

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4822366号
(P4822366)

(45) 発行日 平成23年11月24日(2011.11.24)

(24) 登録日 平成23年9月16日(2011.9.16)

(51) Int.Cl. F I
HO4B 1/7163 (2011.01) HO4J 13/00 600

請求項の数 9 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2007-544214 (P2007-544214)	(73) 特許権者	301022471
(86) (22) 出願日	平成18年11月13日(2006.11.13)		独立行政法人情報通信研究機構
(86) 国際出願番号	PCT/JP2006/322532		東京都小金井市貫井北町4-2-1
(87) 国際公開番号	W02007/055350	(74) 代理人	100107250
(87) 国際公開日	平成19年5月18日(2007.5.18)		弁理士 林 信之
審査請求日	平成20年10月7日(2008.10.7)	(74) 代理人	100120868
(31) 優先権主張番号	特願2005-329440 (P2005-329440)		弁理士 安彦 元
(32) 優先日	平成17年11月14日(2005.11.14)	(72) 発明者	甄 斌
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		日本国東京都小金井市貫井北町4-2-1
			独立行政法人情報通信研究機構内
		(72) 発明者	李 還幫
			日本国東京都小金井市貫井北町4-2-1
			独立行政法人情報通信研究機構内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 双方向無線通信装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

UWB (Ultra Wide Band) 通信方式に基づいて双方向無線通信を行うための双方向無線通信装置において、UWB通信方式に基づいたパルス信号を配列させたパルス列を順次生成するパルス列生成手段と、上記パルス列生成手段により生成されたパルス列につき少なくともプリアンプルとデータ部とから構成されるフレーム化処理を施し、さらに定常的なパルス信号の配列で構成されるプリアンプルセグメントを上記データ部に対して所定の時間間隔で挿入するフレーム化処理手段と、上記フレーム化処理手段により生成されたフレームを含むパルス列を電波として送信する送信手段と、他の当該双方向無線通信装置から送信された電波としてのパルス列を受信する受信手段と、上記受信手段により受信された上記パルス列に含まれるフレームから少なくとも上記プリアンプルセグメントを所定時間長で構成される検出窓を介して検出する検出手段を備え、上記送信手段は、上記検出手段によるプリアンプルセグメントの検出状況に応じて、上記パルス列の送信タイミングが制御されることを特徴とする双方向無線通信装置。

【請求項2】

上記検出手段は、上記プリアンプルセグメントの時間長の1倍以上からなる検出窓を介して上記検出を行うことを特徴とする請求項1記載の双方向無線通信装置。

【請求項3】

上記検出手段は、上記プリアンプルセグメントの時間長の2倍以上からなる検出窓を介して上記検出を行うことを特徴とする請求項2記載の双方向無線通信装置。

【請求項 4】

UWB通信方式に基づいて通信装置間で双方向無線通信を行うための双方向無線通信システムにおいて、一の上記通信装置は、UWB通信方式に基づいたパルス信号を配列させたパルス列を順次生成し、生成したパルス列につき少なくともプリアンプルとデータ部とから構成されるフレーム化処理を施し、さらに定常的なパルス信号の配列で構成されるプリアンプルセグメントを上記データ部に対して所定の時間間隔で挿入してこれを電波として送信し、他の通信装置は、上記一の通信装置から送信された電波としてのパルス列を受信し、この受信したパルス列に含まれるフレームから少なくとも上記プリアンプルセグメントを所定時間長で構成される検出窓を介して検出し、かかるプリアンプルセグメントの検出状況に応じて通信装置へのパルス信号の送信タイミングが制御されることを特徴とする双方向無線通信システム。

10

【請求項 5】

上記他の通信装置は、上記プリアンプルセグメントの時間長の1倍以上からなる検出窓を介して上記検出を行うことを特徴とする請求項4記載の双方向無線通信システム。

【請求項 6】

上記他の通信装置は、上記プリアンプルセグメントの時間長の2倍以上からなる検出窓を介して上記検出を行うことを特徴とする請求項5記載の双方向無線通信システム。

【請求項 7】

UWB通信方式に基づいて通信装置間で双方向無線通信を行うための双方向無線通信方法において、一の上記通信装置において、UWB通信方式に基づいたパルス信号を配列させたパルス列を順次生成し、生成したパルス列につき少なくともプリアンプルとデータ部とから構成されるフレーム化処理を施し、さらに定常的なパルス信号の配列で構成されるプリアンプルセグメントを上記データ部に対して所定の時間間隔で挿入してこれを電波として送信し、他の通信装置において、上記一の通信装置から送信された電波としてのパルス列を受信し、この受信したパルス列に含まれるフレームから少なくとも上記プリアンプルセグメントを所定時間長で構成される検出窓を介して検出し、かかるプリアンプルセグメントの検出状況に応じて通信装置へのパルス信号の送信タイミングを制御することを特徴とする双方向無線通信方法。

20

【請求項 8】

上記他の通信装置において、上記プリアンプルセグメントの時間長の1倍以上からなる検出窓を介して上記検出を行うことを特徴とする請求項7記載の双方向無線通信方法。

30

【請求項 9】

上記他の通信装置において、上記プリアンプルセグメントの時間長の2倍以上からなる検出窓を介して上記検出を行うことを特徴とする請求項8記載の双方向無線通信方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、双方向無線通信装置、双方向無線通信システム並びに方法に関し、特にUWB(Ultra Wide Band)通信方式に基づいて双方向無線通信を行う際に好適な双方向無線通信装置、双方向無線通信システム並びに方法に関する。

40

【背景技術】

【0002】

近年、非常に時間幅の小さいパルス信号を用いて通信を行うUWB方式による無線通信が実現化されつつある。このUWB通信では、1ナノ秒～2ナノ秒という非常に短い時間幅のパルス信号を利用し、そのパルス信号の時間軸上の位置や位相を変化させることで情報を伝送する。1ナノ秒以下という非常に短い時間幅のパルス信号を用いることから、UWB通信の信号が占有する信号帯域は500MHz以上と非常に広がるが、変調処理そのものが不要となり、スペクトル電力密度を低減させることができる。このため、高いデータ伝送特性や高精度の測距が実現化されることになる。

50

【 0 0 0 3 】

このため、このUWBを利用した無線通信システムにおいては、通信時における雑音の影響を低く抑えることが可能となり、ひいては低コスト化をも図ることが可能となる。また、このUWBを利用した無線通信システムにおいては、マルチパスを始めとした各種ノイズの影響を低減することも可能となる。

【 0 0 0 4 】

しかしながら、このUWB方式による無線通信では、UWB通信特有のキャリアセンシングが困難であった。このため、相手側の通信装置から送信されてきた無線信号を、高い信頼性をもって検出できるシステムを案出する必要性が高まっていた。

【 0 0 0 5 】

図1は、一般的なUWB方式による無線通信で使用されるパケットデータのフォーマット構成例を示している。このフォーマット構成例は、例えばIEEE 802.11や、IEEE 802.15.4等の規格に基づくフレームに関するものである。図1に示すように、フレームデータは、その存在を知らしめるためのプリアンブル101に、SFD (Start Frame Delimiter) 102が付加され、さらにSFD 102の後方にはペイロード部103が付加されている。なお、フレームとフレームとの間には、例えば12バイト分のギャップが設けられていてもよい。

【 0 0 0 6 】

このプリアンブル101は、フレームデータの受け損ないを防止するためのダミー情報が書き込まれている。UWB通信方式において、このプリアンブル101を表現する場合には、非常に短い時間幅のパルス信号の規則的なコードを複数個に亘り並べ、さらにその規則的なコードとしてのパルス信号を反転させた配列を複数個に亘り並べて構成される。

【 0 0 0 7 】

また、このプリアンブル101は、送られてきた信号を取得してこれを評価し、正しい信号が送られてきたことを判別した場合にはこれと同期をとって通信を開始するものである。

【 0 0 0 8 】

このプリアンブル101には、上述の如くパルス信号が所定のコードに従って規則的に並べられているので、このプリアンブル101が付されたフレームデータを受信した通信装置においては、このプリアンブル101における規則的なパルス信号の配列とそのコードを検出することにより、信号捕捉、同期、およびチャネル推定を行い、ひいては通信を行うことができる。現在通信中の通信相手を除く他の通信装置においては、このプリアンブル101に書き込まれた情報を取得することによって、現時点において当該チャネルが占有されているか否かを容易に識別することが可能となる。

【 0 0 0 9 】

SFD 102は、予め決められたコードが並べられてなるとともに、プリアンブル101とペイロード部103との境界としての役割を担う

【 0 0 1 0 】

これに対して、ペイロード部103は、通信装置を利用して通信を行うユーザにより生成された実データ部である。このペイロード部103を構成する信号には、例えば、図2に示すように、一部において図中「S」で示されるパルス列が付加されている一方において、何ら実データが存在しない領域は、あくまで空領域とされている。即ち、このペイロード部103は、図中「S」で示されるパルス列と、空領域とを組み合わせたコードにより表されている。この図2におけるコードはあくまで一例であって、実データに応じてコードの配列は千差万別で構成されることになる。即ち、このペイロード部103は、パルス信号の配列と空領域が不規則に並んだ状態で構成されている。

【 0 0 1 1 】

このため、現在通信中の通信装置を除く他の通信装置は、当該通信中の通信装置において送信されているフレームデータのプリアンブル101に書き込まれている情報を取得することにより、チャネルの占有の有無を判別することができる。しかしながら、ペイロード

10

20

30

40

50

部 1 0 3 に書き込まれている情報を取得するのみでは、チャンネルの占有の有無を判別することは難しい。ちなみに、現在通信中の通信装置を除く他の通信装置は、現時点においてチャンネルが占有されていない旨を判別した場合には、当該他の通信装置自身がチャンネルを使用してよいことになる。このため、一の通信装置に対して互いに異なる複数の通信装置が同一のチャンネルを利用して通信が開始されることになり、これらが互いに干渉しあうことになってしまう。

【 0 0 1 2 】

即ち、一の通信装置に対して他の通信装置からデータの送信が行われている時に、同一チャンネルを利用して、更なる他の通信装置からデータ通信が開始されることがない状況を作り出す必要性があった。

10

【 0 0 1 3 】

従来においては、例えば非特許文献 1 に示すように、信号間の干渉を抑制するために動的なコードを用いることによってマルチアクセスを可能とした A L O H A が提案されている。しかしながら、この A L O H A によるチャンネルの識別性は、処理能力、記憶容量、電源等、通信装置内に搭載されるデバイスの特性によって制限を受けてしまうという問題点がある。

【 0 0 1 4 】

また、異なる通信装置による同時点のデータ送信を防止するために、他の通信装置からのアクセスの受け入れを時系列的にコントロールする技術も開示されている（例えば、非特許文献 2、3 参照。）が、同期をとるのが困難になるという問題点があった。

20

【非特許文献 1】R. Merz, J. Widmer, J. Y. Le Boudec, and B. Radunovic "A Joint PHY/MAC Architecture for Low-Radiated Power TH-UWB Wireless Ad-Hoc Networks", Wireless Communication and Mobile Computing Journal, Special issue on UWB communications, 5(5):567-580, 2005

【非特許文献 2】Moe Z. Win and Robert A. Scholtz. "Ultra-wide bandwidth time-hopping spread-spectrum impulse radio for wireless multiple-access communications," IEEE Transactions on Communications, 48(4):679-691, 2000.

【非特許文献 3】M.-G. Di Benedetto, L. De Nardis and M. Junk etc, "(UWB)²: Uncoordinated, Wireless, Baseborn, medium access control for UWB communication networks," Mobile Network and Applications, special issue on WLAN optimization at the MAC and Network levels, 2004

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 5 】

そこで本発明は、上述した問題点に鑑みて案出されたものであり、UWB 通信方式に基づいて双方向無線通信を行う際に、データの送信を試みる相手先の通信装置が、同一チャンネル又は同一ピコネット(同一コードを使用する場合)において他の通信装置と通信を行っているか否かを検出することにより、同一チャンネル又は同一ピコネットにおいて、一の通信装置に対して異なる複数の通信装置が同時にデータ送信を行うことを防止することが可能な双方向無線通信装置、双方向無線通信システム並びに方法を提供することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 6 】

本発明に係る双方向無線通信装置は、上述した課題を解決するために、UWB (Ultra Wide Band) 通信方式に基づいて双方向無線通信を行うための双方向無線通信装置において、UWB 通信方式に基づいたパルス信号を配列させたパルス列を順次生成するパルス列生成手段と、上記パルス列生成手段により生成されたパルス列につき少なくともプリアンブルとデータ部とから構成されるフレーム化処理を施し、さらに定常的なパルス信号の配列で構成されるプリアンブルセグメントを上記データ部に対して所定の時間間隔で挿入するフレーム化処理手段と、上記フレーム化処理手段により生成されたフレームを含むパルス列を電波として送信する送信手段と、他の当該双方向無線通信装置から送信された電波

50

としてのパルス列を受信する受信手段と、上記受信手段により受信された上記パルス列に含まれるフレームから少なくとも上記プリアンプルセグメントを所定時間長で構成される検出窓を介して検出する検出手段を備え、上記送信手段は、上記検出手段によるプリアンプルセグメントの検出状況に応じて、上記パルス列の送信タイミングが制御されることを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

本発明に係る双方向無線通信システムは、上述した課題を解決するために、一の上記通信装置は、UWB通信方式に基づいたパルス信号を配列させたパルス列を順次生成し、生成したパルス列につき少なくともプリアンプルとデータ部とから構成されるフレーム化処理を施し、さらに定常的なパルス信号の配列で構成されるプリアンプルセグメントを上記データ部に対して所定の時間間隔で挿入してこれを電波として送信し、他の通信装置は、上記一の通信装置から送信された電波としてのパルス列を受信し、この受信したパルス列に含まれるフレームから少なくとも上記プリアンプルセグメントを所定時間長で構成される検出窓を介して検出し、かかるプリアンプルセグメントの検出状況に応じて通信装置へのパルス信号の送信タイミングが制御されることを特徴とする。

10

【 0 0 1 8 】

本発明に係る双方向無線通信方法は、上述した課題を解決するために、UWB通信方式に基づいて通信装置間で双方向無線通信を行うための双方向無線通信方法において、一の上記通信装置において、UWB通信方式に基づいたパルス信号を配列させたパルス列を順次生成し、生成したパルス列につき少なくともプリアンプルとデータ部とから構成されるフレーム化処理を施し、さらに定常的なパルス信号の配列で構成されるプリアンプルセグメントを上記データ部に対して所定の時間間隔で挿入してこれを電波として送信し、他の通信装置において、上記一の通信装置から送信された電波としてのパルス列を受信し、この受信したパルス列に含まれるフレームから少なくとも上記プリアンプルセグメントを所定時間長で構成される検出窓を介して検出し、かかるプリアンプルセグメントの検出状況に応じて通信装置へのパルス信号の送信タイミングを制御することを特徴とする。

20

【発明の効果】**【 0 0 1 9 】**

UWB通信方式に基づいて双方向無線通信を行う際に、現時点において相手側からフレームデータが送られてきている事を識別できる。これにより、データの送信を試みる相手先の通信装置が、同一チャネル又は同一ピコネット(同一コードを使用する場合)において他の通信装置と通信を行っているか否かを検出することができ、同一チャネル又は同一ピコネットにおいて、一の通信装置に対して異なる複数の通信装置が同時にデータ送信を行うことを防止することが可能となる。

30

【図面の簡単な説明】**【 0 0 2 0 】**

【図1】一般的なUWB方式による無線通信で使用されるパケットデータのフォーマット構成例を示す図である。

【図2】ペイロードの詳細について説明するための図である。

【図3】本発明を適用した双方向無線通信システムのシステム構成につき示す図である。

40

【図4】本発明を適用した双方向無線通信システムに適用される通信装置のブロック構成図である。

【図5】本発明を適用した双方向無線通信システムにおいて送受信するフレームデータの詳細を示す図である。

【図6】プリアンプルの構成例について説明するための図である。

【図7】ペイロード部において挿入されたプリアンプルセグメントを検出窓の枠内に取り込んで解析する例につき説明するための図である。

【図8】供給負荷に対するスループットの測定結果を示す図である。

【図9】供給負荷に対する消費電力の測定結果を示す図である。

【図10】コヒーレント信号とノンコヒーレント信号とをともに受信可能な通信装置のブ

50

ロック構成図である。

【符号の説明】

【 0 0 2 1 】

1 双方向無線通信システム

2 通信装置

2 1 パルス生成部

2 2 パルスシェーピング部

2 3 局部発信器

2 4 ミキサ回路

2 5 フィルタ

2 6 第1のアンプ

2 7 アンテナ

3 2 フィルタ

3 3 L N A

4 1 L P F

4 3 第2のアンプ

4 5 A D C

4 7 信号検出部

5 1 切替回路

5 2 ミキサ回路

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 2 】

以下、本発明を実施するための最良の形態として、U W B (Ultra Wide Band) 通信方式に基づいて双方向無線通信を行う双方向無線通信システムについて図面を参照しながら詳細に説明する。

【 0 0 2 3 】

図3は、本発明を適用した双方向無線通信システム1のシステム構成につき示している。この双方向無線通信システム1は、U W B 通信方式に基づいて、一の通信装置2 aと、他の通信装置2 b、2 c、・・・2 nとの間で互いに電波を送受信することにより双方向で無線通信するシステムである。この無線通信システム1は、同一チャネル又は同一ピコネットで、同じコードを利用してデータを送受信するシステムである。

【 0 0 2 4 】

通信装置2は、U W B 通信技術を利用して互いに電波を送受信することが可能な無線通信機である。このU W B 通信では、1ナノ秒という非常に短い時間幅のパルス信号を利用し、そのパルス信号の時間軸上の位置や位相を変化させることで搬送波を用いることなく情報を伝送する。1ナノ秒以下という非常に短い時間幅のパルス信号を用いることから、U W B 通信用の信号が占有する信号帯域は数G H zと非常に広がるが、搬送波を用いた変調処理そのものが不要となり、スペクトル電力密度を低減させることができる。このため、これをノイズの信号レベル以下まで抑えることができることから、他の通信システムや各種機器による影響を受けることもなくなり、高いデータ伝送特性が実現されることになる。

【 0 0 2 5 】

また、このU W B 通信では、また、電波を送出する搬送波を用いた通信方式とは異なり、きわめて短いパルスを送出するだけで通信を実現することが可能となることから、消費電力を非常に小さくすることができ、パルス信号の送出間隔を短くすることで非常に高速な通信を実現することも可能となる。

【 0 0 2 6 】

図4は、このようなU W B 通信に必要なパルス信号を生成するとともに、相手側から送られてきたパルス信号を検出する通信装置2のブロック構成を示している。

【 0 0 2 7 】

10

20

30

40

50

通信装置 2 は、パルス信号を生成するパルス生成部 2 1 と、このパルス生成部 2 1 に接続されてなるとともに、パルス生成部 2 1 により生成されたパルス信号が送られてくるパルスシェーピング部 2 2 と、パルスシェーピング部 2 2 から出力されるパルス信号につき後述する基準信号に基づいて周波数変換を施すためのミキサ回路 2 4 と、基準信号を生成するための局部発信器 2 3 と、ミキサ回路 2 4 において周波数変換された信号につき通過帯域を制限するためのフィルタ 2 5 と、このフィルタ 2 5 に接続された第 1 のアンプ 2 6 と、この第 1 のアンプ 2 6 に接続された切替回路 5 1 と、切替回路 5 1 に接続されたアンテナ 2 7 とを備えている。また、この通信装置 2 は、切替回路 5 1 に接続されたフィルタ 3 2 と、フィルタ 3 2 から出力されたパルス列につき、高周波信号処理を施す低雑音増幅器 (L N A) 3 3 と、この L N A 3 3 並びに局部発振器 2 3 に接続されてなるミキサ回路 5 2 と、このミキサ回路 5 2 に対してそれぞれ L P F 4 1、第 2 のアンプ 4 3、A D C 4 5 が順次接続されてなり、さらにこの A D C 4 5 には信号検出部 4 7 が接続されている。

10

【 0 0 2 8 】

切替回路 5 1 は、他の通信装置 2 に対してパルス列を送信する際において、第 1 のアンプ 2 6 とアンテナ 2 7 とが接続されるように切替処理を実行する。またこの切替回路 5 1 は、他の通信装置 2 からのパルス列を受信する際において、アンテナ 2 7 とフィルタ 3 2 とが接続されるように切替処理を実行する。

【 0 0 2 9 】

パルス生成部 2 1 は、U W B 方式に基づき、数 G H z にもわたる広帯域にわたって短い時間幅のパルス信号を生成する。実際にこのパルス信号を生成する場合において、パルス生成部 2 1 は、互いに等振幅で構成されるパルス信号につき等時間間隔で並べたパルス列を順次生成していくことになる。このパルス生成部 2 1 により生成されたパルス列は、そのままパルスシェーピング部 2 2 へと送信されることになる。

20

【 0 0 3 0 】

パルスシェーピング部 2 2 は、パルス生成部 2 1 から送信されてきた拡散系列のパルス列を構成する各パルス信号につき所定のシェーピング処理を施す。

【 0 0 3 1 】

局部発振器 2 3 は、変調用の基準信号を生成する。この局部発振器 2 3 によって生成される基準信号の局部発振周波数は、この局部発信器 2 3 内において可変となるように構成されていてもよい。また、この局部発信器 2 3 は、発生すべき局部発振周波数につき、図示しない P L L 回路等に基づいて増強され、減衰されるように制御可能とされていてもよい。

30

【 0 0 3 2 】

ミキサ回路 2 4 は、パルスシェーピング部 2 2 においてシェーピング処理が施されたパルス列を構成する各パルス信号を、局部発信器 2 3 により送出されてきた基準信号に基づいて周波数変換する。このミキサ回路 2 4 は、この周波数変換されたパルス信号からなるパルス列につき、フィルタ 2 5 へ出力する。

【 0 0 3 3 】

フィルタ 2 5 は、ミキサ回路 2 4 から出力されてきた U W B 方式に基づくパルス列につき、所望の帯域のみ通過させるとともに、不要な帯域をカットする。このときフィルタ 2 5 は、ミキサ回路 2 4 における周波数変換時において発生した不要な周波数成分を除去することができるように通過帯域が設定されていてもよい。このフィルタ 2 5 を通過した帯域成分からなるパルス列は、そのまま第 1 のアンプ 2 6 へと出力されることになる。

40

【 0 0 3 4 】

第 1 のアンプ 2 6 は、このフィルタ 2 5 から出力されてきたパルス列を増幅し、さらに帯域内で周波数特性がフラットになるように補正する。

【 0 0 3 5 】

アンテナ 2 7 は、第 1 のアンプ 2 6 により増幅された電気信号としてのパルス信号より構成されるパルス列につき、電磁的な電波としてのパルス列に変換し、これを空中に放射する。なお、この通信装置 2 において、このアンテナ 2 7 から電波としてのパルス列を放

50

射する際における時刻をカウントする機能を実装するようにしてもよい。アンテナ 2 7 は、相手側から送信されてきた電波としてのパルス列を受信し、これを電氣的なパルス信号からなるパルス列に変換する。

【 0 0 3 6 】

フィルタ 3 2 は、アンテナ 2 7 により受信したパルス列につき U W B 帯域外の信号を除去する。即ち、送信装置 2 から受信装置 3 へ電波が送られる過程において、U W B 帯域外の信号が重畳される場合もあることから、かかる信号をこのフィルタ 3 2 において精度よく除去する。

【 0 0 3 7 】

L N A 3 3 は、アンテナ 2 7 により受信され、フィルタ 3 2 を介して送られてきたパルス列につき、低雑音増幅する。U W B 方式に基づくパルス信号は、ノイズの信号レベル以下の微弱なものであるため、これを通常のアンプで増幅してもノイズと U W B 信号とを見分けることができなくなる。このため、L N A 3 3 を実装することにより、U W B 方式に基づく所望のパルス信号のみを選択的に増幅させることで、ノイズの影響を除去したパルス列を得ることが可能となる。L N A 3 3 により低雑音増幅されたパルス列は、接続されたミキサ回路 5 2 にそれぞれ供給されることになる。

【 0 0 3 8 】

局部発振器 2 3 は、ベースバンドの基準信号としての同相信号 (I 信号) 及び直交信号 (Q 信号) を生成する。この局部発振器 2 3 は、生成した I 信号、Q 信号をそれぞれミキサ回路 5 2 へ出力する。

【 0 0 3 9 】

ミキサ回路 5 2 は、L N A 3 3 から送信されてきたパルス列を構成する各パルス信号につき、局部発振器 2 3 より出力されてきた I 信号、Q 信号に基づいて直交変調する。

【 0 0 4 0 】

L P F 4 1 は、ミキサ回路 5 2 によりそれぞれ変調が施された U W B 方式のパルス列につき、高周波成分を除去するとともに、低周波成分のみを通過させる。

【 0 0 4 1 】

第 2 のアンプ 4 3 は、L P F 4 1 により帯域制限されたパルス列を増幅し、これを A D C 4 5 へ送出する。

【 0 0 4 2 】

A D C 4 5 は、第 2 のアンプ 4 3 から送出されてきたアナログベースバンドのパルス信号をサンプリングしてデジタル信号化し、このデジタル化されたパルス列を信号検出部 4 7 へ送信する。

【 0 0 4 3 】

信号検出部 4 7 は、A D C 4 5 からそれぞれ送信されてきたパルス列を構成するパルス信号を検出する。この信号検出の詳細な方法に関しては、後段において詳述する。

【 0 0 4 4 】

次に、本発明を適用した双方向無線通信システム 1 において、実際に無線信号を送受信する方法につき、図面を参照しながら詳細に説明をする。

【 0 0 4 5 】

まず、パルス生成部 2 1 は、U W B 方式に基づくパルス信号からなるパルス列を広帯域にわたり生成する。この生成されたパルス列は、パルスシェーピング部 2 2 においてシェーピング処理が施される。また、このパルス列は、ミキサ回路 2 4 において、局部発振周波数に基づく高周波成分により変調される。

【 0 0 4 6 】

このとき、パルス列は、例えば図 5 に示すようなフレームデータとして構成される。このフォーマット構成例は、例えば I E E E 8 0 2 . 1 1 や、I E E E 8 0 2 . 1 5 . 4 等の規格に基づくフレームに関するものである。図 5 に示すように、フレームデータは、その存在を知らしめるためのプリアンプル 6 1 に、ペイロード部 6 2 が付加され、さらに F C S (Frame Check Sequence) 6 3 がこのペイロード部 6 2 の終端において付加されてい

10

20

30

40

50

る。さらに、このペイロード部 6 2 内には、定常的なパルス信号の配列で構成されるプリアンブルセグメント 6 4 が挿入されている。ちなみに、このプリアンブル 6 1 と、ペイロード部 6 2 の間には、管理情報等が書き込まれた図示しないヘッダ領域が設けられていてもよい。なお、フレームとフレームとの間には、例えば 1 2 バイト分のギャップが設けられていてもよい。

【 0 0 4 7 】

このプリアンブル 6 1 は、物理層において生成されるものであり、フレームデータの受け損ないを防止するためのダミー情報が書き込まれている。UWB 通信方式において、このプリアンブル 6 1 を表現する場合には、非常に短い時間幅のパルス信号の規則的なコードを複数個に亘り並べ、さらにその規則的なコードとしてのパルス信号を反転させた配列を複数個に亘り並べて構成される。このプリアンブル 6 1 を表現する場合には、例えば図 6 に示すように、非常に短い時間幅のパルス信号の規則的なコード配列（図中「S」で示す。）を複数個に亘り並べ、さらにその規則的なパルス信号を反転させたコード配列（図中「-S」で示す。）を並べる。このプリアンブル 6 1 において用いられるコード配列をコード S 1 という。

10

【 0 0 4 8 】

また、このプリアンブル 6 1 は、送られてきた信号を取得してこれを評価し、正しい信号が送られてきたことを判別した場合にはこれと同期をとって通信を開始するものである。

【 0 0 4 9 】

このプリアンブル 6 1 には、上述の如くパルス信号が所定のコードに従って規則的に並べられているので、このプリアンブル 6 1 が付されたフレームデータを受信した通信装置においては、このプリアンブル 6 1 における規則的なパルス信号の配列とそのコードを検出することにより、信号捕捉、同期、およびチャネル推定を行い、ひいては通信を行うことができる。現在通信中の通信相手を除く他の通信装置においては、このプリアンブル 6 1 に書き込まれた情報を取得することによって、現時点において当該チャネルが占有されているか否かを容易に識別することが可能となる。

20

【 0 0 5 0 】

また、ペイロード部 6 2 には、例えば図 7 に示すようなプリアンブルセグメント 6 4 が所定の時間間隔で挿入されている。このプリアンブルセグメント 6 4 は、例えばコード S 1 等のようなプリアンブル 6 1 において立てられている規則的なパルス信号の配列として構成される。因みに、このプリアンブルセグメント 6 4 は、ペイロード部 6 2 の終端に付加されていてもよい。なお、この図 7 において、プリアンブルセグメント 6 4 の終端までパルス信号を読み取った段階において、現時点において他の通信装置 2 からデータの送信が行われているか否かを識別することが可能となる。

30

【 0 0 5 1 】

このような構成からなるフレームデータは、フィルタ 2 5 において不要な周波数成分が除去され、第 1 のアンプ 2 6 を介してアンテナ 2 7 により電磁的な電波に変換されて空気中に放射される。この空気中に放射された電波は、送信先の通信端末 2 におけるアンテナ 2 7 により受信され、電気的なパルス列に再変換されることになる。そして、このパルス列は、LNA 3 3 により低雑音増幅されてノイズと見分けがつくように調整された上でミキサ回路 5 2 にそれぞれ供給される。

40

【 0 0 5 2 】

ミキサ回路 5 2 に送られてきたパルス列は、I 信号、Q 信号に基づいて直交変調されてさらに LPF 4 1 を通過することにより、これに重畳されていた高周波成分が除去されることになる。最後にこれらパルス列は ADC 4 5 によりアナログ - デジタル変換された上で信号検出部 4 7 へと送信されることになる。

【 0 0 5 3 】

信号検出部 4 7 は、この ADC 4 5 より送信されてきたパルス列を検出し、これを解析する。この信号検出部 4 7 における実際の検出処理は、送信されてきたパルス列を所定時

50

間に亘って取り込み、この所定時間単位で取り込んだパルス列に対して、より詳細なパルス信号の解析をかけていく。即ち、この信号検出部 47 は、所定時間長で構成される検出窓を介して、パルス列を監視し、これを検出するのと同等の処理を行っている。検出窓には、他の通信装置 2 から送られてきたパルス列が時系列的に入力されてくることになる。信号検出部 47 は、この入力されてきたパルス列を検出窓を介して順次検出し、これを解析していくことになる。例えば、図 7 に示す例においては、ペイロード部 62 において挿入されたプリアンブルセグメント 64 を検出窓の枠内に取り込んで解析していく場合について示している。

【0054】

因みに、プリアンブルセグメント 64 は、上述したプリアンブル 61 と同様に例えばコード S1 に代表されるような規則的なパルス信号の配列で構成されている。このため、このコード S1 を予め受信側の通信装置 2 において取得しておくことにより、通信時に送られてきたフレームデータ中のプリアンブルセグメント 64 を検出窓の枠内において捉えることができれば、その捉えたプリアンブルセグメント 64 を構成するパルス列がコード S1 と一致するか否かを判定することができる。その結果、予め取得したコードと、検出枠内で捉えたプリアンブルセグメント 64 のコードとが一致した場合に、現時点において、相手側からフレームデータが送られてきている事を識別することができる。

【0055】

ちなみに、このプリアンブルセグメント 64 は、実データを構成するペイロード部 62 において、所定の時間間隔をもって挿入されている。このため、信号検出部 47 における検出窓でペイロード部 62 を捉えている際においても、このペイロード部 62 において随時プリアンブルセグメント 64 が挿入されているため、これを検出窓で捉えることにより、そのパルス列のコードを識別することが可能となる。また、このプリアンブルセグメント 64 における規則的なパルス列を介して、通信の同期をとることも可能となる。

【0056】

従来技術では、規則的なパルス列は、あくまでプリアンブル 61 のみに書き込まれていたことから、検出窓の枠内においてプリアンブル 61 が既に通過してしまった場合には、その後続くペイロード部 62 のみが延々とこの検出窓内に送られてくる状況になる。かかる場合には、実データを構成するパルス信号と空領域が不規則に並べられた状態が検出窓を介して検出されるのみであり、特に空領域は、ノイズや他のピコネットとしてのパルス信号が不規則に並んでいる状態に過ぎない。このため、このペイロード部 62 を検出窓を介して検出するのみでは、何ら規則的な情報を取得することができないが、このペイロード部 62 内のいたる時間領域にプリアンブルセグメント 64 を挿入させた本発明では、プリアンブルセグメント 64 が高い頻度で検出窓内に入力されてくることになり、また、高い頻度でそのパルス列のコードを識別することが可能となる。

【0057】

なお、本発明においては、現時点において他の通信装置 2 からフレームデータが送られてきていることを識別することができる場合のみならず、相手側のいかなる通信装置 2 からフレームデータが送られてきているかを識別することも可能となる。例えば、プリアンブルセグメント 64 を構成するパルス列のコードを、通信装置 2 毎に予め別々に設定しておくことにより、検出窓を介してパルス列のコードを読み取ることができれば、そのコードが設定されている通信装置 2 を容易に特定することができ、送られてきたフレームデータがいかなる通信装置 2 において発信されたものであるか、チャンネルの特定をも実行することも可能となる。

【0058】

即ち、本発明は、一の通信装置 2 において、UWB 通信方式に基づいたパルス信号を配列させたパルス列を順次生成し、生成したパルス列につき少なくともプリアンブル 61 とペイロード部 62 とから構成されるフレーム化処理を施し、さらに定常的なパルス信号の配列で構成されるプリアンブルセグメント 64 をペイロード部 62 に対して所定の時間間隔で挿入し、これを電波として送信する。他の通信装置 2 は、一の通信装置 2 から送信さ

10

20

30

40

50

れた電波としてのパルス列を受信し、この受信したパルス列に含まれるフレームから少なくともプリアンブルセグメント64を所定時間長で構成される検出窓を介して検出する。

【0059】

その結果、同一チャネル又は同一ピコネット(同一コードを使用する場合)において他の通信装置2と通信を行っているか否かを検出することができ、同一チャネル又は同一ピコネットにおいて、一の通信装置2に対して異なる複数の通信装置2が同時にデータ送信を行うことを防止することが可能となる。

【0060】

また、本発明では、一の通信装置2から送られてきたパルス列を上述の如き検出窓を介して検出した他の通信装置2が、今度は自ら生成したフレームデータを、同一チャネル又は同一ピコネット内にある更なる他の通信装置2又は、上記一の通信装置2に対して送信する場合において、現時点において当該一の通信装置2からデータが送信されてきているか否かを判別することができる。その結果、現時点において当該一の通信装置2からデータが送信されてきている旨を判別できた場合には、そのデータの送信が終了するまで、自ら生成したデータの相手側への送信を遅らせる。その結果、一の通信装置2に対して異なる複数の通信装置2が同時にデータ送信を行うことを防止することが可能となる。

【0061】

なお、本発明においては、上述した検出窓の時間長を、プリアンブルセグメント64の時間長との間で予め調整されていてもよい。以下、これらプリアンブルセグメントの時間長と、検出窓の時間長を検討するために、単位時間当たりの処理能力(スループット: throughput)と、消費電力について各条件の下、調査した結果について説明をする。

【0062】

この調査においては、図5に示すように、検出窓の時間長を W_{CS} とし、プリアンブルセグメント64の時間長を T_{CS} とする。そして $W_{CS} = q \times T_{CS}$ としたときに、 $q = 0.5, 1, 2$ の関係となるように検出窓の時間長を W_{CS} を設定したデータ、従来技術と同様にプリアンブル61のみで構成してパイロード部62には何らプリアンブルセグメント64を挿入しない状態Aのデータ、さらにフレームデータ内を全てプリアンブルセグメント64で構成した理想的な状態Bのデータについてそれぞれスループットと、消費電力を測定した。スループットの測定結果を図8に、また消費電力の測定結果を図9に示す。ちなみに、この図9における消費電力は、あくまで、通信が成功したという前提の下での消費電力を示している。

【0063】

図8に示すように、供給負荷が増加するにつれて、スループットは、全てプリアンブルセグメント64で構成した理想的な状態Bにおいて最も増加し、ついで $q = 2, q = 1, q = 0.5$ の順でスループットが上昇している。これに対して、状態Aは、スループットが最も低い傾向がみられた。

【0064】

状態Bにおいては、プリアンブルセグメント64が最も多く設けられているため、これらプリアンブルセグメント64を検出窓内において非常に高い頻度で検出することができるため、処理能力をいきおい向上させることが可能となる。

【0065】

$q = 2$ のケースにおいては、検出窓の時間長 W_{CS} を、プリアンブルセグメント64の時間長 T_{CS} の2倍に設定しているため、検出窓の枠内においてプリアンブルセグメント64の全てを捉えることができ、高い頻度でプリアンブルセグメント64を検出することができる。 $q = 1$ のケースでは、検出窓の時間長 W_{CS} を、プリアンブルセグメント64の時間長 T_{CS} と同等となるように設定しているため、 $q = 2$ のケースと比較してプリアンブルセグメント64の検出能力が減少する。 $q = 0.5$ のケースにおいても、このプリアンブルセグメント64の検出能力はさらに減少することになる。

【0066】

プリアンブルセグメント64の検出能力が上昇すれば、現時点において相手側からフレ

10

20

30

40

50

ームデータが送られてきたか否かの判別能力を向上させることも可能となり、またチャネル識別能力をも向上させることが可能となる。その結果、単位時間当たりの処理能力を向上させることが可能となる。

【0067】

また、図9に示すように、供給負荷が増加するにつれて、消費電力は一般的に上昇していくことになるが、例えば状態Aの場合には、消費電力の上昇率が一段と高く、次に $q = 2$ 、 $q = 1$ 、 $q = 0.5$ と徐々に上昇率が低下し、状態Bの場合において消費電力の上昇率が最も低くなる。 $q = 2$ の場合において、センシング確率は増加するが、かかるプリアンブルセグメント64に応じて余分の電力が負荷されるため、結果として、消費電力が高くなってしまふ。同様の理由により、 $q = 1$ 、 0.5 の順に消費電力は徐々に低くなる。

10

【0068】

上述の調査結果より、 $q = 2$ のとき、即ち、検出窓の時間長 W_{cs} を、プリアンブルセグメント64の時間長 T_{cs} の2倍に設定した場合において、スループット、消費電力の双方において最も効果的であることがわかる。このため、 q は2以上であることが望ましい。

【0069】

なお、本発明は、上述した実施の形態に限定されるものではない。例えば、図10に示すようなコヒーレント信号とノンコヒーレント信号とをともに受信可能な通信装置8により、上記データの送受信を実行するようにしてもよい。図10は、通信装置8の具体的な回路構成例を示している。

20

【0070】

通信装置8は、送信されてきた電波を受信するアンテナ81と、このアンテナに接続され、送信されてきた電波としてのパルス列を周波数成分外のノイズを除去するためのBPF (Band pass filter) 82とを備えている。

【0071】

このBPF 82には、コヒーレント信号を受信するためのコヒーレント信号受信部83と、ノンコヒーレント信号を受信するためのノンコヒーレント信号受信部84とが接続されてなり、これらコヒーレント信号受信部83とノンコヒーレント信号受信部84は、さらに信号処理部85に接続されている。

30

【0072】

コヒーレント信号受信部83は、フィルタ91と、逆拡散回路92と、自乗回路93と、積分回路94とを備えている。フィルタ91を経たコヒーレント信号は、逆拡散回路92において上記コードS1の波形をテンプレートとして、コヒーレント信号と照らし合わせるにより、パルスが拡散された受信信号につき逆拡散処理を施す。この逆拡散処理が施された受信信号は、自乗回路93、積分回路94を通じて信号処理部85へ送られることになる。ちなみに、この積分回路94においては、検出窓のサイズに応じた積分がなされることになる。

【0073】

ノンコヒーレント信号受信部84は、自乗回路95と、積分回路96と、逆拡散回路97とを備えている。自乗回路95、積分回路96を経たノンコヒーレント信号は、コードS1の波形に基づいて逆拡散処理が施され、信号処理部85へ送られることになる。

40

【0074】

信号処理部85は、ADC (Analog Digital Converter) 98と、平均化処理回路99と、信号検出回路100とを備えている。

【0075】

ADC 98は、コヒーレント信号受信部83並びにノンコヒーレント信号受信部84から送られてきた信号につきアナログディジタル変換処理を施し、これを平均化処理部99へと送信する。平均化処理部99では、上記ディジタル変換処理が施された信号につき平均化処理を施し、これを信号検出部100へと送信する。信号検出部100は、平均化処理が施された信号につき、上述と同様にプリアンブルセグメント64を検出していくこ

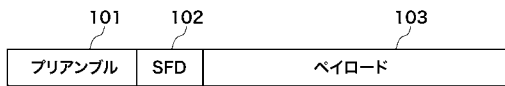
50

とになる。

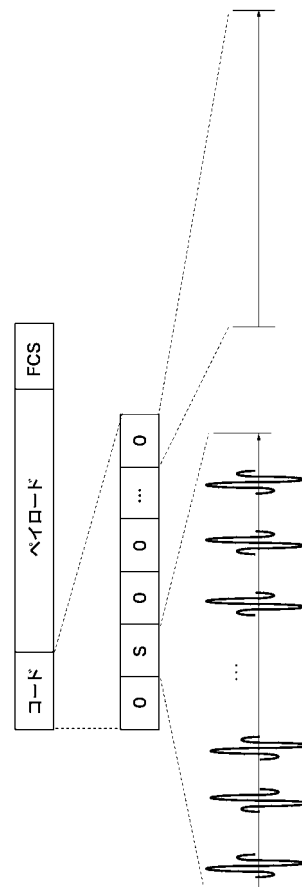
【 0 0 7 6 】

この通信装置 8 を利用しても、上述の如き作用効果が得られることは勿論である。

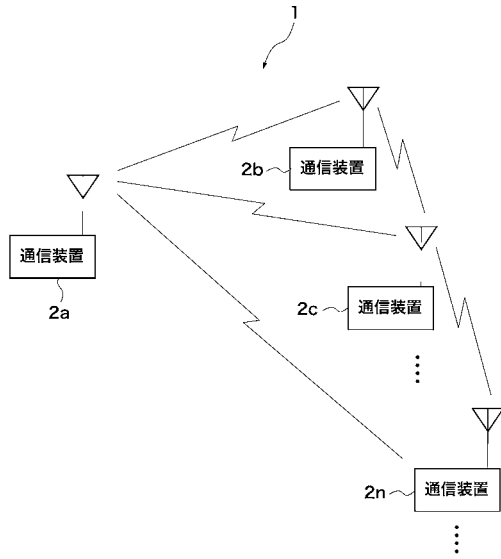
【 図 1 】



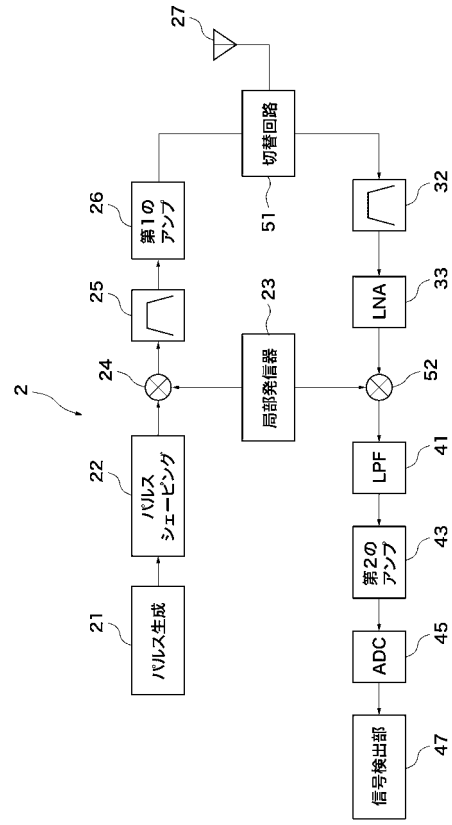
【 図 2 】



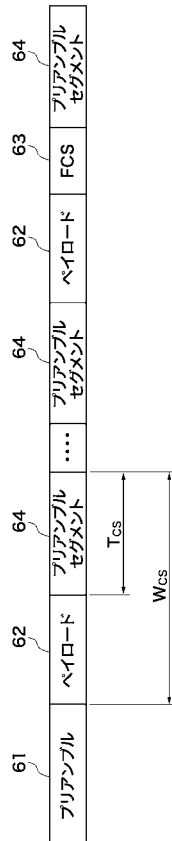
【図3】



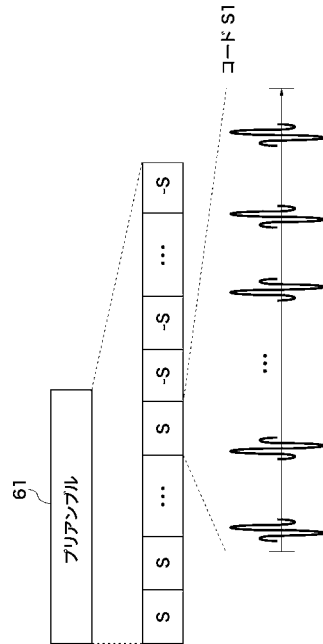
【図4】



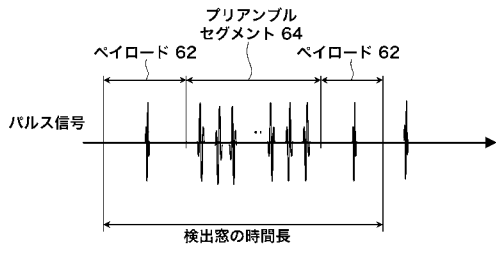
【図5】



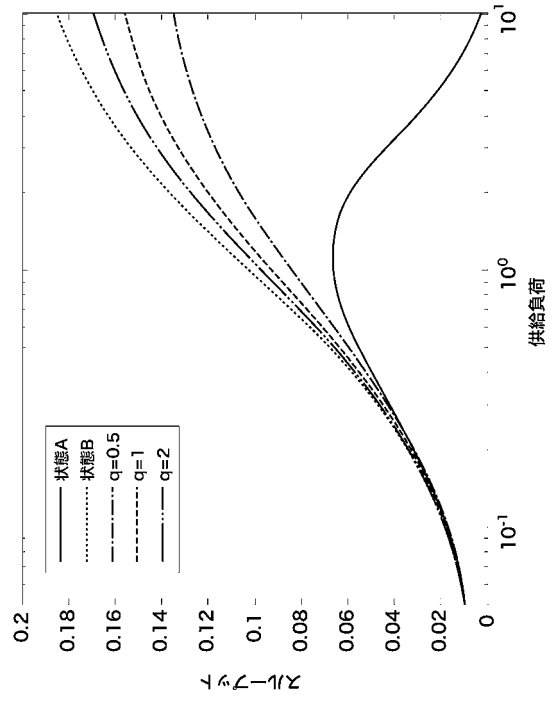
【図6】



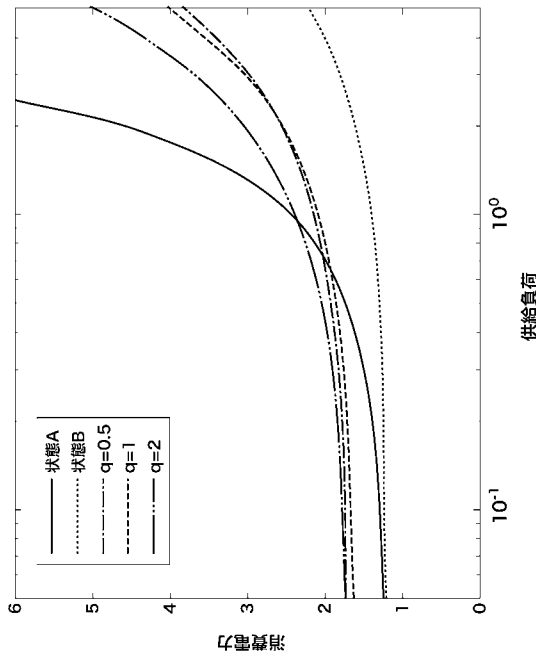
【図7】



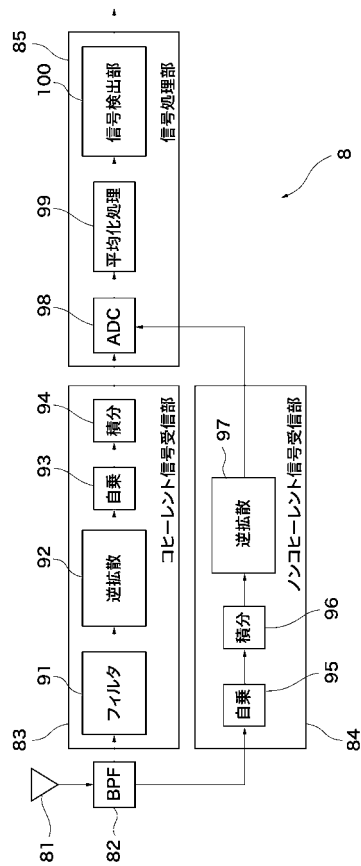
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 齊 一鴻

日本国東京都小金井市貫井北町4 - 2 - 1 独立行政法人情報通信研究機構内

(72)発明者 河野 隆二

日本国東京都小金井市貫井北町4 - 2 - 1 独立行政法人情報通信研究機構内

審査官 渡辺 未央子

(56)参考文献 特開2005 - 277642 (JP, A)

特開2003 - 179576 (JP, A)

IEEE Standard for Information technology- Telecommunications and information exchange between systems- Local and metropolitan area networks- Specific requirements, Part 15. 4: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs), 2003年10月1日, pp1,21-23

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 1/7163