

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4323311号
(P4323311)

(45) 発行日 平成21年9月2日(2009.9.2)

(24) 登録日 平成21年6月12日(2009.6.12)

(51) Int. Cl.	F I
HO4W 16/26 (2009.01)	HO4Q 7/00 231
HO4W 84/18 (2009.01)	HO4Q 7/00 634
HO4B 1/40 (2006.01)	HO4B 1/40
HO4B 7/15 (2006.01)	HO4B 7/15 Z

請求項の数 24 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2003-529647 (P2003-529647)	(73) 特許権者	504098093 トレックス・エンタープライゼス・コーポレーション
(86) (22) 出願日	平成14年9月13日(2002.9.13)		
(65) 公表番号	特表2005-503709 (P2005-503709A)		アメリカ合衆国, カルフォルニア州 92121-4339, サンディエゴ, パシフィック センター コート 10455
(43) 公表日	平成17年2月3日(2005.2.3)		
(86) 国際出願番号	PCT/US2002/029098	(74) 代理人	100099195 弁理士 宮越 典明
(87) 国際公開番号	W02003/026152	(72) 発明者	ジョンソン, ポール アメリカ合衆国, ハワイ州 96753, キヘイ, カマコイル ープ 208 一.
(87) 国際公開日	平成15年3月27日(2003.3.27)		
審査請求日	平成17年9月12日(2005.9.12)		
(31) 優先権主張番号	09/952, 591		
(32) 優先日	平成13年9月14日(2001.9.14)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 自由空間ミリ波中継線によるセルラー電話システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

システムユーザとの無線通信を提供し、セルラー基地局の群が中央局と通信するための無線ミリ波中継線を有するセルラー通信システムであって、前記システムは、

A) 複数のセルラー基地局と、前記基地局の各々は通信セルにサービスし、前記基地局の各々は、

1) 3GHz未満のセル電話無線周波数で前記セル内のユーザと通信するための低周波送受信機と、

2) 71GHzを超える中継線周波数で前記中継線の一部として他の基地局および中央局と通信するための高周波送受信機とを含み、前記高周波送受信機は、前記セル電話無線周波数を前記中継線周波数にコンバートするためのアップコンバート装置および前記中継線周波数を前記セル電話無線周波数にダウンコンバートするためのダウンコンバート装置を有しており、

B) 前記複数のセルラー基地局の高周波送受信機と71GHzを超える周波数で通信している前記中継線の一部として動作する少なくとも1つの中央局の高周波送受信機とを含むセルラー通信システム。

【請求項2】

前記複数のセルラー基地局の高周波送受信機の各々は、通常の日候においては10億ビット/秒を超えるレートで大気デジタル情報を通じて第2のサイトに送信しかつそれから受信するように機器構成されており、前記複数セルラー基地局の高周波送受信機は約2

。以下の電力半値幅を有するビームを生成するアンテナを含む請求の範囲第1項のセルラ-通信システム。

【請求項3】

前記複数のセルラ-基地局の高周波送受信機の一方は、約92.3～93.2GHzの範囲の周波数で送信し、約94.1～95.0GHzの範囲の周波数で情報を受信するように機器構成されている請求の範囲第1項のシステム。

【請求項4】

異常な気象条件の場合には第1および第2のサイト間で情報の伝送を継続するように機器構成された、1億5500万ビット/秒未満のデータ伝送速度で動作するバックアップ送受信機システムをさらに含む請求の範囲第1項のシステム。

10

【請求項5】

前記バックアップ送受信機システムはマイクロ波システムである請求の範囲第4項のシステム。

【請求項6】

前記バックアップ送受信機システムは10.7～11.7GHzの周波数範囲で動作するように機器構成されている請求の範囲第4項のシステム。

【請求項7】

前記バックアップ送受信機システムは5.9～6.9GHzの周波数範囲で動作するように機器構成されている請求の範囲第4項のシステム。

【請求項8】

前記バックアップ送受信機システムは13～23GHzの周波数範囲で動作するように機器構成されている請求の範囲第4項のシステム。

20

【請求項9】

両方の前記高周波送受信機は40dBを超える利得を付与するアンテナを備えている請求の範囲第1項のシステム。

【請求項10】

前記アンテナのうちの少なくとも1つはフラットパネルアンテナである請求の範囲第9項のシステム。

【請求項11】

前記アンテナのうちの少なくとも1つはカセグレンアンテナである請求の範囲第9項のシステム。

30

【請求項12】

前記アンテナのうちの少なくとも1つは主焦点パラボラアンテナである請求の範囲第9項のシステム。

【請求項13】

前記アンテナのうちの少なくとも1つはオフセットパラボラアンテナである請求の範囲第9項のシステム。

【請求項14】

前記複数のセルラ-基地局の高周波送受信機は10億ビット/秒を超えるレートで送信および受信できる能力があり、前記複数のセルラ-基地局の高周波送受信機のアンテナは約0.36°以下の電力半値幅を有するビームを生成するように機器構成されている請求の範囲第1項のシステム。

40

【請求項15】

前記複数のセルラ-基地局の高周波送受信機は、約71～76GHzの範囲の周波数で伝送するように構成されている請求の範囲第1項のシステム。

【請求項16】

前記複数のセルラ-基地局の高周波送受信機は、約81～86GHzの範囲の周波数で伝送するように構成されている請求の範囲第1項のシステム。

【請求項17】

システムユーザとの無線通信を提供し、セルラ-基地局の群が中央局と通信するための

50

無線ミリ波中継線を有するセルラー通信システムであって、前記システムは、

A) 複数のセルラー基地局と、前記基地局の各々は通信セルにサービスし、前記基地局の各々は、

1) 3 GHz 未満のセル電話無線周波数で前記セル内のユーザと通信するための少なくとも1つの低周波送受信機と、

2) 71 GHz を超える中継線周波数で前記中継線の一部として他の基地局および中央局と通信するための少なくとも1つの高周波送受信機と、

3) 前記少なくとも1つの低周波送受信機を通じて前記少なくとも1つの高周波送受信機へ通信されたデータを転送し、前記少なくとも1つの高周波送受信機を通じて前記少なくとも1つの低周波送受信機へ通信されたデータを転送するための第1のデータ転送手段とを含み、

10

B) 前記複数のセルラー基地局の前記高周波送受信機と71 GHz を超える周波数で通信している前記中継線の一部として動作する少なくとも1つの中央局の高周波送受信機とを含むセルラー通信システム。

【請求項18】

前記基地局の送受信機の各々は、通常の状態においては10億ビット/秒を超えるレートで大気デジタル情報を通じて第2のサイトに送信しかつそれから受信するように機器構成されており、前記送受信機は約2°以下の電力半値幅を有するビームを生成するアンテナを含む請求の範囲第17項のセルラー通信システム。

【請求項19】

20

異常な気象条件の場合には第1および第2のサイト間で情報の伝送を継続するように機器構成された、1億5500万ビット/秒未満のデータ伝送速度で動作するバックアップ送受信機システムをさらに含む請求の範囲第17項のシステム。

【請求項20】

前記バックアップ送受信機システムはマイクロ波システムである請求の範囲第19項のシステム。

【請求項21】

両方の高周波送受信機は40 dB を超える利得を付与するアンテナを備えている請求の範囲第17項のシステム。

【請求項22】

30

前記複数のセルラー基地局の高周波送受信機は10億ビット/秒を超えるレートで送信および受信できる能力があり、前記複数のセルラー基地局の高周波送受信機のアンテナは約0.36°以下の電力半値幅を有するビームを生成するように機器構成されている請求の範囲第17項のシステム。

【請求項23】

前記複数のセルラー基地局の高周波送受信機は、約71~76 GHz の範囲の周波数で伝送するように構成されている請求の範囲第17項のシステム。

【請求項24】

前記複数のセルラー基地局の高周波送受信機は、約81~86 GHz の範囲の周波数で伝送するように構成されている請求の範囲第17項のシステム。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線通信リンク、詳細には高データレートポイントツーポイントリンクに関する。

【背景技術】

【0002】

(ローカル無線電波通信)

ローカル無線通信サービスは、極めて急成長している産業の代表格である。これらのサービスの中には、ページング及びセルラー電話サービスが含まれる。セルラー電話産業は

50

、現在その第2世代にあり、数種類のセルラー電話システムが促進されている。米国におけるセルラー市場は、1988年の加入者約200万および収益200万ドルから1998年には6000万を超える加入者および収益約300億ドルにまで成長し、サービスがいつでも利用しやすくなり価格が低下するにつれて、米国及び世界中で成長し続けている。

【0003】

図1は、典型的なセルラー電話システムを示している。セルラーサービスプロバイダは、その領域を図1に示すように六角形のセルに分割する。これらのセルは差し渡し約5マイルとし得るが、多くのユーザを有する人口稠密地域では、これらのセルはマイクロセルと呼ばれるさらに小さいセルに分解され得る。これは、セルラープロバイダを無線周波スペクトルのうちの限られた部分だけにしか割当てられないことから行われる。例えば、セルラー通信に割当てられた1つのスペクトル域は、824MHz~901MHzというスペクトル域である。(セルラーサービスに割当てられた別のスペクトル域は、1.8GHz~1.9GHzである。)824~901MHz域で運用するプロバイダは、セルラー局が824MHz~851MHz域で送信し、869MHz~901MHz域で受信するようにそのシステムをセットアップし得る。セルラー局における、また加入者が使用する装置の双方における送信機は極めて低出力(ほんの2、3W)で動作するので、セル内で生成された信号が直接隣り合うセルを越えて他のいずれかのセルにおいて干渉を与えることはない。その割当てられた送信スペクトルおよび受信スペクトルを六角形のセルパターンを備える7つの部分(A~G)に分解することによって、サービスプロバイダは、図1に示すように、送信または受信のための同じ周波数間に2セル分離が存在するように、そのシステムをセットアップすることができる。1セル分離は、スペクトルを3つの部分に分解することによって付与され得る。従って、これらの3つまたは7つのスペクトル域が、セルラーサービスプロバイダの領域全体において何度も何度も使用され得る。典型的なセルラーシステムでは、(各々約12MHz幅の送信帯域幅および受信帯域幅を備える)各セルは、セル内で同時に約1200もの双方向電話通信を取り扱うことができる。低品質通信によれば、最大約9000の呼が12MHz帯域幅で取り扱われ得る。与えられたセル内でスペクトルを分割するために当産業ではいくつかの異なる技法が広範に使用されている。これらの技法は、アナログおよびデジタル伝送、およびデジタル信号を多重送信するためのいくつかの技法を含む。これらの技法は、プレントイス・ホール(Prentice Hall)社により刊行の『ザ・エッセンシャル・ガイド・トゥ・テレコミュニケーションズ(The Essential Guide to Telecommunications)』(第2版)、p.313~316および、多くの他の情報源において検討されている。第3世代セルラー通信システムは、通信スペクトルのより効率的な使用を伴う著しい改良を期待させる。

【0004】

(他の先行技術の無線通信技法)

ポイントツーポイントおよびポイントツーマルチポイント

ほとんどの無線通信は、少なくとも伝送されるデータに関しては、1方向のポイントツーマルチポイントであり、それは民間ラジオおよびテレビを含む。しかし、ポイントツーポイント無線通信には多くの例が存在する。上述のセルラー電話システムは、低データレートのポイントツーポイント通信の実例である。電話システム中継線上のマイクロ波送信機は、より高データレートでの先行技術のポイントツーポイント無線通信の別の実例である。先行技術は、赤外および可視波長でのポイントツーポイントレーザー通信の2、3の実例を含んでいる。

【0005】

(情報の伝送)

情報の伝送のためのアナログ技法は依然広範に使用されているが、近年、デジタルへの広範囲な転換が存在し、近い将来、情報の伝送はほとんど、ビット/秒で測定される量によるデジタルとなるであろう。典型的な電話の会話をデジタルで送信することは、約5,000ビット/秒(5キロビット/秒)を利用する。インターネットに接続された

10

20

30

40

50

典型的なパーソナルコンピュータモデムは、例えば、56キロビット/秒で動作する。音楽は、64キロビット/秒のデジタルデータレートのMP3技術を用いて良品でリアルタイムでポイントツーポイントに伝送され得る。ビデオは、約500万ビット/秒(5メガビット/秒)のデータレートでリアルタイムで伝送され得る。放送品質のビデオは一般に、45~90Mbpsである。(回線電話、セルラー電話およびケーブル会社といった)ポイントツーポイント通信サービスを提供している会社は、各自のポイントツーポイント顧客のための通信リンクの一部として機能するための中継線を構築する。これらの中継線は一般に、多重化技法を用いて何百または何千のメッセージを同時に搬送する。それゆえ、大容量中継線は、ギガビット(10億ビット(Gビット)/秒)レンジを伝送することができなければならない。ほとんどの現代の中継線は、光ファイバー線を利用する。典型的な光ファイバー線は約2~10ギガビット/秒を伝送することができ、多数の別個のファイバーが1中継線に含まれ得るので、その結果、光ファイバー中継線はほとんど際限なく所望の任意の情報量を搬送するように設計および構成され得る。しかし、光ファイバー中継線の建設は高額であり(時には極めて高額であり)、それらの線の設計および建設はしばしば、特にその経路が私有財産上にありまたは環境上の論争を生じる場合、多くの期間を要することがある。しばしば、検討中の特定の中継線の潜在的ユーザからの予想収益は、光ファイバー中継線のコストに見合わない。デジタルマイクロ波通信は、1970年代半ばから利用可能となってきた。18~23GHz無線周波スペクトルでのサービスは、「短距離マイクロ波」と呼ばれ、2ないし7マイルの間で動作し、4~8のT1リンク(各々1.544Mbps)間をサポートするポイントツーポイントサービスを提供する。近年、11~38GHz帯で動作するマイクロ波システムが、高次変調方式を用いて("OC-3標準"として知られる標準送信周波数である)最高155Mbpsのレートで伝送するように設計されている。

【0006】

(データレートおよび周波数)

帯域幅効率のよい変調方式は、一般的に、電波波長からマイクロ波波長を含むスペクトル域の使用可能帯域幅のうち約1~8ビット/秒/Hzのレートでのデータの伝送を可能にする。従って、1~数十Gbpsのデータ伝送要求条件は、伝送に使用可能な帯域幅のうちの数百MHzを必要とするであろう。ラジオ、テレビ、電話、緊急サービス、軍用および他のサービスの間での周波数スペクトルの公正な共用は一般に、特定の周波数帯割当てを約10%比帯域幅(すなわち、中心周波数の約10%に等しい周波数の範囲)に制限する。ほとんど100%比帯域幅(550~1650GHz)でのAMラジオは、変則であり、20%比帯域幅でのFMラジオもまた、10%比帯域幅をめったに上回らない、より最近の周波数割当てに比べて非典型的である。

【0007】

(信頼性要件)

無線データ伝送に一般に要求される信頼性は極めて高く、光ファイバーを含むハードワイヤードリンクに要求されるそれに一致する。誤り率に関する代表的な仕様は、100億中1ビット未満(10^{-10} ビットの誤り率)であり、99.999%のリンクアベイラビリティ(年当たり5分のダウンタイム)である。これは、霧および雪において、また多くの地域で最高100mm/時の降水時に、全天候リンク動作可能性を必要とする。他方、セルラー電話システムは、そのような高い信頼性を必要としない。実際、セルラーユーザ(特にモバイルユーザ)は、多くの地域で劣悪なサービスに慣れている。

【0008】

(気象条件)

上記のアベイラビリティ要件に関連して、気象に関わる減衰は、極めて長い電波よりも短い全部の波長での無線データ伝送の有用範囲を制限する。光リンク(すなわち、レーザー通信リンク)に関する激しい暴風雨時の典型的な範囲は100メートルであり、そしてマイクロ波リンクの場合は10,000メートルである。

【0009】

10

20

30

40

50

電磁放射の大気減衰は、マイクロ波およびミリ波帯域において周波数とともに概ね増加する。しかし、酸素および水蒸気分子中の回転モードの励起は、60および118 GHz 近辺（酸素）および、23および183 GHz 近辺（水蒸気）の帯域で優先的に放射を吸収する。大角度散乱によって減衰させる雨は、3～200 GHz 近くまでの周波数とともに単調に増加する。使用可能帯域幅が最も高い、より高いミリ波周波数（すなわち、1.0センチメートル～1.0ミリメートルの波長に対応する30 GHz～300 GHz）では、極めて悪い天気での降雨減衰は、信頼できる無線リンク性能を1マイル以下の距離に制限する。10 GHz 付近および以下のマイクロ波周波数では、10マイルまでのリンク距離は、大雨においてさえ高い信頼性を伴い達成できるが、使用可能帯域幅はあっというまに低くなる。

10

【0010】

（電話システムで付加的なセルをセットアップすることは高額である）

先行技術の技法により新しいロケーションで付加的なセルをセットアップするか、または既存のセル内にマイクロセルを創成することに関係するコストは、約650,000ドル～800,000ドルの範囲である。（マグロー・ヒル（McGraw Hill）社刊行『ボイス・アンド・データ・コミュニケーション・ハンドブック（Voice and Data Communication Handbook）』、第4版、p.895参照）。こうしたコストはセルラーシステムのユーザから回収されなければならない。人々はこれまで、そのコストが各自の回線電話よりも高かったために各自のセルラー装置の使用を避けてきた。近年、コストは同等になってきた。

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

（必要性）

従って、セルラー通信システムにおいては、低コストで付加的なセルを追加するための技法が必要である。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明は、セルラー基地局の群が狭ビームミリ波中継線を通じて中央局と通信する、無線セルラー通信システムを提供する。送受信機は、データチャネルの効率的な空間的および指向的分割を保証するために十分に小さいビーム発散を付与するアンテナを備えており、その結果、ほとんど無制限の数のポイントツーポイント送受信機が同じミリ波スペクトルを同時に使用できることになる。好ましい実施形態では、中継線通信リンクはミリメートルスペクトルの92～95 GHz 部分内で動作する。基地局の大多数は各々、ミリ波中継線のうちの900 MHz 帯域幅の数 MHz 部分が割当てられる。第1の送受信機は、第1の帯域幅で送信し、第2の帯域幅で受信し、両方とも上記のスペクトル域内にある。第2の送受信機は、第2の帯域幅で送信し、第1の帯域幅で受信する。アンテナは、ビーム方向安定性を電力半値幅の1/2未満に維持するように描かれる。好ましい実施形態において、第1および第2のスペクトル域は92.3～93.2 GHz および94.1～95.0 GHz であり、電力半値幅は約0.36°以下である。このようにして、このシステムでは、低周波帯域幅が、領域を小セルに分割し、低出力アンテナを使用することによって、何度も何度も効率的に利用される。より高い周波数帯域幅は、受信アンテナに向けられた極めて狭いビームを生じるように設計された送信アンテナを使用することによって、何度も何度も効率的に利用される。好ましい実施形態において、セルラー基地局は、商業ビルの屋上といった便宜的なロケーションに容易で迅速な据付のために事前パッケージされる。

30

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

本発明の第1の好ましい実施形態は、セルラーネットワークのセル間で電線または光ファイバーリンクに代わるリンクされたミリ波無線のシステムよりなる。ミリ波リンクの使

50

用は、ケーブルまたはファイバーを敷設する必要性を除去でき、比較的迅速に据付でき、標準的な電気通信が提供する電線またはケーブルよりも通常低コストで高帯域幅を提供することができる。ミリ波リンクはポイントツーポイント伝送のための信号を単純にアップコンバートおよびダウンコンバートするので、原信号によって使用されたデータおよびプロトコルは保存され、ユーザにとってリンクを「透明」にする。この実施形態は、標準のセルラー電話周波数で動作する従来のシステムをサポートするが、それは1.8GHz~1.9GHzのPCSシステムといった他の新技術にも等しく適用可能である。

【0014】

典型的な先行技術のセル電話基地局は、824~851MHz帯で送信し、869~901MHz帯で受信し、有線接続によって移動電話中継局と接続されており、後者は転じて高速有線接続を介して中央局と接続されている。中央局は、呼の交換および経路指定を実行する。両方の有線リンクを、交換および経路指定のために信号をいくつかのセルラー基地局から中央局へ搬送し、その後再びユーザのセルラー電話や他の通信装置への伝送のためにセルラー基地局に戻す能力がある、ミリ波リンクで代替することが可能である。1GHzの帯域幅を備えるミリ波リンクは、基地局の帯域幅に依存するが、約30~90のセルラー基地局を取り扱うことが可能であろう。セルラー基地局は通常互いに2、3マイルの（または、マイクロセルの場合もっと小さい）範囲内にあるので、ミリ波リンクは基地局から基地局へ、そして中央局に戻るチェーンを形成するであろう。図3は、基本的な概念を例示している。

【0015】

今日市場に出ている大部分の無線コンピュータネットワーキング装置は、コンピュータ間のパケットデータ交換のためのフォーマットおよび技法を記載しているIEEE標準802.11aおよび802.11bに従って設計されている。この装置において、802.11bフォーマットのデータは、2.4~2.5GHz帯の11チャンネルのうちの1つで送信および受信され、送信および受信に同じ周波数を使用する。従って、この好ましい実施形態において、セルラー局は全部、上記のIEEE標準に従って製造された装置を用いて2.4~2.5GHz帯のスライスで動作する。アップ/ダウンコンバータが、ミリ波リンクでの転送処理のために情報をアップコンバートおよびダウンコンバートするために設けられている。アップ/ダウンコンバータは以下で説明する。一般的に、基地局は図1に示すように7セルの群で概ね六角形のセルに編成される。干渉を避けるために、7セルの各々は、使用可能帯域幅の異なるスライスで動作し、この場合、各周波数スライスは2つのセルによって分離されている。7セルの群において3つの異なる周波数が使用される場合、周波数の1セル分離が存在する。

【0016】

(中央局に戻るセルラー基地局の送信)

セル電話の呼は、基地局の各群で824~851MHz帯で受信され、中央局に戻るリンクによる送信のために91~93GHz帯で27MHzの周波数スロットにアップコンバートされる。基地局の各群は、91~93GHz帯の27MHzスペクトルスライスを次のように割当てられる。

【0017】

基地局群番号	基地局周波数	中継線周波数
1	824-851MHz	91.000-91.027GHz
2	824-851MHz	91.027-91.054GHz
3	824-851MHz	91.054-91.081GHz
.	.	.
.	.	.
.	.	.
30	824-851MHz	91.783-91.810GHz

10

20

30

40

50

31	824-851MHz	91.810-91.837GHz
32	824-851MHz	91.837-91.864GHz

【 0 0 1 8 】

図4は、セルラー基地局周波数を中央局に戻る送信のためにミリ波帯域にアップコンバートするシステムのブロック図を示す。各基地局は、そのセル内のセル電話周波数および、チェーンにおける先行基地局からのミリ波周波数の両方を受信する。セル電話周波数は、91~93GHz帯の(スペクトルの)スロットにアップコンバートされ、チェーン上の先行基地局からの91~93GHz信号に付加される。結合された信号はその後、チェーンの次の基地局に再送信される。各基地局は、その基地局のためのアップコンバートされた周波数スロットを決定する、若干異なる周波数に設定された局部発振器を有する。局部発振器は、そのスペクトルを拡散し、ミリ波リンクに付加的なセキュリティを与えるために既知の疑似ランダムビットストリームで乗算され得る。

10

【 0 0 1 9 】

電話会社の中央交換局では、91~93GHz帯の周波数の各27MHzスロットは、セル電話帯域にダウンコンバートされる。スペクトラム拡散局部発振器がミリ波リンクで使用される場合、元の情報を復元するために適切な疑似ランダムコードがダウンコンバータの局部発振器において再び使用されなければならない。いったんミリ波信号がセル電話帯域にダウンコンバートされると、標準のセルラー装置はその呼を検波し、交換し、経路指定するために使用される。

20

【 0 0 2 0 】

(セルラー基地局への中央局の送信)

セル電話の呼はミリ波リンクで中央局を出て、セルラー基地局の各群は、スペクトルの32MHzスライスを個々の電話への送信のための携帯電話帯域にダウンコンバートする。セルラー基地局は、869~901MHz帯で(電話に)送信するので、基地局の各群はミリ波リンクの91~93GHz域でスペクトルの32MHzスライスを必要とする。1.024GHzは32の基地局をサポートするはずである。基地局の各群は、91~93GHz帯のスペクトルの32MHzスライスを次のように割当てられる。

【 0 0 2 1 】

基地局# 中継線周波数(リンクRX)の基地局(セルTX)への変換

30

基地局 群番号	中継線周波数	基地局周波数
1	92.000-92.032GHz	869-901MHz
2	92.032-92.064GHz	869-901MHz
3	92.064-92.096GHz	869-901MHz
.	.	.
.	.	.
.	.	.
30	92.928-92.960GHz	869-901MHz
31	92.960-92.992GHz	869-901MHz
32	92.992-93.024GHz	869-901MHz

40

【 0 0 2 2 】

図5は、中央局からミリ波信号を受信し、それらをセルラー基地局による送信のためにセルラー帯域にコンバートするシステムのブロック図を示す。各基地局は、91~93GHzスペクトルのその32MHzのスライスで信号を受信しピックアップし、この帯域をセル電話帯域にダウンコンバートし、それを放送する。91~93GHz帯はまた、チェーンの次の基地局に再送信される。各基地局は、その基地局に割当てられる(91~93GHz帯における)32MHz幅スロットを決定する、若干異なる周波数に設定された局部発振器を有する。スペクトラム拡散局部発振器が中央局でのアップコンバートに使用され

50

た場合、元の情報を復元するために適切な疑似ランダムコードが（各基地局における）ダウンコンバータの局部発振器において再び使用されなければならない。

【0023】

電話会社の中央交換局において、呼は、検波され、交換され、種々のセルラー基地局と陸上通信線ネットワークとの間で経路指定される。中央局におけるセルラー基地局の各群は、91～93GHz帯にアップコンバートされ、ポイントツーポイントリンクによっていくつかの基地局のチェーンに送出される、スペクトルの32MHz幅スロットによって表現される。信号をアップコンバートするために使用される局部発振器は、ミリ波リンクに付加的なセキュリティを与えるためにスペクトル拡散され得る。

【0024】

（MM波T/Rの試作デモンストレーション）

本発明に有用なミリ波送信機および受信機の試作デモンストレーションが図1～4に関して説明されている。この実施形態により出願人は、 10^{-12} 未満のビット誤り率による1.25Gbpsの93～97GHz域のデジタルデータ伝送を実証した。

【0025】

ミリ波送信機のための回路図は図7に示されている。電圧制御マイクロ波発振器1（ウェステック（Westec）社型番VTS133/V4）は、10GHzで送信するように同調され、同軸減衰器2および3によって16dB減衰され、2ウェイパワーディバイダ4において2チャンネルに分割される。デジタル変調信号は、前置増幅器7において予め増幅され、三重平衡混合器5（パシフィック・マイクロウェーブ（Pacific Microwave）社型番M3001HA）においてマイクロ波ソース出力と混合される。変調されたソース出力は、2ウェイパワーコンバイナ6を通じて未変調ソース出力と結合される。未変調ソース出力の経路の線路引伸ばし器12が、建設的または相殺的位相和のために調整することによって結合出力の変調の深さを制御する。振幅変調された10GHz信号は、混合器9において85GHzソース発振器8からの信号と混合され、75GHz影像帯域を除波するために導波管フィルタ13において高域ろ波される。結果として生じる振幅変調された95GHz信号は、未ろ波の1.25Gbps変調と仮定して、93ないし97GHzのスペクトル成分を含む。高域フィルタの方形WR-10導波管出力は円形導波管14に変換されて、4インチ直径の円形ホーン15に供給され、そこでそれは自由空間に送信される。ホーンは、2.2°の電力半値幅を投射する。

【0026】

受信機のための回路図は図8に示されている。アンテナは直径6インチの円形ホーン1であり、円形ダブルバンド導波管および円形-方形導波管コンバータから構成される導波管ユニット14Rから給電され、それはアンテナ給電をWR-10導波管に移転し、後者は転じてヘテロダイン受信機モジュール2Rに供給する。このモジュールは、89～99GHzの範囲のモノリシックミリ波集積回路（MMIC）低雑音増幅器、LOポートに二倍周波数通倍器を備える混合器、および5～15GHzをカバーしているIF増幅器から構成される。こうした受信機は、ロッキード・マーチン（Lockheed Martin）社といった供給業者から入手可能である。局部発振器8Rは、42.0GHzで動作する空洞同調ガン発振器（スペイセック（Spacek）社型番GQ410K）であり、6dB減衰器7を介してモジュール2Rの混合器に給電する。局部発振器入力のパイアスT6は、受信機モジュール2Rに直流電力を供給する。ナショナル・セミコンダクター（National Semiconductor）社LM317集積回路レギュレータを用いた電圧調整器回路が、パイアスT6を介して+3.3Vを供給する。ヘテロダイン受信機モジュール2RのIF出力は、K&Lマイクロウェーブ（K&L Microwave）社製の帯域フィルタ3を用いて6～12GHzでろ波される。HPヒーローテック（HP Herotek）社型番DTM180AAダイオード検波器である受信機4Rは、全受信パワーを測定する。ダイオード検波器から出力された電圧は、ミニサーキット（MiniCircuits）社製型番2FL2000による2連縦続マイクロ波増幅器5Rにおいて増幅される。ベースバンド出力は、同軸ケーブルで、光ファイバーへのコンバートのためにメディアコンバータに、またはビット誤り率テスト（BERT）10Rに

10

20

30

40

50

搬送される。

【 0 0 2 7 】

実験室において、この実施形態は、 1.25 Gbps のデジタルデータ伝送について 10^{-12} 未満のビット誤り率を示した。BERT測定装置は、マイクロウェーブ・ロジック(Microwave Logic)社の型番gigaBERTであった。 200 Mbps で受信されたデジタルデータのオシロスコープ信号が図9に示されている。 1.25 Gbps において、オシロスコープ帯域幅制限は、図10に見られる丸められたビットエッジにつながる。複数のビット周期の間維持されるデジタルレベルは、各周期をトグルするそれら(622 MHz)より低い(312 MHz 未満)基本周波数成分よりなるので、 500 MHz 超で減衰するオシロスコープの変調伝達関数は、それらをより少なく減衰する。これらの測定アーチファクトはビット誤り率測定値に反映されず、そしてそれが、 1.25 Gbps で $<10^{-12}$ のビット誤り率を生じる。

10

【 0 0 2 8 】

(送受信機システム)

本発明の好ましい実施形態を図11A~図13Bによって説明する。リンクハードウェアは、1対のミリ波アンテナを含むミリ波送受信機ペアおよび1対のマイクロ波アンテナを含むマイクロ波送受信機ペアから構成される。ミリ波送信機信号は、振幅変調および単側波帯ろ波され、低減レベル搬送波を含む。受信機は、ヘテロダイン混合器、フェーズロック中間周波数(IF)チューナおよびIFパワー検波器を含む。

【 0 0 2 9 】

ミリ波送受信機A(図11A,図11B1及び図11B2)は、図13Aにおいて60で示すように $92.3\sim 93.2\text{ GHz}$ で送信し、62で示すように $94.1\sim 95.0\text{ GHz}$ で受信するのに対し、ミリ波送信機B(図12A,図12B1および図12B2)は、図13Bにおいて64で示すように $94.1\sim 95.0\text{ GHz}$ で送信し、66で示すように $92.3\sim 93.2\text{ GHz}$ で受信する。

20

【 0 0 3 0 】

(ミリ波送受信機A)

図11Aで示すようにミリ波送受信機Aにおいて、送信出力は、 93.15 GHz で共振する空洞同調ガンダイオード21で生成される。この出力は、影像阻止機器構成22における2つの平衡混合器を用いて振幅変調され、下側波帯だけを選択する。ソース21は、ギガビット・イーサネット標準と関係して 1.25 Gbps で変調される。変調信号は、光ファイバーでもたらされ、メディアコンバータ19(この場合それはアジレント(Agilent)社の型番HFC T-5912Eである)において電気信号に変換されて、前置増幅器20において増幅される。振幅変調されたソースは、マイクロストリップ上の帯域フィルタ23を用いて 92.3 ないし 93.2 GHz における 900 MHz 幅の通過帯域でろ波される。ソース発振器信号の一部は、カプラー38でピックアップされ、パワーコンバイナ39において下側波帯と結合され、図13Aにおいて60で示された送信スペクトルを生じる。結合された信号は、水平偏波により導波管24を介して偏分波器25の1ポートへ、さらに2フィート径カセグレンパラポラアンテナ26に伝搬し、そこでそれは水平偏波により自由空間に送信される。

30

40

【 0 0 3 1 】

図11B1および11B2で図示された局Aの受信機ユニットは、送信機によって使用されているものと同じカセグレンアンテナ26から、(送信機のそれと直交する)垂直偏波で、偏分波器25の他方のポートを介して供給される。受信された信号は、ローカル送信機からの後方散乱反射を除波するために、 $94.1\sim 95.0\text{ GHz}$ の通過帯域において帯域フィルタ28Aで予めろ波される。ろ波された信号はその後、リン化インジウムのモノリシックMMW集積回路増幅器29で増幅され、帯域フィルタ28Bにより同じ通過帯域で再びろ波される。この2度ろ波された信号は、ヘテロダイン混合器・ダウンコンバータ30を用いて送信機ソース発振器21により $1.00\sim 1.85\text{ GHz}$ のIF周波数に混合され、図13Aにおいて39Aで示されたスペクトルを与える。カプラー40でピ

50

ックオフされた I F 信号の一部は、積分パワー検波器 3 5 により検波され、自動利得制御回路 3 6 に供給される。固定レベル I F 出力は、図 1 1 B 2 に示されたように次の段に通過する。ここには、クアドラチュアベース (I / Q) のフェーズロック同期検波器回路 3 1 が組み込まれており、リモートソース発振器の搬送周波数でロックする。ループは、“ I ” チャンネルにおける設定閾値を超えるパワーを確認しながら、“ Q ” チャンネルにおいてパワーを最小にするためにマイクロプロセッサ 3 2 により制御される。“ I ” および “ Q ” の両チャンネルは、低域フィルタ 3 3 A および 3 3 B を用いて 2 0 0 M H z で低域ろ波され、パワーは “ I ” および “ Q ” の両チャンネルにおいて 2 乗ダイオード検波器 3 4 を用いて測定される。ベースバンド混合器 3 8 の出力は、予め増幅され、光ファイバー伝送媒体への移行のためにレーザーダイオードソースを光ファイバーカプラーに変調するメディアコンバータ 3 7 を介して供給される。

10

【 0 0 3 2 】

(送受信機 B)

図 1 2 A に示すようにミリ波送受信機 B において、送信パワーは 9 4 . 1 5 G H z で共振する空洞同調ガンダイオード 4 1 で生成される。このパワーは、映像阻止機器構成 4 2 における 2 つの平衡混合器を用いて振幅変調され、上側波帯だけを選択する。ソース 4 1 は、ギガビット・イーサネット標準と関係して 1 . 2 5 G b p s で変調される。変調信号は、8 0 で示すように光ファイバーでもたらされ、メディアコンバータ 6 0 において電気信号に変換されて、前置増幅器 6 1 において増幅される。振幅変調されたソースは、マイクロストリップ上の帯域フィルタ 4 3 を用いて 9 4 . 1 ないし 9 5 . 0 G H z における 9 0 0 M H z 幅の通過帯域でろ波される。ソース発振器信号の一部は、カプラー 4 8 でピックアップされ、パワーコンバイナ 4 9 で上側波帯と結合され、図 1 3 B において 6 4 で示された送信スペクトルを生じる。結合された信号は、垂直偏波により導波管 4 4 を介して偏分波器 4 5 の 1 ポートへ、さらにカセグレンパラボラアンテナ 4 6 に伝搬し、そこでそれは垂直偏波で自由空間に送信される。

20

【 0 0 3 3 】

受信機は、偏分波器 4 5 の他方のポートを介して (送信機のそれと直交する) 水平偏波で送信機と同じカセグレンアンテナ 4 6 から給電される。受信された信号は、ローカル送信機からの後方散乱反射を除波するために、9 2 . 3 ~ 9 3 . 2 G H z の通過帯域において帯域フィルタ 4 7 A でろ波される。ろ波された信号はその後、リン化インジウムのモノリシック M M W 集積回路増幅器 4 8 で増幅され、帯域フィルタ 4 7 B により同じ通過帯域で再びろ波される。この 2 度ろ波された信号は、ヘテロダイン混合器・ダウンコンバータ 5 0 を用いて送信機ソース発振器 4 1 により 1 . 0 0 ~ 1 . 8 5 G H z の I F 周波数に混合され、図 1 3 B において 3 9 B で示されたスペクトルを与える。カプラー 6 2 でピックアップされた I F 信号の一部は、積分パワー検波器 5 5 により検波され、自動利得制御回路 5 6 に供給される。固定レベル I F 出力は、図 1 2 B 2 に示されたように次の段に通過する。ここには、クアドラチュアベース (I / Q) のフェーズロック同期検波器回路 5 1 が組み込まれており、リモートソース発振器の搬送周波数でロックする。ループは、“ I ” チャンネルにおける設定閾値を超えるパワーを確認しながら、“ Q ” チャンネルにおいてパワーを最小にするためにマイクロプロセッサ 5 2 により制御される。“ I ” および “ Q ” の両チャンネルは、帯域フィルタ 5 3 A および 5 3 B を用いて 2 0 0 M H z で低域ろ波され、パワーは各チャンネルにおいて 2 乗ダイオード検波器 5 4 を用いて測定される。ベースバンド混合器 5 8 の出力は、予め増幅され、光ファイバー伝送媒体への移行のためにレーザーダイオードソースを光ファイバーカプラーに変調するメディアコンバータ 5 7 を介して供給される。

30

40

【 0 0 3 4 】

(超狭ビーム幅)

2 フィート径のパラボラアンテナが、9 4 G H z で約 0 . 3 6 ° の電力半値幅を放射する。(アンテナパターンにおける最初のヌルまでの) 全電力ビーム幅は 0 . 9 ° より狭い。これは、最大 4 0 0 の独立したビームが、2 フィート放物面反射器のアレイから、相互

50

干渉を伴うことなく、単一の送信機ロケーションから赤道回りに方位角的に放射され得ることを示唆する。5マイルの距離で、400フィート離れて置かれた2台の受信機は、同じ送信機ロケーションから独立したデータチャンネルを受信できる。逆に言えば、単一ロケーションの2台の受信機は、送信機が400フィート離れた程度に接近している場合でさえ、10マイル離れた2台の送信機からの独立したデータチャンネルを区別することができる。より大きい放物面反射器は、より高い指向性のために使用され得る。

【0035】

(バックアップマイクロ波送受信機ペア)

厳しい気象条件においては、データ伝送品質はミリ波周波数で悪化する。従って、本発明の好ましい実施形態では、良質な伝送に所定の激減が検出されると常に自動的に作動するバックアップ通信リンクが設けられる。好ましいバックアップシステムは、10.7~11.7GHz帯において動作するマイクロ波送受信機ペアである。この周波数帯は、固定ポイントツーポイント運用のためにFCCによってすでに割当てられている。FCCサービス規則は、この帯域を40MHz最大帯域幅のチャンネルに区分しており、デジタル伝送の最大データレートを45Mbps全二重に限定している。この帯域内でこのデータレートを提供する送受信機は、ウェスタン・マルチプレックス・コーポレーション(Western Multiplex Corporation)社(型番Lynx DS-3, Tsunami 100BaseT)およびDMCストラテックス・ネットワークス(DMC Stratex Networks)社(型番DXR700およびAltium155)といった供給業者から市販品として入手できる。このデジタル無線は、FCCパート101規制の下で認可されている。マイクロ波アンテナは、24インチ直径のカセグレンパラボラアンテナである。この直径で、パラボラアンテナの電力半値幅は3.0°であり、全電力ビーム幅は7.4°であるので、干渉の危険性はMMWアンテナの場合より高い。これを補償するために、FCCは12の別個の送信チャンネルおよび12の別個の受信チャンネルを、10.7~11.7GHz帯内のスペクトル協調のために割当てている。ミリ波リンクの故障や冗長マイクロ波チャンネルへのスイッチングの検出は、シスコ(Cisco)社、ファウンドリー・ネットワークス(Foundry Networks)社およびジュナパー・ネットワークス(Juniper Networks)社といった供給業者から市販品として入手できるネットワークルーティングスイッチングハードウェアの既存の自動化機能である。

【0036】

読者は、多くの設備において、バックアップシステムの備えが、コスト、送信機間距離、予想サービス品質および、悪い気象状態でサービスを継続するために代金を払おうとする顧客の意向といった要因に依存して、費用便益分析から見合わないはずであることを理解しなければならない。

【0037】

(狭ビーム幅アンテナ)

ミリ波周波数で付与される狭アンテナビーム幅は、低周波数では不可能である、電波の地理的分配を可能にする。この事実は、帯域配分(周波数共用)の必要性をなくすので、低いRF周波数でこれまで可能であったよりも、いっそう大きい全帯域幅による、従っていっそう高いデータレートでの、無線通信を可能にする。

【0038】

干渉を防止するために十分に狭いビーム幅を備えるアンテナを製造および配備する能力は、通信アンテナにおける先行技術の機能を上回る、機械的許容差、ポインティング精度および、電子ビームステアリング/追跡機能を必要とする。70GHz超の周波数での長距離通信のための好ましいアンテナは、家庭用の直接放送衛星放物面反射器より100倍高く、航空機の高分解能気象レーダーアンテナより30倍高い、50dBを上回る利得を有する。しかし、干渉が潜在的な問題ではない場合、40~45のdB利得を備えるアンテナが好適とし得る。

【0039】

高利得用途に使用される大部分のアンテナは、多様な幾何学形状のうちの1つにおいて

大型放物面一次集電器を利用する。主焦点アンテナは、放物面の焦点に直接受信機を置いている。カセグレンアンテナは、焦点の前方に凸双曲面二次反射器を置いて一次の開口を通じて焦点を反射させ放物面反射器の背後への受信機の取付を可能にしている。(これは放物面反射器が一般に背後からも支持されるので都合がよい。)グレゴリアンアンテナは、副鏡がパラボラの焦点の後方に置かれた凹楕円体であること以外、カセグレンアンテナと同様である。オフセットパラボラは、より少ない開口妨害および改善した取付幾何学形状のために焦点を放物面反射器の中心から離して回転させている。カセグレン、主焦点およびオフセットパラボラアンテナは、MMW通信システムのための好ましい放物面反射器幾何学形状である。

【0040】

好ましい一次放物面反射器は、導電性パラボラである。放物面反射器の好ましい表面許容差は、40GHz未満の用途については約千分の15インチ(15ミル)であるが、94GHzでの使用の場合5ミルに近くなる。典型的なハイドロフォームドアルミニウム放物面反射器は15ミルの表面許容差を与えるが、(スペーサ層を囲む2つのアルミニウム層を用いた)二重スキラミネートはこれを5ミルまで改善することができよう。カセグレン幾何学形状における二次反射器は、困難を伴うことなく1ミルの許容差に作られ得る、小型の機械加工アルミニウム“ロリポップ”である。二次反射器および受信機導波管ホーンのためのマウントは好ましくは、アンテナ試験レンジに関する現場アラインメントのための機械的微調整を含む。

【0041】

(フラットパネルアンテナ)

長距離MMW通信のための別の好ましいアンテナは、参照によってここに採り入れられる2000年3月14日発行の米国特許第6,037,908号において発明人らの1人および他によって記載されたものといった、フラットパネルスロットアレイアンテナである。そのアンテナは、横位電磁波(TEM)モードで放射開口を通じて進行波を伝搬する平面フェーズドアレイアンテナである。通信アンテナは、平面フェーズドアレイを組み込んでいるが、ハイブリッド進行波/コーポレートフィードを付加することによって先行技術におけるアンテナの周波数走査特性を排除している、そのアンテナの変種を含むであろう。5ミルの表面許容差を保持する平面プレートは、放物表面よりも製作するのに著しく安価で容易である。平面スロットアレイは、高額な高精度機械加工よりもむしろ、本質的に極めて精密である回路基板処理技法(例えばフォトリソグラフィ)を利用する。

【0042】

(コアスポインティングおよびファインポインティング)

高利得アンテナのポインティングはコアスポジショニングおよびファインポジショニングを必要とする。コアスポジショニングは、照準合わせされたライフルスコープやレーザーポインタといった視覚的視野を用いて最初に行われ得る。アンテナは、微調整の前にその最終コアス位置でロックされる。微調整は、リモート送信機をオンにして実行される。ファインポジショナが調整され固定される際に、受信機に接続された電力計が最大出力について監視される。

【0043】

50dB超の利得レベルで、風荷重および、塔または建物のたわみが許容できないレベルのビームワンダーを生じることがあり得る。薄弱なアンテナマウントは、無線顧客へのサービスの損失をもたらすだけでなく、他の認可されたビーム経路に対する干渉を不注意に生じることあり得る。特定の“パイプ”内だけでの伝送を維持するために、電子ビームステアリングのための何らかの方法が必要かもしれない。

【0044】

(ビームステアリング)

フラットパネルフェーズドアレイにおけるいくつかのポートからのフェーズドアレイビームコンバイニングは、アンテナ自体を機械的に回転させることなく多くのアンテナビーム幅にわたってビームをステアリングすることができよう。モノパルス受信機構成にお

10

20

30

40

50

和差位相コンバイニングは、適正な“パイプ”をロケートしロックする。カセグレンアンテナでは、回転するわずかに非平衡な二次面（「円錐走査」）が、大型の一次放物面反射器を動かすことなくビームを機械的にステアリングすることができよう。主焦点およびオフセットパラボラの場合、マルチアパーチャ（例えばカッドセル）フローティングフォーカスが、選択可能スイッチングアレイとともに使用され得るであろう。これらの放物面反射器アーキテクチャでは、ビームトラッキングは、受信機への信号パワーを最大化することに基づく。すべての場合、受信機および送信機のためのコモンアパーチャは、送信機が、受信機と同様に、正しくポイントされることを保証する。

【 0 0 4 5 】

マイクロ波バックアップリンクは、ミリ波リンクより約 8 倍低い周波数（8 倍長い波長）で動作する。従って、任意のサイズで、マイクロ波アンテナは、ミリ波アンテナより広い、やはり約 8 倍広いビーム幅を有する。2 フィートアンテナからの典型的なビーム幅は、約 7.5° である。この角度は、中継塔からの 4 者のサービス顧客の角度分離より広く、中継局と無線アンテナとの間のビームの角度分離より広い。具体的には、中継局からサービスされるサイト間の最小角度分離は、1.9° である。無線アンテナ塔 79 および中継局 76 の受信機間の角度分離は、施設 70 の送信機から見て 4.7° である。従って、これらのマイクロ波ビームは空間的に分離され得ない。しかし、FCC パート 101 認可規制は、10.7 ~ 11.7 GHz のマイクロ波帯域内で 12 の別個の送信チャンネルおよび 12 の別個の受信チャンネルの使用を規定しており、従ってこれらのマイクロ波ビームはスペクトル的に分離され得る。このようにして、個別サイトへのリンク間ならびに中継局および無線アンテナへのリンク間での FCC 後援周波数協調は、干渉を保証するが、相当に低減したデータレートによってである。FCC は、認可プロセスにおいて結合された空間および周波数協調を監督する「バンドマネージャ」を任命している。

【 0 0 4 6 】

（他の無線技法）

57 ~ 64 GHz、71 ~ 76 GHz、81 ~ 86 GHz および 92 ~ 100 GHz での固定ポイントツーポイントサービスに現在割当てられている MMW 帯域を含む、米国連邦通信委員会スペクトル割当ておよびサービス規則に一致しているあらゆるミリ波搬送周波数が、本発明の実施において利用され得る。同様に、5.2 ~ 5.9 GHz、5.9 ~ 6.9 GHz、10.7 ~ 11.7 GHz、17.7 ~ 19.7 GHz および 21.2 ~ 23.6 GHz を含むいくつかの現在割当てられているマイクロ波帯域のいずれかが、バックアップリンクに利用され得る。MMW およびマイクロ波チャンネルの両方の変調帯域幅および変調技法は増やすことができ、やはり FCC スペクトル割当てによってのみ制限される。また、FCC 放出規制に一致する手段においてリンク距離にわたって変調搬送波を送信することができるあらゆるフラット、コンフォーマルまたはシェードアンテナが、使用され得る。ホーン、主焦点およびオフセットパラボラ放物面反射器、および平面スロットアレイは全部含まれる。

【 0 0 4 7 】

送信パワーは、選択した搬送周波数またはその周波数のいずれかの分数調波で共振するガンダイオードソース、注入口ロック増幅器または MMW 管ソースにより生成され得る。ソース出力は、PIN スイッチ、混合器または、二相もしくは連続相変調器を用いて、振幅、周波数または位相変調され得る。変調は、単純な双状態 AM 変調の形をとることができる、または、例えば量子化振幅変調 (QAM) を用いて、2 超のシンボル状態を含むことができる。両側波帯 (DSB)、単側波帯 (SSB) または残留側波帯 (VSB) 技法が、1 つの AM 側波帯を通過、抑圧または低減させ、それによって帯域幅効率に影響を及ぼすために使用され得る。位相または周波数変調方式もまた、単純な FM、二相または 1/4 位相シフトキーイング (QPSK) を含め、使用され得る。全または抑圧搬送波による伝送が使用され得る。デジタルソース変調は、適格なシンボル伝送方式を用いて、Hz 単位の変調帯域幅の最大 8 倍のビット/秒単位の任意のデータレートで実行され得る。アナログ変調もまた実行され得る。モノリシックまたは個別構成部品パワー増幅器が、出力

パワーを高めるために変調器の後に組み込まれ得る。直線または円偏波が、送信機および受信機チャンネル間で偏波および周波数ダイバーシチを付与するために搬送周波数とのいずれかの組合せで使用され得る。1対の放物面反射器が、単一の送受信機において同様に空間ダイバーシチを付与するために単一の放物面反射器の代わりに使用され得る。

【0048】

MMWガンダイオードおよびMMW増幅器は、リン化インジウム、ヒ化ガリウムまたはメタモルフィックInP-on-GaAs上に作製できる。MMW増幅器は、短距離リンクについては完全に削除され得る。混合器/ダウンコンバータは、モノリシック集積回路上に作製するかまたは、ドーブしたシリコン、ヒ化ガリウムまたはリン化インジウム上に個別の混合器ダイオードから作製され得る。フェーズロックループは、マイクロプロセッサ制御されたクアドラチュア(I/Q)コンプレータまたはスキャンフィルタを使用することができる。検波器は、シリコンまたはヒ化ガリウム上に作製するかまたは、アンチモン化インジウムを用いてヘテロ構造ダイオードから構成することができる。

10

【0049】

バックアップ送受信機は、代替的帯域5.9~6.9GHz、17.7~19.7GHzまたは21.2~23.6GHzを使用することができ、これらの全部はFCCパート101認可規制の下に包括されている。アンテナは、適格な利得を達成するために適切なあらゆるサイズの、カセグレン、オフセットまたは主焦点放物面反射器、またはフラットパネルスロットアレイアンテナとすることができる。

20

【0050】

(プレハブセルラー基地局)

好ましい実施形態において、プレハブ基地局が商業ビル屋上への迅速で容易な据付のために提供される。上述の基地局の構成要素の全部は、プレハブ局内に事前に組立てられる。これらの構成要素は、ユーザとの通信のためのセルラー送受信機および上述のように中継線の一部としての動作のためのミリ波送受信機を含む。

【0051】

上記の説明は多くの仕様を含んでいるが、読者はこれらを、単にその好ましい実施形態の例証としてのみ以外、本発明の範囲に対する制限として解釈してはならない。例えば、ポイントツーポイント中継線に利用された71.0~76GHzおよび81.0~86GHz帯は、上記の用途において極めて良好に作動するであろう。本発明は、光ファイバ通信が利用できず、また、通信サイト間の距離が約15マイル未満であるが、自由空間レーザー通信装置により合理的にサービスされ得るような距離よりは長い、そうしたロケーションに特に有用である。約1マイル~約10マイルの範囲が本発明の適用に理想的である。しかし、大部分晴天の気象を有する地域では、システムは、20マイル以上の距離まで良好なサービスを提供することができよう。従って、読者は、上に挙げた例によってではなく、添付請求項およびそれらの法的等価物によって本発明の範囲を決定するように求められる。

30

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図1】先行技術のセルラーネットワークを示す略図である。

40

【図2】単一の先行技術セルの特徴を示す略図である。

【図3】本発明の好ましい実施形態の略図である。

【図4】セル電話周波数から中継線周波数へのアップコンバージョンを例証する図である。

。

【図5】中継線周波数からセル電話周波数へのダウンコンバージョンを例証する図である。

。

【図6】屋上への据付のために設計された事前パッケージされたセルラー基地局の主要構成要素を示すブロック図である。

【図7】出願人によって製作および試験された試作送受信機システムのミリ波送信機の概略図である。

50

【図8】出願人によって製作および試験された試作送受信機システムのミリ波受信機の概略図である。

【図9】200Mbpsの送信ビットレートでの試作送受信機から測定された受信機出力電圧を示す図である。

【図10】ビットレートが1.25Gbpsに増大された図9と同じ波形を示す図である。

【図11A】本発明の好ましい実施形態の1台の送受信機におけるミリ波送信機の概略図である。

【図11B1】本発明の好ましい実施形態の1台の送受信機におけるミリ波受信機の概略図である。

10

【図11B2】本発明の好ましい実施形態の1台の送受信機におけるミリ波受信機の概略図である。

【図12A】本発明の好ましい実施形態の相補型送受信機におけるミリ波送信機の概略図である。

【図12B1】本発明の好ましい実施形態の相補型送受信機におけるミリ波受信機の概略図である。

【図12B2】本発明の好ましい実施形態の相補型送受信機におけるミリ波受信機の概略図である。

【図13A】本発明の好ましい実施形態に関するスペクトル図を示す図である。

【図13B】本発明の好ましい実施形態に関するスペクトル図を示す図である。

20

【符号の説明】

【0053】

1 電圧制御マイクロ波発振器

2, 3 同軸減衰器

4 2ウェイパワーディバイダ

5 三重平衡混合器

6 2ウェイパワーコンバイナ

7, 20, 61 前置増幅器

8 85GHzソース発振器

9 混合器

30

12 線路引伸ばし器

13 導波管フィルタ

14 円形導波管

15 円形ホーン

2R 受信機モジュール

4R 受信機

5R 2連縦続マイクロ波増幅器

8R 局部発振器

14R 導波管ユニット

19, 37, 57, 60 メディアコンバータ

40

21, 41 空洞同調ガンダイオード

22, 42 影像阻止機器構成

23, 28A, 28B, 43, 47A, 47B 帯域フィルタ

24, 44 導波管

25, 45 偏分波器

26, 46 カセグレンパラボラアンテナ

29, 48 モノリシックMMW集積回路増幅器

30, 50 ダウンコンバータ

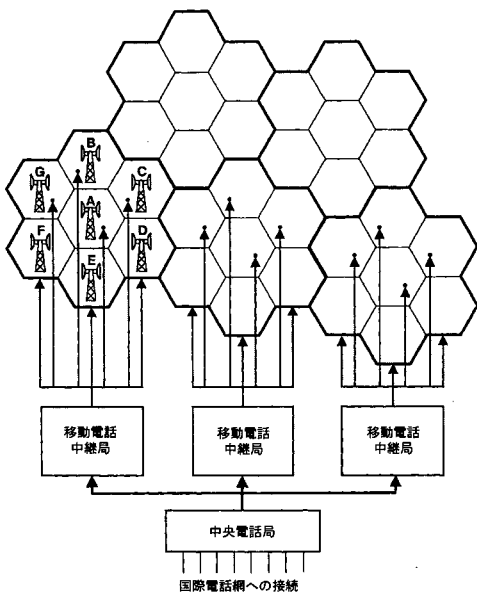
31, 51 フェーズロック同期検波器回路

32, 52 マイクロプロセッサ

50

- 3 3 A , 3 3 B , 5 3 A , 5 3 B 低域フィルタ
- 3 4 , 5 4 2乗ダイオード検波器
- 3 5 , 5 5 積分パワー検波器
- 3 6 , 5 6 自動利得制御回路
- 3 8 , 4 0 , 4 8 , 6 2 カプラー
- 3 8 , 5 8 ベースバンド混合器
- 3 9 , 4 9 パワーコンバイナ

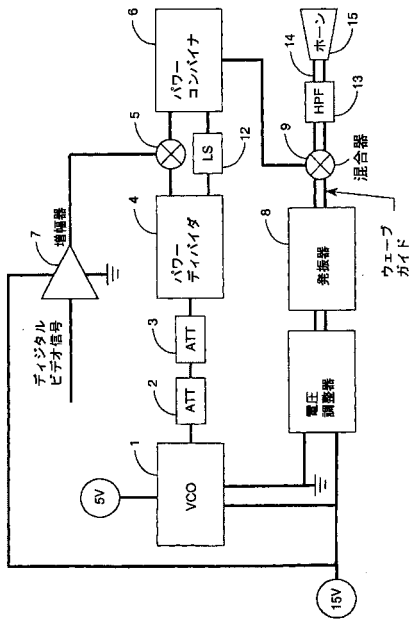
【 図 1 】



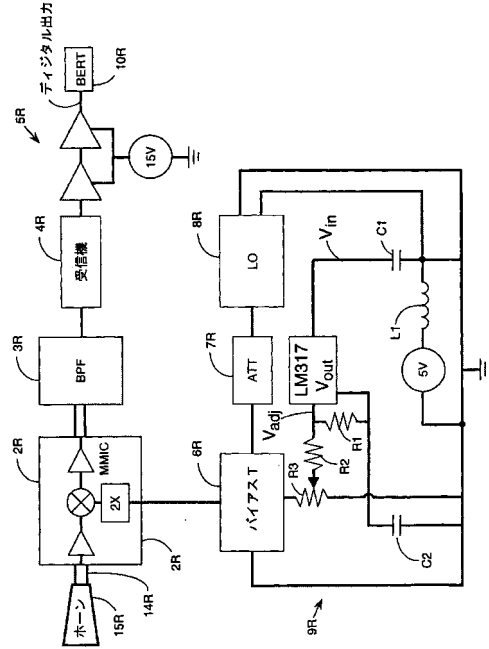
【 図 2 】



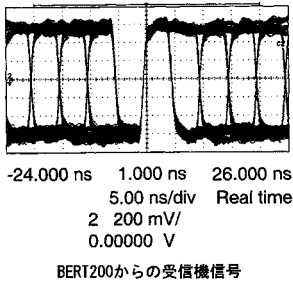
【図7】



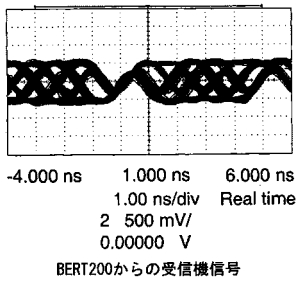
【図8】



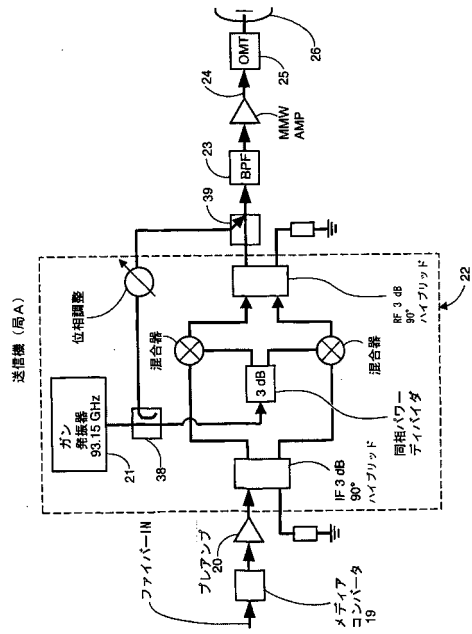
【図9】



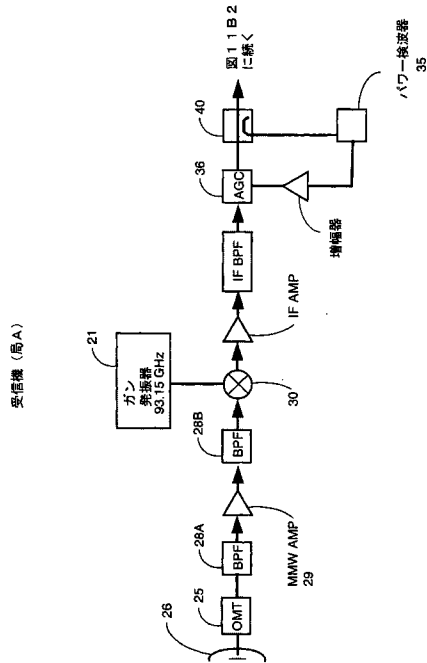
【図10】



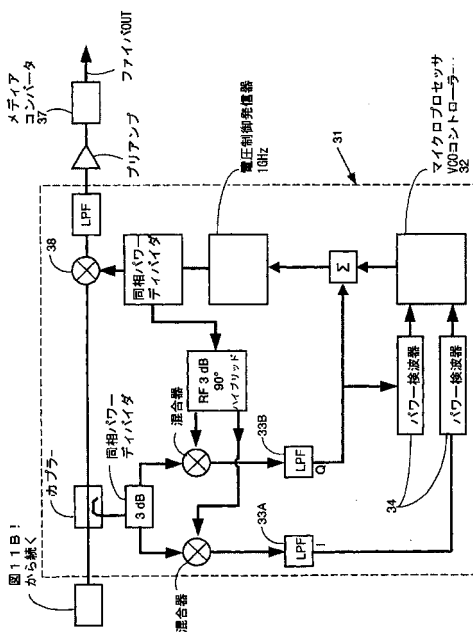
【図11A】



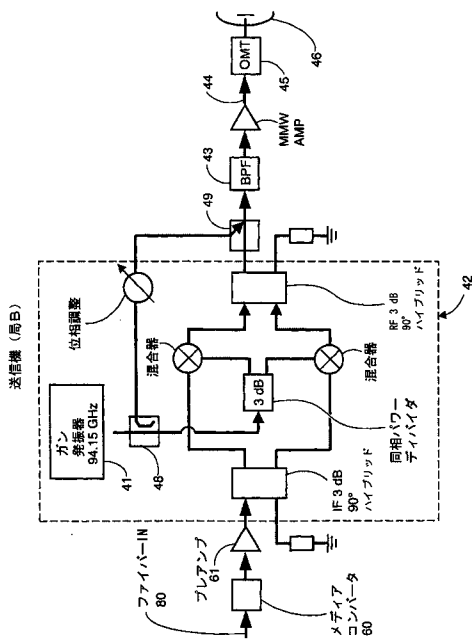
【図11B1】



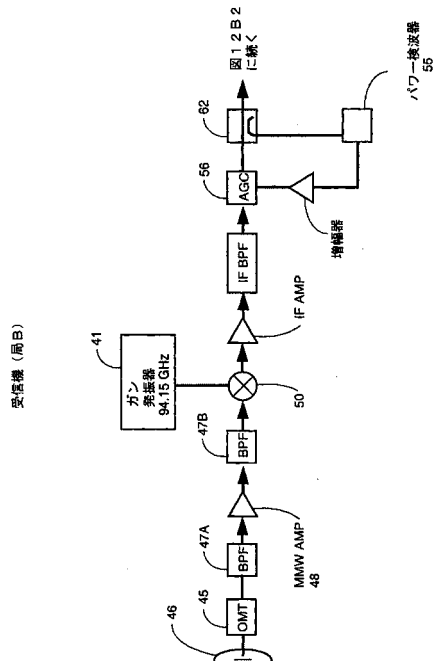
【図11B2】



【図12A】



【図12B1】



フロントページの続き

- (72)発明者 ロヴバーグ, ジョン
アメリカ合衆国, カルフォルニア州 92116, サン ディエゴ, カンタパリー ドライブ
4925
- (72)発明者 タング, ケネス, ワイ.
アメリカ合衆国, カルフォルニア州 91901, アルパイン, ヴィア アソリード 2729
- (72)発明者 オルセン, ランダール
アメリカ合衆国, カルフォルニア州 92009, カールスバッド, アヴェニダ セレサ 29
36
- (72)発明者 コリンコ, ヴラディミア
アメリカ合衆国, カルフォルニア州 92130, サン ディエゴ, アpartment ナンバー
227, トレイ バルッフ ドライブ 12682

審査官 石原 由晴

- (56)参考文献 特開平11-205212(JP, A)
特開2002-111579(JP, A)
特開平09-261144(JP, A)
特開平08-256099(JP, A)
米国特許第06175737(US, B1)
米国特許第05787355(US, A)
特開平10-270926(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 7/24-7/26
H04W 4/00-99/00