

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2009年2月12日 (12.02.2009)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2009/019892 A1

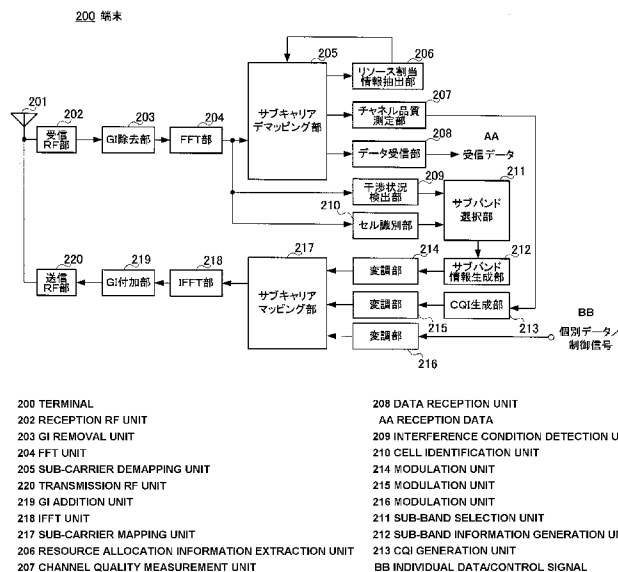
- (51) 国際特許分類:
H04Q 7/38 (2006.01) H04J 11/00 (2006.01)
H04J 1/00 (2006.01) H04Q 7/34 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/002178
- (22) 国際出願日: 2008年8月8日 (08.08.2008)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2007-208611 2007年8月9日 (09.08.2007) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): パナソニック株式会社 (PANASONIC CORPORATION)
[JP/JP]; 5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 岸上 高明
- (74) 代理人: 鷺田 公一 (WASHIDA, Kimihito); 〒2060034 東京都多摩市鶴牧1丁目24-1 新都市センタービル5階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,

[続葉有]

(54) Title: TERMINAL DEVICE, BASE STATION DEVICE, AND FREQUENCY RESOURCE ALLOCATION METHOD

(54) 発明の名称: 端末装置、基地局装置及び周波数リソース割当方法

[図3]



(57) Abstract: It is possible to realize reduction of inter-cell interference by an adaptive FFR with a low delay. A terminal (200) includes: an interference condition detection unit (209) which detects an interference condition of other cell to the local cell; a cell identification unit (210) which acquires an identification signal of each base station; and a sub-band selection unit (211) which selects a sub-band used for the downstream line transmission to the local station according to the interference condition detected by the interference condition detection unit (209) and the identification signal of each base station obtained by the cell identification unit (210). Thus, the terminal (200) can autonomously select a small sub-band of inter-cell interference and to realize reduction of the inter-cell interference by the adaptive FFR with a low delay.

[続葉有]



WO 2009/019892 A1



KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

(57) 要約: adaptive FFRによるセル間干渉の低減を、低遅延で実現する。端末200は、自セルに対する他セルの干渉状況を検出する干渉状況検出部209と、各基地局の識別信号を得るセル識別部210と、干渉状況検出部209によって検出された干渉状況と、セル識別部210によって得られた各基地局の識別信号とに基づいて、自局への下り回線送信に用いられるサブバンドを選択するサブバンド選択部211とを有する。これにより、端末200が、自律的に、セル間干渉の小さいサブバンドを選択できるので、adaptive FFRによるセル間干渉の低減を低遅延で実現できる。

明 細 書

端末装置、基地局装置及び周波数リソース割当方法

技術分野

[0001] 本発明は、セルラー移動体通信システムにおいて、セル間干渉を低減する端末装置、基地局装置及び周波数リソース割当方法に関する。

背景技術

[0002] セルラー移動体通信システムにおいて、周波数の繰り返し利用率（Reuse Factor: RF）というパラメータがある。リユースファクタ（RF）が1の場合、全てのセクタで同一周波数が使用される。このような場合、隣のセルとの境界にいるセル端のユーザ（端末装置）は、隣接セルからの干渉を受ける。この結果、SINR（Signal-to-Interference and Noise Ratio）が劣化し、スループットの低下を招く。

[0003] 一方、例えばリユースファクタ（RF）= 1/3の場合、3つの周波数を用い、同一の周波数が隣接するセル又はセクタ間で用いられないように、セル間又はセクタ間での周波数割り当てを行う。この場合、SINRは向上するが、運用帯域が複数の部分的帯域に分割され各セル又は各セクタで運用されるため、各セル又は各セクタで用いる周波数帯域が狭くなり、周波数利用効率は逆に低下する。

[0004] つまり、リユースファクタ（RF）が1に近づくほど、セル間又はセクタ間で同一の周波数が繰り返し用いられるので、周波数利用効率は向上する一方、状況によっては干渉が増加する。

[0005] そこで、セル端ユーザのサービスエリア確保とシステムスループットの確保を目的に、部分的周波数繰り返し（Fractional Frequency Reuse: FFR）と呼ばれる方法が導入されている。また、FFRには固定的周波数割当を行うStatic FFRと、動的な周波数割当を行うAdaptive FFRがある。FFRの概要については、例えば非特許文献1に記載されている。

[0006] Static FFRは上述したRF = 1/3のケースのように、セル間又はセクタ

間での周波数割り当てを固定的に行う。また、Adaptive FFRに関する文献として、非特許文献2がある。図1を用いて、Adaptive FFRの概要を説明する。図1に示すように、Adaptive FFRでは、通信運用帯域を、High power 送信帯域と、low power送信帯域に分割し、low power送信帯域の送信電力を段階的に可変することで、カバレッジ（coverage）に対する利得をより細かく制御する。干渉レポートがある場合、Mode 1からMode 2に移行することで、low power送信帯域を設ける。Mode 2でも干渉レポートがある場合、Mode 3, Mode 4に順次移行することで、low power送信帯域の送信パワーを下げていく。これにより、セルエッジに存在するユーザの干渉を低減するといった効果だけでなく、セルエッジ以外では、全帯域でリユースファクタを1にできるので、スループットの低下を抑制しつつ、カバレッジを確保できる。

非特許文献1：ワイヤレスブロードバンド教科書（高速IPワイヤレス編）、p. 266-268

非特許文献2：3GPP LTE寄書“3GPP TSG-RAN WG1 R1-071449(Nortel)”

非特許文献3：3GPP LTE寄書“3GPP TSG-RAN WG1 R1-072130(Motorola)”

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0007] 上述したように、Static FFRを行う場合、Adaptive FFRを行う場合に比べ周波数利用効率が下がる。一方、Adaptive FFRを行う場合、干渉レポートを基に段階的な制御を行うため、Adaptive FFRが完了するまでの処理遅延が大きい。また、基地局間調停のため基地局間通信インターフェースが必要であり、それを利用することでの遅延も発生する。また、初期セルサーチ以降の、Adaptive FFRが完了していない期間の下り回線送信（制御チャネル、データ信号）を、セル間干渉がある状態で行う必要がある。

[0008] 本発明の目的は、Adaptive FFRによるセル間干渉の低減を、低遅延で実現することができる端末装置、基地局装置及び周波数リソース割当方法を提供することである。

課題を解決するための手段

- [0009] 本発明の端末装置の一つの態様は、複数の基地局から送信された信号に基づいて、自セルに対する他セルの干渉状況を検出する干渉状況検出手段と、前記干渉状況検出手段によって検出された干渉状況に基づいて、自局への下り回線送信に用いられるサブバンド又は自セルの基地局への上り回線送信に用いるサブバンドを選択するサブバンド選択手段と、を具備する構成を採る。
- [0010] 本発明の端末装置の一つの態様は、前記複数の基地局の識別信号を得るセル識別手段を、さらに具備し、前記サブバンド選択手段は、前記干渉状況検出手段によって検出された干渉状況と、前記セル識別手段によって得られた各基地局の識別信号とに基づいて、前記サブバンドを選択する構成を採る。
- [0011] 本発明の基地局装置の一つの態様は、端末によって選択されたサブバンドの情報を取得するサブバンド選択情報取得手段と、前記端末によって選択されたサブバンドを用いて、前記端末との送受信を行う送受信手段と、を具備する構成を採る。
- [0012] 本発明の周波数リソース割当方法の一つの態様は、端末が、複数の基地局から送信された信号に基づいて、自セルに対する他セルの干渉状況を検出する干渉状況検出ステップと、前記端末が、検出された前記干渉状況に基づいて、サブバンドを選択するサブバンド選択ステップと、前記端末が、前記選択されたサブバンドを用いて通信を行うステップと、を含むようにする。
- [0013] 本発明の周波数リソース割当方法の一つの態様は、前記複数の基地局の識別信号を得るセル識別ステップを、さらに含み、前記サブバンド選択ステップでは、前記干渉状況と、前記セル識別信号とに基づいて、前記サブバンドを選択するようにする。

発明の効果

- [0014] 本発明によれば、端末装置側で干渉状況に応じて自律的にサブバンドを選択するので、端末装置の干渉状況に応じた適応的な周波数リソース選択を、少ないオーバーヘッド（低遅延）で実現できる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1] Adaptive FFRの説明に供する図

[図2] 本発明の実施の形態 1 に係る基地局装置の構成を示すブロック図

[図3] 本発明の実施の形態 1 に係る端末装置の構成を示すブロック図

[図4] セル間干渉状況 (D/U) の測定の説明に供する図

[図5] サブバンドインデックス (SBI) の説明に供する図

[図6] 端末におけるサブバンド選択の様子を示す図であり、図 6 A はセル中心付近の端末によるサブバンド選択の様子を示し、図 6 B 及び図 6 C はセルエッジ付近の端末によるサブバンド選択の様子を示し、図 6 D は基地局と端末の位置関係を示す図

[図7] 基地局がダウンリンクで端末に個別データを送信するまでの流れを示す図

[図8] サブバンド選択の説明に供する図であり、図 8 A はセル内の D/U の定性的な分布を示し、図 8 B は D/U を基にしたサブバンド選択の様子を示す図

[図9] サブバンド選択の説明に供する図であり、図 9 A は端末とセル識別子の関係を示し、図 9 B 及び図 9 C はセル識別子の差に基づくサブバンドインデックスの符号選択の様子を示す図

[図10] 全サブバンドを選択した場合の送信電力制御の例を示す図

[図11] 干渉測定用信号の送信帯域の例を示す図

[図12] サブバンドインデックス (SBI) で示されるサブバンドを一部重複させた例を示す図であり、図 12 A は $SBI = -2$ のサブバンドを示し、図 12 B は $SBI = -1$ のサブバンドを示し、図 12 C は $SBI = 1$ のサブバンドを示し、図 12 D は $SBI = 2$ のサブバンドを示す図

[図13] サブバンドインデックス (SBI) で示されるサブバンドを一部重複させた例を示す図であり、図 13 A は $SBI = -4, -2, 2, 4$ のサブバンドを示し、図 13 B は $SBI = -3, -1, 1, 3$ のサブバンドを示す図

[図14] サブバンドインデックス (SBI) で示されるサブバンドのサブバンド幅が異なる場合の例を示す図であり、図 14 A は $SBI = -3, -2, -$

1, 1, 2, 3のサブバンドを示し、図14BはSBI=0のサブバンドを示す図

[図15] Adaptive FFR帯域とStatic FFR帯域を併せ持つ構成のサブバンド割当を行う場合の例を示す図であり、図15AはD/Uを基にした閾値判定の様子を示し、図15BはAdaptive FFR領域とStatic FFR領域の構成例を示し、図15CはSBI=0のサブバンドを示す図

[図16] D/Uを基にした閾値判定の様子を示す図

[図17] 基地局から送信される干渉測定用信号の様子を示す図

[図18] サブバンドインデックス (SBI) に示されるサブバンドを細かく分割した場合を示す図

[図19] SBI=0をセンターのサブバンドに対応させた場合を示す図

[図20] 実施の形態4の通信手順を示す図

[図21] 実施の形態5の通信手順を示す図

[図22] 実施の形態5の基地局装置の構成を示すブロック図

[図23] 実施の形態5の端末装置の構成を示すブロック図

[図24] 実施の形態6の基地局装置の構成を示すブロック図

[図25] 基地局の送信フレーム構成例 (リソース割当例) を示す図

[図26] 図26Aは基地局の送信フレーム構成例 (リソース割当例) を示す図、図26BはAFFR送信領域における送信電力制御例を示す図

[図27] 実施の形態7の基地局装置の構成を示すブロック図

[図28] AFFR送信タイミング制御部の制御動作を示すフローチャート

[図29] AFFR送信タイミング制御部の制御動作を示すフローチャート

[図30] 実施の形態8の基地局装置の構成を示すブロック図

[図31] 実施の形態8の端末装置の構成を示すブロック図

[図32] 基地局がダウンリンクで端末に個別データを送信するまでの流れを示す図

発明を実施するための最良の形態

[0016] 以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

[0017] (実施の形態 1)

(1) 構成

先ず、本実施の形態の基地局装置（以下これを単に基地局と呼ぶ）及び端末装置（以下これを単に端末と呼ぶ）の構成を説明する。なお、本実施の形態では、一例として、アクセス方式として OFDMA 方式を用いた場合を例に説明する。

[0018] 図 2 に、基地局の構成を示す。基地局 100 は、アンテナ 101 で受信した信号を受信 RF (Radio Frequency) 部 102 に入力する。受信 RF 部 102 は、受信信号に対して、増幅処理やダウンコンバート処理等の所定の無線処理を施す。無線処理後の受信信号は、GI (Guard Interval) 除去部 103 によってガードインターバルが除去され、FFT 部 104 によって時間領域の信号が周波数領域の信号に変換される。これにより、各サブキャリアの信号が再生される。

[0019] サブキャリアデマッピング部 105 は、各サブキャリアに配置された信号を後段の各回路に振り分ける。具体的には、サブキャリアデマッピング部 105 は、データ信号及び制御信号が配置されたサブキャリアの信号をデータ／制御信号受信部 106 へ出力し、サブバンド要求情報が配置されたサブキャリアの信号をサブバンド要求情報抽出部 107 へ出力し、チャンネル品質情報が配置されたサブキャリアの信号をチャンネル品質情報抽出部 108 へ出力する。

[0020] データ／制御信号受信部 106 は、データ信号及び制御信号に対して、復調処理や誤り訂正復号処理等を施すことで、受信データを得る。この受信データのうち、制御データは、自局の制御に用いられる。

[0021] サブバンド要求情報抽出部 107 は、端末から送信されたサブバンド要求情報を抽出し、このサブバンド要求情報をリソース割当部 109 及びチャンネル品質測定用信号生成部 112 に送出する。ここで、サブバンド要求情報には、各端末によって選択されたサブバンドのインデックス（以下これをサブバンドインデックス又は単に SBI と呼ぶ）が含まれている。

- [0022] リソース割当部 109 は、各端末から送信されたサブバンド要求情報に基づいて、各端末に割り当てる周波数リソース及び時間リソースを決める。ここで、リソース割当部 109 は、周波数リソースを割り当てるにあたっては、各端末からのサブバンドインデックス情報に基づき、全てのサブバンド又は一部のサブバンドを、各端末に割り当てる。
- [0023] また、リソース割当部 109 には、チャンネル品質情報抽出部 108 によって抽出されたチャンネル品質情報が入力される。このチャンネル品質情報は、各端末により測定されたダウンリンクのチャンネル品質である。本実施の形態は、OFDMA方式の通信を行う例なので、チャンネル品質情報は、サブキャリア単位、又は複数のサブキャリアをグループ化したグループ単位に各端末で測定されたものである。因みに、グループ単位のチャンネル品質とは、グループに属するサブキャリアの平均値、最小値又は最大値を代表値としたものである。
- [0024] リソース割当部 109 は、チャンネル品質情報とサブバンド要求情報とに基づき、各端末に対するリソース割当を行う。リソース割当部 109 によって決められたリソース割当情報は、リソース割当情報付加部 111 及びサブキャリアマッピング部 117 に送出される。また、リソース割当部 109 は、チャンネル品質情報とサブバンド要求情報とに基づき、サブバンドの送信電力値を決定し、これを送信電力制御部 110 に送出する。
- [0025] リソース割当情報付加部 111 は、各端末宛の個別制御信号に、リソース割当部 109 によって決められた各端末宛のリソース割当情報を付加する。
- [0026] 送信電力制御部 110 は、送信電力値に応じた制御信号をサブキャリアマッピング部 117 に送出することで、サブバンドの送信電力を制御する。
- [0027] チャンネル品質測定用信号生成部 112 は、サブバンド要求情報に対応したサブバンド、又は全サブバンドからチャンネル品質測定用信号が送信されるように、チャンネル品質測定用信号を生成する。
- [0028] 適応変調部 113 は、チャンネル品質情報抽出部 108 で抽出されたチャンネル品質情報を基に、各端末宛の個別データを、各端末で測定されたチャンネル

品質に応じた符号化率及び変調多値数で適応変調する。因みに、適応変調を行わない場合には、適応変調部 1 1 3 は、チャンネル品質情報を基にせず、個別データを、既定の変調多値数及び既定の符号化率を用いて変調すればよい。変調部 1 1 4 は、共通制御信号を変調する。

[0029] 干渉測定用信号生成部 1 1 5 は、干渉測定用信号を生成する。干渉測定用信号生成部 1 1 5 は、干渉測定用信号として、例えば、パイロット信号（リファレンス信号とも呼ばれる）や、同期確立用の同期チャンネル（SCH）、報知チャンネル（ BCH ）の信号を生成する。

[0030] セル識別情報生成部 1 1 6 は、端末に報知するためのセル識別情報を生成する。セル識別情報生成部 1 1 6 は、セル識別情報として、例えばセル固有 ID のようなセル毎（あるいはセクタ毎）に異なる固有の識別情報を生成する。

[0031] サブキャリアマッピング部 1 1 7 は、各端末宛の信号を、リソース割当部 1 0 9 からのリソース割当情報に応じたサブバンドに対応するサブキャリアに割り当てる。また、サブキャリアマッピング部 1 1 7 は、各サブバンドの送信電力が、送信電力制御部 1 1 0 からの制御信号に応じたものとなるように信号点を配置する。

[0032] サブキャリアマッピング部 1 1 7 から出力された周波数領域の信号は、IFFT 部 1 1 8 によって時間領域の信号に変換され、続く GI 付加部 1 1 9 によってガードインターバルが付加され、送信 RF（Radio Frequency）部 1 2 0 によってアップコンバート処理やダウンコンバート処理等の所定の無線処理が施された後、アンテナ 1 0 1 から送信される。

[0033] 図 3 に、端末の構成を示す。端末 2 0 0 は、アンテナ 2 0 1 で受信した信号を受信 RF（Radio Frequency）部 2 0 2 に入力する。受信 RF 部 2 0 2 は、受信信号に対して、増幅処理やダウンコンバート処理等の所定の無線処理を施す。無線処理後の受信信号は、GI（Guard Interval）除去部 2 0 3 によってガードインターバルが除去され、FFT 部 2 0 4 によって時間領域の信号が周波数領域の信号に変換される。これにより、各サブキャリアの信号

が再生される。

- [0034] サブキャリアデマッピング部205は、各サブキャリアに配置された信号を後段の各回路に振り分ける。具体的には、サブキャリアデマッピング部205は、リソース割当情報が配置されたサブキャリアの信号をリソース割当情報抽出部206に出力し、チャンネル品質測定用信号が配置されたサブキャリアの信号をチャンネル品質測定部207に出力し、個別データが配置されたサブキャリアの信号をデータ受信部208に出力する。
- [0035] ここで、サブキャリアデマッピング部205は、リソース割当情報抽出部206によって抽出されたリソース割当情報に基づいて、チャンネル品質測定部207に出力すべきチャンネル品質測定用信号及びデータ受信部208に出力すべき個別データがそれぞれどのサブキャリア（サブバンド）に配置されているかを検出し、チャンネル品質測定部207及びデータ受信部208にリソース割当情報に示されたサブキャリア（サブバンド）の信号を出力する。
- [0036] チャンネル品質測定部207は、基地局から送信されたチャンネル品質測定用信号に基づいて、ダウンリンクのチャンネル品質を測定する。本実施の形態は、OFDMA方式の通信を行う例なので、チャンネル品質の測定は、サブキャリア単位、又は複数のサブキャリアをグループ化したグループ単位で行われる。因みに、グループ単位のチャンネル品質は、グループに属するサブキャリアの平均値、最小値又は最大値を代表値として求めればよい。
- [0037] データ受信部208は、データ信号に対して、復調処理や誤り訂正復号処理等を施すことで、受信データを得る。
- [0038] 干渉状況検出部209は、各基地局から送信された干渉測定用信号 $S(k)$ から、自セル(D)に対する、自セル以外(U)のセルからのセル間干渉状況(D/U)を測定する。以下詳しく説明する。
- [0039] 図4に示すような状況を想定する。図中の参照符号MSは端末を示し、参照符号BSは基地局を示す。第k番目の基地局から送信される測定用信号 $S(k)$ とする。まず、干渉状況検出部209は、各基地局から送信された測定用信号 $S(k)$ の受信電力レベル $L(k)$ を測定する。ここで、 $k=1$,

…、 N_{BS} であり、 N_{BS} は、測定可能な周辺の基地局数である。

[0040] 干渉状況検出部209は、測定した受信電力レベル $L(k)$ を用いて、次式によりセル間干渉状況(D/U)を求める。なお、次式は、自セルが第 m 番目の基地局の場合の、算出式である。

[数1]

$$D/U = \frac{L(m)}{\sum_{j=1, j \neq m}^{N_{BS}} L(j)} \quad \dots\dots (1)$$

[0041] なお、初期セルサーチ段階であり、まだ自セルが決定していない場合には、測定用信号が最大受信レベルとなる基地局装置(すなわち $\max_k L(k)$)を自セルとして、次式によりセル間干渉状況(D/U)を求めればよい。

[数2]

$$D/U = \frac{\max_k L(k)}{\sum_{j=1, j \neq m}^{N_{BS}} L(j)} \quad \dots\dots (2)$$

[0042] 式(1)及び式(2)の分母において、全ての基地局 N_{BS} の測定値を求めてもよいが、干渉が支配的である測定値上位のものを選択し、その測定値のみを用いてもよい。

[0043] また、SCHを用いた受信電力レベル $L(k)$ の測定は、例えば非特許文献3に記載されている公知の技術であり、SCHのレプリカ信号との相関演算を時間領域波形で行い、そのピーク電力を受信電力レベル $L(k)$ とする。詳細な説明は省略する。また、BCH及びパイロット信号を同様に用いることができる。すなわち、それらのレプリカ信号との相関演算を時間領域あるいは周波数領域波形で行い、そのピーク電力を受信電力レベル $L(k)$ とする。

[0044] セル識別部210は、各基地局から送信されたセル識別情報に基づいて、現在自局が属しているセルのセルIDと、他セル(干渉セル)のセルIDとを取得する。なお、セル識別部210は、セルサーチ時に、受信信号と、各セルに割り当てられている既知の相関係列との相関値を算出し、最も大きい

相関値が得られた相関係列に対応するセルを現在自局が属しているセル（すなわち自セル）であるとし、その相関係列に対応するセルIDを自セルIDとして検出してもよい。この場合、2番目、3番目……に大きい相関値が得られた相関係列に対応するセルを他セル（つまり干渉セル）であるとし、その相関係列に対応するセルIDを干渉セルIDとして検出する。

[0045] サブバンド選択部211は、セル識別部210によって識別された自セルID及び干渉セルIDと、干渉状況検出部209によって検出されたセル間干渉状況（D/U）とに基づいて、ダウンリンク通信に好適なサブバンドを選択し、選択したサブバンドをサブバンド情報生成部212に通知する。

[0046] サブバンド情報生成部212は、サブバンド選択部211によって選択されたサブバンドのインデックスをサブバンドインデックス（SBI）として生成する。

[0047] CQI（Channel Quality Indicator）生成部213は、チャンネル品質測定部207により得られた測定結果を基に、ダウンリンクのチャンネル品質を示すCQI（Channel Quality Indicator）を生成する。

[0048] サブバンド情報生成部212により得られたサブバンドインデックス（SBI）は変調部214によって変調され、CQI生成部213により得られたCQIは変調部215によって変調され、個別データ及び制御信号は変調部216によって変調される。

[0049] 変調後の各信号は、サブキャリアマッピング部217によって所定のサブキャリアにマッピングされる。サブキャリアマッピング部217から出力された周波数領域の信号は、IFFT部218によって時間領域の信号に変換され、続くGI付加部219によってガードインターバルが付加され、送信RF（Radio Frequency）部220によってアップコンバート処理やダウンコンバート処理等の所定の無線処理が施された後、アンテナ201から送信される。

[0050] （2）動作

次に、本実施の形態の基地局100及び端末200の動作について説明す

る。

[0051] (2-1) システム全体の動作

本実施の形態の通信システムにおいては、図5に示すように、通信システムで使用する帯域を複数のサブバンド(SB)に分割し、分割された各サブバンドにサブバンドインデックス(SBI)を割り振る。図5の場合には、低周波から高周波のサブバンドに向けて順次、「-2」、「-1」、「1」、「2」のインデックスが割り振られている。因みに、本実施の形態の場合、サブバンドインデックス(SBI)=0は、全サブキャリアを示すものである(ただし、SBI≠0のサブバンドと重複するサブバンドを用いてデータ送信する場合は送信電力を低減させて送信する)。

[0052] 端末200は、基地局100から送信される信号を基に、干渉状況を検出し、その検出結果を基にダウンリンク通信に好適なサブバンドを自律的に選択し、選択したサブバンドのインデックス(SBI)を基地局100に通知する(以下これをSBI要求と呼ぶ)。基地局100は、端末200からのSBI要求を基に、周波数リソースの割当を行う。

[0053] 端末200におけるサブバンドの選択については、後で詳述するので、ここでは端末200におけるサブバンド選択について簡単に説明する。図6は、端末200におけるサブバンド選択の様子を示すものである。なお、図6Dの各基地局BS1、BS2は図2の基地局100と同様の構成を有し、各端末U1~U3は図3の端末200と同様の構成を有するものとする。

[0054] 図6Dに示すように、端末U1は基地局BS1のセルの中心付近に位置し、端末U2は基地局BS1のセルエッジ付近に位置し、端末U3は基地局BS2のセルエッジ付近に位置している。また、基地局BS1と基地局BS2は互いにセルエッジ付近で干渉を起こす関係にあり、端末U2から見ると基地局BS2は干渉基地局であり、端末U3から見ると基地局BS1は干渉基地局である。図6Dにおいて、参照符号<1>は干渉測定用信号及びセル識別信号を示し、各基地局BS1、BS2から送信されている。また、参照符号<2>は各端末が決定したサブバンドインデックス(SBI)を示し、各

端末から自セルの基地局BS 1, BS 2にSBI要求情報として送信されている。

- [0055] 端末U 1は、干渉測定用信号を測定した結果、セル間干渉を無視できると判断し、サブバンドインデックス(SBI) = 0を基地局BS 1に送信する。すると、基地局BS 1は、図6 Aに示すように、リユースファクタが1となるように全サブバンドにデータ信号を割り当てて送信するか、あるいは、SBI = 0に含まれる一部のサブバンドを用いてデータ信号を送信する。
- [0056] 端末U 2は、干渉測定用信号を測定した結果、セル間干渉を無視できないと判断し、センター周波数よりも低周波側のサブバンドを示すサブバンドインデックス(SBI) = -2を基地局BS 1に送信する。すると、基地局BS 1は、図6 Bに示すように、サブバンドインデックス=-2が示す低周波側のサブバンドにデータ信号を割り当てて送信するか、あるいは、SBI = -2に含まれる一部のサブバンドを用いてデータ信号を送信する。
- [0057] 端末U 3は、干渉測定用信号を測定した結果、セル間干渉を無視できないと判断し、高周波側のサブバンドを示すサブバンドインデックス(SBI) = 2を基地局BS 2に送信する。すると、基地局BS 2は、図6 Cに示すように、サブバンドインデックス=2が示す高周波側のサブバンドにデータ信号を割り当てて送信するか、あるいは、SBI = 2に含まれる一部のサブバンドを用いてデータ信号を送信する。
- [0058] このように、互いに隣接したセルエッジに位置する端末U 2と端末U 3に対して、端末U 2には低周波側のサブバンドが割り当てられ、端末U 3には高周波側のサブバンドが割り当てられる。これにより、セルエッジでの干渉を抑制できるので、セルエッジでのスループットを確保できる。因みに、セル間干渉を無視できないセルエッジの端末U 2, U 3において、自律的にかつ互いに干渉を及ぼさないサブバンドを選択するには、工夫が必要である。本実施の形態では、各端末が、セル識別情報及び干渉状況を基にサブバンドを選択することにより、自律的にかつセル間干渉を及ぼさないサブバンドを選択する工夫がなされている。その工夫については、後で詳述する。

- [0059] 以上のように、セル間干渉を無視できるセル中央付近ではリユースファクタを1とし、セル間干渉を無視できないセルエッジでは互いに干渉を及ぼさないサブバンド選択を、端末側で自律的に行うようにしたことにより、少ないオーバーヘッド（低遅延）で、セルエッジでのスループットを確保しつつ、セルのアベレージスループットを改善したAdaptive FFRを実現できる。
- [0060] 図7に、本実施の形態において、基地局がダウンリンクで端末に個別データを送信するまでの流れを示す。図7における端末装置#1は図3の端末200と同様の構成であり、図7における自局BS、干渉局BS#1、干渉局BS#2は図2の基地局100と同様の構成となる。
- [0061] 先ず、ステップ<1>において、自局BS（すなわち端末装置#1が属する基地局）、干渉局BS#1（端末装置#1が属しない基地局）、干渉局BS#2（端末装置#1が属しない基地局）が、干渉測定用信号及びセル識別信号を送信する。
- [0062] 次に、ステップ<2>において、端末装置#1は、これらの各基地局からの干渉測定用信号及びセル識別信号に基づいて、自局宛の個別データを割り当てて欲しいサブバンドを選択し、選択したサブバンドを示すサブバンドインデックス（SBI）要求情報を、自局BSに送信する。
- [0063] 次に、ステップ<3>において、自局BSは、端末装置#1からのSBI要求情報を基に決定した、端末装置#1についてのリソース割当情報（サブバンド割当情報）を端末装置#1に通知する。また、自局BSは、ステップ<4>において、決定したサブバンドを用いてチャネル品質測定用信号を送信する。ここでリソース割当情報は、個別制御信号として端末装置#1に送信される。また、自局BSは、SBI要求情報に従って個別制御信号を送信し、リソース割当情報に従ってデータ信号を送信する。
- [0064] 次に、ステップ<5>において、端末装置#1は、チャネル品質測定用信号に基づいて測定したチャネル品質情報を自局BSに送信する。
- [0065] 次に、ステップ<6>において、自局BSは、チャネル品質情報に基づいて送信電力制御及び適応変調を行いながら、端末装置#1に個別データを送

信する。

[0066] (2-2) サブバンド選択

次に、本実施の形態による端末200のサブバンド選択部211でのサブバンド選択動作について説明する。端末200は、サブバンドの選択を、大きく分けて、次の2つのステップを実行することで実現する。

[0067] ・ステップ1：相対的なサブバンド位置の決定

干渉状況検出部209の出力から算出したセル間干渉状況(D/U)を基に、サブバンド(SB)周波数の絶対値 $|f_{SB}|$ (= $|SBI|$)を決定する。具体的には、セル間干渉状況(D/U)が小さい程、選択するサブバンド周波数の絶対値 $|f_{SB}|$ を大きくする。これにより、セル間干渉状況(D/U)が小さい程、センター周波数から離れた周波数のサブバンドを選択することができる。また、サブバンド(SB)の分割数を増やせば、同一のサブバンド(SB)を選択する確率を減少させることができる。このため、2つの基地局から互いに支配的なセル間干渉を受けるセル端の端末が、互いに異なる、離れた周波数サブバンドを自律的に選択できる。

[0068] 図8に、ステップ1でのサブバンド選択の様子を示す。図8Aは、セル内での定性的なセル間干渉状況(D/U)の様子を示し、セルエッジに行くにつれてD/Uが小さくなり、つまりセル間干渉が大きくなる。図8Bは、ステップ1でのD/Uを基にしたサブバンド選択の様子を示し、判定閾値R1、R2によって絶対値が0、1又は2のサブバンドインデックス(SBI)が選択される。

[0069] ・ステップ2：絶対的なSB位置の決定(SBIの符号の決定)

図9に、ステップ2でのサブバンド選択の様子を示す。サブバンド選択部211は、セル識別部210によって得られたセル識別子(K)を検出する。そして、サブバンド選択部211は、自セルの識別子 K_0 と、自セル以外の識別子 K_U とを基に、SBIの符号(±)を決定する。なお、ステップ1で、D/Uが所定値(図8Bの場合、R1)より大きい場合(他セル干渉が十分に小さいと判断できる場合)、ステップ2の動作を省略することができる。

これにより、セル識別子の検出が不要になるので、端末の消費電力を低減させることができる。

[0070] ここで、2つの基地局BS1、BS2が孤立に近い状態のとき、1つの他セルからの干渉が支配的となる。本実施の形態では、自セルの識別子と、支配的な干渉を与える他セルの識別子との差分 ($K_D - K_U$) の符号 $\text{sign}[(K_D - K_U)]$ を用いる。ここで、一方のセルに属する端末で検出されるセル識別信号を、 K_{D1} 、 K_{U1} 、他方のセルに属する端末で検出されるセル識別信号を K_{D2} 、 K_{U2} で示すと、 $\text{sign}[(K_{D1} - K_{U1})] = -\text{sign}[(K_{D2} - K_{U2})]$ 、 $K_{D1} = K_{U2}$ 、 $K_{D2} = K_{U1}$ の関係が得られる。

[0071] これにより、図9Aの基地局BS1のセル（セル識別子 $K=1$ ）に属する端末U1は、図9Bに示すように、サブバンドインデックスが「-2」のサブバンドを選択し、図9Aの基地局BS2のセル（セル識別子 $K=2$ ）に属する端末U2は、図9Cに示すように、サブバンドインデックスが「2」のサブバンドを選択する。この結果、互いに支配的なセル間干渉を受けるセルエッジの端末が、互いに異なる、離れた周波数サブバンドを自律的に選択できる。

[0072] なお、このようなサブバンドの符号選択を可能とするために、本実施の形態では、セル（あるいはセクタ）毎に異なる識別子か、あるいは、少なくとも隣接セル間で互いに異なるセル識別子が各セルに割り当てられている。

[0073] (2-3) 送信電力制御

図6Aにも示したように、端末200が、センター周波数を含むサブバンドを示すサブバンドインデックス (SBI) = 0を選択した場合、基地局100は、リユースファクタが1となるように全サブバンドを用いてダウンリンク送信を行うか、あるいは、 $SBI=0$ に含まれる一部のサブバンドを用いてダウンリンク送信する。つまり、端末200で $SBI=0$ が選択された場合、基地局100は、 $SBI \neq 0$ のサブバンドも用いてダウンリンク送信を行うことで、周波数利用効率を高める。

[0074] この際、基地局100は、図10に示すように、サブバンドインデックス

(SBI)の絶対値が大きいサブバンドほど、つまりセンター周波数から離れたサブバンドほど、送信電力を小さくする送信電力制御を行うことが好ましい。このようにすることで、リユースファクタを1にした場合に、他セルのセルエッジ周辺に存在する端末への干渉を低減できる。

[0075] このようにする理由は、本実施の形態においては、図8に示すように、上述したサブバンド選択処理のステップ1で、干渉を受け易いセルエッジの端末ほど、センター周波数から離れたサブバンドを選択するためである。これを考慮して、センター周波数から離れたサブバンドほど送信電力を小さくすることで、干渉を受け易いセルエッジの端末への与干渉を抑制できる。

[0076] このように、本実施の形態の送信電力制御によれば、サブバンドインデックス(SBI)=0の場合、センター周波数から離れたサブバンドほど、送信電力を小さくしたことにより、SBI=0を要求した端末に対しQoSを確保しつつ、干渉を受け易いセルエッジの端末への与干渉を抑制できる。

[0077] (3) 効果

以上説明したように、本実施の形態によれば、自セルに対する他セルの干渉状況を検出する干渉状況検出部209と、各基地局の識別信号を得るセル識別部210と、干渉状況検出部209によって検出された干渉状況と、セル識別部210によって得られた各基地局の識別信号とに基づいて、自局への下り回線送信に用いられるサブバンドを選択するサブバンド選択部211とを設けたことにより、端末装置で、自律的に、セル間干渉の小さいサブバンドを選択できるので、Adaptive FFRによるセル間干渉の低減を低遅延で実現できる。

[0078] また、端末が、自セルに対する他セルの干渉が大きいほど、センター周波数から低周波側又は高周波側に離れたサブバンドを選択するようにしたことにより、互いに干渉を及ぼし易い端末ほど、離れたサブバンドが選択されるので、干渉を抑制することができる。

[0079] また、自セルのセルIDと他セルのセルIDとの大小関係に基づいて、センター周波数から低周波数側のサブバンドを選択するか又は高周波数側のサ

ブバンドを選択するかを判断したことにより、互いに干渉を及ぼし合わないサブバンドを容易かつ的確に選択できる。

[0080] また、自セルに対する他セルの干渉が所定の閾値以下の場合、全サブバンドを選択した（ $SBI=0$ とした）ことにより、全バンドを利用したダウンリンク送信ができ、周波数利用効率を高めることができる。なお、自セルに対する他セルの干渉が大きくなるほど、選択するサブバンドを、センター周波数を中心として両側に広げていくようにしてもよい。

[0081] また、本実施の形態によれば、下り回線の干渉状況検出に、初期セルサーチで用いる同期チャネル（ $SYNC\ CH$ ）を用いることができるので、セルサーチの段階で、サブバンド選択ができる。このためセルサーチ以降の下り回線送信（制御チャネル送信、データチャネル送信）を、セル間干渉を低減した状態で行うことができる。

[0082] （４）バリエーション

（４－１）上述した実施の形態では、基地局がどの帯域で干渉測定用信号を送信するかについては言及しなかったが、干渉測定用信号は、通信システムの全帯域を用いて送信してもよく、図１１に示すように、一部の帯域のみを用いて送信してもよい。一部の帯域のみを用いて送信する場合には、端末は、各基地局からの、共通の限定された帯域での干渉状況を代表値として用いて、サブバンド選択を行えばよい。

[0083] （４－２）上述した実施の形態では、サブバンドインデックス（ SBI ）で示されるサブバンドを互いに隣接したものとしたが、図１２Ａ～図１２Ｄに示すように、サブバンドインデックス（ SBI ）で示されるサブバンドを互いに一部重複したものとしてもよい。この場合、端末は、下り回線品質状況測定用のサウンディング信号（すなわちチャネル品質測定用信号生成部１１２で生成され基地局から送信されるチャネル品質測定用信号）を、通信を行う部分帯域よりも広い帯域幅で測定することで、 $SINR$ （Signal-to-Interference and Noise Ratio）が良好な帯域を選択できるので、セル間干渉が低減した部分帯域を用いて、 CQI に基づく適応変調を行うことができる。

これにより、下り回線の個別データの受信品質を改善でき、システムのスループットを改善することができる。特に、干渉レベルが強い干渉局が複数存在する場合に、有効な対策となる。

- [0084] また、サブバンドインデックス (SBI) で示されるサブバンドの重複のさせ方を、図13A及び図13Bに示すようにすれば、サブバンド数を増加させることができる。このようにすれば、複数の他セルからの干渉が支配的な場合に、同一のサブバンドが選択される確率を低減することができる。すなわち、図9において、一方のセルに属する端末で検出されるセル識別信号が K_{D1} 、 K_{U1} で、他方のセルに属する端末で検出されるセル識別信号が K_{D2} 、 K_{U2} であり、 $\text{sign}[(K_{D1}-K_{U1})] = \text{sign}[(K_{D2}-K_{U2})]$ 、 $K_{D1} \neq K_{U2}$ 、 $K_{D2} \neq K_{U1}$ のような場合でも、端末間で異なるサブバンドが選択される確率を増加させることができる。
- [0085] また、個別制御信号送信時と、個別データ信号の送信時とで、サブバンドの分割方法を変えてもよい。この場合、CQI測定を行わない制御信号は、サブバンドが重複しない分割方法を用いるようにすれば、干渉が低減された制御信号を送信できる。
- [0086] さらに、サブバンドの別の分割方法として、図14に示すように、各サブバンドインデックス (SBI) で示されるサブバンド幅が異なるようにしてもよい。この場合、D/Uが小さい領域ほど、サブバンド幅を小さくすると好適である。このようにすれば、複数の他セルからの干渉が支配的な場合に、同一のサブバンドが選択される確率を低減することができる。
- [0087] また、基地局が、端末からのサブバンド要求頻度に応じて、サブバンド幅を時間的に可変すると好適である。例えば、セル内の端末から、特定のサブバンドに対するサブバンド要求頻度が高い場合、当該サブバンドインデックス (SBI) におけるサブバンド幅を増加させる。これにより、セル内の端末がセルエッジ近傍の特定の領域に集中する場合など、特定のサブバンドに対するサブバンド要求が集中することによる、周波数利用効率の低下を回避できる。ここで、 $SBI > 0$ の領域と、 $SBI < 0$ の領域をまたがないよう

にサブバンド幅を増加させると好適である。このように、サブバンド幅を可変する場合、基地局から、端末に向けて、干渉状況のレベル判定閾値を可変する通知（シグナリング）を行うとよい。例えば、上述したサブバンド選択のステップ1での判定閾値（ R_k ）を可変する通知（シグナリング）を行っても、サブバンド要求の負荷を分散させるのと同様の効果を得ることができる。

[0088] (4-3) 周辺セルの基地局のセル識別子及び干渉状況によっては、干渉を回避できないサブバンドを選択することがある。これは、自セルの基地局からの受信レベルと同等レベルの支配的な干渉局が2つ以上ある場合に生じる。その場合、以下のように、Adaptive FFR帯域とStatic FFR帯域を併せ持つ構成のサブバンドを割り当てることで、干渉を回避できる。すなわち、図15Aに示すように、 D/U が所定値（ R_3 ）より小さい領域（セル間干渉が非常に大きい領域）では、予めセル間干渉がないように周辺の基地局間で周波数割当されたサブバンドを用いる。この場合、端末は、例えば図15Bに示すように、サブバンドインデックス（ SBI ）= ± 3 を選択して、基地局に送信すればよい。一方、 D/U が R_3 より大きく、 R_1 より小さい領域（セル間干渉が無視できない領域）では、実施の形態にて説明したAdaptive FFRに基づいたサブバンド割当を行う。

[0089] (4-4) 干渉測定用信号として、初期セルサーチで用いる同期チャネル（ $SYNC\ CH$ ）を用いると好適である。このようにすると、端末は、セルサーチの段階で、サブバンド選択ができる。次いで、端末は、ランダムアクセスにより通信要求する信号（ $RACH$: Random Access Channel）に、選択したサブバンド要求情報を付加して、基地局に送信する。基地局は、当該端末からのサブバンド要求情報を含んだ $RACH$ を受信することで、指定されたサブバンドを用いて個別制御チャネルを送信できる。また、個別データに関しては、サブバンドインデックスを基にして、周波数リソース割り当てを行うことができる。このようにすることで、セルサーチ以降の $RACH$ 送信後の下り回線（制御チャネル、データチャネル）送信を、セル間干渉を低

減した状態で行うことができる。

[0090] (4-5) 端末は、図7のステップ<2>のSBI要求情報の送信を、上り回線のチャンネル(例えばRACH)を用いて行うが、この場合、特定のサブバンドを用いて行うのではなく、選択したSBIに応じた、上り回線のサブバンド(サブバンドの相対的な位置関係を保存して、下り回線と同様なSBIを上り回線に割り当てた場合に、該当するサブバンドを指す。以下、同様)を用いて送信してもよい。これにより、セル内で収容している端末数が多い場合でも、基地局が、効率的に、SBI要求情報を受信することができる。また、下り回線のSBI要求と同じサブバンドを上り回線送信でも用いることより、上り回線でもセル間干渉を低減した送信が可能となるので、上り回線を用いた信号の受信品質の改善を図ることができる。また、これにより、上り回線でのサブバンドが周波数的に分散されるので、基地局が端末を効率的に収容できる。

[0091] また、端末が、図7のステップ<5>のチャンネル品質情報の送信を、選択したSBIに応じた、上り回線のサブバンドを用いて送信してもよい。これにより、チャンネル品質情報の受信品質を改善できる。また、基地局は、セル内で収容している端末数が多い場合でも、上り回線でのサブバンドが周波数的に分散されるので、チャンネル品質情報を効率的に受信することができるようになる。

[0092] なお、(4-5)の別な手法として、選択したSBIに応じた上り回線のサブバンドを用いてRACHを送信する方法がある。これにより、端末は、図7のステップ<2>のSBI要求情報の送信を、不要にすることができる。これは、RACHが送信されたサブバンドからSBI要求情報を検出することができるためである。また、RACH送信後も同じサブバンドを用いて上り回線のユーザ個別のデータ送信を行ってもよい。このようにすることで、SBI要求情報の送信が不要になるので、セル間干渉の低減効果と、オーバーヘッドの低減効果を得ることができる。また、この結果、上り回線でもセル間干渉を低減したRACH及びデータの送信が可能となるので、上り回

線を用いた信号の受信品質の改善を図ることができる。

[0093] (4-6) 端末の移動や、周辺事物の動きにより、他セル干渉状況は変化する。そのため、基地局は、干渉測定用信号を定期的送信し、端末は、それを基に干渉状況を検出し、SBI変更要求を行うようにする。これにより、干渉状況の時間変動にも対応することができる。端末からのSBI要求は、定期的更新して基地局に送信してもよいし、あるいは、変更があった場合にのみ更新して基地局に送信してもよい。変更があった場合にのみ更新して基地局に送信すれば、セル内で収容している端末数が増大しても、SBI変更要求によるオーバーヘッドを低減することができる。

[0094] (4-7) 基地局から干渉測定用信号を送信する際に、自セルと、他セルとの干渉状況を分離して検出できるように、干渉測定用信号をTDD、FDD、あるいはCDMを用いて送信する。また、干渉測定用信号を複数用いてもよい。例えば、運用通信帯域のセンター周波数付近で用いられる同期チャンネル(SCH)と、全ての運用通信帯域を用いて送信されるリファレンス信号(パイロット信号)とを干渉測定用信号として用いてもよい。この場合、端末は、まず、同期チャンネルを用いて瞬時的な干渉を測定(短区間平均)し、この測定結果を基に基地局にSBI要求情報を送信する。次いで、端末は、リファレンス信号を用いて、サブバンド毎に干渉状況を、長時間に亘り平均化(長区間平均)して帯域毎に測定し、干渉が最も少ないサブバンドを選択して基地局にSBI要求情報を送信する。このように、端末は、異なる種類の干渉測定用信号に基づいて干渉量を測定し、それぞれの測定結果に基づいてサブバンドを選択し、各選択結果に応じたSBI要求情報を送信してもよい。この場合、基地局側では、複数のSBI要求情報を加味して、リソース割当を行えばよい。

[0095] (4-8) 基地局は、端末からのSBI要求情報を受信した後に、SBIに基づくリソース割当を反映するタイミングをセル間で同期させる。これにより、端末において、他セルと自セルとの受信レベルが時間的にずれていても、干渉状況の検出が可能となる。また、SBIに基づくリソース割当を反

映する周期間に、端末がセル間干渉測定を複数回行う場合は、それら複数回の測定結果を平均してサブバンド選択を行ってもよい。これにより、端末が一段と良好なサブバンドを選択できるようになる。

[0096] (実施の形態 2)

本実施の形態では、端末におけるサブバンドインデックス (SBI) 選択の別の方法を説明する。実施の形態 1 では、サブバンド選択のステップ 1 で、干渉状況 (D/U) に応じてサブバンドの相対的な位置を決定したが、本実施の形態では、ステップ 1 で実施の形態 1 とは別の選択を行う。

[0097] 本実施の形態では、端末 200 のサブバンド選択部におけるサブバンドの選択を、大きく分けて、次の 2 つのステップを実行することで行う。

[0098] ・ステップ 1 : 相対的なサブバンド位置の決定

干渉状況検出部の出力から算出したセル間干渉状況 (D/U) 及びセル識別部から出力されるセル識別子の情報に基づいて、相対的なサブバンド位置の決定を決定する。

[0099] 具体的には、まず、干渉状況検出部の出力から算出したセル間干渉状況 (D/U) に基づいて、サブバンド (SB) 周波数の絶対値 $|f_{SB}|$ ($= |SBI|$) を決定する。次に、図 16 に示すように、以下の 1), 2) の選択を行う。

[0100] 1) $D/U \geq$ 所定値 R_1 の場合、セル間干渉が無視できる状況と判断して、 $SBI = 0$ を選択する。

[0101] 2) $D/U <$ 所定値 R_1 の場合、セル間干渉が無視できない状況と判断して、 $|SBI| \geq 1$ を選択する。

[0102] 次に、 $|SBI| \geq 1$ を選択した場合には、セル識別部から出力されるセル識別子の情報に基づいて、セル ID の差分の絶対値を求め、次式に示すモジュロ演算を行うことで、 $|SBI|$ を決定する。

[数3]

$$|SBI| = \text{mod} [|(\text{自局セル ID}) - (\text{干渉局セル ID}) |, N_s] + 1 \dots\dots (3)$$

ここで、式（3）において、 N_s は $N_s = \max |SBI|$ を意味し、 $\text{mod}[y, x]$ は y/x の剰余を意味する。

[0103] このように、周辺の基地局の識別子に基づき、サブバンド選択を行う。

[0104] なお、式（3）に換えて、次式により $|SBI|$ を決定してもよい。

[数4]

$$|SBI| = \text{random}[1, N_s] \quad \dots\dots (4)$$

ここで、式（4）において、 $\text{random}[x, y]$ は x 以上 y 以下の整数値をランダムに発生させる関数を意味する。

[0105] ・ステップ2：絶対的なSB位置の決定（SBIの符号の決定）

実施の形態1と同様の処理を実行することによって、サブバンドの符号を選択する。

[0106] 本実施の形態によれば、実施の形態1と同様に、他セルとの干渉を抑制し得るサブバンドを、端末によって自律的に選択できるようになる。

[0107] なお、本実施の形態によるサブバンドの選択方法は、以下の実施の形態においても適用が可能である。

[0108] （実施の形態3）

本実施の形態では、低能力（Capability）の端末が含まれる移動通信システムに適用して好適なサブバンドの制御の方法について説明する。

[0109] 次世代移動通信システムは、運用する周波数帯域幅を増大させることで、100Mbpsを超える高速データ通信を可能とするものである。このような場合、端末へのコスト要求、消費電力要求及び後方互換性要求を考慮すると、すべての端末にフルスペックの機能を持たせるのではなく、端末の使用用途に応じて、受信能力（対応可能な変調方式、符号化方式、受信可能な最大帯域幅、送信可能な最大帯域幅）の異なるクラスの端末が存在することが想定される。よって、次世代移動通信システムは、それらの異なるクラスの端末を効率的に、収容できなければならない。

[0110] 本実施の形態では、受信可能な最大帯域幅あるいは送信可能な最大帯域幅が運用通信帯域をカバーできない、能力が低い（低Capability）端末を含む

場合でも、システムのオーバーヘッド（処理遅延）が少ないAdaptive FFRを実現することができる方法を提示する。なお以下では、実施の形態1と異なる部分のみを記載する。

[0111] [干渉測定用信号の送信帯域]

端末の受信可能な最大帯域幅のクラスの内、最小となる帯域幅を、干渉測定用信号の送信帯域幅として設定する。つまり、基地局100は、システムに含まれる端末のうち、最も低Capabilityの端末が受信可能な帯域幅に合わせた帯域幅の干渉測定用信号を送信する。図17に、基地局から送信される干渉測定用信号の様子を示す。

[0112] [Capability情報の送信]

端末は、図7のステップ<2>のSBI要求情報送信時に、以下のCapability情報を基地局に通知する。

- ・ 端末の受信可能な最大帯域幅情報（受信能力情報）を基地局に通知する。
- 。
- ・ 端末の送信可能な最大帯域幅情報（送信能力情報）を基地局に通知する。
- 。

[0113] [サブバンドの帯域幅の設定]

・ 端末の受信可能な最大帯域幅のクラスの内、最小となる帯域幅を、サブバンドの最小単位（MIN__SB）とする。サブバンドの帯域幅はサブバンドの最小単位MIN__SBか、あるいは、MIN__SBの整数倍として設定する。

[0114] ・ サブバンドの帯域幅がMIN__SBの整数倍の場合は、図18に示すように、サブバンドをさらに細かく分割した帯域に関するINDEX（SBI__sub）を付加する。

[0115] ・ 図7のステップ<3>において、リソース割当情報として、個別制御信号に、サブバンドインデックス（SBI）情報だけでなく、サブバンドのサブインデックス（SBI__sub）情報も含めて通知する。チャネル品質測定用信号の割当情報を送信する際も同様に通知する。サブバンドの帯域幅が

MIN__SBの整数倍の場合は、予め既定のSBI__subを用いて、個別制御信号及びチャネル品質測定用信号の割当情報を送信する。これにより、低Capabilityの端末であっても、個別制御信号及びチャネル品質測定用信号の割当情報を受信することができる。端末は、この情報を基に、個別データを受信する。これにより、低Capabilityの端末であっても個別データを受信可能となる。

[0116] ・なお、チャネル品質測定用信号の情報は、その端末の送信能力を超えない複数のサブインデックスを用いて送信してもよい。基地局での周波数リソース割当は、端末によって要求されたサブバンド内の一部、もしくは、全てを割り当てることで行う。また、周波数リソース割当は、サブバンド内のサブキャリア単位、サブキャリアグループ単位で予め決定された番号を割り振ったものを用いて行うとよい。

[0117] 以上説明したサブバンド帯域幅の設定方法によれば、低Capabilityの端末に合わせるようにして、サブバンドインデックス(SBI)情報に、サブバンドをさらに細かく分割した帯域に関するインデックス(SBI__sub)情報を付加したことにより、低Capabilityの端末が含まれる移動通信システムにおいても、実施の形態1で説明したような、端末による自律的なサブバンド選択処理を行うことができるようになる。また、SBI情報に、SBI__sub情報を付加したので、少ないビット数で、サブバンドをさらに細かく分割した帯域を示すことができる。

[0118] なお、端末は、図7のステップ<2>のSBI要求情報の送信を、上り回線のチャネル(例えばRACH)を用いて行うが、この場合、特定のサブバンドを用いて行うのではなく、選択したSBIに応じた、上り回線のサブバンドを用いて送信してもよい。この場合、下り回線のSBIと上り回線のSBIの相対的位置関係を同様にする。但し、上り回線では、図19に示すように、SBI=0の場合は、中心のサブバンドのみを割り当てるとよい。

[0119] ここで、上り回線でのサブバンドの帯域幅の設定について簡単に説明する。端末の送信可能な最大帯域幅のクラスの内、最小となる帯域幅を、上り回

線におけるサブバンドの最小単位 (MIN__SB__UP) とする。これにより、セル内で收容している端末数が多い場合でも、基地局が、効率的に、SBI 要求情報を受信することができる。また、下り回線のSBI 要求と同じサブバンドを上り回線でも用いることより、上り回線でもセル間干渉を低減した送信が可能となるので、上り回線を用いた信号の受信品質の改善を図ることができる。また、これにより、上り回線でのサブバンドが周波数的に分散されるので、基地局が端末を効率的に收容できる。また、送信能力の低い Capabilityの端末であっても、効率的に收容できる。

[0120] (実施の形態 4)

本実施の形態では、再送時にサブバンドを変更することを提示すると共に、再送時のサブバンドの割当方法を提示する。

[0121] 図 20 に、本実施の形態の通信手順を示す。ステップ<1>からステップ<6>までの処理は、実施の形態 1 で説明した図 7 と同様なので、ここでの説明は省略する。

[0122] ステップ<7>において、端末は、基地局からのを正しく受信できた場合には、正常受信応答 (ACK) を、正しく受信できなかった場合には、非正常応答 (NACK) を基地局に送信する。

[0123] 基地局は、端末から非正常応答 (NACK) を受信すると、データの再送を行う。この場合、本実施の形態では、以下の 2 つの再送方法を提案する。

[0124] [再送方法 1]

NACK 信号を送信後、端末は、再度サブバンドを選択し、基地局に SBI 要求情報を送信する。つまり、ステップ<7>で NACK 信号を送信した後に、ステップ<2>に戻ってステップ<2>以降の手順を再度実行する。ここで、SBI の選択方法としては、上述したように以下の 2 つが挙げられる。1) 端末で再度 SBI を選択し、選択した SBI を基地局に通知する 2) 端末が、サブバンド毎の干渉状況を測定した結果を用いて再度 SBI を選択し、選択した SBI を基地局に送信する。

[0125] [再送方法 2]

基地局は、端末からNACKを受信すると、端末で選択されたサブバンドと異なるサブバンドを用いて個別ユーザ信号を送信する。すなわち、基地局は、ステップ<8>において、端末で選択されたサブバンドと異なるリソース割当情報を端末に通知し、ステップ<9>において、このリソース割当情報で示されるサブバンドに個別データを割り当てて送信する。なお、ステップ<8>におけるリソース割当情報は、それまで選択されていたサブバンドを用いて個別制御信号として端末に通知される。

[0126] ここで、端末で選択されたサブバンドと異なる、基地局によるサブバンドの再割当方法としては、例えば以下の1)、2)の方法がある。

[0127] 1) 予め既定の変更方法を用いる

2) 基地局において、端末のSBI要求の負荷の少ないサブバンドを割り当てる

端末からACKが送信されるまで、上述した〔再送方法1〕又は〔再送方法2〕の手順を繰り返す。

[0128] (実施の形態5)

本実施の形態では、本発明の周波数リソース割当方法を、上り回線のサウンディング信号に適用する場合について説明する。本実施の形態では、干渉を低減したサウンディングを端末主導で行う。具体的には、サウンディング信号の送信帯域をサブバンド要求に基づいて変化させる。

[0129] 実施の形態1では、ダウンリンクの通信について説明したが、実施の形態1と同様の考え方は、アップリンクの通信にも適用できる。TDDシステム、FDDシステムであっても適用が可能である。

[0130] [上り回線のサブバンドの設定]

下り回線のSBIと上り回線のSBIの相対的位置関係を同様にする。但し、サブバンドの幅は同一でなくてもよい。また、SBI=0の場合は、中心のサブバンドのみを割り当てる。

[0131] [上り回線の通信手順]

図21に、上りリンクの通信手順を示す。以下、実施の形態1と異なる部

分のみを記載する。

ステップ<1>：実施の形態1と同様である。

ステップ<2>：下り回線のセル間干渉状況は、上り回線でも同様とみなして、端末が基地局にSBI要求情報を送信する。動作は実施の形態1と同様である。

ステップ<3>：基地局が、SBI要求情報を基に、上り回線のチャンネル品質測定用信号の送信帯域を割り当てるリソース割当情報を端末に通知する。

ステップ<4>：端末が、リソース割当情報を基に、チャンネル品質測定用信号を送信する。

ステップ<5>：基地局が、チャンネル品質測定結果を基に、ユーザ個別データの送信帯域を決定し、これをリソース割当情報として端末に通知する。

ステップ<6>：端末が、指定されたリソース割当情報を基に、ユーザ個別データを送信する。

[0132] 以上のように、下り回線のセル間干渉状況は、上り回線でも同様とみなして、端末で選択したサブバンドインデックス（SBI）を基に、上り回線のチャンネル品質測定用信号の送信帯域を決めたことにより、基地局では、セル間干渉が小さいチャンネル品質測定用信号に基づいて高精度のチャンネル品質を測定できる。そして、基地局は、この高精度の測定結果に基づいて上り回線のデータ送信帯域を決めるので、的確な上り回線データ送信帯域を決めることができる。

[0133] 図2との対応部分に同一符号を付して示す図22に、本実施の形態による上記手順を実現するための基地局の構成を示す。図22の基地局300は、図2の基地局100と比較して、チャンネル品質情報抽出部108に換えてチャンネル品質測定部301が設けられていることと、チャンネル品質測定用信号生成部112が省略されていることを除いて、図2の基地局100と同様の構成を有する。

[0134] 図3との対応部分に同一符号を付して示す図23に、本実施の形態による

上記手順を実現するための端末の構成を示す。図23の端末400は、図3の端末200と比較して、CQI生成部213及び変調部215に換えてチャンネル品質測定用信号生成部401が設けられていることと、チャンネル品質測定部207が省略されていることと、リソース割当情報抽出部206の出力がサブキャリアマッピング部402にも入力されていることを除いて、図3の端末200と同様の構成を有する。なお、サブキャリアマッピング部402は、リソース割当情報に応じたサブキャリア（サブバンド）にチャンネル品質測定用信号生成部401で生成された信号を割り当てる。

[0135] （実施の形態6）

本実施の形態では、実施の形態1で説明した、端末からのサブバンド要求を用いてFFRを行うリソース割当を行う時間領域（以下、AFFR（Adaptive Fractional Frequency Reuse）送信領域と呼ぶ）を、複数基地局間で同期して設定することで、セル／セクタ間の干渉を更に効果的に低減させる装置及び方法を提示する。

[0136] ここで、AFFR送信領域とは、実施の形態1で説明した端末からの自律的なサブバンド要求に従ってリソース割当を行う時間領域のことを意味する。さらに言うと、AFFR送信領域とは、サブバンドインデックス（SBI）≠0に相当するリソース割当を行う時間領域のことを言う。

[0137] 図2との対応部分に同一符号を付して示す図24に、本実施の形態における基地局の構成を示す。基地局500は、実施の形態1の基地局100（図2）の構成に加えて、AFFR送信タイミング制御部501を有する。AFFR送信タイミング制御部501は、Adaptive FFR送信を行う時間領域（AFFR送信領域）を制御する。なお、端末の構成は、実施の形態1の構成と同様である。

[0138] 以下、実施の形態1の動作と異なる部分について主に説明する。なお、本実施の形態では、異なるセルの基地局間において、所定の精度での時間同期が確立していることを前提とする。また、基地局間は基地局間通信インターフェース502を用いて通信が可能となっている。

[0139] 図25に示すように、AFFR送信タイミング制御部501は、基地局500

から送信するフレーム内の特定の時間タイミングにおいてAdaptive FFRを行うAFFR送信領域と、Adaptive FFRを行わない非AFFR送信領域のタイミングを制御する。具体的に説明する。AFFR送信タイミング制御部501は、基地局間通信インターフェース502を用いて複数基地局間でAFFR送信領域の送信フレーム内の開始タイミング(t_{s_AFFR})と時間長(Δt_{AFFR})とを基地局間で調停することにより、基地局間でパラメータ調停を行い、複数基地局がAFFR送信領域のタイミングを所定の精度の内(ガードインターバル長以内)で同期するように設定する。なお、AFFR送信領域の時間長(Δt_{AFFR})はOFDMシンボル長などで規定することができる。

[0140] リソース割当部109は、AFFR送信タイミング制御部501の出力を基に、端末へのリソース割当を行う。すなわち、AFFR送信領域においては、サブバンドインデックス($SB I$) $\neq 0$ としてサブバンド要求した端末に対しリソース割当を行う。一方、非AFFR送信領域においては、サブバンドインデックス($SB I$) $= 0$ としてサブバンド要求した端末に対しリソース割当を行う。サブバンドインデックス($SB I$) $= 0$ は、基地局周辺に位置する端末であり、セル間干渉の影響なく全サブキャリアのどの部分を用いてもリソース割当が可能であることを示すものである。

[0141] なお、本実施の形態においては、非AFFR送信領域において $SB I = 0$ を要求した端末に対しては、セル間干渉を低減する目的での送信電力の低減は不要となる。これは、基地局間で非AFFR送信領域のタイミングを一致させているため、 $SB I = 0$ を要求した基地局周辺の端末と、 $SB I \neq 0$ を要求したセルエッジ周辺の端末とへのリソース割当がセルあるいはセクタ間で同一時間に混在しないためである。

[0142] ここで、本実施の形態と異なり、互いに支配的な干渉を避けるサブバンド(SB)を選択要求したセル周辺の端末装置の組み合わせに対し、時間的なリソース割当を基地局間で一致させない場合(例えば、 $SB I = 0$ を要求した基地局周辺の端末と、 $SB I \neq 0$ を要求したセルエッジ周辺の端末とへのリソース割当が隣接するセルあるいはセクタ間で同一時間に混在するような

場合)、干渉低減効果が得られない可能性が生じる。サブバンド要求に従って、セル毎にリソースを割当てて使用するサブバンドを固定的に限定(Static FFRアプローチ)することで、セル間干渉は低減できるが、逆に周波数利用効率が低減してしまう課題が生じる。

[0143] そこで、本実施の形態では、実施の形態1で説明した、端末により選択されたサブバンドインデックス(SBI)を用いてリソース割当を行う時間領域(AFFR送信領域)を、複数基地局間で同期して設けるようにした。これにより、AFFR送信領域が時間軸において一致するので、互いに干渉となるサブバンドへのリソース割当を回避でき、セル端周辺の端末では、セル/セクタ間での干渉が更に効果的に低減する。また、非AFFR送信領域では、他セル干渉なしに、基地局周辺の端末へのリソース割当を周波数リユース1で行うことができるので、周波数利用効率を高めることができる。

[0144] なお、本実施の形態では、リソース割当部109が、サブバンドインデックス(SBI)≠0を送信した端末に対してAFFR送信領域へのリソース割当を行う場合について説明したが、以下のような送信電力制御を加えた別な割当て方法がある。すなわち、リソース割当部109は、1)に加えさらに2)の処理を行うことで、端末にリソースを割り当てる。

[0145] 1) サブバンドインデックス(SBI)≠0を送信した端末に対してリソース割当を行う。

[0146] 2) SBI=0を送信した端末に対してリソースを割り当てる場合は、送信電力を低減することで、他セルあるいは他セクタへの干渉を低減させる。これは、リソース割当部109が、送信電力制御部110に、サブバンド毎に送信電力を制御するための信号を出力することで実現できる。

[0147] 図26Aにセル#1及びセル#2におけるリソース割当例を示し、図26BにAFFR送信領域における送信電力制御例を示す。図26において、AFFR送信領域は、1)に基づくリソース領域(図中空白で示したリソース領域)と、2)に基づくリソース領域とに分割されている。2)に基づくリソース領域は、セル#1におけるリソース領域A及びセル#2におけるリソース領域

Bである。そして、図26Bに示すように、AFFR送信領域におけるリソース領域A及びリソース領域Bでは、送信電力が低減される。

[0148] 以上のように、AFFR送信領域を、 $SBI \neq 0$ を送信した端末用のリソース領域（図中空白で示したリソース領域）と $SBI = 0$ を送信した端末用のリソース領域A、Bとに分割し、 $SBI = 0$ を送信した端末用のリソース領域A、Bでは送信電力を低減させることにより、周波数利用効率をさらに高めることができる。これは、 $SBI = 0$ を送信した端末は基地局周辺の端末であるため送信電力を低減しても一定伝送レートを確保でき、かつ送信電力を低減させることにより他セルへの予干渉を低減できるからである。

[0149] なお、基地局がAFFR送信領域において指向性送信（closed/open loop）を併用すれば、セル間あるいはセクタ間の干渉をさらに低減できる。指向性送信としては、open loopの手法あるいはclosed loop手法を適用することができる。これらの手法について簡単に説明する。

[0150] open loop手法：基地局にて周辺基地局のセル識別情報を検出しておき、サブバンド要求と、送信に用いる送信ウエイトベクトル（あるいはPrecoding Vector）とをリンクさせておく。これにより、端末からの送信ウエイトベクトルの情報が不要となるので、システムにおけるオーバーヘッドの増加を抑制しつつ指向性送信を実現することができる。

[0151] closed loop手法：予め既知の複数の送信ウエイトベクトル情報を基に、所望の送信ウエイトベクトル情報（すなわちPrecoding vector index）を端末から基地局にフィードバックさせる。これにより、送信ウエイトベクトル情報のフィードバックが必要なため、システムにおけるオーバーヘッドが若干増加するが、指向性送信によりセル間干渉低減効果をより高めることができる。

[0152] （実施の形態7）

本実施の形態では、実施の形態1で説明したAFFR送信領域を、複数基地局間で同期して設定し、かつAFFR送信領域の時間領域長を適応的に可変することで、セル／セクタ間の干渉を更に効果的に低減させる装置及び方法を提示

する。

[0153] 図2との対応部分に同一符号を付して示す図27に、本実施の形態における基地局の構成を示す。基地局600は、実施の形態1の基地局100（図2）の構成に加えて、AFFR送信タイミング制御部601を有する。AFFR送信タイミング制御部601は、Adaptive FFR送信を行う時間領域（AFFR送信領域）を制御する。ここで、AFFR送信タイミング制御部601による、AFFR送信領域と非AFFR送信領域の制御の仕方は、基本的には、図25を用いて実施の形態6で説明したのと同様である。なお、端末の構成は、実施の形態1の構成と同様である。

[0154] 以下、実施の形態1の動作と異なる部分について主に説明する。なお、本実施の形態では、異なるセルの基地局間において、所定の精度での時間同期が確立していることを前提とする。また、基地局間は基地局間通信インターフェース502を用いて通信が可能となっている。

[0155] AFFR送信タイミング制御部601は、基地局600から送信するフレーム内の特定の時間タイミングにおいてAdaptive FFRを行うAFFR送信領域と、Adaptive FFRを行わない非AFFR送信領域のタイミングを、サブバンド要求情報抽出部107の出力を基に、適応的に制御する。

[0156] 図28は、AFFR送信タイミング制御部601の制御動作を示すフローチャートである。以下、図28を用いてその制御動作を説明する。

[0157] AFFR送信タイミング制御部601は、サブバンド要求情報抽出部107の出力を基に、端末からのサブバンド要求情報を所定の時間区間に亘って平均（長区間平均）することで、次の式（5）に示す統計量AVE__SBを算出する（ステップS101）。

$$\text{AVE_SB} = (\text{SBI} = 0 \text{ の要求回数}) / (\text{SBI} \neq 0 \text{ の要求回数})$$

……（5）

[0158] 所定の時間区間経過後、AFFR送信タイミング制御部601は、算出した統計量AVE__SBを所定値L1、L2と比較する（ステップS102、ステップS104）。ここでL1 < L2である。

- [0159] 1) $AVE_SB < L1$ を満たす場合、 $SBI \neq 0$ の要求回数に対し、 $SBI = 0$ の要求回数が十分に小さいとみなし、AFFR送信タイミング制御部601は、AFFR送信領域を拡大する制御を行う（ステップS103）。これは、当該セルが全体的に周辺他セルからの干渉にさらされている状況であり、AFFR送信タイミング制御部601は、AFFR送信領域を拡大することで、他セルからの干渉を低減できる。
- [0160] 2) $AVE_SB > L2$ を満たす場合、 $SBI \neq 0$ の要求回数に対し、 $SBI = 0$ の要求回数が十分に大きいとみなし、AFFR送信タイミング制御部601は、AFFR送信領域を短縮する制御を行う（ステップS105）。これは、当該セルが全体的に周辺他セルからの干渉をあまり受けていない状況であり、AFFR送信タイミング制御部601は、AFFR送信領域を縮小することで、周波数利用効率を改善させる。
- [0161] 3) $L1 \leq AVE_SB \leq L2$ の場合、 $SBI \neq 0$ の要求回数に対し、 $SBI = 0$ の要求回数は妥当な範囲であるとみなし、AFFR送信タイミング制御部601は、AFFR送信領域を現状に維持する制御を行う（ステップS106）。
- [0162] ここで、AFFR送信領域の可変制御は、基地局間インターフェース502を用いて、基地局間で調停しながら行う。基地局間の調停においてAFFR送信領域の拡大の要求を優先させることで、セル間干渉抑圧効果を高めることができる。また、AFFR送信領域の可変制御を、長区間平均に基づいて行うので、基地局間インターフェース502を用いことによる制御遅延は許容される。
- [0163] また、AFFR送信領域の可変制御は、AFFR送信領域の開始タイミングを共通とし、AFFR送信領域の時間長をオフセット値を用いて通知することで実現できる。これにより、基地局間インターフェース502でのシグナリングのオーバーヘッドを削減できる。
- [0164] なお、AFFR送信タイミング制御部601での別の制御として、 $SBI \neq 0$ を送信した端末の割合が非常に大きい場合は、基地局の運用キャリア周波数を他のキャリア周波数チャンネルに移行する制御を加えてもよい。これにより

、ほぼ全体的に周辺の他セルからの干渉にさらされている状況である場合に、運用キャリアが他のキャリア周波数チャンネルに移行されるので、他セルからの干渉を大幅に低減できる。

[0165] 図29に、このような制御を行う場合の、AFFR送信タイミング制御部601の制御手順を示す。図29は、図28に、ステップS200、S201を加えたものである。

[0166] 所定の時間区間経過後、AFFR送信タイミング制御部601は、算出した統計量 AVE_SB を所定値 $L0$ と比較する（ステップS200）。ここで $L0 < L1$ である。

[0167] 4) $AVE_SB < L0$ を満たす場合、 $SBI \neq 0$ の要求回数に対し、 $SBI = 0$ の要求回数が非常に小さいとみなし、AFFR送信タイミング制御部601は、基地局の運用キャリア周波数を変更する制御を行う（ステップS201）。

[0168] 5) $L0 \leq AVE_SB$ を満たす場合、AFFR送信タイミング制御部601は、図28で説明した動作と同様にステップS102以降の制御を行う。

[0169] 以上のように、本実施の形態では、AFFR送信領域を、複数基地局間で同期させて設定し、かつAFFR送信領域の時間領域長を適応的に可変したことにより、セル/セクタ間の干渉を更に効果的に低減できる。例えば、ある基地局のエリアに、より小さいエリアの基地局のエリアが重畳されるようなオーバーレイ構成のセル構成状況では、小さいエリアの基地局に属する端末装置は、サブバンド要求（ $SBI \neq 0$ ）する端末の割合が多くなり、固定のAFFR送信領域ではカバーできないケースがある。その場合、AFFR送信領域に割当てられる端末と非AFFR領域に割当てられる端末との間に不均衡が生じ、周波数利用効率が低下することがある。このような状況に、本実施の形態を適用すれば、大幅な周波数利用効率の改善を果たすことができるため特に有効である。

[0170] （実施の形態8）

本実施の形態では、実施の形態1で説明した、端末からサブバンド要求を行うシステムにおいて、他セル間の干渉状況検出するタイミングを、基地局

から端末に明示的に通知（シグナリング）する構成を示す。

[0171] 図30に本実施の形態の基地局の構成を示し、図31に本実施の形態の端末の構成を示す。また図32に、本実施の形態における基地局がダウンリンクで端末に個別データを送信するまでの流れを示す。

[0172] 図30の基地局700は、実施の形態1において説明した図2の基地局1000の構成に加えて、干渉状況検出タイミングを通知する干渉状況検出タイミング通知信号生成部701を有する。また、図31の端末800は、実施の形態1において説明した図3の端末200の構成に加えて、干渉状況検出タイミング情報抽出部801を有する。また図32の流れ図では、実施の形態1において説明した図7の流れ図と比較して、ステップ<1>において基地局から端末に干渉状況検出タイミング通知信号を追加して送信する。

[0173] 以下、本実施の形態の動作について、実施の形態1の動作と異なる部分について主に説明する。

[0174] 基地局700の干渉状況検出タイミング通知信号生成部701は、端末800が他セル間の干渉状況検出するタイミングを通知するための通知信号を生成し、これをサブキャリアマッピング部117に出力する。干渉状況を検出するタイミングは、実施の形態6や実施の形態7のように、AFFR送信領域や非AFFR送信領域を設ける場合は、非AFFR送信領域に含まれる、パイロット信号（リファレンス信号とも呼ばれる）や、同期確立用の同期チャネル（SCH）、報知チャネル（BCH）の信号のタイミングに合わせるとよい。また、この際のタイミングの通知方法として、次の2つの方法がある。

[0175] 方法1）自セル（D）の受信状況検出タイミング、及び自セル以外（U）のセルの受信状況検出タイミングを共通なものとして通知する。

[0176] 方法2）自セル（D）の受信状況検出タイミング、及び自セル以外（U）のセルの受信状況検出タイミングを個別に通知する。

[0177] サブキャリアマッピング部117は、干渉状況検出タイミング通知信号生成部701の出力信号及び、各端末宛の信号を、リソース割当部109からのリソース割当情報に応じたサブバンドに対応するサブキャリアに割り当て

る。

- [0178] 端末800の干渉状況検出タイミング情報抽出部801は、干渉状況検出タイミング通知信号を抽出し、これを干渉状況検出部209に出力する。干渉状況検出部209は、干渉状況検出タイミング通知信号に含まれる検出タイミング情報に基づき、各基地局から送信された干渉測定用信号 $S(k)$ から、自セル(D)に対する、自セル以外(U)のセルからのセル間干渉状況(D/U)を測定する。
- [0179] 次に、図32を用いて、基地局700がダウンリンクで端末800に個別データを送信するまでの動作を説明する。図32における端末装置#1は図31の端末800と同様の構成でなり、図32における自局BS、干渉局BS#1、干渉局BS#2は図30の基地局700と同様の構成でなる。
- [0180] 先ず、ステップ<1>において、自局BS（すなわち端末装置#1が属する基地局）、干渉局BS#1（端末装置#1が属しない基地局）、干渉局BS#2（端末装置#1が属しない基地局）が、干渉状況検出タイミング通知信号、干渉測定用信号及びセル識別信号を送信する。
- [0181] 次に、ステップ<2>において、端末装置#1は、これらの各基地局からの干渉状況検出タイミング通知信号、干渉測定用信号及びセル識別信号に基づいて、自局宛の個別データを割り当てて欲しいサブバンドを選択し、選択したサブバンドを示すサブバンドインデックス(SBI)要求情報を、自局BSに送信する。
- [0182] 以降の動作は、実施の形態1で説明した図7と同様である。
- [0183] 以上のように、本実施の形態によれば、端末からサブバンド要求を行うシステムにおいて、他セル間の干渉状況検出するタイミングを、基地局から端末に明示的に通知することにより、実施の形態6や実施の形態7のようにAFFR送信領域や、非AFFR送信領域を設けることなどにより、送信フレームの時間タイミングにより干渉状況が異なる場合でも、干渉状況をより正確に検出できる。この結果、端末からのサブバンド要求をより正確に行うことができ、システムにおけるスループットの改善を図ることができる。

[0184] 2007年8月9日に日本に出願された特願2007-208611に含まれる明細書、図面及び要約書の開示内容は、すべて本願に援用される。

産業上の利用可能性

[0185] 本発明は、Adaptive FFR制御を行う、端末装置、基地局装置及び周波数リソース割当方法に適用して好適である。

請求の範囲

- [1] 複数の基地局から送信された信号に基づいて、自セルに対する他セルの干渉状況を検出する干渉状況検出手段と、
- 前記干渉状況検出手段によって検出された干渉状況に基づいて、自局への下り回線送信に用いられるサブバンドを選択するサブバンド選択手段と、
- 前記サブバンド選択手段によって選択されたサブバンドの情報を自セルの基地局に送信する送信手段と、
- を具備する端末装置。
- [2] 複数の基地局から送信された信号に基づいて、自セルに対する他セルの干渉状況を検出する干渉状況検出手段と、
- 前記干渉状況検出手段によって検出された干渉状況に基づいて、自セルの基地局への上り回線送信に用いるサブバンドを選択するサブバンド選択手段と、
- 前記サブバンド選択手段によって選択されたサブバンドを用いて上り回線送信を行う送信手段と、
- を具備する端末装置。
- [3] 前記サブバンド選択手段は、自セルに対する他セルの干渉が大きいほど、センター周波数から低周波側又は高周波側に離れたサブバンドを選択する
- 請求項 1 又は請求項 2 に記載の端末装置。
- [4] 前記サブバンド選択手段は、自セルに対する他セルの干渉が所定の閾値以下の場合、全サブバンドを選択する
- 請求項 1 又は請求項 2 に記載の端末装置。
- [5] 前記サブバンド選択手段は、自セルに対する他セルの干渉が大きくなるほど、選択するサブバンドを、センター周波数を中心として両側に広げていく
- 請求項 1 又は請求項 2 に記載の端末装置。
- [6] 前記干渉状況検出手段は、初期セルサーチで用いられる同期チャネル信号に基づいて、前記干渉状況を検出する
- 請求項 1 又は請求項 2 に記載の端末装置。

- [7] 前記サブバンド選択手段によって選択されるサブバンドは、サブバンドインデックスによって規定されており、
前記送信手段は、サブバンド選択手段によって選択されたサブバンドに対応するサブバンドインデックスを送信する
請求項 1 又は請求項 2 に記載の端末装置。
- [8] 前記サブバンドインデックスで規定されるサブバンドは、サブバンドインデックス間で一部重複する
請求項 7 に記載の端末装置。
- [9] 前記複数の基地局の識別信号を得るセル識別手段を、さらに具備し、
前記サブバンド選択手段は、前記干渉状況検出手段によって検出された干渉状況と、前記セル識別手段によって得られた各基地局の識別信号とに基づいて、前記サブバンドを選択する
請求項 1 又は請求項 2 に記載の端末装置。
- [10] 前記サブバンド選択手段は、自セルに対する他セルの干渉が大きいほど、センター周波数から低周波数側又は高周波数側に離れたサブバンドを選択し、かつ、自セルの識別信号と他セル識別信号とに基づいて、センター周波数から低周波数側のサブバンドを選択するか又は高周波数側のサブバンドを選択するかを判断する
請求項 9 に記載の端末装置。
- [11] 前記各基地局の識別信号は、セル ID であり、
前記サブバンド選択手段は、自セルのセル ID と他セルのセル ID との大小関係に基づいて、センター周波数から低周波数側のサブバンドを選択するか又は高周波数側のサブバンドを選択するかを判断する
請求項 9 に記載の端末装置。
- [12] 前記サブバンド選択手段によって選択されるサブバンドは、サブバンドインデックスによって規定されており、
前記送信手段は、サブバンド選択手段によって選択されたサブバンドに対応するサブバンドインデックスを送信する

- 請求項 9 に記載の端末装置。
- [13] 前記サブバンドインデックスで規定されるサブバンドは、サブバンドインデックス間で一部重複する
請求項 1 2 に記載の端末装置。
- [14] 端末によって選択されたサブバンドの情報を取得するサブバンド選択情報取得手段と、
前記端末によって選択されたサブバンドを用いて、前記端末との送受信を行う送受信手段と、
を具備する基地局装置。
- [15] 前記端末によって選択されたサブバンドの情報に基づいて、前記送受信手段の送信電力を制御する送信電力制御手段を、さらに具備する
請求項 1 4 に記載の基地局装置。
- [16] 前記送信電力制御手段は、前記端末によってセンター周波数を含むサブバンドが選択された場合、センター周波数から離れたサブバンドほど、送信電力を小さくする
請求項 1 5 に記載の基地局装置。
- [17] 前記端末によって選択されたサブバンドよりも広い帯域幅で、チャネル品質測定用信号を送信する
請求項 1 4 に記載の基地局装置。
- [18] 前記端末によって選択されたサブバンドの情報に従って前記端末宛のデータを割当てる A F F R (Adaptive Fractional Frequency Reuse) 送信領域を、隣接する基地局装置間で同期させる A F F R 送信タイミング制御部を、さらに具備する
請求項 1 4 に記載の基地局装置。
- [19] 前記 A F F R 送信タイミング制御部は、前記端末によって選択されたサブバンドの情報に基づいて、前記 A F F R 送信領域の範囲を制御する
請求項 1 8 に記載の基地局装置。
- [20] 前記端末によって選択されたサブバンドの情報に基づいて、運用キャリア

を変更する

請求項 1 8 に記載の基地局装置。

- [21] 前記端末は、複数の基地局装置から送信された信号に基づいて自セルに対する他セルの干渉状況を検出し、検出した前記干渉状況に基づいてサブバンドを選択するものであり、

前記基地局装置は、前記端末に、前記干渉状況を検出するタイミングを通知する通知手段を、さらに具備する

請求項 1 4 に記載の基地局装置。

- [22] 端末が、複数の基地局から送信された信号に基づいて、自セルに対する他セルの干渉状況を検出する干渉状況検出ステップと、

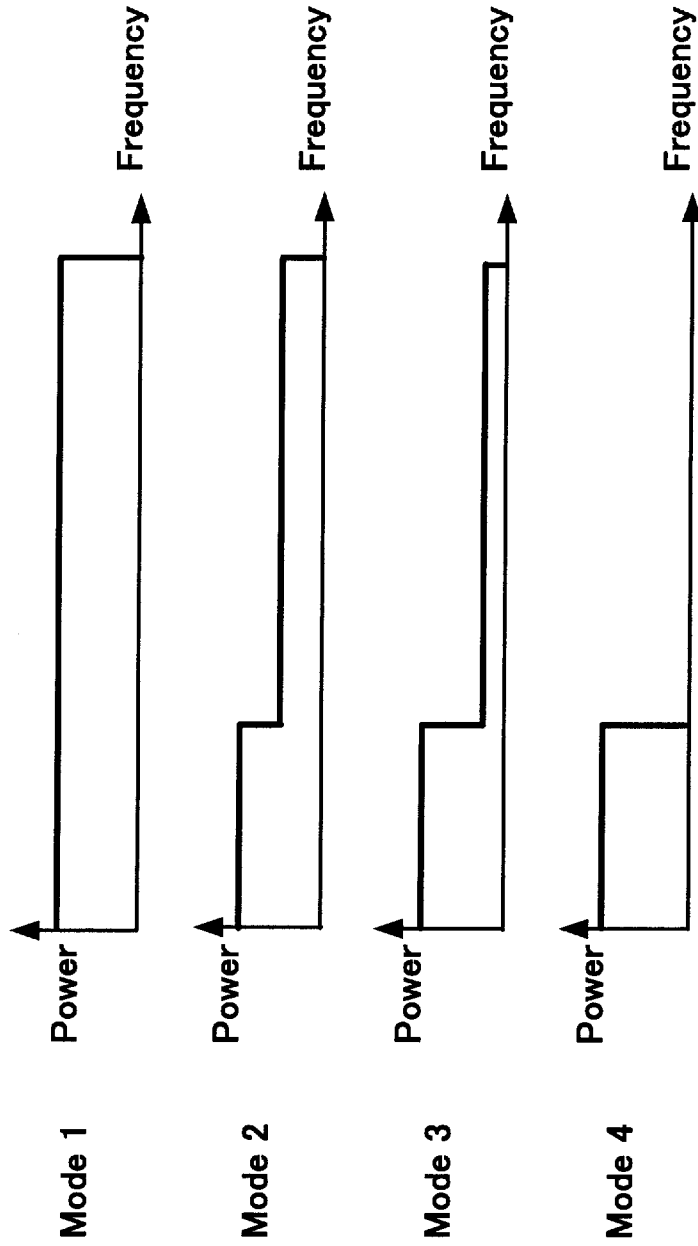
前記端末が、検出された前記干渉状況に基づいて、サブバンドを選択するサブバンド選択ステップと、

前記端末が、前記選択されたサブバンドを用いて通信を行うステップと、を含む周波数リソース割当方法。

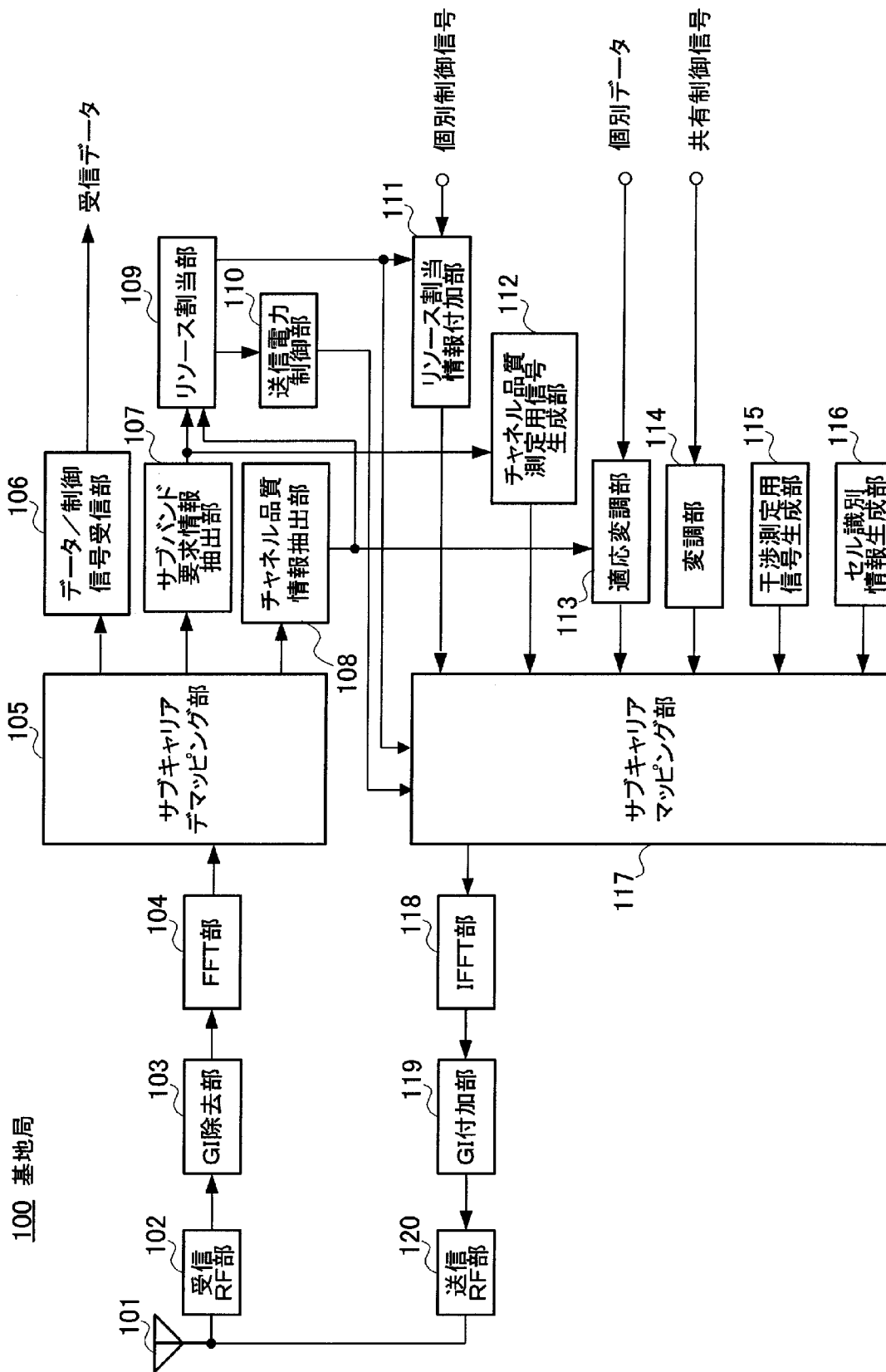
- [23] 前記複数の基地局の識別信号を得るセル識別ステップを、さらに含み、前記サブバンド選択ステップでは、前記干渉状況と、前記セル識別信号とに基づいて、前記サブバンドを選択する

請求項 2 2 に記載の周波数リソース割当方法。

[図1]

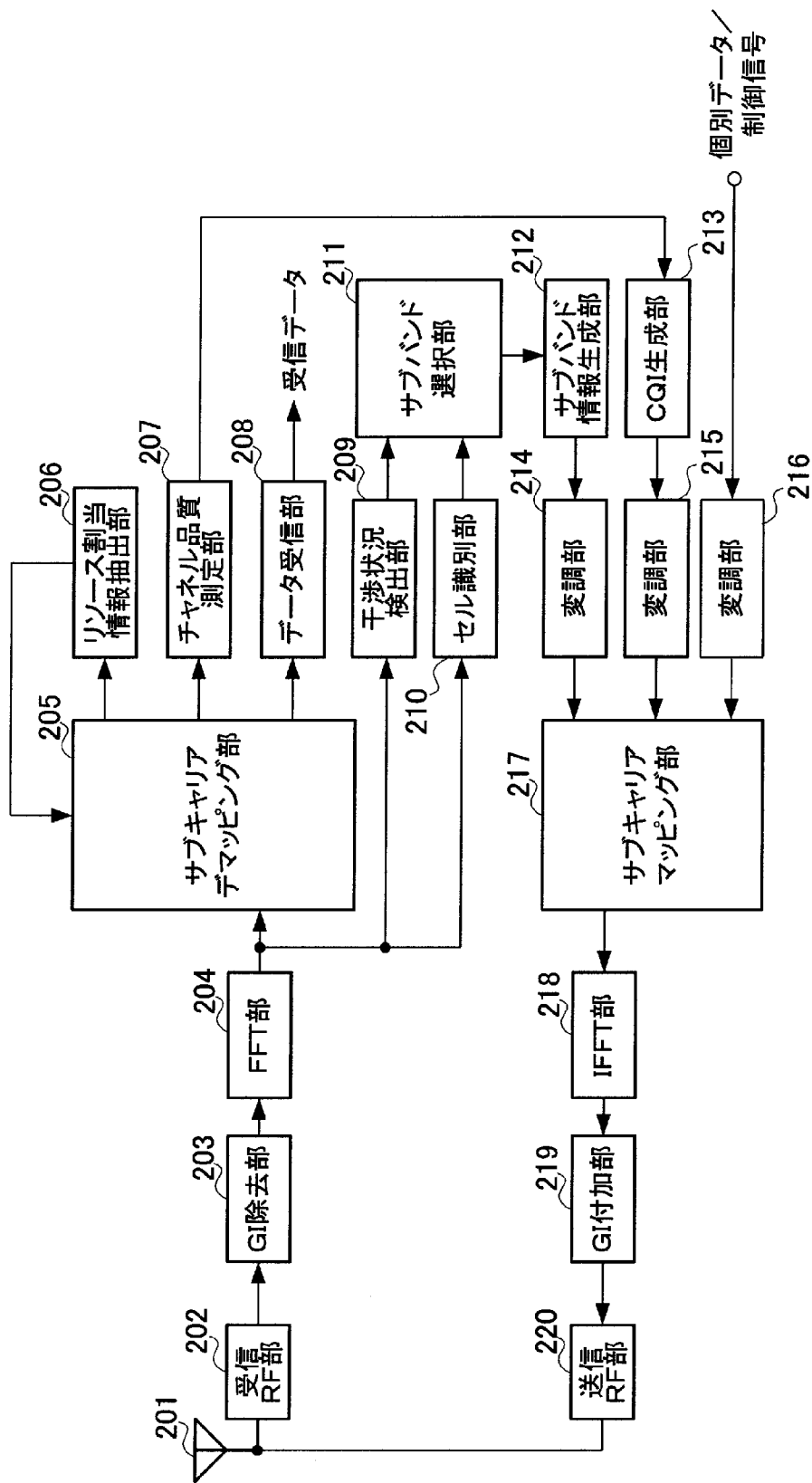


[図2]

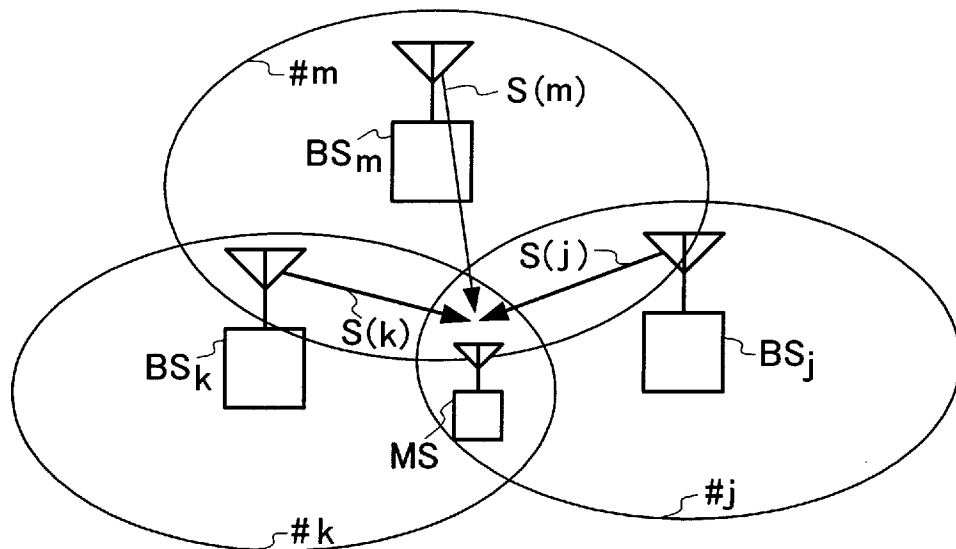


[図3]

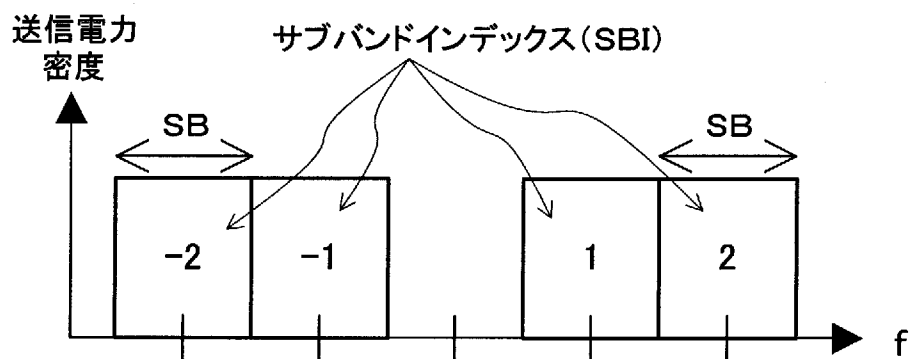
200 端末



[図4]



[図5]



[図6]

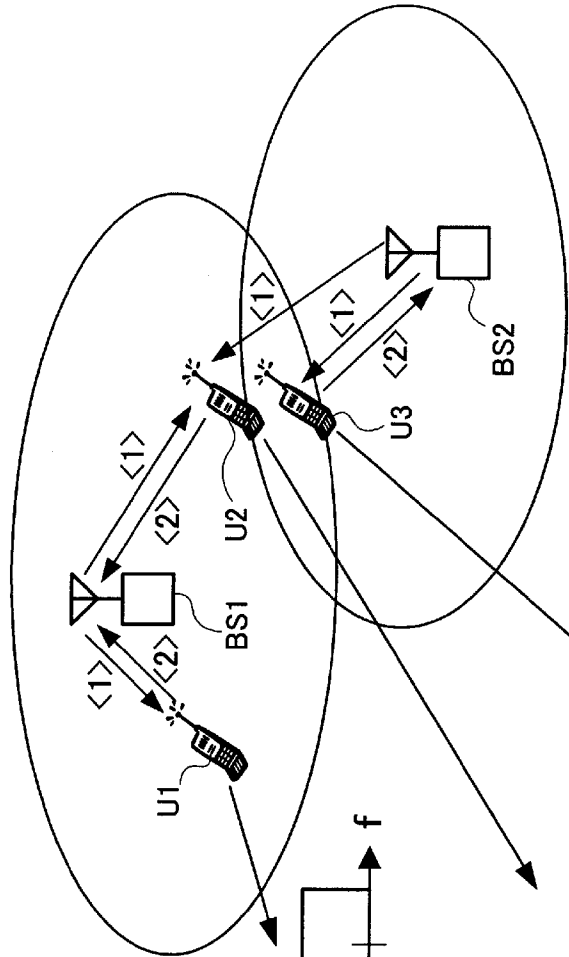


図6D

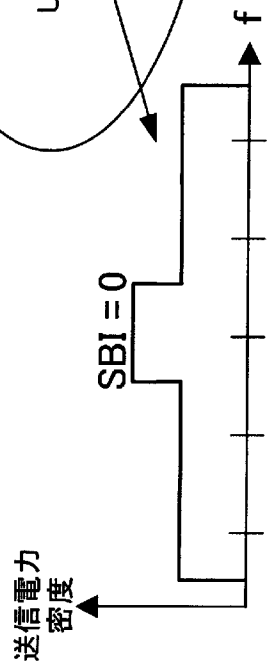


図6A

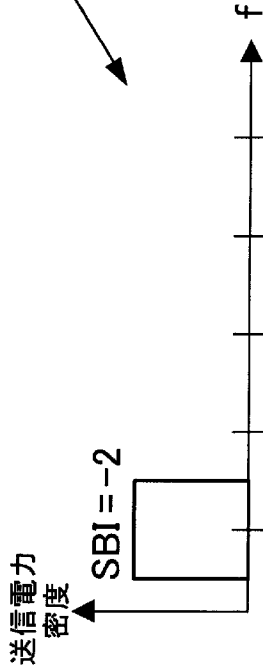


図6B

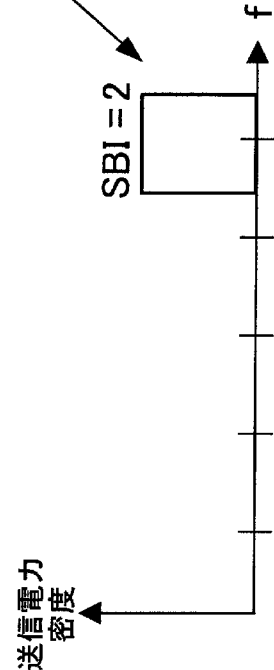
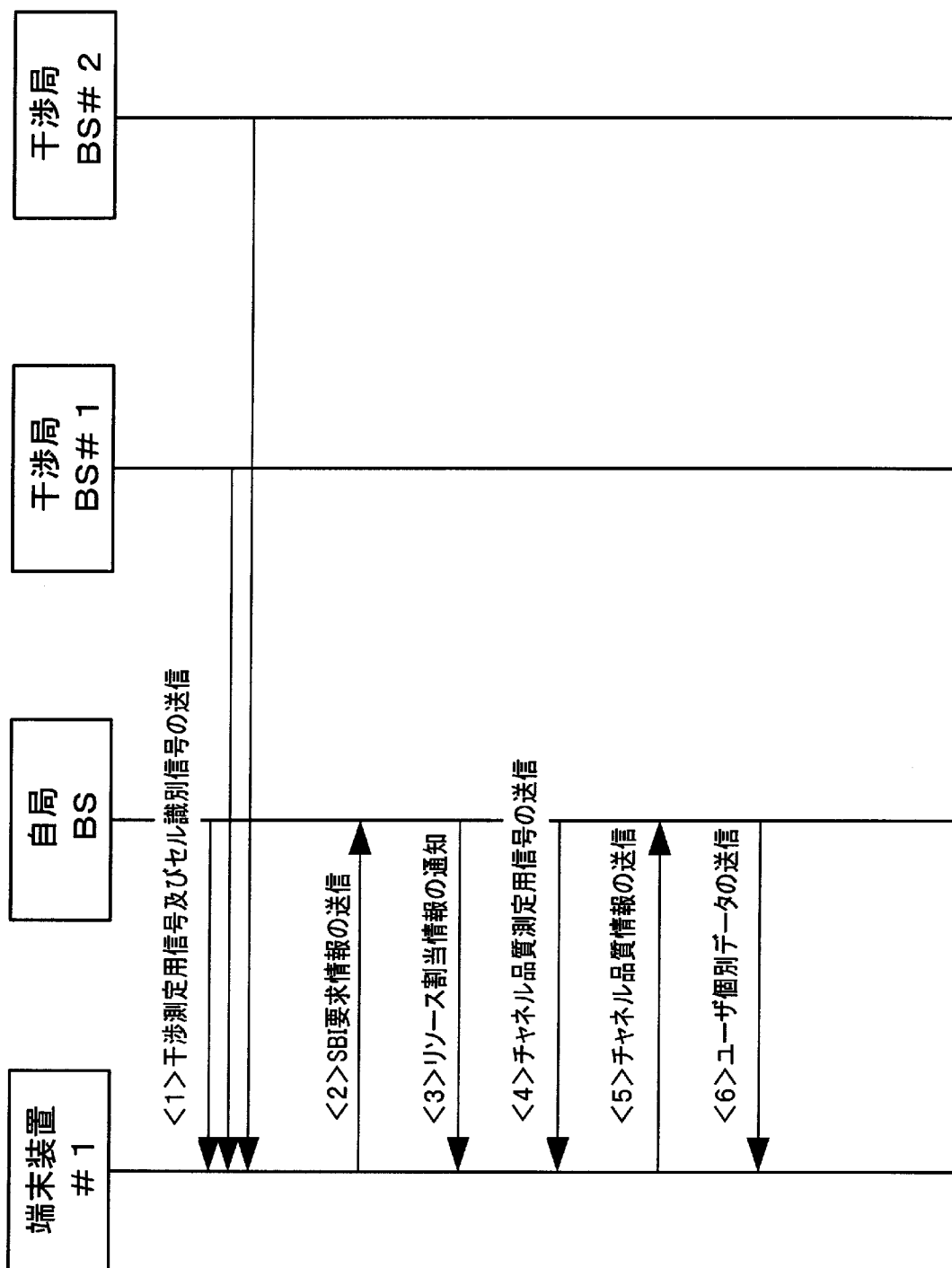


図6C

[図7]



[図8]

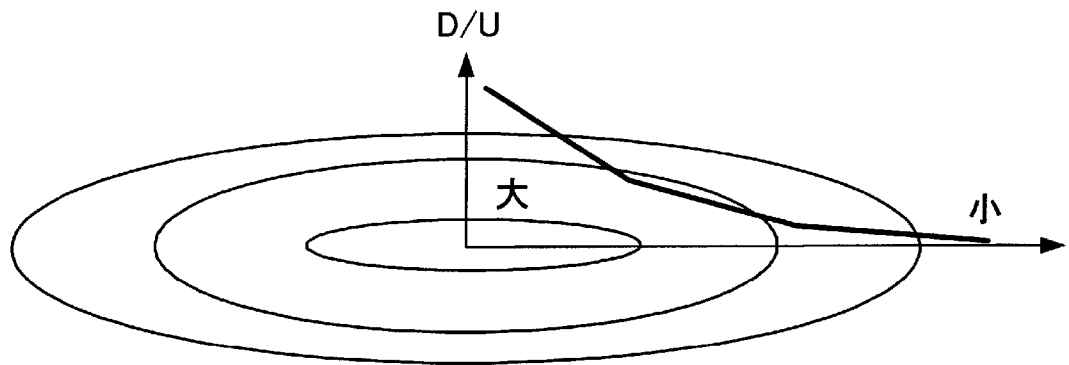


図8A

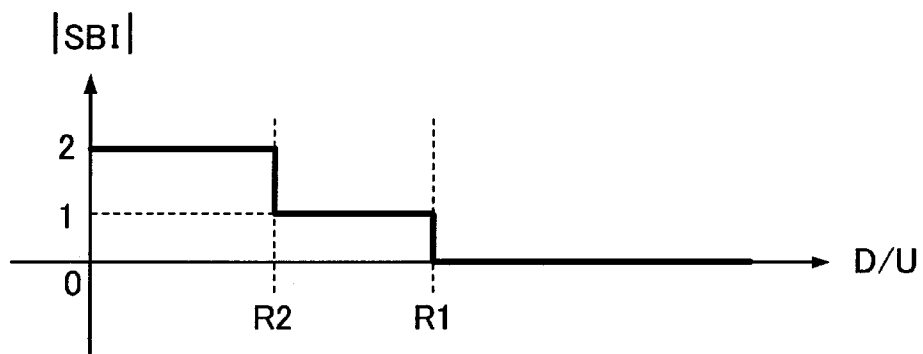
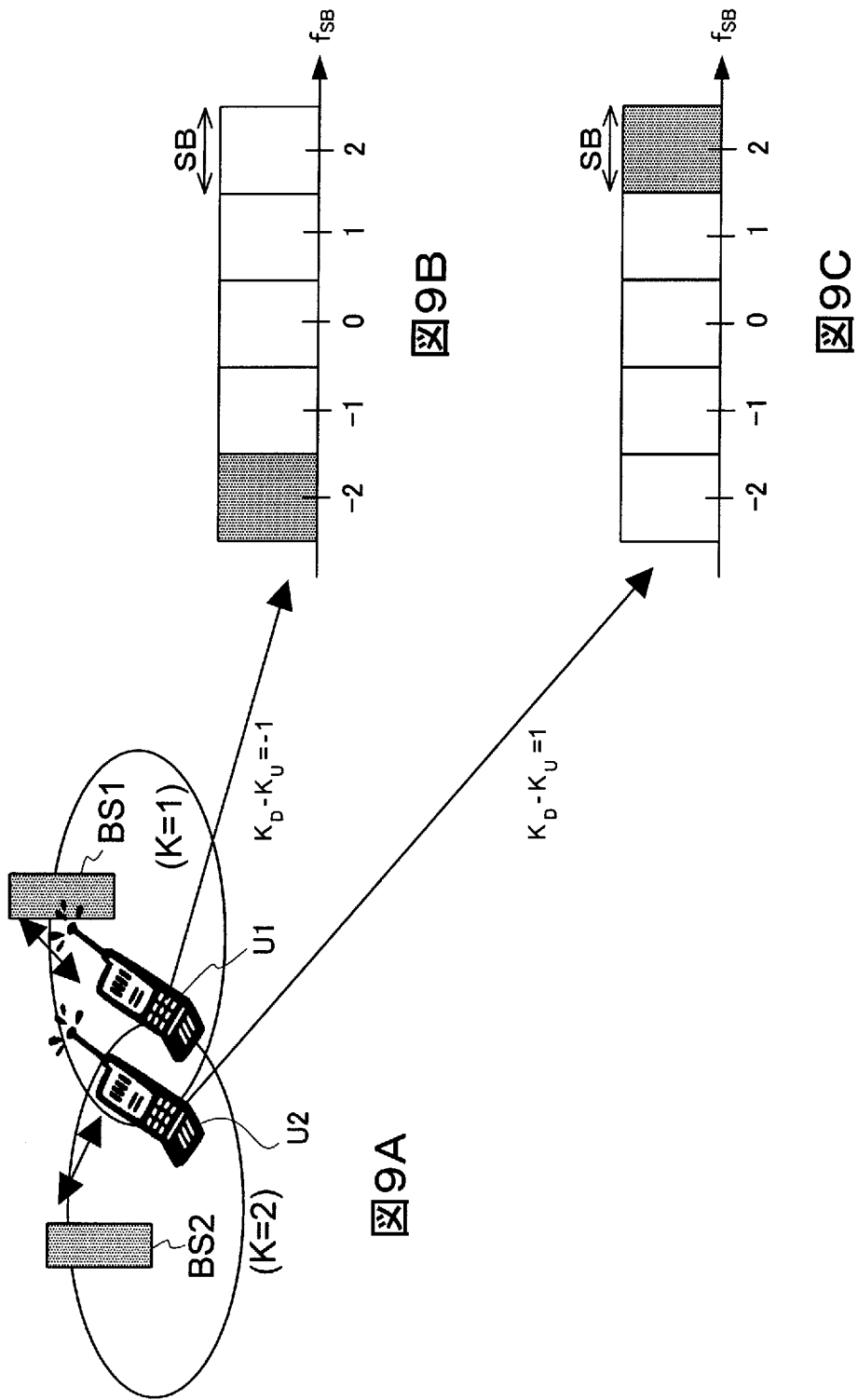
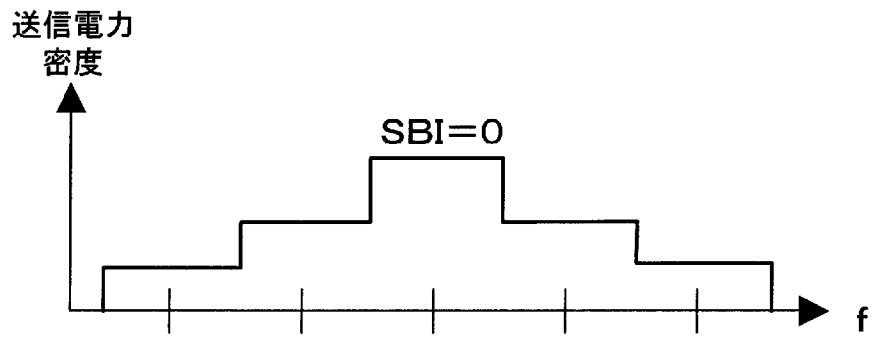


図8B

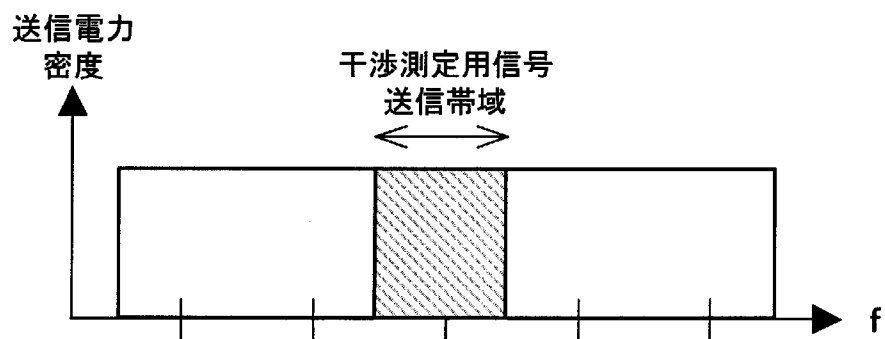
[9]



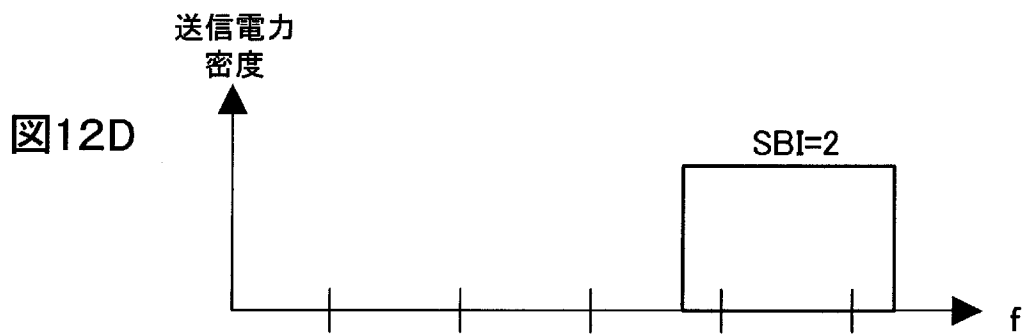
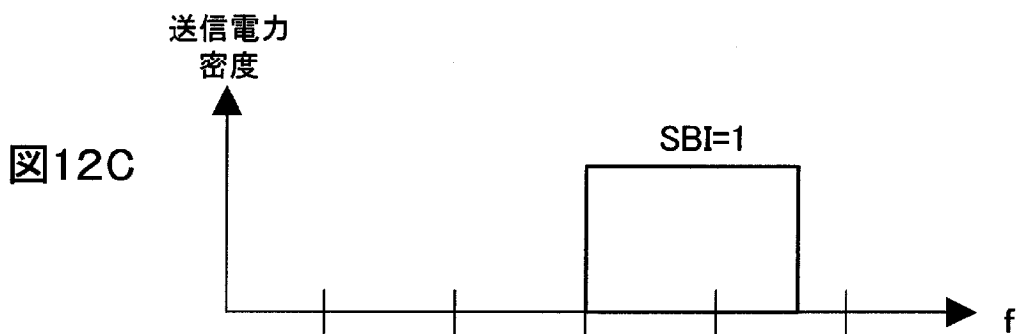
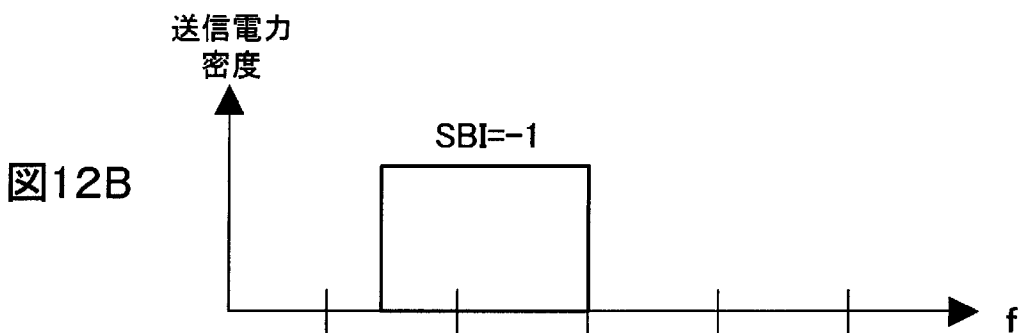
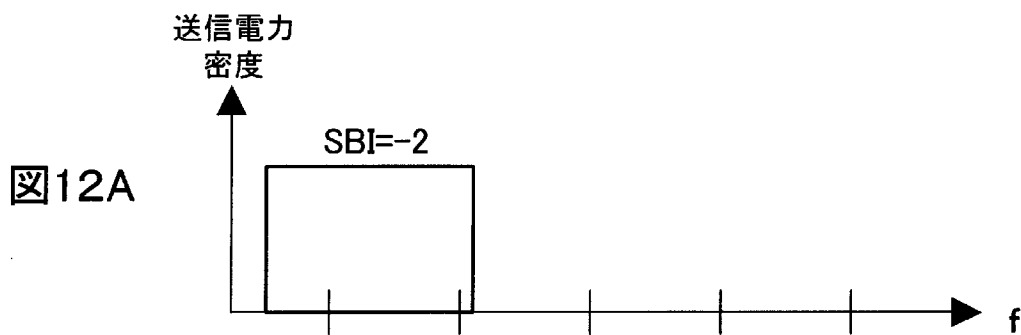
[図10]



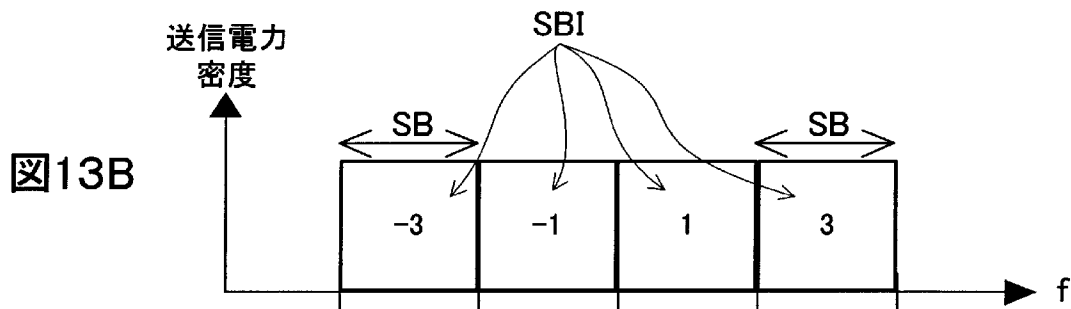
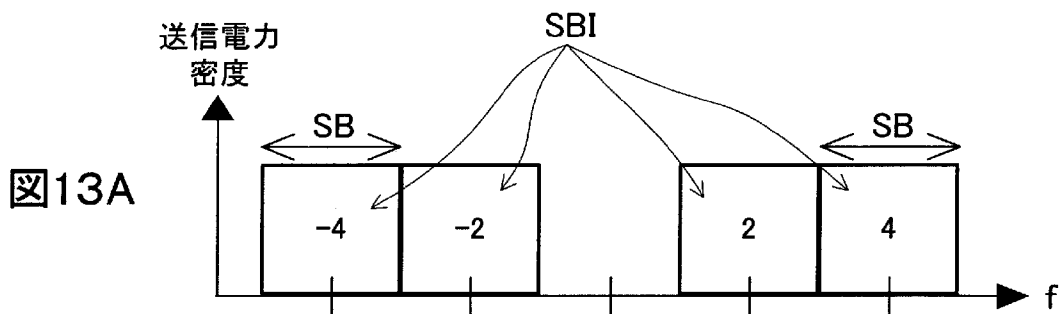
[図11]



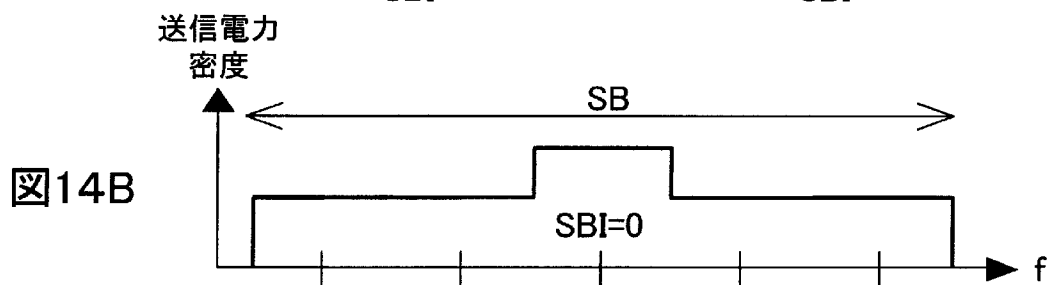
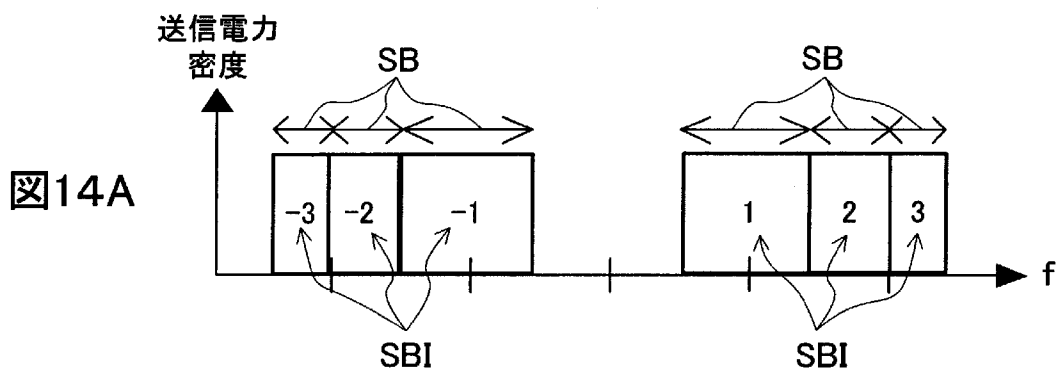
[図12]



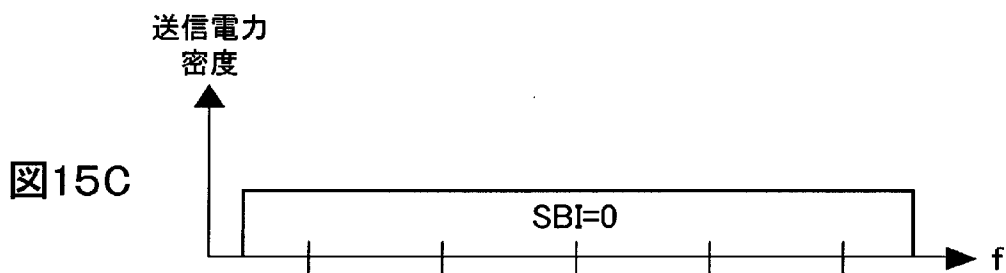
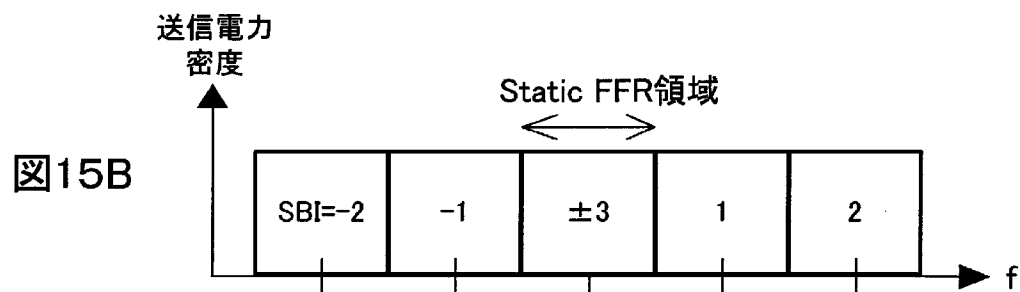
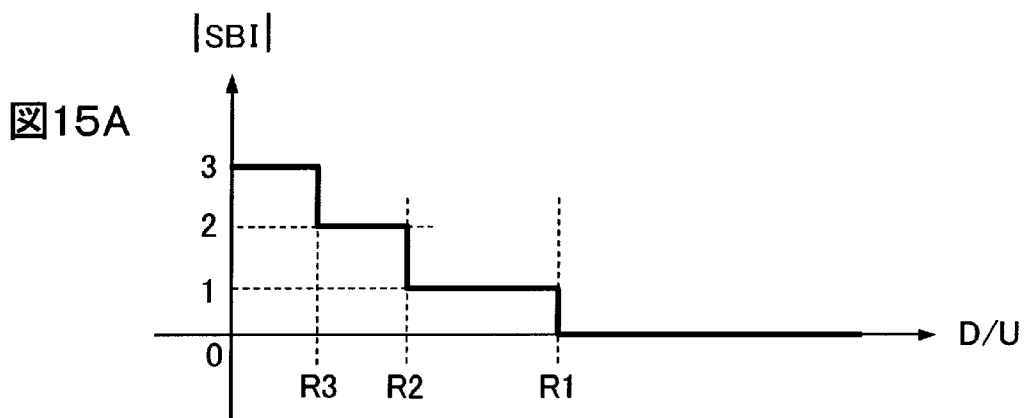
[図13]



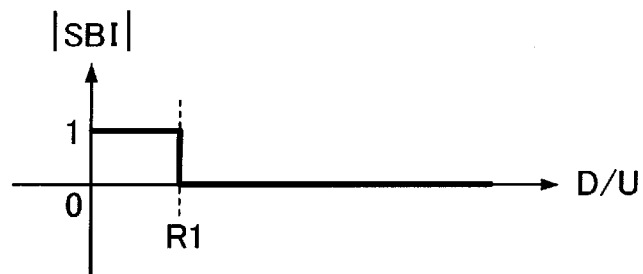
[図14]



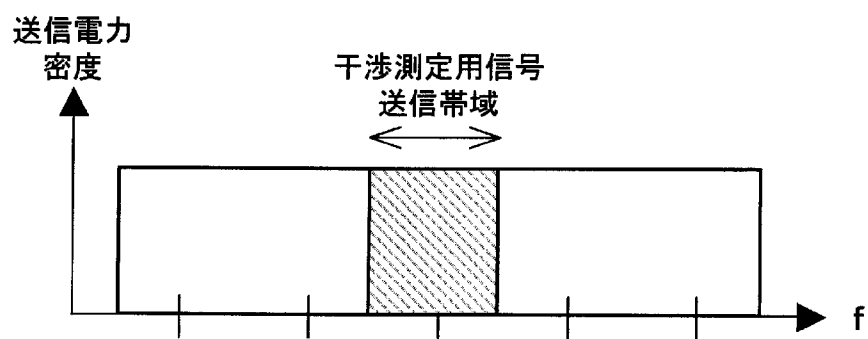
[図15]



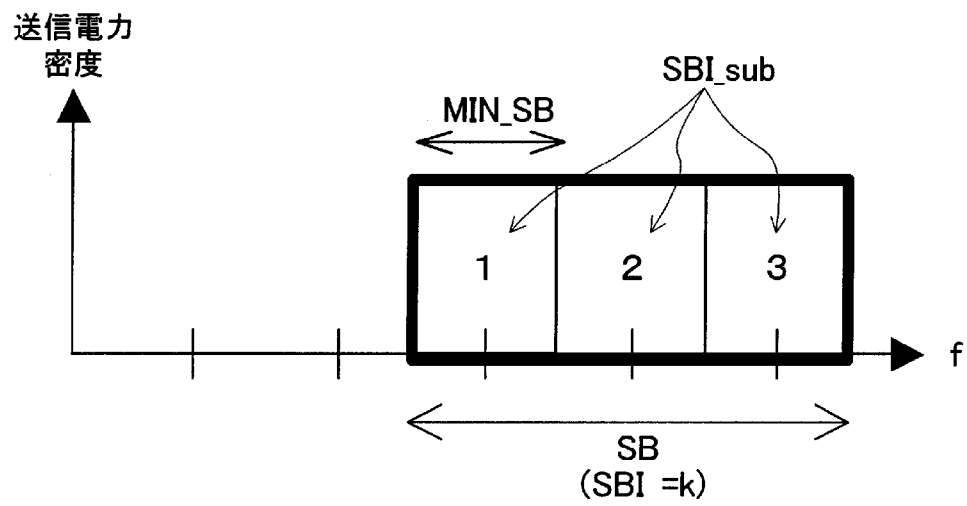
[図16]



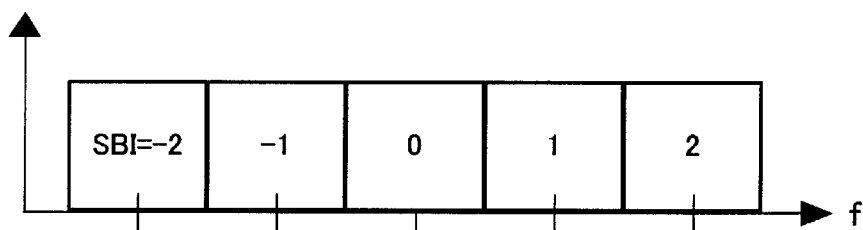
[図17]



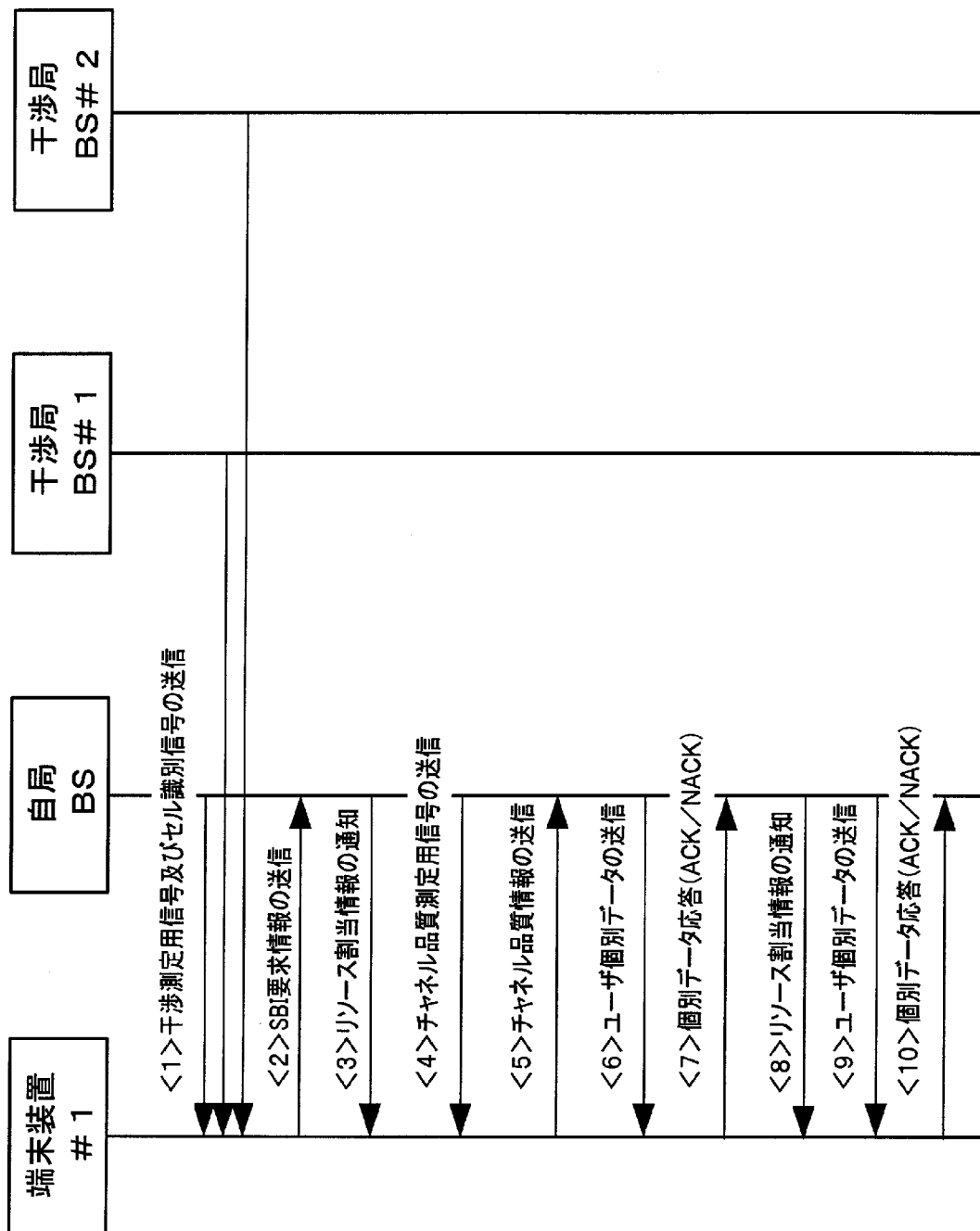
[図18]



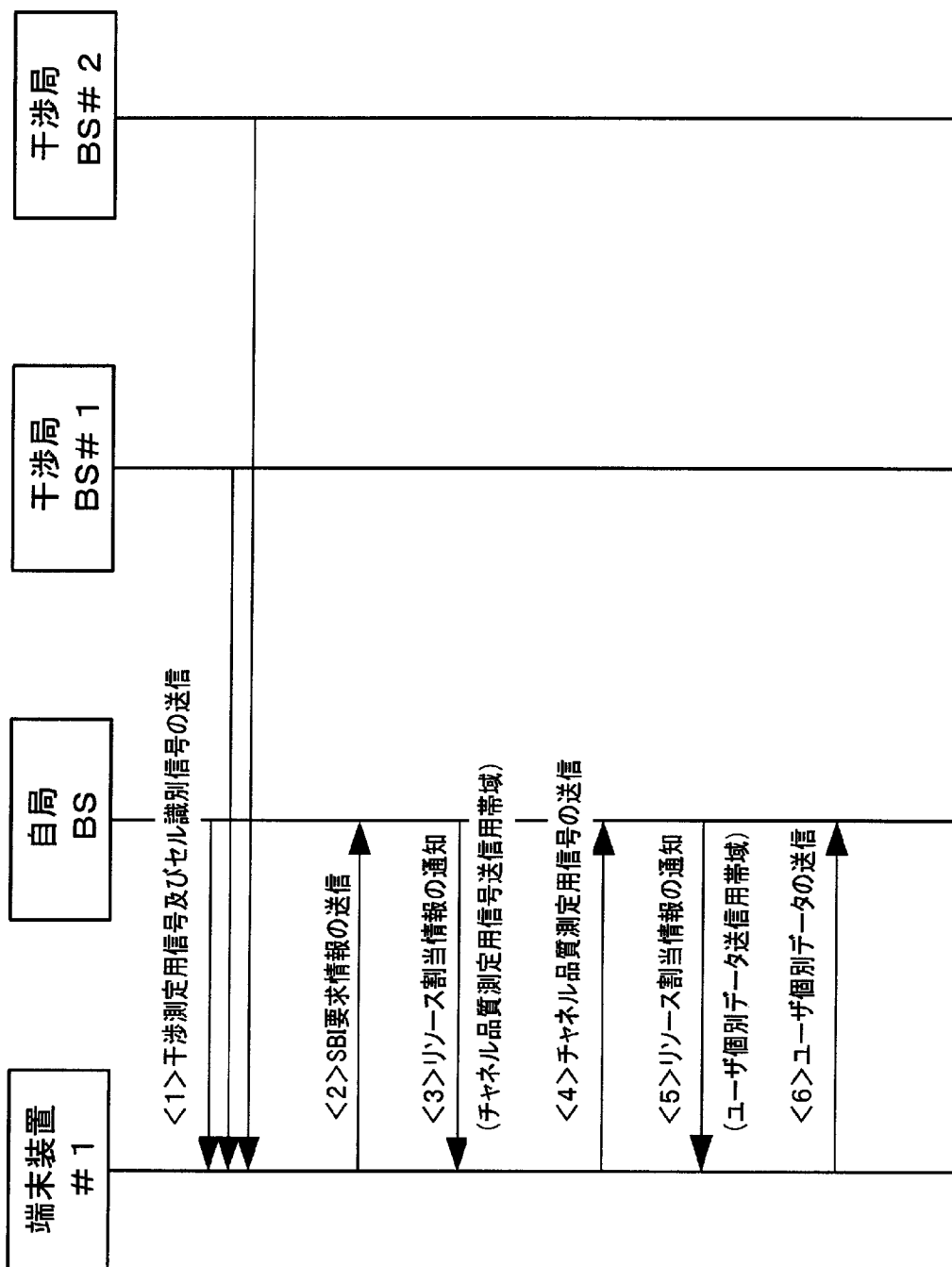
[図19]



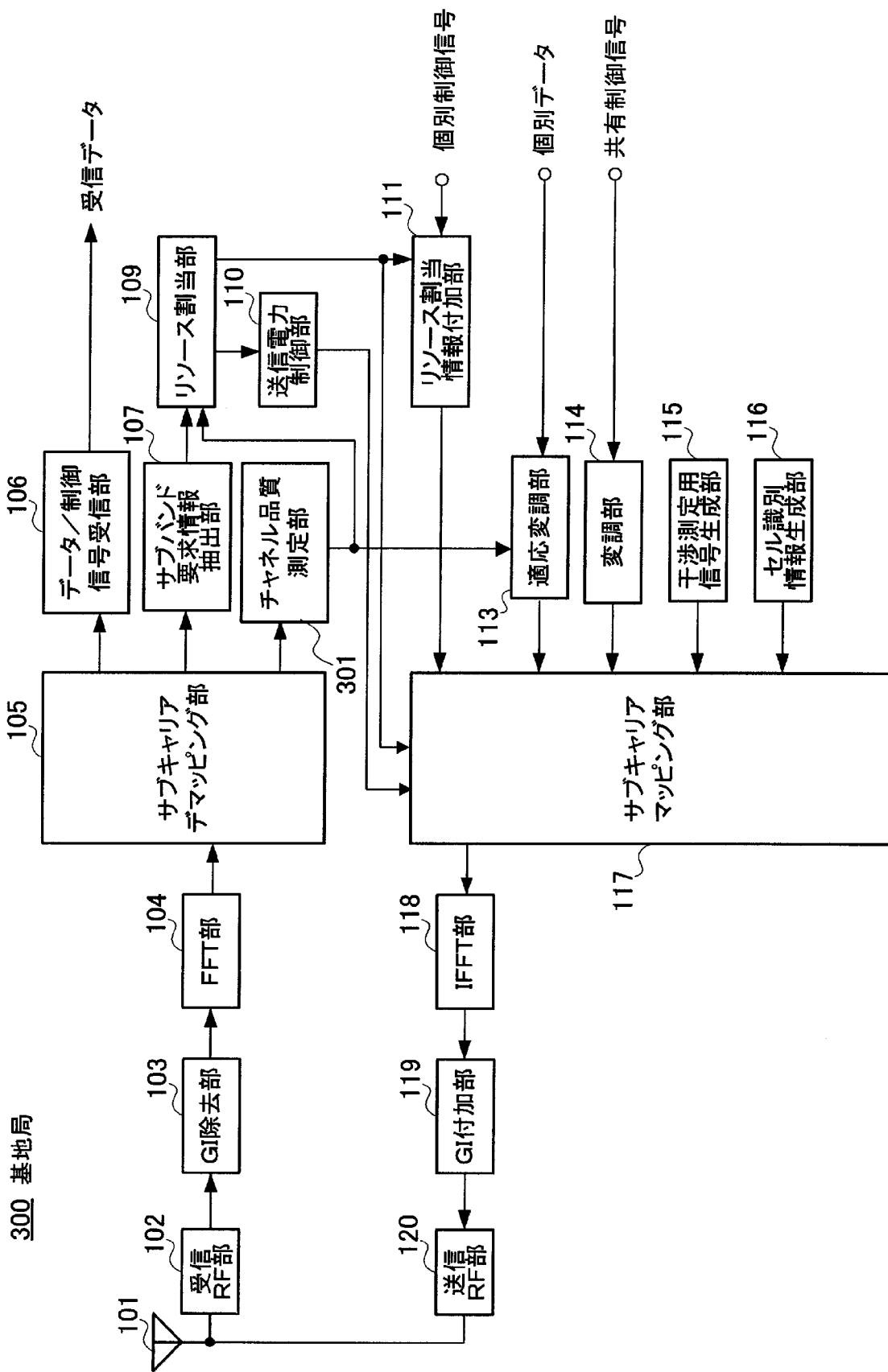
[図20]



[図21]

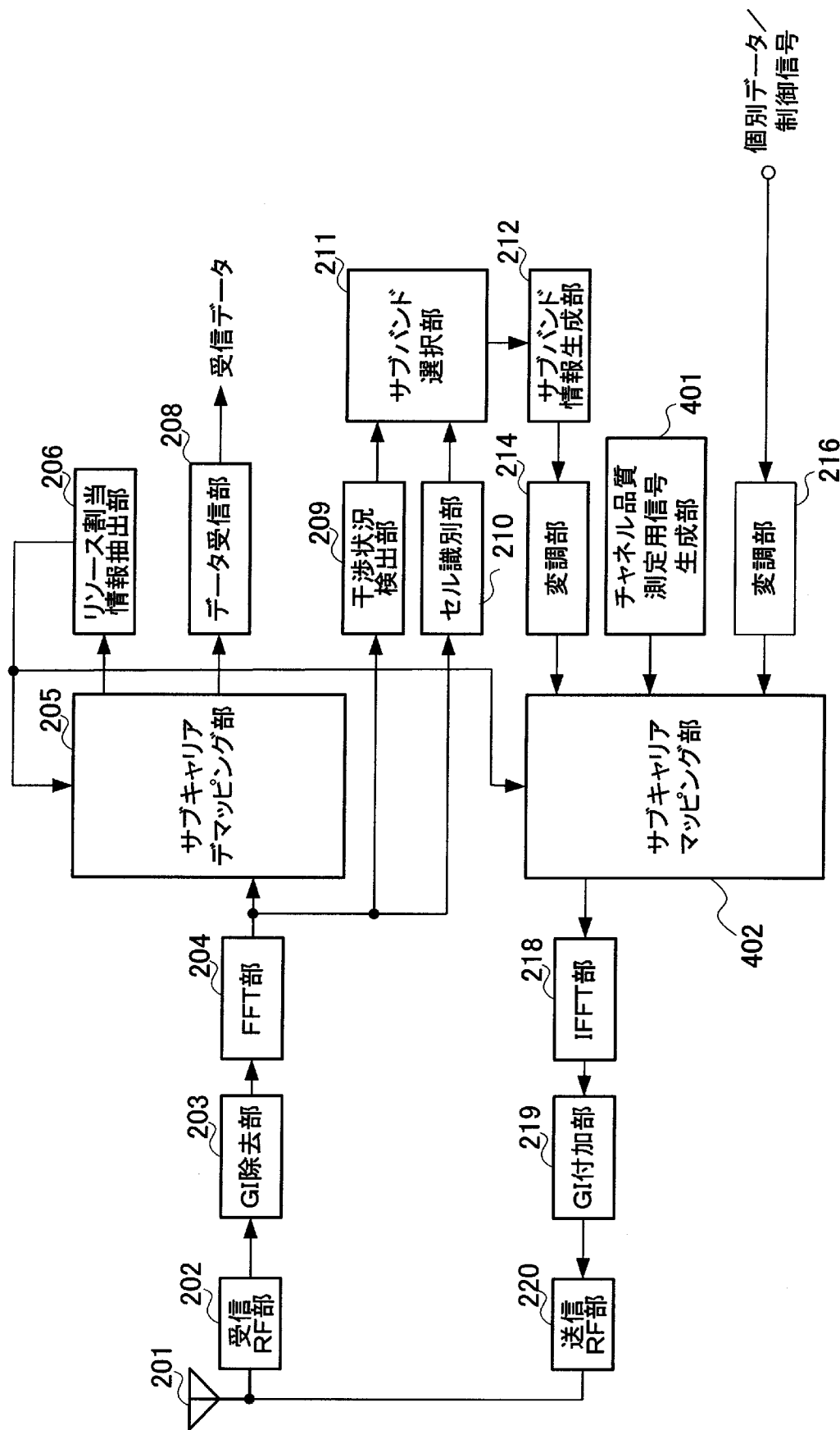


[図22]

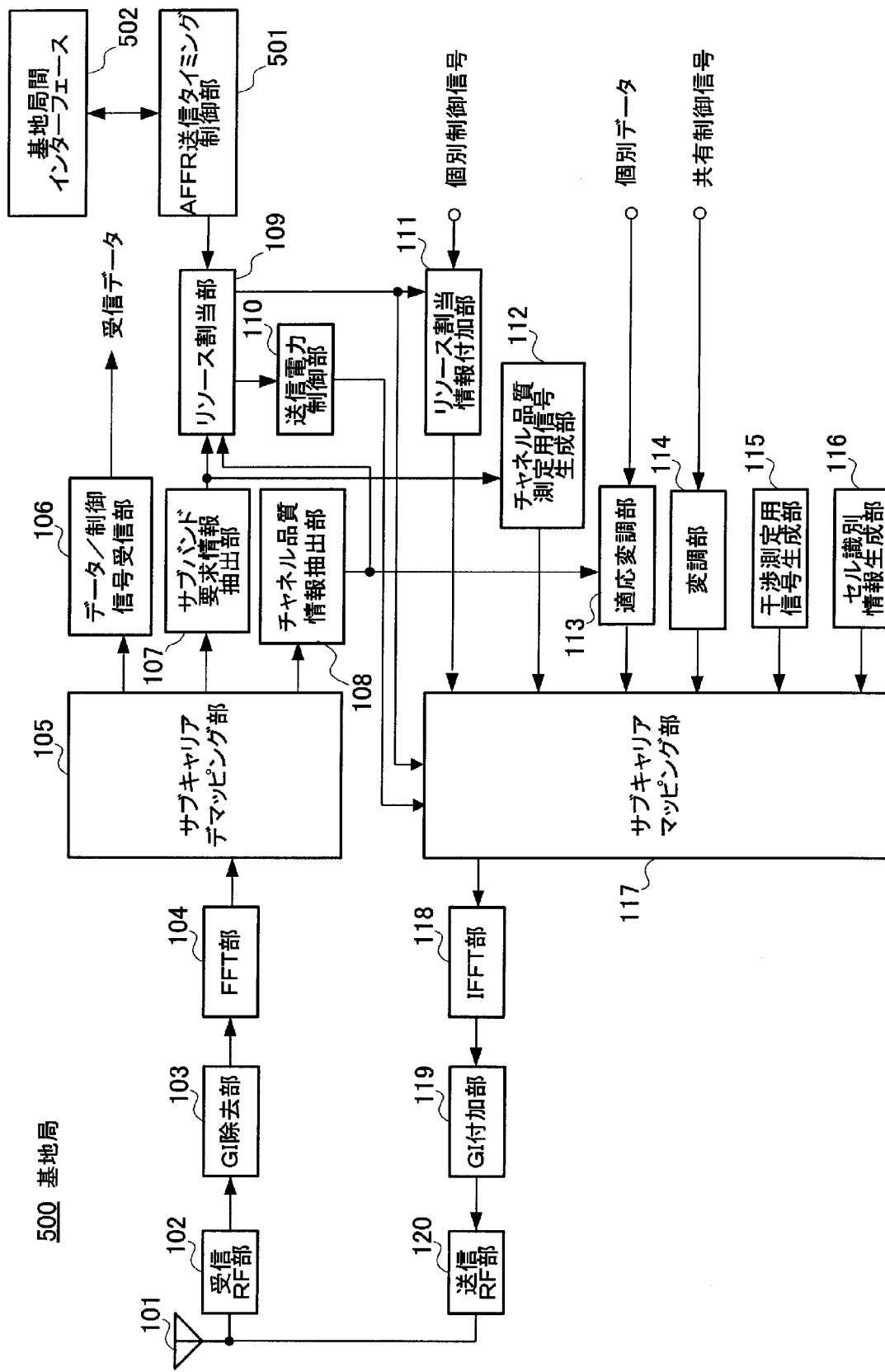


[図23]

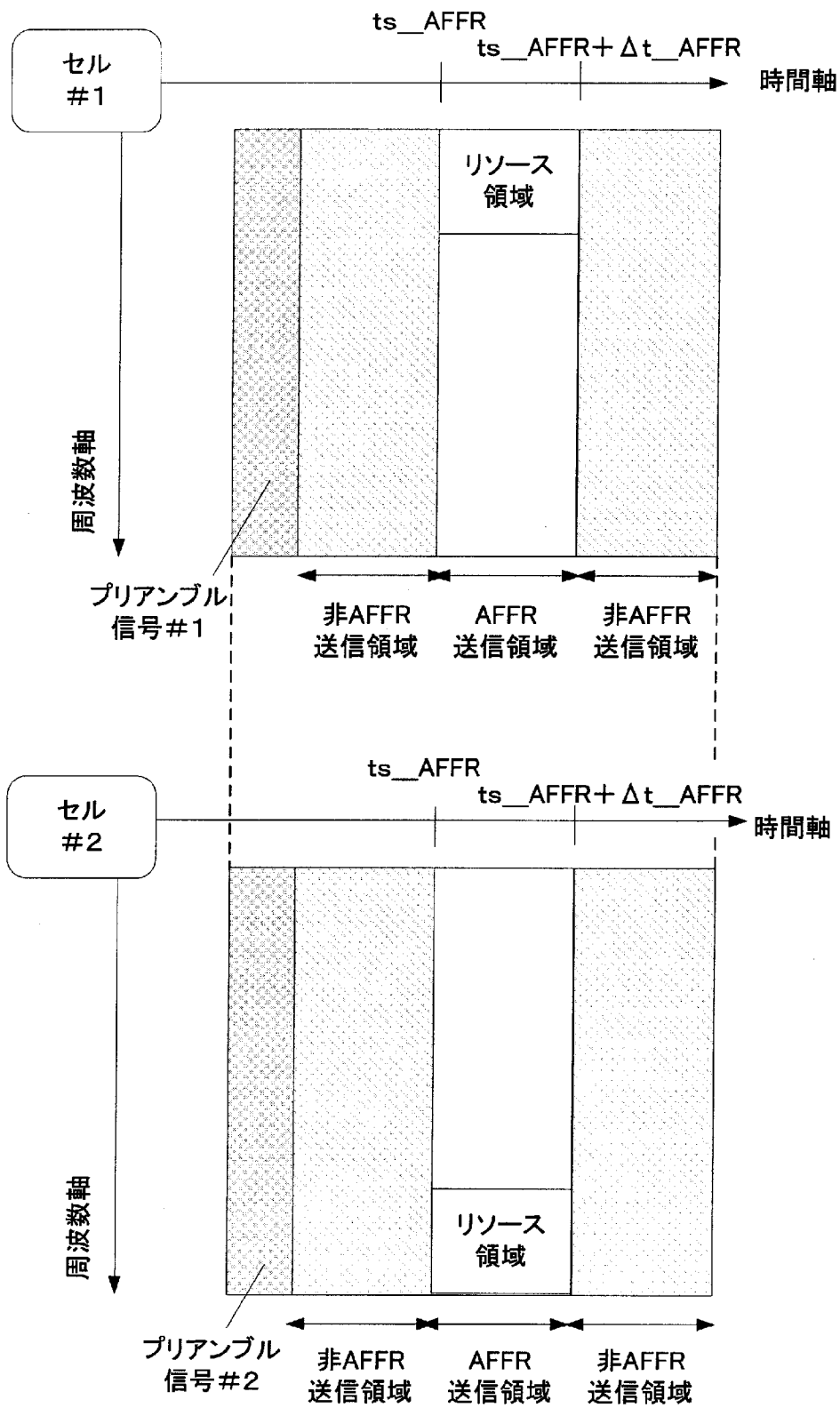
400 端末



[図24]



[図25]



[図26]

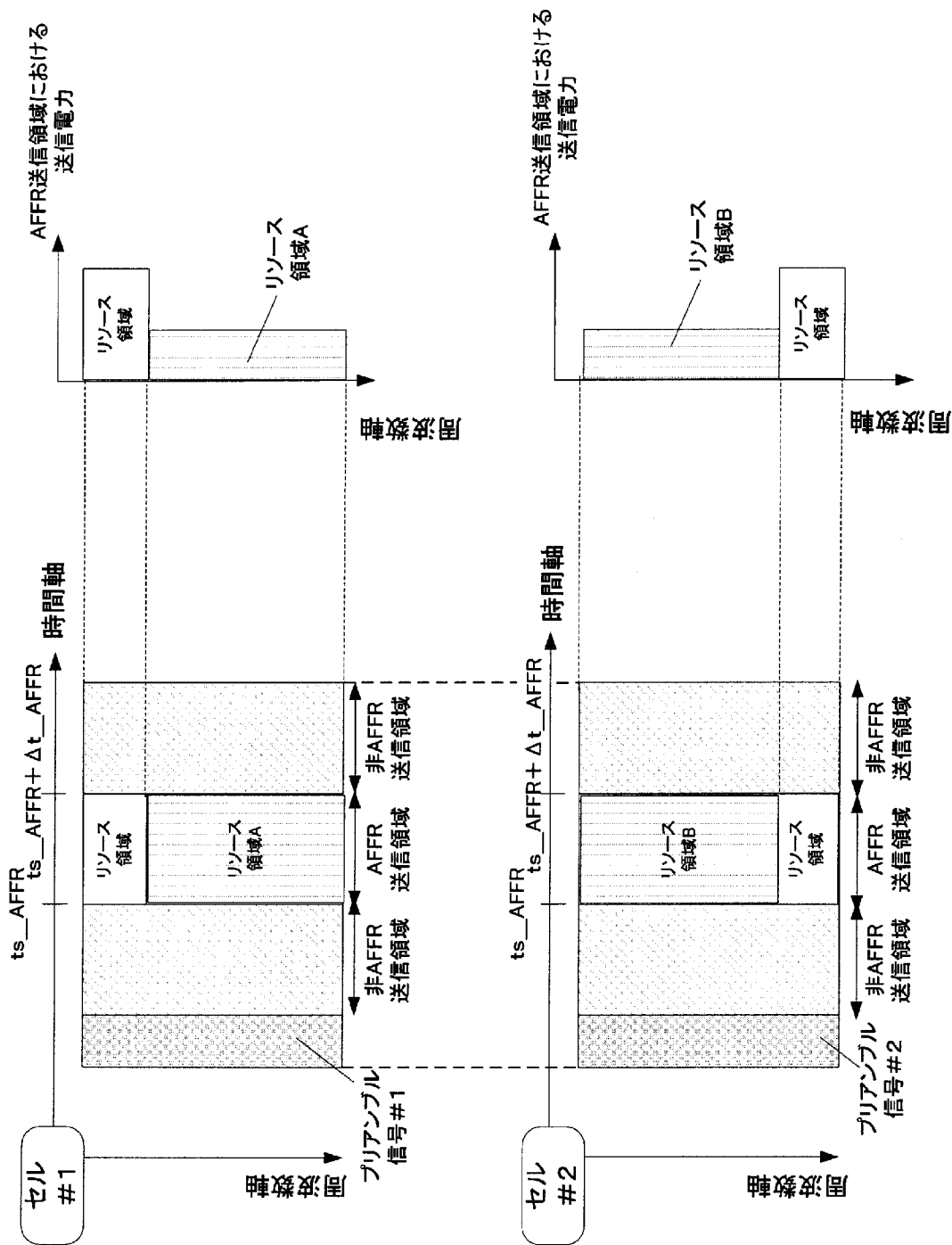
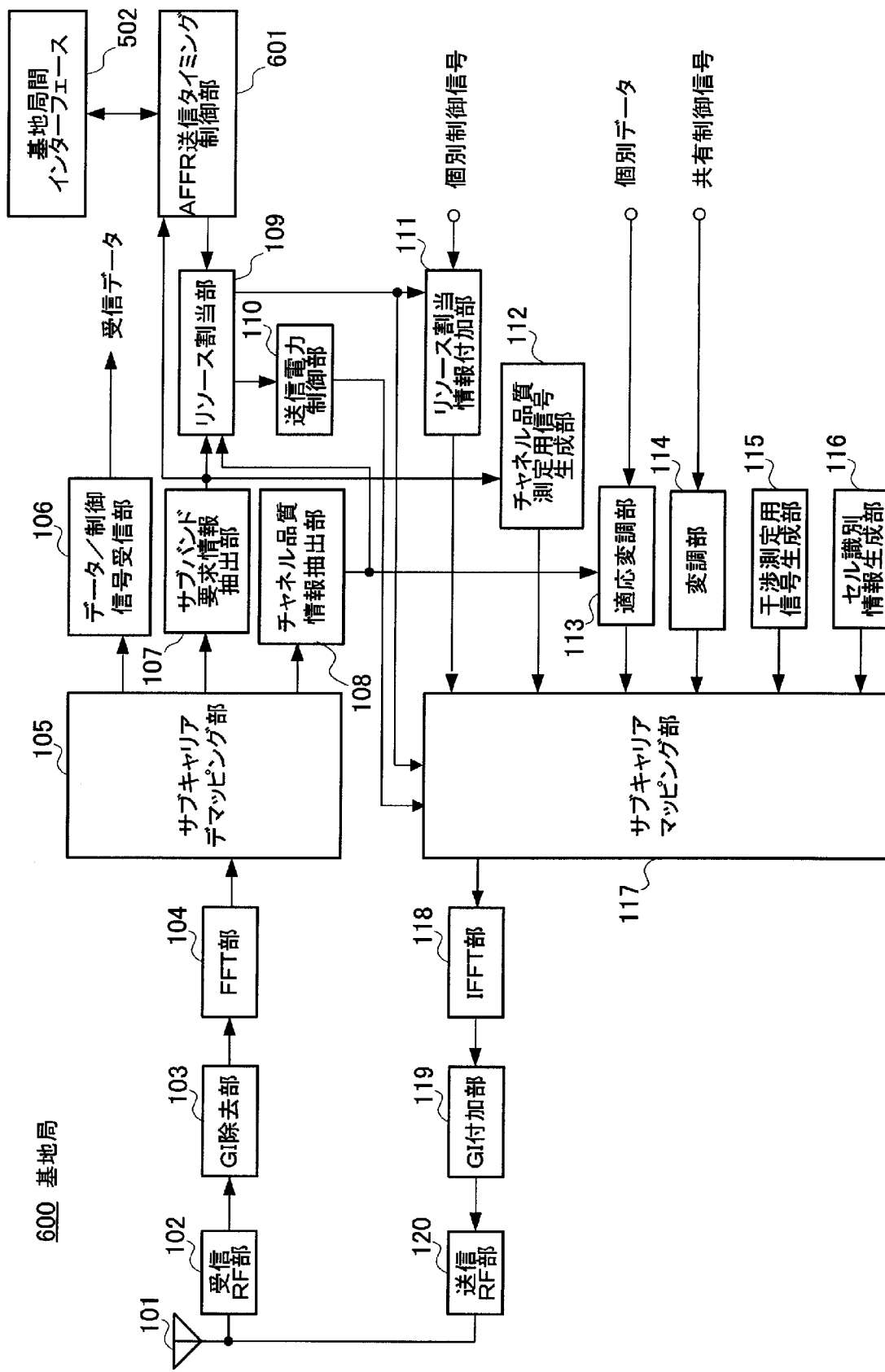


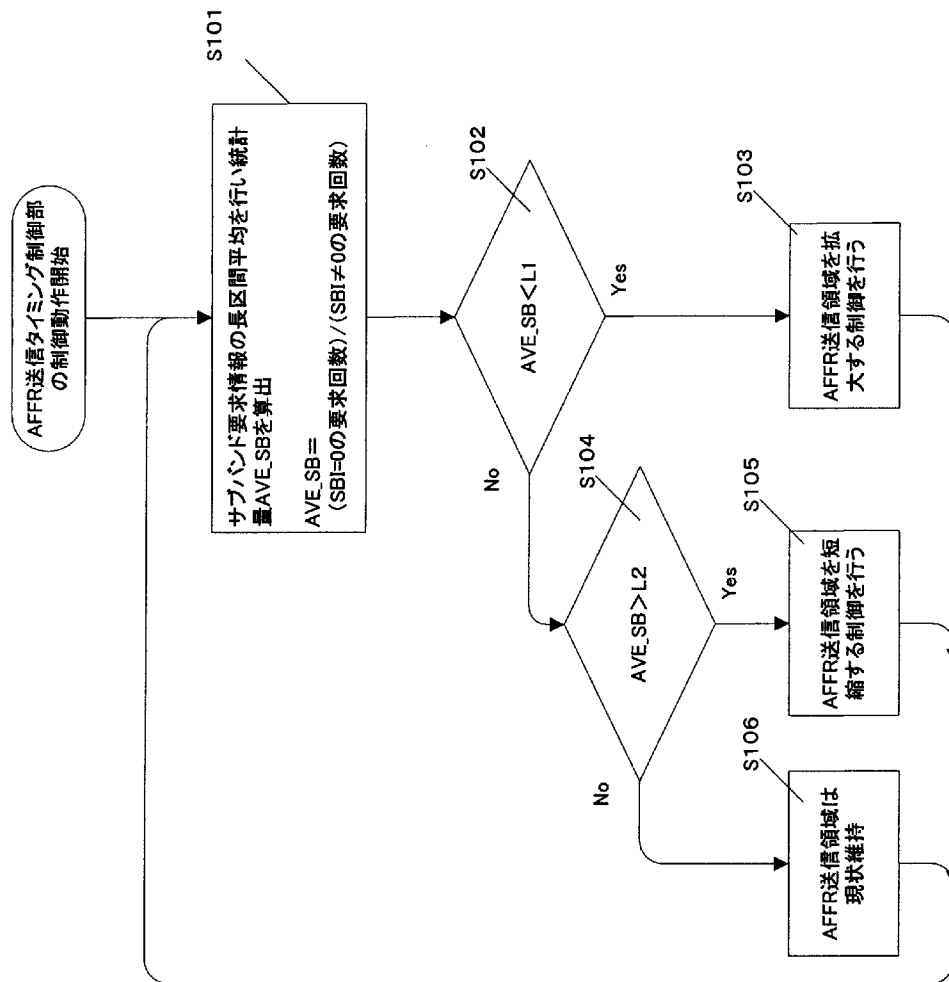
図26B

図26A

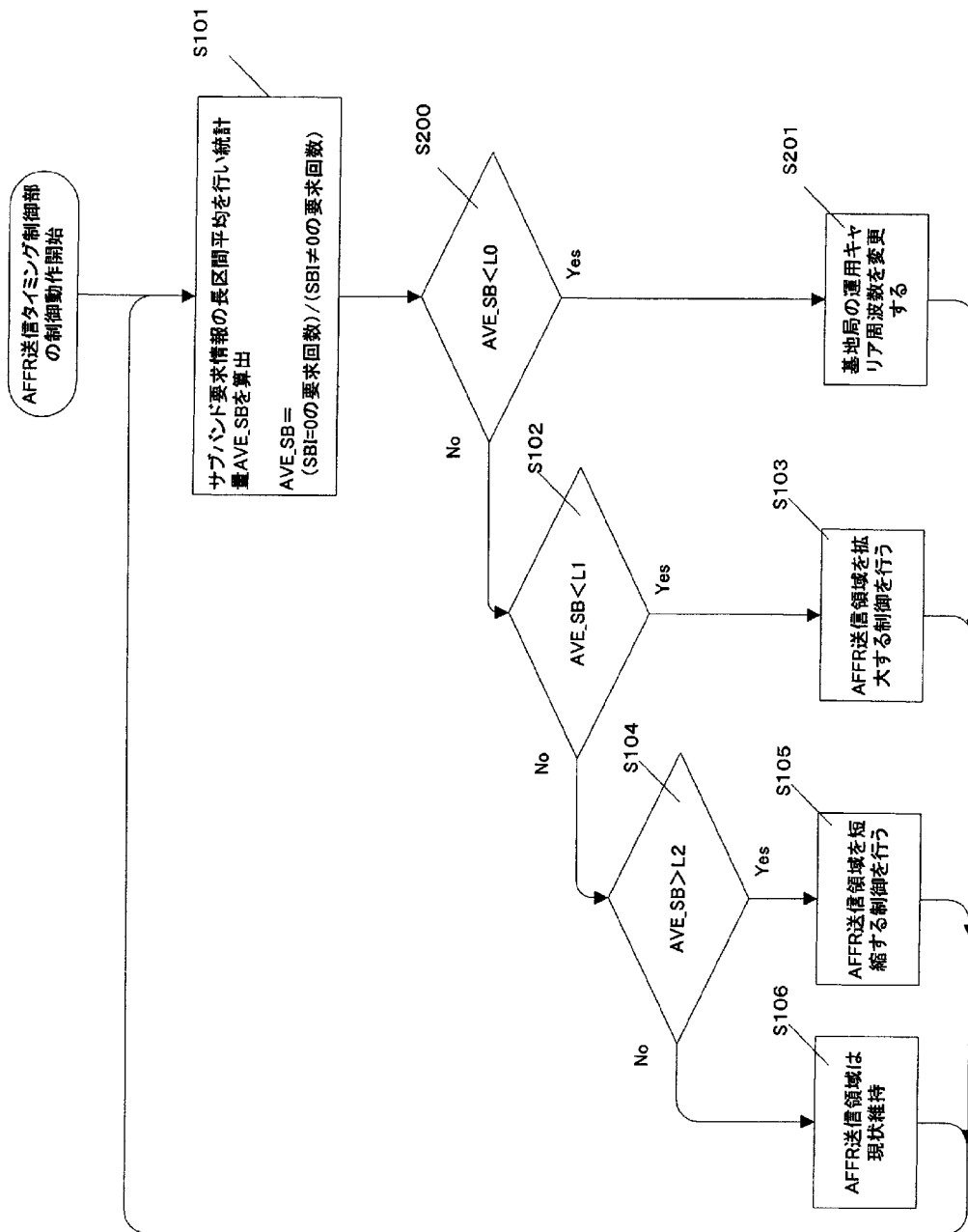
[図27]



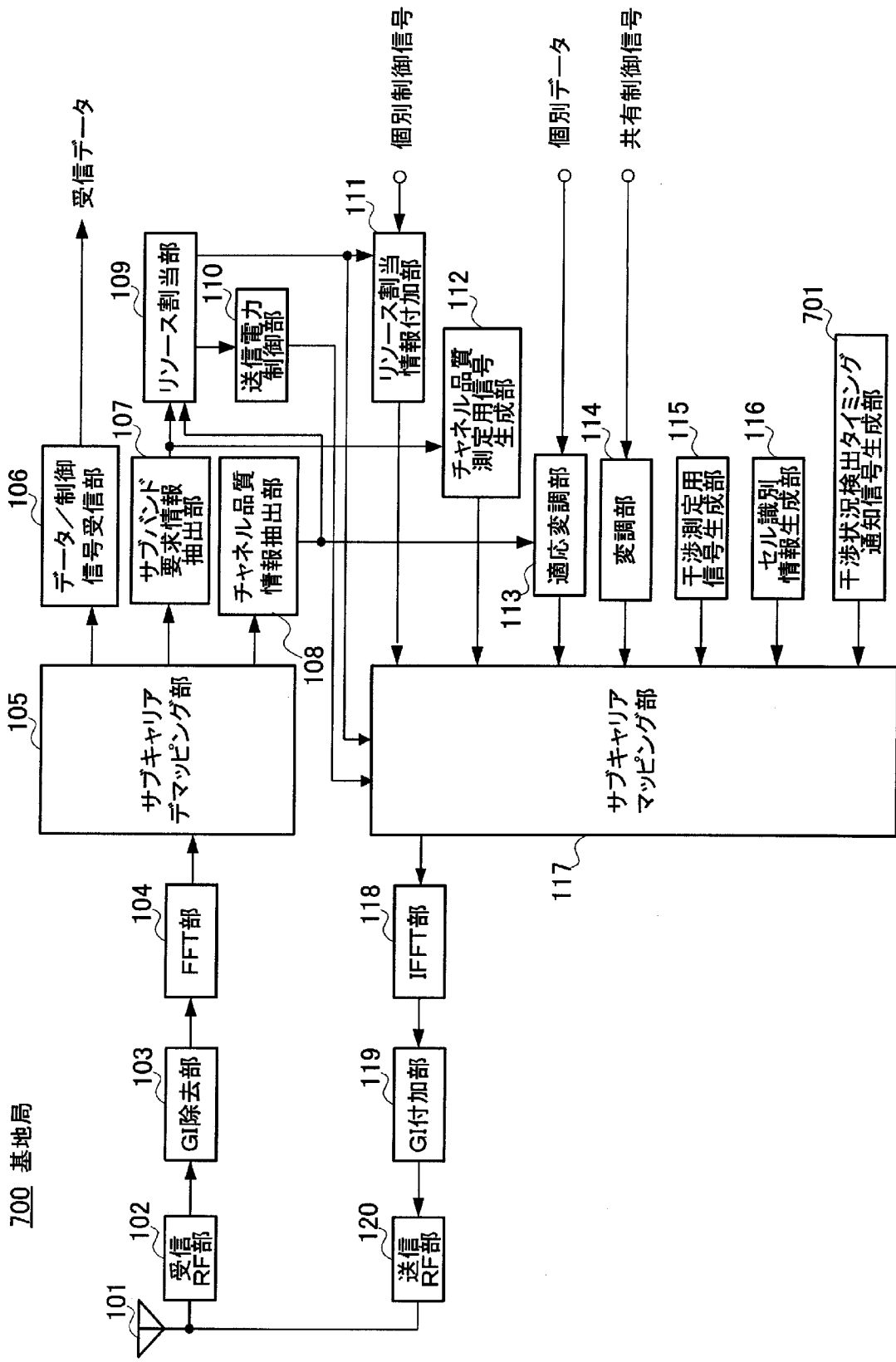
[図28]



[図29]

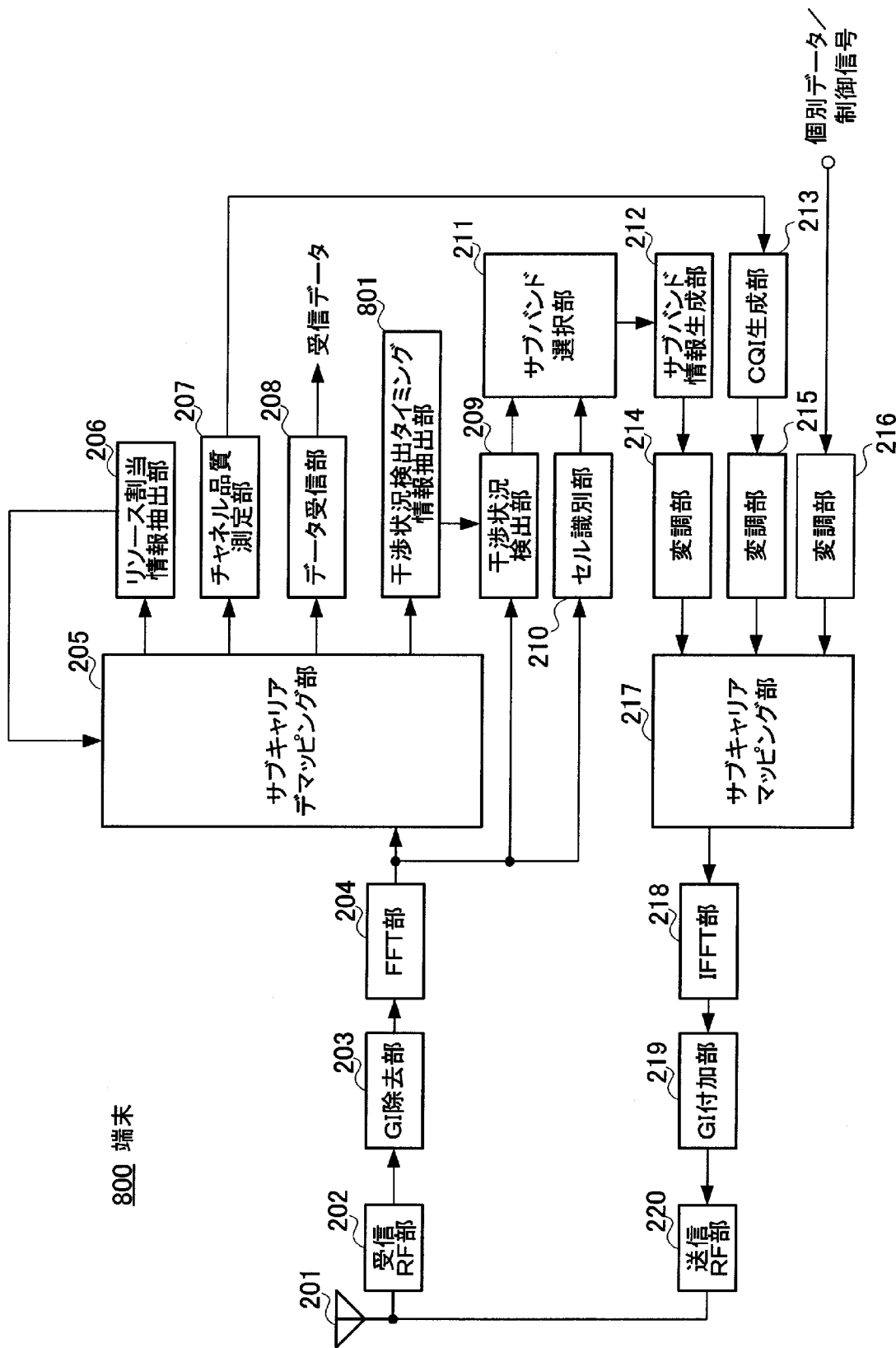


[図30]

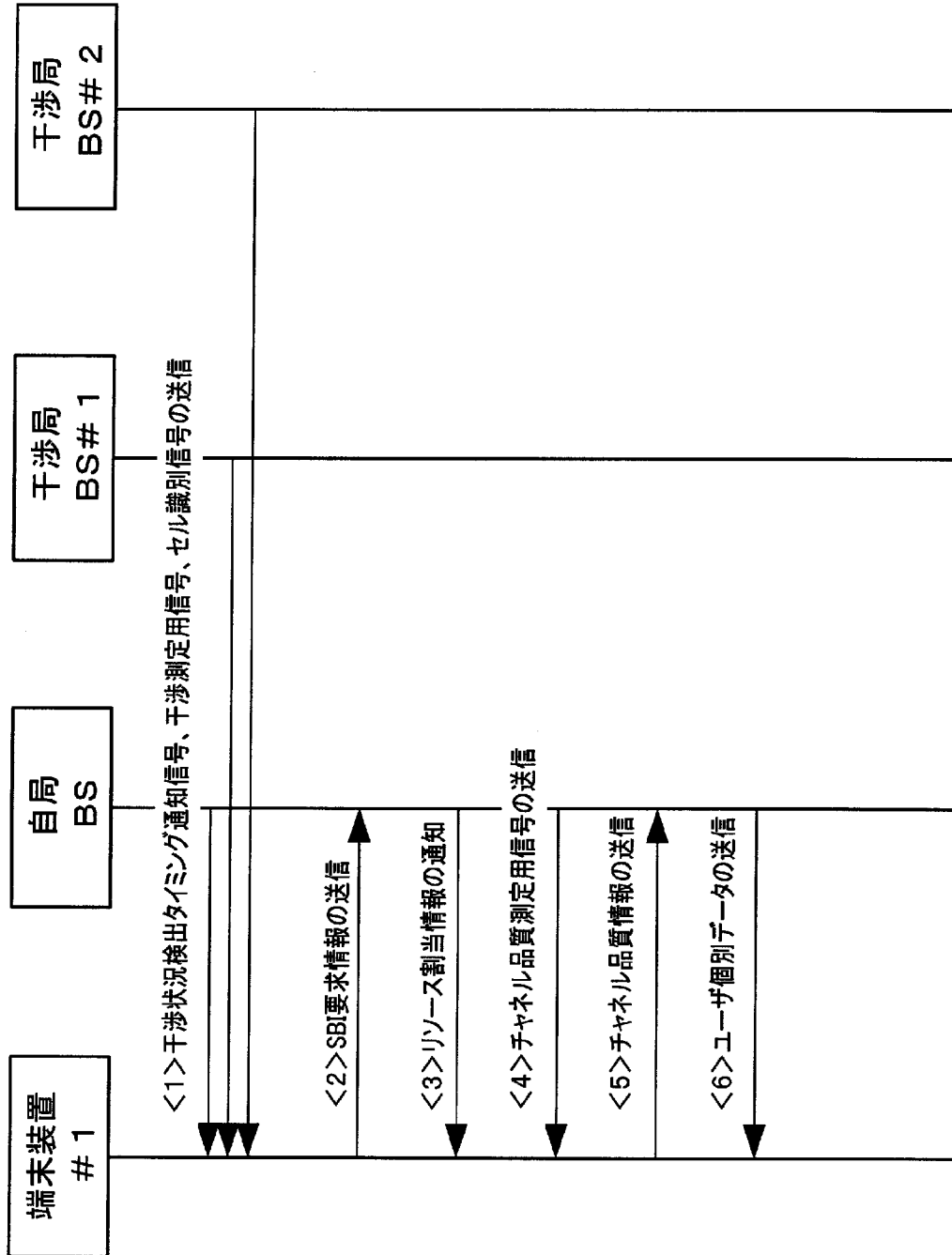


700 基地局

[図31]



[図32]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2008/002178

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H04Q7/38(2006.01) i, H04J1/00(2006.01) i, H04J11/00(2006.01) i, H04Q7/34(2006.01) 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)
H04Q7/00-7/38, H04J1/00, H04J11/00

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	1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2008	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2008

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	WO 2005/088873 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.), 22 September, 2005 (22.09.05), Claims 1 to 7; description, page 7, line 8 to page 11, line 29; Figs. 1 to 4 & EP 1575326 A2 & US 2005/0201309 A1 & KR 10-2005-0091591 A & CA 2556546 A & CN 1930803 A & JP 2007-527678 A	1, 2, 4, 6-8, 14, 15, 17, 21, 22 3, 5, 9-13, 16, 18-20, 23
A	WO 2006/011953 A2 (MOTOROLA, INC.), 02 February, 2006 (02.02.06), Abstract & JP 2007-531474 A & US 2005/0286547 A1 & EP 1762018 A & KR 10-2007-0027612 A & CN 1954519 A	1-23

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	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"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
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 06 October, 2008 (06.10.08)	Date of mailing of the international search report 18 November, 2008 (18.11.08)
------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04Q7/38(2006.01)i, H04J1/00(2006.01)i, H04J11/00(2006.01)i, H04Q7/34(2006.01)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 (IPC))

Int.Cl. H04Q7/00-7/38, H04J1/00, H04J11/00

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	1971-2008年
日本国実用新案登録公報	1996-2008年
日本国登録実用新案公報	1994-2008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 請求の範囲の番号
X A A	WO 2005/088873 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 2005.09.22, 請求項 1~7、明細書第 7 頁第 8 行目~第 11 頁第 29 行目及び図 1~4 & EP 1575326 A2 & US 2005/0201309 A1 & KR 10-2005-0091591 A & CA 2556546 A & CN 1930803 A & JP 2007-527678 A	1, 2, 4, 6-8, 14 , 15, 17, 21, 22 3, 5, 9-13, 16, 18-20, 23
A	WO 2006/011953 A2 (MOTOROLA, INC.) 2006.02.02, 要約 & JP 2007-531474 A & US 2005/0286547 A1 & EP 1762018 A & KR 10-2007-0027612 A & CN 1954519 A	1-23

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、一般的な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

06.10.2008

国際調査報告の発送日

18.11.2008

国際調査機関の名称及びあて先
 日本国特許庁 (ISA/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)

久松 和之

電話番号 03-3581-1101 内線 3534

5 J

2956