(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2016-213530
(P2016-213530A)
(43)公開日　平成28年12月15日(2016.12.15)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H04W 48/16	(2009.01)	H04W	48/16		5K047
H04L 7/04	(2006.01)	H04L	7/04		5K067
H04W 16/32	(2009.01)	H04W	16/32		
H04W 56/00	(2009.01)	H04W	56/00	130	
H04J 11/00	(2006.01)	H04J	11/00	Z	

審査請求 未請求　請求項の数 8　ＯＬ　（全 29 頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2015-92375 (P2015-92375)
(22)出願日　平成27年4月28日 (2015.4.28)

申請有り

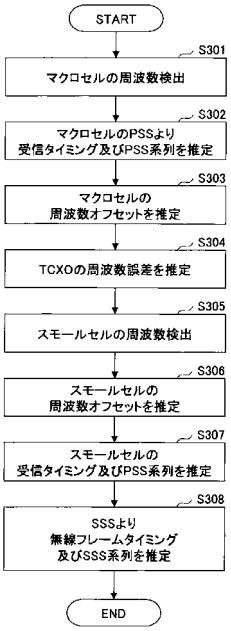
(71)出願人　392026693
株式会社ＮＴＴドコモ
東京都千代田区永田町二丁目１１番１号
(74)代理人　100107766
弁理士　伊東　忠重
(74)代理人　100070150
弁理士　伊東　忠彦
(74)代理人　100124844
弁理士　石原　隆治
(72)発明者　岸山　祥久
東京都千代田区永田町二丁目１１番１号
株式会社ＮＴＴドコモ内
(72)発明者　永田　聡
東京都千代田区永田町二丁目１１番１号
株式会社ＮＴＴドコモ内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】セルサーチ方法及びユーザ装置

(57)【要約】　（修正有）
【課題】同期信号の受信タイミングを適切に検出する技術を提供する。
【解決手段】第一のセルと第二のセルとを有する無線通信システムにおいて、基地局と通信するユーザ装置が行うセルサーチ方法であって、基地局から、第一のセルに用いられる第一の主同期信号と、第二のセルに用いられる第二の主同期信号とを受信する受信ステップと、第一の主同期信号と第一の主同期信号のレプリカ信号との相関から、第一の主同期信号の受信タイミングを推定する、第一の推定ステップと、第一の主同期信号の受信タイミングに基づいて、第一のセルの周波数オフセットを推定する、第二の推定ステップと、第一のセルの周波数オフセットに基づいて、第二のセルの周波数オフセットを推定する、第三の推定ステップと、第二のセルの周波数オフセットを用いて、第二の主同期信号の受信タイミングを推定する、第四の推定ステップと、を有する。
【選択図】図１１

実施の形態に係る処理手順（その１）の一例を示すフローチャート



【特許請求の範囲】
【請求項１】
第一のセルと第二のセルとを有する無線通信システムにおいて、基地局と通信するユーザ装置が行うセルサーチ方法であって、
前記基地局から、前記第一のセルに用いられる第一の主同期信号と、前記第二のセルに用いられる第二の主同期信号とを受信する受信ステップと、
前記第一の主同期信号と前記第一の主同期信号のレプリカ信号との相関電力から、前記第一の主同期信号の受信タイミングを推定する、第一の推定ステップと、
前記第一の主同期信号の受信タイミングに基づいて、前記第一のセルの周波数オフセットを推定する、第二の推定ステップと、
前記第一のセルの周波数オフセットに基づいて、前記第二のセルの周波数オフセットを推定する、第三の推定ステップと、
前記第二のセルの周波数オフセットを用いて、前記第二の主同期信号の受信タイミングを推定する、第四の推定ステップと、
を有するセルサーチ方法。
【請求項２】
前記第三の推定ステップは、前記第一のセルの周波数オフセットに基づいて、当該ユーザ装置が備える基準発振器の周波数誤差を推定し、推定した前記周波数誤差に基づいて、前記第二のセルの周波数オフセットを推定する、請求項１に記載のセルサーチ方法。
【請求項３】
前記第四の推定ステップは、前記第二のセルの周波数オフセットが補償された前記第二の主同期信号と、前記第二の主同期信号のレプリカ信号との相関電力から、前記第二の主同期信号の受信タイミングを推定する、請求項１又は２に記載のセルサーチ方法。
【請求項４】
前記第四の推定ステップは、
前記第二のセルの周波数オフセットが補償された前記第二の主同期信号と、前記第二の主同期信号のレプリカ信号との相関電力から、複数の受信タイミングの候補を推定し、
推定された前記複数の受信タイミングの候補の各々に対応する前記第二のセルの周波数オフセットを推定し、推定された前記複数の受信タイミングの候補の各々に対応する前記第二のセルの周波数オフセットと、前記第三の推定ステップにより推定された前記第二のセルの周波数オフセットとの差が最も小さい受信タイミングの候補を選択し、
選択された受信タイミングを、前記第二の主同期信号の受信タイミングとして推定する、請求項２に記載のセルサーチ方法。
【請求項５】
前記第二の推定ステップは、
前記第一の主同期信号のレプリカ信号を時間軸上で１以上の区間に分割し、
前記１以上の区間のうちいずれか１つの区間を更に半分に区切った前半部分と後半部分とに対して、前記第一の主同期信号と前記第一の主同期信号のレプリカ信号との部分相関を算出し、
算出した前半部分の部分相関と後半部分の部分相関とを用いて位相回転量を算出し、
算出した位相回転量から前記第一のセルの周波数オフセットを推定する、請求項１乃至４のいずれか一項に記載のセルサーチ方法。
【請求項６】
請求項１乃至５のいずれか一項のセルサーチ方法は、更に、
前記第一の主同期信号と前記第一の主同期信号のレプリカ信号との相関電力のうち最も大きい相関電力と、前記第二の主同期信号と前記第二の主同期信号のレプリカ信号との相関電力のうち最も大きい相関電力とを比較し、
前記第一の主同期信号と前記第一の主同期信号のレプリカ信号との相関のうち最も大きい相関電力が、前記第二の主同期信号と前記第二の主同期信号のレプリカ信号との相関電力よりも大きい場合、

前記第一のセルに用いられる第一の副同期信号を受信する第二の受信ステップと、
前記第一の主同期信号の時間領域信号と前記第一の副同期信号の時間領域信号とを、それぞれ前記第一の主同期信号の周波数領域信号と前記第一の副同期信号の周波数領域信号とに変換する第一の変換ステップと、
前記第一の主同期信号の時間領域信号を用いて推定された各サブキャリアのチャネル応答の複素共役が乗算された前記第一の副同期信号の周波数領域信号と、前記第一の副同期信号のレプリカ信号との相関から、無線フレームタイミング及び前記第一の副同期信号の系列を検出する第一の検出ステップと、
前記第二の主同期信号と前記第二の主同期信号のレプリカ信号との相関のうち最も大きい相関電力が前記第一の主同期信号と前記第一の主同期信号のレプリカ信号との相関電力よりも大きい場合、
前記第二のセルに用いられる第二の副同期信号を受信する第三の受信ステップと、
前記第二の主同期信号の時間領域信号と前記第二の副同期信号の時間領域信号とを、それぞれ前記第二の主同期信号の周波数領域信号と前記第二の副同期信号の周波数領域信号とに変換する第二の変換ステップと、
前記第二の主同期信号を用いて推定された各サブキャリアのチャネル応答の複素共役が乗算された前記第二の副同期信号の周波数領域信号と、前記第二の副同期信号のレプリカ信号との相関から、無線フレームタイミング及び前記第二の副同期信号の系列を検出する第二の検出ステップと、
を有する、セルサーチ方法。

【請求項７】
請求項１乃至５のいずれか一項のセルサーチ方法は、更に、
前記第一のセルに用いられる第一の副同期信号を受信する第二の受信ステップと、
前記第一の主同期信号の時間領域信号と前記第一の副同期信号の時間領域信号とを、それぞれ前記第一の主同期信号の周波数領域信号と前記第一の副同期信号の周波数領域信号とに変換する第一の変換ステップと、
前記第一の主同期信号の時間領域信号を用いて推定された各サブキャリアのチャネル応答の複素共役が乗算された前記第一の副同期信号の周波数領域信号と、前記第一の副同期信号のレプリカ信号との相関から、無線フレームタイミング及び前記第一の副同期信号の系列を検出する第一の検出ステップと、
前記第二のセルに用いられる第二の副同期信号を受信する第三の受信ステップと、
前記第二の主同期信号の時間領域信号と前記第二の副同期信号の時間領域信号とを、それぞれ前記第二の主同期信号の周波数領域信号と前記第二の副同期信号の周波数領域信号とに変換する第二の変換ステップと、
前記第二の主同期信号を用いて推定された各サブキャリアのチャネル応答の複素共役が乗算された前記第二の副同期信号の周波数領域信号と、前記第二の副同期信号のレプリカ信号との相関から、無線フレームタイミング及び前記第二の副同期信号の系列を検出する第二の検出ステップと、
を有する、セルサーチ方法。

【請求項８】
第一のセルと第二のセルとを有する無線通信システムにおいて、基地局と通信するユーザ装置であって、
前記基地局から、前記第一のセルに用いられる第一の主同期信号と、前記第二のセルに用いられる第二の主同期信号とを受信する受信手段と、
前記第一の主同期信号と前記第一の主同期信号のレプリカ信号との相関電力から、前記第一の主同期信号の受信タイミングを推定し、前記第一の主同期信号の受信タイミングに基づいて、前記第一のセルの周波数オフセットを推定し、前記第一のセルの周波数オフセットに基づいて、前記第二のセルの周波数オフセットを推定し、前記第二のセルの周波数オフセットを用いて、前記第二の主同期信号の受信タイミングを推定する推定手段と、
を有するユーザ装置。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、セルサーチ方法及びユーザ装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、移動通信ネットワークにおいて飛躍的に増大するトラフィックを効率的に収容するため、スモールセルにマクロセルがオーバーレイされたヘテロジーニアスネットワークの検討が行われている。
【０００３】
ヘテロジーニアスネットワークにより、移動通信ネットワークは、マクロセルを用いてカバレッジを保証する一方、ホットスポット、大規模ホール、ショッピングモールなどのトラフィックが高い場所に設置されたスモールセルを用いて、所定の場所に留まりつつも高速通信を要求するユーザ装置を効率的に収容することが可能になる（例えば、非特許文献１参照）。
【０００４】
ここで、ＬＴＥ（Long Term Evolution）の下りリンクでは、直交周波数分割多重アクセス(ＯＦＤＭＡ：Orthogonal Frequency Division Multiple Access)方式が採用されている。ユーザ装置は、電源立ち上げ時、すなわち物理チャネルのセットアップ時に、接続先のセルを探索するためのセルサーチを行う。ユーザ装置は、セルサーチにより、セルの物理セルＩＤ（ＰＣＩ：physical Cell Identity）を取得すると共に、無線フレームタイミング同期を行う。
【０００５】
ＬＴＥでは、セルサーチが効率的に行われるように、ＯＦＤＭＡに適した階層型同期信号が規定されている。具体的には、階層型同期信号は、第１同期信号(ＰＳＳ: Primary Synchronization Signal)、及び第２同期信号(ＳＳＳ: Secondary Synchronization Signal)から構成されている（例えば、非特許文献２参照）。
【０００６】
セルサーチの第１のステップで、ユーザ装置は、基地局から送信されている無線信号に含まれているＰＳＳを用いて、ＰＳＳの受信タイミングの検出（すなわち、シンボルタイミングの検出）及び物理セルＩＤグループの中の物理セルＩＤの検出を行う。次に、第２のステップで、ユーザ装置は、基地局から送信されている無線信号に含まれているＳＳＳを用いて、無線フレームタイミングの検出及び物理セルＩＤグループの検出を行う。
【０００７】
図1は、時間領域のＰＳＳ及びＳＳＳの多重構成を示す図である。ＬＴＥの無線インタフェースは、時間領域において、１０ｍｓ長の無線フレームと、１ｍｓ長の１０個のサブフレームから構成される。さらに、１つのサブフレームは、０．５ｍｓ長の２つのスロットから構成される。ＰＳＳは、無線フレーム内の１番目及び１１番目のスロットの最終ＯＦＤＭシンボルに多重される。また、ＳＳＳは、ＰＳＳと隣接する最終から２番目のＯＦＤＭシンボルに多重される。また、ＬＴＥの無線インタフェースは、周波数領域において、１５ｋＨｚ間隔の複数のサブキャリアを有する。例えば、無線インタフェースのシステム帯域幅が５ＭＨｚである場合、当該無線インタフェースは３００個のサブキャリアから構成される。
【０００８】
図２は、周波数領域のＰＳＳ及びＳＳＳの多重構成を示す図である。ＰＳＳ及びＳＳＳは、周波数領域において、基地局のシステム帯域幅の中心に存在する６３個のサブキャリアから構成される９４５ｋＨｚ帯域で送信される。ＰＳＳは、中心のＤＣサブキャリアを除く、６２個のサブキャリアに連続して多重される。一方、ＳＳＳは、２つのＳＳＳ系列から構成される。２つのＳＳＳ系列は、ＳＳＣ１（Second Synchronization Code 1）及びＳＳＣ２と呼ばれる。ＳＳＣ１及びＳＳＣ２は、ＰＳＳが多重されている６２個のサブ

キャリアに対して、１サブキャリアごとに交互に多重される。
【先行技術文献】
【非特許文献】
【０００９】
【非特許文献１】３ＧＰＰ　ＴＳ３６．８７２（Ｖ１２．１．０）
【非特許文献２】３ＧＰＰ　ＴＳ３６．２１１（Ｖ１１．６．０）
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【００１０】
セルサーチの処理手順において、ユーザ装置が最初に受信及び復調する物理チャネルはＰＳＳである。従って、ユーザ装置が容易にＰＳＳを復調できるようにするため、ＰＳＳ系列は、基本的に全てのセルで共通の系列であるのが望ましい。しかしながら、複数の基地局（セルサイト）を有する無線通信システムにおいて、同一のＰＳＳ系列が異なるセル間で用いられた場合、ＳＳＳ系列を周波数領域で同相合成をする際に用いるＰＳＳのチャネル応答の推定精度が劣化してしまう。従って、ＬＴＥ規格において、ＰＳＳには、次式で表される系列長６２の３つのＺａｄｏｆｆ－Ｃｈｕ系列が用いられている（非特許文献２参照）。
【００１１】
【数１】

$$d_M(n_{PSS})=\begin{cases} e^{-j\frac{\pi M n_{PSS}(n_{PSS}+1)}{63}} & n_{PSS}=0,1,...,30 \\ e^{-j\frac{\pi M(n_{PSS}+1)(n_{PSS}+2)}{63}} & n_{PSS}=31,32,...,61 \end{cases} \quad \text{式(1)}$$

変数Ｍは、２５、２９及び３４の値をとるルート値(root index)であり、それぞれ３個の物理レイヤＩＤ（０、１、２）に対応している。なお、ＬＴＥでは、５０４個の物理レイヤセルＩＤが規定されている。５０４個の物理レイヤセルＩＤは、１６８個の物理レイヤセルＩＤグループにグループ分けされ、各グループは３個の物理レイヤＩＤを含む。上述の式で表される３つのＰＳＳ系列は、それぞれ物理セルＩＤグループ内の３つの物理レイヤＩＤに対応している。ＳＳＳ系列は、１６８個の物理セルＩＤグループを表している。
【００１２】
なお、通常、３セル（セクタ）構成のマクロセルでは、それぞれ３種類の異なるＰＳＳ系列が与えられることが多い。一方、マクロセルのセル内にスモールセルが設置される場合、スモールセルに対するＰＳＳ系列の割り当て方法には、何通りかの方法が考えられる。一例として、スモールセルのＰＳＳ系列には、オーバーレイしたマクロセルのＰＳＳ系列とは異なるＰＳＳ系列が割り当てられる方法が考えられる。また、当該スモールセルが複数のスモールセルから構成される場合（スモールセル群が構成される場合）、複数の全てのスモールセルに共通のＰＳＳ系列が割り当てられる方法が考えられる。
【００１３】
ここで、キャリア周波数が２ＧＨｚであるマクロセルと、キャリア周波数が３．５ＧＨｚであるスモールセルとから構成されるヘテロジーニアスネットワークを想定する。キャリア周波数が高くなると、ユーザ装置の温度補償水晶発振器(ＴＣＸＯ: Temperature Compensated Crystal Oscillator)の周波数誤差に起因する周波数オフセットが増大する。ここで、周波数オフセットとは、基地局から送信される実際の無線信号の周波数と、ユーザ装置のＴＣＸＯから出力される同期信号に基づいて生成される周波数（ユーザ装置自身が

認識している周波数）とのずれを意味する。ＰＳＳ及びＳＳＳは、ユーザ装置が基地局と無線リンクを接続する最初の物理チャネルである。つまり、ユーザ装置は、ＴＣＸＯの発振周波数が自動周波数制御(ＡＦＣ: Automatic Frequency Control)により基地局の周波数に追従する前に、セルサーチを行わなければならない。すなわち、３．５ＧＨｚのキャリア周波数を用いるスモールセルでは、セルサーチにおいて、周波数オフセットが初期セルサーチ時間に与える影響が、２ＧＨｚのキャリア周波数を用いるマクロセルと比較して大きくなる。

【００１４】

例えば、ユーザ装置が備えるＴＣＸＯの自走モードでの周波数誤差が３ｐｐｍであると仮定した場合、２ＧＨｚのキャリア周波数における周波数オフセットは６ｋＨｚ程度である。一方、３．５ＧＨｚのキャリア周波数における周波数オフセットは、１０．５ｋＨｚにまで増大してしまうことになる。

【００１５】

図３は、周波数オフセットと、ＰＳＳ系列における相関電力を示す図である。なお、図３における縦軸は自己相関であるが、ここでは相関電力に読み替えている。なお、図３に示すＰＳＳ系列のルート値は２５である。相関電力とは、受信信号の時間領域波形とＰＳＳ系列レプリカとを、１ＦＦＴ（Fast Fourier Transform）ブロック区間に相当する所定のサンプル数を積分した信号の２乗値である。

【００１６】

周波数オフセットが増大すると、基地局から受信される受信信号とＰＳＳ系列レプリカとのチップタイミングのずれが大きくなり、相関電力が小さくなってしまう。例えば、図３に示すように、周波数オフセットが８．５ｋＨｚ程度に増大すると、周波数オフセットがゼロである場合と比較して相関電力が約半分程度に低減してしまうことがわかる。

【００１７】

図４は、周波数オフセット（７．５ｋＨｚ）に起因する時間シフトがある場合のＰＳＳ系列の相関電力を示す図である。図５は、周波数オフセット（８．５ｋＨｚ）に起因する時間シフトがある場合のＰＳＳ系列の相関電力を示す図である。図６は、周波数オフセット（１０．５ｋＨｚ）に起因する時間シフトがある場合のＰＳＳ系列の相関電力を示す図である。なお、図４～図６に示すＰＳＳ系列のルート値は２５である。図４～図６において、正しい受信タイミング（ユーザ装置が検出すべきＰＳＳの受信タイミング）は、受信タイミングが３３２４である位置になる。

【００１８】

図４に示すように、周波数オフセットが７．５ｋＨｚの場合は、ＰＳＳの相関電力のピークが正しい受信タイミングに対応している。ユーザ装置のＴＣＸＯの周波数誤差を３ｐｐｍと仮定した場合、２ＧＨｚのキャリア周波数を用いるマクロセルにおける周波数オフセットは約６ｋＨｚとなる。すなわち、周波数オフセットが約６ｋＨｚであったとしても、ユーザ装置は、ＰＳＳの受信タイミング（シンボルタイミング）を正しく検出できることがわかる。

【００１９】

同様に、図５に示すように、周波数オフセットが８．５ｋＨｚの場合は、相関電力のピークが低減し、２番目の相関電力に非常に近くなることがわかる。しかしながら、図５の場合であっても、相関電力のピークが正しい受信タイミングに対応している。

【００２０】

一方、図６に示すように、周波数オフセットが１０．５ｋＨｚの場合は、相関電力のピークが正しい受信タイミングに対応していない。すなわち、従来のＬＴＥで行われているように、受信信号とＰＳＳ系列レプリカとの最大相関電力を用いて正しい受信タイミングを検出する方法では、例えば、３．５ＧＨｚのキャリア周波数を用いるスモールセルのように周波数オフセットが大きいセルにおいて、ユーザ装置は、ＰＳＳの受信タイミングを正しく検出できる確率が低くなってしまうことがわかる。

【００２１】

開示の技術は上記に鑑みてなされたものであって、高いキャリア周波数が用いられるセルにおいて、同期信号の受信タイミングを適切に検出することができる技術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】

【００２２】

開示の技術のセルサーチ方法は、第一のセルと第二のセルとを有する無線通信システムにおいて、基地局と通信するユーザ装置が行うセルサーチ方法であって、前記基地局から、前記第一のセルに用いられる第一の主同期信号と、前記第二のセルに用いられる第二の主同期信号とを受信する受信ステップと、前記第一の主同期信号と前記第一の主同期信号のレプリカ信号との相関から、前記第一の主同期信号の受信タイミングを推定する、第一の推定ステップと、前記第一の主同期信号の受信タイミングに基づいて、前記第一のセルの周波数オフセットを推定する、第二の推定ステップと、前記第一のセルの周波数オフセットに基づいて、前記第二のセルの周波数オフセットを推定する、第三の推定ステップと、前記第二のセルの周波数オフセットを用いて、前記第二の主同期信号の受信タイミングを推定する、第四の推定ステップと、を有する。

【００２３】

また、開示の技術のユーザ装置は、第一のセルと第二のセルとを有する無線通信システムにおいて、基地局と通信するユーザ装置であって、前記基地局から、前記第一のセルに用いられる第一の主同期信号と、前記第二のセルに用いられる第二の主同期信号とを受信する受信手段と、前記第一の主同期信号と前記第一の主同期信号のレプリカ信号との相関電力から、前記第一の主同期信号の受信タイミングを推定し、前記第一の主同期信号の受信タイミングに基づいて、前記第一のセルの周波数オフセットを推定し、前記第一のセルの周波数オフセットに基づいて、前記第二のセルの周波数オフセットを推定し、前記第二のセルの周波数オフセットを用いて、前記第二の主同期信号の受信タイミングを推定する推定手段と、を有する。

【発明の効果】

【００２４】

開示の技術によれば、高いキャリア周波数が用いられるセルにおいて、同期信号の受信タイミングを適切に検出することができる技術が提供される。

【図面の簡単な説明】

【００２５】

【図１】時間領域のＰＳＳ及びＳＳＳの多重構成を示す図である。

【図２】周波数領域のＰＳＳ及びＳＳＳの多重構成を示す図である。

【図３】周波数オフセットと、ＰＳＳ系列における相関電力を示す図である。

【図４】周波数オフセット（７．５ｋＨｚ）に起因する時間シフトがある場合のＰＳＳ系列の相関電力を示す図である。

【図５】周波数オフセット（８．５ｋＨｚ）に起因する時間シフトがある場合のＰＳＳ系列の相関電力を示す図である。

【図６】周波数オフセット（１０．５ｋＨｚ）に起因する時間シフトがある場合のＰＳＳ系列の相関電力を示す図である。

【図７】実施の形態に係る無線通信システムの構成を示す図である。

【図８】実施の形態に係るユーザ装置が行うセルサーチ方法の概要を示す図である。

【図９】実施の形態に係るユーザ装置の機能構成の一例を示す図である。

【図１０】実施の形態に係る基地局の機能構成の一例を示す図である。

【図１１】実施の形態に係る処理手順（その１）の一例を示すフローチャートである。

【図１２】基地局から受信した受信信号とＰＳＳ系列レプリカとの部分相関の対象区間を示す図である。

【図１３】実施の形態に係る処理手順（その２）の一例を示すフローチャートである。

【図１４】初期セルサーチ時間の累積分布関数を示す図である。

【図１５】初期セルサーチ時間の時間特性を示す図である。

【発明を実施するための形態】
【００２６】
以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。なお、以下で説明する実施の形態は一例に過ぎず、本発明が適用される実施の形態は、以下の実施の形態に限られるわけではない。例えば、本実施の形態に係る無線通信システムはＬＴＥに準拠した方式のシステムを想定しているが、本発明はＬＴＥに限定されるわけではなく、他の方式にも適用可能である。なお、本明細書及び特許請求の範囲において、「ＬＴＥ」は、３ＧＰＰのリリース８、又は９に対応する通信方式のみならず、３ＧＰＰのリリース１０、１１、１２、１３、又はリリース１４以降に対応する通信方式も含む広い意味で使用する。
【００２７】
＜概要＞
（無線通信システムの全体構成）
図７は、実施の形態に係る無線通信システムの構成を示す図である。図７に示すように、本実施の形態における無線通信システムは、ユーザ装置１０と、マクロセルを形成する基地局２０と、スモールセルを形成する基地局２０とを含む無線通信システムである。また、本実施の形態における無線通信システムでは、スモールセルをマクロセルにオーバーレイさせるようにしている。図７の例では、１つのマクロセルが示されているが、これも図示の便宜上のものであり複数のマクロセルが存在するようにしてもよい。また、図７の例では、１つのスモールセルが示されているが、これも図示の便宜上のものであり複数のスモールセルが存在するようにしてもよい。また、スモールセルを形成する基地局２０は、例えば、マクロセルを形成する基地局２０と光ファイバ等で接続されるＲＲＨ（Remote Radio Head）であってもよい。
【００２８】
スモールセルには、マクロセルよりも高いキャリア周波数が設定されている前提とする。本実施の形態における無線通信システムにおいて、マクロセルのキャリア周波数は、例えば２ＧＨｚであってもよい。また、スモールセルのキャリア周波数は、例えば３．５ＧＨｚであってもよい。
【００２９】
ユーザ装置１０は、無線を通じて基地局２０及びコアネットワーク等と通信を行う機能を有する。ユーザ装置１０は、例えば、携帯電話、スマートフォン、タブレット、モバイルルータ、ウェアラブル端末などである。ユーザ装置１０は、通信機能を有する機器であれば、どのようなユーザ装置１０であってもよい。ユーザ装置１０は、プロセッサなどのＣＰＵ、ＲＯＭ、ＲＡＭ又はフラッシュメモリなどのメモリ装置、基地局２０と通信するためのアンテナ、ＲＦ（Radio Frequency）装置、ＴＣＸＯなどのハードウェアリソースにより構成される。ユーザ装置１０の各機能及び処理は、メモリ装置に格納されているデータやプログラムをプロセッサが処理又は実行することによって実現されてもよい。しかしながら、ユーザ装置１０は、上述したハードウェア構成に限定されず、他の何れか適切なハードウェア構成を有してもよい。
【００３０】
基地局２０は、無線を通じてユーザ装置１０との間で通信を行う。基地局２０は、プロセッサなどのＣＰＵ、ＲＯＭ、ＲＡＭ又はフラッシュメモリなどのメモリ装置、ユーザ装置１０等と通信するためのアンテナ、隣接する基地局２０及びコアネットワーク等と通信するための通信インタフェース装置などのハードウェアリソースにより構成される。基地局２０の各機能及び処理は、メモリ装置に格納されているデータやプログラムをプロセッサが処理又は実行することによって実現されてもよい。しかしながら、基地局２０は、上述したハードウェア構成に限定されず、他の何れか適切なハードウェア構成を有してもよい。
【００３１】
図８は、実施の形態に係るユーザ装置が行うセルサーチ方法の概要を示す図である。図８を用いて、実施の形態に係るユーザ装置１０がマクロセル及びスモールセルのセルサー

チを行い、マクロセルの無線フレームタイミング及び物理レイヤセルＩＤ、及びスモールセルの無線フレームタイミング及び物理レイヤセルＩＤを推定するまでの処理手順の概要を説明する。

【００３２】

ステップＳ１０で、ユーザ装置１０は、マクロセルにおけるＰＳＳの受信タイミング及びＰＳＳ系列を推定する。

【００３３】

ステップＳ１１で、ユーザ装置１０は、ステップＳ１０の処理手順で推定されたＰＳＳの受信タイミングを用いて、マクロセルの周波数オフセットを推定する。前述のように、周波数オフセットとは、基地局２０から送信される実際の無線信号の周波数と、ユーザ装置１０のＴＣＸＯから出力される同期信号に基づいて生成される周波数（ユーザ装置１０自身が認識している周波数）とのずれを意味する。すなわち、ユーザ装置１０は、ユーザ装置１０自身が認識しているマクロセルのキャリア周波数と基地局２０から送信される無線信号のキャリア周波数とのずれを推定することになる。以降、ユーザ装置１０自身が認識しているマクロセルのキャリア周波数と基地局２０から送信されるマクロセルの無線信号のキャリア周波数とのずれを、「マクロセルの周波数オフセット」という。同様に、ユーザ装置１０自身が認識しているスモールセルのキャリア周波数と基地局２０から送信されるスモールセルの無線信号のキャリア周波数とのずれを、「スモールセルの周波数オフセット」という。

【００３４】

ステップＳ１２で、ユーザ装置１０は、ステップＳ１１の処理手順で推定したマクロセルの周波数オフセットに基づいて、スモールセルの周波数オフセットを推定する。

【００３５】

ステップＳ１３で、ユーザ装置１０は、スモールセルにおける無線信号に対して、ステップＳ１２の処理手順で推定された周波数オフセットを補償し、周波数オフセットが補償されたスモールセルの無線信号を用いてスモールセルのＰＳＳの受信タイミング及びＰＳＳ系列を推定する。

【００３６】

＜機能構成＞

（ユーザ装置）

図９は、実施の形態に係るユーザ装置の機能構成の一例を示す図である。図９に示すように、ユーザ装置１０は、信号受信部１０１と、信号送信部１０２と、マクロセル同期部１０３と、スモールセル同期部１０４と、信号処理部１０５とを有する。図９は、ユーザ装置１０において本発明の実施の形態に特に関連する機能部のみを示すものであり、少なくともＬＴＥに準拠した動作を行うための図示しない機能も有するものである。また、図９に示す機能構成は一例に過ぎない。本実施の形態に係る動作を実行できるのであれば、機能区分や機能部の名称はどのようなものでもよい。

【００３７】

信号受信部１０１は、基地局２０から送信される無線信号を受信する。また、信号受信部１０１は、ＬＴＥに規定されている各周波数バンドをサーチすることでマクロセル又はスモールセルのキャリア周波数を検出する。また、信号受信部１０１は、マクロセル又はスモールセルのキャリア周波数の中心周波数周辺をサーチすることで、ＰＳＳ及びＳＳＳが含まれる無線信号を受信する。なお、以下の説明において、信号受信部１０１が受信した無線信号を、「受信信号」ということがある。

【００３８】

信号送信部１０２は、上位レイヤの情報から下位レイヤの信号を生成し、無線で送信する。

【００３９】

マクロセル同期部１０３は、マクロセルの無線信号に含まれるＰＳＳを用いて受信タイミング（シンボルタイミング）を推定すると共に、ＰＳＳ系列（物理レイヤＩＤ）を推定

する。また、マクロセル同期部１０３は、検出されたマクロセルの受信タイミングを用いて、マクロセルの周波数オフセットを推定する。また、マクロセル同期部１０３は、マクロセルの無線信号に含まれるＳＳＳを用いて無線フレームタイミングを推定すると共に、ＳＳＳ系列（物理レイヤセルＩＤグループ）を推定する。

【００４０】

スモールセル同期部１０４は、マクロセル同期部１０３で推定されたマクロセルの周波数オフセットを用いてスモールセルの周波数オフセットを推定する。また、スモールセル同期部１０４は、推定されたスモールセルの周波数オフセットを用いて、スモールセルの無線信号に含まれるＰＳＳを用いて受信タイミング（シンボルタイミング）を推定すると共に、ＰＳＳ系列（物理レイヤＩＤ）を推定する。また、スモールセル同期部１０４は、スモールセルの無線信号に含まれるＳＳＳを用いて無線フレームタイミングを推定すると共に、ＳＳＳ系列（物理レイヤセルＩＤグループ）を推定する。

【００４１】

信号処理部１０５は、無線で受信する下位レイヤから上位レイヤの信号に関する各種信号処理を行う。各種信号処理とは、例えば、物理レイヤ（ＰＨＹ：Physical Layer）、ＭＡＣ（Media Access Control）レイヤ、ＲＬＣ（Radio Link Control）レイヤ、ＰＤＣＰ（Packet Data Convergence Protocol）レイヤ、ＲＲＣ（Radio Resource Control）レイヤ等の処理である。

【００４２】

（基地局）

図１０は、実施の形態に係る基地局の機能構成の一例を示す図である。図１０に示すように、基地局２０は、同期信号生成部２０１と信号送信部２０２とを有する。図１０は、基地局２０において本発明の実施の形態に特に関連する機能部のみを示すものであり、少なくともＬＴＥに準拠した動作を行うための図示しない機能も有するものである。また、図１０に示す機能構成は一例に過ぎない。本実施の形態に係る動作を実行できるのであれば、機能区分や機能部の名称はどのようなものでもよい。

【００４３】

同期信号生成部２０１は、予め基地局２０に設定されたＰＳＳ系列及びＳＳＳ系列に基づいて、ＰＳＳ信号及びＳＳＳ信号を生成する。

【００４４】

信号送信部２０２は、予め基地局２０に設定されたセルの周波数及びシステム帯域に基づいて、同期信号生成部２０１で生成されたＰＳＳ信号及びＳＳＳ信号を含む無線信号を送信する。

【００４５】

＜セルサーチの処理手順＞

（処理手順（その１）

図１１は、実施の形態に係る処理手順（その１）の一例を示すフローチャートである。図１１を用いて、実施の形態に係るユーザ装置１０が行う処理手順について説明する。

【００４６】

ステップＳ３０１で、信号受信部１０１は、ＬＴＥに規定されている各周波数バンドをサーチすることでマクロセルのキャリア周波数を検出する。

【００４７】

なお、以下の処理手順において、ユーザ装置１０は２つの受信アンテナを有している前提であるが、実施の形態に係るユーザ装置１０は、１つの受信アンテナを有するユーザ装置１０であってもよいし、３つ以上の受信アンテナを有するユーザ装置１０であってもよい。

【００４８】

ステップＳ３０２で、マクロセル同期部１０３は、信号受信部１０１で受信されたマクロセルの受信信号に含まれるＰＳＳより、マクロセルのＰＳＳの受信タイミング及びＰＳＳ系列を推定する。マクロセル同期部１０３は、例えば、以下の式（２）を用いて基地局

２０から受信した受信信号とＰＳＳ系列レプリカとの相関電力を計算し、最も大きな相関電力を与える受信タイミング及びＰＳＳ系列を、マクロセルのＰＳＳの受信タイミング及びＰＳＳ系列であると推定するようにしてもよい。

【００４９】

なお、式（２）において、サンプルインデックスとは、１ＯＦＤＭシンボル区間をＦＦＴのサンプル数で等分した区間の各々を一意に識別するためのインデックスである。式（２）では、ＦＦＴのサンプル数は５１２であるため、１ＯＦＤＭシンボル区間を等分した各区間の各々に対して、０～５１１のサンプルインデックスが振られることになる。

【００５０】

また、式（２）において、受信タイミング（μ）は、例えば、マクロセルの受信信号に対して、基地局２０から見た場合の送信タイミングからの送信タイミングシフト（ユーザ装置１０が認識しているシンボルタイミングと、基地局２０が認識しているシンボルタイミングとの時間のずれ）と、基地局２０から送信された無線信号がユーザ装置１０で受信されるまでの伝搬遅延との和を表すようにしてもよい。

【００５１】

また、マクロセル同期部１０３は、例えば、基地局２０からのマクロセルの受信信号における時間軸のうち、任意のタイミング（例えば、ユーザ装置１０がセルサーチを開始した時間）の最初のサンプル区間がサンプルインデックス（ｎ＝０）に該当する区間であると定義し、受信タイミング（μ）の値を増加させながら相関電力を繰り返し計算するようにしてもよい。

【００５２】

なお、マクロセル同期部１０３は、式（２）を用いて、３つのＰＳＳ系列に対する電力相関プロファイルを生成し、電力相関プロファイルに現れる相関電力のピークのうち、最も大きな相関電力を与える受信タイミング及びＰＳＳ系列を、マクロセルのＰＳＳの受信タイミング及びＰＳＳ系列であると推定するようにしてもよい。

【００５３】

なお、電力相関プロファイルとは、例えば図４～図６のように、時間（受信タイミング）と相関電力とをグラフに表したものである。例えば、同一のＰＳＳ系列を有する複数のマクロセルが存在する場合、例えば図４～図６のように、複数の相関電力のピークが現れることになる。この場合、ステップＳ３０２では、マクロセル同期部１０３は、最も大きな相関電力を与える受信タイミング及びＰＳＳ系列が、最もパスロスが小さい基地局２０からの受信信号（すなわち、ユーザ装置１０が検出すべき受信信号）であると推定することになる。

【００５４】

なお、以下の式（２）は、ＦＦＴのサンプル数が５１２である場合を想定しているが、他のＦＦＴサンプル数（６４、１２８、２５６、１０２４等）を用いるようにしてもよい。

【００５５】

【数２】

$$\left(\hat{\mu}_{Macro},\hat{l}_{Macro}\right)=\underset{\mu,l\in[0,2]}{\arg\max}\sum_{h=0}^{1}\sum_{u=0}^{1}\left|\sum_{n=0}^{511}r_{Macro}^{(h)}\left(n+\mu+uN_{PSS_Int}\right)d_{PSS}^{(l)}(n)^{*}\right|^{2} \qquad \text{式(2)}$$

μ：マクロセルのＰＳＳの受信タイミング

$\hat{\mu}_{Macro}$：推定されたマクロセルのＰＳＳの受信タイミング

l：マクロセルのＰＳＳ系列（物理レイヤＩＤ：０～２）

$\hat{l}_{Macro}$：推定されたマクロセルのＰＳＳ系列（物理レイヤＩＤ）

n：サンプルインデックス

$r_{Macro}^{(h)}(n)$：受信アンテナ h で受信されるマクロセルの受信信号

$d_{PSS}^{(l)}(n)$：ＰＳＳ系列レプリカ　（*は共役複素数を表す）

$N_{PSS_Int}=(N_{FFT}+N_{CP})\times 14\times 5$：ＰＳＳの挿入間隔（５ｍｓ）に含まれるサンプル区間のサンプル数

N_{FFT}：ＦＦＴ（ＩＦＦＴ）のサンプル数

N_{CP}：サイクリックプレフィクスのサンプル数

ステップＳ３０３で、マクロセル同期部１０３は、ステップＳ３０２の処理手順で推定されたＰＳＳの受信タイミング及びＰＳＳ系列から、マクロセルの周波数オフセットを推定する。例えば、マクロセル同期部１０３は、以下の式（３）～（５）により、マクロセルの周波数オフセットを推定するようにしてもよい。

【００５６】

まず、マクロセル同期部１０３は、以下の式（３）により、ＰＳＳ系列レプリカに相当する区間（すなわち、ＴＣＸＯに基づきユーザ装置１０が認識している１ＯＦＤＭシンボル区間）の前半の各サンプル区間及び後半の各サンプル区間の各々において、基地局２０から受信した受信信号とＰＳＳ系列レプリカとの部分相関を計算する。続いて、マクロセル同期部１０３は、以下の式（４）により、計算した前半及び後半の各サンプル区間における部分相関から、ＴＣＸＯの周波数誤差に起因する位相回転量を推定する。なお、式（３）では、ＦＦＴのサンプル数が５１２である場合を想定している。続いて、マクロセル同期部１０３は、推定された位相回転量から、以下の式（５）を用いてマクロセルの周波数オフセットを推定する。

【００５７】

【数３】

$$C^{(h)}_{Macro_0}=\sum_{n=0}^{255} r^{(h)}_{Macro}\left(n+\hat{\mu}_{Macro}\right)d^{\left(\hat{i}_{Macro}\right)}_{PSS}(n)^{*}$$
$$C^{(h)}_{Macro_1}=\sum_{n=0}^{255} r^{(h)}_{Macro}\left(n+256+\hat{\mu}_{Macro}\right)d^{\left(\hat{i}_{Macro}\right)}_{PSS}(n+256)^{*} \qquad \text{式(3)}$$

【００５８】
【数４】

$$\Delta\hat{\theta}_{Macro}=\tan^{-1}\left\{\mathrm{Im}\left(\sum_{h=0}^{1} C^{(h)}_{Macro_0}{C^{(h)}_{Macro_1}}^{*}\right)\Big/\mathrm{Re}\left(\sum_{h=0}^{1} C^{(h)}_{Macro_0}{C^{(h)}_{Macro_1}}^{*}\right)\right\} \qquad \text{式(4)}$$

【００５９】
【数５】

$$\Delta\hat{f}_{Macro}=\Delta\hat{\theta}_{Macro}\cdot f_s\big/\pi N_{FFT} \qquad \text{式(5)}$$

f_s：サンプリング周波数

なお、マクロセル同期部１０３は、ステップＳ３０３の処理手順において、式（３）に代えて、以下の式（６）により、基地局２０から受信した受信信号とＰＳＳ系列レプリカとの相関を計算するようにしてもよい。以下の式（６）は、ＰＳＳ系列レプリカに相当する区間（すなわち、ＴＣＸＯに基づきユーザ装置１０が認識している１ＯＦＤＭシンボル区間）を時間軸上でＱブロックに分割した上で、ブロックｑ（０≦ｑ＜Ｑ）における前半の各サンプル区間及び後半の各サンプル区間の各々において、基地局２０から受信した受信信号とＰＳＳ系列レプリカとの部分相関を計算するようにしてもよい。なお、以下の式では、ＦＦＴのサンプル数に任意の値を設定するようにしてもよい。例えば、ＦＦＴのサンプル数を５１２、１０２４、又は２０４８にしてもよい。

【００６０】

【数６】

$$C_{Macro_q_0}^{(h)} = \sum_{n=0}^{(N_{FFT}/2Q)-1} r_{Macro}^{(h)}(n+q+\hat{\mu}_{Macro}) d_{PSS}^{(\hat{i}_{Macro})}(n+q)^*$$

式(6)

$$C_{Macro_q_1}^{(h)} = \sum_{n=0}^{(N_{FFT}/2Q)-1} r_{Macro}^{(h)}\left(n+q+\frac{N_{FFT}}{2Q}+\hat{\mu}_{Macro}\right) d_{PSS}^{(\hat{i}_{Macro})}\left(n+q+\frac{N_{FFT}}{2Q}\right)^*$$

更に、マクロセル同期部１０３は、式（４）に代えて、以下の式（７）により、ＴＣＸＯの周波数誤差に起因する位相回転量を推定するようにしてもよい。

【００６１】

【数７】

$$\Delta\hat{\theta}_{Macro} = \sum_{q=0}^{Q-1} \tan^{-1}\left\{ \mathrm{Im}\left(\sum_{h=0}^{1} C_{Macro_q_0}^{(h)} C_{Macro_q_1}^{(h)*} \right) \Big/ \mathrm{Re}\left(\sum_{h=0}^{1} C_{Macro_q_0}^{(h)} C_{Macro_q_1}^{(h)*} \right) \right\} \quad 式(7)$$

式（６）及び式（７）を用いることで、ＰＳＳ系列レプリカに相当する区間（１ＦＦＴブロック）を分割する数（Ｑの数）が多くなるに従って、短い時間間隔における位相回転量を推定できるため、マクロセル同期部１０３は、測定可能なマクロセルのＰＳＳの周波数オフセットの精度（分解能）を向上させることができる。

【００６２】

図１２は、基地局から受信した受信信号とＰＳＳ系列レプリカとの部分相関の対象区間を示す図である。図１２（ａ）は、マクロセル同期部１０３が、ＰＳＳ系列レプリカに相当する区間を分割せずに、前半及び後半のサンプル区間における部分相関を計算する場合の計算対象区間を示している。図１２（ｂ）は、マクロセル同期部１０３が、ＰＳＳ系列レプリカに相当する区間を２分割（すなわち、Ｑ＝２）して、ｑ＝０又は１の場合における前半及び後半のサンプル区間の部分相関を計算する場合の計算対象区間を示している。

【００６３】

ステップＳ３０４で、マクロセル同期部１０３又はスモールセル同期部１０４は、推定されたマクロセルの周波数オフセットから、ＴＣＸＯの周波数誤差を推定する。例えば、スモールセル同期部１０４は、以下の式（８）を用いて、マクロセルの周波数オフセットからＴＣＸＯの周波数誤差を推定するようにしてもよい。

【００６４】

【数８】

$$\hat{\varepsilon} = \frac{\Delta\hat{\theta}_{Macro} f_s}{\pi N_{FFT} f_{c_Macro}} \times 10^6 \ (\mathrm{ppm}) \qquad 式(8)$$

f_{c_Macro}：マクロセルのキャリア周波数

ステップＳ３０５で、信号受信部１０１は、ＬＴＥに規定されている各周波数バンドをサーチすることでスモールセルのキャリア周波数を検出する。

【００６５】

ステップＳ３０６で、スモールセル同期部１０４は、スモールセルの周波数と、ＴＣＸＯの周波数誤差から、スモールセルの周波数オフセットを推定する。スモールセル同期部は、例えば、以下の式（９）を用いて、スモールセルの周波数オフセットを推定するようにしてもよい。

【００６６】

【数９】

$$\Delta\hat{f}_{Small} = \hat{\varepsilon} \cdot f_{c_Small} \times 10^{-6} \qquad 式(9)$$

f_{c_Small}：スモールセルのキャリア周波数

ステップＳ３０７で、スモールセル同期部１０４は、信号受信部１０１で受信されたスモールセルの受信信号に含まれるＰＳＳより、スモールセルのＰＳＳの受信タイミング及びＰＳＳ系列を推定する。スモールセル同期部１０４は、例えば、以下の式（１０）により、スモールセルの周波数が補償されたスモールセルの受信信号とＰＳＳ系列レプリカとの相関を計算し、相関電力の最大ピークを検出することで、スモールセルのＰＳＳの受信タイミング及びＰＳＳ系列を推定するようにしてもよい。

【００６７】

なお、以下の式（１０）は、ＦＦＴのサンプル数が５１２である場合を想定しているが、他のＦＦＴサンプル数（６４、１２８、２５６、１０２４等）を用いるようにしてもよい。

【００６８】

【数１０】

$$\left(\hat{\mu}_{Small},\hat{l}_{Small}\right)=\underset{\mu,l\in[0,2]}{\arg\max}\sum_{h=0}^{1}\sum_{u=0}^{1}\left|\sum_{n=0}^{511}r_{Small}^{(h)}\left(n+\mu+uN_{PSS_Int}\right)e^{-j2\pi n\frac{\Delta\hat{f}_{Small}}{N_{FFT}}}d_{PSS}^{(l)}(n)^{*}\right|^{2} \quad \text{式(10)}$$

$\hat{\mu}_{Small}$：推定されたスモールセルのＰＳＳの受信タイミング

$\hat{l}_{Small}$：推定されたスモールセルのＰＳＳ系列（物理レイヤＩＤ）

μ：スモールセルのＰＳＳの受信タイミング

l：スモールセルのＰＳＳ系列（物理レイヤＩＤ：０～２）

n：サンプルインデックス

$r_{Small}^{(h)}(n)$：受信アンテナ h で受信されるスモールセルの受信信号

$d_{PSS}^{(l)}(n)$：ＰＳＳ系列レプリカ　（*は共役複素数を表す）

$N_{PSS_Int}=(N_{FFT}+N_{CP})\times14\times5$：ＰＳＳの挿入間隔（５ｍｓ）に含まれるサンプル区間のサンプル数

N_{FFT}：ＦＦＴ（ＩＦＦＴ）のサンプル数

N_{CP}：サイクリックプレフィクスのサンプル数

ステップＳ３０８で、マクロセル同期部１０３又は／及びスモールセル同期部１０４は、ステップＳ３０２の処理手順及びステップＳ３０８の処理手順により算出した、マクロセルにおいて最も大きい相関電力と、スモールセルにおいて最も大きい相関電力のうち、どちらの相関電力が大きいかを判定する。マクロセルの当該相関電力がスモールセルの当該相関電力よりも大きい場合、マクロセル同期部１０３は、信号受信部１０１で受信されたマクロセルの受信信号に含まれるＳＳＳより、無線フレームタイミング及びＳＳＳ系列を推定する。一方、スモールセルの当該相関電力がマクロセルの当該相関電力よりも大きい場合、スモールセル同期部１０４は、信号受信部１０１で受信されたスモールセルの受信信号に含まれるＳＳＳより、無線フレームタイミング及びＳＳＳ系列を推定する。

【００６９】

マクロセル同期部１０３又はスモールセル同期部１０４は、例えば、以下の方法により無線フレームタイミング及びＳＳＳ系列を推定するようにしてもよい。

【００７０】

まず、マクロセル同期部１０３（又はスモールセル同期部１０４）は、ＰＳＳが含まれるマクロセル（又はスモールセル）の受信信号（時間領域信号）に対してマクロセル（又はスモールセル）の周波数オフセットを補償し、高速フーリエ変換（ＦＦＴ）により周波数領域信号に変換する。

【００７１】

続いて、マクロセル同期部１０３（又はスモールセル同期部１０４）は、ＰＳＳが含まれる周波数領域信号にＰＳＳ系列レプリカの複素共役を乗算することにより、各サブキャリア位置におけるチャネル応答の推定値を生成する。このとき、マクロセル同期部１０３（又はスモールセル同期部１０４）は、着目する（生成する）サブキャリア位置のチャネル応答を中心として、両側の一定のサブキャリア区間のチャネル応答の推定値を同相加算して平均をとることにより、各サブキャリア位置におけるチャネル応答の推定値を生成す

るようにしてもよい。これにより、雑音成分の影響を低減することができる。
【００７２】
続いて、マクロセル同期部１０３（又はスモールセル同期部１０４）は、ＳＳＳが含まれるスモールセルの受信信号（時間領域信号）に対してスモールセルの周波数オフセットを補償し、高速フーリエ変換（ＦＦＴ）により周波数領域信号に変換する。
【００７３】
続いて、マクロセル同期部１０３（又はスモールセル同期部１０４）は、ＳＳＳが含まれる周波数領域信号に各サブキャリア位置におけるチャネル応答の推定値の複素共役を乗算し、さらに各サブキャリア位置におけるＳＳＳ系列レプリカ（ＳＳＣ１系列又はＳＳＣ２系列のレプリカ）の複素共役を乗算した後、インタリーブ配置されたＳＳＣ１が含まれる各サブキャリア及びＳＳＣ２が含まれる各サブキャリアについて、それぞれ１サブキャリアおきに３１サブキャリア分積分することで、ＳＳＣ１及びＳＳＣ２が格納されている各サブキャリアの各々の相関電力を計算し、更にこれらの相関電力を同相加算する。
【００７４】
マクロセル同期部１０３（又はスモールセル同期部１０４）は、上述の処理手順を、スロット１及びスロット１１に関して行い、それぞれの相関電力を同相加算する。なお、スロット１及びスロット１１とは、図１に示すように、１無線フレーム内に存在する２０個のスロットのうち、スロット１及びスロット１１の位置のことをいう。
【００７５】
続いて、マクロセル同期部１０３（又はスモールセル同期部１０４）は、２つの受信アンテナにおける相関電力を更に同相加算することにより、各ＳＳＳ系列の相関電力を求める。
【００７６】
以上の手順を全てのＳＳＳ系列に対して行い、更に、基地局２０からの受信信号を５ｍｓずらした受信信号に対しても上記の手順を行うことにより、マクロセル同期部１０３（又はスモールセル同期部１０４）は、最も相関電力の大きいＳＳＳ系列を推定する（すなわち、物理レイヤセルＩＤグループ及び無線フレームタイミングを推定する）ことができる。
【００７７】
なお、基地局２０からの受信信号を５ｍｓずらした受信信号に対しても上記の手順を行うようにしているのは、スモールセル同期部１０４は、基地局２０からの受信信号について、ＰＳＳが含まれるスロットがスロット１なのかスロット１１なのかを推定できていない（シンボルタイミングのみが推定されている）ためである。
【００７８】
以上の手順は、以下の式（１１）で表される。
【００７９】

【数１１】

$$\hat{N}_{ID}^{(1)} = \underset{d_{SSC1},d_{SSC2}}{\arg\max} \left| \sum_{h=0}^{1} \sum_{v} \sum_{k=0}^{30} \begin{Bmatrix} R_v^{(h)}(2k) \Xi_v^{(h)}(2k)^* d_{SSC1}(2k)^* \\ + R_v^{(h)}(2k+1) \Xi_v^{(h)}(2k+1)^* d_{SSC2}(2k+1)^* \end{Bmatrix} \right|^2 \quad \text{式(11)}$$

$R_v^{(h)}(k)$：ＳＳＳが多重され、スモールセルの周波数オフセットが
補償された時間領域信号を、ＦＦＴにより変換した周波数領域信号

$\Xi_v^{(h)}(k)$：ＰＳＳを用いて推定されたサブキャリアｋにおけるチャネル応答の推定値

v：スロットインデックス（１及び１１）

d_{SSC1}：ＳＳＣ１系列レプリカ

d_{SSC2}：ＳＳＣ２系列レプリカ

なお、ＳＳＳ系列（ＳＳＣ１系列及びＳＳＣ２系列）はＬＴＥ規格で規定されており、以下の式で表すことができる。ＳＳＳ系列には、２値のＭ系列が用いられている（非特許文献２参照）。

【００８０】

【数１２】

$$d_{SSC1}(2n_{SSS}) = \begin{cases} s_0^{(m_0)}(n_{SSS}) c_0(n_{SSS}) & for\ timeslot\ 1 \\ s_1^{(m_1)}(n_{SSS}) c_0(n_{SSS}) & for\ timeslot\ 11 \end{cases}$$

$$d_{SSC2}(2n_{SSS}+1) = \begin{cases} s_1^{(m_1)}(n_{SSS}) c_1(n_{SSS}) z_1^{(m_0)}(n_{SSS}) & for\ timeslot\ 1 \\ s_0^{(m_0)}(n_{SSS}) c_1(n_{SSS}) z_1^{(m_1)}(n_{SSS}) & for\ timeslot\ 11 \end{cases} \quad \text{式(12)}$$

なお、マクロセル同期部１０３及びスモールセル同期部１０４は、ステップＳ３０８の処理手順を、マクロセルの受信信号及びスモールセルの受信信号の各々に対して独立に行うようにして、ユーザ装置１０は、マクロセル同期部１０３及びスモールセル同期部１０４により独立に算出された、マクロセルのＳＳＳ系列の相関電力及びスモールセルのＳＳＳ系列の相関電力のうち、相関電力が大きいセルに接続する（当該セルを介して基地局２０と通信する）ようにしてもよい。この場合、ＰＳＳの相関電力を計算する時点と、ＳＳＳの相関電力を計算する時点とで、伝搬路の変動に起因して基地局２０からの受信電力の大きさが変動した場合であっても、ユーザ装置１０は、適切なセルに接続することができる。

【００８１】

また、マクロセル同期部１０３及びスモールセル同期部１０４は、ステップＳ３０８の処理手順を、マクロセルの受信信号及びスモールセルの受信信号の各々に対して独立に行い、ユーザ装置１０は、マクロセル及びスモールセルの両方に接続する（マクロセル及び

スモールセルを介して基地局２０と通信する）ようにしてもよい。
【００８２】
以上、セルサーチの処理手順（その１）によれば、ユーザ装置１０は、ＴＣＸＯの発振周波数が自動周波数制御により基地局２０の周波数に追従する前に、セルサーチを行う場合であっても、スモールセルのＰＳＳの受信タイミング及びＰＳＳ系列を高精度に推定することができる。
【００８３】
（処理手順（その２）
図１３は、実施の形態に係る処理手順（その２）の一例を示すフローチャートである。図１３を用いて、実施の形態に係るユーザ装置１０が行う処理手順について説明する。
【００８４】
ステップＳ４０１乃至ステップＳ４０６の処理手順は、それぞれ図１１のステップＳ３０１乃至ステップＳ３０６の処理手順と同一であるため説明は省略する。
【００８５】
ステップＳ４０７で、スモールセル同期部１０４は、信号受信部１０１で受信されたスモールセルの受信信号に含まれるＰＳＳより、スモールセルのＰＳＳの受信タイミング及びＰＳＳ系列を複数（Λ個）推定する。スモールセル同期部１０４は、例えば、以下の式（１３）により、スモールセルの周波数が補償されたスモールセルの受信信号とＰＳＳ系列レプリカとの相関を計算し、相関電力が大きい順に複数の相関電力のピークを検出することで、スモールセルのＰＳＳの受信タイミング及びＰＳＳ系列を複数（Λ個）推定するようにしてもよい。
【００８６】
なお、スモールセル同期部１０４は、式（１３）を用いて、３つのＰＳＳ系列に対する電力相関プロファイルを生成し、電力相関プロファイルに現れる相関電力のピークのうち、相関電力が大きい順に、スモールセルのＰＳＳの受信タイミング及びＰＳＳ系列を複数（Λ個）推定するようにしてもよい。
【００８７】
なお、スモールセル同期部１０４は、推定されたΛ個の相関電力を用いて、電力相関プロファイルを生成するようにしてもよい。電力相関プロファイルとは、例えば図４～図６のように、時間（受信タイミング）と相関電力とをグラフに表したものである。
【００８８】

【数１３】

$$\left(\hat{\mu}_{Small_\lambda},\hat{l}_{Small_\lambda}\right)=\underset{\mu,l\in[0,2]}{\arg\max}\,\Lambda\sum_{h=0}^{1}\sum_{u=0}^{1}\left|\sum_{n=0}^{511}r_{Small}^{(h)}\left(n+\mu+uN_{PSS_Int}\right)e^{-j2\pi n\frac{\Delta\hat{f}_{Small}}{N_{FFT}}}d_{PSS}^{(l)}(n)^{*}\right|^{2} \qquad \text{式(13)}$$

λ：$0\le\lambda\le(\Lambda-1)$

$\hat{\mu}_{Small_\lambda}$：推定されたスモールセルのＰＳＳの受信タイミング

$\hat{l}_{Small_\lambda}$：推定されたスモールセルのＰＳＳ系列（物理レイヤＩＤ）

μ：スモールセルのＰＳＳの受信タイミング

l：スモールセルのＰＳＳ系列（物理レイヤＩＤ：０～２）

n：サンプルインデックス

$r_{Small}^{(h)}(n)$：受信アンテナ h で受信されるスモールセルの受信信号

$d_{PSS}^{(l)}(n)$：ＰＳＳ系列レプリカ　（*は共役複素数を表す）

$N_{PSS_Int}=(N_{FFT}+N_{CP})\times14\times5$：ＰＳＳの挿入間隔（５ｍｓ）に含まれるサンプル区間のサンプル数

N_{FFT}：ＦＦＴ（ＩＦＦＴ）のサンプル数

ステップＳ４０８で、スモールセル同期部１０４は、Λ個のスモールセルのＰＳＳの受信タイミング及びＰＳＳ系列の各々に対応するスモールセルの位相回転量と、ＴＣＸＯの周波数誤差から推定したスモールセルの位相回転量とを比較し、最も位相回転量の差が小さいＰＳＳの受信タイミング及びＰＳＳ系列を、正しいスモールセルのＰＳＳの受信タイミング及びＰＳＳ系列として推定する。

【００８９】

例えば、スモールセル同期部１０４は、以下の手順により正しいスモールセルのＰＳＳの受信タイミング及びＰＳＳ系列を推定するようにしてもよい。

【００９０】

まず、スモールセル同期部１０４は、ステップＳ４０３（Ｓ３０３）の処理手順で用いられる式（３）及び式（４）を用いて、推定されたΛ個のスモールセルのＰＳＳの受信タイミング及びＰＳＳ系列の各々について、スモールセルの位相回転量を推定する。

【００９１】

続いて、スモールセル同期部１０４は、ステップＳ４０４（Ｓ３０４）の処理手順で求めたＴＣＸＯの周波数誤差から、以下の式（１４）により、スモールセルの位相回転量を推定する。

【００９２】

【数１４】

$$\Delta\hat{\theta}_{Small} = \left(\hat{\varepsilon}\pi N_{FFT} f_{c_Small} / f_s\right) \times 10^{-6} \qquad \text{式(14)}$$

続いて、スモールセル同期部１０４は、例えば、以下の式（１５）により最も位相回転量の差が小さいＰＳＳの受信タイミング及びＰＳＳ系列を推定する。

【００９３】

【数１５】

$$\tilde{\lambda} = \arg\min_{\lambda} \left| \Delta\vec{\theta}_{Small}^{(\lambda)} - \Delta\hat{\theta}_{Small} \right| \qquad \text{式(15)}$$

なお、位相回転量と周波数誤差は、以下の式（１６）により相互に変換することができる。すなわち、ステップＳ４０８において、スモールセル同期部１０４は、Λ個のスモールセルのＰＳＳの受信タイミング及びＰＳＳ系列の各々に対応するスモールセルの周波数オフセットと、ＴＣＸＯの周波数誤差から推定したスモールセルの周波数オフセットとを比較し、周波数オフセットがＴＣＸＯの周波数誤差から推定したスモールセルの周波数オフセットに最も近いＰＳＳの受信タイミング及びＰＳＳ系列を、正しいスモールセルのＰＳＳの受信タイミング及びＰＳＳ系列として推定するようにしてもよい。

【００９４】

【数１６】

$$\Delta\hat{f}_{Small} = \Delta\hat{\theta}_{Small} \cdot f_s / \pi N_{FFT} \qquad \text{式(16)}$$

ステップＳ４０９の処理手順は、ステップＳ３０８の処理手順と同一であるため説明は省略する。

【００９５】

以上、セルサーチの処理手順（その２）によれば、ユーザ装置１０は、ＴＣＸＯの発振周波数が自動周波数制御により基地局２０の周波数に追従する前にセルサーチが行われる場合であっても、スモールセルのＰＳＳの受信タイミング及びＰＳＳ系列を高精度に推定することができる。また、ユーザ装置１０は、スモールセルのＰＳＳの受信タイミング及びＰＳＳ系列が複数検出される場合であっても、スモールセルのＰＳＳの受信タイミング及びＰＳＳ系列を高精度に推定することができる。

【００９６】

（シミュレーション結果）

本実施の形態におけるセルサーチの処理手順が適用された場合のセルサーチ時間をシミ

ュレーションした結果を示す。

【００９７】

図１４は、初期セルサーチ時間の累積分布関数(ＣＤＦ:Cumulative Distribution Function)を示す図である。図１４より，スモールセルの周波数オフセットが１８ｋＨｚ程度に増大しても、初期セルサーチ時間１００ｍｓにおいて、９５％以上の高い確率で物理レイヤＩＤが検出されていることがわかる。

【００９８】

図１５は、初期セルサーチ時間の時間特性を示す図である。図１５において、マクロセルのキャリア周波数は２ＧＨｚであり、ＴＣＸＯの周波数誤差（ε）は３．０ｐｐｍである。図１５より、スモールセルのキャリア周波数が６ＧＨｚ程度の範囲において、９６％の確率で物理レイヤＩＤの検出確率を実現するためのセルサーチ時間は、１００ｍｓ以下であることがわかる。

【００９９】

＜効果＞

以上、実施の形態によれば、第一のセルと第二のセルとを有する無線通信システムにおいて、基地局と通信するユーザ装置が行うセルサーチ方法であって、前記基地局から、前記第一のセルに用いられる第一の主同期信号と、前記第二のセルに用いられる第二の主同期信号とを受信する受信ステップと、前記第一の主同期信号と前記第一の主同期信号のレプリカ信号との相関から、前記第一の主同期信号の受信タイミングを推定する、第一の推定ステップと、前記第一の主同期信号の受信タイミングに基づいて、前記第一のセルの周波数オフセットを推定する、第二の推定ステップと、前記第一のセルの周波数オフセットに基づいて、前記第二のセルの周波数オフセットを推定する、第三の推定ステップと、前記第二のセルの周波数オフセットを用いて、前記第二の主同期信号の受信タイミングを推定する、第四の推定ステップと、を有するセルサーチ方法が提供される。

【０１００】

このセルサーチ方法を行うユーザ装置１０によれば、高いキャリア周波数が用いられるセルにおいて、同期信号の受信タイミングを適切に検出することができる。

【０１０１】

また、前記第三の推定ステップは、前記第一の周波数オフセットに基づいて、当該ユーザ装置が備える基準発振器の周波数誤差を推定し、推定した前記周波数誤差に基づいて、前記第二の周波数オフセットを推定するようにしてもよい。また、前記第四の推定ステップは、前記第二のセルの周波数オフセットが補償された前記第二の主同期信号と、前記第二の主同期信号のレプリカ信号との相関から、前記第二の主同期信号の受信タイミングを推定するようにしてもよい。

【０１０２】

これにより、ユーザ装置１０は、ＴＣＸＯの発振周波数が自動周波数制御により基地局の周波数に追従する前に、セルサーチを行う場合であっても、スモールセルのＰＳＳの受信タイミング及びＰＳＳ系列を高精度に推定することができる。

【０１０３】

なお、前記第四の推定ステップは、前記第二のセルの周波数オフセットが補償された前記第二の主同期信号と、前記第二の主同期信号のレプリカ信号との相関から、複数の受信タイミングの候補を推定し、推定された前記複数の受信タイミングの候補の各々に対応する前記第二のセルの周波数オフセットを推定し、推定された前記複数の受信タイミングの候補の各々に対応する前記第二のセルの周波数オフセットと、前記第三の推定ステップにより推定された前記第二のセルの周波数オフセットとの差が最も小さい受信タイミングの候補を選択し、選択された受信タイミングを、前記第二の主同期信号の受信タイミングとして推定するようにしてもよい。

【０１０４】

これにより、ユーザ装置１０は、スモールセルのＰＳＳの受信タイミング及びＰＳＳ系列が複数検出された場合であっても、スモールセルのＰＳＳの受信タイミング及びＰＳＳ

系列を高精度に推定することができる。

【０１０５】

なお、前記第二の推定ステップは、前記第一の主同期信号のレプリカ信号を時間軸上で１以上の区間に分割し、前記１以上の区間のうちいずれか１つの区間を更に半分に区切った前半部分と後半部分とに対して、前記第一の主同期信号と前記第一の主同期信号のレプリカ信号との部分相関を算出し、算出した前半部分の部分相関と後半部分の部分相関とを用いて前記第一の主同期信号の位相回転量を算出し、算出した前記第一の主同期信号の位相回転量から前記第一の周波数オフセットを推定するようにしてもよい。

【０１０６】

これにより、ユーザ装置１０は、測定可能なマクロセルのＰＳＳの周波数オフセットの精度（分解能）を向上させることができる。

【０１０７】

また、上記のセルサーチ方法は、更に、前記第一の主同期信号と前記第一の主同期信号のレプリカ信号との相関電力のうち最も大きい相関電力と、前記第二の主同期信号と前記第二の主同期信号のレプリカ信号との相関電力のうち最も大きい相関電力とを比較し、前記第一の主同期信号と前記第一の主同期信号のレプリカ信号との相関のうち最も大きい相関電力が、前記第二の主同期信号と前記第二の主同期信号のレプリカ信号との相関電力よりも大きい場合、前記第一のセルに用いられる第一の副同期信号を受信する第二の受信ステップと、前記第一の主同期信号の時間領域信号と前記第一の副同期信号の時間領域信号とを、それぞれ前記第一の主同期信号の周波数領域信号と前記第一の副同期信号の周波数領域信号とに変換する第一の変換ステップと、前記第一の主同期信号の時間領域信号を用いて推定された各サブキャリアのチャネル応答の複素共役が乗算された前記第一の副同期信号の周波数領域信号と、前記第一の副同期信号のレプリカ信号との相関から、無線フレームタイミング及び前記第一の副同期信号の系列を検出する第一の検出ステップと、前記第二の主同期信号と前記第二の主同期信号のレプリカ信号との相関のうち最も大きい相関電力が前記第一の主同期信号と前記第一の主同期信号のレプリカ信号との相関電力よりも大きい場合、前記第二のセルに用いられる第二の副同期信号を受信する第三の受信ステップと、前記第二の主同期信号の時間領域信号と前記第二の副同期信号の時間領域信号とを、それぞれ前記第二の主同期信号の周波数領域信号と前記第二の副同期信号の周波数領域信号とに変換する第二の変換ステップと、前記第二の主同期信号を用いて推定された各サブキャリアのチャネル応答の複素共役が乗算された前記第二の副同期信号の周波数領域信号と、前記第二の副同期信号のレプリカ信号との相関から、無線フレームタイミング及び前記第二の副同期信号の系列を検出する第二の検出ステップと、を有するようにしてもよい。

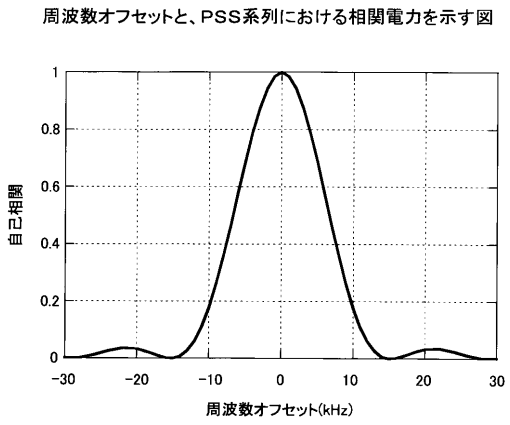
【０１０８】

また、上記のセルサーチ方法は、更に、前記第一のセルに用いられる第一の副同期信号を受信する第二の受信ステップと、前記第一の主同期信号の時間領域信号と前記第一の副同期信号の時間領域信号とを、それぞれ前記第一の主同期信号の周波数領域信号と前記第一の副同期信号の周波数領域信号とに変換する第一の変換ステップと、前記第一の主同期信号の時間領域信号を用いて推定された各サブキャリアのチャネル応答の複素共役が乗算された前記第一の副同期信号の周波数領域信号と、前記第一の副同期信号のレプリカ信号との相関から、無線フレームタイミング及び前記第一の副同期信号の系列を検出する第一の検出ステップと、前記第二のセルに用いられる第二の副同期信号を受信する第三の受信ステップと、前記第二の主同期信号の時間領域信号と前記第二の副同期信号の時間領域信号とを、それぞれ前記第二の主同期信号の周波数領域信号と前記第二の副同期信号の周波数領域信号とに変換する第二の変換ステップと、前記第二の主同期信号を用いて推定された各サブキャリアのチャネル応答の複素共役が乗算された前記第二の副同期信号の周波数領域信号と、前記第二の副同期信号のレプリカ信号との相関から、無線フレームタイミング及び前記第二の副同期信号の系列を検出する第二の検出ステップと、を有するようにしてもよい。

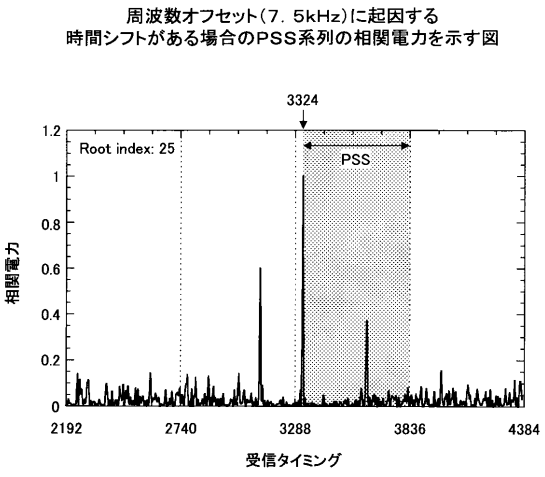
【０１０９】
これにより、ユーザ装置１０は、マクロセル又はスモールセルの無線フレームタイミング及び物理セルＩＤを検出することができる。
【０１１０】
以上、実施の形態によれば、第一のセルと第二のセルとを有する無線通信システムにおいて、基地局と通信するユーザ装置であって、前記基地局から、前記第一のセルに用いられる第一の主同期信号と、前記第二のセルに用いられる第二の主同期信号とを受信する受信手段と、前記第一の主同期信号と前記第一の主同期信号のレプリカ信号との相関電力から、前記第一の主同期信号の受信タイミングを推定し、前記第一の主同期信号の受信タイミングに基づいて、前記第一のセルの周波数オフセットを推定し、前記第一のセルの周波数オフセットに基づいて、前記第二のセルの周波数オフセットを推定し、前記第二のセルの周波数オフセットを用いて、前記第二の主同期信号の受信タイミングを推定する推定手段と、を有するユーザ装置が提供される。
【０１１１】
このユーザ装置１０によれば、高いキャリア周波数が用いられるセルにおいて、同期信号の受信タイミングを適切に検出することができる。
【０１１２】
＜実施形態の補足＞
以上、実施の形態を説明してきたが、開示される発明はそのような実施形態に限定されず、当業者は様々な変形例、修正例、代替例、置換例等を理解するであろう。発明の理解を促すため具体的な数値例を用いて説明がなされたが、特に断りのない限り、それらの数値は単なる一例に過ぎず適切な如何なる値が使用されてもよい。上記の説明における項目の区分けは本発明に本質的ではなく、２以上の項目に記載された事項が必要に応じて組み合わせて使用されてよいし、ある項目に記載された事項が、別の項目に記載された事項に（矛盾しない限り）適用されてよい。機能ブロック図における機能部又は処理部の境界は必ずしも物理的な部品の境界に対応するとは限らない。複数の機能部の動作が物理的には１つの部品で行われてもよいし、あるいは１つの機能部の動作が物理的には複数の部品により行われてもよい。説明の便宜上、ユーザ装置及び基地局は機能的なブロック図を用いて説明されたが、そのような装置はハードウェアで、ソフトウェアで又はそれらの組み合わせで実現されてもよい。本発明の実施の形態に従ってユーザ装置が有するプロセッサにより動作するソフトウェア、及び、基地局が有するプロセッサにより動作するソフトウェアは、ランダムアクセスメモリ（ＲＡＭ）、フラッシュメモリ、読み取り専用メモリ（ＲＯＭ）、ＥＰＲＯＭ、ＥＥＰＲＯＭ、レジスタ、ハードディスク（ＨＤＤ）、リムーバブルディスク、ＣＤ－ＲＯＭ、データベース、サーバその他の適切な如何なる記憶媒体に保存されてもよい。本発明は上記実施形態に限定されず、本発明の精神から逸脱することなく、様々な変形例、修正例、代替例、置換例等が本発明に包含される。
【０１１３】
なお、実施の形態において、ＰＳＳは、第一の主同期信号又は第二の主同期信号の一例である。ＳＳＳは、第一の副同期信号又は第二の副同期信号の一例である。マクロセルは、第一のセルの一例である。スモールセルは、第二のセルの一例である。信号受信部１０１は、受信手段の一例である。マクロセル同期部１０３及びスモールセル同期部１０４は、推定手段の一例である。
【符号の説明】
【０１１４】
１０　ユーザ装置
２０　基地局
１０１　信号受信部
１０２　信号送信部
１０３　マクロセル同期部
１０４　スモールセル同期部

１０５　信号処理部
２０１　同期信号生成部
２０２　信号送信部

【図３】

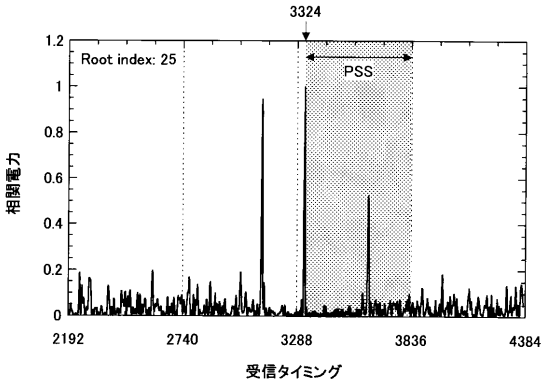


【図４】



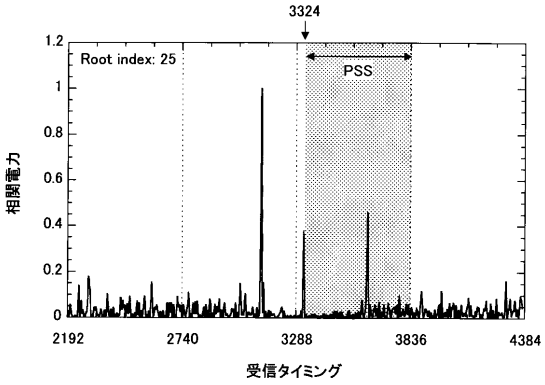
【図５】

周波数オフセット(8．5kHz)に起因する
時間シフトがある場合のPSS系列の相関電力を示す図



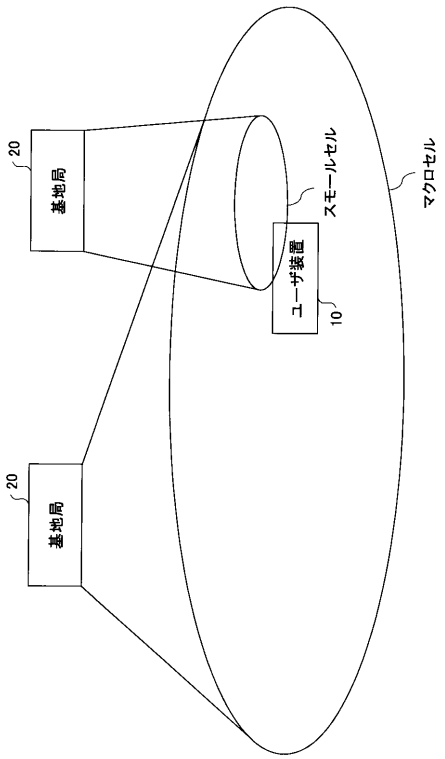
【図６】

周波数オフセット(10．5kHz)に起因する
時間シフトがある場合のPSS系列の相関電力を示す図



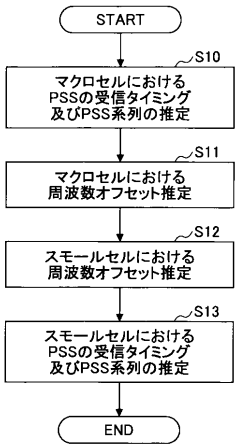
【図７】

実施の形態に係る無線通信システムの構成を示す図



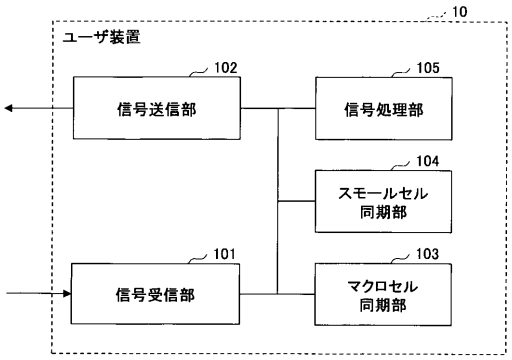
【図８】

実施の形態に係るユーザ装置が行うセルサーチ方法の概要を示す図



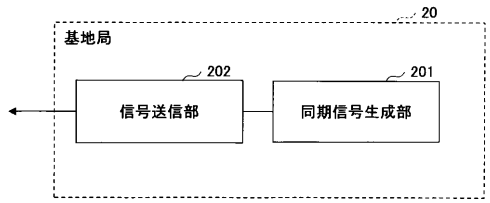
【図９】

実施の形態に係るユーザ装置の機能構成の一例を示す図



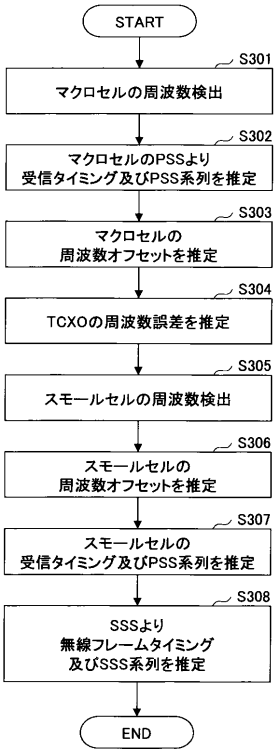
【図１０】

実施の形態に係る基地局の機能構成の一例を示す図



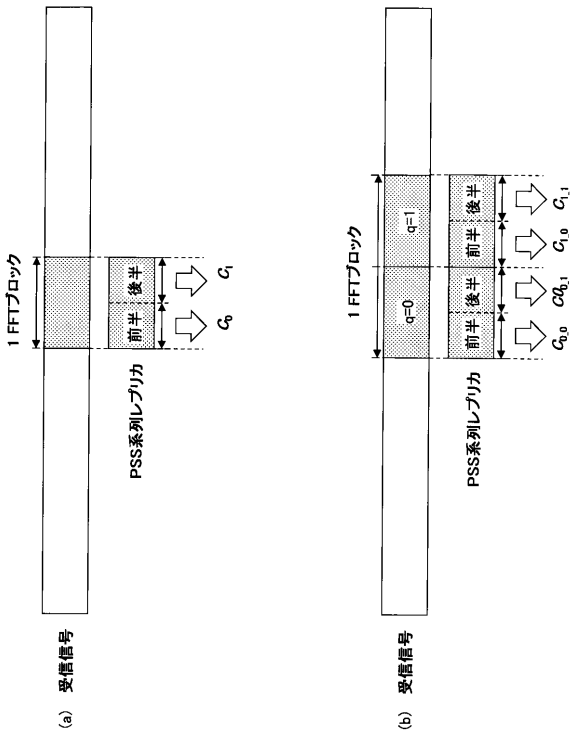
【図１１】

実施の形態に係る処理手順（その１）の一例を示すフローチャート



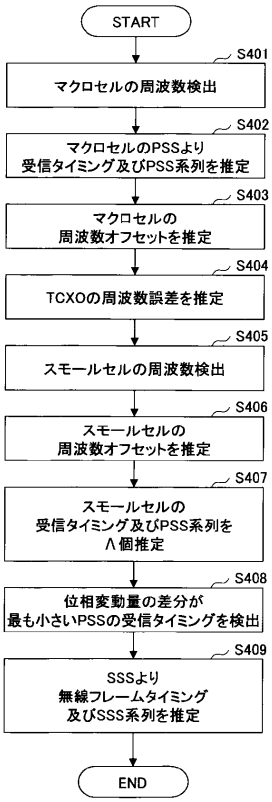
【図１２】

基地局から受信した受信信号と
PSS系列レプリカとの部分相関の対象区間を示す図



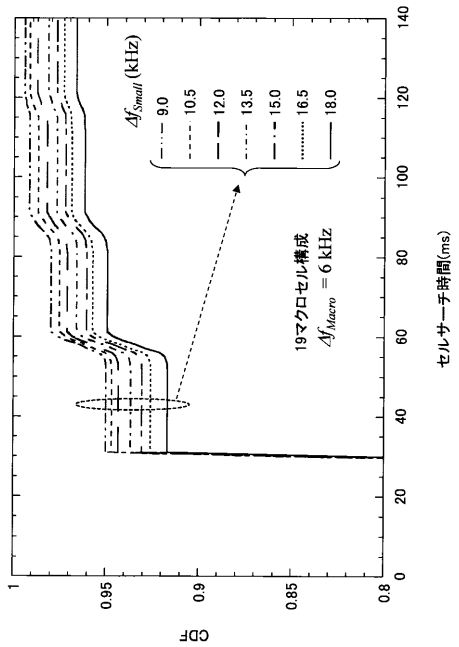
【図１３】

実施の形態に係る処理手順（その２）の一例を示すフローチャート



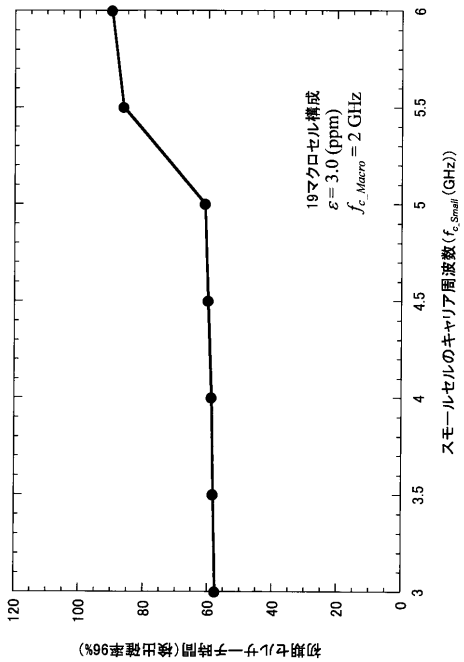
【図１４】

初期セルサーチ時間の累積分布関数を示す図



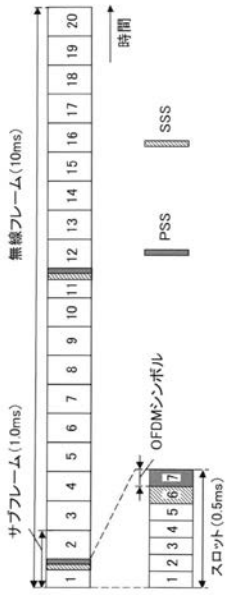
【図１５】

初期セルサーチ時間の時間特性を示す図



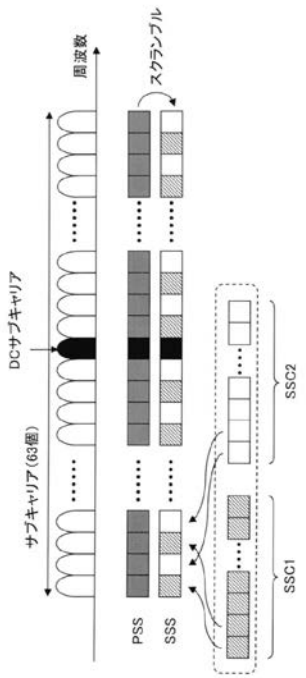
【図１】

時間領域のPSS及びSSSの多重構成を示す図



【図２】

周波数領域のPSS及びSSSの多重構成を示す図



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード（参考）
Ｈ０４Ｂ　1/7183　(2011.01)	Ｈ０４Ｂ　1/7183	

(72)発明者　佐和橋　衛
東京都世田谷区玉堤一丁目２８番１号　東京都市大学内

Ｆターム(参考) 5K047 AA01 HH00
5K067 AA11 BB04 BB21 DD11 DD25 EE02 EE10 EE24 EE54 EE56
FF05 HH22 JJ13