

(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
2013 年 9 月 19 日(19.09.2013)



(10) 国際公開番号

WO 2013/137166 A1

- (51) 国際特許分類:
H04W 28/16 (2009.01) H04W 24/10 (2009.01)
H04W 16/12 (2009.01) H04W 72/12 (2009.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/056583
- (22) 国際出願日: 2013 年 3 月 11 日(11.03.2013)
- (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 2012-060736 2012 年 3 月 16 日(16.03.2012) JP
- (71) 出願人: シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 横枕 梢(YOKOMAKURA, Kozue). 山田 良太(YAMADA, Ryota). 吉本 貴司(YOSHIMOTO, Takashi). 加藤 勝也(KATO, Katsuya).
- (74) 代理人: 米津 潔, 外(YONETSU, Kiyoshi et al.); 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内 Osaka (JP).

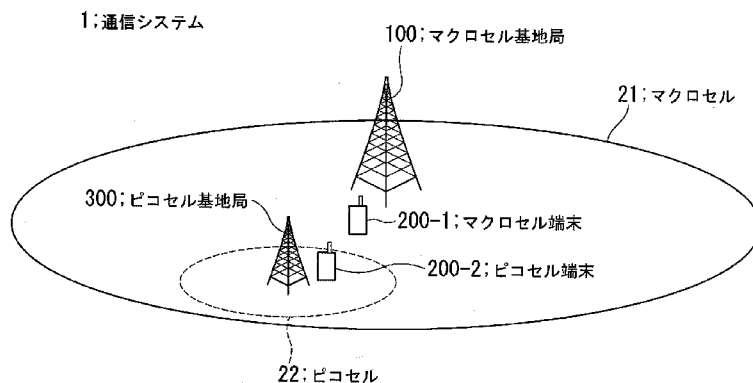
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: COMMUNICATION SYSTEM, COMMUNICATION METHOD, BASE STATION APPARATUS, AND TERMINAL APPARATUS

(54) 発明の名称: 通信システム、通信方法、基地局装置及び端末装置



- 1 Communication system
100 Macrocell base station
21 Macrocell
200-1 Macrocell terminal
300 Picocell base station
200-2 Picocell terminal
22 Picocell

(57) Abstract: The objective of the invention is to improve the frequency use efficiency, while suppressing the interference between cells. Provided is a communication system (1) in which a plurality of communication areas, in each of which a base station apparatus communicates with at least one terminal apparatus, are existent and are adjacent to or overlap with each other. In the communication system (1), a macrocell base station apparatus (100) in one of the plurality of communication areas allocates terminal apparatuses of the plurality of communication areas to the same frequency band, and calculates transmission and reception weights for the terminals, which are allocated to the same frequency band, to perform cooperative controls of each other.

(57) 要約: セル間の干渉を抑えつつ、周波数利用効率を向上させる。基地局装置と少なくとも一つの端末装置とが通信を行う通信エリアが複数存在し、複数の通信エリアが隣接または重複し合う通信システム 1 であって、複数の通信エリアのうち一つの通信エリア内のマクロセル基地局装置 100 が、複数の通信エリアの端末装置を同じ周波数帯に割り当

て、マクロセル基地局装置 100 は、同じ周波数帯に割り当てた端末同士が協調制御を行うための送信ウェイトと受信ウェイトを算出する。

明 細 書

発明の名称：通信システム、通信方法、基地局装置及び端末装置 技術分野

[0001] 本発明は、通信システム、通信方法、基地局装置及び端末装置に関する。

背景技術

[0002] 次世代移動通信システムでは、マクロセル内にピコセル基地局やフェムトセル基地局のような小規模な基地局を配置し、マクロセル基地局に接続する端末を小規模な基地局にオフロードすることにより、マクロセル基地局のトラフィック負荷を小規模な基地局に分散させることが検討されている。しかし、小規模な基地局（例えば、ピコセル基地局）はマクロセル基地局よりも送信電力が低いため、マクロセル基地局からピコセル基地局へオフロードできる端末は限定され、ピコセル基地局の配置によるトラフィック分散の効果が十分に得られない。

[0003] そこで、3GPP（3rd Generation Partnership Project）では、ピコセル基地局の送信電力に等価的なオフセットを与え、ピコセル基地局の見かけ上のセル半径を増大させるCRE（Cell Range Expansion）が提案されている。これにより、特にマクロセルとピコセルのセル境界に位置していた端末は、マクロセル基地局からピコセル基地局へ接続先を変更することが可能になり、マクロセル基地局のトラフィック負荷をピコセル基地局に分散させることができる。

[0004] しかし、CREの適用により、特にマクロセル基地局からピコセル基地局へ接続先を変更した端末は、マクロセル基地局からのセル間干渉を受ける。このとき、マクロセル基地局はピコセル基地局よりも送信電力が高いため、マクロセル基地局から受ける干渉は大きな干渉となる。このようなセル間干渉の影響を抑圧する方法として、例えば、非特許文献1のように、セル毎に異なる時間リソースを割り当てて伝送する方法が検討されている。したがって、非特許文献1のように、セル毎に異なる時間リソースを割り当てること

によって、セル間干渉の影響を回避することができる。

先行技術文献

非特許文献

- [0005] 非特許文献1：3 G P P T S 3 6 . 3 0 0 V 1 0 . 5 . 0 (R e l e a s e 1 0)

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] 一方、次世代移動通信システムの多くでは、多元接続方式としてO F D M A (O r t h o g n a l F r e q u e n c y D i v i s i o n M u l t i p l e A c c e s s) が採用されており、所定の周波数帯域や時間区間から構成される領域を割り当て単位として、複数の端末のデータが割り当てられる。
- [0007] 図1は、通信フレームの構成を示す説明のための単なる例示である。同図において、縦軸は周波数、横軸は時間である。通信フレームは周波数軸上では六つのリソースブロック (R e s o u r c e B l o c k : R B) で構成される。この六つのリソースブロックは、太線で囲まれた範囲である。ここで、R B とは、無線リソース割り当ての最小単位である。同図では、簡単のため、通信フレームに含まれる時間軸上のR B のうち、一つのR B だけを示している。図1のR B 1の拡大図11の例では、一つのR B は12サブキャリア、7シンボルで構成される。
- [0008] このとき、各端末は周波数毎に受信品質が異なるため、割り当てられるリソースブロック毎に受信品質が異なる。そこで、基地局は、各端末を受信品質の良いリソースブロックに割り当てられるよう、スケジューリングと呼ばれる処理を行うことで、スループットの高い伝送を実現可能である。
- [0009] しかし、複数のセルが存在するマルチセル環境において、各セルの基地局がそれぞれ独立にスケジューリングを行う場合、異なるセル間でリソース割り当てが重複し、セル間干渉が生じる。例えば、一つのマクロセルと一つの

ピコセルで構成されるシステムにおいて、一つのセルに三つのリソースブロックを割り当てる場合、マクロセル端末（マクロセル基地局に接続する端末）とピコセル端末（ピコセル基地局に接続する端末）が同じリソースブロック（例えば、図１のＲＢ１、ＲＢ２、ＲＢ３）に割り当てられると、マクロセル基地局とピコセル基地局が同じ周波数を用いて伝送を行うことになり、セル間干渉が生じる。

[0010] そこで、例えば、非特許文献１の技術を用いて、リソース割り当てが重複した端末同士を異なるリソースに割り当てることによって、セル間干渉を抑圧することが可能であるが、セル数の増加に伴い、より多くのリソースが必要となり、周波数利用効率が悪くなるという問題があった。

例えば、先に述べた例（マクロセル端末及びピコセル端末のリソース割り当てがそれぞれ図１のＲＢ１、ＲＢ２、ＲＢ３の場合）において、マクロセル端末とピコセル端末のリソース割り当てが異なるリソースとなるようセル間で調整するため、六つのリソースブロック（図１のＲＢ１～ＲＢ６）が必要となる。

[0011] そこで本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、セル間の干渉を抑えつつ、周波数利用効率を向上させることを可能とする通信システム、通信方法、基地局装置及び端末装置を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0012] （１）本発明は前記事情に鑑みなされたもので、本発明の一態様は、基地局装置と少なくとも一つの端末装置とが複数のリソースを用いて通信を行う通信エリアが複数存在し、前記複数の通信エリアが隣接または重複し合う通信システムであって、前記複数の通信エリアのうち一つの通信エリアにおける基地局である第一の基地局装置は、前記複数のリソースのうち同じリソースに割り当てられている前記端末装置に対する前記複数の基地局装置における送信ウェイトを算出し、各基地局装置は通知された前記送信ウェイトが乗算された信号を前記端末装置へ送信することを特徴とする通信システムである。

- [0013] (2) 上記に記載の通信システムにおいて、本発明の一態様は、前記第一の基地局装置は、前記端末装置それぞれにおける受信ウェイトを更に算出し、前記端末装置はそれぞれ前記受信ウェイトを用いて復調することを特徴とする。
- [0014] (3) 上記に記載の通信システムにおいて、本発明の一態様は、前記第一の基地局装置は、ウェイト算出の単位であるウェイト単位で前記送信ウェイトを算出することを特徴とする。
- [0015] (4) 上記に記載の通信システムにおいて、本発明の一態様は、前記第一の基地局装置は、ウェイト算出の単位であるウェイト単位で前記送信ウェイト及び前記受信ウェイトを算出することを特徴とする。
- [0016] (5) 上記に記載の通信システムにおいて、本発明の一態様は、前記ウェイト単位は、前記端末装置から前記各基地局装置に通知されることを特徴とする。
- [0017] (6) 上記に記載の通信システムにおいて、本発明の一態様は、前記ウェイト単位は、前記各基地局装置から前記端末装置に通知されることを特徴とする。
- [0018] (7) 上記に記載の通信システムにおいて、本発明の一態様は、前記端末装置は、参照信号を用いて、前記ウェイト単位の伝搬路情報の代表値を求め、該求めた伝搬路情報の代表値を示す情報を前記基地局装置に通知することを特徴とする。
- [0019] (8) 上記に記載の通信システムにおいて、本発明の一態様は、前記伝搬路情報の代表値は、前記ウェイト単位の平均値であることを特徴とする通信システムである。
- [0020] (9) 上記に記載の通信システムにおいて、本発明の一態様は、前記伝搬路情報の代表値は、前記ウェイト単位のうち、前記参照信号が割り当てられているサブキャリアの伝搬路情報であることを特徴とする。
- [0021] (10) 上記に記載の通信システムにおいて、本発明の一態様は、前記第一の基地局装置は、前記伝搬路情報の代表値を用いて前記ウェイト単位毎に

前記送信ウェイトを算出することを特徴とする。

[0022] (11) 上記に記載の通信システムにおいて、本発明の一態様は、前記第一の基地局装置は、前記伝搬路情報の代表値を用いて前記ウェイト単位毎に前記送信ウェイト又は前記受信ウェイトを算出することを特徴とする。

[0023] (12) 上記に記載の通信システムにおいて、本発明の一態様は、前記第一の基地局装置は、前記伝搬路情報の代表値を用いて前記ウェイト単位とは異なる単位毎に前記送信ウェイトを算出することを特徴とする。

[0024] (13) 上記に記載の通信システムにおいて、本発明の一態様は、前記第一の基地局装置は、前記伝搬路情報の代表値を用いて前記ウェイト単位とは異なる単位毎に前記送信ウェイト又は前記受信ウェイトを算出することを特徴とする。

[0025] (14) 上記に記載の通信システムにおいて、本発明の一態様は、前記送信ウェイトの算出単位と前記受信ウェイトの算出単位は異なることを特徴とする。

[0026] (15) 上記に記載の通信システムにおいて、本発明の一態様は、前記ウェイト単位は、サブキャリア単位であることを特徴とする。

[0027] (16) 上記に記載の通信システムにおいて、本発明の一態様は、前記ウェイト単位は、リソースブロックの自然数倍の単位であることを特徴とする。

[0028] (17) 上記に記載の通信システムにおいて、本発明の一態様は、前記ウェイト単位は、複数の種類のリソースブロック単位であることを特徴とする。

[0029] (18) 上記に記載の通信システムにおいて、本発明の一態様は、前記複数の端末装置のうち、少なくとも一つの端末装置の前記ウェイト単位が他の端末装置のウェイト単位と異なることを特徴とする。

[0030] (19) 上記に記載の通信システムにおいて、本発明の一態様は、前記端末装置は、前記ウェイト単位で受信ウェイトを生成することを特徴とする。

[0031] (20) 上記に記載の通信システムにおいて、本発明の一態様は、前記端

末装置は、前記ウェイト単位とは異なる単位で受信ウェイトを生成することを特徴とする。

[0032] (21) 上記に記載の通信システムにおいて、本発明の一態様は、前記端末装置は、サブキャリア単位で受信ウェイトを生成することを特徴とする。

[0033] (22) 上記に記載の通信システムにおいて、本発明の一態様は、前記複数の通信エリアそれぞれにおける基地局装置は有線ネットワークまたは無線ネットワークで相互に接続されており、前記第一の基地局装置以外の基地局装置は、前記端末装置から通知された前記伝搬路情報の代表値を示す情報を、前記有線ネットワークまたは無線ネットワーク経由で前記第一の基地局装置へ通知することを特徴とする。

[0034] (23) 上記に記載の通信システムにおいて、本発明の一態様は、前記複数の通信エリアそれぞれにおける基地局装置は有線ネットワークまたは無線ネットワークで相互に接続されており、前記第一の基地局装置は、前記求めた送信ウェイトを、前記有線または無線ネットワーク経由で他の基地局装置へ通知することを特徴とする。

[0035] (24) 上記に記載の通信システムにおいて、本発明の一態様は、前記第一の基地局装置は、更に前記求めた受信ウェイトを、前記有線または無線ネットワーク経由で他の基地局装置へ通知することを特徴とする。

[0036] (25) 本発明の一態様は、基地局装置と少なくとも一つの端末装置とが通信を行う通信エリアが複数存在し、前記複数の通信エリアが隣接または重複し合う通信システムにおける通信方法であって、前記複数の通信エリアのうち1つの通信エリアにおける基地局である第一の基地局装置は、前記協調する基地局装置における送信ウェイトを算出して、該送信ウェイトを示す情報を各基地局装置に通知する手順と、各基地局装置は通知された前記送信ウェイトが乗算された信号を前記端末装置へ送信する手順と、を有することを特徴とする通信方法である。

[0037] (26) 本発明の一態様は、各セルの受信品質に基づいて、通信に使用する同じリソースを割り当てる割当部と、前記割当部が同じリソースに割り当

てた端末に対してセル間干渉の抑圧を行う送信ウェイトを算出するウェイト算出部と、送信信号に前記ウェイト算出部が算出した送信ウェイトを乗算する送信ウェイト乗算部と、前記送信ウェイト乗算部が乗算することにより得られた信号を通信エリア内の端末装置へ送信する送信部と、を備えることを特徴とする基地局装置である。

[0038] (27) 上記に記載の基地局装置において、本発明の一態様は、前記ウェイト算出部は、前記端末装置がセル間干渉を抑圧するための受信ウェイトを更に算出し、前記送信部は、該算出した受信ウェイトを示す情報を通信エリア内の端末装置へ通知することを特徴とする。

[0039] (28) 本発明の一態様は、基地局装置から送信された送信信号から、受信データ信号と受信ウェイトとに分離する信号分離部と、前記信号分離部が分離した受信データ信号に前記信号分離部が分離した受信ウェイトを乗算する受信ウェイト乗算部と、を備えることを特徴とする端末装置である。

[0040] (29) 上記に記載の端末装置において、本発明の一態様は、基地局装置から送信された送信信号から、参照信号と制御情報とに分離する信号分離部と、前記信号分離部が分離した参照信号に基づいて、サブキャリア毎の等価伝搬路を推定する伝搬路推定部と、前記伝搬路推定部が推定したサブキャリア毎の等価伝搬路に基づいて、受信ウェイトを算出する受信ウェイト算出部と、前記信号分離部が分離した制御情報に前記受信ウェイト算出部が算出した受信ウェイトを乗算する受信ウェイト乗算部と、を備えることを特徴とする。

発明の効果

[0041] 本発明によれば、セル間の干渉を抑えつつ、周波数利用効率を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0042] [図1]通信フレームの構成例を示す図である。

[図2]第1の実施形態における通信システムの構成例である。

[図3]同じ種類のセルの一部のエリアが重複する通信システムの構成例である。

。

[図4]第1の実施形態における通信システムの処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図5]第1の実施形態におけるマクロセル基地局の構成を示す概略ブロックである。

[図6]第1の実施形態における上位層の概略ブロック図である。

[図7]第1の実施形態におけるピコセル基地局の構成を示す概略ブロックである。

[図8]第1の実施形態における端末の構成を示す概略ブロック図である。

[図9]図4のステップS105における送受信ウェイト算出の処理の流れを示すフローチャートである。

[図10]図9における処理により送信ウェイトと受信ウェイトとが算出される工程を示した図である。

[図11]第2の実施形態における通信システムの構成例を示す図である。

[図12]第2の実施形態における通信システムの処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図13]第2の実施形態における端末装置の概略ブロック図である。

[図14]第2の実施形態におけるマクロセル基地局の概略ブロック図である。

[図15]第2の実施形態における上位層の概略ブロック図である。

[図16]第2の実施形態における送受信ウェイト算出の処理の流れを示すフローチャートである。

[図17]第3の実施形態における通信システムの構成例を示す図である。

[図18]第3の実施形態における通信システムの処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図19]第3の実施形態におけるマクロセル基地局の概略ブロック図である。

[図20]第3の実施形態における端末装置の概略ブロック図である。

発明を実施するための形態

[0043] 以下、本発明の実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。各実

施形態では、基地局装置と少なくとも一つの端末装置とが通信を行う通信エリアが複数存在し、前記複数の通信エリアが隣接または重複し合う通信システムについて説明する。

〔第１の実施形態〕

従来の通信システムは、セル間でリソース割り当てを調整することによってセル間干渉の影響を抑圧していたが、本実施形態における通信システムは、協調制御によってセル間干渉を抑圧し、さらに、協調制御に用いる送受信ウェイトをサブキャリア毎に算出する。ここで、リソースとは周波数または時間を表す。

[0044] ここで、本実施形態で対象とする協調制御について簡単に説明する。本実施形態では、自セルの伝搬路変動だけでなく、他セルの伝搬路変動も考慮して、セル間で互いに干渉を与え合わないような協調制御を対象とする。このような協調制御技術の例としては、協調送信ビームフォーミング技術やＩＡ（Interference Alignment）技術等がある。

[0045] このうち、協調送信ビームフォーミング技術は、他セルとの間の伝搬路変動を基に、それらのセルに干渉を与えないような送信ウェイトを基地局で信号に乗算して伝送する技術である。このとき、適切な送信ウェイトを乗算して伝送することにより、他セルの端末へ与える干渉を抑圧することができる。

[0046] また、ＩＡ技術は、干渉源となる複数の基地局から到来する干渉信号の等価伝搬路が、端末において受信信号に乗算する受信ウェイトに直交するように、各基地局と各端末が協調して送信ウェイトと受信ウェイトを算出し、それらを用いた送受信を行う技術である。このような制御を行うことにより、端末において除去可能な数（自由度）以上の干渉信号が隣接セルから到来する場合にも、それらの干渉信号を除去し、受信信号から所望信号を高精度に抽出することが可能となる。

[0047] 本実施形態では、協調制御の一例としてＩＡ技術を用いるが、ＩＡ技術に限ったものではなく、協調送信ビームフォーミング技術を用いてもよい。ま

た、本実施形態で対象とする通信フレームは、一例として図1で示された6つのリソースブロックで構成されるものとする。ここで、リソースブロックとは、ある周波数（例えばサブキャリア数）及び時間（例えばシンボル数）で定義されるものである。

[0048] 図2は、第1の実施形態における通信システム1の構成例を示す図である。同図に示すように、広い領域をカバーするマクロセル21内に、狭い領域をカバーするピコセル22が存在する。また、各セルの基地局にはそれぞれ1台の端末が接続されており、マクロセル基地局（第一の基地局装置）100にはマクロセル端末200-1が接続されており、ピコセル基地局300にはピコセル端末200-2が接続されている。

なお、マクロセル端末200-1及びピコセル端末200-2を総称して端末200と呼ぶことがある。

[0049] 本実施形態では、一例として図2の通信システム1を想定するが、セル間干渉を及ぼすマルチセル環境であれば本実施形態を適用することができる。また、光張り出し基地局（RRE: Remote Radio Equipment）、フェムトセル基地局、リレー局などで構成されるセルやゾーンを対象とすることができるし、また、セル数、端末数は本実施形態の数に限定されない。また、図3のように同じ種類のセルの一部のエリアが重複する通信システムであってもよい。この点は、第1の実施形態のみならず他の実施形態にも同様である。

[0050] 図3は、同じ種類のセルの一部のエリアが重複する通信システムの構成例である。同図において、第1のセル31の一部の通信エリアと第2のセル32の一部の通信エリアとが重複していることが示されている。また、各セルの基地局にはそれぞれ1台の端末装置が接続されており、第1の基地局33には端末装置34が接続されており、第2の基地局35には端末装置36が接続されている。

[0051] 本実施形態における複数の基地局の各基地局は、有線ネットワークで相互に接続されており、基地局間で情報を共有する。なお、複数の基地局の各基

地局は、有線ネットワークでなく無線ネットワークで相互に接続されていてもよい。また、リレー局の場合は、リレー局と他の基地局は、無線ネットワークで相互に接続されることができる。

例えば、フェムトセル基地局は、インターネット経由でマクロセル基地局 100 との情報のやり取りを行う。一方、例えば、光張り出し基地局やピコセル基地局は、光ファイバや専用ネットワーク経由でマクロセル基地局 100 との情報のやり取りを行う。ここで、例えば、3GPP において規格化されている LTE (Long Term Evolution) や LTE-A (LTE-Advanced) では、基地局間のインターフェースとして X2 と呼ばれるインターフェースが定義されており、このインターフェースを用いることができる。

[0052] 続いて、図 4 を用いて、本実施形態における基地局及び端末の処理の流れを説明する。

図 4 は、第 1 の実施形態における通信システムの処理の流れの一例を示すフローチャートである。本実施形態では、協調制御に必要な処理を集中制御局（第一の基地局装置）で行う構成とし、一例として、マクロセル基地局 100 を集中制御局とする。

[0053] まず、ステップ S101 において、各端末（マクロセル端末 200-1 及びピコセル端末 200-2）は、自端末が接続する基地局との間の伝搬路及び干渉局との間の伝搬路を推定し、推定した伝搬路を伝搬路情報とする。その際、各端末は例えば 3GPP で検討されている伝搬路推定用の参照信号（CRS: Cell Specific Reference Signal、あるいは CSI-RS: CSI-Reference Signal）を用いることによって、両者の伝搬路を推定する。

[0054] また、各端末は同期信号、等から受信品質を測定する。ここで、受信品質とは、受信 SINR（信号対干渉及び雑音電力比: Signal to Interference plus Noise power Ratio）などの干渉（セル間干渉）に関する要素が含まれた数値のことであり、同

期信号や参照信号（CRSやCSI-RS等）の受信レベルから測定することができる。また、各端末は上記の同期信号等から、干渉源となるセルの情報を得ることができる。

[0055] 次に、ステップS102において、マクロセル端末200-1及びピコセル端末200-2は、ステップS101で推定した伝搬路情報と測定した受信品質とを、自端末が接続する基地局へ通知する。

次に、S103において、ピコセル基地局300は、有線ネットワークを用いて、ステップS102で取得した情報（伝搬路情報及び受信品質）をマクロセル基地局100へ通知する。なお、集中制御局以外の基地局が複数ある場合には、集中制御局以外の各基地局がステップS103の処理を行う。

[0056] 次に、S104において、マクロセル基地局100は、各セルの受信品質に基づいてリソース割り当てを行う。ここで、各セルの受信品質（干渉源となるセルの情報）から、マクロセルとピコセルが干渉を及ぼし合っていることがわかるため、マクロセル基地局100は、協調セル（協調制御を行う対象となるセル）をマクロセルとピコセルとし、マクロセル端末200-1とピコセル端末200-2に同じリソース（周波数帯）を割り当てる。ここでは、一例として、図1の6つのリソースブロックのうち、3つのリソースブロック（RB1～RB3）を協調セルに割り当てる。

[0057] このように、本実施形態では、干渉を及ぼし合うセルを協調セルとし、協調セルに含まれるセルを協調制御の対象とし、同じリソースに割り当てる。これにより、協調セル間では協調制御によってセル間干渉を抑圧することができる。また、これらのセルの基地局に接続する端末は同じリソースを用いることができるので、周波数利用効率が向上する。なお、協調セルに割り当てるリソースは、協調セルの受信品質が良いリソースブロックを用いてもよい。

[0058] また、本実施形態では、端末から通知された受信品質に基づいて、協調セルやリソース割り当てを決定する例としたが、予めこれらの情報が決まっている場合は、その情報に従ってリソース割り当てを決定してもよい。

[0059] 次に、ステップS 1 0 5において、マクロセル基地局1 0 0は、伝搬路情報に基づいて、協調制御を行うための送受信ウェイトを算出する。ここでは協調制御の一例としてI A技術を用いる場合について説明する。I A技術を実現する送受信ウェイトの算出方式としては、幾つかの方式が提案されている。本実施形態におけるマクロセル基地局1 0 0は、一例として、後述する図9に示す繰り返しアルゴリズムによる算出方式を用いる。

[0060] 次に、ステップS 1 0 6において、マクロセル基地局1 0 0は、有線ネットワーク経由で、ステップS 1 0 5で算出した送受信ウェイトとリソース割り当てをピコセル基地局3 0 0へ通知する。このとき、各セルへ通知する情報は、そのセルに関する情報のみであり、本実施形態では、マクロセル基地局1 0 0がピコセル基地局3 0 0へ通知する情報は、送信ウェイト v_2 、受信ウェイト u_2 、リソース割り当て（RB 1～RB 3を示す情報）である。送信ウェイト v_2 、受信ウェイト u_2 、リソース割り当てについては、後に詳述する。また、本実施形態の場合、ピコセル基地局3 0 0に接続する端末は1台であるため、ピコセル基地局3 0 0に通知する受信ウェイトは1つであるが、ピコセル基地局3 0 0に接続する端末数が複数であれば、それら複数の端末の受信ウェイトを通知する。

なお、集中制御局以外の基地局が複数ある場合には、集中制御局は、各基地局向けに算出された送受信ウェイトとリソース割り当てを集中制御局以外の各基地局へ通知する。

[0061] 次に、ステップS 1 0 7において、各基地局はS 1 0 6で通知された情報に基づいて、送信処理を行う。

次に、ステップS 1 0 8において、各基地局は、自基地局に接続されている端末へ受信ウェイトを通知する。

次に、ステップS 1 0 9において、各基地局は、自基地局に接続されている端末へデータを送信する。

次に、ステップS 1 1 0において、各端末は、接続する基地局から送信された信号を受信し、受信処理を行う。さらに、各端末は受信信号から伝搬路

情報と受信品質を推定する。以上で、本フローチャートの処理を終了する。

[0062] <基地局について>

図5は、第1の実施形態におけるマクロセル基地局100の構成を示す概略ブロックである。

マクロセル基地局100は、受信アンテナ101、無線部102、A/D (Analog to Digital) 変換部103、受信部104、符号部105、変調部106、送信ウェイト乗算部107、復調用参照信号生成部108、伝搬路推定用参照信号生成部109、制御信号生成部110、信号多重部111、IFFT部121、…、12N (Nは正の整数) までのN個のIFFT部12i (iは1からNまでの整数)、D/A変換部131、…、13N (Nは正の整数) までのN個のD/A変換部13i (iは1からNまでの整数)、無線部(送信部) 141、…、14N (Nは正の整数) までのN個の無線部14i (iは1からNまでの整数)、送信アンテナ151、…、15N (Nは正の整数) までのN個の送信アンテナ15i (iは1からNまでの整数) 及び上位層160を備える。

[0063] 受信アンテナ101は、自身が接続する端末から送信された信号を受信し、受信した信号を受信信号として無線部102へ出力する。

無線部102は、受信アンテナ101から入力された受信信号をダウンコンバートしてベースバンド信号を生成し、生成したベースバンド信号をA/D変換部103へ出力する。

[0064] A/D変換部103は、入力されたアナログ信号をデジタル信号に変換し、変換により得られたデジタル信号を受信部104へ出力する。

受信部104は、A/D変換部103から入力されたデジタル信号から、端末が推定した伝搬路情報と端末が測定した受信品質とを上位層へ出力する(図4のステップS102参照)。

[0065] 上位層160は、有線ネットワーク経由で、ピコセル基地局300から送信された伝搬路情報と受信品質とを受信する。そして、上位層160は、受信した伝搬路情報と受信品質とに基づいて、協調セル、リソース割り当て及

びサブキャリア毎の送受信ウェイトを決定する（図4のステップS104、ステップS105参照）。さらに、上位層160は、決定したリソース割り当てとサブキャリア毎の送受信ウェイトとを各セルの基地局へ通知する（図4のステップS106参照）。

[0066] また、上位層160は、決定したリソース割り当てを制御信号生成部110へ出力する。また、上位層160は、決定したサブキャリア毎の送信ウェイトを送信ウェイト乗算部107及び復調用参照信号生成部108へ出力する。また、上位層160は、決定したサブキャリア毎の受信ウェイトを各無線部14iへ出力する。

[0067] 符号部105は、上位層から入力された送信ビット列を符号化し、符号化された送信ビット列を変調部106へ出力する。

変調部106は、符号部105から入力された符号化された送信ビット列をQPSK (Quadrature Phase Shift Keying) 又は16QAM (Quadrature Amplitude Modulation) 等の変調方式を用いて変調し、変調により得られた変調ビット列を送信ウェイト乗算部107へ出力する。

[0068] 送信ウェイト乗算部107は、変調部106から入力された送信ビット列に、上位層160から入力されたサブキャリア毎の送信ウェイトを乗算し、乗算により得られた送信データ信号を信号多重部111へ出力する。なお、空間多重を行う場合には、送信ウェイト乗算部107は、公知のレイヤマッピングと呼ばれる空間多重数だけ並列化したのち、サブキャリア毎に送信ウェイトを乗算する。

[0069] 復調用参照信号生成部108は、復調用参照信号として、サブキャリア毎に既知の参照信号にサブキャリア毎の送信ウェイトを乗算して復調用参照信号を生成し、生成した復調用参照信号を信号多重部111へ出力する。

伝搬路推定用参照信号生成部109は、伝搬路推定用参照信号として既知の参照信号を生成し、生成した参照信号を信号多重部111へ出力する。

[0070] 制御信号生成部110は、端末に通知する制御情報（リソース割り当てや

変調方式、符号化率などの情報）を生成し、生成した制御情報を信号多重部 111 へ出力する。

信号多重部 111 は、送信ウェイト乗算部 107 から入力された送信データ信号に、復調用参照信号生成部 108 から入力された復調用参照信号、伝搬路推定用参照信号生成部 109 から入力された伝搬路推定用参照信号及び制御信号生成部 110 から入力された制御情報を多重する。そして、信号多重部 111 は、多重により得られた送信信号を IFFT 部 121、…、12N へ出力する。

[0071] 各 IFFT 部 12i は、入力された周波数軸上の送信信号を IFFT (Inverse Fast Fourier Transform; 逆高速フーリエ変換) によって時間軸上の信号に変換し、ガードインターバル G1 を付加した後に、この時間軸上の信号を同じインデックス i の D/A 変換部 13i へ出力する。

各 D/A 変換部 13i は、IFFT 部 12i から入力された信号をデジタル信号からアナログ信号へ変換し、変換後のアナログ信号を同じインデックス i の無線部 14i へ出力する。

[0072] 各無線部 14i は、上位層 160 から入力された受信ウェイトに対して量子化などを施して、データ通信に適した信号に変換する。

各無線部 14i は、変換により得られた信号を無線周波数にアップコンバートし、アップコンバート後の信号を対応する送信アンテナ 15i を介して、マクロセル端末 200-1 へ送信する（図 4 のステップ S108 参照）。なお、本実施形態における各無線部 14i は、受信ウェイトを制御信号とは別に送信する構成であるが、制御信号の中に多重して送信してもよい。

[0073] さらに、各無線部 14i は、対応する D/A 変換部 13i から入力されたアナログ信号を無線周波数にアップコンバートし、対応する送信アンテナ 15i を介して、マクロセル端末 200-1 へ送信する（図 4 のステップ S109 参照）。

[0074] 図 6 は、第 1 の実施形態における上位層 160 の構成を示す概略ブロック

図である。上位層 160 は、割当部 161 と、ウェイト算出部 162 とを備える。

割当部 161 は、ピコセル基地局 300 から送信されたピコセル 22 の受信品質を受信する。また、割当部 161 は、受信部 104 から転送されたマクロセル 21 の受信品質を受信する。

[0075] 割当部 161 は、各セル（例えば、マクロセル 21 とピコセル 22）の受信品質に基づいて、通信に使用する周波数帯を割り当てる。具体的には、各セルの受信品質（干渉源となるセルの情報）から、マクロセルとピコセルが干渉を及ぼし合っているか否か判定する。図 2 のように、マクロセルとピコセルが干渉を及ぼし合っている場合、割当部 161 は、協調セル（協調制御を行う対象となるセル）をマクロセル 21 とピコセル 22 とし、マクロセル端末 200-1 とピコセル端末 200-2 に同じリソース（周波数帯）を割り当てる。

[0076] 一方、マクロセルとピコセルが干渉を及ぼし合っていない場合、割当部 161 は、一例として、マクロセル端末 200-1 とピコセル端末 200-2 を伝搬路特性が最もよい周波数帯域に割り当てる。そして、割当部 161 は、割当結果をウェイト算出部 162 へ出力する。

ウェイト算出部 162 は、割当部 161 から入力された割当結果が同じ周波数帯に割り当ててることを示す場合、割当部 161 が同じ周波数帯に割り当てた端末同士が協調制御を行うための送信ウェイトと受信ウェイトを算出する。送信ウェイトと受信ウェイトの算出の詳細は後述する。

そして、ウェイト算出部 162 は、算出した送信ウェイト乗算部 107 及び復調用参照信号生成部 108 へ出力する。また、ウェイト算出部 162 は、算出した受信ウェイトを無線部 141、…、14N へ出力する。

[0077] 図 7 は、第 1 の実施形態におけるピコセル基地局 300 の構成を示す概略ブロックである。

なお、図 5 と共通する要素には同一の符号を付し、その具体的な説明を省略する。図 7 のピコセル基地局 300 の構成は、図 5 のマクロセル基地局 1

00の構成に対して、上位層160が上位層160-2に変更されたものとなっている。

[0078] 上位層160-2は、有線ネットワーク経由で各セルの伝搬路情報と受信品質とをマクロセル基地局100へ通知する（図4のステップS103参照）。

また、上位層160-2は、マクロセル基地局100からリソース割り当てと送受信ウェイトとを受信する。そして、上位層160-2は、受信したリソース割り当てを制御信号生成部110へ出力する。また、上位層160-2は、受信したサブキャリア毎の送信ウェイトを送信ウェイト乗算部107及び復調用参照信号生成部108へ出力する。

[0079] <端末について>

続いて、マクロセル端末200-1及びピコセル端末200-2について説明する。ここで、マクロセル端末200-1及びピコセル端末200-2を総称して端末装置200と呼ぶこととする。

図8は、第1の実施形態における端末装置200の構成を示す概略ブロック図である。

端末装置200は、受信アンテナ201、…、20N、無線部211、…、21N、A/D変換部221、…、22N、FFT部231、…、23N、信号分離部241、伝搬路推定部242、受信ウェイト乗算部243、復調部245、復号部246、受信品質推定部251、送信部252、D/A変換部253、無線部254、送信アンテナ255を備える。

[0080] 受信アンテナ20iは、自端末が接続している基地局から送信された受信ウェイトを含む受信信号を受信する（図4のステップS108参照）。また、受信アンテナ20iは、参照信号（復調用参照信号及び伝搬路推定用参照信号）、制御情報、受信データ信号を含む受信信号を自端末が接続している基地局から受信する。

[0081] 各受信アンテナ20iは、自端末が接続する基地局から受信した上記受信信号を、インデックスiが同じ無線部21iへ出力する。

各無線部 21*i* は、受信アンテナ 20*i* から入力された受信信号をダウンコンバートしてベースバンド信号を生成し、生成したベースバンド信号を対応する A/D 変換部 221、…、22*N* へ出力する。

[0082] 各 A/D 変換部 22*i* は、入力されたアナログ信号をデジタル信号に変換し、変換後のデジタル信号をインデックス *i* が同じ FFT 部 23*i* へ出力する。

各 FFT 部 23*i* は、A/D 変換部 22*i* から入力されたデジタル信号を FFT (Fast Fourier Transform; 高速フーリエ変換) し、周波数軸上の信号に変換し、変換後の信号を信号分離部 241 へ出力する。

[0083] 信号分離部 241 は、各 FFT 部 23*i* から入力された信号から参照信号 (復調用参照信号及び伝搬路推定用参照信号) と制御情報を分離し、参照信号を伝搬路推定部 242 へ、受信データ信号及び受信ウェイトを受信ウェイト乗算部 243 へ出力する。また、信号分離部 241 は、分離した制御情報を受信ウェイト乗算部 243、復調部 245 及び復号部 246 へ出力する。

[0084] 受信ウェイト乗算部 243 は、信号分離部 241 から入力された受信データ信号に、信号分離部 241 から入力された受信ウェイトを乗算し、乗算により得られた信号を復調部 245 へ出力する。このとき、受信ウェイト乗算部 243 は、制御情報 (リソース割り当て) を参照し、各端末が使用している RB1~RB3 のサブキャリアにおける受信データ信号に対して、サブキャリア毎の受信ウェイトを乗算する。

[0085] 復調部 245 は、信号分離部 241 から入力された制御情報 (変調方式) に基づいて、入力された受信データ信号を復調し、得られた受信ビット列を復号部 246 へ出力する。

復号部 246 では、信号分離部 241 から入力された制御情報 (符号化率) に基づいて、復調部 245 から入力された受信ビット列を復調し復号ビット列を得る。

[0086] 伝搬路推定部 242 は、信号分離部 241 から入力された参照信号に含ま

れる伝搬路推定用参照信号からサブキャリア毎の伝搬路情報を推定し、推定した伝搬路情報を送信部 252 へ出力する。また、伝搬路推定部 242 は、参照信号に含まれる復調用参照信号からサブキャリア毎の等価伝搬路情報を推定し、推定した等価伝搬路情報を受信ウェイト乗算部 243 へ出力する。等価伝搬路情報とは、基地局で乗算する送信ウェイトを考慮した等価的な伝搬路を表しており、復調用参照信号生成部では送信ウェイトを考慮した復調用参照信号を生成しているため、この信号を受信することで等価伝搬路を得ることができる。

[0087] なお、本実施形態では、マクロセル基地局 100 が受信ウェイトを算出し、各端末へ通知する構成であるため、各端末において受信ウェイトの算出は不要である。

しかし、各端末が受信ウェイトを算出する場合、送信ウェイトを乗算した既知信号（復調用参照信号）を送信することによって、各端末で等価伝搬路情報を推定することができるため、受信ウェイトの通知は必須ではなく、各端末で等価伝搬路情報を推定する構成にすることも可能である。また、受信ウェイトが通知された場合でも、各端末で受信ウェイトの算出を行なってもよい。

[0088] 受信品質推定部 251 は、周辺セルの基地局からの同期信号をそれぞれ受信し、同期信号から得られた受信レベルから受信品質を推定する。受信品質推定部 251 は、受信レベルが予め決められた閾値よりも高ければ、その受信レベルが得られた同期信号を送信した基地局を干渉局と判定する。受信品質推定部 251 は、推定した受信品質（干渉に関する要素が含まれた数値と、干渉源となるセルの情報）を送信部 252 へ出力する。

送信部 252 は、伝搬路推定部 242 から入力された伝搬路情報と受信品質推定部 251 から入力された受信品質とを送信可能な形式の送信信号に変換し、変換後の送信信号を D/A 変換部 253 へ出力する。

[0089] D/A 変換部 253 は、送信部 252 から入力された送信信号をデジタル信号からアナログ信号に変換し、変換後のアナログ信号を無線部 254 へ

出力する。

無線部 254 は、D/A 変換部 253 から入力されたアナログ信号を送信アンテナ 255 から自端末が接続している基地局へ送信する。

[0090] なお、本実施形態において、受信品質推定部 251 は、周辺セルから到来する同期信号を各セルが受信した結果に基づき、受信品質を生成したが、これに限らず、基地局間でやり取りする情報を基に受信品質を生成してもよい。

例えば、LTE システムでは、受信品質推定部 251 は、基地局間で基地局各々の送信電力がリソースブロック毎に高いか低いかを把握することが可能な RNT P (Relative Narrowband Tx Power) 等の制御情報を用いて、受信品質を生成してもよい。ここで、RNT P は、各セルのリソースブロック毎の送信電力を示す情報であるため、各基地局でこの情報を参照することにより、各セルの送信電力を把握することができる。受信品質推定部 251 は、送信電力が小さい値のセルは、隣接セルに干渉を与えないセル、大きい値のセルは隣接セルに干渉を与えるセルと決定することができる。

[0091] また、各セルの位置関係が事前に把握されている場合には、受信品質推定部 251 は、その位置関係と RNT P を考慮することにより、リソースブロック毎の受信品質を生成してもよい。

[0092] <送受信ウェイト算出の詳細について>

続いて、ウェイト算出部 162 が行う送受信ウェイト算出の詳細について説明する。

まず、以下の説明で扱う変数について説明する。協調制御の対象となる基地局数を NBS 、協調制御の対象となる端末数を NUE とする。また、 j ($1 \leq j \leq NBS$) は基地局の識別番号、 k ($1 \leq k \leq NUE$) は端末の識別番号を表し、本実施形態において、 $j = 1$ はマクロセル基地局 100、 $j = 2$ はピコセル基地局 300、 $k = 1$ はマクロセル端末 200-1、 $k = 2$ はピコセル端末 200-2 とする。 $H_{kj}(m)$ は、 m 番目のサブキャリアに

おける第 j ($1 \leq j \leq NBS$) 番目の基地局と第 k ($1 \leq k \leq NUE$) 番目の端末との間の伝搬路情報を表し、 $H_{jk}(m)'$ は、 m 番目のサブキャリアにおける第 k ($1 \leq k \leq NUE$) 番目の端末と第 j ($1 \leq j \leq NBS$) 番目の基地局との間の伝搬路情報を表している。また、 v は、送信ウェイトを表し、 u は、受信ウェイトを表しており、 Q は受信する干渉信号の共分散行列である。また、 P は、送信電力であり、 d は、送信するストリーム数である。

[0093] また、 x は、リソースブロック番号 ($1 \leq x \leq$ リソースブロック数 (本実施形態では 6) とし、 m は、サブキャリア番号 ($1 \leq m \leq$ 通信フレーム内の最後のサブキャリア番号 (本実施形態では 72) とする。また、繰り返し回数は、任意の値を設定することが可能であり、十分な繰り返し回数を与えることで、より多くのセル間干渉の影響を抑圧可能な送受信ウェイトを算出することができる。

[0094] 図 9 は、図 4 のステップ S 105 における送受信ウェイト算出の処理の流れを示すフローチャートである。

まず、ステップ S 200 において、ウェイト算出部 162 は、 RB_x がリソース割り当てに含まれるかを判定する。つまり、本実施形態では、ウェイト算出部 162 は、 $x = 1, 2, 3$ の場合リソース割り当てに含まれると判定し、 $x = 4, 5, 6$ の場合リソース割り当てに含まれないと判定する。

[0095] 次に、ステップ S 201 において、ウェイト算出部 162 (図 6) は、サブキャリア番号 m に RB_x における最初のサブキャリア番号を設定する。具体的には、本実施形態では、ウェイト算出部 162 は、例えばリソースブロック番号 x が 1 のときサブキャリア番号 m が 1、リソースブロック番号 x が 2 のときサブキャリア番号 m が 13 のように、各リソースブロックの最初のサブキャリア番号を指定する。

[0096] 次に、ステップ S 202 において、ウェイト算出部 162 は、サブキャリア番号 m が RB_x における最後のサブキャリア番号以下の間、ステップ S 203 ~ S 214 の処理を繰り返すための判定を行う。具体的には、ウェイト

算出部 162 は、サブキャリア番号 m が RB_x における最後のサブキャリア番号以下であるか否か判定する。サブキャリア番号 m が RB_x における最後のサブキャリア番号以下の場合（ステップ S202 YES）、ウェイト算出部 162 は、ステップ S203 へ遷移する。サブキャリア番号 m が RB_x における最後のサブキャリア番号を超える場合（ステップ S202 NO）、ウェイト算出部 162 は、ステップ S215 へ遷移する。

[0097] 次に、ステップ S203 において、ウェイト算出部 162 は、インデックス n を 1 に初期化する。

次に、ステップ S204 において、ウェイト算出部 162 は、送信ウェイト $v_j(m)$ に任意の初期値を設定する。

[0098] 次に、ステップ S205 において、ウェイト算出部 162 は、インデックス n が予め決められた繰り返し回数以下の間、ステップ S205～S212 の処理を繰り返すための判定を行う。具体的には、ウェイト算出部 162 は、インデックス n が繰り返し回数以下であるか否か判定する。インデックス n が繰り返し回数以下である場合（ステップ S205 YES）、ウェイト算出部 162 は、ステップ S206 へ遷移する。インデックス n が繰り返し回数を超える場合（ステップ S205 NO）、ウェイト算出部 162 は、ステップ S213 へ遷移する。

[0099] 次に、ステップ S206 において、ウェイト算出部 162 は、伝搬路情報と送信ウェイトとに基づいて、干渉の共分散行列 $Q_k(m)$ を算出する。具体的には、例えば、ウェイト算出部 162 は、次式（1）に従って、共分散行列 $Q_k(m)$ を算出する。

[0100] [数1]

$$Q_{k(m)} = \sum_{j=1, j \neq k}^{N_{BS}} \frac{P_{j(m)}}{d_{j(m)}} \mathbf{H}_{kj(m)} \mathbf{v}_{j(m)} \mathbf{v}_{j(m)}^H \mathbf{H}_{kj(m)}^H \quad \dots (1)$$

[0101] ここで式（1）において、上付きの H は複素共役転置行列を表す。次に、ウェイト算出部 162 は、算出した干渉の共分散行列 $Q_k(m)$ に基づいて

、受信ウェイトを算出する。具体的には、ステップS207において、例えば、ウェイト算出部162は、干渉の共分散行列 $Q_k(m)$ を特異値分解し、受信ウェイト $u_k(m)$ を算出する。ここで、共分散行列 $Q_k(m)$ を特異値分解して得られる左特異ベクトルのうち、小さい特異値に対応するものをストリーム数分選択して受信ウェイト $u_k(m)$ とする。具体的には、ウェイト算出部162は、左特異ベクトル（受信アンテナ数行、受信アンテナ数列）のうち、右からストリーム数分の列を抽出し、受信ウェイト $u_k(m)$ とする。

[0102] 次に、ステップS208において、ウェイト算出部162は、送信ウェイト $v_k(m)'$ に算出した受信ウェイト $u_k(m)$ の値を代入し、伝搬路情報 $H_{jk}(m)'$ に $H_{kj}(m)H$ の値を代入する。

[0103] 次に、ステップS209において、ウェイト算出部162は、伝搬路情報と受信ウェイトとに基づいて、干渉の共分散行列 $Q_j(m)'$ を算出する。具体的には、例えば、ウェイト算出部162は、次式(2)に従って、干渉の共分散行列 $Q_j(m)'$ を算出する。

[0104] [数2]

$$Q_{j(m)}' = \sum_{k=1, k \neq j}^{N_{UE}} \frac{P'_{k(m)}}{d_{k(m)}} \mathbf{H}'_{jk(m)} \mathbf{v}'_{k(m)} \mathbf{v}_{k(m)}^H \mathbf{H}_{jk(m)}^H \quad \dots (2)$$

[0105] 次に、ウェイト算出部162は、算出した干渉の共分散行列 $Q_j(m)'$ に基づいて、送信ウェイトを算出する。具体的には、例えば、ステップS210において、ウェイト算出部162は、干渉の共分散行列 $Q_j(m)'$ を特異値分解し、受信ウェイト $u_j(m)'$ を算出する。そして、ウェイト算出部162は、ステップS207と同様に、 $Q_j(m)'$ を特異値分解して得られる左特異ベクトルのうち、小さい特異値に対応するものをストリーム数分選択して受信ウェイト $u_j(m)'$ とする。具体的には、ウェイト算出部162は、左特異ベクトル（送信アンテナ数行、送信アンテナ数列）のうち、右からストリーム数分の列を抽出し、受信ウェイト $u_j(m)'$ とする。

。

[0106] 次に、ステップS 2 1 1において、ウェイト算出部1 6 2は、送信ウェイト $v_j(m)$ に算出した受信ウェイト $u_j(m)'$ を代入する。

次に、ステップS 2 1 2において、ウェイト算出部1 6 2は、インデックス n に1を加算し、ステップS 2 0 4へ遷移する。これにより、ステップS 2 0 4において、ウェイト算出部1 6 2は、インデックス n の値と繰り返し回数を比較し、ステップS 2 0 5～S 2 1 2の処理を予め決められた繰り返し回数行い、インデックス n が予め決められた繰り返し回数を越える場合（ステップS 2 0 5 NO）、ステップS 2 1 3へ遷移する。

[0107] 次に、ステップS 2 1 3において、ウェイト算出部1 6 2は、得られた送信ウェイト $v_j(m)$ を m 番目のサブキャリアにおける送信ウェイト、受信ウェイト $u_k(m)$ の複素共役転置ベクトル $u_k(m)^H$ を m 番目のサブキャリアにおける受信ウェイトとする。

次に、ステップS 2 1 4において、ウェイト算出部1 6 2は、サブキャリア番号 m に1を加算し、ステップS 2 0 2へ遷移する。ウェイト算出部1 6 2は、ステップS 2 0 3～S 2 1 3の処理を RB_x におけるサブキャリア数回繰り返して、サブキャリア番号 m が RB_x における最後のサブキャリア番号を越える場合（ステップS 2 0 2 NO）、ステップS 2 1 5へ遷移する。

[0108] 次に、ステップS 2 1 5において、ウェイト算出部1 6 2は、リソースブロック番号 x に1を加算し、ステップS 2 1 6へ遷移する。

次に、ステップS 2 1 6において、ウェイト算出部1 6 2は、リソースブロック番号 x がリソースブロック数（ RB 数、本実施形態では6）以下であるか否か判定する。リソースブロック番号 x が RB 数以下であれば（ステップS 2 1 6 YES）、ウェイト算出部1 6 2は、ステップS 2 0 0へ遷移し、次のリソースブロックについての処理を行う。

[0109] 以上の処理を、ウェイト算出部1 6 2は、リソースブロック数だけ繰り返して、リソースブロック番号 x が RB 数を超える場合（ステップS 2 1 6

NO)、その処理を終了する。以上で、本フローチャートの処理を終了する。

以上により、ウェイト算出部162は、リソース割り当てに含まれる全てのサブキャリア（本実施形態では、RB1～RB3における全てのサブキャリア）に対してサブキャリア毎の送受信ウェイトを算出することができる。

[0110] このように、図9に示されたアルゴリズムでは、ウェイト算出部162は、小さい特異値に対応するウェイト（干渉電力が小さくなるようなウェイト）を用いるようにウェイトを繰り返し更新していく。そのため、ウェイト算出部162は、予め決められた繰り返し回数後には、干渉の影響を抑圧することができるウェイトを送受信ウェイトとして得ることができる。本実施形態における通信システム1は、このように得られた送受信ウェイトを用いることにより、複数のセルが協調して干渉の影響を抑圧することができる。なお、このアルゴリズムは一例であり、この他のアルゴリズムを用いてもよい。

[0111] 図10は、図9における処理により送信ウェイトと受信ウェイトとが算出される工程を示した図である。同図において、送信ウェイトの算出処理と受信ウェイトの算出処理とに分けられている。

まず、インデックス n が1の場合、ウェイト算出部162は、送信ウェイト $v_j(m)$ に初期値が代入する（ステップS204）。次に、ウェイト算出部162は、共分散行列 $Q_k(m)$ を算出する（ステップS205）。次に、ウェイト算出部162は、共分散行列 $Q_k(m)$ を特異値分解し、受信ウェイト $u_k(m)$ を算出する（ステップS207）。

[0112] 次に、ウェイト算出部162は、送信ウェイト $v_k(m)'$ に算出した受信ウェイト $u_k(m)$ の値を代入し、伝搬路情報 $H_{jk}(m)'$ に $H_{kj}(m)$ の値を代入する（ステップS208）。

次に、ウェイト算出部162は、干渉の共分散行列 $Q_j(m)'$ を算出する（ステップS209）。次に、ウェイト算出部162は、干渉の共分散行列 $Q_j(m)'$ を特異値分解し、受信ウェイト $u_j(m)'$ を算出する（ス

ステップS 2 1 0)。次に、ウェイト算出部1 6 2は、送信ウェイト $v_j(m)$ に算出した受信ウェイト $u_j(m)'$ を代入する(ステップS 2 1 1)。

[0113] 次に、インデックス n が2の場合、ウェイト算出部1 6 2は、ステップS 2 0 6～S 2 0 8の処理を行い、受信ウェイト $u_k(m)$ を更新する。次に、ウェイト算出部1 6 2は、ステップS 2 0 9～S 2 1 1の処理を行い、送信ウェイト $v_j(m)$ を更新する。以下、同様にして、インデックス n が3～ $n-1$ まで、ウェイト算出部1 6 2は、受信ウェイト $u_k(m)$ と送信ウェイト $v_j(m)$ を更新する。

[0114] 次に、インデックス n が繰り返し回数の場合、ウェイト算出部1 6 2は、ステップS 2 0 6～S 2 0 8の処理を行い、受信ウェイト $u_k(m)$ を更新する。次に、ウェイト算出部1 6 2は、ステップS 2 0 9～S 2 1 1の処理を行い、送信ウェイト $v_j(m)$ を更新する。

[0115] 次に、ウェイト算出部1 6 2は、得られた送信ウェイト $v_j(m)$ を m 番目のサブキャリアにおける送信ウェイト、受信ウェイト $u_k(m)$ を m 番目のサブキャリアにおける受信ウェイトとする。以上により、ウェイト算出部1 6 2は、送信ウェイト $v_j(m)$ と受信ウェイト $u_k(m)$ を算出する。

[0116] なお、ウェイト算出部1 6 2は、協調送信ビームフォーミング技術を用いてもよく、ウェイト算出部1 6 2は、例えば、次式(3)のように、伝搬路情報を用いて、セル j ($1 \leq j \leq NBS$)の基地局における送信ウェイト $v_k(m)$ を算出してもよい。

[0117] [数3]

$$v_{j(m)} = \left(\mathbf{H}_{j(m)}^H \mathbf{H}_{j(m)} \right)^{-1} \mathbf{H}_{j(m)} \quad \dots (3)$$

$$\mathbf{H}_{j(m)} = \left[\mathbf{H}_{1j(m)} \quad \mathbf{H}_{2j(m)} \cdots \mathbf{H}_{N_{UEj(m)}} \right]^H$$

[0118] 式(3)はZF(ゼロフォーシング; Zero Forcing)型の送信ウェイトであるが、他の送信ウェイトを用いてもよい。

[0119] <第1の実施形態の効果>

以上、例えば、各セルに3つのリソースブロックを割り当てる場合、従来技術では、セル間干渉の影響を考慮し、セル毎にリソース割り当てが重複しないように調整するため、マクロセルとピコセルで合計6つのリソースブロックが必要となる。しかし、本実施形態では、協調制御によってセル間干渉を抑圧することができるため、マクロセルとピコセルで同じリソースを割り当てることが可能となり、必要なリソースは3つのリソースブロックとなる。これにより、第1の実施形態の通信システムは、マルチセル環境において、複数のセルに同一のリソースが割り当てた場合において、セル間干渉を回避するために他のリソースに変更することが必要ないので、周波数利用効率を向上させることができる。

[0120] また、従来、基地局は、リソース割り当てが重複した端末を、セル間干渉を回避するために他のリソースに変更するため、全ての端末にとって最適なスケジューリングを行うことが困難となり、一部の端末装置では、スループットが劣化するという問題点があった。

本実施形態によれば、マルチセル環境において、マクロセル基地局は、複数のセルを同じリソースに割り当て、協調制御によってセル間干渉を抑えるので、端末装置は良好なスループットを得ることができる。

すなわち、第1の実施形態の通信システムは、マルチセル環境において、周波数利用効率を向上させつつ、良好なスループットを得ることができる。

[0121] [第2の実施形態]

第1の実施形態では、サブキャリア毎に算出した送受信ウェイトを用いて協調制御を行っていたが、本実施形態では複数のサブキャリア毎に一つの送受信ウェイトとする。以下では、第2の実施形態における構成について、第1の実施形態との相違点のみを説明する。ここで、一つの送受信ウェイトを算出するサブキャリア数をウェイト単位と定義し、本実施形態では、一例として、ウェイト単位を1リソースブロック（図1の例では12サブキャリア）とする。また、本実施形態では、一例として、端末がウェイト単位を決定する例とするが、基地局がウェイト単位を決定し制御してもよい。また、ウ

ェイト単位は、システムで予め設定されていてもよい。

[0122] 図 1 1 は、第 2 の実施形態における通信システム 1 b の構成例を示す図である。

なお、図 2 と共通する要素には同一の符号を付し、その具体的な説明を省略する。

図 1 1 の通信システム 1 b の構成は、図 2 の通信システム 1 の構成に対して、マクロセル基地局 1 0 0 がマクロセル基地局（第一の基地局装置）1 0 0 b に、マクロセル端末 2 0 0 - 1 がマクロセル端末 2 0 0 b - 1 に、ピコセル端末 2 0 0 b - 2 がピコセル端末 2 0 0 b - 2 に変更されたものとなっている。また、マクロセル 1 1 がマクロセル 2 1 へ変更され、ピコセル 1 2 がピコセル 2 2 に変更されたものとなっている。

[0123] 図 1 2 は、第 2 の実施形態における通信システムの処理の流れの一例を示すフローチャートである。ステップ S 3 0 1、S 3 0 7、S 3 0 9 及びステップ S 3 1 0 は、それぞれ図 4 のステップ S 1 0 1、S 1 0 7、S 1 0 9 及びステップ S 1 1 0 と同一であるので、その説明を省略する。以下、図 1 2 を用いて、第 1 の実施形態と異なる点について説明する。

[0124] ステップ S 3 0 2 において、各端末（マクロセル端末 2 0 0 b - 1 及びピコセル端末 2 0 0 b - 2）は自端末が接続している基地局へ、指定するウェイト単位毎の伝搬路情報及び受信品質を通知する。第 2 の実施形態では、一例としてウェイト単位が 1 リソースブロックであるため、伝搬路情報及び受信品質は、1 リソースブロック毎に一つの値（以下、代表値ともいう）となる。第 2 の実施形態では、それぞれの情報のフィードバック数は 6 である。このとき、各端末は、例えばウェイト単位毎の伝搬路情報の平均値を伝搬路情報の代表値として算出することもできるし、参照信号が割り当てられているサブキャリアのうちの 1 つのサブキャリアにおける伝搬路情報を代表値として算出することもできる。また、各端末は、例えばウェイト単位毎の受信品質の平均値を受信品質の代表値として算出することもできるし、参照信号が割り当てられているサブキャリアのうちの 1 つのサブキャリアにおける受

信品質を代表値として算出することもできる。また、伝搬路情報または受信品質の代表値のフィードバックは、端末が求めた代表値をフィードバックしてもよいし、別の情報、例えばコードブック、情報圧縮した値などをフィードバックしてもよい。またウェイト単位は、各端末で同じであってもよいし、異なってもよい。より詳細には、複数の端末装置のうち、少なくとも一つの端末装置のウェイト単位が他の端末装置のウェイト単位と異なってもよい。各端末でウェイト単位が同じである場合は、ウェイト単位を通知する情報量を減らすことができるため、伝送効率が向上する。一方、各端末でウェイト単位が異なる場合は、各端末で適した単位でウェイトを算出できるため、伝送性能を向上させることができる。

[0125] このように、第1の実施形態における各端末は、全てのサブキャリアにおける伝搬路情報と受信品質を自端末が接続している基地局へ通知していた。それに対し、第2の実施形態では、各端末は、指定するウェイト単位毎に一つの伝搬路情報及び一つの受信品質を自端末が接続している基地局へ通知するので、各端末から基地局への通信量（フィードバック量）を減らすことができる。さらにステップS302では、各端末は自端末が接続している基地局へウェイト単位を通知する。

[0126] ステップS303では、ピコセル基地局300は、有線ネットワークを用いて、ステップS302で取得した情報をマクロセル基地局100bへ通知する。なお、集中制御局以外の基地局が複数存在する場合には、それらの基地局が上記ステップS303の処理を行う。なお、ピコセル基地局300が、ピコセル端末装置200b-2から伝搬路情報の代表値を示す情報を通知された場合、以下の処理を行う。マクロセル基地局100b以外の基地局装置であるピコセル基地局300は、ピコセル端末装置200b-2から通知された伝搬路情報の代表値を示す情報を、有線ネットワークまたは無線ネットワーク経由でマクロセル基地局100bへ通知してもよい。

ステップS304において、マクロセル基地局100bは、各端末から通知されたウェイト単位毎の受信品質に基づいて、リソース割り当てを決定す

る。ここで、本実施形態におけるリソース割り当ては、第１の実施形態と同様に、ＲＢ１～ＲＢ３とする。

[0127] ステップＳ３０５において、マクロセル基地局１００ｂは、ウェイト単位毎に送受信ウェイトを算出する。第１の実施形態では、サブキャリア毎の伝搬路情報に基づいて、割り当てられたリソース（ＲＢ１～ＲＢ３）に対してサブキャリア毎に送受信ウェイトを算出していた。それに対し、本実施形態では、各端末からフィードバックされた６つの伝搬路情報に基づいて、割り当てられたリソースに対してウェイト単位毎に送受信ウェイトを算出する。本実施形態では、一例としてマクロセル基地局１００ｂは、３つの送受信ウェイトを算出する。なお、ステップＳ３０２で、端末装置は、参照信号を用いて、前記ウェイト単位の伝搬路情報の代表値を求めた場合、マクロセル基地局１００ｂは、その伝搬路情報の代表値を用いてウェイト単位毎に送信ウェイト又は受信ウェイトを算出してもよい。また、マクロセル基地局１００ｂは、伝搬路情報の代表値を用いてウェイト単位とは異なる単位毎に送信ウェイト又は受信ウェイトを算出してもよい。

また、ステップＳ３０６で通知する送受信ウェイト及びステップＳ３０８で通知する受信ウェイトは、それぞれ三つずつとなる。

[0128] 図１３は、第２の実施形態における端末装置２００ｂの概略ブロック図である。

なお、図８と共通する要素には同一の符号を付し、その具体的な説明を省略する。図１３の端末装置２００ｂの構成は、図８の端末装置２００の構成に対して、受信ウェイト乗算部２４３が受信ウェイト乗算部２４３ｂに、伝搬路推定部２４２が伝搬路推定部２４２ｂに、受信品質推定部２５１が受信品質推定部２５１ｂに変更されたものになっている。

[0129] 受信ウェイト乗算部２４３ｂは、第１の実施形態における受信ウェイト乗算部２４３と同様の機能を有するが、以下の点で異なる。

受信ウェイト乗算部２４３ｂは、信号分離部２４１から入力された受信データ信号に、ウェイト単位毎に同じ受信ウェイトを乗算する。具体的には、

本実施形態の例の場合、リソースブロック 1 のサブキャリアでは $w = 1$ の受信ウェイトを乗算し、リソースブロック 2 のサブキャリアでは $w = 2$ の受信ウェイト、リソースブロック 3 のサブキャリアでは $w = 3$ の受信ウェイトを乗算する。

[0130] 伝搬路推定部 242b は、第 1 の実施形態における伝搬路推定部 242 と同様の機能を有するが、以下の点で異なる。

伝搬路推定部 242b は、ウェイト単位毎に、伝搬路情報の代表値を算出する。具体的には、例えば、伝搬路推定部 242b は、サブキャリア毎に伝搬路情報を推定する。そして、伝搬路推定部 242b は、サブキャリア毎に算出された伝搬路情報をウェイト単位で平均し、その平均値を伝搬路情報の代表値として算出する。

[0131] 受信品質推定部 251b は、第 1 の実施形態における受信品質推定部 251 と同様の機能を有するが、以下の点で異なる。

受信品質推定部 251b は、ウェイト単位毎に、受信品質の代表値を算出する。具体的には、例えば、受信品質推定部 251b は、サブキャリア毎に受信品質を推定する。そして、受信品質推定部 251b は、サブキャリア毎に算出された受信品質をウェイト単位で平均し、その平均値を受信品質の代表値として算出する。

[0132] 図 14 は、第 2 の実施形態におけるマクロセル基地局 100b の概略ブロック図である。なお、図 5 と共通する要素には同一の符号を付し、その具体的な説明を省略する。図 14 のマクロセル基地局 100b の構成は、図 5 のマクロセル基地局 100 の構成に対して、受信部 104 が受信部 104b に、送信ウェイト乗算部 107 が送信ウェイト乗算部 107b に、上位層 160 が上位層 160b に、変更されたものになっている。

[0133] 受信部 104b は、第 1 の実施形態の受信部 104 と同様の機能を有するが、以下の点で異なる。

受信部 104b は、マクロセル端末 200-1 から送信された送信信号に含まれるウェイト単位を上位層 160b へ出力する。

[0134] 送信ウェイト乗算部 107b は、第 1 の実施形態の送信ウェイト乗算部 107 と同様の機能を有するが、以下の点で異なる。

送信ウェイト乗算部 107b は、変調部 106 から入力された入力された送信ビット列に、ウェイト単位毎に同じ送信ウェイトを乗算する。

具体的には、本実施形態の例の場合、リソースブロック 1 のサブキャリアでは $w = 1$ の送信ウェイトを乗算し、リソースブロック 2 のサブキャリアでは $w = 2$ の送信ウェイト、リソースブロック 3 のサブキャリアでは $w = 3$ の送信ウェイトを乗算する。

[0135] 図 15 は、第 2 の実施形態における上位層 160b の概略ブロック図である。上位層 160b は、割当部 161b と、ウェイト算出部 162b とを備える。

割当部 161b は、各端末から通知されたウェイト単位毎の受信品質に基づいて、リソース割り当てを決定する。割当部 161b は、決定したリソース割り当ての結果を示す割当結果をウェイト算出部 162b へ出力する。

[0136] ウェイト算出部 162b は、割当部 161b から入力された割当結果から割り当てられたリソースを取得する。ウェイト算出部 162b は、各端末からフィードバックされた 6 つの伝搬路情報に基づいて、割当部 161b により割り当てられたリソースに対してウェイト単位毎に送受信ウェイトを算出する。

[0137] ここで、第 1 の実施形態（図 9）におけるサブキャリア番号 m ($1 \leq m \leq$ サブキャリア数) について、本実施形態ではフィードバック番号 w ($1 \leq w \leq$ フィードバック数) とし、第 1 の実施形態における $H_{kj}(m)$ 等のインデックス m をフィードバック番号 w に置き換える。

[0138] 本実施形態における送受信ウェイトの算出処理の流れを、図 16 を用いて説明する。図 16 は、第 2 の実施形態における送受信ウェイト算出の処理の流れを示すフローチャートである。

まず、ステップ S401 において、ウェイト算出部 162b は、フィードバック番号 w を 1 に初期化する。

[0139] 次に、ステップS 4 0 2において、ウェイト算出部1 6 2 bは、フィードバック番号wがフィードバック数以下の間、ステップS 4 0 3～S 4 1 4の処理を繰り返し、ウェイト単位毎に送受信ウェイトを算出する。具体的には、ウェイト算出部1 6 2 bは、フィードバック番号wがフィードバック数以下であるか否か判定する。フィードバック番号wがフィードバック数以下である場合（ステップS 4 0 2 YES）、ウェイト算出部1 6 2 bは、ステップS 4 0 3へ遷移する。一方、フィードバック番号wがフィードバック数を超える場合（ステップS 4 0 2 NO）、ウェイト算出部1 6 2 bは、ステップS 4 1 5へ遷移する。

[0140] 図1 6のステップS 4 0 3～S 4 1 4は、それぞれ図9のステップS 2 0 3～S 2 1 4と同様な処理であり、先に述べたように、処理の対象となるインデックスが異なる。つまり、図9では、ウェイト算出部1 6 2はサブキャリア番号mに基づいて、サブキャリア毎に送受信ウェイトを算出した。図1 6では、ウェイト算出部1 6 2 bはフィードバック番号wに基づいて、フィードバック単位（ウェイト単位）毎に送受信ウェイトを算出する。

[0141] 図1 6のステップS 4 1 5では、ステップS 4 1 3で算出した送受信ウェイト（本実施形態では6つ）のうち、リソース割り当てに指定されたRB 1～RB 3の送受信ウェイトを抽出する。以上により、本フローチャートの処理を終了する。

[0142] <第2の実施形態の効果>

以上のようにして、本実施形態における、マクロセル基地局1 0 0 bは、リソース割り当てに指定されたリソースブロックについて、ウェイト単位毎の送受信ウェイトを算出することができる。

これにより、第2の実施形態の通信システム1 bは、第1の実施形態の効果に加えて、本実施形態では、端末装置2 0 0 bは、端末装置2 0 0 bから基地局にフィードバックする伝搬路情報と受信品質とをウェイト単位毎に算出するので、基地局へのフィードバック量を削減できる。

[0143] なお、本実施形態におけるウェイト単位は、1 リソースブロック（1 2 サ

ブキャリア)としたが、リソースブロックの自然数倍と指定することも可能である。例えば、ウェイト単位を3リソースブロックと指定した場合、端末から基地局へのフィードバック数は2(フィードバックする伝搬路情報及び受信品質はそれぞれRB1~RB3の平均値、RB4~RB6の平均値)となり、集中制御局はRB1~RB3もしくはRB4~RB6のどちらかにリソース割り当てを行い、ウェイト算出部162bは、一つの送受信ウェイトを算出してもよい。

[0144] また、本実施形態におけるウェイト単位は、リソースブロック単位ではなく、サブキャリア数で指定してもよい。つまり、16サブキャリア毎のようなリソースブロックと異なるリソース単位で指定するといった、リソースの割当単位とフィードバックの制御単位を異なるような方法を用いても本発明の範囲を逸脱しない。さらに、周波数帯によってウェイト単位を変えてもよく、例えば、RB1~RB2では1リソースブロック単位、RB3~6では2リソースブロック単位と指定してもよい。すなわち、マクロセル基地局100bは、送信ウェイトと前記受信ウェイトを、リソースブロックの自然数倍の単位で算出してもよい。また、マクロセル基地局100bは、送信ウェイトと受信ウェイトを、複数の種類のリソースブロック単位で算出してもよく、 $w=1$ のウェイトは1リソースブロックに対するウェイト、 $w=2$ のウェイトは2リソースブロックに対するウェイトといったように、ウェイト毎にウェイト算出単位が変わってもよい。例えば、ウェイト算出単位は伝搬路の周波数選択性(例えば周波数相関)を考慮し、周波数選択性が少ない場合、つまり周波数相関が高い場合はウェイト算出単位を大きくし、周波数選択性が大きい、つまり周波数相関が低い場合はウェイト算出単位を小さくするといったように、ウェイト算出単位を変えれば、演算量削減及び伝送特性向上の観点から適したウェイト算出単位とすることができる。すなわち、マクロセル基地局100bは、予め決められた算出単位毎に送信ウェイトと受信ウェイトを算出すればよい。

また、端末装置200bが1リソースブロック毎に伝搬路情報をフィード

バックし、マクロセル基地局 100b が 2 リソースブロック毎に送受信ウェイトを求めるといった、フィードバック単位よりもウェイト算出単位が大きくなってもよい。この場合、算出するウェイト数が減ることによって、マクロセル基地局 100b の演算量を削減でき、またマクロセル基地局 100b が端末装置 200b へウェイトを通知するための制御情報量を削減できる。一方、端末装置 200b が 2 リソースブロック毎に伝搬路情報をフィードバックし、マクロセル基地局 100b がフィードバック情報を補間し、1 リソースブロック毎にウェイトを求めるといった、フィードバック単位よりもウェイト算出単位が小さくなっても良い。この場合、マクロセル基地局 100b が算出するウェイト間隔が狭くなるため、実際の伝搬路とウェイトの誤差が小さくなり、伝送特性を向上させることができる。

また、本実施形態では、端末装置 200b がウェイト単位を指定する例としたが、マクロセル基地局 100b が指定してもよい。その場合、マクロセル基地局 100b は、ウェイト単位を各基地局装置へ送信する。これにより、ウェイト単位は、各基地局装置からそれぞれが通信する各端末装置 200b に通知される。

[0145] [第3の実施形態]

第1及び第2の実施形態では、送受信ウェイトを算出する単位が送信ウェイトと受信ウェイトで同じであったが、第3の実施形態では、送信ウェイトは、指定したウェイト単位毎であり、受信ウェイトはウェイト単位に関係なくサブキャリア毎に算出する。なお、サブキャリア毎に算出することに限らず、端末装置は、ウェイト単位とは異なる単位で受信ウェイトを生成してもよい。

[0146] 図17は、第3の実施形態における通信システム1cの構成例を示す図である。なお、図2と共通する要素には同一の符号を付し、その具体的な説明を省略する。

図17の通信システム1cの構成は、図2の通信システム1の構成に対して、マクロセル基地局100がマクロセル基地局（第一の基地局装置）10

0 cに変更され、マクロセル端末200-1がマクロセル端末200c-1に変更され、ピコセル端末200b-2がピコセル端末200c-2に変更されたものとなっている。

[0147] 以下では、本実施形態における構成について、第1及び第2の実施形態との相違点のみを説明する。図18は、第3の実施形態における通信システムの処理の流れの一例を示すフローチャートである。第3の実施形態における通信システム1cの処理の流れは、第1の実施形態における通信システム1の処理の流れと比べて、第3の実施形態のマクロセル基地局100cは、送信ウェイトのみを必要とする点で異なる。ステップS501～S504、S507及びS509は、それぞれ図4のステップS101～S104、S107、S109と同一であるので、その説明を省略する。以下、図18を用いて、第1の実施形態と異なる点について説明する。

[0148] ステップS505において、マクロセル基地局100cは、送信ウェイトとリソース割り当てを算出する。次に、ステップS506において、マクロセル基地局100cは、有線ネットワーク経由で、ステップS505で算出した送信ウェイトとリソース割り当てをピコセル基地局300へ通知する。つまり、マクロセル基地局100cは、各端末へステップS505で算出した受信ウェイトを通知しない。

また、ステップS510において、各端末は、接続する基地局から送信された信号を受信し、受信処理を行う。その際、各端末は、受信した信号に基づいて、受信ウェイトを算出する。そして、各端末は、受信データ信号に対して算出した受信ウェイトを乗算することで、送信信号を復元する。

[0149] なお、集中制御局以外の基地局が複数存在する場合には、マクロセル基地局100cは、有線ネットワーク経由で、ステップS105で算出した送信ウェイトとリソース割り当てをそれらの、集中制御局以外の基地局全てに通知する。

また、第1及び第2の実施形態において、図4のステップS108では、各基地局は接続する端末へ受信ウェイトを通知していたが、第3の実施形態

では通知しない。

[0150] 図19は、第3の実施形態におけるマクロセル基地局100cの概略ブロック図である。なお、図5と共通する要素には同一の符号を付し、その具体的な説明を省略する。

図19のマクロセル基地局100cの構成は、図5のマクロセル基地局100の構成に対して、上位層160が上位層160cに変更され、無線部141、…、14Nがそれぞれ無線部141-c、…、14N-cに変更されたものとなっている。

[0151] 上位層160cは、第1の実施形態における上位層160と同様に機能を有するが、以下の点で異なる。上位層160cは、送信ウェイトとリソース割り当てを算出する。上位層160cは、受信ウェイトを算出せず、受信ウェイトを無線部141-c、…、14N-cへ出力しない。これにより、無線部141-c、…、14N-cは、受信ウェイトをマクロセル端末200-1に送信しない。

[0152] 図20は、第3の実施形態における端末装置200cの概略ブロック図である。なお、図8と共通する要素には同一の符号を付し、その具体的な説明を省略する。

図20の端末装置200cの構成は、図8の端末装置200の構成に対して、受信ウェイト算出部247cが追加され、信号分離部241が信号分離部241cに変更され、伝搬路推定部242が伝搬路推定部242cへ変更され、受信ウェイト乗算部243が受信ウェイト乗算部243cに変更されたものとなっている。すなわち、第1及び第2の実施形態との相違点は、第3の実施形態では、受信ウェイト算出部247cが含まれることである。

[0153] 信号分離部241cは、入力された信号から参照信号（復調用参照信号及び伝搬路推定用参照信号）と制御情報を分離する。そして、信号分離部241cは、参照信号を伝搬路推定部242cへ出力する。また、信号分離部241cは、入力された信号から参照信号と制御情報とが分離された後に残った受信データ信号を受信ウェイト乗算部243cへ出力する。また、信号分

離部 241 は、制御情報を受信ウェイト乗算部 243 c、復調部 245 c 及び復号部 246 c へ出力する。

[0154] 伝搬路推定部 242 c は、サブキャリア毎の等価伝搬路情報 $H^H_{k(m)}$ を算出し、算出したサブキャリア毎の等価伝搬路情報 $H^H_{k(m)}$ を受信ウェイト算出部 247 c へ出力する。

受信ウェイト算出部 247 c は、伝搬路推定部 242 c から入力されたサブキャリア毎の等価伝搬路情報 $H^H_{k(m)}$ に基づいて、例えば、次式 (4) のように受信ウェイトを算出する。

[0155] [数4]

$$\mathbf{u}_{k(m)} = \mathbf{H}^H_{k(m)} \left(\mathbf{H}_{k(m)} \mathbf{H}^H_{k(m)} + \sigma_k^2 \mathbf{I} \right)^{-1} \cdot \cdot \cdot (4)$$

[0156] ここで、 σ_k^2 は端末装置 k における雑音の平均電力であり、 $\mathbf{I}$ は単位行列である。式 (4) は MMSE (最小平均二乗誤差; Minimum Mean Square Error) 規範に基づいた受信ウェイトであるが、他の受信ウェイトを用いてもよい。受信ウェイト算出部 247 c は、算出した受信ウェイトを受信ウェイト乗算部 243 c に出力する。

受信ウェイト乗算部 243 c は、信号分離部 241 から入力された受信データ信号に、受信ウェイト算出部 247 c から入力された受信ウェイトを乗算し、乗算により得られた信号を復調部 245 へ出力する。

[0157] <第3の実施形態の効果>

以上により、本実施形態では、第1の実施形態における効果に加えて、各基地局から接続する端末への受信ウェイトの通知が不要となり、各基地局から端末への通信量を削減することができる。また、各端末は、自端末で推定した等価伝搬路に基づいて受信ウェイトを算出するため、伝搬路のフィードバック誤差等の影響を軽減することができる。

[0158] なお、マクロセル基地局 100 c が送受信ウェイトをサブキャリア単位で算出し、受信ウェイトを端末に通知する際に、ウェイト単位に間引いて通知してもよい。これにより、マクロセル基地局 100 c は、受信ウェイトの通

知量を削減することができる。

なお、受信ウェイトが通知された場合であっても、端末装置 200c はサブキャリア単位でウェイトを算出することも可能である。これにより、端末装置 200c が移動している等、マクロセル基地局 100c がウェイトを算出した伝搬路と端末装置 200c が受信したときの伝搬路で誤差が生じた場合に、この誤差の影響を軽減することができる。

また、第 3 の実施形態では、端末装置 200c はサブキャリア単位でウェイトを算出していたが、本発明はこれに限らず、送信ウェイトの算出単位とは異なる単位で受信ウェイトを算出する場合も本発明に含まれる。例えば、マクロセル基地局 100c が 2 リソースブロック毎に送信ウェイトを算出した場合、端末装置 200c は 1 リソースブロック毎に受信ウェイトを算出してもよいし、3 リソースブロック毎に受信ウェイトを算出してもよい。端末装置 200c の受信ウェイト算出単位を大きくすれば演算量を削減することができるし、受信ウェイト算出単位を小さくすれば伝送特性を向上させることができる。

[0159] また、本実施形態の基地局及び端末装置の各処理を実行するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、当該記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することにより、基地局及び端末装置における上述した種々の処理を行ってもよい。

[0160] なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、OS や周辺機器等のハードウェアを含むものであってもよい。また、「コンピュータシステム」は、WWW システムを利用している場合であれば、ホームページ提供環境（あるいは表示環境）も含むものとする。また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、フラッシュメモリ等の書き込み可能な不揮発性メモリ、CD-ROM 等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。

[0161] さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等

のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムが送信された場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリ（例えばDRAM（Dynamic Random Access Memory））のように、一定時間プログラムを保持しているものも含むものとする。また、上記プログラムは、このプログラムを記憶装置等に格納したコンピュータシステムから、伝送媒体を介して、あるいは、伝送媒体中の伝送波により他のコンピュータシステムに伝送されてもよい。ここで、プログラムを伝送する「伝送媒体」は、インターネット等のネットワーク（通信網）や電話回線等の通信回線（通信線）のように情報を伝送する機能を有する媒体のことをいう。また、上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであっても良い。さらに、前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるもの、いわゆる差分ファイル（差分プログラム）であっても良い。

[0162] 以上、本発明の実施形態について図面を参照して詳述したが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、図面に図示されている構成等については、これらに限定されるものではなく、本発明の効果を発揮する範囲内で適宜変更することが可能である。その他、本発明の要旨を逸脱しない限りにおいて適宜変更して実施することが可能である。

符号の説明

- [0163] 1、 1 b、1 c 通信システム
1 0 0、1 0 0 b、1 0 0 c マクロセル基地局（第一の基地局装置）
1 0 1 受信アンテナ
1 0 2 無線部
1 0 3 A/D変換部
1 0 4 受信部
1 0 5 符号部
1 0 6 変調部
1 0 7 送信ウェイト乗算部

- 1 0 8 復調用参照信号生成部
- 1 0 9 伝搬路推定用参照信号生成部
- 1 1 0 制御信号生成部
- 1 1 1 信号多重部
- 1 2 1、…、1 2 N I F F T 部
- 1 3 1、…、1 3 N D / A 変換部
- 1 4 1、…、1 4 N、1 4 1 - c、…、1 4 N - c 無線部 (送信部)
- 1 5 1、…、1 5 N 送信アンテナ
- 1 6 0、1 6 0 - 2、1 6 0 b、1 6 0 c 上位層
- 1 6 1、1 6 1 b 割当部
- 1 6 2、1 6 2 b ウェイト算出部
- 2 0 0、2 0 0 b、2 0 0 c 端末装置
- 2 0 0 - 1、2 0 0 b - 1、2 0 0 c - 1 マクロセル端末
- 2 0 0 - 2、2 0 0 b - 2、2 0 0 c - 2 ピコセル端末
- 2 0 1、…、2 0 N 受信アンテナ
- 2 1 1、…、2 1 n 無線部
- 2 2 1、…、2 2 N A / D 変換部
- 2 3 1、…、2 3 N F F T 部
- 2 4 1、2 4 1 c 信号分離部
- 2 4 2、2 4 2 c 伝搬路推定部
- 2 4 3、2 4 3 c 受信ウェイト乗算部
- 2 4 5 復調部
- 2 4 6 復号部
- 2 4 7 c 受信ウェイト算出部
- 2 5 1 受信品質推定部
- 2 5 2 送信部
- 2 5 3 D / A 変換部
- 2 5 4 無線部

2 5 5 送信アンテナ

3 0 0 ピコセル基地局

請求の範囲

- [請求項1] 基地局装置と少なくとも一つの端末装置とが複数のリソースを用いて通信を行う通信エリアが複数存在し、前記複数の通信エリアが隣接または重複し合う通信システムであって、
- 前記複数の通信エリアのうち一つの通信エリアにおける基地局である第一の基地局装置は、前記複数のリソースのうち同じリソースに割り当てられている前記端末装置に対する前記複数の基地局装置における送信ウェイトを算出し、各基地局装置は通知された前記送信ウェイトが乗算された信号を前記端末装置へ送信することを特徴とする通信システム。
- [請求項2] 前記第一の基地局装置は、前記端末装置それぞれにおける受信ウェイトを更に算出し、前記端末装置はそれぞれ前記受信ウェイトを用いて復調することを特徴とする請求項1に記載の通信システム。
- [請求項3] 前記第一の基地局装置は、ウェイト算出の単位であるウェイト単位で前記送信ウェイトを算出することを特徴とする請求項1または2に記載の通信システム。
- [請求項4] 前記第一の基地局装置は、ウェイト算出の単位であるウェイト単位で前記送信ウェイト及び前記受信ウェイトを算出することを特徴とする請求項2に記載の通信システム。
- [請求項5] 前記ウェイト単位は、前記端末装置から前記各基地局装置に通知されることを特徴とする請求項3または4に記載の通信システム。
- [請求項6] 前記ウェイト単位は、前記各基地局装置から前記端末装置に通知されることを特徴とする請求項3または4に記載の通信システム。
- [請求項7] 前記端末装置は、参照信号を用いて、前記ウェイト単位の伝搬路情報の代表値を求め、該求めた伝搬路情報の代表値を示す情報を前記基地局装置に通知することを特徴とする請求項3から6のいずれか一項に記載の通信システム。
- [請求項8] 前記伝搬路情報の代表値は、前記ウェイト単位の平均値であること

を特徴とする請求項

7に記載の通信システム。

[請求項9] 前記伝搬路情報の代表値は、前記ウェイト単位のうち、前記参照信号が割り当てられて
いるサブキャリアの伝搬路情報であることを特徴とする請求項7に記載の通信システム。

[請求項10] 前記第一の基地局装置は、前記伝搬路情報の代表値を用いて前記ウェイト単位毎に前記送信ウェイトを算出することを特徴とする請求項7に記載の通信システム。

[請求項11] 前記第一の基地局装置は、前記伝搬路情報の代表値を用いて前記ウェイト単位毎に前記
送信ウェイト又は前記受信ウェイトを算出することを特徴とする請求項7に記載の通信システム。

[請求項12] 前記第一の基地局装置は、前記伝搬路情報の代表値を用いて前記ウェイト単位とは異なる
単位毎に前記送信ウェイトを算出することを特徴とする請求項7に記載の通信システム。

[請求項13] 前記第一の基地局装置は、前記伝搬路情報の代表値を用いて前記ウェイト単位とは異なる
単位毎に前記送信ウェイト又は前記受信ウェイトを算出することを特徴とする請求項7に記載の通信システム。

[請求項14] 前記送信ウェイトの算出単位と前記受信ウェイトの算出単位は異なることを特徴とする
請求項13に記載の通信システム。

[請求項15] 前記ウェイト単位は、サブキャリア単位であることを特徴とする請求項3から11のいずれか一項に記載の通信システム。

[請求項16] 前記ウェイト単位は、リソースブロックの自然数倍の単位であることを特徴とする請求項3から11のいずれか一項に記載の通信システム。

ム。

[請求項17] 前記ウェイト単位は、複数の種類のリソースブロック単位であることを特徴とする請求項3から11のいずれか一項に記載の通信システム。

[請求項18] 前記複数の端末装置のうち、少なくとも一つの端末装置の前記ウェイト単位が他の端末装置のウェイト単位と異なることを特徴とする請求項3から17のいずれか一項に記載の通信システム。

[請求項19] 前記端末装置は、前記ウェイト単位で受信ウェイトを生成することを特徴とする請求項3から18のいずれか一項に記載の通信システム。

[請求項20] 前記端末装置は、前記ウェイト単位とは異なる単位で受信ウェイトを生成することを特徴とする請求項3から18のいずれか一項に記載の通信システム。

[請求項21] 前記端末装置は、サブキャリア単位で受信ウェイトを生成することを特徴とする請求項1から18のいずれか一項に記載の通信システム。

[請求項22] 前記複数の通信エリアそれぞれにおける基地局装置は有線ネットワークまたは無線ネットワークで相互に接続されており、前記第一の基地局装置以外の基地局装置は、前記端末装置から通知された前記伝搬路情報の代表値を示す情報を、前記有線ネットワークまたは無線ネットワーク経由で前記第一の基地局装置へ通知することを特徴とする請求項1から21のいずれか一項に記載の通信システム。

[請求項23] 前記複数の通信エリアそれぞれにおける基地局装置は有線ネットワークまたは無線ネットワークで相互に接続されており、前記第一の基地局装置は、前記求めた送信ウェイトを、前記有線または無線ネットワーク経由で他の基地局装置へ通知することを特徴とする請求項1から2

2のいずれか一項に記載の通信システム。

[請求項24] 前記第一の基地局装置は、更に前記求めた受信ウェイトを、前記有線または無線ネットワーク経由で他の基地局装置へ通知することを特徴とする請求項23に記載の通信システム。

[請求項25] 基地局装置と少なくとも一つの端末装置とが通信を行う通信エリアが複数存在し、前記複数の通信エリアが隣接または重複し合う通信システムにおける通信方法であって、

前記複数の通信エリアのうち1つの通信エリアにおける基地局である第一の基地局装置は、前記協調する基地局装置における送信ウェイトを算出して、該送信ウェイトを示す情報を各基地局装置に通知する手順と、

各基地局装置は通知された前記送信ウェイトが乗算された信号を前記端末装置へ送信する手順と、

を有することを特徴とする通信方法。

[請求項26] 各セルの受信品質に基づいて、通信に使用する同じリソースを割り当てる割当部と、

前記割当部が同じリソースに割り当てた端末に対してセル間干渉の抑圧を行う送信ウェイトを算出するウェイト算出部と、

送信信号に前記ウェイト算出部が算出した送信ウェイトを乗算する送信ウェイト乗算部と、

前記送信ウェイト乗算部が乗算することにより得られた信号を通信エリア内の端末装置へ送信する送信部と、

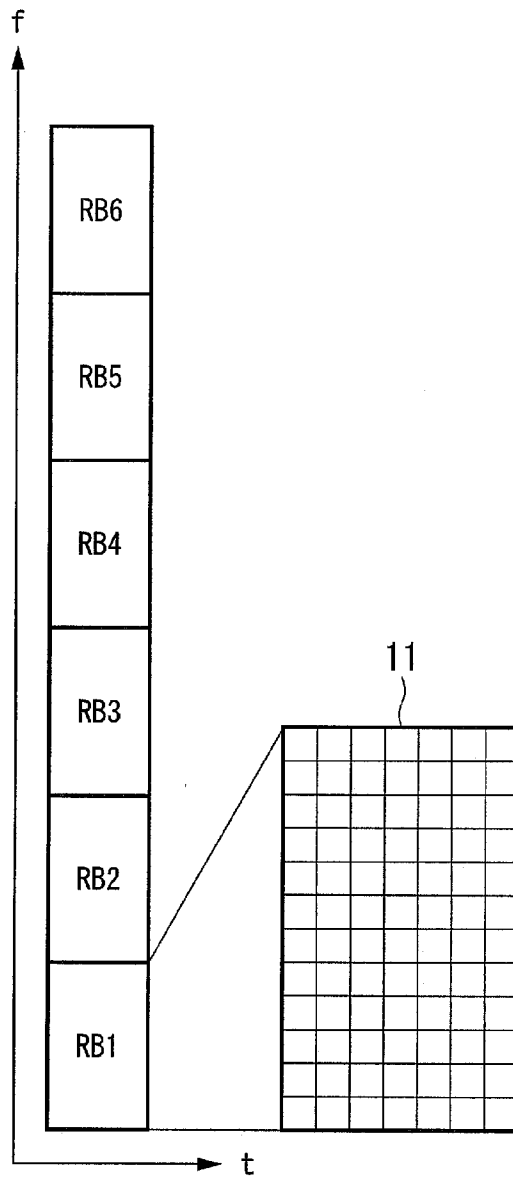
を備えることを特徴とする基地局装置。

[請求項27] 前記ウェイト算出部は、前記端末装置がセル間干渉を抑圧するための受信ウェイトを更に算出し、

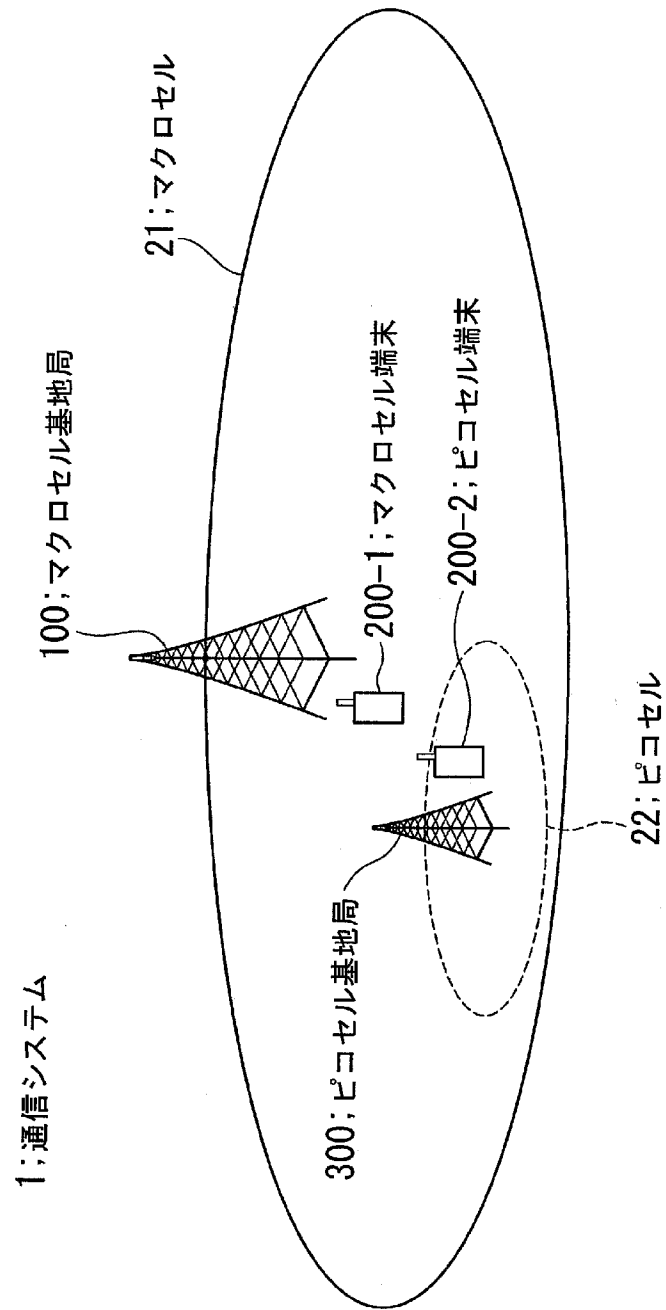
前記送信部は、該算出した受信ウェイトを示す情報を通信エリア内の端末装置へ通知することを特徴とする請求項26に記載の基地局装置。

- [請求項28] 基地局装置から送信された送信信号から、受信データ信号と受信ウェイトとに分離する信号分離部と、
 前記信号分離部が分離した受信データ信号に前記信号分離部が分離した受信ウェイトを乗算する受信ウェイト乗算部と、
 を備えることを特徴とする端末装置。
- [請求項29] 基地局装置から送信された送信信号から、参照信号と制御情報とに分離する信号分離部と、
 前記信号分離部が分離した参照信号に基づいて、サブキャリア毎の等価伝搬路を推定する伝搬路推定部と、
 前記伝搬路推定部が推定したサブキャリア毎の等価伝搬路に基づいて、受信ウェイトを算出する受信ウェイト算出部と、
 前記信号分離部が分離した制御情報に前記受信ウェイト算出部が算出した受信ウェイトを乗算する受信ウェイト乗算部と、
 を備えることを特徴とする端末装置。

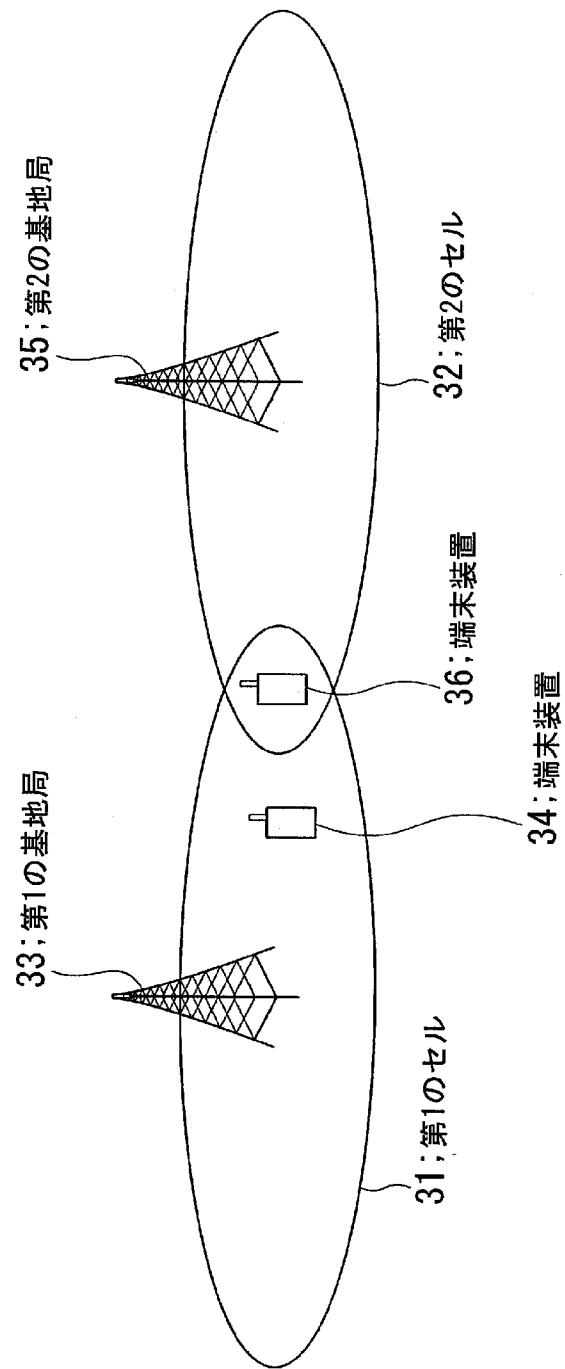
[図1]



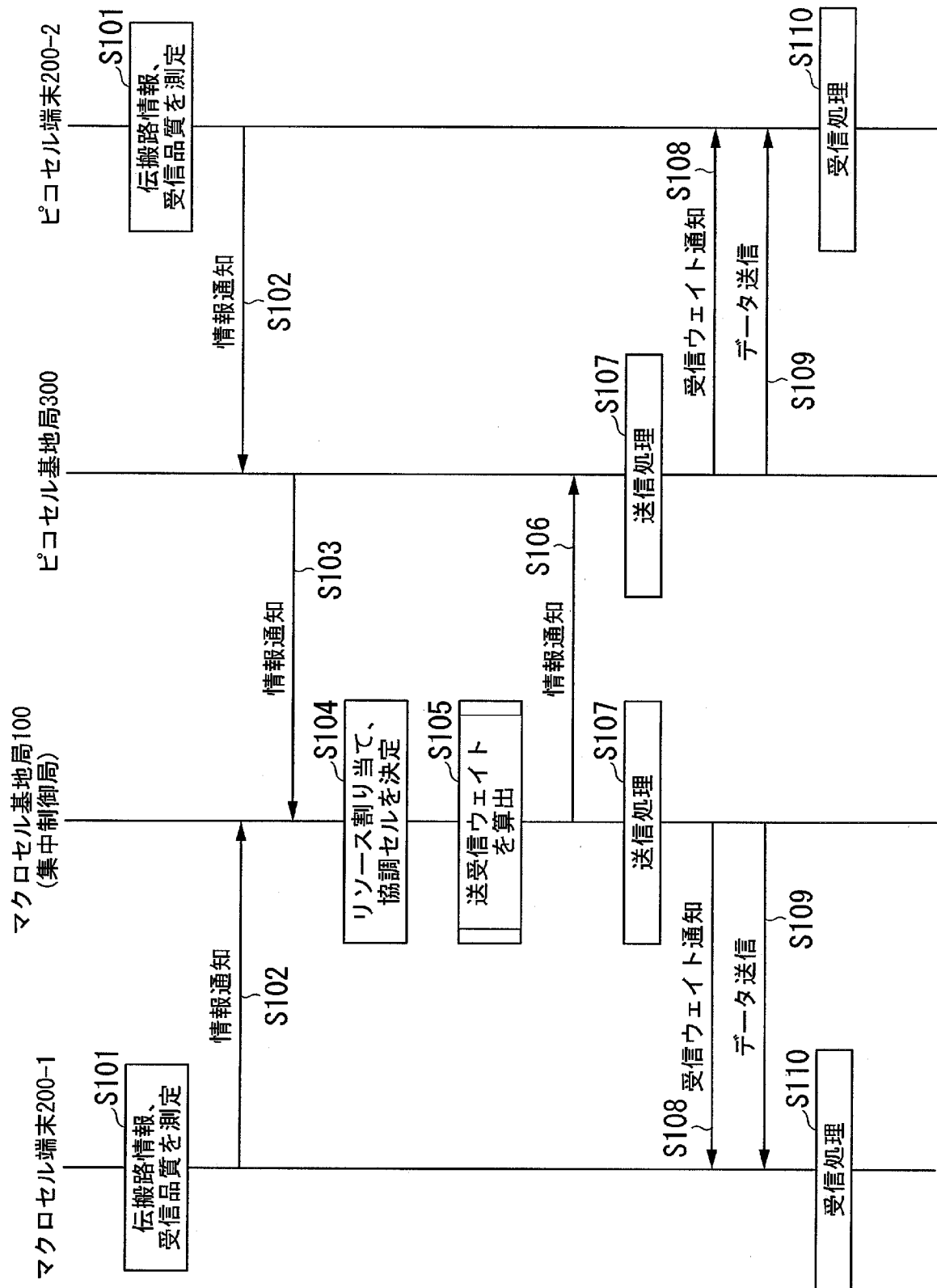
[図2]



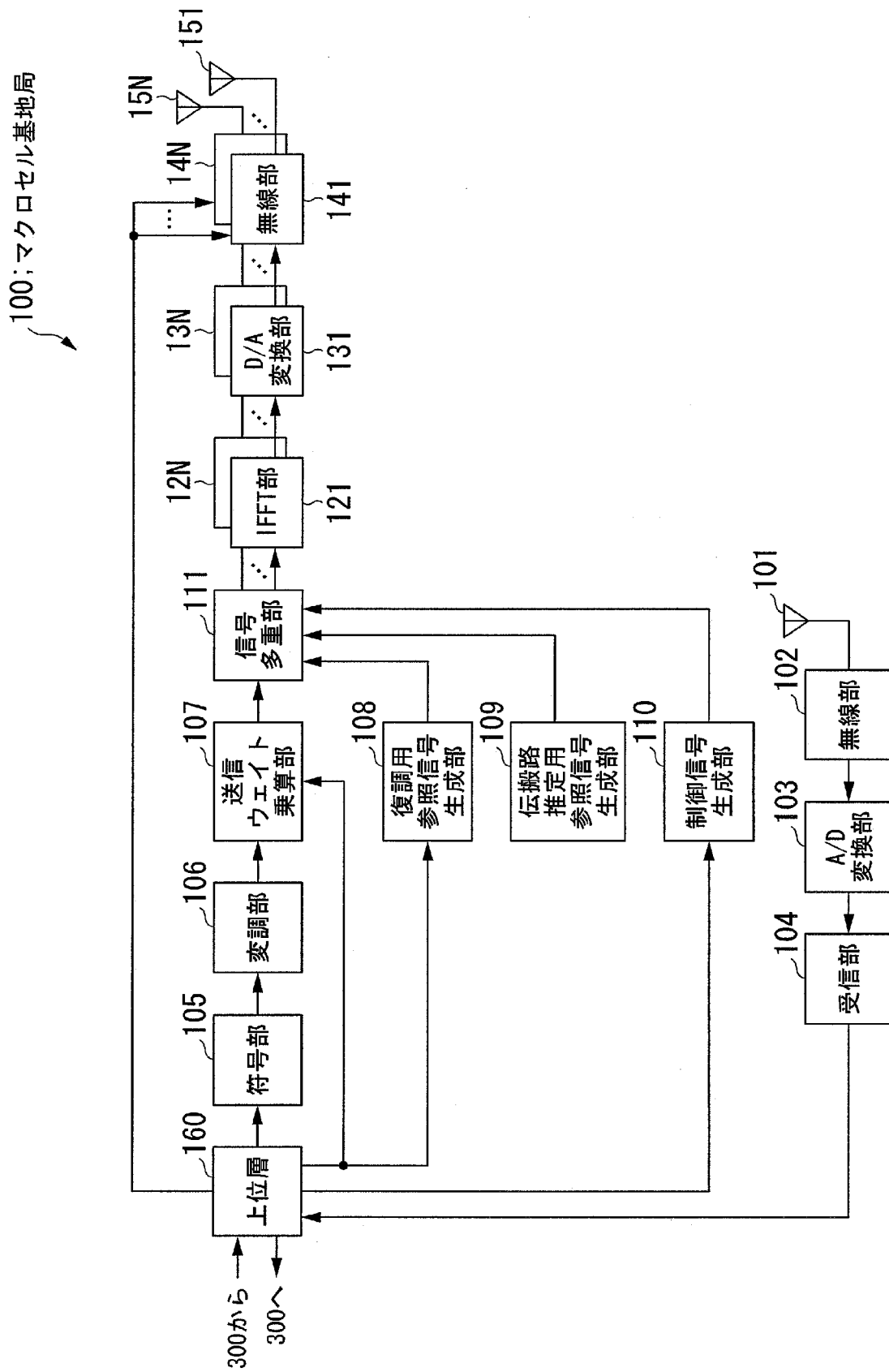
[図3]



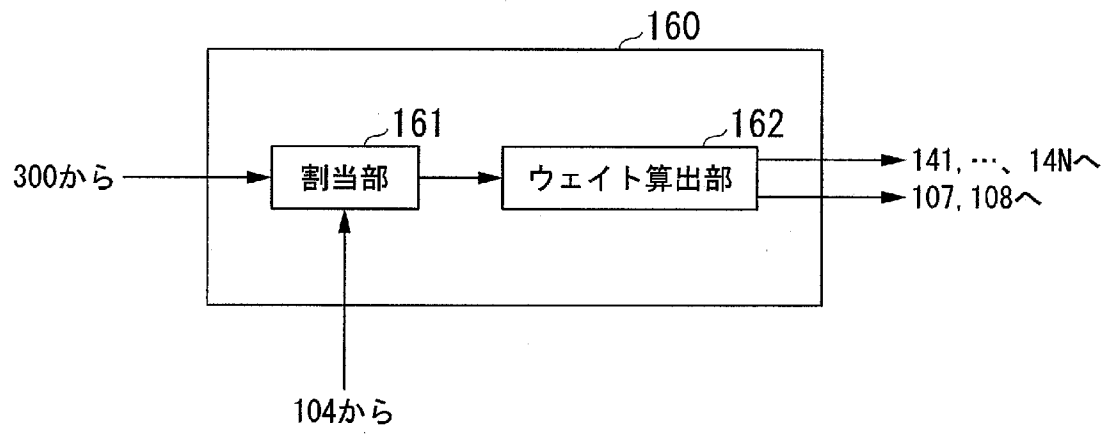
[図4]



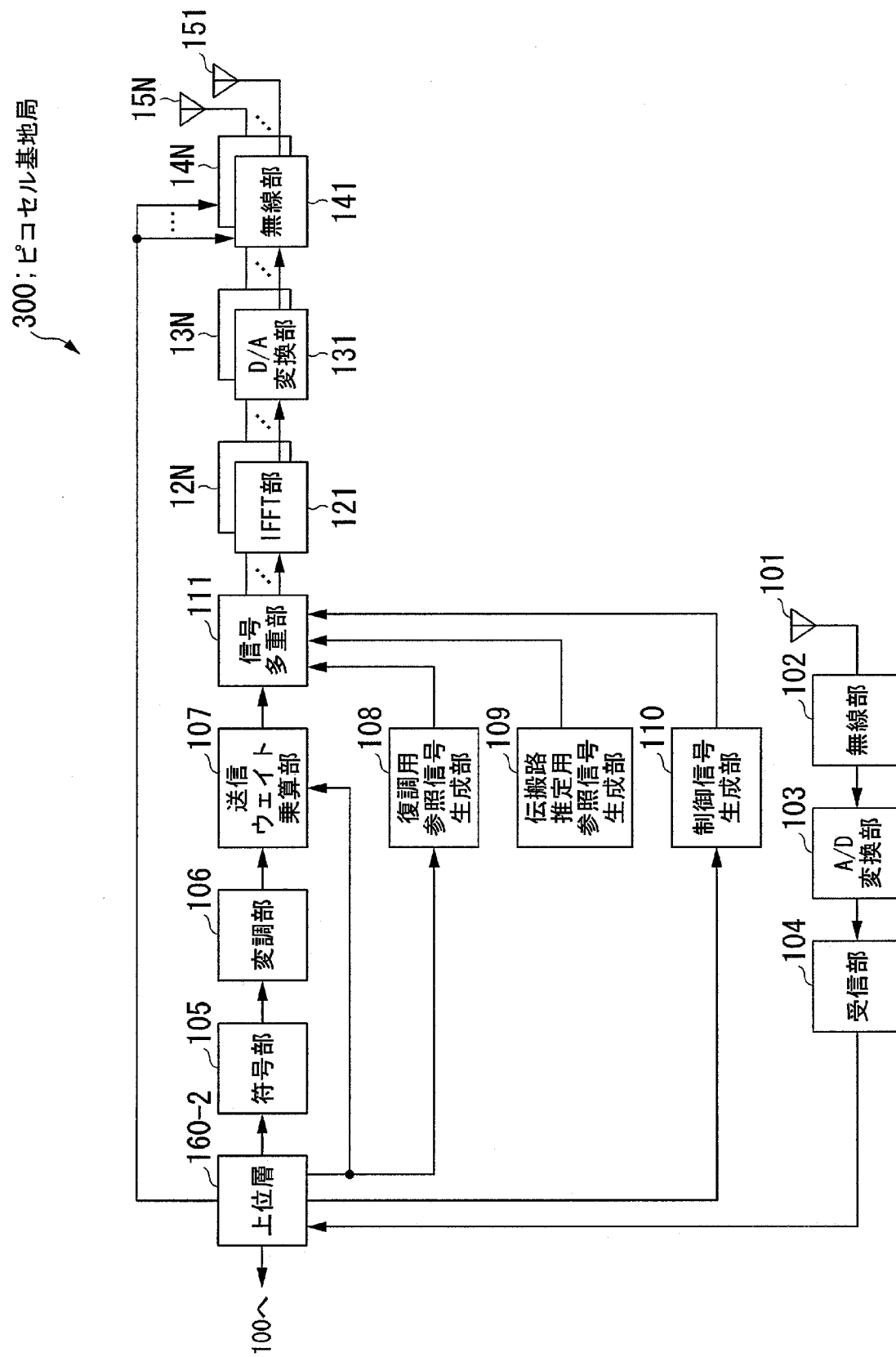
[図5]



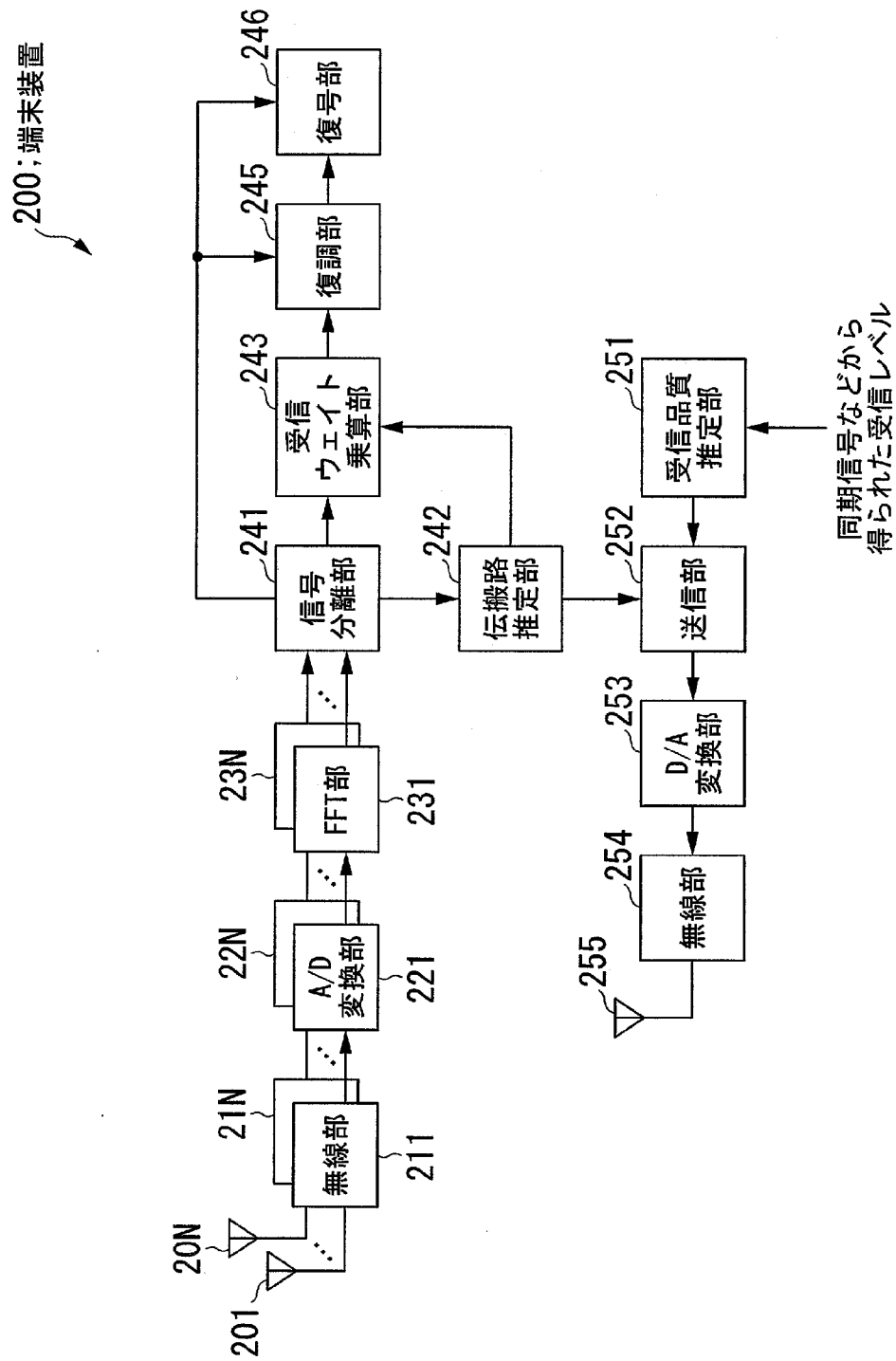
[図6]



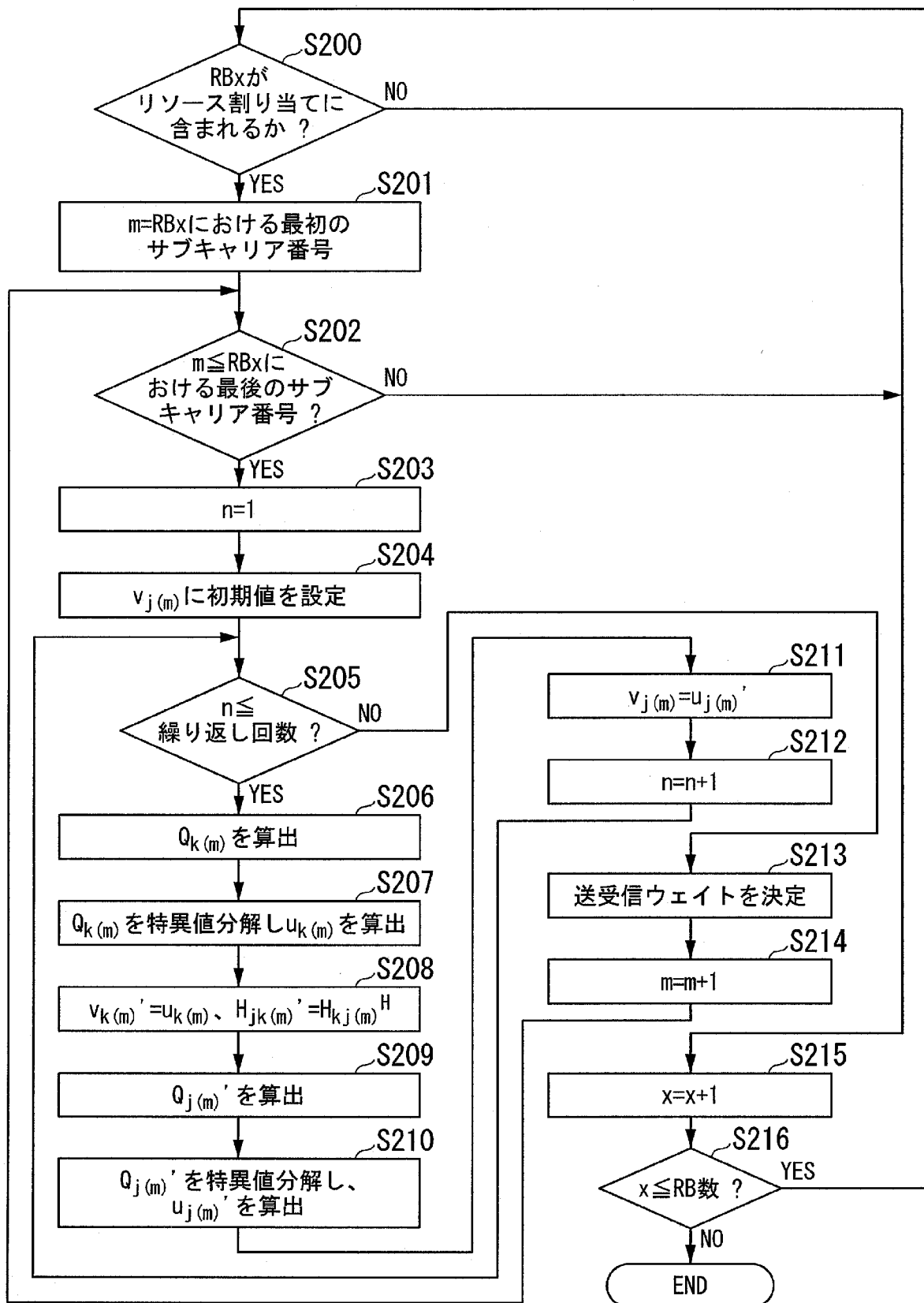
[図7]



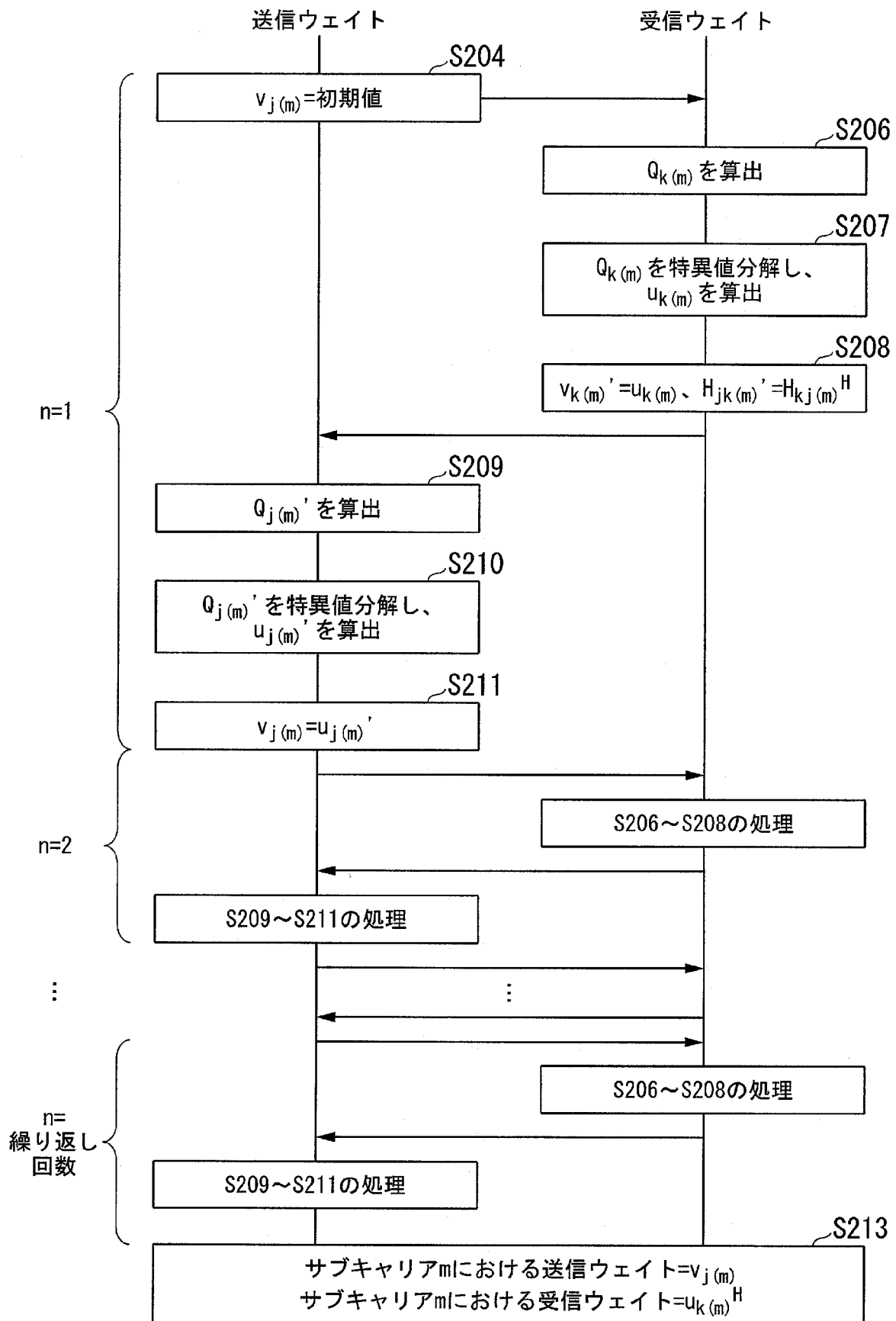
[図8]



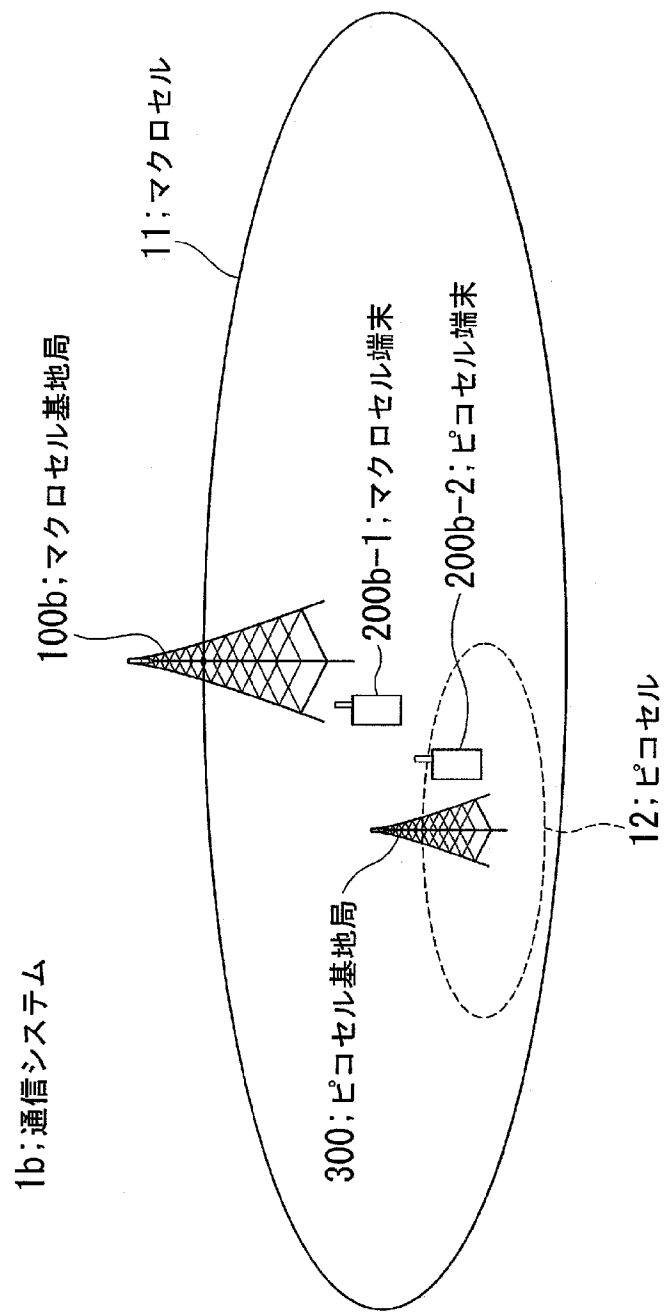
[図9]



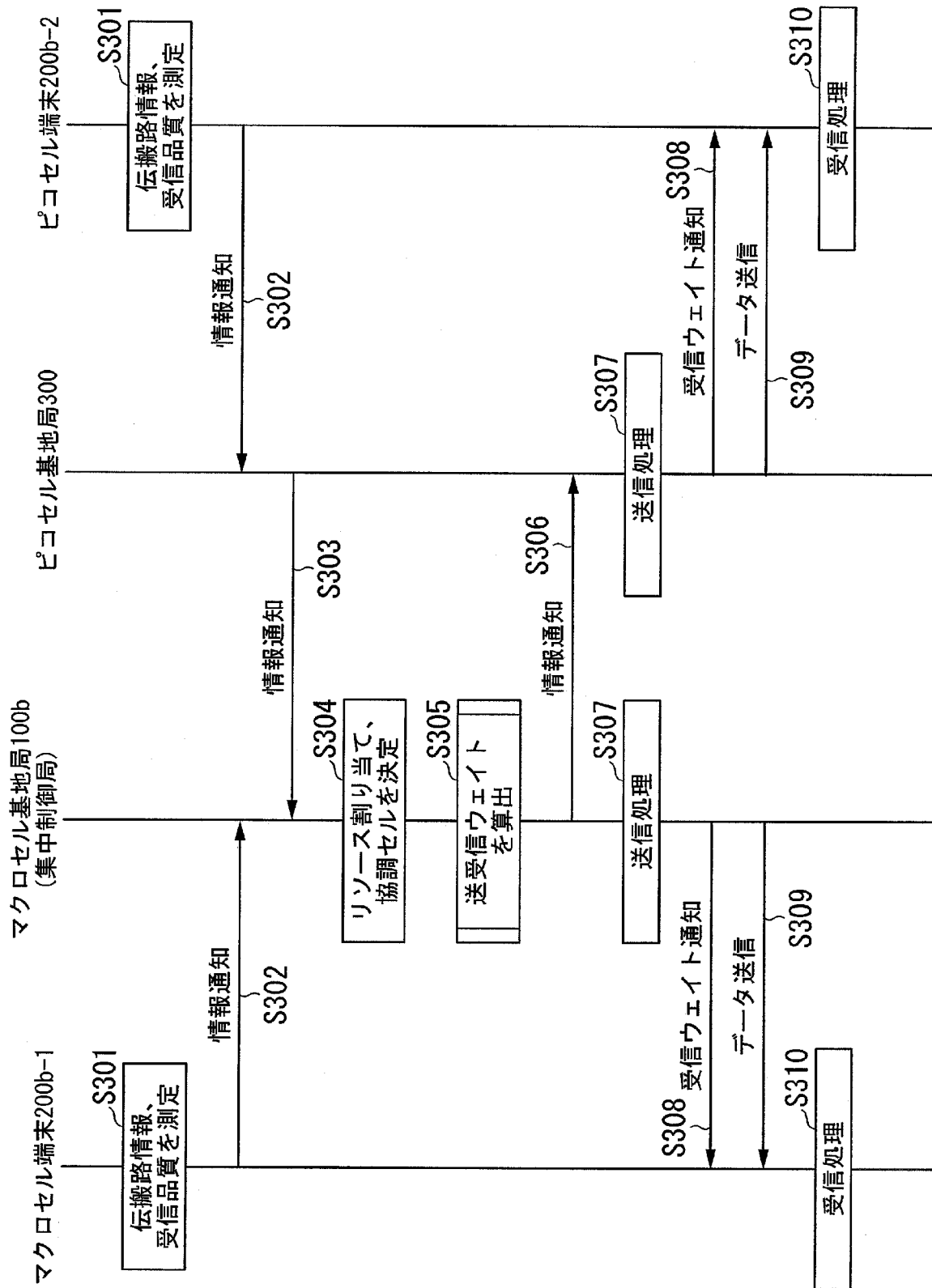
[図10]



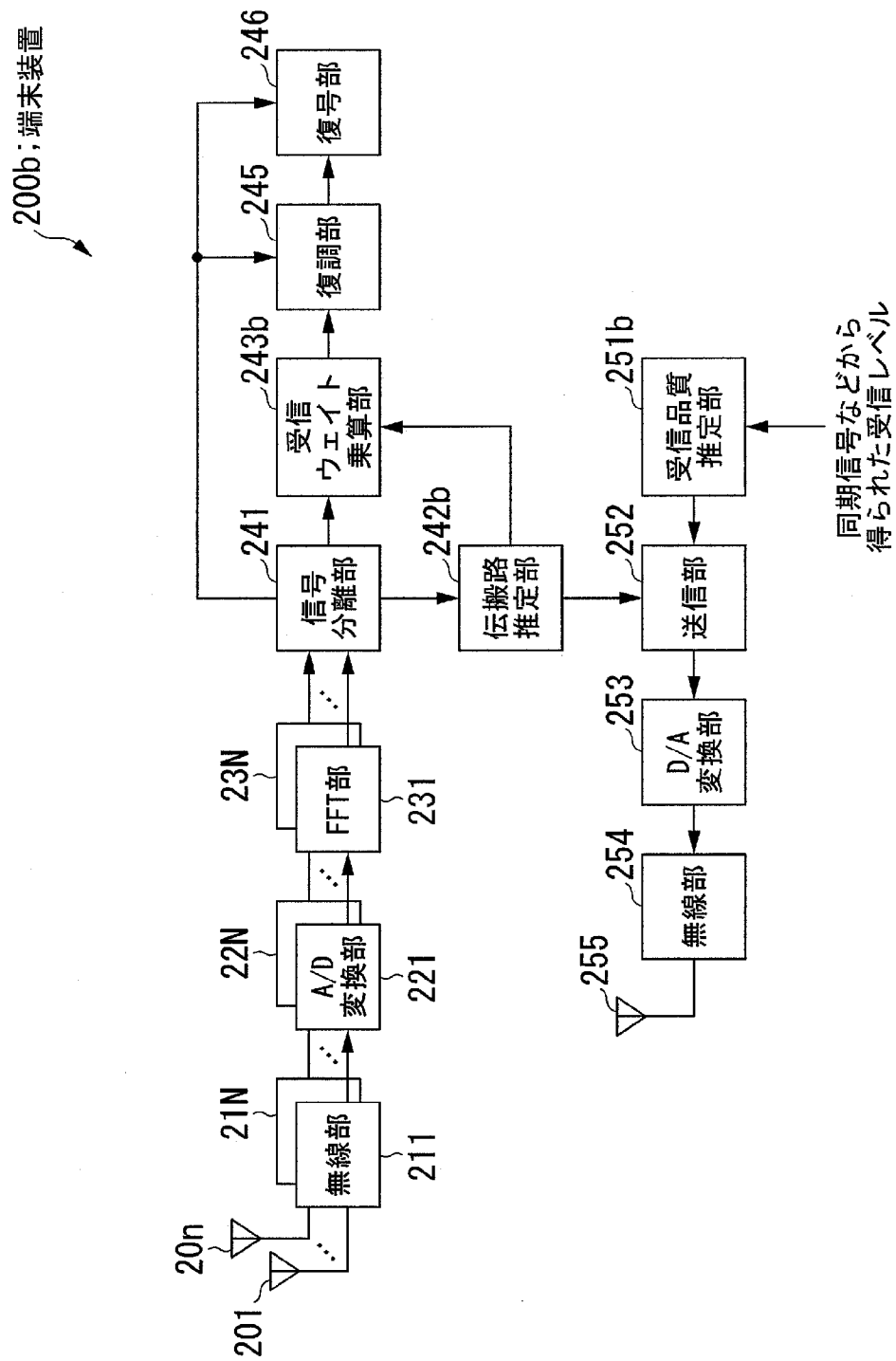
[図11]



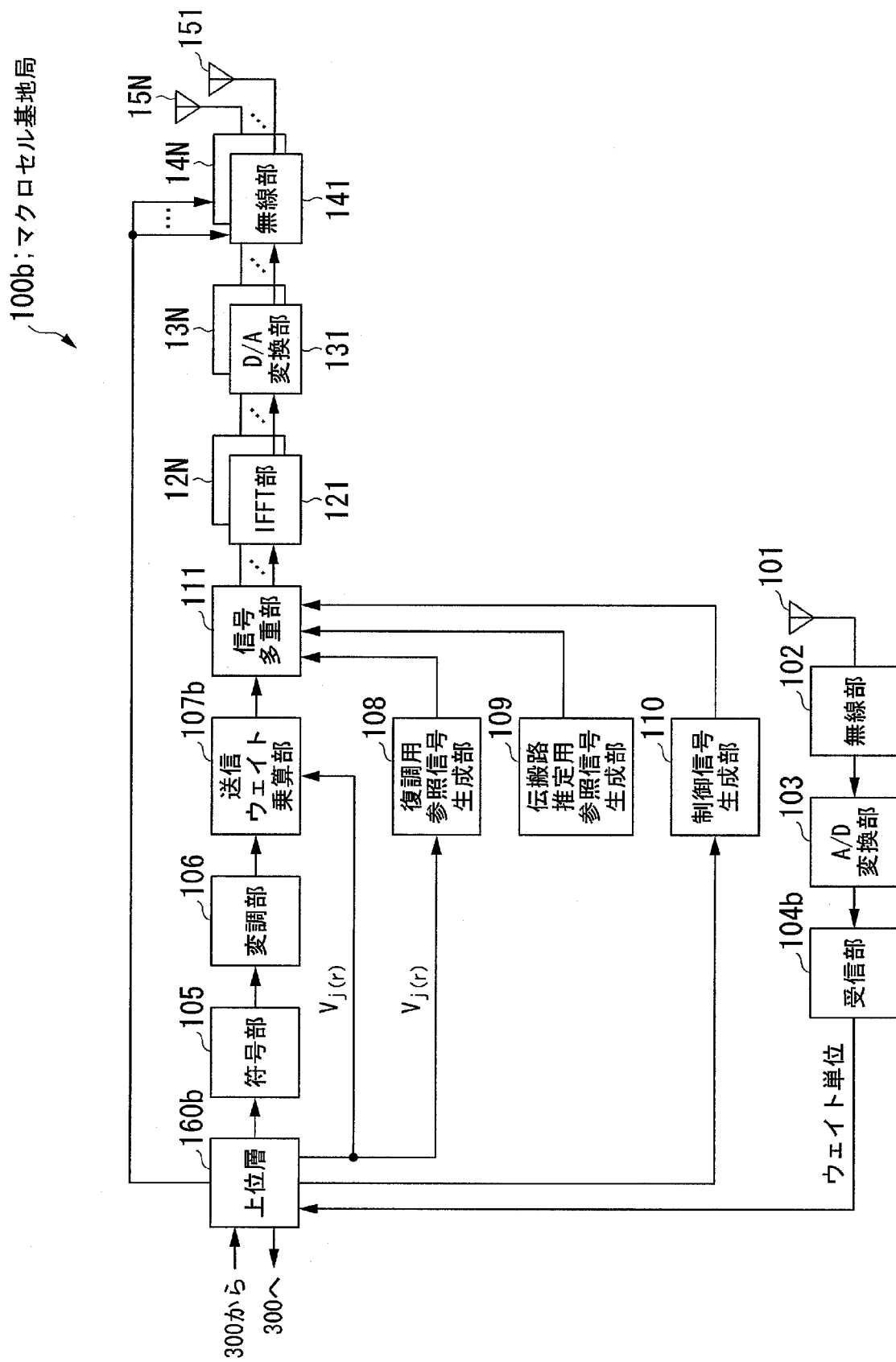
[図12]



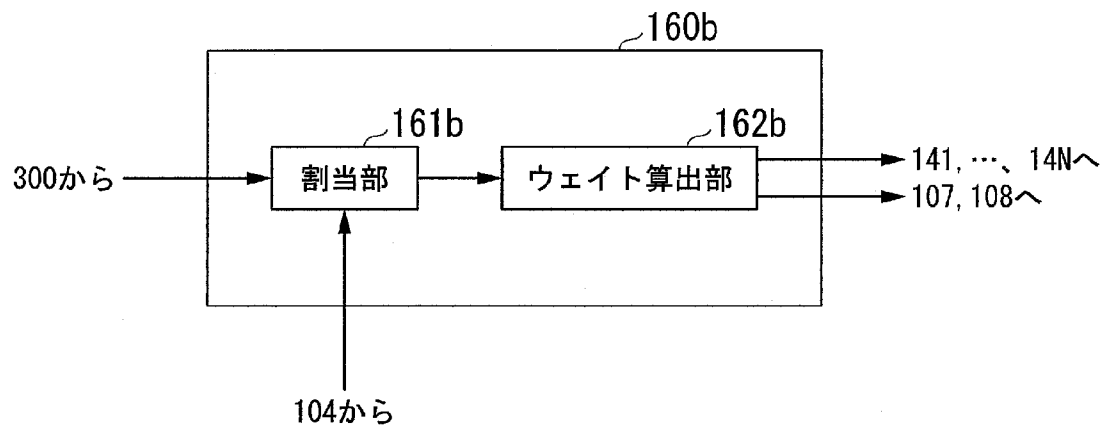
[図13]



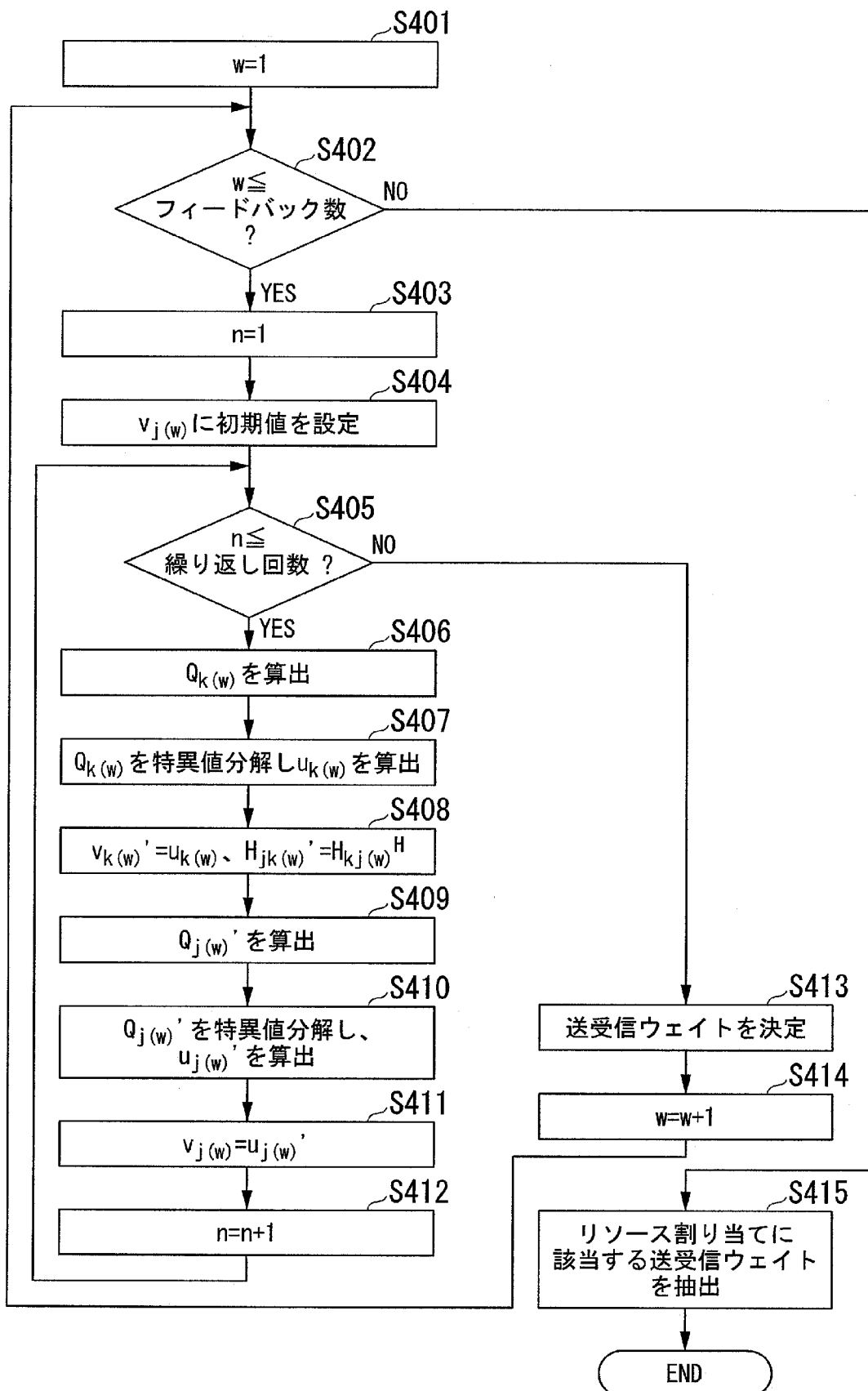
[図14]



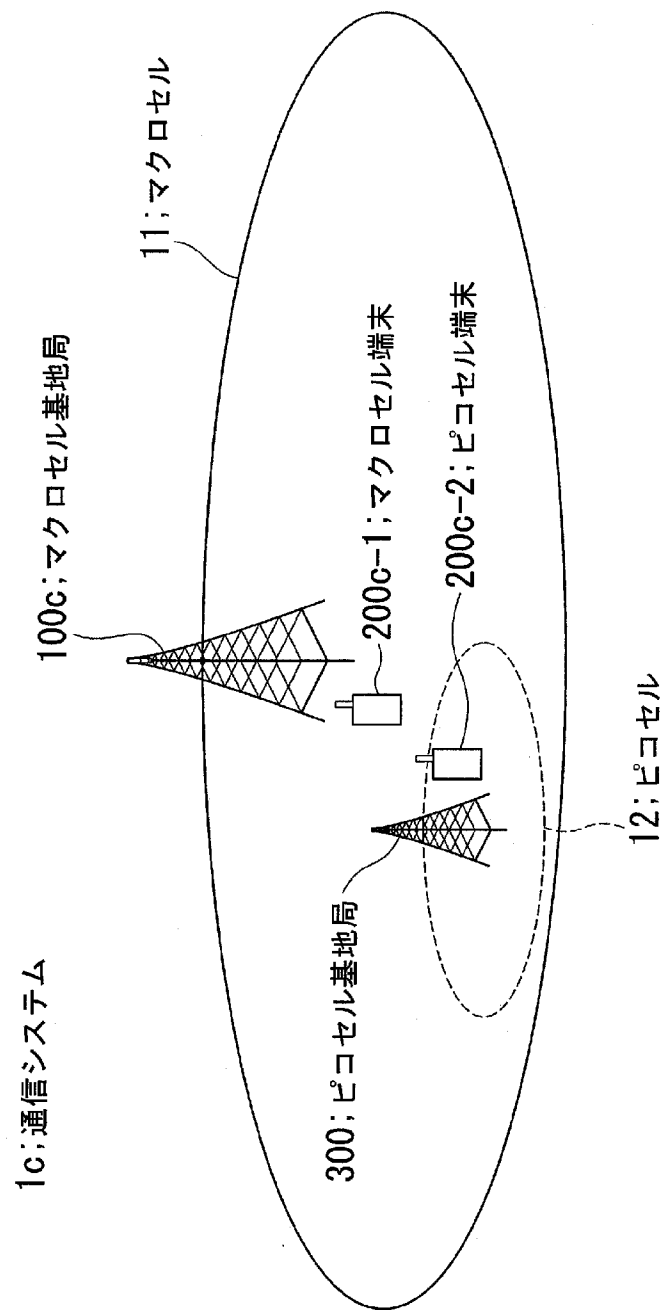
[図15]



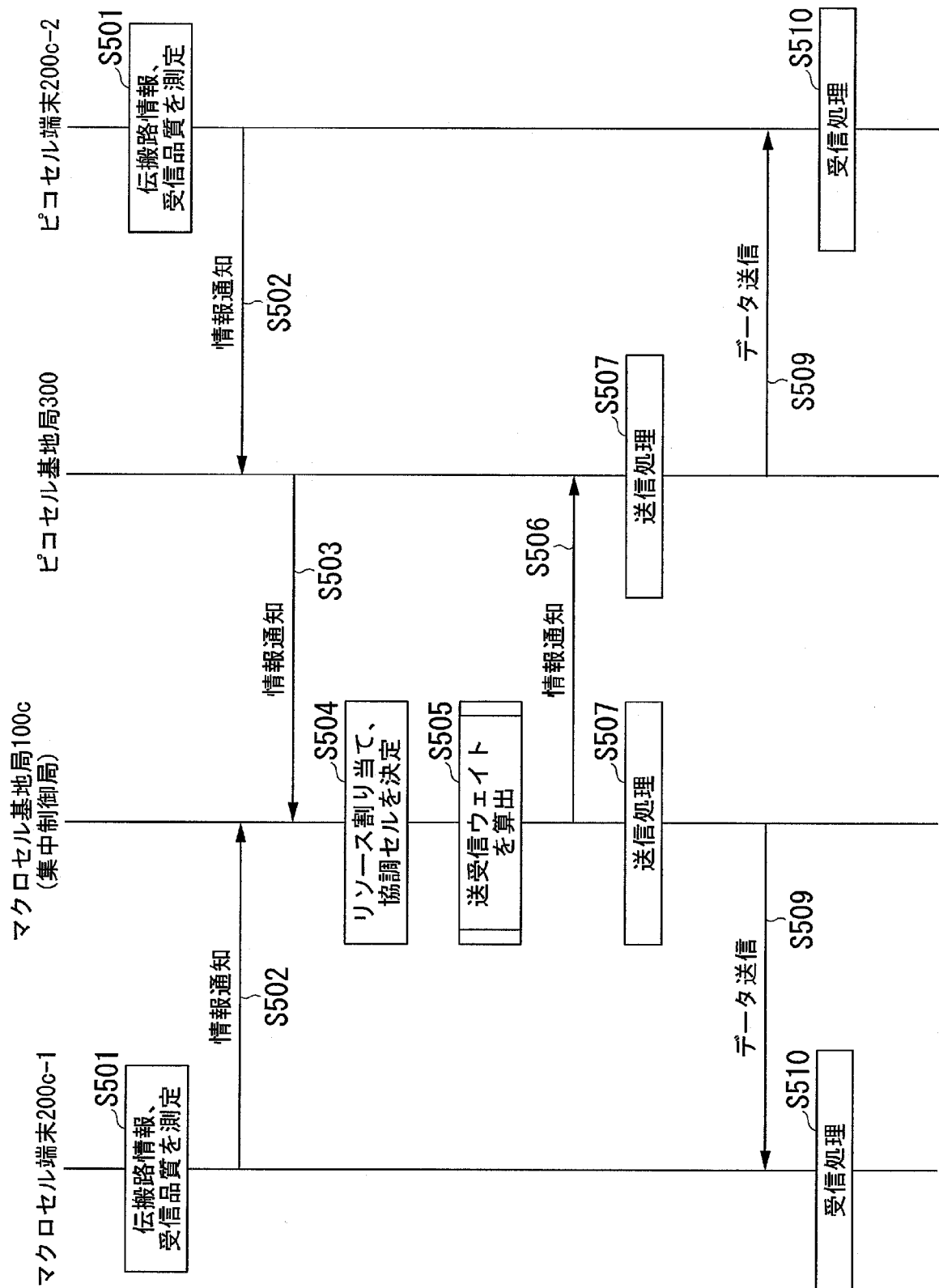
[図16]



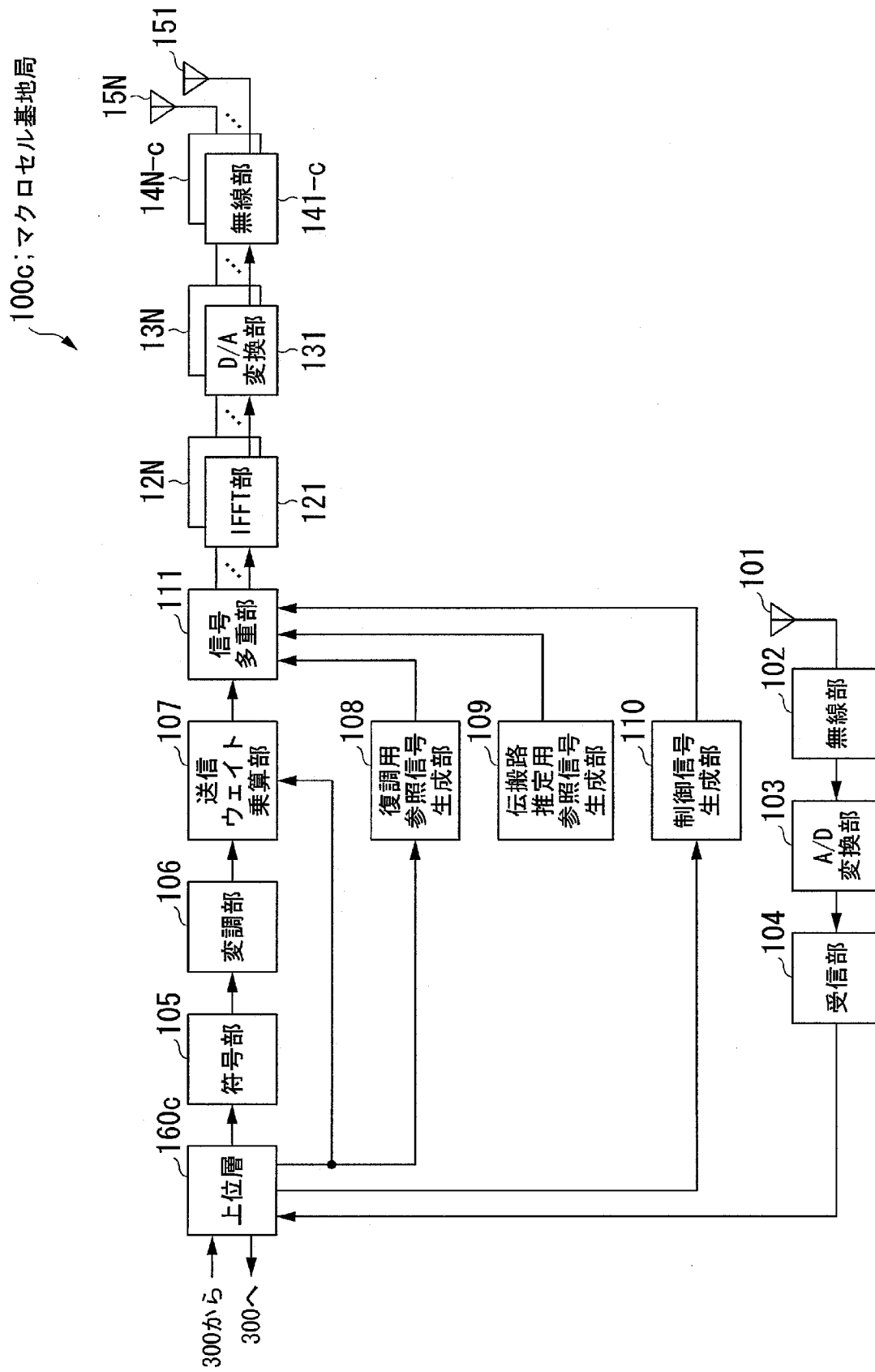
[図17]



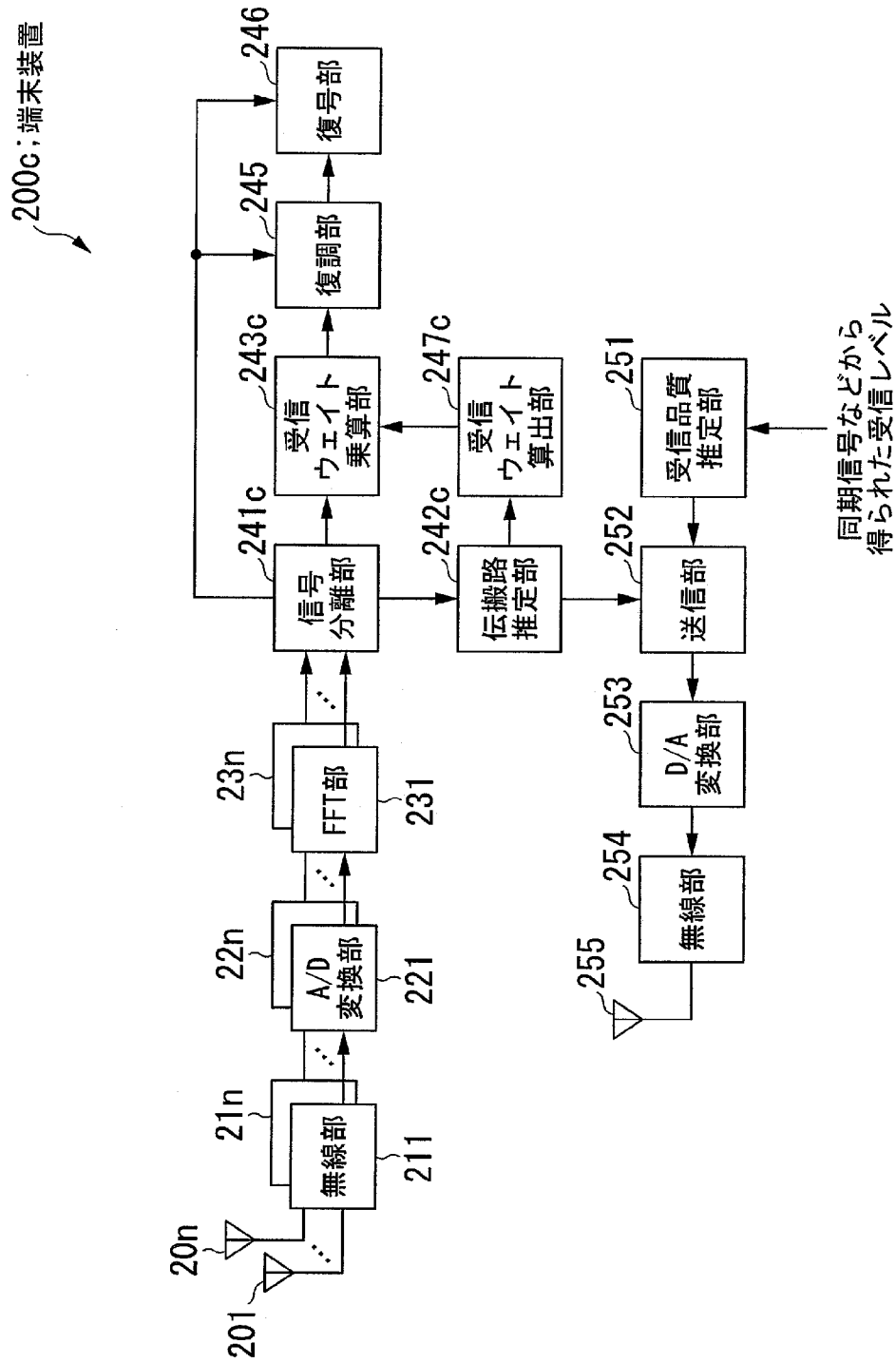
[図18]



[図19]



[図20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/056583

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04W28/16(2009.01)i, H04W16/12(2009.01)i, H04W24/10(2009.01)i, H04W72/12(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)

H04W28/16, H04W16/12, H04W24/10, H04W72/12

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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.
A	Huawei, NTT DOCOMO, CMCC, TP for 3GPP TR36.814 on CoMP, 3GPP TSG-RAN WG1 #60 R1-101695, 2010.02.26, p1-p6 (http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_60/Docs/R1-101695.zip)	1-27
A	JP 2011-082709 A (NTT Docomo Inc.), 21 April 2011 (21.04.2011), paragraphs [0061] to [0076]; fig. 10 to 11 & US 2012/0218962 A1 & EP 2487953 A1 & WO 2011/043328 A1 & CN 102550072 A	1-27
X	JP 2005-065242 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 10 March 2005 (10.03.2005), paragraphs [0087] to [0091]; fig. 4 & US 2006/0193298 A1 & EP 1646172 A1 & WO 2005/011172 A1 & CN 1830169 A	28



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
03 April, 2013 (03.04.13)

Date of mailing of the international search report
16 April, 2013 (16.04.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/056583

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2007-019880 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 25 January 2007 (25.01.2007), paragraphs [0037] to [0054]; fig. 1 (Family: none)	29

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/056583

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
The invention according to claim 1, and the invention according to claim 28 and the invention according to claim 29 do not have either a common or corresponding special technical feature. The following three inventions are thus included in the claims:
(continued on extra sheet)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/056583

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

(Invention 1) A communication system in which a first base station device which is a base station in one of a plurality of communication areas computes a transmission weight in a plurality of base station devices with respect to a terminal device to which the same resources of a plurality of resources are allocated, and each base station device transmits a signal to the terminal device which has been multiplied by the notified transmission weight;

(Invention 2) A terminal device comprising a receiving weight multiplication unit which multiplies a receiving weight which is separated from the transmission signal which is transmitted from the base station device; and

(Invention 3) A terminal device comprising a receiving weight computation unit which computes a receiving weight on the basis of an equivalent propagation path for each sub-carrier.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H04W28/16(2009.01)i, H04W16/12(2009.01)i, H04W24/10(2009.01)i, H04W72/12(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. H04W28/16, H04W16/12, H04W24/10, H04W72/12

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 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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
A	Huawei, NTT DOCOMO, CMCC, TP for 3GPP TR36.814 on CoMP, 3GPP TSG-RAN WG1 #60 R1-101695, 2010.02.26, p1-p6 (http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG1_RL1/TSGR1_60/Docs/R1-101695.zip)	1-27
A	JP 2011-082709 A (株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ) 2011.04.21, 【0061】 - 【0076】, 第 10-11 図 & US 2012/0218962 A1 & EP 2487953 A1 & WO 2011/043328 A1 & CN 102550072 A	1-27

☒ 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 3 . 0 4 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 6 . 0 4 . 2 0 1 3

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 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

田畑 利幸

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 3 4

5 J

4 5 4 4

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
X	JP 2005-065242 A (松下電器産業株式会社) 2005. 03. 10, 【0087】 - 【0091】 , 第 4 図 & US 2006/0193298 A1 & EP 1646172 A1 & WO 2005/011172 A1 & CN 1830169 A	28
X	JP 2007-019880 A (松下電器産業株式会社) 2007. 01. 25, 【0037】 - 【0054】 , 第 1 図 (ファミリーなし)	29

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求項1に係る発明と、請求項28に係る発明および請求項29に係る発明とは、同一の又は対応する特別な技術的特徴を有しない。そして、請求の範囲には以下に示す3の発明が含まれる。

（発明1）複数の通信エリアのうち一つの通信エリアにおける基地局である第一の基地局装置が、複数のリソースのうち同じリソースに割り当てられている端末装置に対する複数の基地局装置における送信ウェイトを算出し、各基地局装置が通知された前記送信ウェイトが乗算された信号を前記端末装置へ送信する、通信システム。

（発明2）基地局装置から送信された送信信号から分離した受信ウェイトを乗算する受信ウェイト乗算部を備えた端末装置。

（発明3）サブキャリア毎の等価伝搬路に基づいて、受信ウェイトを算出する受信ウェイト算出部を備えた端末装置。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。