

(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
2016 年 10 月 13 日(13.10.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/162959 A1

- (51) 国際特許分類:
H04W 28/18 (2009.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/060878
- (22) 国際出願日: 2015 年 4 月 7 日(07.04.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 富士通株式会社 (FUJITSU LIMITED) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 田中 良紀 (TANAKA, Yoshinori); 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 酒井 宏明 (SAKAI, Hiroaki); 〒1000013 東京都千代田区霞が関 3 丁目 8 番 1 号 虎の門三井ビルディング 特許業務法人酒井国際特許事務所 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, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

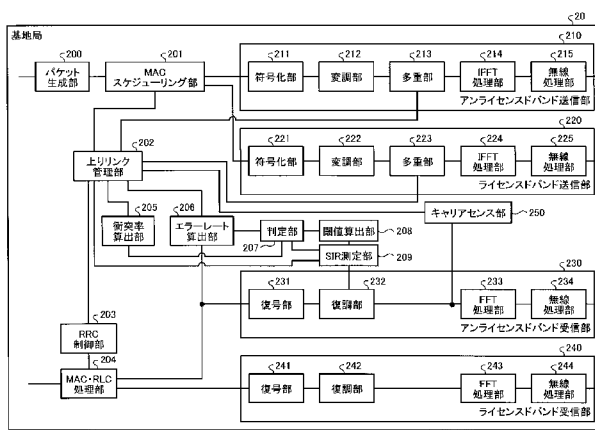
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロアジア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

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

(54) 発明の名称: 基地局、端末、無線通信システム、基地局の制御方法および端末の制御方法



20 Base station
200 Packet generation unit
201 MAC scheduling unit
202 Uplink management unit
203 RRC control unit
204 MAC/RLC processing unit
205 Collision-rate calculation unit
206 Error-rate calculation unit
207 Determination unit
208 Threshold value calculation unit
209 SIR measurement unit
210 Unlicensed band transmission unit
211, 221 Encoding unit
212, 222 Modulation unit
213, 223 Multiplexing unit
214, 224 IFFT processing unit
215, 225, 234, 244 Wireless processing unit
220 Licensed band transmission unit
230 Unlicensed band reception unit
231, 241 Decoding unit
232, 242 Demodulation unit
233, 243 FFT processing unit
240 Licensed band reception unit
250 Carrier sense unit

(57) Abstract: A base station (20) that has an unlicensed band reception unit (230), a determination unit (207), an error-rate calculation unit (206), and an uplink management unit (202). The unlicensed band reception unit (230) receives data transmitted from a terminal over bandwidth used for wireless communication. The determination unit (207) determines whether the data received by the unlicensed band reception unit (230) is collision data or non-collision data. The error-rate calculation unit (206) calculates an error rate on the basis of data that, from within the data received by the unlicensed band reception unit (230), has been determined to be non-collision data by the determination unit (207). On the basis of the error rate calculated by the error-rate calculation unit (206), the uplink management unit (202) corrects an index that is used in selecting a modulation system and an encoding rate for data transmission by the terminal.

(57) 要約: 基地局 (20) は、アンライセンストバンド受信部 (230) と、判定部 (207) と、エラーレート算出部 (206) と、上りリンク管理部 (202) とを有する。アンライセンストバンド受信部 (230) は、無線通信に用いられる帯域において端末から送信されたデータを受信する。判定部 (207) は、アンライセンストバンド受信部 (230) が受信したデータが、衝突データであるか非衝突データであるかを判定する。エラーレート算出部 (206) は、アンライセンストバンド受信部 (230) が受信したデータの中で、判定部 (207) によって非衝突データと判定されたデータに基づいて、エラーレートを算出する。上りリンク管理部 (202) は、エラーレート算出部 (206) によって算出されたエラーレートに基づいて、端末がデータを送信する際の変調方式および符号化率の選択に用いられる指標を補正する。

(230) が受信したデータの中で、判定部 (207) によって非衝突データと判定されたデータに基づいて、エラーレートを算出する。上りリンク管理部 (202) は、エラーレート算出部 (206) によって算出されたエラーレートに基づいて、端末がデータを送信する際の変調方式および符号化率の選択に用いられる指標を補正する。

明 細 書

発明の名称：

基地局、端末、無線通信システム、基地局の制御方法および端末の制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、基地局、端末、無線通信システム、基地局の制御方法および端末の制御方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、携帯電話システム等の無線通信システムにおいて、無線通信の更なる高速化や大容量化等を図るため、次世代の無線通信技術について議論が行われている。例えば、LTE (Long Term Evolution) と呼ばれる通信規格において、免許を要する周波数帯の搬送波 (LC : Licensed band Carrier) と、免許が不要な周波数帯の搬送波 (UC : Unlicensed band Carrier) とを用いて通信を行う技術が検討されている。該技術は、LAA (Licensed Assisted Access) と呼ばれる。

[0003] 免許を要する周波数帯を用いた通信では、基地局が、端末から送信された信号の受信品質を測定し、測定した受信品質に基づいて、端末が基地局へ送信するデータの変調方式等を制御するMCS (Modulation and Coding Scheme) 制御が行われる。MCS制御では、基地局は、端末から受信した信号の受信品質に対応する指標を算出する。そして、基地局は、算出した指標に基づいて、基地局における受信品質が所定の範囲となる変調方式等を決定し、決定した変調方式等を端末に指示する。端末は、基地局から指示された変調方式等を用いてデータを送信する。

[0004] しかし、基地局における受信品質に基づいて選択された変調方式等を用いて端末がデータを送信した場合であっても、チャネル変動等の要因により適切なMCSの選択が行えず、基地局が受信したデータのエラーレートが高くなる場合がある。これを回避するために、基地局は、端末から受信したデー

タのエラーレートに基づいて、MCS選択に用いるしきい値を補正するアウトーループMCS制御を行う場合がある。これにより、基地局におけるエラーレートが高い場合には、エラー耐性の強い変調方式等が選択されやすくなり、基地局におけるエラーレートを下げることができる。また、基地局からの下り送信においても、同様のMCS制御、アウトーループMCS制御が行われる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特表2013-504951号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ところで、LAAでは、免許が不要な周波数帯であるUCを用いた通信も行われる。UCを用いた通信では、CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance) 方式が用いられる場合が多い。CSMA/CA方式を用いた通信では、例えば、基地局が、UCにおいてLBT (Listen Before Talk) を実行し、UCのアイドルを検出した場合に、端末にアップリンクの送信を指示することが考えられる。しかし、端末の送信タイミングによっては、送信されたデータが、該データと同時に送信帯域において他の通信装置から送信された信号と衝突する場合がある。衝突したデータは、基地局において、受信エラーと判定される場合が多い。そして、基地局は、受信したデータで衝突が発生しているか否かはわからないため、衝突の有無にかかわらず、受信データのエラーに基づいてエラーレートを算出する。

[0007] そのため、データの衝突が発生していない状況では、低いエラーレートである場合であっても、衝突が発生したデータの受信エラーが考慮されることにより、全体としてエラーレートが高く算出されることになる。これにより、アウトーループMCS制御において、エラー耐性がより強い変調方式等が

採用されやすくなる。変調方式等では、エラー耐性が強い方式程、送信されるデータのスループットが低くなる。そのため、送信されるデータのスループットが低くなる。

[0008] 1つの側面では、本発明は、所定周波数の帯域の空きを検出した後に基地局と端末とが該帯域を使って行う通信において、送信されるデータのスループットを向上させることができる基地局、端末、無線通信システム、基地局の制御方法および端末の制御方法を提供する。

課題を解決するための手段

[0009] 本願に開示する基地局は、一つの態様において、所定周波数の帯域の空きを検出した後に基地局と端末とが該帯域を使って無線通信を行う無線通信システムに用いられる基地局であって、受信部と、判定部と、算出部と、補正部とを有する。受信部は、端末から送信されたデータを受信する。判定部は、受信部が受信したデータが、上記帯域において他の通信装置から送信された信号と同時に前記端末から送信されたデータである衝突データであるか、衝突データではない非衝突データであるかを判定する。算出部は、受信部が受信したデータの中で、判定部によって非衝突データと判定されたデータに基づいて、エラーレートを算出する。補正部は、エラーレートに基づいて、前記端末がデータを送信する際の変調方式および符号化率の選択に用いられる指標を補正する。

発明の効果

[0010] 本発明の一側面によれば、所定周波数の帯域の空きを検出した後に基地局と端末とが該帯域を使って行う通信において、送信されるデータのスループットを向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]図1は、無線通信システムの一例を示す図である。

[図2]図2は、無線通信システムの動作の一例を示す図である。

[図3]図3は、実施例1における基地局の一例を示すブロック図である。

[図4]図4は、S I R閾値の決定方法の一例を説明する図である。

[図5]図5は、S I R 閾値の決定方法の他の例を説明する図である。

[図6]図6は、実施例1における端末の一例を示すブロック図である。

[図7]図7は、S I R 閾値の算出処理の一例を示すフローチャートである。

[図8]図8は、ULにおけるMCSアウターループ制御の一例を示すフローチャートである。

[図9]図9は、キャリアセンス閾値またはCWサイズの変更処理の一例を示すフローチャートである。

[図10]図10は、実施例2における基地局の一例を示すブロック図である。

[図11]図11は、実施例2における端末の一例を示すブロック図である。

[図12]図12は、無線通信システムの一例を示す図である。

[図13]図13は、実施例3における基地局の一例を示すブロック図である。

[図14]図14は、実施例3における端末の一例を示すブロック図である。

[図15]図15は、実施例3における端末の動作の一例を示すフローチャートである。

[図16]図16は、DLにおけるMCSアウターループ制御の一例を示すフローチャートである。

[図17]図17は、基地局または端末の機能を実現する無線通信装置の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下に、本願に開示する基地局、端末、無線通信システム、基地局の制御方法および端末の制御方法の実施例を、図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下の実施例は開示の技術を限定するものではない。また、各実施例は、処理内容を矛盾させない範囲で適宜組み合わせることが可能である。

実施例 1

[0013] [無線通信システム10]

図1は、無線通信システム10の一例を示す図である。無線通信システム10は、基地局20a～20bおよび端末30a～30bを含む。なお、以下では、基地局20a～20bのそれぞれを区別することなく総称する場合

に基地局 20 と記載し、端末 30 a ~ 30 b のそれぞれを区別することなく総称する場合に端末 30 と記載する。

[0014] 基地局 20 および端末 30 は、例えば LTE に基づく無線通信を行う。基地局 20 は、例えば LTE における eNB (evolved Node B) である。端末 30 は、例えば LTE における UE (User Equipment) である。端末 30 a は、基地局 20 a が管理するセルに属しており、該セル内において基地局 20 a と無線通信を行う。また、端末 30 b は、基地局 20 b が管理するセルに属しており、該セル内において基地局 20 b と無線通信を行う。なお、以下の説明では、基地局 20 と端末 30 とを LTE システムと記載する場合がある。

[0015] 基地局 20 は、基地局 20 が属する LTE システム専用の第 1 の帯域と、基地局 20 が属する LTE システムと他の通信システムとで共用される第 2 の帯域とを用いて、セル内の端末 30 と無線通信を行う。第 1 の帯域は、例えば 2 GHz 帯の LC (Licensed band Carrier) である。第 2 の帯域は、例えば 5 GHz 帯の UC (Unlicensed band Carrier) である。以下では、第 1 の帯域をライセンスドバンド、第 2 の帯域をアンライセンスドバンドと呼ぶ。

[0016] 基地局 20 が属する LTE システムにおいて、第 1 の帯域は、例えば PCC (Primary Component Carrier) に割り当てられ、第 2 の帯域は、例えば SCC (Secondary Component Carrier) に割り当てられる。また、図 1 において、符号 31 a は、端末 30 a から送信された電波が、任意の通信装置のキャリアセンスによってビジーであると判定される強度で届く範囲を示す。また、符号 31 b は、端末 30 b から送信された電波が、任意の通信装置のキャリアセンスによってビジーであると判定される強度で届く範囲を示す。

[0017] ここで、アンライセンスドバンドでは、通信の開始前に、通信を行う送信側または受信側の通信装置は、通信の開始前に帯域の空きを判定する LBT を実行し、帯域の空きが所定時間継続したか否かを判定する。そして、帯域

の空きが所定時間継続した場合、通信装置は、ランダムなバックオフの期間、帯域の空きが継続したことを検出した後に通信を開始する。しかし、帯域を共用する通信装置が多くなると、バックオフの期間がランダムであっても通信装置間でバックオフの期間が同一となる確率が高まる。これにより、同時に送信が行われる確率が高まり、各通信装置から送信されたデータが衝突する確率が高まる。ここで、衝突とは、例えば、同一の周波数の帯域において、複数の通信装置から同時に送信された結果、大きな干渉を含むデータが受信側の通信装置において受信されることをいう。

[0018] [無線通信システム 10 の動作]

図 2 は、無線通信システム 10 の動作の一例を示す図である。図 2 では、1 組の基地局 20 および端末 30 の動作について示されている。図 2 において、上段は、LC を用いて送信される信号を示しており、下段は、UC を用いて送信される信号を示している。また、図 2 において、横軸は時間の流れを示しており、 $t_1 \sim t_6$ は、それぞれサブフレーム単位の期間（例えば 1 ミリ秒）を示している。アンライセンスドバンドは、例えば図 2 に示すように複数のサブバンドに分けられている。本実施例において、アンライセンスドバンドは、例えば 20 MHz であり、例えば 5 MHz 毎に 4 つのサブバンドに分けられている。

[0019] 基地局 20 は、例えば図 2 に示すように、端末 30 に対するデータの送信要求が発生した場合に、UL (Up Link) におけるデータ送信を要求する UL グラント 40 を作成する。そして、基地局 20 は、作成した UL グラント 40 を、ライセンスドバンドにおいて端末 30 へ送信する。UL グラント 40 には、UL におけるデータ送信に使用されるリソース（例えば、アンライセンスドバンドのサブバンド）の情報が含まれる。なお、UL グラント 40 はアンライセンスドバンドで送信されてもよい。

[0020] そして、基地局 20 は、UL グラント 40 を送信してから所定時間後（例えば 3 サブフレーム後）に、アンライセンスドバンドにおいて LBT を実行する。そして、アンライセンスドバンドのアイドルを検出し、ランダムなバ

ックオフの期間 4 1、アイドル状態の継続が確認された場合、基地局 2 0 は、アンライセンストバンド内の全てのサブバンドを用いて予約信号 4 2 を送信する。本実施例において、予約信号 4 2 は、例えば C T S (Clear To Send) 信号である。

[0021] 端末 3 0 は、U L グラント 4 0 をライセンスドバンドで受信した場合に、アンライセンストバンドにおいて予約信号 4 2 を待ち受ける。予約信号 4 2 を検出した場合、端末 3 0 は、予約信号 4 2 の送信が終了してから S I F S (Short Inter Frame Space) の期間 4 3 が経過した後に、U L グラント 4 0 で指定されたサブバンドにおいて、基地局 2 0 へ信号 4 4 を送信する。

[0022] ところで、図 1 に例示した無線通信システム 1 0 では、端末 3 0 b が基地局 2 0 b へデータを送信している場合でも、端末 3 0 b から送信された電波は、基地局 2 0 a および端末 3 0 a には届かない。そのため、基地局 2 0 a は、端末 3 0 b が基地局 2 0 b へデータを送信している場合でも、L B T によりアンライセンストバンドがアイドルであると判定する場合がある。基地局 2 0 a は、端末 3 0 a に U L グラントを送信してから所定時間後にアンライセンストバンドのアイドルを検出すると、アンライセンストバンドに予約信号を送信する。U L グラントを受信した端末 3 0 a は、アンライセンストバンドにおいて予約信号を検出した場合、予約信号の終了後にアンライセンストバンドにおいて U L におけるデータ送信を開始する。

[0023] アンライセンストバンドにおいて端末 3 0 a から送信された電波は、図 1 に示すように、基地局 2 0 b において所定の強度で受信される。そのため、基地局 2 0 b が端末 3 0 b からのデータを受信中の場合には、端末 3 0 b から送信されたデータと、端末 3 0 a から送信されたデータとが衝突する場合がある。これにより、基地局 2 0 b では、端末 3 0 a から送信されたデータとの衝突により、端末 3 0 b から送信されたデータを受信した場合のエラーレートが上昇する。

[0024] ここで、本実施例における基地局 2 0 は、端末 3 0 から送信された信号の受信品質に基づいて、U L における端末 3 0 の変調方式等を選択する M C S

制御を行う。MCS制御では、基地局20は、端末30から送信された信号の受信品質に基づいて、ULにおける端末30の変調方式等を選択するための指標が算出され、算出された指標に対応付けられた変調方式等を、予め保持している対応表を参照して特定する。特定された変調方式等は、例えばライセンスドバンドを介して端末30に通知され、端末30は、通知された変調方式等を用いてULにおけるデータ送信を行う。

[0025] また、本実施例における基地局20は、端末30から受信したデータのエラーレートに基づいて、MCSアウターループ制御を行う。MCSアウターループ制御では、端末30から受信したデータのエラーレートに基づいて、エラーレートが目標値に近づくように、前述の指標が補正される。

[0026] ここで、端末30から基地局20へ送信されたデータが、他の通信装置から送信されたデータと衝突すると、基地局20において受信されたデータのエラーレートが上昇する。受信データのエラーレートの平均値に基づいて、MCSアウターループ制御が行われるとすれば、データの衝突が発生していない状態でも、低い伝送レートの変調方式等が選択されてしまう。これにより、ULにおける伝送レートが低下してしまう。

[0027] これを回避するために、本実施例の基地局20は、端末30から受信したデータの内、衝突したデータである衝突データと、衝突していないデータである非衝突データとを識別する。そして、基地局20は、非衝突データを用いて算出したエラーレートに基づいて、MCSアウターループ制御を実行する。これにより、データの衝突が発生していない状態におけるULのスループットを向上させることができ、全体としてULのスループットを向上させることができる。

[0028] [基地局20]

図3は、実施例1における基地局20の一例を示すブロック図である。基地局20は、パケット生成部200、MAC(Media Access Control)スケジューリング部201、上りリンク管理部202、RRC(Radio Resource Control)制御部203、およびMAC・RLC(Radio Link Control

）処理部２０４を有する。また、基地局２０は、衝突率算出部２０５、エラーレート算出部２０６、判定部２０７、閾値算出部２０８、ＳＩＲ測定部２０９、およびキャリアセンス部２５０を有する。また、基地局２０は、アンライセンストバンド送信部２１０、ライセンストバンド送信部２２０、アンライセンストバンド受信部２３０、ライセンストバンド受信部２４０、アンテナ２１６、アンテナ２２６、アンテナ２３５、およびアンテナ２４５を有する。なお、本実施例において、アンテナ２１６、アンテナ２２６、アンテナ２３５、およびアンテナ２４５は、別々のアンテナにより実現さるが、他の例として、これらのアンテナは１つのアンテナにより実現されてもよい。

[0029] ライセンストバンド受信部２４０は、ライセンストバンドにおいて受信した信号からデータを復号する処理を行う。ライセンストバンド受信部２４０は、復号部２４１、復調部２４２、ＦＦＴ処理部２４３、および無線処理部２４４を有する。

[0030] 無線処理部２４４は、アンテナ２４５を介して受信した信号の無線処理を行う。無線処理部２４４によって行われる無線処理には、例えば受信信号の周波数をライセンストバンドの周波数からベースバンドの周波数へ変換する処理が含まれる。無線処理部２４４は、無線処理が行われた受信信号をＦＦＴ処理部２４３へ出力する。

[0031] ＦＦＴ処理部２４３は、無線処理部２４４から出力された受信信号に対してＦＦＴ（Fast Fourier Transform）処理を行う。これにより、ライセンストバンドからベースバンドに周波数変換された受信信号が時間領域から周波数領域に変換される。ＦＦＴ処理部２４３は、ＦＦＴ処理が行われた受信信号を復調部２４２へ出力する。

[0032] 復調部２４２は、ＦＦＴ処理部２４３から出力された受信信号を復調する。そして、復調部２４２は、復調後の受信信号を復号部２４１へ出力する。復号部２４１は、復調部２４２から出力された受信信号を復号する。そして、復号部２４１は、復号後の受信データをＭＡＣ・ＲＬＣ処理部２０４へ出力する。

- [0033] アンライセンスドバンド受信部230は、アンライセンスドバンドにおいて受信した信号からデータを復号する処理を行う。アンライセンスドバンド受信部230は、復号部231、復調部232、FFT処理部233、および無線処理部234を有する。
- [0034] 無線処理部234は、アンテナ235を介して受信した信号の無線処理を行う。無線処理部234によって行われる無線処理には、例えば受信信号の周波数をアンライセンスドバンドの周波数からベースバンドの周波数へ変換する処理が含まれる。無線処理部234は、無線処理が行われた受信信号をFFT処理部233へ出力する。
- [0035] FFT処理部233は、無線処理部234から出力された受信信号に対してFFT処理を行う。これにより、アンライセンスドバンドからベースバンドに周波数変換された受信信号が時間領域から周波数領域に変換される。FFT処理部233は、FFT処理が行われた受信信号を復調部232およびキャリアセンス部250へ出力する。
- [0036] 復調部232は、FFT処理部233から出力された受信信号を復調する。そして、復調部232は、復調後の受信信号を復号部231およびSIR測定部209へ出力する。復号部231は、復調部232から出力された受信信号を復号し、受信データのエラーを判定する。そして、復号部231は、復号後の受信データをMAC・RLC処理部204へ出力する。また、復号部231は、受信データ毎のエラー判定結果をエラーレート算出部206へ出力する。
- [0037] キャリアセンス部250は、FFT処理部233から出力された受信信号に基づいて、アンライセンスドバンドにおけるキャリアセンスを行う。キャリアセンス部250は、アンライセンスドバンドの干渉電力が、キャリアセンス閾値以上である場合に、アンライセンスドバンドがビジーであると判定する。一方、キャリアセンス部250は、アンライセンスドバンドの干渉電力が、キャリアセンス閾値未満である場合に、アンライセンスドバンドがアイドルであると判定する。そして、キャリアセンス部250は、キャリアセ

ンスの判定結果を上りリンク管理部202へ出力する。また、キャリアセンス部250は、上りリンク管理部202からの指示に応じてキャリアセンス閾値を変更する。

[0038] MAC・RLC処理部204は、復号部231および復号部241から出力されたデータに基づいてMAC層における処理およびRLC層における処理を行う。MAC・RLC処理部204は、各層の処理によって得られたデータを、例えば基地局20の上位の装置へ出力する。また、MAC・RLC処理部204は、各層の処理によって得られたデータに含まれる制御情報をRRC制御部203へ出力する。

[0039] RRC制御部203は、MAC・RLC処理部204から出力された制御情報に基づいて無線リソース制御を行う。RRC制御部203によって行われる無線リソース制御は、RRC層の処理である。RRC制御部203は、無線リソース制御に基づいて制御情報を生成し、生成した制御情報を上りリンク管理部202へ出力する。

[0040] SIR測定部209は、復調部232から出力された受信信号に基づいて、端末30から受信したデータ毎のSIR (Signal to Interference Ratio) を測定する。SIR測定部209は、例えば、キャリアセンス部250によってアイドルと判定された場合のアンライセンスドバンドの干渉電力の平均値 $E(I)$ と、端末30から受信したデータの受信電力 S とを測定する。そして、SIR測定部209は、受信データ毎に、受信電力 S を、干渉電力の平均値 $E(I)$ で割ることによりSIRを算出する。そして、SIR測定部209は、受信データ毎に算出したSIRを、判定部207および閾値算出部208へ出力する。

[0041] なお、SIR測定部209は、受信データに付随するパイロット信号の受信電力と、パイロット信号とその判定値との誤差電力に基づいて、下記の算出式(1)に従って、SIRを算出してもよい。

[数1]

$$SIR = \frac{r^2}{(r - \hat{r})^2} \quad \dots (1)$$

ここで、 r^2 は、パイロット信号の受信電力を示し、

$\hat{r}$ は、パイロット信号の判定値を示し、

$(r - \hat{r})^2$ は、パイロット信号とその判定値との誤差電力を示す。

[0042] 閾値算出部208は、SIR測定部209によって受信データ毎に算出されたSIRの分布に基づいて、受信データが衝突データか非衝突データかを判定するための閾値であるSIR閾値を算出する。閾値算出部208は、例えば、端末30から送信されたデータが他の通信装置から送信されたデータと衝突する可能性が低い状況において、端末30から受信した所定数（例えば、数千～数万個）のデータのSIRの分布に基づいて、SIR閾値を算出する。端末30から送信されたデータが他の通信装置から送信されたデータと衝突する可能性が低い状況は、例えば、基地局20がLBTで用いるCW（Contention Window）サイズを、設定可能な最大値に設定することにより実現される。これにより、基地局20によって選択されたバックオフ期間と、他の通信装置のバックオフ期間とが同一になる確率を下げることができ、端末30から送信されたデータが他の通信装置から送信されたデータと衝突する可能性を低くすることができる。

[0043] 端末30から受信したデータのSIRの分布が、例えば図4に示すようなPDF（確率密度関数）となる場合、SIR測定部209は、例えば、SIRの高い方から所定割合の受信データのSIRが含まれる範囲の下限値を、SIR閾値として算出する。本実施例において、SIR測定部209は、SIRの高い方から例えば上位90%の受信データが含まれる範囲の下限値を、SIR閾値として算出する。

[0044] なお、SIRの高い方から所定割合の受信データが含まれる範囲における「所定割合」は、目標とする受信データのエラーレートを T_{BLER} （%）とした場合に、例えば $(1 - T_{BLER} / 100)$ 以上の値に設定される。例えば、目標とする受信データのエラーレート T_{BLER} が10%である場合、SIRの高い方

から所定割合の受信データが含まれる範囲における「所定割合」は、 $1 - T_{BLE} / 100 = 0.9 = 90\%$ 以上の値に設定される。

[0045] また、閾値算出部208は、SIR閾値の算出方法として他の方法を用いてもよい。例えば、閾値算出部208は、通常の運用状態において、SIR測定部209によって測定された所定数（例えば、数千～数万個）の受信データのSIRを収集する。通常の運用状態では、アンライセンズドバンドを使用する通信装置間でランダムに選択されたバックオフの期間が同一となる場合があり、端末30から送信されたデータが他の通信装置から送信されたデータと衝突する場合がある。通常の運用状態において、SIR測定部209によって測定された所定数の受信データのSIRの分布は、例えば図5に示すような分布となる。

[0046] 例えば図5に示すように、端末30から送信されたデータの中で、他の通信装置から送信されたデータと衝突していない受信データのSIRの分布を示すPDFの概形は、例えば曲線50のようになる。一方、端末30から送信されたデータの中で、他の通信装置から送信されたデータと衝突した受信データのSIRの分布を示すPDFの概形は、例えば曲線51のようになる。SIR測定部209によって測定された所定数の受信データには、衝突データと非衝突データとが混在している。そのため、SIR測定部209によって測定された所定数の受信データのSIRのPDFの概形は、曲線50と曲線51とが合成された形状となる。

[0047] 閾値算出部208は、例えば、SIR測定部209によって測定された所定数の受信データのSIRのPDFを、衝突データと非衝突データの2つのSIRの正規分布を含む混合分布とみなす。そして、閾値算出部208は、例えばEM (Expectation Maximization) アルゴリズムを用いて、各コンポーネント分布パラメータの最尤推定を行うことにより、衝突データのSIRのPDFと非衝突データのSIRのPDFとを分離する。そして、閾値算出部208は、例えば、衝突データのSIRのPDFの概形を示す曲線51と、非衝突データのSIRのPDFの概形を示す曲線50との交点におけるS

I Rの値を、S I R閾値として算出する。なお、閾値算出部208は、非衝突データのS I RのPDFにおいて、S I Rの高い方から所定割合の受信データのS I Rが含まれる範囲の下限値を、S I R閾値として算出してもよい。

[0048] 図3に戻って説明を続ける。判定部207は、受信データ毎に、S I R測定部209によって算出されたS I Rと、閾値算出部208によって算出されたS I R閾値とを比較することにより、各受信データが衝突データであるか非衝突データであるかを判定する。そして、判定部207は、受信データ毎の判定結果を衝突率算出部205およびエラーレート算出部206へ出力する。本実施例において、判定部207は、受信データ毎に、S I R測定部209によって算出されたS I RがS I R閾値以上の場合に、受信データが非衝突データであると判定する。一方、判定部207は、S I R測定部209によって算出されたS I RがS I R閾値未満の場合に、受信データが衝突データであると判定する。

[0049] エラーレート算出部206は、受信データ毎に、エラー判定の結果を復号部231から受信し、衝突データであるか否かを示す判定結果を判定部207から受信する。そして、エラーレート算出部206は、判定部207によって非衝突データと判定された受信データについて、復号部231によって行われたエラー判定の結果に基づいて、受信データのエラーレートを算出する。本実施例において、エラーレート算出部206は、例えばトランスポートブロックのエラーレートであるBLER (Block Error Rate) を、受信データのエラーレートとして算出する。そして、エラーレート算出部206は、算出したエラーレートを上りリンク管理部202へ出力する。

[0050] 衝突率算出部205は、受信データ毎に、衝突データであるか否かを示す判定結果を判定部207から受信する。そして、衝突率算出部205は、受信データの内、判定部207によって非衝突データと判定された受信データの割合を衝突率として算出する。そして、衝突率算出部205は、算出した衝突率を上りリンク管理部202へ出力する。

- [0051] 上りリンク管理部202は、RRC制御部203から出力された制御情報に基づいてMAC層の制御を行う。そして、上りリンク管理部202は、MAC層の制御に基づいて制御情報を生成し、生成した制御情報をMACスケジューリング部201へ出力する。
- [0052] また、上りリンク管理部202は、端末30に対するデータの送信要求が発生した場合に、ULにおけるデータ送信を要求するULグラントを作成する。そして、上りリンク管理部202は、作成したULグラントを、後述する多重部223へ出力する。
- [0053] また、上りリンク管理部202は、端末30にULグラントを送信した後の所定のタイミング（例えば3サブフレーム後）に、キャリアセンス部250から出力された判定結果に基づいて、アンライセンズドバンドにおいてLBTを実行する。そして、アンライセンズドバンドのアイドルを検出した場合、上りリンク管理部202は、予約信号を生成し、生成した予約信号を多重部213へ出力する。
- [0054] また、上りリンク管理部202は、受信データのSIRを示す指標に対応付けて、ULにおける変調方式および符号化率の組み合わせを格納した対応表を保持する。本実施例における対応表では、例えば、値が大きい指標に、エラー耐性が低いが高伝送レートの変調方式および符号化率等が対応付けられ、値が小さい指標に、エラー耐性が高いが伝送レートが低い変調方式および符号化率等が対応付けられている。上りリンク管理部202は、SIR測定部209によって算出された受信データのSIRに基づいて、ULに用いられる変調方式等を端末30に指示するMCS制御を行う。例えば、上りリンク管理部202は、対応表を参照し、受信データ毎にSIR測定部209によって算出されたSIRに基づいて、該SIRを示す指標に対応付けられた変調方式等を選択する。そして、上りリンク管理部202は、選択した変調方式等を含む制御情報を生成し、生成した制御情報を後述する多重部223へ出力する。
- [0055] また、上りリンク管理部202は、エラーレート算出部206によって算

出されたエラーレートに基づいて、変調方式等を選択するための指標を補正するMCSアウターループ制御を実行する。上りリンク管理部202は、例えば、エラーレート算出部206が算出したエラーレートが目標値よりも高いか否かに応じて、SIR測定部209が算出した受信データのSIRを示す指標に加算するMCSオフセットの値を調整する。例えば、上りリンク管理部202は、エラーレート算出部206が算出したエラーレートが目標値よりも高い場合に、SIR測定部209が算出した受信データのSIRを示す指標に加算するMCSオフセットの値を減少させる。MCSオフセットは、負の値をとる場合もある。これにより、エラー耐性が高い変調方式等が選択されやすくなり、エラーレートが下降し、エラーレートが目標値に近づく。

[0056] また、上りリンク管理部202は、例えば、エラーレート算出部206が算出したエラーレートが目標値よりも低い場合に、SIR測定部209が算出した受信データのSIRを示す指標に加算するMCSオフセットの値を増加させる。これにより、エラー耐性が低い変調方式等が選択されやすくなり、エラーレートが上昇し、エラーレートが目標値に近づく。

[0057] また、上りリンク管理部202は、衝突率算出部205から出力された衝突率が、エラーレートの目標値を下回るように、CWサイズまたはキャリアセンス閾値の少なくともいずれか一方を制御する。例えば、上りリンク管理部202は、衝突率算出部205から出力された衝突率が、エラーレートの目標値よりも大きい場合、LBTに用いられるCWサイズを長くするか、あるいは、キャリアセンス閾値を低くするようにキャリアセンス部250に指示を行う。なお、基地局20の配下の端末30が複数存在する場合、上りリンク管理部202は、基地局20の配下の端末30からの受信データの衝突率の平均値が、エラーレートの目標値を下回るように、LBTにおけるCWサイズ等を制御する。

[0058] ここで、端末30から送信されたデータが、他の通信装置から送信されたデータと衝突すると、多くの場合、受信エラーとなる。そのため、受信デー

タのエラーレートを、目標値以下とするためには、端末30から送信されたデータの衝突率を、エラーレートの目標値よりも低くすることが有効である。上りリンク管理部202は、衝突率がエラーレートの目標値を下回るように、CWサイズまたはキャリアセンス閾値の少なくともいずれか一方を制御することで、エラーレートの目標値が達成可能となる。

[0059] パケット生成部200は、上位の装置から出力されたユーザデータを含むデータを生成する。そして、パケット生成部200は、生成したデータをMACスケジューリング部201へ出力する。

[0060] MACスケジューリング部201は、上りリンク管理部202から出力された制御情報に基づいて、パケット生成部200から出力されたパケットに対してMAC層におけるスケジューリングを行う。そして、MACスケジューリング部201は、パケット生成部200が生成したパケットのアンライセンストバンド送信部210またはライセンスドバンド送信部220への出力を、スケジューリングの結果に基づいて制御する。

[0061] ライセンスドバンド送信部220は、ライセンスドバンドにおいてデータを送信する処理を行う。ライセンスドバンド送信部220は、符号化部221、変調部222、多重部223、IFFT (Inverse Fast Fourier Transform) 処理部224、および無線処理部225を有する。

[0062] 符号化部221は、MACスケジューリング部201から出力されたパケットのデータを符号化する。そして、符号化部221は、符号化されたパケットのデータを変調部222へ出力する。変調部222は、符号化部221から出力されたデータを変調する。そして、変調部222は、変調後の信号を多重部223へ出力する。

[0063] 多重部223は、上りリンク管理部202から出力された変調方式等の指示やULグラント等を含む制御情報と、変調部222から出力された信号とを多重化する。そして、多重部223は、多重化された送信信号をIFFT処理部224へ出力する。

[0064] IFFT処理部224は、多重部223から出力された送信信号に対して

ＩＦＦＴ処理を行う。これにより、多重部２２３から出力された送信信号が周波数領域から時間領域に変換される。ＩＦＦＴ処理部２２４は、ＩＦＦＴ処理後の送信信号を無線処理部２２５へ出力する。

[0065] 無線処理部２２５は、ＩＦＦＴ処理部２２４から出力された送信信号に対して無線処理を行う。無線処理部２２５によって行われる無線処理には、例えば送信信号の周波数をベースバンドの周波数からライセンスバンドの周波数へ変換する処理が含まれる。無線処理部２２５は、無線処理後の送信信号をアンテナ２２６から送信する。

[0066] アンライセンスバンド送信部２１０は、アンライセンスバンドにおいてデータを送信する処理を行う。アンライセンスバンド送信部２１０は、符号化部２１１、変調部２１２、多重部２１３、ＩＦＦＴ処理部２１４、および無線処理部２１５を有する。

[0067] 符号化部２１１は、ＭＡＣスケジューリング部２０１から出力されたパケットのデータを符号化する。そして、符号化部２１１は、符号化されたパケットのデータを変調部２１２へ出力する。変調部２１２は、符号化部２１１から出力されたパケットのデータを変調する。そして、変調部２１２は、変調後の信号を多重部２１３へ出力する。

[0068] 多重部２１３は、上りリンク管理部２０２から出力された予約信号等を含む制御情報と、変調部２１２から出力された信号とを多重化する。そして、多重部２１３は、多重化された送信信号をＩＦＦＴ処理部２１４へ出力する。

[0069] ＩＦＦＴ処理部２１４は、多重部２１３から出力された送信信号に対してＩＦＦＴ処理を行う。これにより、多重部２１３から出力された送信信号が周波数領域から時間領域に変換される。ＩＦＦＴ処理部２１４は、ＩＦＦＴ処理後の送信信号を無線処理部２１５へ出力する。

[0070] 無線処理部２１５は、ＩＦＦＴ処理部２１４から出力された送信信号に対して無線処理を行う。無線処理部２１５によって行われる無線処理には、例えば送信信号の周波数をベースバンドの周波数からアンライセンスバンド

の周波数へ変換する処理が含まれる。無線処理部 215 は、無線処理後の送信信号をアンテナ 216 から送信する。

[0071] [端末 30]

図 6 は、実施例 1 における端末 30 の一例を示すブロック図である。端末 30 は、アンテナ 300、復号部 301、RRC 処理部 304、上りリンク管理部 305、符号化・変調部 306、およびパケット生成部 307 を有する。また、端末 30 は、ライセンスドバンド受信部 310、アンライセンスドバンド受信部 320、アンライセンスドバンド送信部 330、およびライセンスドバンド送信部 340 を有する。なお、本実施例において、端末 30 は、アンテナ 300 を 1 つ有する。しかし、他の例として、アンテナ 300 は、ライセンスドバンド受信部 310、アンライセンスドバンド受信部 320、アンライセンスドバンド送信部 330、およびライセンスドバンド送信部 340 のそれぞれに、別々に設けられていてもよい。

[0072] ライセンスドバンド受信部 310 は、ライセンスドバンドにおいて受信した信号からデータを復調する処理を行う。ライセンスドバンド受信部 310 は、無線処理部 311、FFT 処理部 312、等化処理部 313、IFFT 処理部 314、および復調部 315 を有する。

[0073] 無線処理部 311 は、アンテナ 300 を介して受信した信号に対して無線処理を行う。無線処理部 311 によって行われる無線処理には、例えば受信信号の周波数をライセンスドバンドの周波数からベースバンドの周波数へ変換する処理が含まれる。無線処理部 311 は、無線処理後の受信信号を FFT 処理部 312 へ出力する。

[0074] FFT 処理部 312 は、無線処理部 311 から出力された受信信号に対して FFT 処理を行う。これにより、無線処理部 311 から出力された受信信号が時間領域から周波数領域に変換される。FFT 処理部 312 は、FFT 処理後の受信信号を等化処理部 313 へ出力する。等化処理部 313 は、FFT 処理部 312 から出力された信号に対して等化処理を行う。そして、等化処理部 313 は、等化処理後の受信信号を IFFT 処理部 314 へ出力す

る。

[0075] IFFT処理部314は、等化処理部313から出力された受信信号に対してIFFT処理を行う。これにより、等化処理部313から出力された受信信号が周波数領域から時間領域に変換される。IFFT処理部314は、IFFT処理後の受信信号を復調部315へ出力する。

[0076] 復調部315は、IFFT処理部314から出力された受信信号を復調する。そして、復調部315は、復調後の受信信号を復号部301へ出力する。ライセンスドバンド受信部310によって復調された受信信号から復号されたデータには、変調方式等を指示する情報やULグラント等の制御情報が含まれる。

[0077] アンライセンスドバンド受信部320は、アンライセンスドバンドにおいて受信した信号からデータを復調する処理を行う。アンライセンスドバンド受信部320は、無線処理部321、FFT処理部322、等化処理部323、IFFT処理部324、および復調部325を有する。

[0078] 無線処理部321は、アンテナ300を介して受信した信号に対して無線処理を行う。無線処理部321によって行われる無線処理には、例えば受信信号の周波数をアンライセンスドバンドの周波数からベースバンドの周波数へ変換する処理が含まれる。無線処理部321は、無線処理後の受信信号をFFT処理部322へ出力する。

[0079] FFT処理部322は、無線処理部321から出力された受信信号に対してFFT処理を行う。これにより、無線処理部321から出力された受信信号が時間領域から周波数領域に変換される。そして、FFT処理部322は、FFT処理後の受信信号を等化処理部323へ出力する。等化処理部323は、FFT処理部322から出力された受信信号の等化処理を行う。そして、等化処理部323は、等化処理後の受信信号をIFFT処理部324へ出力する。

[0080] IFFT処理部324は、等化処理部323から出力された受信信号に対してIFFT処理を行う。これにより、等化処理部323から出力された受

信信号が周波数領域から時間領域に変換される。IFFT処理部324は、IFFT処理後の受信信号を復調部325へ出力する。

[0081] 復調部325は、IFFT処理部324から出力された受信信号を復調する。そして、復調部325は、復調後の受信信号を復号部301へ出力する。アンライセンズバンド受信部320によって復調された受信信号から復号されたデータには、予約信号等の制御情報が含まれる。

[0082] 復号部301は、ライセンズバンド受信部310およびアンライセンズバンド受信部320から出力された受信信号からユーザデータおよび制御情報を復号する。そして、復号部301は、復号後のユーザデータを、例えばユーザデータに基づいて処理を行うアプリケーション処理部（図示せず）へ出力する。また、復号部301は、復号後の制御情報等を、RRC処理部304および上りリンク管理部305へ出力する。上りリンク管理部305へ出力される制御情報には、MCS制御により選択された変調方式等の情報や、ULグラント、予約信号等が含まれる。

[0083] RRC処理部304は、復号部301から出力された制御情報に基づいて無線リソース制御を行う。RRC処理部304によって行われる無線リソース制御は、RRC層の処理である。RRC処理部304は、無線リソース制御に基づいて制御情報を生成し、生成した制御情報を上りリンク管理部305へ出力する。

[0084] 上りリンク管理部305は、RRC処理部304から出力された制御情報と、復号部301から出力された制御信号とに基づいてULにおけるデータ送信の制御を行う。上りリンク管理部305は、例えば、復号部301からULグラントが出力された場合、該ULグラントから、アンライセンズバンドのサブバンドの情報等を取得する。そして、上りリンク管理部305は、ULにおけるデータ送信に用いられるリソースの割り当て情報を後述する周波数マッピング部333および周波数マッピング部343へ出力する。

[0085] そして、上りリンク管理部305は、予約信号がアンライセンズバンドにおいて検出された場合、予約信号の送信が終了してから所定時間後に、D

MRS等の制御信号を多重部335および多重部345へ出力する。そして、上りリンク管理部305は、ULにおけるデータ送信の開始を後述する符号化・変調部306に指示する。

[0086] パケット生成部307は、例えばアプリケーション処理部（図示せず）から出力されたユーザデータを含むデータを生成する。そして、パケット生成部307は、生成したデータを符号化・変調部306へ出力する。符号化・変調部306は、パケット生成部307から出力されたデータに対して、上りリンク管理部305から指示された符号化率および変調方式を用いて、符号化および変調の処理を行う。そして、符号化・変調部306は、符号化および変調の処理が行われた送信信号を、上りリンク管理部305からの指示に応じて、アンライセンストバンド送信部330またはライセンストバンド送信部340へ出力する。

[0087] ライセンストバンド送信部340は、ライセンストバンドにおいてデータを送信する処理を行う。ライセンストバンド送信部340は、無線処理部341、IFFT処理部342、周波数マッピング部343、FFT処理部344、および多重部345を有する。

[0088] 多重部345は、上りリンク管理部305から出力された制御信号と、符号化・変調部306から出力された送信信号とを多重化する。そして、多重部345は、多重化後の送信信号をFFT処理部344へ出力する。FFT処理部344は、多重部345から出力された送信信号に対してFFT処理を行う。これにより、多重部345から出力された送信信号が時間領域から周波数領域に変換される。FFT処理部344は、FFT処理後の送信信号を周波数マッピング部343へ出力する。

[0089] 周波数マッピング部343は、上りリンク管理部305から出力されたULに用いられるリソースの割り当て情報に基づいて、FFT処理部344から出力された送信信号に対して周波数マッピングを行う。そして、周波数マッピング部343は、周波数マッピング後の送信信号をIFFT処理部342へ出力する。

- [0090] IFFT処理部342は、周波数マッピング部343から出力された送信信号に対してIFFT処理を行う。これにより、周波数マッピング部343から出力された送信信号が周波数領域から時間領域に変換される。IFFT処理部342は、IFFT処理後の送信信号を無線処理部341へ出力する。
- [0091] 無線処理部341は、IFFT処理部342から出力された送信信号に対して無線処理を行う。無線処理部341によって行われる無線処理には、例えば送信信号の周波数をベースバンドの周波数からライセンスバンドの周波数へ変換する処理が含まれる。無線処理部341は、無線処理後の送信信号をアンテナ300を介して送信する。
- [0092] アンライセンスバンド送信部330は、アンライセンスバンドにおいてデータを送信する処理を行う。アンライセンスバンド送信部330は、無線処理部331、IFFT処理部332、周波数マッピング部333、FFT処理部334、および多重部335を有する。
- [0093] 多重部335は、上りリンク管理部305から出力された制御信号と、符号化・変調部306から出力された信号とを多重化する。そして、多重部335は、多重化後の送信信号をFFT処理部334へ出力する。FFT処理部334は、多重部335から出力された送信信号に対してFFT処理を行う。これにより、多重部335から出力された送信信号が時間領域から周波数領域に変換される。FFT処理部334は、FFT処理後の送信信号を周波数マッピング部333へ出力する。
- [0094] 周波数マッピング部333は、上りリンク管理部305から出力されたULに用いられるリソースの割り当て情報に基づいて、FFT処理部334から出力された送信信号に対して周波数マッピングを行う。そして、周波数マッピング部333は、周波数マッピング後の送信信号をIFFT処理部332へ出力する。
- [0095] IFFT処理部332は、周波数マッピング部333から出力された送信信号に対してIFFT処理を行う。これにより、周波数マッピング部333

から出力された送信信号が周波数領域から時間領域に変換される。IFFT処理部332は、IFFT処理後の送信信号を無線処理部331へ出力する。

[0096] 無線処理部331は、IFFT処理部332から出力された送信信号に対して無線処理を行う。無線処理部331によって行われる無線処理には、例えば送信信号の周波数をベースバンドの周波数からアンライセンズバンドの周波数へ変換する処理が含まれる。無線処理部331は、無線処理後の送信信号をアンテナ300を介して送信する。

[0097] [SIR閾値の算出処理]

次に、基地局20の動作を説明する。図7は、SIR閾値の算出処理の一例を示すフローチャートである。基地局20は、例えば、運用開始前および運用開始後の所定のタイミングで本フローチャートに示すSIR閾値の算出処理を実行する。なお、SIR閾値の算出処理の実行時には、基地局20は、MCSアウターループ制御を停止することが好ましい。

[0098] まず、上りリンク管理部202は、LBTに用いるCWサイズを、設定可能な最長の値に設定し、端末30へULグラントを送信する。そして、上りリンク管理部202は、LBTを実行し、アンライセンズバンドに予約信号を送信する。そして、SIR測定部209は、復調部232からの出力に基づいて、アンライセンズバンドにおいて端末30からデータを受信したか否かを判定する(S100)。アンライセンズバンドにおいて端末30からデータを受信した場合(S100:Yes)、SIR測定部209は、データのSIRを測定する(S101)。そして、SIR測定部209は、SIRの測定結果を閾値算出部208へ出力する。

[0099] 次に、閾値算出部208は、所定数（例えば数千～数万個）のデータについてSIRが測定されたか否かを判定する(S102)。所定数のデータについてSIRが測定されていない場合(S102:No)、SIR測定部209は、再びステップS100に示した処理を実行する。

[0100] 一方、所定数のデータについてSIRが測定された場合(S102:Yes)

s)、閾値算出部208は、受信データ毎に算出されたSIRの分布に基づいてSIR閾値を算出する(S103)。そして、閾値算出部208は、算出したSIR閾値を判定部207へ出力する。そして、基地局20は、本フローチャートに示した処理を終了する。

[0101] [MCSアウターループ制御]

次に、基地局20によって実行されるULにおけるMCSアウターループ制御について説明する。図8は、ULにおけるMCSアウターループ制御の一例を示すフローチャートである。

[0102] まず、SIR測定部209は、復調部232からの出力に基づいて、アンライセンズバンドにおいて端末30からデータを受信したか否かを判定する(S200)。アンライセンズバンドにおいて端末30からデータを受信した場合(S200:Yes)、SIR測定部209は、受信したデータのSIRを測定する(S201)。そして、SIR測定部209は、SIRの測定結果を判定部207へ出力する。

[0103] 判定部207は、SIR測定部209から出力されたSIRの測定値と、閾値算出部208によって算出されたSIR閾値とに基づいて、受信データが衝突データか否かを判定する(S202)。本実施例において、判定部207は、受信データ毎に、SIR測定部209によって算出されたSIRがSIR閾値以上の場合に、受信データが非衝突データであると判定する。一方、判定部207は、SIR測定部209によって算出されたSIRがSIR閾値未満の場合に、受信データが衝突データであると判定する。

[0104] 判定部207が、受信データを衝突データと判定した場合(S202:Yes)、SIR測定部209は、再びステップS200に示した処理を実行する。一方、判定部207が、受信データを非衝突データと判定した場合(S202:No)、エラーレート算出部206は、判定部207によって非衝突データと判定された受信データのエラー判定結果に基づいて、エラーレートとしてBLERを算出する(S203)。そして、エラーレート算出部206は、算出したBLERを上りリンク管理部202へ出力する。

[0105] 次に、上りリンク管理部202は、エラーレート算出部206が算出したエラーレートに基づいて、変調方式等を選択するための指標を補正するためのMCSオフセットを更新する(S204)。そして、SIR測定部209は、再びステップS200に示した処理を実行する。例えば、上りリンク管理部202は、エラーレート算出部206が算出したエラーレートが目標値よりも高い場合に、SIR測定部209が算出した受信データのSIRを示す指標の値に加算されるMCSオフセットを減少させる。また、例えば、上りリンク管理部202は、エラーレート算出部206が算出したエラーレートが目標値よりも低い場合に、MCSオフセットを増加させる。

[0106] [キャリアセンス閾値またはCWサイズの変更処理]

次に、基地局20によって実行されるキャリアセンス閾値またはCWサイズの変更処理について説明する。図9は、キャリアセンス閾値またはCWサイズの変更処理の一例を示すフローチャートである。

[0107] まず、SIR測定部209は、復調部232からの出力に基づいて、端末30からデータを受信したか否かを判定する(S300)。データを受信した場合(S300:Yes)、SIR測定部209は、データのSIRを測定する(S301)。そして、SIR測定部209は、SIRの測定結果を判定部207へ出力する。

[0108] 判定部207は、SIR測定部209から出力されたSIRの測定値と、閾値算出部208によって算出されたSIR閾値とに基づいて、受信データが衝突データか否かを判定する。そして、判定部207は、受信データ毎の判定結果を衝突率算出部205へ出力する。衝突率算出部205は、判定部207から出力された判定結果に基づいて、受信データに対する衝突データの割合を示す衝突率を算出する(S302)。そして、衝突率算出部205は、算出した衝突率を上りリンク管理部202へ出力する。

[0109] 次に、上りリンク管理部202は、衝突率算出部205によって算出された衝突率が、エラーレートの目標値である目標BLERよりも大きいか否かを判定する(S303)。衝突率が目標BLER以下である場合(S303

: No)、SIR測定部209は、再びステップS300に示した処理を実行する。

[0110] 一方、衝突率が目標BLERよりも大きい場合(S303: Yes)、上りリンク管理部202は、CWサイズまたはキャリアセンス閾値の少なくともいずれか一方を変更する(S304)。本実施例において、衝突率が目標BLERよりも大きい場合、上りリンク管理部202は、CWサイズを長くすると共に、キャリアセンス閾値を低くするようにキャリアセンス部250に指示を行う。上りリンク管理部202は、LBTにおけるCWサイズは、所定長ずつ長くしてもよく、2倍ずつ長くしてもよい。また、上りリンク管理部202は、キャリアセンス閾値を、所定比率(例えば0.5 dB)ずつ低くするようにキャリアセンス部250に指示を行ってもよい。

[0111] 次に、基地局20は、SIR閾値の更新処理を実行し(S305)、SIR測定部209は、再びステップS300に示した処理を実行する。ステップS305では、図7を用いて説明したSIR閾値の算出処理が実行される。

[0112] 以上、実施例1について説明した。上記説明から明らかなように、本実施例の無線通信システム10によれば、基地局20が所定周波数の帯域の空きを検出した後に、端末30が該帯域を使って基地局20へULにおけるデータ送信を行う場合に、ULにおけるスループットを向上させることができる。

[0113] また、本実施例における基地局20は、受信データのSIRの分布に基づいてSIR閾値を算出し、算出したSIR閾値に基づいて衝突データと非衝突データとを識別する。これにより、本実施例における基地局20は、衝突データと非衝突データとを精度よく識別することができる。

[0114] また、本実施例における基地局20は、受信データの衝突率がエラーレートの目標値を下回るように、CWサイズまたはキャリアセンス閾値の少なくともいずれか一方を変更する。これにより、衝突率をエラーレートの目標値よりも低くすることができ、エラーレートの目標値の達成が可能となる。

実施例 2

[0115] 実施例 1 では、端末 30 による UL におけるデータ送信前に基地局 20 がアンライセンストバンドにおいて LBT を実行する。これに対し、本実施例の無線通信システム 10 では、端末 30 による UL におけるデータ送信前に端末 30 がアンライセンストバンドにおいて LBT を実行する点が実施例 1 とは異なる。

[0116] [基地局 20]

図 10 は、実施例 2 における基地局 20 の一例を示すブロック図である。なお、以下に説明する点を除き、図 10 において、図 3 と同一の符号を付した要素は、図 3 において説明した要素と同様であるため、詳細な説明は省略する。本実施例における基地局 20 は、キャリアセンス部 250 を有しない点が、実施例 1 における基地局 20 と異なる。

[0117] 上りリンク管理部 202 は、衝突率算出部 205 から出力された衝突率と、エラーレートの目標値との比較結果に基づいて、端末 30 で用いられる CW サイズまたはキャリアセンス閾値の少なくともいずれか一方を制御する。例えば、上りリンク管理部 202 は、衝突率算出部 205 から出力された衝突率が、エラーレートの目標値よりも大きい場合、CW サイズを長くする指示、あるいは、キャリアセンス閾値を下げる指示を含む制御情報を生成する。そして、上りリンク管理部 202 は、生成した制御情報を多重部 223 へ出力する。これにより、CW サイズを長くする指示、あるいは、キャリアセンス閾値を下げる指示を含む制御情報が、ライセンスドバンドにおいて端末 30 へ送信される。

[0118] [端末 30]

図 11 は、実施例 2 における端末 30 の一例を示すブロック図である。なお、以下に説明する点を除き、図 11 において、図 6 と同一の符号を付した要素は、図 6 において説明した要素と同様であるため、詳細な説明は省略する。本実施例における端末 30 は、キャリアセンス部 302 を有する点が、実施例 1 における端末 30 と異なる。

- [0119] キャリアセンス部302は、無線処理部321から出力された受信信号に基づいて、アンライセンズドバンドにおけるキャリアセンスを行う。キャリアセンス部302は、アンライセンズドバンドの干渉電力が、キャリアセンス閾値以上である場合に、アンライセンズドバンドがビジーであると判定する。一方、キャリアセンス部302は、アンライセンズドバンドの干渉電力が、キャリアセンス閾値未満である場合に、アンライセンズドバンドがアイドルであると判定する。そして、キャリアセンス部302は、キャリアセンスの判定結果を上りリンク管理部305へ出力する。また、キャリアセンス部302は、上りリンク管理部305からの指示に応じてキャリアセンス閾値を変更する。
- [0120] 上りリンク管理部305は、基地局20からULグラントを受信した後の所定のタイミング（例えば3サブフレーム後）に、キャリアセンス部302から出力された判定結果に基づいて、アンライセンズドバンドにおいてLBTを実行する。そして、アンライセンズドバンドのアイドルを検出した場合、上りリンク管理部305は、CWサイズ内でランダムに選択したバックオフ期間、アイドルが継続したことを確認した後に、ULにおけるデータ送信の開始を符号化・変調部306に指示する。
- [0121] また、CWサイズを長くする指示を含む制御情報を基地局20から受信した場合、上りリンク管理部305は、LBTに用いられるCWサイズを、受信した指示に応じて長くするように変更する。また、キャリアセンス閾値を下げる指示を含む制御情報を基地局20から受信した場合、上りリンク管理部305は、受信した指示に応じたキャリアセンス閾値を算出し、算出したキャリアセンス閾値をキャリアセンス部302に指示する。
- [0122] 以上、実施例2について説明した。上記説明から明らかなように、本実施例の無線通信システム10によれば、受信データの衝突率がエラーレートの目標値を下回るように、端末30によって行われるLBTのCWサイズ、または、キャリアセンス閾値の少なくともいずれか一方が変更される。これにより、端末30がLBTを行う場合であっても、衝突率をエラーレートの目

標値よりも低くすることができ、ULにおけるエラーレートの目標値の達成が可能となる。

実施例 3

[0123] [無線通信システム 10]

実施例 1 および 2 では、端末 30 から基地局 20 への UL における基地局 20 および端末 30 の動作について主に説明した。これに対し、本実施例では、基地局 20 から端末 30 への DL (Down Link) における基地局 20 および端末 30 の動作について主に説明する。図 12 は、無線通信システム 10 の一例を示す図である。図 12 において、符号 21a は、基地局 20a から送信された電波が、任意の通信装置のキャリアセンスによってビジーであると判定される強度で届く範囲を示す。また、符号 21b は、基地局 20b から送信された電波が、任意の通信装置のキャリアセンスによってビジーであると判定される強度で届く範囲を示す。なお、以下に説明する点を除き、図 12 において、図 1 と同一の符号を付した要素は、図 1 において説明した要素と同様であるため、詳細な説明は省略する。

[0124] 本実施例における基地局 20 は、端末 30 へのデータの送信要求が発生した場合に、DL におけるデータ送信を行うアンライセンズドバンドのリソースを指示する DL アサインメントを作成する。そして、基地局 20 は、作成した DL アサインメントを、ライセンスドバンドにおいて端末 30 へ送信する。DL アサインメントには、DL におけるデータ送信に用いられるアンライセンズドバンドの周波数や送信タイミング等の情報が含まれる。

[0125] 基地局 20 は、DL アサインメントの送信後の所定のタイミング（例えば 3 サブフレーム後）で、LBT を実行する。そして、基地局 20 は、アンライセンズドバンドのアイドル状態が、ランダムに選択されたバックオフの期間継続したことを確認した後に、アンライセンズドバンドに予約信号を送信する。そして、基地局 20 は、DL アサインメントの送信後の所定のタイミング（例えば 4 サブフレーム後）で、DL アサインメントで指定したアンライセンズドバンドのリソースを用いて、端末 30 にデータを送信する。

- [0126] ところで、図 1 2 に例示した無線通信システム 1 0 では、基地局 2 0 b が端末 3 0 b へデータを送信している場合でも、基地局 2 0 b から送信された電波は、基地局 2 0 a には届かない。そのため、基地局 2 0 a は、基地局 2 0 b が端末 3 0 b へデータを送信している場合でも、L B T によりアンライセンストバンドがアイドルであると判定する場合がある。そのため、基地局 2 0 a は、端末 3 0 a への D L アサインメントの送信後にアンライセンストバンドにおいて予約信号を送信する。そして、基地局 2 0 a は、D L アサインメントの送信後の所定のタイミングで、アンライセンストバンドにおいて端末 3 0 a へデータを送信する。
- [0127] 基地局 2 0 b が端末 3 0 b へデータを送信している場合、基地局 2 0 a から端末 3 0 a へ送信されたデータは、基地局 2 0 b から送信されたデータと衝突する場合がある。そのため、端末 3 0 a において基地局 2 0 a から受信したデータのエラーレートが上昇する。
- [0128] ここで、本実施例における基地局 2 0 は、端末 3 0 が測定した受信信号の品質を示す指標を端末 3 0 にフィードバックさせる。そして、基地局 2 0 は、端末 3 0 から受信した指標に基づいて、D L におけるデータ送信に用いる変調方式等を選択する M C S 制御を行う。
- [0129] また、本実施例における基地局 2 0 は、端末 3 0 が測定した受信データのエラーレートを端末 3 0 にフィードバックさせ、端末 3 0 が測定したエラーレートに基づいて M C S アウターループ制御を行う。M C S アウターループ制御では、端末 3 0 が測定したエラーレートに基づいて、端末 3 0 における受信データのエラーレートが目標値に近づくように、変調方式等を選択するための指標が補正される。
- [0130] ここで、基地局 2 0 から端末 3 0 へ送信されたデータが、他の通信装置から送信されたデータと衝突すると、端末 3 0 において受信されたデータのエラーレートが上昇する。受信データのエラーレートの平均値に基づいて、D L における M C S アウターループ制御が行われるとすれば、データの衝突が発生していない状態でも、低い伝送レートの変調方式等が選択されてしまう

。これにより、DLにおける伝送レートが低下してしまう。

[0131] これを回避するために、本実施例の基地局20は、端末30が基地局20から受信したデータの内、衝突データと非衝突データとを識別する。そして、端末30は、非衝突データを用いてエラーレートを算出し、算出したエラーレートを基地局20にフィードバックする。基地局20は、端末30からフィードバックされたエラーレートに基づいて、DLにおけるMCSアウターループ制御を実行する。これにより、データの衝突が発生していない状態におけるDLのスループットを向上させることができ、全体としてDLのスループットを向上させることができる。

[0132] [基地局20]

図13は、実施例3における基地局20の一例を示すブロック図である。なお、以下に説明する点を除き、図13において、図3と同一の符号を付した要素は、図3において説明した要素と同様であるため、詳細な説明は省略する。本実施例における基地局20は、下りリンク管理部251を有し、上りリンク管理部202、判定部207、閾値算出部208、およびSIR測定部209を有しない点が、実施例1における基地局20と異なる。

[0133] エラーレート算出部206は、基地局20から端末30へDLにおいて送信されたデータに対する応答信号を復号部231から受信する。エラーレート算出部206は、非衝突データについての応答信号に基づいて、端末30における受信データのエラーレートを算出する。そして、エラーレート算出部206は、算出したエラーレートを下りリンク管理部251へ出力する。

[0134] 応答信号には、受信成功を示すACK (ACKnowledgement) または受信失敗を示すNACK (Negative ACKnowledgement) が含まれる。また、応答信号には、端末30において受信されたデータが衝突データであるか否かを示す衝突情報が含まれる。本実施例において、応答信号には、ACKまたはNACKの別を示すエラービットと、衝突データであるか否かを示す衝突ビットの合計2ビットが含まれる。なお、他の例として、応答信号には、ACK、非衝突データについてのNACK、および、衝突データについてのNACK

の3つの状態を識別する2ビットの情報が含まれていてもよい。

[0135] 衝突率算出部205は、基地局20から端末30へDLにおいて送信されたデータに対する応答信号を復号部231から受信する。衝突率算出部205は、応答信号に基づいて、基地局20から端末30へDLにおいて送信されたデータに対する衝突データの割合を算出する。そして、衝突率算出部205は、算出した衝突率を下りリンク管理部251へ出力する。

[0136] 下りリンク管理部251は、端末30へ送信するデータが発生した場合に、DLにおけるデータ送信に用いられるアンライセンズドバンドのリソース等を指示するDLアサインメントを作成する。そして、下りリンク管理部251は、作成したDLアサインメントを、多重部223へ出力する。

[0137] また、下りリンク管理部251は、端末30にDLアサインメントを送信した後の所定のタイミング（例えば3サブフレーム後）に、キャリアセンス部250から出力された判定結果に基づいて、アンライセンズドバンドにおいてLBTを実行する。そして、アンライセンズドバンドのアイドルを検出した場合、下りリンク管理部251は、予約信号を生成し、生成した予約信号を多重部213へ出力する。

[0138] また、下りリンク管理部251は、DLのSIRを示す指標に対応付けて、変調方式および符号化率の組み合わせを格納した対応表を保持する。下りリンク管理部251は、端末30によって測定されたDLのSIRを示す指標（例えばCQI: Channel Quality Indicator）を含む受信データを復号部231から受信する。そして、下りリンク管理部251は、受信した指標に基づいて、DLにおいて端末30へのデータ送信に用いられる変調方式等を選択するMCS制御を行う。

[0139] 例えば、下りリンク管理部251は、対応表を参照し、受信データ毎に端末30から受信した指標に基づいて、該指標に対応付けられた変調方式および符号化率を選択する。そして、下りリンク管理部251は、選択した変調方式を指示する制御信号を符号化部211へ出力し、選択した符号化率を指示する制御信号を変調部212へ出力する。

[0140] また、下りリンク管理部251は、エラーレート算出部206によって算出されたエラーレートに基づいて、変調方式等を選択するための指標を補正するMCSアウターループ制御を実行する。下りリンク管理部251は、例えば、エラーレート算出部206が算出したエラーレートが目標値よりも高いか否かに応じて、端末30から受信した指標の値に加算するMCSオフセットの値を調整する。

[0141] また、下りリンク管理部251は、衝突率算出部205から出力された衝突率が、エラーレートの目標値を下回るように、CWサイズまたはキャリアセンス閾値の少なくともいずれか一方を制御する。例えば、下りリンク管理部251は、衝突率算出部205から出力された衝突率が、エラーレートの目標値よりも大きい場合、CWサイズを長くするか、あるいは、キャリアセンス閾値を低くするようにキャリアセンス部250に指示を行う。

[0142] [端末30]

図14は、実施例3における端末30の一例を示すブロック図である。なお、以下に説明する点を除き、図14において、図6と同一の符号を付した要素は、図6において説明した要素と同様であるため、詳細な説明は省略する。本実施例における端末30は、SIR測定部350、閾値算出部351、および判定部352を有する点が、実施例1における端末30とは異なる。

[0143] SIR測定部350は、復調部325から出力された受信信号に基づいて、基地局20から受信したデータ毎のSIRを測定する。そして、SIR測定部350は、受信データ毎に算出したSIRを、閾値算出部351および判定部352へ出力する。なお、SIR測定部350によるSIRの算出方法は、実施例1において説明したSIR測定部209によるSIRの算出方法と同様であるため、説明を省略する。

[0144] 閾値算出部351は、SIR測定部350によって受信データ毎に算出されたSIRの分布に基づいて、受信データが衝突データか非衝突データかを判定するための閾値であるSIR閾値を算出する。そして、閾値算出部35

1 は、算出した S I R 閾値を判定部 3 5 2 へ出力する。なお、閾値算出部 3 5 1 による S I R 閾値の算出方法は、実施例 1 において説明した閾値算出部 2 0 8 による S I R 閾値の算出方法と同様であるため、説明を省略する。

[0145] また、本実施例における閾値算出部 3 5 1 も、実施例 1 における閾値算出部 2 0 8 と同様に、例えば、運用開始前および運用開始後の所定のタイミングで S I R 閾値の算出処理を実行する。例えば、基地局 2 0 の下りリンク管理部 2 5 1 は、L B T に用いる C W サイズを、設定可能な最長の値に設定し、端末 3 0 へ D L アサインメントを送信する。そして、下りリンク管理部 2 5 1 は、L B T を実行し、アンライセンストバンドに予約信号を送信する。端末 3 0 の S I R 測定部 3 5 0 は、復調部 3 2 5 からの出力に基づいて、アンライセンストバンドにおいて基地局から受信したデータの S I R を測定する。そして、閾値算出部 3 5 1 は、所定数（例えば数千～数万個）のデータについて S I R が測定された場合に、受信データ毎に算出された S I R の分布に基づいて S I R 閾値を算出する。また、例えば、基地局 2 0 の下りリンク管理部 2 5 1 が、衝突率算出部 2 0 5 から出力された衝突率に基づいて、C W サイズまたはキャリアセンス閾値の少なくともいずれか一方を変更した場合、閾値算出部 3 5 1 は、S I R 閾値の算出処理を実行する。

[0146] 判定部 3 5 2 は、受信データ毎に、S I R 測定部 3 5 0 によって算出された S I R と、閾値算出部 3 5 1 によって算出された S I R 閾値とを比較することにより、受信データが衝突データであるか非衝突データであるかを判定する。そして、判定部 3 5 2 は、受信データ毎の判定結果を上りリンク管理部 3 0 5 へ出力する。

[0147] 復号部 3 0 1 は、アンライセンストバンド受信部 3 2 0 から出力された受信信号から受信データを復号し、受信データのエラーを判定する。そして、復号部 3 0 1 は、受信データ毎のエラー判定結果を上りリンク管理部 3 0 5 へ出力する。

[0148] 上りリンク管理部 3 0 5 は、アンライセンストバンドにおいて受信したデータ毎に、復号部 3 0 1 からエラー判定の結果を受信する。そして、上りリ

リンク管理部305は、受信したデータ毎に、エラー判定結果に基づいて、ACKまたはNACKを示すエラービットの値を決定する。

[0149] また、上りリンク管理部305は、アンライセンストバンドにおいて受信したデータ毎に、衝突データであるか否かを示す判定結果を判定部352から受信する。そして、上りリンク管理部305は、受信したデータ毎に、衝突データであるか否かを示す判定結果に基づいて、衝突データか否かを示す衝突ビットの値を決定する。

[0150] そして、上りリンク管理部305は、受信データに対する応答信号の送信タイミングにおいて、エラービットおよび衝突ビットを含む応答信号を、多重部335へ出力する。これにより、受信データに対する応答信号の送信タイミングにおいて、エラービットおよび衝突ビットを含む応答信号が、アンライセンストバンドにおいて基地局20へ送信される。

[0151] [端末30の動作]

図15は、実施例3における端末30の動作の一例を示すフローチャートである。

[0152] まず、SIR測定部350は、復調部325からの出力に基づいて、アンライセンストバンドにおいて基地局20からデータを受信したか否かを判定する(S400)。アンライセンストバンドにおいて基地局20からデータを受信した場合(S400:Yes)、SIR測定部350は、受信したデータのSIRを測定する(S401)。そして、SIR測定部350は、SIRの測定結果を判定部352へ出力する。

[0153] 判定部352は、SIR測定部350から出力されたSIRの測定値と、閾値算出部351によって算出されたSIR閾値とに基づいて、基地局20から受信したデータが衝突データか否かを判定する(S402)。本実施例において、判定部352は、受信データ毎に、SIR測定部350によって算出されたSIRがSIR閾値以上の場合に、受信データが非衝突データであると判定する。一方、判定部352は、SIR測定部350によって算出されたSIRがSIR閾値未満の場合に、受信データが衝突データであると

判定する。

[0154] 判定部352が、受信データを非衝突データと判定した場合（S402：No）、上りリンク管理部305は、復号部301による判定結果に基づいて、受信したデータが受信エラーと判定されたか否かを判定する（S403）。受信したデータが受信エラーと判定された場合（S403：Yes）、上りリンク管理部305は、NACKを示すエラービットと、非衝突データであることを示す衝突ビットとを含む応答信号を作成する。そして、上りリンク管理部305は、作成した応答信号を、アンライセンスドバンド送信部330を介して基地局20へ送信する（S404）。そして、SIR測定部350は、再びステップS400に示した処理を実行する。一方、受信したデータが受信エラーと判定されなかった場合（S403：No）、上りリンク管理部305は、ACKを示すエラービットと、非衝突データであることを示す衝突ビットとを含む応答信号を作成する。そして、上りリンク管理部305は、作成した応答信号を、アンライセンスドバンド送信部330を介して基地局20へ送信する（S405）。そして、SIR測定部350は、再びステップS400に示した処理を実行する。

[0155] 一方、判定部352が、受信データを衝突データと判定した場合（S402：Yes）、上りリンク管理部305は、復号部301による判定結果に基づいて、受信したデータが受信エラーと判定されたか否かを判定する（S406）。受信したデータが受信エラーと判定された場合（S406：Yes）、上りリンク管理部305は、NACKを示すエラービットと、衝突データであることを示す衝突ビットとを含む応答信号を作成する。そして、上りリンク管理部305は、作成した応答信号を、アンライセンスドバンド送信部330を介して基地局20へ送信する（S407）。そして、SIR測定部350は、再びステップS400に示した処理を実行する。一方、受信したデータが受信エラーと判定されなかった場合（S406：No）、上りリンク管理部305は、ACKを示すエラービットと、衝突データであることを示す衝突ビットとを含む応答信号を作成する。そして、上りリンク管理

部305は、作成した応答信号を、アンライセンスドバンド送信部330を介して基地局20へ送信する(S408)。そして、SIR測定部350は、再びステップS400に示した処理を実行する。

[0156] [MCSアウターループ制御]

次に、基地局20によって実行されるDLにおけるMCSアウターループ制御について説明する。図16は、DLにおけるMCSアウターループ制御の一例を示すフローチャートである。

[0157] まず、エラーレート算出部206は、復号部231から出力された受信データに基づいて、アンライセンスドバンドにおいて端末30から応答信号を受信したか否かを判定する(S500)。応答信号を受信した場合(S500: Yes)、エラーレート算出部206は、応答信号に含まれる衝突ビットを参照して、衝突データと判定された受信データに対する応答信号か否かを判定する(S501)。応答信号を受信していない場合(S500: No)、または、衝突データと判定された受信データに対する応答信号を受信した場合(S501: Yes)、エラーレート算出部206は、再びステップS500に示した処理を実行する。

[0158] 一方、非衝突データと判定された受信データに対する応答信号を受信した場合(S501: No)、エラーレート算出部206は、非衝突データについての応答信号に基づいて、端末30における受信データのエラーレートとしてBLERを算出する(S502)。そして、エラーレート算出部206は、算出したBLERを下りリンク管理部251へ出力する。

[0159] 次に、下りリンク管理部251は、エラーレート算出部206が算出したエラーレートに基づいて、DLにおける変調方式等を選択するための指標を補正するためのMCSオフセットを更新する(S503)。そして、エラーレート算出部206は、再びステップS500に示した処理を実行する。

[0160] 以上、実施例3について説明した。上記説明から明らかなように、本実施例の無線通信システム10によれば、基地局20によって所定周波数の帯域の空きが検出された後に、基地局20が該帯域を使って端末30へデータ送

信を行う場合に、DLにおけるスループットを向上させることができる。

[0161] [ハードウェア]

上述した実施例における基地局20および端末30は、例えば図17に示す無線通信装置70によって実現することができる。図17は、基地局20または端末30の機能を実現する無線通信装置70の一例を示す図である。無線通信装置70は、例えば、メモリ71、プロセッサ72、アナログデジタル変換器(A/D)73、乗算器74、アンプ75、発振器76、デジタルアナログ変換器(D/A)77、乗算器78、アンプ79、およびアンテナ80を有する。また、無線通信装置70は、この他に、外部の通信装置との間で有線通信を行うインタフェースを備えていてもよい。

[0162] アンテナ80は、無線信号を受信し、受信した信号をアンプ75へ出力する。また、アンテナ80は、アンプ79から出力された信号を外部へ送信する。アンプ75は、アンテナ80が受信した信号を増幅し、増幅した信号を乗算器74へ出力する。乗算器74は、アンプ75から出力された信号と、発振器76から出力されたクロック信号とを乗算することにより、受信信号の周波数を高周波帯からベースバンドへ変換する。そして、乗算器74は、周波数変換した信号をアナログデジタル変換器73へ出力する。アナログデジタル変換器73は、乗算器74から出力されたアナログの受信信号をデジタルの受信信号に変換し、変換後の受信信号をプロセッサ72へ出力する。

[0163] プロセッサ72は、無線通信装置70全体の制御を行う。プロセッサ72は、例えばCPU (Central Processing Unit) やDSP (Digital Signal Processor) などにより実現することができる。プロセッサ72は、アナログデジタル変換器73から出力された信号の受信処理を行う。また、プロセッサ72は、送信信号を生成し、生成した送信信号をデジタルアナログ変換器77へ出力する。

[0164] メモリ71には、例えばメインメモリおよび補助メモリが含まれる。メインメモリは、例えばRAM (Random Access Memory) である。メインメモリは、プロセッサ72のワークエリアとして使用される。補助メモリは、例

例えば磁気ディスクやフラッシュメモリなどの不揮発メモリである。補助メモリには、プロセッサ 72 を動作させる各種のプログラムが記憶されている。補助メモリに記憶されたプログラムは、メインメモリにロードされてプロセッサ 72 によって実行される。

[0165] デジタルアナログ変換器 77 は、プロセッサ 72 から出力されたデジタルの送信信号をアナログの送信信号に変換し、変換後の送信信号を乗算器 78 へ出力する。乗算器 78 は、デジタルアナログ変換器 77 によって変換された送信信号を、発振器 76 から出力されたクロック信号と乗算することにより、送信信号の周波数をベースバンドから高周波帯へ変換する。そして、乗算器 78 は、周波数変換した送信信号をアンプ 79 へ出力する。アンプ 79 は乗算器 78 から出力された信号を増幅し、増幅後の送信信号をアンテナ 80 を介して外部へ送信する。

[0166] 発振器 76 は、所定周波数のクロック信号（連続波の交流信号）を生成する。そして、発振器 76 は、生成したクロック信号を乗算器 74 および乗算器 78 へ出力する。

[0167] 無線通信装置 70 が図 3、10、又は 13 に例示した基地局 20 として機能する場合、図 3、10、又は 13 のアンテナ 216、226、235、及び 245 は、例えばアンテナ 80 により実現することができる。また、図 3、10、又は 13 に例示した無線処理部 215、225、234、及び 244 は、例えばアナログデジタル変換器 73、乗算器 74、アンプ 75、発振器 76、デジタルアナログ変換器 77、乗算器 78、およびアンプ 79 により実現することができる。また、図 3、10、又は 13 に例示したその他の構成は、例えばプロセッサ 72 およびメモリ 71 により実現することができる。

[0168] 無線通信装置 70 が図 6、11、又は 14 に例示した端末 30 として機能する場合、図 6、11、又は 14 に例示したアンテナ 300 は、例えばアンテナ 80 により実現することができる。また、図 6、11、又は 14 に例示した無線処理部 311、321、331、および 341 は、例えばアナログ

デジタル変換器 7 3、乗算器 7 4、アンプ 7 5、発振器 7 6、デジタルアナログ変換器 7 7、乗算器 7 8、及びアンプ 7 9により実現することができる。また、図 6、1 1、又は 1 4 に例示したその他の構成は、例えばプロセッサ 7 2 およびメモリ 7 1 により実現することができる。

[0169] [その他]

上記した各実施例において、S I R 閾値の算出処理は、例えば、衝突率が目標 BLE R を下回るように、L B T における CW サイズ等が変更された場合に実行されるが、開示の技術はこれに限られない。例えば、衝突率が目標 BLE R を下回っている状態においても、所定の期間毎に S I R 閾値の算出処理が実行されてもよい。これにより、基地局 2 0 の移動や伝搬環境の変動等に対応したより適切な S I R 閾値を算出することができる。

[0170] また、上記した実施例 3 において、端末 3 0 は、エラービットと衝突ビットを含む応答信号を基地局 2 0 へ送信し、基地局 2 0 は、非衝突データについて、端末 3 0 における受信データのエラーレートを算出するが、開示の技術はこれに限られない。例えば、端末 3 0 は、所定数の非衝突データ毎に、受信データのエラーレートを算出し、算出したエラーレートを基地局 2 0 へ送信してもよい。この場合、基地局 2 0 は、端末 3 0 から送信されたエラーレートに基づいて、M C S アウターループ制御を実行する。

[0171] なお、上記した実施例に示した構成要素は、各装置の理解を容易にするために、主な処理内容に応じて機能別に区分したものである。そのため、構成要素の区分方法やその名称によって、開示の技術が制限されることはない。上記実施例に示した各装置の構成は、処理内容に応じて、さらに多くの構成要素に区分することもできるし、1 つの構成要素がさらに多くの処理を実行するように区分することもできる。また、それぞれの処理は、ソフトウェアによる処理として実現されてもよく、A S I C (Application Specific Integrated Circuit) 等の専用のハードウェアにより実現されてもよい。

符号の説明

[0172] 2 0 基地局

- 202 上りリンク管理部
- 206 エラーレート算出部
- 207 判定部
- 208 閾値算出部
- 209 S I R測定部
- 230 アンライセンスドバンド受信部
- 250 キャリアセンス部

請求の範囲

- [請求項1] 所定周波数の帯域の空きを検出した後に基地局と端末とが前記帯域を使って無線通信を行う無線通信システムに用いられる前記基地局において、
- 前記帯域において前記端末から送信されたデータを受信する受信部と、
- 前記受信部が受信したデータが、前記帯域において他の通信装置から送信された信号と同時に前記端末から送信されたデータである衝突データであるか、前記衝突データではない非衝突データであるかを判定する判定部と、
- 前記受信部が受信したデータの中で、前記判定部によって非衝突データと判定されたデータに基づいて、エラーレートを算出する算出部と、
- 前記エラーレートに基づいて、前記端末がデータを送信する際の変調方式および符号化率の選択に用いられる指標を補正する補正部と
- を有することを特徴とする基地局。
- [請求項2] 前記受信部が受信したデータ毎にS I R (Signal to Interference Ratio) を測定する測定部と、
- 前記受信部が受信したデータのS I Rの分布に基づいて、前記衝突データのS I Rと前記非衝突データのS I Rとの境界となるS I R閾値を算出する閾値算出部と
- を有し、
- 前記判定部は、
- 前記受信部が受信したデータの内、S I Rが前記S I R閾値以上であるデータを前記非衝突データと判定し、S I Rが前記S I R閾値未満であるデータを前記衝突データと判定することを特徴とする請求項1に記載の基地局。
- [請求項3] キャリアセンスを実行するキャリアセンス部と、

前記キャリアセンス部によって前記帯域がアイドルと判定された場合に、前記端末にデータの送信を指示する指示部と、

前記受信部が受信したデータに対する前記衝突データの割合を示す衝突率を算出する衝突率算出部と、

前記衝突率が目標となるエラーレートを下回るように、前記キャリアセンス部によって用いられるキャリアセンス閾値またはCW（Contention Window）サイズの少なくともいずれか一方を変更する変更部と

を有することを特徴とする請求項1に記載の基地局。

[請求項4]

前記受信部が受信したデータに対する前記衝突データの割合を示す衝突率を算出する衝突率算出部と、

前記衝突率が目標となるエラーレートを下回るように、前記端末に、前記端末によるキャリアセンスの際に用いられるキャリアセンス閾値またはCWサイズの少なくともいずれか一方の変更を指示する指示部と

を有することを特徴とする請求項1に記載の基地局。

[請求項5]

所定周波数の帯域の空きを検出した後に基地局と端末とが前記帯域を使って無線通信を行う無線通信システムに用いられる前記基地局において、

前記帯域において前記端末へデータを送信する送信部と、

前記送信部が送信したそれぞれのデータについて、前記帯域において他の通信装置から送信された信号と同時に前記送信部から送信されたデータである衝突データであるか、前記衝突データではない非衝突データであるかを示す情報を前記端末から受信する受信部と、

前記受信部が受信した前記非衝突データに関する情報に基づいて、前記端末が受信したデータのエラーレートを算出する算出部と、

前記エラーレートに基づいて、前記送信部がデータを送信する際の変調方式および符号化率の選択に用いられる指標を補正する補正部と

を有することを特徴とする基地局。

[請求項6]

キャリアセンスを実行するキャリアセンス部と、

前記端末が受信したデータに対する前記衝突データの割合を示す衝突率を算出する衝突率算出部と、

前記衝突率が目標となるエラーレートを下回るように、前記キャリアセンス部によって用いられるキャリアセンス閾値またはCWサイズの少なくともいずれか一方を変更する変更部と

を有することを特徴とする請求項5に記載の基地局。

[請求項7]

所定周波数の帯域の空きを検出した後に基地局と端末とが前記帯域を使って無線通信を行う無線通信システムに用いられる前記端末において、

前記帯域において前記基地局から送信されたデータを受信する受信部と、

前記受信部が受信したデータが、前記帯域において他の通信装置から送信された信号と同時に前記基地局から送信されたデータである衝突データであるか、前記衝突データではない非衝突データであるかを判定する判定部と、

前記受信部が受信したそれぞれのデータについて、前記衝突データまたは前記非衝突データのいずれあるかを示す情報を前記基地局へ送信する送信部と

を有することを特徴とする端末。

[請求項8]

前記受信部が受信したデータ毎にS I Rを測定する測定部と、

前記受信部が受信したデータのS I Rの分布に基づいて、前記衝突データのS I Rと前記非衝突データのS I Rとの境界となるS I R閾値を算出する閾値算出部と

を有し、

前記判定部は、

前記受信部が受信したデータの内、S I Rが前記S I R閾値以上で

あるデータを前記非衝突データと判定し、 SIR が前記 SIR 閾値未満であるデータを前記衝突データと判定することを特徴とする請求項7に記載の端末。

[請求項9] 基地局と端末とを有し、所定周波数の帯域の空きを検出した後に前記基地局と前記端末とが前記帯域を使って無線通信を行う無線通信システムにおいて、

前記基地局は、

前記帯域において前記端末へデータを送信する第1の送信部と、

前記第1の送信部が送信したそれぞれのデータについて、前記帯域において他の通信装置から送信された信号と同時に前記第1の送信部が送信したデータである衝突データであるか、前記衝突データではない非衝突データであるかを示す情報を前記端末から受信する第1の受信部と、

前記第1の受信部が受信した前記非衝突データに関する情報に基づいて、前記端末が受信したデータのエラーレートを算出する算出部と、

前記エラーレートに基づいて、前記第1の送信部がデータを送信する際の変調方式および符号化率の選択に用いられる指標を補正する補正部と

を有し、

前記端末は、

前記帯域において前記基地局から送信されたデータを受信する第2の受信部と、

前記第2の受信部が受信したデータが、前記衝突データまたは前記非衝突データのいずれであるかを判定する判定部と、

前記第2の受信部が受信したそれぞれのデータについて、前記衝突データまたは前記非衝突データのいずれあるかを示す情報を前記基地局へ送信する第2の送信部と

を有することを特徴とする無線通信システム。

[請求項10]

所定周波数の帯域の空きを検出した後に基地局と端末とが前記帯域を使って無線通信を行う無線通信システムに用いられる前記基地局が、

前記帯域において前記端末から送信されたデータを受信し、

受信したデータが、他前記帯域において他の通信装置から送信された信号と同時に前記端末から送信されたデータである衝突データであるか、前記衝突データではない非衝突データであるかを判定し、

受信したデータの中で、非衝突データと判定したデータに基づいて、エラーレートを算出し、

前記エラーレートに基づいて、前記端末がデータを送信する際の変調方式および符号化率の選択に用いられる指標を補正する

処理を実行することを特徴とする基地局の制御方法。

[請求項11]

所定周波数の帯域の空きを検出した後に基地局と端末とが前記帯域を使って無線通信を行う無線通信システムに用いられる前記基地局が、

前記帯域において前記端末へデータを送信し、

前記端末へ送信したそれぞれのデータについて、前記帯域において他の通信装置から送信された信号と同時に前記基地局から送信されたデータである衝突データであるか、前記衝突データではない非衝突データであるかを示す情報を前記端末から受信し、

受信した前記非衝突データに関する情報に基づいて、前記端末が受信したデータのエラーレートを算出し、

前記エラーレートに基づいて、前記端末へデータを送信する際の変調方式および符号化率の選択に用いられる指標を補正する

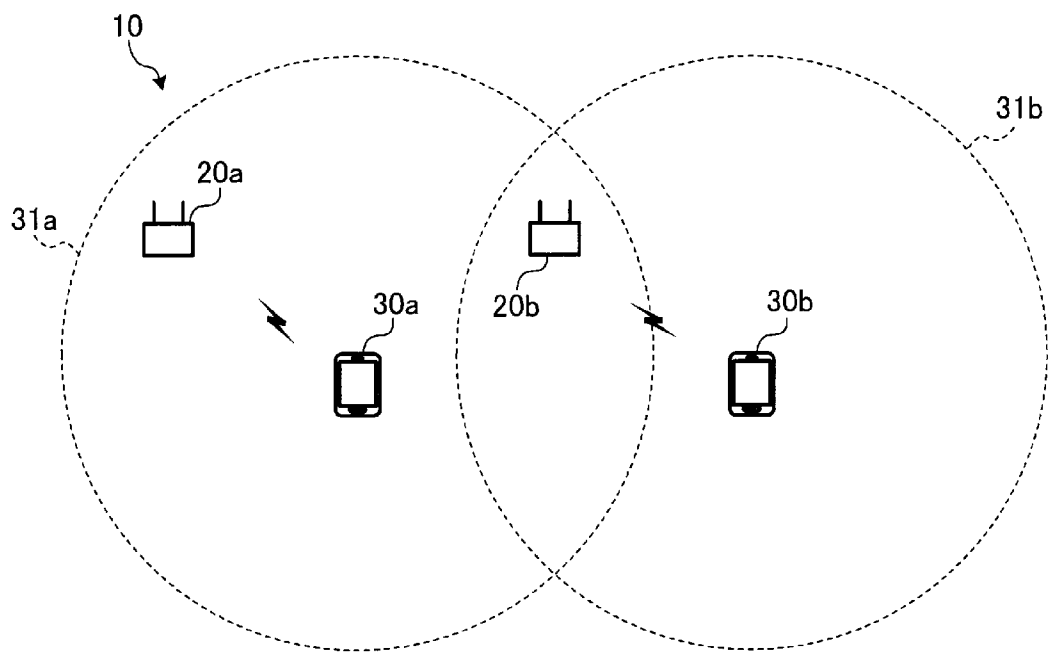
処理を実行することを特徴とする基地局の制御方法。

[請求項12]

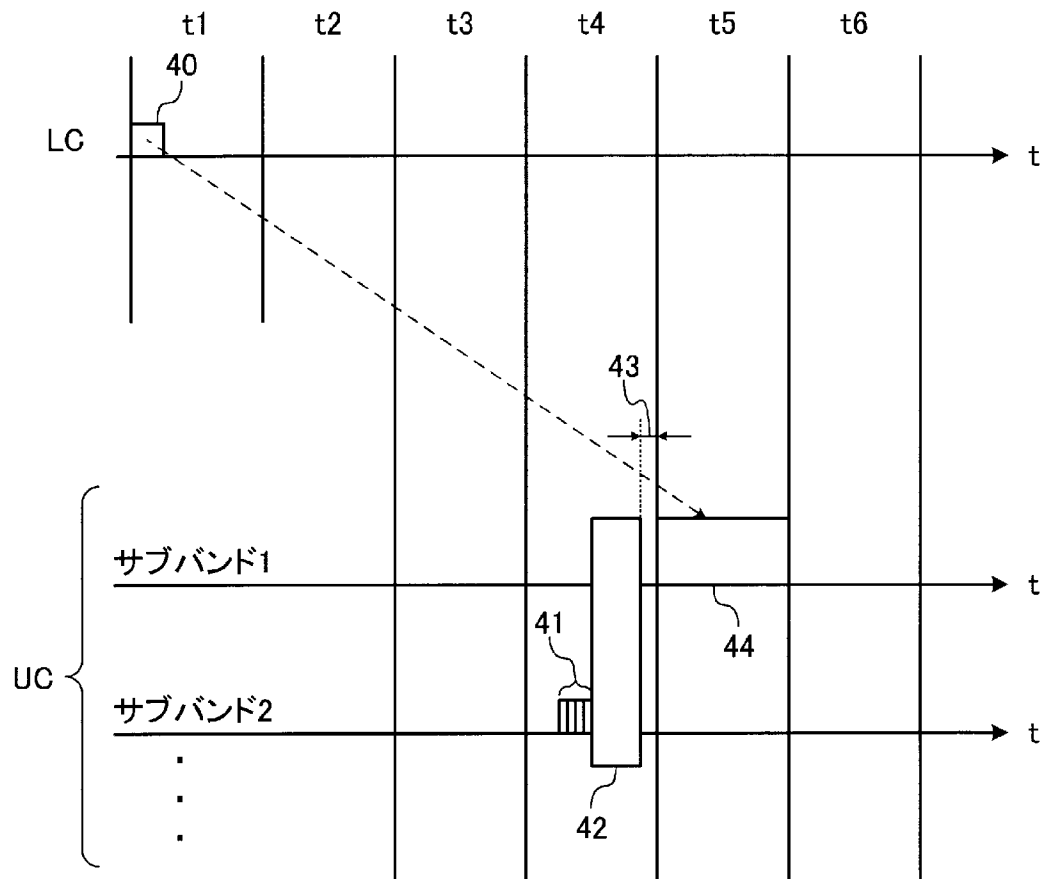
所定周波数の帯域の空きを検出した後に基地局と端末とが前記帯域を使って無線通信を行う無線通信システムに用いられる前記端末が、

前記帯域において前記基地局から送信されたデータを受信し、
受信したデータが、前記帯域において他の通信装置から送信された
信号と同時に前記基地局から送信されたデータである衝突データであ
るか、前記衝突データではない非衝突データであるかを判定し、
受信したそれぞれのデータについて、前記衝突データまたは前記非
衝突データのいずれあるかを示す情報を前記基地局へ送信する
処理を実行することを特徴とする端末の制御方法。

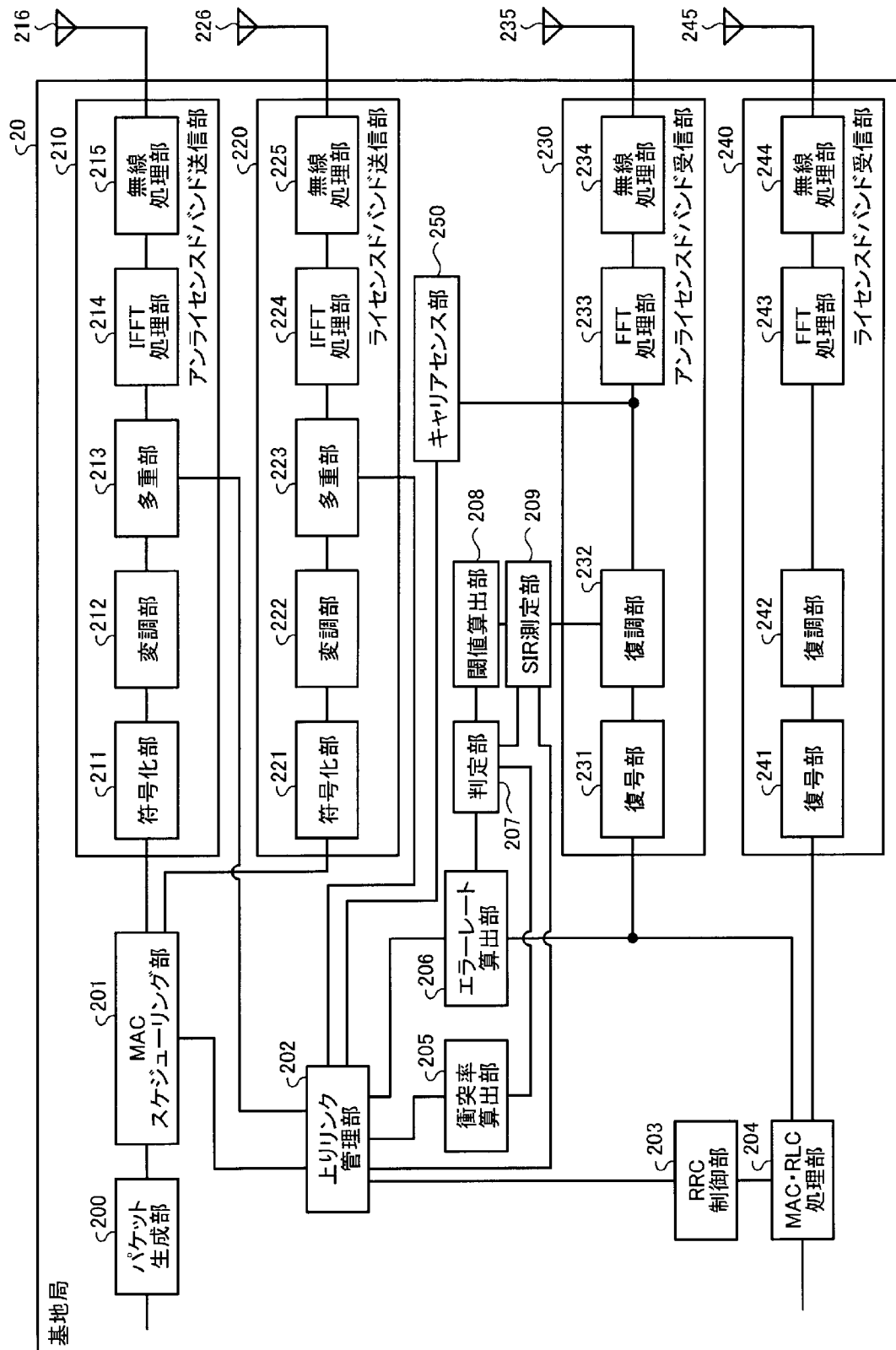
[図1]



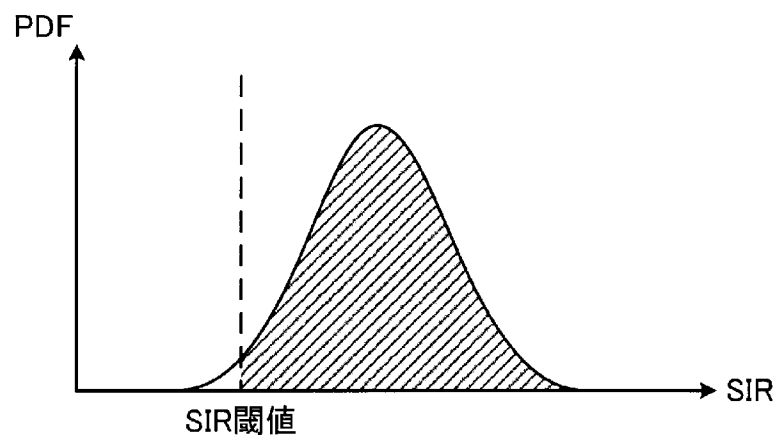
[図2]



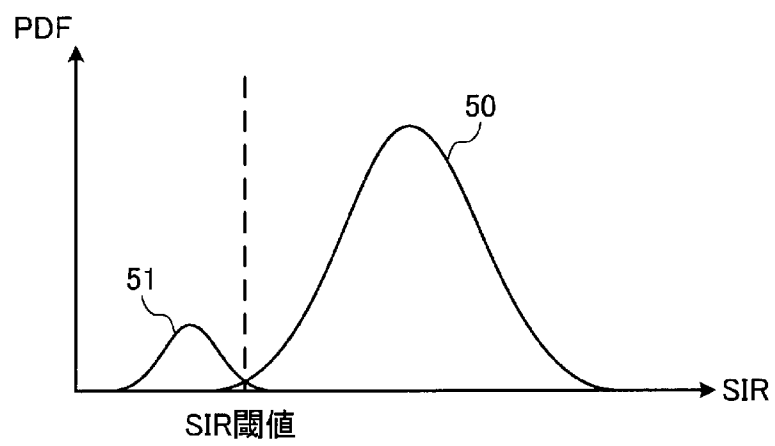
[図3]



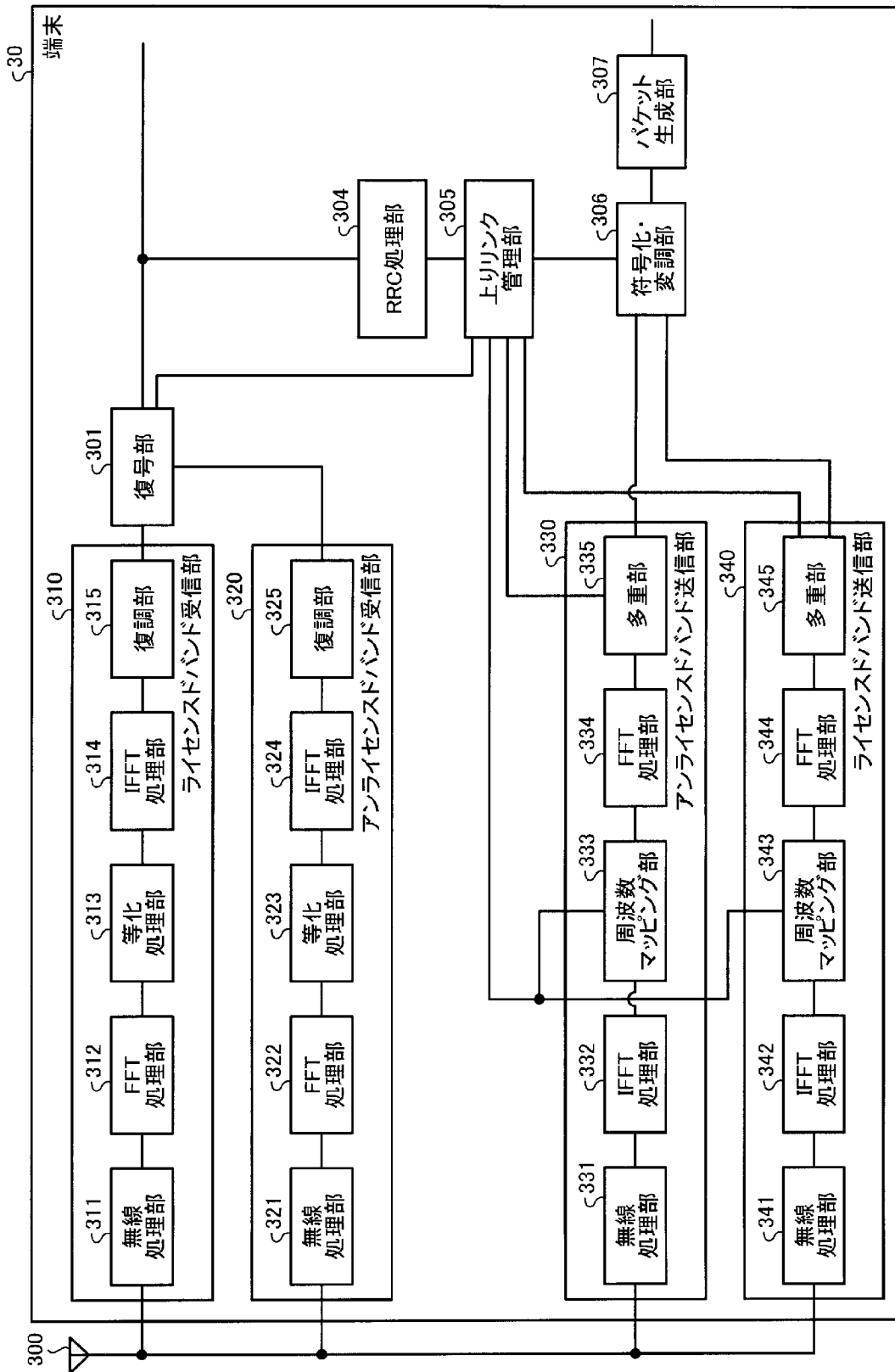
[図4]



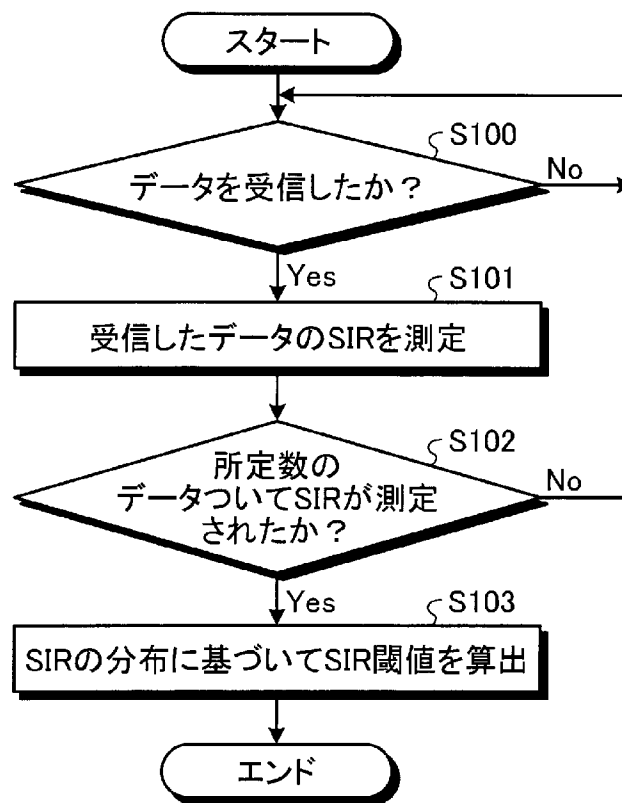
[図5]



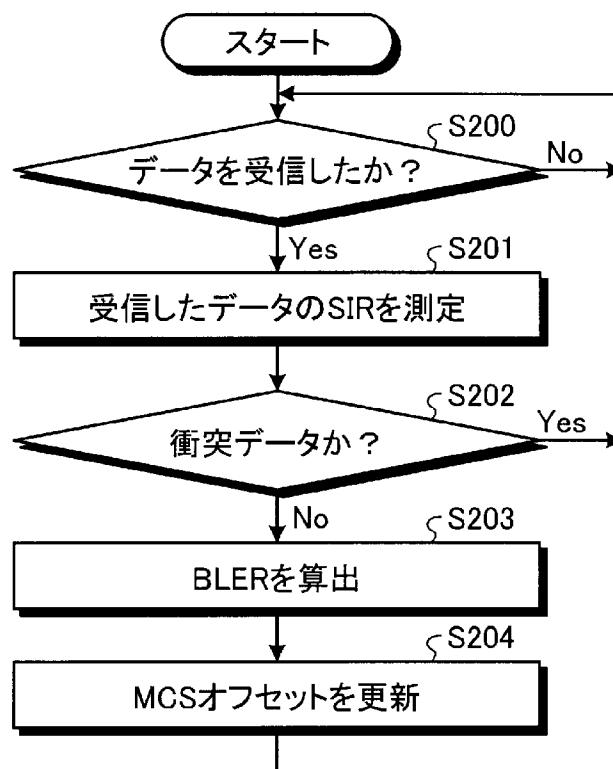
[図6]



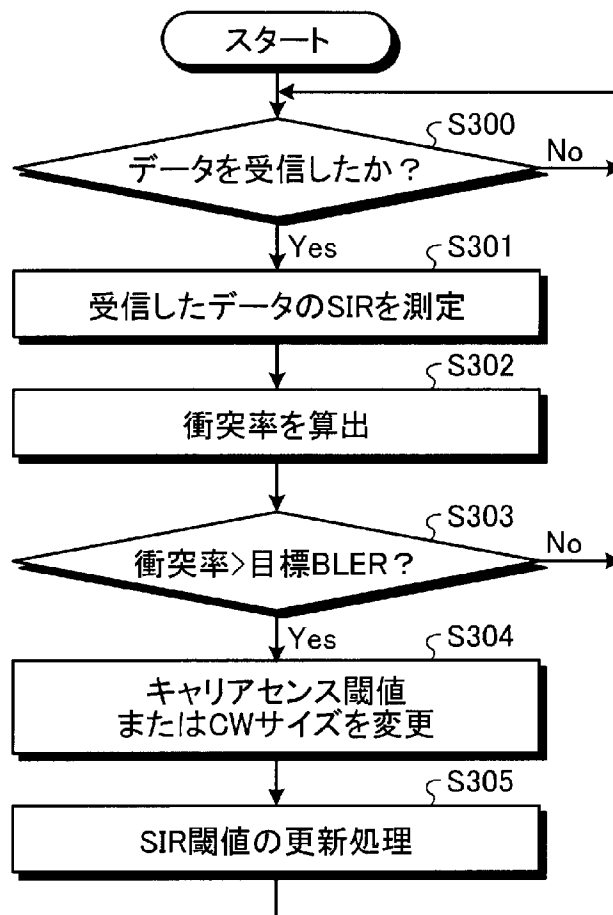
[図7]



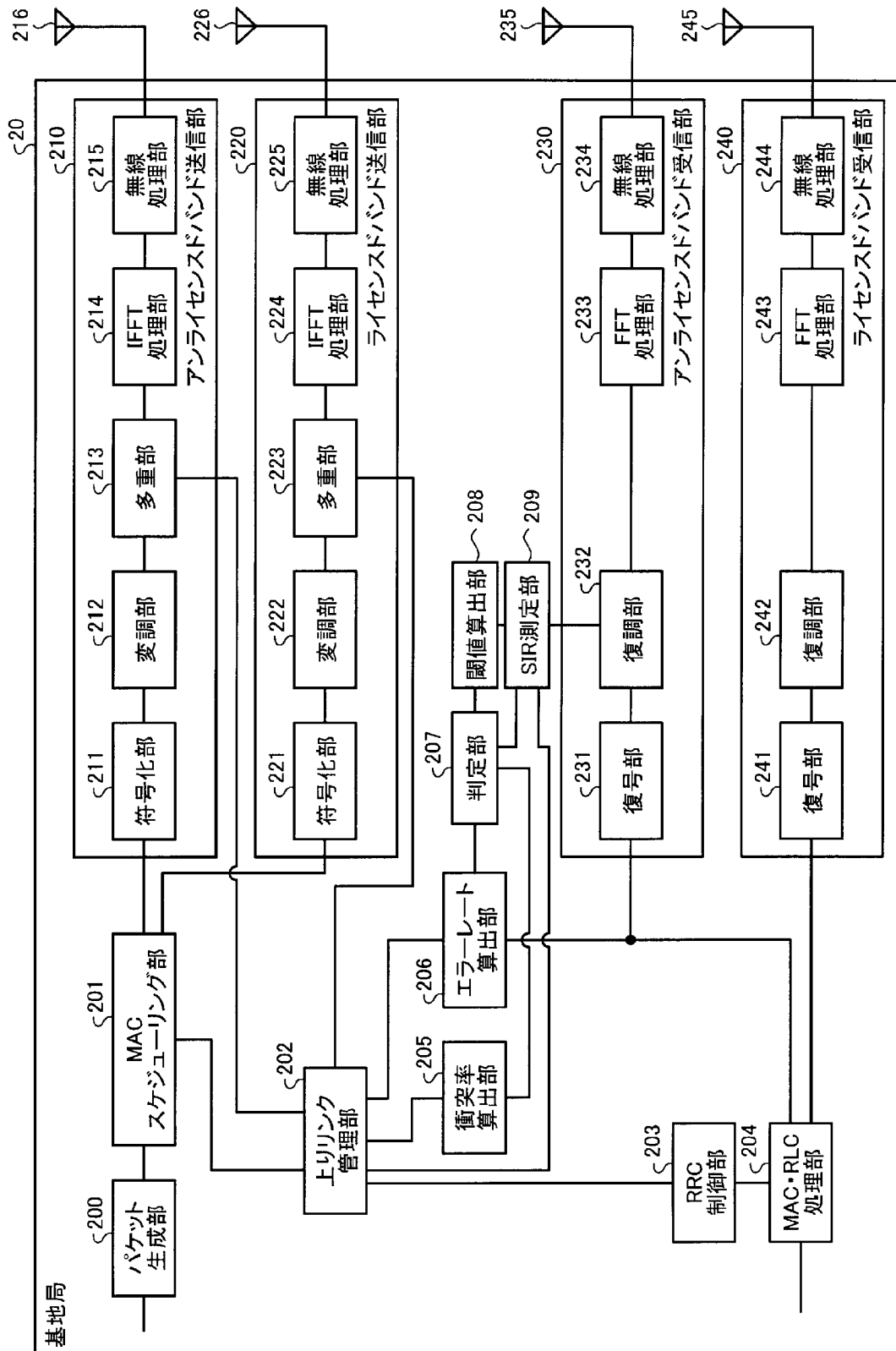
[図8]



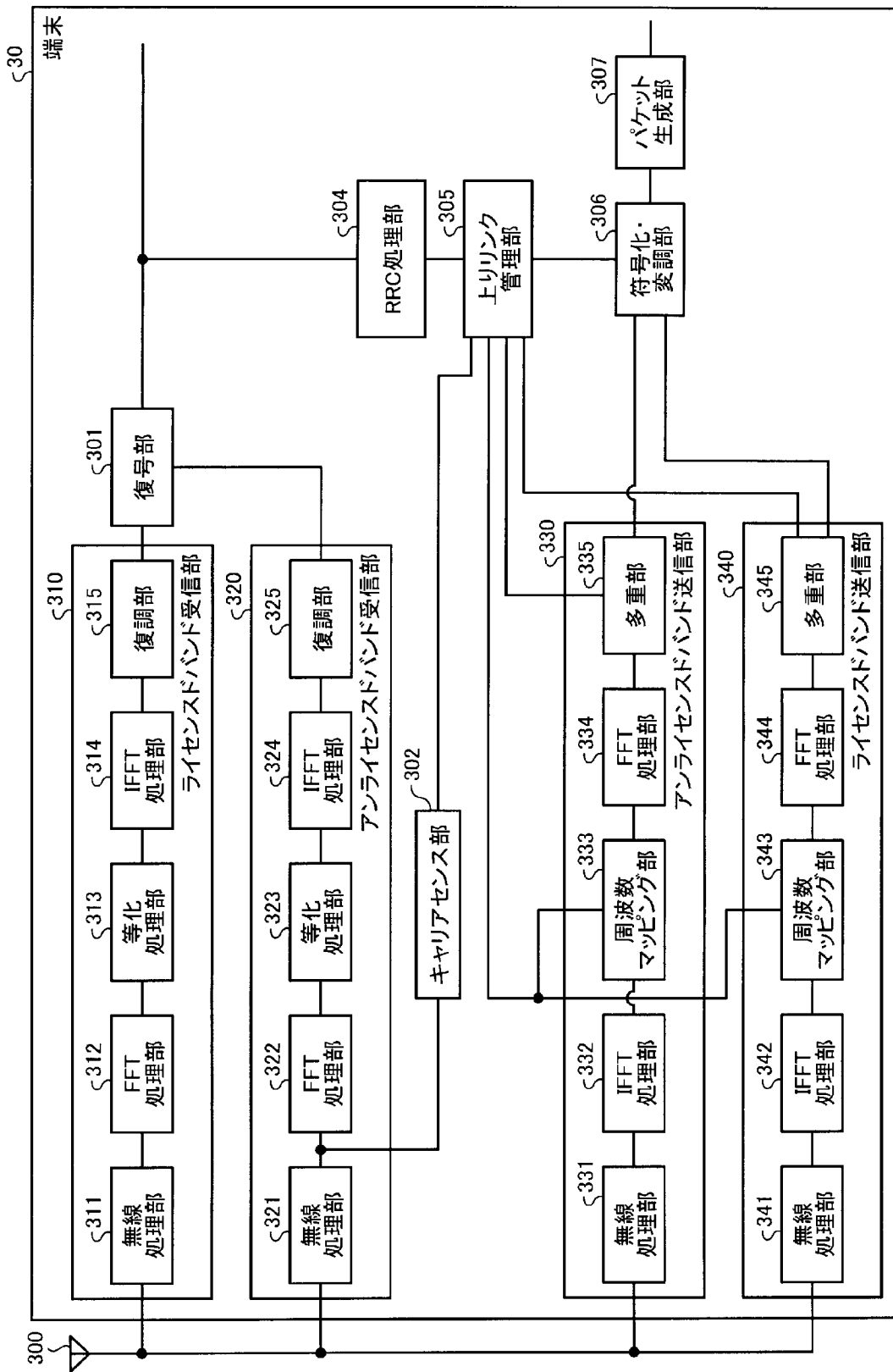
[図9]



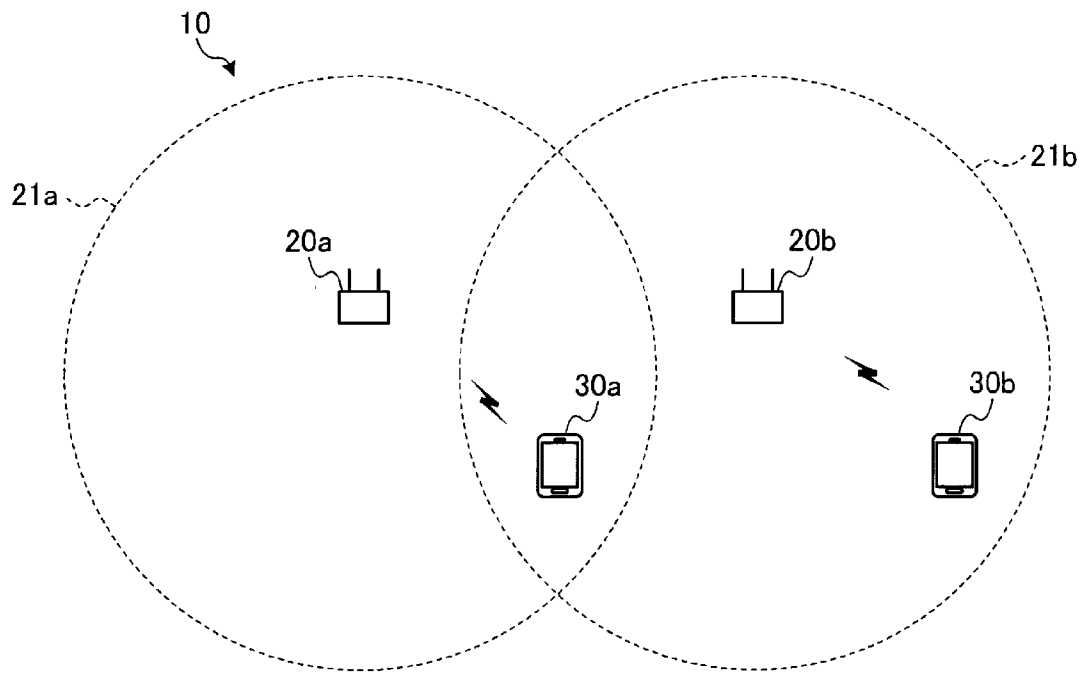
[図10]



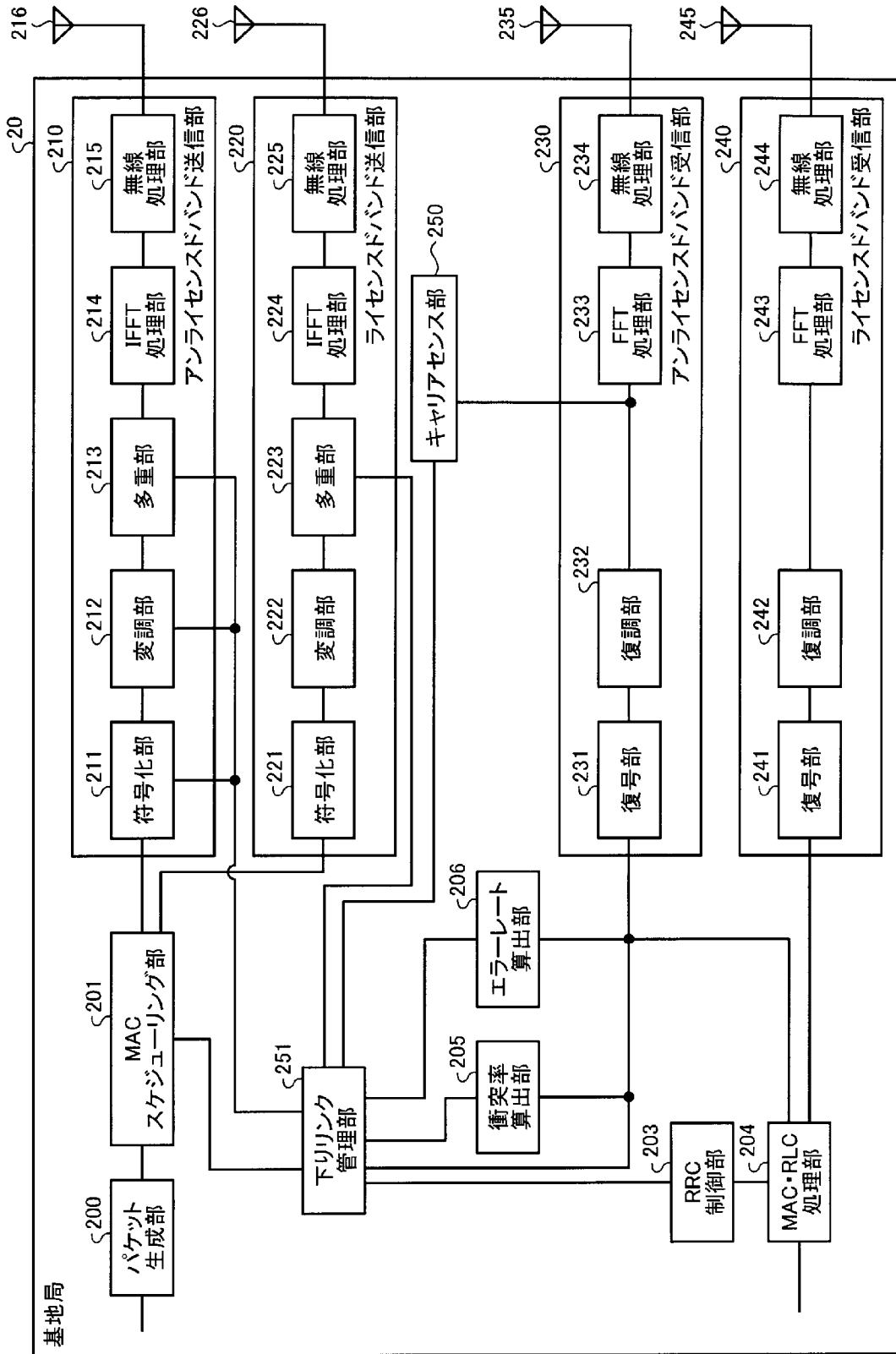
[図11]



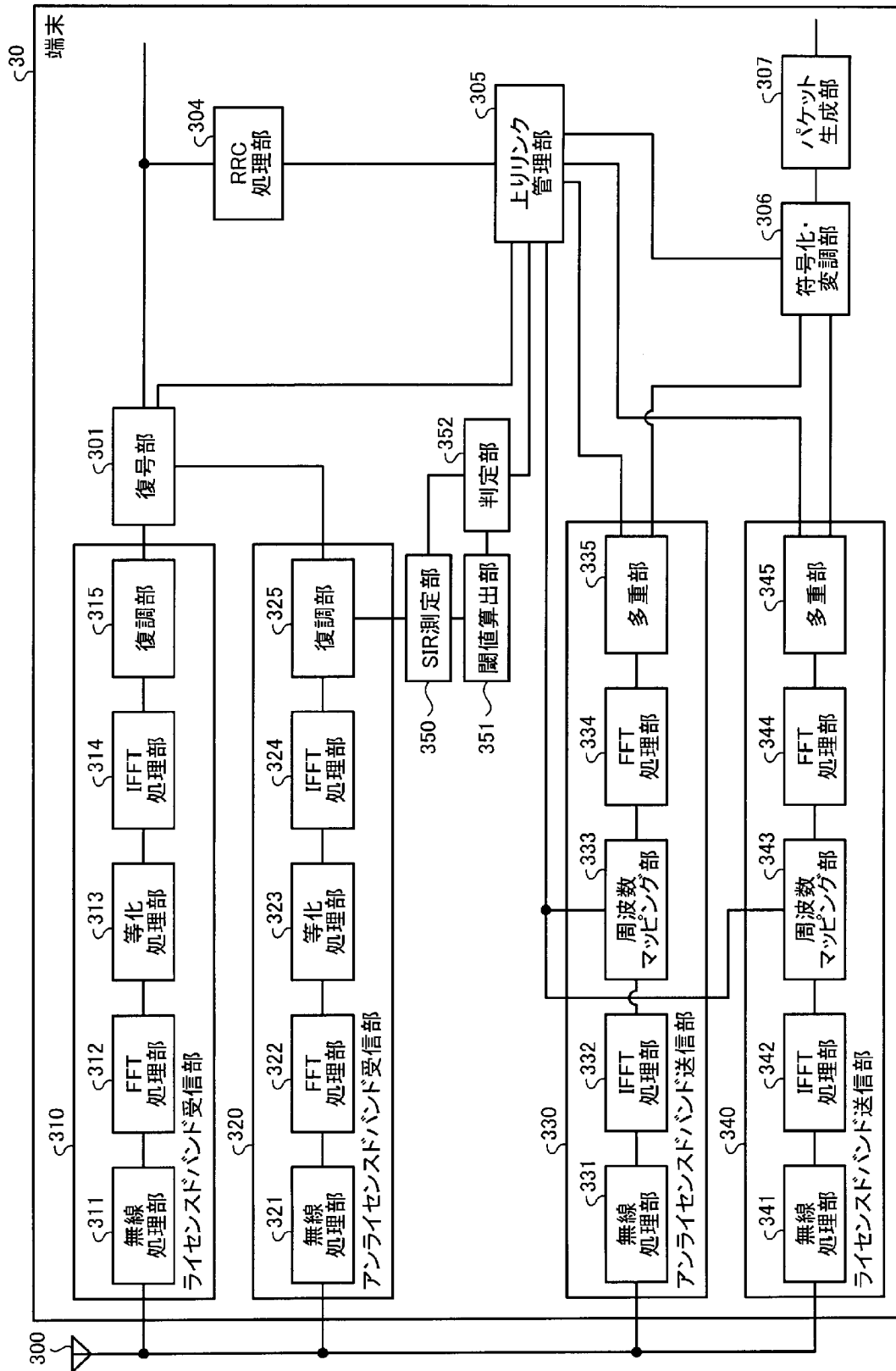
[図12]



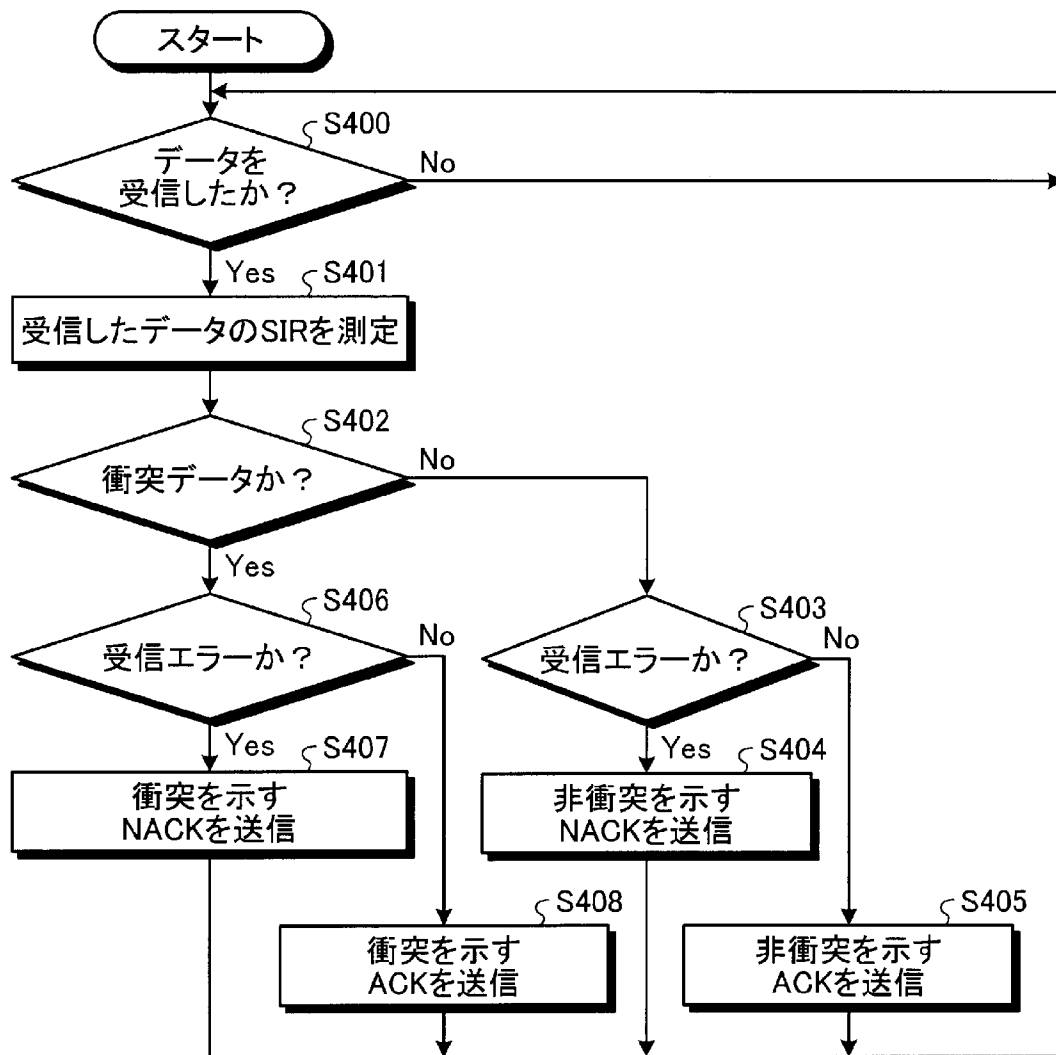
[図13]



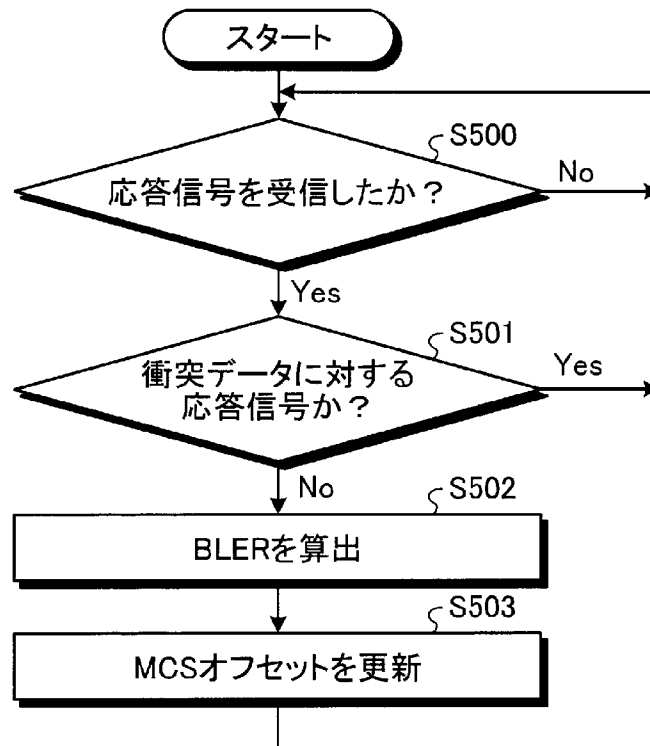
[図14]



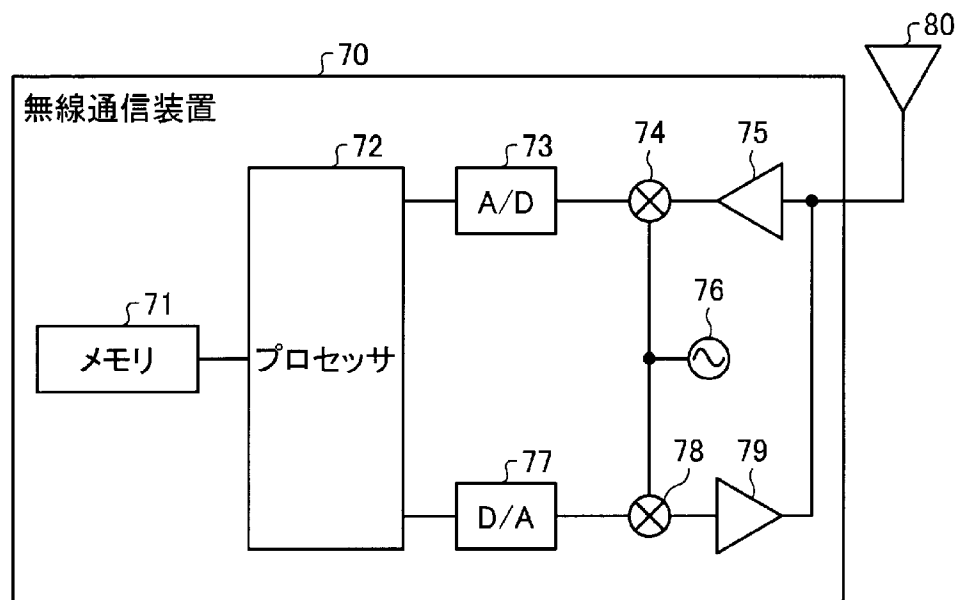
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/060878

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04W28/18(2009.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04W28/18

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2014-168127 A (Advanced Telecommunications Research Institute International), 11 September 2014 (11.09.2014), entire text; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 2009-177481 A (NTT Docomo Inc.), 06 August 2009 (06.08.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 2011-160127 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 18 August 2011 (18.08.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-12

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

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
08 June 2015 (08.06.15)

Date of mailing of the international search report
16 June 2015 (16.06.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04W28/18(2009.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04W28/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2015年
日本国実用新案登録公報	1996-2015年
日本国登録実用新案公報	1994-2015年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2014-168127 A（株式会社国際電気通信基礎技術研究所） 2014.09.11, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-12
A	JP 2009-177481 A（株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ）2009.08.06, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-12
A	JP 2011-160127 A（三洋電機株式会社）2011.08.18, 全文, 全図（フ ァミリーなし）	1-12

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

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

の日の後に公表された文献

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

国際調査を完了した日

08.06.2015

国際調査報告の発送日

16.06.2015

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A/J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

伊東 和重

5 J

8839

電話番号 03-3581-1101 内線 3534