

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5852616号
(P5852616)

(45) 発行日 平成28年2月3日 (2016.2.3)

(24) 登録日 平成27年12月11日 (2015.12.11)

(51) Int. Cl. F I
HO 4 W 24/10 (2009.01) HO 4 W 24/10
HO 4 W 28/18 (2009.01) HO 4 W 28/18 1 1 O

請求項の数 10 (全 39 頁)

(21) 出願番号	特願2013-185184 (P2013-185184)	(73) 特許権者	392026693
(22) 出願日	平成25年9月6日 (2013.9.6)		株式会社 N T T ドコモ
(65) 公開番号	特開2014-168224 (P2014-168224A)		東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号
(43) 公開日	平成26年9月11日 (2014.9.11)	(74) 代理人	100121083
審査請求日	平成27年8月4日 (2015.8.4)		弁理士 青木 宏義
(31) 優先権主張番号	特願2013-14597 (P2013-14597)	(74) 代理人	100138391
(32) 優先日	平成25年1月29日 (2013.1.29)		弁理士 天田 昌行
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100158528
早期審査対象出願			弁理士 守屋 芳隆
		(74) 代理人	100183427
			弁理士 古瀬 洋子
		(72) 発明者	永田 聡
			東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号
			株式会社 エヌ・ティ・ティ・ドコモ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ユーザ端末、無線基地局及び適応変調符号化方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

下り共有チャネルを受信する受信部と、

チャネル品質識別子と 2 5 6 Q A M (Quadrature Amplitude Modulation) を含む変調方式と符号化率とを関連付ける第 1 テーブルから、前記下り共有チャネルに適用可能な変調方式及び符号化率を示すチャネル品質識別子を取得する取得部と、

前記チャネル品質識別子を送信する送信部と、を具備し、

前記第 1 テーブルは、チャネル品質識別子と 2 5 6 Q A M より低次の変調方式と符号化率とを関連付ける第 2 テーブルとチャネル品質識別子のビット数が同一となるように、前記第 2 テーブルから、所定の変調方式と符号化率との組み合わせをパンクチャして構成されることを特徴とするユーザ端末。

【請求項 2】

前記第 1 テーブルは、前記第 2 テーブルから、最も低次の変調方式と符号化率との組み合わせの少なくとも一つをパンクチャして構成されることを特徴とする請求項 1 に記載のユーザ端末。

【請求項 3】

前記第 1 テーブルは、前記第 2 テーブルから、スループットへの貢献度に基づいて決定される変調方式と符号化率との組み合わせをパンクチャして構成されることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のユーザ端末。

【請求項 4】

10

20

前記受信部は、変調符号化方式（MCS）インデックスを受信し、

前記取得部は、MCSインデックスと8を含む変調次数とトランスポートブロックサイズ（TBS）インデックスとを関連付ける第3テーブルから、前記受信されたMCSインデックスに対応する変調次数を、前記下り共有チャネルの変調次数として取得し、

前記第3テーブルは、MCSインデックスと8より小さい変調次数とTBSインデックスとを関連付ける第4のテーブルとMCSインデックスのビット数が同一となるように、前記第4テーブルから、所定の変調次数とTBSインデックスとの組み合わせをパンクチャして構成されることを特徴とする請求項1から請求項3のいずれかに記載のユーザ端末。

【請求項5】

10

前記第3テーブルは、前記第4テーブルから、最も低次の変調次数とTBSインデックスとの組み合わせの少なくとも一つをパンクチャして構成されることを特徴とする請求項4に記載のユーザ端末。

【請求項6】

前記第3テーブルは、前記第4テーブルから、スループットへの貢献度に基づいて決定される変調次数とTBSインデックスとの組み合わせをパンクチャして構成されることを特徴とする請求項4又は請求項5に記載のユーザ端末。

【請求項7】

前記取得部は、前記第3テーブルから、前記受信されたMCSインデックスに対応するTBSインデックスを取得し、TBSインデックスと物理リソースブロック（PRB）数とトランスポートブロックサイズとを関連付ける第5テーブルから、前記第3テーブルから取得されたTBSインデックスと前記下り共有チャネルに割り当てられるPRB数とに対応するトランスポートブロックサイズを取得し、

20

前記第5テーブルは、256QAM用のTBSインデックスに対応するトランスポートブロックサイズが規定されることを特徴とする請求項4から請求項6のいずれかに記載のユーザ端末。

【請求項8】

下り共有チャネルを送信する送信部と、

チャネル品質識別子を受信する受信部と、

チャネル品質識別子と256QAM（Quadrature Amplitude Modulation）を含む変調方式と符号化率とを関連付ける第1テーブルから、前記受信されたチャネル品質識別子に対応する変調方式及び符号化率を取得する取得部と、を具備し、

30

前記送信部は、前記変調方式及び前記符号化率を適用して、前記下り共有チャネルを送信し、

前記第1テーブルは、チャネル品質識別子と256QAMより低次の変調方式と符号化率とを関連付ける第2テーブルとチャネル品質識別子のビット数が同一となるように、前記第2テーブルから、所定の変調方式と符号化率との組み合わせをパンクチャして構成されることを特徴とする無線基地局。

【請求項9】

前記送信部は、前記下り共有チャネルに適用される変調方式の次数を示すMCSインデックスを送信することを特徴とする請求項8に記載の無線基地局。

40

【請求項10】

ユーザ端末において、チャネル品質識別子と256QAM（Quadrature Amplitude Modulation）を含む変調方式と符号化率とを関連付ける第1テーブルから、前記下り共有チャネルに適用可能な変調方式及び符号化率を示すチャネル品質識別子を取得する工程と、前記チャネル品質識別子を送信する工程と、を有し、

前記第1テーブルは、チャネル品質識別子と256QAMより低次の変調方式と符号化率とを関連付ける第2テーブルとチャネル品質識別子のビット数が同一となるように、前記第2テーブルから、所定の変調方式と符号化率との組み合わせをパンクチャして構成されることを特徴とする適応変調符号化方法。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、適応変調符号化（AMC）が適用される無線通信システムにおけるユーザ端末、無線基地局及び適応変調符号化方法に関する。

【背景技術】

【0002】

無線通信システムにおけるリンクアダプテーションとして、変調方式と符号化率との少なくとも一つを適応的に調整する適応変調符号化（AMC：Adaptive Modulation and Coding）が知られている。

10

【0003】

例えば、ロングタームエボリューション（LTE）における適応変調符号化では、ユーザ端末からフィードバックされるチャネル品質識別子に基づいて、下り共有チャネル（PDSCH：Physical Downlink Shared Channel）の変調方式と符号化率との少なくとも一つが適応的に制御される（例えば、非特許文献1）。

【0004】

具体的には、LTEにおける適応変調符号化では、ユーザ端末が、無線基地局からの信号のチャネル品質（例えば、SNR、SINRなど）に対応するチャネル品質識別子を、無線基地局にフィードバックする。無線基地局は、フィードバックされたチャネル品質識別子に対応する変調方式（例えば、QPSK（Quadrature Phase Shift Keying）、16QAM（Quadrature Amplitude Modulation）、64QAMなど）と符号化率とを適用して、PDSCHを送信する。

20

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献1】3GPP TS 36.213 “Physical layer procedures”

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

LTE-Advancedなどと呼ばれる将来の無線通信システムでは、ユーザ端末が、無線基地局からの信号をより高いチャネル品質で受信可能となることが想定される。このため、将来の無線通信システムにおける適応変調符号化では、例えば、256QAM（Quadrature Amplitude Modulation）などの高次の変調方式をサポートすることにより、スペクトル効率を向上させることが望まれる。

30

【0007】

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、高次の変調方式をサポートする適応変調符号化に適したユーザ端末、無線基地局及び適応変調符号化方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の適応変調符号化方法は、ユーザ端末において、チャネル品質識別子と256QAM（Quadrature Amplitude Modulation）を含む変調方式と符号化率とを関連付ける第1テーブルから、前記下り共有チャネルに適用可能な変調方式及び符号化率を示すチャネル品質識別子を取得する工程と、前記チャネル品質識別子を送信する工程と、を有し、前記第1テーブルは、チャネル品質識別子と256QAMより低次の変調方式と符号化率とを関連付ける第2テーブルとチャネル品質識別子のビット数が同一となるように、前記第2テーブルから、所定の変調方式と符号化率との組み合わせをパンクチャして構成されることを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0009】

50

本発明によれば、高次の変調方式をサポートする適応変調符号化に適したユーザ端末、無線基地局及び適応変調符号化方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】適応変調符号化（AMC）の説明図である。

【図2】CQIテーブルの一例を示す図である。

【図3】MCSテーブルの一例を示す図である。

【図4】TBSテーブルの一例を示す図である。

【図5】HetNetの説明図である。

【図6】チャネル品質とスペクトル効率／累積密度関数（CDF）との説明図である。

10

【図7】本発明の態様1に係るCQIテーブルの一例を示す図である。

【図8】本発明の態様1．1に係る適応変調符号化方法の説明図である。

【図9】本発明の態様1．1に係る適応変調符号化方法の説明図である。

【図10】本発明の態様1．2に係る適応変調符号化方法の説明図である。

【図11】本発明の態様1．2に係る適応変調符号化方法の説明図である。

【図12】本発明の態様1．3に係る適応変調符号化方法の説明図である。

【図13】本発明の態様1．3に係る適応変調符号化方法の説明図である。

【図14】本発明の態様2に係るMCSテーブルの一例を示す図である。

【図15】本発明の態様2．1に係る適応変調符号化方法の説明図である。

【図16】本発明の態様2．1に係る適応変調符号化方法の説明図である。

20

【図17】本発明の態様2．2に係る適応変調符号化方法の説明図である。

【図18】本発明の態様2．2に係る適応変調符号化方法の説明図である。

【図19】本発明の態様2．3に係る適応変調符号化方法の説明図である。

【図20】本発明の態様2．3に係る適応変調符号化方法の説明図である。

【図21】本発明の態様3に係るTBSテーブルの一例を示す図である。

【図22】本発明の態様3に係るTBSテーブルの一例を示す図である。

【図23】本発明の態様3に係るTBSテーブルの一例を示す図である。

【図24】本発明の態様3に係るTBSテーブルの一例を示す図である。

【図25】本発明の態様3に係るTBSテーブルの一例を示す図である。

【図26】本発明の態様3に係るTBSテーブルの一例を示す図である。

30

【図27】本発明の態様3に係るTBSテーブルの一例を示す図である。

【図28】本発明の態様3に係るTBSテーブルの一例を示す図である。

【図29】本発明の態様3に係るTBSテーブルの一例を示す図である。

【図30】本発明の態様3に係るTBSテーブルの一例を示す図である。

【図31】本発明の態様3に係るTBSテーブルの一例を示す図である。

【図32】本実施の形態に係る無線通信システムの一例を示す概略図である。

【図33】本実施の形態に係る無線基地局の全体構成の説明図である。

【図34】本実施の形態に係るユーザ端末の全体構成の説明図である。

【図35】本実施の形態に係る無線基地局の機能構成の説明図である。

【図36】本実施の形態に係るユーザ端末の機能構成の説明図である。

40

【図37】本発明の態様1．4に係る適応変調符号化方法の説明図である。

【図38】本発明の態様1．5に係る適応変調符号化方法の説明図である。

【図39】本発明の態様1．5に係る適応変調符号化方法の説明図である。

【図40A】本発明の態様2．4に係る適応変調符号化方法の説明図である。

【図40B】本発明の態様2．4に係る適応変調符号化方法の説明図である。

【図41】本発明の態様2．5に係る適応変調符号化方法の説明図である。

【図42】本発明の態様2．5に係る適応変調符号化方法の説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

図1 - 図4を参照し、無線通信システムにおける適応変調符号化（AMC）について説

50

明する。図 1 は、無線通信システムにおける A M C の説明図である。図 2 は、A M C で用いられる C Q I テーブルの一例を示す図である。図 3 は、A M C で用いられる M C S テーブルの一例を示す図である。図 4 は、A M C で用いられる T B S テーブルの一例を示す図である。

【 0 0 1 2 】

図 1 に示す無線通信システムにおいて、ユーザ端末 U E は、無線基地局 B S からの参照信号に基づいてチャネル品質を測定し、測定されたチャネル品質に基づいてチャネル品質識別子 (C Q I) を決定する (ステップ S 1 1)。具体的には、ユーザ端末 U E は、図 2 に示す C Q I テーブルを参照し、測定されたチャネル品質に適用可能な変調方式及び符号化率を示す C Q I を決定する。なお、チャネル品質には、例えば、S I N R (Signal to Interference Plus Noise Ratio) や、S N R (Signal to Noise Ratio) などが含まれる。

10

【 0 0 1 3 】

図 2 に示すように、C Q I テーブルでは、チャネル品質識別子 (C Q I) と変調方式と符号化率とが関連付けられる。例えば、図 2 では、ユーザ端末 U E におけるチャネル品質に応じて、変調方式及び符号化率の 1 6 種類の組み合わせが規定されている。このため、図 2 では、4 ビットの C Q I を設けることで、当該 1 6 種類の組み合わせを一意に識別できる。なお、C Q I テーブルにおいて、C Q I の値は、C Q I インデックスと呼ばれてもよい。

【 0 0 1 4 】

20

ユーザ端末 U E は、図 2 に示す C Q I テーブルを参照して決定された C Q I を無線基地局 B S にフィードバックする (ステップ S 1 2)。例えば、図 1 では、C Q I として、4 ビットのビット情報「0 1 0 1 (= 5)」が、ユーザ端末 U E から無線基地局 B S にフィードバックされる。なお、C Q I は、上り制御チャネル (P U C C H : Physical Uplink Control Channel)、上り共有チャネル (P U S C H : Physical Uplink Shared Channel) などを用いて、フィードバックされる。

【 0 0 1 5 】

無線基地局 B S は、ユーザ端末 U E からフィードバックされた C Q I に基づいて、下り共有チャネル (P D S C H) の変調符号化情報 (M C S) を決定する (ステップ S 1 3)。具体的には、無線基地局 B S は、図 2 に示す C Q I テーブルを参照し、フィードバックされた C Q I に対応する変調方式及び符号化率を取得する。また、無線基地局 B S は、図 3 に示す M C S テーブルを参照し、取得された変調方式に対応する変調次数 (Modulation Order) と、取得された符号化率に対応するトランスポートブロックサイズ (T B S) インデックスと、を示す M C S を取得する。

30

【 0 0 1 6 】

図 3 に示すように、M C S テーブルでは、変調符号化情報 (M C S) と変調次数と T B S インデックスとが関連付けられる。図 3 では、変調次数と T B S インデックスとの 3 2 種類の組み合わせが規定されている。このため、図 3 では、5 ビットの M C S を設けることで、当該 3 2 種類の組み合わせを一意に識別できる。なお、M C S テーブルにおいて、M C S の値は、M C S インデックスと呼ばれてもよい。また、T B S インデックスとは、トランスポートブロックサイズ (T B S) を識別するトランスポートブロックサイズ (T B S) 識別子である。

40

【 0 0 1 7 】

例えば、図 1 に示すように、C Q I として 4 ビットのビット情報「0 1 0 1 (= 5)」がユーザ端末 U E からフィードバックされる場合、無線基地局 B S は、図 2 に示す C Q I テーブルを参照して、変調方式として「Q P S K」、符号化率として「4 4 9」を取得する。また、無線基地局 B S は、図 3 に示す M C S テーブルを参照して、「Q P S K」に対応する変調次数「2」と、符号化率「4 4 9」に対応する T B S インデックス「7」と、の組み合わせを示す M C S 「7」を取得する。

【 0 0 1 8 】

50

無線基地局BSは、決定されたMCSをユーザ端末UEに通知する(ステップS14)。例えば、図1では、MCSとして、5ビットのビット情報「00111(=7)」が、無線基地局BSからユーザ端末UEに通知される。なお、MCSは、下り制御情報(DCI)に含まれ、下り制御チャネル(PDCCCH:Physical Downlink Control Channel)、拡張下り制御チャネル(EPDCCCH:Enhanced Physical Downlink Control Channel)などを用いて、通知される。

【0019】

ユーザ端末UEは、無線基地局BSから通知されたMCSに基づいて、PDSCCHの変調方式及び符号化率を取得する(ステップS15)。具体的には、ユーザ端末UEは、図3に示すMCSテーブルを参照し、フィードバックされたMCSに対応する変調次数及びTBSインデックスを取得する。ユーザ端末UEは、取得された変調次数に対応する変調方式を用いて、PDSCCHを復調する。

10

【0020】

また、ユーザ端末UEは、図4に示すTBSテーブルを参照し、取得されたTBSインデックスと、DCIに含まれる1トランスポートブロックあたりの物理リソースブロック(PRB)数と、に対応するトランスポートブロックサイズ(TBS)を取得する。ユーザ端末UEは、取得されたTBSに基づいて、例えば、式(1)により、符号化率を算出する。ユーザ端末UEは、算出された符号化率を用いて、PDSCCHを復号する。

【数1】

$$\frac{TBS + CRC(24bits)}{RE_{PDSCCH} * N_{PRB} * M} \approx target\ coding\ rate \quad \dots 式(1)$$

20

ここで、TBSは、図4に示すTBSテーブルから取得されるトランスポートブロックサイズである。また、 RE_{PDSCCH} は、1PRBペアにおけるPDSCCH用のリソースエレメント(RE)の数である。また、 N_{PRB} は、1トランスポートブロックあたりのPRB(又はPRBペア)の数である。また、Mは、図3に示すMCSテーブルから取得される変調次数である。

【0021】

例えば、図1に示すように、MCSとして5ビットのビット情報「00111(=7)」が無線基地局BSから通知される場合、ユーザ端末UEは、図3に示すMCSテーブルを参照して、MCS「7」に対応する変調次数「2」及びTBSインデックス「7」を取得する。ユーザ端末UEは、変調次数が「2」である変調方式「QPSK」を用いて、PDSCCHを復調する。

30

【0022】

また、ユーザ端末UEは、図4に示すMCSテーブルを参照して、TBSインデックス「7」と、DCIに含まれる1トランスポートブロックあたりのPRB数(ここでは、「6」とする)とに対応するTBS「712」を取得する。ユーザ端末UEは、取得されたTBSに基づいて、上述の式(1)により符号化率を算出し、算出された符号化率を用いて、PDSCCHを復号する。

40

【0023】

以上のように、無線通信システムにおけるAMCでは、CQIとMCSとを用いて、PDSCCHの変調方式及び符号化率が適応的に制御される。これにより、スペクトル効率が向上する。

【0024】

ところで、マクロセル内にスモールセルが配置される無線通信システム(Heterogeneous Network)ともいう)において、上述のAMCを適用することが検討されている。図5は、マクロセル内にスモールセルが配置される無線通信システムの構成例を示す図である。図5Aの構成では、マクロセルMとスモールセルS1及びS2との双方で同一の周波数F1が用いられる。一方、図5Bの構成では、マクロセルMで周波数F1

50

が用いられ、スモールセル S 1 及び S 2 では周波数 F 2 (例えば、 $F 2 > F 1$) が用いられる。

【0025】

図 5 A の構成では、スモールセル S 1 に接続するユーザ端末 U E は、マクロセル M 及びスモールセル S 2 の双方からの干渉を受ける。一方、図 5 B の構成では、スモールセル S 1 に接続するユーザ端末 U E は、スモールセル S 2 からの干渉を受けるが、マクロセル M からの干渉を受けない。このため、図 5 B の構成では、ユーザ端末 U E におけるチャネル品質は、図 5 A の構成に示す場合よりも、高くなることが想定される。

【0026】

ユーザ端末 U E におけるチャネル品質 (例えば、SNR) が高くなると、図 6 A に示すように、より高次の変調方式を適用可能となる。このため、ユーザ端末 U E におけるチャネル品質が高くなるにつれて、スペクトル効率が向上する。特に、256QAM をサポートする場合には、スペクトル効率の更なる向上が見込まれる。

【0027】

また、図 6 B に示すように、マクロセル M と異なる周波数を用いるスモールセル S (図 5 B) では、マクロセル M や、マクロセル M と同じ周波数を用いるスモールセル S (図 5 A) と比較して、256QAM を適用可能なユーザ端末 U E (すなわち、チャネル品質が 20 dB を超えるユーザ端末 U E) が増加する。例えば、図 6 B では、マクロセル M と同じ周波数を用いるスモールセル S では、約 10 % のユーザ端末 U E にしか 256QAM を適用できない。一方、マクロセル M と異なる周波数を用いるスモールセル S では、約 30 % のユーザ端末 U E に 256QAM を適用可能となることが想定される。

【0028】

したがって、マクロセル M とスモールセル S とで異なる周波数が用いられる無線通信システムでは、256QAM などの高次変調方式をサポートすることが望まれる。しかしながら、図 1 - 図 4 を参照して説明した適応変調符号化 (AMC) では、QPSK、16QAM、64QAM がサポートされるにすぎない。

【0029】

そこで、本発明者らは、64QAM よりも高次の変調方式をサポートする適応変調符号化 (AMC) を可能とすることで、スペクトル効率を更に向上させるという着想を得て、本発明に至った。

【0030】

以下、本発明に係る適応変調符号化方法を詳細に説明する。以下では、64QAM よりも高次の変調方式として 256QAM をサポートする例を説明するが、これに限られない。64QAM よりも高次の変調方式として、128QAM、512QAM、1028QAM、... などがサポートされてもよい。また、以下の態様 1 - 3 に係る適応変調符号化方法は、適宜組み合わせ可能である。

【0031】

(態様 1)

態様 1 に係る適応変調符号化方法において、ユーザ端末 U E は、無線基地局 B S からの参照信号に基づいてチャネル品質を測定する。また、ユーザ端末 U E は、チャネル品質識別子 (CQI) と変調方式と符号化率とを関連付ける CQI テーブルから、測定されたチャネル品質において下り共有チャネル (PDSCH) に適用可能な変調方式及び符号化率を示す CQI を取得する。また、ユーザ端末 U E は、取得された CQI を無線基地局 B S に送信する。ここで、CQI テーブルの変調方式は、64QAM よりも高次の変調方式を含む。

【0032】

具体的には、態様 1 に係る適応変調符号化方法では、図 7 に示すように、CQI と、変調方式と、符号化率とを関連付ける CQI テーブルが用いられる。図 7 に示す CQI テーブルでは、64QAM よりも高次の変調方式として、256QAM がサポートされる。なお、図 7 に示す CQI テーブルは、一例にすぎず、これに限られない。また、上述のよう

10

20

30

40

50

に、CQIテーブルにおいて、CQIの値は、CQIインデックスと呼ばれもよい。

【0033】

図7に示すように、256QAMをサポートするCQIテーブルでは、256QAMをサポートしないCQIテーブル(図2)と比較して、変調方式及び符号化率の組み合わせが増加することが想定される。例えば、変調方式及び符号化率の組み合わせは、図2に示すCQIテーブルでは16種類であるのに対して、図7に示すCQIテーブルでは20種類に増加する。このため、4ビットのCQIを設けるだけでは、256QAMを含む変調方式及び符号化率の組み合わせを一意に識別できない。

【0034】

このように、64QAMよりも高次の変調方式をCQIテーブルでサポートする場合、無線基地局BSにおいて、PDSCHに適用可能な変調方式及び符号化率を一意に識別できないことが想定される。そこで、態様1に係る適応変調符号化方法では、CQIテーブルにおけるCQIのビット数の増加に応じて、ユーザ端末UEから無線基地局BSへのフィードバックビット数を増加させる(態様1.1)。或いは、CQIテーブルにおけるCQIのビット数の増加に応じて、複数のサブテーブルを設ける(態様1.2)。或いは、CQIテーブルにおけるCQIのビット数を増加させずに、抽出テーブル(sampled table)を設ける(態様1.3)。

【0035】

(態様1.1)

態様1.1に係る適応変調符号化方法では、CQIのビット数の増加に応じて、ユーザ端末UEから無線基地局BSへのフィードバックビット数を増加させる。これにより、256QAMを含む変調方式及び符号化率を一意に識別可能とする。

【0036】

具体的には、ユーザ端末UEは、上り制御チャネル(PUCCH)又は上り共有チャネル(PUSCH)におけるCQI用フィールドのサイズを拡張して、CQIを送信してもよい。例えば、図7に示す場合、PUCCH又はPUSCHにおけるCQI用フィールドのサイズは、4ビットから5ビットに拡張されてもよい。

【0037】

また、ユーザ端末UEは、CQIを構成する第1ビット部と第2ビット部とをジョイント符号化して、CQIを送信してもよい。例えば、図7に示す場合、図8に示すように、ユーザ端末UEは、第1ビット部(例えば、4ビットの既存ビット)と第2ビット部(例えば、1ビットの追加ビット)とをRMコード(Reed-Muller-based block code)を用いてジョイント符号化する。かかる場合、ユーザ端末UEは、PUCCH(例えば、PUCCHフォーマット2のExtended CP)を用いて、ジョイント符号化されたビットを無線基地局BSに送信してもよい。

【0038】

また、ユーザ端末UEは、PUCCHにおけるCQI用フィールドと参照信号用フィールドとを用いて、CQIを送信してもよい。例えば、図7に示す場合、図9に示すように、ユーザ端末UEは、CQI用フィールド(ここでは、OFDMシンボル#0、#2-#4、#6)を用いて、第1ビット部(例えば、4ビットの既存ビット)を送信する。また、ユーザ端末UEは、参照信号用フィールド(ここでは、OFDMシンボル#5)を用いて、第2ビット部(例えば、追加の1ビット)を送信する。

【0039】

また、図9において、PUCCHフォーマット2aを用いる場合、参照信号用フィールド(ここでは、OFDMシンボル#5)において、HARQ用ビット(1ビット)に代えて、第2ビット部(例えば、追加の1ビット)がBPSKにより送信されてもよい。或いは、PUCCHフォーマット2bを用いる場合、参照信号用フィールド(ここでは、OFDMシンボル#5)において、HARQ用ビット(2ビット)に代えて、第2ビット部(例えば、追加の1ビット)とHARQ用ビット(1ビット)がQPSKにより送信されてもよい。かかる場合、PUCCHフォーマット2a/2bを再利用(reuse)できるので

10

20

30

40

50

、CQIのビット数の増加に伴う実装負荷を軽減できる。

【0040】

なお、図9では、CQIの第2ビット部（例えば、追加の1ビット）は、1スロット内の2番目の参照信号用フィールド（OFDMシンボル#5）で送信されるものとするが、1スロット内の1番目の参照信号用フィールド（OFDMシンボル#1）で送信されてもよい。また、CQI用フィールド及び参照信号用フィールドの配置は、図9に示す例に限られない。

【0041】

（態様1.2）

態様1.2に係る適応変調符号化方法では、CQIテーブルにおけるCQIのビット数の増加に応じて、複数のサブテーブルを設ける。これにより、ユーザ端末UEから無線基地局BSへのフィードバックビット数を変更せずに、256QAMを含む変調方式及び符号化率を一意に識別可能とする。

10

【0042】

態様1.2に係る適応変調符号化方法では、無線基地局BSとユーザ端末UEとの間で、CQIの開始値がシフトされたサブテーブルの使用が明示的に（explicitly）通知されてもよいし（図10）、明示的に通知されなくともよい（すなわち、暗示的に（implicitly）通知されてもよい）（図11）。

【0043】

図10を参照し、サブテーブルの使用が明示的に通知される場合を説明する。かかる場合、図10に示すように、CQIテーブルは、最小値（ここでは、「0」）から最大値よりも小さい終了値（ここでは、「15」）までのCQIを含む第1サブテーブル（SUB-TABLE1）と、最小値よりも大きい開始値（ここでは、「4」）から最大値（ここでは、「19」）までのCQIを含む第2サブテーブル（SUB-TABLE2）とを含んでもよい。なお、図10では、CQIのみが示されるが、図7に示すように、CQIと変調方式と符号化率とが関連付けられてもよい。また、第1及び第2サブテーブルの構成は、図10に示す構成に限られない。

20

【0044】

ここで、第2サブテーブルの開始値は、無線基地局BSからユーザ端末UEに対して通知されてもよいし、ユーザ端末UEから無線基地局BSに通知されてもよい。このように、無線基地局BSとユーザ端末UEとの間で第2サブテーブルの開始値を通知することで、第2サブテーブルの使用が明示的に通知される。

30

【0045】

なお、第2サブテーブルの開始値は、無線基地局BSからユーザ端末UEに対して、RRCSigナリングなどの上位レイヤSigナリング、PDCH、EPDCH、報知チャネルなどを用いて、通知されてもよい。或いは、第2サブテーブルの開始値は、ユーザ端末UEから無線基地局BSに対して、RRCSigナリングなどの上位レイヤSigナリング、PUCHなどを用いて、通知されてもよい。

【0046】

図10に示すように、第1サブテーブル及び第2サブテーブルが設けられる場合、ユーザ端末UEは、測定したチャネル品質においてPDCHに適用可能な変調方式及び符号化率に対応するCQIと、第2サブテーブルの開始値と、に基づく演算結果を、無線基地局BSにフィードバックする。一方、無線基地局BSは、ユーザ端末UEからのフィードバック値と、第2サブテーブルの開始値と、に基づいて、PDCHに適用可能な変調方式及び符号化率に対応するCQIを復元する。

40

【0047】

例えば、図10に示すように、CQIの最大値が「19」であり、第2サブテーブルの開始値が「4」である場合、測定したチャネル品質においてPDCHに適用可能な変調方式及び符号化率に対応するCQIが「18」であるものとする。かかる場合、ユーザ端末UEは、以下の式（2）による演算結果「14」を、無線基地局BSに送信してもよい

50

。

$$\begin{aligned}
 & (CQI \text{ の最大値} - \text{第2サブテーブルの開始値} + CQI) \\
 & \qquad \qquad \qquad \text{mod } CQI \text{ の最大値} \quad \dots \text{式(2)} \\
 & = (19 - 4 + 18) \text{ mod } 19 = 14
 \end{aligned}$$

【0048】

一方、無線基地局BSは、ユーザ端末UEからのフィードバック値と第2サブテーブルの開始値とに基づいて、以下の式(3)により、PDSCHに適用すべき変調方式及び符号化率に対応するCQI「18」を復元してもよい。

$$\begin{aligned}
 & (\text{ユーザ端末UEからのフィードバック値} + \text{第2サブテーブルの開始値}) \\
 & \qquad \qquad \qquad \text{mod } CQI \text{ の最大値} \quad \dots \text{式(3)} \\
 & = (14 + 4) \text{ mod } 19 = 18
 \end{aligned}$$

10

【0049】

なお、ユーザ端末UEにおける演算結果は、例えば、PUCCH又はPUSCHにおけるCQI用フィールドを用いて送信される。式(2)によると、図10に示す場合、第2サブテーブルに含まれるCQI「4」から「19」の演算結果は、「0」から「15」となる。また、無線基地局BSとユーザ端末UEとの間で第2サブテーブルの使用が明示的に通知されるので、PUCCH又はPUSCHにおける既存のCQI用フィールドを拡張せずとも、256QAMを含む変調方式及び符号化率を一意に識別できる。

【0050】

次に、図11を参照し、サブテーブルの使用を明示的に通知しない場合を説明する。かかる場合、図11に示すように、CQIテーブルは、最小値(ここでは、「0」)から最大値よりも小さい終了値(ここでは、「15」)までのCQIを含む第1サブテーブル(SUB-TABLE1)と、最小値よりも大きい開始値(ここでは、「4」)から最大値(ここでは、「19」)までのチャンネル品質識別子を含む第2サブテーブル(SUB-TABLE2)とを含んでもよい。なお、図11では、CQIとフィードバック値とが関連付けられるが、図7に示すように、CQIと変調方式と符号化率とが更に関連付けられてもよい。なお、フィードバック値は、CQIに基づいて演算されれば、明示的に関連付けられていなくともよい。また、第1及び第2サブテーブルの構成は、図11に示す構成に限られない。

20

【0051】

第2サブテーブルの使用を明示的に通知しない場合、無線基地局BSは、CQIの履歴(history)に基づいて、第2サブテーブルが使用されるか否かを判断し、判断結果に基づいて、PDSCHに適用される変調方式及び符号化率に対応するCQIを復元する。

30

【0052】

具体的には、ユーザ端末UEは、測定したチャンネル品質においてPDSCHに適用可能な変調方式及び符号化率に対応するCQIに基づく演算結果を、無線基地局BSにフィードバックする。一方、無線基地局BSは、CQIの履歴に基づいて第2サブテーブルが使用されるか否かを判断し、判断結果とユーザ端末UEからのフィードバック値に基づいて、PDSCHに適用される変調方式及び符号化率に対応するCQIを復元する。

【0053】

例えば、図11に示すように、第1サブテーブルに含まれるCQIの数が「16」である場合、ユーザ端末UEは、以下の式(4)による演算結果を、無線基地局BSに送信してもよい。

40

$$(CQI) \text{ mod } 16 \quad \dots \text{式(4)}$$

【0054】

ここで、ユーザ端末UEからのフィードバック値が「1」である場合、第1サブテーブルが使用されていれば、CQIは「1」である。一方、第2サブテーブルが使用されていれば、CQIは「17」である。そこで、無線基地局BSは、CQIの履歴に基づいて、第2サブテーブルが使用されているかを判断する。

【0055】

50

例えば、前回のCQIが所定値（例えば、「15」）以上である場合、無線基地局BSは、第2サブテーブルが使用されると判断し、今回のCQIを「17」とする。一方、前回のCQIが所定値（例えば、「15」）未満である場合、無線基地局BSは、第2サブテーブルが使用されない（第1サブテーブルが使用される）と判断し、今回のCQIを「1」とする。

【0056】

或いは、無線基地局BSは、復元されたCQIが第1サブテーブルのCQIの最大値（例えば、「15」）である場合、以降のフィードバック値に第2サブテーブルが使用されると判断してもよい。一方、無線基地局BSは、復元されたCQIが第2サブテーブルのCQIの最小値（例えば、「4」）である場合、以降のフィードバック値に第2サブテーブルが使用されない（第1サブテーブルが使用される）と判断してもよい。

10

【0057】

なお、ユーザ端末UEにおけるフィードバック値は、例えば、PUCCH又はPUSCHにおけるCQI用フィールドを用いて送信される。式(4)によると、図11に示す場合、第1サブテーブル及び第2サブテーブルに含まれるCQI「1」から「19」の演算結果は、「0」から「15」となる。また、無線基地局BSは、CQIの履歴に基づいて第2サブテーブルが使用されるか否かを判断できる。このため、PUCCH又はPUSCHにおける既存のCQI用フィールドを拡張せずとも、256QAMを含む変調方式及び符号化率を一意に識別できる。また、複数のサブテーブルの応用例として、接続する無線基地局BSの種類に応じてテーブルを切り替える方法、ユーザ端末UEの能力に応じて切り替える方法も含まれる。

20

【0058】

（態様1.3）

態様1.3に係る適応変調符号化方法では、CQIテーブルにおけるCQIのビット数を増加させずに、抽出テーブル(sampled table)を設ける。これにより、ユーザ端末UEから無線基地局BSへのフィードバックビット数を変更せずに、256QAMを含む変調方式及び符号化率を一意に識別可能とする。

【0059】

具体的には、CQIテーブルは、図12に示すように、図7に示すCQIテーブルから、変調方式と符号化率との組み合わせが、線形的に(linearly)パンクチャされ、所定数（ここでは、16種類）の組み合わせが抽出されたものであってもよい。例えば、図12では、QPSK、16QAM、64QAM、256QAMの各変調方式において、一つの符号化率がパンクチャされる。

30

【0060】

また、CQIテーブルは、図13に示すように、図7に示すCQIテーブルから、変調方式と符号化率との組み合わせが、非線形的に(Non-linearly)パンクチャされ、所定数（ここでは、16種類）の組み合わせが抽出されたものであってもよい。例えば、図13では、QPSKや16QAMなどの、より低次の変調方式において、多くの符号化率がパンクチャされている。256QAMなどの高次の変調方式が適用される環境においては、QPSK、16QAMなどの低次の変調方式が適用される確率は低くなることが想定される。このため、低次の変調方式をより多くパンクチャすることで、高次の変調方式の適用によるスペクトル効率を一層向上させることができる。

40

【0061】

以上の態様1.3に係る適応変調符号化方法によれば、既存のCQIのビット数（例えば、4ビット）に対応した抽出テーブルが設けられる。このため、PUCCH又はPUSCHにおける既存のCQI用フィールドを拡張せずとも、256QAMを含む変調方式及び符号化率を一意に識別できる。

【0062】

（態様1.4）

態様1.4に係る適応変調符号化方法では、態様1.3と同様に、CQIテーブルにお

50

けるCQIのビット数を増加させずに、所定の変調方式と符号化率との組み合わせが抽出される抽出テーブル(sampled table)が設けられる。

【0063】

具体的には、態様1.4に係る適応変調符号化方法では、低次の変調方式(例えば、QPSK)と符号化率との組み合わせは維持される。一方、高次の変調方式(例えば、16QAM、64QAM、256QAMなど)と符号化率との組み合わせが、スループットへの貢献度に基づいてパンクチャされる。ここで、スループットへの貢献度は、周波数利用効率の増加分や、CQIの使用確率などで示されてもよい。

【0064】

例えば、図37Bに示すCQIテーブルでは、QPSKと符号化率との組み合わせは、パンクチャされずに、維持される。セル端のユーザ端末UEは、低次のQPSKと符号化率との組み合わせを用いることが想定される。このため、QPSKと符号化率との組み合わせを維持することで、セル端のユーザ端末UEが所望の受信品質で受信できなくなるのを防止できる。

【0065】

一方、図37Bに示すCQIテーブルでは、16QAMよりも高次の変調方式と符号化率との組み合わせの中から、スループットへの貢献度が低い組み合わせが選択され、パンクチャされる。図37Aでは、16QAMよりも高次の変調方式において、CQI=7、10、16、18におけるゲイン(スループットへの貢献度)が相対的に低い。このため、図37Bに示すCQIテーブルでは、CQI=7、10、16、18に対応する変調方式と符号化率との組み合わせがパンクチャされる。なお、図37Bは、例示にすぎず、図37Bとは異なるパンクチャが行われてもよい。

【0066】

以上の態様1.4に係る適法変調符号化方法によれば、低次の変調方式と符号化率との組み合わせを維持しながら、高次の変調方式と符号化率との組み合わせの中からスループットへの貢献度が低い組み合わせがパンクチャされる。このため、CQIテーブルのCQIのビット数の増加を防ぎながら、セル端のユーザ端末UEにおいて所望の受信品質を確保できる。

【0067】

(態様1.5)

態様1.5に係る適応変調符号化方法では、所定の変調方式と符号化率の組み合わせをパンクチャする(態様1.3及び1.4参照)代わりに、所定の変調方式と符号化率の組み合わせが、64QAMよりも高次の変調方式(例えば、256QAM)と符号化率との組み合わせに置換(replace)される。このように、既存の変調方式と符号化率との組み合わせを置換することで、CQIテーブルのCQIのビット数を増加させずとも、256QAMと符号化率との組み合わせをサポートできる。

【0068】

具体的には、CQIテーブルは、図38に示すように、図2に示すCQIテーブルから、所定の変調方式と符号化率との組み合わせが、線形的に(linearly)、256QAMと符号化率との組み合わせに置換されたものであってもよい。なお、図38は、例示にすぎず、図38とは異なる置換が行われてもよい。

【0069】

また、CQIテーブルは、図39に示すように、図2に示すCQIテーブルから、所定の変調方式と符号化率との組み合わせが、非線形的に(Non-linearly)、256QAMと符号化率との組み合わせに置換されたものであってもよい。例えば、図39では、QPSK、16QAMなどの低次の変調方式と符号化率の組み合わせが、256QAMと符号化率との組み合わせに置換される。なお、置換される変調方式と符号化率との組み合わせは、受信品質(例えば、SINRなど)に基づいて選択されてもよい。また、図39は、例示にすぎず、図39とは異なる置換が行われてもよい。

【0070】

10

20

30

40

50

256QAMなどの高次の変調方式が適用される環境（例えば、スモールセル）においては、QPSKなどの低次の変調方式が適用される確率は低くなることが想定される。このため、低次の変調方式をより多く置換することで、高次の変調方式の適用によるスペクトル効率を一層向上させることができる。

【0071】

以上の態様1．5に係る適応変調符号化方法によれば、既存のCQIのビット数（例えば、4ビット）を維持できる。このため、PUSCH又はPUSCHにおける既存のCQI用フィールドを拡張せずとも、256QAMを含む変調方式及び符号化率を一意に識別できる。

【0072】

10

（態様2）

態様2に係る適応変調符号化方法において、無線基地局BSは、ユーザ端末UEから、下り共有チャネル（PDCH）に適用可能な変調方式及び符号化率を示すチャネル品質識別子（CQI）を受信する。また、無線基地局BSは、変調符号化情報（MCS）と変調次数とTBSインデックス（トランスポートブロックサイズ識別子）とを関連付けるMCSテーブルから、前記変調方式及び符号化率に対応する変調次数及びTBSインデックスを示すMCSを取得する。また、無線基地局BSは、取得されたMCSをユーザ端末UEに送信する。ここで、MCSテーブルの変調次数は、64QAMよりも高次の変調方式の変調次数を含む。

【0073】

20

具体的には、態様2に係る適応変調符号化方法では、図14に示すように、変調符号化情報（MCS）と変調次数とTBSインデックスとを関連付けるMCSテーブルが用いられる。図14に示すMCSテーブルでは、64QAMよりも高次の変調方式として、256QAMの変調次数「8」がサポートされる。

【0074】

なお、図14に示すMCSテーブルは、一例にすぎず、これに限られない。例えば、図14に示すMCSテーブルにおける、スペクトル効率とコメントと符号化率とは、省略されてもよい。また、MCSテーブルにおいて、MCSの値は、MCSインデックスと呼ばれてもよい。

【0075】

30

図14に示すように、256QAMをサポートするMCSテーブルでは、256QAMをサポートしないMCSテーブル（図3）と比較して、変調次数及びTBSインデックスの組み合わせが増加することが想定される。例えば、変調次数及びTBSインデックスの組み合わせは、図3に示すMCSテーブルでは32種類であるのに対して、図14に示すMCSテーブルでは40種類に増加する。このため、5ビットのMCSを設けるだけでは、256QAMを含む変調方式の変調次数及びTBSインデックスの組み合わせを一意に識別できない。

【0076】

このように、64QAMよりも高次の変調方式の変調次数をMCSテーブルでサポートする場合、ユーザ端末UEにおいて、PDCHに適用される変調方式及び符号化率を一意に識別できないことが想定される。そこで、態様2に係る適応変調符号化方法では、MCSテーブルにおけるMCSのビット数の増加に応じて、無線基地局BSからユーザ端末UEへの通知ビット数を増加させる（態様2．1）。或いは、MCSテーブルにおけるMCSのビット数の増加に応じて、複数のサブテーブルを設ける（態様2．2）。或いは、MCSテーブルにおけるMCSのビット数を増加させずに、抽出テーブル（sampled table）を設ける（態様2．3）。

40

【0077】

（態様2．1）

態様2．1に係る適応変調符号化方法では、MCSのビット数の増加に応じて、無線基地局BSからユーザ端末UEへの通知ビット数を増加させる。これにより、ユーザ端末U

50

E が、256QAMを含む変調方式及び符号化率を一意に識別可能とする。

【0078】

具体的には、無線基地局BSは、下り制御情報(DCI)におけるMCS用フィールドのサイズを拡張して、MCSを送信してもよい。例えば、図14に示す場合、DCIにおけるMCS用フィールドのサイズは、5ビットから6ビットに拡張されてもよい。なお、MCS用フィールドを含むDCIは、下り制御チャネル(PDCH)で送信される。

【0079】

また、無線基地局BSは、DCIにおけるMCS用フィールドと、DCIに付加されるCRC(Cyclic Redundancy Check)のマスキング(masking)とを用いて、MCSを送信してもよい。例えば、図14に示す場合、図15に示すように、無線基地局BSは、DCIにおけるMCSフィールドを用いて、MCSを構成する第1ビット部(例えば、5ビットの既存ビット)を送信する。また、無線基地局BSは、DCIに付加されるCRCを、MCSを構成する第2ビット部(例えば、1ビットの追加ビット)を示す系列によりマスキングして、送信する。

【0080】

例えば、図15では、DCIに付加されるCRC系列 C_k は、初期系列 $C_{initial_k}$ と、ユーザ端末UEに付与されるRNTI(Radio Network Temporary Identifier)系列 R_k と、MCSの第2ビット部(例えば、1ビットの追加ビット)を示す系列 H_k に基づいて、例えば、式(5)により生成される。

$$C_k = (C_{initial_k} + R_k + H_k) \bmod 2 \quad (k = 0, \dots, 15) \quad \dots \text{式(5)}$$

【0081】

一方、ユーザ端末UEは、例えば、図16に示すフローに従って、MCSを復元する。図15に示すように、ユーザ端末UEは、DCIに付加されたCRC系列をチェック(抽出)する(ステップS101)。ユーザ端末UEは、CRC系列と自端末に付与されたRNTI系列との排他的論理和(XOR)を演算し(ステップS102)、ステップS102の演算結果と「0」との排他的論理和(XOR)を演算する(ステップS103)。ユーザ端末UEは、ステップS103の演算結果によりCRCが通るか否かを判定する(ステップS104)。

【0082】

ステップS103の演算結果によりCRCが通る場合(ステップS104; Yes)、ユーザ端末UEは、MCSの第2ビット部(例えば、1ビットの追加ビット)の値が「0」とであると判断する(ステップS105)。一方、CRCが通らない場合(ステップS104; No)、ユーザ端末UEは、ステップS103の演算結果と「1」との排他的論理和(XOR)を演算し(ステップS106)、演算結果によりCRCが通るか否かを判定する(ステップS107)。

【0083】

ステップS106の演算結果によりCRCが通る場合(ステップS107; Yes)、ユーザ端末UEは、MCSの第2ビット部(例えば、1ビットの追加ビット)の値が「1」とであると判断する(ステップS108)。一方、CRCが通らない場合(ステップS107; No)、ユーザ端末UEは、MCSの第2ビット部によるマスキングが行なわれていないと判断する(ステップS109)。本動作は、ステップS101に戻り、次のPDCH候補位置のCRC系列のチェックに移行する。

【0084】

ユーザ端末UEは、DCIをブラインド復号する(ステップS110)。ユーザ端末UEは、DCIのMCSフィールドに含まれる第1ビット部(例えば、4ビットの既存ビット)の値と、ステップS105又はステップS108で判断された第2ビット部(例えば、1ビットの既存ビット)の値とを結合して、MCSを取得する(ステップS111)。

【0085】

(態様2.2)

10

20

30

40

50

態様 2.2 に係る適応変調符号化方法では、MCS テーブルにおける MCS のビット数の増加に応じて、複数のサブテーブルを設ける。これにより、無線基地局 BS からユーザ端末 UE への通知ビット数を変更せずに、256 QAM を含む変調方式及び符号化率を一意に識別可能とする。

【0086】

態様 2.2 に係る適応変調符号化方法では、無線基地局 BS とユーザ端末 UE との間で、MCS の開始値がシフトされたサブテーブルの使用が明示的に (explicitly) 通知されてもよい (図 17)、明示的に通知されなくともよい (すなわち、暗示的に (implicitly) 通知されてもよい) (図 18)。

【0087】

図 17 を参照し、サブテーブルの使用が明示的に通知される場合を説明する。かかる場合、図 17 に示すように、MCS テーブルは、最小値 (ここでは、「0」) から最大値よりも小さい終了値 (ここでは、「31」) までの MCS を含む第 1 サブテーブル (SUB-TABLE 1) と、最小値よりも大きい開始値 (ここでは、「8」) から最大値 (ここでは、「39」) までの MCS を含む第 2 サブテーブル (SUB-TABLE 2) とを含んでもよい。なお、図 17 では、MCS のみが示されるが、図 14 に示すように、MCS と変調次数と TBS インデックスなどが関連付けられてもよい。

【0088】

ここで、第 2 サブテーブルの開始値は、無線基地局 BS からユーザ端末 UE に対して通知される。例えば、無線基地局 BS は、RRC シグナリングなどの上位レイヤシグナリング、PDCCH、EPDCCH、報知チャネルなどを用いて、第 2 サブテーブルの開始値を通知してもよい。このように、無線基地局 BS がユーザ端末 UE に対して第 2 サブテーブルの開始値を通知することで、第 2 サブテーブルの使用が明示的に通知される。

【0089】

図 17 に示すように、第 1 サブテーブル及び第 2 サブテーブルが設けられる場合、無線基地局 BS は、PDSCH に適用される変調方式及び符号化率に対応する変調次数及び TBS インデックスを示す MCS と、第 2 サブテーブルの開始値と、に基づく演算結果を、ユーザ端末 UE に通知する。一方、ユーザ端末 UE は、無線基地局 BS からの通知値と、第 2 サブテーブルの開始値と、に基づいて、PDSCH に適用される変調方式及び符号化率に対応する MCS を復元する。

【0090】

例えば、図 17 に示すように、MCS の最大値が「39」であり、第 2 サブテーブルの開始値が「8」である場合、PDSCH に適用される変調方式及び符号化率に対応する MCS が「34」であるものとする。かかる場合、無線基地局 BS は、以下の式 (6) による演算結果「26」を、無線基地局 BS に送信してもよい。

$$\begin{aligned} & (\text{MCS の最大値} - \text{第 2 サブテーブルの開始値} + \text{MCS}) \\ & \quad \text{mod} \quad \text{MCS の最大値} \quad \dots \text{式 (6)} \\ & = (39 - 8 + 34) \quad \text{mod} \quad 39 = 26 \end{aligned}$$

【0091】

一方、ユーザ端末 UE は、無線基地局 BS からの通知値と第 2 サブテーブルの開始値とに基づいて、以下の式 (7) により、PDSCH に適用される変調方式及び符号化率に対応する MCS 「34」を復元してもよい。

$$\begin{aligned} & (\text{無線基地局 BS からの通知値} + \text{第 2 サブテーブルの開始値}) \\ & \quad \text{mod} \quad \text{MCS の最大値} \quad \dots \text{式 (7)} \\ & = (26 + 8) \quad \text{mod} \quad 39 = 34 \end{aligned}$$

【0092】

なお、無線基地局 BS における演算結果は、例えば、DCI における MCS 用フィールドを用いて送信される。式 (6) によると、図 17 に示す場合、第 2 サブテーブルに含まれる MCS 「8」から「39」の演算結果は、「0」から「31」となる。また、無線基地局 BS からユーザ端末 UE に対して第 2 サブテーブルの使用が明示的に通知されるので

10

20

30

40

50

、DCIにおける5ビットのMCS用フィールドを拡張せずとも、256QAMを含む変調方式及び符号化率を一意に識別できる。

【0093】

次に、図18を参照し、サブテーブルの使用を明示的に通知しない場合を説明する。かかる場合、図18に示すように、MCSテーブルは、最小値（ここでは、「0」）から最大値よりも小さい終了値（ここでは、「31」）までのMCSを含む第1サブテーブル（SUB-TABLE1）と、最小値よりも大きい開始値（ここでは、「8」）から最大値（ここでは、「39」）までのMCSを含む第2サブテーブル（SUB-TABLE2）とを含んでもよい。なお、図18では、MCSと無線基地局BSからの通知値とが関連付けられるが、図14に示すように、MCSと変調次数とTBSインデックスとが更に関連付けられてもよい。なお、無線基地局BSからの通知値は、MCSに基づいて演算されれば、明示的に関連付けられていなくともよい。

10

【0094】

第2サブテーブルの使用を明示的に通知しない場合、ユーザ端末UEは、MCSの履歴（history）に基づいて、第2サブテーブルが使用されるか否かを判断し、判断結果に基づいて、PDSCHに適用される変調方式及び符号化率に対応するMCSを取得する。

【0095】

具体的には、無線基地局BSは、下り共有チャネル（PDSCH）に適用される変調方式及び符号化率に対応する変調次数及びTBS識別子を示すMCSに基づく演算結果を、ユーザ端末UEに通知する。一方、ユーザ端末UEは、MCSの履歴に基づいて第2サブ

20

【0096】

例えば、図18に示すように、第1サブテーブルに含まれるMCSの数が「32」である場合、ユーザ端末UEは、以下の式（8）による演算結果を、無線基地局BSに送信してもよい。

$$(MCS) \bmod 32 \quad \dots \text{式(8)}$$

【0097】

ここで、無線基地局BSからの通知値が「1」である場合、第1サブテーブルが使用されていれば、MCSは「1」である。一方、第2サブテーブルが使用されていれば、MCSは「33」である。そこで、ユーザ端末UEは、復元されたMCSの履歴に基づいて、第2サブテーブルが使用されているかを判断する。

30

【0098】

例えば、前回のMCSが所定値（例えば、「28」）以上である場合、ユーザ端末UEは、第2サブテーブルが使用されると判断し、今回のMCSを「33」とする。一方、前回のMCSが所定値（例えば、「28」）未満である場合、ユーザ端末UEは、第2サブテーブルが使用されない（第1サブテーブルが使用される）と判断し、今回のMCSを「1」とする。

【0099】

或いは、ユーザ端末UEは、無線基地局BSからの通知値が所定値（例えば、「28」）である場合、以降の通知値に第2サブテーブルが使用されると判断してもよい。一方、ユーザ端末UEは、無線基地局BSからの通知値が所定値（例えば、「8」）である場合、以降のフィードバック値に第2サブテーブルが使用されない（第1サブテーブルが使用される）と判断してもよい。

40

【0100】

なお、無線基地局BSからの通知値は、例えば、PDSCHで伝送されるDCIのMCS用フィールドを用いて送信される。式（8）によると、図18に示す場合、第1サブテーブル及び第2サブテーブルに含まれるCQI「1」から「39」の演算結果は、「0」から「31」となる。また、ユーザ端末UEは、復元されたMCSの履歴に基づいて第2サブテーブルが使用されるか否かを判断できる。このため、DCIの5ビットのMCS用

50

フィールドを拡張せずに、256QAMを含む変調方式及び符号化率を一意に識別できる。また、複数のサブテーブルの応用例として、接続する無線基地局BSの種類に応じてテーブルを切り替える方法、ユーザ端末UEの能力に応じて切り替える方法も含まれる。

【0101】

(態様2.3)

態様2.3に係る適応変調符号化方法では、MCSテーブルにおけるMCSのビット数を増加させずに、抽出テーブル(sampled table)を設ける。これにより、無線基地局BSからユーザ端末UEへの通知ビット数を変更せずに、256QAMを含む変調方式及び符号化率を一意に識別可能とする。

【0102】

具体的には、MCSテーブルは、図19に示すように、図14に示すMCSテーブルから、変調次数とTBSインデックスとの組み合わせが、線形的に(linearly)パンクチャされ、所定数(ここでは、32種類)の組み合わせが抽出されたものであってもよい。例えば、図19では、QPSKの変調次数「2」、16QAMの変調次数「4」、64QAMの変調次数「6」、256QAMの変調次数「8」の各変調次数において、変調次数とTBSインデックスとの2つの組み合わせがパンクチャされる。

【0103】

また、MCSテーブルは、図20に示すように、図14に示すMCSテーブルから、変調次数とTBSインデックスとの組み合わせが、非線形的に(Non-linearly)パンクチャされ、所定数(ここでは、32種類)の組み合わせが抽出されたものであってもよい。例えば、図20では、QPSKの変調次数「2」、16QAMの変調次数「4」、64QAMの変調次数「6」など、変調次数が小さくなるにつれて、より多くの組み合わせがパンクチャされている。256QAMなどの高次の変調方式が適用される環境においては、QPSK、16QAMなどの低次の変調方式が適用される確率は低くなることが想定される。このため、低次の変調方式の変調次数をより多くパンクチャすることで、高次の変調方式の適用によるスペクトル効率を一層向上させることができる。

【0104】

以上の態様2.3に係る適応変調符号化方法によれば、既存のMCSのビット数(例えば、5ビット)に対応した抽出テーブルが設けられる。このため、DCIにおける既存のMCS用フィールドを拡張せずとも、256QAMを含む変調方式及び符号化率を一意に識別できる。

【0105】

(態様2.4)

態様2.4に係る適応変調符号化方法では、態様2.3と同様に、MCSテーブルにおけるMCSのビット数を増加させずに、所定の変調方式の変調次数とTBSインデックスとの組み合わせが抽出される抽出テーブル(sampled table)が設けられる。

【0106】

具体的には、態様2.4に係る適応変調符号化方法では、低次の変調方式(例えば、QPSK)の変調次数とTBSインデックスとの組み合わせは維持される。一方、高次の変調方式(例えば、16QAM、64QAM、256QAMなど)の変調次数とTBSインデックスとの組み合わせが、スループットへの貢献度に基づいてパンクチャされる。ここで、スループットへの貢献度は、周波数利用効率の増加分や、MCSの使用確率などで示されてもよい。

【0107】

例えば、図40Bに示すMCSテーブルでは、QPSKの変調次数「2」とTBSインデックスとの組み合わせは、パンクチャされずに、維持される。セル端のユーザ端末UEは、低次のQPSKとTBSインデックスとの組み合わせを用いることが想定される。このため、QPSKの変調次数「2」とTBSインデックスとの組み合わせを維持することで、セル端のユーザ端末UEが所望の受信品質で受信できなくなるのを防止できる。

【0108】

10

20

30

40

50

一方、図 4 0 B に示す M C S テーブルでは、1 6 Q A M よりも高次の変調方式の変調次数「4」、「6」、「8」と T B S インデックスとの組み合わせの中から、スループットへの貢献度が低い組み合わせが選択され、パンクチャされる。図 4 0 A では、1 6 Q A M よりも高次の変調方式において、M C S = 1 0、1 1、1 3、1 7、2 6、3 2、3 7、3 9 におけるゲイン（スループットへの貢献度）が相対的に低い。このため、図 4 0 B に示す M C S テーブルでは、M C S = 1 0、1 1、1 3、1 7、2 6、3 2、3 7、3 9 に対応する変調次数と T B S インデックスとの組み合わせがパンクチャされる。なお、図 4 0 B は、例示にすぎず、図 4 0 B とは異なるパンクチャが行われてもよい。

【 0 1 0 9 】

以上の態様 2 . 4 に係る適法変調符号化方法によれば、低次の変調次数と符号化率との組み合わせを維持しながら、高次の変調次数と符号化率との組み合わせの中からスループットへの貢献度の低い組み合わせがパンクチャされる。このため、M C S テーブルの M C S のビット数の増加を防ぎながら、セル端のユーザ端末 U E において所望の受信品質を確保できる。

【 0 1 1 0 】

(態様 2 . 5)

態様 2 . 5 に係る適応変調符号化方法では、所定の変調次数と T B S インデックスとの組み合わせをパンクチャする（態様 2 . 3 及び 2 . 4 参照）代わりに、所定の変調次数と T B S インデックスとの組み合わせが、6 4 Q A M よりも高次の変調方式（例えば、2 5 6 Q A M ）と符号化率との組み合わせに置換（replace）される。このように、既存の変調次数と T B S インデックスとの組み合わせを置換することで、M C S テーブルの M C S のビット数を増加させずとも、2 5 6 Q A M の変調次数「8」と T B S インデックスとの組み合わせをサポートできる。

【 0 1 1 1 】

具体的には、M C S テーブルは、図 4 1 に示すように、図 3 に示す M C S テーブルから、所定の変調次数と T B S インデックスとの組み合わせが、線形的に（linearly）、2 5 6 Q A M の変調次数「8」と T B S インデックスとの組み合わせに置換されたものであってもよい。

【 0 1 1 2 】

また、M C S テーブルは、図 4 2 に示すように、図 3 に示す M C S テーブルから、変調次数と T B S インデックスとの組み合わせが、非線形的に（Non-linearly）、2 5 6 Q A M の変調次数「8」と T B S インデックスとの組み合わせに置換されたものであってもよい。例えば、図 4 2 では、Q P S K などのより低次の変調次数と T B S インデックスとの組み合わせが、2 5 6 Q A M の変調次数「8」と T B S インデックスとの組み合わせに置換される。なお、置換される変調次数と T B S インデックスとの組み合わせは、受信品質（例えば、S I N R など）に基づいて選択されてもよい。

【 0 1 1 3 】

2 5 6 Q A M などの高次の変調方式が適用される環境（例えば、スモールセル）においては、Q P S K などの低次の変調方式が適用される確率は低くなることが想定される。このため、低次の変調次数をより多く置換することで、高次の変調方式の適用によるスペクトル効率を一層向上させることができる。

【 0 1 1 4 】

なお、図 4 1 及び 4 2 は、例示にすぎず、図 4 1 及び 4 2 とは異なる置換が行われてもよい。また、M C S テーブルは、M C S、変調次数、T B S インデックスに加えて、スペクトル効率、符号化率などが関連づけられてもよい（図 1 4 参照）。

【 0 1 1 5 】

以上の態様 2 . 5 に係る適応変調符号化方法によれば、既存の M C S のビット数（例えば、5 ビット）を維持できる。このため、D C I における既存の M C S 用フィールドを拡張せずとも、2 5 6 Q A M を含む変調方式及び符号化率を一意に識別できる。

【 0 1 1 6 】

10

20

30

40

50

(態様 3)

本発明の態様 3 に係る適応変調符号化方法において、ユーザ端末 UE は、下り共有チャネル (P D S C H) の変調符号化情報 (M C S) を受信する。また、ユーザ端末 UE は、M C S と変調次数と T B S インデックスとを関連付ける M C S テーブルから、無線基地局 B S から受信される M C S に対応する変調次数とトランスポートブロックサイズ (T B S) インデックスとを取得する。また、ユーザ端末は、取得された変調次数に基づいて P D S C H を復調する。また、ユーザ端末 UE は、T B S インデックスと T B S とを関連付ける T B S テーブルにおいて、取得された T B S インデックスに対応する T B S に基づいて、P D S C H を復号する。ここで、T B S テーブルの T B S は、6 4 Q A M よりも高次の変調方式に対応する T B S を含む。

10

【 0 1 1 7 】

具体的には、態様 3 に係る適応変調符号化方法では、図 4、図 2 1 - 3 1 に示すように、T B S インデックスと、1 トランスポートブロック (T B) あたりの P R B 数 (N _ P R B) に応じたトランスポートブロックサイズ (T B S) とを関連付ける T B S テーブルが用いられる。

【 0 1 1 8 】

6 4 Q A M より高次の変調方式 (例えば、2 5 6 Q A M) では、Q P S K、1 6 Q A M、6 4 Q A M などの低次の変調方式と比較して、1 トランスポートブロックあたりの P R B 数に応じた T B S が大きくなることが想定される。そこで、図 2 1 - 3 1 に示すように、T B S テーブルでは、M C S テーブルにおける T B S インデックス「2 7」-「3 4」(図 1 4 参照) に対応して、1 T B あたりの P R B 数に応じた T B S が規定される。

20

【 0 1 1 9 】

なお、図 2 1 に示す T B S テーブルにおいて、T B S インデックス「0」-「2 6」における、1 T B あたりの P R B 数に応じた T B S は、図 4 に規定される値が用いられてもよい。また、1 T B あたりの P R B 数 (N _ P R B) は、システム帯域幅が拡大するに従って、増加する。例えば、図 4、図 2 1 では、1 T B あたりの P R B 数が「1」~「1 0」までの T B S が規定される。また、図 2 2 では、1 T B あたりの P R B 数が「1 1」~「2 0」までの T B S が規定される。同様に、図 2 3 - 3 1 では、1 T B あたりの P R B 数が「2 1」~「1 1 0」までの T B S が規定される。

【 0 1 2 0 】

30

ユーザ端末 UE は、M C S テーブル (例えば、図 1 4) から、無線基地局 B S から通知される M C S に対応する変調次数と T B S インデックスを取得する。ユーザ端末 UE は、取得した T B S インデックスと D C I に含まれる 1 T B あたりの P R B 数とに対応する T B S を、T B S テーブル (例えば、図 4、図 2 1 - 3 1) から取得する。ユーザ端末 UE は、取得された T B S に基づいて、例えば、上述の式 (1) により、符号化率を算出し、算出された符号化率を用いて P D S C H を復号する。

【 0 1 2 1 】

以上のように、高次の変調方式に対応した T B S を規定する T B S テーブルを利用することにより、高次の変調方式が適用される場合には、より大きい T B S や符号化率を P D S C H に適用可能となる。この結果、適応変調符号化によるスループットの向上効果を高めることができる。

40

【 0 1 2 2 】

(無線通信システムの構成)

以下、本実施の形態に係る無線通信システムの構成について説明する。この無線通信システムでは、上述の適応変調符号化方法 (態様 1、態様 2、態様 3 を含む) が適用される。図 3 2 - 図 3 6 を参照し、本実施の形態に係る無線通信システムの概略構成を説明する。

【 0 1 2 3 】

図 3 2 は、本実施の形態に係る無線通信システムの概略構成図である。なお、図 3 2 に示す無線通信システムは、例えば、L T E システム、L T E - A システム、I M T - A d

50

vanced、4G、FRA (Future Radio Access) などが包含されるシステムである。

【0124】

図32に示すように、無線通信システム1は、マクロセルC1を形成するマクロ基地局11と、マクロセルC1内に配置され、マクロセルC1よりも狭いスモールセルC2を形成するスモール基地局12a及び12bとを備えている。また、マクロセルC1及び各スモールセルC2には、ユーザ端末20が配置されている。ユーザ端末20は、マクロ基地局11及びスモール基地局12の双方と無線通信可能に構成されている。

【0125】

マクロセルC1及びスモールセルC2では、同一の周波数帯が用いられてもよいし、異なる周波数帯が用いられてもよい。マクロセルC1とスモールセルC2とで異なる周波数帯が用いられる場合、マクロセルC1では、例えば、800MHzや2GHzなどの相対的に低い周波数F1が用いられ、スモールセルC2では、例えば、3.5GHz、10GHzなどの相対的に高い周波数F2が用いられてもよい。なお、周波数F1のキャリアは、既存キャリア、レガシーキャリア、カバレッジキャリアなどと呼ばれてもよい。また、周波数F2のキャリアは、NCT (New Carrier Type) 追加 (additional) キャリア、キャパシティキャリアなどと呼ばれてもよい。

【0126】

マクロ基地局11及び各スモール基地局12は、有線接続されてもよいし、無線接続されてもよい。マクロ基地局11及び各スモール基地局12は、それぞれ上位局装置30に接続され、上位局装置30を介してコアネットワーク40に接続される。なお、上位局装置30には、例えば、アクセスゲートウェイ装置、無線ネットワークコントローラ (RNC)、モビリティマネジメントエンティティ (MME) 等が含まれるが、これに限定されるものではない。

【0127】

なお、マクロ基地局11は、相対的に広いカバレッジを有する無線基地局であり、eNodeB、無線基地局装置、送信ポイントなどと呼ばれてもよい。スモール基地局12は、局所的なカバレッジを有する無線基地局であり、RRH (Remote Radio Head)、ピコ基地局、フェムト基地局、Home eNodeB、送信ポイント、eNodeBなどと呼ばれてもよい。

【0128】

また、スモール基地局12によって形成されるスモールセルC2は、サブフレームの先頭最大3OFDMシンボルにPDCCHが配置されるタイプのセルであってもよいし、当該PDCCHが配置されないタイプ (NCT) のセルであってもよい。

【0129】

以下、マクロ基地局11及びスモール基地局12を区別しない場合は、無線基地局10と総称する。各ユーザ端末20は、LTE、LTE-Aなどの各種通信方式に対応した端末であり、移動通信端末だけでなく固定通信端末を含んでよい。

【0130】

無線通信システム1においては、無線アクセス方式として、下りリンクについてはOFDMA (直交周波数分割多元接続) が適用され、上りリンクについてはSC-FDMA (シングルキャリア - 周波数分割多元接続) が適用される。OFDMAは、周波数帯域を複数の狭い周波数帯域 (サブキャリア) に分割し、各サブキャリアにデータをマッピングして通信を行うマルチキャリア伝送方式である。SC-FDMAは、システム帯域を端末毎に1つ又は連続したリソースブロックからなる帯域に分割し、複数の端末が互いに異なる帯域を用いることで、端末間の干渉を低減するシングルキャリア伝送方式である。

【0131】

ここで、図32に示す無線通信システムで用いられる通信チャネルについて説明する。下りリンクの通信チャネルは、各ユーザ端末20で共有されるPDSCH (下り共有データチャネル) と、下りL1/L2制御チャネル (PDCCH、PCFICH、PHICH

10

20

30

40

50

、E P D C C H)とを有する。P D S C Hにより、ユーザデータ及び上位レイヤ制御情報が伝送される。P D C C Hにより、P D S C HおよびP U S C Hのスケジューリング情報等が伝送される。P C F I C H (Physical Control Format Indicator Channel)により、P D C C Hに用いるO F D Mシンボル数が伝送される。P H I C H (Physical Hybrid-ARQ Indicator Channel)により、P U S C Hに対するH A R QのA C K / N A C Kが伝送される。また、E P D C C Hにより、P D S C H及びP U S C Hのスケジューリング情報等が伝送されてもよい。このE P D C C H (拡張下り制御チャネル)は、P D S C Hと周波数分割多重される。

【0132】

上りリンクの通信チャネルは、各ユーザ端末20で共有されるP U S C H (上り共有データチャネル)と、上りリンクの制御チャネルであるP U C C H (Physical Uplink Control Channel)とを有する。このP U S C Hにより、ユーザデータや上位レイヤ制御情報が伝送される。また、P U C C Hにより、下りリンクの無線品質情報 (CQI : Channel Quality Indicator)、A C K / N A C K等が伝送される。

【0133】

図33は、本実施の形態に係る無線基地局10 (マクロ基地局11及びスモール基地局12を含む)の全体構成図である。無線基地局10は、M I M O伝送のための複数の送受信アンテナ101と、アンプ部102と、送受信部103と、ベースバンド信号処理部104と、呼処理部105と、伝送路インターフェース106とを備えている。

【0134】

下りリンクにより無線基地局10からユーザ端末20に送信されるユーザデータは、上位局装置30から伝送路インターフェース106を介してベースバンド信号処理部104に入力される。

【0135】

ベースバンド信号処理部104では、P D C Pレイヤの処理、ユーザデータの分割・結合、R L C (Radio Link Control)再送制御の送信処理などのR L Cレイヤの送信処理、M A C (Medium Access Control)再送制御、例えば、H A R Qの送信処理、スケジューリング、伝送フォーマット選択、チャネル符号化、逆高速フーリエ変換 (IFFT : Inverse Fast Fourier Transform)処理、プリコーディング処理が行われて各送受信部103に転送される。また、下り制御信号に関しても、チャネル符号化や逆高速フーリエ変換等の送信処理が行われて、各送受信部103に転送される。

【0136】

各送受信部103は、ベースバンド信号処理部104からアンテナ毎にプリコーディングして出力された下り信号を無線周波数帯に変換する。アンプ部102は、周波数変換された無線周波数信号を増幅して送受信アンテナ101により送信する。

【0137】

一方、上り信号については、各送受信アンテナ101で受信された無線周波数信号がそれぞれアンプ部102で増幅され、各送受信部103で周波数変換されてベースバンド信号に変換され、ベースバンド信号処理部104に入力される。

【0138】

ベースバンド信号処理部104では、入力された上り信号に含まれるユーザデータに対して、F F T処理、I D F T処理、誤り訂正復号、M A C再送制御の受信処理、R L Cレイヤ、P D C Pレイヤの受信処理がなされ、伝送路インターフェース106を介して上位局装置30に転送される。呼処理部105は、通信チャネルの設定や解放等の呼処理や、無線基地局10の状態管理や、無線リソースの管理を行う。

【0139】

図34は、本実施の形態に係るユーザ端末20の全体構成図である。ユーザ端末20は、M I M O伝送のための複数の送受信アンテナ201と、アンプ部202と、送受信部203と、ベースバンド信号処理部204と、アプリケーション部205とを備えている。

【0140】

下り信号については、複数の送受信アンテナ 201 で受信された無線周波数信号がそれぞれアンブ部 202 で増幅され、送受信部 203 で周波数変換され、ベースバンド信号処理部 204 に入力される。ベースバンド信号処理部 204 では、FFT 処理や、誤り訂正復号、再送制御の受信処理等がなされる。この下り信号に含まれるユーザデータは、アプリケーション部 205 に転送される。アプリケーション部 205 は、物理レイヤや MAC レイヤより上位のレイヤに関する処理等を行う。また、下りリンクのデータの内、報知情報もアプリケーション部 205 に転送される。

【0141】

一方、上りリンクのユーザデータについては、アプリケーション部 205 からベースバンド信号処理部 204 に入力される。ベースバンド信号処理部 204 では、再送制御 (H-ARQ (Hybrid ARQ)) の送信処理や、チャネル符号化、プリコーディング、IDFT 処理、IFFT 処理等が行われて各送受信部 203 に転送される。送受信部 203 は、ベースバンド信号処理部 204 から出力されたベースバンド信号を無線周波数帯に変換する。その後、アンブ部 202 は、周波数変換された無線周波数信号を増幅して送受信アンテナ 201 により送信する。

【0142】

次に、図 35 - 図 36 を参照し、無線基地局 10 (マクロ基地局 11、スモール基地局 12 を含む) と、ユーザ端末 20 との機能構成について詳述する。

【0143】

図 35 は、本実施の形態に係る無線基地局 10 の機能構成図である。なお、以下の機能構成は、無線基地局 10 が有するベースバンド信号処理部 104 などによって構成される。図 35 に示すように、無線基地局 10 は、PUSCH 受信処理部 111、PUSCH 受信処理部 112、MCS 決定部 113、PDSCH 送信処理部 114、PDSCH 送信処理部 115、CQI テーブル 116、MCS テーブル 117 を具備する。

【0144】

PUSCH 受信処理部 111 は、PUSCH によるユーザデータ及び上位レイヤ制御情報の受信処理 (例えば、復調、復号化など) を行う。具体的には、PUSCH 受信処理部 111 は、ユーザ端末 20 から PUSCH を介してフィードバックされるチャネル品質識別子 (CQI) を取得する。

【0145】

ここで、PUSCH 受信処理部 111 は、サイズが拡張された CQI 用フィールドを用いて、CQI を取得してもよい (態様 1.1)。また、PUSCH 受信処理部 111 は、CQI に基づく演算結果を取得してもよい (態様 1.2)。

【0146】

PUSCH 受信処理部 112 は、PUSCH による上り制御情報 (UCI) の受信処理 (例えば、復調、復号化など) を行う。具体的には、PUSCH 受信処理部 112 は、ユーザ端末 20 から PUSCH を介してフィードバックされる CQI を取得する。

【0147】

ここで、PUSCH 受信処理部 112 は、サイズが拡張された CQI 用フィールドを用いて、CQI を取得してもよい (態様 1.1)。また、PUSCH 受信処理部 112 は、第 1 ビット部 (既存ビット) と第 2 ビット部 (追加ビット) とがジョイント符号化された CQI を取得してもよい (態様 1.1、図 8)。この場合、PUSCH フォーマット 2 の Extended CP が用いられてもよい。また、PUSCH 受信処理部 112 は、CQI 用フィールドと参照信号用フィールドとを用いて、CQI を取得してもよい (態様 1.1、図 9)。この場合、PUSCH フォーマット 2a/2b が用いられてもよい。また、PUSCH 受信処理部 112 は、CQI に基づく演算結果を取得してもよい (態様 1.2)。

【0148】

MCS 決定部 113 は、PUSCH 受信処理部 111 又は PUSCH 受信処理部 112 で取得された CQI に基づいて、下り共有チャネル (PDSCH) に適用する変調方式及

10

20

30

40

50

び符号化率を決定する。具体的には、CQIテーブル116から、PUSCH受信処理部111又はPUCCH受信処理部112で取得されたCQIに対応する変調方式及び符号化率を取得する。

【0149】

また、MCS決定部113は、PUSCH受信処理部111又はPUCCH受信処理部112で取得されたフィードバック値に基づいて、CQIを復元してもよい(態様1.2)。なお、CQIの復元は、CQIテーブルにおける第2サブテーブルの開始値に基づいて行われてもよいし、過去のCQIの履歴に基づいて行われてもよい。

【0150】

また、MCS決定部113は、PDSCHの変調符号化情報(MCS)を決定する。具体的には、MCS決定部113は、CQIテーブル116から取得された変調方式及び符号化率に対応するMCSを、MCSテーブル117から取得する。なお、MCSは、上記変調方式及び符号化率に対応する変調次数及びトランスポートサイズ(TBS)インデックスを示す。

【0151】

PDSCH送信処理部114は、PDSCHによるユーザデータ及び上位レイヤ制御情報の送信処理(例えば、符号化、変調など)を行う。具体的には、PDSCH送信処理部114は、MCS決定部113で決定された変調方式及び符号化率を用いて、PDSCHを変調及び符号化する。

【0152】

PDCCH送信処理部115は、PDCCHによる下り制御情報(DCI)の送信処理(例えば、符号化、変調など)を行う。具体的には、PDCCH送信処理部115は、MCS決定部113で決定されたMCSを含むDCIを生成し、送受信部103を介して送信する。

【0153】

ここで、PDCCH送信処理部115は、サイズが拡張されたMCS用フィールドを用いて、MCSを送信してもよい(態様2.1)。また、PDCCH送信処理部115は、DCIにおけるMCS用フィールドと、DCIに付加されるCRC(Cyclic Redundancy Check)のマスキング(masking)とを用いて、MCSを送信してもよい(態様2.1、図15)。この場合、MCSの第1ビット部(既存ビット)がDCIのMCS用フィールドに配置され、MCSの第2ビット部(追加ビット)を示す系列によりCRCがマスキングされてもよい。また、PDCCH送信処理部115は、MCSに基づく演算結果を送信してもよい(態様2.2)。

【0154】

CQIテーブル116は、CQIと変調方式と符号率とを関連付けるテーブルである。CQIテーブル116は、64QAMよりも高次の変調方式(例えば、256QAM)を含む(図7)。

【0155】

ここで、CQIテーブル116は、最小値から最大値よりも小さい終了値までのCQIを含む第1サブテーブルと、最小値よりも大きい開始値から最大値までのCQIを含む第2サブテーブルとを含んでもよい(態様1.2、図10、図11)。また、CQIテーブル116では、PUCCH又はPUSCHにおけるCQI用フィールドのサイズが増加しないように、変調方式と符号化率との組み合わせが、線形的又は非線形的にパンクチャされてもよい(態様1.3、図12、図13)。

【0156】

また、CQIテーブル116では、低次の変調方式(例えば、QPSK)と符号化率との組み合わせは維持され、高次の変調方式(例えば、16QAM、64QAM、256QAMなど)と符号化率との組み合わせが、スループットへの貢献度に基づいてパンクチャされてもよい(態様1.4、図37)。

【0157】

10

20

30

40

50

また、C Q I テーブル 1 1 6 では、Q P S K、1 6 Q A M、6 4 Q A M のいずれかと符号化率との組み合わせが、線形的又は非線形的に、6 4 Q A M よりも高次の変調方式（例えば、2 5 6 Q A M）と符号化率との組み合わせに置換されてもよい（態様 1 . 5、図 3 8 及び 3 9）。

【 0 1 5 8 】

なお、無線基地局 1 0 がマクロ基地局 1 1 である場合、6 4 Q A M よりも高次の変調方式を含まない C Q I テーブル（図 2）を用い、無線基地局 1 0 がスモール基地局 1 2 である場合、6 4 Q A M よりも高次の変調方式を含む C Q I テーブル 1 1 6（図 7）が用いられてもよい。

【 0 1 5 9 】

M C S テーブル 1 1 7 は、M C S と変調次数とトランスポートブロックサイズ（T B S）を示す T B S インデックスとを関連付けるテーブルである。M C S テーブル 1 1 7 は、6 4 Q A M よりも高次の変調方式（例えば、2 5 6 Q A M）の変調次数を含む（図 1 4）。

【 0 1 6 0 】

ここで、M C S テーブル 1 1 7 は、最小値から最大値よりも小さい終了値までの M C S を含む第 1 サブテーブルと、最小値よりも大きい開始値から最大値までの M C S を含む第 2 サブテーブルとを含んでもよい（態様 2 . 2、図 1 7、図 1 8）。また、M C S テーブル 1 1 7 では、D C I における M C S 用フィールドのサイズが増加しないように、変調次数と T B S インデックスの組み合わせが、線形的又は非線形的にパンクチャされてもよい（態様 2 . 3、図 1 9、図 2 0）。

【 0 1 6 1 】

また、M C S テーブル 1 1 7 では、低次の変調方式（例えば、Q P S K）の変調次数と M C S インデックスとの組み合わせは維持され、高次の変調方式（例えば、1 6 Q A M、6 4 Q A M、2 5 6 Q A M など）の変調次数と M C S インデックスとの組み合わせが、スループットへの貢献度に基づいてパンクチャされてもよい（態様 2 . 4、図 4 0）。

【 0 1 6 2 】

また、M C S テーブル 1 1 7 では、Q P S K、1 6 Q A M、6 4 Q A M のいずれかの変調次数と M C S インデックスとの組み合わせが、線形的又は非線形的に、6 4 Q A M よりも高次の変調方式（例えば、2 5 6 Q A M）の変調次数と M C S インデックスとの組み合わせに置換されてもよい（態様 2 . 5、図 4 1 及び 4 2）。

【 0 1 6 3 】

なお、無線基地局 1 0 がマクロ基地局 1 1 である場合、6 4 Q A M よりも高次の変調方式の変調次数を含まない M C S テーブル（図 3）を用い、無線基地局 1 0 がスモール基地局 1 2 である場合、6 4 Q A M よりも高次の変調方式の変調次数を含む M C S テーブル 1 1 7（図 1 4）が用いられてもよい。

【 0 1 6 4 】

図 3 6 は、本実施の形態に係るユーザ端末 2 0 の機能構成図である。なお、以下の機能構成は、ユーザ端末 2 0 が有するベースバンド信号処理部 2 0 4 などによって構成される。図 3 6 に示すように、ユーザ端末 2 0 は、測定部 2 1 1、C Q I 決定部 2 1 2、P U S C H 送信処理部 2 1 3、P U C C H 送信処理部 2 1 4、P D C C H 受信処理部 2 1 5、変調方式 / 符号化率取得部 2 1 6、P D S C H 受信処理部 2 1 7、C Q I テーブル 2 1 8、M C S テーブル 2 1 9、T B S テーブル 2 2 0 を具備する。

【 0 1 6 5 】

測定部 2 1 1 は、無線基地局 1 0 からの参照信号のチャネル品質を測定する。チャネル品質は、例えば、S N R、S I N R などであってもよい。

【 0 1 6 6 】

C Q I 決定部 2 1 2 は、測定部 2 1 1 で測定されたチャネル品質において、P D S C H に適用可能な変調方式及び符号化率を示す C Q I を、C Q I テーブル 2 1 8 から取得する。ここで、P D S C H に適用可能な変調方式及び符号化率とは、例えば、P D S C H のブ

10

20

30

40

50

ロックエラー率 (BLEER) が 10 % となる条件を満たす変調方式及び符号化率である。

【0167】

PUSCH送信処理部213は、PUSCHによるユーザデータ及び上位レイヤ制御情報の送信処理 (例えば、符号化、変調など) を行う。具体的には、PUSCH送信処理部213は、CQI決定部212で決定されたCQIを、送受信部203を介して送信する。

【0168】

ここで、PUSCH送信処理部213は、サイズが拡張されたCQI用フィールドを用いて、CQIを送信してもよい (態様1.1)。また、PUSCH送信処理部213は、CQIに基づく演算結果を送信してもよい (態様1.2)。

【0169】

PUCCH送信処理部214は、PUCCHによる上り制御情報 (UCI) の送信処理 (例えば、符号化、変調など) を行う。具体的には、PUCCH送信処理部214は、CQI決定部212で決定されたCQIを、送受信部203を介して送信する。

【0170】

ここで、PUCCH送信処理部214は、サイズが拡張されたCQI用フィールドを用いて、CQIを送信してもよい (態様1.1)。また、PUCCH送信処理部214は、第1ビット部 (既存ビット) と第2ビット部 (追加ビット) とがジョイント符号化して、CQIを送信してもよい (態様1.1、図8)。この場合、PUCCHフォーマット2のExtended CPが用いられてもよい。また、PUCCH送信処理部214は、CQI用フィールドと参照信号用フィールドとを用いて、CQIを送信してもよい (態様1.1、図9)。この場合、PUCCHフォーマット2a/2bが用いられてもよい。また、PUCCH送信処理部214は、CQIに基づく演算結果を送信してもよい (態様1.2)。

【0171】

PDCCH受信処理部215は、PDCCHによる下り制御情報 (DCI) の受信処理 (例えば、ブラインド復号、復調など) を行う。具体的には、PDCCH受信処理部215は、DCIに含まれるMCSや、1トランスポートブロックあたりのPRB数などを取得する。

【0172】

ここで、PDCCH受信処理部215は、サイズが拡張されたMCS用フィールドを用いて、MCSを取得してもよい (態様2.1)。また、PDCCH受信処理部215は、DCIにおけるMCS用フィールドと、DCIに付加されるCRC (Cyclic Redundancy Check) のマスク (masking) とを用いて、MCSを取得してもよい (態様2.1、図16)。また、PDCCH受信処理部215は、MCSに基づく演算結果を取得してもよい (態様2.2)。

【0173】

変調方式/符号化率取得部216は、PDCCH受信処理部215で取得されたMCSに基づいて、PDSCHに適用される変調方式/符号化率を取得する。具体的には、変調方式/符号化率取得部216は、MCSテーブル219から、PDCCH受信処理部215で取得されたMCSに対応する変調次数及びTBSインデックスを取得する。また、変調方式/符号化率取得部216は、TBSテーブル220から、取得されたTBSインデックスと、DCIに含まれる1トランスポートあたりのPRB数とに基づいて、例えば、式(1)により、符号化率を算出する。

【0174】

PDSCH受信処理部217は、PDSCHによるユーザデータ及び上位レイヤ制御情報の受信処理 (例えば、復調、復号など) を行う。具体的には、PDSCH受信処理部217は、変調方式/符号化率取得部216で取得された変調方式及び符号化率を用いて、PDSCHを変調及び符号化する。

【0175】

CQIテーブル218は、上述のCQIテーブル116と同様であるため、説明を省略

10

20

30

40

50

する。また、M C S テーブル 2 1 9 は、上述の M C S テーブル 1 1 7 と同様であるため、説明を省略する。T B S テーブル 2 2 0 は、T B S インデックスと、トランスポートブロックあたりの P R B 数に応じた T B S とを関連付けるテーブルである。T B S テーブル 2 2 0 は、6 4 Q A M よりも高次の変調方式（例えば、2 5 6 Q A M）に対応する T B S を含む（図 2 1 ～ 図 3 1）。

【 0 1 7 6 】

以上のように、本実施の形態に係る無線通信システム 1 によれば、6 4 Q A M よりも高次の変調方式をサポートする適応変調符号化（A M C）が可能となるので、スペクトル効率が向上する。

【 0 1 7 7 】

10

以上、上述の実施形態を用いて本発明について詳細に説明したが、当業者にとっては、本発明が本明細書中に説明した実施形態に限定されるものではないということは明らかである。本発明は、特許請求の範囲の記載により定まる本発明の趣旨及び範囲を逸脱することなく修正及び変更態様として実施することができる。従って、本明細書の記載は、例示説明を目的とするものであり、本発明に対して何ら制限的な意味を有するものではない。

【 符号の説明 】

【 0 1 7 8 】

- 1 ... 無線通信システム
- 1 0 ... 無線基地局
- 1 1 ... マクロ基地局
- 1 2、1 2 a、1 2 b ... スモール基地局
- 2 0 ... ユーザ端末
- 3 0 ... 上位局装置
- 4 0 ... コアネットワーク
- 1 0 1 ... 送受信アンテナ
- 1 0 2 ... アンプ部
- 1 0 3 ... 送受信部
- 1 0 4 ... ベースバンド信号処理部
- 1 0 5 ... 呼処理部
- 1 0 6 ... 伝送路インターフェース
- 2 0 1 ... 送受信アンテナ
- 2 0 2 ... アンプ部
- 2 0 3 ... 送受信部
- 2 0 4 ... ベースバンド信号処理部
- 2 0 5 ... アプリケーション部
- 1 1 1 ... P U S C H 受信処理部
- 1 1 2 ... P U C C H 受信処理部
- 1 1 3 ... M C S 決定部
- 1 1 4 ... P D S C H 送信処理部
- 1 1 5 ... P D C C H 送信処理部
- 1 1 6 ... C Q I テーブル
- 1 1 7 ... M C S テーブル
- 2 1 1 ... 測定部
- 2 1 2 ... C Q I 決定部
- 2 1 3 ... P U S C H 送信処理部
- 2 1 4 ... P U C C H 送信処理部
- 2 1 5 ... P D C C H 受信処理部
- 2 1 6 ... 変調方式 / 符号化率取得部
- 2 1 7 ... P D S C H 受信処理部
- 2 1 8 ... C Q I テーブル

20

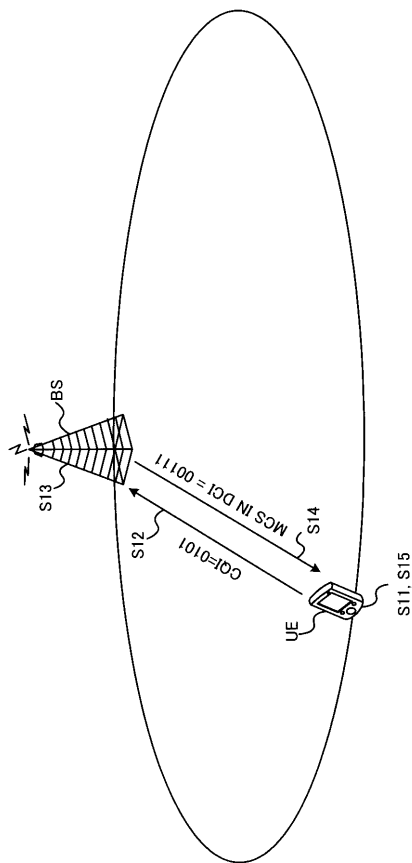
30

40

50

2 1 9 ... M C S テーブル
2 2 0 ... T B S テーブル

【 図 1 】



【 図 2 】

CQI INDEX	MODULATION	CODE RATE x 1024	EFFICIENCY
0	OUT OF RANGE		
1	QPSK	78	0.1523
2	QPSK	120	0.2344
3	QPSK	193	0.3770
4	QPSK	308	0.6016
5	QPSK	449	0.8770
6	QPSK	602	1.1758
7	16QAM	378	1.4766
8	16QAM	490	1.9141
9	16QAM	616	2.4063
10	64QAM	466	2.7305
11	64QAM	567	3.3223
12	64QAM	666	3.9023
13	64QAM	772	4.5234
14	64QAM	873	5.1152
15	64QAM	948	5.5547

【図3】

MCS INDEX	MODULATION ORDER	TBS INDEX
0	2	0
1	2	1
2	2	2
3	2	3
4	2	4
5	2	5
6	2	6
7	2	7
8	2	8
9	2	9
10	4	9
11	4	10
12	4	11
13	4	12
14	4	13
15	4	14
16	4	15
17	6	15
18	6	16
19	6	17
20	6	18
21	6	19
22	6	20
23	6	21
24	6	22
25	6	23
26	6	24
27	6	25
28	6	26
29	2	
30	4	
31	6	reserved

【図4】

TBS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	16	32	56	88	120	152	176	208	224	256
1	24	56	88	144	176	208	224	256	328	344
2	32	72	144	176	208	256	296	328	376	424
3	40	104	176	208	256	328	392	440	504	568
4	56	120	208	256	328	408	488	552	632	696
5	72	144	224	328	424	504	600	680	776	872
6	328	176	256	392	504	600	712	808	936	1032
7	104	224	328	472	584	712	840	968	1096	1224
8	120	256	392	536	680	808	968	1096	1256	1384
9	136	296	456	616	776	936	1096	1256	1416	1544
10	144	328	504	680	872	1032	1224	1384	1544	1736
11	176	376	584	776	1000	1192	1384	1608	1800	2024
12	208	440	680	904	1128	1352	1608	1800	2024	2280
13	224	488	744	1000	1256	1544	1800	2024	2280	2536
14	256	552	840	1128	1416	1736	1992	2280	2600	2856
15	280	600	904	1224	1544	1800	2152	2472	2728	3112
16	328	632	968	1288	1608	1928	2280	2600	2984	3240
17	336	696	1064	1416	1800	2152	2536	2856	3240	3624
18	376	776	1160	1544	1992	2344	2792	3112	3624	4008
19	408	840	1288	1736	2152	2600	2984	3496	3880	4264
20	440	904	1384	1864	2344	2792	3240	3752	4136	4584
21	488	1000	1480	1992	2472	2984	3496	4008	4584	4968
22	520	1064	1608	2152	2664	3240	3752	4264	4776	5352
23	552	1128	1736	2280	2856	3496	4008	4584	5160	5736
24	584	1192	1800	2408	2984	3624	4264	4968	5544	5992
25	616	1256	1864	2536	3112	3752	4392	5160	5736	6200
26	712	1480	2216	2984	3752	4392	5160	5992	6712	7480

【図5】

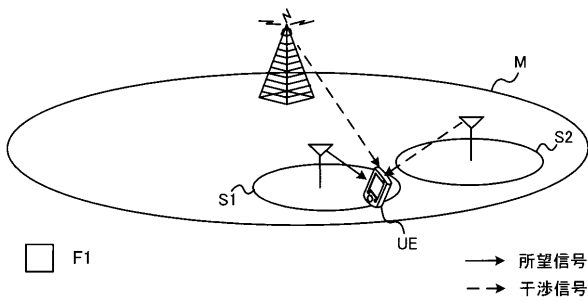


図5A

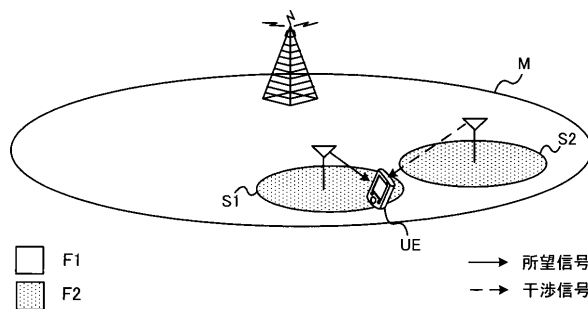


図5B

【図6】

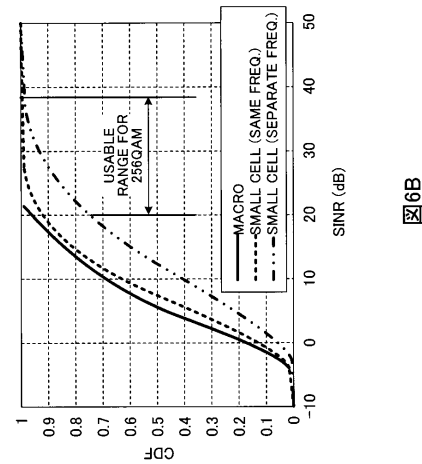


図6A

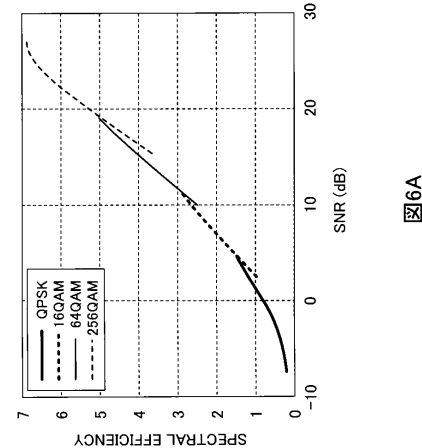
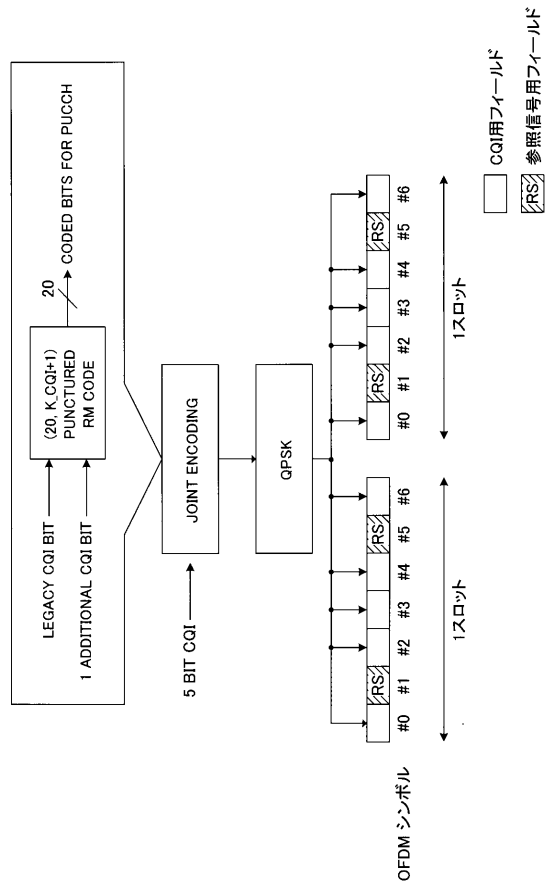


図6B

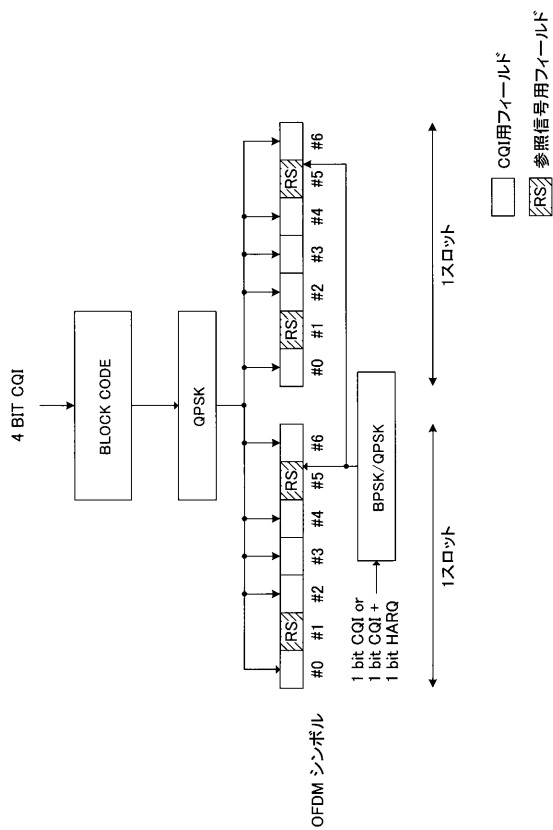
【図 7】

CQI INDEX	MODULATION	CODE RATE x 1024	EFFICIENCY
0		OUT OF RANGE	
1	QPSK	78	0.1523
2	QPSK	120	0.2344
3	QPSK	193	0.3770
4	QPSK	308	0.6016
5	QPSK	449	0.8770
6	QPSK	602	1.1758
7	16QAM	378	1.4766
8	16QAM	490	1.9141
9	16QAM	616	2.4063
10	64QAM	466	2.7305
11	64QAM	567	3.3223
12	64QAM	666	3.9023
13	64QAM	772	4.5234
14	64QAM	873	5.1152
15	64QAM	948	5.5547
16	256 QAM	772	6.0313
17	256 QAM	873	6.7969
18	256 QAM	948	7.3984
19	256 QAM	975	7.6171

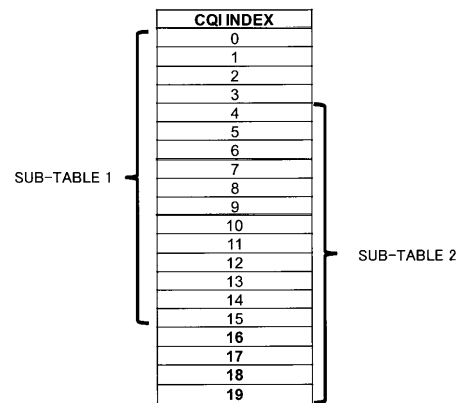
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【図 1 1】

SUB-TABLE 1

UB-TABLE 2

QCI INDEX	UE FEEDBACK INDEX
0	0
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	0
17	1
18	2
19	3

【図 1 2】

QCI INDEX	MODULATION	CODE RATE x 1024	EFFICIENCY
0		OUT OF RANGE	
1	QPSK	78	0.1523
2	QPSK	120	0.2344
3	QPSK	193	0.3770
4	QPSK	308	0.6016
5	QPSK	449	0.8770
6	QPSK	602	1.1758
7	16QAM	378	1.4766
8	16QAM	490	1.9141
9	16QAM	616	2.4063
10	64QAM	466	2.7305
11	64QAM	567	3.3223
12	64QAM	666	3.9023
13	64QAM	772	4.5234
14	64QAM	873	5.1152
15	64QAM	948	5.5547
16	256 QAM	772	6.0313
17	256 QAM	873	6.7969
18	256 QAM	948	7.3984
19	256 QAM	975	7.6171

LINEARLY PUNCTURED

【図 1 3】

QCI INDEX	MODULATION	CODE RATE x 1024	EFFICIENCY
0		OUT OF RANGE	
1	QPSK	78	0.1523
2	QPSK	120	0.2344
3	QPSK	193	0.3770
4	QPSK	308	0.6016
5	QPSK	449	0.8770
6	QPSK	602	1.1758
7	16QAM	378	1.4766
8	16QAM	490	1.9141
9	16QAM	616	2.4063
10	64QAM	466	2.7305
11	64QAM	567	3.3223
12	64QAM	666	3.9023
13	64QAM	772	4.5234
14	64QAM	873	5.1152
15	64QAM	948	5.5547
16	256 QAM	772	6.0313
17	256 QAM	873	6.7969
18	256 QAM	948	7.3984
19	256 QAM	975	7.6171

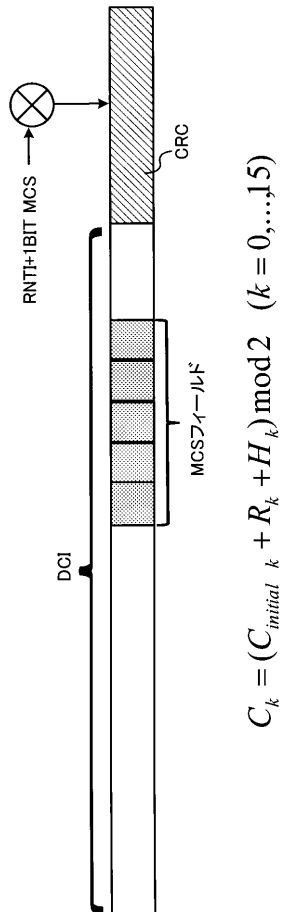
NON-LINEARLY PUNCTURED

【図 1 4】

MCS INDEX	MODULATION ORDER	TBS INDEX	SPECTRAL EFFICIENCY	COMMENTS	CODE RATE
0	2	0	0.2344	from CQI table (CQI index=2)	0.1171875
1	2	1	0.3057	Average Efficiency from CQI table (CQI index=3)	0.1532031
2	2	2	0.377	from CQI table (CQI index=4)	0.18847656
3	2	3	0.4693	Average Efficiency from CQI table (CQI index=5)	0.24511719
4	2	4	0.5616	from CQI table (CQI index=6)	0.30078126
5	2	5	0.6539	Average Efficiency from CQI table (CQI index=7)	0.37011719
6	2	6	0.7462	from CQI table (CQI index=8)	0.43847656
7	2	7	0.8385	Average Efficiency from CQI table (CQI index=9)	0.51367188
8	2	8	0.9308	from CQI table (CQI index=10)	0.59768953
9	2	9	1.0231	Average Efficiency from CQI table (CQI index=11)	0.68523906
10	2	10	1.1154	from CQI table (CQI index=12)	0.778143125
11	4	11	1.2077	Average Efficiency from CQI table (CQI index=13)	0.87694063
12	4	12	1.2999	from CQI table (CQI index=14)	0.95914063
13	4	13	1.3922	Average Efficiency from CQI table (CQI index=15)	0.42382813
14	4	14	1.4844	from CQI table (CQI index=16)	0.47851563
15	4	15	1.5767	Average Efficiency from CQI table (CQI index=17)	0.54003906
16	6	16	1.6689	from CQI table (CQI index=18)	0.6075625
17	6	17	1.7612	Average Efficiency from CQI table (CQI index=19)	0.6750859375
18	6	18	1.8535	from CQI table (CQI index=20)	0.742609375
19	6	19	1.9457	Average Efficiency from CQI table (CQI index=21)	0.8101328125
20	6	20	2.038	from CQI table (CQI index=22)	0.87765625
21	6	21	2.1303	Average Efficiency from CQI table (CQI index=23)	0.9451796875
22	6	22	2.2225	from CQI table (CQI index=24)	0.56039063
23	6	23	2.3148	Average Efficiency from CQI table (CQI index=25)	0.70214844
24	6	24	2.407	from CQI table (CQI index=26)	0.753590625
25	6	25	2.4993	Average Efficiency from CQI table (CQI index=27)	0.80273438
26	6	26	2.5915	from CQI table (CQI index=28)	0.8602765625
27	6	27	2.6838	Average Efficiency from CQI table (CQI index=29)	0.91521875
28	6	28	2.776	from CQI table (CQI index=30)	0.9699609375
29	2	reserved	5.5547	from CQI table (CQI index=15)	0.92578125
30	4				
31	6				
32	8	27	5.7930	Average Efficiency from CQI table (CQI index=16)	0.9744
33	8	28	5.9852	from CQI table (CQI index=17)	0.9844
34	8	29	6.1411	Average Efficiency from CQI table (CQI index=18)	0.753590625
35	8	30	6.297	from CQI table (CQI index=19)	0.8018
36	8	31	6.7869	Average Efficiency from CQI table (CQI index=20)	0.85253906
37	8	32	7.0976	Average Efficiency from CQI table (CQI index=21)	0.8872
38	8	33	7.3984	from CQI table (CQI index=22)	0.92578125
39	8	34	7.5077	Average Efficiency from CQI table (CQI index=23)	0.9385
40	8	35	7.6171	from CQI table (CQI index=24)	0.952184375

EXTENDED
ACCORDING TO
THE NEW CQI
TABLE

【図 15】



$$C_k = (C_{initial_k} + R_k + H_k) \bmod 2 \quad (k = 0, \dots, 15)$$

THE 1BIT INDICATED MCS VALUE	$(H_0, H_1, \dots, H_{14}, H_{15})$
0	<0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0>
1	<0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1>

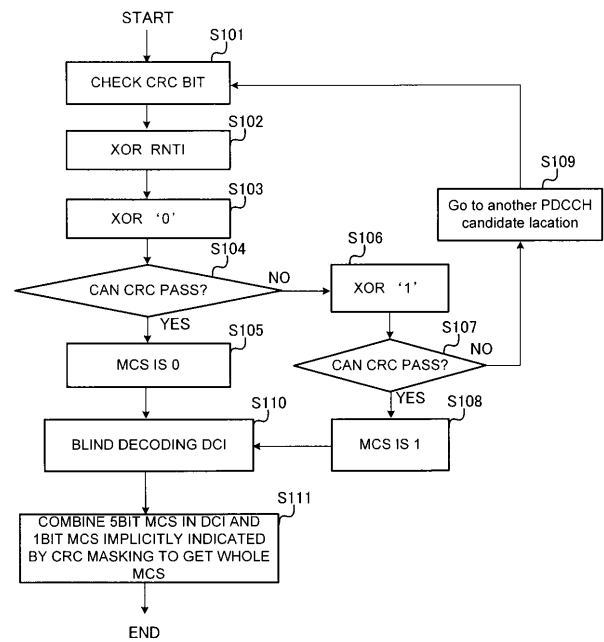
【図 17】

MCS index
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39

SUB-TABLE 1

SUB-TABLE 2

【図 16】



【図 18】

MCS INDEX	INDICATION INDEX FROM eNB SIDE
0	0
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20
21	21
22	22
23	23
24	24
25	25
26	26
27	27
28	28
29	29
30	30
31	31
32	0
33	1
34	2
35	3
36	4
37	5
38	6
39	7

SUB-TABLE 1

SUB-TABLE 2

【図 19】

MCS INDEX	MODULATION ORDER	TBS INDEX
0	2	0
1	2	1
2	2	2
3	2	3
4	2	4
5	2	5
6	2	6
7	2	7
8	2	8
9	2	9
10	4	9
11	4	10
12	4	11
13	4	12
14	4	13
15	4	14
16	4	15
17	6	15
18	6	16
19	6	17
20	6	18
21	6	19
22	6	20
23	6	21
24	6	22
25	6	23
26	6	24
27	6	25
28	6	26
29	2	reserved
30	4	
31	6	
32	8	27
33	8	28
34	8	29
35	8	30
36	8	31
37	8	32
38	8	33
39	8	34

Diagram illustrating the mapping of MCS Index to Modulation Order and TBS Index. The table shows that MCS Index 0-9 map to Modulation Order 2 and TBS Index 0-9. MCS Index 10-15 map to Modulation Order 4 and TBS Index 9-14. MCS Index 16-28 map to Modulation Order 6 and TBS Index 15-26. MCS Index 29-31 map to Modulation Order 2, 4, and 6 respectively, and are reserved. MCS Index 32-39 map to Modulation Order 8 and TBS Index 27-34. Arrows indicate that MCS Index 4, 14, 24, and 34 are mapped to TBS Index 4, 14, 24, and 34 respectively, which are labeled as "LINEARLY PUNCTURED".

【図 20】

MCS INDEX	MODULATION ORDER	TBS INDEX
0	2	0
1	2	1
2	2	2
3	2	3
4	2	4
5	2	5
6	2	6
7	2	7
8	2	8
9	2	9
10	4	9
11	4	10
12	4	11
13	4	12
14	4	13
15	4	14
16	4	15
17	6	15
18	6	16
19	6	17
20	6	18
21	6	19
22	6	20
23	6	21
24	6	22
25	6	23
26	6	24
27	6	25
28	6	26
29	2	reserved
30	4	
31	6	
32	8	27
33	8	28
34	8	29
35	8	30
36	8	31
37	8	32
38	8	33
39	8	34

Diagram illustrating the mapping of MCS Index to Modulation Order and TBS Index. The table shows that MCS Index 0-9 map to Modulation Order 2 and TBS Index 0-9. MCS Index 10-15 map to Modulation Order 4 and TBS Index 9-14. MCS Index 16-28 map to Modulation Order 6 and TBS Index 15-26. MCS Index 29-31 map to Modulation Order 2, 4, and 6 respectively, and are reserved. MCS Index 32-39 map to Modulation Order 8 and TBS Index 27-34. Arrows indicate that MCS Index 4, 14, 24, and 34 are mapped to TBS Index 4, 14, 24, and 34 respectively, which are labeled as "NON-LINEARLY PUNCTURED".

【図 21】

TBS INDEX	TARGET CR	N_PRB									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
27	0.7241	672	1368	2064	2760	3448	4144	4840	5536	6232	6928
28	0.7539	696	1424	2144	2872	3592	4320	5040	5768	6488	7216
29	0.8018	744	1512	2288	3056	3824	4592	5368	6136	6904	7672
30	0.8525	792	1616	2432	3248	4072	4888	5704	6520	7344	8160
31	0.8872	824	1680	2528	3384	4232	5088	5936	6792	7640	8496
32	0.9258	864	1752	2640	3528	4416	5312	6200	7088	7976	8864
33	0.9385	880	1776	2680	3576	4480	5384	6280	7184	8088	8984
34	0.9521	888	1808	2720	3632	4544	5464	6376	7288	8200	9120

【図 22】

TBS INDEX	TARGET CR	N_PRB									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
27	0.7241	7624	8320	9016	9704	10400	11096	11792	12488	13184	13880
28	0.7539	7936	8664	9384	10112	10832	11552	12280	13008	13728	14448
29	0.8018	8440	9216	9984	10752	11520	12288	13064	13832	14600	15368
30	0.8525	8976	9800	10616	11432	12256	13072	13888	14704	15528	16344
31	0.8872	9344	10200	11048	11896	12752	13600	14456	15304	16160	17008
32	0.9258	9752	10640	11528	12416	13304	14200	15088	15976	16864	17752
33	0.9385	9888	10784	11688	12592	13488	14392	15296	16192	17096	17992
34	0.9521	10032	10944	11856	12776	13688	14600	15512	16432	17344	18256

【 2 3 】

TBS INDEX	TARGET CR	N_PRB									
		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
27	0.7241	14576	15272	15968	16656	17352	18048	18744	19440	20136	20832
28	0.7539	15176	15896	16624	17344	18072	18792	19520	20240	20968	21688
29	0.8018	16144	16912	17680	18448	19216	19992	20760	21528	22296	23064
30	0.8525	17160	17984	18800	19616	20440	21256	22072	22888	23712	24528
31	0.8872	17864	18712	19568	20416	21272	22120	22976	23824	24672	25528
32	0.9258	18640	19528	20416	21304	22192	23080	23976	24864	25752	26640
33	0.9385	18896	19800	20696	21600	22504	23400	24304	25200	26104	27008
34	0.9521	19168	20088	21000	21912	22824	23744	24656	25568	26480	27400

【 2 4 】

TBS INDEX	TARGET CR	N_PRB									
		31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
27	0.7241	21528	22224	22912	23608	24304	25000	25696	26392	27088	27784
28	0.7539	22416	23136	23856	24584	25304	26032	26752	27480	28200	28928
29	0.8018	23840	24608	25376	26144	26920	27688	28456	29224	29992	30768
30	0.8525	25344	26168	26984	27800	28624	29440	30256	31072	31896	32712
31	0.8872	26376	27232	28080	28936	29784	30640	31488	32344	33192	34048
32	0.9258	27528	28416	29304	30192	31080	31968	32864	33752	34640	35528
33	0.9385	27904	28808	29704	30608	31512	32408	33312	34216	35112	36016
34	0.9521	28312	29224	30136	31056	31968	32880	33792	34712	35624	36536

【 2 5 】

TBS INDEX	TARGET CR	N_PRB									
		41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
27	0.7241	28480	29168	29864	30560	31256	31952	32648	33344	34040	34736
28	0.7539	29648	30376	31096	31824	32544	33272	33992	34712	35440	36160
29	0.8018	31536	32304	33072	33848	34616	35384	36152	36920	37696	38464
30	0.8525	33528	34352	35168	35984	36808	37624	38440	39256	40080	40896
31	0.8872	34896	35744	36600	37448	38304	39152	40008	40856	41712	42560
32	0.9258	36416	37304	38192	39080	39968	40856	41752	42640	43528	44416
33	0.9385	36912	37816	38720	39616	40520	41424	42320	43224	44120	45024
34	0.9521	37448	38368	39280	40192	41104	42024	42936	43848	44760	45680

【 2 6 】

TBS INDEX	TARGET CR	N_PRB									
		51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
27	0.7241	35424	36120	36816	37512	38208	38904	39600	40296	40992	41688
28	0.7539	36888	37608	38336	39056	39784	40504	41232	41952	42680	43400
29	0.8018	39232	40000	40768	41544	42312	43080	43848	44624	45392	46160
30	0.8525	41712	42536	43352	44168	44992	45808	46624	47440	48264	49080
31	0.8872	43416	44264	45120	45968	46824	47672	48520	49376	50224	51080
32	0.9258	45304	46192	47080	47968	48856	49744	50632	51528	52416	53304
33	0.9385	45928	46824	47728	48624	49528	50432	51328	52232	53136	54032
34	0.9521	46592	47504	48416	49336	50248	51160	52072	52992	53904	54816

【 2 7 】

TBS INDEX	TARGET CR	N_PRB													
		61	62	63	64	65	66	67	68	69	70				
27	0.7241	42376	43072	43768	44464	45160	45856	46552	47248	47944	48632				
28	0.7539	44128	44848	45568	46296	47016	47744	48464	49192	49912	50640				
29	0.8018	46928	47696	48472	49240	50008	50776	51544	52320	53088	53856				
30	0.8525	49896	50720	51536	52352	53176	53992	54808	55624	56448	57264				
31	0.8872	51928	52784	53632	54488	55336	56192	57040	57896	58744	59592				
32	0.9258	54192	55080	55968	56856	57744	58632	59520	60416	61304	62192				
33	0.9385	54936	55832	56736	57640	58536	59440	60344	61248	62144	63040				
34	0.9521	55728	56648	57560	58472	59384	60304	61216	62128	63040	63960				

【 2 8 】

TBS INDEX	TARGET CR	N_PRB													
		71	72	73	74	75	76	77	78	79	80				
27	0.7241	49328	50024	50720	51416	52112	52808	53504	54200	54888	55584				
28	0.7539	51360	52088	52808	53536	54256	54984	55704	56432	57152	57872				
29	0.8018	54624	55400	56168	56936	57704	58472	59248	60016	60784	61552				
30	0.8525	58080	58904	59720	60536	61360	62176	62992	63808	64632	65448				
31	0.8872	60448	61296	62152	63000	63856	64704	65560	66408	67264	68112				
32	0.9258	63080	63968	64856	65744	66632	67520	68408	69296	70192	71080				
33	0.9385	63944	64848	65744	66648	67552	68448	69352	70248	71152	72056				
34	0.9521	64872	65784	66696	67616	68528	69440	70352	71272	72184	73096				

【 2 9 】

TBS INDEX	TARGET CR	N_PRB													
		81	82	83	84	85	86	87	88	89	90				
27	0.7241	56280	56976	57672	58368	59064	59760	60456	61144	61840	62536				
28	0.7539	58600	59320	60048	60768	61496	62216	62944	63664	64392	65112				
29	0.8018	62320	63096	63864	64632	65400	66176	66944	67712	68480	69248				
30	0.8525	66264	67088	67904	68720	69544	70360	71176	71992	72816	73632				
31	0.8872	68968	69816	70672	71520	72368	73224	74072	74928	75776	76632				
32	0.9258	71968	72856	73744	74632	75520	76408	77296	78184	79080	79968				
33	0.9385	72952	73856	74752	75656	76560	77456	78360	79264	80160	81064				
34	0.9521	74008	74928	75840	76752	77664	78584	79496	80408	81320	82240				

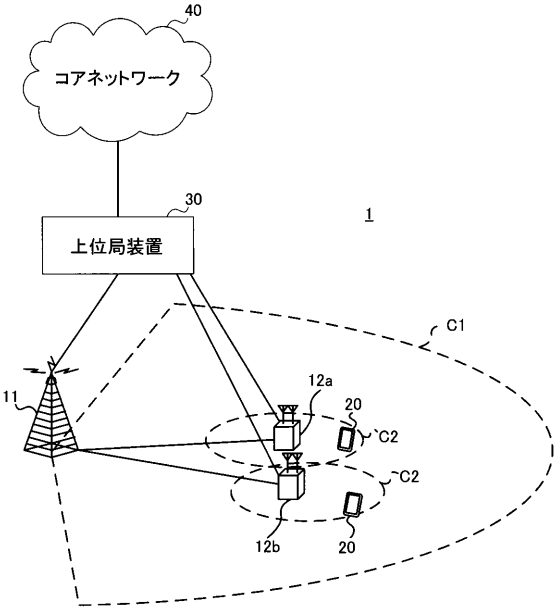
【 3 0 】

TBS INDEX	TARGET CR	N_PRB													
		91	92	93	94	95	96	97	98	99	100				
27	0.7241	63232	63928	64624	65320	66016	66712	67408	68096	68792	69488				
28	0.7539	65840	66560	67288	68008	68728	69456	70176	70904	71624	72352				
29	0.8018	70024	70792	71560	72328	73104	73872	74640	75408	76176	76952				
30	0.8525	74448	75272	76088	76904	77728	78544	79360	80176	81000	81816				
31	0.8872	77480	78336	79184	80040	80888	81744	82592	83440	84296	85144				
32	0.9258	80856	81744	82632	83520	84408	85296	86184	87072	87968	88856				
33	0.9385	81960	82864	83768	84664	85568	86472	87368	88272	89168	90072				
34	0.9521	83152	84064	84976	85896	86808	87720	88632	89552	90464	91376				

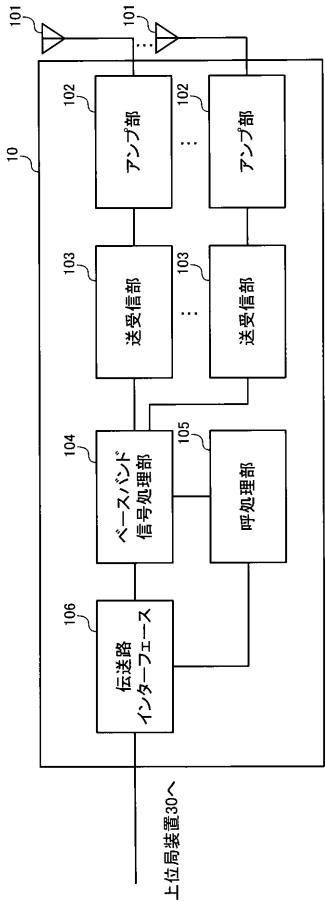
【図 3 1】

TBS INDEX	TARGET CR	N_PRB									
		101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
27	0.7241	70184	70880	71576	72272	72968	73664	74352	75048	75744	76440
28	0.7539	73072	73800	74520	75248	75968	76696	77416	78144	78864	79584
29	0.8018	77720	78488	79256	80024	80800	81568	82336	83104	83880	84648
30	0.8525	82632	83456	84272	85088	85912	86728	87544	88360	89184	90000
31	0.8872	86000	86848	87704	88552	89408	90256	91112	91960	92816	93664
32	0.9258	89744	90632	91520	92408	93296	94184	95072	95960	96848	97744
33	0.9385	90976	91872	92776	93672	94576	95480	96376	97280	98184	99080
34	0.9521	92288	93208	94120	95032	95944	96864	97776	98688	99600	100520

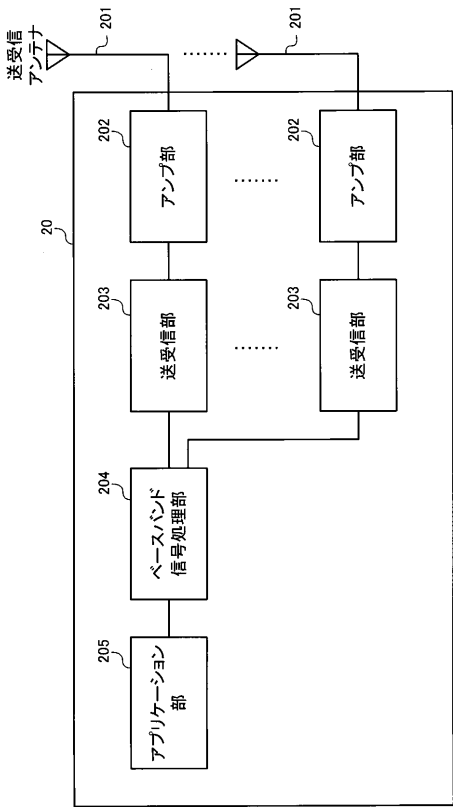
【図 3 2】



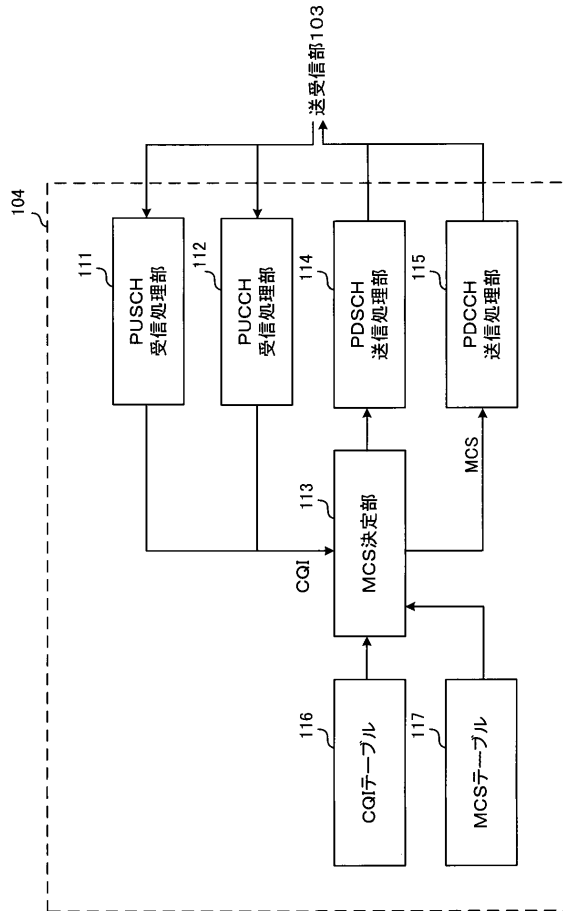
【図 3 3】



【図 3 4】



【図 35】



【図 37】

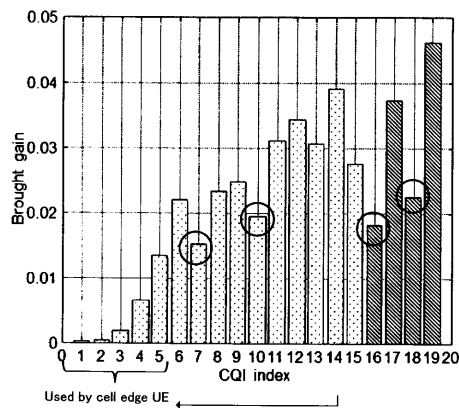
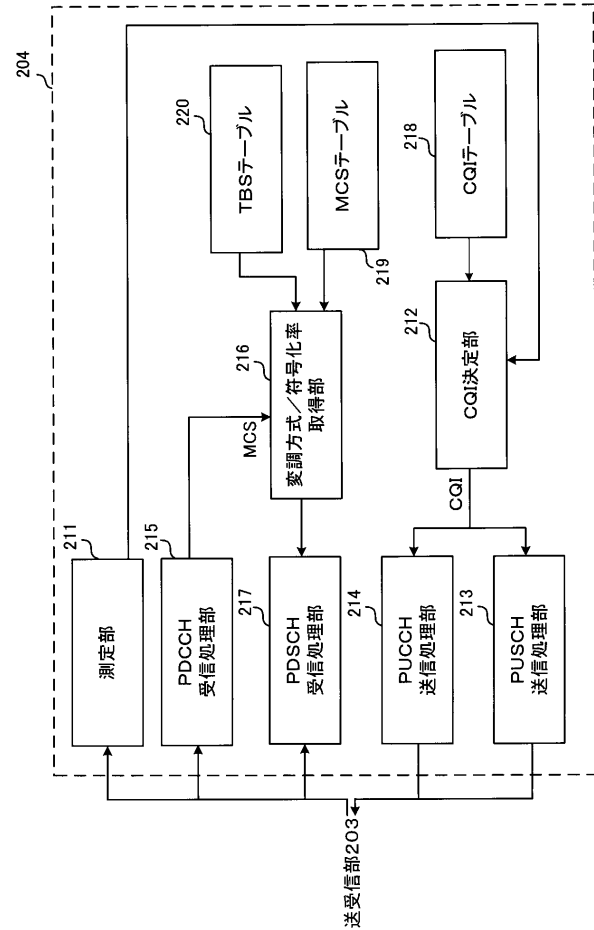


図 37A

CQI index	modulation	code rate x 1024	efficiency
0	out of range		
1	QPSK	78	0.1523
2	QPSK	120	0.2344
3	QPSK	193	0.3770
4	QPSK	308	0.6016
5	QPSK	449	0.8770
6	QPSK	602	1.1758
7	16QAM	378	1.4766
8	16QAM	490	1.9141
9	16QAM	616	2.4063
10	64QAM	466	2.7305
11	64QAM	567	3.3223
12	64QAM	666	3.9023
13	64QAM	772	4.5234
14	64QAM	873	5.1152
15	64QAM	948	5.5547
16	256 QAM	772	6.0312
17	256 QAM	873	6.7969
18	256 QAM	948	7.3984
19	256 QAM	975	7.8171

図 37B

【図 36】



【図 38】

CQI index	modulation	code rate x 1024	efficiency
0	out of range		
1	QPSK	78	0.1523
2	256 QAM	772	6.0312
3	QPSK	193	0.3770
4	QPSK	308	0.6016
5	QPSK	449	0.8770
6	256 QAM	873	6.7969
7	16QAM	378	1.4766
8	16QAM	490	1.9141
9	16QAM	616	2.4063
10	256 QAM	948	7.3984
11	64QAM	567	3.3223
12	64QAM	666	3.9023
13	64QAM	772	4.5234
14	256 QAM	975	7.8171
15	64QAM	948	5.5547

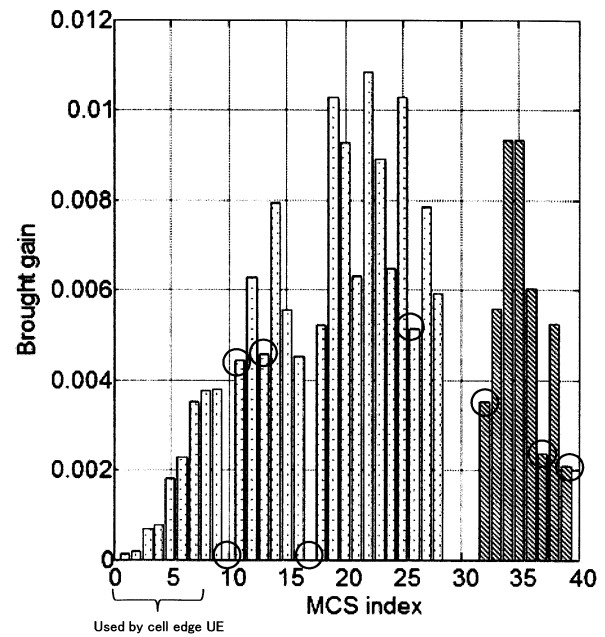
LINEARLY
REPLACED

【図 39】

CQI index	modulation	code rate x 1024	efficiency
0			
1	256 QAM	772	6.0312
2	QPSK	120	0.2344
3	256 QAM	873	6.7969
4	QPSK	308	0.6016
5	256 QAM	948	7.3984
6	QPSK	602	1.1758
7	256 QAM	975	7.6171
8	16QAM	490	1.9141
9	16QAM	616	2.4063
10	64QAM	466	2.7305
11	64QAM	567	3.3223
12	64QAM	666	3.9023
13	64QAM	772	4.5234
14	64QAM	873	5.1152
15	64QAM	948	5.5547

Diagram showing modulation and code rate for CQI index 1 to 15. Arrows indicate that indices 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, and 15 are "NON-LINEARLY REPLACED".

【図 40 A】



【図 40 B】

MCS INDEX	MODULATION ORDER	TBS INDEX
0	2	0
1	2	1
2	2	2
3	2	3
4	2	4
5	2	5
6	2	6
7	2	7
8	2	8
9	2	9
10	4	9
11	4	10
12	4	11
13	4	12
14	4	13
15	4	14
16	4	15
17	6	15
18	6	16
19	6	17
20	6	18
21	6	19
22	6	20
23	6	21
24	6	22
25	6	23
26	6	24
27	6	25
28	6	26
29	2	
30	4	reserved
31	6	
32	8	27
33	8	28
34	8	29
35	8	30
36	8	31
37	8	32
38	8	33
39	8	34

Diagram showing modulation order and TBS index for MCS index 0 to 39. Arrows indicate that indices 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, and 34 are "PUNCTURED".

【図 41】

MCS Index	Modulation Order	TBS INDEX
0	8	27
1	2	1
2	2	2
3	2	3
4	8	28
5	2	5
6	2	6
7	2	7
8	8	29
9	2	9
10	4	9
11	4	10
12	8	30
13	4	12
14	4	13
15	4	14
16	8	31
17	6	15
18	6	16
19	6	17
20	8	32
21	6	19
22	6	20
23	6	21
24	8	33
25	6	23
26	6	24
27	6	25
28	8	34
29	2	
30	4	
31	6	Reserved

Diagram showing modulation order and TBS index for MCS index 0 to 31. Arrows indicate that indices 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 29, and 30 are "LINEARLY REPLACED".

【 図 4 2 】

MCS Index	Modulation Order	TBS INDEX
0	8	27
1	2	1
2	8	28
3	2	3
4	8	29
5	2	5
6	8	6
7	2	7
8	8	30
9	2	9
10	8	31
11	4	10
12	8	32
13	4	12
14	8	33
15	4	14
16	4	15
17	6	15
18	6	16
19	6	17
20	6	18
21	6	19
22	6	20
23	6	21
24	6	22
25	6	23
26	6	24
27	6	25
28	6	26
29	2	Reserved
30	4	
31	6	

NON-LINEARLY REPLACED

The diagram shows a table with three columns: MCS Index, Modulation Order, and TBS INDEX. Rows 0 through 14 are circled, and arrows point from each circle to the text 'NON-LINEARLY REPLACED'.

フロントページの続き

- (72)発明者 ムー チン
中華人民共和国 100190 北京市海澱区科学院南路2号融科资讯中心エイ座7層 都科摩(北京)通信技術研究中心内
- (72)発明者 リュー リュー
中華人民共和国 100190 北京市海澱区科学院南路2号融科资讯中心エイ座7層 都科摩(北京)通信技術研究中心内
- (72)発明者 ジャン ユー
中華人民共和国 100190 北京市海澱区科学院南路2号融科资讯中心エイ座7層 都科摩(北京)通信技術研究中心内
- (72)発明者 チン ラン
中華人民共和国 100190 北京市海澱区科学院南路2号融科资讯中心エイ座7層 都科摩(北京)通信技術研究中心内

審査官 古市 徹

- (56)参考文献 国際公開第2008/109269(WO, A2)
国際公開第2010/061825(WO, A1)
Fujitsu, Evaluation assumptions for introduction of DL higher order modulation to small cell[online], 3GPP TSG-RAN WG1#72 R1-130172, インターネット<URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_72/Docs/R1-130172.zip>, 2013年 1月18日
Hitachi Ltd., Views on 256QAM for small cell enhancement[online], 3GPP TSG-RAN WG1#72 R1-130341, インターネット<URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_72/Docs/R1-130341.zip>, 2013年 1月18日
Fujitsu, Considerations on UE-specific RS for small cell enhancement[online], 3GPP TSG-RAN WG1#72 R1-130174, インターネット<URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_72/Docs/R1-130174.zip>, 2013年 1月18日

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B	7/24	-	7/26
H04W	4/00	-	99/00
3GPP	TSG	RAN	WG1-4
		SA	WG1-2
		CT	WG1