

(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
2024年10月3日(03.10.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/203379 A1

(51) 国際特許分類:

H04W 16/30 (2009.01) H04W 36/32 (2009.01)
H04W 16/28 (2009.01) H04W 64/00 (2009.01)
H04W 36/30 (2009.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2024/009939

(22) 国際出願日: 2024年3月14日(14.03.2024)

(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 2023-053843 2023年3月29日(29.03.2023) JP

(71) 出願人: ソニーグループ株式会社(SONY GROUP CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 松田 大輝 (MATSUDA, Hiroki); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニーグループ株式会社内 Tokyo (JP). 高橋 光

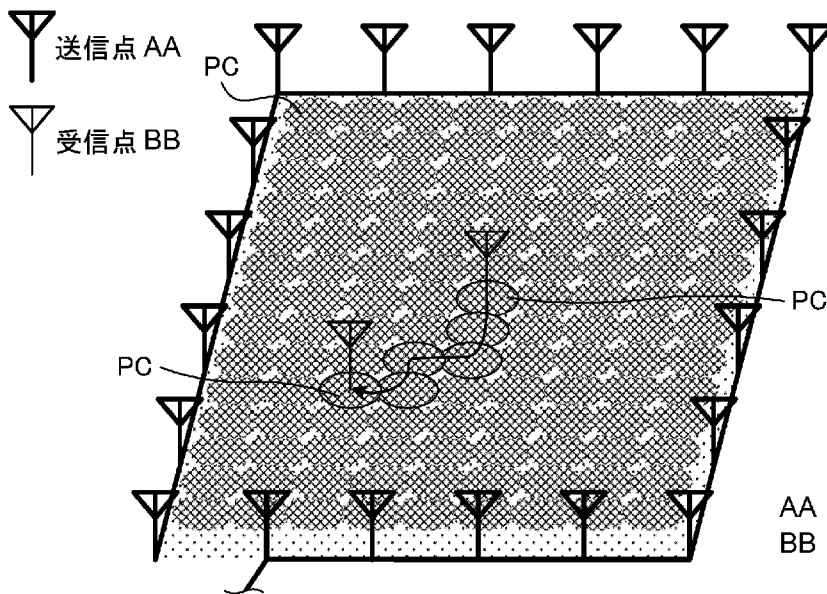
貴(TAKAHASHI, Mitsuki); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニーグループ株式会社内 Tokyo (JP). 内山 博允(UCHIYAMA, Hiromasa); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニーグループ株式会社内 Tokyo (JP). 木村 亮太(KIMURA, Ryota); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニーグループ株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人酒井国際特許事務所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎ノ門ダイビルイースト 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,

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

(54) 発明の名称: 基地局、端末装置、通信方法、及び通信システム



AA Transmission point
BB Reception point

(57) Abstract: This base station comprises: a formation unit that forms a point cell by concentrating power on a specific location through cooperative control for a plurality of antennas; and a tracking unit that performs processing for causing a terminal device to track the point cell.

(57) 要約: 基地局は、複数のアンテナの協調制御により特定地点に電力を集中させることでポイントセルを形成する形成部と、前記ポイントセルを端末装置に追従させるための処理を実行する追従部と、を備える。



WO 2024/203379 A1

KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,
LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS,
MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, 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, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF,
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE,
SN, TD, TG).

添付公開書類：

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称： 基地局、端末装置、通信方法、及び通信システム

技術分野

[0001] 本開示は、基地局、端末装置、通信方法、及び通信システムに関する。

背景技術

[0002] 無線通信に関する技術の開発が活発になされている。次世代無線通信には、更なる通信パフォーマンスの向上（例えば、周波数利用効率の向上）が求められている。周波数利用効率を向上する技術の一つとして、近傍界の位相差を利用して特定地点に電力を集中する技術が開示されている（例えば、非特許文献1）。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献1：Mingyao Cui, Linglong Dai, Robert Schober, and Lajos Hanzo, "Near-Field Wideband Beamforming for Extremely Large Antenna Arrays," arXiv preprint arXiv:2109.10054, Sep. 2021.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記技術（特定地点への電力集中技術）により、より高度な空間多重が可能となると想定される。しかし、この技術を単純に無線アクセスネットワークに適用しただけで、高い通信パフォーマンス（例えば、高い周波数利用効率、大容量、高速、低遅延、高信頼、大多数高密度、低省電力、又は低処理負荷）の無線通信が実現するとは限らない。

[0005] そこで、本開示では、高い通信パフォーマンスを実現可能な基地局、端末装置、通信方法、及び通信システムを提案する。

[0006] なお、上記課題又は目的は、本明細書に開示される複数の実施形態が解決し得、又は達成し得る複数の課題又は目的の1つに過ぎない。

課題を解決するための手段

[0007] 上記の課題を解決するために、本開示に係る一形態の基地局は、複数のアンテナの協調制御により特定地点に電力を集中させることでポイントセルを形成する形成部と、前記ポイントセルを端末装置に追従させるための処理を実行する追従部と、を備える。

図面の簡単な説明

- [0008] [図1]電力集中技術（ポイントフォーミング）を説明するための図である。
- [図2]近傍界と遠方界を説明するための図である。
- [図3]近傍界と遠方界の境界となるフラウンホーファー距離を示す図である。
- [図4]分散アンテナを利用したポイントフォーミングの例を示す図である。
- [図5]タイプ1に係る処理を説明するための図である。
- [図6]タイプ2に係る処理を説明するための図である。
- [図7]本実施形態に係る通信システムの構成を示す図である。
- [図8]本実施形態に係る管理装置の構成を示す図である。
- [図9]本実施形態に係る基地局の構成を示す図である。
- [図10]本実施形態に係る中継局の構成を示す図である。
- [図11]本実施形態に係る端末装置の構成を示す図である。
- [図12]初期接続処理の一例を示すフローチャートである。
- [図13]衝突ベースランダムアクセス手続きを示す図である。
- [図14]非衝突ベースランダムアクセス手続きを示す図である。
- [図15]2ステップランダムアクセス手続きを示す図である。
- [図16]タイプ1に係る端末追従セル形成手段を説明するための図である。
- [図17]タイプ2に係る端末追従セル形成手段を説明するための図である。
- [図18]従来参照信号の配置例を示す図である。
- [図19]本実施形態参照信号の配置の一例を示す図である。
- [図20]本実施形態参照信号の配置の他の例を示す図である。
- [図21]同期信号によるポイントセル決定手段の一例を説明するための図である。
- [図22]同期信号によるポイントセル決定手段の他の例を説明するための図で

ある。

発明を実施するための形態

[0009] 以下に、本開示の実施形態について図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下の実施形態において、同一の部位には同一の符号を付することにより重複する説明を省略する。

[0010] また、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する複数の構成要素を、同一の符号の後に異なるアルファベット又は数字を付して区別する場合もある。例えば、実質的に同一の機能構成を有する複数の構成を、必要に応じて端末装置40₁、40₂、及び40₃のように区別する。ただし、実質的に同一の機能構成を有する複数の構成要素の各々を特に区別する必要がない場合、同一符号のみを付する。例えば、端末装置40₁、40₂、及び40₃を特に区別する必要が無い場合には、単に端末装置40と称する。

[0011] 以下に説明される1又は複数の実施形態（実施例、変形例を含む）は、各々が独立に実施されることが可能である。一方で、以下に説明される複数の実施形態は少なくとも一部が他の実施形態の少なくとも一部と適宜組み合わせられて実施されてもよい。これら複数の実施形態は、互いに異なる新規な特徴を含み得る。したがって、これら複数の実施形態は、互いに異なる目的又は課題を解決することに寄与し得、互いに異なる効果を奏し得る。

[0012] 以下に示す項目順序に従って本開示を説明する。

1. 概要

1-1. 課題

1-2. 電力集中技術（ポイントフォーミング）

1-3. 解決手段の概要

2. 通信システムの構成

2-1. 管理装置の構成

2-2. 基地局の構成

2-3. 中継局の構成

2-4. 端末装置の構成

3. 通信システムの基本動作
 - 3-1. 初期接続処理
 - 3-2. ランダムアクセス手続き
 - 3-3. NRのランダムアクセス手続きの詳細
 - 3-4. NRの2-STEP RACH
4. 通信システムの動作
 - 4-1. 端末追従セルの形成例
 - 4-2. 端末追従セルの形成に使用される情報
 - 4-3. 端末追従に係る動作例
 - 4-4. タイプ1の詳細
 - 4-5. タイプ2の詳細
 - 4-6. フォールバック
 - 4-7. 信号処理
5. 端末追従セルへの初期接続手段
 - 5-1. ポイントセル決定手段の概要
 - 5-2. ポイントセル決定手段の詳細
6. 変形例
 - 6-1. 機能分離
 - 6-2. ポイントフォーミング
 - 6-3. その他の変形例
7. むすび

[0013] <<1. 概要>>

本実施形態を詳細に説明する前に、本実施形態の概要を説明する。

[0014] <1-1. 課題>

近年、次世代無線通信の議論が進められている。5G NRを超える更なる高速通信、低遅延高信頼通信、大多数高密度通信、これら複数の同時サポート、といった要求事項を実現すべく、さらなる周波数利用効率の向上が求められている。周波数利用効率を向上する技術の一つとして、近傍界の位相

差を利用して特定地点に電力を集中する技術（以下、単に、電力集中技術という。）が開示されている。

[0015] 電力集中技術により、より高度な空間多重が可能となると想定される。しかし、この技術を単純に無線アクセスネットワークに適用しただけで、高い通信パフォーマンス（例えば、高い周波数利用効率、大容量、高速、低遅延、高信頼、大多数高密度、低省電力、又は低処理負荷）の無線通信が実現するとは限らない。

[0016] 例えば、従来の技術は、特定のエリアに通信を提供するためにセルカバレッジを考慮してセルが設計されている。しかし、電力集中技術で高度な空間多重が実現した場合、セルカバレッジが従来とは異なる。この場合、従来のセルの切り替え手続き（例えば、従来のハンドオーバー手続き）のままでは、頻繁な切り替え手続きの発生による通信遅延の発生等、様々な問題が発生すると想定される。

[0017] 例えば、従来の技術では、基地局は、面状又はビーム状のセルを形成する。しかし、無線通信ネットワークに電力集中技術を適用した場合、基地局は、点状の小さなセルを形成することになると想定される。この場合、従来の技術のままでは、端末装置がわずかに移動しただけでも従来のハンドオーバー手続きが発生することになるので、大きな通信遅延が発生すると想定される。

[0018] そこで、本実施形態では、無線通信ネットワークに電力集中技術を適用した場合の端末装置の移動通信について検討する。

[0019] 以下の説明では、電力集中技術のことをポイントフォーミング（Pointforming）ということがある。

[0020] < 1 - 2. 電力集中技術（ポイントフォーミング） >

解決手段の概要を説明する前に、電力集中技術（ポイントフォーミング）について説明する。

[0021] 図1は、電力集中技術（ポイントフォーミング）を説明するための図である。従来のセルラー移動通信では、基地局（例えば、eNB（eNodeB）、g

N B (gNodeB)、又はRANノード (EUTRAN、NGRANを含む。)) が面状またはビーム状のセルを形成する。図1の例であれば、左側の図 (クラシックセル) が、基地局が面状のセルを形成する様子を示す図であり、中央の図 (ビームフォーミング) が、基地局がビーム状のセルを形成する様子を示す図である。これにより、基地局は、端末装置 (例えば、UE (User Equipment)) に通信を提供する。次世代のセルラー通信では、さらなる高速通信や低遅延高信頼通信など、高度な要求を満たすため、周波数利用効率を極限まで高めることが求められている。

[0022] 現在注目されている技術として、点でセルを形成する技術 (例えば、電力集中技術) がある。これは、多数の送信アンテナを協調制御することで、従来のビームフォーミング (Beamforming) による空間分離を超える、点状のセルを形成する技術である。図1の例であれば、右側の図 (ポイントフォーミング) が、基地局が点状のセルを形成する様子を示す図である。以降では、この技術をポイントフォーミング (Pointforming) と呼称するが、呼称の仕方はこれによらない。従来のビームフォーミングではビーム方向の多重ができなかったが、ポイントフォーミングでは三次元的な多重が可能となる。これにより、更なる多端末の同時通信が可能となる。また、ポイントフォーミングにより、多端末への干渉を抑制することが可能となる。結果として、システム全体の通信品質向上、通信切断率の低減、及び、さらなる多接続通信が期待できる。

[0023] ポイントフォーミングは、多数の送信アンテナから送信される各電波の位相差を考慮し、特定地点で各電波が同相合成されるように多数の送信アンテナを協調動作することで、特定地点での受信電力を最大化する技術である。特定地点以外では、多数の送信アンテナから送信された各電波はランダムな位相で受信されるため、平均化により受信電力が抑圧される。これにより、特定地点でセルを形成するポイントフォーミングが実現される。ここで、多数の送信アンテナから送信される各電波の位相差制御では、制御装置は、例えば、各送信アンテナの初期位相を制御してもよいし、各送信アンテナの振

幅を制御してもよい。

[0024] このとき、多数の送信アンテナエレメントを有する単一の送信パネルから電波が送信される場合、近傍界の特徴を考慮してもよい。図2は、近傍界と遠方界を説明するための図である。従来では、基地局がスマートフォンなど遠くの端末装置と通信をすることを想定していた。そのため、従来では、図2の右側に示すような遠方界を前提として検討が進められていた。しかしながら、今後は更なる巨大送信パネルを利用した通信が想定される。そのため、近傍界領域の特徴である位相差を考慮した通信が可能となる可能性がある。ポイントフォーミングは、この近傍界の領域で利用されてもよい。図3は、近傍界と遠方界の境界となるフラウンホーファー距離を示す図である。

[0025] ここで、上記では近傍界でポイントフォーミングを適用する例を示したが、ポイントフォーミングは位相差が考慮可能な環境であれば実現可能である。そのため、多数の分散アンテナが受信点の周囲にある環境では、フラウンホーファー距離によらず、ポイントフォーミングの実施が可能である。図4は、分散アンテナを利用したポイントフォーミングの例を示す図である。図4の例では、基地局は、複数のアンテナを制御する制御部（図4の例であれば、CU（Central Unit））を備え、送信アンテナを制御している。図4の例では、CUと送信アンテナが光接続されているが、必ずしも光接続でなくてもよい。なお、複数の送信点（送信アンテナ）それぞれが1つの基地局であってもよい。また、複数の送信点（送信アンテナ）を1又は複数の基地局が制御してもよい。また、複数のアンテナ（複数の送信点）は、複数の送信アンテナ（アンテナエレメント）を備える1又は複数の送信パネルであってもよい。

[0026] <1-3. 解決手段の概要>

以上を前提に本実施形態の解決手段の概要を説明する。

[0027] 図5及び図6は、本実施形態の解決手段の概要を説明するための図である。図5は、本実施形態の解決手段の第1の例（以下、タイプ1という。）を示す図であり、図6は、本実施形態の解決手段の第2の例（以下、タイプ2

という。)を示す図である。

[0028] 本実施形態の通信システムは、基地局と端末装置とを備える。図中、送信点は、基地局が備える又は基地局が制御する送信アンテナを示す。また、受信点は端末装置が備える受信アンテナを示す。基地局は、電力集中技術（ポイントフォーミング）によりポイントセルを形成する。例えば、基地局は、複数のアンテナを制御する制御部を備える。そして、基地局は、複数のアンテナの協調制御により特定地点に電力を集中させることでポイントセルを形成する。

[0029] 本実施形態では、基地局は、ポイントセルを端末装置に追従（track）させるための処理を実行する。例えば、基地局は、端末装置に関する情報を取得する。例えば、基地局は、端末装置に関する情報として、端末装置の移動方向の情報、端末装置の移動速度の情報、及び端末装置の位置情報のうちの少なくとも1つの情報を取得する。また、基地局は、端末装置に関する情報として、端末装置が受信する干渉電力に関する情報を取得してもよいし、端末装置の移動予定に関する情報を取得してもよい。基地局は、端末装置に関する情報に基づいてポイントセルを端末装置に追従させるための処理を実行する。ポイントセルを端末装置に追従させるための処理は、以下に示すタイプ1であってもよいし、タイプ2であってもよい。

[0030] （タイプ1）

図5は、タイプ1に係る処理を説明するための図である。タイプ1では、基地局は、送信アンテナで囲まれたエリアをカバーする複数のポイントセルPCを形成する。そして、基地局は、端末装置が接続するポイントセルPCを、エリア内を移動する端末装置に追従させて切り替えるための処理を行う。例えば、タイプ1では、端末装置は、複数のポイントセルPCのうちの二以上のポイントセルPCに接続可能に構成されている。基地局は、端末装置がアタッチする二以上のポイントセルPCのうちの端末装置が今後接続するポイントセルに関する情報を端末装置に通知する。例えば、基地局は、端末装置が今後接続するポイントセルに関する情報として、ポイントセルの接

続順に関する情報を通知する。そして、端末装置は、基地局から通知された情報に基づいて、事前に、一又は複数のポイントセルPCに接続する。例えば、端末装置は、現在通信に使用しているポイントセルPCに加えて、今後通信に使用するポイントセルPCに接続する。

[0031] (タイプ2)

図6は、タイプ2に係る処理を説明するための図である。タイプ2では、基地局は、端末装置の移動方向に追従するように、ポイントセルPCの生成に係る設定を動的に変更する。すなわち、タイプ2では、基地局は、端末装置の移動に追従させてポイントセルPCを動的に移動させる。このとき、基地局は、端末装置が移動に合わせて送信した端末装置の移動情報に基づいて、ポイントセルPCを動的に移動させてもよい。

[0032] このように、本実施形態では基地局は、ポイントセルを端末装置に追従させるための処理を実行する。そのため、端末装置は、移動したとしても、途切れることなくポイントセルに接続できる。例えば、タイプ1では、端末装置は、事前に一又は複数のポイントセルPCに接続できるので、スムーズなポイントセルの切り替えができる。また、タイプ2では、端末装置の移動に合わせてポイントセルPCが移動するので、端末装置は、移動したとしてもポイントセルへの接続を維持できる。結果として、通信システムは、高い通信パフォーマンスを実現できる。

[0033] 以上、本実施形態の概要を述べたが、以下、本実施形態の通信システム1について詳細に説明する。

[0034] <<2. 通信システムの構成>>

まず、通信システム1の構成を説明する。

[0035] 図7は、本実施形態に係る通信システム1の構成を示す図である。通信システム1は、管理装置10と、基地局20と、中継局30と、端末装置40とを備える。通信システム1は、通信システム1を構成する各無線通信装置が連携して動作することにより、ユーザに対して移動通信が可能な無線ネットワークを提供する。本実施形態の無線ネットワークは、無線アクセスネッ

トワークRANとコアネットワークCNとから構成されている。本実施形態において、無線通信装置は、無線通信の機能を有する装置のことであり、図7の例では、基地局20、中継局30、および端末装置40が該当する。

[0036] 通信システム1は、管理装置10、基地局20、中継局30、および端末装置40をそれぞれ複数備えてもよい。図7の例では、通信システム1は、管理装置10として管理装置10₁および10₂を備えており、基地局20として基地局20₁、20₂、および20₃を備えている。また、通信システム1は、中継局30として中継局30₁および30₂を備えており、端末装置40として端末装置40₁、40₂、および40₃を備えている。

[0037] 端末装置40は、LTE (Long Term Evolution)、NR (New Radio)、6G、Wi-Fi、Bluetooth (登録商標)、等の無線アクセス技術 (RAT: Radio Access Technology) を使ってネットワークに接続するよう構成されていてもよい。このとき、端末装置40は、異なる無線アクセス技術 (無線通信方式) を使用可能に構成されていてもよい。例えば、端末装置40は、NRとWi-Fiを使用可能に構成されていてもよい。また、端末装置40は、異なるセルラー通信技術 (例えば、LTE、NR、又は6G) を使用可能に構成されていてもよい。LTE及びNRは、セルラー通信技術の一種であり、基地局がカバーするエリアをセル状に複数配置することで端末装置の移動通信を可能にする。また、6Gもセルラー通信技術の一種であり、基地局がカバーするエリアをセル状に複数配置することで端末装置の移動通信を可能にする。

[0038] なお、以下の説明では、「LTE」には、LTE-A (LTE-Advanced)、LTE-A Pro (LTE-Advanced Pro)、及びEUTRA (Evolved Universal Terrestrial Radio Access) が含まれるものとする。また、NRには、NRAT (New Radio Access Technology)、及びFEUTRA (Further EUTRA) が含まれるものとする。なお、単一の基地局20は複数のセルを管理してもよい。以下の説明において、LTEに対応するセルはLTEセルと称され、NRに対応するセルはNRセルと称される。

[0039] NRは、LTE (LTE-Advanced、LTE-Advanced Proを含む第4世代通信)の次の世代(第5世代)の無線アクセス技術である。NRは、eMBB (Enhanced Mobile Broadband)、mMTC (Massive Machine Type Communications) 及びURLLC (Ultra-Reliable and Low Latency Communications) を含む様々なユースケースに対応できる無線アクセス技術である。NRは、これらのユースケースにおける利用シナリオ、要求条件、及び配置シナリオなどに対応する技術フレームワークとして3GPP (登録商標) のRel-15で規格策定された。さらに、Beyond 5Gおよび6Gでは、高速大容量、低遅延・高信頼、多数同時接続の複数軸を同時に実現することが要求されている。

[0040] 6Gは第5世代移動体通信であるNRや5GS (5G system) の次の世代のセルラー通信技術であり、無線アクセス技術及び基地局、コアネットワークおよびデータネットワーク間のネットワーク技術を含む。6GではNRにおいて主要ユースケース又は要求条件とされていたeMBB、mMTC及びURLLCのそれぞれの高度化 (Extreme connectivity)、並びに新たな側面における新技術を含んでもよい。新技術としては、例えば、AI (Cognitive network、AI native Air Interface)、センシング (Radar sensing, network as a sensorを含む。)、及びテラヘルツ通信などが想定される。

[0041] なお、無線ネットワークは、LTE (Long Term Evolution)、NR (New Radio)、6G等の無線アクセス技術 (RAT: Radio Access Technology) に対応していてもよい。LTE、NR、及び6Gは、セルラー通信技術の一種であり、基地局がカバーするエリアをセル状に複数配置することで端末装置の移動通信を可能にする。なお、通信システム1が使用する無線アクセス方式は、LTE、NR、6Gに限定されず、WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access)、cdma2000 (Code Division Multiple Access 2000) 等の他の無線アクセス方式であってもよい。

[0042] また、基地局20および中継局30は、地上局であってもよいし、非地上

局であってもよい。非地上局は、衛星局であってもよいし、航空機局であってもよい。非地上局が衛星局なのであれば、無線ネットワークは、Bent-pipe (Transparent) 型の移動衛星通信システムであってもよい。

[0043] なお、本実施形態において、地上局および地上基地局とは、地上に設置される基地局および中継局のことをいう。ここで、「地上」は、陸上のみならず、地中、水上、水中も含む広義の地上である。なお、以下の説明において、「地上局」の記載は、「ゲートウェイ」に置き換えてもよい。

[0044] なお、LTEの基地局は、eNodeB (Evolved Node B) 又はeNBと称されることがある。また、NRの基地局は、gNodeB又はgNBと称されることがある。また、6Gの基地局は、6G NodeB (6GNB) と称されることがある。また、LTE、NR、及び6Gでは、端末装置（移動局、又は端末ともいう。）はUE (User Equipment) と称されることがある。なお、端末装置は、通信装置の一種であり、移動局、又は端末とも称される。

[0045] なお、端末装置40は、LTE、NR、6G、Wi-Fi、Bluetooth以外の無線アクセス技術（無線通信方式）を使ってネットワークに接続可能であってもよい。例えば、端末装置40は、LPWA (Low Power Wide Area) 通信を使ってネットワークに接続可能であってもよい。また、端末装置40は、独自規格の無線通信を使ってネットワークに接続可能であってもよい。

[0046] ここで、LPWA通信とは、小電力の広範囲通信を可能とする無線通信のことである。例えば、LPWA無線とは、特定小電力無線（例えば、920 MHz帯）やISM (Industry-Science-Medical) バンドを使用したIoT (Internet of Things) 無線通信のことである。なお、端末装置40が使用するLPWA通信はLPWA規格に準拠したものであってもよい。LPWA規格としては、例えば、ELTRES、ZETA、SIGFOX、LoRaWAN、NB-IoT等が挙げられる。勿論、LPWA規格はこれらに限定されず、他のLPWA規格であってもよい。

[0047] 図7の各無線通信装置は、論理的な意味での装置と考えてもよい。すなわち、各無線通信装置の一部が仮想マシン (VM: Virtual Machine)、コンテナ (Container)、またはドッカー (Docker) 等によって実現され、それらが物理的に同一のハードウェア上で実装されてもよい。

[0048] 本実施形態において、無線通信装置という概念には、携帯端末等の持ち運び可能な移動体装置 (端末装置) のみならず、構造物または移動体に設置される装置も含まれる。構造物または移動体そのものを無線通信装置とみなしてもよい。また、無線通信装置という概念には、端末装置40のみならず、基地局20および中継局30も含まれる。無線通信装置は、処理装置または情報処理装置の一種である。無線通信装置は、送信装置または受信装置と言い換えることも可能である。

[0049] なお、本実施形態において、リソースは、例えば、Frequency、Time、Resource Element (REG、CCE、CORESETを含む)、Resource Block、Bandwidth Part、Component Carrier、Symbol、Sub-Symbol、Slot、Mini-Slot、Subslot、Subframe、Frame、PRACH occasion、Occasion、Code、Multi-access physical resource、Multi-access signature、Subcarrier Spacing (Numerology) などを表す。

[0050] 以下、通信システム1を構成する各無線通信装置の構成を具体的に説明する。なお、以下に示す各無線通信装置の構成はあくまで一例である。各無線通信装置の構成は、以下に示す構成とは異なってもよい。

[0051] <2-1. 管理装置の構成>

管理装置10は、無線ネットワークを管理する情報処理装置 (コンピュータ) である。例えば、管理装置10は基地局20の通信を管理する情報処理装置である。管理装置10は、例えば、MME (Mobility Management Entity) としての機能を有する装置であっても良い。管理装置10は、AMF (Access and Mobility Management Function) 及び/又はSMF (Session Management Function) としての機能を有する装置であってもよい。MME、AMF、及びSMFは、コアネットワークにおけるコントロールプレー

ンネットワークファンクション (Control Plane Network Function) ノードである。管理装置 10 は、6G におけるコントロールプレーンネットワークファンクション (6G CPNF) として機能を有する装置であってもよい。6G CPNF は 1 または複数の論理ノードから構成されていてもよい。

[0052] 勿論、管理装置 10 が有する機能は、MME、AMF、SMF、6G CPNF に限られない。管理装置 10 は、NSSF (Network Slice Selection Function)、AUSF (Authentication Server Function)、PCF (Policy Control Function)、UDM (Unified Data Management) としての機能を有する装置であってもよい。また、管理装置 10 は、HSS (Home Subscriber Server) としての機能を有する装置であってもよい。

[0053] なお、管理装置 10 はゲートウェイの機能を有していてもよい。例えば、管理装置 10 は、S-GW (Serving Gateway) や P-GW (Packet Data Network Gateway) としての機能を有していてもよい。また、管理装置 10 は、UPF (User Plane Function) の機能を有していてもよい。このとき、管理装置 10 は、複数の UPF を有していてもよい。また、管理装置 10 は、6G におけるユーザプレーンネットワークファンクション (6G UPNF) として機能を有する装置であってもよい。

[0054] コアネットワークは、複数のネットワーク機能 (Network Function) から構成され、各ネットワーク機能は、1 つの物理的な装置に集約されてもよいし、複数の物理的な装置に分散されてもよい。つまり、管理装置 10 は、複数の装置に分散配置され得る。さらに、この分散配置は動的に実行されるように制御されてもよい。基地局 20、及び管理装置 10 は、1 つネットワークを構成し、端末装置 40 に無線通信サービスを提供する。管理装置 10 はインターネットと接続され、端末装置 40 は、基地局 20 を介して、インターネット介して提供される各種サービスを利用することができる。

[0055] なお、管理装置 10 は必ずしもコアネットワークを構成する装置でなくてもよい。例えば、コアネットワークが W-CDMA (Wideband Code Divis

ion Multiple Access) や c d m a 2 0 0 0 (Code Division Multiple Access 2000) のコアネットワークであるとする。このとき、管理装置 1 0 は R N C (Radio Network Controller) として機能する装置であってもよい。

[0056] 図 8 は、本実施形態に係る管理装置 1 0 の構成を示す図である。管理装置 1 0 は、通信部 1 1 と、記憶部 1 2 と、制御部 1 3 とを備えている。ただし、図 8 に示される構成は機能的な構成であり、ハードウェア構成はこれとは異なってもよい。また、管理装置 1 0 の機能は、複数の物理的に分離された構成に静的、あるいは、動的に分散して実装されてもよい。管理装置 1 0 は、複数のサーバ装置によって構成されてもよい。

[0057] 通信部 1 1 は、無線通信装置（例えば、基地局 2 0 または中継局 3 0 ）と通信するための通信インタフェースである。通信部 1 1 は、ネットワークインタフェースであってもよいし、機器接続インタフェースであってもよい。通信部 1 1 は、N I C (Network Interface Card) 等の L A N (Local Area Network) インタフェースであってもよいし、U S B (Universal Serial Bus) ホストコントローラ、または U S B ポート等によって構成される U S B インタフェースであってもよい。通信部 1 1 は、有線インタフェースであってもよいし、無線インタフェースであってもよい。通信部 1 1 は、管理装置 1 0 の通信手段として機能する。通信部 1 1 は、制御部 1 3 によって制御される。

[0058] 記憶部 1 2 は、D R A M (Dynamic Random Access Memory)、S R A M (Static Random Access Memory)、フラッシュメモリ、またはハードディスク等の読み書き可能な記憶装置である。記憶部 1 2 は、管理装置 1 0 の記憶手段として機能する。記憶部 1 2 は、例えば、端末装置 4 0 の接続状態を記憶する。記憶部 1 2 は、端末装置 4 0 の R R C (Radio Resource Control) の状態および E C M (EPS Connection Management)、あるいは、5 G S y s t e m C M (Connection Management) の状態を記憶する。記憶部 1 2 は、端末装置 4 0 の位置情報を記憶するホームメモリとして機能し

てもよい。

[0059] 制御部13は、管理装置10の各部を制御するコントローラ (controller) である。制御部13は、例えば、CPU (Central Processing Unit) またはMPU (Micro Processing Unit) 等のプロセッサによって実現されてもよい。詳細には、制御部13は、管理装置10の内部の記憶装置に記憶されている各種プログラムを、プロセッサがRAM (Random Access Memory) 等を作業領域として実行することによって実現されてもよい。制御部13は、ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、またはFPGA (Field Programmable Gate Array) 等の集積回路によって実現されてもよい。また、制御部13は、GPU (Graphics Processing Unit) により実現されてもよい。CPU、MPU、ASIC、FPGA、及びGPUは何れもコントローラとみなすことができる。なお、制御部13は、複数の物理的に分離された物体により構成されていてもよい。例えば、制御部13は、複数の半導体チップにより構成されていてもよい。

[0060] <2-2. 基地局の構成>

基地局20は、他の無線通信装置 (例えば、中継局30、端末装置40、または他の基地局20) と無線通信を行う無線通信装置である。基地局20は、中継局30を介して端末装置40と無線通信してもよいし、端末装置40と直接無線通信してもよい。

[0061] 基地局20は、無線基地局 (Base Station、Node B、eNB、gNB、又は6NB等)、あるいは、無線アクセスポイント (Access Point) に相当する装置である。基地局20は、無線リレー局であってもよい。基地局20は、RRH (Remote Radio Head) と呼ばれる光張り出し装置であってもよい。基地局20は、FPU (Field Pickup Unit) 等の受信局であってもよい。基地局20は、無線アクセス回線および無線バックホール回線を時分割多重、周波数分割多重、または空間分割多重で提供する、IAB (Integrated Access and Backhaul) ドナーノード、あるいは、IABリレーノードであってもよい。

- [0062] 基地局20が使用する無線アクセス技術は、セルラー通信技術であってもよい。基地局20が使用する無線アクセス技術は、無線LAN技術であってもよい。基地局20が使用する無線アクセス技術は、LPWA (Low Power Wide Area) 通信技術であってもよい。ただし、基地局20が使用する無線アクセス技術は、これらに限定されるものではなく、他の無線アクセス技術であってもよい。基地局20が使用する無線通信は、ミリ波を使った無線通信であってもよし、テラ波（テラヘルツ波）を使った無線通信であってもよい。基地局20が使用する無線通信は、電波を使った無線通信であってもよいし、赤外線または可視光を使った無線通信（光無線）であってもよい。また、基地局20は、端末装置40とNOMA (Non-Orthogonal Multiple Access) 通信が可能であってもよい。ここで、NOMA通信は、非直交リソースを使った通信（送信、受信、或いはその双方）のことである。なお、基地局20は、他の基地局20とNOMA通信可能であってもよい。
- [0063] なお、基地局20は、基地局-コアネットワーク間インタフェース（例えば、NG Interface、S1 Interface等）を介してお互いに通信可能であってもよい。このインタフェースは、有線及び無線のいずれであってもよい。また、基地局は、基地局間インタフェース（例えば、Xn Interface、X2 Interface、F1 Interface等）を介して互いに通信可能であってもよい。このインタフェースは、有線及び無線のいずれであってもよい。
- [0064] 基地局（「基地局装置」ともいう。）という概念には、ドナー基地局のみならず、リレー基地局（「中継局」ともいう。）も含まれる。リレー基地局は、RF Repeater、Smart Repeater、Intelligent Surfaceのうち、いずれか1つであってもよい。基地局という概念には、基地局の機能を備えた構造物 (Structure) のみならず、構造物に設置される装置も含まれる。
- [0065] 構造物は、例えば、高層ビル、家屋、鉄塔、駅施設、空港施設、港湾施設、オフィスビル、校舎、病院、工場、商業施設、スタジアム等の建物である。構造物という概念には、建物のみならず、トンネル、橋梁、ダム、塀、および鉄柱等の構築物 (Non-building structure)、並びに、クレーン、門、

および風車等の設備も含まれる。構造物という概念には、陸上（狭義の地上）または地中の構造物のみならず、栈橋またはメガフロート等の水上の構造物、および、海洋観測設備等の水中の構造物も含まれる。基地局は、情報処理装置と言い換えることもできる。

[0066] 基地局20は、ドナー局であってもよいし、リレー局（中継局）であってもよい。また、基地局20は、固定局であってもよいし、移動局であってもよい。移動局は、移動可能に構成された無線通信装置（例えば、基地局）である。このとき、基地局20は、移動体に設置される装置であってもよいし、移動体そのものであってもよい。例えば、移動能力（Mobility）をもつリレー局は、移動局としての基地局20とみなすことができる。また、車両、ドローンに代表されるUAV（Unmanned Aerial Vehicle）、スマートフォンなど、もともと移動能力がある装置であって、基地局の機能（少なくとも基地局の機能の一部）を搭載した装置も、移動局としての基地局20に該当する。

[0067] ここで、移動体は、スマートフォンまたは携帯電話等のモバイル端末であってもよい。移動体は、陸上（狭義の地上）を移動する移動体（例えば、自動車、自転車、バス、トラック、自動二輪車、列車、またはリニアモーターカー等の車両）であってもよいし、地中（例えば、トンネル内）を移動する移動体（例えば、地下鉄）であってもよい。また、移動体は、水上を移動する移動体（例えば、旅客船、貨物船、またはホバークラフト等の船舶）であってもよいし、水中を移動する移動体（例えば、潜水艇、潜水艦、または無人潜水機等の潜水船）であってもよい。また、移動体は、大気圏内を移動する移動体（例えば、飛行機、飛行船、またはドローン等の航空機）であってもよい。

[0068] 基地局20は、地上に設置される地上基地局（地上局）であってもよい。基地局20は、地上の構造物に配置される基地局であってもよいし、地上を移動する移動体に設置される基地局であってもよい。基地局20は、ビル等の構造物に設置されたアンテナおよびそのアンテナに接続された信号処理装

置であってもよい。基地局 20 は、構造物または移動体そのものであってもよい。「地上」とは、陸上（狭義の地上）のみならず、地中、水上、および水中も含む広義の地上である。基地局 20 は、地上基地局に限定されない。通信システム 1 が衛星通信システムである場合には、基地局 20 は、航空機局であってもよい。衛星局から見れば、地球に位置する航空機局は地上局である。

[0069] 基地局 20 は、地上局に限定されない。基地局 20 は、空中または宇宙を浮遊可能な非地上基地局装置（非地上局）であってもよい。基地局 20 は、航空機局または衛星局であってもよい。

[0070] 衛星局は、大気圏外を浮遊可能な衛星局である。衛星局は、人工衛星等の宇宙移動体に搭載される装置であってもよいし、宇宙移動体そのものであってもよい。宇宙移動体は、大気圏外を移動する移動体である。宇宙移動体としては、人工衛星、宇宙船、宇宙ステーション、または探査機等の人工天体が挙げられる。なお、衛星局となる衛星は、低軌道（LEO: Low Earth Orbiting）衛星、中軌道（MEO: Medium Earth Orbiting）衛星、静止（GEO: Geostationary Earth Orbiting）衛星、または高楕円軌道（HEO: Highly Elliptical Orbiting）衛星のいずれであってもよい。衛星局は、低軌道衛星、中軌道衛星、静止衛星、または高楕円軌道衛星に搭載される装置であってもよい。

[0071] 航空機局は、航空機等の大気圏内を浮遊可能な無線通信装置である。航空機局は、航空機等に搭載される装置であってもよいし、航空機そのものであってもよい。航空機という概念には、飛行機またはグライダー等の重航空機のみならず、気球または飛行船等の軽航空機も含まれる。航空機という概念には、重航空機または軽航空機のみならず、ヘリコプターまたはオートジャイロ等の回転翼機も含まれる。航空機局、または航空機局が搭載された航空機は、ドローン等の無人航空機であってもよい。

[0072] 無人航空機という概念には、無人航空システム（UAS: Unmanned Aircraft Systems）、および、つなぎ無人航空システム（tethered UAS）も含まれ

る。無人航空機という概念には、軽無人航空システム (LTA: Lighter than Air UAS)、および、重無人航空システム (HTA: Heavier than Air UAS) が含まれる。無人航空機という概念には、高高度無人航空システムプラットフォーム (HAPs: High Altitude UAS Platforms) も含まれる。

[0073] 基地局20のカバレッジの大きさは、マクロセルのような比較的大きなものであってもよいし、ピコセルのような比較的小さなものであってもよい。基地局20のカバレッジの大きさは、フェムトセルのような極めて小さなものであってもよい。基地局20は、ビームフォーミング機能を有していてもよい。このとき、基地局20は、ビームごとにセルまたはサービスエリアが形成されてもよい。また、基地局20は、ポイントフォーミング機能を有していてもよい。ポイントフォーミングは、近傍界の位相差を利用して特定地点に電力を集中する技術（電力集中技術）である。このとき、基地局20は、ポイントごとにセルまたはサービスエリアが形成されてもよい。

[0074] 図9は、本実施形態に係る基地局20の構成を示す図である。基地局20は、無線通信部21と、記憶部22と、制御部23とを備えている。ただし、図9に示される構成は機能的な構成であり、ハードウェア構成はこれとは異なってもよい。また、基地局20の機能は、複数の物理的に分離された構成に分散して実装されてもよい。

[0075] 無線通信部21は、他の無線通信装置（例えば、中継局30、端末装置40、または他の基地局20）との間で無線通信するための信号処理部である。無線通信部21は、制御部23によって制御される。無線通信部21は、1つまたは複数の無線アクセス方式に対応する。無線通信部21は、NR、LTE、及び6Gのうちの少なくとも1つに対応していてもよい。無線通信部21は、NR、LTE、及び6Gに加えて、W-CDMAおよびcdma2000等に対応してもよい。無線通信部21は、HARQ (Hybrid Automatic Repeat Request) 等の自動再送技術に対応してもよい。

[0076] 無線通信部21は、送信処理部211と、受信処理部212と、アンテナ213とを含んでいる。無線通信部21は、送信処理部211、受信処理部

212、およびアンテナ213をそれぞれ複数含んでもよい。無線通信部21が複数の無線アクセス方式に対応する場合には、無線通信部21の各部は、無線アクセス方式毎に個別に構成されてもよい。送信処理部211および受信処理部212は、LTEとNRと6Gとで個別に構成されてもよい。アンテナ213は、複数のアンテナ素子、例えば複数のパッチアンテナによって構成されてもよい。無線通信部21は、ビームフォーミング機能を有してもよい。例えば、無線通信部21は、垂直偏波（V偏波）および水平偏波（H偏波）を用いる偏波ビームフォーミング機能（又は垂直方向から45度、及び-45度の偏波方向でのDual偏波を用いる偏波ビームフォーミング機能）を有してもよい。また、無線通信部21は、ポイントフォーミング機能を有してもよい。

[0077] 送信処理部211は、下りリンク制御情報及び下りリンクデータの送信処理を行う。例えば、送信処理部211は、制御部23から入力された下りリンク制御情報及び下りリンクデータを、ブロック符号化、畳み込み符号化、ターボ符号化等の符号化方式を用いて符号化を行う。ここで、符号化は、ポーラ符号（Polar Code）による符号化、LDPC符号（Low Density Parity Check Code）による符号化を行ってもよい。そして、送信処理部211は、符号化ビットをBPSK、QPSK、16QAM、64QAM、256QAM等の所定の変調方式で変調する。この場合、コンステレーション上の信号点は必ずしも等距離である必要はない。コンステレーションは、不均一コンステレーション（NUC：Non Uniform Constellation）であってもよい。そして、送信処理部211は、各チャネルの変調シンボルと下りリンク参照信号とを多重化し、所定のリソースエレメントに配置する。そして、送信処理部211は、多重化した信号に対して、各種信号処理を行う。例えば、送信処理部211は、高速フーリエ変換による周波数領域への変換、ガードインターバル（サイクリックプレフィックス）の付加、ベースバンドのデジタル信号の生成、アナログ信号への変換、直交変調、アップコンバート、余分な周波数成分の除去、電力の増幅等の処理を行う。送信処理部211で生

成された信号は、アンテナ 2 1 3 から送信される。

[0078] 受信処理部 2 1 2 は、アンテナ 2 1 3 を介して受信された上りリンク信号の処理を行う。例えば、受信処理部 2 1 2 は、上りリンク信号に対して、ダウンコンバート、不要な周波数成分の除去、増幅レベルの制御、直交復調、デジタル信号への変換、ガードインターバル（サイクリックプレフィックス）の除去、高速フーリエ変換による周波数領域信号の抽出等を行う。そして、受信処理部 2 1 2 は、これらの処理が行われた信号から、PUSCH (Physical Uplink Shared Channel)、PUCCH (Physical Uplink Control Channel) 等の上りリンクチャンネル及び上りリンク参照信号を分離する。また、受信処理部 2 1 2 は、上りリンクチャンネルの変調シンボルに対して、BPSK (Binary Phase Shift Keying)、QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) 等の変調方式を使って受信信号の復調を行う。復調に使用される変調方式は、16QAM (Quadrature Amplitude Modulation)、64QAM、又は256QAMであってもよい。この場合、コンステレーション上の信号点は必ずしも等距離である必要はない。コンステレーションは、不均一コンステレーション (NUC) であってもよい。そして、受信処理部 2 1 2 は、復調された上りリンクチャンネルの符号化ビットに対して、復号処理を行う。復号された上りリンクデータ及び上りリンク制御情報は制御部 2 3 へ出力される。

[0079] アンテナ 2 1 3 は、電流と電波を相互に変換するアンテナ装置である。アンテナ 2 1 3 は、1つのアンテナ素子、例えば1つのパッチアンテナによって構成されてもよい。アンテナ 2 1 3 は、複数のアンテナ素子、例えば複数のパッチアンテナによって構成されてもよい。アンテナ 2 1 3 が複数のアンテナ素子によって構成される場合には、無線通信部 2 1 は、ビームフォーミング機能を有してもよい。このとき、無線通信部 2 1 は、複数のアンテナ素子を用いて無線信号の指向性を制御することによって、指向性ビームを生成するように構成されてもよい。また、アンテナ 2 1 3 が複数のアンテナ素子によって構成される場合には、無線通信部 2 1 は、ポイントフォーミング機

能を有してもよい。このとき、無線通信部 21 は、複数のアンテナ素子を協調制御することで、点状のセルを形成するように構成されてもよい。

[0080] アンテナ 213 は、デュアル偏波アンテナであってもよい。アンテナ 213 がデュアル偏波アンテナである場合、無線通信部 21 は、無線信号を送信する際に、垂直偏波（V 偏波）および水平偏波（H 偏波）（又は垂直方向から 45 度、及び -45 度の偏波方向での Dual 偏波）を用いてもよい。無線通信部 21 は、垂直偏波および水平偏波（又は垂直方向から 45 度、及び -45 度の偏波方向での Dual 偏波）を用いて送信される無線信号の指向性を制御してもよい。また、無線通信部 21 は、複数のアンテナ素子で構成される複数のレイヤを介して空間多重された信号を送受信してもよい。

[0081] 記憶部 22 は、DRAM、SRAM、フラッシュメモリ、またはハードディスク等の読み書き可能な記憶装置である。記憶部 22 は、基地局 20 の記憶手段として機能する。

[0082] 制御部 23 は、基地局 20 の各部を制御するコントローラである。制御部 23 は、他の無線通信装置（例えば、中継局 30、端末装置 40、または他の基地局 20）との間で無線通信を実施するように無線通信部を制御する。制御部 23 は、CPU または MPU 等のプロセッサによって実現されてもよい。具体的には、制御部 23 は、基地局 20 の内部の記憶装置に記憶されている各種プログラムを、プロセッサが RAM 等を作業領域として実行することによって実現されてもよい。制御部 23 は、ASIC または FPGA 等の集積回路によって実現されてもよい。また、制御部 23 は、GPU により実現されてもよい。CPU、MPU、ASIC、FPGA、及び GPU は何れもコントローラとみなすことができる。なお、制御部 23 は、複数の物理的に分離された物体により構成されていてもよい。例えば、制御部 23 は、複数の半導体チップにより構成されていてもよい。

[0083] 制御部 23 は、取得部 231 と、形成部 232 と、追従（tracking）部 233 と、フォールバック部 234 と、スケジューリング部 235 と、を備える。制御部 23 を構成する各ブロック（取得部 231～スケジューリング部

235) はそれぞれ制御部23の機能を示す機能ブロックである。これら機能ブロックはソフトウェアブロックであってもよいし、ハードウェアブロックであってもよい。例えば、上述の機能ブロックが、それぞれ、ソフトウェア(マイクロプログラムを含む。)で実現される1つのソフトウェアモジュールであってもよいし、半導体チップ(ダイ)上の1つの回路ブロックであってもよい。勿論、各機能ブロックがそれぞれ1つのプロセッサ又は1つの集積回路であってもよい。制御部23は上述の機能ブロックとは異なる機能単位で構成されていてもよい。機能ブロックの構成方法は任意である。

[0084] なお、幾つかの実施の形態において、基地局20は、複数の物理的または論理的な装置の集合によって構成されてもよい。一例として、本実施形態の基地局20は、BBU(Baseband Unit)およびRU(Radio Unit)等の複数の装置に区別されてもよい。基地局20は、これら複数の装置の集合として解釈されてもよい。また、基地局は、BBUまたはRUのうちいずれかであってもよいし、両方であってもよい。BBUおよびRUは、例えばeCPRI(enhanced Common Public Radio Interface)等の所定のインタフェースによって接続されてもよい。

[0085] RUは、RRU(Remote Radio Unit)またはRD(Radio DoT)と言い換えてもよい。RUは、後述するgNB-DU(gNB Distributed Unit)に対応してもよい。BBUは、後述するgNB-CU(gNB Central Unit)に対応してもよい。RUは、アンテナと一体的に形成された装置であってもよい。基地局20のアンテナ、例えばRUと一体的に形成されたアンテナは、Advanced Antenna Systemを採用し、例えばFD-MIMO等のMIMOまたはビームフォーミングをサポートしてもよい。また、基地局20のアンテナは、ポイントフォーミングをサポートしてもよい。基地局20のアンテナは、例えば、64個の送信用アンテナポートおよび64個の受信用アンテナポートを備えてもよい。

[0086] RUに搭載されるアンテナは、1つ以上のアンテナ素子から構成されるアンテナパネルであってもよく、RUは1つ以上のアンテナパネルを搭載して

もよい。RUは、水平偏波のアンテナパネルおよび垂直偏波のアンテナパネルの2種類のアンテナパネルを搭載してもよい。RUは、右旋円偏波のアンテナパネルおよび左旋円偏波のアンテナパネルの2種類のアンテナパネル、或いは、又は垂直方向から45度の偏波方向のアンテナパネルと−45度の偏波方向でのアンテナパネルを搭載してもよい。これら複数の偏波方向を持つ複数のアンテナが1つのアンテナパネルに実装されていてもよい。RUは、アンテナパネル毎に独立したビームを形成して制御してもよい。

[0087] 基地局20は、複数の互いに接続されてもよい。1つまたは複数の基地局20は、無線アクセスネットワーク(RAN: Radio Access Network)に含まれてもよい。このとき、基地局20は、単にRAN、RANノード、AN (Access Network)、またはANノード等と称されることがある。LTEにおけるRANは、EUTRAN (Enhanced Universal Terrestrial RAN) と呼ばれることがある。NRにおけるRANは、NGRANと呼ばれることがある。また、6GにおけるRANは6GRANと呼ばれることがある。W-CDMA (UMTS) におけるRANは、UTRANと呼ばれることがある。

[0088] LTEの基地局20は、eNodeB (Evolved Node B) またはeNBと称されることがある。このとき、EUTRANは、1つまたは複数のeNodeB (eNB) を含む。NRの基地局20は、gNodeBまたはgNBと称されることがある。このとき、NGRANは、1つまたは複数のgNBを含む。6Gの基地局は、6GNodeB、6gNodeB、6GNB、又は6gNBと称されることがある。このとき、6GRANは1または複数の6GNBを含む。EUTRANは、LTEの通信システム(EPS)におけるコアネットワーク(EPC)に接続されたgNB(en-gNB)を含んでもよい。NGRANは、5G通信システム(5GS)におけるコアネットワーク5GCに接続されたng-eNBを含んでもよい。

[0089] 基地局20が、eNB、gNB、6GNB等である場合、基地局20は、3GPPアクセス(3GPP Access)と称されることがある。基地局20が無

線アクセスポイント (Access Point) である場合には、基地局 20 は、非 3 G P P アクセス (Non-3GPP Access) と称されることがある。基地局 20 は、R R H (Remote Radio Head) と呼ばれる光張り出し装置であってもよい。基地局 20 が g N B である場合には、基地局 20 は、前述した g N B - C U および g N B - D U を組み合わせたものであってもよいし、g N B - C U または g N B - D U のいずれかであってもよい。

[0090] ここで、g N B - C U は、U E との通信のために、アクセス層 (Access Stratum) のうち、複数の上位レイヤ (例えば、R R C (Radio Resource Control)、S D A P (Service Data Adaptation Protocol)、P D C P (Packet Data Convergence Protocol) をホストする。一方、g N B - D U は、アクセス層 (Access Stratum) のうち、複数の下位レイヤ (例えば、R L C (Radio Link Control)、M A C (Medium Access Control)、P H Y (Physical layer)) をホストする。すなわち、後述されるメッセージ／情報のうち、R R C シグナリング (準静的な通知) は g N B - C U で生成され、一方で M A C C E や D C I (動的な通知) は g N B - D U で生成されてもよい。又は、R R C コンフィギュレーション (準静的な通知) のうち、例えば IE:cellGroupConfig などの一部のコンフィギュレーション (configuration) については g N B - D U で生成され、残りのコンフィギュレーションは g N B - C U で生成されてもよい。これらのコンフィギュレーションは、後述される F 1 インタフェースで送受信されてもよい。

[0091] 基地局 20 は、他の基地局との間で通信可能に構成されてもよい。複数の基地局 20 が e N B 同士または e N B と e n - g N B の組み合わせである場合には、これらの基地局 20 の間は、X 2 インタフェースによって接続されてもよい。複数の基地局 20 が g N B 同士または g n - e N B と g N B の組み合わせである場合には、これらの基地局 20 の間は、X n インタフェースによって接続されてもよい。複数の基地局 20 が g N B - C U と g N B - D U の組み合わせである場合には、これらの基地局 20 の間は、前述した F 1 インタフェースによって接続されてもよい。後述するメッセージ／情報 (例

例えば、RRCシグナリング、MAC CE (MAC Control Element)、またはDCI (Downlink Control Information) 等は、複数の基地局20間で、例えば、X2インタフェース、Xnインタフェース、またはF1インタフェース等を介して、送信されてもよい。

[0092] 基地局20によって提供されるセルは、サービングセル (Serving Cell) と呼ばれることがある。サービングセルという概念には、PCell (Primary Cell) およびSCell (Secondary Cell) が含まれる。デュアルコネクティビティ (Dual Connectivity) が端末装置40に提供される場合には、MN (Master Node) によって提供されるPCellと、ゼロまたは1以上のSCellとは、マスターセルグループ (Master Cell Group) と呼ばれることがある。デュアルコネクティビティの例としては、EUTRA-EUTRA Dual Connectivity、EUTRA-NR Dual Connectivity (ENDC)、EUTRA-NR Dual Connectivity with 5GC、NR-EUTRA Dual Connectivity (NEDC)、およびNR-NR Dual Connectivity等が挙げられる。さらにデュアルコネクティビティの例として、NR-6G Dual Connectivity、6G-NR Dual Connectivityが挙げられる。

[0093] サービングセルは、PSCell (Primary Secondary Cell、または、Primary SCG Cell) を含んでもよい。デュアルコネクティビティが端末装置40に提供される場合には、SN (Secondary Node) によって提供されるPSCellと、ゼロまたは1以上のSCellとは、SCG (Secondary Cell Group) と呼ばれることがある。特別な設定 (例えば、PUCCH on SCell) がされていない限り、物理上りリンク制御チャネル (PUCCH) は、PCellおよびPSCellによっては送信されるが、SCellによっては送信されない。無線リンク障害 (Radio Link Failure) は、PCellおよびPSCellによっては検出されるが、SCellによっては検出されない (検出しなくてよい)。このように、PCellおよびPSCellは、サービングセルの中で特別な役割を担うため、SpCell (Special Cell) とも呼ばれる。

[0094] 1つのセルには、1つのダウンリンクコンポーネントキャリアと、1つのアップリンクコンポーネントキャリアとが対応付けられてもよい。1つのセルに対応するシステム帯域幅は、複数のBWP (Bandwidth Part) に分割されてもよい。このとき、1つまたは複数のBWPが端末装置40に設定され、1つのBWP分がアクティブBWP (Active BWP) として、端末装置40に使用されてもよい。端末装置40が使用できる無線資源、例えば周波数帯域、ヌメロロジー (サブキャリアスペーシング)、またはスロットフォーマット (Slot configuration) は、セル毎、コンポーネントキャリア毎、またはBWP毎に、異なってもよい。

[0095] <2-3. 中継局の構成>

中継局30は、基地局20の中継器となる無線通信装置である。中継局30は、基地局の一種である。中継局30は、情報処理装置の一種である。中継局30は、リレー基地局と言い換えることもできる。なお、中継局30は、リピータ (例えば、RF Repeater、Smart Repeater、Intelligent Surface) と呼ばれる装置であってもよい。中継局30は、他の無線通信装置 (例えば、基地局20、他の中継局30、または端末装置40) と無線通信を行う無線通信装置である。

[0096] 中継局30は、端末装置40との間でNOMA通信が可能であってもよい。中継局30は、基地局20と端末装置40との間の通信を中継する。中継局30は、他の中継局30および基地局20との間で無線通信が可能であってもよい。中継局30は、地上局装置であってもよいし、非地上局装置であってもよい。中継局30は、基地局20とともに無線アクセスネットワークRANを構成する。

[0097] 中継局30は、固定された装置であってもよいし、可動する装置であってもよいし、浮遊可能な装置であってもよい。中継局30のカバレッジの大きさは、特定の大きさに限定されない。中継局30がカバーするセルは、マクロセルであってもよいし、マイクロセルであってもよいし、スモールセルであってもよい。

- [0098] 中継局30は、中継の機能が満たされるのであれば、搭載される装置に限定されない。中継局30は、スマートフォン等の端末装置に搭載されてもよいし、自動車、列車、または人力車等に搭載されてもよいし、気球、飛行機、またはドローン等に搭載されてもよいし、テレビ、ゲーム機、エアコン、冷蔵庫、または照明器具等の家電に搭載されてもよい。
- [0099] 中継局30の構成は、上述した基地局20の構成と同様であってもよい。中継局30は、上述した基地局20と同様に、移動体に設置される装置であってもよいし、移動体そのものであってもよい。移動体は、上述したように、スマートフォンまたは携帯電話等のモバイル端末であってもよい。移動体は、陸上（狭義の地上）を移動する移動体であってもよいし、地中を移動する移動体であってもよい。移動体は、水上を移動する移動体であってもよいし、水中を移動する移動体であってもよい。移動体は、大気圏内を移動する移動体であってもよいし、大気圏外を移動する移動体であってもよい。中継局30は、地上局装置であってもよいし、非地上局装置であってもよい。中継局30は、航空機局または衛星局等であってもよい。
- [0100] 中継局30のカバレッジの大きさは、基地局20と同様に、マクロセルのような大きなものから、ピコセルのような小さなものであってもよい。中継局30のカバレッジの大きさは、フェムトセルのような極めて小さなものであってもよい。中継局30は、ビームフォーミング機能を有していてもよい。このとき、中継局30は、ビームごとにセルまたはサービスエリアが形成されてもよい。また、中継局30は、ポイントフォーミング機能を有していてもよい。このとき、中継局30は、ポイントごとにセルまたはサービスエリアが形成されてもよい。
- [0101] 図10は、本実施形態に係る中継局30の構成を示す図である。中継局30は、無線通信部31と、記憶部32と、制御部33とを備えている。ただし、図10に示される構成は機能的な構成であり、ハードウェア構成はこれとは異なっていてもよい。また、中継局30の機能は、複数の物理的に分離された構成に分散して実装されてもよい。

- [0102] 無線通信部31は、他の無線通信装置（例えば、基地局20、端末装置40、または他の中継局30）との間で無線通信するための信号処理部である。無線通信部31は、1つ、または複数の無線アクセス方式に対応する。無線通信部31は、NR、LTE、及び6Gのうち少なくとも1つに対応してもよい。無線通信部31は、NR、LTE、及び6Gに加えて、W-CDMAおよびcdma3000等に対応してもよい。
- [0103] 無線通信部31は、送信処理部311と、受信処理部312と、アンテナ313とを含んでいる。無線通信部31は、送信処理部311、受信処理部312、およびアンテナ313をそれぞれ複数含んでもよい。無線通信部31が複数の無線アクセス方式に対応する場合には、無線通信部31の各部は、無線アクセス方式毎に個別に構成されてもよい。送信処理部311および受信処理部312は、LTEとNRと6Gとで個別に構成されてもよい。送信処理部311、受信処理部312、およびアンテナ313の構成は、上述した基地局20の送信処理部211、受信処理部212、およびアンテナ213の構成と同様であってもよい。無線通信部31は、基地局20の無線通信部21と同様に、ビームフォーミング機能を有してもよい。無線通信部31は、基地局20の無線通信部21と同様に、ポイントフォーミング機能を有してもよい。
- [0104] 記憶部32は、DRAM、SRAM、フラッシュメモリ、またはハードディスク等の読み書き可能な記憶装置である。記憶部32は、中継局30の記憶手段として機能する。記憶部32の構成および機能は、上述した基地局20の記憶部22の構成および機能と同様であってもよい。
- [0105] 制御部33は、中継局30の各部を制御するコントローラである。制御部33は、CPUまたはMPU等のプロセッサによって実現されてもよい。詳細には、制御部33は、中継局30の内部の記憶装置に記憶されている各種プログラムを、プロセッサがRAM等を作業領域として実行することによって実現されてもよい。制御部33は、ASICまたはFPGA等の集積回路によって実現されてもよい。CPU、MPU、ASIC、およびFPGAは

、いずれもコントローラとみなすことができる。また、制御部 33 は、GPU により実現されてもよい。CPU、MPU、ASIC、FPGA、及び GPU は何れもコントローラとみなすことができる。なお、制御部 33 は、複数の物理的に分離された物体により構成されていてもよい。例えば、制御部 33 は、複数の半導体チップにより構成されていてもよい。制御部 33 の構成および機能は、上述した基地局 20 の制御部 23 の構成および機能と同様であってもよい。

[0106] 制御部 33 は、取得部 331 と、形成部 332 と、追従部 333 と、フォールバック部 334 と、スケジューリング部 335 と、を備える。制御部 33 を構成する各ブロック（取得部 331 ～スケジューリング部 335）はそれぞれ制御部 33 の機能を示す機能ブロックである。これら機能ブロックはソフトウェアブロックであってもよいし、ハードウェアブロックであってもよい。例えば、上述の機能ブロックが、それぞれ、ソフトウェア（マイクロプログラムを含む。）で実現される 1 つのソフトウェアモジュールであってもよいし、半導体チップ（ダイ）上の 1 つの回路ブロックであってもよい。勿論、各機能ブロックがそれぞれ 1 つのプロセッサ又は 1 つの集積回路であってもよい。制御部 33 は上述の機能ブロックとは異なる機能単位で構成されていてもよい。機能ブロックの構成方法は任意である。

[0107] なお、中継局 30 は、IAB リレーノードであってもよい。中継局 30 は、バックホールを提供する IAB ドナーノードに対しては、IAB-MT (Mobile Termination) として動作し、アクセスを提供する端末装置 40 に対しては、IAB-DU (Distributed Unit) として動作する。IAB ドナーノードは、例えば、基地局 20 であってもよく、IAB-CU (Central Unit) として動作する。

[0108] <2-4. 端末装置の構成>

端末装置 40 は、他の無線通信装置（例えば、基地局 20、中継局 30、または他の端末装置 40 等）との間で無線通信を行う無線通信装置である。端末装置 40 には、あらゆる形態の情報処理装置（コンピュータ）を採用可

能である。例えば、端末装置40は、携帯電話、スマートデバイス（スマートフォン、又はタブレット）、PDA（Personal Digital Assistant）、ノートPC等のモバイル端末であってもよい。また、端末装置40は、通信機能を具備した撮像装置（例えば、カムコーダ）であってもよい。また、端末装置40は、FPU（Field Pickup Unit）等の通信機器が搭載されたバイクや移動中継車等であってもよい。また、端末装置40は、M2M（Machine to Machine）デバイス、又はIoT（Internet of Things）デバイスであってもよい。また、端末装置40は、スマートウォッチ等のウェアラブルデバイスであってもよい。

[0109] また、端末装置40は、AR（Augmented Reality）デバイス、VR（Virtual Reality）デバイス、MR（Mixed Reality）デバイス等のXRデバイスであってもよい。このとき、XRデバイスは、ARグラス、MRグラス等のメガネ型デバイスであってもよいし、VRヘッドマウントディスプレイ等のヘッドマウント型デバイスであってもよい。端末装置40をXRデバイスとする場合、端末装置40は、ユーザ装着部分（例えば、メガネ部分）のみで構成されるスタンドアロン型のデバイスであってもよい。また、端末装置40は、ユーザ装着部分（例えば、メガネ部分）と、当該部分と連動する端末部分（例えば、スマートデバイス）と、で構成される端末連動型デバイスであってもよい。

[0110] 端末装置40は、基地局20との間でNOMA通信が可能であってもよい。端末装置40は、基地局20と通信する際、HARQ等の自動再送技術を使用可能であってもよい。端末装置40は、他の端末装置40との間でサイドリンク通信が可能であってもよい。端末装置40は、サイドリンク通信を行う際、HARQ等の自動再送技術を使用可能であってもよい。端末装置40は、他の端末装置40との間でサイドリンク通信を行う際、NOMA通信が可能であってもよい。端末装置40は、基地局20等の他の無線通信装置との間でLPWA通信が可能であってもよい。端末装置40が使用する無線通信は、ミリ波を使った無線通信であってもよい。端末装置40が使用する

無線通信は、サイドリンク通信を含めて、電波を使った無線通信であってもよいし、赤外線または可視光を使った無線通信、すなわち光無線であってもよい。

[0111] 端末装置40は、移動可能な無線通信装置、すなわち移動体装置であってもよい。端末装置40は、移動体に設置される無線通信装置であってもよいし、移動体そのものであってもよい。端末装置40は、自動車、バス、トラック、または自動二輪車等の道路上を移動する車両 (Vehicle) であってもよいし、当該車両に搭載された無線通信装置であってもよい。移動体は、モバイル端末であってもよいし、陸上 (狭義の地上)、地中、水上、または水中を移動する移動体であってもよい。また、移動体は、航空機、飛行船、気球、ヘリコプター等の大気圏内を移動する移動体であってもよいし、人工衛星等の大気圏外を移動する移動体であってもよい。移動体は、ドローン等のUAV (Unmanned Aerial Vehicle) であってもよい。また、端末装置40は、移動体に搭載された無線通信装置であってもよい。

[0112] 端末装置40は、同時に複数の基地局20または複数のセルと接続して通信が可能であってもよい。1つの基地局20が複数のセル (例えば、pCellまたはsCell) を介して通信エリアをサポートしている場合には、キャリアアグリゲーション (CA: Carrier Aggregation) 技術、デュアルコネクティビティ (DC: Dual Connectivity) 技術、またはマルチコネクティビティ (MC: Multi-Connectivity) 技術等によって、それら複数のセルを束ねて基地局20と端末装置40との間で通信することができる。あるいは、異なる基地局20のセルを介して、協調送受信 (CoMP: Coordinated Multi-Point Transmission and Reception) 技術によって、端末装置40とそれら複数の基地局20との間で通信することもできる。

[0113] 端末装置40はリモート端末への通信をリレーするリレー端末であってもよい。

[0114] 図11は、本実施形態に係る端末装置40の構成を示す図である。端末装置40は、無線通信部41と、記憶部42と、制御部33とを備えている。

ただし、図 1 1 に示される構成は機能的な構成であり、ハードウェア構成はこれとは異なってもよい。また、端末装置 4 0 の機能は、複数の物理的に分離された構成に分散して実装されてもよい。

[0115] 無線通信部 4 1 は、他の無線通信装置（例えば、基地局 2 0、中継局 3 0、または他の端末装置 4 0）との間で無線通信するための信号処理部である。無線通信部 4 1 は、制御部 4 3 によって制御される。無線通信部 4 1 は、1 つまたは複数の無線アクセス方式に対応する。無線通信部 4 1 は、NR、LTE、及び 6 G のうち少なくとも 1 つに対応してもよい。無線通信部 4 1 は、NR、LTE、及び 6 G に加えて、W-CDMA および cdma 2000 等に対応してもよい。無線通信部 4 1 は、HARQ (Hybrid Automatic Repeat Request) 等の自動再送技術に対応してもよい。

[0116] 無線通信部 4 1 は、送信処理部 4 1 1 と、受信処理部 4 1 2 と、アンテナ 4 1 3 とを含んでいる。無線通信部 4 1 は、送信処理部 4 1 1、受信処理部 4 1 2、およびアンテナ 4 1 3 をそれぞれ複数含んでもよい。無線通信部 4 1 が複数の無線アクセス方式に対応する場合には、無線通信部 4 1 の各部は、無線アクセス方式毎に個別に構成されてもよい。送信処理部 4 1 1 および受信処理部 4 1 2 は、LTE と NR と 6 G とで個別に構成されてもよい。アンテナ 4 1 3 は、複数のアンテナ素子、例えば複数のパッチアンテナによって構成されもよい。無線通信部 4 1 は、ビームフォーミング機能を有してもよい。例えば、無線通信部 4 1 は、垂直偏波（V 偏波）および水平偏波（H 偏波）を用いる偏波ビームフォーミング機能（又は垂直方向から 45 度、及び -45 度の偏波方向での Dual 偏波を用いる偏波ビームフォーミング機能）を有してもよい。また、無線通信部 4 1 は、ポイントフォーミング機能を有してもよい。

[0117] 記憶部 4 2 は、DRAM、SRAM、フラッシュメモリ、またはハードディスク等の読み書き可能な記憶装置である。記憶部 4 2 は、端末装置 4 0 の記憶手段として機能する。

[0118] 制御部 4 3 は、端末装置 4 0 の各部を制御するコントローラである。制御

部43は、他の無線通信装置（例えば、基地局20、中継局30、または他の端末装置40）との間で無線通信を実施するように無線通信部を制御する。制御部43は、CPUまたはMPU等のプロセッサによって実現されてもよい。詳細には、制御部43は、端末装置40の内部の記憶装置に記憶されている各種プログラムを、プロセッサがRAM等を作業領域として実行することによって実現されてもよい。制御部43は、ASICまたはFPGA等の集積回路によって実現されてもよい。CPU、MPU、ASIC、およびFPGAは、いずれもコントローラとみなすことができる。制御部43は、GPUにより実現されてもよい。CPU、MPU、ASIC、FPGA、及びGPUは何れもコントローラとみなすことができる。なお、制御部43は、複数の物理的に分離された物体により構成されていてもよい。例えば、制御部43は、複数の半導体チップにより構成されていてもよい。

[0119] 制御部43は、取得部431と、送信部432と、通信制御部433と、を備える。制御部43を構成する各ブロック（取得部431～通信制御部433）はそれぞれ制御部43の機能を示す機能ブロックである。これら機能ブロックはソフトウェアブロックであってもよいし、ハードウェアブロックであってもよい。例えば、上述の機能ブロックが、それぞれ、ソフトウェア（マイクロプログラムを含む。）で実現される1つのソフトウェアモジュールであってもよいし、半導体チップ（ダイ）上の1つの回路ブロックであってもよい。勿論、各機能ブロックがそれぞれ1つのプロセッサ又は1つの集積回路であってもよい。制御部43は上述の機能ブロックとは異なる機能単位で構成されていてもよい。機能ブロックの構成方法は任意である。

[0120] <<3. 通信システムの基本動作>>

以上、通信システム1の構成について説明したが、本実施形態の課題を解決する通信システム1の動作を説明する前に、通信システム1の基本的な動作を説明する。

[0121] なお、以下の説明において、基地局20は、ゲートウェイと読み変えることが可能である。また、基地局20を中継局30と読み替えてもよい。

[0122] <3-1. 初期接続処理>

最初に、初期接続処理を説明する。

[0123] 初期接続処理は、端末装置40の無線接続状態を未接続状態（未Connected状態）から接続状態（Connected状態）に遷移させるための処理である。未接続状態は、例えば、RRC_IDLEやRRC_INACTIVEである。RRC_IDLEは、端末装置が何れのセルとも接続されていないアイドル状態のことであり、Idle modeとも呼ばれる。また、RRC_INACTIVEは、NRで新たに規定された非アクティブ状態を示す無線接続状態であり、Inactive modeとも呼ばれる。RRC_INACTIVEでは、RRC connection自体は端末装置40と基地局との間で確立されていないが、いくつかのUEコンテキストについては端末装置40と基地局とが互いに保持した状態を保ってもよい。端末装置40と基地局は、端末装置40の再度のConnected状態への遷移を迅速化するために保持していたUEコンテキストを使用してもよい。なお、未接続状態には、Lightning modeが含まれていてもよい。また、接続状態は、例えば、RRC_CONNECTEDである。RRC_CONNECTEDは、端末装置が特定のセル（例えば、Primary Cell）と接続が確立されている接続状態のことであり、CONNECTED modeとも呼ばれる。

[0124] 図12は、初期接続処理の一例を示すフローチャートである。以下、図12を参照しながら、初期接続処理を説明する。以下に示す初期接続処理は、例えば、端末装置40に電源が投入された場合に実行される。

[0125] まず、未接続状態の端末装置40は、セル選択手続き（セルサーチ）を行う。セル選択手続き（セルサーチ）は、セルのPCI（Physical Cell ID）を検出し、時間及び周波数同期を得るためのUE（User Equipment）向けの手続きである。本実施形態のセルサーチには、同期信号の検出とPBCH（Physical Broadcast Channel）の復号の工程が含まれる。端末装置40は、セルの同期信号を検出する（ステップS11）。

[0126] 端末装置40は、検出した同期信号に基づいて、セルと下りリンクでの同期を行う。そして、下りリンクの同期確立後、端末装置40は、PBCHの復号を試み、システム情報の一部であるMIB（Master Information Bloc

k) を取得する (ステップ S 1 2) 。

[0127] システム情報は、当該システム情報を送信するセルにおける設定を報知する情報である。システム情報は、セルに帰属する全ての端末装置 (端末装置 4 0 を含む。) に共通の情報であってもよい。システム情報は、当該セルに固有な情報であってもよい。システム情報には、例えば、セルへのアクセスに関する情報、セル選択に関する情報、他 R A T や他システムに関する情報等が含まれる。システム情報には、M I B と S I B (System Information Block) とが含まれる。M I B は、S I B 等を受信するのに必要な情報であり、P B C H によって報知される固定のペイロードサイズの情報である。M I B には、システムフレーム番号の一部、少なくとも S I B 1 および初期接続のための M s g . 2 / 4 およびページングおよびブロードキャスト S I メッセージのサブキャリア間隔の情報、サブキャリアオフセットの情報、DMR S タイプ A の位置の情報、少なくとも S I B 1 のための P D C C H 設定、セル禁止 (cell barred) の情報、周波数内再選択の情報、等が含まれる。S I B は、M I B 以外のシステム情報であり、P D S C H によって報知される。

[0128] なお、システム情報は、第 1 のシステム情報と第 2 のシステム情報と第 3 のシステム情報に分類することができる。第 1 のシステム情報及び第 2 のシステム情報には、セルへのアクセスに関する情報、その他のシステム情報の取得に関する情報、及びセル選択に関する情報が含まれる。M I B に含まれる情報が第 1 のシステム情報である。また、S I B のうちの S I B 1 に含まれる情報が第 2 のシステム情報 (例えば、Remaining Minimum SI) である。残りのシステム情報が第 3 のシステム情報である (例えば、Other SI) 。

[0129] N R においても、システム情報は N R セルから報知される。システム情報を運ぶ物理チャネルは、スロット又はミニスロットで送信されてもよい。ミニスロットとは、スロットのシンボル数よりも少ないシンボル数で定義される。ミニスロットでシステム情報を運ぶ物理チャネルが送信されることで、ビームスイープに必要な時間が短縮されて、オーバーヘッドを縮小することが

できる。NRの場合、第1のシステム情報は、NR-PBCHで送信され、第2のシステム情報は、NR-PBCHとは異なる物理チャネルで送信される。

[0130] 端末装置40は、MIB（すなわち、第1のシステム情報）に基づき、第2のシステム情報を取得する（ステップS13）。上述したように、第2のシステム情報は、SIB1とSIB2とで構成される。

[0131] SIB1は、セルのアクセス規制情報とSIB1以外のシステム情報のスケジューリング情報である。SIB1には、NRであれば、セル選択に関する情報（例えば、cellSelectionInfo）、セルアクセスに関連する情報（例えば、cellAccessRelatedInfo）、接続確立失敗制御に関する情報（例えば、connEstFailureControl）、SIB1以外のシステム情報のスケジューリング情報（例えば、si-SchedulingInfo）、サービングセルの設定、などが含まれる。サービングセルの設定は、セル固有のパラメータが含まれており、下りリンク設定、上りリンク設定、TDD設定情報、などが含まれている。上りリンク設定の中にRACH設定、などが含まれる。また、LTEであれば、SIB1には、セルのアクセス情報、セル選択情報、最大上りリンク送信電力情報、TDD設定情報、システム情報の周期、システム情報のマッピング情報、SI（System Information）窓の長さ等が含まれる。

[0132] また、SIB2には、NRであれば、セル再選択情報（例えば、cellReselectionInfoCommon）、セル再選択サービング周波数情報（例えば、cellReselectionServingFreqInfo）が含まれる。LTEであれば、SIB2には、接続禁止情報、セル共通の無線リソース設定情報（radioResourceConfigCommon）、上りリンクキャリア情報等が含まれる。セル共通の無線リソース設定情報の中には、セル共通のPRACH（Physical Random Access Channel）及びRACH（Random Access Channel）の設定情報が含まれる。

[0133] なお、端末装置40がリンクの確立に必要なシステム情報を取得できなかった場合、端末装置40は、そのセルへのアクセスは禁止されていると判断する。例えば、第1のシステム情報を取得できなかった場合、端末装置40

は、そのセルへのアクセスは禁止されていると判断する。この場合、端末装置40は、初期接続処理を終了する。

[0134] システム情報を取得できた場合、端末装置40は、第1のシステム情報及び／又は第2のシステム情報に基づき、ランダムアクセス手続き (Random Access Procedure) を実行する (ステップS14～ステップS17)。ランダムアクセス手続きは、RACH手続き (Random Access Channel Procedure) やRA手続き (RA Procedure) と称されることがある。

[0135] ランダムアクセス手続きには、ランダムアクセスプリアンプルの送信 (ステップS14)、ランダムアクセス応答の受信 (ステップS15)、メッセージ3 (Message 3) の送信 (ステップS16)、そして衝突解決 (Contention resolution) の受信 (ステップS17) の工程が含まれる。

[0136] まず、端末装置40は、所定のPRACH (Physical Random Access Channel) プリアンプルを選択し、基地局20へ送信する (ステップS14)。次に、端末装置40は、そのPRACHプリアンプルに対応するランダムアクセス応答を含んだPDSCH (Physical Downlink Shared Channel) を受信する (ステップS15)。次に、端末装置40は、そのランダムアクセス応答に含まれた、ランダムアクセスレスポンスグラントによってスケジュールされたリソースを用いて、メッセージ3を含むPUSCHを送信する (ステップS16)。最後に、端末装置40は、そのPUSCHに対応する衝突解決を含んだPDSCHを受信する (ステップS17)。

[0137] メッセージ3は、RRC接続要求のRRC (Radio Resource Control) メッセージを含む。衝突解決は、RRC接続セットアップのRRCメッセージを含む。端末装置40は、RRC接続セットアップのRRCメッセージを受信した場合、RRC接続動作を行い、RRCアイドル状態からRRC接続状態に遷移する。RRC接続状態に遷移した後、端末装置40は、RRC接続セットアップ完了のRRCメッセージを基地局20に送信する。この一連の動作によって、端末装置40は、基地局20と接続することができる。

[0138] なお、ランダムアクセスプリアンプルをメッセージ1、ランダムアクセス

応答をメッセージ2、衝突解決をメッセージ4、RRC接続セットアップ完了のメッセージをメッセージ5と呼称することがある。

[0139] ランダムアクセス手続きの全ての工程が完了した後は、端末装置40は、そのセルと接続されている状態（接続状態）に遷移することができる。

[0140] なお、図12のランダムアクセス手続きを、4ステップランダムアクセス手続き（4ステップRACH手続き）と称することがある。一方で、端末装置40がランダムアクセスプリアンプルの送信に伴ってメッセージ3（Message 3）の送信も行い、基地局20がそれらの応答としてランダムアクセス応答および衝突解決（Contention resolution）の送信を行うランダムアクセス手続きを2ステップランダムアクセス手続き（2ステップRACH手続き）と称することがある。

[0141] <3-2. ランダムアクセス手続き>

次に、ランダムアクセス手続きについて詳細に説明する。

[0142] ランダムアクセス手続きは、アイドル状態から接続状態（又は非アクティブ状態）への「RRC接続セットアップ」、非アクティブ状態から接続状態への「状態遷移の要求」等の目的で実行される。また、ランダムアクセス手続きは、上りリンクデータ送信のためのリソース要求を行う「スケジューリングリクエスト」、上りリンクの同期を調整する「タイミングアドバンス調整」の目的でも使用される。その他、ランダムアクセス手続きは、送信されていないシステム情報を要求する「オンデマンドSI要求」、途切れたビーム接続を復帰させる「ビームリカバリー」、接続セルを切り替える「ハンドオーバー」等の場合に実行される。

[0143] 「RRC接続セットアップ」は、トラフィックの発生などに応じて端末装置40が基地局20に接続する際に実行される動作である。具体的には、基地局20から端末装置40に対して接続に関する情報（例えば、UEコンテキスト）を渡す動作である。UEコンテキストは、基地局20から指示された所定の通信装置識別情報（例えば、C-RNTI）で管理される。端末装置40は、この動作を終えると、アイドル状態から非アクティブ状態、又は

、アイドル状態から接続状態へ状態遷移する。

[0144] 「状態遷移の要求」は、端末装置40が、トラフィックの発生などに応じて非アクティブ状態から接続状態への状態遷移の要求を行う動作である。接続状態に遷移することで、端末装置40は基地局20とユニキャストデータの送受信を行うことができる。

[0145] 「スケジューリングリクエスト」は、端末装置40が、トラフィックの発生などに応じて上りリンクデータ送信のためのリソース要求を行う動作である。基地局20は、このスケジューリングリクエストを正常に受信した後、通信装置にPUSCHのリソースを割り当てる。なお、スケジューリングリクエストはPUCCHによっても行われる。

[0146] 「タイミングアドバンス調整」は、伝搬遅延によって生じる下りリンクと上りリンクのフレームの誤差を調整するための動作である。端末装置40は、下りリンクフレームに調整されたタイミングでPRACH (Physical Random Access Channel) を送信する。これにより、基地局20は、端末装置40との伝搬遅延を認識することができ、メッセージ2などでタイミングアドバンスの値をその端末装置40に指示することができる。

[0147] 「オンデマンドSI要求」は、システム情報のオーバーヘッド等の目的で送信されていないシステム情報が端末装置40にとって必要であった場合に、基地局20へシステム情報の送信を要求する動作である。

[0148] 「ビームリカバリー」は、ビームが確立された後に端末装置40の移動や他の物体による通信経路の遮断などで、通信品質が低下した場合に、復帰要求を行う動作である。この要求を受けた基地局20は、異なるビームを用いて端末装置40と接続を試みる。

[0149] 「ハンドオーバ」は、端末装置40の移動など電波環境の変化などにより接続しているセル（サービングセル）からそのセルと隣接しているセル（ネイバーセル）へ接続を切り替える動作である。基地局20からハンドオーバーコマンドを受信した端末装置40は、ハンドオーバーコマンドによって指定されたネイバーセルに接続要求を行う。

[0150] ランダムアクセス手続きには衝突ベースランダムアクセス手続き (Contention based Random Access Procedure) と非衝突ベースランダムアクセス手続き (Non-contention based Random Access Procedure) とがある。

[0151] なお、以下で説明するランダムアクセス手続きは、通信システム 1 がサポートする R A T が L T E であることを想定したランダムアクセス手続きである。しかしながら、以下で説明するランダムアクセス手続きは、通信システム 1 がサポートする R A T が L T E 以外の場合にも適用可能である。

[0152] <3-2-1. 衝突ベースランダムアクセス手続き>

最初に、衝突ベースランダムアクセス手続きについて説明する。衝突ベースランダムアクセス手続きは、端末装置 40 主導で行われるランダムアクセス手続きである。図 13 は、衝突ベースランダムアクセス手続きを示す図である。衝突ベースランダムアクセス手続きは、図 13 に示すように、端末装置 40 からのランダムアクセスプリアンプルの送信から始まる 4 ステップの手続きである。衝突ベースランダムアクセス手続きには、ランダムアクセスプリアンプル (Message 1) の送信、ランダムアクセス応答 (Message 2) の受信、メッセージ (Message 3) の送信、そして競合解決のメッセージ (Message 4) の受信の工程が含まれる。

[0153] まず、端末装置 40 は、予め決められた複数のプリアンプル系列の中から使用するプリアンプル系列をランダムに選択する。そして、端末装置 40 は、選択したプリアンプル系列を含むメッセージ (Message 1: Random Access Preamble) を接続先の基地局 20 に送信する (ステップ S 21)。ランダムアクセスプリアンプルは、P R A C H で送信される。

[0154] 基地局 20 は、ランダムアクセスプリアンプルを受信すると、それに対するランダムアクセス応答 (Message 2: Random Access Response) を端末装置 40 に送信する。このランダムアクセス応答は、例えば P D S C H を用いて送信される。端末装置 40 は、基地局 20 から送信されたランダムアクセス応答 (Message 2) を受信する (ステップ S 22)。ランダムアクセス応答には、基地局 20 が受信できた 1 又は複数のランダムアクセスプリアン

ブルや、当該ランダムアクセスプリアンブルに対応するUL (Up Link) のリソース (以下、上りリンクグラントという。) が含まれる。また、ランダムアクセス応答には、基地局20が端末装置40に一時的に割り当てた端末装置40に固有の識別子であるTC-RNTI (Temporary Cell Radio Network Temporary Identifier) が含まれる。

[0155] 端末装置40は、基地局20からランダムアクセス応答を受信すると、その受信情報にステップS21で送信したランダムアクセスプリアンブルが含まれるか否かを判別する。ランダムアクセスプリアンブルが含まれる場合、端末装置40は、当該ランダムアクセス応答に含まれる上りリンクグラントの中から、ステップS21で送信したランダムアクセスプリアンブルに対応する上りリンクグラントを抽出する。そして、端末装置40は、抽出した上りリンクグラントによってスケジュールされたリソースを使って、ULのメッセージ (Message 3: Scheduled Transmission) の送信を行なう (ステップS23)。メッセージ (Message 3) の送信は、PUSCHを使って行われる。メッセージ (Message 3) には、RRC (Radio Resource Control) 接続要求のためのRRCメッセージが含まれる。また、メッセージ (Message 3) には端末装置40の識別子が含まれる。メッセージ (Message 3) は "Msg3" と表記されてもよい。

[0156] 衝突ベースランダムアクセス手続きでは、端末装置40がランダムに選択したランダムアクセスプリアンブルが手続きに用いられる。そのため、端末装置40がランダムアクセスプリアンブルを送信すると同時に、他の端末装置40が同じランダムアクセスプリアンブルを基地局20に送信してしまう場合が起こり得る。そこで、基地局20は、ステップS23で端末装置40が送信した識別子を受信することで、どの端末装置間でプリアンブルの競合が発生したかを認識して競合解決する。基地局20は、競合解決により選択した端末装置40に対して、競合解決 (Message 4: Contention Resolution) を送信する。競合解決 (Message 4) には、ステップS23で端末装置40が送信した識別子が含まれる。また、競合解決 (Message 4) には、RR

C接続セットアップのRRCメッセージが含まれる。端末装置40は、基地局20から送信された競合解決のメッセージ (Message 4) を受信する (ステップS24)。

[0157] 端末装置40は、ステップS23で送信した識別子とステップS24で受信した識別子とを比較する。識別子が一致しない場合、端末装置40は、ステップS21からランダムアクセス手順をやり直す。識別子が一致する場合、端末装置40は、RRC接続動作を行い、アイドル状態 (RRC_IDLE) から接続状態 (RRC_CONNECTED) に遷移する。端末装置40はステップS22で取得したTC-RNTIをC-RNTI (Cell Radio Network Temporary Identifier) として以後の通信で使用する。接続状態に遷移した後、端末装置40は、RRC接続セットアップ完了のRRCメッセージを基地局20に送信する。RRC接続セットアップ完了のメッセージはメッセージ5とも称される。この一連の動作によって、端末装置40は、基地局20と接続する。

[0158] なお、図13に示した衝突ベースランダムアクセス手続きは、4ステップのランダムアクセス手続き (4-step RACH) である。しかしながら、通信システム1は、衝突ベースランダムアクセス手続きとして、2ステップのランダムアクセス手続き (2-step RACH) をサポートすることも可能である。例えば、端末装置40は、ランダムアクセスプリアンプルの送信とともに、ステップS23で示したメッセージ (Message 3) の送信も行う。そして、基地局20がそれらの応答としてランダムアクセス応答 (Message 2) 及び競合解決 (Message 4) の送信を行う。2ステップでランダムアクセス手続きが完了するので、端末装置40は基地局20に素早く接続できる。

[0159] <3-2-2. 非衝突ベースランダムアクセス手順>

次に、非衝突ベースランダムアクセス手続きについて説明する。非衝突ベースランダムアクセス手続きは、基地局主導で行われるランダムアクセス手続きである。図14は、非衝突ベースランダムアクセス手続きを示す図である。非衝突ベースランダムアクセス手続きは、基地局20からのランダムア

クセスプリアンブル割り当ての送信から始まる3ステップの手続きである。非衝突ベースランダムアクセス手続きには、ランダムアクセスプリアンブル割り当て (Message 0) の受信、ランダムアクセスプリアンブル (Message 1) の送信、ランダムアクセス応答 (Message 2) の受信の工程が含まれる。

[0160] 衝突ベースランダムアクセス手続きでは、端末装置40がプリアンブル系列をランダムに選択した。しかし、非衝突ベースランダムアクセス手続きでは、基地局20が、端末装置40に個別のランダムアクセスプリアンブルを割り当てる。端末装置40は、基地局20から、ランダムアクセスプリアンブルの割り当て (Message 0: RA Preamble Assignment) を受信する (ステップS31)。

[0161] 端末装置40は、ステップS31で割り当てられたランダムアクセスプリアンブルを用いて、基地局20に対してランダムアクセスを実行する。すなわち、端末装置40は、割り当てられたランダムアクセスプリアンブル (Message 1: Random Access Preamble) をPRACHにて基地局20に送信する (ステップS32)。

[0162] 基地局20は、ランダムアクセスプリアンブル (Message 1) を端末装置40から受信する。そして、基地局20は、当該ランダムアクセスプリアンブルに対するランダムアクセス応答 (Message 2: Random Access Response) を端末装置40に送信する (ステップS33)。ランダムアクセス応答には、例えば、受信したランダムアクセスプリアンブルに対応する上りリンクグラントの情報が含まれる。端末装置40は、ランダムアクセス応答 (Message 2) を受信すると、RRC接続動作を行い、アイドル状態 (RRC_IDLE) から接続状態 (RRC_CONNECTED) に遷移する。

[0163] このように、非衝突ベースランダムアクセス手続きでは、基地局20がランダムアクセスプリアンブルをスケジュールするので、プリアンブルの衝突が起こり辛い。

[0164] <3-3. NRのランダムアクセス手続きの詳細>

以上、通信システム1がサポートするRATがLTEであることを想定し

たランダムアクセス手続きについて説明した。なお、上記のランダムアクセス手続きはLTE以外のRATにも適用可能である。以下、通信システム1がサポートするRATがNRであることを想定したランダムアクセス手続きについて詳細に述べる。なお、以下の説明では、図13又は図14に示したMessage 1からMessage 4に関する4つのステップをそれぞれ詳細に説明する。Message 1のステップは、図13に示すステップS21、図14に示すステップS32に対応する。Message 2のステップは、図13に示すステップS22、図14に示すステップS33に対応する。Message 3のステップは、図13に示すステップS23に対応する。Message 4のステップは、図13に示すステップS24に対応する。

[0165] NRのランダムアクセスプリアンブル (Message 1)

NRでは、PRACHはNR-PRACH (NR Physical Random Access Channel) と呼ばれる。NR-PRACHは、Zadoff-Chu系列を用いて構成される。NRでは、NR-PRACHのフォーマットとして、複数のプリアンブルフォーマットが規定される。プリアンブルフォーマットは、PRACHのサブキャリア間隔、送信帯域幅、系列長、送信に用いられるシンボル数、送信繰り返し数、CP (Cyclic Prefix) 長、ガードピリオド長等のパラメータの組み合わせで規定される。NR-PRACHのプリアンブル系列の種類は、番号付けされている。プリアンブル系列の種類番号は、プリアンブルインデックスと呼称される。

[0166] NRでは、アイドル状態の端末装置40に対して、システム情報によってNR-PRACHに関する設定がなされる。さらに、接続状態の端末装置40に対して、専用RRCシグナリングによってNR-PRACHに関する設定がなされる。

[0167] 端末装置40は、NR-PRACHが送信可能な物理リソース (NR-PRACHオカージョン (Occasion)) を使ってNR-PRACHを送信する。物理リソースは、NR-PRACHに関する設定によって指示される。端末装置40は、物理リソースのうちの何れかを選択して、NR-PRACH

を送信する。さらに、端末装置40が接続状態にある場合、端末装置40は、NR-PRACHリソースを用いてNR-PRACHを送信する。NR-PRACHリソースは、NR-PRACHプリアンブル及びその物理リソースの組み合わせである。基地局20は、NR-PRACHリソースを端末装置40に対して指示することができる。

[0168] なお、NR-PRACHは、ランダムアクセス手続きが失敗した際にも送信される。端末装置40は、NR-PRACHを再送する際に、バックオフの値（バックオフインディケータ、BI）から算出される待機期間、NR-PRACHの送信を待機する。なお、バックオフの値は、端末装置40の端末カテゴリや発生したトラフィックの優先度によって異なってもよい。その際、バックオフの値は複数通知され、端末装置40が優先度によって用いるバックオフの値を選択する。また、NR-PRACHの再送を行う際に、端末装置40は、NR-PRACHの送信電力を初送と比較して上げる。この手続きは、パワーランピングと呼称される。

[0169] NRのランダムアクセス応答（Message 2）

NRのランダムアクセス応答は、NR-PDSCH（NR Physical Downlink Shared Channel）を使って送信される。ランダムアクセス応答を含むNR-PDSCHは、RA-RNTIによってCRC（Cyclic Redundancy Check）がスクランブルされたNR-PDCCH（NR Physical Downlink Control Channel）によってスケジュールされる。NR-PDCCHは、CORESET（Control Resource Set）で送信される。RA-RNTIによってCRCがスクランブルされたNR-PDCCHは、Type1-PDCCH CSS setのCSS（Common Search Space）に配置される。なお、RA-RNTI（Random Access Radio Network Temporary Identifier）の値は、そのランダムアクセス応答に対応するNR-PRACHの送信リソースに基づいて決定される。NR-PRACHの送信リソースは、例えば、時間リソース（スロット又はサブフレーム）、及び、周波数リソース（リソースブロック）である。なお、NR-PDCCHは、ランダムア

クセス応答に紐づく NR-PRACH に対応付けられたサーチスペースに配置されてもよい。具体的には、NR-PDCCH が配置されるサーチスペースは、NR-PRACH のプリアンブル及び／又は NR-PRACH が送信された物理リソースに関連付けられて設定される。NR-PDCCH が配置されるサーチスペースは、プリアンブルインデックス、及び／又は、物理リソースのインデックスに関連付けられて設定される。NR-PDCCH は、NR-SS (NR Synchronization signal) と QCL (Quasi co-location) である。

[0170] NR のランダムアクセス応答は、MAC (Medium Access Control) の情報である。NR のランダムアクセス応答には、少なくとも、NR のメッセージ 3 を送信するための上りリンクグラント、上りリンクのフレーム同期を調整するために用いられるタイミングアドバンスの値、TC-RNTI の値、が含まれる。また、NR のランダムアクセス応答には、そのランダムアクセス応答に対応する NR-PRACH 送信に用いられた PRACH インデックスが含まれる。また、NR のランダムアクセス応答には、PRACH の送信の待機に用いられるバックオフに関する情報が含まれる。

[0171] 基地局 20 は、ランダムアクセス応答を NR-PDSCH で送信する。端末装置 40 は、ランダムアクセス応答に含まれる情報から、ランダムアクセスプリアンブルの送信が成功したか否かの判断を行う。ランダムアクセスプリアンブルの送信が成功したと判断した場合、端末装置 40 は、ランダムアクセス応答に含まれる情報に従って NR のメッセージ 3 (Message 3) の送信処理を行う。一方、ランダムアクセスプリアンブルの送信が失敗した場合、端末装置 40 は、ランダムアクセス手続きが失敗したと判断し、NR-PRACH の再送処理を行う。

[0172] なお、NR のランダムアクセス応答には、NR のメッセージ 3 (Message 3) を送信するための上りリンクグラントが複数含まれていてもよい。端末装置 40 は、複数の上りリンクグラントからメッセージ 3 (Message 3) を送信するリソースを 1 つ選択することができる。これにより、異なる端末装置

40で、同じNRのランダムアクセス応答を受信した場合における、NRのメッセージ3 (Message 3) 送信の衝突を緩和することができる。結果として、通信システム1は、より安定的なランダムアクセス手続きを提供することができる。

[0173] NRのメッセージ3 (Message 3)

NRのメッセージ3 (Message 3) は、NR-PUSCH (NR Physical Uplink Shared Channel) によって送信される。NR-PUSCHは、ランダムアクセス応答によって指示されたリソースを用いて送信される。NRのメッセージ3には、RRC接続要求メッセージが含まれる。NR-PUSCHのフォーマットは、システム情報に含まれるパラメータによって指示される。例えば、パラメータにより、NR-PUSCHのフォーマットとして、OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 及びDFT-s-OFDM (Discrete Fourier Transform Spread OFDM) の何れを使用するか決定される。

[0174] NRのメッセージ3を正常に受信した場合、基地局20は、競合解決 (Message 4) の送信処理に移行する。一方、NRのメッセージ3を正常に受信できなかった場合、基地局20は、少なくとも所定の期間、再度NRのメッセージ3の受信を試みる。

[0175] メッセージ3の再送の指示及び送信リソースの別の一例として、メッセージ3の再送の指示に用いられるNR-PDCCHによる指示が挙げられる。そのNR-PDCCHは、上りリンクグラントである。そのNR-PDCCHのDCI (Downlink Control Information) によって、メッセージ3の再送のリソースが指示される。端末装置40は、その上りリンクグラントの指示に基づいて、メッセージ3の再送を行う。

[0176] なお、所定の期間内にNRの競合解決の受信が成功しなかった場合、端末装置40は、ランダムアクセス手続きが失敗したとみなし、NR-PUSCHの再送処理を行う。なお、NRのメッセージ3の再送に用いられる端末装置40の送信ビームは、そのメッセージ3の初送に用いられた端末装置40

の送信ビームと異なってもよい。なお、所定期間のうちに、NRの競合解決及びメッセージ3の再送の指示の何れも受信できなかった場合、端末装置40は、ランダムアクセス手続きが失敗したとみなし、NR-P RACHの再送処理を行う。その所定期間は、例えば、システム情報によって設定される。

[0177] NRの競合解決 (Message 4)

NRの競合解決は、NR-P D S C Hを使って送信される。競合解決を含むNR-P D S C Hは、TC-RNTI又はC-RNTIによってCRCがスクランブルされたNR-P D C C Hによってスケジュールされる。TC-RNTIによってCRCがスクランブルされたNR-P D C C HはType 1-P D C C H C S S s e tのC S Sに配置される。なお、NR-P D C C Hは、U S S (User equipment specific Search Space) に配置されてもよい。なお、NR-P D C C Hは、他のC S Sに配置されてもよい。

[0178] 端末装置40は、競合解決を含むNR-P D S C Hを正常に受信した場合、基地局20に対して肯定応答 (ACK) を送信する。以降、端末装置40は、ランダムアクセス手続きが成功したとみなし、接続状態 (RRC_CONNECTED) に移行する。一方、端末装置40からNR-P D S C Hに対する否定応答 (NACK) を受信した場合、又は、無応答であった場合、基地局20は、その競合解決を含むNR-P D S C Hを再送する。端末装置40は、所定期間のうちにNRの競合解決 (Message 4) を受信できなかった場合、ランダムアクセス手続きが失敗したとみなし、ランダムアクセスプリアンブル (Message 1) の再送処理を行う。

[0179] <3-4. NRの2-STEP RACH>

次に、NRの2-STEP RACHプロシージャ (以下、2ステップランダムアクセス手続きという。) の一例を示す。図15は、2ステップランダムアクセス手続きを示す図である。2ステップランダムアクセス手続きは、メッセージA (ステップS41) とメッセージB (ステップS42) の2ステップで構成される。一例として、メッセージAには、従来の4ステップ

ランダムアクセス手続き（4-STEP RACHプロシージャ）のメッセージ1（プリアンブル）とメッセージ3を含み、メッセージBには、従来の4ステップランダムアクセス手続きのメッセージ2とメッセージ4を含む。また、一例として、メッセージAはプリアンブル（PRACHともいう。）とPUSCHで構成され、メッセージBはPDSCHで構成される。

[0180] 2ステップのランダムアクセス手続きになることにより、従来の4ステップランダムアクセス手続きと比べてより低遅延でランダムアクセス手続きを完了することが可能となる。

[0181] メッセージAに含まれるプリアンブルとPUSCHは、それぞれの送信リソースが紐づいて設定されてもよいし、独立のリソースで設定されてもよい。

[0182] 送信リソースが紐づいて設定される場合は、例えば、プリアンブルの送信リソースが決定された場合、一意に、または複数の候補となりうるPUSCHの送信リソースが決定される。一例として、PRACHオケージョンのプリアンブルとPUSCHオケージョン間の時間および周波数オフセットは、1つの値で定められる。また別の一例として、PRACHオケージョンのプリアンブルとPUSCHオケージョン間の時間および周波数オフセットは、プリアンブルごとに異なる値が定められる。オフセットの値は、仕様で決定してもよいし、基地局20が準静的に設定をしてもよい。時間および周波数オフセットの値の一例として、例えば、所定の周波数によって定義される。例えば、アンライセンスバンド（例えば、5GHz帯、バンド45）において、時間オフセットの値は0または0に近い値に設定することができる。これにより、PUSCHの送信前にLBT（Listen Before Talk）を省略することが可能となる。

[0183] 一方で、独立のリソースで設定される場合は、仕様でプリアンブルとPUSCHのそれぞれの送信リソースを決定してもよいし、準静的に基地局20がリソースを設定してもよいし、または別の情報から決定されてもよい。別の情報としては、例えばスロットフォーマット情報（例えば、Slot Format

Indicatorなど)、BWP (Band Width Part) 情報、プリアンブル送信リソース情報、スロットインデックス (Slot Index)、リソースブロックインデックス (Resource Block Index) などが挙げられる。また、独立のリソースで設定される場合は、1つのメッセージAを構成するプリアンブルとPUSCH間の紐づけは、PUSCHのペイロードやPUSCHに含まれるUCIによって基地局に通知されてもよいし、PUSCHの送信物理パラメータ (例えば、PUSCHのスクランブル系列や、DMRSシーケンスおよび/またはパターンや、PUSCHの送信アンテナポート) によって基地局20に通知されてもよい。

[0184] また、プリアンブルとPUSCHの送信リソースの設定方法は、紐づいて設定される場合と、独立のリソースで設定される場合と、を切り替えられてもよい。例えば、ライセンスバンドにおいては独立のリソースで設定される場合が適用されてもよく、アンライセンスバンドにおいては送信リソースが紐づいて設定される場合が適用されてもよい。

[0185] <<4. 通信システムの動作>>

以上、通信システムの基本動作について説明したが、次に、本実施形態の通信システム1の動作を詳細に説明する。

[0186] なお、以下の実施形態における基地局20は、地上局 (地上基地局) だけでなく、衛星局やドローン、気球、飛行機など、通信装置として動作する非地上局 (非地上基地局) であってもよい。

[0187] また、本実施形態においてリソースは、Frequency、Time、Resource Element (REG、CCE、CORESETを含む。) 、Resource Block、Bandwidth Part、Component Carrier、Symbol、Sub-Symbol、Slot、Mini-Slot、Subslot、Subframe、Frame、PRACH occasion、Occasion、Code、Multi-access physical resource、Multi-access signature、Subcarrier Spacing (Numerology) などを表す。

[0188] また、本実施形態では、局所的にセルを形成する技術をポイントフォーミング (Pointforming) と称しているが、呼称の仕方はこれに限定されない。

また、以下の説明では、ポイントフォーミング (Pointforming) により形成される通信可能エリアを、ポイントセル (Point cell) と称しているが、呼称の仕方はこれに限定されない。

[0189] また、本実施形態では、端末装置 40 に追従するように切り替わるポイントセル、又は、端末装置 40 に追従するように移動する動作をするポイントセルのことを端末追従セルと称しているが、呼称の仕方はこれに限定されない。

[0190] 上述したように、基地局 20 は、複数のアンテナの協調制御により特定地点に電力を集中させることでポイントセルを形成することが可能である。すなわち、基地局 20 は、ポイントフォーミング機能によりポイントセルを形成することが可能である。

[0191] ここで、ポイントフォーミング (Pointforming) は、特定地点に電力を集中する場合に送信アンテナエレメント間で初期位相が異なることを特徴としてもよい。一方で、ビームフォーミング (Beamforming) は、特定方向にビームを形成する場合に送信アンテナエレメント間で初期位相のオフセットが同一であることを特徴としてもよい。

[0192] 従来は、基地局 20 は、事前に設計されたセルを形成し、その中の端末装置 40 と通信する。すなわち、従来のセルは、特定のエリアに通信を提供するためにセルカバレッジを考慮して設計される。しかし、ポイントフォーミングで高度な空間多重が実現した場合、セルカバレッジが従来とは異なる。この場合、従来のセルの切り替え手続き (例えば、従来のハンドオーバー手続き) のままでは、頻繁な切り替え手続きの発生による通信遅延の発生等、様々な問題が発生すると想定される。

[0193] そこで、本実施形態では、基地局 20 は、ポイントフォーミングに対応可能な新しいセルとして、端末装置 40 を追従するセルを形成する。端末追従セルは、従来の事前に設計されたセルとは異なり、特定の端末装置 40 に通信を提供するために動的に生成されるセルである。このとき、端末追従セルは、特定の端末装置 40 に専用のセル (以下、専用セルともいう。) であっ

てもよい。端末追従セルを専用セルとした場合、通信システム 1 は、特定の端末装置 40 に特化した通信の提供が可能となる。

[0194] <4-1. 端末追従セルの形成例>

端末追従セル形成手段は、以下のタイプ 1 であってもよいし、タイプ 2 であってもよい。勿論、端末追従セルの形成手段は、タイプ 1 とタイプ 2 以外の手段であってもよい。

[0195] (1) タイプ 1

図 16 は、タイプ 1 に係る端末追従セル形成手段を説明するための図である。タイプ 1 では、基地局 20 は、送信アンテナで囲まれたエリアをカバーする複数個のポイントセル PC を形成する。図 16 の例であれば、基地局 20 は、送信アンテナで囲まれたエリアをカバーする $m \times m$ 個のポイントセル PC (ポイントセル PC₁₁ ~ PC_{m_n}) を形成している。そして、基地局 20 及び端末装置 40 は、端末装置 40 が接続するポイントセル PC を、エリア内を移動する端末装置 40 に追従させて切り替えていく。図 16 の例であれば、基地局 20 及び端末装置 40 は、端末装置 40 の移動に合わせて、端末装置 40 が接続するポイントセル PC をポイントセル PC₆₅、ポイントセル PC₇₅、ポイントセル PC₉₃、ポイントセル PC₉₄ の順に切り替えていく。

[0196] (2) タイプ 2

図 17 は、タイプ 2 に係る端末追従セル形成手段を説明するための図である。タイプ 2 では、基地局 20 は、端末装置 40 の移動に追従するように、ポイントセル PC の設定値を動的に変更する。すなわち、タイプ 2 では、基地局 20 は、端末装置 40 の移動に追従させてポイントセル PC を動的に移動させる。例えば、端末装置 40 がポイントセル PC₁ に接続したのであれば、基地局 20 は、端末装置 40 の移動に追従させてポイントセル PC₁ を移動させる。端末装置 40 がポイントセル PC₂ に接続したのであれば、基地局 20 は、端末装置 40 の移動に追従させてポイントセル PC₂ を移動させる。タイプ 2 では、端末装置 40 が基地局 20 と初期接続した後、ポイントセル PC が端末装置 40 の移動に合わせて移動する。そのため、端末装置 40 は、

移動によって初期接続を実施し直す必要がない。

[0197] <4-2. 端末追従セルの形成に使用される情報>

基地局20は、端末追従セルの形成にあたり、端末装置40に関する情報を取得してもよい。そして、基地局20は、端末装置に関する情報に基づいて、ポイントセルPCを端末装置に追従させるための処理（タイプ1又はタイプ2の処理）を実行してもよい。端末装置に関する情報には、以下の（A1）～（A7）のうちの少なくとも1つの情報が含まれていてもよい。

[0198] （A1） 端末装置40の移動方向

（A2） 端末装置40端末の移動速度

（A3） 端末装置40の絶対位置情報

（A4） 端末装置40の相対位置情報

（A5） 端末追従セルに属する端末装置40が受信する干渉電力情報

（A6） 近傍界または遠方界に関連した情報

（A7） 端末装置40の移動予定情報（航路情報を含む。）

[0199] なお、（A4）の端末装置40の相対位置情報に関し、相対位置の算出の基準となる基準位置（端末装置40の位置の相手となる位置）は、基地局20との接続開始位置であってもよいし、特定の基地局20の位置であってもよいし、基地局20から提供される参照位置であってもよい。勿論、基準位置は、これら以外の位置であってもよい。

[0200] <4-3. 端末追従に係る動作例>

以下、端末追従に係る基地局20及び端末装置40の動作例を説明する。

[0201] <4-3-1. 端末追従セルの利用可能期間>

端末追従セルが形成された後、端末装置40は一度設定された端末追従セルが、特定の条件を満たすまで常に利用可能な状態であるとしてもよい。特定の条件としては、例えば以下の（B1）～（B3）に示す例が挙げられる。

[0202] （B1） 端末追従セルの認可タイマー（Validation Timer）が切れるまで

（B2） 端末追従セルを形成する送信パネルが切り替わるまで

(B3) 端末追従セルを形成することができない基地局20へ移動するまで

[0203] 端末装置40の状態が端末追従セルを利用可能な状態から利用できない状態に変化した場合、端末装置40は、再度初期アクセスを実施し、基地局20への接続を試みてもよい。また、端末装置40の状態が端末追従セルを利用可能な状態から利用できない状態に変化した場合、基地局20は、端末追従セルから従来のセルにフォールバックし、端末装置40との再接続を実施してもよい。

[0204] <4-3-2. 端末追従で必要となる情報の取得>

端末装置40（例えば、端末装置40の送信部432）は、端末追従で必要となる情報（端末追従セルの形成に使用される情報）を基地局20に定期的または動的に通知してもよい。端末追従で必要となる情報は、上述の（A1）～（A7）に示す情報であってもよい。

[0205] <測定の実施>

端末装置40は、これらの情報（端末追従で必要となる情報）を測定（Measurement）により取得してよい。このとき、端末装置40の測定は、周期的（Periodic）に実施されてもよいし、非周期的（Aperiodic）に実施されてもよい。

[0206] （周期的実施）

例えば、端末装置40は、あらかじめ決められたタイミングで測定を実施してもよい。このとき、測定の実施周期は、複数周期を組み合わせたものであってもよい。また、端末装置40は、一定間隔で測定を実施し続けてもよい。

[0207] （非周期的実施）

例えば、端末装置40は、イベントトリガーベースで測定を実施してもよい。例えば、端末装置40は、基地局20から測定実施要求を受信したタイミングで、測定を実施してもよい。また、端末装置40は、あらかじめ通知された又は決定された測定実施トリガーを測定し、トリガーにかかったタイ

ミングで測定を実施してもよい。このときトリガーは、以下の（C1）～（C4）のいずれかであってもよい。

[0208] （C1）あらかじめ決定された時間になったタイミング

（C2）端末装置40が属するポイントセルの通信品質が基準（例えば、所定のThreshold）以下になったタイミング

（C3）端末装置40の移動速度が増加したタイミング

（C4）端末装置40が移動を開始したタイミング

[0209] ここで、（C2）に示す通信品質は、RSRP（Reference Signals Received Power）であってもよいし、RSSI（Received Signal Strength Indicator）であってもよいし、SINR（Signal-to-Noise Ratio）であってもよい。

[0210] <測定結果の通知>

端末装置40は、測定結果を基地局20に通知する。このとき、端末装置40は、測定結果を周期的に通知（Periodic）してよいし、非周期的（Aperiodic）に通知してもよい。

[0211] （周期的通知）

例えば、端末装置40は、あらかじめ決められたタイミングで基地局20に測定結果を送信してもよい。このとき、測定の実施周期は、複数周期を組み合わせたものであってもよい。勿論、端末装置40は、一定間隔で測定結果を送信し続けてもよい。

[0212] （非周期的実施）

例えば、端末装置40は、イベントトリガーベースで通知を実施してもよい。例えば、端末装置40は、基地局20から測定結果の通知要求を受信したタイミングで、測定結果を基地局20に送信してもよい。また、端末装置40は、あらかじめ通知された又は決定された通知実施トリガーを測定し、トリガーにかかったタイミングで測定結果を基地局20に送信してもよい。このとき、トリガーは、以下の（D1）～（D9）のいずれかであってもよい。

- [0213] (D 1) 端末装置 40 が属するポイントセルの通信品質が基準（例えば、所定のThreshold）以上となったタイミング
- (D 2) 端末装置 40 が属するポイントセルの通信品質が基準（例えば、所定のThreshold）以下となったタイミング
- (D 3) 隣接ポイントセルの通信品質が、端末装置 40 が属するポイントセルの通信品質と比較してオフセット以上良くなったタイミング
- (D 4) 隣接ポイントセルの通信品質が、端末装置 40 が属するポイントセルの通信品質よりも良好な受信品質のセルとなったタイミング
- (D 5) 端末装置 40 が属するポイントセルの通信品質が第一の基準（例えば、第 1 のThreshold）より悪くなり、隣接ポイントセルの通信品質が第 2 の基準（例えば、第 2 のThreshold）よりも良くなったタイミング
- (D 6) 参照信号リソースの品質が基準（例えば、所定のThreshold）よりも良くなったタイミング
- (D 7) 参照信号リソースの品質が、比較対象とする参照信号と比較してOffset以上良くなったタイミング
- (D 8) 端末装置 40 の移動速度が基準（例えば、所定のThreshold）以上となったタイミング
- (D 9) 端末装置 40 の移動速度が基準（例えば、所定のThreshold）以下となったタイミング

[0214] ここで、(D 2) ~ (D 5) に示す通信品質は、RSRP (Reference Signals Received Power) であってもいいし、RSSI (Received Signal Strength Indicator) であってもいいし、SINR (Signal-to-Noise Ratio) であってもいい。また、(D 6) ~ (D 7) に示す参照信号は、例えば、CSI-RS (Channel State Information Reference Signal) であってもいい。

[0215] <4-3-3. 端末追従セルの形成>

基地局 20（例えば、基地局 20 の取得部 331）は、端末装置 40 から、端末追従で必要となる情報を取得する。基地局 20（例えば、基地局 20

の形成部 332) は、端末装置 40 から受信した情報を基に、端末追従セルを形成する。

[0216] そして、基地局 20 (例えば、基地局 20 の追従部 333) は、ポイントセルを端末装置 40 に追従させるための処理を実行する。このとき、基地局 20 は、ポイントセルを端末装置 40 に追従させるための情報を端末装置 40 に送信してもよい。例えば、タイプ 1 であれば、基地局 20 は、端末装置 40 が次に接続するポイントセルに関する情報を端末装置 40 に送信してもよい。タイプ 2 であれば、基地局 20 は、端末装置 40 が現在属するポイントセルが、端末装置 40 に追従可能なエリアの情報を端末装置 40 に送信してもよい。

[0217] 端末装置 40 (例えば、端末装置 40 の取得部 431) は、ポイントセルを端末装置 40 に追従させるための情報を基地局 20 から取得する。そして、端末装置 40 (例えば、端末装置 40 の通信制御部 433) は、基地局 20 からの情報に基づいてポイントセルに接続する。

[0218] <4-4. タイプ 1 の詳細>

上述したように、タイプ 1 では、基地局 20 は、例えば図 16 に示すように、所定のエリアをカバーする複数個のポイントセル PC を形成する。例えば、タイプ 1 では、基地局 20 は、あらかじめ空間的に隙間が無いようにポイントセルを配置する。そして、基地局 20 及び端末装置 40 は、端末装置 40 が接続するポイントセル PC を、エリア内を移動する端末装置 40 に追従させて切り替えていく。

[0219] タイプ 1 では、端末装置 40 が適切なポイントセルにアタッチするため、端末装置 40 の移動によってポイントセルの切り替えが頻発する可能性がある。そこで、端末装置 40 に事前に複数のポイントセルに接続させてもよい。

[0220] 例えば、端末装置 40 は、エリア内の複数のポイントセルのうちの二以上のポイントセルに接続可能に構成されていてもよい。そして、端末装置 40 は、複数個のポイントセルに事前にアタッチをしてもよい。例えば、端末装

置40が事前に移動情報を把握できる場合、端末装置40は、基地局20に移動情報を通知する。ここで、移動情報には、端末装置40の移動経路、移動方向、移動速度、及び位置情報の少なくとも1つの情報が含まれていてもよい。基地局20は、端末装置40から受信した移動情報に基づき、今後端末装置40が接続をするポイントセルを判別する。

[0221] そして、基地局20は、ポイントセルを端末装置40に追従させるための情報として、端末装置40が今後接続するポイントセルに関する情報を端末装置40に通知する。なお、今後端末装置40が接続するポイントセルとして基地局20が端末装置40に通知するポイントセルは1つに限られず、複数あってもよい。例えば、基地局20は、端末装置が次に接続するポイントセルの情報のみならず、さらに次に接続するポイントセルの情報を端末装置40に通知してもよい。勿論、基地局20は、さらに次のポイントセルの情報も端末装置40に通知してもよい。端末装置40は、基地局20から受信した情報（今後接続するポイントセルに関する情報）に基づき、現在通信を行っているポイントセルとは別に、今後通信に使用するポイントセルに事前に接続する。そして、端末装置40は、移動に応じて、通信に使用するポイントセルを、事前に接続した複数のポイントセルのいずれかに切り替える。

[0222] ここで、今後接続するポイントセルに関する情報には、以下の(E1)～(E13)の少なくとも1つの情報が含まれていてもよい。勿論、今後接続するポイントセルに関する情報には、下記以外の情報が含まれていてもよい。

- [0223] (E1) ポイントセルID
(E2) ポイントセル接続順
(E3) ポイントセル初期アクセスに関する情報
(E4) ポイントセルのPRACH送信リソース
(E5) ポイントセルのPRACH送信プリアンブルシーケンス
(E6) ポイントセルのアップリンク／ダウンリンクキャリア周波数
(E7) ポイントセルの帯域幅

(E 8) ポイントセル切り替え後の端末固有ID (C-RNTI (Cell Radio Network Temporary Identifier))

(E 9) ポイントセル切り替え後の無線リソース設定 (Radio Resource Configuration)

(E 10) ポイントセル切り替えを実施するためのトリガー情報

(E 11) ポイントセル切り替え後のタイミングアドバンス情報

(E 12) ポイントセル切り替え後の伝搬遅延情報

(E 13) 2ステップ初期アクセスに関する情報

[0224] タイプ1によれば、通信システム1は高い通信パフォーマンスを実現できる。例えば、タイプ1では、端末装置40は、今後接続するポイントセルに事前に接続する。そのため、無線アクセスネットワークにポイントフォーミングが適用された場合であっても、ポイントセルの切り替えによる通信遅延があまり発生しない。結果として、通信システム1は、大多数高密度の無線通信を実現しつつ、高速、低遅延の通信を実現できる。

[0225] <4-5. タイプ2の詳細>

上述したように、タイプ2では、基地局20は、端末装置40の移動に追従するように、ポイントセルPCの設定値を動的に変更する。従来のセルとは異なり、タイプ2では、ポイントセルが、端末装置40の位置に合わせて動的に移動する。すなわち、タイプ2では、基地局20は、例えば図17に示すように、端末装置40の移動に追従させてポイントセルPCを動的に移動させる必要がある。

[0226] そこで、端末装置40は、端末装置40の移動情報を基地局20に通知してもよい。ここで、移動情報には、端末装置40の移動経路、移動方向、移動速度、及び位置情報の少なくとも1つの情報が含まれていてもよい。そして、基地局20は、端末装置40から受信した移動情報に基づいて、ポイントセルを動的に移動させてもよい。

[0227] なお、端末装置40の移動は、あるタイミングでは移動しない時間がある一方で、あるタイミングで移動を開始するといったように、端末装置40の

移動について決まった規則が無い場合がある。この場合、あらかじめ決められたタイミングで端末装置40が端末装置40の移動情報を基地局20に通知するよりも、端末装置が適切なタイミングで端末装置40の移動情報を基地局20に通知した方が良い場合がある。

[0228] そこで、端末装置40は端末装置の移動に合わせて、オンデマンドに基地局20に端末装置の移動情報を通知してもよい。このとき、端末装置40は、Configured grantで設定された上りリンクリソースを使用して移動情報の通知を行ってもよい。そして、基地局20は、端末装置40が移動に合わせて送信した移動情報に基づいて、ポイントセルを動的に移動させてもよい。

[0229] タイプ2によっても、通信システム1は高い通信パフォーマンスを実現できる。例えば、タイプ2では、端末装置40が基地局20と初期接続した後、ポイントセルPCが端末装置40の移動に合わせて移動する。そのため、端末装置40は、移動によって初期接続を実施し直す必要がないので、ポイントセルの切り替えによる通信遅延が発生しない。結果として、通信システム1は、大多数高密度の無線通信を実現しつつ、高速、低遅延の通信を実現できる。

[0230] <4-6. フォールバック>

端末装置40は、端末追従セルで通信中に、ワイドセル（例えば、従来のセル）へのフォールバックが必要になるケースがある。例えば、ポイントセルを端末装置40に追従させることができない場合には、端末装置40は、ワイドセルへフォールバックする必要がある。ここで、ワイドセルは、ポイントセルより広いエリアのセルである。ワイドセルは、クラシックセルであってもよいし、ビームフォーミングにより形成されるセルであってもよい。ワイドセルは、ポイントフォーミング機能により形成されるセルであってもよい。この場合、端末追従セルはスモールポイントセル、ワイドセルはワイドポイントセルと称呼することができる。

[0231] フォールバックが必要となるケースとしては、以下の(F1)～(F3)が想定される。

[0232] (F1) 端末追従に必要な情報の不足などで、基地局20が端末追従セルを形成できない状況になった場合

(F2) 端末追従セルの提供ができないエリアに端末装置40が移動した場合

(F3) 移動速度が速いために基地局20が端末装置40に端末追従セルを提供できない場合

[0233] 基地局20（例えば、基地局20のフォールバック部334）は、フォールバックが必要となった場合、例えば、ポイントセル（又はスモールポイントセル）を端末装置40に追従させることができなくなった場合、端末装置40が接続するセルを端末追従セルからワイドセル（又はワイドポイントセル）にフォールバックしてもよい。

[0234] <4-7. 信号処理>

次に、無線アクセスネットワークに端末追従セルを適用した場合の信号処理について説明する。

[0235] <4-7-1. 参照信号>

無線アクセスネットワークにポイントフォーミングを適用した場合、無線アクセスネットワークが、1つポイントセル（例えば、1つの端末追従セル）を1つの端末装置40のみ使用する形態となることが想定される。1つのポイントセル（例えば、1つの端末追従セル）を1つの端末装置40のみが使用する場合、他の端末装置40とのマルチユーザMIMO（Multi User Multiple-Input Multiple-Output）が不要となるため、アンテナポート数を減らすことが可能となる。

[0236] 例えば、従来の通信では複数の端末を同時に多重するため、参照信号の配置において、周波数や時間リソースで直交するように端末装置40ごとに参照信号を直交配置していた。図18は、従来の参照信号の配置例を示す図である。

[0237] 図19は、本実施形態の参照信号の配置の一例を示す図である。1つのポイントセル（例えば、1つの端末追従セル）を1つの端末装置40のみが使

用する場合、他の端末装置40との多重が無くなる。そのため、例えば図19に示すように、1シンボル全てのサブキャリアに参照信号が配置されてもよい。これにより、通信品質を向上させることができる。

[0238] 勿論、1シンボルすべてのサブキャリアに参照信号が配置されなくてもよい。図20は、本実施形態の参照信号の配置の他の例を示す図である。図20の例では、参照信号が疎な配置となっている。そして、1シンボルの一部がデータ信号送信領域に割り当てられている。これにより、データ送信リソースを増やすことができる。

[0239] <4-7-2. スケジューリング>

1つポイントセル（例えば、1つの端末追従セル）を1つの端末装置40のみが使用する場合、端末装置40は他の端末装置40と通信リソースを共有することが不要となる。そのため、基地局20は、特定の端末装置40のみに常に通信リソースを提供することが可能となる。

[0240] そこで、基地局20（例えば、基地局20のスケジューリング部335）は、従来のスケジューリング処理の一部又は全部を行わなくてもよい。例えば、基地局20は、ポイントセルよりエリアが広いワイドセル（ワイドポイントセル）に関しては所定のスケジューリングを行い、ポイントセル（モールポイントセル）に関してはワイドセルで行うスケジューリングの一部又は全部を行わなくてもよい。

[0241] 例えば、基地局20がポイントフォーミングを実施する場合（或いは、1つポイントセルを1つの端末装置40のみが使用する場合）、基地局20は、周波数方向の通信リソースのスケジューリング、及び、時間方向の通信リソースのスケジューリングの少なくとも一方を行わなくてもよい。また、基地局20がポイントフォーミングを実施する場合（或いは、1つポイントセルを1つの端末装置40のみが使用する場合）、基地局20は、キャリアアグリゲーション（Carrier Aggregation）又はデュアルコネクティビティ（Dual Connectivity）における、クロスキャリアスケジューリングを行わなくてもよい。

[0242] (周波数方向通信リソース)

1つポイントセル（例えば、1つの端末追従セル）を1つの端末装置40のみが使用する場合、割り当てられた周波数帯域のすべてを特定の端末装置40が常に使用することができる。そのため、周波数方向のスケジューリングが不要となる。この場合、端末装置40は常に全周波数帯域を使用して通信を行ってもよい。

[0243] (時間方向通信リソース)

1つポイントセル（例えば、1つの端末追従セル）を1つの端末装置40のみが使用する場合、端末装置40は、基本的には時間に縛られずに通信をすることが可能となる。ただし、端末追従セル間で上りリンクと下りリンクが同期していない場合、例えば、第1の端末追従セルの上りリンク信号が、第2の端末追従セルの下りリンク信号に干渉を与える可能性がある。

[0244] そこで、端末追従セル間で同一の周波数帯域を使用する場合、基地局20及び／又は端末装置40は、端末追従セル間の上りリンク、下りリンクなどの通信方向を、端末追従セル間で同期させてもよい。このとき、基地局20は端末装置40に上りリンクや下りリンクなどの通信方向に関する情報を通知してもよい。ここで、本情報は、準静的な事前の通知により設定されてもよいし、動的な通知により設定されてもよい。

[0245] (クロスキャリアスケジューリング)

1つポイントセル（例えば、1つの端末追従セル）を1つの端末装置40のみが使用する場合、キャリアアグリゲーション (Carrier Aggregation) 又はデュアルコネクティビティ (Dual Connectivity) における、クロスキャリアスケジューリングも不要となる。端末装置40は、割り当てられた通信帯域が端末固有の通信リソースである場合、クロスキャリアスケジューリングなしに通信をすることが可能となる。

[0246] <<5. 端末追従セルへの初期接続手段>>

以上、端末追従セルに関する通信システムの動作について説明したが、次に、ポイントフォーミングを使った無線アクセスネットワークにおける初期

接続手段について説明する。

[0247] <5-1. ポイントセル決定手段の概要>

まず、ポイントセル決定手段の概要を述べる。

[0248] 端末追従セル（以下、単にポイントセルという。）への初期接続にあたり、基地局20及び／又は端末装置40は、端末装置40が属するポイントセルを決定するための処理を実行する。ポイントセルの決定手段は、以下の（M1）～（M3）のいずれであってもよい。勿論、ポイントセル決定手段は、（M1）～（M3）以外の手段であってもよい。

[0249] （M1）同期信号によるポイントセル決定手段

（M2）位置情報によるポイントセル決定手段

（M3）アンカーセルによるポイントセル決定手段

[0250] 端末装置40は、上記（M1）～（M3）のいずれかの手段に基づいて初期アクセスを実施する。なお、基地局20及び／又は端末装置40が上記（M1）～（M3）のどの手段を使用してポイントセルを決定するかは、通信システム1の管理者（ネットワーク運用者等）が決定してもよい。

[0251] 以下、上記（M1）～（M3）の概要を説明する。

[0252] （M1）同期信号によるポイントセル決定手段

端末装置40が属するポイントセルは、基地局20が送信する同期信号に基づいて決定されてもよい。例えば、端末装置40が属するポイントセルは、基地局20が送信する同期信号に基づいて決定されてもよい。同期信号によるポイントセル決定手段は、以下のタイプAとタイプBのいずれであってもよい。勿論、同期信号によるポイントセル決定手段は、タイプAとタイプB以外の手段であってもよい。

[0253] （1）タイプA

図21は、同期信号によるポイントセル決定手段の一例を説明するための図である。基地局20は、所定のエリアをカバーする複数のポイントセルPCを形成する。基地局20は、端末装置40が属するポイントセルPCを決定するための処理を実行する。例えば、基地局20は、端末装置40がポイ

ントセルPCを識別するための複数の同期信号を端末装置40に送信する。そして、端末装置40は、受信した同期信号に基づいて接続するポイントセルPCを決定する。例えば、端末装置40は、同期信号に関する所定の情報（例えば、シーケンス、周波数リソース、及び、時間リソースの少なくとも1つの情報）と、ポイントセルID (Point cell ID) とを紐づけるための情報を予め保持する。そして、端末装置40は、その予め保持してある情報と受信した同期信号に基づいて、接続するポイントセルPCを特定する。特定後、端末装置40は特定したポイントセルPCに接続する。

[0254] (2) タイプB

図22は、同期信号によるポイントセル決定手段の他の例を説明するための図である。基地局20は、ポイントセルPCより広いエリアのセルであるワイドセルWCを形成可能である。なお、ワイドセルWCが、ポイントフォーミング機能により形成される場合、ワイドセルWCは、ワイドポイントセル (Wide point cell) とも称呼されうる。この場合、ポイントセルPCは、スモールポイントセル (Small point cell) とも称呼されうる。なお、ワイドセルWCは、ポイントフォーミング機能により形成されるセルに限定されない。例えば、ワイドセルWCは、従来の通信セル (クラシックセル) であってもよいし、ビームフォーミング機能により形成されるセルであってもよい。なお、これらセルの称呼はワイドセル/ワイドポイントセル、及びポイントセル/スモールポイントセルに限定されない。

[0255] 基地局20は、所定のエリアをカバーする一又は複数のワイドセルWCと、ワイドセルWCをカバーする複数のポイントセルPCと、を形成する。端末装置40は、接続するワイドセルWCを選択する。そして、端末装置40は基地局20に接続（例えば、アタッチ）する。基地局20は、端末装置40がワイドセルWCに接続した後、端末装置40が属するワイドセルWCに含まれるポイントセルPCを端末装置40が識別するための複数の同期信号を端末装置40に送信する。そして、端末装置40は、受信した同期信号に基づいて接続するポイントセルPCを決定する。例えば、端末装置40

は、同期信号に関する所定の情報（例えば、シーケンス、周波数リソース、及び、時間リソースの少なくとも1つの情報）と、ポイントセルID（Point cell ID）とを紐づけるための情報を予め保持する。そして、端末装置40は、その予め保持してある情報と受信した同期信号に基づいて、接続するポイントセルPCを特定する。特定後、端末装置40は特定したポイントセルPCに接続する。

[0256] (M2) 位置情報によるポイントセル決定手段

基地局20は、ポイントセルPCとは異なるセルを形成可能である。例えば、基地局20は、ポイントセルPCより広いエリアのセルであるワイドセルWCを形成可能である。端末装置40は、接続するセル（例えば、ワイドセルWC）を選択する。そして、端末装置40は基地局20に接続する。接続中又は接続後に、基地局20は、端末装置40の位置情報を取得する。このとき、基地局20は、端末装置40から位置情報を取得してもよい。また、基地局20は、端末装置40の位置を測定し、その測定情報を端末装置40の位置情報として取得してもよい。そして、基地局20は、端末装置40の位置情報に基づいて端末装置40が属するポイントセルを決定する。

[0257] なおこの手段（位置情報によるポイントセル決定手段）では、基地局20は端末装置40の位置情報に基づいて適切なポイントセルを決定できる。そのため、前述の同期信号によるポイントセル決定手段で述べたような、同期信号とポイントセルとの紐づけは必ずしも実施されなくてもよい。

[0258] (M3) アンカーセルによるポイントセル決定手段

端末装置40は、ポイントセルに接続するにあたり、ポイントフォーミングを実施しない従来の基地局（他の基地局）に接続してもよい。例えば、従来の基地局が形成するアンカーとなるセルが存在する場合、端末装置40はアンカーとなるセルに接続してもよい。接続後、基地局20及び／又は端末装置40は、他の基地局20からの情報に基づいて端末装置40が属するポイントセルを決定してもよい。例えば、端末装置40は、アンカーとなるセルでの通信により、端末装置40が属するポイントセルを決定してもよい。

[0259] <5-2. ポイントセル決定手段の詳細>

以上、ポイントセル決定手段の概要を説明したが、以下、ポイントセル決定手段を詳細に説明する。

[0260] <5-2-1. 同期信号によるポイントセル決定手段>

まず、同期信号によるポイントセル決定手段について詳細に説明する。

[0261] 端末装置40が属するポイントセルは、基地局20が送信する同期信号に基づいて決定されてもよい。例えば、端末装置40が属するポイントセルは、基地局20が送信する同期信号の電力に基づいて決定されてもよい。上述したように、同期信号によるポイントセル決定手段は、タイプAとタイプBのいずれであってもよい。以下、タイプAとタイプBを詳細に説明する。

[0262] (1) タイプA

基地局20は、事前に、所定のエリア（例えば、ポイントフォーミングのサポートエリア）の全域をカバーする複数のポイントセル（例えば、図21に示すポイントセルPC）を形成する。そして、基地局20は、端末装置40がポイントセルを識別するための複数の同期信号を端末装置40に送信する。そして、端末装置40は、受信した同期信号に基づいてアタッチするポイントセルを決定する。

[0263] 本実施例では、基地局20は、事前に所定のエリアの全域にポイントセルを形成している。端末装置40は、属するポイントセルの同期信号を受信する。そして、端末装置40は、同期信号に対応するリソースで初期アクセス手続き（ランダムアクセス手続き）のメッセージ1を送信する。

[0264] 本メッセージを受信した基地局20は、どのポイントセルで初期アクセス手続き（ランダムアクセス手続き）のメッセージ1を受信したかにより、端末装置40が属するポイントセルを判断することが可能となる。

[0265] 基地局20は、同一時間に複数の同期信号を送信してもよい。例えば、基地局20は、所定のエリアをカバーする複数のポイントセルそれぞれの同期信号の送信に関し、同一時間に複数の同期信号を送信してもよい。同一時間に同期信号を送信する場合、送信電力がポイントセルの数だけ分散されるた

め、ポイントセル内の受信品質が劣化する可能性がある。しかし、同一時間に同期信号が送信されるので、空間多重効率が最大化される。

[0266] 基地局20は、異なる時間に分散して複数の同期信号を送信してもよい。異なる時間に分散して同期信号を送信する場合、各ポイントセルで通信ができない時間ができるため、同一時間に同期信号を送信する場合と比較して、空間多重効率が劣化する可能性がある。しかし、異なる時間に分散して同期信号が送信されるので、ポイントセル内の受信品質が向上する。

[0267] (2) タイプB

基地局20は、事前に所定のエリアをカバーする一または複数のワイドポイントセル（例えば、図22に示すワイドセルWC）を形成しておき、端末装置40はアタッチするワイドポイントセルを選択する。基地局20及び／又は端末装置40は、ワイドポイントセルへのアタッチ後、選択をしたワイドポイントセルに属するスモールポイントセル（例えば、図22に示すポイントセルPC）のうち、適したスモールポイントセルの選択手続きを実施する。

[0268] なお、以下の説明では、ワイドセル（例えば、図22に示すワイドセルWC）のことをワイドポイントセル（Wide point cell）、ポイントセル（例えば、図22に示すポイントセルPC）のことをスモールポイントセルと呼ぶ。以下の説明で登場するワイドポイントセルはワイドセル、スモールポイントセルはポイントセルと言い換えることが可能である。

[0269] 基地局20は、事前に、所定のエリア（例えば、ポイントフォーミングのサポートエリア）に一又は複数のワイドポイントセルを形成する。そして、基地局20は、端末装置40がワイドセルを識別するための複数の同期信号を端末装置40に送信する。端末装置40は属するワイドポイントセルの同期信号を受信する。そして、端末装置40は、同期信号に対応するリソースで初期アクセス手続き（ランダムアクセス手続き）のメッセージ1を送信する。

[0270] 本メッセージを受信した基地局20は、どのワイドポイントセルで初期ア

クセス手続き（ランダムアクセス手続き）のメッセージ1を受信したかにより、端末装置40が属するワイドポイントセルを判断することが可能となる。

[0271] 基地局20は、同一時間に複数の同期信号を送信してもよい。例えば、基地局20は、所定のエリアをカバーする複数のワイドポイントセルそれぞれの同期信号の送信に関し、同一時間に複数の同期信号を送信してもよい。同一時間に同期信号を送信する場合、送信電力がワイドポイントセルの数だけ分散されるため、ワイドポイントセル内の受信品質が劣化する可能性がある。しかし、同一時間に同期信号が送信されるので、空間多重効率が最大化される。

[0272] 基地局20は、異なる時間に分散して複数の同期信号を送信してもよい。異なる時間に分散して同期信号を送信する場合、各ポイントセルで通信ができない時間ができるため、同一時間に同期信号を送信する場合と比較して、空間多重効率が劣化する可能性がある。しかし、異なる時間に分散して同期信号を送信する場合、ポイントセル内の受信品質が向上する。

[0273] 初期アクセス実施後、基地局20と端末装置40は属するワイドポイントセルで通信を実施する。

[0274] 端末装置40がワイドポイントセルに接続した後、基地局20は、端末装置40が属するワイドポイントセルに含まれるスモールポイントセルを端末装置40が識別するための複数の同期信号を端末装置40に送信してもよい。そして、端末装置40は、受信した同期信号に基づいて接続するスモールポイントセルを決定してもよい。

[0275] なお、端末装置40がワイドポイントセルで通信を開始した後、基地局20は端末装置40が接続するセルをワイドポイントセルからスモールポイントセルに変更するための処理を行ってもよい。例えば、基地局20は、複数のスモールポイントセルに紐づけた複数の異なる参照信号を端末装置40に送信してもよい。例えば、端末装置40は、受信をした参照信号の受信品質を測定して、基地局20にフィードバックしてもよい。フィードバックを受

信した基地局20は、端末装置40からのフィードバック情報に基づいて、端末装置40が属するポイントセルを決定してもよい。

[0276] そして、端末装置40は、基地局20が決定したスモールポイントセルとランダムアクセスを実施してもよい。なお、この段階で、端末装置40はワイドポイントセルへの接続を既に完了している。そのため、基地局20は、ワイドポイントセルのエリア内に属するスモールポイントセルの同期信号のみを送信してもよい。このとき、スモールポイントセルの同期信号と、スモールポイントセルIDとは紐づけられていてもよい。そして、端末装置40は、同期信号から接続をするスモールポイントセルIDを判別してもよい。

[0277] なお、基地局20及び端末装置40は、複数の帯域をキャリアアグリゲーション (Carrier Aggregation) 又はデュアルコネクティビティ (Dual Connectivity) で束ねることが可能に構成されていてもよい。基地局20及び端末装置40は、複数の帯域の少なくとも1つの帯域を、ポイントセルを提供する帯域として通信を行ってもよい。

[0278] 例えば、基地局20及び端末装置40は、ワイドポイントセルとスモールポイントセルを、キャリアアグリゲーション又はデュアルコネクティビティといった仕組みと組み合わせて適用してもよい。例えば、基地局20及び端末装置40は、複数の帯域の少なくとも1つの帯域を、ワイドポイントセルを提供する帯域とし、他の少なくとも1つの帯域をスモールポイントセルを提供する帯域として通信を行ってもよい。

[0279] 例えば、基地局20及び端末装置40は、キャリアアグリゲーションで使用する帯域Aをワイドポイントセルを提供する帯域とし、キャリアアグリゲーションで使用する帯域Bをスモールポイントセルを提供する帯域としてもよい。また、基地局20及び端末装置40は、デュアルコネクティビティで使用する帯域Aをワイドポイントセルを提供する帯域とし、デュアルコネクティビティで使用する帯域Bをスモールポイントセルを提供する帯域としてもよい。また、端末装置40は、デュアルコネクティビティで使用する基地局Aをワイドポイントセルを提供する帯域とし、デュアルコネクティビティ

で使用する基地局Bをスモールポイントセルを提供する帯域としてもよい。

[0280] <5-2-2. 位置情報によるポイントセル決定手段>

次に、位置情報によるポイントセル決定手段について詳細に説明する。

[0281] 基地局20は、事前に所定のエリアをカバーする一または複数のセルを形成しておく。このとき、基地局20が形成するセルはポイントセル（スモールポイントセル）とは異なるセルであってもよい。例えば、基地局20が形成するセルはワイドセルであってもよい。そして、端末装置40はアタッチするセルを選択し、セルにアタッチする。アタッチ中またはアタッチ後に、基地局20は、端末装置40の位置情報を取得する。このとき、基地局20は、端末装置40から位置情報を取得してもよい。また、基地局20は、端末装置40の位置を測定し、その測定情報を端末装置40の位置情報として取得してもよい。そして、基地局20は、端末装置40の位置情報に基づいて端末装置40が属するポイントセルを決定する。

[0282] 基地局20は、事前に、所定のエリア（例えば、ポイントフォーミングのサポートエリア）に一又は複数のセル（例えば、ワイドセル）を形成する。そして、基地局20は、端末装置40がセルを識別するための複数の同期信号を端末装置40に送信する。端末装置40は属するセルの同期信号を受信する。そして、端末装置40は、同期信号に対応するリソースで初期アクセス手続き（ランダムアクセス手続き）のメッセージ1を送信する。

[0283] 本メッセージを受信した基地局20は、どのセルで初期アクセス手続き（ランダムアクセス手続き）のメッセージ1を受信したかにより、端末装置40が属するセルを判断することが可能となる。

[0284] 初期アクセス実施中又は初期アクセス実施後、基地局20は、端末装置40の位置情報を取得する。

[0285] このとき、基地局20は、端末装置40から位置情報を取得してもよい。例えば、端末装置40は、端末装置40が保有する位置測定デバイスなどの情報に基づいて、端末装置40の位置を測定してもよい。そして、端末装置40は、測定した位置を基地局20に通知してもよい。基地局20は、端末

装置 40 から通知された情報を、端末装置 40 の位置情報として取得してもよい。

[0286] また、基地局 20 が端末装置 40 の位置を測定してもよい。そして、基地局 20 は、その測定情報を端末装置 40 の位置情報として取得してもよい。このこと、基地局 20 は端末装置 40 に位置測定用の参照信号（例えば、Positioning Reference Signal）などを送信し、端末装置 40 が測定結果を基地局 20 にフィードバックしてもよい。

[0287] なお、基地局 20 は、V2X (Vehicle to X) など利用されるゾーン ID (Zone ID) を利用して、端末装置 40 の位置情報を取得してもよい。

[0288] そして、基地局 20 は、端末装置 40 の位置情報に基づいて端末装置 40 が属するポイントセル（スモールポイントセル）を決定してもよい。基地局 20 は、ポイントセルでの通信で必要となる情報を、端末装置 40 に通知してもよい。

[0289] そして、端末装置 40 は、属するポイントセルで通信を実施する。

[0290] <5-2-3. アンカーセルによるポイントセル決定手段>

次に、アンカーセルによるポイントセル決定手段について詳細に説明する。

[0291] 端末装置 40 は、ポイントセルに接続するにあたり、ポイントフォーミングを実施しない従来の基地局（他の基地局）が形成するアンカーとなるセルにアタッチしてもよい。アタッチ後、基地局 20 及び／又は端末装置 40 は、他の基地局 20 からの情報に基づいて端末装置 40 が属するポイントセルを決定してもよい。

[0292] 本実施例では、端末装置 40 は従来の基地局が形成するアンカーセルの同期信号を受信する。そして、端末装置 40 は、同期信号に対応するリソースで初期アクセス手続き（ランダムアクセス手続き）のメッセージ 1 を送信する。

[0293] 本メッセージを受信した基地局 20 は、どのセルで初期アクセス手続き（ランダムアクセス手続き）のメッセージ 1 を受信したかにより、端末装置 4

0が属するアンカーセルを判断することが可能となる。

[0294] 初期アクセス実施後、基地局20と端末装置40は、アンカーセルで通信を実施する。

[0295] 通信開始後、基地局20はポイントセル（スモールポイントセル）の追加のための処理（以下、ポイントセル追加処理という。）を実施してもよい。ポイントセル追加処理は、以下の（G1）～（G3）のいずれであってもよい。

[0296] （G1）電力測定によるポイントセル追加処理

例えば、基地局20は、ポイントセルとの通信に必要な情報を、アンカーセルでの通信で端末装置40に通知してもよい。

[0297] また、基地局20は、ポイントセルに紐づいた複数の異なる参照信号を端末装置40に送信してもよい。このとき、端末装置40は、受信をした参照信号の受信品質を測定して、基地局20にフィードバックしてもよい。フィードバックを受信した基地局20は、端末装置40からのフィードバック情報に基づいて、端末装置40が属するポイントセルを決定してもよい。そして、端末装置40は、決定したポイントセルで通信を開始してもよい。

[0298] また、端末装置40は、ポイントセルのランダムアクセスの情報を利用して、ポイントセルとランダムアクセスを実施してもよい。

[0299] （G2）位置情報によるポイントセル追加処理

初期アクセス実施中又は初期アクセス実施後、基地局20は、端末装置40の位置情報を取得してもよい。

[0300] このとき、基地局20は、端末装置40から位置情報を取得してもよい。例えば、端末装置40は、端末装置40が保有する位置測定デバイスなどの情報に基づいて、端末装置40の位置を測定してもよい。そして、端末装置40は、測定した位置を基地局20に通知してもよい。基地局20は、端末装置40から通知された情報を、端末装置40の位置情報として取得してもよい。

[0301] また、基地局20が端末装置40の位置を測定してもよい。そして、基地

局 20 は、その測定情報を端末装置 40 の位置情報として取得してもよい。
このこと、基地局 20 は端末装置 40 に位置測定用の参照信号（例えば、Positioning Reference Signal）などを送信し、端末装置 40 が測定結果を基地局 20 にフィードバックしてもよい。

[0302] そして、基地局 20 は、端末装置 40 の位置情報に基づいて端末装置 40 が属するポイントセル（スモールポイントセル）を決定してもよい。基地局 20 は、ポイントセルでの通信で必要となる情報を、アンカーセルでの通信で端末装置 40 に通知してもよい。

[0303] そして、端末装置 40 は、属するポイントセルで通信を実施する。

[0304] (G3) 他の基地局からの情報によるポイントセル追加処理

基地局 20 は、端末装置 40 にアンカーセルを提供する従来の基地局（他の基地局）から端末装置 40 に関する情報を取得してもよい。そして、基地局 20 は、従来の基地局（他の基地局）からの情報に基づいて、端末装置 40 が属するポイントセルを決定してもよい。

[0305] また、端末装置 40 にアンカーセルを提供する従来の基地局（他の基地局）は、端末装置 40 が属するポイントセルを決定可能に構成されていてもよい。基地局 20 は、従来の基地局（他の基地局）から端末装置 40 が属するポイントセルの決定情報を取得してもよい。そして、基地局 20 は、従来の基地局（他の基地局）からの決定情報に基づいて端末装置 40 が属するポイントセルを決定してもよい。

[0306] <5-2-4. 補足>

基地局 20 から送信される同期信号は、以下の (H1) ~ (H3) のいずれかであってもよい。

[0307] (H1) PSS (Primary Synchronization Signal)

(H2) SSS (Secondary Synchronization signal)

(H3) TSS (Tertiary Synchronization signal)

[0308] 基地局 20 から送信されるシステム情報は、以下の (I1) ~ (I2) のいずれかで送信されてもよい。

- [0309] (I1) PBCH (Physical Broadcast channel)
(I2) PDSCH (Physical Downlink Shared channel)
- [0310] ポイントセルの決定に必要な情報として、以下の(J1)～(J3)の少なくとも1つの情報が端末装置40から基地局20に通知されてもよい。
- [0311] (J1) 位置測定のケイパビリティ情報
(J2) 端末装置の位置情報
(J3) チャネル情報
- [0312] 例えば、端末装置40は、基地局20から送信された参照信号を受信して、各アンテナエレメントと端末装置40間のチャネル行列を測定する。そして、端末装置40は、測定結果をチャネル情報として基地局20に通知する。端末装置40は、測定結果をそのままチャネル情報として基地局20に通知してもよい。また、端末装置40は、チャネル行列を固有値分解して固有値ベクトルとし、その固有値ベクトルをチャネル情報として基地局20に通知してもよい。
- [0313] <<6. 変形例>>
上述の実施形態は一例を示したものであり、種々の変更及び応用が可能である。
- [0314] <6-1. 機能分離>
本実施形態の基地局20の機能は、CU (Central Unit)、DU (Distributed Unit)、及びRU (Radio Unit) 等、複数の機能に分離されていてもよい。ここで、DUは、3GPP LTEで呼ばれていたようなRRH (Radio Remote Head)、RRU (Remote Radio Unit)、及びRU (Radio Unit) などの名前で知られる機能の一部または全てを内包していてもよい。
- [0315] 例えば、基地局20がポイントフォーミングを実施するにあたり、中央制御をするようなエンティティ (例えばCUやDU) がMAC (Media Access Control) レイヤ以上を処理し、送信点となる送信アンテナ群がPHY (Ph

ysical) レイヤ以下を処理してもよい。例えば、中央制御エンティティが S D A P (Service Data Adaptation Protocol) / P D C P (Packet Data Convergence Protocol) / R L C (Radio Link Control) / M A C レイヤを処理し、各送信点では P H Y レイヤ / R F (Radio Frequency) レイヤを処理してもよい。

[0316] これにより、効率的なポイントフォーミングの処理が可能になる。

[0317] <6-2. ポイントフォーミング>

上述の形態では、近傍界の位相差を利用して特定地点に電力を集中する技術（電力集中技術）を利用した無線通信について説明した。しかし、本実施形態のポイントフォーミングに係る無線通信は、近傍界通信であってもよい。ここで、近傍界通信は、周波数帯域と、送信パネルの開口長と、から決定される、フラウンホーファー距離よりも短い距離の通信であってもよい。

[0318] また、上述の実施形態では、1つの基地局20がポイントフォーミングに係る処理を実行する例を説明したが、複数の基地局20が協調してポイントフォーミングに係る処理を実行してもよい。例えば、複数の基地局20がそれぞれの送信アンテナを他の基地局20と協調制御することにより、ポイントセルを形成してもよい。基地局20は中継局30と協調制御してもよい。

[0319] <6-3. その他の変形例>

上述の実施形態では、基地局20と端末装置40との間の通信処理を例に本開示の技術を説明した。しかし、本実施形態の適用範囲はこれに限定されない。例えば、本開示の技術は、管理装置10、基地局20、中継局30、及び端末装置40の中から選択される複数の通信装置間の通信においても適用可能である。また、本開示の技術は、管理装置10同士、基地局20同士、中継局30同士、または端末装置40同士の通信においても適用可能である。

[0320] 本実施形態の管理装置10、基地局20、中継局30、又は端末装置40を制御する制御装置は、専用のコンピュータシステムにより実現してもよいし、汎用のコンピュータシステムによって実現してもよい。

- [0321] 例えば、上述の動作を実行するための通信プログラムを、光ディスク、半導体メモリ、磁気テープ、フレキシブルディスク等のコンピュータ読み取り可能な記録媒体に格納して配布する。そして、例えば、該プログラムをコンピュータにインストールし、上述の処理を実行することによって制御装置を構成する。このとき、制御装置は、管理装置10、基地局20、中継局30、又は端末装置40の外部の装置（例えば、パーソナルコンピュータ）であってもよい。また、制御装置は、管理装置10、基地局20、中継局30、又は端末装置40の内部の装置（例えば、制御部13、制御部23、制御部33、又は制御部43）であってもよい。
- [0322] また、上記通信プログラムをインターネット等のネットワーク上のサーバが備えるディスク装置に格納しておき、コンピュータにダウンロード等できるようにしてもよい。また、上述の機能を、OS (Operating System) とアプリケーションソフトとの協働により実現してもよい。この場合には、OS以外の部分を媒体に格納して配布してもよいし、OS以外の部分をサーバに格納しておき、コンピュータにダウンロード等できるようにしてもよい。
- [0323] また、上記実施形態において説明した各処理のうち、自動的に行われるものとして説明した処理の全部又は一部を手動的に行うこともでき、あるいは、手動的に行われるものとして説明した処理の全部又は一部を公知の方法で自動的に行うこともできる。この他、上記文書中や図面中で示した処理手順、具体的名称、各種のデータやパラメータを含む情報については、特記する場合を除いて任意に変更することができる。例えば、各図に示した各種情報は、図示した情報に限られない。
- [0324] また、図示した各装置の各構成要素は機能概念的なものであり、必ずしも物理的に図示の如く構成されていることを要しない。すなわち、各装置の分散・統合の具体的形態は図示のものに限られず、その全部又は一部を、各種の負荷や使用状況などに応じて、任意の単位で機能的又は物理的に分散又は統合して構成することができる。なお、この分散又は統合による構成は動的に行われてもよい。

[0325] また、上述の実施形態は、処理内容を矛盾させない領域で適宜組み合わせることが可能である。また、上述の実施形態のフローチャート及びシーケンス図に示された各ステップは、適宜順序を変更することが可能である。

[0326] また、例えば、本実施形態は、装置またはシステムを構成するあらゆる構成、例えば、システムL S I (Large Scale Integration) 等としてのプロセッサ、複数のプロセッサ等を用いるモジュール、複数のモジュール等を用いるユニット、ユニットにさらにその他の機能を付加したセット等（すなわち、装置の一部の構成）として実施することもできる。

[0327] なお、本実施形態において、システムとは、複数の構成要素（装置、モジュール（部品）等）の集合を意味し、全ての構成要素が同一筐体中にあるか否かは問わない。したがって、別個の筐体に収納され、ネットワークを介して接続されている複数の装置、及び、1つの筐体の中に複数のモジュールが収納されている1つの装置は、いずれも、システムである。

[0328] また、例えば、本実施形態は、1つの機能を、ネットワークを介して複数の装置で分担、共同して処理するクラウドコンピューティングの構成をとることができる。

[0329] <<7. むすび>>

基地局20は、電力集中技術（ポイントフォーミング）によりポイントセルを形成する。例えば、基地局20は、複数のアンテナの協調制御により特定地点に電力を集中させることでポイントセルを形成する。そして、基地局20は、ポイントセルを端末装置40に追従させるための処理を実行する。例えば、基地局20は、端末装置40に関する情報を取得する。そして、基地局20は、端末装置40に関する情報に基づいてポイントセルを端末装置40に追従させるための処理を実行する。

[0330] このように、本実施形態では基地局20は、ポイントセルを端末装置40に追従させるための処理を行う。そのため、端末装置40が移動したとしても、端末装置40はポイントセルに途切れることなく接続できる。結果として、高い通信パフォーマンスを実現できる。例えば、通信システム1は、大

多数高密度の無線通信を実現しつつ、高速、低遅延の通信を実現できる。

[0331] 以上、本開示の各実施形態について説明したが、本開示の技術的範囲は、上述の各実施形態そのままに限定されるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。また、異なる実施形態及び変形例にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

[0332] また、本明細書に記載された各実施形態における効果はあくまで例示であって限定されるものではなく、他の効果があってもよい。

[0333] なお、本技術は以下のような構成も取ることができる。

(1)

複数のアンテナの協調制御により特定地点に電力を集中させることでポイントセルを形成する形成部と、

前記ポイントセルを端末装置に追従させるための処理を実行する追従部と、

、

を備える基地局。

(2)

前記端末装置に関する情報を取得する取得部、を備え、

前記追従部は、前記端末装置に関する情報に基づいて前記ポイントセルを前記端末装置に追従させるための処理を実行する、

前記(1)に記載の基地局。

(3)

前記取得部は、前記端末装置に関する情報として、前記端末装置の移動方向の情報、前記端末装置の移動速度の情報、及び前記端末装置の位置情報のうちの少なくとも1つの情報を取得する、

前記(2)に記載の基地局。

(4)

前記取得部は、前記端末装置に関する情報として、前記端末装置が受信する干渉電力に関する情報を取得する、

前記(2)又は(3)に記載の基地局。

(5)

前記取得部は、前記端末装置に関する情報として、近傍界または遠方界に関する情報を取得する、

前記(2)～(4)のいずれかに記載の基地局。

(6)

前記取得部は、前記端末装置に関する情報として、前記端末装置の移動予定に関する情報を取得する、

前記(2)～(5)のいずれかに記載の基地局。

(7)

前記形成部は、所定のエリア内に複数のポイントセルを形成し、

前記追従部は、前記端末装置が接続する前記ポイントセルを、前記所定のエリア内を移動する前記端末装置に追従させて切り替えるための処理を行う、

前記(1)～(6)のいずれかに記載の基地局。

(8)

前記端末装置は、前記複数のポイントセルのうち二以上のポイントセルに接続可能に構成されており、

前記追従部は、前記端末装置が今後接続するポイントセルに関する情報を前記端末装置に通知する、

前記(7)に記載の基地局。

(9)

前記追従部は、前記端末装置が今後接続するポイントセルに関する情報として、前記ポイントセルの接続順に関する情報を通知する、

前記(8)に記載の基地局。

(10)

前記追従部は、前記端末装置が今後接続するポイントセルに関する情報として、2ステップ初期アクセスに関する情報を通知する、

前記(8)又は(9)に記載の基地局。

(11)

前記追従部は、前記端末装置の移動に追従させて前記ポイントセルを動的に移動させる、

前記(1)に記載の基地局。

(12)

前記追従部は、前記端末装置が移動に合わせて送信した移動情報に基づいて、前記ポイントセルを動的に移動させる、

前記(11)に記載の基地局。

(13)

前記ポイントセルを端末装置に追従させることができない場合に、前記端末装置が接続するセルを前記ポイントセルより広いエリアのセルであるワイドセルにフォールバックするフォールバック部と、を備える

前記(1)～(12)のいずれかに記載の基地局。

(14)

複数の端末装置でセルのリソースを共有するためのスケジューリングを行うスケジューリング部を備え、

前記スケジューリング部は、前記ポイントセルよりエリアが広いワイドセルに関しては前記スケジューリングを行い、前記ポイントセルに関しては前記スケジューリングの一部又は全部を行わない、

前記(1)～(13)のいずれかに記載の基地局。

(15)

複数のアンテナの協調制御により特定地点に電力を集中させることでポイントセルを形成可能な基地局に接続可能な端末装置であって、

前記ポイントセルを前記端末装置に追従させるための情報を基地局から取得する取得部と、

前記ポイントセルを前記端末装置に追従させるための情報に基づいて前記ポイントセルに接続する通信制御部と、

を備える端末装置。

(16)

所定のエリア内に複数のポイントセルが形成されており、
前記取得部は、前記ポイントセルを前記端末装置に追従させるための情報として、前記端末装置が今後接続するポイントセルに関する情報を取得し、
前記通信制御部は、前記端末装置が今後接続するポイントセルに関する情報に基づいて前記端末装置が使用する前記ポイントセルを切り替える、
前記(15)に記載の端末装置。

(17)

前記端末装置の移動に追従させて前記ポイントセルを動的に移動させる前記基地局に前記端末装置の移動情報を送信する送信部、を備える、
前記(15)に記載の端末装置。

(18)

複数のアンテナの協調制御により特定地点に電力を集中させることでポイントセルを形成し、
前記ポイントセルを端末装置に追従させるための処理を実行する、
通信方法。

(19)

複数のアンテナの協調制御により特定地点に電力を集中させることでポイントセルを形成可能な基地局に接続可能な端末装置が実行する通信方法であって、
前記ポイントセルを前記端末装置に追従させるための情報を基地局から取得し、
前記ポイントセルを前記端末装置に追従させるための情報に基づいて前記ポイントセルに接続する、
通信方法。

(20)

基地局と端末装置とを備える通信システムであって、
前記基地局は、

複数のアンテナの協調制御により特定地点に電力を集中させることでポイントセルを形成する形成部と、

前記ポイントセルを端末装置に追従させるための処理を実行する追従部と、を備え、

前記ポイントセルを前記端末装置に追従させるための情報を前記基地局から取得する取得部と、

前記ポイントセルを前記端末装置に追従させるための情報に基づいて前記ポイントセルに接続する通信制御部と、

通信システム。

符号の説明

- [0334] 1 通信システム
- 10 管理装置
 - 20 基地局
 - 30 中継局
 - 40 端末装置
 - 11 通信部
 - 21、31、41 無線通信部
 - 12、22、32、42 記憶部
 - 13、23、33、43 制御部
 - 211、311、411 送信処理部
 - 212、312、412 受信処理部
 - 213、313、413 アンテナ
 - 231、331、431 取得部
 - 232、332 形成部
 - 233、333 追従部
 - 234、334 フォールバック部
 - 235、335 スケジューリング部
 - 432 送信部

4 3 3 通信制御部

R A N 無線アクセスネットワーク

C N コアネットワーク

請求の範囲

- [請求項1] 複数のアンテナの協調制御により特定地点に電力を集中させることでポイントセルを形成する形成部と、
前記ポイントセルを端末装置に追従させるための処理を実行する追従部と、
を備える基地局。
- [請求項2] 前記端末装置に関する情報を取得する取得部、を備え、
前記追従部は、前記端末装置に関する情報に基づいて前記ポイントセルを前記端末装置に追従させるための処理を実行する、
請求項1に記載の基地局。
- [請求項3] 前記取得部は、前記端末装置に関する情報として、前記端末装置の移動方向の情報、前記端末装置の移動速度の情報、及び前記端末装置の位置情報のうちの少なくとも1つの情報を取得する、
請求項2に記載の基地局。
- [請求項4] 前記取得部は、前記端末装置に関する情報として、前記端末装置が受信する干渉電力に関する情報を取得する、
請求項2に記載の基地局。
- [請求項5] 前記取得部は、前記端末装置に関する情報として、近傍界または遠方界に関する情報を取得する、
請求項2に記載の基地局。
- [請求項6] 前記取得部は、前記端末装置に関する情報として、前記端末装置の移動予定に関する情報を取得する、
請求項2に記載の基地局。
- [請求項7] 前記形成部は、所定のエリア内に複数のポイントセルを形成し、
前記追従部は、前記端末装置が接続する前記ポイントセルを、前記所定のエリア内を移動する前記端末装置に追従させて切り替えるための処理を行う、
請求項1に記載の基地局。

- [請求項8] 前記端末装置は、前記複数のポイントセルのうちの二以上のポイントセルに接続可能に構成されており、
前記追従部は、前記端末装置が今後接続するポイントセルに関する情報を前記端末装置に通知する、
請求項7に記載の基地局。
- [請求項9] 前記追従部は、前記端末装置が今後接続するポイントセルに関する情報として、前記ポイントセルの接続順に関する情報を通知する、
請求項8に記載の基地局。
- [請求項10] 前記追従部は、前記端末装置が今後接続するポイントセルに関する情報として、2ステップ初期アクセスに関する情報を通知する、
請求項8に記載の基地局。
- [請求項11] 前記追従部は、前記端末装置の移動に追従させて前記ポイントセルを動的に移動させる、
請求項1に記載の基地局。
- [請求項12] 前記追従部は、前記端末装置が移動に合わせて送信した移動情報に基づいて、前記ポイントセルを動的に移動させる、
請求項11に記載の基地局。
- [請求項13] 前記ポイントセルを端末装置に追従させることができない場合に、前記端末装置が接続するセルを前記ポイントセルより広いエリアのセルであるワイドセルにフォールバックするフォールバック部と、を備える
請求項1に記載の基地局。
- [請求項14] 複数の端末装置でセルのリソースを共有するためのスケジューリングを行うスケジューリング部を備え、
前記スケジューリング部は、前記ポイントセルよりエリアが広いワイドセルに関しては前記スケジューリングを行い、前記ポイントセルに関しては前記スケジューリングの一部又は全部を行わない、
請求項1に記載の基地局。

- [請求項15] 複数のアンテナの協調制御により特定地点に電力を集中させることでポイントセルを形成可能な基地局に接続可能な端末装置であって、
前記ポイントセルを前記端末装置に追従させるための情報を基地局から取得する取得部と、
前記ポイントセルを前記端末装置に追従させるための情報に基づいて前記ポイントセルに接続する通信制御部と、
を備える端末装置。
- [請求項16] 所定のエリア内に複数のポイントセルが形成されており、
前記取得部は、前記ポイントセルを前記端末装置に追従させるための情報として、前記端末装置が今後接続するポイントセルに関する情報を取得し、
前記通信制御部は、前記端末装置が今後接続するポイントセルに関する情報に基づいて前記端末装置が使用する前記ポイントセルを切り替える、
請求項15に記載の端末装置。
- [請求項17] 前記端末装置の移動に追従させて前記ポイントセルを動的に移動させる前記基地局に前記端末装置の移動情報を送信する送信部、を備える、
請求項15に記載の端末装置。
- [請求項18] 複数のアンテナの協調制御により特定地点に電力を集中させることでポイントセルを形成し、
前記ポイントセルを端末装置に追従させるための処理を実行する、
通信方法。
- [請求項19] 複数のアンテナの協調制御により特定地点に電力を集中させることでポイントセルを形成可能な基地局に接続可能な端末装置が実行する通信方法であって、
前記ポイントセルを前記端末装置に追従させるための情報を基地局から取得し、

前記ポイントセルを前記端末装置に追従させるための情報に基づいて前記ポイントセルに接続する、

通信方法。

[請求項20]

基地局と端末装置とを備える通信システムであって、

前記基地局は、

複数のアンテナの協調制御により特定地点に電力を集中させることでポイントセルを形成する形成部と、

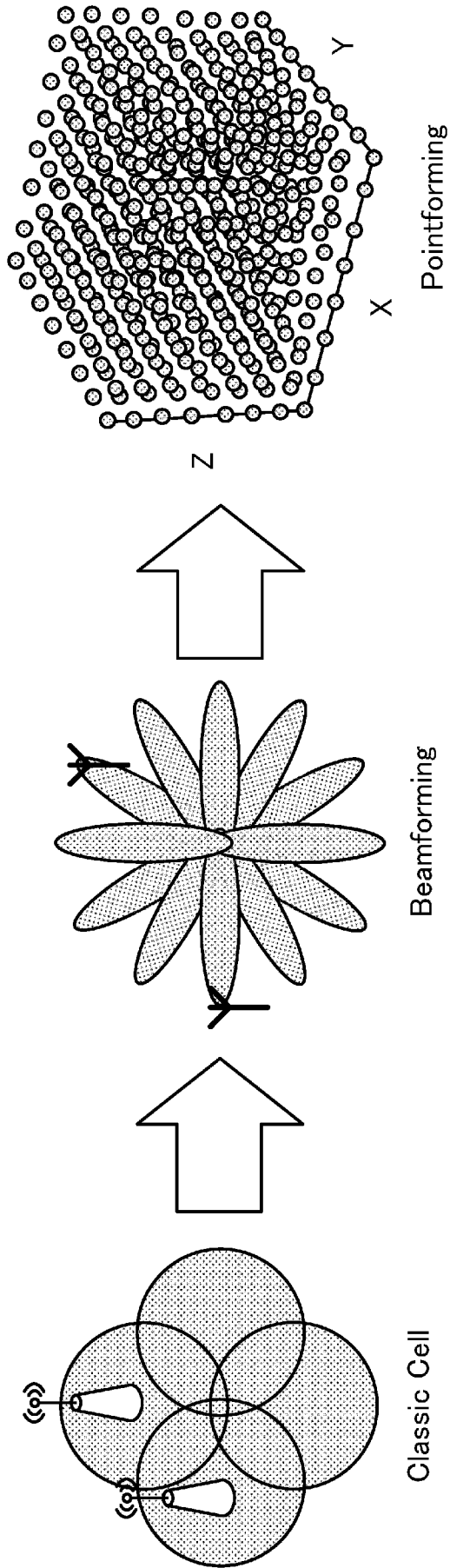
前記ポイントセルを端末装置に追従させるための処理を実行する追従部と、を備え、

前記ポイントセルを前記端末装置に追従させるための情報を前記基地局から取得する取得部と、

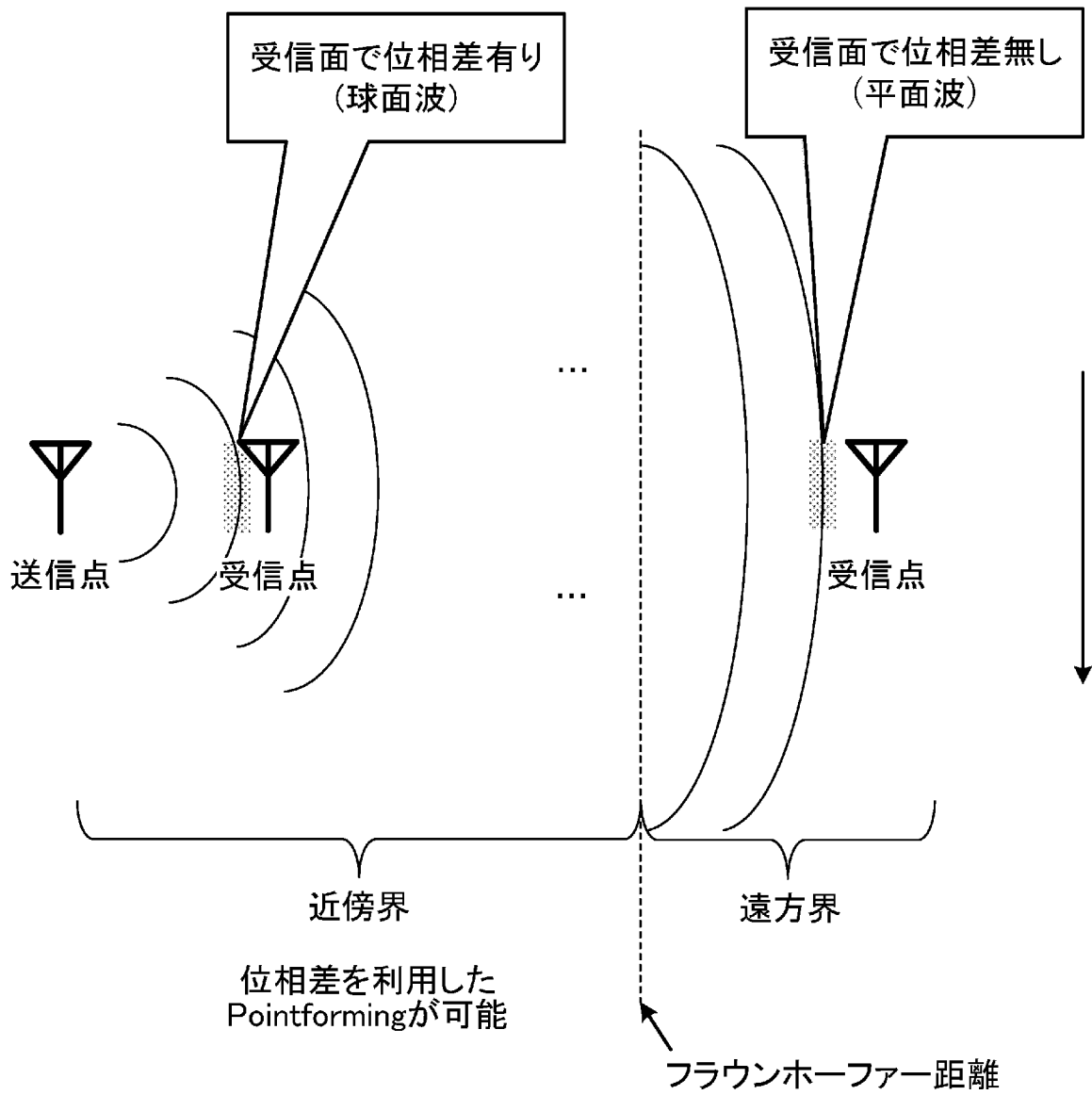
前記ポイントセルを前記端末装置に追従させるための情報に基づいて前記ポイントセルに接続する通信制御部と、

通信システム。

[図1]



[図2]



[図3]

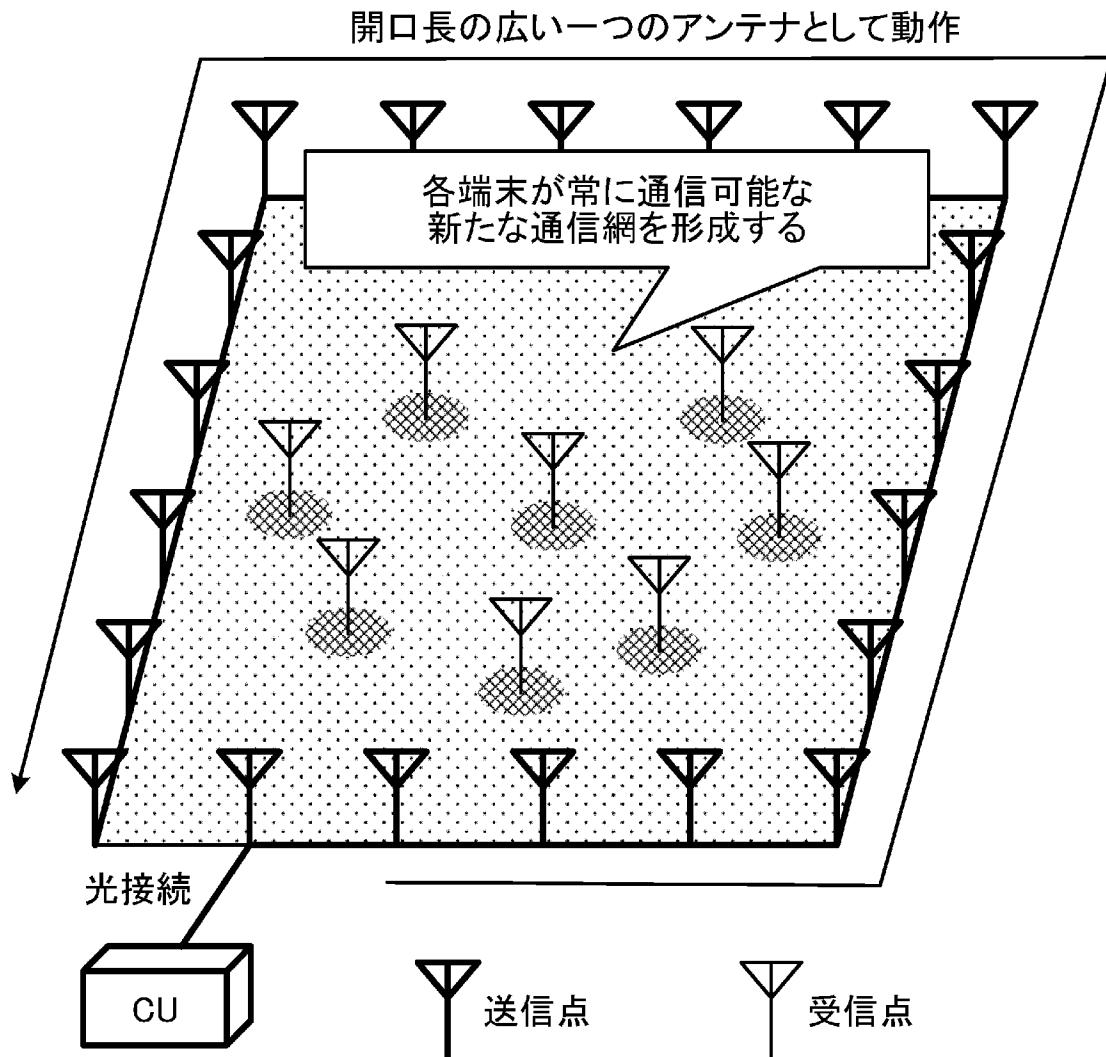
フラウンホーファー距離計算

周波数 \longrightarrow

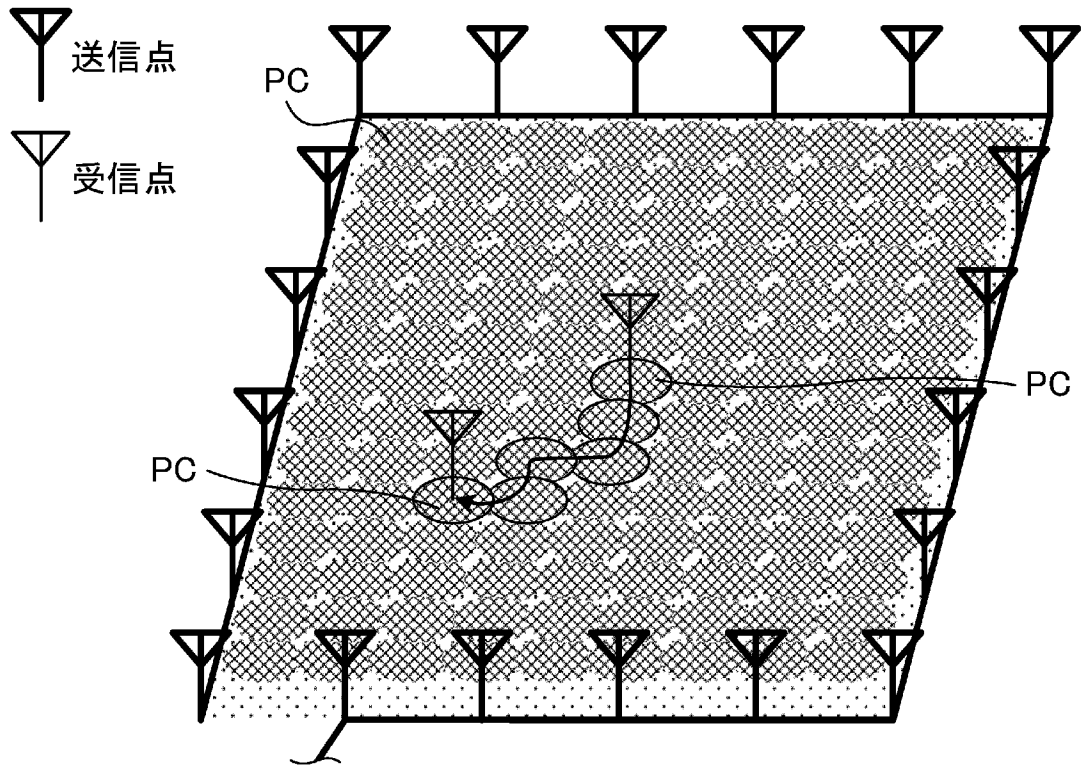
f(GHz)=	0.3	3	30	300	3000	
λ (m)	1	0.1	0.01	0.001	0.0001	
アンテナ開口長	a(m) = 0.001	0.000002	0.00002	0.0002	0.002	0.02
	a(m) = 0.01	0.0002	0.002	0.02	0.2	2
	a(m) = 0.1	0.02	0.2	2	20	200
	a(m) = 1	2	20	200	2000	20000
	a(m) = 10	200	2000	20000	200000	2000000
	a(m) = 100	20000	200000	2000000	20000000	200000000

フラウンホーファー距離(単位: m)

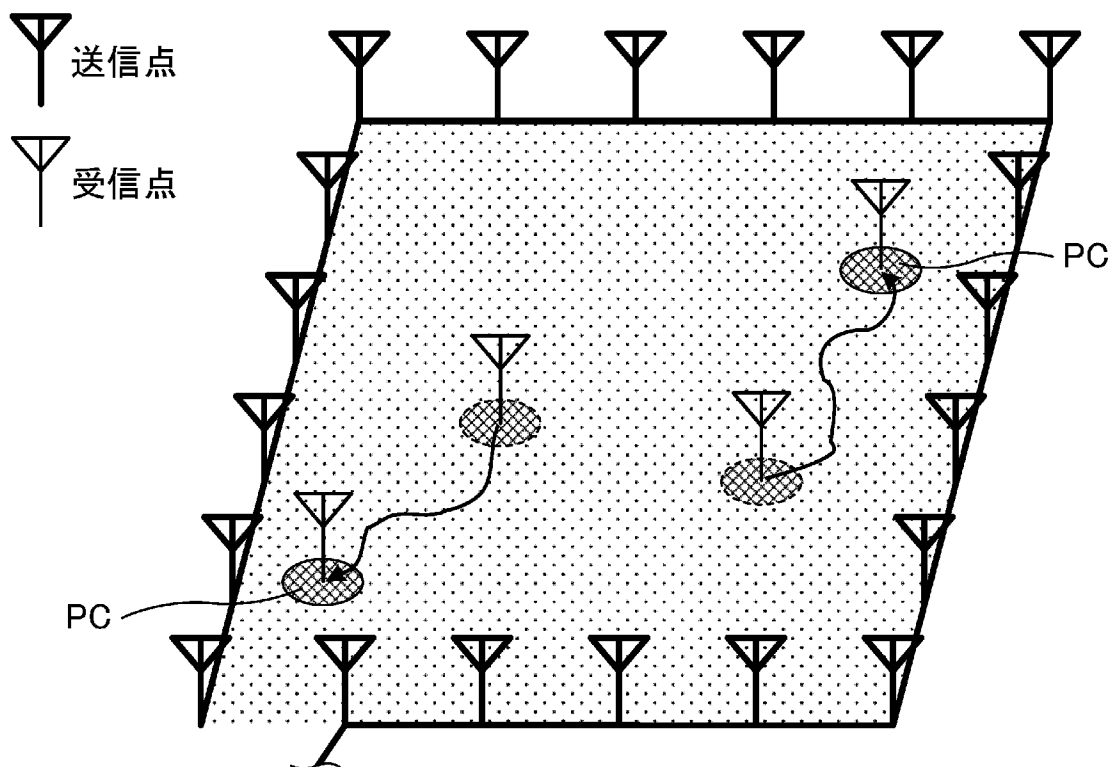
[図4]



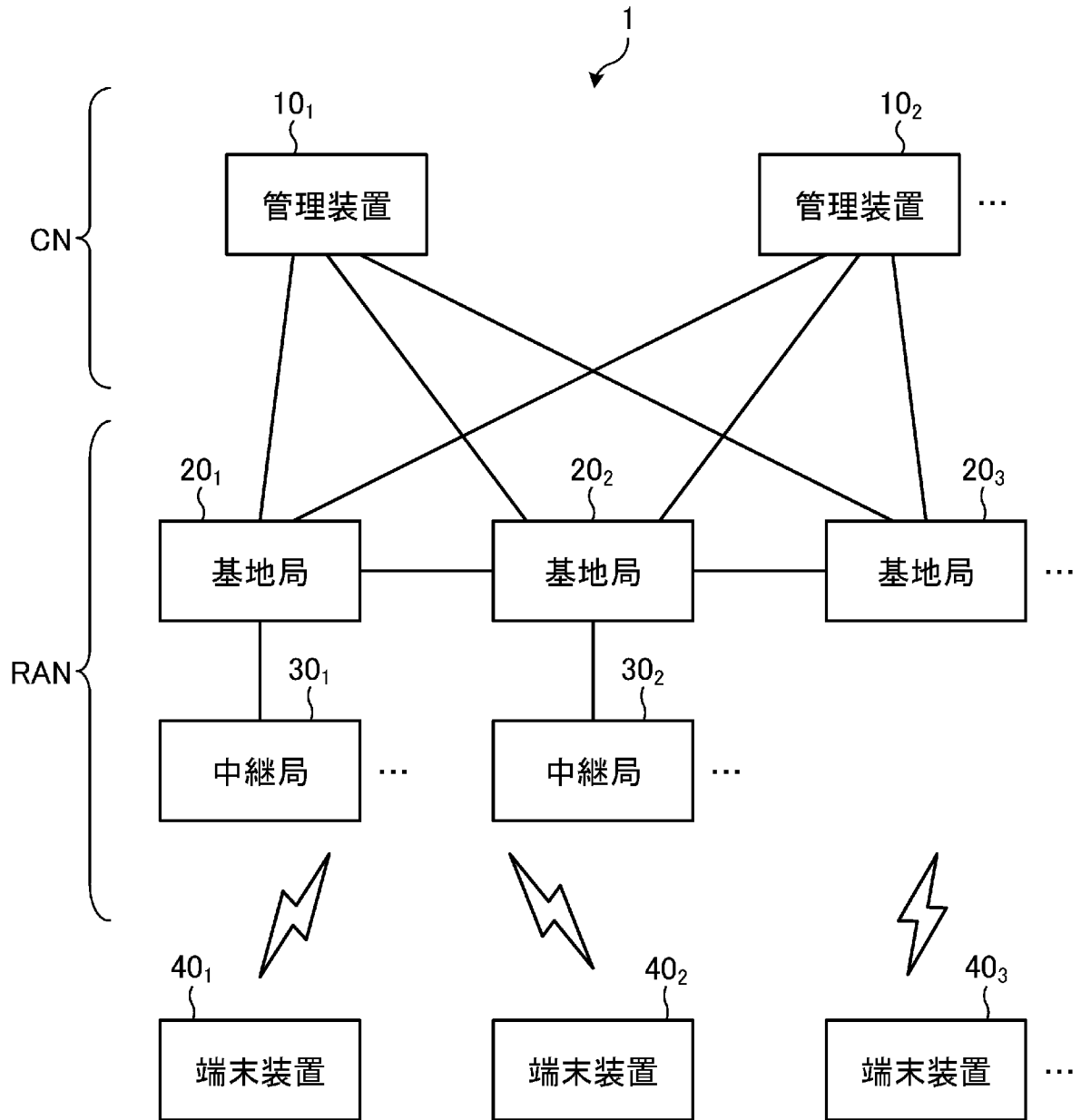
[図5]



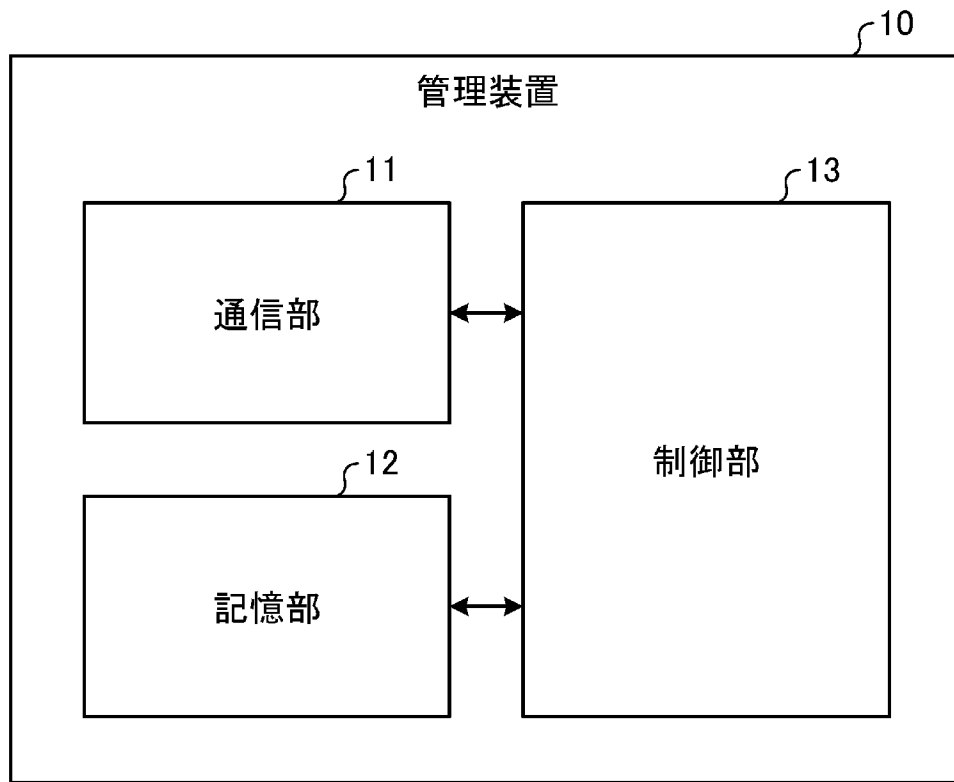
[図6]



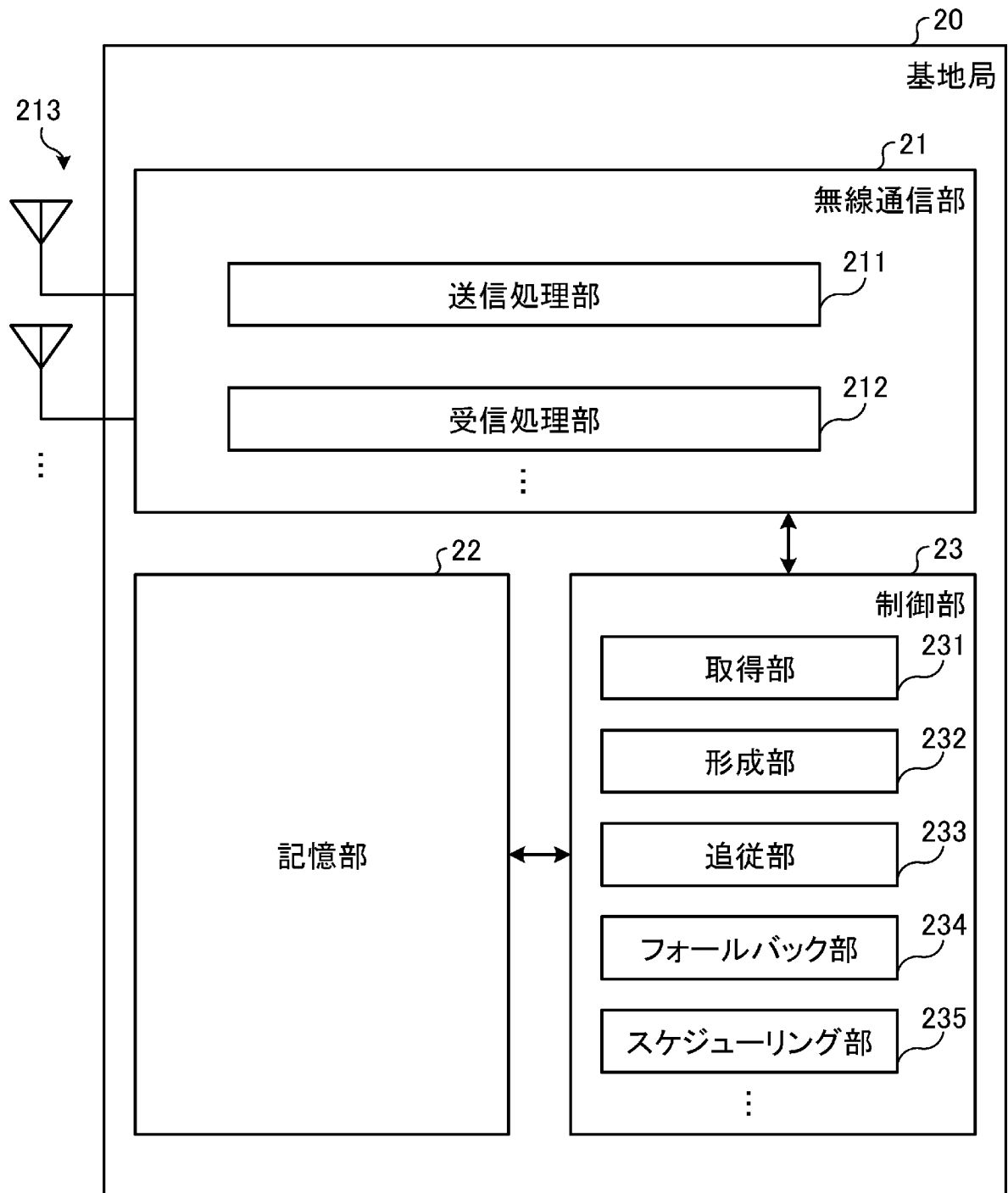
[図7]



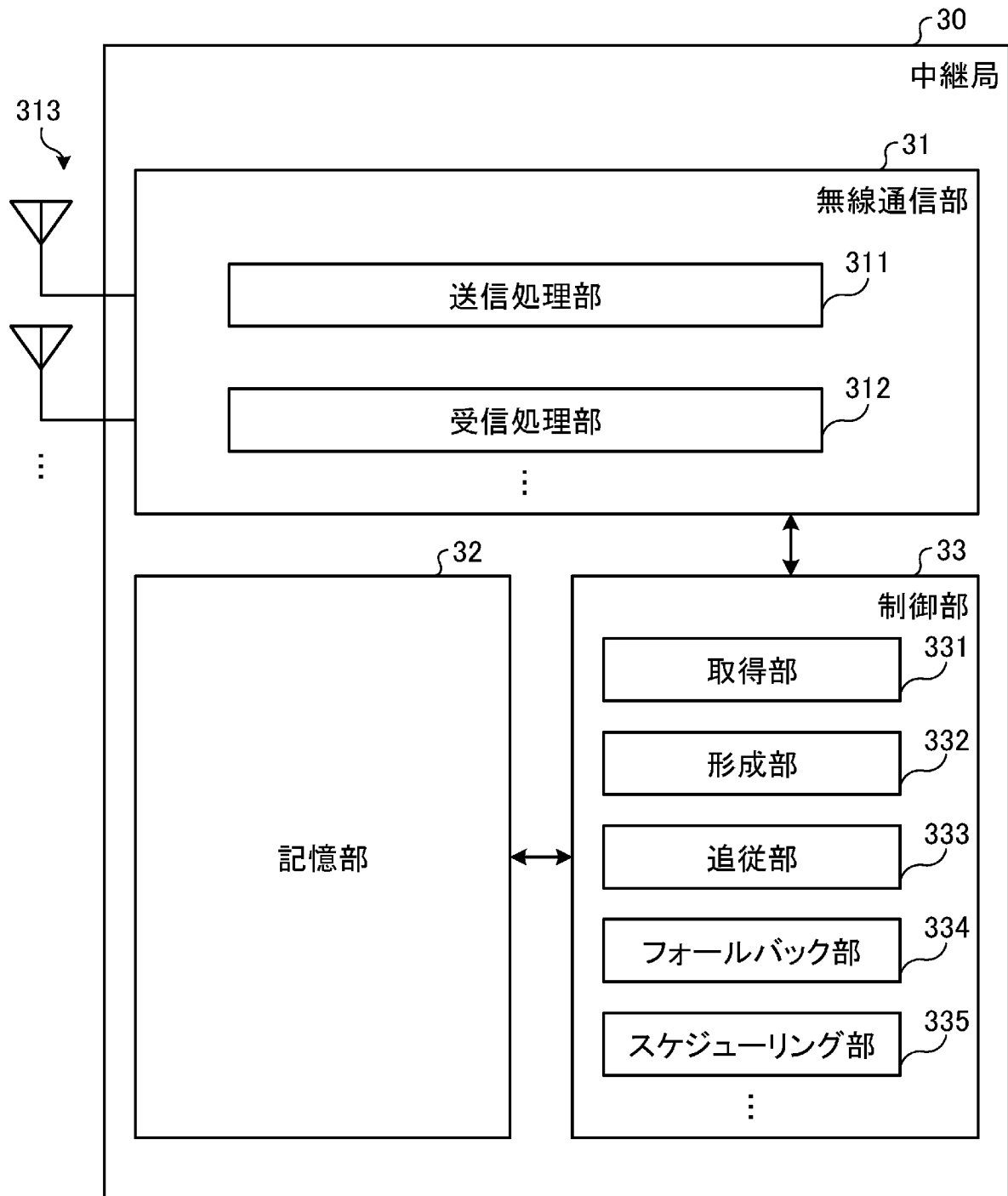
[図8]



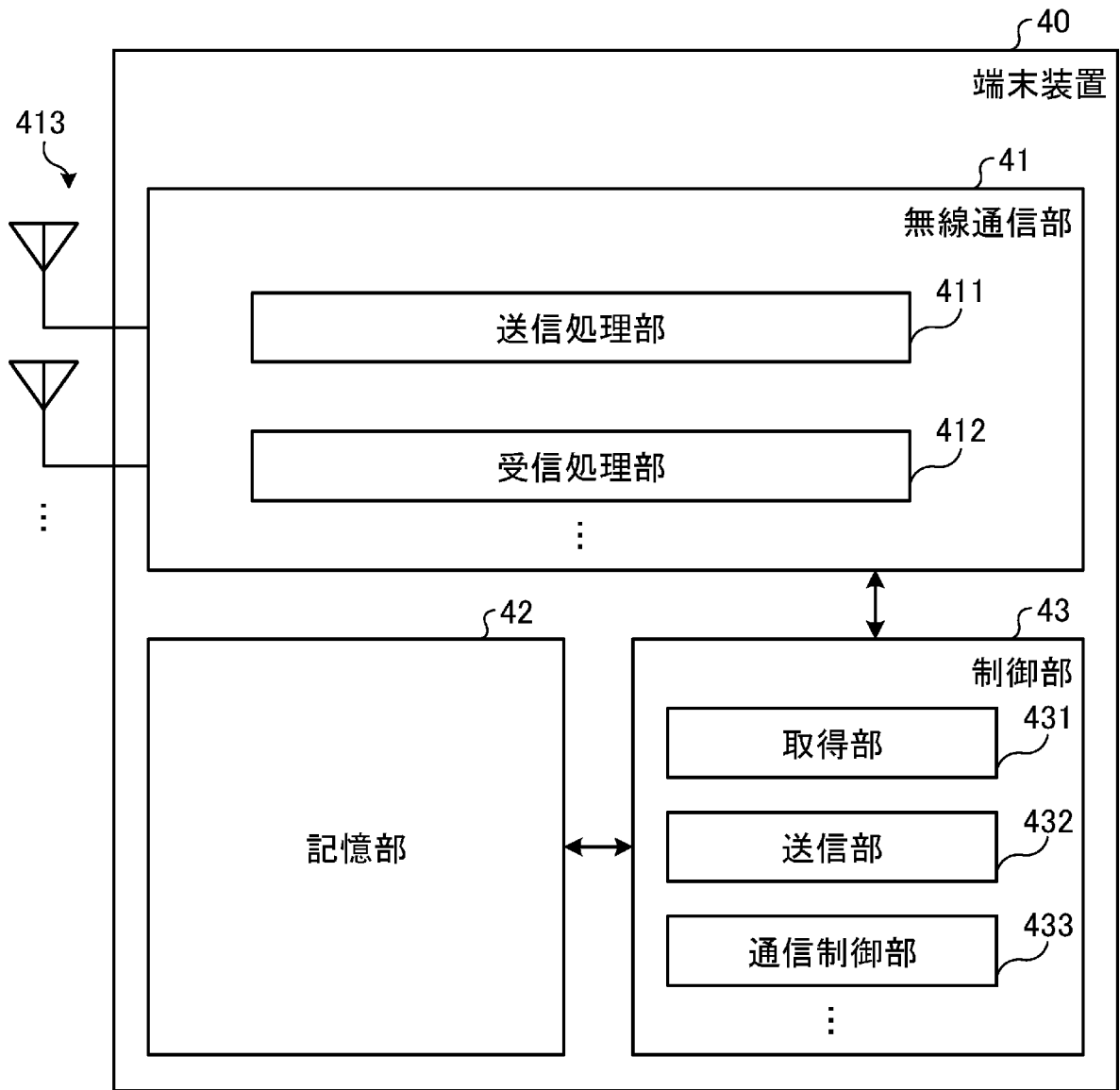
[図9]



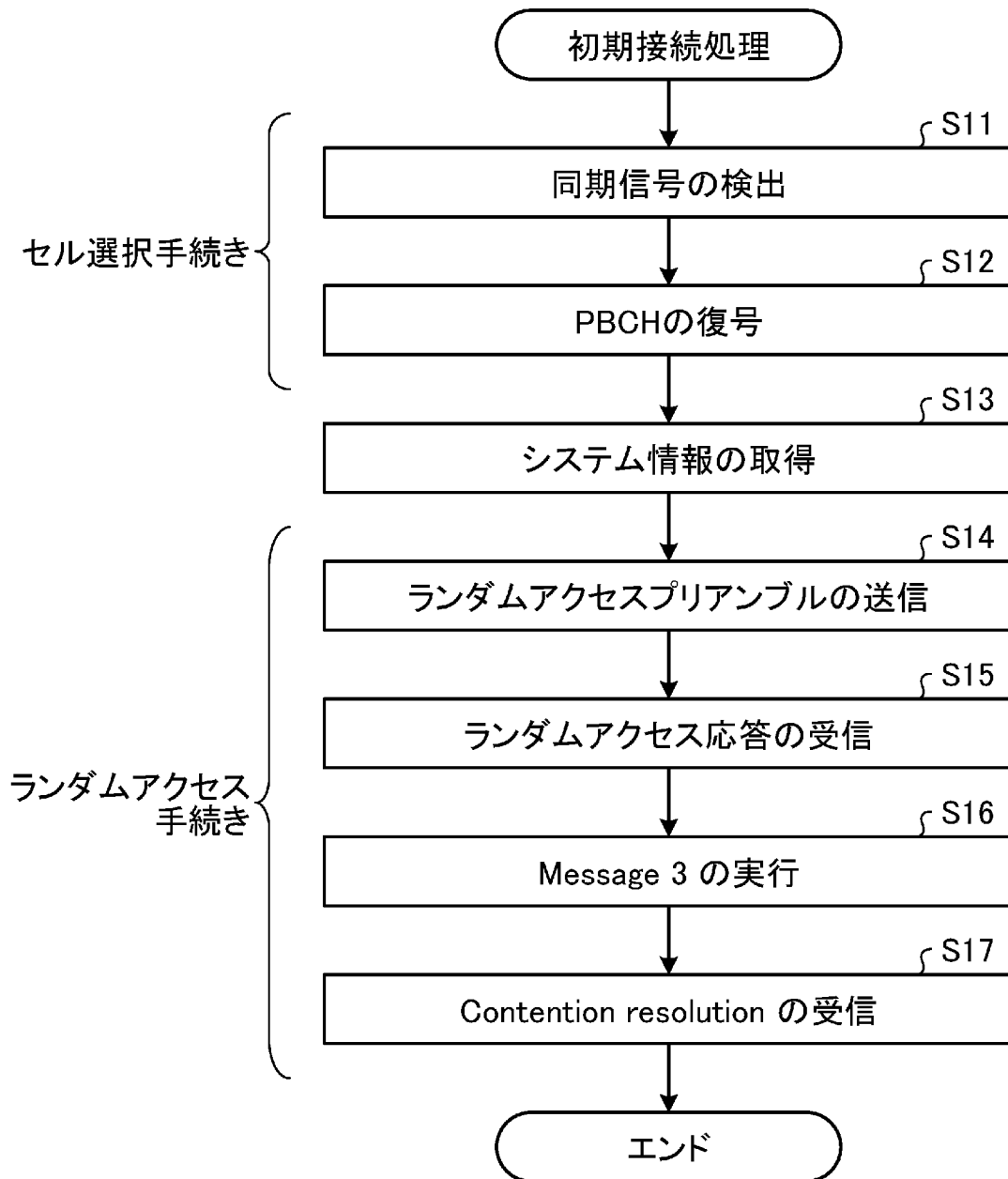
[図10]



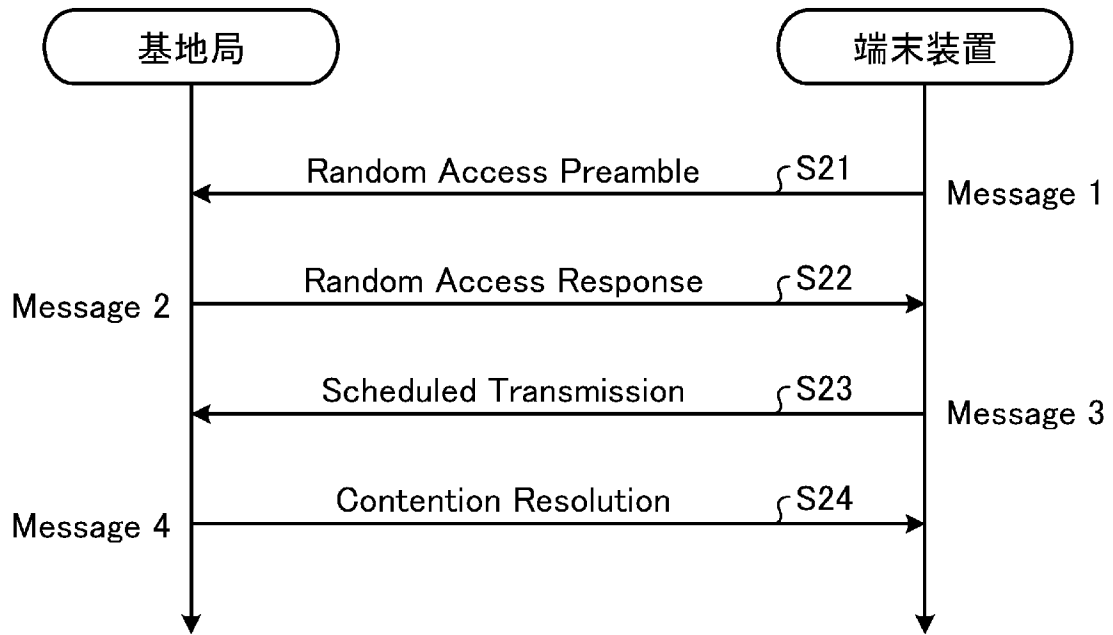
[図11]



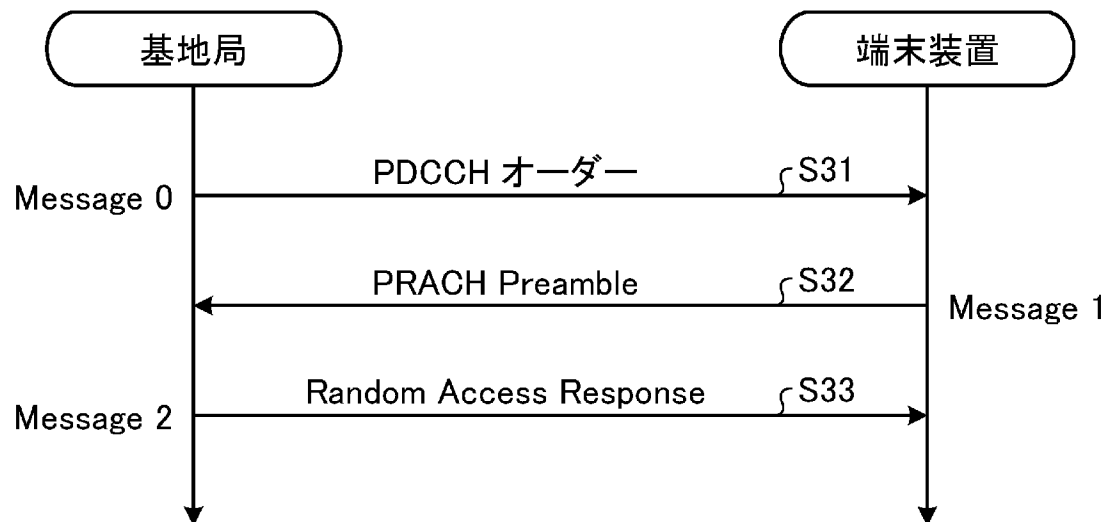
[図12]



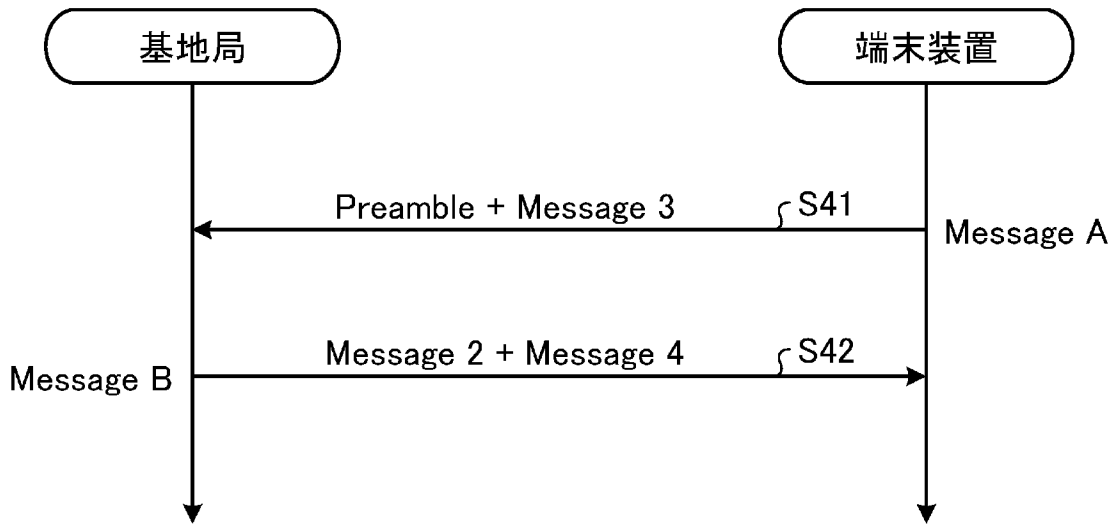
[図13]



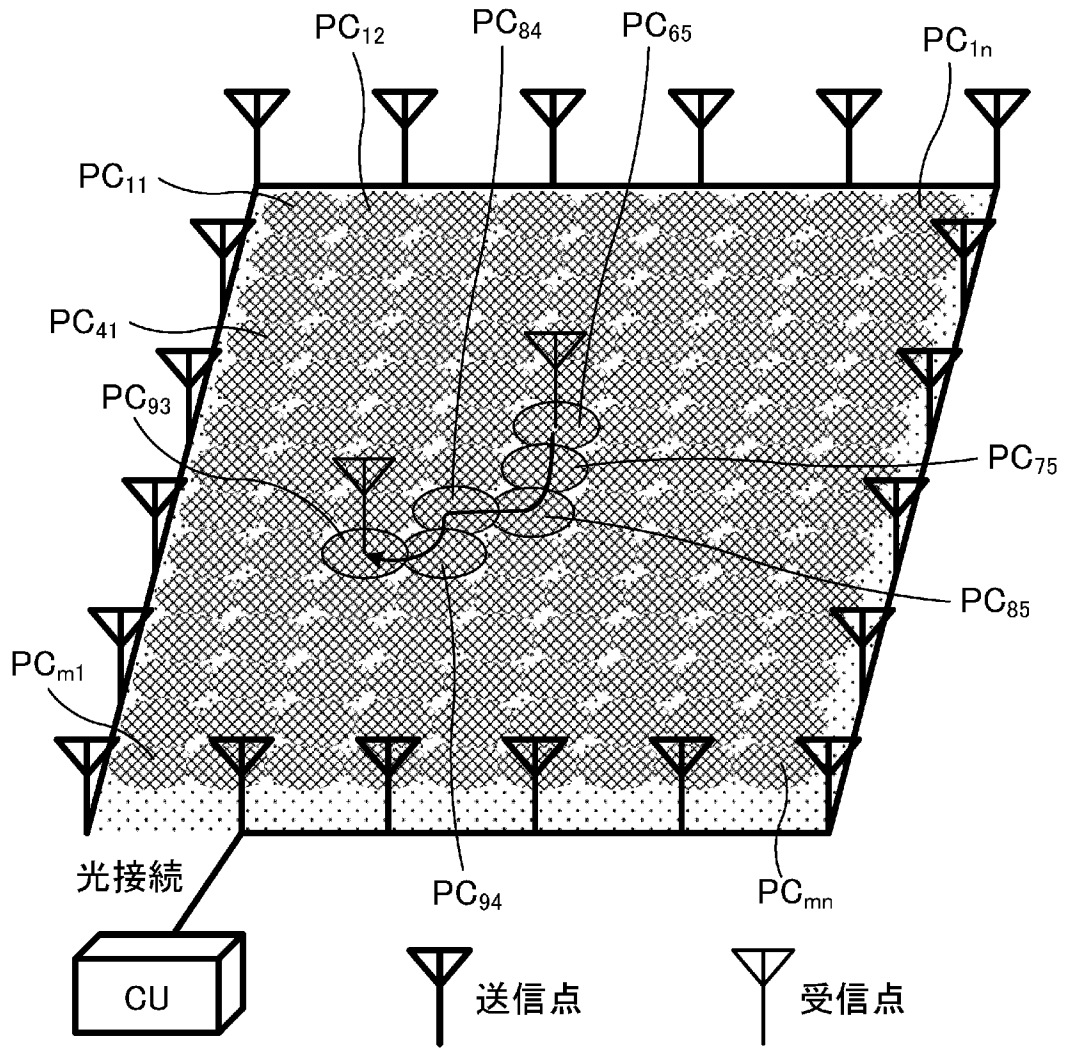
[図14]



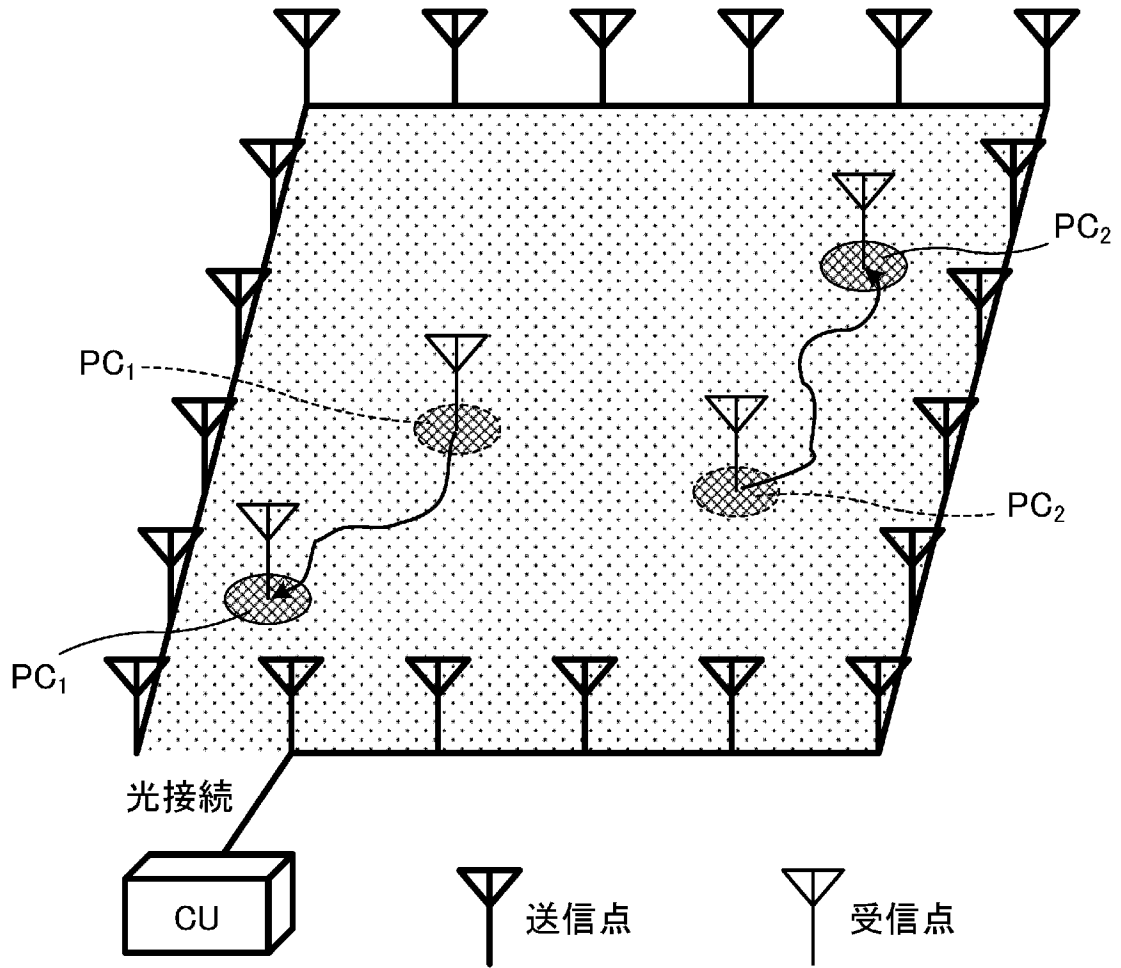
[图15]



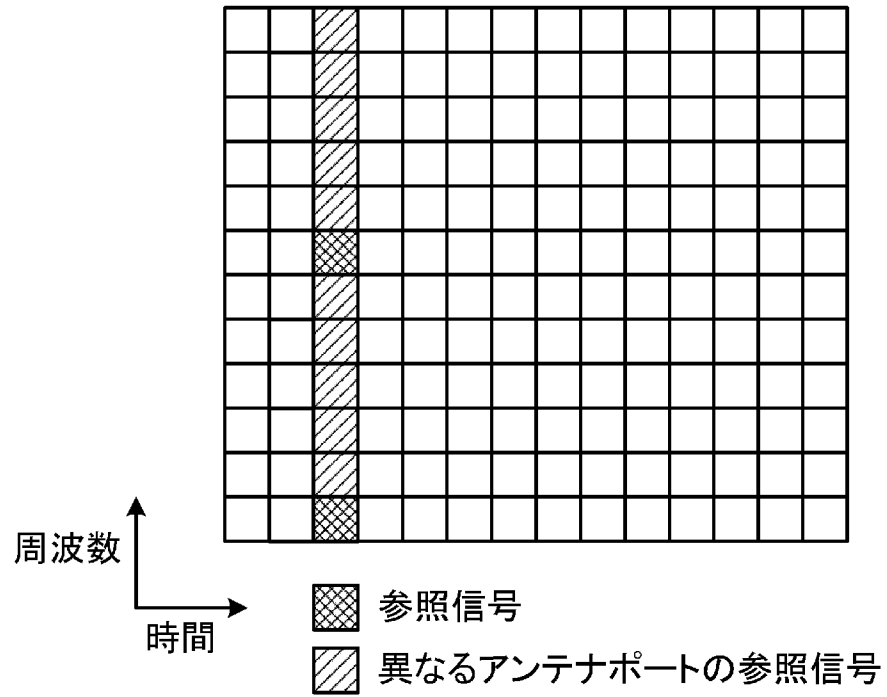
[図16]



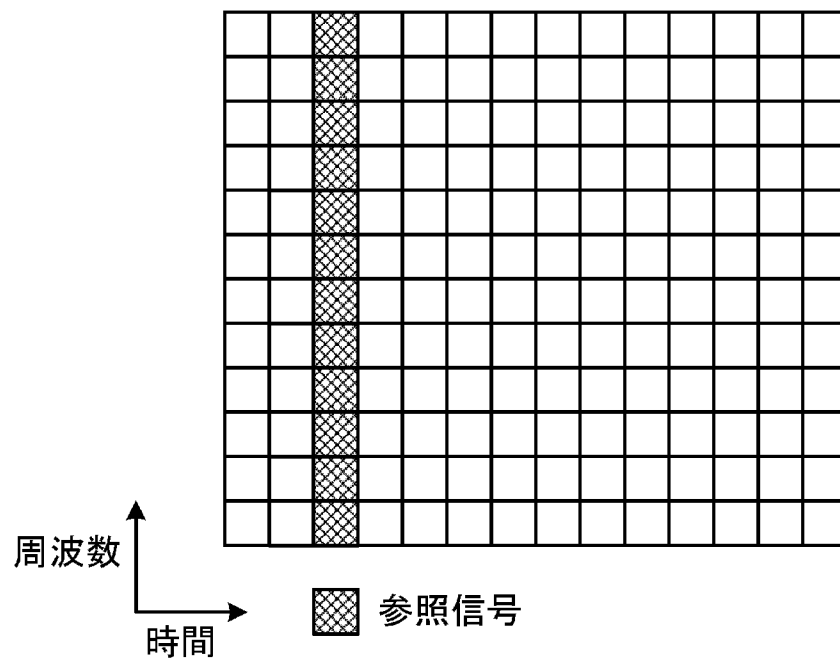
[図17]



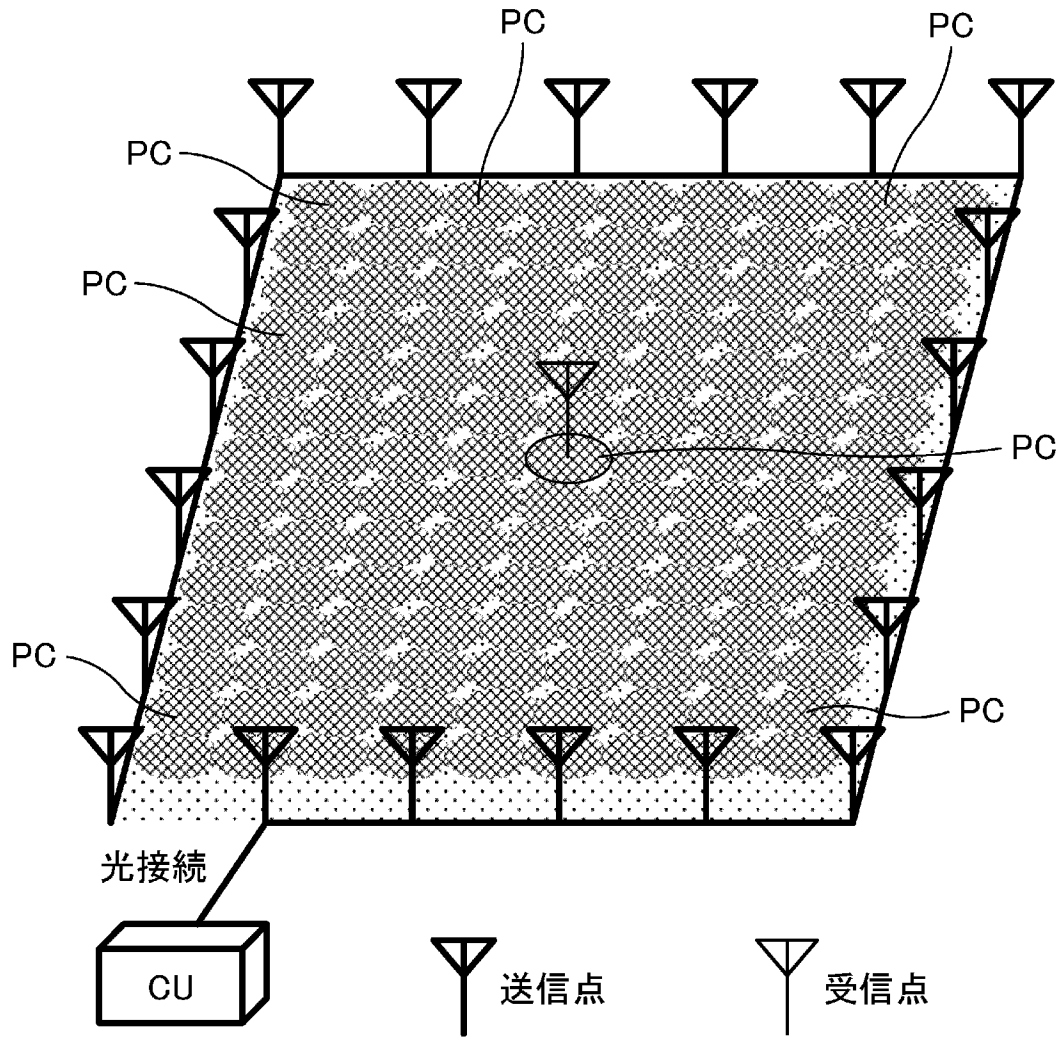
[図18]



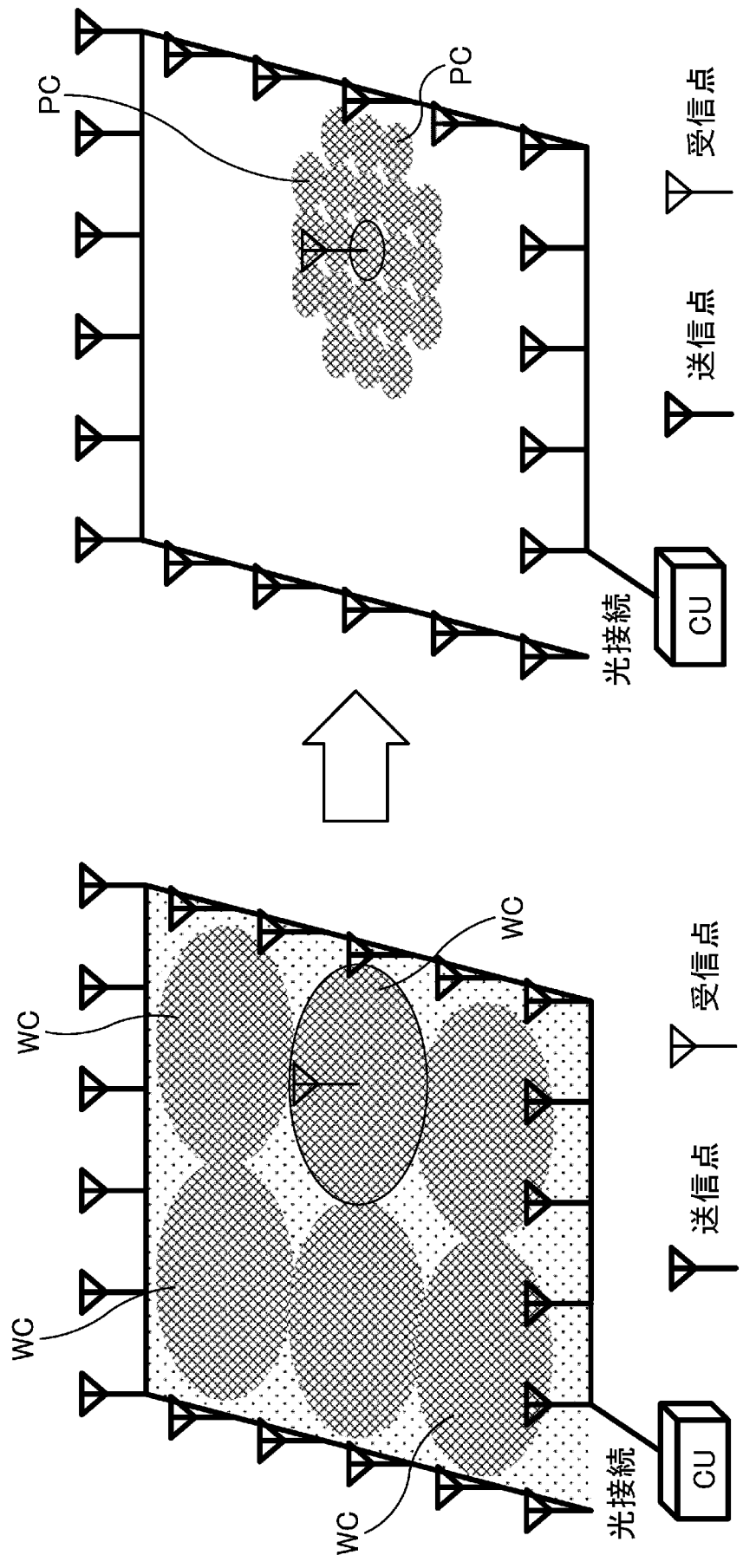
[図19]



[図21]



[図22]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/009939

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>H04W 16/30</i> (2009.01); <i>H04W 16/28</i> (2009.01); <i>H04W 36/30</i> (2009.01); <i>H04W 36/32</i> (2009.01); <i>H04W 64/00</i> (2009.01); FI: H04W16/30; H04W16/28 110; H04W36/30; H04W36/32; H04W64/00 120		
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) H04B7/24-7/26; H04W4/00-99/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024		
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.
X A	JP 2019-527505 A (SMARTSKY NETWORKS LLC) 26 September 2019 (2019-09-26) paragraphs [0007], [0013]-[0023], [0026], [0037]	1-3, 6-7, 11-12, 15, 17-20 4-5, 8-10, 13-14, 16
A	CUI, Mingyao et al. Near-Field Wideband Beamforming for Extremely Large Antenna Arrays. arxiv.org [online]. v2. 05 December 2021, pp. 1-23, [retrieved on 20 May 2024], internet:<URL: https://arxiv.org/abs/2109.10054v2 > in particular, Abstract, III. PROPOSED METHODS	1-20
A	GUERRA, Anna et al. Near-Field Tracking With Large Antenna Arrays: Fundamental Limits and Practical Algorithms. IEEE Transactions on Signal Processing [ONLINE]. vol. 69. IEEE. 06 August 2021, pp. 5723-5738, [retrieved on 20 May 2024], internet:<URL: https://ieeexplore.ieee.org/document/9508850 >, Electronic ISSN: 1941-0476, <DOI: 10.1109/TSP.2021.3101696> entire text	1-20
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 "D" document cited by the applicant in the international application "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 20 May 2024		Date of mailing of the international search report 28 May 2024
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/009939

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2019-527505 A	26 September 2019	US 2018/0019789 A1 paragraphs [0006], [0015]- [0025], [0028], [0039] WO 2018/013743 A1 CN 109690964 A KR 10-2019-0046789 A	

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</p> <p>H04W 16/30(2009.01)i; H04W 16/28(2009.01)i; H04W 36/30(2009.01)i; H04W 36/32(2009.01)i; H04W 64/00(2009.01)i FI: H04W16/30; H04W16/28 110; H04W36/30; H04W36/32; H04W64/00 120</p>											
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H04B7/24-7/26; H04W4/00-99/00</p> <p>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</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2024年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2024年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2024年</td> </tr> </table> <p>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）</p>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2024年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2024年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2024年	
日本国実用新案公報	1922 - 1996年										
日本国公開実用新案公報	1971 - 2024年										
日本国実用新案登録公報	1996 - 2024年										
日本国登録実用新案公報	1994 - 2024年										
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X A</td> <td>JP 2019-527505 A（スマートスカイ ネットワークス エルエルシー）26.09.2019 (2019-09-26) 段落[0007], [0013]-[0023], [0026], [0037]</td> <td>1-3, 6-7, 11-12, 15, 17-20 4-5, 8-10, 13-14, 16</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CUI, Mingyao ほか3名, Near-Field Wideband Beamforming for Extremely Large Antenna Arrays, arxiv.org [online], v2, 2021.12.05, pp.1-23, [検索日 2024.05.20], インターネット:<URL: https://arxiv.org/abs/2109.10054v2> 特に, [Abstract], [III. PROPOSED METHODS]</td> <td>1-20</td> </tr> </tbody> </table>			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 A	JP 2019-527505 A（スマートスカイ ネットワークス エルエルシー）26.09.2019 (2019-09-26) 段落[0007], [0013]-[0023], [0026], [0037]	1-3, 6-7, 11-12, 15, 17-20 4-5, 8-10, 13-14, 16	A	CUI, Mingyao ほか3名, Near-Field Wideband Beamforming for Extremely Large Antenna Arrays, arxiv.org [online], v2, 2021.12.05, pp.1-23, [検索日 2024.05.20], インターネット:<URL: https://arxiv.org/abs/2109.10054v2> 特に, [Abstract], [III. PROPOSED METHODS]	1-20
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 A	JP 2019-527505 A（スマートスカイ ネットワークス エルエルシー）26.09.2019 (2019-09-26) 段落[0007], [0013]-[0023], [0026], [0037]	1-3, 6-7, 11-12, 15, 17-20 4-5, 8-10, 13-14, 16									
A	CUI, Mingyao ほか3名, Near-Field Wideband Beamforming for Extremely Large Antenna Arrays, arxiv.org [online], v2, 2021.12.05, pp.1-23, [検索日 2024.05.20], インターネット:<URL: https://arxiv.org/abs/2109.10054v2> 特に, [Abstract], [III. PROPOSED METHODS]	1-20									
<p><input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>											
<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <p>* 引用文献のカテゴリー</p> <p>“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</p> <p>“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献</p> <p>“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</p> <p>“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）</p> <p>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>“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</p> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” 同一パテントファミリー文献</p> </td> </tr> </table>			<p>* 引用文献のカテゴリー</p> <p>“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</p> <p>“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献</p> <p>“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</p> <p>“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）</p> <p>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>“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</p>	<p>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” 同一パテントファミリー文献</p>							
<p>* 引用文献のカテゴリー</p> <p>“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</p> <p>“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献</p> <p>“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</p> <p>“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）</p> <p>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>“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</p>	<p>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” 同一パテントファミリー文献</p>										
<p>国際調査を完了した日</p> <p style="text-align: center;">20.05.2024</p>	<p>国際調査報告の発送日</p> <p style="text-align: center;">28.05.2024</p>										
<p>名称及びあて先</p> <p>日本国特許庁 (ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号</p>	<p>権限のある職員（特許庁審査官）</p> <p style="text-align: center;">吉倉 大智 5J 1599</p> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3533</p>										

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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	GUERRA, Anna ほか3名, Near-Field Tracking With Large Antenna Arrays: Fundamental Limits and Practical Algorithms, IEEE Transactions on Signal Processing [ONLINE], Volume: 69, IEEE, 2021.08.06, pp.5723-5738, [検索日 2024.05.20], インターネット:<URL: https://ieeexplore.ieee.org/document/9508850 >, Electronic ISSN: 1941-0476, <DOI: 10.1109/TSP.2021.3101696> 全文	1-20

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2024/009939

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2019-527505 A	26.09.2019	US 2018/0019789 A1 段落[0006], [0015]- [0025], [0028], [0039]	
		WO 2018/013743 A1	
		CN 109690964 A	
		KR 10-2019-0046789 A	
