

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年12月12日(12.12.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/252631 A1

(51) 国際特許分類:
G02F 1/015 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/021408

(22) 国際出願日: 2023年6月8日(08.06.2023)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 日本電気株式会社 (NEC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 清水 隆徳 (SHIMIZU Takanori); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 家入 健 (IEIRI Takeshi); 〒2210835 神奈川県横浜市神奈川区鶴屋町三丁目3番8 アーバンセンター横浜ウエスト5階 響国際特許事務所 Kanagawa (JP).

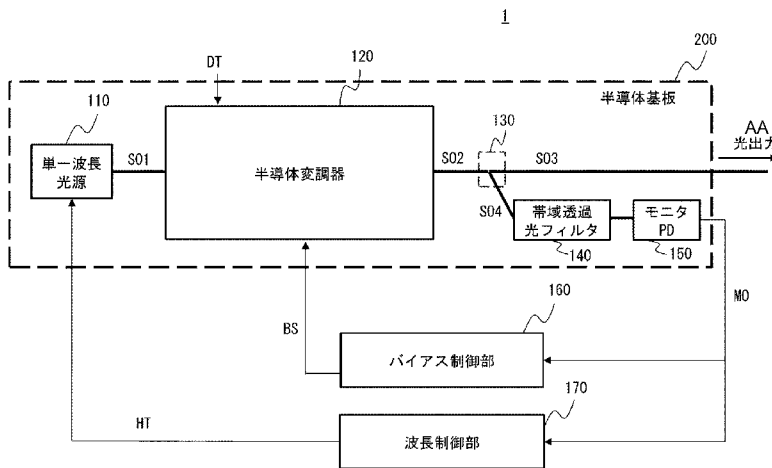
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT,

(54) Title: OPTICAL TRANSMITTER AND OPTICAL TRANSMITTER CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: 光送信器及び光送信器の制御方法

[図3]
Fig. 3



110... SINGLE WAVELENGTH LIGHT SOURCE
120... SEMICONDUCTOR MODULATOR
140... BAND-PASS OPTICAL FILTER
150... MONITORING PD
160... BIAS CONTROL UNIT
170... WAVELENGTH CONTROL UNIT
200... SEMICONDUCTOR SUBSTRATE
AA... LIGHT OUTPUT

(57) Abstract: This optical transmitter (1) comprises: a single wavelength light source (110) that generates light source light; a semiconductor modulator (120) that modulates the generated light source light into modulated light; a demultiplexer (130) that demultiplexes the modulated light into monitor light and outputs light; a band-pass optical filter (140) that transmits light in a transmission band from the demultiplexed monitor light; a monitor PD (150) that monitors the transmitted light; a bias control unit (160) that controls a bias voltage of the semiconductor modulator (120) on the basis of the monitored result; and a wavelength control unit (170) that controls the wavelength of the light source light on the basis of the monitored result.



RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF,
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE,
SN, TD, TG).

添付公開書類：

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：光送信器（1）は、光源光を生成する単一波長光源（110）と、生成した光源光を変調光に変調する半導体変調器（120）と、変調した変調光を出力光とモニタ光に分岐する分波器（130）と、分岐したモニタ光から透過帯域の光を透過する帯域透過光フィルタ（140）と、透過した光をモニタするモニタPD（150）と、モニタした結果に基づいて、半導体変調器（120）のバイアス電圧を制御するバイアス制御部（160）と、モニタした結果に基づいて、光源光の波長を制御する波長制御部（170）と、を備えるものである。

明 細 書

発明の名称：光送信器及び光送信器の制御方法

技術分野

[0001] 本開示は、光送信器及び光送信器の制御方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、インターネットや5G等の普及に伴い、基盤技術として利用される光通信において、高速化・大容量化の研究が進められている。例えば、光位相変調方式と偏波多重分離技術を組み合わせたデジタルコヒーレント方式を用いることで、100Gbps（Giga bit per second）超の大容量化が実現されている。このような高速伝送用の変調器として、MZ変調器（MZM：Mach-Zehnder Modulator）が利用されている。

[0003] 関連する技術として、特許文献1～3が知られている。特許文献1には、MZ変調器を構成するLN（LiNbO₃：ニオブ酸リチウム）変調器とLN変調器のバイアス電圧を制御する制御部が記載されている。さらに、特許文献2や3には、変調器に入力される光源の波長を制御する制御部も記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第5924349号公報

特許文献2：特開2008-228206号公報

特許文献3：特開平08-237203号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 一方、半導体基板にMZ変調器を形成した半導体変調器の開発が進められており、今後、半導体変調器を含む光デバイスを集積化することにより、小型化及び省電力化が期待されている。しかしながら、関連する技術では、半導体変調器などの光デバイスを集積化することが考慮されていない。このた

め、関連する技術では、光送信器において変調器や光源を集積化する場合に、変調器のバイアス制御及び光源の波長制御を好適に行うことが困難となる可能性がある。

[0006] 本開示は、このような課題に鑑み、変調器のバイアス制御及び光源の波長制御を好適に行うことが可能な光送信器及び光送信器の制御方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示に係る光送信器は、光源光を生成する光源と、前記生成した光源光を変調光に変調する半導体変調器と、前記変調した変調光を出力光とモニタ光に分岐する分波器と、前記分岐したモニタ光から透過帯域の光を透過する光フィルタと、前記透過した光をモニタする光モニタと、前記モニタした結果に基づいて、前記半導体変調器のバイアス電圧を制御するバイアス制御手段と、前記モニタした結果に基づいて、前記光源光の波長を制御する波長制御手段と、を備えるものである。

[0008] 本開示に係る光送信器の制御方法は、光源により光源光を生成し、前記生成した光源光を半導体変調器により変調光に変調し、前記変調した変調光を出力光とモニタ光に分岐し、前記分岐したモニタ光から透過帯域の光を透過し、前記透過した光をモニタし、前記モニタした結果に基づいて、前記光源光の波長を制御し、前記モニタした結果に基づいて、前記半導体変調器のバイアス電圧を制御するものである。

発明の効果

[0009] 本開示によれば、変調器のバイアス制御及び光源の波長制御を好適に行うことが可能な光送信器及び光送信器の制御方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]関連する技術における光送信器の構成を示す構成図である。

[図2]関連する技術における光源の温度調整機能の配置例を示す概略側面図である。

[図3]実施の形態1に係る光送信器の構成例を示す構成図である。

[図4A]実施の形態 1 に係る半導体基板における各部の配置の一例を示す概略側面図である。

[図4B]実施の形態 1 に係る半導体基板における各部の配置の他の例を示す概略側面図である。

[図5]実施の形態 1 に係る半導体変調器の具体的な構成例を示す構成図である。

[図6]実施の形態 1 に係る光送信器の動作例を示すフローチャートである。

[図7A]実施の形態 1 に係る光源の波長制御の具体例を説明するためのスペクトル例を示す図である。

[図7B]実施の形態 1 に係る光源の波長制御の具体例を説明するためのモニターパワー例を示す図である。

[図8A]実施の形態 1 に係る光源の波長制御の具体例を説明するためのスペクトル例を示す図である。

[図8B]実施の形態 1 に係る光源の波長制御の具体例を説明するためのモニターパワー例を示す図である。

[図9A]実施の形態 1 に係る光源の波長制御の具体例を説明するためのスペクトル例を示す図である。

[図9B]実施の形態 1 に係る光源の波長制御の具体例を説明するためのモニターパワー例を示す図である。

[図10]実施の形態 2 に係る光送信器の構成例を示す構成図である。

[図11]実施の形態 2 に係る帯域透過光フィルタの透過帯域の例を示す図である。

[図12]実施の形態 2 に係る光送信器の動作例を示すフローチャートである。

[図13]実施の形態 3 に係る光送信器の構成例を示す構成図である。

[図14]実施の形態 3 に係る DP- π Q 変調器の具体的な構成例を示す構成図である。

[図15]実施の形態 4 に係る光送信器の構成例を示す構成図である。

[図16]実施の形態 5 に係る光送信器の構成例を示す構成図である。

[図17]実施の形態5に係る光送信器の他の構成例を示す構成図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、図面を参照して実施の形態について説明する。各図面において、同一または対応する要素には同一の符号が付されており、説明の明確化のため、必要に応じて重複説明を省略する。なお、各図面において示された矢印は説明のための例示であり、信号の種類や方向を限定するものではない。

[0012] (関連する技術の検討)

まず、関連する技術について検討する。図1は、例えば特許文献1の記載に基づいた、関連する技術における光送信器9の構成を示している。図1は、LN変調器を用いた光送信器の構成例である。図1に示すように、関連する光送信器9は、光源901、LN変調器902、モニタPD903、バイアス制御部904を備えている。

[0013] 光源901は、LN変調器902の外部に設けられた外付けの光源であり、LN変調器902と光ファイバ等を介して接続される。光源901は、例えばDFB (Distributed Feedback) レーザである。LN変調器902は、光源901から出力された光を変調する。モニタPD903は、LN変調器902の外部に設けられた受光部である。LN変調器902により変調された光をモニタPD903で受光しモニタする。バイアス制御部904は、モニタPD903のモニタ結果に応じて、LN変調器902のバイアス点（動作点）振動による出力ずれが小さくなるように、LN変調器902のバイアス電圧をフィードバック制御する。

[0014] また、光源から出力される光は、経年劣化等により波長が変動するため、光源から所望の波長の光が出力されるよう波長制御を行う必要がある。関連する技術として、温度調整機能を利用した波長制御方法が考えられる。図2は、関連する技術における光源の温度調整機能の配置例を示す概略側面図である。図2に示すように、関連する技術では、温度調整機能としてTEC (Thermoelectric Cooler) 905を、外付けの光源901の下に配置する。TEC 905により光源901下部の全面の温度を調整することで、光源90

1 の波長を制御する。

[0015] しかし、関連する光送信器では、L N 変調器に対し光源が外付けであり、光源の温度調整機能が大きいため、小型化の障害となる。また、L N 変調器を半導体変調器として、半導体変調器と光源を集積化しようとする、TEC のような大きな温度調整機能では、局所的に光源の波長制御することは困難である。そこで、実施の形態では、光源の波長制御と半導体変調器のバイアス制御を近接して省面積で行うことを可能とする。

[0016] なお、特許文献 2 に記載の光角度変調器では、光源の光を 2 つに分岐し、分岐した光をそれぞれ光位相変調部と光周波数シフタに入力し、光位相変調部と光周波数シフタの出力光を結合する。この構成において、歪成分制御部が、結合された光信号に基づいて光位相変調部に印加するバイアス電圧を制御し、光源制御部が、光周波数シフタからの光信号に基づいて光源の波長を制御する。特許文献 2 では、光位相変調部から出力される光信号に基づいて、バイアス電圧と光源の波長を制御することはできないため、小型化することは困難である。

[0017] また、特許文献 3 に記載の光送信器では、L N 変調器から出力される光信号をバンドパスフィルタに入力し、バンドパスフィルタを介した光信号を光カップラで分岐し、分岐した光に基づいて、L N 変調器のバイアス電圧と光源の波長を制御する。特許文献 3 では、L N 変調器を前提としているため、変調器及び光源等を集積化することはできない。また、バンドパスフィルタを介した光信号を光伝送路へ出力するため、光源の波長が大きく変動すると断信号となる場合があり、変動量によっては出力光のパワー低下につながる可能性がある。

[0018] (実施の形態 1)

次に、実施の形態 1 について説明する。図 3 は、本実施の形態に係る光送信器 1 の構成例を示している。図 4 A 及び図 4 B は、図 3 の半導体基板 200 の各部の配置例を示す概略側面図である。図 5 は、図 3 の半導体変調器 120 の具体的な構成例を示している。

[0019] 本実施の形態に係る光送信器 1 は、例えば、デジタルコヒーレント通信用の光送信器である。図 3 に示すように、光送信器 1 は、単一波長光源 110、半導体変調器 120、分波器 130、帯域透過光フィルタ 140、モニタ PD 150、バイアス制御部 160、波長制御部 170 を備えている。

[0020] 例えば、単一波長光源 110、半導体変調器 120、分波器 130、帯域透過光フィルタ 140、モニタ PD 150 は、1 つの半導体基板 200 上に形成されている。少なくとも単一波長光源 110 と半導体変調器 120 を半導体基板 200 上に形成してもよい。半導体基板 200 は、例えば、インジウムリン (InP)、ガリウムヒ素 (GaAs) やシリコン (Si) 等の半導体基板であるが、ゲルマニウム (Ge) 等のその他の半導体基板でもよい。

[0021] バイアス制御部 160 及び波長制御部 170 は、半導体基板 200 とは別の半導体チップとして形成されている。バイアス制御部 160 及び波長制御部 170 は、別々の半導体チップにより構成されてもよいし、1 つの半導体チップにより構成されてもよい。バイアス制御部 160 及び波長制御部 170 は、ハードウェア又はソフトウェア、もしくはその両方によって構成されてもよい。バイアス制御部 160 及び波長制御部 170 の機能は、CPU (Central Processing Unit) 等のプロセッサにおいて、メモリに格納されたプログラムを実行することにより実装してもよい。例えば、半導体基板 200 に、バイアス制御部 160 及び波長制御部 170 を含む半導体チップをフリップチップ等により実装してもよい。図 3 の全ての構成を含む半導体装置を 1 つの半導体パッケージとしてもよい。

[0022] 単一波長光源 110 は、予め設定された単一波長 (設定波長) の光である光源光 S01 を生成する。単一波長光源 110 は、インジウムリンやシリコン等の半導体基板 200 に形成された半導体レーザである。単一波長光源 110 は、例えば、DFB レーザや DBR (Distributed Bragg Reflector) レーザでもよいし、外部共振型レーザ (External Cavity Laser: ECL) でもよい。単一波長光源 110 は、光源光 S01 の設定波長が固定された波長固定

光源であるが、光源光S O 1の設定波長が可変の波長可変光源でもよい。

[0023] 図4 Aは、単一波長光源1 1 0を半導体基板2 0 0に実装する一例を示している。図4 Aに示すように、単一波長光源1 1 0は、例えば、半導体基板2 0 0上に、下部クラッド層2 0 1、活性層2 0 2、上部クラッド層2 0 3が積層されて構成される。また、単一波長光源1 1 0（半導体基板2 0 0）の最上位、すなわち、上部クラッド層2 0 3の上にヒータ2 0 4が形成されている。ヒータ2 0 4は、単一波長光源1 1 0を加熱可能な発熱体である。ヒータ2 0 4は、T i Nヒータ等の温度制御可能な抵抗体により形成されている。ヒータ2 0 4は、半導体基板2 0 0における単一波長光源1 1 0の形成領域に対応して形成されている。例えば、ヒータ2 0 4は、単一波長光源1 1 0の形成領域の範囲内に形成されてもよい。ヒータ2 0 4は、平面視で単一波長光源1 1 0の形成領域（活性層2 0 2）と同じ形状及びサイズでもよいし、単一波長光源1 1 0の形成領域より小さい形状及びサイズでもよい。ヒータ2 0 4は、単一波長光源1 1 0の形成領域より大きくてもよいが、半導体変調器1 2 0等の他の光デバイスの形成領域と重ならないことが好ましい。波長制御部1 7 0から供給されるヒータ電流H Tに応じてヒータ2 0 4が発熱し、ヒータ2 0 4の熱により活性層2 0 2の屈折率が変化することで、活性層2 0 2で生じる光源光S O 1の波長が制御される。活性層2 0 2の温度が調整できればよいので、ヒータ2 0 4は、上部クラッド層2 0 3の上に限らず、上部クラッド層2 0 3の中でもよいし、下部クラッド層2 0 1の下や半導体基板2 0 0の下に形成されてもよい。例えば、単一波長光源1 1 0が外部共振型レーザである場合、外部共振型レーザを構成するシリコン導波路にヒータを形成し、形成したヒータの熱によりシリコン導波路の屈折率を調整することで波長を制御してもよい。

図4 Bは、単一波長光源1 1 0を半導体基板2 0 0に実装する他の例を示している。図4 Bに示すように、単一波長光源1 1 0の半導体チップを半導体基板2 0 0にフリップチップ実装してもよい。すなわち、図4 Aのように単一波長光源1 1 0を半導体基板2 0 0に対しモノリシックに実装してもよ

いし、図4Bのように単一波長光源110を半導体基板200に対しハイブリッドに実装してもよい。図4Bの例では、単一波長光源110に形成されたヒータ204（図4Bでは最下位）と半導体基板200との間をはんだバンプ205を介して接合することで、単一波長光源110を半導体基板200に実装する。

[0024] 半導体変調器120は、デジタルコヒーレント通信用のI/Q変調器である。半導体変調器120は、インジウムリンやシリコン等の半導体基板200に形成された半導体変調器である。半導体変調器120は、単一波長光源110から出力された光源光S01を変調光信号S0に変調する。半導体変調器120は、単一波長光源110から出力された光源光S01に対し、I/Q変調（コヒーレント変調）をかけ、変調した変調光信号S02を出力する。

[0025] 図5に示すように、半導体変調器120は、2つのMZ変調器を含むMZ干渉系により構成される。半導体変調器120は、分波器121、MZ変調器122-1及び122-2、位相シフタ123、合波器124を備える。分波器121は、単一波長光源110からの光源光S01をIc h（同相成分）用の光とQc h（直交成分）用の光に分岐（分波）する。

[0026] MZ変調器122-1は、例えば、Ic h用の変調器である。MZ変調器122-1は、送信データ信号から生成されたIc h用のデータ信号DT1が駆動信号として印加される。MZ変調器122-1は、分波器121により分岐されたIc h用の光を、データ信号DT1に応じて変調する。また、MZ変調器122-1には、バイアス制御部160からバイアス点を調整するバイアス電圧BS1が印加される。

[0027] MZ変調器122-2は、例えば、Qc h用の変調器である。MZ変調器122-2は、送信データ信号から生成されたQc h用のデータ信号DT2が駆動信号として印加される。MZ変調器122-2は、分波器121により分岐されたQc h用の光を、データ信号DT2に応じて変調する。また、MZ変調器122-2には、バイアス制御部160からバイアス点を調整するバイアス電圧BS2が印加される。

- [0028] 位相シフタ 123 は、I c h の光信号の位相と Q c h の光信号の位相が直交するように、I c h の光信号の位相または Q c h の光信号の位相をシフトする。この例では、位相シフタ 123 は、MZ 変調器 122-2 により変調された Q c h の変調光信号の位相を $\pi/2$ シフトさせる。位相シフタ 123 は、MZ 変調器と同様に MZ 干渉計により構成してもよいし、導波路の屈折率を変えることで位相をシフトするように構成してもよい。また、位相シフタ 123 には、バイアス制御部 160 から位相シフト量を調整するバイアス電圧 B S 3 が印加される。位相シフタ 123 を MZ 干渉計により構成する場合、MZ 干渉計に印加するバイアス電圧 B S 3 により位相シフト量を制御してもよい。位相シフタ 123 を構成する導波路にヒータを形成し、形成したヒータにバイアス電圧 B S 3 を印加して発生する熱により導波路の屈折率を変えることで、位相シフト量を制御してもよい。
- [0029] 合波器 124 は、MZ 変調器 122-1 により変調された光信号と、MZ 変調器 122-2 により変調され位相シフタ 123 により位相シフトされた光信号とを合波し、合波した変調光信号 S O 2 を出力する。
- [0030] 分波器 130 は、半導体変調器 120 (IQ 変調器) により生成された変調光信号 S O 2 を、出力用の出力光信号 S O 3 とモニタ用のモニタ光信号 S O 4 に分岐する。分岐した出力光信号 S O 3 は送信光として外部 (光伝送路等) へ出力される。なお、半導体変調器 120 の合波器 124 と分波器 130 を 1 つの光カプラ (2×2 光カプラ) としてもよい。
- [0031] 帯域透過光フィルタ 140 は、所定の透過帯域の光信号を透過する光 B P F (Band Pass Filter) である。帯域透過光フィルタ 140 は、分波器 130 により分岐されたモニタ光信号 S O 4 を入力し、モニタ光信号 S O 4 のうち透過帯域の光を透過する。帯域透過光フィルタ 140 は、インジウムリンやシリコン等の半導体基板 200 に形成された半導体フィルタである。帯域透過光フィルタ 140 は、例えば、非対称 MZ 干渉計により構成される。帯域透過光フィルタ 140 は、リング共振器により構成してもよいし、対向するミラーを用いた共振器により構成してもよい。

- [0032] 帯域透過光フィルタ 140 の透過帯域は、単一波長光源 110 から出力される光源光 S O 1 の設定波長（所望の目標波長）に対応する。単一波長光源 110 が波長可変光源の場合、帯域透過光フィルタ 140 を帯域可変フィルタとし、光源光 S O 1 の設定波長の変更に応じて帯域透過光フィルタ 140 の透過帯域を切り替えてもよい。帯域透過光フィルタ 140 を共振器により構成する場合、共振器の導波路にヒータを形成し、形成したヒータの熱を調整することで、帯域透過光フィルタの透過帯域を制御してもよい。また、透過帯域が異なる複数の帯域透過光フィルタを備え、単一波長光源 110 の光源光 S O 1 の設定波長に応じて、使用する帯域透過光フィルタを切り替えてもよい。
- [0033] モニタ P D 150 は、帯域透過光フィルタ 140 を透過した光信号をモニタ（検出）する P D（Photo Detector）である。モニタ P D 150 は、インジウムリン、シリコン等の半導体基板 200 に形成された半導体 P D である。モニタ P D 150 は、帯域透過光フィルタ 140 を透過した光信号を光電変換し、光電変換されたモニタ信号 M O を出力する。
- [0034] バイアス制御部 160 は、モニタ P D 150 のモニタ結果であるモニタ信号 M O に基づいて、半導体変調器 120 のバイアス電圧 B S を制御する。半導体変調器 120 から出力された変調光を分岐し、分岐した光のモニタ結果に応じて、半導体変調器 120 のバイアス電圧をフィードバック制御することで、自動的にバイアス電圧を最適化する。この例では、バイアス制御部 160 は、モニタ信号 M O に基づいて、M Z 変調器 122-1 に印加するバイアス電圧 B S 1、M Z 変調器 122-2 に印加するバイアス電圧 B S 2、位相シフタ 123 に印加するバイアス電圧 B S 3 をそれぞれ制御する。
- [0035] 波長制御部 170 は、モニタ P D 150 のモニタ結果であるモニタ信号 M O に基づいて、単一波長光源 110 の光源光 S O 1 の波長を制御する。波長制御部 170 は、モニタ P D 150 のモニタ結果に応じて、ヒータ 204 の発熱量を制御する。波長制御部 170 は、モニタ信号 M O に応じてヒータ電流 H T を生成し、生成したヒータ電流 H T を単一波長光源 110 に供給する。

。例えば、ヒータ電流HTを抵抗に流し、抵抗を介してヒータ電流HTに応じた電圧をヒータ204に印加して、ヒータ204に熱を発生させることで、単一波長光源110の光源光SO1の波長を制御する。なお、波長制御部170は、単一波長光源110を駆動する駆動電流を制御することで、光源光SO1の波長を調整してもよい。すなわち、波長制御部170は、モニタPD150のモニタ結果に応じて、単一波長光源110を駆動する駆動電流を制御してもよい。その場合、単一波長光源110が出力する光源光SO1のパワーが変化するため、光源光SO1のパワーを調整する光アンプを備えてもよい。

[0036] 図6は、本実施の形態に係る光送信器1の動作例を示している。図6に示すように、まず、光送信器1は、単一波長光源110のヒータ電流HT及び半導体変調器120のバイアス電圧BSの初期値を設定する(S101)。波長制御部170は、予め決められた初期値のヒータ電流HTを生成し、生成したヒータ電流HTを単一波長光源110に供給する。具体的には、波長制御部170は、抵抗を介して、初期値のヒータ電流HTに応じた電圧をヒータ204に印加する。単一波長光源110は、初期値のヒータ電流HTにより設定された波長の光源光SO1を生成する。

[0037] また、バイアス制御部160は、予め決められた初期値のバイアス電圧BSを生成し、生成したバイアス電圧BSを半導体変調器120に供給する。具体的には、バイアス制御部160は、初期値のバイアス電圧BS1をMZ変調器122-1に印加し、初期値のバイアス電圧BS2をMZ変調器122-2に印加し、初期値のバイアス電圧BS3を位相シフタ123に印加する。半導体変調器120は、初期値のバイアス電圧BSにより設定されたバイアス点で変調動作を行う。

[0038] 続いて、光送信器1は、単一波長光源110の波長制御処理を行う(S102～S104)。波長制御処理では、モニタPD150は、帯域透過光フィルタ140を介した光をモニタする(S102)。具体的には、半導体変調器120は、単一波長光源110から光源光SO1が入力され、データ信

号DTが入力されると、光源光SO1をデータ信号DT1に応じて変調し、変調した変調光信号SO2を出力する。分波器130は、生成された変調光信号SO2を出力光信号SO3とモニタ光信号SO4に分岐する。帯域透過光フィルタ140は、分岐されたモニタ光信号SO4から透過帯域の光を透過する。モニタPD150は、帯域透過光フィルタ140を介した光信号を検出し、検出した光信号をモニタ電流（モニタ信号MO）に変換する。

[0039] 続いて、波長制御部170は、モニタPD150のモニタ結果に基づいて、単一波長光源110の波長制御（調整）が必要か否か判定する（S103）。例えば、波長制御部170は、モニタPD150から出力されたモニタ電流（モニタ信号MO）が所定の閾値以下か否か判定し、モニタ電流が所定の閾値以下である場合、波長制御が必要であると判断する。

[0040] 続いて、波長制御が必要であると判定された場合、波長制御部170は、単一波長光源110の波長を制御（調整）する（S104）。波長制御部170は、検出したモニタ電流に応じてヒータ電流HTを調整し、調整したヒータ電流HTを単一波長光源110に供給する。例えば、波長制御部170は、モニタ電流が所定の閾値を超えるまで、ヒータ電流HTの調整を繰り返す。

[0041] 図7A及び図7B～図9A及び図9Bは、単一波長光源110の波長制御の具体例を示している。図7A及び図7Bは、単一波長光源110から出力された光源光SO1の波長が設定波長（ λ_0 ）からずれていない場合のスペクトル及びモニタパワーの例を示している。この場合、図7Aに示すように、半導体変調器120が生成した変調光信号SO2及び分波器130から分岐したモニタ光信号SO4のスペクトルは、帯域透過光フィルタ140の透過帯域スペクトルに含まれる。帯域透過光フィルタ140の透過帯域スペクトルの帯域幅は、半導体変調器120から出力される変調光信号SO2の帯域幅に対応する。例えば、帯域透過光フィルタ140の透過帯域の帯域幅は、変調光信号SO2の帯域幅より広い、あるいは、変調光信号SO2の帯域幅とほぼ同じ幅であり、少なくとも変調光信号SO2を透過可能な帯域幅で

ある。そうすると、図 7 B に示すように、光源光 S O 1 の波長が設定波長（ λ_0 ）からずれていない場合、帯域透過光フィルタ 1 4 0 を透過したモニタ光信号 S O 4 のモニタパワー（モニタ電流）は最大値となる。例えば、波長制御部 1 7 0 は、モニタパワーが所定の閾値よりも大きいため、波長制御は不要であると判定する（S 1 0 3）。

[0042] 図 8 A 及び図 8 B は、単一波長光源 1 1 0 から出力された光源光 S O 1 の波長が設定波長（ λ_0 ）より短波長側にずれている場合のスペクトル及びモニタパワーの例を示している。この場合、図 8 A に示すように、半導体変調器 1 2 0 が生成した変調光信号 S O 2 及び分波器 1 3 0 から分岐したモニタ光信号 S O 4 のスペクトルは、帯域透過光フィルタ 1 4 0 の透過帯域スペクトルよりも短波長側にずれてしまう。このため、モニタ光信号 S O 4 のうち透過帯域に含まれない短波長側の部分が帯域透過光フィルタ 1 4 0 でカットされる。そうすると、図 8 B に示すように、光源光 S O 1 の波長が設定波長（ λ_0 ）より短波長側にずれている場合、帯域透過光フィルタ 1 4 0 を透過したモニタ光信号 S O 4 のモニタパワー（モニタ電流）は、最大値よりも小さくなる。例えば、波長制御部 1 7 0 は、モニタパワーが所定の閾値よりも小さいため、波長制御が必要であると判定し（S 1 0 3）、単一波長光源 1 1 0 の波長を制御する（S 1 0 4）。この例では、モニタパワーに応じてヒータ電流を増加させることで、単一波長光源 1 1 0 の波長を長波長側へ調整する。

[0043] 図 9 A 及び図 9 B は、単一波長光源 1 1 0 から出力された光源光 S O 1 の波長が設定波長（ λ_0 ）より長波長側にずれている場合のスペクトル及びモニタパワーの例を示している。この場合、図 9 A に示すように、半導体変調器 1 2 0 が生成した変調光信号 S O 2 及び分波器 1 3 0 から分岐したモニタ光信号 S O 4 のスペクトルは、帯域透過光フィルタ 1 4 0 の透過帯域スペクトルよりも長波長側にずれてしまう。このため、モニタ光信号 S O 4 のうち透過帯域に含まれない長波長側の部分が帯域透過光フィルタ 1 4 0 でカットされる。そうすると、図 9 B に示すように、光源光 S O 1 の波長が設定波長

($\lambda 0$) より長波長側にずれている場合、帯域透過光フィルタ 140 を透過したモニタ光信号 S04 のモニタパワー（モニタ電流）は、最大値よりも小さくなる。例えば、波長制御部 170 は、モニタパワーが所定の閾値よりも小さいため、波長制御が必要であると判定し（S103）、単一波長光源 110 の波長を制御する（S104）。この例では、モニタパワーに応じてヒータ電流を減少させることで、単一波長光源 110 の波長を短波長側へ調整する。

[0044] 続いて、図 6 に示すように、光送信器 1 は、S103 で波長制御が不要と判定された場合、または、S104 の波長制御が終了した場合、半導体変調器 120 のバイアス制御処理を行う（S105～S107）。バイアス制御処理では、モニタ PD 150 は、帯域透過光フィルタ 140 を介した光をモニタする（S105）。S102 と同様に、半導体変調器 120 は、波長制御された光源光 S01 を変調し、モニタ PD 150 は、帯域透過光フィルタ 140 を介した光信号を検出し、検出した光信号をモニタ電流（モニタ信号 MO）に変換する。

[0045] 続いて、バイアス制御部 160 は、モニタ PD 150 のモニタ結果に基づいて、半導体変調器 120 のバイアス制御（調整）が必要か否か判定する（S106）。例えば、バイアス制御部 160 は、モニタ PD 150 から出力されたモニタ電流（モニタ信号 MO）が所定の範囲内か否か判定し、モニタ電流が所定の範囲を超えている場合、バイアス制御が必要であると判断する。

[0046] 続いて、バイアス制御が必要であると判定された場合、バイアス制御部 160 は、半導体変調器 120 のバイアス電圧 BS を制御（調整）する（S107）。バイアス制御部 160 は、検出したモニタ電流に基づいて、MZ 変調器 122-1 に印加するバイアス電圧 BS1、MZ 変調器 122-2 に印加するバイアス電圧 BS2、位相シフタ 123 に印加するバイアス電圧 BS3 をそれぞれ制御する。例えば、バイアス制御部 160 は、モニタ電流が所定の範囲内となるまで、バイアス電圧 BS1～BS3 の調整を繰り返す。

[0047] その後、光送信器 1 は、波長制御処理（S 1 0 2 ～ S 1 0 4）とバイアス制御処理（S 1 0 5 ～ S 1 0 7）を順に繰り返す。波長制御処理及びバイアス制御処理を常に繰り返してもよいし、定期的に繰り返してもよい。一度、波長制御処理により単一波長光源 1 1 0 の波長が調整された後は、波長制御処理とバイアス制御処理をそれぞれ独立して実行してもよい。すなわち、波長制御処理とバイアス制御処理を並列に行ってもよいし、それぞれ異なる周期で行ってもよい。バイアス電圧を調整してから半導体変調器のバイアス点がずれるまでの期間よりも光源の波長を調整してから波長がずれるまでの期間の方が長いため、バイアス制御処理を第 1 の周期で行い、波長制御処理を第 1 の周期よりも長い第 2 の周期で行ってもよい。

[0048] 以上のように、本実施の形態では、D F B レーザや波長可変光源などの単一波長光源と半導体変調器が同一基板上に集積された光送信器において、モニタ P D の前段に設定波長を中心透過波長とする光バンドパスフィルタが配置されている。また、半導体変調器からの光をカプラで分岐し、分岐した光をバンドパスフィルタに入力する。波長制御及びバイアス制御では、モニタ P D から出力された電気信号を用いて波長制御部で識別して光源のヒータ電流を制御することで波長制御し、その後、モニタ P D から出力された電気信号を用いてバイアス制御部で識別処理して光変調器のバイアス電圧を制御する。

[0049] これにより、半導体変調器及び光源等を集積化するとともに、バイアス制御及び波長制御を好適に行うことができる。具体的には、半導体変調器及び光源等を同一の半導体基板に集積化することで、小型化及び省電力化することができる。バンドパスフィルタを介した光をモニタし、モニタ結果に基づいてバイアス制御及び波長制御を行うことで、1 つのモニタ P D でバイアス制御及び波長制御を行うことができる。モニタ結果に応じたヒータ電流により光源に形成されたヒータの熱を制御することで、T E C などの大型の温度調整機能を利用することなく光源の波長を制御できるため、光源の波長制御と半導体変調器のバイアス制御を近接して省面積で行うことができる。また

、半導体変調器からの光を分岐し、分岐した光をモニタすることで、光伝送路などの外部へ出力される光への影響を抑えつつ、波長制御とバイアス制御を行うことができる。

[0050] （実施の形態２）

次に、実施の形態２について説明する。本実施の形態では、帯域透過光フィルタの透過帯域幅を狭くし、帯域透過光フィルタの有無を切り替え可能とする例について説明する。なお、本実施の形態は、実施の形態１と組み合わせて実施することが可能であり、実施の形態１で示した各構成を適宜使用してもよい。

[0051] 図１０は、本実施の形態に係る光送信器１の構成例を示している。図１０に示すように、本実施の形態に係る光送信器１は、実施の形態１の図３の構成に加えて、光スイッチ１８０を備えている。その他の構成は、実施の形態１と同様である。

[0052] 光スイッチ１８０は、分波器１３０と帯域透過光フィルタ１４０の間に配置され、帯域透過光フィルタ１４０をバイパス可能に切り替える切り替え部である。光スイッチ１８０は、帯域透過光フィルタ１４０の有無（使用の有無）を切り替えるとも言える。光スイッチ１８０は、分波器１３０、帯域透過光フィルタ１４０等と同様に、半導体基板２００上に形成されている。光スイッチ１８０は、分波器１３０からのモニタ光信号Ｓ０４の出力先を切り替え、モニタ光信号Ｓ０４を帯域透過光フィルタ１４０とモニタＰＤ１５０のいずれかに出力する。これにより、帯域透過光フィルタ１４０をバイパスするか否か、すなわち、帯域透過光フィルタ１４０にモニタ光信号Ｓ０４をフィルタリングさせるか否か切り替える。

[0053] 例えば、波長制御部１７０が波長制御処理を行う場合、分波器１３０の出力を帯域透過光フィルタ１４０の入力に接続し、モニタ光信号Ｓ０４の出力先を帯域透過光フィルタ１４０に切り替える。これにより、帯域透過光フィルタ１４０にモニタ光信号Ｓ０４をフィルタリングさせ、帯域透過光フィルタ１４０を透過したモニタ光信号Ｓ０４をモニタＰＤ１５０で検出する。ま

た、バイアス制御部 160 がバイアス制御処理を行う場合、分波器 130 の出力をモニタ PD 150 の入力に接続し、モニタ光信号 S04 の出力先をモニタ PD 150 に切り替える。これにより、帯域透過光フィルタ 140 をバイパスし、分波器 130 で分岐したモニタ光信号 S04 を直接モニタ PD 150 で検出する。

[0054] また、本実施の形態では、帯域透過光フィルタ 140 の透過帯域の帯域幅を実施の形態 1 よりも狭くする。図 11 は、帯域透過光フィルタ 140 の透過帯域スペクトルの例を示している。図 11 に示すように、例えば、透過帯域スペクトルの帯域幅は、半導体変調器 120 から出力される変調光信号 S02 の帯域幅よりも狭い。帯域透過光フィルタ 140 の透過帯域の帯域幅は、単一波長光源 110 から出力される光源光 S01 の帯域幅に対応してもよい。帯域透過光フィルタ 140 の透過帯域の帯域幅は、光源光 S01 の帯域幅より広い、あるいは、光源光 S01 の帯域幅とほぼ同じ幅であり、少なくとも光源光 S01 を透過可能な帯域幅でもよい。

[0055] 図 12 は、本実施の形態に係る光送信器 1 の動作例を示している。この例では、実施の形態 1 の図 6 の動作例に対し、S111 及び S112 が追加され、S105 が S115 に変更されている。

[0056] 図 12 に示すように、光送信器 1 は、実施の形態 1 と同様に単一波長光源 110 のヒータ電流 HT 及び半導体変調器 120 のバイアス電圧 BS の初期値を設定した後（S101）、波長制御処理を行うため、帯域透過光フィルタ 140 を使用するよう光スイッチ 180 の接続を切り替える（S111）。光スイッチ 180 は、分波器 130 からのモニタ光信号 S04 の出力先を帯域透過光フィルタ 140 とする。

[0057] 続いて、光送信器 1 は、実施の形態 1 と同様に、波長制御処理（S102～S104）を行う。帯域透過光フィルタ 140 は、光スイッチ 180 からのモニタ光信号 S04 を、図 11 のように狭い透過帯域で透過する。モニタ PD 150 は、帯域透過光フィルタ 140 を透過した光信号をモニタし、波長制御部 170 は、そのモニタ結果に応じて、単一波長光源 110 の波長を

制御する。

[0058] 続いて、光送信器 1 は、バイアス制御処理を行うため、帯域透過光フィルタ 140 をバイパスするよう光スイッチ 180 の接続を切り替える (S 112)。光スイッチ 180 は、分波器 130 からのモニタ光信号 S04 の出力先をモニタ PD 150 とする。

[0059] 続いて、光送信器 1 は、実施の形態 1 と同様に、バイアス制御処理 (S 115、S 106～S 107) を行う。モニタ PD 150 は、帯域透過光フィルタ 140 を介さずに、光スイッチ 180 からのモニタ光信号 S04 をモニタする (S 115)。バイアス制御部 160 は、そのモニタ結果に応じて、半導体変調器 120 のバイアス電圧 BS を制御する (S 106～S 107)。

[0060] 以上のように、本実施の形態では、バンドパスフィルタの透過帯域を狭くし、バンドパスフィルタの有無を選択可能とする。波長制御を行う場合に、狭い透過帯域のバンドパスフィルタを透過した光をモニタすることで、波長制御の精度を向上できる。また、バイアス制御を行う場合は、バンドパスフィルタをバイパスすることで、狭い透過帯域のバンドパスフィルタによる影響を抑え、精度よくバイアス制御を行うことができる。

[0061] (実施の形態 3)

次に、実施の形態 3 について説明する。本実施の形態では、光送信器が半導体変調器として DP-IQ 変調器を備える例について説明する。なお、本実施の形態は、実施の形態 1 または 2 と組み合わせて実施することが可能であり、実施の形態 1 または 2 で示した各構成を適宜使用してもよい。

[0062] 図 13 は、本実施の形態に係る光送信器 1 の構成例を示している。図 14 は、図 13 の DP-IQ 変調器 220 の具体的な構成例を示している。図 13 に示すように、本実施の形態に係る光送信器 1 では、実施の形態 1 の半導体変調器 120 として、DP-IQ 変調器 220 を備えている。その他の構成は、実施の形態 1 と同様である。

[0063] DP-IQ 変調器 220 は、DP (dual polarization) 型の IQ 変調器で

あり、半導体基板 200 上に形成された半導体変調器である。図 14 に示すように、DP-IQ 変調器 220 は、実施の形態 1 の半導体変調器 120 を構成する IQ 変調器を 2 つ備えている。2 つの IQ 変調器のうち一方が X 偏波用の IQ 変調器であり、他方が Y 偏波用の IQ 変調器である。

[0064] 具体的には、DP-IQ 変調器 220 は、分波器 121-1~121-2、MZ 変調器 122-1~122-4、位相シフタ 123-1~123-2、合波器 124-1~124-2、分波器 125、偏波回転器 126、偏波結合器 127 を備える。分波器 125 は、単一波長光源 110 からの光源光 S01 を X 偏波用の光と Y 偏波用の光に分岐（分波）する。

[0065] 分波器 121-1、MZ 変調器 122-1~122-2、位相シフタ 123-1、合波器 124-1 は、例えば、X 偏波用の IQ 変調器を構成する。分波器 121-2、MZ 変調器 122-3~122-4、位相シフタ 123-2、合波器 124-2 は、例えば、Y 偏波用の IQ 変調器を構成する。X 偏波用の IQ 変調器と Y 偏波用の IQ 変調器の各構成は、実施の形態 1 の半導体変調器 120 と同様である。

[0066] MZ 変調器 122-1 は、バイアス電圧 BS1 が印加され、分波器 121-1 により分岐された X 偏波の I c h 用の光を、データ信号 DT1 に応じて変調する。MZ 変調器 122-2 は、バイアス電圧 BS2 が印加され、分波器 121-1 により分岐された X 偏波の Q c h 用の光を、データ信号 DT2 に応じて変調する。位相シフタ 123-1 は、バイアス電圧 BS3 が印加され、MZ 変調器 122-2 により変調された X 偏波の Q c h 用の変調光信号の位相をシフトさせる。

[0067] MZ 変調器 122-3 は、バイアス電圧 BS4 が印加され、分波器 121-2 により分岐された Y 偏波の I c h 用の光を、データ信号 DT3 に応じて変調する。MZ 変調器 122-4 は、バイアス電圧 BS5 が印加され、分波器 121-2 により分岐された Y 偏波の Q c h 用の光を、データ信号 DT4 に応じて変調する。位相シフタ 123-2 は、バイアス電圧 BS6 が印加され、MZ 変調器 122-4 により変調された Y 偏波の Q c h 用の変調光信号

の位相をシフトさせる。

[0068] 偏波回転器 126 は、X 偏波用の I Q 変調器から出力された変調光信号の偏波方向と、Y 偏波用の I Q 変調器から出力された変調光信号の偏波方向が直交するように、X 偏波用の I Q 変調器から出力された変調光信号、または、Y 偏波用の I Q 変調器から出力された変調光信号の偏波方向を回転させる。この例では、偏波回転器 126 は、X 偏波用の I Q 変調器（合波器 124-1）から出力された変調光信号の偏波方向を 90° 回転させる。

[0069] 偏波結合器 127 は、X 偏波用の I Q 変調器（合波器 124-1）から出力され偏波方向を回転した X 偏波の変調光信号と、Y 偏波用の I Q 変調器（合波器 124-2）から出力された Y 偏波の変調光信号とを偏波結合し、偏波結合した光信号を変調光信号 SO2 として出力する。

[0070] 図 13 に示すように、本実施の形態では、分波器 130 は、DP-IQ 変調器 220 により生成された X 偏波及び Y 偏波を含む変調光信号 SO2 を、出力用の出力光信号 SO3 とモニタ用のモニタ光信号 SO4 に分岐する。バイアス制御部 160 は、帯域透過光フィルタ 140 を透過しモニタ PD 150 がモニタしたモニタ信号 MO に基づいて、DP-IQ 変調器 220 のバイアス電圧 BS を制御する。具体的には、バイアス制御部 160 は、モニタ信号 MO に基づいて、MZ 変調器 122-1 のバイアス電圧 BS1、MZ 変調器 122-2 のバイアス電圧 BS2、位相シフタ 123-1 のバイアス電圧 BS3、MZ 変調器 122-3 のバイアス電圧 BS4、MZ 変調器 122-4 のバイアス電圧 BS5、位相シフタ 123-2 のバイアス電圧 BS6 をそれぞれ制御する。波長制御部 170 は、実施の形態 1 と同様に、モニタ信号 MO に基づいて、単一波長光源 110 の波長を制御する。

[0071] 以上のように、光送信器は、半導体変調器として DP-IQ 変調器を備えてもよい。この場合でも、実施の形態 1 と同様に、DP-IQ 変調器等を集積化し、バイアス制御及び波長制御を好適に行うことができる。

[0072] （実施の形態 4）

次に、実施の形態 4 について説明する。本実施の形態では、光送信器が複

数のDP-IP変調器を備える例について説明する。なお、本実施の形態は、実施の形態1～3のいずれかと組み合わせて実施することが可能であり、実施の形態1～3のいずれかで示した各構成を適宜使用してもよい。

[0073] 図15は、本実施の形態に係る光送信器1の構成例を示している。図15に示すように、本実施の形態に係る光送信器1は、複数のDP-IP変調器220-1～220-N（変調器アレイ）を備える。DP-IP変調器220-1～220-Nは、実施の形態3で示したDP-IP変調器である。

[0074] 本実施の形態では、半導体基板200上に、単一波長光源110、分波器111、DP-IP変調器220-1～220-N、分波器130-1～130-N、帯域透過光フィルタ140、モニタPD150-1～150-Nを備える。

[0075] 分波器111は、単一波長光源110からの光源光S01をDP-IP変調器220-1～220-Nへ分岐（分波）する。DP-IP変調器220-1～220-Nは、分波器111から分岐した光をそれぞれ変調する。分波器130-1～130-Nは、DP-IP変調器220-1～220-Nにより生成された変調光信号を出力光信号とモニタ光信号にそれぞれ分岐する。

[0076] 帯域透過光フィルタ140は、分波器130-1～130-Nのいずれかにより分岐されたモニタ光信号を透過帯域により透過する。この例では、帯域透過光フィルタ140は、DP-IP変調器220-Nにより生成され分波器130-Nにより分岐されたモニタ光信号を透過する。帯域透過光フィルタ140は、分波器130-Nに限らず、他の分波器130により分岐されたモニタ光信号を透過してもよい。

[0077] モニタPD150-Nは、帯域透過光フィルタ140を透過した光信号をモニタする。その他のモニタPD150-1～150-N-1は、DP-IP変調器220-1～220-N-1により生成され分波器130-1～130-N-1により分岐されたモニタ光信号をそれぞれモニタする。

[0078] バイアス制御部160は、モニタPD150-1～150-Nがモニタし

たモニタ信号MOに基づいて、DP-IP変調器220-1~220-Nのバイアス電圧BSをそれぞれ制御する。すなわち、バイアス制御部160は、DP-IP変調器220-1~220-Nにより変調され分波器130-1~130-Nにより分岐された光信号に基づいて、DP-IP変調器220-1~220-Nのバイアス電圧BSをそれぞれ制御する。バイアス制御部160は、モニタPD150-1のモニタ結果に応じて、DP-IP変調器220-1のバイアス電圧BSを制御し、モニタPD150-2のモニタ結果に応じて、DP-IP変調器220-2のバイアス電圧BSを制御し、
・・・、モニタPD150-Nのモニタ結果に応じて、DP-IP変調器220-Nのバイアス電圧BSを制御する。波長制御部170は、実施の形態1と同様に、モニタPD150-Nがモニタしたモニタ信号MOに基づいて、単一波長光源110の波長を制御する。すなわち、波長制御部170は、DP-IP変調器220-1~220-Nのいずれかにより変調され分波器130により分岐された光信号に基づいて、単一波長光源110の波長を制御する。

[0079] 以上のように、光送信器は、半導体変調器として複数のDP-IQ変調器を備えてもよい。この場合でも、実施の形態1と同様に、複数のDP-IQ変調器等を集積化し、バイアス制御及び波長制御を好適に行うことができる。

[0080] (実施の形態5)

次に、実施の形態5について説明する。本実施の形態では、光送信器が複数のDP-IQ変調器と多波長光源を備える例について説明する。なお、本実施の形態は、実施の形態1~4のいずれかと組み合わせて実施することが可能であり、実施の形態1~4のいずれかで示した各構成を適宜使用してもよい。

[0081] 図16は、本実施の形態に係る光送信器1の構成例を示している。図16に示すように、本実施の形態に係る光送信器1は、実施の形態4の構成に対し、単一波長光源110の代わりに多波長光源112を備え、分波器111

の代わりに波長分波器 113 を備える。その他の構成は実施の形態 4 と同様である。

[0082] 多波長光源 112 は、多波長（複数の波長）の光源光 S O 1 を出力する光源であり、 $\lambda 1 \sim \lambda N$ の波長の光を出力する。多波長光源 112 は、波長間隔が等間隔にロックされた複数の波長の光を出力する。多波長光源 112 は、例えば、c o m b 光源等の半導体レーザであり、半導体基板 200 上に形成される。

[0083] 波長分波器 113 は、多波長光源 112 から出力された複数の波長の光源光 S O 1 を、波長ごとに分波（分岐）する。波長分波器 113 は、例えば、AWG（Arrayed waveguide gratings）であり、半導体基板 200 上に形成される。波長分波器 113 は、多波長光源 112 からの波長 $\lambda 1 \sim \lambda N$ の光信号を、波長ごとに D P - I P 変調器 220 - 1 ~ 220 - N へ出力する。具体的には、波長分波器 113 は、波長 $\lambda 1$ の光信号を D P - I P 変調器 220 - 1 へ出力し、波長 $\lambda 2$ の光信号を D P - I P 変調器 220 - 2 へ出力し、 $\dots$ 、波長 λN の光信号を D P - I P 変調器 220 - N へ出力する。

[0084] D P - I P 変調器 220 - 1 ~ 220 - N は、実施の形態 4 と同様に、波長分波器 113 から分岐した各波長の光をそれぞれ変調する。分波器 130 - 1 ~ 130 - N、帯域透過光フィルタ 140、モニタ P D 150 - 1 ~ 150 - N、バイアス制御部 160 も実施の形態 4 と同様である。なお、帯域透過光フィルタ 140 が、D P - I P 変調器 220 - N により生成され分波器 130 - N により分岐されたモニタ光信号を透過する場合、帯域透過光フィルタ 140 の透過帯域は、D P - I P 変調器 220 - N が変調する光信号の波長（ λN ）に対応する。

[0085] 波長制御部 170 は、モニタ P D 150 - N がモニタしたモニタ信号 M O に基づいて、多波長光源 112 の複数の波長の全てを制御する。波長制御部 170 は、実施の形態 1 と同様に、多波長光源 112 に形成されたヒータにヒータ電流を供給することで、複数の波長を制御する。多波長光源 112 では複数の波長の間隔がロックされているため、いずれかの変調器で変調され

た光信号のモニタ結果に応じて、ヒータ電流を制御することで、複数の波長をまとめて制御できる。

[0086] 図17は、本実施の形態に係る光送信器1の他の構成例を示している。図17の例では、光送信器1は、光源として、単一波長光源110と多波長光源114を備える。この例では、単一波長光源110はマスターレーザであり、多波長光源114はスレーブレザである。単一波長光源110と多波長光源114は、半導体基板200上に形成される。

[0087] 単一波長光源110は、実施の形態1と同様に、単一波長の光を出力する。多波長光源114は、図16の多波長光源112と同様に、波長間隔が等間隔にロックされた複数の波長の光を出力する。単一波長光源110から出力された光で注入同期されることにより多波長光源114の波長が調整される。

[0088] 図17の例では、波長制御部170は、実施の形態1と同様に、単一波長光源110に形成されたヒータにヒータ電流を供給し、単一波長の光の波長を制御する。多波長光源114では、複数の波長の波長間隔がロックされているため、多波長光源114に入力される光の波長を制御することで、複数の波長の光の波長をまとめて制御できる。

[0089] 以上のように、光送信器は、複数のDP-Q変調器と多波長光源を備えてもよい。この場合でも、実施の形態1と同様に、複数のDP-Q変調器と多波長光源等を集積化し、バイアス制御及び波長制御を好適に行うことができる。

[0090] なお、本開示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。

[0091] 以上、実施の形態を参照して本開示を説明したが、本開示は上記実施の形態に限定されるものではない。本開示の構成や詳細には、本開示のScope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。

[0092] 上記の実施形態の一部又は全部は、以下の付記のようにも記載されうるが、以下には限られない。

(付記 1)

光源光を生成する光源と、
前記生成した光源光を変調光に変調する半導体変調器と、
前記変調した変調光を出力光とモニタ光に分岐する分波器と、
前記分岐したモニタ光から透過帯域の光を透過する光フィルタと、
前記透過した光をモニタする光モニタと、
前記モニタした結果に基づいて、前記半導体変調器のバイアス電圧を制御するバイアス制御手段と、
前記モニタした結果に基づいて、前記光源光の波長を制御する波長制御手段と、
を備える、光送信器。

(付記 2)

前記光フィルタの透過帯域は、前記光源が出力する前記光源光の波長として設定された設定波長に対応した帯域である、
付記 1 に記載の光送信器。

(付記 3)

前記光源の設定波長は可変であり、
前記光フィルタの透過帯域は、前記光源の設定波長の変更に応じて切り替えられる、
付記 2 に記載の光送信器。

(付記 4)

前記透過帯域の帯域幅は、前記変調光の帯域幅に対応する、
付記 2 または 3 に記載の光送信器。

(付記 5)

前記透過帯域の帯域幅は、前記変調光の帯域幅よりも狭い、
付記 4 に記載の光送信器。

(付記 6)

前記透過帯域の帯域幅は、前記光源光の帯域幅に対応する、

付記 5 に記載の光送信器。

(付記 7)

前記分波器と前記光フィルタの間で、前記光フィルタをバイパス可能に切り替える光スイッチを備える、

付記 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の光送信器。

(付記 8)

前記光スイッチは、前記バイアス制御手段が前記バイアス電圧を制御する場合、前記分波器の出力を前記光モニタの入力に接続する、

付記 7 に記載の光送信器。

(付記 9)

前記光スイッチは、前記波長制御手段が前記光源光の波長を制御する場合、前記分波器の出力を前記光フィルタの入力に接続する、

付記 7 または 8 に記載の光送信器。

(付記 10)

前記波長制御手段が前記光源光の波長を制御した後、前記バイアス制御手段が前記バイアス電圧を制御する、

付記 1 乃至 9 のいずれか一項に記載の光送信器。

(付記 11)

前記光源を加熱可能なヒータを備え、

前記波長制御手段は、前記モニタした結果に応じて、前記ヒータの発熱量を制御する、

付記 1 乃至 10 のいずれか一項に記載の光送信器。

(付記 12)

前記ヒータは、前記光源及び前記半導体変調器を含む半導体基板における前記光源の形成領域に対応して形成されている、

付記 11 に記載の光送信器。

(付記 13)

前記波長制御手段は、前記モニタした結果に応じて、前記光源を駆動する

駆動電流を制御する、

付記 1 乃至 10 のいずれか一項に記載の光送信器。

(付記 14)

前記光源から出力される前記光源光のパワーを調整する光アンプを備える

、

付記 13 に記載の光送信器。

(付記 15)

前記半導体変調器は、2つのMZ変調器を含むIQ変調器を備える、

付記 1 乃至 14 のいずれか一項に記載の光送信器。

(付記 16)

前記分波器は、前記IQ変調器から出力された光を前記出力光と前記モニタ光に分岐する、

付記 15 に記載の光送信器。

(付記 17)

前記半導体変調器は、2つの前記IQ変調器を含むDP-IQ変調器を備える、

付記 15 または 16 に記載の光送信器。

(付記 18)

前記分波器は、前記DP-IQ変調器から出力された光を前記出力光と前記モニタ光に分岐する、

付記 17 に記載の光送信器。

(付記 19)

前記半導体変調器は、複数の前記DP-IQ変調器を備える、

付記 17 または 18 に記載の光送信器。

(付記 20)

前記光フィルタは、前記複数のDP-IQ変調器のうちいずれかのDP-IQ変調器により変調され前記分波器により分岐された光を透過する、

付記 19 に記載の光送信器。

(付記 2 1)

前記バイアス制御手段は、前記複数の D P - I Q 変調器により変調され前記分波器により分岐された光に基づいて、前記複数の D P - I Q 変調器のバイアス電圧をそれぞれ制御し、

前記波長制御手段は、前記いずれかの D P - I Q 変調器により変調され前記分波器により分岐された光に基づいて、前記光源光の波長を制御する、

付記 2 0 に記載の光送信器。

(付記 2 2)

前記光源は、多波長の光源光を生成する多波長光源を含み、

前記生成された多波長の光源光を波長ごとに分岐し、前記分岐した光を前記複数の D P - I Q 変調器に出力する波長分波器を備える、

付記 1 9 乃至 2 1 のいずれか一項に記載の光送信器。

(付記 2 3)

前記波長制御手段は、前記多波長の光源光の全ての波長を制御する、

付記 2 2 に記載の光送信器。

(付記 2 4)

前記光源は、単一波長光源をさらに含み、

前記多波長光源は、前記単一波長光源から出力された光に基づいて、前記多波長の光源光を生成し、

前記波長制御手段は、前記単一波長光源から出力される光の波長を制御する、

付記 2 3 に記載の光送信器。

(付記 2 5)

前記光源、前記半導体変調器、前記分波器、前記光フィルタ及び前記光モニタは、1つの半導体基板上に形成されている、

付記 1 乃至 2 4 のいずれか一項に記載の光送信器。

(付記 2 6)

光源により光源光を生成し、

前記生成した光源光を半導体変調器により変調光に変調し、
前記変調した変調光を出力光とモニタ光に分岐し、
前記分岐したモニタ光から透過帯域の光を透過し、
前記透過した光をモニタし、
前記モニタした結果に基づいて、前記光源光の波長を制御し、
前記モニタした結果に基づいて、前記半導体変調器のバイアス電圧を制御する、
光送信器の制御方法。

(付記 27)

前記光源光の波長を制御する場合、前記透過した光をモニタした結果に基づいて、前記光源光の波長を制御し、

前記半導体変調器のバイアス電圧を制御する場合、前記分岐したモニタ光をモニタした結果に基づいて、前記半導体変調器のバイアス電圧を制御する、

付記 26 に記載の光送信器の制御方法。

符号の説明

[0093]	1	光送信器
	1 1 0	単一波長光源
	1 1 1	分波器
	1 1 2	多波長光源
	1 1 3	波長分波器
	1 1 4	多波長光源
	1 2 0	半導体変調器
	1 2 1	分波器
	1 2 2、1 2 2-1 ~ 1 2 2-4	MZ 変調器
	1 2 3、1 2 3-1 ~ 1 2 3-2	位相シフタ
	1 2 4、1 2 4-1 ~ 1 2 4-2	合波器
	1 2 5	分波器

- 1 2 6 偏波回転器
- 1 2 7 偏波結合器
- 1 3 0、1 3 0－1～1 3 0－N 分波器
- 1 4 0 帯域透過光フィルタ
- 1 5 0、1 5 0－1～1 5 0－N モニタPD
- 1 6 0 バイアス制御部
- 1 7 0 波長制御部
- 1 8 0 光スイッチ
- 2 0 0 半導体基板
- 2 0 1 下部クラッド層
- 2 0 2 活性層
- 2 0 3 上部クラッド層
- 2 0 4 ヒータ
- 2 0 5 はんだバンプ
- 2 2 0 DP－IQ変調器

請求の範囲

- [請求項1] 光源光を生成する光源と、
前記生成した光源光を変調光に変調する半導体変調器と、
前記変調した変調光を出力光とモニタ光に分岐する分波器と、
前記分岐したモニタ光から透過帯域の光を透過する光フィルタと、
前記透過した光をモニタする光モニタと、
前記モニタした結果に基づいて、前記半導体変調器のバイアス電圧を制御するバイアス制御手段と、
前記モニタした結果に基づいて、前記光源光の波長を制御する波長制御手段と、
を備える、光送信器。
- [請求項2] 前記光フィルタの透過帯域は、前記光源が出力する前記光源光の波長として設定された設定波長に対応した帯域である、
請求項1に記載の光送信器。
- [請求項3] 前記光源の設定波長は可変であり、
前記光フィルタの透過帯域は、前記光源の設定波長の変更に応じて切り替えられる、
請求項2に記載の光送信器。
- [請求項4] 前記透過帯域の帯域幅は、前記変調光の帯域幅に対応する、
請求項2または3に記載の光送信器。
- [請求項5] 前記透過帯域の帯域幅は、前記変調光の帯域幅よりも狭い、
請求項4に記載の光送信器。
- [請求項6] 前記透過帯域の帯域幅は、前記光源光の帯域幅に対応する、
請求項5に記載の光送信器。
- [請求項7] 前記分波器と前記光フィルタの間で、前記光フィルタをバイパス可能に切り替える光スイッチを備える、
請求項1乃至6のいずれか一項に記載の光送信器。
- [請求項8] 前記光スイッチは、前記バイアス制御手段が前記バイアス電圧を制

御する場合、前記分波器の出力を前記光モニタの入力に接続する、
請求項 7 に記載の光送信器。

[請求項9] 前記光スイッチは、前記波長制御手段が前記光源光の波長を制御する場合、前記分波器の出力を前記光フィルタの入力に接続する、
請求項 7 または 8 に記載の光送信器。

[請求項10] 前記波長制御手段が前記光源光の波長を制御した後、前記バイアス制御手段が前記バイアス電圧を制御する、
請求項 1 乃至 9 のいずれか一項に記載の光送信器。

[請求項11] 前記光源を加熱可能なヒータを備え、
前記波長制御手段は、前記モニタした結果に応じて、前記ヒータの発熱量を制御する、
請求項 1 乃至 10 のいずれか一項に記載の光送信器。

[請求項12] 前記ヒータは、前記光源及び前記半導体変調器を含む半導体基板における前記光源の形成領域に対応して形成されている、
請求項 11 に記載の光送信器。

[請求項13] 前記波長制御手段は、前記モニタした結果に応じて、前記光源を駆動する駆動電流を制御する、
請求項 1 乃至 10 のいずれか一項に記載の光送信器。

[請求項14] 前記光源から出力される前記光源光のパワーを調整する光アンプを備える、
請求項 13 に記載の光送信器。

[請求項15] 前記半導体変調器は、2つのMZ変調器を含むIQ変調器を備える、
請求項 1 乃至 14 のいずれか一項に記載の光送信器。

[請求項16] 前記分波器は、前記IQ変調器から出力された光を前記出力光と前記モニタ光に分岐する、
請求項 15 に記載の光送信器。

[請求項17] 前記半導体変調器は、2つの前記IQ変調器を含むDP-IQ変調

器を備える、

請求項 15 または 16 に記載の光送信器。

[請求項18] 前記分波器は、前記 DP-Q 変調器から出力された光を前記出力光と前記モニタ光に分岐する、

請求項 17 に記載の光送信器。

[請求項19] 前記半導体変調器は、複数の前記 DP-Q 変調器を備える、

請求項 17 または 18 に記載の光送信器。

[請求項20] 前記光フィルタは、前記複数の DP-Q 変調器のうちいずれかの DP-Q 変調器により変調され前記分波器により分岐された光を透過する、

請求項 19 に記載の光送信器。

[請求項21] 前記バイアス制御手段は、前記複数の DP-Q 変調器により変調され前記分波器により分岐された光に基づいて、前記複数の DP-Q 変調器のバイアス電圧をそれぞれ制御し、

前記波長制御手段は、前記いずれかの DP-Q 変調器により変調され前記分波器により分岐された光に基づいて、前記光源光の波長を制御する、

請求項 20 に記載の光送信器。

[請求項22] 前記光源は、多波長の光源光を生成する多波長光源を含み、

前記生成された多波長の光源光を波長ごとに分岐し、前記分岐した光を前記複数の DP-Q 変調器に出力する波長分波器を備える、

請求項 19 乃至 21 のいずれか一項に記載の光送信器。

[請求項23] 前記波長制御手段は、前記多波長の光源光の全ての波長を制御する、

請求項 22 に記載の光送信器。

[請求項24] 前記光源は、単一波長光源をさらに含み、

前記多波長光源は、前記単一波長光源から出力された光に基づいて、前記多波長の光源光を生成し、

前記波長制御手段は、前記単一波長光源から出力される光の波長を制御する、

請求項 2 3 に記載の光送信器。

[請求項25] 前記光源、前記半導体変調器、前記分波器、前記光フィルタ及び前記光モニタは、1つの半導体基板上に形成されている、

請求項 1 乃至 2 4 のいずれか一項に記載の光送信器。

[請求項26] 光源により光源光を生成し、

前記生成した光源光を半導体変調器により変調光に変調し、

前記変調した変調光を出力光とモニタ光に分岐し、

前記分岐したモニタ光から透過帯域の光を透過し、

前記透過した光をモニタし、

前記モニタした結果に基づいて、前記光源光の波長を制御し、

前記モニタした結果に基づいて、前記半導体変調器のバイアス電圧を制御する、

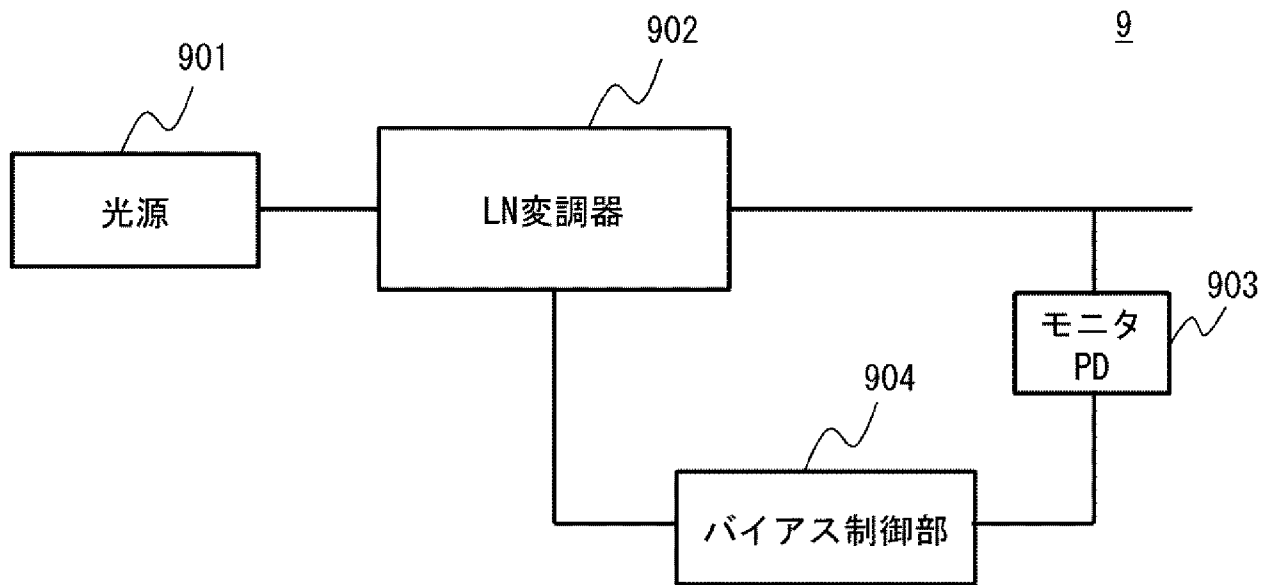
光送信器の制御方法。

[請求項27] 前記光源光の波長を制御する場合、前記透過した光をモニタした結果に基づいて、前記光源光の波長を制御し、

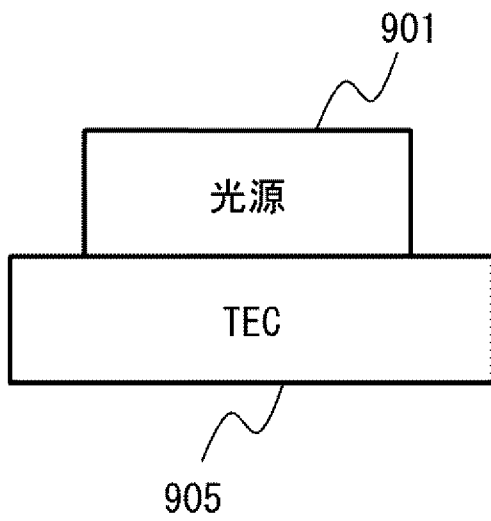
前記半導体変調器のバイアス電圧を制御する場合、前記分岐したモニタ光をモニタした結果に基づいて、前記半導体変調器のバイアス電圧を制御する、

請求項 2 6 に記載の光送信器の制御方法。

[図1]
Fig. 1



[図2]
Fig. 2



[図3]

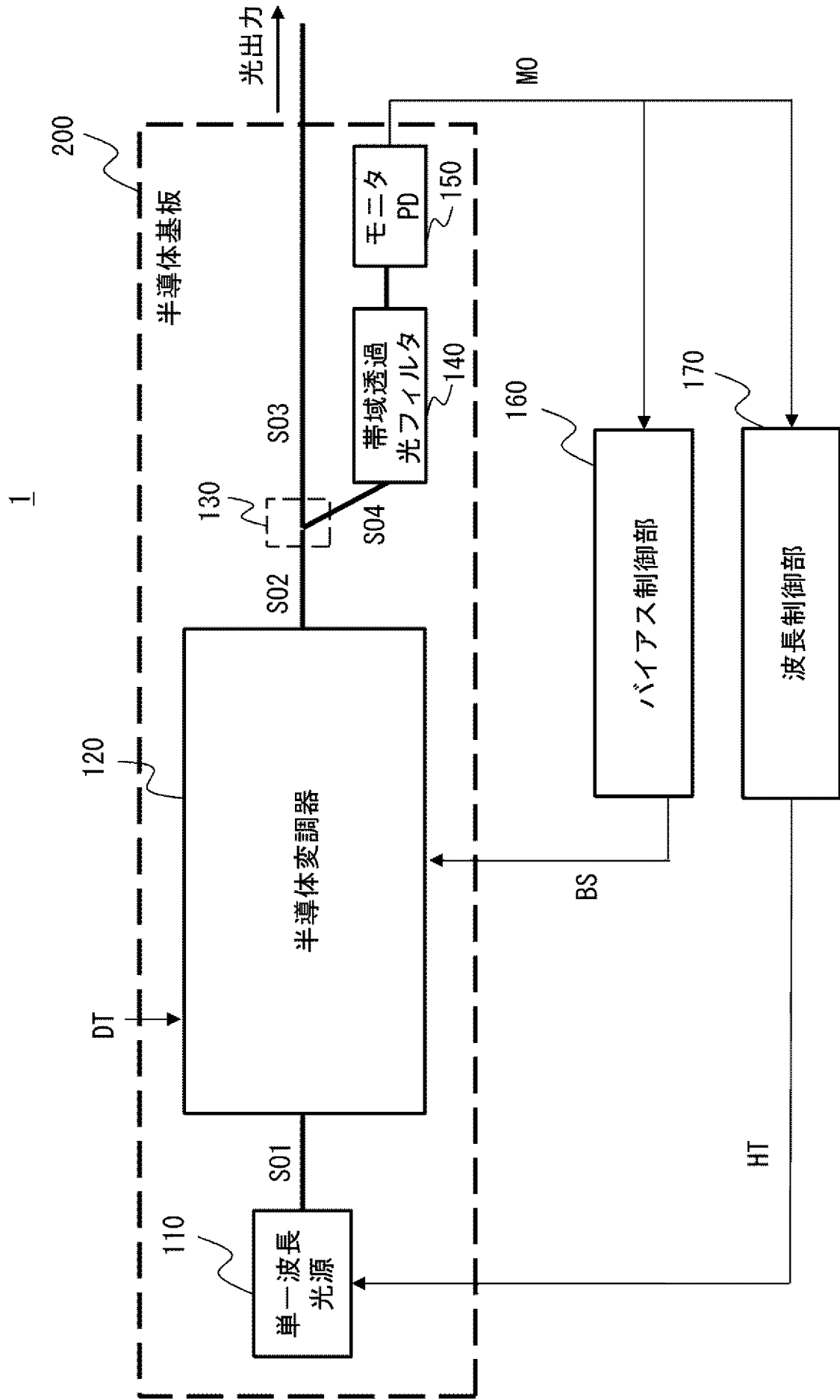
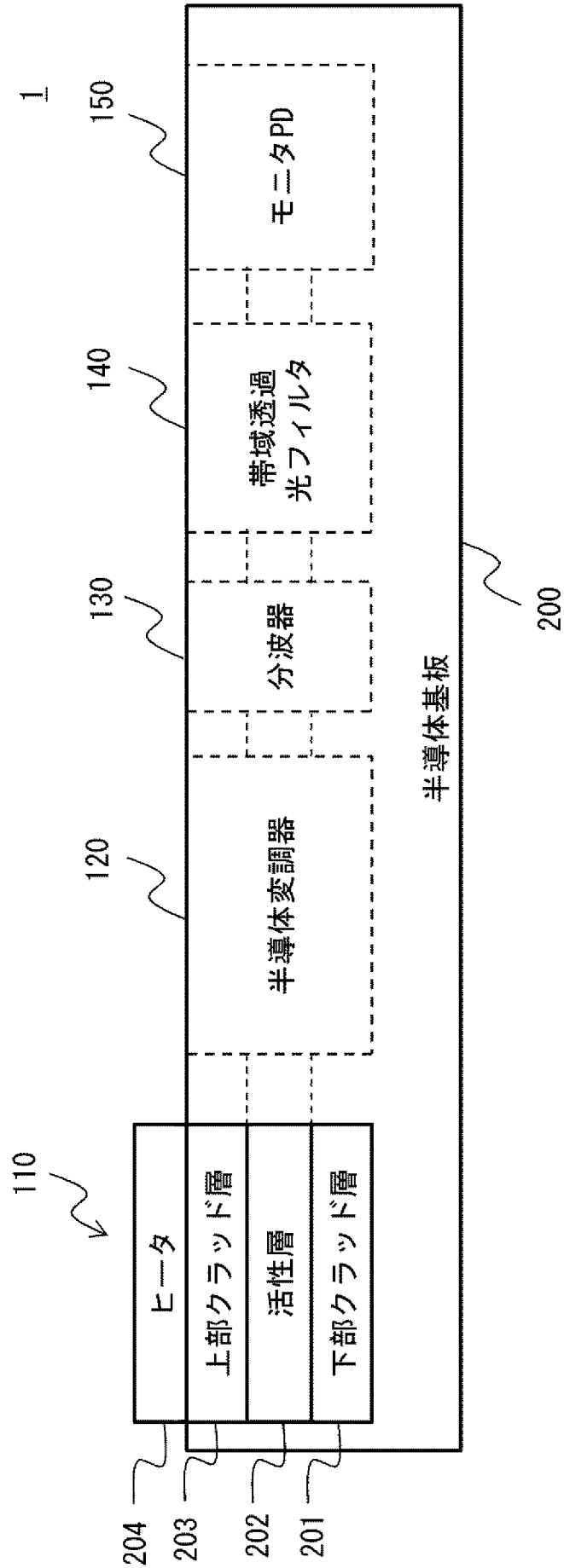


Fig. 3

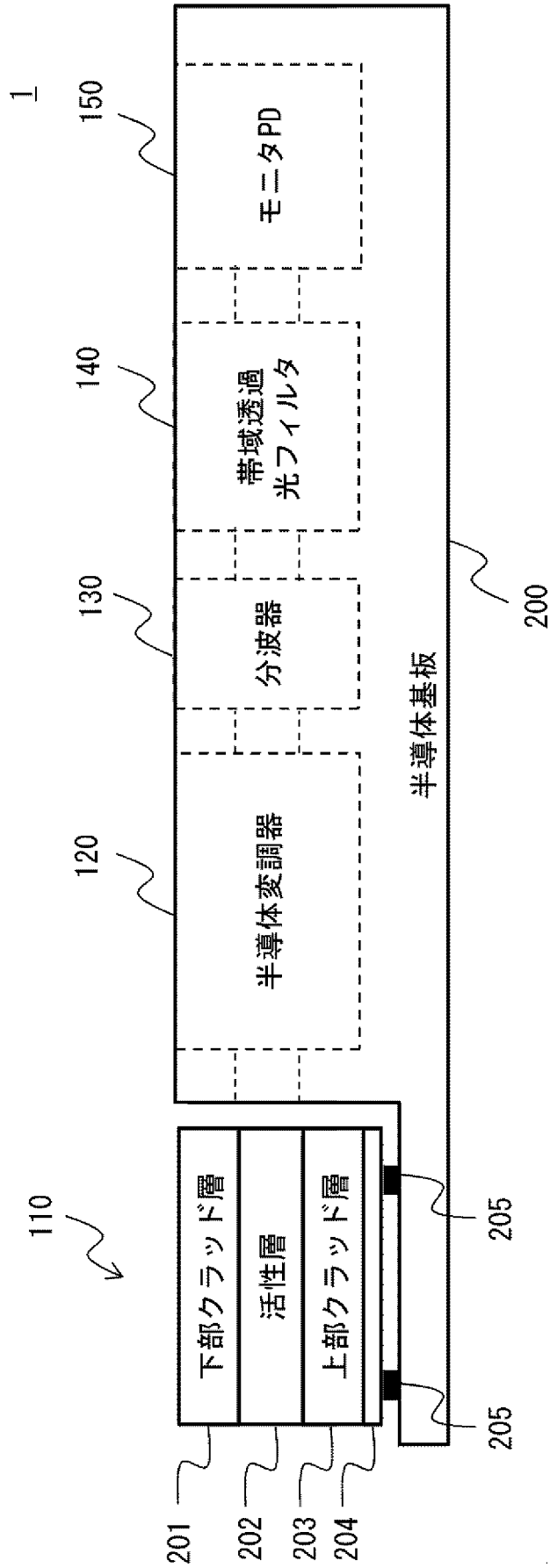
[図4A]

Fig. 4A



[図4B]

Fig. 4B



[図5]

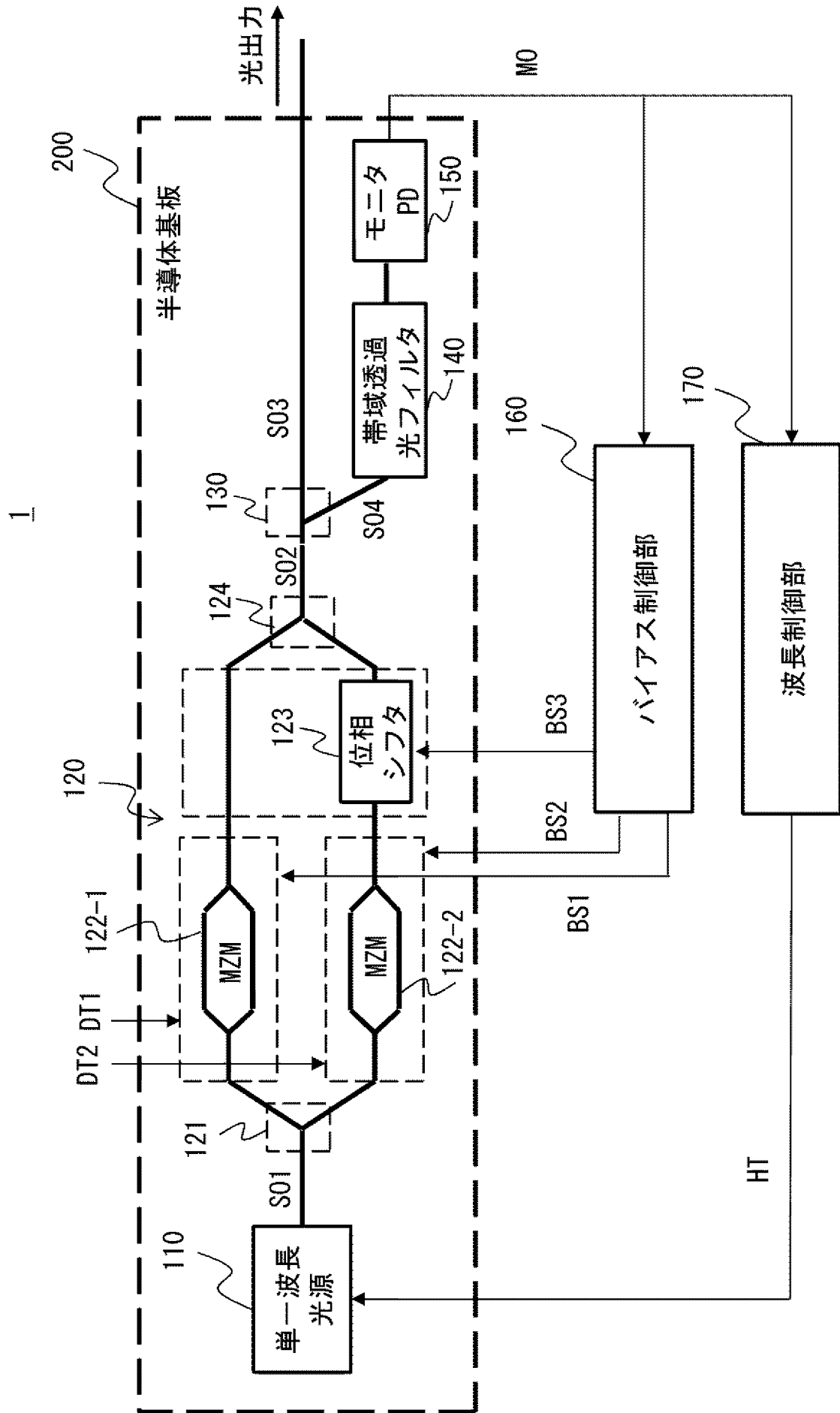
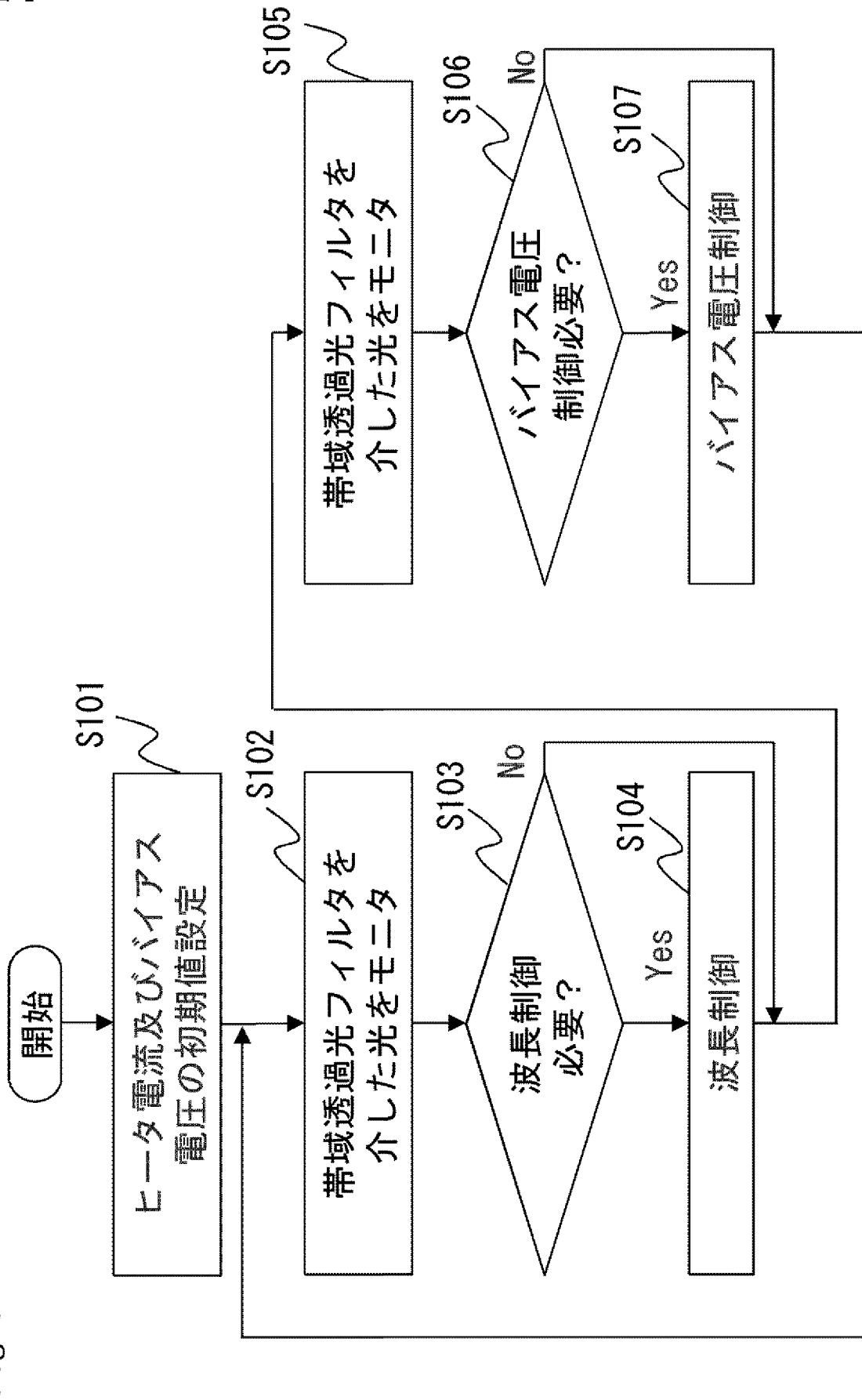


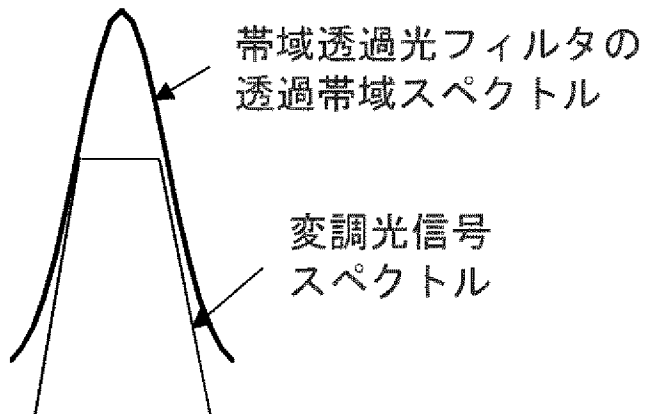
Fig. 5

[図6]



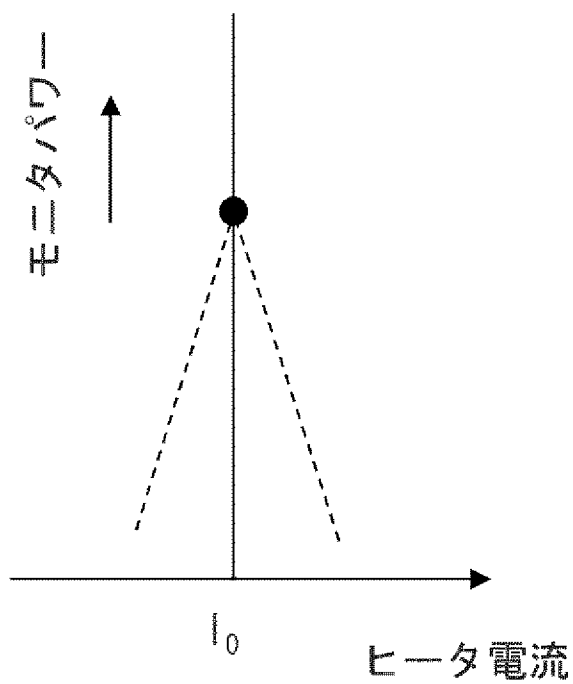
[図7A]
Fig. 7A

ずれなし(λ_0)の場合のスペクトル



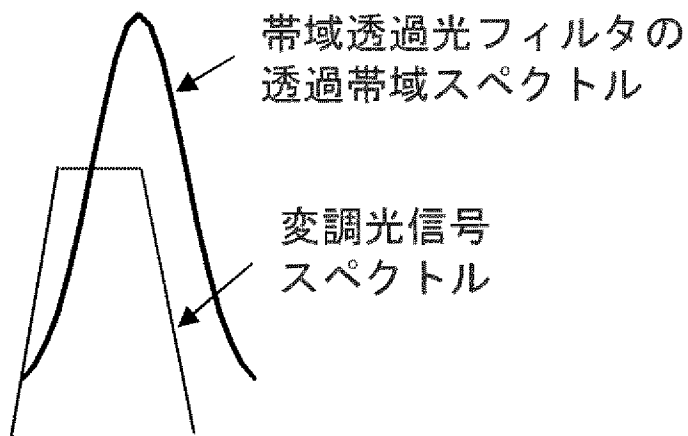
[図7B]
Fig. 7B

ずれなし(λ_0)の場合のモニタパワー



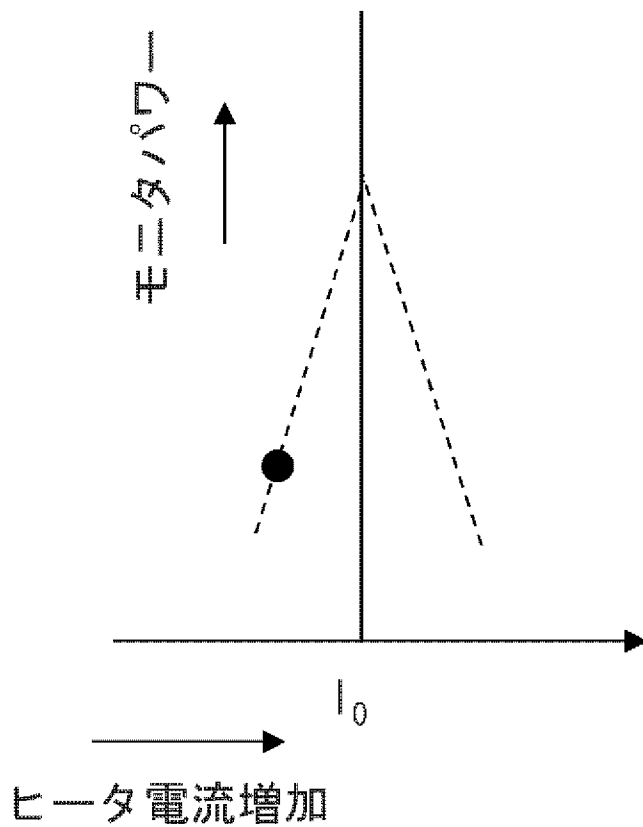
[図8A]
Fig. 8A

短波長ずれの場合のスペクトル



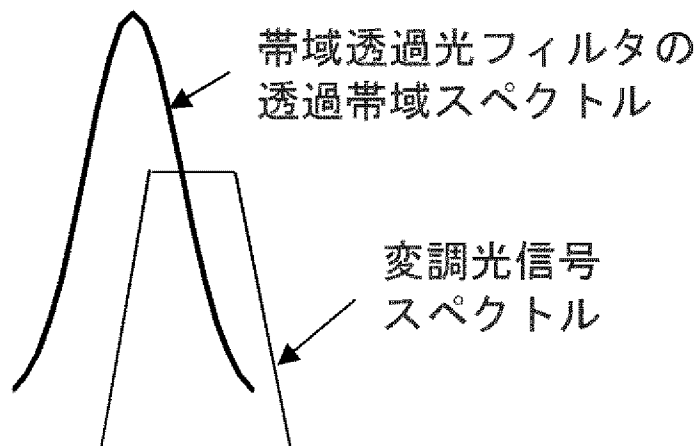
[図8B]
Fig. 8B

短波長ずれの場合のモニタパワー



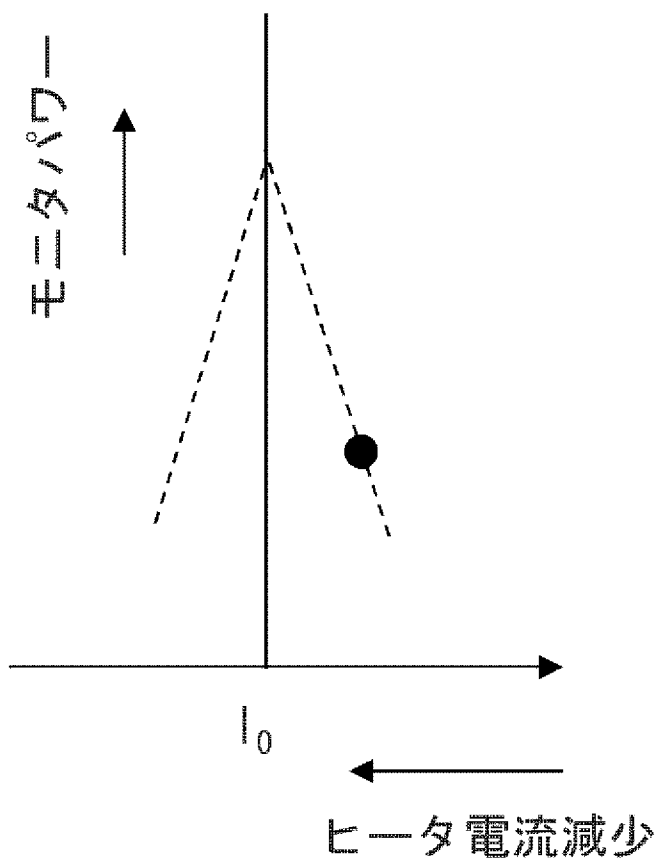
[図9A]
Fig. 9A

長波長ずれの場合のスペクトル



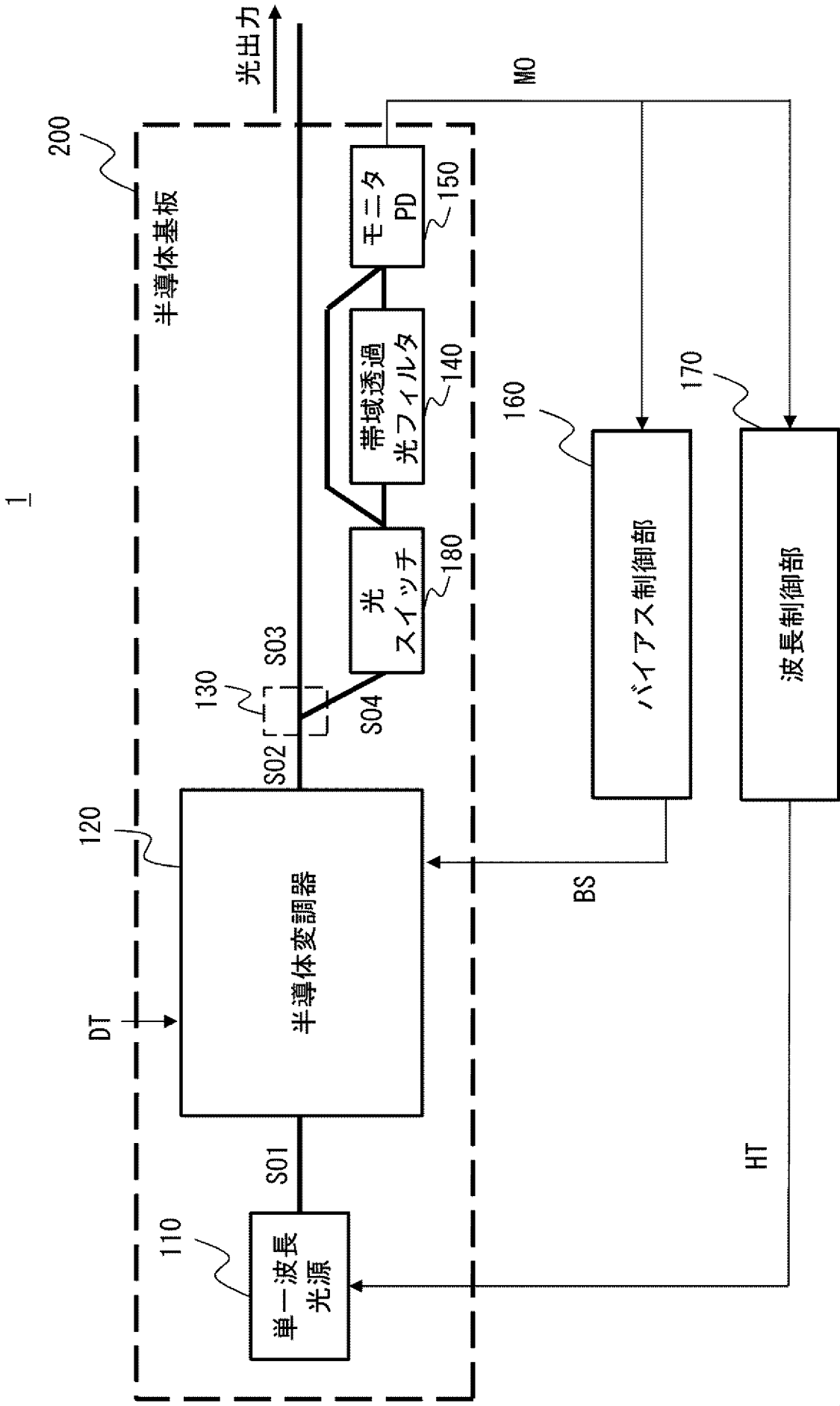
[図9B]
Fig. 9B

長波長ずれの場合のモニタパワー

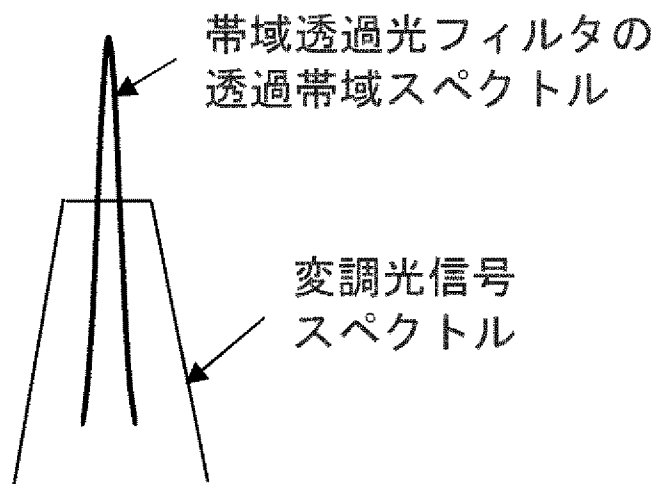


[図10]

Fig. 10

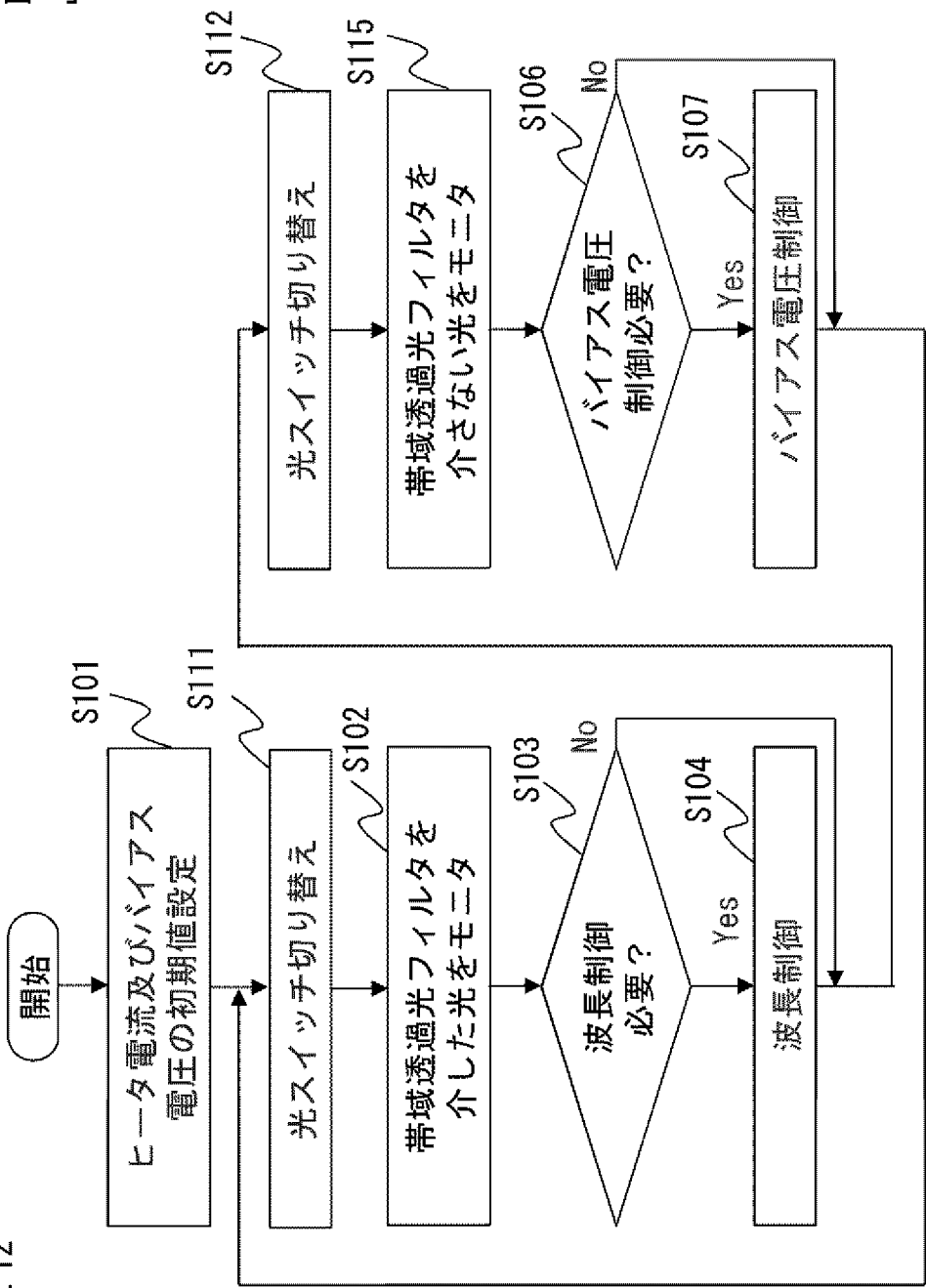


[図11]
Fig. 11



[図12]

Fig. 12



[図13]

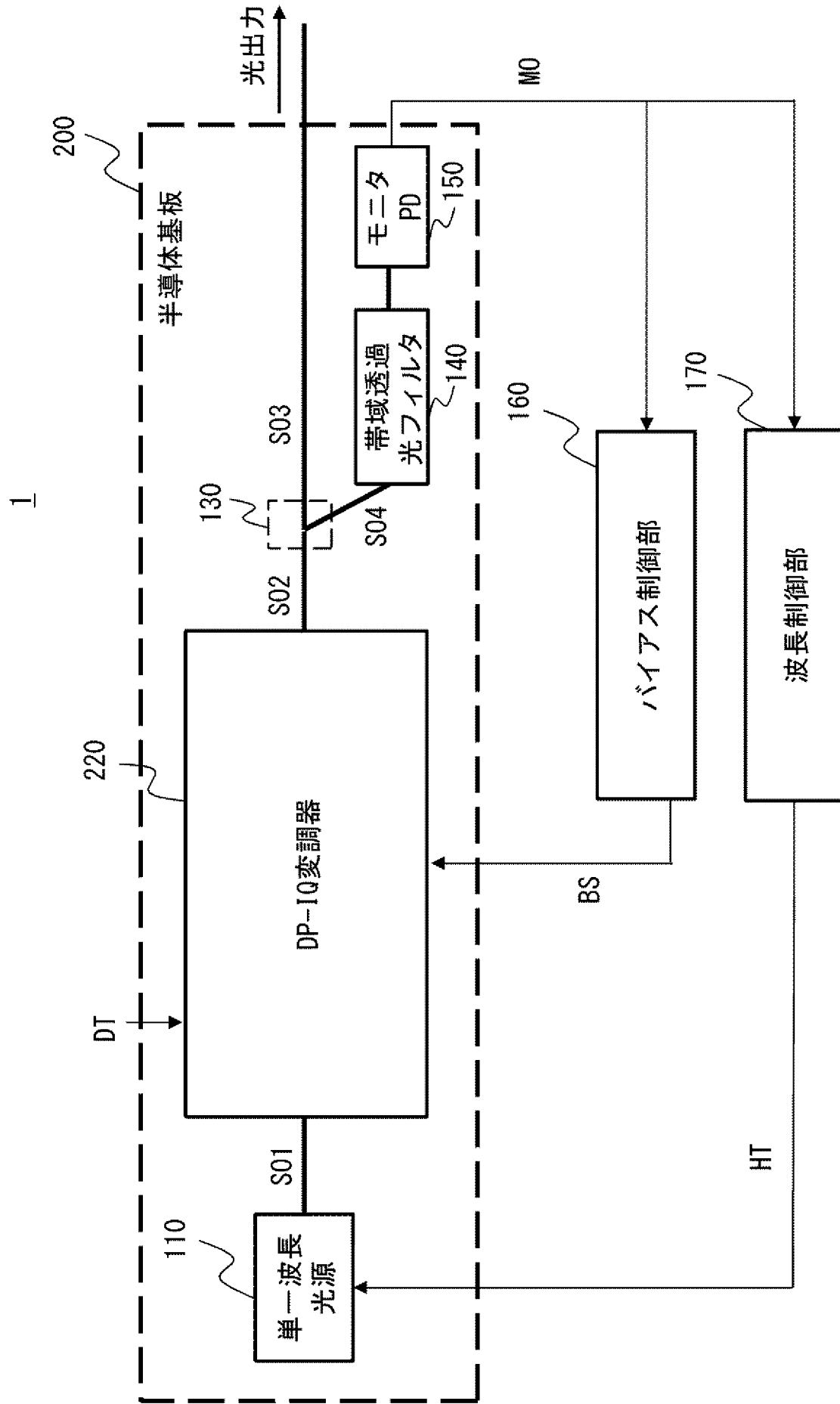


Fig. 13

[図14]

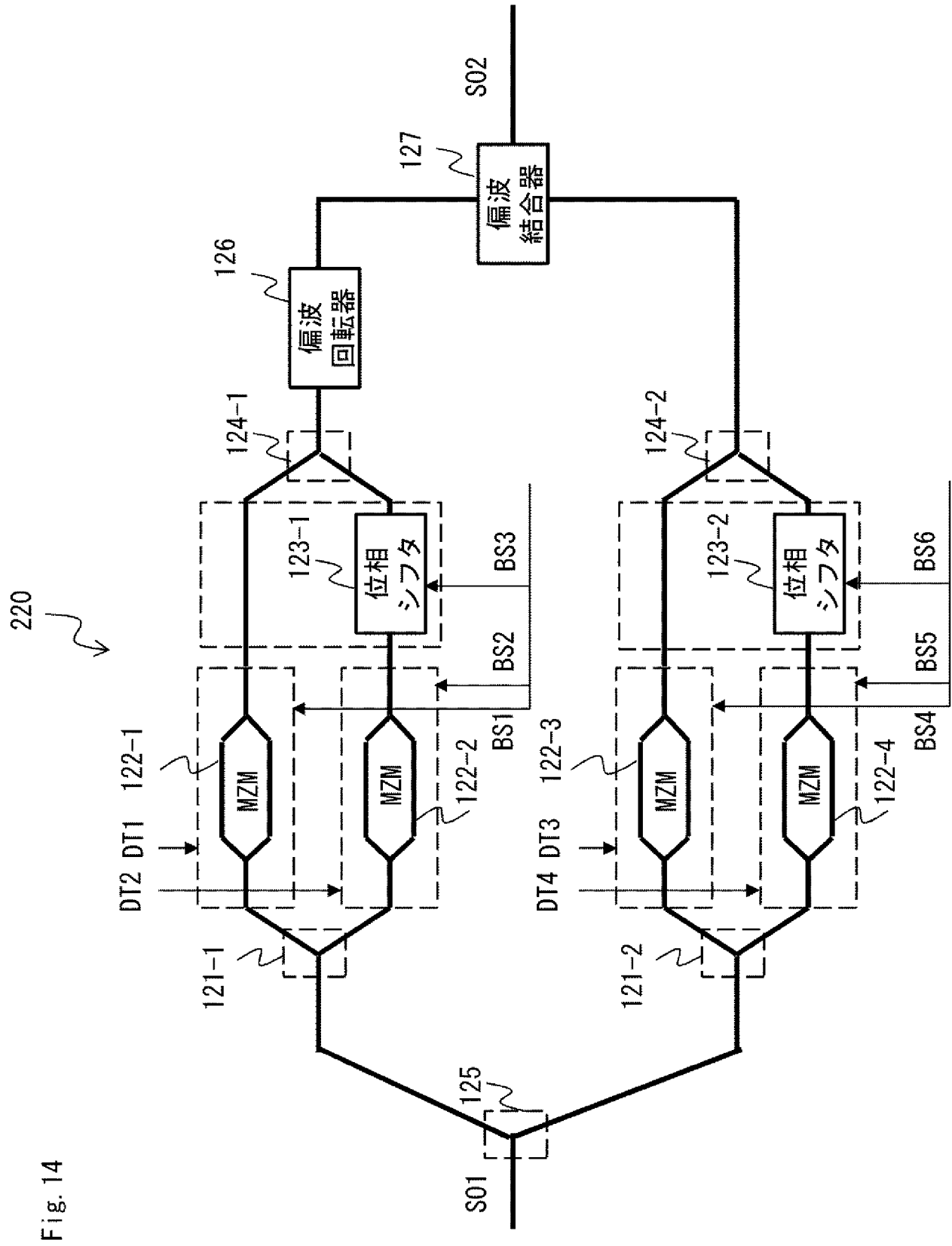
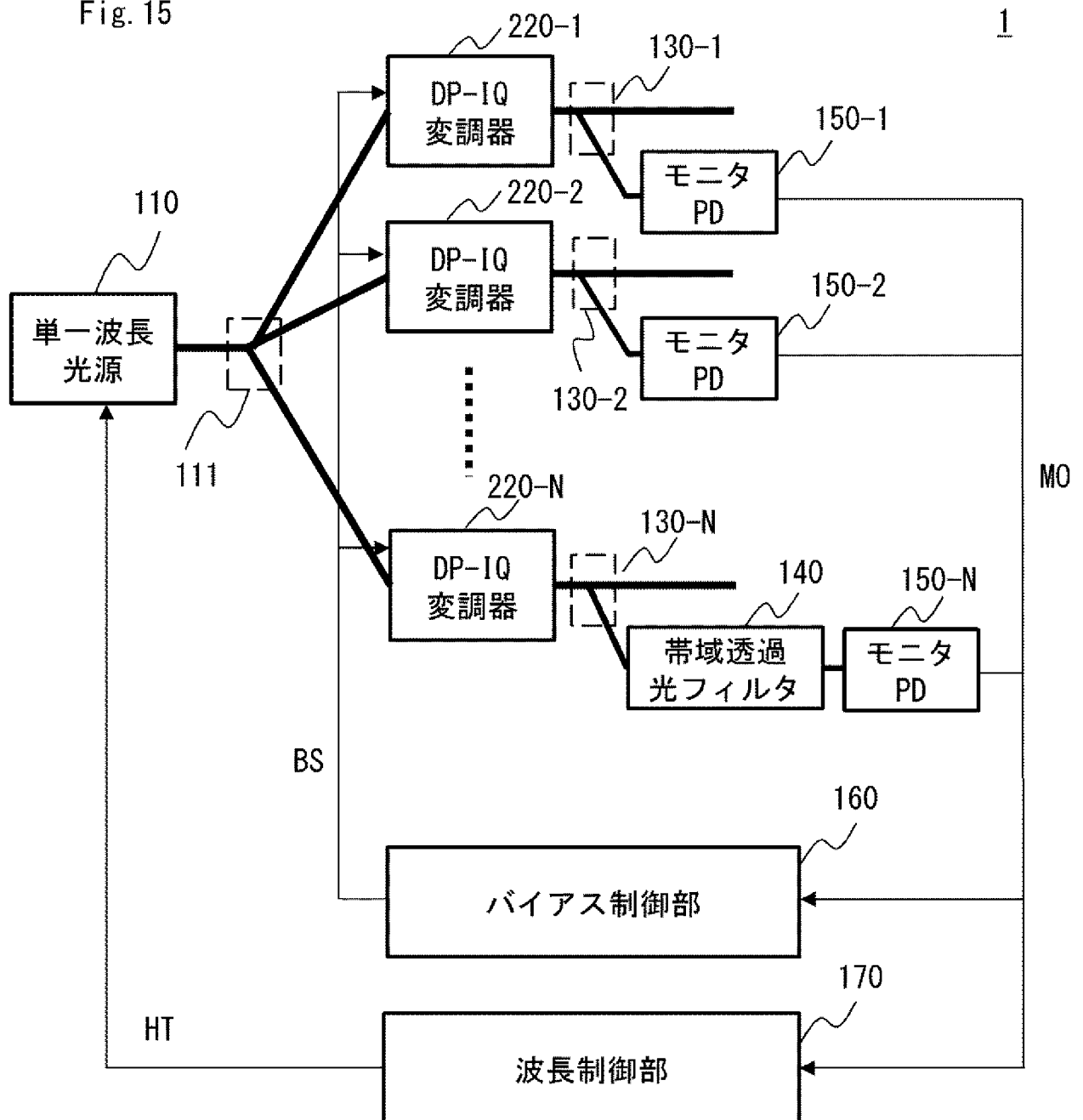


Fig. 14

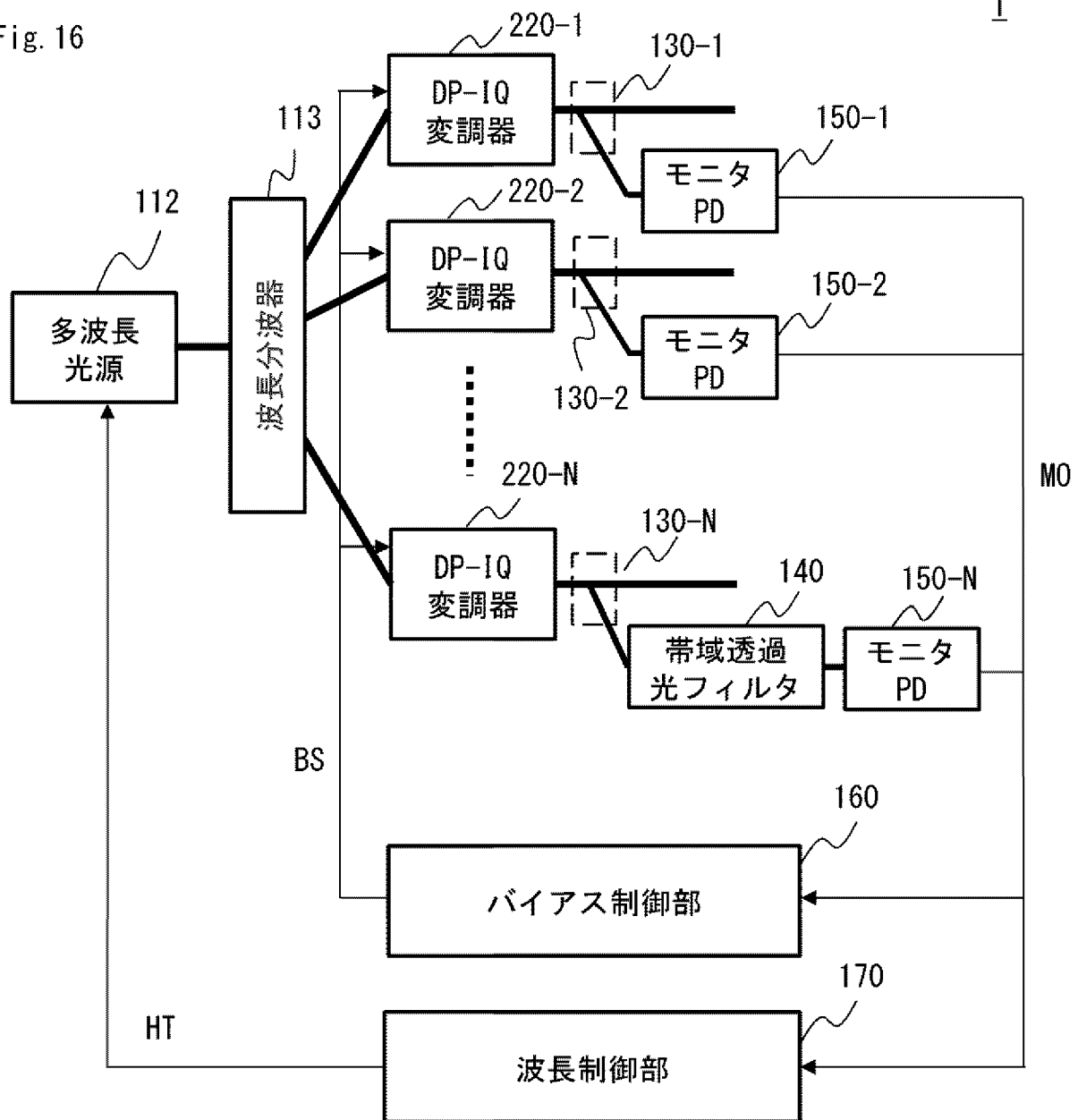
[図15]

Fig. 15



[図16]

Fig. 16



[図17]

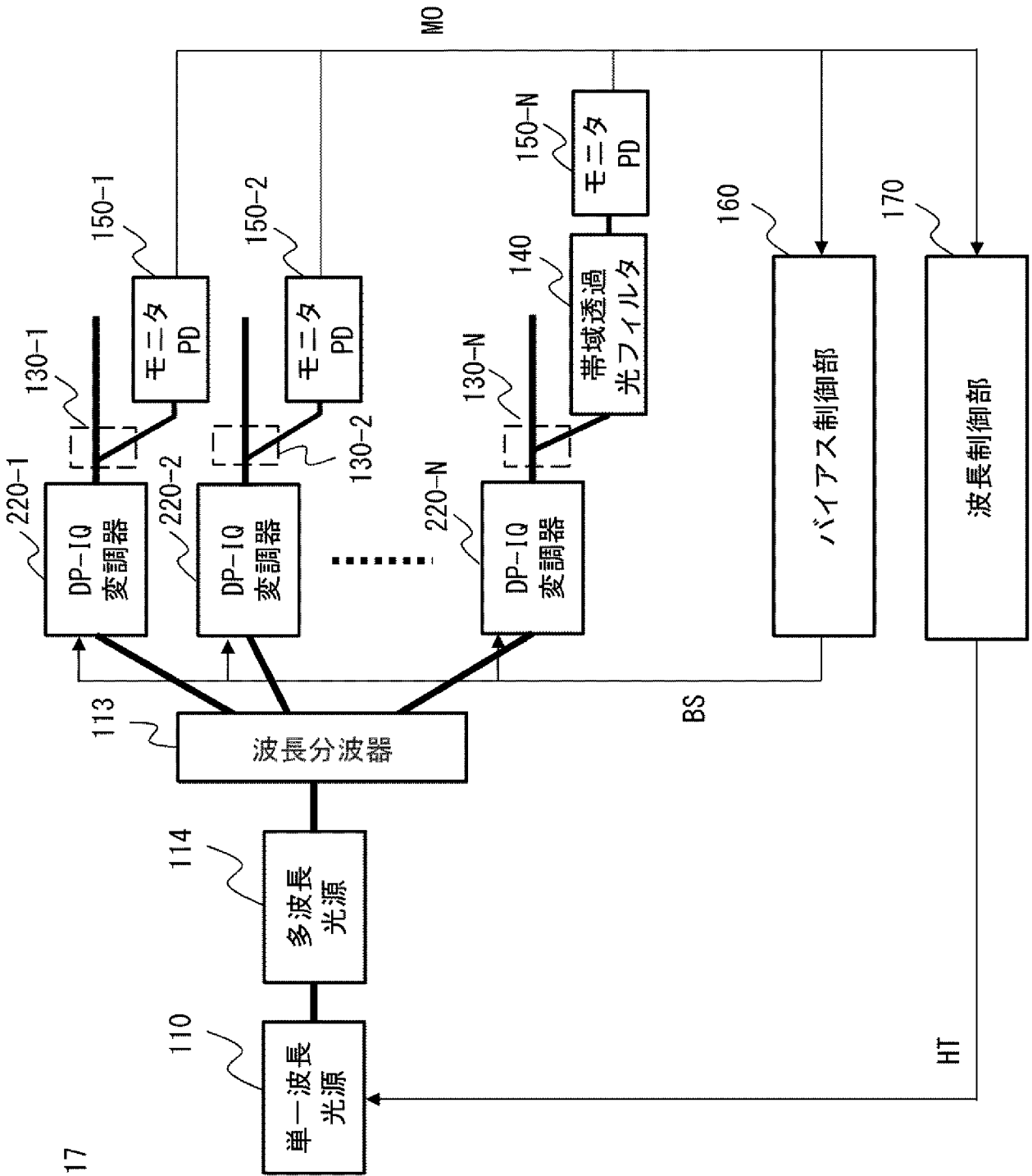


Fig. 17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/021408

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G02F 1/015**(2006.01)i

FI: G02F1/015 502

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02F1/00-1/125; G02F1/21-1/39; H04B10/50-10/556; H04J14/00-14/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2011/0206384 A1 (JDS UNIPHASE CORPORATION) 25 August 2011 (2011-08-25)	1-10, 26-27
Y	paragraphs [0031]-[0033], [0046], fig. 2, 8, 9	11-25
Y	JP 2009-44141 A (EUDYNA DEVICES INC.) 26 February 2009 (2009-02-26)	11-25
	claims 1, 5	
Y	JP 2016-99610 A (FUJITSU OPTICAL COMPONENTS LIMITED) 30 May 2016	15-25
	(2016-05-30)	
	paragraphs [0017]-[0030], [0072], fig. 1, 11	
Y	US 2018/0083599 A1 (ECOLE POLYTECHNIQUE FEDERALE DE LAUSANNE (EPFL))	22-25
	22 March 2018 (2018-03-22)	
	paragraphs [0108]-[0109], fig. 2A	
A	JP 2012-257164 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 27 December 2012	1-27
	(2012-12-27)	
	entire text, all drawings	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

01 August 2023

Date of mailing of the international search report

15 August 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)

3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915

Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/021408

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 111800197 A (HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY, SHENZHEN (HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY, SHENZHEN SCIENCE INNOVATION RESEARCH INSTITUTE)) 20 October 2020 (2020-10-20) entire text, all drawings	1-27
A	JP 2010-233176 A (OPNEXT JAPAN INC.) 14 October 2010 (2010-10-14) entire text, all drawings	1-27

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/021408

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US	2011/0206384	A1	25 August 2011	CN 102164005 A	
JP	2009-44141	A	26 February 2009	US 2009/0021238 A1 claims 1, 5	
				EP 2017666 A1	
				CN 101350496 A	
JP	2016-99610	A	30 May 2016	US 2016/0147129 A1 paragraphs [0035]-[0048], [0090], fig. 1, 11	
US	2018/0083599	A1	22 March 2018	(Family: none)	
JP	2012-257164	A	27 December 2012	(Family: none)	
CN	111800197	A	20 October 2020	(Family: none)	
JP	2010-233176	A	14 October 2010	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G02F 1/015(2006.01)i FI: G02F1/015 502										
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） G02F1/00-1/125; G02F1/21-1/39; H04B10/50-10/556; H04J14/00-14/08 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2023年</td> </tr> </table> 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2023年	日本国実用新案登録公報	1996-2023年	日本国登録実用新案公報	1994-2023年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2023年									
日本国実用新案登録公報	1996-2023年									
日本国登録実用新案公報	1994-2023年									
C. 関連すると認められる文献										
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号								
X	US 2011/0206384 A1 (JDS UNIPHASE CORPORATION) 25.08.2011 (2011-08-25) 段落 [0031] - [0033]、[0046]、FIG. 2、8、9	1-10, 26-27								
Y		11-25								
Y	JP 2009-44141 A (ユーディナデバイス株式会社) 26.02.2009 (2009-02-26) 請求項 1、5	11-25								
Y	JP 2016-99610 A (富士通オプティカルコンポーネンツ株式会社) 30.05.2016 (2016-05-30) 段落 [0017] - [0030]、[0072]、図1、11	15-25								
Y	US 2018/0083599 A1 (ECOLE POLYTECHNIQUE FEDERALE DE LAUSANNE (EPFL)) 22.03.2018 (2018-03-22) 段落 [0108] - [0109]、FIG. 2A	22-25								
A	JP 2012-257164 A (三菱電機株式会社) 27.12.2012 (2012-12-27) 全文、全図	1-27								
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。										
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献										
国際調査を完了した日 01.08.2023		国際調査報告の発送日 15.08.2023								
名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 林 祥恵 2L 4085 電話番号 03-3581-1101 内線 3295								

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	CN 111800197 A (HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY, SHENZHEN (HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY, SHENZHEN SCIENCE INNOVATION RESEARCH INSTITUTE)) 20.10.2020 (2020 - 10 - 20) 全文, 全図	1-27
A	JP 2010-233176 A (日本オブネクト株式会社) 14.10.2010 (2010 - 10 - 14) 全文, 全図	1-27

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/021408

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
US	2011/0206384	A1	25.08.2011	CN	102164005	A	
JP	2009-44141	A	26.02.2009	US	2009/0021238	A1	
				Claims 1,5			
				EP	2017666	A1	
				CN	101350496	A	
JP	2016-99610	A	30.05.2016	US	2016/0147129	A1	
				[0035]-[0048], [0090],			
				FIG. 1,11			
US	2018/0083599	A1	22.03.2018	(ファミリーなし)			
JP	2012-257164	A	27.12.2012	(ファミリーなし)			
CN	111800197	A	20.10.2020	(ファミリーなし)			
JP	2010-233176	A	14.10.2010	(ファミリーなし)			