

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6310813号
(P6310813)

(45) 発行日 平成30年4月11日(2018.4.11)

(24) 登録日 平成30年3月23日(2018.3.23)

(51) Int.Cl.	F 1	
HO4W 16/28	(2009.01)	HO4W 16/28
HO4W 16/32	(2009.01)	HO4W 16/32
HO4W 72/08	(2009.01)	HO4W 72/08
HO4W 64/00	(2009.01)	HO4W 64/00 173
HO4W 72/04	(2009.01)	HO4W 72/04 131

請求項の数 9 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2014-169037 (P2014-169037)	(73) 特許権者	000005821
(22) 出願日	平成26年8月22日(2014.8.22)		パナソニック株式会社
(65) 公開番号	特開2016-46657 (P2016-46657A)		大阪府門真市大字門真1006番地
(43) 公開日	平成28年4月4日(2016.4.4)	(74) 代理人	100105050
審査請求日	平成29年3月9日(2017.3.9)		弁理士 鷺田 公一
特許法第30条第2項適用	電子情報通信学会技術研究報告 信学技報 Vol. 113 No. 457 平成26年2月24日発行	(72) 発明者	阪口 啓
(出願人による申告)平成26年度、総務省、ミリ波帯における高度多重化干渉制御技術等に関する研究開発の委託事業、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願			大阪府吹田市山田丘2-1 国立大学法人大阪大学内
		(72) 発明者	イハボ マハモド モハメド マハモド
			大阪府吹田市山田丘2-1 国立大学法人大阪大学内
		(72) 発明者	官本 伸一
			大阪府吹田市山田丘2-1 国立大学法人大阪大学内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 通信システム、制御局及びリソース制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

マイクロ波帯を用いて通信を行うマイクロ波基地局と、前記マイクロ波基地局の通信エリア内に設けられ、ミリ波帯を用いて指向性を切り替えて通信を行う複数のミリ波基地局と、前記マイクロ波基地局及び前記ミリ波基地局と通信を行う複数の端末局と、前記マイクロ波基地局に接続された制御局と、を有する通信システムであって、

前記端末局は、

前記ミリ波基地局の第1の指向性と前記端末局の第2の指向性との複数の組み合わせ毎の信号品質を推定し、前記信号品質を示すミリ波信号品質情報を生成する信号品質推定部と、

前記ミリ波信号品質情報、及び、データ通信を開始するための帯域予約要求を送信する無線通信部と、を具備し、

前記マイクロ波基地局は、

前記ミリ波信号品質情報を送信した前記端末局の第1の位置、及び、前記帯域予約要求を送信した前記端末局の第2の位置を推定する位置推定部と、

前記ミリ波信号品質情報と前記第1の位置、及び、前記帯域予約要求と前記第2の位置を前記制御局へ送信する通信部と、を具備し、

前記制御局は、

前記ミリ波信号品質情報と、前記第1の位置とを対応付けて格納するデータベースと

前記第 2 の位置をキーとして、前記データベースを参照して、前記帯域予約要求を送信した前記端末局に対して、通信先のミリ波基地局、前記第 1 の指向性、及び、前記第 2 の指向性を含む無線リソースを決定する制御部と、を具備する、
通信システム。

【請求項 2】

前記位置推定部は、前記端末局からマイクロ波帯で送信される信号を用いて、前記第 1 の位置及び前記第 2 の位置を推定する、
請求項 1 に記載の通信システム。

【請求項 3】

前記位置推定部は、前記端末局からマイクロ波帯を用いて送信される前記ミリ波信号品質情報及び前記帯域予約要求を含む、データパケットに付加されたプリアンプルを用いて、前記マイクロ波基地局と前記端末局との間の伝搬路情報を推定し、前記推定された伝搬路情報を前記第 1 の位置又は前記第 2 の位置を示す位置情報とする、
請求項 1 に記載の通信システム。

10

【請求項 4】

前記伝搬路情報は、前記マイクロ波基地局での前記プリアンプルの受信レベル、受信波形、遅延プロファイル又は周波数スペクトルの何れかである、
請求項 3 に記載の通信システム。

【請求項 5】

前記ミリ波信号品質情報は、前記ミリ波基地局から送信された信号の前記端末局での受信電力、S N R 又は S I N R の何れかである、
請求項 1 に記載の通信システム。

20

【請求項 6】

前記無線リソースは、更に、送信電力、又は、送信チャネルを含む、
請求項 1 に記載の通信システム。

【請求項 7】

前記制御部は、前記データベースを参照して、前記複数の端末局の各々の前記第 2 の位置における前記第 1 の指向性及び前記第 2 の指向性での信号品質を特定し、前記複数の端末局において前記複数のミリ波基地局からの信号による干渉を受けないように、前記複数の端末局に対して、前記通信先のミリ波基地局、前記第 1 の指向性、前記第 2 の指向性、及び、タイムスロットを決定する、
請求項 1 に記載の通信システム。

30

【請求項 8】

マイクロ波帯を用いて通信を行うマイクロ波基地局と、前記マイクロ波基地局の通信エリア内に設けられ、ミリ波帯を用いて指向性を切り替えて通信を行う複数のミリ波基地局と、前記マイクロ波基地局及び前記ミリ波基地局と通信を行う複数の端末局と、を有する通信システムにおいて、前記マイクロ波基地局に接続された制御局であって、

前記ミリ波基地局の第 1 の指向性と前記端末局の第 2 の指向性との複数の組み合わせ毎の信号品質を示すミリ波信号品質情報と前記ミリ波信号品質情報を送信した前記端末局の第 1 の位置、及び、前記端末局がデータ通信を開始するための帯域予約要求と前記帯域予約要求を送信した前記端末局の第 2 の位置、を受信する通信部と、

40

前記ミリ波信号品質情報と、前記第 1 の位置とを対応付けて格納するデータベースと、
前記第 2 の位置をキーとして、前記データベースを参照して、前記帯域予約要求を送信した前記端末局に対して、通信先のミリ波基地局、前記第 1 の指向性、及び、前記第 2 の指向性を含む無線リソースを決定する制御部と、
を具備する制御局。

【請求項 9】

マイクロ波帯を用いて通信を行うマイクロ波基地局と、前記マイクロ波基地局の通信エリア内に設けられ、ミリ波帯を用いて指向性を切り替えて通信を行う複数のミリ波基地局と、前記マイクロ波基地局及び前記ミリ波基地局と通信を行う複数の端末局と、前記マイ

50

クロ波基地局に接続された制御局と、を有する通信システムにおいて、

前記ミリ波基地局の第1の指向性と前記端末局の第2の指向性との複数の組み合わせ毎の信号品質を推定し、前記信号品質を示すミリ波信号品質情報を生成し、

前記ミリ波信号品質情報、及び、前記端末局がデータ通信を開始するための帯域予約要求を送信し、

前記ミリ波信号品質情報を送信した前記端末局の第1の位置、及び、前記帯域予約要求を送信した前記端末局の第2の位置を推定し、

前記ミリ波信号品質情報と前記第1の位置、及び、前記帯域予約要求と前記第2の位置を前記制御局へ送信し、

前記ミリ波信号品質情報と、前記第1の位置とが対応付けて格納されたデータベースを参照して、前記第2の位置をキーとして、前記帯域予約要求を送信した前記端末局に対して、通信先のミリ波基地局、前記第1の指向性、及び、前記第2の指向性を含む無線リソースを決定する、

リソース制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、通信システム、制御局及びリソース制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、トラフィック需要の急増に対して、1GHz以上の帯域幅を確保するために、ミリ波帯を用いて通信を行う小型基地局が導入されている。例えば、マイクロ波帯を用いて通信を行う基地局の通信エリア内に複数の小型基地局を設けた通信システム（ヘテロジニアスネットワークと称されることもある）が想定されている。

【0003】

かかる小型基地局では、ミリ波帯を用いるために電波の到達距離を延ばすことができず、伝搬損が格段に大きくなる。

【0004】

このような伝搬損の克服、又は、通信速度の高速化及びセルエリアの拡大に寄与する一つの方式としては、基地局で複数のアンテナ素子（アンテナアレー）を用いて指向性制御（ビームフォーミング）を行う方式がある。指向性制御を行う方式では、基地局の送信する電波を、端末局の存在する方向に向けてことによって、無指向性での送信を行った場合よりも遠距離の地点まで電波を到達させることができ、カバーするセルエリアを拡大することができる。また、端末局は、SINR（Signal to Interference-plus-Noise power Ratio）を改善することができるため、周波数利用効率の高い変調方式及び符号化率を適用することができるようになり、高い伝送速度で通信を行うことができる（例えば、非特許文献1を参照）。

【0005】

ただし、初期接続が確立する前の段階では、基地局が端末局の存在する方向を判断する情報を持たないため、端末局の存在する方向だけに指向性を向けて信号を送信することはできない。

【0006】

そこで、基地局がセルエリアとしたい範囲を指向性の幅に従って細かく分割し、分割した範囲それぞれに指向性が向けられるように逐次的に指向性を切り替えながら信号を送信する方法が提案されている。この方法によれば、逐次的な操作によってセルエリアとしたい範囲全体をカバーしつつ、指向性制御によってカバーエリアを広げることができる。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0007】

【非特許文献1】IEEE 802.15.3c-2009 Standard for Information Technology-Telecomm

10

20

30

40

50

unications and Information Exchange between systems-Local and Metropolitan networks-Specific requirements-Part 15.3: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for High Rate Wireless Personal Area Networks (WPANs): Millimeter-wave based Alternative Physical Layer Extension Amendment is ratified by Standards Board of IEEE.

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、指向性を切り替えて初期接続を行う場合、無指向性の場合に比べて、初期接続を確立するまでの時間が長くなってしまいう課題がある。

10

【0009】

本発明の目的は、指向性を切り替えて初期接続を行う際に、初期接続が確立されるまでの時間を短縮することができる通信システム、制御局及びリソース制御方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の一態様に係る通信システムは、マイクロ波帯を用いて通信を行うマイクロ波基地局と、前記マイクロ波基地局の通信エリア内に設けられ、ミリ波帯を用いて指向性を切り替えて通信を行う複数のミリ波基地局と、前記マイクロ波基地局及び前記ミリ波基地局と通信を行う複数の端末局と、前記マイクロ波基地局に接続された制御局と、を有する通信システムであって、前記端末局は、前記ミリ波基地局の第1の指向性と前記端末局の第2の指向性との複数の組み合わせ毎の信号品質を推定し、前記信号品質を示すミリ波信号品質情報を生成する信号品質推定部と、前記ミリ波信号品質情報、又は、データ通信を開始するための帯域予約要求を送信する無線通信部と、を具備し、前記マイクロ波基地局は、前記ミリ波信号品質情報を送信した前記端末局の第1の位置、及び、前記帯域予約要求を送信した前記端末局の第2の位置を推定する位置推定部と、前記ミリ波信号品質情報と前記第1の位置、又は、前記帯域予約要求と前記第2の位置を前記制御局へ送信する通信部と、を具備し、前記制御局は、前記ミリ波信号品質情報と、前記第1の位置とを対応付けて格納するデータベースと、前記第2の位置をキーとして、前記データベースを参照して、前記帯域予約要求を送信した前記端末局に対して、通信先のミリ波基地局、前記第1の指向性、及び、前記第2の指向性を含む無線リソースを決定する制御部と、を具備する構成を採る。

20

30

【0011】

本発明の一態様に係る制御局は、マイクロ波帯を用いて通信を行うマイクロ波基地局と、前記マイクロ波基地局の通信エリア内に設けられ、ミリ波帯を用いて指向性を切り替えて通信を行う複数のミリ波基地局と、前記マイクロ波基地局及び前記ミリ波基地局と通信を行う複数の端末局と、を有する通信システムにおいて、前記マイクロ波基地局に接続された制御局であって、前記ミリ波基地局の第1の指向性と前記端末局の第2の指向性との複数の組み合わせ毎の信号品質を示すミリ波信号品質情報と前記ミリ波信号品質情報を送信した前記端末局の第1の位置、又は、前記端末局がデータ通信を開始するための帯域予約要求と前記帯域予約要求を送信した前記端末局の第2の位置、を受信する通信部と、前記ミリ波信号品質情報と、前記第1の位置とを対応付けて格納するデータベースと、前記第2の位置をキーとして、前記データベースを参照して、前記帯域予約要求を送信した前記端末局に対して、通信先のミリ波基地局、前記第1の指向性、及び、前記第2の指向性を含む無線リソースを決定する制御部と、を具備する構成を採る。

40

【0012】

本発明の一態様に係るリソース制御方法は、マイクロ波帯を用いて通信を行うマイクロ波基地局と、前記マイクロ波基地局の通信エリア内に設けられ、ミリ波帯を用いて指向性を切り替えて通信を行う複数のミリ波基地局と、前記マイクロ波基地局及び前記ミリ波基地局と通信を行う複数の端末局と、前記マイクロ波基地局に接続された制御局と、を有す

50

る通信システムにおいて、前記ミリ波基地局の第1の指向性と前記端末局の第2の指向性との複数の組み合わせ毎の信号品質を推定し、前記信号品質を示すミリ波信号品質情報を生成し、前記ミリ波信号品質情報、又は、前記端末局がデータ通信を開始するための帯域予約要求を送信し、前記ミリ波信号品質情報を送信した前記端末局の第1の位置、又は、前記帯域予約要求を送信した前記端末局の第2の位置を推定し、前記ミリ波信号品質情報と前記第1の位置、又は、前記帯域予約要求と前記第2の位置を前記制御局へ送信し、前記ミリ波信号品質情報と、前記第1の位置とが対応付けて格納されたデータベースを参照して、前記第2の位置をキーとして、前記帯域予約要求を送信した前記端末局に対して、通信先のミリ波基地局、前記第1の指向性、及び、前記第2の指向性を含む無線リソースを決定する。

10

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、指向性を切り替えて初期接続を行う際に、初期接続が確立されるまでの時間を短縮することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】実施の形態に係る通信システムを示す図

【図2】実施の形態に係る通信システムの各装置の構成を示すブロック図

【図3】実施の形態に係る通信システムの各装置の動作を示すシーケンス図

【図4】実施の形態に係るチャネル測定期間における各装置の動作を示すシーケンス図

20

【図5】実施の形態に係る端末の位置推定方法の一例を示す図

【図6】実施の形態に係るデータベースの一例を示す図

【図7】実施の形態に係るデータ通信期間における各装置の動作を示すシーケンス図

【図8】本発明の実施の形態に係る干渉を考慮したリソース割当方法を示す図

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、図面を適宜参照して、本発明の実施形態について、詳細に説明する。

【0016】

(実施の形態)

<通信システムの構成>

30

まず、本実施の形態に係る通信システム10の構成について、図1を参照しながら説明する。

【0017】

本実施の形態に係る通信システム10は、制御局100と、複数のマイクロ波基地局(マイクロ波アクセスポイント(AP))200と、複数のミリ波基地局(ミリ波AP)300と、複数の端末局(STA。又はUEと称することもある)400と、を有する。

【0018】

図1は、一例として、制御局100と、2つのマイクロ波AP1,2と、マイクロ波AP1がカバーするマイクロ波通信エリア1内に存在する機器とを示す。具体的には、カバレッジが比較的大きいマイクロ波通信エリア1内では、ミリ波AP1及びミリ波AP2の各々によってカバレッジが比較的小さいミリ波通信エリア1及びミリ波通信エリア2がそれぞれ形成される。また、ミリ波通信エリア1内にはSTA1及びSTA2が存在し、ミリ波通信エリア2内にはSTA3及びSTA4が存在する。

40

【0019】

制御局100は、複数のマイクロ波基地局200(図1では、マイクロ波AP1,2)と接続されている。制御局100とマイクロ波基地局200との接続は、無線接続でもよく、有線接続でもよく、例えば、Ethernet(登録商標)、WiFi(登録商標)、USB又は光通信などによる接続が挙げられる。制御局100は、各マイクロ波基地局200から報告される端末局400の位置情報、ミリ波帯を用いた通信におけるミリ波信号品質情報などを保持する。そして、制御局100は、保持する情報に基づいて、端末局400に

50

対して、ミリ波通信の無線リソースを制御する。なお、制御局 100 は、連携コーディネータと称されることもある。

【0020】

マイクロ波基地局 200 (図 1 ではマイクロ波 AP 1、2) は、2.4 GHz 帯又は 5 GHz 帯などのマイクロ波帯を用いて、ミリ波基地局 300 又は端末局 400 と通信を行う。マイクロ波通信としては、例えば、Wi-Fi、LTE (3GPP Long Term Evolution)、又は、ZigBee (登録商標) などによる通信が挙げられる。また、マイクロ波基地局 200 は、自機がカバーする通信エリア内のミリ波基地局 300 とミリ波帯を用いて通信を行う端末局 400 から受け取るミリ波信号品質情報を制御局 100 へ報告する。その際、マイクロ波基地局 200 は、端末局 400 からマイクロ波帯で送信される信号を用いて当該端末局 400 の位置を推定し、位置情報を制御局 100 へ報告する。

10

【0021】

ミリ波基地局 300 (図 1 ではミリ波 AP 1、2) は、マイクロ波基地局 200 の通信エリア内に設けられ、例えば 60 GHz 帯などのミリ波帯を用いて指向性 (セクタ) を切り替えて通信を行う。ミリ波基地局 300 は、マイクロ波アンテナ及びミリ波指向性アンテナを有し、マイクロ波帯を用いてマイクロ波基地局 200 と通信を行うとともに、ミリ波帯を用いて端末局 400 と通信を行う。ミリ波通信としては、例えば、WiGig (登録商標) などによる通信が挙げられる。ミリ波基地局 300 は、マイクロ波基地局 200 からの指示に基づいて指向性を切り替える。

【0022】

20

端末局 400 (図 1 では STA 1 ~ 4) は、マイクロ波アンテナ及びミリ波指向性アンテナを有し、マイクロ波帯を用いてマイクロ波基地局 200 と通信を行うとともに、ミリ波帯を用いてミリ波基地局 300 と通信を行う。端末局 400 は、ミリ波通信時に、マイクロ波基地局 200 からの指示に基づいて指向性を切り替える。

【0023】

図 2 は、図 1 に示す通信システム 10 における制御局 100、マイクロ波基地局 200、ミリ波基地局 300 及び端末局 400 の各々の構成を示すブロック図である。

【0024】

< 制御局 100 の構成 >

制御局 100 は、通信部 101 と、制御部 102 と、データベース 103 とを有する。

30

【0025】

通信部 101 は、各マイクロ波基地局 200 から制御情報を受信するとともに、各マイクロ波基地局 200 へ制御情報を送信する。ここで、通信システム 10 では、ミリ波通信の通信フェーズとして、チャネル測定が行われるチャネル測定期間と、データ通信が行われるデータ通信期間とがある。

【0026】

チャネル測定期間において通信部 101 が受信する制御情報には、例えば、ミリ波基地局 300 と端末局 400 との間の各指向性の組み合わせ (以下、ビームセットと称することもある) における信号品質を示すミリ波信号品質情報、及び、当該ミリ波信号品質情報に対応する端末局 400 の位置を示す位置情報が含まれる。ミリ波信号品質情報には、例えば、ミリ波基地局 300 から送信された信号の端末局 400 での受信レベル (受信電力)、SNR (Signal to Noise Ratio)、SINR (Signal to Interference and Noise Ratio) などが挙げられる。

40

【0027】

データ通信期間において通信部 101 が受信する制御情報には、例えば、ミリ波通信の帯域予約要求、及び、当該帯域予約要求を行った端末局 400 の位置を示す位置情報が含まれる。また、データ通信期間において通信部 101 が送信する制御情報には、例えば、端末局 400 がミリ波通信時に接続する通信先のミリ波基地局 300、ミリ波基地局 300 がミリ波通信時に接続する通信先の端末局 400、又は、ミリ波通信時に使用される指向性、などを含むミリ波無線リソースを示すミリ波無線リソース制御情報が含まれる。

50

【 0 0 2 8 】

制御部 1 0 2 は、チャンネル測定期間では、チャンネル測定要求をミリ波基地局 3 0 0 に通知し、端末局 4 0 0 が生成したミリ波信号品質情報、及び、マイクロ波基地局 2 0 0 が生成した端末局 4 0 0 の位置情報を対応付けてデータベース化する。すなわち、データベース 1 0 3 には、端末局 4 0 0 の位置情報と、ミリ波信号品質情報とが対応付けられて格納されている。なお、ミリ波信号品質情報は、ミリ波基地局 3 0 0 の指向性と端末局 4 0 0 の指向性との複数の組み合わせ（ビームセット）毎の信号品質を示す。

【 0 0 2 9 】

制御部 1 0 2 は、マイクロ波基地局 2 0 0 から制御情報を受け取る度に、データベース 1 0 3 を更新する。

10

【 0 0 3 0 】

制御部 1 0 2 は、データ通信期間では、帯域予約要求を行った端末局 4 0 0 の位置情報をキーとして、データベース 1 0 3 を参照して、当該端末局 4 0 0 に対して、通信先のミリ波基地局 3 0 0、ミリ波基地局 3 0 0 及び端末局 4 0 0 の指向性、タイムスロット、送信電力、又は、周波数チャンネルを含むミリ波無線リソースを決定する。

【 0 0 3 1 】

< マイクロ波基地局 2 0 0 の構成 >

マイクロ波基地局 2 0 0 は、マイクロ波通信用のアンテナ 2 0 1 と、無線通信部 2 0 2 と、位置推定部 2 0 3 と、制御部 2 0 4 と、通信部 2 0 5 と、を有する。

【 0 0 3 2 】

無線通信部 2 0 2 は、制御部 2 0 4 の指示に従って、アンテナ 2 0 1 を介して、ミリ波基地局 3 0 0 又は端末局 4 0 0 とマイクロ波通信を行う。例えば、無線通信部 2 0 2 は、チャンネル測定期間では、ミリ波基地局 3 0 0 に対してチャンネル測定要求を送信し、端末局 4 0 0 からミリ波信号品質情報を受信する。また、無線通信部 2 0 2 は、データ通信期間では、端末局 4 0 0 から帯域予約要求を受信し、ミリ波基地局 3 0 0 及び端末局 4 0 0 に対して、ミリ波無線リソース制御情報を送信する。

20

【 0 0 3 3 】

位置推定部 2 0 3 は、ミリ波信号品質情報を送信した端末局 4 0 0 の位置、及び、帯域予約要求を送信した端末局 4 0 0 の位置を推定する。例えば、位置推定部 2 0 3 は、端末局 4 0 0 からマイクロ波帯で送信された信号を用いて、端末局 4 0 0 の位置を推定する。より具体的には、位置推定部 2 0 3 は、端末局 4 0 0 からマイクロ波帯を用いて送信されるミリ波信号品質情報又は帯域予約要求を含む、データパケットに付加されたプリアンプルを用いて、マイクロ波基地局 2 0 0 と端末局 4 0 0 との間の伝搬特性情報を推定し、推定した伝搬特性情報を位置情報とする。伝搬路情報は、例えば、マイクロ波基地局 2 0 0 でのプリアンプルの受信レベル、チャンネル推定シンボルの受信波形、受信相関値、インパルスレスポンス（遅延プロファイル）、又は、周波数特性（周波数スペクトル）などの何れかである。なお、位置推定部 2 0 3 における端末局 4 0 0 の位置推定方法の詳細については後述する。

30

【 0 0 3 4 】

制御部 2 0 4 は、チャンネル測定期間では、制御局 1 0 0 から受け取ったチャンネル測定要求を、無線通信部 2 0 2 を用いてミリ波基地局 3 0 0 へ送信し、端末局 4 0 0 から受け取ったミリ波信号品質情報及び位置推定部 2 0 3 において推定された端末局 4 0 0 の位置を示す位置情報を、通信部 2 0 5 を用いて制御局 1 0 0 へ送信する。また、制御部 2 0 4 は、データ通信期間では、端末局 4 0 0 から受け取った帯域予約要求及び位置推定部 2 0 3 において推定された端末局 4 0 0 の位置を示す位置情報を、通信部 2 0 5 を用いて制御局 1 0 0 へ送信する。また、制御部 2 0 4 は、制御局 1 0 0 から受け取ったミリ波無線リソース制御情報を、無線通信部 2 0 2 を用いてミリ波基地局 3 0 0 及び端末局 4 0 0 へ出力する。

40

【 0 0 3 5 】

通信部 2 0 5 は、制御部 2 0 4 の指示に従って、制御局 1 0 0 との間の制御情報の送受

50

信を行う。

【 0 0 3 6 】

< ミリ波基地局 3 0 0 の構成 >

ミリ波基地局 3 0 0 は、マイクロ波用のアンテナ 3 0 1 と、マイクロ波無線通信部 3 0 2 と、制御部 3 0 3 と、信号品質推定部 3 0 4 と、ミリ波無線通信部 3 0 5 と、ミリ波用のアンテナ 3 0 6 と、を有する。

【 0 0 3 7 】

マイクロ波無線通信部 3 0 2 は、制御部 3 0 3 の指示に従って、アンテナ 3 0 1 を介して、マイクロ波基地局 2 0 0 とマイクロ波通信を行う。

【 0 0 3 8 】

制御部 3 0 3 は、チャンネル測定期間では、端末局 4 0 0 との間で指向性を切り替えて信号品質を測定する。例えば、制御部 3 0 3 は、ミリ波無線通信部 3 0 5 を用いて、指向性を変更しながら、チャンネル品質測定用のパケットを端末局 4 0 0 へ送信する。また、制御部 3 0 3 は、端末局 4 0 0 から受け取ったチャンネル品質測定用のパケットを信号品質推定部 3 0 4 へ出力する。また、制御部 3 0 3 は、データ通信期間では、マイクロ波基地局 2 0 0 から受け取ったミリ波無線リソース制御情報に従って、ミリ波無線通信部 3 0 5 に対して指向性を指示する。そして、制御部 3 0 3 は、端末局 4 0 0 との間のデータ通信を制御する。

【 0 0 3 9 】

信号品質推定部 3 0 4 は、端末局 4 0 0 が指向性を変更しながら送信したチャンネル品質測定用のパケットを用いて信号品質を推定する。

【 0 0 4 0 】

ミリ波無線通信部 3 0 5 は、アンテナ 3 0 6 を介して、端末局 4 0 0 とミリ波通信を行う。その際、ミリ波無線通信部 3 0 5 は、制御部 3 0 3 の指示に従って、指向性を設定する。

【 0 0 4 1 】

< 端末局 4 0 0 の構成 >

端末局 4 0 0 は、マイクロ波用のアンテナ 4 0 1 と、マイクロ波無線通信部 4 0 2 と、制御部 4 0 3 と、信号品質推定部 4 0 4 と、ミリ波無線通信部 4 0 5 と、ミリ波用のアンテナ 4 0 6 と、を有する。

【 0 0 4 2 】

マイクロ波無線通信部 4 0 2 は、制御部 4 0 3 の指示に従って、アンテナ 4 0 1 を介して、マイクロ波基地局 2 0 0 とマイクロ波通信を行う。

【 0 0 4 3 】

制御部 4 0 3 は、チャンネル測定期間では、ミリ波基地局 3 0 0 との間で指向性を切り替えて信号品質を測定する。例えば、制御部 4 0 3 は、ミリ波基地局 3 0 0 から受け取ったチャンネル品質測定用のパケットを信号品質推定部 4 0 4 へ出力する。また、制御部 4 0 3 は、ミリ波無線通信部 4 0 5 を用いて、指向性を変更しながら、チャンネル品質測定用のパケットをミリ波基地局 3 0 0 へ送信する。そして、制御部 4 0 3 は、信号品質推定部 4 0 4 において生成されたミリ波信号品質情報を、マイクロ波無線通信部 4 0 2 を用いてマイクロ波基地局 2 0 0 へ送信する。

【 0 0 4 4 】

制御部 4 0 3 は、データ通信期間では、まず、データ通信を開始するための帯域予約要求を、マイクロ波無線通信部 4 0 2 を用いてマイクロ波基地局 2 0 0 へ送信する。また、制御部 4 0 3 は、データ通信期間では、マイクロ波基地局 2 0 0 から受け取ったミリ波無線リソース制御情報に従って、ミリ波無線通信部 4 0 5 に対して指向性を指示する。そして、制御部 4 0 3 は、端末局 4 0 0 との間のデータ通信を制御する。

【 0 0 4 5 】

信号品質推定部 4 0 4 は、ミリ波基地局 3 0 0 が指向性を変更しながら送信したチャンネル品質測定用のパケットを用いて信号品質を推定する。そして、信号品質推定部 4 0 4 は

10

20

30

40

50

、ミリ波基地局300の指向性と端末局400の指向性との複数の組み合わせ（ビームセット）毎の信号品質を示すミリ波信号品質情報を生成する。

【0046】

ミリ波無線通信部405は、アンテナ406を介して、ミリ波基地局300とミリ波通信を行う。その際、ミリ波無線通信部405は、制御部403の指示に従って、指向性を設定する。

【0047】

<通信システム10の動作>

次に、本実施形態に係る通信システム10の動作について説明する。

【0048】

図3は、本実施の形態に係る通信システム10を構成する各装置の動作を示すシーケンス図である。なお、図3において、点線矢印はマイクロ波通信を表し、実線矢印はミリ波通信を表す。なお、上述したように、制御局100とマイクロ波基地局200との間の通信は、マイクロ波通信に限定されず、有線通信でもよい。また、制御局100とミリ波基地局300との間の通信は、マイクロ波基地局200を介さずに直接行われてもよい。

【0049】

また、図3に示すステップ（以下、「ST」と表す）101～ST106の処理はチャネル測定期間の処理に相当し、ST107～ST115の処理はデータ通信期間の処理に相当する。

【0050】

ST101では、制御局100は、ミリ波基地局300と端末局400との間の信号品質測定を指示するチャネル推定指示を、マイクロ波基地局200を介して、ミリ波基地局300へ通知する。

【0051】

ST102では、ST101においてチャネル推定指示を受け取ったミリ波基地局300は、端末局400との間において指向性スイープ処理（ミリ波信号品質測定）を行う。

【0052】

例えば、図4に示すように、ST102における指向性スイープ処理では、まず、ミリ波基地局300は、指向性を変更しながらチャネル品質測定用のパケットを送信し、端末局400は、全指向性（無指向性）にて受信したチャネル品質測定用のパケットを用いて信号品質を推定する。次いで、端末局400は、指向性を変更しながらチャネル品質測定用のパケットを送信し、ミリ波基地局300は、全指向性にて受信したチャネル品質測定用のパケットを用いて信号品質を推定する。また、ミリ波基地局300及び端末局400は、例えば、各々において切り替えた複数の指向性の中からより良好な信号品質が得られた所定数の指向性をそれぞれ選択する。

【0053】

そして、ミリ波基地局300の選択された指向性と、端末局400の選択された指向性との各組み合わせ（ビームセット）について、ミリ波基地局300は、チャネル品質測定用のパケットを送信し、端末局400は、チャネル品質測定用のパケットを用いて上記同様の信号品質測定を行う。そして、端末局400は、各ビームセットにおける信号品質を示すミリ波信号品質情報を生成する。なお、各ビームセットについて、端末局400がチャネル品質測定用のパケットを送信し、ミリ波基地局300がチャネル品質測定用のパケットを用いてミリ波信号品質情報を生成してもよい。また、図4に示す指向性スイープ処理は一例であって、図4に示す処理に限定されるものではない。

【0054】

図3に戻り、ST103では、端末局400は、ST102において生成したミリ波信号品質情報をマイクロ波基地局200へ報告する。

【0055】

ST104では、マイクロ波基地局200は、ST103においてミリ波信号品質情報を送信した端末局400の位置を推定する。例えば、マイクロ波基地局200は、端末局

10

20

30

40

50

400が送信したミリ波信号品質情報を含むパケットを用いて、当該端末局400の位置を推定する。

【0056】

図5は、マイクロ波基地局200が、端末局400から送信されるパケットを用いて端末局400の位置を推定する方法の一例を示す。

【0057】

例えば、図3のST103において、端末局400から送信されるミリ波信号品質情報を含むパケットは、図5に示す構成を採る。具体的には、端末局400から送信されるパケットは、同期検出用プリアンプを含むSTF (Short Training Field) と、伝搬推定用プリアンプを含むLTF (Long Training Field) と、ミリ波信号品質情報を含むD
ATA部とから構成される。

10

【0058】

マイクロ波基地局200 (位置推定部203) は、図5に示す受信処理において、LTFを用いて伝搬路推定を行い、LTFについて、受信レベル、受信信号波形、インパルスレスポンス (遅延プロファイル) 又は周波数スペクトル (周波数特性) などを示す伝搬路情報を生成する。

【0059】

ここで、図5の構成を採るパケットは、端末局400 (STA) からマイクロ波基地局200 (マイクロ波AP) へマイクロ波帯を用いて送信される。この場合、図5に示すように、端末局400からの信号が伝搬路の途中にある建物、地形などに反射、屈折することによって、当該信号の伝搬環境は、複数の経路 (パス) を介してマイクロ波基地局200に到達するマルチパス環境となる。マイクロ波通信の伝搬路では、多数のパスが存在するマルチパスリッチ環境となることが知られている。

20

【0060】

このため、マイクロ波通信では、送受信機器間の位置関係 (端末局400とマイクロ波基地局200との位置関係) によって、無線信号の到達経路が大きく異なる。つまり、マイクロ波基地局200において生成される伝搬路情報は、マイクロ波通信エリア内における端末局400の位置によって異なる。

【0061】

そこで、本実施の形態では、マイクロ波基地局200 (位置推定部203) は、端末局400との間の伝搬路情報と、端末局400の位置情報とを一意に対応付ける。すなわち、マイクロ波基地局200は、端末局400との間の伝搬路情報を、当該端末局400の位置情報として用いる。例えば、図5に示すように、マイクロ波基地局200は、端末局400の位置情報 (フィンガープリントと称することもある) を所定数のビット列によって表してもよい。

30

【0062】

図3に戻り、ST105では、マイクロ波基地局200は、ST103において取得したミリ波信号品質情報、及び、ST104において生成した位置情報を制御局100へ報告する。

【0063】

ST106では制御局100は、ST105において受け取ったミリ波信号品質情報と、当該ミリ波信号品質情報に対応する位置情報とを対応付けてデータベース103に格納する。つまり、データベース103には、マイクロ波帯の信号を用いて得られた位置情報をラベルとして、ミリ波帯の信号品質情報が格納される。

40

【0064】

図6は、データベース103に格納される情報の一例を示す。図6では、端末局400の複数の位置情報の各々に対して、各ミリ波基地局300 (図6ではミリ波AP1、ミリ波AP2) の各指向性と端末局400の各指向性とを組み合わせた (図6ではビームセット1、ビームセット2) における信号品質情報 (図6では受信レベル [dBm]) が対応付けられている。つまり、データベース103には、どの位置の端末局400とどのミリ波基

50

地局 300 との間のどの指向性において受信品質がどれ位であることを示す情報が格納されている。

【0065】

制御局 100 は、各位置情報に関するミリ波信号品質情報が報告される度に、データベース 103 を更新する。このようにして、制御局 100 は、マイクロ波基地局 200 の通信エリア内の各位置での、ミリ波基地局 300 の各指向性及び端末局 400 の各指向性における受信品質を把握している。

【0066】

ST101 ~ ST106 のチャンネル測定期間の処理は、例えば、所定間隔にて定期的に行われてもよく、制御局 100 が判断する特定のタイミングにて不定期に行われてもよい。

10

【0067】

図 3 に示すデータ通信期間において、ST107 では、端末局 400 は、データ通信を希望する場合、データ通信を開始するための帯域予約要求をマイクロ波基地局 200 へ送信する。

【0068】

ST108 では、マイクロ波基地局 200 は、ST104 と同様にして、端末局 400 から送信されるパケットを用いて、端末局 400 の位置を推定する。例えば、マイクロ波基地局 200 は、ST107 において受け取った帯域予約要求を含むパケット (LTF) を用いて端末局 400 の位置を推定してもよい。または、マイクロ波基地局 200 は、帯域予約要求を受け取ると、端末局 400 に対して参照信号の送信を要求し、端末局 400 から送信される参照信号を用いて、端末局 400 の位置を推定してもよい。

20

【0069】

ST109 では、マイクロ波基地局 200 は、ST107 において受け取った帯域予約要求、及び、ST108 において推定した端末局 400 の位置情報を制御局 100 へ報告する。

【0070】

ST110 では、制御局 100 は、ST109 において帯域予約要求を受け取ると、ST109 において受け取った端末局 400 の位置情報をキーとしてデータベース 103 を参照し、当該端末局 400 に対する無線リソースを決定する。

30

【0071】

例えば、制御局 100 は、図 6 に示すデータベース 103 の内容を参照して、端末局 400 の位置情報に対応する受信レベルのうち、最も高い受信レベルを示すビームセットに対応する無線リソースを、当該端末局 400 に対して割り当てる。例えば、マイクロ波基地局 200 から報告される端末局 400 の位置情報が [001101] の場合、制御局 100 は、図 6 に示す [001101] に対応する複数のビームセットを比較して、最も高い受信レベル (-65dBm) を有するミリ波 AP 2 のビームセット 2 を当該端末局 400 に対して割り当てる。

【0072】

制御局 100 は、端末局 400 に対して、決定した無線リソース (通信先のミリ波基地局 300、指向性などを含む) を示すミリ波無線リソース制御情報を生成する。また、制御局 100 は、当該端末局 400 とミリ波通信を行うミリ波基地局 300 に対して、決定した無線リソース (通信先の端末局 400、指向性などを含む) を示すミリ波無線リソース制御情報を生成する。

40

【0073】

ST111 では、制御局 100 は、ST110 において生成したミリ波無線リソース制御情報を、マイクロ波基地局 200 を介して、ミリ波基地局 300 へ通知する。ST112 では、ミリ波基地局 300 は、ST111 において受け取ったミリ波無線リソース制御情報に従って、指向性を切り替える。

【0074】

50

ST113では、制御局100は、ST110において生成したミリ波無線リソース制御情報を、マイクロ波基地局200を介して、端末局400へ通知する。ST114では、端末局400は、ST113において受け取ったミリ波無線リソース制御情報に従って、指向性を切り替える。

【0075】

ST115では、ミリ波基地局300及び端末局400は、ミリ波帯を用いたデータ通信を行う。例えば、図7に示すように、ミリ波基地局300及び端末局400は、ミリ波無線リソース制御情報によって通知された指向性に切り替えてデータ通信を行う。

【0076】

なお、図7に示すように、端末局400（又はミリ波基地局300）は、ST115に示すデータ通信において、ST112及びST114で切り替えた指向性の組み合わせ（ビームセット）における信号品質を測定し、ミリ波信号品質情報としてマイクロ波基地局200へ報告してもよい（ST116）。この場合、マイクロ波基地局200は、ST108と同様、端末局400の位置を推定し（ST117）、ミリ波信号品質情報及び位置情報を制御局100へ報告する（ST118）。制御局100は、ST110と同様、ST118において受け取った位置情報及びミリ波信号品質情報に基づいて、データベース103を更新すればよい（ST119）。これにより、チャンネル測定期間以外のデータ通信期間においてもデータベース103の内容を最新の状態に更新できるので、制御局100におけるリソース割当の精度を向上させることができる。

【0077】

このようにして、本実施の形態では、制御局100は、端末局400が生成したミリ波信号品質情報と、当該ミリ波信号品質情報に対応する位置情報とを対応付けて保持する。つまり、通信システム10では、制御局100は、ミリ波通信よりも広いカバレッジを有するマイクロ波通信エリアにおいて、ミリ波通信のチャンネル品質の状況を収集する。これにより、制御局100は、マイクロ波基地局200の通信エリア内の各位置における端末局400のミリ波通信での通信環境を予め把握する。

【0078】

そして、制御局100は、ミリ波通信の帯域予約要求を行う端末局400の現在位置をキーとして、データベース103を参照することにより、当該端末局400及びミリ波基地局300の最適な指向性を特定する。つまり、通信システム10において、端末局400がデータ通信を開始する度に、最適な指向性を決定するために、端末局400とミリ波基地局300とが設定し得る指向性の組み合わせを全て試す必要が無くなる。

【0079】

よって、本実施の形態によれば、指向性を切り替えて初期接続を行う際に、初期接続が確立されるまでの時間を短縮することができる。また、指向性選択プロセスに要する時間を削減することで、データ通信をより早く開始できるので、システムスループットを向上させることができる。

【0080】

また、本実施の形態では、マイクロ波基地局200は、端末局400からマイクロ波帯で送信されるパケットを用いて当該端末局400の位置を特定する（図5を参照）。具体的には、マイクロ波基地局200は、端末局400からマイクロ波帯で送信されるパケット（LTF）を用いて推定される伝搬路情報を、位置情報として用いる。こうすることで、端末局400の絶対位置を推定する場合と比較して、端末局400の位置推定処理をより簡易に実施することが可能となる。

【0081】

また、本実施の形態では、制御局100は、データベース103において、マイクロ波通信エリア内に存在する複数の端末局400の位置、及び、当該位置での各指向性における信号品質を把握している。このため、制御局100は、端末局400が存在し得る各位置での複数のミリ波基地局300からの被干渉量を予測することができる。そこで、制御局100は、更に、データベース103を参照して、複数の端末局400の位置情報に応

10

20

30

40

50

じて、複数のミリ波基地局300からの干渉を考慮したリソース割当制御を行ってもよい。以下、干渉を考慮したリソース割当制御について、図8A及び図8Bを参照してより詳細に説明する。

【0082】

以下では、図8Aに示すように、STA1~4(端末局400)の各々がAP1又はAP2(ミリ波基地局300)とミリ波通信を行う場合について説明する。

【0083】

図8Aに示す状況において、制御局100は、データベース103を参照して、複数の端末局400の各々の位置における、ミリ波基地局300の指向性及び端末局400の指向性でのミリ波信号品質を特定する。つまり、制御局100は、データベース103において、STA1~STA4の各々の位置における信号品質を把握している。例えば、制御局100は、データベース103を参照して、図8Aに示すSTA1に対してAP1のビームセット1、STA2に対してAP2のビームセット1、STA3に対してAP1のビームセット2、STA4に対してAP2のビームセット2、を割り当てることにより、最適な受信品質(例えば、最も高い受信レベル)が得られることを把握しているとする。

【0084】

しかし、図8Aにおいて、仮に、制御局100が同一タイミング(タイムスロット)でSTA1に対してAP1のビームセット1を設定し、STA2に対してAP2のビームセット1を設定したとする。この場合、STA1は、AP1からの信号(所望信号)のみでなく、AP2からの信号(干渉信号)も同時に受信してしまい、STA1での誤り率が増加してしまうことがある。同様に、STA2は、AP2からの信号(所望信号)のみでなく、AP1からの信号(干渉信号)も同時に受信してしまい、STA2での誤り率が増加してしまうことがある。上記STA1及びSTA2における干渉は、STA3及びSTA4でも発生しうる。

【0085】

そこで、制御局100は、複数の端末局400において複数のミリ波基地局300からの信号による干渉を受けないように、複数の端末局400に対して、通信先のミリ波基地局300、ミリ波基地局300及び端末局400の指向性、及び、タイムスロットを決定する。

【0086】

例えば、制御局100は、図8Bに示すように、STA1に対するAP1のビームセット1の割当と、STA2に対するAP2のビームセット1の割当とを同一タイミングでは行わずに、異なるタイミングで行う。例えば、図8Bでは、制御局100は、タイムスロット1においてSTA1に対してAP1のビームセット1を設定し、タイムスロット2においてSTA2に対してAP2のビームセット1を設定する。同様に、図8Bでは、制御局100は、タイムスロット1においてSTA4に対してAP2のビームセット2を設定し、タイムスロット2においてSTA3に対してAP1のビームセット2を設定する。

【0087】

こうすることで、例えば、図8Aに示すようにタイムスロット1、2の各々では、AP1及びAP2の各々が送信する信号が送信対象のSTA以外の他のSTAに対して干渉を与えることが無くなる。

【0088】

このように、制御局100は、データベース103を参照して、各端末局400における複数のミリ波基地局300からの干渉量を予測して、予測した干渉量を考慮したリソース割当を行う。これにより、例えば、或るミリ波基地局300が指向性を向けている端末局400の他に新たに端末局400が帯域予約要求を行ったとしても、制御局100は、新たな端末局400の位置における信号品質を特定できるので、これらの端末局400に対して、無線リソース(指向性、時間リソースなど)を適切に制御することができる。

【0089】

換言すると、本実施の形態によれば、制御局100は、端末局400間の公平性の制約

10

20

30

40

50

条件の下、システムレートを最大化する端末局 400 の組み合わせを予測して、無線リソースの制御を実施することができる。これにより、通信システム 10 では、カバレッジが小さく、指向性が高いミリ波通信エリアを高密度に配置することができ、システム容量を増大させることも可能となる。

【0090】

以上、本発明の実施の形態について説明した。

【0091】

なお、図 1 に示す通信システム 10 では、制御局 100 が各マイクロ波基地局 200 と接続される場合について説明したが、制御局 100 は、マイクロ波基地局 200 に加え、ミリ波基地局 300 と直接接続されてもよい。

10

【0092】

また、上記実施の形態において、端末局 400 の位置情報としては、伝搬路情報をビット列によって表される場合（図 5 を参照）に限定されず、例えば、平面座標上の位置（ x , y ）として表されてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0093】

本発明は、移動通信システムに用いるのに好適である。

【符号の説明】

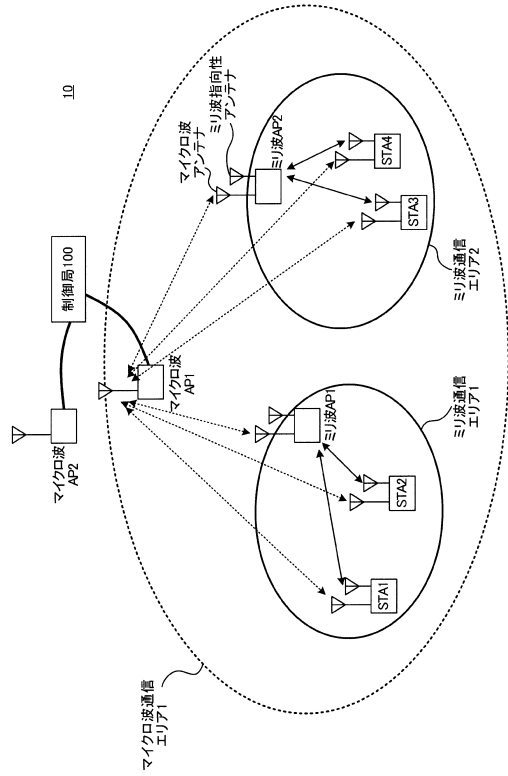
【0094】

- 10 通信システム
- 100 制御局
- 200 マイクロ波基地局
- 300 ミリ波基地局
- 400 端末局
- 101, 205 通信部
- 102, 204, 303, 403 制御部
- 103 データベース
- 201, 301, 306, 401, 406 アンテナ
- 202 無線通信部
- 203 位置推定部
- 302, 402 マイクロ波無線通信部
- 304, 404 信号品質推定部
- 305, 405 ミリ波無線通信部

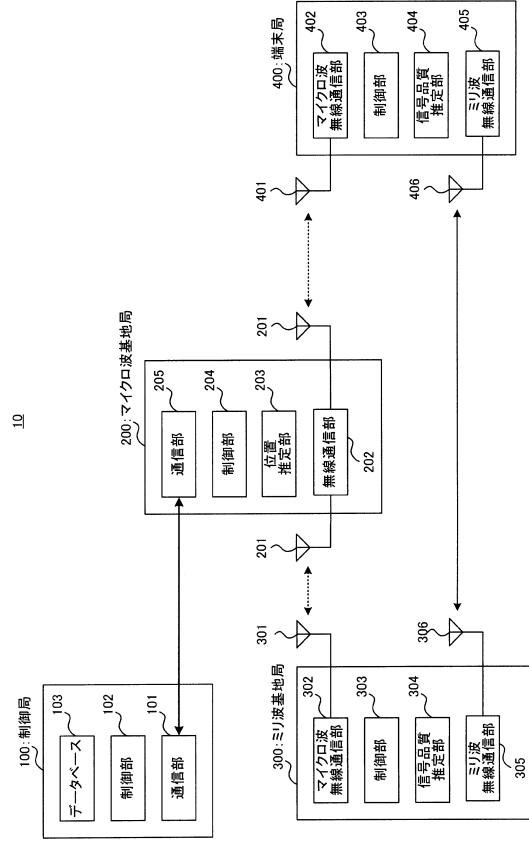
20

30

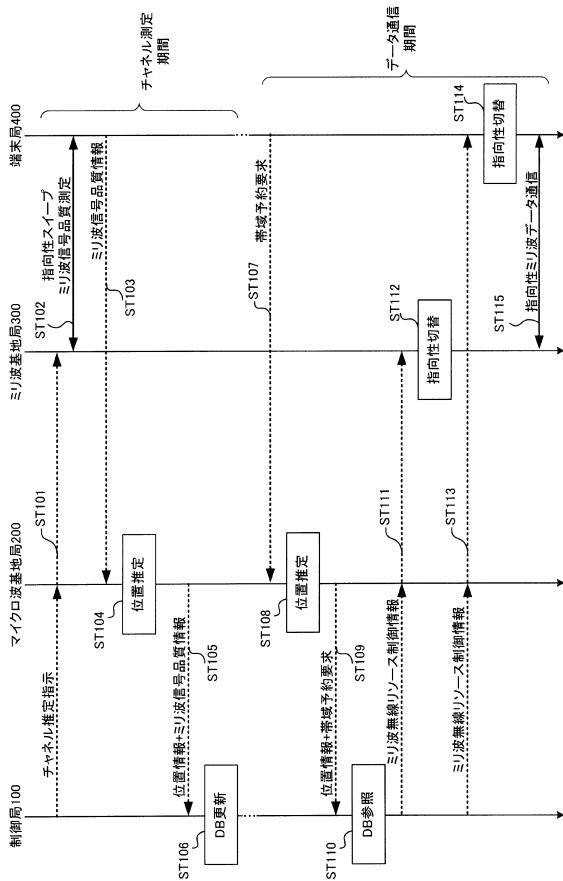
【 図 1 】



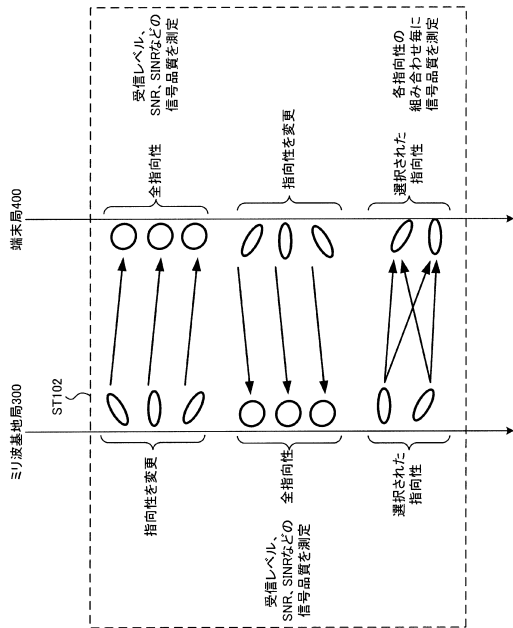
【 図 2 】



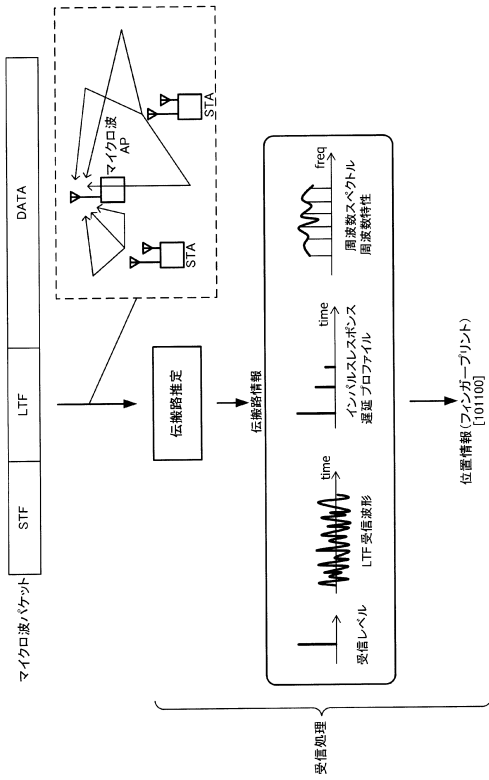
【 図 3 】



【 図 4 】



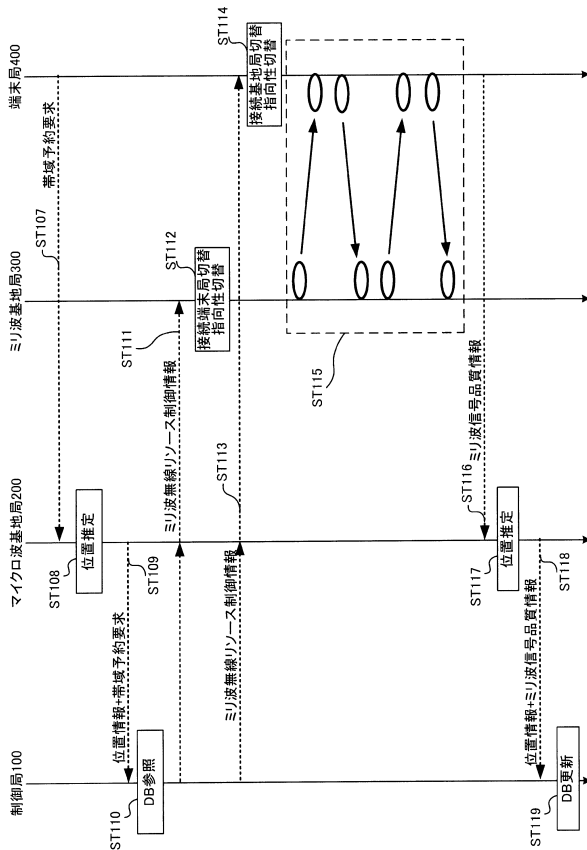
【図5】



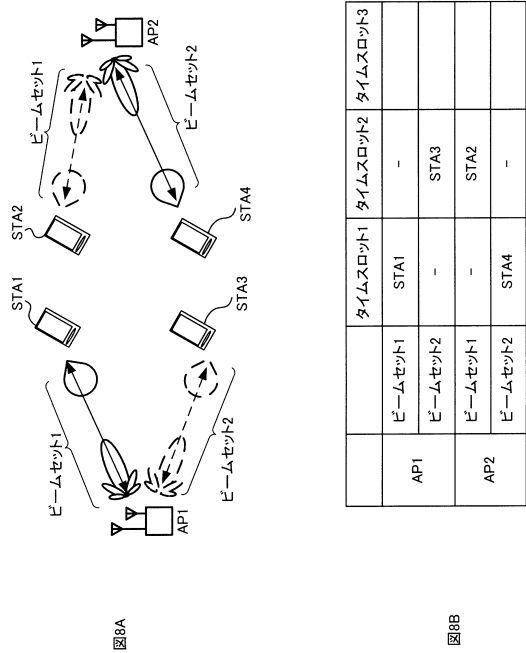
【図6】

位置情報 (finger print)	AP1		AP2	
	端末番号	ビームセット	ビームセット	ビームセット
[101100]	1	-63dBm	-79dBm	-85dBm
[110010]	2	-90dBm	-50dBm	-75dBm
[001101]	3	-86dBm	-90dBm	-65dBm
[010000]	4	-99dBm	-60dBm	-99dBm

【図7】



【図8】



	タイムスロット1	タイムスロット2	タイムスロット3
AP1	ビームセット1	STA1	-
	ビームセット2	-	STA3
AP2	ビームセット1	-	STA2
	ビームセット2	STA4	-

図8A

図8B

フロントページの続き

(72)発明者 三瓶 政一

大阪府吹田市山田丘2 - 1 国立大学法人大阪大学内

(72)発明者 白方 亨宗

大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

審査官 吉村 真治 郎

(56)参考文献 特開平10 - 042360 (JP, A)

特開2001 - 094496 (JP, A)

特開2010 - 147847 (JP, A)

特開2013 - 179423 (JP, A)

米国特許出願公開第2013 / 0223487 (US, A1)

特開2012 - 078172 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 7 / 24 - 7 / 26

H04W 4 / 00 - 99 / 00