

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2007年10月18日 (18.10.2007)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2007/116563 A1(51) 国際特許分類:
H01S 3/06 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2006/324384

(22) 国際出願日: 2006年12月6日 (06.12.2006)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2006-098101 2006年3月31日 (31.03.2006) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 古河電気工業株式会社 (THE FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 Tokyo (JP). 東京特殊電線株式会社 (TOTOKU ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1698543 東京都新宿区大久保一丁目3番21号 Tokyo (JP).

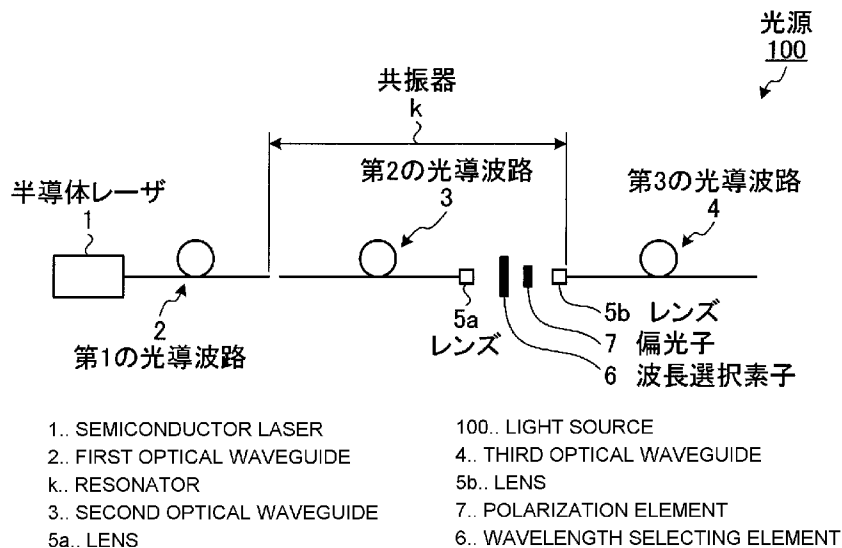
(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 輪湖 杉生 (WAKO, Sugio) [JP/JP]; 〒3860192 長野県上田市大屋300番地 東京特殊電線株式会社 上田工場内 Nagano (JP). 小山 淳史 (KOYAMA, Atsushi) [JP/JP]; 〒3860192 長野県上田市大屋300番地 東京特殊電線株式会社 上田工場内 Nagano (JP). 松浦 寛 (MATSUURA, Hiroshi) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 高木 武史 (TAKAGI, Takeshi) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 阿部 啓 (ABE, Satoru) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 藤崎 晃 (FUJISAKI, Akira) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: LIGHT SOURCE

(54) 発明の名称: 光源



(57) Abstract: Provided is a light source, which can set a fundamental wave of a desired specific wavelength from a naturally emitted light and can set the wavelength of the fundamental wave of a band of 1,060 nm to 1,200 nm at the unit of 1 nm. The light source (100) comprises a semiconductor laser (1), a first optical waveguide (2), a second optical waveguide (3) for absorbing an excited light emitted from the first optical waveguide (2), to emit a naturally emitted light having a longer wavelength than that of the excited light, a third optical waveguide (4), and one wavelength selecting element (6) interposed between the second optical waveguide (3) and the third optical waveguide (4). A resonator (4) is formed between the side closer to the semiconductor laser (1) than the wavelength selecting element (6) and an emanating side to the outside. The length of the optical fiber of the second optical waveguide (3) is controlled so that the laser beam oscillated is set in its wavelength at the unit of 1 nm and is emitted.

(57) 要約: 自然放出光から所望の特定波長である基本波を設定することが出来、また1060nm~1200nm帯にある基本波の波長を1nm単位で設定可能な光源を提供するため、光源100は、半導体レーザ1と、第1の光導波路2と、第1の光導波路2から出射さ

[続葉有]



WO 2007/116563 A1



(74) 代理人: 酒井 宏明 (SAKAI, Hiroaki); 〒1006019 東京都千代田区霞が関三丁目 2 番 5 号 霞が関ビルディング 酒井国際特許事務所 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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

れる励起光を吸収して励起光よりも長波長の自然放出光を出射する第 2 の光導波路 3 と、第 3 の光導波路 4 と、第 2 の光導波路 3 と第 3 の光導波路 4 の間に設けられた 1 つの波長選択素子 6 とを備え、波長選択素子 6 よりも半導体レーザ 1 側と外部への出射側との間で共振器 k が形成されており、また第 2 の光導波路 3 の光ファイバの長さが制御され、発振させたレーザ光の波長を 1 nm 単位で設定し、出射するようにしている。

明 細 書

光源

技術分野

[0001] 本発明は、レーザ光を出射する光源に関し、更に詳しくは、レーザ顕微鏡、バイオ医療用の分析装置、精密測定装置等に使用される光源装置の元となる光源に関するものである。

背景技術

[0002] 従来の光源において得られる波長は、半導体レーザの発振波長及びそのSHG(第二高調波)、THG(第三高調波)等があり、これら特定の波長が使用されている。例えば、レーザ顕微鏡、バイオ医療用の分析装置である蛍光分析装置や生体分析装置、精密測定装置等の光源装置に使用される530nm～600nm帯の波長は、1060nm～1200nm帯から所望の特定波長である基本波を生成し、SHGにより生成される。このような基本波を生成する光源として、光ファイバを利得媒体として用いたものがある。これは、例えば、励起光源と、光ファイバと、共振器を少なくとも備え、励起光源から出射された励起光を光ファイバに入射して自然放出光を生成し、更に所望の波長である基本波を発振させて、外部へ出射するように構成される。なお、下記特許文献1には、光ファイバを用いた光ファイバレーザが開示されている。

[0003] 特許文献1:特開2005-12008号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0004] しかし、このような光源において、所望の波長の基本波を安定して発生させる具体的方法は知られておらず、所望の特性を得るために、構成する部品の特性を変えながら微調整をする必要があった。また、部品の特性の違いによって発生される基本波の波長や出力が変わりやすく、所望の波長で安定に出力する条件を得るのが非常に難しいという問題があった。そのため、基本波の波長を精密に設定することが非常に難しく、例えば、上記の1060nm～1200nm帯の基本波をSHGにより530nm～600nm帯に変換するような、高い波長精度が必要な用途への適用が困難であるという

問題があった。

- [0005] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、自然放出光から所望の特定波長である基本波を設定することが出来、また1060nm～1200nm帯にある基本波の波長を1nm単位で設定可能な光源を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

- [0006] 第1の観点として本発明は、半導体レーザと、半導体レーザから出力される励起光を導光するための第1の光導波路と、第1の光導波路から出射される励起光を吸収して励起光よりも長波長の自然放出光を出射する第2の光導波路と、第2の光導波路から出射される光を外部に導光するための第3の光導波路と、第2の光導波路と第3の光導波路の間に設けられた少なくとも1つ以上からなる波長選択素子とを備え、波長選択素子よりも半導体レーザ側と外部への出射側との間で共振器が形成されており、前記自然放出光を共振器によって発振させたレーザ光を出射する光源であって、前記第2の光導波路の長さが制御され、前記発振させたレーザ光の波長が設定されていることを特徴とする光源にある。
- [0007] 第2の観点として本発明は、半導体レーザと、半導体レーザから出力される励起光を導光するための第1の光導波路と、第1の光導波路から出射される励起光を吸収して励起光よりも長波長の自然放出光を出射する第2の光導波路と、第2の光導波路から出射される光を外部に導光するための第3の光導波路と、第2の光導波路と第3の光導波路の間に設けられた少なくとも1つ以上からなる波長選択素子とを備え、波長選択素子よりも半導体レーザ側と外部への出射側との間で共振器が形成されており、前記自然放出光を共振器によって発振させたレーザ光を出射する光源であって、前記第2の光導波路の温度が制御され、前記発振させたレーザ光の波長が設定されていることを特徴とする光源にある。
- [0008] 第3の観点として本発明は、半導体レーザと、半導体レーザから出力される励起光を導光するための第1の光導波路と、第1の光導波路から出射される励起光を吸収して励起光よりも長波長の自然放出光を出射する第2の光導波路と、第2の光導波路から出射される光を外部に導光するための第3の光導波路と、第2の光導波路と第3の光導波路の間に設けられた少なくとも1つ以上からなる波長選択素子とを備え、波

長選択素子よりも半導体レーザ側と外部への出射側との間で共振器が形成されており、前記自然放出光を共振器によって発振させたレーザ光を出射する光源であって、前記第2の光導波路に含まれる希土類元素の濃度が制御され、前記発振させたレーザ光の波長が設定されていることを特徴とする光源にある。

[0009] 第4の観点として本発明は、半導体レーザと、半導体レーザから出力される励起光を導光するための第1の光導波路と、第1の光導波路から出射される励起光を吸収して励起光よりも長波長の自然放出光を出射する第2の光導波路と、第2の光導波路から出射される光を外部に導光するための第3の光導波路と、第2の光導波路と第3の光導波路の間に設けられた少なくとも1つ以上からなる波長選択素子とを備え、波長選択素子よりも半導体レーザ側と外部への出射側との間で共振器が形成されており、前記自然放出光を共振器によって発振させたレーザ光を出射する光源であって、前記第2の光導波路の長さ、温度、希土類元素濃度、および前記共振器の両端に位置する反射鏡の反射率が、前記波長選択素子の透過率が最大となる波長において、前記発振させたレーザ光の出力を最大とする所定の値であることを特徴とする光源にある。

[0010] 第5の観点として本発明は、半導体レーザと、半導体レーザから出力される励起光を導光するための第1の光導波路と、第1の光導波路から出射される励起光を吸収して励起光よりも長波長の自然放出光を出射する第2の光導波路と、第2の光導波路から出射される光を外部に導光するための第3の光導波路と、第2の光導波路と第3の光導波路の間に設けられた少なくとも1つ以上からなる波長選択素子とを備え、波長選択素子よりも半導体レーザ側と外部への出射側との間で共振器が形成されており、前記自然放出光を共振器によって発振させたレーザ光を出射する光源であって、前記共振器の端面の反射率が制御され、前記発振させたレーザ光の波長が設定されていることを特徴とする光源にある。

[0011] 第6の観点として本発明は、波長選択素子としてはエタロンフィルタであることを特徴とする光源にある。

[0012] 第7の観点として本発明は、前記第2の光導波路は、コア層と、その外側に設けられた2層以上のクラッド層を有し、また少なくともコア層に希土類元素が添加された光

ファイバにある。なお、前記希土類としては、例えばEr(エルビウム)、Yb(イットリビウム)、またはErとYbを同時に含んだものである。

[0013] 第8の観点として本発明は、前記波長選択素子は、偏光子の機能を有することを特徴とする光源になる。

発明の効果

[0014] 本発明の光源によれば、前記第2の光導波路の長さ、温度又は第2の光導波路に含まれる希土類元素の濃度を制御する、または第2の光導波路の長さ、温度、希土類元素濃度の内の何れか2つまたは全部の組み合わせを最適化する、または共振器の端面の反射率を制御することにより、自然放出光から所望の特定波長である基本波を設定することが可能となる。また半導体レーザから出力された、例えば波長915nmの励起光を用いて第1、第2、第3の光導波路、および共振器により、1060nm～1200nm帯にある基本波を生成するとともに、この基本波の波長や出力を安定させることができる。また基本波の波長を1nm単位で設定することが可能となる。従って、本発明の光源は、レーザ顕微鏡、蛍光分析装置等、高い光出力安定性や波長精度が必要とされる530nm～600nm帯の波長を生成するための基本波として使用することが可能となり、結果として、従来分析が難しい種々のたんぱく質等の蛍光分析が出来るようになる。従って、本発明は産業上に寄与する効果が極めて大である。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]図1は、本発明の光源の実施例1の構成を示す模式図である。

[図2]図2は、図1に示した光源の共振器近傍の詳細構成を示す模式図である。

[図3]図3は、本発明の光源の実施例2の構成を示す模式図である。

[図4]図4は、本発明の光源の実施例3の構成を示す模式図である。

[図5]図5は、本発明の光源の実施例4の構成を示す模式図である。

[図6]図6は、本発明の光源の実施例5の共振器近傍の詳細構成を示す模式図である。

[図7]図7は、本発明の光源の実施例6の共振器近傍の詳細構成を示す模式図である。

[図8]図8は、本発明の光源の実施例7の共振器近傍の詳細構成を示す模式図であ

る。

符号の説明

- [0016] 1 半導体レーザ
- 2 第1の光導波路(マルチモード光ファイバ)
- 2b 共振器反射面(誘電体多層膜、第1の光導波路の出射端面)
- 3, 13 第2の光導波路(希土類添加ダブルクラッドファイバ(ダブルクラッドファイバ))
- 4 第3の光導波路(偏波保持光ファイバ)
- 4a 共振器反射面(誘電体多層膜(光学薄膜)、第3の光導波路の入射端面)
- 5a レンズユニット(斜めカットレンズ)
- 5b レンズユニット(斜めカットレンズ)
- 6 波長選択素子(誘電体多層膜フィルタ又はエタロン)
- 7, 17 偏光子
- 21 第1の光導波路(マルチモード光ファイバ)のコア
- 22 第1の光導波路(マルチモード光ファイバ)のクラッド層
- 31 第2の光導波路(ダブルクラッドファイバ)のコア
- 32 第2の光導波路(ダブルクラッドファイバ)の第1のクラッド層
- 33 第2の光導波路(ダブルクラッドファイバ)の第2のクラッド層
- 41 第3の光導波路(偏波保持光ファイバ)のコア
- 42 第3の光導波路(偏波保持光ファイバ)のクラッド層
- 100, 200, 300, 400 光源
- c 温度調節器(サーミスタ温度調節器)
- h ヒータ(面状ヒータ)
- k 共振器
- y 誘電体多層膜
- y1～y4 光学薄膜

発明を実施するための最良の形態

- [0017] 本発明の光源の形態例1としては、前記第1観点に記載した光源であり、その構成

について詳しく説明する。

- [0018] 前記半導体レーザは、励起用のレーザ光を出力するもので、希土類の発振波長に依存する波長(例えばYbは900nm～1000nm)を出力する。例えば、波長915nmで数百mW～5W程度のレーザ光を出力するものが好ましい。
- [0019] また前記第1の光導波路は、半導体レーザから出力された励起光を、効率良く第2の光導波路に導光するために用いられる。なお光導波路としては光ファイバ、平面光導波回路等が用いられる。光ファイバの場合はモードフィールド径が大きいものが好ましく、例えばコア径が50 μ m以上400 μ m以下のマルチモード光ファイバを用いることにより励起用のレーザ光を効率良く第2の光導波路に導光することができる。前記マルチモード光ファイバの構造は例えばコア径100 μ m、クラッド径125 μ mである。
- [0020] また前記第2の光導波路は、第1の光導波路から出射される励起光を吸収して励起光よりも長波長の自然放出光を生成し、特定波長に変換するために用いられる光導波路であり、例えば希土類添加ファイバが挙げられる。この第2の光導波路は、例えば波長915nmの励起光を吸収して、光エネルギー準位の変換により、1060nm～1200nm帯の自然放出光を生成する。
- [0021] また前記第3の光導波路は、第2の光導波路から出射される特定波長を入射し、外部に導光するために用いられる光導波路である。なお、この光導波路は特定波長の偏波面を保持したまま伝送できることが好ましく、例えば偏波保持光ファイバが用いられる。該偏波保持光ファイバを用いることにより、例えば1060nm～1200nm帯にある基本波の偏波面を保持し、外部、例えば次段の非線形光学結晶に導光することができる。前記偏波保持光ファイバとしては、クラッド層に応力付与部を設けたもの、クラッド層の長手方向に孔を設けたもの、コアを楕円形に成形したものなどが挙げられる。
- [0022] また前記波長選択素子は、誘電体多層膜フィルタまたはエタロンフィルタの少なくとも一方で構成されていることが好ましい。前記誘電体多層膜フィルタとしては、バンドパスフィルタが挙げられる。また前記波長選択素子は、例えば波長1060nm～1200nm帯の中から特定の波長を選定し、共振波長を設定するものであり、結果として、半

値幅の狭いシャープな波長を生成することができる。なお波長選択素子は1枚でも良いが、所望の特性を得るために複数枚であっても良い。

[0023] また前記共振器は、波長選択素子よりも半導体レーザ側と外部への出射側との間で形成される。具体的には、前記共振器の入射端面は、例えば第1の光導波路の出射端面または第2の光導波路の入射端面の少なくとも一方に施されたフィルターデバイスからなり、レーザ発振させるための一方の共振器ミラーとして使用される。また前記共振器の出射端面は、例えば第3の光導波路の入射端面または出射端面の少なくとも一方に施されたフィルターデバイスからなり、レーザ発振させるためのもう一方の共振器ミラーとして使用される。この共振器により励起光よりも長波長の自然放出光を発振させ、例えば波長1060nm～1200nm帯にある基本波を生成して、外部へ出射することができる。また前記フィルターデバイスとしては、例えば誘電体多層膜が挙げられる。

[0024] 上記形態例1の光源では、前記第2の光導波路の長さを制御することにより、自然放出光から所望の特定波長である基本波を設定する(以下、自然放出光から基本波を設定すると略記する)事が出来る。また基本波の波長を1nm単位で設定することが可能となる。また例えば半導体レーザから出力された波長915nmの励起光を第1、第2、第3の光導波路、および共振器により1060nm～1200nm帯にある基本波を生成することができる。また波長選択素子のバンドパス(波長選択)機能により、任意の半値幅の狭いシャープな波長域のレーザ光を生成することができる。

[0025] また前記第2の光導波路の長さを制御し、自然放出光から基本波を設定する方法としては、第2の光導波路の長さを例えば8mから30mに変えると、長波長側へ25nmの変動が可能であるので、所望の波長のレーザ光となるように第2の光導波路の長さを計算して設定すればよい。そして、前記レーザ光を波長変換素子(例えばPPLN)に導光させ、SHG光を発生させることができる。また第2の光導波路の長さを制御し、共振光の縦モード割れ(複数の波長にエネルギーが分散)を回避することにより、共振波長を安定化させ、結果として共振光パワーを増大させることができる。また長さを制御することにより縦モード割れしたスペクトルを1波長へ集約し、基本波のパワーを効率良くできる。

[0026] また本発明の光源の形態例2としては、前記第2観点に記載した光源である。

前記第2の光導波路の温度の制御は、ペルチェ素子またはヒータと温度調節器を用いて第2の光導波路の温度を設定し、且つ一定温度に保つことにより自然放出光から基本波を設定することができる。例えば10℃の温度上昇で、長波長側へ1nmの変動が可能であるので、所望の波長のレーザ光となるように第2の光導波路の温度を計算して設定すればよい。

[0027] 上記形態例2の光源では、上記形態例1の光源と同様の作用・効果を奏する。なお、温度制御により、光ファイバの長さ制御よりも更に微妙な設定が可能である。

[0028] また本発明の光源の形態例3としては、前記第3観点に記載した光源である。

前記第2の光導波路の希土類元素の濃度制御は、希土類元素の濃度が高くなると、第2の光導波路が長くなったのと同じ効果(長波長へシフトする)があり、また希土類元素の濃度が低くなると、第2の光導波路が短くなったのと同じ効果(短波長へシフトする)があるので、濃度を制御することにより自然放出光から基本波を設定することができる。上記形態例3の光源では、上記形態例1の光源と同様の作用・効果を奏する。

[0029] また本発明の光源の形態例4としては、前記第4観点に記載した光源である。

光源において、自然放出光から基本波を設定する時、第2の光導波路の長さ、温度、希土類元素濃度、および前記共振器の両端に位置する反射鏡の反射率が、前記波長選択素子の透過率が最大となる波長において、前記発振させたレーザ光の出力を最大とする所定の値をもつレーザ光を設定することができる。例えば、第2の光導波路の長さ調整をして10nm規模の波長変動を行い、また、温度コントロールにより数nmの微調整を行い所望の波長のレーザ光とする。また、設定波長にマッチする波長選択素子を光路に挿入し、設定波長で最大のパワーが生じる様、光ファイバの温度と長さを調整すると、より好ましい。上記形態例4の光源では、上記形態例1～3の光源と同様の作用・効果を奏する。

[0030] また本発明の光源の形態例5としては、前記第5観点に記載した光源である。

光源において、前記共振器の端面である入射端面および出射端面の反射率の制御を行うことにより自然放出光から基本波を設定することができる。例えば、出射側の

反射率を高くすると共振波長は長波長側へシフトするので、所望の波長のレーザ光となるように反射率を設定すればよい。上記形態例5の光源では、上記形態例1の光源と同様の作用・効果を奏する。

[0031] また本発明の光源の形態例6としては、前記第6観点に記載した光源である。すなわち、前記波長選択素子として、エタロンフィルタを用いている。

[0032] また本発明の光源の形態例7としては、前記第6観点に記載した光源である。

前記第2の光導波路としては、例えば希土類添加ダブルクラッドファイバ(以下、ダブルクラッドファイバと略記する)を好ましく用いることができる。そして、例えば波長915nmの励起光を吸収して、光エネルギー準位の変換により、効率良く1060nm～1200nm帯の自然放出光を生成することができる。このダブルクラッドファイバの構造は、例えばコア径6 μ m、第1クラッド径125 μ m、第2クラッド径250 μ mである。

[0033] また、本発明の光源の形態例8としては、第7観点に記載した光源である。

前記波長選択素子としては、たとえばエタロンであり、このエタロンが偏光子としての機能を持たせるようにし、あるいは偏光子がエタロンとしての機能を持たせるようにし、これによって光学系を小型化することができる。

[0034] 以下、本発明の内容を、図に示す実施の形態により更に詳細に説明する。なお、これにより本発明が限定されるものではない。

[0035] 図1は、本発明の光源の実施例1の構成を示す模式図である。図2は、図1に示した光源の共振器近傍の詳細構成を示す模式図である。図3は、本発明の光源の実施例2の構成を示す模式図である。図4は、本発明の光源の実施例3の構成を示す模式図である。図5は、本発明の光源の実施例4の構成を示す模式図である。図6は、本発明の光源の実施例5の共振器近傍の詳細構成を示す模式図である。図7は、本発明の光源の実施例6の共振器近傍の詳細構成を示す模式図である。図8は、本発明の光源の実施例7の共振器近傍の詳細構成を示す模式図である。これらの図において、1は半導体レーザ、2は第1の光導波路(マルチモード光ファイバ)、2bは共振器反射面(誘電体多層膜y、第1の光導波路の出射端面)、3、13は第2の光導波路(希土類添加ダブルクラッドファイバ(ダブルクラッドファイバ))、4は第3の光導波路(偏波保持光ファイバ)、5a、5bはレンズユニット(斜めカットレンズ)、4aは共振器

反射面(誘電体多層膜 y (光学薄膜 $y_1 \sim y_4$)、第3の光導波路の入射端面)、6は波長選択素子(誘電体多層膜フィルタ又はエタロン)、7, 17は偏光子、21は第1の光導波路(マルチモード光ファイバ)のコア、22は第1の光導波路(マルチモード光ファイバ)のクラッド層、31は第2の光導波路(ダブルクラッドファイバ)のコア、32は第2の光導波路(ダブルクラッドファイバ)の第1のクラッド層、33は第2の光導波路(ダブルクラッドファイバ)の第2のクラッド層、41は第3の光導波路(偏波保持光ファイバ)のコア、42は第3の光導波路(偏波保持光ファイバ)のクラッド層、100, 200, 300, 400は光源、 c は温度調節器(サーミスタ温度調節器)、 h はヒータ(面状ヒータ)、 k は共振器、また y は誘電体多層膜である。

実施例 1

[0036] 本発明の光源の実施例1について図1および図2を参照して説明する。この実施例1の光源100は、半導体レーザ1と、半導体レーザ1から出力される励起光を導光するための第1の光導波路2と、第1の光導波路2から出射される励起光を吸収して励起光よりも長波長の自然放出光を出射する第2の光導波路3と、第2の光導波路3から出射される光を外部に導光するための第3の光導波路4と、第2の光導波路3と第3の光導波路4の間に設けられた1つの波長選択素子6とを備え、波長選択素子6よりも半導体レーザ1側と外部への出射側との間で共振器 k が形成されており、自然放出光を共振器 k によって発振させたレーザ光を出射する。また、第2の光導波路3の光ファイバの長さが制御され、自然放出光から基本波が設定される。

[0037] なお、共振器 k は、具体的には、第1の光導波路2の出射端面2bに設けた誘電体多層膜 y を一方の共振器反射面とし、また第3の光導波路3の入射端面4aに設けた誘電体多層膜 y をもう一方の共振器反射面として形成されている。また第2の光導波路3と第3の光導波路4の間には、第2の光導波路3及び第3の光導波路4を光学的に結合するためのレンズユニット5a, 5bが設けられ、また波長選択素子6とレンズユニット5bの間には偏光子7が設けられている。

[0038] 半導体レーザ1としては、波長915nmで1000mWの励起光を出力する半導体レーザを用いた。また第1の光導波路2としては、コア21径が $100 \mu\text{m}$ 、クラッド層22径が $125 \mu\text{m}$ とコア径が大口径のマルチモード光ファイバを用いた。なおマルチモード

光ファイバとしては、コア径が $50\mu\text{m}$ 以上 $400\mu\text{m}$ 以下のものを用いることができる。

[0039] また、第2の光導波路3としては、コア31径が $6\mu\text{m}$ 、その外側に設けられた第1のクラッド層32径が $125\mu\text{m}$ 、また第2のクラッド層33径が $250\mu\text{m}$ で、コア層に希土類のYbが添加されたダブルクラッドファイバを用いた。なお、ダブルクラッドファイバとしては、コア材料が希土類(Yb又はEr)添加の石英、コア径が $5\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下、第1クラッド材料が石英、第1クラッド層径がコア径以上 $1000\mu\text{m}$ 以下、第2クラッド材料が石英もしくは樹脂、第2クラッド層径が第1クラッド層径以上、 $2000\mu\text{m}$ 以下のものを用いることができる。そして、第1の光導波路2から出射される励起光、例えば波長 915nm の励起光を吸収して、光エネルギー準位の変換により、効率良く $1060\text{nm}\sim 1200\text{nm}$ 帯の自然放出光を生成する。

[0040] また、偏波保持光ファイバとしては、コア材料が石英(屈折率はコア>クラッド)、コア径が $5\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下、クラッド材料が石英(屈折率はコア>クラッド)、クラッド層径がコア径以上 $250\mu\text{m}$ 以下、クラッド層にパンダ型の応力付与部を設けたものである。そして、第3の光導波路4として、この偏波保持光ファイバを用いることにより、 $1060\text{nm}\sim 1200\text{nm}$ 帯の波長の偏波面を保持し、図示しない外部、例えば次段の非線形光学結晶に導光することができた。なお非線形光学結晶は、例えば入力される $1060\text{nm}\sim 1200\text{nm}$ 帯の波長をその二倍周期である $530\text{nm}\sim 600\text{nm}$ 帯にして出力することができるものである。

[0041] また、第3の光導波路4としては、コア41径が $6\mu\text{m}$ 、その外側に設けられたクラッド層42径が $125\mu\text{m}$ で、クラッド層42に応力付与部(図示せず)を設けたパンダファイバを用いた。

[0042] また、波長選択素子6としては、ガラス基板上に適宜な透過反射率の反射透過膜を設けた1枚の誘電体多層膜フィルタで構成し、透過帯域の半値幅が 3nm 以下で、かつ中心波長の透過率が80%以上のバンドパスフィルタを用いた。そして、波長選択素子6により、波長 $1060\text{nm}\sim 1200\text{nm}$ 帯の中から特定の波長を選定し、共振波長を設定することができた。結果として、半値幅の狭いシャープな波長を生成することができた。

[0043] また、共振器kとしては、第1の光導波路2の出射端面2bの誘電体多層膜yと第3の

光導波路4の入射端面4aの誘電体多層膜yとの間に形成した共振器kの他に、第1の光導波路2の出射端面の誘電体多層膜と第3の光導波路4の出射端面の誘電体多層膜との間、第2の光導波路3の入射端面の誘電体多層膜と第3の光導波路4の入射端面の誘電体多層膜との間、または第2の光導波路3の入射端面の誘電体多層膜と第3の光導波路4の出射端面の誘電体多層膜との間に形成した共振器でも良い。

[0044] また、レンズユニット5a, 5bとしては、斜めカットレンズを用いた。この他、平凸レンズ、分布屈折率レンズ、GIF、または非球面レンズを用いることができる。またレンズ材質は石英または硝子(BK7、ホウ珪酸硝子等)である。そして、レンズユニット5a, 5bにより第2, 第3の光導波路3, 4、波長選択素子6及び偏光子7は、光学的に接続された。また、異径光ファイバの光学的接続を可能にした。

[0045] また、偏光子7としては、ガラス偏光子を用いた。なお、偏光子7の代わりに波長板を用いてもよい。なお、偏光子7を用い、第2, 第3の光導波路3, 4の偏波面を合わせることで出力光の消光比特性を向上させることができる。

[0046] また、第2の光導波路3の長さの制御としては、ダブルクラッドファイバの光ファイバ長がA(m)のときの波長をX(nm)、光ファイバ長がB(m)のときの波長をY(nm)とすると(但し $A > B$ 、 $X > Y$)、所望の波長のレーザ光がH(nm)の場合、必要とする光ファイバ長さL(m)は次の数式により求めた。

$$L = B + (A - B) \div (X - Y) \times (H - Y)$$

[0047] 具体例としては、光ファイバ長Bが4mのときの波長Yが1080nmで、また光ファイバ長Aが50mのときの波長Xが1120nmであり、所望の波長のレーザ光Hを1110nmとした場合、必要とする光ファイバ長さLは上記式から計算して38.5mであった。

[0048] その結果、実施例1の光源100では、第2の光導波路3の長さを制御することにより、自然放出光から基本波を設定することが可能となった。また、基本波の波長を1nm単位で正確に設定する事が出来た。また、例えば半導体レーザ1から出力された波長915nmの励起光を第1, 第2, 第3の光導波路2, 3, 4、および共振器kにより、例えば1060nm～1200nm帯にある基本波を生成し、出射する光源とすることができた。また、波長選択素子6のバンドパス機能により、任意の半値幅の狭いシャープな

波長域の光を生成することができるようになった。

実施例 2

[0049] 本発明の光源の実施例2について図3を参照して説明する。実施例2の光源200は、実施例1の光源100の構成と要部は同じであるが、これにヒータhおよび温度調節器cを用いて、第2の光導波路3のダブルクラッドファイバの温度を設定し、且つ一定温度に保つことにより、自然放出光から基本波を設定することが出来るものである。例えば10℃の温度上昇で、1nm長波長側へシフトするので、所望の波長のレーザー光となるように計算してダブルクラッドファイバの温度を設定した。ヒータhとしては、面状ヒータを用い、また温度調節器cとしては、サーミスタ温度調節器を用いた。なお、ヒータhの代わりにペルチェ素子を用いても良い。

[0050] この結果、実施例2の光源200では、実施例1の光源100と同様の作用・効果が得られた。また、光ファイバの温度制御により、光ファイバ長さの制御よりも更に微妙な設定が可能になった。

実施例 3

[0051] 本発明の光源の実施例3について図4を参照して説明する。実施例3の光源300は、実施例1の光源100の構成と要部は同じであるが、第2の光導波路3のダブルクラッドファイバに含まれる希土類元素のYbの濃度が制御された第2の光導波路13を使用し、発振させたレーザー光の波長を設定した。

[0052] この結果、実施例3の光源300では、実施例1の光源100と同様の作用・効果が得られた。

実施例 4

[0053] 本発明の光源の実施例4について図5を参照して説明する。実施例4の光源400は、実施例2の光源200の構成と要部は同じであるが、第2の光導波路3のダブルクラッドファイバの長さ、温度、希土類元素濃度の内の何れか2つ、または全部の組み合わせを最適化し、発振させたレーザー光の波長を設定した。

[0054] ダブルクラッドファイバの長さと温度の組み合わせを最適化した具体例としては、所望波長が1080nmであるとき、ダブルクラッドファイバの長さを4mにしたらレーザー発振の波長が1081nmとなったので、光ファイバを室温から10℃程度冷却して、レー

ザ光の中心波長を1080nmに微調整した。

[0055] この結果、実施例4の光源400では、実施例1の光源100と同様の作用・効果が得られた。

実施例 5

[0056] 本発明の光源の実施例5について図6を参照して説明する。実施例5の光源は、実施例1の光源100の構成と要部は同じであるが、共振器kの端面の反射率が制御され、発振させたレーザ光の波長が設定されているものである。より詳しくは、第1の光導波路2の出射端面2bに設けた誘電体多層膜を一方の共振器反射面とし、また第3の光導波路4の入射端面4aに設けた誘電体多層膜をもう一方の共振器反射面として共振器kを形成しており、出射端面2bと入射端面4aの反射率が制御されている。

[0057] 反射率制御の具体例としては、第1の光導波路2の出射端面2bには励起光に対しては100%透過し、また半導体レーザ側へ戻るレーザ光に対しては100%反射する光学薄膜y1の蒸着を行い、また第3の光導波路4の入射端面4aには反射率10%～30%の光学薄膜y2を蒸着した。なお、入射端面4aの反射率を10%から30%に上げることによって、レーザ光の中心波長が5nm程長波長側へシフトしたので、所望の波長のレーザ光となるように反射率を計算して設定した。

[0058] この結果、実施例5の光源では、実施例1の光源100と同様の作用・効果が得られた。

実施例 6

[0059] 本発明の光源の実施例6は、図7に示されるように、基本構成を実施例5と一にする。本実施例6では、第1の光導波路2である光ファイバの出射端面2bには実施例5と同様、励起光に対しては100%透過し、また半導体レーザ側へ戻るレーザ光に対しては100%反射する光学薄膜y1を蒸着している。

[0060] なお、本実施例6では、波長1110nmで最大の透過率を得る波長選択素子6として、約50%～60%の反射率を有する光学薄膜y3が蒸着された厚さ19 μ mのエタロンフィルタを略垂直にレーザ光が入射するように配置した。

[0061] この場合、第3の光導波路4である光ファイバの入射端面4aには、反射率50%の光学薄膜を蒸着し、第2の光導波路3である光ファイバの長さを約20mとすることで、

室温において波長1110nmの基本波を安定して得ることができた。

- [0062] このように1060nm～1200nm帯の基本波を得る場合、希土類が添加された第2の光導波路3(光ファイバ)の長さを10m～30mとすることで室温でも非常に安定した波長および光出力を得ることができる。また、さらに第2の光導波路3の温度を調節することによって、より微妙な波長調整を行ってもよい。
- [0063] また、設定波長に関し、レーザ共振器を構成する反射鏡の反射率は第2の光導波路3の長さとの密接な関係があるため、第3の光導波路3の入射端面の光学薄膜の反射率は、第2の光導波路3の長さにあわせて設定される。その際、第3の光導波路4の入射端面の反射率は10%～70%とされるのが望ましく、より好ましくは40%～70%の範囲とされる。第2の光導波路3の長さとの第3の光導波路4の入射端面の反射率は、上記の範囲内において、波長選択素子6の透過率が最大となる波長における基本波の出力が最大になるように設定される。
- [0064] なお、波長選択素子6としてエタロンフィルタを用いる場合、エタロンフィルタは、略垂直に入射したときに基本波の設定波長での透過率が最大となるように、厚さを15 μm ～100 μm の範囲とされ、レーザ光がフィルタ面に略垂直に入射するように配置される。このとき、エタロンフィルタは、複数の透過率ピークがそれぞれ最大に近い透過率を有するので、そのうちの一つが基本波の設定波長と略一致すればよい。さらに、その他の透過率ピークを有する波長で発振する基本波の縦モードのパワーが、前記設定波長で発振する基本波の縦モードのパワーに比して十分抑圧されるように、本発明の各実施例によるパラメータを決めることによって、設定波長において非常に安定した基本波を得ることができる。エタロンフィルタは、波長－透過率曲線上の前記複数の各透過率ピーク近傍において不要なリップルがなく、フィルタの厚さによって隣り合う透過率ピークの間隔を調節することができる。そのため、エタロンフィルタを前記厚さとすることで隣り合う透過率ピーク同士の間隔を十分広くでき、前記設定波長以外で発振する基本波の縦モードの影響を抑制することができる。また、波長選択素子6には、基本波の設定波長での透過率が最大となるようなバンドパスフィルタなどの光学フィルタを用いてもよい。

実施例 7

- [0065] 本発明の光源の実施例7は、基本構成を実施例5と同じにしているが、図8に示すように、波長選択素子6と偏光子7とが1つの偏光子17によって実現されている点が実施例5と異なる。
- [0066] この波長選択素子6の機能を有する偏光子17は、通常使われる0.2mm程度の厚さをもつ偏光子を研磨などによってその厚さを薄くし、エタロン(波長選択素子6)の厚さと同程度の厚さにすることで、エタロンとしての機能を兼ね備えるようにしている。
- [0067] なお、偏光子17の偏光子機能は、一方向の直線偏波のみ透過し、その他の偏波成分を吸収する吸収型と、その他の偏波成分を反射する反射型とがあるが、偏光子17は、吸収型であってもよいし、反射型であってもよい。反射型としては、たとえば、厚さ20～30 μ m程度の厚さの平行平板の表面に誘電体多層膜をコーティングしたものや、石英基板に微小溝を形成し、多層膜を積層したフォトニック結晶構造を持たせたものがある。なお、この実施例7では、偏光子が波長選択素子としての機能を持たせるようにしたが、波長選択素子が偏光子としての機能を持たせるようにしてもよい。要は、波長選択機能と偏光子機能とを兼ね備えた1つの光学素子であればよい。
- [0068] この実施例7では、波長選択素子と偏光子との機能を有した1つの偏光子17を用いるようにしているので、小型化を一層促進することができる。

産業上の利用可能性

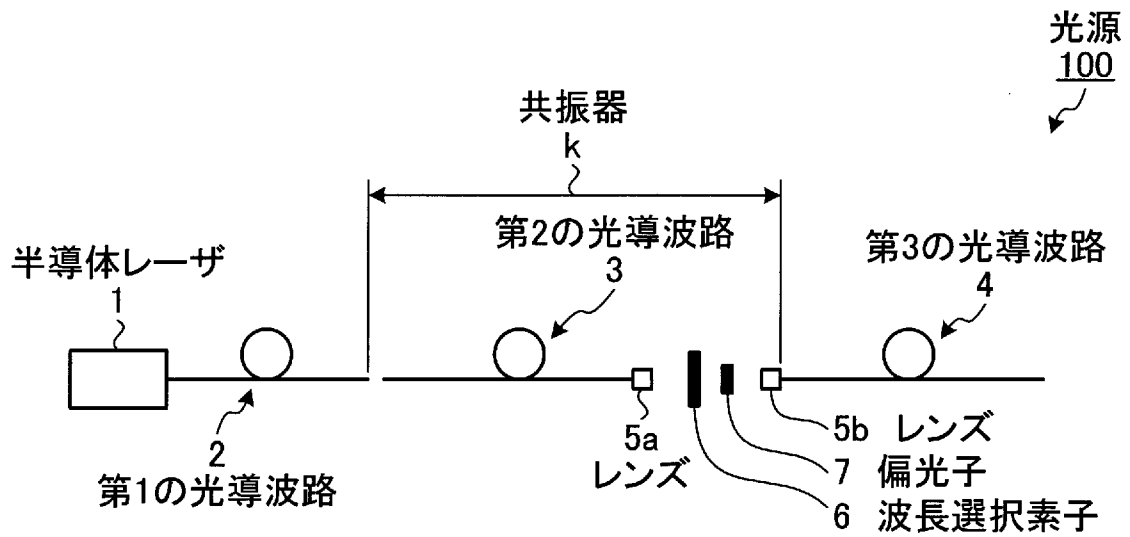
- [0069] 本発明の光源は、例えば1060nm～1200nm帯にある基本波を生成し、基本波の波長を1nm単位で正確に設定して出射することが可能となり、レーザ顕微鏡、バイオ医療用の分析装置、精密測定装置等に使用される530nm～600nm帯の波長を生成する基本波として利用可能である。

請求の範囲

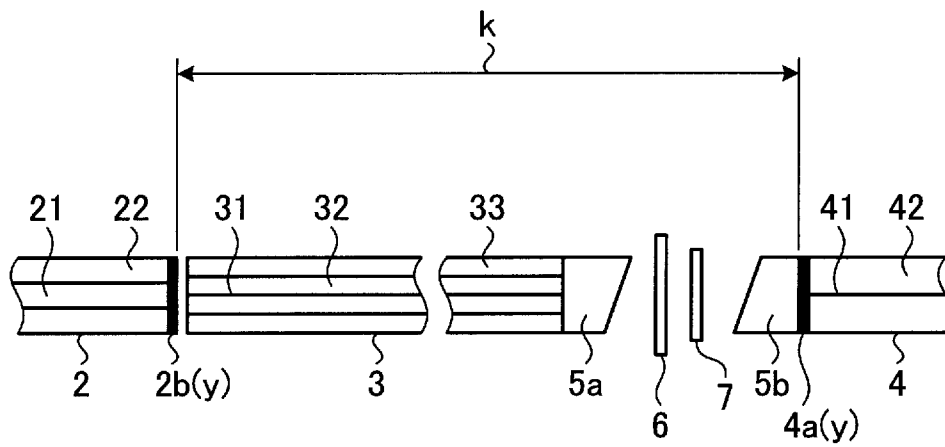
- [1] 半導体レーザと、半導体レーザから出力される励起光を導光するための第1の光導波路と、第1の光導波路から出射される励起光を吸収して励起光よりも長波長の自然放出光を出射する第2の光導波路と、第2の光導波路から出射される光を外部に導光するための第3の光導波路と、第2の光導波路と第3の光導波路の間に設けられた少なくとも1つ以上からなる波長選択素子とを備え、波長選択素子よりも半導体レーザ側と外部への出射側との間で共振器が形成されており、前記自然放出光を共振器によって発振させたレーザ光を出射する光源であって、
- 前記第2の光導波路の長さが制御され、前記発振させたレーザ光の波長が設定されていることを特徴とする光源。
- [2] 半導体レーザと、半導体レーザから出力される励起光を導光するための第1の光導波路と、第1の光導波路から出射される励起光を吸収して励起光よりも長波長の自然放出光を出射する第2の光導波路と、第2の光導波路から出射される光を外部に導光するための第3の光導波路と、第2の光導波路と第3の光導波路の間に設けられた少なくとも1つ以上からなる波長選択素子とを備え、波長選択素子よりも半導体レーザ側と外部への出射側との間で共振器が形成されており、前記自然放出光を共振器によって発振させたレーザ光を出射する光源であって、
- 前記第2の光導波路の温度が制御され、前記発振させたレーザ光の波長が設定されていることを特徴とする光源。
- [3] 半導体レーザと、半導体レーザから出力される励起光を導光するための第1の光導波路と、第1の光導波路から出射される励起光を吸収して励起光よりも長波長の自然放出光を出射する第2の光導波路と、第2の光導波路から出射される光を外部に導光するための第3の光導波路と、第2の光導波路と第3の光導波路の間に設けられた少なくとも1つ以上からなる波長選択素子とを備え、波長選択素子よりも半導体レーザ側と外部への出射側との間で共振器が形成されており、前記自然放出光を共振器によって発振させたレーザ光を出射する光源であって、
- 前記第2の光導波路に含まれる希土類元素の濃度が制御され、前記発振させたレーザ光の波長が設定されていることを特徴とする光源。

- [4] 半導体レーザと、半導体レーザから出力される励起光を導光するための第1の光導波路と、第1の光導波路から出射される励起光を吸収して励起光よりも長波長の自然放出光を出射する第2の光導波路と、第2の光導波路から出射される光を外部に導光するための第3の光導波路と、第2の光導波路と第3の光導波路の間に設けられた少なくとも1つ以上からなる波長選択素子とを備え、波長選択素子よりも半導体レーザ側と外部への出射側との間で共振器が形成されており、前記自然放出光を共振器によって発振させたレーザ光を出射する光源であって、
- 前記第2の光導波路の長さ、温度、希土類元素濃度、および前記共振器の両端に位置する反射鏡の反射率が、前記波長選択素子の透過率が最大となる波長において、前記発振させたレーザ光の出力を最大とする所定の値であることを特徴とする光源。
- [5] 半導体レーザと、半導体レーザから出力される励起光を導光するための第1の光導波路と、第1の光導波路から出射される励起光を吸収して励起光よりも長波長の自然放出光を出射する第2の光導波路と、第2の光導波路から出射される光を外部に導光するための第3の光導波路と、第2の光導波路と第3の光導波路の間に設けられた少なくとも1つ以上からなる波長選択素子とを備え、波長選択素子よりも半導体レーザ側と外部への出射側との間で共振器が形成されており、前記自然放出光を共振器によって発振させたレーザ光を出射する光源であって、
- 前記共振器の端面の反射率が制御され、前記発振させたレーザ光の波長が設定されていることを特徴とする光源。
- [6] 前記波長選択素子が、エタロンフィルタであることを特徴とする、請求項1～5のいずれか一つに記載の光源。
- [7] 前記第2の光導波路は、コア層と、その外側に設けられた2層以上のクラッド層を有し、また少なくともコア層に希土類元素が添加された光ファイバであることを特徴とする請求項1～6のいずれか一つに記載の光源。
- [8] 前記波長選択素子は、偏光子の機能を有することを特徴とする請求項1～7のいずれか一つに記載の光源。

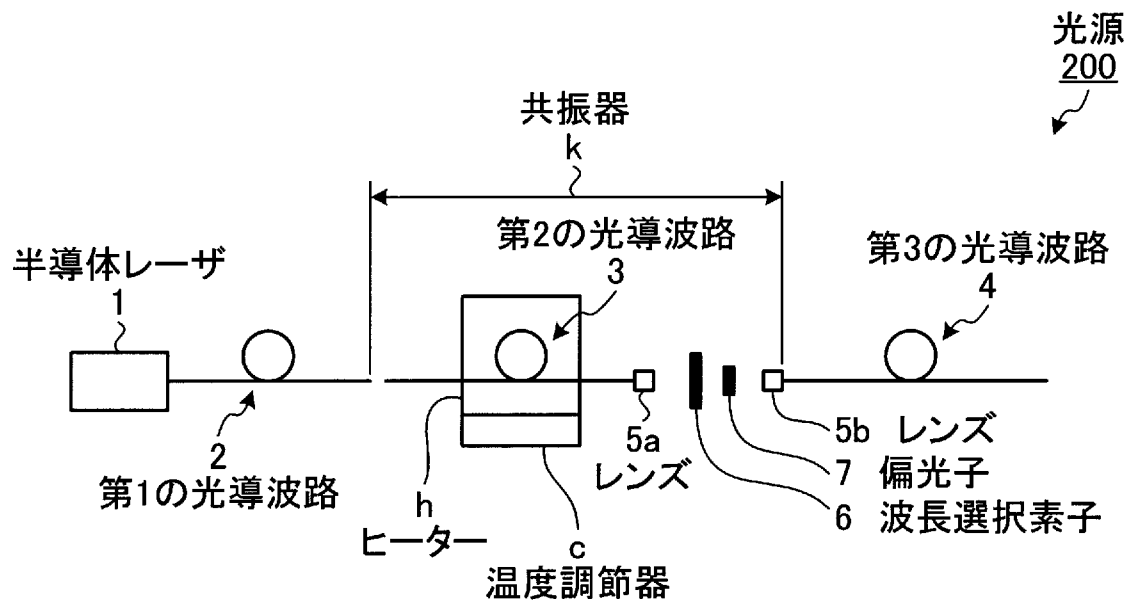
[図1]



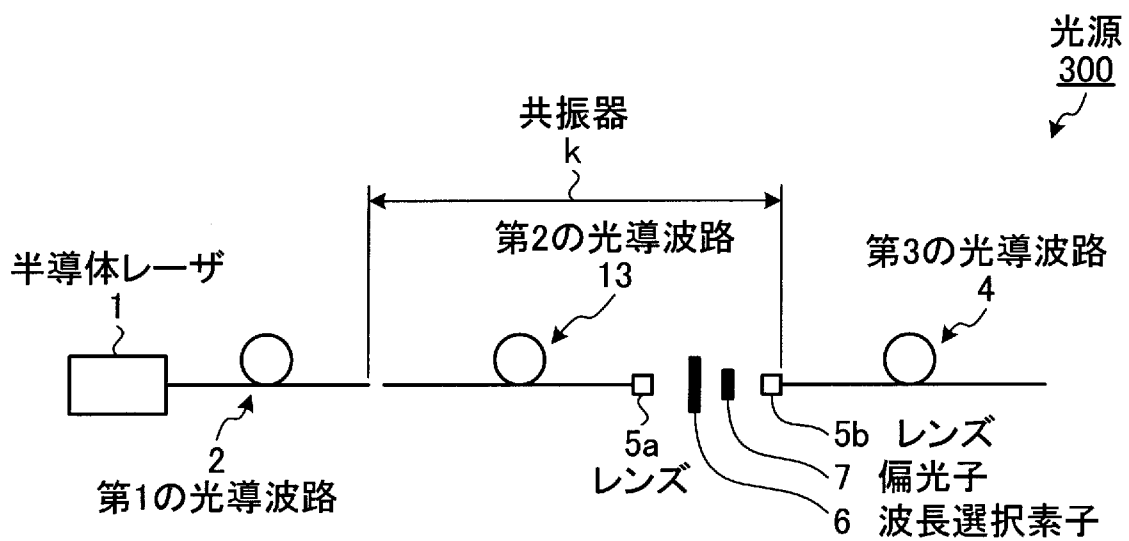
[図2]



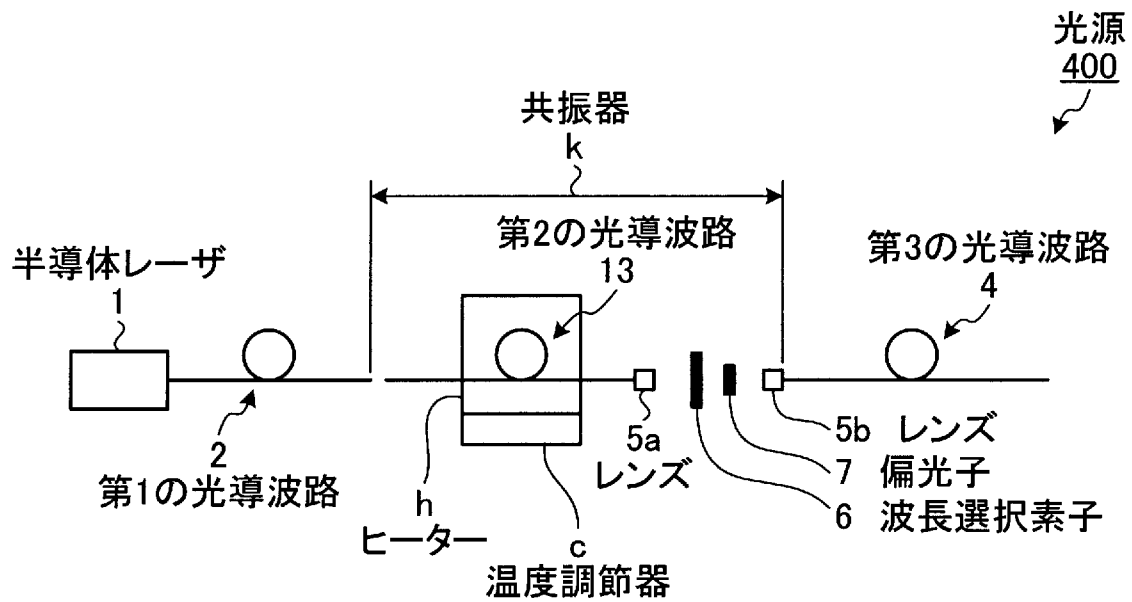
[図3]



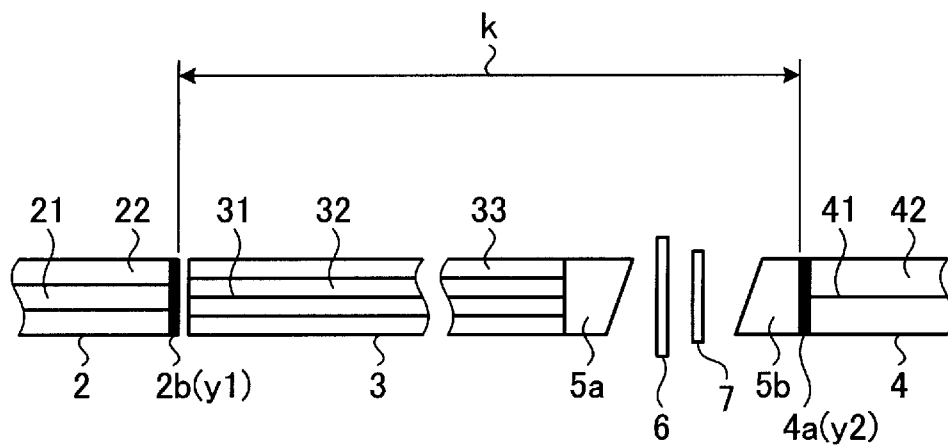
[図4]



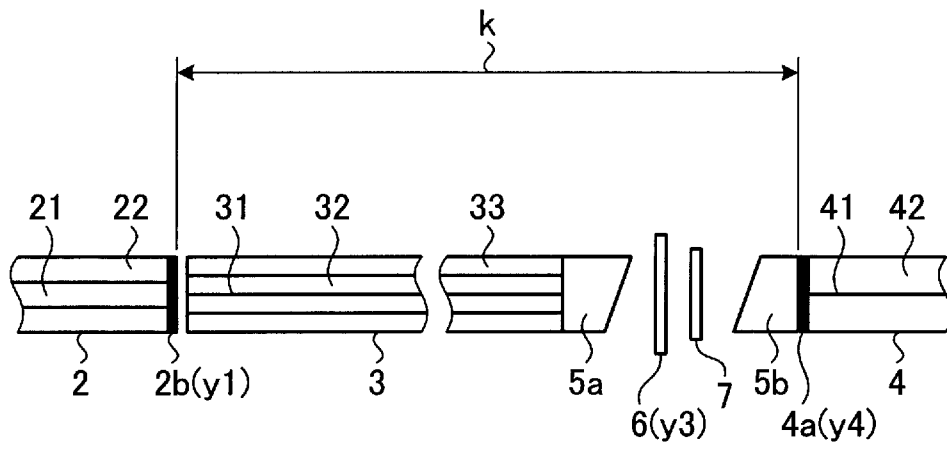
[図5]



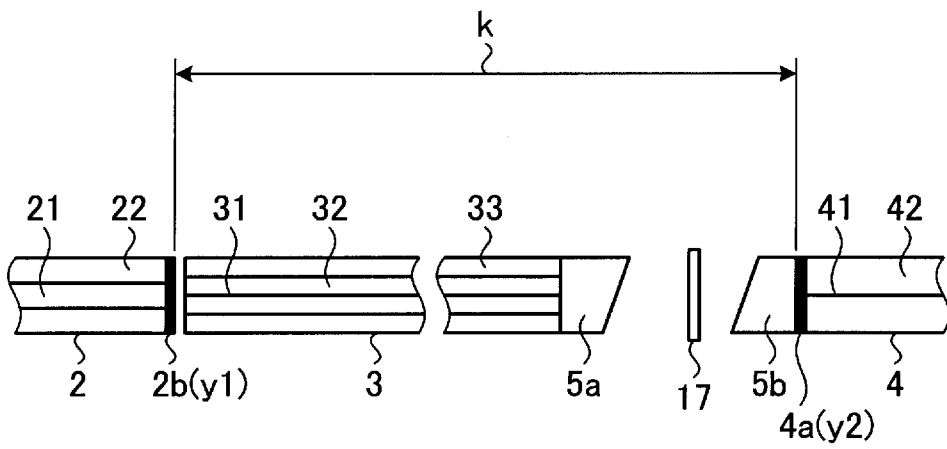
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/324384

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01S3/06(2006.01) i

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)

H01S3/00-3/30

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

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.
Y	EP 575750 A2 (GENERAL INSTRUMENT CORP.), 29 December, 1993 (29.12.93), Figs. 8, 9 & JP 4-287384 A & US 5151908 A & US 5243609 A & US 5134620 A	1-8
Y	JP 2-252280 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 11 October, 1990 (11.10.90), Fig. 1 (Family: none)	1-8
Y	JP 63-226985 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 21 September, 1988 (21.09.88), Fig. 15 (Family: none)	1-8

☒ 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
26 February, 2007 (26.02.07)

Date of mailing of the international search report
06 March, 2007 (06.03.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/324384

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 63-220586 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 13 September, 1988 (13.09.88), Fig. 11 (Family: none)	1-8
Y	JP 2005-150304 A (Toshiba Corp.), 09 June, 2005 (09.06.05), Fig. 5 (Family: none)	1-8
Y	JP 2005-150365 A (Toshiba Corp.), 09 June, 2005 (09.06.05), Fig. 5 (Family: none)	1-8
Y	JP 2000-323769 A (Lucent Technologies Inc.), 24 November, 2000 (24.11.00), Par. No. [0010] & US 6389186 B1 & EP 1049219 A2	1-8
Y	JP 2003-309309 A (Itaru WATANABE), 31 October, 2003 (31.10.03), Fig. 2; Par. No. [0005] (Family: none)	1-8
Y	JP 2001-274489 A (Toshiba Corp.), 05 October, 2001 (05.10.01), Par. No. [0002] (Family: none)	2,4,6-8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H01S3/06(2006.01)i			
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)) Int.Cl. H01S3/00 - 3/30			
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 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2007年 日本国実用新案登録公報 1996-2007年 日本国登録実用新案公報 1994-2007年			
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)			
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 請求の範囲の番号	
Y	EP 575750 A2 (GENERAL INSTRUMENT CORPORATION) 1993.12.29, 図 8 及び図 9。 & JP 4-287384 A & US 5151908 A & US 5243609 A & US 5134620 A	1-8	
Y	JP 2-252280 A (日本電信電話株式会社) 1990.10.11, 第 1 図。 (フ ァミリーなし)	1-8	
Y	JP 63-226985 A (日本電信電話株式会社) 1988.09.21, 第 15 図。 (フ ァミリーなし)	1-8	
☒ 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矛盾するものではなく、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 26.02.2007		国際調査報告の発送日 06.03.2007	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号		特許庁審査官 (権限のある職員) 岡田 吉美	2K 9315
		電話番号 03-3581-1101 内線 3255	

C (続き) . 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 請求の範囲の番号
Y	JP 63-220586 A (日本電信電話株式会社) 1988. 09. 13, 第 11 図。 (ファミリーなし)	1-8
Y	JP 2005-150304 A (株式会社東芝) 2005. 06. 09, 図 5。 (ファミリーなし)	1-8
Y	JP 2005-150365 A (株式会社東芝) 2005. 06. 09, 図 5。 (ファミリーなし)	1-8
Y	JP 2000-323769 A (ルーセント テクノロジーズ インコーポレイテッド) 2000. 11. 24, 段落【0 0 1 0】。 & US 6389186 B1 & EP 1049219 A2	1-8
Y	JP 2003-309309 A (渡邊之) 2003. 10. 31, 図 2 及び段落【0 0 0 5】。 (ファミリーなし)	1-8
Y	JP 2001-274489 A (株式会社東芝) 2001. 10. 05, 段落【0 0 0 2】。 (ファミリーなし)	2, 4, 6-8