

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4568285号
(P4568285)

(45) 発行日 平成22年10月27日(2010.10.27)

(24) 登録日 平成22年8月13日(2010.8.13)

(51) Int.Cl.

F 1

HO4W 52/34 (2009.01)
HO4W 72/04 (2009.01)HO4Q 7/00 445
HO4Q 7/00 548

請求項の数 20 (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2006-537265 (P2006-537265)
 (86) (22) 出願日 平成16年11月5日 (2004.11.5)
 (65) 公表番号 特表2007-511121 (P2007-511121A)
 (43) 公表日 平成19年4月26日 (2007.4.26)
 (86) 國際出願番号 PCT/EP2004/012563
 (87) 國際公開番号 WO2005/046275
 (87) 國際公開日 平成17年5月19日 (2005.5.19)
 審査請求日 平成19年6月14日 (2007.6.14)
 (31) 優先権主張番号 03025481.7
 (32) 優先日 平成15年11月6日 (2003.11.6)
 (33) 優先権主張国 歐州特許庁 (EP)

(73) 特許権者 000005821
 パナソニック株式会社
 大阪府門真市大字門真1006番地
 (74) 代理人 100105050
 弁理士 驚田 公一
 (72) 発明者 ヴェンゲルター クリストイアン
 ドイツ国 63924 クラインホイバッ
 ハ バーンホフ シュトラーセ 10デー
 (72) 発明者 ゴリチェック エドラー フォン エルプバ
 ルト アレクサンダー
 ドイツ国 64285 ダルムシュタット
 ウィルヘルミネンシュトラーセ 32

審査官 浦口 幸宏

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】セルラ無線通信システムにおける干渉均衡化のための、チャネル割り当て中の送信電力レベル設定

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

無線通信システムにおける基地局により無線セル間の干渉の分布を均衡化させる方法であって、前記システムが通信に複数のサブキャリアブロックが使用される複数の無線セルを有し、前記各サブキャリアブロックが複数のサブキャリアを有し、幾つかの隣接無線セルがセルクラスタを構成し、

前記基地局が、前記サブキャリアブロックを前記セルクラスタの前記各無線セルにおける同じ複数のサブキャリアブロックセットにグループ化するステップと、

前記基地局が、前記セルクラスタの前記無線セルに対して複数の送信電力レベルを決定するステップと、

前記基地局が、前記セルクラスタの前記無線セルの前記サブキャリアブロックセットに前記複数の送信電力レベルのうちの一つを割り当てるステップと、を備える方法。

【請求項2】

無線通信システムにおける基地局により無線セル間の干渉の分布を均衡化させる方法であって、前記システムが通信に複数のサブキャリアブロックが使用される複数の無線セルを有し、前記各サブキャリアブロックが複数のサブキャリアを有し、N個 (Nは2以上の整数) の隣接無線セルがセルクラスタを構成し、前記セルクラスタの前記無線セルそれぞれが同じサブキャリアを有するサブキャリアブロックセットを備え、

前記基地局が、前記サブキャリアブロックを前記セルクラスタの前記各無線セルの同じN個のサブキャリアブロックセットにグループ化するステップと、

10

20

前記基地局が、前記セルクラスタの前記無線セルに対してN個の送信電力レベルを決定するステップと、

前記基地局が、前記セルクラスタの前記無線セルの前記サブキャリアブロックセットに前記N個の送信電力レベルのうちの一つを割り当てるステップと、を備える方法。

【請求項3】

無線通信システムにおける基地局により無線セル間の干渉の分布を均衡化させる方法であって、前記システムが通信に複数のサブキャリアブロックが使用される複数の無線セルを有し、前記各サブキャリアブロックが複数のサブキャリアを有し、N個（Nは2以上の整数）の隣接無線セルがセルクラスタを構成し、前記セルクラスタの前記無線セルそれぞれが同じサブキャリアを有するサブキャリアブロックセットを備え、

10

前記基地局が、前記サブキャリアブロックを前記セルクラスタの前記各無線セルの同じ $x \cdot N$ 個（xは1以上の整数）のサブキャリアブロックセットにグループ化するステップと、

前記基地局が、前記セルクラスタの前記無線セルに対して $y \cdot N$ 個（yは1以上の整数）の送信電力レベルを決定するステップと、

前記基地局が、無線セルにおける前記 $y \cdot N$ 個の送信電力レベルのうちの一部が前記無線セルの前記 $x \cdot N$ 個のサブキャリアブロックセットの一つに割り当てられ、且つ、平均して y / x 個の送信電力レベルが一つのサブキャリアブロックセットに割り当てられるように、 $y \cdot N$ 個の送信電力レベルを前記セルクラスタの前記無線セルの前記 $x \cdot N$ 個のサブキャリアブロックセットに割り当てるステップと、を備える方法。

20

【請求項4】

無線セルにおける前記送信電力レベル間のオフセットが無線セル間で異なる、請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の方法。

【請求項5】

前記通信システムが前記複数の無線セルと関連付けられる基地局と通信する複数の通信端末を備え、

前記基地局が、通信端末の通信信号の伝搬路損失、および、前記通信信号に対する隣接無線セルからの干渉による伝搬路損失を測定するステップと、

前記基地局が、前記測定に基づいて前記通信端末を無線セルにおけるサブキャリアブロックセットの少なくとも一つのサブキャリアブロックに割り当てるステップと、を更に備える請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の方法。

30

【請求項6】

前記基地局が、前記測定に基づいて前記通信端末に対する送信電力レベルを決定するステップを更に備え、前記決定された送信電力レベルに基づいて前記通信端末がブロックセットの少なくとも一つのサブキャリアブロックに割り当てる、請求項5記載の方法。

【請求項7】

異なる無線セルにおける送信電力レベルが異なる、請求項1乃至請求項6のいずれかに記載の方法。

【請求項8】

前記基地局が、無線セルにおける前記サブキャリアブロックセットを再構成するステップを更に備える、請求項1乃至請求項7のいずれかに記載の方法。

40

【請求項9】

前記基地局が、無線セルにおける前記送信電力レベルを再構成するステップを更に備える、請求項1乃至請求項8のいずれかに記載の方法。

【請求項10】

前記無線セルにおける前記電力レベルおよび/または前記サブキャリアブロックセットの再構成が、セルクラスタの他の無線セルに従って実行される、請求項8または請求項9記載の方法。

【請求項11】

前記再構成がチャネル品質の測定に基づく、請求項8乃至請求項10のいずれかに記載

50

の方法。

【請求項 1 2】

前記基地局が、無線セルにおける前記サブキャリアブロックセットの再構成に関する情報を無線セルから少なくとも一つの隣接無線セルにシグナリングするステップを更に備える、請求項 1 乃至請求項 1 1 のいずれかに記載の方法。

【請求項 1 3】

前記基地局が、無線セルにおけるチャネル品質に関する情報を無線セルから少なくとも一つの隣接無線セルにシグナリングするステップを更に備える、請求項 1 乃至請求項 1 2 のいずれかに記載の方法。

【請求項 1 4】

前記基地局が、通信システムにおける制御ユニットに情報をシグナリングするステップを更に備える、請求項 1 2 または請求項 1 3 記載の方法。

10

【請求項 1 5】

前記基地局が、サブキャリアブロック割り当ておよび / またはサブキャリアブロックセット割り当てに関する情報を通信端末にシグナリングするステップを更に備える、請求項 5 乃至請求項 1 4 のいずれかに記載の方法。

【請求項 1 6】

無線通信システムにおける基地局であって、前記システムが通信に複数のサブキャリアブロックが使用される複数の無線セルを備え、各サブキャリアブロックが複数のサブキャリアを有し、幾つかの隣接無線セルがセルクラスタを構成し、

20

前記サブキャリアブロックを前記セルクラスタの前記各無線セルにおける同じ複数のサブキャリアブロックセットにグループ化する処理手段と、

前記セルクラスタの前記無線セルに対して複数の送信電力レベルを決定する決定手段と、

前記複数の送信電力レベルのうちの一つを前記セルクラスタの無線セルの前記サブキャリアブロックセットに割り当てる割り当て手段と、を備える基地局。

【請求項 1 7】

無線通信システムにおける基地局であって、前記システムが通信に複数のサブキャリアブロックが使用される複数の無線セルを備え、各サブキャリアブロックが複数のサブキャリアを有し、N 個 (N は 2 以上の整数) の隣接無線セルがセルクラスタを構成し、前記セルクラスタの前記無線セルそれが同じサブキャリアを有するサブキャリアブロックセットを備え、

30

前記サブキャリアブロックを前記セルクラスタの前記各無線セルにおける同じ N 個のサブキャリアブロックセットにグループ化する処理手段と、

前記セルクラスタの前記無線セルに対して N 個の送信電力レベルを決定する決定手段と、

前記 N 個の送信電力レベルのうちの一つを前記セルクラスタの無線セルの前記サブキャリアブロックセットに割り当てる割り当て手段と、を備える基地局。

【請求項 1 8】

無線通信システムにおける基地局であって、前記システムが通信に複数のサブキャリアブロックが使用される複数の無線セルを備え、各サブキャリアブロックが複数のサブキャリアを有し、N 個 (N は 2 以上の整数) の隣接無線セルがセルクラスタを構成し、前記セルクラスタの前記無線セルそれが同じサブキャリアを有するサブキャリアブロックセットを備え、

40

前記サブキャリアブロックを前記セルクラスタの前記各無線セルにおける同じ x · N 個 (x は 1 以上の整数) のサブキャリアブロックセットにグループ化する処理手段と、

前記セルクラスタの前記無線セルに対して y · N 個 (y は 1 以上の整数) の送信電力レベルを決定する決定手段と、

無線セルにおける前記 y · N 個の送信電力レベルのうちの一部が前記無線セルの前記 x · N 個のサブキャリアブロックセットの一つに割り当てられ、且つ、平均して y / x 個の

50

送信電力レベルが一つのサブキャリアプロックセットに割り当てられるように、前記y・N個の送信電力レベルを前記セルクラスタの無線セルの前記x・N個のサブキャリアプロックセットに割り当てる割り当て手段と、を備える基地局。

【請求項19】

請求項5乃至請求項15のいずれかに記載の方法を実行するよう適合される、請求項16乃至請求項18のいずれかに記載の基地局。

【請求項20】

通信端末の通信信号の伝搬路損失および前記通信信号に対する干渉による伝搬路損失を測定する測定手段と、

前記測定に基づいて前記通信端末を前記サブキャリアプロックセットの一つの少なくとも一つのサブキャリアプロックに割り当てる手段と、を更に備える請求項16乃至請求項18のいずれかに記載の基地局。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線通信システムにおける無線セル間の干渉の分布を均衡化させる方法に関する。このシステムは、通信に複数のサブキャリアプロックが使用される複数の無線セルを備え、各サブキャリアプロックが複数のサブキャリアを有する。更に、幾つかの隣接無線セルはセルクラスタを構成する。本発明は、無線セルがセクタに分割されたシステムでの使用に適合された対応する方法に更にに関する。本発明は、更に、上述の方法を実行する基地局と、基地局を備える通信システムとに関する。

20

【背景技術】

【0002】

近年のパケットベースのセルラ移動通信システムでは、(エアインターフェース)システムスループットを増加させるに好適なツールであるため、動的チャネル割り当て(DCA)方式が普及している。DCA方式は、基地局(BS)と移動局(MS)との間のリンクのチャネル品質の短期の変動(高速フェージング)を利用する。このようなシステムでは、いわゆるスケジューラ(通常は基地局の一部)が好ましいチャネル状態でシステムリソースを好ましくは移動局に割り当てる。

【0003】

30

時間領域DCAは、フレームベースで動作し、1フレームの持続時間は典型的には(サブ)ミリ秒領域である。更に、多元接続方式に依存して、エアインターフェースリソースは例えば、符号および/または周波数領域に分割される。

【0004】

以下の説明はダウンリンクシナリオ(BSがMSに送信する)に焦点を当てるが、DCAは一般性の喪失を生ずることなくアップリンク(MSがBSに送信する)にも適用可能である。いずれの場合においても、DCAを実行するスケジューラは、チャネル推定によって集められるBS-MSリンクの詳細なチャネル知識を必要とする。スケジューラがネットワークに位置し、測定がMSで実行される場合、チャネル情報はMSからBSにシグナリングされる。瞬間的な受信信号電力および瞬間的な干渉を反映するよう、チャネル品質が瞬間的に測定されることが重要である。

40

【0005】

周波数分割多元接続(FDMA)システムでは、物理層チャネルが周波数領域で定められるため、DCAは時間-周波数領域で実行される。典型的には、チャネル品質は周波数領域(周波数選択性フェージング)において著しく変化する。したがって、全ての利用可能な周波数、および、全てのアクティブな移動局上のチャネルの状態に依存して、スケジューラは特定のBS-MSリンクに対して各スケジューリングの瞬間に動的にチャネルを割り当てることができる。

【0006】

OFDMA(直交周波数分割多元接続)システムでは、周波数リソースは、典型的には

50

フラットフェージングを受ける狭帯域のサブキャリアに分割される。ここでは、好ましいチャネル状態をリンクに対して利用するために、スケジューラは一般的に特定のMSにサブキャリアブロック（M個の隣接または分離したサブキャリアを含む）を動的に割り当てる。このようなシステムの例として、非特許文献1が公知である。

【0007】

CDMA（符号分割多元接続）の場合、システムリソースは符号領域で定められ、したがって、スケジューラは特定のBS-MSリンクに対して符号を動的に割り当てる。

FDMAとは反対に、所与のリンクにおいてチャネル品質が全てのリソース/符号（フェージングは符号選択性でない）に対して同じであり、そのため、符号領域ではDCAは割り当てるべき符号に対してではなく特定のMSに対して割り当てるべき符号の数に対して実行される。DCAは、高速なフェージング特性を利用する時間領域スケジューリングに焦点を当てる。3GPP（第3世代パートナーシッププロジェクト）内のHSPDA（高速ダウンリンクパケットアクセス）は、DCAを用いるCDMAシステムである。

10

【0008】

MC-CDMA（マルチキャリアCDMA）システムは、CDMAと(O)FDMAとの組み合わせとして考えられる。そのため、DCAは周波数領域と同様に符号領域でも実行される。

【0009】

一般的に、DCAスループット効率は、セル中のアクティブな移動局の数と共に増加する。これは、良好なチャネル状態のリンクの数を増加させ、したがって、好ましい状態のチャネルがスケジューリング（マルチユーザダイバージチ）される可能性が高められるためである。

20

【0010】

典型的には、DCAは適応変調符号化（AMC）およびハイブリッド自動再送要求（ARQ）等のリンク適応技法と組み合わされる。

【0011】

更に、DCAは、チャネル電力変化を補償するおよび/またはAMC動作をサポートするために、特定のチャネル（符号、周波数領域）に割り当てられた電力が制御される電力制御方式と組み合わされてもよい。

【0012】

30

電力制御を伴わないシステム

先の項で説明した通り、効率的なDCA動作のためには、BSにおけるスケジューラは、電力制御されないシステムを仮定すると、全ての利用可能なサブキャリアブロックおよび全ての関連するBS-MSリンクの全てのチャネルの瞬間的な品質に対する詳細な知識を必要とする。

【0013】

DCA-OFDMAマルチセルシナリオおよび周波数再利用係数1を考慮すると、システムは典型的には干渉が制限されている（interference limited）。即ち、1サブキャリアブロック当たりのチャネル品質は、信号（S）対干渉（I）比（SIR）によって主に定められ、このとき、干渉は隣接セル（Cは隣接セルの組を示す）におけるそれぞれのチャネル（サブキャリアブロック）上の送信によって生ずるセル内干渉（同一チャネル干渉）によって決定付けられる。

40

【0014】

【数1】

$$ChannelQuality \approx SIR = \frac{S}{I} \approx \frac{S}{\sum_c I_c} \quad (1)$$

DCAおよび周波数選択性フェージングを有するOFDMAシステムの場合、移動局mへの所与のリンクに対する瞬間SIR(t)は、信号および干渉の両方がフェージングを受けるため、サブキャリアブロックb上で変化する。

50

【0015】

【数2】

$$SIR_b^m(t) = \frac{S_b^m(t)}{I_b^m(t)} \approx \frac{S_b^m(t)}{\sum_c (I_b^m(t))_c} \quad (2)$$

前述した通り、DCAおよびAMCを用いるシステムの性能は、SIR推定の正確性に大きく依存する。したがって、式(2)によると、以下の問題が生ずる。

【0016】

式(2)における全ての値は、高速フェージングを受け、測定時と実際の送信時(DCAおよびAMC選択の実行後)との間で変化する。この遅延は、不正確なDCAおよびAMC動作を生ずる。遅延は、測定がMSで実行されBSにシグナリングすることによってフィードバックされる必要がある場合、増加する。

10

【0017】

分母における干渉波の数は、隣接セルにおけるサブキャリアブロックの実際の使用(割り付け)に依存する。即ち、隣接セルにおける実際の負荷に依存して、幾つかのサブキャリアブロックは使用されない場合がある。一般的に、測定時では、送信時でのサブキャリアブロックの使用は、以下の理由により隣接セルにおいて未知である。

【0018】

チャネルの品質の測定は、隣接セルにおけるサブキャリアブロックの割り付け(スケジューリング)によって生ずる無効の(outdated)干渉に基づいて実行される(n番目のフレームに対する測定は(n-k)番目のフレームにおいて実行され、このときサブキャリアの割り付けは異なることが多い)。

20

【0019】

更に、いわゆるチキンアンドエッグの割り付けの問題がある:セルAにおいて、サブキャリアブロックの割り付けとAMCは、セルB(隣接セル)におけるサブキャリアブロックの割り付けの知識を必要とするセルAにおけるSIRの測定/計算が行われた後に実行される。しかしながら、セルBにおいてサブキャリアブロックの割り付けが実行される前に、セルAにおけるサブキャリアブロックの割り付けの知識を必要とするセルBにおけるSIRの測定/計算が行われる必要がある。

【0020】

30

チキンアンドエッグの問題が例えば、繰り返し処理によって回避/解決される場合、基地局間での割り付けステータス等のシグナリングが必要である。しかしながら、スケジューリングフレームがミリ秒領域にあるため、シグナリングは更に大幅な遅延を生ずる。

【0021】

追加的には、電力制御を伴わないと、BS-MSリンクに対する平均SIR(高速フェージングによる影響を無視する)は以下の影響を生ずるMSのジオメトリ(例えば、BSまでの距離)に大きく依存する。

【0022】

BSとMSとの間の距離が増加すると、平均受信信号電力が減少し、平均受信干渉電力が増加するため、それぞれのリンクに対するSIRが減少する。これは、低いジオメトリの移動局へのリンクに対する1サブキャリアブロック当たりの著しく低い実現可能なデータレートとなる。

40

【0023】

平均SIRの差は、AMC方式定義について大きいダイナミックレンジを必要とする数+dBのオーダでもよい。これにより、より小さいダイナミックレンジに対してAMC精度を維持する際に変調方式と符号率との組み合わせの必要な数が増加するため、シグナリングの量も増加する。

【0024】

電力制御されるシステムと比較して、電力制御されないシステムでは、多値変調方式(例えば、8PSK、16QAM、64QAM等)が高いジオメトリの移動局へのリンクに

50

対して選択される可能性が高い。これにより、移動局にて得られるスループットが増加するが、利用可能な電力が非多値変調方式（例えば、QPSK）だけが使用されるよう配分されるシステムと比較して、全体的なシステムスループットが減少する。これは、多値変調方式の減少された電力効率によって生ずる。

【0025】

更に、電力制御されるシステムとは反対に、電力制御されないシステムでは、低いジオメトリの移動局が単一の送信の試みではデータを受信できず、何回かの再送信を必要とする可能性が高い。したがって、平均送信（ARQ再送信）回数が増加し、送信遅延と FIFO バックシグナリングを増加させ、帯域効率を減少させる。

【0026】

高いジオメトリの移動局へのデータ送信は、平均してより高い変調符号化方式が選択されるため、時間領域においてよりバースト的となる。結果として、よりバースト的なサブキャリアブロックの割り付けが生ずる。それにより、サブキャリアブロックの割り付けがより頻繁に変化するため、式（2）による SIR 推定がより困難となる。

【0027】

電力制御されるシステムの特性

DCA と AMC は、電力制御（PC）方式と組み合わされてもよい。PC を用いると、システムは、信号路の損失、シャドウイング効果（低速フェージング）、および / または、高速フェージング効果による受信信号電力の変動を補償しようとする。一般的に、PC 方式は、高速 PC と低速 PC といった二つのカテゴリーに分類される。

【0028】

PC を有さないシステムとは反対に、低速 PC システムについて、平均 SIR は、低速フェージング効果のみおよび無制限の最小および最大送信電力を仮定して、移動局のジオメトリに依存しない。したがって、1 サブキャリアブロック当たりの実現可能なデータレートは MS の位置に依存しない。しかしながら、低速 PC は、ある制限内（制御コマンドのダイナミックレンジ）でのみ動作する、即ち、電力補償は十分でなく、どのリンクにとっても十分に速くない。

【0029】

高速電力制御は、送信レートを短期間の変動に適応させるため、且つ、全体的な電力使用を最適化するために AMC と一緒に通常実行される。

【0030】

低速 / 高速 PC を用いると、先の項で概要を説明した瞬間的な SIR 推定 / 測定 / 計算の問題が PC のない場合と比較してより深刻である。つまり、式（2）の分母における和の未知の数の干渉成分は、高速フェージングを受けるだけでなく、隣接セルにおける PC により振幅が著しく異なる。即ち、所与の隣接セルからの所与のサブキャリアブロックに対するセル内干渉は、送信電力が MS の位置に主に依存して著しく異なり得るため、それぞれのサブキャリアブロックに対してどの MS がスケジューリングされているかに依存して、数十 dB でフレーム毎に異なってもよい。これは、干渉平均化効果がないため、干渉が幾つかの干渉波によって占められている場合、特に重要である。

【非特許文献 1】"Performance of an OFDM-TDMA mobile communication system", IEEE Proceedings on the Conference on Vehicular Technology (VTC 1996), Atlanta, 1996

【発明の開示】

【0031】

本発明は、電力制御によって生ずる追加的な、SIR 推定、測定および計算の問題を生ずることなく移動局（MS）のジオメトリによる大きい平均信号対干渉比（SIR）変動を減少させることを目的とする。したがって、本発明は、電力制御のない環境に特に適している。

【0032】

上述の目的は、独立請求項の技術的内容によって解決される。本発明の異なる実施の形態は、従属請求項の技術的内容である。

10

20

30

40

50

【0033】

より詳細には、本発明は、無線通信システムにおける無線セル間の干渉の分布を均衡化させる方法を提供する。このシステムは、複数のサブキャリアブロックが通信に使用される複数の無線セルを備える。各サブキャリアブロックは、複数のサブキャリアを備え、幾つかの隣接無線セルがセルクラスタを構成する。更に、「サブキャリアブロック」といった用語は、例えば、サブキャリアブロックのサブキャリアの数が1に等しい場合に、FDM（周波数分割多重）に基づく通信システムにおける（物理層）チャネルとして理解されるであろう。

【0034】

当該方法によると、サブキャリアブロックは、セルクラスタの各無線セルにおいて複数のサブキャリアブロックセット（SBS）にグループ化される。更に、複数の送信電力レベルがセルクラスタの無線セルそれぞれに対して決定され、複数の送信電力レベルはセルクラスタの無線セルのサブキャリアブロックセットに割り当てられる。該実施の形態によると、送信電力レベルとサブキャリアブロックセットとの数は、互いに独立している、即ち、必ずしも同じ数である必要はない。

10

【0035】

セルクラスタの無線セルそれぞれは、同じサブキャリアを有する対応サブキャリアブロックセットを備えてもよい。

【0036】

単一の無線セルにおいて複数の送信電力レベルそれぞれが単一の無線セルの一つのサブキャリアブロックセットにマッピングされ、複数の送信電力レベルそれぞれがセルクラスタの無線セルにおける対応サブキャリアブロックセットの一つにマッピングされるように、複数の送信電力レベルは、セルクラスタの無線セルのサブキャリアブロックセットに割り当てられてもよい。電力レベルの配分に対する該規則は、利用可能な送信電力レベルの数がサブキャリアブロックセットの数以上となるよう選択される状況に特に適用可能である。

20

【0037】

更に、単一の無線セルにおいて、単一の無線セルの複数のサブキャリアブロックセットそれぞれが一つの送信電力レベルにマッピングされ、セルクラスタの無線セルにおける対応サブキャリアブロックセットそれぞれが複数の送信電力レベルの一つにマッピングされるように、複数の送信電力レベルは、セルクラスタの無線セルのサブキャリアブロックセットに割り当てられてもよい。上述の典型的な配分規則とは反対に、電力レベルの配分に対する当該規則は、利用可能なサブキャリアブロックセットの数が送信電力レベルの数以上となるように選択される状況において特に適用可能である。

30

【0038】

別の実施の形態によると、上述の二つの割り当て規則に使用されるマッピングは固有のマッピングである。つまり、例えば、送信電力レベルをサブキャリアブロックセットにマッピングする際、送信電力レベルそれは単一の対応サブキャリアブロックセットにマッピングされる。サブキャリアブロックセットが送信電力レベルにマッピングされる場合、各サブキャリアブロックセットは、単一の対応送信電力レベルにマッピングされる。

40

【0039】

送信電力レベルおよびサブキャリアブロックセットの配分を簡略化するために、それぞれの数はセルクラスタを形成する無線セルの数に基づいて決定される。更なる実施の形態では、本発明は無線通信システムにおける無線セル間の干渉の分布を均衡化させる方法であって、システムが通信に複数のサブキャリアブロックが使用される複数の無線セルを備え、各サブキャリアブロックが複数のサブキャリアを有する方法を提供する。更に、N個の隣接無線セルがセルクラスタを構成し、このときNは2以上の整数である。

【0040】

本発明の該実施の形態によると、サブキャリアブロックは、セルクラスタの各無線セルにおけるN個のサブキャリアブロックセットにグループ化されてもよい。したがって、該

50

実施の形態では、サブキャリアブロックセットの数は、クラスタにおける無線セルの数に対応する。更に、無線セルにおけるN個の送信電力レベルそれぞれが無線セルのN個のサブキャリアブロックセットの一つに割り当てられ、N個の送信電力レベルそれぞれが対応サブキャリアブロックセットの一つのサブキャリアブロックセットに割り当てられるように、N個の送信電力レベルが、セルクラスタの無線セルそれぞれに対して決定され、N個の送信電力レベルがセルクラスタの無線セルのN個のサブキャリアブロックセットに割り当てられてもよい。

【0041】

本実施の形態で提案されるように、セルクラスタにおけるセルの数、サブキャリアブロックセットの数、および、送信電力レベルの数を選択する際、上述の全体的な配分規則が著しく簡略化される。

10

【0042】

本発明の別の実施の形態は、送信電力レベルとサブキャリアブロックセットの数がそれぞれセルクラスタにおける無線セルの数の整数倍であるシステムに関する。本実施の形態は、無線通信システムにおける無線セル間の干渉の分布を均衡化させる方法を提供する。このシステムは、通信に複数のサブキャリアブロックが使用される複数の無線セルを備え、各サブキャリアブロックは複数のサブキャリアを有する。N個の隣接無線セルはセルクラスタを構成し、このときNは2以上の整数である。

【0043】

当該方法によると、サブキャリアブロックは、セルクラスタの各無線セルにおける $x \cdot N$ 個のサブキャリアブロックセットにグループ化されてもよく、このとき、セルクラスタの無線セルそれぞれは同じサブキャリアを有する対応サブキャリアブロックセットを備える。 x は、1以上の整数である。更に、セルクラスタの無線セルそれぞれに対して $y \cdot N$ 個の送信電力レベルが決定されてもよく、このとき y は1以上の整数である。

20

【0044】

次に、無線セルにおける $y \cdot N$ 個の送信電力レベルそれぞれが無線セルの $x \cdot N$ 個のサブキャリアブロックセットの一つに割り当てられ、平均して y / x 個の送信電力レベルが対応サブキャリアブロックセットの一つのサブキャリアブロックセットに割り当てられるように、 $y \cdot N$ 個の送信電力レベルは、セルクラスタの無線セルの $x \cdot N$ 個のサブキャリアブロックセットに割り当てられてもよい。

30

【0045】

比 y / x が、パラメータ x および y の選択に依存して、非整数となってもよいことに注意する。当然のことながら、送信電力レベルの半分をサブキャリアブロックセットに割り当てることは可能でない。しかしながら、異なる個数の電力レベルが各サブキャリアブロックセットに割り当てられるように整数の電力レベルをサブキャリアブロックセットに配分することは可能である。それにより、平均して y / x の比の電力レベルが割り当てられる。

【0046】

上記した無線通信システムにおける干渉を均衡化させる方法の異なる実施の形態が、セルクラスタの異なるセルにおける電力レベルを同一の電力レベルに制限するとして理解されてはならないことに注意する。セルクラスタの各無線セルにおける個々の電力レベルは互いと同一あるいは異なることは異なってもよい。これは、例えば、異なるセルにおけるそれぞれのチャネル状態およびセルサイズに適合可能となるといった利点を有する。

40

【0047】

上述の全ての実施の形態において、該方法は、通信端末の通信信号の伝搬路損失、および、隣接セルからの干渉の伝搬路損失を測定するステップを更に備える。上述の実施の形態は、更に、測定に基づいて通信端末をサブキャリアブロックセットの一つの一つ以上のサブキャリアブロックに割り当てるステップを更に備える。

【0048】

通信端末に対する送信電力レベルは、上述の測定に基づいて決定されてもよく、且つ、

50

通信端末は決定された送信電力レベルに基づいて少なくとも一つのサブキャリアブロックセットに割り当てられてもよい。

【0049】

実際のチャネル割り当てがサブキャリアブロックに対して行われてもよいことに注意する。これに関して、サブキャリアブロックセットへの割り当ては事前選択として考えられる。

【0050】

別の実施の形態では、最初に通信端末にブロックセットを割り当て、割り当てに基づいてそれぞれの送信電力レベルを選択してもよい。したがって、送信電力レベルは、割り当てられたブロックセットに基づいて決定される。

10

【0051】

割り当てられたサブキャリアブロックセットの送信電力レベルは、測定された信号伝搬路損失と測定された干渉伝搬路損失との比に間接的に比例してもよい。その結果、無線セルの基地局の近傍に位置する通信端末について、測定結果は、通信端末と基地局との間の通信に対して低送信電力レベルが十分であることを示す。反対に、無線セルのセル境界の近傍に位置する通信端末について、測定結果は、通信端末と基地局との間の通信に対して相応じて高い送信電力レベルが必要となることを示す。

【0052】

更に、例えば、劣化するチャネルの品質が送信電力レベルを上げることでは対処されないことに注意する。あるいは、送信電力は低レベルのときだけ上げられるか一定に保たれる。チャネルの品質における劣化は、チャネル（またはサブキャリアブロック）に対して使用される変調（および符号化）方式を変更することで、または、割り当てられたサブキャリアブロックセットを変更することで対処される。

20

【0053】

セルクラスタの異なる無線セルにおける送信電力レベルが異なる場合に、セルクラスタの無線セルそれぞれの対応チャネル状態に送信電力レベルが適合されるといった利点も得られる。

【0054】

チャネルの品質の状態の変化に適合できるために、無線セルにおけるサブキャリアブロックセットが再構成され得る。上述と同じ理由により、無線セルにおける送信電力レベルも再構成され得る。

30

【0055】

無線セルにおける電力レベルおよび／またはサブキャリアブロックセットの再構成は、当該セルクラスタの他の無線セルに従って実行されてもよい。この再構成は、セルクラスタの無線セルおよび／または他の無線セルにおけるチャネルの品質の測定に基づいてよい。

【0056】

更に、無線セルにおけるサブキャリアブロックセットの再構成に関する情報は、無線セルから当該セルクラスタの他の無線セルにシグナリングされてもよく、あるいは、監視ユニット（例えば、無線ネットワークコントローラ）からセルクラスタを構成する無線セルにシグナリングされてもよい。

40

【0057】

本発明の更なる実施の形態によると、無線セルにおけるチャネルの品質に関する情報も無線セルから当該セルクラスタの他の無線セルにシグナリングされてもよい。無線セルにおけるチャネルの品質を隣接無線セルにシグナリングすることにより、それぞれの無線セルにおける送信電力レベルまたはサブキャリアブロックセットを再構成する際の情報が含まれてもよい。

【0058】

本発明の基礎となる主な思想は、無線セルがセクタに分割されたシステム、即ち、マルチビームアンテナまたはマルチアンテナを用いるシステムにも適用可能である。当該レイ

50

アウトを用いて、単一のセルは、アンテナビームによってそれぞれカバーされている複数のセクタに分割されてもよい。したがって、別の実施の形態によると、本発明は、無線通信システムにおける無線セル間の干渉の分布を均衡化させる方法を提供する。このシステムは、少なくとも二つのセクタをそれぞれ有する複数の無線セルを備え、各セクタにおいて複数のサブキャリアプロックが通信に使用される。各サブキャリアプロックは、複数のサブキャリアを有し、幾つかの隣接無線セルがセルクラスタを構成する。

【0059】

サブキャリアプロックは、クラスタの各無線セルのセクタそれぞれにおける複数のサブキャリアプロックセットにグループ化される。複数の送信電力レベルは、セルクラスタの各無線セルの各セクタに対して決定される。次に、複数の送信電力レベルは、無線セルのセクタ、および、他の無線セルの隣接セクタの複数のサブキャリアプロックセットに割り当てる。

10

【0060】

無線セルの各セクタは、セルクラスタの他の無線セルに属する隣接セクタを有する。更に、無線セルのセクタ、および、他の無線セルにおける隣接セクタはセクタクラスタを構成し、それぞれ同じサブキャリアを有する対応サブキャリアプロックセットを備えてもよい。

【0061】

無線セルの単一のセクタにおいて、複数の送信電力レベルそれがセクタの一つのサブキャリアプロックセットにマッピングされ、複数の送信電力レベルそれがセクタクラスタにおける対応サブキャリアプロックセットの一つにマッピングされるように、複数の送信電力レベルは、セルクラスタの無線セルのサブキャリアプロックセットに割り当てもよい。

20

【0062】

代替的には、無線セルの単一のセクタにおいて、セクタの複数のサブキャリアプロックセットそれが一つの送信電力レベルにマッピングされ、セクタクラスタにおける複数の対応サブキャリアプロックセットそれが一つの送信電力レベルにマッピングされるように、複数の送信電力レベルは、セルクラスタの無線セルのサブキャリアプロックセットに割り当てもよい。

【0063】

30

上述の通り、マッピングは固有のマッピングでもよい。

【0064】

送信電力レベルとサブキャリアプロックセットの配分を簡略化するために、それぞれの数はセルクラスタを構成する無線セルの数に関連して決定されてもよい。したがって、更なる実施の形態では、本発明は、無線通信システムにおける無線セル間の干渉の分布を均衡化させる方法を提供する。このシステムは、少なくとも二つのセクタをそれぞれ有する複数の無線セルを備え、各セクタにおいて複数のサブキャリアプロックが通信に使用され、各サブキャリアプロックが複数のサブキャリアを有する。幾つかの隣接無線セルがセルクラスタを構成する。

【0065】

40

サブキャリアプロックは、クラスタの各無線セルのセクタそれぞれにおけるN個のサブキャリアプロックセットにグループ化され、無線セルの各セクタはセルクラスタの他の無線セルにおいてN-1個の隣接セクタを有し、無線セルのセクタと他の無線セルにおける隣接セクタはそれぞれ同じサブキャリアを有する対応サブキャリアプロックセットを備える。Nは2以上の整数である。

【0066】

更に、N個の送信電力レベルがセルクラスタの各無線セルの各セクタに対して決定されてもよい。セクタにおいて、無線セルのセクタにおけるN個の送信電力レベルそれがセクタのN個のサブキャリアプロックセットの一つに割り当られ、N個の送信電力レベルそれが対応セクタの一つのサブキャリアプロックセットに割り当られるように、

50

N個の送信電力レベルは、無線セルのセクタおよび他の無線セルの隣接セクタのN個のサブキャリアブロックセットに割り当てられる。

【0067】

本発明の別の実施の形態は、送信電力レベルとサブキャリアブロックセットとの数それぞれがセルクラスタにおける無線セルの整数倍であるシステムに関する。本実施の形態は、無線通信システムにおける無線セル間の干渉の分布を均衡化させる方法を提供する。このシステムは、少なくとも二つのセクタをそれぞれ有する複数の無線セルを備え、各セクタにおいて複数のサブキャリアブロックは通信に使用され、各サブキャリアブロックは複数のサブキャリアを有する。幾つかの隣接無線セルはセルクラスタを構成する。

【0068】

本実施の形態では、サブキャリアブロックは、クラスタの各無線セルのセクタそれぞれにおける $x \cdot N$ 個のサブキャリアブロックセットにグループ化され、無線セルの各セクタはセルクラスタの他の無線セルにおいて $N - 1$ 個の隣接セクタを有し、無線セルのセクタと他の無線セルにおける隣接セクタはそれぞれ同じサブキャリアを有する対応サブキャリアブロックセットを備える。 x は1以上の整数である。 N は2以上の整数である。

【0069】

更に、 $y \cdot N$ 個の送信電力レベルがセルクラスタの各無線セルの各セクタに対して決定されてもよく、このとき y は1以上の整数である。

【0070】

無線セルにおいて、無線セルのセクタにおける $y \cdot N$ 個の送信電力レベルそれぞれがセクタの $x \cdot N$ 個のサブキャリアブロックセットの一つに割り当てられ、平均して y / x 個の送信電力レベルが対応セクタの一つのサブキャリアブロックセットに割り当てられるよう、 $y \cdot N$ 個の送信電力レベルは、無線セルのセクタおよび他の無線セルの隣接セクタの $x \cdot N$ 個のサブキャリアブロックセットに割り当てられる。

【0071】

この通信システムは、複数の無線セルと関連付けられる基地局と通信する複数の通信端末を更に備える。通信端末の通信信号の伝搬路損失と、通信信号に対する隣接セクタからの干渉による伝搬路損失とは、例えば、基地局で測定され、通信端末は測定に基づいてセクタにおけるサブキャリアブロックセットの少なくとも一つのサブキャリアブロックに割り当てられてもよい。

【0072】

更なるステップでは、通信端末に対する送信電力レベルは測定に基づいて決定され、通信端末は決定された送信電力レベルに基づいてブロックセットに割り当てられる。

【0073】

別の実施の形態によると、最初に通信端末にブロックセットを割り当て、割り当てに基づいてそれぞれの送信電力レベルを選択することも考えられる。したがって、送信電力レベルは、割り当てられたブロックセットに基づいて決定される。

【0074】

異なるセクタにおける送信電力レベルは、無線セルのセクタにおける送信電力と同様に、異なってもよい。

【0075】

更に、サブキャリアブロックセットは、無線セルのセクタにおいて再構成されてもよい。同様のことがセクタの送信電力レベルにも適用される。

【0076】

セクタにおける電力レベルおよび/またはサブキャリアブロックセットの再構成は、セクタクラスタの他のセクタに従って実行されてもよい。更に、再構成は、セクタクラスタのセクタおよび/または他のセクタにおけるチャネルの品質の測定に基づいてもよい。

【0077】

再構成に関連して、セクタにおけるサブキャリアブロックセットの再構成に関する情報は当該無線セルからセクタクラスタのセクタを有する無線セルにシグナリングされてもよ

10

20

30

40

50

い。更に、セクタにおけるチャネルの品質に関する情報は、当該無線セルからセクタクラスタのセクタを有する無線セルにシグナリングされてもよい。

【0078】

システムアーキテクチャ、即ち、セクタ化された無線セルを使用するかしないかとは関係なく、電力レベルまたはサブキャリアブロックセットの再構成に関する情報は、通信システムにおける制御ユニットにシグナリングされる。リリース99/4/5 UTRAN (UTMS 陸上無線アクセスネットワーク)アーキテクチャを例として、制御ユニットは、無線ネットワークコントローラ (RNC) でもよく、あるいは、進化型アーキテクチャでは、拡張型ノードB、即ち、ノードB+でもよい。

【0079】

更に、システムアーキテクチャとは関係なく、サブキャリアブロック割り当ておよび/またはサブキャリアブロックセット割り当てに関する情報は通信端末にシグナリングされてもよい。

【0080】

本発明の更なる実施の形態によると、無線通信システムにおける通信端末が提供される。通信端末は、サブキャリアブロック割り当ておよび/またはサブキャリアブロックセット割り当てを示す情報を受信する受信手段と、シグナリングされた割り当てられたサブキャリアブロックおよび/またはシグナリングされた割り当てられたサブキャリアブロックセットをデータ送信のために選択する選択手段とを備えてよい。

【0081】

無線セルにおける同一チャネル干渉を均衡化させる本発明の方法の全ての異なる実施の形態は、有利には基地局で使用される。基地局は、上述の通り、当該方法の異なる実施の形態に従って異なる方法ステップを実行するそれぞれの手段を具備してもよい。本発明は、更に、異なる実施の形態に従って方法を実行するように適合される基地局と、少なくとも一つの通信端末とを備える無線通信システムを提供する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0082】

以下では、本発明は、添付の図面を参照してより詳細に説明される。図中、同様のあるいは対応する構成要素には同じ参照番号が付与される。

【0083】

以下では、本発明はOFDMを用いた無線通信システムについて説明される。実施例はOFDMに関連するが、本発明の基礎となる思想が他のFDMベースの通信システムにも容易に適用されることは理解されるであろう。

【0084】

本発明の実施の形態によると、OFDMサブキャリアブロックは、N個のサブキャリアブロックセット (SBS) に分割される。図1(b)の三つの実施例で示されるように、各SBSに対して異なる一定の(または半静的な)送信電力レベルが定められる。送信電力レベルの割り当ては、無線セル内のSIRレベルの分布を操作するために隣接セルにおけるSBS電力レベルに応じて実行され得る。

【0085】

従来技術と比べて、この電力オフセット割り当てはシステムに対して二つの主な影響を及ぼす。第一に、適当なSBSからサブキャリアブロックを割り当てることで伝搬路損失が幾らか補償され得るように移動局を割り当てるこを可能にする。即ち、低いジオメトリの移動局は高い送信電力(および、低いセル内干渉)のSBSに割り当てられことが好ましく、高いジオメトリの移動局は低い送信電力(および、高いセル内干渉)のSBSに割り当られることが好ましい。したがって、低いジオメトリ(セルの縁)の移動局に対する平均SIRは増加され、高いジオメトリ(セルの中心の近傍)の移動局に対する平均SIRは減少されるべきである。「ジオメトリ」といった用語は、特定の送信電力を仮定して無線セルにおける通信端末と基地局との間の通信リンクの品質に言及するものである。ジオメトリは、例えば、通信端末と基地局との間の距離、建物等の障害物等に依存す

10

20

30

40

50

る通信路損失に反比例する。

【0086】

第二に、隣接セルにおける発生した干渉量はSBSに対して著しく異なり、隣接セルにおけるリンクのSIRに影響を及ぼす。電力制御(PC)を有するDCAおよびAMCと比べて、電力レベルが瞬間に(完全な負荷を仮定して)変化しないため干渉量はより精密に推定され、隣接セルにおいて知ることができる。即ち、隣接セルにおける所与のサブキャリアブロックに対して割り当てられたMSが変化した場合、送信された電力が一定(高速なフェージング効果を除く)のままであるため、発生した干渉は変化しない。

【0087】

以下に、無線セル内のSIR分布と、分布の標準偏差のシミュレーションを従来技術の通信システムに対して(図1(a)、図3、図4参照)、並びに、本発明の異なる実施の形態に従って動作するシステムに対して(図1(b)、図5乃至図10参照)例示する。

10

【0088】

シミュレーションでは、以下の仮定が設けられる。一つの無線セル当たり一つのセクタ(全方位アンテナパターン)を有する正六角形のセルレイアウトが選択される。セルレイアウトの実施例は、例えば、図5に示される。更に、一つのセル当たり三つのSBS(N=3)が存在し、SBSは隣接サブキャリアブロックよりなる(図2の実施例1)。

【0089】

更に、各SBSは、等しい数のサブキャリアブロックを含む。移動局は、各セルにおいて均一に分布されている。システムは完全に負荷され、即ち、全てのサブキャリアブロックは全ての無線セルにおいて使用され、即ち、全ての無線セルは所定の送信電力レベルで全てのサブキャリアブロック上で送信する。更に、完全なハードハンドオーバが提供され、即ち、セルAの六角形内に物理的に位置する移動局はセルAに属する。全ての基地局は、等しい合計電力で送信し、SBS間の電力レベル比は全てのセルにおいて等しくてもよい。シミュレーションは、平均SIR値、即ち、高速フェージング効果が無視されたことを示す。

20

【0090】

図3は、全ての隣接セル(隣接しないセルからの干渉は無視される)においてそれぞれのサブキャリアブロックが使用されるときの、電力制御を有さない従来技術のシステムに対する、無線セルおよびその基地局BS₁に対するSIR分布(全てのサブキャリアブロックに対して)を示す。即ち、本実施例では、全てのサブキャリアブロックに対して一定の送信電力レベルが使用される。BS₁の無線セル境界内のSIR分布は、dBの単位で広範囲に広がり、その標準偏差(STD)は8.4dBである(図4参照)。したがって、従来のシステムでは、基地局BS₁と基地局BS₁の近傍の通信端末との間の無線チャネルに対するSIRは、変調符号化方式でのデータ受信に対するより必要以上に大きく、所与のビット/ブロック誤り率で最高のデータレート(最高のSIR要件)を提供する。しかしながら、無線セルの境界の近傍では、SIRは変調符号化方式でのデータ受信に必要なレベル以下に低下し、所与のビット/ブロック誤り率で最低のデータレート(最低のSIR要件)を提供する。図4から分かるように、無線セル内のSIRレベルの分布において大きい標準偏差がある。図中、最も右のバーは、無線セルにおける30dB以上の全てのSIRを表す。

30

【0091】

本発明の第1の態様は、無線セル内でより均一且つ均衡化された平均SIR分布を実現することである。したがって、一実施の形態による本発明は、序文で述べた問題を解決し、電力制御に関わる問題を招くことなくSIR STDを減少することを目的とする。

40

【0092】

受信信号電力と受信干渉電力の両方によってSIRが影響を及ぼされることを念頭において、二つの影響が観察される。第一に、平均受信信号電力は、BSとMSとの間の距離(伝搬路損失)が増加すると減少する。第二に、セル内受信干渉電力は、少なくとも一つの隣接干渉BSまでの距離が減少するため、BSとMSとの間の距離が増加すると増加す

50

る。

【0093】

これら二つの影響は本発明によって取り組まれる。第一の影響は、図1(b)の実施例に示すように定められたSBSに対する異なる送信電力レベルの定義によって対応される。

【0094】

図1(b)は、サブキャリアブロックをサブキャリアブロックセットに分割する三つの異なる実施例を示す。図の最も左側の実施例を見ると、最初の三つのサブキャリアブロックが一つのサブキャリアブロックセットに割り当てられ、それらは送信電力レベル $P_{SBS_1}^1$ と関連付けられる。本実施例から明らかとなるように、所定の数の連続するサブキャリアブロックが、一つの送信電力レベルに割り当てられた一つのサブキャリアブロックセットにグループ化されてもよい。図1(b)の中央に示される実施例は、所定の間隔のサブキャリアブロックを单一のサブキャリアブロックセットにする。三つのサブキャリア毎に一つのサブキャリアブロックセットに割り当てられる。しかしながら、図1(b)の最も右側に例示するように、サブキャリアブロックを異なるサブキャリアブロックセットに自由に配分することも可能である。図示する三つの実施例全てにおいて、異なるサブキャリアブロックセットとそのサブキャリアブロックは、図示するバーの異なる高さによって示されている。更に、各サブキャリアブロックセットに等しい数のサブキャリアブロックが割り当てられる必要はなく、全ての利用可能なサブキャリアブロックがサブキャリアブロックセットに自由に配分されてもよいことは理解されるであろう。

【0095】

異なる送信電力レベルの定義は、高い送信電力を有するSBSに属するサブキャリアブロックに低いジオメトリの移動局をマッピングすること、中間の送信電力を有するSBSに属するサブキャリアブロックに中間のジオメトリの移動局をマッピングすること、および、低い送信電力を有するSBSに属するサブキャリアブロックに高いジオメトリの移動局をマッピングすることを可能にする。本実施の形態では、三つの典型的な送信電力レベルだけが用いられることに注意する。

【0096】

第二の影響は、マルチセルシステムにおいて隣接セルにおけるSBSに対する送信電力レベルの配分に対する割り当て規則を用いて主に取り組まれる。三つの無線セルのセルクラスタを考慮して、図2の実施例は、それぞれのSBSに対して高い、中間の、および、低い電力レベルが定められるように無線セル1乃至3における電力レベルが割り当てられる。即ち、異なる典型的なサブキャリアブロックセットの割り付けが図1(b)に示す実施例に対応することに注意する。

【0097】

電力レベルの割り当てに対する以下の規則が定められる。 $P_{SBS_1}^1$ $P_{SBS_2}^1$ $P_{SBS_3}^1$ のSBS送信電力レベル ($P_{無線セルSBS_1}^1$ $P_{無線セルSBS_2}^1$ $P_{無線セルSBS_3}^1$) の組み合わせを有する無線セル1 (BS₁) について、隣接無線セル2 (BS₂) および無線セル3 (BS₃) に対するSBS送信電力レベルの組み合わせは $P_{SBS_2}^2$ $P_{SBS_3}^2$ $P_{SBS_1}^2$ および $P_{SBS_3}^3$ $P_{SBS_1}^3$ $P_{SBS_2}^3$ と定められる。セルクラスタが全ての隣接無線セルを有さないことに注意する。図5に示すように、結果として生ずる「クラスタ構造」はチャネル再利用方式から公知のものに類似する。

【0098】

図2に示す実施例は一つの無線セル当たり三つのサブキャリアブロックセットおよび三つの送信電力レベルを示すが、本発明は、無線セルにおける任意の数の送信電力レベルおよびサブキャリアブロックセットに一般的に適用可能である。上述の実施例から明らかであるように、送信電力レベルの数およびサブキャリアブロックセットの数の選択におけるあるコンスタレーションがサブキャリアブロックセットに対する送信電力レベル (あるいは、その逆) の簡単な割り当て規則を容易化する。

【0099】

10

20

30

40

50

以下の表は、上述の「割り当て規則」の一般化に対する実施例を示す。

【0100】

【表1】

	SBS ₁	SBS ₂	SBS ₃	...	SBS _{M-1}	SBS _M
無線セル 1	P ¹ ₁	P ¹ ₂	P ¹ ₃	...	P ¹ _{X-1}	P ¹ _X
無線セル 2	P ² _X	P ² ₁	P ² ₂	...	P ² _{X-2}	P ² _{X-1}
無線セル 3	P ³ _{X-1}	P ³ _X	P ³ ₁	...	P ³ _{X-3}	P ³ _{X-2}
...
無線セル N-1	P ^{N-1} ₃	P ^{N-1} ₄	P ^{N-1} ₅	...	P ^{N-1} ₁	P ^{N-1} ₂
無線セル N	P ^N ₂	P ^N ₃	P ^N ₄	...	P ^N _X	P ^N ₁

上述の表では、指数 x の電力レベル P^n_x は、異なる無線セル間で異なり、または、同じ電力レベルを表す。所与の実施例では、指数 $x = 1$ は無線セル n における最も低い選択された電力レベル P^n_x に言及し、 $x = X$ は無線セル n における最も大きい選択された電力レベル P^n_x に言及する。更に、 $P^n_x = P^n_{x-1}$ は全ての x について有効である。異なるセル間の電力レベルの配分は、強度、即ち、無線セル n の基地局によって送出される信号の電力レベルを表す指数 x の順列によって実現される。表から更に分かるように、各電力強度指数 $x \in \{1, 2, 3, \dots, X\}$ は表の各列および各行において一度生ずる。したがって、図示する実施例では、サブキャリアプロックセット M の数は送信電力レベル X の数に等しい。更に、クラスタ N における無線セルの数は、サブキャリアプロックセット M または送信電力レベル X の数それぞれと同じである。本発明の更なる実施の形態により、 $P^n_x = P^n_{x-1}$ が可能となり、これは、それぞれのセル SBS_m および SBS_{m+1} では送信電力が同一であることを本質的に意味する。当然のことながら、これは、選択されたサブキャリアプロックセットについてのみ有効である。本実施の形態は、所与のセルに対するサブキャリアプロックセットより低い電力レベルを有し、多数のサブキャリアプロックセットに対して単一の電力レベルが使用される場合に類似する。

【0101】

配分規則を更に一般化すると、以下の表はサブキャリアプロックセット M よりも送信電力レベル X が多い場合、即ち、 $X > M$ の場合に対応する。簡略化のため、 $X = 2M$ と仮定する。したがって、常に二つの電力レベルが単一のサブキャリアプロックセットにマッピングされる。

【0102】

【表2】

	SBS ₁	SBS ₂	SBS ₃	...	SBS _{M-1}	SBS _M
無線セル 1	P ¹ ₁ , P ¹ ₂	P ¹ ₃ , P ¹ ₄	P ¹ ₅ , P ¹ ₆	...	P ¹ _{X-3} , P ¹ _{X-2}	P ¹ _{X-1} , P ¹ _X
無線セル 2	P ¹ _{X-1} , P ¹ _X	P ¹ ₁ , P ¹ ₂	P ¹ ₃ , P ¹ ₄	...	P ¹ _{X-5} , P ¹ _{X-4}	P ¹ _{X-3} , P ¹ _{X-2}
無線セル 3	P ¹ _{X-3} , P ¹ _{X-2}	P ¹ _{X-1} , P ¹ _X	P ¹ ₁ , P ¹ ₂	...	P ¹ _{X-7} , P ¹ _{X-6}	P ¹ _{X-5} , P ¹ _{X-4}
...
無線セル N-1	P ¹ ₅ , P ¹ ₆	P ¹ ₇ , P ¹ ₈	P ¹ ₉ , P ¹ ₁₀	...	P ¹ ₁ , P ¹ ₂	P ¹ ₃ , P ¹ ₄
無線セル N	P ¹ ₃ , P ¹ ₄	P ¹ ₅ , P ¹ ₆	P ¹ ₇ , P ¹ ₈	...	P ¹ _{X-1} , P ¹ _X	P ¹ ₁ , P ¹ ₂

10

20

30

40

50

表において電力レベル P^n_x における指数 x が示すように、隣り合う電力レベル ({ 1 , 2 } , { 3 , 4 } , . . . , { X - 1 , X }) が単一のサブキャリアブロックセットにマッピングされる。当然のことながら、サブキャリアブロックセットへの二つの電力レベルの全ての他の配分も本発明の更なる実施の形態に従って可能であることは理解されるであろう。更に、利用可能なサブキャリアブロックセットよりも選択された電力レベルが多い場合、サブキャリアブロックセットに対して等しくない数の送信電力レベルを割り付けることも可能である。配分を選択する際、表の各行および各列が電力レベル指数 x それを一度だけ有することができるといった上述の規則に従うべきである。一つのサブキャリアブロックセット当たり多数の電力レベルの定義の場合、送信器はそれら電力レベルのどれも送信のために自由に選択することができる。典型的には、送信器は、送信すべき対応受信器の瞬間チャネル品質に基づいて電力レベルを選択する。

10

【 0 1 0 3 】

$M > X$ の場合、複数のサブキャリアブロックセットが単一の送信電力レベルに割り当てられてもよい。 $N = M$ 、即ち、クラスタにおける無線セルの数とサブキャリアブロックセットの数とが等しくない場合、配分規則は上述の規則、即ち、表の各行および各列が各電力レベル指数 x を一度だけ有することに従う。

【 0 1 0 4 】

セルクラスタにおけるセルの数の倍数に等しい送信電力レベルと、サブキャリアブロックセットの数とを選択するとき、簡単な配分規則が定められる。一つの無線セル当たりのサブキャリアブロックセットの数と送信電力レベルの数とが等しい場合、上述に概説した簡単なマッピング方式が使用されてもよい。

20

【 0 1 0 5 】

電力レベルとサブキャリアブロックセットとの選択および配分は、従来技術のシステムと比較して、高い送信電力を有する SBS に対して干渉レベルを低下させ、低い送信電力を有する SBS に対して干渉レベルを増加させる。

【 0 1 0 6 】

三つのセルクラスタよりなる六角形のマルチセルレイアウトに規則を拡大すると、図 5 に示すように、隣接セルには常に異なる SBS 電力レベルを割り当てられることが実現される。

【 0 1 0 7 】

30

図 6 乃至図 8 は、割り当てられた送信電力オフセット（電力レベル）が SBS 1、2、および、3 それぞれに対して 2.6 dB 、 -0.4 dB 、および、 -5.4 dB の場合の無線セル 1 (BS₁) に対する SBS 1 から SBS 3 に対する SIR 分布を示す。電力オフセットは、 0 dB 、即ち、 $2.6 \text{ dB} + [0 - 3 - 8] \text{ dB}$ の 1SBS 当たりの平均電力に対して定められる。無線セル 1 の境界内で、全ての SBS に対して BS₁ からの距離が増加すると SIR が減少することが観察される。更に、予想されるように、平均 SIR は SBS 1 から SBS 3 に減少する。

【 0 1 0 8 】

図 9 は、以下の設定に対する SIR 分布を示す。SBS 1 (高電力) は、無線セル 1 (エリア 1) 内の低いジオメトリをカバーし、SBS 2 (中間電力) はセル 1 (エリア 2) 内の中間のジオメトリをカバーし、SBS 3 (低電力) はセル 1 (エリア 3) 内の高いジオメトリをカバーする。即ち、移動局は、位置するエリアをカバーしている SBS に属するサブキャリアブロックに割り当てられる。ジオメトリは、送信器と受信器との間の距離に厳密に結びつけられない伝搬路損失に依存するが、障害物にも依存することを念頭におく。しかしながら、提供される実施例は、伝搬路損失が距離にだけ依存する簡略化されたレイアウトを示す。

40

【 0 1 0 9 】

図 3 および図 4 に示すような無線セルにおける従来技術の SIR 分布と比べて、本発明を用いる SIR 分布はより均一、即ち、無線セル境界の近傍の SIR は増加され、無線セルの中心における SIR は減少される。

50

【0110】

この効果は図10に示される。無線セル内のSIR分布の標準偏差(STD)は、従来技術のシステムに対する8.4dBのSTDと比較して5.5dBに著しく低下される。1乃至10dBのSIR範囲を見ると、所与の電力オフセットに対して平均SIR値の85%が範囲内(従来技術では49%)である。これにより、適当なダイナミックレンジ内でAMC方式が定められる。更に、所与のセルにおける全ての移動局に対してより均一なデータレートの実現を補助する。低いジオメトリの移動局に再送信する可能性は、電力が不十分な多値変調方式を用いる可能性と同様に、減少される。

【0111】

STDが減少すると、結果として、平均SIRの平均値が減少することに注意する。
10 しかししながら、この減少は、従来技術において平均SIRの平均値に著しく寄与する30dBを超える値がAMC制限により通常効率的に利用されないため、著しい影響を及ぼさない。図11および以下の表は、異なる電力オフセット設定に対して得られた結果を示す。

【0112】

【表3】

パワーオフセット [dB]	Mean (SIR) [dB]	STD (SIR) [dB]	1と10dBの間のパーセンテージ [%]	
なし(従来技術) [0 0 0]	8.2	8.4	49	20
[0.9 -0.1 -1.1] or [0 -1 -2] + 0.9	8.2	7.5	65	
[2.2 -0.8 -2.8] or [0 -3 -5] + 2.2	7.9	6.4	79	
[2.6 -0.4 -5.4] or [0 -3 -8] + 2.6	7.5	5.5	85	
[2.8 -0.2 -9.2] or [0 -3 -12] + 2.8	6.7	4.9	87	

30

上記表より分かるように、平均SIRが標準偏差と同様に、本発明の異なる実施の形態に従って提案された方法を用いることによって減少される。平均SIRは減少されるが、より多くの通信端末が1乃至10dBの範囲のSIRを有し、例えば、より均一な実現可能なデータレートあるいはAMC方式のより効率的な利用を可能にする。

【0113】

一実施の形態によると、本実施の形態の重要な特徴は、無線通信システムの無線セル内のサブキャリアブロックセット(SBS)の定義、並びに、SBSに対する異なる電力オフセット(送信電力レベル)の定義であることは理解されるであろう。更に、隣接セルにおける電力オフセットの定義は、最も高い電力を有するSBSに対する干渉が少なくとも減少されるように整列される。

40

【0114】

更なる実施の形態によると、低いジオメトリのMSが高電力SBSに割り当てられる、あるいは、その逆でもよい。即ち、通信端末にはそのジオメトリに基づいて無線チャネル(サブキャリアブロックセット)が割り当てられる。実際の(非理想的な六角形の)配置および環境では、ジオメトリといった用語は必ずしもMS-BS距離(セルの中心までのMS距離)に対応せず、むしろ信号路損失に言及することに注意する。即ち、MSはBSに非常に近接してもよいが、信号路が建物の影になり干渉路がLOS(見通し環境)となるため、低い平均SIRを有する。先の項で用いたようにサブキャリアブロックは、M個のサブキャリアを有してもよく、このとき、Mは1でもよい。即ち、M=1の場合、システムはFDMシステムに「下げられる」。

50

【0115】

サブキャリアブロックセット（SBS）はS個のサブキャリアブロックを含んでもよく、このとき、Sは定められたSBSに依存して変化してもよい。しかしながら、好ましい実施の形態では、同じサブキャリアブロックが隣接セルにおける対応SBSに対して使用されてもよい。後者の場合、セルクラスタの各無線セルにおけるサブキャリアブロックセットそれぞれに対して、対応サブキャリアブロックセットに同じサブキャリアが割り当てられることについて対応するよう、隣接無線セルに対応サブキャリアブロックセットが存在してもよい。

【0116】

更に、SBS電力オフセットは、無線セルによって変化してもよい。xが定められたSBSに対して、x-1までのSBSが同じ電力オフセットを有してもよい。電力オフセットは、各セルに対して個別に、あるいは、隣接無線セルに従って再構成されてもよい。

10

【0117】

本発明の別の態様は、無線セルにおけるサブキャリアブロックセットと、送信電力レベルの（再）構成に対するシグナリングに関する。無線セルにおける再構成がセルの無線セルと隣接して調整され得るため、隣接セルに再構成に関わる情報をシグナリングすることが必要となる。

【0118】

例えば、無線セルにおけるチャネルの品質、即ち、干渉レベルに関する情報は、使用されるそれぞれの電力レベルの再構成を考慮する際に当該情報を隣接無線セルが用いることを可能にするために、隣接無線セルにシグナリングされてもよい。更に、サブキャリアブロックセットへのサブキャリアブロックのグループ化が変更されなくてはならないとき、サブキャリアブロックセットへのサブキャリアブロックの新しい配分またはマッピングは、隣接セルがそれぞれのセルにおいて同じマッピングを使用し得るため、隣接セルにシグナリングされなくてはならない。

20

【0119】

ネットワークアーキテクチャに依存して、当該情報はセルクラスタを制御する監視ユニット（例えば、無線ネットワークコントローラ）に送信されてもよく、（再）構成を開始するために情報を利用してもよい。

【0120】

30

本発明の更なる実施の形態によると、本発明の別の態様は、送信器と受信器との間の通信に関わるシグナリングである。送信器と受信器との間のシグナリングは、サブキャリアブロックセット割り当てと、サブキャリアブロック割り当てとのシグナリングを含み得る。サブキャリアブロックの実際の頻繁な（フレーム毎）割り当ての前に、それぞれの移動局に対する「アクティブな」サブキャリアブロックセットを基本的に定義するサブキャリアブロックセットへの移動局の比較的低い頻度の事前割り当てが存在してもよい。

【0121】

これにより、移動局が事前に割り当てられたサブキャリアブロックセットに対してだけシグナリングが実行されたため、サブキャリアブロック割り当てに対するシグナリングオーバーヘッドを減少することが可能となる。更に、それぞれのサブキャリアブロックセットに対してだけ行われ得る受信器から送信器へのチャネル品質のフィードバックシグナリングに対するシグナリングオーバーヘッドを減少することが可能となる。

40

【0122】

更に、本発明の基礎となる思想は、どのセルレイアウトに適用されてもよいことに注意する。本発明の別の実施の形態によると、セクタ化された無線セルが使用されてもよい。1セル当たり三つのセクタを有する六角形の無線セルレイアウトに対する実施例は図12および図13に示される。アダプティブアレイアンテナのアンテナパターンが無視できる形態で（即ち、アンテナビーム幅 120°）において互いに干渉する無線セル内セクタを定めると仮定してもよい。この場合、隣接セル（アンテナビーム幅内）のセクタの干渉が著しく目立つ。図12に示すように、無線セル1（BS₁）のセクタ2に対して、隣接

50

無線セルにおいて二つの隣接セクタ、即ち、無線セル（B S₃）のセクタ2と無線セル2（B S₂）のセクタ3が存在する。異なる無線セルにおける三つの隣接セクタがセクタクラスタとして考慮されてもよい。

【0123】

単一の無線セルにおいて示される各セクタでは、同じサブキャリアブロック（即ち、サブキャリア）が同時に使用されてもよい。干渉を均衡化させるためには、セクタ化されていない無線セルの使用に対する上述の方法が用いられる。当該方法は、セルクラスタの無線セルに対して干渉均衡化を実行する代わりに、セクタクラスタのセクタ間の干渉が均衡化される点で、新しいセルレイアウトに対してのみ適応される。

【0124】

図12を図5と比較するに、送信電力レベルとサブキャリアブロックセットとの同じ数の選択、および、電力レベルとサブキャリアブロックセットとの間の同様のマッピングが使用され得ることに注意する。図12に示されるように、同じ電力レベル - サブキャリアブロックセットの組み合わせが無線セルのセクタ内で使用されてもよい。したがって、セクタクラスタに属するセクタ間の調整された電力レベル - サブキャリアブロックセットの組み合わせの「パターン」が、無線セルクラスタに対する調整された電力レベル - サブキャリアブロックセットの組み合わせについて図5から公知のものに対応してもよい。しかしながら、無線セル内で多数のセクタを用いる場合、単一の無線セルのセクタにおいて選択される電力レベルは互いに異なり得る。

【0125】

更に、セクタ内の送信電力レベルとサブキャリアブロックセットは、上述のように再構成されてもよい。セクタの再構成について隣接無線セルに通知する必要があるシグナリングは、基地局に送信されてもよく、セクタクラスタの隣接セクタのアンテナビームを提供する。

【0126】

可能な電力レベル - サブキャリアブロックセットの組み合わせに対する別の実施例は図13に示される。本発明の本実施の形態では、単一の無線セルのセクタは、図12の実施例と同じ電力レベル - サブキャリアブロックセットの組み合わせを使用しない。セクタベースで考慮される調整された電力レベル - サブキャリアブロックセットの組み合わせの結果として得られる「パターン」は、図5に示されるものと同様である。つまり、図13のセクタは、複数のセクタが無線セルの基地局によって制御されることを控えるために図5の無線セルに対応する。

【0127】

本発明の基礎となる思想は、MC - CDMA（マルチキャリア - CDMA）システムにも容易に適用される。MC - CDMAシステムを用いる場合、所与のSBSに対する送信電力レベルは所与の（サブ）キャリア（ブロック）に対する1符号当たりの電力の和について定められる。このようなMC - CDMAシステムは、時間および／または周波数領域での拡散を用い得る。

【0128】

更に、本発明の基礎となる原理は、通信システムのダウンリンクおよび／またはアップリンクでの通信にも適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0129】

【図1】(a)従来技術におけるサブキャリアブロックに対する送信(TX)電力と、(b)本発明の実施の形態によるサブキャリアブロックセット(SBS) ($P_{SBS1} > P_{SBS2} > P_{SBS3}$)に属するサブキャリアブロックに対して異なる電力オフセットを有する所与の無線セルに対する三つの実施例を示す図

【図2】本発明の実施の形態による三つの等しいサイズのサブキャリアブロックセットを有するマルチセルSBS構造を示す三つの実施例を示す図

【図3】電力制御を有さない従来技術のシステムについての基地局に対するジオメトリに

10

20

30

40

50

依存する平均 SIR の分布を示す図

【図 4】従来技術における基地局 BS1 に取り付けられた無線セルの境界内の場所に対する従来の相対 SIR 発生を示す図

【図 5】三つの SBS を有する六角形のセルレイアウトにおける SBS 電力割り付けパターンを示す図

【図 6】本発明の実施の形態によるサブキャリアブロックセットの異なる送信電力レベルに対する、且つ、その組み合わせに対するジオメトリに依存する平均 SIR の分布を示す図

【図 7】本発明の実施の形態によるサブキャリアブロックセットの異なる送信電力レベルに対する、且つ、その組み合わせに対するジオメトリに依存する平均 SIR の分布を示す図 10

【図 8】本発明の実施の形態によるサブキャリアブロックセットの異なる送信電力レベルに対する、且つ、その組み合わせに対するジオメトリに依存する平均 SIR の分布を示す図

【図 9】本発明の実施の形態によるサブキャリアブロックセットの異なる送信電力レベルに対する、且つ、その組み合わせに対するジオメトリに依存する平均 SIR の分布を示す図

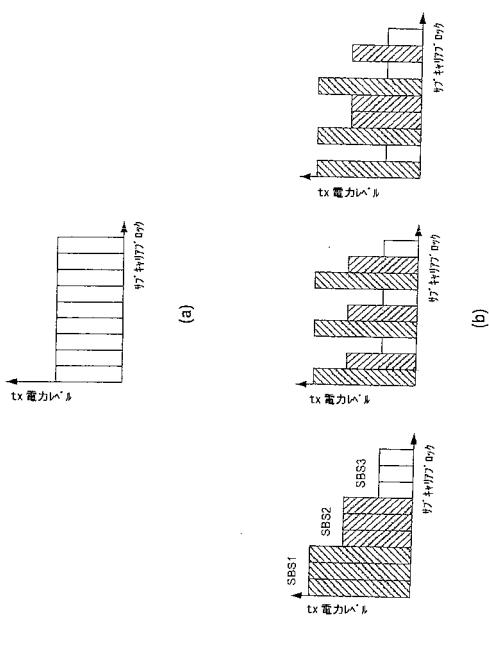
【図 10】本発明の実施の形態によるセル BS1 の境界内の場所に対する相対 SIR 発生を示す図

【図 11】本発明の実施の形態による選択された電力オフセット組み合わせに対する平均 SIR の平均および標準偏差を示す図 20

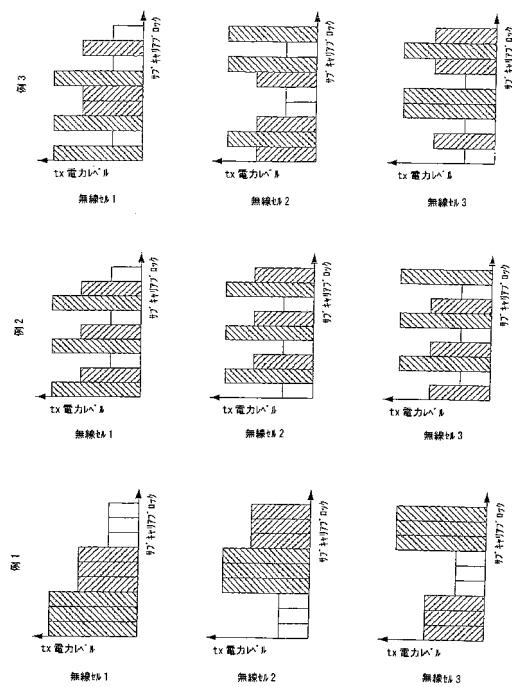
【図 12】本発明の実施の形態による一つのセル当たり三つの SBS と三つのセクタを有する六角形のセルレイアウトにおける SBS 電力割り付けパターンに対する実施例を示す図

【図 13】本発明の実施の形態による一つのセル当たり三つの SBS と三つのセクタを有する六角形のセルレイアウトにおける SBS 電力割り付けパターンに対する別の実施例を示す図

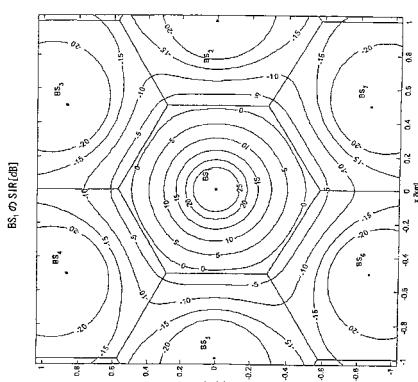
【図1】



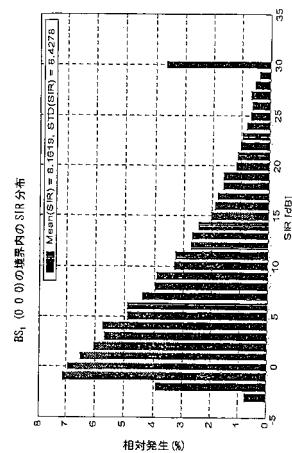
【図2】



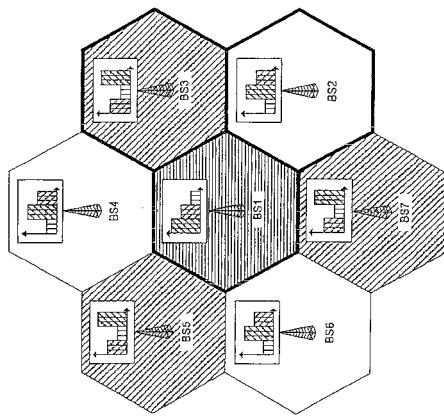
【図3】



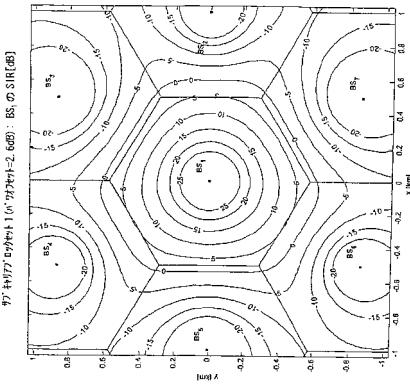
【図4】



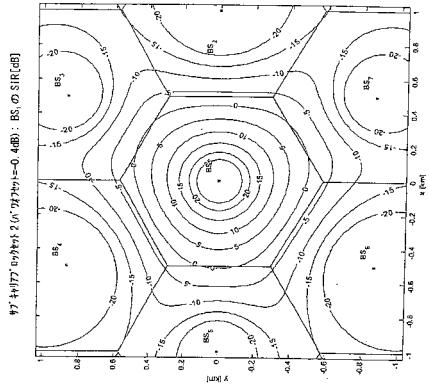
【図5】



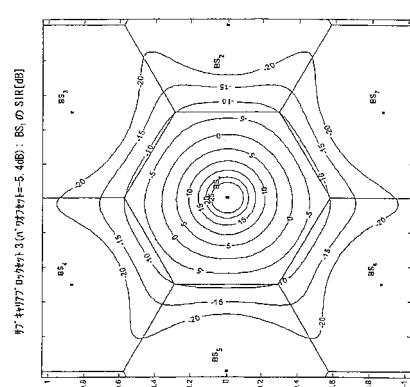
【図6】



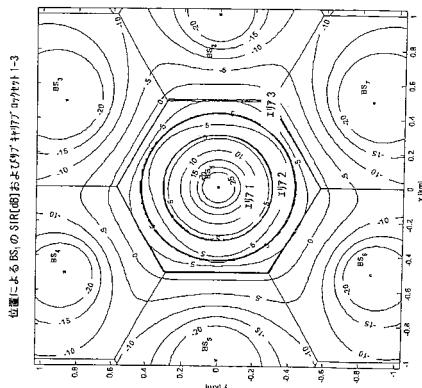
【図7】



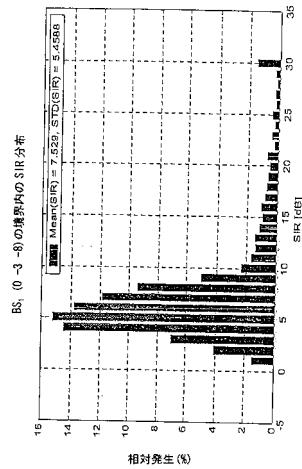
【図8】



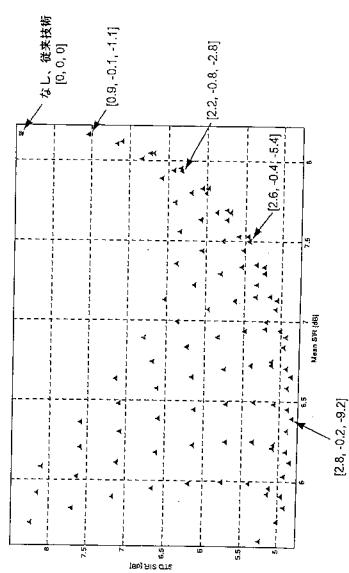
【図9】



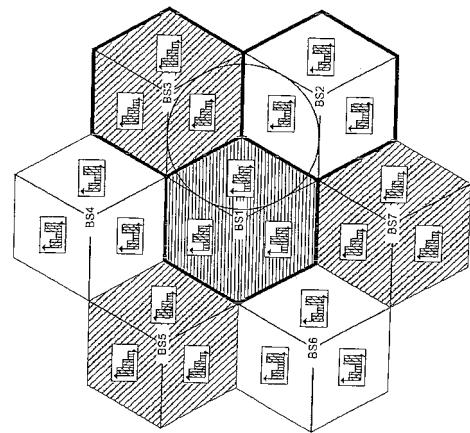
【 図 1 0 】



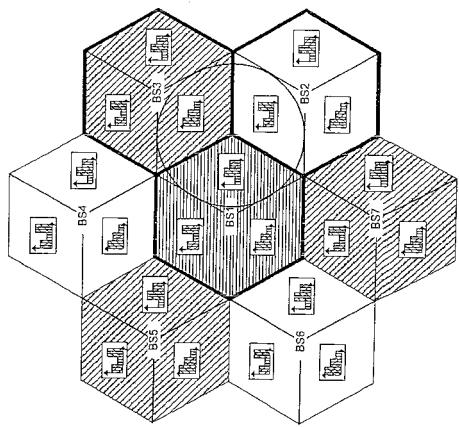
【図 1 1】



【図12】



【図 1 3】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2001-285927(JP, A)
特開2003-152671(JP, A)
特開2003-158500(JP, A)
米国特許第05579373(US, A)
米国特許第06047186(US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 7/24- 7/26

H04W 4/00-99/00