

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5498568号
(P5498568)

(45) 発行日 平成26年5月21日 (2014. 5. 21)

(24) 登録日 平成26年3月14日 (2014. 3. 14)

(51) Int. Cl.	F I	
H04W 16/26 (2009.01)	H04W 16/26	
H04J 1/00 (2006.01)	H04J 1/00	
H04J 11/00 (2006.01)	H04J 11/00	Z
H04W 72/04 (2009.01)	H04W 72/04	1 3 1
H04B 7/15 (2006.01)	H04B 7/15	Z
請求項の数 19 (全 33 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2012-506404 (P2012-506404)	(73) 特許権者	000005821
(86) (22) 出願日	平成22年4月23日 (2010. 4. 23)		パナソニック株式会社
(65) 公表番号	特表2012-525032 (P2012-525032A)		大阪府門真市大字門真1006番地
(43) 公表日	平成24年10月18日 (2012. 10. 18)	(74) 代理人	100105050
(86) 国際出願番号	PCT/EP2010/002518		弁理士 鷲田 公一
(87) 国際公開番号	W02010/121826	(72) 発明者	ゴリチェク エドラー フォン エルプバルト アレクサンダー
(87) 国際公開日	平成22年10月28日 (2010. 10. 28)		ドイツ国 ランゲン 63225 モンツァストラッセ 4c パナソニックR&D センター ジャーマニー ゲーエムペーハー内
審査請求日	平成24年12月20日 (2012. 12. 20)		
(31) 優先権主張番号	09005715.9		
(32) 優先日	平成21年4月23日 (2009. 4. 23)		
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 進展した通信システムで用いるサブフレーム構成

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

サブフレームの時間期間内において通信システム中の中継ノードを動作させるための方法であり、前記サブフレームは複数のOFDMシンボルに分割されていて、前記方法は、前記サブフレームの前記期間内に送信モードと受信モードを切り替えることと、

前記送信モードにおいて、前記サブフレーム内の一部分のOFDMシンボル集合からなる第1のサブセット内で、直接の無線インタフェースを介して前記中継ノードへ接続されている受信機へ向けた制御情報を送信することと、

前記受信モードにおいて、前記サブフレーム内の一部分のOFDMシンボル集合からなる第2のサブセットをノードBから前記中継ノードが受信することを含んでなり、OFDMシンボル集合の前記第2のサブセットは、前記中継ノードへ向けた同一の中継制御情報及び／または同一のデータを含む2個のOFDMシンボル (j と k) の少なくとも一つを含む、方法。

【請求項 2】

前記中継ノードへ向けた前記中継制御情報及び／またはデータをOFDMシンボル j 及び／または k から抽出し、前記抽出された中継制御情報を使用してOFDMシンボル集合の前記第2のサブセット内の前記ノードBから前記中継ノードへ送信された前記データを復号／抽出するステップをさらに含んでなる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

OFDMシンボル集合の前記第2のサブセットは、OFDMシンボル j ~ k - 1 または

OFDMシンボル $j + 1 \sim k$ のどちらかであり、前記方法は、前記サブフレームのOFDMシンボル $j \sim k - 1$ またはOFDMシンボル $j + 1 \sim k$ から前記中継制御情報を抽出し、前記抽出された中継制御情報を使用して前記ノードBから前記中継ノードへ送信された前記データを復号／抽出するステップをさらに含んでなる、請求項1に記載の方法。

【請求項4】

サブフレームの送信タイミングは前記ノードBと前記中継ノード間で同期される、またはノードBから送信されるサブフレームと中継ノードから送信されるサブフレームの送信タイミングの時間のずれを前記ノードBは把握している、請求項1に記載の方法。

【請求項5】

ノードBからサブフレームを送信するための方法であり、
複数のユーザ装置と複数の中継ノードを前記ノードBがスケジュールすることによって、サブフレームを構成するOFDMシンボル集合上のどこに前記複数のユーザ装置と複数の中継ノードを割り当てるかをサブフレーム単位で決定することと、

- スケジュールされた前記複数の中継ノードへ向けた同一の中継制御情報及び／または同一のデータは、前記サブフレームの前記OFDMシンボル集合のうちの少なくとも2個のOFDMシンボル (j と k) 内で送信される

という規則に従って、前記サブフレームを構成する前記OFDMシンボル集合を作成することと、

前記サブフレームを前記ノードBが送信することと、を含んでなる方法。

【請求項6】

前記サブフレームを作成する際に、

- ある中継ノードへ向けられた中継制御情報とデータは、前記サブフレームのその個別の中継ノードで受信可能なOFDMシンボル集合にマッピングされる、

というさらなる規則に従う、請求項5に記載の方法。

【請求項7】

前記サブフレームを作成する際に、

- 直接の無線インタフェースを介して前記ノードBと通信しているユーザ装置へ向けられたデータに関係した制御情報は、サブフレームの最初の m 個のOFDMシンボルにマッピングされる、

- ユーザ装置へ向けられたデータは、前記最初の m 個のOFDMシンボル以外のサブフレームのOFDMシンボル集合にマッピングされる、

というさらなる規則に従う、請求項5に記載の方法。

【請求項8】

送信する前記サブフレームを作成することは、前記サブフレームのOFDMシンボル j または k に割り当てられるべき各中継ノードへ向けた中継制御情報及び／またはデータを含めるか否かを、前記ノードBと前記各中継ノード間の認識または推定された信号伝播遅延に応じて前記ノードBが決定することを含んでなる、請求項5に記載の方法。

【請求項9】

送信する前記サブフレームを作成することは、前記サブフレームのOFDMシンボル $j \sim k - 1$ またはOFDMシンボル $j + 1 \sim k$ に割り当てられるべき各中継ノードへ向けた中継制御情報及び／またはデータを含めるか否かを、前記ノードBと前記各中継ノード間の認識または推定された信号伝播遅延に応じて前記ノードBが決定することを含んでなる、請求項5に記載の方法。

【請求項10】

サブフレームの送信タイミングは前記ノードBと前記中継ノード間で同期される、またはノードBから送信されるサブフレームと中継ノードから送信されるサブフレームの送信タイミングの時間のずれを前記ノードBは把握している、請求項5に記載の方法。

【請求項11】

サブフレーム内において通信システム中のデータを送信及び受信するための中継ノードであり、前記サブフレームは複数のOFDMシンボルに分割されていて、前記中継ノード

10

20

30

40

50

は、

前記サブフレームの期間内に送信モードと受信モードを切り替えるための処理ユニットと、

前記送信モードにおいて、前記サブフレーム内の一部分のOFDMシンボル集合からなる第1のサブセット内で、直接の無線インタフェースを介して前記中継ノードへ接続されている受信機へ向けた制御情報及び／またはデータを送信するための送信機と、

前記受信モードにおいて、前記サブフレーム内の一部分のOFDMシンボル集合からなる第2のサブセットをノードBから受信するための受信機を具備し、OFDMシンボル集合の前記第2のサブセットは、前記中継ノードへ向けた同一の中継制御情報及び／または同一のデータを含む2個のOFDMシンボル（ j と k ）の少なくとも一つを含む、中継ノード。

10

【請求項12】

前記中継ノードで受信可能なOFDMシンボル集合の前記第2のサブセットは、前記ノードBから前記中継ノードへ個々のOFDMシンボルを送信するときに受けた信号伝播遅延と前記サブフレームがノードBによって送信されている期間内の前記中継ノードでの送信モードと受信モードの切り替えに依存する、請求項11に記載の中継ノード。

【請求項13】

前記中継ノードで受信可能なOFDMシンボル集合の前記第2のサブセットは、OFDMシンボル j （ $j > 1$ ）から k （ $k < n$ ）までのOFDMシンボルあり、前記OFDMシンボル j と k は、前記中継ノードへ向けた前記中継制御情報の一部分の複製物を伝達する一方、前記中継ノードへ向けた前記中継制御情報の残りの部分及び／またはデータは、OFDMシンボル $j \sim k$ の前記サブセットのうちの少なくとも一つの他のOFDMシンボルへ変調される、請求項12に記載の中継ノード。

20

【請求項14】

各OFDMシンボルは、利用可能な帯域幅のそれぞれ異なるサブキャリア上で変調された複数の変調シンボルからなり、前記中継ノードへ向けた前記中継制御情報は、OFDMシンボル $j \sim k$ 内の複数の変調シンボルへマッピングされる、請求項13に記載の中継ノード。

【請求項15】

サブフレームを構成する n 個のOFDMシンボルを送信するためのノードBであり、複数のユーザ装置と複数の中継ノードを前記ノードBがスケジュールすることによって、サブフレームを構成するOFDMシンボル集合上のどこに前記複数のユーザ装置と複数の中継ノードを割り当てるかをサブフレーム単位で決定するためのスケジューラと、

30

スケジューラされた前記複数の中継ノードへ向けた同一の中継制御情報及び／またはデータは、前記サブフレームの前記 n 個のOFDMシンボルのうちの少なくとも2個のOFDMシンボル（ j と k ）内で送信される、

という規則に従って、前記サブフレームを構成する前記 n 個のOFDMシンボルを作成するための処理ユニットと、

前記サブフレームを前記ノードBが送信するための送信機と、を具備するノードB。

【請求項16】

40

前記処理ユニットは、前記整数個のOFDMシンボル $1 \sim n$ からなる前記サブフレームを作成するように構成され、前記サブフレームは直接の無線インタフェースを介してまたは少なくとも一つの中継ノードを介し前記ノードBと通信しているユーザ装置へデータ及び制御情報を伝達し、少なくとも一つの中継ノードへ中継制御情報及び／またはデータをさらに伝達する、請求項15に記載のノードB。

【請求項17】

前記処理ユニットは、利用可能な帯域幅のそれぞれ異なるサブキャリア上で変調された複数の変調シンボルからなる各OFDMシンボルを作成するように構成され、各中継ノードへ向けた前記中継制御情報及び／またはデータは、OFDMシンボル j と k の各々の変調シンボル集合の一部をなす少なくとも一つのサブセットへ変調される、請求項15に記

50

載のノード B。

【請求項 18】

各 OFDM シンボル j と k 内の、各中継ノードへ向けた前記中継制御情報が変調される前記変調シンボル集合の前記サブセットは、整数個の制御チャネル要素に相当している、請求項 17 に記載のノード B。

【請求項 19】

OFDM シンボル $1 \sim n$ の最初の m 個の OFDM シンボル $1 \sim m$ ($m < n$) は、直接の無線インタフェースを介して前記ノード B と通信しているユーザ装置へ向けた制御情報を伝達する、請求項 15 に記載のノード B。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、通信システムにおいてノード B から少なくとも一つの中継ノードへ送信されるサブフレームの構成の定義に関係する。さらに、本発明は、そのような特別なサブフレーム・フォーマットの作成、送信及び受信に関するノード B と中継ノードの動作にも関係している。本発明は、第 3 世代パートナーシップ・プロジェクト (3GPP) によって標準化が行なわれている 3GPP LTE-A システムにとりわけ適用可能である。

【背景技術】

【0002】

3GPP 長期的発展 (3GPP LTE (Long Term Evolution))

20

UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) などの WCDMA の無線アクセス技術に基づいた第 3 世代移動通信システム (3G) は、現在、世界中で広範な規模で展開されている。この技術を強化するまたは発展させる最初の段階は、高速ダウンリンク・パケット・アクセス (HSDPA) と、高速アップリンク・パケット・アクセス (HSUPA) ととも呼ばれる機能強化されたアップリンクの導入を伴い、それにより非常に競争力の高い無線アクセス技術が生まれた。

【0003】

さらに増加しつつあるユーザの要望に備えるために、新しい無線アクセス技術と競り合うために、3GPP は長期的発展 (LTE) と呼ばれる新たな移動通信システムを導入した。LTE は、次の十年に向けた高速データ及び媒体伝送並びに高容量の音声サポートのために通信事業者が必要とするものを満たすように設計されている。高ビットレートを提供する能力は、LTE にとっての重要な方策である。進化した UMTS 地上無線アクセス (E-UTRA (Evolved Universal Terrestrial Radio Access)) 及び UMTS 地上無線アクセス・ネットワーク (UTRAN (Universal Terrestrial Radio Access Network)) と呼ばれる、LTE に関する研究項目 (WI) の仕様は、リリース 8 (LTE リリース 8) としてまとめられる予定である。LTE システムは、低レイテンシー (遅延時間) と低コストで完全な IP ベースの機能性を提供する、効率的なパケット・ベースの無線アクセスと無線アクセス・ネットワークであると言える。詳細なシステム要求事項は、非特許文献 1 (<http://www.3gpp.org> にて得られ、参照により本文書に援用される) に示される。

30

40

【0004】

LTE においては、ある特定のスペクトルを使用した柔軟なシステム展開を実現するために、1.4、3.0、5.0、10.0、15.0、及び 20.0 MHz というように、スケラブルな多重の送信帯域幅が指定される。ダウンリンクでは、直交周波数分割多重 (OFDM) ベースの無線アクセスが採用されたが、それは、OFDM はシンボル・レートが低いのでマルチパス干渉 (MPI) に対して特有の耐性をもつこと、サイクリック・プレフィックス (CP) の使用、そして OFDM は様々な送信帯域幅配置への親和性があるためである。単一キャリアの周波数分割多元接続 (SC-FDMA) ベースの無線アクセスがアップリンクでは採用されたが、それは、ユーザ装置 (user equipment) の限られた送信電力を考慮して、最高データ伝送速度の向上よりも広域のカバレッジの提供を

50

優先させたからである。多重入出力（MIMO）チャネル送信技術を含む、多くの重要なパケット無線アクセス技術が採用され、効率性の高い制御シグナリング構成がLTEリリース8では達成される。

【0005】

パケット・スケジューリングと共有チャネル送信

パケット・スケジューリングを採用する現代の無線通信システムにおいては、無線インタフェース・リソースの少なくとも一部は、異なる受信機に動的に割り当てられる。通信システムにおいて、典型的に、パケット・スケジューリングは、ネットワーク・ノード（通常、ノードBまたは基地局）によって行われ、上記受信機は、通常、端末またはユーザ装置（UE）である。先進的な通信システムでは、ノードBとユーザ装置の間の仲介送受信ノードとして動作する、いわゆる「中継ノード」（RN）または「中継機」を使用することも可能である。中継ノードはノードBにユーザ装置と同様に接続されるので、ノードBは、その射程圏内のユーザ装置にはもちろんのこと、中継ノードにもリソースを割り当てなければならない。

10

【0006】

リソース割当てを通信システム内に知らせるという観点から、ノードB（時には、eNBまたは拡張型ノードBとも呼ばれる）を送信機として見なせる一方、中継ノードとユーザ装置は受信機として動作する。当業者にはわかるであろうが、リソース割当てが実際に送信を割り当てるのか、または受信を割り当てるのかによって、ノードB、中継ノードまたはユーザ装置のいずれでも送信機または受信機のどちらかとして動作可能である。以下では、「送信機」と「受信機」の役割は、リソース割当てを知らせるという上述のシナリオに絞った見方のものと仮定される。要するに、リソース割当て情報を運ぶ制御チャネルを送信するノードBによってリソース割当てが行われ、この制御チャネルは中継ノードとユーザ装置によって受信される。

20

【0007】

動的に割り当てられたリソースは、通常、少なくとも一つのSDCH（共有データ・チャネル）にマッピングされる。SDCHは、例えば、次にあげるコンフィギュレーションに対応する。

- CDM（A）（Code Division Multiple Access：符号分割多重接続）システムでは、1つまたは複数の符号が複数のMS間で動的に共有される。
- OFDM（A）システムでは、1つまたは複数のサブキャリア（サブバンド）が複数のMS間で動的に共有される。
- OFCDM（A）（Orthogonal Frequency Code Division Multiplex Access：直交周波数符号分割多重接続）またはMC-CDM（A）（Multi Carrier-Code Division Multiple Access：マルチキャリア符号分割多重接続）システムでは、上記の組み合わせが複数のMS間で動的に共有される。

30

【0008】

図1は、単一のSDCHを用いた複数システムの共有チャネル上のパケット・スケジューリング方式を示す。サブフレームは、スケジューラ（PHY/MACスケジューラ）がDRA（動的リソース割当て）を行なう際の最小の時間間隔を表わす。さらに、一般的に、割当て可能な最小単位は、時間領域での1つのサブフレームと符号／周波数領域での1つの符号／サブキャリア／サブバンドによって定義される。以下では、この単位は、PRB（物理的リソース・ブロック）と表記される。DRAは、時間領域と符号／周波数領域の両面で行われることに留意されたい。

40

【0009】

パケット・スケジューリングの主要な利点は、次のとおりである。

- TDS（時間領域スケジューリング）による多受信機ダイバーシチ利得：少なくともいくつかの受信機のチャネル状態が、急速なフェーディング（及び緩やかなフェーディング）に伴って経時変化すると仮定すると、任意の時刻において、スケジューラは、よいチャネル状態をもつ受信機に利用可能なリソース（CDMの場合は符号、OFDMの場合は

50

サブキャリア／サブバンド)を割り当てることができる。

- 受信機ごとの動的な速度適応：(受信機に提供するサービス実行中)受信機が必要とするデータ伝送速度が動的に経時変化すると仮定すると、スケジューラは、受信機当りの割当てリソース量を動的に変えることができる。

【0010】

L1／L2制御シグナリング

個々の受信機に、それらのリソース割当て、指定された送信トランスポート・フォーマット及びその他の関連情報(例えば、HARQ)を通知するために、L1／L2制御シグナリングが個々の受信機へ送信される必要がある。制御シグナリングは、1サブフレーム中にデータと多重化される必要がある(割当てがサブフレーム単位で変わり得ると仮定すると)。ここで、TTI(送信時間間隔)－TTI長はサブフレームの倍数である一単位で割当てを実施することも可能であることに留意すべきである。TTI長は、すべての受信機に対してサービス・エリア内で固定値であってもよいし、受信機別に異なってもよいし、あるいは受信機ごとに動的ですらあってもよい。一般に、L1／L2制御シグナリングは、TTI当たり一回送信されればよいが、ある場合には、信頼性を増加するために、TTI内でL1／L2制御シグナリングを繰り返すことが理にかなうこともある。以下の説明は、1サブフレームの一定のTTI長に的を絞るが、上に述べたいろいろなTTI設定にも同様に当てはまる。

10

【0011】

3GPP LTEリリース8においては、サブフレームの初めの部分でL1／L2制御シグナリング送信され、サブフレームの(残りの)後の部分でSDCHが送信されるように、L1／L2制御シグナリングはTDM方式でのSDCHと多重化される。

20

【0012】

3GPP LTEリリース8におけるL1／L2制御チャンネル送信

PDCCHは、ダウンリンク制御情報(DCI)－各DCIはL1／L2制御チャンネル・メッセージに相当する－として知られる一つ以上のメッセージを運ぶ。「ダウンリンク制御情報」という用語は、制御情報がダウンリンクで送信されることを述べているだけであることに留意すべきである。とはいえ、DCIが含む情報は、ダウンリンクまたはアップリンクのどちらかのリソース割当て及び／またはその他の内容を表現できる。

【0013】

各PDCCHは、一つ以上のいわゆる制御チャンネル要素(CCE)を使用して送信され、各CCEは、リソース要素グループ(REG)として知られる4個の物理的リソース要素をまとめたセットの9個のセットに相当する。個々のCCEはすべて、例えば、図8に示すような制御チャンネル(CCH)領域内で送信される。

30

【0014】

ある特定のPDCCHのために使用されるCCEの数は、チャンネル状態により決定される。一般に、各受信機は、いずれかのDCIが自機に宛てられている(すなわち、向けられている)かどうかを判断するために、制御チャンネル領域全体をチェックしなければならない。

【0015】

TD中継

中継機能性については、図2に例示的に示すレイアウトが先ず仮定される。ノードBは、L1／L2制御及びデータをいわゆるマクロユーザ装置(UE1)へ送信し、同時に中継機(中継ノード)へも送信し、中継ノードは、L1／L2制御及びデータをいわゆる中継ユーザ装置(UE2)へ送信する。

40

【0016】

中継ノードは時分割二重(複信)モードで動作する、すなわち、送信と受信を同時に行わないことをさらに仮定すると、図3に示すような、すべてを包括したものではない、エンティティの経時的挙動にわれわれは到達する。中継ノードが「送信」モードであるときは常に、UE2はL1／L2制御チャンネルとSDCHを必ず受信するが、中継ノードが「

50

受信」モードであるときは、すなわち、中継ノードがL1/L2制御チャネルとSDCHをノードBから受信しているときは、UE2へ送信できないので、このようなサブフレーム中ではUE2は中継ノードから何の情報も受信できない。

【0017】

自機が中継ノードに付属していることにUE2が気づかない場合、状況は若干より巧妙さを要するようになる。当業者には理解されるであろうが、中継ノードを有さない通信システムでは、いずれのユーザ装置も、少なくともL1/L2制御シグナルがどのサブフレーム中にも存在するものと常に仮定する。

【0018】

中継ノードの配下で動作中のこのようなユーザ装置をサポートするために、中継ノードは、したがって、すべてのサブフレーム中で上記のごとく期待された挙動をするように見せかけることになる。これは、結果的に、図4に示すような挙動となる。中継ノードは、受信モードに切り替わり得る前に、各サブフレーム中でL1/L2制御チャネル（ここでは、サブフレームの初めの部分にあると仮定される）を送信しなければならない。中継ノードのハードウェアとソフトウェアを「送信」モードから「受信」モードへ（逆に「受信」モードから「送信」モードへ）チューニングするために必要とされる「ギャップ」がさらに示され、このギャップは、通常、サブフレームのほんの一部である。ここでわかることは、ノードBから中継ノードへの送信に利用可能な時間は、事実上、図中ダッシュを引いた箱形の部分によって示されるように、実際にはサブフレームの小部分でしかないことである。3GPPリリース8においては、サブフレーム2について示したUE2の挙動、すなわち、L1/L2制御シグナリングと同一である最初の部分だけを受信するための挙動は、サブフレームを「MBSFN」サブフレームとして構成することによって実現可能である。当該サブフレームの残りの部分を処理しないまたは期待しないようにUE2に知らせることを主目的としてこれは行われるので、上記サブフレームは「偽のMBSFNサブフレーム」とも時には呼ばれる。LTEにおいては、このような「偽のMBSFN」サブフレームを送信するノードは、ノードが受信モードへ切り替わり得る前に、そのサブフレームの最初の2個のOFDMシンボルを送信するように求められる。

【0019】

ノードBと中継ノード間の伝播遅延

図5に示すように、複数の中継ノードが配備され、ノードBへ接続されることをわれわれは普通に仮定できる。さらに、中継ノードは静止物ではなく、ユーザ装置のように移動可能であることが可能である。例えば、バス、列車、または路面電車などの公共輸送車両に中継ノードを設置できる。いずれにしても、ノードBと少なくとも一つの中継ノード間の距離は可変であるので、ノードBから各中継ノードへの信号には異なる伝播遅延が発生することになる。

【0020】

図5の例示的な配備を用いて、図6は、各中継ノードの送信がノードBの送信に同期されることを仮定した状況を示す。これは、例えば、ユーザ装置がノードBと中継ノード間で容易にハンドオーバーする場合には、または同時マルチポイント送信の目的には有益である。偽のMBSFNサブフレームの最初の2個のOFDMシンボルについては、ノードB、RN1、及びRN2は同時に送信する。次に、第1のギャップが受信モードへ切り替わるために必要とされ、それに続いてノードBの送信信号がサブフレームの終了直前まで受信される。サブフレームの終了直前には、次のサブフレームの開始前に送信モードへ再び戻る切り替えのために、第2のギャップが中継ノードによって必要とされる。

【0021】

これを見てわかるように、ギャップの長さでノードBとRN1間及びノードBとRN2間の伝播遅延によって、中継ノードは、ノードBが送信したOFDMシンボルのセットの制限された少なくとも部分的に異なるセットしか見ることができない。RN1では、OFDMシンボル#1の受信がギャップと重なり合い、OFDMシンボル#12の受信もまたそうである。RN2では、OFDMシンボル#2の受信がギャップと重なり合い、OFD

Mシンボル#13の受信もまたそうである。RN1はOFDMシンボル#2～#11を完全に見ることができる一方、RN2はOFDMシンボル#3～#12を完全に見ることができる。中継ノードに備わる単純なコスト効率のよい受信機を仮定すると、部分的に不可視なOFDMシンボルは利用不可能である—なぜなら、このようなシンボルは多くの干渉を含み、破損と見なされてしまうからである。

【0022】

図4からわかるように、中継ノードは、ノードBが送信したサブフレームの、通常、L1/L2制御情報を運ぶ初めの部分を検出できない。したがって、L1/L2制御シグナリングをノードBから中継ノードへどうやって伝達するかについての新たな方法が考案されなければならない。さらに、ノードBに付属したすべての中継ノードがL1/L2制御情報を検出、受信できるように、L1/L2制御情報が送信されるような対策を講ずるべく、異なる中継ノードは、ノードBからの異なるOFDMシンボルを見ることができるようになるであろう。

10

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0023】

【非特許文献1】3GPP TR 25.913, “Requirements for Evolved UTRA (E-UTRA) and Evolved UTRAN (E-UTRAN),” version 8.0.0, January 2009

【非特許文献2】3GPP TS 36.211, “Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation (Release 8),” version 8.6.0, section 6.8

20

【非特許文献3】3GPP TS 36.211, section 6.2

【非特許文献4】3GPP TS 36.211, section 6.7

【非特許文献5】3GPP TS 36.211, section 6.9

【非特許文献6】3GPP TS 36.211, section 6

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0024】

本発明の一つの目的は、本質的に伝播遅延による制約を受けずに、ある中継ノード向けの制御情報及びデータ（中継制御情報または中継データ）をその中継ノードへ伝達することができるサブフレームの新しい構成を提案することである。本発明の別の目的は、上記サブフレームに対応したスケジューリング及びサブフレーム作成手順及び中継ノードにおける受信したサブフレームの処理を提案することである。

30

【課題を解決するための手段】

【0025】

上記の目的は、独立請求項の主題によって解決される。本発明の有利な実施形態は、従属請求項の主題である。

【0026】

一つの態様によれば、ある中継ノード向けの制御情報（中継制御情報）が、その中継ノードによって受信されると予期され得るOFDMシンボルを用いてノードBから送信されるという点において、サブフレームの構成（すなわち、サブフレームを構成する個々のOFDMシンボル内の内容）は、ノードBから中継ノードへの無線信号の伝播遅延を考慮に入れている。ノードBは、（例えば、中継ノードが移動しているとすれば、例えば、変動し得る）無線信号の伝播遅延を把握できない可能性があるため、中継制御情報の少なくとも一部の複製物をサブフレーム内の2個のOFDMシンボルで送信することによって、ノードBはすべての中継制御情報が受信され得ることを保証する。この概念は、中継ノードへのデータの送信（中継データ）または中継ノードへの参照シンボルの送信にも当てはめることができる。

40

【0027】

中継制御情報（または中継データ）のどの部分がサブフレームのOFDMシンボルに2

50

含まれるかは、サブフレームの個々のOFDMシンボルに中継制御情報（または中継データ）及びその他の情報をマッピングするための多重化方策に依存している。例えば、時間分割多重が使用される場合には、中継ノードへ向けたすべての中継制御情報（または中継データ）が、例えば、単一のOFDMシンボル内に含まれることが可能である。この例では、中継制御情報の同一の複製物が、サブフレームの2個のOFDMシンボル内で送信される。OFDM手法が使用される場合には、中継制御情報（または中継データ）は、複数のOFDMシンボル—ただし、OFDMシンボルの個々のサブキャリアなどの周波数リソースの制限された数内—に含まれることが可能である。この場合には、中継制御情報（または中継データ）の少なくとも一部が2個のOFDMシンボル内に含まれる。

【0028】

10

中継制御情報（または中継データ）（の一部）の複製物が含まれるOFDMシンボルは、中継制御情報（または中継データ）（の一部）の複製物を含む2個のOFDMシンボルの少なくとも1個を各中継ノードが受信できるように、好ましくは選択される。したがって、伝播遅延がノードBには不明であり得るとはいえ、サブフレーム内のデータを受信する各中継ノードが必要とするすべての中継制御情報（または中継データ）を各中継ノードが読めることをノードBはなおも保証できる。

【0029】

ノードBが無線信号の伝播遅延を把握している場合には、すなわち、ある中継ノードで受信できるのはサブフレーム内の一部分のOFDMシンボル集団からなるなどのサブセットであるかをノードBが把握している場合には、ノードBはこの認識を考慮に入れて、その中継ノードへ向けた制御情報（及びデータ）をサブフレーム中のその中継ノードによって受信可能な適切なOFDMシンボルにマッピングすることができる。

20

【0030】

一つの例示的な実施形態において、ノードBから少なくとも一つの中継ノードへ送信されるサブフレームが定義される。上記サブフレームは、整数個のOFDMシンボル1～nからなると仮定され得る。上記サブフレームは、直接の無線インタフェースを介して及び／または少なくとも一つの中継ノードを介してノードBと通信しているユーザ装置へデータ及び制御情報を伝達する。上記サブフレームは、少なくとも一つの中継ノード（すなわち、一つ以上の中継ノード）へ中継制御情報及び／またはデータをさらに伝達する。上記少なくとも一つの中継ノードへ向けた同一の中継制御情報が、上記n個OFDMシンボルのうちの少なくとも2個のOFDMシンボルjとk内で送信される。同一の中継制御情報は、制御情報の意味に関しては同一であるという意味であり、すなわち、同一の中継制御情報が異なる符号化、変調及び／または物理的リソース・マッピング等を受けることは可能であることに留意されたい。

30

【0031】

この構成は、ノードBが送信したサブフレームのOFDMシンボルjまたはOFDMシンボルkのどちらかを中継ノードが受信することになることを保証するものとする。異なる定式化においては、上記OFDMシンボル1～nのうちの一部をなすOFDMシンボル集合のサブセットだけが上記少なくとも一つの中継ノードによって受信可能であり、各中継ノードは少なくともOFDMシンボルjまたはkを受信することが求められる。各中継ノードで受信可能な実際のOFDMシンボル集合のサブセットは、例えば、ノードBから各中継ノードへ個々のOFDMシンボルを送信するときに受けた信号伝播遅延とサブフレームがノードBによって送信されている期間内の中継ノード側での送信モードと受信モードの切り替えに依存し得る。特に、中継ノードがサブフレーム内で送信モードと受信モードを切り替えるときに、それによって起こる必然的なハードウェア／ソフトウェア遅延は、中継ノードが1個以上のOFDMシンボルを受信できない状態を引き起こし得る。

40

【0032】

一つの例において、上記中継ノードで受信可能なOFDMシンボル集合の上記サブセットは、OFDMシンボルj（ $j > 1$ ）からk（ $k < n$ ）までのOFDMシンボルあり、OFDMシンボルJとkは上記少なくとも一つの中継ノードへ向けた前記中継制御情報を伝

50

達することが例示的な目的で仮定できる（OFDMシンボル j から k までのシンボル集合のこの範囲は、受信可能なOFDMシンボル集合の最大の範囲であり、個々の中継ノードは、その部分的範囲を、すなわち、OFDMシンボル j または k のどちらかを受信できるだけでよいことに留意されたい）。

【0033】

一つのさらに別の実施形態では、各OFDMシンボルは、利用可能な帯域幅のそれぞれ異なるサブキャリア上で変調された複数の変調シンボルからなる（ここで、利用可能な帯域幅は、システム中に存在するサブキャリアの数に必ずしも相当しない、システム中で情報を運ぶサブキャリアの数にわたる帯域幅を意味する）。この例においては、各中継ノード向けの中継制御情報は、OFDMシンボル j と k の各々の変調シンボル集合の一部をなす少なくともサブセットへ変調されるように、TDM手法が仮定される。さらに、この例では、各OFDMシンボル j と k 内の、各中継ノードへ向けた中継制御情報が変調される上記変調シンボル集合の上記サブセットは、例えば、整数個の制御チャネル要素に相当し得る。

10

【0034】

別の例示的な実施形態では、上記少なくとも一つの中継ノードで受信可能なOFDMシンボル集合の上記サブセットは、ここでもやはり、OFDMシンボル j ($j > 1$) から k ($k < n$) までのOFDMシンボルあり、上記OFDMシンボル j と k は、上記少なくとも一つの中継ノードへ向けた前記中継制御情報の一部分の複製物を伝達する一方、上記少なくとも一つの中継ノードへ向けた前記中継制御情報の残りの部分は、OFDMシンボル $j \sim k$ の前記サブセットのうちの少なくとも一つの他のOFDMシンボルへ変調される。中継制御情報を多重化するためのこのFDM手法においては、各OFDMシンボルは、例えば、利用可能な帯域幅のそれぞれ異なるサブキャリア上で変調された複数の変調シンボルからなり得て、各中継ノード向けの中継制御情報はOFDMシンボル $j \sim k$ 内の複数の変調シンボルへマッピングされる。

20

【0035】

本発明の別の実施形態では、サブフレームを構成するOFDMシンボル $1 \sim n$ の最初の m 個のOFDMシンボル $1 \sim m$ ($m < n$) は、直接の無線インタフェースを介してノードBと通信しているユーザ装置へ向けた制御情報を伝達する。

【0036】

本発明の別の態様は、ノードBからサブフレームを受信する中継ノードの動作である。したがって、本発明の別の実施形態は、サブフレームの時間期間内において通信システム中の中継ノードを動作させるための方法を提供している。サブフレームは、複数のOFDMシンボルに分割される。上記方法は、中継ノードがサブフレームの上記期間内に送信モードと受信モードを切り替えることを含んでなる。さらに、中継ノードは、送信モードにあるときは、上記サブフレーム内の一部分のOFDMシンボル集合からなる第1のサブセット内で、直接の無線インタフェースを介して中継ノードへ接続されている受信機へ向けた制御情報を送信し、受信モードにあるときは、中継ノードは上記サブフレーム内の一部分のOFDMシンボル集合からなる第2のサブセットをノードBから受信し、OFDMシンボル集合の前記第2のサブセットは、中継ノードへ向けた同一の中継制御情報を含む2個のOFDMシンボル (j と k で表記される) の少なくとも一つを含む。

30

40

【0037】

本発明のさらに別の実施形態では、サブフレームは、ここに提示した様々な実施形態の一つのとおりに構成される。

【0038】

本発明のさらに別の実施形態では、中継ノードは、中継制御情報を運ぶ2個のOFDMシンボルの少なくとも一つ、すなわちシンボル j 及び/または k から中継制御情報を抽出する。中継ノードは、この抽出された中継制御情報を使用して、OFDMシンボル集合の前記第2のサブセット内のノードBから中継ノードへ送信されたデータを復号/抽出する。

【0039】

50

一つの例では、OFDMシンボル集合の上記第2のサブセットは、OFDMシンボル $j \sim k-1$ またはOFDMシンボル $j+1 \sim k$ のどちらかであり、中継ノードは、前記サブフレームのOFDMシンボル $j \sim k-1$ またはOFDMシンボル $j+1 \sim k$ から中継制御情報を抽出し、その中継制御情報を使用してノードBから中継ノードへ送信された（ユーザ）データを復号／抽出する。

【0040】

いくつかの実施形態では、サブフレームの送信タイミングはノードBと中継ノード間で同期される。代替的に、サブフレームの送信が同期されない場合には、ノードBから送信されるサブフレームと中継ノードから送信されるサブフレームの送信タイミングの時間のずれをノードBが把握していれば有利である。

10

【0041】

本発明のさらに別の態様は、ダウンリンクでサブフレームを送信するノードBの動作である。本発明の別の実施形態によれば、ノードBで使用される、サブフレームを構成する n 個のOFDMシンボルを送信するための方法が提供される。この方法によると、ノードBは、複数のユーザ装置と複数の中継ノードをスケジュールすることによって、サブフレームを構成するOFDMシンボル集合上のどこにこれらの複数のユーザ装置と複数の中継ノードを割り当てるかをサブフレーム単位で決定する。ノードBは、さらに、スケジュールされた上記複数の中継ノードへ向けた同一の中継制御情報は、サブフレームの n 個のOFDMシンボルのうちの少なくとも2個のOFDMシンボル（ j と k で表記される）内で送信するという規則に従って、サブフレームを構成する n 個のOFDMシンボルを作成する。上記サブフレームは、次に、ノードBによって送信される。

20

【0042】

本発明の別の実施形態では、サブフレームを作成する際に、ある中継ノードへ向けられた中継制御情報とデータは、サブフレームのその個別の中継ノードで受信可能なOFDMシンボル集合にマッピングされるというさらなる規則にノードBは従う。

【0043】

本発明のさらに別の実施形態では、サブフレームを作成する際に、ノードBは以下のさらなる規則に従う。

- 直接の無線インタフェースを介してノードBと通信しているユーザ装置へ向けられたデータに関係した制御情報は、サブフレームの最初の m 個のOFDMシンボルにマッピングされる、及び
- ユーザ装置へ向けられたデータは、上記最初の m 個のOFDMシンボル以外のサブフレームのOFDMシンボル集合にマッピングされる。

30

【0044】

本発明の別の実施形態では、ノードBはここに説明した様々な実施形態の一つのとおりサブフレームを作成する。

【0045】

本発明のさらに別の実施形態では、ノードBは、送信するサブフレームを作成する際に、サブフレームのOFDMシンボル j または k に割り当てられるべき各中継ノードへ向けられた中継制御情報を含めるか否かを、ノードBと各中継ノード間の認識または推定された信号伝播遅延に応じて決定する。したがって、この実施形態では、中継ノード向けの中継制御情報（及びユーザデータ）をサブフレーム内の特定のOFDMシンボルにマッピングする際に、ノードBによって考慮される信号伝播遅延の推定を可能にする情報をノードBは利用可能なように得ていると仮定される。

40

【0046】

本発明の別の実施形態では、送信するサブフレームを作成する際に、ノードBは、サブフレームのOFDMシンボル $j \sim k-1$ またはOFDMシンボル $j+1 \sim k$ に割り当てられるべき各中継ノードへ向けられた中継制御情報を含めるか否かを、ノードBと各中継ノード間の認識または推定された信号伝播遅延に応じて決定する。

【0047】

50

本発明のさらに別の実施形態は、サブフレーム内において通信システム中のデータを送信及び受信するための中継ノードを提供する。この中継ノードは、サブフレームの前記期間内に送信モードと受信モードを切り替えるための処理ユニット、前記送信モードにおいて、サブフレーム内の一部分のOFDMシンボル集合からなる第1のサブセット内で、直接の無線インタフェースを介して中継ノードへ接続されている受信機へ向けた制御情報を送信するための送信機、及び前記受信モードにおいて、サブフレーム内の一部分のOFDMシンボル集合からなる第2のサブセットをノードBから受信するための受信機を具備し、OFDMシンボル集合の前記第2のサブセットは、中継ノードへ向けた同一の中継制御情報を含む2個のOFDMシンボル（jとk）の少なくとも一つを含む。

【0048】

10

本発明の別の実施形態による中継ノードは、ここに説明した様々な実施形態の一つによる、中継ノードを動作させるための上記方法を実行するように適応された手段をさらに具備する。

【0049】

本発明のさらに別の実施形態は、サブフレームを構成するn個のOFDMシンボルを送信するためのノードBを提供する。このノードBは、複数のユーザ装置と複数の中継ノードをノードBがスケジュールすることによって、サブフレームを構成するOFDMシンボル集合上のどこにこれらの複数のユーザ装置と複数の中継ノードを割り当てるかをサブフレーム単位で決定するためのスケジューラと、スケジュールされた複数の中継ノードへ向けた同一の中継制御情報は、サブフレームのn個のOFDMシンボルのうちの少なくとも2個のOFDMシンボル（jとk）内で送信されるという規則に従うように、サブフレームを構成するn個のOFDMシンボルを作成するための処理ユニットを具備する。さらに、ノードBは、サブフレームをノードBが送信するための送信機を具備する。

20

【0050】

本発明の別の実施形態によるノードBは、ここに説明した様々な実施形態の一つによる、n個のOFDMシンボルをノードBから送信するための上記方法の各ステップを実行するように適応された手段をさらに具備する。

【0051】

本発明の別の態様は、上記様々な方法のソフトウェアによる実現である。さらに別の実施形態によれば、本発明は、中継ノードのプロセッサによって実行時に、中継ノードが、サブフレームの前記期間内に送信モードと受信モードを切り替え、前記送信モードにおいて、サブフレームの一部分のOFDMシンボル集合からなる第1のサブセット内で、直接の無線インタフェースを介して中継ノードへ接続されている受信機へ向けた制御情報を送信するように、中継ノードを動作させる命令を記憶するコンピュータにより読取り可能な媒体を提供する。さらに、上記命令は、前記受信モードにおいて、サブフレーム内の一部分のOFDMシンボル集合からなる第2のサブセットをノードBから受信するように中継ノードを動作させ、OFDMシンボル集合の前記第2のサブセットは、中継ノードへ向けた同一の中継制御情報を含む2個のOFDMシンボル（jとk）の少なくとも一つを含む。

30

【0052】

40

本発明の別の実施形態によるコンピュータにより読取り可能な媒体は、中継ノードのプロセッサによって実行時に、中継ノードが、ここに説明した様々な実施形態の一つによる、中継ノードを動作させるための上記方法の各ステップを実行するように中継ノードを動作させる命令を記憶する。

【0053】

本発明の別の例示的な実施形態は、ノードBのプロセッサによって実行時に、ノードBがサブフレームを構成するn個のOFDMシンボルを送信するように、ノードBを動作させる命令を記憶するコンピュータにより読取り可能な媒体に関係している。上記命令は、ノードBが複数のユーザ装置と複数の中継ノードをスケジュールすることによって、サブフレームを構成するOFDMシンボル集合上のどこにこれらの複数のユーザ装置と複数の

50

中継ノードを割り当てるかをサブフレーム単位で決定し、スケジュールされた複数の中継ノードへ向けた同一の中継制御情報は、サブフレームの n 個のOFDMシンボルのうちの少なくとも2個のOFDMシンボル(j と k)内で送信するという規則に従って、サブフレームを構成する n 個のOFDMシンボルを作成するように、ノードBを動作させる。さらに、上記コンピュータにより読取り可能な媒体に記憶された命令は、ノードBのプロセッサによって実行時に、さらにノードBに上記サブフレームを送信させる。

【0054】

本発明のさらに別の実施形態によるコンピュータにより読取り可能な媒体は、ノードBのプロセッサによって実行時に、ノードBが、ここに説明した様々な実施形態の一つによる、 n 個のOFDMシンボルをノードBから送信するための上記方法の各ステップを実行するようにノードBを動作させる命令を記憶する。

【図面の簡単な説明】

【0055】

【図1】LTEリリース8システムの共有データ・チャネル(SDCH)上の4台の受信機に対する例示的なパケット・スケジューリングを示す。

【図2】ノードB(eNB)、中継ノード(RN)及び2台のユーザ装置(UE1とUE2)の例示的なネットワーク構成を示す。

【図3】図2中の各エンティティの送信モードと受信モードでの動作に関する例示的な挙動を示す。

【図4】機能強化された通信システムにおける、図2中の各エンティティの送信モードと受信モードでの動作に関する例示的な下位互換性のある挙動を示す。

【図5】ノードB(eNB)、複数の中継ノード(RN1とRN2)及び複数のユーザ装置の別の例示的なネットワーク構成を示す—このネットワーク構成に基づいて、本発明の概念が例示される。

【図6】ノードB(eNB)と中継ノード(RN1とRN2)間の送信信号の可変な伝播遅延及び中継ノードにおけるサブフレーム内での送信モードと受信モードの切り替えを考慮に入れた、ノードBからのサブフレームの異なる中継ノードでの受信と各中継ノードの送信ウィンドウと受信ウィンドウを例示的に示す。

【図7】図6に示した送信信号の可変な伝播遅延と中継ノードの動作モードの切り替えを前提とした、ノードBから各中継ノードへ送信される例示的なサブフレームを示す。

【図8】図6に示した送信信号の可変な伝播遅延と中継ノードの動作モードの切り替えを前提とした、ノードBから各中継ノードへ送信される例示的なサブフレームを示す。

【図9】図6に示した送信信号の可変な伝播遅延と中継ノードの動作モードの切り替えを前提とした、ノードBから各中継ノードへ送信される、本発明の異なる実施形態による異なる例示的なサブフレームを示す。

【図10】図6に示した送信信号の可変な伝播遅延と中継ノードの動作モードの切り替えを前提とした、ノードBから各中継ノードへ送信される、本発明の異なる実施形態による異なる例示的なサブフレームを示す。

【図11】図6に示した送信信号の可変な伝播遅延と中継ノードの動作モードの切り替えを前提とした、ノードBから各中継ノードへ送信される、本発明の異なる実施形態による異なる例示的なサブフレームを示す。

【図12】図6に示した送信信号の可変な伝播遅延と中継ノードの動作モードの切り替えを前提とした、ノードBから各中継ノードへ送信される、本発明の異なる実施形態による異なる例示的なサブフレームを示す。

【図13】中継ノードRN1はノードBから遠く離れた位置にある状況における、ノードB(eNB)と中継ノード(RN1とRN2)間の送信信号の可変な伝播遅延及び中継ノードにおけるサブフレーム内での送信モードと受信モードの切り替えを考慮に入れた、ノードBからのサブフレームの異なる中継ノードでの受信と各中継ノードの送信ウィンドウと受信ウィンドウを例示的に示す。

【図14】図13に示した送信信号の可変な伝播遅延と中継ノードの動作モードの切り替

10

20

30

40

50

えを前提とした、ノード B から各中継ノードへ送信される、本発明のある実施形態による例示的なサブフレームを示す。

【図 1 5】図 6 に示した送信信号の可変な伝播遅延と中継ノードの動作モードの切り替えを前提とした、ノード B から各中継ノードへ送信される、本発明の異なる実施形態によるさらに別の異なる例示的なサブフレームを示す。

【図 1 6】図 6 に示した送信信号の可変な伝播遅延と中継ノードの動作モードの切り替えを前提とした、ノード B から各中継ノードへ送信される、本発明の異なる実施形態によるさらに別の異なる例示的なサブフレームを示す。

【図 1 7】図 6 に示した送信信号の可変な伝播遅延と中継ノードの動作モードの切り替えを前提とした、ノード B から各中継ノードへ送信される、本発明の異なる実施形態によるさらに別の異なる例示的なサブフレームを示す。

10

【図 1 8】図 6 に示した送信信号の可変な伝播遅延と中継ノードの動作モードの切り替えを前提とした、ノード B から各中継ノードへ送信される、本発明の異なる実施形態によるさらに別の異なる例示的なサブフレームを示す。

【図 1 9】図 6 に示した送信信号の可変な伝播遅延と中継ノードの動作モードの切り替えを前提とした、ノード B から各中継ノードへ送信される、本発明の異なる実施形態によるさらに別の異なる例示的なサブフレームを示す。

【図 2 0】図 6 に示した送信信号の可変な伝播遅延と中継ノードの動作モードの切り替えを前提とした、ノード B から各中継ノードへ送信される、本発明の別の実施形態による進展した 3 G P P L T E システムに対応した別の例示的なサブフレームを示す。

20

【図 2 1】ダウンリンク・サブフレームの送信タイミングがノード B と各中継ノード間で同期されない状況における、ノード B (eNB) と中継ノード (RN1 と RN2) 間の送信信号の可変な伝播遅延及び中継ノードにおけるサブフレーム内での送信モードと受信モードの切り替えを考慮に入れた、ノード B からのサブフレームの異なる中継ノードでの受信と各中継ノードの送信ウィンドウと受信ウィンドウを例示的に示す。

【図 2 2】図 2 1 に示した送信信号の可変な伝播遅延と中継ノードの動作モードの切り替えを前提とした、ノード B から各中継ノードへ送信される、本発明の別の実施形態による例示的なサブフレームを示す。

【図 2 3】図 6 に示した送信信号の可変な伝播遅延と中継ノードの動作モードの切り替えを前提とした、ノード B から各中継ノードへ送信される、本発明の異なる実施形態によるさらに別の異なる例示的なサブフレームを示す。

30

【図 2 4】図 6 に示した送信信号の可変な伝播遅延と中継ノードの動作モードの切り替えを前提とした、ノード B から各中継ノードへ送信される、本発明の異なる実施形態によるさらに別の異なる例示的なサブフレームを示す。

【発明を実施するための形態】

【0056】

以下に、添付の図及び図面を参照して、本発明をさらに詳細に説明する。図中の類似のまたは同等の細部には、同一の参照番号を付けてある。

【0057】

以下の文面は、本発明の様々な実施形態を説明する。例示的な目的でのみ、これらの実施形態の多くは、前述の背景技術の節で述べた L T E 及び現在進展中のそのアドバンスメントに準拠した (拡張型) 通信システムに関連して概説される。

40

【0058】

サブフレームの送信中の伝播遅延と中継ノードにおける送信モードと受信モードの切り替えを考慮した、中継ノードへの送信に用いるのに適したサブフレーム・フォーマットを定義するという課題の一つの可能なソリューションが、図 6 に例示的に示される。図 6 は、 $n = 14$ 個の O F D M シンボルからなるサブフレーム (時間一周波数領域における) を示す。ノード B に直接接続されている受信ノード (すなわち、ユーザ装置) へ向けられた L 1 / L 2 制御情報 (P D C C H とも言う) は、最初の $m = 2$ 個の O F D M シンボル # 0 と # 1 に含まれる。両方の中継ノード R N 1 と R N 2 (図 5 を参照) は、O F D M シンボ

50

ル# 3～# 11の範囲のデータをノードBが受信できる。

【0059】

したがって、両方の中継ノードが自ノードへ向けられた制御シグナリングを受信できることを保証するためには、中継制御情報領域、すなわち、中継ノードへ向けられたL1/L2制御シグナリングが送信される領域は、両方の中継ノードが受信可能なOFDMシンボル# 3～# 11のその範囲内にうまく配置されるべきである。参照シンボルが送信される位置のOFDMシンボル上または付近にある、サブフレームの中継制御チャンネル領域に中継制御情報をマッピングすることがさらに有効であろう。そうすれば、中継制御チャンネルの復調のためのチャンネル推定の精度が向上する。

【0060】

例えば、サブフレームが14個のOFDMシンボルからなる、LTEのサブフレーム構成においては、少なくともOFDMシンボル# 7が参照シンボルを含んでなる。したがって、図7に示す例では、L1/L2制御情報を中継ノードへ運ぶ中継制御チャンネル(RCC)は、参照シンボル(簡潔にするために図示されない)と共にOFDMシンボル# 7内で送信される。OFDMシンボル# 0と# 1は、LTEのユーザ装置へ向けられたL1/L2制御チャンネル(CCH)(ユーザ装置への物理的ダウンリンク制御チャンネル(PDCH))とも一般に呼ばれる)を運ぶ。一般的には、シンボル# 2～# 13は共有データ・チャンネル、すなわち(ユーザ)データを運ぶ(ユーザ装置へシグナリングされるユーザ・データは、簡潔にするために図示されていないことに留意されたい)。しかし、シンボル# 2、# 12、及び# 13は、全く使用されないものとし、または少なくとも中継ノード向けの情報はこれらのOFDMシンボルを用いてスケジュールされず、送信されないものとする。前述のとおり、OFDMシンボル# 2、# 12、及び# 13は、各中継ノードの受信ウィンドウ内に入り得ない。したがって、OFDMシンボル# 3～# 6と# 8～# 11のみが、中継データ・チャンネル(RDC)を運ぶものとする。図7よりも少し抽象的な同じ図の別の表現が、図8に示され、図8は中継制御情報(RCC領域)の時分割多重を仮定している。図7と図8から見てとれるように、このソリューションを使用すると、サブフレームの $n=14$ 個のOFDMシンボルのうちの3個は、中継ノードへ情報を伝達するのには使用できない。

【0061】

中継ノードへの(ユーザ)データの送信の容量をさらに増加するために、本発明の一つの態様は、改良されたサブフレーム構成を提案する。本発明のこの態様によれば、中継制御情報(または中継ノードへ送信されるデータ)は、複数のOFDMシンボルにて送信され、これらのOFDMシンボルの少なくとも一つを各中継ノードが検出できるようにする。上記複数のシンボルに配された中継制御チャンネル(各個に、中継データ・チャンネル)の内容は、好ましくは同一である。

【0062】

例えば、LTEベースの移動通信システムを想定すると、提案されたソリューションは、リソース・プランニング(スケジューリング)と物理的チャンネル・リソースへ、すなわち、リソース要素グループまたは制御チャンネル要素(CCE)への制御チャンネル情報のマッピングを実行するときに、個々の受信機の受信ウィンドウを考慮に入れる必要がないので、制御チャンネル(またはデータ・チャンネル)の配置アルゴリズムの複雑さを低減できる。この点は、<http://www.3gpp.org>にて得られ、参照により本文書に援用される非特許文献2を参照。

【0063】

図9と図10は、本発明のこの態様による例示的なサブフレーム構成を示す。ここでも、サブフレームは、 $n=14$ 個のOFDMシンボルインデックス# 0と# 1からなると仮定され、その最初の $m=2$ 個のOFDMシンボルがユーザ装置向けのL1/L2制御チャンネル(PDCH)に使用される。もちろん、パラメータ n と m の値は例示的な目的で選択されているだけであり、可変である。同様に、ユーザ装置向けの制御チャンネルをサブフレームの先頭以外の異なる位置に含むことも可能である。ただし、このようにすることは

、リソース・プランニング（スケジューリング）と制御チャネル情報のマッピングを実行するときに処理するのがより難しくなり得るが、それでも可能である。

【0064】

図9と図10に示した本発明の例示的な実施形態では、各中継ノードは、サブフレームを形成するOFDMシンボル集合の部分集合（サブセット）または部分的範囲に異なる受信ウィンドウをもつと仮定される。各中継ノードの少なくとも一つが受信できる最初のOFDMシンボルは、OFDMシンボル#2（インデックスj）と仮定され、各中継ノードの少なくとも一つが受信できる最後のOFDMシンボルは、OFDMシンボル#12（インデックスk）とされる。各中継ノードの受信ウィンドウは、したがって、OFDMシンボル#2～#11（すなわち、j～k-1）またはOFDMシンボル#3～#12（すなわち、j+1～k）のどちらかの範囲にわたると仮定される。したがって、中継制御情報がシンボル#2と#12にマッピングされるとすれば、ノードBの無線セル内のすべての中継ノードは、それぞれの受信ウィンドウ内でOFDMシンボル#2またはOFDMシンボル#12のどちらかを受信できる。したがって、中継ノードへ向けられたL1/L2制御チャネル情報（中継制御情報）は、上記両方のOFDMシンボルにて送信されるものとする。有利には、OFDMシンボル#2に含まれる中継制御情報は、OFDMシンボル#12に含まれる情報と同一である。

10

【0065】

図7と図8と対照して図9と図10から認められるように、本発明のこの態様による例示的なサブフレームは、図6、図7及び図8によるソリューションにおける8個の非連続的なOFDMシンボルに対比して、中継ノードへのデータ送信用に9個の連続したOFDMシンボルを使用できるようにする。さらに、各中継機が中継制御チャネル（RCC）領域の少なくとも一つを検出できる限り、ノードBは、付属した中継ノードの受信ウィンドウを気にかけることなく中継制御チャネルを構築できる。これは、ネットワークのインフラストラクチャー及びセルを適正に計画することによって保証され得る。

20

【0066】

上述のとおり、例示的なサブフレーム構成は、n=14個のOFDMシンボルを含んでいる。本発明の諸々の態様は、しかし、（例えば、n=12個だけのOFDMシンボルを有する）その他のシナリオにも適用可能である。本発明の上述の態様の根本的な概念は、受信機（中継ノード）の一部だけが見ることができるサブフレームのOFDMシンボルにて送信される情報は、残りの受信機が見ることができるOFDMシンボルにて繰り返されるものとすることに保たれ得る。したがって、この概念は、中継ノードへ向けられた制御情報に使用され得るだけでなく、例えば、ユーザ/中継データと中継ノードへ向けた制御データが同一のOFDMシンボル内で送信されるならば、ユーザ/中継データにも使用され得る。ここで、ユーザ・データはユーザ装置へ向けられたデータを指し、中継データは中継ノードへ向けられたデータを指している。

30

【0067】

さらに、中継制御チャネル（RCC）領域が、単一のOFDMシンボルに実際に収まる情報よりも多い中継ノード向けのL1/L2制御情報を含む必要がある状況が存在することもあり得る。図11に示した例は、OFDMシンボル#2の内容がOFDMシンボル#11で繰り返され、OFDMシンボル#3の内容がシンボル#12で繰り返される。けれども、セル内でノードBに付属した中継ノードの数は、ノードBに付属したユーザ装置の数よりも大幅に少ないと一般的に仮定できるので、周波数領域において十分な空間が利用できれば一つのOFDMシンボルで十分であると仮定できる。

40

【0068】

本発明の別の実施形態による例示的なサブフレームの別の実現性が、図12に示される。この例では、RCC領域において中継制御情報を伝達するためにサブフレーム内に十分な容量を提供するように、図8と図10に関して提案した各ソリューションが組み合わせられる。中継制御情報のTDM多重化を仮定して、OFDMシンボル#2はOFDMシンボル#12で再度繰り返される一方、OFDMシンボル#7での中継制御情報は、図5

50

に示した状況と同様の通信システムの例示的な構成を参照すると中継ノードRN1とRN2の両方で受信可能とされる。ここで、OFDMシンボル#7は、OFDMシンボル#2、#12にそれぞれ収まらない、中継ノード向けの超過の中継制御情報を運ぶために選択された。その理由は、OFDMシンボル#7は参照シンボルも運んでいるので、中継制御情報の検出をよりよくするとさらに仮定できるからである。超過の中継制御情報は、両方の（全ての）中継ノードによって受信可能なその他のどのOFDMシンボルで伝達されることもまた可能であることに留意すべきである。さらに、中継制御情報用に図12に示したサブフレーム構成によって提供された容量が不十分な場合には、RCC領域全体の増加のために両方の（全ての）中継ノードによって受信可能なより多くのOFDMシンボルを含むように、本構成を拡張することができる。

10

【0069】

本質的に、図12のこの例示的な実施形態は、中継ノード向けのL1/L2制御チャネル用にOFDMシンボル#2にマッピングされるものの内容は、OFDMシンボル#12の内容と同一であるものとするという概念をなおも保ちつつ、OFDMシンボルからOFDMシンボルへの含有情報の周波数ホッピングに関連するものと見なすこともできる。周波数ホッピング効果は、例えば、周波数要素#1におけるOFDMシンボル#2に含まれた情報を周波数要素#6におけるOFDMシンボル#12で繰り返すことによって実現可能である。さらに、制御(DCI)情報が、例えば、2個のCCEを占有すると仮定するとき、追加のホッピングが実現可能である。この場合には、第1のCCEは周波数要素#1におけるOFDMシンボル#2で送信可能であり、第2のCCEは周波数要素#9にお

20

【0070】

現実のシステムにおいて発生する可能性がある別の状況は、伝播遅延と中継ノードにおける送信モードと受信モードの切り替えのための処理ギャップが、単一のOFDMシンボルよりも大きくなることである。n=14個のOFDMシンボルを有するLTEのフレーム構成において、サイクリック・プレフィックスを含む典型的なOFDMシンボルの長さは、71.3~83.4マイクロ秒の範囲内に概ね入る。最大300.000 m/sの光の速度を仮定すると、この長さはおよそ21~25キロメートルの距離に相当する（この計算でサイクリック・プレフィックスを除外するとしても、少し距離が少なくなる程度である）。数個の中継ノードがこの範囲を超える最小及び最大距離で配備される場合には、図13に例示的に示す状況が起こり得る。この状況では、ノードBから遠くに位置する中継ノード（ここではRN1）の受信ウィンドウは、図7~図12に例示的に表わした前に示した受信ウィンドウではなく、OFDMシンボル#1~#10を完全に覆い得る。中継ノードがノードBから遠くに位置する（例えば、>25 km）ことがわかっている、このような場合に使用され得る本発明の別の実施形態による例示的なサブフレームが、図14に例示される。この例では、その受信ウィンドウがOFDMシンボル#1~#10を覆うくらいにノードBから非常に遠くに位置する中継ノードRN1があり、かつ中継ノードRN2は、その受信ウィンドウがOFDMシンボル#3~#12を覆うほどにノードBの近くに位置していることが仮定される。この例示的なサブフレームでは、OFDMシン

30

40

【0071】

LTEシステムを考慮すれば、ユーザ装置向けのL1/L2制御情報(PDCCH)（図内ではCCHとして示される）は、OFDMシンボル#0と#1に含まれると仮定できる。この場合には、中継制御情報を伝達するためのOFDMシンボル#1（すなわち、RCC領域の一部）は、最適なソリューションになり得ない一なぜなら、OFDMシンボル#1の内容はユーザ装置向けの少なくとも何らかのL1/L2制御情報を含むことが求められる可能性が高く、そうであれば、後のOFDMシンボルで同じ内容が繰り返されるのは

50

実用性がなくなるからである。したがって、代替的な実現では、例えば、図 8 に示したとおり、R C C が R N 1 で受信可能なように、上記の R C C 領域を O F D M シンボル # 2 に想定できる。

【0072】

別の例示的な代替的实现は、図 1 4 に示したサブフレーム構成を使用し、ユーザ装置向けの制御情報、すなわち、シンボル # 1 のユーザ装置に関係した D C I 情報も繰り返すのではなく、O F D M シンボル # 1 2 にて中継ノードに関係する制御情報 (D C I) だけが繰り返される。

【0073】

もちろん、中継ノードへの伝播遅延が前述の例よりもさらに大きいという状況があり、その中継ノードの受信ウィンドウが覆うことができるのは O F D M シンボル # 0 ~ # 9 である場合には、図 1 4 に関して上述した手法は、ノード B 送信機側で中継制御情報を O F D M シンボル # 0 に予め入れることに必要な変更を加えて応用可能である。

【0074】

図 6 ~ 図 1 0 及び図 1 4 に関して上述した例では、中継制御情報が単一の O F D M シンボルに収まるように、サブフレーム中の中継制御情報及び中継データ・チャネル (R D C) 領域は、時分割多重化されることが例示的な目的で仮定された。各中継ノードが、中継ノードの実際の受信ウィンドウにかかわらず、中継制御情報を運ぶ複数の O F D M シンボルの少なくとも一つを受信できるように、中継制御情報を運ぶ O F D M シンボルはサブフレーム内で繰り返される。このために、中継制御情報を運ぶ複数の O F D M シンボルは、各中継ノードで受信可能なサブフレームの O F D M シンボル集合の範囲内の (各 O F D M シンボルの信号インデックスに関して) 最初と最後の O F D M シンボルである (図 6 ~ 図 1 0 及び図 1 4 に関して上述した例では、O F D M シンボル $k = 2 \sim j = 12$) 。

【0075】

本発明の別の実施形態では、前述の概念は、中継制御チャンネルが多数の O F D M シンボルにわたりマッピングされる状況に拡張可能である (例えば、中継データ・チャネルを有する周波数分割多重において)。中継ノード向けの制御情報をサブフレームの O F D M シンボル集合にマッピングするための F D M 手法を示す、例示的なサブフレーム構成が図 1 5 に示される。図 1 5 では、中継ノード向けの中継制御情報はシンボル # 2 と # 1 2 だけに限定されない。

【0076】

図 1 5 に例示した本発明の例示的な実施形態によれば、なおも同一の制御情報が、各中継ノードで受信可能なサブフレームの O F D M シンボル集合の範囲の最初と最後の O F D M シンボルにマッピングされる。この例では、各中継ノードで受信可能な O F D M シンボル集合の範囲は、インデックス # 2 ~ # 1 2 であるが、中継ノード向けの制御情報の一部分の同一の複製物が O F D M シンボル # 2 にマッピングされ、O F D M シンボル # 1 2 で繰り返される。

【0077】

中継ノードの受信ウィンドウ・サイズが、O F D M シンボル 10 個分の長さであると仮定すると、各中継ノードは、O F D M シンボル # 2 ~ # 1 1 にて、または O F D M シンボル # 3 ~ # 1 2 にて、どちらかで中継制御情報の全部分を検出できる。中継制御チャンネルの内容を検出するためには、もちろん、個々のシンボルはノード B で送信された順序で解釈されなくてはならない、すなわち、O F D M シンボル # 3 ~ # 1 2 を受信する中継ノードは、復号する前に個々のシンボルの内容を再配列することができる。中継ノードがその受信ウィンドウを把握している場合には、シンボルの配列 # 2、# 3、# 4、# 5、# 6、# 7、# 8、# 9、# 10、# 11 (R N 1 では) を使用すること、または配列 # 1 2、# 3、# 4、# 5、# 6、# 7、# 8、# 9、# 10、# 11 (R N 2 では) を使用することのどちらかによって、その R C C 検出アルゴリズムをそれに応じて適応できる。

【0078】

中継ノードがその受信ウィンドウを把握していない場合でも、中継ノードは上述の手法

10

20

30

40

50

により二つの仮定の配列を作成でき、その後、その二つの仮定の配列のどちらが妥当な内容を含むかをチェックできる。例えば、シンボル内容の正しい配列を得るための一つの手がかりは、中継制御チャンネル領域にまたは個々の制御情報内に含まれたCRCチェックサムまたはパリティ・チェックサムであり得る。

【0079】

図15では、中継制御チャンネル領域は、OFDMシンボルのある特定の周波数範囲（例えば、一つまたは複数のサブバンドまたはサブキャリア）に限定されるものと例示的に仮定された。しかし、図16のさらに別の例に示すとおり、中継制御情報は、複数のOFDMシンボルの異なる複数の変調シンボルにマッピングされる、すなわち、複数のOFDMシンボルの帯域幅内の異なるサブバンドまたはサブキャリアにマッピングされることも可能である。図16の例では、中継制御情報は、予め決められたパターンに従ってサブフレームの複数のOFDMシンボルにマッピングされ、その結果、時間／周波数領域にわたり分散されている中継チャンネル領域が存在する。またこの例では、シンボル#2に入る中継制御情報の一部分はシンボル#12で繰り返される。

【0080】

本発明の各々の実施形態では、中継制御チャンネルは、概ね、ユーザ装置向けのデータ・チャンネルまたは中継データ・チャンネルと周波数分割多重化される。言い換えれば、周波数範囲の一部分は中継制御情報(RCC)のために確保または使用される一方、サブフレームの別の部分はユーザ装置または中継データ・チャンネルのために確保または使用される。このような場合に、上記概念の基本的原則は、例えば、図15に示したとおり、RCCの最初と最後のOFDMシンボルに同一のデータをマッピングさせることによって保たれる。前に言及したように、中継制御チャンネル領域は、受信機にあてがわれたSDCHリソースを指示するためのL1/L2制御情報または受信機が送信に使用すべく受信機にあてがわれるリソースを割り当てるためのL1/L2制御情報を含むものとする。中継の場合には、したがって、中継L1/L2制御チャンネルは、データがRNに割り当てられているのはどのリソースかを指示する、または中継ノードがノードBへ送信するために使用すべきリソースはどれかを指示するものとする。共有的な方法で、ひいては本発明を適用して、制御チャンネルをマッピングし送信することは有利であるが、ノードBにおいてRNの受信ウィンドウに関する認識を有利に利用することが可能である。例えば、図15において、ノードBが周波数リソース#1～#5をRN1に割り当て、RN1の受信ウィンドウは、図に示すとおりOFDMシンボル#3～#12であることを把握している場合、ノードBは、上記の周波数リソース上のOFDMシンボル#2でRN1向けのRDCの内容を送信する必要はない—なぜなら、その情報はとにかくRN1では受信できないことをノードBは知っているからである。したがって、このようなリソースは空白化(ゼロ化)可能である、すなわち、このようなリソースについてはゼロの送信電力が発せられる。

【0081】

図17には、ノードBが中継ノードの受信ウィンドウに関する認識をさらに利用する、本発明のさらに別の実施形態が示される。RN1はOFDMシンボル#2を受信可能であり、RN2はOFDMシンボル#12を受信可能であることをノードBが知っている場合には、ノードBは、好ましくは、RN1向けのデータ(RDC1)の一部分をOFDMシンボル#2に割り振り、RN2向けのデータ(RDC2)の一部分をOFDMシンボル#12に割り振る。RN1はOFDMシンボル#12を受信不可能であり、RN2はOFDMシンボル#2を受信不可能であることをさらに知っていれば、RDC1の内容をOFDMシンボル#12に割り振り、RDC2の内容をOFDMシンボル#2に割り振ることは、ノードBは避けるであろう。

【0082】

中継制御情報の(一部の)同一の複製物が、中継ノード向けの第1及び第2の制御チャンネル領域(例えば、OFDMシンボル#2と#12)に含まれることが、本発明の前述の例示的な実施形態において言及されたが、中継制御情報は最小の詳細では同一でなくてもよい。両領域にある情報が同一の情報を復元するために同様に使用され得ることで十分で

10

20

30

40

50

ある。例えば、図10を見ると、中継制御チャンネル領域（RCC領域）内で、中継ノード向けの二つのL1/L2制御チャンネル・メッセージが送信されることが可能である。各中継制御チャンネル領域（図10の例では、それぞれ、OFDM#2と#12）内の詳細なマッピングは、L1/L2制御チャンネル・メッセージが第1の中継制御チャンネル領域の第1の部分で（例えば、周波数リソース#0～#4のOFDMシンボル#2で）送信され、同じメッセージが第2の中継制御チャンネル領域の第2の部分で（例えば、周波数リソース#5～#9のOFDMシンボル#12で）送信されるようにすることができる。したがって、第1の中継制御チャンネル領域（例えばOFDMシンボル#2）だけを検出する中継ノードは、第1の中継制御チャンネル領域の第1の部分で第1のL1/L2制御チャンネル・メッセージを、第1の中継制御チャンネル領域の第2の部分で第2のL1/L2制御チャンネル・メッセージを検出することができ、一方、第2の中継制御チャンネル領域（例えば、OFDMシンボル#12）だけを検出する中継ノードは、第2の中継制御チャンネル領域の第1の部分で第2のL1/L2制御チャンネル・メッセージを、第2の中継制御チャンネル領域の第2の部分で第1のL1/L2制御チャンネル・メッセージを検出することができる。

【0083】

中継制御情報は複数のCCEにマッピングされるDCI情報であり得る、LTEリリース8のコンテキストでは、このことは、中継ノード向けのDCI情報は、例えば、第1の中継制御チャンネル領域中の複数のCCEの第1のセットにマッピングされ得るが、DCI情報自体は同一であるものとしても、このDCIを表わす同じ複数のCCEが第2の中継制御チャンネル領域中で使用されることは必須ではないことを意味する。図11に示した拡張に関連して言うと、このことは、第1のRCC領域（シンボル#2と#3）で送信される何らかのDCI情報が、第2のRCC領域（シンボル#11と#12）にも存在することだけが求められ、OFDMシンボル・レベルで#2と#11の間、#3と#12の間の厳密な同一性は必須ではないことを意味する。

【0084】

図19は、サブフレームの別の例示的な実施形態を示す。図19は、制御チャンネルの周波数ダイバーシチを得るために、中継制御情報のマッピングをさらに異ならせることができる手法に焦点を当てる（RCC以外の内容は簡潔にするために図示されていない）。全部で二つのL1/L2制御チャンネル（「RCC1」と「RCC2」によって指定された）がRN1とRN2に送信される必要があると仮定して、制御情報の第1の部分は周波数リソース#0にマッピングされ、第2の部分は周波数リソース#mにマッピングされるようにマッピングが作成可能である。移行は、各々の矢印で示される。上述の例示的な実施形態と同様に、OFDMシンボル#2と#12にマッピングされたRCC1の内容は、同一であるものとし、RCC2については必要な変更が加わる。

【0085】

別の例示的な実施形態では、RCCシンボルについての上述の概念が、図18に例示されるように、中継データ・チャンネル（RDC）と中継参照シンボル（RRS）にも応用可能とされる。この概念をRDC一すなわち、中継ノード向けのデータに応用するならば、これは、スケジューラがリソース・プランニングを実行するときに個々の受信機の受信ウィンドウを考慮に入れなくてすむので、スケジューラの複雑性をさらに低減することができる。RRSに対して、サブフレームのOFDMシンボル集合にRCCをマッピングするための上述の概念を使用することは、チャンネル推定精度を向上させるため、または受信機の時間及び/または周波数同期を向上させるために使用され得る。

【0086】

一つ変形（図18に示されない）では、LTEリリース8のサブフレーム構成との起こり得る不一致を回避するために、その他の参照信号が配置されていないOFDMシンボルだけに、例えば、OFDMシンボル#2、#3、#5、#6、#8、#10にRRSを含めることができる。このようなRRSは、共通であってもよく（すなわち、すべてのRNにとって共通）または個別であってもよく（すなわち、ビーム形成などを含む単一のRNに対して個別）または両方であってもよい。

10

20

30

40

50

【0087】

図18は、サブフレームのOFDMシンボル集合にRCC、RDC及びRRSを多重化するためのFDM手法を示すと言ふべきでもある。根本の原則は、OFDMシンボル#2に入る上記の各チャンネルの個別の部分の内容がOFDMシンボル#12に入る内容と同一であるものとするだけであることを当業者は理解するであろう。

【0088】

本発明のさらに別の実施形態では、RCCシンボルについてここで述べた概念が、中継ノードへのデータの送信、すなわち、RDCに応用される。例えば、RDCデータは、複数の中継ノードの一つで受信可能なサブフレームの最初と最後のOFDMシンボルで（部分的に）繰り返されることも可能である。TDM方式により（すなわち、一種類のデータ／情報が一つのOFDMシンボルにて送信される）、またはFDM方式により（すなわち、一種類のデータ／情報がサブフレームのOFDM集合のある特定の周波数範囲（すなわち、サブバンドまたはサブキャリア）内で送信される）、またはTDM／FDM方式により（異なる種類のデータ／情報がサブフレームの各々のOFDMシンボルに入り得る）、RDCデータは、中継制御情報（RCC）、ユーザ装置向けの制御情報（CCH）及び／またはユーザ装置向けのデータなどのその他の情報またデータと多重化され得る。

【0089】

一つの例示的な実現では、異なる中継ノードの複数の受信ウィンドウ内にあるサブフレームの一つまたは複数のOFDMシンボルでRCCは送信され得る（すなわち、中継制御情報の繰り返しは必要ない）。例えば、OFDMシンボル集合のうちで、異なる中継ノードの複数の受信ウィンドウが重なる特定の周波数範囲にRCCは周波数分割多重化され得る。

【0090】

RDCの一部分は、異なる中継ノードの複数の受信ウィンドウの重複部分内に入るサブフレームの複数のOFDMシンボルで送信されることが可能であり、一方、RDCの残りの部分は、異なる中継ノードの複数の受信ウィンドウの重複部分内に入らないサブフレームの複数のOFDMシンボルで送信される。

【0091】

図23は、この実施形態によるサブフレームの例を示し、ここでは、最初の2個のOFDMシンボル（#0と#1）は、中継ノードに向けられていない（すなわち、ユーザ装置へ向けられた）制御チャンネル（CCH）の送信に完全に使用される。複数の中継ノードの少なくとも一つが受信可能な最初のOFDMシンボルは、OFDMシンボル#2（インデックスj）であると仮定され、一方、複数の中継ノードの少なくとも一つが受信可能な最後のOFDMシンボルは、OFDMシンボル#12（インデックスk）であると仮定される。中継ノードRN1とRN2のそれぞれの受信ウィンドウは、したがって、OFDMシンボル#2～#11（すなわち、j～k-1）またはOFDMシンボル#3～#12（すなわち、j+1～k）のいずれかの範囲にわたるものと仮定される。

【0092】

さらに、OFDMシンボル#3～#11の一部分（周波数インデックス#0）は、中継ノードへのRCCの送信に使用され（RCC領域）、その最初と最後シンボルは、RCC領域が中継ノードRN1とRN2のそれぞれの受信ウィンドウの重複する範囲に一致するように選択され、そうすることでRCCは両方の中継ノードから読めることを保証する。

【0093】

RDCは二つの大きな領域に分割される。RDC領域1は、時間領域では（RCC領域と同様に）両方の中継ノードRN1とRN2で受信可能なOFDMシンボル集合であり、かつ周波数領域では周波数インデックス#1～#9のOFDMシンボル集合を含む。中継ノードRN1及び／またはRN2向けのデータは、この領域内で送信され得る。

【0094】

RDC領域2aは、中継ノードRN1の受信ウィンドウに入り、RDC領域1にもRCC領域にも占有されないOFDMシンボル内の周波数領域リソース、すなわち、この例で

は、OFDMシンボル#3の周波数インデックス#1～#9によって形成される。さらなるRDC領域2bは、中継ノードRN2の受信ウィンドウに入り、RDC領域1にもRCC領域にも占有されないOFDMシンボル内のリソース、すなわち、この例では、OFDMシンボル#12の周波数インデックス#1～#9によって形成される。

【0095】

中継ノードRN1へ向けられたRDCデータは、それがRDC領域2b（すなわち、その受信ウィンドウ外）で送信されるとすれば、中継ノードRN1によって復元されることは不可能であり、同じことが、中継ノードRN2へ向けられたRDCデータについても、それがRDC領域2aで送信されるとすれば当てはまる。したがって、中継ノードRN1へ向けられたRDCデータは、中継ノードRN1の受信ウィンドウのOFDMシンボル集合（すなわち、RDC領域1とRDC領域2a）内でのみマッピングされ、送信されることを、そして中継ノードRN2へ向けられたRDCデータは、中継ノードRN2の受信ウィンドウのOFDMシンボル集合（すなわち、RDC領域1とRDC領域2b）内でのみ送信されることをノードBは保証できる。

【0096】

代替的に、別の実現では、RDC領域2aとRDC領域2bの内容が同一であること、すなわち、同じRDCデータ（中継ノードRN1及び／または中継ノードRN2）がOFDMシンボル#3（#j）と#12（#k）にマッピングされることを送信機は保証する。その結果、送信機は、送信／スケジューリングの事前にそれぞれの受信ウィンドウを把握する必要はなくなり、宛先の中継ノードがOFDMシンボル#3（#j）または#12（#k）を受信できるか否かを気にすることなくRDCデータを送信できる。この実現では、したがって、送信機は中継ノードそれぞれの受信ウィンドウ間のタイミング関係を把握する必要はなく、どのOFDMシンボル集合がすべての中継ノードで受信可能であり、サブフレームのどのOFDMシンボルが一部の的中継ノードでしか受信できないかを認識するだけで十分である。この認識は、例えば、ノードBと中継ノードなどのノード間の制御シグナリング、フィードバック・シグナリング、ネットワーク／サイト・プランニング及び／またはコンフィギュレーションによって確立され得る。

【0097】

さらに別の改良された実現では、参照信号（RRS）もサブフレームの個別のリソースにマッピングされるものとする。RRSをマッピングするためのパターンは、例えば、予め定義され得る。RRS信号がRDC領域2aまたは2bの一つで送信されるものとするれば、同じRRS信号がそれぞれ他方のRDC領域2bまたは2aで送信可能でもある。

【0098】

さらに、本発明の別の実施形態による代替の例示的な実現では、RCC領域は、サブフレームのある特定の周波数範囲に必ずしも周波数分割多重化されなくてもよく、時間領域において中継ノードそれぞれの受信ウィンドウの重複領域内のサブフレームの一部分のOFDMシンボル集合からなるサブセットだけにマッピングされ、かつ周波数領域においてある特定の周波数範囲にマッピングされることが可能である。このようなサブフレームの一つの例示的な構成が、図24に示される。RCC（またはCCHまたはRRS）として使用されないサブフレームのその他のすべてのリソースは、中継ノード（及び／またはユーザ装置）ヘデータをシグナリングするために使用可能であり、図23に示したとおり、RDC領域1、各々にRDC領域2aと2bを画定できる。

【0099】

さらに別の例示的な実施形態では、ノードBが少なくとも一部の中継ノードの受信ウィンドウについての認識を有する場合には、ノードBは制御チャンネルでのその送信信号をさらに修正することが可能である。この場合には、ノードBがその受信ウィンドウを把握している特定の中継ノードへ向けられた中継制御情報について、ノードBはその受信ウィンドウ外で同じ情報を送信しなくてよい。例えば、RN1はOFDMシンボル#2を受信したが、#12を受信しなかったことをノードBが知るとすれば、ノードBはOFDMシンボル#12でRN1へ向けたDCI情報を送信する必要はない。その代わり、その場合に

は、OFDMシンボル#12は、OFDMシンボル#12を受信可能であることをノードBが知っているRNへ向けた中継制御情報を専ら含むことができる、またはその受信ウィンドウをノードBが把握していないRN向けの中継制御情報を（OFDMシンボル#2に加えて）含むものとする。いずれにしても、送信される必要のないOFDMシンボル内のCCEまたは一般的にはリソースは、好ましくは、間引かれるまたは空白化（ゼロ化）される、すなわち、このようなリソースでは電力は送信されない。

【0100】

図20は、本発明のさらに別の例示的な実施形態によるサブフレームの例を示す。図20は、LTEのコンテキストに導入された場合に、ノードBによって送信されたサブフレーム構成がどのように見え得るかを示す。サブフレームの単一の物理的リソース・ブロック（PRB）だけを例示的な目的で考慮すると、12個のサブキャリア（縦軸に#0～#11とラベル付けされる）と12個または14個のOFDMシンボル（後者だけが例示的にここに示され、横軸に#0～#13とラベル付けされる）が存在する一非特許文献3を参照。

10

【0101】

OFDMシンボル#0と#1は、ノードBへ接続されたユーザ装置向けのDCI（L1/L2制御チャネルまたはPDCCH）がそこに含まれるCCH領域を運ぶ。OFDMシンボル#2～#12は、中継ノードへ向けられた情報を運ぶ。これらのシンボルにおいて、サブキャリア#0～#3は、RCCのCCE単位のDCI（中継制御情報）と（選択的に）参照シンボル（RSS）を運ぶ一方、サブキャリア#4～#11は、RDC領域において中継ノードへ向けられたSDCHデータを運ぶ。LTEに準拠した4個の送信アンテナのレイアウトを仮定すると、全体のサブフレーム構成は、それ以外の目的には使用され得ない共通参照シンボル（CRS）をところどころに（RCC/RRS/RDC領域内にも）含む。OFDMシンボル#2のRCC/RRS/RDCの内容は、OFDMシンボル#12で繰り返される。

20

【0102】

LTEリリース8における物理的制御フォーマット・インジケータ・チャネル（PCFICH）（非特許文献4を参照）と同等である、RCC&RRS送信物を決定するパラメータが中継制御領域に含まれ得る。例えば、あるインジケータが、すべての中継ノードが検出できる中継制御領域の設定または決定された部分に含まれ得る。このようなインジケータは、以下の情報の一つ以上を含むことができる。

30

【0103】

- 例えば、OFDMシンボル番号、周波数リソース、使用された符号など、（追加の）情報がそこに配置されるリソース
- 時間／周波数／符号リソースの数
- 使用されたMIMO方策
- 送信電力
- DCI、RRS、ACK/NACKなどの何の目的のためにどのリソースが使用されるか

【0104】

LTEリリース8における物理的ハイブリッドARQインジケータ・チャネル（PHICH）（特許文献5を参照）と同等である、中継ノードからノードBへ提供されたアップリンク・トラヒックに対するACK/NACKの形式の再送信プロトコル・フィードバックも中継制御チャネル領域（RCC）に含まれ得る。中継制御チャネル（RCC）領域の設定また決定された部分が、中継ノードからノードBへの前回の送信が肯定応答されている（ACK）か、否か（NACK）の中継ノードへのフィードバックを運ぶために使用可能である。これは、特に、中継ノードとノードB間の通信におけるARQまたはHARQメカニズムに適用可能である。

40

【0105】

LTEリリース8における送信ダウンリンク構成についてのさらなる詳細は、例えば、

50

非特許文献 6 に記載されている。

【0106】

上述した本発明の各実施形態においては、ノード B と各中継ノードの送信タイミングは同期されていた、すなわち、ノード B と各中継ノードは OFDM シンボル # 0 と # 1 を同時に送信することが例示的に目的で仮定された。しかし、ここに概説した原則は、ノード B と各中継ノードの送信タイミングが同期されない状況にも適用可能である。したがって、ダウンリンク送信について、サブフレームが開始する（すなわち、サブフレームの OFDM シンボル # 0 が送信されるとき）時点がノード B と各中継ノード間で異なり得る。

【0107】

例示的なこのような状況が図 21 に示される。図 21 からわかるように、各中継ノードの送信タイミングはノード B とは異なる。図 21 では、各中継ノードはノード B から数個の OFDM シンボルを受信し始め（簡潔にするために一つサブフレームだけが示される）、中継ノードから各中継ノードに接続されたユーザ装置への制御情報を含む OFDM シンボル # 0 と # 1 を送信するために、当該サブフレームの受信中に送信モードへ切り替わることが仮定される。シンボル # 0 と # 1 の送信後に、ノード B から送信された残りのサブフレームを受信するために、各中継ノードは受信モードへ戻るように切り替わる。ダウンリンクのサブフレームの送信タイミングがずれることにより、各中継ノードは、シンボル # 13 も受信できることに留意されたい。ただし、受信タイミングの視点からは、シンボル # 13 は次のノード B からの送信サブフレームのタイミングまで延びているが。

【0108】

各中継ノードとノード B の送信タイミングが異なることにより、ノード B が送信したサブフレームの受信中の全体の「ギャップ」は、送信 (TX) モードから受信 (RX) モードへ、逆に受信モードから送信モードへ切り替わるのに必要な切り替え時間と中継ノードから OFDM シンボル # 0 と # 1 を送信するための 2 個のシンボル分の期間によって決められる。したがって、RN1 におけるノード B が送信したサブフレームの受信ウィンドウは、完全な OFDM シンボル # 0 ~ # 2 と # 7 ~ # 13 によって形成され、一方、RN2 におけるノード B が送信したサブフレームの受信ウィンドウは、完全な OFDM シンボル # 0 ~ # 3 と # 8 ~ # 13 によって形成される。

【0109】

これに応じて、ダウンリンクにおけるサブフレーム同期のタイミングの差をノード B が把握している場合の、サブフレームの送信タイミングがノード B と各中継ノード間で同期されない状況で使用される例示的なサブフレームが、図 22 に例示的に示される。図 21 から見てわかるように、シンボル # 4、# 5 及び # 6 は、RN1 と RN2 のどちらでも受信できないので、これらのシンボルは中継ノード向けの情報を何も含まないものとする（「空き」によって示される）。これらのリソース（及び「空き」とラベル付けされたその他のすべてのリソース）は、しかしながら、ノード B に直接接続された、すなわち、中継ノードを介さないユーザ装置などのその他の受信機向けの情報を運ぶことができる。

【0110】

ノード B が送信したサブフレームの OFDM シンボル # 3 と # 7 は、RN1 によって受信可能（シンボル # 7）または RN2 によって受信可能（シンボル # 3）である。上述した原則によれば、中継ノード向けの制御情報をサブフレームに多重化するための TDM 手法を使用する場合には、中継ノード向けの中継制御情報はこれらの 2 個のシンボルに含まれるものとする。したがって、OFDM シンボル # 3 と # 7 は、各々、中継ノード (RN1 と RN2) 向けの同一の中継制御情報を含むものとする。

【0111】

RN1 と RN2 のどちらか一つまたは両方の受信ウィンドウをノード B が把握しているものとするれば、ノード B は、OFDM シンボル # 3 または # 7 のどちらかで中継ノード向けの中継制御情報をももちろん送信できる（どちらのシンボルが各中継ノードで受信可能かに応じて）。中継制御情報をサブフレームに多重化するために FDM 手法を使用する上述の例と同様に、ノード B が各中継ノードで受信可能なのは 2 個のシンボルのどちらである

10

20

30

40

50

かを認識していれば、ノードBは各中継ノード向けの情報を#3または#7のどちらかにマッピングすることもできる。

【0112】

上述の部分では、主に、ノードBから一つ以上の中継ノードへ送信されるサブフレームの様々な例示的な構成を説明した。本発明の別の態様は、本発明によるサブフレームとその内容の情報の作成、送信及び受信に特に関するノードBと中継ノード（の動作に）関係している。

【0113】

前述の背景技術の節で述べたとおり、ノードBは、（ノードBの何らかのプロセッサによって実行される、スケジューリング・アルゴリズムを実現するソフトウェアによって典型的に実現される）スケジューリング・エンティティを含むと一般に見なすことができる。ノードBは、アップリンク送信であろうと、ダウンリンク送信であろうと、同一のまたは後続のサブフレーム内で送信されるべき（ユーザ／中継）データを決定するためのスケジューリング・アルゴリズムに従って、ユーザ装置と中継ノードをスケジュールする。ノードBは、サブフレーム単位でスケジューリング決定を行なうことができる。

【0114】

サブフレーム内の無線リソースデータ（例えば、LTEのコンテキストにおけるトランスポート・ブロック、無線ベアラまたは論理的チャネルのデータ）がそこで送信されるものとする一をどのユーザ装置、どの中継ノードに割り当てるかをノードBがいったん決定したら、ノードBはそのサブフレームを構成するOFDMシンボル集合の作成にとりかかる。基本的に、ノードBによって作成されるサブフレームは、ここで説明した例示的な実施形態のいずれかで述べたとおりの構成をもち得る。

【0115】

サブフレームのOFDMシンボル集合を作成するに当たり、スケジュールされたネットワーク・ノードのデータをサブフレームの無線リソース（OFDMシンボル）にマッピングする際に、ノードBは所望のサブフレーム構成に達するように特定の規則に従う。本発明の一つの例示的な実施形態によれば、ノードBは次のことを保証する。

【0116】

- スケジュールされた各中継ノード向けの同一の中継制御情報が、サブフレームのOFDMシンボル集合のうちの少なくとも2個のOFDMシンボル（ j と k ）内で送信される。
- ある中継ノードへ向けられた中継制御情報及び中継データは、サブフレームのその個別の中継ノードで受信可能なOFDMシンボル集合にマッピングされる。
- 直接の無線インタフェースを介してノードBと通信しているユーザ装置へ向けられたデータに関係した制御情報は、サブフレームの最初の m 個のOFDMシンボルにマッピングされる。
- ユーザ装置へ向けられたデータは、最初の m 個のOFDMシンボル以外のサブフレームのOFDMシンボル集合にマッピングされる。

【0117】

中継ノードは、所定のサブフレーム期間中に、ノードBからサブフレームを受信するかどうかにかかわらず、各サブフレーム内で同期シンボルを送信するものと、通常、假定できる。したがって、ここに前述したように、中継ノードは、ノードBから受信したサブフレームの期間内に送信モードと受信モードの切り替えを行なわなければならない。送信モードである間、中継ノードは、ダウンリンク・サブフレームの一部分のOFDMシンボル集合からなる第1のサブセット（例えば、OFDMシンボル#0と#1）内で、直接の無線インタフェースを介して接続された配下のユーザ装置向けの制御情報（同期シンボルを含む）を送信する。受信モードでは、中継ノードは、サブフレーム内の一部分のOFDMシンボル集合からなる第2のサブセット（例えば、シンボル#2～#11またはシンボル#3～#12）をノードBから受信する。一部分のOFDMシンボル集合からなる第2のサブセットは、その中継ノード向けの同一の中継制御情報を含み得る2個のOFDMシンボ

ルの少なくとも一つを含む一上述したように、その中継ノードの受信ウィンドウがノード B に認識されていれば、ノード B は、その中継ノード向けの中継制御情報をその中継ノードの受信ウィンドウ内の適切な OFDM シンボルに含めることもできる。その受信ウィンドウ中の OFDM シンボル集合を受信したら、中継ノードはそこから中継制御情報を抽出し、抽出した中継制御情報を使用して復調する。その制御情報中にダウンリンク送信が指示されている場合には、中継ノードは、ノード B から中継ノードへ送信された個別のデータを復号する。その制御情報中にアップリンク送信が指示されている場合には、中継ノードは、検出した制御情報及び／または通信システムの確立された手順に従ってノード B への送信の準備をする。中継制御情報は、例えば、リソース割当て（すなわち、その中継ノード向けのデータがそこへマッピングされたサブキャリアの識別）と変調及び符号化方式を指示できる。

10

【0118】

本発明の別の実施形態は、ハードウェア及びソフトウェアを使用した、上述した様々な実施形態の実現に係る。本発明の多様な実施形態は、ここに説明した本発明の様々な実施形態による機能をコンピューティング・デバイスに行わせる実行可能な命令によって適切に制御されるコンピューティング・デバイス（プロセッサ）を使用して実現または実施され得ることが認識される。例えば、スケジューリング機能、並びに、所定のマッピング規則に従ってサブフレーム中の適切な OFDM シンボルに送信データをマッピングすることを含むサブフレーム作成は、例えば、ハードウェア及び／またはソフトウェアで実現可能である。同様に、サブフレーム内での送信モードと受信モードの切り替えに関する中継ノードの制御、個々の OFDM シンボル内容の適切な順序付けと解釈なども、ハードウェア及び／またはソフトウェアで実現可能である。コンピューティング・デバイスまたはプロセッサは、例えば、汎用プロセッサ、デジタル・シグナル・プロセッサ（DSP）、特定用途向け集積回路（ASIC）、フィールド・プログラマブル・ゲート・アレイ（FPGA）またはその他のプログラム可能な論理デバイス等であり得る。本発明の多様な実施形態は、上記のデバイスの組合せによって実施または実現されてもよい。

20

【0119】

さらに、本発明の多様な実施形態は、プロセッサで実行されるまたは直接ハードウェアに組み込むソフトウェア・モジュールを用いても実現可能である。また、ソフトウェア・モジュールとハードウェア実装の組合せも可能である。ソフトウェア・モジュールは、コンピュータで読取り可能などんな種類の記憶媒体（例えば、RAM、EPROM、EEPROM、フラッシュ・メモリ、レジスタ、ハード・ディスク、CD-ROM、DVD 等）に記憶されてもよい。

30

【0120】

上記の実施形態の大部分は、通信システムの 3GPP ベースのアーキテクチャに関連して概説されており、以上の節で使用された用語は 3GPP の用語に主に関係する。しかし、3GPP ベースのアーキテクチャにかかわる多様な実施形態の用語と説明は、本発明の原理と概念を 3GPP ベースのシステムだけに限定するように意図されてはいない。

【0121】

また、前述の背景技術の節で述べた詳細な説明は、本文書に説明した主に 3GPP の特徴を生かした例示的な実施形態をよりよく理解してもらうためのものであり、移動通信ネットワークにおけるプロセス及び機能のここで述べた特定の實現に本発明を限定するものと理解すべきではない。しかしながら、本文書で提案された概念とサブフレーム構成は、背景技術の節で説明したアーキテクチャに容易に適用可能である。さらに、本発明の概念は、3GPP によって現在検討中の LTE - A RAN に容易に使用することもできる。

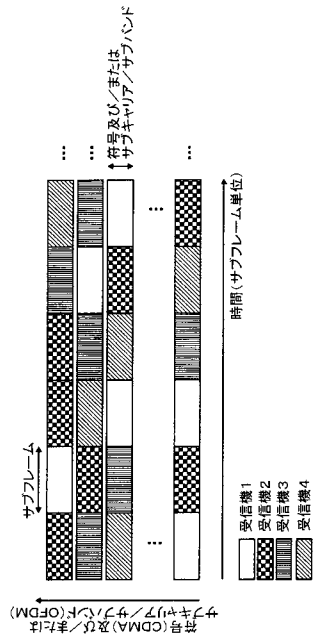
40

【0122】

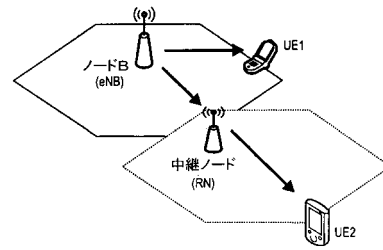
以上の文面において、本発明の様々な実施形態とその変形を説明した。具体的な実施形態の形で示した本発明へのいろいろな変形及び／または修正が、広義に説明された本発明の精神または範囲を逸脱しない限りにおいてなされ得ることは当業者によって理解されるであろう。

50

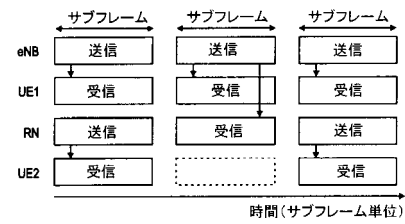
【図 1】



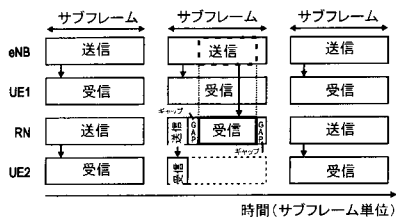
【図 2】



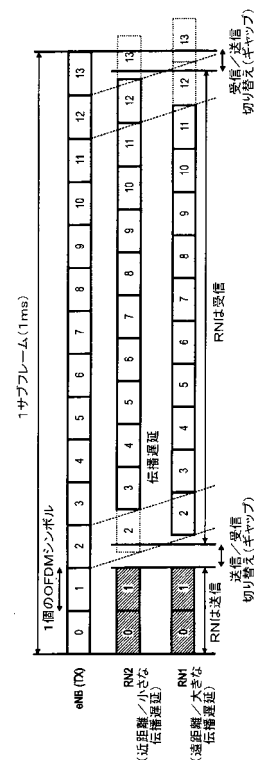
【図 3】



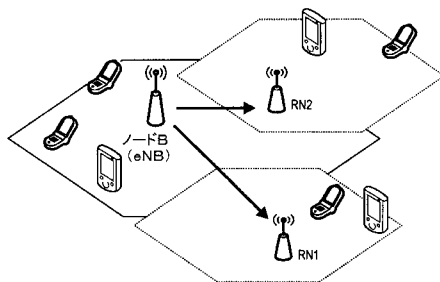
【図 4】



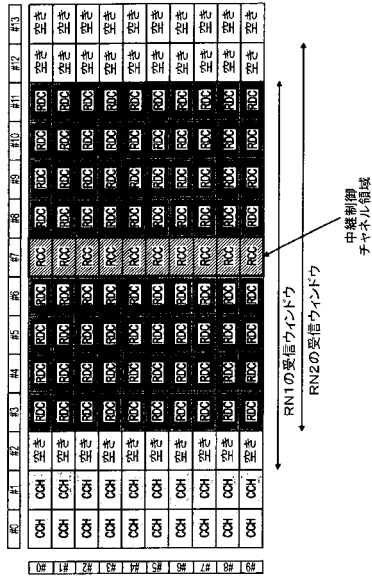
【図 6】



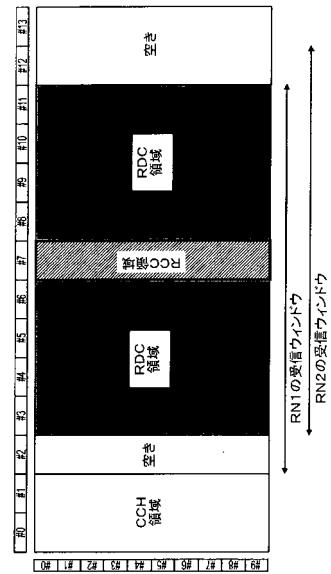
【図 5】



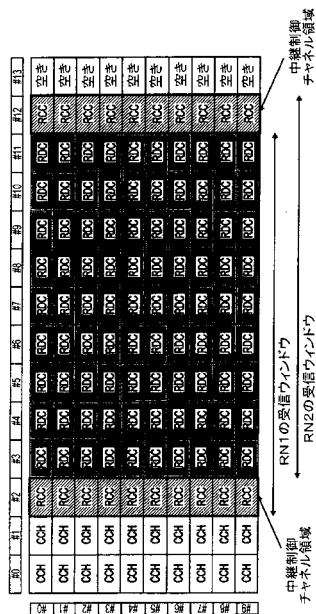
【図 7】



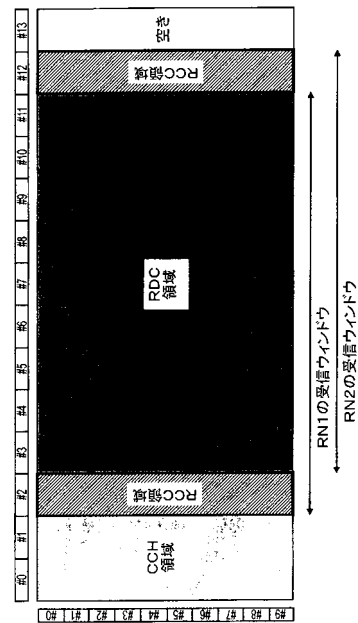
【図 8】



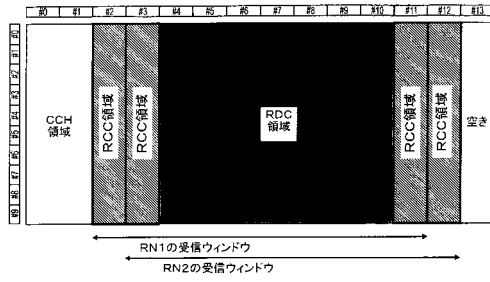
【図 9】



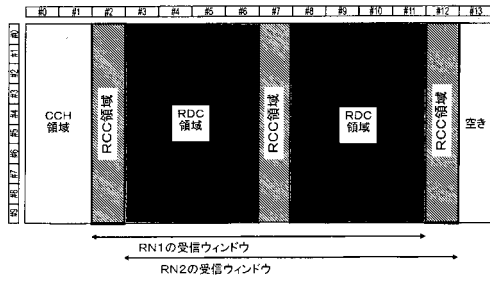
【図 10】



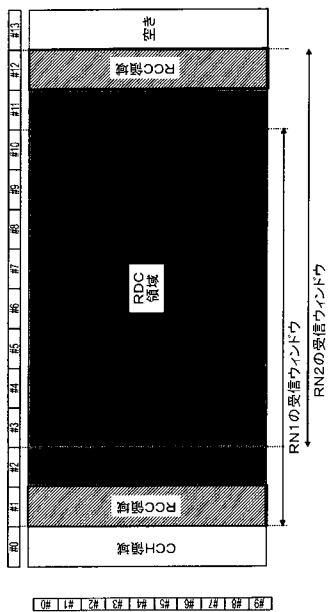
【図 1 1】



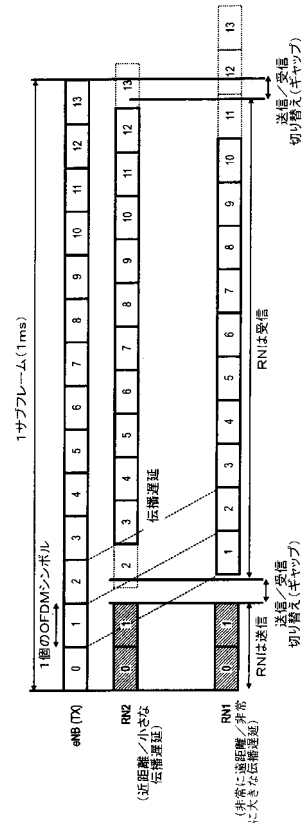
【図 1 2】



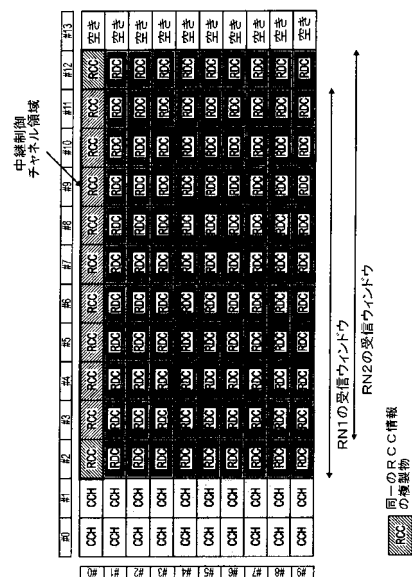
【図 1 4】



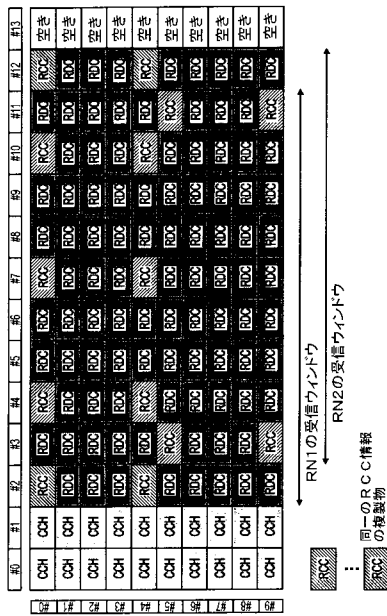
【図 1 3】



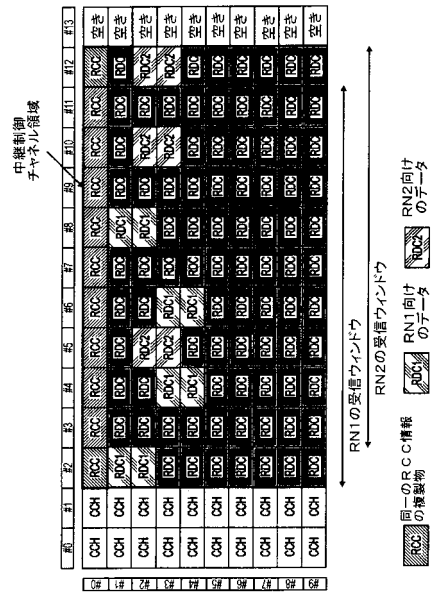
【図 1 5】



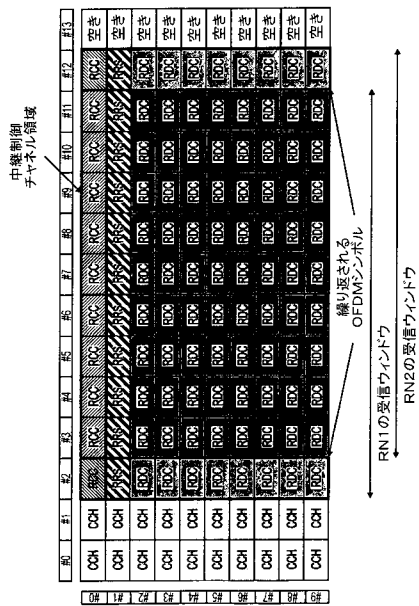
【図 16】



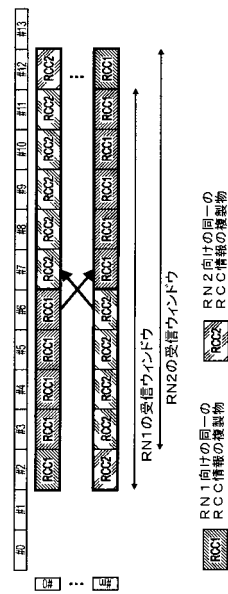
【図 17】



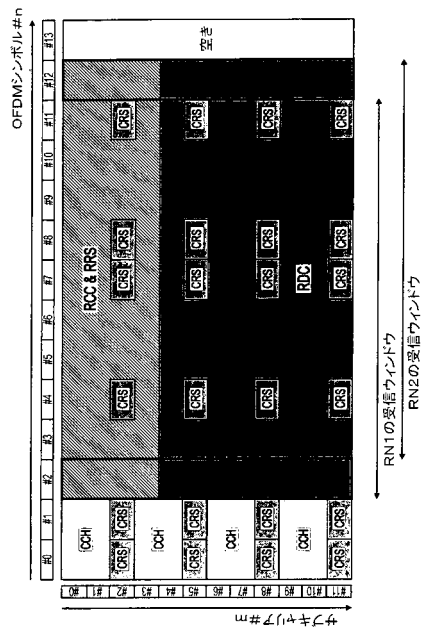
【図 18】



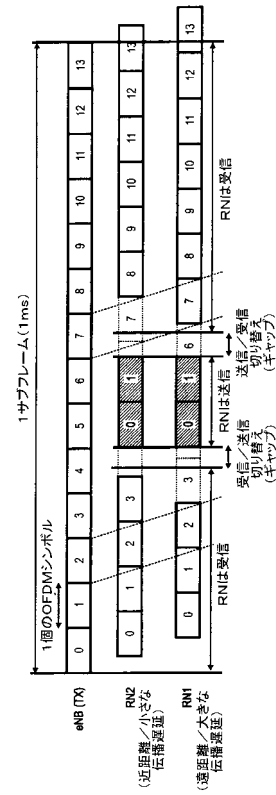
【図 19】



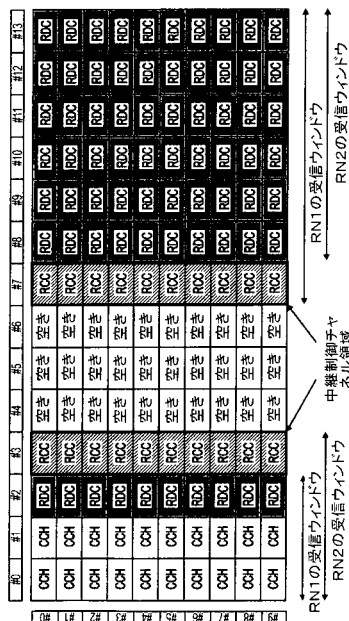
【図 20】



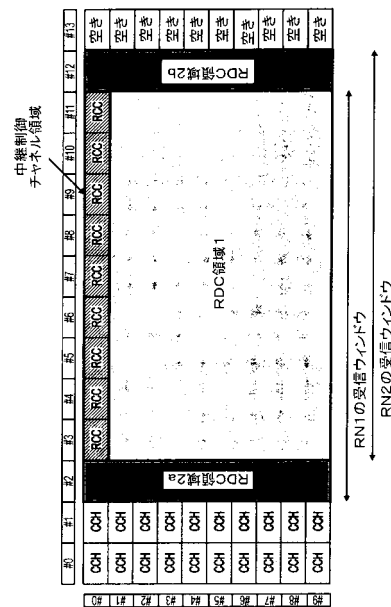
【図 21】



【図 22】



【図 23】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 4 W 72/04 1 3 6

(72)発明者 ヴェンゲルター クリスティアン
ドイツ国 ランゲン 6 3 2 2 5 モンツァストラッセ 4 c パナソニック R&D センター ジ
ャーマニー ゲーエムベークハー内

審査官 田畑 利幸

(56)参考文献 特表 2 0 1 0 - 5 2 4 3 6 7 (J P, A)
特表 2 0 1 0 - 5 0 2 0 7 2 (J P, A)
特表 2 0 0 9 - 5 3 3 9 4 3 (J P, A)
特開 2 0 0 1 - 1 0 3 5 6 0 (J P, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H 0 4 W 1 6 / 2 6
H 0 4 B 7 / 1 5
H 0 4 J 1 / 0 0
H 0 4 J 1 1 / 0 0
H 0 4 W 7 2 / 0 4