

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4810366号  
(P4810366)

(45) 発行日 平成23年11月9日 (2011. 11. 9)

(24) 登録日 平成23年8月26日 (2011. 8. 26)

(51) Int. Cl.	F I
<b>H04J 14/00 (2006.01)</b>	H04B 9/00 E
<b>H04J 14/02 (2006.01)</b>	H04B 9/00 G
<b>H04B 10/24 (2006.01)</b>	

請求項の数 2 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2006-242705 (P2006-242705)  
 (22) 出願日 平成18年9月7日 (2006. 9. 7)  
 (65) 公開番号 特開2008-67048 (P2008-67048A)  
 (43) 公開日 平成20年3月21日 (2008. 3. 21)  
 審査請求日 平成21年9月3日 (2009. 9. 3)

特許法第30条第1項適用 平成18年3月8日 社団法人 電子情報通信学会発行の「電子情報通信学会2006総合大会講演論文集」に発表

(73) 特許権者 301022471  
 独立行政法人情報通信研究機構  
 東京都小金井市貫井北町4-2-1  
 (73) 特許権者 504176911  
 国立大学法人大阪大学  
 大阪府吹田市山田丘1番1号  
 (73) 特許権者 503027931  
 学校法人同志社  
 京都府京都市上京区今出川通烏丸東入玄武町601  
 (74) 代理人 100082669  
 弁理士 福田 賢三  
 (74) 代理人 100095337  
 弁理士 福田 伸一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 波長変換型波長分割多重伝送装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

入射光を分波する第1の分波器と、  
 上記の分波器の出力のそれぞれの光波を変調する光変調器の複数と、  
 上記の光変調器からの光波を入力する濾波器と前記の濾波器の出力を合波する合波器、  
 あるいは、上記の光変調器からの光波を入力し合波する合波器と、  
上記の合波器の出力を伝送する伝送路と、  
 上記の伝送路で伝送された光波を分波する第2の分波器と、  
 上記の第2の分波器の出力を混合する光電変換器と、  
 上記の光電変換器の出力を濾波する濾波器と、を備え、  
 上記の入射光が等波長間隔で櫛歯状に並んだ複数の光波を含むとき、  
 前記入射光に含まれる複数の光波のそれぞれを第1の分波器で分波し、  
 分波したそれぞれの光波をそれぞれの電気信号で変調して搬送波と両側帯波との組を複数生成し、

上記の複数の搬送波の波長間隔と同じ波長間隔で等波長間隔に並んだ透過特性を持ち、  
 さらに、上記の組のそれぞれにおいて上側帯波の透過率と下側帯波の透過率とが異なって  
 予め決められた大小関係のある透過特性をもつ濾波器に通した後、合波するか、あるいは、

上記の複数の搬送波の波長間隔と同じ波長間隔で等波長間隔に並んだ透過特性を持ち、  
 さらに、上記の組のそれぞれにおいて上側帯波の透過率と下側帯波の透過率とが異なって

予め決められた大小関係のある透過特性をもつ合波器で合波するか、して、  
伝送路で伝送し、

上記の濾波器あるいは合波器の透過特性における大小関係と同じ大小関係を、上側帯波と下側帯波の透過特性における大小関係において持つ分波器を用いて、搬送波と両側帯波との組ごとに分波し、

上記の分波器の出力から周波数変換に必要な異なる2組を選択して、光電変換器上で混合し、

上記の2組のそれぞれの搬送波と高強度の方の側帯波との混合による2つの電気信号から予め決められた周波数間隔の電気信号を濾波器で選択することで、周波数変換すること  
を特徴とする波長変換型波長分割多重伝送装置。

10

【請求項2】

上記の分波器の出力に含まれる2つの搬送波を選択し合波する光波選択手段の複数と、  
前記の光波選択手段の選択した2つの光波を電気信号で変調する変調器の複数と、

前記の複数の変調器の出力を合波する合波器と、

上記の合波器で合波された光波を伝送する伝送路と、

伝送された光波を受信し、上記の搬送波と両側帯波との組ごとに分波する分波器と、

上記の分波器の出力から上記の光波選択手段で選択され異なる2組を選択する光路と、

選択された光路の光波を混合する光電変換器と、

上記の光電変換器の出力に含まれ、搬送波と高強度の方の側帯波との組の2組の異なる  
組に属する搬送波と側帯波との混合による2つの電気信号から、予め決められた電気信号  
を選択する濾波器と、

20

をさらに備え、

上記の合波器あるいは分波器は、上記の濾波器あるいは合波器の透過特性における大小  
関係と逆の大小関係を、上側帯波と下側帯波の透過特性において持つことを特徴とする請  
求項1に記載の波長変換型波長分割多重伝送装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、光学的周波数インターリーブを用いてダウンリンクの際にはアップコンバ  
ージョンを行い、アップリンクの際にはダウンコンバージョンを行なうミリ波帯光ファイ  
バ無線(RoF)システムを構成するための波長変換型波長分割多重伝送装置に関してい  
る。

30

【背景技術】

【0002】

ミリ波帯の電波は、直進性が強く、また空中を伝搬する際の減衰が大きいことから、一  
つのアンテナでカバーできるサービス範囲の小さな放送や無線ネットワークに使われるこ  
とが想定されている。また、カバー範囲が小さいという特性を積極的に用いて、異なっ  
た内容を、多数の放送端末もしくは通信端末の放送もしくは通信による干渉を避けて設け  
たり、多数の無線アクセスポイントを設けたりして周波数利用効率の向上に貢献すること  
ができる。

40

【0003】

このように、ミリ波帯の電波が注目されているが、その伝送には、通常、導波管や同軸  
ケーブルが必要であり、敷設コストが高い、伝送路の重量が重い、伝送路の帯域幅に制限  
がある、伝送路の伝送損失が大きい、などの問題がある。

【0004】

一方、ミリ波帯の信号で光波を変調して光ファイバで伝送することは、低コストで、遠  
方まで伝送できる有用な光ファイバ無線(RoF)技術であることが知られている。この  
技術を用いれば、例えば、レーザ光源からの光搬送波を60GHz帯の信号で変調し、光  
ファイバで伝送し、アクセスポイントで受信して光電変換で復調しアンテナから放射する  
ことができる。アクセスポイントごとに異なるミリ波信号を伝送するためには光ファイバ

50

資源を有効に活用するため、波長の異なる複数の光搬送波をそれぞれのミリ波信号で変調し、合波して、波長分割多重方式で1本の光ファイバで伝送する。この場合は、それぞれのアクセスポイントでは、目的のミリ波信号の載った波長の光を選択して光電変換し、送信アンテナから放射する。以上はダウンリンクを想定したものであるが、アップリンクについても同様な操作により、受信ミリ波信号を収容することができる。

#### 【0005】

本発明は、ミリ波帯R o Fに高密度波長分割多重技術を適用したものであるが、ダウンリンクにおいて、アクセスポイントで光電変換する際に、電波の周波数のアップコンバージョンを行うことで、中央制御局内におけるレーザ光源からの光搬送波を変調する際のミリ波帯の周波数装置を簡略化するものである。また、アップリンクでは逆に、アクセスポ  
10  
イントではレーザ光源からの光搬送波を受信アンテナで受信した高い周波数で変調を行うものの、受信側となる中央制御局においてダウンコンバージョンを行なうことで光電変換する際に低い周波数に変換し、受信装置を低周波化できる、という特徴もある。

#### 【0006】

##### 〔従来例1〕

非特許文献1、2には、それぞれ、R o Fシステムで、S C（スーパーコンティニウム）光源を用い、光アップコンバージョンを行うものが開示されている。しかし、これらは、両側帯波を用いるものであり、片方の側帯波を抑圧して用いるものではなく、本発明とは異なっている。

#### 【0007】

【非特許文献1】H. Toda, et al., "WDM MM-WAVE-BAND RADIO-ON-FIBER SYSTEM USING SINGLE SUPERCONTINUUM LIGHT SOURCE IN COOPERATION WITH PHOTONIC UP-CONVERSION", P  
20  
P.161-164, TA-2 MWP'04, 2004.

【非特許文献2】T.Nakasyotani, et al., "WDM Millimeter-Wave-Band Radio-On-Fiber System Using a Supercontinuum Light Source", ECOC 2004 Preceedings-Vol.3, Paper  
We4.P159

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0008】

高密度波長分割多重で複数のミリ波信号を伝送する際に、受信側でミリ波信号の周波数  
30  
変換を複数同時に行なう。

#### 【発明の効果】

#### 【0009】

この発明を適用することにより、高密度波長分割多重伝送を行なう際に、高精度に周波数間隔が安定した多波長光源の周波数安定度を積極的に活用し、ダウンリンクでアップコンバージョンを行い、アップリンクでダウンコンバージョンを行なうことができるので、R o Fで用いる高周波信号を高密度で伝送すると共に、基地局側では、前記の高周波信号よりも低い周波数で変調を行なうことができる。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0010】

本発明の波長変換型波長分割多重伝送装置は、入射光を分波する第1の分波器と、上記の分波器の出力のそれぞれの光波を変調する光変調器の複数と、上記の光変調器からの光波を入力する濾波器と前記の濾波器の出力を合波する合波器、あるいは、上記の光変調器からの光波を入力し合波する合波器と、上記の合波器の出力を伝送する伝送路と、上記の伝送路で伝送された光波を分波する第2の分波器と、上記の第2の分波器の出力を混合する光電変換器と、上記の光電変換器の出力を濾波する濾波器と、を備えるものとする。この構成で、入射光が等波長間隔で櫛歯状に並んだ複数の光波を含むときに、前記入射光に含まれる複数の光波のそれぞれを、第1の分波器で分波して、等波長間隔で櫛歯状に並んだ複数の光波を別々に扱えるようにする。また、分波したそれぞれの光波をそれぞれの電気信号で変調して搬送波と両側帯波との組を複数生成する。次に、上記の複数の搬送波の  
50

波長間隔と同じ波長間隔で等波長間隔に並んだ透過特性を持ち、さらに、上記の組のそれぞれにおいて上側帯波の透過率と下側帯波の透過率とが異なって予め決められた大小関係のある透過特性をもつ濾波器、に通した後、合波する。換言すれば上記の搬送波と両側帯波を透過するが中心周波数が第1の分波器の透過特性からずれているために透過する側帯波が対称でなくなる合波器で合波する。合波した信号を伝送路で伝送し、上記の濾波器あるいは合波器の透過特性における大小関係において持つ分波器を用いて、搬送波と両側帯波との組ごとに分波する。次に、上記の分波器の出力から周波数変換に必要な異なる2組を選択して、光電変換器上で混合する。上記の2組のそれぞれの搬送波と高強度の方の側帯波との混合による2つの電気信号から予め決められた周波数間隔の電気信号を濾波器で選択することで、周波数変換するようにする。

10

#### 【0011】

また、上記の分波器の出力に含まれる2つの搬送波を選択し合波する光波選択手段の複数と、前記の光波選択手段の選択した2つの光波を電気信号で変調する変調器の複数と、前記の複数の変調器の出力を合波する合波器と、上記の合波器で合波された光波を伝送する伝送路と、伝送された光波を受信し、上記の搬送波と両側帯波との組ごとに分波する分波器と、上記の分波器の出力から上記の光波選択手段で選択され異なる2組を選択する光路と、選択された光路の光波を混合する光電変換器と、上記の光電変換器の出力に含まれ、搬送波と高強度の方の側帯波との組の2組の異なる組に属する搬送波と側帯波との混合による2つの電気信号から、予め決められた電気信号を選択する濾波器と、をさらに備えるようにする。ただし、上記の合波器あるいは分波器は、上記の濾波器あるいは合波器の透過特性における大小関係と逆の大小関係を、上側帯波と下側帯波の透過特性において持つようにする。

20

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0012】

以下に、この発明の波長変換型波長分割多重伝送装置の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。以下の説明においては、誤解を避けるために括弧付きの符号を数字の直後に用いる。

#### 【実施例1】

#### 【0013】

図1に、本発明の適用例として、SC（スーパーコンティニューム）光源1を用いた全二重DWDM（高密度波長分割多重方式）ミリ波帯RoFシステムを構成する波長変換型波長分割多重伝送装置の構成を示す。また、図1の（a）；SC出力、（b）；中間周波数（IF）帯ダウンリンク信号で変調をかけた後にAWG（アレイ導波路回析格子）2（5）で合波した出力、（c）；AWG3（8）の出力（つまりダウンリンクフォトダイオード（PD）10入力）、（d）；ミリ波帯アップリンク信号で変調した後の、つまり電界吸収型変調器（EAM）（21）の出力、および、（e）；AWG5（15）の出力（アップリンクPD10入力）の光スペクトルを、図2に示す。ダウンリンクとアップリンクのミリ波帯信号の周波数は、それぞれ59.6GHzと60.0GHzとし、それぞれのIF帯信号の周波数はそれぞれ9.6GHzと10.0GHzとした。また、SC光源からの光を分波して、周波数間隔25GHzのスペクトルピーク列をもった光波を発生させる。

30

40

#### 【0014】

ダウンリンクにおいては、個々のSCモードをAWG1（2）で分波した後（図2（a））、フォトニックアップコンバージョンを行うために、全てのSCモードに9.6GHz IFの信号で光変調器（Mod<sub>d</sub>）4を用いて、強度変調を行なう。ここでは光変調器としては、ニオブ酸リチウムのマッハツェンダー型変調器を想定している。次に、変調された信号を、AWG2（5）で合波する。得られる信号を図2（b）に示す。このように生成されたDWDM-RoF信号は、25kmの単一モードファイバ（SMF）7で伝送し、リモートノード（RN）200に入力する。このSMFは、配信用の伝送路を想定したものである。入力した信号は、可変光カプラ（VOC）9とAWG3（8）で再び分波

50

され、基地局（BS）ごとに、 $f_i$ と $f_{i+2}$ （ $i$ ；整数）の周波数成分を取り出す。ここで、不要な上側帯波を抑圧するために、AWG 2（5）、AWG 3（8）の透過ピーク波長の周波数位置とAWG 1のそれとがずれて、全てのチャネルの上側帯波を合成分波と同時に抑圧する（図2（c））位置になるように調節する。この調整で、例えば下側帯波に比べて上側帯波は小さくなるようにする。この調整は、例えば、AWG 2（5）、AWG 3（8）の温度等を変えることで行なう。この調整はAWGの透過特性が対称性を有することを想定している。その他、AWGの透過特性が予め、下側帯波に比べて上側帯波の強度は小さくなるように設計されたものを用いることでも実現できる。最後に、光カプラ9を用いて、所望の搬送波と下側帯波成分をPD 10用に合波した後、基地局に送る。なお、AWG 2（5）とAWG 3（8）の間の偏波制御器3は、限られた実験装置の構成上、設けているものであり、通過する光波の偏波状態を安定に伝送させることができれば省略することができる。これを実現するには例えば、偏波保持ファイバを用いて構成するか、もしくは、AWG 2（5）からAWG 3（8）までの間を集積化するか、などを行うことが考えられる。

10

#### 【0015】

図7にVOC 9が3 dB光カプラの場合の分岐例を示す。図7（a）では、各搬送波に両側帯波が対象に配置されているが、これは、AWG 3（8）の効果を説明するものであり、AWG 2（5）が一方の側の側帯波を抑制していない場合に相当する。一方の側の側帯波を抑制する機能は、AWG 2（5）あるいはAWG 3（8）のいずれか一方が備えていればよいが、より高い抑圧度を得るためには両方が上記の機能を備えていることが望ましい。また、VOC 9が3 dB光カプラの場合は、入力した光波が平等に分岐される。ここで分岐した光波を、間に1つおいた2つの端子に入射する。

20

#### 【0016】

ここで、AWG 3（8）は、1番端子に入射した光波について、 $f_1 \sim f_8$ を1～8番の出射端子に出射して分波する。また、例えば3番端子に同じ光波を入射すると、 $f_1 \sim f_6$ を3～6番の出射端子に出射する。一般に、 $k$ 番端子に上記と同じ光波を入射すると、 $f_1$ が出射されるのは $k$ 番の出射端子である。また、図7（a）のように1、3番端子に入射すると、3番の出射端子には、 $f_1$ と $f_3$ が合波されて出射される。つまり、ここで用いているAWGは、入射光を分光する一種の分光器であって、入射光の位置を変えると出射光がそれに応じて移動するために以上のようなことが起こる。図7（b）に、それぞれの出射端子から出射される光波を示す。この図から分かるように、 $k$ 番の出射端子には、 $f_k$ と $f_{k+2}$ との合波が出射される。図7（b）の1、2番の出射端子で単一の光波が出射されるように示したのは、説明をわかり易くするためであって、実際には、より長い波長成分の光波、つまり $f_0$ や $f_{-1}$ に相当する光波、と合波されて出射される。

30

#### 【0017】

また、このAWG 3（8）の透過特性は、それぞれの搬送波と両側帯波との組について、これらの側帯波は、上あるいは下側帯波のいずれか一方が強く抑圧され出射強度が非対称であることが肝要である。望ましい抑圧の程度は、要求するビットエラー率に依存し、抑圧がより大きければ、ビットエラー率をより改善できる。このように上あるいは下側帯波を抑圧する透過特性は、AWG 3（8）における、入射端子あるいは出射端子の位置を僅かにずらすことで実現することができる。

40

#### 【0018】

アップリンクにおいては、AWG 3（8）の出射を分岐器17で分岐して取り出し、BS側にあるEAMのアップリンク用光変調器11を用いて、60 GHz帯の無線周波数（RF）信号で光搬送波を変調する（図2（d））。ここで、60 GHz帯のRF信号は、RF信号の送受信に用いる信号である。この変調された光信号は、AWG 4（12）で合波を行い、25 kmのSMFを伝送路で伝送した後、中央制御局（CS）100にあるAWG 5（15）にて分波する。この際、10 GHzの周波数間隔をもつ2つの光成分を検波することで、フォトリックダウンコンバージョンを行い、所望の10 GHzのIF信号を得る。この際、図2（e）に示すように、ダウンリンクと同様に、AWG 4（12）、

50

AWG 5 (15) の透過フィルタのピークを、AWG 1 (2) に対してずらす、ずらし方は上記と逆である。これは、ダウンリンクの際に抑圧された側帯波との干渉を避けるために、アップリンクで用いる側帯波は、ダウンリンクの反対側のものを用いることに起因する。このため、アップリンクで用いる AWG 4 (12)、AWG 5 (15) の AWG 1 に対する透過ピーク波長の周波数位置は、AWG 2 (5)、AWG 3 (8) の AWG 1 (2) に対する位置とは、反対側の位置に来るようになるように、AWG 4 (12)、AWG 5 (15) の透過特性を調整する。この調整で、例えば、上側帯波比べて下側帯波は小さくなるようにする。この調整は、例えば、AWG 4、5 の温度を変えることで行なう。ここで、上記の AWG 2 (5)、AWG 3 (8) の温度調整と、AWG 4、AWG 5 の温度調整とは、大概の場合、異なる温度での調整である。ダウンリンクと同様、アップリンクの AWG の透過特性が予め、上側帯波に比べて下側帯波は小さくなるように設計されたものを用いることでも実現できる。

10

#### 【実施例 2】

#### 【0019】

二重 DWDM-RoF システムの動作を明確に示すために、伝送実験を行なったので、次にこれを説明する。まず、図 3 は、用いた全二重 DWDM ミリ波帯 RoF システムの実験系を示している。この実験ではダウンリンク・アップリンク双方向ともに、単チャネルのみの全二重伝送を行った。50 GHz 離れた二つの SC モード (周波数を  $f_1$ 、 $f_3$  とする) は、AWG 1 (302) で分波し、不要なモードを -25 dB 以下に抑圧した。AWG 1 (302) により分波された SC モードは、両方に試験器 340 の PPG (パルスパターンジェネレータ) 341 からの 156 Mbps の信号による差動位相シフトキーイング (DPSK) データによる 9.6 GHz の IF 信号で変調した。また、AWG 1 と AWG 2 (308) 間の 2 つの 100 m 長の SMF (単一モードファイバ) 305 は、データの相関をなくすために用いている。変調された光信号は AWG 2 (308) で合波し、伝送路として 25 km の SMF 310 を通した後、AWG 3 (312) で合波した。実験装置の都合上、所望 2 波の合波は AWG 3 後に 3 dB 光カプラを用いて行ったが、光スペクトル上は同一のものとなる。PD 1 (314) により 59.6 GHz のダウンリンク信号を発生させる。

20

#### 【0020】

アップリンクでは、光カプラ 320 で取り出したダウンリンク信号を、試験器 330 の PPG 331 からの 156 Mbps の信号による DPSK (Differential Phase Shift Keying: 差動位相偏移変調) データの 60.0 GHz 信号により、EAM 321 で変調をかけた。実験では、不要な成分を抑圧するために、AWG の代わりに、狭帯域 (3 dB 帯域は 0.18 nm) のファイバ・ブラッグ・グレーティング (FBG) 322 を用いた。25 km の SMF を伝送させた後、PD 2 で検出する。この際、フォトニックダウンコンバージョンにより、10.0 GHz の IF 信号を発生させる。最後に、PD 1 の入力パワーをダウンリンクの受光パワーとし、また、図 3 の OATT (光減衰器) 2 (324) の出力パワーをアップリンクの受光パワーとして、再生された 156 Mbps データのビット誤り率 (BER) を BERT (ビットエラーレートテスト) 342 で測定した。

30

#### 【0021】

図 4 に、測定した (a) PD 1 (314) 光スペクトル、(b) EAM (321) 出力光スペクトル、(c) PD 2 (324) 入力光スペクトルを示す。図 4 (a) から、不要な上側帯波成分は所望の下側帯波成分と比べて、-23 dB 抑圧できていることが分かる。また図 4 (c) では、不要なチャネルの側帯波が、10 dB しか抑圧できていない。しかし、不要な 9.6 GHz 信号成分は 10.0 GHz の電気バンドパスフィルタ (BPF) 343 により、容易に抑圧できる。これは、アップリンクとダウンリンクのミリ波周波数が異なることを利用した効果である。

40

#### 【0022】

図 5 に、測定したダウンリンクとアップリンクの BER を示す。ダウンリンクとアップリンクにおいて同時に、エラーフリー ( $BER < 10^{-9}$ ) 伝送を達成した。25 km 長 S

50

M F を伝送することによるパワーペナルティは、ダウンリンク、アップリンクともに 0 . 5 d B であった。また、ダウンリンクとアップリンクの B E R に傾きの違いがあるが、これはアップリンク信号の信号対雑音 ( S N ) 比の劣化と考えられる。S N 比の劣化要因として、アップリンク側でのエルビウム添加光ファイバ増幅器 ( E D F A ) における自然放出光 ( A S E ) 雑音によるものや、P D の感度がダウンリンクで用いたものよりも、アップリンクで用いたものの方が悪かったなどがある。なお、再利用したダウンリンク信号の光パワーがエラーフリーに必要なパワーに足りなかったため、E A M の前にも E D F A を用いている。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【 0 0 2 3 】

10

上記の例では、ダウンリンクとアップリンクにそれぞれ別の光路を用いるように図示したが、例えば、図 6 のようにサーキュレータを用いて、A から A ' への伝送と B から B ' への伝送を、共通の光路で済ませることができることは、既によく知られている。また、光路としては、光ファイバに限る必要はなく、自由空間を用いた光伝送においても本発明を適用する事が出来ることは明らかである。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【 0 0 2 4 】

【図 1】本発明の波長変換型波長分割多重伝送装置の実施形態を示すブロック図である。

【図 2】図 1 に示す波長変換型波長分割多重伝送装置の各点の波形を示す図である。

【図 3】伝送実験に用いた全二重 D W D M ミリ波帯 R o F システムの実験系を示す図である。

20

【図 4】図 3 に示す全二重 D W D M ミリ波帯 R o F システムの実験系の各点の波形を示す図である。

【図 5】図 3 の実験系のダウンリンクとアップリンクの B E R ( ビット誤り率 ) を示す図である。

【図 6】ダウンリンクとアップリンクに同一の光路をもちいるための構成を示す図である。

【図 7】図 1 におけるダウンリンク用リモートノードの構成例を示す図である。

#### 【符号の説明】

#### 【 0 0 2 5 】

30

- 1 S C ( スーパーコンティニウム ) 光源
- 2 A W G
- 3 偏波制御器
- 4 光変調器
- 5 A W G
- 6 エルビウム添加光ファイバ増幅器 ( E D F A )
- 7 単一モードファイバ
- 8 A W G
- 9 光カプラ
- 1 0 ダウンリンク用フォトダイオード
- 1 1 アップリンク用光変調器
- 1 2 A W G
- 1 3 単一モードファイバ
- 1 4 エルビウム添加光ファイバ増幅器
- 1 5 A W G
- 1 6 アップリンク用フォトダイオード
- 1 7 分岐器
- 1 0 0 中央制御局 ( C S )
- 2 0 0 リモートノード ( R N )
- 3 0 1 S C ( スーパーコンティニウム ) 光源

40

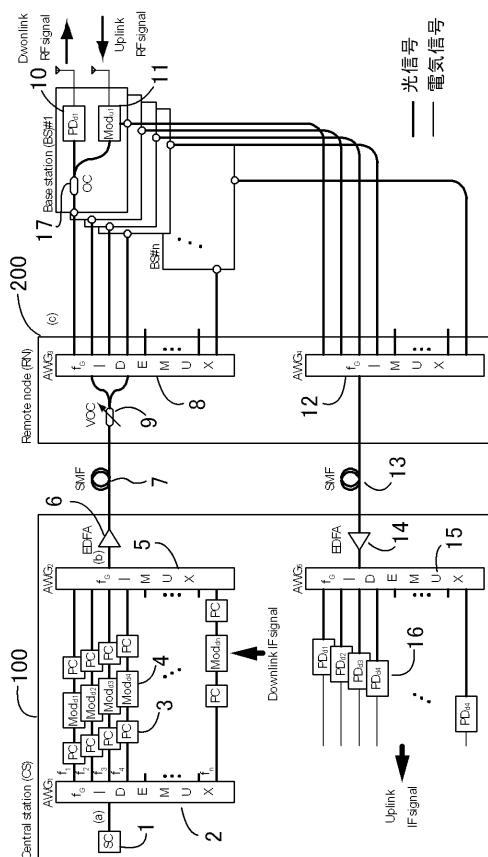
50

- 3 0 2 A W G  
 3 0 3 偏波制御器  
 3 0 4 マッハツェンダー型変調器  
 3 0 5、3 0 6 単一モードファイバ  
 3 0 7 マッハツェンダー型変調器  
 3 0 8 A W G  
 3 0 9 光減衰器  
 3 1 0 単一モードファイバ  
 3 1 2 A W G  
 3 1 3 バンドパスフィルタ  
 3 1 4 フォトダイオード  
 3 2 0 光カプラ  
 3 2 1 電界吸収型変調器 ( E A M )  
 3 2 2 ファイバ・ブラッグ・グレーティング  
 3 2 3 単一モードファイバ  
 3 2 4 光減衰器  
 3 3 0 試験器  
 3 3 1 パルスパターンジェネレータ  
 3 3 2 B E R T ( ビットエラーレートテスト )  
 3 4 0 試験器  
 3 4 1 パルスパターンジェネレータ  
 3 4 2 B E R T ( ビットエラーレートテスト )  
 3 4 3 電気バンドパスフィルタ

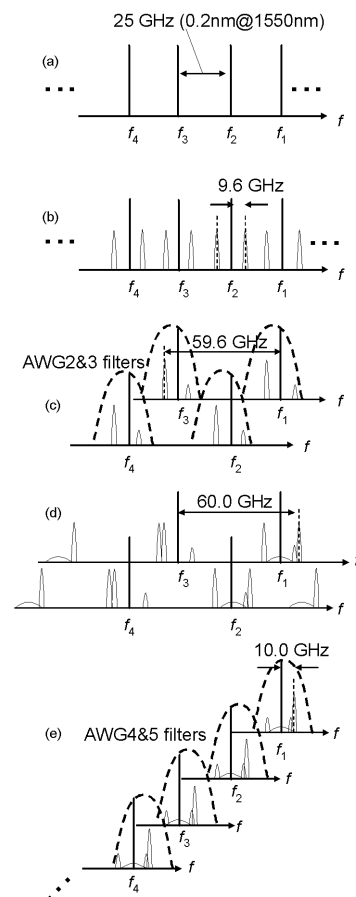
10

20

【図 1】

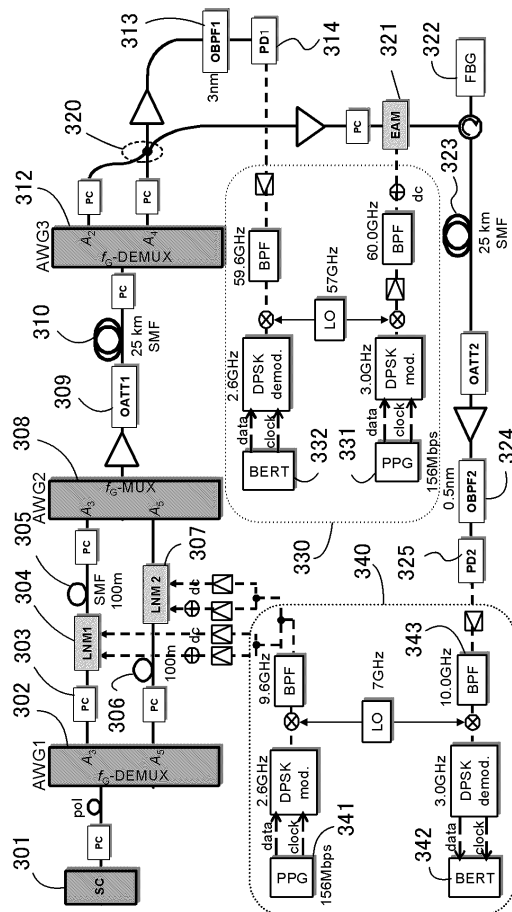


【図 2】

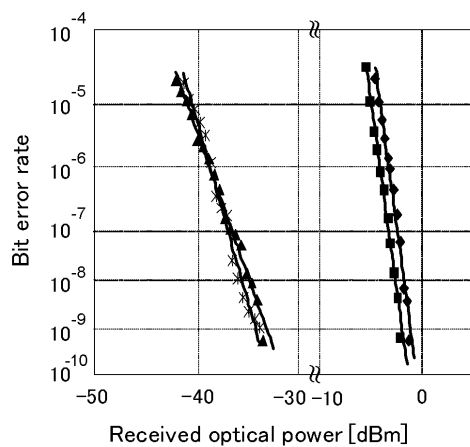




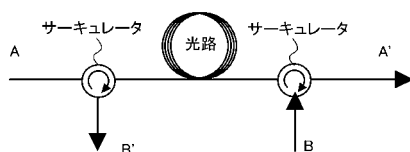
【図 3】



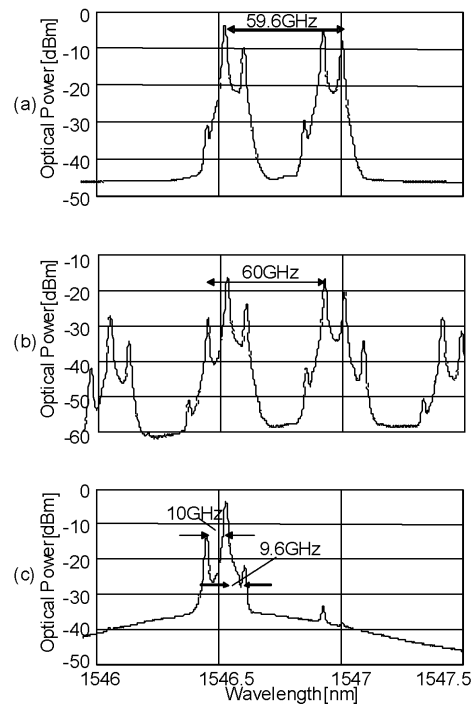
【図 5】



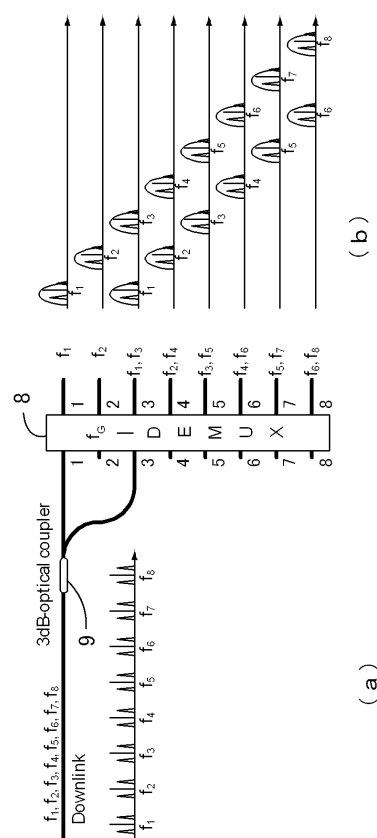
【図 6】



【図 4】



【図 7】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100061642

弁理士 福田 武通

(72)発明者 久利 敏明

東京都小金井市貫井北町4 - 2 - 1 独立行政法人情報通信研究機構内

(72)発明者 北山 研一

大阪府吹田市山田丘1番1号 国立大学法人大阪大学内

(72)発明者 戸田 裕之

京都府京田辺市多々羅都谷1 - 3 同志社大学内

審査官 角田 慎治

(56)参考文献 特開平10 - 032563 (JP, A)

特開2002 - 270949 (JP, A)

特開2002 - 335055 (JP, A)

特開2003 - 218837 (JP, A)

特開2001 - 103015 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 10/00 - 10/28

H04J 14/00 - 14/08