

(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2010-22051

(P2010-22051A)

(43) 公開日 平成22年1月28日(2010.1.28)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H04W 24/10 (2009.01)	H04Q 7/00 245	5K022
H04B 7/04 (2006.01)	H04B 7/04	5K059
H04J 99/00 (2009.01)	H04J 15/00	5K067

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2009-240722 (P2009-240722)	(71) 出願人	502032105
(22) 出願日	平成21年10月19日 (2009.10.19)		エルジー エレクトロニクス インコーポ
(62) 分割の表示	特願2009-542663 (P2009-542663)		レイティド
原出願日	平成20年2月4日 (2008.2.4)		大韓民国, ソウル 150-721, ヨン
(31) 優先権主張番号	60/888,298	(74) 代理人	100078282
(32) 優先日	平成19年2月5日 (2007.2.5)		弁理士 山本 秀策
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100062409
(31) 優先権主張番号	60/894,870		弁理士 安村 高明
(32) 優先日	平成19年3月14日 (2007.3.14)	(74) 代理人	100113413
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 森下 夏樹
(31) 優先権主張番号	10-2007-0092013		
(32) 優先日	平成19年9月11日 (2007.9.11)		
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 差分方式に基づいたチャネル品質情報伝送方法

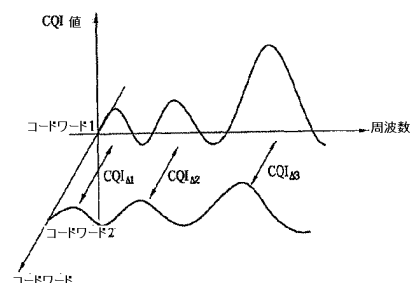
(57) 【要約】

【課題】 差分方式に基づいたチャネル品質情報伝送方法が開始される。

【解決手段】 本発明によると、周波数選択的チャネルで受信端が選択した所定個数のサブバンドに対するチャネル品質情報の伝送時、全体の平均チャネル情報を伝送し、前記選択された所定個数のサブバンドに対するチャネル情報は、平均チャネル情報とのサブバンド差分情報の形態で伝送し、このとき、サブバンド差分情報は、正の値のみを有する差分値範囲内の特定値の形態で表すことができる。また、多重アンテナシステムで2以上のチャネル品質情報を伝送する場合、一つのチャネルに対するチャネル品質情報を伝送し、他のチャネルに対するチャネル品質情報は空間差分情報の形態で伝送し、このとき、空間差分情報は、0を中心にして対称にならない範囲を有するように設定された差分値範囲内の特定値の形態で伝送することができる。

【選択図】 図7

FIG. 7



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

モバイル通信システムにおいてチャネル品質情報（CQI）を送信する方法であって、
該方法は、

第一のコードワードを生成することと、

該第一のコードワードに対する第一のCQI値を生成することと、

該第一のCQI値を基地局に送信することと、

第二のコードワードを生成することと、

該第二のコードワードに対する第二のCQI値を生成することと、

該第一のCQI値と該第二のCQI値との間の差に基づいて、差分CQI値を生成する
ことと、

該差分CQI値を該基地局に送信することであって、該差分CQI値はゼロに関して非
対称である整数の範囲内の整数である、ことと

を含む方法。

【請求項 2】

前記差分CQI値を送信することは、

該差分CQI値を表す3ビット値を送信すること

を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記差分CQI値を表す前記3ビット値を送信することは、

物理アップリンクコントロールチャネル（PUCCH）において、該差分CQIを表す
該3ビット値を送信すること

を含む、請求項 2 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、移動通信システムでチャネル品質情報を伝送する方法に対するもので、具体的
に、周波数選択的チャネルで差分方式に基づいてチャネル品質情報のフィードバック量
を効率的に減少させて伝送する方法に対するものである。さらに、本発明は、多重送受信
アンテナ（MIMO）システムで差分方式に基づいてチャネル品質情報を効率的に伝送す
る方法に対するものである。

【背景技術】

【0002】

まず、本発明におけるチャネル品質情報を表すためのチャネル品質指示子（Channel
Quality Indicator；以下、“CQI”という。）に対して概括
的に説明する。

【0003】

効率的な通信のために、受信側は、チャネル情報を帰還的に知らせる必要があり、通常
、ダウンリンクのチャネル情報はアップリンクを通して伝送し、アップリンクのチャネル
情報はダウンリンクを通して伝送するようになる。このようなチャネル情報を、チャネル
品質指示子、すなわち、CQI（Channel Quality Indicator）という。このようなCQIは、多様な方法で生成することができる。

【0004】

例えば、チャネル状態をそのまま量子化して伝送する方法、信号対干渉雑音比（SIN
R）を計算して伝送する方法、及びMCS（Modulation Coding Scheme）のようにチャネルが実際に適用される状態を知らせる方法などがある。

【0005】

多様なCQIの生成方法のうち、実際にはCQIがMCSに基づいて生成される場合が
多いので、これに対してより詳細に説明する。このような例としては、3GPP（3rd
Generation Partnership Project）に基づいたHSD

10

20

30

40

50

PAなどの伝送方式のためのCQI生成を挙げることができる。このようにCQIがMCSに基づいて生成される場合、具体的に、MCSは変調方式、符号化方式及びこれによる符号化率などを含むようになる。したがって、変調方式及び符号化方式が変わると、CQIも変わるべきであるので、コードワード単位当たり最小1個のCQIが必要になる。

【0006】

システムにMIMOが適用される場合、必要なCQIの個数も変化するようにになる。すなわち、MIMOシステムは、多重アンテナを使用して多重チャネルを生成するので、通常、多数個のコードワードが使用可能である。したがって、これによるCQIも多数個使用すべきである。このように複数個のCQIが使用される場合、これによる制御情報の量が比例的に増加するようになる。

【0007】

図1は、CQIの生成及び伝送の概念図である。

【0008】

図1に示すように、端末100は、ダウンリンクチャネル品質を測定し、これに基づいて選択されたCQI値をアップリンク制御チャネルを通して基地局200に報告するようになる。基地局200は、報告されたCQIにしたがってダウンリンクスケジューリング（端末選択、資源割り当てなど）を行う。ここで、CQI値は、チャネルのSINR（Signal to Interference and Noise Ratio）、CINR（Carrier to Interference and Noise Ratio）、BER（Bit Error Rate）、FER（Frame Error Rate）などと、これを伝送可能データに換算した値などになり、MIMOシステムの場合、RI（Rank Information）、PMI（Precoding Matrix Information）などが、チャネル状態を反映する情報として追加される。

【0009】

一方、移動通信システムでは、チャネルの与えられたチャネル容量を最大限に使用するためにリンク適応を使用し、与えられたチャネルによってMCS（Modulation and Coding Set）及び伝送電力を調節する。このようなリンク適応を基地局で行うためには、使用者は、必然的にチャネル品質情報を基地局に帰還しなければならない。

【0010】

システムが使用する周波数帯域がコヒーレンス帯域幅を超える帯域幅を有すると、一つの帯域幅内でチャネルの急激な変化が表れるようになる。特に、OFDM（Orthogonal Frequency Division Multiplexing）のような多重搬送波システムでは、与えられた帯域幅内に多数個の副搬送波が存在するようになり、前記副搬送波を通して変調されたシンボルが伝送されるので、最適のチャネル伝送は、副搬送波ごとのチャネルが伝送されることである。

【0011】

したがって、副搬送波が多数個である多重搬送波システムでチャネル情報の帰還量が急激に増加するので、このような制御信号のオーバーヘッド減少に対する要求が継続的に提起されている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

上述したような問題を解決するために、本発明は、周波数選択的チャネルでチャネル品質情報伝送時のオーバーヘッドを減少させる方法を提供しようとする。

【0013】

このために、本発明では、CQIを報告するにおいて”差分CQI報告方式（Differential CQI Reporting Scheme）”を用いることを考慮する。これを行うための本発明のより具体的な目的は、より少ない量の制御情報を利用し

10

20

30

40

50

ながらも、より正確なチャネル状態を表すために、上述した差分CQIを表すための差分値の範囲、上述した差分CQIを表すための量子化方法などを規定することにある。

【0014】

また、本発明は、上述した周波数選択的チャネルでオーバーヘッドを減少させる方法と、同時にまたは別途にMIMOシステムでチャネル品質情報伝送時のオーバーヘッドを減少させる方法を提供しようとする。

【課題を解決するための手段】

【0015】

上述したような課題を解決するための本発明の一様態では、通信システムの受信機がチャネル品質情報を伝送する方法を提供する。このための一実施形態では、(a)チャネル品質情報報告対象になる全体の周波数帯域に対するチャネル品質情報の平均値を伝送する段階と、(b)前記受信機が前記全体の周波数帯域のうちチャネル品質の良好な順に所定個数のサブバンドを選択し、前記選択された所定個数のサブバンドに対するチャネル品質情報を伝送する段階とを含み、前記(b)段階で、前記所定個数のサブバンドに対するチャネル品質情報は、前記所定個数のサブバンドに対するチャネル品質情報から前記全体の周波数帯域に対するチャネル品質情報の平均値を減算したサブバンド差分情報の形態で伝送し、前記サブバンド差分情報は、0より小さい値を表す範囲よりも、0より大きい値を表す範囲が大きくなるように設定された差分値範囲内の特定値の形態で表すことを特徴とするチャネル品質情報伝送方法を提供する。

【0016】

このとき、前記(b)段階で、好ましくは、前記サブバンド差分情報は、負でない値のみを含むように設定された差分値範囲内の特定値の形態で表すことができる。

【0017】

また、前記(b)段階で、前記サブバンド差分情報は、前記所定個数のサブバンドに対するチャネル品質情報の平均値から前記全体の周波数帯域に対するチャネル品質情報の平均値を減算した差分情報の形態で伝送することができる。

【0018】

さらに、前記通信システムは、多重アンテナ方式通信システムであり、前記受信機が、第1チャネル及び第2チャネルを含む2個のチャネルに対するチャネル品質情報を伝送する場合、本発明の他の一実施形態では、前記第1チャネル及び前記第2チャネルに対するチャネル品質情報がそれぞれ前記(a)段階及び前記(b)段階によって、前記第1チャネル及び前記第2チャネルのそれぞれのチャネル品質情報報告対象になる全体の周波数帯域に対するチャネル品質情報の平均値、及び前記受信機が選択した所定個数のサブバンドに対するチャネル品質情報のサブバンド差分情報を含ませて伝送することができる。

【0019】

このとき、前記第1チャネルの前記全体の周波数帯域に対するチャネル品質情報の第1平均値を伝送する段階と、前記第2チャネルの前記全体の周波数帯域に対するチャネル品質情報の平均値を前記第1平均値との空間差分情報の形態で伝送する段階とを含むことができ、このとき、前記空間差分情報は、0を中心に非対称であり、一側に偏るように設定された差分値範囲内の特定値の形態で表すことが好ましい。これは、前記空間差分情報を表すための前記差分値範囲を、前記受信機の受信方式と関係なしに共通的に設定する場合に該当する。

【0020】

一方、上述したような課題を解決するための本発明の他の一様態では、多重アンテナ方式通信システムの受信機が2以上のチャネルに対するチャネル品質情報を伝送する方法を提供する。このための一実施形態では、前記2以上のチャネルのうち第1チャネルに対する第1チャネル品質情報を伝送する段階と、前記2以上のチャネルのうち前記第1チャネル以外のチャネルに対する第2チャネル品質情報を前記第1チャネル品質情報との差分情報の形態で伝送する段階とを含み、前記差分情報は、0を中心に非対称になるように設定された差分値範囲内の特定値の形態で表すことを特徴とするチャネル品質情報伝送方法を

提供する。

【0021】

このとき、前記第1チャンネル品質情報及び前記第2チャンネル品質情報は、第1コードワード及び第2コードワードに対するチャンネル品質情報を表すことができる。

(項目1)

通信システムの受信機がチャンネル品質情報を伝送する方法において、

(a) チャンネル品質情報報告対象になる全体の周波数帯域に対するチャンネル品質情報の平均値を伝送する段階と、

(b) 上記受信機が上記全体の周波数帯域のうちチャンネル品質の良好な順に所定個数のサブバンドを選択し、上記選択された所定個数のサブバンドに対するチャンネル品質情報を伝送する段階と、を含み、

上記(b)段階で、

上記所定個数のサブバンドに対するチャンネル品質情報は、上記所定個数のサブバンドに対するチャンネル品質情報から上記全体の周波数帯域に対するチャンネル品質情報の平均値を減算したサブバンド差分情報の形態で伝送し、

上記サブバンド差分情報は、0より小さい値を表す範囲よりも、0より大きい値を表す範囲が大きくなるように設定された差分値範囲内の特定値の形態で表す、チャンネル品質情報伝送方法。

(項目2)

上記(b)段階で、

上記サブバンド差分情報は、負でない値のみを含むように設定された差分値範囲内の特定値の形態で表す、項目1に記載のチャンネル品質情報伝送方法。

(項目3)

上記(b)段階で、

上記サブバンド差分情報は、上記所定個数のサブバンドに対するチャンネル品質情報の平均値から上記全体の周波数帯域に対するチャンネル品質情報の平均値を減算した差分情報の形態で伝送する、項目1または2に記載のチャンネル品質情報伝送方法。

(項目4)

上記通信システムは、多重アンテナ方式通信システムであり、

上記受信機は、第1チャンネル及び第2チャンネルを含む2個のチャンネルに対するチャンネル品質情報を伝送し、

上記第1チャンネル及び上記第2チャンネルに対するチャンネル品質情報は、それぞれ上記(a)段階及び上記(b)段階によって、上記第1チャンネル及び上記第2チャンネルのそれぞれのチャンネル品質情報報告対象になる全体の周波数帯域に対するチャンネル品質情報の平均値、及び上記受信機が選択した所定個数のサブバンドに対するチャンネル品質情報のサブバンド差分情報を伝送する、項目1に記載のチャンネル品質情報伝送方法。

(項目5)

上記第1チャンネルの上記全体の周波数帯域に対するチャンネル品質情報の第1平均値を伝送する段階と、

上記第2チャンネルの上記全体の周波数帯域に対するチャンネル品質情報の平均値を上記第1平均値との空間差分情報の形態で伝送する段階と、を含む、項目4に記載のチャンネル品質情報伝送方法。

(項目6)

上記空間差分情報は、0を中心に対称にならず、0より小さい値を表す範囲または0より大きい値を表す範囲のうち何れか一側に偏るように設定された差分値範囲内の特定値の形態で表す、項目5に記載のチャンネル品質情報伝送方法。

(項目7)

上記空間差分情報を表すための上記差分値範囲は、上記受信機の受信方式と関係なしに共通的に設定されたことを特徴とする、項目6に記載のチャンネル品質情報伝送方法。

(項目8)

多重アンテナ方式通信システムの受信機が２以上のチャネルに対するチャネル品質情報を伝送する方法において、

上記２以上のチャネルのうち第１チャネルに対する第１チャネル品質情報を伝送する段階と、

上記２以上のチャネルのうち上記第１チャネル以外の何れか一つ以上のチャネルに対する第２チャネル品質情報を上記第１チャネル品質情報との差分情報の形態で伝送する段階と

、を含み、

上記差分情報は、０を中心に対称にならず、０より小さい値を表す範囲または０より大きい値を表す範囲のうち何れか一側に偏るように設定された差分值範囲内の特定値の形態で表す、チャネル品質情報伝送方法。

（項目９）

上記第１チャネル品質情報及び上記第２チャネル品質情報は、第１コードワード及び第２コードワードに対するチャネル品質情報を表す、項目８に記載のチャネル品質情報伝送方法。

（項目１０）

上記差分值範囲は、上記受信機の受信方式と関係なしに共通的に設定されたことを特徴とする、項目８に記載のチャネル品質情報伝送方法。

【発明の効果】

【００２２】

上述したような本発明の各実施形態によると、ＣＱＩを生成して伝送するにおいて、周波数帯域選択的チャネル下で差分ＣＱＩ方式を通してＣＱＩが表現され、差分方式の基準値が全体の該当帯域のＣＱＩ平均値であると、差分ＣＱＩを表すための差分值範囲を効率的に設定し、より少ないビット数でも正確なチャネル品質情報を伝送することができる。

【００２３】

具体的に、周波数選択的チャネルでＣＱＩをサブバンド差分ＣＱＩ方式で伝送することで、複数のサブバンドに対するＣＱＩをより効率的に伝送することができ、ＭＩＭＯシステムの場合、複数のチャネルに対するＣＱＩを空間差分ＣＱＩ方式で伝送することで、オーバーヘッドを追加的に減少させることができる。

【図面の簡単な説明】

【００２４】

【図１】ＣＱＩの生成及び伝送の概念図である。

【図２】周波数領域でＣＱＩサブバンドを選択的に設定してＣＱＩを生成する方法を説明するための図である。

【図３】一般的な多重アンテナシステムの構成を示した図である。

【図４】受信機の受信方式による差分ＣＱＩ値の確率分布差を表したグラフである。

【図５】本発明の一実施形態によって差分チャネル情報値を量子化する方法を説明するためのグラフである。

【図６】本発明の一実施形態によって差分チャネル情報値を量子化する方法を説明するための他のグラフである。

【図７】２個のコードワードを複数の単位周波数帯域にかけて受信した場合、各コードワードに対するチャネル値の分布を例示的に示した図である。

【図８】２個のコードワードが伝送される場合、各单位周波数帯域で差分チャネル情報の分布を表す模擬実験結果である。

【図９】既存のチャネル情報伝送方法と本発明の各実施形態に係るチャネル情報伝送方法の伝送効率を比較するための模擬実験結果である。

【発明を実施するための形態】

【００２５】

以下、本発明に係る好適な実施形態を、添付された図面を参照して詳細に説明する。添付された図面と一緒に以下で開示される詳細な説明は、本発明の例示的な実施形態を説明するためのもので、本発明が実施される唯一の実施形態を表すものではない。例えば、以

10

20

30

40

50

下の説明は、理解を助けるために、上述した 3 G P P L T E (3 r d G e n e r a t i o n P a r t n e r s h i p P r o j e c t L o n g T e r m E v o l u t i o n) システムに適用される具体的な例を挙げて説明するが、本発明は、3 G P P L T E システムだけでなく、一般的にダウンリンクチャネル品質情報のフィードバックが要求される任意の通信システムに適用される。

【0026】

以下の詳細な説明は、本発明の完全な理解を提供するために具体的な細部事項を含む。しかし、当業者は、本発明がこのような具体的な細部事項なしにも実施可能であることを理解する。いくつかの場合、本発明の概念が曖昧になることを避けるために、公知の構造及び装置が省略されたり、各構造及び装置の核心機能を中心にしたブロック図形式で示される。また、本明細書の全体における同一の構成要素に対しては、同一の図面符号を使用して説明する。

10

【0027】

上述したように、本発明の一実施形態では、移動通信システムでチャネル品質情報のフィードバック量を低減させ、チャネル品質指示子を生成して伝送する方法を提供しようとする。このために、まず、一般的に、C Q I 生成及び伝送においてオーバーヘッドを減少させるために考慮される多様な方法に対してより具体的に説明する。

【0028】

まず、チャネル情報伝送の単位を変更する方法が可能である。例えば、O F D M 方式で副搬送波ごとに伝送されるチャネル情報を、多数個の副搬送波を一つの副搬送波グループに束ねて、前記該当のグループ単位で伝送する方法である。すなわち、2 0 4 8 個の副搬送波を使用する O F D M 方式で 1 2 個の副搬送波を一つに束ねて一個の副搬送波グループに形成すると、総 1 7 1 個の副搬送波グループが形成されるので、実際に伝送されるチャネル情報の量は 2 0 4 8 個から 1 7 1 個に減るようになる。

20

【0029】

本発明に対する以下の説明において、O F D M 方式のように周波数帯域がそれぞれの副搬送波に区分される場合、一つまたは多数の副搬送波を一つのグループに束ねて、前記副搬送波グループ単位に分けて C Q I を報告する方法の基本単位を、“C Q I 副搬送波グループ”または“C Q I サブバンド”と定義することにする。

【0030】

30

一方、周波数帯域がそれぞれの副搬送波に区分されない場合、全体の周波数帯域を一部の周波数帯域に分けて、このように分けられた周波数帯域を基準にして C Q I を生成するようになり、前記 C Q I 生成のために分けられた周波数帯域も、“C Q I サブバンド”と定義することにする。また、このような C Q I サブバンドは、以後、簡単に“サブバンド”と称することにする。

【0031】

次に、チャネル情報を圧縮して C Q I を生成する方法が可能である。例えば、O F D M 方式で副搬送波ごとのチャネル情報を特定の圧縮方式を使用して圧縮して伝送する方式である。前記圧縮方式としては、D C T (D i s c r e t e C o s i n e T r a n s f o r m) のような方法を考慮することができる。

40

【0032】

また、チャネル情報を生成するための該当の周波数帯域を選択して C Q I を生成する方法が可能である。例えば、O F D M 方式で全ての副搬送波ごとにチャネル情報を伝送するのでなく、副搬送波または副搬送波グループから最も良い M 個を選んで伝送する B e s t - M 方式などが可能である。

【0033】

このような周波数帯域を選択して C Q I を伝送するとき、実際に伝送される部分は、大きく二つの部分、すなわち、C Q I 値部分と C Q I インデックス部分に分けられる。

【0034】

図 2 は、周波数領域で C Q I サブバンドを選択的に設定して C Q I を生成する方法を説

50

明するための図である。

【0035】

図2の上部に示したグラフにおいて、横軸は周波数軸を表し、縦軸は各周波数領域でのCQI値を表す。また、図2の上部のグラフにおいて、横軸は、複数の副搬送波がグルーピングされたサブバンド単位で区分されており、各サブバンドあたりにインデックスが割り当てられていることを示している。

【0036】

周波数帯域選択的CQI技法は、大きく三つの部分で構成されている。第1の段階は、CQIを生成する周波数帯域、すなわち、CQIサブバンドを選択する段階である。第2の段階は、前記選択された各周波数帯域のCQI値を操作して生成及び伝送する段階である。第3の段階は、前記選択された周波数帯域、すなわち、各CQIサブバンドのインデックスを伝送する段階である。

【0037】

図2では、第1の段階でCQIサブバンドを選択する方法の例として、Best-M方式とThreshold-based方式の例を示している。

【0038】

Best-M技法は、チャネル状態の良いM個のCQIサブバンドを選択する方法として、図2に示した例では、Best-3方式を使用してチャネル状態の良い5、6、9番のインデックスのCQIサブバンドを選択する例を示している。また、threshold-based方式は、定められた臨界値より高いチャネル状態を有するCQIサブバンドを選択する技法として、図2の例では、臨界値Tより高い5、6番のインデックスのCQIサブバンドを選択する例を示している。

【0039】

一方、図2では、第2の段階で各CQI値を生成及び伝送する方法の例として、個別伝送方式と平均伝送方式の例を示している。個別伝送方式は、第1の段階で選択されたCQIサブバンドの全てのCQI値を伝送する方法である。したがって、個別伝送方式では、前記選択されたCQIサブバンドの数が多くなるほど、伝送すべきCQI値も多くなる。一方、平均伝送方法は、前記選択されたCQIサブバンドの各CQI値の平均を伝送する方法である。したがって、平均伝送方法は、前記選択されたCQIサブバンドの数と関係なしに、伝送するCQI値が一つになる長所がある反面、多様なCQIサブバンドの平均を伝送することで、正確度が低下するという短所がある。ここで、平均を算定する方法は、単純な算術平均方式であるか、チャネル容量を考慮した平均方式である。

【0040】

図2では、前記第2の段階でのCQI生成及び伝送方法を、第1の段階でBest-3方式によってCQIサブバンド5、6、9が選択された例を挙げて説明している。すなわち、第2の段階で個別伝送方法による場合、サブバンド5、6、9のそれぞれのCQI値である7、6、5が個別的に生成／伝送され、平均伝送方法による場合、サブバンド5、6、9のそれぞれのCQI値が算術平均された6が生成／伝送される例を示している。

【0041】

図2では、第3の段階でCQIサブバンドのインデックスを伝送する方法の例として、ビットマップインデックス方式と、一般的な組み合わせインデックス(Combinatorial index)方式を例として示している。ビットマップインデックス方式とは、全てのCQIサブバンドごとに1個のビットを割り当て、該当のCQIサブバンドが使用されると1を、該当のCQIサブバンドが使用されないと0を割り当てる方式として、どのCQIサブバンドが使用されるかを表す方式を意味する。このようなビットマップインデックス方式は、全てのCQIサブバンドの数だけのビット数が必要であるという短所を有する反面、使用されるCQIサブバンドの数と関係なしに、常に一定の数のビット数を通して表すことができるという長所を有する。一方、組み合わせインデックス方式とは、使用されるCQIサブバンドの数を定めて、全てのCQIサブバンドのうち使用されるCQIサブバンドの数だけの組み合わせの場合をそれぞれのインデックスにマッピング

させて表す方式である。より詳細に説明すると、総 N 個の C Q I サブバンドが存在し、前記 N 個のうち M 個の C Q I サブバンドインデックスが C Q I 生成に使用される場合、可能な組み合わせの総数は下記の通りである。

【0042】

【数1】

【数式1】

$${}_NC_M = \frac{N!}{M!(N-M)!}$$

10

前記数式1の場合の数を表すためのビット数は、下記の数式2を通して決定することができる。

【0043】

【数2】

【数式2】

$$\lceil \log_2({}_NC_M) \rceil = \lceil \log_2\left(\frac{N!}{M!(N-M)!}\right) \rceil$$

図2の例において、総11個のC Q Iサブバンドのうち3個のC Q Iサブバンドを選択する方法であるので、可能な場合の数は ${}_{11}C_3 = 165$ 個で、前記165個を表すためのビット数は8ビットである。

20

【0044】

【化1】

$$(2^7 \leq {}_{11}C_3 \leq 2^8)$$

このような説明に基づいて、以下では、差分方式に基づいてC Q Iを伝送する方法を、周波数選択的チャンネルで各サブバンドのC Q I伝送に適用する第1様態と、MIMOシステムで空間的に2以上のチャンネルに対するC Q I伝送に適用する第2様態とに区分して説明する。

30

【0045】

第1様態—サブバンド差分C Q I伝送方法

以下で説明する本発明の一実施形態では、上述したC Q I生成及び伝送方式のうちBest-M方式に基づいてC Q Iを生成及び伝送し、 M 個のサブバンドに対して伝送されるC Q I値を全体帯域に対するC Q I値との差分情報の形態で伝送し、オーバーヘッドを減少させる方法を説明する。

【0046】

周波数帯域選択的C Q I生成において、各帯域のC Q I値を表すときに差分方式の適用が可能である。詳細に説明すると、まず、全体のC Q I報告対象になる周波数帯域の各C Q I値の平均値を求めて、前記平均値を基準としてそれぞれ受信側によって選択された周波数帯域の各C Q I値を表すことが可能である。すなわち、前記選択された各周波数帯域の各C Q I値を、基準値と平均C Q I値との差のみを通して表す方法が可能である。

40

【0047】

また、このように差分方式を使用する場合には、平均値と各C Q I値との間に相関関係が存在すると、より少ない量の差分値のみでも効果的にC Q I値を表現することが可能で、本発明の一実施形態では、このように選択されたサブバンドに対するC Q I値と全体帯域に対する平均C Q Iとの相関関係を用いて、差分情報をより少ないビット数でも表すことができるように設定する方法を提案しようとする。

【0048】

50

本実施形態において、周波数選択的CQIは、差分方式を使用して全体平均を基準にして各差値で表すと仮定する。周波数選択的CQI方法のために受信側が選択する各CQIサブバンドは、基本的にチャネル状態が相対的に良い帯域のみを選択する。したがって、前記選択された各CQIサブバンドの各CQI値は、全体の平均CQI値より大きくなる可能性が非常に高い。もちろん、厳密に言うと、全体のCQIサブバンドの数より、選択する各CQIサブバンドの数が少ないほど、選択された各CQIサブバンドの各CQI値が全体の平均CQI値より大きくなる確率が高い。通常、周波数選択的CQI方法は、広い帯域のうち少数の良い帯域のみを選ぶ場合がほとんどであるので、選択されたCQIサブバンドの各CQI値は、全体の平均CQI値より大きいと言える。

【0049】

例えば、図2のBest-3の例で選択されたサブバンド5、6及び9に対するCQI値を伝送する方法を説明する。図2の例で、CQI伝送対象になる全体の周波数帯域に対する平均CQI値は、 $3 = (0 + 1 + 2 + 1 + 4 + 7 + 6 + 3 + 4 + 5 + 0) / 11$ である。したがって、Best-3方式によって受信側で選択されたサブバンド5、6、及び9でのCQI値である7、6及び5は、3との差分値の形態で4、3及び2と一緒に伝送され、これは全てが正の値を有することが分かる。

【0050】

したがって、上記のように周波数選択的CQI方式で基準値として全体の平均CQI値を使用した場合、差分情報を表すための差値範囲を設定するとき、特定の方向性が考慮される。詳細に説明すると、一般的に受信側で選択したCQIサブバンドの各CQI値は、基準値である全体の平均CQI値より大きいと言えるので、差分値も0より大きいか、それと同じ値を表すようになることが一般的である。したがって、差分値を表すための差分値範囲を設定するとき、負でない値のみを考慮することが効率的であり、本実施形態では、このような方式で差分値範囲を設定し、受信側で選択した各サブバンドのCQIをこのような差分値範囲内の特定値の形態で伝送する方法を提案する。

【0051】

簡単な例を挙げると、差分方式のために3ビットが割り当てられる場合、8個の値を設定することが可能であるので、負と正の値を全て考慮するときの差分値設定範囲を $[-3 \quad -2 \quad -1 \quad 0 \quad 1 \quad 2 \quad 3 \quad 4]$ のように設定することが可能である。しかし、0以上の値のみを考慮するなら、差分値設定範囲が $[0 \quad 1 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \quad 5 \quad 6 \quad 7]$ のよう

【0052】

したがって、本実施形態では、周波数帯域選択的CQI伝送方式で差分CQI方式が使用され、基準値が全体のCQI報告対象帯域のCQI平均値であると、差分CQIを表すための差値設定において負でない領域のみを考慮する方法を提示する。

【0053】

一方、前記方法は、選択された周波数帯域のCQIをそれぞれ伝送する方法だけでなく、選択された周波数帯域の各CQI値の平均を出して伝送するときにもそのまま適用可能である。すなわち、選択された周波数帯域の各CQI値の平均を、全体の該当の周波数帯域の各CQI値の平均値との差値を通して表す方法にも適用可能である。

【0054】

すなわち、図2の例と同様に、Best-3方式によって受信側によって選択されたサブバンド5、6及び9のCQI値7、6及び5を、それぞれ全体の平均CQI値である3との差分値(4、3及び2)として伝送する方式の以外に、サブバンド5、6及び9のCQI値の平均値である6から全体の帯域に対するCQI平均値3を減算した3を伝送する方式も可能である。

【0055】

上述した実施形態では、極端な場合として、差分CQIを表すための差分値範囲の設定時、負でない値のみに設定した。しかし、上述したように、全体の該当の帯域幅と選択さ

10

20

30

40

50

れた帯域幅との差が大きいと、差分CQI値が正の値を有する確率が低くなる。したがって、より安定した差値範囲を設定するためには、正の値を主に考慮し、負の値も一部考慮することが可能である。すなわち、差分CQIのための差値範囲の設定時に、正と負の範囲を、0を基準にして対称的でなく、0を基準にして正に偏った非対称的な範囲に割り当てて考慮する効率的な方法をより一般的な方法として提案する。

【0056】

一方、上述した方法も、選択された周波数帯域のCQIをそれぞれ伝送する方法だけでなく、選択された周波数帯域の各CQI値の平均を出して伝送する方法にもそのまま適用可能である。すなわち、選択された周波数帯域の各CQI値の平均を、全体の該当の周波数帯域の各CQI値の平均値との差値を通して表す方法にも適用可能である。

10

【0057】

第2様態－空間差分CQI伝送方法

以下で説明する本発明の実施形態では、上述したサブバンド差分CQI伝送方式と、同時にまたは独立的に複数のチャネルに対するCQIを何れか一つのチャネルに対するCQIを基準にして差分值形態で伝送することで、オーバーヘッドを減少させる方法を説明する。このために、まず、本実施形態が適用されるMIMOシステムに対してより具体的に説明する。

【0058】

簡単に言うと、MIMOは、"Multi-Input Multi-Output"の略語で、現在までの1個の送信アンテナと1個の受信アンテナの使用から脱皮し、多重送信アンテナと多重受信アンテナを採択して送受信データ効率を向上できる方法をいう。すなわち、無線通信システムの送信端または受信端で多重アンテナを使用し、容量増大または性能改善を試みる技術である。

20

【0059】

要約すると、MIMO技術は、一つの全体のメッセージを受信するために単一のアンテナ経路に依存せず、多様なアンテナで受信された断片的なデータ片を一つに集めて完成する技術を応用したものである。このようなMIMO技術によると、特定の範囲でデータ伝送速度を向上させたり、特定のデータ伝送速度に対してシステム範囲を増加させることができる。すなわち、MIMO技術は、移動通信端末と中継器などに幅広く使用できる次世代の移動通信技術である。

30

【0060】

このようなMIMO技術は、データ通信拡大などによって限界状況に至った移動通信の伝送量限界を克服できる次世代の技術として関心を集めている。次世代の移動通信は、既存の移動通信に比べて遥かに高いデータ伝送率を要求するので、上述したような効率的なMIMO技術が必ず必要であると予想される。

【0061】

現在研究されている多様な伝送効率向上技術のうち送／受信端の全てに多数のアンテナを使用するMIMO技術は、追加的な周波数割り当てや電力増加なしに、通信容量及び送受信性能を画期的に向上できる方法として現在最も大きな注目を受けている。

【0062】

図3は、一般的な多重アンテナシステムの構成を示した図である。

40

【0063】

図3のように、送／受信端でアンテナの数を同時に増加させると、送信機や受信機のみで多数のアンテナを使用する場合と異なり、アンテナ数に比例して理論的なチャネル伝送容量が増加するので、周波数効率を画期的に向上させることができる。

【0064】

90年代中半にMIMOシステムの理論的容量増加が証明された後、これを実質的なデータ伝送率向上に導き出すための多様な技術が現在まで活発に研究されており、これらのうちいくつかの技術は、既に3世代の移動通信と次世代の無線LANなどの多様な無線通信の標準に反映されている。

50

【0065】

現在までの多重アンテナに関連した研究動向を見ると、多様なチャネル環境及び多重接続環境での多重アンテナ通信容量計算などに関連した情報理論側面研究、MIMOシステムの無線チャネル測定及び模型導出研究、そして、伝送信頼度向上及び伝送率向上のための時空間信号処理技術研究などの多様な観点で活発な研究が進行されている。

【0066】

MIMO技術には、多様なチャネル経路を通過した各シンボルを用いて伝送信頼度を高める“空間ダイバーシティ”方式と、多数の送信アンテナを用いて多数のデータシンボルを同時に送信して伝送率を向上させる“空間マルチプレキシング”方式がある。また、これら二つの方式を適切に結合し、それぞれの長所を適切に得ようとする方式に対する研究も最近活発に行われている。

10

【0067】

以下、各方式に対してより具体的に説明する。

【0068】

第一に、空間ダイバーシティ方式の場合には、時空間ブロック符号系列と、ダイバーシティ利得と符号化利得を同時に用いる時空間トレリス符号系列方式とがある。一般的に、ビットエラー率改善性能と符号生成自由度の面ではトレリス符号方式が優秀であるが、演算複雑度の面では時空間ブロック符号が簡単である。空間ダイバーシティ利得は、送信アンテナ数と受信アンテナ数との積に該当する量を得ることができる。一方、“時空間符号化方式”は、時間の代わりに周波数領域で考慮すると、“周波数空間符号化方式”と見ることができ、適用する符号化方式としては同一の方式をそのまま使用すればよい。

20

【0069】

第二に、空間マルチプレキシング技法は、各送信アンテナで互いに異なるデータ列を送信する方法であるが、このとき、受信機では、送信機から同時に伝送されたデータ間に相互干渉が発生するようになる。受信機では、この干渉を適切な信号処理技法を用いて除去した後で受信する。ここで使用される雑音除去方式には、最大尤度(maximum likelihood)受信機、ZF受信機、MMSE受信機、D-BLAST、V-BLASTなどが使用され、特に、送信端でチャネル情報を知ることができる場合には、特異値分解(Singular Value Decomposition: SVD)方式などを使用することができる。

30

【0070】

第三に、上述したような空間ダイバーシティと空間マルチプレキシングとの結合技法を挙げることができる。空間ダイバーシティ利得のみを得る場合、ダイバーシティ次数の増加による性能改善利得が徐々に飽和され、空間マルチプレキシング利得のみを得る場合、無線チャネルでの伝送信頼度が低下する。これを解決するとともに、二つの利得を全て得る方式が研究されており、時空間ブロック符号(Doubly-STTD)、時空間BICM(STBICM)などの方式がある。

【0071】

一方、一般的な通信システムでは、チャネルにおけるエラーを受信端で訂正するために、送信端から送る情報を順方向エラー訂正符号を使用して符号化した後で伝送するようになる。受信端では、受信信号を復調した後、エラー訂正符号の復号化過程を経た後、伝送情報を復元するようになる。このような復号化過程で、チャネルによって生じた受信信号上のエラーを訂正するようになる。

40

【0072】

全てのエラー訂正符号には、チャネルエラー訂正時に最大に訂正可能な限界がある。すなわち、受信信号が該当のエラー訂正符号の持つ限界を超えるエラーを有している場合、受信端では、エラーのない情報に復号できなくなる。したがって、受信端では、復号した情報へのエラー有無を判断する根拠が必要になる。このように、エラー訂正符号化過程と別途に、エラー検出のために特別な形態の符号化過程が必要である。このようなエラー検

50

出符号としては、一般的にCRC (Cyclic Redundancy Check code) が広く使用される。

【0073】

CRCは、エラー訂正でなく、エラー検出のために使用する符号化方法の一つである。一般的には、伝送情報をCRCを使用して符号化した後、CRC符号化された情報にエラー訂正符号を使用する方式で使用する。このようにCRCとエラー訂正符号が適用されて符号化された一個の単位を、コードワードという。

【0074】

一方、多数個の伝送情報が重なって受信される場合には、干渉除去方式の受信機を使用して性能向上を期待することができる。多数個の伝送情報が重なって受信される場合を例に挙げると、多重アンテナ (MIMO) 技術が使用されたり、多重使用者受信 (Multiuser Detection) 技術が使用されたり、多重コード技術が使用される場合などがある。以下、干渉除去構造を簡単に説明する。一旦、多数個の情報が重なった全体の受信信号から一番目の情報を復調／復号した後、全体の受信信号から一番目の情報と関連した情報を除去する。このように、受信信号から一番目の情報が除去された信号を有して、二番目の信号を復調／復号するようになる。三番目の信号の復調／復号は、最初の受信信号から一番目の情報と二番目の情報が除去された信号を有して行う。四番目以後の各信号は、上記の過程を反復して行うことで復調／復号される。このような干渉除去方式を使用するためには、受信信号から除去する復調／復号された信号にエラーがあってはならない。エラーがある場合、その後の全ての信号の復調／復号時に、継続的に悪い影響を及ぼすエラー伝播現象が起きるようになる。

【0075】

多重アンテナ技術でも、上述した干渉除去技術を使用可能である。このような干渉除去技術を使用するためには、まず、多数個の伝送情報が多重アンテナにかけて重なって伝送されるべきである。すなわち、空間マルチプレキシング技術が使用された場合、各伝送情報を検出しながら干渉除去技術を使用することができる。

【0076】

しかしながら、上述したように、干渉除去時に生じるエラー伝播現象を最小化するためには、除去する復調／復号された信号のエラー可否を判別した後、選択的に干渉を除去することが好ましい。このように各伝送情報のエラー有無を判断するための実践的な手段としては、上述したCRCがある。通常、CRC符号化を通過した互いに区分される情報の単位は、上述したコードワードであると言える。したがって、より実践的な方法として干渉除去技術を使用するためには、伝送情報の数が多数個でなければならないとともに、コードワードの数も多数個でなければならない。

【0077】

一方、フェーディング (fading) チャネルは、よく知られた無線通信システムの性能低下をもたらす主要原因である。時間、周波数、空間によってチャネル利得値が変わり、チャネル利得値が低いほど、性能低下が深刻になる。フェーディングを克服できる方法の一つであるダイバーシティは、多数個の独立的なチャネルが全て低い利得値を有する確率が非常に低いという事実を用いる。多様なダイバーシティ方式のうち、ここで紹介しようとするものは、多重使用者ダイバーシティである。セル内に多数の使用がいるとき、各使用者のチャネル利得値は互いに確率的に独立であるので、彼らが全て低い利得値を有する確率は非常に小さい。情報理論によると、基地局の送信電力が充分であると、セル内に多数の使用がいるとき、最も高いチャネル利得値を有する使用者にチャネルを全て割り当てると、チャネルの総容量を最大化することができる。このようなマルチユーザーダイバーシティは、再び三つに区分することができる。

【0078】

第一に、時間的マルチユーザーダイバーシティは、時間によってチャネルが変わる場合、そのときごとに、最も高い利得値を有する使用者にチャネルを割り当てる方式である。

【0079】

10

20

30

40

50

第二に、周波数的マルチユーザーダイバーシティは、OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) のような周波数多重搬送波システムで各周波数帯域で最大の利得値を有する使用者に副搬送波を割り当てる方式である。多重搬送波を使用しないシステムでチャンネルが非常にゆっくり変わる場合、最も高いチャンネル利得値を有する使用者が、チャンネルを長い時間の間独占するようになるので、他の使用者は通信不可能になる。この場合、マルチユーザーダイバーシティを用いるためには、チャンネルの変化を誘導する必要がある。

【0080】

第三に、空間的マルチユーザーダイバーシティは、通常、空間によって使用者たちの他のチャンネル利得値を用いる方法として、この具現例としてはRBF (Random Beamforming)などを挙げることができる。RBFは、"opportunistic beamforming"ともいい、送信端で多重アンテナを使用して任意の加重値でビームフォーミングをすることで、チャンネルの変化を誘導する技術である。

【0081】

一方、3GPP LTEでは、MIMOで最大2個のコードワードが使用可能であり、このとき、2個のCQIが必要になる。このようなCQIの伝送量を減らすために、差分CQI ("Differential CQI"または"Delta CQI")という概念が紹介された。すなわち、1個のCQIは正常的に伝送する反面、他の1個のCQIは最初のCQIとの差のみを伝送するようになる。すなわち、変復調方式での差分変調と類似した方法を使用するようになる。しかしながら、現在の3GPP LTEでは、上述した差分CQI報告方式を行うために差分CQI値をどの範囲内で表すように設定するか、また、差分CQI値を量子化して伝送する場合、具体的な量子化方法はどのように設定するかに対して具体的に決定されていない。

【0082】

したがって、本発明の第2様態では、まず、上述した差分CQI値をどの範囲で表すかを設定する方法、及びこれによってチャンネル情報を伝送する方法に対して説明する。このときの差分CQIは、2個のチャンネル、具体的に、2個のコードワードに対するCQI値間の差分情報を表し、第1様態で各サブバンドのCQI値間の差分情報を表すサブバンド差分CQIとは区分される。以下では、このような複数のチャンネルまたはコードワードに対するCQI値間の差分情報を、"空間差分CQI"と称する。また、混同がない場合、本様態で称する差分情報または差分CQIは、空間差分情報または空間差分CQIを表すと仮定する。

【0083】

また、本発明の第2様態では、上述した差分CQI値を量子化して表す場合、どの方式で量子化して前記差分CQI値を表すかに対して説明し、複数の単位周波数帯域を通して信号を受信した場合、前記差分CQI値の情報量を追加的に減少させる方法に対しても説明する。

【0084】

本実施様態では、MIMOシステムで差分CQI値が表れる範囲を設定するにおいて、差分CQI値の確率分布を考慮して決定することを提案する。このための具体的な一実施形態では、MIMOシステムで差分CQI値の確率分布が受信機の受信方式によって変わり得ることに注目し、これによって差分CQI値を表すための範囲を設定することを提案する。このために、まず、MIMOシステムでの受信端の受信方式に対して説明する。

【0085】

一般的に、MIMOシステムの受信方式としては、まず、最も最適なML (Maximum Likelihood) 方式を考慮することができる。しかしながら、MIMOシステムの使用によって、送信信号が空間上にも拡張されることで、MLのための全体の数の数が指数的に増加し、実際のシステムにおいて、ML方式の適用は複雑度側面で大きな問題を引き起こす。

【0086】

準最適な方法としては、第一にMMSE (Minimum Mean Square Error) 方式、第二にMMSEにSIC (Successive Interference Cancellation) まで適用された方式を考慮することができる。空間上のMIMOシンボルを検出するために、MLでないMMSE方式の受信機を使用すると、複雑度側面で多くの利得をもたらすことができる。しかしながら、MMSEのみを使用する場合には、性能がMLに比べて大いに劣化する。このような性能劣化を減少するために、MMSEにSICを結合した方式を考慮することができる。すなわち、まず、検出された各信号を干渉除去方式によって除去することで、以後に検出される信号のSINRを高めて性能向上を試みるようになる。

【0087】

10

表記の便宜のために、以下では、MMSEにSICまで適用された方式をMMSE+SIC方式と表すことにし、混乱の余地がない場合にはSICと略して表すことにする。

【0088】

上述したように、受信端の信号受信方式の差によってCQIの確率分布が変わり得る。このようなCQIの差をより定量的に知るために、次のような模擬実験を行うことにする。すなわち、送受信アンテナの個数がそれぞれ4個であるMIMOシステムで、30km/hの移動体速度を有して、TUチャネル環境で2個のコードワードが伝送される場合、受信方式によるコードワードのCQIを比較してみる。ここで、CQIは、1dB間隔で量子化されると仮定する。

【0089】

20

また、SICの場合には、今後、特別な言及がない限り、一番目のコードワードを検出した後、二番目のコードワードを検出することを基本的に仮定する。一方、二つの受信方式によるCQI差をより明確に知るために、図3では、二番目のコードワードのCQIから一番目のコードワードのCQIを減算した差を表示した。このようなCQIの差をCQI_{Delta}と表記し、これを次のように表すことができる。

【0090】

【数3】

【数式3】

$$CQI_{Delta} = CQI_{Codeword2} - CQI_{Codeword1}$$

30

ただし、システムによって、空間差分CQIは、前記数式3と異なり、一番目のコードワードに対するCQI値から二番目のコードワードに対するCQI値を減算した値で表すこともできる。この場合のCQI_{Delta}は、前記数式3によって表されるCQI_{Delta}と符号が反対になることを除けば、以下で説明する内容と同一の方式または対称になる方式で適用可能であるが、これに対する説明は省略する。

【0091】

図4は、受信機の受信方式による差分CQI値の確率分布差を表したグラフである。

【0092】

具体的に、図4の(a)は、MMSE方式の受信機が使用された場合、多様なSINR条件下でCQI_{Delta}の確率分布値を表し、図4の(b)は、MMSE+SIC方式の受信機が使用される場合、多様なSINR条件下でCQI_{Delta}の確率分布値を表す。

40

【0093】

図4に示すようなCQI_{Delta}の確率分布を通して、次のような事実を観察することができる。すなわち、MMSE方式の受信機を用いる場合、二つのコードワード間のCQI差が0を基準にして対称的に分布されている反面、MMSE+SIC方式の受信機を用いる場合には、CQI_{Delta}値が正(+)の値に偏っていることが分かる。

【0094】

これは、理論的にも当然の結果である。なぜなら、SIC方式を使用する受信機の場合

50

、二番目のコードワードを検出するとき一番目のコードワードからの干渉が除去されることで、二番目のコードワードのCQIが大きくなる可能性が大きい。すなわち、一般化すると、SIC方式が適用される場合、検出過程が後に位置するほどCQIが良くなる確率が大きくなる。したがって、CQI_{Delta}も、0より大きい値を有する確率分布が多くなる。

【0095】

一般的に、空間差分CQIの方式において、一番目のCQIはチャネル品質を表すための情報を全て伝送し、その後のCQIは、以前のCQIとの差であるCQI_{Delta}のみを伝送する。このようなCQI_{Delta}の伝送量が減少するためには、元のCQIより小さいビットを使用して表すようになる。したがって、同一のビットを使用してCQI_{Delta}を効率的に使用するためには、CQI_{Delta}が表す区間をよく設定しなければならない。

10

【0096】

例を挙げて説明すると、図4の(a)において、二番目のCQIの元の値をCQI_{Delta}を使用せずにそのまま正常的に伝送する場合には、 $[-10, 10]$ の区間である21(=10+1+10)段階を表すべきであるので、4.39ビット(=log₂(21))が必要である。その反面、CQI_{Delta}を伝送する場合には、 $[-6, 6]$ の区間である13(=6+1+6)段階で充分であるので、3.70ビット(=log₂(13))のみが必要である。したがって、CQI_{Delta}を使用して、必要な伝送ビット数が約0.69ビットだけ減少することができる。

20

【0097】

他の例として、図4の(b)の場合には、CQI_{Delta}の範囲選定において、0を基準にして非対称的に $[-4, 10]$ 区間程度に選択することが効率的である。すなわち、このときには、3.90ビット(=log₂(4+1+10))が要される。

【0098】

上記の各例から、受信方式によってCQI_{Delta}の確率分布が変わるので、CQI_{Delta}の確率分布によってCQI_{Delta}を表すための範囲を効率的に選択することが、必要伝送ビット数を減少するにおいて非常に重要であることが分かる。

【0099】

本発明の一実施形態では、結論的に次のような方式を用いることができる。すなわち、CQI_{Delta}の分布が0を基準にして対称になる場合(例えば、MMS E受信方式を用いる場合)には、CQI_{Delta}の範囲を選定するにおいて0を基準にして対称的に設定するようにし、CQI_{Delta}の分布が0を基準にして非対称になる場合(例えば、MMS E+SIC受信方式の場合)には、CQI_{Delta}の範囲を0を基準にして非対称的に設定することが合理的である。

30

【0100】

一方、CQIは、実際には何れの方式によっても量子化されて伝送されるので、上述したCQI_{Delta}の範囲は、送受信端で予め正確に知っていなければならない。したがって、CQI_{Delta}の範囲は、送受信端で予め約束すべきである。上述したような実施形態において、受信端で用いられる受信方式に対する情報は、送受信端間の初期伝送開始段階で行われる各主体の性能情報交換段階で送信端に伝達される。例えば、受信端が使用者機器(UE)である場合、通信開始段階で報告されるUE性能報告段階で上述した受信方式のうち何れの方式が用いられるかに対する報告が基地局に行われ、受信端が基地局である場合、基地局の受信方式に対して放送チャネル(BCH)などを通して端末に知らせることができる。ただし、本実施形態においては、受信端の受信方式に対する情報を送信端に伝達する任意の方法が全て用いられ、受信端が用いる受信方式に対する情報を送信端に伝達する具体的な方法は、特定の方法に限定されて解析される必要がない。したがって、各受信機の互いに異なる受信方法によってそれぞれ異なるCQI_{Delta}を表すための範囲を、使用者ごとに互いに異なるように選択することも可能である。

40

【0101】

50

一方、本発明の他の一実施形態では、上述した実施形態と異なり、受信端の受信方式と関係なしに共通的に用いられるようにチャネル情報の差分値の範囲を設定する方法を提案する。この場合にも、チャネル情報の差分値の確率分布は受信端で用いられる受信方式によって変わるので、受信端で用いられる全ての受信方式を考慮してチャネル情報の差分値範囲を設定するようにする。以下、本実施形態に対してより具体的に説明する。

【0102】

上述したように、 CQI_{Delta} の範囲は、送受信端で予め正確に知っていなければならない、これによって、 CQI_{Delta} の範囲は送受信端で予め約束すべきである。しかしながら、 CQI_{Delta} の範囲は、基本的に受信機の受信方式によって決定されるが、MIMOシステムでは多様な方式の受信機が使用される。この場合、各受信機が用

10

【0103】

したがって、本実施形態では、受信機の受信方式の差による CQI_{Delta} の分布と関係なしに同一の CQI_{Delta} の範囲を使用し、このような複雑度を減少させることができる。より正確に表現すると、本実施形態では、受信機の受信方式の差による CQI_{Delta} の分布を全て考慮し、共通的な CQI_{Delta} の範囲を設定する方式を提案する。

【0104】

このとき、共通的に適用されるチャネル情報差の範囲を定めるにおいて、共通範囲での CQI_{Delta} の分布が、受信端が用いることのできる全ての受信方式に対して予め定められた確率値以上になるように定めることができる。このようになると、各受信方式ごとに最小限に定められた確率値以上に CQI_{Delta} の分布を表すように定めることができるという長所がある。

20

【0105】

多様な受信機による CQI_{Delta} の分布が変わるとしても、 CQI_{Delta} の範囲を共通に使用する場合において、 CQI_{Delta} の範囲設定に関してより詳細に説明する。

【0106】

例を挙げて説明すると、図4の場合、図4の(a)と図4の(b)に同時に適用可能な CQI_{Delta} の範囲は $[-6, 10]$ である。この場合にも、 4.08 ビット($=\log_2(17)$)が要されることで、 CQI_{Delta} の使用による利得が相変わらず存在する。

30

【0107】

上記の例から、 CQI_{Delta} の範囲を各受信端が用いる受信方式と関係なしに同一に適用する場合にも、各受信方式による CQI_{Delta} の全体分布を考慮して CQI_{Delta} の範囲を効率的に選択することが、必要伝送ビット数を減少するにおいて非常に重要であることが分かる。

【0108】

したがって、本実施形態では、次のような方式を提案する。 CQI_{Delta} の分布が多様である場合、 CQI_{Delta} の多様な分布を含む CQI_{Delta} の範囲を選択する。 CQI_{Delta} の多様な確率分布のうち、0を基準にして対称である場合と、0を基準にして非対称である場合が含まれた場合、最終に選択された CQI_{Delta} の範囲は、0を基準にして非対称である範囲に選定する。

40

【0109】

上述したような本発明の第2様態では、空間差分チャネル情報(例えば、Spatial CQI_{Delta})を用いてチャネル情報を伝送するにおいて、より少ない量のビット数で、より正確にチャネル情報を表すために差分チャネル情報の範囲を差分チャネル情報値の確率分布を考慮して決定する方式を説明した。具体的な一実施形態では、受信端ごとに異なる受信方式をそれぞれ考慮し、差分チャネル情報を表すための範囲を設定する方

50

式を提案し、他の一実施形態では、受信端で用いることのできる全ての受信方式を統合的に考慮し、差分チャネル情報を表すための範囲を設定する方式を提案した。

【0110】

上述した本発明の第2様態では、空間CQI_{Delta}を表すための範囲を選定する観点に対して説明した。ここで、空間CQI_{Delta}の量子化間隔または段階に起因したエラーはないと仮定した。

【0111】

しかしながら、CQI_{Delta}の範囲が同じ場合にも、CQI_{Delta}の量子化の間隔を増加させると、CQI_{Delta}の伝送ビットが減少するが、チャネル情報の変化程度を正確に表すことが難しくなる。その反対に、CQI_{Delta}の量子化の間隔を減少する場合、CQI_{Delta}の伝送ビットが増加するようになるが、チャネル情報の変化程度をより正確に表すことができる。

10

【0112】

したがって、本発明の更に他の一実施形態では、効率的なCQI_{Delta}の伝送のために効果的に量子化間隔を設定する方法を提供しようとする。

【0113】

量子化間隔を設定する方法として、最も簡単にはCQI_{Delta}の範囲を均等に分ける方法を考慮することができる。しかしながら、CQI_{Delta}の確率分布を考慮すると、より効率的な量子化が可能である。すなわち、CQI_{Delta}の確率分布図上で確率の大きい部分は、CQI_{Delta}が頻繁に表れるので、より詳細に量子化し、確率が少なく表れる部分は、確率が大きく表れる部分に比べて広い間隔を有するように量子化することが好ましい。

20

【0114】

図5は、本発明の一実施形態によって差分チャネル情報値を量子化する方法を説明するためのグラフである。

【0115】

すなわち、本実施形態では、図5に示すように、CQI_{Delta}の確率分布が表れる場合、確率分布値が所定の臨界値T以上である領域Aに対しては量子化間隔を狭く設定し、確率分布値が所定臨界値T未満である領域Bに対しては量子化間隔を広く設定することを提案する。図示した方式において、臨界値Tは、該当のCQIを表すために要求されるビット数と、これを表すために使用可能なビット数などを考慮して多様に設定される。また、図5は、1個の臨界値を用いて量子化間隔を広く設定する領域と狭く設定する領域とに区分したが、その他にも、2個、3個の臨界値を使用して、これによって区分される領域別に量子化間隔を異なるように設定することも可能である。

30

【0116】

以下、上述した実施形態による量子化間隔設定方法を、受信端の受信方法によって多様なCQI_{Delta}の確率分布が表れる場合に適用する例に対して説明する。

【0117】

図6は、本発明の一実施形態によって差分チャネル情報値を量子化する方法を説明するための更に他のグラフである。

40

【0118】

図6は、受信端で用いられる受信方法によってCQI_{Delta}の確率分布が異なるように表れる場合の例を示した図で、例えば、受信方式1によるCQI_{Delta}の確率分布をCQI_{Delta}1、受信方式2によるCQI_{Delta}の確率分布をCQI_{Delta}2、受信方式3によるCQI_{Delta}の確率分布をCQI_{Delta}3に表した。

【0119】

この場合、本実施形態では、受信端の受信方式によって異なるように表れるCQI_{Delta}の確率分布を全て考慮し、CQI_{Delta}の量子化間隔を設定することを提案する。すなわち、前記CQI_{Delta}1、CQI_{Delta}2、CQI_{Delta}3を全て考慮したCQI_{Delta}Tを考慮し、この確率分布値が所定の臨界値以上である領域

50

Aでは量子化間隔を狭く設定し、確率分布値が所定の臨界値未満である領域Bでは量子化間隔を広く設定する方式を提案する。

【0120】

以上では、差分チャネル情報値を表すための量子化方法に対して説明した。このように量子化間隔を設定することで、より少ないビット数を用いながらも、より正確なチャネル情報を表すことができる。

【0121】

上述したCQIの報告方式に対する説明は、1個の単位周波数帯域を通して信号を受信する場合に対するものである。受信側では、最も良いチャネル状態を表す単位周波数帯域を選択し、前記選択された単位周波数帯域に対するCQIのみを伝送する。また、送信側で前記CQIで選択した単位周波数帯域を通してサービスを行う場合、CQIは、1個の単位周波数帯域のみで必要になる。この場合には、単一の使用者環境には適している反面、多重使用者の場合には適していないので、より効率的な方法が必要になる。

【0122】

以下の説明において、説明の便宜のために‘単位周波数帯域’という用語を定義して説明し、ここで、‘単位周波数帯域’とは、相対的に広い周波数帯域においてチャネル応答が類似している任意の周波数帯域を束ねる一つの単位を意味するものと仮定する。また、以下の説明で‘帯域’、‘周波数帯域’は、特別な言及がない限り、前記単位周波数帯域を称するものとする。

【0123】

以下、CQIが1個の選好帯域のみに伝送される場合、スケジューリング過程で起きる問題をより詳細に説明する。

【0124】

多重使用者が好む周波数帯域が互いに重ならなく、全て異なる場合には問題が発生しないが、特定の周波数帯域を多数の使用者が同時に最も良いチャネル環境として選択した場合には問題が発生する。この場合には、選択された使用者以外の使用者たちは、該当の周波数帯域を使用できなくなる。ここで、各使用者が1個の選好周波数帯域のみを伝送するならば、選択されていない使用者たちには、サービスを受ける機会が基本的になくなる。したがって、このような問題を解決し、多重使用者ダイバーシティ利得を効果的に得るためには、多様な周波数帯域に対するCQI伝送が必要になる。

【0125】

このように多様な周波数帯域に該当するCQIを伝送する場合、選択された周波数帯域だけのCQI伝送情報量が増加するようになる。例えば、チャネル状態の良い順に3個の周波数帯域を選択し、それぞれのCQIと周波数帯域指示子を伝送すると、CQIの伝送量は3倍になり、選択された周波数帯域を表すための指示子のために追加的な情報伝送が必要になる。

【0126】

上述したように、多様な周波数帯域に該当するCQIを伝送する場合、多重アンテナ環境には、より多くの情報伝送量が必要になる。各アンテナ単位でCQIを伝送する場合、送信アンテナ個数の倍だけ伝送量が増加するようになる。一方、コードワード単位でのCQI伝送を仮定すると、コードワード個数の倍だけの伝送量が増加するようになる。したがって、多重アンテナシステムにおける多様な周波数帯域に対するCQIの伝送量は、単一アンテナの場合に比べて非常に深刻に増えるようになる。

【0127】

したがって、本実施形態では、このように複数の周波数帯域に対するCQIを報告しなければならない状況で、CQI伝送量を効果的に減少させる方法を提供しようとする。

【0128】

一般的に、周波数非選択的チャネル(frequency flat fading channel)では、全周波数帯域にかけてチャネル環境が同一になる反面、周波数選択的チャネル(frequency selective fading channel)では、

10

20

30

40

50

1) では、周波数帯域が変わることでチャネル特性が変わる。通常、チャネル特性の同じ周波数帯域幅をコヒーレンス帯域幅といい、チャネルの経路が多い多重経路チャネルであるほど、このようなコヒーレンス帯域幅は、より短くなる特性を有する。

【0129】

したがって、チャネルの良いいくつかの帯域を選択し、該当の帯域のCQIを伝送する場合、これら帯域がコヒーレンス帯域幅を超えて存在すると、該当の各CQI間の類似性は少なくなる。したがって、選択された各CQIの情報を必要以上に減少することは好ましくない。

【0130】

しかしながら、多重アンテナが使用され、各選択された帯域ごとにアンテナ別またはコードワード別にCQIが伝送されるべきである場合には状況が変わる。これは、各アンテナまたはコードワードのCQIは、周波数帯域別に変わるが、各CQI間の差はある程度類似した傾向を表すためである。例えば、2個のコードワードを受信する場合に基づいて以下で説明する。

【0131】

図7は、2個のコードワードを複数の単位周波数帯域にかけて受信した場合、各コードワードに対するチャネル値の分布を例示的に示した図である。

【0132】

図7に示すように、受信端が2個のコードワードを受信する場合、一番目のコードワードに対するCQI及び二番目のコードワードに対するCQIは、それぞれ周波数帯域別に大きく変わるが、一番目のコードワードに対するCQIと二番目のコードワードに対するCQIとの差は、周波数帯域が変わるとしても大きく変わらない。これは、各コードワードのCQI計算時、他のコードワードのチャネルによる影響が複合的に計算されるので、干渉側面ではある程度類似した影響を及ぼすためである。

【0133】

図7において、コードワード1とコードワード2は、それぞれ周波数帯域別に異なるCQI値を表すが、各周波数帯域での差分CQI値（例えば、 $CQI_{\Delta 1}$ 、 $CQI_{\Delta 2}$ 、 $CQI_{\Delta 3}$ ）は、全て類似した値を表すことを例示的に示している。

【0134】

図7では、コードワード別CQI値を例に挙げて説明したが、上述した原理は、各アンテナ別CQIを考慮する場合にも同一に適用される。したがって、以下で説明する本発明の一実施形態では、各コードワードに対応してCQIが適用される場合を例に挙げて説明する。しかし、各アンテナ別CQIが適用される場合に対しても同一の方式で用いられることは、当業者にとって自明である。

【0135】

このように、多数個のアンテナに多数個のコードワードが使用される場合、周波数帯域ごとに各CQI間の差の程度が表れる様相をより具体的に説明するために、次のような模擬実験結果を説明する。

【0136】

図8は、2個のコードワードが伝送される場合、各単位周波数帯域で差分チャネル情報の分布を表す模擬実験結果である。

【0137】

具体的に、図8での模擬実験結果は、送受信アンテナ個数がそれぞれ4個であるMIMOシステムで、3km/hの移動体速度を有してTUチャネル環境で2個のコードワードが伝送される場合、5MHzの帯域幅を4個の周波数帯域に分けて、各周波数帯域別に各コードワード間のCQIの差を表示したものである。このとき、上述したように分けられた4個の周波数帯域は、それぞれ‘SB1’、‘SB2’、‘SB3’、‘SB4’に表示した。また、ここで、差分CQI値は前記数学式3のように設定した。

【0138】

また、模擬実験で、CQIは1dB間隔に量子化された。また、受信方式としてはSI

10

20

30

40

50

C方式が使用され、S I Cの場合には、以下で特別に言及しない限り、一番目のコードワードを検出した後、二番目のコードワードを検出することを基本的に仮定する。

【0139】

図8から、差分C Q I値は、周波数帯域が変わるとしても類似した分布を表すことが分かる。すなわち、図8において、S B 1乃至S B 4における差分C Q I値の分布は、類似した形態に表れる。また、差分C Q I値の分布は、概して広く分布されておらず、狭く集まった分布を表すことが分かる。

【0140】

このような結果に基づいて、本発明の一実施形態では、次のようにC Q Iを送信するにおいて送信情報量を削減する方法を提案する。

10

【0141】

第一に、選択された各周波数帯域で一番目のコードワードのC Q Iを全て送信するとしても、二番目以後のコードワードのC Q Iを全て送信するのではなく、差分C Q I値のみを送信することができる。このとき、差分C Q Iを表すための範囲及び差分C Q I値を量子化する方法は、上述した各実施形態によって設定される。このような差分C Q I送信方式を通して、二番目以後のC Q Iを送信するにおいて送信情報量を減少させることができる。

【0142】

第二に、二番目以後のコードワードの差分C Q Iを送信するにおいて選択された全ての周波数帯域に対する差分C Q Iを全て送信するのではなく、一部の周波数帯域での差分C Q Iのみを送信することができる。このとき、極端な例としては、1個の周波数帯域に対する差分C Q Iのみを送信することもできる。他の例としては、差分C Q Iの最大値、最小値、平均値などを送信することもできる。更に他の実施例としては、送信効率側面で最も良いチャンネルが選択されることが最も効率的であるので、最高のチャンネル環境を表す周波数帯域に対応する差分C Q Iを送信する方法も考慮することができる。

20

【0143】

このように差分C Q Iが一部の帯域のみに対して送信される場合、スケジューリングなどの状況によって差分C Q Iが送信されない周波数帯域で二番目以後のコードワードの差分C Q Iが必要である場合が発生する。このときには、送信された差分C Q Iから単純に特定の差分C Q Iを選択し、該当の周波数帯域の差分C Q Iとしてそのまま適用したり、送信された各差分C Q Iの加重値合計などの処理過程を経て該当の周波数帯域の差分C Q Iとして適用することができる。

30

【0144】

例えば、最も良いチャンネル環境を表す帯域の差分C Q Iのみが送信された場合、他の周波数帯域には、最も良いチャンネル環境を表す周波数帯域に対して送信された差分C Q Iをそのまま適用する方法が可能である。更に他の例としては、多様な周波数帯域の各差分C Q Iの平均値（または、平均値に最も近接した特定帯域の差分C Q I）が送信された場合、差分C Q Iが送信されない周波数帯域には、上述した平均値（または、平均値に最も近接した差分C Q I値）を適用する方法が可能である。

【0145】

上述した本発明の各実施形態によるC Q I送信方法に対し、以下で模擬実験を通してその効果を検証してみる。

40

【0146】

図9は、既存のチャンネル情報伝送方法と本発明の各実施形態によるチャンネル情報伝送方法の送信効率を比較するための模擬実験結果である。

【0147】

図9に表した模擬実験において、基本的に、図8と関連して上述した模擬実験と同じ環境で実験した。一方、追加された模擬実験条件は次の通りである。まず、総5MHzの帯域幅を4個の周波数帯域に分けて、4個の周波数帯域からチャンネル環境の良い2個の周波数帯域を選択した（Best-2方式）。このとき、選択された2個の周波数帯域で一番

50

目のコードワードのCQIは全て損失なしに伝送した。しかし、二番目のコードワードのCQIは、三つ場合に分けて適用された。

【0148】

第一に、二番目のコードワードのCQIを2個の周波数帯域でそれぞれ完全に伝送した場合を一番目の場合にし、図9では"Full CQI"と表示した。

【0149】

第二に、二番目のコードワードに差分CQIを適用し、2個の周波数帯域に対する差分CQIをそれぞれ伝送した場合を二番目の場合にし、図9では"Delta Separated"に表示した。ここで、差分CQIは、2ビットで量子化されたと仮定した。

【0150】

第三に、二番目のコードワードに差分CQIを適用するにおいて、2個の周波数帯域のうち最もCQI値が高い帯域に対する差分CQIのみを伝送した場合を三番目の場合にし、図9では"Delta Best1"に表示した。このとき、差分CQIが伝送されない周波数帯域に対しては、伝送された差分CQIをそのまま使用した。

【0151】

前記三つ場合による伝送効率の模擬実験結果は、図9に表した通りである。図9において、横軸は信号対雑音比としてEs/Noを表し、縦軸は、伝送効率として伝送率を表す。

【0152】

図9でEs/Noが20dBであるとき、'Full CQI'の場合には13.08 Mbps、'Delta Separated'である場合には12.54 Mbps、'Delta Best1'である場合には12.01 Mbpsの伝送効率を表した。したがって、二番目のコードワードにそれぞれ差分CQIを適用する場合には、最適性能に比べて4.1%の性能下落が存在し、二番目のコードワードのうち最も良いチャンネルに該当する1個の差分CQIのみを適用する場合には8.1%の性能下落を表す。このような性能下落は、CQIフィードバック情報の不正確性に起因するが、CQI情報伝送量が画期的に減少したので、耐えるに値する性能下落と見ることができる。

【0153】

上述した本発明の第2様態では、複数のアンテナを通して、及び／または複数のコードワードを複数の単位周波数帯域を通して受信する場合、CQI情報、特に、空間差分CQI情報の伝送情報量を追加的に減少させる方法に対して説明した。

【0154】

上述した本発明の第1様態及び第2様態は、好適に互いに結合されて用いられる。例えば、多重アンテナシステムで2以上のチャンネルに対するチャンネル品質情報を伝送するにおいて、前記第2様態によって2個のチャンネルのうち一つのチャンネルに対しては全体の周波数帯域に対するチャンネル品質情報の平均値を伝送し、他のチャンネルに対するチャンネル品質情報は差分情報（すなわち、空間差分情報）の形態で伝送する。また、前記第1様態によって、各チャンネルに対するチャンネル品質情報は、全体のチャンネル品質情報の平均値及び受信側が選択したサブバンドのチャンネル品質情報の差分情報（すなわち、サブバンド差分情報）の形態で伝送することができる。

【0155】

このとき、空間差分情報は、第2様態によって受信機の受信方式によって、または受信機の受信方式と関係なしに設定された差分値範囲内の特定値の形態で伝送され、受信機の受信方式と関係なしに設定される場合、差分値範囲は、0を中心にして非対称的に設定されることが好ましい。

【0156】

また、サブバンド差分情報は、第1様態によって正（+）の範囲に偏るように設定された、好ましくは、正（+）の範囲のみに設定された差分値範囲内の特定値の形態で伝送される。

【0157】

10

20

30

40

50

上述したように開示された本発明の好適な実施形態に対する詳細な説明は、当業者が本発明を具現して実施できるように提供された。上記では、本発明の好適な実施形態を参照して説明したが、該当の技術分野の熟練した当業者は、下記の特許請求の範囲に記載された本発明の思想及び領域から逸脱しない範囲内で本発明を多様に修正及び変更可能であることを理解できるだろう。

【0158】

例えば、上述したような本発明の好適な各実施形態では、CQIを生成して伝送するにおいて3GPP LTEの例を中心にして説明したが、本発明によるCQI生成方法及びこのために使用者機器は、3GPP LTEだけでなく、IEEE 802系列の通信方法などのダウンリンクチャネル品質に対するフィードバックが要求される任意のシステムに適用される。

10

【0159】

また、上述したような本発明の各実施形態は、アップリンク、ダウンリンクの全てに用いられる。上述した実施形態による発明がアップリンクに適用される場合、送信側は基地局、受信側は使用者機器(UE)になる。さらに、上述した説明において、“基地局”は、一般的に使用者機器と通信する固定局(fixed station)をいい、ノード-B、BTS(base transceiver system)、アクセスポイントなどの他の用語で呼ばれる。また、上述した説明において、“使用者機器”は、固定されたり、移動性を有する任意の主体として、端末、使用者端末(user terminal:UT)、SS(subscriber station)、無線機器(wireless device)などの任意の他の用語に称されることもある。

20

【0160】

したがって、本発明は、ここで開示された各実施形態に制限されるものでなく、ここで開示された原理及び新規の特徴と一致する最広の範囲を与えようとするものである。

【産業上の利用可能性】

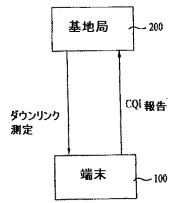
【0161】

上述したような本発明の各実施形態によるチャネル情報伝送方法によると、チャネル情報を表すために、より少ないビット数を用いながらも、より正確にチャネル状態を表すことができるので、上述した説明で具体的な例として説明した3GPP LTEシステムだけでなく、ダウンリンクチャネル品質に対するフィードバックが要求される任意の無線通信システムに用いられる。

30

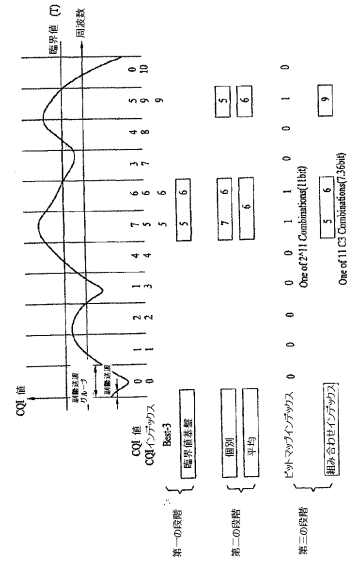
【図 1】

FIG. 1



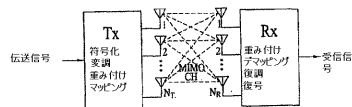
【図 2】

FIG. 2



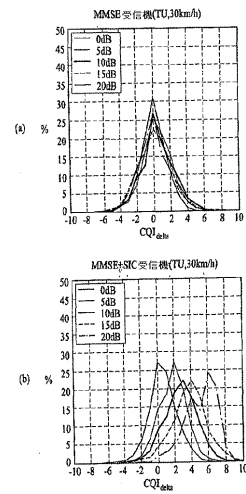
【図 3】

FIG. 3



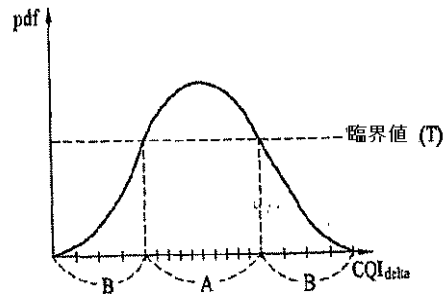
【図 4】

FIG. 4



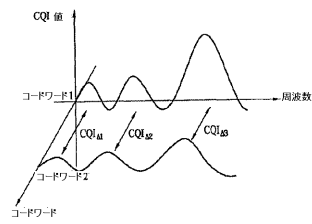
【図 5】

FIG. 5



【図 7】

FIG. 7

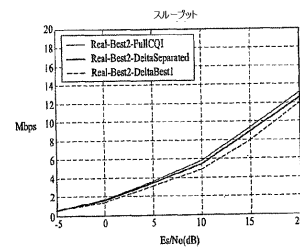
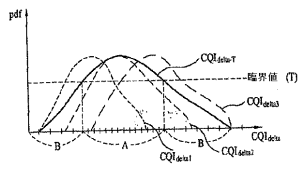


【図 9】

FIG. 9

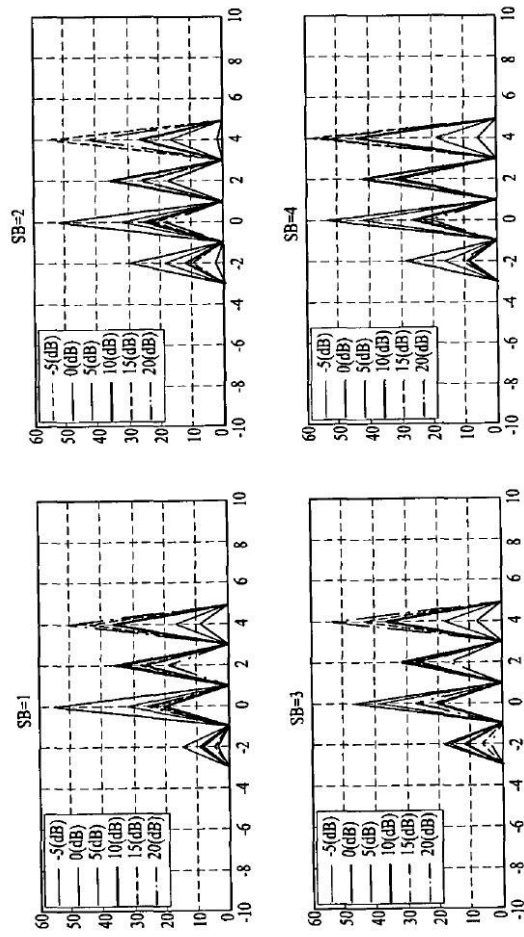
【図 6】

FIG. 6



【図 8】

FIG. 8



フロントページの続き

(31)優先権主張番号 61/018,663

(32)優先日 平成20年1月2日(2008.1.2)

(33)優先権主張国 米国(US)

(31)優先権主張番号 10-2008-0009041

(32)優先日 平成20年1月29日(2008.1.29)

(33)優先権主張国 韓国(KR)

(72)発明者 ロー ドン ウク

大韓民国 431-749 キョンギード, アニャンーシ, ドンガンーク, ホゲ 1 (イル)
)ードン, エルジー インスティテュート

(72)発明者 キム ボン ホー

大韓民国 431-749 キョンギード, アニャンーシ, ドンガンーク, ホゲ 1 (イル)
)ードン, エルジー インスティテュート

(72)発明者 アン ジョン キ

大韓民国 431-749 キョンギード, アニャンーシ, ドンガンーク, ホゲ 1 (イル)
)ードン, エルジー インスティテュート

(72)発明者 ノー ユ ジン

大韓民国 431-749 キョンギード, アニャンーシ, ドンガンーク, ホゲ 1 (イル)
)ードン, エルジー インスティテュート

(72)発明者 ソ ドン ヨン

大韓民国 431-749 キョンギード, アニャンーシ, ドンガンーク, ホゲ 1 (イル)
)ードン, エルジー インスティテュート

(72)発明者 キム キ ジュン

大韓民国 431-749 キョンギード, アニャンーシ, ドンガンーク, ホゲ 1 (イル)
)ードン, エルジー インスティテュート

Fターム(参考) 5K022 FF00

5K059 EE02

5K067 AA13 BB21 CC02 CC04 DD43 DD45 EE02 EE10 FF16 JJ13

KK03