

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7017312号

(P7017312)

(45)発行日 令和4年2月8日(2022.2.8)

(24)登録日 令和4年1月31日(2022.1.31)

(51)国際特許分類

F I

H 0 4 B 7/0452(2017.01)

H 0 4 B 7/0452 1 0 0

H 0 4 B 7/06 (2006.01)

H 0 4 B 7/06 9 5 6

H 0 4 L 27/26 (2006.01)

H 0 4 L 27/26 1 0 0

H 0 4 W 16/28 (2009.01)

H 0 4 W 16/28 1 3 0

請求項の数 5 (全22頁)

(21)出願番号 特願2017-29375(P2017-29375)

(22)出願日 平成29年2月20日(2017.2.20)

(65)公開番号 特開2018-137552(P2018-137552
A)

(43)公開日 平成30年8月30日(2018.8.30)

審査請求日 令和2年2月10日(2020.2.10)
 (出願人による申告)平成28年度、総務省、第5世代移動通信システム実現に向けた研究開発～高周波数帯・広帯域超多素子アンテナによる高速・低消費電力無線アクセス技術の研究開発～に係る委託事業、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願

(73)特許権者 392026693

株式会社N T T ドコモ

東京都千代田区永田町二丁目11番1号

(74)代理人 110002952

特許業務法人鷲田国際特許事務所

(72)発明者 宮崎 寛之

東京都千代田区永田町二丁目11番1号

株式会社N T T ドコモ内

(72)発明者 須山 聡

東京都千代田区永田町二丁目11番1号

株式会社N T T ドコモ内

(72)発明者 増野 淳

東京都千代田区永田町二丁目11番1号

株式会社N T T ドコモ内

(72)発明者 奥村 幸彦

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 無線基地局、及び、無線通信方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ユーザ端末とM I M O 伝送を行う無線基地局であって、
 各ユーザ端末から送信されたビーム情報に基づいてビーム選択基準パラメータを算出し、
 当該ビーム選択基準パラメータに基づいて複数のビームの中から使用ビームを選択するビーム選択部と、
前記使用ビームに対応する前記ビーム情報を送信したユーザ端末のそれぞれについて、当該ユーザ端末から送信された前記ビーム情報に基づいてビーム間干渉係数を算出し、前記ビーム間干渉係数に基づいて、前記使用ビームに対応する前記ビーム情報を送信したユーザ端末の中から、前記使用ビームの対象とするユーザ端末を選択するユーザ端末選択部と、
 を備える無線基地局。

【請求項2】

前記ビーム情報は、ユーザ端末が受信したビームの受信電力を含み、
 前記ビーム選択基準パラメータは、前記各ユーザ端末から送信された前記ビーム情報に基づいて算出される設計パラメータである、
 請求項1に記載の無線基地局。

【請求項3】

前記ユーザ端末選択部は、
前記ビーム間干渉係数に基づいて仮のユーザ端末を選択し、
 その選択した仮のユーザ端末のチャネル情報に基づいて、前記使用ビームの対象とするユ

ーザ端末を選択する、
請求項 1 又は 2 に記載の無線基地局。

【請求項 4】

前記ビーム選択部は、前記ユーザ端末選択部によって前記使用ビームの対象とするユーザ端末が選択された後、当該選択されたユーザ端末から送信されたビーム情報から算出されるビーム選択基準パラメータに基づいて、前記複数のビームの中から使用ビームを再選択する、

請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の無線基地局。

【請求項 5】

ユーザ端末と M I M O 伝送を行う無線基地局において、
各ユーザ端末から送信されたビーム情報に基づいてビーム選択基準パラメータを算出し、
当該ビーム選択基準パラメータに基づいて複数のビームの中から使用ビームを選択し、
前記使用ビームに対応する前記ビーム情報を送信したユーザ端末のそれぞれについて、
当該ユーザ端末から送信された前記ビーム情報に基づいてビーム間干渉係数を算出し、前記
ビーム間干渉係数に基づいて、前記使用ビームに対応する前記ビーム情報を送信したユー
ザ端末の中から、前記使用ビームの対象とするユーザ端末を選択する、
無線通信方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明は、無線基地局、及び、無線通信方法に関する。

【背景技術】

【0002】

U M T S (Universal Mobile Telecommunications System) ネットワークにおいて、
更なる高速データレート、低遅延などを目的としてロングタームエボリューション (L T E : Long Term Evolution) が仕様化された。また、L T E からの更なる広帯域化及び
高速化を目的として、L T E の後継システム (例えば、L T E - A (LTE-Advanced)、
F R A (Future Radio Access)、5 G (5th generation mobile communication sy
stem)、5 G + (5G plus)、N e w - R A T (Radio Access Technology) などと呼
ばれる) も検討されている。

30

【0003】

将来の無線通信システム (例えば、5 G) では、信号伝送の更なる高速化及び干渉低減を
図るために、高周波数帯 (例えば、5 G H z 以上) において多数のアンテナ素子 (例えば
、1 0 0 素子以上) を用いる大規模 (Massive) M I M O (Multiple Input Multiple O
utput) を用いることが検討されている。

【0004】

M I M O においてビーム又はストリームを制御する技術として、デジタルプリコーディン
グと、アナログ固定ビームフォーミング (B F) と、チャネル情報 (Channel Status Inf
ormation : C S I) とを組み合わせる方法がある (例えば、非特許文献 1 を参照)。ま
た、デジタルプリコーディングと、デジタル固定 B F と、C S I とを組み合わせる方法が
ある (例えば、非特許文献 2 を参照)。

40

【0005】

また、複数のストリームを複数のユーザ端末に対して分配し、多重に送信するマルチユー
ザ M I M O (M U - M I M O) の技術が知られている。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0006】

【文献】T. Obara, S. Suyama, J. Shen, and Y. Okumura, " Joint processing of an
alog fixed beamforming and CSI-based precoding for super high bit rate Mass
ive MIMO transmission using higher frequency bands, " IEICE Trans. Commun.,

50

vol. E98-B, no. 8, pp. 1474-1481, Aug. 2015.

吉岡翔平，奥山達樹，須山聡，奥村幸彦，“5G実現に向けた低SHF帯におけるデジタルビームフォーミングを用いたMassive MIMOの特性評価” 信学技報，vol. 116, no. 396, RCS2016-238, pp. 13-18, 2017年1月.

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、MU-MIMOにおいて、同時期に接続するユーザ端末同士におけるチャネルの空間相関が大きい場合、ユーザ端末同士のストリームが干渉し、無線通信システム全体のスループットが低下してしまう。

【0008】

本発明の一態様は、MU-MIMOにおいて、同時期に接続するユーザ端末を適切に選択することができる無線基地局及び無線通信方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の一態様に係る、ユーザ端末とMIMO伝送を行う無線基地局は、各ユーザ端末から送信されたビーム情報に基づいてビーム選択基準パラメータを算出し、当該ビーム選択基準パラメータに基づいて複数のビームの中から使用ビームを選択するビーム選択部と、前記使用ビームを選択したユーザ端末の中から、前記使用ビームの対象とするユーザ端末を選択するユーザ端末選択部と、を備える。

【発明の効果】

【0010】

本発明の一態様によれば、MU-MIMOにおいて、同時期に接続するユーザ端末を適切に選択することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本実施の形態に係るMU-MIMOを行う無線基地局の構成を示すブロック図である。

【図2】本実施の形態に係るMU-MIMOを行う無線基地局の構成の変形例を示すブロック図である。

【図3】本実施の形態に係る使用ビームに基づいて対象端末を選択する処理を示すシーケンスチャートである。

【図4】本実施の形態に係る使用ビームに基づいて対象端末を選択する動作を示す模式図である。

【図5】ビーム数が4つ、端末数が3つの場合におけるビーム間干渉係数の設計例を説明するための図である。

【図6】本実施の形態に係る対象端末を選択した後で使用ビームを再選択する処理を示すシーケンスチャートである。

【図7】本実施の形態に係る対象端末を選択した後で使用ビームを再選択する動作を示す模式図である。

【図8】本実施の形態に係るCSIに基づいて対象端末を選択する処理を示すシーケンスチャートである。

【図9】本実施の形態に係るCSIに基づいて対象端末を選択する動作を示す模式図である。

【図10】本実施の形態に係るCSIに基づいて対象端末を選択した後で使用ビームを再選択する処理を示すシーケンスチャートである。

【図11】本実施の形態に係るCSIに基づいて対象端末を選択した後で使用ビームを再選択する動作を示す模式図である。

【図12】本発明に係る無線基地局及びユーザ端末のハードウェア構成の一例を示す図である。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための形態】**【0012】**

以下、本発明の各実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0013】

なお、同種の要素を区別して説明する場合には、「ユーザ端末20A」、「ユーザ端末20B」のように参照符号を使用し、同種の要素を区別しないで説明する場合には、「ユーザ端末20」のように参照符号のうちの共通番号のみを使用することがある。

【0014】

また、以下の実施の形態において、その構成要素（要素ステップなどを含む）は、特に明示した場合及び原理的に明らかに必須であると考えられる場合などを除き、必ずしも必須のものではない。

10

【0015】

以下では、複数のユーザ端末に対してストリームを分配して多重送信するMU-MIMO（Multi-User MIMO）伝送を行う場合について説明する。また、以下では、Massive MIMOにおいて、BF（Beam Forming）を行う場合について説明する。

【0016】

<無線基地局の構成>

図1は、MU-MIMOを行う無線基地局の構成を示すブロック図である。

【0017】

図1において、無線基地局（以下「基地局」という）10Aは、ビーム選択部100と、ユーザ端末選択部（以下「端末選択部」という）102と、デジタルプリコーダ104と、D/A変換部106と、周波数変換部108と、固定アナログビームフォーマ110と、複数のアンテナ114と、を備える。

20

【0018】

基地局10は、複数の固定ビームからL本の固定ビームを選択し、複数のユーザ端末（以下「端末」という）からU個の端末を選択し、MIMO伝送を行う。L、Uは1以上の整数である。複数の固定ビームのそれぞれは、ビームの送信方向（角度）が固定されている。以下、固定ビームを、単に「ビーム」ということがある。

【0019】

基地局10は、端末にM本のストリームが分配される。Mは1以上の整数であり、「 $M < L$ 」である。

30

【0020】

ビーム選択部100は、送信方向が異なる複数のビームの中から、端末へのデータ伝送に使用するビーム（以下「使用ビーム」という）を選択する。ビーム選択部100は、その選択した使用ビームが送信されるように、固定アナログビームフォーマ110を制御する。

【0021】

例えば、ビーム選択部100は、各端末から送信された、ビーム番号及びビームの受信電力等を含むビーム情報に基づいてビーム選択基準パラメータを算出し、当該ビーム選択基準パラメータに基づいて複数のビームの中から使用ビームを選択する。なお、ビーム選択基準パラメータの算出方法の詳細については後述する。

40

【0022】

ビーム選択部100は、後述の端末選択部102によって使用ビームの対象とする端末が選択された後、当該選択された端末が選択したビームのビーム情報から算出されるビーム選択基準パラメータに基づいて、複数のビームの中から使用ビームを再選択してもよい。

【0023】

端末選択部102は、ビーム選択部100によって選択された使用ビームを選択した端末の中から、使用ビームの対象とする端末（対象端末）を選択する。端末選択部102は、その対象端末が受信可能なデータがデジタルプリコーダ104に入力されるように、制御する。

【0024】

50

例えば、端末選択部 102 は、ビーム選択部 100 によって選択された使用ビームを選択した端末から送信された、ビーム番号及びビームの受信電力等を含むビーム情報に基づいて端末選択基準パラメータを算出し、当該端末選択基準パラメータに基づいて使用ビームの対象とする端末を選択する。なお、端末選択基準パラメータの算出方法の詳細については後述する。

【0025】

端末選択部 102 は、ユーザ端末選択基準パラメータに基づいて仮の端末を選択し、その選択した仮の端末の CSI に基づいて、使用ビームの対象とする端末を選択してもよい。

【0026】

デジタルプリコーダ 104 は、各端末の受信品質を向上させるために、送信前の信号に無線伝搬路に応じた重みを予め乗算する処理を行う。デジタルプリコーダ 104 は、プリコーディング行列 P を M 系列のベースバンド信号に適用して L 系列の信号を生成し、出力する。 L は送信されるビームの数である。ここでのプリコーディング行列 P は、 L 行 M 列の系列を有する。

10

【0027】

デジタルプリコーダ 104 から出力された L 系列の信号は、それぞれ、 D/A 変換部 106 によってデジタル信号からアナログ信号に変換され、周波数変換部 108 によって周波数がアップコンバートされ、固定アナログビームフォーマ 110 に入力される。

【0028】

固定アナログビームフォーマ 110 は、その入力された L 系列の信号に対して、ビーム選択部 100 で選択された使用ビームに対応するビームフォーミング行列 W_T を適用し、 N_T 系列の信号を生成する。 N_T は送信アンテナ素子の数である。ここでのビームフォーミング行列 W_T は、 N_T 行 L 列を有する。 N_T 系列の複数の信号は、複数のアンテナ 114 からそれぞれ送信される。

20

【0029】

<無線基地局の変形例>

図 2 は、 $MU-MIMO$ を行う基地局の変形例を示すブロック図である。

【0030】

図 2 の基地局 10B は、図 1 の基地局 10A は固定アナログビームフォーマ 110 が周波数変換部 108 の後段に配置されているのに対して、固定デジタルビームフォーマ 112 がデジタルプリコーダ 104 の後段に配置されている点が相違する。

30

【0031】

ビーム選択部 100 は、送信方向が異なる複数のビームの中から、端末へのデータ伝送に使用する使用ビームを選択する。ビーム選択部 100 は、その選択した使用ビームが送信されるように、固定デジタルビームフォーマ 112 を制御する。固定デジタルビームフォーマ 112 は、デジタルプリコーダ 104 から入力された L 系列の信号に対して、ビーム選択部 100 で選択された使用ビームに対応するビームフォーミング行列 W_T を適用し、 N_T 系列の信号を生成及び出力する。

【0032】

固定デジタルビームフォーマ 112 から出力された N_T 系列の信号は、それぞれ、 D/A 変換部 106 においてデジタル信号からアナログ信号に変換され、周波数変換部 108 において周波数がアップコンバートされ、アンテナ 114 から送信される。

40

【0033】

<動作>

図 3 は、使用ビームに基づいて対象端末 20 を選択する処理を示すシーケンスチャートである。図 4 は、そのときの無線通信システムの動作を示す模式図である。

【0034】

基地局 10 は、ビームフォーマ 110 (又は 112) を制御して、走査用参照信号を含む送信方向 (角度) の異なるビーム 30 を順次送信する ($ST100$)。

【0035】

50

各端末 20 は、S T 1 0 0 で順次送信されたビーム 30 を受信し、それら受信した複数のビーム 30 の番号（「ビーム番号」という）を受信電力の大きい順に並び替え、その 1 位から N 位（N は 1 以上の所定の整数）までのビーム番号を選択する（S T 1 0 2）。

【0036】

次に、各端末 20 は、S T 1 0 2 で選択したビーム番号と、それらビーム番号に対応する受信電力等を含むビーム情報を、基地局 10 へ送信（フィードバック）する（S T 1 0 4）。

【0037】

基地局 10（ビーム選択部 100）は、S T 1 0 4 で送信されたビーム情報に基づいて、ビーム選択基準パラメータを算出する。そして、基地局 10 は、その算出したビーム選択基準パラメータに基づいて、複数のビーム 30 の中から、使用ビームを選択する（S T 1 0 6）。図 4 において、塗りつぶしされているビーム 30 が、使用ビームに相当する。

10

【0038】

基地局 10（端末選択部 102）は、S T 1 0 6 で選択した使用ビームの番号を S T 1 0 4 でフィードバックしてきた端末 20 を、候補端末として選択する（S T 1 0 8）。例えば、図 4（a）に示すように、端末 20 A、20 B、20 C、20 D を候補端末として選択する。

【0039】

基地局 10（端末選択部 102）は、S T 1 0 8 で選択した複数の候補端末のそれぞれについて、端末選択基準パラメータを算出する。そして、基地局 10 の端末選択部 102 は、その算出した端末選択基準パラメータに基づいて、複数の候補端末の中から、使用ビームの送信対象の端末（「対象端末」という）を選択する（S T 1 1 0）。例えば、図 4（b）に示すように、端末 20 B、20 C、20 D を、対象端末として選択する。

20

【0040】

基地局 10 は、対象端末の識別信号である対象端末識別信号、及び、対象端末の重み付け後の等価チャネルを推定するための参照信号である対象端末チャネル推定参照信号を送信する（S T 1 1 2）。これらの信号は、S T 1 0 6 で選択された使用ビームによって送信されてもよい。

【0041】

対象端末識別信号に対応する端末（つまり対象端末）は、対象端末チャネル推定参照信号に基づいて、重み付け後の等価チャネルを推定する（S T 1 1 4）。

30

【0042】

基地局 10 は、使用ビームを用いて、対象端末に対してデータを伝送する（S T 1 1 6）。対象端末は、S T 1 1 4 で推定した等価チャネルを用いて、使用ビームのデータを受信する。

【0043】

<ビーム選択基準パラメータ>

次に、ビーム選択基準パラメータの算出方法について説明する。

【0044】

上記 S T 1 0 6 の処理に関するビーム選択基準パラメータは、下記の式（1）に示すように、受信電力の合計であってよい。

40

【0045】

【数 1】

$$\rho_B(l') = \sum_{u=1}^{N_U} P_{r,u}(l') \alpha_u(l') \quad \cdots (1)$$

【0046】

ここで、l はビーム番号、N_U は端末数、P_{r, u} (l) は第 u 端末の第 l ビームにおけ

50

る受信電力、 $\alpha_u(1)$ は第 u 端末が上記 S T 1 0 2 の処理において第 1 ビームを選択している場合は「1」、未選択の場合は「0」となる係数である。

【0047】

又は、ビーム選択基準パラメータは、下記の式(2)に示すように、受信電力の最大値であってよい。

【0048】

【数2】

$$l = \arg \max_l \rho_B(l') \quad \cdots (2)$$

10

【0049】

又は、ビーム選択基準パラメータは、下記の式(3)に示すように、受信 S I R (Signal-to-Interference Ratio) の合計であってよい。

【0050】

【数3】

$$\rho_B(l') = \sum_{u=1}^{N_U} \frac{P_{r,u}(l') \alpha_u(l')}{\left(\sum_{\substack{u'=1 \\ \neq u}}^{N_U} P_{r,u'}(l') \alpha_{u'}(l') \right)} \quad \cdots (3)$$

20

【0051】

又は、ビーム選択基準パラメータは、下記の式(4)に示すように、受信 S I R の最大値であってよい。

【0052】

【数4】

$$\rho_B(l') = \max_{u=1, \dots, N_U} \frac{P_{r,u}(l') \alpha_u(l')}{\left(\sum_{\substack{u'=1 \\ \neq u}}^{N_U} P_{r,u'}(l') \alpha_{u'}(l') \right)} \quad \cdots (4)$$

30

【0053】

ビーム選択部 100 は、ビーム選択基準パラメータとして受信電力の合計最大規範を用いる場合は式(1)によって、受信電力の最大値最大規範を用いる場合は式(2)によって、受信 S I R の合計最大規範を用いる場合は式(3)によって、受信 S I R の最大値最大規範を用いる場合は式(4)によって、ビーム選択基準パラメータをそれぞれ算出し、下記の式(5)にしたがって、ビーム選択基準パラメータの大きいものから順に所定数のビーム番号 1 を選択する。

40

【0054】

【数5】

$$l = \arg \max_l \rho_B(l') \quad \cdots (5)$$

50

【 0 0 5 5 】

なお、端末 2 0 が、上記 S T 1 0 4 の処理において、基地局 1 0 に対して過去のスループット情報も合わせてフィードバックし、基地局 1 0 のビーム選択部 1 0 0 が、上記 S T 1 0 6 の処理において、P F (Proportional Fairness) 規範に基づいてビーム選択基準パラメータを算出し、使用ビームを選択してもよい。

【 0 0 5 6 】

また、OFDM 伝送を用いる場合、基地局 1 0 は、ビーム選択基準パラメータを全てのサブキャリアにおいて算出する必要はない。基地局 1 0 は、1 又は複数のサブキャリアに着目してビーム選択基準パラメータを算出し、その算出結果に基づいて使用ビームを選択してもよい。

10

【 0 0 5 7 】

< 端末選択基準パラメータ >

次に、端末選択基準パラメータの算出方法について説明する。

【 0 0 5 8 】

上記 S T 1 1 0 の処理に関する端末選択基準パラメータは、下記の式 (6) に示すように、受信電力の合計であってよい。

【数 6 】

$$\rho_U(u) = \sum_{l \in B} P_{r,u}(l) \quad \cdots (6)$$

20

【 0 0 5 9 】

ここで、B は、上記 S T 1 0 6 の処理で基地局 1 0 が選択した使用ビームの番号の集合である。

【 0 0 6 0 】

端末選択部 1 0 2 は、端末選択基準パラメータとして上記の合計受信電力を用いる場合、式 (5) によって算出した合計受信電力の大きいものから順に所定数の端末を選択し、その選択した端末を対象端末とする。

【 0 0 6 1 】

又は、端末選択基準パラメータは、下記の式 (7) に示すように、ビーム間干渉係数であってもよい。

30

【数 7 】

$$\rho_U(u) = \text{tr}(\mathbf{H}_{u \rightarrow \tilde{U}} \mathbf{H}_{\tilde{U} \rightarrow u}) \quad \cdots (7)$$

【 0 0 6 2 】

ここで、

【数 8 】

$$\begin{aligned} \mathbf{H}_{u \rightarrow \tilde{U}} &= [\mathbf{H}_{u \rightarrow 1} \quad \cdots \quad \mathbf{H}_{u \rightarrow u-1} \quad \mathbf{H}_{u \rightarrow u+1} \quad \cdots \quad \mathbf{H}_{u \rightarrow \tilde{N}_U}] \\ \mathbf{H}_{\tilde{U} \rightarrow u} &= [\mathbf{H}_{1 \rightarrow u}^T \quad \cdots \quad \mathbf{H}_{u-1 \rightarrow u}^T \quad \mathbf{H}_{u+1 \rightarrow u}^T \quad \cdots \quad \mathbf{H}_{\tilde{N}_U \rightarrow u}^T]^T \quad \cdots (8) \\ \mathbf{H}_{u \rightarrow u}(n, m) &= P_{r,u}(\beta_u(n)) \times \eta(\beta_u(n), \beta_u(m)) \end{aligned}$$

40

である。

【 0 0 6 3 】

50

ただし、 A^T は行列 A の転置行列を表す。また、 $U \sim$ は第 u 端末以外の候補端末の集合、 $N \sim U$ は候補端末の数、 $H_{u \rightarrow u'}$ は第 u 端末の使用ビームと第 u' 端末の使用ビームとの間の干渉行列、 $H_{u \rightarrow u'}(n, m)$ は当該干渉行列の第 n 行第 m 列目の要素、 $\eta(l, l')$ は第 l ビームと第 l' ビームとの間の相互係数、 $\mu(n)$ は第 u 端末の第 n 使用ビームの番号である。

【0064】

端末選択部102は、端末選択基準パラメータとして上記のビーム間干渉係数を用いる場合、式(7)によって算出したビーム間干渉係数の小さい(つまり干渉の低い)ものから順に所定数の端末を選択し、その選択した端末を対象端末とする。

【0065】

なお、端末選択部102は、上記ST110の処理において、上記式(6)及び式(7)の両方を用いて対象端末を選択してもよい。例えば、端末選択部102は、合計受信電力が大きく、かつ、ビーム間干渉係数が小さいものから順に所定数の端末を選択し、その選択した端末を対象端末とする。

【0066】

また、ビーム間の相互係数 $\eta(l, l')$ は、例えば、ビーム30のビームパターンに基づいて設計されてもよいし、ビーム間の角度差に基づいて設計されてもよい。

【0067】

また、ビーム間干渉係数を算出するにあたり、各端末20の受信電力 $P_{r, u}(l)$ を、全て「1」又は所定の実数等の一定数とみなして算出してもよい。

【0068】

また、端末20が、上記ST104の処理において、基地局10に対して過去のスループット情報も合わせてフィードバックし、基地局10が上記ST110の処理において、PF(Proportional Fairness)規範に基づいて対象端末を選択してもよい。

【0069】

また、OFDM伝送を用いる場合、基地局10は、端末選択基準パラメータを全てのサブキャリアにおいて算出する必要はない。基地局10は、1又は複数のサブキャリアに着目して端末選択基準パラメータを算出し、その算出結果に基づいて対象端末を選択してよい。

【0070】

また、基地局10は、候補端末数 $N \sim U$ から対象端末数 $N^{\wedge} U$ を選択する全ての組み合わせについて端末選択基準パラメータを算出し、その算出結果に基づいて対象端末数 $N^{\wedge} U$ を一度に選択してもよい。この方法は全探索法と呼ばれる。

【0071】

又は、基地局10は、未選択の端末から1つの端末を選択し、それを選択済みの端末の集合に追加した場合の端末選択基準パラメータを算出してもよい。そして、その算出処理を繰り返すことによって、対象端末数 $N^{\wedge} U$ を選択してもよい。この方法は逐次法と呼ばれる。

【0072】

<ビーム間干渉係数の設計例>

次に、ビーム間干渉係数の設計例について説明する。

【0073】

図5は、ビーム数が4つ、端末数が3つの場合におけるビーム間干渉係数の設計例を説明するための図である。

【0074】

図5は、基地局10が、ST104において、各端末20から以下の情報をフィードバックされたことを示している。

【0075】

第1端末からは、ST102で選択されたビーム番号「#1」及び「#2」、並びに、それらビーム番号にそれぞれ対応する受信電力「1.0」及び「1.2」をフィードバックされた。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 6 】

第 2 端末からは、S T 1 0 2 で選択されたビーム番号「 # 2 」及び「 # 3 」、並びに、それらビーム番号にそれぞれ対応する受信電力「 2 . 0 」及び「 1 . 5 」をフィードバックされた。

【 0 0 7 7 】

第 3 端末からは、S T 1 0 2 で選択されたビーム番号「 # 2 」及び「 # 3 」、並びに、それらビーム番号にそれぞれ対応する受信電力「 0 . 6 」及び「 0 . 7 」をフィードバックされた。

【 0 0 7 8 】

ここで、一例として第 n ビームと第 m ビームとの間の相互係数を $\eta (n , m) = 0 . 5 | n - m |$ とする。この場合、第 1 端末から、第 2 及び第 3 端末へのビーム間干渉行列は次の式 (9) のようになる。

【 0 0 7 9 】

【 数 9 】

$$\mathbf{H}_{1 \rightarrow 2,3} = \begin{bmatrix} 1.0 \times 0.5 & 1.0 \times 0.25 & 1.0 \times 0.25 & 1.0 \times 0.125 \\ 1.2 \times 1.0 & 1.2 \times 0.5 & 1.2 \times 0.5 & 1.2 \times 0.25 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.25 & 0.25 & 0.125 \\ 1.2 & 0.6 & 0.6 & 0.3 \end{bmatrix}$$

… (9)

【 0 0 8 0 】

式 (9) において、第 1 列および第 2 列は、第 1 端末が選択したビーム番号「 # 1 」及び「 # 2 」が、第 2 端末が選択したビーム番号「 # 2 」及び「 # 3 」に与える影響に係る干渉行列を示す。また、第 3 列および第 4 列は、第 1 端末が選択したビーム番号「 # 1 」及び「 # 2 」が、第 3 端末が選択したビーム番号「 # 3 」及び「 # 4 」に与える影響に係る干渉行列を示す。例えば、このようにして、ビーム間干渉係数は設計される。ただし、上記の設計はあくまで一例であり、実際にはこの設計方法に限る必要はない。

【 0 0 8 1 】

< 変形例 1 >

図 6 は、対象端末を選択した後で使用ビームを再選択する処理を示すシーケンスチャートである。図 7 は、そのときの無線通信システムの動作を示す模式図である。

【 0 0 8 2 】

基地局 1 0 及び端末 2 0 は、S T 2 0 0 ~ S T 2 1 0 において、上記図 3 の S T 1 0 0 ~ S T 1 1 0 と同様の処理を行う。

【 0 0 8 3 】

次に、基地局 1 0 のビーム選択部 1 0 0 は、対象端末のみを考慮して、使用ビームを再選択する (S T 2 1 2) 。例えば、ビーム選択部 1 0 0 は、図 7 (b) に示すように、対象端末 2 0 B、2 0 C、2 0 D のみを考慮して、ビーム選択基準パラメータを再算出し、その再算出の結果に基づいて、複数のビームの中から使用ビームを再選択する。図 7 (b) は再選択前の使用ビームを示し、図 7 (c) は再選択後の使用ビームを示している。

【 0 0 8 4 】

基地局 1 0 の端末選択部 1 0 2 は、対象端末識別信号、及び、S T 2 1 2 で再選択された使用ビームの重み付けを行った対象端末チャネル推定参照信号を送信する (S T 2 1 4) 。これらの信号は、再選択された使用ビーム 3 0 によって送信されてもよい。

【 0 0 8 5 】

対象端末識別信号に対応する端末 (つまり対象端末) は、上記対象端末チャネル推定参照信号に基づいて、重み付け後の等価チャネルを推定する (S T 2 1 6) 。

【 0 0 8 6 】

基地局 1 0 は、再選択後の使用ビームを用いて、対象端末に対してデータを伝送する（ S T 2 1 8 ）。対象端末は、 S T 2 1 6 で推定した等価チャネルを用いて、再選択後の使用ビームのデータを受信する。

【 0 0 8 7 】

< 変形例 2 >

図 8 は、 C S I に基づいて対象端末を選択する処理を示すシーケンスチャートである。図 9 は、そのときの無線通信システムの動作を示す模式図である。

【 0 0 8 8 】

基地局 1 0 及び各端末 2 0 は、 S T 3 0 0 ~ S T 3 0 8 において、上記図 3 の S T 1 0 0 ~ S T 1 0 8 と同様の処理を行う。

10

【 0 0 8 9 】

次に、基地局 1 0 の端末選択部 1 0 2 は、 S T 3 0 8 で選択した複数の候補端末のそれぞれについて、端末選択基準パラメータを算出する。そして、基地局 1 0 の端末選択部 1 0 2 は、その算出した端末選択基準パラメータに基づいて、複数の候補端末の中から、ビーム 3 0 の送信対象の仮端末を選択する（ S T 3 1 0 ）。例えば、端末選択部 1 0 2 は、図 9（ b ）に示すように、端末 2 0 B、2 0 C、2 0 D を、仮端末として選択する。

【 0 0 9 0 】

基地局 1 0 の端末選択部 1 0 2 は、仮端末の識別信号である仮端末識別信号、及び、仮端末の重み付け後の等価チャネルを推定するための参照信号である仮端末チャネル推定参照信号を送信する（ S T 3 1 2 ）。これらの信号は、 S T 3 0 6 で選択された使用ビームによって送信されてもよい。

20

【 0 0 9 1 】

仮端末識別信号に対応する端末（つまり仮端末）は、仮端末チャネル推定参照信号に基づいて、重み付け後の等価チャネルを推定する（ S T 3 1 4 ）。

【 0 0 9 2 】

仮端末は、 C S I を基地局 1 0 に送信（フィードバック）する（ S T 3 1 6 ）。

【 0 0 9 3 】

基地局 1 0 の端末選択部 1 0 2 は、受信した C S I に基づいて、仮端末の中から、使用ビームの送信対象の端末（つまり対象端末）を選択する（ S T 3 1 8 ）。例えば、端末選択部 1 0 2 は、図 9（ c ）に示すように、端末 2 0 B、2 0 C を、対象端末として選択する。

30

【 0 0 9 4 】

基地局 1 0 の端末選択部 1 0 2 は、対象端末の対象端末識別信号、及び、対象端末の対象端末チャネル推定参照信号を送信する（ S T 3 2 0 ）。

【 0 0 9 5 】

基地局 1 0 は、使用ビームを用いて、対象端末に対してデータを伝送する（ S T 3 2 2 ）。対象端末は、 S T 3 1 4 で推定した等価チャネルを用いて、使用ビームのデータを受信する。

【 0 0 9 6 】

なお、 S T 3 1 8 の C S I に基づく対象端末の決定は、 M a x - C / I 規範、 P F 規範、及び / 又は Chordal Distance 最大規範などによって決定されてよい。

40

【 0 0 9 7 】

また、 S T 3 1 0 の仮端末の選択と、 S T 3 1 8 の対象端末の選択とは、必ずしも一連の処理（同じ周期）として実行される必要はない。例えば、 S T 3 1 8 の対象端末の選択の周期が、 S T 3 1 0 の仮端末の選択の周期よりも短くてもよいし、反対に、 S T 3 1 8 の対象端末の選択の周期が、 S T 3 1 0 の仮端末の選択の周期よりも長くてもよい。

【 0 0 9 8 】

また、上述の端末 2 0 の選択方法を O F D M 伝送に適用する場合は、必ずしもすべてのサブキャリアを考慮して端末を選択する必要はない。例えば、1 又は複数のサブキャリアに着目して端末を選択してもよい。

50

【 0 0 9 9 】

また、C S Iに基づく端末 2 0 の選択方法としては、上述の全探索法を用いてもよいし、逐次法を用いてもよい。

【 0 1 0 0 】

C S Iに基づいて端末 2 0 を選択する場合は、端末数を変化させて端末選択を行った場合の達成可能な端末合計スループットをそれぞれ算出し、最も高い端末合計スループットを達成可能な端末数および端末の組み合わせを採用する端末数選択を導入してもよい。

【 0 1 0 1 】

<変形例 3>

図 1 0 は、C S Iに基づいて対象端末を選択した後でビームを再選択する処理を示すシーケンスチャートである。図 1 1 は、そのときの無線通信システムの動作を示す模式図である。

10

【 0 1 0 2 】

基地局 1 0 及び各端末 2 0 は、S T 4 0 0 ~ S T 4 1 8 において、上記図 8 の S T 3 0 0 ~ S T 3 1 8 と同様の処理を行う。

【 0 1 0 3 】

次に、基地局 1 0 のビーム選択部 1 0 0 は、S T 4 1 8 で C S Iに基づいて選択された対象端末のみを考慮して、上記図 6 の S T 2 1 2 と同様に、使用ビームを再選択する (S T 4 2 0)。図 1 1 (c) は再選択前の使用ビームを示し、図 1 1 (d) は対象端末 2 0 B、2 0 C のみを考慮して再選択された後の使用ビームを示す。

20

【 0 1 0 4 】

次に、基地局 1 0 及び対象端末は、S T 4 2 2 ~ S T 4 2 6 において、上記図 6 の S T 2 1 4 ~ S T 2 1 8 と同様の処理を行う。

【 0 1 0 5 】

<効果>

上述の本実施の形態によれば、マルチユーザ M a s s i v e M I M O に係る無線通信システムにおいて、基地局 1 0 が使用するビーム 3 0 と空間多重する端末 2 0 とを、適切に選択することができる。したがって、全ての端末 2 0 のスループットの合計であるシステムスループットを向上させることができる。

【 0 1 0 6 】

以上、各実施の形態について説明した。

30

【 0 1 0 7 】

なお、上記実施の形態では、基地局から参照信号を送信してチャネル推定を行う場合について説明した。しかし、チャネル推定において、端末から参照信号を送信してチャネル推定を行ってもよいし、参照信号を使用しないでチャネル推定値 (チャネル情報) を取得してもよい。すなわち、チャネル推定では、B F ウェイトを含む等価チャネル行列 (H W) を示すチャネル情報が取得されればよい。

【 0 1 0 8 】

(ハードウェア構成)

なお、上記実施の形態の説明に用いたブロック図は、機能単位のブロックを示している。これらの機能ブロック (構成部) は、ハードウェア及び / 又はソフトウェアの任意の組み合わせによって実現される。また、各機能ブロックの実現手段は特に限定されない。すなわち、各機能ブロックは、物理的及び / 又は論理的に結合した 1 つの装置により実現されてもよいし、物理的及び / 又は論理的に分離した 2 つ以上の装置を直接的及び / 又は間接的に (例えば、有線及び / 又は無線) で接続し、これら複数の装置により実現されてもよい。

40

【 0 1 0 9 】

例えば、本発明の一実施の形態における無線基地局、ユーザ端末などは、本発明の無線通信方法の処理を行うコンピュータとして機能してもよい。図 1 2 は、本発明の一実施の形態に係る無線基地局及びユーザ端末のハードウェア構成の一例を示す図である。上述の無線基地局 1 0 及びユーザ端末 2 0 は、物理的には、プロセッサ 1 0 0 1、メモリ 1 0 0 2、ストレージ 1 0 0 3、通信装置 1 0 0 4、入力装置 1 0 0 5、出力装置 1 0 0 6、バス

50

１００７などを含むコンピュータ装置として構成されてもよい。

【０１１０】

なお、以下の説明では、「装置」という文言は、回路、デバイス、ユニットなどに読み替えることができる。無線基地局１０及びユーザ端末２０のハードウェア構成は、図に示した各装置を１つ又は複数含むように構成されてもよいし、一部の装置を含まずに構成されてもよい。

【０１１１】

例えば、プロセッサ１００１は１つだけ図示されているが、複数のプロセッサがあってもよい。また、処理は、１のプロセッサで実行されてもよいし、処理が同時に、逐次に、又はその他の手法で、一以上のプロセッサで実行されてもよい。なお、プロセッサ１００１は、一以上のチップで実装されてもよい。

10

【０１１２】

無線基地局１０及びユーザ端末２０における各機能は、プロセッサ１００１、メモリ１００２などのハードウェア上に所定のソフトウェア（プログラム）を読み込ませることで、プロセッサ１００１が演算を行い、通信装置１００４による通信、又は、メモリ１００２及びストレージ１００３におけるデータの読み出し及び／又は書き込みを制御することで実現される。

【０１１３】

プロセッサ１００１は、例えば、オペレーティングシステムを動作させてコンピュータ全体を制御する。プロセッサ１００１は、周辺装置とのインターフェース、制御装置、演算装置、レジスタなどを含む中央処理装置（ＣＰＵ：Central Processing Unit）で構成されてもよい。例えば、上述のビーム選択部１００、ユーザ端末選択部１０２、デジタルブリコダ１０４、Ｄ／Ａ変換部１０６、周波数変換部１０８、固定アナログビームフォーマ１１０、固定デジタルビームフォーマ１１２、などは、プロセッサ１００１で実現されてもよい。

20

【０１１４】

また、プロセッサ１００１は、プログラム（プログラムコード）、ソフトウェアモジュール又はデータを、ストレージ１００３及び／又は通信装置１００４からメモリ１００２に読み出し、これらに従って各種の処理を実行する。プログラムとしては、上述の実施の形態で説明した動作の少なくとも一部をコンピュータに実行させるプログラムが用いられる。例えば、無線基地局１０及びユーザ端末２０を構成する少なくとも一部の機能ブロックは、メモリ１００２に格納され、プロセッサ１００１で動作する制御プログラムによって実現されてもよく、他の機能ブロックについても同様に実現されてもよい。上述の各種処理は、１つのプロセッサ１００１で実行される旨を説明してきたが、２以上のプロセッサ１００１により同時又は逐次に実行されてもよい。プロセッサ１００１は、１以上のチップで実装されてもよい。なお、プログラムは、電気通信回線を介してネットワークから送信されてもよい。

30

【０１１５】

メモリ１００２は、コンピュータ読み取り可能な記録媒体であり、例えば、ＲＯＭ（Read Only Memory）、ＥＰＲＯＭ（Erasable Programmable ROM）、ＥＥＰＲＯＭ（Electrically Erasable Programmable ROM）、ＲＡＭ（Random Access Memory）などの少なくとも１つで構成されてもよい。メモリ１００２は、レジスタ、キャッシュ、メインメモリ（主記憶装置）などと呼ばれてもよい。メモリ１００２は、本発明の一実施の形態に係る無線通信方法を実施するために実行可能なプログラム（プログラムコード）、ソフトウェアモジュールなどを保存することができる。

40

【０１１６】

ストレージ１００３は、コンピュータ読み取り可能な記録媒体であり、例えば、ＣＤ－ＲＯＭ（Compact Disc ROM）などの光ディスク、ハードディスクドライブ、フレキシブルディスク、光磁気ディスク（例えば、コンパクトディスク、デジタル多用途ディスク、Blu-ray（登録商標）ディスク）、スマートカード、フラッシュメモリ（例えば、カー

50

ド、スティック、キードライブ)、フロッピー(登録商標)ディスク、磁気ストリップなどの少なくとも1つで構成されてもよい。ストレージ1003は、補助記憶装置と呼ばれてもよい。上述の記憶媒体は、例えば、メモリ1002及び/又はストレージ1003を含むデータベース、サーバその他の適切な媒体であってもよい。

【0117】

通信装置1004は、有線及び/又は無線ネットワークを介してコンピュータ間の通信を行うためのハードウェア(送受信デバイス)であり、例えばネットワークデバイス、ネットワークコントローラ、ネットワークカード、通信モジュールなどともいう。例えば、上述のアンテナ114などは、通信装置1004で実現されてもよい。

【0118】

入力装置1005は、外部からの入力を受け付ける入力デバイス(例えば、キーボード、マウス、マイクロフォン、スイッチ、ボタン、センサなど)である。出力装置1006は、外部への出力を実施する出力デバイス(例えば、ディスプレイ、スピーカー、LEDランプなど)である。なお、入力装置1005及び出力装置1006は、一体となった構成(例えば、タッチパネル)であってもよい。

【0119】

また、プロセッサ1001及びメモリ1002などの各装置は、情報を通信するためのバス1007で接続される。バス1007は、単一のバスで構成されてもよいし、装置間で異なるバスで構成されてもよい。

【0120】

また、無線基地局10及びユーザ端末20は、マイクロプロセッサ、デジタル信号プロセッサ(DSP: Digital Signal Processor)、ASIC(Application Specific Integrated Circuit)、PLD(Programmable Logic Device)、FPGA(Field Programmable Gate Array)などのハードウェアを含んで構成されてもよく、当該ハードウェアにより、各機能ブロックの一部又は全てが実現されてもよい。例えば、プロセッサ1001は、これらのハードウェアの少なくとも1つで実装されてもよい。

【0121】

(情報の通知、シグナリング)

また、情報の通知は、本明細書で説明した態様/実施形態に限られず、他の方法で行われてもよい。例えば、情報の通知は、物理レイヤシグナリング(例えば、DCI(Downlink Control Information)、UCI(Uplink Control Information))、上位レイヤシグナリング(例えば、RRC(Radio Resource Control)シグナリング、MAC(Medium Access Control)シグナリング、報知情報(MIB(Master Information Block)、SIB(System Information Block)))、その他の信号又はこれらの組み合わせによって実施されてもよい。また、RRCシグナリングは、RRCメッセージと呼ばれてもよく、例えば、RRC接続セットアップ(RRC Connection Setup)メッセージ、RRC接続再構成(RRC Connection Reconfiguration)メッセージなどであってもよい。

【0122】

(適応システム)

本明細書で説明した各態様/実施形態は、LTE(Long Term Evolution)、LTE-A(LTE-Advanced)、SUPER 3G、IMT-Advanced、4G、5G、FRA(Future Radio Access)、W-CDMA(登録商標)、GSM(登録商標)、CDMA2000、UMB(Ultra Mobile Broadband)、IEEE 802.11(Wi-Fi)、IEEE 802.16(WiMAX)、IEEE 802.20、UWB(Ultra-WideBand)、Bluetooth(登録商標)、その他の適切なシステムを利用するシステム及び/又はこれらに基づいて拡張された次世代システムに適用されてもよい。

【0123】

(処理手順等)

本明細書で説明した各態様/実施形態の処理手順、シーケンス、フローチャートなどは、矛盾の無い限り、順序を入れ替えてもよい。例えば、本明細書で説明した方法については

10

20

30

40

50

、例示的な順序で様々なステップの要素を提示しており、提示した特定の順序に限定されない。

【0124】

(基地局の操作)

本明細書において基地局(無線基地局)によって行われるとした特定動作は、場合によってはその上位ノード(upper node)によって行われることもある。基地局を有する1つまたは複数のネットワークノード(network nodes)からなるネットワークにおいて、端末との通信のために行われる様々な動作は、基地局および/または基地局以外の他のネットワークノード(例えば、MME(Mobility Management Entity)またはS-GW(Serving Gateway)などが考えられるが、これらに限られない)によって行われ得ることは明らかである。上記において基地局以外の他のネットワークノードが1つである場合を例示したが、複数の他のネットワークノードの組み合わせ(例えば、MMEおよびS-GW)であってもよい。

10

【0125】

(入出力の方向)

情報及び信号等は、上位レイヤ(または下位レイヤ)から下位レイヤ(または上位レイヤ)に出力され得る。複数のネットワークノードを介して入出力されてもよい。

【0126】

(入出力された情報等の扱い)

入出力された情報等は特定の場所(例えば、メモリ)に保存されてもよいし、管理テーブルで管理してもよい。入出力される情報等は、上書き、更新、または追記され得る。出力された情報等は削除されてもよい。入力された情報等は他の装置に送信されてもよい。

20

【0127】

(判定方法)

判定は、1ビットで表される値(0か1か)によって行われてもよいし、真偽値(Boolean: trueまたはfalse)によって行われてもよいし、数値の比較(例えば、所定の値との比較)によって行われてもよい。

【0128】

(ソフトウェア)

ソフトウェアは、ソフトウェア、ファームウェア、ミドルウェア、マイクロコード、ハードウェア記述言語と呼ばれるか、他の名称で呼ばれるかを問わず、命令、命令セット、コード、コードセグメント、プログラムコード、プログラム、サブプログラム、ソフトウェアモジュール、アプリケーション、ソフトウェアアプリケーション、ソフトウェアパッケージ、ルーチン、サブルーチン、オブジェクト、実行可能ファイル、実行スレッド、手順、機能などを意味するよう広く解釈されるべきである。

30

【0129】

また、ソフトウェア、命令などは、伝送媒体を介して送受信されてもよい。例えば、ソフトウェアが、同軸ケーブル、光ファイバケーブル、ツイストペア及びデジタル加入者回線(DSL)などの有線技術及び/又は赤外線、無線及びマイクロ波などの無線技術を使用してウェブサイト、サーバ、又は他のリモートソースから送信される場合、これらの有線技術及び/又は無線技術は、伝送媒体の定義内に含まれる。

40

【0130】

(情報、信号)

本明細書で説明した情報、信号などは、様々な異なる技術のいずれかを使用して表されてもよい。例えば、上記の説明全体に渡って言及され得るデータ、命令、コマンド、情報、信号、ビット、シンボル、チップなどは、電圧、電流、電磁波、磁界若しくは磁性粒子、光場若しくは光子、又はこれらの任意の組み合わせによって表されてもよい。

【0131】

なお、本明細書で説明した用語及び/又は本明細書の理解に必要な用語については、同一の又は類似する意味を有する用語と置き換えてもよい。例えば、チャネル及び/又はシン

50

ボルは信号（シグナル）であってもよい。また、信号はメッセージであってもよい。また、コンポーネントキャリア（ＣＣ）は、キャリア周波数、セルなどと呼ばれてもよい。

【 0 1 3 2 】

（「システム」、[ネットワーク] ）

本明細書で使用する「システム」および「ネットワーク」という用語は、互換的に使用される。

【 0 1 3 3 】

（パラメータ、チャネルの名称）

また、本明細書で説明した情報、パラメータなどは、絶対値で表されてもよいし、所定の値からの相対値で表されてもよいし、対応する別の情報で表されてもよい。例えば、無線リソースはインデックスで指示されるものであってもよい。

【 0 1 3 4 】

上述したパラメータに使用する名称はいかなる点においても限定的なものではない。さらに、これらのパラメータを使用する数式等は、本明細書で明示的に開示したものと異なる場合もある。様々なチャネル（例えば、P U C C H、P D C C Hなど）及び情報要素（例えば、T P Cなど）は、あらゆる好適な名称によって識別できるので、これらの様々なチャネル及び情報要素に割り当てている様々な名称は、いかなる点においても限定的なものではない。

【 0 1 3 5 】

（基地局）

基地局（無線基地局）は、1つまたは複数（例えば、3つ）の（セクタとも呼ばれる）セルを収容することができる。基地局が複数のセルを収容する場合、基地局のカバレッジエリア全体は複数のより小さいエリアに区分でき、各々のより小さいエリアは、基地局サブシステム（例えば、屋内用の小型基地局R R H：Remote Radio Head）によって通信サービスを提供することもできる。「セル」または「セクタ」という用語は、このカバレッジにおいて通信サービスを行う基地局、および/または基地局サブシステムのカバレッジエリアの一部または全体を指す。さらに、「基地局」、「e N B」、「セル」、および「セクタ」という用語は、本明細書では互換的に使用され得る。基地局は、固定局（fixed station）、N o d e B、e N o d e B（e N B）、アクセスポイント（access point）、フェムトセル、スモールセルなどの用語で呼ばれる場合もある。

【 0 1 3 6 】

（端末）

ユーザ端末は、当業者によって、移動局、加入者局、モバイルユニット、加入者ユニット、ワイヤレスユニット、リモートユニット、モバイルデバイス、ワイヤレスデバイス、ワイヤレス通信デバイス、リモートデバイス、モバイル加入者局、アクセス端末、モバイル端末、ワイヤレス端末、リモート端末、ハンドセット、ユーザエージェント、モバイルクライアント、クライアント、U E（User Equipment）、またはいくつかの他の適切な用語で呼ばれる場合もある。

【 0 1 3 7 】

（用語の意味、解釈）

本明細書で使用する「判断(determining)」、「決定(determining)」という用語は、多種多様な動作を包含する場合がある。「判断」、「決定」は、例えば、判定(judging)、計算(calculating)、算出(computing)、処理(processing)、導出(deriving)、調査(investigating)、探索(looking up)（例えば、テーブル、データベースまたは別のデータ構造での探索）、確認(ascertaining)した事を「判断」「決定」したとみなす事などを含み得る。また、「判断」、「決定」は、受信(receiving)（例えば、情報を受信すること）、送信(transmitting)（例えば、情報を送信すること）、入力(input)、出力(output)、アクセス(accessing)（例えば、メモリ中のデータにアクセスすること）した事を「判断」「決定」したとみなす事などを含み得る。また、「判断」、「決定」は、解決(resolving)、選択(selecting)、選定(choosing)、確立(establishing)、比較(comparing)などし

10

20

30

40

50

た事を「判断」「決定」したとみなす事を含み得る。つまり、「判断」「決定」は、何らかの動作を「判断」「決定」したとみなす事を含み得る。

【0138】

「接続された(connected)」、「結合された(coupled)」という用語、又はこれらのあらゆる変形は、2又はそれ以上の要素間の直接的又は間接的なあらゆる接続又は結合を意味し、互いに「接続」又は「結合」された2つの要素間に1又はそれ以上の中間要素が存在することを含むことができる。要素間の結合又は接続は、物理的なものであっても、論理的なものであっても、或いはこれらの組み合わせであってもよい。本明細書で使用する場合、2つの要素は、1又はそれ以上の電線、ケーブル及び/又はプリント電気接続を使用することにより、並びにいくつかの非限定的かつ非包括的な例として、無線周波数領域、マイクロ波領域及び光(可視及び不可視の両方)領域の波長を有する電磁エネルギーなどの電磁エネルギーを使用することにより、互いに「接続」又は「結合」されることができる。

10

【0139】

参照信号は、RS(Reference Signal)と略称することもでき、適用される標準によってパイロット(Pilot)と呼ばれてもよい。また、補正用RSは、TRS(Tracking RS)、PC-RS(Phase Compensation RS)、PTRS(Phase Tracking RS)、Additional RSと呼ばれてもよい。また、復調用RS及び補正用RSは、それぞれに対応する別の呼び方であってもよい。また、復調用RS及び補正用RSは同じ名称(例えば復調RS)で規定されてもよい。

20

【0140】

本明細書で使用する「に基づいて」という記載は、別段に明記されていない限り、「のみに基づいて」を意味しない。言い換えれば、「に基づいて」という記載は、「のみに基づいて」と「に少なくとも基づいて」の両方を意味する。

【0141】

上記の各装置の構成における「部」を、「手段」、「回路」、「デバイス」等に置き換えてもよい。

【0142】

「含む(including)」、「含んでいる(comprising)」、およびそれらの変形が、本明細書あるいは特許請求の範囲で使用されている限り、これら用語は、用語「備える」と同様に、包括的であることが意図される。さらに、本明細書あるいは特許請求の範囲において使用されている用語「または(or)」は、排他的論理和ではないことが意図される。

30

【0143】

無線フレームは時間領域において1つまたは複数のフレームで構成されてもよい。時間領域において1つまたは複数の各フレームはサブフレーム、タイムユニット等と呼ばれてもよい。サブフレームは更に時間領域において1つまたは複数のスロットで構成されてもよい。スロットはさらに時間領域において1つまたは複数のシンボル(OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)シンボル、SC-FDMA(Single Carrier-Frequency Division Multiple Access)シンボル等)で構成されてもよい。

【0144】

無線フレーム、サブフレーム、スロット、ミニスロット、およびシンボルは、いずれも信号を伝送する際の時間単位を表す。無線フレーム、サブフレーム、スロット、ミニスロット、およびシンボルは、それぞれに対応する別の呼び方であってもよい。

40

【0145】

例えば、LTEシステムでは、基地局が各移動局に無線リソース(各移動局において使用することが可能な周波数帯域幅、送信電力等)を割り当てるスケジューリングを行う。スケジューリングの最小時間単位をTTI(Transmission Time Interval)と呼んでもよいし、1ミニスロットをTTIと呼んでもよい。

【0146】

例えば、1サブフレームをTTIと呼んでもよいし、複数の連続したサブフレームをTTI

50

Iと呼んでもよいし、1スロットをTTIと呼んでもよい。

【0147】

リソースユニットは、時間領域および周波数領域のリソース割当単位であり、周波数領域では1つまたは複数個の連続した副搬送波(subcarrier)を含んでもよい。また、リソースユニットの時間領域では、1つまたは複数個のシンボルを含んでもよく、1スロット、1ミニスロット、1サブフレーム、または1TTIの長さであってもよい。1TTI、1サブフレームは、それぞれ1つまたは複数のリソースユニットで構成されてもよい。また、リソースユニットは、リソースブロック(RB: Resource Block)、物理リソースブロック(PRB: Physical RB)、PRBペア、RBペア、スケジューリングユニット、周波数ユニット、サブバンドと呼ばれてもよい。また、リソースユニットは、1つ又は複数のREで構成されてもよい。例えば、1REは、リソース割当単位となるリソースユニットより小さい単位のリソース(例えば、最小のリソース単位)であればよく、REという呼称に限定されない。

10

【0148】

上述した無線フレームの構造は例示に過ぎず、無線フレームに含まれるサブフレームの数、サブフレームに含まれるスロットの数、サブフレームに含まれるミニスロットの数、スロットに含まれるシンボルおよびリソースブロックの数、および、リソースブロックに含まれるサブキャリアの数は様々に変更することができる。

【0149】

本開示の全体において、例えば、英語でのa, an, 及びtheのように、翻訳により冠詞が追加された場合、これらの冠詞は、文脈から明らかにそうではないことが示されていないければ、複数のものを含むものとする。

20

【0150】

(態様のバリエーション等)

本明細書で説明した各態様/実施形態は単独で用いてもよいし、組み合わせて用いてもよいし、実行に伴って切り替えて用いてもよい。また、所定の情報の通知(例えば、「Xであること」の通知)は、明示的に行うものに限られず、暗黙的(例えば、当該所定の情報の通知を行わない)ことによって行われてもよい。

【0151】

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

30

【産業上の利用可能性】

【0152】

本発明の一態様は、移動通信システムに有用である。

【符号の説明】

【0153】

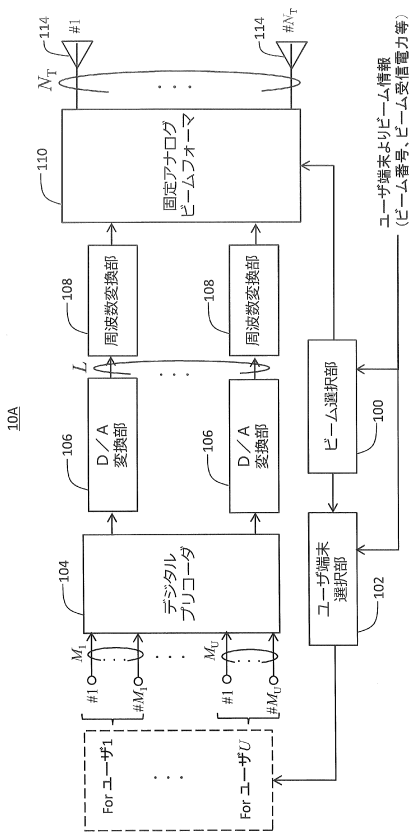
- 10 無線基地局
- 20 ユーザ端末
- 30 ビーム
- 100 ビーム選択部
- 102 ユーザ端末選択部
- 104 デジタルプリコード
- 108 周波数変換部
- 110 固定アナログビームフォーマ
- 112 固定デジタルビームフォーマ
- 114 アンテナ

40

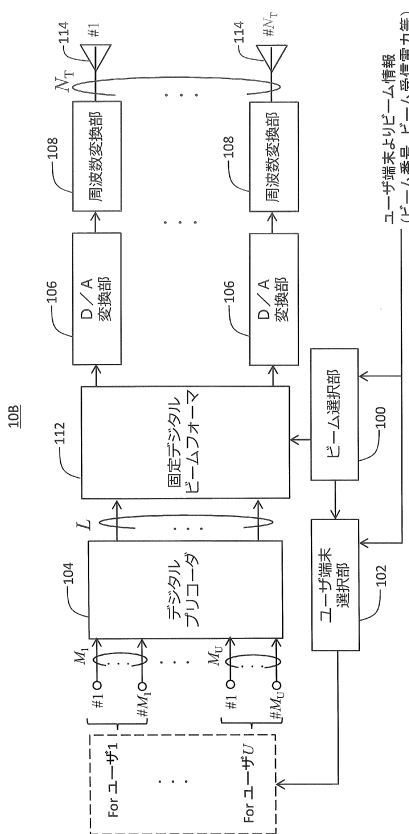
50

【図面】

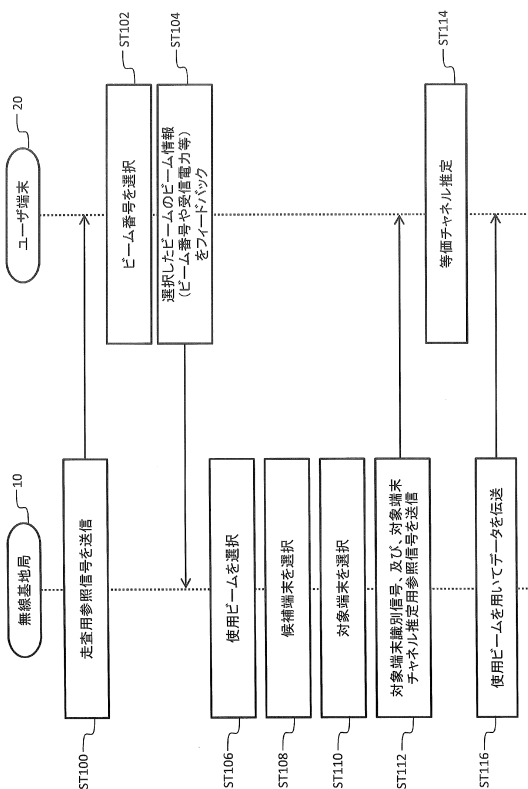
【図 1】



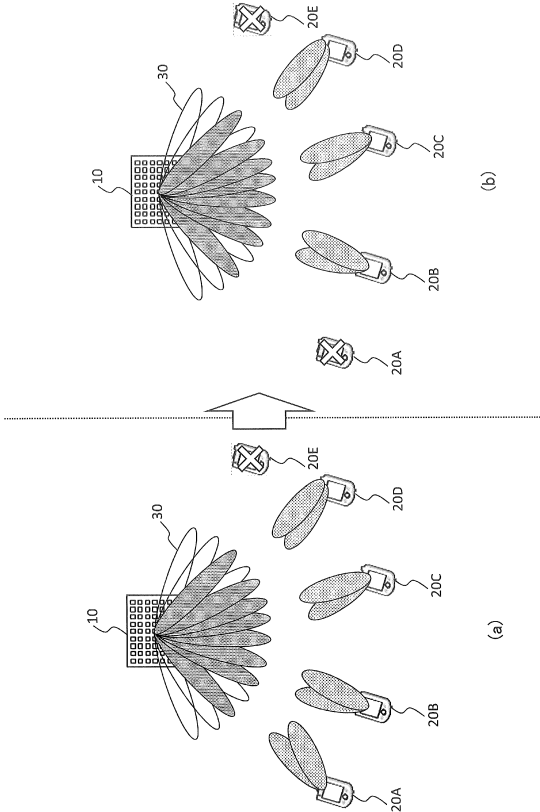
【図 2】



【図 3】

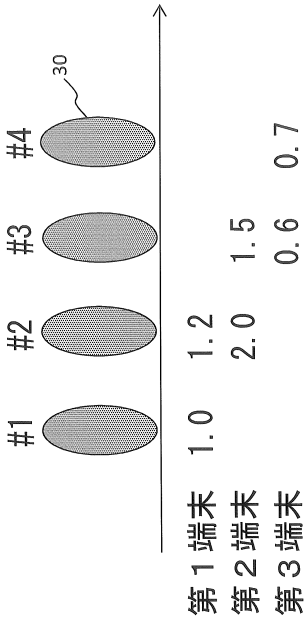


【図 4】

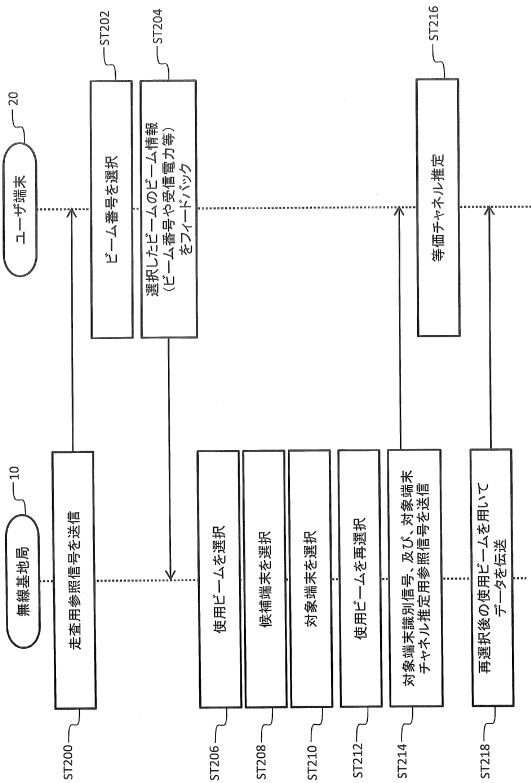


【図 5】

ビーム数が4つ、端末数が3つの場合



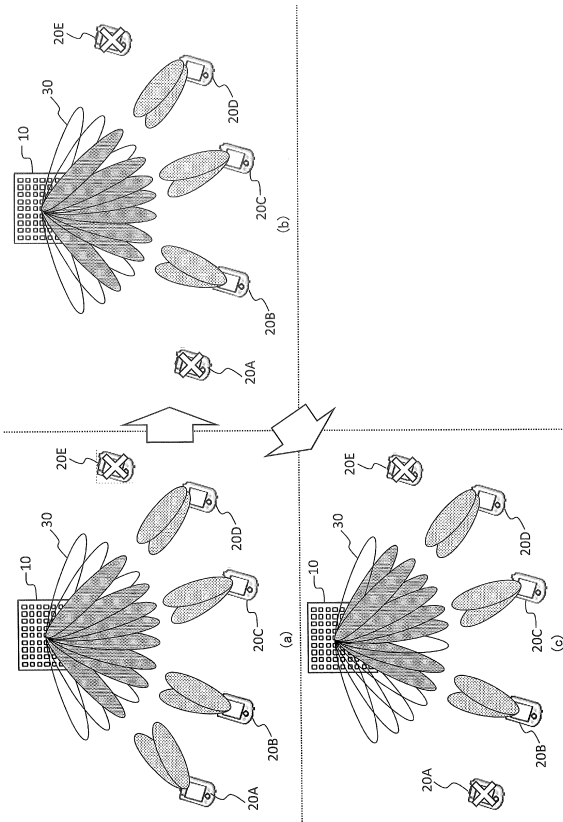
【図 6】



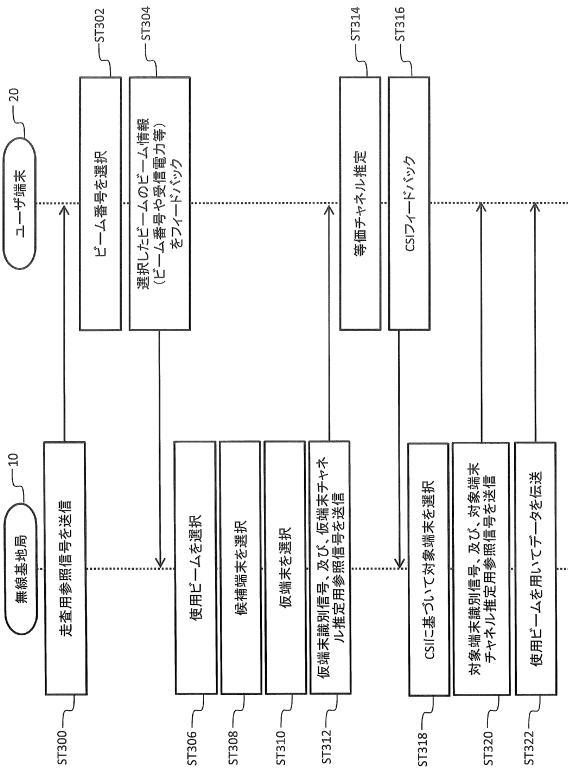
10

20

【図 7】



【図 8】

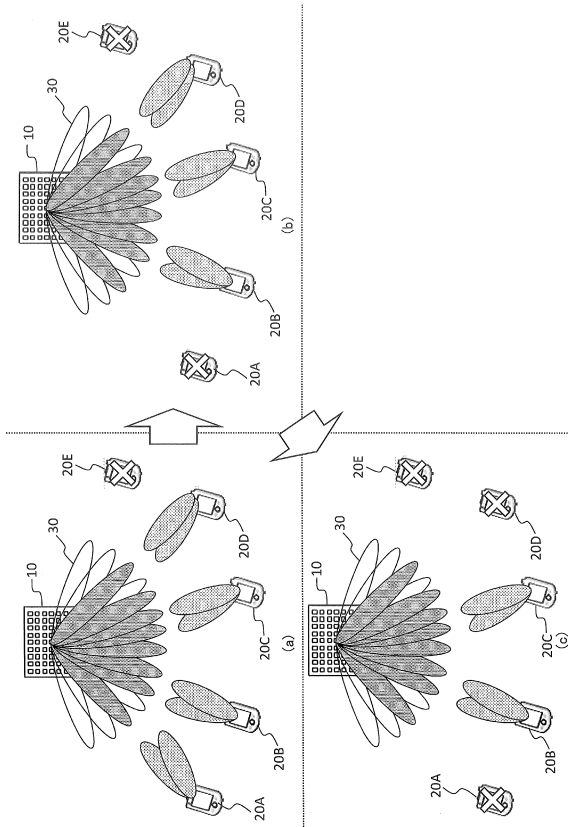


30

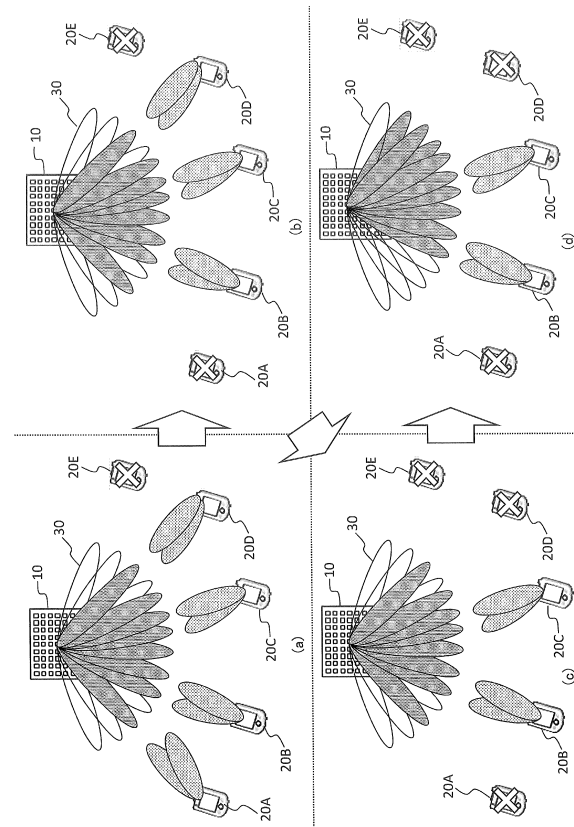
40

50

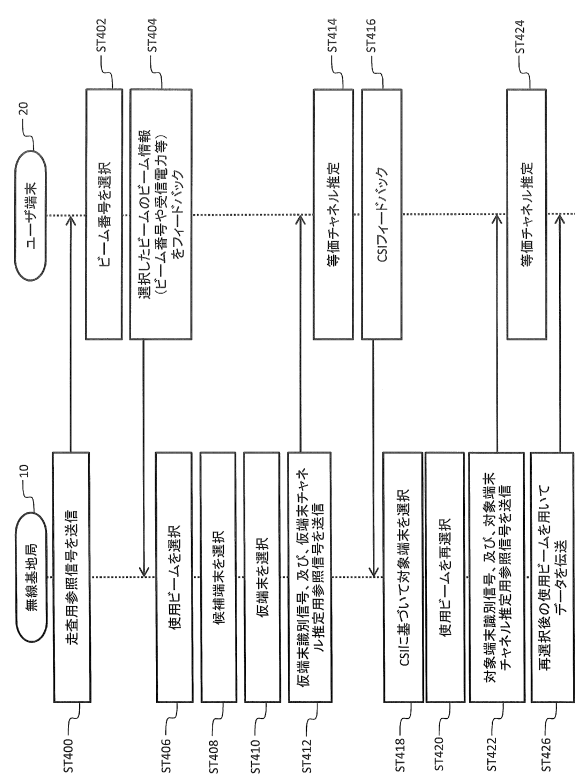
【図 9】



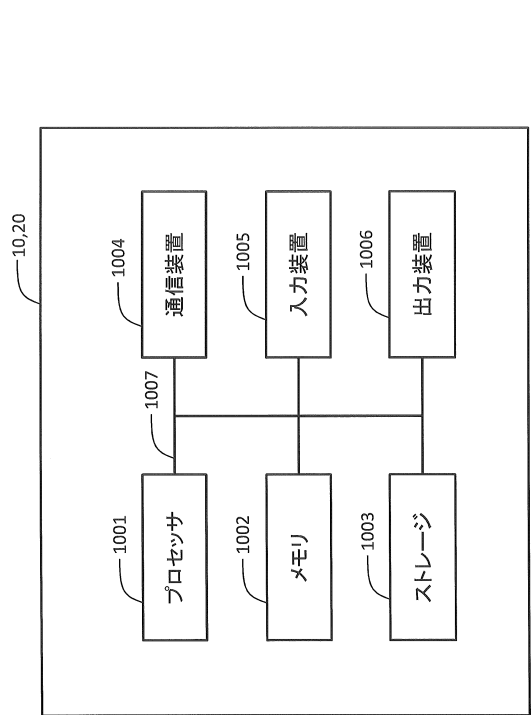
【図 11】



【図 10】



【図 12】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社 N T T ドコモ内

審査官 齊藤 晶

- (56)参考文献 国際公開第 2 0 1 3 / 1 9 1 5 1 7 (W O , A 1)
国際公開第 2 0 1 4 / 0 2 0 7 8 1 (W O , A 1)
国際公開第 2 0 1 3 / 0 2 4 9 4 2 (W O , A 1)
米国特許出願公開第 2 0 1 4 / 0 2 5 4 5 1 7 (U S , A 1)
Qualcomm Incorporated , Beam management for NR[online] , 3GPP TSG RAN WG1 NR Ad Hoc R1-1700800 , Internet URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_AH/NR_AH_1701/Docs/R1-1700800.zip , 2017年01月20日
ZTE, ZTE Microelectronics , Beam grouping evaluation for beam management[online] , 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #88 R1-1701801 , Internet URL:http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_88/Docs/R1-1701801.zip , 2017年02月17日
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
H 0 4 B 7 / 0 2 - 7 / 1 2
H 0 4 L 2 7 / 2 6
H 0 4 W 1 6 / 2 8
I E E E X p l o r e
3 G P P T S G R A N W G 1 - 4
S A W G 1 - 4
C T W G 1 - 4