

明 細 書

発明の名称： ユーザ端末、無線基地局及び通信制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、マクロセル内にスモールセルが配置される次世代移動通信システムにおけるユーザ端末、無線基地局及び通信制御方法に関する。

背景技術

[0002] LTE (Long Term Evolution) やLTEの後継システム（例えば、LTEアドバンスド、FRA (Future Radio Access)、4Gなどともいう）では、半径数百メートルから数キロメートル程度の相対的に大きいカバレッジを有するマクロセルと重複して、半径数メートルから数十メートル程度の相対的に小さいカバレッジ有するスモールセル（ピコセル、フェムトセルなどを含む）が配置される無線通信システム（例えば、HetNet (Heterogeneous Network) とともいう）が検討されている（例えば、非特許文献1）。

[0003] かかる無線通信システムでは、図1に示すように、マクロセルとスモールセルとの双方で同一の周波数帯F1を用いるシナリオ (Co-channel deployment) や、マクロセルとスモールセルとでそれぞれ異なる周波数帯F1、F2を用いるシナリオ (Non-co-channel deployment、separate frequency deployment) が検討されている。また、マクロセルを配置せずに、複数のスモールセルでスモールセルクラスタを形成するシナリオ (without macro coverage) も検討されている。

先行技術文献

非特許文献

[0004] 非特許文献1：3GPP TR 36.814 “E-UTRA Further advancements for E-UTRA physical layer aspects”

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 図1に示すような無線通信システムでは、PSS (Primary Synchronizat

ion Signal)、SSS (Secondary Synchronization Signal)、CRS (Cell-specific Reference Signal)などがマクロセルの検出及び／又は測定用の信号(以下、検出／測定用信号という)として用いられる。

[0006] 一方、スモールセルの検出／測定用信号としては、PSS、SSS、CRSとは異なる信号を用いることが検討されている。具体的には、スモールセルでは、PSS、SSS、CRSよりも検出に要する時間が短く、送信周期も長い検出／測定用信号(例えば、ディスカバリー信号)を用いることが検討されている。このような検出／測定用信号によれば、スモールセルの検出及び／又は測定に伴うユーザ端末の消費電力の増大を防止できる。

[0007] しかしながら、ユーザ端末の消費電力の増大を防止するために、スモールセルにおいて、PSS、SSS、CRSとは異なる検出／測定用信号を用いる場合、ユーザ端末がスモールセルを検出できない場合が生じる恐れがある。

[0008] 本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、ユーザ端末の消費電力の増大を防止しながら、スモールセルをより確実に検出可能なユーザ端末、無線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

[0009] 本発明に係る通信制御方法は、マクロセル内にスモールセルが配置される無線通信システムにおいて用いられる通信制御方法であって、前記マクロセル又は／及び前記スモールセルを形成する無線基地局において、前記スモールセルで送信される検出／測定用信号の送信構成情報と、前記ユーザ端末における間欠受信周期を含む間欠受信情報とを、ユーザ端末に通知する工程と、前記ユーザ端末において、前記送信構成情報と前記間欠受信情報とに基づいて、前記検出／測定用信号の送信期間の少なくとも一つと一致するように、前記検出／測定用信号を検出するための検出期間を設定する工程と、を有することを特徴とする。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、ユーザ端末の消費電力の増大を防止しながら、スモール

セルをより確実に検出できる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]マクロセル内にスモールセルが配置される無線通信システムの説明図である。

[図2]ディスカバリー信号の導入が検討される無線通信システムの説明図である。

[図3]CRS、PSS、SSSの送信周期の説明図である。

[図4]CRS、PSS、SSSを用いた同周波メジャメントの説明図である。

[図5]ディスカバリー信号を用いた同周波メジャメントの説明図である。

[図6]ディスカバリー信号を用いた同周波メジャメントの説明図である。

[図7]本実施の形態の第1態様に係る通信制御方法の説明図である。

[図8]本実施の形態の第2態様に係る通信制御方法の説明図である。

[図9]本実施の形態の第2態様に係る通信制御方法の説明図である。

[図10]本実施の形態の第2態様に係る通信制御方法を示すフローチャートである。

[図11]本実施の形態の第3態様に係る通信制御方法の説明図である。

[図12]本実施の形態の第1～3態様に係る通信制御方法の効果の説明図である。

[図13]本実施の形態の第1～3態様に係る通信制御方法の効果の説明図である。

[図14]本実施の形態に係る無線通信システムの一例を示す概略図である。

[図15]本実施の形態に係る無線基地局の全体構成図である。

[図16]本実施の形態に係るユーザ端末の全体構成図である。

[図17]本実施の形態に係るマクロ基地局の機能構成図である。

[図18]本実施の形態に係るユーザ端末の機能構成図である。

発明を実施するための形態

[0012] 図2は、ディスカバリー信号の導入が検討される無線通信システムの一例の説明図である。図2Aに示すように、無線通信システムは、マクロセルを

形成する無線基地局（以下、マクロ基地局（M e N B : Macro eNodeB）という）と、スモールセル 1 - 3 を形成する無線基地局（以下、スモール基地局（S e N B : Small eNodeB）という） 1 - 3 と、ユーザ端末（U E : User Equipment）とを含んで構成される。

[0013] 図 2 A に示す無線通信システムでは、マクロセルでは、例えば、2 G H z、8 0 0 M H z などの相対的に低い周波数（キャリア）F 1 が用いられ、スモールセル 1 - 3 では、例えば、3. 5 G H z、1 0 G H z などの相対的に高い周波数（キャリア）F 2 が用いられる。なお、図 2 A は、一例にすぎず、マクロセルとスモールセル 1 - 3 とで同一の周波数（キャリア）が用いられてもよい。

[0014] 図 2 A に示す無線通信システムにおいて、ユーザ端末は、マクロ基地局と通信を行う。また、ユーザ端末は、スモール基地局 1 - 3 からのディスカバリー信号（D S）に基づいて、スモールセル 1 - 3 を検出する。ここで、ディスカバリー信号は、スモールセルの検出／測定用信号であり、C S I - R S（Channel State Information-Reference Signal）、P R S（Positioning Reference Signal）などの参照信号を更新して構成されてもよいし、新たに構成されてもよい。

[0015] また、図 2 A に示す無線通信システムにおいて、ディスカバリー信号は、マクロセルの検出／測定用信号（例えば、P S S や S S S）よりも高いリソース密度及びセル間直交性を持ってサブフレーム内に配置される。このため、図 2 B に示すように、ユーザ端末がディスカバリー信号の検出に要する時間は、P S S や S S S の検出に要する時間と比較して短くなる。この結果、スモールセルの検出／測定用信号としてディスカバリー信号を用いる場合、P S S や S S S を用いる場合と比較して、メジャメントに要するユーザ端末の消費電力の増大を防止できる。

[0016] また、ディスカバリー信号は、マクロセルの検出／測定用信号（例えば、P S S、S S S、C R S など）よりも長い周期で送信されることが検討されている。図 3 に示すように、C R S は各サブフレームで送信され、P S S や

SSSは5サブフレーム毎に送信される。より具体的には、無線フレーム内には、PSS、SSS、CRSとが配置されるサブフレーム1、6と、CRSが配置されるサブフレーム2-5、7-10と、が設けられる。サブフレーム1、6では、4つのOFDMシンボルにCRSが配置され、6番目のOFDMシンボルにSSSが配置され、7番目のOFDMシンボルにPSSが配置される。また、サブフレーム2-5、7-10では、4つのOFDMシンボルにCRSが配置される。これに対して、ディスカバリー信号は、例えば100サブフレーム毎（100ms周期）に送信することが検討されている。かかる場合、ディスカバリー信号送信によるオーバーヘッドの増加やディスカバリー信号が周辺セルのUEへ与えてしまう干渉の増大を防止できる。

[0017] ここで、メジャメント（measurement）とは、ユーザ端末が、検出／測定用信号（例えば、PSS、SSS、CRS、ディスカバリー信号など）を受信して、当該検出／測定用信号を発見しその受信品質を測定することである。ユーザ端末における検出／測定用信号の受信品質が所定品質を満たす場合、セルが検出される。なお、ユーザ端末において測定される受信品質は、例えば、RSRP（Reference Signal Received Power）、RSRQ（Reference Signal Received Quality）、SINR（Signal to Interference plus Noise Ratio）などである。

[0018] また、メジャメントには、異周波メジャメント（Inter-frequency measurement）と同周波メジャメント（Intra-frequency measurement）とが含まれる。異周波メジャメントは、異なる周波数で送信される検出／測定用信号を受信して、当該検出／測定用信号の受信品質を測定することである。一方、同周波メジャメントは、同一の周波数で送信される検出／測定用信号を受信して、当該検出／測定用信号の受信品質を測定することである。

[0019] 図2Aに示す無線通信システムでは、ユーザ端末は、所定周期で受信回路のスイッチをオンにする間欠受信（DRX: Discontinuous reception）制御を行う。DRX制御において、ユーザ端末は、受信回路のスイッチをオンにするオン期間において、通信中の周波数F1やF2で送信される検出／測

定用信号（例えば、ディスカバリー信号など）の受信品質を測定して、スモールセルを検出する。一方、ユーザ端末は、オフ期間において受信回路のスイッチをオフにして、消費電力を軽減する。

[0020] 図4を参照し、PSS、SSS、CRSを用いた同周波メジャメントについて説明する。図4に示すように、同周波メジャメントでは、オン期間（ON Duration）が、オン期間タイマ（onDurationTimer）と、DRX周期（DRX cycle）と、DRX開始オフセットに基づいて設定される。

[0021] ここで、オン期間タイマは、オン期間の時間長を示す。また、DRX周期は、オン期間とオフ期間とを繰り返す周期（間欠受信周期）を示す。DRX開始オフセットとは、図4に示すように、無線フレームの先頭からメジャメントギャップが開始されるまでの開始オフセットであり、オン期間のタイミングを示す。オン期間タイマ、DRX周期、DRX開始オフセットは、例えば、RRCシグナリングなどの上位レイヤシグナリングにより、ユーザ端末に通知される。

[0022] 図4において、CRSは、各サブフレームで送信され、PSS及びSSSが5サブフレーム毎に送信される。ユーザ端末は、オン期間において、CRS、PSS及びSSSを受信できる。よって、スモールセルの検出／測定用信号としてCRS、PSS、SSSなどを用いる場合、スモールセルを検出できる。

[0023] 一方、スモールセルの検出／測定用信号としてディスカバリー信号を用いる場合、図4に示すDRX制御を行うと、スモールセルを検出できない恐れがある。図5を参照し、ディスカバリー信号を用いた同周波メジャメントについて説明する。なお、図5では、例えば、50msのオン期間がDRX周期で繰り返されるものとする。

[0024] また、図5では、DS送信期間（DS transmission duration）が1msであり、DS周期（DS cycle）が100msであるものとする。ここで、DS送信期間は、ディスカバリー信号の送信期間であり、所定の時間長を有する。また、DS周期は、ディスカバリー信号の送信周期である。

[0025] 図5に示すように、ディスカバリー信号は、図4のCRS、PSS及びSSSのように、頻繁に送信されない。このため、図5に示すように、DS送信期間とオン期間とが重複せずに、スモールセルを検出できない恐れがある。或いは、DS送信期間とオン期間とが重複するまでに長い時間を要してしまい、スモールセルを適時に (timely) 検出できない恐れがある。

[0026] ここで、図6に示すように、オン期間をDS周期よりも長く (オン期間タイマを100ms以上に) 設定する場合、DS送信期間とオン期間とが重複するので、スモールセルを適時に検出できる。しかしながら、図6に示すように、オン期間をDS周期よりも長く設定する場合、DRX周期が一定ならばオン期間の増加分だけユーザ端末の消費電力が増大してしまう。

[0027] 以上のように、スモールセルの検出／測定用信号としてディスカバリー信号を用いる場合、DS送信期間とオン期間とが重複するようにオン期間を長く設定すると、ユーザ端末の消費電力が増大するという問題点がある。そこで、本発明者らは、DS周期で繰り返されるDS送信期間の少なくとも一つと一致するように、ディスカバリー信号を検出するための検出期間 (以下、DS検出期間という) を設定することで、ユーザ端末の消費電力の増大を防止しながら、スモールセルを検出可能とするという着想を得た。

[0028] 具体的には、本発明に係る同周波メジャメントでは、ユーザ端末は、ディスカバリー信号 (DS) 構成情報 (送信構成情報) を、受信する。DS構成情報は、ディスカバリー信号の構成に関する情報であり、上記DS周期 (検出／測定用信号の送信周期)、上記DS送信期間 (検出／測定用信号の送信期間)、DS開始オフセット (DS start offset) (検出／測定用信号の送信期間の開始オフセット) の少なくとも一つを含む。なお、DS開始オフセットは、無線フレーム内の先頭からDS送信期間が開始されるまでの開始オフセットであり、ディスカバリー信号の送信タイミングを示す。

[0029] また、本発明に係る同周波メジャメントでは、ユーザ端末は、DRX情報 (間欠受信情報) を、受信する。DRX情報は、DRX周期 (間欠受信周期)、オン期間タイマ、DRX開始オフセットの少なくとも一つを含む。なお

、D R X周期は、短周期のD R X周期 (drxShortCycle) と長周期のD R X周期 (drxLongCycle) とを含んでもよい。

[0030] 本発明に係る同周波メジャメントでは、ユーザ端末は、D S構成情報及びD R X情報に基づいて、D S周期で繰り返されるD S送信期間の少なくとも一つと一致するように、D S検出期間を設定する。また、ユーザ端末は、設定されたD S検出期間においてディスカバリー信号を受信し、当該ディスカバリー信号の受信品質を測定する。測定結果は、メジャメントレポートとして、例えば、マクロ基地局に通知される。

[0031] ここで、D S検出期間は、D R X周期で繰り返されるオン期間であってもよいし（後述する第1態様）、D R X周期で繰り返されるオン期間とは別に、受信回路をオンにする期間（後述する第2態様、第3態様）であってもよい。

[0032] 以下、本実施の形態に係る通信制御方法を詳細に説明する。なお、本実施の形態に係る通信制御方法は、マクロセル内にスモールセルが配置される無線通信システムにおいて行われる。ここで、マクロセルとスモールセルとは同一の周波数帯域が用いられてもよいし、異なる周波数帯域が用いられてもよい。以下では、一例として、マクロセルで周波数F 1が用いられ、スモールセルで周波数F 2が用いられる場合を説明する。

[0033] また、本実施の形態に係る通信制御方法では、D S構成情報及びD R X情報は、マクロ基地局から通知されてもよいし、スモール基地局から通知されてもよいし、その両方から通知されてもよい。例えば、周波数F 1が用いられるマクロセルと周波数F 2が用いられるスモールセルとで同時接続（キャリアアグリゲーション）が行われる場合や、マクロセルとスモールセルとで同一の周波数が用いられる場合、D S構成情報及びD R X情報は、マクロ基地局から通知されてもよい。また、ユーザ端末が特定のスモールセル（スモール基地局）に接続中である場合、D S構成情報及びD R X情報は、接続中のスモール基地局から通知されてもよい。以下では、D S構成情報及びD R X情報が、マクロ基地局から通知される場合を一例として説明する。

[0034] (第1態様)

図7を参照し、第1態様に係る通信制御方法を説明する。第1態様に係る通信制御方法では、ユーザ端末は、DS周期で繰り返されるDS送信期間の少なくとも一つに一致するように、DRX周期で繰り返されるオン期間を設定する。すなわち、第1態様に係る通信制御方法では、上記DS検出期間は、DRX周期で繰り返されるオン期間と同一である。

[0035] 具体的には、第1態様に係る通信制御方法では、DRX周期がDS周期の k ($k \geq 1$) 倍に設定され、DS開始オフセットとともに、ユーザ端末に通知される。ユーザ端末は、DRX周期とDS開始オフセットとに基づき決定されるタイミングに、上記オン期間を設定する。

[0036] 例えば、ユーザ端末1は、下記式(1)が満たされるタイミングに、上記オン期間を設定してもよい。

$$[(SFN * 10) + \text{サブフレーム番号}] \bmod (DRX \text{ 周期}) = DS \text{ 開始オフセット} \cdots \text{式(1)}$$

なお、式(1)において、SFN (System Frame Number) は、10サブフレームで構成される無線フレームの番号である。また、オン期間は、上記式(1)が満たされる場合にオン期間タイマを開始することで、設定されてもよい。ここで、オン期間タイマは、オン期間を継続する時間を示すタイマであり、DS送信期間と同一の時間長を示してもよい。

[0037] 図7は、第1態様に係る通信制御方法の説明図である。図7Aでは、DS周期が100ms (10無線フレーム) であり、DS開始オフセットが5である。この場合、図7Bに示すように、DS送信期間は、例えば、SFN = 10、20、30、40のサブフレーム番号5のサブフレームそれぞれに設定される。

[0038] また、図7Aにおいて、ユーザ端末1のDRX周期は、DS周期の1倍の100msに設定される。また、ユーザ端末2のDRX周期は、DS周期の2倍の200msに設定される。また、ユーザ端末3のDRX周期は、DS周期の3倍の300msに設定される。

[0039] 図 7 B において、ユーザ端末 1 は、上記式 (1) に従って、 $SFN = 10$

、20、30、40 のサブフレーム番号 5 の各サブフレームでオン期間タイ
ムを開始し、オン期間を設定する。この場合、DRX 周期で繰り返されるオ
ン期間は、図 7 B に示される各 DS 送信期間の開始タイムインクと一致する。
このため、 $SFN = 10$ の無線フレームにおいてユーザ端末 1 がスケジュー
リングされる場合、 $SFN = 10$ の無線フレーム内の DS 送信期間でデイス
カバリー信号を遅延なく検出できる。なお、図 7 B では、オン期間タイムの
設定値は、DS 送信期間 (例えば、1 ms) と同一であるものとするが、オ
ン期間タイムの設定値 (例えば、50 ms など)、DS 送信期間と同一でな
くともよい。

[0040] また、ユーザ端末 2 は、上記式 (1) に従って、 $SFN = 20$ 、40 のサ
ブフレーム番号 5 の各サブフレームでオン期間タイムを開始し、オン期間を
設定する。この場合、 $SFN = 10$ の無線フレームにおいてユーザ端末 2 が
スケジューリングされても、ユーザ端末 2 は、 $SFN = 20$ の無線フレーム
内の DS 送信期間でしか下リリンクの制御信号を受信できず、さらに多くの
ユーザ端末が同じタイムインクでオン期間を設定するため制御チャネルの容量
が不足する。このため、100 ms のスケジューリング遅延が生じてしまう

[0041] また、ユーザ端末 3 は、上記式 (1) に従って、 $SFN = 30$ のサブフ
ーム番号 5 の各サブフレームでオン期間タイムを開始し、オン期間を設定す
る。この場合、 $SFN = 20$ の無線フレームにおいてユーザ端末 3 がスケジ
ューリングされても、ユーザ端末 3 は、 $SFN = 30$ の無線フレーム内の DS
送信期間でしか下リリンクの制御信号を受信できない。このため、100
ms のスケジューリング遅延が生じてしまう。

[0042] 第 1 態様に係る通信制御方法では、DRX 周期で繰り返されるオン期間が
DS 周期で繰り返される DS 送信期間の少なくとも一つに一致するように設
定される。このため、図 6 に示すように、オン期間を DS 周期以上に長く設
定せずとも、オン期間と DS 送信周期とを重複させることができる。この結

果、ユーザ端末の消費電力を増大させずに、スモールセルをより確実に検出できる。

[0043] (第2態様)

図8-10を参照し、第2態様に係る通信制御方法を説明する。第2態様に係る通信制御方法では、ユーザ端末は、DS周期で繰り返されるDS送信期間の少なくとも一つと一致するように、DRX周期で繰り返されるオン期間とは別にDS検出期間を設定する。すなわち、第2態様に係る通信制御方法では、上記DS検出期間は、DRX周期で繰り返されるオン期間とは別に設定される。

[0044] 具体的には、第2態様に係る通信制御方法では、DS周期、DS開始オフセット及びDRX周期が少なくともユーザ端末に通知される。ユーザ端末は、DS周期とDS開始オフセットとDRX周期とユーザ端末の電池残量とに基づいて決定されるタイミングにDS検出期間を設定する。DS検出期間では、ユーザ端末は、ディスカバリー信号を検出するために受信回路のスイッチをオンにする(wake up)。

[0045] 例えば、ユーザ端末は、下記式(2)に基づいて決定されるタイミングに、上記DS検出期間を設定してもよい。

$$\text{Time_remain} + m * \text{DS周期} = k * \text{DRX周期} + n \quad \cdots \text{式(2)}$$

なお、式(2)において、Time_remainは、次のDS送信期間までの残り時間であり、DS開始オフセットに基づいて決定されてもよい。また、mは、ユーザ端末の電池残量に基づいて決定される所定の係数である。また、k、nは、ユーザ端末で算出される所定の係数である。

[0046] 図8を参照し、所定の係数mについて説明する。図8に示すように、所定の係数mは、DS検出期間を何回のDS周期に1回設定するかを示す。例えば、図8において、ユーザ端末の電池残量(P_remain)が80%以上100%以下である場合、mは「0」に設定される。この場合、DS検出期間は、DS周期毎に設定される。また、ユーザ端末の電池残量が50%以上80%未満である場合、mは、「1」に設定される。この場合、DS検出期間は、

2回のDS周期に1回設定される。

[0047] また、ユーザ端末の電池残量が20%以上50%未満である場合、 m は、「2」に設定される。この場合、DS検出期間は、3回のDS周期に1回設定される。また、ユーザ端末の電池残量が20%未満である場合、 m は、「6」に設定される。この場合、DS検出期間は、7回のDS周期に1回設定される。

[0048] このように、所定の係数 m は、ユーザ端末の電池残量が少なくなるにつれて、DS検出期間の周期が長くなるように設定される。なお、図8に示す m の設定値は、例示にすぎず、これに限られない。また、電池残量の閾値も図8に示すものに限られない。

[0049] 次に、図9及び10を参照し、第2態様に係る通信制御方法の詳細に説明する。以下では、図9Aに示すように、DS周期が100msであり、DS開始オフセットが5であり、DRX周期が50msである場合を、一例として説明する。また、ユーザ端末の電池残量は、50%以上80%未満であり、 $m=1$ であるものとする。

[0050] また、図10に示すフローチャートは、図9BのタイミングT0において開始されるものとする。なお、タイミングT0において、次のDS送信期間までの残り時間 (Time_remain) は、75msであるものとする。

[0051] 図10に示すように、ユーザ端末は、上記式(2)を満たす k 、 n を算出する(ステップS101)。例えば、図9Bでは、式(2)は、 $75 + 1 * 100 = k * 50 + n$ と表される。この場合、式(2)は、 $k=3$ 、 $n=25$ で満たされる。

[0052] ユーザ端末は、 $k=0$ であるか否かを判定する(ステップS102)。 $k=0$ ではない場合(ステップS102; NO)、ユーザ端末は、DRX周期を継続し、当該DRX周期が満了する毎に k から1を減算する(すなわち、 $k=k-1$ とする)(ステップS103)。例えば、図9BのタイミングT0では、 $k=3$ であるので、ユーザ端末は、DRX周期を継続し、タイミングT1において、 $k=3-1=2$ とし、ステップS102に戻る。タイミン

グ T 2、T 3、T 4、T 5 までは、ステップ S 1 0 2、S 1 0 3 を繰り返す。

[0053] $k = 0$ である場合（ステップ S 1 0 2 ; Y E S）、ユーザ端末は、 $n = 0$ であるか否かを判定する（ステップ S 1 0 4）。 $n = 0$ ではない場合（ステップ S 1 0 4 ; N O）、ユーザ端末は、スリープを継続し、サブフレーム毎に n から 1 を減算する（すなわち、 $n = n - 1$ とする）（ステップ S 1 0 5）。例えば、図 9 B では、タイミング T 5 において、 $k = 0$ 、 $n = 25$ であるので、ユーザ端末は、スリープを継続し、サブフレーム毎に n から 1 を減算する。

[0054] $n = 0$ である場合（ステップ S 1 0 4 ; Y E S）、ユーザ端末は、D S 検出期間を開始する（ステップ S 1 0 6）。例えば、図 9 B では、タイミング T 6 において、 $n = 0$ となるので、ユーザ端末は、D S 検出期間を開始する。

[0055] 第 2 態様に係る通信制御方法では、ユーザ端末は、D R X 周期で繰り返されるオン期間とは別に、D S 送信期間に一致する D S 検出期間が設定される。このため、図 6 に示すように、オン期間を D S 周期以上に長く設定せずとも、オン期間と D S 送信周期とを重複させることができる。この結果、ユーザ端末の消費電力を増大させずに、スモールセルをより確実に検出できる。

[0056] また、第 2 態様に係る通信制御方法では、多くのユーザ端末が同一のタイミングでオン期間を設定することを防ぐことができる。この結果、第 1 態様に係る通信制御方法と比較して、制御チャネルへの負荷が分散され、スケジューリング遅延を軽減できる。

[0057] （第 3 態様）

図 1 1 を参照し、第 3 態様に係る通信制御方法を説明する。第 3 態様に係る通信制御方法では、ユーザ端末は、D S 周期で繰り返される D S 送信期間の少なくとも一つと一致するように、D R X 周期で繰り返されるオン期間とは別に D S 検出期間を設定する。すなわち、第 3 態様に係る通信制御方法では、上記 D S 検出期間は、D R X 周期で繰り返されるオン期間とは別に設定

される。

[0058] 具体的には、第3態様に係る通信制御方法では、DS周期、DS開始オフセット、DS検出期間1回あたりのDS周期の回数kが少なくともユーザ端末に通知される。ユーザ端末は、上記回数kとDS周期とDS開始オフセットとに基づいて決定されるタイミングにDS検出期間を設定する。DS検出期間では、ユーザ端末は、ディスカバリー信号を検出するために受信回路のスイッチをオンにする(wake up)。

[0059] 例えば、ユーザ端末は、下記式(3)に基づいて決定されるタイミングに、上記DS検出期間を設定してもよい。

$$[(SFN * 10) + \text{サブフレーム番号}] \bmod (k * \text{DS周期}) = \text{DS開始オフセット} \cdots \text{式(3)}$$

なお、式(3)において、SFNは、無線フレーム番号であり、kは、DS検出期間1回あたりのDS周期の回数である。

[0060] 図11を参照し、第3態様に係る通信制御方法の詳細に説明する。以下では、図11Aに示すように、DS周期が100msであり、DS開始オフセットが5であり、DRX周期が50msである場合を、一例として説明する。なお、このDRX周期、DS開始オフセット、DRX周期は、ユーザ端末に通知される。

[0061] また、DS検出期間1回あたりのDS周期の回数kは2であるものとする。回数kは、マクロ基地局で決定される。回数kは、例えば、RRCシグナリングなどの上位レイヤシグナリングなどにより、ユーザ端末に通知される。

[0062] 図11Bに示すように、図11Aの設定値を用いると、式(3)は、SFN=0、20のサブフレーム番号5のサブフレームで満たされる。このため、ユーザ端末は、SFN=0、20のサブフレーム番号5のサブフレームでDS検出期間を設定する。

[0063] 第3態様に係る通信制御方法では、ユーザ端末は、DRX周期で繰り返されるオン期間とは別に、DS送信期間に一致するDS検出期間が設定される

。このため、図6に示すように、オン期間をDS周期以上に長く設定せずとも、オン期間とDS送信周期とを重複させることができる。この結果、ユーザ端末の消費電力を増大させずに、スモールセルをより確実に検出できる。

[0064] また、第3態様に係る通信制御方法では、ネットワーク側の装置で決定される上記回数 k に基づいて、DS検出期間のタイミングが設定され、DRXのオン期間はDS検出期間とは別に設定される。このため、多くのユーザ端末が同一のタイミングでオン期間を設定することを防ぐことができる。この結果、第1態様に係る通信制御方法と比較して、スケジューリング遅延を軽減できる。

[0065] (効果)

図12、13を参照し、本発明の第1〜3態様に係る通信制御方法による効果を説明する。なお、図12、13において、オプションBaselineは、図6に示すように、DRX周期で繰り返されるオン期間を100ms以上に設定するものとする。また、オプション1、2、3は、それぞれ、第1、2、3態様に係る通信制御方法を用いるものとする。

[0066] また、図12Aに示すように、DRX周期、オン期間タイマ、ユーザ端末の電池残量に基づく所定の係数 m 、DS検出期間1回あたりのDS周期の回数 k が設定される場合、図12Bに示すように、第1〜3態様に係る通信制御方法（オプション1〜3）は、図6に示す場合（オプションBaseline）と比較して、ユーザ端末のアクティブ時間を短くすることができる。このため、図13に示すように、第1〜3態様に係る通信制御方法では、ユーザ端末の消費電力を低減効果が高い。

[0067] また、図12C及び13に示すように、第2、3態様に係る通信制御方法では、スケジューリング遅延の発生を防止できる。また、図13に示すように、第2、3態様に係る通信制御方法では、ユーザ端末におけるディスカバリー信号の検出機会を向上させることができる。

[0068] (無線通信システムの構成)

以下、本実施の形態に係る無線通信システムについて、詳細に説明する。

この無線通信システムでは、上述の第 1 - 3 態様に係る通信制御方法が適用される。

[0069] 図 1 4 は、本実施の形態に係る無線通信システムの概略構成図である。図 1 4 に示すように、無線通信システム 1 は、マクロセル C 1 を形成するマクロ基地局 1 1 と、マクロセル C 1 内に配置され、マクロセル C 1 よりも狭いスモールセル C 2 を形成するスモール基地局 1 2 a 及び 1 2 b とを備えている。また、マクロセル C 1 及び各スモールセル C 2 には、ユーザ端末 2 0 が配置されている。なお、マクロセル C 1（マクロ基地局 1 1）、スモールセル C 2（スモール基地局 1 2）、ユーザ端末 2 0 の数は図 1 4 に示すものに限られない。

[0070] また、マクロセル C 1 及び各スモールセル C 2 には、ユーザ端末 2 0 が配置されている。ユーザ端末 2 0 は、マクロ基地局 1 1 及び／又はスモール基地局 1 2 と無線通信可能に構成されている。

[0071] ユーザ端末 2 0 とマクロ基地局 1 1 との間は、相対的に低い周波数帯域（例えば、2 GHz）の周波数（キャリア）F 1 を用いて通信が行なわれる。一方、ユーザ端末 2 0 とスモール基地局 1 2 との間は、相対的に高い周波数帯域（例えば、3.5 GHz など）の周波数（キャリア）F 2 が用いられる。なお、マクロ基地局 1 1、スモール基地局 1 2 で用いられる周波数帯域は、これに限られず、同一の周波数帯域であってもよい。

[0072] また、マクロ基地局 1 1 と各スモール基地局 1 2 とは、X 2 インターフェースなどの相対的に低速の回線（Non-Ideal backhaul）で接続されてもよいし、光ファイバなどの相対的に高速（低遅延）の回線（Ideal backhaul）で接続されてもよいし、無線接続されてもよい。また、スモール基地局 1 2 間も、X 2 インターフェースなどの相対的に低速の回線（Non-Ideal backhaul）で接続されてもよいし、光ファイバなどの相対的に高速の回線（Ideal backhaul）で接続されてもよいし、無線接続されてもよい。

[0073] マクロ基地局 1 1 及び各スモール基地局 1 2 は、それぞれコアネットワーク 3 0 に接続される。コアネットワーク 3 0 には、MME（Mobility Manag

ement Entity) や、S-GW (Serving-GateWay)、P-GW (Packet-GateWay) などのコアネットワーク装置が設けられる。

[0074] また、マクロ基地局 11 は、相対的に広いカバレッジを有する無線基地局であり、eNodeB、マクロ基地局、集約ノード、送信ポイント、送受信ポイントなどと呼ばれてもよい。スモール基地局 12 は、局所的なカバレッジを有する無線基地局であり、スモール基地局、ピコ基地局、フェムト基地局、HeNB (Home eNodeB)、RRH (Remote Radio Head)、マイクロ基地局、送信ポイント、送受信ポイントなどと呼ばれてもよい。

[0075] 以下、マクロ基地局 11 及びスモール基地局 12 を区別しない場合は、無線基地局 10 と総称する。ユーザ端末 20 は、LTE、LTE-A などの各種通信方式に対応した端末であり、移動通信端末だけでなく固定通信端末を含んでよい。

[0076] また、無線通信システム 1 では、下りリンクの物理チャネルとして、各ユーザ端末 20 で共有される物理下り共有チャネル (PDSCH: Physical Downlink Shared Channel) と、物理下り制御チャネル (PDCCH: Physical Downlink Control Channel、EPDCCH: Enhanced Physical Downlink Control Channel)、物理報知チャネル (PBCH) などが用いられる。PDSCH により、ユーザデータや上位レイヤ制御情報が伝送される。PDCCH、EPDCCH により、下り制御情報 (DCI) が伝送される。

[0077] また、無線通信システム 1 では、上りリンクの物理チャネルとして、各ユーザ端末 20 で共有される物理上り共有チャネル (PUSCH: Physical Uplink Shared Channel) と、物理上り制御チャネル (PUCCH: Physical Uplink Control Channel) などが用いられる。PUSCH により、ユーザデータや上位レイヤ制御情報が伝送される。また、PUCCH により、下りリンクの無線品質情報 (CQI: Channel Quality Indicator) や、送達確認情報 (ACK/NACK) 等が伝送される。

[0078] 図 15 及び 16 を参照し、無線基地局 10 (マクロ基地局 11、スモール

基地局 12 を含む)、ユーザ端末 20 の全体構成を説明する。図 15 は、本実施の形態に係る無線基地局 10 の全体構成図である。

[0079] 図 15 に示すように、無線基地局 10 は、MIMO 伝送のための複数の送受信アンテナ 101 と、アンプ部 102 と、送受信部 103 と、ベースバンド信号処理部 104 と、呼処理部 105 と、伝送路インターフェース 106 とを備えている。

[0080] 下りリンクにおいて、無線基地局 10 からユーザ端末 20 に送信されるユーザデータは、コアネットワーク 30 に設けられる S-GW から伝送路インターフェース 106 を介してベースバンド信号処理部 104 に入力される。

[0081] ベースバンド信号処理部 104 では、PDCP レイヤの処理、ユーザデータの分割・結合、RLC (Radio Link Control) 再送制御の送信処理などの RLC レイヤの送信処理、MAC (Medium Access Control) 再送制御、例えば、HARQ の送信処理、スケジューリング、伝送フォーマット選択、チャネル符号化、逆高速フーリエ変換 (IFFT: Inverse Fast Fourier Transform) 処理、プリコーディング処理が行われて各送受信部 103 に転送される。また、下り制御信号 (参照信号、同期信号、報知信号などを含む) に関しても、チャネル符号化や逆高速フーリエ変換等の送信処理が行われて、各送受信部 103 に転送される。

[0082] 各送受信部 103 は、ベースバンド信号処理部 104 からアンテナ毎にプリコーディングして出力された下り信号を無線周波数帯に変換する。アンプ部 102 は、周波数変換された無線周波数信号を増幅して送受信アンテナ 101 により送信する。

[0083] なお、スモール基地局 12 の各送受信部 103 は、検出／測定用信号 (例えば、ディスカバリー信号など) を送信してもよい。また、マクロ基地局 11 又はスモール基地局 12 の各送受信部 103 は、上位レイヤ制御情報 (例えば、上述の DS 構成情報、DRX 情報、DS 検出期間 1 回あたりの DS 周期の回数 k) を送信してもよい。このように、各送受信部 103 は、本発明の送信部を構成する。

- [0084] 一方、上り信号については、各送受信アンテナ101で受信された無線周波数信号がそれぞれアンプ部102で増幅され、各送受信部103で周波数変換されてベースバンド信号に変換され、ベースバンド信号処理部104に入力される。
- [0085] ベースバンド信号処理部104では、入力された上り信号に含まれるユーザデータに対して、FFT処理、IDFT処理、誤り訂正復号、MAC再送制御の受信処理、RLCレイヤ、PDCPLayerの受信処理がなされ、伝送路インターフェース106を介してコアネットワーク30に転送される。呼処理部105は、通信チャネルの設定や解放等の呼処理や、無線基地局10の状態管理や、無線リソースの管理を行う。
- [0086] 図16は、本実施の形態に係るユーザ端末20の全体構成図である。ユーザ端末20は、MIMO伝送のための複数の送受信アンテナ201と、アンプ部202と、送受信部203と、ベースバンド信号処理部204と、アプリケーション部205とを備えている。なお、ユーザ端末20は、1つの受信回路（RF回路）により、周波数F1、F2を切り替えて受信を行う。
- [0087] 下り信号については、複数の送受信アンテナ201で受信された無線周波数信号がそれぞれアンプ部202で増幅され、送受信部203で周波数変換され、ベースバンド信号処理部204に入力される。ベースバンド信号処理部204では、FFT処理や、誤り訂正復号、再送制御の受信処理等がなされる。この下り信号に含まれるユーザデータは、アプリケーション部205に転送される。アプリケーション部205は、物理レイヤやMACレイヤより上位のレイヤに関する処理等を行う。また、下りリンクのデータの内、報知情報もアプリケーション部205に転送される。
- [0088] なお、送受信部203は、スモール基地局12からの検出／測定用信号（例えば、ディスカバリー信号など）を受信してもよい。また、送受信部203は、上位レイヤ制御情報（例えば、上述のDS構成情報、DRX情報）を、マクロ基地局11から受信してもよい。このように、送受信部203は、本発明の受信部を構成する。

[0089] 一方、上りリンクのユーザデータについては、アプリケーション部205からベースバンド信号処理部204に入力される。ベースバンド信号処理部204では、再送制御（H-ARQ（Hybrid ARQ））の送信処理や、チャネル符号化、プリコーディング、DFT処理、IFFT処理等が行われて各送受信部203に転送される。送受信部203は、ベースバンド信号処理部204から出力されたベースバンド信号を無線周波数帯に変換する。その後、アンプ部202は、周波数変換された無線周波数信号を増幅して送受信アンテナ201により送信する。

[0090] 次に、図17、18を参照し、マクロ基地局11、ユーザ端末20の機能構成について詳述する。図17に示すマクロ基地局11の機能構成は、主に、ベースバンド信号処理部104によって構成される。また、図18に示すユーザ端末20の機能構成は、主に、ベースバンド信号処理部204によって構成される。

[0091] 図17は、本実施の形態に係るマクロ基地局11の機能構成図である。図17に示すように、マクロ基地局11は、DS構成情報生成部301、DRX情報生成部302を具備する。本発明の生成部は、DS構成情報生成部301、DRX情報生成部302によって構成される。

[0092] DS構成情報生成部301は、ディスカバリー信号（DS）構成情報（送信構成情報）を生成する。具体的には、DS構成情報生成部301は、DS周期、DS送信期間、DS開始オフセットの少なくとも一つを決定する。上述のように、DS周期は、ディスカバリー信号の送信周期であり、DS送信期間は、ディスカバリー信号の送信期間（送信時間長）であり、DS開始オフセットは、無線フレームの先頭からDS送信期間を開始するまでの開始オフセットである。

[0093] DS構成情報生成部301は、決定したDS周期、DS送信期間、DS開始オフセットの少なくとも一つを含むDS構成情報を生成し、送受信部103に出力する（第1-3態様）。DS構成情報は、RRCシグナリングなどの上位レイヤシグナリングにより、ユーザ端末20に通知される。また、D

S構成情報は、伝送路インターフェース106を介して、マクロ基地局11配下のスモール基地局12に通知されてもよい。

[0094] また、DS構成情報生成部301は、DS検出期間1回あたりのDS周期の回数 k を決定し、送受信部103に出力してもよい（第3態様）。当該回数 k は、RRCシグナリングなどの上位レイヤシグナリングにより、ユーザ端末20に通知される。

[0095] DRX情報生成部302は、DRX情報（間欠受信情報）を生成する。具体的には、DRX情報生成部302は、DRX周期、オン期間タイマ、DRX開始オフセットの少なくとも一つを決定する。上述のように、DRX周期は、オン期間とオフ期間とを繰り返す周期を示す。オン期間タイマは、オン期間の時間長を示す。また、DRX開始オフセットは、図4に示すように、無線フレームの先頭からオン期間が開始されるまでの開始オフセットであり、オン期間のタイミングを示す。

[0096] また、DRX情報生成部302は、決定されたDRX周期、オン期間タイマ、DRX開始オフセットの少なくとも一つ含むDRX情報を生成し、送受信部103に出力する（第1-3態様）。また、DRX情報は、RRCシグナリングなどの上位レイヤシグナリングにより、ユーザ端末に通知される。

[0097] 図18は、本実施の形態に係るユーザ端末20の機能構成図である。図18に示すように、ユーザ端末20は、DS検出期間設定部401、測定部402を具備する。本発明の設定部は、DS検出期間設定部401によって構成される。

[0098] DS検出期間設定部401は、DS構成情報とDRX情報とに基づいて、DS送信期間の少なくとも一つと一致するように、DS検出期間を設定する。なお、DS検出期間は、DRX周期で繰り返されるオン期間であってもよい（第1態様）、当該オン期間とは別に受信回路をオンにする期間であってもよい（第2、3態様）。また、DS構成情報とDRX情報とは、マクロ基地局11又はスモール基地局12から送受信部203によって受信され、DS検出期間設定部401に入力される。

- [0099] 具体的には、D S検出期間設定部401は、D R X周期とD S開始オフセットとに基づいて決定されるタイミングに、D S検出期間としてD R X周期で繰り返されるオン期間を設定してもよい（第1態様）。この場合、D R X周期は、D S周期の k ($k \geq 1$) 倍に設定される。例えば、D S検出期間設定部401は、上記式(1)が満たされるタイミングに、上記オン期間を設定してもよい。
- [0100] また、D S検出期間設定部401は、D S開始オフセットとD S周期とD R X周期とユーザ端末20の電池残量とに基づいて決定されるタイミングに、D R X周期で繰り返されるオン期間とは別にD S検出期間を設定してもよい（第2態様）。例えば、D S検出期間設定部401は、上記式(2)に基づいて決定されるタイミングに、D S検出期間を設定してもよい。
- [0101] また、D S検出期間設定部401は、D S検出期間1回あたりのD S周期の回数 k とD S周期とD S開始オフセットとに基づいて決定されるタイミングに、D R X周期で繰り返されるオン期間とは別にD S検出期間を設定してもよい（第3態様）。例えば、D S検出期間設定部401は、上記式(3)が満たされるタイミングに、D S検出期間を設定してもよい。なお、回数 k は、送受信部203でマクロ基地局11から受信され、D S検出期間設定部401に入力される。
- [0102] 測定部402は、D S検出期間設定部401で設定されたD S検出期間において、同周波メジャメントにより、スモールセルC2を検出する。具体的には、測定部402は、D S検出期間において、スモール基地局11から送信されるディスカバリー信号の受信品質を測定する。上述のように、受信品質は、R S R P、R S R Q、S I N R、S N Rなどを含む。
- [0103] また、測定部402は、D R X周期で繰り返されるオン期間において、同周波メジャメントにより、スモールセルC2を検出してもよい。具体的には、測定部402は、オン期間において、スモール基地局11から送信されるディスカバリー信号の受信品質を測定する。
- [0104] また、測定部402は、測定結果をメジャメントレポートとして送受信部

203に出力する。このメジャメントレポートは、例えば、RRCシグナリングなどの上位レイヤシグナリングにより、マクロ基地局11に通知される。

- [0105] 本実施の形態に係る無線通信システム1によれば、DS周期で繰り返されるDS送信期間の少なくとも一つに一致するように、ユーザ端末におけるDS検出期間が設定される。このため、図6に示すように、オン期間をDS周期以上に長く設定せずとも、DS検出期間とDS送信周期とを重複させることができる。この結果、ユーザ端末の消費電力を増大させずに、スモールセルをより確実に検出できる。
- [0106] 以上、上述の実施形態を用いて本発明について詳細に説明したが、当業者にとっては、本発明が本明細書中に説明した実施形態に限定されるものではないということは明らかである。本発明は、特許請求の範囲の記載により定まる本発明の趣旨及び範囲を逸脱することなく修正及び変更態様として実施することができる。従って、本明細書の記載は、例示説明を目的とするものであり、本発明に対して何ら制限的な意味を有するものではない。
- [0107] 本出願は、2013年8月1日出願の特願2013-160729に基づく。この内容は、全てここに含めておく。

請求の範囲

- [請求項1] マクロセル内にスモールセルが配置される無線通信システムにおいて用いられるユーザ端末であって、
- 前記スモールセルで送信される検出／測定用信号の送信構成情報と、前記ユーザ端末における間欠受信周期を含む間欠受信情報とを、前記マクロセル又は／及び前記スモールセルを形成する無線基地局から受信する受信部と、
- 前記送信構成情報と前記間欠受信情報とに基づいて、前記検出／測定用信号の送信期間の少なくとも一つと一致するように、前記検出／測定用信号を検出するための検出期間を設定する設定部と、を具備することを特徴とするユーザ端末。
- [請求項2] 前記送信構成情報は、前記検出／測定用信号の送信周期、前記検出／測定用信号の送信期間、前記送信期間の開始オフセットの少なくとも一つを含むことを特徴とする請求項1に記載のユーザ端末。
- [請求項3] 前記間欠受信周期は、前記送信周期の k ($k \geq 1$) 倍であり、
- 前記設定部は、前記間欠受信周期と前記開始オフセットとに基づいて決定されるタイミングに、前記検出期間として、前記間欠受信周期で繰り返されるオン期間を設定することを特徴とする請求項2に記載のユーザ端末。
- [請求項4] 前記設定部は、
- $$[(SFN * 10) + \text{サブフレーム番号}] \bmod (DRX \text{ 周期}) = DS \text{ 開始オフセット}$$
- が満たされるタイミングに前記オン期間を設定し、
- 前記 SFN は、無線フレーム番号であり、前記 DRX 周期は、前記間欠受信周期であり、前記 DS 開始オフセットは、前記開始オフセットであることを特徴とする請求項3に記載のユーザ端末。
- [請求項5] 前記設定部は、前記送信周期と前記開始オフセットと前記間欠受信周期と前記ユーザ端末の電池残量とに基づいて決定されるタイミング

に、前記間欠受信周期で繰り返されるオン期間とは別に前記検出期間を設定することを特徴とする請求項2に記載のユーザ端末。

[請求項6] 前記設定部は、

$$\text{Time_remain} + m * \text{DS周期} = k * \text{DRX周期} + n$$

に基づいて決定されるタイミングに前記検出期間を設定し、

前記Time_remainは、前記検出／測定用信号の次の送信期間までの残り時間であり、前記DS周期は、前記送信周期であり、前記DRX周期は、前記間欠受信周期であり、前記mは、前記電池残量に基づいて決定される所定の係数であり、前記k、nは、所定の係数であることを特徴とする請求項5に記載のユーザ端末。

[請求項7] 前記受信部は、前記検出期間1回あたりの前記送信周期の回数を受信し、

前記設定部は、前記送信周期の回数と前記送信周期と前記開始オフセットとに基づいて決定されるタイミングに、前記間欠受信周期で繰り返されるオン期間とは別に前記検出期間を設定することを特徴とする請求項2に記載のユーザ端末。

[請求項8] 前記設定部は、

$$[(SFN * 10) + \text{サブフレーム番号}] \bmod (k * \text{DS周期}) = \text{DS開始オフセット}$$

が満たされるタイミングに前記検出期間を設定し、

前記SFNは、無線フレームの番号であり、前記DS周期は、前記送信周期であり、

前記DS開始オフセットは、前記開始オフセットであり、前記kは、前記送信周期の回数であることを特徴とする請求項7に記載のユーザ端末。

[請求項9] マクロセル内にスモールセルが配置される無線通信システムにおいて、前記マクロセルを形成する無線基地局であって、

前記スモールセルで送信される検出／測定用信号の送信構成情報と

、前記ユーザ端末における間欠受信周期を含む間欠受信情報とを、生成する生成部と、

前記送信構成情報と前記間欠受信情報とを、ユーザ端末に送信する送信部と、を具備し、

前記ユーザ端末において前記検出／測定用信号を検出するための検出期間が、前記送信構成情報と前記間欠受信情報とに基づいて、前記検出／測定用信号の送信期間の少なくとも一つと一致するように設定されることを特徴とする無線基地局。

[請求項10]

マクロセル内にスモールセルが配置される無線通信システムにおいて用いられる通信制御方法であって、

前記マクロセル又は／及び前記スモールセルを形成する無線基地局において、前記スモールセルで送信される検出／測定用信号の送信構成情報と、前記ユーザ端末における間欠受信周期を含む間欠受信情報とを、ユーザ端末に通知する工程と、

前記ユーザ端末において、前記送信構成情報と前記間欠受信情報とに基づいて、前記検出／測定用信号の送信期間の少なくとも一つと一致するように、前記検出／測定用信号を検出するための検出期間を設定する工程と、を有することを特徴とする通信制御方法。