

本明細書の実施形態の第4の態様に従い、本目的は、ネットワークノードによって送信されるように設定された、第1の同期信号および関連情報メッセージを検出するように設定されたワイヤレスデバイスによって達成される。これは、ワイヤレスデバイスとネットワークノードとの同期のために行われる。ネットワークノードおよびワイヤレスデバイスは、ワイヤレス通信ネットワーク内で動作するように設定されている。ワイヤレスデバイスは、第1の同期信号を検出するように設定されている。第1の同期信号は、サブフレーム内のN個のOFDMシンボルにおいて、N個のOFDMシンボルの各々すべてにおける時間一周波数位置で少なくとも1回送信されているように設定されている。Nは2以上である。ワイヤレスデバイスは、事前定義済みの時間一周波数位置で関連情報メッセージを検出するようにさらに設定されている。事前定義済みの時間一周波数位置は、検出された第1の同期信号の時間一周波数位置に対して相対的である。関連情報メッセージは第1の同期信号に関連付けられている。ワイヤレスデバイスは、関連情報メッセージに含まれるインデックスを検出することにより、サブフレームタイミングおよび/またはフレームタイミングを取得するようにさらに設定されている。

10

**【0023】**

本明細書の実施形態の第5の態様に従い、本目的は、少なくとも1つのプロセッサ上で実行されたときに、ネットワークノードによって実行される方法を、この少なくとも1つのプロセッサに実行させる命令を含む、コンピュータプログラムによって達成される。

**【0024】**

本明細書の実施形態の第6の態様に従い、本目的は、少なくとも1つのプロセッサ上で実行されたときに、ネットワークノードによって実行される方法を、この少なくとも1つのプロセッサに実行させる命令を含むコンピュータプログラムがその上に格納された、コンピュータ可読記憶媒体によって達成される。

20

**【0025】**

本明細書の実施形態の第7の態様に従い、本目的は、少なくとも1つのプロセッサ上で実行されたときに、ワイヤレスデバイスによって実行される方法を、この少なくとも1つのプロセッサに実行させる命令を含む、コンピュータプログラムによって達成される。

**【0026】**

本明細書の実施形態の第8の態様に従い、本目的は、少なくとも1つのプロセッサ上で実行されたときに、ワイヤレスデバイスによって実行される方法を、この少なくとも1つのプロセッサに実行させる命令を含むコンピュータプログラムがその上に格納された、コンピュータ可読記憶媒体によって達成される。

30

**【0027】**

ネットワークノードがサブフレーム内のN個のOFDMシンボル内で同じ第1の同期信号を繰り返し伝送することにより、ワイヤレスデバイスが、使用されたシンボルの少なくとも1つにおいて第1の同期信号および関連情報メッセージを検出する可能性が高まる。よって、狭ビームを使用する高周波キャリアに最適化された、ワイヤレスデバイスがネットワークノードと同期するための手法が提供される。これはビームフォーミングを利用して実施されてもよい。例えば、ネットワークノードが同じ第1の同期信号をOFDMシンボル毎に新たなビームなどでスキャンするようにして伝送することにより、ワイヤレスデバイスが、これらのビームの少なくとも1つにおいて第1の同期信号および関連情報メッセージを検出する可能性が高まる。ビームフォーミングを利用する実施形態において、第1の同期信号および関連情報メッセージが複数のビームにおいて伝送されるため、ネットワークノードは、ワイヤレスデバイスが第1の同期信号および関連情報を正常に検出できるようにはどのビームがワイヤレスデバイスにとって好適なのかを知る必要がない。

40

**【0028】**

本明細書で開示されるいくつかの実施形態のさらなる利点については、以下で取り上げる。

**【0029】**

添付図面を参照しながら、本明細書の実施形態の例についてさらに詳しく説明する。

50

## 【図面の簡単な説明】

## 【0030】

【図1】3つのTPを有する5Gシステムの例を示す概略図である。

【図2】いくつかの実施形態による、ワイヤレス通信ネットワークにおける実施形態を示す概略ブロック図である。

【図3】いくつかの実施形態による、ネットワークノードにおける方法の実施形態を示す概略図である。

【図4】いくつかの実施形態による、ネットワークノードにおける方法の実施形態を示す概略図である。

【図5】いくつかの実施形態による、ネットワークノードにおける方法の実施形態を示す概略図である。

10

【図6】いくつかの実施形態による、ネットワークノードにおける方法の実施形態を示す概略図である。

【図7】いくつかの実施形態による、ネットワークノードにおける方法の実施形態を示す概略図である。

【図8】いくつかの実施形態による、ネットワークノードにおける方法の実施形態を示す概略図である。

【図9】いくつかの実施形態による、ワイヤレスデバイスにおける方法の実施形態を示す概略図である。

【図10】いくつかの実施形態による、ワイヤレスデバイスにおける方法の実施形態を示す流れ図である。

20

【図11】いくつかの実施形態による、ワイヤレス通信ネットワークにおける方法の実施形態を示す概略図である。

【図12】いくつかの実施形態による、ワイヤレス通信ネットワークにおける方法の実施形態を示す概略図である。

【図13】いくつかの実施形態に従って設定されたネットワークノードのブロック図である。

【図14】いくつかの実施形態に従って設定されたワイヤレスデバイスのブロック図である。

## 【発明を実施するための形態】

30

## 【0031】

本明細書の実施形態による解決策の一部として、従来技術による解決策の少なくともいくつかを用いることに関連し、かつ本明細書の実施形態によって対処し得る1つまたは複数の問題について、まず明らかにして考察したい。

## 【0032】

本明細書の実施形態は、概して、例えば10GHzを超える高いキャリア周波数において送信機および/または受信機側のアンテナ素子数が、通常は3GHz未満の周波数で動作する一般的な3Gおよび4Gシステムに比べて著しく増え得るという事実に関連している。このようなシステムでは、増加する経路損失をビームフォーミングによって補償し得る。これらのビームが狭い場合、カバレッジエリアを網羅するには多数のビームが必要になる。

40

## 【0033】

本明細書の実施形態は、同様に概して、以下の事実に関連している。つまり、同期情報およびシステム情報は、セルカバレッジおよびリンク信頼性を維持するために、水平角および方位角の狭いビームで伝送する必要があることから、このような信号を伝送する方法、さらに、ユーザ端末、例えばワイヤレスデバイスがどのようにしてセルを見つけるか、すなわちセルサーチを実行する方法、ならびにネットワークの時間および周波数を同期する方法が問題となる。さらに、ビームフォーミングを使用してシステム情報が伝送される場合に、この情報をネットワークから取得する方法、ならびにシンボルおよびサブフレーム同期を獲得する方法も問題となる。

50

## 【0034】

本明細書の実施形態によって対処される問題の1つは、低周波キャリアに比べると大きい経路損失を被る高周波キャリアを使用するワイヤレス通信ネットワークにおいて、ワイヤレスデバイスによる同期信号の検出が最適化され、同期信号検出の失敗による同期失敗が減少するように、ネットワークノードからワイヤレスデバイスへ同期信号を送信する方法である。

## 【0035】

例えば、ビームフォーミングを使用する場合、本明細書の実施形態によって対処される特定の問題の1つは、高周波キャリアを使用するシステムで、セルカバレッジの達成ならびに同期および基本システム情報の伝送に要し得る高いビームフォーミング利得を提供するために必要となり得る狭ビームを用いる方法である。

10

## 【0036】

ワイヤレスデバイスによる初期アクセス時、またはワイヤレスデバイスがさらに他のセルをサーチしているときなど、多くの場合、ネットワークにとって、例えば、各々が伝送ポイント(TP)ビームを送信している1つまたは複数の伝送ポイント(TP)を制御しているネットワークノードにとって、このような動作に必要な信号を伴うビームをワイヤレスデバイスの方へ向けることは不可能である。ネットワーク、例えばネットワークノードは、特定のワイヤレスデバイスにとって有用なビームすなわちプリコーディングベクトルを知らされていないためである。

## 【0037】

したがって、ネットワーク、例えばネットワークノードにおいては、ビームフォーミングが行われるシステムにおけるワイヤレスデバイスに対して、同期信号および基本システム情報、例えばMIBを送信する方法に関する問題が存在し得る。

20

## 【0038】

その結果として、ワイヤレスデバイスにとっては、セルに対して時間および周波数同期をとる方法、システム情報を獲得する方法、ならびにハンドオーバー動作を実行する方法が問題となる。

## 【0039】

さらに、ワイヤレスデバイスがどのようにしてフレームおよびサブフレーム同期をそれぞれとることができ、さらに直交周波数分割多重(OFDM)シンボル同期をとることができるのかも、煩雑な問題である。

30

## 【0040】

このような問題について、以下でさらに検討を加える。

## 【0041】

TPのセットについて検討するが、各TPは、アレイアンテナの使用により、多数の相異なるビームの伝送を行うことが可能であり、ビームは相異なるメインローブ指向方向および/または伝送偏波状態を有することができる。

## 【0042】

所与のビームは特定のプリコーディングベクトルによって表すことが可能であり、この場合、信号はアンテナ素子毎に複製され、振幅および/または位相重み付けが適用されて伝送される。このような重み付けの選択によって、ビーム、よってビーム指向方向すなわち「ビーム状態」が決定され得る。

40

## 【0043】

TPから伝送される多数のビームから選択できることは、アンテナが多数のアンテナ素子で構成されて大きいアレイ利得を達成するような、10GHzを超えるより高いキャリア周波数で展開される5Gシステムに典型的であり得る。しかし、多数のビームは、より低い周波数、例えば10GHz未満で動作しているシステムにおいても、波長がより長いためにアンテナ全体のサイズが増すという欠点はあるものの、カバレッジ改善のために適用され得る。

## 【0044】

50

より高いキャリア周波数では、キャリア周波数の関数である各素子の開口サイズは、従来のセルラキャリア周波数、すなわち最大でも5 GHzで動作するシステムに比べ小さくなるが、複数のアンテナ素子で構成されるアンテナアレイを用いてこれを補償することができる。さらに、より高い周波数における経路損失を克服するためには、ビームフォーミングの複素重み付けを含めた、大きいアンテナ利得が必要となる。大きいアレイ利得および多数のアンテナ素子により、生成される各ビームはむしろ狭くなり、HPBWで表すと、アレイアンテナの設計に応じて、通常でわずか5～10度、場合によってはさらに狭くなる。通常は、ビームが水平角および方位角の両方向に同時に可動となる2次元ビームフォーミングが望ましいことがある。可変ビームに送信電力を加えると、2Dビームのカバレージの制御が可能となり、3Dビームフォーミングシステムを実現することができる。

10

#### 【0045】

同期チャネルおよび、例えばセルにアクセスするための基本システム情報を搬送するブロードキャスト制御チャネルにも大きいアレイ利得が必要となり得るため、これらの信号にもビームフォーミングが必要となる。

#### 【0046】

同期は、ワイヤレス通信ネットワークへのアクセスにおける要である。同期はいくつかのレベルで実施され得る。OFDMシンボル境界のように、リソースエレメントで使用されるOFDM時間周波数グリッドに対し、受信機を同調させるために、初期時間一周波数同期が必要となることもあるだろう。次いでサブフレーム境界を検出するためにも同期が必要となり得る。例えば、LTEでは、標準的なサイクリックプレフィックス(CP)長の場合、1サブフレームは14個のOFDMシンボルで構成される。さらに、新しいフレームが始まる時点ワイヤレスデバイスが把握できるように、フレーム構造を検出する必要があり得る。例えば、LTEでは、1フレームは10個のサブフレームで構成される。

20

#### 【0047】

本明細書の実施形態では、ネットワーク、例えばネットワークノードによって実行される、複数の伝送ビームの使用を可能にすると同時に、次のいずれをも提供する方法について説明する。すなわち、例えば、当該ネットワークノードによってサーブされるセルへの接続を試み得るワイヤレスデバイスのための、迅速なセル検出、システム情報獲得、ならびにシンボル、サブフレーム、およびフレームの同期である。提案する方法はまた、ネットワークにおける様々な実装、例えばネットワークノードにおける実装、およびワイヤレスデバイスにおける実装もシームレスに実現することができる。この点が重要であるのは、アナログビームフォーミングネットワークを使用する実装もあり、この場合、アナログコンポーネントを用いるビームスイッチング時間が長過ぎて、2個のOFDMシンボル間の時間内すなわちCP長の区間内でのスイッチングが不可能になることがあるためである。またワイヤレスデバイスにおける実装では、例えばセルサーチ計算能力の制約を伴うこともあるため、アクセス遅延の増加の可能性に加えて、セルサーチの頻度がOFDMシンボル毎に1回を下回るといように、セルへのアクセスの可能性が不必要に制限されるべきではない。

30

#### 【0048】

次に、特許請求された主題の例が示された添付図面を参照しながら、実施形態について詳しく説明する。ただし、特許請求された主題は多くの異なる形態による実施が可能であり、本明細書に記載した実施形態に限定されるものと解釈すべきではない。これらの実施形態はむしろ、本開示が完璧かつ完全なものとなり、また特許請求された主題の範囲を当業者に余すところなく伝えるものとなるよう意図して提供される。これらの実施形態は相互排他的ではないことにも留意されたい。ある実施形態のコンポーネントは、別の実施形態において存在する／用いられると暗黙のうちに仮定され得る。

40

#### 【0049】

図2は、本明細書の実施形態が実施され得るワイヤレス通信ネットワーク200を示す。ワイヤレス通信ネットワーク200は、例えば、Long-Term Evolution (LTE) といわれる例えばLTE周波数分割複信(FDD)、LTE時分割複信(

50

TDD)、LTE半二重周波数分割複信(HD-FDD)、免許不要帯域で動作するLTEのほか、広帯域符号分割多重接続(WCDMA)、ユニバーサル地上無線アクセス(UTRA)TDD、Global System for Mobile communications(GSM)ネットワーク、GSM/Enhanced Data Rate for GSM Evolution(EDGE)無線アクセスネットワーク(GERAN)ネットワーク、EDGEネットワーク、例えばマルチスタンダード無線(MSR)基地局、マルチRAT基地局などの無線アクセス技術(RAT)の任意の組合せから成るネットワーク、あらゆる第3世代パートナーシッププロジェクト(3GPP)セルラネットワーク、WiFiネットワーク、Worldwide Interoperability for Microwave Access(WMax)、5Gシステム、またはあらゆるセルラネットワークもしくはシステムなどのネットワークとすることができる。

10

#### 【0050】

ワイヤレス通信ネットワーク200は、伝送ポイントすなわちTP210を備えている。伝送ポイント210は1つまたは複数のTPビームを伝送する。伝送ポイント210は、例えば、eNB、eNodeB、もしくはホームノードB、ホームeNodeB、フェムト基地局、BS、ピコBSなどの基地局、またはワイヤレス通信ネットワーク200内のデバイスもしくはマシンタイプの通信デバイスにサブすることができる他のいかなるネットワーク装置であってもよい。いくつかの特定の実施形態において、伝送ポイント210は固定中継ノードまたは移動中継ノードとすることができる。ワイヤレス通信ネットワーク200は、複数のセルエリアに分割された地理的エリアをカバーし、各セルエリアは1つのTPによってサブされるが、1つのTPが1つまたはいくつかのセルにサブしてもよいし、1つのセルが複数のTPによってサブされてもよい。図2に示す非限定的な例では、伝送ポイント210がセル220にサブしている。伝送ポイント210は、送信電力および送信電力によるセルサイズにも基づいて、例えば、マクロeNodeB、ホームeNodeB、またはピコ基地局など、種々のクラスの伝送ポイントであってよい。通常、ワイヤレス通信ネットワーク200は、セル220と同様のさらに多くのセルを含んでおり、これらのセルはそれぞれ1つまたは複数のTPによってサブされている。簡単にするため、図2には、このような状況を示していない。本明細書では、伝送ポイント210をネットワークノード210と称することもある。ネットワークノード210は、ネットワークノード210のいずれかなどの1つまたは複数のTPを制御する。

20

30

#### 【0051】

ネットワークノード210は、単一またはいくつかの通信技術をサポートしてもよく、さらに用いられる技術および用語に応じた名称を適用されてもよい。3GPP LTEでは、eNodeBまたはeNBとも称され得るネットワークノード210は、1つまたは複数のネットワーク230と直接に接続され得る。

#### 【0052】

ネットワークノード210は、リンク240を介して1つまたは複数のネットワーク230と通信を行ってもよい。

#### 【0053】

ワイヤレス通信ネットワーク200にはいくつかのワイヤレスデバイスが存在している。図2のシナリオの例では、ただ1つのワイヤレスデバイスとしてワイヤレスデバイス250が図示されている。ワイヤレスデバイス250は、無線リンク260を介してネットワークノード210と通信を行ってもよい。

40

#### 【0054】

ワイヤレスデバイス250は、例えば、移動端末、ワイヤレス端末および/または移動局としても知られるUEなどのワイヤレス通信デバイスである。このデバイスはワイヤレス機能を有し、つまり、セルラ無線システムまたはセルラネットワークと称されることもあるワイヤレス通信ネットワーク200において、ワイヤレスで通信が可能となっている。この通信は、例えば、2つのデバイス間で、デバイスと一般電話機との間で、および/

50

またはデバイスとサーバとの間で行われ得る。この通信は、例えば、ワイヤレス通信ネットワーク200内に含まれるRANと場合によっては1つまたは複数のコアネットワークを介して行われ得る。

#### 【0055】

いくつかの別の例に言及すると、ワイヤレスデバイス250は、携帯電話、携帯電話、またはワイヤレス機能付きラップトップと称されることもある。本コンテキストにおけるワイヤレスデバイス250は、例えば、RANを介して、サーバ、ラップトップ、携帯情報端末(PDA)、もしくはワイヤレス機能付きサブプレートと称されることもあるタブレットコンピュータなどの他の実体と、音声および/もしくはデータの通信を行うことが可能な、携帯型、ポケット収納型、ハンドヘルド型、コンピュータ内蔵型、もしくは車載型の移動デバイス、マシンツーマシン(M2M)デバイス、プリンタもしくはファイル記憶装置などワイヤレスインターフェースを搭載したデバイス、またはセルラ通信システム内の無線リンクを介して通信を行うことができる他の任意の無線ネットワーク装置であってよい。このようなシステムによってサブされ得る、ワイヤレスデバイス250などの各種ワイヤレスデバイスのさらなる例として、モデム、またはセンサなどのマシン通信(MTC)デバイスがある。

#### 【0056】

まず図2~図8に関連して、ネットワークノード210およびワイヤレスデバイス250によって実行される方法の実施形態について、実例により詳細に説明する。次に図9および図10に関連して、特に、これらの例を実施するためにネットワークノード210およびワイヤレスデバイス250によってそれぞれ実行される、または実行され得る特定のアクションの概要について説明する。

#### 【0057】

本明細書の実施形態において、PSSなどの第1の同期信号は、ネットワークノード210からワイヤレスデバイス250へ、1つのサブフレーム内の、または複数のサブフレームにまたがるN個の別々のOFDMシンボル内で、N回にわたり繰り返り送られてもよい。N回の伝送が発生するのは、隣接するOFDMシンボルである必要はなく、OFDMシンボル1つおきであっても、さらに範囲を広げて別々のサブフレーム内またはフレーム内であってもよい。TP、例えばネットワークノード210またはTP210は、PSS伝送の機会毎に、方位角、水平角、送信電力、または偏波状態など伝送に関連するパラメータの1つまたはいくつかを変えてもよい。これらすべての可能な伝送パラメータの所与の設定値を、ここではビームフォーミング状態と規定する。したがって、ネットワークノード210またはTP210は、最大N通りのビームフォーミング状態において3Dビームフォーミングおよび偏波空間をスキャンし、ネットワークノード210またはTP210は、これらの3D位置のいずれかにおいてワイヤレスデバイス250などのUEが同期をとれるように、同じPSSを各々の状態において伝送してもよい。このようなN回の伝送が行われた後に、もう一度最初から3Dスキャンが行われてもよく、値Nは、ワイヤレスデバイス250の必要に応じて、規格の範囲内で指定されてもよいし、またはシステム情報によってワイヤレスデバイス250へ伝達されても、もしくはLTEなどのレガシシステム上のシグナリングを通じて、5Gキャリアへのアクセスの前に取得されてもよい。このPSSは、LTEで用いられるPSSと同様に、ネットワークノード210によって系列の大きなセットから取り出されてもよく、PSSの検出によって、ワイヤレスデバイス250には、セル220の物理セルIDなどの物理セルIDに関する情報が与えられてもよい。PSSはまた、ワイヤレスデバイス250によって、粗い時間一周波数同期をとるためにも用いられてよい。本明細書で説明する実施形態は、LTEで用いられているものと同じまたは類似したPSSの使用に限定されず、全く異なる設計または系列長も考慮され得ることに留意されたい。

#### 【0058】

ワイヤレスデバイス250などのUEは、N通りのビーム状態の内1つまたはいくつかについて好適な位置において、当該ビーム状態が用いられたときにPSSを正常に検出し

10

20

30

40

50

てよく、またLTEタイプのPSSが用いられる場合には、セル220の物理セルIDなどの物理セルIDを獲得してもよい。ネットワークノード210またはTP210はまた、PSSに対して相対的な既知の位置で、SSSなどの関連情報メッセージを伝送してもよい。したがって、特定のOFDMシンボル内のPSSがワイヤレスデバイス250によって既に検出されているとき、ワイヤレスデバイス250は、PSSに対して相対的な別の時間および／または周波数位置で関連するSSSも見つけることができる。SSSは次いで、関連するPSSと同じビームフォーミング状態で、ネットワークノード210によって伝送されてもよい。これを実施する1つの方法は、図3に示すように、ネットワークノード210が同一のOFDMシンボル内でPSSが多重されたSSSを伝送することである。もう1つの代替方法として、SSSを2つの部分に分割し、各部分がPSSのいずれかの側にくるようにして、中心周波数に対して対称を成すようなPSSおよびSSSの伝送を実現する方法が考えられる。

10

#### 【0059】

図3は、14個のOFDMシンボルで構成されるサブフレームにおいて、PSSおよびSSSが、ネットワークノード210によって、同じシンボル内ではあるが異なる周波数位置すなわちサブキャリアセットで伝送される例を示す。例えば水平角および方位角でビームをスキャンするために、ネットワークノード210によってOFDMシンボル毎に異なるビーム状態(B1...B14)が用いられてもよい。さらに、システム情報を搬送するPBCHもまた、ネットワークノード210により、関連するPSSおよびSSSと同じOFDMシンボル内で、この例ではPSSの両側に分割されて伝送されてもよい。このように、いくつかの実施形態において、1つまたは複数のPBCHが1つのPSSに関連付けられてもよい。システム帯域幅は、この図に示したものより広くてもよいことに留意されたい。ここでは、PSS/SSS/PBCHの周波数多重化の概念のみを図示する。OFDMシンボルはまた、PSS/SSS/PBCHを搬送する周波数帯の外側すなわち両側に、他の制御シグナリングまたは共有データチャネルを含んでいてもよい。ネットワークノード210またはTP210は、この構成で、各OFDMシンボルを別々のビームフォーミング状態を使用して伝送してもよい。あるいは、ネットワークノード210またはTP210は、OFDMシンボルのPSS/SSS/PBCHの部分を実際のビームフォーミング状態を使用して伝送し、例えば両側にあるOFDMシンボルの残りの部分は、別途選択された、つまり第1のビームフォーミング状態とは異なるビームフォーミング状態を使用して伝送してもよい。このようにすると、例えば、共有データチャネルにPSS/SSS/PBCHが周波数多重されながらも、これら、すなわちPSS/SSS/PBCHは別々のビームすなわちビームフォーミング状態を使用することができる。

20

30

#### 【0060】

本明細書のいくつかの実施形態において、特定のPSSと関連付けられた、すなわち共に伝送されるSSSおよび1つまたは複数のPBCHは、本明細書では、PSSと関連付けられたメッセージ、すなわち関連情報メッセージと総称されることがある。

#### 【0061】

ただし、各SSSには、PSSとは異なり、SSS時間位置に対して相対的なサブフレームオフセットおよび／またはフレームオフセットなどの、サブフレームタイミングに関する情報が含まれ得る。ゆえに、ネットワークノード210によって、OFDMシンボル毎に異なる二次同期(SS)系列が伝送されてもよく、したがって、ネットワークノード210によって最大N個の異なるSSSが用いられてもよい。特定のOFDMシンボル内でどのSS系列が伝送されるかということ、すなわち「系列インデックス」を検出することにより、ワイヤレスデバイス250は、系列インデックスおよびOFDMシンボルの相対位置とサブフレーム境界との間の事前定義済みの一意のマッピングを用いて、少なくともサブフレーム同期を獲得することができる。したがって、ワイヤレスデバイス250がサブフレームの開始および終了の位置を知ることができるという意味で、サブフレーム同期が達成される。SSSはまた、ワイヤレスデバイス250によって、フレーム同期を

40

50

獲得するために用いられてもよいが、このために追加のSSS系列を使用する必要が生じ得る。サブフレーム同期のみが必要とされる場合、またはPSS/SSSが当該フレーム内の事前定義済みの1つのサブフレームのみで伝送される場合は、SSSを搬送するすべてのサブフレームで、ネットワークノード210は同じSSSを繰り返し使用してもよい。一方、ワイヤレスデバイス250がSSSによるフレーム同期も必要とし得る場合は、検出されたOFDMシンボルからフレーム境界までの相対距離を獲得できるように、当該フレーム内の別々のサブフレームは一意のSSS系列を使用する必要があり得る。

#### 【0062】

本明細書の実施形態において用いられるSSSは、LTE SSSと等しくても、等しくなくてもよい。LTEには168通りのSSSしか存在しないため、SSSが時間一周波数同期に加えてサブフレーム同期にも使用される場合は、ネットワークノード210によってビーム毎に異なるSSSが用いられ得ることから、この数では十分ではないことがある。しかしながら、SSSのより大きいセットを規定することもできる。このようなSSSのセットは、ネットワークノード210から、OFDMシンボル毎に、インターリーブされた2つのM系列の追加の巡回シフト組合せを伝送することにより、様々な実施形態においてLTE SSSの拡張として規定され得る。別の実施形態において、ネットワークノード210は、LTE SSSを、少なくとも第3の系列または参照信号、例えば、PBCHを復調する際に用いる参照信号と併用してもよい。

#### 【0063】

さらに、システム情報を獲得するために、PBCHは、ネットワークノード210によって、SSSと同じビームで、したがって同じOFDMシンボル内で、SSSおよび/またはPSSに対して相対的な既知の場所で伝送されてもよい。PBCHは、PBCHと同じOFDMシンボル内に位置する復調参照信号と共に伝送されてもよい。すなわち、PBCH復調の参照信号およびPBCH自身に対して、同じビームフォーミング重み付けベクトル、すなわち同じビーム状態でプリコーディングが行われる。よって、ワイヤレスデバイス250は、異なるビーム状態が用いられているOFDMシンボルにまたがってチャネル推定の補間を行うことができない。したがって、ある意味で、これらの参照信号はビーム固有である。

#### 【0064】

一実施形態では、ネットワークノード210によって、フレーム内の送信機会毎に同じPBCH情報が伝送される。ワイヤレスデバイス250において実施される実施形態において、ワイヤレスデバイス250はネットワークノード210からの複数回の伝送、例えば、複数のOFDMシンボル、したがって複数のビームによるPBCHを累積してもよく、システム情報が含まれているPBCHの受信パフォーマンスが改善される。場合によっては、PBCH検出のエネルギーを累積するために、ワイヤレスデバイス250が複数のビームにおいて1信号を検出し、十分な電力でPSSを検出した後、同じビーム内の関連PBCHを使用してもよい。しかしワイヤレスデバイス250における実装でのチャネル推定は、ビーム固有のRSが用いられ得るので、各OFDMシンボルにおいて繰り返される必要がある。このようにすることで、ビームフォーミング利得に加え、ワイヤレスデバイス250によるMIB受信をさらに拡張することができる、複数のビームのコヒーレント受信コンバイニングが可能になり得る。さらなる実施形態において、ワイヤレスデバイス250はまた、PSSの検出パフォーマンスが劣悪なOFDMシンボルすなわちビームにおけるPBCH受信を放棄して、PBCHのエネルギー累積にノイズ推定を捕捉しないようにしてもよい。

#### 【0065】

3Dビームでは、オーバーラップするビームパターンまたは伝搬チャネルのマルチパス反射により、カバレッジが重なり合うことがあるため、ワイヤレスデバイス250が複数のOFDMシンボル内でPSSを検出することもあり得る。この場合、ワイヤレスデバイス250における実装では、良好な同期パフォーマンスを確保するために、正當に検出されたOFDMシンボルの内、どれに最高の受信品質によるPSS検出が含まれているかを

10

20

30

40

50



推定し、サブフレームおよび／またはフレームタイミングを決定する際にそのOFDMシンボルのみを採用してもよい。PSSに対してN個より少ないおよび／またはより広いビームを用いることもまた、ネットワーク／TP側、例えばネットワークノード210またはTP210側の実装の実施形態である。ここでNは、5Gネットワークでサポートされるビーム数の指定上限値とし、この場合、ワイヤレスデバイス250がPSSを検出する可能性が十分にあるビームが複数存在する。より広いビームを使用することにより、各ビームのカバレージは狭まるが、小型セルなどのようにカバレージがそれほど重要ではない場合もある。より広いビームを用いるこの実施形態には、より迅速なPSS検出が可能であり、また比較的複雑度の低い標準的なLTEセルサーチアルゴリズムをワイヤレスデバイス250において再利用できるという利点がある。

10

#### 【0066】

本明細書で説明する少なくともいくつかの実施形態のさらなる利点は、ワイヤレスデバイス250が最初のPSS検出の時点でビームをサーチする必要がないことであろう。つまり、3Dビームフォーミング状態がセル220におけるワイヤレスデバイス250の位置と一致したときのみ、ワイヤレスデバイス250は正常に検出することができる。したがって、少なくともこのPSS検出の初期段階では、ビームの使用はワイヤレスデバイス250に依存しない。説明した実施形態において、PSS/SSSおよびPBCHがネットワークノード210によってどのように伝送され得るかについては、図3の例を参照されたい。

#### 【0067】

上述の方法の代替実施形態において、同じSSS系列が使用OFDMシンボル／ビーム状態の各々において伝送され、一方でフレームおよび／またはサブフレームオフセットは、関連OFDMシンボル内のPBCHで明示的に示されてもよい。したがって、この実施形態において、フレーム同期を達成する前に、ワイヤレスデバイス250によるMIB検出が必要となり得る。この実施形態には、すべてのOFDMシンボル内で繰り返し、TP毎にただ1つのSSSしか使用されない、すなわち消費されないという利点がある一方、ワイヤレスデバイス250は、OFDMシンボル毎のMIB変更、すなわち複数のビームにまたがるコヒーレントコンパニングを適用できないという欠点がある。さらに、特定のOFDMシンボルにおいて、最大限可能なN個のビーム状態の内どのビーム状態が用いられたかをワイヤレスデバイス250に通知するために、PBCH内でビームインデックス $n = \{1, \dots, N\}$ を伝達してもよい。PBCHは、サブフレームオフセットおよび／またはフレームオフセットの明示的なシグナリングも含んでいてよい。いくつかの実施形態において、ビーム状態 $n$ はワイヤレスデバイス250に通知されなくてもよいが、それでもなお、このオフセットシグナリングは、ワイヤレスデバイス250がサブフレームおよび／またはフレーム同期を獲得するために必要な情報を提供している。

20

30

#### 【0068】

さらなる代替実施形態において、SSSがワイヤレスデバイス250によってサブフレームオフセットを検出するために使用されてもよく、PBCHがワイヤレスデバイス250によってフレームオフセットを検出するために使用されてもよい。よって、PBCHメッセージは、1つのサブフレーム内のすべてのOFDMシンボル／ビームに対して同じであってよいが、フレームオフセットが変わるためにサブフレーム毎に変わる必要があり得る。実例については、下記の図を参照されたい。この実施形態では、最大でも14個の相異なるSSSが必要になり得るが、このSSSのセットは、次のサブフレームで繰り返されてよい。SSSはサブフレームタイミングを獲得するためだけに使用されるため、これで十分である。

40

#### 【0069】

図4は、14個のOFDMシンボルのサブフレームによる例を示す。この場合、PSSとSSSとは、ネットワークノード210によって、時間オフセットを適用して、この場合は1スロットすなわち7個のOFDMシンボルによる時間オフセットで、別々のシンボル内で伝送される。さらに、システム情報を搬送するPBCHも、ネットワークノード2

50

10によって、関連するPSSおよびSSSと同じOFDMシンボル内で、この例ではPSSの両側に分割された形で伝送される。システム帯域幅は、この図に示したものより広くてもよいことに留意されたい。ここでは、PSS/PBCHまたはSSS/PBCHの周波数多重化の概念のみを図示しているので、OFDMシンボルは他の制御シグナリングまたは共有データチャネルも含んでいてよい。ネットワーク/TP、例えばネットワークノード210またはTP210は、この構成で、各OFDMシンボルを別々のビームフォーミング状態を使用して伝送してもよい。ただし、この例では、サブフレーム内のシンボルkおよびk+7において、同じビームフォーミング状態が用いられている。ここでk=0, . . . , 6とする。そのため、ワイヤレスデバイス250などのUEは、有利なビームフォーミング状態ゆえにOFDMシンボルk内でPSSを検出し、SSSおよびPBCHを検出する際に、シンボルk+7でも同じビームフォーミング状態を得ることができる。したがって、ネットワークノード210によって、例えば水平角および方位角でビームをスキャンするために、各スロット内のOFDMシンボル毎に、例えばB1, . . . B7といった相異なるビーム状態が用いられてもよい。このようにPSSとSSSとを時間的に、例えば7個のOFDMシンボル分だけ分離することの利点は、図3の実施形態に比べ、PSSおよびSSSが共に周波数同期の向上のために利用され得ることである。これは、PSSおよびSSSに対して同じOFDMシンボルが用いられていることから、図3の構成ではより難しい。

#### 【0070】

図5は、ワイヤレスデバイス250による、OFDMシンボルk=5におけるPSSのポジティブ検出(positive detection)、よって、さらにOFDMシンボルk=12におけるSSSおよびPBCH検出の例を示す。これは、ネットワークノード210またはTP210は、シンボルk=5およびk=12で同じビームフォーミング状態を使用し、これにより、ワイヤレスデバイス250は、少なくとも、各SSSが相異なる実施形態の場合はSSS、またはPBCH情報のいずれかからサブフレームの開始までのサブフレームオフセットDelta<sub>SS</sub>=12を獲得することによる。図5では、本明細書におけるサブフレームオフセットを「シンボルオフセット」と表す。

#### 【0071】

図6は、ワイヤレスデバイス250による、サブフレームn内のOFDMシンボルk=5、PSS、およびk=12、SSSにおけるビームのポジティブ検出の例を示す。ワイヤレスデバイス250は、SSSの検出および/またはPBCHの検出からサブフレームオフセットおよびフレームオフセットを獲得する。図6では、本明細書におけるサブフレームオフセットを「シンボルオフセット」と表し、本明細書におけるフレームオフセットを「サブフレームオフセット」と表す。代替実施形態では、ワイヤレスデバイス250により、SSSをサブフレームオフセットの検出に使用し、PBCHをフレームオフセットの検出に使用してもよい。したがって、PBCHメッセージは、1サブフレーム内のすべてのOFDMシンボル/ビームに対して同じであるが、フレームオフセットが変わるためサブフレーム毎に変わる必要があり得る。

#### 【0072】

図6では、ネットワークノード210またはTP210がスキャン手順で7個を超えるビーム状態、すなわちN>7を使用できるように、複数のサブフレームが用いられている。この例では、使用するサブフレームの数をnとした場合、N=7n個のビームをスキャンすることができる。これほど多数のビームは不要であり、N<8で十分であると判断される場合、このセル取得手順には、すなわち時間一周波数同期およびセルIDの検出には、ワイヤレスデバイス250によって単一のサブフレームのみが用いられてもよい。この場合、フレームオフセットは、ネットワークノード210によって明示的に伝達されるのではなく、事前定義された値とすることができる。したがって、この値は、標準仕様書を読むことによって得てもよく、例えばゼロまたは9、フレーム内の最初または最後のサブフレームとして選択してもよい。

#### 【0073】

本明細書の実施形態で説明する構成により、オフセットがSSSおよび/またはPBCHによって伝達されるため、ネットワークノード210またはTP210などのTPが使用するビーム状態の数は、現行の規格がサポートする最大数Nより少なくすることができる。さらに、ビーム状態を規定したプリコーディング重み付けがワイヤレスデバイス250に知られるため、この構成では、PSS、SSSおよびPBCHに対していかなるビーム形状すなわちプリコーディング重み付けも実施することができる。これは1つの利点であり、ワイヤレス通信ネットワーク200における自由度が得られる。よって、本明細書の実施形態は、5Gのマルチアンテナ3Dビームフォーミングシステムを展開する上で、動作のシナリオおよびネットワークノード210またはTP210の実際の実装にも適応され得る、自由度に優れた手法を提供することができる。本明細書における少なくともいくつかの実施形態の利点は、PSSならびにSSSおよび/またはPBCHがネットワークノード210によって同一のOFDMシンボル内で伝送されることであり得る。これは、送信機側でアナログビームフォーミングが実行されるときに必要となり得る。この場合、ビームフォーミングのプリコーディング重み付けは広帯域のみであるためである。一方、ビームフォーマのデジタル実装では、周波数帯によって異なるビームを使用することができる。ただし、TPベンダによって、場合によっては同じベンダであっても製品によって実装が大幅に異なる可能性があるため、本解決策はTPにおけるビームフォーミングの特定の实装を包含するわけではなく、この目的は本明細書の実施形態により達成される。

10

#### 【0074】

20

ネットワークノード210またはTP210におけるさらなる実施形態では、PSSなどを各々すべてのOFDMシンボルで伝送しないことにより、ネットワークノード210またはTP210における実装をさらに緩やかにする(*relax*)ことが可能である。これは、例えば、スイッチング時間またはプリコード重み付けの整定時間が長い場合に有用である。したがって、本明細書の実施形態における同じアプローチにより、この種の緩和状態での動作(*relaxed operation*)も可能になる。サブフレームおよびフレームオフセットがワイヤレスデバイス250によって使用OFDMシンボル毎にそれぞれ個別に獲得されるため、ネットワークノード210によって各々すべてのOFDMシンボルが伝送に用いられなくともよい。PSSなどが各々すべてのOFDMシンボルで伝送されるか、それとも下記の例のように、1つおきのOFDMシンボルで伝送されるかは、ワイヤレスデバイス250に依存しない。ワイヤレスデバイス250は、ネットワークノード210による伝送が発生しないところでは、単にOFDMシンボル内のPSSの複製に失敗するだけであるためである。

30

#### 【0075】

図7は、ネットワークノード210によって1つおきのOFDMシンボルのみが用いられている、緩和状態にある(*relaxed*)ネットワークノード210またはTP210における実装の例を示し、この結果、TPのビームフォーミングハードウェアはビームを切り替えるのに十分な時間を確保できるようになる。ここに示す例では、1サブフレームで7ビームのみがスキャンされ得る。

#### 【0076】

40

上述の実施形態では、本明細書の実施形態の一般的な態様について説明した。以下のさらなる実施形態では、ワイヤレスデバイス250の処理能力が限られている場合に、ワイヤレスデバイス250における実装を緩やかにする拡張について説明する。

#### 【0077】

図4では、PSSとSSSとが1スロット分だけ離され得る様子を示した。ただし、ネットワークノード210によるPSS伝送とSSS伝送との間の時間がワイヤレスデバイス250に知られている限りは、片方が、例えばネットワークノード210またはTP210がPSSとSSSとをサブフレーム数個分さらに離してもよい。

#### 【0078】

PSSの帯域幅がシステム帯域幅よりもはるかに狭い場合、PSSは、高速フーリエ変

50

換（FFT）演算の前に、ワイヤレスデバイス250により、時間領域において下りサンプル値信号を使用して検出され得る。ただし、SSSおよびPBCHは、広帯域信号に対するFFT演算の後に、ワイヤレスデバイス250によって周波数領域において検出され得るが、これにはワイヤレスデバイス250側にもう少し多くの処理能力を必要とすることがあるため、ワイヤレスデバイス250は、所与のOFDMシンボルに対するSSS検出器が検出を終えるまで、各OFDMシンボル内の広帯域信号全体をバッファしておく必要が生じ得る。そこで、SSS検出とSSS/PBCH検出との間の時間が延長されれば、ワイヤレスデバイス250による多数のOFDMシンボルのバッファリングが不要になるため、有用である。図4に示した実施形態は、ネットワークノード210が、SSSとSSSとの間に7個のOFDMシンボルを挟むようにしてSSSおよびSSSを送信することで、このような仕組みを可能にする。したがって、ワイヤレスデバイス250における実装では、時間領域信号を使用してSSSをサーチすることができ、SSSを正常に検出した後、OFDMシンボル7個分後に伝送されるOFDMシンボルに対するFFT演算の実行に備えることができるため、ワイヤレスデバイス250における実装が緩やかなものになる。

#### 【0079】

ワイヤレスデバイス250における実装のさらなる実施形態では、ネットワークノード210による、同じビームを使用したSSS伝送とSSS伝送との間の時間がスロットデュレーションよりも長い。SSSは、ネットワークノード210により、数個のサブフレームの後に伝送されてもよい。ただし、この遅延時間が仕様によって周知されていることを前提とする。ワイヤレスデバイス250は、同じSSS/PBCH伝送を用いる同じOFDMシンボルおよびビーム状態が再び発生するまでの遅延を把握していてもよく、したがって、この遅延したOFDMシンボルが到来するまで待機してから、FFTを実行し、SSSおよびPBCHを検出してもよい。あるいは、ワイヤレスデバイス250が、標準仕様により、同じビームが一定時間後に再利用されることを把握できるように、ビームスキャンに周期性を設けてもよく、この値も標準仕様に定められたビーム状態の最大数Nに依存してもよい。したがって、ワイヤレスデバイス250における実装のこの実施形態において、ワイヤレスデバイス250は、ネットワークノード210による同じ信号伝送の周期性およびネットワークノード210による同じビーム状態の使用を生かし、最初の機会に時間領域信号を使用してSSSを検出し、その後の2番目の機会にFFTを実行してSSSおよびPBCHを検出してもよい。

#### 【0080】

さらなる実施形態において、ワイヤレスデバイス250は、ネットワークノード210またはTP210に対し、どのビームがネットワークノード210またはTP210に対する同期に用いられたかを通知してもよい。このような通知は、ネットワークノード210またはTP210からワイヤレスデバイス250への後続のダウンリンク伝送において、例えば追加のシステム情報ブロック、ワイヤレスデバイス250の設定、またはアップリンクおよびダウンリンク共有データチャネルのスケジューリングを伝送する際に有用となり得る。

#### 【0081】

次に、実例と共に提供した詳細な説明に従い、ネットワークノード210によって実行される、ワイヤレスデバイス250に対し、ワイヤレスデバイス250とネットワークノード210との同期のために第1の同期信号および関連情報メッセージを送信する方法の実施形態について、図8に示すフロー図を参照しながら説明する。本方法の概要の把握を容易にするため、これまで実例で説明してきた詳細をここで繰り返すことは控えるが、説明した詳細のいかなるものも、図8に関して提供される説明に適用し得る。既に述べたように、ネットワークノード210およびワイヤレスデバイス250はワイヤレス通信ネットワーク200内で動作している。図8は、本明細書の実施形態においてネットワークノード210によって実行される、または実行され得るアクションのフロー図を示す。

#### 【0082】

本方法は以下のアクションを含んでいてもよく、またこれらのアクションは以下に説明するのは別の適切な順序で実行されてもよい。

**【0083】**

**アクション801**

ワイヤレスデバイス250がネットワークノード210と同期できるようにするため、すなわちワイヤレスデバイス250がネットワークノード210によって送信された信号内のサブフレームタイミングおよび／またはフレームタイミングを取得できるようにするため、ネットワークノード210は、図3～図6に示すように、第1の同期信号をサブフレーム内のN個のOFDMシンボルにおいて、N個のOFDMシンボルの各々すべてにおける時間一周波数位置で少なくとも1回送信する。Nは、既に述べたように2以上である。

10

**【0084】**

第1の同期信号は、OFDMシンボルタイミングなど、中程度の時間尺度までの最小の時間尺度による時間構造、および第2の同期信号の時間位置を提供してもよい。

**【0085】**

第1の同期信号は、既に述べたようにPSSであっても、または同等の同期信号であってもよい。これまでの詳細な説明では、実例としてPSSを用いた。しかしながら、本明細書の実施形態におけるPSSに対するいかなる言及も、第1の同期信号に等しく適用されると解釈されるものとする。

**【0086】**

いくつかの実施形態において、ネットワークノード210はビームフォーミングを利用することにより、送信を実行してよい。

20

**【0087】**

いくつかの実施形態において、ビームフォーミングを利用するものなどにおいて、異なるビーム状態が、既に述べたように、N個のOFDMシンボルの少なくとも2個において用いられる。

**【0088】**

N個のOFDMシンボルの各々において相異なるビーム状態が用いられてもよい。

**【0089】**

いくつかの実施形態において、N個のOFDMシンボルは非連続的なOFDMシンボルである。

30

**【0090】**

**アクション802**

同様にワイヤレスデバイス250がネットワークノード210と同期できるようにするため、このアクションにおいて、ネットワークノード210は、図3～図6に示すように、第1の同期信号の送信毎に、OFDMシンボル内の事前定義済みの時間一周波数位置で関連情報メッセージを送信する。事前定義済みの時間一周波数位置は、第1の同期信号の時間一周波数位置に対して相対的である。関連情報メッセージは第1の同期信号に関連付けられている、すなわち、同期目的で第1の同期信号に関連付けられた情報を含んでいる。つまり、関連情報メッセージは、ワイヤレスデバイス250がサブフレームおよび／またはフレームタイミングを取得できるようにし得る情報を含んでいる。

40

**【0091】**

いくつかの実施形態において、関連情報メッセージは関連する第2の同期信号を含んでいる。第2の同期信号は、サブフレームおよび／またはフレームタイミングなど、中程度の時間尺度から大きい時間尺度までの時間構造を提供してもよい。第2の同期信号は、既に述べたようにSSSであっても、または同等の同期信号であってもよい。これまでの詳細な説明では、実例としてSSSを用いた。しかしながら、本明細書の実施形態におけるSSSに対するいかなる言及も、第2の同期信号に等しく適用されると解釈されるものとする。

**【0092】**

50

関連情報メッセージは関連P B C Hを含んでいてもよい。これらの実施形態において、関連情報メッセージは、P B C Hを単独で含んでいても、または第2の同期信号、例えばS S Sに加えて含んでいてもよい。

【0093】

いくつかの実施形態において、関連P B C Hは関連システム情報をさらに含んでいる。

【0094】

いくつかの実施形態において、ネットワークノード210は、ビームフォーミングを利用することにより、送信を実行してよい。第1の同期信号がビーム状態で送信される、これらの実施形態において、関連情報メッセージは、関連情報メッセージと関連付けられた第1の同期信号と同じビーム状態を使用して送信されてもよい。

10

【0095】

いくつかの実施形態において、関連情報メッセージは、関連情報メッセージが送信されるOFDMシンボル毎に異なる。

【0096】

関連情報メッセージはインデックスを含んでいてもよい。インデックスは、OFDMシンボルの相対位置とサブフレームおよび/またはフレーム境界との事前定義済みの一意のマッピングを含む数としてよく、これにより、ワイヤレスデバイス250はサブフレームおよび/またはフレームタイミングを取得できるようになる。

【0097】

これらの実施形態のいくつかにおいて、インデックスは、既に述べたように系列インデックスである。

20

【0098】

これらの実施形態のいくつかにおいて、サブフレームタイミングは、ワイヤレスデバイス250によってインデックスを検出することにより取得可能である。

【0099】

系列インデックスは、可能な系列のセットの内の系列を表すインデックスを含んでいてもよい。例えば、関連情報メッセージが関連する第2の同期信号を含んでいる実施形態において、系列インデックスは、少なくともサブフレームオフセットに一意にマップする、可能な同期系列の1つに対するインデックスとすることができる。

【0100】

関連情報メッセージが関連P B C Hを含んでいる実施形態において、インデックスはサブフレームオフセットもしくはフレームオフセットまたはその両方を明示するものとしてすることができる。

30

【0101】

いくつかの実施形態において、関連情報メッセージは、関連情報メッセージがサブフレーム内で送信される各OFDMシンボルにおいて同じであり、かつ関連情報メッセージは、関連情報メッセージが伝送対象フレーム内で送信されるサブフレーム毎に異なる。関連情報メッセージがインデックスを含んでいる、これらの実施形態において、フレームタイミングは、ワイヤレスデバイス250によってインデックスを検出することにより取得可能であり得る。

40

【0102】

関連情報メッセージが関連S S Sを含んでおり、かつインデックスが系列インデックスである、いくつかの実施形態において、サブフレームタイミングは、ワイヤレスデバイス250によって関連S S Sに含まれる系列インデックスを検出することにより取得可能であり得る。

【0103】

関連情報メッセージが関連S S Sを含んでおり、かつインデックスが系列インデックスである、いくつかの実施形態において、フレームタイミングは、ワイヤレスデバイス250によって関連S S Sに含まれる系列インデックスを検出することにより取得可能であり得る。

50

## 【0104】

関連情報メッセージが関連システム情報を含んでいる、いくつかの実施形態において、フレームタイミングは、ワイヤレスデバイス250によって関連システム情報に含まれるインデックスを検出することにより取得可能である。

## 【0105】

次に、ワイヤレスデバイス250によって実行される、ネットワークノード210によってワイヤレスデバイス250とネットワークノード210との同期のために送信された、第1の同期信号および関連情報メッセージを検出する方法の実施形態について、図9に示すフロー図を参照しながら説明する。本方法の概要の把握を容易にするため、これまで説明してきた詳細をここで繰り返すことは控えるが、説明した詳細のいかなるものも、図9に関して提供される説明に適用し得る。既に述べたように、ネットワークノード210およびワイヤレスデバイス250はワイヤレス通信ネットワーク200内で動作している。図9は、本明細書の実施形態においてワイヤレスデバイス250によって実行される、または実行され得るアクションのフロー図を示す。

10

## 【0106】

本方法は以下のアクションを含んでいてもよく、またこれらのアクションは以下に説明するのは別の適切な順序で実行されてもよい。ある実施形態においてはすべてのアクションが実行される一方で、他の実施形態においては一部のアクションのみが実行されてもよい。

## 【0107】

## アクション901

ワイヤレスデバイス250がネットワークノード210によって送信された信号内のサブフレームタイミングおよび/またはフレームタイミングを取得する最初のステップとして、つまり、ネットワークノード210と同期するために、ワイヤレスデバイス250は第1の同期信号を検出する。既に述べたように、第1の同期信号は、ネットワークノード(210)によって、サブフレーム内のN個のOFDMシンボルにおいて、N個のOFDMシンボルの各々すべてにおける時間一周波数位置で少なくとも1回送信されている。Nは2以上である。

20

## 【0108】

これまで検討したように、いくつかの実施形態において、ネットワークノード210は、ビームフォーミングを利用して、送信を実行しておいてよい。

30

## 【0109】

これもまた既に述べたように、第1の同期信号はPSSとすることができる。

## 【0110】

いくつかの実施形態において、このアクションは、例えば、ワイヤレスデバイス250がLTEセルサーチと似た手順を用いて、相異なるTPビームを同時にサーチしているときに実施され得る。

## 【0111】

## アクション902

良好な同期パフォーマンスを確保するため、いくつかの実施形態において、ワイヤレスデバイス250は、既に述べたように、ネットワークノード210によって送信された検出済みOFDMシンボルを破棄してもよい。この動作は、破棄された検出済みOFDMシンボル内の第1の同期信号の検出が、しきい値に基づき不十分である場合に発生し得る。例えば、このしきい値は、検出済みOFDMシンボルの推定信号対雑音比に基づいてよい。つまり、ワイヤレスデバイス250は、サブフレームまたはフレームタイミングを取得するために、破棄されたOFDMシンボルを考慮に入れなくてよい。

40

## 【0112】

## アクション903

ワイヤレスデバイス250は、事前定義済みの時間一周波数位置で関連情報メッセージを検出する。事前定義済みの時間一周波数位置は、検出された第1の同期信号の時間一周

50

波数位置に対して相対的である。関連情報メッセージは上述のものに対応している。したがって関連情報メッセージは、第1の同期信号に関連付けられている。

【0113】

これもまた上述のように、いくつかの実施形態において、関連情報メッセージは関連する第2の同期信号を含んでいる。第2の同期信号はSSSとすることができる。

【0114】

関連情報メッセージを検出することは、検出された関連情報メッセージの系列を可能な情報メッセージ系列のセットの1つと照合することを含んでいてもよい。既に述べたように、可能な情報メッセージ系列のこのセットは、LTEにおいて指定されたSSSとすることができる。

10

【0115】

いくつかの実施形態において、関連情報メッセージは、上述のように、関連PBCHを含んでいる。これらの実施形態のいくつかにおいて、関連PBCHは関連システム情報をさらに含んでいる。

【0116】

関連情報メッセージはインデックスを含んでいる。

【0117】

これらの実施形態のいくつかにおいて、インデックスは系列インデックスである。

【0118】

いくつかの実施形態において、系列インデックスは、可能な系列のセットの内の系列を表すインデックスを含んでいる。

20

【0119】

アクション904

ワイヤレスデバイス250は、関連情報メッセージに含まれるインデックスを検出することにより、サブフレームタイミングおよび/またはフレームタイミングを取得する。これは、インデックスが、OFDMシンボルの相対位置とサブフレームおよび/またはフレーム境界との間の事前定義済みの一意のマッピングを含んでいるためである。

【0120】

いくつかの実施形態において、関連情報メッセージは、関連情報メッセージがネットワークノード210によって送信されるOFDMシンボル毎に異なる。これらの実施形態において、サブフレームタイミングは、ワイヤレスデバイス250によってインデックスを検出することにより取得され得る。

30

【0121】

いくつかの実施形態において、関連情報メッセージは、関連情報メッセージがネットワークノード210によってサブフレーム内で送信される各OFDMシンボルにおいて同じであり、かつ関連情報メッセージは、関連情報メッセージがネットワークノード210によって伝送対象フレーム内で送信されるサブフレーム毎に異なる。これらの実施形態において、フレームタイミングは、ワイヤレスデバイス250によってインデックスを検出することにより取得され得る。

【0122】

いくつかの実施形態において、関連情報メッセージは関連SSSを含んでいる。インデックスが系列インデックスである、これらの実施形態において、サブフレームタイミングは、ワイヤレスデバイス250によって関連SSSに含まれる系列インデックスを検出することにより取得され得る。

40

【0123】

いくつかの実施形態において、関連情報メッセージは関連SSSを含んでいる。インデックスが系列インデックスである、これらの実施形態において、フレームタイミングは、ワイヤレスデバイス250によって関連SSSに含まれる系列インデックスを検出することにより取得され得る。

【0124】

50



いくつかの実施形態において、関連情報メッセージは関連システム情報を含んでおり、かつフレームタイミングは、ワイヤレスデバイス250によって関連システム情報に含まれるインデックスを検出することにより取得され得る。

#### 【0125】

アクション905

ネットワークノード210がビームフォーミングを利用して、第1の同期信号および関連情報メッセージの送信を実行している、いくつかの実施形態において、ワイヤレスデバイス250はネットワークノード210へメッセージを送信してもよい。このメッセージは、第1の同期信号および関連情報メッセージを送信するためにネットワークノード210によってビームフォーミングが行われたビームの内、どのビームがワイヤレスデバイス250によって同期のために使われたのかに関する情報を含んでいてもよい。例えば、伝送されたメッセージの時間一周波数位置を用いて、どのビームがワイヤレスデバイス250によって使われたのかをネットワークノード210に対し黙示的に伝えてもよい。

10

#### 【0126】

いくつかの実施形態において、このメッセージ内の情報は、ワイヤレスデバイス250によって同期のために使われたビームのビーム状態インデックスを含んでいてもよい。

#### 【0127】

ワイヤレスデバイス250は、例えば、使ったビーム状態のインデックスによって決定される系列および/または時間周波数リソースを含む、ランダムアクセスプリアンプルとして、このメッセージを送信してもよい。

20

#### 【0128】

このように、本明細書の実施形態は、ネットワークノード210が同じ、例えばPSSをスキャンするようにしてOFDMシンボル毎に新たなビームで繰り返し伝送することにより、上述の問題に対処するアプローチを提供し得る。所与のOFDMシンボルで用いられる瞬時ビーム(instantaneous beam)はワイヤレスデバイス250にとっては未知であってよい。ワイヤレスデバイス250は、受信機による後続処理の前に受信信号を周波数領域に変換するための必要条件であり得る、OFDMシンボルタイミングを獲得するために、時間領域において、例えばPSSに対するブラインドサーチを実行することができる。PSSを検出すると、ワイヤレスデバイス250は、PSSに対して相対的な位置においてSSSおよび、例えばPBCHを見つけることができる。PSSの場合と違って、SSSおよび/またはPBCHはOFDMシンボル毎に異なってもよい。この構成により、ワイヤレス通信ネットワーク200において、ワイヤレスデバイス250はシンボルオフセット、すなわち本明細書でいうところのサブフレームオフセット、およびフレームオフセットを獲得することができる。いくつかの実施形態において、これはビームフォーミングが行われるネットワークとすることができる。

30

#### 【0129】

図10は、図9を参照しながら説明した、本明細書のいくつかの実施形態に従いワイヤレスデバイス250によって実行される方法の例を示すフロー図である。図の右側の数字は、図9で説明したアクションとの対応関係を示す。図中、ワイヤレスデバイス250は「UE」と表す。図10において、本明細書でいうところのサブフレームオフセットは「シンボルオフセット(サブフレーム境界)」と表す。この特定の例において、第1の同期信号はPSSであり、関連情報メッセージは、SSSおよびPBCHである第2の同期信号を含んでおり、ネットワークノード210はビームフォーミングを利用した送信を既に実行している。この図においてビームは「B」で識別されるように表す。

40

#### 【0130】

図11および図12は、図8および図9においてそれぞれいくつかのアクションに関して説明した、本明細書のいくつかの実施形態によるネットワークノード210およびワイヤレスデバイス250における方法の少なくとも一部を示す概略図である。図の左側および右側の数字は、それぞれ図8および図9で説明したアクションとの対応関係を示す。両方の図において、ネットワークノード210またはTF210は「ネットワーク/伝送ボ

50

イント」と表し、ワイヤレスデバイス 250 は「UE」と表す。また両方の図において、この場合、系列インデックスであるインデックスは「インデックス」と表す。図 11 は、本明細書で説明した、サブフレームおよびフレームタイミングが SSS によって決定される実施形態の 1 つにおける、いくつかのアクションを説明する概略図である。PSS、SSS、および PBCH は、必ずしも同じ OFDM シンボルにおいて伝送される必要はないことに注目されたい。また、この実施形態では、PBCH が各 OFDM シンボルで同じままであることから、ワイヤレスデバイス 250 はいくつかの OFDM シンボルにまたがって PBCH を累積してよいことにも注目されたい。図 11 および図 12 の特定の例において、第 1 の同期信号は PSS であり、関連情報メッセージは、SSS および PBCH である第 2 の同期信号を含んでおり、ネットワークノード 210 はビームフォーミングを利用した送信を既に実行している。両方の図において、ビーム状態インデックスは「B1」で識別されるように表す。

10

#### 【0131】

図 12 は、本明細書で説明した、サブフレームタイミングが SSS によって決定され、フレームタイミングを決定するための情報が PBCH に含まれている実施形態の 1 つにおける、いくつかのアクションを説明する概略図である。PSS、SSS、および PBCH は、必ずしも同じ OFDM シンボルにおいて伝送される必要はないことに注目されたい。この図において、インデックスは、SSS における系列インデックスに対しては「インデックス」と表し、PBCH におけるインデックスに対しては「k」と表す。

#### 【0132】

図 8、図 11、および図 12 に関連して上記に説明した方法のアクションを実行するために、ネットワークノード 210 は、ワイヤレスデバイス 250 に対し、ワイヤレスデバイス 250 とネットワークノード 210 との同期のために第 1 の同期信号および関連情報メッセージを送信するように設定されている。ネットワークノード 210 は、図 13 に示す、以下の構成をとっている。既に述べたように、いくつかの実施形態において、ネットワークノード 210 は、ビームフォーミングを利用して送信するように設定されていてよい。ネットワークノード 210 およびワイヤレスデバイス 250 は、ワイヤレス通信ネットワーク 200 内で動作するように設定されている。

20

#### 【0133】

以下の一部の詳細な説明は、ネットワークノード 210 について説明したアクションに関連してこれまで言及したのと同じ内容であるため、ここで繰り返すことは避ける。

30

#### 【0134】

ネットワークノード 210 は、第 1 の同期信号をサブフレーム内の N 個の OFDM シンボルにおいて、N 個の OFDM シンボルの各々すべてにおける時間一周波数位置で少なくとも 1 回送信するように設定されていてよい。N は 2 以上である。

#### 【0135】

これは、ネットワークノード 210 内の送信モジュール 1301 によって実行されてもよい。

#### 【0136】

いくつかの実施形態において、第 1 の同期信号の送信毎に、ネットワークノード 210 は、OFDM シンボル内の事前定義済みの時間一周波数位置で関連情報メッセージを送信するようにさらに設定されている。この事前定義済みの時間一周波数位置は、第 1 の同期信号の時間一周波数位置に対して相対的である。関連情報メッセージは第 1 の同期信号に関連付けられている。

40

#### 【0137】

これもまた、送信モジュール 1301 によって実行されてよい。

#### 【0138】

第 1 の同期信号は PSS とすることができる。

#### 【0139】

いくつかの実施形態において、関連情報メッセージは、関連する第 2 の同期信号を含ん

50

でいる。第2の同期信号はSSSとすることができる。

【0140】

いくつかの実施形態において、関連情報メッセージは、関連PBCHを含んでいる。

【0141】

いくつかの実施形態において、ネットワークノード210は、N個のOFDMシンボルの少なくとも2個において相異なるビーム状態を使用するようにさらに設定されている。

【0142】

これもまた、送信モジュール1301によって実行されてよい。

【0143】

いくつかの実施形態において、ネットワークノード210は、N個のOFDMシンボルの各々において相異なるビーム状態を使用するようにさらに設定されている。

10

【0144】

これもまた、送信モジュール1301によって実行されてよい。

【0145】

いくつかの実施形態において、ネットワークノード210は、第1の同期信号をビーム状態において送信し、かつ関連情報メッセージを、関連情報メッセージと関連付けられた第1の同期信号と同じビーム状態を使用して送信するようにさらに設定されている。

【0146】

これもまた、送信モジュール1301によって実行されてよい。

【0147】

いくつかの実施形態において、関連PBCHは関連システム情報をさらに含んでいる。

20

【0148】

いくつかの実施形態において、関連情報メッセージは、関連情報メッセージがネットワークノード210によって送信されるように設定されているOFDMシンボル毎に異なり、関連情報メッセージはインデックスを含み、かつサブフレームタイミングは、ワイヤレスデバイス250によってインデックスを検出することにより取得可能である。

【0149】

いくつかの実施形態において、関連情報メッセージは、関連情報メッセージがネットワークノード210によってサブフレーム内で送信されるように設定されている各OFDMシンボルにおいて同じであり、関連情報メッセージは、関連情報メッセージがネットワークノード210によって伝送対象フレーム内で送信されるように設定されているサブフレーム毎に異なり、関連情報メッセージはインデックスを含み、かつフレームタイミングは、ワイヤレスデバイス250によってインデックスを検出することにより取得可能である。

30

【0150】

いくつかの実施形態において、関連情報メッセージは関連SSSを含み、インデックスは系列インデックスであり、かつサブフレームタイミングは、ワイヤレスデバイス250によって関連SSSに含まれる系列インデックスを検出することにより取得可能である。

【0151】

いくつかの実施形態において、関連情報メッセージは関連SSSを含み、インデックスは系列インデックスであり、かつフレームタイミングは、ワイヤレスデバイス250によって関連SSSに含まれる系列インデックスを検出することにより取得可能である。

40

【0152】

いくつかの実施形態において、関連情報メッセージは関連システム情報を含み、かつフレームタイミングは、ワイヤレスデバイス250によって関連システム情報に含まれるインデックスを検出することにより取得可能である。

【0153】

いくつかの実施形態において、系列インデックスは、可能な系列のセットの内の系列を表すインデックスを含んでいる。

【0154】

50

いくつかの実施形態において、N個のOFDMシンボルは非連続的なOFDMシンボルである。

#### 【0155】

例えばビームフォーミングを利用して、ワイヤレスデバイス250に対し、ワイヤレスデバイス250とネットワークノード210との同期のために第1の同期信号および関連情報メッセージを送信するための、本明細書の実施形態は、図13に示す、ネットワークノード210内の処理モジュール1302などの1つまたは複数のプロセッサと併せて、本明細書の実施形態の機能およびアクションを実行するためのコンピュータプログラムコードにより、実施され得る。上述のプログラムコードはまた、ネットワークノード210内にロードされたときに本明細書の実施形態を実行するコンピュータプログラムコードを担持する、例えばデータキャリアの形態によるコンピュータプログラム製品として提供されてもよい。このようなキャリアの1つとしてCD-ROMディスクの形態が挙げられる。しかし、メモリスティックなどの他のデータキャリアも適している。コンピュータプログラムコードはさらに、サーバ上の純粋なプログラムコードとして提供され、ネットワークノード210へダウンロードされてもよい。

10

#### 【0156】

ネットワークノード210は、1つまたは複数のメモリ装置を含むメモリモジュール1303をさらに備えていてもよい。メモリモジュール1303は、ネットワークノード210において実行されたときに本明細書の方法を実行するアプリケーションに関連するデータを格納するために使用されるように配置されてもよい。メモリモジュール1303は処理モジュール1302と通信を行ってもよい。処理モジュール1302によって処理される他の情報のいかなるものも、メモリモジュール1303に格納されてよい。

20

#### 【0157】

いくつかの実施形態において、例えばワイヤレスデバイス250から、受信ポート1304を通じて情報を受信してもよい。いくつかの実施形態において、受信ポート1304は、例えば、ネットワークノード210内の1つまたは複数のアンテナに接続されていてもよい。他の実施形態において、ネットワークノード210は、ワイヤレス通信ネットワーク200内の別の構造から、受信ポート1304を通じて情報を受信してもよい。受信ポート1304は処理モジュール1302と通信を行ってもよい。受信ポート1304は、受信した情報を次いで処理モジュール1302へ送信してもよい。受信ポート1304は他の情報も受信するように設定されてよい。

30

#### 【0158】

本明細書の方法の実施形態に関連して処理モジュール1302によって処理された情報は、メモリモジュール1303に格納されてもよく、メモリモジュール1303は、既に述べたように、処理モジュール1302および受信ポート1304と通信を行ってもよい。

#### 【0159】

処理モジュール1302は、ワイヤレスデバイス250またはワイヤレス通信ネットワーク200内の別のノードに対し、送信ポート1305を通じて情報を伝送または送信するようにさらに設定されていてもよく、送信ポート1305は、処理モジュール1302およびメモリモジュール1303と通信を行ってもよい。

40

#### 【0160】

上述のモジュール1301が、処理モジュール1302などの1つまたは複数のプロセッサによって実行されたときに上述のように機能する、例えばメモリに格納された、アナログモジュールおよびデジタルモジュールの組合せ、ならびに／またはソフトウェアおよび／もしくはファームウェアと共に設定された1つもしくは複数のプロセッサを指してよいことも、当業者には理解されよう。これらのプロセッサの1つもしくは複数および他のデジタルハードウェアが単一の特定用途向け集積回路(ASIC)に含まれていてもよいし、またはいくつかのプロセッサおよび様々なデジタルハードウェアが、個別実装かシステムオンチップ(SoC)への集積かにかかわらず、いくつかの別々のコンポーネントに

50

分散されていてもよい。

【0161】

したがって、本明細書で説明した実施形態によるネットワークノード210のための方法は、少なくとも1つのプロセッサ上で実行されたときに、本明細書で説明したネットワークノード210によって実行されるようなアクションを、この少なくとも1つのプロセッサに実行させる命令、すなわちソフトウェアコード部分を含む、コンピュータプログラム製品によってそれぞれ実施される。コンピュータプログラム製品はコンピュータ可読記憶媒体上に格納されていてもよい。コンピュータプログラムがその上に格納されたコンピュータ可読記憶媒体は、少なくとも1つのプロセッサ上で実行されたときに、本明細書で説明したネットワークノード210によって実行されるようなアクションを、この少なくとも1つのプロセッサに実行させる命令を含んでいてもよい。いくつかの実施形態において、コンピュータ可読記憶媒体は非一時的なコンピュータ可読記憶媒体であってもよい。

10

【0162】

図9、図10、図11、および図12に関連して上記に説明した方法のアクションを実行するために、ワイヤレスデバイス250は、ネットワークノード210によってワイヤレスデバイス250とネットワークノード210との同期のために送信されるように設定された、第1の同期信号および関連情報メッセージを検出するように設定されている。ワイヤレスデバイス250は、図14に示す、以下の構成をとっている。いくつかの実施形態において、ネットワークノード210は、ビームフォーミングを利用して送信を既に実行しておいてよい。ネットワークノード210およびワイヤレスデバイス250は、ワイヤレス通信ネットワーク200内で動作するように設定されている。以下の一部の詳細な説明は、ワイヤレスデバイス250について説明したアクションに関連してこれまで言及したのと同じ内容であるため、ここで繰り返すことは避ける。

20

【0163】

ワイヤレスデバイス250は、第1の同期信号を検出するように設定されていてよい。第1の同期信号は、ネットワークノード210によって、サブフレーム内のN個のOFDMシンボルにおいて、N個のOFDMシンボルの各々すべてにおける時間一周波数位置で少なくとも1回送信されているように設定されている。Nは2以上である。

【0164】

これは、ワイヤレスデバイス250内の検出モジュール1401によって実行されてもよい。

30

【0165】

いくつかの実施形態において、ワイヤレスデバイス250は、事前定義済みの時間一周波数位置で関連情報メッセージを検出するようにさらに設定されている。事前定義済みの時間一周波数位置は、検出された第1の同期信号の時間一周波数位置に対して相対的である。関連情報メッセージは第1の同期信号に関連付けられている。

【0166】

これもまた、検出モジュール1401によって実行されてよい。

【0167】

第1の同期信号はPSSとすることができる。

40

【0168】

いくつかの実施形態において、関連情報メッセージは、関連する第2の同期信号を含んでいる。第2の同期信号はSSSとすることができる。

【0169】

いくつかの実施形態において、関連情報メッセージを検出することは、検出された関連情報メッセージの系列を可能な情報メッセージ系列のセットの1つと照合することを含んでいる。

【0170】

いくつかの実施形態において、関連情報メッセージは関連PBCHを含んでいる。

【0171】

50

いくつかの実施形態において、関連 P B C H は関連システム情報をさらに含んでいる。

【0172】

関連情報メッセージはインデックスを含んでいる。

【0173】

ワイヤレスデバイス 250 は、関連情報メッセージに含まれるインデックスを検出することにより、サブフレームタイミングおよび／またはフレームタイミングを取得するように設定されている。

【0174】

これは、ワイヤレスデバイス 250 内の取得モジュール 1402 によって実行されてもよい。

【0175】

いくつかの実施形態において、関連情報メッセージは、関連情報メッセージがネットワークノード 210 によって送信されるように設定されている OFDM シンボル毎に異なり、関連情報メッセージはインデックスを含み、かつワイヤレスデバイス 250 はインデックスを検出することによりサブフレームタイミングを取得するようにさらに設定されている。

【0176】

これもまた、取得モジュール 1402 によって実行されてよい。

【0177】

いくつかの実施形態において、関連情報メッセージは、関連情報メッセージがネットワークノード 210 によってサブフレーム内で送信されるように設定されている各 OFDM シンボルにおいて同じであり、関連情報メッセージは、関連情報メッセージがネットワークノード 210 によって伝送対象フレーム内で送信されるように設定されているサブフレーム毎に異なり、関連情報メッセージはインデックスを含み、かつワイヤレスデバイス 250 はインデックスを検出することによりフレームタイミングを取得するようにさらに設定されている。

【0178】

これもまた、取得モジュール 1402 によって実行されてよい。

【0179】

いくつかの実施形態において、関連情報メッセージは関連 S S S を含み、インデックスは系列インデックスであり、かつワイヤレスデバイス 250 は関連 S S S に含まれる系列インデックスを検出することによりフレームタイミングを取得するようにさらに設定されている。

【0180】

これもまた、取得モジュール 1402 によって実行されてよい。

【0181】

いくつかの実施形態において、関連情報メッセージは関連システム情報を含み、かつワイヤレスデバイス 250 は関連システム情報に含まれるインデックスを検出することによりフレームタイミングを取得するようにさらに設定されている。

【0182】

これもまた、取得モジュール 1402 によって実行されてよい。

【0183】

いくつかの実施形態において、系列インデックスは、可能な系列のセットの内の系列を表すインデックスを含んでいる。

【0184】

いくつかの実施形態において、ワイヤレスデバイス 250 は、ネットワークノード 210 によって送信されるように設定された検出済み OFDM シンボルを破棄するように設定されていてもよく、破棄された検出済み OFDM シンボル内の第 1 の同期信号の検出はしきい値に基づき不十分である。

【0185】

10

20

30

40

50

これは、ワイヤレスデバイス250内の破棄モジュール1403によって実行されてもよい。

【0186】

いくつかの実施形態において、ワイヤレスデバイス250は、ネットワークノード210へメッセージを送信するように設定されていてもよく、このメッセージは、第1の同期信号および関連情報メッセージを送信するためにネットワークノード210によってビームフォーミングが行われるように設定されたビームの内、どのビームがワイヤレスデバイス250によって同期のために使われたのかに関する情報を含んでいる。

【0187】

これは、ワイヤレスデバイス250内の送信モジュール1404によって実行されてもよい。

【0188】

例えばビームフォーミングを利用して、ネットワークノード210によってワイヤレスデバイス250とネットワークノード210との同期のために送信された第1の同期信号および関連情報メッセージを検出するための、本明細書の実施形態は、図14に示す、ワイヤレスデバイス250内の処理モジュール1405などの1つまたは複数のプロセッサと併せて、本明細書の実施形態の機能およびアクションを実行するためのコンピュータプログラムコードにより、実施され得る。上述のプログラムコードはまた、ワイヤレスデバイス250内にロードされたときに本明細書の実施形態を実行するコンピュータプログラムコードを担持する、例えばデータキャリアの形態によるコンピュータプログラム製品として提供されてもよい。このようなキャリアの1つとしてCD-ROMディスクの形態が挙げられる。しかし、メモリスティックなどの他のデータキャリアも適している。コンピュータプログラムコードはさらに、サーバ上の純粋なプログラムコードとして提供され、ワイヤレスデバイス250へダウンロードされてもよい。

【0189】

ワイヤレスデバイス250は、1つまたは複数のメモリ装置を含むメモリモジュール1406をさらに備えていてもよい。メモリモジュール1406は、ワイヤレスデバイス250において実行されたときに本明細書の方法を実行するアプリケーションに関連するデータを格納するために使用されるように配置されてもよい。メモリモジュール1406は処理モジュール1405と通信を行ってもよい。処理モジュール1405によって処理される他の情報のいかなるものも、メモリモジュール1406に格納されてよい。

【0190】

いくつかの実施形態において、例えばネットワークノード210から、受信ポート1407を通じて情報を受信してもよい。いくつかの実施形態において、受信ポート1407は、例えば、ワイヤレスデバイス250内の1つまたは複数のアンテナに接続されていてもよい。他の実施形態において、ワイヤレスデバイス250は、ワイヤレス通信ネットワーク200内の別の構造から、受信ポート1407を通じて情報を受信してもよい。受信ポート1407は処理モジュール1405と通信を行ってもよいため、受信ポート1407は、受信した情報を次いで処理モジュール1405へ送信してもよい。受信ポート1407は他の情報も受信するように設定されてよい。

【0191】

本明細書の方法の実施形態に関連して処理モジュール1405によって処理された情報は、メモリモジュール1406に格納されてもよく、メモリモジュール1406は、既に述べたように、処理モジュール1405および受信ポート1407と通信を行ってもよい。

【0192】

処理モジュール1405は、ネットワークノード210に対し、送信ポート1408を通じて情報を伝送または送信するようにさらに設定されていてもよく、送信ポート1408は、処理モジュール1405およびメモリモジュール1406と通信を行ってもよい。

【0193】

上述の各種モジュール1401～1404が、処理モジュール1405などの1つまたは複数のプロセッサによって実行されたときに上述のように機能する、例えばメモリに格納された、アナログモジュールおよびデジタルモジュールの組合せ、ならびに／またはソフトウェアおよび／もしくはファームウェアと共に設定された1つもしくは複数のプロセッサを指してよいことも、当業者には理解されよう。これらのプロセッサの1つもしくは複数および他のデジタルハードウェアが単一の特定用途向け集積回路（ASIC）に含まれていてもよいし、またはいくつかのプロセッサおよび様々なデジタルハードウェアが、個別実装かシステムオンチップ（SoC）への集積かにかかわらず、いくつかの別々のコンポーネントに分散されていてもよい。

**【0194】**

したがって、本明細書で説明した実施形態によるワイヤレスデバイス250のための方法は、少なくとも1つのプロセッサ上で実行されたときに、本明細書で説明したワイヤレスデバイス250によって実行されるようなアクションを、この少なくとも1つのプロセッサに実行させる命令、すなわちソフトウェアコード部分を含む、コンピュータプログラム製品によってそれぞれ実施される。コンピュータプログラム製品はコンピュータ可読記憶媒体上に格納されていてもよい。コンピュータプログラムがその上に格納されたコンピュータ可読記憶媒体は、少なくとも1つのプロセッサ上で実行されたときに、本明細書で説明したワイヤレスデバイス250によって実行されるようなアクションを、この少なくとも1つのプロセッサに実行させる命令を含んでいてもよい。いくつかの実施形態において、コンピュータ可読記憶媒体は非一時的なコンピュータ可読記憶媒体であってもよい。

**【0195】**

「含む、備える（comprise）」または「含んでいる、備えている（comprising）」という用語が用いられているとき、非限定的、すなわち「少なくとも～で構成される」を意味するものと解釈しなければならない。

**【0196】**

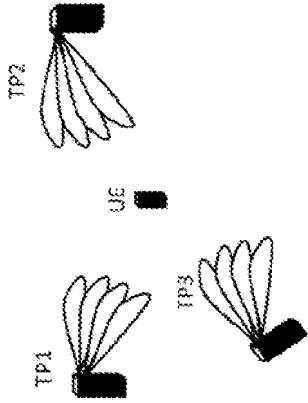
本明細書の実施形態は、上述の好ましい実施形態に限定されるものではない。様々な代替例、変形例、および同等例が採用され得る。したがって、上記の実施形態は、本発明の範囲を限定するものと見なされるべきではない。

10

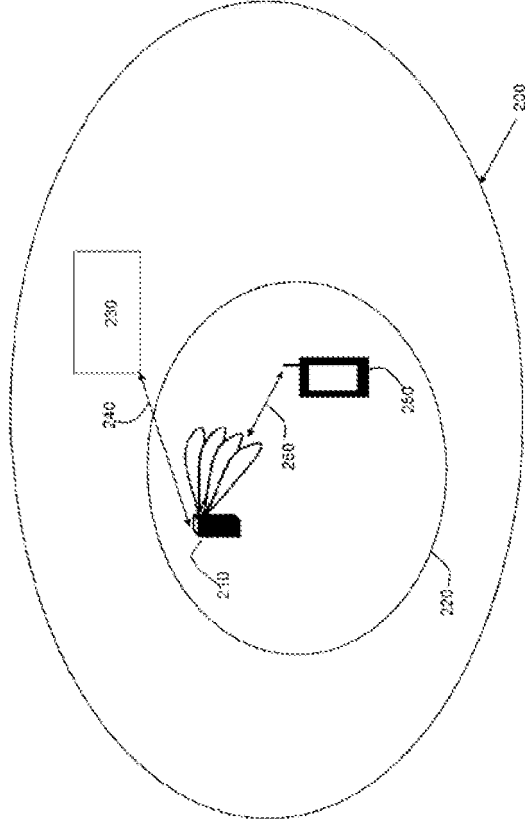
20



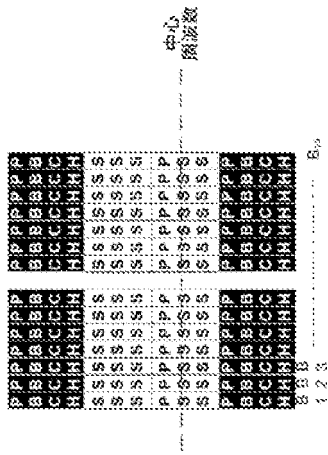
【図 1】



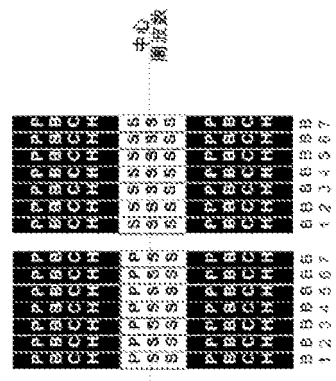
【図 2】



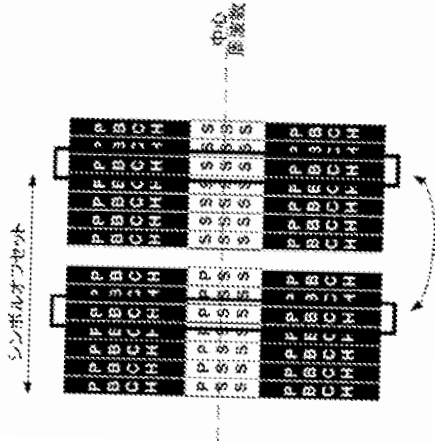
【図 3】



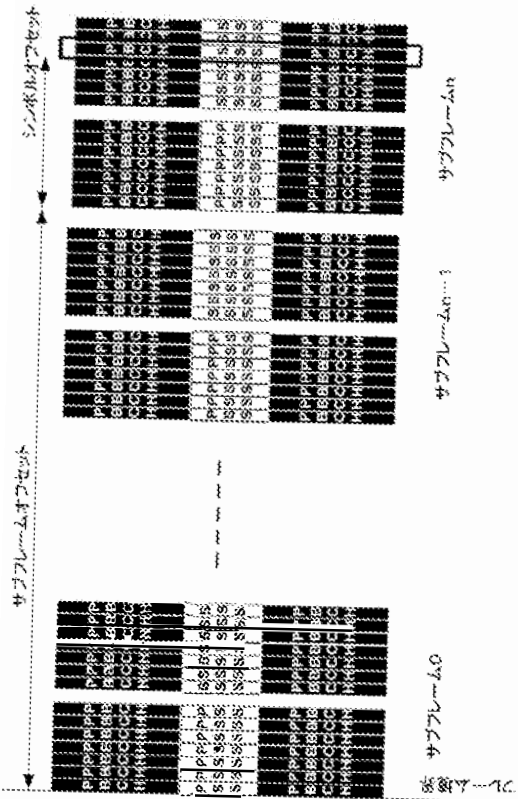
【図 4】



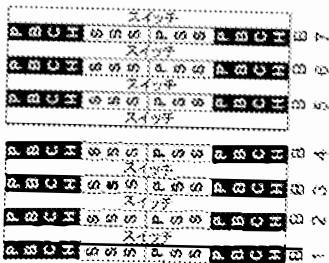
【図 5】



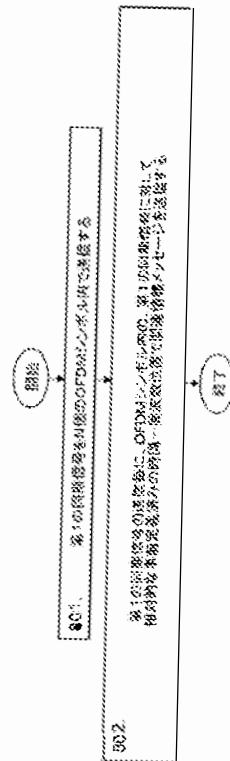
【図 6】



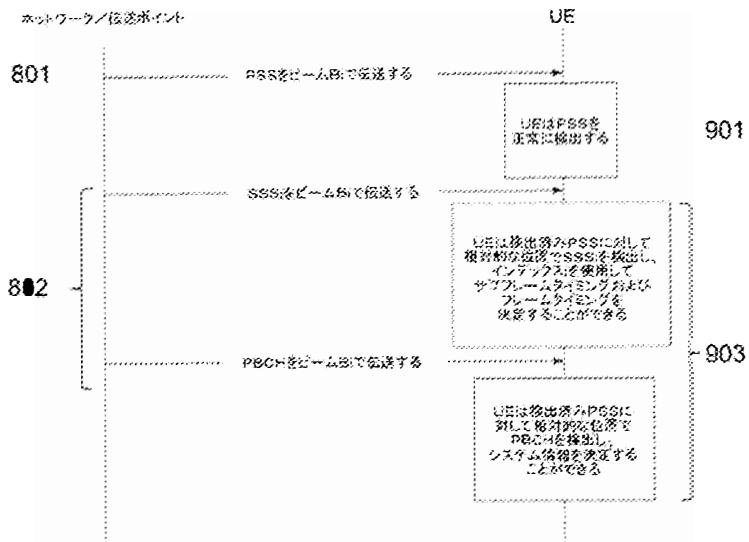
【図 7】



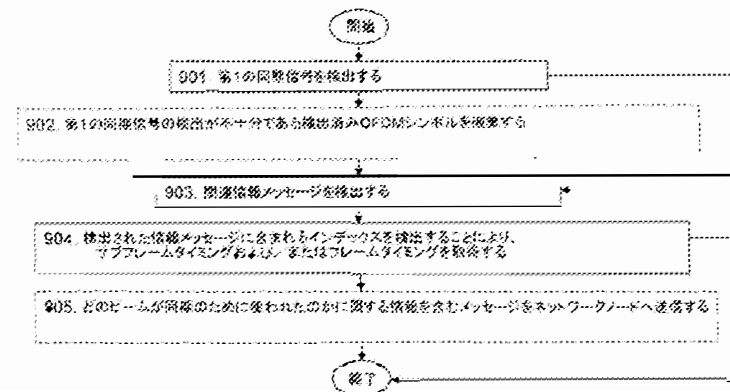
【図 8】



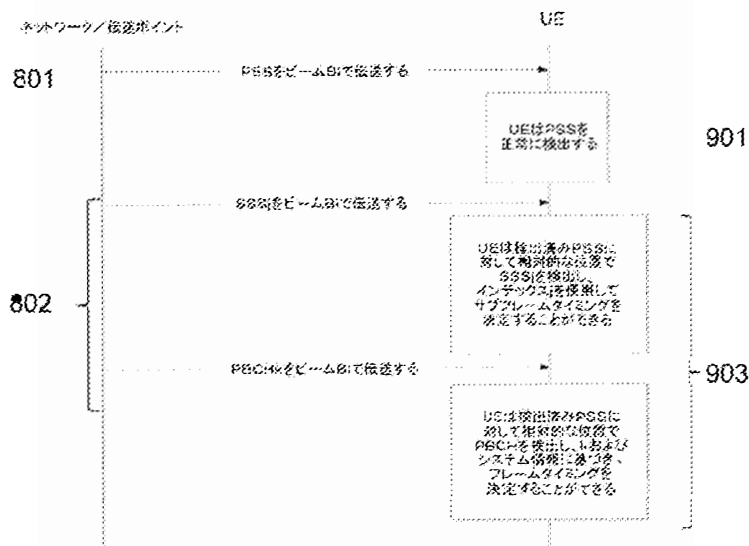
502



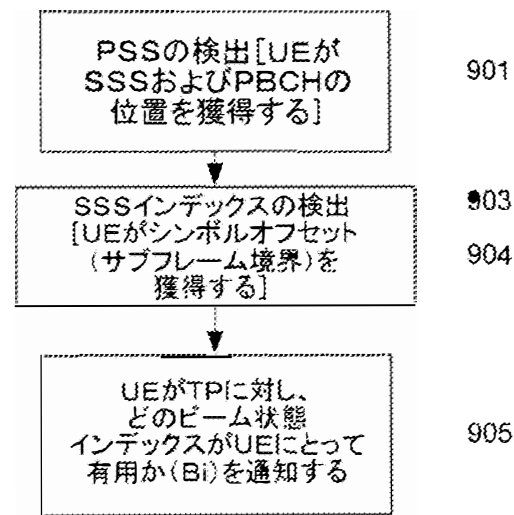
【図11】



【図9】



【図12】

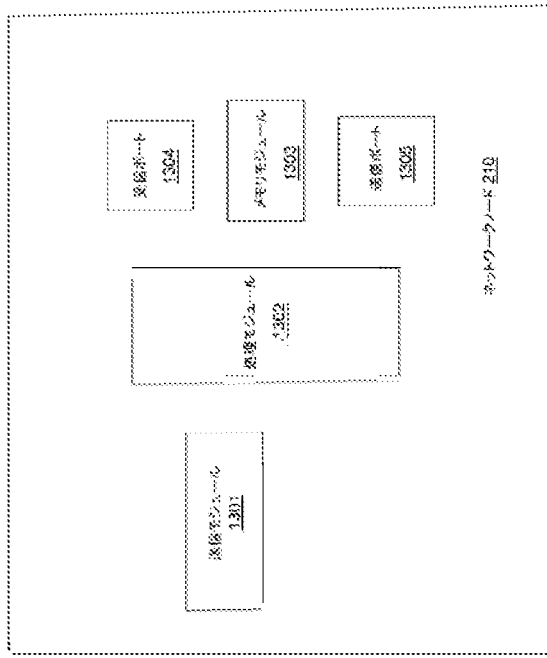


【図10】

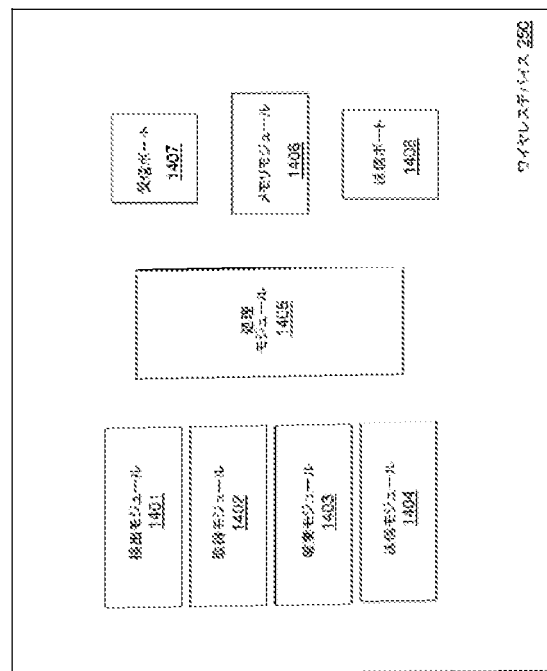
(37)

JP 2017-503386 A 2017.1.26

【図 1 3】



【図 1 4】



【手続補正書】

【提出日】平成28年10月18日(2016.10.18)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

ネットワークノード(210)およびワイヤレスデバイス(250)が動作するワイヤレス通信ネットワーク(200)において、前記ワイヤレスデバイス(250)と前記ネットワークノード(210)との同期のため、第1の同期信号および関連情報メッセージを前記ワイヤレスデバイス(250)に対し送信するために、前記ネットワークノード(210)によって実行される方法であって、

前記第1の同期信号を、サブフレーム内の2以上であるN個のOFDMシンボルにおいて、前記N個のOFDMシンボルの各々すべてにおける時間一周波数位置で少なくとも1回送信すること(801)と、

前記第1の同期信号の送信毎に、OFDMシンボル内の、前記第1の同期信号の前記時間一周波数位置に対して相対的である事前定義済みの時間一周波数位置で、前記第1の同期信号に関連付けられている関連情報メッセージを送信すること(802)とを含み、

前記第1の同期信号が一次同期信号(PSS)であり、かつ前記関連情報メッセージが関連する第2の同期信号を含み、前記第2の同期信号が二次同期信号(SSS)であり、

前記関連情報メッセージは、前記関連情報メッセージが送信されるOFDMシンボル毎に異なり、前記関連情報メッセージがインデックスを含み、かつサブフレームタイミングが前記ワイヤレスデバイス(250)によって前記インデックスを検出することにより取

得可能であり、

前記関連情報メッセージが前記関連 S S S を含み、前記インデックスが系列インデックスであり、かつ前記サブフレームタイミングが前記ワイヤレスデバイス (250) によって前記関連 S S S に含まれる前記系列インデックスを検出することにより取得可能である方法。

【請求項 2】

前記関連情報メッセージが関連物理ブロードキャストチャネル (P B C H) を含み、前記関連 P B C H が関連システム情報をさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記第 1 の同期信号がビーム状態において送信され、かつ前記関連情報メッセージが、前記関連情報メッセージと関連付けられた前記第 1 の同期信号と同じビーム状態を使用して送信される、請求項 1 または 2 に記載の方法。

【請求項 4】

ネットワークノード (210) およびワイヤレスデバイス (250) が動作するワイヤレス通信ネットワーク (200) において、前記ネットワークノード (210) によって前記ワイヤレスデバイス (250) と前記ネットワークノード (210) との同期のために送信された、第 1 の同期信号および関連情報メッセージを検出するために、前記ワイヤレスデバイス (250) によって実行される方法であって、

前記ネットワークノード (210) によって、サブフレーム内の 2 以上である N 個の OFDM シンボルにおいて、前記 N 個の OFDM シンボルの各々すべてにおける時間一周波数位置で少なくとも 1 回送信された、前記第 1 の同期信号を検出すること (901) と、

前記検出された第 1 の同期信号の前記時間一周波数位置に対して相対的である事前定義済みの時間一周波数位置で、前記第 1 の同期信号に関連付けられている前記関連情報メッセージを検出すること (903) と、

前記関連情報メッセージに含まれるインデックスを検出することにより、サブフレームタイミングおよび/またはフレームタイミングを取得すること (904) とを含み、

前記第 1 の同期信号が一次同期信号 (P S S) であり、かつ前記関連情報メッセージが関連する第 2 の同期信号を含み、前記第 2 の同期信号が二次同期信号 (S S S) であり、

前記関連情報メッセージは、前記関連情報メッセージが前記ネットワークノード (210) によって送信される OFDM シンボル毎に異なり、前記関連情報メッセージがインデックスを含み、かつサブフレームタイミングが前記ワイヤレスデバイス (250) によって前記インデックスを検出することにより取得される、方法。

【請求項 5】

前記関連情報メッセージを検出することが、前記検出された関連情報メッセージの系列を可能な情報メッセージ系列のセットの 1 つと照合することを含む、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

前記関連情報メッセージが関連物理ブロードキャストチャネル (P B C H) を含み、前記関連 P B C H が関連システム情報をさらに含む、請求項 4 または 5 に記載の方法。

【請求項 7】

前記関連情報メッセージが前記関連 S S S を含み、前記インデックスが系列インデックスであり、かつ前記サブフレームタイミングが前記ワイヤレスデバイス (250) によって前記関連 S S S に含まれる前記系列インデックスを検出することにより取得される、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 8】

前記関連情報メッセージが前記関連システム情報を含み、かつ前記フレームタイミングが前記ワイヤレスデバイス (250) によって関連システム情報に含まれる前記インデックスを検出することにより取得される、請求項 4 から 7 のいずれか一つに記載の方法。

【請求項 9】

ネットワークノード (210) およびワイヤレスデバイス (250) が動作するように

設定されているワイヤレス通信ネットワーク（200）において、前記ワイヤレスデバイス（250）に対し、前記ワイヤレスデバイス（250）と前記ネットワークノード（210）との同期のために第1の同期信号および関連情報メッセージを送信するように設定されている、前記ネットワークノード（210）であって、

前記第1の同期信号をサブフレーム内の2以上であるN個のOFDMシンボルにおいて、前記N個のOFDMシンボルの各々すべてにおける時間一周波数位置で少なくとも1回送信することと、

前記第1の同期信号の送信毎に、OFDMシンボル内の、前記第1の同期信号の前記時間一周波数位置に対して相対的である事前定義済みの時間一周波数位置で、前記第1の同期信号に関連付けられている関連情報メッセージを送信することと

を行うように設定されており、

前記第1の同期信号が一次同期信号（PSS）であり、かつ前記関連情報メッセージが関連する第2の同期信号を含み、前記第2の同期信号が二次同期信号（SSS）であり、

前記関連情報メッセージは、前記関連情報メッセージが前記ネットワークノード（210）によって送信されるように設定されているOFDMシンボル毎に異なり、前記関連情報メッセージがインデックスを含み、かつサブフレームタイミングが前記ワイヤレスデバイス（250）によって前記インデックスを検出することにより取得可能である、ネットワークノード（210）。

**【請求項10】**

前記関連情報メッセージが関連物理ブロードキャストチャネル（PBCH）を含み、前記関連PBCHが関連システム情報をさらに含む、請求項9に記載のネットワークノード（210）。

**【請求項11】**

前記第1の同期信号をビーム状態において送信し、かつ前記関連情報メッセージを、前記関連情報メッセージと関連付けられた前記第1の同期信号と同じビーム状態を使用して送信するようにさらに設定されている、請求項9または10に記載のネットワークノード（210）。

**【請求項12】**

前記関連情報メッセージが前記関連SSSを含み、前記インデックスが系列インデックスであり、かつ前記サブフレームタイミングが前記ワイヤレスデバイス（250）によって前記関連SSSに含まれる前記系列インデックスを検出することにより取得可能である、請求項9に記載のネットワークノード（210）。

**【請求項13】**

ネットワークノード（210）およびワイヤレスデバイス（250）が動作するように設定されているワイヤレス通信ネットワーク（200）において、前記ワイヤレスデバイス（250）と前記ネットワークノード（210）との同期のために、前記ネットワークノード（210）によって送信されるように設定された第1の同期信号および関連情報メッセージを検出するように設定されている、前記ワイヤレスデバイス（250）であって、

前記ネットワークノード（210）によって、サブフレーム内の2以上であるN個のOFDMシンボルにおいて、前記N個のOFDMシンボルの各々すべてにおける時間一周波数位置で少なくとも1回送信されているように設定された、前記第1の同期信号を検出することと、

前記検出された第1の同期信号の前記時間一周波数位置に対して相対的である事前定義済みの時間一周波数位置で、前記第1の同期信号に関連付けられている前記関連情報メッセージを検出することと、

前記関連情報メッセージに含まれるインデックスを検出することにより、サブフレームタイミングおよび/またはフレームタイミングを取得することと  
を行うように設定されており、

前記第1の同期信号が一次同期信号（PSS）であり、かつ前記関連情報メッセージが

関連する第2の同期信号を含み、前記第2の同期信号が二次同期信号（SSS）であり、  
前記関連情報メッセージは、前記関連情報メッセージが前記ネットワークノード（210）によって送信されるように設定されているOFDMシンボル毎に異なり、前記関連情報メッセージがインデックスを含み、かつ前記ワイヤレスデバイス（250）が前記インデックスを検出することによりサブフレームタイミングを取得するようにさらに設定されている、ワイヤレスデバイス（250）。

【請求項14】

前記関連情報メッセージを検出することが、前記検出された関連情報メッセージの系列を可能な情報メッセージ系列のセットの1つと照合することを含む、請求項13に記載のワイヤレスデバイス（250）。

【請求項15】

前記関連情報メッセージが関連物理ブロードキャストチャネル（PBCH）を含み、前記関連PBCHが関連システム情報をさらに含む、請求項13または14に記載のワイヤレスデバイス（250）。

【請求項16】

前記関連情報メッセージが前記関連SSSを含み、前記インデックスが系列インデックスであり、かつ前記ワイヤレスデバイス（250）が前記関連SSSに含まれる前記系列インデックスを検出することにより前記サブフレームタイミングを取得するようにさらに設定されている、請求項13に記載のワイヤレスデバイス（250）。

【國際調查報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

		International application No. PCT/SE2014/051144
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. H04J11/00 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (please floaton system followed by classification symbols) H04J H04W		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, INSPEC		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indications, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2012/307726 A1 (PI ZHOUYUE [US] ET AL) 6 December 2012 (2012-12-06)	1-6,9, 10,12, 13, 17-23, 26,27, 29,30, 34-38
A	paragraph [0002] paragraph [0004] paragraph [0023] - paragraph [0032] paragraph [0042] - paragraph [0062] paragraph [0075] - paragraph [0086] figures 4,5,6a,6b,8a,8b -----	7,8,11, 14-16, 24,25, 28,31-33
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<b>* Special categories of cited documents:</b>		
*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		*O* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or can not 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 reasons (see space Part)		*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
*C* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		*X* 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 14 January 2015		Date of mailing of the international search report 22/01/2015
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.O. 5618 Patentlex 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 540-2040, Fax (+31-70) 540-2018		Authorized officer Larcinese, Annamaria

1

Form PCT/ISA/210 (precent sheet) (April 2006)



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No  
PCT/SE2014/051144

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2012307726 A1	06-12-2012	CN 103703709 A	02-04-2014
		EP 2715959 A2	09-04-2014
		JP 2014520433 A	21-08-2014
		KR 20140035930 A	24-03-2014
		US 2012307726 A1	06-12-2012
		WO 2012165904 A2	06-12-2012

Form PCT/ISAR/216 (patent family annex) (April 2002)

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LI, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AN, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1. WCDMA

(72)発明者 フレンヌ, マティス

スウェーデン国 エスイー—754 43 ウプサラ, アルケオロヴェーゲン 20

(72)発明者 ゲルステンベルガー, ディルク

スウェーデン国 エスイー—18653 ヴァレントゥナ, ハッセルードスヴェーゲン 26

(72)発明者 フールスコグ, ヨハン

スウェーデン国 エスイー—112 49 ストックホルム, イゲルダムスガータン 28

Fターム(参考) 5K067 AA21 DD25 EE02 EE10

5K159 CC04 EE02



Espacenet

## Bibliographic data: JP2017503386 (A) — 2017-01-26

NETWORK NODE, WIRELESS DEVICE, METHODS THEREIN, FOR SENDING AND DETECTING, RESPECTIVELY, SYNCHRONIZATION SIGNAL AND AN ASSOCIATED INFORMATION

**Inventor(s):** フレンヌ, マティス, ;ゲルステンベルガー, ディルク, ; フールスコグ, ヨハン

**Applicant(s):** テレフオンアクチーボラゲット エルエム エリクソン (パブル)

**Classification:** - international: H04J11/00; H04J99/00; H04W56/00  
 - cooperative: H04J11/0069 (EP, IL, KR, US); H04L27/26 (KR, US); H04L27/2613 (EP, KR, US); H04L27/2692 (EP, KR, US); H04L5/0048 (EP, KR, US); H04W56/0015 (EP, KR, US)

**Application number:** JP20160534631 20141003 Global Dossier

**Priority number(s):** US201361909752P 20131127 ; WO2014SE51144 20141003

**Also published as:** AU2014355189 (B2) CA2931361 (A1) CA2931361 (C) CN105723639 (A) CN105723639 (B) more

Abstract not available for JP2017503386 (A)

Abstract of corresponding document: WO2015080646 (A1)

Method performed by a network node (210) for sending to a wireless device (250) a first synchronization signal and an associated information message, for synchronization of the wireless device (250) with the network node (210). The network node (210) and the wireless device (250) operate in a wireless communications network (200). The network node (210) sends the first synchronization signal in N OFDM

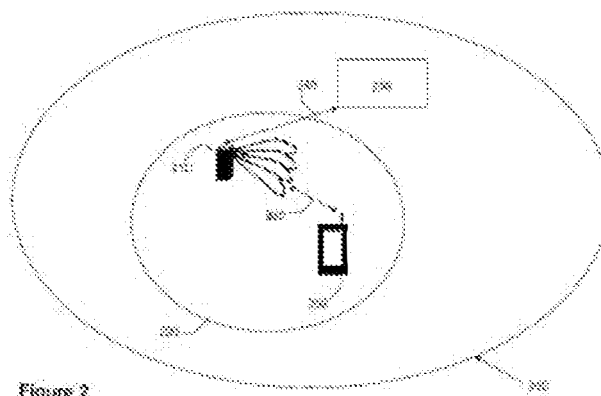
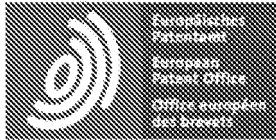


Figure 2

symbols within a subframe, at least once in a time and frequency position in every one of the N OFDM symbols. N is equal or larger than 2. For each sending of the first synchronization signal, the network node (210) sends an associated information message at a pre-defined time and frequency position in an OFDM symbol. The pre-

defined time and frequency position is relative to the time and frequency position of the first synchronization signal. The associated information message is associated with the first synchronization signal.



# Patent Translate

Powered by EPO and Google

## Notice

This translation is machine-generated. It cannot be guaranteed that it is intelligible, accurate, complete, reliable or fit for specific purposes. Critical decisions, such as commercially relevant or financial decisions, should not be based on machine-translation output.

## DESCRIPTION JP2017503386A

10 Network nodes, wireless devices, and methods in them to send and detect sync signals and related information, respectively.

[0001]

15 The present disclosure generally relates to a network node and a method at a network node for transmitting a first synchronization signal and related information message to the wireless device for synchronization of the wireless device with the network node. The present disclosure also relates generally to wireless devices and methods in wireless devices for detecting a first sync signal and related informational messages. The present disclosure further relates, in general, to computer programs for performing these methods, and computer-readable storage media on which these computer programs are stored.

[0002]

25 Communication devices such as terminals are also known, for example, as user devices (UEs), wireless devices, mobile terminals, wireless terminals and / or mobile stations. The terminal is capable of wireless communication in a cellular communication network or wireless communication system, which is sometimes referred to as a cellular wireless system or cellular network. This communication is, for example, between two terminals, between a terminal and a telephone, and / or with a radio access network (RAN) contained within a cellular communication network and, in some cases, with one or more core networks. It can be done between the terminal and the server via.

[0003]

35 To mention some other examples, terminals are also sometimes referred to as mobile phones, mobile phones, laptops, or surf plates with wireless capabilities.

38 The terminal in this context is portable, pocket-mounted, handheld, or built-in computer capable of communicating voice and / or data with another entity, such as another terminal or server, via, for example, a RAN. , Or an in-vehicle mobile device.

[0004]

44 The cellular communication network covers a geographical area divided into a plurality of cell areas, and each cell area is a base station, for example, "eNB", "eNodeB", "NodeB" depending on the technology and term used. Served by a radio base station (RBS), sometimes referred to as a "B node", or BTS (base station).

48 The base station may be a base station of various classes, such as a macro eNodeB, a home eNodeB, or a pico base station, based on the transmit power and the cell size due to the transmit power. A cell is a geographic area where radio coverage is provided by a base station at a base station site. A base station located at a base station site may serve in one or several cells. In addition, each base station may support a single or several communication technologies. The base station communicates with terminals within the range of the base station via an air interface that operates at radio frequencies. In the context of the present disclosure, the term downlink (DL) is used for transmission lines from base stations to mobile stations. The expression uplink (UL) is used for transmission lines in the opposite direction, i.e. from mobile stations to base stations.

[0005]

61 In the Long Term Evolution (LTE) of the 3rd Generation Partnership Project (3GPP), base stations, also known as eNodeB or eNB, may be directly connected to one or more core networks.

[0006]

67 The 3GPP LTE Radio Access Standard was developed to support high bit rates and low latencies for both uplink and downlink traffic.

69 In LTE, all data transmission is controlled by the radio base station.

[0007]

73 The development of 5th generation (5G) access technology and air interference has only just begun, but there are already early publications on potential candidate technologies.

75 One candidate for a 5G air interface is to scale the bandwidth N times over the current LTE, which is limited to a bandwidth of 20 MHz (MHz), with a duration of  $1 / N$ , where LTE-Nx. Abbreviated as.

78 A typical value is  $N = 5$ , which results in a carrier with a bandwidth of 100 MHz and a slot length of 0.1 ms. This scaling-based approach allows many features in LTE to be reused in

LTE-Nx, simplifying standardization tasks and allowing reuse of technical components.

[0008]

84 The expected carrier frequencies of 5G systems can be much higher than current 3G and 4th generation (4G) systems, and values in the 10-80 GHz range are being considered.

86 At such high frequencies, an array antenna as shown in FIG. 1 can be used to achieve coverage through beamforming gain. FIG. 1 shows an example of a 5G system including three transmission points (TP), namely transmission point 1 (TP1), transmission point 2 (TP2), transmission point 3 (TP3), and UE. Each TP uses beamforming for transmission. Since the wavelength is less than 3 centimeters (cm), an array antenna having a large number of antenna elements can be housed in an antenna housing having a size similar to that of today's 3G and 4G base station antennas. The total area of the antenna array that achieves a reasonable link budget is typically about A4 paper.

[0009]

97 Since so many antenna elements are involved in beam forming, the beam is usually highly directional, resulting in a beamforming gain of 20 decibels (dB) or more.

99 That is, each beam has a relatively narrow horizontal and / or azimuth angle, and a half-radio intensity beam width (HPBW) of 5 degrees is not uncommon. Therefore, it becomes necessary to cover one sector of the cell with as many beams as possible. Beamforming can be thought of as intended for a single wireless device or a group of wireless devices in similar geographic locations when signals are transmitted over such a narrow HPBW. This can be seen as in contrast to other beam shaping techniques, such as cell shaping, where cell coverage is dynamically adjusted according to the geographic location of a group of users within the cell. Beamforming and cell shaping use similar techniques in that one signal is transmitted from multiple antenna elements and complex weighting is applied to each of these antenna elements individually, which will be described herein. Beamforming and beam recognition in the embodiments are related to a narrow HPBW that is essentially intended for the location of a single wireless device or terminal.

[0010]

114 In some embodiments of the present specification, a system with a plurality of transmission nodes will be considered, and each node will be equipped with an array antenna capable of generating a large number of narrow beams of the HPBW.

117 These nodes can, for example, use one or more LTE-Nx carriers to achieve total transmission bandwidth in multiples of hundreds of MHz and 10 gigabytes (Gbit / s) in the downlink. It brings about the above peak user throughput.

[0011]

123 In the LTE access procedure, the UE first searches for a cell using the cell search procedure, and when it detects an LTE cell, it decodes the information necessary for registering in this cell.

126 If the UE is already connected to a cell, it will also need to identify a new cell to find a neighboring cell. In this case, the UE may report the detected neighboring cell ID and some measurements to its serving cell in preparation for handover. Unique primary sync signal (PSS) and secondary sync signal (SSS) may be transmitted from each eNB to support cell search. These synchronization signals are used for frequency synchronization and time synchronization. That is, the receiver of a wireless device, such as a UE, is tuned to a signal transmitted by a network node, such as an eNB. The PSS contains information that allows the wireless device in LTE to detect the 5 ms timing of the cell, as well as the cell ID within the cell ID group. SSS allows wireless devices in LTE to obtain frame timing and cell ID groups. The PSS can be composed of a Zadoff-Chu series with a series length of 63, which is mapped to 64 central subcarriers. However, the center, the so-called DC subcarrier, is not used. There may be three PSSs corresponding to the three physical layer IDs in LTE. The SSS is composed of two M-sequences each having an interleaved sequence length of 31, and different SSSs can be obtained by applying different cyclic shifts of each of the two M-sequences. The two M-sequences may have a total of 168 valid combinations representing cell ID groups. When PSS and SSS are combined, there can be a total of 504 physical cell IDs in LTE.

[0012]

145 Once the cell is found, the UE can proceed to subsequent steps to associate with this cell.

146 This cell may then be known as the serving cell of this UE. After the cell is found, the UE will, for example, have system information (PBCH) in a physical broadcast channel (PBCH) known as the Master Information Block (MIB), which is at a time frequency position relative to the PSS and SSS locations. SI) may be read. The SI contains all the information a wireless device needs to access a network using a random access procedure. When the MIB is detected, the system frame number (SFN) and system bandwidth are known. The UE may notify the network of its existence by transmitting a message on a physical random access channel (PRACH).

[0013]

157 When there are multiple antennas in a cell, each antenna transmits an individually encoded message to a wireless device, or UE, which increases capacity by a multiple of the transmitted layer.

160 This is well known as MIMO transmission, and the number of layers transmitted is known as the rank of transmission. Beamforming conventionally corresponds to transmission rank 1. At transmission rank 1, only one encoded message is transmitted, but is transmitted simultaneously from all antennas individually beamformed complex weighted for each



antenna. Therefore, in beamforming, only a single layer physical downlink shared channel (PDSCH) or an evolved physical downlink control channel (EPDCCH) is transmitted in a single beam. Since this beamforming transmission is also possible in LTE, after the UE is associated with the cell, a set of channel state information reference signals (CSI-RS) with  $N = 1, 2, 4$  or  $8$  is the measurement reference in the UE. The UE will be able to report suitable rank 1  $N \times 1$  precoding vectors that include beamforming complex weighting based on CSI-RS measurements. The precoding vector can be selected from the codebook of rank 1 precoding vectors. In Rel-8, 16 rank 1 precoding vectors are defined, and in Rel-12, a new codebook is designed with 256 rank 1 precoding vectors.

[0014]

176 As described above, the "beam" can be regarded as the result of applying a specific precoding vector to the one-layer signal transmitted over the plurality of antenna elements.

178 Here, generally, each antenna element is amplitude-weighted and phase-shifted, or the same, but the signal transmitted from the antenna element is multiplied by a complex weight. When the antenna elements are arranged not only on a straight line but also in two or three dimensions, two-dimensional beamforming in which the beam directing direction is movable in both the horizontal angle and the azimuth angle is possible. References may also be made to three-dimensional (3D) beamforming in which variable transmission power is also taken into account. Further, the antenna elements of the antenna array may be configured with different polarizations, and as a result, the polarization state of the transmitted electromagnetic wave can be dynamically changed by adjusting the antenna weighting. Therefore, a two-dimensional array having elements having different polarizations can ensure a large degree of freedom in beamforming depending on the antenna weighting. A particular set of precoding weights produces a particular beam in azimuth, elevation, and polarization and power, and is sometimes referred to as the "beam state."

[0015]

194 The most flexible implementation would be to use a fully digital beamformer, where each weighting can be applied independently of each other.

196 However, in order to reduce the cost, size, and power consumption of the hardware, some of the weighting functions may be placed in the hardware using, for example, a butler matrix, and the other parts may be controlled in the software. For example, the elevation angle may be controlled by a Butler matrix implementation and the azimuth may be controlled in software. The problem with beamforming by hardware is that it involves switches and phase shifters that are expected to have some switching latency, so it is not possible to achieve instantaneous beam switching.

[0016]

206 The PBCH is transmitted using a common reference signal (CRS) as a demodulation reference.  
207 Since the PSS, SSS, and PBCH channels are intended for any UE that attempts to attach to a cell, they are typically transmitted over wide cell coverage, for example using 120 degree sectors. Thus, in LTE, beamforming is not performed on such signals, for example, because of the risk that PSS and SSS may appear in the side lobes or even appear in the null direction of the beamforming emission pattern. As a result, synchronization failure for the cell or MIB detection failure will occur.

#### [0017]

216 Existing methods of transmitting sync signals from network nodes to wireless devices are designed to achieve wide coverage at frequencies lower than the transmission carrier frequencies expected to be adopted in future systems.  
219 When such a current method is applied to a communication system using a high frequency carrier such as a carrier scheduled to be adopted in a future 5G system, it may lead to innumerable synchronization failures.

#### [0018]

225 An object of the embodiments herein is to provide an improved approach for a network node to transmit a synchronization signal for synchronization between the wireless device and the network node and for the wireless device to detect such a synchronization signal. This is to improve performance in wireless communication networks.  
229 In some embodiments, the network may use beamforming to transmit a sync signal to a wireless device.

#### [0019]

234 According to the first aspect of the embodiments of the present specification, this object is achieved by a method of transmitting a first synchronization signal and a related information message to a wireless device, which is performed by a network node.  
237 This is done for synchronization of wireless devices and network nodes.  
238 Network nodes and wireless devices are operating within a wireless communication network.  
239 The network node transmits the first synchronization signal at least once at the time-frequency position in each of the N OFDM symbols in the N OFDM symbols in the subframe.  
241 N is 2 or more.  
242 The network node sends a relevant information message at a predefined time-frequency position within the OFDM symbol for each transmission of the first sync signal.  
244 The predefined time-frequency position is relative to the time-frequency position of the first sync signal.  
246 The relevant information message is associated with the first sync signal.

[0020]

250 According to a second aspect of the embodiments herein, this object is achieved by a method of detecting a first sync signal and related information message transmitted by a network node, performed by a wireless device.

253 This is done for synchronization of wireless devices and network nodes.

254 Network nodes and wireless devices are operating within a wireless communication network.

255 The wireless device detects the first sync signal.

256 The first synchronization signal is transmitted by the network node at least once at the time-frequency position in each of the N OFDM symbols in the N OFDM symbols in the subframe.

258 N is 2 or more.

259 The wireless device detects relevant information messages at a predefined time-frequency location.

261 The predefined time-frequency position is relative to the time-frequency position of the first synchronized signal detected.

263 The relevant information message is associated with the first sync signal.

264 The wireless device acquires subframe timing and / or frame timing by detecting the index contained in the relevant information message.

[0021]

269 According to a third aspect of the embodiments herein, this object is achieved by a network node configured to send a first sync signal and related information messages to a wireless device.

272 This is done for synchronization of wireless devices and network nodes.

273 Network nodes and wireless devices are configured to operate within wireless communication networks.

275 The network node is configured to transmit the first synchronization signal at least once at the time-frequency position in each of the N OFDM symbols in the N OFDM symbols in the subframe.

278 N is 2 or more.

279 The network node is configured to transmit a related information message at a predefined OFDM symbol, i.e., a predefined frequency position at a time position, for each transmission of the first synchronization signal.

282 The predefined time-frequency position is relative to the time-frequency position of the first sync signal.

284 The relevant information message is associated with the first sync signal.

[0022]

288 According to a fourth aspect of the embodiments herein, this object is achieved by a wireless device configured to detect a first sync signal and related information messages configured

to be transmitted by a network node. Will be done.

291 This is done for synchronization of wireless devices and network nodes.

292 Network nodes and wireless devices are configured to operate within wireless communication networks.

294 The wireless device is set to detect the first sync signal.

295 The first synchronization signal is set to be transmitted at least once at the time-frequency position in each of the N OFDM symbols in the N OFDM symbols in the subframe.

297 N is 2 or more.

298 The wireless device is further configured to detect relevant information messages at a predefined time-frequency location.

300 The predefined time-frequency position is relative to the time-frequency position of the first synchronized signal detected.

302 The relevant information message is associated with the first sync signal.

303 The wireless device is further configured to acquire subframe timing and / or frame timing by detecting the index contained in the relevant information message.

#### [0023]

308 According to a fifth aspect of an embodiment of the present specification, an object of the present invention comprises an instruction to cause at least one processor to perform a method performed by a network node when executed on at least one processor. Achieved by computer programs.

#### [0024]

315 According to a sixth aspect of an embodiment of the present specification, an object of the present invention is a computer comprising an instruction to cause at least one processor to perform a method performed by a network node when executed on at least one processor. The program is achieved by a computer-readable storage medium stored on it.

#### [0025]

322 According to a seventh aspect of an embodiment of the present specification, an object of the present invention comprises an instruction to cause at least one processor to perform a method performed by a wireless device when executed on at least one processor. Achieved by computer programs.

#### [0026]

329 According to an eighth aspect of an embodiment of the present specification, an object of the present invention comprises an instruction to cause at least one processor to perform a method performed by a wireless device when executed on at least one processor. The

program is achieved by a computer-readable storage medium stored on it.

[0027]

336 By repeatedly transmitting the same first sync signal within the N OFDM symbols in the subframe, the wireless device sends the first sync signal and related information messages on at least one of the symbols used. Increased likelihood of detection.

339 Therefore, a method for a wireless device to synchronize with a network node, optimized for a high frequency carrier using a narrow beam, is provided.

341 This may be done using beamforming.

342 For example, the network node transmits the same first sync signal by scanning each OFDM symbol with a new beam or the like so that the wireless device can perform the first sync signal and the association in at least one of these beams. Increased likelihood of detecting informational messages.

346 In an embodiment utilizing beamforming, the first sync signal and related information messages are transmitted in multiple beams so that the network node can successfully detect the first sync signal and related information by the wireless device. Does not need to know which beam is suitable for the wireless device.

[0028]

353 Further advantages of some of the embodiments disclosed herein are discussed below.

[0029]

357 Examples of embodiments herein will be described in more detail with reference to the accompanying drawings.

[0030]

362 It is a schematic diagram which shows the example of the 5G system which has 3 TPs.

363 It is a schematic block diagram which shows the embodiment in a wireless communication network by some Embodiment.

365 It is the schematic which shows the embodiment of the method in the network node by some Embodiment.

367 It is the schematic which shows the embodiment of the method in the network node by some Embodiment.

369 It is the schematic which shows the embodiment of the method in the network node by some Embodiment.

371 It is the schematic which shows the embodiment of the method in the network node by some Embodiment.

373 It is the schematic which shows the embodiment of the method in the network node by some

Embodiment.

375 It is the schematic which shows the embodiment of the method in the network node by some Embodiment.

377 It is the schematic which shows the embodiment of the method in a wireless device by some embodiments.

379 It is a flow chart which shows the embodiment of the method in a wireless device by some embodiments.

381 It is a schematic diagram which shows the embodiment of the method in a wireless communication network by some embodiments.

383 It is a schematic diagram which shows the embodiment of the method in a wireless communication network by some embodiments.

385 It is a block diagram of a network node set according to some embodiments.

386 It is a block diagram of a wireless device set according to some embodiments.

### [0031]

390 First, for one or more problems related to using at least some of the prior art solutions as part of the solutions according to the embodiments of the present specification and which can be addressed by the embodiments of the present specification. I would like to clarify and consider it.

### [0032]

397 Embodiments herein generally compare to typical 3G and 4G systems in which the number of antenna elements on the transmitter and / or receiver side operates at frequencies below 3 GHz, for example at higher carrier frequencies above 10 GHz. It is related to the fact that it can increase significantly.

401 In such a system, the increased path loss can be compensated by beamforming.

402 If these beams are narrow, a large number of beams will be required to cover the coverage area.

### [0033]

407 Embodiments herein are likewise generally related to the following facts:

408 That is, since synchronization and system information must be transmitted in narrow horizontal and azimuth beams to maintain cell coverage and link reliability, how to transmit such signals, as well as the user. The question is how a terminal, such as a wireless device, finds a cell, that is, how to perform a cell search, and how to synchronize the time and frequency of the network.

413 Further, when system information is transmitted using beamforming, how to obtain this information from the network and how to obtain symbol and subframe synchronization are also problematic.

[0034]

419 One of the problems addressed by embodiments herein is optimized and synchronized detection of synchronization signals by wireless devices in wireless communication networks that use high frequency carriers that suffer greater path loss than low frequency carriers. A method of transmitting a synchronization signal from a network node to a wireless device so that synchronization failures due to signal detection failures are reduced.

[0035]

427 For example, when using beamforming, one of the specific problems addressed by the embodiments herein is in systems using high frequency carriers, which are required to achieve cell coverage and to achieve synchronization and transmission of basic system information. A method using a narrow beam that may be required to provide a high beamforming gain.

[0036]

435 Often, for networks, for example, one or more, each transmitting a transmission point (TP) beam, such as during initial access by a wireless device, or when the wireless device is searching for additional cells. For the network node controlling the transmission point (TP), it is not possible to direct the beam with the signal required for such an operation towards the wireless device.

440 This is because networks, such as network nodes, are not informed of beams or precoding vectors that are useful for a particular wireless device.

[0037]

445 Therefore, in a network, such as a network node, there may be problems with how to transmit synchronization signals and basic system information, such as MIBs, to wireless devices in systems where beamforming takes place.

[0038]

451 As a result, for wireless devices, how to synchronize the time and frequency with respect to the cell, how to acquire system information, and how to perform a handover operation become problems.

[0039]

457 Furthermore, how wireless devices can achieve frame and subframe synchronization,

respectively, and also orthogonal frequency division multiplexing (OFDM) symbol synchronization is a complex issue.

[0040]

463 Further consideration will be given to such issues below.

[0041]

467 Considering a set of TPs, each TP is capable of transmitting a large number of different beams by using an array antenna, and the beams have different main lobe pointing directions and / or transmission polarization states. be able to.

[0042]

473 A given beam can be represented by a particular precoding vector, in which case the signal is replicated for each antenna element and transmitted with amplitude and / or phase weighting applied.

476 Such weighting selection can determine the beam, and thus the beam directivity or "beam state".

[0043]

481 The choice of multiple beams transmitted from the TP is typical of 5G systems deployed at higher carrier frequencies above 10 GHz, where the antenna is composed of multiple antenna elements to achieve large array gain. obtain.

484 However, a large number of beams can be applied to improve coverage, even in systems operating at lower frequencies, such as below 10 GHz, with the drawback of increasing the overall size of the antenna due to the longer wavelengths.

[0044]

490 At higher carrier frequencies, the aperture size of each element, which is a function of the carrier frequency, is smaller than that of a conventional cellular carrier frequency, i.e., a system operating at a maximum of 5 GHz, but an antenna array consisting of multiple antenna elements. It can be used to compensate for this.

493 In addition, large antenna gains, including complex weighting of beamforming, are required to overcome path loss at higher frequencies.

496 Due to the large array gain and the large number of antenna elements, each beam produced is rather narrow, typically only 5-10 degrees, and in some cases even narrower, depending on the design of the array antenna, in terms of HPBW.

499 Usually, two-dimensional beamforming is desirable in which the beam is movable in both the



horizontal and azimuth directions at the same time.

501 By adding transmission power to the variable beam, it is possible to control the coverage of  
the 2D beam, and a 3D beamforming system can be realized.

#### [0045]

506 Beamforming will also be required for these signals, as synchronous channels and, for  
example, broadcast control channels that carry basic system information to access cells may  
also require large array gains.

#### [0046]

512 Synchronization is the cornerstone of access to wireless communication networks.

513 Synchronization can be performed at several levels.

514 Initial time-frequency synchronization may be required to tune the receiver to the OFDM time  
frequency grid used by the resource element, such as OFDM symbol boundaries.

516 Synchronization may then be required to detect subframe boundaries as well.

517 For example, in LTE, with a standard cyclic prefix (CP) length, one subframe consists of 14  
OFDM symbols.

519 In addition, it may be necessary to detect the frame structure so that the wireless device  
knows when a new frame will start.

521 For example, in LTE, one frame is composed of 10 subframes.

#### [0047]

525 Embodiments herein describe methods that allow the use of multiple transmission beams  
performed by a network, such as a network node, while at the same time providing any of  
the following:

528 That is, for example, rapid cell detection, system information acquisition, and symbol,  
subframe, and frame synchronization for wireless devices that may attempt to connect to  
cells served by the network node.

531 The proposed method can also seamlessly implement various implementations in networks,  
such as those in network nodes and those in wireless devices.

533 This is important in some implementations that use analog beamforming networks, where the  
beam switching time with the analog components is too long and is within the time between  
the two OFDM symbols, that is, within the CP length interval. This is because switching at  
may not be possible.

537 Also, in implementations in wireless devices, for example, cell search computing power may  
be limited, so in addition to the possibility of increased access delay, the frequency of cell  
search is less than once for each OFDM symbol. Access to is not unnecessarily restricted.

[0048]

543 Next, embodiments will be described in detail with reference to the accompanying drawings showing examples of the claimed subject matter.

545 However, the claimed subject matter can be implemented in many different forms and should not be construed as being limited to the embodiments described herein.

547 Rather, these embodiments are provided with the intent to ensure that the disclosure is complete and complete and that the claims are fully communicated to those skilled in the art.

549 It should also be noted that these embodiments are not mutually exclusive.

550 The components of one embodiment can be implicitly assumed to exist / be used in another embodiment.

[0049]

555 FIG. 2 shows a wireless communication network 200 in which the embodiments of the present specification can be implemented.

557 The wireless communication network 200 includes, for example, LTE Frequency Division Duplex (FDD), LTE Time Division Duplex (TDD), LTE Half Duplex Frequency Division Duplex (HD-FDD), which is called Long-Term Evolution (LTE). In addition to LTE operating in unlicensed bands, Broadband Frequency Division Duplex (WCDMA), Universal Terrestrial Radio Access (UTRA) TDD, Global System for Mobile communications (GSM) Network, GSM / Enhanced Data Rate for GSM Evolution Access networks (GERAN) networks, EDGE networks, networks consisting of any combination of radio access technologies (RAT) such as multi-standard radio (MSR) base stations, multi-RAT base stations, any 3rd Generation Partnership Project (3GPP) Cellular It can be a network such as a network, a WiFi network, a Worldwide Interoperability for Frequency Division (WMax), a 5G system, or any cellular network or system.

[0050]

571 The wireless communication network 200 includes a transmission point, that is, a TP210.

572 The transmission point 210 transmits one or more TP beams.

573 The transmission point 210 serves, for example, an eNB, an eNodeB, or a base station such as a home node B, a home eNodeB, a femto base station, a BS, a pico BS, or a device or machine type communication device in the wireless communication network 200. It may be any other network device that can.

577 In some particular embodiments, the transmission point 210 can be a fixed or mobile relay node.

579 The wireless communication network 200 covers a geographical area divided into a plurality of cell areas, and each cell area is served by one TP, but even if one TP serves one or several cells. Alternatively, one cell may be served by multiple TPs.

582 In the non-limiting example shown in FIG. 2, the transmission point 210 serves cell 220.

583 The transmission point 210 may be a transmission point of various classes, such as a macro

eNodeB, a home eNodeB, or a pico base station, based on the transmission power and the cell size due to the transmission power.

586 Typically, the wireless communication network 200 includes more cells similar to cell 220, each of which is served by one or more TPs.

588 For simplicity, FIG. 2 does not show such a situation.

589 In the present specification, the transmission point 210 may be referred to as a network node 210.

591 The network node 210 controls one or more TPs, such as one of the network nodes 210.

#### [0051]

595 The network node 210 may support a single or several communication technologies, and may be named according to the technology and terminology used.

597 In 3GPP LTE, network nodes 210, which may also be referred to as eNodeB or eNB, may be directly connected to one or more networks 230.

#### [0052]

602 The network node 210 may communicate with one or more networks 230 via the link 240.

#### [0053]

606 There are several wireless devices in the wireless communication network 200.

607 In the example scenario of FIG. 2, the wireless device 250 is illustrated as the only wireless device.

609 The wireless device 250 may communicate with the network node 210 via the wireless link 260.

#### [0054]

614 The wireless device 250 is, for example, a wireless communication device such as a mobile terminal, a wireless terminal and / or a UE also known as a mobile station.

616 This device has a wireless function, that is, it is possible to communicate wirelessly in a wireless communication network 200, which is sometimes referred to as a cellular wireless system or a cellular network.

619 This communication can occur, for example, between two devices, between a device and a telephone, and / or between a device and a server.

621 This communication may take place, for example, via a RAN contained within the wireless communication network 200 and, in some cases, one or more core networks.

#### [0055]

626 To mention some other examples, the wireless device 250 may also be referred to as a mobile phone, mobile phone, or laptop with wireless capabilities.

628 The wireless device 250 in this context is voiced, for example, via a RAN, with other entities such as a server, laptop, personal digital assistant (PDA), or tablet computer, sometimes referred to as a wireless surf plate. And / or wireless interfaces such as portable, pocket-mounted, handheld, computer-embedded or in-vehicle mobile devices, machine-to-machine (M2M) devices, printers or file storage devices capable of communicating data. It may be a device equipped with a device, or any other wireless network device capable of communicating via a wireless link in a cellular communication system.

635 Further examples of various wireless devices such as the wireless device 250 that can be served by such a system are machine-type communication (MTC) devices such as modems or sensors.

#### [0056]

641 First, in relation to FIGS. 2 to 8, embodiments of the method performed by the network node 210 and the wireless device 250 will be described in more detail by way of example.

643 Next, in connection with FIGS. 9 and 10, a summary of specific actions performed or may be performed by the network node 210 and the wireless device 250, respectively, to carry out these examples will be described in particular.

#### [0057]

649 In embodiments herein, a first sync signal, such as a PSS, is sent from a network node 210 to a wireless device 250 within one subframe or within N separate OFDM symbols that span multiple subframes. , N times may be repeatedly transmitted.

652 It is not necessary for the N times of transmission to occur in adjacent OFDM symbols, and it may be every other OFDM symbol, or it may be further expanded and within separate subframes or frames.

655 The TP, such as the network node 210 or TP210, may change one or some of the transmission-related parameters such as azimuth, horizontal angle, transmission power, or polarization state for each PSS transmission opportunity.

658 A given set of all these possible transmission parameters is defined here as a beamforming state.

660 Therefore, the network node 210 or TP210 scans the 3D beamforming and polarization space in up to N beamforming states, and the network node 210 or TP210 has a UE such as the wireless device 250 at any of these 3D positions. The same PSS may be transmitted in each state so that it can be synchronized.

664 After such N transmissions are performed, the 3D scan may be performed again from the beginning, and the value N may be specified within the standard range as required by the wireless device 250. Alternatively, the system information may be transmitted to the wireless device 250, or may be obtained prior to access to the 5G carrier through signaling on a

legacy system such as LTE.

669 This PSS may be retrieved from a large set of sequences by the network node 210, similar to the PSS used in LTE, and upon detection of the PSS, the wireless device 250 will be given a physical cell ID, such as the physical cell ID of cell 220. Information about may be given.

672 PSS may also be used by the wireless device 250 for coarse time-frequency synchronization.

673 It should be noted that the embodiments described herein are not limited to the use of PSSs that are the same as or similar to those used in LTE, and quite different designs or sequence lengths may be considered.

#### [0058]

679 A UE such as the wireless device 250 may successfully detect PSS when the beam state is used at a suitable position for one or several of the N different beam states, and the LTE type PSS may be used. When used, a physical cell ID such as the physical cell ID of the cell 220 may be acquired.

683 The network node 210 or TP210 may also carry relevant information messages such as SSS at known locations relative to PSS.

685 Thus, when the PSS within a particular OFDM symbol has already been detected by the wireless device 250, the wireless device 250 can also find the associated SSS at another time and / or frequency position relative to the PSS. ..

688 The SSS may then be transmitted by the network node 210 in the same beamforming state as the associated PSS.

690 One way to do this is for the network node 210 to transmit a PSS-multiplexed SSS within the same OFDM symbol, as shown in FIG.

692 Another alternative is to divide the SSS into two parts so that each part is on either side of the PSS to achieve PSS and SSS transmission that is symmetrical with respect to the center frequency. Can be considered.

#### [0059]

698 FIG. 3 shows an example in which PSS and SSS are transmitted by the network node 210 at different frequency positions or subcarrier sets within the same symbol in a subframe composed of 14 OFDM symbols.

701 For example, in order to scan the beam at horizontal and azimuth angles, different beam states (B1 ...

703 B14) may be used.

704 Further, the PBCH carrying the system information may also be transmitted by the network node 210 in the same OFDM symbol as the associated PSS and SSS, divided into both sides of the PSS in this example.

707 Thus, in some embodiments, one or more PBCHs may be associated with one PSS.

708 Note that the system bandwidth may be wider than that shown in this figure.

709 Here, only the concept of PSS / SSS / PBCH frequency multiplexing is illustrated.

- 710 The OFDM symbol may also include other control signaling or shared data channels outside or on both sides of the frequency band carrying PSS / SSS / PBCH.
- 712 A network / TP, such as a network node 210 or TP210, may transmit each OFDM symbol using a separate beamforming state in this configuration.
- 714 Alternatively, the network node 210 or TP210 transmits the PSS / SSS / PBCH portion of the OFDM symbol in the first beamforming state, eg, the rest of the OFDM symbols on either side is separately selected, i.e. the first. It may be transmitted in a beamforming state different from the beamforming state of.
- 718 In this way, for example, while PSS / SSS / PBCH are frequency-multiplexed to the shared data channel, these, i.e. PSS / SSS / PBCH, can use separate beams or beamforming states.

#### [0060]

- 723 In some embodiments herein, an SSS and one or more PBCHs associated with, or transmitted together with, a particular PSS are referred to herein as a message associated with the PSS, i.e. an informational message. May be collectively referred to as.

#### [0061]

- 729 However, unlike PSS, each SSS may contain information about subframe timing, such as subframe offset and / or frame offset relative to the SSS time position.
- 731 Therefore, different secondary synchronization (SS) sequences may be transmitted by the network node 210 for each OFDM symbol, and therefore up to N different SSSs may be used by the network node 210.
- 734 By detecting which SS sequence is transmitted within a particular OFDM symbol, i.e. the "series index", the wireless device 250 preliminarily between the relative position of the sequence index and OFDM symbols and the subframe boundary. At least subframe synchronization can be obtained with a defined unique mapping.
- 738 Therefore, subframe synchronization is achieved in the sense that the wireless device 250 can know the start and end positions of the subframe.
- 740 The SSS may also be used by the wireless device 250 to obtain frame synchronization, which may require the use of additional SSS sequences.
- 742 If only subframe synchronization is required, or if PSS / SSS is transmitted in only one predefined subframe within that frame, then in all subframes carrying the SSS, the network node 210 The same SSS may be used repeatedly.
- 745 On the other hand, if the wireless device 250 may also require frame synchronization by SSS, the separate subframes within that frame use a unique SSS sequence so that the relative distance from the detected OFDM symbol to the frame boundary can be obtained. May need to be.

#### [0062]

752 The SSS used in the embodiments herein may or may not be equal to the LTE SSS.  
753 Since there are only 168 SSSs in LTE, this number because different SSSs can be used for each beam depending on the network node 210 when SSSs are used for subframe synchronization in addition to time-frequency synchronization. May not be enough.  
756 However, it is also possible to specify a larger set of SSSs.  
757 Such a set of SSSs can be defined as an extension of the LTE SSS in various embodiments by transmitting an additional cyclic shift combination of two interleaved M sequences from the network node 210 for each OFDM symbol. ..  
760 In another embodiment, the network node 210 may use the LTE SSS in combination with at least a third sequence or reference signal, eg, a reference signal used in demodulating PBCH.

### [0063]

765 In addition, to acquire system information, the PBCH may be transmitted by the network node 210 in the same beam as the SSS, and thus within the same OFDM symbol, at a known location relative to the SSS and / or the PSS. Good.  
768 The PBCH may be transmitted with a demodulation reference signal located within the same OFDM symbol as the PBCH.  
770 That is, the reference signal for PBCH demodulation and the PBCH itself are precoded with the same beamforming weight vector, that is, the same beam state.  
772 Therefore, the wireless device 250 cannot interpolate channel estimates across OFDM symbols that use different beam states.  
774 Therefore, in a sense, these reference signals are beam-specific.

### [0064]

778 In one embodiment, the network node 210 transmits the same PBCH information for each transmission opportunity within the frame.  
780 In an embodiment implemented in the wireless device 250, the wireless device 250 may accumulate multiple transmissions from the network node 210, eg, multiple OFDM symbols, and thus PBCH with multiple beams, including system information. The reception performance of the PBCH is improved.  
784 In some cases, in order to accumulate the energy of PBCH detection, the wireless device 250 may detect one signal in multiple beams, detect PSS with sufficient power, and then use the associated PBCH in the same beam. ..  
787 However, the channel estimation in the implementation on the wireless device 250 will need to be repeated at each OFDM symbol because beam-specific RS can be used.  
789 In this way, in addition to the beamforming gain, coherent reception combining of a plurality of beams, which can further extend Mlb reception by the wireless device 250, may be possible.  
792 In a further embodiment, the wireless device 250 may also discard the PBCH reception in the OFDM symbol or beam with poor PSS detection performance so that the noise estimation is

not captured in the energy accumulation of the PBCH.

[0065]

798 With 3D beams, the wireless device 250 may detect PSS within multiple OFDM symbols because coverage may overlap due to overlapping beam patterns or multipath reflections of propagation channels.

801 In this case, the implementation in the wireless device 250 estimates which of the successfully detected OFDM symbols contains PSS detection with the highest reception quality and subframes to ensure good synchronization performance. Only that OFDM symbol may be employed when determining and / or frame timing.

805 Using less than N and / or wider beams for PSS is also an embodiment of an implementation on the network / TP side, such as the network node 210 or TP210 side.

807 Here, N is a specified upper limit of the number of beams supported by the 5G network, and in this case, there are a plurality of beams having a sufficient possibility that the wireless device 250 detects PSS.

810 By using wider beams, the coverage of each beam is narrowed, but in some cases, such as in small cells, coverage is less important.

812 This embodiment with a wider beam has the advantage that faster PSS detection is possible and that a standard LTE cell search algorithm with relatively low complexity can be reused in the wireless device 250.

[0066]

818 A further advantage of at least some of the embodiments described herein would be that the wireless device 250 would not have to search the beam at the time of initial PSS detection.

820 That is, the wireless device 250 can be normally detected only when the 3D beamforming state coincides with the position of the wireless device 250 in the cell 220.

822 Therefore, at least in this early stage of PSS detection, the use of the beam is independent of the wireless device 250.

824 See the example in FIG. 3 for how PSS / SSS and PBCH can be transmitted by the network node 210 in the embodiments described.

[0067]

829 In an alternative embodiment of the method described above, the same SSS sequence may be transmitted in each of the OFDM symbols / beam states used, while frame and / or subframe offsets may be explicitly indicated by the PBCH in the associated OFDM symbol. Good.

832 Therefore, in this embodiment, MIB detection by the wireless device 250 may be required before frame synchronization can be achieved.

834 This embodiment has the advantage that it repeats within all OFDM symbols and only one SSS is used or consumed per TP, while the wireless device 250 has a MIB change per OFDM



symbol, i.e. multiple beams. The drawback is that coherent combining across spans cannot be applied.

838 Further, in order to notify the wireless device 250 which of the maximum possible N beam states was used in a particular OFDM symbol, the beam index  $n = \{1, \dots, N\}$  may be transmitted.

841 The PBCH may also include explicit signaling of subframe offsets and / or frame offsets.

842 In some embodiments, the beam state n need not be notified to the wireless device 250, yet this offset signaling is the information required for the wireless device 250 to acquire subframes and / or frame synchronization. Is provided.

#### [0068]

848 In a further alternative embodiment, the SSS may be used by the wireless device 250 to detect the subframe offset, and the PBCH may be used by the wireless device 250 to detect the frame offset.

851 Thus, the PBCH message may be the same for all OFDM symbols / beams in one subframe, but may need to change from subframe to subframe because the frame offset changes.

853 See the figure below for an example.

854 This embodiment may require up to 14 different SSSs, but this set of SSSs may be repeated in the next subframe.

856 This is sufficient as the SSS is only used to obtain subframe timing.

#### [0069]

860 FIG. 4 shows an example of 14 OFDM symbols subframed.

861 In this case, the PSS and SSS are transmitted by the network node 210 within separate symbols, applying a time offset, in this case a time offset of one slot or seven OFDM symbols.

863 Further, the PBCH carrying the system information is also transmitted by the network node 210 in the same OFDM symbol as the associated PSS and SSS, in a divided manner on both sides of the PSS in this example.

866 Note that the system bandwidth may be wider than that shown in this figure.

867 Since only the concept of PSS / PBCH or SSS / PBCH frequency multiplexing is illustrated here, the OFDM symbol may also include other control signaling or shared data channels.

869 A network / TP, such as a network node 210 or TP210, may transmit each OFDM symbol using a separate beamforming state in this configuration.

871 However, in this example, the same beamforming state is used for the symbols k and k + 7 in the subframe.

873 ここで  $k = 0, \dots, 6$  とする。

874 Therefore, a UE such as the wireless device 250 can detect the PSS in the OFDM symbol k because of the advantageous beamforming state, and can obtain the same beamforming state with the symbol k + 7 when detecting the SSS and PBCH.

877 Thus, for each OFDM symbol in each slot, eg B1., To scan the beam by the network node 210,

eg at horizontal and azimuth angles. . . .

879 Different beam states such as B7 may be used.

880 The advantage of separating PSS and SSS in time, for example, by 7 OFDM symbols, is that both PSS and SSS can be used to improve frequency synchronization as compared with the embodiment of FIG. That is.

883 This is more difficult with the configuration of FIG. 3 because the same OFDM symbols are used for PSS and SSS.

#### [0070]

888 FIG. 5 shows an example of positive detection of PSS at OFDM symbol  $k = 5$ , and thus SSS and PBCH detection at OFDM symbol  $k = 12$ , by the wireless device 250.

890 This is because the network node 210 or TP210 uses the same beamformer state at symbols  $k = 5$  and  $k = 12$ , so that the wireless device 250 is at least SSS, or if each SSS is a different embodiment. By acquiring the subframe offset  $\Delta_S = 12$  from any of the PBCH information to the start of the subframe.

894 In FIG. 5, the subframe offset in the present specification is referred to as a "symbol offset" .

#### [0071]

898 FIG. 6 shows an example of positive beam detection by the wireless device 250 at OFDM symbols  $k = 5$ , PSS, and  $k = 12$ , SSS within subframe  $n$ .

900 The wireless device 250 acquires subframe offsets and frame offsets from SSS detection and / or PBCH detection.

902 In FIG. 6, the subframe offset in the present specification is referred to as a "symbol offset" , and the frame offset in the present specification is referred to as a "subframe offset" .

904 In an alternative embodiment, the wireless device 250 may use the SSS for subframe offset detection and the PBCH for frame offset detection.

906 Therefore, the PBCH message is the same for all OFDM symbols / beams in one subframe, but may need to change from subframe to subframe because the frame offset changes.

#### [0072]

911 In FIG. 6, a plurality of subframes are used so that the network node 210 or TP210 can use more than 7 beam states, ie  $N > 7$ , in the scanning procedure.

913 In this example, assuming that the number of subframes used is  $n$ ,  $N = 7n$  beams can be scanned.

915 If so many beams are not needed and it is determined that  $N < 8$  is sufficient, then this cell acquisition procedure, ie, time-frequency synchronization and cell ID detection, is single by the wireless device 250. Only subframes may be used.

918 In this case, the frame offset can be a predefined value rather than being explicitly propagated by the network node 210.

920 Therefore, this value may be obtained by reading the standard specification and may be selected, for example, zero or 9, as the first or last subframe within the frame.

### [0073]

925 The number of beam states used by a TP, such as a network node 210 or TP210, is the maximum number supported by current standards because the offset is transmitted by the SSS and / or PBCH according to the configurations described in the embodiments described herein. It can be less than N.

929 In addition, since the wireless device 250 is informed of the precoding weighting that defines the beam state, any beam shape or precoding weighting can be performed on the PSS, SSS and PBCH in this configuration.

932 This is one advantage and gives the degree of freedom in the wireless communication network 200.

939 Therefore, embodiments herein provide a flexible approach that can be applied to operational scenarios and actual implementations of network nodes 210 or TP210 in deploying 5G multi-antenna 3D beamforming systems. Can be provided.

937 An advantage of at least some embodiments herein may be that the PSS and SSS and / or PBCH are transmitted by the network node 210 within the same OFDM symbol.

939 This may be necessary when analog beamforming is performed on the transmitter side.

940 In this case, the precoding weighting of beamforming is wideband only.

941 On the other hand, in the digital implementation of the beam former, different beams can be used depending on the frequency band.

943 However, this solution does not include a specific implementation of beamforming in TP, as implementations can vary significantly from product to product, even within the same vendor, depending on the TP vendor. It can be achieved by embodiments of the present specification.

### [0074]

950 In a further embodiment at the network node 210 or TP210, it is possible to relax the implementation at the network node 210 or TP210 by not transmitting PSS and the like with each OFDM symbol.

953 This is useful, for example, when the switching time or precoder weighting settling time is long.

955 Therefore, the same approach in the embodiments herein also allows for this kind of relaxed operation.

957 Since the subframe and frame offset are individually acquired by the wireless device 250 for each OFDM symbol used, it is not necessary for the network node 210 to use all the OFDM symbols for transmission.

960 Whether PSS or the like is transmitted with all OFDM symbols or every other OFDM symbol as in the example below does not depend on the wireless device 250.

962 This is because the wireless device 250 simply fails to decode the PSS in the OFDM symbol where transmission by the network node 210 does not occur.

[0075]

967 FIG. 7 shows an example implementation in a relaxed network node 210 or TP210 where only every other OFDM symbol is used by the network node 210, as a result of which the TP beamforming hardware is You will have enough time to switch beams.

970 In the example shown here, only 7 beams can be scanned in one subframe.

[0076]

974 In the above-described embodiments, general aspects of the embodiments described herein have been described.

976 Further embodiments below describe extensions that loosen the implementation in the wireless device 250 when the processing power of the wireless device 250 is limited.

[0077]

981 FIG. 4 shows how the PSS and the SSS can be separated by one slot.

982 However, as long as the time between PSS transmission and SSS transmission by network node 210 is known to the wireless device 250, one, for example, network node 210 or TP210, further separates PSS and SSS by several subframes. You may.

[0078]

988 If the bandwidth of the PSS is much narrower than the system bandwidth, the PSS can be detected by the wireless device 250 in the time domain using the downlink sample value signal prior to the Fast Fourier Transform (FFT) operation.

991 However, SSS and PBCH can be detected in the frequency domain by the wireless device 250 after the FFT operation on the wideband signal, which may require a little more processing power on the wireless device 250 side, so wireless. The device 250 may need to buffer the entire wideband signal within each OFDM symbol until the PSS detector for a given OFDM symbol finishes detecting.

996 Therefore, if the time between PSS detection and SSS / PBCH detection is extended, buffering of a large number of OFDM symbols by the wireless device 250 becomes unnecessary, which is useful.

999 The embodiment shown in FIG. 4 enables such a mechanism by transmitting the PSS and the SSS so that the network node 210 sandwiches the seven OFDM symbols between the PSS and the SSS.

1002 Therefore, in the implementation in the wireless device 250, the PSS can be searched using the time domain signal, and after the PSS is normally detected, the FFT operation is

prepared for the OFDM symbol transmitted after 7 OFDM symbols. This allows for looser implementation in the wireless device 250.

#### [0079]

- 1009 In a further embodiment of the implementation in the wireless device 250, the time between PSS transmission and SSS transmission using the same beam by the network node 210 is longer than the slot duration.
- 1012 The SSS may be transmitted by the network node 210 after a few subframes.
- 1013 However, it is assumed that this delay time is well known by the specifications.
- 1014 The wireless device 250 may be aware of the same OFDM symbol using the same PSS / SSS / PBCH transmission and the delay before the beam condition reoccurs, and therefore waits for this delayed OFDM symbol to arrive. . FFT may be performed to detect SSS and PBCH.
- 1017 Alternatively, the wireless device 250 may provide periodicity in the beam scan so that the standard specification allows the same beam to be known to be reused after a certain period of time, and this value is also defined in the standard specification. It may depend on the maximum number N of.
- 1021 Therefore, in this embodiment of the implementation in the wireless device 250, the wireless device 250 takes advantage of the periodicity of the same signal transmission by the network node 210 and the use of the same beam state by the network node 210 and uses the time domain signal on the first opportunity. Then, PSS may be detected, and then FFT may be executed at the second opportunity to detect SSS and PBCH.

#### [0080]

- 1029 In a further embodiment, the wireless device 250 may notify the network node 210 or TP210 which beam was used to synchronize with the network node 210 or TP210.
- 1031 Such notifications transmit, for example, additional system information blocks, configuration of wireless device 250, or scheduling of uplink and downlink shared data channels in subsequent downlink transmissions from network node 210 or TP210 to wireless device 250. Can be useful in doing so.

#### [0081]

- 1038 Then, according to the detailed description provided with the example, the wireless device 250 executed by the network node 210 is sent a first synchronization signal and a related information message for synchronization between the wireless device 250 and the network node 210. An embodiment of the method will be described with reference to the flow chart shown in FIG.
- 1043 For the sake of facilitating an overview of the method, the details previously described in the examples are refrained from being repeated here, but any of the details described may apply to the description provided with respect to FIG.

1046 As already mentioned, the network node 210 and the wireless device 250 are operating within the wireless communication network 200.

1048 FIG. 8 shows a flow diagram of actions performed or may be performed by network node 210 in the embodiments herein.

#### [0082]

1053 The method may include the following actions, which may be performed in an appropriate order different from those described below.

#### [0083]

1058 Action 801 A network node to allow the wireless device 250 to synchronize with the network node 210, i.e. to allow the wireless device 250 to obtain subframe timing and / or frame timing in the signal transmitted by the network node 210. As shown in FIGS. 3 to 6, 210 transmits the first synchronization signal at least once at the time-frequency position in each of the N OFDM symbols in the N OFDM symbols in the subframe.

1063 N is 2 or more as already mentioned.

#### [0084]

1067 The first synchronization signal may provide a time structure with a minimum time scale up to a medium time scale, such as OFDM symbol timing, and a time position of the second synchronization signal.

#### [0085]

1073 The first synchronization signal may be PSS as described above, or an equivalent synchronization signal.

1075 In the detailed description so far, PSS has been used as an example.

1076 However, any reference to PSS in the embodiments herein shall be construed to apply equally to the first synchronization signal.

#### [0086]

1081 In some embodiments, the network node 210 may perform transmission by utilizing beamforming.

#### [0087]

1086 In some embodiments, such as those utilizing beamforming, different beam states are used in at least two of the N OFDM symbols, as described above.

[0088]

1091 Different beam states may be used for each of the N OFDM symbols.

[0089]

1095 In some embodiments, the N OFDM symbols are discontinuous OFDM symbols.

[0090]

1099 Action 802 Similarly, in order to allow the wireless device 250 to synchronize with the network node 210, in this action the network node 210 has an OFDM symbol for each transmission of the first synchronization signal, as shown in FIGS. 3-6. Send relevant information messages at the predefined time-frequency positions within.

1103 The predefined time-frequency position is relative to the time-frequency position of the first sync signal.

1105 The relevant information message contains information associated with the first synchronization signal, i.e., associated with the first synchronization signal for synchronization purposes.

1108 That is, the relevant information message contains information that may allow the wireless device 250 to obtain subframes and / or frame timings.

[0091]

1113 In some embodiments, the relevant information message comprises a related second sync signal.

1115 The second sync signal may provide a time structure from a medium time scale to a large time scale, such as subframe and / or frame timing.

1117 The second synchronization signal may be an SSS as described above, or an equivalent synchronization signal.

1119 In the detailed description so far, SSS has been used as an example.

1120 However, any reference to SSS in the embodiments herein shall be construed to apply equally to the second sync signal.

[0092]

1125 The related information message may include a related PBCH.

1126 In these embodiments, the relevant information message may include the PBCH alone or in addition to a second sync signal, such as the SSS.

[0093]

1131 In some embodiments, the associated PBCH further comprises relevant system information.

[0094]

1135 In some embodiments, the network node 210 may perform transmission by utilizing beamforming.

1137 In these embodiments, where the first sync signal is transmitted in a beam state, the related information message may be transmitted using the same beam state as the first sync signal associated with the related information message.

[0095]

1143 In some embodiments, the relevant information message is different for each OFDM symbol to which the relevant information message is transmitted.

[0096]

1148 The relevant information message may include an index.

1149 The index may be a number that contains a predefined unique mapping between the relative position of the OFDM symbol and the subframe and / or frame boundaries, allowing the wireless device 250 to obtain subframes and / or frame timing. Become.

[0097]

1155 In some of these embodiments, the index is a series index as described above.

[0098]

1159 In some of these embodiments, the subframe timing can be obtained by detecting the index with the wireless device 250.

[0099]

1164 The series index may include an index representing a series within a set of possible series.

1165 For example, in embodiments where the relevant information message contains a second synchronization signal associated with it, the sequence index can be an index for at least one of the possible synchronization sequences that uniquely maps to the subframe offset.

[0100]

1171 In embodiments where the relevant information message includes the relevant PBCH, the



index may specify a subframe offset and / or frame offset.

#### [0101]

1176 In some embodiments, the related information message is the same for each OFDM symbol in which the related information message is transmitted within a subframe, and the related information message is a subframe in which the related information message is transmitted within a transmission target frame. Different for each frame.

1180 In these embodiments, where the relevant information message includes an index, the frame timing can be obtained by detecting the index with the wireless device 250.

#### [0102]

1185 In some embodiments where the relevant information message contains a related SSS and the index is a series index, subframe timing can be obtained by detecting the series index contained in the related SSS by the wireless device 250. possible.

#### [0103]

1191 In some embodiments where the relevant information message contains a related SSS and the index is a series index, frame timing can be obtained by detecting the series index contained in the related SSS by the wireless device 250. obtain.

#### [0104]

1197 In some embodiments where the related information message contains related system information, the frame timing can be obtained by detecting the index contained in the related system information by the wireless device 250.

#### [0105]

1203 Next, the embodiment of the method of detecting the first synchronization signal and the related information message transmitted by the network node 210 for synchronization between the wireless device 250 and the network node 210, which is executed by the wireless device 250. This will be described with reference to the flow chart shown in FIG.

1207 To facilitate an overview of the method, the details described so far will not be repeated here, but any of the details described may apply to the description provided with respect to FIG.

1209 As already mentioned, the network node 210 and the wireless device 250 are operating within the wireless communication network 200.

1211 FIG. 9 shows a flow diagram of actions performed or may be performed by the wireless device 250 in the embodiments herein.

[0106]

1216 The method may include the following actions, which may be performed in an appropriate order different from those described below.

1218 While all actions may be performed in one embodiment, only some actions may be performed in other embodiments.

[0107]

1223 Action 901 The wireless device 250 is the first step in obtaining subframe timing and / or frame timing in the signal transmitted by the network node 210, that is, in order for the wireless device 250 to synchronize with the network node 210. Detect the sync signal.

1226 As already mentioned, the first sync signal is transmitted by the network node (210) at least once at the time-frequency position in each of the N OFDM symbols in the N OFDM symbols in the subframe. ing.

1229 N is 2 or more.

[0108]

1233 As discussed above, in some embodiments, the network node 210 may utilize beamforming to perform transmission.

[0109]

1238 Again, as already mentioned, the first sync signal can be a PSS.

[0110]

1242 In some embodiments, this action can be performed, for example, when the wireless device 250 is simultaneously searching for different TP beams using a procedure similar to LTE cell search.

[0111]

1248 Action 902 To ensure good synchronization performance, in some embodiments, the wireless device 250 may discard the detected OFDM symbols transmitted by the network node 210, as described above.

1251 This behavior can occur if the detection of the first sync signal in the discarded detected OFDM symbols is inadequate based on the threshold.

1253 For example, this threshold may be based on the estimated signal-to-noise ratio of the detected OFDM symbols.

1255 That is, the wireless device 250 does not have to take into account the discarded OFDM

symbols in order to obtain subframes or frame timings.

[0112]

1260 Action 903 The wireless device 250 detects the relevant information message at a predefined time-frequency position.

1262 The predefined time-frequency position is relative to the time-frequency position of the first synchronized signal detected.

1264 The relevant information message corresponds to the one described above.

1265 Therefore, the relevant information message is associated with the first synchronization signal.

[0113]

1270 Again, as mentioned above, in some embodiments, the relevant information message includes a related second sync signal.

1272 The second sync signal can be SSS.

[0114]

1276 Detecting related information messages may include matching the series of detected related information messages with one of a set of possible information message sequences.

1278 As already mentioned, this set of possible informational message sequences can be the SSS specified in LTE.

[0115]

1283 In some embodiments, the relevant information message comprises the relevant PBCH, as described above.

1285 In some of these embodiments, the associated PBCH further comprises relevant system information.

[0116]

1290 The relevant information message contains an index.

[0117]

1294 In some of these embodiments, the index is a series index.

[0118]

1298 In some embodiments, the series index comprises an index representing a series within a set of possible series.

#### [0119]

1303 Action 904 The wireless device 250 acquires subframe timing and / or frame timing by detecting the index contained in the relevant information message.

1305 This is because the index contains a predefined and unique mapping between the relative position of the OFDM symbol and the subframe and / or frame boundaries.

#### [0120]

1310 In some embodiments, the relevant information message is different for each OFDM symbol in which the relevant information message is transmitted by the network node 210.

1312 In these embodiments, the subframe timing can be obtained by detecting the index by the wireless device 250.

#### [0121]

1317 In some embodiments, the related information message is the same for each OFDM symbol in which the related information message is transmitted by the network node 210 within a subframe, and the related information message is transmitted by the network node 210. It differs for each subframe transmitted within the target frame.

1321 In these embodiments, the frame timing can be obtained by detecting the index by the wireless device 250.

#### [0122]

1326 In some embodiments, the relevant information message comprises a related SSS.

1327 In these embodiments where the index is a series index, the subframe timing can be obtained by detecting the series index contained in the associated SSS by the wireless device 250.

#### [0123]

1332 In some embodiments, the relevant information message comprises a related SSS.

1333 In these embodiments where the index is a series index, frame timing can be obtained by detecting the series index contained in the associated SSS by the wireless device 250.

#### [0124]

1338 In some embodiments, the relevant information message includes the relevant system information, and the frame timing can be obtained by detecting the index contained in the

relevant system information by the wireless device 250.

#### [0125]

1344 Action 905 In some embodiments, the network node 210 utilizes beamforming to perform the transmission of a first sync signal and a related information message, the wireless device 250 sends a message to the network node 210. May be good.

1347 This message provides information about which of the beams beamformed by the network node 210 to send the first sync signal and related information message was used for synchronization by the wireless device 250. It may be included.

1350 For example, the time-frequency position of the transmitted message may be used to imply tell the network node 210 which beam was used by the wireless device 250.

#### [0126]

1355 In some embodiments, the information in this message may include a beam state index of the beam used for synchronization by the wireless device 250.

#### [0127]

1360 The wireless device 250 may send this message, for example, as a random access preamble containing sequence and / or time frequency resources as determined by the index of beam state used.

#### [0128]

1366 Thus, embodiments herein provide an approach that addresses the above-mentioned problems by repeatedly transmitting a new beam for each OFDM symbol such that the network node 210 scans the same, eg, PSS, obtain.

1369 The instantaneous beam used in a given OFDM symbol may be unknown to the wireless device 250.

1371 The wireless device 250 performs a blind search in the time domain, eg, PSS, to obtain OFDM symbol timing, which may be a prerequisite for converting the received signal to the frequency domain prior to subsequent processing by the receiver. be able to.

1374 Upon detecting the PSS, the wireless device 250 can find the SSS and, for example, PBCH, at a position relative to the PSS.

1376 Unlike the case of PSS, SSS and / or PBCH may be different for each OFDM symbol.

1377 With this configuration, in the wireless communication network 200, the wireless device 250 can acquire a symbol offset, that is, a subframe offset as referred to herein, and a frame offset.

1380 In some embodiments, this can be a network in which beamforming takes place.

[0129]

1384 FIG. 10 is a flow diagram illustrating an example of a method performed by the wireless device 250 according to some embodiments herein described with reference to FIG.

1386 The numbers on the right side of the figure indicate the correspondence with the actions described in FIG.

1388 In the figure, the wireless device 250 is represented as "UE".

1389 In FIG. 10, the subframe offset as referred to in the present specification is expressed as "symbol offset (subframe boundary)".

1391 In this particular example, the first sync signal is the PSS, the relevant information message contains the second sync signal, which is the SSS and PBCH, and the network node 210 has already performed transmission using beamforming.

1394 In this figure, the beam is represented as being identified by "Bi".

[0130]

1398 11 and 12 are schematic diagrams showing at least some of the methods in the network node 210 and the wireless device 250 according to some embodiments of the present specification, each of which has been described for some actions in FIGS. 8 and 9, respectively, is there.

1402 The numbers on the left and right sides of the figure indicate the correspondence with the actions described in FIGS. 8 and 9, respectively.

1404 In both figures, the network node 210 or TP210 is referred to as the "network / transmission point" and the wireless device 250 is referred to as the "UE".

1406 Further, in both figures, in this case, the index which is a series index is represented as "index j".

1408 FIG. 11 is a schematic diagram illustrating some actions in one of the embodiments described herein in which subframes and frame timings are determined by SSS.

1410 Note that PSS, SSS, and PBCH do not necessarily have to be transmitted in the same OFDM symbol.

1412 It should also be noted that in this embodiment, the wireless device 250 may accumulate PBCH across several OFDM symbols, as the PBCH remains the same for each OFDM symbol.

1414 In the particular example of FIGS. 11 and 12, the first sync signal is PSS, the relevant information message contains a second sync signal that is SSS and PBCH, and the network node 210 utilizes beamforming. Sending is already in progress.

1417 In both figures, the beam state index is represented as identified by "Bi".

[0131]

1421 FIG. 12 illustrates some actions in one of the embodiments described herein in which the subframe timing is determined by the SSS and the information for determining the frame timing is contained in the PBCH. It is a figure.

1424 Note that PSS, SSS, and PBCH do not necessarily have to be transmitted in the same OFDM symbol.

1426 In this figure, the index is represented as "index j" for the series index in SSS and "k" for the index in PBCH.

### [0132]

1431 To perform the actions of the methods described above in connection with FIGS. 8, 11, and 12, the network node 210 is directed to the wireless device 250 for synchronization of the wireless device 250 with the network node 210. It is set to send a first sync signal and related information messages.

1435 The network node 210 has the following configuration as shown in FIG.

1436 As already mentioned, in some embodiments, the network node 210 may be configured to transmit using beamforming.

1438 The network node 210 and the wireless device 250 are configured to operate within the wireless communication network 200.

### [0133]

1443 Some of the detailed descriptions below are the same as previously mentioned in connection with the actions described for Network Node 210 and will not be repeated here.

### [0134]

1448 The network node 210 may be configured to transmit the first synchronization signal at least once at the time-frequency position in each of the N OFDM symbols in the N OFDM symbols in the subframe.

1451 N is 2 or more.

### [0135]

1455 This may be performed by transmit module 1301 within network node 210.

### [0136]

1459 In some embodiments, for each transmission of the first synchronization signal, the network node 210 is further configured to transmit a relevant information message at a predefined time-frequency position within the OFDM symbol.

1462 This predefined time-frequency position is relative to the time-frequency position of the first sync signal.

1464 The relevant information message is associated with the first sync signal.

[0137]

1468 This may also be performed by transmit module 1301.

[0138]

1472 The first synchronization signal can be a PSS.

[0139]

1476 In some embodiments, the relevant information message comprises a related second sync signal.

1478 The second sync signal can be SSS.

[0140]

1482 In some embodiments, the relevant information message comprises a related PBCH.

[0141]

1486 In some embodiments, the network node 210 is further configured to use different beam states at least two of the N OFDM symbols.

[0142]

1491 This may also be performed by transmit module 1301.

[0143]

1495 In some embodiments, the network node 210 is further configured to use different beam states for each of the N OFDM symbols.

[0144]

1500 This may also be performed by transmit module 1301.

[0145]

1504 In some embodiments, the network node 210 transmits a first sync signal in a beam state and uses the same beam state as the first sync signal associated with the related information message. It is further set to send.



[0146]

*1510* This may also be performed by transmit module 1301.

[0147]

*1514* In some embodiments, the associated PBCH further comprises relevant system information.

[0148]

*1518* In some embodiments, the relevant information message is different for each OFDM symbol in which the related information message is configured to be transmitted by the network node 210, the related information message includes an index, and the subframe timing is wireless. It can be obtained by detecting the index by the device 250.

[0149]

*1525* In some embodiments, the related information message is the same for each OFDM symbol in which the related information message is set to be transmitted within a subframe by the network node 210, and the related information message is the related information message. Different for each subframe set to be transmitted within the transmission target frame by the network node 210, the relevant information message contains an index, and the frame timing can be obtained by detecting the index by the wireless device 250. is there.

[0150]

*1534* In some embodiments, the relevant information message includes a related SSS, the index is a series index, and the subframe timing can be obtained by detecting the series index contained in the related SSS by the wireless device 250.

[0151]

*1540* In some embodiments, the relevant information message includes a related SSS, the index is a series index, and the frame timing can be obtained by detecting the series index contained in the related SSS by the wireless device 250.

[0152]

*1546* In some embodiments, the relevant information message includes the relevant system information, and the frame timing can be obtained by detecting the index included in the related system information by the wireless device 250.

[0153]

1552 In some embodiments, the series index comprises an index representing a series within a set of possible series.

[0154]

1557 In some embodiments, the N OFDM symbols are discontinuous OFDM symbols.

[0155]

1561 An embodiment of the present specification for transmitting a first synchronization signal and a related information message to the wireless device 250 for synchronization between the wireless device 250 and the network node 210, for example, using beam forming. It can be implemented by computer program code for performing the functions and actions of the embodiments of this specification in conjunction with one or more processors such as the processing module 1302 in the network node 210 shown in FIG.

1567 The program code described above may also be provided as a computer program product, eg, in the form of a data carrier, carrying computer program code that executes the embodiments of the present specification when loaded into the network node 210.

1570 One such carrier is the form of a CD ROM disc.

1571 However, other data carriers such as memory sticks are also suitable.

1572 The computer program code is further provided as pure program code on the server and may be downloaded to network node 210.

[0156]

1577 The network node 210 may further include a memory module 1303 that includes one or more memory devices.

1579 The memory module 1303 may be arranged to be used to store data associated with an application performing the methods herein when executed at network node 210.

1581 The memory module 1303 may communicate with the processing module 1302.

1582 Any other information processed by the processing module 1302 may be stored in the memory module 1303.

[0157]

1587 In some embodiments, information may be received from, for example, wireless device 250 through receive port 1304.

1589 In some embodiments, receiving port 1304 may be connected to, for example, one or more antennas within network node 210.

1591 In other embodiments, the network node 210 may receive information from another

structure within the wireless communication network 200 through receive port 1304.  
1593 Since the receiving port 1304 may communicate with the processing module 1302, the  
receiving port 1304 may then transmit the received information to the processing module  
1302.  
1596 Receiving port 1304 may be configured to receive other information as well.

#### [0158]

1600 The information processed by the processing module 1302 in connection with the  
embodiment of the method of the present specification may be stored in the memory  
module 1303, which may include the processing module 1302 and the receiving port 1304  
as described above. May communicate with.

#### [0159]

1607 The processing module 1302 may be further configured to transmit or transmit information  
through the transmission port 1305 to the wireless device 250 or another node in the  
wireless communication network 200, and the transmission port 1305 may be configured  
to transmit or transmit information to the processing module 1302 and another node in the  
wireless communication network 200. It may communicate with the memory module 1303.

#### [0160]

1615 A combination of analog and digital modules, eg, stored in memory, and / or software and  
functions as described above when the module 1301 described above is executed by one or  
more processors such as the processing module 1302. It will also be appreciated by those  
skilled in the art that it may refer to one or more processors configured with / or firmware.  
1619 One or more of these processors and other digital hardware may be included in a single  
application specific integrated circuit (ASIC), or some processors and various digital  
hardware may be individually implemented. It may be distributed across several separate  
components, regardless of whether they are integrated into a system-on-chip (SoC).

#### [0161]

1626 Therefore, the method for network node 210 according to the embodiments described  
herein will perform such an action as performed by network node 210 as described herein  
when executed on at least one processor. Each is executed by a computer program product  
that includes an instruction, i.e., a software code portion, to be executed by this at least one  
processor.

1631 The computer program product may be stored on a computer-readable storage medium.

1632 The computer-readable storage medium on which the computer program is stored performs  
such actions as performed by the network node 210 described herein when executed on at

least one processor. May include instructions to be executed by the computer.

1635 In some embodiments, the computer-readable storage medium may be a non-temporary computer-readable storage medium.

#### [0162]

1640 To perform the actions of the methods described above in connection with FIGS. 9, 10, 11, and 12, the wireless device 250 is configured by the network node 210 to synchronize the wireless device 250 with the network node 210. It is set to detect the first synchronization signal and related information messages that are set to be sent to.

1644 The wireless device 250 has the following configuration as shown in FIG.

1645 In some embodiments, the network node 210 may have already performed transmission utilizing beamforming.

1647 The network node 210 and the wireless device 250 are configured to operate within the wireless communication network 200.

1648 Some of the detailed descriptions below are the same as previously mentioned in connection with the actions described for the wireless device 250 and will not be repeated here.

#### [0163]

1654 The wireless device 250 may be configured to detect a first sync signal.

1655 The first synchronization signal is set by the network node 210 to be transmitted at least once at the time-frequency position in each of the N OFDM symbols in the N OFDM symbols in the subframe. ..

1658 N is 2 or more.

#### [0164]

1662 This may be performed by the detection module 1401 in the wireless device 250.

#### [0165]

1666 In some embodiments, the wireless device 250 is further configured to detect relevant information messages at a predefined time-frequency position.

1668 The predefined time-frequency position is relative to the time-frequency position of the first synchronized signal detected.

1670 The relevant information message is associated with the first sync signal.

#### [0166]

1674 This may also be performed by detection module 1401.

[0167]

*1678* The first synchronization signal can be a PSS.

[0168]

*1682* In some embodiments, the relevant information message comprises a related second sync signal.

*1684* The second sync signal can be SSS.

[0169]

*1688* In some embodiments, detecting a related information message involves matching the series of detected related information messages with one of a set of possible information message sequences.

[0170]

*1694* In some embodiments, the relevant information message comprises a related PBCH.

[0171]

*1698* In some embodiments, the associated PBCH further comprises relevant system information.

[0172]

*1702* The relevant information message contains an index.

[0173]

*1706* The wireless device 250 may be configured to acquire subframe timing and / or frame timing by detecting an index contained in the relevant information message.

[0174]

*1711* This may be performed by the acquisition module 1402 in the wireless device 250.

[0175]

*1715* In some embodiments, the relevant information message is different for each OFDM symbol in which the relevant information message is configured to be transmitted by the network node 210, the relevant information message includes an index, and the wireless device 250

indexes. It is further set to acquire subframe timing by detection.

[0176]

*1722* This may also be performed by acquisition module 1402.

[0177]

*1726* In some embodiments, the related information message is the same for each OFDM symbol in which the related information message is set to be transmitted within a subframe by the network node 210, and the related information message is the related information message. Different for each subframe set to be transmitted within the frame to be transmitted by the network node 210, the relevant information message contains an index, and the wireless device 250 gets the frame timing by detecting the index. Further set.

[0178]

*1735* This may also be performed by acquisition module 1402.

[0179]

*1739* In some embodiments, the relevant information message includes a related SSS, the index is a series index, and the wireless device 250 is further configured to acquire frame timing by detecting the series index contained in the related SSS. ing.

[0180]

*1745* This may also be performed by acquisition module 1402.

[0181]

*1749* In some embodiments, the related information message includes related system information, and the wireless device 250 is further configured to acquire frame timing by detecting an index contained in the related system information.

[0182]

*1755* This may also be performed by acquisition module 1402.

[0183]

*1759* In some embodiments, the series index comprises an index representing a series within a set

of possible series.

[0184]

1764 In some embodiments, the wireless device 250 may be configured to discard the detected OFDM symbols set to be transmitted by the network node 210, the first of which is within the discarded detected OFDM symbols. The detection of the synchronization signal of 1 is insufficient based on the threshold value.

[0185]

1771 This may be done by the discard module 1403 in the wireless device 250.

[0186]

1775 In some embodiments, the wireless device 250 may be configured to send a message to network node 210, which message is to send a first sync signal and related information message to network node 210. It contains information about which of the beams configured for beamforming by the wireless device 250 was used for synchronization.

[0187]

1782 This may be performed by the transmit module 1404 in the wireless device 250.

[0188]

1786 An embodiment of the present specification for detecting a first synchronization signal and a related information message transmitted by the network node 210 for synchronization between the wireless device 250 and the network node 210, for example, using beam forming. , In conjunction with one or more processors, such as the processing module 1405 in wireless device 250, shown in FIG. 14, may be implemented by computer program code for performing the functions and actions of embodiments of this specification.

1792 The program code described above may also be provided as a computer program product, eg, in the form of a data carrier, carrying computer program code that executes the embodiments herein when loaded into the wireless device 250.

1795 One such carrier is the form of a CD ROM disc.

1796 However, other data carriers such as memory sticks are also suitable.

1797 The computer program code is also provided as pure program code on the server and may be downloaded to the wireless device 250.

[0189]