MOD}) = f_{MOD}/n$ となるから、上記式(6)、式(7)における f_{MOD}/n の項が得られる。

20

【0093】

なお、 n を2以上の整数とすることにより、ビット同期信号の実効的な通信速度を、前記第2符号列の通信速度の $1/n$ に減じる例を示したが、例えば図7に示すように、 n を1とし、ビット同期符号列における論理値「1」を示す符号及び論理値「0」を示す符号それぞれについて、一符号の継続時間であるパルス幅 W_b を、データ符号列における一符号の継続時間であるパルス幅 W_d より長くすることによって(例えば n 倍にすることによって)、ビット同期符号列の実効的な通信速度をデータ符号列の通信速度より減じるようにしてもよい。

30

【0094】

そして、ビット同期信号やデータ信号を含む無線信号の全体を通じて、これを受信するためにIFフィルタIFFに要求される通過帯域幅 B_{IF} は、式(5)及び式(7)から、 $2 \times \{ (f_{MOD}/n) + f_{DEV} + f_{TXMAX} + f_{RXMAX} \}$ と、 $\{ (f_{MOD}/n) + f_{DEV} \}$ とのうちいずれか大きいほうになる(図5(d)では前者の方が大きい例を示している)。

【0095】

一方、図12に示す背景技術では、ビット同期信号における変調周波数が、データ送信時と同じ変調周波数 f_{MOD} となるため、IFフィルタ115に要求される通過帯域幅は、式(3)から $B_{IF} = 2 \times (f_{MOD} + f_{DEV} + f_{TXMAX} + f_{RXMAX})$ となる。そうすると、IFフィルタIFFに要求される通過帯域幅 B_{IF} は、 $2 \times \{ (f_{MOD}/n) + f_{DEV} + f_{TXMAX} + f_{RXMAX} \}$ と、 $\{ (f_{MOD}/n) + f_{DEV} \}$ とのうちいずれであったとしても、 $2 \times (f_{MOD} + f_{DEV} + f_{TXMAX} + f_{RXMAX})$ より小さくなる。

40

【0096】

従って、IFフィルタIFFに要求される通過帯域幅 B_{IF} を、下記の式(8)を満たす値に設定することが可能となる。

【0097】

$B_{IF} < 2 \times (f_{MOD} + f_{DEV} + f_{TXMAX} + f_{RXMAX}) \dots (8)$

50

そして、IFフィルタIFFに要求される通過帯域幅 B_{IF} を、式(8)を満たすように設定することで、式(4)から、図12に示す背景技術よりも、通過帯域幅 B_{IF} を狭くして、無線受信回路31の受信感度SSを向上する(小さくする)ことができる。

【0098】

図8は、無線信号のスペクトラム波形を示す図である。図8(a)は、図12に示す背景技術に係るビット同期信号のスペクトラム波形を示し、図8(b)は、図4に示す無線送信装置2($n=2$)におけるビット同期信号のスペクトラム波形を示している。

【0099】

図8に示すように、図8(a)に示す背景技術に係るビット同期信号のスペクトラム波形よりも、図8(b)に示す無線送信装置2におけるビット同期信号のスペクトラム波形の方が、無線信号の周波数分布が狭い範囲に収まっており、IFフィルタIFFに要求される通過帯域幅 B_{IF} を狭くできることが判る。

10

【0100】

なお、本実施形態では、無線送信装置2と無線受信装置3とがそれぞれ1台の無線通信システムを示したが、無線送信装置2と無線受信装置3とのいずれか一方もしくは両方が複数台からなる無線通信システムであってもよい。

【0101】

以上のように構成された無線通信システム1は、ダミー信号を用いることなく無線受信回路31の受信感度SSを向上する(小さくする)ことができるので、ダミー信号により通信時間が増大するおそれを低減しつつ、無線受信装置におけるIFフィルタの通過帯域幅を狭くすることができる。そして、無線受信装置におけるIFフィルタの通過帯域幅を狭くすることができれば、受信感度を向上したり、隣接チャネル選択度を向上させたりすることが容易となる。

20

【0102】

(第2実施形態)

次に、本発明の第2実施形態に係る無線通信システムについて説明する。第2実施形態に係る無線通信システムは、第1実施形態に係る無線通信システムとは、無線送信装置2の代わりに無線送信装置2aを備える点で異なる。

【0103】

図9は、第2実施形態に係る無線送信装置2aの構成の一例を示すブロック図である。図9に示す無線送信装置2aは、図4に示す無線送信装置2とは、送信制御回路TCCaの構成が異なる。

30

【0104】

送信制御回路TCCaは、送信制御回路TCCは送信トリガを検出すると、基準発振器OSCを起動すると共に、ビット同期信号送信部21によってビット同期信号を送信させる前に、無変調の信号、すなわち搬送波周波数の信号を、ダミー信号として送信RF回路TRFによって送信させる。そして、送信制御回路TCCaは、ダミー信号の送信後にビット同期信号送信部21によるビット同期信号の送信を開始させる。この場合、送信制御回路TCCaは、無変調送信部の一例に相当している。

【0105】

40

また、送信制御回路TCCaによるダミー信号の送信にかかる時間をダミー送信時間 T_D とすると、ビット同期信号送信部21によりビット同期信号の送信が実行される時間とダミー送信時間 T_D との合計が、調整時間 T_{AFC} 以上に設定されている。また、ダミー送信時間 T_D は、調整時間 T_{AFC} より短くされている。

【0106】

その他の構成は図4に示す無線送信装置2と同様であるのでその説明を省略し、以下本実施形態の動作について説明する。図10は、図9に示す無線送信装置2aと、無線受信装置3とを用いた無線通信システムの動作の一例を説明するための説明図である。図10においては、送信制御回路TCCaによるダミー信号の開始時を時間 $t=0$ としている。

【0107】

50

無変調のダミー信号は、変調によるスペクトラムの拡散がないため、無線受信回路31においてダミー信号を受信するためにIFフィルタIFFに要求される通過帯域幅 B_{IF} は、 $2 \times (f_{TXMAX} + f_{RXMAX})$ となる。

【0108】

これにより、無線送信装置2aは、 $0 < t < T_D$ の期間においては周波数偏移 f_{DEV} をゼロとする。そして、無線受信回路31によってこのダミー信号が受信されると、自動周波数調整回路AFCの動作により、 $f_{IF}(t)$ は徐々に減少する。

【0109】

そして、ダミー送信時間 T_D が経過してダミー信号の送信が終了すると、ビット同期信号送信部21によるビット同期信号の送信が開始される。

10

【0110】

そうすると、無線受信回路31のIFフィルタIFFに要求される通過帯域幅 B_{IF} は、式(3)に基づき以下の式(9)~(12)で与えられる。

【0111】

$B_{IF} = 2 \times (f_{TXMAX} + f_{RXMAX})$ ($t = 0$ の場合) \cdots (9)

$B_{IF} = 2 \times f_{IF}(t)$ ($0 < t < T_D$ の場合) \cdots (10)

$B_{IF} = 2 \times \{ (f_{MOD}/2) + f_{DEV} + f_{IF}(t) \}$ ($T_D < t < T_D + T_B$ の場合) \cdots (11)

$B_{IF} = 2 \times (f_{MOD} + f_{DEV})$ ($t > T_D + T_B$ の場合) \cdots (12)

20

【0112】

そして、無線信号の全体を通じて、これを受信するためにIFフィルタIFFに要求される通過帯域幅 B_{IF} は、式(9)~(12)から、 $2 \times (f_{TXMAX} + f_{RXMAX})$ 、 $2 \times \{ (f_{MOD}/2) + f_{DEV} + f_{IF}(T_D) \}$ 、及び $2 \times (f_{MOD} + f_{DEV})$ のうちの最大値になる(図10(d)では、 $2 \times (f_{TXMAX} + f_{RXMAX})$ が最も大きい例を示している)。

【0113】

特に、 $2 \times (f_{TXMAX} + f_{RXMAX}) = 2 \times \{ (f_{MOD}/2) + f_{DEV} + f_{IF}(T_D) \} = 2 \times (f_{MOD} + f_{DEV})$ となるように、周波数偏移 f_{DEV} 、及びダミー送信時間 T_D を設定すると、IFフィルタIFFの通過帯域幅を最も効率的に利用することができる。

30

【0114】

これにより、図13に示す背景技術では、少なくとも調整時間 T_{AFC} の間、ダミー信号を送信し続ける必要があったが、図10に示す無線送信装置2aは、ダミー送信時間 T_D を調整時間 T_{AFC} より短くできるので、図13に示す背景技術と比べて、通信時間が増大するおそれを低減しつつ、無線受信回路31におけるIFフィルタIFFの通過帯域幅を狭くすることが容易となる。

【0115】

なお、本実施形態では、無線送信装置2aと無線受信装置3とがそれぞれ1台の無線通信システムを示したが、無線送信装置2aと無線受信装置3とのいずれか一方もしくは両方が複数台からなる無線通信システムであってもよい。

40

【図面の簡単な説明】

【0116】

【図1】本発明の一実施形態に係る無線送信装置と、この無線送信装置から送信された無線信号を受信する無線受信装置とを備えた無線通信システムの一例を示す説明図である。

【図2】図1に示す無線受信装置の構成の一例を示すブロック図である。

【図3】図2に示す無線受信回路の構成の一例を示すブロック図である。

【図4】図1に示す無線送信装置の構成の一例を示すブロック図である。

【図5】図1に示す無線通信システムの動作の一例を説明するための説明図である。

【図6】ビット同期符号列及びデータと、通信速度との関係を説明するための説明図であ

50

る。

【図7】ビット同期符号列における一符号のパルス幅の他の一例を示す説明図である。

【図8】無線信号のスペクトラム波形を示す図である。

【図9】第2実施形態に係る無線送信装置の構成の一例を示すブロック図である。

【図10】図9に示す無線送信装置を用いた無線通信システムの動作の一例を説明するための説明図である。

【図11】背景技術に係る無線通信システムの構成を示すブロック図である。

【図12】背景技術に係る無線通信システムの動作の一例を示す説明図である。

【図13】背景技術に係る無線通信システムの動作の他の一例を示す説明図である。

【符号の説明】

10

【0117】

1 無線通信システム

2, 2a 無線送信装置

3 無線受信装置

10 操作ハンドル

21 ビット同期信号送信部

22 フレーム同期信号送信部

23 データ送信部

31 無線受信回路

AFC 自動周波数調整回路

BIF 通過帯域幅

DTC 検波器

fDEV 周波数偏移

fIF0 IF周波数設計値

fMOD 変調周波数

IFA IFアンプ

IFF IFフィルタ

LNA ローノイズアンプ

LO 局部発振回路

MIX ミキサ

OSC 基準発振器

PA パワーアンプ

RANT 受信アンテナ

RBB ベースバンド回路部

RF RFフィルタ

SG 信号生成部

T AFC 調整時間

T ANT 送信アンテナ

T B ビット送信時間

T CC, T CC a 送信制御回路

T D ダミー送信時間

T RF 送信RF回路

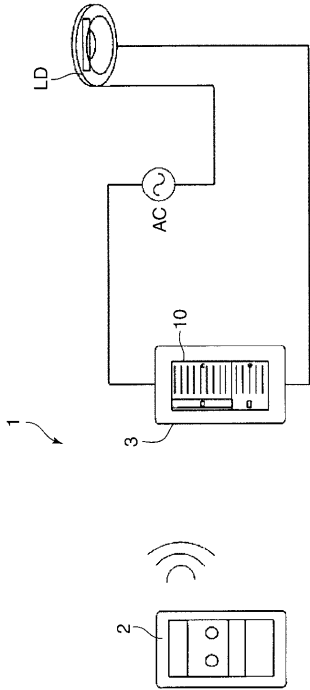
W b, W d パルス幅

20

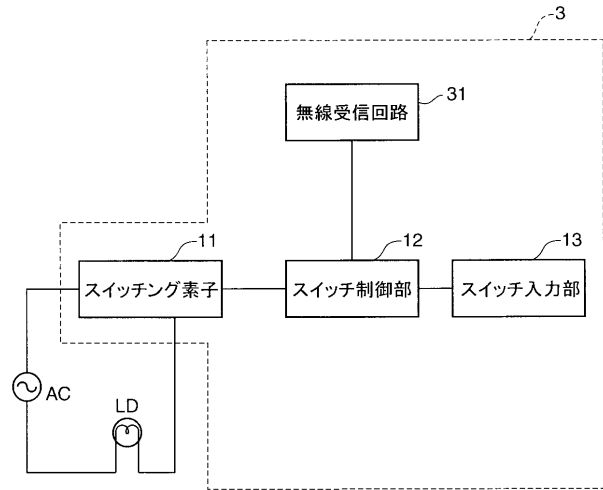
30

40

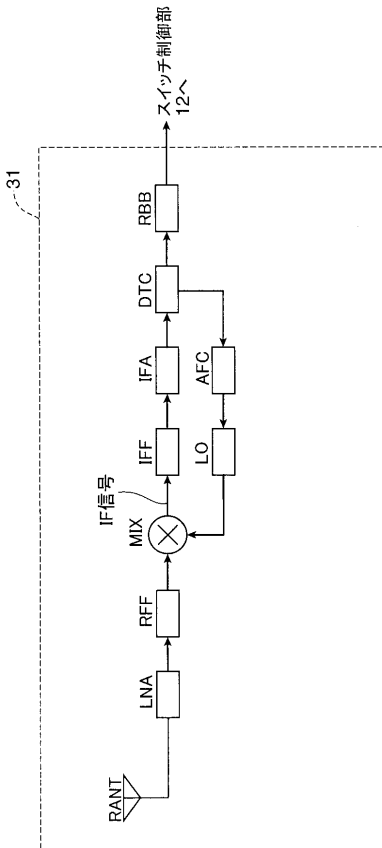
【図 1】



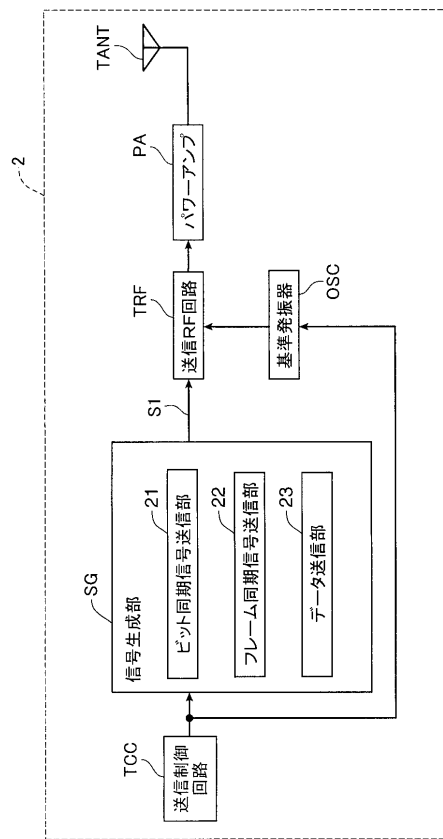
【図 2】



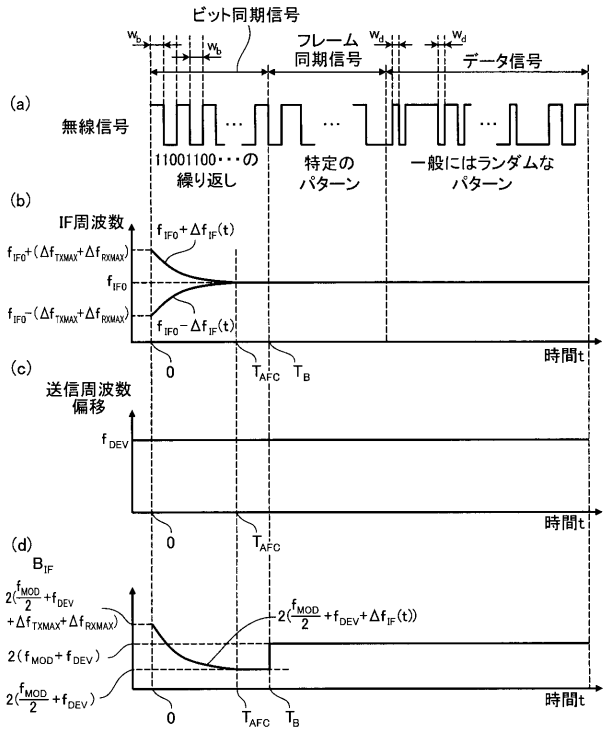
【図 3】



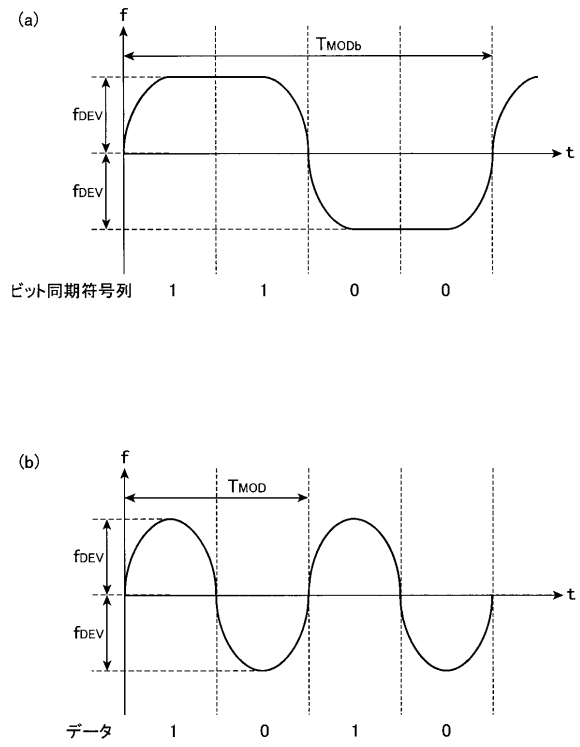
【図 4】



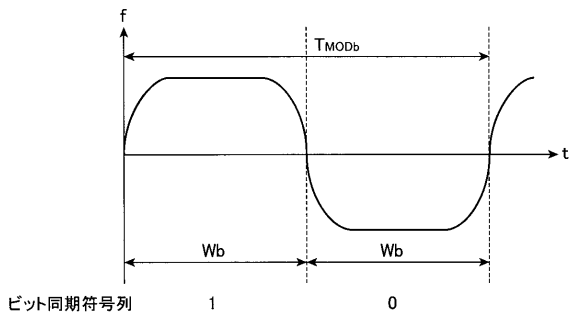
【 図 5 】



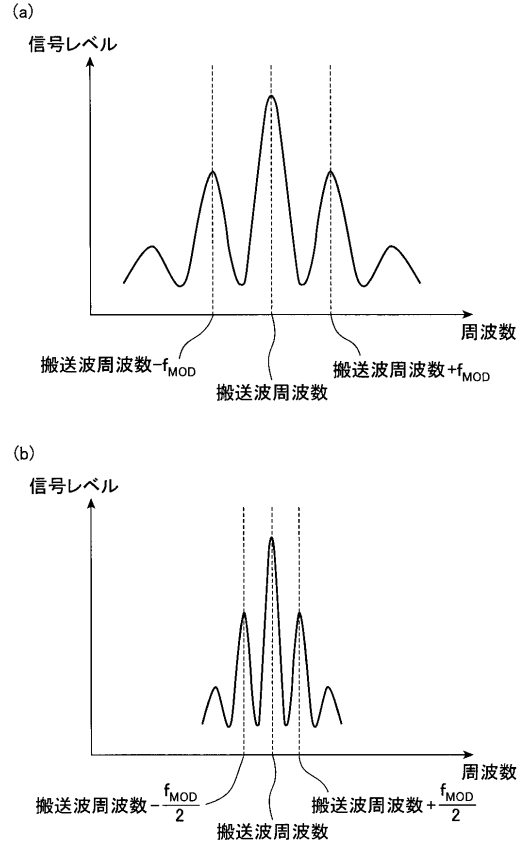
【 図 6 】



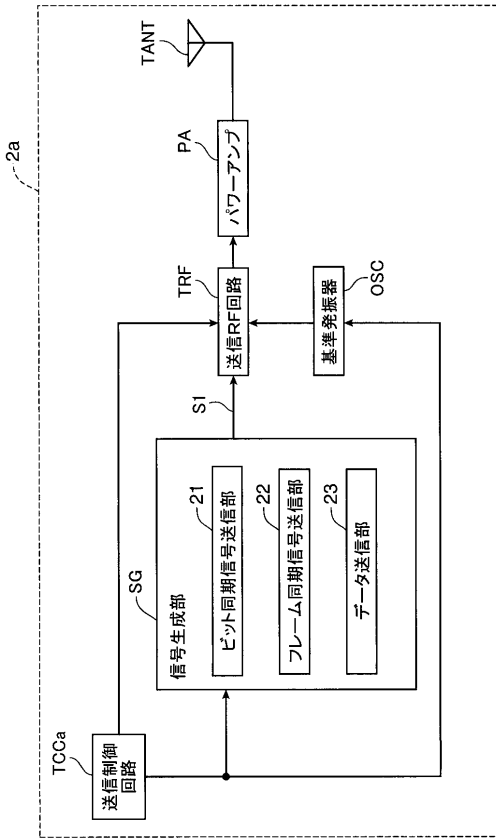
【 図 7 】



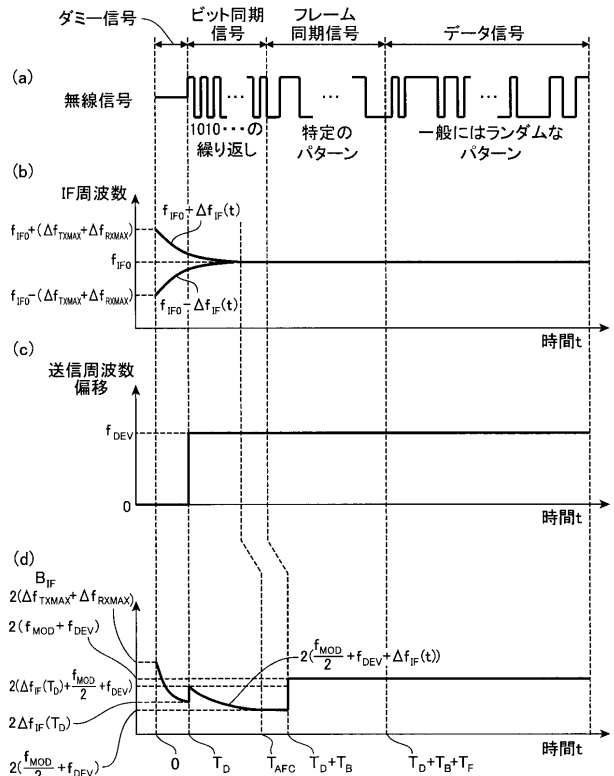
【 図 8 】



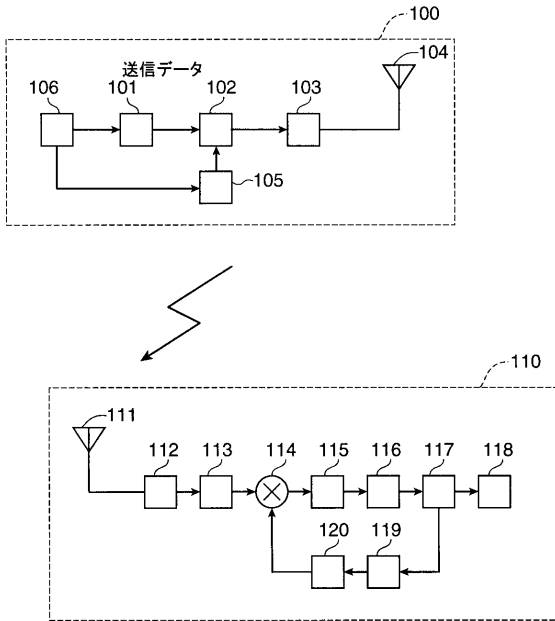
【図 9】



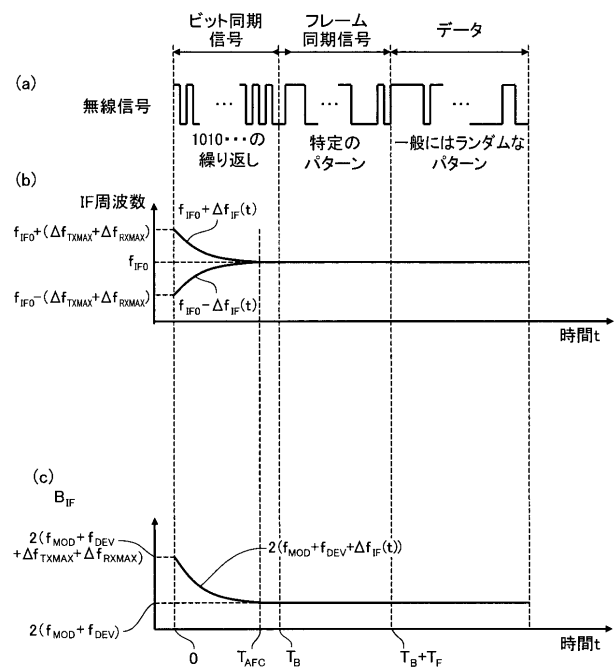
【図 10】



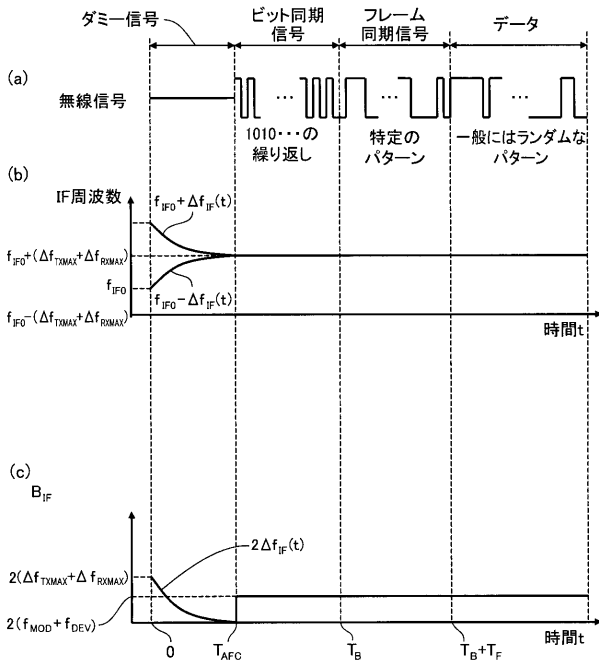
【図 11】



【図 12】



【 図 1 3 】



フロントページの続き

(72)発明者 植田 真介

大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地 パナソニック電気株式会社内

Fターム(参考) 5J103 AA00 BA04 BA06 CB01 DA01 DA03 DA04 DA06 DA16 DA27

DA30 HC03

5K004 AA04 EE00

5K060 BB07 CC04 DD08 FF03 GG01 GG03 HH01 HH14