

(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
2022年6月30日(30.06.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/137409 A1

(51) 国際特許分類:

H04B 10/291 (2013.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/048305

(22) 国際出願日: 2020年12月23日(23.12.2020)

(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: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 益本 佳奈 (MASUMOTO, Kana); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 松田

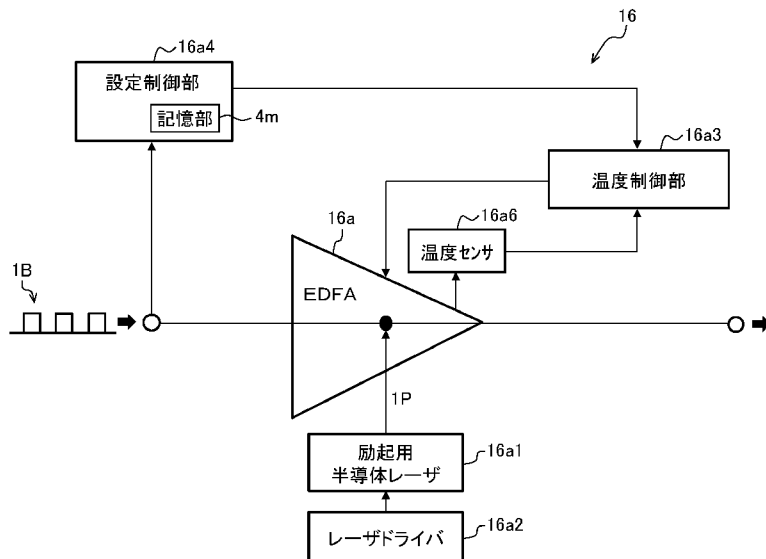
俊哉(MATSUDA, Toshiya); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 中川 雅弘(NAKAGAWA, Masahiro); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 西山 公太(NISHIYAMA, Kota); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人磯野国際特許商標事務所 (ISONO INTERNATIONAL PATENT OFFICE, P.C.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目1番18号 ヒューリック虎ノ門ビル Tokyo (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,

(54) Title: BURST OPTICAL AMPLIFIER AND BURST OPTICAL AMPLIFIER METHOD

(54) 発明の名称: バースト光増幅装置及びバースト光増幅方法



4m Storage unit
16a1 Excitation semiconductor laser
16a2 Laser driver
16a3 Temperature control unit
16a4 Setting control unit
16a6 Temperature sensor

(57) Abstract: This burst optical amplifier (16) is provided with: an EDFA (16a) which, depending on excitation light, amplifies a burst optical signal (1B) which has a burst period that is the period of alternation between a no-signal segment and a signal segment; a storage unit (4m) which, for each burst period, stores a correspondence relation between the no-signal segment and the amplification medium temperature as a parameter that lengthens the carrier response time of the EDFA (16a) relative to the time of the no-signal segment; a setting control unit (16a4) which detects the burst period of the burst optical signal (1B) inputted to the EDFA (16a), searches the storage unit (4m) for burst periods that are the same as the detected burst period, and, in the temperature control unit (16a3), sets the temperature associated with the no-signal segment of the found burst period; and a temperature control unit (16a3) which controls the amplification medium of the

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, MK, MT, NL, NO, PL, PT, 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))

EDFA (16a) to the set temperature.

(57) 要約: バースト光増幅装置 (16) は、無信号区間と信号区間とが交番するバースト周期のバースト光信号 (1B) を励起光に応じて増幅するEDFA (16a) と、EDFA (16a) のキャリア回復時間を、無信号区間の時間に対して長くするパラメータとしての増幅媒体の温度と、無信号区間との対応関係を、バースト周期毎に記憶する記憶部 (4m) と、EDFA (16a) に入力されるバースト光信号 (1B) のバースト周期を検出し、検出したバースト周期と同じバースト周期を記憶部 (4m) から検索し、検索したバースト周期の無信号区間に対応付けられた温度を温度制御部 (16a3) に設定する設定制御部 (16a4) と、EDFA 16a の増幅媒体を、設定された温度に制御する温度制御部 (16a3) とを備える。

明 細 書

発明の名称：バースト光増幅装置及びバースト光増幅方法

技術分野

[0001] 本発明は、光TDM (Time Division Multiplexing) ネットワーク等に適用されるバースト光増幅装置及びバースト光増幅方法に関する。

背景技術

[0002] 収容トラヒックが数10Gbpsであるルーラルエリア等のメトロ網を、低コスト、省電力、柔軟に集線するネットワークとして、光TDM技術を適用した光TDMネットワークが検討されている。光TDMネットワークでは、タイミング制御を掛けたバースト光信号を主信号として用いる。更に、光TDMネットワークでは、多段で数百Km等の長距離伝送を行うメトロ網において伝送距離をカバーするために、バースト対応のバースト光増幅装置の光増幅部としてEDFA (Erbium Doped optical Fiber Amplifier: エルビウムドープ光ファイバ増幅器) や、SOA (Semiconductor Optical Amplifier: 半導体光増幅器) が必要となる。

[0003] 光TDMネットワークは、光ファイバ (光伝送路) を複数のノードを介在して2重にリング状に敷設し、2重の光伝送路をデータが重畳された光信号が逆方向に伝送される2重リング構成となっている。2重リング構成では、各光伝送路に接続された複数のノード内において、光伝送路に伝送されるバースト光信号をバースト光増幅装置としてのEDFAで増幅している。

[0004] しかし、その増幅では、バースト光信号に伝送品質劣化の増加を引き起こすオーバーシュートが発生する。この発生を図12に示すEDFA1を代表して説明する。外側光伝送路2を伝送してきたバースト光信号1BがEDFA1に入力されたとする。EDFA1には、励起用半導体レーザー (図示せず) からのレーザー光による励起光1Pが入力され、この励起光1Pによって、レベルL1のバースト光信号1BがレベルL2に増幅される。この増幅の初期時に、EDFA1内で過渡応答が生じ、レベルL3のオーバーシュート

が発生する。

[0005] このオーバーシュートを抑制するために、図13に示すクランプ光1Cを用いる技術（非特許文献1）がある。この技術は、既に使用している汎用のEDFAを用いるので、コスト高とならないように実現可能である。

[0006] 図13に示すように、外側リングの光伝送路2に介挿した光カプラ4に、CW（Continuous Wave：連続波）光源3を接続する。CW光源3は、波長 λ_1 のバースト光信号1Bと異なる波長 λ_2 で且つ連続波のクランプ光1Cを光カプラ4へ送信する。光カプラ4では、クランプ光1Cとバースト光信号1Bとが合波されることで、バースト光信号1Bの無信号区間が無くなる。

[0007] EDFA1は、合波されたバースト光信号1B及びクランプ光1Cを増幅する。この増幅の際、クランプ光1Cのパワーがバースト光信号1Bのパワーよりも大きい程に、EDFA1で連続信号と検出される割合が大きくなり、このため、オーバーシュートがより抑制される。この抑制により所定レベルL2（図12）に増幅されたバースト光信号1B及びクランプ光1Cがフィルタ5へ入力される。フィルタ5は、クランプ光1Cを抜き取り、波長 λ_1 のバースト光信号1Bのみを通過させる。

[0008] この他、非特許文献2に記載のEDFAにFF（フィードフォワード）／FB（フィードバック）回路を用いた高速制御によってオーバーシュートを抑制する技術がある。この技術では、EDFAの増幅利得を一定にするために、増幅のための励起光の電流値を高速で可変する。つまり、EDFAからの出力パワーの出過ぎたレベルを滑らかにするために、増幅信号に高速な減衰を掛ける制御を行う。

先行技術文献

非特許文献

[0009] 非特許文献1：H.H. Lee, et al., “All-optical gain-clamped EDFA using external saturation signal for burst-mode upstream in TWDM-PONs. ”, Optics Express 22.15 (2014).

非特許文献2：Y. Oikawa et al., “Ultra-Fast Automatic Gain Control Amp

lifier with Unique and Simple Transient Control,” ECOC2007 JT-G.696.1, [online], 2020, [令和2年12月16日検索], インターネット <URL: <https://jglobal.jst.go.jp/detail>>

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0010] しかし、上記非特許文献1の技術では、バースト光信号をクランプするクランプ光1Cの波長 λ_2 がバースト光信号1Bの波長 λ_1 と別の波長である。つまり、クランプ光用に専用波長 λ_2 が必要となるため、複数のバースト光信号で使用可能な波長の数が少なくなり制限されてしまう問題がある。
- [0011] 非特許文献2の技術では、EDFAの増幅利得を一定にするために、FF／FB回路によって励起光の電流値を高速で可変する制御を行っている。この高速制御によって、EDFAと併せてバースト光増幅装置を構成するFF／FB回路のアクティブ素子が高速に作動するため、バースト光増幅装置の故障率が増加してしまう問題があった。
- [0012] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、増幅対象のバースト光信号で使用する波長の数を制限することなく、故障率が増加しないように、オーバーシュートを抑制することを課題とする。

課題を解決するための手段

- [0013] 上記課題を解決するため、本発明のバースト光増幅装置は、バースト周期を構成する無信号区間と信号区間とが交番するバースト光信号を励起光に応じて増幅する光増幅部と、前記光増幅部の増幅媒体の温度を可変する温度制御部と、前記光増幅部のキャリア回復時間を、前記無信号区間の時間に対して長く又は短く可変するためのパラメータとしての増幅媒体の温度と、前記無信号区間との対応関係が、周期が異なる複数のバースト周期毎に記憶された記憶部と、前記光増幅部に入力されるバースト光信号のバースト周期を検出し、検出したバースト周期と同じバースト周期を前記記憶部から検索し、検索したバースト周期の無信号区間に対応付けられた前記温度を前記温度制御部に設定する設定制御部とを備え、前記温度制御部は、前記増幅媒体を前

記設定された温度に制御することを特徴とする。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、増幅対象のバースト光信号で使用する波長の数を制限することなく、故障率が増加しないように、オーバーシュートを抑制できる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明の実施形態に係るバースト光増幅装置を用いた光TDMネットワークシステムの構成を示すブロック図である。

[図2]本実施形態に係るEDFAを適用したバースト光増幅装置の構成を示すブロック図である。

[図3]バースト光信号の無信号区間 t_n と信号区間 t_b とによるバースト周期 T を示す信号波形図である。

[図4]EDFAの高準位にキャリアが蓄積される様態を示すエネルギー準位図である。

[図5]EDFAの高準位に蓄積されたキャリアが誘導放出される様態を示すエネルギー準位図である。

[図6]EDFAの高準位にキャリアが過剰に蓄積される様態を示すエネルギー準位図である。

[図7]EDFAの高準位に蓄積されたキャリアが過剰に誘導放出される様態を示すエネルギー準位図である。

[図8]本実施形態のバースト光増幅装置によるバースト光増幅処理の動作を説明するためのフローチャートである。

[図9]本実施形態の変形例に係るSOAを適用したバースト光増幅装置の構成を示すブロック図である。

[図10]SOAの高準位にキャリアが過剰に蓄積される様態を示すエネルギー準位図である。

[図11]SOAの高準位に蓄積された少量のキャリアが誘導放出される様態を示すエネルギー準位図である。

[図12]EDFAでのバースト光信号増幅時に発生するオーバーシュートの説

明図である。

[図13] E D F Aで発生するオーバーシュート抑制の説明図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、本発明の実施形態を、図面を参照して説明する。但し、本明細書の全図において機能が対応する構成部分には同一符号を付し、その説明を適宜省略する。

<実施形態の構成>

図1は、本発明の実施形態に係るバースト光増幅装置を用いた光TDMネットワークシステムの構成を示すブロック図である。

[0017] 図1に示す光TDMネットワークシステム（システムともいう）10は、光ファイバを2重にリング状に敷設し、外側リングを外側光伝送路11、内側リングを内側光伝送路12とする2重リング構成となっている。外側光伝送路11には、所定間隔で複数の光カプラ14a, 14b, 14c, 14dが接続され、内側光伝送路12にも、所定間隔で複数の光カプラ15a, 15b, 15c, 15dが接続されている。

[0018] 外側光伝送路11には、矢印Y1で示す右回り方向にバースト光信号1B, 2B, 3Bが伝送され、内側光伝送路12には、矢印Y2で示す左回り方向にバースト光信号が伝送される。また、外側光伝送路11には、光カプラ14c, 14dの各々の入力側に、バースト光増幅装置の光増幅部としてのE D F A 16a, 16bが接続されている。内側光伝送路12においても、光カプラ15c, 15dの各々の入力側にE D F A 17a, 17bが接続されている。

[0019] 本発明の特徴は、図2に示すバースト光増幅装置16によって例えばバースト光信号1Bを増幅する際に、E D F A（例えばE D F A 16a）の増幅媒体の温度の高低を制御することにより、増幅時のキャリアの誘導放出の量を制御するようにした。この制御により、バースト光信号1Bで使用する波長の数を制限することなく、バースト光増幅装置の故障率が増加しないように、オーバーシュートを抑制可能とした点にある。

[0020] 但し、バースト光信号 1 B は、図 3 に示すように、光信号が無い時間幅の無信号区間 t_n と、所定レベルの光信号が存在する時間幅の信号区間 t_b とが交番するバースト周期 T を有する。

[0021] 図 2 に示すバースト光増幅装置 1 6 は、光増幅部である E D F A 1 6 a の他に、レーザ光による励起光 1 P を出射する励起用半導体レーザ 1 6 a 1 と、レーザドライバ 1 6 a 2 と、温度センサ 1 6 a 6 と、温度制御部 1 6 a 3 と、設定制御部 1 6 a 4 とを備えて構成されている。但し、図 2 には E D F A 1 6 a, 1 6 b, 1 7 a, 1 7 b の内、E D F A 1 6 a を代表して示す。

[0022] 図 1 に戻って、外側光伝送路 1 1 に接続された光カプラ 1 4 a 及び内側光伝送路 1 2 に接続された光カプラ 1 5 a には、データが重畳された光信号を送受信するトランシーバとしてのバースト T R X (transceiver) 1 8 a が光ファイバで接続されている。このバースト T R X 1 8 a と、光カプラ 1 4 a, 1 5 a とを備えて通信装置としてのノード 1 9 a が構成されている。

[0023] 同様に、光カプラ 1 4 b, 1 5 d には光ファイバでバースト T R X 1 8 b が接続され、このバースト T R X 1 8 b と、光カプラ 1 4 b, 1 5 d とを備えてノード 1 9 b が構成されている。光カプラ 1 4 c, 1 5 c にはバースト T R X 1 8 c が接続され、このバースト T R X 1 8 c と、光カプラ 1 4 c, 1 5 c とを備えてノード 1 9 c が構成されている。光カプラ 1 4 d, 1 5 b にはバースト T R X 1 8 d が接続され、このバースト T R X 1 8 d と、光カプラ 1 4 d, 1 5 b とを備えてノード 1 9 d が構成されている。

[0024] 各バースト T R X 1 8 a ~ 1 8 d には、バースト T R X 1 8 a に代表して示すように、伝送装置 2 0 が接続されており、この伝送装置 2 0 がバースト T R X 1 8 a との間で光信号を送受信する。

[0025] このような構成において、バースト T R X 1 8 b から吹き出し枠 2 1 a 内に示す波長 λ_1 のバースト光信号 1 B が、所定の時間幅 t_1 において矢印 Y 3 で示すように光カプラ 1 4 b へ送信されたとする。この送信されたバースト光信号 1 B は、光カプラ 1 4 b を介して外側光伝送路 1 により矢印 Y 1 で示す右回り方向へ伝送され、E D F A 1 6 a により矢印 Y 4 で示すように増

幅後に光カプラ 14 c へ出力される。

[0026] また、バースト T R X 18 c から吹き出し枠 21 b 内に示す波長 λ 1 のバースト光信号 2 B が、時間幅 t 1 が過ぎた後の所定の時間幅 t 2 において矢印 Y 5 で示すように送信されたとする。この送信されたバースト光信号 2 B は、光カプラ 14 c において、バースト光信号 1 B と時分割多重され、外側光伝送路 11 を介して右回り方向へ伝送される。この伝送されたバースト光信号 1 B, 2 B は、E D F A 16 b で増幅後に光カプラ 14 d に入力される。

[0027] 一方、バースト T R X 18 d から吹き出し枠 21 c 内に示す波長 λ 1 のバースト光信号 3 B が、時間幅 t 2 が過ぎた後の所定の時間幅 t 3 において矢印 Y 6 で示すように送信されたとする。この送信されたバースト光信号 3 B は、光カプラ 14 d において、吹き出し枠 21 d 内に示すようにバースト光信号 1 B, 2 B と時分割多重され、外側光伝送路 11 を介して右回り方向へ伝送される。この伝送されたバースト光信号 1 B ~ 3 B は、例えば光カプラ 14 a で分岐され、バースト T R X 18 a で受信後に伝送装置 20 へ送信される。

[0028] このようなシステム 10 において、図 2 に示すバースト光増幅装置 16 の E D F A 16 a がバースト光信号 1 B を増幅する際の処理を説明する。

[0029] E D F A 16 a がバースト光信号 1 B を増幅する場合、レーザドライバ 16 a 2 が励起用半導体レーザ（レーザともいう）16 a 1 を駆動する。この駆動されるレーザ 16 a 1 からのレーザ光による励起光 1 P が入力され、この励起光 1 P に応じてレベル L 1 のバースト光信号 1 B がレベル L 2 に増幅されるようになっている。

[0030] E D F A 16 a にバースト光信号 1 B が入力されていない場合、E D F A 16 a では、図 4 のエネルギー準位図に示すように、励起光 1 P による励起によって高準位 H 1 にキャリア C 1 が溜まる反転分布が形成されている。

[0031] 次に、図 5 に示すように、E D F A 16 a にバースト光信号 1 B i が入力されると、上記のように高準位 H 1 に溜められたキャリア C 1 a が低準位 L

1 に遷移する誘導放出 S E 1 が生じ、この誘導放出 S E 1 によりバースト光信号 1 B が増幅される。この増幅されたバースト光信号 1 B o が E D F A 1 6 a から出力される。

[0032] このように、励起光 1 P での励起による高準位 H 1 へのキャリア C 1 の蓄積 (1 k)、バースト光信号 1 B i の入力 (2 k)、誘導放出 S E 1 (3 k)、増幅 (4 k)、増幅されたバースト光信号 1 B o の出力 (5 k) の (1 k) ~ (5 k) が順次繰り返される。

[0033] この繰り返しにおいて、(1 k) キャリア C 1 の蓄積の量と、(2 k) 入力されるバースト光信号 1 B i のバースト周期 T と、(3 k) 誘導放出 S E 1 の量との 3 者が、光増幅に適した一定値であれば、(4 k) バースト光信号 1 B の増幅はオーバーシュートすること無く一定に行われる。そして、(5 k) 一定に増幅されたバースト光信号 1 B o が出力される。

[0034] 一方、図 6 に示すように、E D F A 1 6 a へのバースト光信号 1 B のバースト周期 T における無信号区間 t_n が長いと、励起光 1 P による励起によって高準位 H 1 にキャリア C 1 が溜まり続け、光増幅に適した量を超えて過剰に蓄積される。

[0035] このようにキャリア C 1 が過剰蓄積された状態で、図 7 に示すように、E D F A 1 6 a にバースト光信号 1 B i が入力されると、過剰蓄積された多くのキャリア C 1 b が低準位 L 1 に遷移する誘導放出 S E 1 が生じる。この誘導放出 S E 1 によりバースト光信号 1 B o が必要量を超えて増幅され、オーバーシュートが生じてしまう。

[0036] 上記のように無信号区間 t_n が長いと、この間に、高準位 H 1 にキャリア C 1 が必要量を超えて溜まって行くので、結果的に、入力されたバースト光信号 1 B i が必要量を超えて増幅され続けることになる。このように過剰にキャリア C 1 が溜まるのは、バースト光信号 1 B の信号区間 t_b 以外の無信号区間 t_n であり、この無信号区間 t_n の時間を、キャリア回復時間という。

[0037] 一般的に、E D F A 1 6 a の場合、高準位 H 1 から誘導放出 S E 1 に使用

されたキャリアC 1 i が回復するためには、msオーダの時間（回復時間）が掛かる。バースト周期Tが μ sオーダよりも長いと、無信号区間t nも長くなるので、高準位H 1にキャリアC 1が必要量をを超えて溜まって行き、オーバーシュートの原因となる。

[0038] そこで、本発明では、EDFA 16 aのキャリア回復時間を、バースト周期Tの無信号区間t nの時間よりも予め定められた所定時間長くした。言い換えれば、バースト周期Tの無信号区間t nの時間が、キャリア回復時間よりも短いと、この短い無信号区間t nにおいて、キャリアC 1が高準位H 1に必要量をを超えて溜まることが無い。

[0039] このため、EDFA 16 aでの増幅時に誘導放出SE 1によるキャリアC 1の遷移が必要量をを超えて溜まらないので、出力光であるバースト光信号1 B oが必要量をを超えて増幅されない。このため、バースト光信号1 Bが、オーバーシュートが生じないレベルで増幅される。

[0040] つまり、バースト光増幅装置16では、EDFA 16 aでの増幅時に、キャリア回復時間をバースト周期Tの無信号区間t nの時間よりも長くして、キャリアC 1が高準位H 1に増幅に適した量蓄積されるようにした。

[0041] ここで、後述の非特許文献3には、キャリア回復時間が増幅媒体の温度に依存する内容が記載されており、増幅媒体の温度が所定温度まで下がる程にキャリア回復時間が長くなる関係が分かっている。（非特許文献3：K. Kuroda et al., “Wavelength-dependent transition time of gain saturation in an erbium-doped fiber amplifier”, [online], 2020, インターネット〈URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00340-015-6109-x>〉）。

[0042] そこで、本発明では、バースト光増幅装置16において、キャリア回復時間をバースト周期Tの無信号区間t nの時間よりも所定時間長くするために、EDFA 16 aの増幅媒体の温度を、動作温度の範囲内で適切な温度に制御するようにした。

[0043] バースト光増幅装置16において、設定制御部16 a 4（図2）は、ED

F A 1 6 a がバースト光信号 1 B をオーバーシュートが生じないレベルで増幅可能とするためのパラメータ（媒介変数）としての増幅媒体の温度を、周期が異なる複数のバースト周期 T 毎に記憶部 4 m に記憶している。

[0044] 更に説明すると、記憶部 4 m には、バースト周期 T の無信号区間 t_n と、この無信号区間 t_n の時間よりもキャリア回復時間を所定時間長くするパラメータとしての増幅媒体の温度との対応関係を、周期が異なる複数のバースト周期 T 毎に予め記憶している。

[0045] 設定制御部 1 6 a 4 は、E D F A 1 6 a に入力されるバースト光信号 1 B のバースト周期 T を、無信号区間 t_n 及び信号区間 t_b と共に検出する。設定制御部 1 6 a 4 は、その検出されたバースト光信号 1 B のバースト周期 T と同じバースト周期 T を、記憶部 4 m から検索し、この検索されたバースト周期 T の無信号区間 t_n に対応付けられた温度を、温度制御部 1 6 a 3 に設定する。

[0046] 温度制御部 1 6 a 3 は、E D F A 1 6 a の増幅媒体が、上記設定された温度（設定温度）となるように制御する。この際、E D F A 1 6 a の増幅媒体に接続された温度センサ 1 6 a 6 が、増幅媒体の温度を検出して温度制御部 1 6 a 3 へ出力する。温度制御部 1 6 a 3 は、その検出温度が設定温度に収束するように増幅媒体の温度を可変制御する。

[0047] <実施形態の動作>

次に、本実施形態に係るバースト光増幅装置 1 6 によるバースト光増幅処理の動作を、図 8 のフローチャートを参照して説明する。但し、レーザドライバ 1 6 a 2 がレーザ 1 6 a 1 を駆動し、このレーザ 1 6 a 1 からの励起光 1 P に応じてバースト光信号 1 B が増幅されているとする。

[0048] ステップ S 1 において、E D F A 1 6 a にバースト光信号 1 B が入力されると、設定制御部 1 6 a 4 によって、そのバースト光信号 1 B のバースト周期 T が、無信号区間 t_n 及び信号区間 t_b と共に検出される。

[0049] ステップ S 2 において、設定制御部 1 6 a 4 は、その検出したバースト光信号 1 B のバースト周期 T と同じバースト周期 T を、記憶部 4 m から検索す

る。

[0050] 更に、ステップS3において、設定制御部16a4は、検索したバースト周期Tの無信号区間 t_n に対応付けられた増幅媒体の温度を、温度制御部16a3に設定する。

[0051] ステップS4において、温度制御部16a3は、EDFA16aの増幅媒体が、上記設定された設定温度となるように制御する。この際、増幅媒体に接続された温度センサ16a6が、増幅媒体の温度を検出して温度制御部16a3へ出力する。

[0052] ステップS5において、温度制御部16a3は、検出温度が設定温度であるか否かを判定する。

[0053] この判定結果、設定温度でなければ、上記ステップS4に戻って、温度制御部16a3は増幅媒体の温度が設定温度となるように制御する。

[0054] 一方、上記ステップS5の判定結果、検出温度が設定温度であれば、ステップS6において、EDFA16aによって、バースト光信号1Bがオーバーシュートの生じないレベルで適正に増幅されて出力される。

[0055] <実施形態の効果>

このようなバースト光増幅装置16の効果について説明する。

バースト光増幅装置16は、EDFA16aと、温度制御部16a3と、記憶部4mと、設定制御部16a4とを備える。

[0056] EDFA16aは、バースト周期Tを構成する無信号区間 t_n と信号区間とが交番するバースト光信号1Bを励起光に応じて増幅する。

[0057] 記憶部4mは、EDFA16aのキャリア回復時間を、上記無信号区間 t_n の時間に対して長く又は短く可変するためのパラメータとしての増幅媒体の温度と、上記無信号区間 t_n との対応関係が、周期が異なる複数のバースト周期T毎に記憶している。

[0058] 設定制御部16a4は、EDFA16aに入力されるバースト光信号1Bのバースト周期Tを検出し、検出したバースト周期Tと同じバースト周期Tを記憶部4mから検索し、検索したバースト周期Tの無信号区間 t_n に対応

付けられた温度を温度制御部 16a3 に設定する。

温度制御部 16a3 は、増幅媒体を設定された温度に制御する構成とした。

[0059] この構成によれば、EDFA16aに入力されたバースト光信号1Bのバースト周期Tが検出され、この検出されたバースト周期Tと同じバースト周期Tの無信号区間 t_n に対応付けられた温度が設定される。この設定温度となるようにEDFA16aの増幅媒体の温度が制御される。増幅媒体の温度は、EDFA16aのキャリア回復時間をバースト周期Tの無信号区間 t_n の時間よりも長くするパラメータである。このため、キャリア回復時間よりも短い無信号区間 t_n では、EDFA16aにおいてキャリアが高準位に必要量を超えて蓄積されない。従って、EDFA16aでの増幅時にキャリアの誘導放出が必要量を超えて蓄積されないので、バースト光信号1Bを、オーバーシュートが生じないレベルで増幅できる。

[0060] このような増幅処理を行うバースト光増幅装置16では、従来のようにバースト光信号1Bと異なる波長のクランプ光を用いる必要が無くなる。このため、クランプ光で専用波長が使用されないので、バースト光信号1Bでの使用波長の数が制限されない。また、従来のようにEDFA16aの増幅利得を一定にするためのFF/FB回路を用いないので、バースト光増幅装置16の故障率が増加することが無くなる。従って、本発明によれば、増幅対象のバースト光信号1Bで使用する波長の数を制限することなく、故障率が増加しないように、オーバーシュートを抑制できる。

[0061] <実施形態の変形例>

図9は、本発明の実施形態の変形例に係るバースト光増幅装置の構成を示すブロック図である。

図9に示す変形例のバースト光増幅装置16Aが、上記実施形態のバースト光増幅装置16（図2）と異なる点は、EDFA16aに代え、SOA16aAを適用したことにある。この差異に伴い、記憶部4mAは、バースト周期Tの無信号区間 t_n （図3参照）と、この無信号区間 t_n の時間よりも

キャリア回復時間を所定時間短くするパラメータとしての増幅媒体の温度との対応関係を、周期が異なる複数のバースト周期 T 毎に予め記憶している。

[0062] 一般的に、SOA16aAでは、EDFA16aの前述したmsオーダのキャリア回復時間に比べ、キャリア回復時間が数ps～nsオーダと大幅に短くなっている。このため、バースト周期 T が μ s未満と極短い場合でも、SOA16aAでは無信号区間 t_n が、キャリア回復時間（数ps～nsオーダ）よりも長い時間幅となる。この場合、キャリアが回復し易くなるのでキャリアが多く溜まり、オーバーシュートが生じる。本例では、SOA16aAに入力されるバースト光信号1Bのバースト周期 T は、 μ s未満と極短いものとする。

[0063] SOA16aAにバースト光信号1Bが入力されていない場合、SOA16aAでは、図6に示したように、励起光1Pによる励起によって高準位H1にキャリアC1が溜まり続け、光増幅に適した量を超えて過剰に蓄積される。

[0064] この過剰蓄積状態において、図10に示すように、大パワーのバースト光信号1BiがSOA16aAに入力されると、高準位H1に過剰蓄積された多くのキャリアC1cが低準位L1に遷移する誘導放出SE1が生じる。このため、バースト光信号1Boが必要量を超えて増幅され、オーバーシュートが生じる。この際、高準位H1から一挙に多量のキャリアC1cを消費する。

[0065] この後、図11に示すように、高準位H1において、キャリアC1の回復が間に合わないと、誘導放出できるキャリアC1dが少なくなってしまう、バースト光信号1Bの光パワーが急激に下がってしまう。言い換えれば、光パワーが急激に劣化してしまうパターン効果が発生する。この場合、増幅後のバースト光信号1Boの信号区間 t_b が短くなり歪波形が発生する不具合が生じる。

[0066] そこで、本例では、そのような不具合を無くすために、SOA16aAのキャリア回復時間を、バースト光信号1Bの μ s未満と極短いバースト周期

Tの無信号区間 t_n の時間よりも予め定められた所定時間短くする処理を行うようにした。但し、極短いバースト周期Tでは無信号区間 t_n も極短くなっている。

[0067] このように、極短いキャリア回復時間が、極短い無信号区間 t_n の時間よりも短いと、極短時間で有りながらキャリアC1が増幅に必要な量回復する。つまり、高準位H1には、増幅を適度に行うために必要な量のキャリアC1が溜まる。

[0068] これによって、バースト光信号1Bの増幅時に適度なキャリアC1が誘導放出されるので、増幅後の立ち下り部分のパワー劣化を回復できる。このため、増幅後のバースト光信号1Bの信号区間 t_b が適正な時間幅となる。

[0069] 上述したように、極短いキャリア回復時間を、極短い無信号区間 t_n の時間よりも所定時間短くするためには、SOA16aAの増幅媒体の温度を所定温度まで上げる必要がある。この原理は、前述した増幅媒体の温度が所定温度まで下がる程にキャリア回復時間が長くなるといった関係に基づく。

[0070] 設定制御部16a4は、SOA16aAに入力されるバースト光信号1Bの極短いバースト周期Tを、極短い無信号区間 t_n 及び信号区間 t_b と共に検出する。設定制御部16a4は、その検出された極短いバースト周期Tと同じバースト周期Tを、記憶部4mAから検索し、この検索された極短いバースト周期Tの極短い無信号区間 t_n に対応付けられた温度を、温度制御部16a3に設定する。温度制御部16a3は、SOA16aAの増幅媒体が、その設定温度となるように制御する。

[0071] <変形例の効果>

変形例の図9に示すバースト光増幅装置16Aは、実施形態のバースト光増幅装置16のEDFA16a（図2）に代え、SOA16aAが適用されている。また、記憶部4mAは、SOA16aAのキャリア回復時間を、バースト光信号1Bのバースト周期Tの無信号区間 t_n の時間に対して予め定められた所定時間短くするパラメータとしてのSOA16aAの増幅媒体の温度と、無信号区間 t_n との対応関係を、周期が異なる複数のバースト周期

T毎に記憶する。

[0072] そして、設定制御部16a4によって、SOA16aAに入力されるバースト光信号1Bのバースト周期Tを検出し、検出したバースト周期Tと同じバースト周期Tを記憶部4mAから検索し、検索したバースト周期Tの無信号区間 t_n に対応付けられた温度を温度制御部16a3に設定する。温度制御部16a3が、増幅媒体を上記設定された温度に制御する構成とした。

[0073] この構成によれば、SOA16aAの増幅媒体を所定温度に制御することによって、SOA16aAのキャリア回復時間を、バースト光信号1Bのバースト周期Tの無信号区間 t_n の時間よりも所定時間短くした。このため、無信号区間 t_n において、SOA16aAでの増幅を適度に行うために必要な量のキャリアが溜まる。これによって、バースト光信号1Bの増幅時に適度なキャリアが誘導放出されるので、増幅後の立ち下り部分のパワー劣化を回復できる。

[0074] <効果>

(1) バースト周期を構成する無信号区間と信号区間とが交番するバースト光信号を励起光に応じて増幅する光増幅部と、前記光増幅部の増幅媒体の温度を可変する温度制御部と、前記光増幅部のキャリア回復時間を、前記無信号区間の時間に対して長く又は短く可変するためのパラメータとしての増幅媒体の温度と、前記無信号区間との対応関係が、周期が異なる複数のバースト周期毎に記憶された記憶部と、前記光増幅部に入力されるバースト光信号のバースト周期を検出し、検出したバースト周期と同じバースト周期を前記記憶部から検索し、検索したバースト周期の無信号区間に対応付けられた前記温度を前記温度制御部に設定する設定制御部とを備え、前記温度制御部は、前記増幅媒体を前記設定された温度に制御することを特徴とするバースト光増幅装置である。

[0075] この構成によれば、光増幅部に入力されたバースト光信号のバースト周期が検出され、この検出されたバースト周期と同じバースト周期の無信号区間に対応付けられた温度が設定される。この設定された温度となるように光増

幅部の増幅媒体の温度が制御される。増幅媒体の温度が、光増幅部のキャリア回復時間をバースト周期の無信号区間の時間よりも長くするパラメータであるとする。この場合、キャリア回復時間よりも短い無信号区間では、光増幅部においてキャリアが高準位に必要量を超えて蓄積されない。このため、光増幅部での増幅時にキャリアの誘導放出が必要量を超えて多くならないので、バースト光信号を、オーバーシュートが生じないレベルで増幅できる。

[0076] このような増幅処理を行うバースト光増幅装置では、従来のようにバースト光信号と異なる波長のクランプ光を用いない。このため、バースト光信号での使用波長の数が制限されない。また、従来のように光増幅部の増幅利得を一定にするための $F F / F B$ 回路を用いないので、バースト光増幅装置の故障率が増加することが無くなる。従って、本発明によれば、増幅対象のバースト光信号で使用する波長の数を制限することなく、故障率が増加しないように、オーバーシュートを抑制できる。

[0077] (2) 前記光増幅部が E D F A (Erbium Doped optical Fiber Amplifier) である場合において、前記記憶部は、前記 E D F A のキャリア回復時間を、前記無信号区間の時間に対して予め定められた所定時間長くするパラメータとしての当該 E D F A の増幅媒体の温度と、前記無信号区間との対応関係を、周期が異なる複数のバースト周期毎に記憶することを特徴とする上記 (1) に記載のバースト光増幅装置である。

[0078] この構成によれば、E D F A に入力されたバースト光信号のバースト周期が検出され、この検出されたバースト周期と同じバースト周期の無信号区間に対応付けられた温度が設定される。この設定された温度となるように E D F A の増幅媒体の温度が制御される。増幅媒体の温度は、E D F A のキャリア回復時間をバースト周期の無信号区間の時間よりも長くするパラメータである。この場合、キャリア回復時間よりも短い無信号区間では、E D F A においてキャリアが高準位に必要量を超えて蓄積されない。このため、E D F A での増幅時にキャリアの誘導放出が必要量を超えて多くならないので、バースト光信号を、オーバーシュートが生じないレベルで増幅できる。

[0079] このようなE D F Aを適用したバースト光増幅装置においても、上記（１）と同様に、増幅対象のバースト光信号で使用する波長の数を制限することなく、故障率が増加しないように、オーバーシュートを抑制できる。

[0080] （３）前記光増幅部がS O A（Semiconductor Optical Amplifier）である場合において、前記記憶部は、前記S O Aのキャリア回復時間を、前記無信号区間の時間に対して予め定められた所定時間短くするパラメータとしての当該S O Aの増幅媒体の温度と、前記無信号区間との対応関係を、周期が異なる複数のバースト周期毎に記憶することを特徴とする上記（１）に記載のバースト光増幅装置である。

[0081] この構成によれば、次のような作用効果が得られる。S O Aは、E D F Aの通常のm sオーダのキャリア回復時間に比べ、キャリア回復時間が通常の数p s～n sオーダと大幅に短い。このため、S O Aによるバースト光信号の増幅時に、バースト光信号の光パワーが急激に劣化して下がってしまう。そこで、本発明ではS O Aのキャリア回復時間を、バースト光信号のバースト周期の無信号区間の時間よりも所定時間短くしたので、無信号区間において、S O A増幅を適度に行うために必要な量のキャリアが溜まる。このため、バースト光信号の増幅時に適度なキャリアが誘導放出されるので、増幅後の立ち下り部分のパワー劣化を回復できる。

[0082] その他、具体的な構成について、本発明の主旨を逸脱しない範囲で適宜変更が可能である。

符号の説明

[0083] 1 0 光T D Mネットワークシステム

1 6, 1 6 A バースト光増幅装置

1 6 a E D F A（光増幅部）

1 6 a A S O A（光増幅部）

1 6 a 3 温度制御部

1 6 a 4 設定制御部

4 m, 4 m A 記憶部

1 6 a 6 温度センサ

1 B バースト光信号

T バースト周期

t n 無信号区間

t b 信号区間

請求の範囲

- [請求項1] バースト周期を構成する無信号区間と信号区間とが交番するバースト光信号を励起光に応じて増幅する光増幅部と、
- 前記光増幅部の増幅媒体の温度を可変する温度制御部と、
- 前記光増幅部のキャリア回復時間を、前記無信号区間の時間に対して長く又は短く可変するためのパラメータとしての増幅媒体の温度と、前記無信号区間との対応関係が、周期が異なる複数のバースト周期毎に記憶された記憶部と、
- 前記光増幅部に入力されるバースト光信号のバースト周期を検出し、検出したバースト周期と同じバースト周期を前記記憶部から検索し、検索したバースト周期の無信号区間に対応付けられた前記温度を前記温度制御部に設定する設定制御部と
- を備え、
- 前記温度制御部は、前記増幅媒体を前記設定された温度に制御することを特徴とするバースト光増幅装置。
- [請求項2] 前記光増幅部がE D F A（Erbium Doped optical Fiber Amplifier）である場合において、
- 前記記憶部は、前記E D F Aのキャリア回復時間を、前記無信号区間の時間に対して予め定められた所定時間長くするパラメータとしての当該E D F Aの増幅媒体の温度と、前記無信号区間との対応関係を、周期が異なる複数のバースト周期毎に記憶することを特徴とする請求項1に記載のバースト光増幅装置。
- [請求項3] 前記光増幅部がS O A（Semiconductor Optical Amplifier）である場合において、
- 前記記憶部は、前記S O Aのキャリア回復時間を、前記無信号区間の時間に対して予め定められた所定時間短くするパラメータとしての当該S O Aの増幅媒体の温度と、前記無信号区間との対応関係を、周期が異なる複数のバースト周期毎に記憶する

ことを特徴とする請求項 1 に記載のバースト光増幅装置。

[請求項4]

バースト光信号を増幅するバースト光増幅装置によるバースト光増幅方法であって、

前記バースト光増幅装置は、

バースト周期を構成する無信号区間と信号区間とが交番するバースト光信号を励起光に応じて増幅する光増幅部と、

前記光増幅部のキャリア回復時間を、前記無信号区間の時間に対して長く又は短く可変するためのパラメータとしての増幅媒体の温度と、前記無信号区間との対応関係が、周期が異なる複数のバースト周期毎に記憶された記憶部と

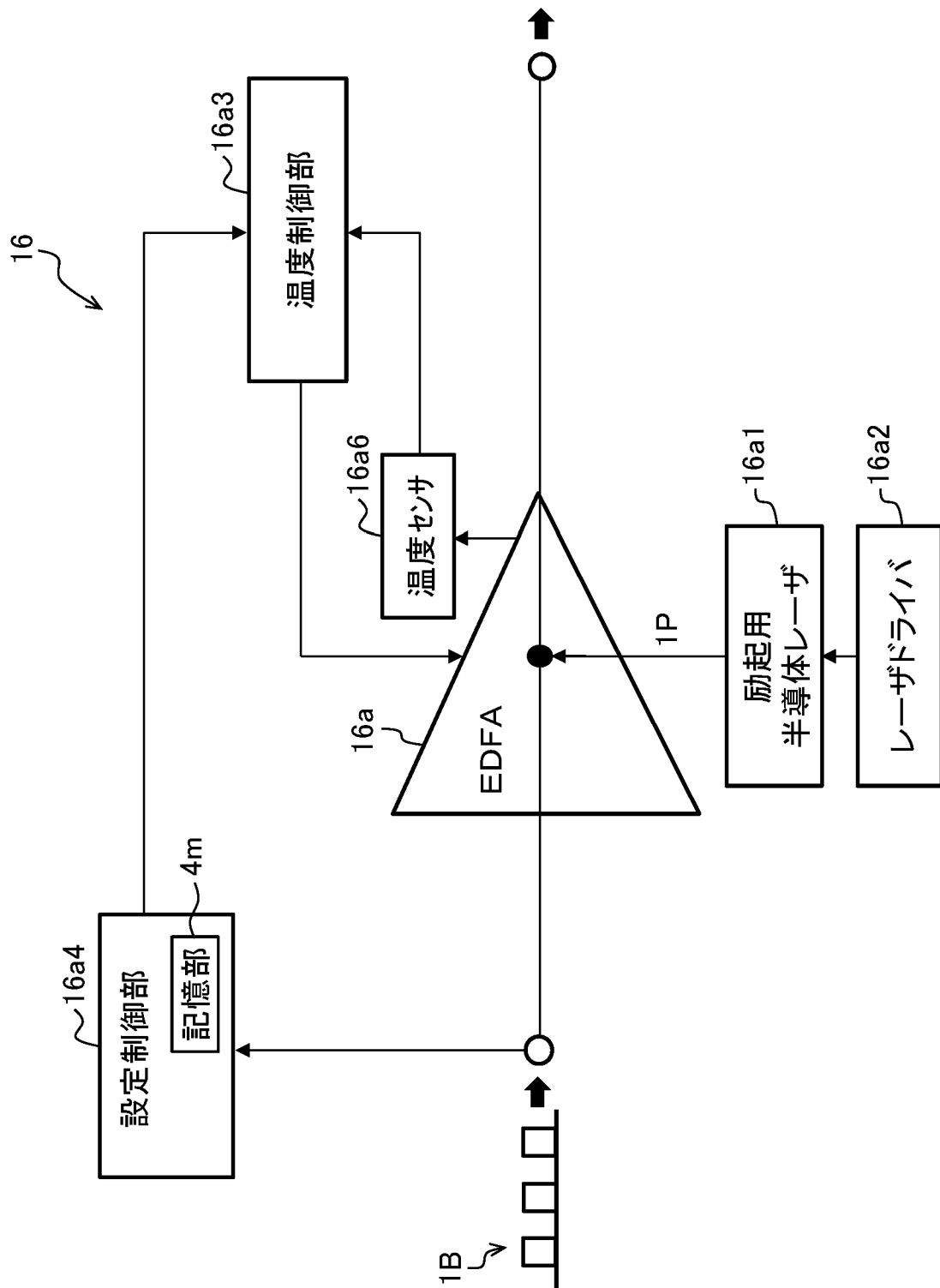
を備え、

前記光増幅部に入力されるバースト光信号のバースト周期を検出し、検出したバースト周期と同じバースト周期を前記記憶部から検索し、検索したバースト周期の無信号区間に対応付けられた前記温度を設定するステップと、

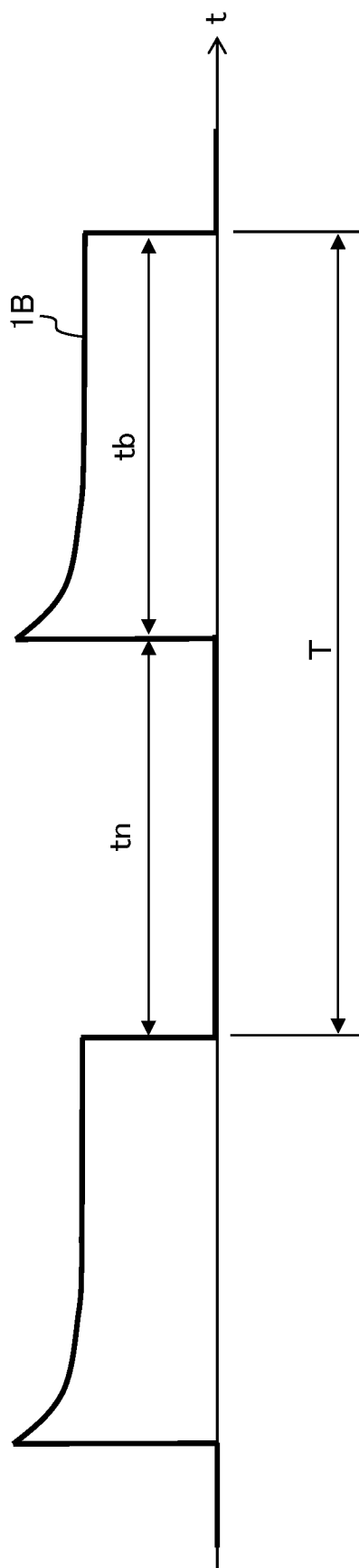
前記増幅媒体を前記設定された温度に制御するステップと

を実行することを特徴とするバースト光増幅方法。

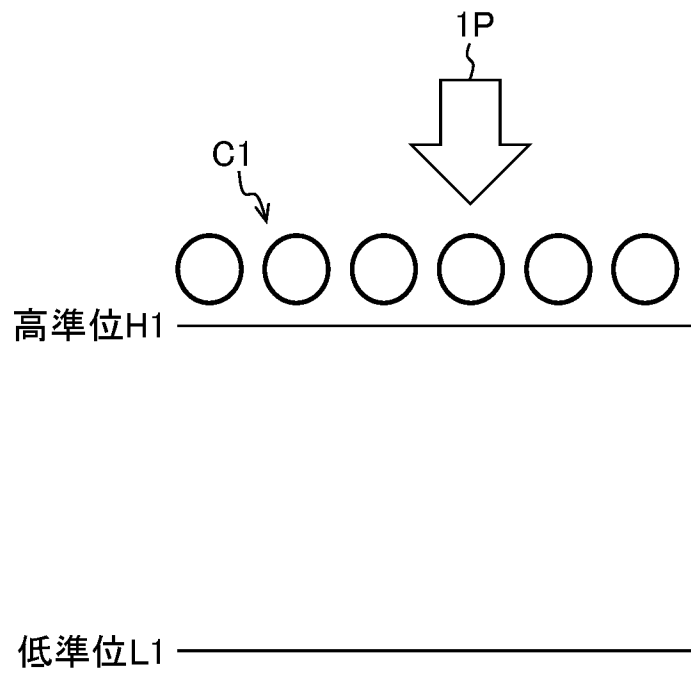
[図2]



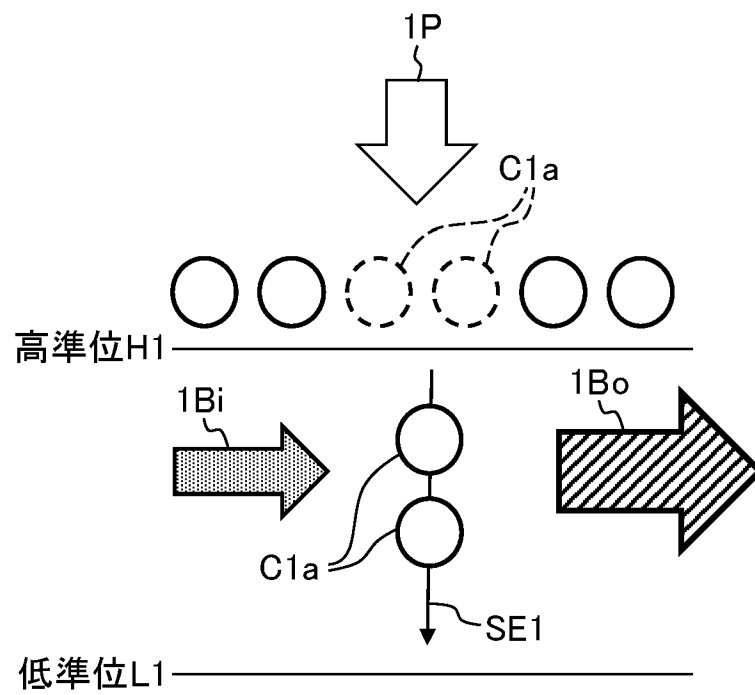
[図3]



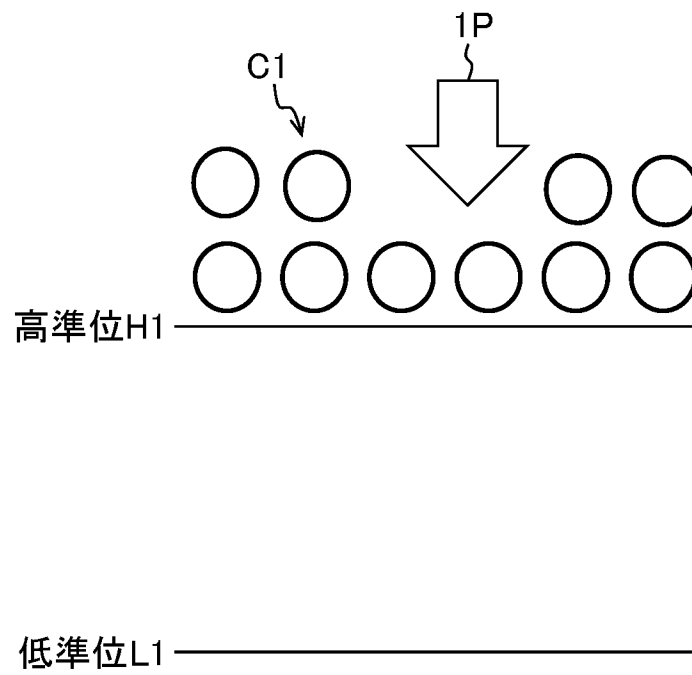
[図4]



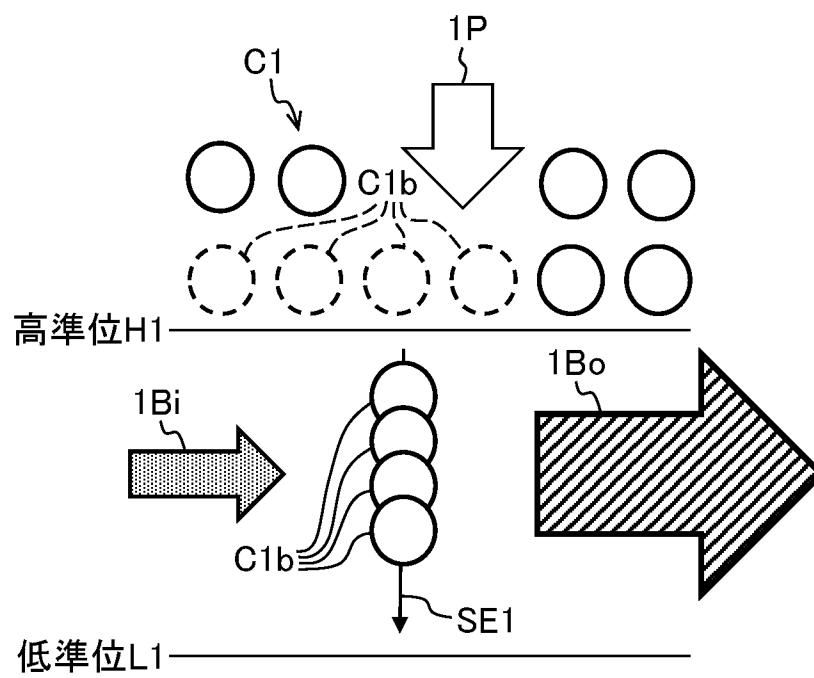
[図5]



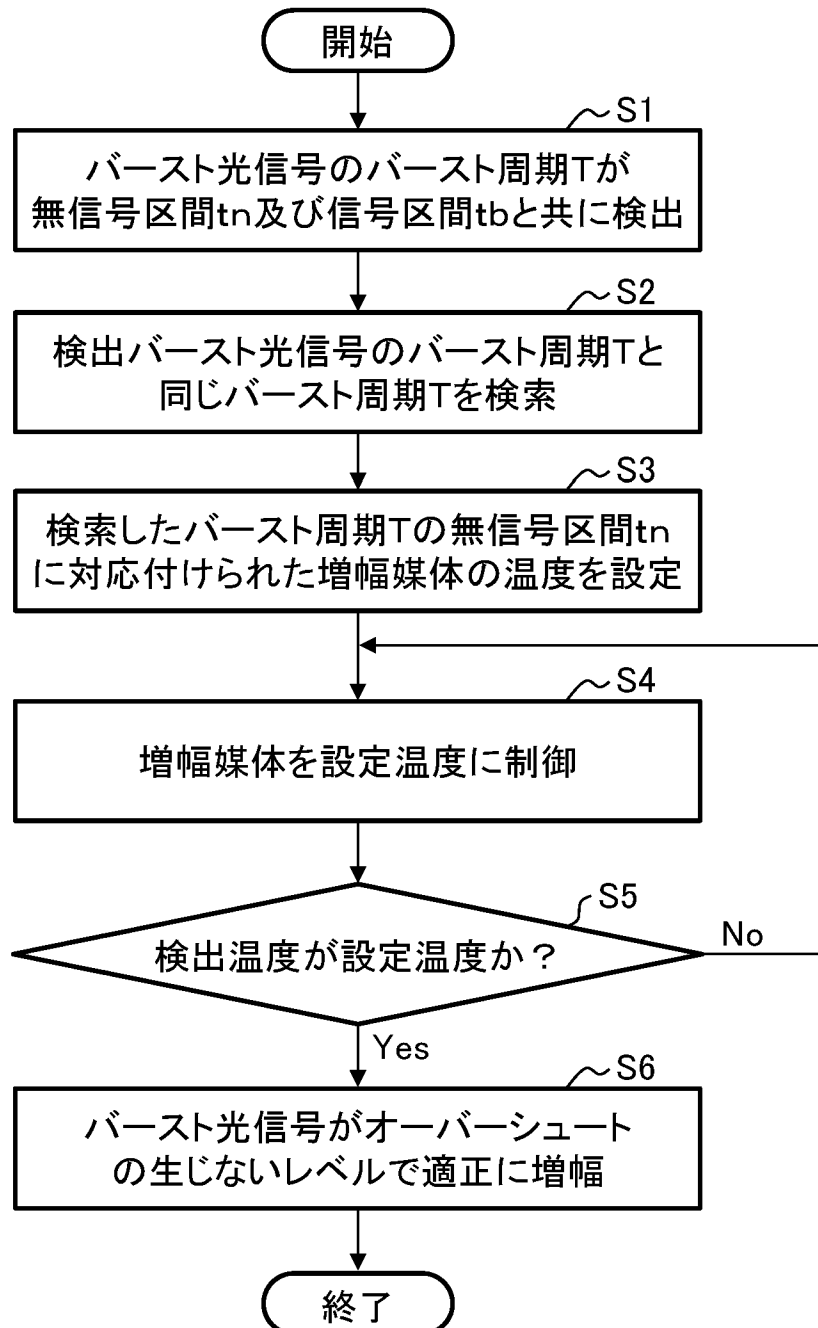
[図6]



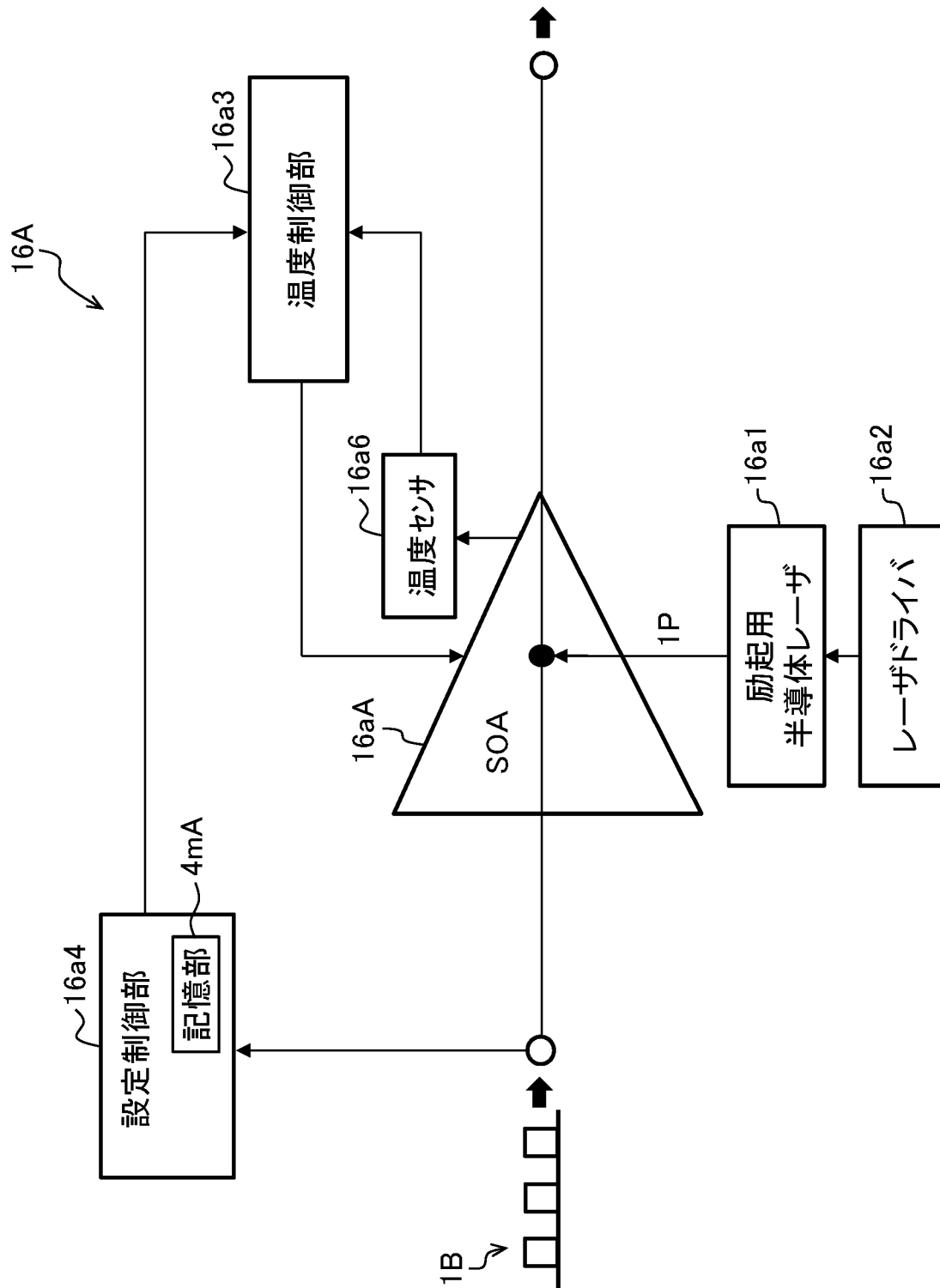
[図7]



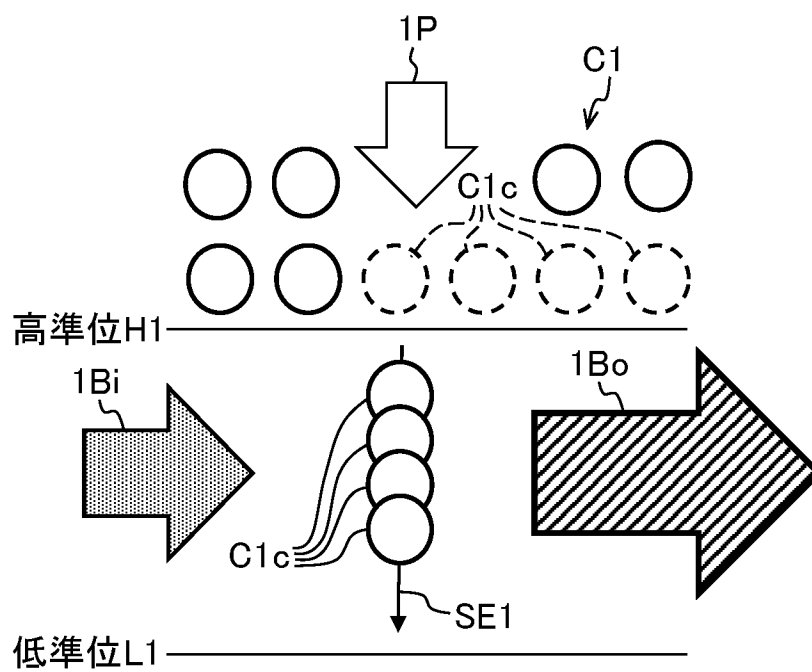
[図8]



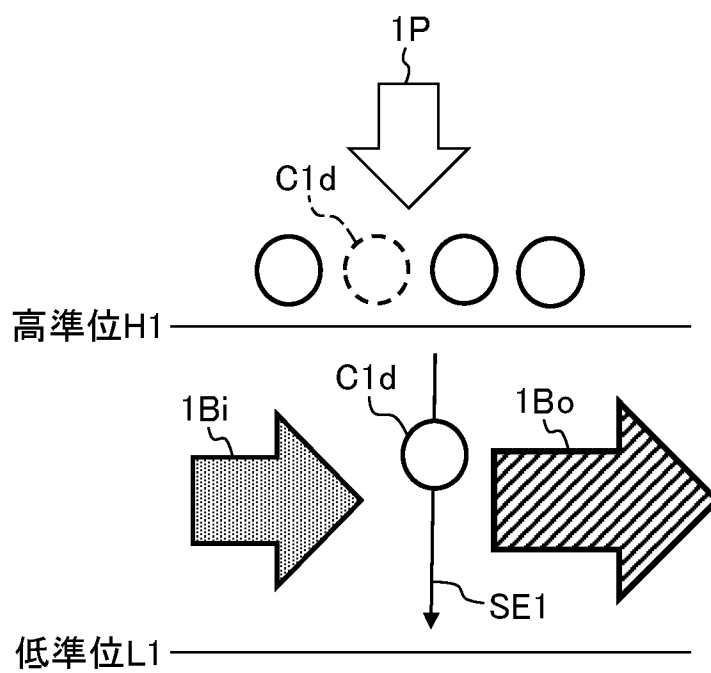
[図9]



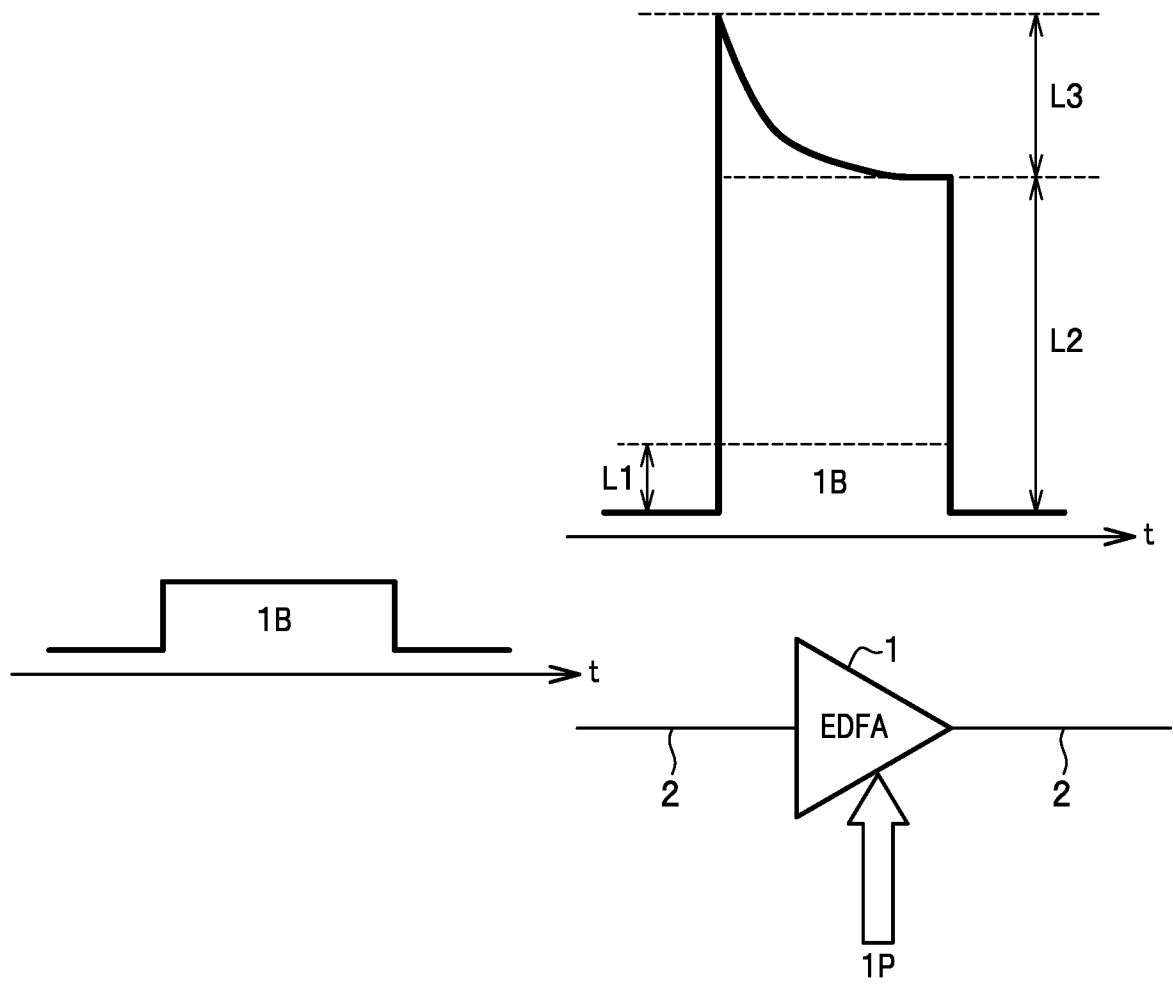
[図10]



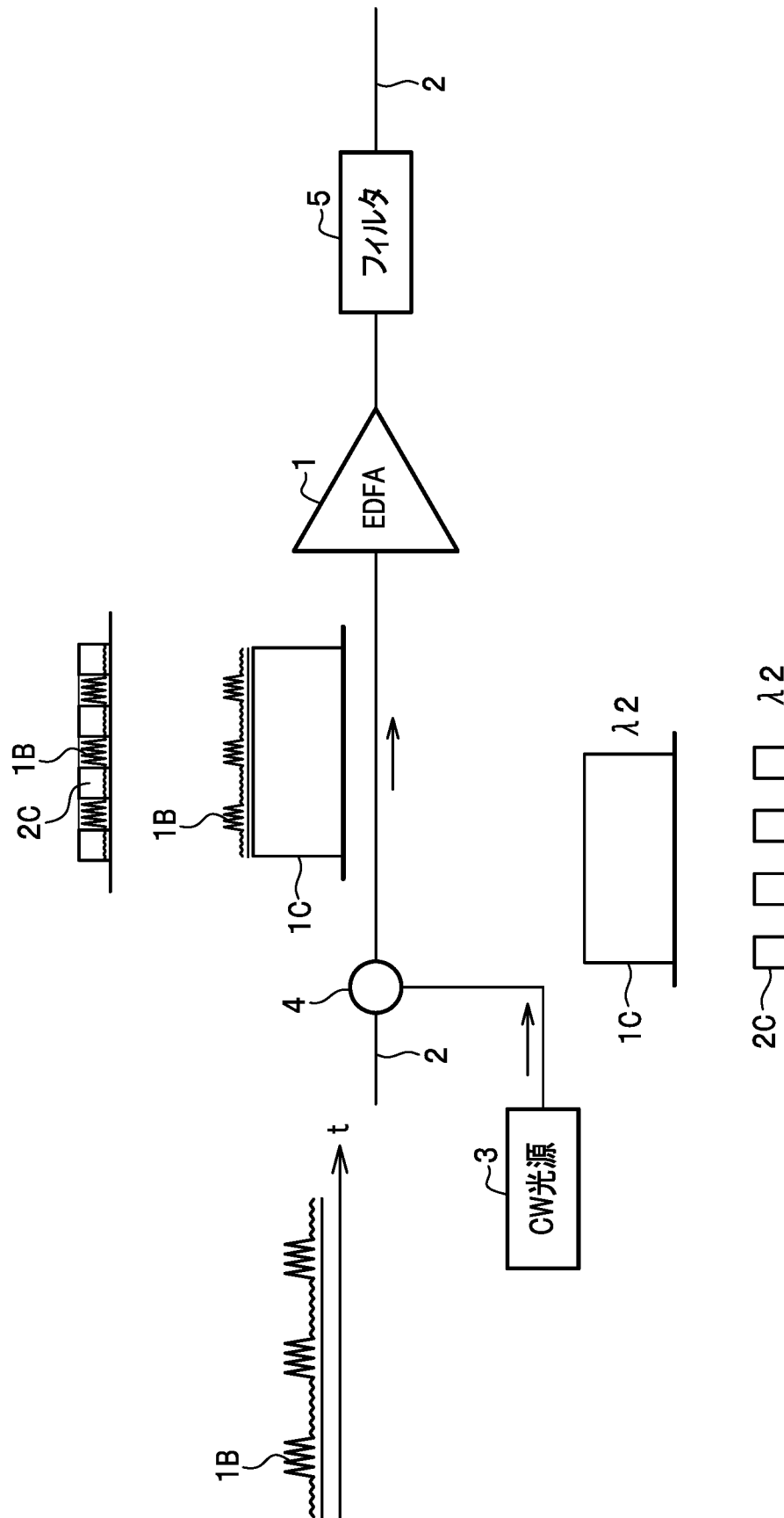
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/048305

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H04B10/291 (2013.01) i

FI: H04B10/291

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)

Int. Cl. H04B10/291

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 1971-2021

Registered utility model specifications of Japan 1996-2021

Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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.
A	JP 2010-186919 A (FUJITSU LTD.) 26 August 2010 (2010-08-26), entire text, all drawings	1-4
A	JP 2016-39623 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 22 March 2016 (2016-03-22), entire text, all drawings	1-4
A	LEE H. H, et al. All-optical gain-clamped EDFA using external saturation signal for burst-mode upstream in TWDM-PONS, OPTICS EXPRESS, 21 July 2014, vol. 22, no. 15, pages 18186-18194, entire text, all drawings	1-4



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

29.03.2021

Date of mailing of the international search report

13.04.2021

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office

3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,

Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/048305

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	OIKAWA Y, et al. Ultra-Fast Automatic Gain Control Amplifier with Unique and Simple Transient Control, 33rd European Conference and Exhibition of Optical Communication, 2007, entire text, all drawings	1-4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/048305

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2010-186919 A	26.08.2010	US 2010/0208335 A1 entire text, all drawings	
JP 2016-39623 A	22.03.2016	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04B 10/291(2013.01)i FI: H04B10/291														
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）） H04B10/291 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 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021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 - 2021年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2021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 - 2021年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2021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												
A	JP 2010-186919 A（富士通株式会社）26.08.2010（2010 - 08 - 26） 全文, 全図	1-4												
A	JP 2016-39623 A（日本電信電話株式会社）22.03.2016（2016 - 03 - 22） 全文, 全図	1-4												
A	LEE H. H. et al., All-optical gain-clamped EDFA using external saturation signal for burst-mode upstream in TWDM-PONs, OPTICS EXPRESS, 2014.07.21, Vol. 22, No. 15, pages 18186-18194 全文, 全図	1-4												
A	OIKAWA Y. et al., Ultra-Fast Automatic Gain Control Amplifier with Unique and Simple Transient Control, 33rd European Conference and Exhibition of Optical Communication, 2007 全文, 全図	1-4												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 29.03.2021	国際調査報告の発送日 13.04.2021													
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） 対馬 英明 5K 1211 電話番号 03-3581-1101 内線 3556													

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/JP2020/048305

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2010-186919	A	26.08.2010	US 2010/0208335 A1 全文, 全図	
JP	2016-39623	A	22.03.2016	(ファミリーなし)	