

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-60595  
(P2009-60595A)

(43) 公開日 平成21年3月19日(2009.3.19)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4W 16/28 (2009.01)	HO4Q 7/00 234	5K022
HO4J 99/00 (2009.01)	HO4J 15/00	5K059
HO4W 24/08 (2009.01)	HO4Q 7/00 244	5K067
HO4J 11/00 (2006.01)	HO4J 11/00 Z	
HO4J 1/00 (2006.01)	HO4J 1/00	

審査請求 未請求 請求項の数 24 O L 外国語出願 (全 85 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-191856 (P2008-191856)  
 (22) 出願日 平成20年7月25日 (2008.7.25)  
 (31) 優先権主張番号 11/834, 345  
 (32) 優先日 平成19年8月6日 (2007.8.6)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 597067574  
 ミツビシ・エレクトリック・リサーチ・ラボラトリーズ・インコーポレイテッド  
 アメリカ合衆国、マサチューセッツ州、ケンブリッジ、ブロードウェイ 201  
 201 BROADWAY, CAMBRIDGE, MASSACHUSETTS  
 02139, U. S. A.

(74) 代理人 100110423  
 弁理士 曾我 道治  
 (74) 代理人 100084010  
 弁理士 古川 秀利  
 (74) 代理人 100094695  
 弁理士 鈴木 憲七

最終頁に続く

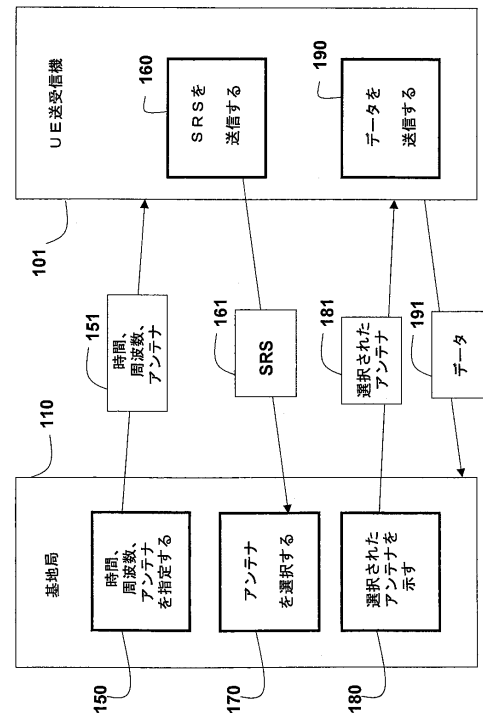
(54) 【発明の名称】 無線ネットワークにおいてアンテナを選択する方法およびシステム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 基地局と複数のユーザ機器 (UE) 送受信機を含む無線ネットワークにおいて、アンテナ選択のシグナリング及びプロトコルを提供する。

【解決手段】 基地局は、サウンディング基準信号 (SRS) を送信するための時間及び周波数、並びに、指定された時間及び周波数の SRS を送信するのに使用するアンテナを指定する。送受信機は、指定された時間、周波数、及びアンテナに従って SRS を送信する。基地局は、利用可能なアンテナのセットのうちのアンテナのサブセットを選択し、選択されたアンテナのサブセットを送受信機へ示す。

【選択図】 図 1 C



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

基地局と複数のユーザ機器（UE）送受信機とを含む無線ネットワークにおいてアンテナを選択する方法であって、

ワイヤレスネットワークの基地局において、前記ネットワークの送受信機によってサウンディング基準信号（SRSS）を送信する時間及び周波数を指定することであって、前記送受信機は、利用可能なアンテナのセットを含む、指定すること、

前記指定された時間及び周波数の前記SRSSを送信するのいずれのアンテナを使用するのかを指定すること、

前記指定された時間、周波数、及びアンテナに従って前記送受信機によって前記SRSSを送信すること、 10

前記受信されたSRSSに基づき、前記基地局において、前記利用可能なアンテナのセットのうちアンテナのサブセットを選択すること、及び

前記選択されたアンテナのサブセットを前記送受信機へ示すこと、を含む、方法。

## 【請求項 2】

前記選択されたアンテナのサブセットを使用して前記送受信機によってデータを送信することをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 3】

前記送受信機から前記基地局へアンテナ選択能力情報を送信すること、 20

前記基地局から前記送受信機へ前記アンテナ選択能力情報を確認すること、

前記基地局から前記送受信機へアンテナ選択パラメータのセットを送信すること、

前記基地局から前記送受信機へアンテナ選択要求を送信すること、及び

前記基地局から前記送受信機へアンテナ選択決定を送信すること、

をさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 4】

前記アンテナ選択パラメータを前記アンテナ選択要求と組み合わせることをさらに含む、請求項 3 に記載の方法。

## 【請求項 5】

前記アンテナ選択を前記アンテナ選択決定と組み合わせることをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。 30

## 【請求項 6】

前記アンテナ選択は、周期的に行われる、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 7】

前記アンテナ選択を適応的に行うことをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 8】

非ホッピングサウンディング基準信号に基づいて前記アンテナ選択を行うことをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 9】

ホッピングサウンディング基準信号に基づいて前記アンテナ選択を行うことをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。 40

## 【請求項 10】

広帯域サウンディング基準信号に基づいて前記アンテナ選択を行うことをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 11】

可変帯域幅サウンディング基準信号に基づいて前記アンテナ選択を行うことをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 12】

狭帯域サウンディング基準信号に基づいて前記アンテナ選択を行うことをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。 50

## 【請求項 13】

周期的なアンテナ選択と適応的なアンテナ選択との間でスイッチングすることをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 14】

相対アンテナインデックスに基づいて前記アンテナ選択を行うことをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 15】

絶対アンテナインデックスに基づいて前記アンテナ選択を行うことをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 16】

非同期 HARQ プロトコルに基づいて、パケット再送のための前記アンテナ選択を行うことをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 17】

同期 HARQ プロトコルに基づいて、パケット再送のための前記アンテナ選択を行うことをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 18】

前記アンテナ選択パラメータは、送信帯域幅、開始帯域幅位置又は終了帯域幅位置、送信周期、巡回シフトホッピング系列、送信サブフレーム、パイロットサブキャリアの密度を示す繰り返しファクタ、前記 SRS 送信の継続時間、サブフレーム内における前記 SRS のシンボル位置、及びホッピング SRS 関連パラメータを含む、請求項 3 に記載の方法。

## 【請求項 19】

前記基地局において、前記送受信機によってデータ復調基準信号を送信する時間及び周波数を指定すること、

前記指定された時間及び周波数の前記データ復調基準信号を送信するのにいずれのアンテナを使用するのかを指定すること、

前記指定された時間、周波数、及びアンテナに従って前記送受信機によって前記データ復調基準信号を送信すること、及び

前記受信されたデータ復調基準信号に基づき、前記基地局において、前記利用可能なアンテナのセットのうちの前記アンテナのサブセットを選択すること、

をさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 20】

前記無線ネットワークは、OFDM ネットワークである、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 21】

前記無線ネットワークは、OFDMA ネットワークである、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 22】

前記無線ネットワークは、SC-FDMA ネットワークである、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 23】

前記基地局は、前記周波数の帯域幅を指定する、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 24】

基地局と複数のユーザ機器 (UE) 送受信機とを含む無線ネットワークにおいてアンテナを選択するシステムであって、

無線ネットワークの基地局であって、該基地局は、サウンディング基準信号 (SRS) を送信する時間及び周波数を指定するように構成されると共に、該指定された時間及び周波数の該 SRS を送信するのにいずれのアンテナを使用するのかを指定するための手段をさらに備える、基地局と、

利用可能なアンテナのセットを含む送受信機であって、前記送受信機は、前記指定された時間、周波数、及びアンテナに従って前記 SRS を送信するように構成されている、送受信機と、

10

20

30

40

50

前記受信されたSRSSに基づき、前記利用可能なアンテナのセットのうちのアンテナのサブセットを選択する手段と、

前記選択されたアンテナのサブセットを前記送受信機へ示す手段と、  
を備える、システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、包括的には、無線ネットワークにおけるアンテナ選択に関し、より詳細には、無線ネットワークにおいてアンテナを選択することに関する。

【背景技術】

【0002】

OFDM

直交周波数分割多重化(OFDM)は、マルチキャリア通信技術であり、複数の直交するサブキャリアを使用して、並列データストリームを送信する。サブキャリアのそれぞれではシンボルレートが比較的低いために、OFDMは、周波数減衰、狭帯域干渉、及び、周波数選択性フェージング等の厳しいチャネル状態に対してロバスト(robust)である。各シンボルの前にサイクリックプレフィックス(CP)を付加することによって、OFDMは、チャネルの遅延拡散がCPの継続時間よりも短いときにシンボル間干渉(ISI)を除去することができる。また、OFDMは、キャリア間干渉(ICI)を除去するために複数のサブキャリアが互いに直交しているため、周波数領域チャネル等化を簡単に行うことができる。

【0003】

OFDMA

OFDMが多元接続メカニズムと組み合わせられると、その結果、直交周波数分割多元接続(OFDMA)となる。OFDMAは、異なるサブキャリア又は異なるサブキャリア群を異なる送受信機(ユーザ機器(UE))に割り当てる。OFDMAは、周波数利得及びマルチユーザダイバーシティ利得の双方を利用する。OFDMAは、無線MANとしても知られているIEEE 802.16等のさまざまな無線通信標準規格に含まれる。802.16に基づくマイクロ波アクセスのための世界的な相互運用性(Worldwide Interoperability for Microwave Access)(WiMAX)、及び、移動通信のグローバルシステム(Global System for Mobile Communication)(GSM)から発展した第3世代パートナーシッププロジェクト(3GPP)の長期的発展型(long-term evolution)(LTE)もOFDMAを使用する。

【0004】

LTEアップリンクにおけるSC-FDMA構造

3GPP LTEにおける基本アップリンク(UL)伝送方式は、3GPP TR 25.814, v7.1.0「Physical Layer Aspects for Evolved UTRA」に説明されている。この文献は、参照により本明細書に援用される。その構造は、サイクリックプレフィックス(CP)を有するシングルキャリアFDMA(SC-FDMA)を使用して、アップリンクのユーザ間直交性を達成し、受信機側での効率的な周波数領域等化を可能にする。これによって、ダウンリンクのOFDM方式との共通性が比較的高くなり、たとえばクロック周波数といった同じパラメータを使用することができるようになる。

【0005】

アンテナ選択

システムの性能は、多入力多出力(MIMO)アンテナ技術によって高めることができる。MIMOは、システム帯域幅を増加させることなくシステム容量を増加させる。MIMOは、送信の信頼性を改善すると共に複数の空間的に多様なチャネルを適切に利用することによるスループットを増加させるために使用することができる。

【0006】

MIMOシステムは、良好に動作するが、送受信機におけるハードウェアコスト、信号

10

20

30

40

50

処理の複雑さ、電力消費、及び、コンポーネントサイズを増加させる場合があり、これは、MIMO技術の一般的な適用を制限する。特に、MIMOシステムのRFチェーンは、通例、高価である。加えて、いくつかのMIMO方法の信号処理の複雑さも、アンテナの個数と共に指数関数的に増加する。

【0007】

RFチェーンは、複雑且つ高価であるが、アンテナは、比較的単純且つ安価である。アンテナ選択(AS)によって、MIMOシステムに関連する複雑さの欠点のいくつかは削減される。アンテナ選択システムでは、利用可能なアンテナのセットのサブセットが、スイッチによって適応的に選択され、選択されたアンテナのサブセットの信号のみが、利用可能なRFチェーンによって処理される。これに関しては、R1-063089「Low cost training for transmit antenna selection on the uplink」(Mitsubishi Electric, NTT DoCoMo, 3GPP RAN1#47)、R1-063090「Performance comparison of training schemes for uplink transmit antenna selection」(Mitsubishi Electric, NTT DoCoMo, 3GPP RAN1#47)、R1-063091「Effects of the switching duration on the performance of the within TTI switching scheme for transmit antenna selection in the uplink」(Mitsubishi Electric, NTT DoCoMo, 3GPP RAN1#47)、R1-051398「Transmit Antenna Selection Techniques for Uplink E-UTRA」(Institute for Infocomm Research (I2R), Mitsubishi Electric, NTT DoCoMo, 3GPP RAN1#43)、R1-070524「Comparison of closed-loop antenna selection with open-loop transmit diversity (antenna switching between TTIs)」(Mitsubishi Electric, 3GPP RAN1#47bis)、R1-073067「Adaptive antenna switching with low sounding reference signal overhead」(Mitsubishi Electric, 3GPP RAN1#49bis)、及び、R1-073068「Impact of sounding reference signal loading on system-level performance of adaptive antenna switching」(Mitsubishi Electric, 3GPP RAN1#49bis)を参照されたい。これらのすべての文献は、参照により本明細書に援用される。

10

20

【0008】

アンテナ選択のためのシグナリング及びプロトコルの設計

選択されたアンテナを示すためのシグナリングフォーマットは、R1-070860「Closed loop antenna switching in E-UTRA uplink」(NTT DoCoMo, Institute for Infocomm Research, Mitsubishi Electric, NEC, Sharp, Toshiba Corporation, 3GPP RAN1#48)に説明されている。この文献は、参照により本明細書に援用される。2つの可能なアンテナ(A及びB)から1つのアンテナを示すために、その方式は、明示的又は暗黙的のいずれかで1ビットのビット情報を使用して「アップリンクスケジューリング許可」(uplink scheduling grant)メッセージにする。このメッセージは、アンテナ選択決定を示し、0はアンテナAを意味し、1はアンテナBを示す。

30

【0009】

従来技術では、アンテナ選択は、通常、パイロット信号を使用して行われる。さらに、アンテナ選択は、狭い範囲の屋内無線LAN(802.11n)に関してのみ行われており、この無線LANでは、いずれの時点においても、広帯域チャネル上には単一のユーザしか存在しない。これによって、アンテナ選択は大幅に簡単になる。

40

【0010】

従来技術では、サウンディング基準信号(sounding reference signal)(SRP)及びデータ復調(DM)基準信号は、周波数依存スケジューリング(frequency dependent scheduling)にしか使用されていない。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

広い範囲の屋外OFDMA 3GPPネットワークに関してアンテナ選択を行うためのプロトコル及び正確なメッセージ構造は、現時点では知られていない。OFDMA 3GPP無線ネットワークのアップリンクに関してアンテナ選択を行うためのこのプロトコル

50

及びメッセージ構造を提供することが望まれている。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明の実施の形態は、サウンディング基準フレームを使用して、OFDM無線ネットワークのアップリンクにおけるアンテナを選択する方法及びシステムを提供する。3つのレベルのシグナリングが説明される。

【0013】

レベルAシグナリングは、送信機及び受信機の双方がアンテナ選択をサポートするかを示すのに使用される。レベルAシグナリングは、まれにしか行われず、たとえば、ユーザ登録中、すなわち、UE送受信機がネットワークに参加するときに行われず、

10

【0014】

レベルBシグナリングは、たとえば、ネットワークレイヤ3の無線資源制御(RRC)メッセージ、及び、場合によってはアンテナ選択を開始又は停止する要求を使用して、UE送受信機にアンテナ選択パラメータを提供するのに使用される。

【0015】

レベルCシグナリングは、アンテナ選択決定、及び、場合によってはアンテナ選択を開始又は停止する要求を示すのに使用される。

【0016】

本発明の実施の形態によるプロトコルは、さまざまな周期的アンテナ選択構成及び適応的アンテナ選択構成をサポートし、また、周期的アンテナ選択と適応的アンテナ選択とのスイッチングも可能にする。また、このプロトコルは、非ホッピングSRP及びホッピングSRPのアンテナ選択もサポートする。SRPは、広帯域信号、可変帯域幅信号、又は狭帯域信号のいずれかとする事ができる。このプロトコルは、非同期HARQモード及び同期HARQモードの双方におけるパケット再送のアンテナ選択をサポートする。

20

【発明の効果】

【0017】

本発明の実施の形態は、送受信機とeNodeBとの間のOFDM 3GPP無線ネットワークのアップリンクにおけるアンテナ選択のシグナリング及びプロトコルを提供する。

【発明を実施するための最良の形態】

30

【0018】

LTEシステムの概観

図1は、本発明の一実施形態によるOFDMA 3GPP LTE無線ネットワークの一般的な構造を示している。複数のユーザ機器(UE)又は送受信機111~113は、基地局110と通信する。基地局も送受信機として動作することが理解されるべきである。しかしながら、以下では、送受信機と言うときは、別段の指定がない限り、UEを意味する。また、本発明は、SC-FDMAネットワーク及びOFDMネットワークと共に使用することができることに留意すべきである。

【0019】

基地局は、3GPP LTE標準規格では、発展型ノードB(evolved Node B)(eNodeB)と呼ばれる。eNodeB 110は、接続101、102、103を使用して、セル内の送受信機とのすべての通信を管理して調整する。各接続は、基地局からUEへのダウンリンク又はUEから基地局へのアップリンクとして動作することができる。基地局において利用可能な送信電力は、UEにおける送信電力よりも数桁大きいので、アップリンクの性能の方がはるかに重大である。

40

【0020】

無線通信を行うために、eNodeB及び送受信機の双方には、少なくとも1つのRFチェーン及び少なくとも1つのアンテナが装備されている。標準的に、eNodeBでは、アンテナの個数及びRFチェーンの個数は等しい。基地局におけるアンテナの個数は、かなり多いものとなる可能性があり、たとえば、数ダースとなる可能性がある。一方、コ

50

スト、サイズ及び電力消費に対する制限のために、UE送受信機は、通例、アンテナ115よりも少ないRFチェーンを有する。UEにおいて利用可能なアンテナの個数は、基地局と比較すると相対的に少なく、たとえば2つ又は4つである。したがって、説明するようなアンテナ選択が送受信機で適用される。しかしながら、基地局も、本明細書で説明するようなアンテナ選択を行うことができる。

#### 【0021】

一般に、アンテナ選択によって、送受信機において利用可能なアンテナのセットからアンテナのサブセットが選択される。

#### 【0022】

##### LTEフレーム構造

図1Bは、本発明の一実施形態による10msフレーム200の基本構造を示している。横軸は時間を示し、縦軸は周波数を示している。このフレームは、時間領域において10個の1msサブフレーム210を含む。また、このフレームは、たとえば50個の周波数帯域220に区分されている。帯域の個数は、チャンネルの全帯域幅に依存する。チャンネルの全帯域幅は、数メガヘルツの範囲とすることができる。各サブフレーム/帯域は、資源ブロック(RB)を構成する。詳細に関しては、差し込み図203及び図2Cを参照されたい。

#### 【0023】

##### 方法

図1Cは、本発明の一実施形態によるアンテナ選択の基本的方法を示している。基地局110は、サウンディング基準信号(SRS)161を送信する時間及び周波数を指定し、指定された時間及び周波数のSRSを送信するのに、利用可能なアンテナのセットのうちのいずれのアンテナを使用するかを指定する。送受信機101は、指定された時間、周波数、及びアンテナ151に従ってSRS161を送信する。

#### 【0024】

基地局は、受信されたSRS161に基づいてアンテナのサブセット181を選択する(170)。次に、基地局は、選択されたアンテナのサブセット181を送受信機に示す(180)。その後、送受信機101は、選択されたアンテナのサブセット181を使用してデータ191を送信することができる(190)。また、送受信機は、基地局からのデータの受信にも、同じアンテナのサブセットを使用することができる。

#### 【0025】

##### LTEフレーム構造

図2Aは、本発明の一実施形態によるサブフレームの一般的な構造を示している。3GPP LTEでは、フレームの送信時間は、継続時間1.0msのTTI(送信時間間隔)201に区分されている。「TTI」及び「サブフレーム」という用語は、交換可能に使用される。フレームは10msの長さであり、これは、10個のTTIを含む。TTIは、タイムスロット202を含む。

#### 【0026】

図2Bは、本発明の一実施形態によるタイムスロットの一般的な構造を示している。上述したように、TTIは基本送信単位である。1つのTTIは、それぞれが0.5msの継続時間を有する2つの等しい長さのタイムスロット202を含む。タイムスロットは、シンボル用の7つのロングブロック(LB)203を含む。LBは、サイクリックプレフィックス(CP)204によって分離されている。1つのTTIは、全体で、14個のLBシンボルを備える。本発明は、特定のフレーム構造にも、特定のサブフレーム構造にも、特定のタイムスロット構造にも限定されるものではないことに留意すべきである。

#### 【0027】

図2Cは、本発明の一実施形態による1つのTTI201の期間中の1つの資源ブロック(RB)230の詳細を示している。TTIは、時間において、14個のLB203に区分されている。各LBは、シンボルを運ぶことができる。たとえば5MHz又は10MHz又は20MHzのシステム帯域幅全体が、異なる周波数のサブキャリア205に区分

10

20

30

40

50

すなわち分割される。図示するように、1つのTTI内の12個の連続したサブキャリアから成るグループが、資源ブロック(RB)と呼ばれる。たとえば、1つのTTI内の10MHzの帯域幅は、周波数領域において50個のRBを含む場合がある。2つの斜線をつけられたLB210、すなわち、4番目のLB及び11番目のLBは、受信機に知られているデータ復調(DM)基準信号(RS)を運ぶ。DM RSによって、受信機は、その送受信機に割り当てられたRBのチャンネル状態を推定することが可能になり、他のLBで運ばれた未知のデータをコヒーレントに復調することが可能になる。すなわち、従来技術では、DM基準信号は、データ復調前のチャンネル推定にのみ使用される。明確にするために、CPは、図2Cには示されていない。本発明は、TTIの期間中の特定の個数のLBにも、TTIにおけるDM RSのロケーションにも限定されないことに留意すべきである。本発明の一実施形態によれば、DM基準信号も、アンテナ選択に使用される。

10

#### 【0028】

サウンディング基準信号(SRS)

4番目のLB及び11番目のLBを除いて、他のLBは、制御信号及びデータ信号だけでなく、アップリンクのサウンディング基準信号(SRS)も送信するのに使用される。たとえば、1番目のLBは、SRSを運ぶことができる。SRSは、通例、広帯域又は可変帯域幅の信号である。SRSによって、基地局は、システム帯域幅全体又はその一部の周波数応答を推定することが可能になる。この情報によって、基地局は、アップリンク周波数領域スケジューリング等の資源割り当てを行うことが可能になる。

20

#### 【0029】

本発明の実施形態によれば、SRSも、アンテナ選択に使用される。

#### 【0030】

3GPP LTEに関して考慮される別のオプションは、周波数ホッピング(FH)に基づくSRSである。具体的には、システム帯域幅よりも小さな帯域幅を有するホッピングSRSは、所定のホッピングパターンに基づいて送信される。複数の送信にわたってホッピングされるSRSは、システム帯域幅の大部分に及ぶか、又は、システム帯域幅全体にさえも及ぶ。周波数ホッピングによって、サウンディング中に送受信機が互いに干渉する確率は減少する。

#### 【0031】

3GPP LTEでは、eNodeBは、UE送受信機によるSRS送信を有効及び無効にすることができる。その上、アンテナ選択が有効にされているとき、eNodeBは、SRSパラメータを送受信機に指定することができる。このSRSパラメータは、特に、送信帯域幅、開始帯域幅位置又は終了帯域幅位置、送信周期、巡回シフトホッピング系列(cyclic shift hopping sequence)、送信サブフレーム、SRS LBのパイロットサブキャリアの密度を示す繰り返しファクタ(repetition factor)、SRS送信の継続時間、サブフレーム内におけるSRSのシンボル位置、及びホッピングSRS関連パラメータを含む。さらに、SRSを使用することによるアンテナ選択をサポートするために、すべてのアンテナによって同じSRSが使用される。したがって、eNodeBは、いずれのアンテナがSRSを送信しているのかを事前に知っている。

30

#### 【0032】

本発明の一実施形態において、3GPP LTE無線ネットワークでSRSを使用することによるアンテナ選択のためのフォーマット及びプロトコルを説明する。SRSがアンテナ選択に使用されるとき、SRSは、アンテナ選択SRS(A-SRS)と呼ばれる。そうでないとき、SRSは、レギュラーSRS(R-SRS)と呼ばれる。A-SRSプロトコルをR-SRSプロトコルと互換性のあるものとすることによって、A-SRSに関連する余分なシグナリングオーバーヘッドが可能な限り低くなることを確実にする。

40

#### 【0033】

アンテナ選択のためのシグナリング

一般に、本発明は、3つのレベルのメッセージ、すなわち、レベルA登録シグナリング、レベルB低速シグナリング、及びレベルC高速シグナリングを備える。これらのシグナ

50



リングのうちの全部又は一部をアンテナ選択用を使用することができる。アンテナ選択を可能にするこれらの可能なシグナリングメッセージの概要を表1 A及び表1 Bに示す。これらの2つの表は、オプション1及びオプション2の2つのわずかに異なるシグナリングオプションに対応している。

【0034】

オプション1とオプション2との間の主な相違は、「SRS開始/停止」メッセージである。「SRS開始/停止」は、オプション1ではレベルBメッセージであり、オプション2ではレベルCメッセージである。以下では、まず、オプション1を詳細に説明する。次に、主として、2つのオプション間の相違に焦点を当てることによって、オプション2を説明する。

【0035】

【表1】

表1 A—アンテナ選択のためのシグナリングメッセージ [オプション1]

フィールド		メッセージ ジレイヤ	サイズ (ビット)	コメント
UL	レベルA: 登録	L3	[1]	UEは、自身がアップリンクアンテナ選択をサポートするか否かをeNodeBに通知する。
	レベルB: 低速 シグナリング	L3	[FFS]	a) SRS開始/停止。 b) A-SRSを有効/無効にし、ASが有効であるときはA-SRSパラメータをセットアップする。
DL	レベルC: 高速シグナリング	L1	[1]	UEがいずれのアンテナのサブセットを送信に使用すべきかに関するアンテナ選択決定。

【0036】

上記表において、「FFS」は、「さらに詳述 (for further specification)」を意味する。

【0037】

10

20

30

40

【表 2】

表 1 B-アンテナ選択のためのシグナリングメッセージ [オプション 2]

フィールド		メッセー ジレイヤ	サイ ズ (ビット)	コ メ ン ト
UL	レベル A : 登録	L3	[1]	UE は、自身がアップリンクアンテナ選択をサ ポートするか否かを e N o d e B に通知する。
	レベル A : 登録	L3	[1]	e N o d e B は、自身がアンテナ選択をサポー トするか否かを UE に通知する。
DL	レベル B : 低速シグナリング	L3	[FFS]	A - S R S を有効/無効にし、A S が有効であ るときは A - S R S パラメータをセットアッ プする。
	レベル C : 高速シグナリング	L1	[3]	a) S R S 開始/停止。 b) UE がいずれのアンテナのサブセットを送信 (及び受信) に使用するのかに関してのアンテナ 選択決定。

10

20

## 【 0 0 3 8 】

## [ オプション 1 ] のシグナリングの説明

表 1 A に示すように、レベル A 登録シグナリングは、送受信機及び e N o d e B の双方がアップリンク ( U L ) アンテナ選択をサポートするか否かを示す。 e N o d e B はアンテナ選択をサポートしないが、送受信機がサポートする場合には、送受信機は、オープンループアンテナ選択を使用することができ、このオープンループアンテナ選択は、 e N o d e B からのサポートを全く必要としない。この情報は、通信の開始時、たとえば、送受信機がエントリーの際に無線ネットワークに登録されるときに、送受信機と e N o d e B との間で交換される。

30

## 【 0 0 3 9 】

レベル B は、 S R S の A S トレーニングパラメータをセットアップするのに使用されるレイヤ 3 ( 又は無線資源制御 ( R R C ) レイヤ ) シグナリングである。レベル B は、まれに使用される低速形式のシグナリングである。 e N o d e B は、レベル B シグナリングを使用して、送受信機の A - S R S の送信の停止及び開始、又は、 A - S R S パラメータの変更を行う。

40

## 【 0 0 4 0 】

レベル C は、 e N o d e B のアンテナ選択決定を送受信機へ通信するため、また、アンテナ選択がチャネルフェージングによる短期変動を追跡することができるようにするために、 e N o d e B によって使用される高速シグナリングである。

## 【 0 0 4 1 】

アップリンク ( U L ) では、送受信機が A S をサポートすることができることを e N o d e B に通知するために、送受信機からのレベル A メッセージのみが必要とされる。ダウ

50

ンリンク (DL) では、3つのレベルのメッセージのうちの一部が必要な場合もあるし、全部が必要な場合もある。

【0042】

#### レベルAシグナリング

レベルA登録シグナリングは、送受信機及びeNodeBの双方がアップリンクアンテナ選択をサポートするか否かを示すのに使用される。この情報は、送受信機がネットワークに入るときで、且つ、データ通信を開始する前に、送受信機とeNodeBとの間で交換される。

【0043】

送受信機とeNodeBとの間で登録情報を交換するための基本手続きを図3に示す。アップリンク(UL)では、UE送受信機301がアンテナ選択対応送受信機であるか否かをUE送受信機301が基地局eNodeB302に通知するのに、1ビットの情報が必要とされる。同様に、ダウンリンク(DL)でも、eNodeB302がアップリンク送信ASをサポートすることができることにに関してeNodeB302が送受信機に知らせるのに、1ビットの情報が必要とされる。

10

【0044】

本発明の一実施形態では、送受信機によって送信される「UE能力情報」メッセージ303に1ビットのアップリンクレベルAシグナリングが含まれ、eNodeBによって送信される「UE能力情報確認」メッセージ304に1ビットのダウンリンクレベルAシグナリングが含まれる。

20

【0045】

「UE能力情報」は、「無線アクセス能力」フィールドを含む。この「無線アクセス能力」フィールドは、「物理チャネル能力」フィールドをさらに備える。この「物理チャネル能力」にすでに含まれている「UE MIMOサポート」と同様に、UEのアンテナ選択能力を示す1ビットの「UE ASサポート」フィールドが、「物理チャネル能力」内に追加される。

【0046】

上記レベルAシグナリング情報を他のメッセージに含めることも可能である。無線資源制御(RRC)プロトコルが3GPP LTEでどのように設計されているのかに応じて、レベルAシグナリングをそれに従って調整することができる。

30

【0047】

#### レベルBシグナリング

レベルBメッセージ[オプション1]のフレーム構造を表2に示す。レベルBシグナリングは、ASパラメータをセットアップするのに使用される。この情報は、eNodeBが、送受信機にSRSSの送信を開始若しくは停止するように要求するとき、又は、eNodeBが、送受信機にA-SRSSパラメータを変更するように要求するとき必要とされる。R-SRSS及びA-SRSSは、2つのフィールド(すなわち、表2にボールド体で示す「A-SRSS有効」及び「周期2」)がA-SRSS用である点を除いて、同じレベルBシグナリングメッセージを共有する。本明細書で提供されるすべてのメッセージフォーマットの説明は、例にすぎず、本発明の範囲内で変形が可能であることに留意すべきである。

40

【0048】

【表 3】

表 2 - レベル B メッセージ [オプション 1] のフレーム構造

フィールド	サイズ (ビット)	コメント	
SRS 開始/停止 (SRS Start/Stop)	[1]	SRS の送信を開始 (1 に設定されているとき) 又は停止 (0 に設定されているとき) する要求。	10
A-SRS 有効 (A-SRS Enable)	[1]	A-SRS が有効にされる (1 に設定されているとき) か、又は、R-SRS が有効にされる (0 に設定されているとき)。	
周期的/適応的 (Periodic/Adaptive)	[1]	SRS が周期的に (1 に設定されているとき、停止するように命じられるまで) 行われるのか、又は、適応的に (0 に設定されているとき、ワンショット SRS) 行われるのかを示す。	20
帯域幅及び位置 (BW & Position)	[FFS]	SRS の帯域幅 (RB の個数による) 及び開始位置 (RB インデックスによる)。	
サブフレームの開始 (Start Sub-frame)	[FFS]	UE が SRS の送信を開始する無線フレーム内のサブフレームのインデックス。	30
シンボル位置	[FFS]	SRS が配置されるサブフレーム内の LB のインデックス (SRS は、サブフレームの最初の LB にある必要はない)。	
周期 1 (Period1)	[FFS]	2 つの連続した SRS 間の間隔 (TTI の個数による)。この値は、非ホッピング適応型 R-SRS では重要ではない。	40

【表 4】

周期 2 (Period2)	[FFS]	2つの連続したA-SRS間の間隔(SRSの個数による)及び送信のパターン。
ホッピング関連フィールド (Hopping Related Fields)	[FFS]	ホップの個数、ホッピングパターン等のホッピング関連情報を示す。

10

## 【0049】

フィールド「SRS開始/停止」は、1に設定されているとき、eNodeBからの、SRSの送信を開始する要求を示している(A-SRSの場合及びR-SRSの場合の双方)。さもなければ、このビットが0に設定されているときは、eNodeBは、SRSの送信を停止するように送受信機に要求する。

## 【0050】

フィールド「A-SRS有効」は、1に設定されているとき、A-SRSが有効にされていることを示す。その場合には、このメッセージのすべての他のフィールドは、A-SRSパラメータをセットアップするのに使用される。各フィールドの意味は、表2の「コメント」の欄に説明されている。「A-SRS有効」が0に設定されているとき、R-SRSが有効にされている。したがって、このメッセージの他のフィールド(「周期2」を除く)は、R-SRSパラメータをセットアップするのに使用される。パラメータフィールドをR-SRSと共有することによって、A-SRSを有効にするオーバーヘッドが低くなる。

20

## 【0051】

フィールド「周期1」は、任意の2つの連続したSRS間の間隔(TTIの個数による)を示す。これは、A-SRS及びR-SRSの双方に使用される。他方、フィールド「周期2」は、周期的なA-SRSにのみ使用される。これは、2つの連続したA-SRS間の間隔だけでなく、A-SRSの送信のパターンも示す。「周期2」を使用することによって、eNodeBは、選択されていないアンテナから送信されるSRSの部分を選択的に調整することができ、性能とアンテナスイッチングオーバーヘッドとの間のトレードオフを達成することができる。「周期2」の値は、2以上であるべきである。周期2=2である場合、SRSは、選択されたアンテナ及び選択されていないアンテナから交互に送信される。

30

## 【0052】

送受信機は、レベルBメッセージを受信すると、まず、「SRS開始/停止」フィールドをチェックする。「SRS開始/停止=0」である場合には、送受信機は、SRSの送信を停止する。このメッセージの他のフィールドは省略される。さもなければ、「SRS開始/停止=1」である場合には、送受信機は、パラメータリストに定義されたフォーマット(たとえば、A-SRS又はR-SRSのいずれか；周期的又は適応的のいずれか等)に従ってSRSの送信を開始するように命じられる。

40

## 【0053】

上記レベルBメッセージの構造に関しては多数の変形が可能である。第1に、すべてのフィールドを同時に一斉送信する必要はない。機能カテゴリーに応じて、レベルBメッセージを部分メッセージに分割して、別個に送信することができる。第2に、1ビットフィールド「A-SRS有効」は、このメッセージの別のフィールド内にすることができる。R-SRSシグナリングが3GPP LTEでどのように設計されているかに応じて、A-SRSシグナリングをR-SRSに従って調整することが必要な場合がある。

## 【0054】

レベルCシグナリング

50

レベルCメッセージ [ オプション 1 ] のフレーム構造を表 3 に示す。レベルC 高速シグナリングメッセージは、データ送信にいずれのアンテナを使用するかに関して送受信機に信号で伝えるのに使用される。2つの可能な候補から1つのアンテナを選択するには、1ビットの情報フィールドで十分である。1つの選択肢は、この1ビットの情報を「アップリンクスケジューリング許可」メッセージに含めることである。本明細書で提供されるすべてのメッセージフォーマットの説明は例にすぎないことに留意すべきである。

【 0 0 5 5 】

【 表 5 】

表 3 - レベルCメッセージ [ オプション 1 ] のフレーム構造

フィールド		サイズ (ビット)	コメント	
資源 割り当て	ID (UE又は特 定グループ) (UE or group specific))	[8-9]	許可の対象とするUE (又はUEのグループ) を示す。	20
	資源割り当て (Resource assignment)	FFS	アップリンクデータ送信に対して、局所的な又は分散したい ずれのアップリンク資源の使用を、UEに許可するかを示 す。	
	AS決定 (AS Decision)	[1]	いずれのアンテナのサブセットがデータ送信に選択されて いるのかの決定を示す。	30
	割り当ての継続時 間 (Duration of assignment)	[2-3]	割り当てが有効である継続時間。他の目的での使用はF F S である。	
TF	送信パラメータ (Transmission parameters)	FFS	UEが使用するアップリンク送信パラメータ (変調方式、ペ イロードサイズ、MIMO関連情報等)。	40

【 0 0 5 6 】

「アップリンクスケジューリング許可」は、「ID」フィールドによって指定された送受信機のアップリンクスケジューリング決定を行うためにeNodeBによって使用される。「資源割り当て」フィールドでは、eNodeBは、送受信機に、そのデータ送信にいずれのRBが割り当てられるのかを通知する。1ビットアンテナ選択決定は、このフィールドで作成することができる。したがって、アンテナ選択が有効である場合、「資源割

10

20

30

40

50

り当て」フィールドは、ジョイントスケジューリング (joint scheduling) 及びアンテナ選択の決定を示す。

【 0 0 5 7 】

「AS決定」ビットは、1に設定されているとき、送受信機が、異なる送信アンテナにスイッチングしてデータを送信すべきであることを示す。このフィールドが0に設定されている場合には、送受信機は、同じアンテナを使用してデータを送信する。送受信機は、このメッセージを受信すると、eNodeBによって行われた決定に従って、同じアンテナを使用し続けるか、又は、異なるアンテナにスイッチングする。上記方法は、「相対アンテナインデックス」に基づく手法に対応している。すなわち、eNodeBは、いずれのアンテナが使用されるのかを正確には知らない。その代わりに、eNodeBは、ただ選択されたアンテナのサブセットを「スイッチングする」又は「スイッチングしない」ように送受信機に通知する。また、「絶対アンテナインデックス」に基づく手法を使用して、アンテナ選択決定を示すことも可能である。この場合、eNodeBは、1番目のアンテナ若しくは2番目のアンテナ、又は、別の方法で指定されたサブセットのいずれかを使用するように送受信機に通知する。

10

【 0 0 5 8 】

AS決定情報を、アップリンクスケジューリング許可メッセージの他のフィールド（たとえば、「TF」フィールド）内に含めることも可能であり、さらに、他のメッセージ内に含めることも可能であることに留意すべきである。

【 0 0 5 9 】

20

[オプション2]のシグナリングの説明

表1Bに示すように、[オプション2]は、「SRSS開始/停止」メッセージを除いて[オプション1]と同様である。「SRSS開始/停止」メッセージは、[オプション1]ではレベルBメッセージであり、[オプション2]ではレベルCメッセージである。[オプション2]の利点は、他の送受信機よりも優先することを許可するために、SRSS (R-SRSS及びA-SRSSの双方)の開始/停止(特に、停止)を素早く構成することができることである。しかしながら、この利点によって、レベルCメッセージのペイロードはわずかに大きくなる。

【 0 0 6 0 】

[オプション1]では、A-SRSSパラメータは、SRSS要求(開始又は停止のいずれか)と共に組み合わせられる。[オプション2]では、A-SRSSパラメータ及びSRSS要求は別個に送信される。したがって、[オプション2]では、レベルBメッセージは、「SRSS開始/停止」フィールド(すなわち、表2の最初のフィールド)を含まない。一方、同じ「SRSS開始/停止」機能を達成するために、レベルCメッセージには2ビットが追加される。したがって、[オプション2]のレベルCメッセージには、合計3ビットが必要とされる。

30

【 0 0 6 1 】

レベルCメッセージ[オプション2]を構成するフィールドを表4に示す。レベルCメッセージは、開始又は停止を行うA-SRSS要求及びアンテナ選択決定を示すのに使用される。本発明の一実施形態では、この3ビット情報は、「アップリンクスケジューリング許可」メッセージに含められる。本明細書で提供されるすべてのメッセージフォーマットの説明は単なる例にすぎないことに留意すべきである。

40

【 0 0 6 2 】

【表 6】

表 4 - レベル C [オプション 2] メッセージのフレーム構造

フィールド		サイズ (ビット)	コメント	
資源割り当て	ID (UE又は特定グループ)	[8-9]	許可の対象とするUE (又はUEのグループ) を示す。	10
	資源割り当て	FFS	アップリンクデータ送信に対して、局所的な又は分散したいずれのアップリンク資源の使用を、UEに許可するかを示す。	
	SRS開始 (SRS Start)	[1]	(1に設定されているとき) SRSの送信を開始するように要求する。そうでないとき(0に設定されているとき)、現在のステータスを維持する。	20
	SRS停止 (SRS Stop)	[1]	(1に設定されているとき) SRSの送信を停止するように要求する。そうでないとき(0に設定されているとき)、現在のステータスを維持する。	20
	AS決定 (AS Decision)	[1]	いずれの送信アンテナがULデータ送信に選択されているのかを示す。	
	割り当ての継続時間 (Duration of assignment)	[2-3]	割り当てが有効である継続時間。他の目的での使用、たとえば、永続的なスケジューリング、「一プロセス当たり」のオペレーション、又はTTI長さを制御する目的での使用はFFSである。	30
TF	送信パラメータ (Transmission parameters)	FFS	UEが使用するアップリンク送信パラメータ(変調方式、ペイロードサイズ、MIMO関連情報等)。UEがトランスポートフォーマット(の一部)を選択することが可能である場合、このフィールドセットは、UEが選択することができるトランスポートフォーマットの上限を決定する。	40

## 【0063】

送受信機は、レベルCメッセージを受信すると、「SRS開始」ビット及び「SRS停止」ビットをチェックする。いずれかのビットが1に設定されている場合、このメッセージは、SRSの送信の開始又は停止のいずれかを行うeNodeBの要求を含んでいる。「SRS開始=1」であるとき、送受信機は、レベルBパラメータに基づいてSRSの送信を開始するように命じられている。送受信機は、別個のメッセージで事前にレベルBパ



ラメータをすでに取得している（又は送受信機はデフォルトのレベルBパラメータのセットを記憶することができる）ものと仮定される。「SRSS停止 = 1」であるとき、送受信機は、SRSSの送信を停止する。一方、双方のビットが0であることが可能である。この場合、送受信機は、「SRSS開始」又は「SRSS停止」のいずれかが1に設定されるまで、自身の現在のSRSSステータスを維持する。

【0064】

また、送受信機は、「AS決定」ビットもチェックする。「AS決定」ビットの応答は、送受信機における[オプション1]と同じである。

【0065】

「SRSS開始」及び「SRSS停止」の情報を、アップリンクスケジューリング許可メッセージの別のフィールド（たとえば、「TF」フィールド）内に含めることも可能であり、さらに、他のメッセージ内にさえも含めることが可能であることに留意すべきである。また、「SRSS開始」及び「SRSS停止」は、「AS決定」とは別個のメッセージに存在することもできる。この場合、ちょうど[オプション1]のそれと同様に、「SRSS開始」及び「SRSS停止」を互いに組み合わせて1ビットにすることができる。一方、A-SRSS及びR-SRSSは、同じSRSS要求を共有する。R-SRSSシグナリングが3GPP LTEでどのように設計されているのかに応じて、A-SRSSシグナリングをR-SRSSに従って調整することが必要な場合がある。

【0066】

アンテナ選択のプロトコル

本発明の一実施形態では、当該プロトコルは、アップリンク送信アンテナ選択にサウンディング基準信号(SRSS)161を利用する。これに関しては、R1-073067「Adaptive antenna switching with low sounding reference signal overhead」(Mitsubishi Electric, 3GPP RAN1#49bis)、R1-073068「Impact of sounding reference signal loading on system-level performance of adaptive antenna switching」(Mitsubishi Electric, 3GPP RAN1#49bis)を参照されたい。アンテナスイッチングは、TTI内で行われるが、TTIスイッチングの間を排除するものではない。これに関しては、R1-063089「Low cost training for transmit antenna selection on the uplink」(Mitsubishi Electric, NTT DoCoMo, 3GPP RAN1#47)、R1-063090「Performance comparison of training schemes for uplink transmit antenna selection」(Mitsubishi Electric, NTT DoCoMo, 3GPP RAN1#47)、及び2007年1月5日にMehta他によって出願された米国特許出願第11/620、105号の「Method and System for Antenna Selection in Wireless Networks」を参照されたい。この米国特許出願は、参照により本明細書に援用される。

【0067】

当該プロトコルは、機能の点で柔軟であると共に、異なるアンテナ選択シナリオに適用可能である。第1に、周期的アンテナ選択及び適応的アンテナ選択の双方がサポートされる。詳細には、当該プロトコルは、eNodeBによる指示通りに、(異なるサウンディング間隔を有する)異なる周期的AS間をスイッチングすることもできるし、(異なるサウンディング間隔を有する)異なる適応的AS間をスイッチングすることもできるし、周期的ASと適応的ASとの間をスイッチングすることもできるし、さらに、これらを同時に可能にすることもできる。第2に、非ホッピングSRSSに基づくアンテナ選択及びホッピングSRSSに基づくアンテナ選択の双方がサポートされる。当該プロトコルはまた、eNodeBによる指示通りに、それらのアンテナ選択間をスイッチングすることができる。第3に、当該プロトコルは、広帯域SRSS、可変帯域幅SRSS、及び狭帯域SRSSを含む、異なるSRSSに基づくアンテナ選択をサポートする。第4に、当該プロトコルは、非同期HARQモード及び同期HARQモードの双方におけるパケット再送用のアンテナ選択をサポートする。

【0068】

当該プロトコルは、2つから1つのアンテナ選択に焦点を当てているが、シグナリングオーバーヘッドが追加されることを犠牲にして、マルチアンテナ選択に拡張することが可

10

20

30

40

50

能である。

【 0 0 6 9 】

[ オプション 1 ] のプロトコルの説明

図 4 は、本発明の一実施形態によるプロトコル [ オプション 1 ] の凡例を示している。この凡例は、図 5 A ~ 図 8 B に使用される。凡例は、通常ならば複雑な図面の詳細を簡単にするように意図されている。凡例は、広帯域 S R S 又は可変帯域幅 S R S 4 0 1、狭帯域ホッピング S R S 4 0 2、S R S が同じ T T I で送信されない場合のデータブロック ( サブフレーム ) 4 0 3、S R S が同じ T T I で送信される場合のデータブロック ( サブフレーム ) 4 0 4、T T I で送信されるデータ無し 4 0 5、レベル B 低速シグナリング : S R S パラメータ及び S R S 要求 4 0 6、並びにレベル C 高速シグナリング : A S 及びスケジューリング決定 4 0 7 である。

10

【 0 0 7 0 】

明確にするために、レベル A シグナリング交換は、本明細書では省略されている。本明細書でのすべてのプロトコルは単なる例にすぎないことに留意すべきである。

【 0 0 7 1 】

無周波数 ( Non Frequency ) ホッピング - 広帯域 S R S 及び可変帯域幅 S R S

周期的 S R S : 図 5 A 及び図 5 B は、非ホッピング周期的 A - S R S 及び非ホッピング周期的 R - S R S のプロトコル説明図をそれぞれ示している。図 5 A に示すように、フレームの最初の T T I において、e N o d e B は、S R S パラメータのセット 5 0 1 を送信する。この S R S パラメータのセット 5 0 1 は、「S R S 開始」要求を含む。詳細なパラメータは、図 5 A の左下のコーナ 5 0 2 に列挙されている。送受信機は、この要求を 2 番目の T T I 5 0 3 で受信し、パラメータに従って S R S を送信する準備をする。パラメータ 5 0 2 に基づいて、3 番目の T T I ( すなわち、Start\_Subframe ( 開始サブフレーム ) = 3 ) で、送受信機は、S R S 5 0 4 の送信を開始し、あらゆる T T I ( すなわち、停止するように命じられるまで、周期 1 = 1 ) で 2 つのアンテナから S R S を周期的に送信する。受信された S R S 5 0 4 に基づいて、e N o d e B は、ジョイントスケジューリング及び A S の決定 5 0 5 を行うことができる。送受信機は、5 番目の T T I 5 0 6 で決定を受信し、一定の T T I 遅延で応答する。この決定は、資源ブロック割り当ての可能性もあるし、アンテナ選択決定の可能性もあるし、その双方の可能性もある。或る T T I 5 0 7 では、送信するデータがないが、送受信機は、それでも、必要に応じて S R S を周期的に送信する必要があることに留意されたい。e N o d e B は、いずれの時点においても決定 5 0 8 を行うことができ、周期的である必要はないことにも留意されたい。

20

30

【 0 0 7 2 】

「周期 2 = 3」であるので、3 つの S R S ごとに、それら S R S からの 1 つが、選択されていないアンテナから送信される。図 5 A に示すように、5 番目の T T I の S R S 5 0 9、8 番目の T T I の S R S 5 1 0、及び次のフレームの最初の T T I の S R S 5 1 1 は、選択されていないアンテナから送信される一方、残りの S R S は、選択されたアンテナから送信される。

【 0 0 7 3 】

比較のために、図 5 B は、非ホッピング周期的 R - S R S のプロトコルを示している。これは、「A S 有効 = 0」を有するパラメータ 5 1 2 から分かる。相違は、e N o d e B からの決定が、スケジューリング決定のみであり、アンテナスイッチング決定ではないということである。S R S は、2 つの T T I ごとに周期的に送信される ( 「周期 1 = 2」 ) 。「周期 2」フィールドは、R - S R S の場合には使用されない。

40

【 0 0 7 4 】

図 5 A 及び図 5 B において、パラメータ「Num\_Hops ( ホップ数 ) = 1」は、帯域幅全体が 1 ホップによってカバーされることを意味する。すなわち、周波数ホッピングは関与しない。「Num\_Hops > 1」の場合には、周波数ホッピングが、S R S に関して適用される。

【 0 0 7 5 】

これらのプロトコルの例では、e N o d e B が A S 及びスケジューリングの決定を行う

50

ための一定の遅延、並びに、送受信機が e N o d e B の命令に応答するための一定の遅延を仮定していることに留意すべきである。この遅延は、標準仕様に依存し、本明細書で提供される値は単なる例にすぎない。

【 0 0 7 6 】

適応的 S R S : 図 6 A 及び図 6 B は、非ホッピング適応的 A - S R S 及び非ホッピング適応的 R - S R S のプロトコルをそれぞれ示している。S R S が ( 停止するように命じられるまで ) 周期的に送信される周期的アンテナ選択に関する場合と比較すると、適応的 S R S は、e N o d e B の要求に従った「1 回限り」の S R S 送信である。図 6 A に示す A - S R S の場合、2 つの S R S が、パラメータリストの「周期 1」フィールドによって決定される間隔で、2 つのアンテナによって連続して送信される。周期的な場合と同様に、e N o d e B は、受信された A - S R S に基づいてスケジューリング及び / 又は A S の決定を行う。図 6 B に示す R - S R S の場合、1 つの S R S のみが、送信アンテナによって送信される。したがって、「周期 1」フィールドは、この場合には使用されない。

10

【 0 0 7 7 】

周波数ホッピング - 狭帯域 S R S

周期的 S R S : 図 7 A 及び図 7 B は、ホッピング周期的 A - S R S 及びホッピング周期的 R - S R S のプロトコルをそれぞれ示している。例示のために、帯域幅全体が、2 つのホップによってカバーされ ( Num\_Hops = 2 )、各狭帯域 S R S が利用可能な帯域幅の半分に及ぶものと仮定する。図 7 A に示すように、2 つのアンテナのそれぞれに、帯域幅全体をサウンディングさせるために、合計 4 つの S R S が、各サウンディングサイクルで必要とされる。2 つの連続した S R S 間隔は、パラメータリスト 7 0 1 の「周期 1」フィールドによって決定される ( このフィールドは、一例として図では 1 に設定されている )。非ホッピングの場合と同様に、パラメータリスト 7 0 1 では「周期 2 = 3」であるので、3 つの S R S ごとに、これらの S R S からの 1 つが、選択されていないアンテナから送信される。具体的には、5 番目の T T I の S R S 7 0 2、8 番目の T T I の S R S 7 0 3、及び次のフレームの最初の T T I の S R S 7 0 4 が、選択されていないアンテナから送信される一方、残りの S R S は、選択されたアンテナから送信される。e N o d e B は、A - S R S を受信するごとに、スケジューリング及び A S の決定を行うことができる。

20

【 0 0 7 8 】

図 7 B に示すように、「A S 有効 = 0」であるとき、送受信機は、1 つのアンテナのみから R - S R S を送信する。帯域幅全体をサウンディングするには、各サイクルに合計 2 つの S R S が必要とされる。受信された S R S に基づいて、e N o d e B は、アンテナ選択を行わずに、スケジューリングの決定を行う。

30

【 0 0 7 9 】

適応的 S R S : 図 8 A 及び図 8 B は、ホッピング適応的 A - S R S 及びホッピング適応的 R - S R S のプロトコルをそれぞれ示している。図 8 A に示すように、送受信機は、e N o d e B から要求 8 0 1 を受信すると、合計 4 つの S R S を送信する。1 つ又は複数の S R S に基づいて、e N o d e B は、いずれの時点においても、A S 及びスケジューリングの決定を行うことができる。図 8 B では、R - S R S が使用されるため ( A S 有効 = 0 )、e N o d e B がスケジューリング決定を行うために、合計 2 つの S R S が送受信機によって送信される。これらの 2 つの S R S 間隔は、「周期 1」フィールドによって決定される。

40

【 0 0 8 0 】

[ オプション 2 ] のプロトコルの説明

図 9 は、プロトコル [ オプション 2 ] の凡例を示している。この凡例は、図 1 0 A ~ 図 1 3 B の説明図に使用される。凡例は、広帯域幅 S R S 又は可変帯域幅 S R S 9 0 1、狭帯域ホッピング S R S 9 0 2、S R S が同じ T T I で送信されない場合のデータブロック ( サブフレーム ) 9 0 3、S R S が同じ T T I で送信される場合のデータブロック 9 0 4、T T I で送信されるデータ無し 9 0 5、レベル B 低速シグナリング : S R S パラメータ 9 0 6、レベル C 高速シグナリング : S R S ( 開始 ) 要求 9 0 7、並びにレベル C 高速シ

50

グナリング：A S及びスケジューリングの決定908である。明確にするために、レベルAシグナリング交換は、本明細書では省略されている。本明細書で提供されるすべてのプロトコル説明図は単なる例にすぎないことに留意すべきである。

#### 【0081】

図5A～図8Bと同様に、図10A～図13Bは、シグナリングが[オプション2]に設定されているときのそれと同じSRSシナリオをそれぞれ示している。[オプション2]では、レベルBのSRSパラメータが、レベルCのSRS開始/停止要求とは別個に送信されることを思い出されたい。また、送受信機は、SRS要求を受信するときに、必要なSRSパラメータを別個のレベルBメッセージで取得している（又は、まだ受信していないパラメータ値のデフォルト値を使用する）。たとえば、図10Aに示すように、eNodeBは、SRSパラメータ1001及びSRS要求1002を同じTTIにおいて送信することができる。図11Aに示すように、SRSパラメータ1101は、SRS要求1102の前に送信することもできる。他の手続きは、[オプション1]と同じである。

10

#### 【0082】

##### 異なるSRSパターン間のスイッチング

異なるSRSパターン（たとえば、周期的対適応的、ホッピング対非ホッピング等）間でスイッチングするには、[オプション1]及び[オプション2]の双方が異なるSRSパラメータをセットアップするために、eNodeBから送受信機へのレベルB低速シグナリングが必要とされる。加えて、[オプション2]の場合、eNodeBから送受信機への「SRS開始」も必要とされる。

20

#### 【0083】

当該プロトコルの下では、eNodeBは、場合によっては、SRS要求及びAS決定を同じTTIで送信することができることに留意すべきである。ホップ数（すなわち、パラメタリストの「Num\_Hops」フィールド）が2よりも大きいときに、共同して周波数空間領域に広がる、異なるホッピングパターンを設計することができることにも留意すべきである。パターンは、eNodeBが信号で伝えることができるか、又は所定のセットから選ばれる。図5A～図8B及び図10A～図13Bでは、「SRS開始」の手続きしか示されていない。「SRS停止」の手続きは、これらの図には示されておらず、同様の方法で送信される。

#### 【0084】

##### HARQのアンテナ選択プロトコル

###### 非同期HARQ

システムが、非同期HARQモードで動作する場合、eNodeBは、いつ、いずれのRBがどのようなMCS（変調及び符号化方式）でパケットを再送するのかを送受信機に示す。eNodeBは、非同期HARQでのパケット再送に対する完全な制御を有するため、eNodeBは、再送のためにアンテナをスイッチングするか否かを送受信機に信号で伝えることもできる。eNodeBは、非周期的A-SRS又は周期的A-SRSを送信するように送受信機に示すこともできる。この場合、eNodeBは、標準的なパケットの決定と同様に、再送されたパケットのジョイントAS及びスケジューリングの決定を行う。

40

#### 【0085】

###### 同期HARQ

システムが同期HARQモードで動作する場合、送受信機は、事前に指定された個数のTTIの後にeNodeBからのACKを受信しないときはパケットをいつ再送すべきかを正確にアプリアリ（a priori：演繹的に、先験的に）に知っている。この場合、送受信機は、再送用に同じ資源ブロック（RB）及び同じMCSを使用する。送受信機は、同期HARQでのパケット再送に対する完全な制御を有するため、再送が行われるときは常に、（同じRB及びMCSを使用して）別のアンテナのサブセットに自動的にスイッチングして再送を行うことができる。これは、前に選択されたアンテナのサブセットのチャネル品質が良好でないというシナリオを回避するためである。

50

## 【 0 0 8 6 】

## 発明の効果

本発明の実施の形態は、送受信機と e N o d e B との間の O F D M 3 G P P 無線ネットワークのアップリンクにおけるアンテナ選択のシグナリング及びプロトコルを提供する。

## 【 0 0 8 7 】

本発明を好ましい実施形態の例として説明してきたが、他のさまざまな適応形態及び変更形態を本発明の精神及び範囲内で行うことができることが理解されるべきである。したがって、本発明の真の精神及び範囲内に含まれるこのようなすべての変形形態及び変更形態を網羅することが、添付の特許請求の範囲の目的である。

10

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 8 8 】

【 図 1 A 】 本発明の一実施形態による無線ネットワークのブロック図である。

【 図 1 B 】 本発明の一実施形態によるフレームのブロック図である。

【 図 1 C 】 本発明の一実施形態によるアンテナを選択する方法の図である。

【 図 2 A 】 本発明の一実施形態によるサブフレーム構造のブロック図である。

【 図 2 B 】 本発明の一実施形態によるタイムスロット構造のブロック図である。

【 図 2 C 】 本発明の一実施形態による資源ブロックのブロック図である。

【 図 3 】 本発明の一実施形態によるレベル A 登録シグナリング手続きのブロック図である。

20

【 図 4 】 本発明の実施形態による図 5 A ~ 図 8 B に使用される凡例の説明のブロック図である。

【 図 5 A 】 本発明の実施形態によるオプション 1 のシグナリングのプロトコルのブロック図である。

【 図 5 B 】 本発明の実施形態によるオプション 1 のシグナリングのプロトコルのブロック図である。

【 図 6 A 】 本発明の実施形態によるオプション 1 のシグナリングのプロトコルのブロック図である。

【 図 6 B 】 本発明の実施形態によるオプション 1 のシグナリングのプロトコルのブロック図である。

30

【 図 7 A 】 本発明の実施形態によるオプション 1 のシグナリングのプロトコルのブロック図である。

【 図 7 B 】 本発明の実施形態によるオプション 1 のシグナリングのプロトコルのブロック図である。

【 図 8 A 】 本発明の実施形態によるオプション 1 のシグナリングのプロトコルのブロック図である。

【 図 8 B 】 本発明の実施形態によるオプション 1 のシグナリングのプロトコルのブロック図である。

【 図 9 】 本発明の実施形態による図 1 0 A ~ 図 1 3 B に使用される凡例の説明のブロック図である。

40

【 図 1 0 A 】 本発明の実施形態によるオプション 2 のシグナリングのプロトコルのブロック図である。

【 図 1 0 B 】 本発明の実施形態によるオプション 2 のシグナリングのプロトコルのブロック図である。

【 図 1 1 A 】 本発明の実施形態によるオプション 2 のシグナリングのプロトコルのブロック図である。

【 図 1 1 B 】 本発明の実施形態によるオプション 2 のシグナリングのプロトコルのブロック図である。

【 図 1 2 A 】 本発明の実施形態によるオプション 2 のシグナリングのプロトコルのブロック図である。

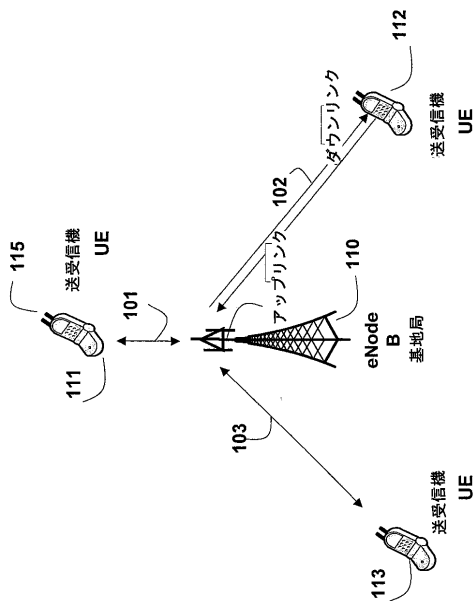
50

【図12B】本発明の実施形態によるオプション2のシグナリングのプロトコルのブロック図である。

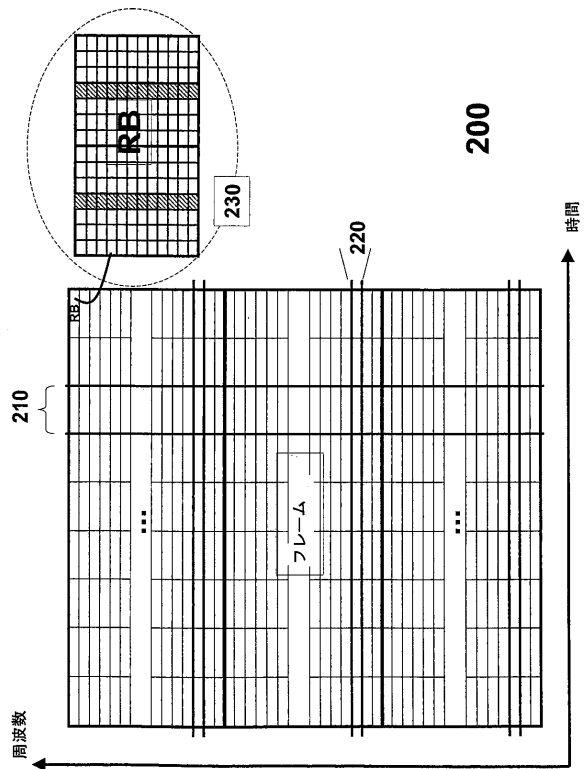
【図13A】本発明の実施形態によるオプション2のシグナリングのプロトコルのブロック図である。

【図13B】本発明の実施形態によるオプション2のシグナリングのプロトコルのブロック図である。

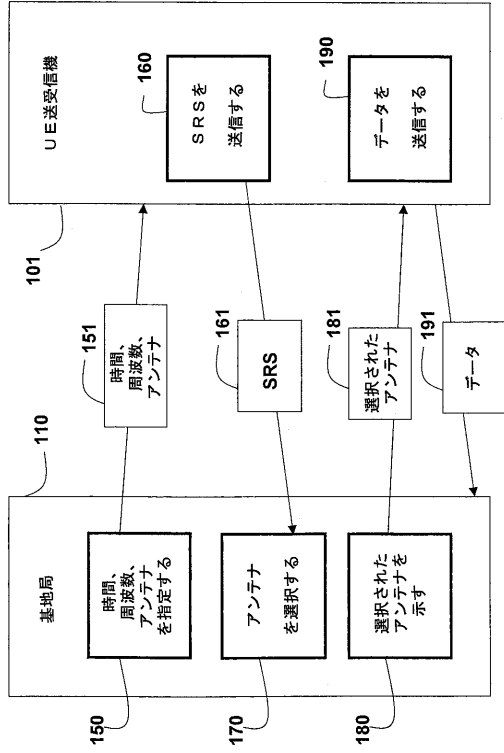
【図1A】



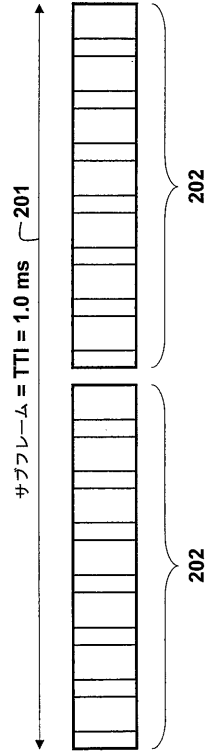
【図1B】



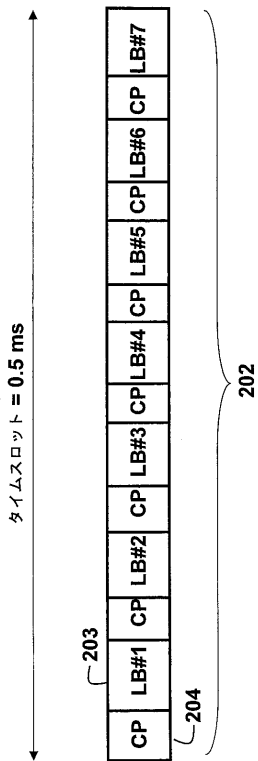
【図 1 C】



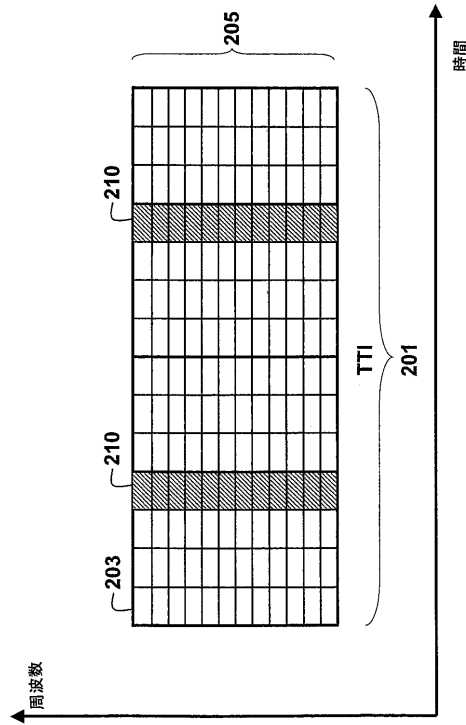
【図 2 A】



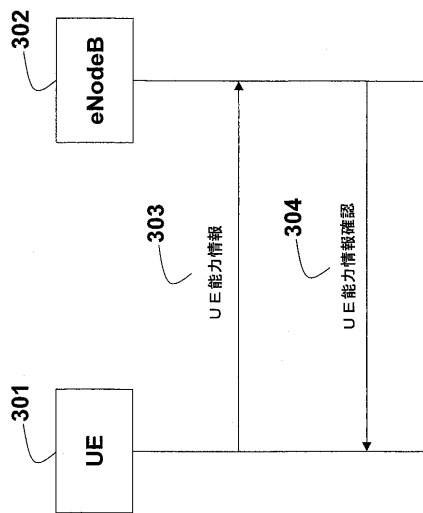
【図 2 B】



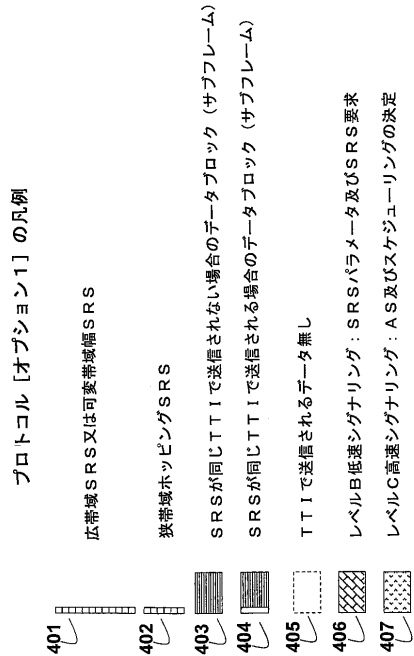
【図 2 C】



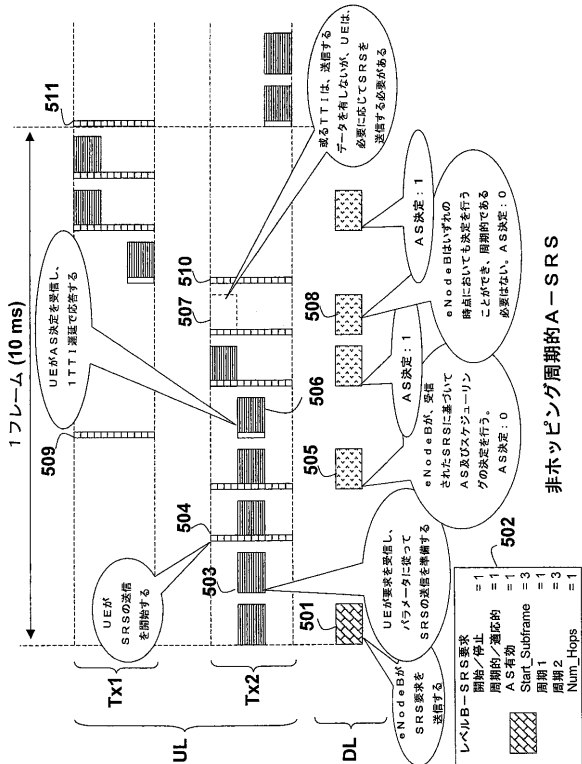
【図 3】



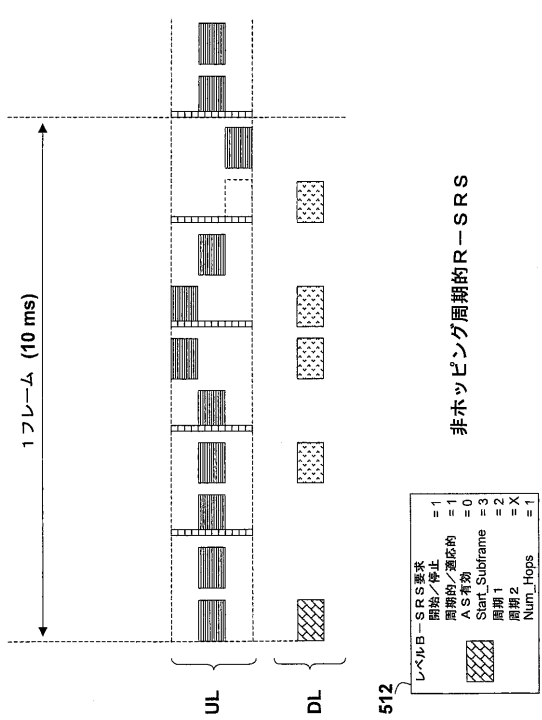
【図 4】



【図 5 A】

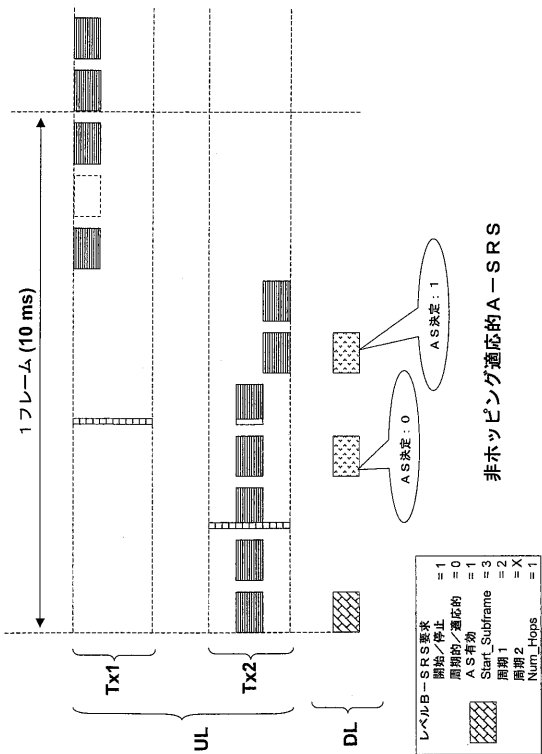


【図 5 B】

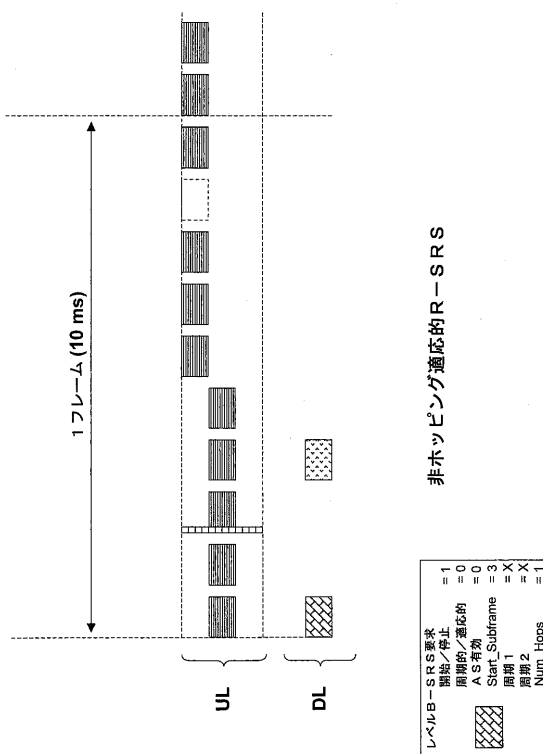




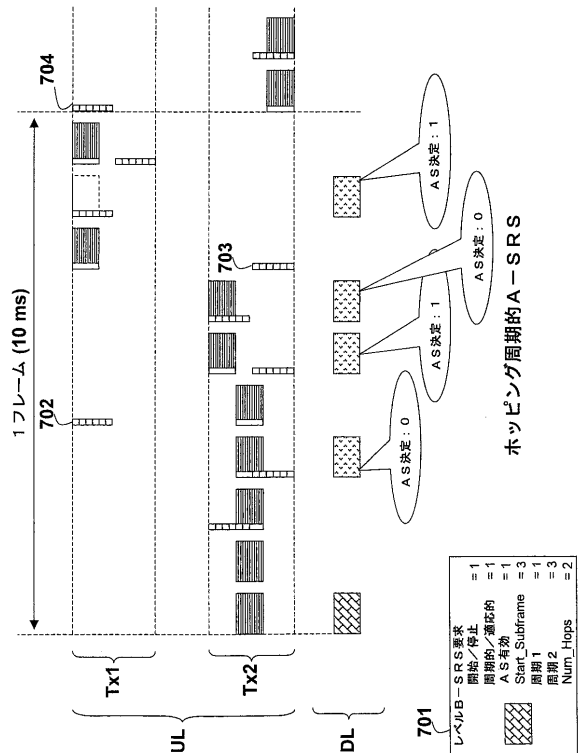
【図 6 A】



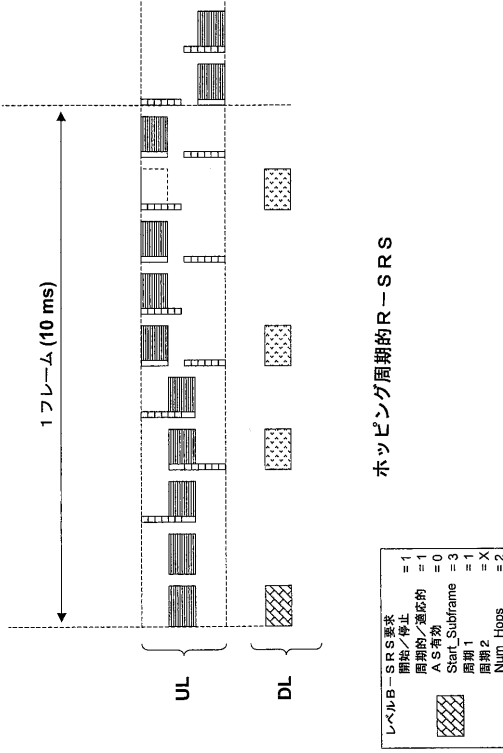
【図 6 B】



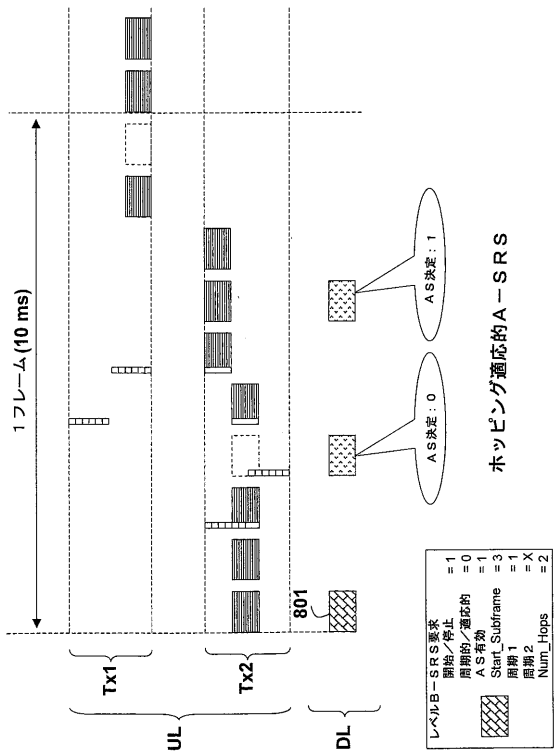
【図 7 A】



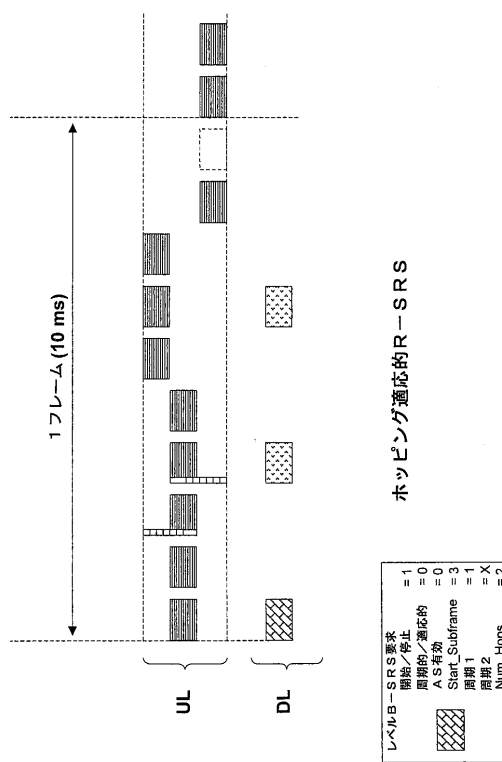
【図 7 B】



【図 8 A】

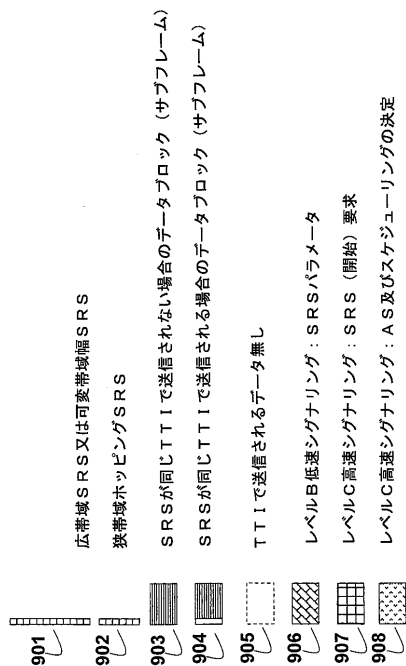


【図 8 B】

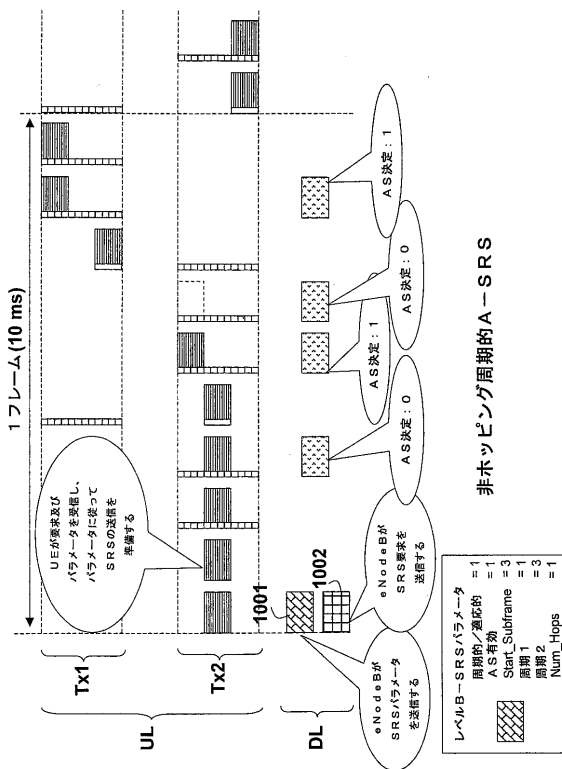


【図 9】

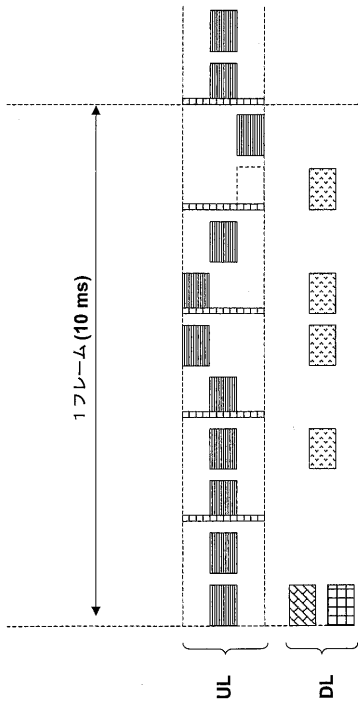
プロトコル [オプション 2] の凡例



【図 10 A】



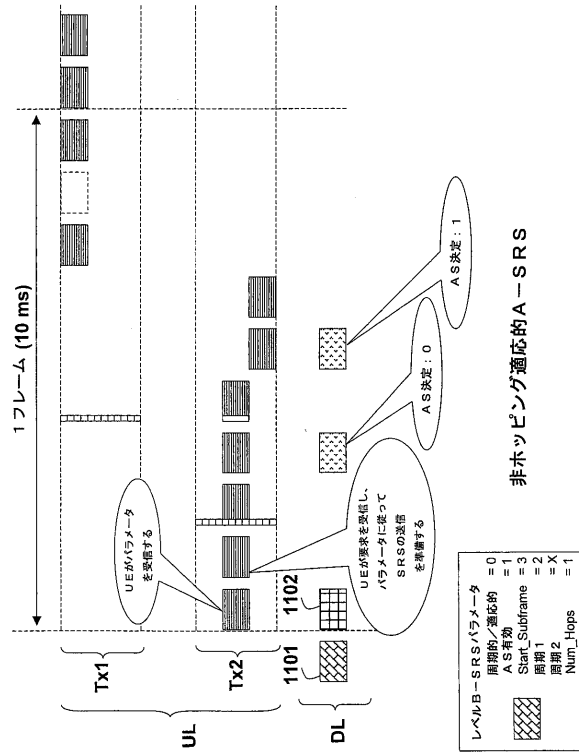
【図 10 B】



非ホッピング周期的R-SRS

レベルB-SRSパラメータ	
周期的/適応的	= 1
AS有効	= 0
Start_Subframe	= 3
周期1	= 2
周期2	= X
Num_Hops	= 1

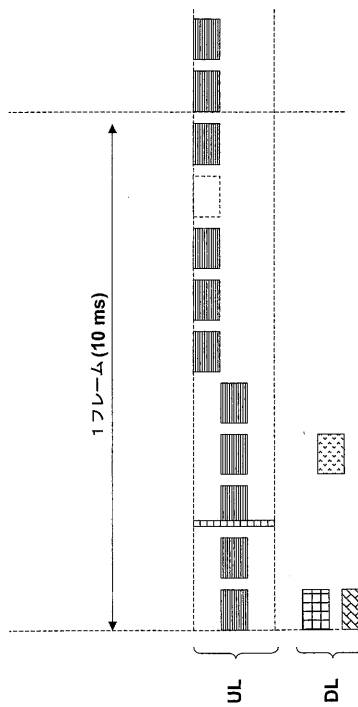
【図 11 A】



非ホッピング適応的A-SRS

レベルB-SRSパラメータ	
周期的/適応的	= 0
AS有効	= 1
Start_Subframe	= 3
周期1	= 2
周期2	= X
Num_Hops	= 1

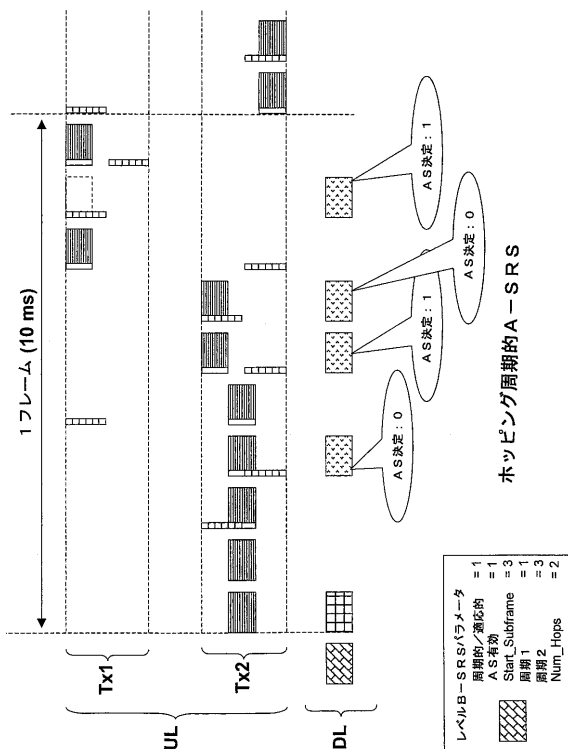
【図 11 B】



非ホッピング適応的R-SRS

レベルB-SRSパラメータ	
周期的/適応的	= 0
AS有効	= 3
Start_Subframe	= X
周期1	= X
周期2	= X
Num_Hops	= 1

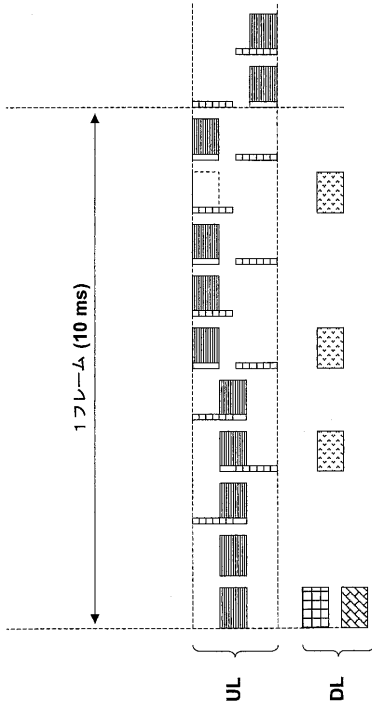
【図 12 A】



ホッピング周期的A-SRS

レベルB-SRSパラメータ	
周期的/適応的	= 1
AS有効	= 3
Start_Subframe	= 1
周期1	= 3
周期2	= 2
Num_Hops	= 2

【図 1 2 B】

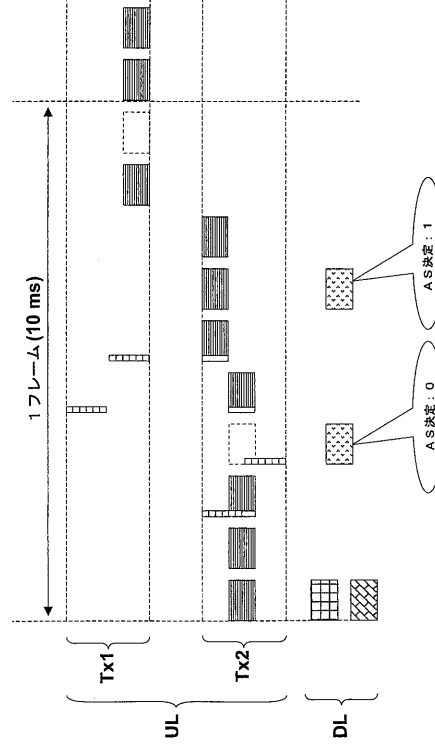


レベルB-SRSパラメータ

周期的/適応的	= 1
AS有効	= 0
Start_Subframe	= 3
周期1	= 1
周期2	= X
Num_Hops	= 2

ホッピング周期的R-SRS

【図 1 3 A】

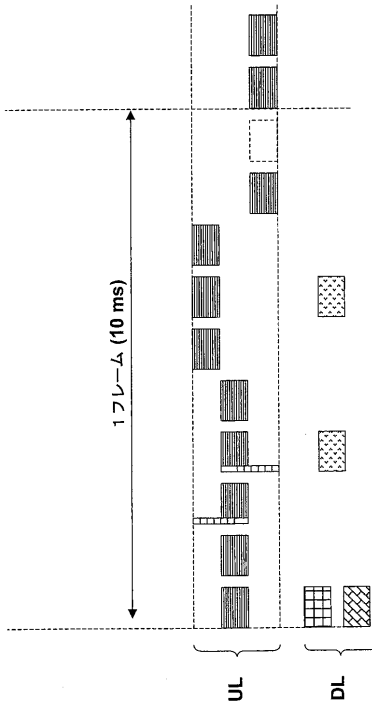


レベルB-SRSパラメータ

周期的/適応的	= 0
AS有効	= 1
Start_Subframe	= 3
周期1	= 1
周期2	= X
Num_Hops	= 2

ホッピング適応的A-SRS

【図 1 3 B】



レベルB-SRSパラメータ

周期的/適応的	= 0
AS有効	= 3
Start_Subframe	= 1
周期1	= X
周期2	= 2
Num_Hops	= 2

ホッピング適応的R-SRS

## フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
<b>H 0 4 B 7/04 (2006.01)</b>	H 0 4 B 7/04	
(74)代理人 100111648 弁理士 梶並 順		
(74)代理人 100122437 弁理士 大宅 一宏		
(74)代理人 100147566 弁理士 上田 俊一		
(72)発明者 クーン・フー・テオ アメリカ合衆国、マサチューセッツ州、レキシントン、レキシントン・リッジ 4 2 3 2		
(72)発明者 ニーレッシュ・ビー・メータ アメリカ合衆国、マサチューセッツ州、シャロン、スプリング・レーン 3 9、ケアオブ・スタカール・デュライラジュ		
(72)発明者 ジア・タング アメリカ合衆国、テキサス州、カレッジ・ステーション、ドミニック・ドライブ 7 0 0、ナンバ ー 3 1 0 2		
Fターム(参考) 5K022 AA09 AA10 AA11 AA21 DD01 DD13 DD19 DD21 DD31 FF00 5K059 DD01 5K067 AA23 BB21 CC01 EE02 EE10 KK03		

【外国語明細書】

## **Title of the Invention**

### **Method and System for Selecting Antennas in a Wireless Network**

## **Field of the Invention**

This invention relates generally to antenna selection in wireless networks, and more particularly to selecting antennas in wireless networks.

## **Background of the Invention**

### **OFDM**

Orthogonal frequency division multiplexing (OFDM) is a multi-carrier communication technique, which employs multiple orthogonal sub-carriers to transmit parallel data streams. Due to the relatively low symbol-rate on each of the sub-carriers, OFDM is robust to severe channel conditions, such as frequency attenuation, narrowband interference, and frequency-selective fading. By prepending a cyclic prefix (CP) in front of each symbol, OFDM can eliminate inter-symbol interference (ISI) when the delay spread of the channel is shorter than the duration of CP. OFDM

can also simplify frequency-domain channel equalization because the multiple sub-carriers are orthogonal to each other to eliminate inter-carrier interference (ICI).

## **OFDMA**

When OFDM is combined with a multiple access mechanism, the result is orthogonal frequency division multiplexed access (OFDMA). OFDMA allocates different sub-carriers or groups of sub-carriers to different transceivers (user equipment (UE)). OFDMA exploits both frequency and multi-user diversity gains. OFDMA is included in various wireless communication standards, such as IEEE 802.16 also known as Wireless MAN. Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX) based on 802.16 and the 3<sup>rd</sup> generation partnership project (3GPP) long-term evolution (LTE), which has evolved from Global System for Mobile Communications (GSM), also use OFDMA.

### **SC-FDMA Structure in LTE Uplink**

The basic uplink (UL) transmission scheme in 3GPP LTE is described in 3GPP TR 25.814, v7.1.0, “Physical Layer Aspects for Evolved UTRA,” incorporated herein by reference. That structure uses a

single-carrier FDMA (SC-FDMA) with cyclic prefix (CP) to achieve uplink inter-user orthogonality and to enable efficient frequency-domain equalization at the receiver side. This allows for a relatively high degree of commonality with the downlink OFDM scheme such that the same parameters, e.g., clock frequency, can be used.

### **Antenna Selection**

The performance of the system can be enhanced by multiple-input-multiple-output (MIMO) antenna technology. MIMO increases system capacity without increasing system bandwidth. MIMO can be used to improve the transmission reliability and to increase the throughput by appropriately utilizing the multiple spatially diverse channels.

While MIMO systems perform well, they may increase the hardware cost, signal processing complexity, power consumption, and component size at the transceivers, which limits the universal application of MIMO technique. In particular, the RF chains of MIMO systems are usually expensive. In addition, the signal processing complexity of some MIMO methods also increases exponentially with the number of antennas.



While the RF chains are complex and expensive, antennas are relatively simple and cheap. Antenna selection (AS) reduces some of the complexity drawbacks associated with MIMO systems. In an antenna selection system, a subset of an set of the available antennas is adaptively selected by a switch, and only signals for the selected subset of antennas are processed by the available RF chains, R1-063089, "Low cost training for transmit antenna selection on the uplink," Mitsubishi Electric, NTT DoCoMo, 3GPP RAN1#47, R1-063090, "Performance comparison of training schemes for uplink transmit antenna selection," Mitsubishi Electric, NTT DoCoMo, 3GPP RAN1#47, R1-063091, "Effects of the switching duration on the performance of the within TTI switching scheme for transmit antenna selection in the uplink," Mitsubishi Electric, NTT DoCoMo, 3GPP RAN1#47, R1-051398, "Transmit Antenna Selection Techniques for Uplink E-UTRA," Institute for Infocomm Research (I2R), Mitsubishi Electric, NTT DoCoMo, 3GPP RAN1#43, R1-070524, "Comparison of closed-loop antenna selection with open-loop transmit diversity (antenna switching between TTIs)," Mitsubishi Electric, 3GPP RAN1#47bis, R1-073067, "Adaptive antenna switching with low sounding reference signal overhead," Mitsubishi Electric, 3GPP RAN1#49bis, and R1-073068, "Impact of sounding reference signal loading on system-level performance of adaptive antenna switching,"

Mitsubishi Electric, 3GPP RAN1#49bis, all incorporated herein by reference.

### **Signaling and Protocol Design for Antenna Selection**

A signaling format for indicating a selected antenna is described in R1-070860, "Closed loop antenna switching in E-UTRA uplink," NTT DoCoMo, Institute for Infocomm Research, Mitsubishi Electric, NEC, Sharp, Toshiba Corporation, 3GPP RAN1#48, incorporated herein by reference. In order to indicate one antenna out of two possible antennas (A and B), that scheme uses 1 of bit information, either explicitly or implicitly, into an "uplink scheduling grant" message, which indicates the antenna selection decision, 0 means antenna A, and 1 indicates antenna B.

In the prior art, antenna selection is typically performed using pilot signals. Furthermore, antenna selection has been performed only for small-range indoor wireless LANs (802.11n), and where only a single user is on a wideband channel at any one time, which greatly simplifies antenna selection.

In the prior art, sounding reference signals (SRS) and data demodulation (DM) reference signals are only used for frequency dependent scheduling.

A protocol and exact message structure for performing antenna selection for large-range, outdoor OFDMA 3GPP networks is not known at this time. It is desired to provide this protocol and message structure for performing antennas selection for an uplink of an OFDMA 3GPP wireless network.

### **Summary of the Invention**

The embodiments of the invention provide a method and system for selecting antennas in an uplink of an OFDM wireless networks using sounding reference frames. Three levels of signaling are described.

Level-A signaling is used to indicate if both the transmitter and the receiver support antenna selection. Level-A signaling occurs rarely, e.g., only during user registration, i.e., when the UE transceiver joins the network.

Level-B signaling is used to provide antenna selection parameters to the UE transceiver using, for example, network layer three radio resource control (RRC) messages, and possibly the request to start or stop antenna selection.

Level-C signaling is used to indicate antenna selection decisions, and possibly the request to start or stop antenna selection.

The protocol according to the embodiments of the invention supports various periodic and adaptive antenna selection configurations, and also allows for switching between periodic and adaptive antenna selections. The protocol also supports antenna selection for non-hopping SRS and hopping SRS. The SRS can be either a wideband signal, a variable bandwidth signal, or a narrow-band signal. The protocol supports antenna selection for packet retransmission in both asynchronous HARQ and synchronous HARQ modes.

### **Effect of the Invention**

The embodiments of the invention provide signaling and protocol for antenna selection in the uplink of OFDM 3GPP wireless network between the transceiver and the eNodeB.

## **Detailed Description of the Preferred Embodiment**

### **LTE System Overview**

Figure 1 shows the general structure of an OFDMA 3GPP LTE wireless network according to an embodiment of the invention. Multiple user equipments (UEs) or transceivers 111-113 communicate with a base station 110. It should be understood that the base station also operates as a transceiver. However, hereinafter, reference to transceivers means UE, unless specified otherwise. It should be noted that invention can also be used with SC-FDMA and OFDM networks.

The base station is called an evolved Node B (eNodeB) in the 3GPP LTE standard. The eNodeB 110 manages and coordinates all communications with the transceivers in a cell using connections 101, 102, 103. Each connection can operate as a downlink from the base station to the UE or an uplink from the UE to the base station. Because the transmission power available at the base station is orders of magnitude greater than the transmission power at the UE, the performance on the uplink is much more critical.

To perform wireless communication, both the eNodeB and the transceivers are equipped with at least one RF chain and one antenna. Normally, the number of antennas and the number of RF chains are equal at the eNodeB. The number of antennas at the base station can be quite large, e.g., dozens. However, due to the limitation on cost, size, and power consumption, UE transceivers usually have less RF chains than antennas 115. The number of antennas available at the UE is relatively small, e.g., two or four, when compared with the base station. Therefore, antenna selection as described is applied at the transceivers. However, the base station can also perform the antenna selection as described herein.

Generally, antennas selection selects a subset of antennas from a set of available antennas at the transceivers.

## **LTE Frame Structure**

Figure 1B shows the basic structure of a 10 ms frame 200 according to an embodiment of the invention. The horizontal axis indicates time and the vertical axis indicates frequency. The frame includes ten 1 ms sub-frames 210 in the time domain. The frame is also partitioned into frequency bands 220, e.g. fifty. The number of bands depends on the total bandwidth of the channels, which can be in the ranges of several

megaHertz. Each sub-frame/band constitutes a resource block, see inset 230 and Figure 2C for details.

## **Method**

Figure 1C shows the basic method for antenna selection according to an embodiment of the invention. The base station 110 specifies times and frequencies to transmit sounding reference signals (SRSs) 161, and specifies which antennas of the set of available antennas to use to transmit the SRSs for the specified times and frequencies. The transceiver 101 transmits the SRSs 161 according to the specified times, frequencies, and antennas 151.

The base station selects 170 a subset of antennas 181 based on the received SRSs 161. The base station then indicates 180 the selected subset of antenna 181 to the transceiver. Subsequently, the transceiver 101 can transmit 190 data 191 using the selected subset of antennas 181. The transceiver can also use the same subset of antennas for receiving data from the base station.

## **LTE Frame Structure**

Figure 2A shows a general structure of a sub-frame according to an embodiment of the invention. In 3GPP LTE, the transmission time of a frame is partitioned into TTIs (transmission time interval) 201 of duration 1.0 ms. The terms 'TTI' and 'sub-frame' are used interchangeably. The frame is 10 ms long, which includes 10 TTIs. The TTIs include time-slots 202.

Figure 2B shows a general structure of a time-slot according to an embodiment of the invention. As described above, the TTI is the basic transmission unit. One TTI includes two equal length time-slots 202 each with a duration of 0.5 ms. The time-slot includes seven long blocks (LB) 203 for symbols. The LBs are separated by cyclic prefixes (CP) 204. In total, one TTI comprises fourteen LB symbols. It should be noted that the invention is not limited to a specific frame, sub-frame, or time-slot structure.

Figure 2C shows the details of one resource block (RB) 230 during one TTI 201 according to an embodiment of the invention. The TTI is partitioned, in time, into fourteen LBs 203. Each LB can carry a symbol. The entire system bandwidth, e.g., of 5 MHz or 10 MHz or 20 MHz, is partitioned or divided into sub-carriers 205 at different frequencies. Groups of twelve contiguous sub-carriers, as shown, within one TTI are



called resource blocks (RBs). For example, 10 MHz of bandwidth within 1 TTI might include fifty RBs in the frequency domain. The two shaded LBs 210, i.e., the 4<sup>th</sup> and the 11<sup>th</sup> LBs, carry data demodulation (DM) reference signals (RS) that are known to the receiver. The DM RS enables the receiver to estimate the channel state of the RBs assigned to the transceiver and coherently demodulate the unknown data carried in the other LBs. That is, in the prior art, DM reference signals are only used for channel estimation prior to data demodulation. For clarity the CPs are not shown in Figure 2C. It should be noted that the invention is not limited to a specific number of LBs during the TTI or the location of the DM RSs in the TTI. According to one embodiment of the invention, the DM reference signal is also used for antenna selection.

### **Sounding Reference Signal (SRS)**

Except for the 4<sup>th</sup> and the 11<sup>th</sup> LBs, the other LBs are used for transmitting control and data signals, as well as uplink sounding reference signals (SRS). For instance, the first LB can carry the SRS. The SRS is usually a wideband or variable bandwidth signal. The SRS enables the base station to estimate the frequency response of the entire system bandwidth or a portion thereof. This information enables the base station

to perform resource allocation such as uplink frequency-domain scheduling.

According to the embodiment of the invention, the SRSs are also used for antenna selection.

Another option considered for 3GPP LTE is a frequency-hopping (FH) based SRS. Specifically, a hopping SRS, with a bandwidth smaller than the system bandwidth, is transmitted based on a pre-determined hopping pattern. The hopped SRSs, over multiple transmissions, span a large portion of the system bandwidth or even the entire system bandwidth. With frequency hopping the probability that transceivers interfere with each other during sounding is decreased.

In 3GPP LTE, the eNodeB can enable and disable SRS transmission by the UE transceiver. Moreover, when antenna selection is enabled, the eNodeB can specify the SRS parameters to the transceiver, including transmission bandwidth, starting or ending bandwidth position, transmission period, cyclic shift hopping sequence, transmission sub-frame, repetition factor for indicating the density of the pilot subcarriers in the SRS LB, duration of SRS transmission, symbol position of SRS within a sub-frame, and hopping SRS related parameters, among others.

Furthermore, to support antenna selection by using SRS, the same SRS is used by all antennas. Thus, the eNodeB knows in advance, which antenna is sending the SRS.

In one embodiment of the invention, we describe a format and protocol for antenna selection by using SRS in the 3GPP LTE wireless network. When SRS are used for antenna selection, the SRS is called an antenna selection SRS (A-SRS). Otherwise, the SRS is called a regular SRS (R-SRS). Making the A-SRS protocol compatible with the R-SRS protocol ensures that extra signaling overhead associated with A-SRS is as low as possible.

### **Signaling for Antenna Selection**

In general, our invention comprises three levels of messages, namely, Level-A registration signaling, Level-B slow signaling, and Level-C fast signaling, all or some of which can be used for antenna selection. A summary of the possible signaling messages for enabling antenna selection is shown in Table 1A and Table 1B, where the two tables correspond to two slightly different signaling options: Option1 and Option2.

The major difference between Option1 and Option2 is the “SRS start/stop” message. The “SRS start/stop” is a Level-B message in Option1 and a Level-C message in Option2. In the following, we first describe Option1 in details. Then, we describe Option2 by mainly focusing on the differences between the two options.

**Table 1A – Signaling messages for antenna selection [Option1]**

Field		Message Layer	Size (bits)	Comment
UL	Level-A: Registration	L3	[1]	The UE notifies eNodeB if UE supports uplink antenna selection.
	Level-A: Registration	L3	[1]	The eNodeB notifies UE if eNodeB supports antenna selection.
DL	Level-B: Slower Signaling	L3	[FFS]	a) SRS start/stop. b) Enable/disable A-SRS, and set up A-SRS parameters when AS is enabled.
	Level-C: Faster Signaling	L1	[1]	Antenna selection decision about which subset of antennas UE should use for transmission.

In the above table, “FFS” means “for further specification.

**Table 1B – Signaling messages for antenna selection [Option2]**

Field		Message Layer	Size (bits)	Comment
UL	Level-A: Registration	L3	[1]	The UE notifies eNodeB if UE supports uplink antenna selection.
	Level-A: Registration	L3	[1]	The eNodeB notifies UE if eNodeB supports antenna selection.
DL	Level-B: Slower Signaling	L3	[FFS]	Enable/disable A-SRS, and set up A-SRS parameters when AS is enabled.
	Level-C: Faster Signaling	L1	[3]	a) SRS start/stop. b) Antenna selection decision about which subset of antennas UE to use for transmission (and reception).

### Signaling Description for [Option1]

As shown in Table 1A, the Level-A registration signaling indicates whether both the transceiver and the eNodeB support uplink (UL) antenna selection. If the eNodeB does not support antenna selection but the transceiver does, the transceiver can use open-loop antenna selection, which does not require any support from the eNodeB. This information is exchanged between the transceiver and the eNodeB at the beginning of the

communications, for example, when the transceiver registers with the wireless network upon entry.

Level-B is a layer 3 (or radio resource control (RRC) layer) signaling that is used to set up AS training parameters for the SRS. Level-B is a slow form of signaling that is used infrequently. The eNodeB uses Level-B signaling to stop and start the transceiver to send the A-SRS, or to change the A-SRS parameters.

Level-C is fast signaling that is used by the eNodeB to communicate to the transceiver its antenna selection decisions, and to enable the antenna selection to track short-term variations due to channel fading.

In the uplink (UL), only the Level-A message is needed from the transceiver to notify the eNodeB of its capability of supporting AS. In the downlink (DL), some or all of the three levels of messages may be necessary.

### **Level-A Signaling**

The Level-A registration signaling is used to indicate if both the transceiver and the eNodeB support uplink antenna selection. This information is exchanged between the transceiver and the eNodeB when the transceiver enters the network and before beginning data communications.

The basic procedure between transceiver and eNodeB to exchange the registration information is shown in Figure 3. In the uplink (UL), 1-bit information is required for the UE transceiver 301 to notify the base station eNodeB 302 whether it is an antenna selection capable transceiver, or not. Similarly, in the downlink (DL), 1-bit information is needed for the eNodeB 302 to inform the transceiver about its capability to support uplink transmit AS.

In one embodiment of the invention, we include the 1-bit uplink Level-A signaling in the “UE capability information” message 303 sent by the transceiver, and include the 1-bit downlink Level-A signaling into “UE capability information confirm” message 304 sent by the eNodeB.

The “UE capability information” contains a “radio access capability” field. The “radio access capability” field further comprises a “physical channel capability” field. Similar to the “UE MIMO support”

already included in the “physical channel capability”, a 1-bit “UE AS support” field is added into the “physical channel capability” to indicate the UE’s antenna selection capability.

It is also possible to include the above Level-A signaling information into other messages. Depending on how the radio resource control (RRC) protocol is designed in 3GPP LTE, the Level-A signaling can be adjusted accordingly.

### **Level-B Signaling**

The frame structure for Level-B message [Option1] is shown in Table 2. The Level-B signaling is used to set up AS parameters. This information is required when the eNodeB requests the transceiver to start or stop sending the SRS, or to change A-SRS parameters. R-SRS and A-SRS share the same Level-B signaling message, except that two fields (i.e., “A-SRS Enable” and “Period2” shown in boldface in Table 2) are for A-SRS. It should be noted that all the message format descriptions provided herein are only examples and variations are possible within the scope of this invention.

**Table 2 – Frame structure for Level-B message [Option1]**



Field	Size (bits)	Comment
SRS Start/Stop	[1]	Request to start (when set to 1) or stop (when set to 0) sending SRS.
<b>A-SRS Enable</b>	[1]	A-SRS is enabled (when set to 1) or R-SRS is enabled (when set to 0).
Periodic/Adaptive	[1]	Indicates whether the SRS is performed periodically (when set to 1, until told to stop) or adaptively (when set to 0, one-shot SRS).
BW & Position	[FFS]	The bandwidth (in terms of number of RBs) and the starting position (in terms of RB index) for the SRS.
Start Sub-frame	[FFS]	The index of the subframe within a radio frame that the UE starts sending the SRS.
Symbol Position	[FFS]	The index of the LB within a sub-frame at which the SRS is located (SRS is not necessary at the 1 <sup>st</sup> LB of a sub-frame).
Period1	[FFS]	The interval (in terms of number of TTIs) between two consecutive SRSs. This value does not matter for non-hopping adaptive R-SRS.
<b>Period2</b>	[FFS]	The interval (in terms of number of

		SRSs) between two consecutive A-SRSs and pattern of transmission.
Hopping Related Fields	[FFS]	Indicates hopping related information such as number of hops, hopping pattern, etc.

The field “SRS Start/Stop”, when set to 1, indicates the request from the eNodeB to start sending SRS (for both A-SRS and R-SRS cases). Otherwise, when this bit is set to 0, then the eNodeB requests the transceiver to stop sending SRS.

The field “A-SRS Enable”, when set to 1, indicates that the A-SRS is enabled. Then, all the other fields of this message are used for setting up A-SRS parameters. The meaning of each field is described in the “Comment” column of Table 2. If “A-SRS Enable” is set to 0, then R-SRS is enabled. Thus, the other fields (except “Period2”) of this message are used for setting up R-SRS parameters. By sharing parameter fields with R-SRS, the overhead for enabling A-SRS is low.

The field “Period1” indicates the interval (in terms of number of TTIs) between any two consecutive SRSs, which is used for both A-SRS and R-SRS. The field “Period2”, on the other hand, is only used for

periodic A-SRS, which indicates the interval between two consecutive A-SRSs as well as the pattern of transmission of the A-SRS. By using “Period2”, the eNodeB can dynamically adjust the portion of the SRSs that are sent from the unselected antenna, achieving a tradeoff between the performance and the antenna-switching overhead. The value “Period2” should be no less than 2. If  $\text{Period2} = 2$ , then the SRS is alternately transmitted from the selected antenna and the unselected antenna.

Upon receiving the Level-B message, the transceiver first checks the “SRS Start/Stop” field. If “SRS Start/Stop = 0”, then the transceiver stops sending SRS. The other fields of this message are omitted. Otherwise, if “SRS Start/Stop = 1”, then the transceiver is told to start sending SRS according to the format (e.g., either A-SRS or R-SRS; either periodic or adaptive, etc) defined in the parameter list.

A number of variations for the structure of the above Level-B message are possible. First, all the fields need not be sent together at the same time. Depending on the function categories, the Level-B message might be split into sub-messages and sent separately. Second, the 1-bit field “A-SRS Enable” can be inside another field of this message. Depending on how R-SRS signaling is designed in 3GPP LTE, A-SRS signaling may need to be adjusted accordingly in compliance with R-SRS.

## Level-C Signaling

The frame structure for Level-C message [Option1] is shown in Table 3. The Level-C fast signaling message is used to signal the transceiver about which antenna to use for data transmission. For selecting one antenna out of two possible candidates, a 1-bit information field suffices. One option is to include this 1-bit information in the “uplink scheduling grant” message. It should be noted that all the message format descriptions provided herein are only examples.

**Table 3 – Frame structure for Level-C message [Option1]**

Field		Size (bits)	Comment
Resource assignment	ID (UE or group specific)	[8-9]	Indicates the UE (or group of UEs) for which the grant is intended
	Resource assignment	FFS	Indicates which uplink resources, localized or distributed, the UE is allowed to use for uplink data transmission.
	AS Decision	[1]	Indicates the decision on which subset of the antennas is selected for data transmission

	Duration of assignment	[2-3]	The duration for which the assignment is valid. The use for other purposes is FFS.
TF	Transmission parameters	FFS	The uplink transmission parameters (modulation scheme, payload size, MIMO-related information, etc) the UE shall use.

The “uplink scheduling grant” is used by the eNodeB to make an uplink scheduling decision for a transceiver specified by the “ID” field. In the “resource assignment” field, the eNodeB notifies the transceiver which RBs are assigned for its data transmission. The 1-bit antenna selection decision can be created in this field. Thus, when antenna selection is enabled, the “resource assignment” field indicates a joint scheduling and antenna selection decision.

The “AS Decision” bit, when set to 1, indicates that the transceiver should switch to a different transmit antenna to transmit data. If this field is set to 0, then the transceiver uses the same antenna to transmit data. Upon receiving this message, the transceiver continues to use the same antenna, or switches to a different antenna, according to the decision made by the eNodeB. The above method corresponds to a “relative antenna index” based approach. That is, the eNodeB does not know exactly which antenna is used. Instead, the eNodeB just notifies the transceiver to either

“switch” or “not switch” the subset of selected antennas. It is also possible to use an “absolute antenna index” based approach to indicate the antenna selection decision, where the eNodeB notifies the transceiver either to use the 1<sup>st</sup> antenna or the 2<sup>nd</sup> antenna, or otherwise designated subsets.

It should be noted that it is also possible to include the AS decision information in other fields (e.g., “TF” field) of the uplink scheduling grant message, or even inside other message.

### **Signaling Description for [Option2]**

As shown in Table 1B, [Option2] is similar to [Option1] except for the “SRS start/stop” message, which is a Level-B message in [Option1] and a Level-C message in [Option2]. The advantage of [Option 2] is that the SRSs (both R-SRS and A-SRS) can be configured quickly to start/stop (especially stop) for granting a priority to other transceivers. However, the disadvantage is the slightly larger payload of the Level C messages.

In [Option1], the A-SRS parameters are combined together with SRS request (either to start or stop). In [Option2], the A-SRS parameters and SRS request are sent separately. Therefore, in [Option2], the Level-B message does not include “SRS start/stop” field (i.e., the first field in

Table 2). Meanwhile, 2 bits are added to the Level-C message in order to achieve the same “SRS start/stop” function. Thus, a total of 3 bits are required for Level-C message in [Option2].

The fields that constitute a Level-C message [Option2] are shown in Table 4. The Level-C message is used to indicate A-SRS request to start or stop and antenna selection decision. In one embodiment of the invention, we include this 3-bit information in “uplink scheduling grant” message. It should be noted that all the message format descriptions provided herein are only examples.

**Table 4 – Frame structure for Level-C message [Option2]**

Field		Size (bits)	Comment
Resource assignment	ID (UE or group specific)	[8-9]	Indicates the UE (or group of UEs) for which the grant is intended
	Resource assignment	FFS	Indicates which uplink resources, localized or distributed, the UE is allowed to use for uplink data transmission.
	SRS Start	[1]	Request to start (when set to 1) sending SRS. Otherwise (when set to 0), keep current status.

	SRS Stop	[1]	Request to stop (when set to 1) sending SRS. Otherwise (when set to 0), keep current status.
	AS Decision	[1]	Indicates which transmit antenna is selected for UL data transmission
	Duration of assignment	[2-3]	The duration for which the assignment is valid. The use for other purposes, e.g., to control persistent scheduling, 'per process' operation, or TTI length, is FFS.
TF	Transmission parameters	FFS	The uplink transmission parameters (modulation scheme, payload size, MIMO-related information, etc) the UE shall use. If the UE is allowed to select (part of) the transport format, this field sets determines an upper limit of the transport format the UE may select.

Upon receiving the Level-C message, the transceiver checks "SRS start" and "SRS stop" bits. If either bit is set to 1, then this message contains the eNodeB's request to either start or stop sending SRS. When "SRS start = 1", the transceiver is told to start sending SRS based on the Level-B parameters. It is assumed that the transceiver has already obtained the Level-B parameters in advance in a separate message (or transceiver can store a set of default Level-B parameters). When "SRS stop = 1", then the transceiver stops sending the SRS. However, it is possible that both



bits are 0. In this case, the transceiver keeps its current SRS status, until either “SRS start” or “SRS stop” is set to 1.

The transceiver also checks the “AS Decision” bit. The responses to “AS Decision” bit are the same as [Option1] at transceiver.

It should be noted that it is also possible to include “SRS Start” and “SRS Stop” information inside another field (e.g., “TF” field) of the uplink scheduling grant message, or even inside other message. Also, the “SRS Start” and “SRS Stop” can be at a separate message from the “AS Decision”. In this case, the “SRS Start” and “SRS Stop” can be combined together into 1 bit, just as that in [Option1]. However, A-SRS and R-SRS share the same SRS request. Depending on how R-SRS signaling will be designed in 3GPP LTE, A-SRS signaling may need to be adjusted accordingly in compliance with R-SRS.

### **Protocol for Antenna Selection**

In one embodiment of the invention, our protocol utilizes the sounding reference signal (SRS) 161 for uplink transmit antenna selection, R1-073067, “Adaptive antenna switching with low sounding reference signal overhead,” Mitsubishi Electric, 3GPP RAN1#49bis, R1-073068,

“Impact of sounding reference signal loading on system-level performance of adaptive antenna switching,” Mitsubishi Electric, 3GPP RAN1#49bis. The antenna switching is performed *within a TTI*, but we do not preclude between TTI switching, R1-063089, “Low cost training for transmit antenna selection on the uplink,” Mitsubishi Electric, NTT DoCoMo, 3GPP RAN1#47, R1-063090, “Performance comparison of training schemes for uplink transmit antenna selection,” Mitsubishi Electric, NTT DoCoMo, 3GPP RAN1#47, and U.S. Patent Application 11/620,105, “Method and System for Antenna Selection in Wireless Networks” filed by Mehta et al. on 1/5/2007, incorporated herein by reference.

In terms of functionality, the protocol is flexible and applicable to different antenna selection scenarios. First, both *periodic* antenna selection and *adaptive* antenna selection are supported. In particular, the protocol can switch between different periodic AS (with different sounding intervals), or between different adaptive AS (with different sounding intervals), or between periodic and adaptive AS, or even allow them together, as dictated by the eNodeB. Second, both non-hopping SRS based and hopping SRS based antenna selections are supported. The protocol can also switch between them as dictated by eNodeB. Third, the protocol supports antenna selection based on different SRSs, including wideband SRS, variable bandwidth SRS, and narrow-band SRS. Fourth, the protocol

supports antenna selection for packet retransmission in both asynchronous HARQ and synchronous HARQ modes.

The current protocol focuses on 1 out of 2 antenna selection, while the extension to multiple antenna selection is possible with a cost of additional signaling overhead.

### **Protocol Description for [Option1]**

Figure 4 shows the legend for protocol [Option1], which is used for the Figure 5A to Figure 8B, according to an embodiment of the invention. The legends are intended to simplify the details of the otherwise complex drawings. The legends are Wideband or variable bandwidth SRS 401, Narrow-band hopping SRS 402, Data block (sub-frame) if no SRS is sent at the same TTI 403, Data block (sub-frame) if SRS is sent at the same TTI 404, No data to send in a TTI 405, Level-B slower signaling: SRS parameters & SRS request 406, and Level-C faster signaling: AS & scheduling decision 407.

For clarity Level-A signaling exchange is omitted herein. It should be noted that all the protocols herein are only examples.

## Non Frequency Hopping – Wideband SRS and Variable BW SRS

Periodic SRS: Figures 5A and 5B show the protocol illustration for non-hopping periodic A-SRS and R-SRS, respectively. As shown in Figure 5A, at the 1<sup>st</sup> TTI of a frame, the eNodeB sends a set of SRS parameters 501, which includes an “SRS Start” request. The detailed parameters are listed at the bottom-left corner 502 in Figure 5A. The transceiver receives this request at the 2<sup>nd</sup> TTI 503, and gets ready to send SRS as per the parameters. Based on the parameter 502, at the 3<sup>rd</sup> TTI (i.e., Start\_Subframe = 3), the transceiver starts sending SRS 504, and will periodically send the SRS from the two antennas at every TTI (i.e., Period1 = 1, until told to stop). Based on received SRS 504, the eNodeB can make a joint scheduling and AS decision 505. The transceiver receives the decision in the 5<sup>th</sup> TTI 506, and will react with a certain TTI delay. The decision can be either a resource block assignment or an antenna selection decision or both. Note that in some TTI 507, there is no data to send, but the transceiver still needs to send SRS periodically as required. Also note that the eNodeB can make decision 508 at any time, not necessary periodically.

Because “Period2 = 3”, one out of every 3 SRSs is sent from the unselected antenna. As shown in Figure 5A, the SRS 509 at the 5<sup>th</sup> TTI,

the SRS 510 at the 8<sup>th</sup> TTI, and the SRS 511 at the 1<sup>st</sup> TTI of the next frame, are sent from the unselected antenna, while the rest SRSs are sent from the selected antenna.

For comparison purpose, Figure 5B shows the protocol for non-hopping periodic R-SRS, which can be seen from the parameter 512 with “AS Enable = 0”. The difference is that the decision from eNodeB is only a scheduling decision, not an antenna switching decision. The SRSs are sent periodically every 2 TTIs (“Period1 = 2”). The “Period2” field is no use for R-SRS case.

In Figures 5A and 5B, the parameter “Num\_Hops = 1” means that the entire bandwidth is covered by 1 hop. That is, no frequency hopping is involved. If “Num\_Hops > 1”, then frequency hopping is applied for SRS.

It should be noted that in the example protocols, we assume a certain delay for the eNodeB to make AS and scheduling decision, and a certain delay for the transceiver to react to the eNodeB’s instruction. The delay depends on the standard specification, and the values provided herein are only examples.

**Adaptive SRS:** Figures 6A and 6B show the protocol for non-hopping adaptive A-SRS and R-SRS, respectively. Compared to the case with periodic antenna selection where the SRSs are sent periodically (until told to stop), adaptive SRS is a “one-shot” SRS transmission as per the eNodeB’s request. For the A-SRS shown in Figure 6A, two SRSs are sent by the two antennas successively, with the interval determined by the “Period1” field in the parameter list. Similar to the periodic case, the eNodeB makes scheduling and/or AS decision based on the received A-SRSs. For the R-SRS shown in Figure 6B, only one SRS is sent by the transmit antenna. Therefore, the “Period1” field is of no use in this case.

### **Frequency Hopping –Narrow-band SRS**

**Periodic SRS:** Figures 7A and 7B show the protocol for hopping periodic A-SRS and R-SRS, respectively. For example purposes, we assume that the entire bandwidth is covered by 2 hops ( $\text{Num\_Hops} = 2$ ), and each narrow-band SRS spans half of the available bandwidth. As shown in Figure 7A, in order to make each of the two antennas sound the entire bandwidth, a total of 4 SRSs are required in each sounding cycle. The interval between two consecutive SRSs is determined by “Period1” field of the parameter list 701 (it is set to 1 in the figure as an example). Similar to the non-hopping case, because “Period2 = 3” in the parameter

list 701, one out of every 3 SRSs is sent from the unselected antenna. Specifically, the SRS 702 at the 5<sup>th</sup> TTI, the SRS 703 at the 8<sup>th</sup> TTI, and the SRS 704 at the 1<sup>st</sup> TTI of the next frame, are sent from the unselected antenna, while the rest SRSs are sent from the selected antenna. The eNodeB can make a scheduling and AS decision each time when it receives an A-SRS.

As shown in Figure 7B, when “AS Enable = 0” the transceiver transmits R-SRS from only one antenna. A total of 2 SRSs are required in each cycle to sound the entire bandwidth. Based on the received SRSs, the eNodeB makes scheduling decisions without any antenna selection.

Adaptive SRS: Figure 8A and 8B show the protocol for hopping adaptive A-SRS and R-SRS, respectively. As shown in Figure 8A, upon receiving the request 801 from the eNodeB, the transceiver sends a total of 4 SRSs. Based on one or more SRSs, the eNodeB can make AS and scheduling decisions at any time. In Figure 8B, because R-SRS is employed (AS Enable = 0), a total of 2 SRSs is sent by the transceiver for the eNodeB to make scheduling decisions. The interval between the 2 SRSs is determined by the “Period1” field.

## **Protocol Description for [Option2]**

Figure 9 shows the legend for protocol [Option2], which is used for the illustrations from Figure 10A to Figure 13B. The legends are Wideband or variable bandwidth SRS 901, Narrow-band hopping SRS 902, Data block (sub-frame) if no SRS is sent at the same TTI 903, Data block (sub-frame) if SRS is sent at the same TTI 904, No data to send in a TTI 905, Level-B slower signaling: SRS parameters, 906, Level-C faster signaling: SRS request (to start) 907, and Level-C faster signaling: AS & scheduling decision 908. For clarity Level-A signaling exchange is omitted herein. It should be noted that all the protocol illustrations provided herein are only examples.

Similar to Figures 5A to 8B, Figures 10A to 13B show the same SRS scenarios when the signaling is set to [Option2], respectively. Recall that in [Option2], the Level-B SRS parameters are sent separately from the Level-C SRS start/stop request. Also, it is assumed that when the transceiver receives an SRS request, the transceiver has obtained the required SRS parameters in a separate Level-B message (or uses default values for the parameter values it has not received yet). For instance, as shown in Figure 10A, the eNodeB can send the SRS parameters 1001 and the SRS request 1002 at the same TTI. As shown in Figure 11A, the SRS



parameter 1101 can also be sent before the SRS request 1102. The other procedures are the same as [Option1].

### **Switching between Different SRS Patterns**

In order to switch between different SRS patterns (e.g., periodic vs. adaptive, hopping vs. non-hopping, etc), a Level-B slower signaling from the eNodeB to the transceiver is required for both [Option1] and [Option2] to set up different SRS parameters. In addition, for [Option2], an “SRS Start” from the eNodeB to the transceiver is also needed.

It should be noted that under the current protocol, the eNodeB can possibly send SRS request and the AS decision in the same TTI. It should also be noted that when the number of hops (i.e., the “Num\_Hops” field in parameter list) is larger than 2, different hopping patterns that jointly span the frequency-space domain can be designed. The pattern can be either signaled by the eNodeB or is chosen from a pre-determined set. In Figures 5A to 8B and Figures 10A to 13B, only the procedure of “SRS Start” is shown. The procedure of “SRS Stop” is not shown in these figures, and is sent in a similar manner.

### **Antenna Selection Protocol for HARQ**

## **Asynchronous HARQ**

If the system operates in an asynchronous HARQ mode, then the eNodeB indicates to the transceiver when, which RBs, and with what MCS (modulation and coding scheme) to retransmit the packet. Because the eNodeB has complete control over the packet retransmission in asynchronous HARQ, the eNodeB can also signal the transceiver whether or not to switch the antenna for retransmission. It can also indicate to the transceiver to send an aperiodic or a periodic A-SRS. In this case, the eNodeB makes a joint AS and scheduling decision for the retransmitted packet, similar to that for a normal packet.

## **Synchronous HARQ**

If the system operates in synchronous HARQ mode, then the transceiver knows *a priori* exactly when to retransmit the packet when it does not receive an ACK from the eNodeB after a pre-specified number of TTIs. In this case, the transceiver uses the same resource block (RB) and same MCS for the retransmission. Because the transceiver has complete control over the packet retransmission in synchronous HARQ, whenever retransmission occurs, the transceiver can *automatically* switch to another

subset of antennas to retransmit (using the same RB and MCS). This is to avoid the scenario that the channel quality of the previously selected subset of antennas is poor.

### **Effect of the Invention**

The embodiments of the invention provide signaling and protocol for antenna selection in the uplink of OFDM 3GPP wireless network between the transceiver and the eNodeB.

Although the invention has been described by way of examples of preferred embodiments, it is to be understood that various other adaptations and modifications may be made within the spirit and scope of the invention. Therefore, it is the object of the appended claims to cover all such variations and modifications as come within the true spirit and scope of the invention.

### **Brief Description of the Drawings**

Figure 1A is a block diagram of a wireless network according to an embodiment of the invention;

Figure 1B is a block diagram of a frame according to an embodiment of the invention;

Figure 1C is a method for selecting antennas according to an embodiment of the invention;

Figure 2A is a block diagram of sub-frame structure according to an embodiment of the invention;

Figure 2B is a block diagram of time-slot structure according to an embodiment of the invention;

Figure 2C is a block diagram of a resource block according to an embodiment of the invention;

Figure 3 is a block diagram of the Level-A registration signaling procedure according to an embodiment of the invention;

Figure 4 is a block diagram of legend descriptions used for Figures 5A to 8B according to embodiments of the invention;

Figure 5A is a block diagram of protocols for Option1 signaling according to embodiments of the invention;

Figure 5B is a block diagram of protocols for Option1 signaling according to embodiments of the invention;

Figure 6A is a block diagram of protocols for Option1 signaling according to embodiments of the invention;

Figure 6B is a block diagram of protocols for Option1 signaling according to embodiments of the invention;

Figure 7A is a block diagram of protocols for Option1 signaling according to embodiments of the invention;

Figure 7B is a block diagram of protocols for Option1 signaling according to embodiments of the invention;

Figure 8A is a block diagram of protocols for Option1 signaling according to embodiments of the invention;

Figure 8B is a block diagram of protocols for Option1 signaling according to embodiments of the invention;

Figure 9 is a block diagram of legend description used for Figures 10A to 13B according to embodiments of the invention;

Figure 10A is a block diagrams of protocols for Option2 signaling according to embodiments of the invention;

Figure 10B is a block diagrams of protocols for Option2 signaling according to embodiments of the invention;

Figure 11A is a block diagrams of protocols for Option2 signaling according to embodiments of the invention;

Figure 11B is a block diagrams of protocols for Option2 signaling according to embodiments of the invention;

Figure 12A is a block diagrams of protocols for Option2 signaling according to embodiments of the invention;

Figure 12B is a block diagrams of protocols for Option2 signaling according to embodiments of the invention;

Figure 13A is a block diagrams of protocols for Option2 signaling according to embodiments of the invention; and

Figure 13B is a block diagrams of protocols for Option2 signaling according to embodiments of the invention.

1. A method for selecting antennas in a wireless network including a base station and a plurality of user equipment (UE) transceivers, comprising:

specifying, in a base station of a wireless network, times and frequencies to transmit sounding reference signals (SRSs) by a transceiver of the network, in which the transceiver includes a set of available antennas;

specifying which antennas to use to transmit the SRSs for the specified times and frequencies;

transmitting the SRS by the transceiver according to the specified times, frequencies, and antennas;

selecting a subset of antennas of the set of available antennas in the base station based on the received SRSs; and

indicating the selected subset of antennas to the transceiver.

2. The method of claim 1, further comprising:

transmitting data by the transceiver using the selected subset of antennas.

3. The method of claim 1, further comprising:



transmitting antenna selection capability information from the transceiver to the base station;

confirming the antenna selection capability information from the base station to the transceiver;

transmitting a set of antenna selection parameters from the base station to the transceiver;

transmitting an antenna selection request from the base station to the transceiver; and

transmitting an antenna selection decision from the base station to the transceiver.

4. The method of claim 3, further comprising:

combining the antenna selection parameters with the antenna selection request.

5. The method of claim 1, further comprising:

combining the antenna selection with the antenna selection decision.

6. The method of claim 1, in which the antenna selection is performed periodically.

7. The method of claim 1, further comprising:

performing the antenna selection adaptively.

8. The method of claim 1, further comprising:

performing the antenna selection based on non-hopping sounding reference signals.

9. The method of claim 1, further comprising:

performing the antenna selection based on hopping sounding reference signals.

10. The method of claim 1, further comprising:

performing the antenna selection based on wideband sounding reference signal.

11. The method of claim 1, further comprising:

performing the antenna selection based on variable bandwidth sounding reference signal.

12. The method of claim 1, further comprising:

performing the antenna selection based on narrow-band sounding reference signal.

13. The method of claim 1, further comprising:  
switching between periodic antenna selection and adaptive antenna selection.

14. The method of claim 1, further comprising:  
performing the antenna selection based on a relative antenna index.

15. The method of claim 1, further comprising:  
performing the antenna selection based on an absolute antenna index.

16. The method of claim 1, further comprising:  
performing the antenna selection for packet retransmission based on asynchronous HARQ protocol.

17. The method of claim 1, further comprising:  
performing the antenna selection for packet retransmission based on synchronous HARQ protocol.

18. The method of claim 3, in which the antenna selection parameters include transmission bandwidth, starting or ending bandwidth position, transmission period, cyclic shift hopping sequence, transmission

sub-frame, repetition factor for indicating a density of a pilot subcarriers, a duration of the SRS transmission, symbol position of the SRS within a sub-frame, and hopping SRS related parameters.

19. The method of claim 1, further comprising:

specifying, in the base station times and frequencies to transmit data demodulation reference signals by the transceiver;

specifying which antennas to use to transmit the data demodulation reference signals for the specified times and frequencies;

transmitting the data demodulation reference signals by the transceiver according to the specified times, frequencies, and antennas;  
and

selecting subset of antennas of the set of available antennas in the base station based on the received data demodulation reference signals.

20. The method of claim 1, in which the wireless network is an OFDM network.

21. The method of claim 1, in which the wireless network is an OFDMA network.

22. The method of claim 1, in which the wireless network is an SC-FDMA network.

23. The method of claim 1, in which the base station specifies bandwidths for the frequencies.

24. A system for selecting antennas in a wireless network including a base station and a plurality of user equipment (UE) transceivers, comprising:

a base station of a wireless network, the base station configured to specify times and frequencies to transmit sounding reference signals (SRSs), and further comprising means for specifying which antennas to use to transmit the SRSs for the specified times and frequencies;

a transceiver including a set of available antennas, the transceiver configured to transmit the SRSs according to the specified times, frequencies, and antennas;

means for selecting a subset of antennas of the set of available antennas based on the received SRSs; and

means for indicating the selected subset of antennas to the transceiver.

## ABSTRACT

A method and system selects antennas in a wireless network including a base station and user equipment (UE) transceivers. The base station specifies times and frequencies to transmit sounding reference signals (SRSs), and antennas to use to transmit the SRSs for the specified times and frequencies. The transceivers transmit the SRS according to the specified times, frequencies, and antennas. The base station selects subsets of antennas of available sets of antennas, and indicates the selected subset of antennas to the transceiver.

## REPRESENTATIVE DRAWING

Fig. 1A

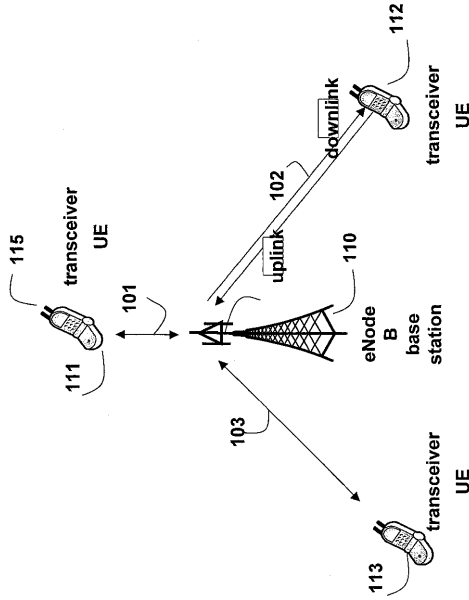


Fig. 1A

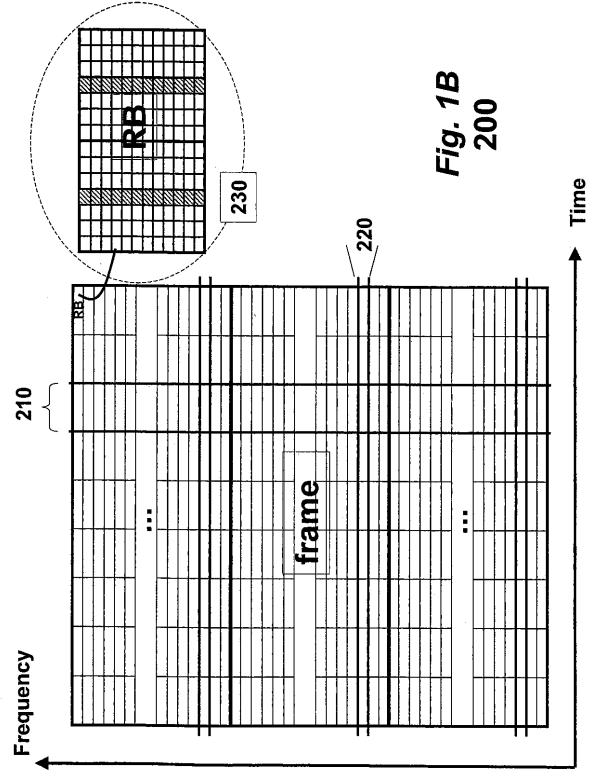


Fig. 1B  
200

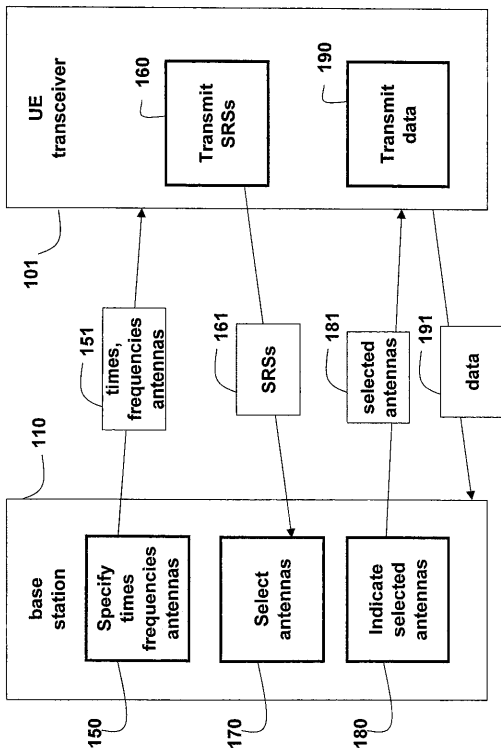


Fig. 1C

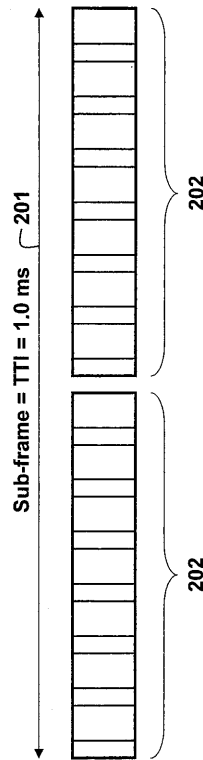


Fig. 2A

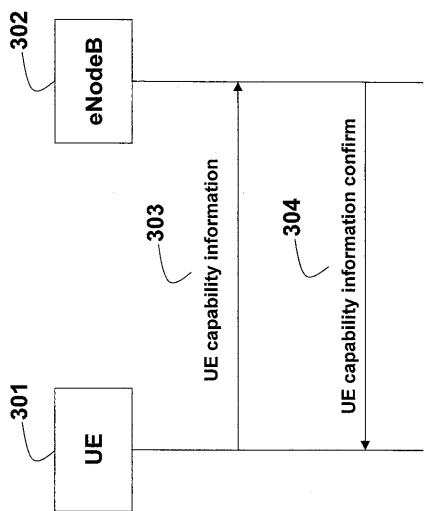
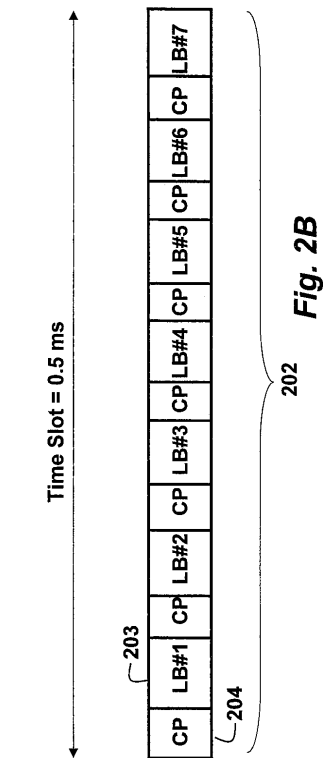


Fig. 3

Legend for Protocol [option1]

- 401 Wideband or variable bandwidth SRS
- 402 Narrow-band hopping SRS
- 403 Data block (sub-frame) if no SRS is sent at the same TTI
- 404 Data block (sub-frame) if SRS is sent at the same TTI
- 405 No data to send in a TTI
- 406 Level-B slower signaling: SRS parameters & SRS request
- 407 Level-C faster signaling: AS & scheduling decision

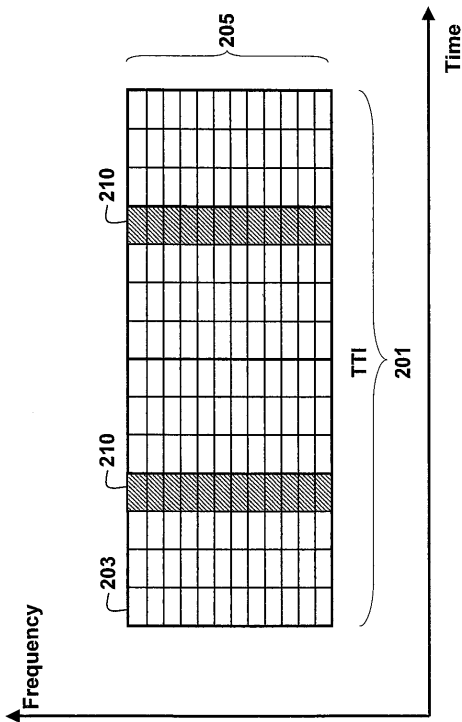
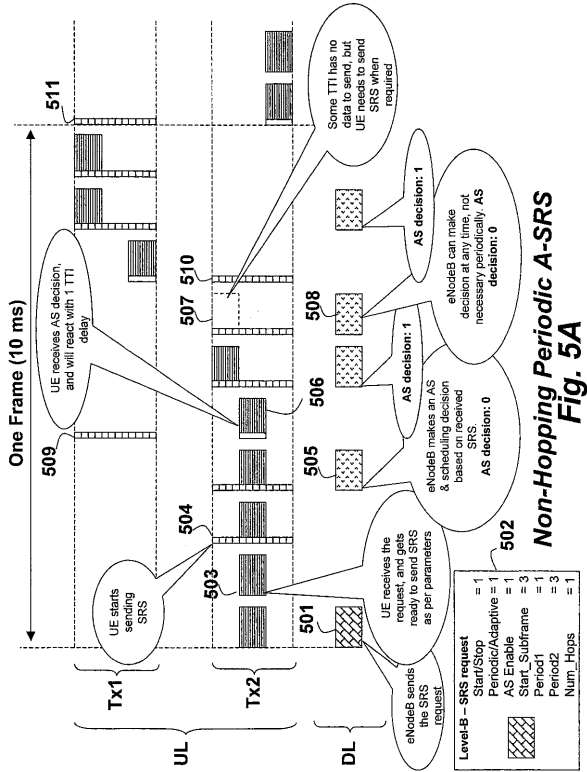


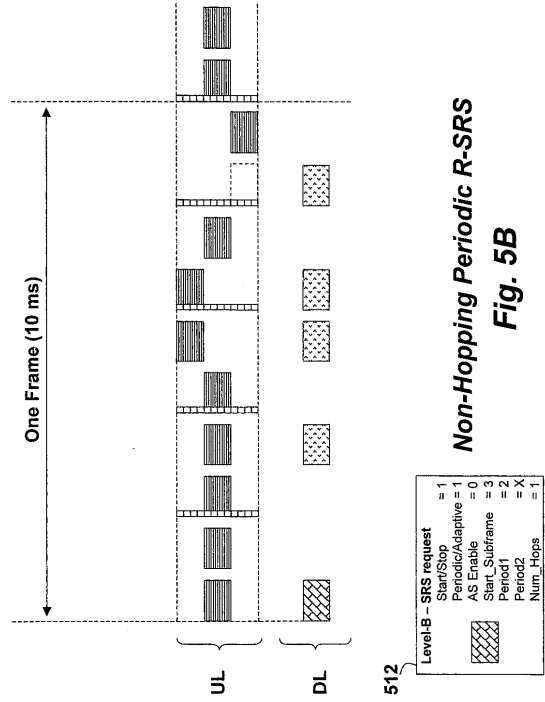
Fig. 2C  
230

Fig. 4

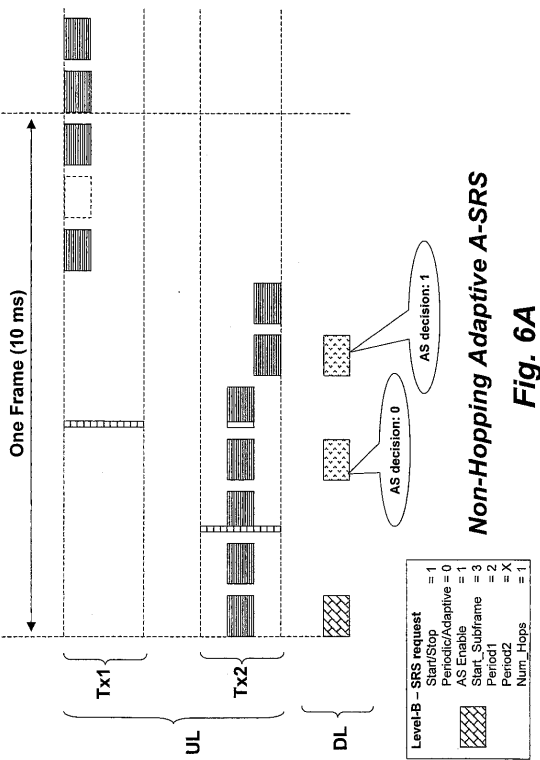




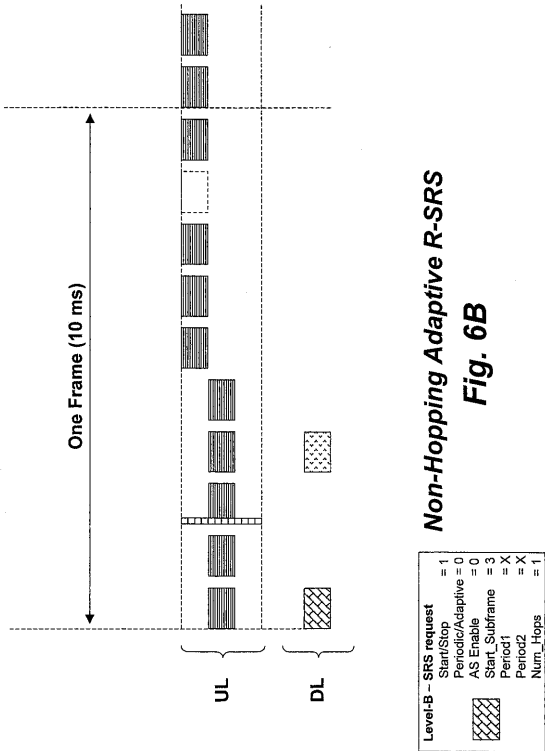
Non-Hopping Periodic A-SRS  
Fig. 5A



Non-Hopping Periodic R-SRS  
Fig. 5B



Non-Hopping Adaptive A-SRS  
Fig. 6A



Non-Hopping Adaptive R-SRS  
Fig. 6B

512

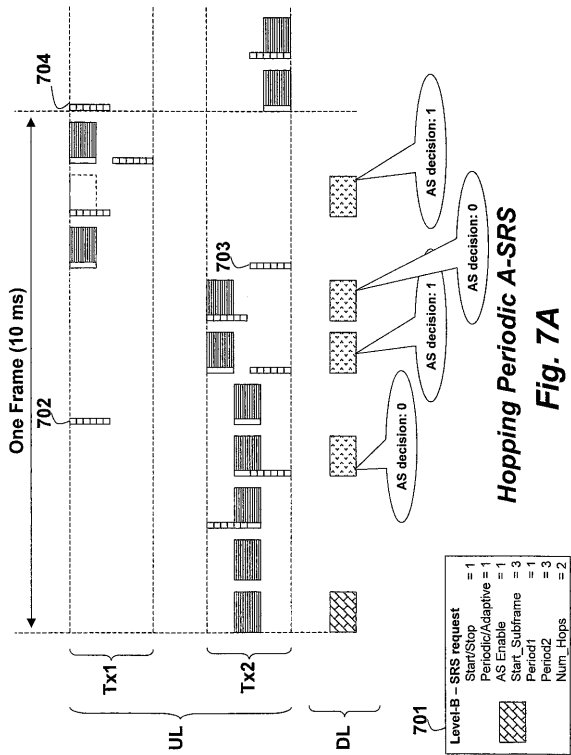
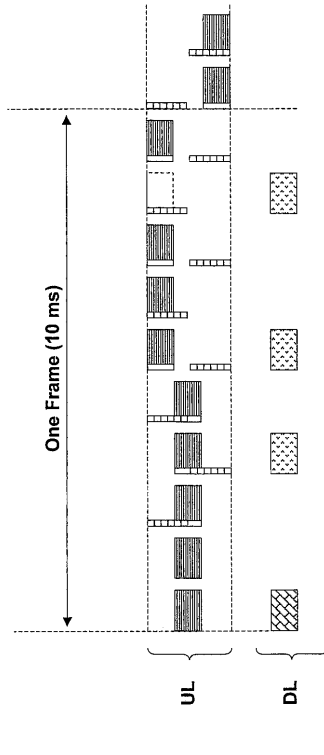


Fig. 7A

Hopping Periodic A-SRS



Hopping Periodic R-SRS

Fig. 7B

Level-B - SRS request	= 1
Start/Stop	= 1
Periodic/Adaptive	= 1
AS Enable	= 0
Start_Subframe	= 3
Period1	= X
Period2	= X
Num_Hops	= 2

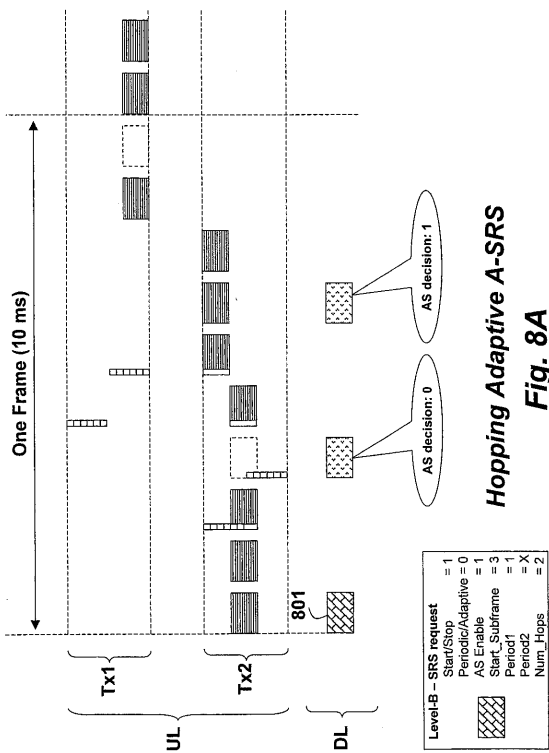
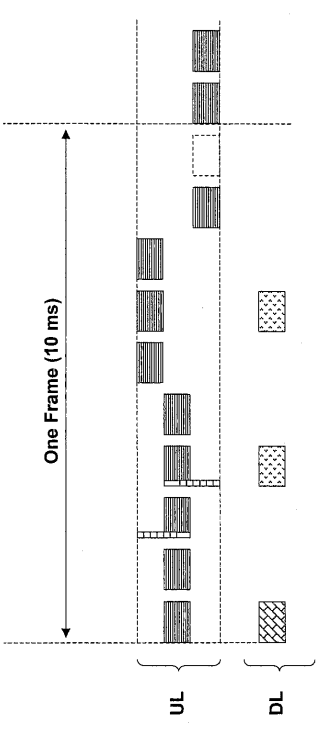


Fig. 8A

Hopping Adaptive A-SRS

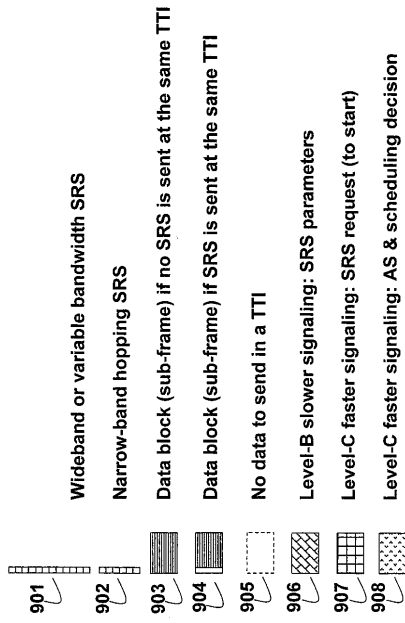


Hopping Adaptive R-SRS

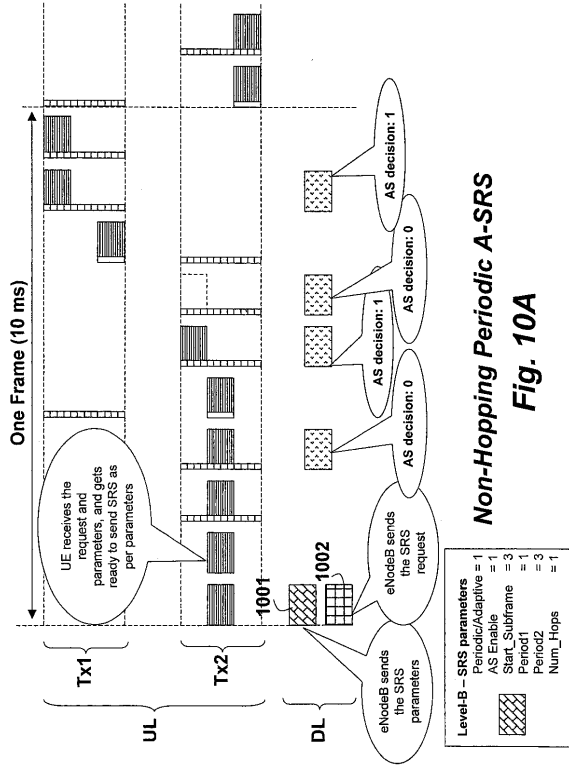
Fig. 8B

Level-B - SRS request	= 1
Start/Stop	= 0
Periodic/Adaptive	= 0
AS Enable	= 1
Start_Subframe	= 3
Period1	= 1
Period2	= X
Num_Hops	= 2

**Legend for Protocol [option2]**

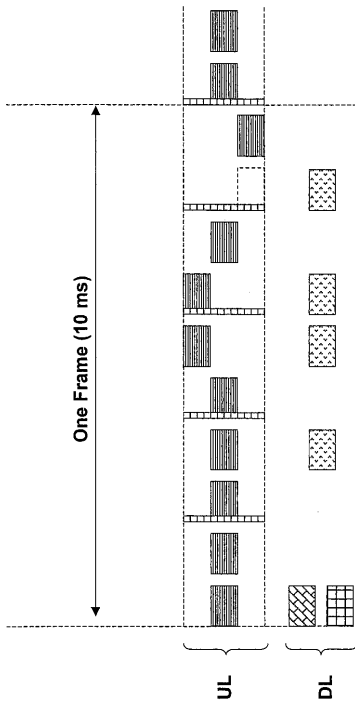


**Fig. 9**



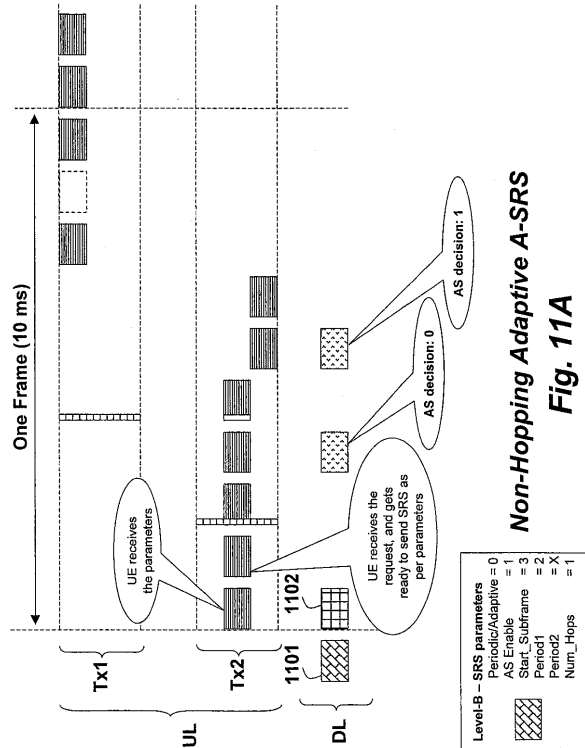
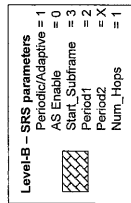
**Fig. 10A**

**Non-Hopping Periodic A-SRS**



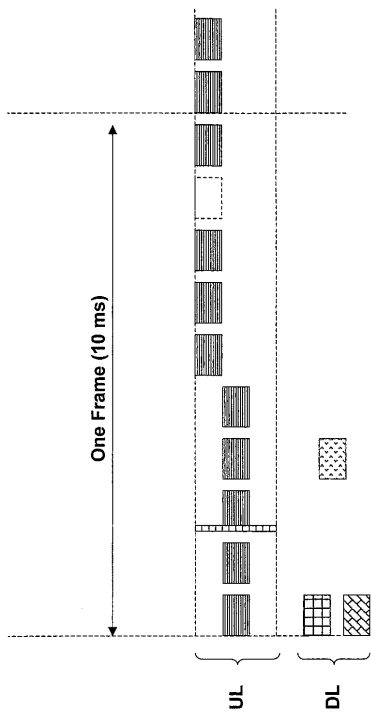
**Non-Hopping Periodic R-SRS**

**Fig. 10B**



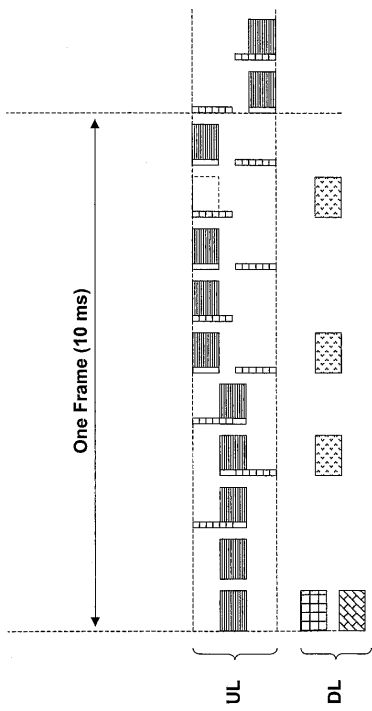
**Fig. 11A**

**Non-Hopping Adaptive A-SRS**



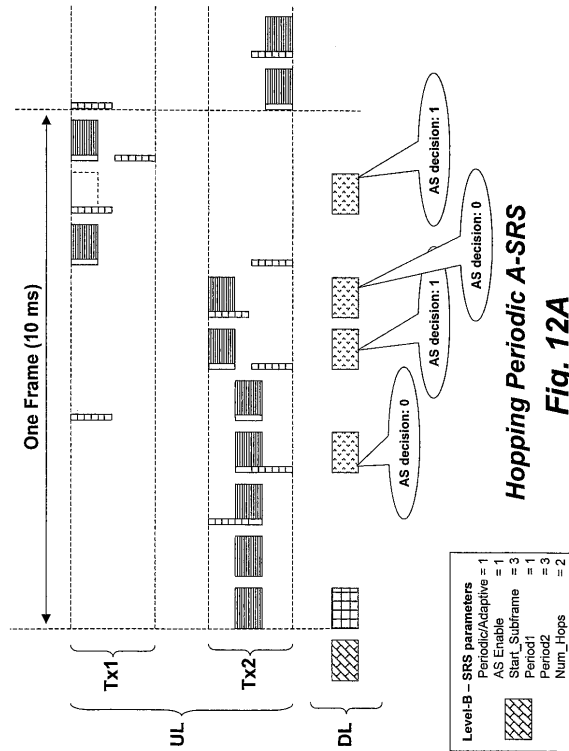
Level-B - SRS parameters  
 Periodic/Adaptive = 0  
 AS Enable = 0  
 Start\_Subframe = 3  
 Period1 = X  
 Period2 = X  
 Num\_Hops = 1

**Non-Hopping Adaptive R-SRS**  
**Fig. 11B**



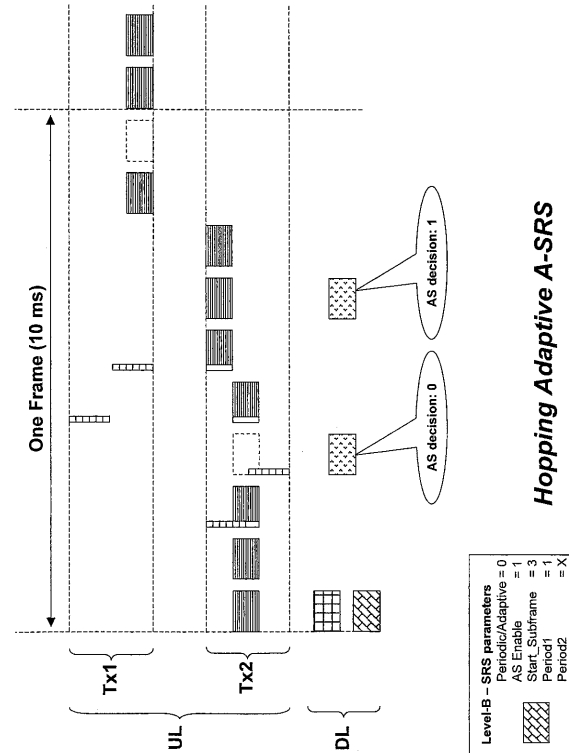
Level-B - SRS parameters  
 Periodic/Adaptive = 1  
 AS Enable = 0  
 Start\_Subframe = 3  
 Period1 = X  
 Period2 = X  
 Num\_Hops = 2

**Hopping Periodic R-SRS**  
**Fig. 12B**



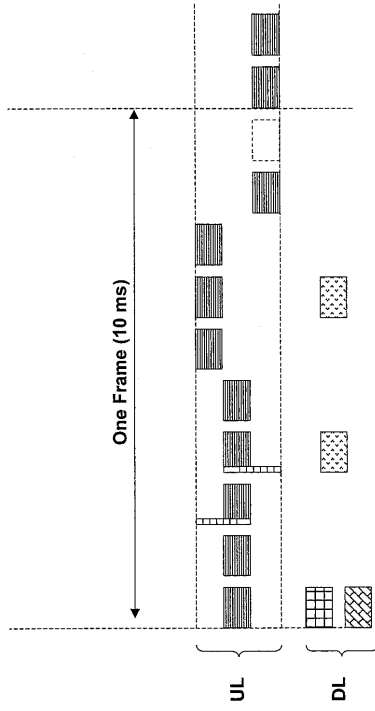
Level-B - SRS parameters  
 Periodic/Adaptive = 1  
 AS Enable = 1  
 Start\_Subframe = 3  
 Period1 = X  
 Period2 = X  
 Num\_Hops = 2

**Hopping Periodic A-SRS**  
**Fig. 12A**



Level-B - SRS parameters  
 Periodic/Adaptive = 0  
 AS Enable = 1  
 Start\_Subframe = 3  
 Period1 = X  
 Period2 = X  
 Num\_Hops = 2

**Hopping Adaptive A-SRS**  
**Fig. 13A**



<b>Level-B - SRS parameters</b>	
Periodic/Adaptive	= 0
AS Enable	= 0
Start_Subframe	= 3
Period1	= 1
Period2	= X
Num_Hops	= 2

**Hopping Adaptive R-SRS**  
**Fig. 13B**