

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコード [*] (参考)
H04B 10/02		H04B 9/00	M 5K002
10/18			L
10/152			
10/142			
10/04			

審査請求 有 請求項の数 2 書面 (全 6 頁) 最終頁に続く

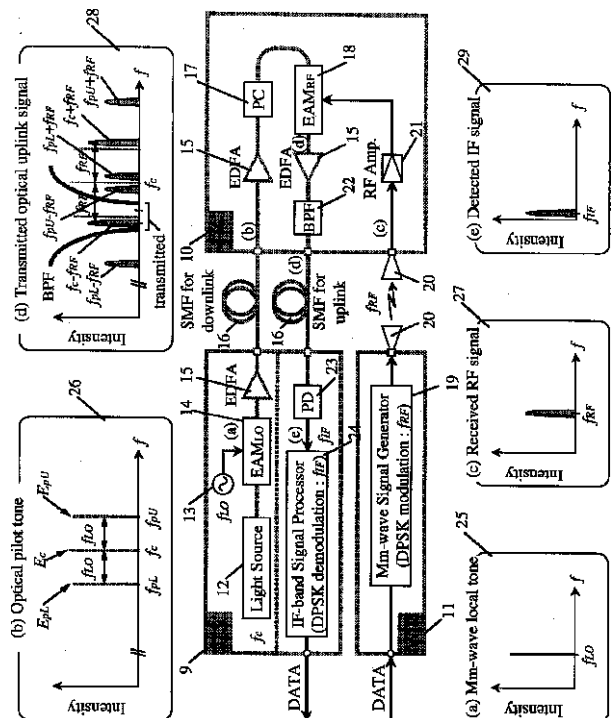
(21)出願番号	特願平11 - 86650	(71)出願人	391027413 郵政省通信総合研究所長 東京都小金井市貫井北町 4 丁目 2 番 1 号
(22)出願日	平成11年 2月22日(1999.2.22)	(72)発明者	久利 敏明 東京都小金井市貫井北町 4 - 2 - 1 郵政省 通信総合研究所内
特許法第30条第 1 項適用申請有り 1998年 9月 7日 社 団法人電子情報通信学会発行の「1998年電子情報通信学 会通信ソサイエティ大会講演論文集 1」に発表		(72)発明者	北山 研一 東京都小金井市貫井北町 4 - 2 - 1 郵政省 通信総合研究所内
		(72)発明者	小川 康德 東京都港区虎ノ門 1 - 7 - 12 沖電気工業株 式会社内
		Fターム(参考)	5K002 AA02 CA01 CA07 CA16 FA01

(54)【発明の名称】ミリ波無線・光ファイバ伝送方式および装置

(57)【要約】

【課題】安価で構成の簡単なアンテナ基地局と分散の影響を軽減したミリ波無線・光ファイバ伝送装置を提供する。

【解決手段】単一光源からの光搬送波を周波数変換量に相当する周波数の正弦波で強度変調して発生させた光パイロット搬送波を、無線副搬送波信号で更に強度変調し、もとの無線信号と同じ情報をもつ光スペクトルのうちのひとつと、無変調光搬送波成分のひとつとを光ファイバ伝送し、光自己ヘテロダイン検波により、光周波数差の周波数をもつ中間周波数帯信号に変換する。光検波によって得られた信号を復調することで、もとの情報信号を再生する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 単一モード光源からの光搬送波を所望周波数変換量に相当する周波数の正弦波信号で強度変調し、発生したパイロット光をミリ波無線副搬送波信号で更に強度変調して得られた光スペクトルのうち、もとの無線信号と同じ情報をもつ光スペクトルのうちのひとつと無変調光搬送波成分の一つを光ファイバ伝送したあと、光自己ヘテロダイン検波により、伝送した光信号の周波数差に相当する周波数をもつ中間周波数帯信号に変換し、該中間周波数帯信号を復調することでもとの無線信号の情報を再生することを特徴とするミリ波無線・光ファイバ伝送方式。

【請求項 2】 単一周波数の光搬送波を発生する単一モード光源と、周波数変換量に相当する周波数の正弦波を発生させるミリ波局部発振器と、該正弦波で該光搬送波を強度変調するパイロット光生成用光学の変調器と、ミリ波無線信号を受信するミリ波アンテナと、無線副搬送波信号で光パイロット搬送波を強度変調する無線信号変調用光学の変調器と、もとの無線信号と同じ情報をもつ光スペクトルのうちのひとつと無変調光搬送波成分の一つを取り出す光フィルタと、抽出された該光信号を伝送する光伝送路と、伝送された該光信号を光自己ヘテロダイン検波する光検波器と、光検波された中間周波数帯信号からもとの無線信号の情報を再生する中間周波数帯信号復調器とから構成し、光領域においてミリ波無線信号から中間周波数帯信号に副搬送波周波数を変換し、該中間周波数帯信号を復調することでもとの無線信号の情報を再生することを特徴とするミリ波無線・光ファイバ伝送装置。

【発明の詳細な説明】

【発明の属する技術分野】本発明は無線通信等における光ファイバ伝送技術に関するものである。

【従来の技術】無線端末からのミリ波無線信号をアンテナ基地局で受信し、光ファイバ伝送路により制御局まで伝送するアップリンクを想定した従来のミリ波無線・光ファイバ伝送方式の構成図を、光ファイバ伝送路上における無線信号副搬送波の周波数で区分し、図 1 に示す。同図において、1 はミリ波無線端末、2 はミリ波アンテナ、3 はミリ波帯信号復調器、4 は光学の変調器、5 は光ファイバ伝送路、6 は光検波器、7 は副搬送波周波数変換器、8 は中間周波数帯信号復調器である。図 1

(a) はベースバンド伝送方式であり、ミリ波無線端末 1 からのミリ波無線信号をミリ波アンテナ 2 で受信し、該無線信号をアンテナ基地局のミリ波帯信号復調器 3 で復調し、光学の変調器 4 において再生されたベースバンド・データで光搬送波を変調し、光ファイバ伝送路 5 を通して伝送された光信号を光検波器 6 で光検波することで、もとの無線信号の情報が送られる。図 1 (b) は中間周波数帯副搬送波伝送方式であり、ミリ波無線端末 1 からのミリ波無線信号をミリ波アンテナ 2 で受信し、該

無線信号をアンテナ基地局の無線信号周波数変換器 7 でマイクロ波中間周波数帯にダウンコンバートし、光学の変調器 4 において得られた中間周波数帯信号で光搬送波を変調し、光ファイバ伝送路 5 を通して伝送された光信号を光検波器 6 で光検波することで再生された中間周波数帯信号を中間周波数帯信号復調器 8 で復調を行うことで、もとの無線信号の情報が送られる。図 1 (c) はミリ波帯副搬送波無線信号伝送方式であり、ミリ波無線端末 1 からのミリ波無線信号をミリ波アンテナ 2 で受信し、光学の変調器 4 において受信したミリ波無線信号で光搬送波を直接変調し、光ファイバ伝送路 5 を通して伝送された光信号を光検波器 6 で光検波することで再生されたミリ波帯信号をミリ波帯信号復調器 3 で復調を行うことで、もとの無線信号の情報が送られる。

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の技術のうち、図 1 (a) と (b) では、光ファイバ伝送路の有する分散の影響を無視できる反面、アンテナ基地局が複雑になることによるコストの増大が問題であり、商業的な展開に大きく制限を与える要因となる。また、従来の技術のうち、図 1 (c) では、基地局が大変シンプルでコストの観点から有利な一方、光ファイバの有する分散の影響を受けることや超高周波光検波器が要ることなど、実用化の面からこれらの影響や負担の軽減を図る必要がある。

【課題を解決するための手段】本発明は上記に鑑みて提案されたものであり、単一モード光源からの光搬送波を所望周波数変換量に相当する周波数の正弦波で強度変調し、発生した光パイロット搬送波をミリ波無線副搬送波信号で更に強度変調して得られた光スペクトルのうち、もとの無線信号と同じ情報をもつ光スペクトルのうちのひとつと無変調光搬送波成分の一つを光ファイバ伝送したあと、光自己ヘテロダイン検波により、伝送した光信号の周波数差に相当する周波数をもつ中間周波数帯信号に変換し、得られた中間周波数帯信号を復調することでもとの無線信号の情報を得る。本発明に含まれる光学的な副搬送波周波数変換機能により、アンテナ基地局はより単純な構成で、光ファイバの分散の影響を無視でき、制御局に超高周波光検波器やミリ波帯ミキサが要求されなくなる。

【発明の実施の形態】本発明は、具体的には、ある一つの光搬送波をミリ波無線信号で強度変調した際に得られるもとの無線信号と同じ情報をもつ光スペクトルのうちのひとつと、異周波数・同位相雑音のもう一つの光波を光ファイバ伝送路上を伝送させ、光自己ヘテロダイン検波を行い、伝送した光信号の周波数差に相当する周波数をもつ光検波信号、すなわち中間周波数帯信号を復調するものである。以下に、本発明の実施例の具体的な構成を図面に従い、説明する。図 2 は本発明の実施例におけるミリ波無線・光ファイバ伝送装置の構成図である。同図において、9 は制御局、1 0 はアンテナ基地局、1 1 は

ミリ波無線端末、12は単一モード光源、13はミリ波局部発振器、14はパイロット光生成用光学的変調器、15は光増幅器、16は光伝送路、17は偏光制御装置、18は無線信号変調用光学的変調器、19はミリ波無線信号生成部、20はミリ波アンテナ、21はミリ波帯増幅器、22は光帯域フィルタ、23は光検波器、24は中間周波数帯信号処理部、25はミリ波局部発振器出力のスペクトル、26はパイロット光の光スペクトル、27はミリ波無線副搬送波信号のスペクトル、28はアップリンク変調信号の光スペクトル、29は光検波信号のスペクトルである。本装置は基本的に、制御局9、アンテナ基地局10、および無線端末11から構成される。まず、制御局9において、単一モード光源12からの光搬送波(f_c)を、ミリ波局部発振器13からの正弦波出力25(f_{LO})によりパイロット光生成用光学的変調器14で強度変調してパイロット光26を生成し、該パイロット光26を光増幅器15で十分増幅した後、一つの光伝送路16を通してアンテナ基地局10に伝送する。伝送されたパイロット光26は、別の光増幅器15で所要電力まで増幅され、偏光制御装置17で偏光を調整した後、無線信号変調用光学的変調器18に入力される。一方、無線端末11では、伝送する情報(DATA)をミリ波無線信号生成部19においてDPSK変調形式のミリ波無線信号(f_{RF})25に変換し、該ミリ波無線信号を無線端末側のミリ波アンテナ20よりアンテナ基地局10に向けて放射する。自由空間を通して伝搬してきたミリ波無線信号25をアンテナ基地局側のミリ波アンテナ20で受信し、該ミリ波無線信号25をミリ波帯増幅器21で所要電力まで増幅したもので、無線信号変調用光学的変調器10においてパイロット信号26を強度変調し、アップリンク変調信号28を得る。アップリンク変調信号28は、更に別の光増幅器15で増幅してから光帯域フィルタ22で伝送に必要な最小限の光スペクトル(f_{PL} と $f_c - f_{RF}$)のみを取りだし、もう一つの光伝送路16を通して制御局9に伝送される。ここで、送られる2つの光波の周波数差は必ず、光検波後の所望周波数 f_{IF} に一致していなければならない。次に、伝送された2つの光波(f_{PL} と $f_c - f_{RF}$)は、その光周波数差を十分検波できる帯域の光検波器23で光自己ヘテロダイン検波されると、中間周波数帯信号29(f_{IF})が得られる。最後に、光検波によって得られた中間周波数帯信号29を中間周波数帯信号処理部24においてDPSK復調することでもとの情報が再現される。ここで、パイロット光は位相雑音が等しく、異なる周波数で少なくとも2つの光波で構成されていれば、他の方法で生成してもよい。例えば、モード同期レーザなどの多波長光源から出力された光波のうち、 f_{PL} に相当する光波を基準光として用い、 f_c に相当する光波をミリ波無線信号の情報伝送用に用いればよい。このとき、光変調形式は副搬送波伝送が可

能な光アナログ変調方式、すなわち、強度変調、振幅変調、位相変調、周波数変調のいずれでも可能であり、限定はしない。また、 f_{PL} に相当する光波は変調構成成分($f_c - f_{RF}$)と別に送ってもよいし、またはアンテナ基地局10に送らず制御局9内で変調構成成分($f_c - f_{RF}$)と合成して光検波を行ってもよいし、光源もしくはパイロット光の各スペクトルの配置は制御局とアンテナ基地局のいずれに限定はしない。光増幅器15とミリ波帯増幅器21は所要電力を得るために用いるものであるため、増幅器前で十分な電力がある場合には省略することができる。偏光制御装置17は無線信号変調用光学的変調器18の偏光依存性に対して変調効率を高めるために用いられるものであるため、光伝送路が偏波保持型のものであるもしくは光学的変調器の偏光依存性が極めて低い場合には、該偏光制御装置17は省略することができる。ミリ波無線信号は任意であり、アナログ信号とデジタル信号、単一信号と多重化信号、伝送速度、変調形式などの限定はされない。図3は、実施例において測定された光スペクトルを示しており、同図(a)はパイロット光、同図(b)は光ファイバ伝送前と標準光ファイバを50Km伝送後の光アップリンク信号を示している。図4は、実施例において、50km離れたアンテナ基地局で受信した155.52Mb/sの伝送速度をもつ59.6GHzのDPSKミリ波無線信号を標準光ファイバ伝送路で伝送し、制御局側で情報を再現したときの伝送品質の一つとして、ビット誤り率を測定した結果である。光ファイバ50kmを取り除いて測定した場合と比べて、殆ど遜色のない特性が得られている。

【発明の効果】本発明においては、ミリ波信号を直接、パイロット光に取り込んでいるため、アンテナ基地局の構成が簡単となり、該基地局のコストが大幅に改善できるだけでなく、屋外に配置される場合も考慮すると、維持、管理、信頼性の面で実用性が高くなり、商業的な展開にも大きく貢献できることが期待される。光領域でミリ波の無線信号帯からマイクロ波の中間周波数帯まで周波数を変換しているため、全体構成の中で電氣的ミリ波ダウンコンバータの構成要素を必要としない。光源を制御局側に配置することでさらに、光源の安定度や信頼性も高くでき、光波長などの変更が容易になるため、ネットワークを構築し易くなる。伝送される信号は中間周波数帯と同等の副搬送波伝送に相当するため、光ファイバ有する分散の影響を無視することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の光信号伝送方式の分類を示す構成図である。

【図2】本発明におけるミリ波無線・光ファイバ伝送装置の実施例を示す構成図である。

【図3】本発明における光スペクトルを示す特性図である。

【図4】本発明におけるビット誤り率を示す特性図であ

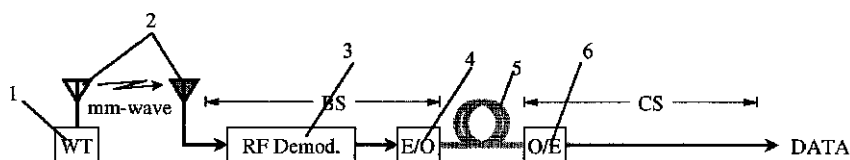
る。

【符号の説明】

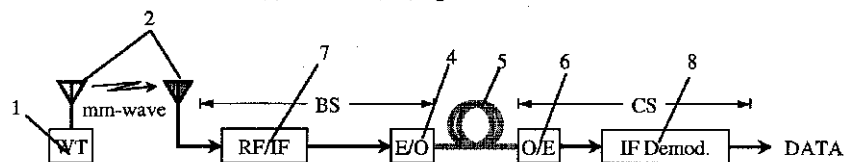
- 1 ミリ波無線端末
- 2 ミリ波アンテナ
- 3 ミリ波帯信号復調器
- 4 光学変調器
- 5 光伝送路
- 6 光検波器
- 7 無線信号周波数変換器
- 8 中間周波数帯信号復調器
- 9 制御局
- 10 アンテナ基地局
- 11 ミリ波無線端末
- 12 単一モード光源
- 13 ミリ波局部発振器
- 14 パイロット光生成用光学的変調器

- 15 光増幅器
- 16 光伝送路
- 17 偏光制御装置
- 18 無線信号変調用光学的変調器
- 19 ミリ波無線信号生成部
- 20 ミリ波アンテナ
- 21 ミリ波帯増幅器
- 22 光帯域フィルタ
- 23 光検波器
- 10 24 中間周波数帯信号処理部
- 25 ミリ波局部発振器出力のスペクトル
- 26 パイロット光の光スペクトル
- 27 ミリ波無線副搬送波信号のスペクトル
- 28 アップリンク変調信号の光スペクトル
- 29 光検波信号のスペクトル

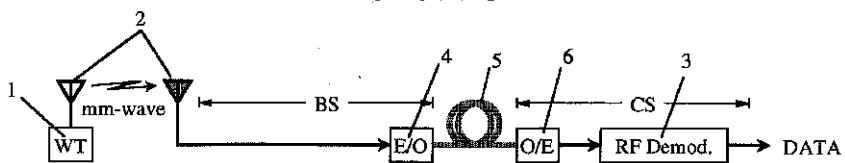
【図 1】



(a) Baseband (BB) signal transmission scheme

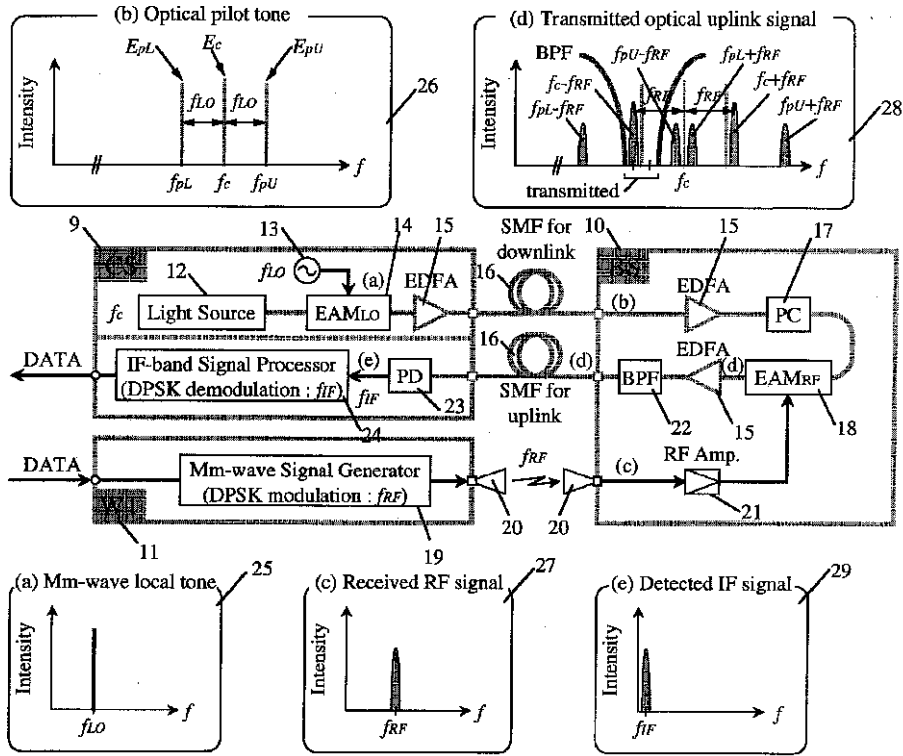


(b) Intermediate frequency (IF) signal transmission scheme

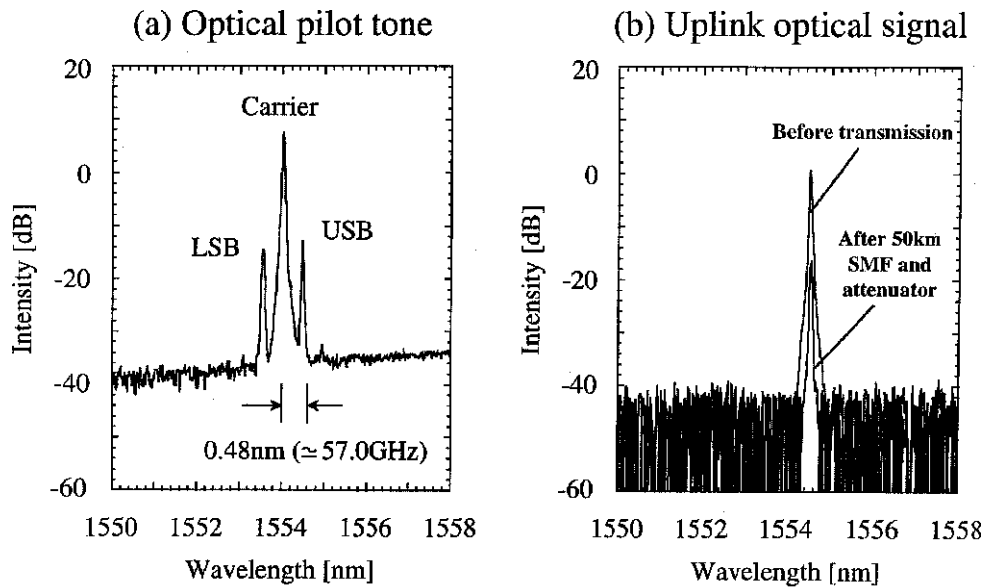


(c) Radio frequency (RF) signal transmission scheme

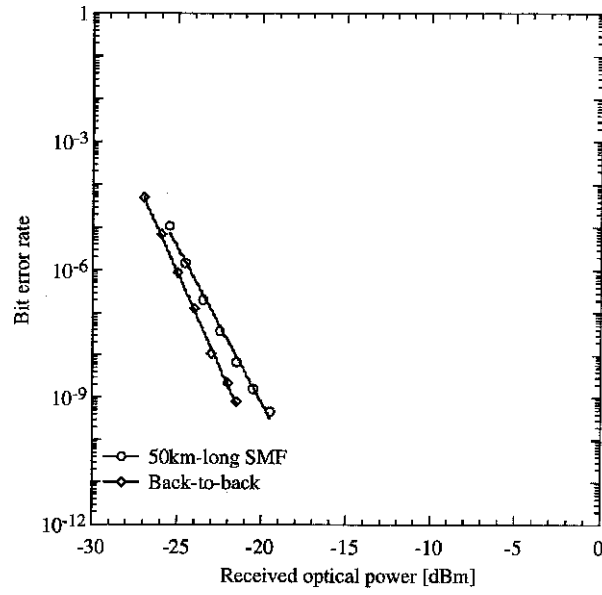
【 図 2 】



【 図 3 】



【図4】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷

H 0 4 B 10/06

識別記号

F I

テ-マ-コ-ト' (参考)