

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6556876号
(P6556876)

(45) 発行日 令和1年8月7日 (2019. 8. 7)

(24) 登録日 令和1年7月19日 (2019. 7. 19)

(51) Int. Cl.	F I
HO 4 L 27/04 (2006. 01)	HO 4 L 27/04 Z
HO 4 L 27/00 (2006. 01)	HO 4 L 27/00 J
HO 4 B 7/06 (2006. 01)	HO 4 B 7/06 9 5 O
HO 4 L 25/49 (2006. 01)	HO 4 L 25/49 R
HO 4 K 3/00 (2006. 01)	HO 4 K 3/00

請求項の数 17 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2017-566690 (P2017-566690)	(73) 特許権者 503455363 レイセオン カンパニー アメリカ合衆国 マサチューセッツ州 O 2 4 5 1 - 1 4 4 9 ウォルサム ウィン ター ストリート 8 7 0
(86) (22) 出願日 平成28年4月14日 (2016. 4. 14)	
(65) 公表番号 特表2018-521579 (P2018-521579A)	
(43) 公表日 平成30年8月2日 (2018. 8. 2)	
(86) 国際出願番号 PCT/US2016/027454	
(87) 国際公開番号 W02016/209335	(74) 代理人 100107766 弁理士 伊東 忠重
(87) 国際公開日 平成28年12月29日 (2016. 12. 29)	(74) 代理人 100070150 弁理士 伊東 忠彦
審査請求日 平成29年12月22日 (2017. 12. 22)	(74) 代理人 100091214 弁理士 大貫 進介
(31) 優先権主張番号 14/750, 101	
(32) 優先日 平成27年6月25日 (2015. 6. 25)	
(33) 優先権主張国・地域又は機関 米国 (US)	
(31) 優先権主張番号 14/751, 193	
(32) 優先日 平成27年6月26日 (2015. 6. 26)	
(33) 優先権主張国・地域又は機関 米国 (US)	

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ジッタリング方法及びシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

信号上でデータを変調するために送信機においてパルス幅ジッタリングを行う方法であって：

パルス幅ジッタの大きさが受信機においてパルス幅ジッタ値の解明を可能にすることを保証するために、前記送信機及び前記受信機の間の信号特性を判定することであって、前記信号特性は前記送信機から前記受信機までのレンジを含む、こと；

出力信号を生成するために、本来のジッタを有する前記信号のパルス・エッジに隣接するバッファ・エリアにおいて、前記信号上でパルス幅ジッタ値を変調することにより前記信号特性に応じて前記バッファ・エリアを調整することであって、前記信号の連続的なパルス・エッジ同士の間の距離は前記本来のジッタに関して実質的に一定である、こと；及び

前記送信機により前記出力信号を送信すること；
を有する方法。

【請求項 2】

前記出力信号を生成するために中心周波数を変調することを更に含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

第 1 及び第 2 チャネルを有する前記出力信号を提供するために中心周波数を変調することを更に含み、前記第 1 及び第 2 チャネルは前記中心周波数に隣接している、請求項 1 に

記載の方法。

【請求項 4】

前記出力信号を生成するために、前記信号の中心周波数の高域側及び低域側で異なるデータ・ジッタ値を変調することを更に含む請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

前記出力信号を暗号化することを更に含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記受信機に信号ローブを方向付けることを更に含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記信号は不連続的な波形信号を含む、請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 8】

所与の信号対雑音比を達成するように前記バッファ・エリアを調整することを更に含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

送信された信号を受信し、前記パルス幅ジッタ値を復調することを更に含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

前記バッファ・エリアを決定するために前記受信機と通信することを更に含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

20

前記出力信号を生成するために、本来のスポット・ジッタと本来の送信エラーとの和に対応する閾値を超えるデータ・ジッタ値を変調することを更に含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 12】

プロセッサ；及び

前記プロセッサに結合されるメモリ；

を有する送信機のシステムであって、前記メモリに保存されるコンピュータ・プログラムは前記プロセッサに動作を実行させるように構成され、前記動作は：

パルス幅ジッタの大きさが受信機においてパルス幅ジッタ値の解明を可能にすることを保証するために、前記送信機及び前記受信機間の信号特性を判定することであって、前記信号特性は前記送信機から前記受信機までのレンジを含む、こと；

30

出力信号を生成するために、本来のジッタを有する前記信号のパルス・エッジに隣接するバッファ・エリアにおいて、前記信号上でパルス幅ジッタ値を変調することにより前記信号特性に応じて前記バッファ・エリアを調整することであって、前記信号の連続的なパルス・エッジ同士の間の距離は前記本来のジッタに関して実質的に一定である、こと；及び

前記送信機により前記出力信号を送信すること；

を含む、システム。

【請求項 13】

前記動作は、前記出力信号を生成するために中心周波数を変調することを更に含む、請求項 12 に記載のシステム。

40

【請求項 14】

前記動作は、本来のスポット・ジッタと本来の送信エラーとの和に対応する閾値を超えるデータ・ジッタ値を前記信号上で変調することを更に含む、請求項 12 に記載のシステム。

【請求項 15】

プロセッサ；及び

前記プロセッサに結合されるメモリ；

を有する受信機のシステムであって、前記メモリに保存されるコンピュータ・プログラムは前記プロセッサに動作を実行させるように構成され、前記動作は：

50

パルス幅ジッタの大きさが前記受信機においてパルス幅ジッタ値の解明を可能にすることを保証するために、送信機及び前記受信機間の信号特性を判定することであって、前記信号特性は前記送信機から前記受信機までのレンジを含む、こと；及び

前記受信機により受信した信号から、本来のジッタを有する前記信号のパルス・エッジに隣接するバッファ・エリアにおいて、前記信号上に変調されているパルス幅ジッタ値を復調することであって、前記バッファ・エリアは前記パルス幅ジッタ値により前記信号特性に応じて調整されており、前記信号の連続的なパルス・エッジ同士の間の距離は前記本来のジッタに関して実質的に一定である、こと；

を含む、システム。

【請求項 16】

前記動作は、第1及び第2チャンネルを提供する変調された中心周波数を復調することを更に含み、前記第1及び第2チャンネルは前記中心周波数に隣接している、請求項15に記載のシステム。

【請求項 17】

前記動作は、前記送信機による送信に備えて出力信号を生成するために、本来のスポット・ジッタと本来の送信エラーとの和に対応する閾値を超えるデータ・ジッタ値を信号上で変調することを更に含む、請求項15に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

当該技術分野で知られているように、敵の信号をジャミング(jamming)している間、味方の近辺のシステムも、ジャミングされている同じ帯域幅を利用することは妨げられる。多くの通信システムは同じ通信方法を利用するので、一方をディセーブルにしながら他方の動作を許容することは不可能であるかもしれない。ジャミングしている間に通信する従来の技術は、時間又は周波数ドメインの何れかにおいて信号を分離することを含む。ジャミング信号がターン・オフにされている期間内に通信信号が送られるか、或いは、通信システムの利用に備えて僅かな帯域幅がジャミングされずに残される。しかしながら、敵がまさにその時間/周波数を判別できる場合、この方法は、伝達に同じ技術を利用することを敵に許容してしまう。

【発明の概要】

【0002】

本発明は、パルス・パラメータを変えることによってジャミング信号に通信データを付加する方法及び装置を提供する。ジャマー(A jammer)は、それを選別することを困難にするために、純粋なノイズに見えるようにモデル化されることが可能である。本発明の実施形態では、ジャミング信号は、敵にとって依然としてノイズとして見える一方、それでも味方に有用なデータを搬送する。一般に、ジャミングの有効性は影響されない。本発明の実施形態は、組み込まれる通信に適切であるように帯域幅(BW)、中心周波数(CF)及びパルス幅(PW)を変調することにより、ノイズのような連続波形、コヒーレント波形のような不連続波形及び多様波形(polymorphic waveforms)に適用可能であることが、理解される。

【0003】

本発明の実施形態は、通信データが、ジャミング波形上で変調されることを可能にし、それにより、受信機において一方の信号を他方の信号から分ける必要性を排除する。デジタル・ビットは、ジャミング信号スポット・カバレッジ(帯域幅)及び/又はパルス幅における小さな変化、即ちジッタ(jitters)により表現される。これらのジッタは、検出される程度に十分大きい、ジャミングが敵対者に対して有効性を維持できる程度に十分小さい。実施形態では、脅威(となる)システムはジッタ通信に気付く程度に十分な感度を有しない一方、味方のシステムはジッタ通信を検出する能力を維持できるように、ジッタは制御される。メイン・ローブ・ジャミング・エネルギーがターゲットに適用される一方、サイド・ローブ・エネルギーが、その波形内に配置されるジッタにより味方の航空機と通信す

10

20

30

40

50

るために使用される。実施形態では、これは、味方の航空機がメイン・ローブの中にある場合に実行することが可能である。

【0004】

本発明の一形態では、信号上でデータを変調するデータ・ジッタリングの方法は：出力信号を生成するために、本来のスポット・ジッタと本来の送信エラーとの和に対応する閾値を超えるデータ・ジッタ値を変調すること；及び、送信機により出力信号を送信することを含む。

【0005】

本方法は、以下の事項のうちの1つ以上を更に含むことが可能である：出力信号を生成するために中心周波数を変調すること；第1及び第2チャンネルを有する出力信号を提供するために中心周波数を変調すること；出力信号を生成するために、信号の各々の側で異なるデータ・ジッタ値を変調すること；出力信号を暗号化すること；送信機及び受信機の間において本来のスポット・ジッタを含む信号特性を判定すること；受信機に信号ローブを方向付けること；データ・ジッタは対応する状態数を有すること；信号は連続的な波形信号を含むこと；所与の信号対雑音比を達成するように閾値を調整すること；出力信号を送信するために状態数を決定すること；送信された信号を受信し、データ・ジッタ値を復調すること；閾値を決定するために受信機と通信すること；閾値を動的に調整すること；及び/又は、出力信号を生成するために、本来のジッタを有する信号のパルス・エッジに隣接するバッファ・エリアにおいて、信号上でパルス幅ジッタ値を変調すること。

【0006】

本発明の別の形態におけるシステムは：送信機による送信に備えて出力信号を生成するために、本来のスポット・ジッタと本来の送信エラーとの和に対応する閾値を超えるデータ・ジッタ値を信号上で変調するように構成されるモジュールを有する。

【0007】

本システムは、以下の事項のうちの1つ以上を更に含むことが可能である：出力信号を生成するために中心周波数を変調すること；第1及び第2チャンネルを有する出力信号を提供するために中心周波数を変調すること；出力信号を生成するために、信号の各々の側で異なるデータ・ジッタ値を変調すること；出力信号を暗号化すること；送信機及び受信機の間において本来のスポット・ジッタを含む信号特性を判定すること；受信機に信号ローブを方向付けること；データ・ジッタは対応する状態数を有すること；信号は連続的な波形信号を含むこと；所与の信号対雑音比を達成するように閾値を調整すること；出力信号を送信するために状態数を決定すること；送信された信号を受信し、データ・ジッタ値を復調すること；閾値を決定するために受信機と通信すること；閾値を動的に調整すること；及び/又は、出力信号を生成するために、本来のジッタを有する信号のパルス・エッジに隣接するバッファ・エリアにおいて、信号上でパルス幅ジッタ値を変調すること。

【0008】

本発明の別の形態におけるシステムは、本来のスポット・ジッタと本来の送信エラーとの和に対応する閾値を超える信号上で変調されているデータ・ジッタ値を復調するように構成されるモジュールを有する。システムは、第1及び第2チャンネルを提供する変調された中心周波数を復調するように更に構成されることが可能である。

【0009】

本発明の別の形態における方法は、信号上でデータを変調するパルス幅ジッタリングの方法であって：出力信号を生成するために、本来のジッタを有する信号のパルス・エッジに隣接するバッファ・エリアにおいて、信号上でパルス幅ジッタ値を変調すること；及び、送信機により出力信号を送信することを含む。

【0010】

本方法は、以下の事項のうちの1つ以上を更に含むことが可能である：

出力信号を生成するために中心周波数を変調すること；第1及び第2チャンネルを有する出力信号を提供するために中心周波数を変調すること；出力信号を生成するために、信号の各々の側で異なるデータ・ジッタ値を変調すること；出力信号を暗号化すること；送信機

及び受信機の間に於いて信号特性を判定すること；受信機に信号ローブを仕向けること；データ・ジッタは対応する状態数を有すること；信号は不連続な波形信号を含むこと；所与の信号対雑音比を達成するようにバッファ・エリアを調整すること；送信信号を受信し、パルス幅ジッタ値を復調すること；バッファ・エリアを復調するために受信機と通信すること；バッファ・エリアを動的に調整すること；及び/又は、出力信号を生成するために、本来のジッタ及び本来の送信エラーの和に対応する閾値を上回るデータ・ジッタ値を変調すること。

【0011】

本発明の別の形態におけるシステムは、出力信号を生成するために、本来のジッタを有する信号のパルス・エッジに隣接するバッファ・エリアにおいて、信号上で変調されているパルス幅ジッタ値を復調するように構成されるモジュールを有する。

10

【0012】

システムは、以下の事項のうちの1つ以上を更に含むことが可能である：

出力信号を生成するために中心周波数を変調すること；第1及び第2チャンネルを有する出力信号を提供するために中心周波数を変調すること；出力信号を生成するために、信号の各々の側で異なるデータ・ジッタ値を変調すること；出力信号を暗号化すること；送信機及び受信機の間に於いて信号特性を判定すること；受信機に信号ローブを仕向けること；データ・ジッタは対応する状態数を有すること；信号は不連続な波形信号を含むこと；所与の信号対雑音比を達成するようにバッファ・エリアを調整すること；送信信号を受信し、パルス幅ジッタ値を復調すること；バッファ・エリアを決定するために受信機と通信すること；バッファ・エリアを動的に調整すること；及び/又は、出力信号を生成するために、本来のジッタ及び本来の送信エラーの和に対応する閾値を上回るデータ・ジッタ値を変調すること。

20

【0013】

本発明の別の形態におけるシステムは、出力信号を生成するために、本来のジッタを有する信号のパルス・エッジに隣接するバッファ・エリアにおいて、信号上で変調されているパルス幅ジッタ値を復調するように構成されるモジュールを有する。本システムは、第1及び第2チャンネルを提供する変調された中心周波数を復調するように更に構成されるモジュールを含むことが可能であり、及び/又は、モジュールは、送信機による送信に備えて出力信号を生成するために、本来のスポット・ジッタと本来の送信エラーとの和に対応する閾値を超えるデータ・ジッタ値を信号上で変調するように更に構成される。

30

【図面の簡単な説明】

【0014】

本発明自体だけでなく本発明の上記の特徴は、図面についての以下の説明からより十分に理解されるであろう。

【図1】帯域幅通信システムの概略的な表現を示す図。

【図2】データ・ジッタ通信の概略的な表現を示す図。

【図3】スポット・ジッタ通信の概略的な表現を示す図。

【図4A】帯域幅通信のフローチャートを示す図。

【図4B】帯域幅通信のフローチャートを示す図。

40

【図5A】変調された波形の両側における8つの状態を示す図。

【図5B】変調された波形の両側における8つの状態を示す図。

【図5C】変調された中心周波数を有する図5A及び図5Bの変調された波形を示す図。

【図5D】変調された中心周波数を有する図5A及び図5Bの変調された波形を示す図。

【図6A】帯域幅変調による例示的なデータ通信を概略的に示す図。

【図6B】帯域幅変調による例示的なデータ通信を概略的に示す図。

【図7】帯域幅変調信号を概略的に示す図。

【図8】帯域幅変調を含む無線通信の概略的な表現を示す図。

【図9】本願で説明される処理の少なくとも一部を実行することが可能な例示的なコンピュータの概略的な表現を示す図。

50

【発明を実施するための形態】

【0015】

図1は本発明の例示の実施形態による帯域幅変調を含む信号を送信するための例示的なシステム100を示す。コントローラ102はシステムの動作全体を制御する。信号プロセッサ・モジュール104は、以下において更に詳細に説明されるように、エンコーダ・モジュール106が帯域幅変調を実行した後に、送信されるべき情報を処理する。ビームフォーマ108は、送信されるべき情報を受信し、所望の方向において1つ以上のビームをステアリングする。一連の送信/受信(TR)モジュール110a-Nは、情報を自由空間に送信するアンテナ112に結合される。例示の実施形態では、アンテナは、アクティブ電子スキャン・アレイ・アンテナ(an active electronically scanned array (AESA) antenna)として提供され、TRモジュール110は、一般に知られているように、振幅及び位相双方の調整回路(例えば、増幅器又は位相シフト要素)を含む。ビームフォーマ108及びTRモジュール110の双方又は一方における振幅及び位相の設定は、1つ以上のビームに関して所望の放射パターン及びビーム指向方向を有するAESAアンテナ提供するように選択される。

10

【0016】

受信信号は受信機150に提供され、受信機150は、受信信号プロセッサ152による処理のために、受信信号の周波数をダウンコンバートする。例えば、受信信号プロセッサ152は、ターゲットの位置、速度、運動方向及び/又は種別を引き出すように、ダウンコンバートされた受信信号を処理しても良い。

20

【0017】

図2は、ジャミング環境の中で信号が周期的にサンプリングされる連続波形(CW)アプリケーションにおけるデータ・ジッタリング200として本願で言及される実現例を示す。データ・ジッタ202は、本来のスポット・ジッタ(an inherent spot jitter)を上回る1又は0として通信される。信号を検出する際に本来のエラー・レベルが幾らか存在する。ジッタは、ランダム又は決定論的(deterministic)であることが可能である。実施形態では、データ・ジッタ値202は、本来のスポット・ジッタ・レベルとシステム本来の送信エラーとの合計204(a sum 204 of the inherent spot jitter level and the system inherent transmission error)に対応するレベル204より僅かに上回るように加算される。データ・ジッタ202は、ジャミング信号の存在下において或いは一般的に波形の伝送中においてデータ通信を可能にするために1又は0を提供するように制御され、それが可能である理由は、これが単なる「妨害信号」以上のものであり得るからである。

30

【0018】

図3は、パルス幅ジッタ300として本願で言及される例示の実施形態を示す。一般に、パルス幅ジッタリングは、非CW変調技術に相応しい。パルスの期間中に、BWジッタが実行されることも可能であることが、理解される。PWジッタは、所与の時間中の送信の時間を変動させる(又はジッタを与える)ことを許容するが、BWジッタは、より短いそのパルスの間に極めて高速に生じることが可能である。非CW波形においてジッタの技術を組み合わせることにより、データ・レートは極めて高くなることに、留意すべきである。パルスは、所与のパルスの開始及び終了の位置に本来のジッタ302を含む。1又は0を示すために、比較的小さなバッファ304がパルス・エッジに追加される。バッファ304は、(本来のジッタとともに)信号パルスが生じ得る最も早い時間の直前(又は最も遅い時間の直後)にある。

40

【0019】

一般に、送信機から十分なエネルギーのメイン・ローブ又はサイド・ローブが、受信機の方を指し示す。「ノルム(norm)」が受信機により設定され、正規化された信号「チップ(chip)」は受信機の通信変調を伴わない。これは、スポット・ジッタの場合における正規化された「スポット幅」又はパルス幅ジッタの場合における正規化された「パルス幅」であることが可能である。先験的に、「エラー・レンジ」が、予想されるパルス幅ジッタ又はスポット幅ジッタについての送信機及び受信機システムの間で設定される。他の実施形態では、エラー・レンジが動的に調整される。正規化期間がいったん設定されると、エラー・レンジを上回る受信信号における何らかの変動は、データ通信として解釈される

50

。変動は、受信スポット幅(SJ)若しくはパルス幅(PWJ)又は同時に双方(SJ+PWJ)を含む。

【0020】

実施形態において、「チップ」毎のビット数は次のようにして決定されることが可能である：

【0021】

【数1】

$$Num_{bits} = \log_2(M) = \log_2(jitter_range / jitter_resolution)$$

10

ここで、Mは状態数であり、jitter_rangeは「エラー・レンジ」を超えて送信機により適用されることが可能なデータ・ジッタであり、jitter_resolutionは、システムにおける実際のジッタにより下方に境界を接する受信機の分解能力である。図2及び図3は各ビットに単独の0又は1の状態を示しているが、例えば図5A-Dに示されるように複数のステップが存在して良いことが理解される。

【0022】

ビット・エラー・レートは、周波数アジャイル・スロット(frequency agile threats)及びそのスロットのCW技術のアプリケーションから生じ得る。しかしながら、スポット・ジッタリングは、最小欠落ビット(minimal lost bits)に再同期することが可能である。これらの欠落ビットを判定するために、順方向誤り訂正(FEC)又は適切な何らかの技術の使用が可能であることが理解される。しかしながら、多くのビット数が欠落してFECが信号の曖昧さを適切に解消できなかった場合、信号はより長いジッタ値で反復されることが可能である。十分なジッタ信号対雑音比(SNR)に収束するようにジッタ値を動的に調整することにより、システムは、ジッタ通信リンクがシステム間で確立されることを保証することができる。最終的に、ジッタ値は、本来の任務(the primary mission)に対する劣化を制限するように規定される上限を有する。

20

【0023】

電力スペクトル密度(power spectral density：PSD)における欠落は比較的最小限であり、その理由は、ジッタの大きさ(又は振幅)が、システムの最小の送信及び受信トーンの僅かな乗数倍であるとなることが可能だからである。

30

【0024】

一般に、PWジッタ(PWJ)は非CW技術に相応しい。PWJは、0又は1を創出するためにパルス幅に僅かなバッファ(a slight buffer)を適用する。PWJは、「内情に通じた」受信機(“in the know” receivers)へデータを同時に送信しながら、意図されるように機能する。ビット・エラー・レート(BER)はアジャイルPWsを導出することが可能であるが；それは速やかに再同期される。既存の処理技術は、これらの欠落ビットを決定することが可能である。複数の非CW技術がインターリーブされる場合、この通信技術は、これらの技術同士の間で重ね合わせられることが可能である。

40

【0025】

例えば、サンプリング・クロック・サイクル毎に、パルス幅ジッタ(PWJ)の新たなチップが解明され、及び、ナイキスト基準に合致する2つのサンプリング・クロック・サイクル毎にスポット幅ジッタについて新たなチップが解明される。パルス幅(PW)及びパルス反復周波数(pulse repetition frequency：PRF)により、PWJの通信レートは次のようになる(M個の状態が設定されることが可能である)：

【0026】

【数 2】

$$Bit_{rate_{sj}} = PRF \cdot \log_2 M$$

スポット・ジッタ(SJ)、サンプリング・レートFs、デューティ因子(Duty)及びM個の状態に関し、SJを伴う通信レートは次のようになる：

【0027】

【数 3】

$$Bit_{rate_{pwj}} = 2 \cdot \left(\frac{Fs}{2} \right) \cdot \log_2 M \cdot Duty$$

10

上記の数式では「2」が存在しているが、その理由は、スポット・ジッタを実行する場合、波形の中心周波数及び帯域幅の双方についてのジッタリングの存在が仮定されるからであることが理解される。所望の送信帯域幅のオーバーラップが依然として存在するが、これは、波形のそれぞれの端でM個の状態を許容する(例えば、図5D参照)。これらの方法は、通信の有効性を2倍にする2チャンネル・シナリオ(例えば、図5C、図5D)、ダブル冗長シングル・チャンネル及びシングル・チャンネルの何れかについて使用されることが可能である。

【0028】

スポット・ジッタ及びパルス幅ジッタは、次のように連続波形及び不連続波形の双方について組み合わせられることが可能である：

20

【0029】

【数 4】

$$Bit_{rate} = PWJ_{rate} + SJ_{rate}$$

図4は、本発明の例示の実施形態による帯域幅変調をもたらすプロセスを示す。実施形態では、受信機は、様々なタイプの信号を送信する能力を有する。様々な信号に関して処理が述べられるが、実施形態では、特定の信号に対するステップのみが実行されて良いことが理解される。

30

【0030】

例示の実施形態では、402において、所望のプライマリ信号が決定され、プライマリ信号は、レーダー信号、電子攻撃(electronic attach: EA)(例えば、ジャミング等)を含むことが可能である。ステップ404において、所望の通信信号が決定される。406において、所望の通信信号の指し示す方向が決定される。408において、所望のプライマリ信号の指し示す方向が決定される。

【0031】

ステップ410において、システムは、過去に送信したデータを利用して、正規化されたパルス幅エラーを決定する。ステップ412において、システムは、送信されたデータについて、正規化された帯域幅エラーを決定する。ステップ410及び412は、環境的なエラーが通信リンクを妨げたことを判定するために使用されることが可能である。ステップ410及び412は、ターゲット受信機がジッタの大きさの曖昧さを解消できることを保証するために、システムが、典型的なエラーの振幅(又は大きさ)を超えるジッタ・パラメータを調整できるようにする。ステップ414において、システムは、波形のメイン及びサイド・ローブをステアリングするウェイトを決定する。

40

【0032】

送信される信号タイプ及びパルス幅及び/又は帯域幅エラー及びステアリングに基づいて、システムは、ステップ416において、信号を送信するのに必要な状態の数を決定する。ステップ418において、システムは、所与のターゲット・レンジに対する通信信号の状

50

態数及び受信機的能力を判定する。ステップ418は、ターゲット・システムが、環境及びシステムの干渉から、送信された信号を解明できる程度に十分なジッタの大きさ(時間及び周波数におけるもの)を、波形が有することを保証する。ステップ418は、所望の通信データを促進するのに必要な状態数も決定する。ステップ420において、システムは、十分な通信ジッタ特性及びオリジナル信号特性の双方を包含するように、所望の信号について帯域幅、中心周波数及びパルス幅変動を決定する。ステップ422において、システムは送信のために信号を合成(シンセサイズ)し、その合成は、信号変動420に基づいて送信のためにパルスを合成すること(422b)及びキャリブレーション・パルスを合成すること(422)を含む。ステップ422により合成された信号は、パルス・ジッタの適応的な調整を促すために、ステップ416へフィードバックされる。ステップ424において、パルスは送信される。選択的なステップ426において、システムは、ジッタの大きさを更に導出してターゲット受信機で十分なジッタSINRを得るために、受信機から送信されるパルスのアクノリッジメントを待機し、リンクを閉じる及び/又は検出を抑制することが可能である。

10

【0033】

受信機の側では、ステップ450において、送信されたパルスが受信される。ステップ452において受信機は信号送信に必要な状態の数を識別し、ステップ454において、通信信号に関する各状態の大きさを識別する。ステップ456において、受信機は、キャリブレーション値を利用して、受信した通信信号を処理する。送信側のシステムによるジッタ・パラメータの適応的な調整をもたらすために、ステップ458において、選択的なアクノリッジメント信号が送信機へ送信されることが可能である。信号処理の後、ステップ460において通信信号が提供される。

20

【0034】

図5A-Dは、状態1-Mの例示的なシーケンスに関する一連の帯域幅変調を示し、ここでM=8であり、変調された波形の両側に8つの状態がある。図5C及び5Dは、図5A及び図5Bの変調された波形を、変調された中心周波数とともに示す。図5A及び図5Bは、1パルスの期間中におけるダブル冗長シングル・チャンネル・ジッタ通信(a double redundant, single-channel jitter communication)を示し、図5C及び図5Dはデュアル・チャンネルを示し(チャンネル1は左側にあり、チャンネル2は右側にある)、ここでY軸は時間であり、X軸は周波数である。例示の変調の実施形態は所望の同じ帯域幅をカバーしているが、それぞれが、図示のパルスの中でパルス・ジッタ通信の別の例を組み込んでも良い。

30

【0035】

図5C及び図5Dの例示の変調では、通信についての第1及び第2チャンネルが提供される(一方は左側であり、他方は右側である)。通信効率を2倍にするように、送信信号の各側に異なるジッタ値を持たせることにより、第1及び第2チャンネルが実現される。

【0036】

実施形態では、帯域幅変調により、暗号化された情報の送信が可能である。送信される信号は一連のビット値であるので、(送信側における)前処理及び(受信側における)後処理において、何らかの暗号化プロセスの使用が可能である。図5では、暗号化が送信側で既に組み込まれることが可能であり、解読装置(a decryption device)は受信側でその暗号化を管理する。

40

【0037】

図6は、第1及び第2周波数F1, F2を利用して送信される「テスト・テスト(Test Test)」という例示的なパルス・ジッタ・テスト・シーケンスを示す。シーケンスの開始時及び新たな周波数の開始時に、連続する標準化パルス(a series standardization pulses)が存在する。図6A及び図6Bに示されるように、パルス幅ジッタは45個のパルスを使用し、「非CW PW/周波数送信」は13個の変調パルスを使用する。パルス1及びパルス2は「標準化」に使用される。F1P3は「T」と半分の「e」とを含み、F1P4は後半の「e」と「s」とを含む。F1P5は半分の「t」と新たな周波数の標準化とを含む。図示されているように、第1周波数では、各パルスは12個のビットを含む。第2周波数では、各パルスは8ビットを含む。

50

【0038】

標準化の後、F2P3は後半の「t」と半分の“ ”とを含み、F2P4は半分の“ ”と半分の「T」とを含む。残りの8ビットF2パルスは、「est」を含む。

【0039】

例示の実施形態は1ビット/チップとして示されているが、複数のチップによりスループットは増えることが、認められるであろう。実施形態では、周波数ジッタ・レートは、受信機のプロセッサ・クロック周波数(又は送信機のクロック周波数のうち何れか遅い方)の2倍にほぼ等しく、PWデータ・ジッタ・レートはPRFの2倍までに制限される。

【0040】

本願で説明されるようなデータ・ジッタは、「内情に通じていない」受信機にとって、従来の送信エラーのように見えることが、認められるであろう。味方のシステム(the friendly systems)が味方でないシステムより高精度のクロックを有する場合、味方でないシステムは、データ・ジッタを全く検出できないであろう。レンジ(又は距離)は味方のシステムに有利になる可能性があり、なぜなら、受信機の送信機からの距離が遠いほど、信号雑音比は低くなり、従って、エンコードされる情報を取り出すことは困難になるからであることが、更に認められるであろう。更に、コヒーレント信号処理は、データ・ジッタを取り除く。

【0041】

図7A-Cは、本来のスポットの外側で(例えば、外側「3dB BW」において)、ジッタに煩わされる通信情報を示す(例示的な説明のため強調されている)。図7Aは1(ONE)であるデータ・ジッタの1パルスについてのFFTを示し、図7Bは0 (ZERO)であるデータ・ジッタの1パルスについてのFFTを示す。図7Cは図7Aのデータ・ジッタに由来するパルスを示す。挿入されているデータ・ジッタを検出するために、FFT及びFIRフィルタリングが受信機により使用される。

【0042】

図8は、様々なワイヤレス・デバイス802にデータ・ジッタを与える例示的なワイヤレス通信システム800を示す。メッセージ804は、上述したように、帯域幅変調806を利用してデータ・ジッタによりエンコードされる。例えば、セル・タワー808は情報をワイヤレス・デバイス802へ送信し、ワイヤレス・デバイス802は、受信メッセージ812を提供するために、帯域幅変調810に関する既知のパルス情報を利用してデータ・ジッタをデコードする。

【0043】

図5A-Dを再び参照すると、図示されている信号はまさにジャミングされていないので(ただし、通信信号、レーダー等であることが可能である)同じプロセスが適用可能である。この状況の場合、通信システムは全体的なジッタリングされた帯域幅を利用し(僅かに高い通信レートをもたらす)、ジッタの大きさの上に置かれるビットは(パルス幅ジッタ変調又は周波数/BWジッタ変調の何れかにより)その通信信号に追加的なチャネルを追加し、数ページ前のBit_rateの数式に示される分量だけ通信レートを更に増やす。

【0044】

その結果は近似的に次のようになる：

$$\text{Bit_Rate} = \text{bits/s/hz (of the communication tower)} * \text{BW (desired BW + the jitter bandwidths)} + \text{PWJ_rate} + \text{SJ_rate}$$

実施形態において、帯域幅変調されたデータは、所定のレンジ内にある受信機のみがその帯域幅変調を検出できるように、送信されることが可能である。帯域幅の検出は、受信機のクロック精度などのようなデバイスの特徴に依存していても良いことが、理解される。例えば、第1及び第2デバイスが同じ距離にある場合に、第2デバイスより高精度なクロックを有する第1デバイスのみが、帯域幅変調された信号を検出できる。実施形態では、従来の方法で変調されたデータに加えて、帯域幅変調データを受信することが可能な又は受信するように動作させることが可能なデバイスについて、あるエンティティ(an entity)が追加的なコスト又は料金を課しても良い。別の実施形態では、帯域幅変調データによ

10

20

30

40

50

り追加的なセキュリティが提供されても良い。更に別の実施形態では、ジッタリング技術により提供される追加的なチャンネルは、送信時間、データ収集のための条件、送信機の位置等のようなプライマリ信号に関するメタデータを、動作可能なシステム同士の間で通信しても良い。

【0045】

図9は本願で説明される処理の少なくとも一部を実行することが可能な例示的なコンピュータ900を示す。コンピュータ900は、プロセッサ902、揮発性メモリ904、不揮発性メモリ906(例えば、ハード・ディスク)、出力デバイス907、及び、グラフィカル・ユーザー・インターフェース(GUI)908(例えば、マウス、キーボード、ディスプレイ)。不揮発性メモリ906は、コンピュータ命令912、オペレーティング・システム916及びデータ918を保存している。一例では、コンピュータ命令912は、揮発性メモリ904からプロセッサ902により実行される。一形態では、製品920は非一時的なコンピュータ読み取り可能な媒体により構成される。

【0046】

処理は、ハードウェア、ソフトウェア及びそれらの組み合わせで実現されて良い。処理は、プロセッサ、記憶媒体又はその他の製造品を含むプログラム可能なコンピュータ/マシンで実行されるコンピュータ・プログラムで実現されても良く、その製造品等は、プロセッサ(揮発性及び不揮発性のメモリ及び/又はストレージ・エレメントを含む)、少なくとも1つの入力デバイス及び1つ以上の出力デバイスにより読み取ることが可能である。プログラム・コードは、処理を実行するため及び出力情報を生成するために、入力デバイスを利用して入力されるデータに適用されても良い。

【0047】

システムは、(例えば、プログラム可能なプロセッサ、コンピュータ、又は複数のコンピュータ等のような)データ処理装置による実行のため又はそのオペレーションを制御するために、少なくとも部分的に、コンピュータ・プログラム・プロダクトにより(例えば、マシン読み取り可能なストレージ・デバイスにおいて)処理を実行することが可能である。そのようなプログラムの各々は、コンピュータ・システムと通信するために、ハイ・レベル・プロシジャ又はオブジェクト指向プログラミング言語で実現されても良い。しかしながら、プログラムはアセンブリ又はマシン言語で実現されても良い。言語はコンパイルされる又はインタープリットされる言語であっても良く、スタンド・アローン・プログラムとして或いはモジュール、コンポーネント、サブルーチンとして、又はコンピューティング環境で使用するのに適した他のユニットとして包含する任意の形式で配備されても良い。コンピュータ・プログラムは、1つのコンピュータ、1つのサイトにある複数のコンピュータで実行されるように配備されても良いし、或いは、複数のサイトにわたって分散され、通信ネットワークで相互接続されても良い。コンピュータ・プログラムは、ストレージ媒体又はデバイスがコンピュータにより読み込まれる場合に、コンピュータを構成及び作動させる汎用又は特定用途のプログラム可能なコンピュータにより読み込むことが可能な記憶媒体又はデバイス(例えば、CD-ROM、ハード・ディスク又は磁気ディスク)に保存されて良い。処理は、コンピュータ・プログラムとともに構成されるマシン読み込み可能な記憶媒体として実現されても良く、実行時に、コンピュータ・プログラムの命令はコンピュータを動作させる。

【0048】

処理は、システムの機能を実行する1つ以上のコンピュータ・プログラムを実行する1つ以上のプログラム可能なプロセッサにより実行されても良い。特定用途論理回路(例えば、フィールド・プログラマブル・ゲート・アレイ(FPGA)及び/又は特定用途向け集積回路(ASIC))のように、システムの全部又は一部が実現されても良い。

【0049】

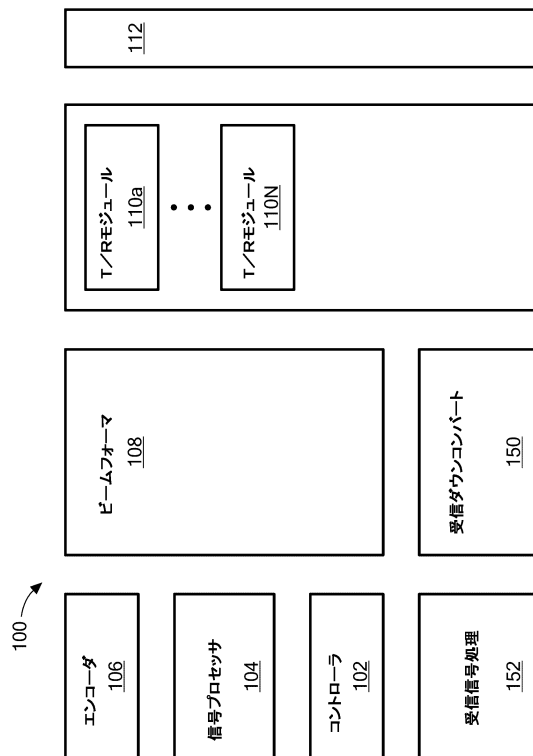
以上、本発明の例示的な実施形態を説明してきたが、本発明の概念を取り入れる他の実施形態が使用されても良いことは、当業者にとって明らかであろう。本願に含まれる実施形態は、開示される実施形態に限定されず、添付の特許請求の範囲の精神及び範囲によっ

てのみ制限されるべきである。本願で言及される刊行物及びリファレンスは何れも全体的に本願のリファレンスに明示的に組み込まれる。

【0050】

本願で説明される様々な実施形態の要素は、上記で具体的には述べていない他の実施形態を形成するために組み合わせられても良い。単独の実施形態の文脈で説明される様々な要素は、個別的に又は適切な任意のサブコンビネーションで提供されても良い。本願で具体的に説明されていない他の実施形態も以下の特許請求の範囲に属する。

【図 1】



【図 2】

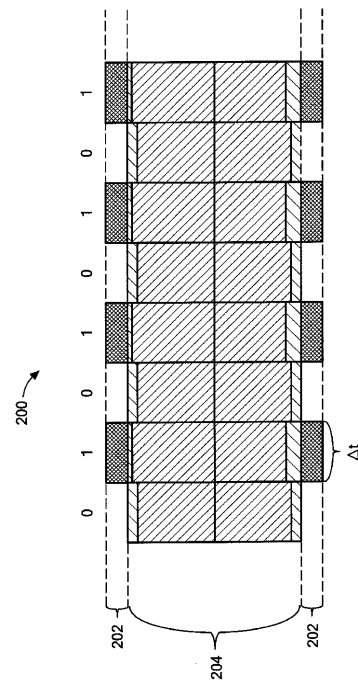


FIG. 2

【図 3】

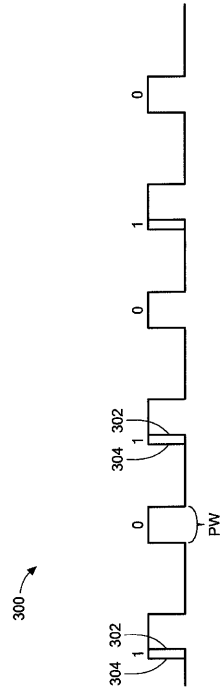
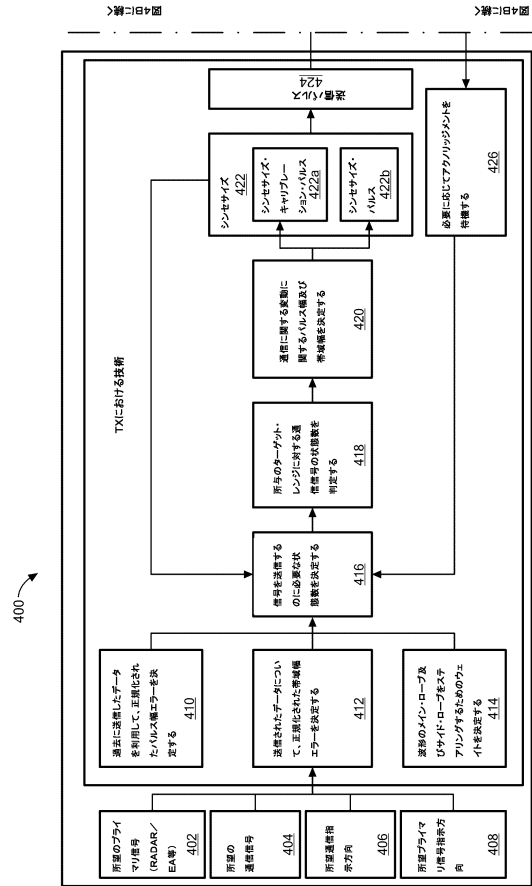
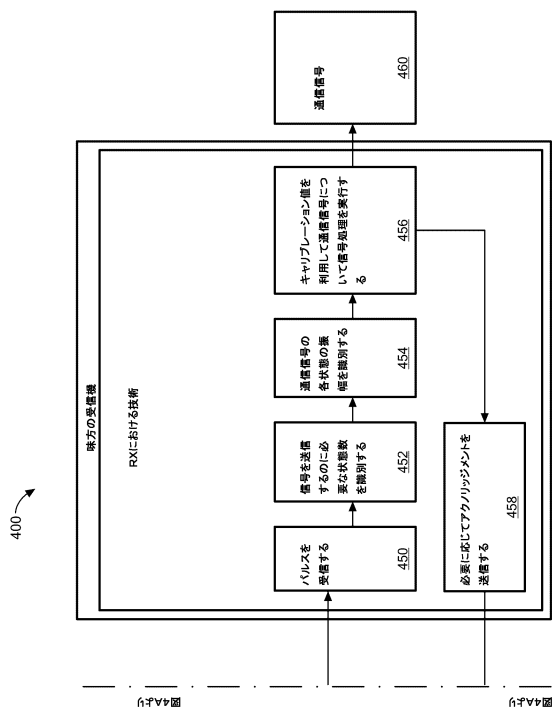


FIG. 3

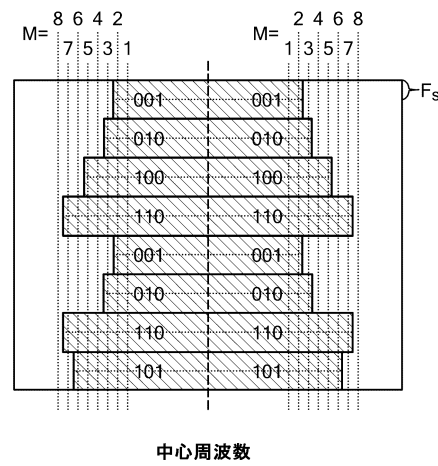
【図 4 A】



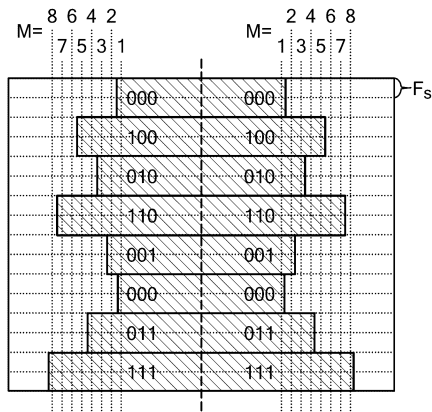
【図 4 B】



【図 5 A】

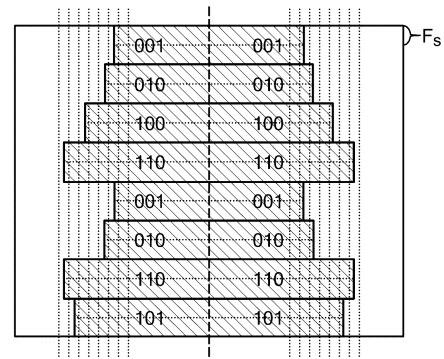


【図 5 B】



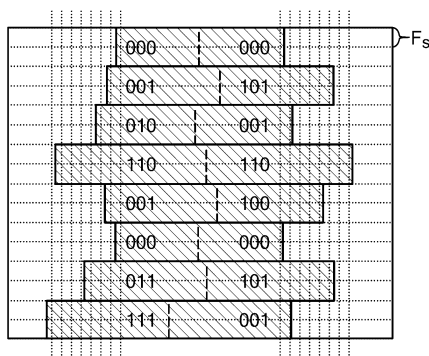
中心周波数

【図 5 C】



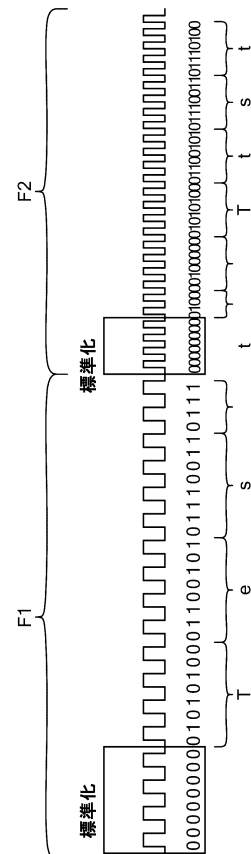
中心周波数

【図 5 D】

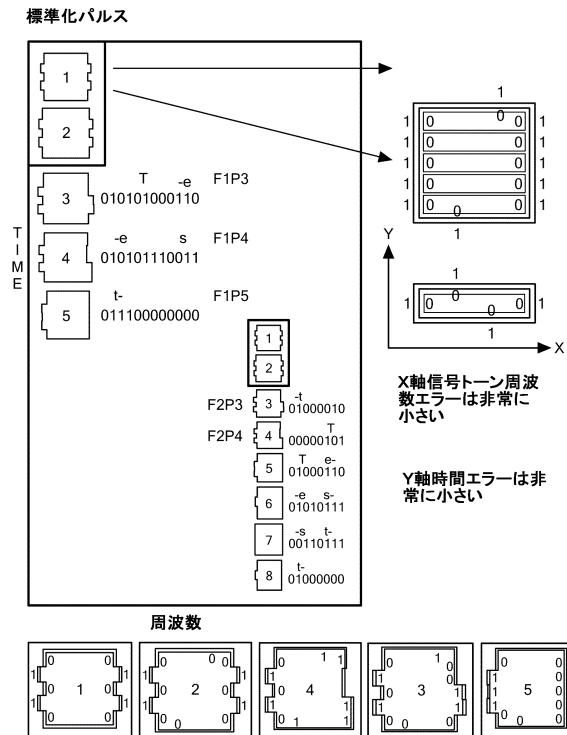


中心周波数

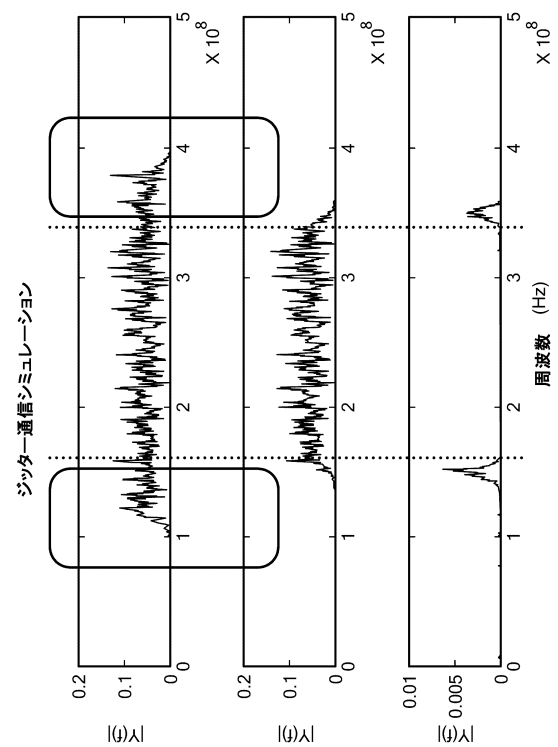
【図 6 A】



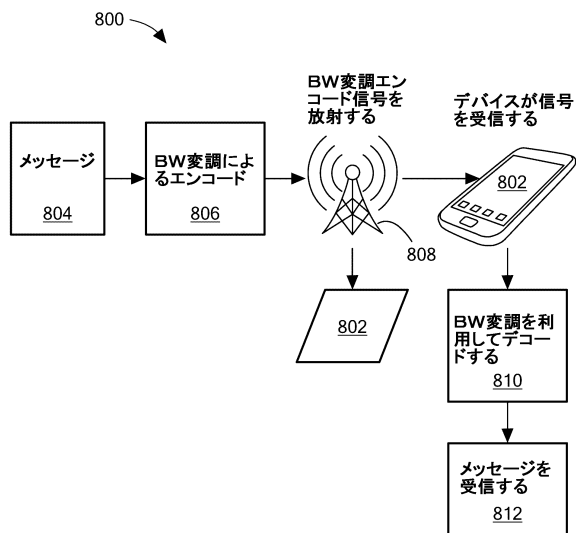
【図 6 B】



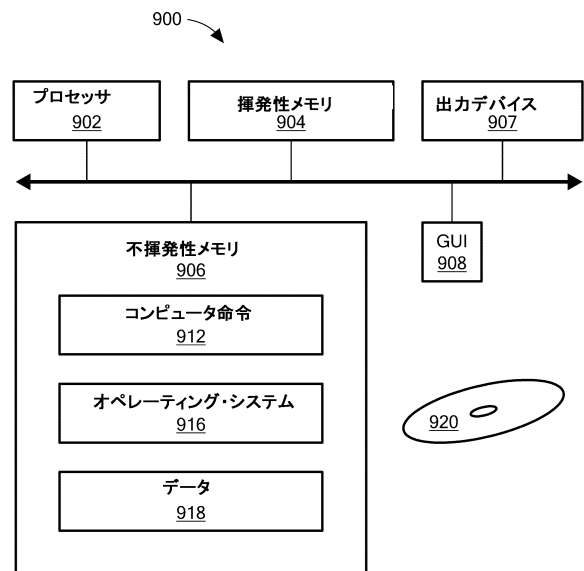
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

- (72)発明者 ローガン ジェフリー, ジェイ.
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 90277 レドンド・ビーチ ヨット・クラブ・ウェイ
211 アpartment#136
- (72)発明者 マール, ハリー, ビー.
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 90266 マンハッタン・ビーチ ブアヒーズ・アヴェニ
ュー 1550
- (72)発明者 ミラー, タイラー
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 90249-3622 ガーデナ ミラー・アヴェニュー
14980

審査官 谷岡 佳彦

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2009/0009379 (US, A1)
米国特許第05506582 (US, A)
米国特許出願公開第2002/0136281 (US, A1)
国際公開第97/021294 (WO, A2)
特開2012-070274 (JP, A)
米国特許出願公開第2010/0283656 (US, A1)
米国特許第05254843 (US, A)
米国特許第05313209 (US, A)
米国特許第6198766 (US, B1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| H04L | 27/04 |
| H04B | 7/06 |
| H04K | 3/00 |
| H04L | 25/49 |
| H04L | 27/00 |