

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5456091号
(P5456091)

(45) 発行日 平成26年3月26日 (2014. 3. 26)

(24) 登録日 平成26年1月17日 (2014. 1. 17)

(51) Int. Cl.	F I	
HO4B 7/10 (2006.01)	HO4B 7/10	A
HO4W 16/28 (2009.01)	HO4W 16/28	
HO4J 99/00 (2009.01)	HO4J 15/00	

請求項の数 4 (全 56 頁)

(21) 出願番号	特願2012-65905 (P2012-65905)	(73) 特許権者	000006013
(22) 出願日	平成24年3月22日 (2012. 3. 22)		三菱電機株式会社
(62) 分割の表示	特願2008-548316 (P2008-548316) の分割		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
原出願日	平成19年12月5日 (2007. 12. 5)	(74) 代理人	100089118
(65) 公開番号	特開2012-138951 (P2012-138951A)		弁理士 酒井 宏明
(43) 公開日	平成24年7月19日 (2012. 7. 19)	(72) 発明者	永井 幸政
審査請求日	平成24年3月22日 (2012. 3. 22)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三 菱電機株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2006-331084 (P2006-331084)	(72) 発明者	山内 尚久
(32) 優先日	平成18年12月7日 (2006. 12. 7)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三 菱電機株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	小坂 哲也
(31) 優先権主張番号	特願2007-120073 (P2007-120073)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三 菱電機株式会社内
(32) 優先日	平成19年4月27日 (2007. 4. 27)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線端末局の通信方法および無線端末局

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数方向に指向性ビームを用いて通信可能な無線端末局の通信方法であって、
無線基地局から割当て時間情報を含む報知情報フレームを受信するため、順次複数の方向に切替えて受信動作を行なう報知情報フレーム受信ステップと、

他の無線端末局が指向性ビーム方向を変えながら送信し、その指向性ビーム方向の情報である第1の指向性ビーム方向情報を含むディスカバリーフレームを受信するディスカバリーフレーム受信ステップと、

前記ディスカバリーフレームを受信した場合、前記第1の指向性ビーム方向情報、及び自己が前記ディスカバリーフレームを受信した指向性ビーム方向の情報である第2の指向性ビーム方向情報、を含む応答フレームを、前記ディスカバリーフレームを受信した指向性ビーム方向から前記割当て時間情報に基づいて送信する応答フレーム送信ステップと、
を含むことを特徴とする無線端末局の通信方法。

【請求項2】

前記応答フレーム送信ステップでの応答フレームの送信後、自己の志向性ビーム方向を変える指向性ビーム変更ステップ、をさらに含むことを特徴とする請求項1に記載の無線端末局の通信方法。

【請求項3】

自己の指向性ビーム方向は、3であることを特徴とする請求項1又は2に記載の無線端末装置の通信方法。

【請求項 4】

複数方向に指向性ビームを用いて通信可能な無線端末局であって、

無線基地局から割当て時間情報を含む報知情報フレームを受信するため、順次複数の方向に切替えて受信動作を行なう報知情報フレーム受信手段と、

他の無線端末局より指向性ビーム方向を変えながら送信された、その指向性ビーム方向の情報である第 1 の指向性ビーム方向情報を含むディスカバリーフレームを受信するディスカバリーフレーム受信手段と、

前記ディスカバリーフレームを受信した場合、前記第 1 の指向性ビーム方向情報、及び自己が前記ディスカバリーフレームを受信した指向性ビーム方向の情報である第 2 の指向性ビーム方向情報、を含む応答フレームを、前記ディスカバリーフレームを受信した指向性ビーム方向から前記割当て時間情報に基づいて送信する応答フレーム送信手段と、

を備えたことを特徴とする無線端末局。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、指向性ビームを用いて通信を行う無線通信システムに関するものであり、特に、共通の無線基地局に收容されている無線端末局同士が直接通信を行う場合に使用する指向性ビームの組み合わせを特定する機能を有する無線通信システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の無線 LAN (Local Area Network) システムや超広帯域 (UWB: Ultra Wide Band) 無線システムで使用されるアンテナは、そのシステムで使用される周波数帯の特性にも依然し、比較的広角の指向性を持ったものが多い。そのため、利用可能なアプリケーションや対応可能な環境も多岐に渡り、今後も普及していくことが予想される。しかしながら、近年の無線通信の伝送速度の高速化への要求は益々高まり、さらに超広帯域が確保可能なミリ波帯等を使用した無線通信システムの検討が行われてきている (たとえば IEEE802.15.3c)。

【0003】

ミリ波帯はマイクロ波帯と比較して、直進性が高く干渉の影響が少ないことと合わせ秘匿性を確保できるメリットがあり、これまでも有線通信の代替として、ビル間通信 (図 59 参照)、家庭用テレビの映像伝送システム等として一部で使用されており、標準規格としても「ARIB STD-T69」、 「ARIB STD-T74」等が策定されている。

【0004】

ここで、一般的に、ミリ波帯はマイクロ波帯等と比較して、空間における電力の減衰が大きいため、通信エリアが限定され、使用環境やアプリケーションが限定されてしまう。また、比較的狭い指向性パターン (指向性ビームあるいはアンテナビームとも呼ぶ) であるために、事業者などが予め指向性を合わせて無線装置を設置する必要がある。

【0005】

一方、無線装置を設置後、環境等の変化により指向性の調整が必要となる場合が考えられるため、効率的な指向性の調整を実現するための技術も検討されている (たとえば、下記特許文献 1 および 2)。下記特許文献 1 では、経路制御と並行して一般的なアンテナ制御技術を用いて指向性を調整することにより効率化を図る技術が開示されている。また、下記非特許文献 2 では、通信相手から受け取った位置情報などに基づいて指向性アンテナを制御することで端末間の指向性ビームを向き合わせる技術が開示されている。

【0006】

また、今までも、物理的な伝送速度の向上を実現させるために、多値変調方式、空間多重 (MIMO)、広帯域化などが行われ、その伝送速度に見合う MAC 効率を実現するために、Superframe の構成、アクセス方式の改良、ARQ 方式の改良などがシス

10

20

30

40

50

テムごとに行われてきた。

【0007】

その中で、伝送速度に応じて、伝送効率を向上させるMAC技術として、複数の短いパケットを連結して1つの大きなパケットにして送信するようなフレームアグリゲーション (Frame Aggregation) 技術が提案されている。従来の無線LANシステムにおいては、IEEE 802.11nと呼ばれる標準規格においてA-MSDU (Aggregate MAC Service Data Unit) 方式と、A-MPDU (Aggregate MAC Protocol Data Unit) 方式が提案されている (例えば、下記非特許文献1)。また、超広帯域無線システムにおいてもMSDUに対するフレームアグリゲーション技術が提案されている (下記非特許文献2参照)。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2003-309508号公報

【特許文献2】特開2004-32062号公報

【非特許文献】

【0009】

【非特許文献1】IEEE 802.11n-Draft 1.06, 7.2.2.1節 A-MSDU, 7.4節 A-MPDU

【非特許文献2】High Rate Ultra Wideband PHY and MAC Standard, (ECMA-368, 369)

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかしながら、上記特許文献1および2に記載された無線通信システムは、複数の無線端末局を収容するなどの多元アクセス方式を目的とするものではなく、さらには無線基地局の制御により、割り当てられた時間期間内で無線端末局同士が通信を行うことを目的とするものではなかった。

【0011】

また、上記特許文献2に記載された無線通信システムでは、ミリ波帯を使用した通信に使用する指向性アンテナの制御技術に関する記載がされているが、指向性アンテナを制御するために、無指向性の周波数帯 (ミリ波帯よりも低い周波数帯) の制御信号を用いるため、端末が複数の変復調器、制御部を有する必要があるなど、コストが高くなる、という問題があった。

30

【0012】

また、伝送効率に関しては、以下に示すような課題が存在する。

【0013】

上述した超高速無線LANにおいて規定されているPHYフレームフォーマットは、図60に示したように、同期用のPreamble部と、以降のPSDU部分の変調方式・符号化率とPSDU長などを含むPLCP Header部と、データ部分であるPSDU部から構成される。また必要に応じてTail BitやPadが付加される構成である。さらに、PSDU部は、MAC Headerと実データ部分のMSDUと、MPDUの正誤を判定するFCS (Frame Check Sequence) から構成される。そのため、A-MSDUまたはA-MPDUが非常に構築しやすいフレームフォーマットとなっている。

40

【0014】

しかしながら、一般的にPSDUは、PLCP Headerよりも高効率な伝送方式/符号化率で送信されることから、多くの情報を効率的に送信できるが、PLCP Headerと比較してBER (Bit Error Rate) が悪くなる。そのため、PLCP Headerは正常に受信されるもののMPDUがFCSによって誤りが生じるような場合には、MAC Header内部の情報が読み取れないケースが生じる。

50

【 0 0 1 5 】

その場合には、フレームの受信側では、フレームの存在を検出することは出来ても、単にFrame Bodyを解読できないだけでなく、MAC Header内に含まれる制御情報（例えば、仮想キャリアセンス情報、宛先/送信元アドレスなど）を受信できず、最低限必要とする情報が取得できないといった問題が発生する。また、MPDUの構成上、A-MSDUを使用する場合など、MSDU長が長くなった場合には、MAC効率が上がる反面、MAC Headerのロバスト性が低下するといった問題がある。

【 0 0 1 6 】

一方で、超広帯域無線システムにおいて規定されている、PHYフレームフォーマットは、PLCP Header内部にMAC Headerを含む構成となっている。そのため、MAC Headerが、比較的ロバストな伝送方式/符号化率で送信できる。しかしながら、超広帯域無線システムにおいて提案されているフレームアグリゲーション技術は、複数のMSDUを束ね、その束ねられたフレームに対して、MAC Headerと、FCSが付加される構成である。そのため、伝播路が悪い状況においては、フレーム長を長くすることが出来ない、あるいは、フレーム再送が多くなりスループットが上がらない、という問題がある。さらには、フレームアグリゲーションを行う対象が、Dataフレームのみであるため、他のACKフレームや、Commandフレームとのフレームアグリゲーションが行えない構成になっている。そのため、双方向のトラフィックが発生している場合には、束ねられたデータフレーム(Aggregated Dataフレーム)とは別に、受信したフレームに対するACKフレームを送信する必要が出てくる、などの問題があった。

【 0 0 1 7 】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、特別な構成を必要とせずに指向性アンテナの制御を実現し、無線端末局同士の直接通信を実現する無線通信システムを得ることを目的とする。また、ミリ波帯を使用することにより速い伝送速度及び秘匿性を確保しながら、広範囲なエリアおよび複数の無線端末局を収容することができる無線通信システムを得ることを目的とする。また、帯域を効率的に利用する無線通信システム、無線端末局、無線基地局および無線通信方法を得ることを目的とする。さらに、複数のフレームを束ねる、あるいは、フラグメント化して送信することにより、高効率な伝送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】

【 0 0 1 8 】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、複数方向に形成された指向性ビームを用いて通信を行う無線端末局であって、自身を収容している無線基地局から指定された期間にわたって、当該無線基地局へ予め通知しておいたビーム切り替え実行間隔で、送信可能なすべての方向へビームの送信方向識別情報を送信することを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 9 】

この発明によれば、同一基地局に収容された無線通信端末同士が、指向性ビームに関する情報のやりとりを行い、直接通信の際に使用しあうお互いの指向性ビームの情報を共有するようにしたので、指向性ビームを使用した直接通信を実現することができる、という効果を奏する。また、基地局を介して通信を行う場合と比較して、帯域を効率的に利用できるようになる、という効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 0 】

【図1】図1は、本発明にかかる無線通信システムの実施の形態1の構成例を示す図である。

【図2】図2は、無線基地局の回路構成例を示す図である。

【図3】図3は、無線基地局と無線端末局との間でやり取りされるPHYフレームフォーマットの一例を示す図である。

10

20

30

40

50

【図4】図4は、無線基地局と無線端末局との間でやり取りされるMACフレームフォーマットの一例を示す図である。

【図5】図5は、報知情報フレームの一例を示す図である。

【図6】図6は、独自に定義したIE(DBIE)の構成例を示す図である。

【図7】図7は、DBIEに含まれる情報の一例を示す図である。

【図8】図8は、従来の"Capability IE"の構成例を示す図である。

【図9】図9は、拡張した"Capability IE"の構成例を示す図である。

【図10】図10は、"Extended Capability IE"の構成例を示す図である。

【図11】図11は、無線端末局が無線基地局に接続する際のシーケンスの一例を示す図である。 10

【図12】図12は、無線端末局が無線基地局をスキャンする際のシーケンスの一例を示す図である。

【図13】図13は、無線端末局が無線基地局をスキャンする動作を説明するための図である。

【図14】図14は、無線基地局のサービスエリア内に設置された無線端末局同士での直接端末間通信を説明するための図である。

【図15】図15は、無線端末局1と無線端末局2が直接端末間通信を行う場合に各装置が実行する手順を示すシーケンス図である。

【図16】図16は、無線基地局と無線端末局が通信する様子を示す図である。 20

【図17】図17は、Device Discoveryフレームの構成例を示す図である。

【図18】図18は、無線端末局1と無線端末局2の間で行われるデバイスディスカバリー動作を説明するための図である。

【図19】図19は、PLCPプリアンブル部の一例を示す図である。

【図20】図20は、PLCPプリアンブル部およびPLCPヘッダ部の一例を示す図である。

【図21】図21は、検索方法を指定したデバイスディスカバリーの詳細手順を示す図である。

【図22】図22は、実施の形態3のデバイスディスカバリー手順の一例を示す図である。 30

【図23】図23は、実施の形態3のDD期間における動作(Delayed-Device Discovery)の一例を示す図である。

【図24】図24は、Directional Beam Combination IEの構成例を示す図である。

【図25】図25は、Combination MAPの構成例を示す図である。

【図26】図26は、実施の形態4の無線通信システムの構成例を示す図である。

【図27】図27は、実施の形態4のデバイスディスカバリー手順の一例を示すシーケンス図である。

【図28】図28は、実施の形態4のデバイスディスカバリー手順の一例を示す図である。 40

【図29】図29は、実施の形態5の無線基地局の回路構成例を示す図である。

【図30】図30は、従来のアグリゲーションと帯域割り当ての時の課題を説明するための図である。

【図31】図31は、実施の形態5において使用するフレームの構成例を示す図である。

【図32】図32は、準固定長のフレームを作成する方法を説明するための図である。

【図33】図33は、Frame Type field encoding例を示す図である。

【図34】図34は、実施の形態5において使用するフレームの構成例を示す図である。

【図35】図35は、実施の形態6において使用するフレームの構成例を示す図である。

【図36】図36は、A-MPDU Subframe部の構成例を示す図である。 50

【図 37】図 37 は、実施の形態 5 において使用するフレームの構成例を示す図である。

【図 38】図 38 は、準固定長のフレームを作成する方法を説明するための図である。

【図 39】図 39 は、Frame Type field encoding 例を示す図である。

【図 40】図 40 は、実施の形態 7 において使用するフレームの構成例を示す図である。

【図 41】図 41 は、実施の形態 7 において使用するフレームの構成例を示す図である。

【図 42】図 42 は、実施の形態 7 において使用するフレームの構成例を示す図である。

【図 43】図 43 は、実施の形態 7 において使用するフレームの構成例を示す図である。

【図 44】図 44 は、本発明にかかる無線通信システムの実施の形態 8 の構成例を示す図である。

【図 45】図 45 は、無線端末局が無線基地局に接続する際のシーケンスの一例を示す図である。 10

【図 46】図 46 は、無線端末局が無線基地局に接続する際のシーケンスの一例を示す図である。

【図 47】図 47 は、本発明にかかる無線通信システムの実施の形態 8 の構成例を示す図である。

【図 48】図 48 は、無線端末局が無線基地局に接続する際のシーケンスの一例を示す図である。

【図 49】図 49 は、無線端末局が無線基地局に接続する際のシーケンスの一例を示す図である。

【図 50】図 50 は、参入制限 I E の構成例を示す図である。 20

【図 51】図 51 は、ベンダ独自拡張 I E の構成例を示す図である。

【図 52】図 52 は、本発明にかかる無線通信システムの実施の形態 9 の構成例を示す図である。

【図 53】図 53 は、実施の形態 9 の無線基地局の回路構成例を示す図である。

【図 54】図 54 は、無線端末局が無線基地局に接続する際のシーケンスの一例を示す図である。

【図 55】図 55 は、実施の形態 9 において使用するフレームの構成例を示す図である。

【図 56】図 56 は、無線端末局が無線基地局に接続する際のシーケンスの一例を示す図である。

【図 57】図 57 は、無線端末局が無線基地局に接続する際のシーケンスの一例を示す図である。 30

【図 58】図 58 は、無線端末局が無線基地局に接続する際のシーケンスの一例を示す図である。

【図 59】図 59 は、従来技術を説明するための図である。

【図 60】図 60 は、従来技術の課題を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下に、本発明にかかる無線端末局、無線基地局および無線通信システムの実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。 40

【0022】

実施の形態 1 .

図 1 は、本発明にかかる無線通信システムの実施の形態 1 の構成例を示す図である。この無線通信システムは、たとえば有線ネットワークである LAN に接続された無線基地局 (PNC または AP と呼ぶこともある) 0 と、無線基地局 0 のサービスエリア内に設置された複数の無線端末局 (DEV または STA と呼ぶこともある) 1、2 および 3 と、により構成される。なお、図 1 において、無線基地局 0 の周りに配した点線で区切られたエリアは、本実施の形態において便宜上設定した指向性ビームの方向を示すものである。そして無線基地局 0 は、それぞれの方向にデータ等を送信する際には、そのエリアに示されたビーム番号 (b00, b01, ..., b05) の指向性ビームを設定することにより、所望 50

の方向に形成された指向性ビームを使用して送信することが出来ることを示している。各無線端末局 1, 2, 3 の周りに配した点線についても同様である。また、指向性ビームは、複数のアンテナから構成されるようなビームフォーミングのようなものでも良いし、指向性アンテナを複数持っていて、それを切り替えて使用することで、指向性ビームを作っても良い。

【 0 0 2 3 】

ここで、無線端末局 1 ~ 3 は、例えばパソコン、テレビ、ビデオ、音楽プレーヤーといった情報端末である。なお、無線基地局 0 は、本実施の形態で有線ネットワーク (LAN) に接続しているが、無線端末局 1 ~ 3 と同様にパソコン、テレビ、ビデオ、音楽プレーヤーといった情報端末であっても構わない。また、そのネットワークのインタフェースは、有線接続ではなく無線接続用のものであってもよい。

10

【 0 0 2 4 】

上記無線基地局 0 は、各無線端末局 1 ~ 3 と指向性ビームを使用して通信を行うようになっており、図 1 には無線基地局 0 と無線端末局 1 が指向性ビーム # B 0 を使用して通信を行う様子が描かれている。一例として、前記無線基地局 0 が無線端末局 1 と通信するために使用するものを指向性ビーム # b 0 1 とし、無線端末局 1 が無線基地局 0 と通信するために使用するものを指向性ビーム # b 1 4 とする。なお、前記無線基地局 0 と前記無線端末局 1 は、指向性ビームを使用しているので、図 1 においては、お互いの指向性を向かい合わせる制御を行ったうえで通信を行っている状態である。

【 0 0 2 5 】

本実施の形態において、各無線端末局 1, 2 および 3 は、上述したような情報端末であるが、一度設置されるとその設置位置が変更されにくいものである。したがって、設置場所が異なる無線端末局毎にそれぞれ最適な方向や指向性ビームが存在している。

20

【 0 0 2 6 】

本実施の形態では、無線基地局 0 の指向性ビームが、便宜上予め 6 つの指向性ビーム (指向性ビーム # b 0 1 ~ # b 0 5) に分かれている場合の例について説明するが、無線基地局 0 が提供可能な指向性ビームは、本実施の形態の個数に限らず、予め有限個の方向およびパターンに分割されたものであっても良いし、有限個の方向およびパターンに無線端末局毎に調整されるもの (通信を行う無線端末局毎に異なる方向およびパターンを適宜変更するもの) のどちらでも構わない。

30

【 0 0 2 7 】

また、無線端末局 2 および 3 は、対応する無線基地局 0 に対して通信を行う場合は、無線基地局 0 と無線端末局 1 の通信と同様に指向性ビームが使用される。ただし、各無線端末局の指向性ビームの方向およびパターンを図 1 に示したものに限定するものではない。

【 0 0 2 8 】

また、本実施の形態では無線端末局と、無線端末局に区別してインフラストラクチャーモードとして説明を行うが、これに限定するものではない。たとえば無線端末局が適応的に無線基地局として動作するようなネットワーク形態に対しても適応可能であるし、無線端末局が自立分散的に協調動作する Ad-hoc (アドホック) モードに対しても適応可能である。

40

【 0 0 2 9 】

図 2 は、無線基地局 0 の回路構成例を示す図である。この無線基地局 0 は、有線ネットワークや機器に対する入出力制御を行うインタフェース部 1 0 と、アンテナ / 指向性ビーム方向の情報を保持する情報記憶部 2 0 と、送受信のアクセス制御を行う MAC 制御部 3 0 と、送受信信号の変復調を行う変復調部 4 0 と、アンテナ選択またはアンテナ調整により指向性ビームの選択および制御を行うビーム制御部 5 0 と、送受信共用の複数のアンテナ (アンテナ部) 6 0 と、備え、複数の指向性ビームを送受信することができる。

【 0 0 3 0 】

MAC 制御部 3 0 は、データの送信タイミングを決定するスケジューラー部 3 1 と、受信したフレームの内容を解析するフレーム解析部 3 2 と、受信フレームの再送が必要な場

50

合にフレームの再送を指示する再送制御部 33 とを含む。変復調部 40 は、送信データの誤り訂正および変調を行う送信部 41 と、受信データを解析し、復調および誤り訂正を行う受信部 42 と、受信部 42 からの受信電力、 S/N 、 C/N などの情報から受信したフレームの品質を測定する品質測定部 43 とを含む。

【0031】

アンテナ部 60 は、他の無線通信装置（他の無線基地局や無線端末局）との間でデータを送受信するためのアンテナにより構成され、ビーム制御部 50 によって制御されるものである。アンテナ 60 を構成するアンテナは、たとえば、指向性を有し、かつ指向方向が可変なフェーズドアレイアンテナである。また、指向方向をモータなどにより機械的に変更可能な指向性アンテナであってもよい。さらに、複数の指向性アンテナから構成され、10 適応的にアンテナを切り替えることにより指向方向を変更できる指向性アンテナであってもよい。

【0032】

次に、上記構成の無線基地局 0 におけるデータの送受信動作を図 2 に基づいて説明する。

【0033】

インタフェース部 10 では、一例として有線 LAN へのインタフェースを備える場合には、有線 LAN から入力されるデータに対してフレームチェックを行い、ヘッダなどの処理を行った後に、MAC 制御部 30 に引き渡す。また、MAC 制御部 30 から受け取った（無線端末局からの）受信データを、有線 LAN の形式となるようにヘッダや、フレーム 20 チェックシーケンスを付加した後に、有線 LAN へ出力する。その他の例としては、PCMCIA、USB、IEEE 1394、SDI/O、HDMI などの情報端末向けのインタフェースなどを搭載することも可能である。

【0034】

MAC 制御部 30 は、無線端末局へのデータ送信時にはインタフェース部 10 から受け取ったデータに対して MAC ヘッダ、フレームチェックシーケンスを付加した後、スケジューラ部 31 において決定されるタイミングに従い、変復調部 40 の送信部 41 へデータを引き渡す。このとき、情報記憶部 20 から、送信相手先の指向性ビーム番号の情報を読みだし、ビーム制御部 50 に対して送信を行いたい指向性ビーム番号を通知する。たとえば各機器が図 1 に示したように設置された状態において無線端末局 1 へ送信する場合 30 であれば、MAC 制御部 30 は、ビーム制御部 50 に対して「指向性ビーム # b01」を使用するように通知する。

【0035】

また、MAC 制御部 30 は、データ受信時には、受信を行いたいビーム方向をビーム制御部 50 に通知する。たとえば各機器が図 1 に示したように設置された状態において無線 40 端末局 1 からのデータを受信する場合であれば、指向性ビーム # b01 の方向に指向性を向けることにより、無線端末局 1 からのデータを受信することが出来るようになる。受信データは、変復調部 40 から MAC 制御部 30 に引き渡され、MAC 制御部 30 では、フレームチェックシーケンスと、MAC ヘッダ内の宛先アドレスをフレーム解析部 32 で確認する。その結果、フレームが間違っている場合や、自端末宛以外のフレームの場合は、フレームを破棄する。NACK が返送されてきた場合には、その旨を再送制御部 33 へ通知し、データを再送するように指示を行う。応答が必要なフレームであれば、スケジューラ部 31 に対して通知されたタイミングで応答フレームを送信するように指示する。また、フレーム解析部 32 は、正常に受信されたデータフレームをインタフェース部 10 へ引き渡す。

【0036】

さらに、MAC 制御部 30 は、変復調部 40 の品質測定部 43 が測定した受信品質などに関する情報を受け取り、この情報に含まれる端末 ID（識別番号）、CH 番号、指向性ビーム番号、通信先の指向性ビーム総数、受信電力値、干渉電力値、などの情報を情報記憶部 20 に随時記録し、更新を行う。このような動作を行うことにより、MAC 制御部 3 50

0 は、情報記憶部 20 から読み出した情報を使用して指向性ビームを制御し、所望の無線端末局と通信する。

【0037】

以上、基地局 0 の構成およびデータ送受信時の各部の動作に説明したが、無線端末局 1 ~ 3 の構成および各部の動作についても同様である。なお、アンテナ数、指向性ビーム数については、無線基地局 0 および各無線端末局の間で異なっても構わない。

【0038】

図 3 は、無線基地局 0 と各無線端末局 1 ~ 3 との間でやり取りされる P H Y フレームフォーマットの一例を示す図である。P H Y フレームは、時間同期 / 周波数同期 / A G C、キャリア検出などを行う P L C P (Physical Layer Convergence Protocol) プリアンブル部と、P S D U (PLCP Protocol Data Unit) を復調するための情報が含まれる P L C P ヘッダ (PLCP Header) 部と、フレームボディ (Frame Body) 部と、必要に応じて付加される T a i l ビットと P a d ビットから構成される P S D U 部と、により構成される。

【0039】

P L C P ヘッダ部には、P S D U 部を復調するための R a t e 情報、P S D U 長を示す L e n g t h 情報、プリアンブルタイプ情報、などを含んだ P H Y ヘッダ (PHY Header)、指向性ビーム番号情報 (Beam Num)、および、必要に応じて付加される M A C ヘッダ (MAC Header)、F C S (Frame Check Sequence)、T a i l ビット (Tail Bits) が含まれている。なお、データの受信側では、P H Y ヘッダに含まれる R a t e 情報、L e n g t h 情報、スクランブラ初期値 (Scrambler Init) およびプリアンブルタイプ (Preamble Type) に基づいて、その後の P S D U 部の復調を行う。なお、" B e a m Num"、" A - M P D U A g g r e g a t i o n"、" A - M S D U A g g r e g a t i o n"、" R e l a y" は、P L C P ヘッダではなく、M A C ヘッダまたは情報要素 (Information Element) に含んでも構わない。また、P L C P ヘッダの情報要素については、このフォーマットに限るものではなく、一部のパラメータを高効率化のために削除しても構わないし、必要な情報が含まれるものであればこのフォーマットでなくてもよい。上記指向性ビーム番号情報は、M A C ヘッダに含まれる "M A C I D" と共に情報記憶部 (基地局であれば図 2 に示した情報記憶部 20) に記憶される。

【0040】

P S D U 部は、M A C フレームのフレームボディと、T a i l ビットと、P a d ビットとを含む。さらに、P L C P ヘッダ部が M A C ヘッダを含んでいない場合には、M A C ヘッダを含む。

【0041】

なお、P L C P プリアンブル (PLCP Preamble) 部に拡散コードなどの識別コードを含ませることにより、ここに指向性ビーム番号情報等を埋め込むことも可能である。

【0042】

図 4 は、無線基地局 0 と各無線端末局 1 ~ 3 との間でやり取りされる M A C フレームフォーマットの一例を示す図である。M A C フレームは、フレームの種別や宛先からなる M A C ヘッダ (MAC Header) 部と、フレームペイロード (Frame Payload) 部およびフレームの正誤を判定する F C S (Frame Check Sequence) からなるフレームボディと、により構成される。なお、M A C ヘッダ部は、フレームペイロードとは異なる伝送レートで送信されても構わないし、同じ伝送レートで送信されても構わない。また、個別に F C S が付加されるような構成でも構わない。

【0043】

なお、無線基地局および各無線端末局は、M A C フレームを複数束ねて送信するフレームアグリゲーションを行っても構わない。その際には、フレーム先頭位置を検出するためのユニークワード、長さ、個別宛先などを含むデリミタを含むことも可能である。

【0044】

M A C ヘッダ部は、フレームコントロール (Frame Control) フィールド、ネットワー

10

20

30

40

50

ク識別IDであるネットワークID (Network ID)、宛先アドレス、送信元アドレス、シーケンス番号およびフラグメント番号を管理するシーケンスコントロール (Sequence Control)、アクセス方式に関する情報を通知するアクセスインフォメーション (Access Information)、などから構成される。なお、宛先アドレス、送信元アドレスのほかに、ルーティング用のアドレス、通知用フィールドなどが含まれることもある。

【0045】

また、フレームコントロールフィールドは、プロトコル種別を示すプロトコルバージョン (Protocol Version)、セキュリティフレームであるかどうかを示す情報 (Secure)、ACKの送信方法 (Imm-ACK, BlockACK, No-ACKなど) を通知するAckポリシー (Ack Policy)、フレームの種別を示すフレームタイプ (Frame Type) およびサブタイプ (Sub type)、再送フレームかどうかを通知する情報 (Retry)、更なるデータが存在するかどうかを通知するモアデータ (More data)、などから構成される。

【0046】

なお、フレームペイロード部には、フレーム種別で指定された、Probe情報、帯域要求情報、報知情報などのマネジメントメッセージや、ACK情報 (BlockACK, Imm-ACK)、帯域予約情報、帯域割り当て情報、などの制御メッセージや、データなどが含まれる。

【0047】

図5は、本実施の形態における報知情報 (Beaconとも呼ぶ) フレームの一例を示す図である。報知情報フレームは、基地局が一定周期毎にサービスエリアに対して送信するものであり、本実施の形態においては、たとえば指向性ビーム # b 0 1, # b 0 2, ..., # b 0 5 (図1, 図2参照) を使用して、それぞれの指向性ビームによって区切られるサブサービスエリアにおいて順番に送信する。なお、同じタイミングですべてのサブサービスエリアに対して報知情報フレームを送信しても構わない。報知情報フレームは、MACヘッダおよびフレームボディ (フレームペイロードとFCSを含んでいる) により構成される。フレームペイロードは、複数のIE (Information Element) すなわち情報セットを含み、IEには、"Channel time allocation", "BSID", "parent piconet", "DEV association", "PNC shutdown", "接続する無線端末局リスト", ...などの情報が含まれる。

【0048】

なお、IEは、報知情報フレームのみに含まれるものではなく、認証フレーム、接続要求フレーム、DD (Device Discovery) フレーム、DDレポートリクエスト (Device Discovery report request) フレーム、DDレポート (Device Discovery report) フレームなどにも含まれる。また、同様の内容のフィールドが含まれるのであれば、IEと限定するものではない。

【0049】

次に、本発明において独自に定義し、新規に設定するIEについて説明する。本実施の形態では、この新規設定するIEを便宜上DBIE (Directional Beam Information Element) と呼ぶ。

【0050】

図6は、上記独自に定義したIE (DBIE) の構成例を示す図である。図6に示したように、DBIEは、エレメントを識別するためのエレメントID (Element ID) 情報と、現在使用している指向性ビーム番号 (またはアンテナ番号) を示す使用中ビーム番号 (Current Beam Number) 情報と、装置 (ここでは、無線基地局0または無線端末局1~3) が制御可能な指向性ビーム数 (またはアンテナ数) を示す総ビーム数 (Total Beam Number) 情報と、1つの装置 (無線基地局0または無線端末局1~3) がどの程度のレンジをカバーできるかを示すサポートレンジ (Support Range) 情報と、1指向性ビーム (アンテナ) がどの程度のレンジをカバーできるかを示すビームレンジ (Beam Range) 情報と、指向性ビーム切り替えに必要とする最小時間 (指向性ビーム切り替え実行間隔) を示す最小切替時間 (Switching Time) 情報と、他の無線端末局 (または無線基地局) を

10

20

30

40

50

検索するためのデバイスディスカバリー (Device Discovery) 機能をサポートするかどうかを示すデバイスディスカバリー機能サポート (Device Discovery Support) 情報と、直接端末間通信を行えるかまたは通信中に他の無線基地局と通信を行えるかどうかを示す端末間通信サポート (Direct Transmission Support) 情報と、を含む。なお、DBIEに含まれる情報および並び順は、これに限定するものではないし、サブセットとしてもよい。

【0051】

たとえば、図1に示した無線基地局0がサブサービスエリアに対して送信するビーコンフレーム内のDBIEの情報は、図7に示したような構成(内容)となる。

【0052】

つづいて、従来の"Capability IE"を拡張して指向性ビーム情報を通知する場合の例について示す。まず、従来の"Capability IE"を説明する。図8は、従来の"Capability IE"の構成例を示す図である。図8に示したように、"Capability IE"は、"Element ID"、"Length"および"Overall capabilities"の3つのフィールドにより構成される。さらに"Overall capabilities"フィールドは、無線基地局の情報を通知するための"PNC capabilities"フィールドおよび無線端末局の情報を通知するための"DEV capabilities"フィールドを含んでいる。またさらに、これらのフィールドは、複数の情報要素を含んでいる。従来の方式では、この"Overall capabilities"フィールドを認証フレーム (Association request/response)、PNCハンドオーバーフレーム (PNC handover request/response/information)、PNCインフォメーションフレーム (PNC information/PNC information request)、アナウンスフレーム (Announce)、チャネル状況の通知フレーム (Channel status request/response) などを含むことによって、無線基地局と無線端末局との機能情報 (capabilities information) を通知している。

【0053】

次に、本実施の形態において使用するために拡張した"Capability IE"を説明する。拡張された"Capability IE"では、現在使用している指向性ビーム番号(またはアンテナ番号)を示す使用中ビーム番号 (Current Beam Number) 情報と、装置(ここでは、無線基地局0または無線端末局1~3)が制御可能な指向性ビーム数(またはアンテナ数)を示す総ビーム数 (Total Beam Number) 情報と、1つの装置(無線基地局0または無線端末局1~3)がどの程度のレンジをカバーできるかを示すサポートレンジ (Support Rante) 情報と、1指向性ビーム(アンテナ)がどの程度のレンジをカバーできるかを示すビームレンジ (Beam Range) 情報と、指向性ビーム切り替えに必要なとする最小時間を示す最小切替時間 (Switching Time) 情報と、他の無線端末局(または無線基地局)を検索するためのデバイスディスカバリー (Device Discovery) 機能をサポートするかどうかを示すデバイスディスカバリー機能サポート (Device Discovery Support) 情報と、直接端末間通信を行えるかまたは通信中に他の無線基地局と通信を行えるかどうかを示す端末間通信サポート (Direct Transmission Support) 情報と、を追加で含むものとする。なお、拡張された"Capability IE"に含まれる情報、並び順は、これに限るものではない。また、従来の"Capability IE"で使用していたエレメントIDを使用しても構わないし、新規に"Extended Capability IE"のエレメントIDを作成してもよい。新規に作成する場合には、追加された差分のフィールドから構成されるものでも構わない。なお、各フィールドの詳細は、上述したDBIEの各フィールドと同様である。

【0054】

以上のように、従来の"Capability IE"に対して、指向性ビーム情報に係るパラメータを追加することによって、無線基地局および無線端末局はこの"Capability IE"を交換することにより端末のそれぞれの端末が、お互いの通信が可能な指向性アンテナ番号などを特定することができ、無線基地局および無線端末局はそ

10

20

30

40

50

の情報を情報記憶部 20 に書き込むことによって、通信時に適切に指向性ビームなどを選択できるようになる。

【0055】

つづいて、本発明を適用した無線通信システムにおいて、無線端末局が無線基地局に接続する際のシーケンスについて図を用いて具体的に説明する。ここでは、図1に示した無線通信システムにおいて無線端末局1が無線基地局0に接続する場合の例を説明する。なお、図11は、無線端末局が無線基地局に接続する際のシーケンスの一例を示す図である。

【0056】

図1に示した無線通信システムにおいて、無線基地局0は、定期的に各サービスエリアに対して、指向性ビームを用いて報知情報フレームを送信している。この報知情報フレームには、基地局ID（基地局識別子）や、基地局の送信可能な伝送レート情報、接続無線端末局情報などのほかに、現在送信している報知情報フレームの指向性ビーム番号、アンテナ番号、指向性ビームの最大数、DBIE（図6および図7参照）などが含まれている。

【0057】

一方、無線端末局1は、起動すると、近隣の無線基地局を検索するためにScan（スキャンシーケンス）を開始する。スキャンシーケンスでは、無線基地局からの報知情報フレームを受信するために、自身のアンテナ/指向性ビームと周波数を切り替え、通信可能な無線基地局リスト（アンテナ番号/指向性ビーム番号、周波数、基地局ID、受信電力などの情報を含む）を作成し、その中から最適な無線基地局を選択する。詳細なスキャンシーケンスおよびスキャン動作は、たとえば図12および図13のように示すことができる。具体的には、無線端末局1は、動作周波数（CH[i]）およびアンテナ/指向性ビーム（Ant[j]）を順次切り替えながら、すべての条件（選択可能なiおよびjのすべての組み合わせ）においてスキャンを行い、無線基地局を検出した場合、その基地局情報（内容の詳細は後述する）を基地局情報データベースへ格納する。ここで、基地局情報データベースは、無線端末局1の情報記憶部（図2に示した無線基地局の情報記憶部20に相当する部分）に構築されている。なお、図6,7などに示した"Switching Time"に相当するアンテナ/指向性ビームの切り替え時間（一旦切り替えを実行後、次の切り替え実行までの時間）および周波数切り替え時間（一旦切り替えを実行後、次の切り替え実行までの時間）については、無線基地局からの報知情報フレームを受信するために十分な時間間隔とし、一般的に報知情報フレーム送信間隔よりも長い値が望ましい。すべての条件でのスキャンが終了し、無線基地局を検出した場合、検出した無線基地局の中から接続先を選択し、待ち受けを開始する。

【0058】

図1に示した例では、Scanを実行した結果、無線端末局1が無線基地局0からの報知情報フレームを検出し、無線基地局0が使用する指向性ビーム番号（この例ではb01となる）、指向性ビーム総数（この例では6となる）、周波数情報、自端末が無線基地局0と通信するために使用する指向性ビーム番号（この例ではb14となる）、などがScan結果として得られる。無線端末局1は、このScan結果を基地局情報として基地局情報データベースに保存しておく。

【0059】

上記Scanを実行し、無線端末局1が接続先として選択した無線基地局0に対して接続を行う際の詳細動作を以下に説明する。ここでは、無線基地局0を接続先とする場合の動作について説明する。

【0060】

無線基地局0を接続先とする場合、無線端末局1は、接続する無線基地局0と対応するアンテナ/指向性ビーム（この例では番号がb14のもの）を選択し、無線基地局0の報知情報フレームを受信する。そして、受信した報知情報フレームに含まれる接続要求スロット/帯域割り当てスロット（帯域要求のための割り当て時間期間）を把握する。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 1 】

次に、無線端末局 1 は、接続要求スロット / 帯域要求スロットを用いて、選択した番号のアンテナ / 指向性ビーム # b 1 4 を用いて自端末の機能に関する I E (Information Elements) を含む接続要求メッセージ (Probe request と呼ぶ) を無線基地局 0 に対して送信する。なお、I E には、デバイスディスカバリー (Device Discovery) 機能に対応しているかどうか、指向性ビーム数、現在通信を行っている指向性ビーム番号、指向性ビーム切り替え最小時間 (指向性ビーム切り替えを実行する時間間隔の最小値)、サポートする変調方式、符号化率、などの情報が含まれている (図 6 , 図 7 , 図 9 , 図 1 0 参照) 。

【 0 0 6 2 】

無線基地局 0 は、無線端末局 1 からの接続要求メッセージを受信すると、これに含まれる情報 (無線端末局 1 の機能に関する I E) に基づいて無線端末局 1 と通信可能なアンテナ番号 (指向性ビーム番号) などの組み合わせを特定し、その情報を図 2 に示した情報記憶部 2 0 に記憶しておく。ここでは、無線端末局 1 の I D、指向性ビーム番号 (ここでは # b 1 4) および指向性ビーム総数 (ここでは 6) に加え、無線基地局 0 が使用する指向性ビーム番号 (ここでは # b 0 1)、などを記憶する。また、無線端末局 1 の機能に関する I E に含まれる情報を接続無線端末データベースに保存しておく。なお接続無線端末データベースは、たとえば情報記憶部 2 0 に構築されている。さらに無線基地局 0 は、必要に応じて、接続応答メッセージ (Probe response と呼ぶ) を無線端末局 1 に対して送信する。

【 0 0 6 3 】

そして、無線基地局 0 と無線端末局 1 は、お互いに判明したアンテナ / 指向性ビーム番号の組み合わせ (b 0 1 および b 1 4) を用いて通信を行い、認証などを行う。以上をもって、無線端末局 1 は、無線基地局 0 に接続が完了し、通信シーケンスに移行してデータ通信を行うことが出来るようになる。

【 0 0 6 4 】

なお、ここでは無線基地局 0 および無線端末局 1 が通信を行う場合の動作 (接続シーケンス) について説明を行ったが、他の無線端末局 2 , 3 などが無線基地局 0 に接続する際の動作も同様である。また、認証などを含む接続シーケンスにおいては、各無線端末局は、無線基地局 0 に対して、Scan シーケンスで検出された他の無線基地局または無線端末局との指向性ビーム番号の組み合わせと品質情報 (受信電力など) を通知することも可能である。そして無線端末局 0 は、通知された情報を情報記憶部 2 0 に保持しておき、無線端末局が他の無線基地局にハンドオーバーする際に使用することができる。また、ある無線端末局が他の無線端末局と直接通信を行いたい場合に、既に情報記憶部 2 0 に情報があれば、デバイスディスカバリー (Device Discovery) 手順を簡略化したり省略したりすることも可能である。

【 0 0 6 5 】

つづいて、無線基地局 0 のサービスエリア内に設置された無線端末局同士が無線基地局 0 を介さずに直接通信 (直接端末間通信) を行う際の手順について説明する。ここでは特に、通信相手先となる無線端末局を探查し、直接通信を行う際に使用する指向性ビーム (アンテナ) の方向を特定する手順 (デバイスディスカバリー手順) について詳しく説明する。

【 0 0 6 6 】

図 1 4 は、無線基地局 0 のサービスエリア内に設置された無線端末局同士での直接端末間通信を説明するための図であり、図 1 に示した無線通信システムにおいて無線端末局 1 および 2 が直接端末間通信を行う様子を示している。なお、上述した、無線基地局 0 および無線端末局 1 が通信を行う場合の動作 (接続シーケンス) と異なる部分を中心に説明を行う。

【 0 0 6 7 】

まず、図 1 4 に示した無線通信システムの状況について説明する。図 1 4 は、無線基地

10

20

30

40

50

局 0 が指向性ビーム # B 3 を使用して無線端末局 3 と通信を行っており、一方で、無線端末局 1 と無線端末局 2 が指向性ビーム # B a を使用して直接端末間通信を行っている様子を示している。

【 0 0 6 8 】

さらに詳しくは、無線基地局 0 が指向性ビーム # b 0 3 を使用し、無線端末局 3 が指向性ビーム # b 3 0 を使用することにより通信を行っている。なお、図 1 4 に示した状態の無線基地局 0 と無線端末局 3 は、指向性ビームを使用しているため、上述した無線基地局 0 と無線端末局 1 が通信を行う場合と同様に、お互いの指向性を向かい合わせる制御を行ったうえで通信を行っている。

【 0 0 6 9 】

また、無線端末局 1 が指向性ビーム # b 1 3 を使用し、無線端末局 2 が指向性ビーム # b 2 2 を使用することにより通信を行っている。なお、図 1 4 に示した状態の無線端末局 1 と無線端末局 2 は、指向性ビームを使用しているため、上述した無線基地局 0 と無線端末局 1 が通信を行う場合と同様に、お互いの指向性を向かい合わせる制御を行ったうえで通信を行っている。

【 0 0 7 0 】

なお、無線基地局 0 と各無線端末局は指向性ビームを使用しているため、図 1 4 に示した状態においてお互いのビームが干渉していないものとする。

【 0 0 7 1 】

次に、デバイスディスカバリー手順について図 1 5 を用いて詳細に説明する。なお、図 1 5 は、無線端末局 1 と無線端末局 2 が直接端末間通信を行う場合に各装置（無線基地局および各無線端末局）が実行する手順を示すシーケンス図である。

【 0 0 7 2 】

無線端末局 1 は、上記図 1 1 を用いて示した無線端末局 1 が無線基地局 0 に接続する際の動作（シーケンス）を実行して通信シーケンスへ移行する（ステップ S 1）。また、無線端末局 2 も同様に、無線基地局 0 に接続する際の動作を実行して通信シーケンスへ移行する（ステップ S 2）。そして、無線端末局 1 および 2 は、無線基地局 0 から定期的を送信される報知情報フレームを受信することによって、無線基地局 0 に接続しているすべての無線端末局の情報を受信し認識している。このような状況下で、無線端末局 1 において無線端末局 2 に対する通信が発生すると、無線端末局 1 は、無線基地局 0 により割り当てられた通信時間期間またはランダムアクセス期間を用いて、「無線端末局 2 との直接通信要求」を含む通信要求フレームを送信する（ステップ S 3 1）。例えば、本実施の形態では「直接通信リクエスト」フレームを送信する。

【 0 0 7 3 】

この「直接通信リクエスト」フレームには、D B I E (Directional Beam Information Element) または拡張された "C a p a b i l i t y I E"、無線端末局 1 が必要とするデバイスディスカバリーのための時間期間、直接通信で必要とする帯域情報、などが含まれている。この無線端末局 1 が必要とするデバイスディスカバリーのための時間期間は、無線端末局 1 が、すべての指向性ビーム方向に対して、後述する D D フレーム (Device Discovery フレーム) を送信するのに必要な時間などから決められるものである。

【 0 0 7 4 】

無線基地局 0 は、無線端末局 1 からの「直接通信リクエスト」フレームを受信すると、そのフレームにおいて通信相手先として指定された無線端末局 2 が自身のサービスエリア内に存在するかどうかを判断する。無線端末局 2 が自身のサービスエリア内に存在するのであれば、情報記憶部 2 0 内の接続無線端末局データベースから無線端末局 2 の接続情報（探査機能サポート情報、端末間通信サポート情報など）と、情報記憶部 2 0 に記憶されているアンテナ情報などを読み出し、これらの読み出した情報に基づいて、無線端末局 2 が無線端末局 1 からの「直接通信リクエスト」に対応できるかどうかを判断する。

【 0 0 7 5 】

ここで、無線端末局 2 が「直接通信リクエスト」に対応できない端末局であると判断し

10

20

30

40

50

た場合、無線基地局 0 は、無線端末局 1 に対して、「直接通信レスポンス」フレームを送ることによって、無線端末局 2 が直接通信に対応していない事を通知することも可能である。ただし本実施の形態においては、無線端末局 2 が直接通信を行うための機能を有するケース（つまり、探査機能サポート情報および端末間通信サポート情報が Enable である場合）について、その後の説明を行う。

【0076】

無線端末局 2 が無線端末局 1 からの「直接通信リクエスト」に対応できるものと判断した場合、無線基地局 0 は、さらに無線端末局 2 が無線端末局 1 との直接通信を行える状況にあるかどうかを確認するために、「直接通信確認」フレームを無線端末局 2 に対して送信する（ステップ S 3 2）。「直接通信確認」フレームを受信すると、無線端末局 2 は、自端末の通信トラフィックや Q o S を考慮して通信が行えるかどうかの判断を行う。ここで、直接通信が可能であると判断した場合、無線端末局 2 は、D B I E または拡張された "C a p a b i l i t y I E" を含んだ「直接通信確認」応答フレームを無線基地局 0 に対して送信する（ステップ S 3 3）。なお、無線基地局 0 が、事前に無線端末局 2 の D B I E または拡張された "C a p a b i l i t y I E" 受信済みで、その中に含まれる情報を保持している場合には、この「直接通信確認」の要求 / 応答シーケンス（ステップ S 3 2 および S 3 3）を省略してもよい。

【0077】

図 1 6 は、無線基地局 0 と無線端末局 2 が通信する様子を示す図である。この際、無線基地局 0 と無線端末局 2 は、指向性ビーム # B 2 を用いて通信を行っており、無線基地局 0 は指向性ビーム # b 0 2、無線端末局 2 は、指向性ビーム # b 2 2 を使用する。

【0078】

図 1 5 に示したデバイスディスカバリー手順の説明に戻り、無線基地局 0 は、接続する無線端末局 1 および 2 の指向性ビーム数に基づいて、無線端末局 1 の D D (Device Discovery) フレームの送信時間およびフレーム送信方法を決定する。本実施の形態においては、無線端末局 1 は、6 方向の指向性ビーム使用してフレームを送受信でき、無線端末局 2 は、3 方向の指向性ビーム使用してフレームを送受信できるため、すべての組み合わせを行う場合には、1 8 フレーム送信する必要がある。また、指向性ビームの切り替え時間（図 6 , 7 などに示した "Switching Time" に相当）から、D D フレームの送信に必要な最大時間を求めることが可能である。

【0079】

次に、無線基地局 0 は、無線端末局 1 および 2 に対して、デバイスディスカバリーの開始および終了時間 (Device Discovery Period、以下、D D 期間と記載する)、指向性ビーム切り替えタイミング、アクセス方法、などの情報を含む「Device Discovery 開始通知」を報知情報フレームまたは個別のフレームを用いて送信する（ステップ S 3 4）。また、このフレームを受信した他の無線端末局 3 は、D D (Device Discovery) 期間が開始されたことを認識して一定時間通信を行わないようにする。

【0080】

つづいて、本実施の形態におけるデバイスディスカバリー方式である "Imm - Device Discovery" 方式について説明する。この "Imm - Device Discovery" 方式では、D D 期間において、要求元無線端末局（ここでは無線端末局 1）が、要求先無線端末局（ここでは無線端末局 2）に対して、D D フレームを送信し（ステップ S 3 5）、要求先無線端末局が、D D フレームを受信したならば、予め割り当てられたタイミングで、D D 応答 (Device Discovery response) フレームを要求元無線端末局に送信する（ステップ S 3 6）ことによって、お互いの指向性ビーム番号等から構成される情報テーブルを更新する。

【0081】

なお、図 1 7 に示したように、D D フレームには、フレーム種別、送信元アドレス、現在使用している指向性ビーム番号（送信元指向性ビーム番号）、などの情報が含まれる。さらに、必要に応じて宛先アドレス（ブロードキャスト、マルチキャスト、個別アドレスのいずれでも構わない）、D B I E などの情報が含まれる。

【 0 0 8 2 】

ここで、図 1 8 を用いて具体的な "Imm-Device Discovery" 方式について説明する。無線端末局 1 は、無線基地局 0 によって割り当てられた時間期間および送信方法に従い自身が現在使用している指向性ビーム番号を含む DD フレームを送信する。ここでは、無線端末局 1 および無線端末局 2 で取り得る指向性ビーム番号の組み合わせ数である 1 8 を DD フレームの送信回数とする。

【 0 0 8 3 】

以下、無線端末局 1 が DD フレームを指向性ビーム方向を切り替えながら送信し、その後、各指向性ビーム方向から、DD 応答フレームを受信したかどうかを確認することで、デバイスディスカバリーを実施する動作について図 1 5 および図 1 8 を参照しながら説明する。

10

【 0 0 8 4 】

まず、各無線端末局は、無線基地局 0 から上記「Device Discovery 開始通知」を受信すると初期設定を行い（図 1 5 参照）、指定された時刻から無線端末局 1 は、各指向性ビームを番号が b 1 0 , b 1 1 , ... , b 1 5 となる順番で使用して DD フレームを送信する。なお、この DD フレームは、先に説明したように、無線端末局 1 の使用する指向性ビーム番号の情報が含まれているものである。無線端末局 2 は、予め無線基地局 0 によって通知された切り替えタイミングでアンテナを切り替え、DD フレームの受信を試みる（図 1 8 参照）。ここでは、無線端末局 2 は、指向性ビーム # b 2 2 にて、無線端末局 1 からの指向性ビーム番号情報（ここでは b 1 3 ）を含む DD フレーム（図 1 8 においては DD 3 と表記している）を受信する。

20

【 0 0 8 5 】

無線端末局 2 は、無線端末局 1 からの DD フレームを受信すると、その際に使用していた指向性ビームの番号（ここでは b 2 2 ）および DD フレームに含まれていた無線端末局 1 が使用した指向性ビームの番号（ここでは b 1 3 ）を組み合わせた指向性ビーム組合せ情報を受信電力値、端末 ID などと共に情報記憶部 2 0 に記憶する。なお、ここで記憶する具体的な情報は「b 1 3 , b 2 2 , 無線端末局 1、・・・」となる。

【 0 0 8 6 】

次に、無線端末局 1 は、すべての指向性ビーム番号にて DD フレームを送信すると、一定時間、スケジュールされた指向性ビーム番号にて、無線通信端末 2 からの応答（Device Discovery Response）フレームを待つ。

30

【 0 0 8 7 】

本実施の形態では、無線端末局 2 が、DD フレームを受信しているので、無線端末局 2 は、予め決められたタイミングで DD フレームに対する応答フレームを無線端末局 1 に返送する。このとき、上記情報記憶部 2 0 に記憶した指向性ビーム組合せ情報に基づいて選択した指向性ビーム（DD フレームを受信した際に使用していた指向性のビーム）を使用する。

【 0 0 8 8 】

応答フレームは、送信元の無線端末局 2 のアドレス、現在使用している指向性ビーム番号（ここでは b 2 2 ）、および無線端末局 1 から DD フレームを受信した指向性ビーム番号（ここでは b 1 3 ）を含むものとする。さらに、宛先無線端末局アドレス（ここでは無線端末局 1 のアドレス）を含んでも構わない。

40

【 0 0 8 9 】

無線端末局 1 は、無線端末局 2 からの応答フレームを受信すると、直接通信が可能であることを認識し、応答フレームにて通知された情報（無線端末 2 のアドレス、指向性ビーム番号など）を情報記憶部 2 0 に記憶する。以降、無線基地局 0 から通知された方法に従って、所定回数・所定時間まで同様の動作を繰り返す。また、複数の組み合わせによって無線端末局 1 と無線端末局 2 が通信できることが判明した場合には、通信品質に基づいて適切な組み合わせを選択すればよい。DD 期間が完了すると、各無線端末局は予め指定された指向性ビーム番号 / 動作周波数を選択する。また、各無線端末局は、必要に応じて無

50

線基地局 0 からのフレームを受信、または、無線基地局 0 にフレームを送信するための指向性ビーム番号 / 動作周波数を選択する。

【 0 0 9 0 】

なお、本実施の形態での DD 期間内の DD フレームの送信シーケンスに関しては、先に説明したものに限定するわけではなく、無線端末局同士が指向性ビーム番号をやり取りし、通信できる指向性ビーム番号（アンテナ番号）を共有するものであればいかなる方法でも構わない。また、DD フレーム、応答フレームが伝播路の状況に応じてエラーが発生することに備えて、これらのフレームを複数回連送したり、送信電力を一時的に上げたり、通常のフレームよりもロバストな変調方式や符号化率を使って送信しても構わない。また、DD フレームのやり取りは、無線基地局 0 の動作周波数と同じでも構わないし、未使用の周波数を利用してよく、その情報は無線基地局 0 が予め各無線端末局に通知することによって実現可能である。

10

【 0 0 9 1 】

図 1 5 に示したデバイスディスカバリー手順の説明に戻り、無線端末局 1 と無線端末局 2 に割り当てた DD 期間が終了すると、無線端末局 1 は、DD 期間で得られた結果を無線基地局 0 に通知する（ステップ S 3 7）。この際、無線端末局 1 と無線端末局 2 とが直接通信可能な指向性ビーム番号の組み合わせ情報「b 1 3, b 2 2」などを通知する（Device Discovery Report）。また、前記 DD 期間に無線端末局 2 からの応答がないために、直接通信が出来ないと判断したときには、無線端末局 1 は、「検出できず」の内容を含む結果を無線基地局 0 に通知する。なお、DD 期間の結果の通知（Device Discovery Report）に関しては、無線端末局 1 と無線端末局 2 が個別に行っても構わないし、直接通信を要求した無線端末局 1 のみが通知しても構わない。

20

【 0 0 9 2 】

無線基地局 0 は、DD の結果（Device Discovery Report）を受信すると、接続無線端末局の直接通信が可能な端末組み合わせのデータベースを更新する。以降、各無線端末局 1, 2 からの直接通信要求があった際には、無線基地局 0 が直接通信の時間を無線端末局 1, 2 に報知信号等を用いて通知し、無線端末局 1, 2 は、割り当てられた時間期間でファイルデータ等のデータ通信を実施する（図 1 4 参照）。なお、無線基地局 0 は、無線端末局同士が直接通信を行う場合に、自身の動作周波数と同一の周波数チャンネル / 空間チャンネルを割り当てても構わないし、異なる周波数チャンネル / 空間チャンネルを割り当てても

30

【 0 0 9 3 】

このように、本実施の形態においては、無線端末局 1 は、無線基地局 0 に対して「直接通信リクエスト」を送信し、無線基地局 0 は、データベースを照合した結果、直接通信が可能と判断すれば、対応する無線端末局 2（無線端末局 1 が直接通信の相手として指定したもの）に対して「直接通信確認」を行い、無線端末局 1 との接続シーケンスにおいて取得しておいた情報および無線端末局 2 との接続シーケンスにおいて取得しておいた情報に基づいて、決定したデバイスディスカバリーの時間期間・方法を無線端末局 1 および 2 に通知し、DD 期間を割り当てる。そして、DD 期間を割り当てられた無線端末局は、自端末の指向性ビーム番号（指向性ビーム情報）を含むフレームを送信しあうことにより、無線端末局間同士で通信できる指向性ビーム番号を共有することが可能となる。さらには、そのデバイスディスカバリーの結果（Device Discovery Report）を無線基地局 0 に通知することにより、無線基地局 0 は直接通信が可能な無線端末局と指向性ビーム番号の組み合わせを保持することが可能となる。そして、その後は、各無線端末局は予め指定された帯域、タイミングにて「直接通信リクエスト」を行うことにより、無線基地局 0 に割り当てられた時間期間にて直接通信が可能となる。

40

【 0 0 9 4 】

したがって、従来は、無線端末局 1 から無線端末局 2 に対してデータを送信する場合、一度無線基地局 0 に送信して保持し、その後、無線基地局 0 が無線端末局 2 に対して転送する必要があった（すなわち基地局 0 を介してデータ通信を行う必要があった）が、本発

50

明により無線端末局同士が直接通信を行うことが可能となるため、帯域を有効利用することが可能となる。また、指向性を有するビームを使用するので、無線基地局 0 の管理の下で無線端末局 1, 2 が直接通信を行っている期間に、同時に無線基地局 0 が他の無線端末局 3 と通信するような SDMA (Space Division Multiple Access) を実現することが可能となり、帯域の利用効率を大幅に上げることができる。

【0095】

なお、本実施の形態においては、図 17 に示したように DD フレームを規定したが、例えば、図 19 に示したように PLCP プリアンブル (PLCP Preamble) 部に MAC ID と指向性ビーム番号を意味するコード (Beam Num) を挿入したものを繰り返し送信することも可能である。この場合、PLCP ヘッダ部および PSDU 部を削減できるため、DD フレームの送信時に高効率な送信方法を実現できる。また、DD フレームを受信する無線端末局は PLCP プリアンブル部のみの処理となり、PLCP ヘッダ部および PSDU 部を復調するよりも簡略化することが可能となる。また、コード化したパケットを DD フレームと定義していれば、本パケットを受信すれば DD フレームとして受信無線端末局は認識することが出来る。もちろん、Type/Subtype をコード化して入れても構わない。

10

【0096】

また、図 20 に示すように、プリアンブル (PLCP Preamble) 部とヘッダ (PLCP Header) 部からなるフォーマットを利用することも可能である、この場合、ヘッダに含まれる PHY Header, MAC Header の情報を利用できるため、DD フレームの受信者はより多くの情報を利用できる。

20

【0097】

これらの図 19 および図 20 に示した構成の DD は、後述する実施の形態に対しても適用可能である。

【0098】

実施の形態 2 .

つづいて、実施の形態 2 について説明を行う。本実施の形態においては、上述した実施の形態 1 と比較して DD フレームを効率的に送信し、デバイスディスカバリー (Device Discovery) を行う動作について説明する。なお、前提条件 (無線通信システムの構成) および基本的なシーケンスは、実施の形態 1 で説明した図 14 および図 15 と同一であるため、本実施の形態においては異なる部分のみを説明する。

30

【0099】

まず、図 15 に示した無線基地局 0 が無線端末局 1 に対して「Device Discovery 開始通知」を行うまでの動作は、実施の形態 1 と同一である。「Device Discovery 開始通知」から説明する。

【0100】

無線基地局 0 は、無線端末局 1 と無線端末局 2 に対して、デバイスディスカバリーの開始および終了時間 (DD 期間)、指向性ビーム切り替えタイミング、アクセス方法、などを含む「Device Discovery 開始通知」を報知情報フレームまたは個別のフレームを用いて送信する。また、このフレームを受信した他の無線端末局 3 は、DD 期間が開始されたことを認識して、一定時間 (DD 期間の間は) 通信を取りやめる。

40

【0101】

ここで、本実施の形態では、無線基地局 0 が無線端末局 1, 2 のそれぞれ通信を行う指向性ビーム番号の組み合わせを予め参照する。基地局 0 は、各無線端末局の接続シーケンス (図 11 参照) などの通信履歴に関する情報を情報記憶部 20 へ記憶している。そのため、無線基地局 0 は、情報記憶部 20 に保持している情報に基づいて、各無線端末局の適当な位置を推測することができ、効率的な DD フレームの送信方法を通知することが可能である。

【0102】

すなわち、上述した実施の形態 1 の手順において無線基地局 0 が無線端末局 1 に通知す

50

る情報に対して「指向性ビーム# b 1 4 から、反時計回りにデバイスディスカバリーを実施する」ことを示す情報を追加して「Device Discovery開始通知」を送信する。また、無線端末局 2 に対しては「指向性ビーム# b 2 2 から、時計回りにデバイスディスカバリーを実施する」ことを示す情報を「Device Discovery開始通知」に追加して通知することによって早期検索を可能とする。

【 0 1 0 3 】

以下に、具体的な DD フレームの送信方法について説明する。図 2 1 は、検索方法を指定したデバイスディスカバリーの詳細手順を示す図である。本実施の形態では、予め無線端末局 1 に対しては指向性ビーム番号が b 1 4 , b 1 3 , b 1 2 , b 1 1 , b 1 0 , b 1 5 の順で、無線端末局 2 に対しては指向性ビーム番号が b 2 2 , b 2 0 , b 2 1 の順と指定しているため、各無線端末局は、初期設定において、指向性ビーム番号 b 1 4 , b 2 2 を設定する。この後は無線端末局 1 が DD フレームを送信する手順が実行されるが、実施の形態 1 で示した手順と同じであるため、その説明は省略する。

10

【 0 1 0 4 】

このように、本実施の形態では、無線基地局 0 が直接通信を行う各無線端末局の大まかな位置を推測し、効率的に相手端末を検出できるように各無線端末局に対して指向性ビームの使用順番を通知するようにした。これにより、実施の形態 1 で示したデバイスディスカバリー手順（図 1 8 参照）と比較して、無線端末局 1 が 2 番目に送信する DD 3 フレームに対して、無線端末局 2 が応答することが可能となり、実施の形態 1 の場合と比較して早期に相手端末（無線端末局 2）を検出することができる。

20

【 0 1 0 5 】

本実施の形態では、予め無線基地局 0 が無線端末局 1 および 2 のそれぞれ通信を行う指向性ビーム番号の組み合わせを参照し、無線基地局 0 は、情報記憶部 2 0 に保持している情報に基づいて無線端末局 1 および 2 の大まかな位置を推測し、効率的な DD フレームの送信方法を通知することによって、デバイスディスカバリー（Device Discovery）シーケンスにおいて、早期に指向性ビーム番号の組み合わせを把握することが出来ることになったが、送信する DD フレームの総数が変わらない。しかしながら、例えば、無線端末局 1 に対しては「指向性ビーム# b 1 4 から、反時計回りに b 1 2 までデバイスディスカバリーを実施する（b 1 4 , b 1 3 , b 1 2 に対して DD フレームを送信するように制約）」、無線端末局 2 に対しては「指向性ビーム# b 2 0 から、時計回りに b 2 1 までデバイスディスカバリーを実施する（b 2 0 , b 2 1 に制約）」ことを示す制限付の情報を通知することによってシーケンスを簡略化し、さらなる効率的な検索が可能となる。したがって、本実施の形態のように無線端末局 1 が指向性ビーム総数 6、無線端末局 2 が指向性ビーム総数 3 のような場合には、元々の組み合わせも多くないので、実施の効果は少ないが、指向性ビーム総数が多い場合については、非常に有効な手段と言える。

30

【 0 1 0 6 】

実施の形態 3 .

つづいて、実施の形態 3 について説明する。本実施の形態においては、高効率なデバイスディスカバリー手順について説明する。なお、無線通信システムの構成は上述した実施の形態 1（図 1 4 など参照）と同様である。

40

【 0 1 0 7 】

図 2 2 は、実施の形態 3 のデバイスディスカバリー手順の一例を示す図である。なお、「Device Discovery開始通知」までの手順は、上述した実施の形態 1 と同様であるため、この部分の説明は省略する。

【 0 1 0 8 】

無線基地局 0 は、無線端末局 1 と無線端末局 2 に対して、デバイスディスカバリーの開始および終了時間（DD 期間）、指向性ビーム切り替えタイミング、アクセス方法、などを含む「Device Discovery開始通知」を報知情報フレームまたは個別のフレームを用いて送信する（ステップ S 3 1）。また、このフレームを受信した他の無線端末局 3 は、DD 期間が開始されたことを認識して、一定時間（DD 期間の間は）通信を取りやめる。

50

【 0 1 0 9 】

以下、本実施の形態におけるデバイスディスカバリー手順について説明する。なお、このデバイスディスカバリー手順を"Delayed-Device Discovery"と呼ぶ。本実施の形態のデバイスディスカバリーでは、DD期間において、要求元無線端末局（ここでは無線端末局1）が、要求先無線端末局（ここでは無線端末局2）に対して、DDフレームを送信する点は上述した実施の形態1および2と同様であるが、その結果（Device Discovery Report）を要求先無線端末局（無線端末局2）が無線基地局0へ通知する点が異なる。

【 0 1 1 0 】

図23は、実施の形態3のDD期間における動作（Delayed-Device Discovery）の一例を示す図である。まず、各無線端末局1, 2は、ステップS34において無線基地局0によって通知された「Device Discovery開始通知」に基づいて初期設定を行う。例えば無線端末局2は指向性ビーム番号をb22に変更して、Scanを開始する。一方、無線端末局1は、予め決められた送信タイミングおよび送信回数で指向性ビームを切り替えながらDDフレームを順番に送信する（ステップS35）。本実施の形態では、予め無線基地局0から、b14, b13, b12, b11, b10, b15, ...の順でDDフレームを送信するように指示されているものとする。また、送信タイミングは、各無線端末局1, 2の指向性ビーム切り替え時間等を考慮して決められるものである。そして、無線端末局1は、予め決められた送信タイミング、アクセス方法、送信回数によるDDフレーム送信を終了すると、所定の指向性ビーム番号に戻す。同様に、無線端末局2も、所定のDDフレーム送信期間において、DDフレームを受信した場合には、自身の指向性ビーム番号との組み合わせ情報を情報記憶部に保存し、決められた指向性ビーム番号切り替え時間に指向性ビーム番号を切り替えながら、DDフレームが受信されるかどうかのScanを繰り返す。そして、DDフレーム送信期間が終了すると、所定の指向性ビーム番号に戻す。以上をもって、本実施のDDフレーム送信期間を終了する。

【 0 1 1 1 】

図22に示したデバイスディスカバリー手順の説明に戻り、DDフレーム送信期間終了後、要求先無線端末局（ここでは無線端末局2）はDDフレームの受信可否レポート「Device Discovery report」を送信し（ステップS36a）、無線基地局0がこのレポートを受信する。「Device Discovery report」には、無線端末局1と無線端末局2とが直接通信可能な指向性ビーム番号の組み合わせ情報「b13, b22」、無線端末局2が無線端末局1からの直接通信を受け入れるかどうかの情報、受け入れ可能な場合の帯域量情報、などが含まれる。

【 0 1 1 2 】

なお、このシーケンスは、予め無線基地局0が無線端末局2に対して「DD report」の送信タイミングを割り当てておいても構わないし（図22に示したシーケンス）、無線基地局0からの要求フレーム「DD report request」を無線端末局2に対して送信し、無線端末局2が、「DD report」を送信するようなシーケンスでも構わない。なお、前記DD期間において無線端末局2が無線端末局1を検出できなかった場合、「検出できず」を示す結果を無線基地局0に通知する。

【 0 1 1 3 】

無線端末局0は、DDの結果（Device Discovery Report）を受信すると、接続端末局の直接通信が可能な端末組み合わせのデータベースを更新する。

【 0 1 1 4 】

そして、無線基地局0は、報知情報フレームまたは個別フレームを使用して、要求元無線端末局（無線端末局1）と要求先無線端末局（無線端末局2）の指向性アンテナ番号の組み合わせを含む情報フレームを要求元無線端末局へ通知する。

【 0 1 1 5 】

例えば、本実施の形態においては、図24に示した"Directional Beam Combination IE"を含む情報フレームとする。この"Directional Beam Combination IE"は、IEを識別する識別子（Element ID）、通知する端末数（組み合わせ数）を示す情報（Stati

10

20

30

40

50

on Number)、該当する無線端末局のMAC識別子(MAC ID)、通信可能な指向性ビーム番号の組み合わせを示す情報(Combination MAP)、などのフィールドフォーマットを持つものとする。なお、このIEは、実施の形態1において使用したもの(図6, 図9, 図10参照)を拡張したものとしても良い。また、端末3台以上に通知する場合には、"Station Number"のフィールドを3, 4, ..., nと拡張し、さらに"MAC ID"のフィールドを3, 4, ..., nと拡張すればよい。また、複数の情報(例えば、サポートレンジ、QoS情報など)を加えて通知したい場合には、"Combination MAP"を拡張すればよい。

【0116】

ここで、"Combination MAP"は、たとえば無線端末局1および2の間での指向性ビーム番号の組み合わせ情報のみを通知する場合、図25に示したような内容となる。

10

【0117】

以上のようにすることで、無線端末局1が指向性ビーム番号の組み合わせを特定することが可能となる。以降、各無線端末局1, 2から直接通信要求があった場合、無線基地局0が直接通信の時間を無線端末局1および2に報知信号等を用いて通知し、無線端末局1および2は割り当てられた時間期間でファイルデータ等のデータ通信を実施する。

【0118】

このように、本実施の形態では、予め無線基地局0が無線端末局1および2のそれぞれ通信を行う指向性ビーム番号の組み合わせを参照し、無線基地局0は、情報記憶部20に保持している情報に基づいた無線端末局1および2の大まかな位置情報を利用し、効率的なDDフレームの送信方法を通知することにした。これにより、デバイスディスカバリーシーケンスにおいて、早期に指向性ビーム番号の組み合わせを把握することができる。

20

【0119】

また、「Device Discovery response」の送受信期間を省略し、DD期間(Device Discovery Period)終了後に、要求先無線端末局(無線端末局2)から、「DD report」を受信するような構成にし、無線基地局0が、無線端末局1を含む無線端末局に対して報知情報フレームまたは個別フレームを使用して指向性ビーム番号の組み合わせ情報を通知することとした。これにより、各無線端末局1および2と、無線基地局0との間で、指向性ビームの組み合わせを特定することが可能になり、実施の形態2の場合と比較してさらに大幅にシーケンスの簡略化およびデバイスディスカバリー手順を効率化することができる。

30

【0120】

実施の形態4

つづいて、実施の形態4について説明する。上述した形態1~3においては、無線端末局が無線基地局を検出する方法、および無線基地局から通知された情報に基づいて直接通信の要求元無線端末局が特定の要求先無線端末局との直接通信を行うためのデバイスディスカバリー手順について説明したが、本実施の形態では、要求元無線端末局が、周囲に存在する直接通信が可能な無線端末局を検出する手順について説明する。

【0121】

図26は、実施の形態4の無線通信システムの構成例を示す図である。この無線通信システムは、上述した実施の形態1~3の無線システムに対して無線端末局4が追加設置されたものであり、無線基地局0と無線端末局1~3の設置位置は実施の形態1~3と同様である。

40

【0122】

また、図26は、無線基地局0が指向性ビーム#B3を用いて、無線端末局3と通信を行っている様子を示している。一例として、本実施の形態においては、無線基地局0が、無線端末局3と通信するために使用する指向性ビームの番号をb03とし、無線端末局3が、無線基地局0と通信するために使用する指向性ビーム番号をb30とする。なお、無線基地局0と無線端末局3は、指向性ビームを使用しているので、図26においては、お互いの指向性を向かい合わせる制御を行ったうえで通信を行っている状態である。本実施

50

の形態においては、無線端末局 3 が、周囲に存在する直接通信が可能な無線端末局を検出する場合のデバイスディスカバリー手順について説明する。

【 0 1 2 3 】

以下、本実施の形態におけるデバイスディスカバリー手順を図 2 7 に基づいてについて説明する。図 2 7 は、実施の形態 4 におけるデバイスディスカバリー手順の一例を示すシーケンス図である。図 2 7 では、無線端末局 1、2 および 4 は、既に無線基地局 0 への接続シーケンスが完了しており、通信シーケンスが行える状態であり、無線端末局 3 が無線基地局 0 に対して接続シーケンスを開始する例が示されている。なお、接続シーケンスの詳細については上述した実施の形態 1 と同様であるため、その説明は省略する。

【 0 1 2 4 】

図 2 7 に示したシーケンスにおいて、無線基地局 0 は、無線端末局 3 の接続シーケンスが完了すると、無線端末局 3 に対するデバイスディスカバリー手順を開始する。この時点で、無線基地局 0 は、接続シーケンスにおいて各無線端末局から得られた DBIE などの情報から指向性ビーム番号等の組み合わせを情報記憶部 2 0 に保持している。そのため、「すべて、または一部の接続無線端末局（ここでは無線端末局 1 ~ 4）の指向性ビーム数に基づいて、無線端末局 3 の DD フレームの送信時間、フレーム送信方法、アクセス方式、などを決定する」。なお、無線端末局 0 は、直接通信をサポートしない無線端末局が存在する場合には、QoS 情報や DBIE において、その直接通信をサポートしない端末に関する情報を省略しても構わない。

【 0 1 2 5 】

次に、無線端末局 0 は「Device Discovery 開始通知」を報知情報フレームまたは個別のフレームを用いて各無線端末局に対して通知する（ステップ S 3 4）。上記フレームを受信した各無線端末局 1、2 および 4 は、自端末の指向性ビーム番号切り替え時間（タイミング）、送信方法（デバイスディスカバリー結果の送信方法）、デバイスディスカバリーの開始および終了時間（DD 期間）、などの情報通知を受ける。一方、無線端末局 3 は、DD フレームの送信タイミング、指向性ビーム番号切り替え時間（タイミング）、送信方法（デバイスディスカバリー結果の送信方法）、デバイスディスカバリーの開始および終了時間（DD 期間）、などの情報通知を受ける。

【 0 1 2 6 】

次に「Device Discovery 開始通知」によって通知された開始時間から、DD 期間となる。なお、DD 期間においては、要求元無線端末局（ここでは無線端末局 3）以外の無線端末局の中で予め割り当てられたものが、許可された時間（図 1 5 に示した手順の場合など）においてのみ送信が可能となる。本実施の形態においては、図 2 2 に示した手順に従いデバイスディスカバリーを実行するものとして、無線端末局 3 以外は、DD 期間において送信が出来ないこととする。なお、上記送信禁止時間の通知については、「Device Discovery 開始通知」で行っても良いし、他の報知情報フレームによって行っても構わない。

【 0 1 2 7 】

ここで、DD 期間における各無線端末局の具体的な動作について図 2 8 を参照して説明する。図 2 8 は、実施の形態 4 のデバイスディスカバリー手順の一例を示す図である。各無線端末局 1 ~ 4 は、「Device Discovery 開始通知」によって通知されたパラメータに基づいて初期設定を行う。次に、要求元無線端末局である無線端末局 3 は、指向性ビーム # b 3 0, b 3 1, b 3 2, b 3 3, b 3 4, b 3 5 を順番に使用して DD フレームを送信する（図 2 7 のステップ S 3 5）。無線端末局 1、2 および 4 は、DD フレームを受信すると、DD フレームに含まれる無線端末局 3 のその時点での指向性ビーム番号と、自端末が受信した指向性ビーム番号の組み合わせを、情報記憶部 2 0 に記憶する。また、各無線端末局 1、2 および 4 は、予め「Device Discovery 開始通知」によって通知されたアンテナ / 指向性ビーム切り替えタイミングに基づいて決定したタイミングで、アンテナ / 指向性ビームを切り替え、DD フレームの受信を試みる。本実施の形態においては、無線端末局 3 が、全方向に指向性ビームを送信した後（すなわち、指向性ビーム # b 3 5 を使

10

20

30

40

50

用してDDフレームを送信した後)のタイミングにて、各無線端末局1、2および4は自身のScan用のアンテナ/指向性ビームを切り替える。

【0128】

なお、各無線端末局1、2および4のアンテナ/指向性ビームの切り替え最小時間は、DBIE等で通知されている切り替え時間情報に基づいて、すべての端末が十分に切り替えられる時間を無線基地局0が決定し、「Device Discovery開始通知」によって通知することも可能である。また、無線端末局3がDDフレームを送信するタイミングも、DBIE等で通知した切り替え時間情報に基づいて無線基地局0が決定すればよい。

【0129】

図28に示した例では、無線端末局2は、番号がB21の指向性アンテナを使用してScanを行った場合に無線端末局3からDDフレームを受信する。DDフレームには無線端末局3のアドレスおよび、無線端末局3がDDフレームを送信するに当たって使用した指向性ビーム番号(ここではb31)が含まれており、無線端末局2は、DDフレームを正常に受信した場合には、その指向性ビーム番号の組み合わせ情報を自端末内の情報記憶部20に記憶する。

10

【0130】

同様に、無線端末局4は、番号がB42の指向性アンテナを使用した場合にDDフレームを受信し、その指向性ビーム番号の組み合わせ情報を自端末内の情報記憶部20に記憶する。

【0131】

また、図28は、無線端末局1が、伝播環境が悪い、端末間の距離が離れている、指向性ビームのサポートエリア外、またはフレームエラーのためにDDフレームを正常に受信できなかった、などの理由によりDD期間においてDDフレームが受信できなかったケースについて示しており、DD期間終了時まで、指向性ビーム番号の組み合わせが見つからなかった例を示している。

20

【0132】

図27に示したデバイスディスカバリー手順の説明に戻り、DD期間の終了後、各無線端末局はDDレポート(Device Discovery Report)を送信し(ステップS36b)、無線基地局0は、このDDレポートを受信する。なお、DDレポートの通知方法は、上述した実施の形態1などと同様に、無線基地局0が「Device Discovery開始通知」にてDDレポートの送信時間(タイミング)を通知しておき、無線端末局1、2および4は、その割り当てられた時間に通知するようにしてもよいし、無線端末局0が各無線端末局にDDレポートリクエストフレーム(DD report Requestフレーム)を送信し、その応答として各無線端末局がDDレポートフレームを送信するようにしてもよい。

30

【0133】

なお、図27に示した例においては、無線端末局1からは、「検出なし」の情報を含んだDDレポートが通知され、無線端末局2からは、「指向性ビーム番号の組み合わせb21, b31」の情報を含んだDDレポートが通知される。また、無線端末局4からは、「指向性ビーム番号の組み合わせb42, b35」の情報を含むDDレポートが通知される。各無線端末局からのDDレポートを受信した無線基地局0は、接続無線局の直接通信が可能な端末組み合わせ(指向性ビーム番号の組み合わせなどを含む)データベースを更新する。そして、各無線端末局に対して、「指向性ビーム番号の組み合わせ情報」を報知情報フレームまたは個別フレームで通知する(ステップS38)。各無線端末局は、通知された「指向性ビーム番号の組み合わせ情報」を情報記憶部に保持しておき、以降、直接端末間通信を行う場合には、この保持している情報に基づいて、使用する指向性ビームを選択する。

40

【0134】

このように、本実施の形態では、無線基地局0が特定の無線端末局(上記例では無線端末局3)に対してDD期間を割り当て、特定の無線端末局が指向性ビームを用いて、DDフレームを送信する。一方、DDフレームを受信した他の無線端末局が、その結果を無線

50

基地局 0 に対して D D レポートで通知し、無線基地局 0 はデータベースを更新する。さらに、無線基地局 0 が指向性ビーム番号の組み合わせ（直接通信が可能な無線端末局の組み合わせ）情報を報知情報フレームまたは個別フレームを使用して送信することによって、無線基地局 0 に接続する各無線端末局に対して通知することとした。これにより、無線端末局が他の無線端末局を検出することができ、直接端末間通信が可能となる。

【 0 1 3 5 】

なお、本実施の形態では、無線基地局 0 によって、無線端末局 3 の接続シーケンス直後にデバイスディスカバリーを実行する場合の例について説明したが、このシーケンス（すなわち無線端末局が接続シーケンスを実行した場合に、引き続いてデバイスディスカバリーを実行するシーケンス）に限定するものではない。例えば、各端末に対して一定周期毎にデバイスディスカバリーを行わせてもよいし、各端末が移動したことや回線状況が悪くなったことを無線基地局が検出し、それをトリガーにしてデバイスディスカバリーを行わせるようにしてもよい。

【 0 1 3 6 】

実施の形態 5 .

つづいて、実施の形態 5 について説明する。上述した形態 1 ~ 4 においては、無線端末局が無線基地局を検出する方法、および無線基地局から通知された情報に基づいて直接通信の要求元無線端末局が特定の要求先無線端末局との直接通信を行うためのデバイスディスカバリー手順、要求元無線端末局が、周囲に存在する直接通信が可能な無線端末局を検出する手順について説明したが、本実施の形態においては、高効率な通信を実現するために無線基地局および無線端末局の間、または、無線端末局間でやり取りされるフレームフォーマット（A - M S D U）について説明する。

【 0 1 3 7 】

なお、本実施の形態において説明するフレームフォーマットは、上述した形態 1 ~ 4 のいずれの無線通信システムに対しても適用可能である。

【 0 1 3 8 】

図 2 9 は、実施の形態 5 の無線基地局の回路構成例を示す図である。この無線基地局は、上述した実施の形態 1 ~ 4 において説明した無線基地局 0 の回路構成例に対して、データ加工部 3 4 を追加したものである。その他の部分については、基地局 0 と同様であるため、同一の符号を付してその説明は省略する。データ加工部 3 4 では、インタフェース部 1 0 から引き渡される送信データに対して、伝播環境、Q o S などに基づいて、スケジューラ部 3 1 からの指示に従い、シーケンス番号の付与、フラグメンテーション番号の付与、M A C ヘッダの付与、フレームアグリゲーション及びフラグメンテーションなどを行い、送信フレームを作成する。また、フレーム解析部 3 2 では、もし受信したフレームがアグリゲーションされている場合には、フレームを M S D U 毎に分割してインタフェース部 1 0 に引き渡す、あるいはフラグメンテーションされている場合には、複数のフラグメントから、M S D U を作成しインタフェース部 1 0 に引き渡す機能を持つ。

【 0 1 3 9 】

ここで、上述したように、従来の超広帯域無線システムにおいて規定されている P H Y フレームフォーマットは、P L C P ヘッダ内部に M A C ヘッダを含む構成となっている。そのため、M A C ヘッダが、比較的ロバストな伝送方式 / 符号化率で送信できる。しかしながら、超広帯域無線システムにおいて提案されているフレームアグリゲーション技術は、複数の M S D U を束ね、その束ねられたフレームに対して、M A C ヘッダと、F C S が付加される構成である。そのために、伝播路が悪い状況においては、フレーム長を長くすることが出来ない、あるいは、フレーム再送が多くなりスループットが上がらない、という問題がある。また、フレームアグリゲーションを行う対象が、D a t a フレームのみであるため、他の A C K フレームや、C o m m a n d フレームとのフレームアグリゲーションが行えない構成になっている。そのため、双方向のトラフィックが発生している場合には、束ねられたデータフレーム（Aggregated Data フレーム）とは別に、受信したフレームに対する A C K フレームを送信する必要があるなどの問題があった。

【 0 1 4 0 】

また、単に可変長のフレームを束ねて送信することになり、バースト毎にフレーム長が大幅に変わるため、図 3 0 に示したように、アグリゲーションを行って割り当てられた時間期間を有効に使用しようとしても、アグリゲーションを行うことによって無線端末に割り当てられた時間期間を超えてしまう場合にはアグリゲーションが出来ない。そのため、結果として割り当てられた時間期間を有効に使用できない問題があった。また、バースト毎にフレームサイズが異なるために、一定の P E R (Packet Error Rate) をシステムとして保証できない問題があった。

【 0 1 4 1 】

そのため、本実施の形態においては、このような問題点を解決するためのフレームアグリゲーション方式について説明する。図 3 1 は、本実施の形態の無線基地局と各無線端末の間でやり取りされる A - M S D U を行う際の P H Y フレームフォーマットの一例を示す図である。

10

【 0 1 4 2 】

図 3 1 に示したように、この P H Y フレームは、時間同期 / 周波数同期 / A G C、キャリア検出などを行う P L C P (Physical Layer Convergence Protocol) プリアンブル部と、P S D U (PLCP Protocol Data Unit) を復調するための情報が含まれる P L C P ヘッダ (PLCP Header) 部と、フレームボディ (Frame Body) 部と、必要に応じて付加される T a i l ビットと P a d ビットから構成される P S D U 部と、により構成される。

20

【 0 1 4 3 】

フレームボディ部は、フレームペイロード部 (M S D U と呼ぶ) と F C S 部から構成される。なお、本実施の形態の A - M S D U では、フレームペイロード部は、複数の A - M S D U S u b f r a m e 部 (サブ・フレームペイロード部とも呼ぶ) と、A - M S D U S u b f r a m e の個数を示す N u m (Number) 部から構成されるものとする。

【 0 1 4 4 】

A - M S D U S u b f r a m e 部は、M S D U 長を示す L e n g t h 部と、フラグメンテーション及びフレームシーケンス番号から構成される F r a g m e n t a t i o n C o n t r o l 部と、1つの M S D U から構成される。

【 0 1 4 5 】

なお、本実施の形態において M A C ヘッダ内部の F r a m e C o n t r o l フィールド内の R e s e r v e d B i t (例えば、b 1 1) を A - M S D U であることを示すために用いることも可能である。また、複数のシーケンス番号を含まないような A - M S D U のケースにおいては、A - M S D U S u b f r a m e 部の F r a g m e n t a t i o n C o n t r o l 部を省略しても構わない。また、N u m 部は M A C ヘッダに含めても良いし、各 A - M S D U S u b f r a m e 内で、次の A - M S D U S u b f r a m e の存在を示す M o r e A - M S D U S u b f r a m e フィールドを用いる方法でも構わない。

30

【 0 1 4 6 】

次に、上述したフレームフォーマットを用いて、準固定長フレームを作成して、効率的に帯域を利用する方法について説明する。

40

【 0 1 4 7 】

以下に、フラグメンテーション (Fragmentation) とアグリゲーション (Aggregation) を組み合わせて使用して準固定長のフレームを作成する方法について説明する。図 3 2 に示した例では、上位レイヤ (例えばインタフェース部 1 0 など) から引き渡されるデータに対して、データ加工部 3 4 では、それぞれに対してシーケンス番号を付加する。さらに、M S D U 2 に対してフラグメンテーションを実施することにより 2 つ (M S D U 2 F r a g 1, M S D U 2 F r a g 2) に分割し、さらに、M S D U 1 と M S D U 2 F r a g 1 とをアグリゲーションすることによって準固定長のフレームを作成している様子を示している。

50

【0148】

なお、図32に示した例では、フラグメンテーション実施後にアグリゲーションを行っているが、同一宛先、同一種別のDataに対しては、事前にアグリゲーションを実施して長いフレームを作成した後にフラグメンテーションを実施し、準固定長のフレームを切り出すような制御を行うことも可能である。

【0149】

次に、本発明において新たに規定するフレームタイプ(Frame Type)フィールドについて説明する。本実施の形態においては、従来のフレームタイプフィールドに対して、新規にData+ACK, Data+Commandなどの複数のフレームを相乗させたフレームフォーマットを規定する(図33参照)。

10

【0150】

これにより、複数種別のフレームをアグリゲーションし、一度に送信することが可能になる。すなわち、DataフレームとACKフレームをアグリゲーションしたり、DataフレームとCommandフレームをアグリゲーションしたりすることが可能となる。また、複数のフレームタイプを相乗させる場合には、予めACKあるいはCommandのフレームの位置をA-MSDUの先頭に挿入させることとすれば、簡易にフレームを解析することが可能になる。

【0151】

なお、Frame Typeフィールドを拡張せずに、図34に示した例のように、A-MSDU Subframe内にそれぞれのMSDUの種別を示すためのFrame Typeフィールド、Frame SubTypeフィールド(フレームサブタイプフィールド)を追加する構成にしても構わない(例えば、LenとFrag Controlの間に挿入した構成とする)。

20

【0152】

このように本実施の形態においては、A-MSDU Subframe内に新規にFragmentation Controlフィールドを付加することとしたので、たとえばインタフェース部10から引き渡された複数の可変長データに対して、データ加工部34が必要に応じてフラグメンテーションを行い、さらにアグリゲーションを行うことにより準固定長のデータフレームを完成させることが出来、受信側のバッファ管理が簡素化できる。また、短いパケットを繰り返し送信することなしに、1つのパケットにアグリゲーションすることにより、PHYオーバーヘッドと、キャリアセンスおよびバックオフアルゴリズムといったプロトコルオーバーヘッドを削減することが可能になり、高効率化を実現することができる。さらに、複数種別のフレームを1つのフレームに相乗させることによって、PHYオーバーヘッドと、キャリアセンスおよびバックオフアルゴリズムといったプロトコルオーバーヘッドを削減することが可能になり、高効率化を実現することができる。なお、アグリゲーションとフラグメンテーションは本実施の形態において示したように同時に使用しても良いし、排他的に使用しても構わない。また、本実施の形態では、一例として無線基地局の動作について説明を行ったが、無線端末局に対しても適用可能である。すなわち、無線基地局間と無線端末局との間の通信、無線端末局同士の通信、のいずれに対しても適用可能である。

30

40

【0153】

実施の形態6 .

つづいて、実施の形態6について説明する。上述した形態1~5においては、無線端末局が無線基地局を検出する方法、および無線基地局から通知された情報に基づいて直接通信の要求元無線端末局が特定の要求先無線端末局との直接通信を行うためのデバイスディスカバリー手順、要求元無線端末局が、周囲に存在する直接通信が可能な無線端末局を検出する手順、MSDUアグリゲーションについて説明したが、本実施の形態においては、高効率な通信を実現するために無線基地局および無線端末局の間、または、無線端末局間でやり取りされるフレームフォーマット(A-MPDU)について説明する。

【0154】

50

なお、本実施の形態において説明するフレームフォーマットは、上述した形態1～4のいずれの無線通信システムに対しても適用可能である。また、フラグメンテーションとアグリゲーションの組み合わせ方法、Typeフィールドのパラメータについては、上述した実施の形態5と同様であるため説明を省略する。

【0155】

上述した実施の形態5においても説明したように、従来の超広帯域無線システムにおいて提案されているフレームアグリゲーション技術(方式)には、伝播路が悪い状況においてスループットが上がらない、アグリゲーションの対象がデータフレームのみである、時間期間を有効に使用できない、PERをシステムとして保証できない、などの問題があった。そのため、本実施の形態においては、このような問題点を解決するためのフレームアグリゲーション方式であって、実施の形態5で示した方式とは異なるフレームアグリゲーション方式について説明する。

10

【0156】

図35は、本実施の形態の無線基地局と各無線端末局1～3との間でやり取りされるA-MPDUを行う際のPHYフレームフォーマットの一例を示す図である。

【0157】

図35に示したように、このPHYフレームは、時間同期/周波数同期/AGC、キャリア検出などを行うPLCP(Physical Layer Convergence Protocol)プリアンブル部と、PSDU(PLCP Protocol Data Unit)を復調するための情報が含まれるPLCPヘッダ(PLCP Header)部と、フレームボディ(Frame Body)部と、必要に応じて付加されるTailビットとPadビットから構成されるPSDU部と、により構成される。

20

【0158】

また、PSDUのフレームボディ部は、複数のA-MPDU Subframe部(A-MPDU Subframe1, A-MPDU Subframe2, ...)から構成されるものとする。A-MPDU Subframe部は、A-MPDU Header部とMPDU部から構成される。

【0159】

さらに、図36に示したように、A-MPDUヘッダ部は、MPDU部のフレーム長を示すLengthフィールドと、フレームを検出するためのユニークワードからなるDelimiter部と、ヘッダ部に対するヘッダチェックシーケンスであるCRCと、から構成される。また、MPDU部は、MACヘッダ部と、フレームペイロードに当たるMSDU部と、フレームの正誤を判別するFCSと、から構成される。

30

【0160】

なお、MACヘッダ部は、PLCPヘッダ部内にあるものと重複するため、部分的に省略することが可能であり、その際は、図37に示すように、部分的にType/Subtypeフィールド、Frag Control(Fragmentation Control)フィールドを含むような構成としてもよい。

【0161】

以下に、フラグメンテーション(Fragmentation)とアグリゲーション(Aggregation)を組み合わせ使用して準固定長のフレームを作成する方法について説明する。図38に示した例では、上位レイヤ(例えばインタフェース部10など)から引き渡されるデータに対して、データ加工部34では、それぞれに対してシーケンス番号を付加する。さらに、MSDU2に対してフラグメンテーションを実施することにより2つ(MSDU2 Frag1, MSDU2 Frag2)に分割し、さらに、MSDU1とMSDU2 Frag1とをアグリゲーションすることによって準固定長のフレームを作成している様子を示している。

40

【0162】

なお、図38に示した例では、フラグメンテーション実施後にアグリゲーションを行っているが、同一宛先、同一種別のDataに対しては、事前にアグリゲーションを実施して長いフレームを作成した後にフラグメンテーションを実施し、準固定長のフレームを切

50

り出すような制御を行うことも可能である。

【0163】

次に、本発明において規定する新規Frame Typeフィールドについて説明する。本実施の形態においては、従来のFrame Typeフィールドに対して、新規にData+ACK, Data+Commandなどの複数のフレームを相乗りさせたフレームフォーマットを規定する(図39参照)。

【0164】

これにより、複数種別のフレームをアグリゲーションし、一度に送信することが可能になる。また、複数のフレームタイプを相乗りさせる場合には、予めACKあるいはCommandのフレームの位置をA-MSDUの先頭に挿入させることとすれば、簡易にフレームを解析することが可能になる。

10

【0165】

従来の超広帯域無線システム(UWB)等では、A-MPDUが実装されていなかったが、本発明で示すように、MACヘッダ部がPLCPヘッダ部に含まれるようなPHYフレームフォーマットにおいて、A-MPDUフレームフォーマットを実現することにより、ミリ波の大容量無線通信システムにおいても、A-MSDU時と同様に効率的にデータフレームを送信することが可能になる。

【0166】

とりわけ、本発明では、各フレームに対して必要なヘッダ部とFCS部を付加することが出来、その結果、部分的にA-MPDU Subframeがフェージング、干渉、衝突などの要因によって欠落したとしても、欠落したA-MPDU Subframe以外のA-MPDU Subframeを切り分けて受信することが可能になるために、数Kbyte~数十Kbyteの長いフレームを作成した場合にも、フレーム全体を再送する必要はなく、必要に応じて部分的に選択再送することにより、再送効率を向上することが可能である。また、送達確認フレームであるACKフレームを必要としないケースにおいても、フレーム全体が欠落するのではなく、部分的にデータが欠落するだけになるので、多少のパケットエラーは強要できるが、遅延を許容できないようなストリーミング、音声などに対して非常に効率的なデータ配送が可能となる。

20

【0167】

なお、本実施の形態では、一例として無線基地局の動作について説明を行ったが、実施の形態5と同様に、無線端末局に対しても適用可能である。

30

【0168】

実施の形態7.

つづいて、実施の形態7について説明する。上述した形態1~6においては、無線端末局が無線基地局を検出する方法、および無線基地局から通知された情報に基づいて直接通信の要求元無線端末局が特定の要求先無線端末局との直接通信を行うためのデバイスディスカバリー手順、要求元無線端末局が、周囲に存在する直接通信が可能な無線端末局を検出する手順、MSDUアグリゲーション、MPDUアグリゲーションについて説明したが、本実施の形態においても、実施の形態5および6と同様に、高効率な通信を実現するために無線基地局と無線端末局の間、または、無線端末局間でやり取りされるフレームフォーマットについて説明する。

40

【0169】

なお、本実施の形態において説明するフレームフォーマットは、上述した形態1~4のいずれの無線通信システムに対しても適用可能である。また、フレームアグリゲーションを使用しない方式と、フレームアグリゲーションを使用方式(A-MSDU, A-MPDU)とをフレーム内のフィールド(情報)から識別することが可能である。そのため、端末ごと、アプリケーションごと、またはそれらの組み合わせなどによって自由に使い分けることが可能である。また、説明の便宜上フレーム内のアンテナ番号等のフィールドについての記載を省略しているが、上述した実施の形態1~4の方法(デバイスディスカバリー動作など)にも適用可能である。なお、当然のことながら、フレームフォーマットを限

50

定するものではない。また、フラグメンテーションとアグリゲーションの組み合わせ方法、TYPEフィールドのパラメータについては、上述した実施の形態5および6と同様であるため、ここでは説明を省略する。

【0170】

図40は、本実施の形態の無線基地局と各無線端末局1～3との間でやり取りされる、A-MPDUを行う際のPHYフレームフォーマットの一例を示す図である。図40に示したように、このPHYフレームは、時間同期/周波数同期/AGC、キャリア検出などを行うPLCP(Physical Layer Convergence Protocol)プリアンブル部と、PSDU(PLCP Protocol Data Unit)を復調するための情報が含まれるPLCPヘッダ(PLCP Header)部と、フレームボディ(Frame Body)部と、必要に応じて付加されるTailビットとPadビットから構成されるPSDU部と、により構成される。

10

【0171】

ここで、実施の形態6で示したPHYフレーム(図35および図36参照)との差異について説明する。本実施の形態のPHYフレームは、実施の形態6で示したPHYフレームと比較して、冗長となる部分をMACヘッダ(MAC Header)から削除し、PLCPヘッダの効率化を図っている。なお、アグリゲーションを行っていることを通知するA-MPDUビットについては、上述した実施の形態5または6で示したように、PLCPプリアンブルに拡散コードなどの識別コードとして配置してもよいし、PLCPヘッダ内に配置してもよい、さらに、MACヘッダ内に配置しても構わない。また、A-MPDUサブフレーム(A-MPDU Subframe)には、必要に応じてデータ長を予め決定しておいたbyte長でBoundaryするためのPaddingを挿入する。なお、A-MPDUの通知に関しては、MAC Headerに挿入してもよいし、実施の形態1で示したように、PLCP Header内に挿入してもよいし、PLCP Preamble部にフレーム構成を示す情報をコード化しパターン検出を行うことでフレーム構成を検出しても構わない。

20

【0172】

A-MPDUヘッダ部は、A-MPDUサブフレーム内のMPDUの情報を示すために、フレームコントロール(Frame Control)フィールド、フレームタイプ/サブタイプ(Type/SubType)フィールド、フラグメンテーションコントロール(Frg Control)フィールド、ストリームインデックス(Stream Index)フィールド、レングス(Length)フィールド、デリミタ(Delimiter)フィールド、CRCフィールド、QoSを識別するためのフィールド、などから構成される。

30

【0173】

このような構成とすることにより、各A-MPDUサブフレームはMPDUのフレーム種別を示すフレームタイプ/サブタイプフィールドを個別に有することとなり、例えばDataとBlockACK, DataとManagement Frame, DataとCommandフレーム, などのような異なるフレーム種別のフレームを多重することが可能になる。また、同一種別のフレームを扱う場合、Stream Indexフィールドと、Frg Controlフィールド内のシーケンス番号を用いることにより、例えば、ベストエフォートのデータと、VoIPのデータなど、異なるストリームレベル、またはQoSレベルのフレームを効率的に多重することが可能となる。

40

【0174】

また、複数のフレームタイプを相乗りさせる場合には、予めACKあるいはCommandのフレームの位置をA-MPDUの先頭に挿入させることとすれば、簡易にフレームを解析することが可能になる。また、複数のMPDUに対するACKを要求するためのBlock ACK要求などのフレームを相乗りさせる場合には、対応する最後のMPDUの次のA-MPDUサブフレームに割り当てたり、最終A-MPDUサブフレームに割り当てたりする。これにより、フレームの受信側は、フレーム種別ごとの順序制御を行う必要がなくなるため、簡易にフレームを解析することが可能となる。

【0175】

50

また、上述した実施の形態 5 や 6 と同様に、事前にアグリゲーションを実施して長いフレームを作成した後にフラグメンテーションを実施し、準固定長のフレームを切り出すような制御を行うことも可能である。なお、A - M P D U ヘッダに含まれる、F r a m e C o n t r o l と、F r g C o n t r o l と、S t r e a m I n d e x と、については M P D U 内の M S D U フレームの前に含まれるような構成でも構わない。また、A - M P D U ヘッダ内のフィールドの順序は本実施の形態の順序に限定するものではない。

【 0 1 7 6 】

このように、従来の超広帯域無線システム (UWB) 等では、A - M P D U が実装されていなかったが、本発明で示すように、M A C ヘッダ部が P L C P ヘッダ部に含まれるような P H Y フレームフォーマットにおいて A - M P D U フレームフォーマットを実現することにより、ミリ波の大容量無線通信システムにおいても、A - M S D U 時と同様に効率的にデータフレームを送信することが可能になる。

10

【 0 1 7 7 】

とりわけ、本発明では、各フレームに対して必要なヘッダ部と F C S 部を付加することが出来、その結果、部分的に A - M P D U S u b f r a m e がフェージング、干渉、衝突などの要因によって欠落したとしても、欠落した A - M P D U S u b f r a m e 以外の A - M P D U S u b f r a m e を切り分けて受信することが可能になるために、数 K b y t e ~ 数十 K b y t e の長いフレームを作成した場合にも、フレーム全体を再送する必要はなく、必要に応じて部分的に選択再送することにより、再送効率を向上することが可能である。また、送達確認フレームである A C K フレームを必要としないケースにおいても、フレーム全体が欠落するのではなく、部分的にデータが欠落するだけになるので、多少のケットエラーは強要できるが、遅延を許容できないようなストリーミング、音声などに対して非常に効率的なデータ配送が可能となる。

20

【 0 1 7 8 】

また、図 4 1 に示したように、P S D U に対して個別にアグリゲーションヘッダ (A g g r e g a t i o n H e a d e r) を追加することも可能である。この場合、アグリゲーションヘッダは、サブフレームの個数を示すサブフレーム数 (S u b f r a m e C o u n t) と、それぞれのサブフレーム長を示す複数個のレングスフィールド (L e n g t h S e t) と、必要に応じてデータ長を予め決めた b y t e 長で B o u n d a r y するための P a d d i n g と、から構成される。なお、このサブフレーム内のレングス (L e n g t h S e t) は、A - M P D U ヘッダ内の

30

【 0 1 7 9 】

なお、実施の形態 5 で示した図 3 1 および図 3 4 では、A - M S D U サブフレームが L e n、F r g C o n t r o l および M S D U から構成されるフレームについて示したが、フレーム先頭位置を検出するためのデリミタ、サブフレーム単位の F C S および P a d d i n g が挿入された構成としてもよい。すなわち、図 4 2 または図 4 3 に示したような構成としてもよい。この場合、回路規模を削減するためにフレームボディの F C S を省略してもよい。

40

【 0 1 8 0 】

このように、本実施の形態では、異なるフレーム種別のフレームを A - M P D U で多重化可能な P H Y フレームフォーマットを新規に定義し、新たに定義したフォーマットを使用して A - M P D U を行うこととした。これにより、従来は不可能であった複数種類のフレームをアグリゲーションして送信することが可能になる。

【 0 1 8 1 】

実施の形態 8 .

つづいて、実施の形態 8 について説明する。上述した形態 1 ~ 7 においては、無線端末局が無線基地局を検出する方法、および無線基地局から通知された情報に基づいて直接通信の要求元無線端末局が特定の要求先無線端末局との直接通信を行うためのデバイスディ

50

スカバリー手順、要求元無線端末局が、周囲に存在する直接通信が可能な無線端末局を検出する手順、MSDUアグリゲーション、MPDUアグリゲーション、について説明したが、本実施の形態では、意図しない新規無線端末局および新規無線基地局に対する接続制御方式を規定することにより、干渉となりうる無線端末局および新規無線基地局からの不用意な接続要求、Beacon等の報知信号の送信等を抑制する方法について説明する。

【0182】

図44は、本発明にかかる無線通信システムの実施の形態8の構成例を示す図である。この無線通信システムは、例えば有線ネットワークであるLANに接続された無線基地局(PNCまたはAPとよぶこともある)0と、無線基地局0のサービスエリア内に設置された無線端末局(DEVまたはSTAと呼ぶこともある)3と、新規に立ち上がった無線端末局4と、により構成される。なお、上述した実施の形態1などと同様に、無線基地局0と、無線端末局3および4の周りに配した点線で区切られたエリアは、便宜上設定した指向性ビームの方向を示すものである。そして無線基地局0は、それぞれの方向にデータ等を送信する際には、そのエリア(セクタとも呼ぶ)に示されたビーム番号(b00、b01、b02)の指向性ビームを設定することにより、所望の方向に形成された指向性ビームを使用して送信できることを示している。なお、各無線端末局3、4の周りに配した点線についても同様である。また、指向性ビームは、複数のアンテナから構成されるようなビームフォーミングのようなものでも良いし、指向性アンテナを複数持っていて、それを切り替えて使用することで、指向性ビームを作っても良い。

【0183】

ここで、本実施の形態の各通信装置(無線基地局、無線端末局)は、上述した実施の形態とは異なり、特定の方向に対してのみ指向性ビームを向けて通信ができるシステムを想定している。なお、指向性ビームの方向、角度、切り替え数などについては、本実施の形態に示したものに限定されない。図44に示した例では、無線基地局0が指向性ビーム番号b01にて送信した信号は、無線端末局3の指向性ビーム番号b32、無線端末局4の指向性ビーム番号b40にて受信できる状態を示している。

【0184】

指向性の強い無線アクセスシステムでは、通信エリア内(双方の装置が指向性ビームを向き合わせれば通信が可能なエリア内)にいるにも関わらず、無線基地局を検出することが出来ないことがある。そのため、新規に立ち上がった無線端末局4が無線基地局として動作する機能を有し、かつ既存の無線基地局を検出できない場合には、自身が新規基地局として動作し、新規ネットワークを形成してしまう問題がある。また、ランダムアクセス期間であるCAP期間(Contention Access Period)に他端末からの不用意な接続要求や、新規基地局からの報知信号送信により、既存の無線基地局と通信中の端末に対して十分な帯域を保証することができなくなる問題がある。そのため、本発明では、既存のネットワーク(ピコネットとも言う)に対して干渉となりうる無線端末局からの送信を抑制する仕組みを提供する。

【0185】

なお、本実施の形態では、無線端末局4は、新規に立ち上がった無線端末として説明を行うが、無線端末局に限定するものではなく、新規に立ち上がった無線基地局に対しても後述する制御動作を適用できる。さらに、例えば無線PAN(Personal Area Network)のようなシステムでは、無線端末局が起動し、同期する無線基地局が見つからなかった時には、自身が無線基地局として動作することもある。すなわち、無線端末局は無線基地局として動作する可能性もあるし、同様に無線基地局は無線端末局として動作することもある。

【0186】

図45は、無線端末局が無線基地局に接続する際のシーケンスの一例を示す図である。無線基地局0は、ブロードキャストまたはマルチキャストで送信する報知信号内(Beaconなど)に、参入制限情報として「参入禁止(Admission)」、「禁止時間(Duration)」、「接続可能クラス(QoS LEVEL)」、などを追加する。

【0187】

参入禁止情報は、例えば、「0：すべて許可」、「1：無線端末局（DEV）としての参入禁止」、「2：無線端末局（DEV）としての参入禁止かつ新規ネットワーク立上げ禁止」、「3：無線端末局（DEV）としての参入は禁止であるが、基地局（PNC）が見えない場合には、新規基地局（PNC）を立ち上げて良い」、「4：参入許可」などとする。なお、種別は上記に限定するものではない。また、端末毎のQoSレベルに応じて参入禁止を制御するようにしてもよい。さらに、フレーム種別毎にQoSレベルを設けるようにしてもよい。たとえば、接続クラスを、「0：すべてのフレームの送信を許可」、「1：接続要求フレームのみの送信を許可」、「2：帯域要求フレームのみの送信を許可」、「3：緊急情報のフレームの送信のみを許可」、「4：制御フレームのみの送信を許可」などとしてフレーム種別毎にQoSクラスを設け、送信可能なQoSレベルを指定する。なお、種別は上記に限定するものではないし、組み合わせた種別を設定してもよい。また、参入禁止情報、接続可能クラス情報は、個別に設定するように記載されているが、本実施の形態で示したものに限定するものではなく、組み合わせて使用するようにしてもよい。

10

【0188】

また、禁止時間は、例えば、次の参入許可までの時間期間を示すために用いる。禁止期間は、報知信号送信時間単位（Superframe Period単位、Beacon Period単位とも言う）で指定しても良いし、実時間単位で指定しても良い。なお、禁止期間を常に最大値とすることにより、恒久的に禁止期間を設定することが可能である。また、禁止時間については、待機時間と最長待ち時間を使用して設定することも可能である。その場合には、待機時間は、例えば次に報知信号（Beacon）を確認すべき時刻を、現在のSuperframe長単位にて指定する。ただし、Superframe長がSuperframe毎に変更される場合には、チェックすべき時刻が待機Superframe数で示す値とは限らない。最長待ち時間は、現時点から示された時間後に無線端末局が接続要求を行うことが許されることを示す。上述した禁止時間と同様に、新規無線端末局は、参入制限が解除されるまで待たなければならない。なお、Superframe長単位ではなく、実時間（msec、μsecなど）で通知することも可能である。

20

【0189】

以下に、本実施の形態の動作を図45に基づいて説明する。縦軸は時間軸を示しており、横軸は、フレームの送受信またはプリミティブの送受信を示している。

30

【0190】

まず、新規無線端末局4（DEV-4）は、無線基地局0（PNC）および無線端末局3（DEV-3）のいずれにも接続していない状態である。また、無線端末局4は、どの無線基地局に対しても接続および同期していない状態であるものとする。

【0191】

図45に示した例では、新規無線端末局4は、起動すると、まずDME（Device Management Entity）サブレイヤから、MAC/MLMEに対して、アソシエイト（ASSOCIATE）実施要求であるMLME-ASSOCIATE.reqプリミティブを発行する（ステップS81）。要求プリミティブを受け取ったMAC/MLMEは、予め規定されている時間だけチャネルをスキャンし、報知信号（Beacon）を受信する。なお、具体的な起動時のScanシーケンスについては特に規定しないが、たとえば実施の形態1で説明した図12に記載の手順を用いる。図45では、無線端末局4が無線基地局0から報知信号（Beacon）を受信する様子を示しており（ステップS82）、詳細には、「参入禁止（Admission）= 2：無線端末局（DEV）としての参入禁止かつ新規ネットワーク立上げ禁止」と、「禁止期間 = 0xFFFF（最大値）」と、「接続クラス = 3：緊急情報のフレームの送信のみを許可」と、を示す報知信号を受信する様子を示している。

40

【0192】

次に、無線基地局から報知信号を受信した無線端末局4のMAC/MLMEは、上記ステップS81で受信したMLME-ASSOCIATE.reqに対する応答として、MLME-ASSOCIATE.cfmプリミティブをDMEに対して発行する（ステップ

50

S 8 3)。この例では、MLME - ASSOCIATE . c f mには、「Reason Code = 9 (接続不可、基地局としての起動不可)」、「Result Code = COMPLETE (R e q プリミティブを正常に処理完了)」、などが含まれており、接続可能な無線基地局が存在しなかったことを通知する。この場合、無線端末局 4 は、該当するチャンネルにおいて、新規無線端末局としても、新規無線基地局としても動作を行わない。

【 0 1 9 3 】

なお、本実施の形態では、1つの無線基地局 0 に対するスキャン結果を、MLME - ASSOCIATE . c f m プリミティブにて通知しているが、複数の無線基地局を発見した(複数の基地局から報知信号を受信した)場合には、そのパラメータセットを通知する。また、複数の無線基地局を発見し、その中に接続可能な無線基地局が存在する場合には、該当する無線基地局に対して ASSOCIATION を実行し、処理が終了後、実行完了結果を MLME - ASSOCIATE . c f m として通知する。なお、ASSOCIATION 動作の詳細については後述する。

10

【 0 1 9 4 】

接続可能な無線基地局が発見できなかった場合、MLME - ASSOCIATE . c f m を受信した無線端末局 4 の DME は、スキャン/デバイスディスカバリーの状態まで戻る(ステップ S 8 4)。DME は、必要に応じて、上位レイヤに対して S c a n 結果を通知し、装置のユーザーに対して、接続可能な無線基地局が検出されなかったことと、無線基地局として立ち上がることが禁止されていることを通知する。さらに、一定時間経過後、図 1 2 に示した起動時の S c a n シーケンスを実施するようにしてもよい。

20

【 0 1 9 5 】

なお、本実施の形態では、接続期間を最大値とし、恒久的に参入禁止状態となっている様子を示しているが、先に説明したように、周期的に参入許可を行う場合には、次の「禁止解除」までの時間期間を通知する。

【 0 1 9 6 】

また、図 4 5 では ASSOCIATE プリミティブを用いたが、図 4 6 に示した様にスキャン/Device Discovery 時に接続制御を実行するようにしてもよい。この場合、無線端末局 4 (DEV-4) の DME からの MLME - S c a n . r e q (ステップ S 8 1 a) に対して、MLME - S c a n . c f m (ステップ S 8 3 a) にて応答することにより、接続制御を実施する。

30

【 0 1 9 7 】

ところで、IEEE 8 0 2 . 1 5 で規定されている MLME - S c a n . r e q / c f m は、要求された時間/チャンネル/アンテナ(指向性ビーム番号、セクタ)に対して、PNID (またはBSID)を検索するものであり、基本的に無線基地局がブロードキャストまたはマルチキャストで送信する報知信号(Beaconなど)を受信するものであった。そのため、たとえば図 4 7 に示した状態(無線端末 4 の指向性ビームが無線基地局 0 の方向に向いていない状態)の場合、新規無線端末局 4 が無線基地局 0 からの報知信号を受信できなければ、たとえ新規無線端末局 4 が無線基地局 0 に接続している無線端末局 3 からのフレームを受信できる場合であっても、無線基地局 0 が新規無線端末局 4 に対して接続制御を行うことはできない。

40

【 0 1 9 8 】

このような問題を解決するため、本発明では、新規に規定した MLME - ALL - S c a n . r e q / c f m を使用して接続制御を行う。具体的には、すべてのフレームに対して S c a n を実行し、候補となる PNID (またはBSID)を検索することによって、新規無線端末局 4 の接続制御と、新規ネットワーク立上げに対する制御を実現する。

【 0 1 9 9 】

以下に、図 4 8 に基づいて、新たに規定した MLME - ALL - S c a n . r e q / c f m を使用した場合の接続制御動作を説明する。縦軸は時間軸を示しており、横軸は、フレームの送受信あるいは、プリミティブの送受信を示している。

【 0 2 0 0 】

50

まず、新規無線端末局4 (DEV - 4に相当)は、無線基地局0 (PNCに相当)および無線端末局3 (DEV - 3に相当)のいずれにも接続していない状態である。また、無線端末局4は、どの無線基地局に対しても接続および同期していない状態であるものとする。

【0201】

新規無線端末局4は、起動すると、まずDMEサブレイヤから、MAC/MLMEに対して、Scan実施要求であるMLME-ALL-Scan.reqプリミティブを発行する(ステップS81b)。要求プリミティブを受け取ったMAC/MLMEは、予め規定されている時間だけチャンネルをスキャンし、報知信号を受信する。なお、具体的な起動時のScanシーケンスについては特に規定しないが、たとえば実施の形態1で説明した図12に記載の手順を用いる。図48では、無線端末局4が無線端末局3からPNC向けのデータフレーム(無線端末局4向けではないデータフレーム)を受信する様子を示しており(ステップS85)、詳細には、無線基地局0が形成するネットワーク識別子であるPNIDが含まれているデータフレームを受信する様子を示している。

10

【0202】

次に、無線端末局3から、PNIDを含むデータフレームを受信した無線端末局4のMAC/MLMEは、上記ステップS81bで受信したMLME-ALL-Scan.reqに対する応答として、MLME-ALL-Scan.cfmプリミティブをDMEに対して発行する(ステップS83b)。

【0203】

この例では、MLME-ALL-Scan.cfmには、スキャンプロセスの間に見つかったピコネットの個数を示す「NumberOfPiconets」と、見つかったピコネットの情報セットである「PiconetDescriptionSet」と、直接PNCからのフレームは受信できなかったが無線端末局からのフレームを受信したことによりピコネットの可能性のあるPNIDに対する情報セットである「PotentialPiconetsDescriptionSet」と、スキャンした周波数チャンネル情報である「NumberOfChannels」と、検出されたチャンネルに対する推奨度を示す「ChannelRatingList」と、上記ステップS81bでMLMEから受信した要求プリミティブに対する「ResultCode」と、が含まれている。なお、複数の無線端末局から、同一のPNID(BSID)、チャンネルナンバーなどの情報を受信した場合には、受信電力等の伝送路情報を元に、より信頼性の高い情報を選択する。

20

30

【0204】

以上の動作を行うことにより、新規無線端末局4は、他の無線端末局経由で受け取ったPNIDから無線基地局0が存在することを把握する。そして、無線端末局4は、本チャンネルでの動作を諦めて、上記「PiconetDescriptionSet」にて通知された他のチャンネルで動作する無線基地局に接続する動作、または、他の空きチャンネルで、自身が無線基地局として立ち上がる動作を行う。

【0205】

つづいて、上述のMLME-ALL-Scan.req/cfmを使用した手順とは異なる手順を使用した新規無線端末局4の接続動作例について説明する。この例では、接続制御を行っている無線基地局0に登録された無線端末局3が送信するフレーム内にも「参入禁止(Admission)」と、「禁止時間(Duration)」と、「接続可能クラス(QoS Level)」と、を追加する。なお、複数台の無線端末局が接続している場合には、すべての無線端末局が同様のフレームを送信する。さらに、無線基地局0が送信するブロードキャスト、マルチキャストで送信する報知信号以外のフレーム内にも、上記フィールドを追加する。

40

【0206】

以下に、接続制御動作を図49に基づいて説明する。縦軸は時間軸を示しており、横軸は、フレームの送受信あるいは、プリミティブの送受信を示している。なお、無線端末局3(DEV-3)は、無線基地局0(PNC)に接続されていない状態から動作を行うものとする。また、無線端末局4(DEV-4)は、無線端末局3の無線基地局0への接続

50

制御が終了後に動作を開始する（立ち上がる）ものとして説明を行う。また、プリミティブの発行など、上述の図45に基づいた説明と重複する部分については同一のステップ番号を付して説明を省略する。

【0207】

まず、無線端末局3が無線基地局0に接続する際の動作について説明する。無線端末局3は、チャンネルスキャン時間（SyncTimeout）に無線基地局0からの報知信号を受信し、その内容が参入可能（ここでは、「Admission=Yes、Duration=0x0000」であり参入可能状態を示す）を示している（ステップS82）、次に接続要求/認証用のタイマー（AssocTimeout）を設定し、接続処理を実施する。具体的には、無線端末局3が、AssociationRequestCommandフレームを送信し（ステップS86）、無線基地局0が肯定メッセージを含むAssociationResponseCommandフレームを返送し（ステップS87）、デバイスアドレス等の設定を行う。さらに、アソシエーションの結果を、MLME-ASSOCIATE.cfmにてDMEに通知する（ステップS84）ことにより、無線端末局3は無線基地局0とアソシエーションされた状態となる。同様に、無線基地局0も、無線端末局3からのAssociationRequestCommandフレームに対するImm-Ack（確認フレーム）の送信が完了すると（ステップS88、S89）、MLME-ASSOCIATE.indのプリミティブをDMEへ発行し（ステップS90）、無線端末局3とアソシエーションされた状態となる。

【0208】

無線端末局3とアソシエーションされると、無線基地局0は、以降の報知信号（Beacon）内に、無線端末局3がアソシエートされたことを示す情報を挿入し、配下の無線端末局に対して送信する（ステップS91）。また、無線基地局0は、これ以上の無線端末局を収容できない（無線端末局の収容数が上限に達した）と判断した場合、上述した様に（図45、図46参照）、「参入禁止」および、「禁止期間」などの情報を含む報知信号を送信し、新規無線端末局の接続を抑制する。

【0209】

上記ステップS91で無線基地局0から送信された報知信号を受信した無線端末局3は、これ以降のデータフレーム送信動作では、当該受診報知信号に含まれている「参入禁止」、「禁止期間」などの接続制御の情報を自身の送信するフレームに含めて送信する（ステップS92-1、S92-2）。

【0210】

このように、図49に示した接続制御では、アソシエーションが完了した無線端末局は、無線基地局から通知される接続制御情報を複製して、自身が送信するフレームに埋め込んで送信する。これにより、例えば、新規無線端末局4が、無線基地局0からの報知信号は受信できないが、無線基地局0に接続している無線端末局3からのフレームを受信できる場合に、無線端末局4が不用意な接続要求を行うことを抑制することが可能になる。さらに、接続制御情報によっては、新規無線基地局として動作することを抑制することが可能になり、干渉となりうる無線基地局が新たに立ち上がることを抑制することが可能になる。

【0211】

なお、図49に示した接続制御では、無線基地局0と無線端末局3（無線基地局0との間でアソシエーションが完了している無線端末局）が、参入禁止の接続制御を行うことによって、新規無線端末局の接続要求および新規無線基地局の動作を抑制する方法について説明した。しかしながら、このような制御を行ったにもかかわらず、不幸にも他無線端末局または他無線基地局からの干渉を受信してしまう場合、当該無線基地局0は、現在使用しているチャンネルを変更するような制御を組み合わせてもよい。この場合、無線端末局/無線基地局は、MLME-SCAN.req/cfmシーケンスを通じて、空きチャンネルを把握しているため、その情報を用いてチャンネル変更を行えばよい。また、無線基地局に接続中の無線端末局に対して変更予定のチャンネルを事前通知することで、シーケンスを簡

略化することも可能である。

【0212】

図49のシーケンスに対して現在使用中のチャンネルを変更する制御を組み合わせる場合、無線基地局は、保持している空きチャンネルテーブルに基づいて移行先候補のチャンネルを再スキャンし、チャンネルが未使用あるいは、Channel Ratingが高ければ移行を行うようにする。なお、チャンネルを移行した際に、接続していた無線端末局が無線基地局に対して周波数/時間同期が出来ないのであれば、必要に応じて、Scanを使用しないPHYレベルの接続(Sync)シーケンスを実施することも可能である。

【0213】

加えて、自端末の通信状況が悪いと判断した場合、無線端末局または無線基地局が自動的にScanを実施する。たとえば、無線基地局は、PNID毎に一番強い受信電力値を示すRSSI値を保持しておき、他端末からの干渉を受けた場合、上述したシーケンスに従った手順を実行して使用チャンネルを変更する。また、他端末を発見した無線端末局は、接続している無線基地局に対して干渉となる(干渉を受けている)無線基地局/干渉無線端末局の存在を通知し、無線基地局が必要に応じて上述したシーケンスに従った手順を実行して使用チャンネルを変更する。

10

【0214】

さらに、無線端末局が立ち上がった際にScanを実行した結果、複数の無線基地局を発見した場合、例えば、参入可能である無線基地局に対して、干渉となりうることを通知して使用チャンネルの変更を促し、その後、本来接続したい無線基地局に対して接続要求を行う。

20

【0215】

なお、参入制限情報は、例えば、参入制限IE(Information Element)として、図50に示したIEを規定し、上述した報知信号(Beacon)、AssociationなどのCommandフレームを含む、すべてのフレームに挿入することも可能である。その場合には、フレームを受信した無線端末局あるいは無線基地局は、当該IEのElement IDが含まれるかどうかを解析し、参入制限IEが含まれる場合には本実施の形態に示すように動作し、含まれない場合には、参入制限情報がなく、参入可能な状態として動作することが可能である。また、参入制限情報は、PLCPヘッダ内に挿入してもよいし、MACヘッダ内に挿入してもよいし、またフレームボディ内に挿入することも可能である。

30

【0216】

また、無線端末局あるいは無線基地局の性能によっては、参入制限IEを解釈できる無線局が混在する場合がある。その場合には、例えば図51に示したような、ベンダ独自の拡張を許容する、ベンダ独自拡張IEを予め必須機能として規定し、参入制限情報を通知することも可能である。その場合、IEは、Element IDと、Lengthと、Typeと、Vendor OUI(Organizational Unique Identifier)と、Vendor Specific Informationと、などから構成される。なお、Typeフィールドには、無線基地局との調停の要否や、対応必須かどうかを示す情報などを挿入し、例えば、「0:対応必須であり、対応できない場合には参入不可」、「1:対応必須であり、対応できない場合には参入不可、かつ同一周波数での無線基地局の立上げ不可」、「2:アソシエーション後に調停し、調停の可否で参入を制限する(例えば、強制的にDisassociationを行う)」、「3:アソシエーション後に調停するが、調停内容はInformativeなものとして扱う」、などを記す。その後のVendor OUIにて、参入制限を通知し、Vendor Specific informationにて、参入制限情報を通知することも可能である。

40

【0217】

こうすることによって、例えば、Typeフィールドが「0」を示し、さらにVendor OUIにて、参入制限を示した場合には、参入制限の内容を理解できなかった場合には、必ず参入することが出来ないことを示しているため、すべての無線端末局あるいは無線基地局に対して参入制限を行うことが可能となる。なお、Vendor OUIおよび、Vendor Specific Informationについては、本実施の形態に限らず、先の実施の形態で示したデバイスデ

50

イスカバリーや、認証や、使用する変調方式（例えば、シングルキャリア、マルチキャリア、あるいは、シングルキャリアとマルチキャリアの共存方式、など）の通知、などにも使用することが可能である。なお、Typeフィールドの設定は、本実施の形態で示した限りではない。

【0218】

また、本実施の形態では、新規IEのTypeフィールドを用いて調停の要否や、参入制限に関する情報を通知したが、既存のIEの中にあるReserved Bitsあるいは、既存のIEのフィールドの拡張などを用いて実現することも可能である。その際には、例えばCTAStatusIEや、CapabilityIEや、DEV AssociationIEやなどのReserved Bitsを割り当てても良いし、既存のIEのLengthを拡張して挿入しても良い。

10

【0219】

さらには、新規無線端末局がAssociation要求時に、参入条件に対する調停の必要の可否を無線基地局に通知し、その結果、例えば、調停が必要な場合に対しては、無線基地局は調停自体を行わず、Associationを拒否することも可能であるし、調停を行う場合には、調停が成立しない場合には、無線基地局は新規無線端末を強制的にDiassociationする。その際、新規無線端末局は調停が終了するまで、自発的なDiassociation要求と無線基地局からのフレームに対する応答以外の送信を禁止することによって、調停中の新規無線端末局からの不用意なフレームの送信を抑制することが可能になる。また、無線基地局は調停が完了するまで新規無線端末の情報を報知信号内で、接続済みの他無線端末局に対して通知しないものとするれば、接続済みの他無線端末局から、新規無線端末局に対するフレームの送信も禁止することが可能である。

20

【0220】

また、本実施の形態に限らず、上述した実施の形態1から7においても、各端末が把握するSuperframeの基準タイミングは、先頭のBeacon#0及び先頭のBeacon#0から端末が受信するいずれかのBeaconまでのオフセット時間に基づいても良いし、端末が受信したいずれかのビーコンのタイミングを基準にしても良い。すなわち、基地局が生成するSuperframe毎の先頭タイミングを端末が把握してもしなくても、Superframeの周期と端末が受信するいずれかのBeacon以降のSuperframe構成情報を端末が認識できれば良い。オフセット時間を用いる場合には、例えばそれぞれのBeacon内でオフセット情報を時間、シンボル数またはビーム数等により基地局が報知する。

30

【0221】

このように、本実施の形態では、無線基地局または無線端末局が送信するフレーム内に、参入制限情報として、「参入禁止」、「禁止時間」、「接続可能クラス」、などの新規参入を制御するための情報を含めることとした。また、無線基地局とアソシエーション済みの無線端末局は、無線基地局から受け取った新規参入を制御するための情報をフレームに含めて送信することとした。また、新規無線端末局に対する参入抑制の制御を行ったにもかかわらず、干渉を受ける場合には、使用チャネルを変更することとした。これにより、干渉となりうる新規無線端末局からの不用意な接続要求と、干渉となりうる無線基地局が新たに立ち上がることを抑制しつつ、必要に応じて他の無線チャネルに移動するまたは移動させることができ、指向性の強い無線アクセスシステムにおける問題を解決することができる。

40

【0222】

実施の形態9.

つづいて、実施の形態9について説明する。上述した形態1～8においては、無線端末局が無線基地局を検出する方法、および無線基地局から通知された情報に基づいて直接通信の要求元無線端末局が特定の要求先無線端末局との直接通信を行うためのデバイスディスカバリー手順、要求元無線端末局が、周囲に存在する直接通信が可能な無線端末局を検出する手順、MSDUアグリゲーション、MPDUアグリゲーション、新規無線端末局に対する接続制御について説明したが、本実施の形態においては、無線基地局/無線端末局

50

が指向性ビーム (Directionalとも呼ぶ) だけではなく、無指向性ビーム (Omniとも呼ぶ) を用いたデバイスディスカバリー手順について説明する。なお、本実施の形態において説明するフレームフォーマットは、上述した形態 1 ~ 8 のいずれの無線通信システムに対しても適用可能である。

【0223】

図52は、本発明にかかる無線通信システムの実施の形態9の構成例を示す図である。この無線通信システムは、無線基地局 (PNCまたはAPとよぶこともある) 0と、無線基地局0のサービスエリア内に設置された無線端末局 (DEVまたはSTAと呼ぶこともある) 1および2と、により構成される。なお、上述した実施の形態1などとは異なり、無線基地局0は指向性ビームに加えて、無指向性ビームを使用した通信が可能である。なお、無指向性ビームは、複数の指向性アンテナあるいは指向性ビームを組み合わせた構成でも良いし、物理的に無指向性アンテナを、指向性ビーム作成用のアンテナとは別に具備しても構わない。また、上述した実施の形態1などと同様に、無線基地局0と、無線端末局1および2の周りに配した点線で区切られたエリアは、便宜上設定した指向性ビームの方向を示すものである。

10

【0224】

ここで、送信電力が同一の場合、無指向性ビームを使用した送信は、指向性ビームを使用した送信よりも送信距離 (信号到達距離) が短くなることが知られている。そのため、本実施の形態の無線基地局0は、たとえば、無指向性ビームにて送信する場合には、指向性ビームで送信する場合と比較して伝送速度を落として所要S/Nを下げ、さらに、使用帯域幅を狭めることによって、送信電力密度を向上させ、アンテナゲインの差を補うものとする。すなわち、指向性ビームで送信したフレーム到達範囲と無指向性ビームで送信したフレームの到達範囲は同等なものとして以降の説明を行う。なお、無指向性ビームにて送信した場合には、指向性ビームと比較して、変調方式 (変調多値数) および帯域幅の少なくとも一方が非常に小さい値になっているため、同一のフレームを送信した場合に必要な送信時間は非常に大きくなる。

20

【0225】

また、図53は、実施の形態9の無線基地局の回路構成例を示す図である。この無線基地局は、実施の形態1の無線基地局 (図2参照) のビーム制御部50に代えてビーム制御部50aを備え、さらに無指向性アンテナ部70が追加された構成をとる。その他の部分については実施の形態1の無線基地局と同様であるため、その説明を省略する。

30

【0226】

この無線基地局のMAC制御部30は、無指向性ビームを送信する場合、インタフェース部10から受け取ったデータに対して、変調方式および帯域幅、またはその両方を制御するための制御信号を付加してから変復調部40へ渡す。これにより、無線基地局0は、フレーム送信毎に、指向性ビームと無指向性ビームの送受信制御を行うことができる。ビーム制御部50aは変復調部40を介して受け取ったデータに付加された情報 (変調方式および帯域幅、またはその両方を制御するための制御信号、など) に基づいて指向性アンテナ部60および無指向性アンテナ部70の制御を行う。無指向性アンテナ部70は、無指向性ビームを送信する際に使用され、ビーム制御部50aにより制御される。

40

【0227】

なお、指向性ビームおよび無指向性ビームを送信するための回路構成は、図53に示したものに限定されない。たとえば、無指向性アンテナと指向性アンテナを物理的に独立させた構成とするのではなく、複数の指向性アンテナまたは指向性ビームを組み合わせて無指向性ビームを形成するようにしてもよい。また、使用する伝送方式は、シングルキャリアによるものでもよいし、OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)、OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) のようなマルチキャリアによるものでもよい、さらに、コード拡散を行っても構わない、また、周波数軸上に複数のシングルキャリアまたはマルチキャリアを並列に用いたマルチバンド方式でもよいし、MIMOのような空間多重を用いても構わない。また、シングルキャリアとマ

50

ルチキャリアを無指向性ビーム使用時と、無指向性ビーム使用時で使い分けることも可能である。すなわち、本実施の形態での説明が変復調方式を限定するものではない。

【0228】

本実施の形態のデバイスディスカバリー動作を図面に基づいて説明する。以下、無指向性ビームを使用して行うデバイスディスカバリーおよび指向性ビームを使用して行うデバイスディスカバリーを順に説明する。なお、無線基地局と各端末局との位置関係は図52に示した状態にあるものとして説明を行う。

【0229】

図54は、無指向性ビームを使用してデバイスディスカバリーを行う場合のシーケンス例を示す図であり、無線基地局0と無線端末2の動作例を示している。図54に示したように、このデバイスディスカバリー動作では、無線基地局0が、無指向性ビームを用いて、定期的に報知信号(Beacon)を送信する。一方、無線端末局2は、先の実施の形態1で説明した無線端末局と同様に、指向性ビーム番号を適宜切り替えながら無線基地局0からの報知信号をスキャンする。図52で示したように、無線端末局2は、ビーム番号がb22の指向性ビームを使用して無線基地局0と通信が可能であるので、番号がb22の指向性ビームに切り替えた際に、無線基地局0より報知信号を受信する。報知信号を受信すると、無線端末局2は、無線基地局0との通信で使用するビーム番号(この例ではb22)を把握する。無線端末局2は、無線基地局0との通信で使用するビーム番号を把握すると、そのビーム番号の情報を情報記憶部20に記憶する。

【0230】

そして、無線端末局2は、報知信号に含まれるスーパーフレーム(Superframe)構成情報から、ランダムアクセス期間であるCAP(Contention Access Period)と、帯域予約期間であるCTAP(Channel Time Allocation Period)などのスーパーフレーム構成を把握する。なお、CTAPは、主に無線基地局0によるネットワークの管理を行うMCTA(Management CTA)と、主に無線基地局0によるデータ通信に用いられるCTAを持つ構成でも良い。図55は、スーパーフレームの構成例を示す図である。

【0231】

無線端末局2は、CAP期間に接続要求(Probe要求、Association要求、Authentication要求、などとも呼ぶ)フレームを無線基地局0に対して送信する。ここで、無線基地局0が無指向性ビームにて受信を行っているのであれば、無線基地局0は、無指向性ビームを用いて、無線端末局2からの接続要求を受信する。

【0232】

なお、この時点では、無線基地局0は、無線端末局2の存在を認識することが出来るが、無線端末局2に対して使用可能な指向性ビーム番号(無線端末局2との通信で使用する指向性ビームの番号)については、決まっていない。そのため、無線基地局0は、無線端末局2と高速通信を行うための指向性ビーム番号を決定する必要がある。以下、図56に基づいて、無線基地局0が指向性ビーム番号を特定する動作について説明する。図56は、無線基地局が指向性ビーム番号を特定する場合のシーケンス例を示す図である。

【0233】

図56に示したように、無線基地局0は、無線端末局2からの接続要求を受信後、最初に送信する報知信号を使用して、無線端末局2からの接続要求を受け取ったことを報知(無線端末局2へ通知)しつつCTAP期間のMCTA/CTA(ここでは、MCTA#1)でデバイスディスカバリーを行うように(DDパケットを送信するように)指示を行う。また、この報知信号送信では、自身の指向性ビーム番号数に応じて決定した送信回数および送信タイミングを無線端末局2へ通知する。報知信号を受信した無線端末局2は、それに含まれる情報が示すMCTA/CTA(ここでは、MCTA#1)期間に、先の実施の形態1のデバイスディスカバリー手順(図18など参照)と同様に、DDパケット(DDフレーム)を連続して送信する。一方で、無線基地局0は、デバイスディスカバリーの実行指示で指定したMCTA/CTA(ここでは、MCTA#1)期間で、指向性ビーム番号をb00、b01、...、b05と切り替えて無線端末局2からのDDパケット受信を

10

20

30

40

50

試みる。この例では、無線基地局 0 は、指向性ビーム番号 b 0 2 にて、無線端末局 2 からのフレームを受信する。さらに、無線基地局 0 は、受信した指向性ビーム番号 b 0 2 を実施の形態 1 のデバイスディスカバリー動作時と同様に、情報記憶部 2 0 に保存する。以上の動作を実行することにより、無線基地局 0 は無線端末局 2 に対して使用する指向性ビーム（番号）を特定できる。以降、無線基地局 0 は、番号が b 0 2 の指向性ビームを選択して通信を行うことで、無線端末局 2 との間で高速データ通信が可能となる。指向性ビームを特定した後の各装置の動作は、上述した実施の形態 1 と同様である。

【 0 2 3 4 】

なお、無線基地局 0 が、無線端末局 2 からの接続要求フレームを指向性ビームで受信することも可能である。以下、指向性ビームを使用して行うデバイスディスカバリーについて説明する。

10

【 0 2 3 5 】

無線端末局 2 からの接続要求フレームを指向性ビームで受信する場合のデバイスディスカバリーでは、無線基地局 0 は、たとえば、スーパーフレーム毎に C A P で使用する指向性ビームを切り替えながら接続要求フレームの受信動作を行う、または、1 つの C A P 内で指向性ビームを切り替えながら受信動作を行う。これにより、無線基地局 0 は、D D パケットを用いたデバイスディスカバリーを実施しなくても無線端末局 2 との通信で使用する指向性ビーム（番号）を認識することが可能となる。一例として、スーパーフレーム毎に C A P で使用する指向性ビームを切り替えながら接続要求フレームの受信動作を行う場合のシーケンスを図 5 7 に示す。

20

【 0 2 3 6 】

図 5 7 に示したシーケンスでは、無線基地局 0 が C A P ごとに使用する指向性ビーム番号を b 0 0、b 0 1、b 0 2、... と切り替える。そのため、無線端末局 2 が S u p e r f r a m e n や S u p e r f r a m e n + 1 で接続要求フレームを送信しても、無線基地局 0 が選択する指向性ビーム（番号）が異なるため、接続要求フレームが受信できない。しかし、次の S u p e r f r a m e n + 2 では、無線基地局 0 が番号 b 0 2 の指向性ビームを選択し、無線端末局 2 からの接続要求フレームを受信する。そして、正常に接続要求フレームを受信したことを次の B e a c o n 送信で無線端末局 2 へ通知している。

【 0 2 3 7 】

このように、C A P で使用する指向性ビームを無線基地局 0 側で切り替えながら受信動作を行うことにより、無線端末側が複数回接続要求フレームを送信する必要があるものの、M C T A を用いてデバイスディスカバリーを行う必要がなくなる。また、無線基地局 0 は、指向性ビームを用いてフレームを受信することにより、無指向性ビームを用いて受信するよりも、周辺からの干渉を受けずに済む利点がある。

30

【 0 2 3 8 】

以上の図 5 6 や図 5 7 に示した制御を行うことにより、無線基地局が無指向性ビームと指向性ビームを具備し、一方で無線端末局が指向性ビームのみを具備する場合においても、効率的にデバイスディスカバリーを実行することが可能となる。

【 0 2 3 9 】

また、上記説明では、無線基地局のみが指向性ビームと無指向性ビームを使用することとしたが、無線端末局も無指向性ビームと指向性ビームの両方を使用する構成としてもよい。その場合には、無線端末局が送信する A C K フレーム、C T S / R T S のようなコントロールフレーム（コマンドフレームとも呼ぶ）や、接続要求フレームなどのマネジメントフレーム（管理フレームとも呼ぶ）を無指向性ビームで送信し、周囲に無線端末局の存在を通知するように使用することも可能である。さらに、実施の形態 1 で示したように、フレーム内に指向性ビーム番号等を埋め込むことによって、効率的なデバイスディスカバリーが実現できる。

40

【 0 2 4 0 】

また、無線端末局同士のデバイスディスカバリーを実行する際には、無線基地局から割り当てられた M C T A / C T A を使用することができる。一例を示すと、図 5 8 に示した

50

ように、まず、無指向性ビームを使用して無線端末局 1 から送信された DD フレーム (DD パケット) を無線端末局 2 が指向性ビーム (番号) を切り替えながら受信することにより、無線端末局 2 は、無線端末局 1 との通信で使用する指向性ビーム番号 (b 2 2) を特定する。つぎに、無線端末局 2 から無指向性ビームを使用して送信された DD パケットを無線端末局 1 が指向性ビーム (番号) を切り替えながら受信することにより、無線端末局 1 は、無線端末局 2 との通信で使用する指向性ビームの番号 (b 1 3) を特定する。ただし、ここで使用する DD フレームは、送信側の指向性ビーム番号情報を含まない。または、送信側が無指向性アンテナを使用していることを示す情報を含む。

【 0 2 4 1 】

なお、図 5 8 の例には、MCTA / CTA # 2 の期間において、無線端末局 2 が無指向性ビームを用いて送信した DD パケットを無線端末局 1 が指向性ビーム (番号) を切り替えながら受信し、無線端末局 1 が使用する指向性ビームの番号 (b 1 3) を特定するシーケンスが示されているが、無線端末局 2 が使用する指向性ビームの番号 (b 2 2) は、既に MCTA / CTA # 1 の期間で特定されているので、無指向性ビームではなく、特定した指向性ビーム (番号が b 2 2 の指向性ビーム) を使用して DD パケットを送信するようにしてもよい。上述したように、指向性ビームを使用した場合、無指向性ビームを使用した場合よりも伝送速度が速いため、デバイスディスカバリーに要する時間が短くなる効果が期待できる。指向性ビーム (番号) の特定動作が終了した後の処理は上述した実施の形態 1 と同様である (図 1 5 など参照) 。

【 0 2 4 2 】

以上のように、本実施の形態で示した無指向性ビームを使用したデバイスディスカバリーは、無線基地局と無線端末局の間だけではなく、無線端末局間に対しても適用できる。

【 0 2 4 3 】

このように、本実施の形態のデバイスディスカバリー動作では、データ通信等に使用する指向性ビームを相手側が特定するための信号 (報知信号 , DD パケット) を無指向性ビームで送信することとした。これにより、報知信号や DD パケットの送信側は指向性ビームを切り替えながら送信する必要がなくなり処理が単純になる。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 2 4 4 】

以上のように、本発明にかかる無線端末局は、指向性を有するビームを使用した無線通信に有用であり、特に、ミリ波帯を使用した無線通信に使用する指向性アンテナ (指向性ビーム) の制御に適している。

【 符号の説明 】

【 0 2 4 5 】

- 0 無線基地局
- 1、2、3、4 無線端末局
- 10 インタフェース部
- 20 情報記憶部
- 30 MAC 制御部
- 31 スケジューラー
- 32 フレーム解析部
- 33 再送制御部
- 34 データ加工部
- 40 変復調部
- 41 送信部
- 42 受信部
- 43 品質測定部
- 50、50a ビーム制御部
- 60 アンテナ (アンテナ部)
- 70 無指向性アンテナ部

10

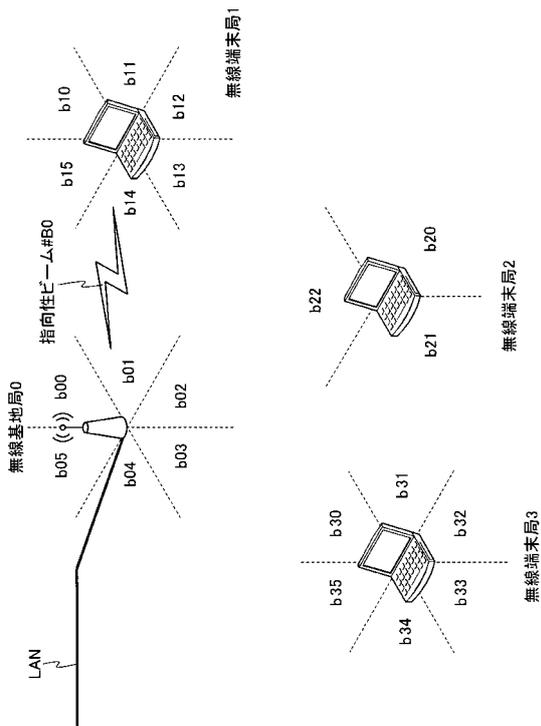
20

30

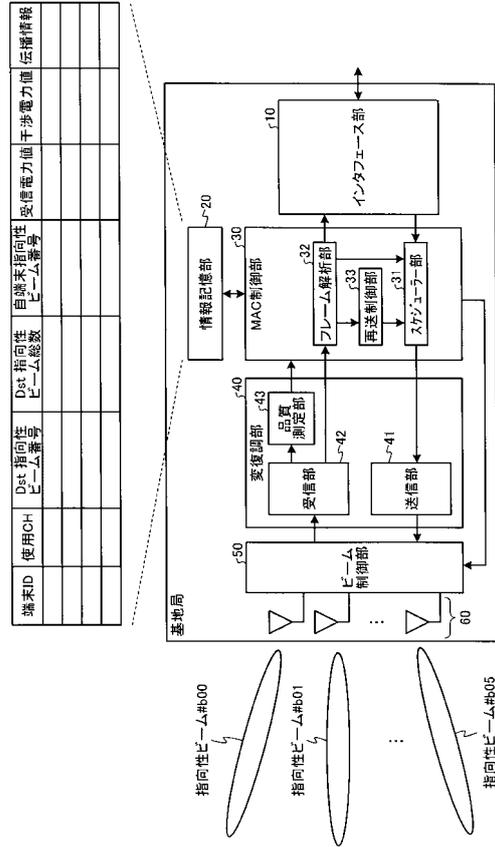
40

50

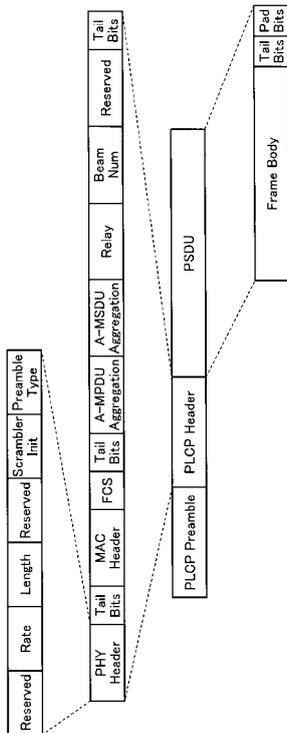
【図1】



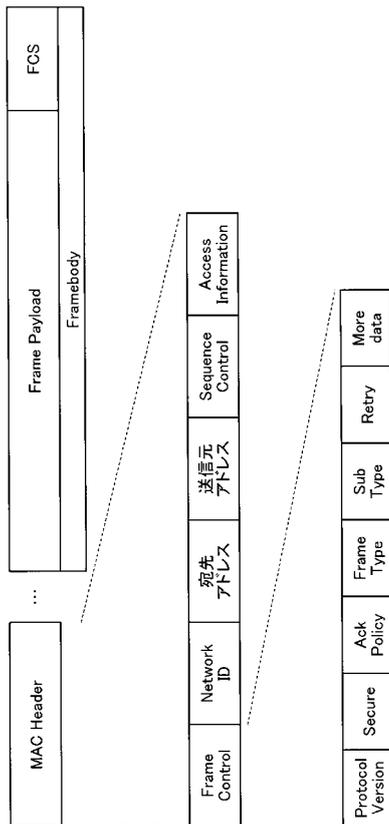
【図2】



【図3】



【図4】



【 図 5 】



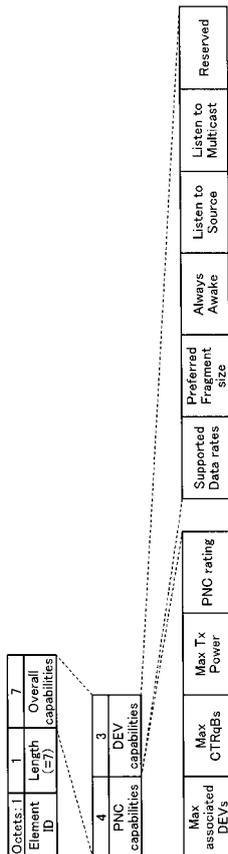
【 図 6 】

Element ID	Current Beam Number	Total Beam Number	Support Range	Beam Range	Switching Time	Device Discovery Support	Direct Transmission Support
------------	---------------------	-------------------	---------------	------------	----------------	--------------------------	-----------------------------

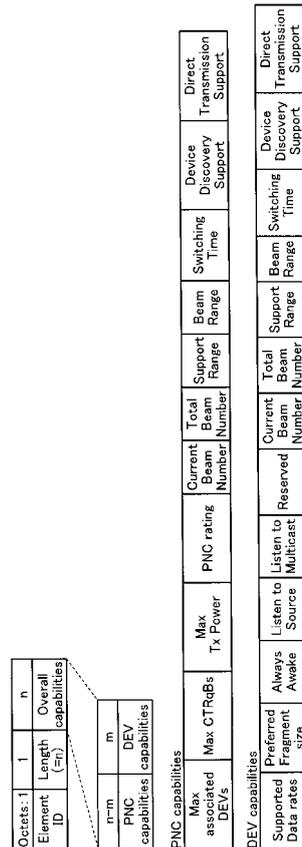
【 図 7 】

情報要素	値	備考
Element ID	0x1F	特にこの値に限定するものではなく、他のIEと区別できる未使用あるいは、予約されたIDを付与しても構わない。
Current Beam Number	b01	現在使用している指向性ビーム番号0~5の値をとる
Total Beam Number	6	無線基地局が制御/切り替え可能な指向性ビーム数 本発明では、6としている
Support Range	360	1システムあたりのレンジ 2次的に360°を示す数値。 なお、3次元で通知しても構わない
Beam Range	60	1指向性ビームあたりのレンジ 2次的に60°を示す数値。 なお、3次元で通知しても構わない。
Switching Time	1 μ sec	ビームの切り替えに必要とされる最小時間 (あるいは、システムからの要求切り替え時間) 本発明では、1 μ secとしている
Device Discovery Support	1	他の無線端末を検索するためのDevice Discovery機能をサポートするかどうか 1: Support 0: Non-Support
Direct Transmission Support	1	端末間通信をサポートするかどうか 無線基地局の場合 1:Support、システムとして端末間通信を許可 0:Non-Support、システムとして端末間通信を拒否 無線端末局の場合 1:Support、自端末が端末間通信に対応 0:Non-Support、自端末が端末間通信に未対応

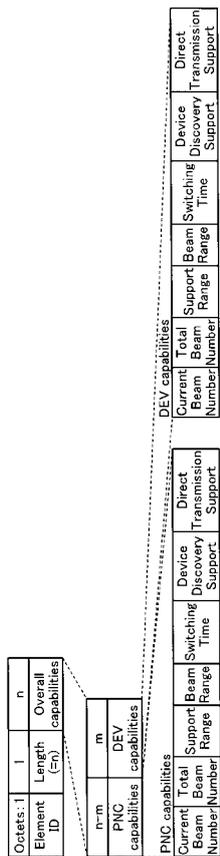
【 図 8 】



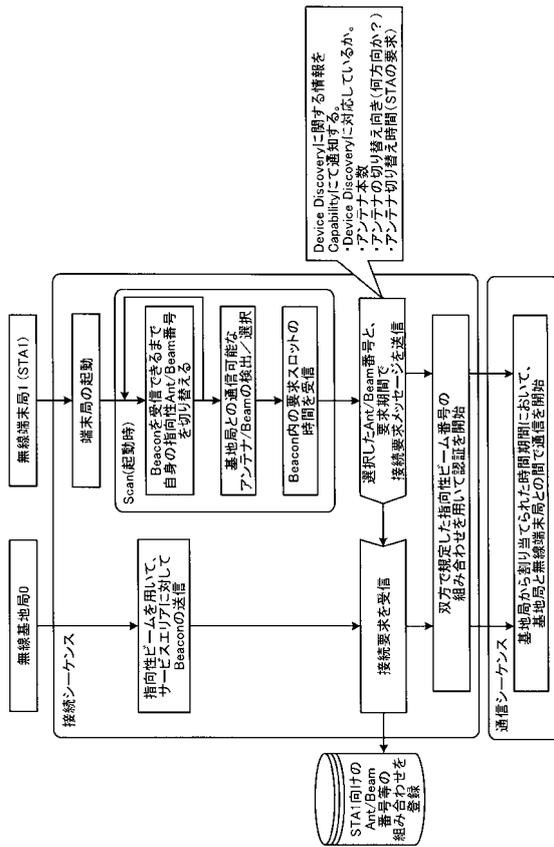
【 図 9 】



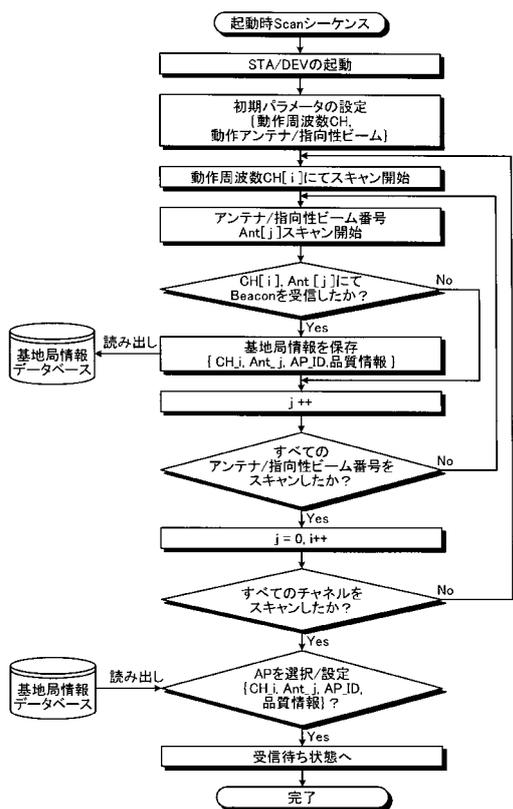
【図10】



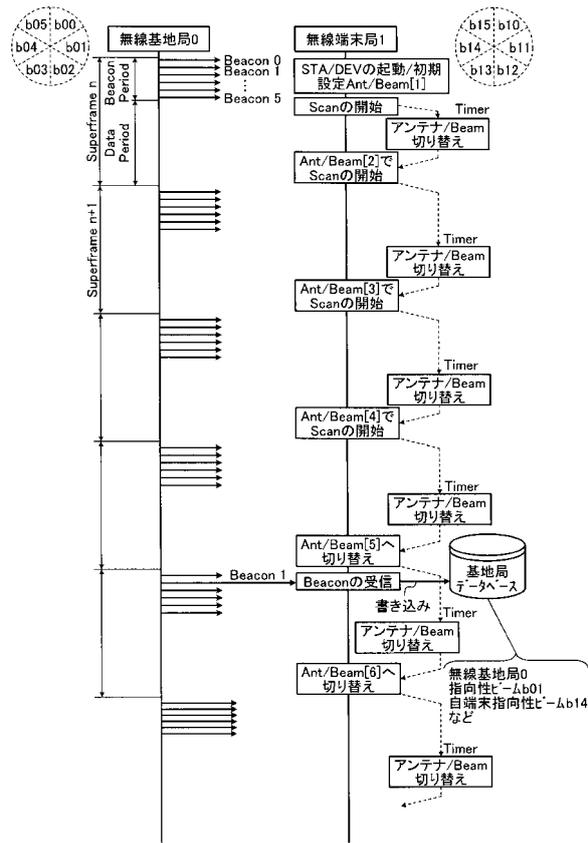
【図11】



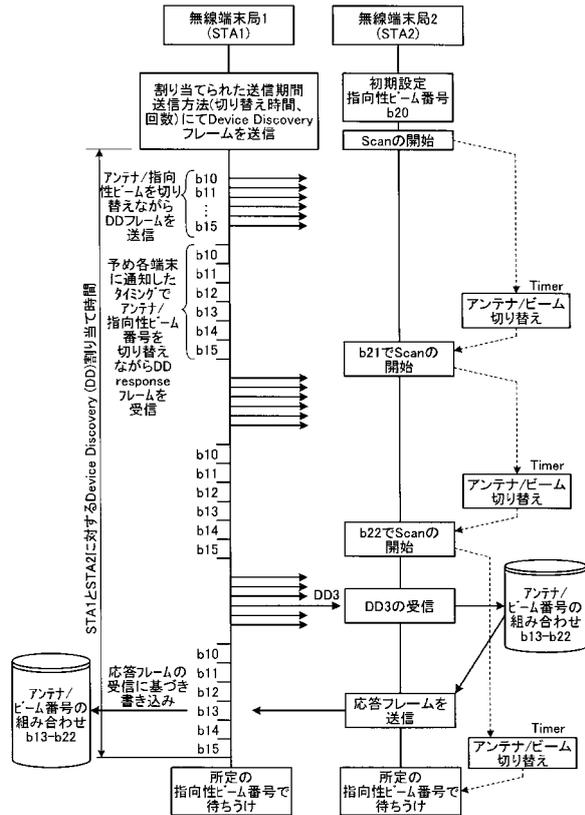
【図12】



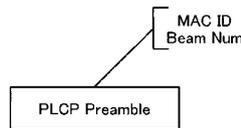
【図13】



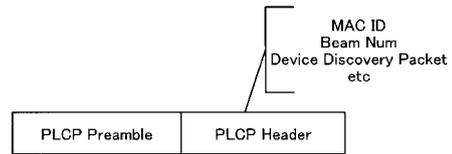
【図18】



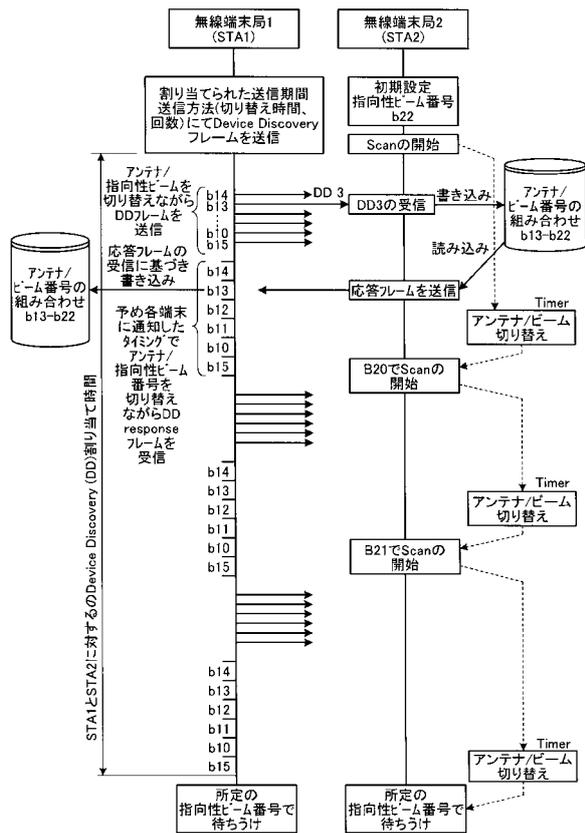
【図19】



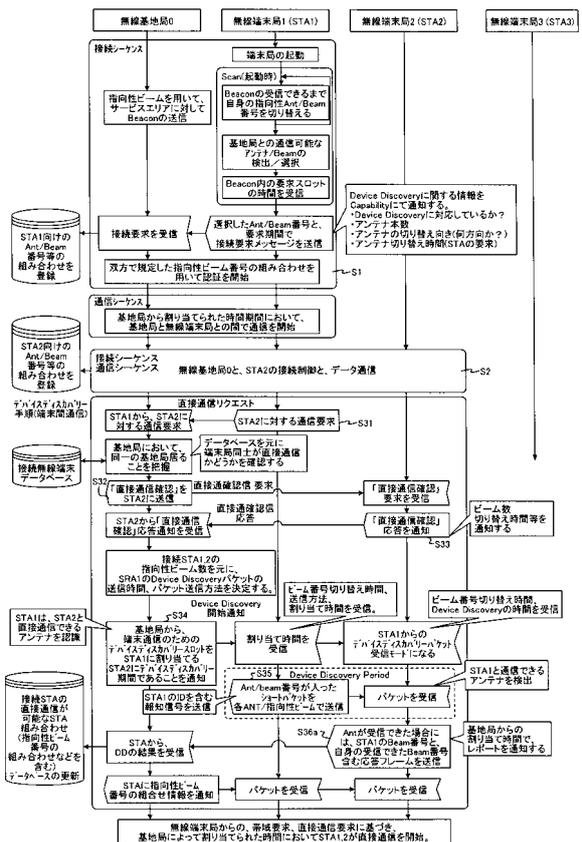
【図20】



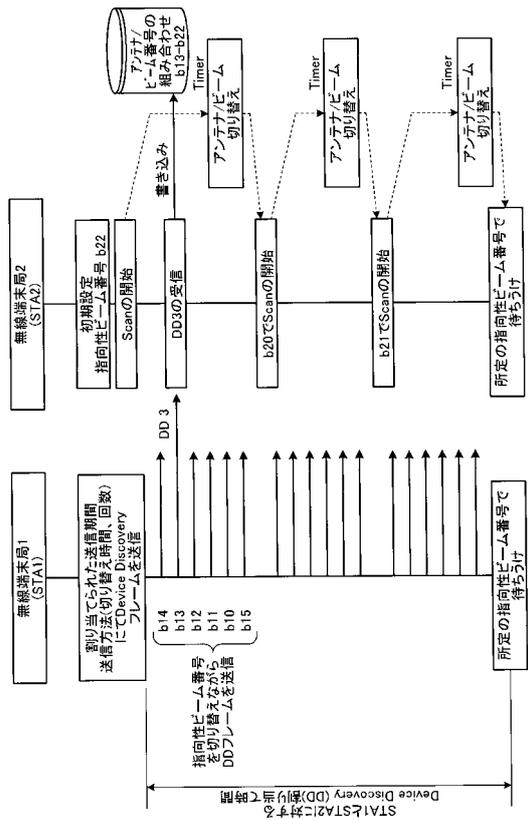
【図21】



【図22】



【図23】



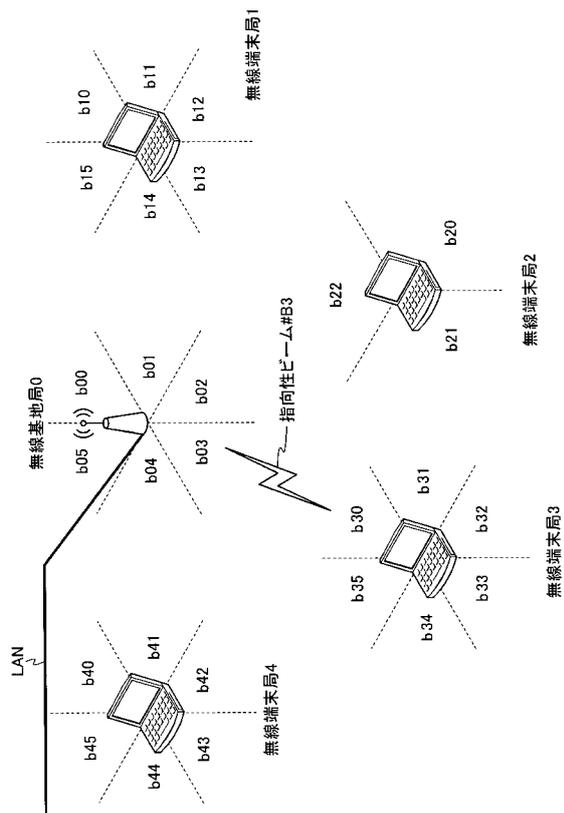
【図24】

Element ID	Station Number (2)	MAC ID (無線端末局1)	MAC ID (無線端末局2)	Combination Map

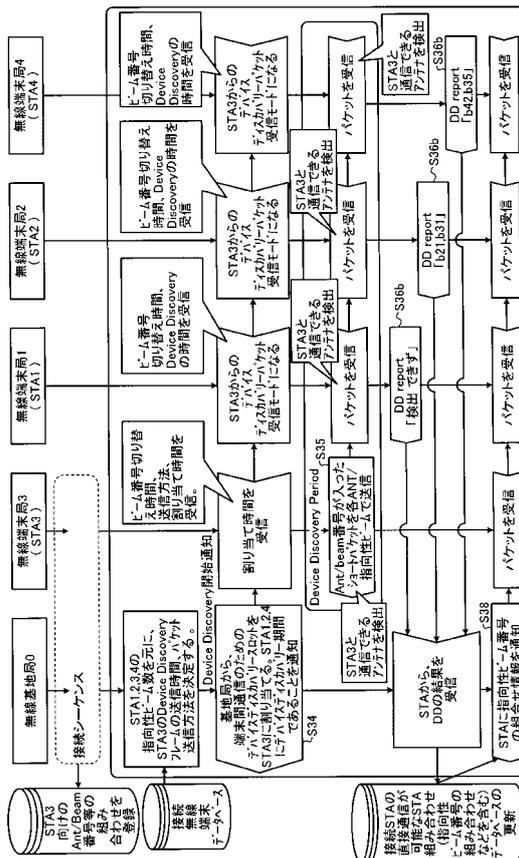
【図25】

	無線端末局1	無線端末局2
無線端末局1		b 13, b 22
無線端末局2	b 13, b 22	

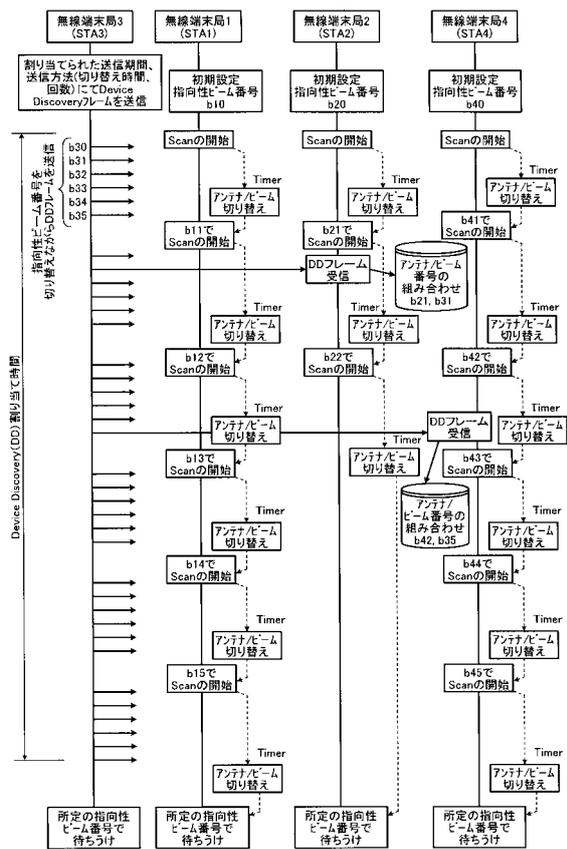
【図26】



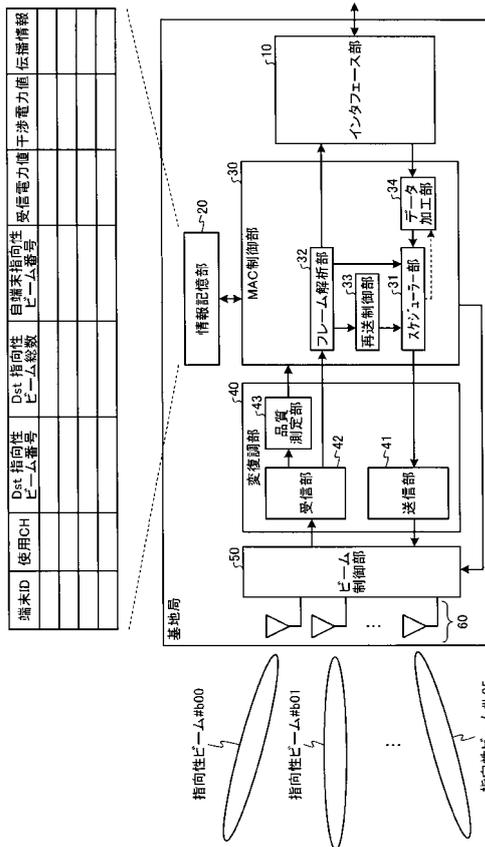
【図27】



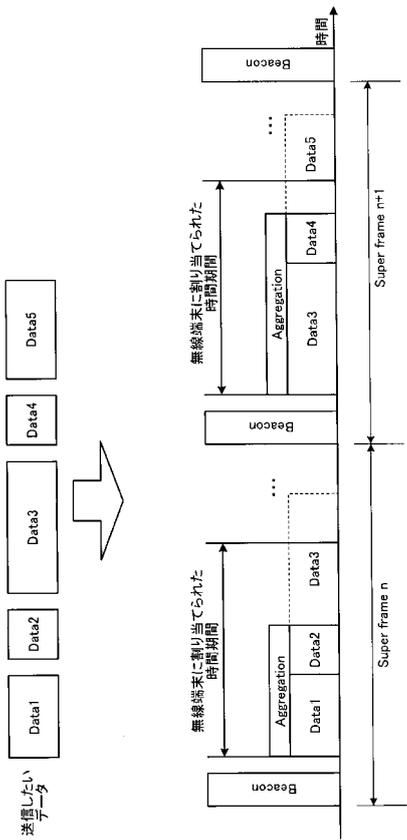
【図28】



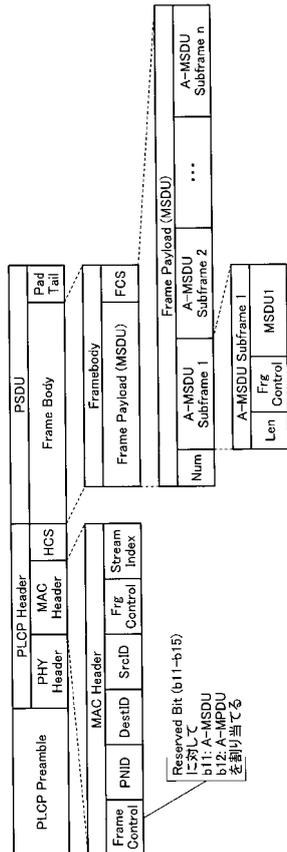
【図29】



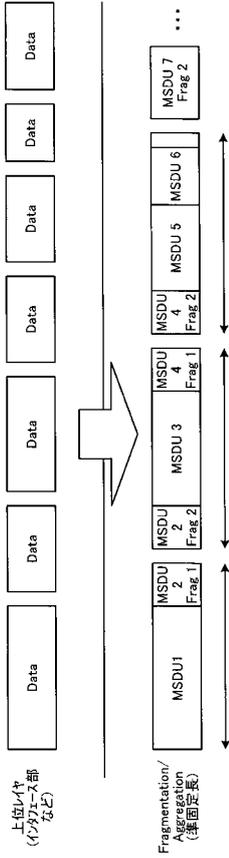
【図30】



【図31】



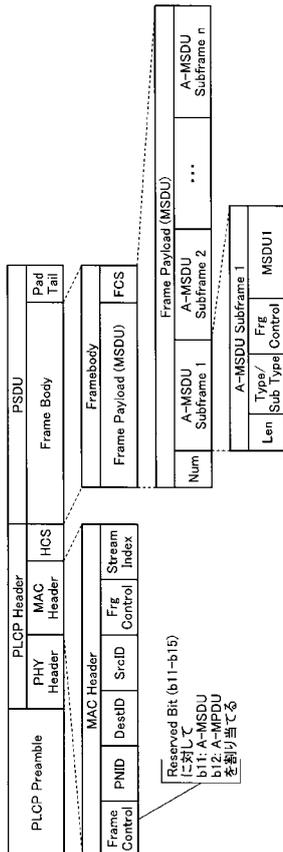
【 図 3 2 】



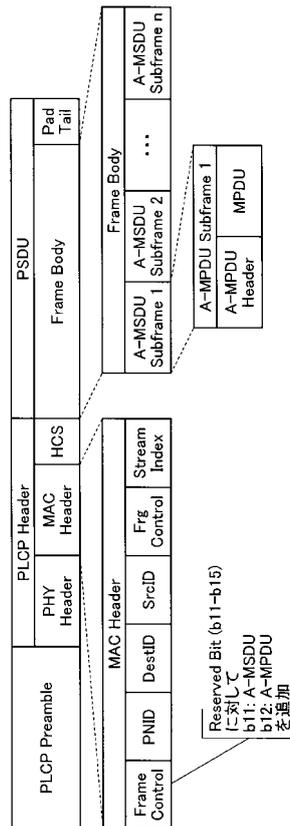
【 図 3 3 】

Value	Frame Type
0	Beacon
1	Control frame
2	Command frame
3	Aggregation Data frame
4	Aggregation Data + ACK (新規追加)
5	Aggregation Data + Command (新規追加)

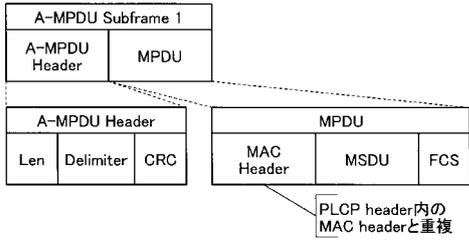
【 図 3 4 】



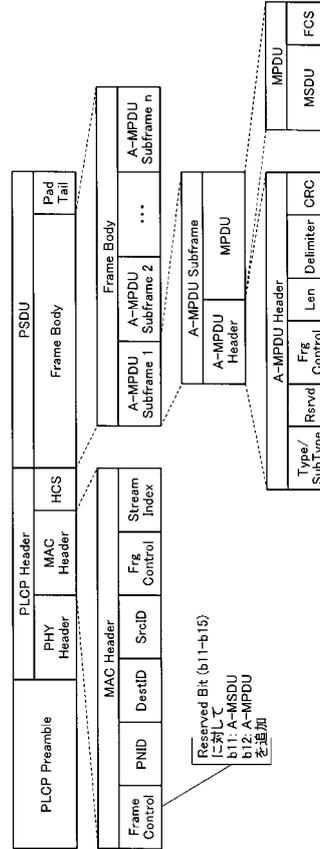
【 図 3 5 】



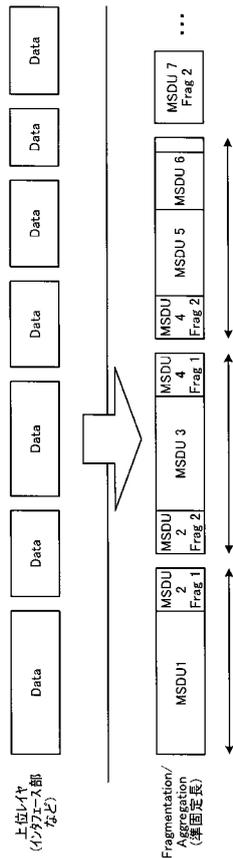
【図 36】



【図 37】



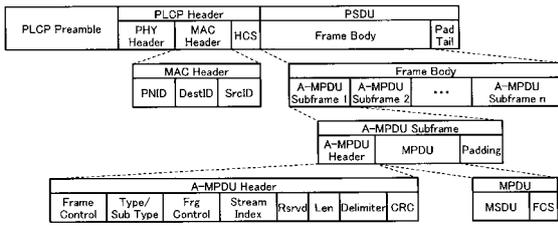
【図 38】



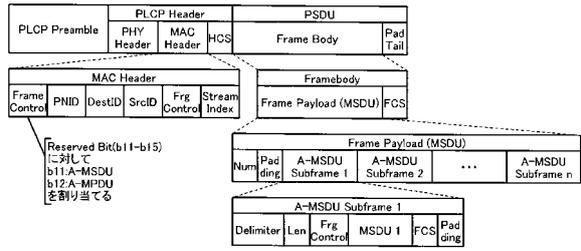
【図 39】

Value	Frame Type
0	Beacon
1	Control frame
2	Command frame
3	Aggregation Data frame
4	Aggregation Data + ACK (新規追加)
5	Aggregation Data + Command (新規追加)

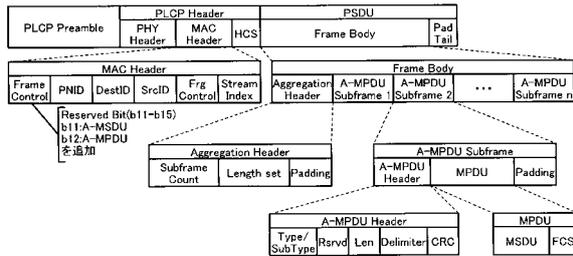
【図40】



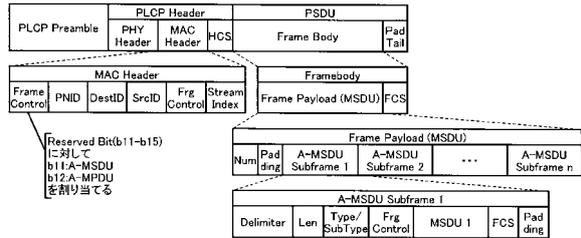
【図42】



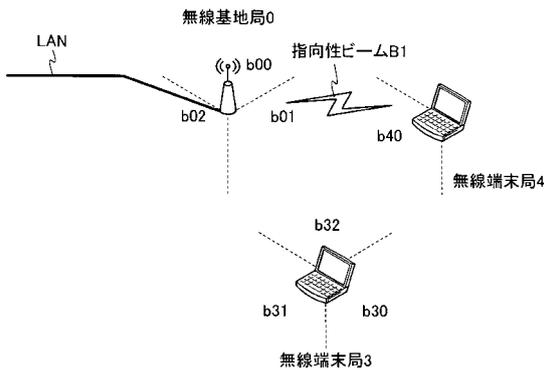
【図41】



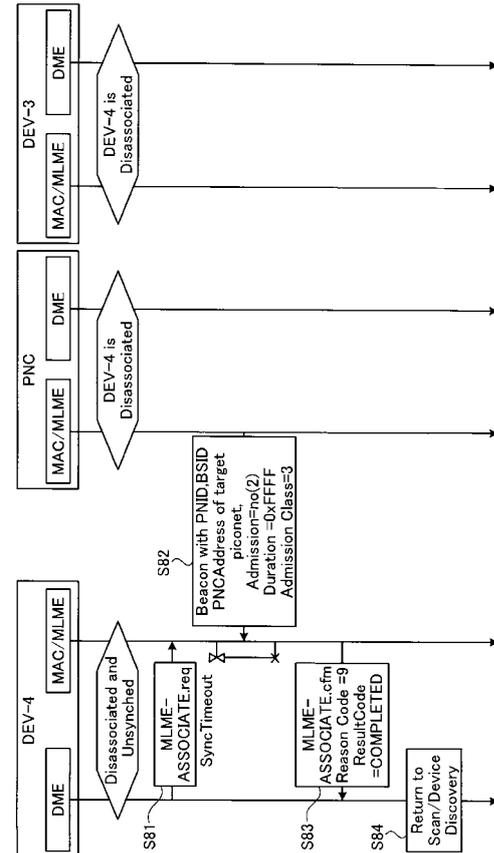
【図43】



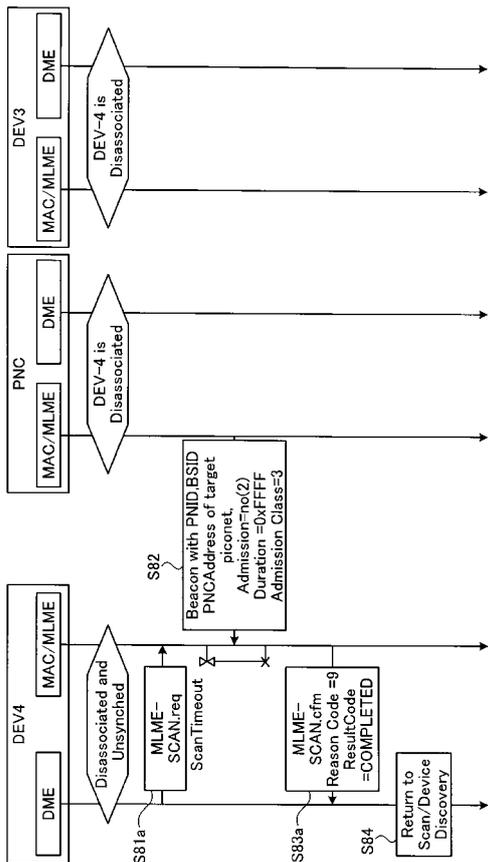
【図44】



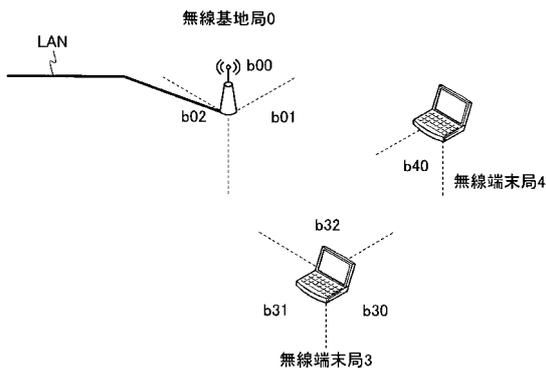
【図45】



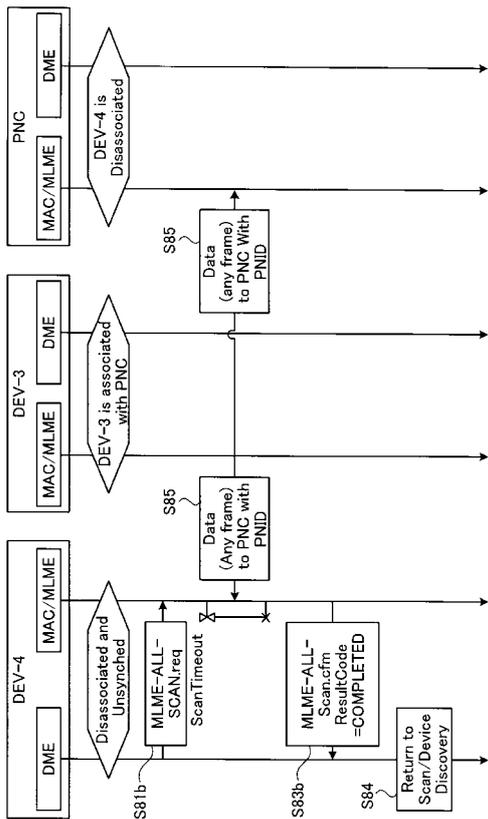
【 図 4 6 】



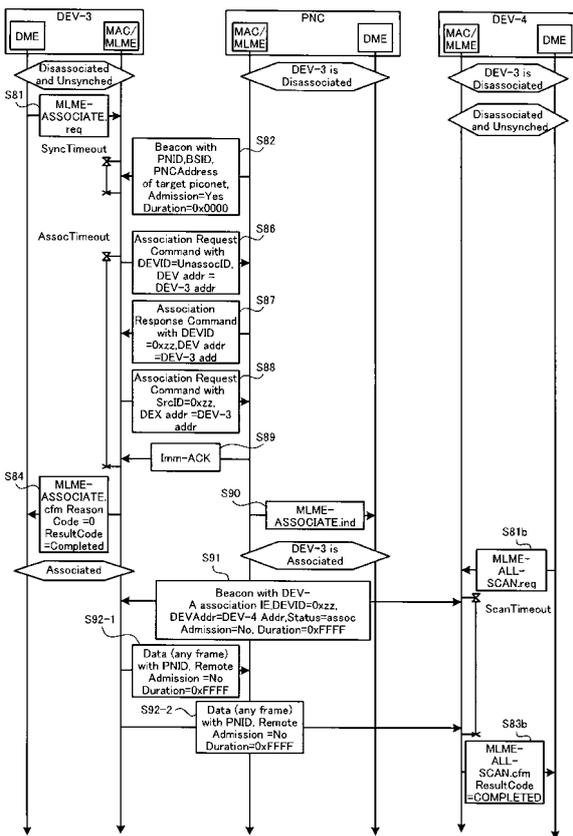
【 図 4 7 】



【 図 4 8 】



【 図 4 9 】



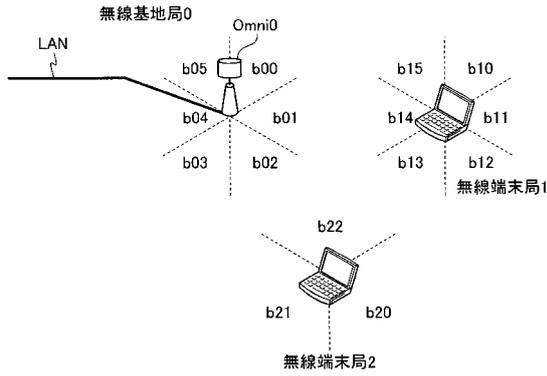
【図50】

Element ID (参入制御IEを示す)	Length (エレメントの長さを示す)	待機時間	最長待ち時間	接続可能クラス/ 参入制御クラス
---------------------------	-------------------------	------	--------	---------------------

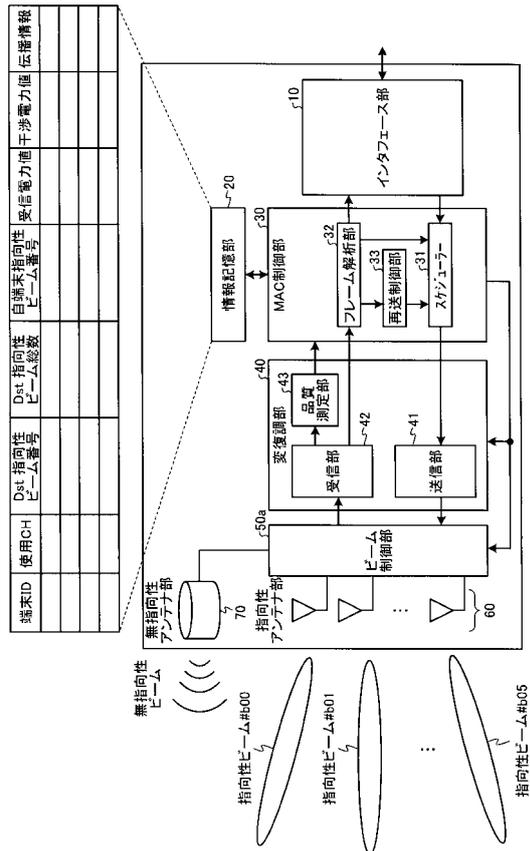
【図51】

Element ID (ベンダ独自拡張IEを示す)	Length	Type	Vendor OUI	Vendor Specific Information
------------------------------	--------	------	------------	-----------------------------

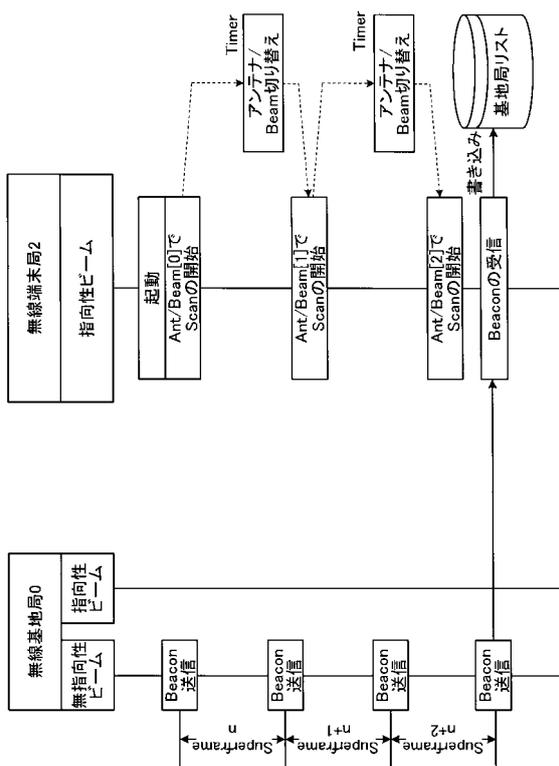
【図52】



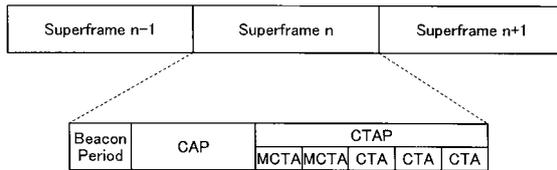
【図53】



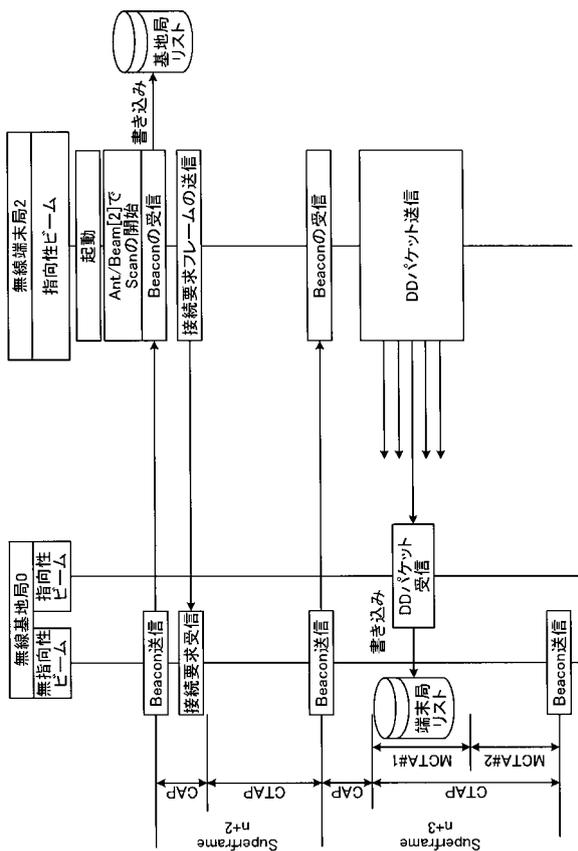
【図 5 4】



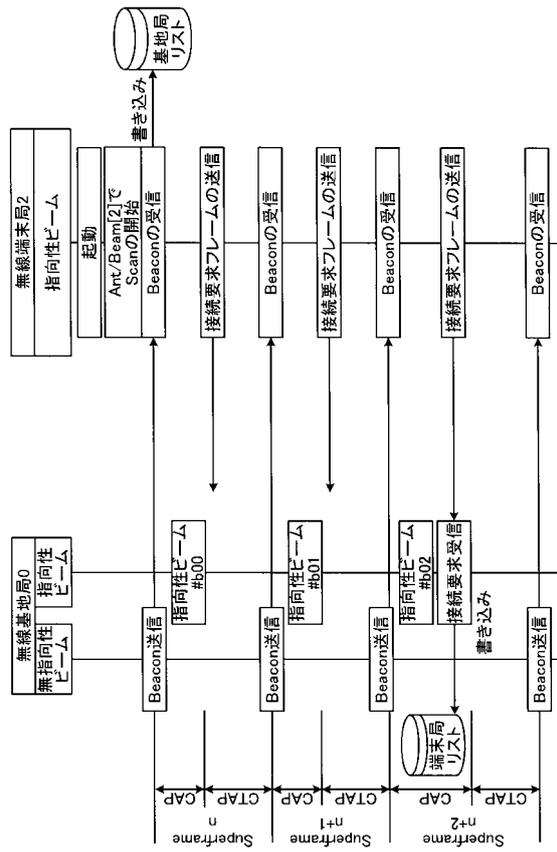
【図 5 5】



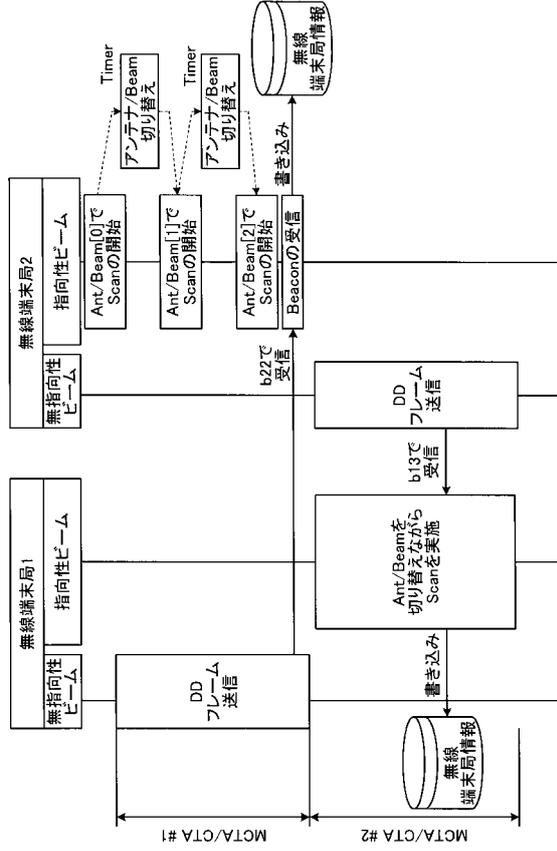
【図 5 6】



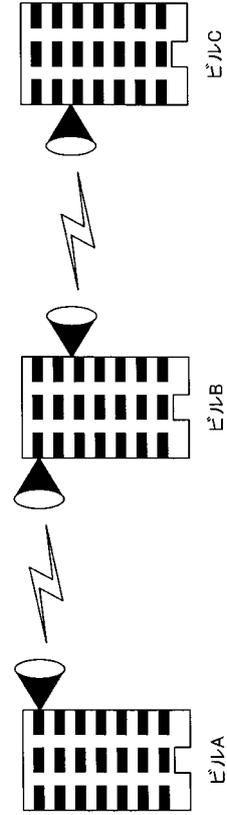
【図 5 7】



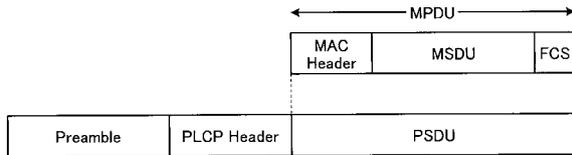
【図 58】



【図 59】



【図 60】



フロントページの続き

審査官 小池 堂夫

- (56)参考文献 特開2006-166309(JP,A)
特開平11-098067(JP,A)
特開2001-016149(JP,A)
特開2006-025335(JP,A)
特表2008-512955(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| H04B | 7/10 |
| H04J | 99/00 |
| H04W | 16/28 |