

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4103287号  
(P4103287)

(45) 発行日 平成20年6月18日(2008.6.18)

(24) 登録日 平成20年4月4日(2008.4.4)

(51) Int.Cl.		F I	
HO 1 S	5/12	(2006.01)	HO 1 S 5/12
HO 1 S	5/024	(2006.01)	HO 1 S 5/024
HO 1 S	5/0687	(2006.01)	HO 1 S 5/0687
HO 3 M	1/66	(2006.01)	HO 3 M 1/66

B

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2000-35408 (P2000-35408)	(73) 特許権者	000006507
(22) 出願日	平成12年2月14日(2000.2.14)		横河電機株式会社
(65) 公開番号	特開2001-230489 (P2001-230489A)		東京都武蔵野市中町2丁目9番32号
(43) 公開日	平成13年8月24日(2001.8.24)	(74) 代理人	100090033
審査請求日	平成16年11月22日(2004.11.22)		弁理士 荒船 博司
		(74) 代理人	100093045
			弁理士 荒船 良男
		(72) 発明者	飯田 力弘
			東京都大田区蒲田4丁目19番7号 安藤電気株式会社内
		審査官	土屋 知久
		(56) 参考文献	特開平06-029598 (JP, A)
			特開平04-324725 (JP, A)
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 DFBレーザ駆動装置、DFBレーザ駆動方法、及び記憶媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

DFBレーザを駆動し、所定の波長・出力レベルの光信号を出力するDFBレーザ駆動装置であって、

波長・出力レベルの設定値を入力する入力手段と、

前記入力手段によって入力された波長・出力レベルの設定値からDFBレーザの概略温度を算出する概略温度算出手段と、

前記概略温度算出手段によって算出された概略温度から、波長を固定とした場合におけるDFBレーザの温度変化に対応するDFBレーザの出力レベル変化量を算出する出力レベル変化量算出手段と、

前記出力レベル変化量算出手段によって算出された出力レベル変化量を、前記入力手段により入力された出力レベル設定値に加算し、その加算値に基づいてDFBレーザの出力レベルを制御する出力レベル制御手段と、

前記出力レベル制御手段によって制御された出力レベル、及び前記入力手段によって入力された波長設定値からDFBレーザの設定温度を算出し、算出された設定温度に基づいてDFBレーザの温度を制御する温度制御手段と、

を備えることを特徴とするDFBレーザ駆動装置。

【請求項2】

DFBレーザの波長を固定とした場合のDFBレーザの温度変化に対する光出力レベルの変化量が離散的な値で示されたデータテーブルを記憶した記憶手段を備え、

前記出力レベル変化量算出手段は、  
前記概略温度算出手段によって算出された概略温度を前記データテーブルにあてはめ、かつ補完法によってDFBレーザの温度変化に対応するDFBレーザの出力レベル変化量を算出するように構成されていることを特徴とする請求項1記載のDFBレーザ駆動装置  
 。

【請求項3】

DFBレーザを駆動し、所定の波長・出力レベルの光信号を出力するためのDFBレーザ駆動方法であって、

波長・出力レベルの設定値を入力する工程と、

前記入力された波長・出力レベルの設定値からDFBレーザの概略温度を算出する工程と、

前記算出された概略温度から、波長を固定とした場合におけるDFBレーザの温度変化に対応するDFBレーザの出力レベル変化量を算出する工程と、

前記算出された出力レベル変化量を、前記入力された出力レベル設定値に加算し、その加算値に基づいてDFBレーザの出力レベルを制御する工程と、

前記制御されたDFBレーザの出力レベル、及び前記入力された波長設定値からDFBレーザの設定温度を算出し、算出された設定温度に基づいてDFBレーザの温度を制御する工程と、

を含むことを特徴とするDFBレーザ駆動方法。

【請求項4】

DFBレーザを駆動し、所定の波長・出力レベルの光信号を出力するためのコンピュータが実行可能なプログラムを格納した記憶媒体であって、

波長・出力レベルの設定値を入力するためのプログラムコードと、

前記入力された波長・出力レベルの設定値からDFBレーザの概略温度を算出するためのプログラムコードと、

前記算出された概略温度から、波長を固定とした場合におけるDFBレーザの温度変化に対応するDFBレーザの出力レベル変化量を算出するためのプログラムコードと、

前記算出された出力レベル変化量を、前記入力された出力レベル設定値に加算し、その加算値に基づいてDFBレーザの出力レベルを制御するためのプログラムコードと、

前記制御されたDFBレーザの出力レベル、及び前記入力された波長設定値からDFBレーザの設定温度を算出し、算出された設定温度に基づいてDFBレーザの温度を制御するためのプログラムコードと、

を含むプログラムを格納したことを特徴とする記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、DWDM通信システム及びその試験装置等に使用されるDFBレーザの駆動装置、DFBレーザ駆動方法、及び記憶媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、長距離大容量通信において、DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing ; 高密度波長分割多重方式) 通信システムが使用されている。

DWDM通信システムは、単一波長で発光するDFB (Distributed Feedback) レーザダイオード (以下、DFBレーザと呼ぶ) 等の光源からの出力光をキャリア信号とし、波長の違う複数の光信号を伝送路である光ファイバに波長多重して通信を行う通信システムである。

このDWDM通信システムでは、光ファイバの入力端において光信号とキャリア信号の波長合成を行い、光ファイバの出力端で波長分離を行うため、キャリア信号であるDFBレーザの波長を厳密に管理する必要がある。

また、伝送路には複数の光増幅器が設置されキャリア信号の増幅を行っており、キャリア

10

20

30

40

50

信号の光出力レベルも厳密に管理する必要がある。

【 0 0 0 3 】

図 4 を参照して、従来の D F B レーザ駆動装置 2 0 0 について説明する。

図 4 の D F B レーザ駆動装置 2 0 0 は、D F B レーザ 1、ペルチェ素子 2、サーミスタ 3、フォトダイオード 4、レーザ駆動回路 5、光出力制御用 D / A 変換器 6、温度制御回路 7、C P U 9 0、記憶装置 1 0、記憶媒体 1 1、及びインターフェース 1 2 により構成される。

【 0 0 0 4 】

D F B レーザ 1 の駆動は、インターフェース 1 2 から C P U 9 0 に光出力設定情報が入力されると、C P U は、光出力設定情報と、記憶装置 1 0 内の記憶媒体 1 2 に記憶される光出力レベルのデータに基づいて、光出力制御信号（デジタル信号）を光出力制御用 D / A 変換器 6 に出力する。

次に、光出力制御用 D / A 変換器 6 は、光出力制御信号（デジタル信号）をアナログ信号に変換してレーザ駆動回路 5 に出力する。そして、レーザ駆動回路 5 は、駆動電流を D F B レーザ 1 に出力し、D F B レーザ 1 から光出力される。

【 0 0 0 5 】

また、温度制御回路 7 は、入力端子に入力される温度制御用基準電圧、及びサーミスタ 3 から入力されるフィードバック信号に基づいて、ペルチェ素子 2 に電流を印加することによって D F B レーザ 1 を冷却して、D F B レーザ 1 を一定温度に制御していた。

【 0 0 0 6 】

図 5 は、D F B レーザ 1 の出力光の波長・光出力レベル・温度の関係を示す図である。図 5 ( a ) , ( b ) に示すように、D F B レーザ 1 の駆動電流を低減させて光出力レベルを減衰させると、D F B レーザ 1 の出力光の波長は短波長側にシフトする。また、図 5 ( c ) , ( d ) に示すように、D F B レーザ 1 の温度を低下させると、D F B レーザ 1 の出力光の波長は短波長側にシフトする。

また、D F B レーザ 1 の温度と、D F B レーザ 1 の光出力レベルとの関係は、低温側で高出力となるのが一般的である。しかし、出力光の波長変化及び D F B レーザ 1 の温度変化に伴う出力光と光ファイバ（伝送路）の結合効率の変化等によって、図 5 ( e ) に示すように、D F B レーザ 1 の温度と光出力レベルとは、一定の規則性を持たない場合がある。

【 0 0 0 7 】

【 発明が解決しようとする課題 】

ところで、D W D M 通信システムの伝送路の出力端において各波長の光信号に割り当てられるキャリア信号の受信レベルを揃えるために、伝送路の入力端である D F B レーザ駆動装置 2 0 0 において、各キャリア信号の光出力レベルを調整する「プリエンファシス」を行う必要がある。

【 0 0 0 8 】

しかし、従来の D F B レーザ駆動装置 2 0 0 は、温度制御回路 7 によって D F B レーザ 1 の温度が一定となるように制御されていたため、光出力レベルを調整した際には、図 6 に示すように、出力光の波長が変化してしまうという問題があった。

このため、D F B レーザ 1 の光出力レベルを調整すると、D W D M 通信システムにおいて重要なキャリア信号の波長がシフトしてしまう問題がおこる。

また、D W D M 通信システムの伝送路に複数設置された光増幅器は、波長によって増幅率の特性が変化するため、D W D M 通信システムの通信精度が低下する可能性があった。

【 0 0 0 9 】

本発明の課題は、設定された波長をシフトさせることなく、D F B レーザの光出力レベルを調整する D F B レーザ駆動装置、D F B レーザ駆動方法、及び記憶媒体を提供することである。

また、本発明の課題は、D F B レーザの光出力レベルまたは波長を厳密に管理することである。

【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】

以上の課題を解決するため、請求項1記載の発明は、DFBレーザ（例えば、図1に示すDFBレーザ1に対応する。）を駆動し、所定の波長・出力レベルの光信号を出力するDFBレーザ駆動装置（例えば、図1に示すDFBレーザ駆動装置100に対応する。）であって、波長・出力レベルの設定値を入力する入力手段（例えば、図1に示すインターフェース12に対応する。）と、前記入力手段によって入力された波長・出力レベルの設定値からDFBレーザの概略温度を算出する概略温度算出手段（例えば、図1に示すCPU9；図2（1）に対応する。）と、前記概略温度算出手段によって算出された概略温度から、波長を固定とした場合におけるDFBレーザの温度変化に対応するDFBレーザの出力レベル変化量を算出する出力レベル変化量算出手段（例えば、図1に示すCPU9；図2（2）に対応する。）と、前記出力レベル変化量算出手段によって算出された出力レベル変化量を、前記入力手段により入力された出力レベル設定値に加算し、その加算値に基づいてDFBレーザの出力レベルを制御する出力レベル制御手段（例えば、図1に示すCPU9；図2（3）に対応する。）と、前記出力レベル制御手段によって制御された出力レベル、及び前記入力手段によって入力された波長設定値からDFBレーザの設定温度を算出し、算出された設定温度に基づいてDFBレーザの温度を制御する温度制御手段（例えば、図1に示すCPU9；図2（4）に対応する。）と、を備えることを特徴とする。

また、請求項2記載の発明は、請求項1記載のDFBレーザ駆動装置において、DFBレーザの波長を固定とした場合のDFBレーザの温度変化に対する光出力レベルの変化量が離散的な値で示されたデータテーブルを記憶した記憶手段を備え、前記出力レベル変化量算出手段は、前記概略温度算出手段によって算出された概略温度を前記データテーブルにあてはめ、かつ補完法によってDFBレーザの温度変化に対応するDFBレーザの出力レベル変化量を算出するように構成されていることを特徴とする。

10

20

【0011】

上記の発明によれば、入力手段は、波長・出力レベルの設定値を入力し、概略温度算出手段は、入力手段によって入力された波長・出力レベルの設定値からDFBレーザの概略温度を算出し、出力レベル変化量算出手段は、概略温度算出手段によって算出された概略温度からDFBレーザの出力レベル変化量を算出し、出力レベル制御手段は、出力レベル変化量算出手段によって算出された出力レベル変化量を、前記入力手段により入力された出力レベル設定値に加算し、その加算値に基づいてDFBレーザの出力レベルを制御し、温度制御手段は、出力レベル制御手段によって制御された出力レベル、及び入力手段によって入力された波長設定値からDFBレーザの設定温度を算出し、算出された設定温度に基づいてDFBレーザの温度を制御する。

30

【0012】

請求項3記載の発明は、DFBレーザを駆動し、所定の波長・出力レベルの光信号を出力するためのDFBレーザ駆動方法であって、波長・出力レベルの設定値を入力する工程と、前記入力された波長・出力レベルの設定値からDFBレーザの概略温度を算出する工程と、前記算出された概略温度から、波長を固定とした場合におけるDFBレーザの温度変化に対応するDFBレーザの出力レベル変化量を算出する工程と、前記算出された出力レベル変化量を、前記入力された出力レベル設定値に加算し、その加算値に基づいてDFBレーザの出力レベルを制御する工程と、前記制御されたDFBレーザの出力レベル、及び前記入力された波長設定値からDFBレーザの設定温度を算出し、算出された設定温度に基づいてDFBレーザの温度を制御する工程と、を含むことを特徴とする。

40

【0013】

請求項4記載の発明は、DFBレーザを駆動し、所定の波長・出力レベルの光信号を出力するためのコンピュータが実行可能なプログラムを格納した記憶媒体であって、波長・出力レベルの設定値を入力するためのプログラムコードと、前記入力された波長・出力レベルの設定値からDFBレーザの概略温度を算出するためのプログラムコードと、前記算出された概略温度から、波長を固定とした場合におけるDFBレーザの温度変化に対応するDFBレーザの出力レベル変化量を算出するためのプログラムコードと、前記算出され

50

た出力レベル変化量を、前記入力された出力レベル設定値に加算し、その加算値に基づいてDFBレーザの出力レベルを制御するためのプログラムコードと、前記制御されたDFBレーザの出力レベル、及び前記入力された波長設定値からDFBレーザの設定温度を算出し、算出された設定温度に基づいてDFBレーザの温度を制御するためのプログラムコードと、を含むプログラムを格納したことを特徴とする。

【0014】

従って、請求項1、2、3、4の何れかに記載の発明によれば、DFBレーザの温度変化を考慮して設定値からの出力レベル変化量を算出し、設定値と算出値との加算値に基づいて出力レベルを制御するため、DFBレーザの出力レベルを厳密に管理できる。そして、出力レベルを制御した後にDFBレーザの温度を制御することで、温度変化によるDFBレーザの波長のシフトを防止でき、波長を厳密に管理できる。また、算出した出力レベルからDFBレーザの概略温度を再度算出し、更に出力レベルを再度算出することによって、DFBレーザの出力レベルをより正確に管理できる。

10

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、図1～図3を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。

【0016】

まず、構成を説明する。

図1に示すように、本発明を適用したDFBレーザ駆動装置100は、DFBレーザ1、ペルチェ素子2、サーミスタ3、フォトダイオード4、レーザ駆動回路5、光出力制御用D/A変換器6、温度制御回路7、温度制御用D/A変換器8、CPU9、記憶装置10、記憶媒体11、及びインターフェース12によって構成されている。

20

【0017】

DFBレーザ1は、レーザ駆動回路5から駆動電流が印加されると、印加された駆動電流に応じて単一波長の光信号を出力するレーザダイオードである。

ペルチェ素子2は、温度制御回路7から電流が印加されると、印加された電流に応じて片側（DFBレーザ1との接触面）が低温となり、DFBレーザ1を冷却する素子である。

【0018】

サーミスタ3は、DFBレーザ1の温度をモニタし、温度モニタ信号を温度制御回路7にフィードバックする。

30

フォトダイオード4は、DFBレーザ1の光出力レベルをモニタし、光出力モニタ信号をレーザ駆動回路5にフィードバックする。

【0019】

レーザ駆動回路5は、光出力制御用D/A変換器6から入力される光出力制御値（アナログ）に基づいて、DFBレーザ1に駆動電流を印加する。また、レーザ駆動回路5は、光出力制御用D/A変換器6から入力される光出力制御値（アナログ）と、フォトダイオード4からフィードバックされる光出力モニタ信号とが同一となるように駆動電流量を調整することによってDFBレーザ1の光出力レベルを制御する自動光出力制御（APC：Auto Power Control）を行う。

【0020】

光出力制御用D/A変換器6は、CPU9から入力される光出力制御値（デジタル）を光出力制御値（アナログ）に変換し、光出力制御値（アナログ）をレーザ駆動回路5に出力する。

40

【0021】

温度制御回路7は、温度制御用D/A変換器8から入力される温度制御値（アナログ）に基づいて、ペルチェ素子2に電流を印加する。また、温度制御回路7は、温度制御用D/A変換器8から入力される温度制御値（アナログ）と、サーミスタ3からフィードバックされる温度モニタ信号とが同一となるようにペルチェ素子2に印加する電流量を調整することによってDFBレーザ1の温度を制御する自動温度制御（ATC：Auto Temperature Control）を行う。

50

## 【 0 0 2 2 】

温度制御用 D / A 変換器 8 は、C P U 9 から入力される温度制御値（デジタル）を温度制御値（アナログ）に変換し、温度制御値（アナログ）を温度制御回路 7 に出力する。

## 【 0 0 2 3 】

C P U (Central Processing Unit) 9 は、インターフェース 1 2 から波長・光出力レベルの設定値が入力されると、記憶装置 1 0 内の記憶媒体 1 1 に格納されたデータ（図 2（A）,（B））に基づいて光出力制御値及び温度制御値を算出し、光出力制御用 D / A 変換器 8 に出力し、温度制御値を温度制御用 D / A 変換器 6 に出力する。ここで、記憶媒体 1 1 内のデータは離散的な値で記憶されているため、C P U 9 は、光出力制御値及び温度制御値の算出する際に補間法を用いる。

10

## 【 0 0 2 4 】

記憶装置 1 0 は、内部に記憶媒体 1 1 を格納しており、記憶媒体 1 1 は、磁氣的、光学的記憶媒体、若しくは半導体メモリで構成されている。この記憶媒体 1 1 は、記憶装置 1 0 に固定的に設けられたもの、若しくは着脱自在に装着するものである。また、記憶媒体 1 1 には、D F B レーザ 1 の温度・光出力レベル・波長に関するデータ（図 2（A）参照）、及び D F B レーザ 1 の温度・光出力レベルに関するデータ（図 2（B）参照）を格納している。

## 【 0 0 2 5 】

インターフェース 1 2 は、外部機器に接続されており、外部機器から入力された光信号の各種設定値（波長・光出力レベル）を C P U 9 に出力する。また、インターフェース 1 2

20

## 【 0 0 2 6 】

次に、本実施の形態の動作を説明する。

図 2 は、D F B レーザ駆動装置 1 0 0 における温度制御、及び光出力制御を示す図である。

## 【 0 0 2 7 】

図 2 において、インターフェース 1 2 から C P U 9 に、D F B レーザ 1 の出力光の設定値（波長、光出力レベル）が入力されると、C P U 9 は、入力設定値（波長、光出力レベル）を記憶装置 1 0 内の記憶媒体 1 1 に格納されているデータ（A）にあてはめて、D F B レーザ 1 の概略温度を算出する（図 2（1））。

30

ここで、データ（A）は、D F B レーザ 1 の温度と、D F B レーザ 1 の光出力レベルをパラメータとした変化させた時の、波長の測定データである。

## 【 0 0 2 8 】

次に、C P U 9 は、上述の概略温度をデータ（B）にあてはめて D F B レーザ 1 の光出力レベル（光出力調整値）を算出する（図 2（2））。

ここで、データ（B）は、D F B レーザ 1 の波長を固定した場合に、D F B レーザ 1 の温度変化に対する光出力レベルの変化量を示している。

## 【 0 0 2 9 】

そして、C P U 9 は、図 2（2）で算出した光出力レベル（光出力設定値）と、入力設定値（光出力レベル）とを加算することによって光出力制御値を算出して（図 2（3））、算出した光出力制御値を光出力制御用 D / A 変換器 6 に出力して光出力レベルの制御を行う。

40

## 【 0 0 3 0 】

次に、C P U 9 は、図 2（3）で算出した光出力制御値と、入力設定値（波長）をデータ（A）にあてはめて、D F B レーザ 1 の温度制御値を算出して（図 2（4））、算出した温度制御用 D / A 変換器 8 に出力して D F B レーザ 1 の温度制御を行う。

## 【 0 0 3 1 】

上述の光出力制御と温度制御を行うことによって、図 3 に示すように、設定された波長をシフトさせることなく、D F B レーザ 1 の光出力レベルを調整できる。すなわち、本発明の D F B レーザ駆動装置 1 0 0 において、D F B レーザ 1 の光出力レベルを調整しても波

50

長の平坦性が得られる。

【0032】

また、光出力制御値を算出した後で、温度制御値を算出した理由は、DFBレーザ1の光出力レベルを変化させた場合の波長変化の方が、温度を変化させた場合の波長変化よりも小さいためである。そのため、DFBレーザ1の光出力レベルの調整に要する時間を低減できる。

【0033】

以上のように、CPU9は、インターフェース12（外部機器）から入力設定値（波長、光出力レベル）が入力されると、記憶媒体11に格納されたデータ（A）、（B）の両方を用いて光出力制御値を算出し、算出した光出力制御値を光出力制御用D/A変換器8に出力してDFBレーザ1の光出力レベルの制御を実行した。そして、CPU9は、データ（A）を用いて温度制御値を算出し、算出した温度制御値を温度制御用D/A変換器6に出力し、DFBレーザ1の温度制御を実行した。

10

【0034】

従って、光出力制御を実行した後、温度制御を実行することによって、入力設定値の波長をシフトさせることなく、DFBレーザ1の光出力レベルを調整することができる。

【0035】

また、DWDM通信システムにおいて、本発明のDFBレーザ駆動装置100を使用することによって、キャリア信号となるDFBレーザ1の出力光の波長、及び光出力レベルを厳密に管理できる。従って、DWDM通信を精度良く実行できる。

20

【0036】

なお、以上の実施の形態においては、光出力制御と温度制御をそれぞれ一回ずつ実行したが、各制御を複数回実行してもよい。これにより、DFBレーザ1の光出力レベルと波長を更に正確に制御できる。

【0037】

【発明の効果】

本発明によれば、DFBレーザの温度変化を考慮して出力レベルを制御するため、DFBレーザの出力レベルを厳密に管理できる。

そして、出力レベルを制御した後にDFBレーザの温度を制御することで、DFBレーザの波長のシフトを防止でき、波長を厳密に管理できる。

30

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した一実施の形態のDFBレーザ駆動装置100の構成を示す図である。

【図2】図1のDFBレーザ駆動装置100における温度制御、及び光出力制御を示す図である。

【図3】図1のDFBレーザ駆動装置100におけるDFGレーザ1の出力特性を示す図である。

【図4】従来のDFBレーザ駆動装置200の構成を示す図である。

【図5】DFBレーザ1の波長・光出力レベル・温度の関係を示す図である。

【図6】従来のDFBレーザ駆動装置200におけるDFGレーザ1の出力特性を示す図である。

40

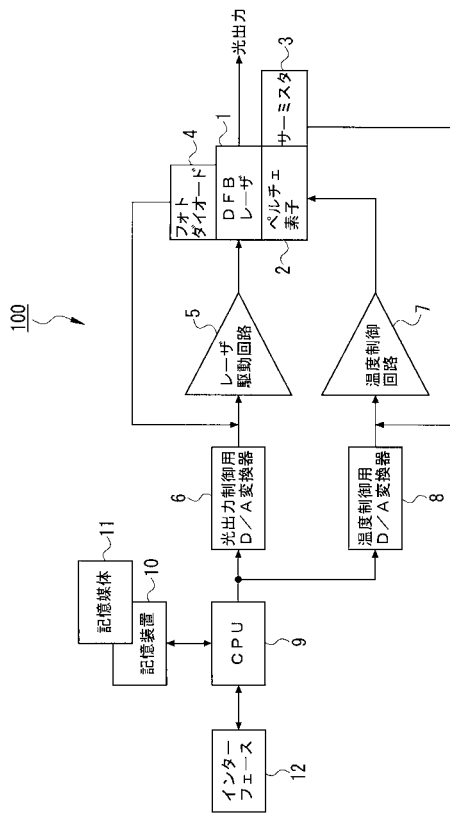
【符号の説明】

- 100 DFBレーザ駆動装置
- 1 DFBレーザ
- 2 ベルチェ素子
- 3 サーマスタ
- 4 フォトダイオード
- 5 レーザ駆動回路
- 6 光出力制御用D/A変換器
- 7 温度制御回路

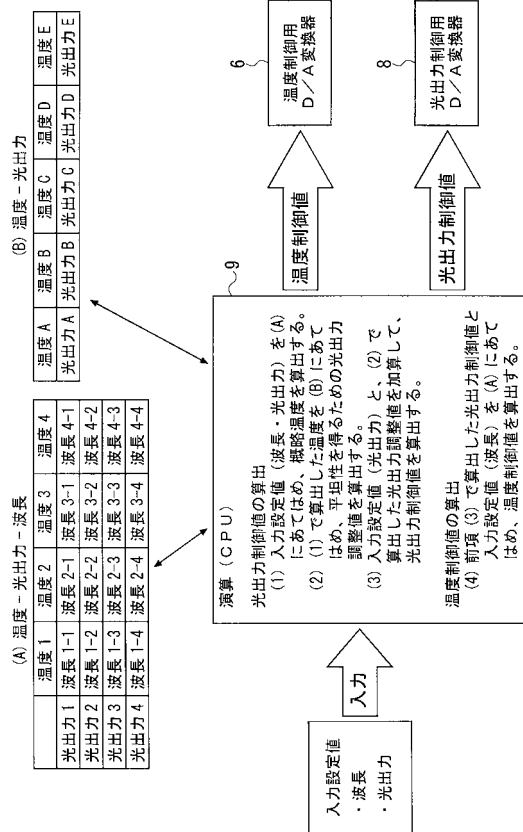
50

- 8 温度制御用 D / A 変換器
- 9 CPU
- 10 記憶装置
- 11 記憶媒体
- 12 インターフェース
- A, B データ

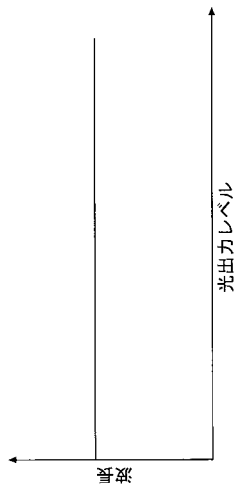
【 図 1 】



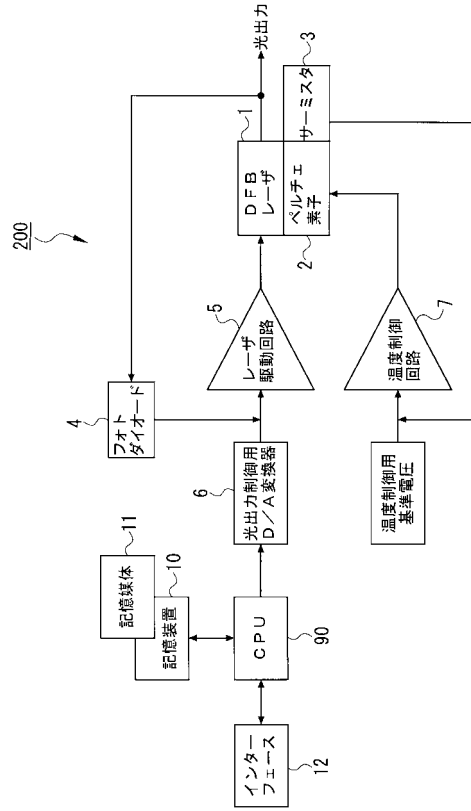
【 図 2 】



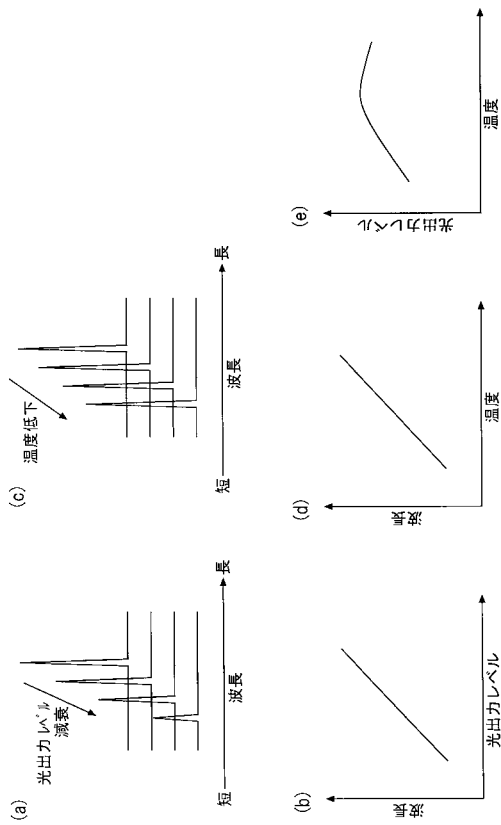
【 図 3 】



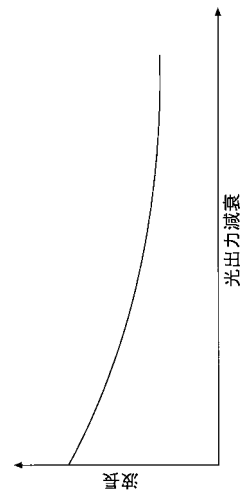
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)

H01S 5/00- 5/50