

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5803566号  
(P5803566)

(45) 発行日 平成27年11月4日(2015.11.4)

(24) 登録日 平成27年9月11日(2015.9.11)

(51) Int.Cl.		F I			
HO4W 56/00	(2009.01)	HO4W 56/00	110		
HO4W 16/32	(2009.01)	HO4W 16/32			
HO4J 11/00	(2006.01)	HO4J 11/00		Z	

請求項の数 9 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2011-234312 (P2011-234312)	(73) 特許権者	000005223 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(22) 出願日	平成23年10月25日(2011.10.25)	(74) 代理人	100089118 弁理士 酒井 宏明
(65) 公開番号	特開2013-93730 (P2013-93730A)	(72) 発明者	妹尾 浩明 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
(43) 公開日	平成25年5月16日(2013.5.16)	審査官	望月 章俊
審査請求日	平成26年7月4日(2014.7.4)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線通信システム、移動局、基地局及び通信制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の基地局及び第2の基地局からそれぞれ所定のタイミングで送信され、各基地局との同期に用いられる第1及び第2のリファレンス信号を移動局が受信する無線通信システムにおいて、

前記移動局は、

前記第1の基地局から、前記第1の基地局と前記移動局との間の上り同期に用いられる物理制御チャンネルに含まれる複数の系列番号のうちの一部の系列番号を受信する第1受信部と、

前記第2の基地局から送信された前記第2のリファレンス信号の受信タイミングに応じたタイミングで、前記第1の基地局に対し前記一部の系列番号に対応する信号を送信する第1送信部と、を備え、

前記第1の基地局は、

前記移動局に対し前記一部の系列番号を送信する系列番号送信部と、

前記移動局から送信された前記一部の系列番号に対応する信号を受信する第2受信部と

、  
前記一部の系列番号に対応する信号の受信タイミングに応じたタイミングで、前記移動局に対し前記第1のリファレンス信号を送信する第2送信部と、を備え、

前記移動局は、前記第2のリファレンス信号のタイミングに同期した前記第1のリファレンス信号を受信する

10

20

ことを特徴とする無線通信システム。

【請求項 2】

前記一部の系列番号に対応する信号は、ランダムアクセス信号であることを特徴とする請求項 1 に記載の無線通信システム。

【請求項 3】

前記第 1 送信部は、前記第 1 の基地局よりも受信電力が小さい複数の前記第 2 の基地局のうち、最も受信電力が大きい前記第 2 の基地局から送信された前記第 2 のリファレンス信号の受信タイミングに応じたタイミングで、前記第 1 の基地局に対し前記一部の系列番号に対応する信号を送信することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の無線通信システム。

10

【請求項 4】

前記第 1 送信部は、前記第 1 の基地局よりも信号対雑音比が小さい複数の前記第 2 の基地局のうち、最も信号対雑音比が大きい前記第 2 の基地局から送信された前記第 2 のリファレンス信号の受信タイミングに応じたタイミングで、前記第 1 の基地局に対し前記一部の系列番号に対応する信号を送信することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の無線通信システム。

【請求項 5】

第 1 の基地局及び第 2 の基地局からそれぞれ所定のタイミングで送信され、基地局との同期に用いられる第 1 及び第 2 のリファレンス信号を受信する移動局において、

前記第 1 の基地局から、前記第 1 の基地局と前記移動局との間の上り同期に用いられる物理制御チャンネルに含まれる複数の系列番号のうちの一部の系列番号を受信する受信部と

20

、  
前記第 2 の基地局から送信された前記第 2 のリファレンス信号の受信タイミングに応じたタイミングで、前記第 1 の基地局に対し前記一部の系列番号に対応する信号を送信する送信部と、を備え、

前記一部の系列番号に対応する信号に基づいて前記第 1 の基地局から送信され、前記第 2 のリファレンス信号のタイミングに同期した前記第 1 のリファレンス信号を受信することを特徴とする移動局。

【請求項 6】

第 1 の基地局及び第 2 の基地局からそれぞれ所定のタイミングで送信され、各基地局との同期に用いられる第 1 及び第 2 のリファレンス信号を移動局が受信する無線通信システムの前記第 1 の基地局において、

30

前記移動局に対し、前記第 1 の基地局と前記移動局との間の上り同期に用いられる物理制御チャンネルに含まれる複数の系列番号のうちの一部の系列番号を送信する送信部と、

前記移動局において前記第 2 の基地局からの前記第 2 のリファレンス信号の受信タイミングに応じたタイミングで送信された、前記一部の系列番号に対応する信号を受信する受信部と、

前記信号の受信タイミングに応じたタイミングで前記移動局に対し前記第 1 のリファレンス信号が送信されるよう、前記第 1 のリファレンス信号を送信する前記所定のタイミングを補正するプロセッサと、

40

を備えたことを特徴とする第 1 の基地局。

【請求項 7】

第 1 の基地局及び第 2 の基地局からそれぞれ所定のタイミングで送信され、各基地局との同期に用いられる第 1 及び第 2 のリファレンス信号を移動局が受信する通信制御方法において、

前記移動局は、

前記第 1 の基地局から、前記第 1 の基地局と前記移動局との間の上り同期に用いられる物理制御チャンネルに含まれる複数の系列番号のうちの一部の系列番号を受信し、

前記第 2 の基地局から送信された前記第 2 のリファレンス信号の受信タイミングに応じたタイミングで、前記第 1 の基地局に対し前記一部の系列番号に対応する信号を送信し、

50

前記第 1 の基地局は、  
前記移動局に対し前記一部の系列番号を送信し、  
 前記移動局から送信された前記一部の系列番号に対応する信号を受信し、  
 前記一部の系列番号に対応する信号の受信タイミングに応じたタイミングで、前記移動局に対し前記第 1 のリファレンス信号を送信し、  
 前記移動局は、  
 前記第 2 のリファレンス信号のタイミングに同期した前記第 1 のリファレンス信号を受信する  
 ことを含むことを特徴とする通信制御方法。

## 【請求項 8】

第 1 の基地局及び第 2 の基地局からそれぞれ所定のタイミングで送信され、基地局との同期に用いられる第 1 及び第 2 のリファレンス信号を受信する移動局による通信制御方法であって、

前記第 1 の基地局から、前記第 1 の基地局と前記移動局との間の上り同期に用いられる物理制御チャンネルに含まれる複数の系列番号のうちの一部の系列番号を受信し、

前記第 2 の基地局から送信された前記第 2 のリファレンス信号の受信タイミングに応じたタイミングで、前記第 1 の基地局に対し前記一部の系列番号に対応する信号を送信し、

前記一部の系列番号に対応する信号に基づいて前記第 1 の基地局から送信され、前記第 2 のリファレンス信号のタイミングに同期した前記第 1 のリファレンス信号を受信する

ことを含むことを特徴とする通信制御方法。

## 【請求項 9】

第 1 の基地局及び第 2 の基地局からそれぞれ所定のタイミングで送信され、各基地局との同期に用いられる第 1 及び第 2 のリファレンス信号を移動局が受信する無線通信システムの前記第 1 の基地局による通信制御方法であって、

前記移動局に対し、前記第 1 の基地局と前記移動局との間の上り同期に用いられる物理制御チャンネルに含まれる複数の系列番号のうちの一部の系列番号を送信し、

前記移動局において前記第 2 の基地局からの前記第 2 のリファレンス信号の受信タイミングに応じたタイミングで送信された、前記一部の系列番号に対応する信号を受信し、

前記信号の受信タイミングに応じたタイミングで前記移動局に対し前記第 1 のリファレンス信号が送信されるよう、前記第 1 のリファレンス信号を送信する前記所定のタイミングを補正する

ことを含むことを特徴とする通信制御方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、無線通信システム、移動局、基地局及び通信制御方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、セルの範囲の異なる基地局が混在するネットワークシステム（以下、「ヘテロジニアスネットワーク」という）に関する技術の検討が進んでいる。このヘテロジニアスネットワークにおいては、セル間の干渉を低減するために、基地局間で信号の同期を行なうことが望ましい。

## 【0003】

基地局間で信号の同期を行なう手法としては、GPS（Global Positioning System）を用いる同期手法、機器間の同期をとるための標準プロトコルである IEEE 1588 を用いる同期手法、及び、ネットワークリスニングを用いる同期手法が知られている。

## 【先行技術文献】

## 【非特許文献】

## 【0004】

【非特許文献 1】3GPP TS36.922 6.4.1.2 Synchronization requirement

10

20

30

40

50

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

しかしながら、上述した従来手法では、以下に説明するような問題がある。例えば、GPSを用いる同期手法では、GPS衛星からの電波を受信し難い屋内等の環境に基地局が設置された場合には、GPSによる信号を用いて基地局間で信号の同期を行なうことが困難となる。

## 【0006】

また、IEEE1588やネットワークリスニングを用いる同期手法では、IEEE1588やネットワークリスニングを実行する通信機器を同期対象となる全ての基地局に対して機能実装する必要があり、基地局の製造、開発コストが増加する。

## 【0007】

開示の技術は、上記に鑑みてなされたものであって、基地局が設置される環境に関わらず、基地局間で信号の同期を容易に実現することができる無線通信システム、移動局、基地局及び通信制御方法を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0008】

本願の開示する無線通信システムは、第1の基地局及び第2の基地局からそれぞれ所定のタイミングで送信され、各基地局との同期に用いられる第1及び第2のリファレンス信号を移動局が受信する。移動局は、第1受信部と、第1送信部とを備える。第1受信部は、前記第1の基地局から所定の識別情報を受信する。第1送信部は、前記第2の基地局から送信された前記第2のリファレンス信号の受信タイミングに応じたタイミングで、前記第1の基地局に対し前記所定の識別情報に対応する信号を送信する。第1の基地局は、第2受信部と、第2送信部とを備える。第2受信部は、前記移動局から送信された前記所定の識別情報に対応する信号を受信する。第2送信部は、前記所定の識別情報に対応する信号の受信タイミングに応じたタイミングで、前記移動局に対し前記第1のリファレンス信号を送信する。そして、前記移動局は、前記第2のリファレンス信号のタイミングに同期した前記第1のリファレンス信号を受信する。

## 【発明の効果】

## 【0009】

本願の開示する無線通信システムの一つの態様によれば、基地局が設置される環境に関わらず、基地局間で信号の同期を容易に実現することができるという効果を奏する。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0010】

【図1】図1は、本実施例に係る無線通信システムの構成例を示す図である。

【図2】図2は、本実施例に係るeNBの構成を示すブロック図である。

【図3】図3は、eNB系列番号送信指示部による処理の具体例を示す図である。

【図4】図4は、図2に示したeNBのハードウェア構成例を示す図である。

【図5】図5は、本実施例に係るUEの構成を示すブロック図である。

【図6】図6は、下りリンク情報記憶部の一例を示す図である。

【図7】図7は、下りリンク情報記憶部の他の例を示す図である。

【図8】図8は、図5に示したUEのハードウェア構成例を示す図である。

【図9】図9は、フェムト基地局が基地局間の同期処理を行う前の本実施例に係る無線通信システムによる事前処理の流れを示すシーケンス図である。

【図10】図10は、本実施例に係る無線通信システムによる基地局間同期処理の流れを示すシーケンス図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0011】

以下に、本願の開示する無線通信システム、移動局、基地局及び通信制御方法を図面に基づいて詳細に説明する。

10

20

30

40

50

## 【実施例】

## 【0012】

図1は、本実施例に係る無線通信システムの構成例を示す図である。図1に示すように、本実施例に係る無線通信システムは、基地局（eNB：Evolved UTRAN NodeB）10a～10nと、移動局（UE：User Equipment）20を含む。

## 【0013】

eNB10a～10nは、所定の広さを有する無線通信領域であるセル1～3を収容し、自局が収容するセル内に位置するUE20に対して無線リンクを提供する通信装置である。eNB10a～10nのうちフェムト基地局10aは、ここでは、例示的に、基地局10bよりもセルの範囲が狭い。また、フェムト基地局10a配下のセルと重複又は隣接する別の基地局10bを、マクロ基地局10bと表記することがあるものとする。また、以下では、eNB10a～10nを特に区別しない場合には、eNB10と表記することがあるものとする。

10

## 【0014】

UE20は、移動可能な無線通信装置であり、例えば、携帯電話端末である。UE20は、自身が在圏するセルを収容しているeNB10を介して他のUE等と通信を行う。例えば、UE20がフェムト基地局10aによって収容されたセル1に在圏する場合には、UE20とフェムト基地局10aとの間に無線リンクが設定され、設定された無線リンクを通じて他のUE等と通信を行う。

## 【0015】

20

また、UE20は、フェムト基地局10a及びマクロ基地局10bからそれぞれ所定のタイミングで送信され、各基地局との下り同期に用いられるリファレンス信号を受信する。以下では、UE20とフェムト基地局10aとの下り同期に用いられるリファレンス信号を第1のリファレンス信号と呼び、UE20とマクロ基地局10bとの下り同期に用いられるリファレンス信号を第2のリファレンス信号と呼ぶ。

## 【0016】

ここで、本実施例の無線通信システムによる基地局間同期方法について説明する。まず、フェムト基地局10aは、UEとの共通の物理制御チャネルであるRACH（Random Access Channel）の系列番号のうち所定の系列番号を基地局間同期用の識別情報としてUE20へ送信する。

30

## 【0017】

そして、基地局間同期用の識別情報となる系列番号（以下「eNB系列番号」）を受信したUE20は、eNB系列番号を記憶部に格納する。

## 【0018】

そして、フェムト基地局10aは、上り同期に用いられるRACH Preamble（以下「RACH-P」と略す）信号の送信を要求するRACH-P送信要求信号にeNB系列番号を含めてUE20へ送信する。

## 【0019】

そして、UE20は、eNB系列番号を含んだRACH-P送信要求信号を受信する。そして、UE20は、マクロ基地局10bから送信された第2のリファレンス信号の受信タイミングに応じたタイミングで、eNB系列番号に対応するRACH-P信号をフェムト基地局10aに対して送信する。

40

## 【0020】

そして、eNB系列番号に対応するRACH-P信号を受信したフェムト基地局10aは、このRACH-P信号の受信タイミングに応じたタイミングで、第1のリファレンス信号をUE20に対して送信する。これにより、UE20は、マクロ基地局10bからの第2のリファレンス信号のタイミングに同期した第1のリファレンス信号をフェムト基地局10aから受信することができる。

## 【0021】

このように、本実施例の無線通信システムでは、フェムト基地局10aが、RACHの

50

系列番号の一部を eNB 系列番号として UE 20 に通知し、UE 20 が、eNB 系列番号に対応する RACH - P 信号をフェムト基地局 10a に対して返信する。そして、eNB 系列番号に対応する RACH - P 信号を受信したフェムト基地局 10a は、この RACH - P 信号の受信タイミングに応じたタイミングで、第 1 のリファレンス信号を UE 20 に対して送信する。このため、本実施例の無線通信システムは、GPS、IEEE 1588 及びネットワークリスニングを用いることなく基地局間の同期を実現することができる。つまり、本実施例の無線通信システムは、基地局が設置される環境に関わらず、基地局間での信号の同期を容易に実現することができる。

#### 【0022】

次に、本実施例に係る eNB の構成について説明する。図 2 は、本実施例に係る eNB 10 の構成を示すブロック図である。図 2 に示すように、eNB 10 は、上位層プロトコル処理部 11、下りリンク信号処理部 12、下りリンクベースバンド処理部 13、無線送信部 14、デュプレクサ (DUX : DUplexer) 部 15 及びアンテナ 16 を有する。また、eNB 10 は、無線受信部 17、上りリンクベースバンド処理部 18、上りリンク信号処理部 19 及びスケジューラ部 110 を有する。

10

#### 【0023】

上位層プロトコル処理部 11 は、上りリンク信号処理部 19 から入力される受信データに対してプロトコル終端等の各種処理を行う。また、上位層プロトコル処理部 11 は、UE 20 等の外部ヘータを送信する場合には、送信データを生成し、生成した送信データを下りリンクベースバンド処理部 13 へ出力する。

20

#### 【0024】

下りリンク信号処理部 12 は、上位層プロトコル処理部 11 から入力される送信データに対して、再送、秘匿及びレート制御等の下りレイヤ 2 処理を行う。下りリンクベースバンド処理部 13 は、下りリンク信号処理部 12 から入力される送信データに対して、チャンネルコーディング、変調及び無線リソースマッピング等のベースバンド処理を行う。無線送信部 14 は、下りリンクベースバンド処理部 13 から入力される送信データに対して、D (Digital) / A (Analog) 変換、無線周波数帯へのアップコンバージョン及び電力増幅等の無線処理を行う。

#### 【0025】

デュプレクサ部 15 は、無線送信部 14 から入力される信号をアンテナ 16 を介して UE 20 へ送信する。また、デュプレクサ部 15 は、アンテナ 16 から受信した信号を無線受信部 17 へ出力する。アンテナ 16 は、UE 20 から送信される信号を受信するとともに、外部へ信号を送信するアンテナである。

30

#### 【0026】

無線受信部 17 は、デュプレクサ部 15 から入力される信号に対して、A / D 変換、ベースバンド周波数帯へのダウンコンバージョン及び電力増幅等の無線処理を行う。上りリンクベースバンド処理部 18 は、無線受信部 17 から入力される受信データに対して、復号、復調及び無線リソースデマッピング等のベースバンド処理を行う。上りリンク信号処理部 19 は、上りリンクベースバンド処理部 18 から入力される受信データに対して、再送要求信号生成、秘匿解除等の上りレイヤ 2 処理を行う。

40

#### 【0027】

スケジューラ部 110 は、eNB 10 と UE 20 との上り同期や、eNB 10 間の同期を制御する。スケジューラ部 110 は、リファレンス信号送信指示部 111、eNB 系列番号記憶部 112、eNB 系列番号送信指示部 113、RACH - P 信号送信要求部 114、RACH - P 信号受信タイミング検出部 115 及び送信タイミング補正部 116 を有する。

#### 【0028】

リファレンス信号送信指示部 111 は、所定のタイミングで、eNB 10 と UE 20 との下り同期に用いられるリファレンス信号を送信するよう下りリンクベースバンド処理部 13 に指示する。例えば、リファレンス信号送信指示部 111 は、eNB 10 がフェムト

50

基地局 10a である場合には、フェムト基地局 10a との同期に用いられる第 1 のリファレンス信号を送信するよう下りリンクベースバンド処理部 13 に指示する。また、リファレンス信号送信指示部 111 は、eNB 10 がマクロ基地局 10b である場合には、マクロ基地局 10b との同期に用いられる第 2 のリファレンス信号を送信するよう下りリンクベースバンド処理部 13 に指示する。なお、リファレンス信号送信指示部 111 がリファレンス信号を送信する送信タイミングは、後述の送信タイミング補正部 116 により補正される。

【0029】

eNB 系列番号記憶部 112 は、基地局間の同期用の識別情報である eNB 系列番号を記憶する。

10

【0030】

eNB 系列番号送信指示部 113 は、基地局間同期用の識別情報となる eNB 系列番号を送信するよう上位層プロトコル処理部 11 に指示する。ここで、eNB 系列番号送信指示部 113 による処理を具体的に説明する。

【0031】

図 3 は、eNB 系列番号送信指示部 113 による処理の具体例を示す図である。eNB 系列番号送信指示部 113 は、eNB 10 と UE 20 との間の上り同期に用いられる RACH - P 信号の系列番号うち一部の系列番号を eNB 系列番号として確保し、確保した eNB 系列番号を eNB 系列番号記憶部 112 へ格納する。図 3 の例では、eNB 系列番号送信指示部 113 は、RACH - P 信号の 64 個の系列番号 (#0 ~ #63) のうち 2 個の系列番号 (#62 及び #63) を eNB 系列番号として確保し、確保した eNB 系列番号を eNB 系列番号記憶部 112 へ格納する。

20

【0032】

そして、eNB 系列番号送信指示部 113 は、eNB 10 配下のセルに在圏する UE 20 に対して該セル固有のパラメータを報知する報知情報に対して eNB 系列番号記憶部 112 に格納された eNB 系列番号を多重する。図 3 の例では、eNB 系列番号送信指示部 113 は、報知情報に対して、eNB 系列番号 #62 及び #63 を多重する。そして、eNB 系列番号送信指示部 113 は、eNB 系列番号を含む報知情報を UE 20 に対して送信するよう上位層プロトコル処理部 11 に指示する。

【0033】

図 2 に戻り、RACH - P 信号送信要求部 114 は、特定の系列番号に対応する RACH - P 信号の送信を UE 20 に対して要求する信号である Sync req 信号を送信するよう下りリンクベースバンド処理部 13 に指示する。RACH - P 信号送信要求部 114 は、上り同期のタイミングが到来した場合に、RACH - P 信号のうち eNB 系列番号記憶部 112 に格納された eNB 系列番号以外の系列番号を含む Sync req 信号を送信するよう下りリンクベースバンド処理部 13 に指示する。一方、RACH - P 信号送信要求部 114 は、基地局間の同期のタイミングが到来した場合に、RACH - P 信号のうち eNB 系列番号記憶部 112 に格納された eNB 系列番号を含む Sync req 信号を送信するよう下りリンクベースバンド処理部 13 に指示する。

30

【0034】

なお、基地局間の同期のタイミングとしては、周期的なタイミング、eNB 10 の電源 ON のタイミング、及び、eNB 10 配下のセルに UE 20 が存在しない状態から UE 20 が存在する状態へ遷移するタイミング等が想定される。また、eNB 10 がフェムト基地局である場合には、基地局間の同期のタイミングは、eNB 10 がスリープモードから復旧するタイミングであってもよい。

40

【0035】

RACH - P 信号受信タイミング検出部 115 は、Sync req 信号に応じて UE 20 から送信される RACH - P 信号の受信タイミングを検出する。具体的には、RACH - P 信号受信タイミング検出部 115 は、UE 20 から送信される RACH - P 信号を受信する。RACH - P 信号受信タイミング検出部 115 は、第 2 受信部の一例である。

50

そして、RACH - P信号受信タイミング検出部115は、受信したRACH - P信号と既知の信号パターンとの相関演算を実行することにより、RACH - P信号の受信タイミングを検出する。

【0036】

また、RACH - P信号受信タイミング検出部115は、検出したRACH - P信号の受信タイミングを、受信したRACH - P信号の系列番号とともに送信タイミング補正部116へ通知する。

【0037】

送信タイミング補正部116は、リファレンス信号送信指示部111によるリファレンス信号の送信タイミングを補正する。送信タイミング補正部116及びリファレンス信号送信指示部111は、第2送信部の一例である。具体的には、送信タイミング補正部116は、RACH - P信号受信タイミング検出部115からRACH - P信号の受信タイミングと、RACH - P信号の系列番号とを受け付ける。そして、送信タイミング補正部116は、RACH - P信号の系列番号がeNB系列番号記憶部112に格納されたeNB系列番号と一致するか否かを判定する。

10

【0038】

そして、送信タイミング補正部116は、RACH - P信号の系列番号がeNB系列番号記憶部112に格納されたeNB系列番号と一致する場合に、RACH - P信号の受信タイミングに基づいて、リファレンス信号の送信タイミングを補正する。例えば、送信タイミング補正部116は、RACH - P信号の受信タイミングと既知の信号パターンとの伝搬遅延分だけ時間的に早くリファレンス信号の送信を行うようリファレンス信号送信指示部111に要求して、リファレンス信号の送信タイミングを補正する。

20

【0039】

なお、送信タイミング補正部116は、RACH - P信号の系列番号がeNB系列番号記憶部112に格納されたeNB系列番号と一致しない場合には、RACH - P信号の受信タイミングを基にして上りリンクの送信タイミングの補正量を算出する。そして、送信タイミング補正部116は、算出した上りリンクの送信タイミングの補正量をRACH response信号に含めてUE20に対して返信する。RACH response信号を受信したUE20は、上りリンクの送信タイミングの補正量を用いて上りリンクの送信タイミングを補正する。

30

【0040】

なお、図2に示したeNB10は、物理的には、例えば図4に示すハードウェア構成によって実現される。図4は、図2に示したeNB10のハードウェア構成例を示す図である。図4に示すように、eNB10は、上位処理用プロセッサ101、ベースバンド処理用プロセッサ102、記憶装置103、ベースバンド処理回路104、無線処理回路105及びアンテナ106を有する。記憶装置103は、例えば、SDRAM (Synchronous Dynamic Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、フラッシュメモリ等である。ベースバンド処理回路104及び無線処理回路105は、LSI (Large Scale Integration) 等である。アンテナ106は、無線処理回路105に接続される。eNB10の上位層プロトコル処理部11は、例えば、上位処理用プロセッサ101によって実現される。また、下りリンク信号処理部12、上りリンク信号処理部19及びスケジューラ部110は、ベースバンド処理用プロセッサ102によって実現される。また、下りリンクベースバンド処理部13及び上りリンクベースバンド処理部18は、例えば、ベースバンド処理回路104によって実現される。また、無線送信部14、無線受信部17及びデュプレクサ部15は、無線処理回路105によって実現される。アンテナ16は、アンテナ106によって実現される。

40

【0041】

次に、本実施例に係るUEの構成について説明する。図5は、本実施例に係るUE20の構成を示すブロック図である。図5に示すように、UE20は、上位層プロトコル処理部21、上りリンク信号処理部22、上りリンクベースバンド処理部23、無線送信部2

50

4、デュプレクサ部 25 及びアンテナ 26 を有する。また、UE 20 は、無線受信部 27、下りリンクベースバンド処理部 28、下りリンク信号処理部 29 及びスケジューラ部 210 を有する。

【0042】

上位層プロトコル処理部 21 は、下りリンク信号処理部 29 から入力される受信データに対してプロトコル終端等の各種処理を行う。また、上位層プロトコル処理部 21 は、eNB 10 等の外部へデータを送信する場合には、送信データを生成し、生成した送信データを上りリンク信号処理部 22 へ出力する。

【0043】

上りリンク信号処理部 22 は、上位層プロトコル処理部 21 から入力される送信データに対して、再送、秘匿及びレート制御等の上りレイヤ 2 処理を行う。上りリンクベースバンド処理部 23 は、上りリンク信号処理部 22 から入力される送信データに対して、チャネルコーディング、変調及び無線リソースマッピング等のベースバンド処理を行う。無線送信部 24 は、上りリンクベースバンド処理部 23 から入力される送信データに対して、D/A 変換、無線周波数帯へのアップコンバージョン及び電力増幅等の無線処理を行う。

【0044】

デュプレクサ部 25 は、無線送信部 24 から入力される信号をアンテナ 26 を介して eNB 10 へ送信する。また、デュプレクサ部 25 は、アンテナ 26 から受信した信号を無線受信部 27 へ出力する。アンテナ 26 は、eNB 10 から送信される信号を受信するとともに、外部へ信号を送信するアンテナである。

【0045】

無線受信部 27 は、デュプレクサ部 25 から入力される信号に対して、A/D 変換、ベースバンド周波数帯へのダウンコンバージョン及び電力増幅等の無線処理を行う。下りリンクベースバンド処理部 28 は、無線受信部 27 から入力される受信データに対して、復号、復調及び無線リソースデマッピング等のベースバンド処理を行う。下りリンク信号処理部 29 は、下りリンクベースバンド処理部 28 から入力される受信データに対して、再送要求信号生成、秘匿解除等の下りレイヤ 2 処理を行う。

【0046】

スケジューラ部 210 は、eNB 10 と UE 20 との上り同期や、eNB 10 間の同期を制御する。スケジューラ部 210 は、受信電力測定部 211、リファレンス信号受信タイミング検出部 212 及び下りリンク情報記憶部 213 を有する。また、スケジューラ部 210 は、eNB 系列番号記憶部 214、eNB 系列番号受信部 215、RACH-P 信号送信タイミング決定部 216 及び RACH-P 信号送信指示部 217 を有する。

【0047】

受信電力測定部 211 は、無線受信部 27 や下りリンクベースバンド処理部 28 等を通じて受信した、eNB 10 からのリファレンス信号の受信電力を測定する。受信電力測定部 211 は、測定したリファレンス信号の受信電力を eNB 10 ごとに下りリンク情報記憶部 213 に格納する。

【0048】

リファレンス信号受信タイミング検出部 212 は、無線受信部 27 や下りリンクベースバンド処理部 28 等を通じて受信した eNB 10 からのリファレンス信号の受信タイミングを検出する。具体的には、リファレンス信号受信タイミング検出部 212 は、受信したリファレンス信号と既知の信号パターンとの相関演算を実行することにより、リファレンス信号の受信タイミングを検出する。リファレンス信号受信タイミング検出部 212 は、検出したリファレンス信号の受信タイミングを eNB 10 ごとに下りリンク情報記憶部 213 に格納する。

【0049】

下りリンク情報記憶部 213 は、下りリンクに関する情報を eNB 10 ごとに記憶する。下りリンク情報記憶部 213 の一例を図 6 に示す。図 6 に示す下りリンク情報記憶部 213 は、下りリンクに関する情報として、物理 Cell ID、受信電力及び受信タイミ

10

20

30

40

50

ングといった項目を有する。

【0050】

物理Cell IDは、eNB10を識別するための情報であり、ここでは、eNB10によって収容されるセルの識別子を示す。受信電力は、eNB10からのリファレンス信号の受信電力を示す。受信タイミングは、eNB10からのリファレンス信号の受信タイミングを表し、フレーム番号、サブフレーム番号、OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)シンボル番号及びサンプリング番号を含む。フレーム番号は、eNB10から送信される複数のフレームのうちリファレンス信号を含むフレームの番号を示す。サブフレーム番号は、1つのフレームに含まれる複数のサブフレームのうちリファレンス信号を含むサブフレームの番号を示す。OFDMシンボル番号は、1つのサブフレームに含まれる複数のOFDMシンボルのうちリファレンス信号を含むOFDMシンボルの番号を示す。サンプリング番号は、1つのOFDMシンボルに含まれる複数のサンプルのうちリファレンス信号を含むサンプルの番号を示す。

10

【0051】

例えば、受信電力測定部211は、物理Cell ID「11」で識別されるeNB10からのリファレンス信号の受信電力「X」を測定して、下りリンク情報記憶部213の対応する受信電力に格納する。また、リファレンス信号受信タイミング検出部212は、物理Cell ID「11」で識別されるeNB10からのリファレンス信号の受信タイミング「A」、「B」、「C」及び「D」を検出して、対応する受信タイミングに格納する。

20

【0052】

なお、図6では、下りリンク情報記憶部213が、各eNBからのリファレンス信号の受信タイミングを含む例を示したが、あるセルを収容するeNBと他のeNBとの相対差をリファレンス信号の受信タイミングとして含むこととしてもよい。下りリンク情報記憶部213の他の例を図7に示す。図7に示す下りリンク情報記憶部213は、下りリンクに関する情報として、物理Cell ID、受信電力及び受信タイミングといった項目を有する。なお、図7に示す物理Cell ID、受信電力は、図6と同様であるので、ここではその説明を省略する。また、図7の物理Cell ID「11」で識別されるeNB10は、UE20に対するサービングセルを収容するものとする。

【0053】

受信タイミングは、eNB10からのリファレンス信号の受信タイミングを表し、フレーム番号、サブフレーム番号、OFDMシンボル番号及びサンプリング番号を含む。フレーム番号は、リファレンス信号を含むフレームの番号と物理Cell ID「11」のeNB10に対応するフレームの番号との差分を示す。サブフレーム番号は、リファレンス信号を含むサブフレームの番号と物理Cell ID「11」のeNB10に対応するサブフレームの番号との差分を示す。OFDMシンボル番号は、リファレンス信号を含むOFDMシンボルの番号と物理Cell ID「11」のeNB10に対応するOFDMシンボルの番号との差分を示す。サンプリング番号は、OFDMシンボル番号は、リファレンス信号を含むサンプルの番号と物理Cell ID「11」のeNB10に対応するサンプルの番号との差分を示す。

30

40

【0054】

図5に戻り、eNB系列番号記憶部214は、基地局間の同期用の識別情報であるeNB系列番号を記憶する。

【0055】

eNB系列番号受信部215は、eNB10からeNB系列番号を受信してeNB系列番号記憶部214に格納する。eNB系列番号受信部215は、第1受信部の一例である。具体的には、eNB系列番号受信部215は、上位層プロトコル処理部21に入力されるeNB10からの受信データを監視して受信データから報知情報を検出する。そして、eNB系列番号受信部215は、検出した報知情報からeNB系列番号を分離することにより、eNB系列番号を受信してeNB系列番号記憶部214に格納する。

50

## 【0056】

RACH - P信号送信タイミング決定部216は、RACH - P信号の送信タイミングを決定する。具体的には、RACH - P信号送信タイミング決定部216は、eNB10から受信したSync req信号に含まれる系列番号がeNB系列番号記憶部214に記憶されたeNB系列番号と一致するか否かを判定する。

## 【0057】

そして、RACH - P信号送信タイミング決定部216は、Sync req信号に含まれる系列番号がeNB系列番号と一致する場合に、以下の処理を行う。すなわち、RACH - P信号送信タイミング決定部216は、下りリンク情報記憶部213を参照して、UE20が在圏するセルを収容するeNB10以外のeNB10のうち最も受信電力が大きいeNB10を探索する。そして、RACH - P信号送信タイミング決定部216は、最も受信電力が大きいeNB10のセルに対応するリファレンス信号の受信タイミングをRACH - P信号の送信タイミングとして決定する。

10

## 【0058】

一方、RACH - P信号送信タイミング決定部216は、Sync req信号に含まれる系列番号がeNB系列番号と一致しない場合、すなわち、Sync req信号に含まれる系列番号が上り同期用の系列番号である場合に、以下の処理を行う。すなわち、RACH - P信号送信タイミング決定部216は、下りリンク情報記憶部213を参照して、UE20が在圏するセルに対応するリファレンス信号の受信タイミングをRACH - P信号の送信タイミングとして決定する。

20

## 【0059】

また、RACH - P信号送信タイミング決定部216は、決定したRACH - P信号の送信タイミングと、Sync req信号に含まれた系列番号とをRACH - P信号送信指示部217へ通知する。

## 【0060】

RACH - P信号送信指示部217は、RACH - P信号送信タイミング決定部216からRACH - P信号の送信タイミングと、Sync req信号に含まれた系列番号とをRACH - P信号送信タイミング決定部216から受け付ける。そして、RACH - P信号送信指示部217は、受け付けた送信タイミングで、Sync req信号に含まれた系列番号に対応するRACH - P信号をeNB10に対して送信するよう上りリンクベースバンド処理部23に指示する。RACH - P信号送信タイミング決定部216及びRACH - P信号送信指示部217は、第1送信部の一例である。

30

## 【0061】

なお、図5に示したUE20は、物理的には、例えば図8に示すハードウェア構成によって実現される。図8は、図5に示したUE20のハードウェア構成例を示す図である。図8に示すように、UE20は、プロセッサ201、記憶装置202、ベースバンド処理回路203及び無線処理回路204及びアンテナ205を有する。記憶装置202は、例えば、SDRAM、ROM、フラッシュメモリ等である。アンテナ205は、無線処理回路204に接続される。UE20の上位層プロトコル処理部21、上りリンク信号処理部22、下りリンク信号処理部29及びスケジューラ部210は、例えば、プロセッサ201によって実現される。また、上りリンクベースバンド処理部23及び下りリンクベースバンド処理部28は、例えば、ベースバンド処理回路203によって実現される。また、無線送信部24、無線受信部27及びデュプレクサ部25は、無線処理回路204によって実現される。アンテナ26は、アンテナ205によって実現される。

40

## 【0062】

次に、図9及び図10を用いて、本実施例に係る無線通信システムによる処理の流れについて説明する。ここでは、図1に示したフェムト基地局10aが、マクロ基地局10bとの間で信号の同期を行う処理の流れについて説明する。

## 【0063】

図9は、フェムト基地局10aが基地局間の同期処理を行う前の本実施例に係る無線通

50

信システムによる事前処理の流れを示すシーケンス図である。図9に示すように、フェムト基地局10aは、所定のタイミングで第1のリファレンス信号をUE20に対して送信する(ステップS101)。そして、第1のリファレンス信号を受信したUE20は、第1のリファレンス信号の受信タイミングを基にして下り同期を行う。

【0064】

続いて、フェムト基地局10aは、RACH-P信号の系列番号のうち一部の系列番号をeNB系列番号として確保し、確保したeNB系列番号をeNB系列番号記憶部112へ格納する。そして、フェムト基地局10aは、フェムト基地局10aのセルに在圏するUE20に対して該セル固有のパラメータを報知するための報知情報に対してeNB系列番号を多重する。そして、フェムト基地局10aは、eNB系列番号を含む報知情報をUE20に対して送信する(ステップS102)。

10

【0065】

続いて、報知情報を受信したUE20は、報知情報からeNB系列番号を分離することにより、eNB系列番号を受信し(ステップS103)、eNB系列番号記憶部214に格納する(ステップS104)。

【0066】

図10は、本実施例に係る無線通信システムによる基地局間同期処理の流れを示すシーケンス図である。ここでは、図9に示した処理の後に、フェムト基地局10aが、マクロ基地局10bとの間で信号の同期を行うまでの処理の流れについて説明する。

【0067】

20

図10に示すように、フェムト基地局10a及びマクロ基地局10bは、所定のタイミングで第1のリファレンス信号及び第2のリファレンス信号をUE20に対してそれぞれ送信する(ステップS201及びS202)。そして、第1のリファレンス信号及び第2のリファレンス信号を受信したUE20は、各リファレンス信号の受信電力を測定し、測定したリファレンス信号の受信電力をeNBごとに下りリンク情報記憶部213に格納する。そして、UE20は、各リファレンス信号の受信タイミングを検出し、検出したリファレンス信号の受信タイミングをeNBごとにリンク情報記憶部213に格納する。

【0068】

続いて、フェムト基地局10aは、上り同期のタイミングが到来した場合には、RACH-P信号のうちeNB系列番号記憶部112に格納されたeNB系列番号以外の系列番号を含むSync req信号をUE20に対して送信する。一方、フェムト基地局10aは、基地局間の同期のタイミングが到来した場合には、eNB系列番号記憶部112に格納されたeNB系列番号を含むSync req信号をUE20に対して送信する(ステップS203)。

30

【0069】

続いて、Sync req信号を受信したUE20は、Sync req信号に含まれる系列番号がeNB系列番号記憶部214に記憶されたeNB系列番号と一致するか否かを判定する(ステップS204)。UE20は、Sync req信号に含まれる系列番号がeNB系列番号と一致しない場合には(ステップS204否定)、以下の処理を行う。すなわち、UE20は、下りリンク情報記憶部213を参照して、フェムト基地局10aのセルに対応するリファレンス信号のタイミングをRACH-P信号の送信タイミングとして決定する(ステップS205)。その後、UE20は、処理をステップS208に進める。

40

【0070】

一方、UE20は、Sync req信号に含まれる系列番号がeNB系列番号と一致する場合には(ステップS204肯定)、以下の処理を行う。すなわち、UE20は、下りリンク情報記憶部213を参照して、フェムト基地局10a以外のeNB10のうち最も受信電力が大きいeNB10を探索する(ステップS206)。ここでは、最も受信電力が大きいeNB10は、マクロ基地局10bであるものとする。そして、UE20は、最も受信電力が大きいマクロ基地局10bのセルに対応するリファレンス信号の受信タイ

50

ミングをRACH - P信号の送信タイミングとして決定する(ステップS207)。

【0071】

そして、UE20は、ステップS205又はS207により決定した送信タイミングで、Sync req信号に含まれた系列番号に対応するRACH - P信号をフェムト基地局10aに対して送信する(ステップS208)。

【0072】

続いて、フェムト基地局10aは、UE20から送信されたRACH - P信号を受信し(ステップS209)、受信したRACH - P信号の受信タイミングを検出する(ステップS210)。そして、フェムト基地局10aは、受信したRACH - P信号の系列番号がeNB系列番号記憶部112に格納されたeNB系列番号と一致するか否かを判定する(ステップS211)。

10

【0073】

そして、フェムト基地局10aは、受信したRACH - P信号の系列番号がeNB系列番号と一致しない場合には(ステップS211否定)、RACH - P信号の受信タイミングを基にして上りリンクの送信タイミングの補正量を算出する(ステップS212)。そして、フェムト基地局10aは、算出した上りリンクの送信タイミングの補正量をRACH response信号に含めてUE20に対して返信する(ステップS213)。そして、RACH response信号を受信したUE20は、上りリンクの送信タイミングを補正する(ステップS214)。

【0074】

20

一方、フェムト基地局10aは、受信したRACH - P信号の系列番号がeNB系列番号と一致する場合には(ステップS211肯定)、RACH - P信号の受信タイミングに基づいて第1のリファレンス信号の送信タイミングを補正する(ステップS215)。これにより、フェムト基地局10aから送信される第1のリファレンス信号の送信タイミングと、マクロ基地局10bから送信される第2のリファレンス信号の送信タイミングとが同期する(ステップS216及びS217)。

【0075】

上述してきたように、本実施例の無線通信システムでは、フェムト基地局10aが、RACHの系列番号の一部をeNB系列番号としてUE20に通知し、UE20が、eNB系列番号に対応するRACH - P信号をフェムト基地局10aに対して返信する。そして、RACH - P信号を受信したフェムト基地局10aは、このRACH - P信号の受信タイミングに応じたタイミングで、第1のリファレンス信号をUE20に対して送信する。このため、本実施例の無線通信システムは、GPS、IEEE1588及びネットワークリスニングを用いることなく基地局間の同期を実現することができる。つまり、本実施例の無線通信システムは、基地局が設置される環境に関わらず、基地局間での信号の同期を容易に実現することができる。

30

【0076】

また、本実施例の無線通信システムでは、UE20は、複数の他のeNBのうち最も受信電力が大きいeNB10bから送信されたリファレンス信号の受信タイミングに応じたタイミングで、eNB系列番号に対応するRACH - P信号をeNB10aに送信する。このため、本実施例の無線通信システムは、フェムト基地局10aとセル間干渉を引き起こす可能性の高いマクロ基地局10bに対して、フェムト基地局10aにおける信号の送信タイミングを同期させることができる。

40

【0077】

ところで、上記実施例では、UE20は、複数の他のeNB10bのうち最も受信電力が大きいeNBから送信されたリファレンス信号の受信タイミングに応じたタイミングで、eNB系列番号に対応するRACH - P信号をeNB10aに送信する例を示した。しかしながら、RACH - P信号を送信するタイミングはこれに限定されない。例えば、UE20は、複数の他のeNB10bのうち最も信号対雑音比が大きいeNBから送信されたリファレンス信号の受信タイミングに応じたタイミングで、eNB系列番号に対応する

50

R A C H - P 信号を e N B 1 0 a に送信することもできる。

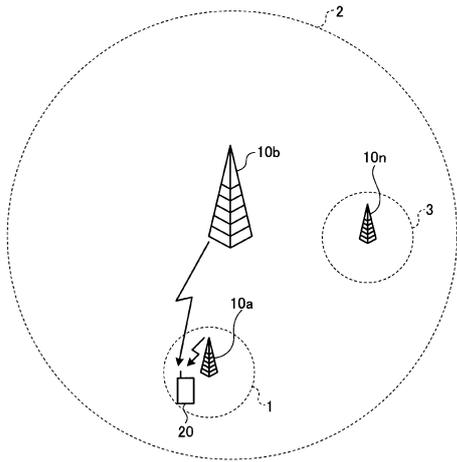
【符号の説明】

【 0 0 7 8 】

1 0 a	フェムト基地局	
1 0 b	マクロ基地局	
1 1	上位層プロトコル処理部	
1 2	下りリンク信号処理部	
1 3	下りリンクベースバンド処理部	
1 4	無線送信部	
1 5	デュプレクサ部	10
1 6	アンテナ	
1 7	無線受信部	
1 8	上りリンクベースバンド処理部	
1 9	上りリンク信号処理部	
2 1	上位層プロトコル処理部	
2 2	上りリンク信号処理部	
2 3	上りリンクベースバンド処理部	
2 4	無線送信部	
2 5	デュプレクサ部	
2 6	アンテナ	20
2 7	無線受信部	
2 8	下りリンクベースバンド処理部	
2 9	下りリンク信号処理部	
1 0 1	上位処理用プロセッサ	
1 0 2	ベースバンド処理用プロセッサ	
1 0 3	記憶装置	
1 0 4	ベースバンド処理回路	
1 0 5	無線処理回路	
1 0 6	アンテナ	
1 1 0	スケジューラ部	30
1 1 1	リファレンス信号送信指示部	
1 1 2	e N B 系列番号記憶部	
1 1 3	e N B 系列番号送信指示部	
1 1 4	R A C H - P 信号送信要求部	
1 1 5	R A C H - P 信号受信タイミング検出部	
1 1 6	送信タイミング補正部	
2 0 1	プロセッサ	
2 0 2	記憶装置	
2 0 3	ベースバンド処理回路	
2 0 4	無線処理回路	40
2 0 5	アンテナ	
2 1 0	スケジューラ部	
2 1 1	受信電力測定部	
2 1 2	リファレンス信号受信タイミング検出部	
2 1 3	下りリンク情報記憶部	
2 1 4	e N B 系列番号記憶部	
2 1 5	e N B 系列番号受信部	
2 1 6	R A C H - P 信号送信タイミング決定部	
2 1 7	R A C H - P 信号送信指示部	

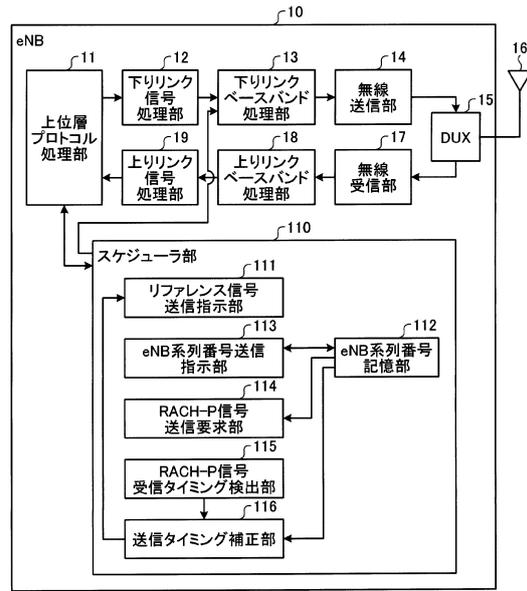
【図1】

本実施例に係る無線通信システムの構成例を示す図



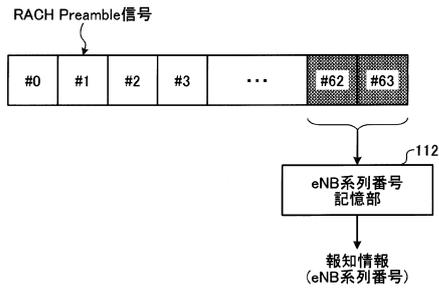
【図2】

本実施例に係るeNBの構成を示すブロック図



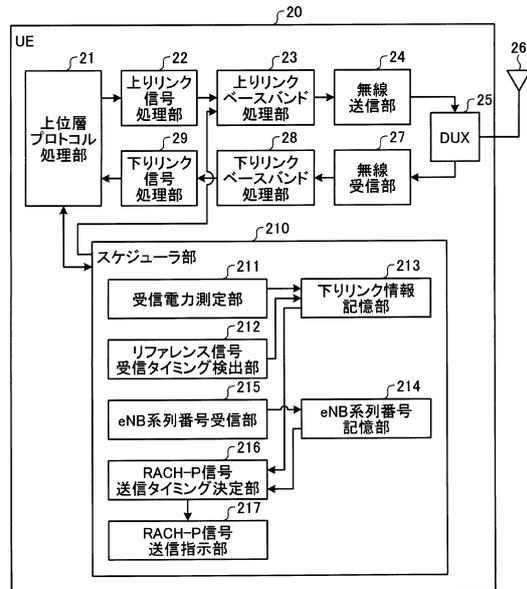
【図3】

eNB系列番号送信指示部による処理の具体例を示す図



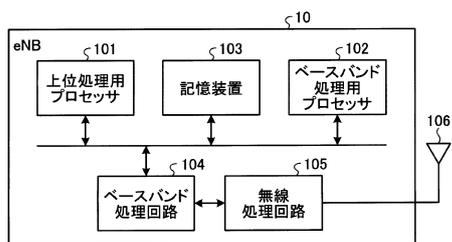
【図5】

本実施例に係るUEの構成を示すブロック図



【図4】

図2に示したeNBのハードウェア構成例を示す図



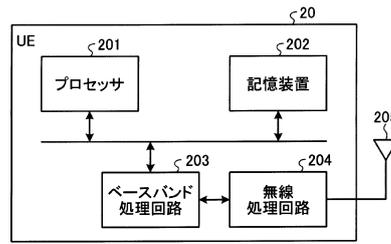
【図6】

下リリンク情報記憶部の一例を示す図

物理Cell ID	受信電力	受信タイミング			
		フレーム番号	サブフレーム番号	OFDMシンボル番号	サンプリング番号
11	X	A	B	C	D
12	Y	E	F	G	H
...	...	...			

【図8】

図5に示したUEのハードウェア構成例を示す図



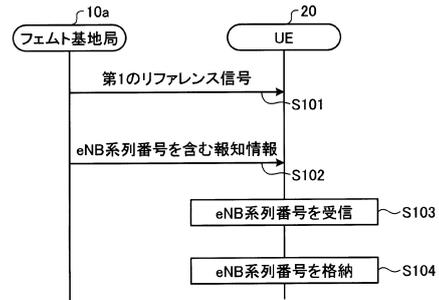
【図7】

下リリンク情報記憶部の他の例を示す図

物理Cell ID	受信電力	受信タイミング			
		フレーム番号	サブフレーム番号	OFDMシンボル番号	サンプリング番号
11 (サービングセル)	X	0	0	0	0
12	Y	E-A	F-B	G-C	H-D
...	...	...			

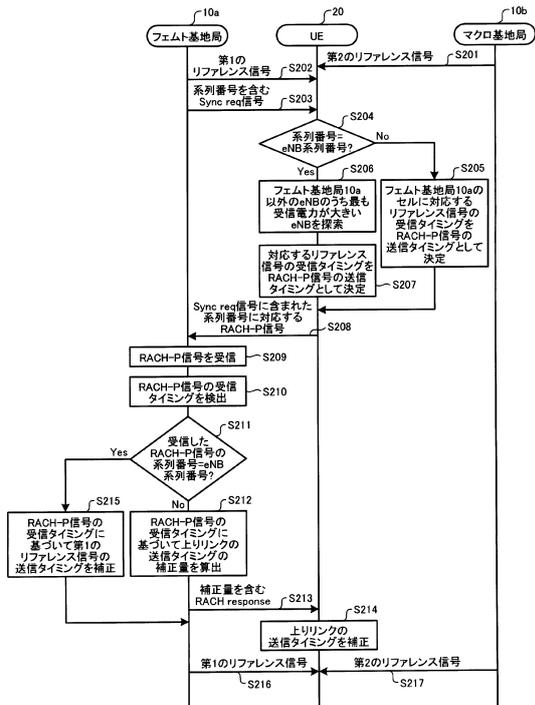
【図9】

フェムト基地局が基地局間の同期処理を行う前の本実施例に係る無線通信システムによる事前処理の流れを示すシーケンス図



【図10】

本実施例に係る無線通信システムによる基地局間同期処理の流れを示すシーケンス図



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2010/101939(WO, A2)  
特表2012-519455(JP, A)  
国際公開第2011/063047(WO, A1)  
特表2013-511904(JP, A)  
特開2010-28665(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04W4/00 - H04W99/00  
H04B7/24 - H04B7/26  
H04J11/00