

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-225817

(P2016-225817A)

(43) 公開日 平成28年12月28日(2016.12.28)

(51) Int.Cl.

H04B 10/2575 (2013.01)

F I

H04B 9/00 267

テーマコード(参考)

5K102

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2015-110290 (P2015-110290)
 (22) 出願日 平成27年5月29日 (2015.5.29)

(71) 出願人 000006013
 三菱電機株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
 (74) 代理人 100123434
 弁理士 田澤 英昭
 (74) 代理人 100101133
 弁理士 濱田 初音
 (74) 代理人 100199749
 弁理士 中島 成
 (74) 代理人 100156351
 弁理士 河村 秀央
 (74) 代理人 100188880
 弁理士 坂元 辰哉
 (74) 代理人 100197767
 弁理士 辻岡 将昭

最終頁に続く

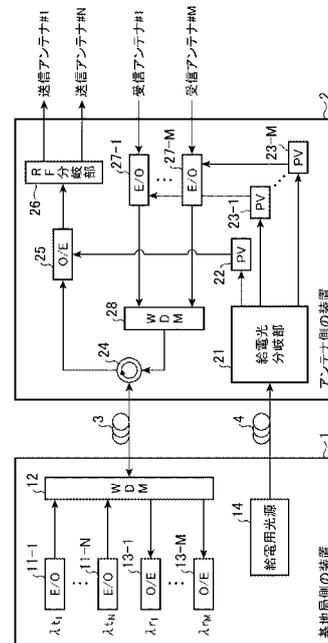
(54) 【発明の名称】 光マイクロ波伝送装置

(57) 【要約】

【課題】 必要な光起電力素子の個数を低減することができる光マイクロ波伝送装置を得ることを目的とする。

【解決手段】 アンテナ側の装置2が、基地局側の装置1から光ファイバ4を通じて伝送された給電光を電力に変換するPV22, 23-1~23-Mを備え、O/E変換器25が、PV22により変換された電力によって駆動され、基地局側の装置1から光ファイバ3を通じて伝送された波長多重信号光を電気信号に変換し、RF分岐部26が、O/E変換器25により変換された電気信号を分岐して、分岐後の電気信号を送信アンテナ#1~#Nに出力する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基地局側の装置とアンテナ側の装置とが第 1 及び第 2 の光ファイバで接続されており、前記基地局側の装置は、送信信号である電気信号を互いに異なる単一波長の信号光に変換する複数の電光変換器と、前記複数の電光変換器により変換された単一波長の信号光を合波し、合波後の信号光である波長多重信号光を前記第 1 の光ファイバに出力する波長分割多重器と、給電光を前記第 2 の光ファイバに出力する給電用光源とを備え、前記アンテナ側の装置は、前記基地局側の装置から前記第 2 の光ファイバを通じて伝送された給電光を電力に変換する第 1 の光起電力素子と、前記第 1 の光起電力素子により変換された電力によって駆動され、前記基地局側の装置から前記第 1 の光ファイバを通じて伝送された波長多重信号光を電気信号に変換する光電変換器と、前記光電変換器により変換された電気信号を分岐して、分岐後の電気信号を複数のアンテナに出力する信号分岐部とを備えたことを特徴とする光マイクロ波伝送装置。

10

【請求項 2】

前記アンテナ側の装置は、前記第 2 の光ファイバにより伝送された給電光を分岐する給電光分岐部と、前記給電光分岐部により分岐された給電光を電力に変換する複数の第 2 の光起電力素子と、アンテナの受信信号である電気信号を互いに異なる単一波長の信号光に変換する複数の電光変換器と、前記アンテナ側の装置における複数の電光変換器により変換された単一波長の信号光を合波し、合波後の信号光である波長多重信号光を出力する波長分割多重器と、前記基地局側の装置から前記第 1 の光ファイバを通じて伝送された波長多重信号光を前記光電変換器に出力する一方、前記アンテナ側の装置における波長分割多重器から出力された波長多重信号光を前記第 1 の光ファイバに出力する光サーキュレータとを備え、前記基地局側の装置における波長分割多重器は、前記アンテナ側の装置から前記第 1 の光ファイバを通じて伝送された波長多重信号光を複数の単一波長の信号光に分離し、前記基地局側の装置は、前記基地局側の装置における波長分割多重器により分離された単一波長の信号光を電気信号に変換する複数の光電変換器を備えたことを特徴とする請求項 1 記載の光マイクロ波伝送装置。

20

【請求項 3】

基地局側の装置とアンテナ側の装置とが第 1 及び第 2 の光ファイバで接続されており、前記基地局側の装置は、送信信号である電気信号を互いに異なる単一波長の信号光に変換する複数の電光変換器と、前記複数の電光変換器により変換された単一波長の信号光を合波し、合波後の信号光である波長多重信号光を前記第 1 の光ファイバに出力する一方、前記アンテナ側の装置から前記第 1 の光ファイバを通じて伝送された波長多重信号光を複数の単一波長の信号光に分離する波長分割多重器と、前記波長分割多重器により分離された単一波長の信号光を電気信号に変換する複数の光電変換器と、給電光を前記第 2 の光ファイバに出力する給電用光源とを備え、前記アンテナ側の装置は、前記基地局側の装置から前記第 2 の光ファイバを通じて伝送された給電光を分岐する給

30

40

50

電光分岐部と、

前記給電光分岐部により分岐された給電光を電力に変換する複数の光起電力素子と、

アンテナの受信信号である電気信号を互いに異なる単一波長の信号光に変換する複数の電光変換器と、

前記基地局側の装置から前記第 1 の光ファイバを通じて伝送された波長多重信号光を複数の単一波長の信号光に分離する一方、前記アンテナ側の装置における複数の電光変換器により変換された単一波長の信号光を合波し、合波後の信号光である波長多重信号光を前記第 1 の光ファイバに出力する波長分割多重器と、

前記光起電力素子により変換された電力によって駆動され、前記アンテナ側の装置における波長分割多重器により分離された単一波長の信号光を電気信号に変換する複数の光電変換器と、

前記アンテナ側の装置における光電変換器により変換された電気信号から直流成分を分離し、前記直流成分を駆動用電力として前記アンテナ側の装置における電光変換器に供給するとともに、前記直流成分を分離した電気信号をアンテナに出力する複数の直流成分分離部とを備えた

ことを特徴とする光マイクロ波伝送装置。

【請求項 4】

基地局側の装置とアンテナ側の装置とが光ファイバで接続されており、

前記基地局側の装置は、

送信信号である電気信号を互いに異なる単一波長の信号光に変換する複数の電光変換器と、

前記複数の電光変換器により変換された単一波長の信号光を合波し、合波後の信号光である波長多重信号光を前記光ファイバに出力する一方、前記アンテナ側の装置から前記光ファイバを通じて伝送された波長多重信号光を複数の単一波長の信号光に分離する波長分割多重器と、

前記波長分割多重器により分離された単一波長の信号光を電気信号に変換する複数の光電変換器とを備え、

前記アンテナ側の装置は、

アンテナの受信信号である電気信号を互いに異なる単一波長の信号光に変換する複数の電光変換器と、

前記基地局側の装置から前記光ファイバを通じて伝送された波長多重信号光を複数の単一波長の信号光に分離する一方、前記アンテナ側の装置における複数の電光変換器により変換された単一波長の信号光を合波し、合波後の信号光である波長多重信号光を前記光ファイバに出力する波長分割多重器と、

無バイアスで駆動され、前記アンテナ側の装置における波長分割多重器により分離された単一波長の信号光を電気信号に変換する複数の無バイアス光電変換器と、

前記無バイアス光電変換器により変換された電気信号から直流成分を分離し、前記直流成分を駆動用電力として前記アンテナ側の装置における電光変換器に供給するとともに、前記直流成分を分離した電気信号をアンテナに出力する複数の直流成分分離部とを備えた

ことを特徴とする光マイクロ波伝送装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、例えば、列車無線システムの基地局や中継器間の光張出部において、アナログの光マイクロ波伝送（A-RoF）を行う光マイクロ波伝送装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

マイクロ波信号を遠隔に伝送する場合、伝送路である同軸ケーブルや導波管での損失が大きく、十分な信号レベルを確保するのが困難である。そのため、伝送路として光ファイ

10

20

30

40

50

バを利用し、マイクロ波信号を信号光に変換して伝送する光マイクロ波伝送 (Radio over Fiber: RoF) 技術が用いられることがある。

例えば、無線通信システムにおいて、基地局から高周波の無線信号 (周波数が数 100 MHz 上の無線信号) を中継器側の複数の送受信アンテナに光張出を行う場合、波長多重方式 (Wavelength Division Multiplex: WDM) を利用する RoF を実施することで、複数のアンテナに対して、複数の無線バンド伝送を実現することができる。

【0003】

また、遠隔地に対して電力を供給する技術として、光起電力素子を用いる光給電技術が知られており、この光給電技術は、給電用光源が、給電光を光ファイバによって遠隔地に低損失で伝送し、遠隔地に設置されている光起電力素子が、光ファイバによって伝送された給電光を電力に変換することで、その電力を利用する技術である (例えば、特許文献 1, 2 を参照)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開昭 64 - 77233 号公報

【特許文献 2】国際公開第 2006 / 004061 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従来の光マイクロ波伝送装置は以上のように構成されているので、光起電力素子を用いる光給電技術を用いれば、遠隔地に電源を設置することなく、遠隔地に設置されている光電変換器や電光変換器などの光デバイスの駆動電力を確保することができる。しかし、遠隔地に設置される光デバイスの数分の光起電力素子を設置する必要がある。このため、装置の大型化やコストの増加を招いてしまうという課題があった。

【0006】

この発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、必要な光起電力素子の個数を低減することができる光マイクロ波伝送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】

【0007】

この発明に係る光マイクロ波伝送装置は、基地局側の装置とアンテナ側の装置とが第 1 及び第 2 の光ファイバで接続されており、基地局側の装置が、送信信号である電気信号を互いに異なる単一波長の信号光に変換する複数の電光変換器と、複数の電光変換器により変換された単一波長の信号光を合波し、合波後の信号光である波長多重信号光を第 1 の光ファイバに出力する波長分割多重器と、給電光を第 2 の光ファイバに出力する給電用光源とを備え、アンテナ側の装置が、基地局側の装置から第 2 の光ファイバを通じて伝送された給電光を電力に変換する第 1 の光起電力素子と、第 1 の光起電力素子により変換された電力によって駆動され、基地局側の装置から第 1 の光ファイバを通じて伝送された波長多重信号光を電気信号に変換する光電変換器と、光電変換器により変換された電気信号を分岐して、分岐後の電気信号を複数のアンテナに出力する信号分岐部とを備えるようにしたものである。

【発明の効果】

【0008】

この発明によれば、アンテナ側の装置が、基地局側の装置から第 2 の光ファイバを通じて伝送された給電光を電力に変換する第 1 の光起電力素子を備え、光電変換器が、第 1 の光起電力素子により変換された電力によって駆動され、第 1 の光ファイバにより伝送された波長多重信号光を電気信号に変換し、信号分岐部が、光電変換器により変換された電気信号を分岐して、分岐後の電気信号を複数のアンテナに出力するように構成したので、信号の送信系においては、1 個の光起電力素子を備えるだけで足り、必要な光起電力素子の

10

20

30

40

50

個数を低減することができる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】この発明の実施の形態1による光マイクロ波伝送装置を示す構成図である。

【図2】この発明の実施の形態2による光マイクロ波伝送装置を示す構成図である。

【図3】この発明の実施の形態3による光マイクロ波伝送装置を示す構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、この発明をより詳細に説明するために、この発明を実施するための形態について、添付の図面にしたがって説明する。

10

【0011】

実施の形態1.

図1はこの発明の実施の形態1による光マイクロ波伝送装置を示す構成図である。

図1の光マイクロ波伝送装置は、基地局側の装置1とアンテナ側の装置2から構成されており、基地局側の装置1とアンテナ側の装置2は、信号光を伝送する光ファイバ3（第1の光ファイバ）と、給電光を送信する光ファイバ4（第2の光ファイバ）とによって接続されている。

【0012】

基地局側の装置1は、電光変換器であるE/O (Electro/Optical) 変換器11-1~11-Nと、波長分割多重器であるWDM12と、光電変換器であるO/E (Optical/Electro) 変換器13-1~13-Mと、給電用光源14とから構成されている。

20

E/O変換器11-n (n=1, 2, ..., N)は送信信号である電気信号をRF (Radio Frequency) 信号で変調し、その変調した信号である送信マイクロ波信号を単一波長の信号光である波長 t_n の信号光に変換する変換器である。

【0013】

WDM12はE/O変換器11-1~11-Nにより変換された波長 $t_1 \sim t_N$ の信号光を合波して、合波後の信号光である波長多重信号光を光ファイバ3に出力する一方、アンテナ側の装置2から光ファイバ3を通じて伝送された波長多重信号光を波長 $r_1 \sim r_M$ の信号光に分離し、分離後の波長 r_m (m=1, 2, ..., M) の信号光をO/E変換器13-mに出力する。

30

O/E変換器13-m (m=1, 2, ..., M)はWDM12から出力された単一波長の信号光である波長 r_m の信号光を受信マイクロ波信号 (RF信号で変調されている電気信号) に変換する変換器である。

給電用光源14は給電光を光ファイバ4に出力する光源である。

【0014】

アンテナ側の装置2は、給電光分岐部21と、第1の光起電力素子であるPV22と、第2の光起電力素子であるPV23-1~23-Mと、光サーキュレータ24と、光電変換器であるO/E変換器25と、信号分岐部であるRF分岐部26と、電光変換器であるE/O変換器27-1~27-Mと、波長分割多重器であるWDM28とから構成されている。

40

【0015】

給電光分岐部21は給電用光源14から光ファイバ4を通じて伝送された給電光を (M+1) 個に分岐する。

PV22は給電光分岐部21により分岐された給電光を電力に変換し、その電力をO/E変換器25に供給する。

PV23-m (m=1, 2, ..., M)は給電光分岐部21により分岐された給電光を電力に変換し、その電力をE/O変換器27-mに供給する。

【0016】

光サーキュレータ24はWDM12から光ファイバ3を通じて伝送された波長多重信号

50

光を O / E 変換器 25 に出力する一方、WDM 28 から出力された波長多重信号光を光ファイバ 3 に出力する。

O / E 変換器 25 は PV 22 から出力された電力によって駆動され、光サーキュレータ 24 から出力された波長多重信号光を送信マイクロ波信号 (RF 信号で変調されている電気信号) に変換する変換器である。

RF 分岐部 26 は O / E 変換器 25 により変換された送信マイクロ波信号を N 個に分岐し、分岐した N 個の送信マイクロ波信号を送信アンテナ # 1 ~ # N に出力する。

【0017】

E / O 変換器 27 - m (m = 1, 2, ..., M) は PV 23 - m から出力された電力によって駆動され、受信アンテナ # m の受信信号である受信マイクロ波信号 (RF 信号で変調されている電気信号) を単一波長の信号光である波長 r_m の信号光に変換する変換器である。

WDM 28 は E / O 変換器 27 - 1 ~ 27 - M により変換された波長 $r_1 \sim r_M$ の信号光を合波して、合波後の信号光である波長多重信号光を光サーキュレータ 24 に出力する。

【0018】

次に動作について説明する。

最初に、光マイクロ波伝送装置が信号を送信する場合の処理内容を説明する。

基地局側の装置 1 における E / O 変換器 11 - n (n = 1, 2, ..., N) は、電気信号である送信信号 # n を受けると、その送信信号 # n を RF 信号で変調し、その変調した信号である送信マイクロ波信号 # n を単一波長の信号光である波長 t_n の信号光に変換する。

これにより、送信マイクロ波信号 # 1 ~ # N は、互いに異なる波長 $t_1 \sim t_N$ の信号光に変換される。

【0019】

基地局側の装置 1 における WDM 12 は、E / O 変換器 11 - 1 ~ 11 - N から波長 $t_1 \sim t_N$ の信号光を受けると、波長 $t_1 \sim t_N$ の信号光を合波して、合波後の信号光である波長多重信号光を光ファイバ 3 に出力する。

これにより、この波長多重信号光は、光ファイバ 3 を通じてアンテナ側の装置 2 に伝送される。

また、基地局側の装置 1 における給電用光源 14 は、給電光を光ファイバ 4 に出力する。

これにより、この給電光は、光ファイバ 4 を通じてアンテナ側の装置 2 に伝送される。

【0020】

アンテナ側の装置 2 における光サーキュレータ 24 は、基地局側の装置 1 から出力された波長多重信号光を受けると、その波長多重信号光を O / E 変換器 25 に出力する。

アンテナ側の装置 2 における給電光分岐部 21 は、基地局側の装置 1 から出力された給電光を受けると、その給電光を (M + 1) 個に分岐する。

即ち、送信系における 1 個の PV 22 と、受信系における M 個の PV 23 - 1 ~ 23 - M との合計の数分だけ、基地局側の装置 1 から出力された給電光を分岐する。

【0021】

アンテナ側の装置 2 における PV 22 は、給電光分岐部 21 により分岐された給電光を電力に変換し、その電力を O / E 変換器 25 に供給する。

アンテナ側の装置 2 における PV 23 - m (m = 1, 2, ..., M) は、給電光分岐部 21 により分岐された給電光を電力に変換し、その電力を E / O 変換器 27 - m に供給する。

【0022】

アンテナ側の装置 2 における O / E 変換器 25 は、PV 22 から出力された電力によって駆動され、光サーキュレータ 24 から出力された波長多重信号光を送信マイクロ波信号 (RF 信号で変調されている電気信号) に変換し、その送信マイクロ波信号を RF 分岐部

10

20

30

40

50

26に出力する。

アンテナ側の装置2におけるRF分岐部26は、O/E変換器25から送信マイクロ波信号を受けると、その送信マイクロ波信号をN個に分岐し、分岐したN個の送信マイクロ波信号を送信アンテナ#1～#Nに出力する。これにより、送信アンテナ#1～#Nから送信マイクロ波信号が送信される。

この実施の形態1では、RF分岐部26が送信マイクロ波信号の電力をN分配するものを想定しているが、送信マイクロ波信号を周波数で分配し、異なる周波数の信号を送信アンテナ#1～#Nに出力するようにしてもよい。

【0023】

次に、光マイクロ波伝送装置が信号を受信する場合の処理内容を説明する。

10

アンテナ側の装置2におけるE/O変換器27-m ($m = 1, 2, \dots, M$)は、PV23-mから出力された電力によって駆動され、受信アンテナ#mの受信信号である受信マイクロ波信号(RF信号で変調されている電気信号)を単一波長の信号光である波長 r_m の信号光に変換し、波長 r_m の信号光をWDM28に出力する。

アンテナ側の装置2におけるWDM28は、E/O変換器27-1～27-Mから波長 $r_1 \sim r_M$ の信号光を受けると、波長 $r_1 \sim r_M$ の信号光を合波して、合波後の信号光である波長多重信号光を光サーキュレータ24に出力する。

アンテナ側の装置2における光サーキュレータ24は、WDM28から波長多重信号光を受けると、その波長多重信号光を光ファイバ3に出力する。

これにより、この波長多重信号光は、光ファイバ3を通じて基地局側の装置1に伝送される。

20

【0024】

基地局側の装置1におけるWDM12は、アンテナ側の装置2から出力された波長多重信号光を受けると、その波長多重信号光を波長 $r_1 \sim r_M$ の信号光に分離し、分離後の波長 r_m ($m = 1, 2, \dots, M$)の信号光をO/E変換器13-mに出力する。

基地局側の装置1におけるO/E変換器13-m ($m = 1, 2, \dots, M$)は、WDM12から波長 r_m の信号光を受けると、波長 r_m の信号光を受信マイクロ波信号(RF信号で変調されている電気信号)に変換する。

【0025】

以上で明らかのように、この実施の形態1によれば、アンテナ側の装置2が、基地局側の装置1から光ファイバ4を通じて伝送された給電光を電力に変換するPV22, 23-1～23-Mを備え、O/E変換器25が、PV22により変換された電力によって駆動され、基地局側の装置1から光ファイバ3を通じて伝送された波長多重信号光を電気信号に変換し、RF分岐部26が、O/E変換器25により変換された電気信号を分岐して、分岐後の電気信号を送信アンテナ#1～#Nに出力するように構成したので、信号の送信系においては、1個のPV22を備えるだけで足り、必要なPVの個数を低減することができる効果を奏する。

30

したがって、N個の送信アンテナ#1～#Nから信号を送信する場合でも、N個のPVを実装する必要がなく、1個のPV22を備えるだけで足りるため、装置の小型化を図ることができるとともに、コストを低減することができる。

40

【0026】

また、この実施の形態1によれば、基地局側の装置1とアンテナ側の装置2が、光ファイバ3, 4によって接続されており、電気ケーブルによる接続ではない。このため、落雷時のサージ電流による装置の故障を防止することができ、耐雷性が向上している。また、電気ケーブルによる接続ではないため、絶縁性が高くなり、アンテナ放射パターンへの影響を極小化することが可能である。

なお、図1の光マイクロ波伝送装置には実装されていないが、アンテナ側の装置2がRF増幅器などのアクティブデバイスを実装している場合には、給電光分岐部21により分岐された給電光を電力に変換して、その電力をアクティブデバイスに出力するPVをアンテナ側の装置2に実装するようにしてもよい。

50

【0027】

実施の形態2 .

図2はこの発明の実施の形態2による光マイクロ波伝送装置を示す構成図であり、図2において、図1と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

PV31-n ($n = 1, 2, \dots, N$)は給電光分岐部21により分岐された給電光を電力に変換し、その電力をO/E変換器33-nに供給する光起電力素子である。

WDM32は基地局側の装置1から光ファイバ3を通じて伝送された波長多重信号光を波長 $t_1 \sim t_N$ の信号光に分離し、分離後の波長 t_n ($n = 1, 2, \dots, N$) の信号光をO/E変換器33-nに出力する一方、E/O変換器27-1~27-Mにより変換された波長 $r_1 \sim r_M$ の信号光を合波して、合波後の信号光である波長多重信号光を光ファイバ3に出力する波長分割多重器である。

10

【0028】

O/E変換器33-n ($n = 1, 2, \dots, N$)はPV31-nから出力された電力によって駆動され、WDM32から出力された波長 t_n ($n = 1, 2, \dots, N$) の信号光を送信マイクロ波信号(RF信号で変調されている電気信号)に変換する光電変換器である。

直流成分分離部34-n ($n = 1, 2, \dots, N$)はO/E変換器33-nにより変換された送信マイクロ波信号から直流成分を分離し、その直流成分を駆動用電力としてE/O変換器27-mに供給するとともに、その直流成分を分離した送信マイクロ波信号を送信アンテナ#nに出力する。

20

この実施の形態2では、送信系の数Nが受信系の数M以上($N > M$)であるものとし、 $N > M$ である場合には、直流成分分離部34-1~34-Mが直流成分を駆動用電力としてE/O変換器27-1~27-Mに供給するが、直流成分分離部34-(M+1)~34-Nは、対応するE/O変換器27が存在していないので、直流成分を駆動用電力として出力することはない。したがって、直流成分分離部34-(M+1)~34-Nは、実装されていなくてもよい。

【0029】

次に動作について説明する。

最初に、光マイクロ波伝送装置が信号を送信する場合の処理内容を説明する。

基地局側の装置1におけるE/O変換器11-n ($n = 1, 2, \dots, N$)は、電気信号である送信信号#nを受けると、その送信信号#nをRF信号で変調して、その変調した信号である送信マイクロ波信号#nを単一波長の信号光である波長 t_n の信号光に変換し、波長 t_n の信号光をWDM12に出力する。

30

これにより、送信マイクロ波信号#1~#Nは、互いに異なる波長 $t_1 \sim t_N$ の信号光に変換される。

ただし、この実施の形態2では、アンテナ側の装置2におけるE/O変換器27-1~27-Mの駆動電力を常に確保する観点から、E/O変換器11-nは、電気信号である送信信号#nを受けていないときには、送信信号#nが変調されていない波長 t_n の信号光をWDM12に出力する。つまり、E/O変換器11-nは、常に、波長 t_n の信号光をWDM12に出力している。

40

【0030】

基地局側の装置1におけるWDM12は、E/O変換器11-1~11-Nから波長 $t_1 \sim t_N$ の信号光を受けると、波長 $t_1 \sim t_N$ の信号光を合波して、合波後の信号光である波長多重信号光を光ファイバ3に出力する。

これにより、この波長多重信号光は、光ファイバ3を通じてアンテナ側の装置2に伝送される。

また、基地局側の装置1における給電用光源14は、給電光を光ファイバ4に出力する。

これにより、この給電光は、光ファイバ4を通じてアンテナ側の装置2に伝送される。

50

【0031】

アンテナ側の装置 2 における WDM 3 2 は、基地局側の装置 1 から出力された波長多重信号光を受けると、その波長多重信号光を波長 $t_1 \sim t_N$ の信号光に分離し、分離後の波長 t_n ($n = 1, 2, \dots, N$) の信号光を O/E 変換器 3 3 - n に出力する。

アンテナ側の装置 2 における給電光分岐部 2 1 は、基地局側の装置 1 から出力された給電光を受けると、その給電光を N 個に分岐する。

即ち、送信系における N 個の PV 3 1 - 1 ~ 3 1 - N の数分だけ、基地局側の装置 1 から出力された給電光を分岐する。

【 0 0 3 2 】

アンテナ側の装置 2 における PV 3 1 - n ($n = 1, 2, \dots, N$) は、給電光分岐部 2 1 により分岐された給電光を電力に変換し、その電力を O/E 変換器 3 3 - n に供給する。

アンテナ側の装置 2 における O/E 変換器 3 3 - n ($n = 1, 2, \dots, N$) は、PV 3 1 - n から出力された電力によって駆動され、WDM 3 2 から出力された波長 t_n の信号光を送信マイクロ波信号に変換し、その送信マイクロ波信号を直流成分分離部 3 4 - n に出力する。

【 0 0 3 3 】

ここで、O/E 変換器 3 3 - n が、例えば、フォトダイオードで構成されており、フォトダイオードが、周波数 R_F の無変調連続波である CW 信号によって強度変調されている信号光を電気信号に変換する場合の電界式は、下記の式 (1) によって与えられる。

$$E = C \exp i(\omega_0 t + \phi_c) + A \exp i\{(\omega_0 + \omega_{RF})t + \phi_c + \phi_{RF}\} + A \exp i\{(\omega_0 - \omega_{RF})t + \phi_c - \phi_{RF}\} \quad (1)$$

式 (1) において、右辺第 1 項は光搬送波の電界、第 2 項は強度変調による上側波帯の電界、第 3 項は強度変調による下側波帯の電界である。

また、C は光搬送波の電界振幅、A は強度変調による側波帯の電界振幅である。

ω_0 は光搬送波の周波数、 ϕ_c は光搬送波の位相、 ϕ_{RF} は CW 信号の位相、t は時間である。

【 0 0 3 4 】

フォトダイオードによる光信号の O/E 変換は、電流 / 光パワー変換を行う二乗検波であるため、フォトダイオードの出力電流 i_{PD} は、下記の式 (2) によって与えられる。

$$i_{PD} \propto |C \exp i(\omega_0 t + \phi_c) + A \exp i\{(\omega_0 + \omega_{RF})t + \phi_c + \phi_{RF}\} + A \exp i\{(\omega_0 - \omega_{RF})t + \phi_c - \phi_{RF}\}|^2 \\ = C^2 + 2A^2 + 4CA \cos(\omega_{RF}t + \phi_{RF}) \quad (2)$$

式 (2) において、右辺第 1 項及び第 2 項が直流成分であり、第 3 項が周波数 R_F の変調 CW 信号である。

【 0 0 3 5 】

アンテナ側の装置 2 における直流成分分離部 3 4 - n ($n = 1, 2, \dots, N$) は、O/E 変換器 3 3 - n が波長 t_n の信号光を送信マイクロ波信号に変換すると、その送信マイクロ波信号から直流成分を分離し、その直流成分を駆動用電力として E/O 変換器 2 7 - m に供給するとともに、その直流成分を分離した送信マイクロ波信号を送信アンテナ # n に出力する。

例えば、O/E 変換器 3 3 - n がフォトダイオードで構成されている場合、直流成分分離部 3 4 - n が、送信マイクロ波信号から式 (2) における右辺第 1 項及び第 2 項の直流成分を分離し、その直流成分を駆動用電力として E/O 変換器 2 7 - m に供給する。また、式 (2) における右辺第 3 項の変調 CW 信号を送信アンテナ # n に出力する。

ここでは、直流成分分離部 3 4 - n が直流成分を分離した送信マイクロ波信号を送信アンテナ # n に出力する例を示しているが、送信マイクロ波信号が RF 信号で変調されている電気信号である場合に限り、送信アンテナ # n に出力するようにして、送信マイクロ波

10

20

30

40

50

信号がRF信号で変調されていない電気信号である場合には、送信アンテナ#nに出力しないようにしてもよい。

【0036】

次に、光マイクロ波伝送装置が信号を受信する場合の処理内容を説明する。

アンテナ側の装置2におけるE/O変換器27-m ($m = 1, 2, \dots, M$)は、直流成分分離部34-nから出力された電力によって駆動され、受信アンテナ#mの受信信号である受信マイクロ波信号(RF信号で変調されている電気信号)を単一波長の信号光である波長 r_m の信号光に変換し、波長 r_m の信号光をWDM32に出力する。

アンテナ側の装置2におけるWDM32は、E/O変換器27-1~27-Mから波長 $r_1 \sim r_M$ の信号光を受けると、波長 $r_1 \sim r_M$ の信号光を合波して、合波後の信号光である波長多重信号光を光ファイバ3に出力する。

これにより、この波長多重信号光は、光ファイバ3を通じて基地局側の装置1に伝送される。

【0037】

基地局側の装置1におけるWDM12は、アンテナ側の装置2から出力された波長多重信号光を受けると、その波長多重信号光を波長 $r_1 \sim r_M$ の信号光に分離し、分離後の波長 r_m ($m = 1, 2, \dots, M$)の信号光をO/E変換器13-mに出力する。

基地局側の装置1におけるO/E変換器13-m ($m = 1, 2, \dots, M$)は、WDM12から波長 r_m の信号光を受けると、波長 r_m の信号光を受信マイクロ波信号(RF信号で変調されている電気信号)に変換する。

【0038】

以上で明らかかなように、この実施の形態2によれば、アンテナ側の装置2が、O/E変換器33-nにより変換された送信マイクロ波信号から直流成分を分離し、その直流成分を駆動用電力としてE/O変換器27-mに供給する直流成分分離部34-n ($n = 1, 2, \dots, N$)を備えるように構成したので、信号の受信系においては、PVを実装する必要がなくなり、必要なPVの個数を低減することができる効果を奏する。

【0039】

また、この実施の形態2によれば、上記実施の形態1と同様に、基地局側の装置1とアンテナ側の装置2が、光ファイバ3,4によって接続されており、電気ケーブルによる接続ではない。このため、落雷時のサージ電流による装置の故障を防止することができ、耐雷性が向上している。また、電気ケーブルによる接続ではないため、絶縁性が高くなり、アンテナ放射パターンへの影響を極小化することが可能である。

なお、図2の光マイクロ波伝送装置には実装されていないが、アンテナ側の装置2がRF増幅器などのアクティブデバイスを実装している場合には、給電光分岐部21により分岐された給電光を電力に変換して、その電力をアクティブデバイスに出力するPVをアンテナ側の装置2に実装するようにしてもよい。

【0040】

実施の形態3

図3はこの発明の実施の形態3による光マイクロ波伝送装置を示す構成図であり、図3において、図2と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

無バイアスO/E変換器40-n ($n = 1, 2, \dots, N$)は無バイアスで駆動され、WDM32から出力された波長 t_n ($n = 1, 2, \dots, N$)の信号光を送信マイクロ波信号(RF信号で変調されている電気信号)に変換する無バイアス光電変換器である。

無バイアスO/E変換器40-nとしては、例えば、単一走行キャリアフォトダイオード(UTC-PD)などが想定されるが、無バイアスで駆動可能なO/E変換器であれば、どのようなO/E変換器でもよい。

【0041】

この実施の形態3では、O/E変換器33-nの代わりに、無バイアスO/E変換器40-nが実装されている点で、上記実施の形態2と相違している。無バイアスO/E変換

10

20

30

40

50

器 40 - n が実装されている場合、O / E 変換器 33 - n に電力を供給する PV 31 - n や給電光分岐部 21 が不要になる。

また、基地局側の装置 1 においても、給電用光源 14 が不要になる。したがって、この実施の形態 3 によれば、PV 31 - n、給電光分岐部 21 及び給電用光源 14 が不要になるため、上記実施の形態 2 よりも装置の小型化を図ることができる効果を奏する。

基地局側の装置 1 における E / O 変換器 11 - n は、上記実施の形態 2 と異なり、電気信号である送信信号 # n を受けていないときは、送信信号 # n が変調されていない波長 t_n の信号光を WDM 12 に出力する必要がなく、送信信号 # n を受けたときだけ、送信信号 # n が変調されている波長 t_n の信号光を WDM 12 に出力すればよい。

【 0042 】

なお、本願発明はその発明の範囲内において、各実施の形態の自由な組み合わせ、あるいは各実施の形態の任意の構成要素の変形、もしくは各実施の形態において任意の構成要素の省略が可能である。

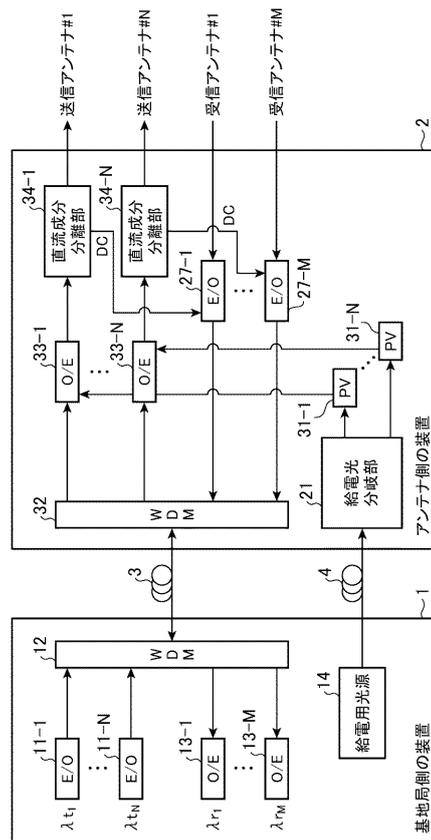
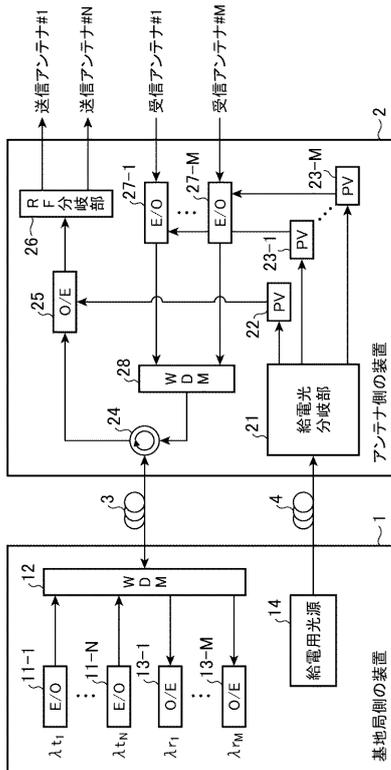
【 符号の説明 】

【 0043 】

1 基地局側の装置、2 アンテナ側の装置、3 光ファイバ（第1の光ファイバ）、4 光ファイバ（第2の光ファイバ）、11 - 1 ~ 11 - N E / O 変換器（電光変換器）、12 WDM（波長分割多重器）、13 - 1 ~ 13 - M O / E 変換器（光電変換器）、14 給電用光源、21 給電光分岐部、22 PV（第1の光起電力素子）、23 - 1 ~ 23 - M PV（第2の光起電力素子）、24 光サーキュレータ、25 O / E 変換器（光電変換器）、26 RF 分岐部（信号分岐部）、27 - 1 ~ 27 - M E / O 変換器（電光変換器）、28 WDM（波長分割多重器）、31 - 1 ~ 31 - N PV（光起電力素子）、32 WDM（波長分割多重器）、33 - 1 ~ 33 - N O / E 変換器（光電変換器）、34 - 1 ~ 34 - N 直流成分分離部、40 - 1 ~ 40 - N 無バイアス O / E 変換器（無バイアス光電変換器）。

【 図 1 】

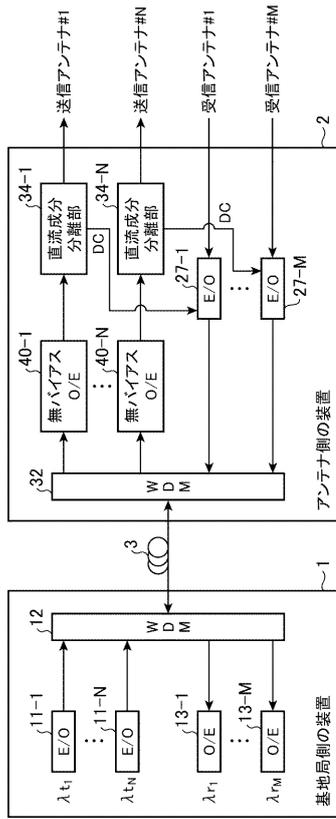
【 図 2 】



10

20

【 図 3 】



フロントページの続き

(72)発明者 西岡 隼也

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 原口 英介

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 安藤 俊行

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

Fターム(参考) 5K102 AA15 AB13 AD01 AH26 AN03 PB00 PH41 PH48 PH49