

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5386743号
(P5386743)

(45) 発行日 平成26年1月15日(2014.1.15)

(24) 登録日 平成25年10月18日(2013.10.18)

(51) Int. Cl.		F I	
HO 4W 52/46	(2009.01)	HO 4W 52/46	
HO 4W 52/24	(2009.01)	HO 4W 52/24	
HO 4W 16/28	(2009.01)	HO 4W 16/28	1 3 0
HO 4W 84/18	(2009.01)	HO 4W 84/18	1 1 0
HO 4W 40/22	(2009.01)	HO 4W 40/22	

請求項の数 16 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2009-524712 (P2009-524712)	(73) 特許権者	591003943 インテル・コーポレーション
(86) (22) 出願日	平成19年9月26日(2007.9.26)		アメリカ合衆国 95054 カリフォルニア州・サンタクララ・ミッション カレッジ プーレバード・2200
(65) 公表番号	特表2010-501140 (P2010-501140A)	(74) 代理人	100104156 弁理士 龍華 明裕
(43) 公表日	平成22年1月14日(2010.1.14)	(74) 代理人	100118005 弁理士 飯山 和俊
(86) 国際出願番号	PCT/US2007/020799	(74) 代理人	100143502 弁理士 明石 英也
(87) 国際公開番号	W02008/042192	(74) 代理人	100138128 弁理士 東山 忠義
(87) 国際公開日	平成20年4月10日(2008.4.10)	(74) 代理人	100112520 弁理士 林 茂則
審査請求日	平成21年2月16日(2009.2.16)		
(31) 優先権主張番号	11/529,982		
(32) 優先日	平成18年9月29日(2006.9.29)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線メッシュネットワークにおいて通信を実行する方法、無線デバイス、物品、および無線システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

無線メッシュネットワークにおいて通信を実行する方法であって、
前記無線メッシュネットワークにおける1以上のバックホールリンク品質に少なくとも部分的に基づいて、無線ノードの送信電力を制御する段階を備え、

前記送信電力を制御する段階は、移動局に送られる測定フレーム、プリアンブルフレームまたは対応付けフレームのうち少なくとも1つについて、前記1以上のバックホールリンク品質に基づいた情報が前記移動局に非明示的に送信される場合には、送信電力を通常送信電力よりも低減する段階と、前記移動局と前記無線ノードとの対応付けが実現すると前記移動局に送られる後続フレームについて前記通常送信電力での送信を再開する段階とを有し、

前記1以上のバックホールリンク品質は、マルチホップ経路における無線リンクのエンド・ツー・エンドスループット品質に影響を与える方法。

【請求項2】

前記送信電力を制御する段階は、マルチホップ中継局によって実施され、加入局を非明示的に支援して前記無線メッシュネットワークにおける最高スループットのネットワーク局に対応付けさせる

請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

前記無線ノードから 1 以上の加入局に対して、前記 1 以上のバックホールリンク品質に関する明示的情報を含むフレームを送る段階

をさらに備える、請求項 1 または 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記無線メッシュネットワークは、米国電気電子学会 (I E E E) 8 0 2 . 1 6 - 2 0 0 5 規格に準拠するプロトコルを用いる

請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 5】

第 1 のモードでは第 1 の移動局群に対してマルチホップ無線リンク品質の指標を明示的に提供し、第 2 のモードでは第 2 の移動局群に対する送信の少なくとも一部分について送信電力を調整することによって、前記第 2 の移動局群に対してマルチホップ無線リンク品質の指標を非明示的に提供するロジックを有する処理回路

を備え、

前記処理回路は、無線メッシュネットワークにおける 1 以上の無線バックホールリンク品質に少なくとも部分的に基づいて、前記第 2 の移動局群に関する無線ノードの送信電力を制御し、

前記送信電力を制御することは、前記第 2 の移動局群の少なくとも一つの移動局に送られる測定フレーム、プリアンブルフレームまたは対応付けフレームのうち少なくとも一つについて、前記 1 以上の無線バックホールリンク品質に基づいた情報が非明示的に前記少なくとも一つの移動局に送信される場合には、送信電力を通常送信電力よりも低減すること、および、前記少なくとも一つの移動局と前記無線ノードとの対応付けが実現すると前記少なくとも一つの移動局に送られる後続フレームについて前記通常送信電力での送信を再開することを含み、

前記 1 以上の無線バックホールリンク品質は、マルチホップ経路における無線リンクのエンド・ツー・エンドスループット品質に影響を与える無線デバイス。

【請求項 6】

前記マルチホップ無線リンク品質の指標は、1 以上の無線バックホールリンクを介した前記無線デバイスと無線基地局との間のスループットに関する

請求項 5 に記載の無線デバイス。

【請求項 7】

前記マルチホップ無線リンク品質の指標を明示的に提供する前記ロジックは、前記第 1 の移動局群に送られる物理層 (P H Y) フレームの一部に、マルチホップ中継無線メッシュネットワークの 1 以上の無線バックホールリンク品質に関する情報要素 (I E) を含ませるロジックを有する

請求項 5 または 6 に記載の無線デバイス。

【請求項 8】

前記処理回路と通信する無線 (R F) インターフェース

をさらに備える、請求項 5 から 7 のいずれか一項に記載の無線デバイス。

【請求項 9】

前記無線デバイスは、米国電気電子学会 (I E E E) 8 0 2 . 1 1 または 8 0 2 . 1 6 規格のうち 1 以上に準拠するプロトコルを利用する無線メッシュ中継局を有する

請求項 5 から 8 のいずれか一項に記載の無線デバイス。

【請求項 10】

前記第 2 のモードにおいて、前記第 2 の移動局群に送られる前記送信のうち前記少なくとも一部分についての前記送信電力は、エンド・ツー・エンドマルチホップリンクスループットと最終ホップリンクスループットとの比に略比例するように調整される

請求項 5 から 9 のいずれか一項に記載の無線デバイス。

【請求項 11】

10

20

30

40

50

前記 R F インターフェースは、少なくとも 2 つのアンテナを有し、多入力多出力 (M I M O) 通信用に構成されている

請求項 8 に記載の無線デバイス。

【請求項 1 2】

読出し可能なコードを格納する有形媒体を備える製造物品であって、

前記読出し可能なコードは、処理デバイスによって実行されると、前記処理デバイスに

無線メッシュネットワークにおける 1 以上のバックホールリンク品質に少なくとも部分的に基づいて無線ノードの送信電力を制御させ、

前記送信電力を制御させることは、移動局に送られる測定フレーム、プリアンブルフレームまたは対応付けフレームのうち少なくとも 1 つについて、前記 1 以上のバックホールリンク品質に基づいた情報が非明示的に前記移動局に送信される場合には、送信電力を通常送信電力よりも低減すること、および、前記移動局と前記無線ノードとの対応付けが実現すると前記移動局に送られる後続フレームについて前記通常送信電力での送信を再開することを含み、

前記 1 以上のバックホールリンク品質は、マルチホップ経路における無線リンクのエンド・ツー・エンドスループット品質に影響を与える

物品。

【請求項 1 3】

機械読出し可能コードをさらに備え、

前記機械読出し可能コードは、処理デバイスによって実行されると、前記処理デバイスに、

物理層 (P H Y) フレームの一部においてマルチホップリンク品質情報を送らせて、前記 P H Y フレームを受信する可動デバイスを支援させて、コアネットワークに対するスループットが実質的に最も高い無線メッシュノードと前記可動デバイスとを対応付けさせる

請求項 1 2 に記載の物品。

【請求項 1 4】

前記送信電力は、エンド・ツー・エンドマルチホップ経路の信号ノイズ比 (S N R) と最終ホップリンクの S N R との比に比例するように制御される

請求項 1 2 または 1 3 に記載の物品。

【請求項 1 5】

無線システムであって、

第 1 のモードでは加入局に対してマルチホップ無線リンク品質の指標を明示的に提供し、第 2 のモードでは加入局に対する送信電力を調整することによって、加入局に対してマルチホップ無線リンク品質の指標を非明示的に提供するロジックを有する処理回路と、

前記処理回路に通信可能に結合されている無線 (R F) インターフェースと、

多入力または多出力 (M I M O) 通信のうち少なくとも一方のために前記 R F インターフェースに結合される少なくとも 2 つのアンテナと

を備え、

前記処理回路は、無線メッシュネットワークにおける 1 以上のバックホールリンク品質に少なくとも部分的に基づいて、無線ノードの送信電力を制御し、

前記送信電力を制御することは、移動局に送られる測定フレーム、プリアンブルフレームまたは対応付けフレームのうち少なくとも 1 つについて、前記 1 以上のバックホールリンク品質に基づいた情報が非明示的に前記移動局に送信される場合には、送信電力を通常送信電力よりも低減すること、および、前記移動局と前記無線ノードとの対応付けが実現すると前記移動局に送られる後続フレームについて前記通常送信電力での送信を再開することを含み、

前記 1 以上のバックホールリンク品質は、マルチホップ経路における無線リンクのエンド・ツー・エンドスループット品質に影響を与える

10

20

30

40

50

無線システム。

【請求項 16】

前記システムは無線メッシュ中継局を備え、

前記第 1 のモードは、マルチホップリンク品質に関する情報要素を含むフレーム形式を読むことが可能な加入局に対して用いられ、

前記第 2 のモードは前記フレーム形式を読み出すことが可能でない加入局に対して用いられる

請求項 15 に記載の無線システム。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

10

【0001】

無線ネットワークの範囲を拡大し、および/または、コストを削減する上で、無線ネットワークにおいて無線ノードを中継ポイントとして利用することは、ますます魅力的な方法となっている。例えば、広範囲にわたって分散型の基地局を配置する必要があるワイヤレスワイドエリアネットワーク(WWAN)またはワイヤレスメトロポリタンエリアネットワーク(WMAN)では、何らかの種類のバックホール回線を介して基地局を、コアネットワークおよび/または互いに、接続する必要がある。従来の携帯電話用ネットワークでは、こういったバックホール回線は通常、有線接続で行われてきた。しかし、有線バックホール回線よりも、または有線バックホール回線と何らかの形で組み合わせた、無線バックホール回線の方が、配置が簡単になると共にこういったネットワークに関連するコストを削減できるものと考えられるようになっている。

20

【0002】

ソースとデスティネーションとの間で信号を中継するために無線局(固定型インフラストラクチャおよび/または移動局)を利用する種類のネットワークは、本明細書において口語的にメッシュネットワークと呼ぶ。「メッシュネットワーク」と「可動型マルチホップ中継(MMR)ネットワーク」とをそれらの本質に基づいて、前者は中継ポイントとして固定型および/または可動型の局を利用し得るものである一方、後者は固定型インフラストラクチャのみを中継ポイントとして利用し得るものであると区別しようとする試みもあるが、必ずしもこのように区別する必要があるわけではなく、本発明の実施形態の範囲を限定することなく、本明細書において、同様の意味を持つ用語として利用され得る。

30

【0003】

メッシュネットワークにおいては、通信がデスティネーションに到達するまでの経路の「メッシュ」が、無線ネットワークノードによって形成され得る。マルチホップ無線メッシュネットワークの利用方法およびメッシュネットワークを介した通信の最適化方法には、大きな注目が集まり、マルチホップ無線メッシュネットワークを介した送信の効率を高めるための研究が進行中である。ここで注目すべき一点を挙げると、メッシュネットワーク用の新しいプロトコルおよびアーキテクチャに基づき最適な送信経路を選択することと非メッシュ型のレガシー無線デバイスに対して下位互換性を保つこととの間での調整をどのように行うか、という点がある。

【図面の簡単な説明】

40

【0004】

本発明の実施形態の側面、特徴および利点は、添付図面を参照してなされる本発明の以下の説明から明らかとなる。添付図面では、同様の参照番号は同様の構成要素を示すものとする。添付図面は以下の通りである。

【0005】

【図 1】本発明のさまざまな実施形態に係る、無線メッシュネットワークの一例におけるマクロセル用の無線ノードの配置を示すブロック図である。

【0006】

【図 2】本発明の一実施形態に係る、マルチホップリンク情報を明示的に搬送する無線メッシュ通信方法を示すフローチャートである。

50

【0007】

【図3】マルチホップ無線メッシュリンク品質情報を明示的に搬送するためのフレーム形式またはパケット形式の一例を示す図である。

【0008】

【図4】本発明の別の実施形態に係る、非明示的にマルチホップリンク情報を搬送するための無線メッシュ通信方法を示すフローチャートである。

【0009】

【図5】さまざまな実施形態に係る、マルチホップ無線メッシュノードのための送信電力レベル図である。

【0010】

【図6】本発明のさまざまな側面に係る、無線装置の一例を示すブロック図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下の詳細な説明では、本発明の実施形態例をWMANに関連付けて説明するが、本発明の実施形態はそれらに限定されるものではなく、同様の効果が得られるものであれば他の種類の無線ネットワークにも応用が可能である。本発明の実施形態が応用可能であるネットワークの具体例を挙げると、ワイヤレスパーソナルエリアネットワーク(WPAN)、ワイヤレスローカルエリアネットワーク(WLAN)、携帯電話用ネットワーク等のWMAN、および/またはこれらのネットワークのうち任意のもの組み合わせ等がある。

【0012】

以下で説明する本発明の実施形態は、無線システムの送信器および受信器を含むさまざまな用途で利用され得る。本発明の範囲内に具体的に含まれる無線システムには、これらに限定されるわけではないが、ネットワークインターフェースカード(NIC)、ネットワークアダプタ、移動局、基地局、アクセスポイント(AP)、ハイブリッド・コーディネータ(HC)、ゲートウェイ、ブリッジ、ハブ、およびルータなどがある。さらに、本発明の範囲内に含まれる無線システムは、携帯型無線電話システム、衛星通信システム、パーソナルコミュニケーションシステム(PCS)、2方向無線システム、および2方向ポケットベル(登録商標)を含むと共に、パーソナルコンピュータ(PC)および関連周辺機器、携帯情報端末(PDA)、パーソナルコンピューティングアクセサリならびに本発明の実施形態に本質的に関連し得ると共に、本発明の実施形態の原理を適切に応用できるすべての既存および将来のシステムなどの無線システムを含むコンピューティングデバイスを含む。

【0013】

無線マルチホップ中継システムについては現在、標準化の研究が進められている。例えば、WLANについては、米国電気電子学会(IEEE)802.11sのメッシュタスクグループ(TG)がWLANメッシュネットワークの標準化に向けて積極的に作業を進めている。さらに、IEEEの802.16jモバイルマルチホップリレー(MMR)タスクグループもまた、無線ブロードバンドアクセス(WBA)ネットワーク用のIEEE802.16jプロジェクト認可請求(PAR)(2006年3月30日に認可)を増進するべく、標準化を査定している。

【0014】

802.16j MMRの最初の範囲は、インフラストラクチャ中継局に限定されるものと思われる。このような中継局によれば、可動デバイスまたは加入局(SS)の仕様に影響を及ぼすことなく、IEEE802.16e基地局のサービスエリアが拡大される。(IEEE802.16eは、以前はモバイルBWAと呼ばれており現在はIEEE802.16-2005修正条項において標準化されている規格である。)MMR中継局は、メッシュネットワークにおける通信を最適化するには決して設計されていない既存の802.16e加入局(SS)との間でシームレスに動作しなければならない、という点において完全な下位互換性を有するものを目指している。802.16jの第2フェーズ(別の規格に基づいて実装され得る)は、MMRネットワークで利用されるべく設計さ

10

20

30

40

50

れる中継局およびWBA加入局を改善するものと考えられている。しかし、この第2フェーズは、レガシー802.16e加入局に対しては下位互換性を有さない可能性がある。本明細書に記載する実施形態は、WiMAXと呼ばれることもある802.16無線ブロードバンドアクセスネットワークに言及し得る。このWiMAXという略語は、マイクロ波アクセス用の全世界対応動作可能性(Worldwide Interoperability for Microwave Access)を表し、IEEE802.16規格の適合性試験および相互運用性試験に合格した製品に与えられる認証マークである。しかし、本発明の実施形態はそれらに限定されるものではなく、WLAN、他の種類のメッシュネットワークまたは異なるネットワークの組み合わせに対しても応用可能である。

【0015】

図1を参照しつつ説明すると、さまざまな実施形態に係る無線メッシュネットワーク100は、少なくともいくつかのOver-the-Air(OTA)無線周波数(RF)リンクを介して情報の送受信を行うことができるデバイスを備えるシステムであれば、どのようなものであってもよい。例えば、一実施形態によると、ネットワーク100は、メッセージを無線で通信または中継する複数の無線ノード110-135(およびその他の特定していないノード)を備えるとしてもよい。図1で示されている六角形は、メッシュネットワーク100を形成するノードの領域において、基地局または中継ノードの無線リンクサービスエリアの空間範囲または「セル状」範囲を一般的に表すものである。

【0016】

ある実施形態によると、ネットワーク100の無線ノード110-135は、例えば、WLAN用の802.11(a)、(b)、(g)、(n)および/または(s)規格、WPAN用の802.15規格、ならびに/もしくは、WMAN用の802.16規格などのIEEEのさまざまな802無線規格のうち1以上に準拠する無線プロトコルおよび/または無線技術に基づいて通信するデバイスであってもよい。しかし、本発明の実施形態はこれに限定されない。

【0017】

本発明を限定せず例示を目的とする、本発明の実施形態の実装において、ネットワーク100に含まれるノードのうち1以上のノード(例えばノード110)は、物理的な有線接続(例えば、電気接続または光ファイバ接続)を介して、インターネットプロトコル(IP)ネットワークのようなコアネットワークに接続されている無線送受信器であってもよい。このような種類の局は、本明細書において、「マクロ基地局」または単に「基地局(BS)」と呼ぶ。ここで、この用語は、基地局、アクセスポイント、ハイブリッドコディネータ、無線ルータまたはその他のデバイスといったどのような種類の中央ネットワークアクセス局をも総称するべく本明細書において利用されるとしてもよい。また、任意の実施形態では、ネットワーク100に含まれるノードのうち1以上のノード(例えばノード120および130)は、電氣的接続、ワイヤまたは光学ケーブルでコアネットワークに接続されるのではなく、上述したように無線バックホール回線を利用する無線送受信器であってもよい。このような種類の中継局(RS)は、「マイクロ基地局」または「ピコ基地局」(マイクロまたはピコは、サービスエリアの大きさに応じて選択される)と呼ばれることもある固定無線中継ノードであってもよいが、本発明の実施形態はこれに限定されない。以降の説明では、このような種類の非接続型の中継ノードを中継局(RS)と総称することにする。

【0018】

通常、中継局の無線送受信器の送信電力およびアンテナ高さは、マクロ基地局のものよりも小さい。さらに、マルチホップ無線ネットワーク100は、複数のマクロセルを有しているとしてもよい。各マクロセルは一般的に、局110と同様のマクロ基地局を少なくとも1つと、各マクロセル内で分散して配置されている複数の中継局(例えば、120および130)を含むとしてもよい。複数の中継局は、マクロ基地局と共に動作して、本明細書では一般的に加入局と呼ばれるクライアント局125および135に対して、完全なサービスエリアを提供する。無線メッシュネットワーク100の任意の実施形態による

10

20

30

40

50

と、中継局120および130は、IEEEのさまざまな802.16規格および/または802.11規格のうち1以上に準拠したプロトコルに基づいた無線リンクを介して、お互いに対する接続、および/またはマクロ基地局に対する接続、および/または加入局125および135に対する接続を容易にするとしてもよい。しかし、本発明の実施形態はこれに限定されない。

【0019】

この目的を達成するために、本明細書で説明するさまざまな実施形態によると、ネットワーク100に含まれる無線ノードは、直交周波数分割多元接続(OFDMA)プロトコルに基づいて通信を行うとしてもよい。OFDMAは、多ユーザ直交周波数分割多重化方式(OFDM)とも呼ばれる。OFDMでは、1つの送信器から、多くの異なる直交(独立)周波数(副搬送波またはトーンと呼ばれる)から成る搬送波を送信し、直交周波数はそれぞれ独立して所望の変調方式(例えば、直交振幅変調(QAM)または位相偏移キーイング(PSK))に従って変調され得る。OFDMAを複数のユーザに適應させるには通常、ネットワーク内の個々のユーザまたはノードに対して副搬送波サブ群および/または副搬送波タイムスロットを割り当てる。さまざまな種類のOFDM方式および/またはOFDMA方式があり、例を挙げると、スケラブルOFDMAおよび/またはフラッシュOFDMAがあり、これらの方式は本発明の実施形態において適切に利用され得る。さらに、OFDMまたはOFDMA以外のOTAプロトコルも、適切に本発明の実施形態と共に利用され得る。

【0020】

実装例を1つ挙げると、図1に図示するWiMAXマルチホップ無線メッシュ中継配置は、中継局120および130を備えるとしてもよい。中継局120および130は、セルエッジにおける範囲およびサービスエリアを改善することを目的として基地局110のフットプリントを大きくするべく追加される。この結果、セルエッジにある加入局125は、例えばリンクL0を介した基地局110に対する直接接続、またはリンクB0およびL1を介したRS120経由の接続を選択することができる。ここで、B0は、基地局110と中継局120との間のバックホール回線である。さらに遠くに位置する加入局135については、複数のバックホールホップがあるとしてもよい。例えば、基地局110から加入局135までのリンクB0およびB1は、その間に複数の中継局、例えば中継局120および130を含む。ウェークアップ時またはセル間での移動時には、加入局125および135を、基地局110に対して直接対応付けるか否か、または中継局120および130に対して対応付けるか否か決定する必要がある。

【0021】

本開示内容の目的を鑑みて、中継局120および130は基地局110と非常に類似した機能を持ち得ると仮定する。つまり、中継局120および130は、対応付け認証、時間/周波数のリソース割り当て等を実行することができ、これらの処理を行う際にはバックホール回線を介して基地局110からある程度は制御され得る。実施形態はこれに限定されることなく、中継局120および130はインテリジェントでなく通信を単に増幅および転送するとしてもよい。前述の仮説に基づくと、レガシー加入局に対して、中継局120または130は基地局として見え、完全な下位互換性機能が得られる。この場合、基地局110と中継局120および/または130との間のバックホールリンクB0および/またはB1は大部分が、本明細書で詳述する例外を除いては、レガシー加入局から隠匿され得る。

【0022】

このため、本発明の実施形態は、(i)性能最適化を実現するネットワークエントリおよびハンドオフを加入局はどのように実行するのか、(ii)レガシー加入局および次世代加入局の双方をサポートするためにはどのような機構を中継局で利用し得るか、等の問題に対する回答を提供し得る。このような質問に対する回答を得るべく、本発明の発明者は、中継局が明示的情報および非明示的情報を提供し得る結果、加入局がネットワークエントリまたはハンドオフについて賢明な決断を下せるような一実施形態を提案する。例を

10

20

30

40

50

挙げて説明すると、次世代メッシュ加入局においてフレームまたはパケットの形式を変更することができる場合、上記の決断を下す上で参照し得る情報をフレーム内に含むことによって、情報は明示的に与えられるとしてもよい。しかし、フレームまたはパケットの形式が既に確立しているレガシー加入局との下位互換性を保つべく、この情報はある程度非明示的に与えなければならない。

【 0 0 2 3 】

したがって、下位互換性モードと最適モードという2つの一般的な動作モードを含み得るネットワークエントリ方法および/またはハンドオフ方法のさまざまな実施形態を提供する。下位互換性モードは、レガシー無線加入局をサポートし得るモードである。最適モードは、マルチホップ中継無線メッシュネットワークにおける通信経路を最適化するという特定の目的のために開発された新しいプロトコルを利用するように特に設計された加入局をサポートするモードである。さらに、本明細書で提案するネットワークエントリ方法および/またはハンドオフ方法は、レガシー加入局および次世代加入局の双方について、エンド・ツー・エンドの性能の最適化を試みるとしてもよい。

10

【 0 0 2 4 】

マルチホップ無線メッシュネットワークについては主に、2種類の配置方法が考えられる。この配置方法に応じて、メッシュ最適化（つまり、ネットワークノード間で通信を行う場合の最適無線経路または略最適無線経路の選択）を適切に行う方法が変わり得る。第1番目の配置方法は、「ビッグ・スティック (big stick)」郊外型配置と呼ばれ、基地局110が40メートルを超える高さに配置され、中継局120および130が10メートルから20メートルまたはそれ以上の高さに配置される。このような高さは、一般的に住宅の屋根よりも高く、基地局110と中継局120および130との間のバックホールリンクB0およびB1用のOTAチャンネルは通常、line-of-sight (LOS) 接続であり、特に比較的平坦な地形の場合にはこうなる。この配置方法によると、バックホールリンクB0およびB1は比較的安定したものとなり、エンド・ツー・エンド性能は時間に応じて大きく劣化しない。このため、マルチホップ経路のバックホールリンク性能を実質的に無視することができるので、通信の最適化は主に最後のホップの品質に応じて決まり得る。つまり、加入局と1以上の中継局または基地局との間の直接のチャンネル品質に応じて決まる。

20

【 0 0 2 5 】

郊外型配置の場合、レガシー加入局は中継局に対して、中継局が基地局である場合と略同じように接続され得る。そして、その違いに気付くことなく、レガシー加入局または次世代加入局のどちらかによって、レガシー802.16eシステムまたは802.11システムで用いられる利用可能な直接リンク（例えば、L0、L1、L2）のメトリックに基づく対応付けのために単に最適なネットワークアクセス局（つまり、基地局または中継局）を選択することによって、ネットワークエントリまたはハンドオフが実行されるとしてもよい。つまり、ネットワークエントリまたはハンドオフは、受信信号強度インジケータ (RSSI)、信号ノイズ比 (SNR)、チャンネル能力等を分析することによって実行され得る。ここで、受信信号強度インジケータ (RSSI)、信号ノイズ比 (SNR)、チャンネル能力等は、既存のパケットまたはフレームの形式を変更する必要なしに、レガシー加入局または次世代メッシュ加入局によって決定され得る。

30

40

【 0 0 2 6 】

第2番目のネットワーク配置方法は、密集した都市型配置と呼ばれる。都市型配置によると、基地局110と中継局120および130との間のチャンネル、つまりバックホールリンクB0およびB1の品質は、高層ビルまたはその他の構造物によって、大幅に劣化したり、および/または低減してしまい得る。これは丘陵地帯についても当てはまり得ることで、丘および木々によって基地局110と中継局120および130との間の信号が大きく減衰してしまい得る。また、時変帯域内干渉は、密集した都市領域においてより発生しやすく、バックホールリンクB1およびB0の品質を低下し得る。これは特に、無認可の周波数帯域を用いているネットワーク環境において顕著である。このため、マルチホッ

50

プメッシュネットワークのエンド・ツー・エンド性能は、バックホールリンク B 1 および B 0 の品質に影響を受けるようになる。加入局は、最適な基地局または中継局を選択して対応付けるべく、バックホールおよび直接リンクの組み合わせの性能を数値化しているエンド・ツー・エンド性能のメトリックにアクセスする必要がある。

【 0 0 2 7 】

加入局は既存の規格に基づいて直接リンクの性能を測定することは簡単にできるが、B および B 0 - B 1 といったさまざまなバックホールリンクを組み合わせた場合の性能を測定する方法は今のところない。このため、これらのリンクの品質のメトリックは、分散型マルチホップアーキテクチャでは中継局 1 2 0 および 1 3 0 によって、または、中央化アーキテクチャでは基地局 1 1 0 によって示されるべきである。さらに、郊外型配置方法において、ネットワークが多数の安価なインテリジェントでない中継局を用いる場合には、これらの「低能な」中継局が冗長に配置されているために数が大きくなっている可能性があるため、エンド・ツー・エンド性能は中間ホップの品質に大きく依存し得る。

【 0 0 2 8 】

図 2 を参照しつつ説明すると、一実施形態例において、無線メッシュネットワークにおける明示的通信方法 2 0 0 は通常、ネットワークエントリまたはハンドオフを行うべく近づいているのはどの種類の加入局 (S S) であるかネットワークアクセス局 (図 1 の中継局 1 2 0 および 1 3 0) が判断する段階 2 1 0 から開始され得る。段階 2 2 0 において、近づいている加入局は、無線メッシュを最適化させることができるように設計されている新しいフレーム形式またはパケット形式を扱うことができる次世代デバイスであると判断されると、段階 2 3 0 において、ネットワークアクセス局は近づいてくる加入局に対して最適モードに基づいて送信を開始し得る。一方、段階 2 2 0 において、近づいている加入局が、メッシュバックホール性能の指標を持つパケット形式またはフレーム形式を処理するべく設計されていないレガシーデバイス (例えば、 I E E E 8 0 2 . 1 6 e または I E E E 8 0 2 . 1 1 g デバイス) であると判断されると、段階 2 4 0 において、ネットワークアクセス局は下位互換性モードに基づいて近づいてくる加入局に対して送信を開始する。

【 0 0 2 9 】

さまざまな実施形態によると、最適モードに基づいて送信を行う段階 2 3 0 は、図 3 を参照しつつ後述するように、ネットワークアクセス局に対してバックホールリンク品質の指標を提供するべく、追加で情報要素 (i n f o r m a t i o n e l e m e n t : I E) を含む形式を持つ、ピーコンフレーム、測定 (r a n g i n g) フレームまたは対応付け (a s s o c i a t i o n) フレームを送信することを含み得る。段階 2 4 0 において、下位互換性モードでは、ネットワークアクセス局は単に、レガシー形式 (例えば、ネットワークアクセス局のバックホールリンク品質を示す I E を一切含まない) を持つピーコンフレーム、測定フレームまたは対応付けフレームを送信するとしてもよい。

【 0 0 3 0 】

ネットワークアクセス局が段階 2 3 0 および 2 4 0 において送信するフレームに基づいて、段階 2 5 0 において、近づいている加入局は、ネットワークアクセス局と対応付けるか否かを選択し得る。例えば、次世代加入局は、直接リンクチャネル品質を測定して、1 以上の受信フレーム内の I E が示すバックホールリンク品質を考慮することによって、ネットワークアクセス局と接続する場合のエンド・ツー・エンド性能を認識し得る。この結果を別のネットワークアクセス局 (例えば、基地局または中継局) と対応付けた場合に得られるエンド・ツー・エンドリンク性能と比較して、加入局が対応付けるべき最適なネットワークアクセス局はどれかを決定するとしてもよい。明示的方法 2 0 0 を利用すれば、レガシー加入局は、段階 2 5 0 において、最後のホップのリンク品質に基づいて選択する場合に限定され得る。

【 0 0 3 1 】

図 3 は、上述した最適モードで利用され得る M M R フレーム形式 3 0 0 の例を示すが、本発明はこれに限定されない。この例によると、フレーム 3 0 0 は、 I E E E 8 0 2 . 1

10

20

30

40

50

6 e または 8 0 2 . 1 1 a、b、g または n のようなレガシー規格に準拠する形式および / または情報を含むレガシーフレーム部分 3 0 5 を有し得る物理層 (P H Y) フレームの一例である。フレーム 3 0 0 はさらに、中継局用の全体バックホールリンク品質に関する情報要素 (i n f o r m a t i o n e l e m e n t : I E) を搬送するべく用いられ得る拡張部分 3 1 0 を有し得る。本発明の実施形態では必ずしもこのような構成でなくともよいが、レガシーフレーム部分 3 0 5 が拡張部分 3 1 0 の前に来る場合、すべての近づいてくる加入局に対して同一のフレーム形式を利用するとしてもよい。これは、レガシー加入局が、拡張部分 3 1 0 を認識するように設計されていないので、単に拡張部分 3 1 0 を無視すればよいからである。このため、ネットワーク環境によっては、ネットワークアクセス局が段階 2 3 0 および 2 4 0 で送信するフレームはすべて同一であってもよく、このため、方法 2 0 0 では実際のところ、段階 2 1 0 においてどの種類の加入局が近づいているのか判断する必要がなく、また、段階 2 3 0 または 2 4 0 で異なるフレーム形式を送信する必要がないとしてもよい。

10

【 0 0 3 2 】

明示的方法 2 0 0 では、フレーム 3 0 0 のバックホール品質リンク情報 3 1 0 (図 3 を参照のこと) を理解し得る次世代加入局であれば、このように配置されると、エンド・ツー・エンド性能が改善され得る。例えば、図 1 に示す、加入局 1 2 5 が最高スループットでネットワーク 1 0 0 内へのエン트리またはネットワーク 1 0 0 内でのハンドオフを希望する、アップリンクの場合を考えられたい。次世代加入局は、式 1 に類似するアルゴリズムに基づき、図 2 に示した明示的方法 2 0 0 にしたがって、中継局 1 2 0 に接続するか基地局 1 1 0 に接続するかを判断し得る。

20

【 0 0 3 3 】

【 数 1 】

$$C_1 > \frac{1}{\frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}} \quad (\text{式1})$$

【 0 0 3 4 】

式中で、 C_1 は B S 1 1 0 と S S 1 2 5 との間のリンク L 0 でサポート可能なスループットの測定値を示し、 C_2 は R S 1 2 0 と S S 1 2 5 との間のリンク L 1 でのスループットを示し、 C_3 は B S 1 1 0 と R S 1 2 0 との間のバックホールリンク B 0 でのスループットを示す。本発明はこの例に限定されないが、本例によると、 C_1 、 C_2 および C_3 は、高速の劣化、低減および経路損失の関数である、それぞれのリンクでの瞬時信号ノイズ比 (S N R) の関数であり、S S 1 2 5 の可動性または環境にしたがって時間に応じて変化し得る。式 1 の不等式が真である場合、S S 1 2 5 はリンク L 0 を介して B S 1 1 0 に直接接続する。式 1 の不等式が偽である場合、S S 1 2 5 は R S 1 2 0 に接続し、2 つのホップを有するリンク B 0 - L 1 が利用される。

30

【 0 0 3 5 】

しかし、この方法を利用する場合、 C_3 が新しいパケット形式構造に基づいて搬送されており (例えば、図 3 の 3 1 0)、レガシー加入局はやはり最終ホップリンク性能に基づいて (例えば、 $C_1 > C_2$ または $S N R_1 > S N R_2$) ネットワークエン트리またはハンドオフを決定する構成に限定されるので、新しいパケット / フレーム構造を利用する次世代マルチホップ中継無線メッシュ加入局と同様の性能の改善を享受し得ない。

40

【 0 0 3 6 】

したがって、図 4 を参照しつつ説明するように、レガシー加入局が全体エンド・ツー・エンドマルチホップリンク品質に基づいて最適なネットワークエン트리またはハンドオフを決定することを可能にする非明示的方法 4 0 0 は、最終ホップの品質 (C_2)、例えば、図 1 に示す S S 1 2 5 と R S 1 2 0 との間のリンク (L 1) の品質が、実際の能力とは異なると、レガシー加入局を「だます」ことに基づいているとしてもよい。レガシー加入局に、ネットワークノードまたはコアネットワークに対して最適なスループットを持つ、対応付けるべきネットワーク局を選択させる、という流れで方法 4 0 0 を説明するが、方

50

法 4 0 0 の利用はレガシー加入局のみに限定されるものではなく、実際のところは、次世代加入局およびレガシー加入局を含むすべての加入局が同様の方法を用いてネットワークエントリ時またはハンドオフ時にメッシュ最適化を実現するとしてもよい。これに代えて、方法 4 0 0 と図 2 に示した方法 2 0 0 とを、例えば段階 2 4 0 において、組み合わせ、すべての加入局に、マルチホップ無線メッシュネットワークにおける最適または略最適な接続ポイントの選択を支援する何らかの信号を与えるとしてもよい。

【 0 0 3 7 】

方法 4 0 0 において、中継局 (R S) は、パケット形式を何ら変更することなく、バックホールリンク品質を非明示的に加入局に搬送するとしてもよい。スループットを最適化するような方法で加入局がネットワークエントリを実行しつつ、下位互換性を保証することを目的として、以下のような条件を定めるとしてもよい。

【 0 0 3 8 】

【数 2】

$$C_1 > \hat{C}_2 \quad \text{または} \quad SNR_1 > \hat{SNR}_2 \quad (\text{式 2})$$

【 0 0 3 9 】

式中で、

【数 3】

$$\hat{C}_2 \text{ および } \hat{SNR}_2$$

はマルチホップリンク (例えば、図 1 に示す B S - R S (B 0) リンクと R S - S S (L 1) リンクを含む 2 ホップリンク) の実効スループットおよび実効 S N R である。段階 4 2 0 において式 2 の不等式が真である場合には、段階 4 3 5 において、S S は直接、B S またはリンク品質 C_1 が定める他のネットワークアクセス局に接続する。偽である場合には、段階 4 4 0 において S S は R S に接続する。このような条件に基づいた加入局のネットワークエントリまたはハンドオフは、R S 端末における電力制御によって実現され得る。例えば、R S が自身を S S に対する受信器候補として示す場合、段階 4 1 5 において、自身の送信電力を

【数 4】

$$\hat{SNR}_2 / SNR_2$$

という比で設定し得る。これにより、無線バックホールリンク B 0 でパケットを搬送するコストが考慮されることが保証される。

【数 5】

$$\hat{C}_2 \text{ および } \hat{SNR}_2$$

の定義の一例を挙げると以下のようなになる。

【数 6】

$$\hat{C}_2 = \frac{1}{\frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}} \quad \text{および} \quad \hat{SNR}_2 = 2^{\hat{C}_2} - 1 \quad (\text{式 3})$$

【 0 0 4 0 】

式中で、

【数 7】

$$\hat{C}_2 \text{ および } \hat{SNR}_2$$

はシャノン容量式によって互いに関連付けられている。しかし、実施形態はこれに限定されるものではない。

【数 8】

$$\hat{C}_2 \text{ および } \hat{SNR}_2$$

をこのように定義する場合、RSは、

【数9】

$$\hat{C}_2 \text{ または } \hat{SNR}_2$$

を算出して、段階415において

【数10】

$$\hat{C}_2 / C_2 \text{ または } \hat{SNR}_2 / SNR_2$$

だけ自身の電力を低減するために、BS-RS(B0)リンクおよびRS-SS(L1)リンク両方のチャンネル品質について知っておかなければならない。このため、方法400は、中継局が中継局と加入局との間のリンク品質(C₂またはSNR₂)を決定する段階405と、基地局に対するバックホールリンクを含む、中継局を介した加入局との間の全体エンド・ツー・エンドマルチホップリンク品質

【数11】

$$\hat{C}_2 \text{ または } \hat{SNR}_2$$

を決定する段階410とを含むとしてもよい。最後に、無線バックホールリンクの品質、例えば図1に示すB0の品質がRS-SSリンクL1よりもはるかに高い場合(つまり、C₃ >> C₂)、

【数12】

$$\hat{C}_2 \approx C_2 \text{ および } \hat{SNR}_2 / SNR_2 \rightarrow 1$$

となり、最終ホップ(例えば、リンクL1)の品質は、加入局に対して対応付けるべき最適ネットワーク局を決定する場合に関連するものに過ぎなくなることが分かることに留意されたい。

【0041】

さまざまな実施形態によると、加入局に実効エンド・ツー・エンド容量

【数13】

$$\hat{C}_2$$

を非明示的に搬送するために、中継局はいくつかの「トリック」を採用することができるが、その「トリック」には、ビーコンパケット/プリアンブルパケット/対応付けパケット用の送信電力415の測定時または制御時に送信電力を制御する段階415が含まれる。

【0042】

例えば、ダウンリンク送信を測定する際に、RSは送信電力を式3に対応する値まで下げるとしてもよい。RSは、加入局の対応付けが成功した後で、通常データ送受信セッションが開始される前に、完全送信電力まで戻すとしてもよい。

【0043】

このような電力制御方法の例を図5に示す。同図に示すダウンリンク(DL)フレーム/パケット500は基地局または中継局といったネットワークアクセス局によって送信される。レガシー802.16eモードの場合のような通常動作においては、送信電力レベル510が示すように、何らかのパケットを送信している期間中は、中継局の通常送信電力レベルでパケット500が送信され得る。しかし、中継局のバックホールのマルチホップリンク品質に関する情報を非明示的に搬送する場合には、同一または同様のパケット500を送信する場合に送信電力を低減するとしてもよい。一例として示す電力レベル510のように、一部の実施形態においては、プリアンブルパケット、測定パケットおよび/または対応付けパケット501のみが電力レベルを低減して送信され、近づいてくる加入局に対して、中継局との全体リンクは見かけほど良くなって、バックホールリンクのために低くなっていることを認識させる。加入局候補が中継局と接続すると決定する場合(例えば、図4の段階440)、中継局は通常電力レベルに戻ってデータパケット502のよ

10

20

30

40

50

うな後続パケットを送信するとしてもよい。

【0044】

図6を参照しつつ説明すると、さまざまな実施形態に係る無線メッシュネットワークで利用される装置600は、上述した実施形態のうち1以上に基づいて無線メッシュ最適化を制御するロジック(例えば、回路、プロセッサ、ソフトウェアまたはそれらの組み合わせ)を有する処理回路650を備えるとしてもよい。一部の実施形態によると、装置600は一般的に、無線(RF)インターフェース610ならびにベースバンドおよびMACプロセッサ部分650を備えるとしてもよい。

【0045】

一実施形態例によると、RFインターフェース610は、変調信号(例えばOFDMAに基づくもの)を送受信するように構成された1または複数の構成要素であればどのようなものであってもよいが、本発明の実施形態はこれに限定されない。例えば、RFインターフェース610は、受信器612と、送信器614と、周波数合成器616とを有するとしてもよい。インターフェース610はさらに、所望の場合は、バイアス制御、水晶発振器および/または1以上のアンテナ618および619を有するとしてもよい。さらに、RFインターフェース610は、上記の構成に代えて、または上記の構成に加えて、所望の場合は、外部の電圧制御発振器(VCO)、弾性表面波フィルタ、中間周波数(IF)フィルタ、および/または無線周波数(RF)フィルタを利用するとしてもよい。RFインターフェースの設計および動作についてはさまざまなものが公知技術として存在しているので、それらの構成の説明は省略する。

【0046】

一部の実施形態によると、インターフェース610は、WPAN、WLAN、WMANまたはWWAN用のIEEE規格のうち1以上に準拠しているOTAリンクアクセスを提供するように構成されるとしてもよいが、実施形態はこれに限定されない。

【0047】

処理部650は、RFインターフェース610と通信/協同して、受信/送信信号を処理するとしてもよい。処理部650は、例示のみを目的として挙げると、受信した信号をデジタル化するためのアナログデジタルコンバータ652と、搬送波による送信のために信号をアップコンバートするデジタルアナログコンバータ654と、受信/送信信号をそれぞれ処理する物理(PHY)リンク層のベースバンドプロセッサ656とを有するとしてもよい。処理部650はさらに、メディアアクセス制御(MAC)/データリンク層の処理を行うべく処理回路659を備えるとしてもよい。

【0048】

本発明の一部の実施形態によると、メッシュ品質リンクマネージャ658が処理部分650に含まれるとしてもよく、上述した実施形態のいずれかに記載された方法にしたがって、マルチホップ経路の直接リンク品質およびバックホールリンク品質を追跡する機能を有するとしてもよく、マルチホップリンク品質に関する情報要素を明示的にフレームまたはパケットに含むか観察する機能を有するとしてもよいし、および/または、送信電力を制御してマルチホップリンク品質を非明示的に搬送する機能を有するとしてもよい。メッシュリンク品質マネージャ658に関連付けられる機能は、装置600が基地局、メッシュ中継局、または次世代加入局のいずれとして実装されるかに応じて変わる。一部の実施形態によると、メッシュリンクマネージャ658はさらに、メッシュルーティングマネージャの機能を有するとしてもよい。メッシュルーティングマネージャは、米国特許出願第11/318,206号(出願日:2005年12月23日、発明の名称:無線メッシュネットワークでのルーティング、発明者:オズガー・オイマン(Ozgur Oyman))に開示されているように、コストメトリックを決定し、および/または次のホップのノードを特定する。

【0049】

このような構成に代えて、またはこのような構成に加えて、PHY回路656またはMACプロセッサ659は、これらの機能のうちいずれかに関する処理を共通して行っても

10

20

30

40

50

よいし、またはこれらの処理を別個に実行してもよい。MAC処理およびPHY処理はまた、所望される場合、単一の回路に統合されるとしてもよい。

【0050】

装置600は、例えば、無線基地局、アクセスポイント(AP)、ハイブリッドコーデイナータ(HC)、無線ルータおよび/または電子デバイス用のネットワークアダプタであってよい。装置600は、これに代えて、次世代加入局、NICまたは図3の packets 300でメッシュリンク品質情報を読み取ることができるクライアントステーション用のネットワークアダプタであってよい。したがって、上述した装置600の機能および/または具体的な構成は、所望の内容に応じて、含まれるとしてもよいし省略するとしてもよい。

10

【0051】

装置600の実施形態は、単一入力単一出力(SISO)アーキテクチャに基づいて実装され得る。しかし、図6に示すように、一部の実装では、送信および/または受信に複数のアンテナ(例えば、618および619)を有する多入力多出力(MIMO)アーキテクチャ、多入力単一出力(MISO)アーキテクチャ、または単一入力多出力(SIMO)アーキテクチャを用いるとしてもよい。さらに、本発明の実施形態は、OTAリンクアクセスに、マルチキャリア符号分割多重化(MC-CDMA)、マルチキャリアダイレクトシーケンス符号分割多重化(MC-DS-CDMA)を利用するとしてもよいし、本発明の実施形態の特徴に合う任意のその他の既存または将来の変調方式または多重化方式を利用するとしてもよい。

20

【0052】

装置600の構成要素および特徴は、ディスクリートな回路、特定用途向け集積回路(ASIC)、ロジックゲートおよび/または単一チップアーキテクチャを任意に組み合わせることによって実装され得る。さらに、装置600の特徴は、マイクロコントローラ、プログラム可能ロジックアレイ、および/またはマイクロプロセッサまたは上述の素子の任意の組み合わせによって適宜実装され得る(総合的または個別に「ロジック」と呼ばれる)。

【0053】

装置600は数多い実装例のうち機能例をただ一つ説明するものに過ぎないことに留意されたい。したがって、添付図面に示した機能ブロックの分割、省略または採用は、これらの機能を実装するハードウェア素子、回路、ソフトウェアおよび/または素子が、本発明の実施形態に必ず分割、省略または採用されることを示唆するものではない。

30

【0054】

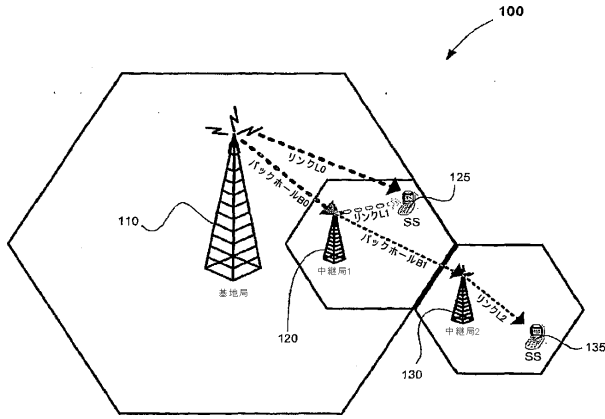
物理的可能性に反しない限り、発明者は(i)本明細書に記載される方法は任意の順序および/または任意の組み合わせで実施され得ること、および(ii)各実施形態の構成要素を任意の方法で組み合わせ得ることを想定している。

【0055】

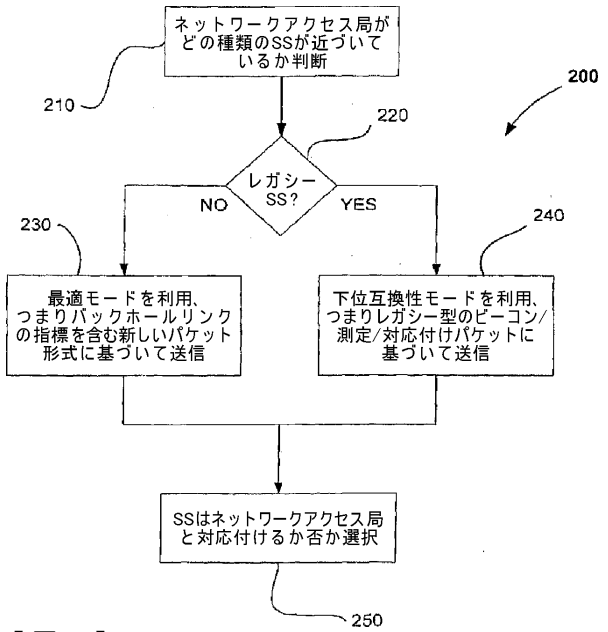
本発明の実施形態例を説明してきたが、本発明の範囲を逸脱することなく多くの変更および変形を行うことが可能である。したがって、本発明の実施形態は上述した具体的な開示内容に限定されず、本願特許請求の範囲およびそれらの法律上の均等物の範囲によってのみ限定されるべきである。

40

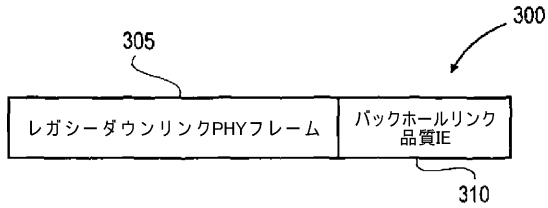
【図1】



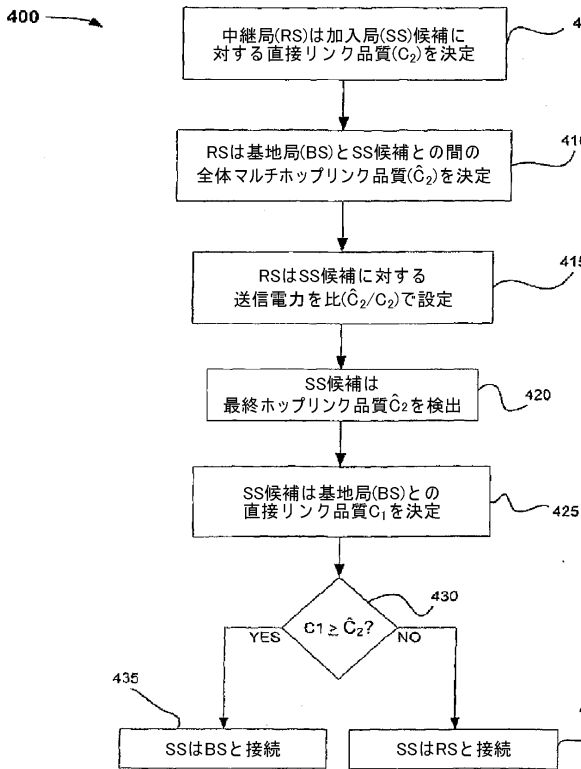
【図2】



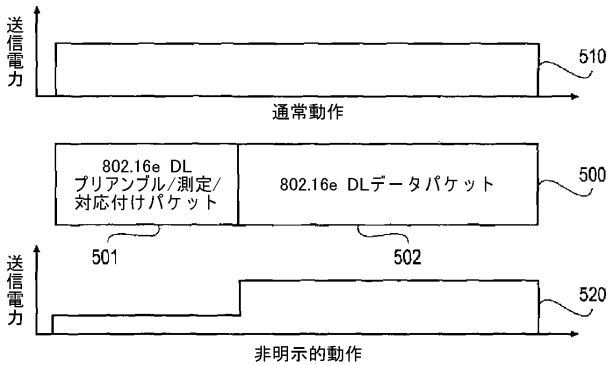
【図3】



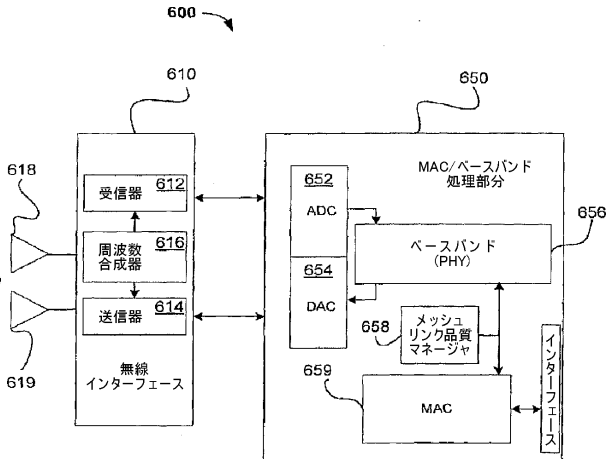
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(74)代理人 100156591

弁理士 高田 学

(72)発明者 サンデュ、サミート

アメリカ合衆国 95052 カリフォルニア州・サンタクララ・ミッション カレッジ プーレ
バード・2200 インテル・コーポレーション内

(72)発明者 オイマン、オズギュル

アメリカ合衆国 95052 カリフォルニア州・サンタクララ・ミッション カレッジ プーレ
バード・2200 インテル・コーポレーション内

審査官 小池 堂夫

(56)参考文献 特開2003-124876(JP,A)

国際公開第2004/107693(WO,A1)

欧州特許出願公開第01653634(EP,A2)

特開2006-352887(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04W 52/46

H04W 16/28

H04W 40/22

H04W 52/24

H04W 84/18