

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6480014号
(P6480014)

(45) 発行日 平成31年3月6日(2019.3.6)

(24) 登録日 平成31年2月15日(2019.2.15)

(51) Int.Cl.

F I

H O 4 W 72/12 (2009.01)

H O 4 W 72/12 1 3 0

H O 4 W 28/04 (2009.01)

H O 4 W 28/04 1 1 0

H O 4 W 72/04 (2009.01)

H O 4 W 72/04 1 1 1

H O 4 W 28/22 (2009.01)

H O 4 W 28/22

請求項の数 28 (全 39 頁)

(21) 出願番号 特願2017-557082 (P2017-557082)
 (86) (22) 出願日 平成28年2月22日 (2016.2.22)
 (65) 公表番号 特表2018-522439 (P2018-522439A)
 (43) 公表日 平成30年8月9日 (2018.8.9)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2016/018965
 (87) 国際公開番号 W02016/178730
 (87) 国際公開日 平成28年11月10日 (2016.11.10)
 審査請求日 平成30年8月1日 (2018.8.1)
 (31) 優先権主張番号 62/156,788
 (32) 優先日 平成27年5月4日 (2015.5.4)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 15/048,662
 (32) 優先日 平成28年2月19日 (2016.2.19)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 507364838
 クアルコム、インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国 カリフォルニア 921
 21 サン ディエゴ モアハウス ドラ
 イブ 5775
 (74) 代理人 100108453
 弁理士 村山 靖彦
 (74) 代理人 100163522
 弁理士 黒田 晋平
 (72) 発明者 ピーター・ブイ・ロク・アン
 アメリカ合衆国・カリフォルニア・921
 21-1714・サン・ディエゴ・モアハ
 ウス・ドライブ・5775

早期審査対象出願

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モデム処理パイプラインを管理するためのノード間協調

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ワイヤレス通信のために構成されたスケジューリングエンティティであって、
 プロセッサと、

前記プロセッサに通信可能に結合されたメモリと、
 前記プロセッサに通信可能に結合されたトランシーバと
 を備え、

前記プロセッサが、
 前記トランシーバを利用して、ユーザ機器(UE)における複数の肯定応答(ACK)待ち時間
 値を含むUE能力情報メッセージを受信することであって、各ACK待ち時間値が、前記UEに
 ついての関連するしきいダウンリンクスループット値をそれぞれ有する、受信すること、
 前記UE能力情報メッセージ内のACK待ち時間値のセットからACK待ち時間値を選択するこ
 と、および

前記トランシーバを利用して、前記選択したACK待ち時間値に関連する前記UE能力情報
 メッセージ内の前記関連するしきいダウンリンクスループット値に従うダウンリンクデー
 タレートでダウンリンクデータを送信すること

のために構成されるスケジューリングエンティティ。

【請求項 2】

ACK待ち時間値の前記セット内の各ACK待ち時間値が、複数のキャリアアグリゲーション
 モードの各々についての関連するしきいダウンリンクスループット値をそれぞれ有する請

10

20

求項1に記載のスケジューリングエンティティ。

【請求項3】

前記プロセッサが、キャリアアグリゲーションが前記UEにおいて適用され得るように、前記ダウンリンクデータを複数のコンポーネントキャリアを介して搬送されるように構成するためにさらに構成される、請求項1に記載のスケジューリングエンティティ。

【請求項4】

前記UE能力情報メッセージが、前記ダウンリンクデータのペイロードテーパリングを構成するための削減スケジュールをさらに含む請求項1に記載のスケジューリングエンティティ。

【請求項5】

前記プロセッサが、
伝送時間間隔(TTI)の終わりまたはその付近の1つまたは複数のシンボルにおいてペイロードをテーパリングするためにさらに構成され、前記テーパリングが、
非データシンボルを有する前記1つまたは複数のシンボルをロードすること、
前記1つまたは複数のシンボルについてのMIMO層数を削減すること、
前記1つまたは複数のシンボルについての変調順序を限定すること、
前記1つまたは複数のシンボルについてのコーディングレートを低減すること、
各シンボル内でサポートされる最大コードブロック数を削減すること、または
前記1つまたは複数のシンボルについてのパディングを送信すること
のうちの1つまたは複数を含む請求項1に記載のスケジューリングエンティティ。

【請求項6】

前記プロセッサが、
前記UE能力情報メッセージ内のエントリを最低のダウンリンクスループットから最高のダウンリンクスループットまでランク付けし、ランク付け済みリストを生成すること、および
最小ダウンリンクスループットしきい値よりも高いスループットを提供する前記ランク付け済みリストからエントリを選択すること
のためにさらに構成される請求項1に記載のスケジューリングエンティティ。

【請求項7】

前記プロセッサが、
前記ダウンリンクデータ内のシンボルについてのトーン間隔を増大させ、シンボル持続時間を短縮すること
のためにさらに構成される請求項1に記載のスケジューリングエンティティ。

【請求項8】

前記UEについての関連するしきいダウンリンクスループット値のそれぞれが前記UEの能力に基づく、請求項1に記載のスケジューリングエンティティ。

【請求項9】

前記ACK待ち時間値は関連するしきいダウンリンクスループット値か、低いダウンリンクスループット値の範囲のみをサポートする、請求項1に記載のスケジューリングエンティティ。

【請求項10】

前記プロセッサが、
所望のACKターンアラウンド待ち時間を満たすことの前記UEの成功または失敗を示すように構成された、前記ダウンリンクデータについてのプロセスオーバーランステータスを含むフィードバックを前記UEから受信すること、
前記プロセスオーバーランステータスに従ってどれほどのペイロードテーパリングを適用するかを推定すること、および
前記推定に従って選択されたペイロードテーパリング方式を示すように構成されたダウンリンク割当てシグナリングを送信すること
のためにさらに構成される請求項5に記載のスケジューリングエンティティ。

【請求項 1 1】

ワイヤレス通信のために構成されたユーザ機器(UE)であって、
複数の順次処理ステージを有するパイプラインを備えるプロセッサと、
前記プロセッサに通信可能に結合されたメモリと、
前記プロセッサに通信可能に結合されたトランシーバと
を備え、
前記プロセッサが、
前記トランシーバを利用して、ユーザ機器(UE)における複数のACK待ち時間値を含むUE能力情報メッセージを送信することであって、各ACK待ち時間値が、前記UEについての関連するしきいダウンリンクスループット値をそれぞれ有する、送信すること、
前記トランシーバを利用して、スケジューリングエンティティから前記UE能力情報メッセージに従って構成されたダウンリンクデータを受信すること、および
前記複数の順次処理ステージを有する前記パイプラインを利用して、前記受信したダウンリンクデータを処理すること
のために構成されるUE。

10

【請求項 1 2】

ACK待ち時間値のセット内の各ACK待ち時間値が、複数のキャリアアグリゲーションモードの各々についての関連するしきいダウンリンクスループット値をそれぞれ有する請求項11に記載のUE。

【請求項 1 3】

前記UE能力情報メッセージが、前記ダウンリンクデータの伝送のペイロードテーパリングを構成するための削減スケジュールをさらに含む請求項11に記載のUE。

20

【請求項 1 4】

前記プロセッサが、
所望のACKターンアラウンド待ち時間を満たすことの成功または失敗に対応する前記ダウンリンクデータについてのプロセスオーバーランステータスを決定すること、および
前記プロセスオーバーランステータスを示すフィードバックを前記スケジューリングエンティティに送信すること
のためにさらに構成される請求項11に記載のUE。

【請求項 1 5】

前記プロセッサが、
前記パイプラインの前記順次処理ステージのうちの1つまたは複数についての処理スループットを瞬間的に増大させること
のためにさらに構成される請求項11に記載のUE。

30

【請求項 1 6】

スケジューリングエンティティにおいて動作可能なワイヤレス通信の方法であって、
ユーザ機器(UE)における複数のACK待ち時間値を含むUE能力情報メッセージを受信するステップであって、各ACK待ち時間値が、前記UEについての関連するしきいダウンリンクスループット値をそれぞれ有する、ステップと、
前記UE能力情報メッセージ内のACK待ち時間値のセットの中からACK待ち時間値を選択するステップと、
前記選択したACK待ち時間値に関連する前記UE能力情報メッセージ内の前記関連するしきいダウンリンクスループット値に従うダウンリンクデータレートでダウンリンクデータを送信するステップと
を含む方法。

40

【請求項 1 7】

ACK待ち時間値の前記セット内の各ACK待ち時間値が、複数のキャリアアグリゲーションモードの各々についての関連するしきいダウンリンクスループット値をそれぞれ有する請求項16に記載の方法。

【請求項 1 8】

50

キャリアアグリゲーションが前記UEにおいて適用され得るように、前記ダウンリンクデータを複数のコンポーネントキャリアを介して搬送されるように構成するステップをさらに含む、請求項16に記載の方法。

【請求項 19】

前記UE能力情報メッセージが、前記ダウンリンクデータのペイロードテーパリングを構成するための削減スケジュールをさらに含む請求項16に記載の方法。

【請求項 20】

伝送時間間隔(TTI)の終わりまたはその付近の1つまたは複数のシンボルにおいてペイロードをテーパリングするステップをさらに含み、前記テーパリングするステップが、非データシンボルを有する前記1つまたは複数のシンボルをロードするステップ、前記1つまたは複数のシンボルについてのMIMO層数を削減するステップ、前記1つまたは複数のシンボルについての変調順序を限定するステップ、前記1つまたは複数のシンボルについてのコーディングレートを低減するステップ、各シンボル内でサポートされる最大コードブロック数を削減するステップ、または前記1つまたは複数のシンボルについてのパディングを送信するステップのうちの1つまたは複数を含む請求項16に記載の方法。

【請求項 21】

前記UE能力情報メッセージ内のエントリを最低のダウンリンクスループットから最高のダウンリンクスループットまでランク付けし、ランク付け済みリストを生成するステップと、

最小ダウンリンクスループットしきい値よりも高いスループットを提供する前記ランク付け済みリストからエントリを選択するステップとをさらに含む請求項16に記載の方法。

【請求項 22】

前記ダウンリンクデータ内のシンボルについてのトーン間隔を増大させ、シンボル持続時間を短縮するステップとをさらに含む請求項16に記載の方法。

【請求項 23】

所望のACKターンアラウンド待ち時間を満たすことの前記UEの成功または失敗を示すように構成された、前記ダウンリンクデータの伝送についてのプロセスオーバーランステータスを含むフィードバックを前記UEから受信するステップと、

前記プロセスオーバーランステータスに従ってどれほどのペイロードテーパリングを適用するかを推定するステップと、

前記推定に従って選択されたペイロードテーパリング方式を示すように構成されたダウンリンク割当てシグナリングを送信するステップとをさらに含む請求項20に記載の方法。

【請求項 24】

ユーザ機器(UE)において動作可能なワイヤレス通信の方法であって、

UEにおける複数のACK待ち時間値を含むUE能力情報メッセージを送信するステップであって、各ACK待ち時間値が、前記UEについての関連するしきいダウンリンクスループット値をそれぞれ有するステップと、

スケジューリングエンティティから、前記UE能力情報メッセージに従って構成されたダウンリンクデータを受信するステップと、

前記複数の順次処理ステージを有するパイプラインを利用して、前記受信したダウンリンクデータを処理するステップとを含む方法。

【請求項 25】

ACK待ち時間値のセット内の各ACK待ち時間値が、複数のキャリアアグリゲーションモードの各々についての関連するしきいダウンリンクスループット値をそれぞれ有する請求項24に記載の方法。

【請求項 26】

前記UE能力情報メッセージが、前記ダウンリンクデータのペイロードテーパリングを構成するための削減スケジュールをさらに含む請求項24に記載の方法。

【請求項 27】

所望のACKターンアラウンド待ち時間を満たすことの成功または失敗に対応する前記ダウンリンクデータについてのプロセスオーバーランステータスを決定するステップと、
前記プロセスオーバーランステータスを示すフィードバックを前記スケジューリングエンティティに送信するステップと
をさらに含む請求項24に記載の方法。

【請求項 28】

前記パイプラインの前記順次処理ステージのうちの1つまたは複数についての処理スループットを瞬間的に増大させるステップ
をさらに含む請求項24に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

本願は、2015年5月4日に米国特許商標局に出願された仮出願第62/156,788号、および2016に2月19日に米国特許商標局に出願された非仮出願第15/048,662号の優先権および利益を主張し、それらの内容全体が、以下に完全に記載されたかのように、すべての適用可能な目的のために参照により本明細書に組み込まれている。

【0002】

以下で説明される技術は、一般には通信システムに関し、より詳細には、モデム処理パイプラインを管理するためのノード間協調を可能にし、実現する技法に関する。設計フレンドリなフットプリント特徴および効率的な電力節約方策を有する適切なハードウェアとともに、極めて広い帯域幅および低い待ち時間の特徴を可能にするために、いくつかの実施形態が通信システムおよびデバイスにおいて利用され得る。

【背景技術】

【0003】

ワイヤレス通信システムは、テレフォニー、ビデオ、データ、メッセージング、ブロードキャストなどの様々な電気通信サービスを提供するために広く配置されている。典型的なワイヤレス通信システムは、利用可能なシステムリソース(たとえば、帯域幅、送信電力)を共有することによって複数のユーザとの通信をサポートすることのできる多元接続技術を利用し得る。そのような多元接続技術の例には、符号分割多元接続(CDMA)システム、時分割多元接続(TDMA)システム、周波数分割多元接続(FDMA)システム、直交周波数分割多元接続(OFDMA)システム、シングルキャリア周波数分割多元接続(SC-FDMA)システム、および時分割同期符号分割多元接続(TD-SCDMA)システムが含まれる。

【0004】

これらの多元接続技術は、相異なるワイヤレスデバイスが地方レベル、国レベル、地域レベル、さらにはグローバルレベルで通信することを可能にする共通プロトコルを提供するために、様々な電気通信規格に採用されている。電気通信規格の例には、Third Generation Partnership Project(3GPP)によるUniversal Mobile Telecommunications System(UMTS)モバイル規格に対する拡張のセットを含む、Long Term Evolution(LTE)、LTE-Advanced、およびLTE-Advanced Proが含まれる。LTEおよびその変種は、ダウンリンク(DL)上のOFDMA、アップリンク(UL)上のSC-FDMA、および多入力多出力(MIMO)アンテナ技術を使用してスペクトル効率を改善し、コストを下げ、サービスを改善し、新しいスペクトルを利用し、他のオープン規格とより良好に統合することによって、モバイルブロードバンドインターネットアクセスをより良好にサポートするように設計される。しかしながら、モバイルブロードバンドアクセスの需要が増大し続けるにつれて、多元接続技術のさらなる改良が求められている。好ましくは、これらの改良は、そのような技術を利用する、既存の、

10

20

30

40

50

および開発中のマルチアクセス技術および電気通信規格に適用可能であるべきである。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0005】

以下では、本開示の1つまたは複数の態様の基本的な理解を与えるために、そのような態様の簡略化した概要を提示する。この概要は、本開示のすべての企図される特徴の網羅的な概要ではなく、本開示のすべての態様の主要な要素または重要な要素を特定するためのものでも、本開示のいずれかの態様またはすべての態様の範囲を示すためのものでもない。唯一の目的は、後で提示されるより詳細な説明の前置きとして、本開示の1つまたは複数の態様のいくつかの概念を簡略化した形で提示することである。

10

【0006】

本開示の様々な態様は、モデム処理パイプラインを管理するための、スケジューリングエンティティと従属エンティティとの間のノード間協調を可能にするための装置、方法、およびソフトウェアを提供する。パイプライン化は、チップ面積を実質的に増大させることなくハードウェア処理ブロックの利用を改善するための実績のある技法である。したがって、本開示の様々な態様は、広帯域幅ネットワークであっても通信待ち時間を削減する一般的な目的で、ワイヤレス通信デバイスのモデムでの効率的な処理パイプライン化を実現する。様々な例では、ダウンリンク伝送の送信側と受信側との間の一定の協調シグナリングを利用して、送信側に受信側を認識させ、受信側においてパイプライン化拡張を着手させることによって、モデム処理パイプライン効率が向上され得る。この協調によって、パイプライン効率についての最良の兼ね合いが目標とされ得るとともに、一般的に厳しいACKターンアラウンド要件が依然として満たされる。

20

【0007】

一例では、ワイヤレス通信のために構成されたスケジューリングエンティティが開示される。スケジューリングエンティティは、プロセッサと、プロセッサに通信可能に結合されたメモリと、プロセッサに通信可能に結合されたトランシーバとを含む。プロセッサは、そのトランシーバを利用して、複数のACK待ち時間値を含むユーザ機器(UE)機能情報メッセージを受信することであって、各ACK待ち時間値が、関連するしきいダウンリンクスループット値をそれぞれ有する、受信すること、UE機能情報メッセージ内の複数のACK待ち時間値の中からACK待ち時間値を選択すること、および選択したACK待ち時間値に関連するUE機能情報メッセージ内の関連するしきいダウンリンクスループット値に従うダウンリンクデータレートでダウンリンクデータ伝送を送信することのために構成される。

30

【0008】

別の例では、ワイヤレス通信のために構成されたユーザ機器(UE)が開示される。UEは、複数の順次処理ステージを有するパイプラインを含むプロセッサと、プロセッサに通信可能に結合されたメモリと、プロセッサに通信可能に結合されたトランシーバとを含む。プロセッサは、そのトランシーバを利用して、複数のACK待ち時間値を含むUE機能情報メッセージを送信することであって、各ACK待ち時間値が、関連するしきいダウンリンクスループット値をそれぞれ有する、送信すること、そのトランシーバを利用して、UE機能情報メッセージに従って構成されたダウンリンクデータを受信すること、および複数の順次処理ステージを有するパイプラインを利用して、受信したダウンリンクデータを処理することのために構成される。

40

【0009】

さらに別の例では、スケジューリングエンティティにおいて動作可能なワイヤレス通信の方法が開示される。ここでは、方法は、複数のACK待ち時間値を含むユーザ機器(UE)機能情報メッセージを受信することであって、各ACK待ち時間値が、関連するしきいダウンリンクスループット値をそれぞれ有する、受信すること、UE機能情報メッセージ内の複数のACK待ち時間値の中からACK待ち時間値を選択すること、および選択したACK待ち時間値に関連するUE機能情報メッセージ内の関連するしきいダウンリンクスループット値に従うダウンリンクデータレートでダウンリンクデータを送信することを含む。

50

【0010】

さらに別の例では、ユーザ機器(UE)において動作可能なワイヤレス通信の方法が開示される。ここでは、方法は、複数のACK待ち時間値を含むUE機能情報メッセージを送信することであって、各ACK待ち時間値が、関連するしきいダウンリンクスループット値をそれぞれ有する、送信すること、UE機能情報メッセージに従って構成されたダウンリンクデータ伝送を受信すること、および複数の順次処理ステージを有するパイプラインを利用して、受信したダウンリンクデータを処理することを含む。

【0011】

以下の詳細な説明を検討するとき、本発明のこれらおよび他の態様をより完全に理解されよう。本発明の特定の例示的实施形態の以下の説明を添付の図とともに検討するとき、本発明の他の態様、特徴、および実施形態が当業者には明らかとなるであろう。本発明の特徴が以下のいくつかの実施形態および図に関して論じられ得るが、本発明のすべての実施形態は、本明細書で論じられる有利な特徴のうちの1つまたは複数を含み得る。言い換えれば、1つまたは複数の実施形態がいくつかの有利な特徴を有するものとして論じられ得るが、そのような特徴のうちの1つまたは複数または、本明細書で論じられる本発明の様々な実施形態に従って使用され得る。同様に、例示的实施形態がデバイス実施形態、システム実施形態、または方法実施形態として以下で論じられ得るが、そのような例示的实施形態は、様々なデバイス、システム、および方法として実装され得ることを理解されたい。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】いくつかの実施形態によるアクセスネットワークアーキテクチャの一例を示す図である。

【図2】いくつかの実施形態による、1つまたは複数の従属エンティティと通信するスケジューリングエンティティの一例を概念的に示すブロック図である。

【図3】いくつかの実施形態による、処理システムを利用するスケジューリングエンティティについてのハードウェア実装の一例を示すブロック図である。

【図4】いくつかの実施形態による、処理システムを利用する従属エンティティについてのハードウェア実装の一例を示すブロック図である。

【図5】ベースライン処理パイプラインを示す概略図である。

【図6A】いくつかの実施形態による、処理パイプライン拡張を示す略図である。

【図6B】いくつかの実施形態による、処理パイプライン拡張を示す略図である。

【図7A】いくつかの実施形態による、ペイロードテーパリングによって修正される処理パイプラインを示す概略図である。

【図7B】いくつかの実施形態による、ペイロードテーパリングによって修正される処理パイプラインを示す概略図である。

【図8】いくつかの実施形態による、順次TTIの間のインターリーブされた制御およびデータを有する時分割複信(TDD)フレーム構造の概略図である。

【図9A】いくつかの実施形態による、クロック速度を瞬間的に増加させることによって修正される処理パイプラインを示す概略図である。

【図9B】いくつかの実施形態による、クロック速度を瞬間的に増加させることによって修正される処理パイプラインを示す概略図である。

【図10】いくつかの実施形態による、連続するコンポーネントキャリアを利用するキャリアアグリゲーションの概略図である。

【図11】いくつかの実施形態による、非連続のコンポーネントキャリアを利用するキャリアアグリゲーションの概略図である。

【図12】いくつかの実施形態による、MAC層での相異なるコンポーネントキャリアからの伝送ブロックのアグリゲーションを示すブロック図である。

【図13A】いくつかの実施形態による、キャリアアグリゲーションを実装することによって修正される処理パイプラインを示す概略図である。

【図 1 3 B】いくつかの実施形態による、キャリアアグリゲーションを実装することによって修正される処理パイプラインを示す概略図である。

【図 1 4 A】いくつかの実施形態による、スケールドヌメロロジを実装することによって修正される処理パイプラインを示す概略図である。

【図 1 4 B】いくつかの実施形態による、スケールドヌメロロジを実装することによって修正される処理パイプラインを示す概略図である。

【図 1 5】いくつかの実施形態による、モデム処理タイムラインを管理するためのノード間協調についての例示的プロセスを示す流れ図である。

【図 1 6】いくつかの実施形態による、モデム処理タイムラインを管理するためのノード間協調についての例示的プロセスを示す流れ図である。

【図 1 7】いくつかの実施形態による、モデム処理タイムラインを管理するためのノード間協調についての例示的プロセスを示す流れ図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

添付の図面とともに以下で述べる詳細な説明は、様々な構成の説明として意図され、本明細書で説明される概念が実施され得る唯一の構成を表すことは意図されない。詳細な説明は、様々な概念の完全な理解を与える目的で、特定の詳細を含む。しかしながら、これらの概念がこれらの特定の詳細なしに実施され得ることは当業者には明らかであろう。いくつかの例では、そのような概念を不明瞭にすることを避けるために、周知の構造および構成要素がブロック図形式で示される。

【0014】

本開示の様々な態様は、モデム処理パイプラインを管理するために、スケジューリングエンティティと従属エンティティとの間(たとえば、基地局とユーザ機器との間)のノード間協調を可能にするための装置、方法、およびソフトウェアを提供する。パイプライン化は、チップ面積を実質的に増大させることなくハードウェア処理ブロックの利用を改善するための技法である。本開示のいくつかの態様は、広帯域幅ネットワークであっても通信待ち時間を削減する一般的な目的で、ワイヤレス通信デバイスのモデムでの効率的な処理パイプライン化を実現する。

【0015】

様々な例では、ダウンリンク伝送の送信側と受信側との間の一定の協調シグナリングを利用して、送信側に受信側の機能を認識させ、受信側においてパイプライン化アルゴリズムを着手させることによって、モデム処理パイプライン効率が向上され得る。この協調によって、パイプライン効率についての最良の兼ね合いが目標とされ得るとともに、一般的に厳しいACKターンアラウンド要件が依然として満たされる。

【0016】

次に、様々な装置および方法を参照しながら、電気通信システムのいくつかの態様が提示される。これらの装置および方法は、様々なブロック、モジュール、構成要素、回路、ステップ、プロセス、アルゴリズムなど(「要素」と総称される)によって、以下の詳細な説明内で説明され、添付の図面内に示される。これらの要素は、電子ハードウェア、コンピュータソフトウェア、またはそれらの任意の組合せを使用して実装され得る。そのような要素がハードウェアとして実装されるか、それともソフトウェアとして実装されるかは、特定の応用例、およびシステム全体に課される設計制約に依存する。

【0017】

本開示全体にわたって提示される様々な概念は、多種多様な電気通信システム、ネットワークアーキテクチャ、および通信規格にわたって実装され得る。たとえば、3GPPは、しばしばlong-term evolution(LTE)ネットワークと呼ばれる、進化型パケットシステム(EPS)を含むネットワークについてのいくつかのワイヤレス通信規格を定義する。LTEネットワークは、送信側デバイスと受信側デバイスとの間の、50ms程度のエンドツーエンド待ち時間を実現し得、特定のパケットについての無線待ち時間は10msの範囲内である。現在知られているLTE機能は、1msの伝送時間間隔(TTI)を使用して、少なくとも約8msの一定のフィ

10

20

30

40

50

ードバックシグナリング(すなわち、ハイブリッド自動再送要求(HARQ)シグナリング)のためのラウンドトリップ時間(RTT)を提供する。この場合、TTIは、独立して復号され得る情報の単位についての最小持続時間に対応し得る。

【 0 0 1 8 】

第5世代(5G)ネットワークなどの推進中の次世代ネットワークは、限定はしないが、ウェブブラウジング、ビデオストリーミング、VoIP、ミッションクリティカルな応用例、マルチホップネットワーク、リアルタイムフィードバックを伴うリモート動作(たとえば、遠隔手術または自動運転)などを含む多くの異なるタイプのサービスまたは応用例を実現し得る。これらの応用例の多くにおいて、フィードバック伝送の処理および戻りの待ち時間を短縮し得る改善が非常に望ましい。

10

【 0 0 1 9 】

図1は、本明細書の以下で説明されるいくつかの実施形態において利用され得るアクセスネットワーク100の一般化された例を示す図である。この例では、アクセスネットワーク100が、いくつかのセルラー領域(セル)102に分割される。マクロ基地局104がそれぞれセル102に割り当てられ、セル102内のすべてのUE106のためにコアネットワークに対するアクセスポイントを提供するように構成される。1つまたは複数のより低い電力クラス基地局108が、セル102のうちの1つまたは複数と重複するセルラー領域110を有し得る。より低い電力クラス基地局108は、フェムトセル(たとえば、ホームNode B)、ピコセル、マイクロセル、リモートラジオヘッド、またはいくつかの例では、別のUE106であり得る。アクセスネットワーク100のこの例では、中央コントローラはないが、代替構成では中央コントローラが使用され得る。基地局104は、無線ベアラ制御、承認制御、モビリティ制御、スケジューリング、セキュリティ、およびサービングゲートウェイ116への接続性を含む、すべての無線関連機能を受け持つ。図のUE106は携帯電話として示されている。しかしながら、携帯電話はUE106の通信の性質の例にすぎず、UEは携帯電話に限定されないことを理解されたい。むしろ、UE106は任意の形態を取り、静止し、またはモバイルであること、人間の通信または機械通信のために動作することなどを含む、多種多様な機能を有し得る。UEまたは従属エンティティの例についてのさらなる情報が、たとえば図2および図4を参照しながら以下で与えられる。

20

【 0 0 2 0 】

アクセスネットワーク100によって利用される変調および多元接続方式は、配置されている特定の電気通信規格に応じて変化し得る。以下の詳細な説明から、本明細書で提示される様々な概念が、他の変調および多元接続技法を利用する電気通信規格を含む様々な応用例に十分に適していることを当業者は容易に理解されよう。例として、これらの概念は、5G、LTE、さらにはEvolution-Data Optimized(EV-DO)において利用され得る。EV-DOは、CDMA2000規格ファミリの部分として3rd Generation Partnership Project 2(3GPP2)によって公表されたエアインターフェース規格であり、符号分割多元接続(CDMA)を利用して、移動局にブロードバンドインターネットアクセスを提供する。これらの概念はまた、Wideband-CDMA(W-CDMA)、およびTD-SCDMAなどのCDMAの他の変種を利用するUniversal Terrestrial Radio Access(UTRA)、TDMAを利用するGlobal System for Mobile Communications(GSM(登録商標))、ならびにOFDMAを利用するEvolved UTRA(E-UTRA)、IEEE 802.11(Wi-Fi)、IEEE 802.16(WiMAX)、IEEE 802.20、およびFlash-OFDMに拡張され得る。UTRA、E-UTRA、UMTS、LTE、およびGSM(登録商標)は、3GPP団体からの文書内で説明されている。実際のワイヤレス通信規格および利用される多元接続技術は、特定の応用例、およびシステムに課される全体の設計制約に依存する。

30

40

【 0 0 2 1 】

いくつかの例では、基地局104は、MIMO技術をサポートする複数のアンテナを有し得る。MIMO技術の使用は、基地局104が空間多重化、ビーム形成、および送信ダイバーシティをサポートするために空間領域を活用することを可能にする。空間多重化は、相異なるデータのストリームを同一の周波数上で同時に送信するために使用され得る。データストリームは、データレートを増大させるために単一のUE106に送信され、または全体のシステ

50

ム容量を増大させるために複数のUE106に送信され得る。このことは、各データストリームを空間プリコーディングし(すなわち、振幅および位相のスケーリングを適用し)、次いでダウンリンク(DL)上で複数の送信アンテナを通じて各空間プリコーディング済みストリームを送信することによって達成される。空間プリコーディング済みデータストリームが、相異なる空間シグニチャとともにUE106に到着し、そのことは、各UE106がそのUE106宛ての1つまたは複数のデータストリームを回復することを可能にする。アップリンク(UL)上で、各UE106は空間プリコーディング済みデータストリームを送信し得、そのことは、基地局104が各空間プリコーディング済みデータストリームの送信元を識別することを可能にする。

【0022】

空間多重化は一般に、チャネル条件が良好なときに使用される。チャネル条件があまり好ましくないとき、送信エネルギーを1つまたは複数の方向に集束させるためにビーム形成が使用され得る。このことは、複数のアンテナを通じて送信用のデータを空間プリコーディングすることによって達成され得る。セルの縁部において良好なカバレッジを達成するために、単一のストリームビーム形成伝送が、送信ダイバーシティとともに使用され得る。

【0023】

本明細書で説明されるアクセスネットワークのいくつかの態様は、DL上でOFDMをサポートするMIMOシステムに関するものであり得る。OFDMは、OFDMシンボル内のいくつかの副搬送波にわたってデータを変調するスペクトラム拡散技法である。副搬送波は厳密な周波数
20
だけ離隔される。間隔は、受信側が副搬送波からデータを回復することを可能にする直交性をもたらす。時間領域では、OFDM間シンボル干渉に対処するために、ガードインターバル(たとえば、巡回プレフィックス)が各OFDMシンボルに追加され得る。ULは、本開示の様々な態様において任意の適切な変調およびコーディング方式を使用し得る。

【0024】

本開示の様々な態様では、前述の基地局104および108を所与の時刻に必ずしも利用する必要はない。すなわち、ピアツーピア構成、デバイス-デバイス構成、またはメッシュ構成では、UE106を含む任意の適切なノードは、スケジューリングエンティティとして、従属エンティティまたはスケジューリングされるエンティティとして働く1つまたは複数の他のデバイスのためのエアインターフェースリソースの使用をスケジューリングすること
30
を実施し得る。次に図2を参照すると、ブロック図が、スケジューリングエンティティ202と、複数の従属エンティティ204とを示す。この場合、スケジューリングエンティティ202は基地局104および108に対応し得る。追加の例では、スケジューリングエンティティ202は、UE106またはワイヤレス通信ネットワーク100内の任意の他の適切なノードに対応し得る。同様に、様々な例では、従属エンティティ204は、UE106、基地局104/108、またはワイヤレス通信ネットワーク100内の任意の他の適切なノードに対応し得る。

【0025】

図2に示されるようにスケジューリングエンティティ202は、1つまたは複数の従属エンティティ204にデータ206をブロードキャストし得る(データはダウンリンクデータと呼ばれることがある)。本開示のいくつかの態様によれば、ダウンリンクという用語は、スケ
40
ジューリングエンティティ202から発信されるポイントツーマルチポイント伝送を指すことがある。大まかには、スケジューリングエンティティ202は、ダウンリンク伝送、およびいくつかの例では、1つまたは複数の従属エンティティからスケジューリングエンティティ202へのアップリンクデータ210を含む、ワイヤレス通信ネットワーク内のトラフィックをスケジューリングする役目を果たすノードまたはデバイスである。システムを説明するための別の方式は、ブロードキャストチャネル多重化という用語を用いることであり得る。本開示の態様によれば、アップリンクという用語は、従属エンティティ204から発信されるポイントツーポイント伝送を指すことがある。大まかには、従属エンティティ204は、スケジューリングエンティティ202などのワイヤレス通信ネットワーク内の別のエンティティから、限定はしないが、スケジューリング許可、同期もしくはタイミング情報、
50

または他の制御情報を含むスケジューリング制御情報を受信するノードまたはデバイスである。

【 0 0 2 6 】

スケジューリングエンティティ202は、1つまたは複数の従属エンティティ204に制御チャネル208および/または212をブロードキャストし得る。アップリンクデータ210および/またはダウンリンクデータ206は、伝送時間間隔(TTI)を使用して送信され得る。この場合、TTIは、独立して復号することのできる、カプセル化された情報のセットまたはパケットに対応し得る。様々な例では、TTIは、フレーム、データブロック、時間スロット、または伝送用のビットの他の適切なグループ化に対応し得る。

【 0 0 2 7 】

さらに、従属エンティティ204は、スケジューリングエンティティ202にフィードバックチャネル214を送信し得る。フィードバックチャネル214は、いくつかの例では、スケジューリング要求(SR)、すなわちスケジューリングエンティティがアップリンク伝送をスケジューリングすることを求める要求を含み得る。この場合、フィードバックチャネル214上で送信されたSRにตอบสนองして、スケジューリングエンティティ202は、アップリンクパケットとともにTTIをスケジューリングし得る情報を制御チャネル212内で送信し得る。別の例では、フィードバックチャネル214は、肯定応答(ACK)や否定応答(NACK)などのハイブリッド自動再送要求(HARQ)フィードバック伝送を含み得る。HARQは当業者に周知の技法であり、パケット伝送が精度のために受信側でチェックされ得、確認された場合、ACKが送信され得、確認されなかった場合、NACKが送信され得る。NACKにตอบสนองして、送信側デバイスはHARQ再伝送を送り得、HARQ再伝送は、チェイス合成、増分冗長性などを実装し得る。

【 0 0 2 8 】

図2に示されるチャネルは必ずしも、スケジューリングエンティティ202と従属エンティティ204との間で利用され得るチャネルのすべてではなく、図示されるものに加えて、他の制御およびフィードバックチャネルなどの他のチャネルが利用され得ることを当業者は理解されよう。

【 0 0 2 9 】

図3は、処理システム314を利用する例示的スケジューリングエンティティ202についてのハードウェア実装の一例を示す概念図である。本開示の様々な態様によれば、要素、または要素の任意の部分、または要素の任意の組合せが、1つまたは複数のプロセッサ304を含む処理システム314とともに実装され得る。

【 0 0 3 0 】

本開示の様々な態様では、スケジューリングエンティティ202は任意の適切な無線トランシーバ装置であり得、いくつかの例では、基地局(BS)、基地トランシーバ局(BTS)、無線基地局、無線トランシーバ、トランシーバ機能、基本サービスセット(BSS)、拡張サービスセット(ESS)、アクセスポイント(AP)、Node B、eNode B(eNB)、メッシュノード、中継局、または何らかの他の適切な用語で実施され得る。基地局は、任意の数のユーザ機器(UE)のためにコアネットワークに対するワイヤレスアクセスポイントを提供し得る。本開示全体にわたって、参照しやすいように、eNBのLTE用語が、基地局またはスケジューリングエンティティと互換的に利用され得る。しかしながら、実際のネットワークでは、用語は、特に非LTEネットワークでは変化し、本開示の範囲内に引き続き包含され得る。

【 0 0 3 1 】

別の例では、スケジューリングエンティティ202はワイヤレスUEで実施され得る。UEの例には、セルラーフォン、スマートフォン、セッション開始プロトコル(SIP)フォン、ラップトップ、ノートブック、ネットブック、スマートブック、携帯情報端末(PDA)、衛星ラジオ、全地球測位システム(GPS)デバイス、マルチメディアデバイス、ビデオデバイス、デジタルオーディオプレーヤ(たとえば、MP3プレーヤ)、カメラ、ゲームコンソール、エンターテインメントデバイス、車両構成要素、ウェアラブルコンピューティングデバイス(たとえば、スマートウォッチ、ヘルスまたはフィットネストラッカなど)、アプライアンス、動的モバイルドローン、固定/非固定小型セルデバイス、ゲートウェイ、センサ、自

動販売機、モノのインターネットデバイス、M2M/D2Dデバイス、または任意の他の同様に機能するデバイスが含まれる。UEはまた、当業者によって、移動局(MS)、加入者局、モバイルユニット、サブスクライバユニット、ワイヤレスユニット、リモートユニット、モバイルデバイス、ワイヤレスデバイス、ワイヤレス通信デバイス、リモートデバイス、モバイル加入者局、アクセス端末(AT)、移動端末、ワイヤレス端末、リモート端末、ハンドセット、端末、ユーザエージェント、モバイルクライアント、クライアント、または何らかの他の適切な用語で呼ばれることがある。

【 0 0 3 2 】

プロセッサ304の例には、マイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、デジタル信号プロセッサ(DSP)、フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)、プログラマブル論理デバイス(PLD)、状態機械、ゲート論理、ディスクリートハードウェア回路、および本開示全体にわたって説明される様々な機能を実施するように構成された他の適切なハードウェアが含まれる。すなわち、プロセッサ304は、スケジューリングエンティティ202内で利用されるとき、以下で説明されるプロセスのうちの任意の1つまたは複数を実装するために使用され得る。

【 0 0 3 3 】

この例では、処理システム314は、バス302によって全般的に表されるバスアーキテクチャとともに実装され得る。バス302は、処理システム314の特定の応用例および全体の設計制約に応じて、任意の数の相互接続バスおよびブリッジを含み得る。バス302は、1つまたは複数のプロセッサ(プロセッサ304によって全般的に表される)、メモリ305、およびコンピュータ可読媒体(コンピュータ可読媒体306によって全般的に表される)を含む様々な回路を互いにリンクする。バス302はまた、タイミングソース、周辺機器、電圧調整器、電力管理回路などの様々な他の回路をリンクし得、それらは当技術分野で周知であり、したがってさらには説明されない。バスインターフェース308は、バス302とトランシーバ310との間のインターフェースを提供する。トランシーバ310は、伝送媒体を介して様々な他の装置と通信するための手段を提供する。装置の性質に応じて、ユーザインターフェース312(たとえば、キーパッド、ディスプレイ、スピーカ、マイクロフォン、ジョイスティック)も設けられ得る。

【 0 0 3 4 】

本開示のいくつかの態様では、プロセッサ304は、1つまたは複数の従属エンティティへの/からのアップリンクおよび/またはダウンリンク伝送のためのリソースをスケジューリングするために構成されたスケジューラまたはスケジューリング回路341を含み得る。スケジューラ341は、スケジューラソフトウェア361と協調して動作し得る。プロセッサ304は、1つまたは複数のシンボルにおいて、伝送時間間隔(TTI)の終わりに向かってペイロードをテーパリングするように構成されたペイロードテーパリング回路342をさらに含み得る。ペイロードテーパリング回路342はペイロードテーパリングソフトウェア362と協調して動作し得る。プロセッサ304は、キャリアアグリゲーションが受信側UEにおいて適用され得るように、ダウンリンクデータ伝送を複数のコンポーネントキャリアを介して搬送されるように構成するために構成されたキャリアアグリゲーション回路343をさらに含み得る。キャリアアグリゲーション回路343は、キャリアアグリゲーションソフトウェア363と協調して動作し得る。プロセッサ304は、ダウンリンクデータ伝送においてトーン間隔およびシンボルについてのシンボル持続時間を変更するために構成されたスケールドヌメロロジ回路344をさらに含み得、したがって、パイプライン化粒度が受信側UEにおいて変更され得る。スケールドヌメロロジ回路344は、スケールドヌメロロジソフトウェア364と協調して動作し得る。

【 0 0 3 5 】

プロセッサ304は、バス302を管理すること、およびコンピュータ可読媒体306上に記憶されたソフトウェアの実行を含む一般的処理の役目を果たす。ソフトウェアは、プロセッサ304によって実行されるとき、任意の特定の装置について以下で説明される様々な機能を処理システム314に実施させる。コンピュータ可読媒体306はまた、ソフトウェアを実行

10

20

30

40

50

するときにプロセッサ304によって操作されるデータを記憶するために使用され得る。

【0036】

処理システム内の1つまたは複数のプロセッサ304がソフトウェアを実行し得る。ソフトウェアは、ソフトウェア、ファームウェア、ミドルウェア、マイクロコード、ハードウェア記述言語、あるいはその他のものとして参照されるにしても、命令、命令セット、コード、コードセグメント、プログラムコード、プログラム、サブプログラム、ソフトウェアモジュール、アプリケーション、ソフトウェアアプリケーション、ソフトウェアパッケージ、ルーチン、サブルーチン、オブジェクト、実行可能ファイル、実行スレッド、プロシージャ、関数などを意味するように広く解釈されるものとする。ソフトウェアはコンピュータ可読媒体306上に常駐し得る。コンピュータ可読媒体306は非一時的コンピュータ可読媒体であり得る。非一時的コンピュータ可読媒体には、例として、磁気記憶デバイス(たとえば、ハードディスク、フロッピーディスク、磁気ストライプ)、光ディスク(たとえば、CDまたはDVD)、スマートカード、フラッシュメモリデバイス(たとえば、カード、スティック、またはキードライブ)、RAM、ROM、PROM、EPROM、EEPROM、レジスタ、取外し可能ディスク、ならびにアクセスされ、コンピュータによって読み取られ得るソフトウェアおよび/または命令を記憶するための任意の他の適切な媒体が含まれる。コンピュータ可読媒体には、例として、搬送波、伝送線路、ならびにコンピュータによってアクセスされ、読み取られ得るソフトウェアおよび/または命令を送信するための任意の他の適切な媒体も含まれ得る。コンピュータ可読媒体306は、処理システム314内、処理システム314の外部に常駐し、または処理システム314を含む複数のエンティティにわたって分散し得る。コンピュータ可読媒体306はコンピュータプログラム製品で実施され得る。例として、コンピュータプログラム製品が、パッケージング材料内にコンピュータ可読媒体を含み得る。特定の応用例、およびシステム全体に課される全体の設計制約に応じて、本開示全体にわたって提示される記載の機能をどのように最良に実装するかを当業者は理解されよう。

【0037】

図4は、処理システム414を利用する例示的従属エンティティ204についてのハードウェア実装の一例を示す概念図である。本開示の様々な態様によれば、要素、または要素の任意の部分、または要素の任意の組合せが、1つまたは複数のプロセッサ404を含む処理システム414とともに実装され得る。

【0038】

処理システム414は、バスインターフェース408、バス402、メモリ405、プロセッサ404、およびコンピュータ可読媒体406を含めて、図3に示される処理システム314とほぼ同一であり得る。さらに、従属エンティティ204は、図3において上記で説明されたのとほぼ同様のユーザインターフェース412およびトランシーバ410を含み得る。

【0039】

本開示のいくつかの態様では、プロセッサ404は、高速フーリエ変換(FFT)および/またはチャネル推定などの広帯域処理を実施するために構成された広帯域処理回路441を含み得る。広帯域処理回路441は、広帯域処理ソフトウェア452と協調して動作し得る。プロセッサ404は、デマッピング動作を実施するためのデマッピング回路442をさらに含み得る。デマッピング回路442は、デマッピングソフトウェア462と協調して動作し得る。プロセッサ404は、データ復号動作を実施するためのデコードまたは復号回路443をさらに含み得る。デコード443は、復号ソフトウェア463と協調して動作し得る。プロセッサ404は、データパケット、コードブロック(CB)、および/またはトランスポートブロックが適切に復号され、適切なACK伝送を生成しているかどうかを判定するためのHARQ回路444をさらに含み得る。HARQ回路444は、HARQソフトウェア464と協調して動作し得る。プロセッサ404は、低減スケジュールを生成し、ペイロードテーパリングを管理するためのペイロードテーパリング回路445をさらに含み得る。ペイロードテーパリング回路445は、ペイロードテーパリングソフトウェア465と協調して動作し得る。プロセッサ404は、パイプラインの処理ステージのうちの1つまたは複数についての処理スループットを瞬間的に変更するための処理スループット増大/低減回路447をさらに含み得る。この場合、処理スループット増大/

低減回路447は、プロセッサ404によって、および/またはプロセッサ404内に含まれ、もしくはプロセッサ404に結合された1つまたは複数の処理構成要素もしくはプロセッサによって利用される1つまたは複数のクロックを含み、またはそれに通信可能に結合され得る。このようにして、スループット増大/低減回路447は、たとえば広帯域処理回路441、デマッピング回路442、および/またはデコーダ443に対応する処理スループットを瞬間的に増大させ、または低減するように使用可能にされ得る。処理スループット増大/低減回路447は、処理スループット増大/低減ソフトウェア467と協調して動作し得る。プロセッサ404は、複数のコンポーネントキャリアをアグリゲートするためのキャリアアグリゲーション回路446をさらに含み得る。キャリアアグリゲーション回路446は、キャリアアグリゲーションソフトウェア466と協調して動作し得る。プロセッサ404は、ダウンリンクデータ伝送での変更後のトーン間隔およびシンボルについてのシンボル持続時間に従ってパイプライン粒度を変更するためのスケールドヌメロロジ回路448をさらに含み得る。スケールドヌメロロジ回路448は、スケールドヌメロロジソフトウェア468と協調して動作し得る。

【0040】

さらに、本開示のいくつかの態様では、図14において以下でさらに説明されるように、メモリ405は、UE能力、所望のACK待ち時間値、ピークまたはしきいダウンリンクスループット値、およびペイロードテーパリングなどの様々なパイプライン拡張のサポートについての情報を記憶するためのUE機能情報テーブルを含み得る。

【0041】

導入-5Gネットワークおよび通信特徴

5Gネットワークなどの次世代通信システムは、潜在的には非常に広い帯域幅とともに動作し得る。たとえば、サブ6GHzバンドでは、最大数百MHzの帯域幅が利用され得る。これらのシステムはまた、極めて低い待ち時間もサポートすることが期待される。最低の待ち時間を達成するために、とりわけ、デバイスは一般に、HARQ機能についての肯定応答(ACK)シグナリングのために非常に短いターンアラウンド時間を達成することが必要となる。

【0042】

図5は、処理パイプラインを示す概略タイムラインであり、(a,b,c)と符号が付けられた3つのOFDMシンボルのセットが受信されて処理され、これらのシンボルにตอบสนองしてHARQ ACKが送信されていることが示されている。この場合、これらの3つのOFDMシンボルは、ダウンリンクデータ伝送の一部であり得る。この図では、時間は左から右に進行し、時間がn、n+1、n+2などと符号が付けられたスロットに分割されて示されている。これらのスロットは、単一のOFDMシンボルによって占有される時間に対応し得る。より大まかには、本明細書で説明される概念は、OFDMシンボルに限定されない、任意の時間単位に従って利用され得る。しかしながら、説明しやすいように、以下では、OFDMシンボルが時間単位と仮定される。同一のハッチパターンおよび符号のブロックは、同一のシンボルに属する動作を表す。

【0043】

図5の例示では、受信および処理パイプラインについてのベースラインケースが示されている。この場合、OTA/RF行は無線(OTA)または無線周波数(RF)ステージを表し、一連のOFDMシンボルが、従属エンティティ204において(たとえば、そのトランシーバ410を利用して)ダウンリンクデータとして受信される。この場合、サンプルが到着するのに、1つのOFDMシンボル(たとえば、スロットn)の持続時間がかかる。サンプルが到着すると、一定の処理が行われ得る。P(X)行(P0、P1)は、OFDMシンボルを処理するための相異なるハードウェアプロセッサまたは処理ステップを表す。一例として、P0は、FFT処理やチャネル推定などの一定の広帯域処理を表し得る。図4を参照すると、P0は、広帯域処理回路441によって実施される動作に対応し得る。これらの広帯域処理動作の性質のために、P0での動作は、いくつかの例では、シンボル全体がOTA/RFステージにおいて受信されるまで待機する必要がある。すなわち、完全なシンボル(a)がOTA/RFステージにおいて受信されるまで、シンボル(a)はP0に開始しないことがある。このP0ステージが完了すると、P1と符号が付けられた次のステージが行われ得る。一例として、このステージは、当業者に周知のデ

10

20

30

40

50

マッピング動作を表し得る。図4を参照すると、P1は、デマッピング回路442によって実施される動作に対応し得る。これらのデマッピング動作の性質のために、P1での動作は、いくつかの例では、そのシンボルについての広帯域処理動作全体が完了するまで待機する必要がある。すなわち、完全なシンボル(a)がP0ステージにおいて処理されるまで、シンボル(a)はP1に開始しないことがある。デマッピングステージP1が完了すると、DECと符号が付けられた次のステージが行われ得る。DEC行は復号段階を表し、それぞれのOFDMシンボルによって表される情報がデコーダによって復号され、送信側によって送信された元のペイロードビットが回復される。

【0044】

図5では、タイムクリティカルな処理作業のみが示されている。すなわち、図の各ステージがその前のステージへの依存を有する。したがって、この図は、1つのスロットにおいて受信されている各OFDMシンボルの調子(cadence)と、連続する処理ステージを順次経る処理とを示す。

【0045】

図5の図示される例では、例示がしやすいように、処理がプロセッサによる2つの作業単位(P0およびP1)を必要とし、デコーダ(DEC)がOFDMシンボルを復号するために1つの作業単位を必要とすると仮定するが、そうである必要はないことを当業者は理解されよう。すなわち、本開示の範囲内では、プロセッサおよびデコーダ(DEC)による任意の適切な作業単位数が、特定の実装において必要とされ得る。

【0046】

最後に、ACKと符号が付けられた矢印が、ダウンリンクデータに応答する、HARQ-ACK502のアップリンク上の伝送を表す。この場合、ACKは、単一の情報のビットを含み得、または別の例では、TTI内に含まれるトランスポートブロック全体に対応し得、TTIは複数のシンボルに及び、複数のコードブロック(CB)を含み得る。

【0047】

やはり図5を参照すると、このベースライン例は、 $n+4$ のACKターンアラウンド待ち時間をサポートする。このターンアラウンド待ち時間は、ACKを処理し、または送る際の遅延がないと仮定する。すなわち、OTA/RFステージにおいて(シンボル(c)と符号が付けられた)OFDMシンボル $n+2$ に受信されたサンプルを参照すると、このシンボルはTTI内の最後のシンボルであると仮定され得る。この場合、2つの処理ステージP0およびP1と、復号ステージDECとがあるので、これらのステージの各々がそれぞれの前のステージの完了に依存し、すべてのステージが順に行われる場合、ACKは、時間 $n+6$ まで送信されないことがある。これはOFDMシンボル(c)が $n+2$ に受信されてから4シンボル後の持続時間であるので、ACKターンアラウンド待ち時間は $n+4$ である。このケースでは、ACKターンアラウンドについての待ち時間要件が $n+4$ である(すなわち、ACKデッドラインがスロット $n+6$ である)場合、すべてのハードウェア処理ブロックを完全利用に保つように処理が完全にパイプライン化されるので、このハードウェアパイプライン化方式は理想的であると見なされる。

【0048】

そのような処理タイムラインでは、ダウンリンクデータTTIの処理の終了直後(すなわち、シンボル(c)がDECステージにおいて復号を完了した後)に受信側デバイス(たとえば、従属エンティティ204)がACKを送る場合にのみ、ACKターンアラウンドの下限が達成され得る。しかしながら、現実的な使用ケースでは、TTIの終了に続いて、ACKが送信され得る前に、少なくとも最小限の量の処理時間が配分されなければならない。すなわち、受信側デバイスは、たとえば受信したパケットについての周期的冗長検査(CRC)を計算することによって、TTI内のダウンリンクデータが適切に受信されたかどうかを決定し得る。さらに、受信側デバイスは、CRCの成功または失敗に対応する適切なACK応答メッセージを生成し得る。さらに、時分割複信(TDD)搬送波について、一般には、受信側デバイスの無線回路がダウンリンクデータを受信するための受信モードから、ACKを送信するための送信モードに切り替わるための少なくとも最小限のガード期間(GP)もあり得る。このガード期間はまた、受信側デバイスと中央基地局との間の伝播遅延を補償するように実装され得る。した

10

20

30

40

50

がって、DECステージの完了と、HARQ-ACKの送信との間の例示的(概略的)遅延を示す、処理時間+ガード期間504が図5に示されている。

【0049】

予想される将来のネットワークでの、非常に広い帯域幅と非常に低い所望の待ち時間のこの組合せが、ベースバンド処理のためのハードウェア実装に関してかなりの難題を課すと予想される。すなわち、各時間スロット内で受信される多数のサンプルの処理スケジュールを維持し、所望のACKターンアラウンド待ち時間タイムラインを満たすために、処理効率が問題となる。並列化およびパイプライン化という2つの一般的手法が、これらの課題に対処すると見なされ得る。

【0050】

大まかには、並列化は、上記で説明され、図5に示される処理ステージを並列に実施することを可能にし得る追加のプロセッサまたは処理リソースの包含を指す。並列化は実現可能性を達成する助けとなり得るが、一般にはチップ上の面積が増大し得、その結果、モデムの製造コストが高くなる。一方、パイプライン化は、チップ面積を実質的に増大させることなくハードウェア処理ブロックの利用を改善するための実績のある技法である。したがって、本開示の様々な態様は、広帯域幅ネットワークであっても通信待ち時間を削減する一般的な目的で、ワイヤレス通信デバイスのモデムでの効率的な処理パイプライン化を実現する。

【0051】

多くのケースでは、理想的なハードウェア処理パイプラインと、必要なACKターンアラウンド時間によって規定されるパイプライン深さとの間に不整合があり得る。いくつかのケースでは、この不整合は、ピークダウンリンクスループットシナリオの間にだけ生じ得る。この場合、ピークダウンリンクスループットは、UEのピークまたは最大ダウンリンクスループット能力を指すことがある。たとえば、UEが(LTE規格による)カテゴリ4のUEである場合、そのピークダウンリンクスループットは150Mbps(メガビット/秒)であり得る。しかしながら、電力最適化のためにUEのモデムがピーク未満の性能で動作しているとき、不整合がやはり生じ得る。すなわち、前述のカテゴリ4のUEが省電力モードにあると仮定する。この場合、このUEは、たとえば、カテゴリ3のUEなどのより低いクラスのUEと等価な、より低い「ピーク」ダウンリンクスループットを有し得る。他の例では、ピークダウンリンクスループットは、必ずしもデバイスの最大能力を指すわけではないことがあり、むしろ、ダウンリンクスループットに対応する適切なしきい値を指すことがある。この場合、このしきい値は任意の適切なダウンリンクスループット値であり得る。しきい値は単一の値であり得、複数の値(たとえば、2つ以上のしきい値)であり得、所与の値の範囲であり得、ダウンリンクスループット値に対する索引などであり得る。

【0052】

現在のワイヤレス規格は、一般には、上記の不整合を管理するためのデバイス間(たとえば、eNBとUEとの間)の柔軟性または協調をサポートしないことがある。同様に、ワイヤレスローカルエリアネットワーク(WLAN)などの非セルラーワイヤレス規格では、デバイス間のそのような柔軟性または協調がサポートされないことがある。

【0053】

処理パイプライン拡張についての兼ね合い

処理パイプラインを修正するとき直面し得る兼ね合いのいくつかを示すために、図6A~図6Bは、ダウンリンクデータを受信および処理し、HARQ-ACKメッセージを送信するための(図5に示され、上記で論じられた)ベースラインパイプラインに対するいくつかの拡張を示し、これらの拡張のいくつかの実装を論じる。

【0054】

図6Aおよび図6Bは、ACKターンアラウンド待ち時間の、 $n+4$ 未満への削減を可能にするいくつかの(図5に示されるベースラインに対する)拡張パイプライン例を示す。たとえば、ここで図6Aを参照すると、第1の拡張パイプライン例が示されている。いくつかのシナリオでは、図示されるように、パイプラインのより細かい粒度が、P1および復号ステージに

10

20

30

40

50

において使用され得る。すなわち、この例では、P1/DECステージがコードブロック(CB)レベルパイプライン化をサポートする。この場合、P1ステージがデマッパ動作を実行し、デマッパ動作は、CBレベルの比較的細かい粒度でデコーダとパイプライン化し得ると仮定する。この場合、デコーダは、同一のシンボルからの第1のCBがP1の出力から利用可能となるとすぐに、そのシンボルの処理を開始し得る。この例では、各シンボルが多くCBを含み、第1のCBについて復号が開始するための待ち時間は無視できる(最後のCBと同様に)と仮定する。したがって、図6Aからわかるように、復号タイムラインDECは、P1タイムラインに対してわずかに遅延するだけである。しかしながら、いくつかの例では、P1/DECステージは、時間 $n+5$ の間のACK伝送についての予期されるACKデッドラインを満たすように適切なマージンを維持するために、(たとえば、より高いクロック速度を実装することによって)少し高速に動作しなければならないことがあり得る。図6Aに示される例では、ACK602がスロット $n+5$ の間に送信が開始され得るので、ACKターンアラウンド待ち時間 $n+3$ が達成される。

【 0 0 5 5 】

次に図6Bを参照すると、第2の拡張パイプライン例が示されている。このシナリオでは、処理ステージおよび復号ステージのすべてにおいて2倍のクロック速度が使用され得る。すなわち、すべてのハードウェアブロック(たとえば、広帯域処理回路441、デマッピング回路442、およびデコーダ443)が図5のベースライン例と比べて2倍のクロック速度で動作するように構成される場合、各ステージでの処理時間は半分に削減され得る。図6Bからわかるように、このことは、各順次ステージがより早期に開始し得、処理ステージを通じた復号ステージまでの各OFDMシンボルの調子が加速され得ることを意味する。

【 0 0 5 6 】

さらに、クロック速度の上昇に加えて、またはそれとともに、図6Bからわかるように、第1の拡張パイプライン内の、上記で説明され、図6Aに示されるP1/DECステージでのパイプライン化のより細かい粒度(たとえば、CBレベル粒度)が活用され得る。したがって、この例では、スロット $n+4$ の間にACK604の送信を開始し得るので、 $n+2$ のACKターンアラウンドが達成され得る。

【 0 0 5 7 】

最も短いACKターンアラウンド待ち時間をサポートするために、より細かい粒度のパイプライン化(たとえば、CBレベル粒度)が使用され得る。さらに、すべてではないとしてもいくつかの処理ステージPX/DECは、シンボル時間 n よりもかなり高速な調子で回転する必要があり得る。通常、このことは、処理ステージPX/DECのクロック速度を上昇させることによって達成され得、しばしば、エネルギー効率および面積が犠牲となる。ACKターンアラウンド待ち時間を削減するための別の方式は、より多くの量のハードウェアを利用し、より高程度の並列化を実装することによるものである。

【 0 0 5 8 】

所与の実装では、上記の技法の組合せが使用され得る。しかしながら、一般には、ハードウェア利用が低いために、実現され得るパイプライン効率が低くなる。すなわち、「安全」マージンと規定される時間量に加えて、ハードウェアブロックが使用されないことがある余分な「デッドタイム」があり得る。この「デッドタイム」は、クロック速度が2倍にされる、上記で説明され、図6Bに示される第2の拡張例において最も明らかである。この場合、順次シンボルの処理間の各処理ステージPX/DECにおいて、何らかのデッドタイムが存在することがわかる。そのようなデッドタイムの存在は、パイプライン効率の低下として特徴付けられ得る。

【 0 0 5 9 】

これらの兼ね合いを管理するためのいくつかの従来方式が存在する。たとえば、複数のシンボル待ち時間を有することなど、ACKターンアラウンド要件がそれほど厳重でないことが許される場合、これらのデッドタイムを作成する必要はない。別の例では、IEEE802.11b/a/g/n/ac規格に従って定義される既存のワイヤレスローカルエリアネットワーク(WLAN)技術は、ショートフレーム間スペース(SIFS)16 μ sおよびシンボル持続時間4 μ sを利

10

20

30

40

50

用する。この場合、数倍のシンボル持続時間が存在し、適正なハードウェアパイプライン化が可能となる。さらに、IEEE802.11ax規格は、SIFSの前に挿入される一定のパディングを利用し、したがって、ハードウェアは、パイプラインが自然に流れ出るための余分の時間を獲得し得る。さらに、3GPP LTE規格は、高程度のインターレーシング(すなわち、周波数分割複信、FDDでは8インターレース)のために、非常に緩和されたACKターンアラウンド時間要件を利用する。

【0060】

本開示の様々な態様によれば、モデム処理パイプライン効率は、ダウンリンクデータの送信側(たとえば、eNBまたは他のスケジューリングエンティティ)と、受信側(たとえば、UEまたは他のスケジューリングされるエンティティもしくは従属エンティティ)との間の一定の協調シグナリングを利用して、スケジューリングエンティティにUEを認識させ、UEにおいてパイプライン化拡張を着手させることによって向上され得る。この協調によって、パイプライン効率についての最良の兼ね合いが目標とされ得るとともに、一般的に厳しいACKターンアラウンド要件が依然として満たされる。

【0061】

本開示のいくつかの態様は、ペイロードテーパリングを実現する。この場合、通信デバイス(たとえば、eNBまたは他のスケジューリングエンティティ)が、TTIの終わりに向かって、UE上の処理負荷を直接的または間接的に低減し得る。本開示のいくつかの態様は、ACKターンアラウンドデッドラインを満たすために、「クランチ」期間中にUEがその処理スループットを瞬間的に増大させることを実現する。本開示のいくつかの態様は、より良好なパイプライン効率を達成するために、UEによってサポートされる場合、キャリアアグリゲーションの使用を実現する。本開示のいくつかの態様は、より短いシンボル持続時間でのスケールドヌメロロジの使用を実現する。本開示のこれらおよび他の態様が、以下でさらに詳細に説明される。

【0062】

ペイロードテーパリング

大まかには、テーパリングとは、受信側エンティティでの処理の削減を可能にするために、通常のシステム動作と比べて、シンボルによって搬送されるペイロード情報の量を削減することを指す。ペイロードテーパリングとは、UEのハードウェア処理能力を認識しているeNBまたはスケジューリングエンティティが、TTIの終わりに向かって、UEの負う処理負荷を低減することができ、またはそれを可能にするアルゴリズムおよびハードウェア特徴を指し、それを含み得る。

【0063】

「TTIの終わりまたはその付近の」という語句は一般に、TTI内の最後または最終のOFDMシンボルにあるシンボル、またはその付近のシンボルを指す。以下で論じられるように「テーパリング」され、または「テーパリング」され得る厳密なシンボル数は、望み通りに、または実装詳細に従って、eNBまたはスケジューリングエンティティによって適切に選択され得る。このようにして、UEは、比較的短いACKターンアラウンド時間を満たし得る。一例では、処理パイプライン深さがTTIの終わりから逆方向にカウントされる場合、以下で説明されるペイロードテーパリングはこのシンボルから開始し得る。たとえば、処理パイプライン深さが3つのシンボルと同等であり、ACKデッドラインが最後のシンボルの終わりの1シンボル後に生じる場合、ペイロードテーパリングは第2から最後のシンボル上で開始するべきである。いくつかの例では、TTIの終わりまたはその付近のテーパリングまたは変更されるシンボル数が、UEによって、以下でより詳細に論じられる削減スケジュール信号内で要求され得る。

【0064】

ペイロードテーパリングが実装されるとき、いくつかの態様では、送られるデータまたは情報の量が、TTIの終わりまたはその付近の影響を受けるシンボルについて削減され得る。これは、この特徴についての兼ね合いと見なされ得る。しかしながら、この兼ね合いは、データの終わりとACKとの間のギャップまたはガード期間を増大させること、または

パディングを利用することなどのいくつかの代替にとってより好ましいものであり得、1つまたは複数のシンボル全体が使用不能であり得る。本開示のいくつかの態様によれば、最後のシンボルに、またはTTIの終わりまたはその付近の複数のシンボルに、様々な適切な技法のいずれか1つまたは複数を用いることによってペイロードテーパリングが達成され得る。

【0065】

図7Aは、上記で説明され、図6Aに示される第1の拡張を再現し、パイプラインのより細かい(たとえば、コードブロックレベル)粒度が使用される。図7Bが比較のために下に示され、本開示のいくつかの態様によるペイロードテーパリングを利用する一例を示す。図7Bからわかるように、図のOTA/RFステージのOFDMシンボル $n+1$ および $n+2$ において受信される最後の2つのシンボル(b)および(c)が、「テーパリング」され、あるいは修正されると見なされ得、したがって、比較的短い時間で、処理ステージP0および/またはP1のうちの1つまたは複数において処理され得、かつ/または復号され得る。ダウンリンクデータを完全に復号するために必要な時間が短いため、ACKがより早く送信され得る。この図は、 $n+2$ のACKターンアラウンド待ち時間の一例を示す。もちろん、これはいくつかの概念を示すために示される一例にすぎない。

【0066】

たとえば、フレーム構造設計によって、ペイロードテーパリングがスケジューリングエンティティ202において達成され得る。この場合、スケジューリングエンティティ202は、チャンネル状態情報基準信号(CSI-RS)、同期信号(SYNC)、セル特有基準信号(CRS)、制御(制御は、次のTTIについての事前スケジューリング情報とともに、このユーザに特有のものであり得る)などの非データシンボルまたは復調トーンとともに、TTIの終わりまたはその付近において1つまたは複数のシンボルをロードし得る。しかしながら、これらの非データシンボルまたは復調トーンはトーンのうちの小さい割合を構成するだけであり得るので、このTTIまたはサブフレーム構造設計を伴うペイロードテーパリングだけでは、その効果が限定され得る。(本開示では、伝送がフレームとして構築され得、フレームは、サブフレームに分割され得、各サブフレームは1つのTTIを占有する。)特定の例では、図8に示されるように、サブフレーム構造が、サブフレームまたはTTIの間にインターリーブされる制御およびデータとともに設計され得、サブフレーム($n+1$)についての制御領域が、サブフレーム(n)についてのデータ領域の直後、およびサブフレーム(n)についてのUL ACKの直前に配置される。このインターリーブされたサブフレーム構造を利用することによって、ペイロードテーパリングはより効果的になり得る。すなわち、1つまたは複数のシンボル内の非データシンボル(たとえば、続くサブフレームについてのPDCCH)を、ACKの伝送のための時間の前に配置することによって、受信側エンティティでの処理タイムラインの1つまたは複数の処理ステージの処理負荷を容易にするための適切なビットとともに、制御領域802内に1つまたは複数のシンボルをロードするように制御領域802を構成することによってペイロードテーパリングが容易にされ得る。

【0067】

別の例では、デマップ負荷削減によってペイロードテーパリングが達成され得る。たとえば、MIMO層の数(すなわち、ランク)がTTIの終わりに向かう最後または最終のシンボルの間に限定される場合、ACKがより早期に送信され得る。すなわち、処理複雑さは通常、層の数の増加とともに超線形にスケールアップする。したがって、TTIの終わりに向かっての層の数の比較的小さい減少であっても、潜在的タイムライン削減は非常に大きいものとなり得る。デマップ負荷削減の別の例では、変調順序がTTIの終わりに向かってダウンリンク伝送について限定される場合、ACKがより早期に送信され得る。

【0068】

さらに別の例では、デコード負荷削減によってペイロードテーパリングが達成され得る。この場合、TTIの終わりに向かって、最後または最終のシンボルの間にコーディングレートはより低くなり得る。たとえば、より少数のCBおよび/またはより高速な復号が、TTIの終わりに向かって利用され得る。より高速な復号は、いくつかの例では、早期の終了動

10

20

30

40

50

作に対応し得る。すなわち、早期の終了は既知のアルゴリズムであり、信号条件が良好である場合、デコーダは、元のメッセージを回復するために利用し得る反復がより少ない。この場合、ACKが復号の完了時に送信され、送信側ノードが全符号化パケットのその送信を続行するのではなく、その送信を中止し得ることが、送信側ノードに通知され得る。デコーダ負荷削減の1つの特定の例は、TTIの終わりに向かって畳み込みコーディングを利用し得る。すなわち、畳み込みコーディング情報を復号することは著しく高速であり得る。TTIの残りの部分を復号するのに使用されるのと同じハードウェアデコーダが畳み込み復号もサポートし得る場合、この戦略は最も望ましいものであり得る。そうではなく、別々のデコーダが必要である場合、この戦略のために余分なハードウェア面積が犠牲となる。

10

【0069】

さらに別の例では、ペイロードテーパリングがパディングによって達成され得る。すなわち、ペイロードの少なくとも一部は、このUEにとって有用ではないデータ、すなわちパディングだけを搬送し得る。

【0070】

上記の例のうちの1つまたは複数を利用してペイロードテーパリングを達成するために、本開示の態様では、eNB-UE協調が利用され得る。削減スケジュールを含む、この協調シグナリングの詳細についての別の情報が本開示内の後で与えられる。

【0071】

処理スループットの瞬間的な増大

20

本開示の別の態様では、ACKターンアラウンド待ち時間が、処理スループットを瞬間的に増大させることによって削減され得る。処理スループットは一般に、ヘッドルームが利用可能である方式でプロセッサが動作中のときに増大され得る。すなわち、プロセッサがすでにその最大能力で動作している場合、増加のためのヘッドルームがないことになる。したがって、UEがそのような処理ヘッドルームを有するあるモードで動作しており、eNBまたはスケジューリングエンティティがこのシナリオを認識している場合、eNBは、ダウンリンクデータをそれに応じて供給し得、したがって、UEは、そのクロック速度を瞬間的に増大させ、局所化された方式で、より厳しいACKターンアラウンド待ち時間を達成し得る。

【0072】

30

図9Aは、上記で説明され、図6Bに示される第2の拡張を再現し、P1ステージとDECステージとの間のパイプライン化のより細かい粒度と相まって、 $n+2$ のACKターンアラウンドが2倍のプロセッサクロック速度とともに達成される。この図を閲覧することから、P1およびDECクロック速度がTTI内で変更され得る場合、プロセッサ速度は、最後のシンボルまで可能な限り低速(たとえば1Xの速度)を維持し得ることが明らかとなり得る。最後のシンボルだけがそのクロック速度が2倍にされ得る(たとえば、2Xの速度)。

【0073】

このパラダイムの一例が図9Bに示されている。この構成では、P0段階を実装する第1のプロセッサまたは回路(たとえば、広帯域処理回路441)がTTI全体にわたって2倍の速度でクロックされ得、一方、P1段階を実装する第2のプロセッサ(たとえば、デマッピング回路442)、およびデコーダDEC443が、TTI内の最後のシンボル(すなわち、スロット $n+2$ において無線を介して受信されたシンボル(c))の処理を開始するまで、通常の、より低速な速度(たとえば、1Xの速度)でクロックされ得る。この方式では、示されたように処理スループットの向上を達成することによって、 $n+2$ ACKターンアラウンド待ち時間が達成され得る。

40

【0074】

本開示の様々な態様では、処理速度およびスループットの瞬間的な増大(および減少)は、TTIの最後または最終のシンボルに限定されない。さらに、これらの処理速度の瞬間的な増大は、クロック速度を2倍にすることに限定されない。すなわち、処理速度およびスループットに対する任意の適切な変更が、任意の適切な時間に利用され得る。瞬間的な処理速度の増大をどのシンボルに適用するか、およびどれほど加速するかという選択は、実

50

装設計の考慮の対象となる。

【0075】

さらに、図9Bに示される例はP0段階でのクロック速度の増大と、P1段階でのクロック速度の瞬間的な増大とを示すが、任意の1つまたは複数のプロセッサまたは処理ステージのクロック速度を瞬間的に増大させることによって本開示の態様が実装され得ることは明らかである。

【0076】

さらに、いくつかの例では、処理スループット増大はまた、「クランチ」期間中(たとえば、TTIの終わり)に並列化エンジンを活動化させることによって達成され得る。この並列化は、ハードウェアコストを加え得るが、この手法に対するエネルギー効率の利点があり得る。したがって、本開示のいくつかの態様は、クロック速度を増大させることによってだけでなく、追加または代替として、限定はしないが、必要に応じて並列処理を達成するための並列化エンジンを活動化することを含む、処理スループットの増大を達成する他の手段によって処理スループットの瞬間的な増大を達成し得る。

【0077】

本開示の別の態様では、プロセッサ速度またはスループットに対するこれらの瞬間的な増大を可能にするために、スケジューリングエンティティ202と従属エンティティ204との間の単純な協調シグナリングが利用され得る。すなわち、eNBまたはスケジューリングエンティティ202は単に、従属エンティティ204がサポートし得る処理能力を認識させられ得る。UEまたは従属エンティティ204は、たとえば、スループット増大/低減回路447を利用することによって、1つまたは複数のプロセッサまたは処理ステージについてのそれ自体の処理スループットを瞬間的または選択的に増大するように自律的に決定を行い得る。すなわち、従属エンティティ204は、どのハードウェアブロックが瞬間的に加速するかを選択し得る。

【0078】

単純な例として、UEまたは従属エンティティ204がY MHz帯域幅においてピークスループットX Mbpsをサポートし得、所与のACKターンアラウンド待ち時間を達成すると仮定する。この場合、そのような待ち時間が<Y MHz帯域幅において<X Mbpsでもサポートされ得なければならない。この場合、処理クロック速度の増大は、利用可能処理ヘッドルームのために、そのようなケースについてのパイプライン効率を改善するために行われ得る。

【0079】

キャリアアグリゲーション

本開示の別の態様では、キャリアアグリゲーションを利用することによってパイプライン効率が向上し得る。この場合、以下でさらに詳細に説明されるように、同一のハードウェアブロックと直列にコンポーネントキャリア(CC)にわたってベースバンド処理を実施することによって、キャリアアグリゲーションがUEまたは他の従属エンティティ204によって実施され得る。大まかには、本質的に同一のスループットおよびACKターンアラウンド要件を満たしながら、たとえば面積または電力の改善の点で、パイプライン効率の改善が達成され得る。

【0080】

いくつかの無線アクセス技術(RAT)は、複数のコンポーネントキャリアの帯域幅を組み合わせることによって得られる全帯域幅を得るために、キャリアアグリゲーション(CA)方式において割り振られるスペクトルを使用する。組み合わせられた帯域幅は、各方向の伝送のために使用され得る。

【0081】

図10および図11を参照すると、本開示の様々な態様に従って異なるCA方式が利用され得る。可能なCA方式には、連続的CAおよび非連続的CAが含まれる。図10は、互いに隣接する複数の利用可能なコンポーネントキャリアを利用する連続的CAの一例を示す。図11に示されるように、複数の利用可能なコンポーネントキャリアが周波数帯内で分離されるとき、非連続的CAが使用され得る。一例では、非連続的および連続的CAは、単一のデバイスにサ

10

20

30

40

50

ービスするために複数のコンポーネントキャリアをアグリゲートし得る。

【0082】

受信側従属エンティティ204は、搬送波が周波数帯に沿って分離されるので、非連続的CAのために複数のRF受信ユニットおよび複数のFFTを利用し得るキャリアアグリゲーション回路446を含み得る。非連続的CAは広い周波数範囲にわたる複数の分離された搬送波を介するデータ伝送をサポートするので、伝播経路損失、ドップラーシフト、および他の無線チャネル特性は、異なる周波数帯ではかなり変動し得る。

【0083】

一例では、スケジューリングエンティティ202でのキャリアアグリゲーション回路343は、各コンポーネントキャリア上で固定送信電力を利用し得、各コンポーネントキャリアの有効電力レッジまたはサポート可能な変調およびコーディングは変動し得る。したがって、キャリアアグリゲーション回路343は、非連続的CA手法の下でブロードバンドデータ伝送をサポートするために、相異なるコンポーネントキャリアについてコーディング、変調、および送信電力を適応的に調節し得る。

【0084】

図12は、本開示のいくつかの態様による、メディアアクセス制御(MAC)層での相異なるコンポーネントキャリアからの伝送ブロック(TB)のアグリゲーションを示す。たとえば、図12の概略図は、上記で説明され、図4に示されるように、従属エンティティ204内のキャリアアグリゲーション回路446によって実装され得る。MAC層データアグリゲーションを用いて、各コンポーネントキャリアは、MAC層内に、それ自体の独立したハイブリッド自動再送要求HARQエンティティまたはその同等物を有し、物理層内に、それ自体の伝送構成パラメータ(たとえば、送信電力、変調およびコーディング方式、ならびに複数のアンテナ構成)を有し得る。同様に、物理層内で、各コンポーネントキャリアについて1つのHARQエンティティが設けられ得る。

【0085】

本開示の様々な態様では、2次コンポーネントキャリア(CC)についての制御情報が1次CC上で搬送され得る。すなわち、いくつかの例では、CCは独立式ではないことがある。さらに、TDD搬送波では、CCスケジューリングがその方向(すなわち、ULまたはDL)に関して調整され得る。制御の観点から、複数のCCがより緊密に結合されると見ることができ、最終のACKとともにバンドルすることができるので、このことは、次に論じられるパイプライン化オプションを容易にし得る。

【0086】

次に図13Aおよび図13Bを参照すると、上記で示されるように、P0として示される第1のプロセッサステージは、FFTなどの一定の広帯域処理に対応し得る。第1のプロセッサステージP0においてFFTを実施するとき、第2のプロセッサステージP1は、FFT手順全体が完了するまで、その処理を開始することができない。したがって、FFTを実施するステージに続く処理ステージは一般に、その前の処理ステージが完全に完了するまで、開始するのを待機しなければならない。

【0087】

より小さいCC帯域幅では、FFTについての処理時間が通常、広帯域CCについての処理時間と比べて短縮される。したがって、より小さいCC帯域幅が利用される場合、FFTを含む処理ステージに続く処理ステージは、シンボルに対する処理をより早期に開始し得る。このことは、図示される例では、広帯域処理ステージP0について、および後続のステージP1についてのパイプライン粒度を効果的に低減し得る。したがって、本開示の一態様では、CC帯域幅を削減することによってACKターンアラウンド待ち時間が改善され得る。

【0088】

図13Aは、上記で説明され、図6Aに示される第1の拡張を再現し、パイプラインのより細かい粒度がP1~DECステージにおいて使用される。図13Bが比較のために下に示され、本開示の一態様による、パイプライン効率を向上させるために、より狭いCC帯域幅を利用する一例を示す。この例では、図13Aの例のCC帯域幅と比べて、CC帯域幅が半分に分割される

10

20

30

40

50

。すなわち、各シンボル(a,b,c)が、それぞれのCC上のそのシンボルの部分を表す2つの構成要素1および2とともに示されている。図示されるように、(aと符号が付けられた)時間nに受信されるOFDM信号のサンプルでは、この例ではFFTなどの広帯域処理を含む第1の処理ステージP0は、OTA/RFステージが完了した後に開始する。この場合、時間nに受信されたシンボル(a)全体についてFFTが完了するまで待機することを必要とするのではなく、ステージP0での広帯域処理が、1(たとえば、a1)と符号が付けられたこのシンボルの第1の構成要素に対して完了するとすぐに、第2の処理ステージP1は、より早い時間に開始し得る。すなわち、CCのより狭い帯域幅のために、構成要素a1に対するFFTおよび/または他の広帯域処理が、より早期に完了し得る。このようにして、この例は、図13Aの例と比べて、0.5シンボルのACKターンアラウンド待ち時間の加速を実現し得る。

10

【0089】

この図示される例は、半帯域幅CCを利用することによってより細かい粒度を示すが、本開示の範囲内で、それぞれ1/3の帯域幅の3つのCCなど、任意の数のCCが利用され得る。さらに、CCの各々の帯域幅は、必ずしもCCの数の逆数である必要はない。たとえば、2つのCCが利用される場合、各CCが他のシンボルの1/2の帯域幅を有する必要はない。所与のCC内の帯域幅の任意の適切な削減の結果、そのCC上で搬送される情報についての処理時間の対応する削減が得られ得る。

【0090】

さらに、図13Aおよび図13Bでは、CBレベルパイプライン化を用いたより細かい粒度も利用され、その結果、復号ステージDECは、第2の処理ステージP1が完全に完了するまで待機する必要なしに、第2の処理ステージP1が開始する直後に開始し得る。

20

【0091】

本開示のいくつかの態様では、高速処理を容易にするために、CCが緊密に結合され、制御情報が第1のコンポーネントキャリア上で搬送される。

【0092】

実際には、いくつかのオーバーヘッド要素が、前述のキャリアアグリゲーションアルゴリズムの正味利得を低減し得る。たとえば、CC間のガードバンドに関連するオーバーヘッドが、正味利得を低減し得る。さらに、あるCCから別のCCへのコンテキスト切換えに関連する処理および管理オーバーヘッドが正味利得を低減し得る。さらに、ハードウェアアーキテクチャのいくつかの実装は、キャリアアグリゲーションを用いるより良好なハードウェアパイプライン化をサポートするように設計されていないことがある。たとえば、次のステージが開始することができる前に各ステージがすべてのCCをループするアーキテクチャでは、処理タイムラインを抑えることは不可能となる。

30

【0093】

スケールドヌメロロジ

本開示の別の態様では、調和ヌメロロジを使用することによってACKターンアラウンド待ち時間が削減され得る。すなわち、異なるトーン間隔およびシンボル持続時間が単一のOFDM波形内で共存し得、このヌメロロジの戦略的な使用の結果、ACKターンアラウンド待ち時間の削減を得ることができる。

【0094】

上記で示されるように、処理パイプラインでは、FFTまたは他の処理活動が実施され得る前に、OFDMシンボル内のすべての時間領域サンプルが一般に収集される。非常に広い帯域幅を扱うとき、OFDMシンボル内のサンプルの収集は、比較的長い時間がかかり得る。しかしながら、より小さい時間シンボル持続時間が使用される場合、トーン間隔を2倍にし、それに応じてシンボル持続時間を時間内にスケールダウンすることによって、パイプライン化粒度が効果的に低減され得る。

40

【0095】

図14Aは、上記で説明され、図6Aに示される第1の拡張を再現し、パイプラインのより細かい粒度が、P1~DECステージにおいて使用される。この図では、適切なシンボル持続時間およびトーン間隔が利用されると仮定され得る。図14Bが比較のために下に示され、本

50

開示の一態様による、ACKターンアラウンド待ち時間を削減するためのスケールドヌメロロジを利用する一例を示す。この例では、前述のように、トーン間隔が2倍にされ(または、何らかの他の適切な値だけスケールアップされ)、したがって、シンボル持続時間がそれに応じて短縮され、パイプライン化粒度が低減される。図14Bの例では、番号1および2は、元々は図14Aの同一のシンボルに属するシンボルを表す。この場合、粒度を効果的に低減することによって、各順次処理ステージはより早く開始し得、ACKターンアラウンド待ち時間を本質的に $n+2$ ターンアラウンドに削減する。

【0096】

実際には、いくつかのオーバーヘッド要素が、前述のスケールドヌメロロジアルゴリズムの正味利得を低減し得る。たとえば、ハードウェア処理スループットは、各シンボルに関連するオーバーヘッドのために、短縮されたシンボル当たりのトーン数の削減に、線形または最適にスケールしないことがある。たとえば、半分のサイズのFFTがなお、実行するのにサイクルの半分よりも多くかかり得る。さらに、調和ヌメロロジ内に適合するように巡回プレフィックス(CP)が短く切断され得、潜在的に性能が犠牲にされる。さらに、eNBまたはスケジューリングエンティティ202が特定のUEまたは従属エンティティ204のパイプライン化を助けるために新しいヌメロロジに切り替わり得、それはいくつかの使用ケースでは困難または不可能であり得るので、スケールドヌメロロジアルゴリズムは実際には実装するのが困難であり得る。しかしながら、スケールドヌメロロジアルゴリズムは、いくつかの例では、一定の重要な処理、たとえばパイロットトーンなどのACKターンアラウンド待ち時間の削減から恩恵を受け得る一定の専用トーンについてのタイムライン内の戦略的位置において採用され得る。

【0097】

eNB-UE協調シグナリング

本開示の別の態様によれば、スケジューリングエンティティ202と従属エンティティ204との間の基本協調および拡張協調が、モデム処理パイプライン効率を管理するために提供され得る。すなわち、パイプライン効率選択に関するUE能力を示すために、シグナリングがUE(または他の適切なスケジューリングされるエンティティまたは従属エンティティ204)からeNB(または他の適切なスケジューリングエンティティ202)に送信され得る。さらに、eNBは、このUE能力シグナリングを利用して、そのUEへのダウンリンクデータ伝送の様々な側面を決定し得る

【0098】

本開示の様々な態様では、初期登録手順の間に、eNBまたはスケジューリングエンティティ202が、UEまたは従属エンティティ204から、UE能力を示すメッセージを受信し得る。このUE能力メッセージは、UEの一定の処理能力の説明をさらに含み得る。たとえば、いくつかの例では、UE能力メッセージは、UEによってサポートされ得る最小ACKターンアラウンド、およびUEについての関連するしきい(たとえば、ピーク)スループットの指示を含み得る。一般に、ACKターンアラウンド待ち時間が長いほど、UEは、より高いピークスループットをサポートすることができ得る。したがって、UE能力メッセージはこの関係を与え得る。たとえば、1つのエントリは、ACKターンアラウンド待ち時間 $n+2$ について、所与のしきいダウンリンクスループット(たとえば、ビット/秒単位)がサポートされ得ることを示し得る。しかしながら、より低速のACKターンアラウンド待ち時間 $n+3$ では、異なる(たとえば、より高い)ピークダウンリンクスループットがサポートされ得る。本開示のいくつかの態様では、典型的なUEは、 $n+2$ および $n+3$ のACK待ち時間をサポートし得る。この場合、 $n+3$ のACK待ち時間の結果、data-ACKについて2シンボルギャップが生じる。もちろん、従属エンティティの特定の実装が、様々な異なる値を有する任意の数のACK待ち時間をサポートし得ることを理解されたい。

【0099】

いくつかの例では、ビット/秒単位のしきいダウンリンクスループットを提供するのではなく、UEカテゴリが既存のLTE規格内で定義されるのと同様に、スケジューリングエンティティ202にシグナリングされるしきいダウンリンクスループットが定義され得る。た

たとえばしきい(たとえば、ピーク)ダウンリンクスループットが、TTI当たりの最大合計ビット、またはトランスポートブロック当たりの最大ビット数としてシグナリングされ得る。

【0100】

たとえば、従属エンティティ204でのトランシーバ410がシングルキャリアについて帯域幅100MHzをサポートし得ると仮定する。このケースでは、ACK待ち時間 $n+2$ を達成するために、従属エンティティ204は、ピークダウンリンクスループット X ビット/秒を有し、ACK待ち時間 $n+3$ について、従属エンティティ204はピークスループット Y bpsを有し得る。この場合、2搬送波構成では、各コンポーネントキャリアについての帯域幅が50MHzの場合、同一のエントリが提供され得る。ACK待ち時間 $n+2$ では、従属エンティティ204はピークスループット A bpsを有し得、ACK待ち時間 $n+3$ では、従属エンティティ204はピークスループット B bpsを有し得る。この情報は、表にまとめられ、UE機能情報メッセージ内でスケジューリングエンティティ202に供給され得る。

10

【0101】

UE能力メッセージでは、いくつかの例では、サポートされる各キャリアアグリゲーション構成について上記の情報が反復され得る。すなわち、複数のキャリアアグリゲーションモードの各々について、UE機能情報メッセージは、関連するしきい(たとえば、ピーク)ダウンリンクスループット値をそれぞれ有する複数のACK待ち時間値を含み得る。別の例では、この反復されるシグナリングは、最小の所望のしきいスループット値を配信することのできるキャリアアグリゲーション構成またはモードに限定され得る。

20

【0102】

スケジューリングの間、eNBまたはスケジューリングエンティティ202は、予想ACK待ち時間レベルに合致するスループットでUEまたは従属エンティティ204にサービスするための決定を行い得る。いくつかの例では、eNBは、システムの負荷が非常に高い場合は特に、パケットとそのACK伝送との間のギャップを削減するために、より厳しいACKターンアラウンドではより低いスループット(たとえば、ユーザ間のFDM)を好むことがある。

【0103】

以下のTable 1(表1)は、本開示のいくつかの態様に従って表れ得る基本UE機能情報メッセージの一例を与える。前述のように、この表は、 $n+2$ のACK待ち時間および $n+3$ のACK待ち時間についてのしきいダウンリンクスループット値を示す、単一の160MHzコンポーネントキャリアに対応する第1のサブテーブルを含む。この表は、2つの80MHzコンポーネントキャリアを利用する、第2のキャリアアグリゲーションモードに対応する第2のサブテーブルをさらに含む。ここでは、 $n+2$ のACK待ち時間および $n+3$ のACK待ち時間についてのしきいダウンリンクスループット値も示されている。

30

【0104】

【表 1】

Table 1

単一の CC 160MHz	しきい DL スループット
n+2 の ACK 待ち時間	X ビット/TTI
n+3 の ACK 待ち時間	Y ビット/TTI

2CC:80+80MHz	しきい DL スループット
n+2 の ACK 待ち時間	A ビット/TTI
n+3 の ACK 待ち時間	B ビット/TTI

10

【 0 1 0 5 】

前述のこの基本的eNB-UE協調シグナリングは、たとえば、処理スループットを瞬間的に増大させるために前述のアルゴリズムの一部をサポートするのに適していることがある。しかしながら、前述のように、UEがすでにそのピーク能力において動作している場合は助けとならない(またはオプションとして利用可能ではない)ことがあるという意味で、処理スループットを瞬間的に増大することは値が限定され得る。たとえば、1つまたは複数の重要なプロセッサまたは処理ステージがすでにその最大スループットにおいて動作中であり得、瞬間的増大がそれに応じて利用不能であり得る。

20

【 0 1 0 6 】

前述のアルゴリズムのうちの追加のもの、たとえばペイロードテーパリングをサポートするために、前述の基本UE機能情報シグナリングに加えて、拡張UE機能情報シグナリングが、本開示の別の態様において提供され得る。ペイロードテーパリング特徴をサポートするために、UE機能情報のUE伝送は、たとえば、サポートされるペイロードテーパリング手法についての仕様をさらに含み得る。この情報とともに、n+2のACK待ち時間(あるいは、サポートされる最小ACKターンアラウンド待ち時間)でのしきいダウンリンクスループットがサポートされ得る。

30

【 0 1 0 7 】

いくつかの例では、ペイロードテーパリングをサポートするために、UE機能情報メッセージは、TTI内の各シンボルにわたってサポートされる最大コードブロック(CB)数などの情報、MIMO層の削減に関する情報、および/または前述のような削減スケジュールに関する任意の適切な情報をさらに含み得る。

【 0 1 0 8 】

たとえば、TTIの終わりまたはその付近のシンボルの間のMIMO層の数(すなわち、ランク)を削減することによって、従属エンティティ204(図4参照)内のデマッピング回路442に対する負荷を削減することによってペイロードテーパリングが達成されることが望ましいと仮定する。この場合、UEは、UEがシンボル0から(n-2)をサポートすることを望む最大層数が4層であり得るが、TTIの終わり付近(すなわち、シンボルn-1およびn)で、UEがサポートすることを望む最大層数が2層であり得ることを削減スケジュール内で示し得る。別の例では、UEは、シンボル0から(n-2)についてのシンボル当たりの最大CB数を指定し得るが、TTIの終わり付近で、シンボル当たりの最大CB数は、より低い最大値であり得る。

40

【 0 1 0 9 】

もちろん、上記は削減スケジュールのいくつかの例にすぎない。本開示の範囲内で、削減スケジュールは、前述の様々なペイロードテーパリングアルゴリズムのいずれかに従っ

50

て構成され得る。これらの例のいずれでも、前述のように、そのような削減スケジュールは、UE機能情報メッセージ内で従属エンティティ204からスケジューリングエンティティ202にシグナリングされ得る。

【 0 1 1 0 】

それに応答して、eNBまたはスケジューリングエンティティ202は、ダウンリンクデータ伝送のためにペイロードテーパリングを利用することを選び得る。したがって、スケジューリングエンティティ202は、たとえば、PDCCHダウンリンクシグナリング、または他の適切なシグナリングメッセージを介して、その選択されたペイロードテーパリング方式についての情報を従属エンティティ204に示し得る。このようにして、UEは、シグナリングされるペイロードテーパリングアルゴリズムを利用するようにアルゴリズムを決定し得る

10

【 0 1 1 1 】

以下のTable 2(表2)は、本開示のいくつかの態様に従って現れ得る、ペイロードテーパリングをサポートする拡張UE機能情報メッセージの一例を与える。

【 0 1 1 2 】

【表 2】

Table 2

サポートされるか?	基本	ペイロードテーパリングを伴う拡張
n+2 の ACK 待ち時間	はい	はい
n+3 の ACK 待ち時間	はい	いいえ。ペイロードテーパリングの目的は、より厳しい ACK 待ち時間をサポートすることである

20

単一の CC 160MHz	基本	ペイロードテーパリングを伴う拡張
n+2 の ACK 待ち時間	0.5*X ビット/TTI	0.95*X ビット/TTI
n+3 の ACK 待ち時間	0.9*X ビット/TTI	利用不能

30

2CC:80+80MHz	基本	ペイロードテーパリングを伴う拡張
n+2 の ACK 待ち時間	0.75*X ビット/TTI	0.95*X ビット/TTI
n+3 の ACK 待ち時間	0.9*X ビット/TTI	利用不能

【 0 1 1 3 】

40

Table 2(表2)に示されるこの例は、TDDシステムに当てはまるが、FDDまたは他の複信システムに対処するようにこの表が容易に修正され得ることを当業者は理解されよう。この表は、パイプライン効率協調がサポートされるかどうかを示す第1のサブテーブル、ベースラインシングルキャリア構成、および2つのコンポーネントキャリアを利用するキャリアアグリゲーション構成という3つのサブテーブルを含む。

【 0 1 1 4 】

この表からわかるように、左側の列は、異なるUEサポートACKターンアラウンド待ち時間値を列挙する。この例では、n+2のACK待ち時間およびn+3のACK待ち時間が現れている。n+3のACK待ち時間では、余分なシンボルが、データ伝送とその対応するACK伝送との間のギャップ内に現れ得る。

50

【 0 1 1 5 】

この列の右側は、ペイロードテーパリングが使用されていないときのモデム処理パイプライン効率協調に関する情報を示す「基本」列である。「基本」列では、関連するACKターンアラウンド待ち時間についてのビット/TTI単位で達成され得るしきいダウンリンクスループットが示され得る。「基本」列の右側は、ペイロードテーパリングが使用されるとき、そのACKターンアラウンド待ち時間のために利用され得る異なるしきいダウンリンクスループットを伴う「拡張」列である。「ベースライン」テーブルは本質的に複製され、キャリアアグリゲーション構成とともに、異なるACKターンアラウンド待ち時間についてのしきいダウンリンクスループット情報を有する行を含む。

【 0 1 1 6 】

この例では、ベースラインシングルキャリア構成が、256QAMおよび所与のコードレートを使用する4層MIMOをサポートする単一の160MHzコンポーネントキャリアに対応すると仮定され得る。示されている表には示されていないが、いくつかの例では、TDD/FDD、通常の巡回プレフィックス、または拡張巡回プレフィックス(NCP/ECP)などについての別々のエントリがさらにあり得る。

【 0 1 1 7 】

右の2つの列は、従属エンティティ204によってサポートされるスループットの一般的な仕様を与え、削減されたしきいダウンリンクスループットが、異なるACKターンアラウンド待ち時間値に対して与えられ得る。最も右の列では、ペイロードテーパリング構成についてのTTIの終わりまたはその付近の最後のシンボルについて、さらに修正されたしきいスループット値が与えられ得る。

【 0 1 1 8 】

さらに、従属エンティティ204は、ペイロードテーパリングについての所与の方式を指定し得る。たとえば、この方式は、TTIの終わりまたはその付近の最後のシンボルを2層MIMOに限定し得、かつ/またはコードレートに関する限度を配置し得、かつ/またはシンボル当たりの最大CB数に関する限度を配置し得る。従属エンティティ204はまた、ダウンリンクデータ伝送において上記の限度がスケジューリングエンティティ202によって供給されるべきであるシンボルを指定し得る。

【 0 1 1 9 】

UE機能情報メッセージ内のこの表の受信に応答して、eNB/スケジューリングエンティティ202でのスケジューラが、基本および拡張協調アルゴリズムにわたって最低スループットから最高スループットまで表エントリをランク付けし得る。スケジューリングすべきダウンリンクデータについて、スケジューリングエンティティは、それに応じて、ランク付けしたリストから、必要とされるよりも少し高いスループットを提供するエントリを選び得る。タイがある場合、いくつかの例では、スケジューリングエンティティは、ベースラインシングルキャリア構成に優先権を与え得る。この場合、最高のスループットより高いものがサポートされる場合、スケジューリングエンティティ202は、表から最高のスループットを選択し得る。キャリアアグリゲーション(CA)構成の選択は準静的または発見的に実施され得る。

【 0 1 2 0 】

本開示の別の態様では、ペイロードテーパリングの有効性に従ってペイロードテーパリングスケジュールを動的に更新するように、一定の閉ループeNB-UE協調が実施され得る。たとえば、ペイロードテーパリングを利用するとき、UEまたは従属エンティティ204の処理時間が尽き、そのACKターンアラウンド時間を満たすことに失敗する場合、UEはCBの除去を開始し得る。このケースでは、本開示のいくつかの態様では、UEは、その最後のシンボルについての「プロセスオーバーランステータス」を含むフィードバックをスケジューリングエンティティ202に継続的、周期的に、または断続的に送信し得る。この場合、スケジューリングエンティティ202のペイロードテーパリング回路342は、それに応じて適切な推定アルゴリズムを実施し得、プロセスオーバーランステータスに従ってどれほどのペイロードテーパリングをそのUEに適用すべきかを推定し得る。たとえば、所望のACKター

10

20

30

40

50

ンアラウンド時間がUEによって満たされていない場合、追加のペイロードテーパリング(たとえば、デマッピング回路442またはデコーダ443の1つまたは複数での追加の負荷削減、追加のパディングなど)が、後続のダウンリンクデータ伝送において実施され得る。一方、所望のACKターンアラウンド時間がUEによって容易に満たされている場合、ペイロードテーパリングの削減が、後続のダウンリンクデータ伝送において実施され得る。ペイロードテーパリングスケジュールに対するこの更新は、様々な実装において動的または準動的に実施され得る。

【0121】

図15は、本開示のいくつかの態様による、処理パイプラインを管理するためのノード間協調についての例示的プロセス1500を示す流れ図である。以下で説明されるように、いくつかまたはすべての図示される特徴は、本開示の範囲内の特定の实装では省略されることがあり、いくつかの図示される特徴は、すべての実装形態の実装にとって必要ではないことがある。いくつかの例では、プロセス1500は、従属エンティティ204と協調してスケジューリングエンティティ202によって実施され得る。いくつかの例では、プロセス1500は、以下で説明される機能またはアルゴリズムを実施するための任意の適切な装置または手段によって実施され得る。

【0122】

ブロック1502において、UEまたは従属エンティティ204がアップリンク伝送上でUE機能情報メッセージを送信し得る。この場合、UE機能情報メッセージは、複数のキャリアアグリゲーションモードの各々について、ACK待ち時間値のセット(たとえば、複数のACK待ち時間値)を含み得、各ACK待ち時間値は、それぞれ関連するしきい(たとえば、ピーク)ダウンリンクスループット値を有する。いくつかの例では、UE機能情報メッセージは、要求されたダウンリンク伝送のペイロードテーパリングを構成するための削減スケジュールをさらに含み得る。

【0123】

ブロック1504において、基地局、eNB、スケジューリングエンティティ202は、UE機能情報メッセージ内のエントリを最低のスループットから最高のダウンリンクスループットまでランク付けし得、ブロック1506において、スケジューリングエンティティ202は、最小ダウンリンクスループットしきい値よりも高いダウンリンクスループットを有する関連するしきいダウンリンクスループット値とともにACK待ち時間値を選択することによって、UE機能情報メッセージ内のACK待ち時間値のセットの中からACK待ち時間値を選択し得る。

【0124】

ブロック1508において、スケジューリングエンティティ202は、キャリアアグリゲーションが受信側UEまたは従属エンティティ204において適用され得るように、ダウンリンクデータ伝送を複数のコンポーネントキャリアを介して搬送されるように構成し得る。ブロック1510において、ペイロードテーパリングがダウンリンク伝送において利用される場合、スケジューリングエンティティ202は、たとえばPDCCH伝送において、選択されたペイロードテーパリング方式についての情報を送信し得る。

【0125】

ブロック1512において、スケジューリングエンティティ202は、選択したACK待ち時間値に関連するUE機能情報メッセージ内の関連するしきいダウンリンクスループット値に従うダウンリンクデータレートでダウンリンクデータを送信し得る。ペイロードテーパリングを実装する例では、スケジューリングエンティティ202は、ダウンリンクデータ内のTTIの終わりまたはその付近の1つまたは複数のシンボルにおいてペイロードをテーパリングし得る。前述のように、限定はしないが、非データシンボルを有する1つまたは複数のシンボルをロードすること、1つまたは複数のシンボルについてのMIMO層数を削減すること、1つまたは複数のシンボルについての変調順序を限定すること、1つまたは複数のシンボルについてのコーディングレートを低減すること、各シンボル内でサポートされる最大コードブロック数を削減すること、および/または1つまたは複数のシンボルについてのパディングを送信することを含む、ペイロードテーパリングをどのように実装するかについての

いくつかのオプションが利用され得る。さらに、いくつかの例では、スケジューリングエンティティは、受信側UEまたは従属エンティティ204においてパイプライン化粒度が低減され得るように、ダウンリンクデータ伝送でのシンボルについてのトーン間隔を増大させ、シンボル持続時間を短縮し得る。

【0126】

ブロック1514において、従属エンティティ204は、複数の順次処理ステージを有するパイプラインを利用して、受信したダウンリンクデータを処理し得る。この場合、いくつかの例では、従属エンティティ204は、パイプラインの処理ステージの1つまたは複数について処理スループットを瞬間的に増大させ得る。

【0127】

ブロック1516において、従属エンティティ204は、所望のACKターンアラウンド待ち時間を満たすことの成功または失敗に対応するダウンリンクデータについてのプロセスオーバーランステータスを決定し得、ブロック1518において、従属エンティティは、プロセスオーバーランステータスを示すフィードバックを送信し得る。それに応答して、ブロック1520において、スケジューリングエンティティ202は、プロセスオーバーランステータスに従ってどれほどのペイロードテーパリングを適用するかを推定し得、ブロック1522において、スケジューリングエンティティ202は、ブロック1520からの推定に従って選択されたペイロードテーパリング方式を示すように構成されたダウンリンク割当てシグナリングを送信し得る。

【0128】

図16は、本開示のいくつかの態様による、処理パイプラインを管理するためのノード間協調についての例示的プロセス1600を示す流れ図である。いくつかまたはすべての図示される特徴が、本開示の範囲内の特定の实装では省略されることがあり、いくつかの図示される特徴は、すべての実装形態の実装にとって必要ではないことがある。いくつかの例では、プロセス1600はスケジューリングエンティティ202によって実施され得る。いくつかの例では、プロセス1600は、以下で説明される機能またはアルゴリズムを実施するための任意の適切な装置または手段によって実施され得る。

【0129】

ブロック1602において、基地局またはスケジューリングエンティティ202はUE機能情報メッセージを受信し得る。UE機能情報メッセージは、肯定応答(ACK)待ち時間値のセットを含み得、各ACK待ち時間値は、それぞれ関連するしきいダウンリンクスループット値を含み得る。

【0130】

ブロック1604において、基地局またはスケジューリングエンティティ202は、受信したUE機能情報メッセージ内のACK待ち時間値のセットからACK待ち時間値を選択し得る。次いで、ブロック1606において、基地局またはスケジューリングエンティティ202は、選択したACK待ち時間値に関連するUE機能情報メッセージ内の関連するしきいダウンリンクスループット値に対応するダウンリンクデータレートでダウンリンクデータ伝送を送信し得る。

【0131】

図17は、本開示の別の態様による、処理パイプラインを管理するためのノード間協調のための例示的プロセス1700を示す流れ図である。いくつかまたはすべての図示される特徴が、本開示の範囲内の特定の实装では省略されることがあり、いくつかの図示される特徴は、すべての実装形態の実装にとって必要ではないことがある。いくつかの例では、プロセス1700は従属エンティティ204によって実施され得る。いくつかの例では、プロセス1700は、以下で説明される機能またはアルゴリズムを実施するための任意の適切な装置または手段によって実施され得る。

【0132】

ブロック1702において、UEまたは従属エンティティ204がUE機能情報メッセージを送信し得る。UE機能情報メッセージは、肯定応答(ACK)待ち時間値のセットを含み得、各ACK待

10

20

30

40

50

ち時間値は、それぞれ関連するしきい(たとえば、ピーク)ダウンリンクスループット値を有する。

【 0 1 3 3 】

ブロック1704において、UEは、UE能力メッセージに従って構成されたダウンリンクデータを受信し得る。次いで、ブロック1706において、UEは、前述のように、複数の順次処理ステージを有する処理パイプラインを利用して、受信したダウンリンクデータを処理し得る。

【 0 1 3 4 】

図1～図17に示される構成要素、ステップ、特徴、および/または機能のうちの1つまたは複数は、単一の構成要素、ステップ、特徴、または機能に再構成され、かつ/または組み合わされ、あるいは、いくつかの構成要素、ステップ、または機能で実施され得る。本明細書で開示される新規な特徴から逸脱することなく、追加の要素、構成要素、ステップ、および/または機能も追加され得、1つまたは複数の要素、構成要素、ステップ、および/または機能は、すべての実施形態の実装のために必要とされないことがある。図1～図15に示される装置、デバイス、および/または構成要素は、本明細書で説明される方法、特徴、またはステップの1つまたは複数を実施するように構成され得る。本明細書で説明される新規なアルゴリズムはまた、ソフトウェアで効率的に実装され、かつ/またはハードウェア内に組み込まれ得る。

【 0 1 3 5 】

開示されるプロセス中のステップの特定の順序または階層は、例示的手法の例示であることを理解されたい。設計プリファレンスに基づいて、プロセス中のステップの特定の順序または階層は再構成され得ることを理解されたい。さらに、いくつかのステップは組み合わされ、または省略され得る。添付の方法クレームは、サンプル順の様々なステップの要素を提示し、その中で具体的に言及されていない限り、提示される特定の順序または階層に限定されることを意味するわけではない。

【 0 1 3 6 】

本開示内で、「例示的」という語は、「一例、事例、または例示としての働きをすること」を意味するために用いられる。本明細書で「例示的」と説明される任意の実装または態様は、必ずしも本開示の他の態様よりも好ましい、または有利なものと解釈されるべきではない。同様に、「態様」という用語は、本開示のすべての態様が、論じられる特徴、利点、または動作モードを含むことを必要としない。「結合される」という用語は、2つの物体間の直接的または間接的結合を指すために本明細書で使用される。たとえば、物体Aが物体Bに物理的に接触し、物体Bが物体Cに接触する場合、物体AとCはやはり、直接的に物理的に互いに接触しない場合であっても、互いに結合されると見なされ得る。たとえば、第1の物体が第2の物体と決して直接的に物理的に接触しないとしても、第1の物体は第2の物体に結合され得る。「回路」は広い意味で使用され、電子回路のタイプに関する限定なしに、接続され、構成されるとき、本開示で説明される機能の実施を可能にする電気デバイスのおよび導体のハードウェア実装と、プロセッサによって実行されるとき、本開示で説明される機能の実施を可能にする情報および命令のソフトウェア実装の両方を含むものとする。

【 0 1 3 7 】

先の説明は、本明細書で説明される様々な態様を当業者が実施することを可能にするように与えられる。これらの態様に対する様々な修正が当業者には容易に明らかとなり、本明細書で定義される一般原理は、他の態様に適用され得る。したがって、特許請求の範囲は、本明細書に示される態様に限定されるようには意図されず、言語クレームに合致する全範囲が与えられるべきであり、単数の要素への参照は、具体的に記載されていない限り、「ただ1つの」を意味するのではなく、「1つまたは複数」を意味するものとする。別段に記載されていない限り、「いくつか」という用語は1つまたは複数を指す。当業者に周知の、または後に知られることになる、本開示全体にわたって説明された様々な態様の要素に対するすべての構造的および機能的均等物が、参照により本明細書に明白に組み込ま

10

20

30

40

50

れ、特許請求の範囲によって包含されるものとする。さらに、本明細書で開示されるものは、そのような開示が特許請求の範囲内に明示的に記載されているかどうかの如何に関わらず、公共に献じられないものとする。クレーム要素は、要素が「のための手段(means for)」という語句を使用して明白に記載されるのでない限り、または方法クレームのケースでは、要素が「のためのステップ(step for)」という語句を使用して記載されるのでない限り、米国特許法第112条(f)の規定の下で解釈されるべきではない。

【符号の説明】

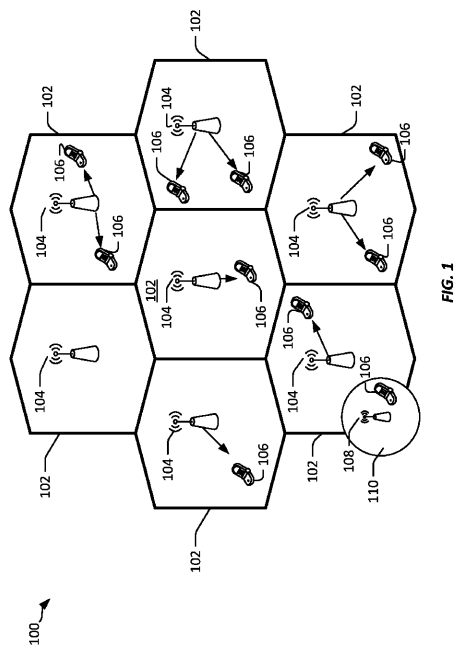
【 0 1 3 8 】

100	アクセスネットワーク	
102	セルラー領域(セル)	10
104	マクロ基地局	
106	UE	
108	基地局	
110	セルラー領域	
116	サービングゲートウェイ	
202	スケジューリングエンティティ	
204	従属エンティティ	
206	データ	
208	制御チャネル	
210	データ	20
212	制御チャネル	
214	フィードバックチャネル	
302	バス	
304	プロセッサ	
305	メモリ	
306	コンピュータ可読媒体	
308	バスインターフェース	
310	トランシーバ	
312	ユーザインターフェース	
314	処理システム	30
341	スケジューラ	
342	ペイロードテーパリング回路	
343	キャリアアグリゲーション回路	
344	スケールドヌメロロジ回路	
361	スケジューラソフトウェア	
362	ペイロードテーパリングソフトウェア	
363	キャリアアグリゲーションソフトウェア	
364	スケールドヌメロロジソフトウェア	
402	バス	
404	プロセッサ	40
405	メモリ	
406	コンピュータ可読媒体	
408	バスインターフェース	
410	トランシーバ	
412	ユーザインターフェース	
414	処理システム	
441	広帯域処理回路	
442	デマッピング回路	
443	デコーダ	
444	HARQ回路	50

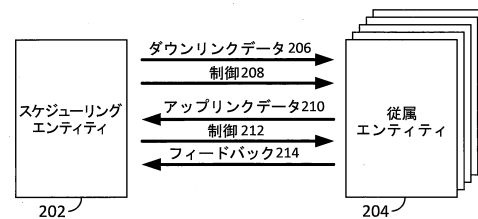
- 445 ペイロードテーパリング回路
- 446 キャリアアグリゲーション回路
- 447 処理スループット増大/低減回路
- 448 スケールドヌメロロジ回路
- 452 広帯域処理ソフトウェア
- 462 デマッピングソフトウェア
- 463 復号ソフトウェア
- 464 HARQソフトウェア
- 465 ペイロードテーパリングソフトウェア
- 466 キャリアアグリゲーションソフトウェア
- 467 処理スループット増大/低減ソフトウェア
- 468 スケールドヌメロロジソフトウェア
- 502 HARQ-ACK
- 504 処理時間+ガード期間
- 602 ACK
- 604 ACK
- 802 制御領域

10

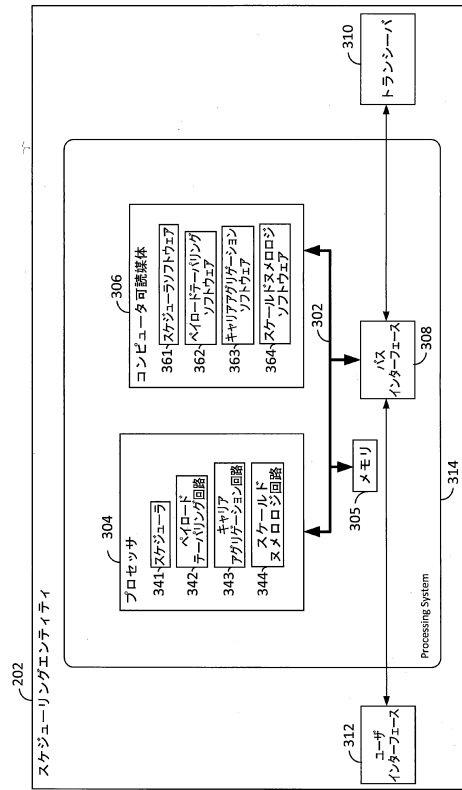
【図 1】



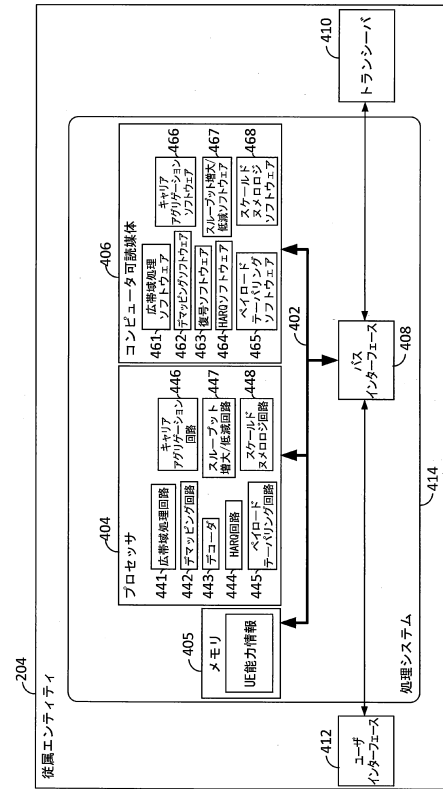
【図 2】



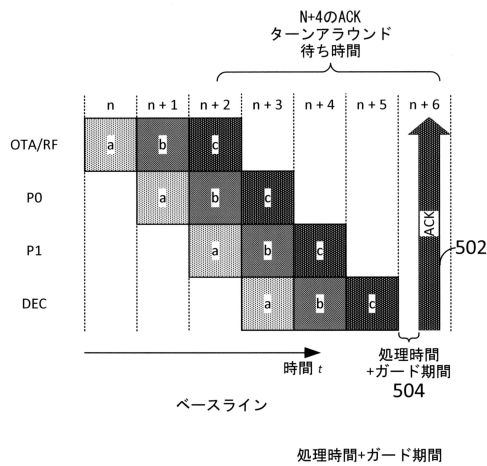
【図 3】



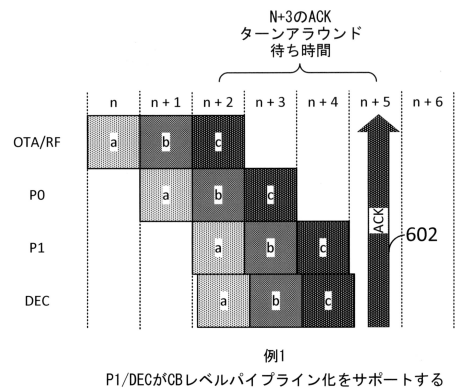
【図 4】



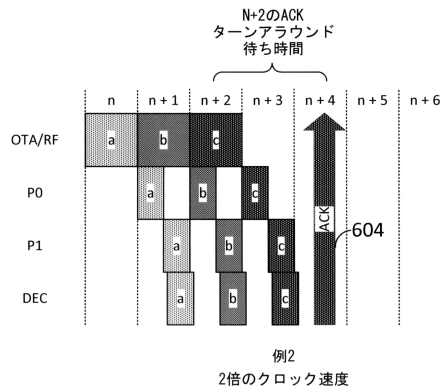
【図 5】



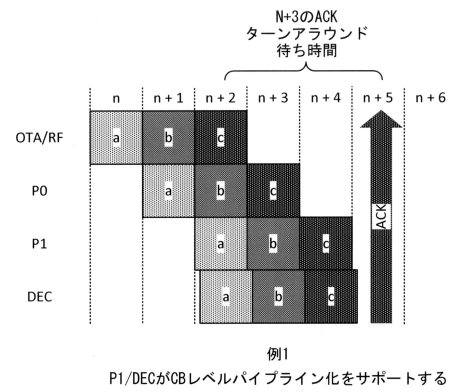
【図 6 A】



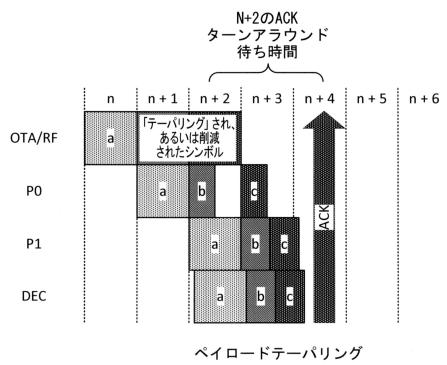
【図 6 B】



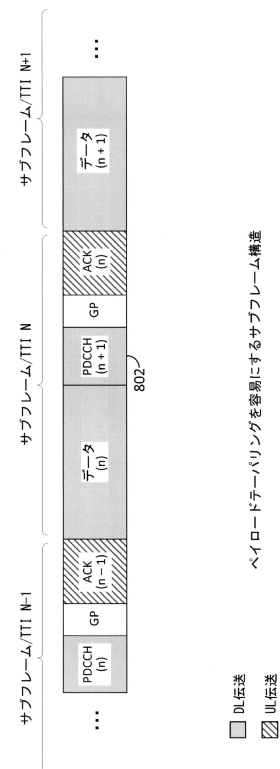
【図 7 A】



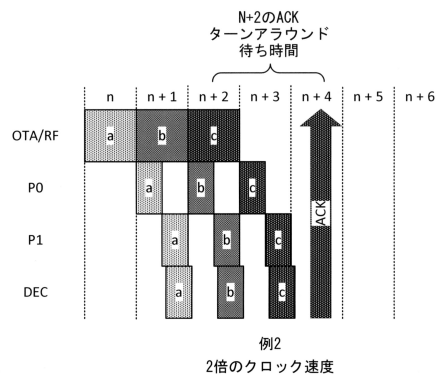
【図 7 B】



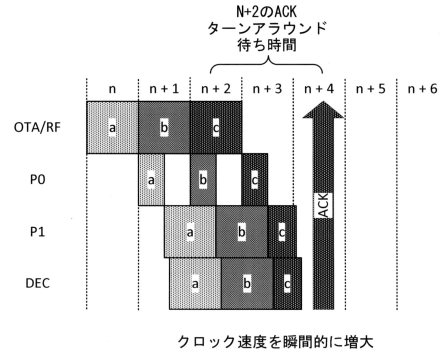
【図 8】



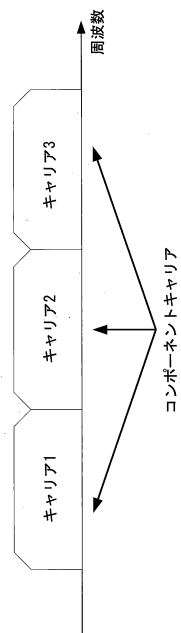
【図 9 A】



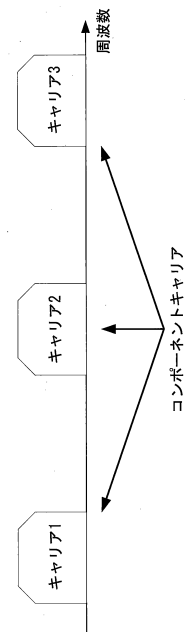
【図 9 B】



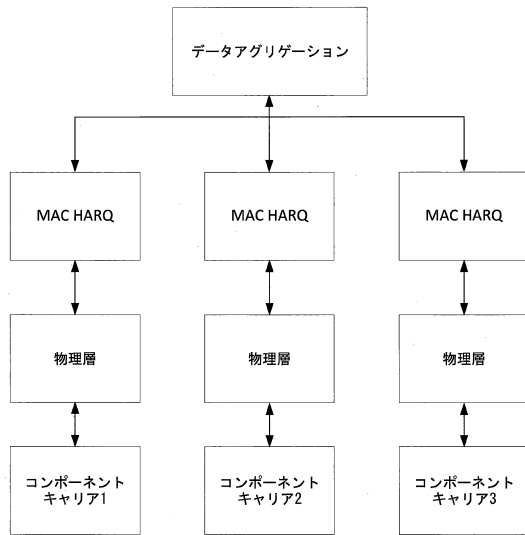
【図 10】



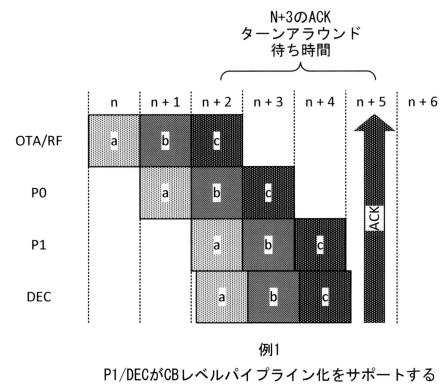
【図 11】



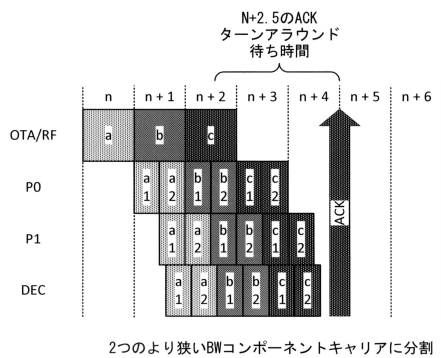
【図 1 2】



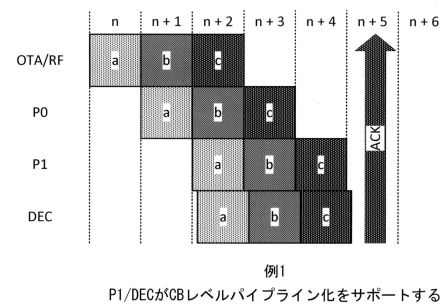
【図 1 3 A】



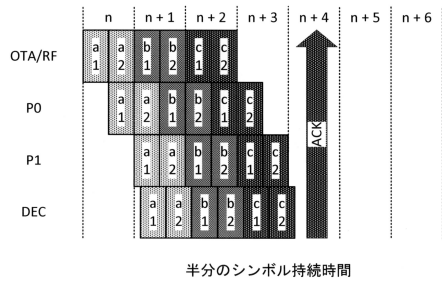
【図 1 3 B】



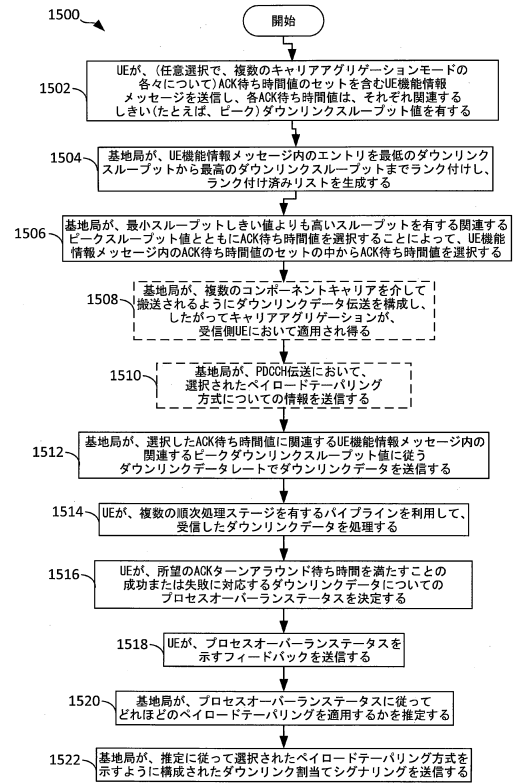
【図 1 4 A】



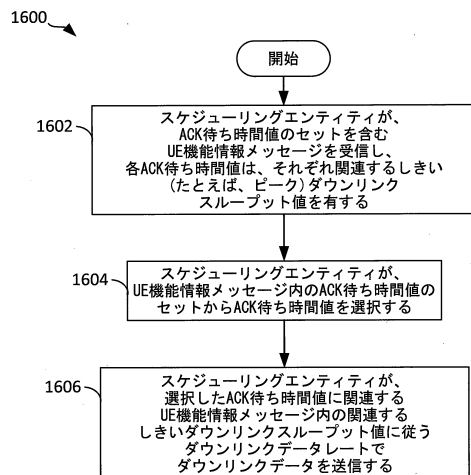
【図 14 B】



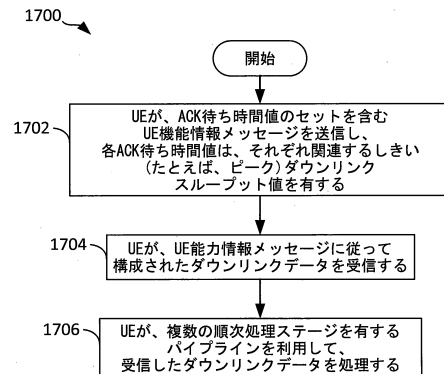
【図 15】



【図 16】



【図 17】



フロントページの続き

- (72)発明者 ジン・ジアン
アメリカ合衆国・カリフォルニア・92121-1714・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライヴ・5775
- (72)発明者 ティンファン・ジー
アメリカ合衆国・カリフォルニア・92121-1714・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライヴ・5775
- (72)発明者 ジョン・エドワード・スミー
アメリカ合衆国・カリフォルニア・92121-1714・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライヴ・5775
- (72)発明者 ジョセフ・ピナミラ・ソリアガ
アメリカ合衆国・カリフォルニア・92121-1714・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライヴ・5775
- (72)発明者 ナガ・ブシャー
アメリカ合衆国・カリフォルニア・92121-1714・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライヴ・5775

審査官 松野 吉宏

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2013/0308465 (US, A1)
国際公開第2007/082934 (WO, A1)
米国特許出願公開第2014/0161112 (US, A1)
Qualcomm Europe, Channel Interleaver for E-UTRA, 3GPP TSG-RAN WG1#49 R1-072015, フランス, 3GPP, 2007年 5月14日, Section 1

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B	7/24	-	7/26
H04W	4/00	-	99/00
3GPP	TSG RAN	WG1-4	
	SA	WG1-4	
	CT	WG1、4	