

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4637014号
(P4637014)

(45) 発行日 平成23年2月23日(2011.2.23)

(24) 登録日 平成22年12月3日(2010.12.3)

(51) Int.Cl.		F I			
HO4J	11/00	(2006.01)	HO4J	11/00	B
HO4B	10/04	(2006.01)	HO4B	9/00	L
HO4B	10/06	(2006.01)	HO4B	9/00	N
HO4B	10/142	(2006.01)			
HO4B	10/152	(2006.01)			

請求項の数 8 (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2005-365105 (P2005-365105)
 (22) 出願日 平成17年12月19日(2005.12.19)
 (65) 公開番号 特開2007-173958 (P2007-173958A)
 (43) 公開日 平成19年7月5日(2007.7.5)
 審査請求日 平成20年1月21日(2008.1.21)

(73) 特許権者 000004226
 日本電信電話株式会社
 東京都千代田区大手町二丁目3番1号
 (74) 代理人 100083806
 弁理士 三好 秀和
 (74) 代理人 100120455
 弁理士 勝 治人
 (72) 発明者 枚田 明彦
 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
 本電信電話株式会社内
 (72) 発明者 山口 良一
 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
 本電信電話株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ミリ波無線通信システム、ミリ波無線通信方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

一定の周波数間隔で複数の光スペクトルを有する光コム信号を発生する光コム信号発生器と、

前記光コム信号を複数の出力に分岐する光カプラと、

分岐された前記各光コム信号から、それぞれ異なる周波数間隔の2本の光スペクトルを抽出する複数の光フィルタと、

データ信号を用いて、当該2本の光スペクトルの組それぞれについて変調をかける複数の光変調器と、

変調された当該2本の光スペクトルの組それぞれについて両者の周波数間隔に等しい周波数のミリ波信号に変換する複数の光電変換器と、

変換された複数の異なる周波数の当該ミリ波信号を合波するミリ波カプラと、

合波された当該ミリ波信号を空間に放射するアンテナと、

を有することを特徴とするミリ波無線通信システム。

【請求項2】

一定の周波数間隔で複数の光スペクトルを有する光コム信号を発生する光コム信号発生器と、

前記光コム信号を複数の出力に分岐する第1光カプラと、

分岐された前記各光コム信号から、それぞれ異なる周波数間隔の2本の光スペクトルを抽出する複数の光フィルタと、

10

20

当該2本の光スペクトルの組それぞれを2つの出力に分岐する複数の第2光カプラと、
データ信号を用いて、前記第2光カプラにより分岐された当該2本の光スペクトルの組
それぞれについて変調をかける複数の光変調器と、

変調された当該2本の光スペクトルの組それぞれについて両者の周波数間隔に等しい周
波数のミリ波信号に変換する複数の光電変換器と、

前記各第2光カプラによりそれぞれ分岐された一方の出力から得られた当該ミリ波信号
を合波する第1ミリ波カプラと、

前記各第2光カプラによりそれぞれ分岐された他方の出力から得られた当該ミリ波信号
を合波する第2ミリ波カプラと、

前記第1ミリ波カプラから伝送される当該ミリ波信号を入力する水平偏波ポートと、

前記第2ミリ波カプラから伝送される当該ミリ波信号を入力する垂直偏波ポートと、

前記水平偏波ポートへ入力された当該ミリ波信号と前記垂直偏波ポートへ入力された当
該ミリ波信号とを空間に放射する偏波分離アンテナと、

を有することを特徴とするミリ波無線通信システム。

10

【請求項3】

一定の周波数間隔で複数の光スペクトルを有する光コム信号を発生する光コム信号発生
器と、

前記光コム信号を複数の出力に分岐する第1光カプラと、

分岐された前記各光コム信号から、それぞれ異なる周波数間隔の2本の光スペクトルを
抽出する複数の光フィルタと、

20

当該2本の光スペクトルの組それぞれを2つの出力に分岐する複数の第2光カプラと、
データ信号を用いて、前記第2光カプラにより分岐された当該2本の光スペクトルの組
それぞれについて変調をかける複数の光変調器と、

前記各第2光カプラによりそれぞれ分岐された一方の出力から得られた変調後の当該2
本の光スペクトルの組を合波する第3光カプラと、

前記各第2光カプラによりそれぞれ分岐された他方の出力から得られた変調後の当該2
本の光スペクトルの組を合波する第4光カプラと、

前記第3光カプラにより合波された当該2本の光スペクトルの組それぞれについて両者
の周波数間隔に等しい周波数のミリ波信号に変換する第1光電変換器と、

前記第4光カプラにより合波された当該2本の光スペクトルの組それぞれについて両者
の周波数間隔に等しい周波数のミリ波信号に変換する第2光電変換器と、

30

前記第1光電変換器により変換された当該ミリ波信号から不要な周波数成分を除去する
第1ミリ波フィルタと、

前記第2光電変換器により変換された当該ミリ波信号から不要な周波数成分を除去する
第2ミリ波フィルタと、

前記第1ミリ波フィルタから伝送される当該ミリ波信号を入力する水平偏波ポートと、

前記第2ミリ波フィルタから伝送される当該ミリ波信号を入力する垂直偏波ポートと、

前記水平偏波ポートへ入力された当該ミリ波信号と前記垂直偏波ポートへ入力された当
該ミリ波信号とを空間に放射する偏波分離アンテナと、

を有することを特徴とするミリ波無線通信システム。

40

【請求項4】

前記光フィルタにより抽出された2本の光スペクトルの周波数間隔を変更する周波数シ
フトを更に有することを特徴とする請求項1乃至3いずれか1項に記載のミリ波無線通信
システム。

【請求項5】

光コム信号発生器により、一定の周波数間隔で複数の光スペクトルを有する光コム信号
を発生する第1ステップと、

光カプラにより、前記光コム信号を複数の出力に分岐する第2ステップと、

光フィルタにより、分岐された前記各光コム信号から、それぞれ異なる周波数間隔の2
本の光スペクトルを抽出する第3ステップと、

50

光変調器により、データ信号を用いて、当該2本の光スペクトルの組それぞれについて変調をかける第4ステップと、

光電変換器により、変調された当該2本の光スペクトルの組それぞれについて両者の周波数間隔に等しい周波数のミリ波信号に変換する第5ステップと、

ミリ波カプラにより、変換された複数の異なる周波数の当該ミリ波信号を合波する第6ステップと、

アンテナにより、合波された当該ミリ波信号を空間に放射する第7ステップと、

を有することを特徴とするミリ波無線通信方法。

【請求項6】

光コム信号発生器により、一定の周波数間隔で複数の光スペクトルを有する光コム信号を発生する第1ステップと、

第1光カプラにより、前記光コム信号を複数の出力に分岐する第2ステップと、

光フィルタにより、分岐された前記各光コム信号から、それぞれ異なる周波数間隔の2本の光スペクトルを抽出する第3ステップと、

第2光カプラにより、当該2本の光スペクトルの組それぞれを2つの出力に分岐する第4ステップと、

光変調器により、データ信号を用いて、前記第2光カプラにより分岐された当該2本の光スペクトルの組それぞれについて変調をかける第5ステップと、

光電変換器により、変調された当該2本の光スペクトルの組それぞれについて両者の周波数間隔に等しい周波数のミリ波信号に変換する第6ステップと、

第1ミリ波カプラにより、前記各第2光カプラによりそれぞれ分岐された一方の出力から得られた当該ミリ波信号を合波すると共に、第2ミリ波カプラにより、前記各第2光カプラによりそれぞれ分岐された他方の出力から得られた当該ミリ波信号を合波する第7ステップと、

前記第1ミリ波カプラから伝送される当該ミリ波信号を水平偏波ポートへ入力すると共に、前記第2ミリ波カプラから伝送される当該ミリ波信号を垂直偏波ポートへ入力する第8ステップと、

偏波分離アンテナにより、前記水平偏波ポートへ入力された当該ミリ波信号と前記垂直偏波ポートへ入力された当該ミリ波信号とを空間に放射する第9ステップと、

を有することを特徴とするミリ波無線通信方法。

【請求項7】

光コム信号発生器により、一定の周波数間隔で複数の光スペクトルを有する光コム信号を発生する第1ステップと、

第1光カプラにより、前記光コム信号を複数の出力に分岐する第2ステップと、

光フィルタにより、分岐された前記各光コム信号から、それぞれ異なる周波数間隔の2本の光スペクトルを抽出する第3ステップと、

第2光カプラにより、当該2本の光スペクトルの組それぞれを2つの出力に分岐する第4ステップと、

光変調器により、データ信号を用いて、前記第2光カプラにより分岐された当該2本の光スペクトルの組それぞれについて変調をかける第5ステップと、

第3光カプラにより、前記各第2光カプラによりそれぞれ分岐された一方の出力から得られた変調後の当該2本の光スペクトルの組を合波すると共に、第4光カプラにより、前記各第2光カプラによりそれぞれ分岐された他方の出力から得られた変調後の当該2本の光スペクトルの組を合波する第6ステップと、

第1光電変換器により、前記第3カプラにより合波された当該2本の光スペクトルの組それぞれについて両者の周波数間隔に等しい周波数のミリ波信号に変換すると共に、第2光電変換器により、前記第4カプラにより合波された当該2本の光スペクトルの組それぞれについて両者の周波数間隔に等しい周波数のミリ波信号に変換する第7ステップと、

第1ミリ波フィルタにより、前記第1光電変換器により変換された当該ミリ波信号から不要な周波数成分を除去すると共に、第2ミリ波フィルタにより、前記第2光電変換器に

10

20

30

40

50

より変換された当該ミリ波信号から不要な周波数成分を除去する第 8 ステップと、

前記第 1 ミリ波フィルタから伝送される当該ミリ波信号を水平偏波ポートへ入力すると共に、前記第 2 ミリ波フィルタから伝送される当該ミリ波信号を垂直偏波ポートへ入力する第 9 ステップと、

偏波分離アンテナにより、前記水平偏波ポートへ入力された当該ミリ波信号と前記垂直偏波ポートへ入力された当該ミリ波信号とを空間に放射する第 10 ステップと、

を有することを特徴とするミリ波無線通信方法。

【請求項 8】

周波数シフタにより、前記第 3 ステップにおいて抽出された 2 本の光スペクトルの周波数間隔を変更するステップを更に有することを特徴とする請求項 5 乃至 7 いずれか 1 項に記載のミリ波無線通信方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マルチチャネルデータ伝送が可能なミリ波無線通信システム、及びミリ波無線通信方法に関する。

【背景技術】

【0002】

現在、無線通信において広帯域マルチチャネル伝送の需要が高まっている。狭帯域データ伝送では、図 7 に示すように、データ信号 1 をマイクロ波信号（周波数 f_a ）により中間周波数へ変調した IF 信号と、データ信号 2 を異なるマイクロ波信号（周波数 f_b ）により中間周波数へ変調した IF 信号と、をマイクロ波カップラ 100 により合波し、合波された IF 信号を用いてキャリア信号（周波数 f_{10} ）に変調器 200 により変調をかけてアンテナ 70 から伝送する方法（以下、「第 1 の方法」という）がある。

20

【0003】

他方、広帯域データ伝送を可能とする方法として、図 8 に示すように、データ信号 1 をミリ波帯のキャリア信号（周波数 f_{11} ）に変調器 200 により直接変調した信号と、他のデータ信号 2、データ信号 3、及びデータ信号 4 を各々異なる変調器 201、変調器 202、及び変調器 203 によりミリ波帯のキャリア信号（周波数 f_{12} 、周波数 f_{13} 、及び周波数 f_{14} ）に直接変調した信号と、をミリ波カップラ 60 により合波し、合波された信号をアンテナ 70 から伝送する手法（以下、「第 2 の方法」という）がある（非特許文献 1 参照）。

30

【非特許文献 1】“ A wireless video home-link using 60 GHz band: a study of non-linear distortion ” Proceedings of 30th European Microwave Conference, 3 - 5 Oct. 2000, Paris, France (vol. 1) 301 - 4, 2000

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0004】

しかしながら、第 1 の方法は、通常 2 GHz 程度が用いられる中間周波数には、データ信号をキャリア信号に直接変調するよりも少ないデータしか載せることができないため、伝送可能なデータ信号の帯域に制限が生じるという問題がある。

【0005】

また、第 2 の方法は、チャネル数と同数のミリ波信号発生器が必要であるため、システムが高額化するという問題がある。

【0006】

本発明は、上記を鑑みてなされたものであり、複数のミリ波信号発生器を利用することなく、広帯域マルチチャネル伝送を可能とすることを課題とする。

50

【課題を解決するための手段】

【0007】

第1の本発明に係るミリ波無線通信システムは、一定の周波数間隔で複数の光スペクトルを有する光コム信号を発生する光コム信号発生器と、前記光コム信号を複数の出力に分岐する光カプラと、分岐された前記各光コム信号から、それぞれ異なる周波数間隔の2本の光スペクトルを抽出する複数の光フィルタと、データ信号を用いて、当該2本の光スペクトルの組それぞれについて変調をかける複数の光変調器と、変調された当該2本の光スペクトルの組それぞれについて両者の周波数間隔に等しい周波数のミリ波信号に変換する複数の光電変換器と、変換された複数の異なる周波数の当該ミリ波信号を合波するミリ波カプラと、合波された当該ミリ波信号を空間に放射するアンテナと、を有することを特徴とする。

10

【0008】

本発明にあつては、単一の光コム信号発生器から発生する光コム信号を光カプラにより複数の出力に分岐し、分岐された光コム信号から所定の周波数間隔を有する2本の光スペクトルを光フィルタにより抽出後、光変調器を用いてデータ信号により変調を行い、光電変換器により当該周波数間隔に等しい周波数のミリ波信号へそれぞれ変換し、その後、ミリ波カプラにより合波された異なる周波数の各ミリ波信号がアンテナから放射されるので、単一の光コム信号発生器を用いて多重ミリ波無線通信システムを構築することが可能となる。

【0009】

20

第2の本発明に係るミリ波無線通信システムは、一定の周波数間隔で複数の光スペクトルを有する光コム信号を発生する光コム信号発生器と、前記光コム信号を複数の出力に分岐する第1光カプラと、分岐された前記各光コム信号から、それぞれ異なる周波数間隔の2本の光スペクトルを抽出する複数の光フィルタと、当該2本の光スペクトルの組それぞれを2つの出力に分岐する複数の第2光カプラと、データ信号を用いて、前記第2光カプラにより分岐された当該2本の光スペクトルの組それぞれについて変調をかける複数の光変調器と、変調された当該2本の光スペクトルの組それぞれについて両者の周波数間隔に等しい周波数のミリ波信号に変換する複数の光電変換器と、前記各第2光カプラによりそれぞれ分岐された一方の出力から得られた当該ミリ波信号を合波する第1ミリ波カプラと、前記各第2光カプラによりそれぞれ分岐された他方の出力から得られた当該ミリ波信号を合波する第2ミリ波カプラと、前記第1ミリ波カプラから伝送される当該ミリ波信号を入力する水平偏波ポートと、前記第2ミリ波カプラから伝送される当該ミリ波信号を入力する垂直偏波ポートと、前記水平偏波ポートへ入力された当該ミリ波信号と前記垂直偏波ポートへ入力された当該ミリ波信号とを空間に放射する偏波分離アンテナと、を有することを特徴とする。

30

【0010】

本発明にあつては、単一の光コム信号発生器から発生した光コム信号を光カプラにより複数の出力に分岐し、分岐後に光フィルタにより抽出された当該2本の光スペクトルに対して光カプラを用いて更に2つの出力に分岐したものを偏波多重することができるので、第1の本発明に係るミリ波無線通信システムと比べて、より多く多重されたミリ波無線通信システムを実現することが可能となる。

40

【0011】

また、光電変換器を水平偏波ポート又は垂直偏波ポートに配置することにより偏波分離アンテナの直近までミリ波信号を光スペクトルの状態で伝送することが可能であるので、ワイヤグリッドを用いたガウシアン光学レンズアンテナのように水平偏波ポートと垂直偏波ポートの距離が離れていた場合でもミリ波信号を減衰させることなく水平偏波ポート又は垂直偏波ポートに伝送することが可能である。

【0012】

第3の本発明に係るミリ波無線通信システムは、一定の周波数間隔で複数の光スペクトルを有する光コム信号を発生する光コム信号発生器と、前記光コム信号を複数の出力に分

50

岐する第1光カプラと、分岐された前記各光コム信号から、それぞれ異なる周波数間隔の2本の光スペクトルを抽出する複数の光フィルタと、当該2本の光スペクトルの組それぞれを2つの出力に分岐する複数の第2光カプラと、データ信号を用いて、前記第2光カプラにより分岐された当該2本の光スペクトルの組それぞれについて変調をかける複数の光変調器と、前記各第2光カプラによりそれぞれ分岐された一方の出力から得られた変調後の当該2本の光スペクトルの組を合波する第3光カプラと、前記各第2光カプラによりそれぞれ分岐された他方の出力から得られた変調後の当該2本の光スペクトルの組を合波する第4光カプラと、前記第3光カプラにより合波された当該2本の光スペクトルの組それぞれについて両者の周波数間隔に等しい周波数のミリ波信号に変換する第1光電変換器と、前記第4光カプラにより合波された当該2本の光スペクトルの組それぞれについて両者の周波数間隔に等しい周波数のミリ波信号に変換する第2光電変換器と、前記第1光電変換器により変換された当該ミリ波信号から不要な周波数成分を除去する第1ミリ波フィルタと、前記第2光電変換器により変換された当該ミリ波信号から不要な周波数成分を除去する第2ミリ波フィルタと、前記第1ミリ波フィルタから伝送される当該ミリ波信号を入力する水平偏波ポートと、前記第2ミリ波フィルタから伝送される当該ミリ波信号を入力する垂直偏波ポートと、前記水平偏波ポートへ入力された当該ミリ波信号と前記垂直偏波ポートへ入力された当該ミリ波信号とを空間に放射する偏波分離アンテナと、を有することを特徴とする。

10

【0013】

本発明にあっては、第2の本発明に係るミリ波無線通信システムと比べて、高額とされるミリ波帯の光電変換器の数量を削減し、更に、高額であり尚且つ設計が難しいとされるミリ波カプラをミリ波フィルタに置き換えることができるので、更にコストを削減する構成を実現することが可能である。

20

【0014】

上記全てのミリ波無線通信システムにおいて、前記光フィルタにより抽出された2本の光スペクトルの周波数間隔を変更する周波数シフトを更に有することを特徴とする。

【0015】

本発明にあっては、光フィルタにより抽出された当該2本の光スペクトルの周波数間隔を、周波数シフトにより変更することができるので、第1乃至第3の本発明に係るミリ波無線システムと比べて、キャリア周波数の整数倍以外の周波数をキャリア周波数として選択することが可能である。

30

【0016】

第1の本発明に係るミリ波無線通信方法は、光コム信号発生器により、一定の周波数間隔で複数の光スペクトルを有する光コム信号を発生する第1ステップと、光カプラにより、前記光コム信号を複数の出力に分岐する第2ステップと、光フィルタにより、分岐された前記各光コム信号から、それぞれ異なる周波数間隔の2本の光スペクトルを抽出する第3ステップと、光変調器により、データ信号を用いて、当該2本の光スペクトルの組それぞれについて変調をかける第4ステップと、光電変換器により、変調された当該2本の光スペクトルの組それぞれについて両者の周波数間隔に等しい周波数のミリ波信号に変換する第5ステップと、ミリ波カプラにより、変換された複数の異なる周波数の当該ミリ波信号を合波する第6ステップと、アンテナにより、合波された当該ミリ波信号を空間に放射する第7ステップと、を有することを特徴とする。

40

【0017】

第2の本発明に係るミリ波無線通信方法は、光コム信号発生器により、一定の周波数間隔で複数の光スペクトルを有する光コム信号を発生する第1ステップと、第1光カプラにより、前記光コム信号を複数の出力に分岐する第2ステップと、光フィルタにより、分岐された前記各光コム信号から、それぞれ異なる周波数間隔の2本の光スペクトルを抽出する第3ステップと、第2光カプラにより、当該2本の光スペクトルの組それぞれを2つの出力に分岐する第4ステップと、光変調器により、データ信号を用いて、前記第2光カプラにより分岐された当該2本の光スペクトルの組それぞれについて変調をかける第5ステ

50

ップと、光電変換器により、変調された当該2本の光スペクトルの組それぞれについて両者の周波数間隔に等しい周波数のミリ波信号に変換する第6ステップと、第1ミリ波カプラにより、前記各第2光カプラによりそれぞれ分岐された一方の出力から得られた当該ミリ波信号を合波すると共に、第2ミリ波カプラにより、前記各第2光カプラによりそれぞれ分岐された他方の出力から得られた当該ミリ波信号を合波する第7ステップと、前記第1ミリ波カプラから伝送される当該ミリ波信号を水平偏波ポートへ入力すると共に、前記第2ミリ波カプラから伝送される当該ミリ波信号を垂直偏波ポートへ入力する第8ステップと、偏波分離アンテナにより、前記水平偏波ポートへ入力された当該ミリ波信号と前記垂直偏波ポートへ入力された当該ミリ波信号とを空間に放射する第9ステップと、を有することを特徴とする。

10

【0018】

第3の本発明に係るミリ波無線通信方法は、光コム信号発生器により、一定の周波数間隔で複数の光スペクトルを有する光コム信号を発生する第1ステップと、第1光カプラにより、前記光コム信号を複数の出力に分岐する第2ステップと、光フィルタにより、分岐された前記各光コム信号から、それぞれ異なる周波数間隔の2本の光スペクトルを抽出する第3ステップと、第2光カプラにより、当該2本の光スペクトルの組それぞれを2つの出力に分岐する第4ステップと、光変調器により、データ信号を用いて、前記第2光カプラにより分岐された当該2本の光スペクトルの組それぞれについて変調をかける第5ステップと、第3光カプラにより、前記各第2光カプラによりそれぞれ分岐された一方の出力から得られた変調後の当該2本の光スペクトルの組を合波すると共に、第4光カプラにより、前記各第2光カプラによりそれぞれ分岐された他方の出力から得られた変調後の当該2本の光スペクトルの組を合波する第6ステップと、第1光電変換器により、前記第3カプラにより合波された当該2本の光スペクトルの組それぞれについて両者の周波数間隔に等しい周波数のミリ波信号に変換すると共に、第2光電変換器により、前記第4カプラにより合波された当該2本の光スペクトルの組それぞれについて両者の周波数間隔に等しい周波数のミリ波信号に変換する第7ステップと、第1ミリ波フィルタにより、前記第1光電変換器により変換された当該ミリ波信号から不要な周波数成分を除去すると共に、第2ミリ波フィルタにより、前記第2光電変換器により変換された当該ミリ波信号から不要な周波数成分を除去する第8ステップと、前記第1ミリ波フィルタから伝送される当該ミリ波信号を水平偏波ポートへ入力すると共に、前記第2ミリ波フィルタから伝送される当該ミリ波信号を垂直偏波ポートへ入力する第9ステップと、偏波分離アンテナにより、前記水平偏波ポートへ入力された当該ミリ波信号と前記垂直偏波ポートへ入力された当該ミリ波信号とを空間に放射する第10ステップと、を有することを特徴とする。

20

30

【0019】

上記全てのミリ波無線通信方法において、周波数シフタにより、前記第3ステップにおいて抽出された2本の光スペクトルの周波数間隔を変更するステップを更に有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、複数のミリ波信号発生器を利用することなく、広帯域マルチチャネル伝送を可能とすることができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下、本発明の実施の形態について図面を用いて説明する。

【0022】

図1は、第1の実施形態に係る周波数多重ミリ波無線通信システムを示す模式図である。図1に示すように、本周波数多重ミリ波無線通信システムは、光コム信号発生器10、光カプラ20、光フィルタ30、光フィルタ31、光変調器40、光変調器41、光電変換器50、光電変換器51、ミリ波カプラ60、及びアンテナ70を有する構成である。

【0023】

50

光電変換器 50 及び光電変換器 51 の一例として、単一走行キャリア・フォトダイオード (UTC - PD) を利用することが可能である。

【0024】

次に、本周波数多重ミリ波無線通信システムの動作について説明する。

【0025】

光コム信号発生器 10 は、周波数 (f_1) の信号を入力することにより、周波数間隔 (f_1) の多数の光スペクトルを有する光コム信号を発生する。光コム信号発生器 10 に接続された光カプラ 20 は、光コム信号発生器 10 により発生した光コム信号を、2 つの出力 (光コム信号 A、光コム信号 B) に分岐する。光フィルタ 30 は、光カプラ 20 により分岐された一方の光コム信号 A から、周波数間隔 ($m \times f_1$ 、 m は任意の整数) を有する 2 本の光スペクトルを抽出する。当該 2 本の光スペクトルは、光変調器 40 により、データ信号 1 を用いて変調される。光電変換器 50 は、光変調器 40 から送られてきた当該 2 本の光スペクトルを、当該周波数間隔に相当する周波数 ($m \times f_1$) を有するミリ波帯の電気信号に変換する。尚、光電変換器 50 の動作については後述する。

10

【0026】

同様に、光フィルタ 31 は、光カプラ 20 により分岐された他方の光コム信号 B から、上記とは異なる周波数間隔 ($n \times f_1$ 、 n は任意の整数) を有する 2 本の光スペクトルを抽出する。当該 2 本の光スペクトルは、光変調器 41 により、データ信号 2 を用いて変調される。光電変換器 51 は、光変調器 41 から送信されてきた当該 2 本の光スペクトルを、当該周波数間隔に相当する周波数 ($n \times f_1$) を有するミリ波帯の電気信号に変換する。尚、光電変換器 51 の動作についても後述する。

20

【0027】

光電変換器 50 により変換された周波数 ($m \times f_1$) を有するミリ波信号と、光電変換器 51 により変換された周波数 ($n \times f_1$) を有するミリ波信号とは、ミリ波カプラ 60 により合波され、アンテナ 70 により空間に放射される。

【0028】

次に、光電変換器 50 と光電変換器 51 との動作について説明をする。以下、光電変換器 50 を例に説明する。

【0029】

光変調器 40 によりデータ信号 1 が重畳された当該 2 本の光スペクトルは、光電変換器 50 により電気信号に変換される。光電変換器 50 として利用されるフォトダイオード内では、フォトミキシングが生じるため、周波数の異なる 2 本の光スペクトルが入力された場合、その周波数間隔に相当する周波数成分を有する電気信号が出力される。

30

【0030】

従来の光電変換器の周波数帯域は、光信号の必要帯域に比べて非常に狭い。例えば、一般的な PIN - PD の周波数帯域は 30 GHz 程度である。また、従来の光電変換器の出力は小さいため、アンテナに入力される電気信号を増幅しなければならない。更に、増幅器の周波数帯域は、光信号の必要帯域に比べて非常に小さい。例えば、一般的な増幅器の周波数帯域は 30 GHz 程度である。

【0031】

従い、ミリ波信号を発生するためには、光電変換器には広い帯域が必要である。近年、このような通信システムに適した光電変換器として UTC - PD が開発されている。UTC - PD は、100 GHz 以上の周波数帯域と 20 mW 以上の出力パワーを有しているため、増幅器の帯域に制限されることがない。故に、UTC - PD を光電変換器として用いると、光信号を 100 GHz 以上の周波数帯域を有するミリ波に変換することができる。

40

【0032】

本実施形態によれば、単一の光コム信号発生器 10 から発生する光コム信号を光カプラ 20 により 2 つの出力に分岐し、分岐された光コム信号から所定の周波数間隔を有する 2 本の光スペクトルを光フィルタ 30 及び光フィルタ 31 により抽出後、光変調器 40 及び光変調器 41 を用いてデータ信号 1 及びデータ信号 2 により変調を行い、光電変換器 50

50

及び光電変換器 5 1 により当該周波数間隔に等しい周波数のミリ波信号へそれぞれ変換し、その後、ミリ波カプラ 6 0 により合波された各ミリ波信号がアンテナ 7 0 から放射されるので、単一の光コム信号発生器 1 0 を用いて 2 チャンネルの多重ミリ波無線通信システムを構築することが可能となる。また、周波数 ($f 1$) の信号を光コム信号発生器に入力することにより周波数間隔 ($f 1$) の多数の光スペクトルを有する光コム信号が発生し、光フィルタにより抽出された周波数間隔 ($m \times f 1$) の 2 本の光スペクトルを利用することによりデータ信号を重畳することので、周波数 ($f 1$) の任意の整数倍の周波数をキャリア周波数として利用することができる。

【 0 0 3 3 】

図 2 は、第 2 の実施形態に係る周波数多重ミリ波無線通信システムを示す模式図である。本実施形態の基本的な構成は、図 1 で示した第 1 の実施形態と同様であるが、光フィルタ 3 0 により抽出された 2 本の光スペクトルを更に 2 つの出力に分岐するための光カプラ 2 1、光フィルタ 3 1 により抽出された 2 本の光スペクトルを更に 2 つの出力に分岐するための光カプラ 2 2、光カプラ 2 1 により分岐された当該 2 本の光スペクトルにデータ信号 3 を用いて変調をかける光変調器 4 2、光カプラ 2 2 により分岐された当該 2 本の光スペクトルにデータ信号 4 を用いて変調をかける光変調器 4 3、光変調器 4 2 から送信される当該 2 本の光スペクトルをミリ波信号に変換する光電変換器 5 2、光変調器 4 3 から送信される当該 2 本の光スペクトルをミリ波信号に変換する光電変換器 5 3、光電変換器 5 2 及び光電変換器 5 3 から送信される各ミリ波信号を合波するミリ波カプラ 6 1、及び、アンテナ 7 0 に代えて、水平偏波ポート 7 2 と垂直偏波ポート 7 3 とを有する偏波分離アンテナ 7 1 を更に有する構成である。

【 0 0 3 4 】

次に、本実施形態の動作について説明する。

【 0 0 3 5 】

光コム信号発生器 1 0 により発生した光コム信号が光カプラ 2 0 により分岐されるまでの動作については、第 1 の実施形態と同様であるので、ここでは説明を省略する。

【 0 0 3 6 】

光フィルタ 3 0 は、光カプラ 2 0 により分岐された一方の光コム信号 A から、周波数間隔 ($m \times f 1$) を有する 2 本の光スペクトルを抽出する。当該 2 本の光スペクトルは、光カプラ 2 1 により更に 2 つの出力に分岐される。光カプラ 2 1 により分岐された一方の当該 2 本の光スペクトルは、光変調器 4 0 によりデータ信号 1 を用いて変調された後、光電変換器 5 0 により当該周波数間隔に相当する周波数 ($m \times f 1$) を有するミリ波信号に変換される。また、光カプラ 2 1 により分岐された他方の当該 2 本の光スペクトルは、光変調器 4 2 によりデータ信号 3 を用いて変調された後、光電変換器 5 2 により当該周波数間隔に相当する周波数 ($m \times f 1$) を有するミリ波信号に変換される。

【 0 0 3 7 】

同様に、光フィルタ 3 1 は、光カプラ 2 0 により分岐された他方の光コム信号 B から、周波数間隔 ($n \times f 1$) を有する 2 本の光スペクトルを抽出する。当該 2 本の光スペクトルは、光カプラ 2 2 により更に 2 つの出力に分岐される。光カプラ 2 2 により分岐された一方の当該 2 本の光スペクトルは、光変調器 4 1 によりデータ信号 2 を用いて変調された後、光電変換器 5 1 により当該周波数間隔に相当する周波数 ($n \times f 1$) を有するミリ波信号に変換される。また、光カプラ 2 2 により分岐された他方の当該 2 本の光スペクトルは、光変調器 4 3 によりデータ信号 4 を用いて変調された後、光電変換器 5 3 により当該周波数間隔に相当する周波数 ($n \times f 1$) を有するミリ波信号に変換される。

【 0 0 3 8 】

ミリ波カプラ 6 0 は、光電変換器 5 0 と光電変換器 5 1 とから送信される各ミリ波信号を合波し、水平偏波ポート 7 2 に入力する。また、ミリ波カプラ 6 1 は、光電変換器 5 2 と光電変換器 5 3 とから送信される各ミリ波信号を合波し、垂直偏波ポート 7 3 に入力する。

【 0 0 3 9 】

10

20

30

40

50

偏波分離アンテナ 7 1 は、水平偏波ポート 7 2 に入力された当該ミリ波信号と垂直偏波ポート 7 3 に入力された当該ミリ波信号とを空間に放射する。

【 0 0 4 0 】

本実施形態によれば、単一の光コム信号発生器 1 0 から発生した光コム信号を光カブラ 2 0 により 2 つの出力に分岐し、分岐後に光フィルタ 3 0 及び光フィルタ 3 1 により抽出された当該 2 本の光スペクトルに対して、光カブラ 2 1 及び光カブラ 2 2 を用いて更に 2 つの出力に分岐したものを偏波多重することができるので、4 チャンネルの多重ミリ波無線通信システムを実現することが可能となる。

【 0 0 4 1 】

また、光電変換器 5 0 及び光電変換器 5 1 を水平偏波ポート 7 2 に配置することにより、又は光電変換器 5 2 及び光電変換器 5 3 を垂直偏波ポート 7 3 に配置することにより、偏波分離アンテナ 7 1 の直近までミリ波信号を光スペクトルの状態で伝送することが可能であるので、ワイヤグリッドを用いたガウシアン光学レンズアンテナのように水平偏波ポートと垂直偏波ポートの距離が離れていた場合でも、ミリ波信号を減衰させることなく水平偏波ポート又は垂直偏波ポートに伝送することが可能である。

【 0 0 4 2 】

図 3 は、第 3 の実施形態に係る周波数多重ミリ波無線通信システムを示す模式図である。本実施形態の基本的な構成は、図 1 で示した第 1 の実施形態と同様であるが、光フィルタ 3 0 により抽出された 2 本の光スペクトルを更に 2 つの出力に分岐するための光カブラ 2 1、光フィルタ 3 1 により抽出された 2 本の光スペクトルを更に 2 つの出力に分岐するための光カブラ 2 2、光カブラ 2 1 により分岐された当該 2 本の光スペクトルにデータ信号 3 を用いて変調をかける光変調器 4 2、光カブラ 2 2 により分岐された当該 2 本の光スペクトルにデータ信号 4 を用いて変調をかける光変調器 4 3、光変調器 4 0 及び光変調器 4 1 から送信される当該 2 本の光スペクトルの組それぞれを合波する光カブラ 2 3、光変調器 4 2 及び光変調器 4 3 から送信される当該 2 本の光スペクトルの組それぞれを合波する光カブラ 2 4、光カブラ 2 3 から送信される当該光スペクトルの組それぞれを各ミリ波信号に変換する光電変換器 5 0、光カブラ 2 4 から送信される当該光スペクトルの組それぞれを各ミリ波信号に変換する光電変換器 5 1、光電変換器 5 0 から送信される各ミリ波信号から当該ミリ波周波数成分以外の不要な周波数成分を除去するミリ波フィルタ 9 0、光電変換器 5 1 から送信される各ミリ波信号から当該ミリ波周波数成分以外の不要な周波数成分を除去するミリ波フィルタ 9 1、及び、アンテナ 7 0 に代えて、水平偏波ポート 7 2 と垂直偏波ポート 7 3 とを有する偏波分離アンテナ 7 1 を更に有する構成である。尚、本実施形態では、図 1 で示した第 1 の実施形態で使用したミリ波カブラ 6 0 は利用しない。

【 0 0 4 3 】

次に、本実施形態の動作について説明する。

【 0 0 4 4 】

光コム信号発生器 1 0 により発生した光コム信号から 2 本の光スペクトルを抽出し、各光変調器により各データ信号を用いて変調されるまでの動作は、第 2 の実施形態と同様であるので、ここでは説明を省略する。

【 0 0 4 5 】

光カブラ 2 3 は、光変調器 4 0 と光変調器 4 1 から送信される当該 2 本の光スペクトルの組それぞれを合波する。光電変換器 5 0 は、光カブラ 2 3 から送信される当該光スペクトルの組それぞれを、当該周波数間隔に相当する周波数 ($m \times f_1$ 、 $n \times f_1$ 、 m と n は任意の整数) を有する各ミリ波信号に変換する。ミリ波フィルタ 9 0 は、光電変換器 5 0 から送信される各ミリ波信号から当該ミリ波周波数成分以外の不要な周波数成分を除去した後、水平偏波ポート 7 2 に入力する。

【 0 0 4 6 】

同様に、光カブラ 2 4 は、光変調器 4 2 と光変調器 4 3 から送信される当該 2 本の光スペクトルの組それぞれを合波する。光電変換器 5 1 は、光カブラ 2 4 から送信される当該

10

20

30

40

50

光スペクトルの組それぞれを、当該周波数間隔に相当する周波数 ($m \times f_1$ 、 $n \times f_1$) を有する各ミリ波信号に変換する。ミリ波フィルタ 91 は、光電変換器 51 から送信される各ミリ波信号から当該ミリ波周波数成分以外の不要な周波数成分を除去した後、垂直偏波ポート 73 に入力する。

【0047】

偏波分離アンテナ 71 は、水平偏波ポート 72 に入力された各ミリ波信号と垂直偏波ポート 73 に入力された各ミリ波信号とを空間に放射する。

【0048】

本実施形態によれば、第 2 の実施形態と比べて、高額とされるミリ波帯の光電変換器の数量を削減し、更に、高額であり尚且つ設計が難しいとされるミリ波カプラ 60 をミリ波
10
フィルタ 90 及びミリ波フィルタ 91 に置き換えることができるので、更にコストを削減する構成を実現することが可能である。

【0049】

図 4 は、第 4 の実施形態に係る周波数多重ミリ波無線通信システムを示す模式図である。本実施形態の構成は、図 1 で示した第 1 の実施形態を構成する光フィルタ 30 と光変調器 40 との間に、周波数シフタ 80 を更に追加した構成である。周波数シフタ 80 以外の構成及び動作については、第 1 の実施形態の構成及び動作と同様であり、ここでは説明を省略する。

【0050】

光カプラ 20 により分岐された一方の光コム信号 A から光フィルタ 30 により抽出され
20
た周波数間隔 ($m \times f_1$ 、 m は任意の整数) を有する 2 本の光スペクトルは、周波数シフタ 80 により、所定の周波数間隔 ($m \times f_1 + f_c$ 、以下「 f_2 」とする) に変更される。変更された周波数間隔 (f_2) を有する当該 2 本の光スペクトルは、光電変換器 50 により、当該周波数間隔に相当する周波数 (f_2) を有するミリ波信号に変換される。

【0051】

周波数 (f_2) のミリ波信号と、光カプラ 20 により分岐された他方の光コム信号 B から得られた周波数 ($n \times f_1$ 、 n は任意の整数) のミリ波信号とは、ミリ波カプラ 60 により合波され、アンテナ 70 により空間に放射される。

【0052】

本実施形態によれば、光フィルタ 30 により抽出された当該 2 本の光スペクトルの周波
30
数間隔を、周波数シフタ 80 により変更することができるので、キャリア周波数の整数倍以外の周波数をキャリア周波数として選択することが可能である。

【0053】

図 5 は、第 5 の実施形態に係る周波数多重ミリ波無線通信システムを示す模式図である。本実施形態の基本的な構成は、図 2 で示した第 2 の実施形態と同様であるが、光フィルタ 32、光フィルタ 32 により抽出された 2 本の光スペクトルを更に 2 つの出力に分岐するための光カプラ 23、光カプラ 23 により分岐された一方の当該 2 本の光スペクトルにデータ信号 5 を用いて変調を行う光変調器 44、光カプラ 23 により分岐された他方の当該 2 本の光スペクトルにデータ信号 6 を用いて変調を行う光変調器 45、光変調器 44 から送信される当該 2 本の光スペクトルをミリ波信号に変換し尚且つミリ波カプラ 60 に接
40
続される光電変換器 54、光変調器 45 から送信される当該 2 本の光スペクトルをミリ波信号に変換し尚且つミリ波カプラ 60 に接続される光電変換器 55、を更に有する構成である。

【0054】

本実施形態の動作については、図 2 で示した第 2 の実施形態と同様であるので、主に本実施形態において追加された構成について説明を行う。

【0055】

光コム信号発生器 10 に接続された光カプラ 20 は、光コム信号発生器 10 により発生した光コム信号を、3 つの出力 (光コム信号 A、光コム信号 B、光コム信号 C) に分岐する。光フィルタ 32 は、分岐された光コム信号 C から周波数間隔 ($k \times f_1$ 、 k は任意の
50

整数)を有する2本の光スペクトルを抽出する。当該2本の光スペクトルは、光カプラ23により更に2つの出力に分岐され、分岐された一方の当該2本の光スペクトルは、光変調器44によりデータ信号5を用いて変調される。光電変換器54は、光変調器44から送られてきた当該2本の光スペクトルを、当該周波数間隔に相当する周波数($k \times f_1$)を有するミリ波信号に変換し、ミリ波カプラ60へ送信する。尚、光電変換器54の動作については、第1の実施形態で光電変換器50を用いて説明した動作と同様であるので、ここでは省略する。

【0056】

同様に、光カプラ23により分岐された他方の当該2本の光スペクトルは、光変調器45によりデータ信号6を用いて変調される。光電変換器55は、光変調器45から送られてきた当該2本の光スペクトルを、当該周波数間隔に相当する周波数($k \times f_1$)を有するミリ波信号に変換し、ミリ波カプラ61へ送信する。尚、光電変換器55の動作についても、第1の実施形態で光電変換器50を用いて説明した動作と同様であるので、ここでは省略する。

10

【0057】

ミリ波カプラ60は、光電変換器50、光電変換器51、及び光電変換器54から送信されてきた周波数($m \times f_1$ 、 $n \times f_1$ 、 $k \times f_1$)の各ミリ波信号を合波する。また、ミリ波カプラ61は、光電変換器52、光電変換器53、及び光電変換器55から送信されてきた周波数($m \times f_1$ 、 $n \times f_1$ 、 $k \times f_1$)の各ミリ波信号を合波する。

【0058】

これ以降の動作については、第2の実施形態と基本的に同様であるので、ここでは省略する。

20

【0059】

本実施形態によれば、単一の光コム信号発生器10から発生した光コム信号を光カプラ20により3つの出力(光コム信号A、光コム信号B、光コム信号C)に分岐し、更に光カプラ21、光カプラ22、及び光カプラ23により2つの出力に分岐することができるので、第2の実施形態と比べて2チャンネル多い6チャンネルの多重ミリ波無線通信システムを実現することが可能となる。

【0060】

図6は、第6の実施形態に係る周波数多重ミリ波無線通信システムを示す模式図である。本実施形態の基本的な構成は、図3で示した第3の実施形態と同様であるが、光フィルタ32、光フィルタ32により抽出された2本の光スペクトルを更に2つの出力に分岐するための光カプラ25、光カプラ25により分岐された一方の当該2本の光スペクトルにデータ信号5を用いて変調を行い尚且つ光カプラ23に接続される光変調器44、光カプラ25により分岐された他方の当該2本の光スペクトルにデータ信号6を用いて変調を行い尚且つ光カプラ24に接続される光変調器45を追加した構成である。

30

【0061】

本実施形態の動作については、図3で示した第3の実施形態と同様であるので、主に本実施形態において追加された構成について説明を行う。

【0062】

光コム信号発生器10に接続された光カプラ20は、光コム信号発生器10により発生した光コム信号を、3つの出力(光コム信号A、光コム信号B、光コム信号C)に分岐する。光フィルタ32は、分岐された光コム信号Cから周波数間隔($k \times f_1$ 、 k は任意の倍数)を有する2本の光スペクトルを抽出する。当該2本の光スペクトルは、光カプラ25により更に2つの出力に分岐され、分岐された一方の当該2本の光スペクトルは、光変調器44によりデータ信号5を用いて変調された後に光カプラ23に送信される。同様に、光カプラ25により分岐された他方の当該2本の光スペクトルは、光変調器45によりデータ信号6を用いて変調され後に光カプラ24に送信される。

40

【0063】

光カプラ23は、光変調器40、光変調器41、及び光変調器44から送られる当該2

50

本の光スペクトルの組それぞれを合波する。光電変換器 5 0 は、光カプラ 2 3 から送信される当該光スペクトルの組それぞれを、当該周波数間隔に相当する周波数 ($m \times f_1$ 、 $n \times f_1$ 、 $k \times f_1$) を有する各ミリ波信号に変換する。

【 0 0 6 4 】

同様に、光カプラ 2 4 は、光変調器 4 2、光変調器 4 3、及び光変調器 4 5 から送られる当該 2 本の光スペクトルの組それぞれを合波する。光電変換器 5 1 は、光カプラ 2 4 から送信される当該光スペクトルの組それぞれを、当該周波数間隔に相当する周波数 ($m \times f_1$ 、 $n \times f_1$ 、 $k \times f_1$) を有する各ミリ波信号に変換する。

【 0 0 6 5 】

これ以降の動作については、第 3 の実施形態と基本的に同様であるので、ここでは省略する。

10

【 0 0 6 6 】

本実施形態によれば、単一の光コム信号発生器 1 0 から発生した光コム信号を光カプラ 2 0 により 3 つの出力 (光コム信号 A、光コム信号 B、光コム信号 C) に分岐し、更に光カプラ 2 1、光カプラ 2 2、及び光カプラ 2 5 により 2 つの出力に分岐することができるので、第 3 の実施形態と比べて 2 チャンネル多い 6 チャンネルの多重ミリ波無線通信システムを実現することが可能となる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 6 7 】

【 図 1 】 第 1 の実施形態に係る周波数多重ミリ波無線通信システムを示す模式図である。

20

【 図 2 】 第 2 の実施形態に係る周波数多重ミリ波無線通信システムを示す模式図である。

【 図 3 】 第 3 の実施形態に係る周波数多重ミリ波無線通信システムを示す模式図である。

【 図 4 】 第 4 の実施形態に係る周波数多重ミリ波無線通信システムを示す模式図である。

【 図 5 】 第 5 の実施形態に係る周波数多重ミリ波無線通信システムを示す模式図である。

【 図 6 】 第 6 の実施形態に係る周波数多重ミリ波無線通信システムを示す模式図である。

【 図 7 】 狭帯域データ伝送の一例を示す模式図である。

【 図 8 】 広帯域データ伝送の一例を示す模式図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 8 】

1, 2, 3, 4, 5, 6 ... データ信号

30

1 0 ... 光コム信号発生器

2 0, 2 1, 2 2, 2 3, 2 4, 2 5 ... 光カプラ

3 0, 3 1, 3 2 ... 光フィルタ

4 0, 4 1, 4 2, 4 3, 4 4, 4 5 ... 光変調器

5 0, 5 1, 5 2, 5 3, 5 4, 5 5 ... 光電変換器

6 0, 6 1 ... ミリ波カプラ

7 0 ... アンテナ

7 1 ... 偏波分離アンテナ

7 2 ... 水平偏波ポート

7 3 ... 垂直偏波ポート

40

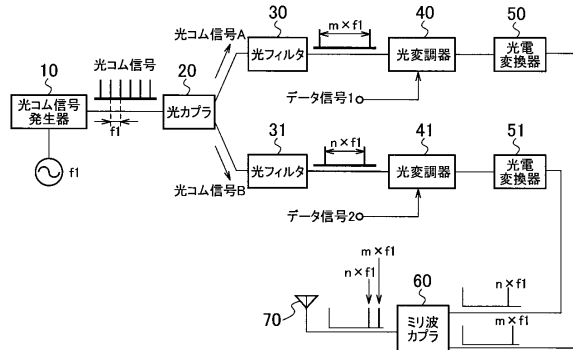
8 0 ... 周波数シフタ

9 0, 9 1 ... ミリ波フィルタ

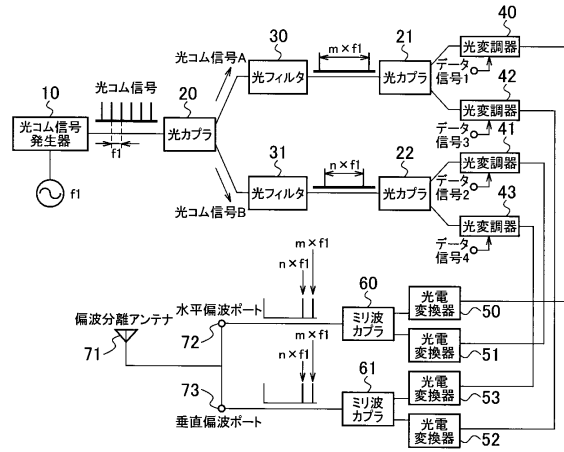
1 0 0 ... マイクロ波カプラ

2 0 0, 2 0 1, 2 0 2, 2 0 3 ... 変調器

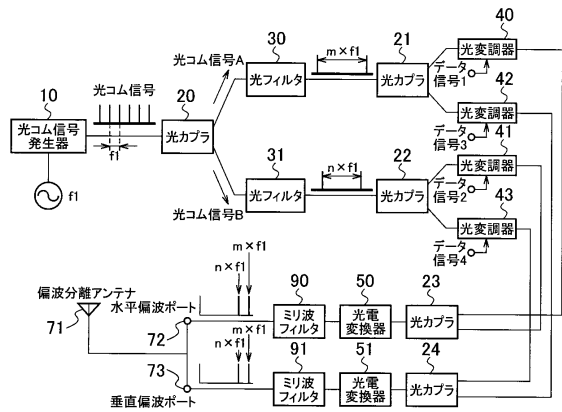
【図1】



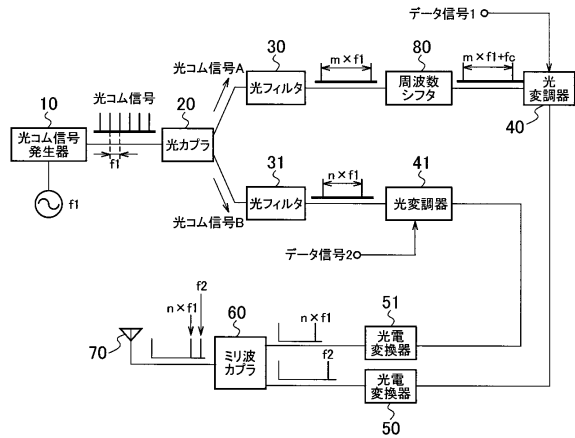
【図2】



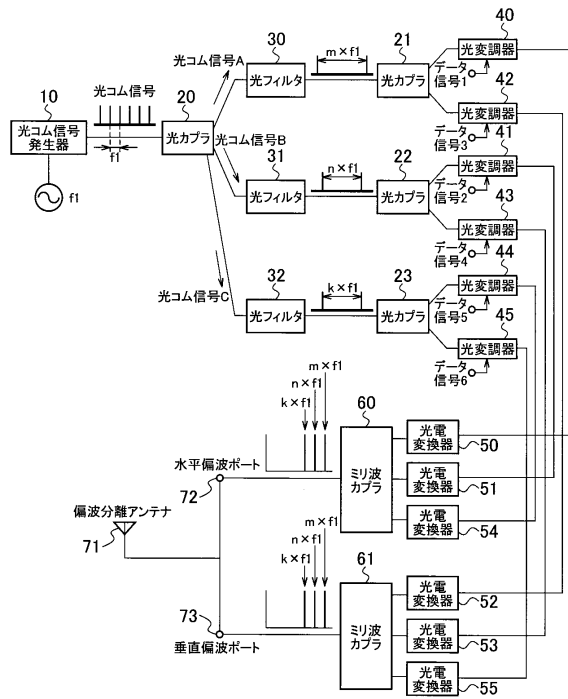
【図3】



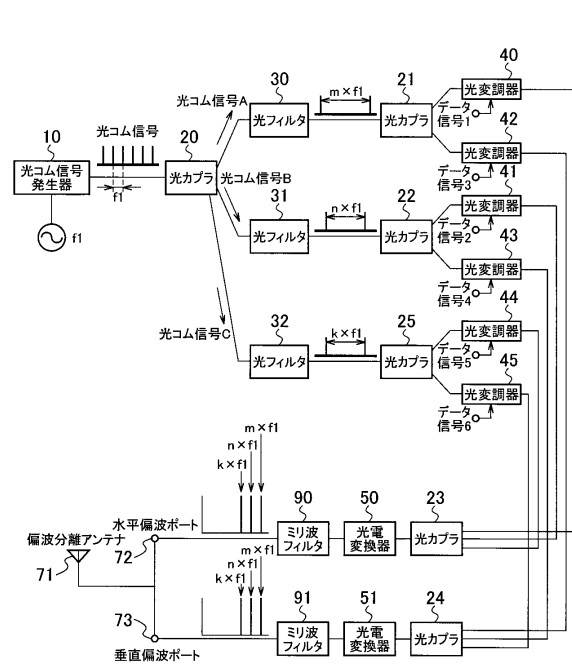
【図4】



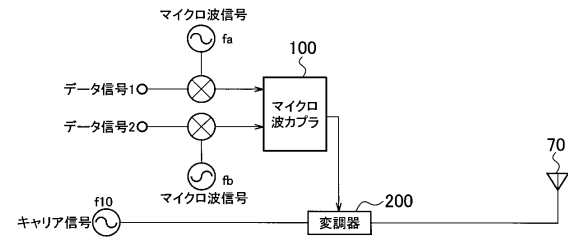
【図5】



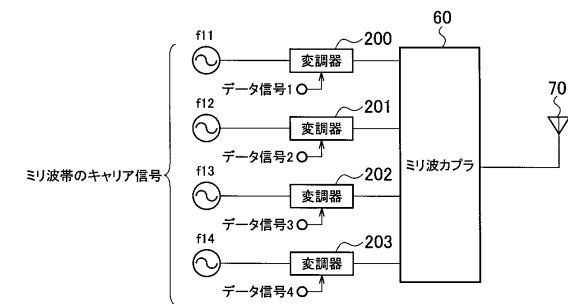
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I

H 0 4 B 10/20 (2006.01)

(72)発明者 佐藤 康博
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

(72)発明者 永妻 忠夫
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

審査官 矢頭 尚之

(56)参考文献 特開平10-032563(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 4 J 1 1 / 0 0

H 0 4 B 1 0 / 0 4

H 0 4 B 1 0 / 0 6

H 0 4 B 1 0 / 1 4 2

H 0 4 B 1 0 / 1 5 2

H 0 4 B 1 0 / 2 0