

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6541783号  
(P6541783)

(45) 発行日 令和1年7月10日(2019.7.10)

(24) 登録日 令和1年6月21日(2019.6.21)

(51) Int.Cl.	F I					
<b>HO4B 7/06 (2006.01)</b>	HO4B	7/06	984			
<b>HO4W 16/28 (2009.01)</b>	HO4B	7/06	150			
<b>HO4W 24/10 (2009.01)</b>	HO4B	7/06	956			
	HO4B	7/06	910			
	HO4W	16/28	110			
請求項の数 7 (全 18 頁) 最終頁に続く						

(21) 出願番号	特願2017-527043 (P2017-527043)	(73) 特許権者	000006013
(86) (22) 出願日	平成27年7月8日(2015.7.8)		三菱電機株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2015/069691		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(87) 国際公開番号	W02017/006470	(74) 代理人	100118762
(87) 国際公開日	平成29年1月12日(2017.1.12)		弁理士 高村 順
審査請求日	平成29年7月20日(2017.7.20)	(72) 発明者	福井 範行
			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
		(72) 発明者	内野 大地
			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
		(72) 発明者	武 啓二郎
			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
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 通信装置およびビーム選択方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ビームを使用して端末と通信する基地局として動作する通信装置であって、  
 自装置がカバーするサービスエリア内の全領域に受信品質測定用信号を複数のビームを使用して送信する測定用信号送信処理を周期的に実行する測定用信号送信部と、  
 前記受信品質測定用信号の前記端末における前記ビームごとの受信品質に基づいて、前記端末との通信で使用するビームを決定するビーム決定部と、  
 を備え、

同時に生成可能なビーム数が前記サービスエリア内の全領域をカバーするための必要数よりも少ない場合、

前記測定用信号送信部は、1回の前記測定用信号送信処理において、前記端末との通常の通信で使用する通信リソースを時間軸方向で複数の通信リソースに分割し、分割後の前記複数の通信リソースを使用して、前記複数のビームの照射方向を変更しながら複数回にわたって前記受信品質測定用信号の送信を実行して前記サービスエリア内の全領域へ前記受信品質測定用信号を送信するものであって、

前記通信リソースは、複数のOFDMシンボルで構成された時間単位の通信リソースを複数有し、前記測定用信号送信部は、ビームごとに同一の前記時間単位のうちの異なる前記OFDMシンボルを使用して前記受信品質測定用信号を送信する、

ことを特徴とする通信装置。

【請求項2】

前記測定用信号送信部は、前記測定用信号送信処理を、前記端末の最大移動速度に基づいて決定した周期で実行し、

前記ビーム決定部は、前記測定用信号送信部が前記周期で送信した前記受信品質測定用信号の受信品質を前記端末から受け取るごとに、前記端末との通信で使用するビームを決定する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の通信装置。

【請求項 3】

前記受信品質測定用信号の送信のために割り当てられていない周波数リソースについては前記端末との通常の通信で使用可能とする、

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の通信装置。

10

【請求項 4】

前記サービスエリアの全領域に前記受信品質測定用信号を送信する際に使用するビーム数は、前記サービスエリアにおける前記受信品質測定用信号の平均受信レベルと、前記ビーム数に応じて変化する、前記端末との通常通信が可能な期間の割合とに基づいて決定されている、

ことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一つに記載の通信装置。

【請求項 5】

ビームを使用して端末と通信する基地局として動作する通信装置であって、

自装置がカバーするサービスエリア内の全領域に受信品質測定用信号を複数のビームを使用して送信する測定用信号送信処理を周期的に実行する測定用信号送信部と、

前記受信品質測定用信号の前記端末における前記ビームごとの受信品質に基づいて、前記端末との通信で使用するビームを決定するビーム決定部と、

を備え、

前記サービスエリアの全領域に前記受信品質測定用信号を送信する際に使用するビーム数は、前記サービスエリアにおける前記受信品質測定用信号の平均受信レベルと、前記ビーム数に応じて変化する、前記端末との通常通信が可能な期間の割合とに基づいて決定されている、

ことを特徴とする通信装置。

20

【請求項 6】

ビームを使用して端末と通信する基地局が前記端末との通信で使用するビームを選択するビーム選択方法であって、

自装置がカバーするサービスエリア内の全領域に受信品質測定用信号を複数のビームを使用して送信する測定用信号送信ステップと、

前記測定用信号送信ステップで送信した前記受信品質測定用信号の前記ビームごとの受信品質を前記端末から取得する受信品質取得ステップと、

前記受信品質取得ステップで取得した前記受信品質に基づいて、前記端末との通信で使用するビームを選択するビーム選択ステップと、

を含み、

前記測定用信号送信ステップ、前記受信品質取得ステップおよび前記ビーム選択ステップを周期的に実行し、

同時に生成可能なビーム数が前記サービスエリア内の全領域をカバーするための必要数よりも少ない場合、

前記測定用信号送信ステップでは、前記端末との通常の通信で使用する通信リソースを時間軸方向で複数の通信リソースに分割し、分割後の前記複数の通信リソースを使用して、前記複数のビームの照射方向を変更しながら複数回にわたって前記受信品質測定用信号の送信を実行して前記サービスエリア内の全領域へ前記受信品質測定用信号を送信するものとし、

前記通信リソースは、複数の OFDM シンボルで構成された時間単位の通信リソースを複数有し、前記測定用信号送信ステップでは、ビームごとに同一の前記時間単位のうちの異なる前記 OFDM シンボルを使用して前記受信品質測定用信号を送信する、

30

40

50

ことを特徴とするビーム選択方法。

【請求項 7】

ビームを使用して端末と通信する基地局が前記端末との通信で使用するビームを選択するビーム選択方法であって、

自装置がカバーするサービスエリア内の全領域に受信品質測定用信号を複数のビームを使用して送信する測定用信号送信ステップと、

前記測定用信号送信ステップで送信した前記受信品質測定用信号の前記ビームごとの受信品質を前記端末から取得する受信品質取得ステップと、

前記受信品質取得ステップで取得した前記受信品質に基づいて、前記端末との通信で使用するビームを選択するビーム選択ステップと、

を含み、

前記測定用信号送信ステップ、前記受信品質取得ステップおよび前記ビーム選択ステップを周期的に実行し、

前記サービスエリアの全領域に前記受信品質測定用信号を送信する際に使用するビーム数は、前記サービスエリアにおける前記受信品質測定用信号の平均受信レベルと、前記ビーム数に応じて変化する、前記端末との通常通信が可能な期間の割合とに基づいて決定されている、

ことを特徴とするビーム選択方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ビームフォーミング技術を使用して通信を行う通信装置およびビーム選択方法に関する。

【背景技術】

【0002】

基地局と端末とが通信を行う際に、基地局が複数のアンテナを用いて通信対象端末の方向にビームフォーミングによりビームを形成し、信号を送る技術がある。この技術により、無線信号が飛ぶ方向が絞られるために、他の場所に存在する別の端末への干渉を防ぐ、または低減できる。また、特定方向に無線信号を送信することにより、基地局は、サービスエリア全体に無線信号を送信する場合に比べて送信電力を集中させることができ、信号到達距離の拡大に繋げることができる。このビームフォーミングは、基地局が端末から信号を受信する場合にも適用できる。すなわち、基地局の受信アンテナが信号を受信する方向を通信対象端末の方向に限定することで、通信対象端末の方向とは異なる方向から到来する干渉波の影響を防ぐ、または低減できる。

【0003】

しかし、1本のビームは特定の方向にのみ信号が飛ぶ、または特定の方向からのみ信号受信が可能となるため、1台の基地局のサービスエリア全体をカバーするには複数ビームが必要となる。一方、無線通信システムにおいては、端末は移動することがあるため、ある特定のビームがその端末にとって常に最適なビームになるとは限らない。すなわち、基地局は、端末が移動した場合には、使用するビームを最適なものに切り替える必要がある。

【0004】

特許文献1には、ビームフォーミング技術を使ったシステムにおいて、基地局が、端末である移動局との通信で使用するビームを選択する方法が開示されている。特許文献1に記載の方法では、基地局が2本以上のビームを形成して信号を送信している状態で、移動局が信号の受信を行い、信号の受信結果であるビームの検出結果を基地局へ報告する。基地局は、移動局からの報告に従い、移動局との通信で使用するビームを選択する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

10

20

30

40

50

【特許文献1】特表2010-534020号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1には、ビームを選択する際、基地局が、各ビームにビーム識別のための参照信号を埋めて送信することが記載されている。しかしながら、ビームの照射方法の詳細については記載されていない。例えば、特許文献1には、各ビームの照射タイミング、照射方向、照射するビーム数の最大値などについて記載されていない。そのため、特許文献1の記載内容に従って基地局および移動局が動作を行う場合、移動局が移動すると、基地局が送信した参照信号を移動局が受信できず、移動局が通信を継続できなくなる可能性がある。また、基地局が同時に形成可能なビーム数の最大値がNのときに、サービスエリアを万遍なくビームで照射するために必要なビーム数がNでは足りない場合が考えられる。この場合、基地局がビームを照射する方向およびタイミングと各移動局が受信処理を実行してビームを検出するタイミングとの間にずれが生じると、各移動局と通信を行うための最適なビームを基地局が検出できない可能性がある。

10

【0007】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、端末が移動しても最適なビームを使用した通信が継続可能な通信装置を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、ビームを使用して端末と通信する基地局として動作する通信装置である。通信装置は、自装置がカバーするサービスエリア内の全領域に受信品質測定用信号を複数のビームを使用して送信する測定用信号送信処理を周期的に実行し、受信品質測定用信号の端末におけるビームごとの受信品質に基づいて、端末との通信で使用するビームを決定する。また、通信装置は、同時に生成可能なビーム数がサービスエリア内の全領域をカバーするための必要数よりも少ない場合、1回の測定用信号送信処理において、端末との通常の通信で使用する通信リソースを時間軸方向で複数の通信リソースに分割し、分割後の複数の通信リソースを使用して、複数のビームの照射方向を変更しながら複数回にわたって受信品質測定用信号の送信を実行してサービスエリア内の全領域へ受信品質測定用信号を送信するものである。通信リソースは、複数のOFDMシンボルで構成された時間単位の通信リソースを複数有し、通信装置は、ビームごとに同一の時間単位のうちの異なるOFDMシンボルを使用して受信品質測定用信号を送信する。

20

30

【発明の効果】

【0009】

本発明にかかる通信装置は、端末が移動しても最適なビームを使用した通信を継続することができる、という効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】基地局の構成例を示す図

40

【図2】端末の構成例を示す図

【図3】基地局が受信品質測定用の信号の送信を複数回にわたって実行する動作の一例を示す図

【図4】図3に示した1回目のビーム照射および2回目のビーム照射の実行タイミングの一例を示す図

【図5】基地局が受信品質測定用の信号の送信を複数回にわたって実行する動作の他の例を示す図

【図6】図3に示した1回目のビーム照射および2回目のビーム照射の実行タイミングの他の例を示す図

【図7】基地局が端末との通信で使用するビームを決定する手順の一例を示すシーケンス

50

図

【図 8】基地局が参照信号を送信する場合の制御部の動作例を示すフローチャート

【図 9】基地局の制御部が、使用するビームを決定する場合の動作例を示すフローチャート

【図 10】端末がビームの検出結果を基地局へ報告する場合の制御部の動作例を示すフローチャート

【図 11】基地局および端末を実現するハードウェア構成の一例を示す図

【図 12】基地局および端末を実現するハードウェア構成の他の例を示す図

【図 13】基地局が照射する各ビームへの参照信号の配置例を示す図

【図 14】基地局が照射する各ビームへの参照信号の配置例を示す図

10

【図 15】基地局が照射する各ビームへの参照信号の配置例を示す図

【図 16】サービスエリアの平均受信レベルを説明するための図

【図 17】端末サーチの実行周期と、端末サーチで参照信号を送信するタイミングの関係を示す図

【図 18】1回の端末サーチあたりのビーム照射数を決定する方法の具体例を示す図

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下に、本発明の実施の形態にかかる通信装置およびビーム選択方法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。

【0012】

20

実施の形態。

図 1 は、本発明にかかる通信装置である基地局の構成例を示す図である。図 1 に示した基地局 1 は、後述する端末とともに無線通信システムを構成し、ビームフォーミングにより形成したビームを使用して端末との間でデータを送受信する。

【0013】

基地局 1 は、制御部 11、変復調部 12、送受信部 13、オムニアンテナ 14 およびビームアンテナ部 15 を備える。ビームアンテナ部 15 は、ビーム制御部 151 および複数のアンテナ 152 を備える。

【0014】

基地局 1 において、制御部 11 は、自装置がカバーするサービスエリア内の端末から、複数ビームの各々を使用して信号を送信した場合の受信品質の情報を収集し、収集した情報に基づいて、端末と通信する際に使用するビームを決定する。本実施の形態では、後述するように、制御部 11 が収集する受信品質の情報を信号の受信電力レベルとするがこれに限定するものではない。変復調部 12 は、端末へ送信する制御情報またはデータが制御部 11 から入力されるとこれを変調し、端末からの受信信号が送受信部 13 から入力されるとこれを復調する。送受信部 13 は、変復調部 12 から信号が入力されるとデジタルからアナログに変換するとともに無線周波数信号（以下、無線信号とする）にアップコンバートする送信処理を実行し、端末から受信した無線信号がオムニアンテナ 14 またはビームアンテナ部 15 から入力されるとベースバンド信号にダウンコンバートするとともにアナログからデジタルに変換する受信処理を実行する。オムニアンテナ 14 は、端末との間で無線信号を送受信する。オムニアンテナ 14 は、主に、制御情報を送受信する際に使用される。ビームアンテナ部 15 は、端末が存在する方向に向けてビームを形成し、端末との間で無線信号を送受信する。ビームアンテナ部 15 は、主に、端末との間でデータを送受信するための通信において使用される。ビームアンテナ部 15 のビーム制御部 151 は、制御部 11 からの指示に従い、複数のアンテナ 152 の一部または全てを使用して 1 つ以上のビームを形成する。ビーム制御部 151 は、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 151 は、例えば、増幅器および移相器などを含んで構成された電子回路であり、送受信部 13 から入力された信号を複数のアンテナ 152 へ分配するとともに、各アンテナ 152 が受信した信号を合成して送受信部 13 へ出力する。複数のアンテナ 152 は、例えば、アレーアンテナを構成する素子

30

40

50

アンテナである。なお、変復調部 1 2 は、端末への送信信号に対する符号化処理および端末からの受信信号に対する復号化処理を併せて行うようにしてもよい。端末への送信データが制御部 1 1 を介して変復調部 1 2 に入力されることとしたが、制御部 1 1 を介さずに変復調部 1 2 に入力される構成としてもよい。

【 0 0 1 5 】

なお、制御部 1 1、変復調部 1 2、送受信部 1 3 およびビームアンテナ部 1 5 は、測定用信号送信部を構成している。また、制御部 1 1 はビーム決定部としても動作する。

【 0 0 1 6 】

また、これ以降の説明においては、表現が分かり難くなるのを防止するため、基地局 1 がカバーしているサービスエリアを、「基地局 1 のサービスエリア」などと表現する。

10

【 0 0 1 7 】

図 2 は、基地局 1 とともに無線通信システムを構成する端末の構成例を示す図である。図 2 に示した端末 2 は、アンテナ 2 1、送受信部 2 2、変復調部 2 3、制御部 2 4 およびレベル測定部 2 5 を備える。

【 0 0 1 8 】

端末 2 において、アンテナ 2 1 は、図 1 に示す基地局 1 との間で無線信号を送受信する。送受信部 2 2 は、変復調部 2 3 から信号が入力されるとデジタルからアナログに変換するとともに無線信号にアップコンバートし、基地局 1 から受信した無線信号がアンテナ 2 1 から入力されるとベースバンド信号にダウンコンバートするとともにアナログからデジタルに変換する。変復調部 2 3 は、基地局 1 へ送信する制御情報またはデータが制御部 2 4 から入力されるとこれを変調し、基地局 1 からの受信信号が送受信部 2 2 から入力されるとこれを復調する。制御部 2 4 は、基地局 1 からの指示に従い、基地局 1 が自装置との通信で使用するビームを決定する際に必要な情報を収集し、基地局 1 へ送信する。レベル測定部 2 5 は、アンテナ 2 1 が受信した無線信号の受信電力レベル（以下、受信レベルと称する）を測定する。

20

【 0 0 1 9 】

つづいて、基地局 1 が端末 2 との通信で使用するビームを決定する動作について説明する。この動作を簡単に説明すると、基地局 1 は、自装置のサービスエリア内の全領域に対し、複数のビームを使用して信号を送信し、送信した信号の受信品質として受信レベルを端末 2 に測定させる。端末 2 は、基地局 1 から受信した信号の受信レベル測定が終了すると、測定結果を基地局 1 へ通知し、基地局 1 は、端末 2 から通知された測定結果に基づいて、端末 2 との通信で使用するビームを決定する。具体的には、基地局 1 は、端末 2 から通知された測定結果に基づいて端末 2 が存在している位置、すなわち、どのビームの照射方向に端末 2 が存在しているかを特定する。そして、端末 2 が存在している方向と照射方向が一致しているビーム、または、端末 2 が存在している方向と照射方向に近いビームを使用することに決定する。なお、基地局 1 のサービスエリアには複数の端末が存在する場合があります。基地局 1 は、このような場合、各端末との通信で使用するビームを端末ごとに決定する。

30

【 0 0 2 0 】

ここで、基地局 1 は、装置のサイズ、コスト、カバーするサービスエリアの広さ、その他の理由から、同時に形成可能なビーム数が限定され、自装置のサービスエリア内の全領域に対して受信品質測定用の信号を一斉に送信することが難しい場合がある。このような場合、基地局 1 は、受信品質測定用の信号の送信を複数回にわたって実行し、自装置のサービスエリア内の全域へ受信品質測定用の信号を送信する。

40

【 0 0 2 1 】

図 3 は、基地局 1 が受信品質測定用の信号の送信を複数回にわたって実行する動作の一例を示す図である。図 3 に示した例は、基地局 1 が同時に形成可能なビーム数  $N$  が 9 であり、かつ、基地局 1 のサービスエリアの全領域を万遍なく照射するために必要なビーム数  $M$  が 18 である場合の動作例を示している。この場合、基地局 1 は、受信品質測定用の信号をサービスエリアの全領域に万遍なく送信するためには、2 回に分けて送信する必要が

50

ある。そのため、基地局 1 は、1 回目の信号送信では、図 3 に示した照射パターン B 1 の方向、すなわち、ハッチングされている B 1 1 ~ B 1 9 の領域に対してビームを照射し、2 回目の信号送信では、照射パターン B 2 の方向、すなわち、ハッチングされている B 2 1 ~ B 2 9 の領域に対してビームを照射する。

#### 【 0 0 2 2 】

図 4 は、図 3 に示した 1 回目のビーム照射および 2 回目のビーム照射の実行タイミングの一例を示す図である。図 4 の例では、基地局 1 は、タイミング T 1 において図 3 に示した照射パターン B 1 の方向にビームを照射し、タイミング T 2 において照射パターン B 2 の方向にビームを照射する。タイミング T 1 および T 2 以外の通信専用時間帯は、受信品質測定用の信号を送信する時間帯ではなく、通常の通信を行うための時間帯である。通常  
10  
の通信とは、基地局 1 と端末 2 との間のデータの送受信などである。なお、通常の通信において、基地局 1 は、通信相手の端末 2 の位置に応じたビームを使用する。また、基地局 1 は、照射パターン B 1 の方向へのビーム照射および照射パターン B 2 の方向へのビーム照射を周期的に、すなわち、測定用信号送信周期が経過するごとに、実行し、受信品質測定用の信号をサービスエリアの全領域に送信する。これにより、基地局 1 は、端末 2 が移動した場合に、移動後の位置を把握することができ、最適なビームを使用して端末 2 との通信を継続できる。

#### 【 0 0 2 3 】

なお、図 3 に示した例では、隣接するビーム照射方向を異なる照射パターン ( B 1 と B 2 ) としているが、照射パターンをこれに限定する必要はない。例えば、図 5 に示した照射  
20  
パターンのように、隣接している方向同士が同じ照射パターンとなるように分けてもよい。また、図 4 に示した例では、1 回目のビーム照射および 2 回目のビーム照射の実行タイミングを隣接する時間タイミングとしているが、図 6 に示したようなタイミング、すなわち、1 回目のビーム照射のタイミングと 2 回目のビーム照射のタイミングとの間に通信専用時間帯を設けてもよい。

#### 【 0 0 2 4 】

また、測定用信号送信周期は、基地局 1 のサービスエリア内における端末 2 の最大移動速度に基づいて決定する。具体的には、端末 2 の最大移動速度が速ければ周期を短くし、最大移動速度が遅ければ周期を長くする。端末 2 の最大移動速度は、基地局 1 の設置位置  
30  
に応じて予め決められているものとする。基地局 1 の設置位置が高速道路、幹線道路または高速鉄道の線路の付近などの場合、端末 2 の最大移動速度が速くなるため、この場合には基地局 1 の測定用信号送信周期を短くする。これに対して、基地局 1 の設置位置の付近に高速道路、幹線道路または高速鉄道の線路などが存在しない場合、端末 2 の最大移動速度が遅いと推定されるため、測定用信号送信周期を長くする。測定用信号送信周期の具体的な値は、端末 2 の最大移動速度に応じて大まかな値としてよい。例えば、最大移動速度が速い場合の周期、遅い場合の周期、速い場合と遅い場合との中間の場合の周期の 3 種類の値としてもよい。また、端末 2 の最大移動速度から測定用信号送信周期の具体的な値を算出してもよい。この場合、計算で使用する最大移動速度は、例えば、自動車または鉄道  
40  
車両の最高速度に基づいて、すなわち、基地局 1 の設置位置付近の区間の制限速度に基づいて、決定すればよい。さらには、本通信システムを提供するサービス業者が、そのサービスポリシーに従い、基地局 1 を設置する場所の自動車または鉄道車両の最高速度よりも低い速度を基準に決定してもよい。

#### 【 0 0 2 5 】

図 7 は、基地局 1 が端末 2 との通信で使用するビームを決定する手順の一例を示すシーケンス図である。図 7 では、基地局 1 が図 3 ~ 図 6 に示した動作を行う場合、すなわち、基地局 1 が、サービスエリア内の全領域に対し、2 回に分けてビーム照射を行う場合のシーケンス例を示している。

#### 【 0 0 2 6 】

基地局 1 は、端末 2 に対して、端末 2 が受信動作を行ってビームを検出するためのサーチ情報をあらかじめ通知する ( ステップ S 1 ) 。サーチ情報には、基地局 1 が受信品質測  
50

定用の信号である参照信号 (Reference Signal) をビームで送信するタイミング、すなわち、基地局 1 から照射されたビームを端末 2 がサーチすべきタイミング、ビームの周波数、端末 2 が受信動作で検出すべきビームの参照信号パターン、参照信号パターンとビーム ID との対応関係、などの情報が含まれている。基地局 1 が参照信号をビームで送信するタイミングは、例えば、参照信号を最初に送信するタイミングと、参照信号の送信周期、すなわち図 4 および図 6 に示した測定用信号送信周期とを含んだ情報である。参照信号を最初に送信するタイミングは、例えば、サーチ情報を送信してから参照信号を最初に送信するまでの経過時間で指定することができる。また、サーチ情報を送信する際に送信時のフレーム番号を載せておき、その上で参照信号を最初に送信するフレーム番号も通知しておくことで同様のことが実現できる。または、サーチ情報を送信したタイミングを基準として、参照信号の送信周期が経過するごとに参照信号を送信することにしておけば、基地局 1 は、サーチ情報に含まれる「参照信号をビームで送信するタイミング」として、参照信号の送信周期 (測定用信号送信周期) のみを端末 2 に通知すればよい。

10

**【 0 0 2 7 】**

基地局 1 は、オムニアンテナ 1 4 を使用し、サーチ情報をブロードキャストで送信する。無指向性のオムニアンテナ 1 4 から送信されたサーチ情報は基地局 1 のサービスエリア内に存在する全ての端末 2 まで到達し、端末 2 により受信される。なお、参照信号パターン (ビットパターン) はビームごとに固定かつ異なるパターンであり、参照信号パターンにはビームの識別情報であるビーム ID が対応付けられている。そのため、参照信号パターンが分かれば、参照信号パターンが、どのビームを使用して送信されたかを把握できる。また、図 7 では記載を省略しているが、基地局 1 は、ステップ S 1 の処理、すなわち、サーチ情報の通知を周期的に行う。また、サービスエリア内の全ての端末 2 に対してサーチ情報を確実に通知できるのであれば、基地局 1 は別の通信網を経由して端末 2 へサーチ情報を通知するようにしてもよい。

20

**【 0 0 2 8 】**

基地局 1 は、ステップ S 1 で送信したサーチ情報に含まれている「参照信号をビームで送信するタイミング」が示すタイミングになると、複数のビームを使用して、サービスエリア内の全ての領域に向けて参照信号を送信する (ステップ S 2 a, S 2 b)。なお、参照信号は受信品質測定用信号である。基地局 1 は、ステップ S 2 a では照射パターン B 1 のビームを使用して参照信号を送信し、ステップ S 2 b では照射パターン B 2 のビームを使用して参照信号を送信する。一方、端末 2 は、サーチ情報で指定されたタイミング、すなわち、上記の「参照信号をビームで送信するタイミング」が示すタイミングになると、各ビームで送信された参照信号を受信するとともに、参照信号の受信レベルを測定し、ビームを検出する。そして、端末 2 は、ビームの検出結果を基地局 1 に報告する (ステップ S 3)。このとき、端末 2 は、ビームの検出結果として、全ビームのビーム ID とこれに対応する受信レベルを報告してもよいし、受信レベルの高いものから順番に、規定数のビーム ID および受信レベルを報告してもよい。

30

**【 0 0 2 9 】**

基地局 1 は、端末 2 からビームの検出結果が報告されると、報告された検出結果に基づいて、報告元の端末 2 との通信で使用するビームを決定する (ステップ S 4)。ここで、報告された検出結果とは、サービスエリア内の全ての端末 2 から報告された検出結果である。サービスエリア内に複数の端末 2 が存在する場合、基地局 1 は、全ての端末 2 について、個々の報告された検出結果に基づいて、各端末 2 との通信で使用するビームを端末 2 ごとに個別に決定する。基地局 1 は、例えば、ある端末 2 における受信レベルが最も高いビームを当該端末 2 との通信で使用することに決定する。

40

**【 0 0 3 0 】**

図 7 に示したステップ S 2 a, S 2 b および S 3 は、基地局 1 が、自装置のサービスエリア内のどこに端末 2 が存在しているのかを把握するための処理であり、基地局 1 が端末 2 を探索 (サーチ) する処理といえる。そのため、以下の説明では、ステップ S 2 a, S 2 b および S 3 の処理をまとめて端末サーチまたはサーチ処理と表現する場合がある。

50

## 【 0 0 3 1 】

基地局 1 は、上記ステップ S 3 で端末 2 から報告されるビームの検出結果をオムニアンテナ 1 4 で受信してもよいしビームアンテナ部 1 5 で受信してもよい。ビームアンテナ部 1 5 で受信する場合、基地局 1 は、照射パターン B 1 で照射したビームの検出結果報告タイミングと、照射パターン B 2 で照射したビームの検出結果報告タイミングとが異なるタイミングとなるよう、上記のサーチ情報により端末 2 に指示しておく。そして、基地局 1 は、照射パターン B 1 で送信したビームの検出結果報告タイミングでは照射パターン B 1 のビームを形成して受信処理を行い、照射パターン B 2 で送信したビームの検出結果報告タイミングでは照射パターン B 2 のビームを形成して受信処理を行う。上記では端末の報告タイミングはサーチ情報の中で通知するとしたが、報告タイミングが端末毎に異なる場合があるため、その場合には、サーチ情報のブロードキャストの後、報告タイミングを端末毎に個別に通知すればよい。通常、携帯電話などの移動通信システムでは、端末が基地局と接続し通信を始める場合、通信の前に端末毎に異なる通信パラメータなどを個別に設定するため、これと同時に報告タイミングを設定することができる。

10

## 【 0 0 3 2 】

基地局 1 および端末 2 は、上記のステップ S 2 a ~ S 4 を周期的に実行する。ステップ S 2 a ~ S 4 の実行周期は上述した「測定用信号送信周期」に相当する。なお、基地局 1 は、ステップ S 2 a ~ S 4 の実行周期よりも長い周期でステップ S 1 を繰り返し実行する。

## 【 0 0 3 3 】

図 8 は、基地局 1 が、複数のビームを使用してサービスエリア内の全ての領域に向けて参照信号を送信する場合の制御部 1 1 の動作例を示すフローチャートである。図 8 のフローチャートは、制御部 1 1 が測定用信号送信部として動作する場合の動作例を示している。図 8 に示した動作は、図 7 に示したステップ S 1、S 2 a および S 2 b の動作に相当する。

20

## 【 0 0 3 4 】

基地局 1 の制御部 1 1 は、サーチ情報の送信タイミングか否かを確認し（ステップ S 1 1）、送信タイミングの場合（ステップ S 1 1 : Yes）、サーチ情報をブロードキャストで自装置のサービスエリア内に送信する（ステップ S 1 2）。制御部 1 1 は、ステップ S 1 2 を実行後はステップ S 1 1 に戻る。

30

## 【 0 0 3 5 】

一方、サーチ情報の送信タイミングではない場合（ステップ S 1 1 : No）、制御部 1 1 は、参照信号の送信タイミングか否かを確認する（ステップ S 1 3）。制御部 1 1 は、参照信号の送信タイミングではない場合（ステップ S 1 3 : No）、ステップ S 1 1 に戻る。制御部 1 1 は、参照信号の送信タイミングの場合（ステップ S 1 3 : Yes）、1 回目のビーム照射タイミングか否か、すなわち、照射パターン B 1 でのビーム照射タイミングか否かを確認する（ステップ S 1 4）。1 回目のビーム照射タイミングの場合（ステップ S 1 4 : Yes）、制御部 1 1 は、1 回目のビーム照射を行う（ステップ S 1 5）。すなわち、制御部 1 1 は、1 回目のビーム照射方向を示す照射パターン B 1 に従ってビームを照射するようにビームアンテナ部 1 5 に指示するとともに、照射する各ビームで送信する参照信号を変復調部 1 2 へ出力する。なお、変復調部 1 2 へ出力された参照信号は、変復調部 1 2 で変調され、送受信部 1 3 でアナログ無線信号への変換が行われた後、ビームアンテナ部 1 5 に入力される。ビームアンテナ部 1 5 は、制御部 1 1 からの指示に従いビームを形成し、送受信部 1 3 からアナログ無線信号として入力された参照信号を各ビームに割り当てて送信する。

40

## 【 0 0 3 6 】

また、制御部 1 1 は、1 回目のビーム照射タイミングではない場合（ステップ S 1 4 : No）、2 回目のビーム照射を行う（ステップ S 1 6）。すなわち、制御部 1 1 は、2 回目のビーム照射方向を示す照射パターン B 2 に従ってビームを照射するようにビームアンテナ部 1 5 に指示するとともに、照射するビームで送信する参照信号を変復調部 1 2 へ出

50

力する。このときの変復調部 1 2、送受信部 1 3 およびビームアンテナ部 1 5 の動作はステップ S 1 5 と同様である。

【 0 0 3 7 】

制御部 1 1 は、ステップ S 1 5 または S 1 6 を実行すると、ステップ S 1 1 に戻る。ビーム照射を 2 回に分けて行う場合の例を示したが、3 回以上に分けて行う場合も同様の動作とすることができる。この場合、制御部 1 1 は、上記のステップ S 1 4 において、何回目の照射タイミングかを確認し、確認結果に対応する照射パターンでビームを照射するよう、ビームアンテナ部 1 5 に指示する。

【 0 0 3 8 】

図 9 は、基地局 1 の制御部 1 1 が、端末 2 におけるビームの検出結果に基づき、使用するビームを決定する場合の動作例を示すフローチャートである。図 9 のフローチャートは、制御部 1 1 がビーム決定部として動作する場合の動作例を示している。図 9 に示した動作は、図 7 に示したステップ S 3 の動作およびステップ S 4 の動作に相当する。従って、図 9 に示した動作は、参照信号を送信した後に開始となる。

【 0 0 3 9 】

基地局 1 の制御部 1 1 は、参照信号の送信が完了すると、端末 2 におけるビームの検出結果を受信するタイミングか否かを確認する（ステップ S 2 1）。検出結果の受信タイミングではない場合（ステップ S 2 1：No）、制御部 1 1 は、受信タイミングとなるまでステップ S 2 1 を繰り返す。

【 0 0 4 0 】

制御部 1 1 は、検出結果の受信タイミングの場合（ステップ S 2 1：Yes）、ビームの検出結果を端末 2 から受信する（ステップ S 2 2）。すなわち、制御部 1 1 は、端末 2 から送信された、ビームの検出結果を、オムニアンテナ 1 4 またはビームアンテナ部 1 5 と、送受信部 1 3 と、変復調部 1 2 とを介して受信する。このとき、送受信部 1 3 は、オムニアンテナ 1 4 またはビームアンテナ部 1 5 から入力されたアナログ無線信号をベースバンド信号にダウンコンバートするとともにアナログからデジタルに変換して変復調部 1 2 へ出力する。変復調部 1 2 は、送受信部 1 3 から入力された信号を復調して制御部 1 1 へ出力する。なお、基地局 1 のサービスエリア内に複数の端末 2 が存在している場合、このステップ S 2 2 において、制御部 1 1 は、サービスエリア内の全ての端末 2 からビームの検出結果を受信する。制御部 1 1 は、ビームの検出結果を受信すると、受信した検出結果に基づいて、サービスエリア内の各端末 2 との通信で使用するビームを決定する（ステップ S 2 3）。制御部 1 1 は、例えば、端末 2 における受信レベルが一番高いビームを使用することに決定する。また、1 回の検出結果から決定するのではなく、過去の数回の検出結果も含む複数回の検出結果に基づいて、例えば、複数回の受信レベルの平均値が一番高いビームを使用することに決定することも考えられる。

【 0 0 4 1 】

図 10 は、端末 2 が基地局 1 から照射されたビームをサーチし、サーチ結果すなわちビームの検出結果を基地局 1 へ報告する場合の制御部 2 4 の動作例を示すフローチャートである。図 10 に示した動作は、図 7 に示したステップ S 2 a、S 2 b および S 3 の動作に相当する。

【 0 0 4 2 】

端末 2 の制御部 2 4 は、ビームのサーチタイミングか否かを確認し（ステップ S 3 1）、サーチタイミングではない場合（ステップ S 3 1：No）、サーチタイミングとなるまでステップ S 3 1 を繰り返す。制御部 2 4 は、サーチタイミングの場合（ステップ S 3 1：Yes）、1 回目のサーチタイミングか否かを確認する（ステップ S 3 2）。1 回目のサーチタイミングの場合（ステップ S 3 2：Yes）、制御部 2 4 は、1 回目に照射される各ビームで送信された参照信号を送受信部 2 2 および変復調部 2 3 を介して受信するとともに、受信した参照信号の受信レベルの情報をレベル測定部 2 5 から取得する（ステップ S 3 3）。ステップ S 3 3 が終了すると、制御部 2 4 はステップ S 3 1 に戻る。一方、制御部 2 4 は、2 回目のサーチタイミングの場合（ステップ S 3 2：No）、2 回目に照

10

20

30

40

50

射される各ビームで送信された参照信号を送受信部 2 2 および変復調部 2 3 を介して受信するとともに、受信した参照信号の受信レベルの情報をレベル測定部 2 5 から取得する（ステップ S 3 4）。次に、制御部 2 4 は、1 回目の参照信号の受信結果および 2 回目の参照信号の受信結果をビームの検出結果として、変復調部 2 3、送受信部 2 2 およびアンテナ 2 1 を介して基地局 1 へ報告する（ステップ S 3 5）。ビームの検出結果として報告する情報は、検出したビームのビーム ID およびビームの受信レベルである。なお、通常、制御部 2 4 は、基地局 1 から照射されたビームの一部のみが検出可能と考えられる。そのため、制御部 2 4 は、上記のステップ S 3 5 において、検出できたビームのビーム ID および受信レベルのみを基地局 1 へ報告してもよいし、検出できなかったビームについては、受信レベルの代わりに、ビームを検出できなかったことを報告してもよい。制御部 2 4 は、ステップ S 3 5 を実行後、ステップ S 3 1 に戻る。

10

**【 0 0 4 3 】**

なお、基地局 1 が、サーチ情報などをブロードキャスト送信するためのオムニアンテナ 1 4 と、ビーム形成のためのビームアンテナ部 1 5 とを個別に備えることとしたが、1 つのアンテナ部にこれらの機能を持たせるようにすることも可能である。

**【 0 0 4 4 】**

次に、基地局 1 および端末 2 を実現するハードウェアについて説明する。

**【 0 0 4 5 】**

図 1 1 は、基地局 1 および端末 2 を実現するハードウェア構成の一例を示す図である。基地局 1 は、例えば、図 1 1 に示したプロセッサ 1 0 1、メモリ 1 0 2、送信機 1 0 3、受信機 1 0 4 およびアンテナ装置 1 0 5 により実現される。プロセッサ 1 0 1 は、CPU（Central Processing Unit、中央処理装置、処理装置、演算装置、マイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、プロセッサ、DSP（Digital Signal Processor）ともいう）、システム L S I（Large Scale Integration）などである。メモリ 1 0 2 は、RAM（Random Access Memory）、ROM（Read Only Memory）、フラッシュメモリー、EPROM（Erasable Programmable Read Only Memory）、EEPROM（Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory）等の、不揮発性または揮発性の半導体メモリ、磁気ディスク、フレキシブルディスク、光ディスク、コンパクトディスク、ミニディスクまたは DVD（Digital Versatile Disc）等である。

20

**【 0 0 4 6 】**

基地局 1 の制御部 1 1 および変復調部 1 2 は、プロセッサ 1 0 1 およびメモリ 1 0 2 に格納されているプログラムにより実現される。具体的には、プロセッサ 1 0 1 が、制御部 1 1 および変復調部 1 2 の動作を行うためのプログラムをメモリ 1 0 2 から読み出して実行することにより実現される。

30

**【 0 0 4 7 】**

基地局 1 の送受信部 1 3 は、送信機 1 0 3 および受信機 1 0 4 により実現される。すなわち、送受信部 1 3 における送信処理は、送信機 1 0 3 において実施され、送受信部 1 3 における受信処理は、受信機 1 0 4 において実施される。基地局 1 のオムニアンテナ 1 4 およびビームアンテナ部 1 5 はアンテナ装置 1 0 5 により実現される。オムニアンテナ 1 4 およびビームアンテナ部 1 5 は異なるアンテナ装置で実現されてもよい。

40

**【 0 0 4 8 】**

端末 2 の制御部 2 4 および変復調部 2 3 は、プロセッサ 1 0 1 およびメモリ 1 0 2 に格納されているプログラムにより実現される。具体的には、プロセッサ 1 0 1 が、制御部 2 4 および変復調部 2 3 の動作を行うためのプログラムをメモリ 1 0 2 から読み出して実行することにより実現される。

**【 0 0 4 9 】**

端末 2 の送受信部 2 2 は、送信機 1 0 3 および受信機 1 0 4 により実現される。すなわち、送受信部 2 2 における送信処理は、送信機 1 0 3 において実施され、送受信部 2 2 における受信処理は、受信機 1 0 4 において実施される。端末 2 のレベル測定部 2 5 は受信機 1 0 4 により実現される。また、端末 2 のアンテナ 2 1 はアンテナ装置 1 0 5 により実

50

現される。

【 0 0 5 0 】

なお、基地局 1 の制御部 1 1 および変復調部 1 2、端末 2 の制御部 2 4 および変復調部 2 3 を専用のハードウェアで実現してもよく、これらの一部を専用のハードウェアで実現し、残りをソフトウェア、ファームウェア、またはソフトウェアとファームウェアとの組み合わせにより実現してもよい。これらの各部を専用のハードウェアで実現する場合の基地局 1 および端末 2 のハードウェア構成は、例えば図 1 2 に示したものとなる。すなわち、基地局 1 の制御部 1 1 および変復調部 1 2、端末 2 の制御部 2 4 および変復調部 2 3 は、処理回路 2 0 1 により実現される。処理回路 2 0 1 は例えば、単回路、複合回路、プログラム化したプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、A S I C (Application Specific Integrated Circuit)、F P G A (Field Programmable Gate Array)、またはこれらを組み合わせたものが該当する。

10

【 0 0 5 1 】

つづいて、基地局 1 が端末サーチを行う際にサービスエリア内に照射するビームの詳細について説明する。

【 0 0 5 2 】

図 1 3 は、基地局 1 が照射する各ビームへの参照信号の配置例を示す図である。図中、R S と記載しているものが参照信号である。参照信号は、上述した端末サーチにおいて基地局 1 が自装置のサービスエリア内へ送信する信号である。

【 0 0 5 3 】

図 1 3 に示した例は、各ビームで周波数リソースの一部を使って参照信号を送信する場合を示しており、参照信号が配置されていない残りの周波数リソースは通信に使用する。但し、ビームの照射方向に存在する端末との通信に限られる。図中、各ビームで 2 か所の周波数リソースを参照信号の送信用としているのは、端末 2 が受信レベルを測定する際に 2 か所の測定結果を平均化することで、無線通信に特有なフェージングによるレベルの瞬時変動を避け、より安定した測定を可能にするためである。したがって、図 1 3 の例では 2 か所の周波数リソースを使用しているが、3 か所以上の周波数リソースを使用するようにしてもよい。また、図 1 3 の下部に示したように、1 つの周波数リソース内で時間軸方向の細かい単位でビーム毎に参照信号を配置する位置を変えている。3 G P P (3<sup>rd</sup> Generation Partnership Project) で規格化された L T E (Long Term Evolution) によるリソースの定義では、T T I (Transmission Time Interval) というリソース割当の時間単位の中に複数の O F D M (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) シンボルという単位が存在する。このような構成の場合、各ビームで 1 つの O F D M シンボルのみを用いて参照信号を埋め込むことが可能であるため、図 1 3 に示した配置、すなわち、同じ周波数リソースを使用し、複数のビームで参照信号を送信できる。なお、L T E では、1 つの T T I が 1 4 個の O F D M シンボルで構成されている。

20

30

【 0 0 5 4 】

図 1 3 に示した例では、全ビームで同一周波数位置のリソースを使用して参照信号を配置したが、図 1 4 に示したような配置も可能である。図 1 4 に示した例では、ビーム毎に参照信号を配置する周波数リソースの位置を変えている。図 1 4 に示した配置とする場合、同じ時間に複数のビームで参照信号を送信できる。これを応用すると、図 1 5 に示したように、前述のビーム照射方向を変える複数のタイミングを 1 つの T T I 内に設けることができる。すなわち、1 つの T T I 内において、ビームの照射パターン B 1 と B 2 を切り替えて、サービスエリア内の全ての領域にビームを万遍なく照射することが可能となる。図 1 5 に示した例では、照射パターン B 1 のビーム B 1 1, B 1 2, B 1 3, B 1 4, . . . と、照射パターン B 2 のビーム B 2 1, B 2 2, B 2 3, B 2 4, . . . とを 1 つの T T I 内で切り替えている。この場合、端末サーチの所要時間が短くなり、基地局 1 は、端末 2 との通信で使用する最適なビームを決定するまでの所要時間を短縮化できる。よって、端末 2 が移動した場合に使用ビームの切り替えを短時間で行うことができる。また、端末サーチのために必要なリソースを少なく抑えることができる。

40

50

## 【 0 0 5 5 】

つづいて、端末サーチにおいて基地局 1 が照射するビームの数を決定する方法について説明する。1 回の端末サーチで基地局 1 が照射するビームの数（以下、ビーム照射数と称する）は、サービスエリアの平均受信レベルと、サーチタイミングすなわち端末サーチを開始するタイミングで参照信号送信のための時間リソースを割り当てた後の通信時間率のトレードオフにより決定する。通話時間率とは、ある期間のうち、基地局 1 と端末 2 が通信可能な期間の割合であり、別の表現を用いれば、参照信号の送信で使用されない期間の割合である。

## 【 0 0 5 6 】

はじめに、サービスエリアの平均受信レベルについて説明する。図 1 6 ( a ) は、点線で囲まれるサービスエリアを 9 ビームでカバーする場合の例を示している。図示した各円の縁は、例えば、ビームの中心が向いている方向で得られる最大利得から 3 d B 下がった位置を示している。この場合、円の外側の位置は 3 d B 以上の利得低下があり、円の外側の位置で端末 2 が基地局 1 からの信号を受信すると、その受信レベルは低くなる。一方、図 1 6 ( b ) は、サービスエリアを 1 6 ビームでカバーする場合の例を示している。図 1 6 ( b ) の例では、ビームの間隔、すなわち隣接しているビーム同士の距離を詰めることで、点線で囲まれるサービスエリアはすべていずれかの円の中に入る。よって、端末 2 が基地局 1 からの信号を受信したときの受信レベルは図 1 6 ( a ) の場合に比べて高くなる。ビームの間隔を詰めれば詰めるほど、サービスエリアのいずれの点もビームによる高い利得が得られやすくなるため、サービスエリアの平均受信レベルは高くなる。受信レベルが高い場合、一度に多くのビットを送ることが可能な高い変調度の変調方式が使用できるため、通信時のスループットが高くなる傾向にある。

## 【 0 0 5 7 】

ここで、例えば、基地局 1 が同時に生成できる最大ビーム数が 9 であると、図 1 6 ( b ) に示したような 9 を超えるビーム方向に同時にビーム照射することはできない。この場合、2 回のタイミングに分割してビームを照射することになる。図 1 7 は、端末サーチの実行周期であるサーチ周期と、端末サーチで参照信号を送信するタイミングの関係を示す図である。なお、サーチ周期は、上述した「測定用信号送信周期」に相当する。図 1 7 ( a ) では、1 サーチ周期あたりに参照信号送信タイミングが 1 回存在する場合を示し、図 1 7 ( b ) では、1 サーチ周期あたりに参照信号送信タイミングが 2 回存在する場合を示している。参照信号の送信タイミング以外では通信を行っているため、図 1 7 ( b ) の方が通信に使用できるタイミング数が減っている。この場合、通信時のスループットが低くなる傾向にある。

## 【 0 0 5 8 】

以上より、サービスエリアを多くのビームでカバーすることで、平均受信レベルが上がり、通信スループットが高くなる傾向にある一方、1 サーチ周期において、端末サーチのためのビーム照射でより多くの時間リソースを使用することになる。そのため、通信に使用できる残りの時間リソースが減る傾向、すなわち通信スループットが低くなる傾向にある。この背反する要素である平均受信レベルと通信時間率との 2 つの指標を用いて、ビーム照射数を決定する。

## 【 0 0 5 9 】

図 1 8 は、1 回の端末サーチあたりのビーム照射数を決定する方法の具体例を示す図である。図 1 8 において横軸は 1 回の端末サーチあたりのビーム照射実行回数（ビーム照射回数）を示し、縦軸はサービスエリアの平均受信レベルを示している。白抜きプロットは、各ビーム照射回数におけるサービスエリア内の平均受信レベルを示している。図 1 8 は、1 回のビーム照射で照射可能なビーム数を 9 とした場合の例を示している。よって、ビーム照射回数が 1 回の場合は 9 ビームでサービスエリアをカバーしたときの平均受信レベル、ビーム照射回数が 2 回の場合は 1 8 ビームでサービスエリアをカバーしたときの平均受信レベル、ビーム照射回数が 3 回の場合は 2 7 ビームでサービスエリアをカバーしたときの平均受信レベルとなる。黒塗りプロットは、白抜きプロットの結果に通信時間率をか

10

20

30

40

50

けた結果である。図18に示した例の場合、通信時間率をかけた後の平均受信レベルは、ビーム照射回数が2回の位置にピークが発生している。そのため、平均受信レベルおよび通信時間率を考慮した場合、 $9 \times 2 = 18$ が最適なビーム照射数となる。なお、ビーム照射数の決定方法をこれに限定するものではない。他の方法で決定しても構わない。無線通信システムを構成している基地局1の各々における、1回の端末サーチあたりのビーム照射数は、各基地局1の設置位置を考慮してシミュレーションにより決定してもよいし、各基地局1を実際に設置した後、サーチ周期、平均受信レベルの実測値などに基づいて決定してもよい。

#### 【0060】

以上のように、本実施の形態の基地局1は、複数のビームを使用して自装置のサービスエリアの全領域へ参照信号を送信し、端末2における参照信号の受信結果に基づいて当該端末2との通信で使用するビームを決定する処理、を端末2の最大移動速度に基づく周期で繰り返し実行することとした。これにより、基地局1は、端末2が移動しても、端末2にとって最適なビームを使用した通信を継続することができる。また、使用するビームを決定する処理を端末2の最大移動速度に基づく周期で実行するため、端末2の移動速度が遅いにもかかわらず、使用するビームを決定する処理を頻繁に実行することがなくなる。すなわち、不要な端末サーチ動作をなくし、効率的に端末サーチ（使用するビームの決定）を行うことができるとともに、通信リソースの浪費を防止できる。

#### 【0061】

また、基地局1で同時に生成できるビーム数に限りがある場合、複数のビーム照射タイミングを設け、基地局1は、それぞれのタイミングでビーム方向を変えてビームを照射する。端末2は、複数のビーム照射タイミング全てで各ビームの受信レベルを測定し、測定結果を基地局1へ報告する。これにより、基地局1は、端末2がサービスエリアのどこに存在しても最適なビームを選択することができる。

#### 【0062】

また、端末サーチで使用する参照信号は、各ビームで全ての周波数リソースまたは時間リソースに埋め込まれるのではなく、一部のリソースに埋め込まれる。すなわち、参照信号は一部の通信リソースを使用して送信される。このとき、参照信号の送信で使用されない通信リソースは通信信号の伝送に使用される。これにより、端末サーチの実行に伴うスループットの低下を最小限に抑えることができる。

#### 【0063】

また、基地局1が端末サーチにおいてビームを照射する際、隣接するビームの距離を短くすることによる、サービスエリア内平均受信レベルの向上と、端末サーチにおけるビーム照射回数増大による通信時間減少のトレードオフから、端末サーチにおけるビーム照射数を決定する。これにより、時間リソースを効率的に使用し、高い通信スループットを獲得することができる。

#### 【0064】

以上の実施の形態に示した構成は、本発明の内容の一例を示すものであり、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、構成の一部を省略、変更することも可能である。

#### 【符号の説明】

#### 【0065】

1 基地局、2 端末、11, 24 制御部、12, 23 変復調部、13, 22 送受信部、14 オムニアンテナ、15 ビームアンテナ部、21, 152 アンテナ、25 レベル測定部、101 プロセッサ、102 メモリ、103 送信機、104 受信機、105 アンテナ装置、151 ビーム制御部、201 処理回路。

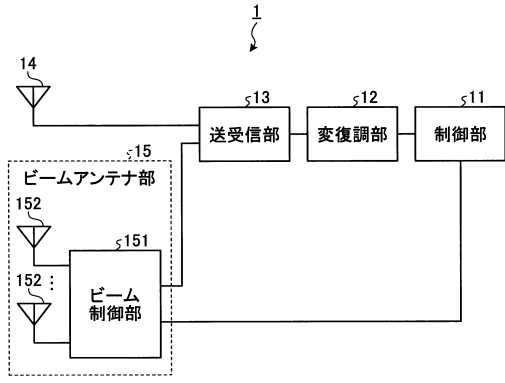
10

20

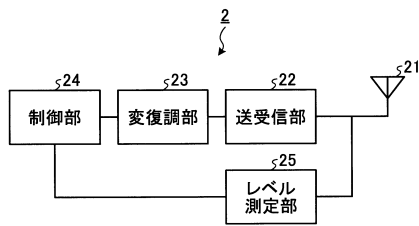
30

40

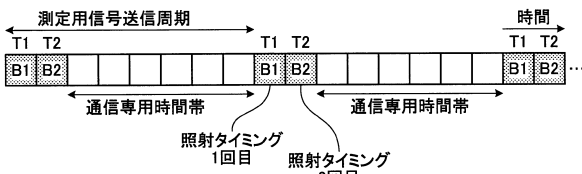
【図1】



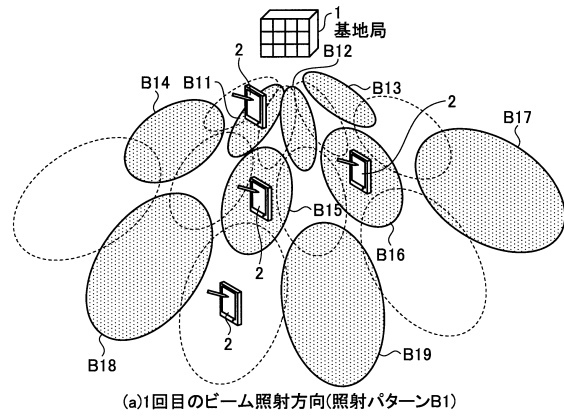
【図2】



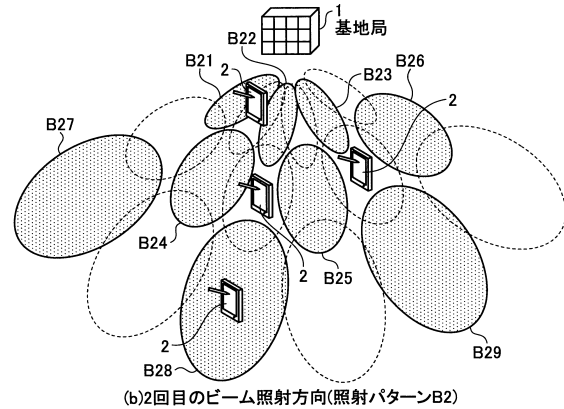
【図4】



【図3】

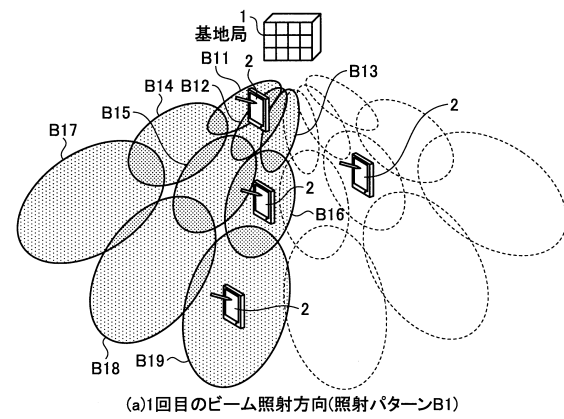


(a)1回目のビーム照射方向(照射パターンB1)

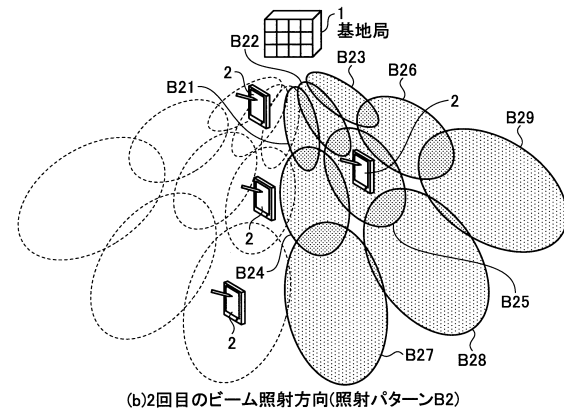


(b)2回目のビーム照射方向(照射パターンB2)

【図5】

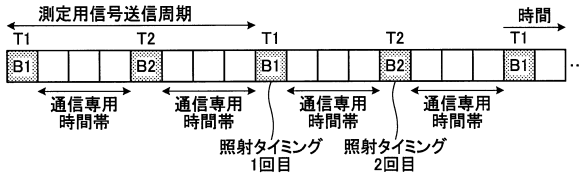


(a)1回目のビーム照射方向(照射パターンB1)

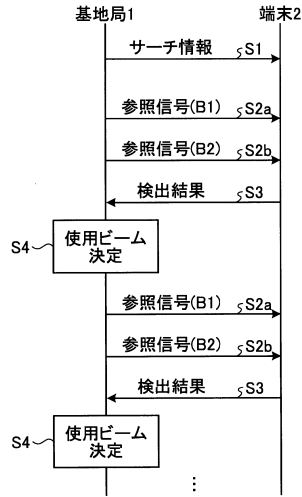


(b)2回目のビーム照射方向(照射パターンB2)

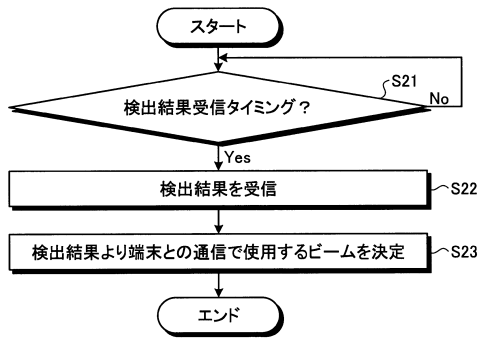
【図6】



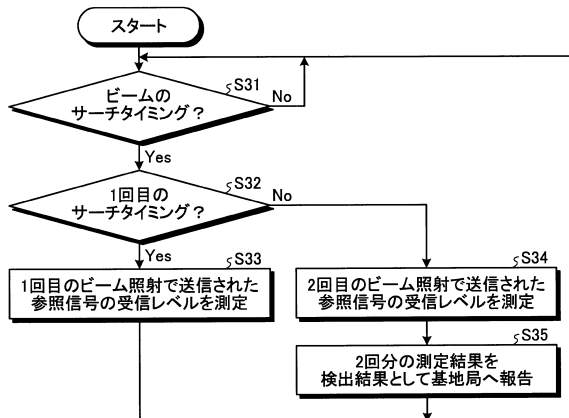
【図7】



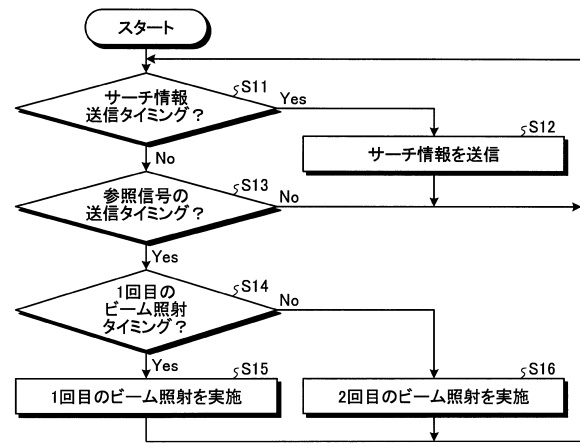
【図9】



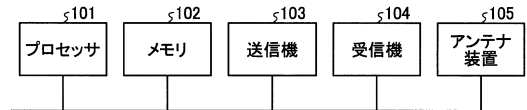
【図10】



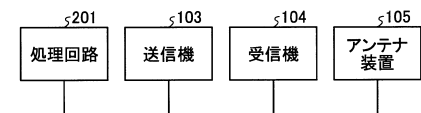
【図8】



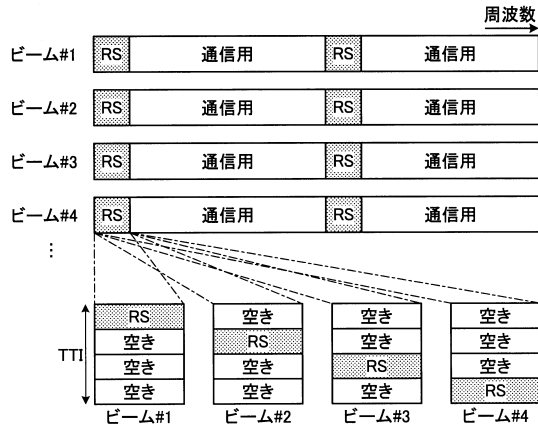
【図11】



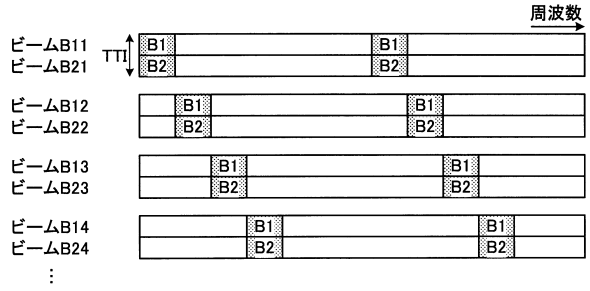
【図12】



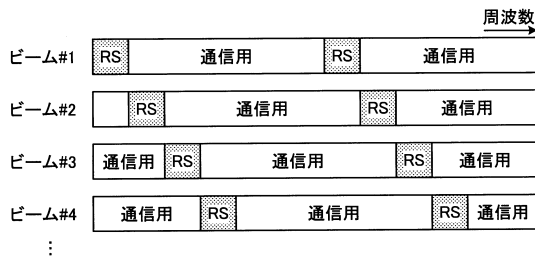
【図 13】



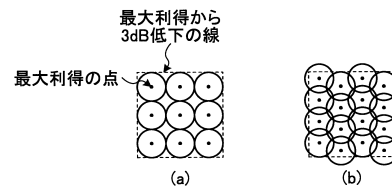
【図 15】



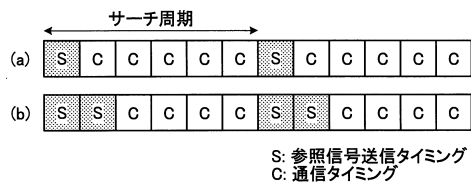
【図 14】



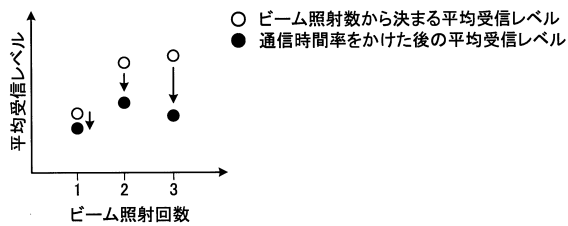
【図 16】



【図 17】



【図 18】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

H 0 4 W 24/10

審査官 太田 龍一

(56)参考文献 特開2015-053615(JP,A)  
特表2010-534020(JP,A)  
特開2012-227686(JP,A)  
特開平10-190569(JP,A)  
特開2003-152610(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 4 B 7 / 0 2 - 7 / 1 2

H 0 4 W 4 / 0 0 - 9 9 / 0 0