

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-157764

(P2007-157764A)

(43) 公開日 平成19年6月21日(2007.6.21)

(51) Int. Cl.	F I			テーマコード (参考)		
HO 1 S 3/10 (2006.01)	HO 1 S 3/10	Z	5 F 1 7 2			
HO 1 S 3/06 (2006.01)	HO 1 S 3/06	B				
HO 1 S 3/094 (2006.01)	HO 1 S 3/094	S				
HO 1 S 3/23 (2006.01)	HO 1 S 3/23					

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2005-346839 (P2005-346839)	(71) 出願人	391009936 株式会社住田光学ガラス 埼玉県さいたま市浦和区針ヶ谷4丁目7番 25号
(22) 出願日	平成17年11月30日(2005.11.30)	(74) 代理人	100071526 弁理士 平田 忠雄
		(72) 発明者	山崎 正明 埼玉県さいたま市浦和区針ヶ谷4丁目7番 25号 株式会社住田光学ガラス内
		(72) 発明者	石井 修 埼玉県さいたま市浦和区針ヶ谷4丁目7番 25号 株式会社住田光学ガラス内
		(72) 発明者	沢登 成人 埼玉県さいたま市浦和区針ヶ谷4丁目7番 25号 株式会社住田光学ガラス内 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 蛍光ファイバを用いた多波長レーザー光源

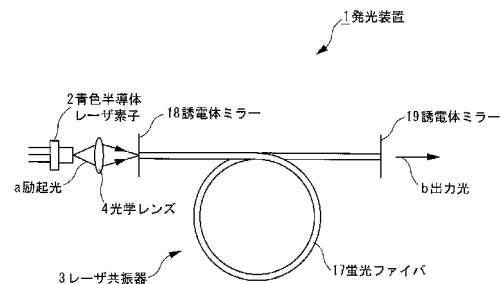
(57) 【要約】

【課題】コストの低廉化及び装置全体の小型化を図ることができるとともに、光ファイバの損傷・劣化の発生を防止することができ、かつ光ファイバからの出射光として所望の青色光を得ることができる蛍光ファイバを用いた多波長レーザー光源を提供する。

【解決手段】励起光 a を発する青色半導体レーザー素子 2 と、青色半導体レーザー素子 2 からの励起光 a を一方側端面に入射させ、他方側端面から出射する蛍光ファイバ 17 とを備え、蛍光ファイバ 17 は、各ファイバ端面にレーザー共振器 3 を構成するためのダイクロミックミラー部を有し、励起光 a で励起されることにより波長変換光を発する 3 価希土類イオンとして少なくともプラセオジムイオンを低フォノンガラスに含有する波長変換部材によってそのコアが形成されている。

【選択図】 図 1

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

励起光を発する青色半導体レーザ素子と、

前記青色半導体レーザ素子からの励起光を一方側端面に入射させ、他方側端面から出射する光ファイバとを備え、

前記光ファイバは、各ファイバ端面にレーザ共振器を構成するためのダイクロイックミラー部を有し、前記励起光で励起されることにより波長変換光を発する 3 価希土類イオンとして少なくともプラセオジウムイオンを低フォノンガラスに含有する波長変換部材によってそのコアが形成されていることを特徴とする蛍光ファイバを用いた多波長レーザ光源。

【請求項 2】

前記 3 価のプラセオジウムイオンは、その含有量 m が $100 \text{ ppm} < m < 10000 \text{ ppm}$ の範囲にある含有量に設定されている請求項 1 に記載の蛍光ファイバを用いた多波長レーザ光源。

【請求項 3】

励起光を発する青色半導体レーザ素子と、

前記青色半導体レーザ素子からの励起光を一方側のファイバ端面に入射させ、他方側のファイバ端面から出射する光ファイバとを備え、

前記光ファイバは、各ファイバ端面にレーザ共振器を構成するためのダイクロイックミラー部を有し、前記励起光として $440 \text{ nm} \sim 460 \text{ nm}$ の範囲にある波長をもつ励起光で励起されることにより波長変換光を発する蛍光体を低フォノンガラスに含有する波長変換部材によってそのコアが形成されていることを特徴とする蛍光ファイバを用いた多波長レーザ光源。

【請求項 4】

前記光ファイバは、そのクラッドが前記コアの外周面に隣接する第 1 クラッド及び前記第 1 クラッドの外周面に隣接する第 2 クラッドからなり、

前記第 1 クラッドの屈折率は、前記コアの屈折率より小さく、かつ前記第 2 クラッドの屈折率より大きい屈折率に設定されている請求項 1 又は 3 に記載の蛍光ファイバを用いた多波長レーザ光源。

【請求項 5】

前記ダイクロイックミラー部は、前記光ファイバの各ファイバ端面に反射鏡を配置することにより形成されている請求項 1 又は 3 に記載の蛍光ファイバを用いた多波長レーザ光源。

【請求項 6】

前記ダイクロイックミラー部は、前記光ファイバの各ファイバ端面に反射膜を蒸着することにより形成されている請求項 1 又は 3 に記載の蛍光ファイバを用いた多波長レーザ光源。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、蛍光ファイバを用いた多波長レーザ光源に関し、例えば液晶テレビジョンのバックライト光源を含む各種の光源に用いて好適な蛍光ファイバを用いた多波長レーザ光源に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、発光ダイオード (Light Emitting Diode: LED) 素子やレーザ (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation: LASER) 素子等の半導体発光素子を用いた発光装置は、白熱電球と比べて小型で電力効率が良いとともに、長寿命である等の利点をもつことから、各種の光源として広く利用されている。

【0003】

このような光源においては、例えばカラーレーザディスプレイのバックライト光源とし

10

20

30

40

50

て照明光（多波長光）を得る場合、赤色系及び緑色系・青色系 3 種の半導体発光素子が用いられている。

【0004】

従来、この種の光源には、半導体発光素子として赤色系及び緑色系・青色系 3 種のレーザ光源と、これら 3 種のレーザ光源のうち少なくとも 1 つのレーザ光源からの励起光によって励起される 3 価の Pr^{3+} （プラセオジウムイオン）をコアに添加してなる光ファイバとを備えたものが知られている（例えば、特許文献 1 参照。）。

【0005】

また、他の光源としては、光ファイバのコアを構成するフッ化ジルコニウム系ガラスに含有する 3 価のプラセオジウムイオンをアルゴンイオンレーザ（476.5 nm の波長光）によって励起する機能を備えたアルゴンイオンレーザ装置も知られている（例えば、非特許文献 1 参照。）。

10

【特許文献 1】特開 2001-264662 号公報

【非特許文献 1】Optics Communications 89 (1991) 333-340

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、特許文献 1 によると、3 つのレーザ光源で 3 種（赤色・緑色・青色）の波長光を出力するものであるため、部品点数が嵩み、コスト高になるばかりか、装置全体が大型化するという問題があった。

20

【0007】

一方、非特許文献 1 によると、光ファイバのコアがフッ化ジルコニア系ガラスによって形成されているため、光ファイバの機械的強度が低く、損傷し易いばかりか、その化学的耐久性が悪く、大気中で使用する場合には水分を吸収して劣化し易いという不都合があった。また、アルゴンイオンレーザから発する励起光として波長 476.5 nm の励起光を用いているため、励起光が青緑色を呈し、光ファイバの光出射面からの出射光として所望（純粋）の青色光を得ることができないという不都合もあった。

【0008】

従って、本発明の目的は、コストの低廉化及び装置全体の小型化を図ることができるとともに、光ファイバの損傷・劣化の発生を防止することができ、かつ光ファイバからの出射光として所望の青色光を得ることができ、蛍光ファイバを用いた多波長レーザ光源を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0009】

(1) 上記目的を達成するために、本発明は、励起光を発する青色半導体レーザ素子と、前記青色半導体レーザ素子からの励起光を一方側端面に入射させ、他方側端面から出射する光ファイバとを備え、前記光ファイバは、各ファイバ端面にレーザ共振器を構成するためのダイクロイックミラー部を有し、前記励起光で励起されることにより波長変換光を発する 3 価希土類イオンとして少なくともプラセオジウムイオンを低フォノンガラスに含有する波長変換部材によってそのコアが形成されていることを特徴とする蛍光ファイバを用いた多波長レーザ光源を提供する。

40

【0010】

(2) 上記目的を達成するために、本発明は、励起光を発する青色半導体レーザ素子と、前記青色半導体レーザ素子からの励起光を一方側のファイバ端面に入射させ、他方側のファイバ端面から出射する光ファイバとを備え、前記光ファイバは、各ファイバ端面にレーザ共振器を構成するためのダイクロイックミラー部を有し、前記励起光として 440 nm ~ 460 nm の範囲にある波長をもつ励起光で励起されることにより波長変換光を発する蛍光体を低フォノンガラスに含有する波長変換部材によってそのコアが形成されていることを特徴とする蛍光ファイバを用いた多波長レーザ光源を提供する。

50

【発明の効果】

【0011】

本発明によると、コストの低廉化及び装置全体の小型化を図ることができるとともに、光ファイバの損傷・劣化の発生を防止することができ、かつ光ファイバからの出射光として所望の青色光を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

[第1の実施の形態]

図1は、本発明の第1の実施の形態に係る蛍光ファイバを用いた多波長レーザ光源としての発光装置を説明するために示す平面図である。図2は、本発明の第1の実施の形態に係る青色半導体レーザ素子を説明するために示す図である。図2(a)は半導体レーザ素子の斜視図、図2(b)はその断面図である。図3は、本発明の第1の実施の形態に係る蛍光ファイバを説明するために示す断面図である。

10

【0013】

〔発光装置の全体構成〕

図1において、発光装置1は、励起光源としての青色半導体レーザ素子2と、この青色半導体レーザ素子2から放射された励起光(青色光)a及びこの励起光aで波長変換された波長変換光を誘導放出によって増幅するレーザ共振器3と、このレーザ共振器3と青色半導体レーザ素子2との間に介在する光学レンズ4とから大略構成されている。

【0014】

(青色半導体レーザ素子2の構成)

青色半導体レーザ素子2は、図2(a)及び(b)に示すように、サファイア基板5及び共振リッジ部A・正孔注入リッジ部Bを有し、励起光aとして442nmの波長をもつ青色光を発するように構成されている。サファイア基板5上には、厚さ約50nmの窒化アルミニウム(AlN)からなるバッファ層6が形成されている。なお、バッファ層6の材料としてはGa₂NあるいはGaInN・AlGa₂Nでもよい。

20

【0015】

バッファ層6上には、厚さ約4.0μm、電子密度 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ のシリコン(Si)ドープGa₂Nからなるn層7と、厚さ約500nm、電子密度 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ のシリコン(Si)ドープAl_{0.1}Ga_{0.9}Nからなるnクラッド層8と、厚さ約100nm、電子密度 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ のSiドープGa₂Nからなるnガイド層9と、厚さ約35nmのGa₂Nからなるバリア層62と厚さ約35nmのGa_{0.95}In_{0.05}Nからなる井戸層61とが交互に積層された多重量子井戸構造(MQW)の活性層10とが順に形成されている。

30

【0016】

活性層10上には、厚さ約100nm、ホール密度 $5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ のマグネシウム(Mg)ドープGa₂Nからなるpガイド層11と、厚さ約50nm、ホール密度 $5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ のMgドープAl_{0.25}Ga_{0.75}Nからなるp層12と、厚さ約500nm、ホール密度 $5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ のMgドープAl_{0.1}Ga_{0.9}Nからなるpクラッド層13と、厚さ200nm、ホール密度 $5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ のMgドープGa₂Nからなるpコンタクト層14とが形成されている。なお、pコンタクト層14の材料としてはAlGa₂NあるいはGaInNでもよい。

40

【0017】

pコンタクト層14上には、幅5μmのニッケル(Ni)からなる電極15が形成されている。また、n層7上には、アルミニウム(Al)からなる電極16が形成されている。

【0018】

共振リッジ部Aはnクラッド層8及びnガイド層9・活性層10・pガイド層11・p層12から、また正孔注入リッジ部Bはpクラッド層13及びpコンタクト層14・電極15からそれぞれ構成されている。

50

【0019】

(レーザ共振器3の構成)

レーザ共振器3は、レーザ媒質としての蛍光ファイバ17を備え、青色半導体レーザ素子2に光学レンズ4を介して光学的に接続されている。そして、前述したように青色半導体レーザ素子2から放射された励起光(青色光)a及びこの励起光で波長変換された波長変換光を誘導放出によって増幅するように構成されている。

【0020】

蛍光ファイバ17は、図3に示すように、コア17A及びクラッド17Bを有し、青色半導体レーザ素子2からの青色光を一方側端面(入射面)に入射させてその一部をそのまま、また青色光の一部をコア17A内で波長変換して例えば緑色及び橙色・赤色の波長変換光を他方側端面(出射面)からそれぞれ出射するように構成されている。この蛍光ファイバ17は ZrF_4 、 HfF_4 および ThF_4 等を含有せず、 AlF_3 を主成分とするフッ化物ガラスにより、可視域から赤外まで透明で、かつ化学的耐久性がよく、機械的強度の大なる安定なガラスが得られた。この種のガラスはフォノンエネルギーが小さいというフッ化物ガラスの本質的な利点を有する。

10

【0021】

蛍光ファイバ17のファイバ長は、青色半導体レーザ素子2からの励起光aの全てを吸収せず、またレーザ発振によって緑色光及び橙色光・赤色光の各色光を発するような200mm程度の寸法に設定されている。蛍光ファイバ17の各ファイバ端面には、レーザ共振器3を構成するためのダイクロイックミラー部としての二酸化珪素(SiO_2)及び二酸化チタン(TiO_2)を積層してなる誘電体ミラー18,19が配置されている。一方の誘電体ミラー18は入力ミラーとして、また他方の誘電体ミラー19は出力ミラーとして機能するように構成されている。

20

【0022】

コア17Aは、3価希土類イオンとして少なくとも Pr^{3+} (プラセオジウムイオン)を赤外線透過フッ化物ガラス等の低フォノンガラスに500ppm程度含有する波長変換部材によって形成されている。そして、青色半導体レーザ素子2からの励起光(青色光)aの一部で励起されることにより緑色及び橙色・赤色の波長変換光を発するように構成されている。コア17Aのコア径は6 μm 程度の寸法に設定されている。なお、低フォノンガラスとしては、赤外線透過フッ化物ガラスの他に重金属酸化物ガラスが用いられる。

30

【0023】

クラッド17Bは、コア17Aの周囲に配置され、全体がガラスや透明性樹脂によって形成されている。クラッド17Bの屈折率 n_1 は、コア17Aの屈折率 n_2 ($n_2=1.5$)より小さい屈折率($n_1=1.45$)に設定されている。クラッド17Bのクラッド径(蛍光ファイバ17の外径)は、200 μm 程度の寸法に設定されている。クラッド17Bの外周面は、光透過性樹脂又は光非透過性樹脂からなるカバー部材18で被覆されている。

【0024】

(光学レンズ4の構成)

光学レンズ4は、両凸レンズからなり、前述したように青色半導体レーザ素子2とレーザ共振器3との間に配置されている。そして、誘電体ミラー18の入射側端面であって、蛍光ファイバ17(コア17A)の入力側端面に位置する部位に青色半導体レーザ素子2からの励起光aを集光するように構成されている。

40

【0025】

〔発光装置1の動作〕

先ず、青色半導体レーザ素子2に電源から電圧が印加されると、その発光層において青色光aを発光し、これら青色光aが光学レンズ側に放射される。次いで、青色半導体レーザ素子2からの青色光aが光学レンズ4を介してレーザ共振器3の誘電体ミラー18に入射する。そして、レーザ共振器3においては、青色光aが誘電体ミラー18を透過して蛍光ファイバ17のコア17Aに入射し、コア17A内で全反射を繰り返しながら誘電体ミ

50

ラー 19 へ導出される。そして、青色光 a が誘電体ミラー 19 に到達すると、誘電体ミラー 19 で反射され、コア 17 A 内で全反射を繰り返しながら誘電体ミラー 18 へ導出される。この場合、コア 17 A 内では青色光 a が両誘電体 18, 19 での反射を繰り返し、またプラセオジムイオンを励起して緑色及び橙色・赤色の波長変換光を発する。しかる後、誘電体ミラー 19 から青色光 a 及び波長変換光が誘電体ミラー 19 を透過し、誘電体ミラー 19 からレーザ共振器 3 外に多波長の出力光 b として出射される。

【0026】

次に、本実施の形態に示す発光装置 1 から出射される多波長の出力光 b を観察した実験結果について説明する。

【0027】

本実験は、青色光 a を透過し、かつ入力鏡として橙色光・赤色光を 99% 反射する誘電体ミラー 18 及び出力鏡として橙色光・赤色光を 90% 反射する誘電体ミラー 19 を用意し、青色半導体レーザ素子 2 (20 mW, 35 mW) から青色光 (波長 442 nm) をレーザ共振器 3 に入射して実施した。これによると、励起光 a としての 442 nm の青色光と共に、20 mW の励起においては波長変換光としての 635 nm の赤色光が、また 35 mW の励起において同じく波長変換光としての 635 nm の赤色光及び 606 nm の橙色光がそれぞれ確認された。赤色・橙色の発光時の出射光を測定すると、励起光の青色光と波長変換光の赤色光・橙色光との鋭い発光波長ピークをもつ発光スペクトルが観測された。このことは、図 4 (縦軸は光強度を、また横軸は波長をそれぞれ示す。) に示す通りである。

【0028】

[第 1 の実施の形態の効果]

以上説明した第 1 の実施の形態によれば、次に示す効果が得られる。

【0029】

(1) 単一のレーザ光源 (青色半導体レーザ素子 2) で多波長光を出力するものであるため、部品点数を削減することができ、コストの低廉化及び装置全体の小型化を図ることができる。

【0030】

(2) 蛍光ファイバ 17 が ZrF_4 、 HfF_4 および ThF_4 等を含有せず、 AlF_3 を主成分としたフッ化物ガラスからなる低フォノンガラスによって形成されているため、蛍光ファイバ 17 の機械的強度及び化学的耐久性が高くなり、その損傷・劣化発生を防止することができる。

【0031】

(3) 励起光 a として 442 nm の青色光を用いているため、蛍光ファイバ 17 の光出射面からの出射光として所望 (純粋) の青色光を得ることができる。

【0032】

[第 2 の実施の形態]

図 5 は、本発明の第 2 の実施の形態に係る発光装置の蛍光ファイバを説明するために示す断面図である。図 5 において、図 3 と同一の部材については同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0033】

図 5 に示すように、第 2 の実施の形態に示す発光装置 (図 1 に示す) は、コア 17 A の外周面に隣接する第 1 クラッド 51 A 及びこの第 1 クラッド 15 A の外周面に隣接する第 2 クラッド 51 B からなるクラッド 51 を有する蛍光ファイバ 50 を備えた点に特徴がある。

【0034】

このため、第 1 クラッド 51 A の屈折率 n_1 は、コア 17 A の屈折率 n_2 ($n_2 = 1.50$) より小さく、かつ第 2 クラッド 51 B の屈折率 n_3 ($n_3 = 1.45$) より大きい屈折率 ($n_1 = 1.48$) に設定されている。

【0035】

10

20

30

40

50

[第2の実施の形態の効果]

以上説明した第2の実施の形態によれば、第1の実施の形態の効果(1)~(3)に加え、次に示す効果が得られる。

【0036】

第1クラッド51Aを光導波路として機能させることができるとともに、第1クラッド51A内に導入した励起光aをコア17Aに導出して緑色及び橙色・赤色の波長変換光を得ることができる。

【0037】

以上、本発明の発光装置を上記の実施の形態に基づいて説明したが、本発明は上記の実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々の態様において実施することが可能であり、例えば次に示すような変形も可能である。 10

【0038】

(1)各実施の形態では、レーザ共振器3を構成するためのダイクロイックミラー部が、蛍光ファイバ17の各ファイバ端面に誘電体ミラー18,19を配置することにより形成される場合について説明したが、本発明はこれに限定されず、反射膜を蒸着することにより形成されているものでもよい。また、蛍光ファイバの各ファイバ端面に対向する位置にコリメートレンズを介して反射鏡を配置することによりダイクロイックミラー部を形成してもよい。

【0039】

(2)各実施の形態では、青色半導体レーザ素子2から出射される励起光aとして442nmの波長をもつ青色光である場合について説明したが、本発明はこれに限定されず、励起効率が高く、かつそのまま出力光として使用可能な440nm~460nmの範囲にある波長をもつ青色光であればよい。 20

【0040】

(3)各実施の形態では、3価のプラセオジウムイオン(Pr^{3+})の含有量mが500ppmの含有量に設定されている場合について説明したが、本発明はこれに限定されず、100ppm~1000ppmの範囲にある含有量に設定されていればよい。この場合、含有量mが100ppmより小さいと、コア17A内で波長変換光が得られない。また、含有量が1000ppmより大きいと、コア17A内の光透過性が悪くなる。

【図面の簡単な説明】 30

【0041】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る蛍光ファイバを用いた多波長レーザ光源としての発光装置を説明するために示す平面図。

【図2】(a)及び(b)は、本発明の第1の実施の形態に係る発光装置の青色半導体レーザ素子を説明するために示す斜視図と断面図。

【図3】本発明の第1の実施の形態に係る発光装置の蛍光ファイバを説明するために示す断面図。

【図4】本発明の第1の実施の形態に係る発光装置から出射される出力光のスペクトル図。

【図5】本発明の第2の実施の形態に係る発光装置の蛍光ファイバを説明するために示す断面図。 40

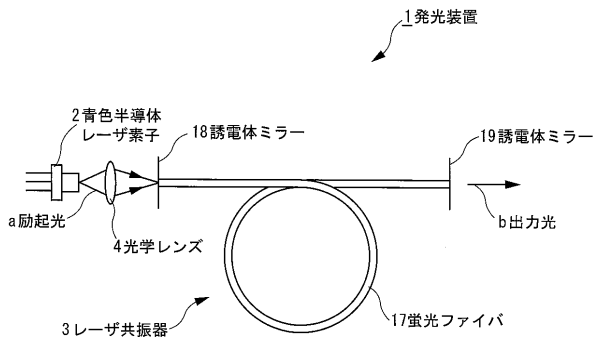
【符号の説明】

【0042】

1...発光装置、2...青色半導体レーザ素子、3...レーザ共振器、4...光学レンズ、5...サブファイア基板、6...バッファ層、7...n層、8...nクラッド層、9...nガイド層、10...活性層、11...pガイド層、12...p層、13...pクラッド層、14...pコンタクト層、15,16...電極、17,50...蛍光ファイバ、17A...コア、17B,51...クラッド、18,19...誘電体ミラー、51A...第1クラッド、51B...第2クラッド、a...励起光(青色光)、b...出力光

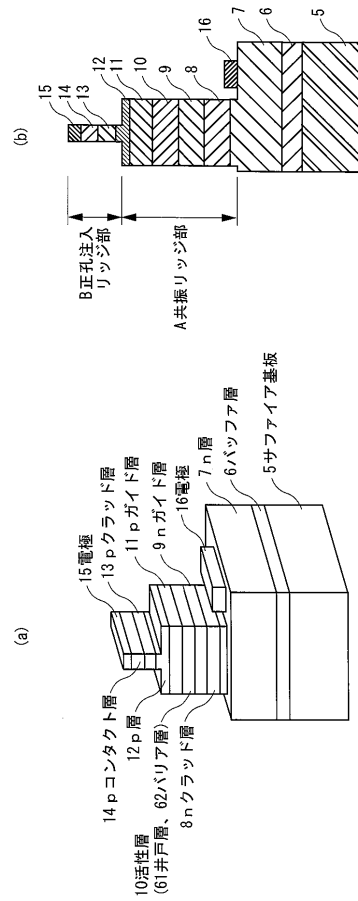
【 図 1 】

図 1



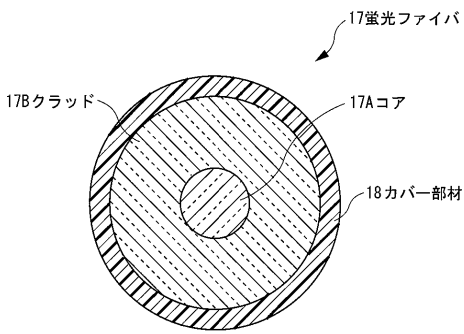
【 図 2 】

図 2



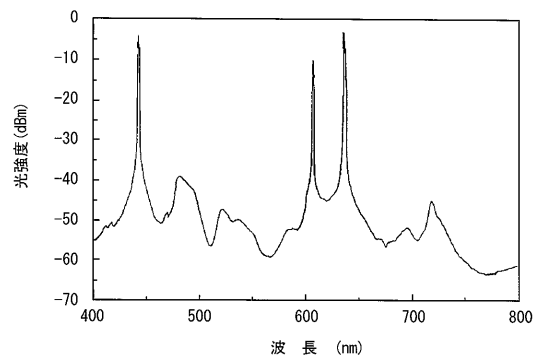
【 図 3 】

図 3



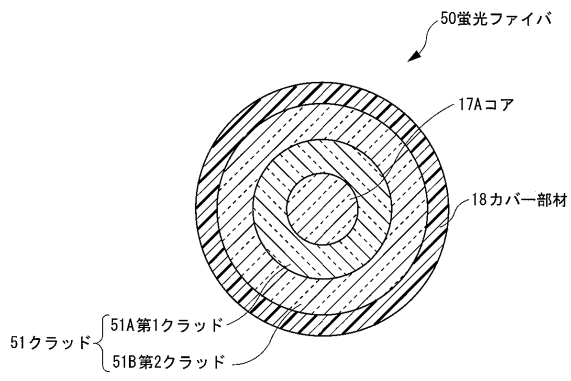
【 図 4 】

図 4



【 図 5 】

図 5



フロントページの続き

(72)発明者 永濱 忍

埼玉県さいたま市浦和区針ヶ谷4丁目7番25号 株式会社住田光学ガラス内

Fターム(参考) 5F172 AE15 AF04 AM08 DD01 EE13 NN08 NQ32