

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4940297号  
(P4940297)

(45) 発行日 平成24年5月30日(2012.5.30)

(24) 登録日 平成24年3月2日(2012.3.2)

(51) Int.Cl.

F I

H O 4 J 11/00 (2006.01)

H O 4 J 11/00 Z

H O 4 J 13/00 (2011.01)

H O 4 J 13/00 1 O O

請求項の数 6 (全 40 頁)

(21) 出願番号	特願2009-510896 (P2009-510896)	(73) 特許権者	502032105
(86) (22) 出願日	平成19年5月21日 (2007.5.21)		エルジー エレクトロニクス インコーポ
(65) 公表番号	特表2009-538031 (P2009-538031A)		レイティド
(43) 公表日	平成21年10月29日 (2009.10.29)		大韓民国, ソウル 150-721, ヨン
(86) 国際出願番号	PCT/KR2007/002461		ドンボーク, ヨイドードン, 20
(87) 国際公開番号	W02007/136211	(74) 代理人	100078282
(87) 国際公開日	平成19年11月29日 (2007.11.29)		弁理士 山本 秀策
審査請求日	平成20年12月29日 (2008.12.29)	(74) 代理人	100062409
(31) 優先権主張番号	60/801,689		弁理士 安村 高明
(32) 優先日	平成18年5月19日 (2006.5.19)	(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	60/896,831	(72) 発明者	ワン, シュー
(32) 優先日	平成19年3月23日 (2007.3.23)		アメリカ合衆国 カリフォルニア 921
(33) 優先権主張国	米国 (US)		22, サン ディエゴ, コート デ
			ソーサリト 4311

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 効率的で効果的な無線通信のための無線資源を用いて操作する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

無線通信システムにおいて2つ以上の信号を送信する方法であって、該方法は、  
複数のシンボルを第1のレイヤ信号配置および第2のレイヤ信号配置に割り当てること  
であって、該第1のレイヤ信号配置は、ベースレイヤ信号を参照し、該第2のレイヤ信号  
配置は、強化レイヤ信号を参照する、ことと、

該第1のレイヤ信号配置および該第2のレイヤ信号配置の該複数のシンボルを変調する  
ことであって、該第2のレイヤ信号配置の該複数のシンボルは、受信器から受信された第  
2の回転角に関する情報に基づいて決定された第1の回転角だけ回転される、ことと、

該変調されたシンボルを該受信器に伝送することと

を含み、該複数のシンボルを変調するために使用される構成情報が、制御メッセージに  
おいて該受信器に提供され、該構成情報は、該第1の回転角に関する情報が該制御メッ  
セージ内に含まれるか否かを示すインジケータを含み、該インジケータが、該第1の回転角  
に関する情報が該制御メッセージ内に含まれることを示す場合には該第1の回転角に関する  
情報をさらに含む、方法。

【請求項 2】

前記制御メッセージは、制御チャネルを介して伝送される、請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

前記制御メッセージが、

前記第1のレイヤ信号配置および前記第2のレイヤ信号配置がどのように変調され、ス

ケール化されるかを示すために使用される変調セグメントを備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

無線通信システムにおいて 2 つ以上の信号を送送する装置であって、該装置は、

複数のシンボルを第 1 のレイヤ信号配置および第 2 のレイヤ信号配置に割り当てる第 1 の論理ユニットであって、該第 1 のレイヤ信号配置は、ベースレイヤ信号を参照し、該第 2 のレイヤ信号配置は、強化レイヤ信号を参照する、第 1 の論理ユニットと、

該第 1 のレイヤ信号配置および該第 2 のレイヤ信号配置の該複数のシンボルを変調する第 2 の論理ユニットであって、該第 2 のレイヤ信号配置の該複数のシンボルは、受信器から受信された第 2 の回転角に関する情報に基づいて決定された第 1 の回転角だけ回転される、第 2 の論理ユニットと、

該変調されたシンボルを該受信器に伝送する第 3 の論理ユニットと

を含み、該複数のシンボルを変調するために使用される構成情報が、制御メッセージにおいて該受信器に提供され、該構成情報は、該第 1 の回転角に関する情報が該制御メッセージ内に含まれるか否かを示すインジケータを含み、該インジケータが、該第 1 の回転角に関する情報が該制御メッセージ内に含まれることを示す場合には該第 1 の回転角に関する情報をさらに含む、装置。

【請求項 5】

前記制御メッセージは、制御チャネルを介して送送される、請求項 4 に記載の装置。

【請求項 6】

前記制御メッセージが、前記第 1 のレイヤ信号配置および前記第 2 のレイヤ信号配置がどのように変調され、スケール化されるかを示すために使用される変調セグメントをさらに含む、請求項 4 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線資源を用いる方法に関するもので、特に、効率的で効果的な無線通信のための無線資源を用いて操作する方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

セルラー通信において、当業者は、1 G、2 G 及び 3 G という用語を頻繁に用いる。これら用語は、使用されるセルラー技術世代を示す。すなわち、1 G は第 1 世代を示し、2 G は第 2 世代を示し、3 G は第 3 世代を示す。

【0003】

1 G は、AMPS (Advanced Mobile Phone Service) 電話システムとして知られたアナログ電話システムを示す。2 G は、一般的に全世界に広がったデジタルセルラーシステムを示すために使用され、CDMA One、GSM (Global System for Mobile communications) 及び時分割多重アクセス (TDMA) を含む。2 G システムは、1 G システムより密集された領域で多くの使用者を支援することができる。

【0004】

3 G は、一般的に現在展開されているデジタルセルラーシステムを示す。これら 3 G 通信システムは、多少の重大な差異点を有するが、概念的には互いに類似している。

【0005】

無線通信システムにおいて、データの効果的な伝送が重要であると同時に、伝送効率の改善が重要である。そのため、データを送受信するための一層効率的な方法が開発されるべきである。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

10

20

30

40

50

本発明は、従来技術の限界及び短所による一つ以上の問題点を実質的に除去できる、効率的で効果的な無線通信のための無線資源を用いて操作する方法を提供する。

【0007】

本発明の目的は、無線通信システムでのシンボル割り当て方法を提供することにある。

【0008】

本発明の他の目的は、無線通信システムで階層変調信号配置 (constellation) を行う方法を提供することにある。

【0009】

本発明の他の目的は、無線通信システムで一つ以上の信号を送信する方法を提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の目的及び他の利点を達成するために、無線通信システムでシンボルを割り当てる方法として、一つ以上の使用者から一つ以上のデータストリームを受信する段階と、前記一つ以上のデータストリームを一つ以上のグループにグルーピングし、各グループが一つ以上のデータストリームを含む段階と、データストリームの各グループを多段でプリコーディングする段階と、プリコーディングされたシンボルを割り当てる段階とを含む方法が提供される。

【0011】

本発明の他の形態において、無線通信システムで階層変調信号配置 (constellation) を行う方法として、異なるビットで異なる信号配置点を表現するビット-ツリー-シンボル (bit-to-symbol) マッピング規則にしたがって多数のシンボルを割り当てる段階を含み、前記マッピング規則は、最も近い2個のシンボルの間に一つまたはそれ以下のビット差を表す方法が提供される。

20

【0012】

本発明の他の形態において、無線通信システムで二つ以上の信号を送信する方法として、基本層信号である第1信号配置及び補強層信号である第2信号配置に多数のシンボルを割り当てる段階と、前記第1信号配置及び第2信号配置の多数のシンボルを変調する段階と、前記変調されたシンボルを送信する段階とを含む方法が提供される。

【発明の効果】

30

【0013】

本発明の他の利点、目的及び特徴は、部分的には以下の説明に記載されており、部分的には当業者に自明であるか、本発明の実行を通して習得される。本発明の目的及び利点は、添付された図面のみならず、詳細な説明及び特許請求の範囲に記載された構造によって実現及び獲得される。

【0014】

上述した一般的な説明と本発明の詳細な説明は、例示的なものであり、本発明を具体的に説明するために提供されたものである。

例えば、本発明は以下の項目を提供する。

(項目1)

40

無線通信システムでシンボルを割り当てる方法において、

一つ以上の使用者から一つ以上のデータストリームを受信する段階と；

上記一つ以上のデータストリームを一つ以上のグループにグルーピングし、各グループが一つ以上のデータストリームを含む段階と；

データストリームの各グループを多段でプリコーディングする段階と；

プリコーディングされたシンボルを割り当てる段階と；を含むシンボル割り当て方法。

(項目2)

上記データストリームの各グループは、独立的にプリコーディングされることを特徴とする項目1に記載のシンボル割り当て方法。

(項目3)

50

上記データストリームの各グループは、独立回転マトリックスを用いて独立的にプリコーディングされることを特徴とする項目 2 に記載のシンボル割り当て方法。

(項目 4)

上記データストリームの各グループは、一緒にプリコーディングされることを特徴とする項目 1 に記載のシンボル割り当て方法。

(項目 5)

上記データストリームの各グループは、単一回転マトリックスを用いて一緒にプリコーディングされることを特徴とする項目 4 に記載のシンボル割り当て方法。

(項目 6)

上記多段でプリコーディングする段階は、独立拡散マトリックスを各グループに適用する段階を含むことを特徴とする項目 1 に記載のシンボル割り当て方法。

10

(項目 7)

上記プリコーディングは、位相調節または振幅調節の少なくとも一つを含むことを特徴とする項目 1 に記載のシンボル割り当て方法。

(項目 8)

上記無線通信システムは、直交周波数分割マルチプレキシング (OFDM) システム、直交周波数分割多重アクセス (OFDMA) システム、マルチキャリアコード分割マルチプレキシング (MC-CDM) またはマルチキャリアコード分割多重アクセス (MC-CDMA) のうち一つであることを特徴とする項目 1 に記載のシンボル割り当て方法。

(項目 9)

上記割り当てられたシンボルを逆高速フーリエ変換 (IFFT) または逆離散フーリエ変換 (IDFT) を用いて変調する段階をさらに含むことを特徴とする項目 1 に記載のシンボル割り当て方法。

20

(項目 10)

無線通信システムで階層変調信号配置 (constellation) を行う方法において、

異なるビットで異なる信号配置点を表現するビット - ツー - シンボル (bit-to-symbol) マッピング規則によって多数のシンボルを割り当てる段階を含み、

上記マッピング規則は、最も近い 2 個のシンボルの間に一つまたはそれ以下のビット差を表すことを特徴とする階層変調信号配置遂行方法。

30

(項目 11)

上記多数のシンボルは、異なる初期変調位相を有することを特徴とする項目 10 に記載の階層変調信号配置遂行方法。

(項目 12)

上記階層変調信号配置は、一つの基本層信号配置及び一つ以上の補強層信号配置を含むことを特徴とする項目 10 に記載の階層変調信号配置遂行方法。

(項目 13)

上記補強層に適用されたマッピング規則は、各基本層のシンボル位置に基づいた可能な全ての補強層マッピング規則のプール (pool) から選択されることを特徴とする項目 12 に記載の階層変調信号配置遂行方法。

40

(項目 14)

上記階層変調信号配置は、一つの基本層信号配置及び一つ以上の補強層信号配置を含み、上記マッピング規則は、ビット - ツー - シンボルマッピング規則によって表現されることを特徴とする項目 10 に記載の階層変調信号配置遂行方法。

(項目 15)

インターリーピングまたは連結 (concatenating) 技術を用いて基本層のためのビットと補強層のためのビットをマルチプレキシングする段階をさらに含むことを特徴とする項目 10 に記載の階層変調信号配置遂行方法。

(項目 16)

上記シンボルをグルーピングし、各グループが同一の信号強さを有する段階と；

50

他のグループに適用されたビット - ツー - シンボルマッピング規則にしたがってマッピング規則のプール (pool) から各グループを選択する段階と ; をさらに含むことを特徴とする項目 10 に記載の階層変調信号配置遂行方法。

(項目 17)

変調方式は、P S K (phase shift keying)、回転 P S K、Q P S K (quadrature phase shift keying)、回転 Q P S K、8 - P S K、回転 8 - P S K、16 Q A M (quadrature amplitude modulation) 及び回転 16 Q A M を含むことを特徴とする項目 10 に記載の階層変調信号配置遂行方法。

(項目 18)

上記ビット - ツー - シンボルマッピング規則は、グレーマッピング規則であることを特徴とする項目 10 に記載の階層変調信号配置遂行方法。

(項目 19)

無線通信システムで二つ以上の信号を送信する方法において、基本層信号である第 1 信号配置及び補強層信号である第 2 信号配置に多数のシンボルを割り当てる段階と ;

上記第 1 信号配置及び第 2 信号配置の多数のシンボルを変調する段階と ;

上記変調されたシンボルを送信する段階と ; を含む信号送信方法。

(項目 20)

上記基本層信号及び上記補強層信号は、同一の初期変調及び伝送位相を有することを特徴とする項目 19 に記載の信号送信方法。

(項目 21)

上記基本層信号及び上記補強層信号は、異なる初期変調及び伝送位相を有することを特徴とする項目 19 に記載の信号送信方法。

(項目 22)

上記基本層信号及び補強層信号は、同一のビット - ツー - シンボルマッピング規則を有することを特徴とする項目 19 に記載の信号送信方法。

(項目 23)

上記基本層信号及び補強層信号は、異なるビット - ツー - シンボルマッピング規則を有することを特徴とする項目 19 に記載の信号送信方法。

(項目 24)

上記変調されて送信されたシンボルは、それぞれの補強層信号配置が基本層ビット - ツー - シンボルマッピング規則及び他の補強層ビット - ツー - シンボルマッピング規則のためのビット - ツー - シンボルマッピング規則に基づくビット - ツー - シンボルマッピング規則を適用することを特徴とする項目 19 に記載の信号送信方法。

**【発明を実施するための最良の形態】**

**【0015】**

以下、図面に基づいて本発明の好適な実施例を説明する。可能な限り、同一の部分または類似した部分には、同一の参照番号を付する。

**【0016】**

直交周波数分割マルチプレキシング (O F D M) は、近く配置された多くの直交サブキャリアを用いるデジタルマルチキャリア変調方式である。各サブキャリアは、一般的に同一の帯域幅で従来の単一キャリア変調方式と類似したデータレートを維持しながら低いシンボルレートで変調方式 (例えば、Q P S K (quadrature phase shift keying)) で変調される。

**【0017】**

O F D M は、本来には周波数ダイバーシティ効果を持たないが、分散モードでも順方向エラー訂正 (F E C) を使用することで、周波数ダイバーシティ効果を得ることができる。すなわち、チャネルコーディングレートが高いとき、周波数ダイバーシティ効果が減少する。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 8 】

上記のような観点で、進歩された受信機を使用するマルチキャリアコード分割マルチプレキシング (MC - CDM) またはマルチキャリアコード多重アクセス (MC - CDMA) は、高いチャネルコーディングレートによる低い周波数ダイバーシティ効果を補償するのに使用される。

【 0 0 1 9 】

MC - CDM または MC - CDMA は、OFDM 基盤のシステムに使用される多重アクセス方式として、システムが多数の使用者を同時に支援するようにする。すなわち、データは、データレートより広い帯域幅にかけて拡散され、信号対雑音及び干渉比が最小化される。

10

【 0 0 2 0 】

例えば、信号処理に対して、各 OFDM トーン (または、信号またはサブキャリア) に対するチャネル応答が同一の独立複素ガウシアン変数としてモデリングされる。このような動作及び MC - CDM を用いることで、ダイバーシティ利得及び処理利得を得ることができる。ここで、シンボル間干渉 (ISI) または多数のアクセス干渉 (MAI) などの干渉は、OFDM または MC - CDM によって採用された周期的プレフィックスまたはゼロパディングによって部分的に一時的に除去される。

【 0 0 2 1 】

図 1 は、一般化された MC - CDM 構造の一例を示した図である。図 1 を参照すると、

【 0 0 2 2 】

20

【数 1】

$$\tilde{\mathbf{H}} = \begin{bmatrix} \tilde{h}_1 \\ \tilde{h}_2 \end{bmatrix}$$

は、フェーディングチャネルの周波数応答を示し、ここで、

【 0 0 2 3 】

【数 2】

$$\tilde{h}_1$$

30

は、各サブキャリアの周波数領域チャネル応答のための複素ガウシアン変数である。また、一般性の損失なしに、

【 0 0 2 4 】

【数 3】

$$\mathbf{U}_2 = \begin{bmatrix} \alpha & \beta \\ -\beta^* & \alpha^* \end{bmatrix}$$

は、電力制限

【 0 0 2 5 】

40

【数 4】

$$|\alpha|^2 + |\beta|^2 = 1$$

を有する単位シンボルプリコーディングマトリックスである。伝統的な MC - CDM の一般化を得ることができる。

【 0 0 2 6 】

図 1 のプロセスは、チャネルコーディング及び (U で表現される) 拡散及びマルチプレキシングを含む。その後、マルチプレクスされたデータは、OFDM 変調方式を用いて変調される。

【 0 0 2 7 】

50

受信端で、OFDM変調シンボルは、OFDM復調方式を用いて復調される。その後、これらシンボルは、逆拡散及び検出されてチャネルデコーディングされる。

【0028】

一般化されたMC-CDM構造の他にも、回転されたMC-CDM、OFDM、回転OFDM(R-OFDM)またはウォルシュアダマールMC-CDMなどの構造が用いられる。

【0029】

回転されたMC-CDMに対して、 $\theta_1 = \cos(\theta_1)$  及び  $\theta_1 = \sin(\theta_1)$  であると、実際値回転マトリックスは、数式1で次のように用いられる。

(数式1)

【0030】

【数5】

$$\mathbf{R}_2(\theta_1) = \begin{bmatrix} \cos(\theta_1) & \sin(\theta_1) \\ -\sin(\theta_1) & \cos(\theta_1) \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{R}_2^{-1}(\theta_1) = \mathbf{R}_2^H(\theta_1) = \begin{bmatrix} \cos(\theta_1) & -\sin(\theta_1) \\ \sin(\theta_1) & \cos(\theta_1) \end{bmatrix}$$

また、OFDMに対して、 $\theta_1 = 0$  または  $\theta_1^* = 0$  であると、 $\mathbf{U}_2$  は  $\mathbf{I}_2$  になる。すなわち、 $\mathbf{U}_2$  は、コーディングされていないOFDMまたはコーディングされていないOFDMAになる。また、ウォルシュアダマールMC-CDMに対して、

【0031】

【数6】

$$\alpha = \cos\left(\frac{\pi}{4}\right) = \frac{\sqrt{2}}{2} \text{ および } \beta = \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

であると、 $\mathbf{U}_2 = \mathbf{R}_2$  は、伝統的なウォルシュアダマールマトリックスになる。

【0032】

図2は、一般化されたMC-CDM構造の他の例を示した図である。図2において、複数のデータが入力されてプリコーディング及び/または回転される。ここで、プリコーディングまたは回転は、入力データの振幅及び/または位相の調節を意味する。

【0033】

プリコーディング/回転に対して、異なるトーンまたはサブキャリアは、独立的にまたは一緒にプリコーディング/回転される。ここで、入力データまたはデータストリームの共同プリコーディング/回転は、単一回転マトリックスを用いて行われる。他の方法として、異なる入力データまたはデータストリームが多数のグループに分離され、データストリームの各グループが独立的にまたは一緒にプリコーディング/回転される。

【0034】

図3は、グループ上でプリコーディング/回転を行う一般化されたMC-CDM構造の一例を示した図である。図3を参照すると、多数のデータまたはデータストリームは、データストリーム1、2、...、Kグループにグルーピングされ、グループ別にプリコーディング/回転される。ここで、プリコーディング/回転は、必要であれば振幅及び/または位相調節を含むことができる。その後、プリコーディング/回転されたシンボルがマッピングされる。

【0035】

また、異なるグループ上での異なる回転/プリコーディングは、OFDM、MC-CD

10

20

30

40

50

MまたはR - OFDMの混合を誘導する。また、各グループの回転／プリコーディングは、QoS必須要件、受信機プロファイル及び／またはチャネル状態に基づいている。

【0036】

また、大きなプリコーディング／回転マトリックスを使用する代わりに、小さいプリコーディング／回転マトリックスが、入力データストリームの異なるグループに独立的にまたは従属的に適用される。

【0037】

動作において、実際のプリコーディング／回転動作は多段で行われる。図4は、多段回転を示した図である。図4を参照すると、多数のデータまたはデータストリームが入力されてプリコーディング／回転される。ここで、これら処理されたシンボルは、二つ以上のグループにグルーピングされる。各グループは、一つ以上のシンボルで表現される。

10

【0038】

シンボルの回転に対して、各グループのシンボルは、拡散マトリックスを使用して拡散される。ここで、グループに適用される拡散マトリックスは、変化及び構成される。シンボルが拡散マトリックスを通して処理された後、出力は、二つ以上のグループに再びグルーピングされる。ここで、再びグルーピングされた出力は、二つ以上のグループからそれぞれ出力された一つ以上の選択された出力を含む。

【0039】

その後、これら再びグルーピングされた出力は、拡散マトリックスを用いて再び拡散される。グループに適用された拡散マトリックスは、変化及び構成される。出力が他の拡散マトリックスを通して処理された後、逆高速フーリエ変換(IFFT)に入力される。

20

【0040】

多段回転などの回転方式は、一般化されたMC-CDMまたはマルチキャリアコード分割多重アクセス(MC-CDMA)によって採用される。図5は、MC-CDMの一般ブロックを示した図である。

【0041】

図5は、一般化されたMC-CDM構造の他の例を示した図である。特に、図5を参照して説明したプロセスは、図5が回転(例えば、多段回転)を用いる一般化されたMC-CDMまたはMC-CDMAに基づいている点を除けば、図1と類似している。ここで、チャネルコーディング後、コーディングされたデータは、回転及び／またはマルチプレキシングされ、その後、逆離散フーリエ変換(IDFT)またはIFFTを用いて変調される。

30

【0042】

受信端で、変調されたシンボルは、離散フーリエ変換(DFT)または高速フーリエ変換(FFT)を用いて復調される。その後、復調されたシンボルは、逆拡散及び検出された後、チャネルデコーディングされる。

【0043】

また、インターレーシングは、一般化されたMC-CDMで利用可能である。1xEV-DO(1x evolution data optimized) BCMCS及びE-BCMCS(enhanced BCMCS)で、多重経路遅延拡散は、約 $T_d = 3.7 \mu s$ で、固有帯域幅は、約

40

【0044】

【数7】

$$B_c = \frac{1}{T_d} \approx 270 \text{ kHz}$$

である。そのため、最大の周波数ダイバーシティ次数は、

【0045】



【数 8】

$$d = \frac{B}{B_c} = \frac{1.25}{0.27} \approx 5$$

である。これは、最大の周波数ダイバーシティを獲得するために、MC-CDM拡散利得が 5 で充分であることを意味する。

【0046】

上記の分析に基づいて、周波数領域インターレースMC-CDMが使用される。図6は、周波数領域インターレースMC-CDMを示した図である。図6を参照すると、異なるように表示された各スロットは、一つのトーン（またはサブキャリア）または多数の連続トーン（またはサブキャリア）である。

10

【0047】

トーン、サブキャリアまたはシンボルは、異なるように回転することができる。すなわち、ユークリッド距離の積として定義される距離積は最大化される。具体的に、変調ダイバーシティを最適化するのに使用される最小の距離積は、次の式で表示される。最小の距離積は、ユークリッド距離の最小化とも呼ばれる。

(数学式3)

【0048】

【数9】

20

$$D_p = \min \prod_{i \neq j, s_i, s_j \in A} |s_i - s_j|$$

数学式3を参照すると、 $s_i \in A$ は、伝送されたシンボルを示す。また、最小の距離積を最大化する最適化は、次の式を解くことで行われる。

(数学式4)

【0049】

【数10】

30

$$U_2(e^{j\phi}) = \arg \max_U D_p = \arg \max_U \min \prod_{i \neq j, s_i, s_j \in A} |Us_i - Us_j|$$

数学式4を参照すると、

【0050】

【数11】

$$U_2(e^{j\phi}) = \begin{bmatrix} \alpha & \alpha e^{j\phi} \\ -\alpha^* e^{-j\phi} & \alpha^* \end{bmatrix}$$

40

である。

【0051】

例えば、伝統的なQPSKに対して、 $U_2(e^{j\phi})$ は、

【0052】

【数12】

$$d(e^{j\phi}) = \frac{1}{2} \left| \Delta_1^2 - (e^{j\phi} \Delta_2)^2 \right|$$

50

を算出することで決定される。ここで、 $\theta_1, \theta_2 \in \{\pm 1, \pm j, \pm 1 \pm j\}$  である。

【 0 0 5 3 】

上述したように、各トーンまたはシンボルは、異なるように回転することができる。例えば、QPSKが第1シンボルに適用され、BPSK(binary phase shift keying)が第2シンボルに適用され、16QAMがn番目のシンボルに適用される。すなわち、各トーンまたはシンボルは、異なる変調角を有する。

【 0 0 5 4 】

回転OFDM/MC-CDM(R-OFDM/MC-CDM)で、

【 0 0 5 5 】

【 数 1 3 】

10

$$\hat{\mathbf{H}} = \tilde{\mathbf{H}} \mathbf{U}_2 = \begin{bmatrix} \tilde{h}_1 & \\ & \tilde{h}_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha & \beta \\ -\beta^* & \alpha^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tilde{h}_1 \alpha & \tilde{h}_1 \beta \\ -\tilde{h}_2 \beta^* & \tilde{h}_2 \alpha^* \end{bmatrix}$$

である。回転されたMC-CDMに対して、結合された周波数領域チャネル応答マトリックスは、数学式5のように表示される。

( 数学式 5 )

【 0 0 5 6 】

【 数 1 4 】

20

$$\hat{\mathbf{H}}(\theta_1) = \tilde{\mathbf{H}} \mathbf{R}_2(\theta_1) = \begin{bmatrix} \tilde{h}_1 & \\ & \tilde{h}_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos(\theta_1) & \sin(\theta_1) \\ -\sin(\theta_1) & \cos(\theta_1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tilde{h}_1 \cos(\theta_1) & \tilde{h}_1 \sin(\theta_1) \\ -\tilde{h}_2 \sin(\theta_1) & \tilde{h}_2 \cos(\theta_1) \end{bmatrix}$$

変換の効果は、数学式6の相関マトリックスに例示される。

( 数学式 6 )

【 0 0 5 7 】

【 数 1 5 】

$$\mathbf{C} = \hat{\mathbf{H}}^H \mathbf{H}$$

30

$$\begin{aligned} &= \begin{bmatrix} \tilde{h}_1^* \alpha^* & -\tilde{h}_2^* \beta \\ \tilde{h}_1^* \beta^* & \tilde{h}_2^* \alpha^* \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \tilde{h}_1 \alpha & \tilde{h}_1 \beta \\ -\tilde{h}_2 \beta^* & \tilde{h}_2 \alpha^* \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} |\tilde{h}_1|^2 |\alpha|^2 + |\tilde{h}_2|^2 |\beta|^2 & (|\tilde{h}_1|^2 - |\tilde{h}_2|^2) \alpha^* \beta \\ (-|\tilde{h}_1|^2 + |\tilde{h}_2|^2) \alpha \beta^* & |\tilde{h}_2|^2 |\alpha|^2 + |\tilde{h}_1|^2 |\beta|^2 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

$$= \mathbf{D} + \mathbf{I}$$

$$= \begin{bmatrix} |\tilde{h}_1|^2 |\alpha|^2 + |\tilde{h}_2|^2 |\beta|^2 & 0 \\ 0 & |\tilde{h}_2|^2 |\alpha|^2 + |\tilde{h}_1|^2 |\beta|^2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & (|\tilde{h}_1|^2 - |\tilde{h}_2|^2) \alpha^* \beta \\ (-|\tilde{h}_1|^2 + |\tilde{h}_2|^2) \alpha \beta^* & 0 \end{bmatrix}$$

40

図3を参照すると、ダイバーシティは、

【 0 0 5 8 】

【数 1 6】

$$\mathbf{D} = \begin{bmatrix} |\tilde{h}_1|^2 |\alpha|^2 + |\tilde{h}_2|^2 |\beta|^2 & 0 \\ 0 & |\tilde{h}_2|^2 |\alpha|^2 + |\tilde{h}_1|^2 |\beta|^2 \end{bmatrix}$$

で表示され、干渉マトリックスは、

【0 0 5 9】

【数 1 7】

$$\mathbf{I} = \begin{bmatrix} 0 & (|\tilde{h}_1|^2 - |\tilde{h}_2|^2) \alpha^* \beta \\ (-|\tilde{h}_1|^2 + |\tilde{h}_2|^2) \alpha \beta^* & 0 \end{bmatrix}$$

10

で表示される。ここで、干渉マトリックスは、 $\mathbf{I} \mathbf{S} \mathbf{I}$  または多重アクセス干渉 (MAI) である。

【0 0 6 0】

一般化された MC - CDM の全体ダイバーシティは、数学式 7 によって表現される。

(数学式 7)

【0 0 6 1】

20

【数 1 8】

$$D = \text{Tr}\{\mathbf{D}\} = \text{Tr} \left\{ \begin{bmatrix} |\tilde{h}_1|^2 |\alpha|^2 + |\tilde{h}_2|^2 |\beta|^2 & 0 \\ 0 & |\tilde{h}_2|^2 |\alpha|^2 + |\tilde{h}_1|^2 |\beta|^2 \end{bmatrix} \right\} = |\tilde{h}_1|^2 + |\tilde{h}_2|^2$$

数学式 4 を参照すると、一般化された MC - CDM の全体ダイバーシティは、プリコーディングマトリックス  $\mathbf{U}$  と独立的である。しかし、各シンボルまたは使用者に対して、ダイバーシティ利得は互いに異なる。

30

【0 0 6 2】

また、一般化された MC - CDM の干渉は、数学式 8 によって表現される。

(数学式 8)

【0 0 6 3】

【数 1 9】

$$I = \text{Tr}_2\{\mathbf{I}\} = \text{Tr}_2 \left\{ \begin{bmatrix} 0 & (|\tilde{h}_1|^2 - |\tilde{h}_2|^2) \alpha^* \beta \\ (-|\tilde{h}_1|^2 + |\tilde{h}_2|^2) \alpha \beta^* & 0 \end{bmatrix} \right\} = 2 \left| |\tilde{h}_1|^2 - |\tilde{h}_2|^2 | \alpha \beta^* \right| \leq \left| |\tilde{h}_1|^2 - |\tilde{h}_2|^2 \right|$$

40

ここで、

【0 0 6 4】

【数 2 0】

$$|\tilde{h}_1|^2 \neq |\tilde{h}_2|^2 \text{ および } |\alpha \beta^*| \neq 0$$

であると、自己干渉または多数の使用者干渉が存在する。すなわち、OFDM のような直交変調での周波数選択性のために、任意のプリコーディングまたは拡散が適用されるとき、可能な干渉が存在する。また、この干渉は、回転角が

【0 0 6 5】

【数 2 1】

$$\theta = \frac{\pi}{4}$$

であるときに最大化される。

【0 0 6 6】

MC - CDM トランシーバーの設計において、シンボル間または多重アクセス信号対干渉比 (SIR) は、次のように定義される。

( 数 学 式 9 )

【0 0 6 7】

10

【数 2 2】

$$SIR_1 = \frac{|\tilde{h}_1|^2 |\alpha|^2 + |\tilde{h}_2|^2 |\beta|^2}{|\tilde{h}_1|^2 - |\tilde{h}_2|^2} |\alpha \beta^*| = \frac{|\alpha|^2 + \gamma |\beta|^2}{|1 - \gamma| |\alpha \beta^*|}$$

数 学 式 9 を 参 照 す る と、

【0 0 6 8】

【数 2 3】

$$\gamma = \frac{\tilde{h}_2^2}{\tilde{h}_1^2}$$

20

は、チャネルフェーディング差を示す。SIR は、チャネルフェーディング及び回転に基づいて定義される。

【0 0 6 9】

回転は、受信機プロファイルに基づいて行われる。これは、上部層シグナリングを通して行われる。特に、二つ以上のパラメーター、すなわち、拡散利得及び回転角が構成される。

【0 0 7 0】

動作において、受信機は、最適の回転角及び / または回転インデックスを含むフィードバック情報を送ることができる。回転角または回転インデックスは、表 (またはインデックス) に基づいた送信機によって適切な回転角にマッピングされる。この表またはインデックスは、送信機及び受信機によって知ることができる。これは、送信機及び / または受信機に対して最上の時間である任意の時間に行われる。

30

【0 0 7 1】

例えば、受信機 (またはアクセス端末) がネットワークと一緒に登録されると、ネットワークにそのプロファイルを伝送する。このプロファイルは、回転角及び / またはインデックスを含む。

【0 0 7 2】

送信機が受信機に信号を伝送することに決定する前に、受信機に最上の回転角を問い合わせることができる。応答として、受信機は、送信機の最上の回転角を伝送することができる。その後、送信機は、フィードバック情報及びその決定に基づいて信号を伝送することができる。

40

【0 0 7 3】

信号を伝送する間、送信機は、更新された回転角を伝送するように受信機に周期的に要請することができる。また、送信機は、送信機が送信を完了した後、受信機に回転角の更新を要請することができる。

【0 0 7 4】

受信機は、いつでも送信機に更新 (または更新された回転角) を伝送することができる。更新 (またはフィードバック情報) の送信は、アクセスチャネル、トラフィックチャネ

50

ル、制御チャネルまたは他の可能なチャネルを通して実行される。

【 0 0 7 5 】

チャネルコーディングに対して、コーディングは復調エラーを最小化し、その結果、より高いスペクトラム効率のための信号設計と一緒にスループットを達成する。実際に、最大の容量コードは、具現複雑性及び成就可能な性能に対して均衡を合わせるように設計される。

【 0 0 7 6 】

グレーコードは、反射 2 進コードとして知られたチャネルコーディングの一例である。グレーコードまたは反射 2 進コードは、2 個の連続値が一つの数字のみで異なる 2 進数字体系である。図 7 は、グレーコーディングの一例を示した図である。

10

【 0 0 7 7 】

グレーマッピングとも呼ばれるビット - ツー - シンボルマッピングのためのグレーコードは、他のチャネルコーディング方式で具現される。グレーマッピングは、一般的にビットエラーレート (BER) を最小化する最適なマッピング規則である。通常の QPSK / QPSK 階層変調 (または 16QAM 変調) のためのグレーマッピングは、最小のユークリッド距離を有するコードワードが最小のハミング距離を有する図 8 に示されている。

【 0 0 7 8 】

次の図面に基づいて、グレーマッピング規則が説明される。特に、それぞれの補強層ビット - ツー - シンボル及び基本層ビット - ツー - シンボルは、最も近い 2 個のシンボルが一つまたは最小ビットの差を有するグレーマッピング必須要件を満足する。また、全てのビット - ツー - シンボルマッピング規則は、グレーマッピング規則を満足する。

20

【 0 0 7 9 】

図 8 は、通常の QPSK / QPSK 階層変調または 16QAM 変調のためのマッピングを示した図である。図 8 を参照すると、例えば、基本層ビットが検出されるときごとに補強層ビット - ツー - シンボルマッピング表 / 規則が決定されるように、補強層ビット及び基本層ビットが任意に結合される。また、基本層及び補強層は全て QPSK である。また、全てのポイント (またはシンボル) は、 $b_0 b_1 b_2 b_3$  で表現及び / またはマッピングされる。

【 0 0 8 0 】

特に、図面の中心にある円及び 2 個のポイント (またはシンボル) を連結する線 (例えば、ポイント 0011 及びポイント 0001 またはポイント 0110 及びポイント 1110) は、ネイバー間にただ一つのビット差を有する連結を示す。ここで、連結された各ポイントは、異なる層から由来する。すなわち、連結された全てのポイント (またはシンボル) は、異なる基本層ビット及び補強層ビットである。

30

【 0 0 8 1 】

また、全てのポイントは、4 個のビット (例えば、 $b_0 b_1 b_2 b_3$ ) で表現され、第 1 ビット ( $b_0$ ) 及び第 3 ビット ( $b_2$ ) は基本層ビットを示し、第 2 ビット ( $b_1$ ) 及び第 4 ビット ( $b_3$ ) は補強層ビットを示す。すなわち、基本層からの 2 個のビット及び補強層からの 2 個のビットは、一緒にインターリーピングされて全ての結果的なポイントを示す。2 個の層からのビットの簡単な連結の代わりに、ビットをインターリーピングすることで、追加的なダイバーシティ利得を潜在的に得ることができる。

40

【 0 0 8 2 】

図 9 は、16QAM / QPSK のためのビット - ツー - シンボルマッピングの一例を示した図である。この図面は、ビット - ツー - シンボルマッピングを示す。このマッピングは、送信機及び受信機によって使用される。

【 0 0 8 3 】

送信機がビット  $b_0 b_1 b_2 b_3 b_4 b_5$  を送信することを望むと、送信機は、送信するマッピングシンボルを探す必要がある。したがって、受信機が受信されたシンボルを復号することを望むと、受信機は、この図面を用いて復調されたビットを探す。

【 0 0 8 4 】

50

また、図9は、16QAM/QPSK階層変調を示す。すなわち、基本層は16QAMによって変調されて、補強層はQPSKによって変調される。また、16QAM/QPSKは、特別な階層変調と言われる。すなわち、基本層信号及び補強層信号は、異なる初期位相を有する。例えば、基本層信号位相は0で、補強層信号位相は である。

【0085】

図9の全てのシンボルは、ビットシーケンス  $s_5 s_4 s_3 s_2 s_1 s_0$  で表現される。ここで、ビット  $s_3$  及び  $s_0$  は補強層からのビットで、残りのビット（例えば、 $s_5$ 、 $s_4$ 、 $s_2$  及び  $s_1$ ）は基本層に属する。

【0086】

図10は、16QAM/QPSKのためのビット - ツー - シンボルマッピングの他の例を示した図である。図10及び図9は、図10の全てのシンボルがビットシーケンス  $s_5 s_4 s_3 s_2 s_1 s_0$  によって表現され、ビット  $s_5$  及び  $s_2$  は補強層からのビットで、残りのビット（例えば、 $s_4$ 、 $s_3$ 、 $s_1$  及び  $s_0$ ）は基本層からのビットという点で異なる。

【0087】

図11は、16QAM/QPSKのためのビット - ツー - シンボルマッピングの他の例を示した図である。図11及び図9及び/または図10は、図11の全てのシンボルがビットシーケンス  $s_5 s_4 s_3 s_2 s_1 s_0$  によって表現され、ビット  $s_5$  及び  $s_4$  は補強層からのビットで、残りのビット（例えば、 $s_3$ 、 $s_3$ 、 $s_1$  及び  $s_0$ ）は基本層からのビットである点で異なる。

【0088】

図12は、16QAM/QPSKのためのビット - ツー - シンボルマッピングの他の例を示した図である。図12及び図9、図10及び/または図11は、ビット  $s_5$  及び  $s_2$  は補強層からのビットで、残りのビット（例えば、 $s_4$ 、 $s_3$ 、 $s_1$  及び  $s_0$ ）は基本層からのビットである点で異なる。上述したように、図12の全てのシンボルは、ビットシーケンス  $s_5 s_4 s_3 s_2 s_1 s_0$  で表現される。

【0089】

上述したようなビットシーケンス組み合わせの他に、次の階層的な層及び補強層結合可能性は、(1)  $s_5 s_4 s_3 s_2 s_1 s_0 = b_3 b_2 b_1 e_1 b_0 e_0$ 、(2)  $s_5 s_4 s_3 s_2 s_1 s_0 = b_3 e_1 b_2 b_1 b_0 e_0$ 、(3)  $s_5 s_4 s_3 s_2 s_1 s_0 = b_3 b_2 b_1 b_0 e_0 e_1$ 、(4)  $s_5 s_4 s_3 s_2 s_1 s_0 = e_0 e_1 b_3 b_2 b_1 b_0$ 、(5)  $s_5 s_4 s_3 s_2 s_1 s_0 = e_0 b_3 b_2 e_1 b_1 b_0$ 、(6)  $s_5 s_4 s_3 s_2 s_1 s_0 = b_3 b_2 e_0 b_1 b_0 e_1$ 、(7)  $s_3 s_2 s_1 s_0 = e_1 b_1 e_0 b_0$ 、(8)  $s_3 s_2 s_1 s_0 = e_0 b_1 e_1 b_0$ 、(9)  $s_3 s_2 s_1 s_0 = e_1 e_0 b_1 b_0$ 、(10)  $s_3 s_2 s_1 s_0 = e_0 e_1 b_1 b_0$ 、及び(11)  $s_3 s_2 s_1 s_0 = b_1 b_0 e_0 e_1$  を含む。

【0090】

上述した結合の他にも、多くの組み合わせが可能である。しかし、これら組み合わせは、グレー規則またはグレーマッピング規則である同一の規則に従う。上述したように、それぞれの補強層ビット - ツー - シンボルマッピング及び基本層ビット - ツー - シンボルマッピングは、最も近い2個のシンボルが一つ以下のビットの差を有するグレーマッピング規則要件を満足する。また、全てのビット - ツー - シンボルマッピング規則は、グレーマッピング規則を満足する。

【0091】

また、基本層ビットが検出されるときごとに補強層ビット - ツー - シンボルマッピング表/規則が決定されるように、補強層ビット及び基本層ビットは任意に結合される。また、例えば、 $s_3 s_2 s_1 s_0 = e_1 e_0 b_1 b_0$  QPSK/QPSKに対して、補強層のためのグレーマッピング規則  $s_3 s_2 1 1 = e_1 e_0 1 1$  が  $s_3 s_2 1 0 = e_1 e_0 1 0$  と正確に同一にならないようにすることができる。また、例えば、可能な  $s_3 s_2 1 1 = e_1 e_0 1 1$  は、 $s_3 s_2 1 0 = e_1 e_0 1 0$  として回転されたバージョンで、 $s_3 s$

10

20

30

40

50

$s_2 s_1 s_0 = 1 1 1 1$  の位置は、 $s_3 s_2 s_1 s_0 = 1 0 1 0$  または  $s_3 s_2 s_1 s_0 = 0 1 1 0$  の位置である。

【 0 0 9 2 】

図 1 3 は、Q P S K / Q P S K のためのビット - ツー - シンボルマッピングの一例を示した図である。図 1 3 を参照すると、ビット - ツー - シンボルマッピングは、送信機及び受信機によって使用される。送信機がビット  $b_0 b_1 b_2 b_3$  を送信することを望むと、送信機は、送信するマッピングシンボルを探す必要がある。したがって、受信機が受信されたシンボルを復調することを望むと、受信機は、この図面を用いて復調されたビットを探すことができる。

【 0 0 9 3 】

10

また、図 1 3 は、Q P S K / Q P S K 階層変調を示す。すなわち、基本層は Q P S K によって変調され、補強層は Q P S K によって変調される。また、Q P S K / Q P S K は、特別な階層変調と呼ばれる。すなわち、基本層信号及び補強層信号は、異なる初期位相を有する。例えば、基本層信号位相は 0 で、補強層信号位相は  $\pi$  である。

【 0 0 9 4 】

図 1 3 の全てのシンボルは、ビットシーケンス  $s_3 s_2 s_1 s_0$  で表現される。ここで、ビット  $s_3$  及び  $s_1$  は補強層からのビットで、残りのビット（例えば、 $s_2$  及び  $s_0$ ）は基本層に属する。

【 0 0 9 5 】

また、Q P S K / Q P S K の例において、補強層ビット - ツー - シンボルマッピング規則は、基本層シンボル - マッピングと異なる。図 1 4 は、基本層  $0 \times 0$  に対する補強層ビット - ツー - シンボルを示した図である。すなわち、図 1 4 は、基本層ビットがマッピングされる方法の一例を示している。

20

【 0 0 9 6 】

例えば、上部右側の四分面に表示されたシンボルは、“0 0”の基本層シンボルを示している。これは、基本層ビットが“0 0”である限り、補強層が何れであっても、対応する層変調シンボルがこの四分面の 4 個のシンボルのうち一つであることを意味する。

【 0 0 9 7 】

図 1 5 は、基本層  $0 \times 1$  に対する補強層ビット - ツー - シンボルを示した図である。上記と同様に、この図面は、基本層ビットがマッピングされる方法の他の例を示している。例えば、上部左側の四分面のシンボルは、“0 1”の基本層シンボルを示している。これは、基本層ビットが“0 1”である限り、補強層が何れであっても、対応する層変調シンボルが上部左側の四分面のシンボルのうち一つであることを意味する。

30

【 0 0 9 8 】

図 1 乃至図 3 を参照して説明したように、入力されたデータまたはデータシンボルは、グレイマッピング規則を用いてチャネルコーディングされた後、例えば、変調を含む他のプロセスによって処理される。ここで、変調は、階層化された（または重畳）変調を示す。階層化された変調は、各変調シンボルが基本層及び補強層に対応するビットを有する変調タイプである。以下、階層化された変調を放送及びマルチキャストサービス（B C M C S）と関連して説明する。

40

【 0 0 9 9 】

一般的に、階層化された変調は、任意の 2 個の変調方式の重畳である。B C M C S において、Q P S K 補強層は、基本 Q P S K または 1 6 Q A M 層上に重畳され、結果的な信号配置を得る。エネルギー比率  $r$  は、基本層と補強層との間の電力比率である。また、補強層は、反時計方向に角  $\theta$  だけ回転される。

【 0 1 0 0 】

図 1 6 は、Q P S K / Q P S K 階層変調に対して階層化された変調器の信号配置を示した図である。Q P S K 基本層及び Q P S K 補強層を意味する Q P S K / Q P S K 階層変調を参照して、各変調信号は、4 個のビット、すなわち、 $s_3$ 、 $s_2$ 、 $s_1$  及び  $s_0$  を含む。ここで、2 個の最上位ビット（M S B） $s_3$  及び  $s_2$ 、及び 2 個の最下位ビット（L S

50

B)  $s_1$  及び  $s_0$  が存在する。2 個の M S B は基本層から由来し、2 個の L S B は補強層から由来する。

【 0 1 0 1 】

基本層と補強層との間のエネルギー比率  $r$  が与えられると、

【 0 1 0 2 】

【 数 2 4 】

$$\alpha = \sqrt{\frac{r}{2(1+r)}} \quad \text{および} \quad \beta = \sqrt{\frac{1}{2(1+r)}}$$

は、 $2(\alpha^2 + \beta^2) = 1$  になるように定義される。ここで、 $\alpha$  は、基本層の振幅を示し、 $\beta$  は、補強層の振幅を示す。また、 $2(\alpha^2 + \beta^2) = 1$  は、電力制限、より正確には正規化と呼ばれる制限である。

【 0 1 0 3 】

表 1 は、Q P S K 基本層及び Q P S K 補強層を有する階層化された変調表を示す。

( 表 1 )

【 0 1 0 4 】

【 表 1 】

変調器入力ビット				変調シンボル	
$s_3$	$s_2$	$s_1$	$s_0$	$m_I(k)$	$m_Q(k)$
0	0	0	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
0	0	0	1	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
0	1	0	1	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
0	1	0	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
0	0	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
0	0	1	0	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
0	1	1	0	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
0	1	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
1	1	0	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
1	1	0	1	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
1	0	0	1	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
1	0	0	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
1	1	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
1	1	1	0	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
1	0	1	0	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
1	0	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$

表 1 を参照すると、各カラムは、4 個のビット  $s_3$ 、 $s_2$ 、 $s_1$  及び  $s_0$  に対するシンボル位置を定義する。ここで、各シンボルの位置は、2 次元信号空間 ( $m_I$ ,  $m_Q$ ) に表示される。これは、各シンボルが

【 0 1 0 5 】



【数 2 5】

$$S(t) = [M_I \cos(2\pi f_0 t + \phi_0) + M_Q \sin(2\pi f_0 t + \phi_0)] \phi(t)$$

によって表現されることを意味する。簡単にすると、それぞれの  $[s_3, s_2, s_1]$  及び  $s_0$  のための複素変調シンボル  $S = (m_I, m_Q)$  は

【0 1 0 6】

【数 2 6】

$$S(t) = [M_I \cos(2\pi f_0 t + \phi_0) + M_Q \sin(2\pi f_0 t + \phi_0)] \phi(t)$$

で指定される。

10

【0 1 0 7】

ここで、 $\cos(2\pi f_0 t + \phi_0)$  及び  $\sin(2\pi f_0 t + \phi_0)$  は、初期位相  $\phi_0$  及びキャリア周波数  $f_0$  を有するキャリア信号を示す。また、 $\phi(t)$  は、伝送シンボルの形状であるパルス形状を示す。

【0 1 0 8】

上記の  $S(t)$  の定義において、 $m_I$  及び  $m_Q$  値を除いて、他のパラメータは、送信機と受信機との間で共有されるか、受信機自体によって検出される。正確に  $S(t)$  を復調するために、 $m_I$  及び  $m_Q$  の可能な値情報を定義して共有する必要がある。

【0 1 0 9】

$k$  番目のシンボルに対する  $m_I$  及び  $m_Q$  値を表す  $m_I(k)$  及び  $m_Q(k)$  の可能な値が表 1 に記載されている。それぞれのグループ入力ビット  $s_3, s_2, s_1$  及び  $s_0$  を表現するために、シンボルは、表に示した対応するパラメータによって変調される。

20

【0 1 1 0】

複素変調シンボルに対する説明は、多様な階層化された変調に対する次の説明に類似した方式及び同一の方式で適用される。すなわち、複素変調シンボルの上述した説明は、次の表に適用される。

【0 1 1 1】

図 17 は、16QAM/QPSK 階層変調に対して階層化された変調器の信号配置を示した図である。16QAM 基本層及び QPSK 補強層を意味する 16QAM/QPSK 階層変調を参照すると、それぞれの変調シンボルは、6 個のビット  $s_5, s_4, s_3, s_2, s_1$  及び  $s_0$  を含む。4 個の MSB ( $s_5, s_4, s_3$  及び  $s_2$ ) は基本層から由来し、2 個の LSB ( $s_1$  及び  $s_0$ ) は補強層から由来する。

30

【0 1 1 2】

基本層と補強層との間のエネルギー比率  $r$  が与えられると、

【0 1 1 3】

【数 2 7】

$$\alpha = \sqrt{\frac{r}{2(1+r)}} \quad \text{および} \quad \beta = \sqrt{\frac{1}{2(1+r)}}$$

40

は、 $2(\alpha^2 + \beta^2) = 1$  になるように定義される。ここで、 $\alpha$  は、基本層の振幅を示し、 $\beta$  は、補強層の振幅を示す。また、 $2(\alpha^2 + \beta^2) = 1$  は、電力制限、より正確には正規化と呼ばれる制限である。

【0 1 1 4】

表 2 は、16QAM 基本層及び QPSK 補強層を有する階層化された変調票を示す。

(表 2)

【0 1 1 5】

【表 2 - 1】

変調器入力ビット						変調シンボル	
s5	s4	s3	s2	s1	s0	$m_I(k)$	$m_Q(k)$
0	0	0	0	0	0	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
0	0	0	0	0	1	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
0	0	1	0	0	1	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
0	0	1	0	0	0	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
0	0	0	0	1	1	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
0	0	0	0	1	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
0	0	1	0	1	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
0	0	1	0	1	1	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
0	0	0	1	0	1	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
0	0	0	1	0	0	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
0	0	1	1	0	0	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
0	0	1	1	0	1	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
0	0	0	1	1	0	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
0	0	0	1	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
0	0	1	1	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
0	0	1	1	1	0	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
0	1	1	0	0	0	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
0	1	1	0	0	1	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
0	1	0	0	0	1	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
0	1	0	0	0	0	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
0	1	1	0	1	1	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
0	1	1	0	1	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
0	1	0	0	1	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
0	1	0	0	1	1	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
0	1	1	1	0	1	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
0	1	1	1	0	0	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
0	1	1	1	0	1	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
0	1	0	1	0	1	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
0	1	1	1	1	0	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
0	1	1	1	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
0	1	0	1	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
0	1	0	1	1	0	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
1	0	1	0	0	0	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
1	0	1	0	0	1	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
1	0	0	0	0	1	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$

【 0 1 1 6 】

【表 2 - 2】

変調器入力ビット						変調シンボル	
s5	s4	s3	s2	s1	s0	m <sub>I</sub> (k)	m <sub>Q</sub> (k)
1	0	0	0	0	0	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
1	0	1	0	1	1	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
1	0	1	0	1	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
1	0	0	0	1	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
1	0	0	0	1	1	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
1	0	1	1	0	1	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
1	0	1	1	0	0	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
1	0	0	1	0	0	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
1	0	0	1	0	1	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
1	0	1	1	1	0	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
1	0	1	1	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
1	0	0	1	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
1	0	0	1	1	0	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
1	1	0	1	0	1	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
1	1	0	1	0	0	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
1	1	1	1	0	0	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
1	1	1	1	0	1	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
1	1	0	1	1	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
1	1	0	1	1	1	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
1	1	1	1	1	1	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
1	1	1	1	1	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
1	1	0	1	0	1	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
1	1	0	1	0	0	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
1	1	1	1	0	0	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
1	1	1	1	0	1	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
1	1	0	1	1	0	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
1	1	0	1	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
1	1	1	1	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
1	1	1	1	1	0	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$

表 2 を参照すると、各カラムは、6 個のビット  $s_5$ 、 $s_4$ 、 $s_3$ 、 $s_2$ 、 $s_1$  及び  $s_0$  に対するシンボル位置を定義する。ここで、各シンボルの位置は、2 次元信号空間 ( $m_I$ 、 $m_Q$ ) に表示される。これは、各シンボルが

【0 1 1 7】

【数 2 8】

$$S(t) = [M_I \cos(2\pi f_0 t + \phi_0) + M_Q \sin(2\pi f_0 t + \phi_0)] \phi(t)$$

によって表現されることを意味する。簡単にすると、それぞれの [ $s_5$ 、 $s_4$ 、 $s_3$ 、 $s_2$ 、 $s_1$  及び  $s_0$ ] のための複素変調シンボル  $S = (m_I, m_Q)$  は、

【0 1 1 8】

## 【数 2 9】

$$S(t) = [M_I \cos(2\pi f_0 t + \phi_0) + M_Q \sin(2\pi f_0 t + \phi_0)] p(t)$$

で指定される。

## 【0 1 1 9】

ここで、 $w_0$  はキャリア周波数で、 $\phi_0$  はキャリアの初期位相で、 $p(t)$  はシンボル形状またはパルス形状波である。ここで、 $\cos(2\pi f_0 t + \phi_0)$  及び  $\sin(2\pi f_0 t + \phi_0)$  は、初期位相  $\phi_0$  及びキャリア周波数  $f_0$  を有するキャリア信号を示す。また、 $p(t)$  は、伝送シンボルの形状であるパルス形状を示す。

10

## 【0 1 2 0】

上記の  $S(t)$  の定義において、 $m_I$  及び  $m_Q$  値を除いて、他のパラメータは、送信機と受信機との間で共有されるか、受信機自体によって検出される。正確に  $S(t)$  を復調するために、 $m_I$  及び  $m_Q$  の可能な値情報を定義して共有する必要がある。

## 【0 1 2 1】

$k$  番目のシンボルに対する  $m_I$  及び  $m_Q$  値を表す  $m_I(k)$  及び  $m_Q(k)$  の可能な値が表 1 に記載されている。それぞれのグループ入力ビット  $s_5$ 、 $s_4$ 、 $s_3$ 、 $s_2$ 、 $s_1$  及び  $s_0$  を表現するために、シンボルは、表に示した対応するパラメータによって変調される。

## 【0 1 2 2】

また、階層変調のための B C M C S に対する他の応用例は、以下で説明する。一般的に、階層化された変調は、任意の 2 個の変調方式の重畳である。B C M C S において、Q P S K 補強層は、基本 Q P S K または 1 6 Q A M 層上に重畳され、結果的な信号配置を得る。エネルギー比率  $r$  は、基本層と補強層との間の電力比率である。また、補強層は、反時計方向に角  $\beta$  だけ回転される。

20

## 【0 1 2 3】

図 1 8 は、Q P S K / Q P S K 階層変調に対して階層化された変調器の信号配置を示した図である。Q P S K 基本層及び Q P S K 補強層を意味する Q P S K / Q P S K 階層変調を参照して、各変調信号は、4 個のビット、すなわち、 $s_3$ 、 $s_2$ 、 $s_1$  及び  $s_0$  を含む。ここで、2 個の最上位ビット (M S B)  $s_3$  及び  $s_2$ 、及び 2 個の最下位ビット (L S B)  $s_1$  及び  $s_0$  が存在する。2 個の M S B は基本層から由来し、2 個の L S B は補強層から由来する。

30

## 【0 1 2 4】

基本層と補強層との間のエネルギー比率  $r$  が与えられると、

## 【0 1 2 5】

## 【数 3 0】

$$\alpha = \sqrt{\frac{r}{2(1+r)}} \quad \text{および} \quad \beta = \sqrt{\frac{1}{2(1+r)}}$$

は、 $2(\alpha^2 + \beta^2) = 1$  になるように定義される。ここで、 $\alpha$  は基本層の振幅を示し、 $\beta$  は補強層の振幅を示す。また、 $2(\alpha^2 + \beta^2) = 1$  は、電力制限、より正確には正規化と呼ばれる制限である。

40

## 【0 1 2 6】

表 3 は、Q P S K 基本層及び Q P S K 補強層を有する階層化された変調票を示す。

(表 3)

## 【0 1 2 7】

【表 3】

変調器入力ビット				変調シンボル	
$s_3$	$s_2$	$s_1$	$s_0$	$m_I(k)$	$m_Q(k)$
0	0	0	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
0	0	1	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
1	0	0	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
1	0	1	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
0	0	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
0	0	0	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
1	0	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
1	0	0	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
1	1	0	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
1	1	1	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
0	1	0	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
0	1	1	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
1	1	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
1	1	0	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
0	1	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
0	1	0	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$

表 3 を参照すると、各カラムは、4 個のビット  $s_3$ 、 $s_2$ 、 $s_1$  及び  $s_0$  に対するシンボル位置を定義する。ここで、各シンボルの位置は、2 次元信号空間 ( $m_I$ ,  $m_Q$ ) に表示される。これは、各シンボルが

【 0 1 2 8 】

【 数 3 1 】

$$S(t) = [M_I \cos(2\pi f_0 t + \phi_0) + M_Q \sin(2\pi f_0 t + \phi_0)] \phi(t)$$

によって表現されることを意味する。簡単にすると、それぞれの [ $s_3$ 、 $s_2$ 、 $s_1$  及び  $s_0$ ] のための複素変調シンボル  $S = (m_I, m_Q)$  は、

【 0 1 2 9 】

【 数 3 2 】

$$S(t) = [M_I \cos(2\pi f_0 t + \phi_0) + M_Q \sin(2\pi f_0 t + \phi_0)] \phi(t)$$

で指定される。

【 0 1 3 0 】

ここで、 $\cos(2\pi f_0 t + \phi_0)$  及び  $\sin(2\pi f_0 t + \phi_0)$  は、初期位相  $\phi_0$  及びキャリア周波数  $f_0$  を有するキャリア信号を示す。また、 $\phi(t)$  は、伝送シンボルの形状であるパルス形状を示す。

【 0 1 3 1 】

上記の  $S(t)$  の定義において、 $m_I$  及び  $m_Q$  値を除いて、他のパラメータは、送信機と受信機との間で共有されるか、受信機自体によって検出される。正確に  $S(t)$  を復

10

20

30

40

50

調するために、 $m_I$  及び  $m_Q$  の可能な値情報を定義して共有する必要がある。

【 0 1 3 2 】

$k$  番目のシンボルに対する  $m_I$  及び  $m_Q$  値を表す  $m_I(k)$  及び  $m_Q(k)$  の可能な値が表 1 に記載されている。それぞれのグループ入力ビット  $s_3$ 、 $s_2$ 、 $s_1$  及び  $s_0$  を表現するために、シンボルは、表に示した対応するパラメーターによって変調される。

【 0 1 3 3 】

図 19 は、16 QAM / QPSK 階層変調に対して階層化された変調器の信号配置を示した図である。16 QAM 基本層及び QPSK 補強層を意味する 16 QAM / QPSK 階層変調を参照すると、それぞれの変調シンボルは、6 個のビット  $s_5$ 、 $s_4$ 、 $s_3$ 、 $s_2$ 、 $s_1$  及び  $s_0$  を含む。4 個の MSB ( $s_5$ 、 $s_4$ 、 $s_3$  及び  $s_2$ ) は基本層から由来し、2 個の LSB ( $s_1$  及び  $s_0$ ) は補強層から由来する。

10

【 0 1 3 4 】

基本層と補強層との間のエネルギー比率  $r$  が与えられると、

【 0 1 3 5 】

【 数 3 3 】

$$\alpha = \sqrt{\frac{r}{2(1+r)}} \quad \text{および} \quad \beta = \sqrt{\frac{1}{2(1+r)}}$$

は、 $2(\alpha^2 + \beta^2) = 1$  になるように定義される。ここで、 $\alpha$  は基本層の振幅を示し、

20

$\beta$  は補強層の振幅を示す。また、 $2(\alpha^2 + \beta^2) = 1$  は、電力制限、より正確には正規化と呼ばれる制限である。

【 0 1 3 6 】

表 4 は、16 QAM 基本層及び QPSK 補強層を有する階層化された変調票を示す。

( 表 4 )

【 0 1 3 7 】

【表 4 - 1】

変調器入力ビット						変調シンボル	
s5	s4	s3	s2	s1	s0	m <sub>I</sub> (k)	m <sub>Q</sub> (k)
0	0	0	0	0	0	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
0	0	0	1	0	0	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
1	0	0	0	0	0	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
1	0	0	1	0	0	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
0	0	0	1	1	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
0	0	0	0	1	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
1	0	0	1	1	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
1	0	0	0	1	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
0	0	0	1	0	1	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
0	0	0	0	0	1	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
1	0	0	1	0	1	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
1	0	0	0	0	1	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
0	0	0	0	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
0	0	0	1	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
1	0	0	0	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
1	0	0	1	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
1	1	0	0	0	0	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
1	1	0	1	0	0	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
0	1	0	0	0	0	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
0	1	0	1	0	0	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
1	1	0	1	1	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
1	1	0	0	1	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
0	1	0	1	1	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
0	1	0	0	1	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
1	1	0	1	0	1	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
1	1	0	0	0	1	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
0	1	0	1	0	1	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
0	1	0	0	0	1	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
1	1	0	0	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
1	1	0	1	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
0	1	0	0	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
0	1	0	1	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
1	0	1	0	0	0	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
1	0	1	1	0	0	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
0	0	1	0	0	0	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$

【表 4 - 2】

変調器入力ビット						変調シンボル	
s <sub>5</sub>	s <sub>4</sub>	s <sub>3</sub>	s <sub>2</sub>	s <sub>1</sub>	s <sub>0</sub>	m <sub>I</sub> (k)	m <sub>Q</sub> (k)
0	0	1	1	0	0	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
1	0	1	1	1	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
1	0	1	0	1	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
0	0	1	1	1	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
0	0	1	0	1	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
1	0	1	1	0	1	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
1	0	1	0	0	1	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
0	0	1	1	0	1	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
0	0	1	0	0	1	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
1	0	1	0	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
1	0	1	1	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
0	0	1	0	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
0	0	1	1	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
0	1	1	0	0	0	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
0	1	1	1	0	0	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
1	1	1	0	0	0	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
1	1	1	1	0	0	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
0	1	1	1	1	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
0	1	1	0	1	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
1	1	1	1	1	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
1	1	1	0	1	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
0	1	1	1	0	1	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
0	1	1	0	0	1	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
1	1	1	1	0	1	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
1	1	1	0	0	1	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
0	1	1	0	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
0	1	1	1	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
1	1	1	0	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
1	1	1	1	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$

表 4 を参照すると、それぞれのカラムは、6 個のビット  $s_5$ 、 $s_4$ 、 $s_3$ 、 $s_2$ 、 $s_1$  及び  $s_0$  に対するシンボル位置を定義する。ここで、各シンボルの位置は、2 次元信号空間 ( $m_I$ ,  $m_Q$ ) に表示される。これは、それぞれのシンボルが

【 0 1 3 9 】

【 数 3 4 】

$$S(t) = [M_I \cos(2\pi f_0 t + \phi_0) + M_Q \sin(2\pi f_0 t + \phi_0)] p(t)$$

によって表現されることを意味する。簡単にすると、それぞれの [ $s_5$ 、 $s_4$ 、 $s_3$ 、 $s_2$ 、 $s_1$  及び  $s_0$ ] のための複素変調シンボル  $S = (m_I, m_Q)$  は、

【 0 1 4 0 】

10

20

30

40

50



## 【数 3 5】

$$S(t) = [M_I \cos(2\pi f_0 t + \phi_0) + M_Q \sin(2\pi f_0 t + \phi_0)] p(t)$$

で指定される。

## 【0 1 4 1】

ここで、 $w_0$  はキャリア周波数で、 $\phi_0$  はキャリアの初期位相で、 $p(t)$  はシンボル形状またはパルス形状波である。ここで、 $\cos(2\pi f_0 t + \phi_0)$  及び  $\sin(2\pi f_0 t + \phi_0)$  は、初期位相  $\phi_0$  及びキャリア周波数  $f_0$  を有するキャリア信号を示す。また、 $p(t)$  は、伝送シンボルの形状であるパルス形状を示す。

10

## 【0 1 4 2】

上記の  $S(t)$  の定義において、 $m_I$  及び  $m_Q$  値を除いて、他のパラメータは、送信機と受信機との間で共有されるか、受信機自体によって検出される。正確に  $S(t)$  を復調するために、 $m_I$  及び  $m_Q$  の可能な値情報を定義して共有する必要がある。

## 【0 1 4 3】

$k$  番目のシンボルに対する  $m_I$  及び  $m_Q$  値を表す  $m_I(k)$  及び  $m_Q(k)$  の可能な値が表 1 に記載されている。それぞれのグループ入力ビット  $s_5$ 、 $s_4$ 、 $s_3$ 、 $s_2$ 、 $s_1$  及び  $s_0$  を表現するために、シンボルは、表に示した対応するパラメータによって変調される。

## 【0 1 4 4】

表 1 乃至 4 の  $m_I$  及び  $m_Q$  の定義に対して、上記の内容の他に、回転角  $\theta$  は、表と一緒に送信機と受信機との間で共有される必要がある。表 5 は、受信機と送信機が回転角情報を共有する方法に関する問題を処理するために使用される。

20

## 【0 1 4 5】

このために、表 5 は、回転角に 4 ビットを定義及び / またはマッピングするのに使用される。この表を受信機が予め知ると、送信機は、変調、階層化及び回転された次のシンボルを復調するための初期回転角を受信機に知らせるために、4 ビットのみを受信機に送る必要がある。この表は、4 ビット及び均一な量子化で回転角  $\theta$  を量子化する例である。異なる正確度のための異なる量子化規則及び異なる数のビットで回転角  $\theta$  を量子化することができる。

30

## 【0 1 4 6】

特に、この表は、階層変調が可能であるとき、送信機及び受信機（例えば、アクセスネットワーク及びアクセス端末）によって予め共有されるか、受信機（例えば、アクセス端末）に放送でダウンロードされるか、送信機（例えば、アクセスネットワーク）のみによって用いられる。階層変調に対するデフォルト回転ワードは、0.0 に対応する 0 0 0 0 である。

## 【0 1 4 7】

また、この表は、階層化されて回転された変調を復調するために、受信機によって使用される。通常または回転されていない階層化された変調と比較して、初期回転角はゼロ（0）である。ゼロの初期回転角の情報は、送信機と受信機との間の暗黙的な合意である。しかし、階層化されて回転された変調のために、この情報は、送信機及び / または受信機の間で暗黙的に共有されないこともある。すなわち、この初期回転角を受信機に送信または通知するメカニズムが必要である。

40

（表 5）

## 【0 1 4 8】

【表 5 - 1】

インデックス	回転角に対するビット	マッピングされた回転角(度)	
		単位(度)	単位(ラジアン)

【 0 1 4 9 】

【表 5 - 2】

0	0000	0.0	0.0
1	0001	2.81	0.04909
2	0011	5.63	0.09817
3	0010	8.44	0.1473
4	0110	11.25	0.1963
5	0111	14.06	0.2454
6	0101	16.88	0.2945
7	0100	19.69	0.3436
8	1100	22.50	0.3927
9	1101	25.31	0.4418
10	1111	28.13	0.4909
11	1110	30.94	0.5400
12	1010	33.75	0.5890
13	1011	36.56	0.6381
14	1001	39.38	0.6872
15	1000	42.19	0.7363

B C M C S に対する階層化された変調または重畳変調の他の応用において、階層化された変調は、任意の 2 個の変調方式の重畳である。B C M C S において、Q P S K 補強層は、基本 Q P S K または 1 6 Q A M 層上に重畳され、結果的な信号配置を得る。エネルギー比率  $r$  は、基本層と補強層との間の電力比率である。また、補強層は、反時計方向に角 だけ回転される。

【 0 1 5 0 】

図 2 0 は、Q P S K 基本層及び Q P S K 補強層を有する階層変調に対する信号配置を示した図である。図 2 0 を参照すると、それぞれの変調信号は、4 個のビット、すなわち、 $s_3$ 、 $s_2$ 、 $s_1$  及び  $s_0$  を含む。ここで、2 個の最上位ビット (M S B)  $s_3$  及び  $s_1$ 、及び 2 個の最下位ビット (L S B)  $s_2$  及び  $s_0$  が存在する。2 個の M S B は基本層から由来し、2 個の L S B は補強層から由来する。

【 0 1 5 1 】

基本層と補強層との間のエネルギー比率  $r$  が与えられると、

【 0 1 5 2 】

10

20

30

40

## 【数 3 6】

$$\alpha = \sqrt{\frac{r}{2(1+r)}} \quad \text{および} \quad \beta = \sqrt{\frac{1}{2(1+r)}}$$

は、 $2(\alpha^2 + \beta^2) = 1$  になるように定義される。ここで、 $\alpha$  は基本層の振幅を示し、 $\beta$  は補強層の振幅を示す。また、 $2(\alpha^2 + \beta^2) = 1$  は、電力制限、より正確には正規化と呼ばれる制限である。

## 【0 1 5 3】

表 6 は、Q P S K 基本層及び Q P S K 補強層を有する階層化された変調票を示す。

(表 6)

## 【0 1 5 4】

## 【表 6】

変調器入力ビット				変調シンボル	
$s_3$	$s_2$	$s_1$	$s_0$	$m_I(k)$	$m_Q(k)$
0	0	0	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
0	0	1	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
1	0	0	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
1	0	1	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
0	0	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
0	0	0	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
1	0	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
1	0	0	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
1	1	0	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
1	1	1	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
0	1	0	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
0	1	1	0	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
1	1	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
1	1	0	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
0	1	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
0	1	0	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$

表 6 を参照すると、それぞれのカラムは、4 個のビット  $s_3$ 、 $s_2$ 、 $s_1$  及び  $s_0$  に対するシンボル位置を定義する。ここで、各シンボルの位置は、2 次元信号空間 ( $m_I$ ,  $m_Q$ ) に表示される。これは、各シンボルが

## 【0 1 5 5】

## 【数 3 7】

$$S(t) = [M_I \cos(2\pi f_0 t + \phi_0) + M_Q \sin(2\pi f_0 t + \phi_0)] \dot{\phi}(t)$$

によって表現されることを意味する。簡単にすると、それぞれの [ $s_3$ 、 $s_2$ 、 $s_1$  及び

$s_0$  ] のための複素変調シンボル  $S = (m_I, m_Q)$  は、

【 0 1 5 6 】

【 数 3 8 】

$$S(t) = [M_I \cos(2\pi f_0 t + \phi_0) + M_Q * \sin(2\pi f_0 t + \phi_0)] \phi(t)$$

で指定される。

【 0 1 5 7 】

ここで、 $\cos(2\pi f_0 t + \phi_0)$  及び  $\sin(2\pi f_0 t + \phi_0)$  は、初期位相  $\phi_0$  及びキャリア周波数  $f_0$  を有するキャリア信号を示す。また、 $\phi(t)$  は、伝送シンボルの形状であるパルス形状を示す。

10

【 0 1 5 8 】

上記の  $S(t)$  の定義において、 $m_I$  及び  $m_Q$  値を除いて、他のパラメータは、送信機と受信機との間で共有されるか、受信機自体によって検出される。正確に  $S(t)$  を復調するために、 $m_I$  及び  $m_Q$  の可能な値情報を定義して共有する必要がある。

【 0 1 5 9 】

$k$  番目のシンボルに対する  $m_I$  及び  $m_Q$  値を表す  $m_I(k)$  及び  $m_Q(k)$  の可能な値が表 1 に記載されている。各グループ入力ビット  $s_3$ 、 $s_2$ 、 $s_1$  及び  $s_0$  を表現するために、シンボルは、表に示した対応するパラメータによって変調される。

【 0 1 6 0 】

図 2 1 は、16 QAM / QPSK 階層変調に対して階層化された変調器の信号配置を示した図である。16 QAM 基本層及び QPSK 補強層を意味する 16 QAM / QPSK 階層変調を参照すると、各変調シンボルは、6 個のビット  $s_5$ 、 $s_4$ 、 $s_3$ 、 $s_2$ 、 $s_1$  及び  $s_0$  を含む。4 個の MSB ( $s_5$ 、 $s_4$ 、 $s_3$  及び  $s_2$ ) は基本層から由来し、2 個の LSB ( $s_1$  及び  $s_0$ ) は補強層から由来する。

20

【 0 1 6 1 】

基本層と補強層との間のエネルギー比率  $r$  が与えられると、

【 0 1 6 2 】

【 数 3 9 】

$$\alpha = \sqrt{\frac{r}{2(1+r)}} \quad \text{および} \quad \beta = \sqrt{\frac{1}{2(1+r)}}$$

30

は、 $2(\alpha^2 + \beta^2) = 1$  になるように定義される。ここで、 $\alpha$  は基本層の振幅を示し、

$\beta$  は補強層の振幅を示す。また、 $2(\alpha^2 + \beta^2) = 1$  は、電力制限、より正確には正規化と呼ばれる制限である。

【 0 1 6 3 】

表 7 は、16 QAM 基本層及び QPSK 補強層を有する階層化された変調票を示す。

(表 7)

【 0 1 6 4 】

【表 7 - 1】

変調器入力ビット						変調シンボル	
s5	s4	s3	s2	s1	s0	$m_I(k)$	$m_Q(k)$
0	0	0	0	0	0	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
0	0	0	1	0	0	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
1	0	0	0	0	0	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
1	0	0	1	0	0	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
0	0	0	1	0	1	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
0	0	0	0	0	1	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
1	0	0	1	0	1	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
1	0	0	0	0	1	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
0	0	0	1	1	0	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
0	0	0	0	1	0	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
1	0	0	1	1	0	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
1	0	0	0	1	0	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
0	0	0	0	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
0	0	0	1	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
1	0	0	0	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
1	0	0	1	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
1	0	1	0	0	0	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
1	0	1	1	0	0	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
0	0	1	0	0	0	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
0	0	1	1	0	0	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
1	0	1	1	0	1	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
1	0	1	0	0	1	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
0	0	1	1	0	1	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
0	0	1	0	0	1	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
1	0	1	1	1	0	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
1	0	1	0	1	0	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
1	0	1	1	1	0	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
0	0	1	0	1	0	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
1	0	1	0	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
1	0	1	1	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
0	0	1	0	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
0	0	1	1	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
1	1	0	0	0	0	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
1	1	0	1	0	0	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
0	1	0	0	0	0	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$

【表 7 - 2】

変調器入力ビット						変調シンボル	
s <sub>5</sub>	s <sub>4</sub>	s <sub>3</sub>	s <sub>2</sub>	s <sub>1</sub>	s <sub>0</sub>	m <sub>I</sub> (k)	m <sub>Q</sub> (k)
0	1	0	1	0	0	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
1	1	0	1	0	1	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
1	1	0	0	0	1	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
0	1	0	1	0	1	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
0	1	0	0	0	1	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
1	1	0	1	1	0	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
1	1	0	0	1	0	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
0	1	0	1	1	0	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
0	1	0	0	1	0	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
1	1	0	0	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
1	1	0	1	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
0	1	0	0	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
0	1	0	1	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$-3\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
0	1	1	0	0	0	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
0	1	1	1	0	0	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
1	1	1	0	0	0	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
1	1	1	1	0	0	$3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
0	1	1	1	0	1	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
0	1	1	0	0	1	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
1	1	1	1	0	1	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
1	1	1	0	0	1	$\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
0	1	1	1	1	0	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
0	1	1	0	1	0	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
1	1	1	1	1	0	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
1	1	1	0	1	0	$-3\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$
0	1	1	0	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + \pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + \pi/4)\beta$
0	1	1	1	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 3\pi/4)\beta$
1	1	1	0	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 7\pi/4)\beta$
1	1	1	1	1	1	$-\alpha + \sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/4)\beta$	$-\alpha + \sqrt{2} \sin(\theta + 5\pi/4)\beta$

表 7 を参照すると、各カラムは、6 個のビット  $s_5$ 、 $s_4$ 、 $s_3$ 、 $s_2$ 、 $s_1$  及び  $s_0$  に対するシンボル位置を定義する。ここで、各シンボルの位置は、2 次元信号空間 ( $m_I$ 、 $m_Q$ ) に表示される。これは、各シンボルが

【 0 1 6 6 】

【 数 4 0 】

$$S(t) = [M_I \cos(2\pi f_0 t + \phi_0) + M_Q \sin(2\pi f_0 t + \phi_0)] \phi(t)$$

によって表現されることを意味する。簡単にすると、それぞれの [ $s_5$ 、 $s_4$ 、 $s_3$ 、 $s_2$ 、 $s_1$  及び  $s_0$ ] のための複素変調シンボル  $S = (m_I, m_Q)$  は、

【 0 1 6 7 】

## 【数 4 1】

$$S(t) = [M_I \cos(2\pi f_0 t + \phi_0) + M_Q \sin(2\pi f_0 t + \phi_0)] \phi(t)$$

で指定される。

## 【0168】

ここで、 $w_0$  はキャリア周波数で、 $\phi_0$  はキャリアの初期位相で、 $\phi(t)$  はシンボル形状またはパルス形状波である。ここで、 $\cos(2\pi f_0 t + \phi_0)$  及び  $\sin(2\pi f_0 t + \phi_0)$  は、初期位相  $\phi_0$  及びキャリア周波数  $f_0$  を有するキャリア信号を示す。また、 $\phi(t)$  は、伝送シンボルの形状であるパルス形状を示す。

## 【0169】

上記の  $S(t)$  の定義において、 $m_I$  及び  $m_Q$  値を除いて、他のパラメータは、送信機と受信機との間で共有されるか、受信機自体によって検出される。正確に  $S(t)$  を復調するために、 $m_I$  及び  $m_Q$  の可能な値情報を定義して共有する必要がある。

## 【0170】

$k$  番目のシンボルに対する  $m_I$  及び  $m_Q$  値を表す  $m_I(k)$  及び  $m_Q(k)$  の可能な値が表 1 に記載されている。それぞれのグループ入力ビット  $s_5$ 、 $s_4$ 、 $s_3$ 、 $s_2$ 、 $s_1$  及び  $s_0$  を表現するために、シンボルは、表に示した対応するパラメータによって変調される。

## 【0171】

しかし、補強層信号配置が回転し、パワー分割比率が変化するとき、ユークリッド距離プロファイルは変化可能である。これは、図 2 1 の本来のグレイマッピングが、例えば、常に選択的なものではないことを意味する。この場合、それぞれのユークリッド距離ファイルの例に基づいてビット - ツー - シンボル再マッピングを行う必要がある。図 2 2 は、回転された QPSK / QPSK 階層変調のためのグレイマッピングを示した図である。

## 【0172】

信号配置の BER 性能は、特に SNR が高いとき、最小のユークリッド距離を有するシンボル対によって調整される。したがって、最も近い 2 個の信号に対するコードが最小距離を有する最適のビット - ツー - シンボルマッピング規則を探すべきである。

## 【0173】

一般的に、チャネルコーディングと一緒に行われる 2 次元信号でのグレイマッピングは、類似した同一の信号のための BER を最小化するために選択的である。通常の階層信号配置のためのグレイマッピングは、図 2 1 に示されている。ここで、2 個の最も近い信号のためのコードは、一つのビットのみで異なる。しかし、このような種類のユークリッド距離プロファイルは、階層変調で固定されないこともある。異なる回転角を有する 16 QAM / QPSK 階層変調の最小のユークリッド距離の例は、図 2 3 に示されている。

## 【0174】

図 2 3 は、補強された QPSK / QPSK 階層変調の一例を示した図である。図 2 3 を参照すると、基本層は QPSK に変調され、補強層は、回転された QPSK に変調される。階層変調が適用されると、新しい QPSK / QPSK 階層変調が、この図面に示すように得られる。

## 【0175】

また、2 層の階層変調で電力分割比率が増加するとき、層間ユークリッド距離が最も小さくなる。これは、補強層が回転されるときに発生する。ユークリッド距離プロファイルが階層変調で変わるとき、BER を最小化するために、図 2 4 及び図 2 5 に示すように、ビット - ツー - シンボルマッピングが再び行われる。

## 【0176】

図 2 4 は、新しい QPSK / QPSK 階層変調の一例を示した図で、図 2 5 は、新しい QPSK / QPSK 階層変調の他の例を示した図である。

## 【0177】

上述したように、新しいビット - ツー - シンボル発生構造が導入される。従来の構造に

10

20

30

40

50

よると、シンボルマッピングモード選択が用いられていなかった。図26は、新しいビット・ツー・シンボルブロックを示した図である。ここで、ビット・ツー・シンボルマッピングが行われるとき、シンボルマッピングモードが選択される。特に、新しいシンボルマッピングモード選択ブロックが、使用された階層変調及びチャネルコーディングの信号配置に基づいてビット・ツー・シンボルマッピング規則を制御及び/または選択するように追加される。

【0178】

本発明は、本発明の範囲を逸脱しない限度内で多様に変更可能である。本発明は、添付された特許請求の範囲及びその同等物の範囲内で提供される変形をカバーする。

【図面の簡単な説明】

10

【0179】

【図1】一般化されたMC-CDM構造の一例を示した図である。

【図2】一般化されたMC-CDM構造の他の例を示した図である。

【図3】グループ上でプリコーディング/回転を行う一般化されたMC-CDM構造の一例を示した図である。

【図4】多段回転を示した図である。

【図5】一般化されたMC-CDM構造の他の例を示した図である。

【図6】周波数領域インターレース(interlaced)MC-CDMを示した図である。

【図7】グレー(Gray)コーディングの一例を示した図である。

20

【図8】通常のQPSK/QPSK階層変調または16QAM変調のためのマッピングを示した図である。

【図9】16QAM/QPSKのためのビット・ツー・シンボルマッピングの一例を示した図である。

【図10】16QAM/QPSKのためのビット・ツー・シンボルマッピングの他の例を示した図である。

【図11】16QAM/QPSKのためのビット・ツー・シンボルマッピングの他の例を示した図である。

【図12】16QAM/QPSKのためのビット・ツー・シンボルマッピングの他の例を示した図である。

30

【図13】QPSK/QPSKのためのビット・ツー・シンボルマッピングの一例を示した図である。

【図14】基本層0×0に対する補強層ビット・ツー・シンボルを示した図である。

【図15】基本層0×1に対する補強層ビット・ツー・シンボルを示した図である。

【図16】QPSK/QPSK階層変調に対して階層化された変調器の信号配置を示した図である。

【図17】16QAM/QPSK階層変調に対して階層化された変調器の信号配置を示した図である。

【図18】QPSK/QPSK階層変調に対して階層化された変調器の信号配置を示した図である。

40

【図19】16QAM/QPSK階層変調に対して階層化された変調器の信号配置を示した図である。

【図20】QPSK基本層及びQPSK補強層を有する階層化された変調のための信号配置を示した図である。

【図21】16QAM/QPSK階層変調に対して階層化された変調器の信号配置を示した図である。

【図22】回転されたQPSK/QPSK階層変調のためのグレーマッピングを示した図である。

【図23】補強されたQPSK/QPSK階層変調の一例を示した図である。

【図24】新しいQPSK/QPSK階層変調の一例を示した図である。

50

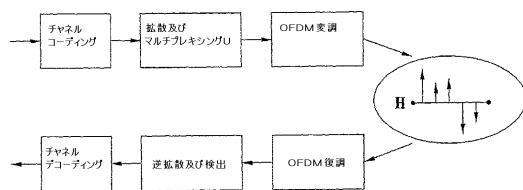


【図 25】新しい QPSK / QPSK 階層変調の他の例を示した図である。

【図 26】新しいビット - ツー - シンボルブロックを示した図である。

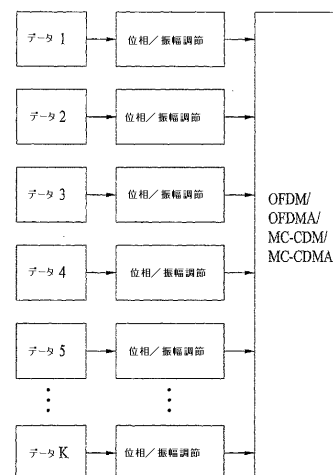
【図 1】

FIG. 1



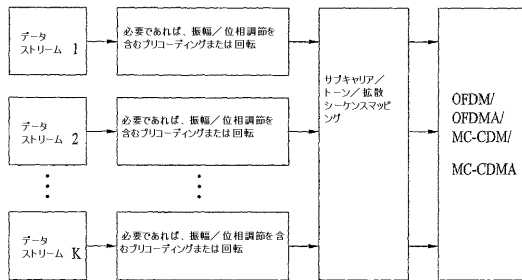
【図 2】

FIG. 2



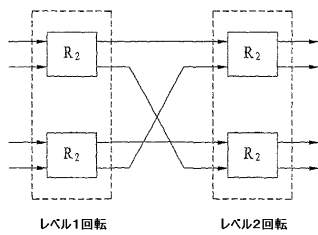
【図 3】

FIG. 3



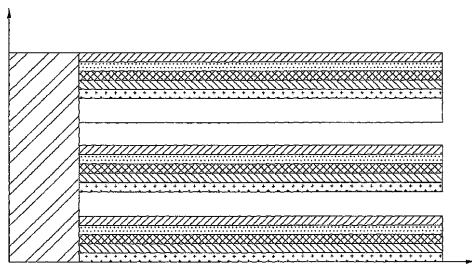
【図 4】

FIG. 4



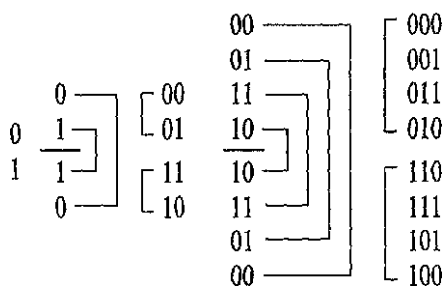
【図 6】

FIG. 6



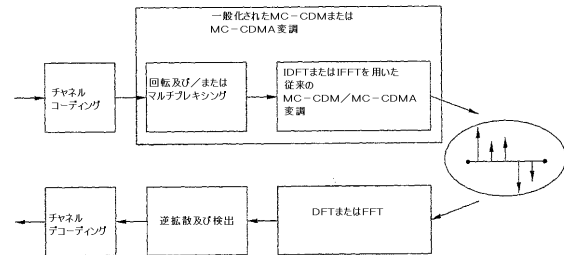
【図 7】

FIG. 7



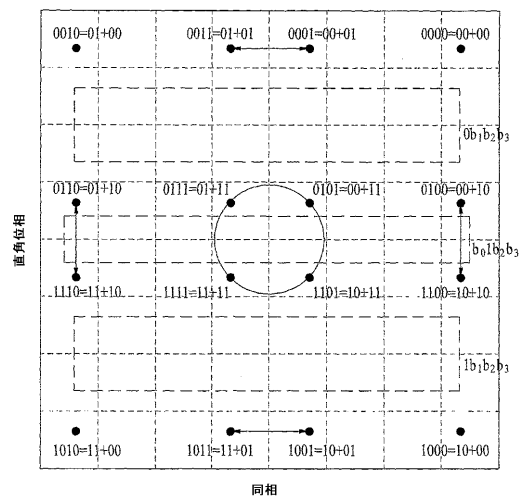
【図 5】

FIG. 5



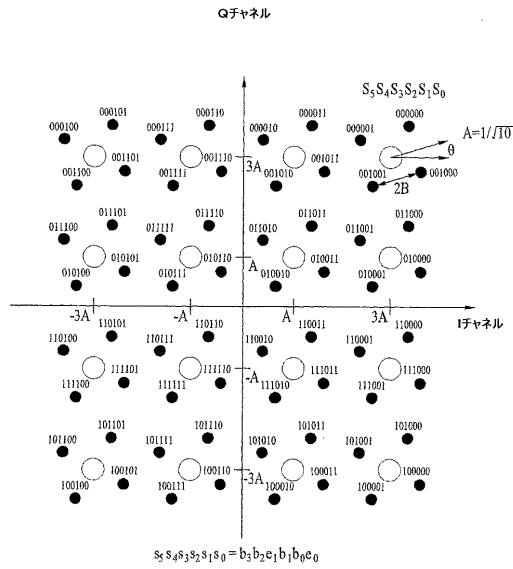
【図 8】

FIG. 8



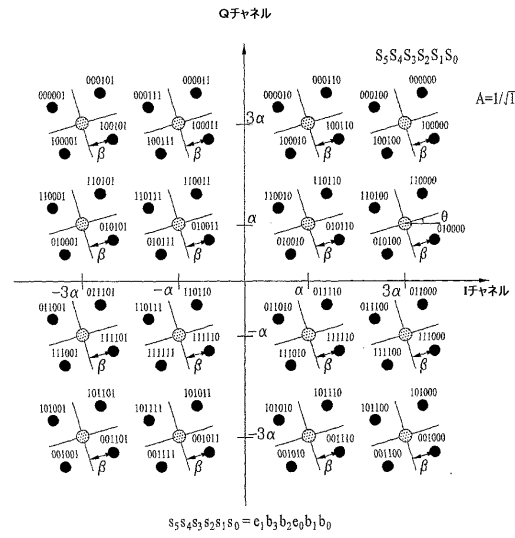
【図 9】

FIG. 9



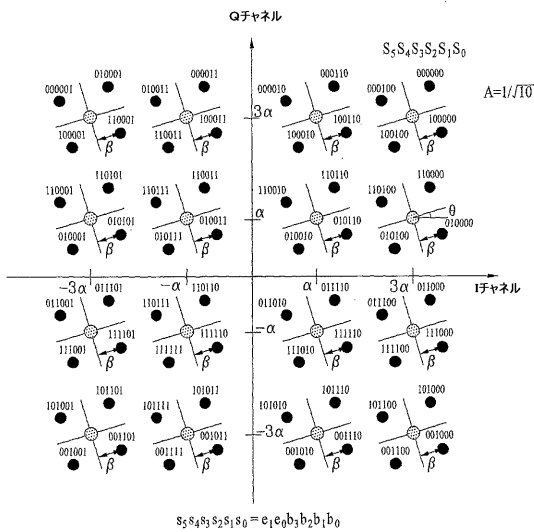
【図 10】

FIG. 10



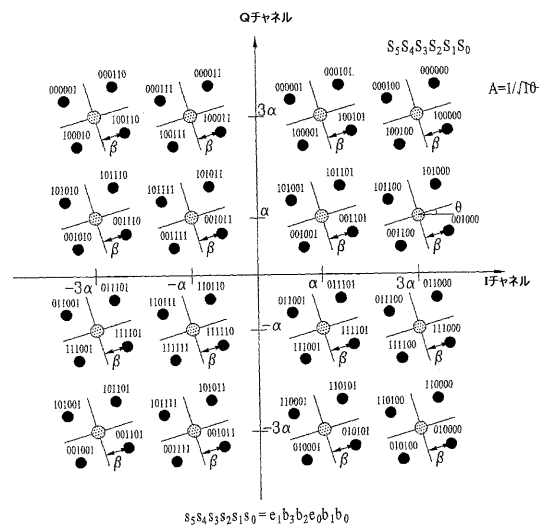
【図 11】

FIG. 11



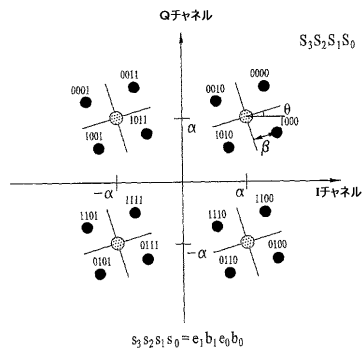
【図 12】

FIG. 12



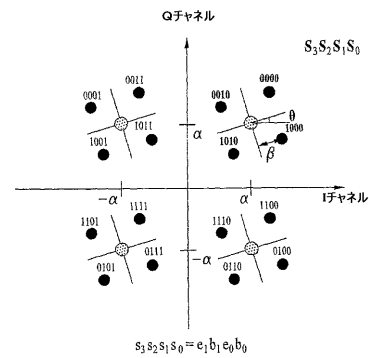
【図 13】

FIG. 13



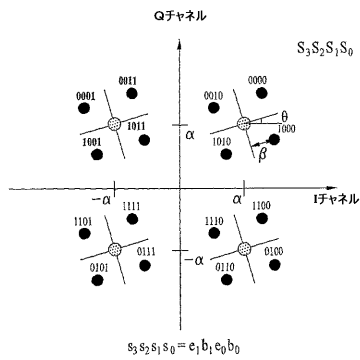
【図 14】

FIG. 14



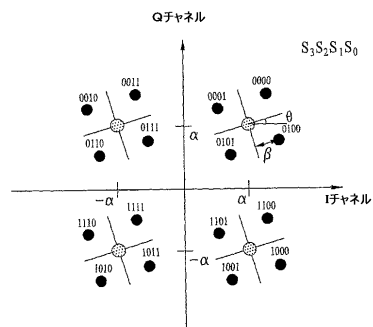
【図 15】

FIG. 15



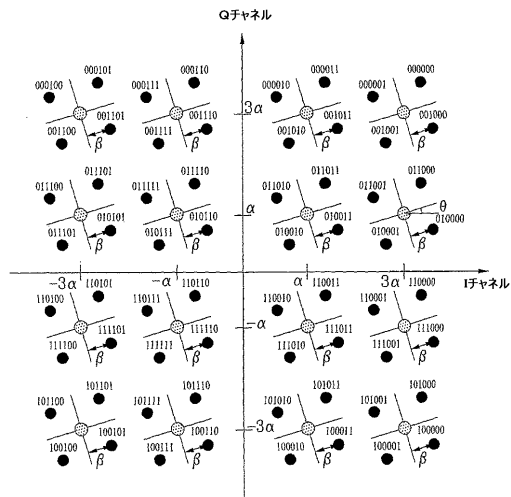
【図 16】

FIG. 16



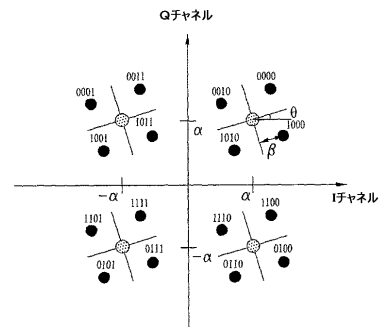
【図 17】

FIG. 17



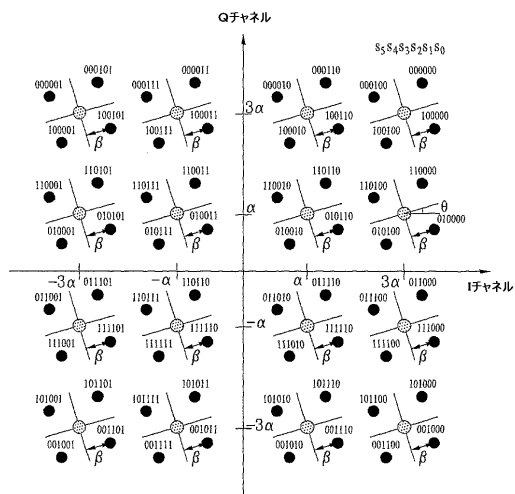
【図 18】

FIG. 18



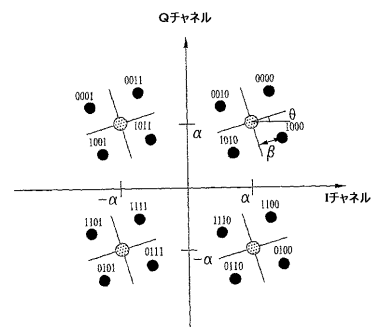
【図 19】

FIG. 19



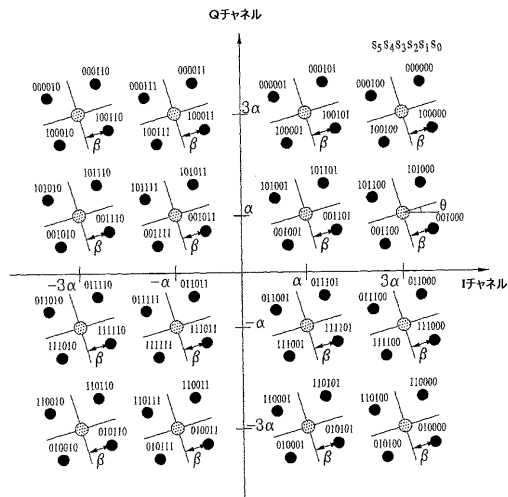
【図 20】

FIG. 20



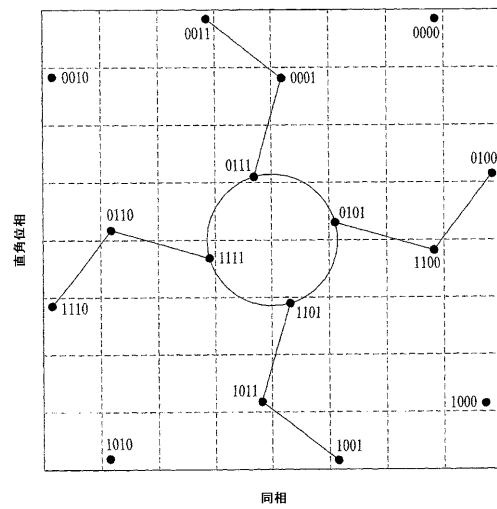
【図 2 1】

FIG. 21



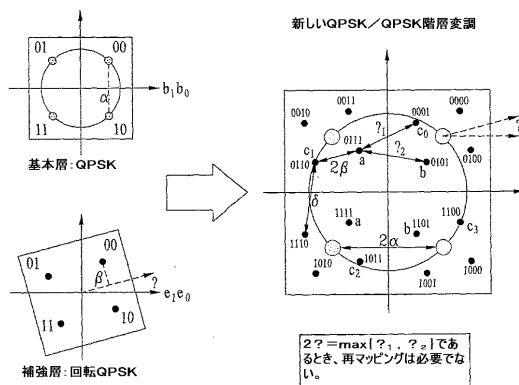
【図 2 2】

FIG. 22



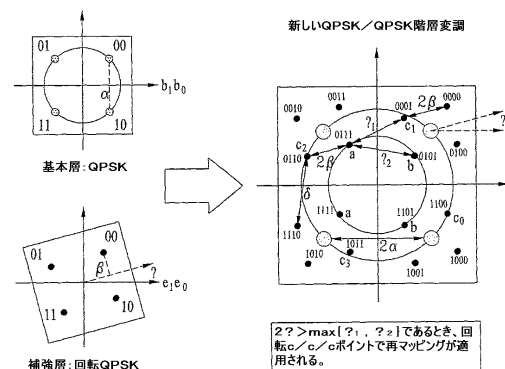
【図 2 3】

FIG. 23



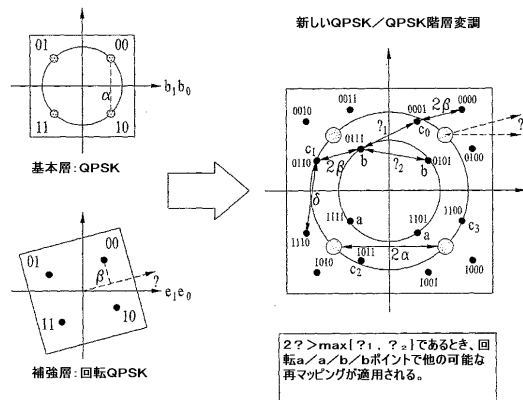
【図 2 4】

FIG. 24



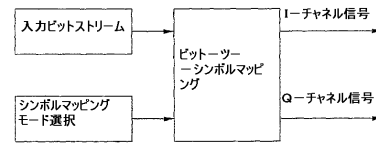
【図 25】

FIG. 25



【図 26】

FIG. 26



## フロントページの続き

(31)優先権主張番号 60/909,906

(32)優先日 平成19年4月3日(2007.4.3)

(33)優先権主張国 米国(US)

(31)優先権主張番号 60/910,420

(32)優先日 平成19年4月5日(2007.4.5)

(33)優先権主張国 米国(US)

(72)発明者 ヨン, ヤン チョル

アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 2 1 2 2, サン ディエゴ, ショアライン ドライブ  
7 2 1 4 ナンバー 1 7 9

(72)発明者 キム, サン コク

アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 2 1 2 8, サン ディエゴ, クリークビュー ドライブ  
1 2 3 3 3 ナンバー 4 6

(72)発明者 スン, リ-シャン

アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 2 1 2 6, サン ディエゴ, ゴールド コースト ドラ  
イブ 9 5 0 5, ナンバー 1 4 2

(72)発明者 クウォン, ソン イル

アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 2 1 2 8, サン ディエゴ, クリークビュー ドライブ  
1 2 3 2 9 ナンバー 4 2

(72)発明者 リ, スク ウー

アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 2 1 2 8, サン ディエゴ, ボールトン アベニュー  
1 1 7 3 3

(72)発明者 キム, ホ ビン

アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 2 1 2 1, サン ディエゴ, ジェネシー アベニュー  
9 6 0 5 ナンバージェイ 1

(72)発明者 イ, ビュン クワン

アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 2 1 3 0, サン ディエゴ, ジョーダン リッジ コー  
ト 1 2 7 7 2 1

審査官 北村 智彦

(56)参考文献 特開平 1 0 - 0 3 2 5 5 7 ( J P , A )

特開 2 0 0 3 - 1 7 9 5 7 3 ( J P , A )

特表平 0 8 - 5 0 6 4 7 3 ( J P , A )

特開平 0 6 - 3 0 3 2 7 0 ( J P , A )

国際公開第 2 0 0 5 / 0 2 0 5 2 9 ( W O , A 1 )

特開 2 0 0 1 - 1 6 0 7 6 8 ( J P , A )

特開平 0 7 - 0 9 9 5 2 2 ( J P , A )

特開 2 0 0 4 - 1 2 8 9 8 8 ( J P , A )

国際公開第 2 0 0 5 / 0 0 4 3 6 7 ( W O , A 1 )

(58)調査した分野(Int.Cl., D B 名)

H04J 11/00

H04B 1/69-1/713

H04J 13/00-13/22