

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2010 年 7 月 29 日(29.07.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/084937 A1

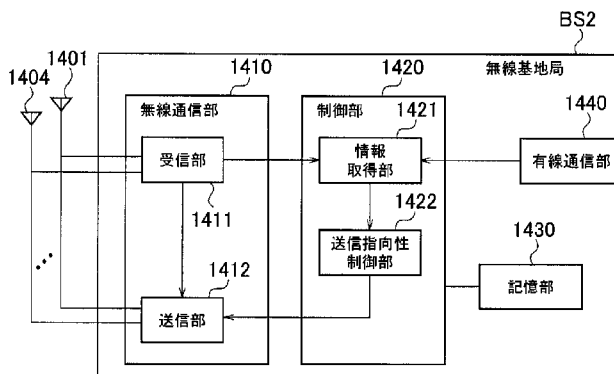
- (51) 国際特許分類:
H04W 16/28 (2009.01) H04W 28/18 (2009.01)
H04B 7/04 (2006.01) H04W 92/20 (2009.01)
H04J 99/00 (2009.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/050757
- (22) 国際出願日: 2010 年 1 月 22 日(22.01.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2009-012331 2009 年 1 月 22 日(22.01.2009) JP
特願 2009-017399 2009 年 1 月 28 日(28.01.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 京セラ株式会社 (KYOCERA CORPORATION) [JP/JP]; 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 田中 孝宜 (TANAKA, Takanori) [JP/JP]; 〒2248502 神奈川県横浜市都築区加賀原 2-1-1 京セラ株式会社横浜事業所内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: キュリーズ特許業務法人(Curiuse Patent Professional Corporation); 〒1050001 東京都港区虎ノ門 1 丁目 2 番 8 号 虎ノ門琴平タワー 2 3 F Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: RADIO BASE STATION, RADIO TERMINAL AND WIRELESS COMMUNICATION METHOD

(54) 発明の名称: 無線基地局、無線端末および無線通信方法

[図7]



BS2 RADIO BASE STATION
1410 WIRELESS COMMUNICATION UNIT
1411 RECEIVING UNIT
1412 TRANSMITTING UNIT
1420 CONTROL UNIT
1421 INFORMATION ACQUIRING UNIT
1422 TRANSMISSION DIRECTIVITY CONTROL UNIT
1440 WIRED COMMUNICATION UNIT
1430 STORING UNIT

(57) Abstract: A radio base station (BS2) comprises: a transmitting unit (1412) that transmits, via a plurality of transmission antennas, a radio signal to a first radio terminal having a plurality of reception antennas; a transmission directivity control unit (1422) that controls directional beams, which are formed by the transmission antennas, on the basis of feedback information that is fed back from the first radio terminal; and an information acquiring unit (1421) that acquires control information to be used for directing the null points of the directional beams toward a second radio terminal that receives, as an interference signal, the foregoing radio signal during communication with another radio base station. The transmission directivity control unit (1422) directs, based on the feedback information and control information, the directional beams toward the first radio terminal and the foregoing null points toward the second radio terminal.

(57) 要約: 本発明に係る無線基地局 BS2 は、複数の受信アンテナを有する第 1 無線端末に対し、複数の送信アンテナを介して無線信号を送信する送信部 1412 と、第 1 無線端末からフィードバック情報に基づいて、指向性ビームを制御する送信指向性制御部 1422 と、他の無線基地局と通信中に上記無線信号を干渉信号として受信する第 2 無線端末の方向に対して、指向性ビームのヌル点を向けるための制御情報を取得する情報取得部 1421 とを備える。送信指向性制御部 1422 は、フィードバック情報と、制御情報とに基づいて、第 1 無線端末の方向に指向性ビームを向け、且つ、第 2 無線端末の方向にヌル点を向け

クされ、送信アンテナが形成する指向性ビームの制御に用いられるフィードバック情報に基づいて、指向性ビームを制御する送信指向性制御部 1422 と、他の無線基地局と通信中に上記無線信号を干渉信号として受信する第 2 無線端末の方向に対して、指向性ビームのヌル点を向けるための制御情報を取得する情報取得部 1421 とを備える。送信指向性制御部 1422 は、フィードバック情報と、制御情報とに基づいて、第 1 無線端末の方向に指向性ビームを向け、且つ、第 2 無線端末の方向にヌル点を向け

WO 2010/084937 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：無線基地局、無線端末および無線通信方法

技術分野

[0001] 本発明は、マルチアンテナ技術が用いられる無線基地局、無線端末および無線通信方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、無線通信システムでは、有限な周波数帯域を効率的に利用するために、無線信号の送信側又は受信側の少なくとも一方が複数のアンテナを用いるマルチアンテナ技術が利用されている。マルチアンテナ技術の一つとして、複数の送信アンテナを介して同一の周波数を用いる信号系列を複数同時に送信するとともに、複数の受信アンテナを介して当該信号系列を受信し、各信号系列に分離する複数入力複数出力（MIMO）通信が知られている。

[0003] MIMO通信には、受信側が、送信側との間の伝搬路特性を推定し、推定した伝搬路特性に基づくフィードバック情報を送信側にフィードバックする方式（いわゆる、閉ループMIMO）がある。送信側は、受信側からのフィードバック情報に基づいて、各種の送信制御、例えば送信アンテナ毎の重み付けを行う。閉ループMIMOによれば、送信側が伝搬路特性の変化に適応した送信制御を行うことができるため、通信品質を改善することができる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特表2008-536342号公報

発明の概要

[0005] ところで、近年では、周波数帯域をさらに効率的に利用するために、隣接するセル間で同一の通信チャネル（具体的には、同一の周波数）を使用する無線通信システムが実現されている。

[0006] このような無線通信システムにおける下り通信では、無線信号の受信側となる無線端末は、接続先の無線基地局からの所望信号だけでなく、周辺に位

置する他の無線基地局からの干渉信号を受信する場合がある。

[0007] しかしながら、上述した閉ループMIMOにおいては、送信側と受信側との間で閉じたフィードバック制御を行っており、無線端末が干渉信号を受信する場合には、通信品質を十分に改善することができない問題があった。

[0008] また、このような無線通信システムにおける上り通信では、無線信号の受信側となる無線基地局は、自局に接続中の無線端末からの所望信号だけでなく、周辺に位置する他の無線基地局に接続中の無線端末からの干渉信号を受信する場合がある。

[0009] しかしながら、上述した閉ループMIMOにおいては、送信側と受信側との間で閉じたフィードバック制御を行っているため、無線基地局が干渉信号を受信する場合には、通信品質を十分に改善することができない問題があった。

[0010] そこで、本発明は、下り通信において無線端末が干渉信号を受信する場合であっても、通信品質を十分に改善することができる無線基地局および無線通信方法を提供することを第1の目的とする。

[0011] また、本発明は、上り通信において無線基地局が干渉信号を受信する場合であっても、通信品質を十分に改善することができる無線端末及び無線通信方法を提供することを第2の目的とする。

[0012] 上述した第1の目的を達成するために、本発明は以下のような特徴を有している。まず、本発明の第1の特徴は、複数の受信アンテナを有する第1無線端末（無線端末UE5）に対し、複数の送信アンテナを介して無線信号を送信する送信部（送信部1412）と、前記第1無線端末からフィードバックされ、前記送信アンテナが形成する指向性ビームの制御に用いられるフィードバック情報に基づいて、前記指向性ビームを制御する制御部（送信指向性制御部1422）と、他の無線基地局（無線基地局BS1）と通信中に前記無線信号を干渉信号として受信する第2無線端末（無線端末UE1）の方向に対して、前記指向性ビームのヌル点を向けるための制御情報を取得する取得部（情報取得部1421）を備え、前記制御部は、前記第1無線端末か

らフィードバックされた前記フィードバック情報と、前記取得部が取得した前記制御情報とに基づいて、前記第 1 無線端末の方向に前記指向性ビームを向け、且つ、前記第 2 無線端末の方向に前記ヌル点を向ける無線基地局（無線基地局 B S 2）であることを要旨とする。

[0013] このような無線基地局によれば、第 1 無線端末の方向に指向性ビームを向けるため、第 1 無線端末における通信品質も良好に保つことができる。さらに、第 2 無線端末の方向に前記ヌル点を向けることにより、第 2 無線端末が干渉信号を受信することを回避でき、第 2 無線端末における通信品質を十分に改善することができる。

[0014] したがって、下り方向通信において無線端末が干渉信号を受信する場合であっても、通信品質を十分に改善することができる。

[0015] 本発明の第 2 の特徴は、本発明の第 1 の特徴に係り、前記取得部は、前記他の無線基地局から前記制御情報を取得する、又は、前記無線基地局と前記他の無線基地局とを制御する制御装置（制御装置 1 1 0 0 A）から前記制御情報を取得することを要旨とする。

[0016] 本発明の第 3 の特徴は、本発明の第 2 の特徴に係り、前記制御情報は、前記第 2 無線端末によって推定された、前記第 2 無線端末への前記無線信号の到来方向を示す情報であることを要旨とする。

[0017] 本発明の第 4 の特徴は、本発明の第 2 の特徴に係り、前記制御情報は、前記第 2 無線端末の方向に前記ヌル点を向させる送信アンテナ重みを識別する情報であることを要旨とする。

[0018] 本発明の第 5 の特徴は、本発明の第 2 の特徴に係り、前記制御情報は、前記第 2 無線端末の位置を示す情報であることを要旨とする。

[0019] 本発明の第 6 の特徴は、本発明の第 1 の特徴に係り、前記取得部は、前記第 2 無線端末から前記他の無線基地局に送信される上り無線信号を前記無線基地局が受信する場合に、前記無線基地局への前記上り無線信号の到来方向を推定し、前記推定した到来方向を示す情報を前記制御情報として取得することを要旨とする。

[0020] 本発明の第7の特徴は、複数の受信アンテナを有する第1無線端末に対し、複数の送信アンテナを介して無線信号を送信するステップと、前記第1無線端末からフィードバックされ、前記送信アンテナが形成する指向性ビームの制御に用いられるフィードバック情報に基づいて、前記指向性ビームを制御するステップと、他の無線基地局と通信中に前記無線信号を干渉信号として受信する第2無線端末の方向に対して、前記指向性ビームのヌル点を向けるための制御情報を取得するステップとを備え、前記制御するステップでは、前記第1無線端末からフィードバックされた前記フィードバック情報と、前記取得するステップにおいて取得された前記制御情報とに基づいて、前記第1無線端末の方向に前記指向性ビームを向け、且つ、前記第2無線端末の方向に前記ヌル点を向ける無線通信方法であることを要旨とする。

[0021] 上述した第2の目的を達成するために、本発明は以下のような特徴を有している。まず、本発明の第8の特徴は、複数の受信アンテナ（アンテナ2301～2304）を有する無線基地局（無線基地局BS2）に対し、複数の送信アンテナ（アンテナ2401, 2402）を介して無線信号を送信する送信部（送信部2312）と、前記無線基地局からフィードバックされ、前記複数の送信アンテナが形成する指向性ビームの制御に用いられるフィードバック情報に基づいて、前記指向性ビームを制御する制御部（送信指向性制御部2422）と、前記無線信号を干渉信号として受信する他の無線基地局（無線基地局BS1又はBS1'）の方向に対して、前記指向性ビームのヌル点を向けるための制御情報を取得する取得部（制御情報取得部2421）とを備え、前記制御部は、前記無線基地局からフィードバックされた前記フィードバック情報と、前記取得部が取得した前記制御情報とに基づいて、前記無線基地局の方向に前記指向性ビームを向け、且つ、前記他の無線基地局の方向に前記ヌル点を向ける無線端末（無線端末UE4）であることを要旨とする。

[0022] このような無線端末によれば、無線信号の送信先の無線基地局の方向に指向性ビームを向けることにより、無線基地局における通信品質を良好に保つ

ことができる。さらに、当該無線信号を干渉信号として受信する他の無線基地局の方向にヌル点を向けることにより、当該他の無線基地局が干渉信号を受信することを回避でき、当該他の無線基地局における通信品質も改善できる。

[0023] 本発明の第 9 の特徴は、本発明の第 8 の特徴に係り、前記制御情報は、前記他の無線基地局の方向に前記ヌル点を向させる送信アンテナ重みを識別する情報であり、前記取得部は、前記制御情報を前記無線基地局から取得することを要旨とする。

[0024] 本発明の第 10 の特徴は、本発明の第 8 の特徴に係り、前記制御情報は、前記他の無線基地局によって推定された、前記他の無線基地局への前記無線信号の到来方向（方向 D1）を示す情報であり、前記取得部は、前記制御情報を前記無線基地局から取得することを要旨とする。

[0025] 本発明の第 11 の特徴は、本発明の第 8 の特徴に係り、前記制御情報は、前記他の無線基地局の位置を示す情報であり、前記取得部は、前記制御情報を前記無線基地局から取得することを要旨とする。

[0026] 本発明の第 12 の特徴は、前記取得部は、前記他の無線基地局からの下り無線信号を前記無線端末が受信する場合に、前記無線端末への前記下り無線信号の到来方向を推定し、前記推定した到来方向を示す情報を前記制御情報として取得することを要旨とする。

[0027] 本発明の第 13 の特徴は、複数の受信アンテナを有する無線基地局に対し、無線端末が複数の送信アンテナを介して無線信号を送信するステップと、前記無線基地局からフィードバックされ、前記複数の送信アンテナが形成する指向性ビームの制御に用いられるフィードバック情報に基づいて、前記無線端末が前記指向性ビームを制御するステップと、前記無線信号を干渉信号として受信する他の無線基地局の方向に対して、前記指向性ビームのヌル点を向けるための制御情報を前記無線端末が取得するステップとを備え、前記制御部するステップでは、前記無線基地局からフィードバックされた前記フィードバック情報と、前記取得部が取得した前記制御情報とに基づいて、前

記無線基地局の方向に前記指向性ビームを向け、且つ、前記他の無線基地局の方向に前記ヌル点を向ける無線通信方法であることを要旨とする。

[0028] 本発明によれば、下り通信において無線端末が干渉信号を受信する場合であっても、通信品質を十分に改善することができる無線基地局および無線通信方法を提供できる。

[0029] また、本発明によれば、上り通信において無線基地局が干渉信号を受信する場合であっても、通信品質を十分に改善することができる無線端末及び無線通信方法を提供できる。

図面の簡単な説明

[0030] [図1]本発明の第1実施形態に係る無線通信システムの全体構成図である。

[図2]本発明の第1実施形態に係る無線通信システムにおいて用いられるチャネルを説明するための図である。

[図3]本発明の第1実施形態に係る無線通信システムの概略動作を説明するための図である。

[図4]本発明の第1実施形態に係る無線端末の構成を示す機能ブロック図である。

[図5]本発明の第1実施形態に係る無線基地局（第1無線基地局）の構成を示す機能ブロック図である。

[図6]本発明の第1実施形態に係る制御装置の構成を示す機能ブロック図である。

[図7]本発明の第1実施形態に係る無線基地局（第2無線基地局）の構成を示す機能ブロック図である。

[図8]本発明の第1実施形態において実行される送信指向性制御の詳細について説明するための図である。

[図9]本発明の第1実施形態において実行される送信指向性制御の詳細について説明するための図である。

[図10]本発明の第1実施形態に係る無線通信システムの動作を示す動作シーケンス図である。

[図11]本発明の第2実施形態に係る無線通信システムの全体構成図である。

[図12]本発明の第2実施形態に係る無線基地局（第1無線基地局）の構成を示す機能ブロック図である。

[図13]本発明の第2実施形態に係る無線通信システムの動作を示す動作シーケンス図である。

[図14]本発明の第3実施形態に係る無線通信システムの全体構成図である。

[図15]本発明の第3実施形態に係る無線通信システムにおいて用いられるチャネルを説明するための図である。

[図16]本発明の第3実施形態に係る無線通信システムの概略動作を説明するための図である。

[図17]本発明の第3実施形態に係る無線通信システムの概略動作を説明するための図である。

[図18]本発明の第3実施形態に係る無線基地局（第1無線基地局）の構成を示す機能ブロック図である。

[図19]本発明の第3実施形態に係る制御装置の構成を示す機能ブロック図である。

[図20]本発明の第3実施形態に係る無線基地局（第2無線基地局）の構成を示す機能ブロック図である。

[図21]本発明の第3実施形態に係る無線端末の構成を示す機能ブロック図である。

[図22]本発明の第3実施形態において実行される送信指向性制御の詳細について説明するための図である。

[図23]本発明の第3実施形態において実行される送信指向性制御の詳細について説明するための図である。

[図24]本発明の第3実施形態に係る無線通信システムの動作を示す動作シーケンス図である。

[図25]本発明の第4実施形態に係る無線通信システムの全体構成図である。

[図26]本発明の第4実施形態に係る無線基地局（第1無線基地局）の構成を

示す機能ブロック図である。

[図27]本発明の第4実施形態に係る無線通信システムの動作を示す動作シーケンス図である。

発明を実施するための形態

[0031] 次に、図面を参照して、本発明の第1実施形態～第4実施形態を説明する。以下の実施形態における図面の記載において、同一又は類似の部分には同一又は類似の符号を付している。

[第1実施形態]

第1実施形態では、(1)無線通信システム1010Aの概要、(2)無線通信システム1010Aの詳細構成、(3)無線基地局BS2における送信指向性制御、(4)無線通信システムの動作、(5)効果について説明する。

(1)無線通信システム1010Aの概要

無線通信システム1010Aの概要について、(1.1)無線通信システム1010Aの概略構成、(1.2)無線通信システム1010Aの概略動作の順に説明する。

(1.1)無線通信システム10Aの概略構成

図1は、第1実施形態に係る無線通信システム1010Aの全体構成図である。

[0032] 図1に示すように、無線通信システム1010Aは、無線端末UE1、無線端末UE2、無線端末UE3、無線端末UE4、無線端末UE5、無線基地局BS1(第1無線基地局)、無線基地局BS2(第2無線基地局)、及び制御装置1100Aを有する。

[0033] 図1では、説明の便宜上、無線基地局BS1及び無線基地局BS2のみを図示しているが、実際には、無線基地局BS1及び無線基地局BS2それぞれに隣接して他の無線基地局が設置されている。

[0034] 無線通信システム1010Aは、3GPP(3rd Generation Partnership Project)において標準化されているLTE(Long Term Evolution)規格に

基づく構成を有している。第1実施形態では、主に下り方向（以下、ダウンリンク）通信について説明する。

[0035] 無線基地局BS1は、セルC1内に位置する無線端末UE1～UE4の接続先であり、無線端末UE1～UE4とダウンリンク通信を実行する。無線端末UE1～UE4のうち無線端末UE1～UE3は、セルC1の端部に位置している。

[0036] 無線基地局BS2は、セルC1に隣接するセルC2内に位置する無線端末UE5の接続先であり、無線端末UE5とダウンリンク通信を実行する。

[0037] 制御装置1100Aは、有線通信網であるバックボーンネットワーク上に設けられ、無線基地局BS1及び無線基地局BS2に有線接続される。制御装置1100Aは、無線基地局BS1及び無線基地局BS2を制御する。

[0038] 無線通信システム1010Aには、マルチキャリア通信方式の一つである直交周波数分割多元接続（OFDMA）方式が採用されている。OFDMA方式では、複数のサブキャリアを用いてサブチャネルと呼ばれる通信チャネル（以下、チャネル）が構成され、当該チャネルが無線基地局から無線端末に割り当てられる。また、無線通信システム1010Aには、複信方式として周波数分割複信（FDD）方式が採用されている。

[0039] 図1の例では、無線基地局BS1は、図2に示すチャネルAを無線端末UE1に、チャネルBを無線端末UE2に、チャネルCを無線端末UE3に、チャネルDを無線端末UE4にそれぞれ割り当てている。以下では、これらのチャネルを用いて無線基地局BS1が送信する無線信号を第1無線信号と称する。

[0040] 無線基地局BS2は、図2に示すチャネルAを無線端末UE5に割り当て、チャネルB、C、Dを不図示の他の無線端末に割り当てている。以下では、これらのチャネルを用いて無線基地局BS2が送信する無線信号を第2無線信号と称する。

[0041] 無線端末UE1は、チャネルAが用いられる第1無線信号を接続先の無線基地局BS1から所望信号として受信するとともに、チャネルAが用いられ

る第2無線信号を無線基地局BS2から干渉信号として受信している。チャネルAが用いられる第2無線信号は、無線基地局BS2からD1方向に向けて無線端末UE1に到来する。

[0042] なお、無線端末UE5は、チャネルAが用いられる第2無線信号を無線基地局BS2から所望信号として受信する。チャネルAが用いられる第2無線信号は、無線基地局BS2からD5方向に向けて無線端末UE1に到来する。

[0043] 同様に、無線端末UE2は、チャネルBが用いられる第1無線信号を接続先の無線基地局BS1から所望信号として受信するとともに、チャネルBが用いられる第2無線信号を無線基地局BS2から干渉信号として受信している。チャネルBが用いられる第2無線信号は、無線基地局BS2からD2方向に向けて無線端末UE2に到来する。

[0044] 無線端末UE3は、チャネルCが用いられる第1無線信号を接続先の無線基地局BS1から所望信号として受信するとともに、チャネルCが用いられる第2無線信号を無線基地局BS2から干渉信号として受信している。チャネルCが用いられる第2無線信号は、無線基地局BS2からD3方向に向けて無線端末UE3に到来する。

[0045] 無線基地局BS1及び無線基地局BS2は、上述した閉ループMIMOに基づくダウンリンク通信を実行する。

[0046] 具体的には、無線基地局BS1は、無線基地局BS1に設けられた複数のアンテナ（第1送信アンテナ）を介して、第1無線信号を無線端末UE1～UE4に送信する。無線端末UE1～UE4は、無線端末UE1～UE4に設けられた複数のアンテナ（受信アンテナ）を介して第1無線信号をそれぞれ受信する。

[0047] 無線基地局BS2は、無線基地局BS2に設けられた複数のアンテナ（第2送信アンテナ）を介して、第2無線信号を無線端末UE5に送信する。無線端末UE5は、無線端末UE5に設けられた複数のアンテナ（受信アンテナ）を介して第2無線信号を受信する。

- [0048] 第1実施形態では、ダウンリンク通信において、送信アンテナが4つであり、受信アンテナが2つであるMIMO（いわゆる、 4×2 MIMO）について説明する。
- [0049] 無線端末UE 1～UE 4それぞれは、無線基地局BS 1から受信した第1無線信号を分析し、無線基地局BS 1におけるマルチアンテナ送信を適応的に制御するためのフィードバック情報を周期的に無線基地局BS 1に送信する。無線端末UE 5は、無線基地局BS 2から受信した第2無線信号を分析し、無線基地局BS 2におけるマルチアンテナ送信を適応的に制御するためのフィードバック情報を周期的に無線基地局BS 2に送信する。
- [0050] LTE規格において、フィードバック情報は、“RI (Rank Indicator)”、“PMI (Precoding Matrix Indicator)”、“CQI (Channel Quality Indicator)”を含む。RIは、信号系列であるストリーム（LTE規格ではレイヤと称される）の数を制御するための情報である。PMIは、送信アンテナ重み（LTE規格ではプリコーディングマトリクスと称される）を制御するための情報である。CQIは、送信電力および変調方式を制御するための情報である。また、RI、PMI及びCQIは、無線基地局BS 1及びBS 2におけるリソーススケジューリングにも用いられる。
- [0051] 無線端末UE 1～UE 4それぞれは、レイヤ数を決定し、決定したレイヤ数に対応するRIをフィードバック情報として無線基地局BS 1に送信する。無線端末UE 1～UE 4それぞれは、レイヤ数に応じて、受信品質（例えばSNR）が最大となるプリコーディングマトリクスを算出し、算出結果に応じたPMIをフィードバック情報として無線基地局BS 1に送信する。また、無線端末UE 1～UE 4それぞれは、受信品質に対応するCQIを求め、当該CQIをフィードバック情報として無線基地局BS 1に送信する。無線基地局BS 1は、フィードバック情報に従って、レイヤ数、プリコーディングマトリクス、送信電力および変調方式などを制御する。
- [0052] 同様に、無線端末UE 5は、無線基地局BS 2から受信した無線信号を分析し、無線基地局BS 2におけるマルチアンテナ送信を適応的に制御するた

めのフィードバック情報（R I， P M I， C Q I）を周期的に無線基地局 B S 2 に送信する。

（ 1． 2 ） 無線通信システム 1 0 A の概略動作

次に、図 3 を用いて、無線通信システム 1 0 1 0 A の概略動作について説明する。

- [0053] 無線端末 U E 1 は、無線基地局 B S 2 からの第 2 無線信号を干渉信号として受信した場合、無線端末 U E 1 への第 2 無線信号の到来方向 D 1 を推定し、到来方向 D 1 に基づく干渉情報を無線基地局 B S 1 に送信する。
- [0054] また、無線端末 U E 2 は、無線基地局 B S 2 からの第 2 無線信号を干渉信号として受信した場合、無線端末 U E 2 への第 2 無線信号の到来方向 D 2 を推定し、到来方向 D 2 に基づく干渉情報を無線基地局 B S 1 に送信する。
- [0055] 無線端末 U E 3 は、無線基地局 B S 2 からの第 2 無線信号を干渉信号として受信した場合、無線端末 U E 3 への第 2 無線信号の到来方向 D 3 を推定し、到来方向 D 3 に基づく干渉情報を無線基地局 B S 1 に送信する。
- [0056] 例えば、無線端末 U E 1 ～ U E 3 は、上述したフィードバック情報と共に、干渉情報を無線基地局 B S 1 に送信する。
- [0057] 無線基地局 B S 1 は、無線端末 U E 1 ～ U E 3 から受信した干渉情報を制御装置 1 1 0 0 A に中継する。制御装置 1 1 0 0 A は、受信した干渉情報に基づいて、無線端末 U E 1 ～ U E 3 それぞれの方向（到来方向 D 1 ～ D 3）に対して、無線基地局 B S 2 に設けられた複数の送信アンテナが形成する指向性ビームのヌル点（不感点）を到来方向に向けるための制御情報を無線基地局 B S 2 に送信する。
- [0058] 指向性ビームを形成しつつ M I M O 通信を行う通信形態は、一般的にビームフォーミング M I M O と称される。
- [0059] 無線基地局 B S 2 は、制御装置 1 1 0 0 A から受信した制御情報と、無線端末 U E 5 からフィードバックされるフィードバック情報とに基づいて、無線端末 U E 1 ～ U E 3 それぞれの方向 D 1 ～ D 3 にヌル点に向け、且つ、無線端末 U E 5 の方向 D 5 に指向性ビームを向けて、第 2 無線信号を送信する

- 。
- [0060] なお、干渉情報は、例えば、干渉信号の到来方向を示す係数又は角度を示す情報である。到来方向の推定には、既存の到来方向推定技術が利用できる。ただし、到来方向の推定には、無線端末の状態に応じて変化する相対的な方向を推定するのではなく、絶対的な方向が得られる必要がある。相対的な方向を得る到来方向推定技術を用いる場合には、無線端末に設けられたGPS又は方位センサなどと併用することで、絶対的な方向を得ることができる。
- 。
- [0061] 干渉情報の情報量を低減するためには、到来方向を示す係数又は角度を示す情報をPMIに変換し、当該PMIを干渉情報として使用してもよい。この場合、無線端末UE1は、無線端末UE1の方向D1にヌル点を向けるプリコーディングマトリクスに対応するPMIを干渉情報として無線基地局BS1に送信する。
- [0062] 同様に、無線端末UE2は、無線端末UE2の方向D2にヌル点を向けるプリコーディングマトリクスに対応するPMIを干渉情報として無線基地局BS1に送信する。無線端末UE3は、無線端末UE3の方向D3にヌル点を向けるプリコーディングマトリクスに対応するPMIを干渉情報として無線基地局BS1に送信する。
- [0063] 到来方向を示す係数又は角度を示す情報が干渉情報として使用される場合、制御情報としては、到来方向を示す係数又は角度を示す情報をそのまま使用する、又は、当該情報をPMIに変換して使用することができる。PMIが干渉情報として使用される場合、制御情報としては、当該PMIをそのまま使用することができる。
- [0064] 干渉情報および制御情報としてPMIを用いることで、干渉情報および制御情報の情報量を低減でき、無線通信システム1010Aにおける実装を容易にすることができる。

(2) 無線通信システム1010Aの詳細構成

次に、無線通信システム1010Aの詳細構成について、(2.1) 無線

端末UE 1の構成、(2. 2)無線基地局BS 1の構成、(2. 3)制御装置1100Aの構成、(2. 4)無線基地局BS 2の構成の順に説明する。
なお、以下においては、本発明に関連する構成について主に説明する。

(2. 1)無線端末UE 1の構成

図4は、無線端末UE 1の構成を示す機能ブロック図である。他の無線端末(無線端末UE 2～無線端末UE 5)は無線端末UE 1と同様に構成されるため、ここでは、各無線端末を代表して無線端末UE 1について説明する。

- [0065] 図4に示すように、無線端末UE 1は、アンテナ1201及び1202、無線通信部1210、制御部1220および記憶部1230を有する。
- [0066] 無線通信部1210は、アンテナ1201及び1202を介して無線信号を受信する受信部1211と、アンテナ1201及び1202を介して無線信号を送信する送信部1212とを有する。受信部1211は、無線基地局BS 1から受信した第1無線信号に含まれる既知信号であるパイロット信号に基づいてチャネル推定を実行し、チャネル推定の結果を用いてフィードバック情報を生成する。送信部1212は、生成されたフィードバック情報を無線基地局BS 1に送信する。
- [0067] 制御部1220は、例えばCPUによって構成され、無線端末UE 1が具備する各種機能を制御する。記憶部1230は、例えばメモリによって構成され、無線端末UE 1における制御などに用いられる各種情報を記憶する。
- [0068] 制御部1220は、到来方向推定部1221、及び干渉情報生成部1222を有する。
- [0069] 到来方向推定部1221は、受信部1211が第2無線信号(干渉信号)を無線基地局BS 2から受信した場合に、無線端末UE 1への第2無線信号の到来方向D1を推定する。
- [0070] 干渉情報生成部1222は、到来方向推定部1221によって推定された到来方向D1に基づく干渉情報を生成する。上記のように干渉情報としてPMIが用いられる場合には、記憶部1230が到来方向D1とPMIとの対

応付けを予め保持しており、干渉情報生成部 1222 は、当該対応付けから PMI を生成（取得）する。そして、送信部 212 は、干渉情報を無線基地局 BS1 に送信する。

（2. 2）無線基地局 BS1 の構成

図5は、無線基地局 BS1 の構成を示す機能ブロック図である。

[0071] 図5に示すように、無線基地局 BS1 は、アンテナ 1301～1304、無線通信部 1310、制御部 1320、記憶部 1330、及び有線通信部 1340 を有する。

[0072] 無線通信部 1310 は、アンテナ 1301～1304 を介して無線端末 UE1～UE4 から無線信号を受信する受信部 1311 と、アンテナ 1301～1304 を介して無線端末 UE1～UE4 に無線信号を送信する送信部 1312 とを有する。受信部 1311 は、受信した無線信号に含まれるフィードバック情報を取得する。また、受信部 1311 は、受信した無線信号に含まれる干渉情報を取得する。

[0073] 送信部 1312 は、当該フィードバック情報に基づいてマルチアンテナ送信を制御する。具体的には、送信部 1312 は、送信信号を RI に従って複数のレイヤに分配し、各レイヤの送信信号を PMI に従って重み付け（以下、プリコーディング）し、プリコーディング後の送信信号に対して CQI に従った適応変調及び送信電力制御を行う。

[0074] 制御部 1320 は、例えば CPU によって構成され、無線基地局 BS1 が具備する各種機能を制御する。記憶部 1330 は、例えばメモリによって構成され、無線基地局 BS1 における制御などに用いられる各種情報を記憶する。有線通信部 1340 は、有線通信網を介して制御装置 1100A に接続される。有線通信部 1340 は、干渉情報を制御装置 1100A に送信する。

（2. 3）制御装置 1100A の構成

図6は、制御装置 1100A の構成を示す機能ブロック図である。

[0075] 図6に示すように、制御装置 1100A は、有線通信部 1110、制御部

１１２０、及び記憶部１１３０を有する。

[0076] 有線通信部１１１０は、有線通信網を介して無線基地局ＢＳ１及びＢＳ２に接続される。

[0077] 有線通信部１１１０は、信号を受信する受信部１１１１と、信号を送信する送信部１１１２とを有する。受信部１１１１は、干渉情報を無線基地局ＢＳ１から受信する。

[0078] 制御部１１２０は、例えばＣＰＵによって構成され、制御装置１１００Ａが具備する各種機能を制御する。記憶部１１３０は、例えばメモリによって構成され、制御装置１１００Ａにおける制御などに用いられる各種情報を記憶する。

[0079] 制御部１１２０は、干渉源特定部１１２１、及び制御情報生成部１１２２を有する。干渉源特定部１１２１は、複数の無線基地局の中から、干渉源の無線基地局を特定する。干渉源の特定方法については後述する。制御情報生成部１１２２は、受信部１１１１が受信した干渉情報に基づいて制御情報を生成する。送信部１１１２は、当該制御情報を無線基地局ＢＳ２に送信する。

（２．４）無線基地局ＢＳ２の構成

図７は、無線基地局ＢＳ２の構成を示す機能ブロック図である。

[0080] 図７に示すように、無線基地局ＢＳ２は、アンテナ１４０１～１４０４、無線通信部１４１０、制御部１４２０、記憶部１４３０、及び有線通信部１４４０を有する。

[0081] 無線通信部１４１０は、アンテナ１４０１～１４０４を介して無線端末ＵＥ５から無線信号を受信する受信部１４１１と、アンテナ１４０１～１４０４を介して無線信号を無線端末ＵＥ５に送信する送信部１４１２とを有する。

[0082] 受信部１４１１は、無線端末ＵＥ５から受信した無線信号に含まれるフィードバック情報を取得する。送信部１４１２は、当該フィードバック情報に基づいてマルチアンテナ送信を制御する。具体的には、送信部１４１２は、

送信信号をR Iに従って複数のレイヤに分配し、各レイヤの送信信号をP M Iに従ってプリコーディングし、プリコーディング後の送信信号に対してC Q Iに従った適応変調及び送信電力制御を行う。

[0083] 制御部1420は、例えばC P Uによって構成され、無線基地局B S 2が具備する各種機能を制御する。記憶部1430は、例えばメモリによって構成され、無線基地局B S 2における制御などに用いられる各種情報を記憶する。有線通信部1440は、有線通信網を介して制御装置1100Aに接続される。有線通信部1440は、制御装置1100Aから制御情報を受信する。

[0084] 制御部1420は、情報取得部1421、及び送信指向性制御部1422を有する。情報取得部1421は、他の無線基地局（無線基地局B S 1）と通信中に第2無線信号を干渉信号として受信する無線端末U E 1～U E 3の方向にヌル点を向けるための制御情報を取得する取得部を構成する。

[0085] 送信指向性制御部1422は、無線端末U E 5からフィードバックされたフィードバック情報に基づいて、アンテナ1401～1404が形成する指向性ビームを制御する制御部を構成する。具体的には、無線端末U E 5からフィードバックされたP M Iに対応するプリコーディングマトリクスを用いたプリコーディングによって、アンテナ1401～1404が形成する指向性ビームを無線端末U E 5の方向に向けることができる。さらに、送信指向性制御部1422は、フィードバック情報と、情報取得部1421が取得した制御情報とに基づいて、無線端末U E 5の方向D 5に指向性ビームを向け、且つ、無線端末U E 1～U E 3の方向D 1～D 3にヌル点を向ける。

（3）無線基地局B S 2における送信指向性制御

次に、図8及び図9を用いて、送信指向性制御部1422によって実行される送信指向性制御の詳細について説明する。ここでは、無線端末U E 1の方向（D 1方向）にヌル点を向ける場合を例に説明する。

[0086] 送信指向性制御部1422は、制御情報に基づいて、無線端末U E 1の方向（D 1方向）にヌル点を向けるプリコーディングマトリクスグループを選

択する。プリコーディングマトリクスグループとは、図8に示すように、同一方向にヌル点を有する複数のプリコーディングマトリクスからなるグループであり、記憶部1430に予め記憶されている。図8の例では、それぞれ異なる方向にヌル点を有するプリコーディングマトリクスグループ1～8を図示している。

[0087] プリコーディングマトリクスグループは、図9に示すように、それぞれ異なる方向に指向性ビームを有する複数のプリコーディングマトリクスを含む。図9の例では、プリコーディングマトリクスグループ1に含まれるプリコーディングマトリクス1～6それぞれは、指向性ビームを6方向に有している。プリコーディングマトリクス1～6それぞれの指向性ビームのパターンは異なっている。

[0088] 送信指向性制御部1422は、無線端末UE1の方向D1にヌル点を有するプリコーディングマトリクスグループの中から、無線端末UE5からフィードバックされたフィードバック情報（具体的には、PMI）に基づいて、無線端末UE5の方向D5に指向性ビームを有するプリコーディングマトリクスを選択する。選択されたプリコーディングマトリクスは、送信部412におけるプリコーディングに適用される。

（４）無線通信システムの動作

図10は、無線通信システム1010Aの動作を示す動作シーケンス図である。図10においては、LTE規格に従ったフィードバック情報（RI, PMI, CQI）のうち、PMIのみを図示して説明する。なお、図10に示す動作シーケンスは、所定の時間間隔（例えば、通信フレーム単位）で繰り返し実行される。

[0089] ステップS1101, S1103及びS1105において、無線基地局BS1の送信部1312は、チャネルAが用いられる第1無線信号を無線端末UE1に、チャネルBが用いられる第1無線信号を無線端末UE2に、チャネルCが用いられる第1無線信号を無線端末UE3にそれぞれ送信する。

[0090] ステップS1102, S1104及びS1106において、無線基地局B

S 2 の送信部 1 4 1 2 は、チャネル A が用いられる第 2 無線信号を無線端末 UE 5 に、チャネル B が用いられる第 2 無線信号を無線端末 UE 6（不図示）に、チャネル C が用いられる第 2 無線信号を無線端末 UE 7（不図示）にそれぞれ送信する。その際、無線基地局 BS 1 のセルフリンジに位置する無線端末 UE 1、UE 2 及び UE 3 は、無線基地局 BS 1 が送信する第 1 無線信号を所望信号として受信するとともに、無線基地局 BS 2 が送信する第 2 無線信号を干渉信号として受信する。

[0091] ステップ S 1 1 0 7 a、S 1 1 0 7 b 及び S 1 1 0 7 c において、無線端末 UE 1、UE 2 及び UE 3 それぞれの受信部 1 2 1 1 は、無線基地局 BS 1 から受信した第 1 無線信号に含まれるパイロット信号に基づいて、無線伝搬路のチャネル応答を実行するチャネル推定を実行する。無線端末 UE 1、UE 2 及び UE 3 それぞれの受信部 1 2 1 1 は、無線基地局 BS 2 から受信した第 2 無線信号に含まれるパイロット信号、又は、当該第 2 無線信号に含まれるセル ID に基づいて、無線基地局 BS 2 を識別する基地局識別情報を取得する。

[0092] ステップ S 1 1 0 8 a、S 1 1 0 8 b 及び S 1 1 0 8 c において、無線端末 UE 1、UE 2 及び UE 3 それぞれの受信部 1 2 1 1 は、推定されたチャネル応答に基づいて、プリコーディングマトリクスを計算し、計算したプリコーディングマトリクスに対応する PMI を取得する。

[0093] ステップ S 1 1 0 9 a において、無線端末 UE 1 の到来方向推定部 1 2 2 1 は、無線端末 UE 1 への第 2 無線信号の到来方向 D 1 を推定する。無線端末 UE 1 の干渉情報生成部 1 2 2 2 は、到来方向 D 1 に基づく干渉情報を生成する。

[0094] ステップ S 1 1 0 9 b において、無線端末 UE 2 の到来方向推定部 1 2 2 1 は、無線端末 UE 2 への第 2 無線信号の到来方向 D 2 を推定する。無線端末 UE 2 の干渉情報生成部 1 2 2 2 は、到来方向 D 2 に基づく干渉情報を生成する。

[0095] ステップ S 1 1 0 9 c において、無線端末 UE 3 の到来方向推定部 1 2 2

1は、無線端末UE3への第2無線信号の到来方向D3を推定する。無線端末UE3の干渉情報生成部1222は、到来方向D3に基づく干渉情報を生成する。

[0096] ステップS1110a, S1110b及びS1110cにおいて、無線端末UE1, UE2及びUE3それぞれの受信部1211は、推定されたチャネル応答に基づいて、受信信号を等化（チャネル等化）し、等化した受信信号を復号する。復号された受信信号は、無線端末UE1, UE2及びUE3それぞれの制御部1220に入力される。

[0097] ステップS1111a, S1111b及びS1111cにおいて、無線端末UE1, UE2及びUE3それぞれの送信部1212は、干渉情報、PMI及び基地局識別情報を無線基地局BS1に送信する。無線基地局BS1の受信部1311は、干渉情報、PMI及び基地局識別情報を受信する。

[0098] ステップS1112において、無線基地局BS1の送信部1312は、無線端末UE1から受信したPMIに対応するプリコーディングマトリクスを選択する。送信部1312は、チャネルAが用いられる第1無線信号を無線端末UE1に次回送信する際に、無線端末UE1から受信したPMIに対応するプリコーディングマトリクスを用いたプリコーディングを行う。

[0099] 同様に、無線基地局BS1の送信部1312は、チャネルBが用いられる第1無線信号を無線端末UE2に次回送信する際に、無線端末UE2から受信したPMIに対応するプリコーディングマトリクスを用いたプリコーディングを行う。送信部1312は、チャネルCが用いられる第1無線信号を無線端末UE3に次回送信する際に、無線端末UE3から受信したPMIに対応するプリコーディングマトリクスを用いたプリコーディングを行う。

[0100] ステップS1113において、無線基地局BS1の有線通信部1340は、無線端末UE1, UE2及びUE3それぞれから受信した干渉情報及び基地局識別情報を制御装置1100Aに送信する。制御装置1100Aの受信部1111は、干渉情報及び基地局識別情報を受信する。

[0101] ステップS1114において、制御装置1100Aの干渉源特定部112

1は、受信部1111が受信した基地局識別情報に基づいて、複数の無線基地局の中から無線基地局BS2を干渉源として特定する。制御装置1100Aの制御情報生成部1122は、受信部1111が受信した干渉情報に基づいて、干渉源特定部1121によって特定された無線基地局BS2宛ての制御情報を生成する。具体的には、制御情報生成部1122は、チャンネルA（無線端末UE1）に対応する制御情報と、チャンネルB（無線端末UE2）に対応する制御情報と、チャンネルC（無線端末UE3）に対応する制御情報とを生成する。

[0102] ステップS1113において、制御装置1100Aの送信部1112は、制御情報生成部1122によって生成された制御情報を無線基地局BS2に送信する。無線基地局BS2の有線通信部1440は、制御情報を受信する。

[0103] 一方で、無線基地局BS2の受信部1411は、無線基地局BS2を接続先とする無線端末UE5、無線端末UE6（不図示）、及び無線端末UE7（不図示）から、フィードバック情報としてのPMIを受信している。無線基地局BS2の情報取得部1421は、制御情報を有線通信部1440から取得し、PMIを受信部1411から取得する。

[0104] ステップS1116において、無線基地局BS2の送信指向性制御部1422は、チャンネルAが用いられる第2無線信号を送信部1412が送信する場合に、無線端末UE5の方向D5に指向性ビームを向け、且つ、無線端末UE1のD1にヌル点を向けるように送信部1412を制御する。具体的には、送信指向性制御部1422は、無線端末UE1の方向D1方向にヌル点を向けるプリコーディングマトリクスグループの中から、無線端末UE5の方向D5に指向性ビームを向けるプリコーディングマトリクスを選択する。

[0105] 同様に、送信指向性制御部1422は、チャンネルBが用いられる第2無線信号を送信部1412が送信する場合に、無線端末UE6（不図示）の方向に指向性ビームを向け、且つ、無線端末UE2の方向（D2方向）にヌル点を向けるように送信部1412を制御する。

[0106] また、送信指向性制御部 1 4 2 2 は、チャネル C が用いられる第 2 無線信号を送信部 1 4 1 2 が送信する場合に、無線端末 UE 7（不図示）の方向に指向性ビームを向け、且つ、無線端末 UE 3 の方向（D 3 方向）にヌル点を向けるように送信部 1 4 1 2 を制御する。

（５）効果

第 1 実施形態に係る無線通信システム 1 0 1 0 A によれば、無線端末 UE 1 ～ UE 3 が無線基地局 BS 2 から第 2 無線信号を干渉信号として受信する場合に、無線基地局 BS 2 において、無線端末 UE 1 ～ UE 3 の方向 D 1 ～ D 3 にヌル点を向ける。このため、無線端末 UE 1 が第 2 無線信号（干渉信号）を受信することを回避でき、無線端末 UE 1 における通信品質を十分に改善することができる。このように、干渉信号の発生を元から防ぐことで、セルスループットが増大するとともに各無線端末に高速なダウンリンク通信を提供できる。

[0107] 第 1 実施形態では、無線基地局 BS 2 の送信指向性制御部 1 4 2 2 は、制御装置 1 1 0 0 A から受信した制御情報と、無線端末 UE 5 からフィードバックされるフィードバック情報とに基づいて、無線端末 UE 1 ～ UE 3 の方向 D 1 ～ D 3 にヌル点を向け、且つ、無線端末 UE 5 の方向 D 5 に指向性ビームを向けて、第 2 無線信号を送信する。したがって、無線端末 UE 1 における通信品質を十分に改善しつつ、無線端末 UE 5 における通信品質も良好に保つことができる。

[0108] 第 1 実施形態では、制御装置 1 1 0 0 A の干渉源特定部 1 1 2 1 は、基地局識別情報に基づいて、複数の無線基地局の中から無線基地局 BS 2 を特定し、特定した無線基地局 BS 2 に制御情報を送信する。これにより、干渉源の候補となる無線基地局が複数存在する場合であっても干渉源を容易に特定でき、制御情報を適切な無線基地局に対して送信できる。

〔第 1 実施形態の変更例 1〕

上述した第 1 実施形態では、制御装置 1 1 0 0 A の干渉源特定部 1 1 2 1 は、基地局識別情報に基づいて、複数の無線基地局の中から干渉源の無線基

地局BS2を特定していたが、次のような方法で干渉源を特定してもよい。

[0109] 本変更例では、制御装置1100Aの記憶部1130は、干渉情報と各無線基地局とを対応付けた対応情報を予め保持している。制御装置1100Aの干渉源特定部1121は、受信部1111が受信した干渉情報と、保持している対応情報とに基づいて、複数の無線基地局の中から干渉源の無線基地局BS2を特定する。

[0110] このような方法によれば、基地局識別情報を送受信する必要がないため、第1実施形態よりも、送受信される情報量を低減できる。

[第1実施形態の変更例2]

上述した第1実施形態では、干渉情報及び制御情報として、到来方向を示す係数又は角度を示す情報、又は、PMIが使用されていた。

[0111] しかしながら、無線端末UE1、UE2及びUE3それぞれの位置を示す位置情報を干渉情報及び制御情報として使用してもよい。この場合、GPSを利用した位置検出などの既存の位置検出手法を用いることができる。位置情報を干渉情報及び制御情報として使用する場合、無線基地局BS2の送信指向性制御部422は、無線端末UE1、UE2及びUE3それぞれの位置から、無線端末UE1、UE2及びUE3それぞれの方向を特定すればよい。

[第1実施形態の変更例3]

上述した第1実施形態では、無線基地局BS2の情報取得部1421は、制御情報として、到来方向を示す係数又は角度を示す情報、又は、PMIを取得していたが、他の方法で制御情報を取得してもよい。

[0112] 具体的には、無線端末UE1、UE2及びUE3から上り無線信号を無線基地局BS2が受信する場合に、情報取得部1421は、当該上り無線信号の到来方向を推定し、推定した到来方向を示す情報を制御情報として取得してもよい。この場合、無線基地局BS2の送信指向性制御部1422は、当該上り無線信号の到来方向から、無線端末UE1、UE2及びUE3それぞれの方向を特定すればよい。

[第2実施形態]

上述した第1実施形態では、制御装置1100Aが、無線基地局BS1と無線基地局BS2とは個別に設けられていた。第2実施形態では、制御装置1100Aが無線基地局BS1に含まれる形態について説明する。

[0113] なお、第2実施形態においては、(1)無線通信システム1010Bの構成、(2)無線通信システム1010Bの動作、(3)効果について説明する。

(1) 無線通信システム1010Bの構成

図11は、第2実施形態に係る無線通信システム1010Bの全体構成図である。

[0114] 図11に示すように、無線通信システム1010Bにおいて、無線基地局BS2'は、制御装置1100Bの機能を有している。具体的には、図12に示すように、無線基地局BS2'の制御部1320は、干渉源を特定する干渉源特定部1321と、制御情報を生成する制御情報生成部1322とを有する。干渉源特定部1321及び制御情報生成部1322それぞれの機能は、第1実施形態で説明した干渉源特定部1121及び制御情報生成部1122それぞれの機能と同様である。

(2) 無線通信システムの動作

図13は、無線通信システム1010Bの動作を示す動作シーケンス図である。図13において、ステップS1213までの各処理は第1実施形態と同様であるため、ステップS1213以降の処理について説明する。

[0115] ステップS1213において、無線基地局BS1'の干渉源特定部1321は、受信部1311が受信した基地局識別情報に基づいて、複数の無線基地局の中から無線基地局BS2を干渉源として特定する。無線基地局BS1'の制御情報生成部1322は、受信部1311が受信した干渉情報に基づいて、干渉源特定部1321によって特定された無線基地局BS2宛ての制御情報を生成する。

[0116] 具体的には、制御情報生成部322は、チャンネルA（無線端末UE1）に

対応する制御情報と、チャネルB（無線端末UE2）に対応する制御情報と、チャネルC（無線端末UE3）に対応する制御情報とを生成する。

[0117] ステップS1214において、無線基地局BS1'の有線通信部1340は、制御情報生成部1322によって生成された制御情報を無線基地局BS2に送信する。無線基地局BS2の有線通信部1440は、制御情報を受信する。

[0118] ステップS1215において、無線基地局BS2の送信指向性制御部1422は、チャネルAが用いられる第2無線信号を送信部1412が送信する場合に、無線端末UE5の方向D5に指向性ビームを向け、且つ、無線端末UE1の方向D1にヌル点を向けるように送信部1412を制御する。

[0119] 同様に、送信指向性制御部1422は、チャネルBが用いられる第2無線信号を送信部1412が送信する場合に、無線端末UE6（不図示）の方向に指向性ビームを向け、且つ、無線端末UE2の方向D2にヌル点を向けるように送信部1412を制御する。

[0120] また、送信指向性制御部1422は、チャネルCが用いられる第2無線信号を送信部1412が送信する場合に、無線端末UE7（不図示）の方向に指向性ビームを向け、且つ、無線端末UE3の方向D3にヌル点を向けるように送信部1412を制御する。

（3）効果

第2実施形態に係る無線通信システム1010Bによれば、第1実施形態の効果に加えて、次のような効果が得られる。すなわち、制御装置1100Bを別途設ける必要がないため、制御装置1100Bの設置コストを削減できる。

〔第1及び第2実施形態に係るその他の実施形態〕

例えば、第1実施形態の変更例1～3それぞれは、第1実施形態に限らず、第2実施形態に対しても適用可能である。

[0121] 上述した第1及び第2実施形態では、無線端末UE1～UE3それぞれが、無線基地局BS2から第2無線信号を受信した場合に、当該第2無線信号

を干渉信号とみなしていたが、所定の受信レベル未満の第2無線信号を許容してもよい。この場合、無線端末UE1～UE3それぞれは、無線基地局BS2から第2無線信号を受信し、且つ、当該第2無線信号の受信レベルが所定の受信レベル以上である場合に、当該第2無線信号を干渉信号とみなすことになる。

[0122] 第1及び第2実施形態では、複信方式としてFDD方式が採用されていたが、FDD方式に代えて時分割複信(TDD)方式が採用されてもよい。

[0123] 第1及び第2実施形態では、ダウンリンク通信において、送信アンテナが4つであり、受信アンテナが2つである場合(4×2MIMO)について説明した。しかしながら、ダウンリンク通信において、受信アンテナが1つである場合、すなわち、複数入力出力(MISO)のマルチアンテナ送信が実施される形態でもよい。

[0124] 第1及び第2実施形態では、無線基地局BS1及びBS2それぞれが複数の無線端末と無線通信を実行していたが、無線基地局BS1及びBS2それぞれが1つの無線端末と無線通信を実行する形態でもよい。

[0125] 第1及び第2実施形態では、LTE規格に基づく無線通信システム1010A及び1010Bについて説明したが、LTE規格に限らず、WiMAX規格(IEEE802.16)に基づく無線通信システムや、3GPP2において標準化されているUMB(Ultra Mobile Broadband)規格など対しても本発明を適用可能である。

[0126] [第3実施形態]

第3実施形態では、(1)無線通信システムの概要、(2)無線通信システムの詳細構成、(3)無線端末における送信指向性制御、(4)無線通信システムの動作、(5)効果について説明する。

(1)無線通信システムの概要

第3実施形態に係る無線通信システムの概要について、(1.1)無線通信システムの概略構成、(1.2)無線通信システムの概略動作の順に説明する。

(1. 1) 無線通信システムの概略構成

図14は、第3実施形態に係る無線通信システム2010Aの全体構成図である。

[0127] 図14に示すように、無線通信システム2010Aは、無線端末UE1（第1無線端末）、無線端末UE2、無線端末UE3、無線端末UE4（第2無線端末）、無線端末UE5、無線端末UE6、無線基地局BS1（第1無線基地局）、無線基地局BS2（第2無線基地局）、及び制御装置2100Aを有する。

[0128] 図14では、説明の便宜上、無線基地局BS1及び無線基地局BS2のみを図示しているが、実際には、無線基地局BS1及び無線基地局BS2それぞれに隣接して無線基地局がさらに設置されている。

[0129] 無線通信システム2010Aは、3GPP（3rd Generation Partnership Project）において標準化されているLTE（Long Term Evolution）規格に基づく構成を有している。以下においては、主に上り（以下、アップリンク）通信について説明する。

[0130] 無線基地局BS1は、セルC1内に位置する無線端末UE1～UE3の接続先であり、無線端末UE1～UE3とアップリンク通信を実行する。無線端末UE1～UE3は、移動可能であり、図14の例ではセルC1の端部に位置している。無線基地局BS1には、無線端末UE1～UE3以外の無線端末がさらに接続されていてもよい。

[0131] 無線基地局BS2は、セルC1に隣接するセルC2内に位置する無線端末UE4～UE6の接続先であり、無線端末UE4～UE6とアップリンク通信を実行する。無線端末UE4～UE6は、移動可能であり、図14の例ではセルC2の端部に位置している。無線基地局BS2には、無線端末UE4～UE6以外の無線端末がさらに接続されていてもよい。

[0132] 制御装置2100Aは、有線通信網であるバックボーンネットワーク上に設けられ、無線基地局BS1及び無線基地局BS2に有線接続される。制御装置2100Aは、無線基地局BS1及び無線基地局BS2を制御する。制

御装置 2100A は、無線基地局 BS1 及び無線基地局 BS2 に加え、無線基地局 BS1 及び無線基地局 BS2 それぞれに隣接する無線基地局を制御してもよい。制御装置 2100A は、無線基地局 BS1、無線基地局 BS2、及び、その他の無線基地局から定期的に情報を収集し、収集した情報を記憶及び管理する。

[0133] 無線通信システム 2010A には、マルチキャリア通信方式の一つである直交周波数分割多元接続 (OFDMA) 方式が採用されている。OFDMA 方式では、複数のサブキャリアを用いてサブチャネルと呼ばれる通信チャネル (以下、チャネル) が構成され、当該チャネルが無線基地局から無線端末に割り当てられる。また、無線通信システム 2010A には、複信方式として周波数分割複信 (FDD) 方式が採用されている。

[0134] 無線基地局 BS1 は、図 15 に示すチャネル A を無線端末 UE1 に、チャネル B を無線端末 UE2 に、チャネル C を無線端末 UE3 にそれぞれ割り当てている。以下では、無線基地局 BS1 によって割り当てられたチャネルを使用して無線端末 UE1 ~ UE3 が送信する無線信号を適宜「第 1 無線信号」と称する。

[0135] 無線基地局 BS2 は、図 15 に示すチャネル A を無線端末 UE4 に、チャネル B を無線端末 UE5 に、チャネル C を無線端末 UE6 にそれぞれ割り当てている。以下では、無線基地局 BS2 によって割り当てられたチャネルを使用して無線端末 UE4 ~ UE6 が送信する無線信号を適宜「第 2 無線信号」と称する。

[0136] 無線基地局 BS1 は、チャネル A が用いられる第 1 無線信号を無線端末 UE1 から所望信号として受信するとともに、チャネル A が用いられる第 2 無線信号を無線端末 UE4 から干渉信号として受信している。チャネル A が用いられる第 2 無線信号は、無線端末 UE4 から D1 方向に向けて無線基地局 BS1 に到来し、無線端末 UE4 から D4 方向に向けて無線基地局 BS2 に到来する。

[0137] 同様に、無線基地局 BS1 は、チャネル B が用いられる第 1 無線信号を無

線端末UE 2から所望信号として受信するとともに、チャンネルBが用いられる第2無線信号を無線端末UE 5から干渉信号として受信している。チャンネルBが用いられる第2無線信号は、無線端末UE 5からD 2方向に向けて無線基地局BS 1に到来し、無線端末UE 5からD 5方向に向けて無線基地局BS 2に到来する。

[0138] 無線基地局BS 1は、チャンネルCが用いられる第1無線信号を無線端末UE 3から所望信号として受信するとともに、チャンネルCが用いられる第2無線信号を無線端末UE 6から干渉信号として受信している。チャンネルCが用いられる第2無線信号は、無線端末UE 6からD 3方向に向けて無線基地局BS 1に到来し、無線端末UE 6からD 6方向に向けて無線基地局BS 2に到来する。

[0139] 無線基地局BS 1及び無線端末UE 1～UE 3は、閉ループMIMOに基づくアップリンク通信を実行する。無線基地局BS 2及び無線端末UE 4～UE 6は、閉ループMIMOに基づくアップリンク通信を実行する。

[0140] 具体的には、無線端末UE 1～UE 3それぞれは、複数のアンテナ（送信アンテナ）を介して、第1無線信号を無線基地局BS 1に送信する。無線基地局BS 1は、複数のアンテナ（受信アンテナ）を介して各第1無線信号を受信する。

[0141] 無線端末UE 4～UE 6それぞれは、複数のアンテナ（送信アンテナ）を介して、第2無線信号を無線基地局BS 2に送信する。無線基地局BS 2は、複数のアンテナ（受信アンテナ）を介して各第2無線信号を受信する。

[0142] 図14では、アップリンク通信において、送信アンテナが2つであり、受信アンテナが4つであるMIMO（いわゆる、 2×4 MIMO）を例示している。

[0143] 無線基地局BS 1は、無線端末UE 1～UE 3から受信した第1無線信号を分析し、無線端末UE 1～UE 3におけるマルチアンテナ送信を適応的に制御するためのフィードバック情報を周期的に無線端末UE 1～UE 3に送信する。

[0144] LTE規格において、フィードバック情報は、“RI (Rank Indicator)”、“PMI (Precoding Matrix Indicator)”、“CQI (Channel Quality Indicator)”を含む。RIは、信号系列であるストリーム（LTE規格ではレイヤと称される）の数を制御するための情報である。PMIは、送信アンテナ重み（LTE規格ではプリコーディングマトリクスと称される）を制御するための情報である。CQIは、送信電力および変調方式を制御するための情報である。

[0145] 無線基地局BS1は、無線端末UE1～UE3それぞれについて、レイヤ数を決定し、決定したレイヤ数に対応するRIをフィードバック情報として送信する。無線基地局BS1は、無線端末UE1～UE3それぞれについて、受信品質（例えばSNR）が最大となるプリコーディングマトリクスをレイヤ数に応じて算出し、算出結果に応じたPMIをフィードバック情報として送信する。また、無線基地局BS1は、無線端末UE1～UE3それぞれについて、受信品質に対応するCQIを求め、当該CQIをフィードバック情報として送信する。無線端末UE1～UE3それぞれは、無線基地局BS1からフィードバックされるフィードバック情報に従って、レイヤ数、指向性ビーム、送信電力および変調方式などを制御する。

[0146] 同様に、無線基地局BS2は、無線端末UE4～UE6から受信した第2無線信号を分析し、無線端末UE4～UE6におけるマルチアンテナ送信を適応的に制御するためのフィードバック情報（RI, PMI, CQI）を周期的に無線端末UE4～UE6に送信する。無線端末UE4～UE6それぞれは、無線基地局BS2からフィードバックされるフィードバック情報に従って、レイヤ数、指向性ビーム、送信電力および変調方式などを制御する。

（1. 2）無線通信システムの概略動作

次に、図14、図16、及び図17を用いて、無線通信システム2010Aの概略動作について説明する。

[0147] 無線基地局BS1は、チャネルAが用いられる第2無線信号を無線端末UE4から干渉信号として受信した場合、無線基地局BS1への当該第2無線

信号の到来方向D1を推定する。図16に示すように、無線基地局BS1は、到来方向D1に基づく干渉情報を生成し、生成した干渉情報を制御装置2100Aに送信する。

[0148] また、無線基地局BS1は、チャネルBが用いられる第2無線信号を無線端末UE5から干渉信号として受信した場合、無線基地局BS1への当該第2無線信号の到来方向D2を推定する。無線基地局BS1は、到来方向D2に基づく干渉情報を生成し、生成した干渉情報を制御装置2100Aに送信する。

[0149] 無線基地局BS1は、チャネルCが用いられる第2無線信号を無線端末UE6から干渉信号として受信した場合、無線基地局BS1への当該第2無線信号の到来方向D3を推定する。無線基地局BS1は、到来方向D3に基づく干渉情報を生成し、生成した干渉情報を制御装置2100Aに送信する。

[0150] 制御装置2100Aは、無線基地局BS2を含む複数の無線基地局の中から、第2無線信号に関する情報に基づいて無線基地局BS2を特定し、特定した無線基地局BS2に対して干渉情報を送信する。第2無線信号に関する情報とは、第2無線信号に含まれる情報、又は、第2無線信号に用いられるチャネルを識別する情報である。

[0151] 無線基地局BS2は、干渉情報を受信した場合、受信した干渉情報に基づいて、無線端末UE4～UE6に制御情報を送信する。具体的には、無線基地局BS2は、無線端末UE4が形成する指向性ビームのヌル点（不感点）を無線基地局BS1の方向D1に向けるための制御情報を無線端末UE4に送信する。無線基地局BS2は、無線端末UE5が形成する指向性ビームのヌル点を無線基地局BS1の方向D2に向けるための制御情報を無線端末UE5に送信する。無線基地局BS2は、無線端末UE6が形成する指向性ビームのヌル点を無線基地局BS1の方向D3に向けるための制御情報を無線端末UE6に送信する。

[0152] なお、指向性ビームを形成しつつMIMO通信を行う通信形態は、一般的にビームフォーミングMIMOと称される。

- [0153] 無線端末UE 4は、無線基地局BS 2から受信した制御情報と、無線基地局BS 2からフィードバックされるPMI とに基づいて、無線基地局BS 1の方向D 1にヌル点を向け、且つ、無線基地局BS 2の方向D 4に指向性ビームを向けて、チャネルAが用いられる第2無線信号を送信する。無線端末UE 4が無線基地局BS 1の方向D 1にヌル点を向けることによって、図17に示すように、無線基地局BS 1が無線端末UE 4から第2無線信号を受信することを回避できる。
- [0154] 無線端末UE 5は、無線基地局BS 2から受信した制御情報と、無線基地局BS 2からフィードバックされるPMI とに基づいて、無線基地局BS 1の方向D 2にヌル点を向け、且つ、無線基地局BS 2の方向D 5に指向性ビームを向けて、チャネルBが用いられる第2無線信号を送信する。無線端末UE 5が無線基地局BS 1の方向D 2にヌル点を向けることによって、図17に示すように、無線基地局BS 1が無線端末UE 5から第2無線信号を受信することを回避できる。
- [0155] 無線端末UE 6は、無線基地局BS 2から受信した制御情報と、無線基地局BS 2からフィードバックされるPMI とに基づいて、無線基地局BS 1の方向D 3にヌル点を向け、且つ、無線基地局BS 2の方向D 6に指向性ビームを向けて、チャネルCが用いられる第2無線信号を送信する。無線端末UE 6が無線基地局BS 1の方向D 3にヌル点を向けることによって、図17に示すように、無線基地局BS 1が無線端末UE 6から第2無線信号を受信することを回避できる。
- [0156] なお、干渉情報は、例えば、干渉信号の到来方向を示す係数又は角度の情報である。到来方向の推定には、既存の到来方向推定技術が利用できる。干渉情報の情報量を低減するためには、到来方向を示す係数又は角度の情報をPMI に変換し、変換して得られたPMI を干渉情報として使用してもよい。この場合、無線基地局BS 1又は制御装置2100Aは、方向D 1にヌル点を向けるプリコーディングマトリクスに対応するPMI と、方向D 2にヌル点を向けるプリコーディングマトリクスに対応するPMI と、方向D 3に

ヌル点を向けるプリコーディングマトリクスに対応するPMIとを干渉情報として無線基地局BS2に送信する。

[0157] 到来方向を示す係数又は角度の情報が干渉情報として使用される場合、無線基地局BS2が送信する制御情報としては、到来方向を示す係数又は角度の情報をそのまま使用する、又は、当該情報をPMIに変換して使用することができる。PMIが干渉情報として使用される場合、制御情報としては、当該PMIをそのまま使用することができる。

[0158] 干渉情報および制御情報としてPMIを用いることで、干渉情報および制御情報の情報量を低減でき、無線通信システム2010Aにおける実装を容易にすることができる。

[0159] なお、無線端末UE4～UE6の状態の変化に対応するために、無線端末UE4～UE6それぞれにGPS又は方位センサなどの絶対的な方向（方位）を検出する手段を設け、検出される絶対的な方向と、制御情報とを組み合わせ使用してもよい。

（２）無線通信システムの詳細構成

次に、無線通信システム2010Aの詳細構成について、（２．１）無線基地局BS1の構成、（２．２）制御装置2100Aの構成、（２．３）無線基地局BS2の構成、（２．４）無線端末UE4の構成の順に説明する。
なお、以下においては、本発明に関連する構成について主に説明する。

（２．１）無線基地局BS1の構成

図18は、無線基地局BS1の構成を示す機能ブロック図である。

[0160] 図18に示すように、無線基地局BS1は、アンテナ2201～2204、無線通信部2210、制御部2220、記憶部2230、及び有線通信部2240を有する。

[0161] 無線通信部2210は、アンテナ2201～2204を介して無線信号を受信する受信部2211と、アンテナ2201～2204を介して無線信号を送信する送信部2212とを有する。受信部2211は、無線端末UE1～UE3それぞれについて、受信した無線信号に含まれる既知信号であるパ

イロット信号に基づいてチャネル推定を実行し、チャネル推定の結果を用いてフィードバック情報（R I， P M I， C Q I）を生成する。送信部 2 2 1 2 は、無線端末 U E 1 ～ U E 3 それぞれに対し、フィードバック情報を送信する。

[0162] 制御部 2 2 2 0 は、例えば C P U によって構成され、無線基地局 B S 1 が具備する各種機能を制御する。記憶部 2 2 3 0 は、例えばメモリによって構成され、無線基地局 B S 1 における制御などに用いられる各種情報を記憶する。有線通信部 2 2 4 0 は、有線通信網を介して制御装置 2 1 0 0 A に接続される。

[0163] 制御部 2 2 2 0 は、到来方向推定部 2 2 2 1、干渉情報生成部 2 2 2 2、及び特定用情報取得部 2 2 2 3 を有する。

[0164] 到来方向推定部 2 2 2 1 は、受信部 2 2 1 1 が第 2 無線信号（干渉信号）を受信した場合に、到来方向推定技術を用いて、無線基地局 B S 1 への第 2 無線信号の到来方向を推定する。

[0165] 干渉情報生成部 2 2 2 2 は、到来方向推定部 2 2 2 1 によって推定された到来方向に基づく干渉情報を生成する。上記のように干渉情報として P M I が用いられる場合には、記憶部 2 2 3 0 が到来方向と P M I との対応付けを予め保持し、干渉情報生成部 2 2 2 2 は、当該対応付けから P M I を生成（取得）する。

[0166] 特定用情報取得部 2 2 2 3 は、受信部 2 2 1 1 が受信した第 2 無線信号に関する情報を特定用情報として取得する。特定用情報とは、干渉源の無線端末（以下、干渉源端末）と、当該干渉源端末の接続先の無線基地局とを特定するための情報である。特定用情報取得部 2 2 2 3 は、次の（a 1）～（c 1）の何れかの方法、あるいは各方法の組み合わせを用いて特定用情報を取得する。

[0167] 方法（a 1）：特定用情報取得部 2 2 2 3 は、受信部 2 2 1 1 が受信した第 2 無線信号に含まれる端末識別情報（端末 I D）を特定用情報として取得する。端末識別情報は、第 2 無線信号の送信元の無線端末を識別する情報で

ある。

[0168] 方法（b 1）：特定用情報取得部 2 2 2 3 は、受信部 2 2 1 1 が受信した第 2 無線信号に用いられているチャネルを識別するチャネル識別情報を特定用情報として取得する。

[0169] 方法（c 1）：特定用情報取得部 2 2 2 3 は、受信部 2 2 1 1 が受信した第 2 無線信号に含まれるパイロット信号から特定用情報を取得する。具体的には、パイロット信号はセル固有の直交系列を含み、特定用情報取得部 2 2 2 3 は、当該直交系列を特定用情報として取得する。

[0170] 有線通信部 2 2 4 0 は、干渉情報生成部 2 2 2 2 によって生成された干渉情報と、特定用情報取得部 2 2 2 3 によって取得された特定用情報とを制御装置 2 1 0 0 A に送信する。第 3 実施形態において有線通信部 2 2 4 0 は、干渉情報を送信する干渉情報送信部を構成する。

（2. 2）制御装置 2 1 0 0 A の構成

図 1 9 は、制御装置 2 1 0 0 A の構成を示す機能ブロック図である。

[0171] 図 1 9 に示すように、制御装置 2 1 0 0 A は、有線通信部 2 1 1 0、制御部 2 1 2 0、及び記憶部 2 1 3 0 を有する。

[0172] 有線通信部 2 1 1 0 は、有線通信網を介して無線基地局 B S 1 及び B S 2 に接続される。

[0173] 有線通信部 2 1 1 0 は、信号を受信する受信部 2 1 1 1 と、信号を送信する送信部 2 1 1 2 とを有する。受信部 2 1 1 1 は、干渉情報及び特定用情報を無線基地局 B S 1 から受信する。

[0174] 制御部 2 1 2 0 は、例えば C P U によって構成され、制御装置 2 1 0 0 A が具備する各種機能を制御する。記憶部 2 1 3 0 は、例えばメモリによって構成され、制御装置 2 1 0 0 A における制御などに用いられる各種情報を記憶する。

[0175] 制御部 2 1 2 0 は、基地局特定部 2 1 2 1 を有する。基地局特定部 2 1 2 1 は、有線通信部 2 1 1 0 が受信した特定用情報に基づいて、複数の無線基地局の中から、干渉源端末の接続先の無線基地局を特定する。基地局特定部

2121は、次の(a2)～(c2)の何れかの方法、あるいは各方法の組み合わせを用いて、干渉源端末の接続先の無線基地局を特定する。

[0176] 方法(a2)：端末識別情報が特定用情報として用いられる場合、基地局特定部2121は、記憶部2130に記憶されている接続情報を用いて、干渉源端末の接続先の無線基地局を特定する。接続情報とは、無線基地局BS2及び他の無線基地局の何れかに接続中の無線端末の端末識別情報と、当該無線端末の接続先の無線基地局とを対応付けた情報である。基地局特定部2121は、受信部2111が受信した端末識別情報に対応する無線基地局を、干渉源端末の接続先の無線基地局として特定する。

[0177] 方法(b2)：チャネル識別情報が特定用情報として用いられる場合、基地局特定部2121は、記憶部2130に記憶されているチャネル情報を用いて、干渉源端末の接続先の無線基地局を特定する。チャネル情報とは、無線基地局BS2及び他の無線基地局の何れかに接続中の無線端末が上り通信に使用しているチャネルのチャネル識別情報と、当該無線端末の接続先の無線基地局とを対応付けた情報である。基地局特定部2121は、受信部2111が受信したチャネル識別情報に対応する無線基地局を、干渉源端末の接続先の無線基地局として特定する。

[0178] 方法(c2)：セル固有の直交系列が特定用情報として用いられる場合、基地局特定部2121は、当該直交系列に対応する無線基地局を、干渉源端末の接続先の無線基地局を特定する。

[0179] 送信部2112は、基地局特定部2121によって特定された無線基地局（第3実施形態では、無線基地局BS2）に対し、干渉情報及び特定用情報を送信する。

(2. 3) 無線基地局BS2の構成

図20は、無線基地局BS2の構成を示す機能ブロック図である。

[0180] 図20に示すように、無線基地局BS2は、アンテナ2301～2304、無線通信部2310、制御部2320、記憶部2330、及び有線通信部2340を有する。

- [0181] 無線通信部 2310 は、アンテナ 2301～2304 を介して無線端末 UE 4～UE 6 から無線信号を受信する受信部 2311 と、アンテナ 2301～2304 を介して無線端末 UE 4～UE 6 に無線信号を送信する送信部 2312 とを有する。受信部 2311 は、無線端末 UE 4～UE 6 それぞれについて、受信した無線信号に含まれるパイロット信号に基づいてチャネル推定を実行し、チャネル推定の結果を用いてフィードバック情報（RI, PMI, CQI）を生成する。送信部 2312 は、無線端末 UE 4～UE 6 それぞれに対し、フィードバック情報を送信する。
- [0182] 制御部 2320 は、例えば CPU によって構成され、無線基地局 BS 1 が具備する各種機能を制御する。記憶部 2330 は、例えばメモリによって構成され、無線基地局 BS 1 における制御などに用いられる各種情報を記憶する。有線通信部 2340 は、有線通信網を介して制御装置 2100A に接続される。有線通信部 2340 は、干渉情報及び特定用情報を制御装置 2100A から受信する。
- [0183] 制御部 2320 は、干渉情報取得部 2321、及び端末特定部 2322 を有する。
- [0184] 干渉情報取得部 2321 は、有線通信部 2340 が制御装置 2100A から受信した干渉情報を取得する。端末特定部 2322 は、有線通信部 2340 が制御装置 2100A から受信した特定用情報を用いて、無線基地局 BS 2 に接続中の複数の無線端末の中から、干渉源端末を特定する。端末特定部 2322 は、次の（a3）又は（b3）の何れかの方法、あるいは各方法の組み合わせを用いて干渉源端末を特定する。
- [0185] 方法（a3）：端末識別情報が特定用情報として用いられる場合、端末特定部 2322 は、無線基地局 BS 2 に接続中の複数の無線端末の中から、当該端末識別情報が示す無線端末を干渉源端末として特定する。
- [0186] 方法（b3）：チャネル識別情報が特定用情報として用いられる場合、端末特定部 2322 は、無線基地局 BS 2 に接続中の複数の無線端末の中から、当該チャネル識別情報が示すチャネルを上り通信に使用している無線端末

を干渉源端末として特定する。

[0187] 送信部 2312 は、端末特定部 2322 によって特定された干渉源端末（第 3 実施形態では、無線端末 UE 4～UE 6）に対し、上述した制御情報を送信する。

（2. 4）無線端末 UE 4 の構成

図 21 は、無線端末 UE 4 の構成を示す機能ブロック図である。他の無線端末（無線端末 UE 1～UE 3, UE 5, UE 6）は無線端末 UE 4 と同様に構成されるため、ここでは、各無線端末を代表して無線端末 UE 4 について説明する。

[0188] 図 21 に示すように、無線端末 UE 4 は、アンテナ 2401, 2402、無線通信部 2410、制御部 2420、及び記憶部 2430 を有する。

[0189] 無線通信部 2410 は、アンテナ 2401, 2402 を介して無線基地局 BS 2 から無線信号を受信する受信部 2411 と、アンテナ 2401, 2402 を介して無線信号を無線基地局 BS 2 に送信する送信部 2412 とを有する。受信部 2411 が無線基地局 BS 2 から受信した無線信号は、フィードバック情報及び制御情報を含む。

[0190] 送信部 2412 は、受信部 2411 が受信したフィードバック情報に基づいてマルチアンテナ送信を制御する。具体的には、送信部 2412 は、送信信号を RI に従って複数のレイヤに分配し、各レイヤの送信信号を重み付け（以下、プリコーディング）し、プリコーディング後の送信信号に対して CQI に従った適応変調及び送信電力制御を行う。

[0191] 制御部 2420 は、例えば CPU によって構成され、無線端末 UE 4 が具備する各種機能を制御する。記憶部 2430 は、例えばメモリによって構成され、無線端末 UE 4 における制御などに用いられる各種情報を記憶する。

[0192] 制御部 2420 は、制御情報取得部 2421、及び送信指向性制御部 2422 を有する。制御情報取得部 2421 は、送信部 2412 が送信する第 2 無線信号を干渉信号として受信する無線基地局 BS 1 の方向 D1 に対して、指向性ビームのヌル点を向けるための制御情報を取得する取得部を構成する

。

[0193] 送信指向性制御部 2422 は、フィードバック情報のうちの PMI に基づいて、アンテナ 2401, 2402 が形成する指向性ビームを制御する制御部を構成する。具体的には、無線基地局 BS2 からフィードバックされた PMI に対応するプリコーディングマトリクスを用いたプリコーディングによって、アンテナ 2401, 2402 が形成する指向性ビームを無線基地局 BS2 の方向 D4 に向けることができる。

[0194] さらに、送信指向性制御部 2422 は、フィードバック情報と、制御情報取得部 2421 が取得した制御情報とに基づいて、無線基地局 BS2 の方向 D4 に指向性ビームを向け、且つ、無線基地局 BS1 の方向 D1 にヌル点を向ける。

(3) 無線端末における送信指向性制御

次に、図 22 及び図 23 を用いて、送信指向性制御部 2422 によって実行される送信指向性制御の詳細について説明する。ここでは、無線基地局 BS1 の方向 D1 にヌル点を向ける場合を例に説明する。

[0195] 送信指向性制御部 2422 は、制御情報に基づいて、無線基地局 BS1 の方向 D1 にヌル点を向けるプリコーディングマトリクスグループを選択する。プリコーディングマトリクスグループとは、図 22 に示すように、同一方向にヌル点を有する複数のプリコーディングマトリクスからなるグループであり、無線端末 UE4 の記憶部 2430 に予め記憶されている。図 22 の例では、それぞれ異なる方向にヌル点を有するプリコーディングマトリクスグループ 1~8 を図示している。

[0196] プリコーディングマトリクスグループは、図 23 に示すように、それぞれ異なる方向に指向性ビームを有する複数のプリコーディングマトリクスを含む。図 23 の例では、プリコーディングマトリクスグループ 1 に含まれるプリコーディングマトリクス 1~6 それぞれは、指向性ビームを 6 方向に有している。プリコーディングマトリクス 1~6 それぞれの指向性ビームのパターンは異なっている。

[0197] 送信指向性制御部 2422 は、無線基地局 BS1 の方向 D1 にヌル点を有するプリコーディングマトリクスグループの中から、無線基地局 BS2 からフィードバックされた PMI に基づいて、無線基地局 BS2 の方向 D4 に指向性ビームを有するプリコーディングマトリクスを選択する。選択されたプリコーディングマトリクスは、無線端末 UE4 の送信部 2412 におけるプリコーディングに適用される。

(4) 無線通信システムの動作

図 24 は、無線通信システム 2010A の動作を示す動作シーケンス図である。図 24 においては、LTE 規格に従ったフィードバック情報 (RI, PMI, CQI) のうち、PMI のみを図示して説明する。図 24 に示す動作シーケンスは、所定の時間間隔 (例えば、通信フレーム単位) で繰り返し実行される。

[0198] ステップ S2101 において、無線端末 UE4 は、チャネル A が用いられる第 2 無線信号を送信する。ステップ S2104 において、無線端末 UE1 は、チャネル A が用いられる第 1 無線信号を送信する。無線基地局 BS1 の受信部 2211 は、チャネル A が用いられる第 1 無線信号を所望信号として受信し、チャネル A が用いられる第 2 無線信号を当該所望信号と干渉する干渉信号として受信する。

[0199] ステップ S2102 において、無線端末 UE5 は、チャネル B が用いられる第 2 無線信号を送信する。ステップ S2105 において、無線端末 UE2 は、チャネル B が用いられる第 1 無線信号を送信する。無線基地局 BS1 の受信部 2211 は、チャネル B が用いられる第 1 無線信号を所望信号として受信し、チャネル B が用いられる第 2 無線信号を当該所望信号と干渉する干渉信号として受信する。

[0200] ステップ S2103 において、無線端末 UE6 は、チャネル C が用いられる第 2 無線信号を送信する。ステップ S2106 において、無線端末 UE3 は、チャネル C が用いられる第 1 無線信号を送信する。無線基地局 BS1 の受信部 211 は、チャネル C が用いられる第 1 無線信号を所望信号として受

信し、チャネルCが用いられる第2無線信号を当該所望信号の干渉信号として受信する。

[0201] ステップS2107において、無線基地局BS1の受信部2211は、無線端末UE1～UE3それぞれについて、第1無線信号に含まれるパイロット信号に基づき、無線伝搬路のチャネル応答を推定するチャネル推定を実行する。

[0202] 無線基地局BS1の特定用情報取得部2223は、無線端末UE1～UE3それぞれから受信部2211が受信した第2無線信号から、上記(a1)～(c1)の方法に従い、特定用情報を取得する。

[0203] ステップS2108において、無線基地局BS1の受信部2211は、推定されたチャネル応答に基づいて、プリコーディングマトリクスを計算し、計算したプリコーディングマトリクスに対応するPMIを取得する。

[0204] ステップS2109において、無線基地局BS1の到来方向推定部2221は、無線基地局BS1への第2無線信号の到来方向D1を推定する。無線基地局BS1の干渉情報生成部2222は、到来方向D1に基づく干渉情報を生成する。同様にして、到来方向推定部2221は、無線基地局BS1への第2無線信号の到来方向D2及びD3を推定する。干渉情報生成部2222は、到来方向D2及びD3に基づく干渉情報を生成する。

[0205] ステップS2110において、無線基地局BS1の受信部2211は、推定されたチャネル応答に基づいて、受信信号を等化（チャネル等化）し、等化した受信信号を復号する。復号された受信信号は、無線基地局BS1の制御部2220に入力される。

[0206] ステップS2111において、無線基地局BS1の送信部2212は、フィードバック情報としてのPMIを無線端末UE1に送信する。同様にして、送信部2212は、PMIを無線端末UE2に送信し（ステップS2112）、PMIを無線端末UE3に送信する（ステップS2113）。

[0207] ステップS2115aにおいて、無線端末UE1は、無線基地局BS1から受信したPMIに対応するプリコーディングマトリクスを選択する。無線

端末UE 1は、チャネルAが用いられる第1無線信号を無線基地局BS 1に次回送信する際に、選択したプリコーディングマトリクスを用いたプリコーディングを行う。

[0208] ステップS 2 1 1 5 bにおいて、無線端末UE 2は、無線基地局BS 1から受信したPMIに対応するプリコーディングマトリクスを選択する。無線端末UE 2は、チャネルBが用いられる第1無線信号を無線基地局BS 1に次回送信する際に、選択したプリコーディングマトリクスを用いたプリコーディングを行う。

[0209] ステップS 2 1 1 5 cにおいて、無線端末UE 3は、無線基地局BS 1から受信したPMIに対応するプリコーディングマトリクスを選択する。無線端末UE 3は、チャネルCが用いられる第1無線信号を無線基地局BS 1に次回送信する際に、選択したプリコーディングマトリクスを用いたプリコーディングを行う。

[0210] ステップS 2 1 1 4において、無線基地局BS 1の有線通信部2 2 4 0は、干渉情報生成部2 2 2 2によって生成された干渉情報と、特定用情報取得部2 2 2 3によって取得された特定用情報とを制御装置2 1 0 0 Aに送信する。制御装置2 1 0 0 Aの受信部2 1 1 1は、干渉情報及び特定用情報を受信する。

[0211] ステップS 2 1 1 6において、制御装置2 1 0 0 Aの基地局特定部2 1 2 1は、受信部2 1 1 1が受信した特定用情報を用いて、上記(a 2)～(c 2)の方法に従い、干渉源端末の接続先の無線基地局BS 2を特定する。制御装置2 1 0 0 Aの送信部2 1 1 2は、基地局特定部2 1 2 1によって特定された無線基地局BS 2に対し、干渉情報及び特定用情報を送信する。無線基地局BS 2の有線通信部2 3 4 0は、干渉情報及び特定用情報を受信する。

[0212] 一方で、無線基地局BS 2の受信部2 3 1 1は、無線基地局BS 2を接続先とする無線端末UE 4～UE 6それぞれについて、プリコーディングマトリクスを計算し、計算したプリコーディングマトリクスに対応するPMIを

取得する。

[0213] また、無線基地局BS2の干渉情報取得部2321は、有線通信部2340が制御装置2100Aから受信した干渉情報を取得する。無線基地局BS2の端末特定部2322は、有線通信部2340が制御装置2100Aから受信した特定用情報を用いて、上記(a3)、(b3)の方法に従い、無線基地局BS2に接続中の複数の無線端末の中から、干渉源端末を特定する。ここでは、無線端末UE4～UE6が干渉源端末として特定されたものとする。

[0214] ステップS2119aにおいて、無線基地局BS2の送信部2312は、フィードバック情報としてのPMIと、制御情報とを無線端末UE4に送信する。ステップS2119bにおいて、送信部2312は、フィードバック情報としてのPMIと、制御情報とを無線端末UE5に送信する。ステップS2119cにおいて、送信部2312は、フィードバック情報としてのPMIと、制御情報とを無線端末UE6に送信する。無線端末UE4～UE6それぞれの受信部2411は、PMI及び制御情報を受信する。

[0215] ステップS2120aにおいて、無線端末UE4の送信指向性制御部2422は、受信部2411が受信したPMI及び制御情報に基づいて、無線基地局BS2の方向D4に指向性ビームを向け、且つ、無線基地局BS1の方向D1にヌル点を向けるように送信部2412を制御する。具体的には、無線端末UE4の送信指向性制御部2422は、無線基地局BS1の方向D1にヌル点を向けるプリコーディングマトリクスグループの中から、無線基地局BS2の方向D4に指向性ビームを向けるプリコーディングマトリクスを選択する。無線端末UE4の送信部2412は、チャネルAが用いられる第2無線信号を次回送信する際に、選択したプリコーディングマトリクスを用いたプリコーディングを行う。

[0216] 同様に、ステップS2120bにおいて、無線端末UE5の送信指向性制御部2422は、受信部2411が受信したPMI及び制御情報に基づいて、無線基地局BS1の方向D2にヌル点を向けるプリコーディングマト

リクスグループの中から、無線基地局BS2の方向D5に指向性ビームを向けるプリコーディングマトリクスを選択する。無線端末UE5の送信部2412は、チャネルBが用いられる第2無線信号を次回送信する際に、選択したプリコーディングマトリクスを用いたプリコーディングを行う。

[0217] ステップS2120bにおいて、無線端末UE6の送信指向性制御部2422は、受信部2411が受信したPMI及び制御情報に基づいて、無線基地局BS1の方向D3にヌル点を向けるプリコーディングマトリクスグループの中から、無線基地局BS2の方向D6に指向性ビームを向けるプリコーディングマトリクスを選択する。無線端末UE6の送信部2412は、チャネルCが用いられる第2無線信号を次回送信する際に、選択したプリコーディングマトリクスを用いたプリコーディングを行う。

(5) 効果

第3実施形態に係る無線通信システム2010Aによれば、無線基地局BS1が無線端末UE4～UE6から第2無線信号を干渉信号として受信する場合に、無線端末UE4～UE6において、無線基地局BS1の方向D1～D3にヌル点を向ける。このため、無線基地局BS1が第2無線信号（干渉信号）を受信することを回避でき、無線基地局BS1における通信品質を十分に改善することができる。このように、干渉信号の発生を元から防ぐことで、セルスループットが増大するとともに各無線端末に高速なアップリンク通信を提供できる。

[0218] 第3実施形態では、無線端末UE4～UE6の送信指向性制御部2422は、無線基地局BS2から受信したPMI及び制御情報に基づいて、無線基地局BS1の方向D1～D3にヌル点を向け、且つ、無線基地局BS2の方向D4～D6に指向性ビームを向ける。したがって、無線基地局BS1における通信品質を十分に改善しつつ、無線基地局BS2における通信品質も良好に保つことができる。

[0219] 第3実施形態では、制御装置2100Aの基地局特定部2121は、上記(a2)～(c2)の方法に従い、干渉源端末の接続先の無線基地局BS2

を特定する。これにより、干渉源端末の接続先無線基地局の候補が複数存在する場合であっても、干渉源端末の接続先無線基地局を容易に特定でき、干渉情報を適切な無線基地局に対して送信できる。

- [0220] 第3実施形態では、無線基地局BS2の端末特定部2322は、上記(a3)、(b3)の方法に従い、干渉源端末を特定する。これにより、干渉源端末の候補が複数存在する場合であっても、干渉源端末を容易に特定でき、制御情報を適切な無線端末に対して送信できる。

[第3実施形態の変更例1]

上述した第3実施形態では、無線端末UE4～UE6の制御情報取得部2421は、干渉情報及び制御情報として、到来方向を示す係数又は角度の情報、又は、PMIを無線基地局BS2から取得していた。

- [0221] しかしながら、無線基地局BS1の位置から無線基地局BS1の大まかな方向が特定できるため、干渉情報及び制御情報としては、無線基地局BS1の位置を示す情報を使用してもよい。無線基地局BS1の設置位置は固定であるため、無線基地局BS1の位置情報を予め無線基地局BS1又は制御装置2100Aに保持させておくことができる。

- [0222] 無線基地局BS1の位置情報を干渉情報及び制御情報として使用する場合、無線端末UE4～UE6の送信指向性制御部2422は、無線基地局BS1の位置から、無線基地局BS1の方向を特定すればよい。

- [0223] 無線基地局BS1の方向をより正確に特定するためには、制御情報取得部2421は、無線端末UE4～UE6それぞれに設けられたGPS等を利用して、無線端末UE4～UE6それぞれの位置情報をさらに取得してもよい。無線端末UE4～UE6それぞれの位置と、無線基地局BS1の位置とから、無線基地局BS1の詳細な方向が特定できる。

[第3実施形態の変更例2]

上述した第3実施形態では、無線端末UE4～UE6の制御情報取得部2421は、干渉情報及び制御情報として、到来方向を示す係数又は角度の情報、又は、PMIを無線基地局BS2から取得していたが、他の方法で制御

情報を取得してもよい。

- [0224] 具体的には、無線基地局BS1からの下り無線信号を無線端末UE4～UE6が受信する場合に、制御情報取得部421は、当該下り無線信号の到来方向を推定し、推定した到来方向を示す情報を制御情報として取得してもよい。この場合、無線端末UE4～UE6の送信指向性制御部422は、当該下り無線信号の到来方向から、無線基地局BS1の方向を特定すればよい。

[第4実施形態]

上述した第3実施形態では、制御装置2100Aが、無線基地局BS1と無線基地局BS2とは個別に設けられていた。第4実施形態では、制御装置2100Aが無線基地局BS1に含まれる形態について説明する。

- [0225] なお、第4実施形態においては、(1)無線通信システムの構成、(2)無線通信システムの動作、(3)効果について説明する。

(1)無線通信システムの構成

図25は、第4実施形態に係る無線通信システム2010Bの全体構成図である。

- [0226] 図25に示すように、無線通信システム2010Bにおいて、無線基地局BS1'は、制御装置2100Bの機能を有している。具体的には、図26に示すように、無線基地局BS1'の制御部2220は、干渉源端末の接続先の無線基地局を特定する基地局特定部2224を有する。基地局特定部2224の機能は、第3実施形態で説明した基地局特定部2121の機能と同様である。

(2)無線通信システムの動作

図27は、無線通信システム2010Bの動作を示す動作シーケンス図である。図27において、ステップS2213までの各処理、及び、ステップS2218以降の各処理は第3実施形態と同様であるため、ステップS2214、S2217の処理について説明する。

- [0227] ステップS2214において、無線基地局BS1'の基地局特定部2224は、特定用情報を用いて、上記(a2)～(c2)の方法に従い、干渉源

端末の接続先の無線基地局BS2を特定する。

- [0228] ステップS2217において、無線基地局BS1'の有線通信部2240は、基地局特定部2224によって特定された無線基地局BS2に対し、干渉情報及び特定用情報を送信する。無線基地局BS2の有線通信部2340は、干渉情報及び特定用情報を受信する。

(3) 効果

第4実施形態に係る無線通信システム2010Bによれば、第3実施形態の効果に加えて、次のような効果が得られる。すなわち、制御装置2100Bを別途設ける必要がないため、制御装置2100Bの設置コストを削減できる。

[第3及び第4実施形態に係るその他の実施形態]

例えば、第3実施形態の変更例1、2は、第3実施形態に限らず、第4実施形態に対しても適用可能である。

- [0229] 上述した第3及び第4実施形態では、無線基地局BS1が、第2無線信号を受信した場合に当該第2無線信号を干渉信号とみなしていたが、所定の受信レベル未満の第2無線信号を許容してもよい。この場合、無線基地局BS1は、第2無線信号を受信し、且つ、当該第2無線信号の受信レベルが所定の受信レベル以上である場合に、当該第2無線信号を干渉信号とみなすことになる。
- [0230] 第3及び第4実施形態では、複信方式としてFDD方式が採用されていたが、FDD方式に代えて時分割複信(TDD)方式が採用されてもよい。
- [0231] 第3及び第4実施形態では、アップリンク通信において、送信アンテナが2つであり、受信アンテナが4つである場合(2×4MIMO)について説明した。しかしながら、アップリンク通信において、受信アンテナが1つである場合、すなわち、複数入力出力(MISO)のマルチアンテナ送信が実施される形態でもよい。
- [0232] 第3及び第4実施形態では、無線基地局BS1及びBS2それぞれに複数の無線端末が接続されていたが、無線基地局BS1及びBS2それぞれに1

つの無線端末が接続される形態でもよい。

[0233] 第3及び第4実施形態では、LTE規格に基づく無線通信システム2010A及び2010Bについて説明したが、LTE規格に限らず、WiMAX規格（IEEE802.16）に基づく無線通信システムや、3GPP2において標準化されているUMB（Ultra Mobile Broadband）規格など対しても本発明を適用可能である。

[0234] なお、日本国特許出願第2009-12331号（2009年1月22日出願）、及び第2009-17399号（2009年1月28日出願）の全内容が、参照により、本願明細書に組み込まれている。

産業上の利用可能性

[0235] 以上のように、本発明によれば、無線通信における干渉の問題の解決を図ることができるため、移動体通信などの無線通信において有用である。

請求の範囲

- [請求項1] 複数の受信アンテナを有する第1無線端末に対し、複数の送信アンテナを介して無線信号を送信する送信部と、
- 前記第1無線端末からフィードバックされ、前記送信アンテナが形成する指向性ビームの制御に用いられるフィードバック情報に基づいて、前記指向性ビームを制御する制御部と、
- 他の無線基地局と通信中に前記無線信号を干渉信号として受信する第2無線端末の方向に対して、前記指向性ビームのヌル点を向けるための制御情報を取得する取得部とを備え、
- 前記制御部は、前記第1無線端末からフィードバックされた前記フィードバック情報と、前記取得部が取得した前記制御情報とに基づいて、前記第1無線端末の方向に前記指向性ビームを向け、且つ、前記第2無線端末の方向に前記ヌル点を向ける無線基地局。
- [請求項2] 前記取得部は、前記他の無線基地局から前記制御情報を取得する、又は、前記無線基地局と前記他の無線基地局とを制御する制御装置から前記制御情報を取得する請求項1に記載の無線基地局。
- [請求項3] 前記制御情報は、前記第2無線端末によって推定された、前記第2無線端末への前記無線信号の到来方向を示す情報である請求項2に記載の無線基地局。
- [請求項4] 前記制御情報は、前記第2無線端末の方向に前記ヌル点を向させる送信アンテナ重みを識別する情報である請求項2に記載の無線基地局。
- [請求項5] 前記制御情報は、前記第2無線端末の位置を示す情報である請求項2に記載の無線基地局。
- [請求項6] 前記取得部は、前記第2無線端末から前記他の無線基地局に送信される上り無線信号を前記無線基地局が受信する場合に、前記無線基地局への前記上り無線信号の到来方向を推定し、前記推定した到来方向を示す情報を前記制御情報として取得する請求項1に記載の無線基地

局。

[請求項7]

複数の受信アンテナを有する第1無線端末に対し、複数の送信アンテナを介して無線信号を送信するステップと、

前記第1無線端末からフィードバックされ、前記送信アンテナが形成する指向性ビームの制御に用いられるフィードバック情報に基づいて、前記指向性ビームを制御するステップと、

他の無線基地局と通信中に前記無線信号を干渉信号として受信する第2無線端末の方向に対して、前記指向性ビームのヌル点を向けるための制御情報を取得するステップとを備え、

前記制御するステップでは、前記第1無線端末からフィードバックされた前記フィードバック情報と、前記取得するステップにおいて取得された前記制御情報とに基づいて、前記第1無線端末の方向に前記指向性ビームを向け、且つ、前記第2無線端末の方向に前記ヌル点を向ける無線通信方法。

[請求項8]

複数の受信アンテナを有する無線基地局に対し、複数の送信アンテナを介して無線信号を送信する送信部と、

前記無線基地局からフィードバックされ、前記複数の送信アンテナが形成する指向性ビームの制御に用いられるフィードバック情報に基づいて、前記指向性ビームを制御する制御部と、

前記無線信号を干渉信号として受信する他の無線基地局の方向に対して、前記指向性ビームのヌル点を向けるための制御情報を取得する取得部とを備え、

前記制御部は、前記無線基地局からフィードバックされた前記フィードバック情報と、前記取得部が取得した前記制御情報とに基づいて、前記無線基地局の方向に前記指向性ビームを向け、且つ、前記他の無線基地局の方向に前記ヌル点を向ける無線端末。

[請求項9]

前記制御情報は、前記他の無線基地局の方向に前記ヌル点を向させる送信アンテナ重みを識別する情報であり、

前記取得部は、前記制御情報を前記無線基地局から取得する請求項 8 に記載の無線端末。

[請求項10] 前記制御情報は、前記他の無線基地局によって推定された、前記他の無線基地局への前記無線信号の到来方向を示す情報であり、

前記取得部は、前記制御情報を前記無線基地局から取得する請求項 8 に記載の無線端末。

[請求項11] 前記制御情報は、前記他の無線基地局の位置を示す情報であり、

前記取得部は、前記制御情報を前記無線基地局から取得する請求項 8 に記載の無線端末。

[請求項12] 前記取得部は、前記他の無線基地局からの下り無線信号を前記無線端末が受信する場合に、前記無線端末への前記下り無線信号の到来方向を推定し、前記推定した到来方向を示す情報を前記制御情報として取得する請求項 8 に記載の無線端末。

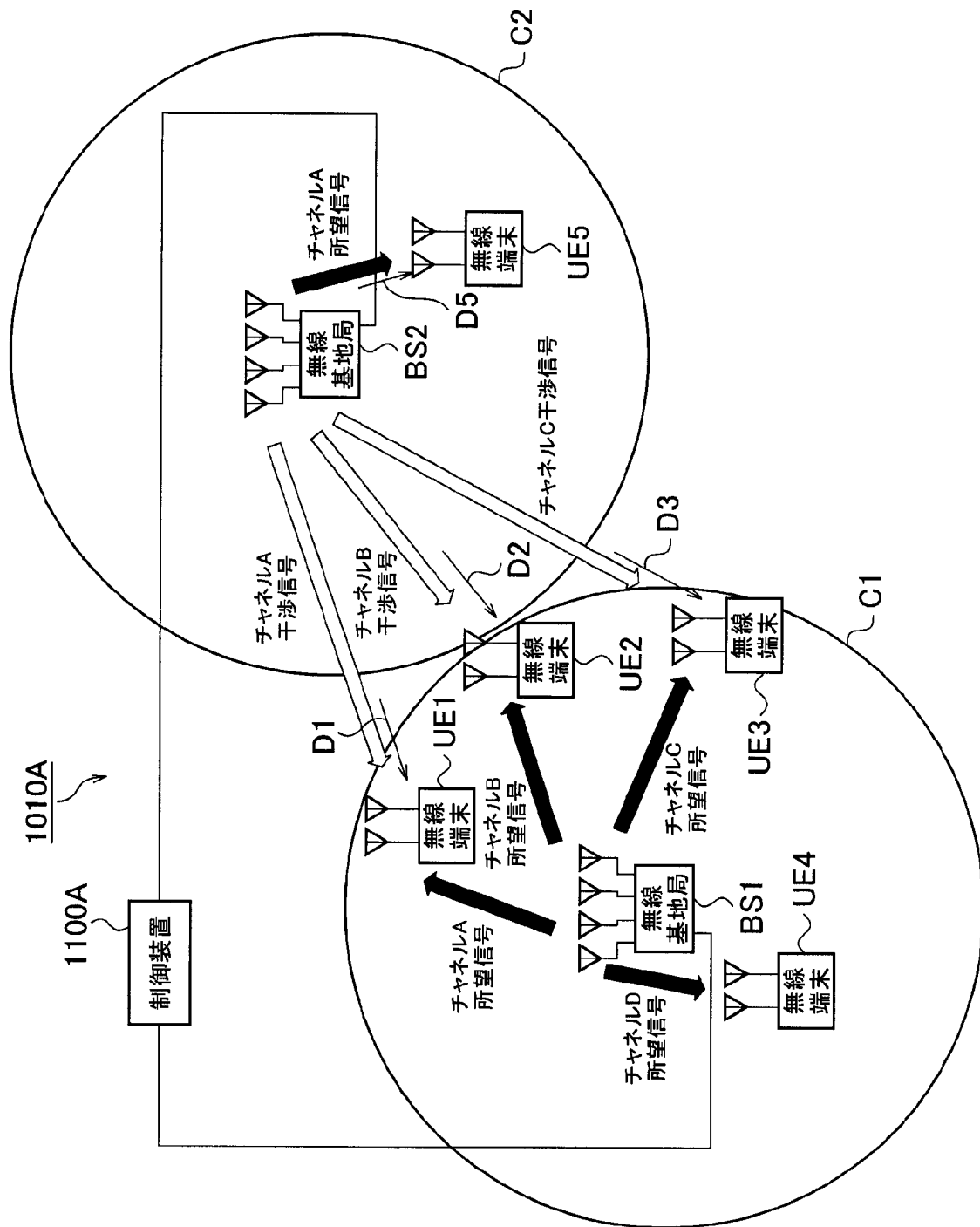
[請求項13] 複数の受信アンテナを有する無線基地局に対し、無線端末が複数の送信アンテナを介して無線信号を送信するステップと、

前記無線基地局からフィードバックされ、前記複数の送信アンテナが形成する指向性ビームの制御に用いられるフィードバック情報に基づいて、前記無線端末が前記指向性ビームを制御するステップと、

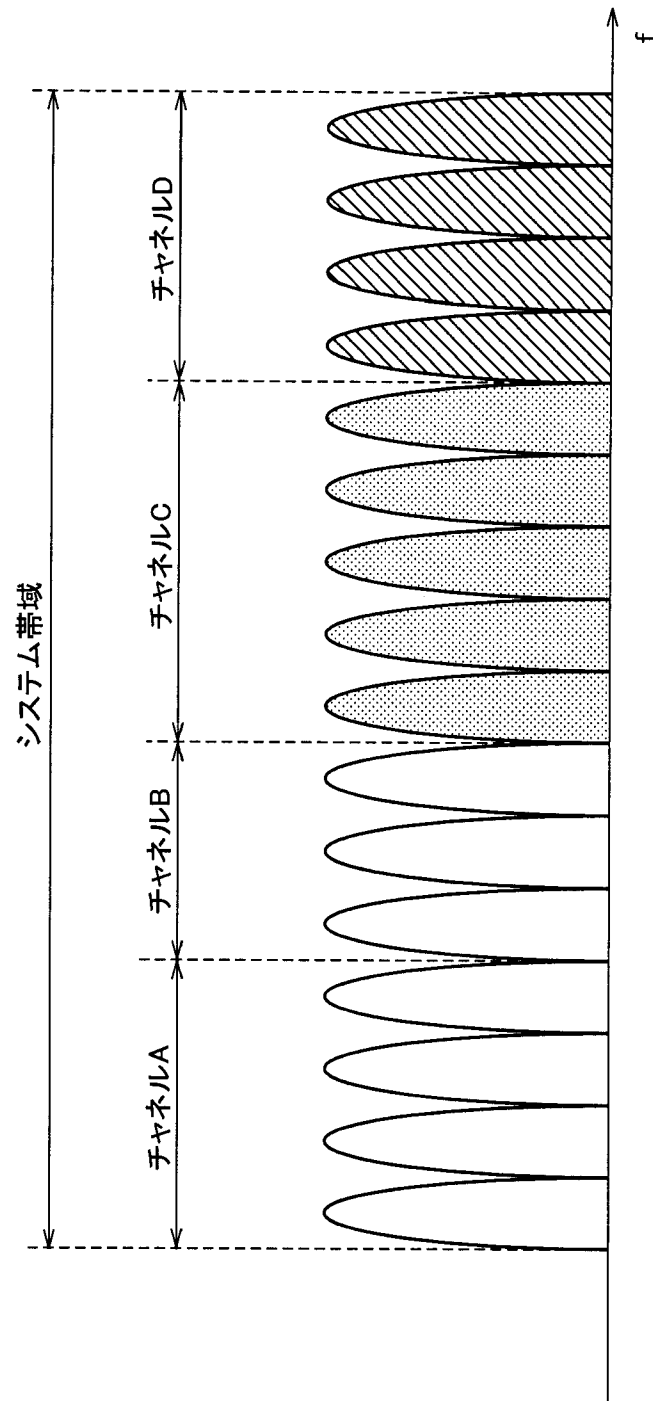
前記無線信号を干渉信号として受信する他の無線基地局の方向に対して、前記指向性ビームのヌル点を向けるための制御情報を前記無線端末が取得するステップとを備え、

前記制御部するステップでは、前記無線基地局からフィードバックされた前記フィードバック情報と、前記取得部が取得した前記制御情報とに基づいて、前記無線基地局の方向に前記指向性ビームを向け、且つ、前記他の無線基地局の方向に前記ヌル点を向ける無線通信方法。

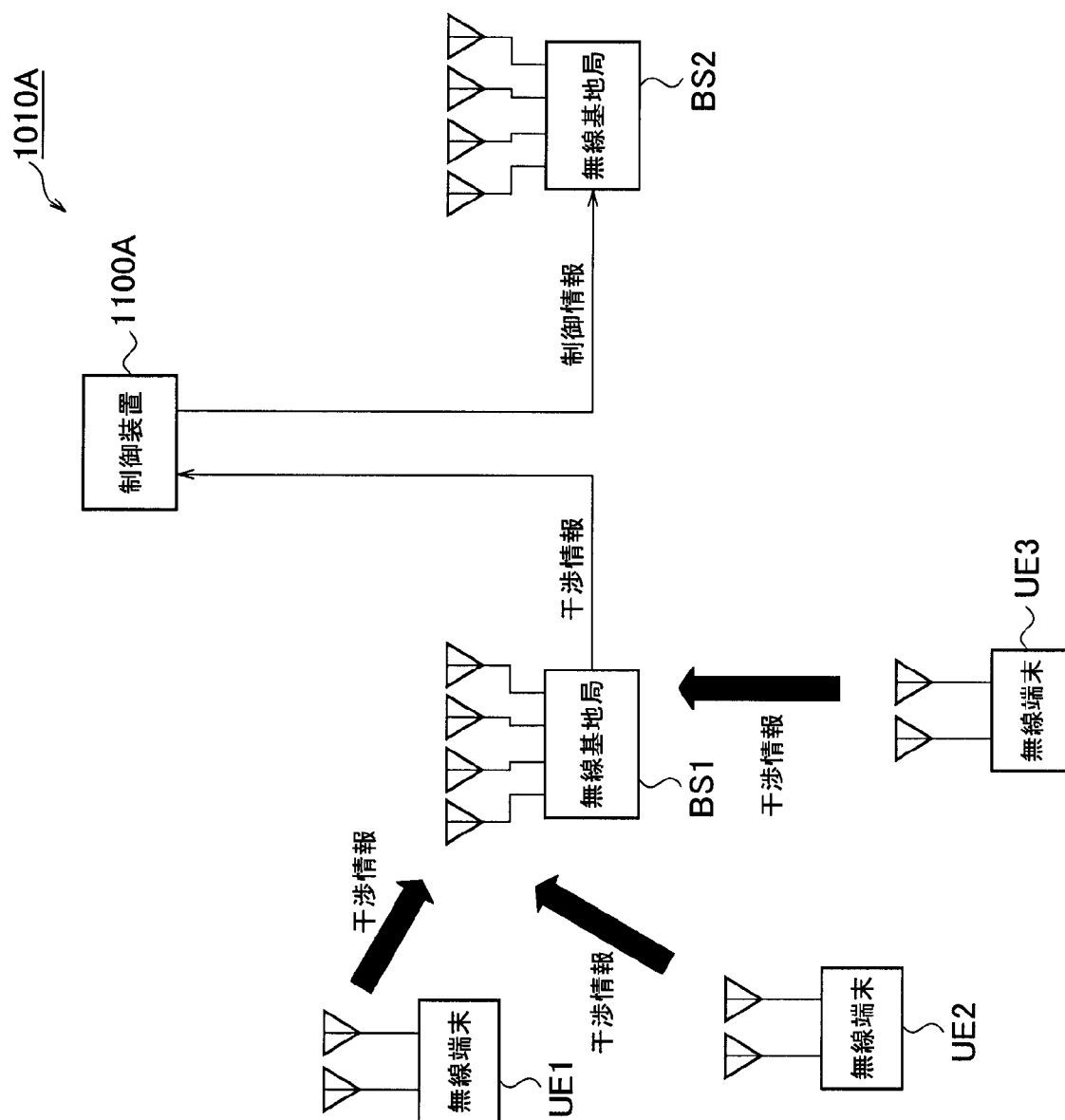
[図1]



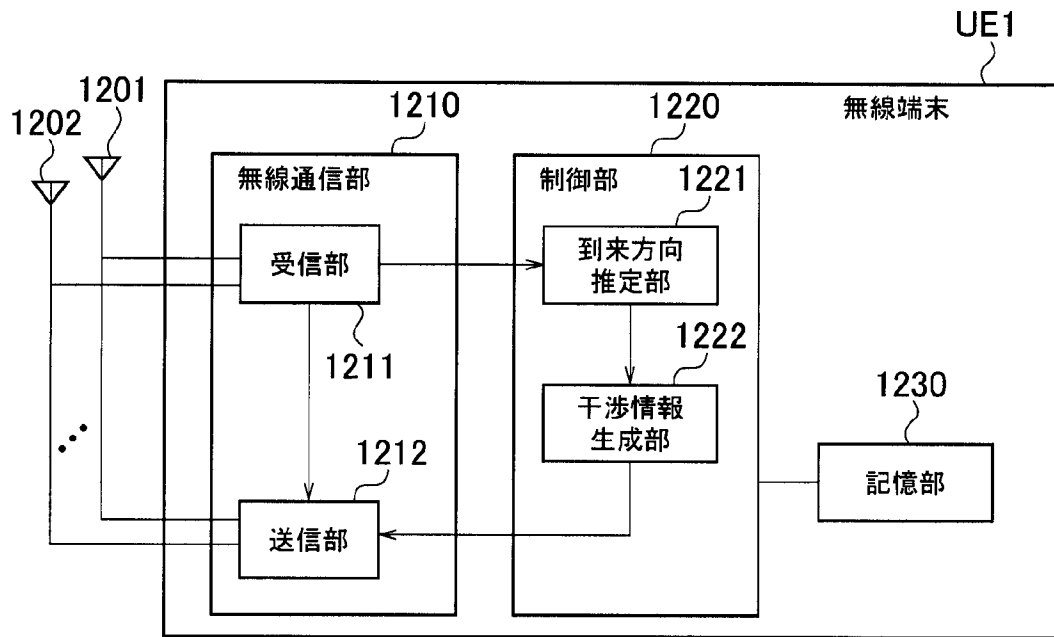
[図2]



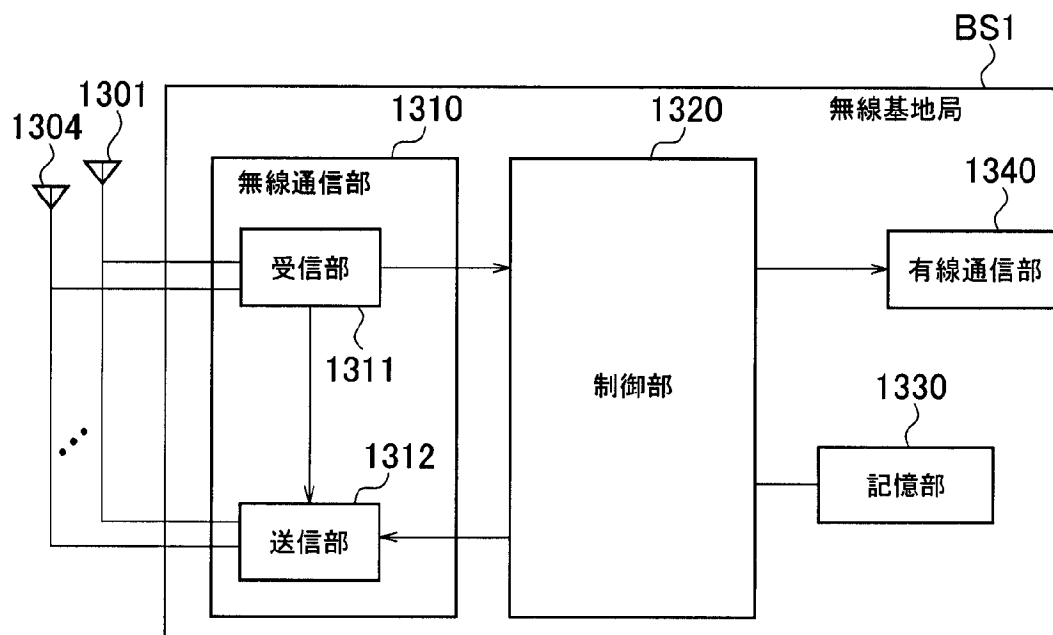
[図3]



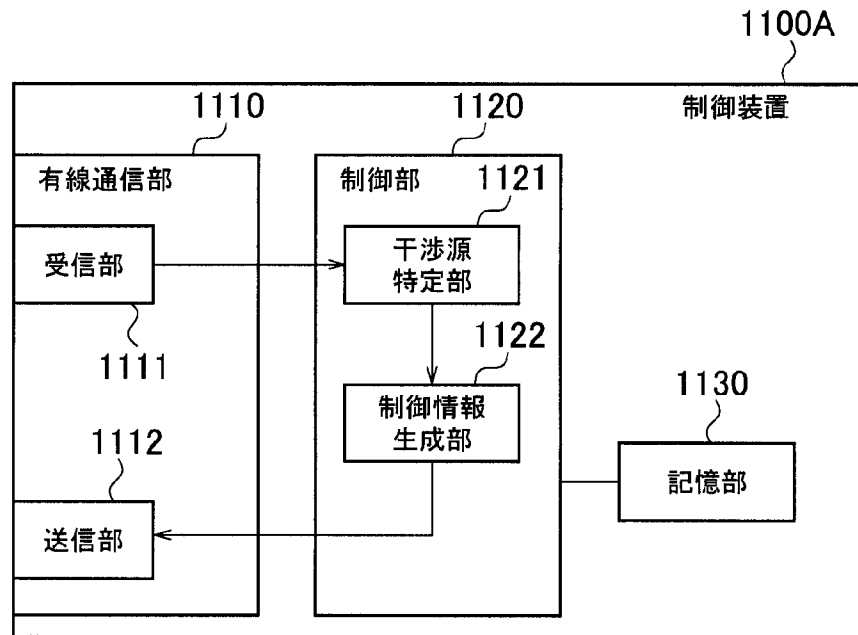
[図4]



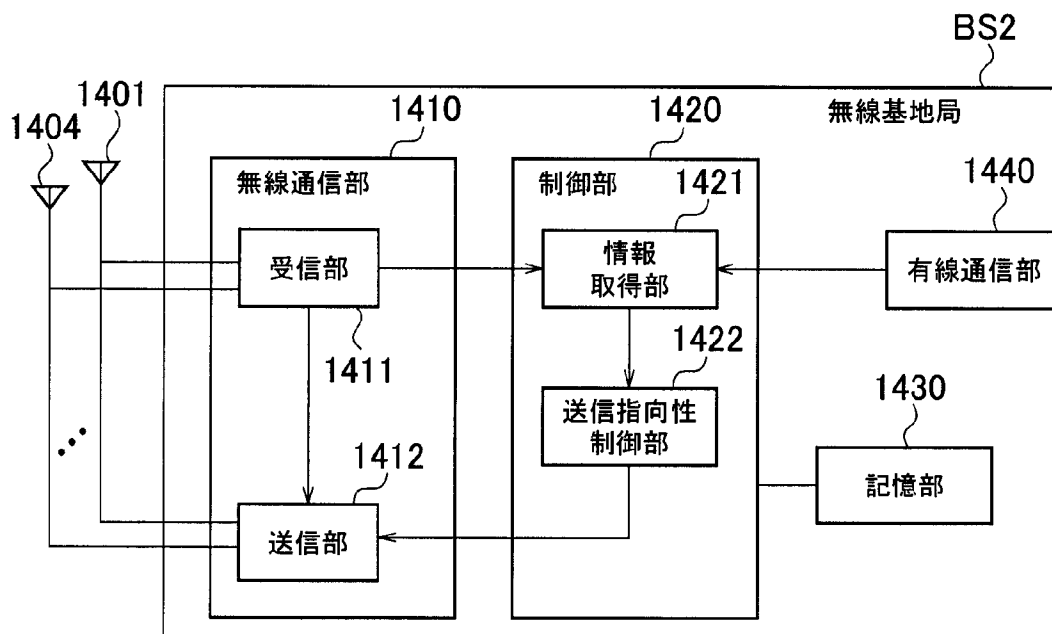
[図5]



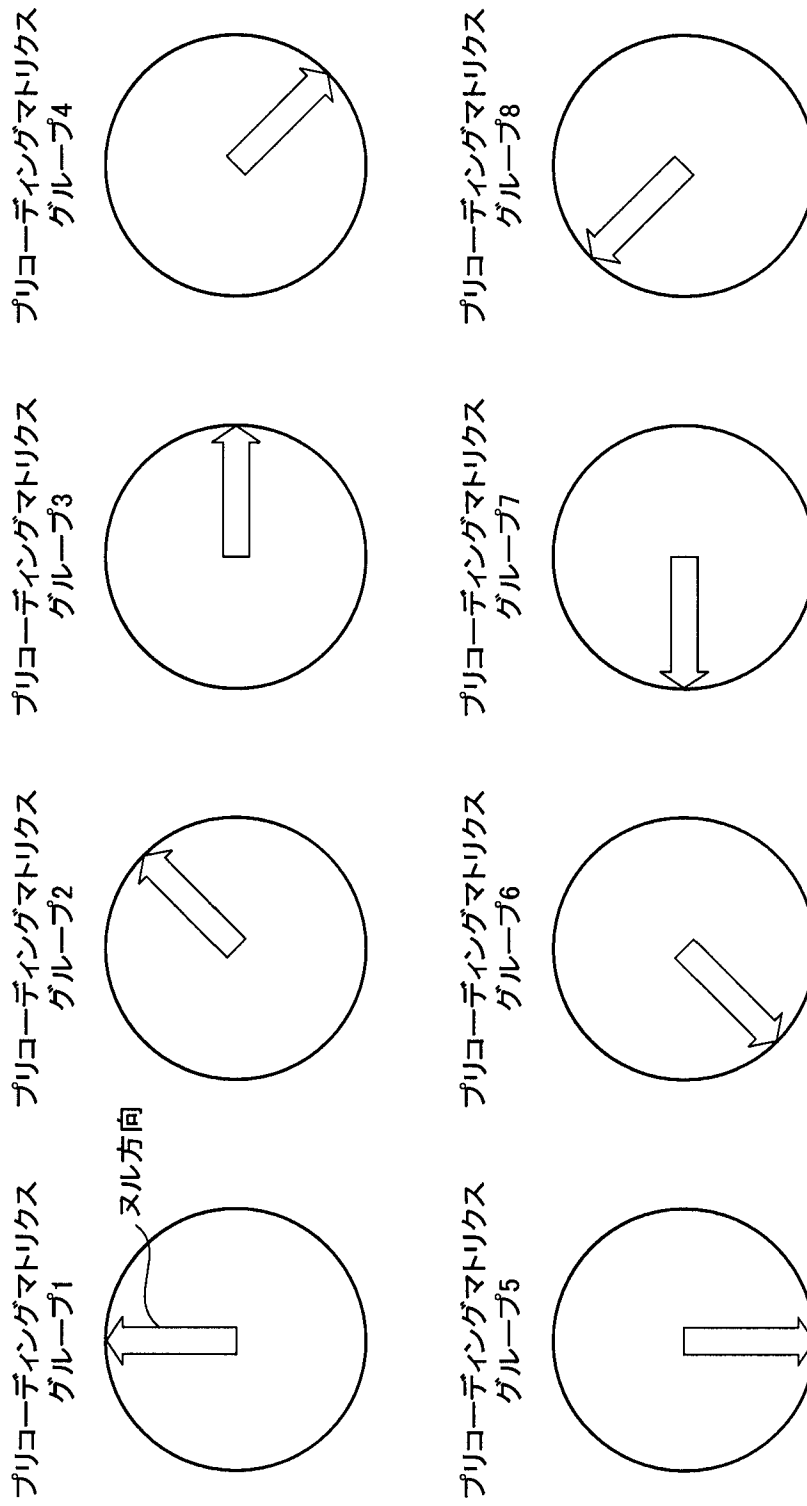
[図6]



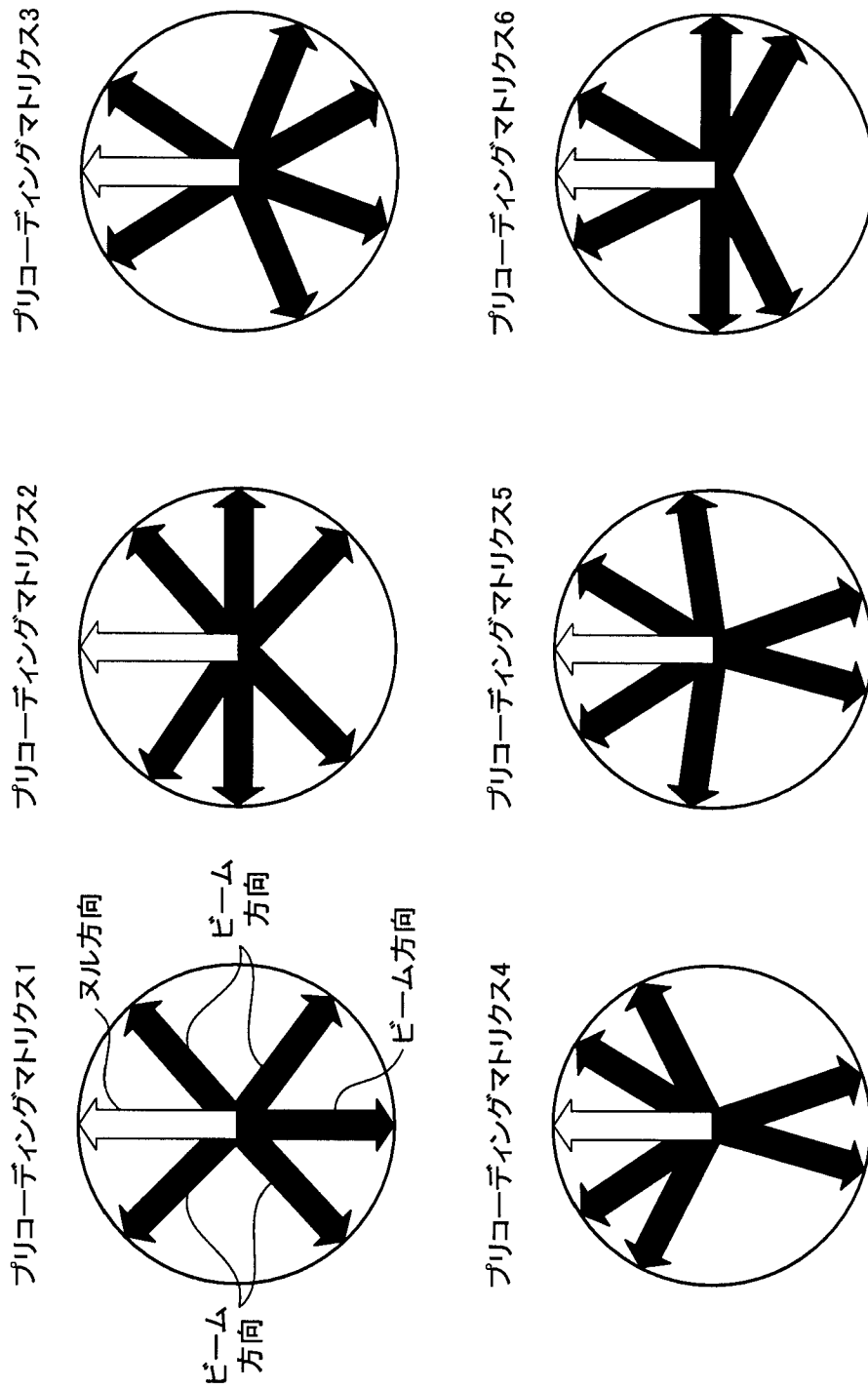
[図7]



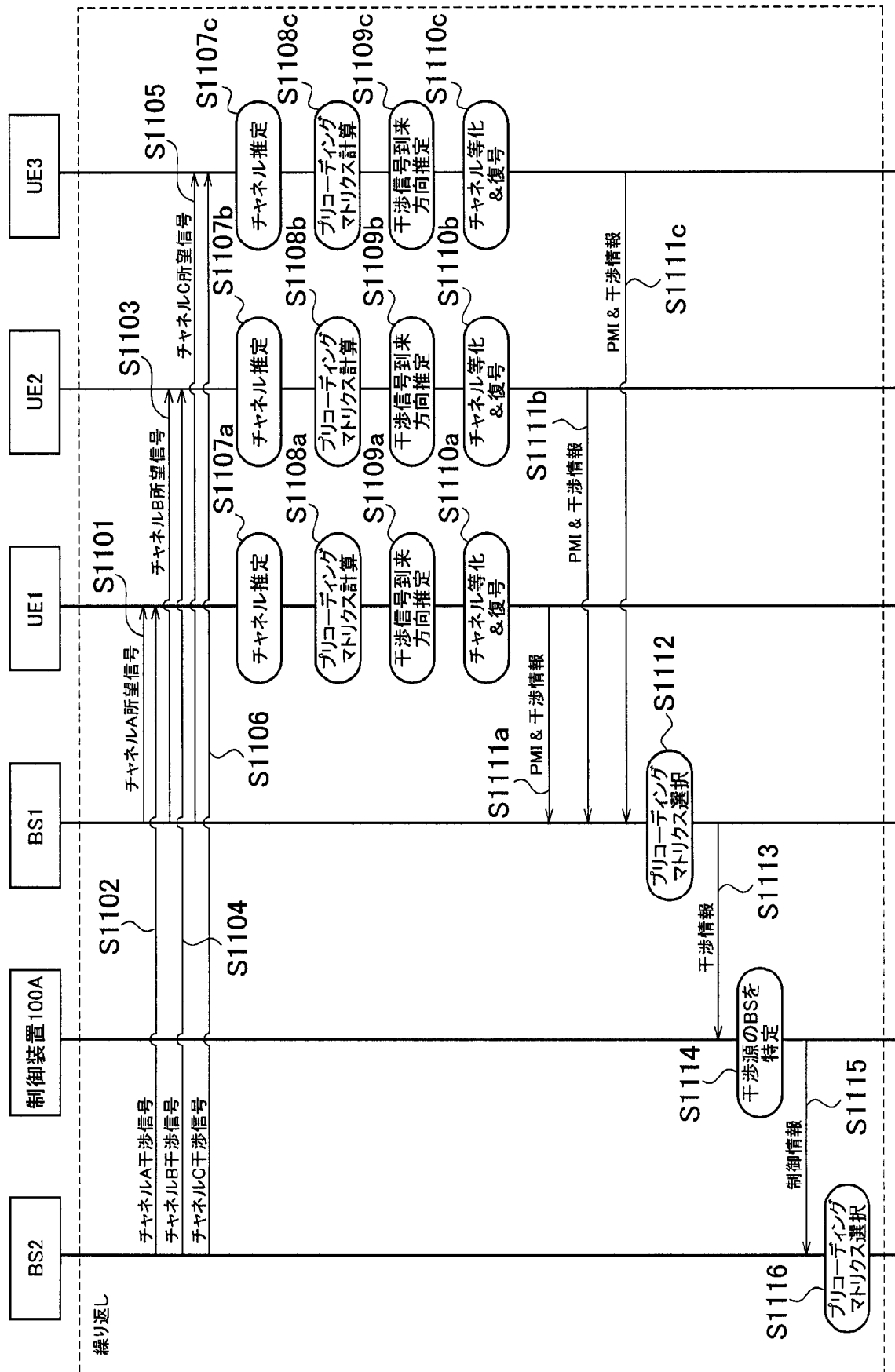
[図8]



[図9]

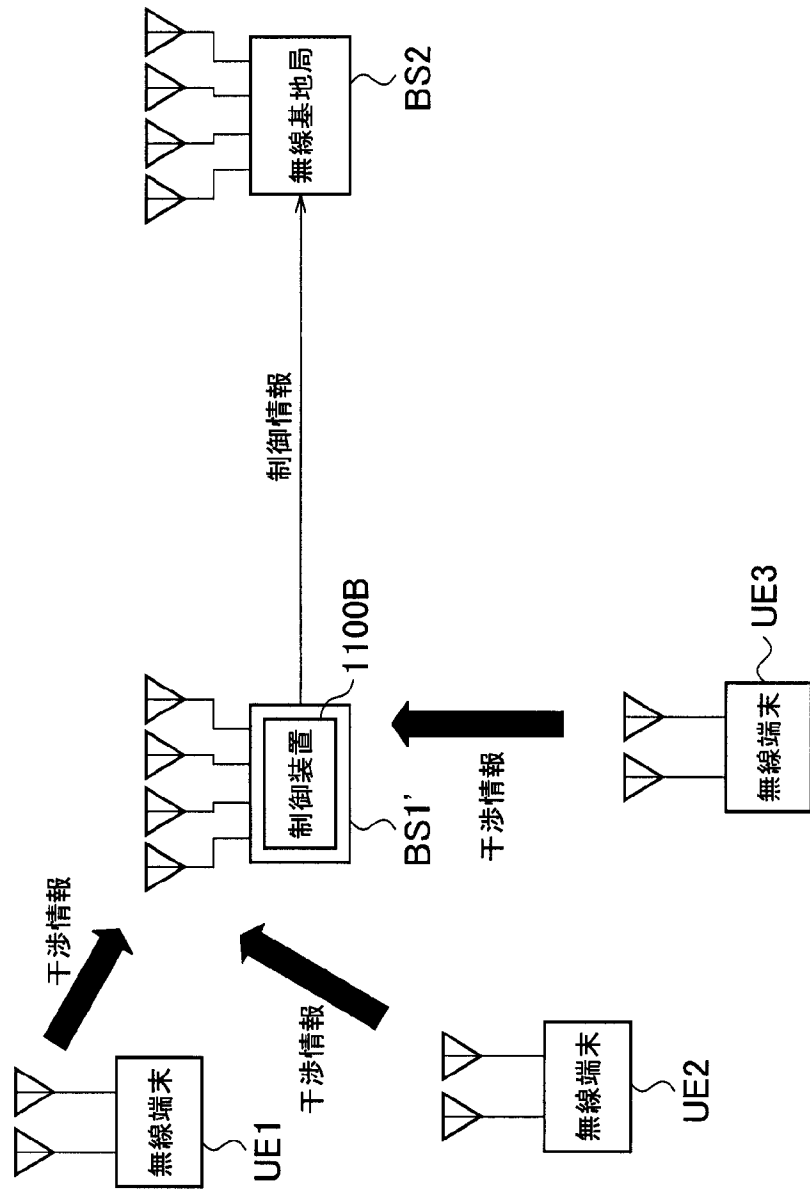


[図10]

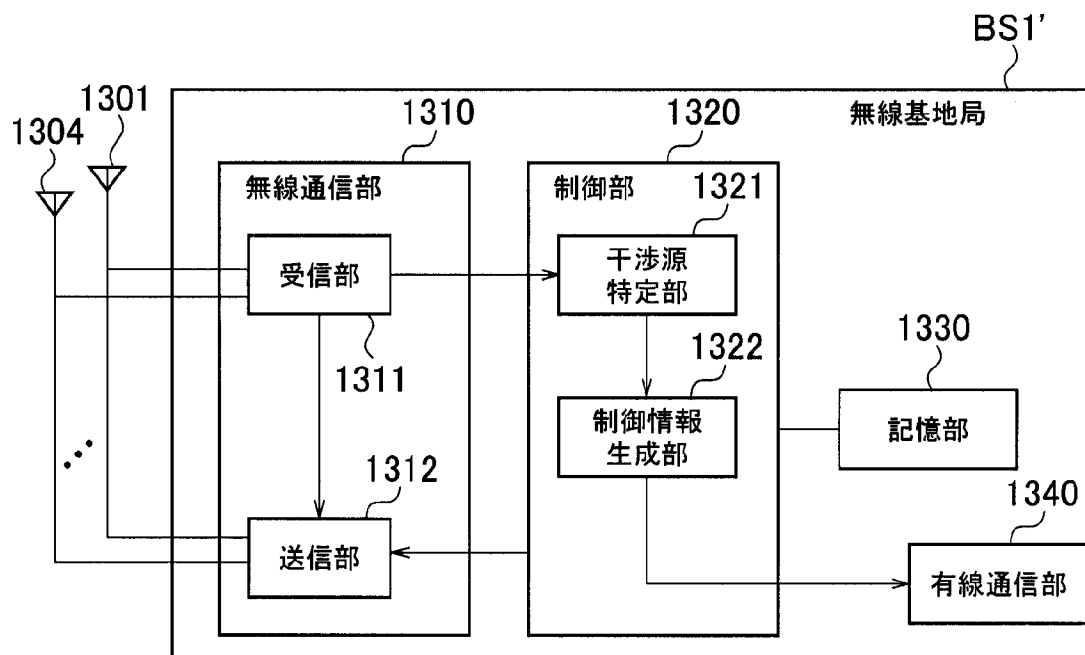


[図11]

1010B

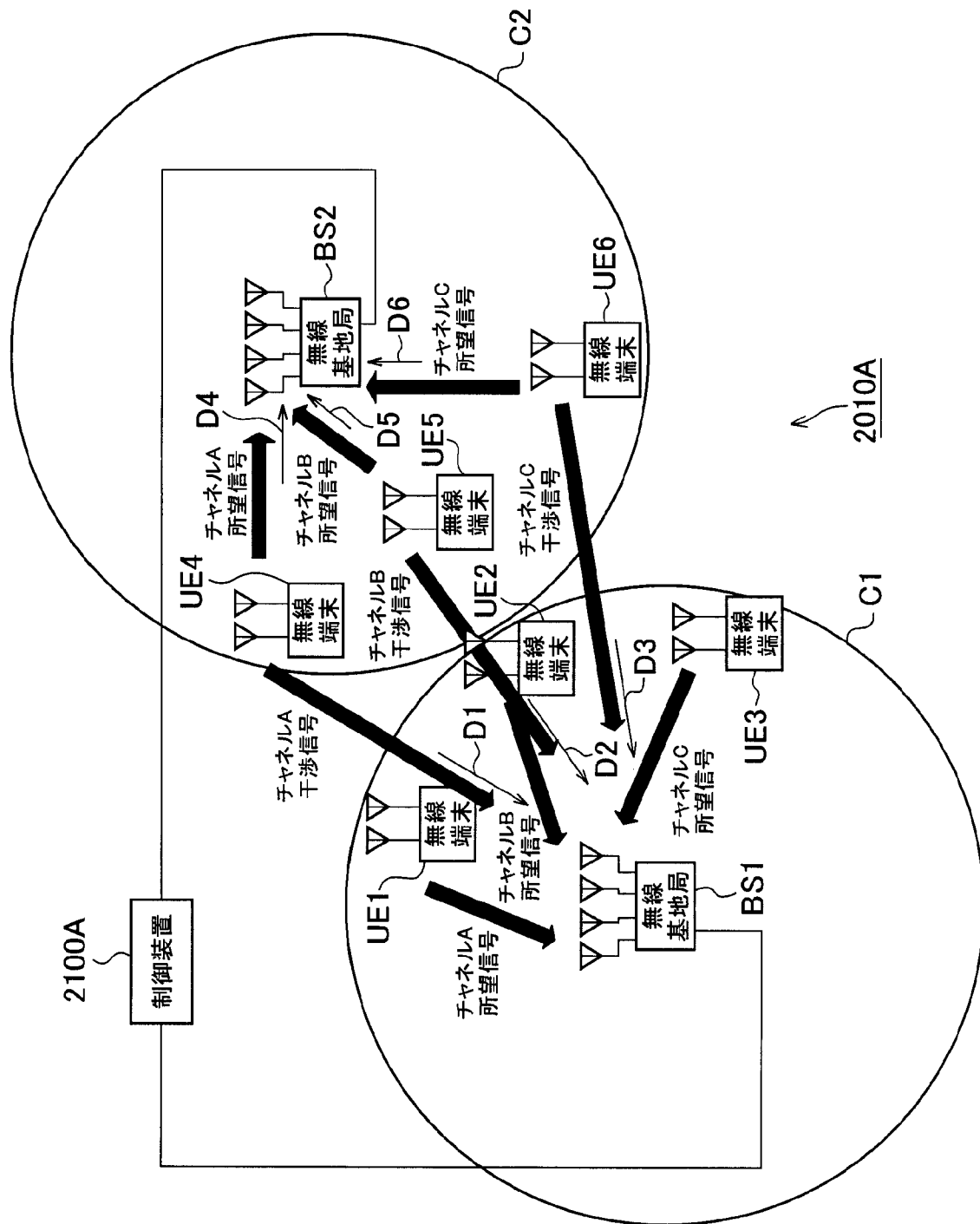


[図12]

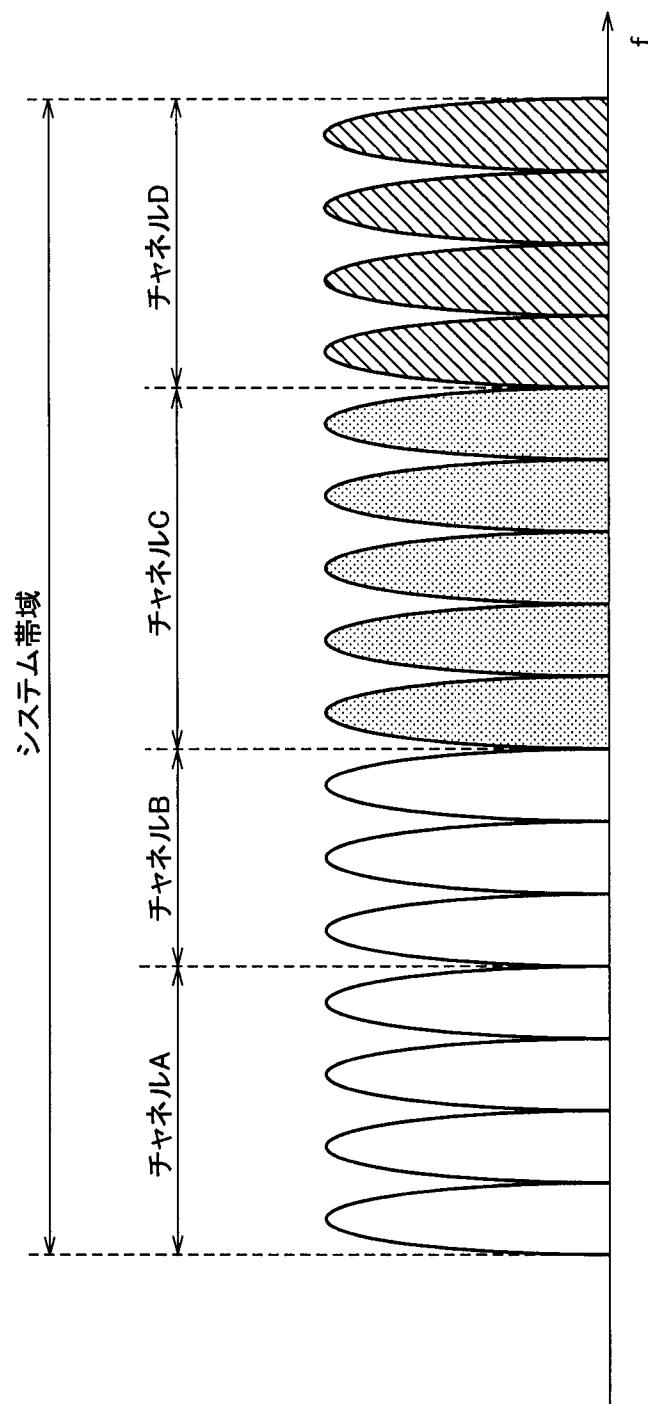


[illegible]

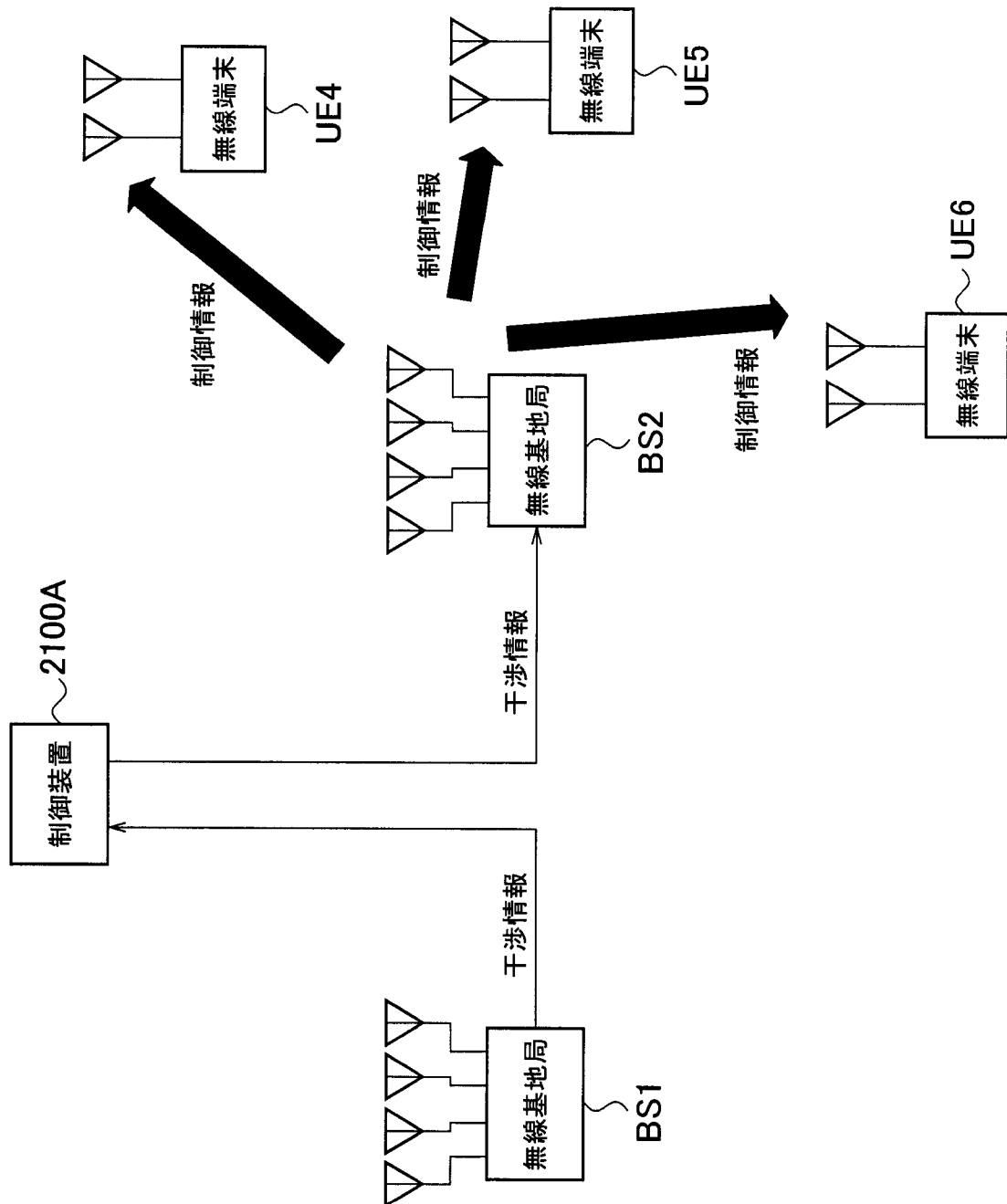
[図14]



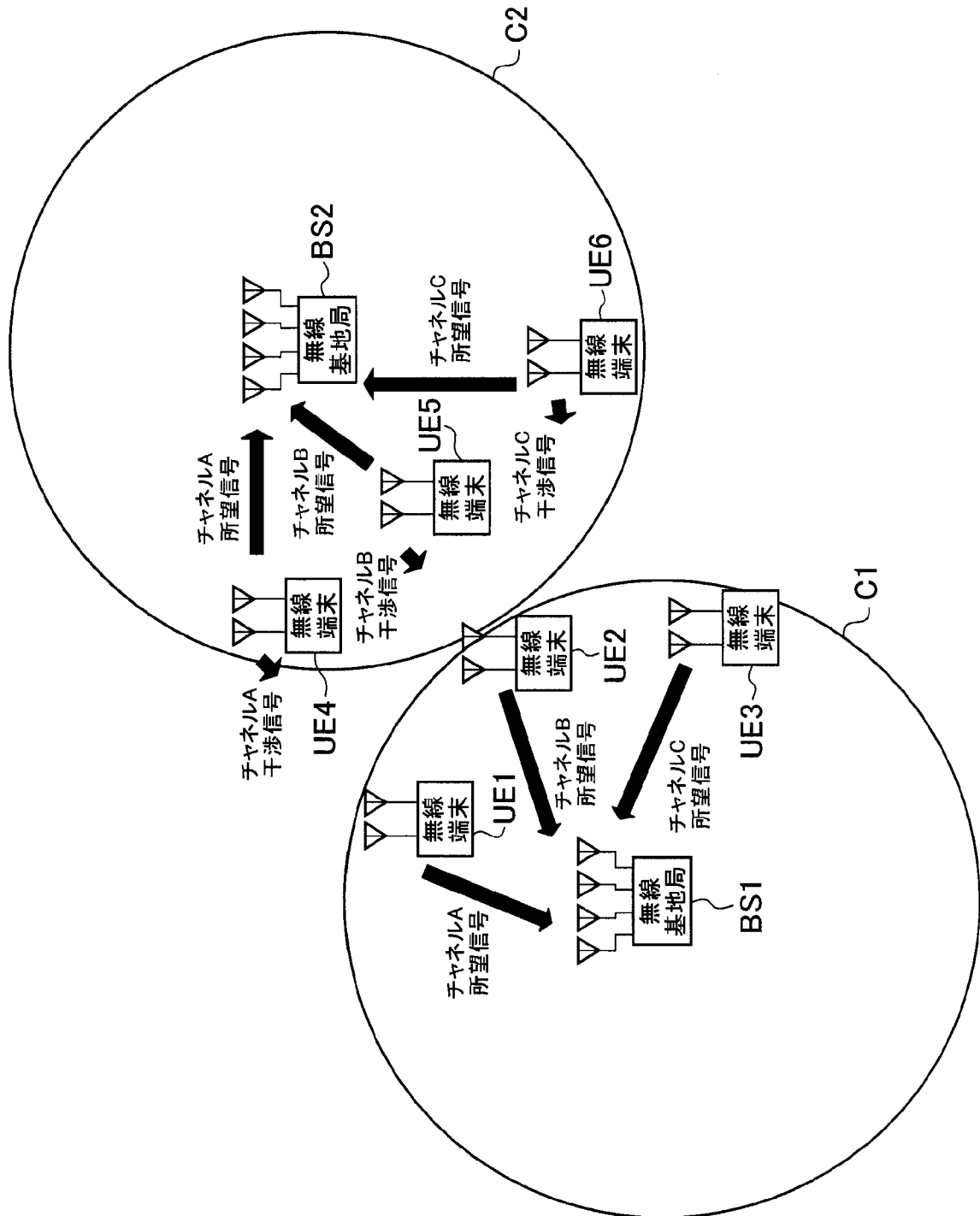
[図15]



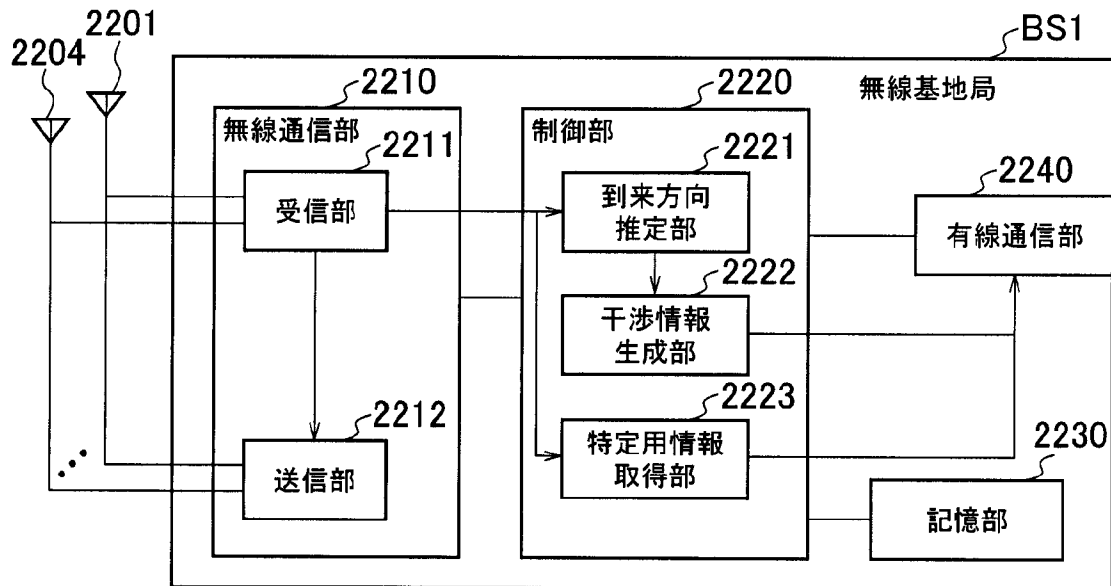
[図16]



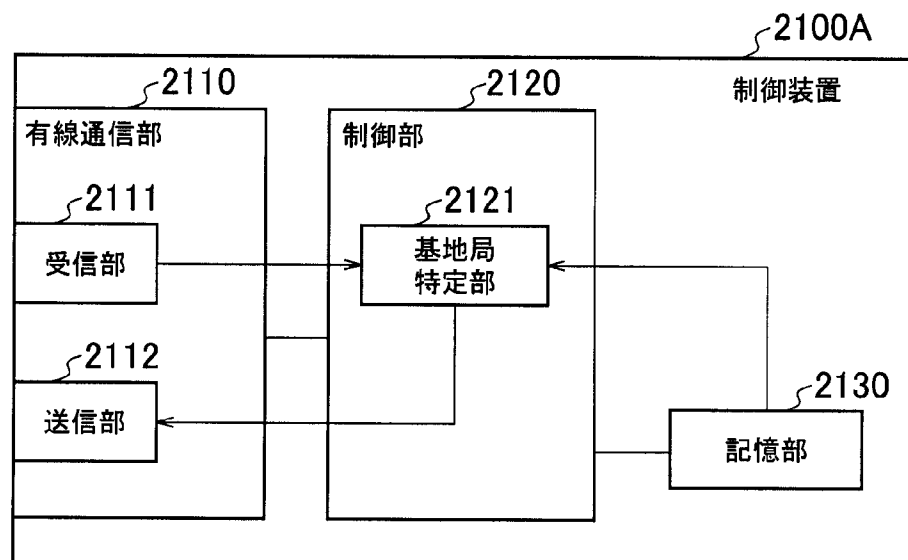
[図17]



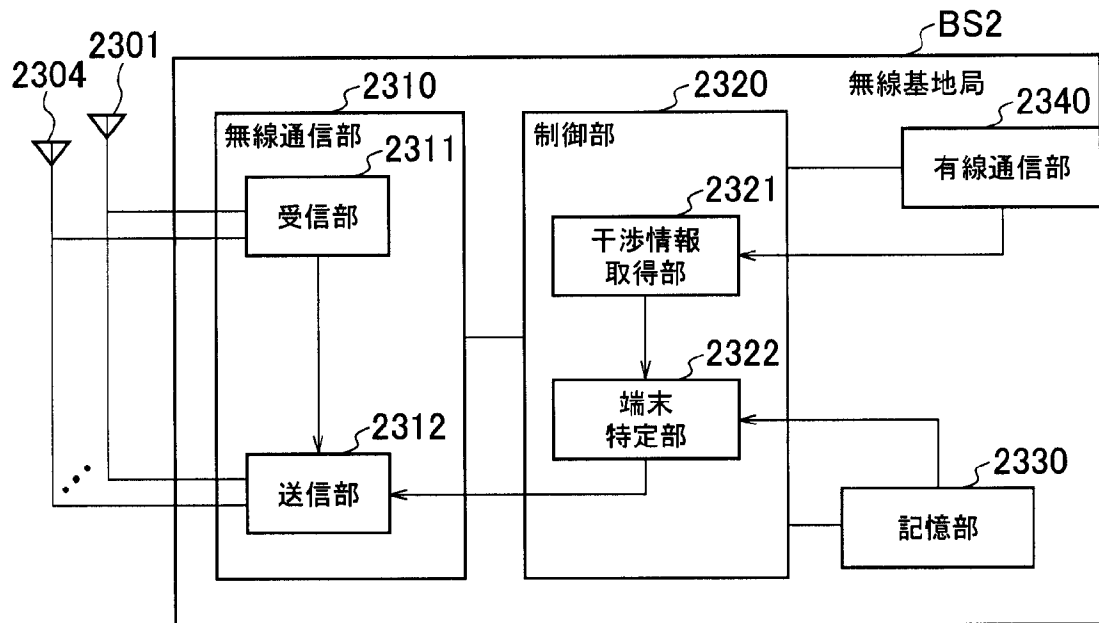
[図18]



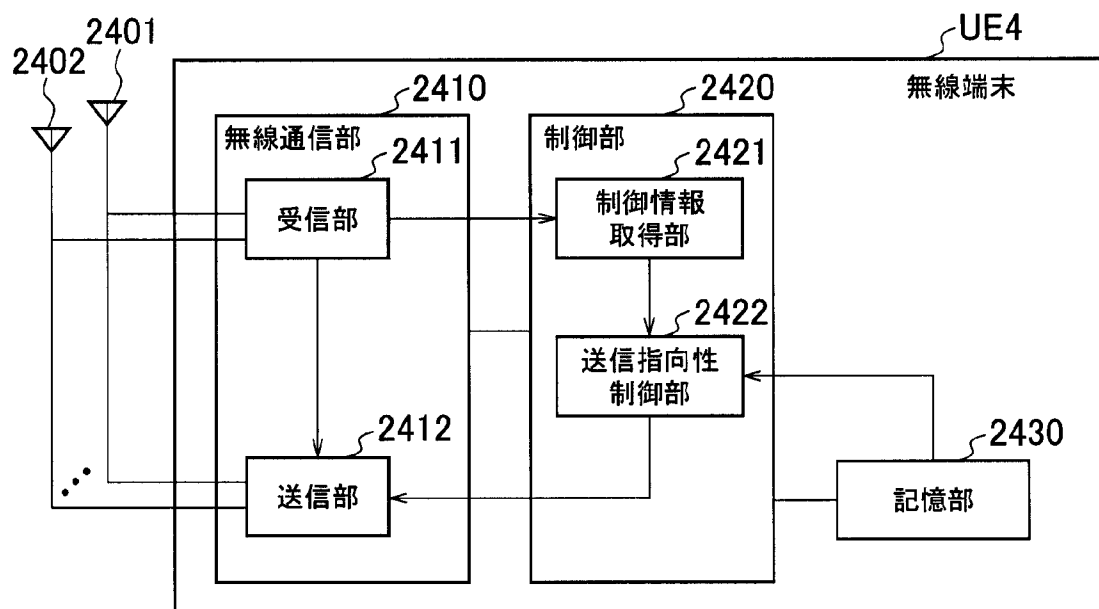
[図19]



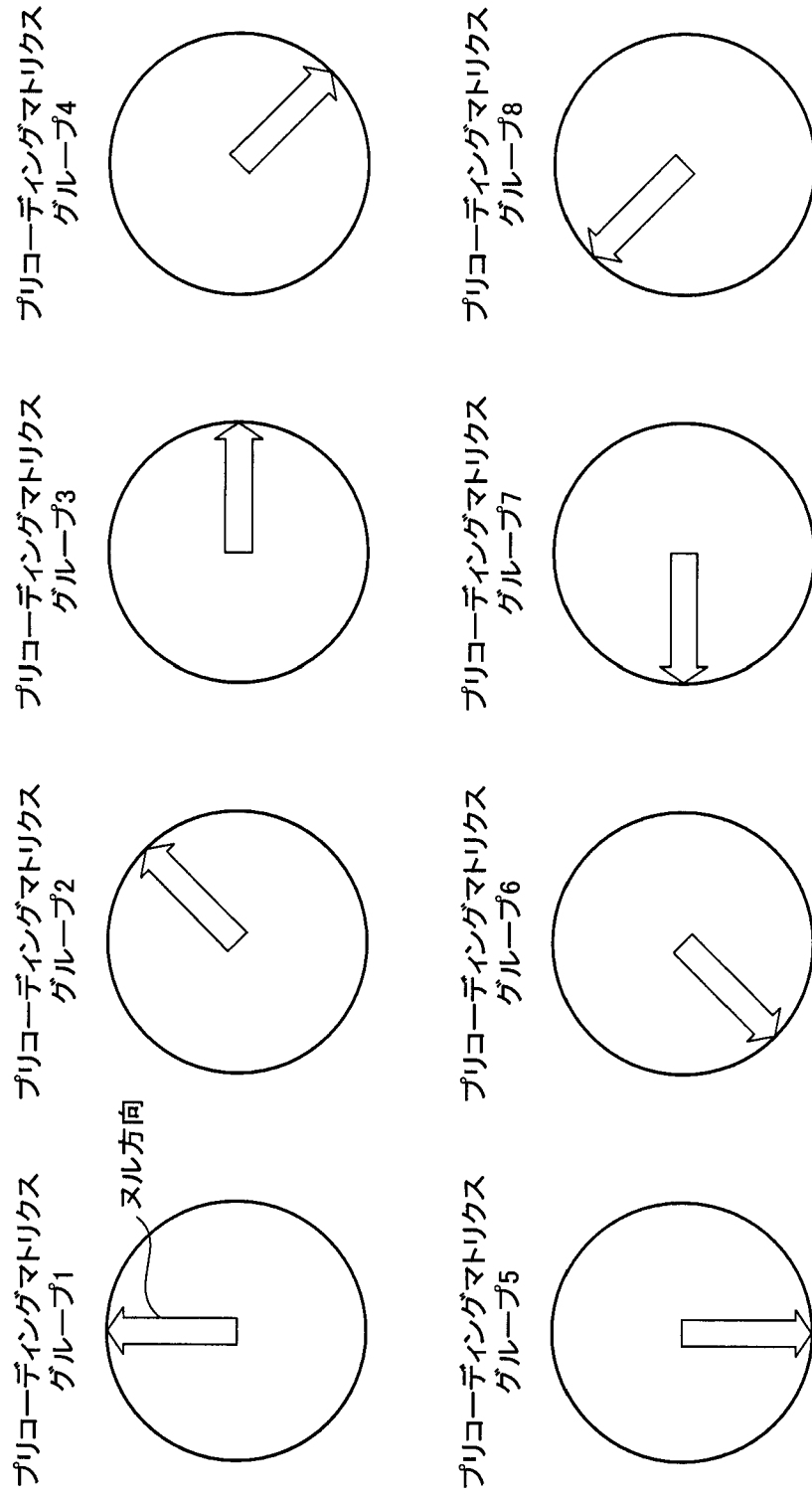
[図20]



[図21]

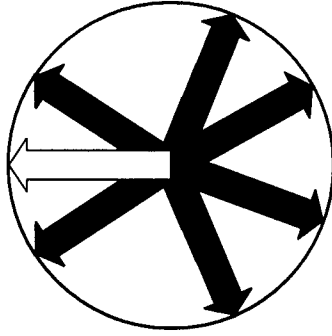


[図22]

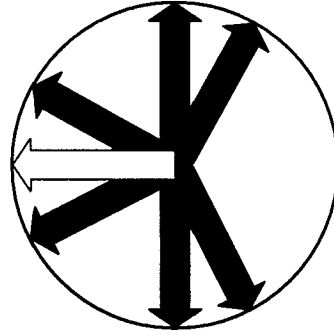


[図23]

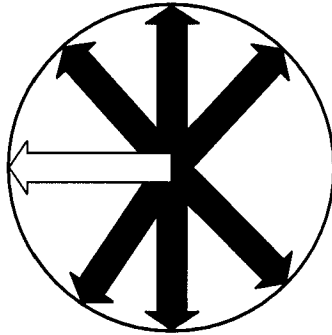
プリコーディングマトリクス3



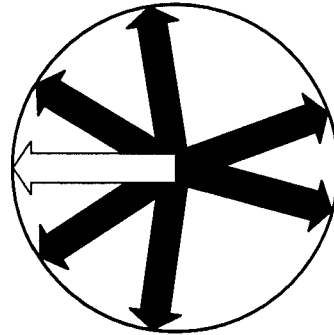
プリコーディングマトリクス6



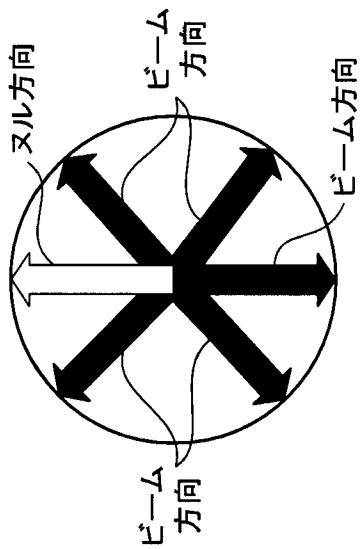
プリコーディングマトリクス2



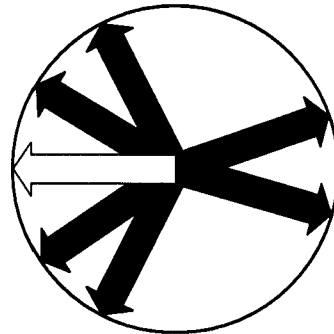
プリコーディングマトリクス5



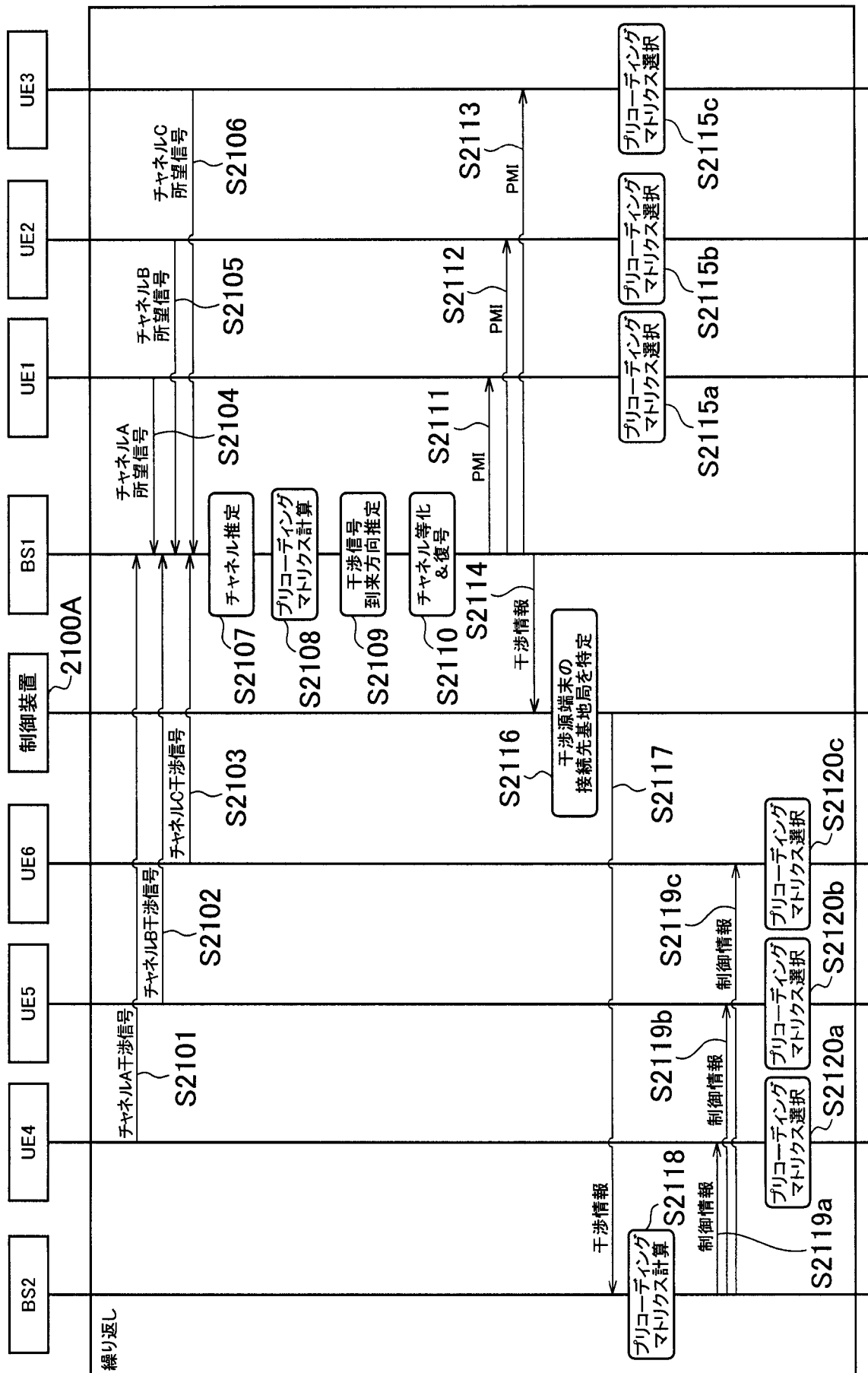
プリコーディングマトリクス1



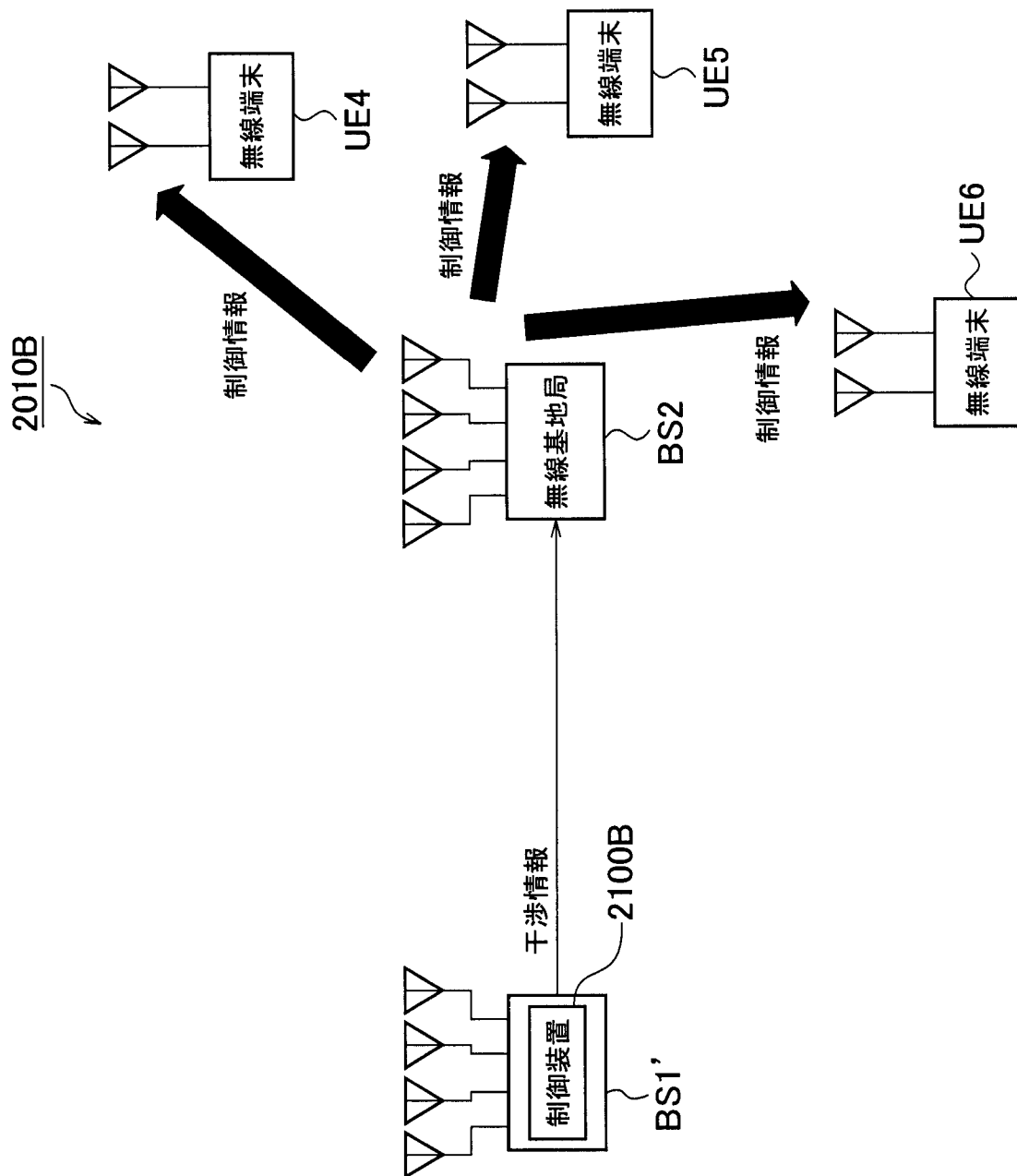
プリコーディングマトリクス4



[図24]



[図25]



The diagram illustrates the internal structure of a radio base station BS1'. It is divided into two main functional blocks: a radio communication section (2210) and a control section (2220).
The radio communication section (2210) contains a reception section (2211) and a transmission section (2212). It is connected to external antennas (2201, 2202, 2203, 2204) via a bus system.
The control section (2220) contains several sub-modules: a direction of arrival estimation section (2221), an interference information generation section (2222), a base station identification section (2224), a specific information acquisition section (2223), a wired communication section (2240), and a memory section (2230).
Data flow is indicated by arrows: the reception section (2211) sends data to the direction of arrival estimation section (2221). The direction of arrival estimation section (2221) sends data to the interference information generation section (2222), which then sends data to the base station identification section (2224). The base station identification section (2224) sends data to the specific information acquisition section (2223). The specific information acquisition section (2223) sends data to the wired communication section (2240). The wired communication section (2240) also receives data from the memory section (2230). The transmission section (2212) is connected to the bus system, which also connects to the antennas (2201, 2202, 2203, 2204).

The sequence diagram illustrates the following steps:

- S2201**: Channel A interference signal.
- S2202**: Channel B interference signal.
- S2203**: Channel C interference signal.
- S2204**: Channel A desired signal.
- S2205**: Channel B desired signal.
- S2206**: Channel C desired signal.
- S2207**: Channel estimation.
- S2208**: Precoding matrix calculation.
- S2209**: Interference signal arrival direction estimation.
- S2210**: Channel equalization & demodulation.
- S2211**: PMI feedback.
- S2212**: PMI feedback.
- S2213**: PMI feedback.
- S2214**: Interference source terminal identification based on connection priority base station.
- S2217**: Control information transmission.
- S2218**: Precoding matrix calculation.
- S2219a**, **S2219b**, **S2219c**: Control information reception.
- S2220a**, **S2220b**, **S2220c**: Precoding matrix selection.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/050757

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04W16/28(2009.01)i, H04B7/04(2006.01)i, H04J99/00(2009.01)i, H04W28/18(2009.01)i, H04W92/20(2009.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04W16/28, H04B7/04, H04J99/00, H04W28/18, H04W92/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2008-252359 A (Kyocera Corp.), 16 October 2008 (16.10.2008), paragraphs [0017] to [0034] & WO 2008/123243 A1	1-7
Y	JP 2008-536342 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 04 September 2008 (04.09.2008), entire text; all drawings & US 2009/0061786 A1 & WO 2006/112032 A1	1-8, 11-13
Y	JP 2003-8494 A (KDDI Corp.), 10 January 2003 (10.01.2003), paragraphs [0024] to [0043] (Family: none)	1-7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
09 March, 2010 (09.03.10)

Date of mailing of the international search report
23 March, 2010 (23.03.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/050757

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2004-297483 A (Kyocera Corp.), 21 October 2004 (21.10.2004), paragraphs [0006], [0016] to [0018] (Family: none)	3, 8, 11-13
Y	JP 2003-115792 A (Kyocera Corp.), 18 April 2003 (18.04.2003), entire text; all drawings (Family: none)	6
A	JP 2008-236222 A (Hitachi Communication Technology Co., Ltd.), 02 October 2008 (02.10.2008), paragraphs [0025], [0030] (Family: none)	1-7
A	JP 2008-160380 A (NEC Corp.), 10 July 2008 (10.07.2008), paragraphs [0012] to [0016] & US 2008/0151832 A1 & EP 1936829 A1 & KR 10-2008-0059058 A & CA 2614467 A & CN 101207855 A & CA 2614467 A1	8-13
A	JP 2007-312205 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 29 November 2007 (29.11.2007), entire text; all drawings (Family: none)	8-13

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04W16/28(2009.01)i, H04B7/04(2006.01)i, H04J99/00(2009.01)i, H04W28/18(2009.01)i,
H04W92/20(2009.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04W16/28, H04B7/04, H04J99/00, H04W28/18, H04W92/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2008-252359 A（京セラ株式会社）2008.10.16, 第17-34段落 & WO 2008/123243 A1	1-7
Y	JP 2008-536342 A（松下電器産業株式会社）2008.09.04, 全文、全図 & US 2009/0061786 A1 & WO 2006/112032 A1	1-8, 11-13
Y	JP 2003-8494 A（ケイディーディーアイ株式会社）2003.01.10, 第24-43段落（ファミリーなし）	1-7

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 9 . 0 3 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

2 3 . 0 3 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

5 J

4 5 3 9

▲高▼橋 真之

電話番号 03-3581-1101 内線 3534

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2004-297483 A (京セラ株式会社) 2004.10.21, 第6、16-18段落 (ファミリーなし)	3, 8, 11-13
Y	JP 2003-115792 A (京セラ株式会社) 2003.04.18, 全文、全図 (ファミリーなし)	6
A	JP 2008-236222 A (株式会社日立コミュニケーションテクノロジー) 2008.10.02, 第25、30段落 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2008-160380 A (日本電気株式会社) 2008.07.10, 第12-16段落 & US 2008/0151832 A1 & EP 1936829 A1 & KR 10-2008-0059058 A & CA 2614467 A & CN 101207855 A & CA 2614467 A1	8-13
A	JP 2007-312205 A (松下電器産業株式会社) 2007.11.29, 全文、全図 (ファミリーなし)	8-13