

(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2020-46673

(P2020-46673A)

(43) 公開日 令和2年3月26日(2020.3.26)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
GO2F 1/01 (2006.01)	GO2F 1/01 C	2H137
HO1S 5/06 (2006.01)	HO1S 5/06	2K102
HO1S 5/02 (2006.01)	HO1S 5/02	5F173
GO2F 2/00 (2006.01)	GO2F 2/00	5K102
GO2B 6/42 (2006.01)	GO2B 6/42	
審査請求 有 請求項の数 20 O L (全 19 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2019-210430 (P2019-210430)
 (22) 出願日 令和1年11月21日(2019.11.21)
 (62) 分割の表示 特願2017-527061 (P2017-527061) の分割
 原出願日 平成28年6月7日(2016.6.7)
 (31) 優先権主張番号 特願2015-137821 (P2015-137821)
 (32) 優先日 平成27年7月9日(2015.7.9)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関 日本国(JP)

(71) 出願人 000004237
 日本電気株式会社
 東京都港区芝五丁目7番1号
 (74) 代理人 100103894
 弁理士 冢入 健
 (72) 発明者 富田 功
 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
 Fターム(参考) 2H137 AA01 AA05 AB05 AB06 AC02
 BA15 BA41 BA48 BA52 BA53
 BB02 BB12 BC02 BC31 BC47
 BC51 BC61 DA07 HA01

最終頁に続く

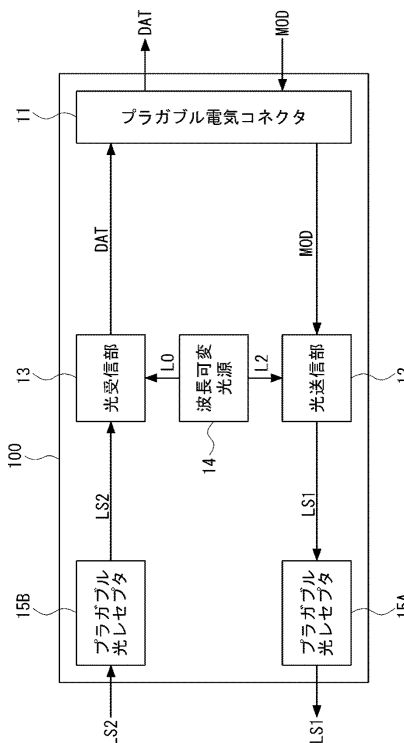
(54) 【発明の名称】 プラガブル光モジュール及び光通信システム

(57) 【要約】

【課題】 デジタルコヒーレント通信に用いられる小型のプラガブル光モジュールを実現すること。

【解決手段】 プラガブル電気コネクタ11は、光伝送装置に対して挿抜可能である。光信号出力モジュールは、光信号LS1と局部発振光LOとを出力する。プラガブル光レセプタ15A及び15Bは、光信号LS1を伝送する第1の光ファイバと光信号LS2を伝送する第2の光ファイバとが挿抜可能である。光受信部13は、局部発振光LOと干渉させることで、光信号LS2を受信する。光信号出力モジュールは、光を出力する波長可変光源14と、光を出力光L2と局部発振光LOとに分岐する光分岐部と、出力光L2を変調して光信号LS1を出力する変調器と、光信号LS1を光信号出力モジュールから出力する第1のインターフェースと、局部発振光LOを光信号出力モジュールから出力する第2のインターフェースと、を含む。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光伝送装置に対して挿抜可能に構成されるブラガブル電気コネクタと、
 第 1 の光信号と局部発振光とを出力する光信号出力モジュールと、
 前記第 1 の光信号を伝送する第 1 の光ファイバと第 2 の光信号を伝送する第 2 の光ファイバとが挿抜可能に構成されるブラガブル光レセプタと、
 前記局部発振光と干渉させることで、前記ブラガブル光レセプタからの前記第 2 の光信号を受信するコヒーレント光受信モジュールと、を備え、
 前記光信号出力モジュールは、
 光を出力する光源と、
 前記光を第 1 の分岐光と第 2 の分岐光とに分岐する光分岐部と、
 前記第 1 の分岐光を変調して前記第 1 の光信号を出力する変調器と、
 前記第 1 の光信号を当該光信号出力モジュールから出力する第 1 のインターフェースと、
 前記第 2 の分岐光を前記局部発振光として当該光信号出力モジュールから出力する第 2 のインターフェースと、を含むことを特徴とする
 ブラガブル光モジュール。

10

【請求項 2】

前記光分岐部は前記光をコリメート光に変換して出力するレンズと、
 前記コリメート光を前記第 1 の分岐光と前記第 2 の分岐光とに分岐するプリズムと、
 を有することを特徴とする
 請求項 1 に記載のブラガブル光モジュール。

20

【請求項 3】

前記光源は波長可変光源であることを特徴とする
 請求項 1 又は 2 のいずれか一項に記載のブラガブル光モジュール。

【請求項 4】

前記光源は、波長フィルタと半導体光増幅器とを有することを特徴とする
 請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載のブラガブル光モジュール。

【請求項 5】

前記光源は DFB レーザを有することを特徴とする
 請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載のブラガブル光モジュール。

30

【請求項 6】

前記ブラガブル電気コネクタを介して受信する制御信号に応じて、前記光信号出力モジュールと前記コヒーレント光受信モジュールとを制御する制御部を更に備えることを特徴とする
 請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載のブラガブル光モジュール。

【請求項 7】

前記制御部は、前記制御信号に応じて、前記光信号出力モジュールが出力する前記光の波長を制御することを特徴とする
 請求項 6 に記載のブラガブル光モジュール。

40

【請求項 8】

前記制御部は、前記光信号出力モジュールに、前記光の波長毎に応じた前記第 1 の分岐光の変調動作を行わせることを特徴とする
 請求項 7 に記載のブラガブル光モジュール。

【請求項 9】

前記光信号出力モジュールからの前記第 1 の光信号の強度を調整する光出力調整部を更に備えることを特徴とする
 請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載のブラガブル光モジュール。

【請求項 10】

前記光信号出力モジュールは、前記光分岐部と前記光源とが搭載されるキャリアを含む

50

ことを特徴とする

請求項 1 に記載のブラガブル光モジュール。

【請求項 1 1】

前記光分岐部は、前記キャリアに搭載されるプリズムを有することを特徴とする

請求項 1 0 に記載のブラガブル光モジュール。

【請求項 1 2】

光伝送装置と、

ブラガブル光モジュールと、を備える光伝送システムであって、

前記ブラガブル光モジュールは、

前記光伝送装置に対して挿抜可能に構成されるブラガブル電気コネクタと、

第 1 の光信号と局部発振光とを出力する光信号出力モジュールと、

前記第 1 の光信号を伝送する第 1 の光ファイバと第 2 の光信号を伝送する第 2 の光ファイバとが挿抜可能に構成されるブラガブル光レセプタと、

前記局部発振光と干渉させることで、前記ブラガブル光レセプタからの前記第 2 の光信号を受信するコヒーレント光受信モジュールと、含み、

前記光信号出力モジュールは、

光を出力する光源と、

前記光を第 1 の分岐光と第 2 の分岐光とに分岐する光分岐部と、

前記第 1 の分岐光を変調して前記第 1 の光信号を出力する変調器と、

前記第 1 の光信号を当該光信号出力モジュールから出力する第 1 のインターフェース

と、

前記第 2 の分岐光を前記局部発振光として当該光信号出力モジュールから出力する第 2 のインターフェースと、を有することを特徴とする

光通信システム。

【請求項 1 3】

前記光分岐部は前記光をコリメート光に変換して出力するレンズと、

前記コリメート光を前記第 1 の分岐光と前記第 2 の分岐光とに分岐するプリズムと、を有することを特徴とする

請求項 1 2 に記載の光通信システム。

【請求項 1 4】

前記光源は波長可変光源であることを特徴とする

請求項 1 2 又は 1 3 のいずれか一項に記載の光通信システム。

【請求項 1 5】

前記光源は、波長フィルタと半導体光増幅器とを有することを特徴とする

請求項 1 2 乃至 1 4 のいずれか一項に記載の光通信システム。

【請求項 1 6】

前記光源は DFB レーザを有することを特徴とする

請求項 1 2 乃至 1 5 のいずれか一項に記載の光通信システム。

【請求項 1 7】

前記ブラガブル電気コネクタを介して受信する制御信号に応じて、前記光信号出力モジュールと前記コヒーレント光受信モジュールとを制御する制御部を更に備えることを特徴とすることを特徴とする

請求項 1 2 乃至 1 6 のいずれか一項に記載の光通信システム。

【請求項 1 8】

前記制御部は、前記制御信号に応じて、前記光信号出力モジュールが出力する前記光の波長を制御することを特徴とする

請求項 1 7 に記載の光通信システム。

【請求項 1 9】

前記制御部は、前記光信号出力モジュールに、前記光の波長毎に応じた前記第 1 の分岐光の変調動作を行わせることを特徴とする

10

20

30

40

50

請求項 18 に記載の光通信システム。

【請求項 20】

前記光信号出力モジュールからの前記第 1 の光信号の強度を調整する光出力調整部を更に備えることを特徴とする

請求項 12 乃至 19 のいずれか一項に記載の光通信システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、プラグブル光モジュール及び光通信システムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、通信トラフィックの急激な増加により、伝送容量の拡大が必要となっている。これに応じて、光ネットワークシステムの高速化 / 大容量化が進展している。そのため、光ネットワークシステムのキーデバイスである光通信モジュールには、小型化 / 高速化が求められている。

【0003】

また、光通信システムの大容量化を実現する手法として、光信号の多値位相変調を行うデジタルコヒーレント通信が一般的となっている。このデジタルコヒーレント通信においても、同様に光通信モジュールの小型化 / 高速化が求められている。

【0004】

デジタルコヒーレント通信に用いられるデジタルコヒーレントトランシーバは、一般に、光信号送信機能及び光信号受信機能の両方を有する。この場合、光信号送信機能の光変調器で変調されて光信号となる光を出力する波長可変光源と、光信号受信機能での光信号の検波に用いられる局部発振光を出力する波長可変光源と、が必要となる（例えば、特許文献 1 及び 2）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2009 - 278015 号公報

【特許文献 2】特開 2009 - 194025 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところが、発明者は、上述のデジタルコヒーレントトランシーバには、以下に示す問題点があることを見出した。上述のデジタルコヒーレントトランシーバでは、2つの波長可変光源が必要であるので、2つの波長可変光源を実装するためのスペースを確保しなければならない。そのため、デジタルコヒーレントトランシーバの小型化が困難である。

【0007】

さらに、デジタルコヒーレント通信に用いられるプラグブル光モジュールでは、送信用光モジュール、受信用光モジュール、波長可変光源や入力 / 出力インターフェースなどの複数の光部品を搭載しなければならない。一方、上述と同様に小型化が求められるので、波長可変光源を 2つ搭載することは小型化実現の妨げとなる。

【0008】

本発明は上記の事情に鑑みて成されたものであり、本発明の目的は、デジタルコヒーレント通信に用いられる小型のプラグブル光モジュールを実現することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の一態様であるプラグブル光モジュールは、光伝送装置に対して挿抜可能に構成されるプラグブル電気コネクタと、第 1 の光信号と局部発振光とを出力する光信号出力モジュールと、前記第 1 の光信号を伝送する第 1 の光ファイバと第 2 の光信号を伝送する第

10

20

30

40

50

2の光ファイバとが挿抜可能に構成されるブラガブル光レセプタと、前記局部発振光と干渉させることで、前記ブラガブル光レセプタからの前記第2の光信号を受信するコヒーレント光受信モジュールと、を備え、前記光信号出力モジュールは、光を出力する光源と、前記光を第1の分岐光と第2の分岐光とに分岐する光分岐部と、前記第1の分岐光を変調して前記第1の光信号を出力する変調器と、前記第1の光信号を当該光信号出力モジュールから出力する第1のインターフェースと、前記第2の分岐光を前記局部発振光として当該光信号出力モジュールから出力する第2のインターフェースと、を含むことを特徴とするものである。

【0010】

本発明の一態様である光通信システムは、光伝送装置と、ブラガブル光モジュールと、を備える光伝送システムであって、前記ブラガブル光モジュールは、前記光伝送装置に対して挿抜可能に構成されるブラガブル電気コネクタと、第1の光信号と局部発振光とを出力する光信号出力モジュールと、前記第1の光信号を伝送する第1の光ファイバと第2の光信号を伝送する第2の光ファイバとが挿抜可能に構成されるブラガブル光レセプタと、前記局部発振光と干渉させることで、前記ブラガブル光レセプタからの前記第2の光信号を受信するコヒーレント光受信モジュールと、含み、前記光信号出力モジュールは、光を出力する光源と、前記光を第1の分岐光と第2の分岐光とに分岐する光分岐部と、前記第1の分岐光を変調して前記第1の光信号を出力する変調器と、前記第1の光信号を当該光信号出力モジュールから出力する第1のインターフェースと、前記第2の分岐光を前記局部発振光として当該光信号出力モジュールから出力する第2のインターフェースと、を有することを特徴とするものである。

10

20

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、デジタルコヒーレント通信に用いられる小型のブラガブル光モジュールを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】実施の形態1にかかるブラガブル光モジュールの構成を模式的に示すブロック図である。

【図2】実施の形態1にかかるブラガブル光モジュールが搭載される光通信システムの要部構成例を示すブロック図である。

30

【図3】実施の形態1にかかる波長可変光源の構成例を示すブロック図である。

【図4】実施の形態1にかかる光送信部の構成を模式的に示す図である。

【図5】実施の形態1にかかる光受信部の構成例を示すブロック図である。

【図6】実施の形態1にかかるブラガブル光モジュールを外部の光ファイバ側から見た場合の斜視図である。

【図7】実施の形態1にかかるブラガブル光モジュールを光伝送装置側から見た場合の斜視図である。

【図8】実施の形態2にかかるブラガブル光モジュールの構成を模式的に示すブロック図である。

40

【図9】実施の形態3にかかるブラガブル光モジュールの構成を模式的に示すブロック図である。

【図10】実施の形態4にかかる波長可変光源の一例を示す図である。

【図11】実施の形態4にかかる波長可変光源の一例を示す図である。

【図12】実施の形態5にかかる光送信部70の構成を模式的に示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。各図面においては、同一要素には同一の符号が付されており、必要に応じて重複説明は省略される。

【0014】

50

実施の形態 1

実施の形態 1 にかかるプラグブル光モジュール 100 について説明する。プラグブル光モジュール 100 は、外部の通信装置との間でデジタルコヒーレント光通信を行うことができるように構成されるものである。図 1 は、実施の形態 1 にかかるプラグブル光モジュール 100 の構成を模式的に示すブロック図である。図 2 は、実施の形態 1 にかかるプラグブル光モジュール 100 が搭載される光通信システム 1000 の要部構成例を示すブロック図である。

【0015】

図 2 に示すように、プラグブル光モジュール 100 は、コネクタ付きの光ファイバ 91 及び 92 のコネクタ部が挿抜可能に構成される。コネクタ付きの光ファイバ 91 及び 92 のコネクタとしては、例えば LC 型コネクタや MU 型コネクタを用いることができる。プラグブル光モジュール 100 は、通信ホストである光伝送装置 93 から入力される制御信号 CON に基づいて制御される。プラグブル光モジュール 100 は、制御信号 CON とともに、光伝送装置 93 からデータ信号である変調信号 MOD を受信することも可能である。この場合、プラグブル光モジュール 100 は、受信した変調信号 MOD に基づいて変調した光信号 LS1 (第 1 の光信号とも称する) を、光ファイバ 91 を介して出力することができる。また、プラグブル光モジュール 100 は、光ファイバ 92 を介して外部から受信した光信号 LS2 (第 2 の光信号とも称する) に対応するデータ信号 DAT を、光伝送装置 93 へ出力することができる。光伝送装置 93 は、例えば、プラグブル光モジュール 100 からの通信データ信号又はプラグブル光モジュール 100 に入力する通信データ信号のフレーム処理等の通信データ処理を行う。

【0016】

プラグブル光モジュール 100 は、プラグブル電気コネクタ 11、光送信部 12、光受信部 13、波長可変光源 14 及びプラグブル光レセプタ 15A 及び 15B を有する。

【0017】

プラグブル電気コネクタ 11 は、光伝送装置 93 に対して挿抜可能に構成される。プラグブル電気コネクタ 11 は、光伝送装置 93 から出力される電気信号である制御信号 CON を受け取って、光送信部 12、光受信部 13 及び波長可変光源の一部又は全部に所定の制御信号を転送可能に構成される。プラグブル電気コネクタ 11 は、光伝送装置 93 から出力される電気信号である変調信号 MOD を受け取って、光送信部 12 に転送する。プラグブル電気コネクタ 11 は、光受信部 13 が出力するデータ信号 DAT を、光伝送装置 93 へ転送する。

【0018】

波長可変光源 14 は、例えば制御信号 CON に応じて決定された波長を有する光を出力する波長可変光モジュールとして構成される。図 2 では、制御信号 CON に基づく制御信号 CON1 が波長可変光源 14 に入力される例を示している。波長可変光源 14 の構成例について説明する。図 3 は、実施の形態 1 にかかる波長可変光源 14 の構成例を示すブロック図である。波長可変光源 14 は、キャリア 1、光出力部 2、光分岐部 3、集光レンズ 4 及び 5 を有する。光出力部 2 及び光分岐部 3 は、キャリア 1 上に搭載され、又は形成される。

【0019】

光出力部 2 は、例えば石英やシリコンなどにより構成された光導波路を有する PLC (Planer Lightwave Circuit) として構成される。光出力部 2 は、半導体光増幅器 (Semiconductor Optical Amplifier、以下 SOA と称する) 2A 及び波長フィルタ 2B を有する。SOA 2A は、CW (Continuous wave) 光を出力する能動光素子であり、例えば半導体レーザーダイオードである。波長フィルタ 2B は、例えば複数のリング共振器、ループミラー、及びリング共振器に電圧を印加するための電極などを有する外部共振器として構成される。SOA 2A と波長フィルタ 2B とは、互いの導波路が調芯されるように設けられる。

【0020】

10

20

30

40

50

SOA 2 A から出射した光は、波長フィルタ 2 B に入射する。波長フィルタ 2 B に入射した光は、リング共振器を経てループミラーで折り返され、SOA 2 A に入射する。複数のリング共振器のそれぞれの直径は僅かに異なっているので、各リング共振器でピークが一致する波長は波長可変範囲の中でただ 1 つとなる。そのため、ループミラーと SOA 2 A との間でリング共振器により選択された波長での共振が生じ、その結果、光出力部 2 はレーザ発振する。SOA 2 A から出力されるレーザ光は、光 L 1 として光分岐部 3 に入射する。

【0021】

波長フィルタ 2 B では、リング共振器上に設けられた電極に電圧を印加することで、リング共振器の実効屈折率を変化させることができる。これにより、リング共振器の光路長を変化させることができる。つまり、電極に電圧を印加することで、光出力部 2 が出力する光 L 1 の波長を変化させることができる。すなわち、光出力部 2 は、波長可変レーザとして機能することができる。

10

【0022】

光分岐部 3 は、コリメートレンズ 3 A、アイソレータ 3 B、プリズム 3 C 及びミラー 3 D を有する。コリメートレンズ 3 A は、光出力部 2 が出力した光 L 1 を平行光に変換する。アイソレータ 3 B は、戻り光の防止のために設けられるものである。つまり、アイソレータ 3 B は、光出力部 2 側から入射する光を透過させるが、反対側から入射する光を透過させないように構成される。アイソレータ 3 B を透過した光（平行光）は、プリズム 3 C により出力光 L 2 と局部発振光 L O とに分岐される。プリズム 3 C を透過した出力光 L 2 は、集光レンズ 4 を介して出射される。集光レンズ 4 と光送信部 1 2 との間は例えば光ファイバ 4 A で接続され、出力光 L 2 は光ファイバ 4 A を介して光送信部 1 2 に入射する。プリズム 3 C で反射された局部発振光 L O は、集光レンズ 5 を介して出射される。集光レンズ 5 と光受信部 1 3 との間は例えば光ファイバ 5 A で接続され、局部発振光 L O は光ファイバ 5 A を介して光受信部 1 3 に入射する。

20

【0023】

図 1 に戻り、光送信部 1 2 について説明する。光送信部 1 2 は、光伝送装置 9 3 からブラガブル電気コネクタ 1 1 を介して入力される変調信号 MOD に基づいて、波長可変光源 1 4 から入力する出力光 L 2 を変調し、変調した光を光信号 LS 1 として出力する。このとき、光送信部 1 2 は、光伝送装置 9 3 からブラガブル電気コネクタ 1 1 を介して入力される制御信号 CON に基づいて制御される。図 2 では、制御信号 CON に基づく制御信号 CON 2 が光送信部 1 2 に入力される例を示している。これにより、光送信部 1 2 は、出力光 L 2 の波長に応じた最適な変調動作を行うことができる。

30

【0024】

光送信部 1 2 は、例えばマッハツェンダ型光変調器で構成される。マッハツェンダ型光変調器が出力光 L 2 を所定の変調方式で変調することで、光信号 LS 1 を出力する。光送信部 1 2 は、マッハツェンダ型光変調器の光導波路に設けられた位相変調領域に変調信号 MOD に応じた信号を印加することで、出力光 L 2 を変調する。光送信部 1 2 は、位相変調、振幅変調、偏波変調などの各種の変調方式で、又は、各種の変調方式を組み合わせで出力光 L 2 を変調することができる。ここで、マッハツェンダ型光変調器は、例えば、半

40

【0025】

ここで、位相変調領域とは、光導波路上に形成された電極を有する領域である。そして、電極に電気信号、例えば電圧信号が印加されることにより、電極の下の光導波路の実効屈折率が変化する。その結果、位相変調領域の光導波路の実質的な光路長を変化させることができる。これにより、位相変調領域は、光導波路を伝搬する光信号の位相を変化させることができる。そして、2本の光導波路の間を伝搬する光信号間に位相差を与えることで、光信号を変調することができる。

【0026】

光送信部 1 2 の構成例について説明する。図 4 は、実施の形態 1 にかかる光送信部 1 2

50

の構成を模式的に示す図である。光送信部 1 2 は、一般的なマッハツェンダ型光変調器として構成される。光送信部 1 2 は、光変調器 1 2 A 及び駆動回路 1 2 B を有する。

【 0 0 2 7 】

光変調器 1 2 A は、波長可変光源 1 4 からの出力光 L 2 を変調して、光信号 L S 1 を出力する。光変調器 1 2 A は光導波路 W G 1 ~ W G 4、位相変調領域 P M A 及び P M B を有する。光導波路 W G 1 の一端には、波長可変光源 1 4 からの出力光 L 2 が入力する。光導波路 W G 1 の他端は、光導波路 W G 2 の一端及び光導波路 W G 3 の一端と光学的に接続される。よって、光導波路 W G 1 を伝搬する光は、光導波路 W G 2 と光導波路 W G 3 とに分岐される。光導波路 W G 2 の他端及び光導波路 W G 3 の他端とは、光導波路 W G 4 の一端と接続される。光導波路 W G 2 には、光導波路 W G 2 を伝搬する光の位相を変化させる位相変調領域 P M A が配置される。光導波路 W G 3 には、光導波路 W G 2 を伝搬する光の位相を変化させる位相変調領域 P M B が配置される。光導波路 W G 4 の他端からは、光信号 L S 1 が出力される。

10

【 0 0 2 8 】

駆動回路 1 2 B は、光変調器 1 2 A の変調動作を制御するとともに、位相変調領域 P M A 及び P M B の一方又は双方に、制御信号 C O N 2 に応じてバイアス電圧 V B I A S を印加することで光変調器 1 2 A の動作点を制御することができる。以下では、駆動回路 1 2 B は、位相変調領域 P M A 及び P M B にバイアス電圧を印加するものとして説明する。また、駆動回路 1 2 B は、位相変調領域 P M A 及び P M B の一方又は双方に変調信号 M O D に応じた信号を印加することで、出力光 L 2 を変調して光信号 L S 1 とすることができる。この例では、駆動回路 1 2 B は、位相変調領域 P M A に変調信号 M O D に応じた変調信号 S I G _ M 1 を印加する。駆動回路 1 2 B は、位相変調領域 P M B に変調信号 M O D に応じた変調信号 S I G _ M 2 を印加する。

20

【 0 0 2 9 】

なお、図示しないが、光送信部 1 2 は、光出力調整部を有してもよい。光出力調整部は、光送信部 1 2 から出力される光信号 L S 1 を減衰又は遮断することで、光信号 L S 1 の光強度を調整してもよい。光出力調整部は、光伝送装置 9 3 からプラグプル電気コネクタ 1 1 を介して入力される制御信号 C O N 又は制御信号 C O N とは異なる制御信号に応じて、光信号 L S 1 の光強度を調整してもよい。光出力調整部としては、例えば光アッテネータを用いてもよい。

30

【 0 0 3 0 】

光受信部 1 3 は、光ファイバ 9 2 を介して外部から受信した光信号 L S 2 を、波長可変光源 1 4 からの局部発振光 L O と干渉させることで、復調を行う。そして、光受信部 1 3 は、復調された電気信号であるデータ信号 D A T を、プラグプル電気コネクタ 1 1 を介して光伝送装置 9 3 へ出力する。このとき、光受信部 1 3 は、光伝送装置 9 3 からプラグプル電気コネクタ 1 1 を介して入力される制御信号 C O N に基づいて制御される。図 2 では、制御信号 C O N に基づく制御信号 C O N 3 が光受信部 1 3 に入力される例を示している。これにより、光受信部 1 3 は、局部発振光 L O (ないしは光信号 L S 2) の波長に応じた最適な復調動作を行うことができる。

【 0 0 3 1 】

光受信部 1 3 は、例えば、D P - Q P S K (Dual-Polarization Quadrature Phase-Shift Keying) 光信号を電気信号に復調するデジタルコヒーレント受信を行う受信器である。図 5 は、実施の形態 1 にかかる光受信部 1 3 の構成例を示すブロック図である。図 5 に示すように、光受信部 1 3 は、偏光ビームスプリッタ (P o l a r i z a t i o n B e a m S p l i t t e r : 以下、P B S と表記する) 3 1、P B S 3 2、9 0 ° ハイブリッド 3 3 及び 3 4、光電変換器 (O / E : Optical/Electrical converter) 4 1 ~ 4 4、アナログ/デジタル変換器 (A D C : Analog to Digital Converter) 5 1 ~ 5 4 及びデジタル信号処理部 (D i g i t a l S i g n a l P r o c e s s o r、以下 D S P と表記する) 3 5 を有する。

40

【 0 0 3 2 】

50

PBS 31には、ブラガブル光レセプタ15Bを介して、光信号LS2（例えば、DP-QPSK光信号）が入力する。PBS 31は、入力した光信号LS2を、直交する2つの偏波成分に分離する。具体的には、PBS 31は、光信号LS2を、互いに直交するx偏波成分 x_{in} とy偏波成分 y_{in} とに分離する。x偏波成分 x_{in} は90°ハイブリッド33に入力し、y偏波成分 y_{in} は90°ハイブリッド34に入力する。

【0033】

波長可変光源14からの局部発振光LOは、PBS 32に入力する。本実施の形態では、PBS 32は、局部発振光LOを、直交する2つの偏波成分（x偏波成分 LO_x 及びy偏波成分 LO_y ）に分離する。局部発振光のx偏波成分 LO_x は90°ハイブリッド33に入力し、局部発振光のy偏波成分 LO_y は90°ハイブリッド34に入力する。

10

【0034】

90°ハイブリッド33は、局部発振光のx偏波成分 LO_x とx偏波成分 x_{in} とを干渉させることで検波し、I（In-phase：同相）成分（以下、 x_{in} -I成分）と、I成分と位相が90°異なるQ（Quadrature：直交）成分（以下、 x_{in} -Q成分）と、を検波光として出力する。90°ハイブリッド34は、局部発振光のy偏波成分 LO_y とy偏波成分 y_{in} とを干渉させることで検波し、I成分（以下、 y_{in} -I成分）及びQ成分（以下、 y_{in} -Q成分）を検波光として出力する。

【0035】

光電変換器41～44は、90°ハイブリッド33及び34が出力する4つの光信号（ x_{in} -I成分、 x_{in} -Q成分、 y_{in} -I成分及び x_{in} -Q成分）のそれぞれを光電変換する。そして、光電変換器41～44は、光電変換により生成したアナログ電気信号を、それぞれADC 51～54に出力する。具体的には、光電変換器41は、 x_{in} -I成分を光電変換し、生成したアナログ電気信号をADC 51に出力する。光電変換器42は、 x_{in} -Q成分を光電変換し、生成したアナログ電気信号をADC 52に出力する。光電変換器43は、 y_{in} -I成分を光電変換し、生成したアナログ電気信号をADC 53に出力する。光電変換器44は、 y_{in} -Q成分を光電変換し、生成したアナログ電気信号をADC 54に出力する。

20

【0036】

ADC 51～54は、光電変換器41～44が出力するアナログ電気信号を、それぞれデジタル信号に変換し、変換したデジタル信号をDSP 35に出力する。

30

【0037】

DSP 35は、入力するデジタル信号に所定の偏波分離デジタル信号処理を行い、復調した信号を含むデータ信号DATを出力する。データ信号DATは、ブラガブル電気コネクタ11を介して、外部の光伝送装置93に出力される。

【0038】

ブラガブル光レセプタ15Aは、外部のコネクタ付きの光ファイバ91のコネクタが挿抜可能に構成される。光送信部12から出力された光信号LS1は、ブラガブル光レセプタ15Aを介して、光ファイバ91に送出される。ブラガブル光レセプタ15Bは、外部のコネクタ付きの光ファイバ92のコネクタが挿抜可能に構成される。外部から光ファイバ92を伝搬してきた光信号LS2は、ブラガブル光レセプタ15Bを介して、光受信部13に入力される。ここでは、ブラガブル光レセプタ15Aとブラガブル光レセプタ15Bとは分離して設けられているが、当然のことながら、ブラガブル光レセプタ15Aとブラガブル光レセプタ15Bとは一体化した単一のブラガブル光レセプタとして構成されてもよい。

40

【0039】

ブラガブル光モジュール100の外観を示す。図6は、実施の形態1にかかるブラガブル光モジュール100を光ファイバ91及び92側から見た場合の斜視図である。図6に示す符号61は、ブラガブル光モジュール100の上面を示す。図6に示す符号62は、ブラガブル光レセプタ15A及び15Bの光ファイバのコネクタの差込口を示す。図7は、実施の形態1にかかるブラガブル光モジュール100を光伝送装置93側から見た場合

50

の斜視図である。図 7 に示す符号 6 3 は、ブラガブル光モジュール 1 0 0 の下面を示す。図 7 に示す符号 6 4 は、ブラガブル電気コネクタ 1 1 の光伝送装置 9 3 との接続部を示す。

【 0 0 4 0 】

以上、本構成では、デジタルコヒーレント通信用のブラガブル光モジュールにおいて、波長可変光源を 1 つ設けるだけで、光送信部に変調対象となる光を供給し、かつ、光受信部が受信した光信号を検波するための局部発振光を供給することができる。つまり、光送信部での変調対象となる光を供給するための光源と、光受信部が受信した光信号を検波するための局部発振光を供給するための光源と、を独立して設ける必要がない。

【 0 0 4 1 】

従って、本構成によれば、デジタルコヒーレント通信用のブラガブル光モジュールの小型化を実現することができる。また、波長可変光源の数を削減できるので、製造コストを低減することもできる。

【 0 0 4 2 】

実施の形態 2

次に、実施の形態 2 にかかるブラガブル光モジュール 2 0 0 について説明する。ブラガブル光モジュール 2 0 0 は、実施の形態 1 にかかるブラガブル光モジュール 1 0 0 の変形例である。図 8 は、実施の形態 2 にかかるブラガブル光モジュール 2 0 0 の構成を模式的に示すブロック図である。ブラガブル光モジュール 2 0 0 は、ブラガブル光モジュール 1 0 0 の光送信部 1 2 を光送信部 1 7 に置換し、制御部 1 6 を追加した構成を有する。ブラガブル光モジュール 2 0 0 のその他の構成は、ブラガブル光モジュール 1 0 0 と同様であるので、説明を省略する。

【 0 0 4 3 】

制御部 1 6 は、光伝送装置 9 3 からブラガブル電気コネクタ 1 1 を介して入力される制御信号 CON に基づいて、波長可変光源 1 4、光送信部 1 7 及び光受信部 1 3 の動作を制御する。具体的には、制御部 1 6 は、制御信号 CON に基づいて、制御信号 CON 1 ~ CON 4 を生成する。制御信号 CON 1 は、ブラガブル光モジュール 1 0 0 と同様に、波長可変光源 1 4 へ出力される。制御信号 CON 2 及び CON 4 は、光送信部 1 7 へ出力される。制御信号 CON 3 は、ブラガブル光モジュール 1 0 0 と同様に、光受信部 1 3 へ出力される。

【 0 0 4 4 】

光送信部 1 7 について説明する。光送信部 1 7 は、光変調部 1 7 A 及び光出力調整部 1 7 B を有する。光変調部 1 7 A は、ブラガブル光モジュール 1 0 0 の光送信部 1 2 と同様の構成を有するので、説明を省略する。

【 0 0 4 5 】

光出力調整部 1 7 B は、制御部 1 6 から出力される制御信号 CON 4 に応じて、光信号 LS 1 の光強度を調整する。光出力調整部 1 7 B は、例えば光変調部 1 7 A から出力される光信号 LS 1 を減衰又は遮断することで、光信号 LS 1 の光強度を調整することができる。光出力調整部 1 7 B は、例えば光アッテネータを用いることができる。

【 0 0 4 6 】

以上、本構成によれば、光送信部に光出力調整部を設けることで、出力する光信号の強度を容易に調整することができる。かつ、本構成では、制御部によって、ブラガブル光モジュール 2 0 0 内の各部品（波長可変光源、光送信部及び光受信部）を使用目的に合わせて具体的に制御することができる。

【 0 0 4 7 】

実施の形態 3

次に、実施の形態 3 にかかるブラガブル光モジュール 3 0 0 について説明する。ブラガブル光モジュール 3 0 0 は、実施の形態 2 にかかるブラガブル光モジュール 1 0 0 の変形例である。図 9 は、実施の形態 3 にかかるブラガブル光モジュール 3 0 0 の構成を模式的に示すブロック図である。ブラガブル光モジュール 3 0 0 は、ブラガブル光モジュール 1

10

20

30

40

50

00の波長可変光源14及び光送信部12を統合して光送信部18とし、かつ、光出力調整部19を追加した構成を有する。プラグブル光モジュール200のその他の構成は、プラグブル光モジュール100と同様であるので、説明を省略する。

【0048】

光送信部18について説明する。光送信部18は、波長可変光源14及び光変調部6を有する。光出力部2、光分岐部3及び光変調部6は、波長可変光源14と同様に、例えばキャリア1上に搭載又は形成される。図9では、図面の簡略化のため、キャリア1を省略している。光変調部6は上述の光送信部12と同様であるので、説明を省略する。以上より、プラグブル光モジュール300では、実施の形態1にかかるプラグブル光モジュール100における波長可変光源14と光送信部12の機能が、1つの光送信部18（光変調器モジュールと理解してもよい）に集約された構成を有するものとして理解できる。

10

【0049】

光出力調整部19は、上述の光出力調整部17Bと同様であるので、説明を省略する。

【0050】

以上、本構成によれば、光出力部、光分岐部及び光変調部（すなわち、光送信部）を1つの素子として集積することができる。これにより、波長可変光源及び光送信部を、1つの光変調器モジュールとして構成することができる。特に、光出力部、光分岐部及び光変調部を半導体素子として製造する場合には、共通のプロセスを適用することが可能であるので、集積光変調器モジュールの製造コストを低減することができる。

【0051】

この際、集積光変調器モジュールは、石英、半導体（例えばシリコン、又は、InP（インジウムリン）などの化合物半導体など）を用いて構成することができる。また、集積光変調器モジュールは、出力する光のビームスポットを成形するビームスポット変換器を含んでもよい。

20

【0052】

また、当然のことながら、本実施の形態において、光出力調整部は光送信部に含まれてもよい。

【0053】

実施の形態4

本実施の形態では、波長可変光源14の変形例について説明する。図10は、実施の形態4にかかる波長可変光源の一例を示す図である。図10に示す波長可変光源20は、波長可変光源14の光分岐部3を光分岐部7に置換した構成を有する。光分岐部7は、コリメートレンズ7A、アイソレータ7B、コリメートレンズ7C、アイソレータ7D、及び光カプラ7Eを有する。光カプラ7Eは、SOA2Aから出力される光L1を出力光L2と局部発振光LOとに分離する。光L1は、コリメートレンズ7A、アイソレータ7B及び集光レンズ4を通過して光送信部へ出力される。局部発振光LOは、コリメートレンズ7C、アイソレータ7D及び集光レンズ5を通過して光送信部へ出力される。波長可変光源20のその他の構成は、波長可変光源14と同様であるので、説明を省略する。

30

【0054】

以上の通り、波長可変光源20は、波長可変光源14と比べて、プリズムやミラーを用いずとも、光出力部2から出力される光を分岐することができる。

40

【0055】

さらに、波長可変光源14の他の変形例について説明する。図11は、実施の形態4にかかる波長可変光源の他の一例を示す図である。図11に示す波長可変光源21は、波長可変光源14の光分岐部3を光分岐部8に置換し、集光レンズ4及び5を除去した構成を有する。光分岐部8は、光ファイバアレイ8A及び光カプラ7Eを有する。光カプラ7Eは、波長可変光源20と同様に、SOA2Aから出力される光L1を出力光L2と局部発振光LOとに分離する。光ファイバアレイ8Aは、光ファイバ4Aと光ファイバ5Aとが平行に固定されている。また、出力光L2は光ファイバ4Aの端面に入射し、局部発振光LOは光ファイバ5Aの端面に入射する。波長可変光源21のその他の構成は、波長可変

50

光源 1 4 と同様であるので、説明を省略する。

【 0 0 5 6 】

以上の通り、波長可変光源 2 1 は、光カブラ 7 E で分岐した光を直接的に光ファイバに入射させる簡易な構成である。つまり、プリズム、ミラー、コリメートレンズ及びアイソレータを用いずに波長可変光源を実現できるので、波長可変光源 2 1 は、波長可変光源 1 4 及び 2 0 と比べて、小型化が可能であり、かつ、低コストかつ簡易な製造プロセスで製造することができる。

【 0 0 5 7 】

実施の形態 5

実施の形態 5 にかかるブラガブル光モジュールについて説明する。上述の光送信部 1 2、光変調部 6 及び 1 7 A は、2 本のアームを有する一般的なマッハツェンダ型光変調器として構成されるものとして説明した。これに対し、本実施の形態においては、光送信部 1 2、光変調部 6 及び 1 7 A として利用可能な、マッハツェンダ型光変調器を有する Q P S K 光信号を出力可能な光送信部 7 0 について説明する。

10

【 0 0 5 8 】

図 1 2 は、実施の形態 5 にかかる光送信部 7 0 の構成を模式的に示すブロック図である。光送信部 7 0 は、光変調器 7 1 及び駆動回路 7 2 を有する。光変調器 7 1 は、一般的なマッハツェンダ型光変調器を複数個組み合わせた構成を有する。この例では、光変調器 7 1 は、2 つのマッハツェンダ型光変調器 M Z 1 及び M Z 2 を組み合わせた構成を有する。マッハツェンダ型光変調器 M Z 1 及び M Z 2 は、並列に配置され、それぞれ実施の形態 1

20

【 0 0 5 9 】

光導波路 W G 1 1 には、出力光 L 2 が入力される。光導波路 W G 1 1 は、光導波路 W G 1 2 と光導波路 W G 1 3 とに分岐される。光導波路 W G 1 2 は、マッハツェンダ型光変調器 M Z 1 の入力と接続され、光導波路 W G 1 3 はマッハツェンダ型光変調器 M Z 2 の入力と接続される。

【 0 0 6 0 】

マッハツェンダ型光変調器 M Z 1 の出力は光導波路 W G 1 4 と接続され、マッハツェンダ型光変調器 M Z 2 の出力は光導波路 W G 1 5 と接続される。光導波路 W G 1 4 と光導波路 W G 1 5 とは合流して、光導波路 W G 1 6 と接続される。光導波路 W G 1 6 からは、光信号 L S 1 が外部へ出力される。

30

【 0 0 6 1 】

なお、本実施の形態では、マッハツェンダ型光変調器 M Z 1 の 2 本の光導波路に配置された位相変調領域 P M A 及び P M B を、位相変調領域 P M 1 及び P M 2 とする。マッハツェンダ型光変調器 M Z 2 の 2 本の光導波路に配置された位相変調領域 P M A 及び P M B を、位相変調領域 P M 3 及び P M 4 とする。また、光導波路 W G 1 4 及び W G 1 5 には、それぞれ位相変調領域 P M 5 及び P M 6 が配置されている。

【 0 0 6 2 】

駆動回路 7 2 は、光変調器 7 1 の変調動作を制御するとともに、位相変調領域 P M 1 ~ P M 6 のそれぞれにバイアス電圧を印加することで、光変調器 7 1 の動作点を制御することができる。また、駆動回路 7 2 は、位相変調領域 P M 1 ~ P M 6 のそれぞれに変調信号を印加することで、出力光 L 2 を変調して光信号 L S 1 とすることができる。

40

【 0 0 6 3 】

駆動回路 7 2 は、例えば、位相変調領域 P M 1 及び P M 2 のそれぞれに、一对の差動信号の一方を印加する。具体的には、例えば、位相変調領域 P M 1 には正相変調信号 D S 1 __ I が印加され、位相変調領域 P M 2 には正相変調信号 D S 1 __ I を反転した信号である逆相変調信号 D S 1 __ R が印加される。これにより、位相変調領域 P M 1 で変調された光信号と、位相変調領域 P M 2 で変調された光信号との間に、1 8 0 ° の位相差を生じさせることができる。

【 0 0 6 4 】

50

また、駆動回路72は、例えば、位相変調領域PM3及びPM4のそれぞれに、一对の差動信号の一方を印加する。具体的には、例えば、位相変調領域PM3には正相変調信号DS2_Iが印加され、位相変調領域PM4には正相変調信号DS2_Iを反転した信号である逆相変調信号DS2_Rが印加される。これにより、位相変調領域PM3で変調された光信号と、位相変調領域PM4で変調された光信号との間に、180°の位相差を生じさせることができる。

【0065】

更に、駆動回路72は、例えば、位相変調領域PM5及びPM6のそれぞれに、一对の差動信号の一方を印加する。具体的には、例えば、位相変調領域PM5には正相変調信号DS3_Iが印加され、位相変調領域PM6には正相変調信号DS3_Iを反転した信号である逆相変調信号DS3_Rが印加される。これにより、位相変調領域PM5で変調された光信号と、位相変調領域PM6で変調された光信号との間には、90°の位相差を生じさせることができる。

10

【0066】

以上より、位相変調領域PM5から出力される光信号の位相を0°及び180°とすると、位相変調領域PM6から出力される光信号の位相は90°及び270°となる。その結果、光送信部70が出力する光信号LS1は、四位相変調されたQPSK光信号であることが理解できる。

【0067】

本構成では、所定の制御手段（例えば、光伝送装置93や制御部16）によって、光変調部71の位相変調領域PM1～PM6に印加するバイアス電圧を決定してもよい。

20

【0068】

以上、本構成によれば、QPSK信号を出力可能なプラグブル光モジュールを実現できることが理解できる。

【0069】

本実施の形態では、QPSK信号を出力する光送信部について説明したが、これは例示に過ぎない。例えば、DP-QPSKやQAMなどの他の変調方式を用いる光送信部を、適宜プラグブル光モジュールに適用できることは言うまでもない。

【0070】

その他の実施の形態

30

なお、本発明は上記実施の形態に限られたものではなく、趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更することが可能である。例えば、上述の実施の形態においては、光出力部と光受信部とが分離して設けられる構成について説明したが、この構成に限られるものではない。例えば、光出力部と光受信部とは、単一の混載光モジュールとして構成され、この混載光モジュールに出力光と局部発振光とが入射する構成としてもよい。また、この混載光モジュールに光出力部からの光L1が入力し、混載光モジュール内で出力光と局部発振光とに分岐されてもよい。すなわち、この混載光モジュールは、上述の波長可変光源における光分岐部の機能を含んでもよい。

【0071】

上述の実施の形態においては、光伝送装置93からの制御信号CONに応じて、波長可変光源、光送信部、光受信部、及び光出力調整部が制御されるものとして説明したが、これは例示にすぎない。プラグブル光モジュールは、外部からの制御信号によらず、自律的に波長可変光源、光送信部、光受信部、及び光出力調整部を制御することもできる。

40

【0072】

上述の実施の形態において、プラグブル電気コネクタ11を介した制御信号のやり取りは、MDIO (Management Data Input/Output) やI2C (Inter-Integrated Circuit) といった技術を適用することで実現することができる。

【0073】

上述の実施の形態においては、光送信部又は光出力調整部が出力する光信号の強度をモ

50

ニタし、例えば波長可変光源の光出力強度又は光出力調整部の光強度調整動作をフィードバック制御してもよい。この場合、光送信部又は光出力調整部が出力する光の一部を光分岐器などで分岐し、分岐した光をフォトダイオードなどの受光素子で監視する。そして、監視結果を制御部などに通知することで、制御部は波長可変光源の光出力強度又は光出力調整部の光強度調整動作をフィードバック制御できる。なお、このフィードバック制御は、光伝送装置 93 からの指令に応じて実行してもよいし、プラグブル光モジュールが自律的に実行してもよい。

【0074】

上述の実施の形態においては、光受信部 13 は、DP - QPSK 光信号を受信するものとして説明したが、これは例示に過ぎない。例えば、QAM (quadrature amplitude modulation) 等の他の変調信号を受信可能に構成されてもよい。

10

【0075】

上述の実施の形態においては、波長可変光源を SOA と波長フィルタとで構成されるものとして説明したが、波長可変光源として機能するならば他の構成とすることができる。例えば、波長可変光源は、DFB (Distributed FeedBack) レーザアレイと、DFB レーザアレイに含まれる複数の DFB レーザからのレーザ光を選択する選択部とで構成されてもよい。また、DFB (Distributed FeedBack) レーザアレイに代えて、DBR (Distributed Bragg Reflector) レーザなどの他の種類のレーザで構成されるレーザアレイ用いてもよい。

20

【0076】

以上、実施の形態を参照して本願発明を説明したが、本願発明は上記によって限定されるものではない。本願発明の構成や詳細には、発明のスコープ内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

【0077】

この出願は、2015年7月9日に提出された日本出願特願 2015 - 137821 を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

【符号の説明】

【0078】

- 1 キャリア
- 2 光出力部
- 2A 半導体光増幅器 (SOA)
- 2B 波長フィルタ
- 3、7、8 光分岐部
- 3A、7A、7C コリメートレンズ
- 3B、7B、7D アイソレータ
- 3C プリズム
- 3D ミラー
- 4、5 集光レンズ
- 4A、5A 光ファイバ
- 6、17A 光変調部
- 7E 光カプラ
- 8A 光ファイバアレイ
- 11 プラグブル電気コネクタ
- 12、17、18、70 光送信部
- 12A、71 光変調器
- 12B、72 駆動回路
- 13 光受信部
- 14、20、21 波長可変光源
- 15A、15B プラグブル光レセプタ
- 16 制御部

30

40

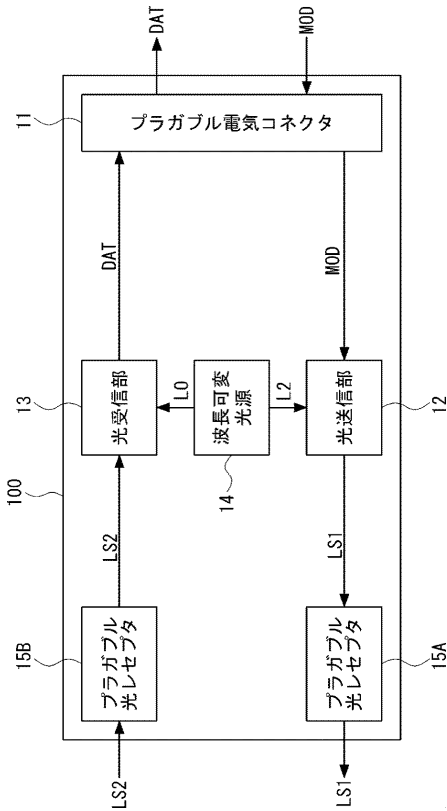
50

- 17B、19 光出力調整部
- 31、32 偏光ビームスプリッタ (PBS)
- 33、34 90°ハイブリッド
- 35 デジタル信号処理部 (DSP)
- 41~44 光電変換器 (O/E)
- 51~54 アナログ/デジタル変換器 (ADC)
- 91、92 光ファイバ
- 93 光伝送装置
- 100、200、300 プラガブル光モジュール
- WG1~WG4、WG11~WG16 光導波路
- 1000 光通信システム
- CON、CON1~CON4 制御信号
- DAT データ信号
- DS1_I、DS2_I、DS3_I 正相変調信号
- DS1_R、DS2_R、DS3_R 逆相変調信号
- L1 光
- L2 出力光
- LO 局部発振光
- LS1、LS2 光信号
- MOD 変調信号
- MZ1、MZ2 マッハツェンダ型光変調器
- PMA、PMB、PM1~PM6 位相変調領域
- SIG_M1、SIG_M2 変調信号
- VBIAS バイアス電圧

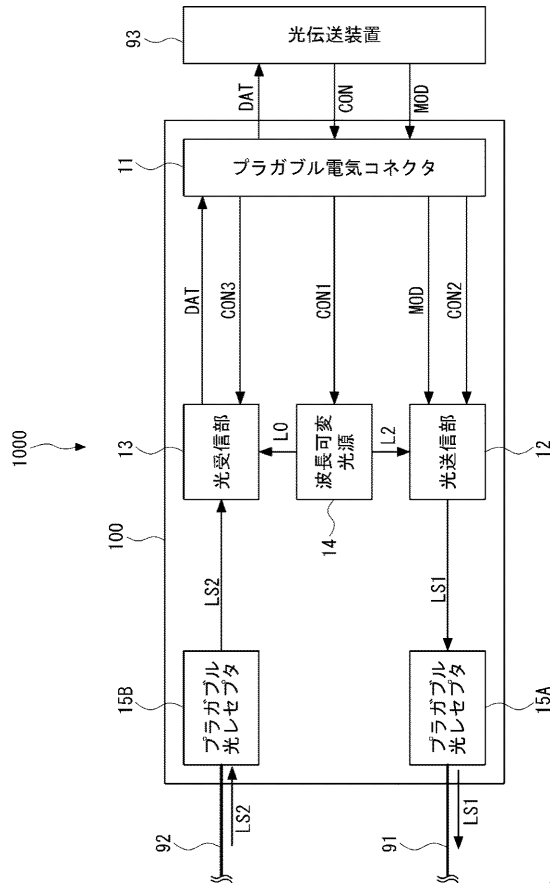
10

20

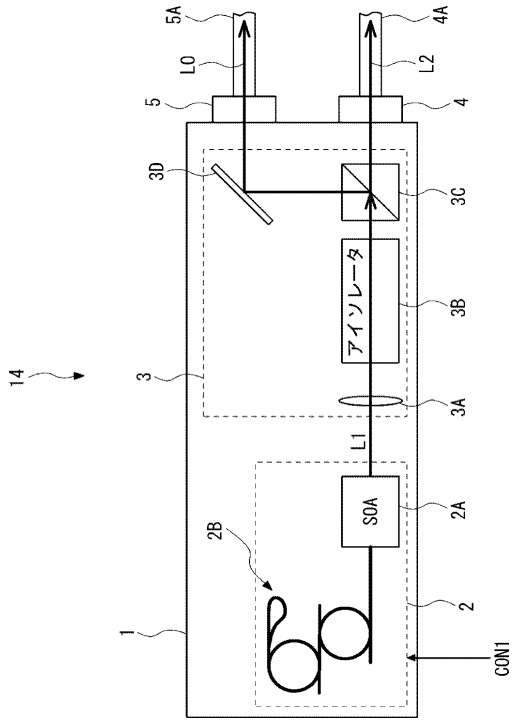
【図1】



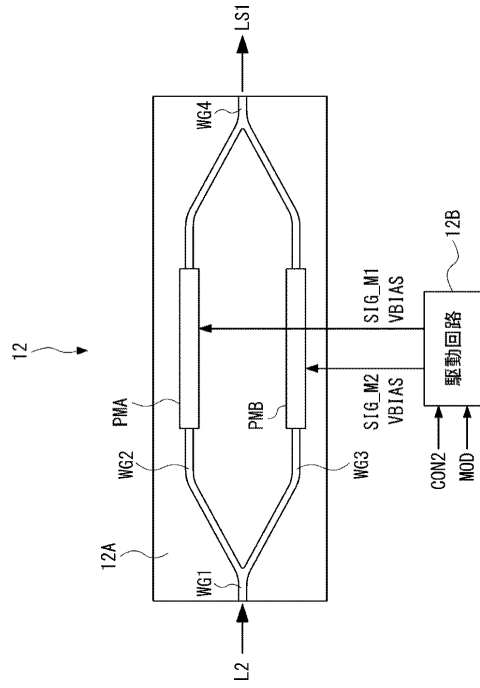
【図2】



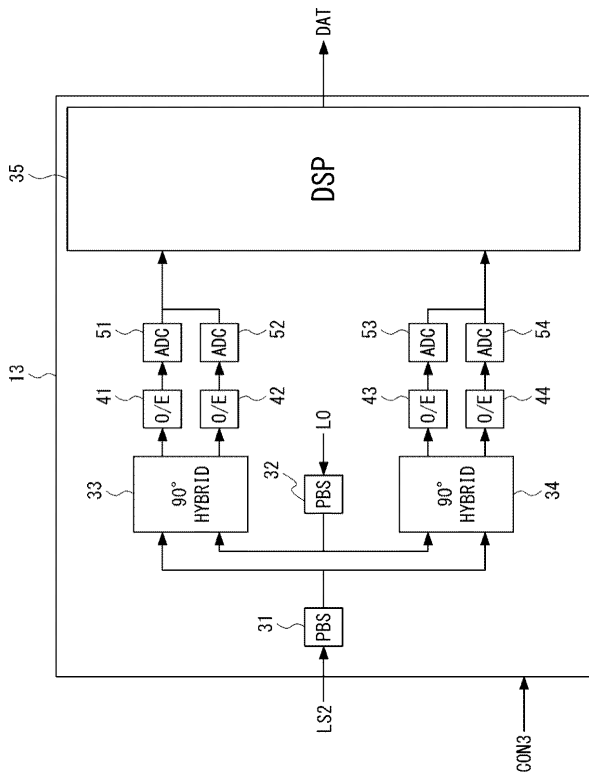
【 図 3 】



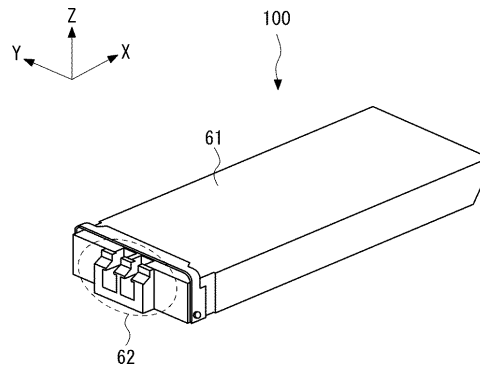
【 図 4 】



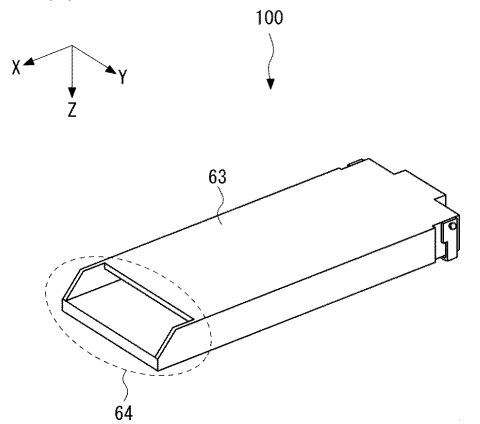
【 図 5 】



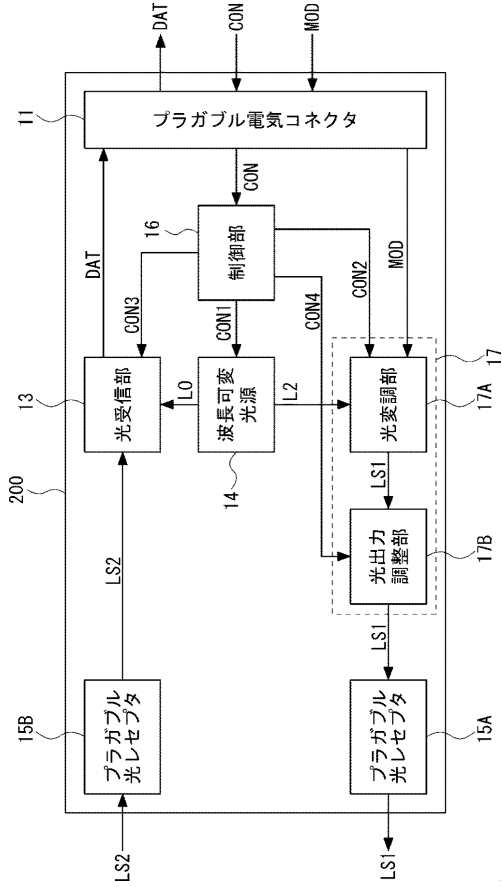
【 図 6 】



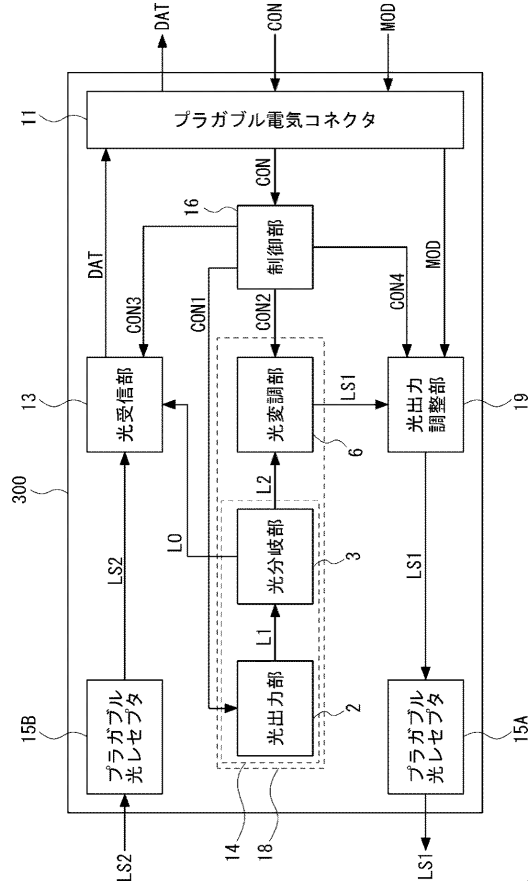
【 図 7 】



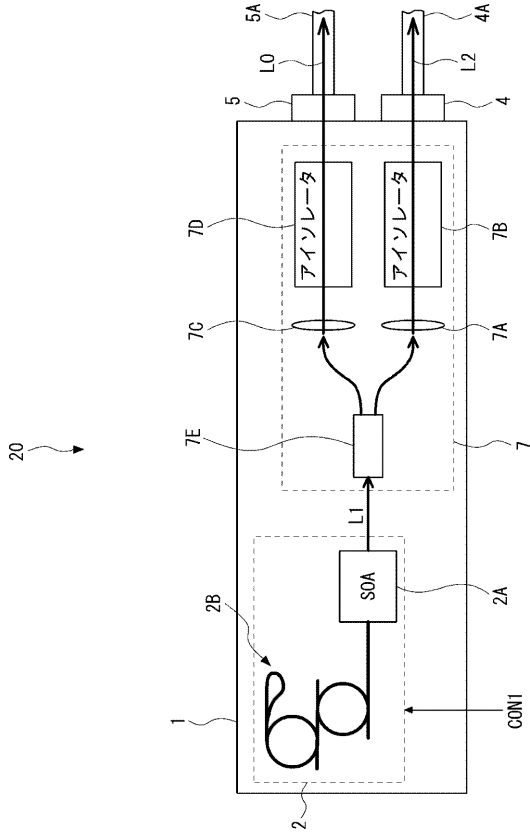
【図 8】



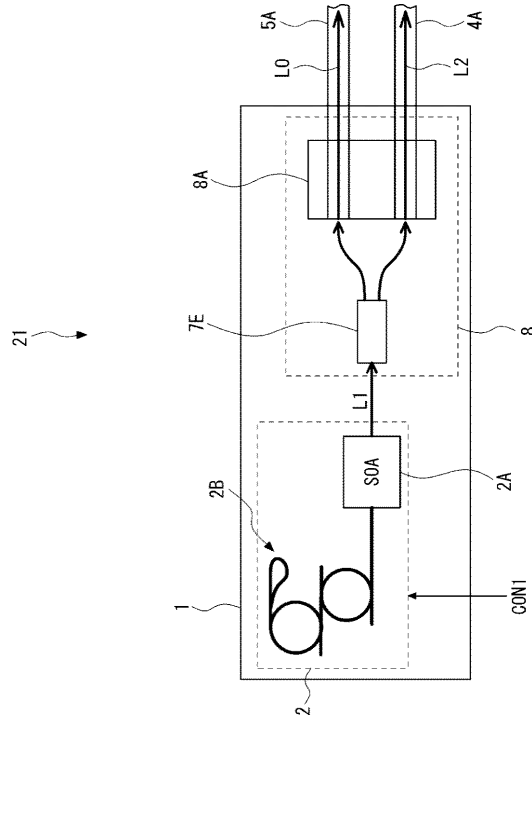
【図 9】



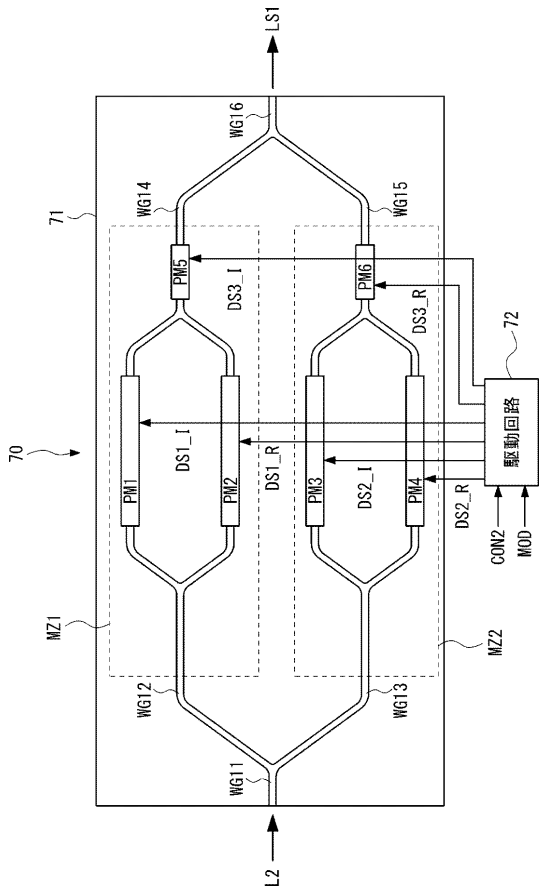
【図 10】



【図 11】



【図 12】



 フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード(参考)
H 0 4 B	10/572	(2013.01)	H 0 4 B	10/572		
H 0 4 B	10/564	(2013.01)	H 0 4 B	10/564		
H 0 4 B	10/516	(2013.01)	H 0 4 B	10/516		
H 0 4 B	10/61	(2013.01)	H 0 4 B	10/61		

Fターム(参考)	2K102	AA21	BA02	BA03	BA14	BA16	BA40	BB01	BB04	BB05	BC04
		BD01	CA20	DA04	DB02	DB04	DB05	DC08	DD03	EA02	EA08
		EA21	EB10	EB12	EB14	EB16	EB20	EB22	EB28	EB30	
	5F173	AR06	MA02	MC01	MF02	MF12	MF25	MF26	MF40		
	5K102	AA15	AA16	AD15	AH02	AH14	AH24	AH27	MA01	MA02	MB09
		MC11	PB03	PB04	PB13	PB18	PC12	PH02	PH15	PH22	PH42
		PH43	RB02	RD26							