(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7577848号
(P7577848)

(45)発行日　令和6年11月5日(2024.11.5)

(24)登録日　令和6年10月25日(2024.10.25)

(51)国際特許分類		FI		
H04B	*1/713(2011.01)*	H04B	1/713	
H04L	*27/00 (2006.01)*	H04L	27/00	Z
H04L	*1/00 (2006.01)*	H04L	1/00	E

請求項の数　21　（全19頁）

(21)出願番号　特願2023-522560(P2023-522560)
(86)(22)出願日　令和3年10月21日(2021.10.21)
(65)公表番号　特表2023-545810(P2023-545810A)
(43)公表日　令和5年10月31日(2023.10.31)
(86)国際出願番号　PCT/EP2021/079262
(87)国際公開番号　WO2022/090059
(87)国際公開日　令和4年5月5日(2022.5.5)
審査請求日　令和5年6月2日(2023.6.2)
(31)優先権主張番号　63/105,634
(32)優先日　令和2年10月26日(2020.10.26)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(73)特許権者　598036300
テレフオンアクチーボラゲット エルエム エリクソン（パブル）
スウェーデン国 ストックホルム エスー１６４ ８３
(74)代理人　110003281
弁理士法人大塚国際特許事務所
(72)発明者　ヴィルヘルムソン， レイフ
スウェーデン国 ルンド エスイー－２２０ ２０，カール トゥエルフス ガタン ９
(72)発明者　アルヴィドソン， ポンタス
スウェーデン国 ソレントゥナ エスイー－１９２ ５１，ルドベックス ヴェグ １１７
審査官　北村 智彦

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　周波数ホッピングシステムのリンクアダプテーション

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

複数のチャネル間の周波数ホッピングを含む送信の方法であって、
チャネルのリンクアダプテーションアルゴリズムインスタンスを使用して、周波数ホッピング毎に当該チャネルの変調及び符号化方式を調整することと、
前記チャネルが雑音で制限されているか干渉で制限されているかを決定することと、
を含み、
複数のリンクアダプテーションアルゴリズムインスタンスが前記複数のチャネルの変調及び符号化方式を調整するために同時に使用され、
前記チャネルの前記変調及び符号化方式を調整することは、さらに、前記チャネルが雑音で制限されているか干渉で制限されているかの決定結果に基づく、方法。

【請求項２】

請求項１に記載の方法であって、
前記チャネルの前記リンクアダプテーションアルゴリズムインスタンスは、当該チャネルのみに使用される、方法。

【請求項３】

請求項１に記載の方法であって、
前記チャネルの前記リンクアダプテーションアルゴリズムインスタンスは、前記チャネルに周波数において隣接する他のチャネルに対して使用される、方法。

【請求項４】

請求項２に記載の方法であって、
前記複数のリンクアダプテーションアルゴリズムインスタンスの数は、前記複数のチャネルの数と同じである、方法。
【請求項５】
請求項１から４のいずれか１項に記載の方法であって、
前記チャネルの前記変調及び符号化方式を調整することは、
最も堅牢で利用可能な変調及び符号化方式を使用して、前記チャネルで第１パケットを送信することと、
前記第１パケットに対する応答を受信することと、
前記チャネルに適切な変調及び符号化方式を取得することと、
前記適切な変調及び符号化方式に基づいて、次のパケットの前記変調及び符号化方式を調整することと、
を含む方法。
【請求項６】
請求項５に記載の方法であって、
前記適切な変調及び符号化方式を取得することは、前記受信した応答において、前記適切な変調及び符号化方式に関するインジケーションを受信することを含む、方法。
【請求項７】
請求項５に記載の方法であって、
前記適切な変調及び符号化方式を取得することは、前記受信した応答から前記適切な変調及び符号化方式を決定することを含む、方法。
【請求項８】
請求項１から４のいずれか１項に記載の方法であって、
チャネル特性を決定するために、前記複数のチャネルのうちの１つ以上のチャネルをスキャンすることを含み、
前記チャネルの前記変調及び符号化方式を調整することは、前記１つ以上のチャネルのスキャン結果に基づいて行われる、方法。
【請求項９】
請求項８に記載の方法であって、
第１閾値未満の特性を有すると決定されたチャネルの使用を行わないことを含む、方法。
【請求項１０】
請求項９に記載の方法であって、
前記第１閾値は、前記特性が前記第１閾値以上である場合に最小データレートの変調及び符号化方式を使用できるように決定されている、方法。
【請求項１１】
請求項８から１０のいずれか１項に記載の方法であって、
前記周波数ホッピングで使用するために、第２閾値に達する特性を有するチャネルをリスト化することを含む、方法。
【請求項１２】
請求項１１に記載の方法であって、
前記第２閾値は、前記特性が前記第２閾値以上である場合に最大データレートの変調及び符号化方式を使用できるように決定されている、方法。
【請求項１３】
請求項８から１２のいずれか１項に記載の方法であって、
前記周波数ホッピングのホッピングシーケンスは、前記スキャン結果に基づく、方法。
【請求項１４】
請求項１３に記載の方法であって、
前記ホッピングシーケンスは、周波数ホッピング毎に決定される、方法。
【請求項１５】
請求項１３に記載の方法であって、

前記ホッピングシーケンスは、前記スキャンを行った際に決定される、方法。
【請求項１６】
請求項１から１５のいずれか１項に記載の方法であって、
周波数ホッピングレートは、前記チャネルの前記変調及び符号化方式の調整の結果に基づいて調整可能である、方法。
【請求項１７】
請求項１６に記載の方法であって、
前記周波数ホッピングレートは、周波数ホッピング毎に決定される、方法。
【請求項１８】
請求項１６に記載の方法であって、
前記周波数ホッピングレートは、前記チャネルに関する新しい情報を取得する際に決定される、方法。
【請求項１９】
請求項１６に記載の方法であって、
前記周波数ホッピングレートは、使用中のチャネルが第３閾値未満の特性を有するときに新しいチャネルにホッピングすることによって決定される、方法。
【請求項２０】
トランシーバのプロセッサで実行されると、前記トランシーバに、請求項１から１９のいずれか１項に記載の方法を実行させる命令を含むコンピュータプログラム。
【請求項２１】
送信機と、受信機と、前記送信機及び前記受信機の動作を制御するためのコントローラと、を備えるトランシーバであって、前記コントローラは、請求項１から１９のいずれか１項に記載の方法に従って動作を制御する様に構成されている、トランシーバ。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本開示は、一般に、周波数ホッピング送信にリンクアダプテーションを提供する方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
リンクアダプテーション（ＬＡ）は、チャネル条件が大きく変化する場合に無線システムのパフォーマンスを向上させるのに有益であることが知られている。基本的に、ＬＡの目標は、現在のチャネル条件に最適な変調及び符号化方式（ＭＣＳ）を使用することである。ここで最適なものは、サポートされているアプリケーションによって多少異なるが、一般的に、十分に低いエラー確率で最高のデータレートを達成するＭＣＳである。
【０００３】
ＬＡは、３ＧＰＰ（登録商標）によって開発された、例えば、３Ｇ、４Ｇ、５Ｇ等のセルラシステムで使用される。これは、一般にＷｉ－Ｆｉと呼ばれるＩＥＥＥ８０２．１１によって開発された規格の重要な機能でもある。これらのシステムでどのＭＣＳを選択するかは、送信機と受信機との間の距離に依存し得る、或いは、受信機での干渉レベルに依存し得る、或いは、その両方の組み合わせに依存し得る。ＭＣＳの変動は、０～３０ｄＢの範囲の受信機信号対干渉雑音比（ＳＩＮＲ）に対応し得る。０ｄＢの場合は、通常、最も堅牢な変調に対応し、通常は２位相シフトキーイング（ＢＰＳＫ）が、低レートの誤り訂正符号と共に使用される。一方、３０ｄＢは、多入力多出力（ＭＩＭＯ）を使用して複数のストリームを並列に送信できることに対応し、そこでは、各ストリームは、２５６直交振幅変調（ＱＡＭ）といった高変調アルファベットを使用し、かつ、比較的高レートな誤り訂正符号を使用して変調される。
【０００４】
ＬＡを意図した通りに機能させるには、適切なＭＣＳを選択するための受信機の状態に関する正確な情報を送信機が持つ必要がある。その様な情報は、受信機からの明示的なフ

ィードバックによって取得される場合もあれば、異なるＭＣＳを使用しての送信の成功又は失敗を監視することにより、送信機自体によって取得される場合もある。通常は前者が好まれるが、信号を追加するためのわずかなコストがかかる。

【０００５】

略すべての無線システムに有益な別の特徴は、周波数ダイバーシティである。ほとんどの場合、送信機と受信機の間の無線チャネルは、周波数に応じて異なる特性を有する。今日、多くのシステムは少なくとも２０ＭＨｚ、場合によっては１００ＭＨｚを超えるチャネル帯域幅を使用している。この場合、チャネルはチャネル帯域幅内で大きく変化する。この場合、チャネルは周波数選択的と言われる。事実上、周波数選択チャネルで動作する場合、チャネルをイコライズする必要があるため、受信機をより複雑にする必要がある。ただし、ある特定の周波数のチャネルが大幅に変化しても、平均チャネル条件はそれほど変動しないため、パフォーマンスもより予測し易くなる。ＬＡは本質的に、様々なチャネル条件に対して最大の利点を提供する。例を挙げると、２０ＭＨｚチャネルの平均ＳＩＮＲは数ｄＢ変動するだけであるが、２０ＭＨｚチャネル内の各周波数のＳＩＮＲは３０ｄＢ以上容易に変動する。

【０００６】

ただし、無線システムの中には、比較的小さなチャネル帯域幅を使用するものもある。その例は、ブルートゥース（登録商標）低エナジー（ＢＬＥ）であり、帯域幅の定義方法に応じて、チャネル帯域幅は約１ＭＨｚである。これは、ＢＬＥの多くの典型的なユースケースにおいて、無線チャネルが基本的にチャネル帯域幅全体で同じであることを意味する、つまり、チャネルは単一の複素数としてモデル化され、受信信号は送信信号にこの複素数を掛けたものと、幾つかの加法性ノイズとの和になる。

【０００７】

この場合、チャネルは周波数フラットと言われ、チャネル帯域幅全体が同じチャネル条件を経験することを示す。これは、信号が周波数ダイバーシティを受けないことを意味する。

【０００８】

周波数フラットチャネルは、受信機の処理が簡単になること、例えば、受信は、チャネル推定を実行する必要のない単純な差動復調に基づき得ることを意味する。周波数フラットチャネルの主な欠点は、チャネル全体が非常に悪くなる可能性があることであり、チャネルは（フラット）フェージングと呼ばれる。上述した様に、チャネル変動は３０ｄＢであり得るが、これは事実上、システムが３０ｄＢのチャネル変動のフラットフェージングを経験することを意味する。

【０００９】

信号が周波数ダイバーシティを受けないという問題に対処するために、周波数ホッピング（ＦＨ）を使用して周波数ダイバーシティを取得するのが一般的である。ＦＨは、信号が経験するチャネル条件が、使用されるチャネルによって異なる様に、周波数が変更されることを意味する。ホッピングレート（周波数が変更される頻度）は、システムによって大きく異なり得る。歴史的に、ＦＨが非常に低いデータレートに使用されるとき、高周波数ホッピングとは、ホッピングレートがチャネル符号化シンボルのレートと同じくらい高速であることを示すために使用された用語であった。したがって、単一のシンボルは、複数の異なる周波数で情報を送信することで表され、シンボルレベルで周波数ダイバーシティが効果的に実現され得る。データレートが高くなると、通常、ホッピングレートはシンボルレートよりも大幅に低くなる。従来のブルートゥース（登録商標）システムにおいては、各パケットの後に周波数が変更される（確認応答も同じ周波数で送信される）。これは、個々のパケットが、通常、非常に異なるチャネル条件を経験することを意味するため、１つのパケットが不良チャネルを経験したとしても、次のパケット（前のパケットの再送信であり得る）は、通常、完全に異なるチャネルを経験し得る。ＦＨは、異なるチャネルを平均化する手段と見なすことができ、これにより、システムは、最悪のチャネル条件ではなく、平均的な（帯域幅全体の）条件を経験する様になる（ＦＨがない場合、選択さ

れた狭帯域チャネルが、帯域幅内で最悪のチャネルになることが発生する。）。ＢＬＥにおいては、各接続イベントでチャネルを変更することによって周波数ホッピングが利用され、これは、７．５ミリ秒から４秒の範囲の間隔で発生する様に構成され得る。ホッピングパターンは仕様で定義されており、アダプティブＦＨは、信号強度が低いチャネルや干渉が強いチャネルをブラックリストに登録することによって使用される。

【００１０】

ＬＡとＦＨを考えると、前者はチャネルを最適に使用するための手段と見なすことができ、後者は平均的なチャネル条件を体験するための手段と見なすことができる。また、ＦＨを使用するシステムは、通常ＬＡを使用するが、ＬＡは平均的な（帯域幅全体の）チャネル条件に一致する様に意図される。本質的に、ＭＣＳは、ＦＨシステムによって使用されるチャネルの大部分において性能が十分に良好である様に選択される。

【００１１】

効率的なＬＡは、通信チャネル、特に受信機の状態に関する正確な知識に基づく。受信機の状態が大きく変化する状況でＬＡを使用すると、うまく機能しない。ＦＨに基づくシステムは設計上、送信に使用される周波数に応じてチャネルが変化するのが理想的であるため、標準的なＬＡをＦＨシステムに適用すると、一般的にうまく機能しない。

【００１２】

具体的には、ＬＡは通常、平均的なチャネル条件に基づいて、全体的に最良の結果をもたらすＭＣＳを選択しようとする。標準的なＬＡをＦＨシステムに適用するには、少なくとも２つの主要な問題がある。第１の問題は、達成されるパフォーマンスが、通常、理論的に可能なものからかけ離れることである。特に、高いデータレートに対応するＭＣＳは、比較的多数のチャネルではうまく機能しないため、使用されない。第２の問題は、ＬＡアルゴリズム自体のふるまいである。通常、ＬＡアルゴリズムは、最適なＭＣＳに収束し、チャネル条件が変化するとわずかに更新される。システムがＦＨの場合、ＬＡアルゴリズムは収束せずに常に調整を行うため、ＬＡアルゴリズムが長時間の平均化に基づいていない限り、パフォーマンスは、略完全に予測できなくなり、これは、チャネルの変更に対するアルゴリズムの反応が非常に遅くなることを意味する。

【００１３】

この背景セクションで開示された上記の情報は、開示の背景の理解を深めるためのものであり、したがって、当業者に既知の先行技術を形成しない情報を含む場合がある。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【００１４】

上述した問題の少なくとも幾つかは、ＬＡとＦＨを組み合わせるが、そこでは、周波数ホッピングに使用される様々なチャネルに対して異なるＬＡを行うというアプローチによって軽減され得るという発明者の認識に本開示は基づく。この様にして、ＬＡアルゴリズムは様々なチャネルにおいて異なるＭＣＳに収束され得るため、理論上の最適値に比較的近いパフォーマンスを実現できる。潜在的に独立した多くのＬＡアルゴリズムを使用するアプローチは、各ＬＡアルゴリズムがトレーニング用にアクセスできるデータが少なくなることを意味するため、明示的なフィードバックに基づいてＬＡを構築することが提案される。例えば、目的の受信機が最適なＭＣＳを明示的に提案したり、送信機が受信機からの応答から適切なＭＣＳを導出したり、適切なＭＣＳに関する情報を他の測定で導出したりできる。

【課題を解決するための手段】

【００１５】

第１の態様によれば、チャネル間の周波数ホッピングを含む送信方法が提供される。方法は、周波数ホッピング毎にチャネルの各セットの変調及び符号化方式を調整することを含み、リンクアダプテーションアルゴリズムのセットは、変調及び符号化方式の調整に使用され、複数のリンクアダプテーションアルゴリズムインスタンスが同時に使用される。

【００１６】

チャネルのセットは、単一のチャネルを含む、或いは、周波数が隣接する複数のチャネルを含み得る。

【００１７】

リンクアダプテーションアルゴリズムのセットのリンクアダプテーションアルゴリズムインスタンスの数は、チャネルのセットのチャネル数と同じであり得る。

【００１８】

チャネルのそれぞれのセットに属するチャネルは、動作中に適合され得る。

【００１９】

変調及び符号化方式の調整は、最も堅牢で利用可能な変調及び符号化方式を用いて１つのチャネル上で第１パケットを送信することと、第１パケットに対する応答を受信することと、チャネルに適切な変調及び符号化方式を取得することと、適切な変調及び符号化方式に基づき、次のパケットの変調及び符号化方式を調整することと、含み得る。適切な変調及び符号化方式を取得することは、受信した応答で適切な変調及び符号化方式に関するインジケーションを受信することを含み得る。あるいは、適切な変調及び符号化方式を取得することは、受信した応答から適切な変調及び符号化方式を決定することを含み得る。第１パケットは、使用される動作モードに対して最小の変調及び符号化方式を使用し得る。

【００２０】

方法は、チャネルが雑音で制限されているか、干渉で制限されているかを決定することを含み、変調及び符号化方式の調整は、チャネルの制限の決定にさらに基づき得る。

【００２１】

方法は、チャネル特性を決定するために、チャネルのセットの少なくともサブセットをスキャンすることを含み、変調及び符号化方式の調整は、チャネルのセットの少なくともサブセットについて得られた知識に基づいて調整することを含み得る。

【００２２】

方法は、第１閾値未満の特性を有すると決定されたチャネルのセットの使用を省略することを含み得る。第１閾値は、使用される動作モードに対して最小データレートの変調及び符号化方式を使用することの実現可能性に対応し得る。

【００２３】

方法は、第２閾値に達する特性を有するチャネルのセットをリスト化することを含み得る。第２閾値は、使用される動作モードに対して最大データレートの変調及び符号化方式を使用することの実現可能性に対応し得る。

【００２４】

ホッピングシーケンスは、チャネルに関して得られた知識に基づき得る。ホッピングシーケンスは、チャネルの少なくともサブセットのスキャンの結果に基づき得る。ホッピングシーケンスは、各ホップで決定され得る。ホッピングシーケンスは、各スキャンで決定され得る。

【００２５】

周波数ホッピングレートは、変調及び符号化方式を調整するという決定に基づいて調整可能であり得る。周波数ホッピングレートは、各ホッピングで決定され得る。周波数ホッピングレートは、チャネルのセットに関する新しい情報を取得する際に決定され得る。周波数ホッピングレートは、使用中のチャネルが第３閾値未満の特性を有する場合に新しいチャネルにホッピングすることによって決定され得る。第３閾値は、使用される動作モードのターゲット変調及び符号化方式を使用することの実現可能性に対応し得る。ホッピングレート及びホッピングシーケンスは、チャネルの使用されたセットが第２閾値を満たす様に決定され得る。

【００２６】

第２態様によれば、トランシーバのプロセッサで実行されると、第１態様による方法をトランシーバに実行させる命令を含むコンピュータプログラムが提供される。

【００２７】

第３態様によれば、送信機と、受信機と、送信機及び受信機の動作を制御するためのコ

ントローラと、を備えるトランシーバが提供され、コントローラは、第１態様による方法に従って動作を制御する様に構成される。

【００２８】

ＬＡはチャネルの様々なセットに対して個別であるため、使用されるチャネルセットそれぞれに対して適切なＭＣＳが選択され、選択されたＭＣＳのデータレートは、通常、チャネルセット毎に大きく異なる。特に、良好な条件のチャネルでは非常に高いデータレートが達成されるため、システムのスペクトル効率が大幅に向上する。

【００２９】

本開示の上記及び追加の目的、特徴及び利点は、添付の図面を参照して、本開示の好ましい実施形態の以下の例示的かつ非限定的な詳細な説明を通じて、より良く理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【００３０】

【図１】異なるチャネルでＳＮＲがどの様に変化するかの例を示す図。

【図２】異なるチャネルでシンボル誤り率がどの様に変化するかの例を示す図。

【図３】ＭＣＳが低い場合に異なるチャネルでシンボル誤り率がどの様に変化するかの例を示す図。

【図４】別の例による、異なるチャネルでＳＮＲがどの様に変化するかを示す図。

【図５】別の例による、異なるチャネルでシンボル誤り率がどの様に変化するかを示す図。

【図６】別の例による、ＭＣＳが低い場合に異なるチャネルでシンボル誤り率がどの様に変化するかを示す図。

【図７】一例による、ＭＣＳを測定し、選択し、シグナリングするための初期パケット交換の概要を示す図。

【図８】別の例による、ＭＣＳを測定し、選択し、シグナリングするための初期パケット交換の概要を示す図。

【図９】複数の実施形態による方法を示すフローチャート。

【図１０】一実施形態によるトランシーバを示すブロック図。

【図１１】コンピュータ可読媒体及び処理デバイスを概略的に示す図。

【発明を実施するための形態】

【００３１】

提案方法は、一般に、使用されるキャリア周波数が、比較的短い時間以上、例えば、１ｍｓから１ｓの間で同じであるとは予想されないシステムに適用され、複数のキャリア周波数を使用する理由は、チャネルの大部分又はチャネル全体が深いフェージングにあるという状況を回避するためである。

【００３２】

本開示の説明を簡略化するために、ＦＨを採用し、かつ、２．４ＧＨｚの産業科学医療（ＩＳＭ）帯域で動作するシステムについて説明する。具体的には、ブルートゥース（登録商標）システムで使用されるものとほぼ同じ通信パラメータを想定、つまり、チャネル帯域幅が１ＭＨｚであり、チャネルが１ＭＨｚで区切られており、合計で７９チャネルが利用可能であり、ＦＨが使用されることを想定する。本開示は、チャネル帯域幅がわずかに増加し、チャネルが２ＭＨｚで分離され、合計４０チャネルになるＢＬＥにも同様に適用され得る。

【００３３】

元々、ブルートゥース（登録商標）は、ガウス周波数シフトキーイング（ＧＦＳＫ）に基づいており、シンボルレートは１Ｍシンボル／ｓであった。当時の最高データレートは１Ｍｂ／ｓであり、誤り訂正符号を使用することでより低いレートが可能であった。その後、最大データレートを増加させるために拡張データレート（ＥＤＲ）が導入された。ＥＤＲは差動位相シフトキーイング（ＤＰＳＫ）に基づいており、差動４位相シフトキーイング（ＤＱＰＳＫ）と差動８位相シフトキーイング（Ｄ８ＰＳＫ）の２種類がある。前者の総データレートは２Ｍｂ／ｓであり、後者の総データレートは３Ｍｂ／ｓであり、一般

にＥＤＲ２及びＥＤＲ３と呼ばれる。

【００３４】

簡略化のため、誤り訂正符号に依存するデータレートは使用しないと仮定し、その結果、送信機は次の変調のいずれかを使用する。

１．ＧＦＳＫ－１Ｍｂ／ｓのデータレート

２．ＤＱＰＳＫ－２Ｍｂ／ｓのデータレート

３．Ｄ８ＰＳＫ－３Ｍｂ／ｓのデータレート

【００３５】

幾つかの数値を与えるために、提供されたシミュレーション結果では、総ての変調フォーマットに対して非コヒーレント受信機を使用している。ある種の位相基準を生成することを試みることによって、より良い結果が得られることはよく知られているが、これは本開示には関係ない。本開示は、復調の詳細に関係なく適用可能である。

【００３６】

最初に、チャネル帯域幅（１ＭＨｚ）内のチャネルがフラットであると仮定すると、加法性ホワイトガウスノイズ（ＡＷＧＮ）チャネルとしてモデル化できる。必要な信号対雑音比（ＳＮＲ）は、３つの異なる変調に対して１６、１４及び１９ｄＢであると想定できる。２Ｍｂ／ｓモードが１Ｍｂ／ｓモードよりも優れているという事実は、使用される変調によるものであるが、結果はもちろん、ＥＤＲがサポートされている場合には１Ｍｂ／ｓモードが使用されることはない。ＳＮＲが十分に高い場合は３Ｍｂ／ｓモードのＥＤＲ３が使用され、それ以外の場合は２Ｍｂ／ｓモードのＥＤＲ２が使用される。これは、非常に単純なリンクアダプテーションであることを示している。

【００３７】

ここで、ブルートゥース（登録商標）が７９チャネルのＦＨを使用し、チャネルが異なれば信号の減衰も異なるという事実を考慮する。７９チャネルでＳＮＲがどの様に変化するかの例を図１に示し、７９チャネルには－３９から３９までの番号が付けられており、０が中央のチャネルである。

【００３８】

このシミュレーションにおいて、平均ＳＮＲは２０ｄＢであり、図１からわかる様に、様々なチャネルのＳＮＲは、６ｄＢから２５ｄＢまで約２０ｄＢだけ変化する。ＥＤＲ３（Ｄ８ＰＳＫ）とＥＤＲ２（ＤＱＰＳＫ）を使用して７９の異なるチャネルのシンボル誤り率（ＳＥＲ）をシミュレートすると、図２と図３に示す結果が得られた。

【００３９】

見てわかる様に、結果は、ＥＤＲ２とＥＤＲ３にそれぞれ１４ｄＢと１９ｄＢが必要であるという仮定と非常によく一致している。

【００４０】

注目に値するのは、約半分のチャネルでＥＤＲ３が好ましい変調である様に見えることである。チャネルの約３５％では、ＥＤＲ３ではＳＥＲが高くなりすぎるため、ＥＤＲ２が推奨されている。チャンネルの残りの１５％では、どの変調も機能しない。ここで、様々なチャネルを区別せず、全体的なパフォーマンスに基づいてＬＡを設定することとする。この場合、たとえば、ＥＤＲ２とＥＤＲ３のどちらが最高の合計スループットを与えるかは、（正しいビットの確率）＊（送信ビット数／シンボル）の積を考慮することで検討できる。これが行われると、ＥＤＲ３が最良の選択であることがわかる。ただし、総スループットが低くなる代わりにエラーの確率を小さくする必要がある場合は、ＥＤＲ２が好ましい選択となる。

【００４１】

２０ｄＢの受信ＳＮＲは、帯域幅が１ＭＨｚのブルートゥース（登録商標）システムにおいては、凡そ－８７ｄＢｍの受信機電力に相当する（雑音指数を７ｄＢと仮定し、１ＭＨｚチャネルの端末雑音が－１１４ｄＢｍであることに注意されたい。）。単純なリンクバジェット分析では、多くの典型的なユースケースにおいて受信電力がかなり高くなる可能性があることがわかる。したがって、ＳＮＲが２０ｄＢから４０ｄＢに増加するシナリ

オを考える。対応するＳＮＲの変動とシミュレートされたＳＥＲを図４～６に示す。図５と図６を参照すると、ＳＮＲが２６ｄＢを超えているにもかかわらず、ＥＤＲ２とＥＤＲ３の両方において、チャネル番号－１５付近でエラーが発生する。

【００４２】

このパフォーマンスの理由は、チャネルがチャネル番号－２５で非常に深いフェードを経験するため、チャネルの振幅と位相が１ＭＨｚチャネル内で大幅に変化し、信号が大幅に歪むためである。具体的には、チャネルがフラットであるという仮定は有効ではない。実際、信号はシンボル間干渉（ＩＳＩ）の影響を受ける、つまり、シンボルはある程度相互に干渉する。

【００４３】

シミュレーション結果と上記の説明から、多くのことがわかる。第１に、ＦＨシステムを使用する場合、最適なＭＣＳは、使用するチャネルによって異なる。一部のチャネルは比較的良好であり、これらのチャネルには高いデータレートを実現するＭＣＳを使用できるが、他のチャネルは比較的悪いため、これらのチャネルには、より低いデータレートに対応するより堅牢なＭＣＳを使用する必要がある。

【００４４】

第２に、一部のチャネルのリンクでＩＳＩが発生する可能性がある様な比較的単純な受信機が使用されている場合、受信機でのＳＮＲだけを使用して受信機の性能を判断することはできない。特に、ＭＣＳが比較的高いデータレートを達成する場合、雑音ではなくＩＳＩがパフォーマンスを制限し得る。

【００４５】

上記の議論に基づいて、以下の実施形態及び例は、問題に対処し、改善された性能を達成するために開示される。

【００４６】

周波数ホッピングシステムの異なるチャネルが非常に異なるチャネル条件を経験することに対処するために、この実施形態は、リンクアダプテーションアルゴリズムの複数のインスタンスが同時に使用されるアプローチをカバーする。このアプローチは、複数のＬＡアルゴリズムが一度に１つずつ更新（アクティブ）され、どれが更新されるかは、どの周波数チャネルがデータの送信に使用されているかに依存することを特徴とする。

【００４７】

一例として、周波数ホッピングシステムでは、同時ＬＡアルゴリズムの数は、ＦＨに使用される異なる周波数の数と同じであり得る。たとえば、ＦＨに７９チャネルが使用されている場合、並行して実行されるＬＡアルゴリズムインスタンスの数は７９になる。

【００４８】

別の例として、複雑さを軽減するために、並行して実行されるＬＡアルゴリズムの数は、ＦＨに使用されるチャネルの数よりも少なくし得る。並行して実行されるＬＡアルゴリズムの数は、チャネルの周波数がどの程度変化しているか、つまり、チャネルの周波数選択性がどの程度であるかの推定値に基づき得る。例として、７９チャネルでは、隣接する５つのチャネルの動作が類似していると判断される場合、これらに同じＬＡアルゴリズムを使用することができ、７９チャネルのＬＡには合計で１６のＬＡアルゴリズムが必要になる。

【００４９】

ＦＨシステムの異なるチャネルのそれぞれは、ほんのわずかな時間しか使用されないため、大量の統計データの収集に基づくＬＡアルゴリズムは適切ではないかもしれない。この観察に基づいて、実際のＬＡを実行する方法も開示する。

【００５０】

使用するのに最適なＭＣＳを見つけるために、明示的なフィードバックに基づく次のアプローチが開示される。送信機から目的の受信機に送信される第１パケットは、受信機が最も適切なＭＣＳを決定できる様にするという主な目的を有し、データを伝送しない、或いは、可能な限り最小量のデータを伝送する（つまり、最低のデータレートと最短のパケ

ットを使用することで）。受信機によって決定された最適なＭＣＳは送信機に報告され、送信機はこの提案された最適なＭＣＳを次の送信で使用する。この様にして、最適なＭＣＳが、このチャネルでの２番目の送信で使用され得る。次の送信では、チャネルが比較的遅い速度で変化するだけであることが予想され、ＬＡは受信機からの明示的なフィードバックに基づき、或いは、明示的なフィードバック無しに行われ、送信機は、ＡＣＫ／ＮＡＣＫレポートの統計に基づいてＬＡを設定し得る。

【００５１】

また、この実施形態の一部は、リンクがノイズで制限されているか、シンボル間干渉によって制限されているかを、明示的なフィードバックで受信機が示し得る。

【００５２】

チャネルによって非常に異なるパフォーマンスになるため、最良のチャネルを使用し、特に最悪のチャネルを避けることが有利である。この実施形態によれば、データの実際の送信を開始する前にスキャンが実行される。一例として、全部で７９の利用可能なチャネルがある場合、送信機はこれらのチャネルのそれぞれでパケットを送信し、受信機に対して、例えば、それぞれのチャネルに使用できるＭＣＳが何であるかを報告することによって、これらの異なるチャネルの品質に関する情報を送り返す様に要求することができる。例えば、パケットの持続時間が１００マイクロ秒で、スイッチング周波数の時間が１５０マイクロ秒の場合、１ミリ秒で４チャネルをスキャンできる。つまり、７９チャネルを２０ミリ秒でスキャンでき、実際の送信に使用する適切なチャネルを見つけることができる。

【００５３】

アダプティブＦＨは、主にＷｉ－Ｆｉからの干渉を回避するためにブルートゥース（登録商標）で使用される手段である。Ｗｉ－Ｆｉによって干渉される周波数は使用されず、これらの周波数が使用されない様に周波数ホッピングパターンが調整されるという考え方である。通常、これは、例えば、Ｗｉ－Ｆｉ干渉が検出される場所に対応する２０の連続したチャネルを使用しない様に、ホッピングパターンが更新されることを意味する。ただし、ＦＨのアダプテーションは、個々の周波数にも適用され得る。この実施形態によれば、ＡＦＨは、例えば、実施形態３で説明した様に、異なる周波数におけるチャネル品質に基づく。

【００５４】

ＦＨシステムが、元のブルートゥース（登録商標）システムの様に、各パケット送信後に周波数が変更されるようなものである場合、ＦＨシーケンスは、最高のデータレートが実現可能であると判断された周波数のみで構成され得る。あるいは、ＦＨシーケンスは、２つの最高のデータレートが実現可能な周波数で構成され、図１～図６に示す様に、推定されたチャネル品質に応じて、異なるＭＣＳが、異なるチャネルに使用される。

【００５５】

代わりに、ＦＨシステムが十分に良好であると見なされる１つのチャネルを使用し、この条件が満たされないときのみに変更する場合、同様のアプローチが使用されるが、ＦＨシーケンスの次の周波数は、現在の周波数が十分に良くないことが分かった場合にのみ使用される。ＦＨを実行するこの方法は、ＢＬＥで使用されるアプローチに似ている。

【００５６】

多くの場合、チャネルはゆっくりと変化しているが、通常、完全に静的ではない。これは、ある時点で使用するのに最適なチャネルを決定するために全帯域幅をスキャンしたとしても、これらのチャネルは実際に必要なときに好ましい特性を持たない可能性があることを意味する。過去には良好と分類されたが、不良に変化したチャネルへのホッピングを回避するために、以下のアプローチが開示される。このアプローチは、チャネルが送信毎に変更される状況にも原理的に使用できるとしても、チャネルが良好である限り使用される状況を主に意図している。

【００５７】

この実施形態によれば、送信機は、データを送信するために現在使用しているチャネルが悪くなる場合に変更する、適切なチャネルの更新されたリストを保持する。リストは、

単一のチャネル、又は、順番に使用される複数のチャネルで構成される。この更新されたリストを維持するために、送信機は、送信の一部を使用して別の周波数でスキャンを実行し、この周波数が必要に応じて変更するのに適した周波数であるかどうかを判断する。例として、送信機が受信機に対して平均１Ｍｂ／ｓのデータストリームを維持する必要があるものとする。これは例えばある種のストリーミングアプリケーションに対応する。適切なチャネルを使用することにより、４Ｍｂ／ｓで送信できるため、総容量の２５％のみを使用する必要がある。次に、送信機と受信機は、特定の時間に所定の周波数でセンシングを実行することに同意し得る。送信機は、例えば、現在使用されているチャネルが劣化し始めた場合に、周波数が変更するのに適した候補であるかどうかを判断するために、データ送信に使用される周波数以外の周波数で１００ミリ秒ごとにプロービングパケットを送信し得る。送信機と受信機は、例えば、適切な周波数のリストを保持するために、１０個の候補周波数すべてが毎秒プローブされる様に、所定の順序に従ってプローブされる１０個の候補周波数のリストに同意する。必要な場合に変更する周波数として、送信機と受信機は、十分に良好であることが判明した最後にスキャンされた周波数を使用することに同意し得る。

【００５８】

ＢＬＥシステムの特定のケースにおいては、各接続イベントでの初期送信を利用して、その特定のチャネルのチャネル状態に関する情報を取得することができる。

【００５９】

マスタデバイスによって常に送信される、イベントの最初の送信は、パケットがチャネルをプローブすることを目的としていることを示すフラグを含み得る。このパケットは、１Ｍｂ／ｓのベースラインデータレートを使用して送信される。あるいは、拡張データレートモードが使用されている場合、ベースラインデータレートは、この拡張モードでサポートされている可能な限り低いデータレートに対応し得る。次に、スレーブデバイスは確認応答でパケットに応答し、マスタデバイスがその送信でチャネル品質測定を実行できる様にし、接続イベント全体での後続送信において適切なＭＣＳを選択する。選択されたＭＣＳは、次のパケットでスレーブデバイスに示される。

【００６０】

測定値を伝達するために必要な追加情報が２オクテット以内に収まり、基本的な１ＭＢＰＳ　ＰＨＹが使用されていると仮定すると、測定値を取得し、使用するＭＣＳを選択してシグナリングするためのこの最初のトランザクションは、８３４μｓで完了し、現在の接続イベントの残りの部分において、より高いレートでデータを送信するために使用される。

【００６１】

図７は、初期パケット交換の概要を示し、ここで、（１）は接続イベントの最初の送信であり、（２）はスレーブからの確認応答であり、（３）はＭＣＳインジケーションパケットであり、（４）はスレーブからの最終的な確認応答である。オプションで、（２）は、（１）での測定を実行することによってスレーブデバイスによって取得されたチャネル状態に関する情報を含み、マスタデバイスにＭＣＳ選択のための追加情報を提供する。

【００６２】

より高いデータレートの伝送モードが、使用されるレートに関する事前の知識がなくても受信機が任意のレートをデコードできる様に構築されている場合、初期パケット交換をさらに短くすることができる。その場合、図７のパケット（３）及び（４）は省略され得る。あるいは、明示的なフィードバックに基づく上記のアプローチを使用すること、つまり、受信側が最適なＭＣＳを決定し、この情報を応答パケットでマスタに送信できる。図８は、ＭＣＳ情報をわずか３４２μｓで取得できるこの短い交換を示している。

【００６３】

上述した様に、ＢＬＥの周波数は、新しい接続イベント毎に変更される。異なる周波数の品質はかなり変動することが予想されるので、良好なチャネル状態のチャネルが、あまり良好ではないチャネル状態のチャネルよりも多く使用されることができれば有利である

。すでに述べたアプローチの１つは、ＡＦＨを使用し、貧弱なチャネルを単純に回避する。ただし、チャネルが変化している環境では、どのチャネルが良好で、どのチャネルが不良であるかは時間の経過とともに変化し、ＡＦＨは単に遅すぎて意図したとおりに機能しない場合がある。チャネルのより良い使用を達成するために、すなわち、良好なチャネルをより多く使用するために、以下のアプローチが開示され、これは、マイナーな変更を加えたＢＬＥ　ＦＨアプローチに従う。ＦＨシーケンスは、ＢＬＥと同様に、実際のデータ送信が開始される前に合意される。ただし、接続間隔の長さは固定されておらず、接続イベントごとに変更できる。具体的には、チャネルが不良であることが判明した場合、チャネルイベントを終了し、ＦＨシーケンスの次の周波数で新しい接続イベントを開始できる。一方、接続イベントが良好なチャネルを使用している場合は、チャネルが十分に良好であると見なされる限り、この周波数にとどまる様に接続イベントを拡張できる。

【００６４】

周波数の変更、つまり接続イベントの終了は、いずれかのデバイスによって開始でき、チャネルがますます悪化していることを示す。

【００６５】

図９は、異なる実施形態による方法を示すフローチャートである。様々なオプションが利用可能で、破線のボックスとして示されている。中心的な機能は、周波数ホップ毎にチャネルの各セットの変調及び符号化方式を調整（９０４）することであり、変調及び符号化方式の調整にはリンクアダプテーションアルゴリズムのセットが使用される。本質的に、リンクアダプテーションアルゴリズムは、単一のチャネル、又は、隣接する周波数といった相関する特性を持つチャネルのセットに使用される。他のチャネル又はチャネルのセットについては、他のリンクアダプテーションアルゴリズムが使用される。前述した様に、これにより、それぞれのチャネルの一致と追跡が向上する。

【００６６】

ＭＣＳの調整（９０４）は、上述した様に明示的なフィードバックに基づき得る。これには、チャネル上で、応答を取得するために最初のパケットを送信することが含まれ、最初にそのチャネルを使用するときに、応答から、使用する適切なＭＣＳ、つまりリンクアダプテーションの開始点が取得される。これは、適切なＭＣＳに関する情報を受信することによって、又は、受信に基づいて適切なＭＣＳを決定することによって行われ得る。後者は相互チャネルに依存する。この様にして、そのチャネルに関する知識が得られる。

【００６７】

１つのオプションによると、チャンネルはスキャン（９００）される。利用可能なチャネルのサブセット、又は、利用可能な総てのチャネルがスキャンされる。この様にして、チャネル特性に関する知識が得られる。

【００６８】

チャネルに関する収集された知識に基づいて、一部のチャネルは不良と見なされ、例えば、使用される動作モードの最低ＭＣＳ、つまり最も堅牢な利用可能ＭＣＳでの動作に対応する閾値を下回る特性を有する。その様なチャネルは、少なくともある程度の期間、さらなる使用のために無視（９０１）され得る。

【００６９】

チャネルに関する収集された知識に基づいて、一部のチャネルは良好であると見なされ、ターゲットＭＣＳ又は使用された動作モードの最大ＭＣＳでの動作に対応する閾値に達する特性を有する。その様なチャネルは、少なくともある程度の期間、さらに使用するためにリスト化（９０２）される。

【００７０】

チャネルに関する収集された知識から、チャネルがノイズで制限されているか干渉で制限されているかを決定（９０３）することもできる。その様なチャネル制限に関する知識は、周波数ホッピングでチャネルのＭＣＳを調整するためにも使用できる。

【００７１】

周波数ホッピング自体も調整できる。例えば、ホッピングシーケンス、すなわち、周波

数ホッピングを実行するときにどのチャネルに変更するかは、チャネルについて得られた知識に基づいて適合（９０５）される。たとえば、既知の良好チャネルが優先され、既知の不良チャネルは回避される。周波数ホッピングのタイミングの側面は、追加的又は代替的に適合（９０６）され得る。動作は、良好な、すなわち良好で永続的な特性に長時間とどまることを含む一方、変化する特性を有するチャネルは、より短い時間だけ使用される。周波数ホッピングの文脈において、周波数ホッピングを行うための所定のペースを意味する"ホッピングレート"が参照される。しかし、この開示では、"ホッピングレート"という用語は、より広い意味で解釈されるべきであり、可変かつ調整可能なタイミングの問題と見なされるべきである。

【００７２】

図１０は、一実施形態によるトランシーバ１０００を示すブロック図である。トランシーバ１０００は、アンテナ構成１００２と、アンテナ構成１００２に接続される受信機１００４と、アンテナ構成１００２に接続される送信機１００６と、好ましくは１つ又は複数の回路を含む処理要素１００８であるコントローラと、１つ又は複数の入力インタフェース１０１０と、１つ又は複数の出力インタフェース１０１２と、を備える。インタフェース１０１０、１０１２は、ユーザインターフェース、及び／又は、電気又は光の信号インタフェースであり得る。トランシーバ１０００は、セルラ通信ネットワークで動作する様に構成される。特に、処理要素１００８が図１から図９を参照して示された実施形態を実行する様に構成されていることにより、トランシーバ１０００は周波数ホッピングとリンクアダプテーションを組み合わせることができる。処理要素１００８はまた、処理要素１００８が受信機１００４及び送信機１００６に接続されているために受信及び送信を可能にする信号処理から、アプリケーションの実行、インタフェース１０１０、１０１２の制御等までのレンジの多数のタスクを満たすこともできる。

【００７３】

本開示による方法は、特に、上で示した処理要素１００８が周波数ホッピング及びリンクアダプテーションを処理するプロセッサを備える場合に、コンピュータ及び／又はプロセッサ等の処理手段を用いた実装に適している。したがって、処理手段、プロセッサ、又は、コンピュータに、図１から図６を参照して説明した実施形態のいずれかによる方法のいずれかのステップを実行させる様に構成された命令を含むコンピュータプログラムが提供される。コンピュータプログラムは、好ましくは、図１１に示す様に、コンピュータ可読媒体１１００に格納されたプログラムコードを含み、処理手段、プロセッサ、又は、コンピュータ１１０２によってロード及び実行され、本開示の実施形態による、好ましくは、図１から図６を参照して説明された実施形態のそれぞれの方法を実行させることができる。コンピュータ１１０２及びコンピュータプログラム製品１１００は、プログラムコードを順次実行する様に構成され、方法のいずれかのアクションが段階的に実行される、或いは、リアルタイムベースで実行される。処理手段、プロセッサ又はコンピュータ１１０２は、好ましくは、通常、組み込みシステムと呼ばれるものであり得る。したがって、図１１に示されているコンピュータ可読媒体１１００及びコンピュータ１１０２は、原理の理解を提供するための例示のみを目的としており、要素の直接的な例示とは解釈されるべきではない。

【００７４】

本開示は、次の項目に要約され得る。

【００７５】

１．チャネル間の周波数ホッピングを含む送信方法であって、

周波数ホッピン毎にチャネルの各セットの変調及び符号化方式を調整することを含み、

リンクアダプテーションアルゴリズムのセットが、変調及び符号化方式の調整のために使用される、方法。

【００７６】

２．項目１に記載の方法であって、チャネルのセットは、単一のチャネルを含む、方法。

【００７７】

３．項目１に記載の方法であって、チャネルのセットは、隣接する周波数の複数チャネルを含む、方法。

【００７８】

４．項目１から３のいずれか１つに記載の方法であって、リンクアダプテーションアルゴリズムのセットのリンクアダプテーションアルゴリズム数は、チャネルのセットのチャネル数と同じである、方法。

【００７９】

５．項目１から４のいずれか１つに記載の方法であって、チャネルのセットそれぞれに属するチャネルは、動作中に適合される、方法。

【００８０】

６．項目１から５のいずれか１つに記載の方法であって、変調及び符号化方式を調整することは、

最も低い変調及び符号化方式を使用して、１つのチャネルで第１パケットを送信することと、

第１パケットに対する応答を受信することと、

チャネルに適切な変調及び符号化方式を取得することと、

適切な変調及び符号化方式に基づいて、次のパケットの変調及び符号化方式を調整することと、を含む方法。

【００８１】

７．項目６に記載の方法であって、適切な変調及び符号化方式を取得することは、受信した応答において、適切な変調及び符号化方式に関するインジケーションを受信することを含む、方法。

【００８２】

８．項目６に記載の方法であって、適切な変調及び符号化方式を取得することは、受信した応答から適切な変調及び符号化方式を決定することを含む、方法。

【００８３】

９．項目１から８のいずれか１つに記載の方法であって、チャネル制限が雑音による制限であるか、干渉による制限であるかを決定することを含み、変調及び符号化方式を調整することは、チャネル制限の決定さらに基づく、方法。

【００８４】

１０．項目６から９のいずれか１つに記載の方法であって、第１パケットは、使用される動作モードに対して最小の変調及び符号化方式を使用する、方法。

【００８５】

１１．項目１から５のいずれか１つに記載の方法であって、

チャネルプロパティを決定するために、チャネルのセットの少なくともサブセットをスキャンすることを含み、

変調及び符号化方式を調整することは、チャネルのセットの少なくともサブセットについて得られた知識に基づいて調整することを含む、方法。

【００８６】

１２．項目１から１１のいずれか１つに記載の方法であって、第１閾値未満のプロパティを有すると決定されたチャネルのセットの使用を行わないことを含む、方法。

【００８７】

１３．項目１２に記載の方法であって、第１閾値は、使用される動作モードに対して最小の変調及び符号化方式を使用することの実現可能性に対応する、方法。

【００８８】

１４．項目１から１３のいずれか１つに記載の方法であって、第２閾値に達するプロパティを有するチャネルのセットをリスト化することを含む、方法。

【００８９】

１５．項目１４に記載の方法であって、第２閾値は、使用される動作モードに対して最大の変調及び符号化方式を使用することの実現可能性に対応する、方法。

【００９０】
　１６．項目１から１５のいずれか１つに記載の方法であって、ホッピングシーケンスは、チャネルの少なくともサブセットのスキャンの結果に基づく、方法。
【００９１】
　１７．項目１６に記載の方法であって、ホッピングシーケンスは、各ホッピングで決定される、方法。
【００９２】
　１８．項目１６に記載の方法であって、ホッピングシーケンスは、各スキャンで決定される、方法。
【００９３】
　１９．項目１から１８のいずれか１つに記載の方法であって、周波数ホッピングレートは、変調及び符号化方式の調整の決定に基づいて調整可能である、方法。
【００９４】
　２０．項目１９に記載の方法であって、周波数ホッピングレートは、各ホッピングで決定される、方法。
【００９５】
　２１．項目１９に記載の方法であって、周波数ホッピングレートは、チャネルのセットに関する新しい情報を取得する際に決定される、方法。
【００９６】
　２２．項目１９に記載の方法であって、周波数ホッピングレートは、使用中のチャネルが第３閾値未満のプロパティを有するときに新しいチャネルにホッピングすることによって決定される、方法。
【００９７】
　２３．項目２２に記載の方法であって、第３閾値は、使用される動作モードに対して目標の変調及び符号化方式を使用することの実現可能性に対応する、方法。
【００９８】
　２４．項目１５、１７、２１、２２又は２３に記載の方法であって、ホッピングレート及びホッピングシーケンスは、使用されるチャネルのセットが第２閾値を満たす様に決定される、方法。
【００９９】
　２５．トランシーバのプロセッサで実行されると、トランシーバに、項目１から２４のいずれか１つに記載の方法を実行させる命令を含むコンピュータプログラム。
【０１００】
　２６．送信機と、受信機と、送信機及び受信機の動作を制御するためのコントローラと、を備えるトランシーバであって、コントローラは、項目項１から２４のいずれか１つに記載の方法に従って動作を制御する様に構成されている、トランシーバ。

【図面】

【図１】

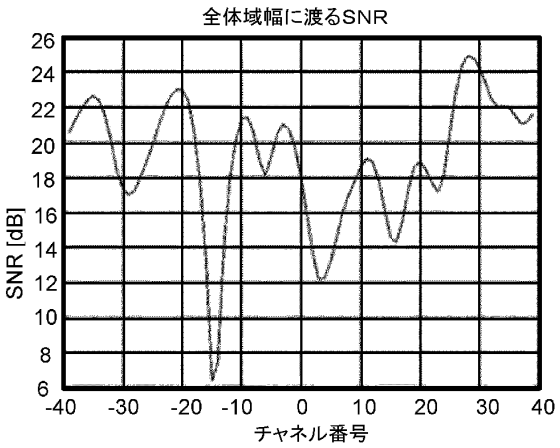

FIG. 1

【図２】

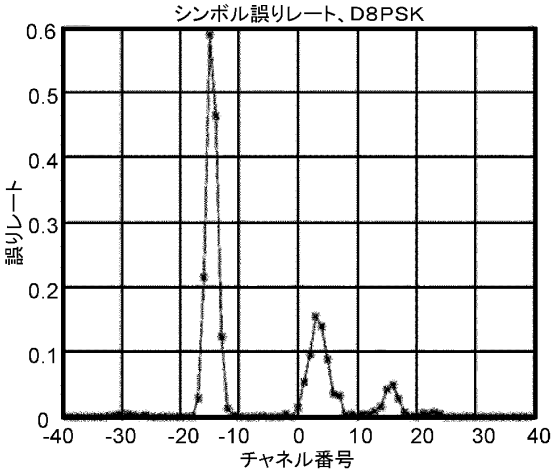

FIG. 2

【図３】

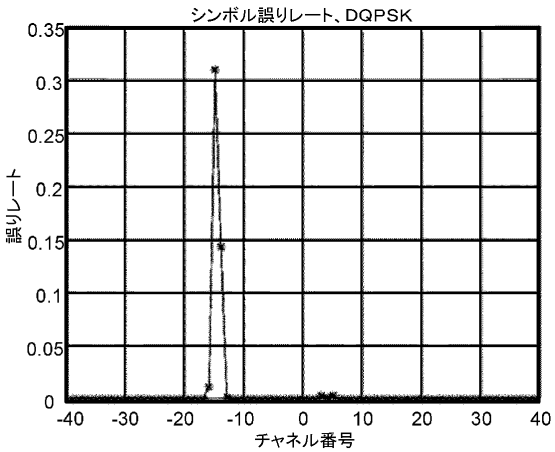

FIG. 3

【図４】

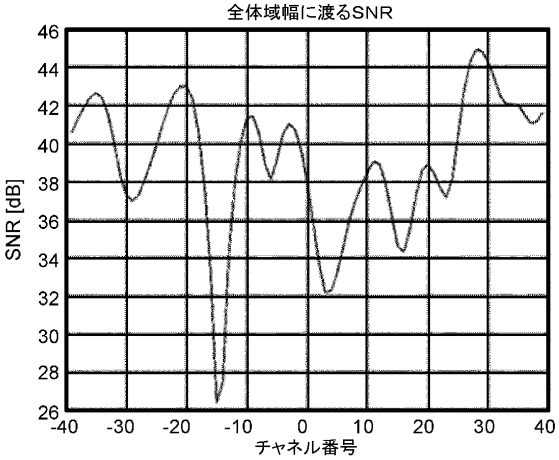

FIG. 4

【図５】

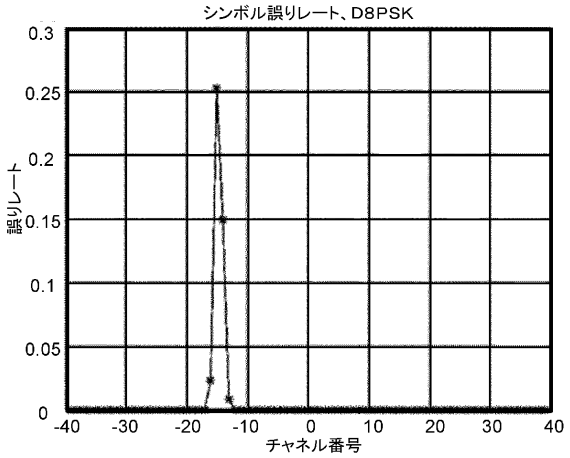

FIG. 5

【図６】

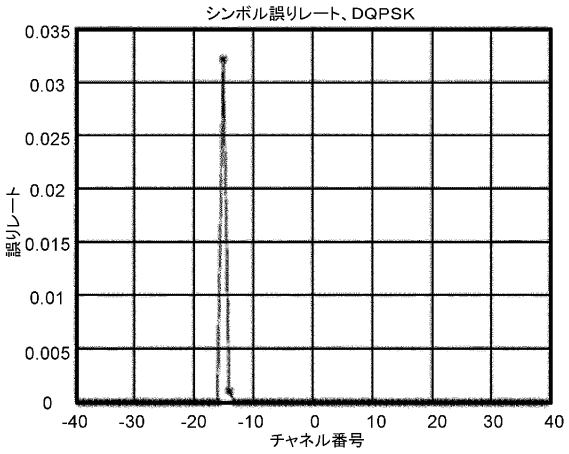

FIG. 6

【図７】

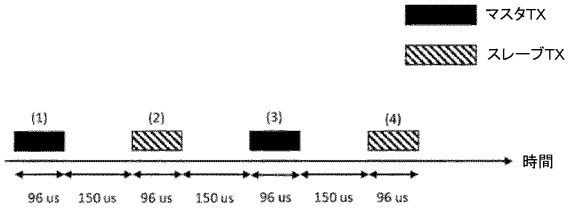

FIG. 7

【図８】

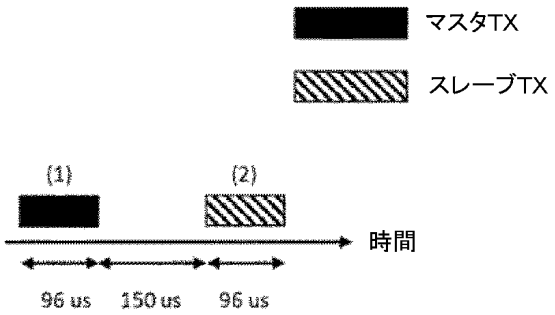

FIG. 8

【図９】

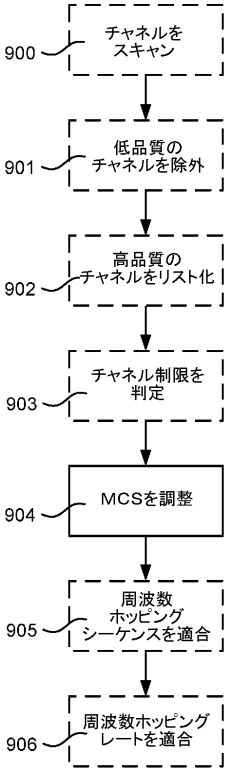

FIG. 9

【図１０】

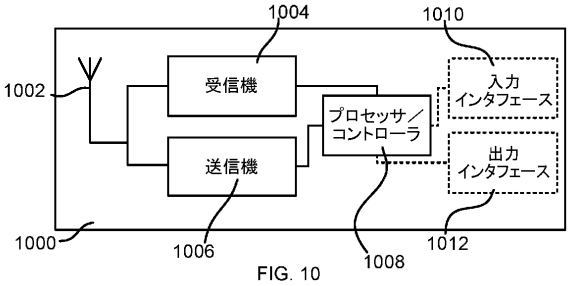

FIG. 10

【図１１】

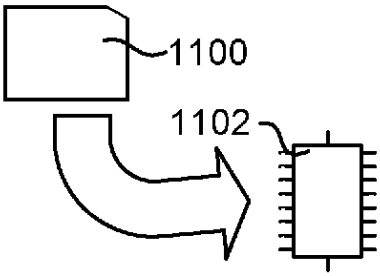

FIG. 11

フロントページの続き

(56)参考文献　国際公開第２０１８／１７３１１９（ＷＯ，Ａ１）
特表２０１２－５０３３４９（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２００２／０１３６２６８（ＵＳ，Ａ１）
欧州特許出願公開第０２７７９７００（ＥＰ，Ａ１）
米国特許出願公開第２００６／０１４０２５１（ＵＳ，Ａ１）

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０４Ｂ　１／７１３
Ｈ０４Ｌ　２７／００－２７／３８
Ｈ０４Ｌ　１／００