

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6108576号
(P6108576)

(45) 発行日 平成29年4月5日(2017.4.5)

(24) 登録日 平成29年3月17日(2017.3.17)

(51) Int.Cl. F I
 HO4W 72/04 (2009.01) HO4W 72/04 1 1 1
 HO4W 16/14 (2009.01) HO4W 16/14

請求項の数 5 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2016-41089 (P2016-41089)	(73) 特許権者	000001122
(22) 出願日	平成28年3月3日(2016.3.3)		株式会社日立国際電気
(62) 分割の表示	特願2014-543174 (P2014-543174) の分割		東京都港区西新橋二丁目15番12号
原出願日	平成25年8月29日(2013.8.29)	(72) 発明者	長谷川 圭吾
(65) 公開番号	特開2016-129411 (P2016-129411A)		東京都小平市御幸町32番地 株式会社日立国際電気内
(43) 公開日	平成28年7月14日(2016.7.14)	(72) 発明者	トウ キャートベン
審査請求日	平成28年3月3日(2016.3.3)		東京都小平市御幸町32番地 株式会社日立国際電気内
(31) 優先権主張番号	特願2012-237249 (P2012-237249)	(72) 発明者	竹川 雅之
(32) 優先日	平成24年10月26日(2012.10.26)		東京都小平市御幸町32番地 株式会社日立国際電気内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	柳澤 慶
(31) 優先権主張番号	特願2012-284747 (P2012-284747)		東京都小平市御幸町32番地 株式会社日立国際電気内
(32) 優先日	平成24年12月27日(2012.12.27)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルチチャネル通信システム及びマルチチャネル通信方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基地局と複数の端末局とがホワイトスペースの複数のチャネルで無線通信するマルチチャネル通信方法であって、

該基地局のMAC層におけるチャネル割当マネージャが、該基地局における複数の運用チャネルを決定する或いは上位層から通知される第1ステップと、

マルチチャネル動作を開始する基地局が、複数の運用チャネルを特定するチャネル集約情報を、MAC層の管理メッセージとして該複数の端末局へ向けて、現在の運用チャネルの全てにおいて送信する第2ステップと、

該基地局の該チャネル割当マネージャが、前記複数の運用チャネルの内、未割当ての1つの運用チャネルの指定を含む運用開始要求を、該基地局が備える無線通信エンティティに送信する第3ステップと、

該基地局において、該無線通信エンティティに、無線送受信を提供するために必要な管理情報を通知する第4ステップと、

該基地局の該無線通信エンティティが、前記通知された管理情報を記憶し、前記チャネルの指定に従って周波数を設定し、スーパーフレーム及びフレームのタイミングを基準となる時刻に同期させる第5ステップと、

該基地局が、前記複数の運用チャネルにおいて、該基地局のIDを含む無線フレームを定期的に送信する第6ステップと、

該複数の端末局の内の少なくとも1つの端末局のチャネル割当マネージャが、該端末局

が備える無線通信エンティティに、基地局サーチ命令を発行する第7ステップと、

該端末局の無線通信エンティティが該基地局からの無線信号及び該基地局のIDを検出したときに、該チャンネル割当マネージャが、該検出された該基地局のIDによって接続先の基地局の一致を検査する第8ステップと、

該端末局の無線通信エンティティが、前記無線信号を検出した周波数で、新たな運用チャンネルのための同期処理を行い、該同期処理の完了を該端末局のチャンネル割当マネージャに通知する第9ステップと、

該端末局が、前記同期処理の完了を契機として、前記新たな運用チャンネルのための登録要求を該基地局に送信する第10ステップと、

該基地局が、前記登録要求への応答として、登録完了通知を該端末局に通知する第11ステップと、

該端末局が、前記登録完了通知に基づいて、前記新たな運用チャンネルを含む前記複数のチャンネルを同時に用いて、該基地局とデータプレーンで通信を行う第12ステップと、を有し、

前記第12ステップは、

該基地局が、前記複数のチャンネルに亘って束ねられたデータシーケンスのみを管理するためのAggregation Headerを設けたMAC PDU (Protocol Data Unit)を、前記複数のチャンネルの夫々のPHYフレームで少なくとも1回、端末局へ送信するサブステップと、

該端末局が、該Aggregation Headerを設けたMAC PDUを、前記複数のチャンネルの夫々のPHYフレームで少なくとも1回、該基地局へ送信するサブステップと、

該基地局及び該端末局が、分散モードにおいて送信データを前記複数のチャンネルに振り分けて送信するサブステップと、

該基地局及び該端末局が、分散モードにおいて前記複数のチャンネルで受信したデータの順序を整理するサブステップと、
を有するマルチチャンネル通信方法。

【請求項2】

前記複数の端末局は、前記複数のチャンネルの内の1つのチャンネルのみを運用する通常端末であり、

前記第11ステップにおいて、該基地局は、新たな運用チャンネルを含む前記複数のチャンネルの内の任意のチャンネルで、前記登録要求を受け付け、

前記第12ステップにおいて、マルチチャンネル動作中の該端末局は送信する全てのMAC PDUに該Aggregation Headerを設け、それと同時に、該レガシー端末が送信する該MAC PDUには該Aggregation Headerを設けないことを特徴とする請求項1記載のマルチチャンネル通信方法。

【請求項3】

該基地局の該チャンネル割当マネージャが、外部のDBにアクセスして取得した、利用可能な周波数チャンネルリストを受取る第13ステップと、

該基地局の該チャンネル割当マネージャが、既存システムを検出するために該基地局で行われたセンシングの結果を受取る第14ステップと、

該基地局の該チャンネル割当マネージャが、該端末局で行われたセンシングの結果を受取る第15ステップと、

をさらに有し、

該チャンネル割当マネージャによる該第1ステップの該決定または該通知は、該第13乃至15ステップによって、利用可能なホワイトスペースのチャンネルの変更に気付いたことを契機に行われることを特徴とする請求項1記載のマルチチャンネル通信方法。

【請求項4】

前記Aggregation Headerは、マルチチャンネル動作中の該基地局及び該端末局から送信される全てのMAC PDUに設けられ、該Aggregation headerが新たに生成されるたびに1ずつインクリメントされ上限に達すると0に戻るAggregation IDを含むことを特徴とす

10

20

30

40

50

る請求項 2 又は 3 記載のマルチチャネル通信方法。

【請求項 5】

基地局と複数の端末局とがホワイトスペースの複数のチャネルで無線通信するマルチチャネル通信システムであって、

前記基地局と前記端末局のそれぞれは、共通の M A C 層のもとで 1 チャネル分の無線送受信を提供する複数の無線通信エンティティと、当該複数の無線通信エンティティを制御する制御部と、を備え、

前記基地局と前記端末局のそれぞれの前記制御部は、

ホワイトスペースチャネルの状況に応じて運用するチャネルを決定し、前記無線通信エンティティのいずれかに割当てするチャネル割当マネージャと、

前記複数の無線通信エンティティが扱うリソースに対する通信データの割当てを決定し、対応する無線通信エンティティにデータ送信命令を出す通信データ制御器と、

前記複数の無線通信エンティティが受信したデータの整理を行う集約処理器と、を有し、

前記基地局と前記端末局の前記チャネル割当マネージャは、M A C 層の管理メッセージを互いに交換する或いは一方的に送信することで、自局の前記複数の無線通信エンティティのいずれかに運用チャネルを割当てするチャネル追加処理と、前記複数の無線通信エンティティのいずれかの運用チャネルを切り替える処理と、前記複数の無線通信エンティティのいずれかの運用チャネルを停止させる処理と、を実行し、

該チャネル追加処理は、

該基地局のチャネル割当マネージャが、既に運用しているチャネルとは別に 1 つの新たな運用チャネルを決定し或いは通知され、前記複数の無線通信エンティティの中から運用を開始していない 1 つの無線通信エンティティを選択して前記新たな運用チャネル及び送信電力の指定を含む運用開始要求を送信し、選択された該無線通信エンティティが、前記チャネルの指定に従って周波数を設定し、スーパーフレーム及びフレームのタイミングを基準となる時刻に同期させることで、該基地局は前記既に運用しているチャネル及び前記新たな運用チャネルにおいて、該基地局の ID を含む無線フレームを定期的に送信し、

該端末局のチャネル割当マネージャが、該端末局が備える無線通信エンティティの 1 つに、基地局サーチ命令を発行し、該端末局の該無線通信エンティティが検出した無線信号が該基地局からであったときに、前記無線信号を検出した周波数で該無線通信エンティティに前記新たな運用チャネルのための同期処理を続行させることで、該端末局は該同期処理の完了を契機として、前記新たな運用チャネルでの登録要求を該基地局へ送信し、

該基地局が、前記登録要求への応答として、該端末局の登録完了通知を該端末局に通知するものであり、

該端末局は、前記登録完了通知に基づいて、前記新たな運用チャネルを含む複数のチャネルを同時に用いて、該基地局とデータ通信を行い、

該基地局は、前記複数のチャネルの全てにおいて、D C D (Downstream Channel Descriptor) を少なくとも含む M A C 層の管理メッセージを送信するとともに、束ねられたデータシーケンスを管理するための Aggregation Header を設けた M A C P D U (Protocol Data Unit) を、1 つの P H Y フレーム当たり少なくとも 1 回、該端末局へ送信することを特徴とするマルチチャネル通信システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、1 つの基地局が複数のチャネルを利用して無線通信端末を収容するセルを構成するマルチチャネル無線通信システムに関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、周波数は国がライセンス管理を行い、ライセンスを割当てられた者だけが、特定の場所および時間において、厳格な管理の下、その周波数を利用することができる。有

10

20

30

40

50

限な資源である無線周波数の需要は増加の一途をたどっており、割当て可能な周波数の枯渇が世界各国で問題となっている。

【 0 0 0 3 】

そこで近年、周波数の枯渇問題を解決するための新たな周波数の利用方法として、既に割当てられているにも関わらず、空間的、時間的に使用されない周波数帯（ホワイトスペース）を利用する方法が研究されている。ライセンスを受けている利用者（以下、「一次利用者」という）の既存システムの周波数使用への影響を十分回避しつつ、ライセンスを受けていない利用者（以下、「二次利用者」という）が柔軟にホワイトスペースを利用するために、コグニティブ無線の技術が用いられる。

【 0 0 0 4 】

どの周波数チャンネルがホワイトスペースであるかを正しく認識するための1つの方法では、ホワイトスペースのチャンネル（WSCH：White Space Channel）リストを管理し位置情報やアンテナ高やアンテナの指向性、利得などを提供するデータベース（DB：Database）サーバーを、各無線局が直接またはプロキシサーバなどを介してアクセスできるようにインターネット上に設置する。各無線局は自己のWSCHリスト（利用可能な周波数チャンネルリスト）と各WSCHに対応する最大送信可能電力、利用可能期限などDBサーバから取得する。

他の方法では、各無線局がスペクトルセンシングによって一次システムの利用する電波の検知を行い、不在を確認した場合に一次システムの周波数チャンネルをホワイトスペースとして利用可能としたり、存在を検知した場合に自局のWSCHリストから当該チャンネルを除外する。

【 0 0 0 5 】

また、ホワイトスペースを利用する無線通信システムの国際標準化団体のひとつとしてIEEE 802.22 が知られる（非特許文献2参照）。図1にIEEE 802.22-2011（以下、単に802.22と呼ぶ）のシステム構成が示される。このシステムは、1つの基地局（BS：Base Station）と1以上の端末局（CPE：Customer Premises Equipment）によってセルを構成し、また、インターネット5を経由したDBサーバー6へのアクセスなどによって、一次システムへの干渉を回避し、二次利用を実現する。

802.22システムが運用するチャンネルの管理や設定は、基地局内のスペクトルマネージャ（SM：Spectrum Manager）によって制御されており、SMは管理情報ベース（MIB：Management Information Base）が取得したDBアクセス結果（そのBSのためのWSCHリスト）とスペクトルセンシングの結果と位置情報をもとに、WSCHの優先付けを行い、運用チャンネルを1つ選択して使用する。

【 0 0 0 6 】

以下、図2を用いて、802.22システムの動作例を示す。

BSは電源投入により起動すると、DBサーバー6へのアクセスとスペクトルセンシングによってWSCHリストを取得し、WSCHリストの中から1チャンネルを運用チャンネルとして選択し、運用を開始する。つまりその運用チャンネルの周波数で無線信号の送受信をする。

BSは、運用を開始すると、制御情報をサービスエリア（セル）に対してブロードキャストする。802.22は図3に示すように16フレームを1スーパーフレームとする構成を採っており、BSは周期的にスーパーフレームの制御情報であるSCH（Superframe Control Header）やフレームの制御情報であるFCH（Frame Control Header）やDS-MAP（Downstream Map）やUS-MAP（Upstream Map）などを送信し、セルの管理及び制御を行う。

【 0 0 0 7 】

CPEは電源を投入すると、センシングにより一次システムが不在であるチャンネルを確認したのち、BSサーチ処理により周波数を切り替えながらBSの信号（SCH）の受信を試みる。（なお、センシングはBSサーチ処理に含めてもよく、BS信号（SCH）を検知したのちに、当該チャンネルに対してセンシングを行ってもよい。）

CPEは、BSからのSCHの受信に加え、FCH、DS-MAP、US-MAPなどのフレーム制御情報の受信に成功すると、フレーム内の構成が正しく認識できるため、BSとCPE間の信号送受信タイミングや送信電力の調整などの同期処理や、CPEの端末情報（ID、位置情報、最大送信

10

20

30

40

50

電力)の登録、認証、サービス割当などの手続きを行う。このとき、CPEは、自己の位置情報を提示することにより、現在の運用CHが自己のWSCHとして利用可能かどうかの問い合わせをBSに対して行ってもよい。

【0008】

BSとCPEの間で接続が確立すると、BS制御の下、データ通信が行われる。802.22では多元接続方式としてOFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access)、複信方式としてTDD (Time Division Duplex)を採用している。

【0009】

BSはデータ通信を行う一方で、定期的もしくは必要に応じてDBアクセスやセンシングによってWSCHリストの更新を行っており、その際に、運用チャンネルが利用不可であると判断した場合には、チャンネルの切替処理が行われ、セル全体でチャンネルの切替が行われる。ただし、特定のCPEのみが現在の運用チャンネルを利用できないような場合には、そのCPEのみ、接続を切断し、そのままのチャンネルで運用を継続するという判断も、BSの運用ポリシーによっては可能である。

10

【0010】

CPEはデータ通信を行う一方で、定期的もしくはBSからの指示によってセンシングを行っており、運用チャンネルにおいて一次システムを検知した場合、BSに情報を通知する。これをトリガーとして、BSはチャンネル切替を行う。また、CPEがBSからのチャンネル切替要求などの制御メッセージの受信失敗などによってBSの信号を一定時間以上受信できなくなった場合には、CPEはBSサーチ処理によってチャンネルの切替を達成する。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】米国特許出願公開第2011/0039593号明細書

【非特許文献】

【0012】

【非特許文献1】藤井宏治、“コグニティブ無線：電波利用のムダなくす、ホワイトスペース活用のコア技術”、[online]、リックテレコム、[平成23年6月9日検索]、インターネット<URL: <http://businessnetwork.jp/tabid/65/artid/110/page/1/Default.aspx>>

【非特許文献2】米国電気電子学会(IEEE) Computer Society編、“IEEE Std 802.22-2011 Part 22: Cognitive Wireless RAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications: Policies and Procedures for Operation in the TV Bands”、(米国)、IEEE標準化協会、2011年7月27日

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

上述の非特許文献2(IEEE802.22-2011)は、無線ブロードバンド通信サービスをCPEに対して提供することを目的として制定された。しかし、多くのCPEが接続する場合などには、十分な品質で通信サービスを提供できない恐れがある。このような将来のより帯域の広い通信サービスへの需要を見込んで、現在、ビットレートの集約(aggregate)を目的の1つとする802.22の改訂が検討されている。

40

【0014】

しかしながら、非特許文献2の運用チャンネル決定手段は、複数のチャンネルを運用チャンネルとして用いることは想定していない。そのため非特許文献2を単純に拡張すると、様々な不合理を引き起こし、ホワイトスペースの有効利用、ユーザへの高速通信の提供、システムの安価での構築等の上で問題となる恐れがあった。

【0015】

本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、無線通信端末(CPE)を収容するセルをそれぞれ複数のチャンネルを利用して構成する複数の基地局(BS)を備えたマルチチャンネル無線通信システムにおいて、WSCHをダイナミックに利用可能とし、ホワイト

50

スペースを有効に利用しながら高速通信を実現することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明の1側面は、複数の無線通信部とそれらの集中制御部からなる基地局と、複数の無線通信部とそれらの集中制御部からなる一つまたは複数の端末局からなるマルチチャネル通信システムであって、ホワイトスペースチャネルの状況に応じて複数または単一のチャネルを基地局が運用し、端末局に割当てた上で、複数のチャネルを運用する場合には、該端末局のデータを該複数チャネルに複製してデータを割当てるとバーストモードまたは分割してデータを割当てると高速モードによって通信を行うことを特徴とする。

【0017】

本発明の他の側面では、前記基地局の集中制御部は、前記基地局の複数の無線通信部に運用チャネルを割当てるとチャネル追加手段と、前記複数の無線通信部の運用チャネルを切り替える手段と、前記複数の無線通信部の運用チャネルを停止させる手段と、前記複数の端末局に対してチャネルの割当判断を行う手段と、前記複数の無線通信部への送信データの割当処理とデータ送信命令を行う手段と、前記複数の無線通信部が受信したデータを集約および整理を行う手段と、を含む。

更に、該集中制御部のチャネル追加手段は、運用を開始していない該複数の無線通信部の中からひとつの無線通信部を選択する処理と、該無線通信部に運用開始要求を行う処理と、該無線通信部が運用するチャネル番号と送信電力情報を含めた形で管理情報を該無線通信部に通知する処理と該無線通信部からの運用準備完了通知を受信する処理とを含む。

【0018】

更に、該集中制御部が運用チャネルを切り替える手段は、ホワイトスペースチャネルのリストに基づき切替後のチャネルを判断する処理と、切替後のチャネルを指定した切替要求メッセージの送信を前記無線通信部に命令をする処理とを含み、該無線通信部は前記複数または単一の端末局に対してブロードキャストまたはユニキャスト送信する処理とチャネル切替完了通知を該集中制御部に通知する処理とを含むことを特徴とする。

【0019】

該集中制御部が運用チャネルを停止させる手段は、ホワイトスペースチャネルのリストに基づきチャネルの運用を停止判断する処理と、停止要求メッセージの送信を前記無線通信部に命令をする処理とを含み、該無線通信部は前記複数または単一の端末局に対してブロードキャストまたはユニキャスト送信する処理と停止完了通知を該集中制御部に通知する処理とを含むことを特徴とする。

【0020】

前記停止要求は、停止要求メッセージまたは前記チャネル切替要求メッセージの切替後のチャネルをNULLとして送信することを特徴とする。

【0021】

該集中制御部がデータ集約および整理する手段は、バーストモードの場合は該複数の無線通信部が受信したデータのうち、正常に受信したデータを一つ選択したうえで、データの順序を整列する処理と、高速モードの場合は該複数の無線通信部が受信したデータの順序を整列する処理を含む。

【0022】

前記端末局の集中制御部は、

前記端末局の複数の無線通信部に運用開始命令をするチャネル追加手段と前記複数の無線通信部の運用チャネルを切り替える手段と前記複数の無線通信部の運用チャネルを停止させる手段と、

前記複数の無線通信部への送信データの割当処理とデータ送信命令を行う手段と、前記複数の無線通信部が受信したデータを集約および整理を行う手段とを含むことを特徴とする。

【0023】

該集中制御部が運用開始命令をするチャネル追加手段は、該複数の無線通信部の中から

10

20

30

40

50

ひとつの無線通信部を選択する処理と、該無線通信部に基地局検索（サーチ）命令を行う処理と、該無線通信部が基地局を発見した場合の基地局検知通知を受信する処理と、該基地局が他の運用中の無線通信部が接続する基地局と同一であるかを判断する処理と、該判断処理が真である場合に該無線部に接続処理継続命令を行い該無線通信部が同期を完了の通知を受信する処理と、該基地局に新たなチャンネルで接続を開始したことを含めて登録する処理と前記基地局一致判断処理が偽の場合には該無線通信部に基地局不一致通知を送信し、継続して基地局を検索させる処理とを含むことを特徴とする。

【0024】

該集中制御部が運用チャンネルを切り替える手段は、前記無線通信部から前記基地局からのチャンネル切替要求受信通知を受信する処理と、該無線通信部がチャンネル切替を行うことを承認し切替命令を行う処理と、該無線通信部がチャンネルの切替を完了した通知を受信する処理とを含むことを特徴とする。

10

【0025】

該集中制御部が運用停止させる手段は、前記無線通信部から前記基地局からの運用停止要求受信通知を受信する処理と、該無線通信部が運用停止することを承認し停止命令を行う処理と、該無線通信部が運用停止完了した通知を受信する処理とを含むことを特徴とする。

【0026】

該集中制御部がデータ集約および整理する手段は、ロバストモードの場合は該複数の無線通信部が受信したデータのうち、正常に受信したデータを一つ選択したうえで、データの順序を整列する処理と、高速モードの場合は該複数の無線通信部が受信したデータの順序を整列する処理を含む。

20

【発明の効果】

【0027】

本発明によれば、ホワイトスペースを利用するマルチチャンネル無線通信システムにおいて、複数の周波数チャンネルのダイナミックな運用を可能とし、一次システムに干渉を与えることなく、高速でロバストな通信を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】従来及び本発明の一実施形態に係るマルチチャンネル無線通信システムの構成図。

30

【図2】従来（802.22 システム）および本発明の実施形態に係るマルチチャンネル無線通信システムの基本動作処理のフロー図。

【図3】従来および本発明の実施形態に係るマルチチャンネル無線通信システムで用いられる無線フレームの構造図。

【図4】実施例1に係るマルチチャンネル無線通信システムのBS2とCPE7との通信を示す模式図。

【図5】実施例1～4に係るマルチチャンネル無線通信システムで用いられるMAC PDUのフォーマット。

【図6】実施例1に係るBS2のCAM41によるチャンネル割当て動作のフロー図。

【図7】実施例1に係るCPE7のCAM81によるチャンネル割当て動作のフロー図。

40

【図8】実施例1に係るBS2とCPE7でのチャンネル追加処理のフロー図。

【図9】実施例1に係るBS2とCPE7でのチャンネル切替処理のフロー図。

【図10】実施例1に係るBS2とCPE7でのチャンネル停止処理のフロー図。

【図11】実施例2に係るマルチチャンネル無線通信システムのBS120の機能ブロック図。

【図12】実施例2に係るCPE170の機能ブロック図。

【図13】実施例2に係るBS120の初期化処理のフロー図。

【図14】実施例2に係るCPE170の初期化処理のフロー図。

【図15】実施例3のBS220による、運用チャンネル発見処理のフロー図。

【図16】実施例3のステップS54のチャンネル交渉におけるメッセージのフロー図。

50

【図 17】実施例 4 に係る BS 2 と CPE 7 の間でのチャネル追加処理のフロー図。

【図 18】実施例 4 に係る BS 2 と CPE 7 の間でのチャネル追加処理の別のフロー図。

【発明を実施するための形態】

【0029】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照して説明する。

なお、以下の説明において参照する各図では、他の図と同等部分は同一符号によって示される。

【実施例 1】

【0030】

図 1 に、本実施例 1 に係るマルチチャネル無線通信システムの全体構成の一例を示す。このマルチチャネル無線通信システムは、802.22への適用（改正）を想定しており、基本的な構成は従来と同じである。ただし、BS 2、CPE 7 a、7 b は、複数のチャネルで同時に送受信する等、従来のそれらと異なる構成を有する。CPE 7 a、7 b は、総称して CPE 7 と呼ぶ。

10

【0031】

図 4 は、本実施例 1 に係るマルチチャネル無線通信システムの BS 2 と CPE 7 との通信を示す模式図である。

BS 2 は、複数の無線通信部（BS-CHU）13 a、13 b と、それら BS-CHU の制御等を行うチャネルユニット制御部（CHU-M）14 と、を有する。また BS-CHU 13 と CHU-M 14 とを接続するため、それらにはユニット間 I/F 16、15 がそれぞれ備えられる。CHU-M 14 はまた、インターネット（WAN）に接続するためのインターネット接続 I/F 17 を備える。

20

BS-CHU 13 は、従来の 802.22-2011 と同様に、所定の帯域幅（例えば 5 MHz）を有する 1 つの周波数チャネルで無線信号を送受信する能力を有する。なお、各 CHU が使うチャネルの周波数は可変（プログラマブル）であることが望ましい。ただし、ホワイトスペースの周波数は広範であるため、その帯域を分割し、各 CHU は 1 つの分割帯域の範囲で周波数チャネルを可変できる構成とするとよい。各 CHU 13 は、物理層（superframe、frame、TDD）のタイミングを同期して動作する。

CHU-M 14 は、インターネットからの下りデータ（データプレーン）の CHU への割当て（分配）を管理し、MAP 情報を生成する。また CPE からの上りデータ（データプレーン）をバッファし、順序整理や選択などを行う。CHU-M 14 は、個々の BS-CHU 13 に運用チャネルを割当てるチャネル割当部（BS-CAM：BS-Channel Allocation Manager）41 と、BS 2 に接続している CPE の情報を保持し CPE の状態を管理する CPE 管理部 42 と、を有する（不図示）。

30

ユニット間 I/F 15、16 は、論理的なものであり、必ずしもハードウェアを伴わなくてよい。

【0032】

CPE 7 の構成は、細部を除けば BS 2 と同様であり、複数の CPE-CHU 7 1 を有する。

CPE-CHU 7 1 は BS の BS-CHU 13 に比べ、必要とされる送信電力が低いので、オールバンドのハードウェアとすることが容易である。

40

CHU-M 7 2 は、個々の CPE-CHU 7 1 に運用チャネルを割当てるチャネル割当部（CPE-CAM）8 1（不図示）を有する。

BS-CHU 13 や CPE-CHU 7 1 は、MAC 層処理において、1 チャネル分の無線処理を行う単位として扱える、ソフトウェア上のエンティティであってもよい。BS-CHU 13 や CPE-CHU 7 1 のそれぞれは、固有の CHUID（CHU-Identification）を有する。

【0033】

本実施例 1 では、任意の BS とそのセル内の 1 つの CPE との組に注目したときに、それぞれの CHU が 1 対 1 で接続することを想定する。つまり、1 つの CHU が複数の CHU と同時に接続状態となることはない。そして、BS と CPE との通信で同時に使われるチャネル数は、BS と CPE それぞれの CHU の数の内、少ない方によって制限される。

50

マルチチャンネルでのデータ伝送の方式としては、接続状態の複数(全て)のCHUのペアで同一データを送受信するロバストモード、データをいずれかのペアに振り分けて送受信する分散モード、及び上記2モードを適応的に選択する適応モードの3つがある。

【0034】

図5に、本例においてマルチチャンネルのデータ伝送をする際に用いられるMAC PDUのフォーマットを示す。MAC PDU (Protocol Data Unit) とは、図3に示す各burstを構成するデータの単位である。言い換えればburstは、1ないし複数のMAC PDUから構成され、それらがOFDMのサブチャンネル及びシンボル上に配置されたものである。802.22のMAC PDUは基本的には、所定の長さ(Generic MAC headerの場合、32bit)のMAC headerと、それに続く可変長のMAC payloadと、それに続く32bitのCRC (Cyclic Redundancy Check) 符号とから構成される。MAC headerとMAC payloadの間にはサブヘッダを設けることができ、またCRCは他のエラー保護(check vector等)が利用できる場合、必須ではない。

本例では、図5に示すように、マルチチャンネル動作中に通信されるMAC PDUには、サブヘッダにあたる位置にAggregation Headerが常に設けられる。Aggregation Headerは、束ねられたデータシーケンス及び集約タイプを管理するために用いられ、表1のように定義されるフォーマットにより受信側に通知される。

【0035】

【表1】

Syntax	Size	Notes
Aggregation_Header_Format() {		
Aggregation ID	16 bits	Indicates the sequence management ID of the transmitted data during multi-channel operation. The value of Aggregation ID is from 0 to 8191. The Aggregation ID shall be incremented by one after each transmission and shall be reset to 0 after the maximum value (8191).
Aggregation Type	8 bits	This field specifies the aggregation type of the transmission. 0x00: No aggregation. 0x01: Diversity mode. 0x02: Bulk transmission mode. 0x03-0xFF: Reserved.
}		

ここで、Aggregation TypeのDiversity mode (0x01) は上述のロバストモードに対応し、Bulk transmission mode (0x02) は複数のチャンネルをあたかも一本の広帯域伝送路のように見せるもので上述の分散モードに対応する。Aggregation IDは、このAggregation headerが新たに生成されるたびに1ずつインクリメントされ、上限の8191の次は0に戻る(16ビット中、上位3ビットは将来のために予約する)。なおDiversity modeにおけるAggregation IDは、複数のチャンネルから冗長に送信される源が同一のPDUに対して同じ値となる。なお、Aggregation Headerは、基本的にはマルチチャンネル動作中のBSやCPEから送信される全てのPDUに付すが、1つのPHYフレーム中に最低1回送信すればその目的を達成できる場合がある。例えば、各burstの先頭のPDUのみに付してもよく、またマルチチャンネル動作を認識させる必要がない或いは認識できない(従来の802.22システム)ような受信側に送信するburstのMAC PDUには不要である。

【0036】

図6は、本実施例1に係るBS-CAM41による、チャンネル割当て動作を示すフローである。複数チャンネルの割当てを行うため、チャンネル追加処理(CAM-ADD)、チャンネル停止処理(CAM-STP)、及びチャンネル切替処理(CAM-SWH)の3つの基本機能が新たに定義される。3機能は、後述するようにBSとCPEとの間で、所定のメッセージ等を互いに交換する、或いは一方的に送信することで達成される。BS-CAM41は、運用

チャンネル決定と、それに続く3機能のいずれかの実行を主導的に行う。

BS 2において、BS-CAM 4 1による運用チャンネル決定(つまりチャンネルの追加、停止、及び切替)の契機となるのは、DBアクセス、センシング、CPEセンシング結果の受信により、WSCHの変更に気付いた場合と、決められた時間のみ特定のチャンネルが使用可能になるといったスケジューリングである。ただしこれらの契機があっても、BS-CAM 4 1は運用チャンネルを変更しない(つまり、追加も停止も切替もしない)という決定をしよう。例えば、マルチチャンネル運用に割当て可能なバックアップ或いは候補チャンネルが残っていても、マルチチャンネル運用能力を有するCPEが現在1つも存在しないなら、運用チャンネルを更に追加する必要はない。なおCPEのマルチチャンネル運用能力は、CBC-REQメッセージ(後述)によりCPEから知らされる。

10

【0037】

図7は、本実施例1に係るCPE-CAM 8 1による、チャンネル割当て動作を示すフローである。CPE-CAM 8 1もBS-CAM 4 1同様、チャンネル追加処理、チャンネル停止処理、及びチャンネル切替処理の3機能を有する。しかし、それらの多くは、BS-CAM 4 1からの指示に従い実行される。

即ち、チャンネル切替処理は、BSからの制御メッセージ(管理メッセージ)の1つである切替要求(CAM-SWH)を受信した場合に実行される。

チャンネル停止処理は、制御メッセージの1つである停止要求(CAM-STP)を受信した場合や、自身のセンシングにより1次システムを検知した場合や、スケジューリングにより停止すべきチャンネルであると決定された場合に、実行される。

20

チャンネル追加処理は、スケジューリングにより、あるチャンネルで運用を開始できると判断された場合や、CHU 7 1からBSロストメッセージを受取った(つまりBSと非接続状態となったCHUがある)場合や、制御メッセージの1つである集約情報(CAM-AIF)を受信した場合(不図示)に、実行されよう。

【0038】

図8は、本実施例1に係るBS 2とCPE 7の間で実行されるチャンネル追加処理のフローである。

ステップS 1として、BS 2のBS-CAM 4 1は、チャンネル追加処理の対象となるCHUを選択する。このCHUは、BS 2のBS-CHU 1 3の中から、現在未使用(未割当て)で、且つ、ハードウェアが、割当てたいチャンネルの周波数に対応(accept)しているものを選ぶ。なおこのステップS 1の一部は、図6の運用チャンネル決定に含めてもよい。

30

ステップS 2として、BS-CAM 4 1は、選択されたBS-CHU 1 3に対し、CHU運用開始要求を送信する。CHU運用開始要求は、チャンネル周波数(中心周波数)やそのオフセットなどの物理層に関わる各種パラメータや、MIB情報の一部(例えばソフトウェアバージョン情報等)を含みよう。

【0039】

ステップS 3として、BS-CHU 1 3は、開始要求受信応答をBS-CAM 4 1に送信する。開始要求受信応答には、CHU-Mで必要となるCHU固有のMIBの情報(例えばCHUのシリアルナンバーまたはDevice ID等)が含まれよう。なお、バージョンの不一致等で開始要求を受け入れられないときは、エラーを応答する。

40

ステップS 4として、BS-CAM 4 1は、管理情報通知をBS-CHU 1 3に送信する。管理情報通知は、主に、BS-CAM 4 1でメンテナンスされBS-CHU 1 3に必要なMIBの情報を含み、BS-CPE間の接続を特定するためのID(チャンネル周波数に対応付けられたcarrier index)等も含みよう。なおBS-CHU 1 3がMAC層機能の一部を有していれば、Station IDや、BS 2のMACアドレス等、MACで用いるMIBの情報が必要になる。

【0040】

ステップS 2からS 4の3方向の通信が成功すると、ステップS 5として、BS-CHU 1 3はステップS 4で受信した管理情報を記憶する処理を行う。記憶した情報(MIBの情報)の一部は、即座にCHUの各所に反映され、或いは、遷移状態が初期化される。

ステップS 6として、BS-CHU 1 3は、周波数設定処理を行う。そこでは、ステップS 2

50

或いはS 4で受取った中心周波数やそのオフセットが、BS-CHU 1 3の局部発振器に反映される。

ステップS 7として、BS-CHU 1 3は、CHU同期処理を行う。この処理は、無線通信システム内の複数のBS間で、superframe、frame、TDDのタイミングを同期させるネットワーク同期のためのものであり、GPS等から取得したUTC時刻の各分の開始にsuperframeを同期させることを基本とする。結果的に、運用中のCHU同士も互いに同期することになる。

【0041】

ステップS 5からS 7の処理が成功すると、ステップS 8として、BS-CHU 1 3は、運用準備完了通知をBS-CAM 4 1に送信する。なお、途中で失敗した場合は、エラーを示す応答を送信する。

10

ステップS 8に続けて、ステップS 9として、SCHを含む無線フレームを周期的に送信する。SCHは、BS 2のMACアドレスであるBS_IDを含み、更にどのBS-CHU 1 3から送信されたかを示す、新たに定義する2bit程度のCHID (Channel ID)を含んでも良い。

【0042】

他方、CPE 7側では、ステップS 1 ~ S 8の進行とは無関係に、下記の処理を行う。

まず、ステップS 1 1として、CPE 7のCPE-CAM 8 1は、チャンネル追加処理の対象となるCHUを選択する。多くの場合、この処理は、CPE 7にBS lost状態のCPE-CHU 7 1が生じた場合に開始するので、そのCPE-CHU 7 1が選択される。

20

ステップS 1 2として、CPE-CAM 8 1は、選択されたBS-CHU 1 3に対し、BSサーチ命令を送信する。BSサーチ命令は、1つあるいは複数のチャンネルを指定して行うものと、CHUが対応している全ての周波数でサーチさせるものがある。拡張されたDCDメッセージ等によりBS 2が使用中で未接続のチャンネルが判明している場合或いはバックアップチャンネルに基づき推定できる場合は、そのチャンネルを指定すると良い。なお、既に他のCPE-CHU 7 1が使用しているチャンネルは、重複を防止するためサーチしない。また、以前のサーチ等により別のBSが使用していることが判明しているチャンネルのサーチは、最低の優先度とする。

【0043】

ステップS 1 3として、BSサーチ命令を受けたCPE-CHU 7 1は、サーチ対象の周波数でBSからの無線信号(プリアンブル及びSCH)の検出を試みる。所定の信号強度以上で検出できた場合に、ステップS 1 4として、BS検知通知をCPE-CAM 8 1に送信する。この通知にはSCHを復号して得たBS-IDが含まれる。

30

【0044】

ステップS 1 5として、CPE-CAM 8 1は、動作中(何らかのBSと接続状態の)CHUが他にあるか判断する。その時点で動作中のCHUが他にない場合は、チャンネルの追加(マルチチャンネル動作)には該当しないので、従来のIEEE802.22と同様に、同期処理(後述のステップS 1 8)に進む。

ステップS 1 6として、動作中のCHUがある場合に、そのCHUの接続先が、ステップS 1 3で示されたBSと同じであるか判断する。

40

不一致の場合、ステップS 1 7として、CPE-CAM 8 1は、BS検知通知の応答としてBS不一致通知をCPE-CHU 7 1に送信する。これによりCPE-CHU 7 1は残りの対象周波数でのサーチを再開する。あるいは、ステップS 1 2に戻り、CPE-CAM 8 1は別のサーチ対象の周波数を指定する新たなBSサーチ命令をCPE-CHU 7 1に送信する。

【0045】

ステップS 1 6で一致と判断した場合、ステップS 1 8として、BS検知通知の応答として必要に応じ、継続通知を送信する。

ステップS 1 9として、継続通知を受信したCPE-CHU 7 1は、SCHを検出した周波数で、同期処理を続行する。ステップS 1 9は、FCHやDS-MAPを検出及び復号し下りストリームのパラメータを取得する狭義の同期処理のほか、UCD (Upstream Channel

50

Descriptor)メッセージを受信して上りストリームのパラメータを得る処理や、TDDのタイミングを調整するレインジング処理を含む。

【0046】

次にステップS20として、CPE-CHU71は、継続通知への応答として、同期完了通知をCPE-CAM81に送信する。これにより、CPE-CAM81は、1つのBS2に複数のCHUがぶら下がったこと(マルチチャネルになったこと)を認識でき、ステップS21として、CPE7がマルチチャネル化(aggregation)に成功したことの登録を要求する通知をBS2に送信する。なお、この登録要求は、マルチチャネルを構成する各チャンネルを特定できる番号(carrier indexやCHID等)を含み、更に通信モードの指定(ロバスト、分散、適応の各モードのいずれか)を含むことが出来る。CPEは、受信品質に不満があれば、ダイバーシチ効果が期待できるロバストモードを指定でき、通信速度に不満があれば、分散モードを指定できる。

ステップS22として、登録要求を正常に受信したBS2のCPE管理部42は、登録完了通知を返信する。これによりチャンネル追加処理が完了し、以後、指定したモードでBS2とCPE7の間でデータの通信が行われる。

なお、CPE13はマルチチャネル化する前からマネージドつまりSNMPによってMIB情報を交換可能な状態となっているが、もし追加したチャンネルに固有のMIB情報や必要な設定ファイルがあれば、その取得が済んでからその追加したチャンネルについての登録が完了したことを管理メッセージで明示的に通知してもよい。

【0047】

図9は、本実施例1に係るBS2とCPE7の間で実行されるチャンネル切替処理のフローである。

ステップS31として、BS2のBS-CAM41は、チャンネル切替の対象となるBS-CHU13に、CH切替要求を送信する。このBS-CHU13は、切替え先のチャンネル周波数に対応(accept)していなければならない。

ステップS32として、CH切替要求を正常に受取ったBS-CHU13は、チャンネル切替えタイマーをセットする。BS-CHU13は常にフレームナンバーをカウントしており、タイマーのセットとは、切替えを行う将来のフレームナンバーを決めることを意味する。

【0048】

ステップS33として、BS-CHU13は、CH切替要求の受信応答をCAMに送信する。またCH切替要求を下りストリームで送信する。なお、このCH切替要求は、管理メッセージの一種であり、単なる装置内の信号であるステップS31のCH切替要求とは異なる。管理メッセージは、所定のTypeフィールドから始まるデータ構造を有し、broadcast connectionにより全CPEに伝送される。各CPEは原則として全ての管理メッセージを受信し解釈しなければならない。

本実施例1のCH切替要求は、一例として、IEEE802.22-2011に規定されたManagement Message Type=26のCHS-REQメッセージに、DREG-CMDメッセージにあるような切替先のチャンネル番号を示すフィールド或いは情報要素を追加し、新たに定義されるものであり、切替対象の(現在の)チャンネルを特定する情報や、切り替えまでの残りフレーム数を示すSwitch Countフィールドも有する。チャンネル番号を示す情報要素は、チャンネル番号(carrier index)そのものでもよいし、別の管理メッセージであるDCD(Downstream Channel Descriptor)メッセージに含まれる、バックアップ及び候補チャンネルリストにおいて何番目のチャンネルであるかを示すものでもよい。また、切替対象のチャンネルを特定する情報も、チャンネル番号そのものでもよいし、BS側のCHUとCPE側のCHUとの接続(対応付け)を識別するID(CHID等)でもよく、SID(Station ID)、CID(Connection ID)等で代用できる場合がある。

なお、DCD Channel information elementsは、このCH切替要求と同様のフィールド或いは情報要素を追加的に含んでも良い。また、分散モードしか用いず、管理メッセージをチャンネル毎に分けている場合は、切替対象のチャンネルを特定する情報は必ずしも必要ではない。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 9 】

ステップ S 3 4 として、C H 切替要求を正常に受信した C P E 7 の CPE-CHU 7 1 は、C H 切替タイマーをセットする。

ステップ S 3 5 として、CPE-CHU 7 1 は、C H 切替要求の受信をCPE-CAM 8 1 に通知する。

ステップ S 3 6 として、これからチャンネル切替が起こることを把握したCPE-CAM 8 1 は、切替先のチャンネルに問題がなければ、切替承認（命令）を行う。

【 0 0 5 0 】

ステップ S 3 7 として、切替承認を受取ったCPE-CHU 7 1 は、ステップ 3 3 の C H 切替要求への応答として、受信応答を B S 2 に向けて上りストリームで送信する。この受信応答もまた管理メッセージの一種であり、本実施例 1 ではManagement Message Type = 27 の CHS-RSPメッセージと類似のものを新たに定義して用いる。

10

ステップ S 3 8 として、C H 切替タイマーがセットされたフレームナンバーに到達し発火（ignite）すると、BS-CHU 1 3 は、チャンネル切替を行う。即ち、フレームの境界（R T G）の時間内で、運用パラメータを変更し、また、局部発振器の周波数を変更先のチャンネルに同調させる。殆どの場合、チャンネル切替は、現在のチャンネルを明け渡す必要に迫られて行うものなので、S 3 7 の受信応答をいずれの C P E から受取れなかったとしても、チャンネル切替は断行される。

ステップ S 3 8 と同時に、ステップ S 3 9 として、C P E 7 においてもタイマー経過によりチャンネル切替が行われる。

20

【 0 0 5 1 】

次にステップ S 4 0 として、B S 2 の BS-CHU 1 3 は、切替完了通知を BS-CAM 4 1 に送信する。これは、物理層において切替が完了した（局部発振器の周波数がロックした等）ことを示すものである。

次にステップ S 4 1 として、BS-CHU 1 3 は、S C H、DS-MAP、DCD、UCDを送信する。

【 0 0 5 2 】

次にステップ S 4 2 として、C P E 7 の CPE-CHU 7 1 は、S C H を含むフレームを受信し、上記 S C H 等を正しく受信できたときに、切替完了通知をCPE-CAM 8 1 に送信する。この切替完了通知は、M A C 層で切替が一応完了したことを意味する。

最後にステップ S 4 3 として、CPE-CHU 7 1 は、切替完了通知（CHS-CPLT）を B S 2 に向けて送信する。この切替完了通知は、管理メッセージの一種であり、本実施例 1 ではCHS-RSPメッセージと類似のものが新たに定義され、これを受取った B S 2 の C P E 管理部 4 2 は、保持している C P E の情報を更新する。

30

【 0 0 5 3 】

なお、上述のチャンネル切替処理において、タイマーの管理を C A M で行うようにしても良い。例えば、ステップ S 3 3 の C H 切替要求をCPE-CAM 8 1 が受取り、CPE-CHU 7 1 にタイマーセットを命じるようにしてもよい。

【 0 0 5 4 】

図 1 0 は、本実施例 1 に係る B S 2 と C P E 7 の間で実行されるチャンネル停止処理のフローである。

40

ステップ S 5 1 として、B S 2 の BS-CAM 4 1 は、チャンネル停止の対象となるBS-CHU 1 3 に、C H U 停止要求を送信する。

次にステップ S 5 2 として、C H 停止要求を受取ったBS-CHU 1 3 は、運用停止タイマーをセットする。ここでタイマーのセットとは、停止を行う将来のフレームナンバーを決めることを意味する。

【 0 0 5 5 】

次にステップ S 5 3 として、BS-CHU 1 3 は、C H 停止要求の受信応答をBS-CAM 4 1 に送信する。また運用停止要求を下りストリームで送信する。なお、この C H 停止要求は、管理メッセージの一種であり、本実施例 1 ではManagement Message Type = 21 の DREG-CMD（De/Re-Register Command）メッセージ或いはCHS-REQメッセージに、Switch Countフィー

50

ルド或いはNext Channel Numberフィールドと、停止対象のチャンネルを特定する情報を追加したような、新たなメッセージ（CHOS-REQ）を定義する。DREG-CMDは、一次システム保護のために全CPEに対し現在の運用チャンネルでの送信を直ちに停止させることなどを意図し、その周波数での送信を許可する新たなDREG-CMDが発せられるまで、如何なるCHUからも送信できない。またManagement Message Type = 28のCHS-REQメッセージは、一時的な静粛期間(QP)を設けることを意図している。それに対し本例の運用停止要求は、特定のCHUのみをCAMから切り離す（開放する）意図があり、運用チャンネルでの受信も行わなくなる。このCH停止要求は、図9のチャンネル切替処理で用いた管理メッセージのCH切替要求において、切替先のチャンネル番号としてNullを指定することで実現しても良い。

【0056】

次にステップS54として、運用停止要求を受信したCPE-CHU71は、その要求が示す停止対象のチャンネルを特定する情報に基づき、その要求が自己宛のものか判断し、自己宛の場合にはステップS52同様に運用停止タイマーをセットする。

ステップS55として、CPE-CHU71は、運用停止要求の受信をCPE-CAM81に通知する。

ステップS56として、これからチャンネル運用停止が起こることを把握したCPE-CAM81は、停止承認及び要求を行う。

【0057】

ステップS57として、停止承認及び要求を受取ったCPE-CHU71は、ステップ53の運用停止要求への応答として、運用停止受信応答をBS2に向けて上りストリームで送信する。この受信応答もまた管理メッセージの一種であり、本実施例1ではCHS-RSPメッセージ等と類似のものを新たに定義して用いる。

ステップS58として、運用停止タイマーがセットされたフレームナンバーに到達し発火すると、CPE-CHU71は、運用を停止する。即ち、一切の送信及び受信を止め、運用チャンネルも忘れてしまう。

ステップS58と同時に、ステップS59として、BS2のBS-CHU13においてもタイマー経過により運用停止する。

最後に、ステップS59として、運用停止が完了したCPE-CHU71とBS-CHU13は、運用完了通知をCPE-CAM81とCPE管理部42に送信する。

【0058】

運用停止されたCHUは、その後、CHU追加処理の対象となりうる。

なお、上述のチャンネル停止処理において、タイマーの管理をCAMで行うようにしても良い。

【0059】

以上述べたように、本例ではCH切替要求は切替元のチャンネルで（のみ）送信され、運用停止要求は停止対象のチャンネルで（のみ）送信される。つまり、切替や停止を行うためにその切替や停止の対象になっていないチャンネルで管理メッセージを受信することを強要したり、チャンネルに主従関係を設けたりはしない。これにより、特許文献1のように、管理メッセージをBSが定めた特定の1つの制御チャンネル（主搬送波）でのみ送受信するものに比べ、そのような制御チャンネルを受信できない環境のCPEに対してもチャンネル切替や停止を確実に実施できるという優位性を有する。

【実施例2】

【0060】

図11は、本実施例2に係るマルチチャンネル無線通信システムのBS120の機能ブロック図である。合わせて図12には、本実施例2に係るマルチチャンネル無線通信システムのCPE170の機能ブロック図を示す。本例では、実施例1では言及しなかった実装の細部等について説明し、特に断らない限り、実施例1の構成や機能を踏襲する。図11、図12では、図4に比べよりハードウェアを意識して表現してある。

【0061】

図11に示されるように、BS120は、複数のBS-CHU130a, 130b（総称とし

10

20

30

40

50

て130と呼ぶ)と、CHU-M124と、センシング部125とを有する。

CHU-M124は、個々のBS-CHU130に運用チャンネルを割当てるチャンネル割当部(CAM: Channel Allocation Manager)41と、BS2に接続しているCPE170の情報を保持しCPEの状態を管理するCPE管理部42と、管理情報処理部(MIB)43と、DBアクセス制御部44と、通信データ制御部45と、センシング制御部46と、を有する。

【0062】

チャンネル割当部(BS-CAM)41は、実施例1で述べたBS-CAMに対応する、チャンネル管理を行う部分であり、CPEとの間で所定の管理メッセージを通信しあいながら、チャンネル追加、停止、切替処理を行い、マルチチャンネルMACを実現する。BS-CAM41は、少なくとも自己のBS120の各BS-CHU130について、その周波数対応状況、使用状況、遷移状態等を把握しており、BS-CHUが対応しており且つWSCHリストにある周波数を割当てるような管理や、SCH、DCDの生成等、チャンネル記述子管理を行う。またBS-CAM41は、上位レイヤ(Network Control and Management System)側の機能も有し、運用チャンネル決定に影響を与える。

CPE管理部42は、管理メッセージ等で取得した、BS120に接続している全CPE170の最新の情報をテーブルに維持し、他からの照会に答える。テーブルはCPE毎に、CPEを特定するIDと、Device IDがシリアルナンバーかstation IDのいずれかと、CPE170(CPEのCHU-M)のMACアドレス等のCPE毎に固有の情報と、CHUの数と、更にCHU毎のID(CHUID)又はチャンネル番号と状態と、を保持する。状態には、停止中、同期(接続)途中、managed nodeであるかの区別や、マルチチャンネル化されているか否か、及びマルチチャンネル化されている場合のモード等の情報を含む。各CPEのCHUの情報は、把握できる範囲のものであり、例えば他の基地局に接続しているCHUまで含む必要はない。

CPE管理部42はこれらの情報に基づき、BSがマルチチャンネル動作しているときは、CPE毎に、チャンネルにデータを振り分けたり複製したりする制御(チャンネルスケジューリング)を行う。

【0063】

情報管理処理部43は、MIBの情報を、SNMP(Simple Network Management Protocol)等を用いて最新に維持して他からの照会に答えたり、或いはハードウェアから直接得たり与えたりする。なおSNMPによりMIBの更新が保たれているBSやCPEを、managed nodeと呼ぶ。

DBアクセス制御部44は、PAWS(Protocol to Access White Space database)等を用いて、インターネット上のDBサーバー6を自ら発見し、アクセスして、WSCHリストを取得したり、自己が占有しているチャンネルや1次システムを検知したチャンネルをDBサーバー6へ通知したりする。これらの情報は適宜情報管理処理部43のMIBに反映される。

【0064】

通信データ制御部45は、データ(データプレーン)のクラスに応じたキューや送信順序やフローの制御、バッファリングをし、管理プレーンやコグニティブプレーンの通信データ(管理メッセージ等)と共にMAP割当てする。MAP割当てにより決まったマッピングの情報は、DS-MAP、US-MAP等の管理メッセージとなって、対応する通信データと共に各BS-CHU130に出力される。上りサブフレームのMAP割当ては、各CPEからの帯域要求や受信状態等に基づき行なう。マルチチャンネル運用中は、複数のチャンネルに横断的な割当て処理を行う。つまり各キュー或いは各CPEのデータをどのチャンネルのどのバーストにどれだけ載せるか、所定のスケジューリング規則およびマルチチャンネル通信モードに基づき決定する。なお、複数のBS-CHU130から受取った上りデータの集約や整理(冗長パケットの破棄)は、通信データ制御部45で行なってもよいが、MAC層内でより上位に位置するconvergence sublayerや、更に上位のレイヤで処理してもよい。

センシング制御部46は、SM(スペクトラムマネージャ)およびその上位レイヤとして機能し、スペクトラムセンシングオートマトン(SSA)に基づきセンシング部125等

を制御してセンシング（Out-of-bandセンシング）を行う。In-bandセンシングには、BS-CHU 1 3 0 から得られた情報（UCS等）が主に利用される。これらのセンシング情報に基づき、利用可能（Available）チャネルの分類を保持するチャネルリストを更新する。このリストの中で利用可能チャネルは、“Disallowed”、“Operating”、“Backup”、“Candidate”、“Protected”、“Unclassified”のいずれかに分類される。

センシング部 1 2 5 は、信号受信部や信号解析部を有し、物理層としてのスペクトラムセンシング機能を、センシング制御部 4 6 に提供する。

【 0 0 6 5 】

本例のBS-CHU 1 3 0 はそれぞれ、MAC 処理部 1 3 1 と、PHY 処理部 1 3 2 と、送受信部 1 3 3 と、管理情報処理部 1 3 4 と、ユニット間 I / F 1 3 5 と、アンテナ 1 3 6 を備える。各BS-CHU 1 3 0 は、固有のCHUIDを有する。

MAC 処理部 1 3 1 は、1チャネル分の低レベルMAC処理を行う。このMAC処理は、CHU-MからのMAC PDU或いはバースト単位の通信データを、通信データ制御部 4 5 から得たMAP割当を示す情報に基づいてMACフレーム化する処理やその逆のデフレーム化処理など、CHU-Mからの指示に従った処理や、セキュリティーレイヤ処理などを含む。

【 0 0 6 6 】

PHY 処理部 1 3 2 は、デジタル信号処理デバイスで構成され、MAC 処理部 1 3 1 からMACフレームを受取り、チャネル符号化、バースト変調、物理フレーム化、OFDM変調、D / A 変換して送受信部に出力するとともに、これらの逆の処理を行う。必要に応じPHY 処理部 1 3 2 は、MIMOや適応アンテナの処理も行う。

送受信部 1 3 3 は、高周波デバイス等で構成され、無線周波数と中間周波数との変換、送信信号の電力増幅、送信電力の制御、受信信号の増幅、受信電力の測定、受信ゲインの制御等を行う。

MAC 処理部 1 3 1 ~ 送受信部 1 3 3 の送信のための処理は、通信データ制御部 4 5 からマッピングの情報を受取ることを契機に行なわれ、これを送信命令とみなすことが出来る。

【 0 0 6 7 】

管理情報処理部 1 3 4 は、MIB情報などを、MAC 処理部 1 3 1 やPHY 処理部 1 3 2 や送受信部 1 3 3 に与え或いはそれらから取得し、管理情報処理部 4 3 と連携してMIBを管理する。管理情報処理部 1 3 4 が保持すべきMIB情報として、チャンネル番号（carrier index）と実際のキャリア周波数との対応を示すテーブルが含まれる。管理情報処理部 1 3 4 は、MIBに定義された情報の他に、チャンネルユニット或いは周波数に依存せず、送信電力やアンテナの指向性などを正確に管理するために必要な情報なども保持し、PHY 処理部 1 3 2 を制御する。例えば個々のチャンネルユニットに固有の特性（使用可能周波数範囲、およびその範囲の各チャンネル周波数における、利得や遅延等の値。チャンネルユニットとアンテナを結ぶ給電線の特性も含む）を予め保持しておき、その情報により補償したりMAC層への通知を行う。また、送受信部の性能が不足し、後天的に使用が禁止されあるいは送信電力が制限されたチャンネルの情報なども保持し、MAC層へ通知する。

GPSユニットは、DBサーバー 6 からWSCHリストを取得する際に必要な、BS 2 の地理的位置情報を提供するほか、複数のBSを同期させるための高精度な時計、高精度な周波数源としても動作しうる。

なお、本例ではCHU毎にアンテナ 1 3 5 を設ける構成としたが、これに限らず、CIB（Constant Impedance Band-pass）共用器やバトラーマトリクス（Butler matrix）を用いて、アンテナを共用しても良い。

【 0 0 6 8 】

なお、図 1 2 に示したCPE 1 7 0 の構成に関しても、概略的には、CPE 管理部を備えない点を除き、BS 1 2 0 と同様である。

【 0 0 6 9 】

次に、本例のBS 1 2 0 とCPE 1 7 0 の初期化処理を、図 1 3 と図 1 4 に示す。

本例のBS120の初期化処理は、図13に示されるように、1次システム検出処理の後或いは初期化処理の最後に、利用可能なTVチャンネルのリストを、上位層に提示するステップ(S69)と、その提示後にマルチチャンネル動作を開始するステップ(S70)と、を新たに設けた点で、802.22の初期化処理と異なる。

まずステップS61で、BS120は専門家によりインストールされる。

次にステップS62で、アンテナ利得テーブルを含むアンテナ情報を取得する。アンテナ利得テーブルは管理情報処理部43のMIBに保存されているが、もしなければアンテナ(アンテナユニット)からシリアル通信により取得する。

次にステップS63で、BS120の地理的位置(WGS 84測地系の経緯度)を決定する。

次にステップS64で、BS120のサービスエリアにおいてWSDBが存在するか(アクセスできるか)判断する。存在しないと判断された場合、ステップS65で、BS120のスペクトラムマネージャ(センシング制御部46)は初期的に全てのチャンネルが利用可能とみなす。

存在すると判断された場合、ステップS66で、M-DB-AVAILABLE-REQUEST等のプリミティブに基づき、WSDBから初期の利用可能チャンネルリスト(WSCHリスト)を受け取る。

次にステップS67で、BS120の運用者はもし必要なら、初期の利用可能チャンネルの内、一部のチャンネルを利用不可にする。

次にステップS68で、全ての利用可能チャンネルにおいて、既存システムの検出を実施するとともに、近隣の他のBSとネットワーク同期を行う。

次にステップS69で、1乃至複数の運用チャンネルを選ぶために、BS120のスペクトラムマネージャは上位レイヤ(Network Control and Management System)にM-AVAIL-TV-CH-REPORTプリミティブを用いて利用可能チャンネルリストを提示する。本例におけるM-AVAIL-TV-CH-REPORT.requestプリミティブのフォーマットを表2に示す。

【0070】

【表2】

Name	Type	Valid Range	Description
For (i=1; i≤Number of Channels Available; i++) { Channel_Number Maximum Allowed EIRP }	List of available channels and their Maximum Allowed EIRP		List of available channels and corresponding Maximum Allowed EIRP.
Mode			The expected response from the higher layers 0 = Test 1 = Request for disallowed channel classification 2 = Request for selection of operating channel 3 = Request for selection of operating channels in multi-channel operation mode

M-AVAIL-TV-CH-REPORT.requestプリミティブは不許可チャンネル指定或いは運用チャンネルの選出のいずれの要求を行う際に用いられ、802.22よりも拡張されたmodeパラメータを有し、シングルキャリア運用で起動する際はmode=2を、マルチキャリア運用で起動する際はmode=3を指定する。その後上位レイヤから、M-OPERATING-TV-CH或いはM-OPERATING-TV-CHSプリミティブを用いて、選ばれた1或いは複数の運用チャンネルがスペクトラムマネージャに通知され、MIBに反映される。本例におけるM-OPERATING-TV-CHS.indicationプリミティブのフォーマットを表3に示す。

【0071】

10

20

30

40

50

【表 3】

Name	Type	Valid Range	Description
For (i=1; i≤Number of Channels in Multi-channel Operation; i++) { Channel_Number }	The selected operating channels in multi-channel operation mode		The selected operating channels in multi-channel operation mode

The M-OPERATING-TV-CHS.indicationプリミティブは、マルチチャンネル運用モードにおいて利用可能チャンネルリストから選出された複数の運用チャンネルをスペクトラムマネージャから要求される都度応答する目的で、上位レイヤによって用いられる。複数の運用チャンネルは、M-AVAIL-TV-CH-REPORT.requestで提示された利用可能チャンネルリストにおいて先頭から何番目のチャンネルかを示す数 (Channel_Number) によって、示される。

上位レイヤは、利用可能チャンネルリストから任意に運用チャンネルを選べるが、スペクトルセンシングの結果に基づき、BSに備えられた各CHUのハードウェアで実際に使用可能であり、最も干渉の恐れが少ないチャンネルを選ぶことが望ましい。スペクトラムマネージャは、上位層からマルチキャリア運用を拒否された場合、mode=2のM-AVAIL-TV-CH-REPORTプリミティブを発行しなおして、1つの運用チャンネルを受取るようにしてもよい。

最後にステップS70で、選ばれた運用チャンネルでのシングルキャリア運用或いはマルチキャリア運用を開始する。

【0072】

CPE170の初期化処理は、図14に示されるように、物理層による同種の(互換性のある)802.22のサービス広告、受信信号強度、センシングの結果が得られた後、或いはGPS位置情報取得完了の前に、設置時又は起動時における802.22のサービスを選択するステップ(S75)を新たに設けた点で、従来の802.22の初期化処理と異なる。

まずステップS71で、CPE170は、セルフテストを実施する。

次にステップS72で、BSでのステップS62同様、自己のアンテナ利得情報を取得する。

次にステップS73で、BSによるWRANサービスをセンシングし、同期する。このステップにおいてセンシングスレッドは、送信中の既存システム(テレビ)の検出も開始する。

次にステップS74で、CPE170のスペクトラムマネージャは、センシング結果を上位レイヤ(アプリケーションレイヤ)に提示する。具体的には、スペクトラムマネージャのスペクトラムセンシングオートマトン(SSA)が、M-WRAN-SERVICE-REPORTプリミティブを発行し、アプリケーションに対して、利用可能WRANサービスリストの中から複数のチャンネルを選出することを要求する。M-WRAN-SERVICE-REPORT.requestプリミティブは、利用可能WRANサービスと、その周波数チャンネルと、受信信号強度(RSSL)とを含むリストを含む。

次にステップS75で、アプリケーションは、マルチキャリア運用をしようとする場合、提示されたセンシング結果(そのエリアにおいて特定された利用可能なBSと既存システムの存在)に基づいて、利用可能なBSの中から複数のWRANサービスを選出する。つまり、マルチキャリア運用かシングルキャリア運用かは、このアプリケーションが決定する。例えば、CHUの具備数に応じ、マルチチャンネルに対応したサービスを好んで選択したり、その逆の選択をすることができる。

そして、M-WRAN-SERVICE-REPORT.requestへの応答として、SSAに向けて、選出された複数のチャンネルの情報を含むM-WRAN-SERVICES-RESPONSEプリミティブを発行する。本例におけるM-WRAN-SERVICES-RESPONSE.indicationプリミティブは、1つの選出チャンネルを応答する際のM-WRAN-SERVICE-RESPONSEを拡張して新たに定義されたものであり、そのフォーマットを表4に示す。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 3 】

【表 4】

Name	Type	Valid Range	Description
For (i=1; i≤Number of Channels in Multi-channel Operation; i++) { Channel_Number }	The selected operating channels in multi-channel operation mode		The selected operating channels in multi-channel operation mode

10

本例では選出チャンネルはチャンネル番号により示される。

選出チャンネルを受け取った後、SSAは、選出チャンネル及びその隣接チャンネルにおいて、より厳密にセンシングし直して、弱い既存サービスが選出チャンネルのWRANサービスによって隠されていないか検出する。

【 0 0 7 4 】

次にステップS76で、GPSを用いて有効な地理的位置データを収集する。もしデータ収集に失敗した場合、CPEは初期化を続行できない。

次にステップS77で、選出されたWRANサービスから、下り及び上りストリームのパラメータを取得する。

次にステップS78で、もし必要であれば、CPEのアンテナのアジマス（放射ビーム方向）を、BSの方向へ、或いは予干渉や被干渉がより低減できる方向へ向ける。調整後のアジマスの角度（真北を0度とし時計回りに計る）はMIBに反映され、BS側にも知られることとなる。

20

次にステップS79で、選出チャンネルの内の1つ（チャンネルN）とその隣接チャンネルが、センシングに合格し、さらにレインジング要求が可能なタイミングの検出に成功すると、CPEはBSと初期レインジングを実施する。

次にステップS80で、選出チャンネルの内の1つ（チャンネルN）とその隣接チャンネルが、センシングクリテリアに合格し、且つ、レインジング要求が可能なタイミングの検出に成功したか判断する。所定時間内に成功しなければ、CPEは初期化を最初からやり直す。

30

成功したと判断された場合、ステップS80で、CPEはBSと初期レインジングと実施する。

次にステップS81で、CPEは、CBC-REQメッセージにより自己の基本能力（basic capabilities）をBSに送信する。CBC-REQ(CPE Basic Capability REQuest)メッセージは、原則としてCPEの初期化時にのみ伝送される、Management Message Type = 19の管理メッセージ（後述）であり、この基本能力には、CPEから送信される最大のEIRPや、CPEが対応している変調方式、マルチチャンネル運用能力を有しているか否か等の、CPEでサポートされる物理パラメータが含まれる。マルチチャンネル運用能力は、表5に示すように"Multi-channel operation supported"と呼ばれる情報要素として新たに定義される。

40

【 0 0 7 5 】

【表 5】

Element ID	Length (bytes)	Value	Scope
8	1	0x00: Multi-channel operation not supported. 0x01: Multi-channel operation supported. 0x02-0xFF: Reserved.	CBC-REQ, CBC-RSP

なお、ここでCPEが0x01を送信したとしても、マルチチャンネル運用能力を実際に発揮するかは、CPEの裁量である。例えば省電力の目的で、図7のS11においてBS lost状態のCPE-CHUがあってもチャンネル追加処理の対象としないことも可能である。

【 0 0 7 6 】

50

次にステップS 8 2で、上位レイヤのAAA (Authentication, Authorization, and Accounting) サービスが、CPEの認証を試行する。

認証に失敗した場合ステップS 8 3として、CPEはその認証拒否の結果を記録し、当面的間その認証拒否したBSを考慮しないようにする。BS側でも、レインジング成功時にしたCPEの仮登録を消去する。

認証に成功した場合ステップS 8 4として、AAAはBS - CPE間の鍵交換を実施する。

次にステップS 8 5で、REG-REQ/RSPメッセージを送受信することで、CPEの登録を実施する。CPEからBSに送信されるREG-REQメッセージには、CPEの地理的位置の測定結果であるNMEA 0183フォーマットの文字列や、ARQをサポートするか否か等のCPE能力を示す情報要素が含まれる。

BSのスペクトラムマネージャはNMEA文字列が有効か判断し、有効であれば、及びCPE能力に対応するCPE設定(IPのバージョン、予備の管理用接続で用いるIPアドレス等)を含むREG-RSPを返信する(ステップS 8 5 a)。無効であれば、初期化は失敗となる(ステップS 8 5 b)。その後CPEはREG-RSPで指定されたCPE設定を自己の能力と照合し、CPE設定を遂行可能であれば、ネットワークへのエントリが許される(ステップS 8 5 c)。その後、BS - CPE間でMIB情報の交換が可能になったことが確認されると、登録が達成される。

【0077】

次にステップS 8 6で、BSはCPEにチャンネルセットを含むDCDメッセージを送信する。チャンネルセットは、スペクトラムマネージャが管理しているチャンネルリストの一部または全部がDCD等で送られる時の呼び方である。ここで言う"Operating"は、送り先のCPEにおいても運用中であること意味し、初期化の最中のチャンネルは含まれない。従ってCPEに送信されるチャンネルセットは通常、Element ID = 10の"Backup and Candidate channel list"である。

次にステップS 8 7で、CPEはDHCP等のメカニズムを利用して、IP接続を確立し、次にステップS 101で、NTP等のメカニズムを利用して、CPEの内蔵時計の日付及び時刻合わせを行う。

次にステップS 8 8で、CPEはTFTP (Trivial File Transfer Protocol) を用いてBSから運用パラメータを含む設定ファイルを取得する。

次にステップS 8 9で、BSはDSA-REQメッセージを送信し、あらかじめ提供されたサービスフローをCPEにセットアップさせる。

最後にステップS 90で、他のBSから送信されたプリアンブルやSCH、CBPパケットの受信を試みることで発見した近隣ネットワークを、BSに報告する。なおS 75及びS 90と同様の処理が、運用開始後も、BSと協働しながらIDRP (incumbent detection recovery protocol) として実施され、DCDメッセージのチャンネルセットに反映される。

【実施例3】

【0078】

本例では、実施例1や2では言及しなかった公平なチャンネルの共有のためのスキームを説明する。実施例1の構成や機能を踏襲する。

【0079】

本実施例1に係るBS 220は、自己共存機能部47を明示的に備える。自己共存機能部47は、従来のframe contention等による共存の他、チャンネル交渉機能を新たに有する。チャンネル交渉は、先に運用開始したBSが複数チャンネルを占有し、後から起動したBSが1つもチャンネルを利用できない事態を解消する。

チャンネル交渉機能を実現するため、MAC層で4つの新たなメッセージ、即ち、チャンネル開放要求(CHN-REQ)、チャンネル開放時刻通知(CHN-RSP)、チャンネル開放時刻肯定応答(CHN-ACK)、チャンネル開放完了(CHN-CPLT)を定義する。

【0080】

図15に、本実施例3のBS 220による、運用チャンネル発見(決定)処理のフローを

10

20

30

40

50

示す。

このフローは、(複数の)隣接セルのチャネルの利用状況を収集してから開始する。

まず、ステップS91として、WSCHリストを参照し、自己のバックアップチャネルであり、且つ、隣接BSでバックアップチャネルに指定されていないチャネル(排他的バックアップチャネル)を捜す。

排他的バックアップチャネルが見つかった場合、ステップS92として、従来同様に公平性が考慮されたスペクトルエチケットに従ってチャネル選択処理を行う。

【0081】

他方、排他的バックアップチャネルが存在しない場合は、ステップS93として、自己のセル内のサービス品質が満足度に応じ、もっと運用チャネルが必要か否か判定を行う。満足度SSR(Service Satisfaction Ratio)は例えば、そのセル内のCPEの数 N_{CPE} に対する、満足しているCPEの数 N_{sat} の割合で定義され、満足しているかは、式1のように、そのCPEのトラフィックに重み W を与えた値が、そのBSがCPE1台当りに提供できる伝送レートを超えないか否かで定義する。

【0082】

$$SSR = N_{CPE} / N_{sat} \cdots (式1)$$

$$N_{sat} = \text{Countif}_i [R_i \cdot N_{OPE} / N_{CPE} > W_i \cdot \dots] \cdots (式2)$$

【0083】

ここで、Countif[]はカッコ[]内の条件式が一致するCPEの数を表し、 i はCPEのインデックスを表す $1 \sim N_{CPE}$ の整数であり、 N_{OPE} は運用チャネル数、 R は1チャネル当りの(最大)伝送レートを表す。 R_i は、BSとCPE間の距離等を考慮しなければ、CPEに依存しない定数でも良い。

そして、SSRが所定値を超え、これ以上運用チャネルを見つける必要が無いと判断された場合は、処理を終了する。

【0084】

次に、ステップS94として、上記ステップS92でより多くの運用チャネルが必要と判定されたことを受けて、チャネル交渉が可能かどうか判定する。この判定は例えば、マルチチャネルで動作している隣接セルが存在し、その隣接セルのCSA(Cell Service Availability)値が自セルのCSAよりも大きく、且つ、仮にそのセルが1チャネルを自セルに譲っても、自セルのCSAが逆転しない(譲った隣接セルのそれよりも大きくなる)ような隣接セルが見つかった否かで行う。CSA値は、式3のように、そのセル内の各CPEのトラフィック処理時間の和の逆数として定義される。

$$CSA = \{ \dots [W_i \cdot \dots / (R_i \cdot N_{OPE} / N_{CPE})] \}^{-1} \cdots (式3)$$

【0085】

従って、ステップS93やS94の判定を行うためには、事前に或いは十分なリアルタイム性で、SSRやCSA或いはその算出に用いる値を、隣接BS間で交換する必要がある。

【0086】

次に、ステップS95として、チャネル交渉が可能と判定されたことを受けて、チャネル交渉を実行し、交渉先からチャネルを取得(譲受)する。

【0087】

一方、チャネル交渉が不能と判定された場合は、ステップS96として、従来の自己共存を行うべき状況か否か判定する。即ち、 $N_{OPE} = 0$ 、かつ、SCモード(Self Co-existence mode)を実行可能であれば、自己共存を行うべきと判定する。

SCモードを実行可能であれば、ステップS97として、IEEE802.22で規定されているSelf Co-existenceを実行する。すなわち、自己のバックアップチャネルで且つ隣接セルの運用チャネルであるチャネルを任意に選択し、ODFCと呼ばれるランダムアルゴリズムによってフレーム単位でのチャネル運用権を取得し、時分割でセル間のチャネル共用を実現するか、下り送受信期間(DS: Down Stream)と上り送受信期間(US: Up Stream)をセル間で同期させることによって干渉回避可能な場合には、これによりチャネル共用を

10

20

30

40

50

実現する。

【 0 0 8 8 】

図 1 6 に、ステップ S 9 4 のチャンネル交渉におけるメッセージのフローを示す。チャンネル開放要求 (CHN-REQ)、チャンネル開放時刻通知 (CHN-RSP)、チャンネル開放時刻肯定応答 (CHN-ACK)、チャンネル開放完了 (CHN-CPLT) が順次やり取りされる。これらのメッセージは、管理メッセージであり、下りストリームのバーストよりはむしろ、SCW (Self Coexistence Window) によって伝送される。

チャンネル開放要求に、交渉元及び交渉先のCSA値を含め、チャンネル開放要求を受取った交渉先のBSは、それを検証して、その結果等に応じて拒否を示すアクションコードを含むチャンネル開放時刻通知 (CHN-RSP) を返信するようにしても良い。

10

【 0 0 8 9 】

なお、本実施例ではステップ S 9 2 や S 9 3 でSSRやCSAといった指標を用いたが、これに限るものではない。本例において2つの指標を用いた意図は下記の通りである。即ち、SSRは、特定のCPEのトラフィックが非常に大きいときにBSに与える負荷が定量的に現れず、ステップ S 9 3 でもSSRを使うと、チャンネル開放後にそのセルのトラフィックを捌ききれなくなる恐れがあるからである。

【 実施例 4 】

【 0 0 9 0 】

本例では、実施例 1 や 2 における起動時など複数のCHUを同時に初期化处理する際の動作や、管理メッセージのフォーマットを明確化した例を説明する。特に言及しない限り、実施例 1 や 2 の構成や機能を踏襲する。

20

【 0 0 9 1 】

図 1 7 は、本実施例 4 に係るBS2とCPE7の間で実行されるチャンネル追加処理のフローである。

図 1 7 のフローは、ステップ S 8 の後に、BS-CAM 4 1 が未使用のBS-CHUが残っているかどうか判断するステップ S 1 0 1 が追加され、ステップ S 1 6 の後に、CPE-CAM 8 1 が未使用のCPE-CHU 7 1 が残っているかどうか判断するステップ S 1 0 2 が追加された点で、実施例 1 の図 8 と異なる。

【 0 0 9 2 】

これによりBS2の側では、ステップ S 2 の運用開始要求からステップ S 8 の運用開始準備完了通知までのプロセスが完了したら、ステップ S 1 0 1 の判断が行われ、別の未使用のBS-CHUへの運用開始要求 (S 2) へ明示的に進めるようになる。

30

また、CPE7の側では、ステップ S 1 2 のBSサーチ命令からステップ S 1 8 の継続通知までのプロセスが完了したら、ステップ S 1 0 2 の判断が行われ、別の未使用のCPE-CHUへのBSサーチ命令 (S 1 2) へ明示的に進めるようになる。

なお、未使用のCPE-CHUに対しBSサーチのような受信のみの動作をさせることは自由であるから、S 1 2 において、複数の未使用CPE-CHUに対して、サーチ範囲を異ならしたBSサーチ命令を一斉に行なっても良い。BS検知に成功したCPE-CHUから順次ステップ S 1 4 のBS検知通知を行い、最後まで検知に成功していないCPE-CHUは、検知に成功したCPE-CHUが探索し残した帯域を、サーチ範囲に追加する。

40

【 0 0 9 3 】

図 1 8 は、本実施例 4 に係るBS2とCPE7の間で実行されるチャンネル追加処理の他のフローである。

図 1 8 のフローは、既にBS-CHU 1 3 やCPE-CHU 7 1 が少なくとも1つ運用され、それらの中で管理メッセージの通信が可能な状態になっている場合のチャンネル追加処理である。ステップ S 1 の前に、チャンネル番号等を含むマルチチャンネル運用に関する集約情報をBS2からCPE7へ通知するステップ (S 1 0 3 ~ S 1 0 5) を備えた点で、図 1 7 と異なる。

【 0 0 9 4 】

まず、ステップ S 1 0 3 として、BS-CAM 4 1 は、マルチチャンネル動作を開始する場合及

50

び動作中定期的に、集約情報を運用中の少なくとも1つのBS-CHU 13 aに送信する。チャンネル追加、停止並びに切替処理が行われた後にも送信することが望ましい。

ステップS 104として、BS-CHU 13 aは、受取った集約情報を管理メッセージ(CAM-AIF:Channel Allocation Manager-Aggregation InFormation)としてCPE 7へ送信する。CAM-AIFメッセージは、好ましくは運用中の全て(今追加しようとしているチャンネルと集約される他のチャンネル)のBS-CHU 13から送信する。

ステップS 105として、集約情報を受信したCPE 7のCPE-CHU 71 aは、集約情報をCPE-CAM 81へ転送する。

ステップS 103 ~ 105で扱われる集約情報及び管理メッセージは、表6に示すCAM-AIFメッセージに必要なパラメータを含む。ただしType番号は管理メッセージにのみ必須であるが、BS-CAM 41から送信する時点で管理メッセージになっていても良く、途中のBS-CHU 13 aやCPE-CHU 71 aはこの管理メッセージを理解する必要はない。

【0095】

【表6】

Table 6— CAM-AIF message format

Syntax	Size	Notes
CAM-AIF_Message_Format() {		
Management Message Type = 41	8 bits	
Aggregation Information	1 bit	0: Aggregation on 1: Aggregation off
Maximum Aggregation Channels	3 bits	The number of maximum aggregation channels allowed in CPE.
For (i=0; i < Maximum Aggregation Channels; i++){		List of the channel informations that are available for channel aggregation in CPE.
Channel Number [i]	8 bits	
}		
}		

【0096】

表6において、"Maximum Aggregation Channels"は、BS 2においてマルチチャンネル運用の対象となるBS-CHU 13の数と同じかそれ未満に定められる。CPE 7はこの数を超えてマルチチャンネル運用しようとするのが禁止され、これにより無駄なBSサーチをせずに済む。セル内のマルチチャンネル運用CPEと通常運用CPEの比を制御したいときには、より小さな"Maximum Aggregation Channels"を設定することもある。また、"Channel Number[i]"は、チャンネル番号(carrier index)等を"Maximum Aggregation Channels"の数だけ列挙したものである。

【0097】

本実施例4に係るBS 2とCPE 7の間で実行されるチャンネル切替処理のフローは、図9に示される実施例1のものと基本的には同じである。ステップS 33のCH切替要求は、表7に示すように新たに定義されたCAM-SWHメッセージであり、ステップS 31のCH切替要求は、CAM-SWHに必要なパラメータを含む。

【0098】

10

20

30

40

【表 7】

Syntax	Size	Notes
CAM-SWH Message Format() {		
Management Message Type = 44	8 bits	
Transaction ID	16 bits	
Confirmation Needed	1 bit	0: No confirmation needed 1: Confirmation needed
Switch Mode	1 bit	0: no restriction on transmission until the scheduled channel switch 1: addressed CPE shall transmit no further frames until the schedules channel switch.
Switch Count	8 bits	The number of frames until the BS sending the switching operating channel message switches to the new operating channel.
Switch Channel Number	8 bits	Specified destination for channel switch request.
}		

10

【 0 0 9 9 】

"Transaction ID"は、この値が同じメッセージが複数届いたときに、最初のメッセージ以外を無視するためのもので、通常、Transaction IDを要するメッセージを新たに発行するたびにインクリメントして使う。"Switch Channel Number"は、切替先のチャンネル番号（carrier index）等である。このメッセージは、"Aggregation Type"が"Diversity mode"か"Bulk transmission mode"に関わらず切替元のチャンネルのみから送信されることを想定しており、切替元を示す情報は設けていない。推奨されないが、切替元のチャンネル以外のチャンネルからも送信する場合、CPEは他の情報（Transaction IDの連続性等）を考慮して切替元を特定することができる。"Confirmation Needed"は、CPE7に受信応答（S37）を要求するか否かを示すフラグである。これが1のとき、S37でCPE7が応答する受信応答として、表8に示す"CAM-SWH-ACK"メッセージを新たに定義する。CAM-SWH-ACKも切替元のチャンネルのみから応答されるべきである。

20

【 0 1 0 0 】

【表 8】

Table 8— CAM-SWH-ACK message format

30

Syntax	Size	Notes
CAM-SWH-ACK Message Format() {		
Management Message Type = 45	8 bits	
Transaction ID	16 bits	
Confirmation Code	8 bits	7.7.24
}		

"Confirmation Code"には、802.22の"7.2.24 Confirmation codes"で定義されたものを使う。"Transaction ID"には、CAM-SWHメッセージのそれと同じ値を使う。

【 0 1 0 1 】

40

本実施例4に係るBS2とCPE7の間で実行されるチャンネル停止処理のフローは、図10に示される実施例1のものと基本的には同じである。ステップS53の運用停止要求として、表9に示す"CAM-STP"メッセージを新たに定義し、ステップS57の運用停止受信応答として、表10に示す"CAM-STP-ACK"メッセージを新たに定義する。これらのメッセージも、チャンネル切替の場合と同様、停止対象のチャンネルでのみ送受信されることを想定しており、停止するチャンネルを示す情報は特段設けていない。

【 0 1 0 2 】

【表 9】

Table 9 — CAM-STP message format

Syntax	Size	Notes
CAM-STP_Message_Format() {		
Management Message Type = 42	8 bits	
Transaction ID	16 bits	
Confirmation Needed	1 bit	0: No confirmation needed 1: Confirmation needed
Stop Channel Number	8 bits	Specified destination for channel stop operation request.
}		

10

【 0 1 0 3 】

【表 10】

Table 10 — CAM-STP-ACK message format

Syntax	Size	Notes
CAM-STP-ACK_Message_Format() {		
Management Message Type = 43	8 bits	
Transaction ID	16 bits	
Confirmation Code	8 bits	7.7.24
}		

20

【 0 1 0 4 】

この実施例では、ステップ S 3 3 の C H 切替要求等の B S - C P E 間のメッセージを管理メッセージであると想定したが、このようなブロードキャスト送信に限らず、例えば切替える必要のある C P E のみに向けたユニキャスト或いはマルチキャスト送信であってもよい。これにより、特定のチャンネルにアクセスが集中してしまった場合、CPEに割当てするチャンネルを分散させることができる。

【 0 1 0 5 】

本発明の範囲は、上記例で示した B S 間の通信による実施例に限定されるものではなく、上記例では B S で行っている処理を、インターネット上に配置された、サーバー、マネージャーなどによって集中制御を行ってもよい。例えば、チャンネル交渉は、B S 間で無線を介して行うもの限らず、管理メッセージをカプセル化するなどしてインターネットを介して行なうこともできる。または、各 B S のチャンネルの運用状態をサーバー、マネージャーが監視し、制御を行ってもよく、各 B S がサーバーに対してチャンネル要求をしても、本発明の目的と均等な効果をもたらすことが可能である。

30

また、C H U の物理層を多系統で構成せず、1 つにまとめて構成しても良く、例えば物理層におけるデジタル信号処理によって複数チャンネルで受信した信号をダイバースチ合成するようなものであってもよい。

【符号の説明】

【 0 1 0 6 】

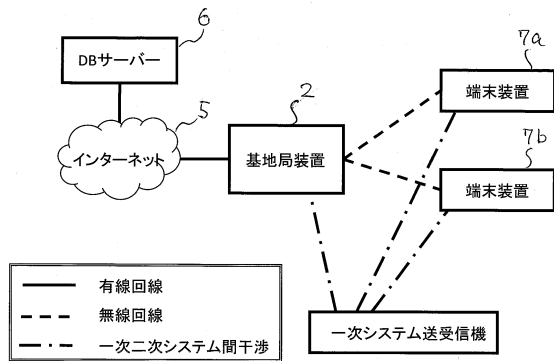
- 2 , 1 2 0 , 2 2 0 : 基地局 (B S)、
- 5 : インターネット、 6 : D B サーバー、
- 7 , 1 7 0 , 2 7 0 : 端末装置 (C P E)、
- 1 3 , 1 3 0 : 無線通信部 (BS-CHU : BS-CHannel transceiver Unit)、
- 1 4 , 7 2 , 1 2 4 : チャンネルユニット制御部 (CHU-M : CHU-Manager)、
- 1 5 , 1 6 : ユニット間 I / F、
- 4 1 : チャンネル割当部 (BS-CAM : BS-Channel Allocation Manager)、
- 4 2 : C P E 管理部、
- 4 3 : 管理情報処理部 (M I B)、 4 4 : D B アクセス制御部、
- 4 5 : 通信データ制御部、 4 6 : センシング制御部、

40

50

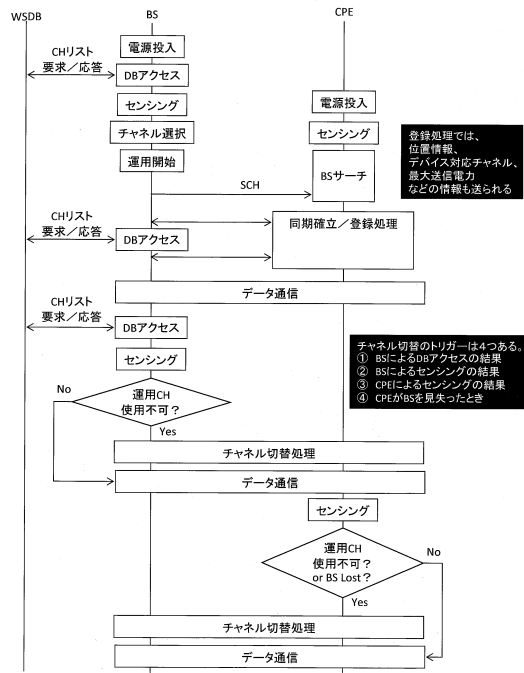
- 7 1 : CPE-CHU、
- 8 1 : チャンネル割当部 (CPE-CAM)、
- 1 2 5 : センシング部、
- 1 3 1 : M A C 処理部 1 3 1 と、 1 3 2 : P H Y 処理部、
- 1 3 3 : 送受信部 (Tx/Rx)、 1 3 4 : 管理情報処理部、
- 1 3 5 : ユニット間 I / F、 1 3 6 : アンテナ、

【 図 1 】

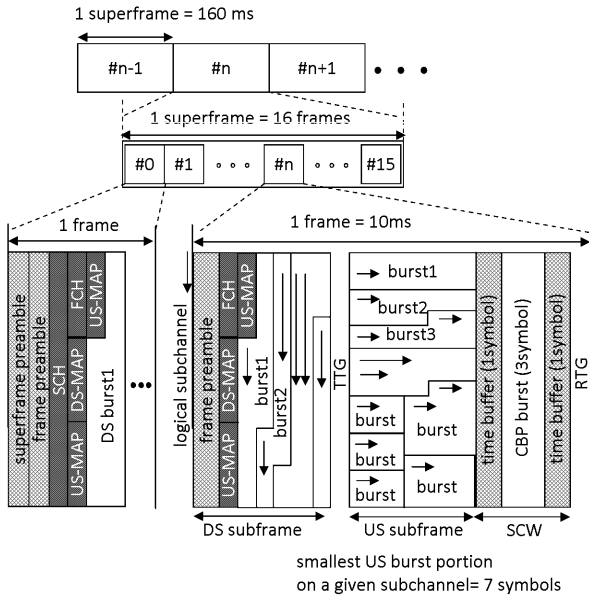


【 図 2 】

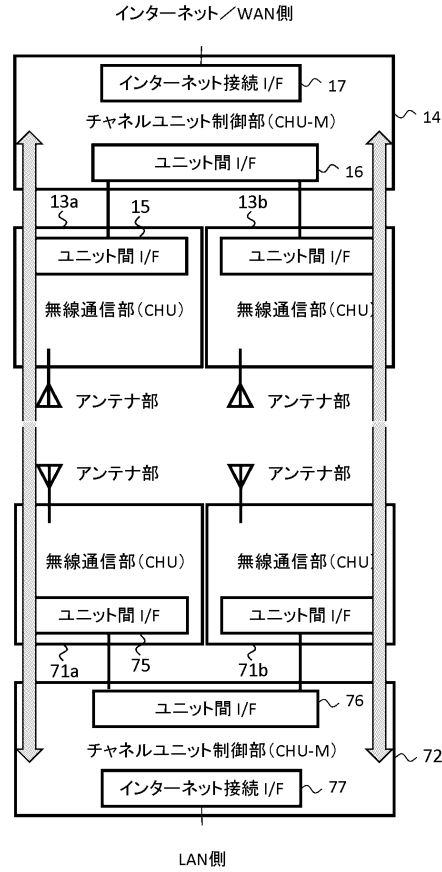
基本動作フロー (IEEE802.22と同じ)



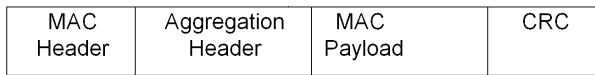
【図3】



【図4】

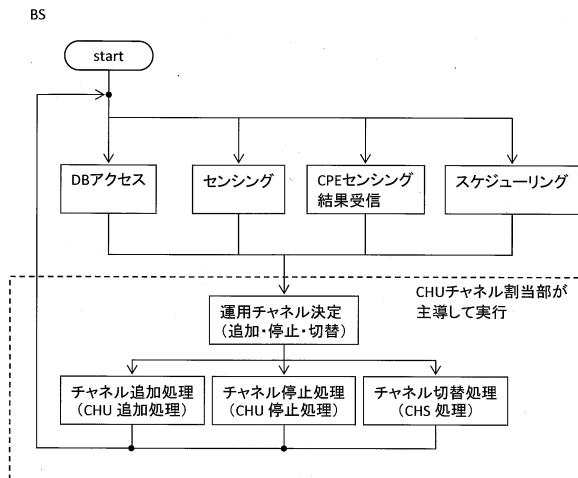


【図5】

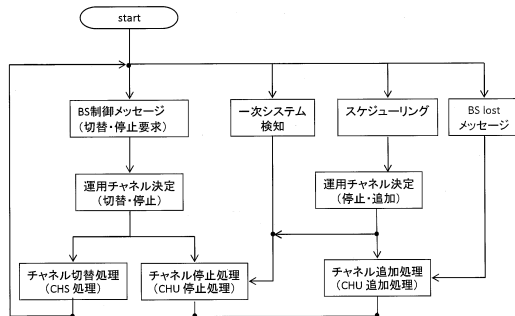


【図6】

チャンネルユニットチャンネル割当動作 (BS)

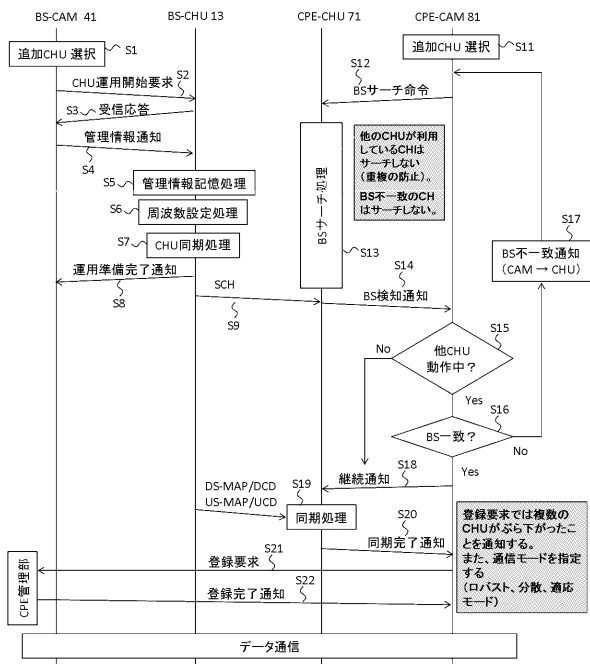


【図7】



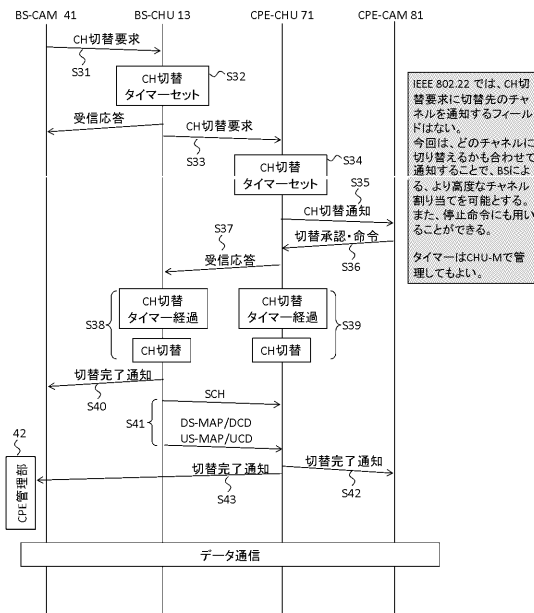
【図8】

CHU追加処理



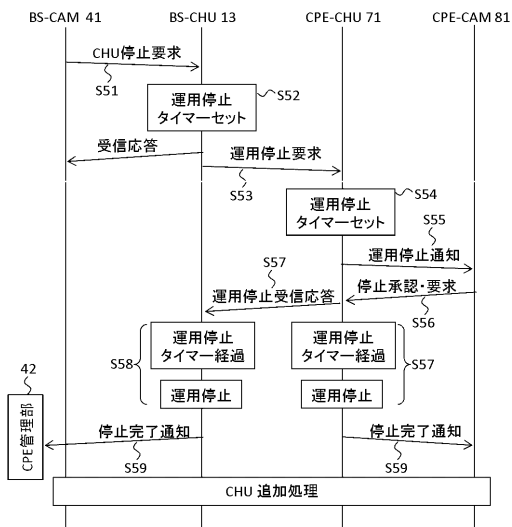
【図9】

CHU CHS処理

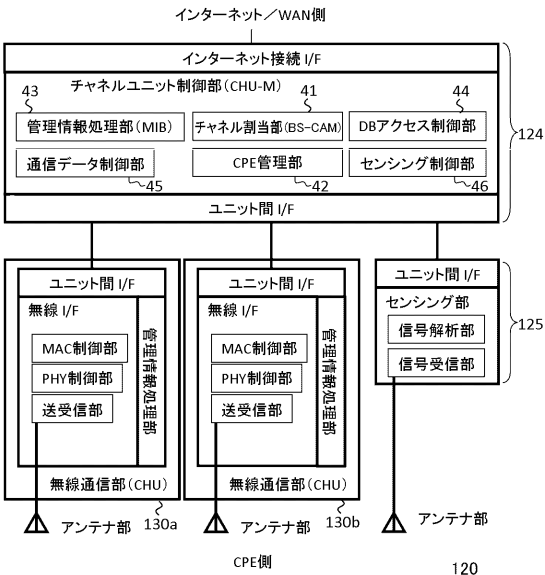


【図10】

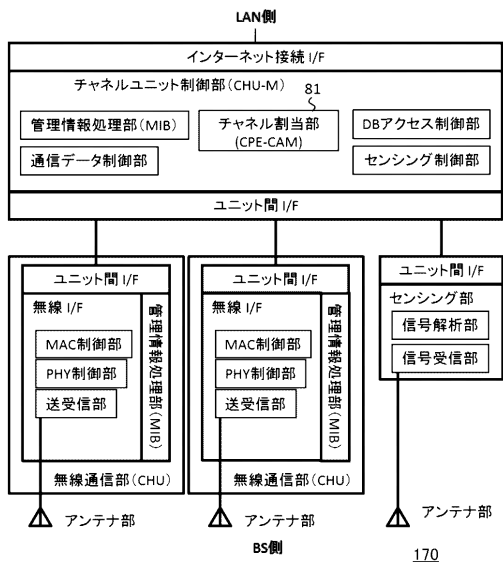
CHU停止処理



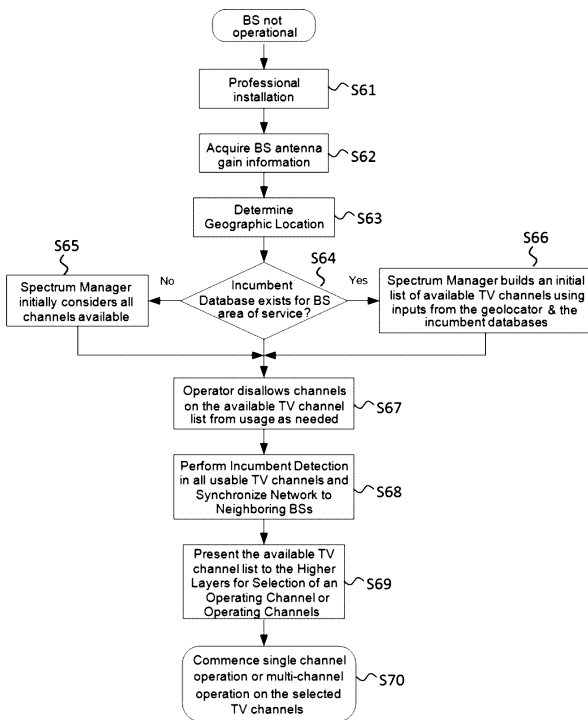
【図11】



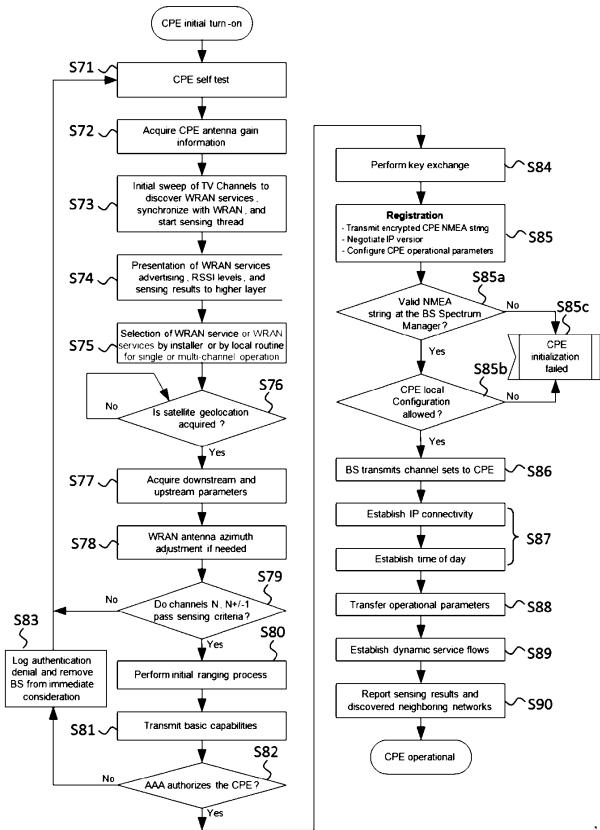
【図12】



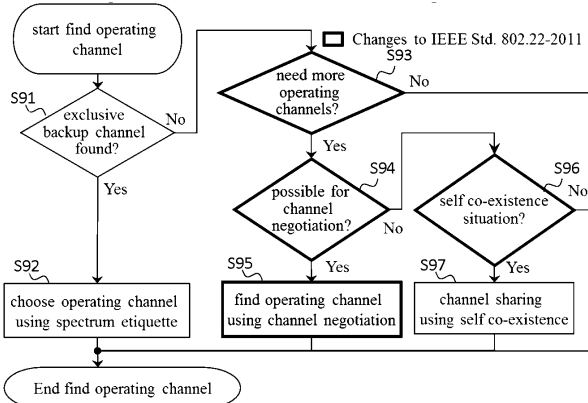
【図13】



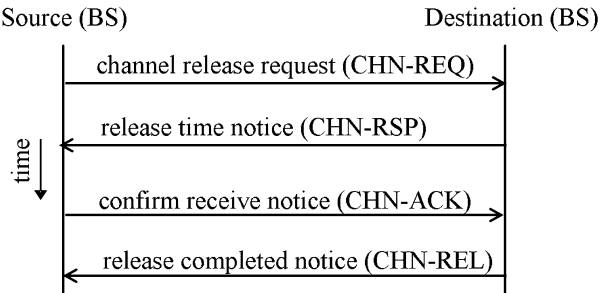
【図14】



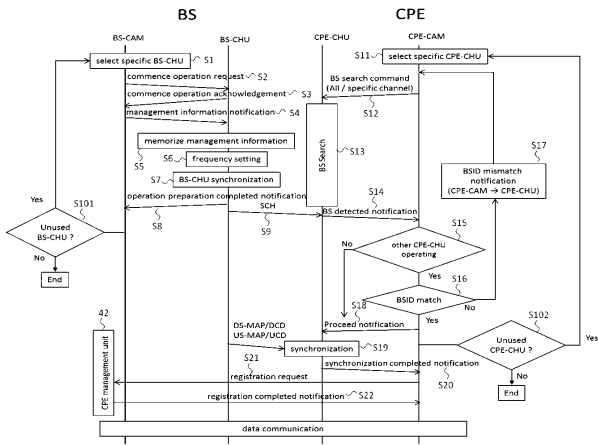
【図15】



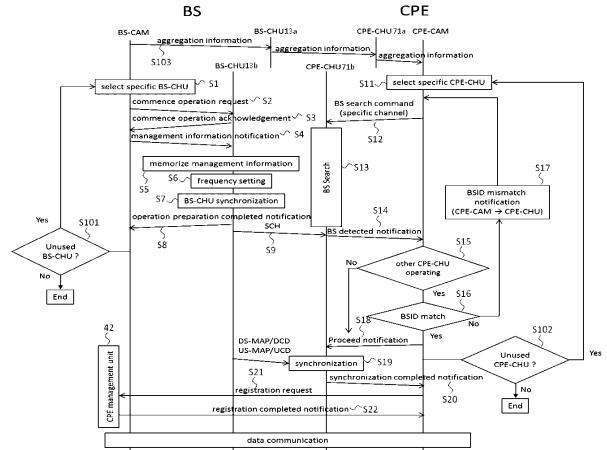
【図16】



【 17 】



【 18 】



フロントページの続き

(出願人による申告)平成24年度、総務省、電波資源拡大のための研究開発委託事業、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願

(72)発明者 田中 周
東京都小平市御幸町3番地 株式会社日立国際電気内

審査官 桑原 聡一

(56)参考文献 国際公開第2012/138800(WO, A1)
特表2014-514844(JP, A)
Keat Beng Toh(Hitachi Kokusai Electric Inc.), MAC Proposal for IEEE 802.22b by Hitachi Kokusai Electric, IEEE 802.22-12/0087r0, IEEE, インターネット<URL:https://mentor.ieee.org/802.22/dcn/12/22-12-0087-00-000b-mac-proposal-for-ieee-802-22b-by-hitachi-kokusai-electric.pptx>, 2012年11月14日
Keat Beng Toh(Hitachi Kokusai Electric Inc.), MAC Proposal for IEEE 802.22b by Hitachi Kokusai Electric, IEEE 802.22-12/0087r1, IEEE, インターネット<URL:https://mentor.ieee.org/802.22/dcn/12/22-12-0087-01-000b-mac-proposal-for-ieee-802-22b-by-hitachi-kokusai-electric.pptx>, 2013年 1月16日

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 7/24 - 7/26
H04W 4/00 - 99/00