

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4156592号
(P4156592)

(45) 発行日 平成20年9月24日 (2008.9.24)

(24) 登録日 平成20年7月18日 (2008.7.18)

(51) Int.Cl.		F I	
HO4Q	7/32	(2006.01)	HO4Q 7/00 644
HO4Q	7/38	(2006.01)	HO4Q 7/00 507
HO4Q	7/20	(2006.01)	HO4Q 7/00 601
HO4L	12/28	(2006.01)	HO4L 12/28 310

請求項の数 4 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2004-528766 (P2004-528766)	(73) 特許権者	390009531
(86) (22) 出願日	平成15年8月6日 (2003.8.6)		インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション
(65) 公表番号	特表2006-504296 (P2006-504296A)		INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION
(43) 公表日	平成18年2月2日 (2006.2.2)		アメリカ合衆国10504 ニューヨーク州 アーモンク ニュー オーチャードロード
(86) 国際出願番号	PCT/IB2003/003703	(74) 代理人	100086243
(87) 国際公開番号	W02004/017569		弁理士 坂口 博
(87) 国際公開日	平成16年2月26日 (2004.2.26)	(74) 代理人	100091568
審査請求日	平成17年2月24日 (2005.2.24)		弁理士 市位 嘉宏
(31) 優先権主張番号	02018349.7	(74) 代理人	100108501
(32) 優先日	平成14年8月15日 (2002.8.15)		弁理士 上野 剛史
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線ネットワーク内にある無線通信装置の場所を特定する装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

無線ネットワーク内にある無線通信装置(10)の場所を特定する装置であって、

前記通信装置(10)が前記無線ネットワークの到達領域に位置するときに前記通信装置(10)と通信する、縮小a型のメディア・アクセス制御(R-MACa)スタック装置(25)を有する少なくとも3つのトランスポンダ装置(TPa-nm)と、

前記トランスポンダ装置(TPa-nm)から受信する情報に基づいて、前記到達領域内にある前記通信装置(10)の位置を導出する処理装置(14)と、

前記通信装置(10)を介して前記トランスポンダ装置(TPa-nm)に結合され、前記トランスポンダ装置(TPa-nm)から前記通信装置(10)を介して前記情報を受信し、当該情報を前記処理装置(14)に転送する、アクセス・ポイント装置(AP-n)とを備え、

前記通信装置(10)が、完全なメディア・アクセス制御(MAC)スタック装置(35)を有し、当該完全なメディア・アクセス制御(MAC)スタック装置(35)が、前記通信装置(10)の位置を検知するために前記トランスポンダ装置(TPa-nm)のうち特定のトランスポンダ装置に宛てたユニキャスト・データ・フレームを送信するように構成され、

前記トランスポンダ装置(TPa-nm)の各々に設けられた前記縮小a型のメディア・アクセス制御(R-MACa)スタック装置(25)が、マイクロプロセッサまたはフィールド・プログラマブル・ゲート・アレイを用いて実装され、前記通信装置(10)が

10

20

ら入来する前記ユニキャスト・データ・フレームをフィルタリングして無エラーの受信と正確なMACアドレスを実現し且つ短フレーム間スペース(SIFS)の後に前記ユニキャスト・データ・フレームに対する確認応答フレームのみを物理層(PHY)に渡し前記通信装置(10)への送信の用に供するように構成されている、装置。

【請求項2】

前記処理装置(14)が前記通信装置(10)に統合されている、請求項1に記載の装置。

【請求項3】

無線ネットワーク内にある無線通信装置(40)の場所を特定する装置であって、前記通信装置(40)が前記無線ネットワークの到達領域に位置するとき前記通信装置(40)と通信する、縮小b型のメディア・アクセス制御(R-MACb)スタック装置(55)を有する少なくとも3つのトランスポンダ装置(TPb-nm)と、

前記トランスポンダ装置(TPb-nm)から受信する情報に基づいて、前記到達領域内にある前記通信装置(40)の位置を導出する処理装置(14)と、

前記トランスポンダ装置(TPb-nm)に結合され、前記トランスポンダ装置(TPb-nm)から前記情報を受信し、当該情報を前記処理装置(14)に転送する、アクセス・ポイント装置(AP-n)とを備え、

前記通信装置(40)が、縮小タグ・メディア・アクセス制御(MAC)スタック装置(65)を有する無線タグであり、当該縮小タグ・メディア・アクセス制御(MAC)スタック装置(65)が、前記通信装置(40)の位置を検知するために前記トランスポンダ装置(TPb-nm)のすべてから成るグループに宛てたマルチキャスト・フレームを送信するように構成され、

前記トランスポンダ装置(TPb-nm)の各々に設けられた前記縮小b型のメディア・アクセス制御(R-MACb)スタック装置(55)が、マイクロプロセッサを用いて実装され、前記通信装置(40)から入来する前記マルチキャスト・フレームを受信し且つ当該マルチキャスト・フレームの受信信号強度及び前記通信装置(40)のMACアドレスを含むデータを物理層(PHY)に渡し前記アクセス・ポイント装置(AP-n)への送信の用に供するように構成されている、装置。

【請求項4】

前記少なくとも3つのトランスポンダ装置(TPa-nm、TPb-nm)、前記通信装置(10、40)、および前記アクセス・ポイント装置(AP-n)が基本サービス組(BSS-n)を形成している、請求項1または3に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はIEEE(R)802.11やHyperlan(TM)などの無線LAN(local-area network)(WLAN)インフラストラクチャのアクセス・プロトコルのもとに参加している通信装置に場所認識機能を提供するために無線ネットワーク内において当該通信装置の場所を特定する装置と方法に関する。特に、本発明は無線ネットワークの到達範囲内において移動局とタグ付き対象物(tagged object)の場所を特定することを可能にするものである。

【背景技術】

【0002】

移動コンピューティング装置と無線LAN(WLANとも略称される)が急速に広まった結果、正確に場所を認識するシステムとサービスが関心を引きつつある。

【0003】

特に関心が持たれているのは元来、無線データ・トラフィックをサポートするように設計され、場所認識サービスを可能にする機能も備えたWLANのインフラストラクチャをアップグレードすることである。これらのWLAN(たとえばIEEE(R)802.11やHyperlan(TM)など)の動作(PHY層とMAC層)は標準化されている

10

20

30

40

50

が、元来、無線データ・トラフィックだけのために設計されたものである。特に、IEEE (R) 802.11x 標準に基づいた WLAN が急速に広まっているので、付加価値を実現しうる機能を付加することがきわめて望ましい。したがって、上記した標準の組と矛盾しない場所認識機能を実現することが重要である。

【0004】

全地球測位システム (Global Positioning System: GPS) と無線の拡張 911 (E-911) 型携帯電話サービスとは場所探索の課題に取り組んでいる。しかし、これらの技術は、独自の市場と技術的課題を有する室内の場所認識を正確に行なうことができない。

【0005】

移動局の場所を特定するために、移動局とアクセス・ポイントとの間の無線フレーム交換に由来する受信信号強度 (received signal strength: RSS) および / または時間遅延 (time delay: TD、遅延時間ともいう) などの測定パラメータを取得して利用することができる。(「A および / または B」は「A および B、A、または B」を表わす。)

【0006】

パラムヴィール・パールとヴェンカタ・パドマンバーンの「RADAR: 構築中の、RF に基づいてユーザの場所を特定し追跡するシステム」なる名称の論文 (アイ・トリプルイー インフォコム、イスラエル、2000年3月、第775~784頁) (Paramvir Bahl and Venkata Padmanbhan, "RADAR: An In-Building RF-based User Location and Tracking System", IEEE INFOCOM, Israel, March 2000, pp. 775-784.) には、所望の位置探索範囲内の様々な場所にある1組のアクセス・ポイント (AP) を使用して移動局に RSS パラメータを付与し、チャンネル減衰モデル (channel attenuation model) を用いた三角法によって場所の推定値を求めることが示唆されている。

【0007】

従来技術には純粋なソフトウェアによる解決策も教示されている。それは所望の場所範囲当たり少なくとも3つの AP から成る組を用いて RSS データを生成しシグニチャ法 (signature method) による処理の用に供するものである。

【0008】

移動局までの距離を概算するために同一の場所範囲内に応答局として複数の AP を使用することは分かりやすい選択肢であるが、WLAN インフラストラクチャの導入、データ処理能力、コスト、および、追加の場所認識機能の適用可能性に関していくつかの難点がある。IEEE (R) 802.11 WLAN 標準で使用している用語法を参照すると、AP とは当該 AP に関連付けられた局に対して送受信するデータ・トラフィック用の専用領域すなわちセル内に無線アクセスを提供して基本サービス組 (BSS) を形成するものである。AP の別の機能は分配システム (DS) 内においてデータの転送を調整することである。この分配システム (DS) は異なる BSS にサービスを提供する他の AP に接続されており、そして既存の有線 LAN に接続しているポータルに接続されている。導入時には、建物内における AP の物理的な配置を注意深く選定し、電波の到達範囲を最適化するとともに同一のチャンネルまたは近接するチャンネルで動作する AP 間において生じうる干渉を最小化する必要がある。1つの AP の到達範囲内にある1つの BSS にサービスを提供するために物理的に配置する AP を1つだけにするとということと、(従来技術の解決策に従って追加の AP を用いて) 上記と同じ到達範囲内における場所の検知に対して応答する局を2~3局にするという要件との間には矛盾がある。WLAN が所定の敷地または構内を対象にするために拡張サービス組 (ESS) を形成するいくつかの BSS から成る場合、状況はより厳しくなる。この場合、1つのセルに1つの AP を配置して1つの ESS を形成するにはセルの配置を計画し頻繁に割り当てることになるから、最良の場所検知結果を得るために、最適化した場所に少なくとも3つの AP を配置するという慣用方法との矛盾はより顕著になる。また、可聴範囲内の AP 群を同一のチャンネルで動作するように選定すると相互干渉が激しくなるので、QoS (quality of service: サービス品質) に対処した将来の拡張プロトコル (たとえば IEEE (R) 802.11e など) を導入することが不可能になる。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 9 】

不都合なのは、局はA Pとの通信に先立って自身の認証と関連付け/再関連付けを行なう必要があるが、それには局とA Pとの間でフレーム交換をいくつか行なう必要があるから、余分なプロトコルが多数必要になる、という点である。場所の検知を支援するために余分なA Pを使用すると、余分なプロトコルの数がますます多くなる。従来技術のさらに不都合な点を挙げると、A P群から成る組と通信するために、局が完全なプロトコル・スタックをサポートしている点である。これによりハードウェアとソフトウェア(WLANアダプタやホスト・コンピュータなど)の完全な組が必要になるから、きわめて低廉で省電力型のハードウェア(たとえば対象物の場所を特定するための無線タグなど)を必要とするアプリケーションを導入することが不可能になる。

10

【非特許文献1】パラムヴィール・パールとヴェンカタ・パドマンバーン：「RADAR：構築中のRFに基づくユーザの場所確認・追跡システム」(アイ・トリプルイー インフォコム、イスラエル、2000年3月、第775～784頁)(Paramvir Bahl and Venkata Padmanbhan, "RADAR: An In-Building RF-based User Location and Tracking System", IEEE INFOCOM, Israel, March 2000, pp. 775-784.)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 0 】

以上の点から分かるように、当技術分野には無線ネットワーク内にある通信装置の場所を特定する方法を改善する必要性がいまだに存在する。また、局またはタグの位置を数メートルの精度で特定することがコスト効率の高い局またはタグの観点から望まれている。

20

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、無線ネットワーク内にある通信装置の場所を特定する装置が得られる。その装置は、前記通信装置が前記無線ネットワークの到達領域に位置するとき前記通信装置と通信する少なくとも2つのトランスポンダ装置と、前記トランスポンダ装置から受信する情報に基づいて前記到達領域内にある前記通信装置の位置を導出する処理装置とを備えている。

【 0 0 1 2 】

本発明の別の側面によれば、無線ネットワーク内にある通信装置の場所を特定する方法が得られる。その方法は、前記通信装置が前記無線ネットワークの到達領域に位置するとき前記通信装置と通信する少なくとも2つのトランスポンダ装置を配置するステップと、前記トランスポンダ装置から情報を受信するステップと、受信した前記情報に基づいて前記到達領域内にある前記通信装置の位置を導出するステップとを備えている。

30

【 0 0 1 3 】

概説的に述べると、トランスポンダ装置から成る個別かつ自律型のサブシステムを使用する。これにより、最適化した所望の到達領域を有するアクセス・ポイントを物理的に配置する要件と、場所検知の最適な結果を得るために上記したものと同一の到達領域内に場所探索トランスポンダ装置を配置する要件との間の矛盾を解消することが可能になる。独立かつ静止した場所探索トランスポンダ装置から受信する受信信号強度(RSS)および/または時間遅延(TD)データを収集し処理し、移動局またはタグ付き対象物(すなわち通信装置)の限局された位置(local position)を特定する。(「Aおよび/またはB」は「AおよびB、A、またはB」を表わす。)換言すると、移動局またはタグ付き対象物の場所の特定は、移動局またはタグ付き対象物と、固定され、かつ位置が既知の通常は3つの応答局から成る組との間で無線フレームを交換することにより受信信号強度(RSS)および/または時間遅延(TD)などの測定パラメータを取得することにより行なうことができる。次いで、その情報から移動局またはタグ付き対象物の場所を推定または導出することができる。

40

【 0 0 1 4 】

本発明に係る装置または方法によれば、場所検知機能用にアクセス・ポイントを使用す

50

る不都合を解消することが可能になる。

【0015】

処理装置を通信装置（局とも呼ぶ）に統合することができる。これにより、局自体が自分の位置を特定できるという利点が得られる。これは自身の所在を通知するために通信装置として移動コンピュータを備えたユーザにとって有益である。

【0016】

通信装置としては商品に容易に取り付け可能なタグまたは無線タグ装置を用いることができる。これにより、建物または区画された領域内にある商品の場所をほぼ正確に特定することが可能になる。

【0017】

トランスポンダ装置（場所探索トランスポンダ装置とも呼ぶ）、および対象物を追跡するための低コストかつバッテリー節減型の、本発明の適用例を代表する無線タグは縮小プロトコル・スタックで動作しうるとともにホスト・システムを付加しなくとも動作しうる。したがって、コストとプロトコルのオーバーヘッドを最小化することができる。各トランスポンダ装置または無線タグはPHY層（物理層）と、MAC層（メディア・アクセス層）と、上記適用例に適合しうるとともにそれに合わせて設計された論理リンク制御機能とから成る縮小組を備えることができる。これにより、コスト効率の高いトランスポンダ装置または無線タグから成る構成をいくつか実現することが可能になる。

【0018】

完全なプロトコル・スタックをサポートしている通常の無線LAN（local-area network）（WLAN）局の場所を特定するために、大幅に縮小したプロトコル・スタックで動作する低コストの第1の型のトランスポンダ装置（第1のトランスポンダ装置または第1のトランスポンダ型とも呼ぶ）から成る組を適用することができる。第1のトランスポンダ装置は各々、通常局が検知目的で送信する入来ユニキャスト・データ・フレームに対してのみ確認応答を行なう。これにはアクセス・ポイントとの関連付けが必要ないから、プロトコルのオーバーヘッドを最小化することができる。

【0019】

無線タグの場所を特定するために、第2のトランスポンダ装置（各々は第2のトランスポンダ装置または第2のトランスポンダ型とも呼ぶ）から成る組を使用することができる。第2のトランスポンダ型から成るこの組はより完全なプロトコル・スタックを実行することができるとともに、可聴範囲内にあるアクセス・ポイントに関連付けられている。無線タグはすべての第2のトランスポンダ装置に属すグループ・アドレスに宛てたマルチキャスト・フレームだけを通常の間隔で送出している送信機機能を用いて実装することができる。これにより、きわめて低コストでバッテリーを節減しうる実装を実現することが可能になる。

【0020】

通常のWLAN局および無線タグの双方をサポートしている第1のトランスポンダ型と第2のトランスポンダ型とを組み合わせることにより、用途の組み合わせを実現することができる。

【0021】

アクセス・ポイント装置はトランスポンダ装置に接続することができる。アクセス・ポイント装置はトランスポンダ装置から情報を受信し、その情報を処理装置に転送する。これにより、トランスポンダ装置の情報をさらに通知するためにアクセス・ポイント装置を使用する場合、通信装置の場所の特定用のアクセス・ポイント装置は1つで十分であるという利点が得られる。

【0022】

また、アクセス・ポイント装置は通信装置を介してトランスポンダ装置に接続することができる。アクセス・ポイント装置は通信装置を介してトランスポンダ装置から情報を受領する。そうすることにより、アクセス・ポイント装置は通信装置とだけ通信すればよいことになる。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 3 】

少なくとも2つのトランスポンダ装置、通信装置、およびアクセス・ポイント装置は到達範囲内にある通信装置の場所を決めるのに十分な情報を提供する基本サービス組を形成することができる。

【 0 0 2 4 】

到達範囲内に少なくとも3つのトランスポンダ装置を備えると、場所特定の精度が向上する。

【 0 0 2 5 】

通信装置の場所を導出するには、三角法またはシグニチャ法を用いることができる。シグニチャ法は実行するのが用意であるから、好適な方法である。通常、シグニチャ法はアクセス・ポイント装置を無計画に導入した場合に適用する。

10

【 0 0 2 6 】

本発明において場所認識の適用例を参照する場合、当該適用例はたとえば次に示す分野が予定されている。

【 0 0 2 7 】

- - 会社

・サービスやリソースを場所の認識に基づいて提示すること。たとえばユーザの場所に応じた利用可能なデータ速度の表示など。

・無線接続されたラップトップ・コンピュータ、PDA (personal digital assistant)、およびタグ付き対象物追跡用の場所探索ツール

20

・ユーザがアクセスしうる区画を限定することにより無線セキュリティを高めてアクセス区域外からの無線ハッキングを防止すること

【 0 0 2 8 】

- - 小売り

・来訪者の振る舞いを追跡するために、百貨店とショッピング・モールがとる処置

・来訪者の所在地に基づく直接的な売り込みと販売促進・無線タグ付きの高価な対象物の追跡

【 0 0 2 9 】

- - 健康管理

・非常用に無線警報システムを携行する患者の追跡

30

・PDAを携行する病院スタッフの追跡

・車椅子など、病院の移動式備品の追跡

【 0 0 3 0 】

- - 社会

・場所探索対応のPDAを用い表示に従って移動すること

・PDA上にタグ付き対象物の情報を表示すること

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 3 1 】

図1を参照する。図1は無線LAN (WLAN) 用の通信装置の位置を特定する (localize) ための位置探索 (location) トランスポンダ・サブシステムを使用しうる通信環境の一般的な配置を示す図である。図中、同一の参照符号は同一または類似の部品を表す。本発明の実施形態を説明する前に、いくつかの基本的な事項を本発明に従って説明する。

40

【 0 0 3 2 】

通信装置 (すなわち移動局またはタグ) の場所は三角法またはシグニチャ法を用いて特定することができる。

【 0 0 3 3 】

三角法は探索する場所の三角計算に基づいており、その際、移動局と固定応答局との間の見通し伝搬距離の推定値を考慮する。見通し伝搬距離の推定値は見通し伝搬時間の測定値 (TD)、または受信信号強度 (RSS) の測定データから伝搬距離を推定するチャネル減衰モデルから導出することができる。

50

【0034】

シグニチャ法では初期の場所調査の結果を使用する。初期の場所調査では最初に自動無線記録装置を使用して、アクセス可能な各応答局からRSSおよび/または時間遅延(TD)を所定の場所ごとに収集する。そして、RSSの測定値および/またはTDパラメータを出している移動局の位置を推定するために、記録済みのシグニチャ・データベースから最も一致度の高い場所を探索して最も有望な場所を見つける。

【0035】

以下、位置探索トランスポンダ・サブシステムの実施形態をIEEE(R)802.11メディア・アクセス(MAC)WLAN標準について説明する。

【0036】

図1は本発明の第1の実施形態によるWLANアーキテクチャを備えた通信環境の概念図である。図1には第1のアクセス・ポイント(AP-1)が示されている。第1のアクセス・ポイント(AP-1)は通信装置10(以下、クライアント局10または局10とも呼び、STAなる標識を付す)に接続され、第1の基本サービス組(BSS-1)を形成している。第1のアクセス・ポイント(AP-1)は専用領域すなわちセル(換言すれば到達領域)内に、第1のアクセス・ポイント(AP-1)に付随する局10に対してWLANのデータ接続8を介して送受信するデータ・トラフィック用に無線アクセスを提供している。ここでは、局10は3つの第1のトランスポンダ装置(TPa-11、TPa-12、TPa-22)によって取り囲まれている。この結果、第1のトランスポンダ装置(TPa-11、TPa-12、TPa-13)は第1の基本サービス組(BSS-1)の到達範囲内に事前に配置され、位置検知接続6を介して局10と通信しうるように適合することになる。第1のトランスポンダ装置(TPa-11、TPa-12、TPa-13)は固定かつ最適化された場所に位置しているから、良好な位置探索結果を出力する。

【0037】

局10は移動局であるから、経路7に沿って第2の基本サービス組(BSS-2)の到達範囲領域まで移動する。ここでは、第2の基本サービス組(BSS-2)は第2のアクセス・ポイント(AP-2)を備え、さらに第1のトランスポンダ装置(TPa-21、TPa-22、TPa-23)を備えている。また、図1には第3の基本サービス組(BSS-3)も示されている。第3の基本サービス組(BSS-3)は第3のアクセス・ポイント(AP-3)を備え、さらに第1のトランスポンダ装置(TPa-31、TPa-32、TPa-33)を備えている。したがって、局10は第2の基本サービス組(BSS-2)からここまで移動することができる。

【0038】

各アクセス・ポイント(AP-1、AP-2、AP-3)は分配システム3に接続されている。分配システム3は分配接続9を介して情報を正確なアクセス・ポイント(AP-1、AP-2、AP-3)に伝達し、局10への後続する分配の用に供する任に当たる。これにより、拡張基本サービス組(ESS)が形成される。また、分配システム3はポータル12を介して既存の有線のIEEE(R)802.x型LAN(local area network)4に接続されている。LAN4は到達範囲領域内にある局10の位置を導出する処理装置14を備えたWLANアドミニストレータ局すなわち位置探索サーバを備えている。しかしながら、局10の位置を導出する処理装置14は当該局10自体に配置することができるから、自己始動型の位置推定が可能になる。ある基本サービス組(BSS)から別の基本サービス組(BSS)へ移動する移動局(たとえば局10)は各アクセス・ポイント(AP-1、AP-2、AP-3)に対する関連付けまたは再関連付けを確立するフレームを交換することによりハンドオーバーすることができる。

【0039】

説明を簡易にするために以下の記述においては、第1のトランスポンダ装置(TPa-11、TPa-12、TPa-13; TPa-21、TPa-22、TPa-23; TPa-31、TPa-32、TPa-33)をTPa-nmと標記する(ただし、aは第1

10

20

30

40

50

のトランスポンダ装置を表し、 n 、 m はそれぞれアクセス・ポイント（ $AP-1$ 、 $AP-2$ 、 $AP-3$ ）とトランスポンダ番号を特定する添え字である）。

【0040】

局10の位置を取得するために、第1のトランスポンダ装置（ $TPa-nm$ ）は場所検知情報を出す特定の第1のトランスポンダ装置（ $TPa-nm$ ）に宛てたユニキャスト・データ・フレームの確認応答だけを可能にする縮小プロトコル・スタックで動作する。場所検知情報の流れは、図7に示すとともに同図を参照して記述したメッセージ・シーケンス図を用いて説明する。

【0041】

図2は図1に示す通信環境において第1のトランスポンダ装置（ $TPa-nm$ ）から成る組内で使用可能な第1のトランスポンダ装置（ $TPa-nm$ ）のアーキテクチャの概念図である。第1のトランスポンダ装置（ $TPa-nm$ ）は第1のトランスポンダ・アンテナ20と物理層（PHY）の機能を実行する回路とを備えている。物理層（PHY）の機能の実行はIEEE（R）802.11x標準に従って無線信号を送受信する、RF送信装置21とRF受信装置22、ベースバンド送信装置23とベースバンド受信装置24によって行なう。受信信号強度（RSS）の測定はPHY層において実行するが、IEEE（R）802.11x標準の一部である。また、第1のトランスポンダ装置（ $TPa-nm$ ）はマイクロプロセッサまたはフィールド・プログラマブル・ゲート・アレイ（FPGA）を用いて実装された縮小a型のMACスタック（ $R-MACa$ ）装置25を備えている。 $R-MACa$ の機能は入来するデータ・フレームをフィルタリングして無エラーの受信と正確なMACアドレスを実現すること、および、短フレーム間スペース（SIFS）の後に確認応答フレーム（ACK）を付してPHY層に渡し送信の用に供することである。さらに、第1のトランスポンダ装置（ $TPa-nm$ ）は正確にSIFS時間の後にACKフレームを送信する増設回路を備えてもよい。それにより、局10と第1のトランスポンダ装置（ $TPa-nm$ ）との間の距離を伝搬時間に基づいて推定することが可能になる。時間遅延の測定を実行する増設回路は次に示す欧州特許庁の特許出願第02009752.3号（名称「場所認識サブシステム（Geolocation Subsystem）」、2002年4月30日出願、現在本出願人に承継済み）に記載されている。あるいは、トランスポンダの応答をトリガするために他のフレーム種別（たとえば送信要求（Request-to-Send: RTS）と送信許可（Clear-to-Send: CTS）など）を用いることも可能である。

【0042】

図3は特定すべき位置にあるとともに図1に示す通信環境において使用可能な局10のアーキテクチャの概念図である。局10はIEEE（R）802.11x標準で提案されているPHY層とMAC層を備えている。局10はアンテナ30と物理層（PHY）の機能を実行する回路を備えている。物理層（PHY）の機能は通常、WLANアダプタ・カードに含まれている。物理層（PHY）の機能はIEEE（R）802.11x標準に従って無線信号を送受信する、RF送信装置21とRF受信装置22、ベースバンド送信装置23とベースバンド受信装置24が実行する。また、局10はMACスタック装置35を備えている。MACスタック装置35はホスト・マイクロプロセッサ・システムと、局10のホスト・マイクロプロセッサ・システムにおいて実行可能な場所データ・パケット・ハンドラ・ソフトウェア・モジュール36とを用いて実装されている。このソフトウェア・モジュール36はアクセス・ポイント（ $AP-1$ 、 $AP-2$ 、 $AP-3$ ）から受信するデータ・フレームに組み込まれた場所探索コマンドを認識することができる。上記データ・フレームは範囲内に存在する可能性の高い第1のトランスポンダ装置（ $TPa-nm$ ）の1組のMACアドレスと、この第1のトランスポンダ装置（ $TPa-nm$ ）が動作する際に依拠するチャンネルを示す情報とを備えている。場所検知情報の流れは、図7に示すとともに同図を参照して記述したメッセージ・シーケンス図を用いてより詳細に説明する。一般に、局10は場所探索コマンドを受信すると、個別の第1のトランスポンダ装置（ $TPa-nm$ ）に宛てて「0」データのフレームを送信する。そして、第1のトランスポンダ装置（ $TPa-nm$ ）から受信するACKごとに、受信信号強度（RSS）を当該第

10

20

30

40

50

1のトランスポンダ装置(TPa-nm)のMACアドレスとともに記録する。局10が(上述したように)時間遅延を測定する回路も備えている場合には、この時間遅延も記録する。確認応答をすべて受信したら、あるいは、タイムアウト(時間切れ)になったら、記録済みのデータを集め、タイムスタンプを付し、WLANアドミニストレータ中の処理装置14に各アクセス・ポイント(AP-1、AP-2、AP-3)を経由して送付する。あるいは、トランスポンダの応答をトリガするのに他のフレーム種別(たとえば送信要求(RTS)と送信許可(CTS)など)を使用することも可能である。

【0043】

図4は本発明の第2の実施形態に従いタグ付き対象物の場所を特定する(localize)IEEE(R)802.11アーキテクチャを備えた通信環境の概念図である。この第2の実施形態用の構成は図1に示すととも同図を参照して説明した第1の実施形態と類似している。しかし、第2の実施形態は次に示す点において第1の実施形態と異なる。すなわち、局10がタグ付き対象物を指すタグ40で置換されている点、および、第1のトランスポンダ装置(TPa-nm)が第2のトランスポンダ装置(TPb-nm)で置換されている点である。第2のトランスポンダ装置は「TPb-nm」で表されている(ただし、bは第2のトランスポンダ装置の種別を表し、n、mはそれぞれアクセス・ポイント(AP-1、AP-2、AP-3)とトランスポンダ番号を特定するための添え字である)。第2のトランスポンダ装置(TPb-nm)は縮小プロトコル・スタックで動作するが、場所検知情報を中継するために1つのアクセス・ポイント(AP-1、AP-2、AP-3)への関連付けも可能にしている。したがって、第2のトランスポンダ装置(TPb-nm)と各アクセス・ポイント(AP-1、AP-2、AP-3)との間の通信はWLANデータ接続8を介して行なうが、場所検知接続6は第2のトランスポンダ装置(TPb-nm)とタグ40との間で行なう。場所検知情報の流れは、図8に示すととも同図を参照して記述したメッセージ・シーケンス図を用いてより詳細に説明する。

【0044】

図5は図4に示す通信環境において第2のトランスポンダ装置(TPb-nm)から成る組内で使用可能な第2のトランスポンダ装置(TPb-nm)のアーキテクチャの概念図である。TPb型の第2のトランスポンダ装置(TPb-nm)は第2のトランスポンダ・アンテナ50と物理層(PHY)の機能を実行する回路とを備えている。物理層(PHY)の機能の実行はIEEE(R)802.11x標準に従って無線信号を送受信する、RF送信装置21とRF受信装置22、ベースバンド送信装置23とベースバンド受信装置24によって行なう。また、第2のトランスポンダ装置(TPb-nm)はマイクロプロセッサを用いて実装された縮小b型MACスタック(R-MACb)も備えている。R-MACbの機能は第2のトランスポンダ装置(TPb-nm)とそれが関連付けられたアクセス・ポイント(AP-1、AP-2、AP-3)との間においてIEEE(R)802.11xに従うデータ・トラフィックを可能にすることである。さらに、R-MACbはすべての第2のトランスポンダ装置(TPb-nm)に有効なグループ・アドレスを備えた、タグ40などの無線タグが出力するマルチキャスト・フレームを受信することができる。さらに、第2のトランスポンダ装置(TPb-nm)はR-MACbを運用する任に当たるマイクロプロセッサにおいて実行しうる場所データ・パケット組立てソフトウェア・モジュール56を備えている。この場所データ・パケット組立てソフトウェア・モジュール56の機能はタイマ(図示せず)によって規定されたリスニング期間内に、対応するチャンネルにおいて第2のトランスポンダ装置(TPb-nm)から受信する各マルチキャスト・フレームのRSS、タグのMACアドレス、およびタイムスタンプを記録することである。タイマが満了したら、記録済みのデータを集め各アクセス・ポイント(AP-1、AP-2、AP-3)を経由してWLANのアドミニストレータ局の処理装置14に送付する。アクセス・ポイント(AP-1、AP-2、AP-3)にデータを送信したら、リスニング期間を再開する。このリスニング期間は他のトランスポンダ装置または無線タグと共通の期間であるが、それらとは非同期である。

【0045】

さらなる実施形態では、第3のトランスポンダ装置（図示せず）を適用することができる。ここでは第3のトランスポンダ装置を「TPc-nm」で表す（ただし、cは第3のトランスポンダの種別を表し、n、mはそれぞれアクセス・ポイント（AP-1、AP-2、AP-3）とトランスポンダ番号を特定する添え字である）。第3のトランスポンダ装置（TPc-nm）は場所探索が有効なWLANを訪問する外部局あるいはプロトコルに違反する外部局であって、場所データ・パケット・ハンドラ・ソフトウェア・モジュール36を備えていない外部局の場所を特定するために使用する。第3のトランスポンダ装置（TPc-nm）はIEEE（R）802.11xに従う通常のデータ交換サービスに参加するための完全なWLANプロトコルまたはプロトコル・スタックをサポートしている。第3のトランスポンダ装置（TPc-nm）と各アクセス・ポイント（AP-1、AP-2、AP-3）との間の通信もWLANデータ接続8を介して直接に行なう。一方、場所検知接続6は第3のトランスポンダ装置（TPc-nm）と外部局との間で行なう。第3のトランスポンダ装置（TPc-nm）はWLANアドミニストレータ局の処理装置14が出すコマンドを受信して解釈し、外部局の場所をそのMAC局アドレスによって特定しうるようにも適合している。したがって、第3のトランスポンダ装置（TPc-nm）はこの外部局に「0」データを送信し、当該外部局はACKを用いて応答する。そして、外部局から受信したACKごとに、RSSデータを当該外部局のMACアドレスとともに記録する。外部局のMACアドレス、RSSデータ、およびタイムスタンプから成る収集・組立済みの情報は付随するアクセス・ポイント（AP-1、AP-2、AP-3）を経由してWLANアドミニストレータ局の処理装置14に転送して当該外部局の場所特定の用に供する。

10

20

【0046】

図6は特定すべき位置にあるとともに図4に示す通信環境において使用しうる1つのタグ40の概念図である。タグ40はPHY層の実装しか備えていない。すなわち、タグ40は第2のトランスポンダ・アンテナ60と、IEEE（R）802.11x標準に従って無線信号を送信するRF送信装置21およびベースバンド送信装置23によって物理層（PHY）の機能を実行する回路とを備えている。また、タグ40はマイクロプロセッサまたはFPGAで実装した縮小型タグMACスタック（R-MACtag）を備えている。R-MACtagの機能はすべての第2のトランスポンダ装置（TPb-nm）から成るグループに宛てたマルチキャスト・フレームをPHY層に渡し、非同期のタイマ「TAG」が制御する規則的間隔での送信の用に供することである。各マルチキャスト・フレームを送信した後、タグの回路はバッテリーの電力を節約するためにスリープ・モードに入る。マルチキャスト・フレームのボディは空であるか、あるいは追加のタグ情報（たとえばバッテリーの電力状態など）から成る。対象地域全体に導入しうるように、マルチキャスト・フレームはすべて同一のチャンネル上に伝送するのが望ましい。

30

【0047】

〔TPa型のトランスポンダを用いたWLAN局の場所検知〕

図7は第1のトランスポンダ装置（TPa-nm）を用いて通常局（たとえば局10）の場所を探索するメッセージ・シーケンス図における場所検出情報の信号フローの概念図である。このメッセージ・シーケンス図には最上部に通信エンティティの組が示されており、各通信エンティティは実行すべきタスクを示す垂直の棒線を備えている。時はこの棒線に沿い下方に向かって経過する。通信エンティティの組は左から右へ、WLANアドミニストレータ局の処理装置14、アクセス・ポイント（AP-n）、局10、第1のトランスポンダ装置（TPa-n1、TPa-n2、TPa-n3）を表している。所定の局10の場所特定プロセスの開始（initiation）は処理装置14中の場所探索モジュールで開始する（start）（ボックス71.1参照）。アクセス・ポイント（AP-n）は処理装置14および付随する局とデータをやり取りしうる状態にある（ボックス71.2参照）。第1のトランスポンダ装置（TPa-n1、TPa-n2、TPa-n3）は「0」データ・フレームに対してACKフレームで応答しうる状態にある（ボックス71.3参照）。当該局が現在関連付けられている各アクセス・ポイント（AP-n）には情報フレー

40

50

ムを送付する（矢印 7 2 参照）。この情報フレームはメッセージを場所特定コマンドとして識別するためのすべての情報、ならびに、対応するアクセス・ポイント（A P - n）の可能性のある範囲内に存在するすべての第 1 のトランスポンダ装置（T P a - n m）の M A C アドレスおよびチャネル情報を担持している。次いで、この情報フレームはアクセス・ポイント（A P - n）を経由して対応する局 1 0 へ I E E E（R）8 0 2 . 1 1 プロトコルを用いてさらに転送する（矢印 7 3 参照）。ボックス 7 5 に示すように、局 1 0 は上記フレームを受信すると、常駐する場所データ・パケット・ハンドラ・ソフトウェア・モジュール 3 6 を初期化した後、（矢印 7 4 で示す）確認応答（A C K）の後に、対応する第 1 のトランスポンダ装置（T P a - n x）に宛てた一連のユニキャストの「0」データ・フレームを対応するチャネル上に送信する（矢印 7 6 参照）。（矢印 7 7 で示すように）各 A C K を受信したら、対応する R S S および / または T D を記録する（ボックス 7 8 参照）。場所データ・パケット・ハンドラ・ソフトウェア・モジュール 3 6 はさらに、受信した応答ごとに M A C アドレス、R S S および / または T D、ならびにタイムスタンプから成る受信済みの場所特定情報を備えたデータ・フレームのボディを構築する。次いで、このデータ・フレームを W L A N アドミニストレータ局中の処理装置 1 4 中の場所特定機能モジュールに転送する（矢印 7 9 参照）。ここ、すなわち処理装置 1 4 では、三角法またはシグニチャ法に基づいて位置の推定値を算出するために、受信済みのデータを処理する（ボックス 8 0 参照）。あるいは、W L A N アドミニストレータ局中の処理装置 1 4 中の場所特定機能モジュールを局 1 0 自体に常駐させてもよい。それにより、自己始動型の位置推定を行なうことが可能になる。

【 0 0 4 8 】

〔 T P b 型のトランスポンダを用いた無線タグ付き対象物の場所検知 〕

図 8 は第 2 のトランスポンダ装置（T P b - n m）を用いてタグ付き対象物の場所を探索する別のメッセージ・シーケンス図における場所検出情報の信号フローの概念図である。タグ付き対象物（たとえばタグ 4 0）の経常的な更新（running update）を実現するために、場所検知は継続的に行なう。このメッセージ・シーケンス図には最上部に通信エンティティの組が示されており、各通信エンティティは実行すべきタスクを示す垂直の棒線を備えている。時はこの棒線に沿い下方に向かって経過する。通信エンティティの組は左から右へ、処理装置 1 4、アクセス・ポイント（A P - n）、2 つの第 2 のトランスポンダ装置（T P b - n 1、T P b - n 2）、タグ 4 0 を表している。タイマが満了するごとに（たとえば毎分）、タグ 4 0 は導入済みのすべての第 2 のトランスポンダ装置（T P b - n m）に到達するのに有効なグループ・アドレスを備えたマルチキャスト・フレームを送信する（矢印 8 1 参照）。送信する情報はタグ 4 0 を特定する送信元 M A C アドレスである。タグの特定に関する付加情報はマルチキャスト・フレームのボディで構成する。タグの送信が終わるごとに、回路は省電力モードに復帰した後、タイマを始動させる（ボックス 8 2 参照）。

【 0 0 4 9 】

第 2 のトランスポンダ装置（T P b - n m）はタグ 4 0 が送信しているチャネル上で周期的にリスニング間隔に入る（ボックス 8 3 参照）。これは非同期のトランスポンダ・タイマ 8 4（「T P」なる標識も付す）がタグ・タイマ 8 5（「T A G」なる標識も付す）と同じタイミング間隔で制御する。リスニング間隔の間に、受信したマルチキャスト・フレームに由来する R S S と送信元アドレスを記録する。タイマが満了したら、記録済みのデータを個別に受信したタグ I D、R S S、およびタイムスタンプから成る集合（aggregate）タグ情報ボディに組み立てる。次いで、この集合タグ情報ボディを付随するアクセス・ポイント（A P - n）へ転送する（矢印 8 5 参照）。この付随するアクセス・ポイント（A P - n）は処理装置 1 4 とデータ・トラフィックをやり取りする準備ができている（ボックス 8 6 参照）。次いで、上記集合タグ情報を第 2 のトランスポンダ装置（T P b - n m）の各々から、W L A N アドミニストレータ局の処理装置 1 4 において無線タグ情報を処理する任に当たる場所探索機能モジュールに転送する（矢印 8 7 参照）。すべての第 2 のトランスポンダ装置（T P b - n m）は独立かつ相互に同期することなく動作する。

場所更新タイム８８（「場所更新」なる標識も付す）が制御する周期的な間隔において、場所探索機能モジュールは各タグ４０から受信したデータに基づいて位置の推定値の算出を行なう（ボックス８９参照）。

【００５０】

３種類のトランスポンダ装置（ＴＰ a - n m、ＴＰ b - n m、ＴＰ c - n m）、すなわち第１のトランスポンダ装置（ＴＰ a - n m）、第２のトランスポンダ装置（ＴＰ b - n m）、および第３のトランスポンダ装置（ＴＰ c - n m）を組み合わせると、あらゆるモードの動作が可能になる。

【００５１】

ＷＬＡＮの場所特定機能をサポートする場所特定機能モジュールはＷＬＡＮアドミニストレータ局中の処理装置１４に常駐させるのが望ましい。それは場所特定システムの保守、初期場所調査の間に記録したＲＳＳ値および／またはＴＤ値から成るデータベースの構築と保守、場所特定要求の個別あるいは周期的な始動と処理、および、場所の推定値の算出と表示の任に当たる。

【００５２】

ＲＳＳデータを用いた位置決め精度を評価する実験をＩＥＥＥ（Ｒ）８０２．１ｂに準拠したＷＬＡＮ装置を用いて行なった。アクセス・ポイント（ＡＰ - n）の無線信号が到達する建物から成る区画を使用した。５つの第１のトランスポンダ装置（ＴＰ a - n m）を様々な場所に配置した。第１のトランスポンダ装置（ＴＰ a - n m）用に利用可能なＲＳＳを示す輪郭線を、ＲＳＳの測定値（ｄＢｍ単位）で印を付してプロットした。それによると、２．８ｍ間隔の格子網が、５つの第１のトランスポンダ装置（ＴＰ a - n m）すべてが出すＲＳＳ値を記録した場所を示していた。これにより、引き続く位置の推定値（シグニチャ法）用のデータベースを実現することができた。位置決めアルゴリズムを使用し、事前に記録したデータベースを用いて、特定すべき位置にある局が測定した５つのＲＳＳ試料を比較した。位置の推定値はＲＳＳ試料の測定値と最も良好に一致する補間格子点を見出すことにより取得した。典型的な結果は０．５ｍの位置決め精度を示している。平均して、１ｍ～２ｍの位置決め精度が得られる。

【００５３】

開示した実施形態の任意のものを、示した、および／または記述した他の１個または数個の実施形態と組み合わせることができる。このことは実施形態群の少なくとも１つの特徴についても当てはまる。

【図面の簡単な説明】

【００５４】

【図１】本発明の第１の実施形態による通信環境の概念図である。

【図２】図１に示す通信環境において使用可能な第１のトランスポンダ装置の概念図である。

【図３】図１に示す通信環境において使用可能な局の概念図である。

【図４】本発明の第２の実施形態による通信環境の概念図である。

【図５】図４に示す通信環境において使用可能な第１のトランスポンダ装置の概念図である。

【図６】図４に示す通信環境において使用可能なタグの概念図である。

【図７】第１のトランスポンダ装置を用いて通常局の場所を探索する、メッセージ・シーケンス図における信号フローの概念図である。

【図８】第２のトランスポンダ装置を用いてタグ付き対象物の場所を探索する、メッセージ・シーケンス図における信号フローの概念図である。

【符号の説明】

【００５５】

３ 分配システム

４ ＩＥＥＥ（Ｒ）８０２．ｘ型ＬＡＮ

６ 位置検知接続

10

20

30

40

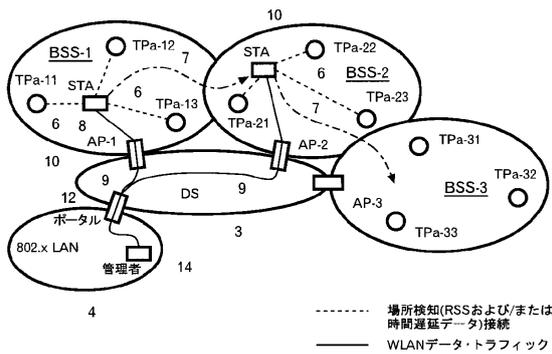
50

- 7 経路
- 8 データ接続
- 9 分配接続
- 10 局
- 14 処理装置
- 20 アンテナ
- 21 RF送信装置
- 22 RF受信装置
- 23 ベースバンド送信装置
- 24 ベースバンド受信装置
- 30 アンテナ
- 35 MACスタック装置
- 36 場所データ・パケット・ハンドラ・ソフトウェア・モジュール
- 40 タグ
- 50 アンテナ
- 55 縮小MAC (R - M A C b)
- 56 場所データ・パケット組立てソフトウェア・モジュール
- 60 アンテナ
- 65 縮小MAC (R - M A C t a g)
- P O R T A L ポータル
- A D M I N 管理者
- S T A W L A N局

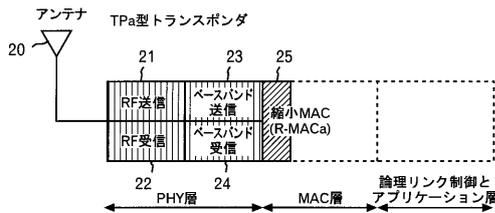
10

20

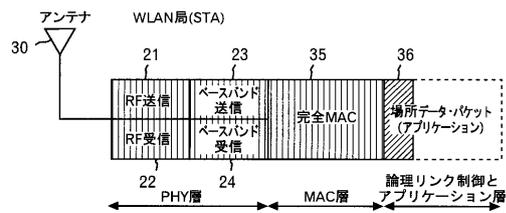
【 図 1 】



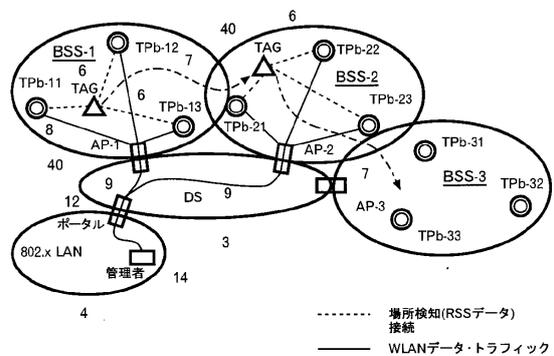
【 図 2 】



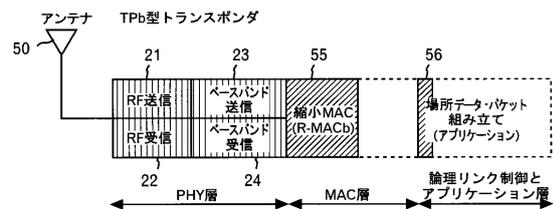
【 図 3 】



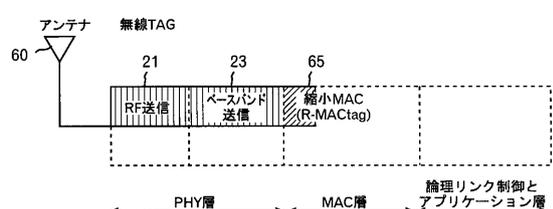
【 図 4 】



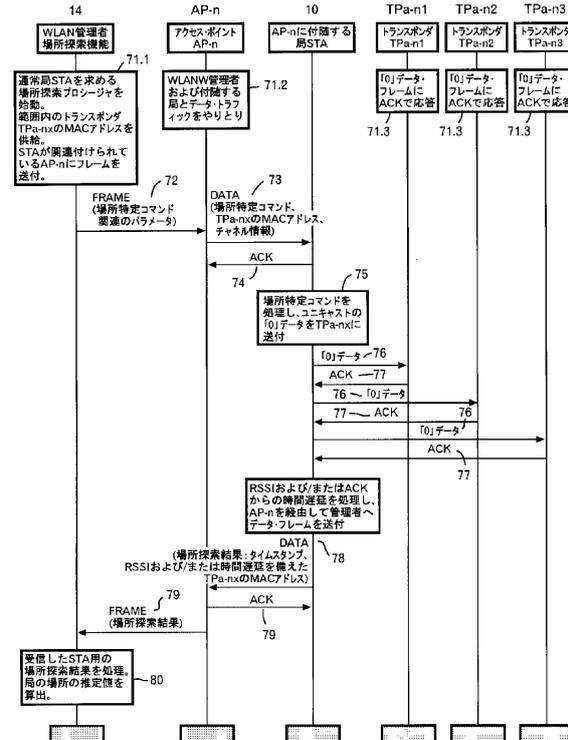
【図5】



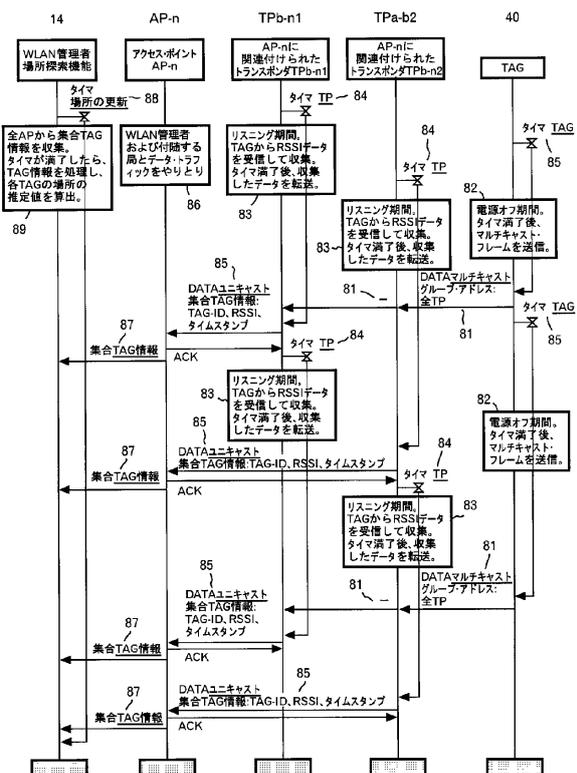
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

- (72)発明者 グフェラー、フリッツ
スイス国 シー・エイチ - 8 9 0 6 ボンシュテッテン、イム ランガッヒャー 3 7
- (72)発明者 ヒルト、ヴァルター
スイス国 シー・エイチ - 8 9 0 7 ヒンダーヴァイトシュトラッセ 2 9

審査官 望月 章俊

- (56)参考文献 特開平 1 1 - 1 7 8 0 4 1 (J P , A)
国際公開第 9 8 / 0 3 5 5 2 4 (W O , A 1)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H04B7/24-H04B7/26
H04Q7/00-H04Q7/38