

[0075] 図12は、3次元ビームによる信号の送受信の例を説明するための説明図である。図12を参照すると、基地局100並びに端末装置200A及び端末装置200Bが示されている。さらに、基地局100により形成される3次元ビーム20A及びそれに対応する通信領域30Aと、基地局100により形成される3次元ビーム20B及びそれに対応する通信領域30Bとが、示されている。基地局100は、3次元ビーム20Aに第1のセルIDを割り当て、上記第1のセルIDに対応するリソース割当てパターンで、当該第1のセルIDに対応する信号系列のCRSを送信する。そして、端末装置200Aは、上記CRSについての測定を行い、当該測定の結果が所定の条件を満たすと、基地局100への当該測定の報告を行う。すると、例えば、基地局100は、セル10から通信領域30A（仮想セル）への端末装置200Aのハンドオーバーを行う。そして、基地局100は、端末装置200A宛の信号を3次元ビーム20Aにより送信する。同様に、基地局100は、3次元ビーム20Bに第2のセルIDを割り当て、上記第2のセルIDに対応するリソース割当てパターンで、当該第2のセルIDに対応する信号系列のCRSを送信する。そして、端末装置200Bは、上記CRSについての測定を行い、当該測定の結果が所定の条件を満たすと、基地局100への当該測定の報告を行う。すると、例えば、基地局100は、セル10から通信領域30B（仮想セル）への端末装置200Bのハンドオーバーを行う。そして、基地局100は、端末装置200B宛の信号を3次元ビーム20Bにより送信する。

[0076] なお、基地局100は、3次元ビーム20A及び3次元ビーム20Bにより、同一の無線リソース（例えば、同一のリソースブロック）を使用して信号を送信することができる。3次元ビーム20Aは、3次元ビーム20Bが到達する通信領域30Bにはほとんど到達せず、3次元ビーム20Bは、3次元ビーム20Aが到達する通信領域30Aにはほとんど到達しないからである。このように、3次元ビームによりユーザを多重化することができる。

[0077] 3次元ビームにより送信される信号（例えば、CRS、同期信号など）の

送信電力は、当該3次元ビームのビーム幅に応じて設定されてもよい。例えば、3次元ビームを形成する場合の指向性アンテナのアンテナゲインは、無指向性アンテナ（又はセクタアンテナ）のアンテナゲインと比べて大きくなる。そのため、指向性アンテナの上記アンテナゲインから無指向性アンテナ（又はセクタアンテナ）の上記アンテナゲインを差し引くことにより得られる差分がより大きいほど、3次元ビームにより送信される信号の送信電力がより小さい値に設定されてもよい。

[0078] また、指向性アンテナにより形成される3次元ビームのビーム幅、及び当該3次元ビームの方向は、ユーザの状況（例えば、ユーザの配置及びユーザ数など）などに応じて設定されてもよい。即ち、3次元ビームを形成するための重み係数のセットは、ユーザの状況などに応じて設定されてもよい。また、指向性アンテナにより形成される3次元ビームは、必要に応じて追加されてもよく、又は削除されてもよい。即ち、個々の3次元ビームは、指向性アンテナにより新たに形成されてもよく、又は形成されなくなってもよい。

[0079] ・周波数方向及び時間方向での同期

例えば、無指向性エリア（即ち、セル10）の無線通信と、指向性エリア（即ち、3次元ビームに対応する通信領域（仮想セル））の無線通信との間では、周波数方向及び時間方向における同期（周波数同期及びタイミング同期）が維持されている。また、例えば、互いに隣接するセル間でも、周波数方向及び時間方向における同期（周波数同期及びタイミング同期）が維持されている。

[0080] 以上、本開示の実施形態に係る通信システム1の概略的な構成の一例を説明した。本開示の実施形態に係る通信システム1は、ビームフォーミングに関連する負荷を軽減しつつ干渉の増加を抑えることを可能にする。具体的な手法として、基地局100は、個別の3次元ビームに割り当てられるセルIDに基づいて、当該個別の3次元ビームによりCRSを送信する。また、基地局100は、使用可能なリソースブロック全てではなく、当該使用可能なリソースブロックのうちの限定されたリソースブロックで、上記個別の3次

元ビームによりCRSを送信する。

[0081] <<3. 基地局の構成>>

続いて、図13～図15を参照して、本開示の実施形態に係る基地局100の構成の一例を説明する。図13は、本開示の実施形態に係る基地局100の構成の一例を示すブロック図である。図13を参照すると、基地局100は、アンテナ部110、無線通信部120、ネットワーク通信部130、記憶部140及び処理部150を備える。

[0082] (アンテナ部110)

アンテナ部110は、無線通信部120により出力される信号を電波として空間に放射する。また、アンテナ部110は、空間の電波を信号に変換し、当該信号を無線通信部120へ出力する。

[0083] ・ビームフォーミングを伴わない電波

アンテナ部110は、ビームフォーミングを伴わない電波を放射する。例えば、アンテナ部110は、無指向性アンテナを含み、無指向性の電波を放射する。即ち、アンテナ部110は、信号を無指向性の電波として空間に放射する。

[0084] なお、アンテナ部110は、無指向性アンテナの代わりに、セクタアンテナを含み、ビームフォーミングを伴わないセクタビームとして信号を空間に放射してもよい。また、アンテナ部110は、無指向性アンテナ及びセクタアンテナを含まず、指向性アンテナを含み、当該指向性アンテナが有する複数のアンテナ素子の一部の使用などにより、ビームフォーミングを伴わない電波として信号を空間に放射してもよい。

[0085] ・3次元ビーム

とりわけ本開示の実施形態では、アンテナ部110は、3次元ビーム（即ち、3次元方向へのビーム）を形成可能な指向性アンテナを含み、3次元ビームを形成する。即ち、アンテナ部110は、信号を3次元ビームとして空間に放射する。アンテナ部110は、例えば、異なる3次元方向への複数の3次元ビームを形成する。

[0086] アンテナ部 110 により形成される 3 次元ビームの 3 次元方向は、アンテナ素子に対応する重み係数のセットに応じて決まる。例えば、アンテナ素子ごとの信号に対する重み係数の乗算が処理部 150（送信制御部 155）により行われる。その結果、アンテナ部 110 は、当該重み係数に応じて決まる 3 次元方向への 3 次元ビームを形成する。

[0087] （無線通信部 120）

無線通信部 120 は、無線通信を行う。例えば、無線通信部 120 は、端末装置 200 へのダウンリンク信号を送信し、端末装置 200 からのアップリンク信号を受信する。

[0088] （ネットワーク通信部 130）

ネットワーク通信部 130 は、他の通信ノードと通信する。例えば、ネットワーク通信部 130 は、他の基地局 100 又はコアネットワークノードと通信する。

[0089] （記憶部 140）

記憶部 140 は、基地局 100 の動作のためのプログラム及びデータを記憶する。

[0090] （処理部 150）

処理部 150 は、基地局 100 の様々な機能を提供する。処理部 150 は、セル ID 割当部 151、情報取得部 153、送信制御部 155 及びハンドオーバー制御部 157 を含む。

[0091] （セル ID 割当部 151）

セル ID 割当部 151 は、3 次元ビームを形成可能な指向性アンテナにより形成される個別の 3 次元ビームにセル識別情報（以下、「セル ID」と呼ぶ）を割り当てる。

[0092] 具体的には、例えば、セル ID 割当部 151 は、指向性アンテナにより形成される複数の 3 次元ビームに異なるセル ID を割り当てる。これにより、当該複数の 3 次元ビームの各々に対応する通信領域を仮想セルとして扱うことが可能になる。なお、上記複数の 3 次元ビームの各々に割り当てられたセ

セルIDは、例えば、記憶部140に記憶される。

[0093] ・セルIDに対応するリソース割当てパターン

例えば、上記個別の3次元ビームに割り当てられる上記セルIDは、隣接セルに割り当てられるセルIDとは、CRSについてのリソース割当てパターンが異なる。即ち、セルID割当て部151は、隣接セルに割り当てられるセルIDが対応するリソース割当てパターンとは異なるリソース割当てパターンに対応するセルIDを、上記個別の3次元ビームに割り当てる。上記隣接セルは、例えば、セル10に隣接するセルのみではなく、セル10と一部又は全体で重なるスモールセル、及び/又はセル10の近傍に位置するスモールセルを含む。

[0094] 具体的には、例えば、図6に示されるようなリソース割当てパターンに対応するセルIDが、セル10の隣接セルに割り当てられている。一方、図7に示されるようなリソース割当てパターンに対応するセルIDは、セル10のいずれの隣接セルにも割り当てられていない。この場合に、セルID割当て部151は、図7に示されるようなリソース割当てパターンに対応するいずれかのセルIDを3次元ビームに割り当てる。

[0095] これにより、基地局100により形成されうる3次元ビームが隣接セルに到達する場合であっても、当該3次元ビームにより送信されるCRSは、隣接セル（無指向性エリア）のCRSに干渉しない。例えばこのように、CRS間での干渉の増加を抑制することが可能になる。

[0096] なお、前記隣接セルは、全ての隣接セルのうちの、上記個別の3次元ビームの方向に位置する隣接セルであってもよい。即ち、上記個別の3次元ビームに割り当てられる上記セルIDは、当該個別の3次元ビームの方向に基づいて割り当てられてもよい。例えば、上記個別の3次元ビームの方向にある隣接セルに割り当てられるセルIDが対応するリソース割当てパターンと、上記個別の3次元ビームに割り当てられるセルIDに対応するリソース割当てパターンとが異なるように、上記個別の3次元ビームにセルIDが割り当てられてもよい。

[0097] さらに、上記個別の3次元ビームに割り当てられる上記セルIDは、隣接セルの基地局により形成される3次元ビームに割り当てられるセルIDとは、CRSについてのリソース割当てパターンが異なってもよい。これにより、基地局100により形成される3次元ビームが隣接セルに到達する場合であっても、当該3次元ビームにより送信されるCRSは、隣接セルの基地局により形成される3次元ビームにより送信されるCRSに干渉しない。例えばこのように、CRS間での干渉の増加をさらに抑制することが可能になる。

[0098] ・セルIDの取得手法

セルID割当て部151は、例えば、ネットワーク通信部130を介して、コアネットワークノード又は隣接セルの基地局から、当該隣接セルに割り当てられたセルIDを取得する。

[0099] なお、セルID割当て部151は、端末装置200による測定の報告から、隣接セルのセルIDを取得してもよい。セルID割当て部151は、とりわけ、3次元ビームに対応する通信領域（仮想セル）に属する端末装置209による測定の報告から、隣接セルのセルIDを取得してもよい。これにより、干渉が問題になり得る場合に、隣接セルに割り当てられるセルIDが対応するリソース割当てパターンとは異なるリソース割当てパターンに対応するセルIDを、上記3次元ビームに適宜割り当てることが、可能になる。これは、例えば、3次元ビームの方向にスモールセルが密集している場合に有用である。

[0100] あるいは、基地局100が、ダウンリンクの受信機を備え、セルID割当て部151は、隣接セルにより送信される信号（例えば、同期信号）から、当該隣接セルに割り当てられたセルIDを取得してもよい。

[0101] セルID割当て部151は、隣接セルに割り当てられたセルIDと同様の手法で、隣接セルの基地局により形成されるビームに割り当てられたセルIDを取得してもよい。

[0102] （情報取得部153）

情報取得部 153 は、3次元ビームを形成可能な指向性アンテナにより形成される個別の3次元ビームに割り当てられるセルIDを取得する。

[0103] 例えば、上述したように、セルID割当部 151 は、複数の3次元ビームの各々に異なるセルIDを割り当てる。すると、情報取得部 153 は、当該複数の3次元ビームの各々に割り当てられたセルIDを取得する。そして、情報取得部 153 は、取得したセルIDを送信制御部 155 に提供する。

[0104] (送信制御部 155)

送信制御部 155 は、基地局 100 による信号の送信を制御する。

[0105] ・3次元ビームによるCRSの送信

とりわけ本開示の実施形態では、送信制御部 155 は、個別の3次元ビームに割り当てられるセルIDに基づいて、当該個別の3次元ビームによるCRSの送信を制御する。

[0106] 具体的には、例えば、送信制御部 155 は、個別の3次元ビームに割り当てられたセルIDに対応するリソース割当てパターンで、当該セルIDに対応する信号系列のCRSが送信されるように、個別の3次元ビームによるCRSの送信を制御する。

[0107] 一例として、上記制御として、送信制御部 155 は、個別の3次元ビームに割り当てられたセルIDに対応するリソース割当てパターンのリソースエレメントに、当該セルIDに対応する信号系列のCRSを挿入する。そして、送信制御部 155 は、挿入されたCRSに上記個別の3次元ビームの重み係数を乗算する。これにより、上記リソース割当てパターンで上記信号系列のCRSが3次元ビームにより送信される。

[0108] このような3次元ビームによるCRSの送信により、例えば、個別の3次元ビームに対応する通信領域を仮想セルとして扱うことが可能になる。そのため、ビームフォーミングに関連する負荷が軽減され得る。例えば、3次元ビームの重み係数の推奨セットが端末装置 200 ごとに算出される必要はない。そのため、アンテナ素子の数が増加したとしても、重み係数のセットを算出するための処理は増大しない。即ち、端末装置 200 又は基地局 100

の処理の観点での負荷が軽減され得る。また、例えば、重み係数の推奨セットが基地局100に通知される必要はない。そのため、アンテナ素子の数が増加したとしても、重み係数の推奨セットの通知のために多くの無線リソースが必要にはなることはない。即ち、無線リソースの観点での負荷が軽減され得る。

[0109] ・限定されたリソースブロックでのCRSの送信

さらにとりわけ本開示の実施形態では、送信制御部155は、使用可能なリソースブロックのうちの限定されたリソースブロックでCRSが送信されるように、個別の3次元ビームによるCRSの送信を制御する。即ち、CRSは、使用可能なリソースブロック全てではなく、限定されたリソースブロックで、3次元ビームにより送信される。

[0110] これにより、例えば、干渉の増加を抑えることが可能になる。具体的には、例えば、上記限定されたリソースブロックでは、基地局100により形成される3次元ビームにより送信されるCRSと隣接セルで送信されるCRSとの間で干渉が生じる可能性があるが、上記限定されたリソースブロック以外のリソースブロックでは、上記干渉が生じない。そのため、CRS間での干渉の増加が抑えられる。

[0111] したがって、本開示の実施形態によれば、ビームフォーミングに関連する負荷を軽減しつつ、干渉の増加を抑えることが可能となる。

[0112] また、例えば、無指向性エリアのための送信電力の減少を抑えることが可能になる。具体的には、例えば、CRSが送信されるリソースブロックの数が限定されるので、3次元ビームにより送信されるCRSの数が少なり、3次元ビームによるCRSの送信電力がより小さくなる。よって、無指向性エリアのための送信電力の減少が抑えられる。その結果、ユーザの通信容量の減少、スループットの低下、及びセルの縮小も抑えられ得る。

[0113] 以下では、限定されるリソースブロックのより具体的な例を説明する。

[0114] ー限定された時間内のリソースブロックでのCRSの送信

上記限定されたリソースブロックは、例えば、限定された時間内のリソー

スブロックである。また、当該限定された時間は、例えば、限定された無線フレームである。即ち、CRSは、限定された無線フレームで3次元ビームにより送信される。以下、この点について図14を参照して具体例を説明する。

[0115] 図14は、3次元ビームによりCRSが送信される無線フレームの例を説明するための説明図である。図14を参照すると、システムフレーム番号(SFN)付きの無線フレームが示されている。この例では、限定された無線フレームは、N個の無線フレームのうちの一つの無線フレームである。より具体的には、当該限定された無線フレームは、Nの整数倍であるSFN(0、N、2Nなど)を伴う無線フレームである。即ち、Nの整数倍であるSFNを伴う無線フレームで、CRSが3次元ビームにより送信される。

[0116] これにより、例えば、上記限定された時間(無線フレーム)内では、基地局100により形成される3次元ビームにより送信されるCRSと隣接セルで送信されるCRSとの間で干渉が生じる可能性があるが、上記限定された時間以外の時間では、上記干渉が生じない。そのため、CRS間での干渉の増加は、限定された時間内に抑えられる。

[0117] また、例えば、CRSが送信される時間(無線フレーム)が限定されるので、3次元ビームによるCRSの送信への電力割当ては、限定された時間(無線フレーム)内に抑えられる。よって、無指向性エリアのための送信電力の減少が、限定された時間内に抑えられる。その結果、ユーザの通信容量の減少、スループットの低下、及びセルの縮小も、限定された時間内に抑えられ得る。

[0118] さらに、例えば、上記限定された無線フレームは、セルごとに決定される無線フレームであり、隣接セルについて決定される限定された無線フレームとは異なる。即ち、基地局100が3次元ビームによりCRSを送信する無線フレームは、隣接セルの基地局が3次元ビームによりCRSを送信する無線フレームとは異なる。

[0119] 図14の例を再び参照すると、例えば、基地局100は、Nの整数倍であ

るSFN (0、N、2Nなど)を伴う無線フレームで、3次元ビームによりCRSを送信する。一方、隣接セルの基地局は、Nの整数倍プラス1であるSFN (1、N+1、2N+1など)を伴う無線フレームで、3次元ビームによりCRSを送信する。

[0120] これにより、例えば、基地局100により形成される3次元ビームにより送信されるCRSと、隣接セルの基地局により形成される3次元ビームによる送信されるCRSとの間の干渉を抑えることが可能になる。

[0121] なお、上述したように、指向性エリア(即ち、3次元ビームに対応する通信領域又は仮想セル)では、限定された無線フレームでCRSが送信されるが、無指向性エリアでは、全ての無線フレームでCRSが送信され得る。

[0122] ー限定された周波数帯域内のリソースブロックでのCRSの送信

上記限定されたリソースブロックは、例えば、使用可能な周波数帯域のうちの限定された周波数帯域内のリソースブロックである。即ち、CRSは、限定された周波数帯域で3次元ビームにより送信される。以下、この点について図15を参照して具体例を説明する。

[0123] 図15は、3次元ビームによりCRSが送信される周波数帯域の例を説明するための説明図である。図15を参照すると、コンポーネントキャリア41及び無線フレーム43にわたる無線リソースが示されている。この例では、使用可能な周波数帯域は、コンポーネントキャリア41であり、限定された周波数帯域45は、コンポーネントキャリア41の中央の72サブキャリアを含む帯域(例えば、1.4MHzの帯域)である。即ち、周波数方向に並ぶリソースブロックのうちの中央の6リソースブロックで、CRSが送信される。

[0124] これにより、例えば、上記限定された周波数帯域内では、基地局100により形成される3次元ビームにより送信されるCRSと隣接セルで送信されるCRSとの間で干渉が生じる可能性があるが、上記限定された周波数帯域以外の周波数帯域では、上記干渉が生じない。そのため、CRS間での干渉の増加は、限定された周波数帯域内に抑えられる。

[0125] また、例えば、CRSが送信される周波数帯域が限定されるので、3次元ビームによるCRSの送信への電力割当ては、限定された周波数帯域内に抑えられる。よって、単位時間（無線フレーム）あたりの、無指向性エリアのための送信電力の減少が、抑えられる。その結果、単位時間（無線フレーム）あたりの、ユーザの通信容量の減少、スループットの低下、及びセルの縮小が、抑えられ得る。

[0126] なお、上述したように、指向性エリア（即ち、3次元ビームに対応する通信領域又は仮想セル）では、限定された周波数帯域内の各リソースブロックでCRSが送信されるが、無指向性エリアでは、使用可能な周波数帯域内の各リソースブロックでCRSが送信され得る。

[0127] ・限定されたりソースブロックを特定するための情報の送信

送信制御部155は、CRSが送信される限定されたりソースブロックを特定するための情報の送信を制御する。

[0128] ー第1の時間情報の送信

上述したように、例えば、3次元ビームによりCRSが送信される上記限定されたりソースブロックは、限定された時間内のリソースブロックである。そして、送信制御部155は、上記限定された時間を示す情報（以下、「第1の時間情報」と呼ぶ）の送信を制御する。即ち、当該第1の時間情報が送信される。

[0129] 例えば、送信制御部155は、上記第1の時間情報を含むシステム情報の送信を制御する。具体的には、例えば、送信制御部155は、上記第1の時間情報を含むシステム情報の信号を、当該システム情報に割り当てられたリソースエレメントに挿入する。その結果、上記第1の時間情報は、システム情報の一部として送信される。

[0130] また、例えば、送信制御部155は、ビームフォーミングを伴わない電波による上記第1の時間情報の送信を制御する。具体的には、例えば、送信制御部155は、上記第1の時間情報を含むシステム情報の信号に、ビームフォーミングのための重み係数を乗算しない。その結果、上記第1の時間情報

を含むシステム情報は、無指向性エリア（セル10）で送信される。

[0131] なお、上記第1の時間情報は、システム情報の一部として送信される代わりに、シグナリングにより個別に端末装置200に送信されてもよい。

[0132] 以上のように、CRSが送信される限定された時間（無線フレーム）を示す第1の時間情報が送信される。これにより、端末装置200は、3次元ビームによりCRSが送信される限定された時間（無線フレーム）を知ることが可能になる。そのため、端末装置200は、限定された時間（無線フレーム）で送信されるCRSについての測定を行うことが可能になる。即ち、3次元ビームに対応する通信領域（即ち、仮想セル）についての測定が適切に行われる。その結果、3次元ビームに対応する通信領域へのハンドオーバーが適切に行われ得る。また、例えば、測定に要する端末装置200の消費電力も抑えられ得る。

[0133] 一帯域幅情報の送信

上述したように、例えば、3次元ビームによりCRSが送信される上記限定されたリソースブロックは、使用可能な周波数帯域のうちの限定された周波数帯域内のリソースブロックである。そして、送信制御部155は、個別の3次元ビームによるマスタ情報ブロック（MIB）の送信を制御し、上記MIBは、上記限定された周波数帯域の帯域幅を示す情報（以下、「第1の帯域幅情報」）を含む。即ち、当該第1の帯域幅情報がMIBの一部として送信される。

[0134] 具体的には、例えば、送信制御部155は、上記第1の帯域幅情報を含むMIBの信号を、当該MIBのためのリソースエレメント（即ち、PBCH（Physical Broadcast Channel）のリソースエレメント）に挿入する。そして、送信制御部155は、当該MIBの信号に重み係数を乗算する。その結果、上記第1の帯域幅情報は、3次元ビームによりMIBの一部として送信される。

[0135] これにより、3次元ビームに対応する通信領域（仮想セル）に位置する端末装置200が、MIBに含まれる帯域幅の情報から、CRSが送信される

限定された周波数帯域を知ることが可能になる。そのため、端末装置 200 は、限定された周波数帯域で送信される CRS についての測定を行うことが可能になる。その結果、3次元ビームに対応する通信領域へのハンドオーバーが適切に行われ得る。

[0136] さらに、例えば、送信制御部 155 は、個別の3次元ビームによるシステム情報ブロック (SIB) の送信を制御し、当該 SIB は、上記使用可能な周波数帯域を示す情報 (以下、「第2の帯域幅情報」) を含む。即ち、当該第2の帯域幅情報が SIB の一部として送信される。

[0137] 具体的には、例えば、送信制御部 155 は、上記第2の帯域幅情報を含む SIB の信号を、当該 SIB に割り当てられたリソースエレメント (即ち、PDSCH (Physical Downlink Shared Channel) のリソースエレメント) に挿入する。そして、送信制御部 155 は、当該 SIB の信号に重み係数を乗算する。その結果、上記第2の帯域幅情報は、3次元ビームにより SIB の一部として送信される。

[0138] これにより、3次元ビームに対応する通信領域 (仮想セル) に位置する端末装置 200 は、限定された周波数帯域の帯域幅の情報が MIB に含まれていたとしても、SIB に含まれる帯域幅の情報から、実際に使用可能な周波数帯域を知ることが可能になる。そのため、端末装置 200 は、実際に使用可能な周波数帯域において、割り当てられた無線リソースを使用して無線通信を行うことが可能になる。

[0139] なお、MIB には、使用可能な周波数帯域の帯域幅を示す第2の帯域幅情報ではなく、限定された周波数帯域の帯域幅を示す第1の帯域幅情報が含まれるので、レガシー端末装置は、例えば、限定された周波数帯域において無線通信を行う。

[0140] ・限定された時間内での他の信号の送信

—限定された時間内での同期信号の送信

例えば、送信制御部 155 は、限定された時間内に個別の3次元ビームのための同期信号が送信されるように、当該個別の3次元ビームによる上記同

期信号の送信を制御する。また、当該限定された時間は、例えば、限定された無線フレームである。即ち、上記同期信号は、限定された無線フレームで3次元ビームにより送信される。上記同期信号は、例えば、PSS及びSSSを含み、PSS及びSSSは、3次元ビームに割り当てられたセルIDに対応する信号系列を含む。

[0141] これにより、例えば、上記限定された時間（無線フレーム）内では、基地局100により形成される3次元ビームにより送信される同期信号と隣接セルで送信される同期信号との間で干渉が生じる可能性があるが、上記限定された時間以外の時間では、上記干渉が生じない。そのため、同期信号間での干渉の増加は、限定された時間内に抑えられる。

[0142] また、例えば、同期信号が送信される時間（無線フレーム）が限定されるので、3次元ビームによる同期信号の送信への電力割当ては、限定された時間（無線フレーム）内に抑えられる。よって、無指向性エリアのための送信電力の減少が、限定された時間内に抑えられる。その結果、ユーザの通信容量の減少、スループットの低下、及びセルの縮小も、限定された時間内に抑えられ得る。

[0143] なお、上述したように、指向性エリア（即ち、3次元ビームに対応する通信領域又は仮想セル）では、限定された無線フレームで同期信号が送信されるが、無指向性エリアでは、全ての無線フレームで同期信号が送信され得る。

[0144] ー 限定された時間内でのシステム情報の送信

例えば、送信制御部155は、限定された時間内に個別の3次元ビームのためのシステム情報が送信されるように、当該個別の3次元ビームによる上記システム情報の送信を制御する。また、当該限定された時間は、例えば、限定された無線フレームである。即ち、システム情報は、限定された無線フレームで3次元ビームにより送信される。上記システム情報は、例えば、上記個別の3次元ビームに対応する通信領域（仮想セル）についてのMIB及びSIBを含む。

[0145] これにより、例えば、上記限定された時間（無線フレーム）内では、基地局100により形成される3次元ビームにより送信されるシステム情報と隣接セルで送信されるシステム情報との間で干渉が生じる可能性があるが、上記限定された時間以外の時間では、上記干渉が生じない。そのため、システム情報間での干渉の増加は、限定された時間内に抑えられる。

[0146] また、例えば、システム情報が送信される時間（無線フレーム）が限定されるので、3次元ビームによるシステム情報の送信への電力割当ては、限定された時間（無線フレーム）内に抑えられる。よって、無指向性エリアのための送信電力の減少が、限定された時間内に抑えられる。その結果、ユーザの通信容量の減少、スループットの低下、及びセルの縮小も、限定された時間内に抑えられ得る。

[0147] なお、上述したように、指向性エリア（即ち、3次元ビームに対応する通信領域又は仮想セル）では、限定された無線フレームでシステム情報が送信されるが、無指向性エリアでは、その他の無線フレームでもシステム情報が送信され得る。

[0148] また、3次元ビームによりCRSが送信される限定された無線フレーム、3次元ビームにより同期信号が送信される限定された無線フレーム、及び、3次元ビームによりシステム情報が送信される限定された無線フレームは、同一であってもよく、異なってもよい。一例として、3次元ビームにより同期信号が送信される限定された無線フレーム、及び、3次元ビームによりシステム情報が送信される限定された無線フレームは、3次元ビームによりCRSが送信される限定された無線フレームのサブセットであってもよい。

[0149] ・他の信号の送信が送信される限定された時間を示す時間情報の送信

上述したように、例えば、限定された時間内に個別の3次元ビームのための同期信号が送信される。そして、送信制御部155は、例えば、同期信号が送信される上記限定された時間を示す情報（以下、「第2の時間情報」と呼ぶ）の送信を制御する。例えば、当該第2の時間情報は、上述した第1の時間情報（即ち、CRSが送信される限定された時間を示す情報）と同様に

送信される。即ち、例えば、上記第2の時間情報は、ビームフォーミングを伴わない電波によりシステム情報の一部として送信される。

[0150] また、上述したように、例えば、限定された時間内に個別の3次元ビームのためのシステム情報が送信される。送信制御部155は、例えば、システム情報が送信される上記限定された時間を示す情報（以下、「第3の時間情報」と呼ぶ）の送信を制御する。例えば、当該第3の時間情報は、上述した第1の時間情報（即ち、CRSが送信される限定された時間を示す情報）と同様に送信される。なお、第3の時間情報は、例えば、MIBが送信される限定された時間を示す情報と、SIBが送信される限定された時間を示す情報とを含む。即ち、例えば、上記第3の時間情報は、ビームフォーミングを伴わない電波によりシステム情報の一部として送信される。

[0151] なお、各時間情報に加えて、個々の3次元ビームに割り当てられるセルIDも、ビームフォーミングを伴わない電波によりシステム情報の一部として送信されてもよい。例えば、上記セルIDは、隣接セルに関する情報の一部として送信されてもよい。また、上記セルIDが仮想セル（3次元ビームに対応する通信領域）に割り当てられたセルIDであることを示す情報も、上記セルIDとともに送信されてもよい。

[0152] （ハンドオーバー制御部157）

ハンドオーバー制御部157は、端末装置200のハンドオーバーを行う。

[0153] 例えば、端末装置200が、CRSについての測定を行い、当該測定の結果が所定の条件を満たす場合には、基地局100への当該測定の報告を行う。すると、ハンドオーバー制御部157は、当該報告に基づいて、例えばハンドオーバーの決定（Handover Decision）を行う。そして、ハンドオーバー制御部157は、ハンドオーバー実行（Handover Execution）処理を行う。

[0154] 上記ハンドオーバーは、セル10から隣接セルへの端末装置200のハンドオーバーを含む。とりわけ本実施形態では、上記ハンドオーバーは、例えば、セル10から仮想セル（3次元ビームに対応する通信領域）への端末装置200のハンドオーバーを含む。また、上記ハンドオーバーは、例えば、仮想セルか

らセル 10 への端末装置 200 のハンドオーバを含む。

[0155] <<4. 端末装置の構成>>

次に、図 16 を参照して、本開示の実施形態に係る端末装置 200 の構成の一例を説明する。図 16 は、本開示の実施形態に係る端末装置 200 の構成の一例を示すブロック図である。図 16 を参照すると、端末装置 200 は、アンテナ部 210、無線通信部 220、記憶部 230、入力部 240、表示部 250 及び処理部 260 を備える。

[0156] (アンテナ部 210)

アンテナ部 210 は、無線通信部 220 により出力される信号を電波として空間に放射する。また、アンテナ部 210 は、空間の電波を信号に変換し、当該信号を無線通信部 220 へ出力する。

[0157] (無線通信部 220)

無線通信部 220 は、無線通信を行う。例えば、無線通信部 220 は、基地局 100 からのダウンリンク信号を受信し、基地局 100 へのアップリンク信号を送信する。

[0158] (記憶部 230)

記憶部 230 は、端末装置 200 の動作のためのプログラム及びデータを記憶する。

[0159] (入力部 240)

入力部 240 は、端末装置 200 のユーザによる入力を受け付ける。そして、入力部 240 は、入力結果を処理部 260 に提供する。

[0160] (表示部 250)

表示部 250 は、端末装置 200 のユーザに見せるための画面を表示する。例えば、表示部 250 は、処理部 260 (表示制御部 265) による制御に応じて、上記画面を表示する。

[0161] (処理部 260)

処理部 260 は、端末装置 200 の様々な機能を提供する。処理部 260 は、情報取得部 261、通信制御部 263 及び表示制御部 265 を含む。

[0162] (情報取得部 261)

・限定されたリソースブロックを特定するための情報の取得

情報取得部 261 は、使用可能なリソースブロックのうちの CRS が送信される限定されたリソースブロックを特定するための情報が基地局 100 により送信されると、当該情報を取得する。

[0163] ー 第 1 の時間情報の取得

上述したように、例えば、上記限定されたリソースブロックは、限定された時間内のリソースブロックである。そして、上記限定されたリソースブロックを特定するための上記情報は、上記限定された時間を示す情報（即ち、第 1 の時間情報）を含む。上記限定された時間は、例えば、限定された無線フレームである。

[0164] 具体的には、例えば、上記第 1 の時間情報を含むシステム情報が、セル 10 内で、ビームフォーミングを伴わない電波により送信される。そして、端末装置 200 が、セル 10 内に位置する場合に、情報取得部 261 は、上記システム情報に含まれる上記第 1 の時間情報を取得する。

[0165] ー 帯域情報の取得

上述したように、例えば、上記限定されたリソースブロックは、使用可能な周波数帯域のうちの限定された周波数帯域内のリソースブロックである。そして、上記限定されたリソースブロックを特定するための上記情報は、上記限定された周波数帯域の帯域幅を示す情報（即ち、第 1 の帯域幅情報）を含む。

[0166] 具体的には、例えば、上記第 1 の帯域幅情報は、個別の 3 次元ビームにより送信されるマスタ情報ブロック (MIB) に含まれる。即ち、上記第 1 の帯域幅情報を含む MIB が、個別の 3 次元ビームにより送信される。そして、例えば、端末装置 200 が、上記個別の 3 次元ビームに対応する通信領域（仮想セル）内に位置する場合に、情報取得部 261 は、上記 MIB に含まれる上記第 1 の帯域幅情報を取得する。

[0167] さらに、例えば、情報取得部 261 は、上記使用可能な周波数帯域の帯域

幅を示す情報（即ち、第2の帯域幅情報）を含むシステム情報ブロック（SIB）が上記個別の3次元ビームにより送信されると、当該SIBに含まれる上記情報を（即ち、第2の帯域幅情報）を取得する。例えば、端末装置200が、上記個別の3次元ビームに対応する通信領域（仮想セル）内に位置する場合に、情報取得部261は、上記SIBに含まれる上記第2の帯域幅情報を取得する。

[0168] ・他の信号が送信される限定された時間を示す情報の取得

上述したように、例えば、限定された時間内に個別の3次元ビームのための同期信号が、基地局100により送信される。また、例えば、上記同期信号が送信される上記限定された時間を示す情報（即ち、第2の時間情報）も、基地局100により送信される。すると、情報取得部261は、上記限定された時間を示す情報（即ち、第2の時間情報）を取得する。

[0169] また、上述したように、例えば、限定された時間内に個別の3次元ビームのためのシステム情報が、基地局100により送信される。また、例えば、上記システム情報が送信される上記限定された時間を示す情報（即ち、第3の時間情報）も、基地局100により送信される。すると、情報取得部261は、上記限定された時間を示す情報（即ち、第3の時間情報）を取得する。なお、当該第3の時間情報は、例えば、MIBが送信される限定された時間を示す情報と、SIBが送信される限定された時間を示す情報とを含む。

[0170] （通信制御部263）

・測定

通信制御部263は、使用可能なリソースブロックのうちの限定されたりリソースブロックで送信されるCRSについての測定を行う。

[0171] 具体的には、例えば、通信制御部263は、上記第1の時間情報により示される限定された無線フレーム内のリソースブロックで送信されるCRSについての測定を行う。また、通信制御部263は、上記第1の帯域幅情報により示される帯域幅内のリソースブロックで送信されるCRSについての測定を行う。即ち、通信制御部263は、上記第1の時間情報により示される

限定された無線フレーム内で、上記第1の帯域幅情報により示される帯域幅内のリソースブロックで送信されるCRSについての測定を行う。

[0172] 上記通信制御部263は、例えば、RSRP (Reference Signal Received Power) 及び/又はRSRQ (Reference Signal Received Quality) などの測定を行う。

[0173] 上記通信制御部263は、例えば、上記測定の結果（例えば、RSRQ及び/又はRSRQ）が所定の条件を満たす場合に、当該測定の報告を行う。一例として、RSRQ又はRSRQが所定の閾値を超える場合に、上記通信制御部263は、基地局100への上記測定の報告を行う。

[0174] ・同期

例えば、通信制御部263は、限定された時間内に個別の3次元ビームにより送信される同期信号を用いて同期処理を行う。具体的には、例えば、通信制御部263は、第2の時間情報により示される無線フレームで3次元ビームにより送信される同期信号を用いて同期処理を行う。

[0175] ・仮想セル（指向性エリア）での無線通信の制御

例えば、通信制御部263は、使用可能な周波数帯域内の割り当てられる無線リソースを使用するように、端末装置200による無線通信を制御する。

[0176] 具体的には、例えば、通信制御部263は、上記第2の帯域幅情報により示される帯域幅内のリソースブロック（無線リソース）のうちの端末装置200に割り当てられるリソースブロックを示す情報を取得する。当該無線リソースを示す情報は、PDCCHで送信されるスケジューリング情報である。そして、通信制御部263は、例えば、端末装置200に割り当てられるダウンリンクのリソースブロックで信号を検出することにより、ダウンリンクでの無線通信を制御する。また、通信制御部263は、例えば、端末装置200に割り当てられるアップリンクのリソースブロックに信号を挿入することにより、アップリンクでの無線通信を制御する。

[0177] （表示制御部265）

表示制御部265は、表示部250による出力画面の表示を制御する。例えば、表示制御部265は、表示部250により表示される出力画面を生成し、当該出力画面を表示部250に表示させる。

[0178] <<5. 処理の流れ>>

続いて、図17～図24を参照して、本開示の実施形態に係る通信制御処理の例を説明する。

[0179] (基地局側の第1の通信制御処理：セルIDの割当て)

図17は、本開示の実施形態に係る基地局側の第1の通信制御処理の概略的な流れの一例を示すフローチャートである。当該第1の通信制御処理は、3次元ビームへのセルIDの割当てに係る処理である。

[0180] 3次元ビームが指向性アンテナにより新たに形成される場合に(S401: Yes)、セルID割当部151は、新たに形成される3次元ビームにセルIDを割り当てる(S403)。そして、情報取得部153は、割り当てられたセルIDを取得する(S405)。

[0181] また、指向性アンテナによる3次元ビームの形成を停止する場合に(S407: Yes)、セルID割当部151は、上記3次元ビーム(即ち、形成されなくなる3次元ビーム)へのセルIDの割当てを解除する(S409)。そして、処理はステップS401へ戻る。

[0182] (基地局側の第2の通信制御処理：時間情報の送信)

図18は、本開示の実施形態に係る基地局側の第2の通信制御処理の概略的な流れの一例を示すフローチャートである。当該第2の通信制御処理は、時間情報の送信に係る処理である。

[0183] 情報取得部153は、限定された無線フレームを示す時間情報を含むシステム情報を取得する(S411)。例えば、当該システム情報は、3次元ビームによりCRSが送信される無線フレームを示す第1の時間情報、3次元ビームにより同期信号が送信される無線フレームを示す第2の時間情報、及び3次元ビームによりシステム情報が送信される無線フレームを示す第3の時間情報を含む。

[0184] そして、基地局100は、送信制御部155の制御に応じて、ビームフォーミングを伴わない電波により上記システム情報を送信する(S413)。当該電波は、無指向性アンテナにより放射される無指向性の電波であってもよく、又はセクタアンテナにより放射されるセクタビームであってもよい。あるいは、上記電波は、指向性アンテナが有する複数のアンテナ素子の一部により放射される電波であってもよい。その後、処理はステップS411へ戻る。

[0185] (基地局側の第3の通信制御処理：3次元ビームによる同期信号の送信)

図19は、本開示の実施形態に係る基地局側の第3の通信制御処理の概略的な流れの一例を示すフローチャートである。当該第3の通信制御処理は、3次元ビームによる同期信号の送信に係る処理である。

[0186] 無線フレームが、3次元ビームにより同期信号が送信される限定された無線フレームである場合に(S421: Yes)、基地局100は、送信制御部155の制御に応じて、上記無線フレーム内で3次元ビームにより同期信号を送信する(S423)。当該同期信号は、上記3次元ビームに割り当てられたセルIDに対応する信号系列を含む。

[0187] 一方、無線フレームが、3次元ビームにより同期信号が送信される限定された無線フレームではない場合に(S421: No)、基地局100は、上記無線フレーム内で3次元ビームにより同期信号を送信しない(S425)。

[0188] 例えばこのような処理が無線フレームごとに繰り返される。

[0189] (基地局側の第4の通信制御処理：3次元ビームによるMIBの送信)

図20は、本開示の実施形態に係る基地局側の第4の通信制御処理の概略的な流れの一例を示すフローチャートである。当該第4の通信制御処理は、3次元ビームによるMIBの送信に係る処理である。

[0190] 無線フレームが、3次元ビームによりMIBが送信される限定された無線フレームである場合に(S441: Yes)、基地局100は、送信制御部155の制御に応じて、上記無線フレーム内で3次元ビームによりMIBを

送信する（S443）。当該MIBは、3次元ビームによりCRSが送信される限定された周波数帯域の帯域幅を示す第1の帯域幅情報を含む。

[0191] 一方、無線フレームが、3次元ビームによりMIBが送信される限定された無線フレームではない場合に（S441：No）、基地局100は、上記無線フレーム内で3次元ビームによりMIBを送信しない（S445）。

[0192] 例えばこのような処理が無線フレームごとに繰り返される。

[0193] （基地局側の第5の通信制御処理：3次元ビームによるSIBの送信）

図21は、本開示の実施形態に係る基地局側の第5の通信制御処理の概略的な流れの一例を示すフローチャートである。当該第5の通信制御処理は、3次元ビームによるSIBの送信に係る処理である。

[0194] 無線フレームが、3次元ビームによりSIBが送信される限定された無線フレームである場合に（S461：Yes）、基地局100は、送信制御部155の制御に応じて、上記無線フレーム内で3次元ビームによりSIBを送信する（S463）。当該SIBは、使用可能な周波数帯域の帯域幅を示す第2の帯域幅情報を含む。

[0195] 一方、無線フレームが、3次元ビームによりSIBが送信される限定された無線フレームではない場合に（S461：No）、基地局100は、上記無線フレーム内で3次元ビームによりSIBを送信しない（S465）。

[0196] 例えばこのような処理が無線フレームごとに繰り返される。

[0197] （基地局側の第6の通信制御処理：3次元ビームによるCRSの送信）

図22は、本開示の実施形態に係る基地局側の第6の通信制御処理の概略的な流れの一例を示すフローチャートである。当該第6の通信制御処理は、3次元ビームによるCRSの送信に係る処理である。

[0198] 無線フレームが、3次元ビームによりCRSが送信される限定された無線フレームである場合に（S481：Yes）、基地局100は、送信制御部155の制御に応じて、上記無線フレーム内で、限定された周波数帯域内のリソースブロックで、3次元ビームによりCRSを送信する（S483）。当該CRSは、上記3次元ビームに割り当てられたセルIDに対応する信号

系列を含む。また、上記CRSは、各リソースブロック内で、上記セルIDに対応するリソース割当てパターンで送信される。

[0199] 一方、無線フレームが、3次元ビームによりCRSが送信される限定された無線フレームではない場合に(S481:No)、基地局100は、上記無線フレーム内で3次元ビームによりCRSを送信しない(S485)。

[0200] 例えばこのような処理が無線フレームごとに繰り返される。

[0201] (端末装置側の通信制御処理)

図23は、本開示の実施形態に係る端末装置側の通信制御処理の概略的な流れの一例を示すフローチャートである。当該通信制御処理は、3次元ビームに対応する通信領域(仮想セル)において当該3次元ビームにより送信される同期信号を用いて端末装置200が同期した後に開始される。なお、上記通信制御処理の開始時点において、端末装置200は、各時間情報(第1の時間情報、第2の時間情報及び第3の時間情報)を既に取得している。

[0202] まず、情報取得部261は、第3の時間情報により示される限定された無線フレームで3次元ビームにより送信されるMIBを取得する(S501)。当該MIBは、3次元ビームによりCRSが送信される限定された周波数帯域の帯域幅を示す第1の帯域幅情報を含む。

[0203] また、情報取得部261は、第3の時間情報により示される限定された無線フレームで3次元ビームにより送信されるSIBを取得する(S503)。当該SIBは、使用可能な周波数帯域を示す第2の帯域幅情報を含む。

[0204] 通信制御部263は、第1の時間情報により示される上記限定された無線フレームで上記限定された周波数帯域内のリソースブロックで3次元ビームにより送信されるCRSについての測定を行う(S505)。そして、当該測定の結果が所定の条件を満たす場合に(S507:Yes)、通信制御部263は、基地局100への上記測定の報告を行う(S509)。そうでなければ(S507:No)、通信制御部263は、当該報告を行わない。

[0205] その後、通信制御部263が、上記3次元ビームに対応する通信領域(仮想セル)についての測定を終了する場合に(S511:Yes)、処理は終

了する。そうでなければ(S511:No)、処理はステップS505へ戻る。なお、一例として、通信制御部263は、上記3次元ビームに対応する通信領域(仮想セル)における同期状態を維持できなくなった場合に、上記測定を終了する。

[0206] なお、ステップS505～S511が繰り返される間に、上記3次元ビームに対応する通信領域(仮想セル)への端末装置200のハンドオーバーが行われ得る。

[0207] <<6. 応用例>>

本開示に係る技術は、様々な製品へ応用可能である。例えば、基地局100は、マクロeNB又はスモールeNBなどのいずれかの種類のeNB (evolved Node B)として実現されてもよい。スモールeNBは、ピコeNB、マイクロeNB又はホーム(フェムト)eNBなどの、マクロセルよりも小さいセルをカバーするeNBであってよい。その代わりに、基地局100は、NodeB又はBTS(Base Transceiver Station)などの他の種類の基地局として実現されてもよい。基地局100は、無線通信を制御する本体(基地局装置ともいう)と、本体とは別の場所に配置される1つ以上のRRH(Remote Radio Head)とを含んでもよい。また、後述する様々な種類の端末が一時的に又は半永続的に基地局機能を実行することにより、基地局100として動作してもよい。

[0208] また、例えば、端末装置200は、スマートフォン、タブレットPC(Personal Computer)、ノートPC、携帯型ゲーム端末、携帯型/ドングル型のモバイルルータ若しくはデジタルカメラなどのモバイル端末、又はカーナビゲーション装置などの車載端末として実現されてもよい。また、端末装置200は、M2M(Machine To Machine)通信を行う端末(MTC(Machine Type Communication)端末ともいう)として実現されてもよい。さらに、端末装置200は、これら端末に搭載される無線通信モジュール(例えば、1つのダイで構成される集積回路モジュール)であってよい。

[0209] <6. 1. 基地局に関する応用例>

(第1の応用例)

図24は、本開示に係る技術が適用され得るeNBの概略的な構成の第1の例を示すブロック図である。eNB800は、1つ以上のアンテナ810、及び基地局装置820を有する。各アンテナ810及び基地局装置820は、RFケーブルを介して互いに接続され得る。

[0210] アンテナ810の各々は、単一の又は複数のアンテナ素子（例えば、MIMOアンテナを構成する複数のアンテナ素子）を有し、基地局装置820による無線信号の送受信のために使用される。とりわけ本開示の実施形態では、少なくとも1つのアンテナ810は、3次元ビームを形成可能な指向性アンテナである。eNB800は、図24に示したように複数のアンテナ810を有し、複数のアンテナ810は、例えばeNB800が使用する複数の周波数帯域にそれぞれ対応してもよい。なお、図24にはeNB800が複数のアンテナ810を有する例を示したが、eNB800は単一のアンテナ810を有してもよい。

[0211] 基地局装置820は、コントローラ821、メモリ822、ネットワークインタフェース823及び無線通信インタフェース825を備える。

[0212] コントローラ821は、例えばCPU又はDSPであってよく、基地局装置820の上位レイヤの様々な機能を動作させる。例えば、コントローラ821は、無線通信インタフェース825により処理された信号内のデータからデータパケットを生成し、生成したパケットをネットワークインタフェース823を介して転送する。コントローラ821は、複数のベースバンドプロセッサからのデータをバンドリングすることによりバンドルドパケットを生成し、生成したバンドルドパケットを転送してもよい。また、コントローラ821は、無線リソース管理 (Radio Resource Control)、無線ベアラ制御 (Radio Bearer Control)、移動性管理 (Mobility Management)、流入制御 (Admission Control) 又はスケジューリング (Scheduling) などの制御を実行する論理的な機能を有してもよい。また、当該制御は、周辺のeNB又はコアネットワークノードと連携して実行されてもよい。メモリ8

22は、RAM及びROMを含み、コントローラ821により実行されるプログラム、及び様々な制御データ（例えば、端末リスト、送信電力データ及びスケジューリングデータなど）を記憶する。

[0213] ネットワークインタフェース823は、基地局装置820をコアネットワーク824に接続するための通信インタフェースである。コントローラ821は、ネットワークインタフェース823を介して、コアネットワークノード又は他のeNBと通信してもよい。その場合に、eNB800と、コアネットワークノード又は他のeNBとは、論理的なインタフェース（例えば、S1インタフェース又はX2インタフェース）により互いに接続されてもよい。ネットワークインタフェース823は、有線通信インタフェースであってもよく、又は無線バックホールのための無線通信インタフェースであってもよい。ネットワークインタフェース823が無線通信インタフェースである場合、ネットワークインタフェース823は、無線通信インタフェース825により使用される周波数帯域よりもより高い周波数帯域を無線通信に使用してもよい。

[0214] 無線通信インタフェース825は、LTE (Long Term Evolution) 又はLTE-Advancedなどのいずれかのセルラー通信方式をサポートし、アンテナ810を介して、eNB800のセル内に位置する端末に無線接続を提供する。無線通信インタフェース825は、典型的には、ベースバンド(BB)プロセッサ826及びRF回路827などを含み得る。BBプロセッサ826は、例えば、符号化/復号、変調/復調及び多重化/逆多重化などを行なってよく、各レイヤ（例えば、L1、MAC (Medium Access Control)、RLC (Radio Link Control) 及びPDCP (Packet Data Convergence Protocol))の様々な信号処理を実行する。BBプロセッサ826は、コントローラ821の代わりに、上述した論理的な機能の一部又は全部を有してもよい。BBプロセッサ826は、通信制御プログラムを記憶するメモリ、当該プログラムを実行するプロセッサ及び関連する回路を含むモジュールであってもよく、BBプロセッサ826の機能は、上記プログラ

ムのアップデートにより変更可能であってもよい。また、上記モジュールは、基地局装置820のスロットに挿入されるカード若しくはブレードであってもよく、又は上記カード若しくは上記ブレードに搭載されるチップであってもよい。一方、RF回路827は、ミキサ、フィルタ及びアンプなどを含んでもよく、アンテナ810を介して無線信号を送受信する。

[0215] 無線通信インタフェース825は、図24に示したように複数のBBプロセッサ826を含み、複数のBBプロセッサ826は、例えばeNB800が使用する複数の周波数帯域にそれぞれ対応してもよい。また、無線通信インタフェース825は、図24に示したように複数のRF回路827を含み、複数のRF回路827は、例えば複数のアンテナ素子にそれぞれ対応してもよい。なお、図24には無線通信インタフェース825が複数のBBプロセッサ826及び複数のRF回路827を含む例を示したが、無線通信インタフェース825は単一のBBプロセッサ826又は単一のRF回路827を含んでもよい。

[0216] (第2の応用例)

図25は、本開示に係る技術が適用され得るeNBの概略的な構成の第2の例を示すブロック図である。eNB830は、1つ以上のアンテナ840、基地局装置850、及びRRH860を有する。各アンテナ840及びRRH860は、RFケーブルを介して互いに接続され得る。また、基地局装置850及びRRH860は、光ファイバケーブルなどの高速回線で互いに接続され得る。

[0217] アンテナ840の各々は、単一の又は複数のアンテナ素子（例えば、MIMOアンテナを構成する複数のアンテナ素子）を有し、RRH860による無線信号の送受信のために使用される。とりわけ本開示の実施形態では、少なくとも1つのアンテナ810は、3次元ビームを形成可能な指向性アンテナである。eNB830は、図25に示したように複数のアンテナ840を有し、複数のアンテナ840は、例えばeNB830が使用する複数の周波数帯域にそれぞれ対応してもよい。なお、図25にはeNB830が複数の

アンテナ840を有する例を示したが、eNB830は単一のアンテナ840を有してもよい。

[0218] 基地局装置850は、コントローラ851、メモリ852、ネットワークインタフェース853、無線通信インタフェース855及び接続インタフェース857を備える。コントローラ851、メモリ852及びネットワークインタフェース853は、図24を参照して説明したコントローラ821、メモリ822及びネットワークインタフェース823と同様のものである。

[0219] 無線通信インタフェース855は、LTE又はLTE-Advancedなどのいずれかのセルラー通信方式をサポートし、RRH860及びアンテナ840を介して、RRH860に対応するセクタ内に位置する端末に無線接続を提供する。無線通信インタフェース855は、典型的には、BBプロセッサ856などを含み得る。BBプロセッサ856は、接続インタフェース857を介してRRH860のRF回路864と接続されることを除き、図24を参照して説明したBBプロセッサ826と同様のものである。無線通信インタフェース855は、図25に示したように複数のBBプロセッサ856を含み、複数のBBプロセッサ856は、例えばeNB830が使用する複数の周波数帯域にそれぞれ対応してもよい。なお、図25には無線通信インタフェース855が複数のBBプロセッサ856を含む例を示したが、無線通信インタフェース855は単一のBBプロセッサ856を含んでもよい。

[0220] 接続インタフェース857は、基地局装置850（無線通信インタフェース855）をRRH860と接続するためのインタフェースである。接続インタフェース857は、基地局装置850（無線通信インタフェース855）とRRH860とを接続する上記高速回線での通信のための通信モジュールであってもよい。

[0221] また、RRH860は、接続インタフェース861及び無線通信インタフェース863を備える。

[0222] 接続インタフェース861は、RRH860（無線通信インタフェース8

63) を基地局装置850と接続するためのインタフェースである。接続インタフェース861は、上記高速回線での通信のための通信モジュールであってもよい。

[0223] 無線通信インタフェース863は、アンテナ840を介して無線信号を送受信する。無線通信インタフェース863は、典型的には、RF回路864などを含み得る。RF回路864は、ミキサ、フィルタ及びアンプなどを含んでもよく、アンテナ840を介して無線信号を送受信する。無線通信インタフェース863は、図25に示したように複数のRF回路864を含み、複数のRF回路864は、例えば複数のアンテナ素子にそれぞれ対応してもよい。なお、図25には無線通信インタフェース863が複数のRF回路864を含む例を示したが、無線通信インタフェース863は単一のRF回路864を含んでもよい。

[0224] 図24及び図25に示したeNB800及びeNB830において、図13を参照して説明したセルID割当部151、情報取得部153、送信制御部155及びハンドオーバー制御部157は、無線通信インタフェース825並びに無線通信インタフェース855及び/又は無線通信インタフェース863において実装されてもよい。また、これら機能の少なくとも一部は、コントローラ821及びコントローラ851において実装されてもよい。

[0225] <6. 2. 端末装置に関する応用例>

(第1の応用例)

図26は、本開示に係る技術が適用され得るスマートフォン900の概略的な構成の一例を示すブロック図である。スマートフォン900は、プロセッサ901、メモリ902、ストレージ903、外部接続インタフェース904、カメラ906、センサ907、マイクロフォン908、入力デバイス909、表示デバイス910、スピーカ911、無線通信インタフェース912、1つ以上のアンテナスイッチ915、1つ以上のアンテナ916、バス917、バッテリー918及び補助コントローラ919を備える。

[0226] プロセッサ901は、例えばCPU又はSoC (System on Chip) であ

ってよく、スマートフォン900のアプリケーションレイヤ及びその他のレイヤの機能を制御する。メモリ902は、RAM及びROMを含み、プロセッサ901により実行されるプログラム及びデータを記憶する。ストレージ903は、半導体メモリ又はハードディスクなどの記憶媒体を含み得る。外部接続インタフェース904は、メモリーカード又はUSB (Universal Serial Bus) デバイスなどの外付けデバイスをスマートフォン900へ接続するためのインタフェースである。

[0227] カメラ906は、例えば、CCD (Charge Coupled Device) 又はCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) などの撮像素子を有し、撮像画像を生成する。センサ907は、例えば、測位センサ、ジャイロセンサ、地磁気センサ及び加速度センサなどのセンサ群を含み得る。マイクロフォン908は、スマートフォン900へ入力される音声を音声信号へ変換する。入力デバイス909は、例えば、表示デバイス910の画面上へのタッチを検出するタッチセンサ、キーパッド、キーボード、ボタン又はスイッチなどを含み、ユーザからの操作又は情報入力を受け付ける。表示デバイス910は、液晶ディスプレイ (LCD) 又は有機発光ダイオード (OLED) ディスプレイなどの画面を有し、スマートフォン900の出力画像を表示する。スピーカ911は、スマートフォン900から出力される音声信号を音声に変換する。

[0228] 無線通信インタフェース912は、LTE又はLTE-Advancedなどのいずれかのセルラー通信方式をサポートし、無線通信を実行する。無線通信インタフェース912は、典型的には、BBプロセッサ913及びRF回路914などを含み得る。BBプロセッサ913は、例えば、符号化/復号、変調/復調及び多重化/逆多重化などを行なってよく、無線通信のための様々な信号処理を実行する。一方、RF回路914は、ミキサ、フィルタ及びアンプなどを含んでもよく、アンテナ916を介して無線信号を送受信する。無線通信インタフェース912は、BBプロセッサ913及びRF回路914を集積したワンチップのモジュールであってもよい。無線通信イ

インタフェース912は、図26に示したように複数のBBプロセッサ913及び複数のRF回路914を含んでもよい。なお、図26には無線通信インタフェース912が複数のBBプロセッサ913及び複数のRF回路914を含む例を示したが、無線通信インタフェース912は単一のBBプロセッサ913又は単一のRF回路914を含んでもよい。

[0229] さらに、無線通信インタフェース912は、セルラー通信方式に加えて、近距離無線通信方式、近接無線通信方式又は無線LAN (Local Area Network) 方式などの他の種類の無線通信方式をサポートしてもよく、その場合に、無線通信方式ごとのBBプロセッサ913及びRF回路914を含んでもよい。

[0230] アンテナスイッチ915の各々は、無線通信インタフェース912に含まれる複数の回路（例えば、異なる無線通信方式のための回路）の間でアンテナ916の接続先を切り替える。

[0231] アンテナ916の各々は、単一の又は複数のアンテナ素子（例えば、MIMOアンテナを構成する複数のアンテナ素子）を有し、無線通信インタフェース912による無線信号の送受信のために使用される。スマートフォン900は、図26に示したように複数のアンテナ916を有してもよい。なお、図26にはスマートフォン900が複数のアンテナ916を有する例を示したが、スマートフォン900は単一のアンテナ916を有してもよい。

[0232] さらに、スマートフォン900は、無線通信方式ごとにアンテナ916を備えてもよい。その場合に、アンテナスイッチ915は、スマートフォン900の構成から省略されてもよい。

[0233] バス917は、プロセッサ901、メモリ902、ストレージ903、外部接続インタフェース904、カメラ906、センサ907、マイクロフォン908、入力デバイス909、表示デバイス910、スピーカ911、無線通信インタフェース912及び補助コントローラ919を互いに接続する。バッテリー918は、図中に破線で部分的に示した給電ラインを介して、図26に示したスマートフォン900の各ブロックへ電力を供給する。補助

コントローラ 919 は、例えば、スリープモードにおいて、スマートフォン 900 の必要最低限の機能を動作させる。

[0234] 図 26 に示したスマートフォン 900 において、図 16 を用いて説明した情報取得部 261 及び通信制御部 263 は、無線通信インタフェース 912 において実装されてもよい。また、これら機能の少なくとも一部は、プロセッサ 901 又は補助コントローラ 919 において実装されてもよい。

[0235] (第 2 の応用例)

図 27 は、本開示に係る技術が適用され得るカーナビゲーション装置 920 の概略的な構成の一例を示すブロック図である。カーナビゲーション装置 920 は、プロセッサ 921、メモリ 922、GPS (Global Positioning System) モジュール 924、センサ 925、データインタフェース 926、コンテンツプレーヤ 927、記憶媒体インタフェース 928、入力デバイス 929、表示デバイス 930、スピーカ 931、無線通信インタフェース 933、1 つ以上のアンテナスイッチ 936、1 つ以上のアンテナ 937 及びバッテリー 938 を備える。

[0236] プロセッサ 921 は、例えば CPU 又は SoC であってよく、カーナビゲーション装置 920 のナビゲーション機能及びその他の機能を制御する。メモリ 922 は、RAM 及び ROM を含み、プロセッサ 921 により実行されるプログラム及びデータを記憶する。

[0237] GPS モジュール 924 は、GPS 衛星から受信される GPS 信号を用いて、カーナビゲーション装置 920 の位置 (例えば、緯度、経度及び高度) を測定する。センサ 925 は、例えば、ジャイロセンサ、地磁気センサ及び気圧センサなどのセンサ群を含み得る。データインタフェース 926 は、例えば、図示しない端子を介して車載ネットワーク 941 に接続され、車速データなどの車両側で生成されるデータを取得する。

[0238] コンテンツプレーヤ 927 は、記憶媒体インタフェース 928 に挿入される記憶媒体 (例えば、CD 又は DVD) に記憶されているコンテンツを再生する。入力デバイス 929 は、例えば、表示デバイス 930 の画面上へのタ

ッチを検出するタッチセンサ、ボタン又はスイッチなどを含み、ユーザからの操作又は情報入力を受け付ける。表示デバイス930は、LCD又はOLEDディスプレイなどの画面を有し、ナビゲーション機能又は再生されるコンテンツの画像を表示する。スピーカ931は、ナビゲーション機能又は再生されるコンテンツの音声を出力する。

[0239] 無線通信インタフェース933は、LTE又はLTE-Advancedなどのいずれかのセルラー通信方式をサポートし、無線通信を実行する。無線通信インタフェース933は、典型的には、BBプロセッサ934及びRF回路935などを含み得る。BBプロセッサ934は、例えば、符号化/復号、変調/復調及び多重化/逆多重化などを行なってよく、無線通信のための様々な信号処理を実行する。一方、RF回路935は、ミキサ、フィルタ及びアンプなどを含んでもよく、アンテナ937を介して無線信号を送受信する。無線通信インタフェース933は、BBプロセッサ934及びRF回路935を集積したワンチップのモジュールであってもよい。無線通信インタフェース933は、図27に示したように複数のBBプロセッサ934及び複数のRF回路935を含んでもよい。なお、図27には無線通信インタフェース933が複数のBBプロセッサ934及び複数のRF回路935を含む例を示したが、無線通信インタフェース933は単一のBBプロセッサ934又は単一のRF回路935を含んでもよい。

[0240] さらに、無線通信インタフェース933は、セルラー通信方式に加えて、近距離無線通信方式、近接無線通信方式又は無線LAN方式などの他の種類の無線通信方式をサポートしてもよく、その場合に、無線通信方式ごとのBBプロセッサ934及びRF回路935を含んでもよい。

[0241] アンテナスイッチ936の各々は、無線通信インタフェース933に含まれる複数の回路（例えば、異なる無線通信方式のための回路）の間でアンテナ937の接続先を切り替える。

[0242] アンテナ937の各々は、単一の又は複数のアンテナ素子（例えば、MIMOアンテナを構成する複数のアンテナ素子）を有し、無線通信インタフェ

ース 933 による無線信号の送受信のために使用される。カーナビゲーション装置 920 は、図 27 に示したように複数のアンテナ 937 を有してもよい。なお、図 27 にはカーナビゲーション装置 920 が複数のアンテナ 937 を有する例を示したが、カーナビゲーション装置 920 は単一のアンテナ 937 を有してもよい。

[0243] さらに、カーナビゲーション装置 920 は、無線通信方式ごとにアンテナ 937 を備えてもよい。その場合に、アンテナスイッチ 936 は、カーナビゲーション装置 920 の構成から省略されてもよい。

[0244] バッテリー 938 は、図中に破線で部分的に示した給電ラインを介して、図 27 に示したカーナビゲーション装置 920 の各ブロックへ電力を供給する。また、バッテリー 938 は、車両側から給電される電力を蓄積する。

[0245] 図 27 に示したカーナビゲーション装置 920 において、図 16 を用いて説明した情報取得部 261 及び通信制御部 263 は、無線通信インタフェース 933 において実装されてもよい。また、これら機能の少なくとも一部は、プロセッサ 921 において実装されてもよい。

[0246] また、本開示に係る技術は、上述したカーナビゲーション装置 920 の 1 つ以上のブロックと、車載ネットワーク 941 と、車両側モジュール 942 とを含む車載システム（又は車両） 940 として実現されてもよい。車両側モジュール 942 は、車速、エンジン回転数又は故障情報などの車両側データを生成し、生成したデータを車載ネットワーク 941 へ出力する。

[0247] <<7. まとめ>>

ここまで、図 1～図 27 を参照して、本開示の実施形態に係る通信装置及び各処理を説明した。本開示に係る実施形態によれば、情報取得部 153 は、3次元ビームを形成可能な指向性アンテナにより形成される個別の3次元ビームに割り当てられるセルIDを取得する。そして、送信制御部 155 は、上記個別の3次元ビームに割り当てられる上記セルIDに基づいて、上記個別の3次元ビームによるCRSの送信を制御する。とりわけ、送信制御部 155 は、使用可能なリソースブロックのうちの限定されたりソースブロッ

クでCRSが送信されるように、上記個別の3次元ビームによるCRSの送信を制御する。

[0248] このような3次元ビームによるCRSの送信により、例えば、個別の3次元ビームに対応する通信領域を仮想セルとして扱うことが可能になる。そのため、ビームフォーミングに関連する負荷が軽減され得る。例えば、3次元ビームの重み係数の推奨セットが端末装置200ごとに算出される必要はない。そのため、アンテナ素子の数が増加したとしても、重み係数のセットを算出するための処理は増大しない。即ち、端末装置200又は基地局100の処理の観点での負荷が軽減され得る。また、例えば、重み係数の推奨セットが基地局100に通知される必要はない。そのため、アンテナ素子の数が増加したとしても、重み係数の推奨セットの通知のために多くの無線リソースが必要にはなることはない。即ち、無線リソースの観点での負荷が軽減され得る。

[0249] さらに、例えば、干渉の増加を抑えることが可能になる。具体的には、例えば、上記限定されたリソースブロックでは、基地局100により形成される3次元ビームにより送信されるCRSと隣接セルで送信されるCRSとの間で干渉が生じる可能性があるが、上記限定されたリソースブロック以外のリソースブロックでは、上記干渉が生じない。そのため、CRS間での干渉の増加が抑えられる。

[0250] したがって、本開示の実施形態によれば、ビームフォーミングに関連する負荷を軽減しつつ、干渉の増加を抑えることが可能となる。

[0251] また、例えば、無指向性エリアのための送信電力の減少を抑えることが可能になる。具体的には、例えば、CRSが送信されるリソースブロックの数が限定されるので、3次元ビームにより送信されるCRSの数が少なり、3次元ビームによるCRSの送信電力がより小さくなる。よって、無指向性エリアのための送信電力の減少が抑えられる。その結果、ユーザの通信容量の減少、スループットの低下、及びセルの縮小も抑えられ得る。

[0252] ・限定された時間内のリソースブロックでのCRSの送信

上記限定されたリソースブロックは、例えば、限定された時間内のリソースブロックである。また、当該限定された時間は、例えば、限定された無線フレームである。即ち、CRSは、限定された無線フレームで3次元ビームにより送信される。

[0253] これにより、例えば、上記限定された時間（無線フレーム）内では、基地局100により形成される3次元ビームにより送信されるCRSと隣接セルで送信されるCRSとの間で干渉が生じる可能性があるが、上記限定された時間以外の時間では、上記干渉が生じない。そのため、CRS間での干渉の増加は、限定された時間内に抑えられる。

[0254] また、例えば、CRSが送信される時間（無線フレーム）が限定されるので、3次元ビームによるCRSの送信への電力割当ては、限定された時間（無線フレーム）内に抑えられる。よって、無指向性エリアのための送信電力の減少が、限定された時間内に抑えられる。その結果、ユーザの通信容量の減少、スループットの低下、及びセルの縮小も、限定された時間内に抑えられ得る。

[0255] さらに、例えば、上記限定された無線フレームは、セルごとに決定される無線フレームであり、隣接セルについて決定される限定された無線フレームとは異なる。

[0256] これにより、例えば、基地局100により形成される3次元ビームにより送信されるCRSと、隣接セルの基地局により形成される3次元ビームによる送信されるCRSとの間の干渉を抑えることが可能になる。

[0257] なお、例えば、送信制御部155は、上記限定された時間を示す情報（即ち、第1の時間情報）の送信を制御する。

[0258] これにより、端末装置200は、3次元ビームによりCRSが送信される限定された時間（無線フレーム）を知ることが可能になる。そのため、端末装置200は、限定された時間（無線フレーム）で送信されるCRSについて測定を行うことが可能になる。即ち、3次元ビームに対応する通信領域（即ち、仮想セル）についての測定が適切に行われる。その結果、3次元ビ

ームに対応する通信領域へのハンドオーバーが適切に行われ得る。また、例えば、測定に要する端末装置 200 の消費電力も抑えられ得る。

[0259] ・限定された周波数帯域内のリソースブロックでの CRS の送信

上記限定されたリソースブロックは、例えば、使用可能な周波数帯域のうち限定された周波数帯域内のリソースブロックである。即ち、CRS は、限定された周波数帯域で 3 次元ビームにより送信される。

[0260] これにより、例えば、上記限定された周波数帯域内では、基地局 100 により形成される 3 次元ビームにより送信される CRS と隣接セルで送信される CRS との間で干渉が生じる可能性があるが、上記限定された周波数帯域以外の周波数帯域では、上記干渉が生じない。そのため、CRS 間での干渉の増加は、限定された周波数帯域内に抑えられる。

[0261] また、例えば、CRS が送信される周波数帯域が限定されるので、3 次元ビームによる CRS の送信への電力割当ては、限定された周波数帯域内に抑えられる。よって、単位時間（無線フレーム）あたりの、無指向性エリアのための送信電力の減少が、抑えられる。その結果、単位時間（無線フレーム）あたりの、ユーザの通信容量の減少、スループットの低下、及びセルの縮小が、抑えられ得る。

[0262] なお、例えば、送信制御部 155 は、個別の 3 次元ビームによるマスタ情報ブロック（MIB）の送信を制御し、上記 MIB は、上記限定された周波数帯域の帯域幅を示す情報（即ち、第 1 の帯域幅情報）を含む。

[0263] これにより、3 次元ビームに対応する通信領域（仮想セル）に位置する端末装置 200 が、MIB に含まれる帯域幅の情報から、CRS が送信される限定された周波数帯域を知ることが可能になる。そのため、端末装置 200 は、限定された周波数帯域で送信される CRS についての測定を行うことが可能になる。その結果、3 次元ビームに対応する通信領域へのハンドオーバーが適切に行われ得る。

[0264] さらに、例えば、送信制御部 155 は、個別の 3 次元ビームによるシステム情報ブロック（SIB）の送信を制御し、当該 SIB は、上記使用可能な

周波数帯域を示す情報（即ち、第2の帯域幅情報）を含む。

[0265] これにより、3次元ビームに対応する通信領域（仮想セル）に位置する端末装置200は、限定された周波数帯域の帯域幅の情報がMIBに含まれていたとしても、SIBに含まれる帯域幅の情報から、実際に使用可能な周波数帯域を知ることが可能になる。そのため、端末装置200は、実際に使用可能な周波数帯域において、割り当てられた無線リソースを使用して無線通信を行うことが可能になる。

[0266] ・限定された時間内での他の信号の送信

例えば、送信制御部155は、限定された時間内に個別の3次元ビームのための同期信号が送信されるように、当該個別の3次元ビームによる上記同期信号の送信を制御する。

[0267] これにより、例えば、上記限定された時間（無線フレーム）内では、基地局100により形成される3次元ビームにより送信される同期信号と隣接セルで送信される同期信号との間で干渉が生じる可能性があるが、上記限定された時間以外の時間では、上記干渉が生じない。そのため、同期信号間での干渉の増加は、限定された時間内に抑えられる。

[0268] また、例えば、同期信号が送信される時間（無線フレーム）が限定されるので、3次元ビームによる同期信号の送信への電力割当ては、限定された時間（無線フレーム）内に抑えられる。よって、無指向性エリアのための送信電力の減少が、限定された時間内に抑えられる。その結果、ユーザの通信容量の減少、スループットの低下、及びセルの縮小も、限定された時間内に抑えられ得る。

[0269] また、例えば、送信制御部155は、限定された時間内に個別の3次元ビームのためのシステム情報が送信されるように、当該個別の3次元ビームによる上記システム情報の送信を制御する。

[0270] これにより、例えば、上記限定された時間（無線フレーム）内では、基地局100により形成される3次元ビームにより送信されるシステム情報と隣接セルで送信されるシステム情報との間で干渉が生じる可能性があるが、上

記限定された時間以外の時間では、上記干渉が生じない。そのため、システム情報間での干渉の増加は、限定された時間内に抑えられる。

[0271] また、例えば、システム情報が送信される時間（無線フレーム）が限定されるので、3次元ビームによるシステム情報の送信への電力割当ては、限定された時間（無線フレーム）内に抑えられる。よって、無指向性エリアのための送信電力の減少が、限定された時間内に抑えられる。その結果、ユーザの通信容量の減少、スループットの低下、及びセルの縮小も、限定された時間内に抑えられ得る。

[0272] ・セルIDに対応するリソース割当てパターン

例えば、上記個別の3次元ビームに割り当てられる上記セルIDは、隣接セルに割り当てられるセルIDとは、CRSについてのリソース割当てパターンが異なる。

[0273] これにより、基地局100により形成されうる3次元ビームが隣接セルに到達する場合であっても、当該3次元ビームにより送信されるCRSは、隣接セル（無指向性エリア）のCRSに干渉しない。例えばこのように、CRS間での干渉の増加を抑制することが可能になる。

[0274] 以上、添付図面を参照しながら本開示の好適な実施形態を説明したが、本開示に係る例に限定されないことは言うまでもない。当業者であれば、請求の範囲に記載された範疇内において、各種の変更例又は修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本開示の技術的範囲に属するものと了解される。

[0275] 例えば、ダウンリンクにおいてビームフォーミングが行われる例を説明したが、本開示に係る例に限定されない。例えば、アップリンクのビームフォーミング処理も行われてもよい。即ち、3次元ビームに対応する通信領域（仮想セル）に属する端末装置により送信されるアップリンク信号に対して、アップリンクのビームフォーミング処理が行われてもよい。

[0276] また、無指向性エリアで使用される周波数帯域と、指向性エリアで使用される周波数帯域とは、同一であってもよく、異なってもよく、又は一部重複

してもよい。例えば、無指向性エリアで使用される周波数帯と、指向性エリアで使用される周波数帯域とは、それぞれ、1つ以上のコンポーネントキャリアであり、同一であってもよく、異なってよく、又は一部重複してもよい。いずれにせよ、指向性エリアで使用されるコンポーネントキャリアは、隣接セルの無指向性エリア（又は指向性エリア）で使用されるコンポーネントキャリアと同一になり得る。

[0277] また、通信システムがLTE、LTE-Advanced、又はこれらに準ずる通信方式に従ったシステムである例を説明したが、本開示に係る例に限定されない。例えば、通信システムは、別の通信規格に従ったシステムであってもよい。

[0278] また、本明細書の通信制御処理における処理ステップは、必ずしもフローチャートに記載された順序に沿って時系列に行われなくてよい。例えば、通信制御処理における処理ステップは、フローチャートとして記載した順序と異なる順序で実行されても、並列的に実行されてもよい。

[0279] また、通信制御装置（例えば、基地局装置）又は端末装置に内蔵されるCPU、ROM及びRAM等のハードウェアに、上記通信制御装置又は上記端末装置の各構成と同等の機能を発揮させるためのコンピュータプログラムも作成可能である。また、当該コンピュータプログラムを記憶させた記憶媒体も提供されてもよい。また、当該コンピュータプログラムを記憶するメモリ（例えば、ROM及びRAM）と、当該コンピュータプログラムを実行可能な1つ以上のプロセッサ（例えば、CPU、DSPなど）を含む情報処理装置（例えば、処理回路、チップ）も提供されてもよい。

[0280] また、本明細書に記載された効果は、あくまで説明的又は例示的なものであって限定的ではない。つまり、本開示に係る技術は、上記効果とともに、又は上記効果に代えて、本明細書の記載から当業者には明らかな他の効果を奏しうる。

[0281] なお、以下のような構成も本開示の技術的範囲に属する。

(1)

3次元ビームを形成可能な指向性アンテナにより形成される個別の3次元ビームに割り当てられるセル識別情報を取得する取得部と、

前記セル識別情報に基づいて、前記個別の3次元ビームによるリファレンス信号の送信を制御する制御部と、
を備え、

前記制御部は、使用可能なリソースブロックのうち限定されたリソースブロックで前記リファレンス信号が送信されるように、前記送信を制御する、
通信制御装置。

(2)

前記限定されたリソースブロックは、限定された時間内のリソースブロックである、前記(1)に記載の通信制御装置。

(3)

前記制御部は、限定された時間内に前記個別の3次元ビームのためのシステム情報が送信されるように、前記個別の3次元ビームによる前記システム情報の送信を制御する、前記(2)に記載の通信制御装置。

(4)

前記制御部は、限定された時間内に前記個別の3次元ビームのための同期信号が送信されるように、前記個別の3次元ビームによる前記同期信号の送信を制御する、前記(2)又は(3)に記載の通信制御装置。

(5)

前記制御部は、前記限定された時間を示す情報の送信を制御する、前記(2)～(4)のいずれか1項に記載の通信制御装置。

(6)

前記限定された時間は、セルごとに決定される時間であり、隣接セルについて決定される限定された時間とは異なる、前記(2)～(5)のいずれか1項に記載の通信制御装置。

(7)

前記限定された時間は、限定された無線フレームである、前記（２）～（６）のいずれか１項に記載の通信制御装置。

（８）

前記限定されたリソースブロックは、使用可能な周波数帯域のうちの限定された周波数帯域内のリソースブロックである、前記（１）～（７）のいずれか１項に記載の通信制御装置。

（９）

前記制御部は、前記個別の３次元ビームによるマスタ情報ブロックの送信を制御し、

前記マスタ情報ブロックは、前記限定された周波数帯域の帯域幅を示す情報を含む、

前記（８）に記載の通信制御装置。

（１０）

前記制御部は、前記個別の３次元ビームによるシステム情報ブロックの送信を制御し、

前記システム情報ブロックは、前記使用可能な周波数帯域を示す情報を含む、

前記（９）に記載の通信制御装置。

（１１）

前記セル識別情報は、隣接セルに割り当てられるセル識別情報とは、リファレンス信号についてのリソース割当てパターンが異なる、前記（１）～（１０）のいずれか１項に記載の通信制御装置。

（１２）

前記制御部は、前記限定されたリソースブロックを特定するための情報の送信を制御する、前記（１）～（１１）のいずれか１項に記載の通信制御装置。

（１３）

３次元ビームを形成可能な指向性アンテナにより形成される個別の３次元

ビームに割り当てられるセル識別情報を取得することと、

前記セル識別情報に基づいて、前記個別の3次元ビームによるリファレンス信号の送信をプロセッサにより制御することと、

を含み、

前記リファレンス信号は、使用可能なリソースブロックのうちの限定されたリソースブロックで送信される、

通信制御方法。

(14)

3次元ビームを形成可能な指向性アンテナにより形成される個別の3次元ビームに割り当てられるセル識別情報に基づいて前記個別の3次元ビームによるリファレンス信号の送信を制御する基地局により、使用可能なリソースブロックのうちの前記リファレンス信号が送信される限定されたリソースブロックを特定するための情報が送信されると、当該情報を取得する取得部と、

前記限定されたリソースブロックで送信される前記リファレンス信号についての測定を行う通信制御部と、

を備える端末装置。

(15)

前記限定されたリソースブロックは、限定された時間内のリソースブロックであり、

前記限定されたリソースブロックを特定するための前記情報は、前記限定された時間を示す情報を含む、

前記(14)に記載の端末装置。

(16)

前記限定されたリソースブロックは、使用可能な周波数帯域のうちの限定された周波数帯域内のリソースブロックであり、

前記限定されたリソースブロックを特定するための前記情報は、前記限定された周波数帯域の帯域幅を示す情報を含む、

前記（１４）又は（１５）に記載の端末装置。

（１７）

前記限定された周波数帯域の帯域幅を示す前記情報は、前記個別の３次元ビームにより送信されるマスタ情報ブロックに含まれる、前記（１６）に記載の端末装置。

（１８）

前記取得部は、前記使用可能な周波数帯域の帯域幅を示す情報を含むシステム情報ブロックが前記個別の３次元ビームにより送信されると、当該システム情報ブロックに含まれる前記情報を取得し、

前記通信制御部は、前記使用可能な周波数帯域内の割り当てられる無線リソースを使用するように、前記端末装置による無線通信を制御する、前記（１７）に記載の端末装置。

（１９）

３次元ビームを形成可能な指向性アンテナにより形成される個別の３次元ビームに割り当てられるセル識別情報に基づいて前記個別の３次元ビームによるリファレンス信号の送信を制御する基地局により、使用可能なリソースブロックのうちの前記リファレンス信号が送信される限定されたリソースブロックを特定するための情報が送信されると、当該情報を取得することと、

前記限定されたリソースブロックで送信される前記リファレンス信号についての測定をプロセッサにより行うことと、
を含む通信制御方法。

（２０）

プログラムを記憶するメモリと、

前記プログラムを実行可能な１つ以上のプロセッサと、
を備え、

前記プログラムは、

３次元ビームを形成可能な指向性アンテナにより形成される個別の３次元ビームに割り当てられるセル識別情報に基づいて前記個別の３次元ビームに

よるリファレンス信号の送信を制御する基地局により、使用可能なリソースブロックのうちの前記リファレンス信号が送信される限定されたリソースブロックを特定するための情報が送信されると、当該情報を取得することと、

前記限定されたリソースブロックで送信される前記リファレンス信号についての測定を行うことと、

を実行させるためのプログラムである、
情報処理装置。

符号の説明

[0282]	1	通信システム
	10	セル
	20	3次元ビーム
	30	通信領域
	100	基地局
	151	セルID割当部
	153	情報取得部
	155	送信制御部
	157	ハンドオーバー制御部
	200	端末装置
	261	情報取得部
	263	送信制御部

請求の範囲

- [請求項1] 3次元ビームを形成可能な指向性アンテナにより形成される個別の3次元ビームに割り当てられるセル識別情報を取得する取得部と、前記セル識別情報に基づいて、前記個別の3次元ビームによるリファレンス信号の送信を制御する制御部と、を備え、前記制御部は、使用可能なリソースブロックのうち限定されたりリソースブロックで前記リファレンス信号が送信されるように、前記送信を制御する、通信制御装置。
- [請求項2] 前記限定されたりリソースブロックは、限定された時間内のリソースブロックである、請求項1に記載の通信制御装置。
- [請求項3] 前記制御部は、限定された時間内に前記個別の3次元ビームのためのシステム情報が送信されるように、前記個別の3次元ビームによる前記システム情報の送信を制御する、請求項2に記載の通信制御装置。
- [請求項4] 前記制御部は、限定された時間内に前記個別の3次元ビームのための同期信号が送信されるように、前記個別の3次元ビームによる前記同期信号の送信を制御する、請求項2に記載の通信制御装置。
- [請求項5] 前記制御部は、前記限定された時間を示す情報の送信を制御する、請求項2に記載の通信制御装置。
- [請求項6] 前記限定された時間は、セルごとに決定される時間であり、隣接セルについて決定される限定された時間とは異なる、請求項2に記載の通信制御装置。
- [請求項7] 前記限定された時間は、限定された無線フレームである、請求項2に記載の通信制御装置。
- [請求項8] 前記限定されたりリソースブロックは、使用可能な周波数帯域のうち限定された周波数帯域内のリソースブロックである、請求項1に記

載の通信制御装置。

[請求項9] 前記制御部は、前記個別の3次元ビームによるマスタ情報ブロックの送信を制御し、

前記マスタ情報ブロックは、前記限定された周波数帯域の帯域幅を示す情報を含む、

請求項8に記載の通信制御装置。

[請求項10] 前記制御部は、前記個別の3次元ビームによるシステム情報ブロックの送信を制御し、

前記システム情報ブロックは、前記使用可能な周波数帯域を示す情報を含む、

請求項9に記載の通信制御装置。

[請求項11] 前記セル識別情報は、隣接セルに割り当てられるセル識別情報とは、リファレンス信号についてのリソース割当てパターンが異なる、請求項1に記載の通信制御装置。

[請求項12] 前記制御部は、前記限定されたリソースブロックを特定するための情報の送信を制御する、請求項1に記載の通信制御装置。

[請求項13] 3次元ビームを形成可能な指向性アンテナにより形成される個別の3次元ビームに割り当てられるセル識別情報を取得することと、

前記セル識別情報に基づいて、前記個別の3次元ビームによるリファレンス信号の送信をプロセッサにより制御することと、

を含み、

前記リファレンス信号は、使用可能なリソースブロックのうちの限定されたリソースブロックで送信される、

通信制御方法。

[請求項14] 3次元ビームを形成可能な指向性アンテナにより形成される個別の3次元ビームに割り当てられるセル識別情報に基づいて前記個別の3次元ビームによるリファレンス信号の送信を制御する基地局により、使用可能なリソースブロックのうちの前記リファレンス信号が送信さ

れる限定されたりソースブロックを特定するための情報が送信されると、当該情報を取得する取得部と、

前記限定されたりソースブロックで送信される前記リファレンス信号についての測定を行う通信制御部と、
を備える端末装置。

[請求項15] 前記限定されたりソースブロックは、限定された時間内のリソースブロックであり、

前記限定されたりソースブロックを特定するための前記情報は、前記限定された時間を示す情報を含む、
請求項14に記載の端末装置。

[請求項16] 前記限定されたりソースブロックは、使用可能な周波数帯域のうちの限定された周波数帯域内のリソースブロックであり、

前記限定されたりソースブロックを特定するための前記情報は、前記限定された周波数帯域の帯域幅を示す情報を含む、
請求項14に記載の端末装置。

[請求項17] 前記限定された周波数帯域の帯域幅を示す前記情報は、前記個別の3次元ビームにより送信されるマスタ情報ブロックに含まれる、請求項16に記載の端末装置。

[請求項18] 前記取得部は、前記使用可能な周波数帯域の帯域幅を示す情報を含むシステム情報ブロックが前記個別の3次元ビームにより送信されると、当該システム情報ブロックに含まれる前記情報を取得し、

前記通信制御部は、前記使用可能な周波数帯域内の割り当てられる無線リソースを使用するように、前記端末装置による無線通信を制御する、
請求項17に記載の端末装置。

[請求項19] 3次元ビームを形成可能な指向性アンテナにより形成される個別の3次元ビームに割り当てられるセル識別情報に基づいて前記個別の3次元ビームによるリファレンス信号の送信を制御する基地局により、

使用可能なリソースブロックのうちの前記リファレンス信号が送信される限定されたリソースブロックを特定するための情報が送信されると、当該情報を取得することと、

前記限定されたリソースブロックで送信される前記リファレンス信号についての測定をプロセッサにより行うことと、
を含む通信制御方法。

[請求項20]

プログラムを記憶するメモリと、

前記プログラムを実行可能な1つ以上のプロセッサと、
を備え、

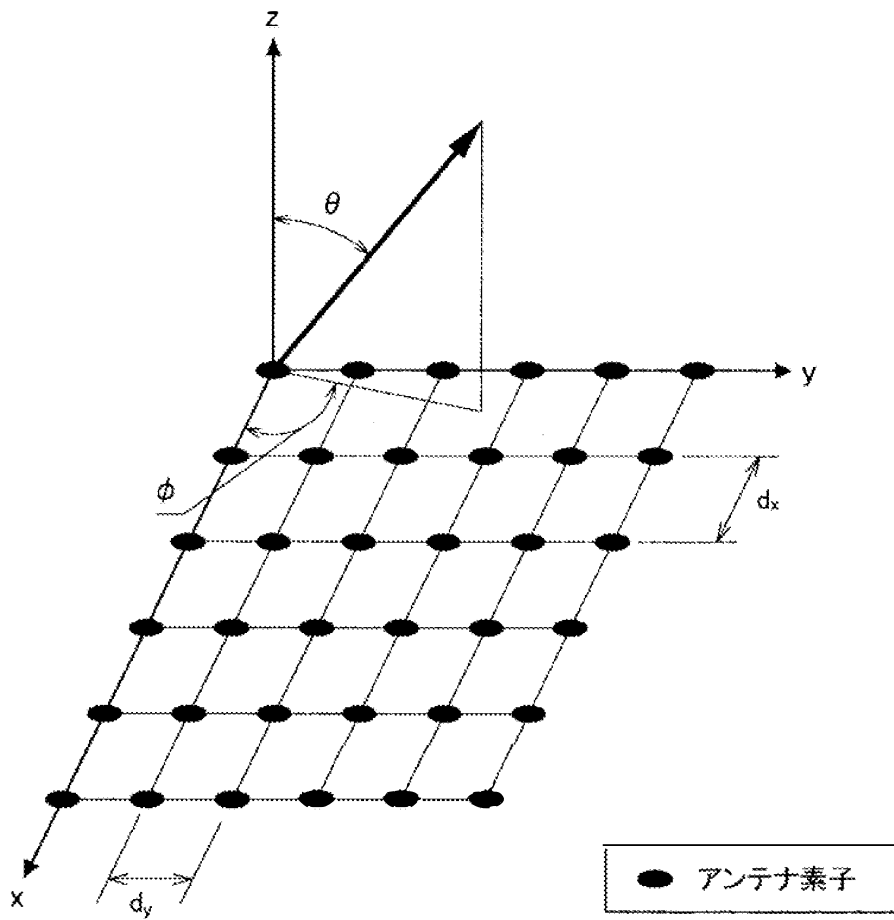
前記プログラムは、

3次元ビームを形成可能な指向性アンテナにより形成される個別の3次元ビームに割り当てられるセル識別情報に基づいて前記個別の3次元ビームによるリファレンス信号の送信を制御する基地局により、使用可能なリソースブロックのうちの前記リファレンス信号が送信される限定されたリソースブロックを特定するための情報が送信されると、当該情報を取得することと、

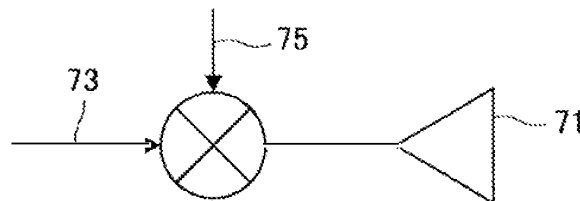
前記限定されたリソースブロックで送信される前記リファレンス信号についての測定を行うことと、

を実行させるためのプログラムである、
情報処理装置。

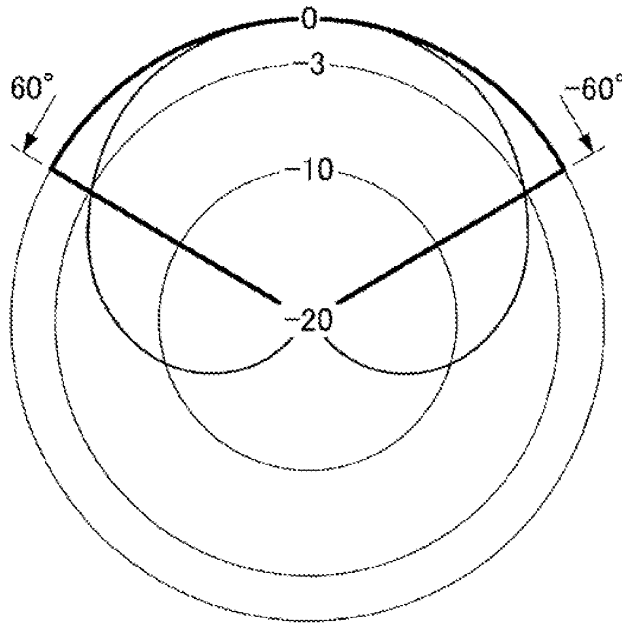
[図1]



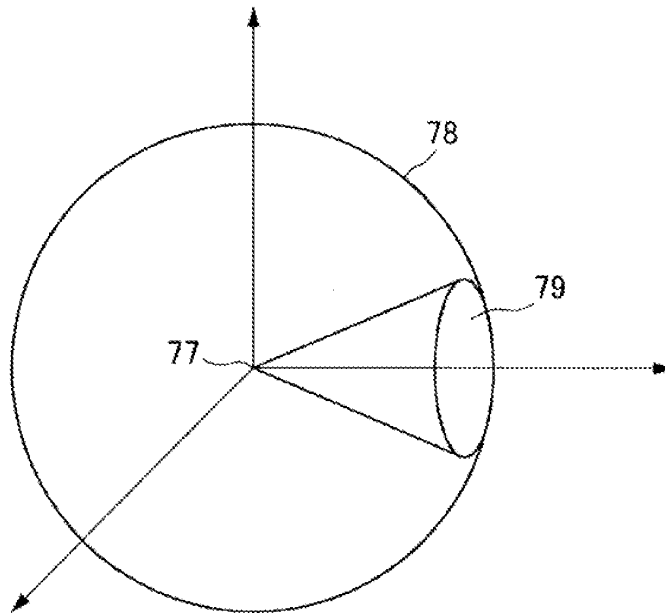
[図2]



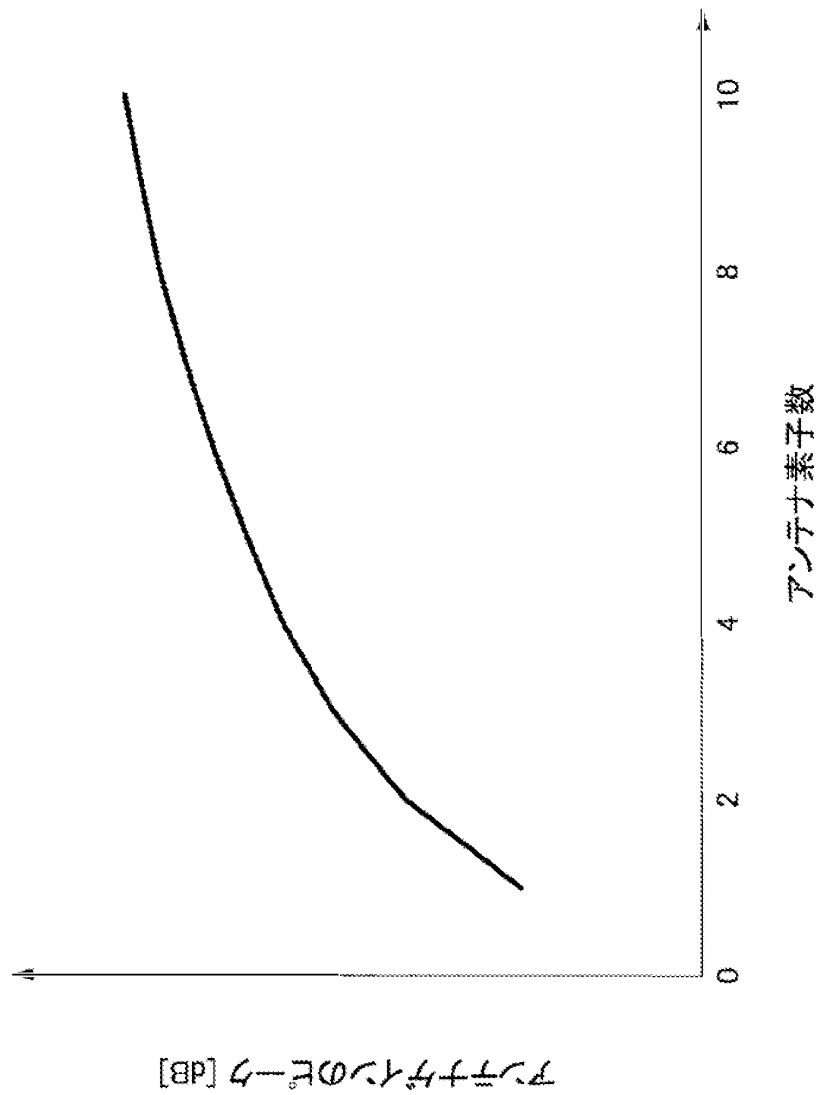
[圖3]



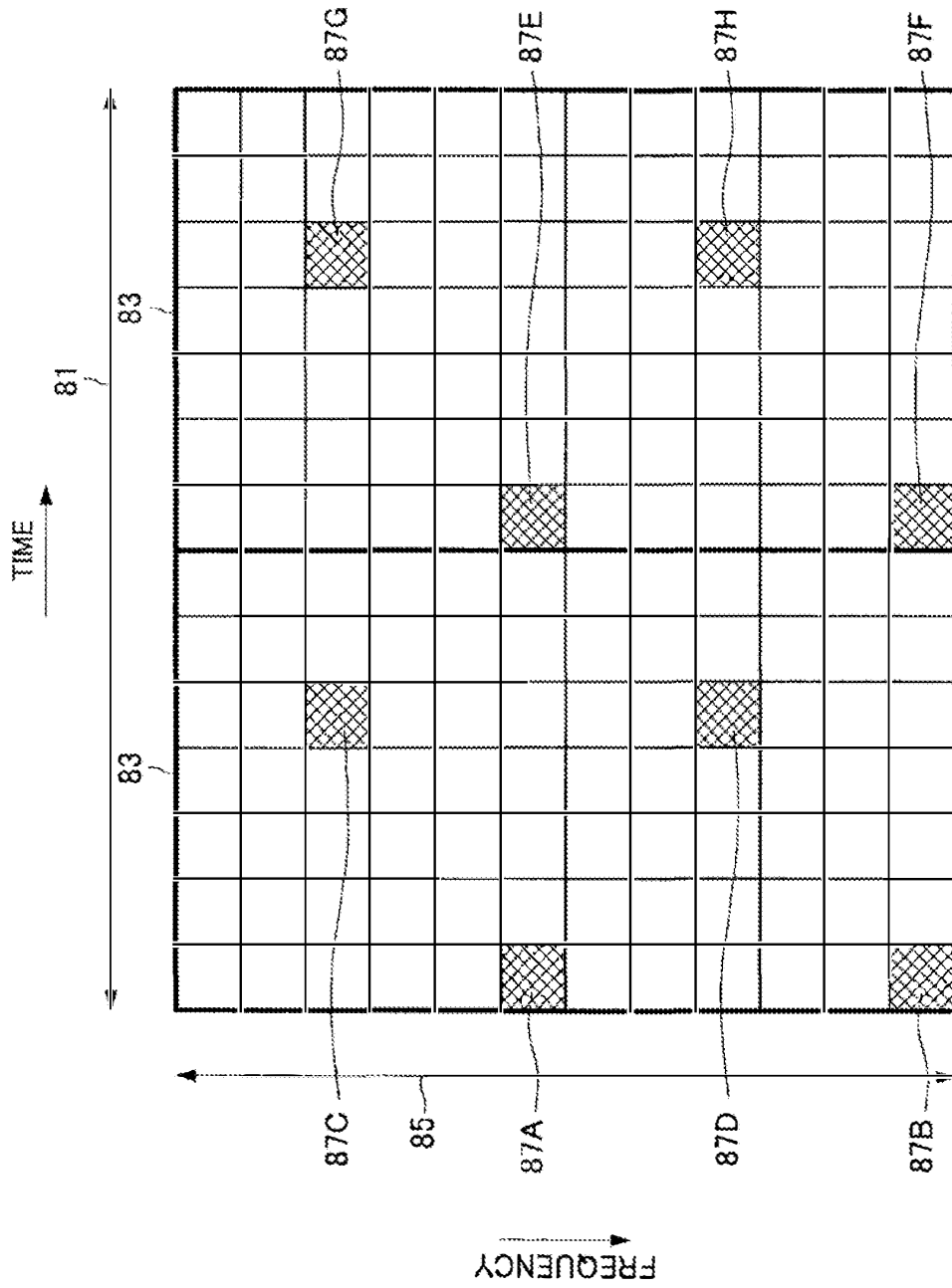
[圖4]



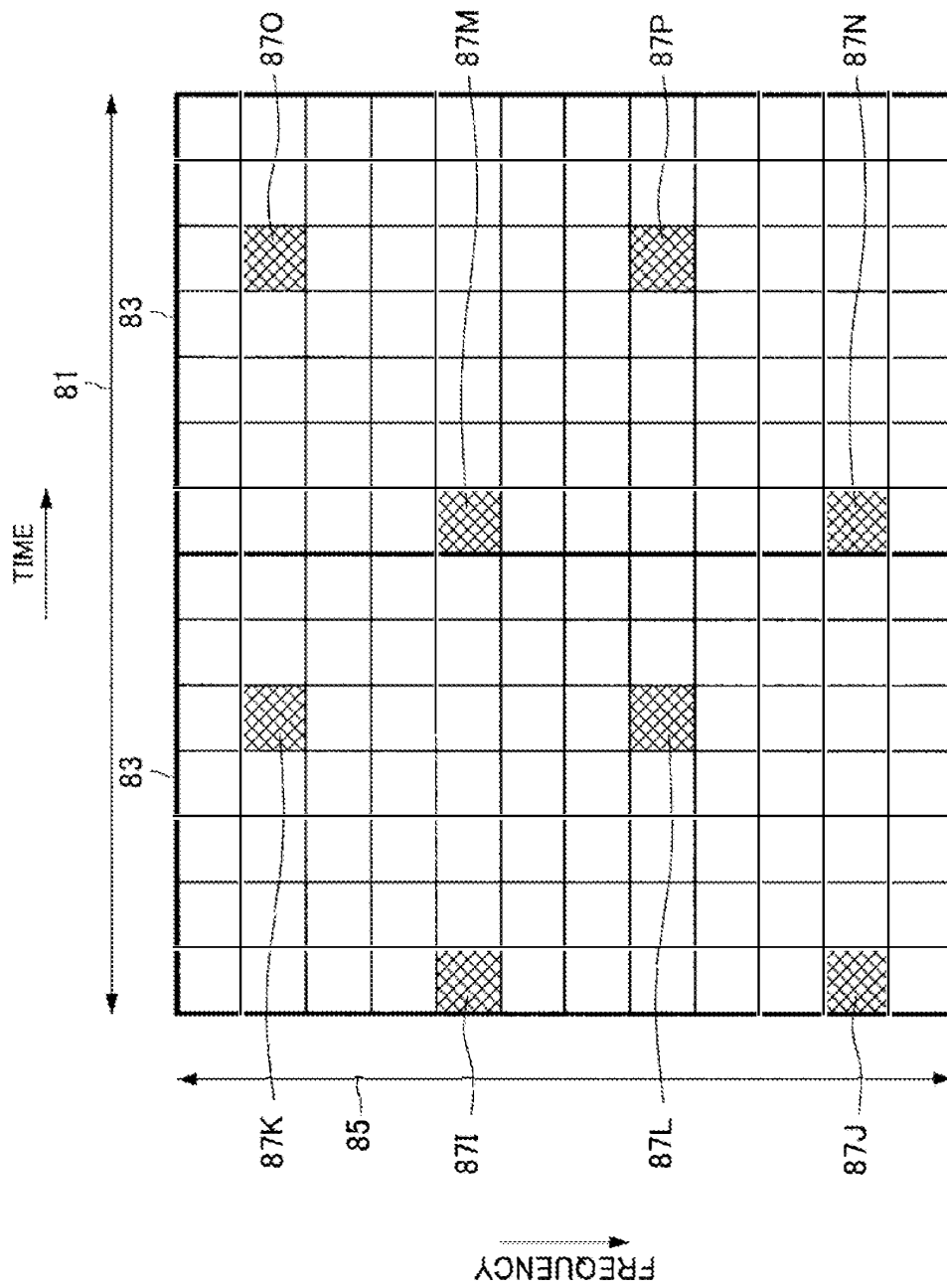
[図5]



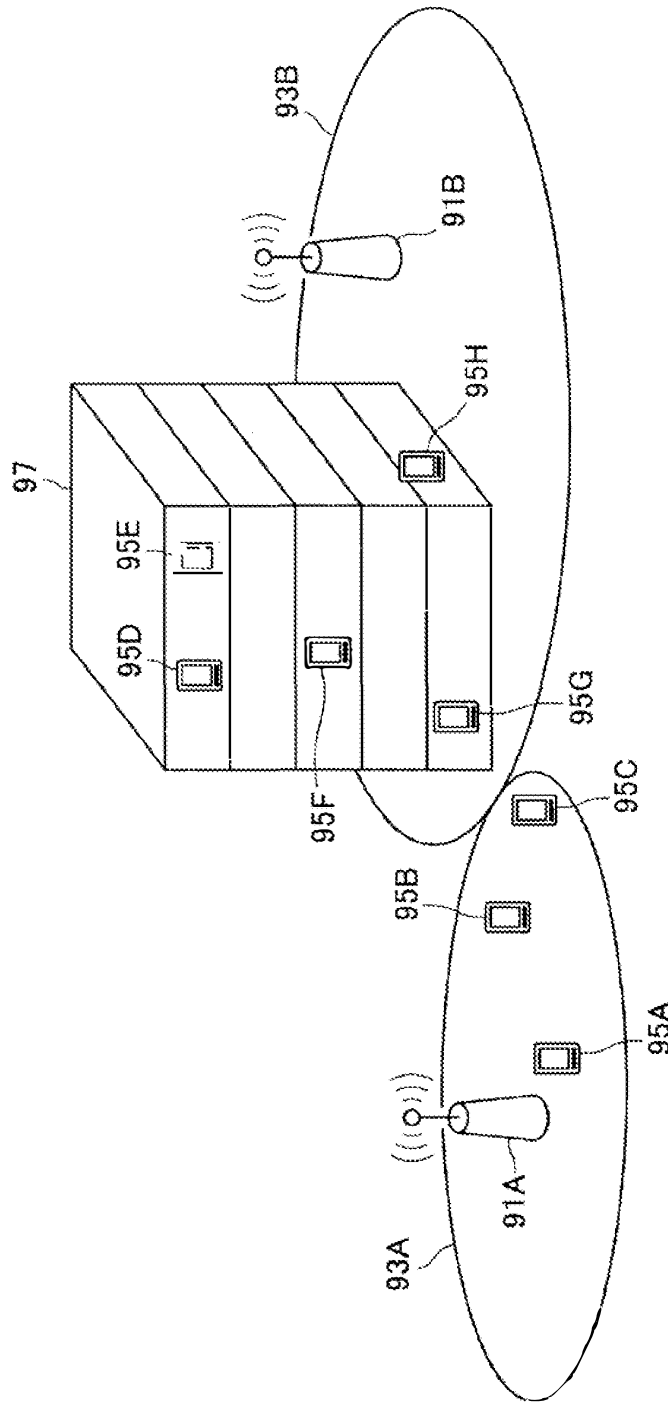
[図6]



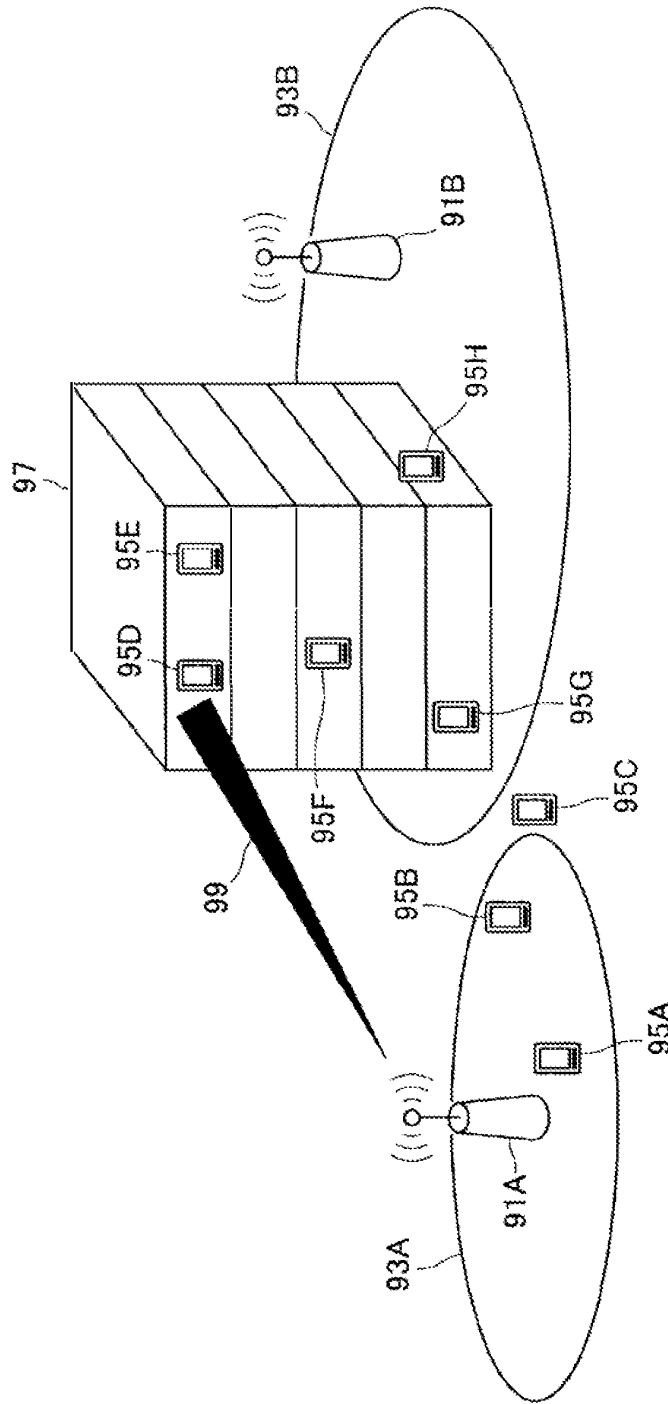
[圖7]



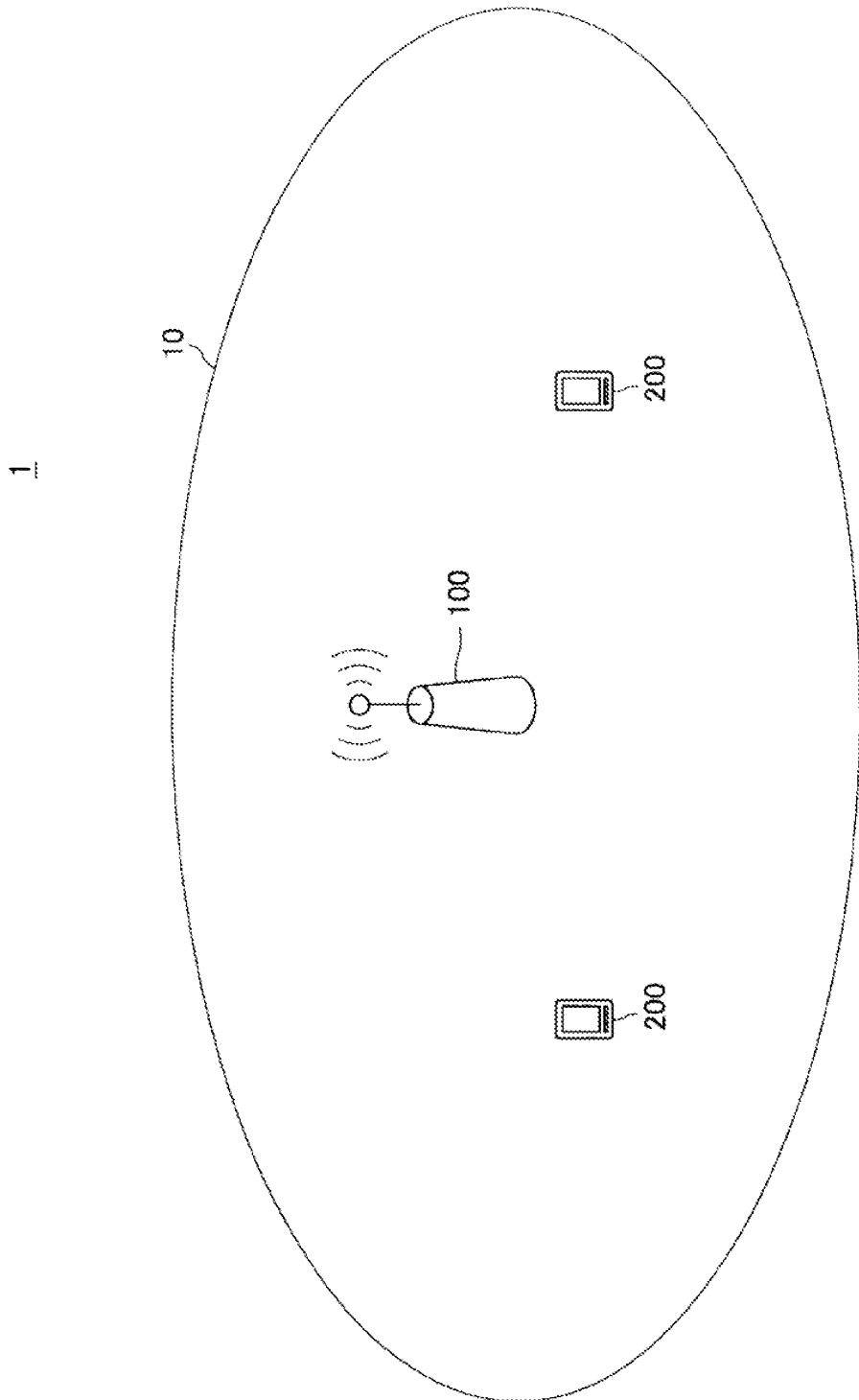
[図8]



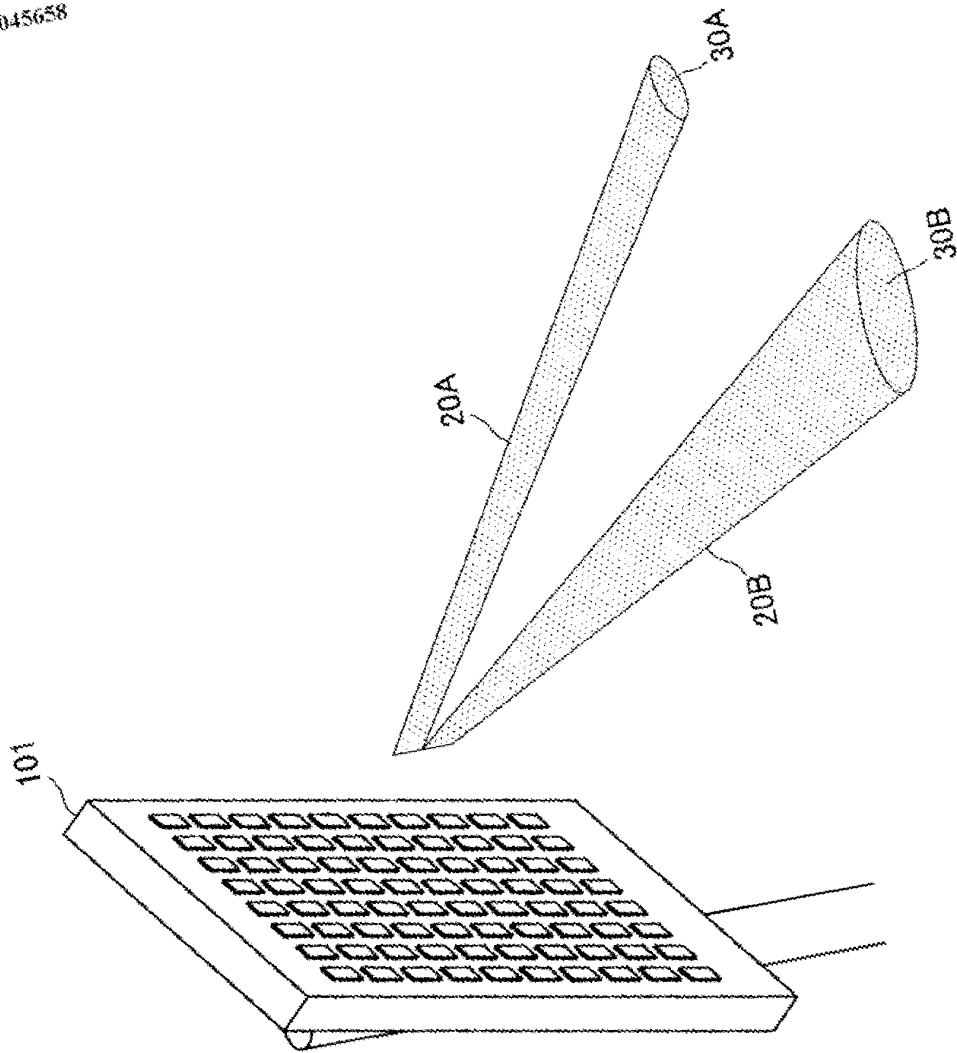
[図9]



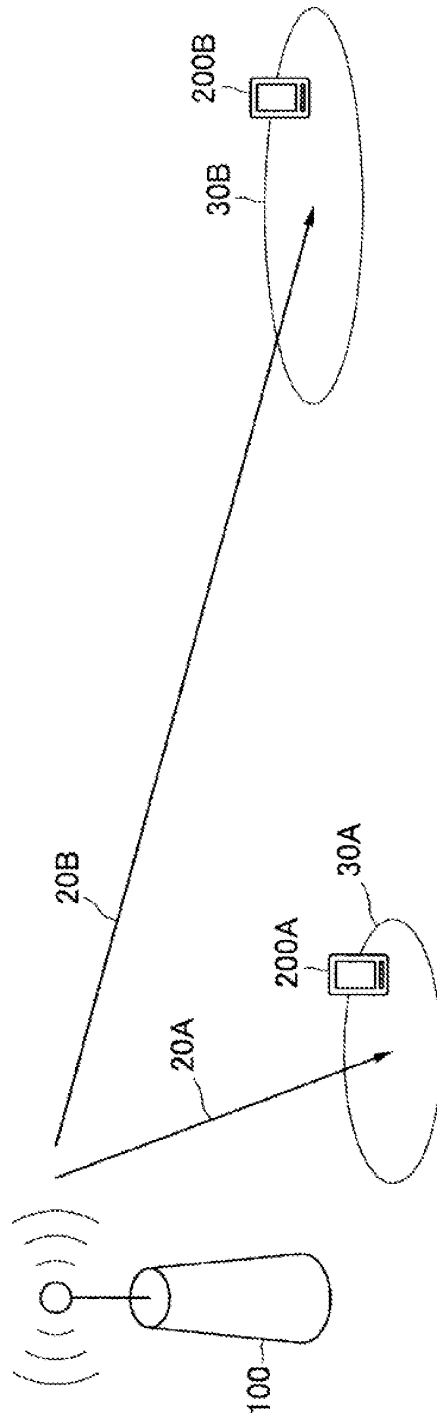
[図10]

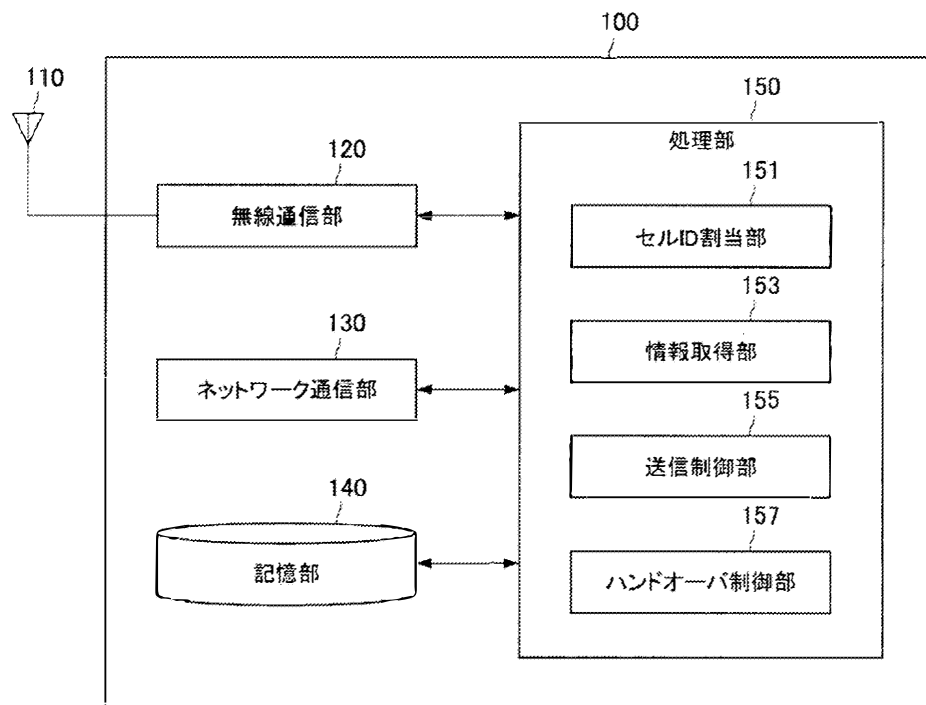


[11]



[圖12]





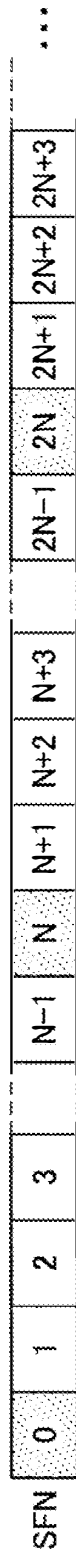
[図13]

WO 2015/045658

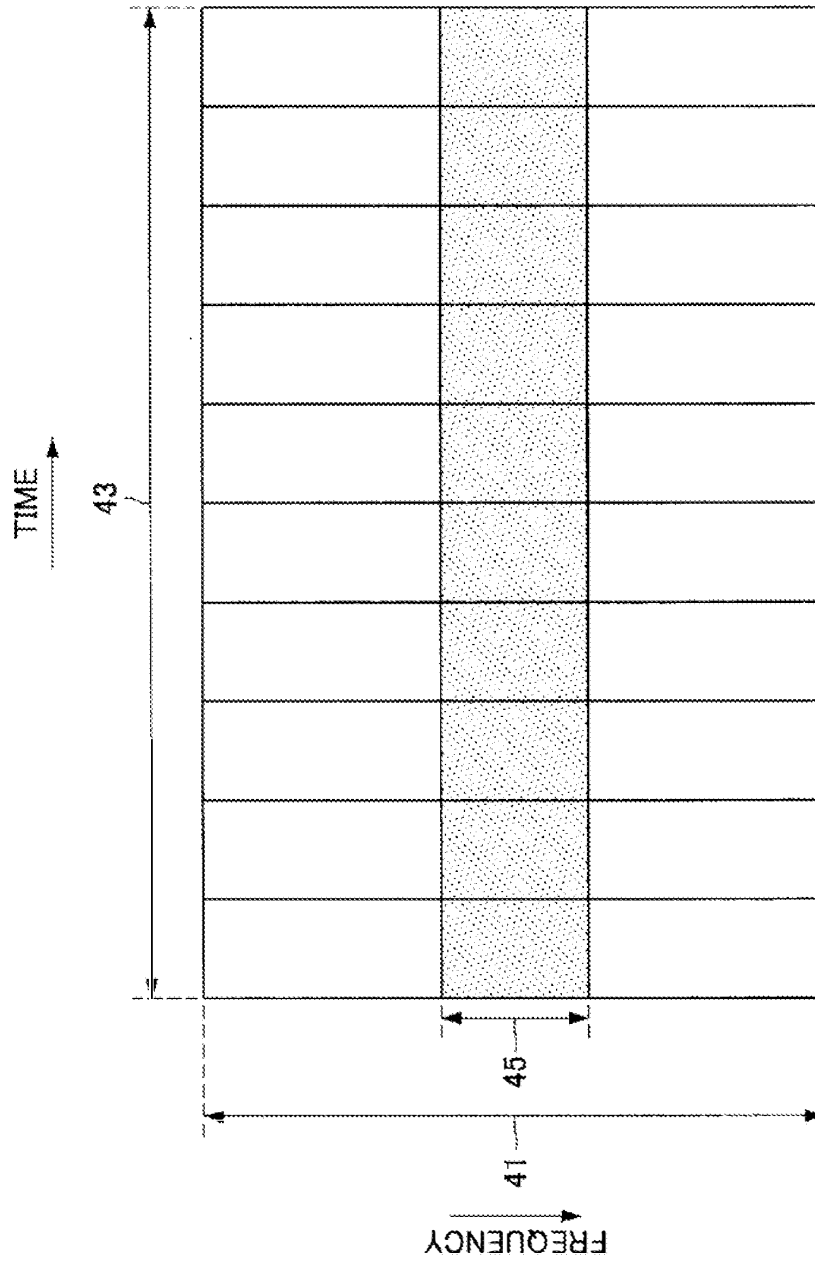
11/25

PCT/JP2014/071244

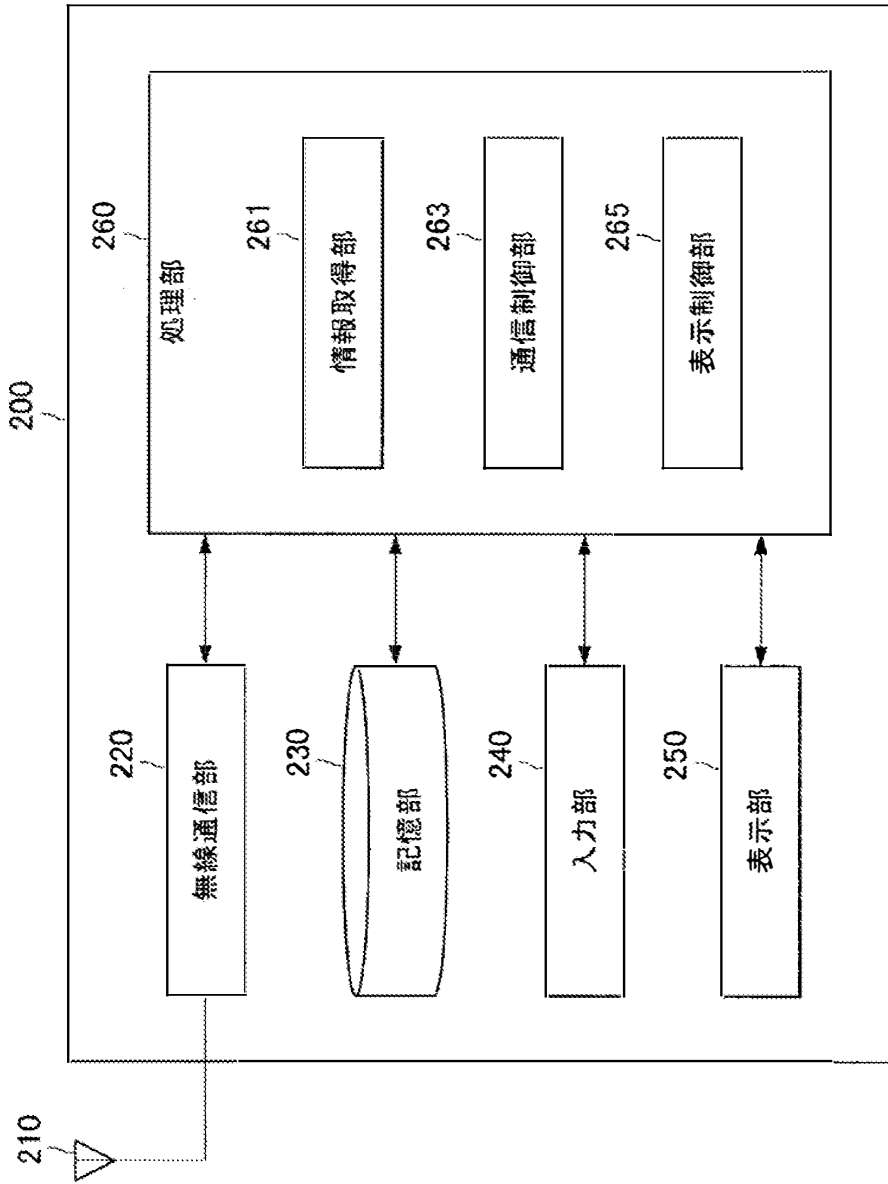
[図14]



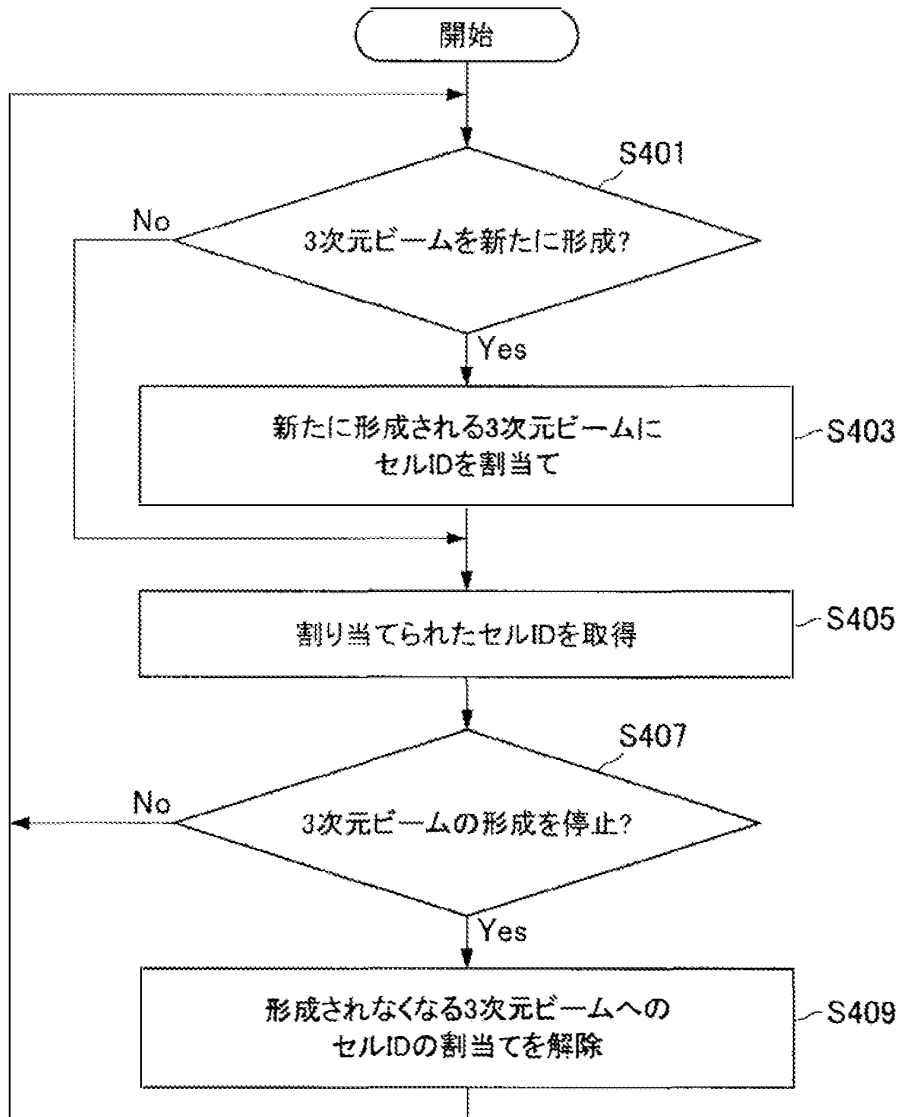
[図15]



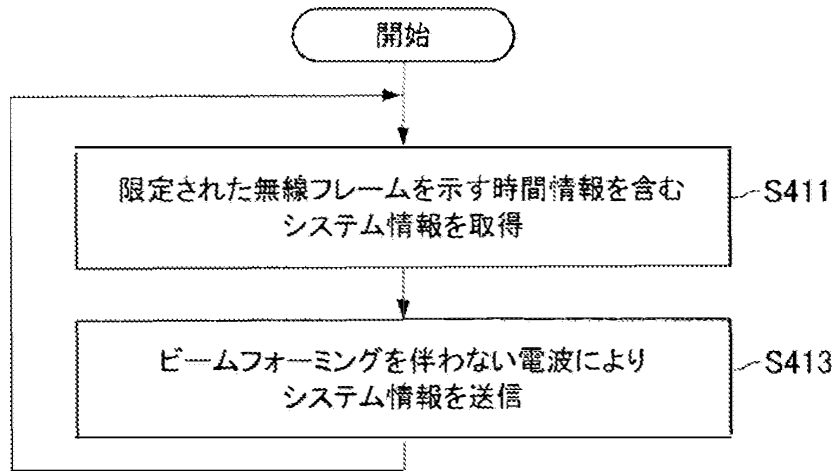
[図16]



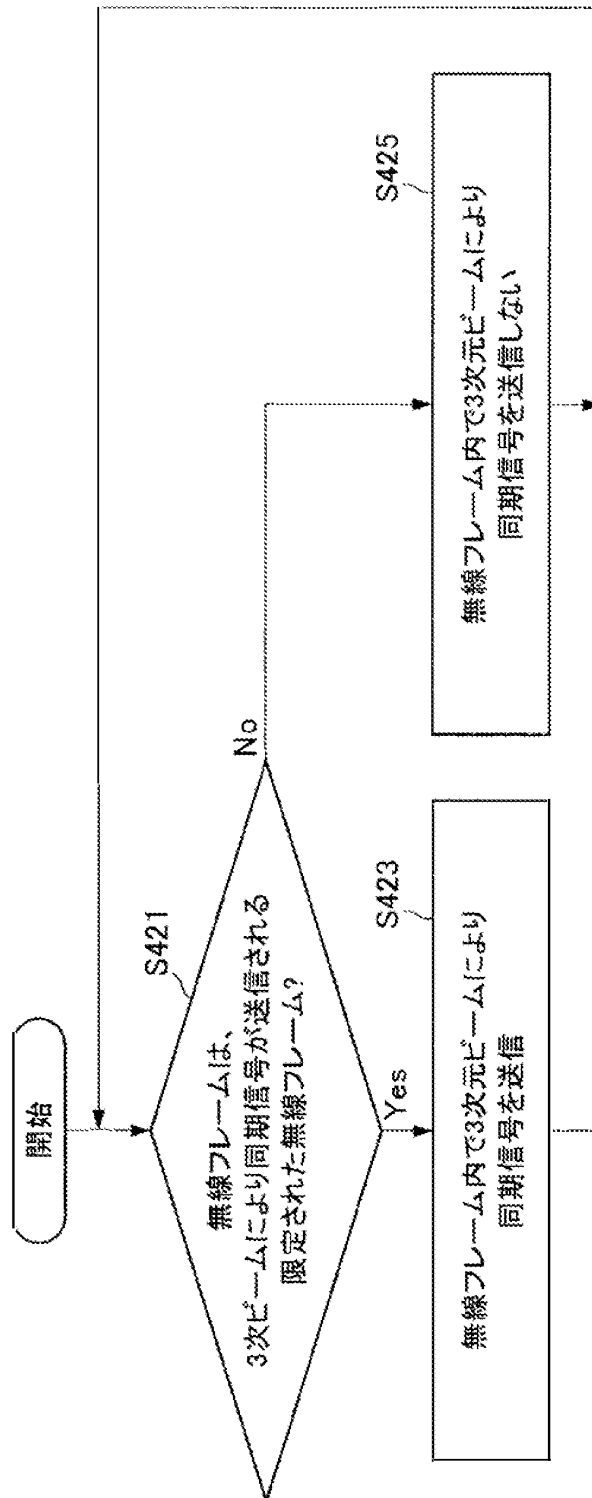
[図17]

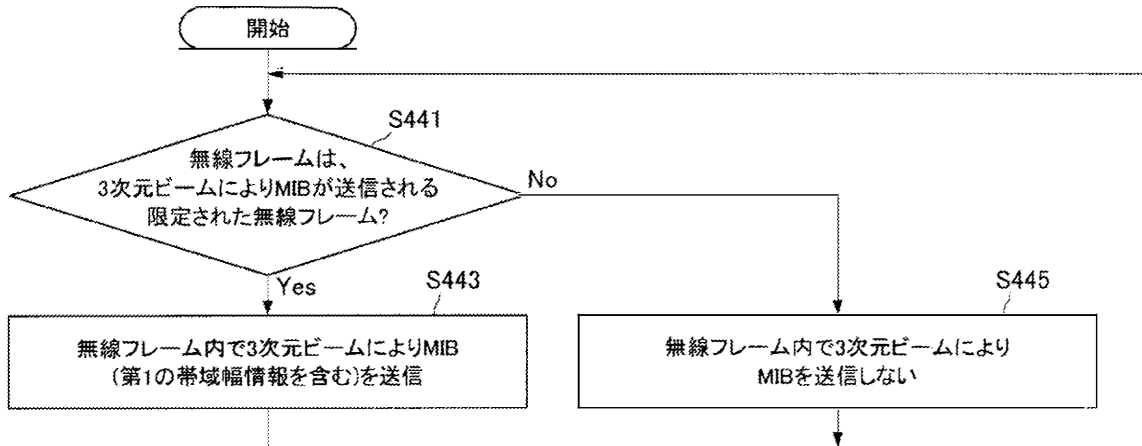


[図18]

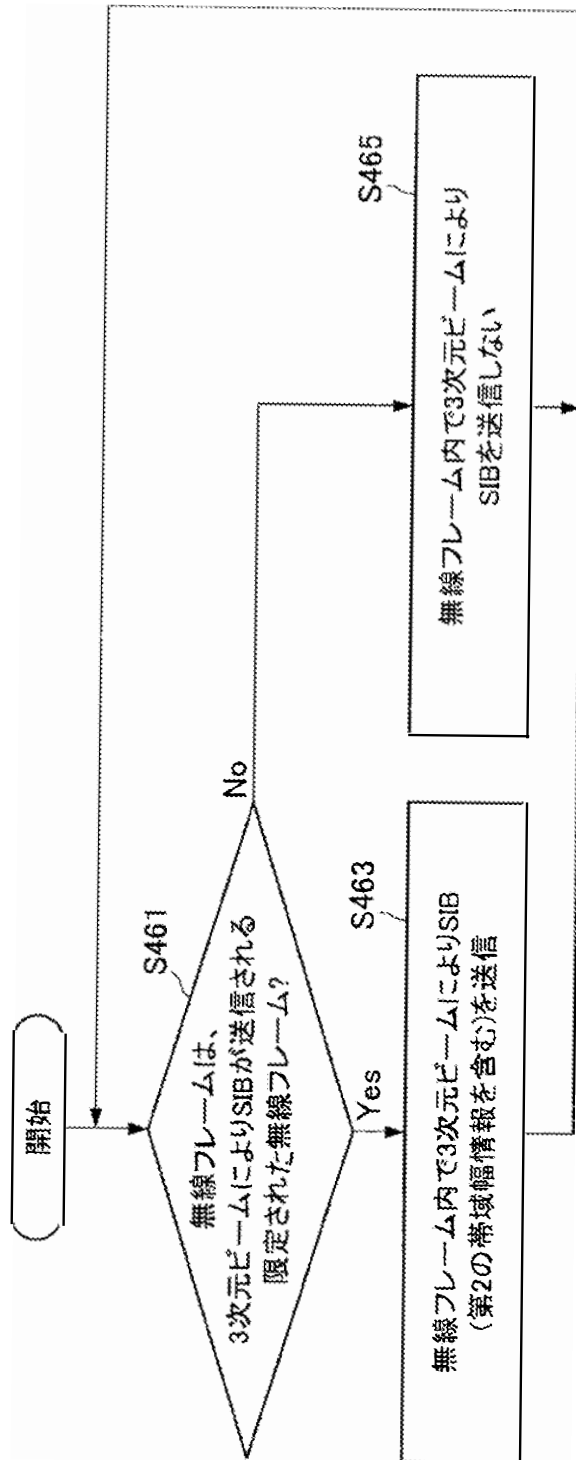


[図19]

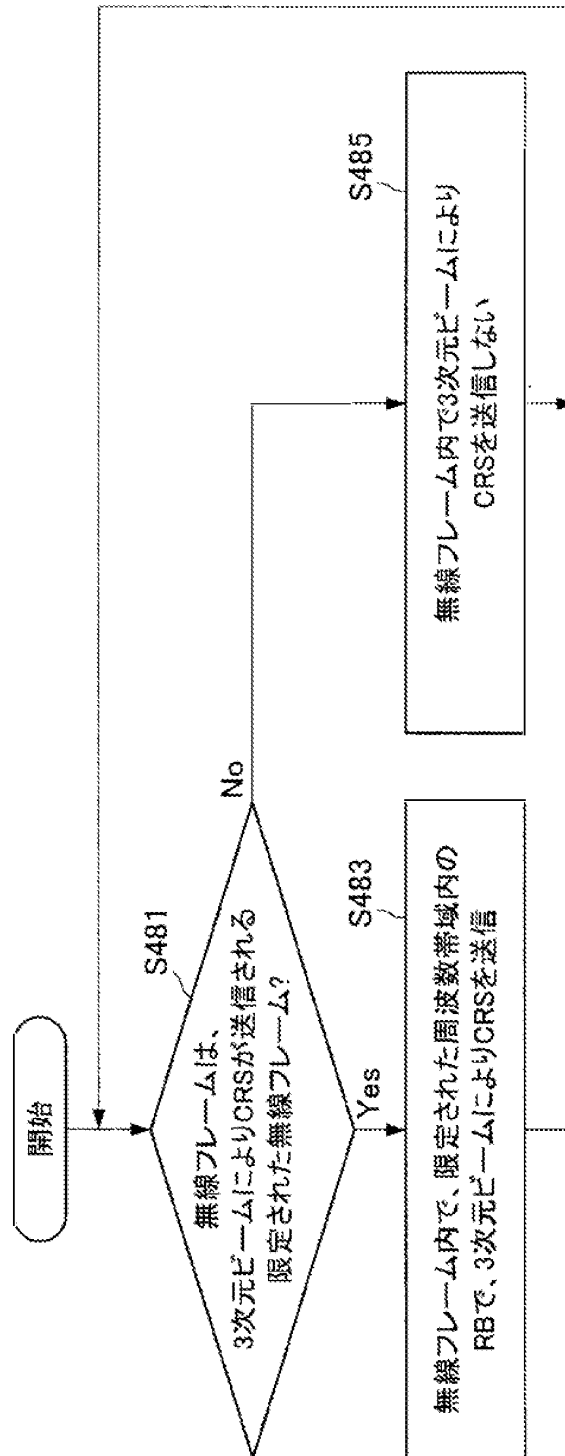




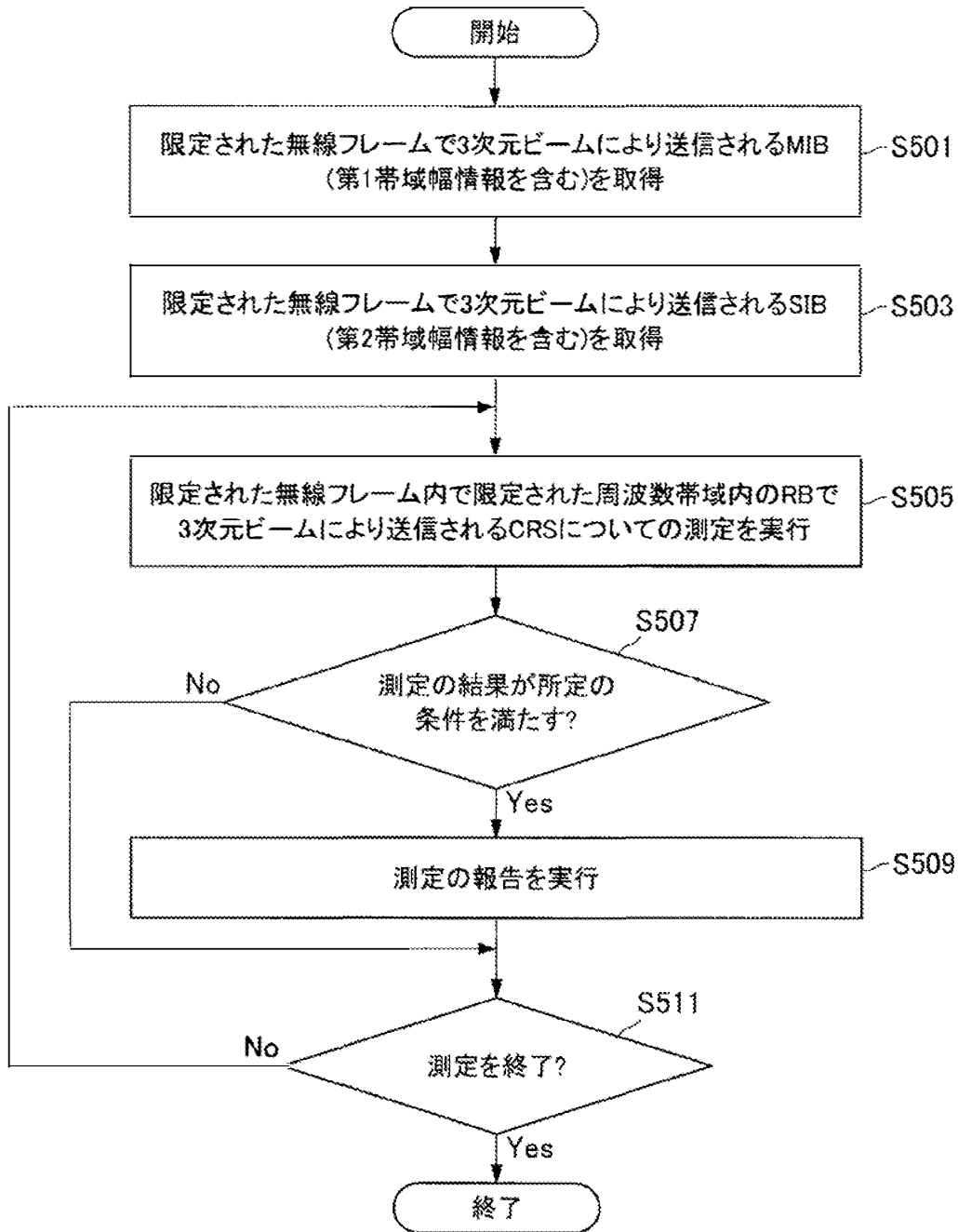
[図21]



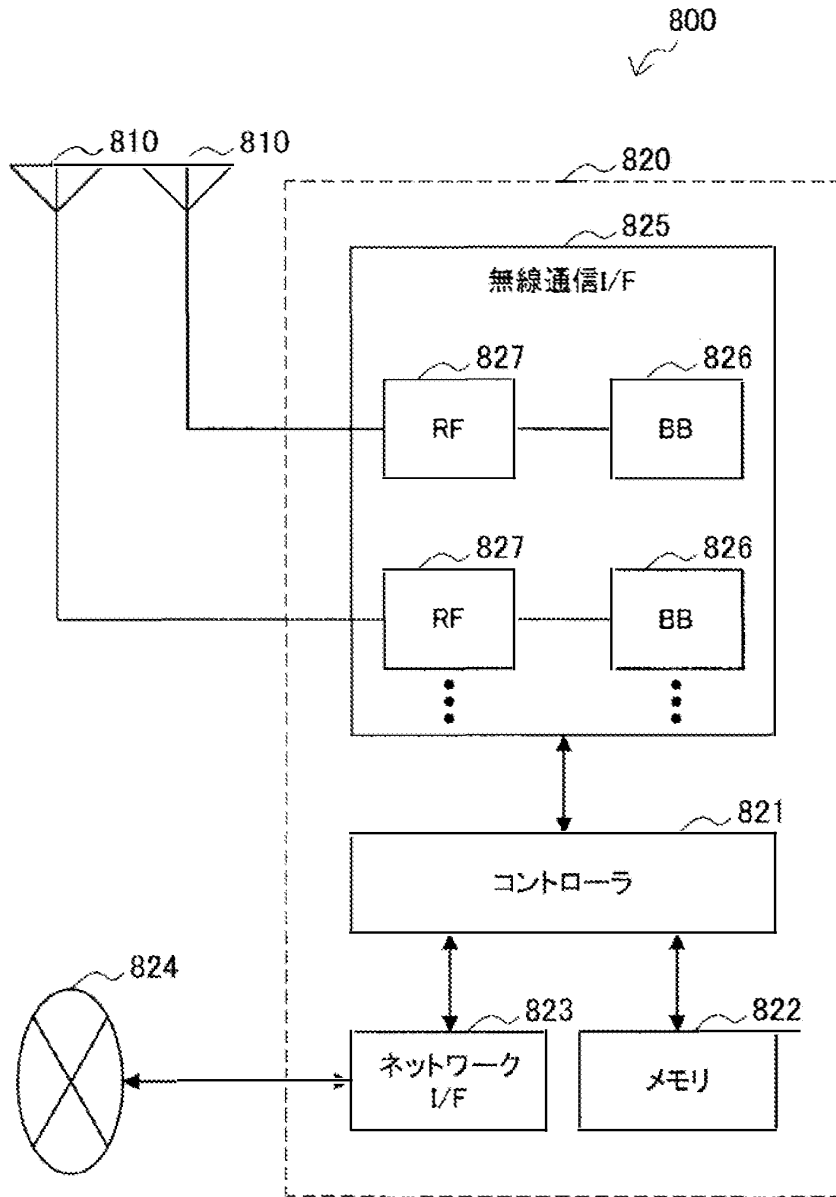
[図22]

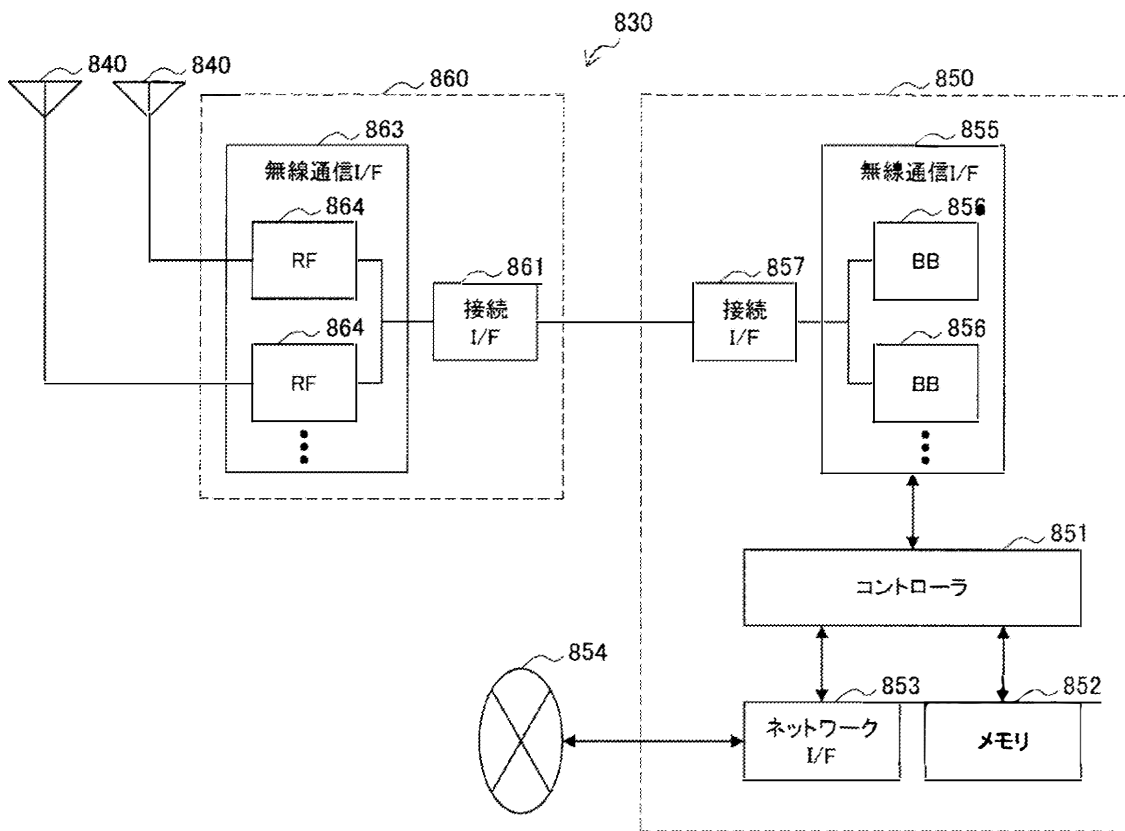


[図23]



[図24]





【図25】

