

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5947303号
(P5947303)

(45) 発行日 平成28年7月6日(2016.7.6)

(24) 登録日 平成28年6月10日(2016.6.10)

(51) Int.Cl.		F I			
HO4J 99/00	(2009.01)	HO4J	15/00		
HO4J 11/00	(2006.01)	HO4J	11/00	Z	
HO4B 7/04	(2006.01)	HO4B	7/04		

請求項の数 22 (全 45 頁)

(21) 出願番号	特願2013-529443 (P2013-529443)	(73) 特許権者	392026693
(86) (22) 出願日	平成23年9月22日 (2011.9.22)		株式会社NTTドコモ
(65) 公表番号	特表2013-541906 (P2013-541906A)		東京都千代田区永田町二丁目11番1号
(43) 公表日	平成25年11月14日 (2013.11.14)	(74) 代理人	100088155
(86) 国際出願番号	PCT/US2011/052726		弁理士 長谷川 芳樹
(87) 国際公開番号	W02012/040441	(74) 代理人	100113435
(87) 国際公開日	平成24年3月29日 (2012.3.29)		弁理士 黒木 義樹
審査請求日	平成26年9月16日 (2014.9.16)	(74) 代理人	100121980
(31) 優先権主張番号	61/385,430		弁理士 沖山 隆
(32) 優先日	平成22年9月22日 (2010.9.22)	(74) 代理人	100128107
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 深石 賢治
(31) 優先権主張番号	13/239,167	(72) 発明者	ワン, チェンウエイ
(32) 優先日	平成23年9月21日 (2011.9.21)		アメリカ合衆国, カリフォルニア州,
(33) 優先権主張国	米国 (US)		アーバイン, パロ ヴェルデ ロード
			3205

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 送信アーキテクチャの合同割り当て、並びに、最適化されたユーザコード割り当て及び電力割り振りを使用する干渉アラインメント方式による、効率的なMU-MIMO送信のための方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の受信機であって、各受信機が、複数のアンテナモードで動作可能である単一の無線周波数(RF)チェーンを有するマルチモードアンテナを有し、各受信機が、所定の方法で前記複数のアンテナモード間で変わる、当該複数の受信機と、

前記複数の受信機へのダウンリンク送信を行う、セルトポロジーにおける複数の基地局であって、各基地局が1つ又は複数の送信機を有し、前記1つ又は複数の送信機が、送信アンテナを有し且つマルチユーザMIMO(MU-MIMO)ベースのブラインド干渉アラインメント方式(BIA方式)を使用して前記複数の受信機のうち1つ以上の受信機と通信するように動作可能であり、当該複数の基地局における各アクティブな基地局が、所与の送信リソースにおいて等しいBIAコード構造を操作する、当該複数の基地局と、
を備え、

前記複数の基地局としては、基地局の第1グループと基地局の第2グループとが含まれ、さらに、コードワードの第1グループは前記基地局の第1グループにより使用されるために有効であり、コードワードの第2グループは前記基地局の第2グループにより使用されるために有効である、

無線通信システム。

【請求項2】

複数の受信機であって、各受信機が、複数のアンテナモードで動作可能である単一の無線周波数(RF)チェーンを有するマルチモードアンテナを有し、各受信機が、所定の方

法で前記複数のアンテナモード間で変わる、当該複数の受信機と、

前記複数の受信機へのダウンリンク送信を行う、セルトポロジーにおける複数の基地局であって、各基地局が1つ又は複数の送信機を有し、前記1つ又は複数の送信機が、送信アンテナを有し且つマルチユーザMIMO(MU-MIMO)ベースのブラインド干渉アライメント方式(BIA方式)を使用して前記複数の受信機のうち1つ以上の受信機と通信するように動作可能であり、当該複数の基地局における各アクティブな基地局が、所与の送信リソースにおいて等しいBIAコード構造を操作する、当該複数の基地局と、
を備え、

前記基地局は、周波数帯域が変化するにつれて変化するコードを使用して、前記セルトポロジーの全体で同じ相対セル位置を有するユーザのセットにのみサービスする、
無線通信システム。

10

【請求項3】

前記所与の送信リソースとしては、周波数帯域が含まれる、
請求項1又は2に記載の無線通信システム。

【請求項4】

前記所与の送信リソースとしては、タイムスロットが含まれる、
請求項1又は2に記載の無線通信システム。

【請求項5】

前記セルトポロジーにおける基地局は、BIAコードに関連付けられた送信リソースにおける各コードワードにおいて、各基地局によって使用されるべき送信電力を指定する電力マスクに従って動作する、

20

請求項1又は2に記載の無線通信システム。

【請求項6】

前記電力マスクによって指定された送信電力は、各コードインデックス値及び各送信に対する基地局インデックスの関数として変化する、

請求項5に記載の無線通信システム。

【請求項7】

各基地局は、地理的なユーザ位置に基づいて、コードインデックス及び位置上でユーザをスケジュールする、

請求項1又は2に記載の無線通信システム。

30

【請求項8】

各基地局は、大きいスケールのSINR値に基づいて、コードインデックス及び位置上でユーザをスケジュールする、

請求項1又は2に記載の無線通信システム。

【請求項9】

前記複数の基地局は、1つのコードワードから次のコードワードまで変化するコード再利用を利用する、

請求項1又は2に記載の無線通信システム。

【請求項10】

ただ1つのアンテナが、所与のタイムスロット内で、複数の受信機における各受信機でアクティブになる、

40

請求項9に記載の無線通信システム。

【請求項11】

帯域の第1セットでは、
基地局の第1グループが、サービスする基地局に関する第1相対位置にてユーザ端末の第1セットに対しサービスし、基地局の第2グループが、サービスする基地局に関する第2相対位置にてユーザ端末の第2セットに対しサービスし、

帯域の第2セットでは、
基地局の第1グループが、サービスする基地局に関する第2相対位置にてユーザ端末の第1セットに対しサービスし、基地局の第2グループが、サービスする基地局に関する第2

50

相対位置にてユーザ端末の第 2 セットに対しサービスする、
請求項 1 に記載の無線通信システム。

【請求項 1 2】

前記複数の基地局としては、基地局の第 1 グループと基地局の第 2 グループとが含まれ、さらに、

帯域の第 1 セットでは、
基地局の第 1 グループが、サービスする基地局に関する第 1 相対位置にてユーザ端末の第 1 セットに対しサービスし、基地局の第 2 グループが、サービスする基地局に関する第 2 相対位置にてユーザ端末の第 2 セットに対しサービスし、

帯域の第 2 セットでは、
基地局の第 1 グループが、サービスする基地局に関する第 2 相対位置にてユーザ端末の第 1 セットに対しサービスし、基地局の第 2 グループが、サービスする基地局に関する第 2 相対位置にてユーザ端末の第 2 セットに対しサービスする、

請求項 2 に記載の無線通信システム。

【請求項 1 3】

複数の受信機及び複数の基地局を有する無線通信システムにおいて通信するための方法であり、前記複数の受信機の各々が、複数のアンテナモードで動作可能である単一の無線周波数 (R F) チェーンを有するマルチモードアンテナを有し、さらに、前記複数の基地局の各々が 1 つ又は複数の送信機を有し、前記 1 つ又は複数の送信機が、送信アンテナを有し且つブラインド干渉アラインメント方式 (B I A 方式) を使用して前記複数の受信機のうち 1 つ以上の受信機と通信するように動作可能である、当該方法であって、

前記方法が、

前記複数の受信機が所定の方法で前記複数のアンテナモード間で変わる間に、前記複数の基地局とのダウンリンク送信を行って、ブラインド干渉アラインメント方式 (B I A 方式) を使用して、無線信号を前記複数の受信機へ送信するステップ、

を含み、

当該送信するステップは、

前記複数の基地局における各アクティブな基地局を、所与の送信リソースにおいて等しい B I A コード構造と共に操作するサブステップ、

を含み、

前記方法が、さらに、

セルトポロジの全体で同じ相対セル位置を有するユーザのセットにのみサービスするときに、周波数帯域が変化するにつれて変化するコードを使用するステップ、を含む、
方法。

【請求項 1 4】

前記所与の送信リソースとしては、周波数帯域が含まれる、
請求項 1 3 に記載の方法。

【請求項 1 5】

前記所与の送信リソースとしては、タイムスロットが含まれる、
請求項 1 3 に記載の方法。

【請求項 1 6】

前記複数の基地局が、1 つのコードワードから次のコードワードまで変化するコード再利用を利用するステップ、

をさらに含む、

請求項 1 3 に記載の方法。

【請求項 1 7】

B I A コードに関連付けられた送信リソースにおける各コードワードにおいて、各基地局によって使用されるべき送信電力を指定する電力マスクに従って、セルトポロジにおける基地局を動作させるステップ、

をさらに含む、

10

20

30

40

50

請求項 13 に記載の方法。

【請求項 18】

前記電力マスクによって指定された送信電力は、各コードインデックス値及び各送信に対する基地局インデックスの関数として変化する、

請求項 17 に記載の方法。

【請求項 19】

各基地局が、地理的なユーザ位置に基づいて、コードインデックス及び位置上でユーザをスケジュールするステップ、

をさらに含む、

請求項 13 に記載の方法。

10

【請求項 20】

各基地局が、大きいスケールの SINR 値に基づいて、コードインデックス及び位置上でユーザをスケジュールするステップ、

をさらに含む、

請求項 13 に記載の方法。

【請求項 21】

複数の受信機であって、各受信機が、複数のアンテナモードで動作可能である単一の無線周波数 (RF) チェーンを有するマルチモードアンテナを有し、各受信機が、所定の方法で前記複数のアンテナモード間で変わる、当該複数の受信機と、

前記複数の受信機へのダウンリンク送信を行う、セルトポロジーにおける複数の基地局であって、各基地局が 1 つ又は複数の送信機を有し、前記 1 つ又は複数の送信機が、送信アンテナを有し且つマルチユーザ MIMO (MU-MIMO) ベースのブラインド干渉アライメント方式 (BIA 方式) を使用して前記複数の受信機のうち 1 つ以上の受信機と通信するように動作可能であり、当該複数の基地局のクラスタにおける各アクティブな基地局のクラスタが、所与の送信リソースにおいて等しい BIA コード構造を操作する、当該複数の基地局と、

20

を備え、

前記基地局のクラスタは、周波数帯域が変化するにつれて変化するコードを使用して、前記セルトポロジーの全体で同じ相対セル位置を有するユーザのセットにのみサービスする、

30

無線通信システム。

【請求項 22】

前記複数の基地局のクラスタは、1 つのコードワードから次のコードワードまで変化するコード再利用を利用する、

請求項 21 に記載の無線通信システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

[0002]本発明の実施形態は、マルチユーザ多出力多入力 (MIMO) 無線送信システムの分野に関し、より詳細には、本発明の実施形態は、各アクティブな基地局が所与の送信リソースにおいてセルトポロジーの全体で等しい BIA コード構造を操作する、ブラインド干渉アライメント (Blind Interference Alignment) (BIA) ベースのマルチユーザ MIMO 通信システムに関する。

40

【0002】

[優先権]

[0001]本特許出願は、2010年9月22日に出願した「A Method for Efficient MU-MIMO Transmission by Joint Assignments of Transmission Architecture, and Interference Alignment Schemes Using Optimized User-Code Assignments and P

50

ower - Allocation」という名称の対応する米国特許仮出願第61/385430号の優先権を主張し、これを参照により組み込むものである。

【背景技術】

【0003】

[0003]無線送信における多くの最近の進化は、送信及び受信のための複数のアンテナの使用に基づいている。複数のアンテナは、基本的には、無線システムによって送信のために利用可能である自由度数(DoF)、すなわち、システム内で受信側に同時に送信可能であるスカラーデータストリームの数の増大をもたらすことができる。DoFを使用して、スペクトル効率(スループット)の増大、及び/又は、追加のダイバーシティ(ロバスト性)をもたらすことができる。実際に、 N_r 個の受信(RX)アンテナを有する単一のユーザにサービスする、 N_t 個の送信(TX)アンテナを有するシングルユーザMIMO(SU-MIMO)システムは、ダウンリンク送信のために最大 $\min(N_t, N_r)$ のDoFを利用できることがある。これらのDoFを、例えば、ある条件下で使用して、 $\min(N_t, N_r)$ と線形に増大する倍数で、スループットを向上させることができる。MIMOのそのような利益、及び、DoFの増大は、MIMOを新しい今後のシステムで使用するに対する関心の多くの根底にある。

10

【0004】

[0004]そのようなDoFを利用するには、システムに対するいくらかのコストが必要となることが多い。1つのそのようなコストは、送信アンテナと受信アンテナの間のチャネル状態の知識である。そのようなチャネル状態情報(CSI)は、多くの場合、送信機にとって(そのようなCSIは、CSITと呼ばれる)、及び/又は、受信機にとって(そのようなCSIは、CSIRと呼ばれる)、使用可能でなければならない。使用可能なDoFはまた、送信アンテナと受信アンテナの間のチャネルに十分な「豊かさ」があることにもよる。例えば、ビットインターリーブ符号化変調(Bit Interleaved Coded Modulation)(BICM)及びD-BLASTなど、SU-MIMO CSIRベースのシステムは、適切なチャネル条件下で、 $\min(N_t, N_r)$ の最大可能なDoFを達成することができる。CSITは、必要とされない。そのような条件下で、したがって、DoFを使用して、スペクトル効率において対応する線形増大をもたらすことができる。そのような設計は、現況技術に精通している者にはよく理解されよう。

20

30

【0005】

[0005]同様に、基地局(BS)において N_t 個の送信アンテナ、及び、K人のシングルアンテナユーザ($N_r = 1$)を有するマルチユーザMIMO(MU-MIMO)システムは、最大 $\min(N_t, K)$ のDoFをもたらすことができる。SU-MIMOの場合のように、MU-MIMOを使用して、例えば、 $\min(N_t, K)$ と線形にスループットを向上させることができる。しかし、SU-MIMOとは異なり、多くのMU-MIMO技術(実際には、規格のために使用され、研究されている主要なMU-MIMO技術の全部ではないとしても、大部分)は、CSITの知識を必要とする。CSITに基づくMU-MIMOは、CSIRに基づくSU-MIMOとは異なり、送信が行われうる前に、CSIを推定し、CSIを送信機にフィードバックするための、追加のオーバーヘッドを必要とする。

40

【0006】

[0006]そのようなオーバーヘッドにもかかわらず、MU-MIMOは実際的な関心を引くものであり、その理由は、MU-MIMOには、多数の受信アンテナ、無線周波数(RF)チェーンを追加したり、ポータブル又はモバイルデバイスに対する処理(例えば、復号)の複雑性を増したりする必要なしに、DoFを増大させることができるという、SU-MIMOに勝る利益があるためである。

【0007】

[0007]CSIオーバーヘッドの問題は、慎重に考えられなければならない。この問題は、そのような従来MIMOを評価する際に見逃されることが多い、基本的な問題である

50

。そのようなCSI関連のオーバーヘッドは、実際には、従来のCSIに依存するMIMOにより得ることができる正味のスペクトル効率の増大を制限する可能性がある、基本的な「次元性ボトルネック」を表す可能性がある。特に、 N_t （又は N_r 又は K ）を増すことによって、DoFの増大（例えば、線形増大）を利用し続けることを望む場合、送信の計画及び受信機での復号のために必要とされるCSIの取得において増大するシステムオーバーヘッドをどのようにサポートするかについても、考えなければならない。そのようなオーバーヘッドは、CSI推定をサポートするパイロットのための無線媒体の使用の増加、及び、そのようなCSI推定についての受信エンティティと送信エンティティの間のフィードバックの増大を含みうる。

【0008】

[0008]一例として、単一のTXアンテナと単一のRXアンテナの間のCSI（このタイプのCSIは、標準団体内の一部によって、直接CSI（direct CSI）と呼ばれることが多い）を定義する各複素スカラー値について、無線チャネルリソースのうち固定の割合 $F_{c_{s_i}}$ がパイロット及び/又はフィードバック専用であると仮定する。必要とされるCSIの次元は、 N_t 、 N_r 及び/又は K のような量に比例するので、合計のCSIシステム関連のオーバーヘッドが（例えば、 $N_t \times F_{c_{s_i}}$ だけ）増大することがわかる。例えば、送信アンテナに対して N_t 個のCSIスカラー項をそれぞれ有する、 K 人のシングルアンテナユーザでは、送信機が知る必要がありうる合計 KN_t 個のそのような複素スカラー値がある。CSIの次元の増大をサポートすることで、より多くの無線チャネルリソースを要する可能性があり、データ送信のために残されるリソースの量が減る。このオーバーヘッドの増大は、スペクトル効率の向上がCSIオーバーヘッドの増大を相殺しない場合、スループットの継続的な増大を制限する可能性がある。

【0009】

[0009] $F_{c_{s_i}}$ の値は、時間及び/又は周波数におけるチャネルのコヒーレンスを考えると、システムによって、又は、必然的に定義されることが多い。チャネルの状態が時間及び/又は周波数においてより速く変化するにつれて、リソースのより大きい有効部分を、CSIの推定及び追跡のために使用する必要がありうる。

【0010】

[0010]一例として、周波数分割複信（FDD）ベースの3GPPロングタームエボリューション（LTE）設計では、 12×14 個のOFDMシンボルのリソースブロック内の8個のシンボルが、 N_t 個のアンテナの各々のためのダウンリンクパイロットをサポートするために使用される。単にそのようなパイロットのためのシステムオーバーヘッドを考慮し、フィードバックなど、他のCSI関連のオーバーヘッドを無視すると、 $F_{c_{s_i}}$ は、 $8/168 = 4.76\%$ もの大きさになりうる。つまり、 $N_t = 8$ であれば、パイロット構造が追加のアンテナと線形に比例すると仮定すると、合計のCSIオーバーヘッドは、 38% もの大きさになり、シンボルの 62% が、残りのシグナリングオーバーヘッド及びデータ送信をサポートするために残る可能性があることになる。実際には、LTEでは、 $N_t = 4$ 個のアンテナを超えるパイロット構造の変更を検討している。しかし、これはまた、CSI精度に対しても影響を及ぼす。それにもかかわらず、明らかに、そのようなシステムは、 N_t の無限の増大をサポートしないであろう。

【0011】

[0011]したがって、符号化されたデータ情報を表すシンボルはより効率的に使用され、MIMOによるDoFの増大により、ロバスト性及び/又はスペクトル効率は増大するが、正味のスペクトル効率の増大は、CSIオーバーヘッドのために使用されるリソースの部分を反映しなければならない。したがって、正味のスペクトル効率の増大は、実際には、個々のデータシンボルのもの未満であり、その理由は、シンボルの一部分、例えば、わずかに $(1 - N_t \times F_{c_{s_i}})$ のみがデータのために使用可能であるからである。

【0012】

[0012]最近では、「ブラインド干渉アライメント」（BIA）技術と呼ばれる、新しい種類の技術が、従来のMU-MIMOシステムのCSIオーバーヘッドの多くを必要と

10

20

30

40

50

することなく、D o Fを増大させる能力を示している。B Sにおける N_t 個の送信アンテナと、K人のシングルアクティブアンテナユーザとを有するB I AマルチユーザM I M O (M U - M I M O)システムは、C S I Tなしに、 $KN_t / (K + N_t - 1)$ のD o Fを達成することが可能である。したがって、Kが増大するにつれて、このシステムは、従来のM U - M I M O C S I Tベースのシステムによって達成可能である、 $\min(N_t, K)$ のD o FというC S I依存の上限に近づくことができる。これは著しい結果であり、その理由は、このシステムが最近数十年にわたる従来の考え及び推測の多くに反するものであり、また、現在のシステムが直面している「次元性ボトルネック」を軽減する可能性をもたらすからである。

【0013】

[0013]そのようなシステムが機能するには、送信側B Sと、サービスされているK人のユーザとの間で見られるチャンネルが、(ブラインド干渉アラインメント方式に関して)所定の方法で、合同で変化していなければならないという要件がある。この合同での変化は、複数のアンテナモードを有することによって達成することができる。複数のアンテナモードは、各ユーザにおいて多数の(物理的)アンテナ素子を採用することによって、又は、例えば、方位、感度パターンなど、その物理的特性を変更することができる単一のアンテナ素子を有することによって、実装することができる。しかし、すべてのそのような場合において、このシステムは、1つのモードが所与のタイムスロットでアクティブであることのみを必要とする。したがって、各モバイルで単一のR Fチェーンのみを有し、それによって、ユーザの単一のアクティブ受信アンテナモード、すなわち、ユーザの単一のR Fチェーンを駆動するアンテナが経時的に変化可能であれば、十分である。すなわち、単一のアクティブ受信アンテナは、例えば、所定の形で N_t 個のモード間で切り替え可能な、マルチモードアンテナである。単一のR Fチェーンを有することで、従来の単一アンテナモードのM U - M I M Oシステムと一致した復号の複雑さを保つ。

【0014】

[0014]これらのモードは、単一のユーザのための独立した(例えば、一次独立な)C S Iベクトルを作成可能でなければならない。送信もまた、所与のモードにおけるC S Iが、システムにとっては不明であるが、事実上、モードによって一定且つ異なると仮定される時間における適切なコヒーレンス間隔に制限されなければならない。

【0015】

[0015]B I A技術は、K人のユーザに送信されることになるK個の情報搬送ストリーム(1つのストリームが1人のユーザのための所期の情報を搬送する)上で、適切なアンテナモード切り替え及び合成データ送信ベクトルを作成することによって、機能する。そのような情報搬送ストリーム自体が、ベクトルである。これらのストリームは、このようにしてアンテナモード切り替えによってもたらされた追加のD o Fを使用して、様々な算術的組み合わせで同時に送信される。

【0016】

[0016]ユーザ受信アンテナ切り替えモードと、情報ストリームがB I A方式によって送信される方法との協調は、以下の原理に従うことによって、D o Fを最大にするように設計される。

- ・所与のユーザ向けのいかなる N_t 次元シンボルも、 N_t 個のスロットによって送信されること、
- ・これらの N_t 個のスロット中に、そのユーザのアンテナ切り替えパターンは、ユーザがすべてのその N_t 個のアンテナモードを通して(それにより、 N_t 次元空間内で)そのシンボルを観察するので、そのシンボルを復号できることを保証すること、及び、
- ・対照的に、残りのユーザのアンテナ切り替えパターンは、この N_t 次元シンボルの送信が残りのユーザの受信機に1次元の影を落とすのみであるようなものであること。これは、これらの受信機の各々が、 N_t 次元シンボルのすべてが送信される同じアンテナモードを使用することを保証することによって、達成される。

【0017】

10

20

30

40

50

[0017]したがって、合計 $(N_t + K - 1)$ もの受信機の次元が、 N_t 個のスカラースymbolを復号するために、ユーザごとに必要とされる。結果として、この方式では、 K 人のユーザは、 $(N_t + K - 1)$ 個のチャネル使用につき、合計 KN_t 個のシンボル（それぞれ N_t 個）を復号し、それにより、最大可能な B I A の D o F、 $KN_t / (N_t + K - 1)$ を達成する。

【0018】

[0018] B I A 技術には、B I A 技術が使用可能であるシナリオにおいて、まさにいくつかの固有の課題及び制限がある。最初の固有の問題は、B I A 方式が有効に動作するために高い信号対雑音比 (S N R) を必要とすることが多いことであり、例えば、元の B I A 方式は最大 20 dB の S N R を必要とすることがある。この問題は、干渉アラインメント処理の特性によるものであり、結果として生じる干渉アラインメントされたストリームにおいて、雑音が増幅される結果となる。この結果として、元の B I A 技術は、セルラ環境における多数のユーザへの適用が制限される。例えば、従来のセルラ環境におけるセル端ユーザは、約 0 dB 以下の信号対干渉雑音比 (S I N R) を経験することが多く、その原因は、 K 人のユーザにサービスしない干渉セルから来る干渉であり、それゆえに解析のためには事実上雑音になるためである。多数のユーザは、セル端ユーザばかりでなく、約 20 dB 以上の S I N R を有していない。残念ながら、多くの場合、スペクトル効率及び D O F を上げる助けとなる技術を必要とする者であるのは、より低い S N R ユーザであることが多い。B I A 方式は、したがって、セルラ環境内の多数のユーザにとって有用となりうるために、修正及び適切な展開セットアップを必要とする。

【発明の概要】

【0019】

[0019] システム内で B I A コード構造を操作するための方法、装置及び無線通信システムが、本明細書で開示される。一実施形態では、無線通信システムは、複数の受信機を備え、複数の受信機のうちの各受信機が、複数のアンテナモードで動作可能である単一の無線周波数 (R F) チェーンを有するマルチモードアンテナを有し、さらに、各受信機が、所定の方法で複数のアンテナモード間で変わる。無線通信システムはまた、複数の受信機へのダウンリンク送信を行うための、セルトポロジーにおける複数の基地局をも含み、複数の基地局における各基地局が 1 つ又は複数の送信機を有し、1 つ又は複数の送信機が送信アンテナを有し、且つ、マルチユーザ M I M O (M U - M I M O) ベースのブラインド干渉アラインメント (B I A) 方式を使用して、複数の受信機における受信機のうち 1 つ又は複数と通信するように動作可能であり、複数の基地局における各アクティブな基地局が、所与の送信リソースにおいて等しい B I A コード構造を操作する。

【0020】

[0020] 本発明は、以下で与えられる詳細な説明から、且つ、本発明の様々な実施形態の添付の図面から、より十分に理解されるものであるが、これらの説明及び図面は、本発明を特定の実施形態に限定するように解釈されるべきではなく、単に説明及び理解のためのものにすぎない。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図 1 A】 局 (三角形) の位置、セル中央ユーザ及びセル端ユーザ (実線の楕円) の位置、並びに、2 つの基地局のクラスタサイズのためのクラスタ (破線の楕円) を示す、クラスタ送信戦略の 1 次元の例示を示す図である。

【図 1 B】 セルベースのネットワークの一実施形態を示す図である。

【図 2 A】 $(M, K) = (2, 2)$ 且つ $N_t = 2$ であるセルラの 2 つの展開を示す図である。

【図 2 B】 $(M, K) = (2, 2)$ 且つ $N_t = 2$ であるセルラの 2 つの展開を示す図である。

【図 3】 コード再利用 1、 $(M, K) = (2, 2)$ 且つ $N_t = 1$ であるクラスタを示す図である。

10

20

30

40

50

【図4】コード再利用2、 $(M, K) = (2, 2)$ 且つ $N_t = 2$ であるセルラーを示す図である。

【図5】サブバンドスケジューリング及び電力制御を利用する、 $M = K = 2$ であるクラスタ同期 B I A 方式の一例を示す図である。

【図6】 $K = 2$ であるセル同期 B I A 送信戦略の1次元の例示を示す図である。任意の所与の帯域上で、すべてのセルが、同じ相対セル位置からのユーザにサービスする図である。

【図7】 $K = 2$ であるセル同期 B I A 送信戦略の1次元の例示を示す図である。奇数のインデックスの B S がセル端ユーザにサービスする帯域上で、偶数のインデックスの B S がセル中央ユーザにサービスする図である。

10

【図8】 $K = 2$ であるセル同期 B I A 送信戦略の1次元の例示を示す図である。

【図9】 $K = 2$ であるセル同期 B I A 送信戦略の1次元の例示を示す図である。

【図10】マルチモードアンテナ受信機を示す図である。

【図11】異なるモビリティレベルを有するユーザ集団に対処するコードの例を示す図である。

【図12】異なるモビリティレベルを有するユーザ集団に対処するコードの例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

[0021]本発明の実施形態は、マルチユーザ M I M O 送信をサポートするために使用可能である、ブラインド干渉アラインメント (B I A) として知られる技術の種類に関する。このようなシステムでは、数個の受信アンテナ素子をそれぞれ有する複数のユーザは、同じ送信リソース上で、複数のデータストリーム (少なくとも1つが各ユーザ向け) を同時に受信することができる。B I A 技術は、送信機が送信機と受信機間の瞬間のチャンネル状態情報 (C S I) を知ることを必要とせず、送信及びストリーム間の干渉のアラインメントが行われることを可能にする。

20

【0023】

[0022]本発明の実施形態の一態様は、各ユーザにわたって、各アラインメントブロックにわたって、各送信アンテナにわたって、且つ、並列 B I A 処理の同時送信を行うアンテナの各クラスタにわたって、電力割り振りを調整して、システム性能をさらに向上させることに焦点を当てる。本発明の実施形態の別の態様は、各クラスタにわたる送信アーキテクチャ、及び、各マルチサイト展開にわたる送信のために合同でスケジューリングされたユーザのグループと共に、これらの電力割り振りを合同で変化させることに焦点を当てる。

30

【0024】

[0023]要約すれば、本発明の実施形態は、合同マルチユーザ B I A 送信のためにスケジューリングされる、クラスタ内のユーザのグループを協調させること、並びに、B I A 方式内のユーザの個々のコード割り当て、及び、アラインメント方式全体の関連する送信電力割り振りのための技術を含む。本発明の実施形態の別の態様は、局の各クラスタにわたる、スケジューリンググループ、B I A コード、及び、ユーザ電力割り振りの協調的な割り当てを含む。これらの割り当ては、各展開にわたるユーザ S I N R の分布を制御し、これらの割り当てを半静的に調整及び最適化して、システム性能を最適化することができる。

40

【0025】

[0024]以下の説明では、多数の詳細が示されて、本発明のより綿密な説明が提供される。しかし、本発明をこれらの特定の詳細なしに実施できることは、当業者には明らかであろう。他の例では、本発明を不明瞭にすることを避けるため、周知の構造及びデバイスは、詳細ではなく、ブロック図の形式で示される。

【0026】

[0025]後続の詳細な説明のいくつかの部分は、コンピュータメモリ内のデータビットへの操作のアルゴリズム及び記号表現によって提示される。これらのアルゴリズムの説明及び表現は、データ処理分野の技術者によって、自分たちの作業の本質を他の当業者に最も

50

有効に伝えるために使用される手段である。アルゴリズムはここでは、また一般に、所望の結果につながる、自己矛盾のない一連のステップであると考えられる。これらのステップは、物理量の物理的操作を必要とするものである。通常、必ずしもそうとは限らないが、これらの量は、格納、転送、結合、比較、及び、他の方法による操作が可能な電気又は磁気信号の形態をとる。主に共通使用の理由のため、これらの信号をビット、値、要素、シンボル、文字、項、数字などと呼ぶことは、時には好都合であることがわかっている。

【 0 0 2 7 】

[0026]しかし、これら及び同様の用語のすべては、適切な物理量に関連付けられるべきであり、これらの量に適用された好都合なラベルにすぎないことを念頭に置くべきである。以下の説明から明らかなように、別段に明記されていない限り、説明の全体にわたって、「処理する」又は「コンピューティング」又は「計算する」又は「決定する」又は「表示する」などの用語を利用する説明は、コンピュータシステムのレジスタ及びメモリ内の物理（電子的）量として表現されたデータを操作し、コンピュータシステムメモリ若しくはレジスタ、又は、他のそのような情報格納、送信若しくは表示デバイス内の物理量として同様に表現された他のデータに変換する、コンピュータシステム又は同様の電子コンピューティングデバイスのアクション及び処理を指すことを理解されたい。

【 0 0 2 8 】

[0027]本発明はまた、本明細書における動作を行うための装置にも関する。この装置は、必要な目的のために特別に構築されてもよく、又は、コンピュータ内に格納されたコンピュータプログラムによって選択的に作動又は再構成された、汎用コンピュータを備えてもよい。そのようなコンピュータプログラムは、コンピュータ可読記憶媒体に格納されてもよく、コンピュータ可読記憶媒体は、限定されないが、フレキシブルディスク、光ディスク、CD-ROM及び光磁気ディスクを含む、任意のタイプのディスク、リードオンリーメモリ（ROM）、ランダムアクセスメモリ（RAM）、EPROM、EEPROM、磁気若しくは光学カード、又は、電子的命令を格納するために適切な任意のタイプの媒体などであり、各々はコンピュータシステムバスに結合される。

【 0 0 2 9 】

[0028]本明細書で提示されるアルゴリズム及び表示は、いかなる特定のコンピュータ又は他の装置に本質的に関連するものでもない。様々な汎用システムを、本明細書の教示によるプログラムと共に使用することができ、又は、必要とされた方法ステップを行うために、より特化した装置を構築することが好都合であると判明することがある。様々なこれらのシステムのために必要とされる構造は、以下の説明から現れるであろう。加えて、本発明は、いかなる特定のプログラミング言語を参照して記載されるものでもない。様々なプログラミング言語を使用して、本明細書に記載の本発明の教示を実装できることは理解されよう。

【 0 0 3 0 】

[0029]機械可読媒体には、機械（例えば、コンピュータ）によって可読な形式で情報を格納又は送信するための任意の機構が含まれる。例えば、機械可読媒体には、リードオンリーメモリ（「ROM」）、ランダムアクセスメモリ（「RAM」）、磁気ディスク記憶媒体、光記憶媒体、フラッシュメモリデバイスなどが含まれる。

【 0 0 3 1 】

概観

[0030]本発明の実施形態は、セルラー及びセルラーを超えた各ネットワークにわたる、協調BIA送信のための技術を含む。これらの技術のうち1つ又は複数は、別個の基地局のクラスタによって開始された送信を協調させることによって、システム全体の性能の向上を可能にする。

【 0 0 3 2 】

[0031]一実施形態では、並列同期BIA方式は、各クラスタにわたって展開され、本発明の実施形態は、以下の任意のサブセットを協調させ、すなわち、それに基づいてユーザのセットが各クラスタにわたる並列BIA送信のためにスケジュールされる方法、各クラ

10

20

30

40

50

スタにわたるB I Aコードの各々の、クラスタユーザへの再割り当て方法、クラスタ内の各基地局からのB I Aコードの各々におけるユーザストリームに割り振られた電力、及び、固定されたB I A符号化構造においてユーザストリームに割り振られた電力が、各クラスタにわたって変化させられる方法である。

【0033】

[0032]上記の各クラスタにわたるB I A方式割り当ての協調の処理は、システム又はユーザ固有の性能測定基準を最適化するために、ユーザS I N Rを系統的に制御可能にする。これにより、上記の方法の組み合わせを採用しない既存のB I A方式に勝る大きな利益がもたらされる。

【0034】

[0033]本明細書で提示された協調方法を説明するために、元のB I A方式を最初に論じ、その後、元の方式の電力変化に対応する拡張の説明が続き、これらの拡張は、元の方式の「ブラインド干渉アラインメント」特性を保つものである。これらの技術は、後述のように、電力割り振りと共に、クラスタからクラスタへの協調的なユーザB I Aコード割り当てを利用することによって、各クラスタにわたる並列B I A送信に関して、システム性能の利点をもたらすことができる。

【0035】

元のB I A方式

[0034]元のB I A方式は、当業者に周知である。情報については、C . Wang他、「Aiming Perfectly in the Dark - Blind Interference Alignment through Staggered Antenna Switching」、2010年2月(以下、「Wang」)を参照されたい。元のB I A方式は、M個の送信アンテナのセットから、K個の受信機へ、情報搬送信号を同時に通信するための方法を記述するものである。各受信機は、M個の物理的アンテナを有するが、ただ1つのRFチェーンを有する。1つのそのような受信機の一例を図10に示し、図10では、単一のRFチェーン1001が様々なアンテナ1000の間で切り替わり、アンテナ1000を受信機処理1002にインタフェースさせる。単一のRFチェーンのみを有する結果として、事実上、 $N_r = 1$ であり、ただ1つの受信アンテナ(1つの受信アンテナモード)が所与のタイムスロット内でアクティブになりうる(すなわち、送信を受信中でありうる)。結果として、ただ1つの受信アンテナが、所与のスロット(例えばOFDM送信における、時間周波数スロット)内でアクティブになりうる(すなわち、データを受信中でありうる)。説明のため、システム内の時間周波数スロットごとの(平均)送信電力は「 $P_{s, \text{slot}}$ 」であると仮定する。Wangにおいて提示されたB I A(M, K)方式は、M個のアンテナのセット(また、特に本発明の実施形態の目的のためであり、元の方式では必ずしもそうとは限らないが、1つ又は複数のBS上に存在することができる)から、平均 $M / (M + K - 1)$ 個の符号化シンボルを、K人のユーザの各々へ送信する。これは、いかなるそのようなアラインメント方式(CSITがない場合)にとっても最大であり、以下によって達成される。

- ・ 合同で協調的な方法で、各ユーザ端末における受信アンテナを循環する。
- ・ M個のアンテナによって、すべてのユーザシンボルを系統的に送信し、以下のようになる。
- 各ユーザがユーザ自身のシンボルのみを含む(雑音内であるが、他のユーザシンボルからの干渉はない)測定値を選び出すことができること、及び、
- 各受信機で、干渉する送信が最小可能な次元数でアラインメントされ、そのような干渉アラインメントのためのこれらの「無駄にされた」次元数が、できるだけ最小であること。

【0036】

[0035]具体的には、この方式は、各ユーザへ、M次元ベクトルシンボル(又はシンボルストリーム)のセットを送信する。単一のM次元シンボルをM個のアンテナによって送信することは、 $k = 1, 2, \dots, M$ について、ベクトルのk番目のエントリがk番目のアン

10

20

30

40

50

テナによって送信されることを意味する。W a n gにおける単一のB I Aアラインメントブロックは、合計「L」個のスポットを使用して、各ユーザk (k = 1 , 2 , ... , K)に「N」個のベクトルシンボルのセット

【数1】

$$s_1^{[k]}, s_2^{[k]}, \dots, s_N^{[k]}$$

を送出する。「N」及び「L」の値は、W a n gでは系統的に決定され、以下を満たす。 10

$$L = N (M + K - 1)$$

したがって、このアラインメント方法によって、長さLのアラインメントブロック内で各ユーザに提供されるシンボルの平均数は、以下によって与えられる。

【数2】

$$M \frac{N}{L} = \frac{M}{M + K - 1}$$

W a n gにおける元のB I A方法によれば、長さLのB I Aアラインメントブロックは、 20
本明細書でアラインメントブロック1及び2と呼ばれる、2つのサブブロックを備える。

【0037】

[0036]アラインメントブロック1：ブロック1は、長さN (M - 1)を有する。アラインメントブロック1の各スポット内で、送信機は、K個のベクトルシンボルの和、ユーザ1人につき1つのM次元シンボルを送信する。(N個のシンボルのうち)どのシンボルが各ユーザのために送信されるかは、系統的な方法で選択されて、すべてのシンボルが各ユーザにおいて復号可能であることが保証される。例は、この点を例示する。

【0038】

[0037]アラインメントブロック2：ブロック2は、長さNKを有する。アラインメントブロック2の各スポット内で、送信機は、単一のM次元シンボルのみを送信する。特に、 30
送信機は、ユーザ1人につきアラインメントブロック2内のN個のスポットを使用して、N個のユーザシンボルの各々を一度に1つずつ送信し、K人のユーザの各々に対してそのように行う。

【0039】

[0038]各ユーザが自分自身のシンボルストリームを復号できることを保証するために、各ユーザは、所定且つユーザ固有の方法で、そのM個のアンテナモードのセットを循環しなければならない。特に、

【数3】

$$h_m^{[k]}$$

40

が、M個の送信アンテナと、k番目のユーザのm番目の受信アンテナモードと間の1 x Mチャンネルベクトルを示すとする(但し、あるユーザのm番目のアンテナモードは、例えば、そのユーザのためのm番目の受信アンテナを作動させることに対応する)。また、a^[k](t)が、t = 1, 2, ..., Lであるスポットt内で、ユーザkによって選択されたアンテナモードのインデックスを示すとする。すると、以下の1 x Lベクトルは、以下のように、所与のアラインメントブロック内でユーザkによって循環された一連のモードを取り込む。 50

$$a^{[k]} = [a^{[k]}(1) \quad a^{[k]}(2) \quad \dots \quad a^{[k]}(L)]$$

【0040】

[0039]以下に、W a n g において提示された元の B I A 方式に基づく協調的なシンボルユーザ送信の、代表的な例が提供される。本発明の実施形態で有用である、これらの方式の拡張が、以下で提示される。

【0041】

[0040]例1：M = 2、K = 2である、元の B I A 方式。

【0042】

[0041]この場合、アラインメントコードは、長さ L = 3 を有する。アラインメントコードは、各ユーザに単一の2次元シンボルを送出し、すなわち、N = 1である。s^[k]が、k = 1及び2であるユーザkのための2 × 1符号化シンボルを示し、x(t)が、スロットtでの送信されたシンボルを示すとすると、このコードは以下ようになる。

【数4】

$$\begin{bmatrix} \mathbf{x}(1) = \mathbf{s}^{[1]} + \mathbf{s}^{[2]} \\ \mathbf{x}(2) = \mathbf{s}^{[1]} \\ \mathbf{x}(3) = \mathbf{s}^{[2]} \end{bmatrix} \leftarrow \begin{array}{l} \text{ブロック1} \\ \text{ブロック2} \end{array}$$

10

20

$$\mathbf{a}^{[1]} = [1 \quad 2 \quad 1], \quad \mathbf{a}^{[2]} = [1 \quad 1 \quad 2]$$

ここで、ストリーム s^[k] は、

【数5】

$$\mathbf{s}^{[k]} = \begin{bmatrix} u_1^{[k]} \\ u_2^{[k]} \end{bmatrix}$$

30

の形の2つの次元のベクトルであり、但し、

【数6】

$$u_i^{[k]}$$

は、ユーザk向けのデータをサポートする、i番目の情報搬送ストリームである。

【0043】

[0042]各「シンボル」は、単一の数値を指すことができ、又は、そのようなシンボルのブロックを表すことができることを想起されたい。本明細書では説明を簡単にするため、「シンボル」という言葉を使用して、いずれの場合をも指す。

40

【0044】

[0043]干渉アラインメント、及び、2つの受信機の各々での復号を容易にするために、アンテナモードは、以下に従って、各受信機で切り替えられる。

$$\mathbf{a}^{[1]} = [1 \quad 2 \quad 1], \quad \mathbf{a}^{[2]} = [1 \quad 1 \quad 2] \quad (\text{式2})$$

この式は、ユーザk = 1が、ブロック1、2及び3に対して、それぞれそのモード1、2及び1を使用することを意味する。そのようなモード切り替えによるユーザk = 1での受信信号を考える場合、以下の形を有する。

【数 7】

$$\mathbf{r} = \begin{bmatrix} \mathbf{r}^{(1)}(1) \\ \mathbf{r}^{(1)}(2) \\ \mathbf{r}^{(1)}(3) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{h}^{(1)}(1) & 0 & 0 \\ 0 & \mathbf{h}^{(1)}(2) & 0 \\ 0 & 0 & \mathbf{h}^{(1)}(1) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{x}(1) \\ \mathbf{x}(2) \\ \mathbf{x}(3) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{z}^{(1)}(1) \\ \mathbf{z}^{(1)}(2) \\ \mathbf{z}^{(1)}(3) \end{bmatrix} \quad (\text{式3})$$

ここで、 $z^{[k]}(t)$ は、スロット t でのユーザ k の追加の雑音である。また、この方式によって定義されたユーザ 1 のアンテナモード切り替えが与えられると、且つ、すべての送信が時間及び周波数におけるコヒーレンス間隔内で起こると仮定すると、結果として式 3 において $h^{[1]}(1) = h^{[1]}(3)$ になることにも留意されたい。

10

【0045】

[0044] 復号：最初のユーザ 1 について考えてみる。ユーザ 1 は、スロット 1 及び 3 で同じアンテナモード（すなわち、モード 1 であり、その理由は、 $a^{[1]}(1) = a^{[1]}(3) = 1$ であるため）を使用するので、スロット 3 送信の受信されたバージョンを、スロット 1 送信の受信されたバージョンから減算することは、 $s^{[2]}$ から干渉を除去する。

【0046】

[0045] 結果は、以下の通りである。

20

【数 8】

$$\mathbf{y}^{(1)} = \begin{bmatrix} \mathbf{r}^{(1)}(1) - \mathbf{r}^{(1)}(3) \\ \mathbf{r}^{(1)}(2) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{h}^{(1)}(1) \\ \mathbf{h}^{(1)}(2) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_1^{(1)} \\ u_2^{(1)} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} z^{(1)}(1) - z^{(1)}(3) \\ z^{(1)}(2) \end{bmatrix} \quad (\text{式4})$$

【0047】

[0046] 同様に、次のユーザ 2 について考えてみる。ユーザ 2 は、スロット 1 及び 2 で同じアンテナモード（すなわち、モード 1 であり、その理由は、 $a^{[2]}(1) = a^{[2]}(2) = 1$ であるため）を使用するので、スロット 2 送信の受信されたバージョンを、スロット 1 送信の受信されたバージョンから減算することは、 $s^{[1]}$ から干渉を除去する。

30

【0048】

[0047] したがって、一般的な形では、干渉除去の後、受信機 k ($k = 1$ 及び 2 の場合) は、以下の形の測定信号を有する。

【数 9】

$$\mathbf{y}^{[k]} = \begin{bmatrix} \mathbf{h}_1^{[k]} \\ \mathbf{h}_2^{[k]} \end{bmatrix} \mathbf{s}^{[k]} + \begin{bmatrix} z_1^{[k]} \\ z_2^{[k]} \end{bmatrix} \quad (\text{式5})$$

40

それによって、

【数 10】

$$z_m^{[k]}$$

は、雑音を表す。

【0049】

[0048] いずれの場合にも、

50

【数 1 1】

$$z_1^{[k]}$$

は、2つの雑音項（ユーザ1のためのスロット1及び3、並びに、ユーザ2のためのスロット1及び2からのもの）の和を表すことに留意されたい。したがって、干渉除去により、

【数 1 2】

$$z_1^{[k]}$$

10

の電力は、

【数 1 3】

$$z_2^{[k]}$$

20

の2倍の大きさである。この「雑音電力の増大」効果は、雑音強調（noise-enhancement）と呼ばれることが多い。

【0050】

[0049]例2：M = 2、任意のKである、元のBIA方式。

【0051】

[0050]この場合、アラインメントコードは、長さL = K + 1を有する。アラインメントコードは、各ユーザに単一の2次元シンボルを送出し、すなわち、N = 1である。s^[k]が、ユーザkのための2 × 1符号化シンボルを示し、x(t)が、スロットtでの送信されたシンボルを示すとすると、このコードは以下ようになる。

30

【数 1 4】

$$\begin{aligned} & \left[\mathbf{x}(1) = \mathbf{s}^{[1]} + \mathbf{s}^{[2]} + \dots + \mathbf{s}^{[K]} \right] \leftarrow \text{ブロック1} \\ & \left[\begin{array}{l} \mathbf{x}(2) = \mathbf{s}^{[1]} \\ \mathbf{x}(3) = \quad \mathbf{s}^{[2]} \\ \vdots \\ \mathbf{x}(K+1) = \quad \quad \mathbf{s}^{[K]} \end{array} \right] \leftarrow \text{ブロック2} \end{aligned}$$

10

$$\begin{aligned} \mathbf{a}^{[1]} &= [1 \quad 2 \quad 1 \quad \dots] \\ \mathbf{a}^{[2]} &= [1 \quad 1 \quad 2 \quad \dots] \\ &\quad \vdots \quad \ddots \quad \ddots \\ \mathbf{a}^{[K]} &= [1 \quad \dots \quad 1 \quad 2] \end{aligned}$$

20

【0052】

[0051]復号：ある k 、 $1 \leq k \leq K$ である、ユーザ k について考えてみる。ユーザ k は、スロット k を除くすべてのスロットで同じアンテナモードを使用するので、受信されたスロット 1 信号から、スロット 2 からスロット $K+1$ までのすべてのスロット上の受信信号の和を減算し、スロット $k+1$ を除くことは、すべての他のユーザのシンボルから干渉を除去する。干渉除去の後、受信機 k ($k = 1, 2, \dots, K$ の場合) は、以下の形の測定信号を有する。

【数 1 5】

$$\mathbf{y}^{[k]} = \begin{bmatrix} \mathbf{h}_1^{[k]} \\ \mathbf{h}_2^{[k]} \end{bmatrix} \mathbf{s}^{[k]} + \begin{bmatrix} z_1^{[k]} \\ z_2^{[k]} \end{bmatrix}$$

30

それによって、

【数 1 6】

$$z_m^{[k]}$$

40

は、雑音を表す。いずれの場合にも、

【数 1 7】

$$z_1^{[k]}$$

は、 K 個の雑音項の和を表すことに留意されたい。この雑音強調効果はやはり、干渉除去

50

によるものであり、Kがより大きいとき、すなわち、より多くのユーザがサービスされる
とき、より顕著であり、その理由は、

【数18】

$$z_1^{[k]}$$

の電力が、
【数19】

$$z_2^{[k]}$$

のK倍の大きさであるからである。

【0053】

[0052]例3：M = 3、K = 2である、元のBIA方式。

【0054】

[0053]この場合、[1]におけるアラインメントコードは、2人のユーザの各々に、2
つの3次元シンボルを送出し、すなわち、ユーザkは、n = 1, 2 (且つ、N = 2)につ
いて、 $s^{[k]}$ を得る。このコードは、長さL = N(M + K - 1) = 8を有する。x(t)
)が、スロットtでの送信されたシンボルを示すとすると、このコードは以下のような
る。

【数20】

$$\begin{array}{l} \left[\begin{array}{l} x(1) = s_1^{[1]} \quad + s_1^{[2]} \\ x(2) = \quad s_2^{[1]} + s_1^{[2]} \\ x(3) = s_1^{[1]} \quad + s_2^{[2]} \\ x(4) = \quad s_2^{[1]} \quad + s_2^{[2]} \end{array} \right] \leftarrow \text{ブロック1} \\ \left[\begin{array}{l} x(5) = s_1^{[1]} \\ x(6) = \quad s_2^{[1]} \\ x(7) = \quad \quad s_1^{[2]} \\ x(8) = \quad \quad \quad s_2^{[2]} \end{array} \right] \leftarrow \text{ブロック2} \end{array}$$

$$a^{[1]} = [1 \ 1 \ 2 \ 2 \ 3 \ 3 \ 1 \ 2]$$

$$a^{[2]} = [1 \ 2 \ 1 \ 2 \ 1 \ 2 \ 3 \ 3]$$

【0055】

[0054]復号：受信機k (k = 1, 2の場合) 及びシンボルn (n = 1, 2) に関して、
適切な干渉除去の後、受信機kは以下の形の測定信号を有することを検証することができ
る。

10

20

30

40

【数 2 1】

$$\mathbf{y}_n^{[k]} = \begin{bmatrix} \mathbf{h}_1^{[k]} \\ \mathbf{h}_2^{[k]} \\ \mathbf{h}_3^{[k]} \end{bmatrix} \mathbf{s}_n^{[k]} + \begin{bmatrix} z_{n,1}^{[k]} \\ z_{n,2}^{[k]} \\ z_{n,3}^{[k]} \end{bmatrix}$$

10

それによって、

【数 2 2】

$$z_{n,m}^{[k]}$$

は、雑音を表す。干渉除去により、 $m < 3$ について、

【数 2 3】

$$z_{n,m}^{[k]}$$

20

の電力は、

【数 2 4】

$$z_{n,3}^{[k]}$$

30

の 2 倍の大きさである。

【0056】

[0055]一般的な M 、 K の場合についての上記の B I A コードの一般化は、W a n g において与えられている。干渉除去の後、受信機 k は、以下の形の測定信号を有する。

【数 2 5】

$$\mathbf{y}_n^{[k]} = \begin{bmatrix} \mathbf{h}_1^{[k]} \\ \mathbf{h}_2^{[k]} \\ \vdots \\ \mathbf{h}_M^{[k]} \end{bmatrix} \mathbf{s}_n^{[k]} + \begin{bmatrix} z_{n,1}^{[k]} \\ z_{n,2}^{[k]} \\ \vdots \\ z_{n,M}^{[k]} \end{bmatrix}$$

40

それによって、干渉除去により、 $m < M$ について、

50

【数 2 6】

$$z_{n,m}^{[k]}$$

の電力は、

【数 2 7】

$$z_{n,M}^{[k]}$$

10

の電力の K 倍の大きさである。

【0057】

B I A 方式の命名法

[0056]本明細書の目的では、

【数 2 8】

$$\text{BIA} \left(M, K, \left\{ p^{[k]}, q^{[k]} \right\}_{k=1}^K \right)$$

20

は、W a n g に記載の元の B I A 方式の電力変化として生じる B I A 方式を示し、それによれば、以下の通りである。

- ・アラインメントブロック 2 内で j 番目のアンテナから送信された k 番目のユーザのストリームの電力は、 $p^{[k]}$ の j 番目のエントリによって与えられる。
- ・アラインメントブロック 1 内で j 番目のアンテナから送信された k 番目のユーザのストリームの電力は、 $q^{[k]}$ と $p^{[k]}$ の j 番目のエントリとの積によって与えられる。

30

【0058】

[0057]この命名法では、W a n g における元の B I A 方式は、

【数 2 9】

$$\text{BIA} \left(M, K, \left\{ p \mathbf{1}_{M \times 1}, \mathbf{1} \right\}_{k=1}^K \right)$$

40

と呼ばれ、但し、

【数 3 0】

$$p = \frac{M + K - 1}{KM^2} P_{\text{slot}}$$

50

である。

【 0 0 5 9 】

[0058]同様に、等しいアラインメントブロック電力のB I A方式から生じる一定送信電力方式は、

【数 3 1】

$$\text{BIA} \left(M, K, \left\{ p \mathbf{1}_{M \times 1}, \frac{1}{K} \right\}_{k=1}^K \right)$$

10

と呼ばれ、但し、 $p = P_{s \text{ l o t}} / M$ である。

【 0 0 6 0 】

[0059]上述の一定送信電力方式は、

【数 3 2】

$$\text{BIA} \left(M, K, \left\{ p \mathbf{1}_{M \times 1}, q^{[k]} \right\}_{k=1}^K \right)$$

20

の形の一定送信電力B I A方式の特殊な場合であり、それによって、

【数 3 3】

$$\sum_{k=1}^K q^{[k]} = 1.$$

30

であり、但し、 $p = P_{s \text{ l o t}} / M$ である。

【 0 0 6 1 】

[0060]また、

【数 3 4】

$$\text{BIA} \left(M, K, \left\{ p^{[k]}, q^{[k]} \right\}_{k=1}^K \right)$$

40

方式に対して暗黙的であるのは、ユーザ k による関連するアンテナ循環モードベクトル $a^{[k]}$ の使用であり、すべての他のユーザシンボルからの干渉の除去及びそれ自体のユーザストリームの復号が可能であるために、B I A方式が各ユーザ k によるそのアンテナの循環を必要とする、アンテナモード組み合わせの厳密なパターンを定義することにも留意されたい。

【 0 0 6 2 】

[0061]本発明の実施形態では、

・「ユーザ X に、

50

【数 3 5】

$$\text{BIA} \left(M, K, \left\{ p^{[k]}, q^{[k]} \right\}_{k=1}^K \right)$$

における m 番目のコードが割り当てられる」という言い方は、省略表現として使用される

。

・ユーザ X は、

【数 3 6】

$$\text{BIA} \left(M, K, \left\{ p^{[k]}, q^{[k]} \right\}_{k=1}^K \right)$$

方式における m 番目のユーザである。アラインメントブロック 2 内で、BIA 方式は、 $p^{[m]}$ によって与えられた電力を使用して、ユーザ X に宛てられた M 個のシンボルストリームを送信するが、ブロック 1 内では、同じストリームを、 $p^{[m]}$ 及び $q^{[m]}$ の積によって与えられた電力レベルで送信する。その間に、ユーザ X は、アンテナ循環モードパターン $a^{[m]}$ を使用する。

【0063】

[0062]

【数 3 7】

$$\text{BIA} \left(M, K, \left\{ p^{[k]}, q^{[k]} \right\}_{k=1}^K \right)$$

の形のいかなる方式も、送信電力変化を除いて、事実上、Wang における元の方式と同じアラインメント戦略を使用することに留意されたい。例として、

【数 3 8】

$$\text{BIA} \left(M, K, \left\{ p^{[k]}, q^{[k]} \right\}_{k=1}^K \right)$$

の m 番目のコードが割り当てられるユーザは、元の

10

20

30

40

【数 39】

$$\text{BIA}\left(M, K, \{p\mathbf{1}_{M \times 1}, \mathbf{1}\}_{k=1}^K\right)$$

方式のユーザと同じアンテナ循環パターン $a^{[m]}$ を使用する。しかし、各ユーザにおける干渉除去アルゴリズムは一般に異なり、その理由は、このアルゴリズムは、集合 $\{q^{[k]}\}$ によって決まるためである。各ユーザにおける干渉除去アルゴリズムは、しかし、それらの $\{p^{[k]}\}$ 割り振りにおいて異なるが、同じ $q^{[k]}$ を有する、2つの B I A 方式に対して同じである。

10

【0064】

アラインメントブロック間の電力変化を使用する B I A 方式を含む実施形態

[0063]本明細書に記載の電力割り振りの変化を、例を使用して提示することができる。これらの電力割り振り例は、2つの成分を有する。第1の成分は、アラインメントブロック1内でユーザのスカラーストリームに割り振られた電力と、アラインメントブロック2内でユーザのスカラーストリームに割り振られた電力の間の、相対電力比に関係する。具体的には、W a n g からの元の B I A 方式に関して提示されたすべての例では、B I A 方式の干渉除去特性は、以下の場合に保たれる。

20

・アラインメントブロック1内の

【数 40】

$$s_n^{[k]}$$

という形の各シンボルは、

【数 41】

$$d^{[k]} s_n^{[k]}$$

30

で置き換えられ、但し、 $d^{[k]} = 0$ は、場合によっては、ユーザ固有のスカラーである。したがって、スケールリングは、アラインメントを行うことを妨げない。

【0065】

[0064]便宜上、この変化は、 $d^{[k]}$ の2乗である、スカラー $q^{[k]}$ に関してパラメータ化され、任意のアンテナ上の k 番目のユーザのストリームのブロック1内の送信電力を、ブロック2内の同じユーザ/アンテナストリームの電力で除算した比を示す。

40

【0066】

[0065][1]の場合、 $q^{[k]} = 1$ であり、ブロック2内の各ユーザのシンボルの送信電力が、ブロック1内と同じであることを意味することに留意されたい。別の重要な場合は、以下の「等電力」方式に対応する。

【0067】

[0066]一例として、 $M = 2$ 及び任意の K からの、等しいアラインメントブロック電力の B I A 方式は、例2の方式の以下の変形形態である。

【0068】

[0067]例4： $M = 2$ 、任意の K である、等化されたアラインメントブロック電力による B I A。

50

【 0 0 6 9 】

[0068]この場合、アラインメントコードは、長さ $L = K + 1$ を有する。アラインメントコードは、各ユーザに単一の2次元シンボルを送出し、すなわち、 $N = 1$ である。 $s^{[k]}$ が、ユーザ k のための 2×1 符号化シンボルを示し、 $x(t)$ が、スロット t での送信されたシンボルを示すとすると、このコードは以下ようになる。

【数 4 2】

$$\begin{bmatrix} x(1) = \frac{1}{\sqrt{K}}s^{[1]} + \frac{1}{\sqrt{K}}s^{[2]} + \dots + \frac{1}{\sqrt{K}}s^{[K]} \\ x(2) = s^{[1]} \\ x(3) = \quad \quad s^{[2]} \\ \vdots \\ x(K+1) = \quad \quad \quad \quad \quad s^{[K]} \end{bmatrix} \begin{array}{l} \leftarrow \text{ブロック1} \\ \\ \leftarrow \text{ブロック2} \end{array}$$

10

$$\mathbf{a}^{[1]} = [1 \quad 2 \quad 1 \quad \dots]$$

$$\mathbf{a}^{[2]} = [1 \quad 1 \quad 2 \quad \dots]$$

$$\vdots \quad \ddots \quad \ddots$$

$$\mathbf{a}^{[K]} = [1 \quad \dots \quad 1 \quad 2]$$

20

【 0 0 7 0 】

[0069]復号：ユーザ k について考えてみる。ユーザ k は、スロット k を除くすべてのスロットで同じアンテナモードを使用するので、最初の受信スロット信号から、スロット 2 からスロット $K + 1$ までのすべてのスロット上の受信信号の和の

【数 4 3】

$$\frac{1}{\sqrt{K}}$$

30

倍である信号を減算し、スロット $k + 1$ を除くことは、すべての他のユーザのシンボルから干渉を除去する。干渉除去の後、受信機 k ($k = 1, 2, \dots, K$ の場合) は、以下の形の測定信号を有する。

40

【数 4 4】

$$\mathbf{y}^{[k]} = \begin{bmatrix} \mathbf{h}_1^{[k]} \\ \mathbf{h}_2^{[k]} \end{bmatrix} \mathbf{s}^{[k]} + \begin{bmatrix} z_1^{[k]} \\ z_2^{[k]} \end{bmatrix}$$

但し、

50

【数 4 5】

$$z_m^{[k]}$$

は、雑音を表す。いずれの場合にも、

【数 4 6】

$$z_1^{[k]}$$

10

は、K個の雑音項の和を表すことに留意されたい。したがって、干渉除去により、雑音項の電力はまだ等しくなく、特に、

【数 4 7】

$$z_1^{[k]}$$

20

の電力は、

【数 4 8】

$$z_2^{[k]}$$

の $2K - 1$ 倍の大きさであり、

【数 4 9】

$$z_2^{[k]}$$

30

、又は、同等に、

【数 5 0】

$$z_2^{[k]}$$

40

の電力は、

【数 5 1】

$$z_2^{[k]}$$

の電力の $1 / (2K - 1)$ 倍である。

50

【数 5 4】

$$\mathbf{y}^{[k]} = \begin{bmatrix} \mathbf{h}_1^{[k]} \\ \mathbf{h}_2^{[k]} \end{bmatrix} \mathbf{s}^{[k]} + \begin{bmatrix} z_1^{[k]} \\ z_2^{[k]} \end{bmatrix}$$

10

但し、

【数 5 5】

$$z_m^{[k]}$$

は、雑音を表す。いずれの場合にも、

【数 5 6】

$$z_1^{[k]}$$

20

は、K個の雑音項の和を表すことに留意されたい。干渉除去により、

【数 5 7】

$$z_1^{[k]}$$

30

の電力は、

【数 5 8】

$$z_2^{[k]}$$

の電力の

【数 5 9】

$$\frac{2 - q^{[k]}}{q^{[k]}}$$

40

倍の大きさである。そのような方式は、元の B I A 方式に勝るレートの向上を生じることができる。

【0 0 7 5】

50

B I A 方式におけるユーザ電力変化の利用

[0074] W a n g の B I A 方式への第 2 の (及び補足的な) 種類の電力変化の強化は、ブロック 2 内で各アンテナ上の k 番目のユーザシンボルに割り振られた電力を変化させる形態である。具体的には、 $p^{[k]}$ は、電力レベルの $M \times 1$ ベクトルを示し、その j 番目のエントリは、クラスタ内の j 番目の送信アンテナから送信されるユーザ k の (スカラー) シンボルストリーム (アラインメントブロック 2 内の) 送信電力を表す。W a n g では、すべてのユーザシンボルは、等電力で送信され、すなわち、 $p^{[k]} = p \mathbf{1}_{M \times 1}$ であり、但し、

【数 6 0】

$$p = \frac{M + K - 1}{KM^2} P_{\text{slot}}$$

10

であり、且つ、 $\mathbf{1}_{M \times 1}$ は、1 の $M \times 1$ ベクトルであり、 P_{slot} は、(B I A 方式を実装する送信アンテナの全体に対する) チャンネルごとの送信電力制約を表す。

【0076】

[0075] 代わりに、等しいアラインメントブロック電力の B I A 方式が採用され、すべてのユーザストリームに対して等電力割り振りである場合、各スロット内の送信電力が厳密に P_{slot} である方式が得られる。特に、 $p^{[k]} = p \mathbf{1}_{M \times 1}$ であり、但し、以下の通りである。

【数 6 1】

$$p = \frac{1}{M} P_{\text{slot}}$$

20

【0077】

[0076] 確かに、しかし、そのようなユーザに対する等しい割り振りは、特に、複数のユーザが異なる S N R を認めるとき、必ずしも最適とは限らない。

【0078】

[0077] したがって、また、特に、利点を有する可変電力 B I A 方式の特殊な場合は、B I A 方式が複数の基地局から、又は、より正確には、同じ位置に配置されていないアンテナからの送信を採用する場合である。送信が 2 つの基地局 (2 つの位置にあるアンテナ) から発している場合、異なる基地局 (位置) におけるアンテナから送信されたシンボルに割り振られた 2 つの異なる電力を有することが有利でありうるものであり、すなわち、

【数 6 2】

$$p^{[k]} = \begin{bmatrix} p_1^{[k]} \mathbf{1}_{M' \times 1} \\ p_2^{[k]} \mathbf{1}_{M' \times 1} \end{bmatrix}$$

30

40

の形の $p^{[k]} = p \mathbf{1}_{M \times 1}$ を採用することが有利であることがあり、 M' は、各基地局におけるアンテナ (又は、各基地局で B I A 方式によって利用されたアンテナのサブセット) を示し、但し、 $2M' = M$ である。そのような不等電力割り振りは、例えば、「中央

50

」近くのセルユーザ、すなわち、図 1 A において各 B S の下のシアンの楕円によって示すように、基地局のうち 1 つに近接したユーザにサービスするとき、魅力的である。その場合、電力の大部分を、近くの局から送信されたユーザシンボル上に配置することにより、このアラインメント方式における他のユーザのレートに影響を及ぼすことなく、ユーザのレートが向上する。対照的に、偶然に、図 1 A に示す各 2 B S クラスターの厳密に中央となるセル端ユーザには、一般に、各 B S からの等しい送信電力がサービスされるようになり、すなわち、これらのユーザでは、

【数 6 3】

$$p_1^{[k]} = p_2^{[k]} \quad 10$$

である。

【0079】

[0078] 中央ユーザでも端ユーザでもないが、1 つの局により近いユーザは、

【数 6 4】

$$p_1^{[k]} \neq p_2^{[k]} \quad 20$$

を有するようになる。

【0080】

[0079] あるクラスター内の複数の位置からの、複数のユーザが、同時にサービスされるシナリオでは、一般に、 $p^{[k]}$ は最適化され、ユーザによって必ずしも同じとは限らない。

【0081】

アラインメントされたコード構造を使用するセルラー

[0080] 一実施形態では、同期アラインメントされた B I A コード構造が、拡張されたセルラートポロジの全体で使用される。説明を簡単にするため、図 1 B に示すような、1 D のラップされた (w r a p p e d) セルラーモデルが使用される。

【0082】

[0081] 図 1 B を参照すると、このトポロジは、間隔 $[0, B)$ に正規化され、 $B = 8$ 個のセルであり、セル b は、 $b = 0, \dots, 7$ について、領域 $[b, b + 1)$ に及ぶ。セル b では、 $(b + 0.5)$ に位置する 1 つの N_t アンテナ B S がある。境界効果を除去するため、ラップされたトポロジ距離における点 $x_1, x_2 \in [0, B)$ の間の距離が、 $|x_1 - x_2|$ 及び $B - |x_1 - x_2|$ の最小であるように、ラップされたトポロジを仮定する。以下の形のパスロスモデルが使用されると仮定する。

【数 6 5】

$$g(d) = G_0 s^K / (s^K + d^K) \quad 40$$

但し、 $d > 0$ は、ユーザとそのアンカー B S の間の距離であり、 K は、伝播指数であり、 s は、3 d B ブレークポイント距離である。定数 G_0 は、各 B S における送信電力、及び、暗黙的に、受信 S N R を設定する。各セルにおける各スロット内の送信では、一定電力送信が採用されると仮定する。

【0083】

アラインメントされた B I A における、コード再利用及び周波数再利用

[0082] 以下に開示された、アラインメントされた B I A コード構造のいくつかの展開オ

50

プシオンがある。これらのシステムでは、OFDMシステムの場合のように、送信リソースは、タイム「スロット」及び/又は周波数「帯域」に分割される。しかし、同様の概念は、他の方法で分割された直交リソースを有する他のシステムに適用可能であることは、明らかであろう。

【0084】

[0083]所与のリソース、例えば、周波数帯域では、単一の(M, K)コード構造(M N_t)がセルラー展開の全体で作用する。一実施形態では、帯域上のあらゆるアクティブセルは、(例えば、OFDM設計のサイクリックプレフィックス制約内で)すべての他のセルと同期して、同じ(M, K)BIAコード構造を操作し、各ユーザは、この(M, K)構造に対して必要とされたアラインメント動作を行う。したがって、k番目のBIAコードは、(k = 1, ..., Kについて)セルラートポロジーの全体でアラインメントされる。

10

【0085】

[0084]アラインメントされた動作の結果は、その受信機内のセル内干渉をゼロフォーシングした後、ユーザが、事実上、M x M SU-MIMOチャネルを得ることである。アラインメントされたシステムでは、異なるBIAコード(異なるk)を使用するすべてのセルからの送信は、干渉しない。しかし、同じコードkを使用する異なるセルからの送信は、まさに干渉する。このシステムを、したがって、各セル内でK個の使用可能な減結合されたMU-SU-MIMO(干渉)チャネルに分割されたシステムとして、事実上、モデル化することができ、k = 1, 2, ..., Kによってインデックス付けされた1つのBIAコードにつき1チャンネルである。

20

【0086】

[0085]アラインメントされたBIAコード構造によってもたらされたこの観点は、極めて柔軟なユーザスケジューリング及びシステム動作を可能にする。例示のため、すべてのコードがすべての帯域上の各セル内で使用され、且つ、すべてのユーザストリームに等しい送信電力P_sが割り振られる、表Iに示す場合について考えてみる。これは、コード再利用1、周波数再利用1のシナリオに対応する。

【表1】

表I
コード再利用1を使用する、すべての帯域にわたるコード及び電力割り当て

30

基地局インデックス b →

		b=1	b=2	b=3	b=4	b=5	...	b=B
アラインメントインデックス k ↓	k=1	P _s	P _s	P _s	P _s	P _s	...	P _s
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	k=K	P _s	P _s	P _s	P _s	P _s	...	P _s

40

表I並びに表II~IVの各行は、電力マスクを表すことに留意されたい。

【0087】

[0086]表IIは、2つのセルごとに1回、定期的に所与のコードを割り当て、各セルが各帯域上のコードの半分のみを使用するシステムを説明する。各コードに割り当てられた電力は同じである。これは、コード再利用2、周波数再利用1の場合に対応する。表IIの電力は、表Iと比較して2倍にされ、各セル内の帯域ごとの平均送信電力は、いずれの

50

場合も同じであるようになることに留意されたい。

【表 2】

表 II
コード再利用 2 を使用する、すべての帯域にわたるコード及び電力割り当て
基地局インデックス b

アラインメント コードインデックス k	b=1	b=2	b=3	b=4	b=5	...	b=B
k=1,3,5,...	$2P_s$	0	$2P_s$	0	$2P_s$	...	0
k=2,4,6,...	0	$2P_s$	0	$2P_s$	0	...	$2P_s$

10

【 0 0 8 8 】

[0087]表 I I I は、従来の周波数再利用 2 のシステムを示し、すべてのコードが基地局によってそのアクティブ帯域上の送信のために使用される。表 I I の下で動作するユーザが、すべての K 個のコードに対して同じアラインメント動作を行う場合、表 I I 及び I I I の方式の性能は、同等である。このことは、両方のシステムにおけるいかなる所与のコード上の干渉も同じであり、すなわち、他のあらゆる局から来ており、すべてのそのような局が各コード上で送信電力 $2 P_s$ を使用することに留意することによって、理解することができる。

20

【表 3】

表 III
周波数再利用 2 及びコード再利用 1

帯域インデックス f コードインデックス k	b=1	b=2	b=3	b=4	b=5	...	b=B
f=1, k=1,2,3,...	$2P_s$	0	$2P_s$	0	$2P_s$	...	0
(すべて k)							
f=2, k=1,2,3,...	0	$2P_s$	0	$2P_s$	0	...	$2P_s$
(すべて k)							

30

【 0 0 8 9 】

[0088]別の実施形態では、B I A 方式は、単一の (M, K) B I A コードを操作し、この B I A コードは、各 B S にわたってアラインメントされる。表 I V に示す一例では、再利用は、あるコードワードから次のコードワードへと変化し、例えば、k = 1, 2 での B I A コードワードにおけるコード再利用 1、k = 3, 4 での B I A コードワードにおけるコード再利用 2、及び、k = 5, 6 での B I A コードワードにおける「部分的コード再利用」などである。これにより、極めて柔軟なコード / 周波数再利用動作が可能になる。

40

【表 4】

表 IV

コードインデックス依存のコード再利用
基地局インデックス b

----->

↑
↓

↑
↓

アラインメント コードインデックス k	b=1	b=2	b=3	b=4	b=5	...	b=6
k=1,2	P_s	P_s	P_s	P_s	P_s	...	P_s
k=3	$2P_s$	0	$2P_s$	0	$2P_s$	...	0
k=4	0	$2P_s$	0	$2P_s$	0	...	$2P_s$
k=5	$3P_s/2$	$P_s/2$	$3P_s/2$	$P_s/2$	$3P_s/2$	...	$P_s/2$
k=6	$P_s/2$	$3P_s/2$	$P_s/2$	$3P_s/2$	$P_s/2$	...	$3P_s/2$

10

20

【 0 0 9 0 】

[0089]このようにして、このトポロジーにおける基地局（又は、基地局のクラスタ）は、B I Aコードに関連付けられた送信リソースにおける各コードワードにおいて、各基地局によって使用されるべき送信電力を指定する、表 I I ~ I Vの電力マスクに従って動作し、電力マスクによって指定された送信電力は、各コードインデックス値及び各送信に対する基地局インデックスに応じて変化する。

30

【 0 0 9 1 】

セル及びクラスタ内のアラインメントされた B I A の動作

[0090] B I A を、セルラーに適用することができる。図 2 A 及び図 2 B は、(M , K) = (2 , 2) 及びコード再利用 1 を使用するセルラーの 2 つの可能な展開を示す。図 2 A 及び図 2 B を参照すると、

【 数 6 6 】

パケット i ^[k]

は、ユーザ k のための i 番目の符号化されていないデータパケットを指し、M C S は、使用された変調 / 符号化方式を指し、B I A は、送信のために符号化シンボルを正しく結合するために必要とされた算術演算を指す。図 2 A を参照すると、各ユーザ ([1]、[2]) は、それぞれ単一の符号化ストリームを生じるために、当技術分野で周知の方法で、符号化及び変調 (M C S) ユニット 2 0 1 及び 2 0 2 による符号化及び変調を受ける、単一のデータパケットを有する。コードストリームごとに、符号化シンボルの半分 (例えば、奇数のシンボル) が一方のアンテナ 2 1 0 における送信のために使用され、他のシンボル (例えば、偶数のシンボル) が他方のアンテナ 2 1 1 のために使用される。すなわち、M C S ユニット 2 0 1 及び 2 0 2 の各々によって生成されたユーザデータストリームからのシンボルは、B I A 送信機 2 0 3 及び 2 0 4 へそれぞれ送られ、B I A 送信機 2 0 3 及び 2 0 4 は、アンテナ 2 1 0 及び 2 1 1 にそれぞれ供給する。

40

50

【 0 0 9 2 】

[0091]図 2 B では、各ユーザは、符号化及び変調ユニット 2 2 1 ~ 2 2 4 による符号化及び変調を受ける 2 つのデータパケットを有し、符号化及び変調ユニット 2 2 1 ~ 2 2 4 はそれぞれ、それら自体の符号化ストリームを生じる。一方の符号化ストリームは一方のアンテナを駆動し、他方の符号化ストリームは他方のアンテナを駆動する。より具体的には、

【数 6 7】

パケット $_{1}^{[1]}$

10

は、MCS ユニット 2 2 1 による符号化及び変調を受けて、符号化データ

【数 6 8】

$u_{1}^{[1]}$

を生じ、

【数 6 9】

パケット $_{1}^{[2]}$

20

は、MCS ユニット 2 2 2 による符号化及び変調を受けて、符号化データ

【数 7 0】

$u_{1}^{[2]}$

を生じる。これらの符号化ストリームは、BIA 送信機 2 3 3 へ送られ、BIA 送信機 2 3 3 はアンテナ 2 4 0 を駆動する。同様に、

30

【数 7 1】

パケット $_{2}^{[1]}$

及び

【数 7 2】

パケット $_{2}^{[2]}$

40

は、それぞれ MCS ユニット 2 2 3 及び 2 2 4 によって符号化及び変調されて、符号化ストリーム

【数 7 3】

$u_{2}^{[1]}$

及び

50

【数 7 4】

$$u_2^{[2]}$$

がそれぞれ生じる。これらの符号化ストリームは、B I A 送信機 2 3 4 によって、アンテナ 2 4 1 を使用して送信される。それによって、任意のユーザのための符号化ストリーム（複数可）が多数のチャネル実現にわたる送信に及び、エルゴードレート（ergodic rates）に関して、2 つのシステムの性能は同等である。そのような動作に近いものは、実際には、例えば、符号化シンボルが OFDM システムにおいて異なる独立してフェードするトーンに適用される場合、起こりうる。

10

【0 0 9 3】

[0092] 図 2 B は、図 3 に示すような、各クラスタにわたる動作への自然な拡張を有する。図 3 を参照すると、配置は図 2 B と同じであるが、但し、1 つのセルのアンテナが 2 つのセル間で分割され、各局がここでは単一のアンテナ（ $N_t = 1$ ）、すなわち、アンテナ 3 0 1 及び 3 0 2 を有するようになる。この例は、クラスタに適用されるとき B I A の 1 つの動作上の利益を示す。具体的には、各局（アンテナ）は、独立したデータパケット及び独立した符号化ストリームを使用して動作することができる。

【0 0 9 4】

[0093] 図 3 の場合を取り、パケット及び B I A コードを配列し直して、各局が 1 つのコード上で 1 人のユーザのみにサービスするようにすることができる。これは、図 4 の場合のように、 $N_t = 2$ である、コード再利用 2 によるセルラー方式である。図 4 を参照すると、各基地局は、別々の M C S ユニットから符号化データを受信する、2 つの B I A 送信機を有し、これらの M C S ユニットは、同じユーザの異なるパケットに符号化及び変調を行う。

20

【0 0 9 5】

[0094] 2 つの局の間で等距離のユーザについて、図 3 と図 4 の間で興味深い比較を行うことができる。そのようなユーザについて、各局への同じパスロス及び統計的に同等のチャネルを仮定すると、両方のシステムの性能は同等である。しかし、ユーザがクラスタの中央から離れ、2 つの局のうち一方へのより強いチャネルを経験するにつれて、セルラー方式によって、又は、ストリームへの電力割り振りによって、このより強いチャネルを利用することは、有利になりうる。

30

【0 0 9 6】

[0095] 最後に、強調すべき微妙な点は、異なるシステムによって必要とされるアンテナモードの数に関係する。図 2 A、図 2 B、図 3 及び図 4 のすべての方式におけるすべてのユーザは、 $M = 2$ 個のアンテナモードのみを必要とする。したがって、ユーザのハードウェアの観点からすれば、そのような方式は大体類似している。しかし、クラスタ方式は、 $N_t = 1$ を使用するが、セルラーは $N_t = 2$ を使用する。クラスタ方式が $N_t = 2$ を十分に活用するためには、 $M = 4$ である方式（ M, K ）を使用して、ユーザにおけるより多くのアンテナモードを考慮しなければならないであろう。したがって、B I A は、方式を比較するとき、局のハードウェアに加えて考慮すべきであるユーザのハードウェアにおいて、別の次元をもたらす。

40

【0 0 9 7】

マルチサイト展開における B I A 方式を含む実施形態

[0096] 本発明の実施形態は、以下を最適化することによって得られるすぐれた性能を活用し、すなわち、ユーザがクラスタ内で B I A 送信のためにグループ化 / スケジュールされる方法、異なる送信側の基地局のクラスタから発する並列 B I A 送信が協調される方法、ユーザが各クラスタにわたって並列 B I A 送信のためにグループ化 / スケジュールされること、B I A コードが、並列 B I A 送信のスケジューリングに関して、各クラスタにわたって異なるユーザに再割り当てされる方法、及び / 又は、B I A コード内の電力レベル

50

が、並列 B I A 送信のスケジューリングに関して、各クラスタにわたって異なるユーザに割り振られる方法である。

【 0 0 9 8 】

B I A 関連のアーキテクチャのオプション

[0097]マルチセル展開では、複数のセルが、それらのユーザのサブセットへの並列送信をスケジュールする。同じく（例えば、従来のセルラーアーキテクチャ及び従来の M U - M I M O 方式の実施から）周知であるように、これらの並列送信が協調される方法は、ユーザごとに送出されるレート及び全体的なシステム性能に大きい影響を与える可能性がある。B I A 方式に関して、本発明の実施形態は、任意の所与の基地局（又は、基地局のクラスタ）が B I A を採用してそのユーザに送信するときは常に、すべての他のクラスタもまた B I A を採用してそれらのユーザに送信するという場合に焦点を当てる。本発明の実施形態は、マルチサイト展開における B I A において動作するための方法を含む。特に、ある方法は、以下の 2 つの種類に関する実施形態を考える。

・クラスタ同期 B I A 送信方式：この場合、すべてのクラスタは並列 B I A 送信に参加し、すべてが同じ M 及び K 値を有し、すべてが同じ $\{ q^{[k]} \}$ 集合を有する。しかし、 $\{ p^{[k]} \}$ 集合は、クラスタによって変わる可能性がある。単一のアラインメントコードの送信に対応するタイムスロット及び周波数スロットのセット（以下の例のものなど）において、M、K 及び $\{ q^{[k]} \}$ の値は、同期 B I A 送信に参加しているすべてのクラスタ内で同じであるが、これらのパラメータは、時間及びノ又は周波数と共に、あるアラインメントコードから次のアラインメントコードへと変化する可能性があることに留意されたい。この場合、干渉除去の後、所与のクラスタ内で m 番目の B I A コードを割り当てられたユーザは、隣接クラスタ内で同じく m 番目の B I A コードを割り当てられたユーザに送信されたストリームによってのみ干渉されることを、容易に示すことができる。この理由は、ユーザによって、それ自体のクラスタ内のすべての他の (K - 1) 個のユーザストリームからの干渉を除去するために採用されたブラインド干渉除去機構がまた、m 番目のコード上で割り当てられたユーザストリームを除いて、他のいかなるクラスタ内のすべてのユーザストリームからの干渉をも除去するからである。

・クラスタ非同期送信方式：この場合、各クラスタは、それ自体の M 及び K 値を有する、それ自体の B I A 方式を使用する。この場合、クラスタ内の干渉除去は、隣接クラスタにいかなる干渉除去をもたらすこともない。結果として、そのような方式は、各クラスタに、各クラスタがサービスするユーザのグループに向けたその B I A 方式を別々に最適化させるという点で、自由をもたらす。例として、M 及び K（並びに、したがって N 及び L）の値は、すべての他のクラスタから独立して、所与のクラスタ内で、時間によって及び周波数によって変化することがある。加えて、アラインメントブロックの L 個のシンボル（又は、L 個のアラインメントブロックシンボルのブロック）は、クラスタ固有の方法で、時間を超えてスクランブルされうる。

【 0 0 9 9 】

クラスタ同期 B I A 送信における、各クラスタにわたる電力割り振り及びユーザスケジューリング

[0098]本発明の多数の実施形態は、クラスタ同期 B I A 送信方式を含む。各クラスタにわたってサービスされるユーザグループ、及び、それらの電力パラメータを適切に変化させることによって、改善された B I A 展開方式が生じることが可能となり、この方式は、例として、元の方式 [1] 及び例 4 の一定送信方式と同様に、共通電力割り振りに基づく、すなわち、共通の $q^{[k]} = q$ 及び共通の $p^{[k]} = p \cdot 1_{M \times 1}$ を採用する単一の静的な B I A 方式に基づくクラスタ同期 B I A 方式より、性能がすぐれている。

【 0 1 0 0 】

[0099]本発明の実施形態を例示するために、ユーザトポロジーが小さいピンにおいて考えられ、セル b 内の i 番目のピンからのユーザは、 $b i n (i , b)$ からのユーザと呼ばれる。説明の便宜上、 $b i n (i , b)$ 内のすべてのユーザは同じ位置にいると仮定する。しかし、提示される技術は、システム性能の利益をもたらすためにそのような仮定を必

10

20

30

40

50

要としない。

【0101】

[00100]一実施形態では、すべてのクラスタは、(mの各特定値について)それらのm番目のコード上で、それらのセル内の同じ相対位置からのユーザを割り当てる。セルラーBIA方式では、例として、これは、BS b = 0が最初のコード上でbin(i, 0)からのユーザをスケジュールする場合、BS bは、その最初のコード上で位置(i, b)からのユーザをスケジュールすることを意味するようになる。(実際には、これは、各セルにわたって同じコードを、同様の公称SINRレベルを有するユーザに割り当てることに対応することがある)。この実施形態の例は、以下の通りである。

【0102】

[00101]例6: BIAが、各セル内、及び、各セルにわたって、同じ相対位置ユーザのグループにサービスする、セルラー送信。各スケジューリング瞬間「T」で、BS bは、

【数75】

$$BIA \left(M, K, \left\{ p \mathbf{1}_{M \times 1}, \frac{1}{K} \right\}_{k=1}^K \right)$$

方式によって、bin(i, b)からのK人のユーザをスケジュールし、但し、i = i(T)である。この場合、M、K及びpは、T又はi(T)で変化する可能性がある。Mは、大きくても、N_t及びモパイルアンテナモードの数の最小と同じ大きさになりうることに留意されたい。

【0103】

[00102]例6.1: 例6の方式の簡単な例示として、各セルが同じ位置の2人のユーザに同時にサービスする、特殊な場合のK = 2を考えてみる。例えば、セル端(又は、セル中央)ユーザがそれらの送信側セルによって合同でサービスされるとき、M値が与えられると、(各送信上の)各ユーザストリームは、ブロック2内で電力p = P_{slot} / M、及び、ブロック1内でその電力の半分を得る。この例を、図7に示す。図7に示すように、多数の並列BIA方式を、各々が単一のユーザセットにサービスする、別個の帯域にわたって動作させることができる。

【0104】

[00103]そのようなシステムの一実施形態では、M及びKの値は、サービスされている各位置で(又は、サービスされている位置のグループにわたって)個々に選択/最適化される。一実施形態では、位置iからのユーザが(各クラスタにわたって合同で)スケジュールされる「相対頻度」は、所与のシステムユーティリティ機能を最適化するように選択される。一実施形態では、複数の並列BIA送信が周波数において多重化され、各帯域は、場合によっては、同じM及びKを有する別個のユーザのセットにサービスする。その場合、システムユーティリティ機能を最適化するために、且つ、(例として、図6の例で行われるような)送信電力制約に違反しないことを条件として、電力レベルのセットを選択することができる。

【0105】

[00104]例7: BIAが、各セル内で同じ相対位置ユーザのグループにサービスするが、セルによって相対位置が異なる可能性のある、セルラー送信。各スケジューリング瞬間「T」で、BS bは、

10

20

30

40

【数 7 6】

$$\text{BIA} \left(M, K, \left\{ p_b \mathbf{1}_{M \times 1}, \frac{1}{K} \right\}_{k=1}^K \right)$$

方式によって、 $\text{bin}(i_b, b)$ からのK人のユーザをスケジューリングし、但し、 $i_b = i_b(T)$ である。この場合、M、K及び $\{p_b\}$ もまた、T又は $i(T)$ で変化する可能性がある。Mは、大きくても、 N_t 及びモバイルアンテナモードの数の最小と同じ大きさになりうることに留意されたい。

10

【0106】

[00105]この実施形態の一例を図8に示し、以下で説明する。

【0107】

[00106]例7.1：セルの一般的な1Dトポロジーにおける簡単な例示として、各セルが同じ位置の2人のユーザに同時にサービスする、特殊な場合の $K=2$ を考えてみる。奇数の(偶数の)セルが同じ相対位置からのユーザにサービスすること、及び、奇数のセルが端ユーザにサービスするとき、偶数のセルが中央ユーザにサービスすることを仮定する。この場合、各偶数のセル内のセル中央ユーザと共に合同でサービスされる、奇数のセル内のセル端ユーザはすべて、同じMの値に従う。奇数のセル内の端ユーザは、ブロック1内

20

【0108】

[00107]そのようなシステムの一実施形態では、M及びKの値は、(合同でサービスされている)位置の各対(又はグループ)に対して、個々に選択/最適化される。一実施形態では、位置の各対(グループ)からのユーザが(各クラスタにわたって合同で)スケジューリングされる「相対頻度」は、所与のシステムユーティリティ機能を最適化するように選択される。

30

【0109】

[00108]例8：複数の位置からのユーザが各BIA方式によって同時にサービスされているが、k番目のBIAコードが各セル内で同じビン位置に割り当てられる、共通BIAコードによるセルラ送信。各スケジューリング瞬間「T」で、 BS_b は、

【数 7 7】

$$\text{BIA} \left(M, K, \left\{ p^{[k]} \mathbf{1}_{M \times 1}, q^{[k]} \right\}_{k=1}^K \right)$$

40

方式を使用し、但し、

【数 7 8】

$$\sum_{k=1}^K q^{[k]} = 1$$

50

であり、 $B S_b$ は、コード k 上で、 $b i n(i_k, b)$ からユーザにサービスし、但し、 $i_k = i_k(T)$ である。この場合、 M 及び K は固定であるが、 $p^{[k]}$ 及び $q^{[k]}$ は、 k 及び T と共に、又は、サービスされている相対位置と共に変化する可能性がある。

【0110】

[00109] そのような方式の一実施形態では、 M 及び K の共通セットが時間と共に選択される。ここで、電力最適化について説明する必要がある。

【0111】

[00110] この実施形態の例を図9に示し、以下で例8.1及び8.2において説明する。

10

【0112】

[00111] 例8.1：セルの様な1Dトポロジーにおける簡単な例示として、各セルがセル中央ユーザ（コード1による）及びセル端ユーザ（コード2による）に同時にサービスする、特殊な場合の $K = 2$ を考えてみる。 $p^{[1]} = p^{[2]}$ 、且つ、 $q^{[1]} + q^{[2]} = 1$ であると仮定すると、これは一定送信電力BIA方式である。

【0113】

[00112] 例8.2： $p^{[1]} < p^{[2]}$ 、（可変送信電力BIA方式を生じる）、且つ、 $q^{[1]} + q^{[2]} = 1$ である、上記の例の変形形態を考えてみる。 $q^{[2]} = 0$ とすることによって、BIA方式は、雑音強調なしに中央ユーザが最大DoFを得られるようにする（ $q^{[2]} = 0$ であるため）。同時に、端ユーザは、単一の固有モードのみを通すが、このモードは、改善されたSINRを有する。

20

【0114】

[00113] あるセットの実施形態では、クラスタは同期BIA送信に参加し、それによって、各BIA送信側クラスタ内の k 番目のコードは、必ずしも同じ相対クラスタ位置のユーザに割り当てられるとは限らない。

【0115】

[00114] 例9：BIAが、同じBIAユーザコード上で各セルにわたって協調的に相対位置ユーザに同時にサービスする、セルラー送信。各スケジューリング瞬間「 T 」で、 $B S_b$ は、

【数79】

30

$$BIA \left(M, K, \left\{ p_b^{[k]} \mathbf{1}_{M \times 1}, q^{[k]} \right\}_{k=1}^K \right)$$

方式によって、 K 人のユーザに送信する。ユーザ k は、 $b i n(i_k(b), b)$ から選択され、但し、 $i_k(b) = i_k(b, T)$ である。一実施形態では、 M 及び K は固定であり、 $p_b^{[k]}$ は、場合によっては、 T と共に、又は、サービスされている相対位置と共に変化する。

40

【0116】

[00115] この実施形態の一例を図10に示し、以下で説明する。

【0117】

[00116] 例9.1：簡単な例示として、 $K = 2$ であるセル同期BIA送信に参加し、それによって、各セルがセル中央ユーザ及びセル端ユーザに同時にサービスするセルの様な1Dトポロジーを再び考えてみる。奇数（偶数）セル内で、セル中央ユーザには、コード1（コード2）が与えられる。セル中央（セル端）ユーザには、ユーザがサービスされる偶数セル及び奇数セルの両方で、同じ電力が与えられ、すなわち、

【数 8 0】

$$p_{2b+1}^{[1]} = p_{2b}^{[2]} = p_{\text{center-user}}$$

である（及び、セル端ユーザの場合、

【数 8 1】

$$p_{2b+1}^{[2]} = p_{2b}^{[1]} = p_{\text{edge-user}}$$

10

である）。 $q^{[1]} = q^{[2]} = 1/2$ と設定し、 $p_{\text{center-user}} < p_{\text{edge-user}}$ とすると、従来の部分的な周波数再利用方式が従来のセルラーアーキテクチャにおいて行うものによく似た、中央をセル端レートとトレードオフするBIAベースのセルラー方式が生じる。

【0118】

[00117]最後に、クラスタベースの送信では、所与のユーザ向けのストリームの送信電力をスキューして、そのユーザに最も近いアンテナからのストリームに、より遠いアンテナに割り振られた電力と比較してより高い電力が提供されるようにすることが、有益でありうる。

20

【0119】

[00118]一実施形態では、この方法は、OFDM送信における時間周波数平面を、時間と共にOFDMシンボルのブロック、 B_1 、 B_2 、...に分割することによって、BIAクラスタ同期送信を可能にする。 j 番目のブロック B_j の送信では、基地局はクラスタに分割され（ j に応じて可能なクラスタリングセットによる）、それによって、 c 番目のBSのクラスタは、

【数 8 2】

$$\text{BIA} \left(M_j, K_j, \left\{ p_{j,c}^{[k]}, q_j^{[k]} \right\}_{k=1}^K \right)$$

30

方式を採用する。一実施形態では、 M_j 、 K_j 及び

【数 8 3】

$$q_j^{[k]}$$

40

は、ブロックインデックス j によって決まるが、すべての送信側クラスタにとって共通であり、その目的は、各クラスタ内の各ユーザがすべての他のクラスタ内の K_j 人のユーザのうち1人のみの送信によって干渉される、クラスタ同期送信を可能にするためである。

一実施形態では、

【数 8 4】

$$p_{j,c}^{[k]}$$

ベクトルは、送信ブロックインデックス j 、クラスタインデックス c 、及びコードインデックス k によって決まる。

【0 1 2 0】

[00119]—実施形態では、

10

【数 8 5】

$$p_{j,c}^{[k]}$$

ベクトルが事前に選択され、 c 番目の基地局のクラスタは、そのユーザのサブセットをその K_j 個の B I A ユーザコード上で、且つ、すべての他のクラスタから独立して、情報を使用して割り当て、この情報は、ユーザ公称 S I N R レベル、及び / 又は、(クラスタ内外の)異なる B S からの公称 S N R レベルの知識、並びに、クラスタ同期 B I A 送信に参加している 1 つ又は複数の隣接した B S のクラスタによって使用された、事前に選択された

20

【数 8 6】

$$p_{j,c'}^{[k]}$$

ベクトルの知識などである。図 6 は、サブバンドスケジューリング及び電力制御を利用する、 $M = K = 2$ であるクラスタ同期 B I A 送信を含む、そのような方式の一例を示す。この例では、クラスタはサイズ - 1 であり、各基地局は、各帯域で 1 つずつ (例えば、例 9 . 1 及び図 1 0 で示唆された形の)、2 つの B I A 方式を採用する。帯域 F_1 及び F_2 の帯域幅が等しいと仮定すると、結果として生じる送信は、スロットごとの電力 ($P_1 + P_2$) / 2 による一定電力送信である。 $P_1 > P_2$ であると仮定すると、B S b は、そのセル内で比較的低い公称 S I N R ユーザ (例えば、セル端ユーザ) が帯域 F_1 内でコード $k = 1$ により、又は、帯域 F_2 内でコード $k = 2$ によりサービスされるように選択することができるが、十分に高い公称 S I N R ユーザは、帯域 F_1 内でコード $k = 2$ 、又は、帯域 F_2 内でコード $k = 1$ によりサービスされるようになる。インデックス $b + 1$ 及び $b - 1$ を有する隣接 B S は、代わりに、高い公称 S I N R ユーザに帯域 F_m 内でコード m によりサービスし、残りのコードを使用して、低い公称 S I N R ユーザにサービスするようになる。 $P_1 > P_2$ という選択により、低い公称 S I N R ユーザは、一定電力送信を保証しながら、あらゆるセル内で (従来のサブバンドスケジューリング F F R システムによく似たように) 高い公称 S I N R ユーザを犠牲にして、レート利益を享受する。

30

40

【0 1 2 1】

[00120]—実施形態では、異なるセル (又は、セルのクラスタ) 内のユーザのセットは、合同で対にされ、それらのクラスタから発する並列クラスタ同期 B I A 送信の k 番目のユーザコード ($k = 1, 2, \dots, K_j$) 上で割り当てられる。一実施形態では、固定の k についての

50

【数 8 7】

$$p_{j,c}^{[k]}$$

は、k 番目のユーザコード上でスケジュールされたすべてのユーザ（又は、ユーザのサブセット）にわたるある合同性能測定基準を条件として、すべてのクラスタ c にわたって（又は、クラスタのサブセット内で）合同で選択される。一実施形態では、k 番目のコードは、展開の全体で、それらのクラスタからの送信に関して、同じ（又は、同様の）公称 S I N R レベルを有するユーザに割り当てられる。一実施形態では、1 つ又は複数の送信側 B S の隣接クラスタは、所与のユーザコードインデックス k 上で、事前に指定されたが、場合によっては異なる公称 S I N R レベルを有するユーザのセット（例えば、セル中央ユーザをセル端ユーザと対にする）を割り当て、次いで、

10

【数 8 8】

$$p_{j,c}^{[k]}$$

20

のための値、及び、潜在的に

【数 8 9】

$$q_j^{[k]}$$

の値を選択して、これらのユーザの対の中でのレートのトレードオフを選択する。

【0 1 2 2】

30

[00121]したがって、一実施形態では、各基地局は、地理的なユーザ位置及び/又は大きいスケールの S I N R 値に基づいて、コードインデックス及び位置上でユーザをスケジュールすることができる。

【0 1 2 3】

異なるモビリティレベルを有するユーザ集団

[00122]一実施形態では、異なる B I A コードが異なるモビリティレベルに対処することに留意されたい。所与の数の送信アンテナでは、B I A コード内のコードワードが多数であるほど、コードによって提供されるレートは大きくなる（すなわち、多重化されたユーザの数が増える）が、コードもまた長くなる。ユーザチャネルは、コードの継続時間にわたって、事実上一定のままである必要があるため、使用されるコードワードが多いほど、モバイルデバイス上のコヒーレンス時間要件は大きくなる。結果として、一実施形態では、このシステムは、いくつかのコヒーレンス時間（モビリティレベル）にわたるいくつかの B I A コードを操作し、様々な範囲のレート/モビリティ動作を提供することができる。

40

【0 1 2 4】

[00123]図 1 1 及び図 1 2 は、基地局が、周波数帯域が変化するにつれて変化するコードを使用して、トポロジーの全体で同じ相対セル位置を有するユーザのセットにのみサービスする場合を示す例である。そのような場合、異なる B I A コードが使用されて、（異なる位置ではなく）異なるモビリティのユーザにサービスが行われる。図 1 1 では、異なるモビリティレベルを有するユーザ集団に対処するためのコードを使用するとき、コヒー

50

レンス時間が T_1 以上のユーザは、帯域 B_1 上で B I A コード 1 によってサービスされ、コヒーレンス時間が T_2 と T_1 の間であるユーザは、帯域 B_2 上で B I A コード 2 によってサービスされ、コヒーレンス時間が T_3 と T_2 の間であるユーザは、帯域 B_3 上で B I A コード 3 によってサービスされる。

【 0 1 2 5 】

[00124] 図 1 2 を参照すると、異なるモビリティレベルを有するユーザ集団に対処するためのコードを使用するとき、コヒーレンス時間が T_1 以上のユーザは、B I A コード 1 によってサービスされ、コヒーレンス時間が T_2 と T_1 の間であるユーザは、B I A コード 2 によってサービスされ、コヒーレンス時間が T_3 と T_2 の間であるユーザは、B I A コード 3 によってサービスされる。

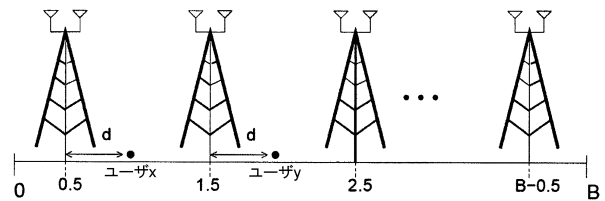
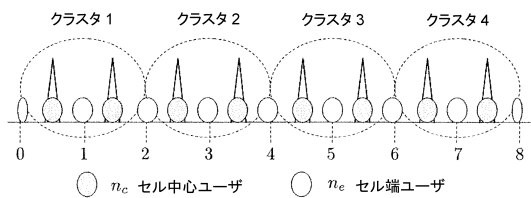
10

【 0 1 2 6 】

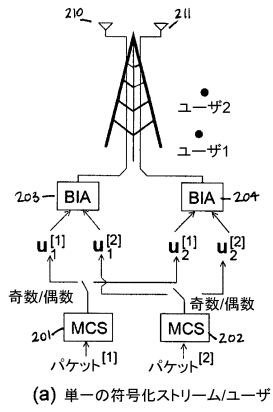
[00125] 本発明の多数の変更及び修正は、上記の説明を読んだ後、おそらく当業者には明らかになるであろうが、例として図示且つ記載されたいかなる特定の実施形態も、決して限定的に見なされるように意図されないことを理解されたい。したがって、様々な実施形態の詳細への言及は、特許請求の範囲の範囲を限定するように意図されず、特許請求の範囲は、それ自体において、本発明に必須であると見なされる特徴のみを記載する。

【 図 1 A 】

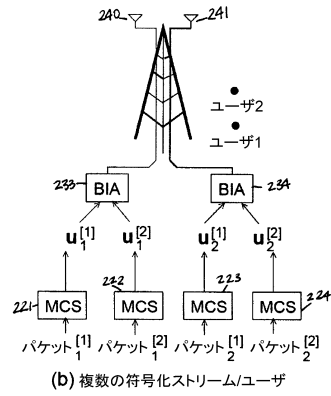
【 図 1 B 】



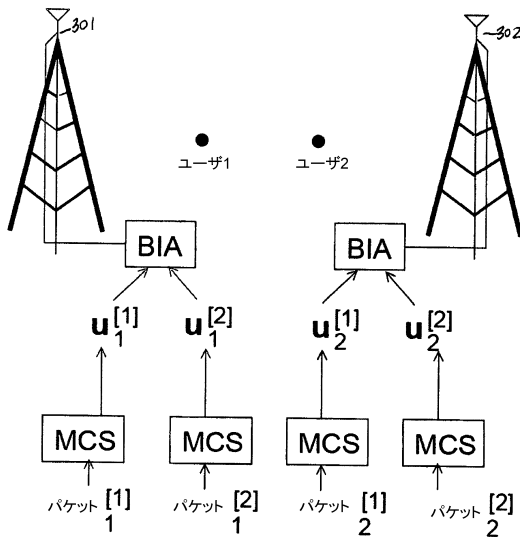
【図 2 A】



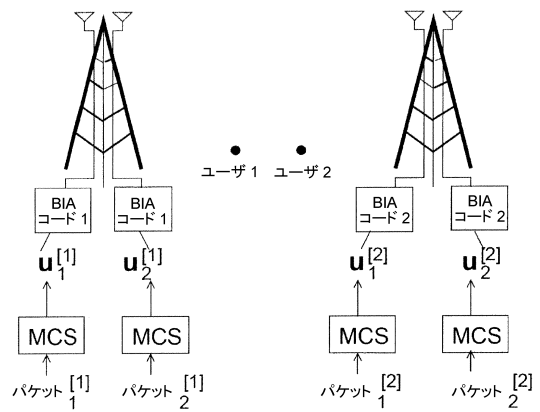
【図 2 B】



【図 3】



【図 4】

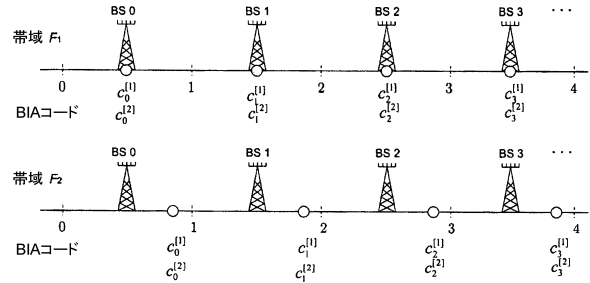


【図5】

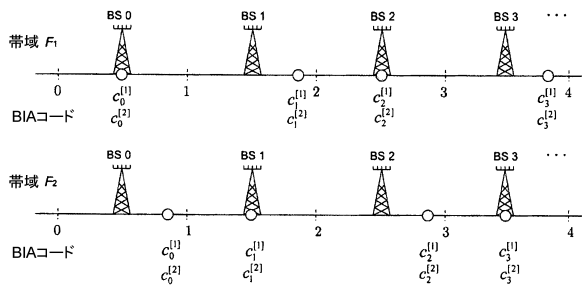
		基地局 b			
時間 →	ユーザインデックス	$t=1$	$t=2$	$t=3$	
帯域 F_1	$k=1$	$P_1/2$	P_1	0	
	$k=2$	$P_1/2$	0	P_1	
帯域 F_2	$k=1$	$P_2/2$	P_2	0	
	$k=2$	$P_2/2$	0	P_2	

		基地局 $b+1$			
時間 →	ユーザインデックス	$t=1$	$t=2$	$t=3$	
帯域 F_1	$k=1$	$P_2/2$	P_2	0	
	$k=2$	$P_2/2$	0	P_2	
帯域 F_2	$k=1$	$P_1/2$	P_1	0	
	$k=2$	$P_1/2$	0	P_1	

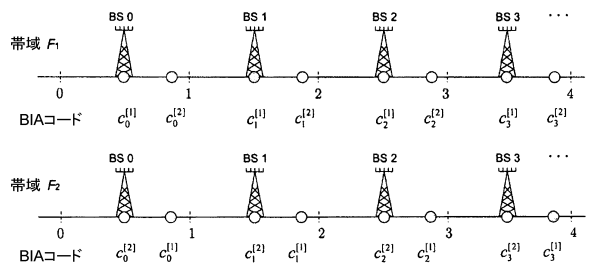
【図6】



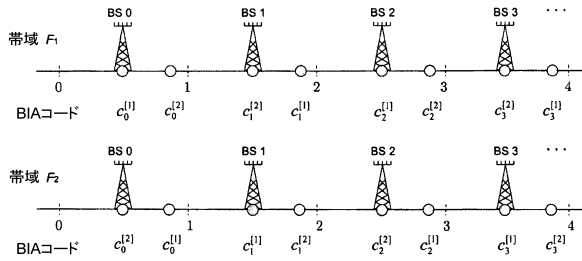
【図7】



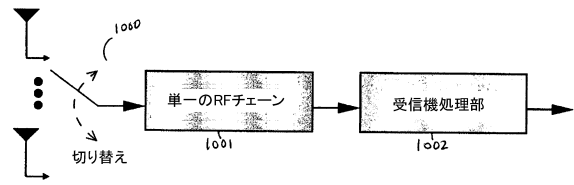
【図8】



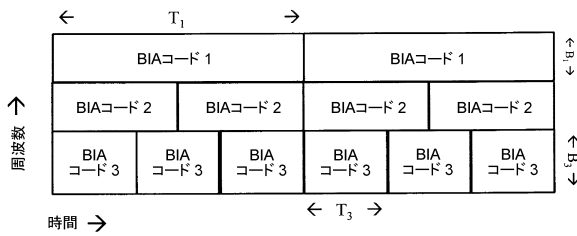
【図9】



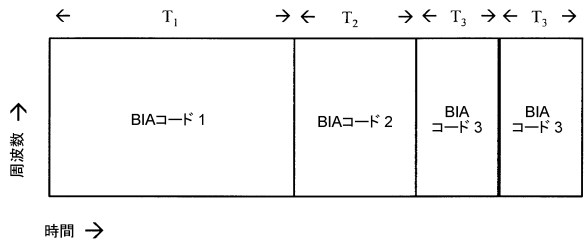
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

- (72)発明者 ラムブラシャド, ショーン, エー.
アメリカ合衆国, カリフォルニア州, ロス アルトス, テラス ドライブ 960
- (72)発明者 パパドポウロス, ハララボス
アメリカ合衆国, カリフォルニア州, サン ノゼ, サウス サイプレス アベニュー 390

審査官 速水 雄太

- (56)参考文献 国際公開第2010/019617(WO, A1)
特表2010-508692(JP, A)
国際公開第2010/019613(WO, A1)
Chenwei Wang et al., Aiming Perfectly in the Dark - Blind Interference Alignment through Staggered Antenna Switching, arXiv:1002.2720v1 [cs.IT], 2010年 2月15日

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| H04J | 99/00 |
| H04B | 7/04 |
| H04J | 11/00 |