

(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
2014 年 10 月 2 日(02.10.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/156972 A1

- (51) 国際特許分類:
H01S 3/07 (2006.01) G02B 6/02 (2006.01)
G02B 6/00 (2006.01) H01S 3/067 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/057806
- (22) 国際出願日: 2014 年 3 月 20 日(20.03.2014)
- (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 2013-067938 2013 年 3 月 28 日(28.03.2013) JP
- (71) 出願人: 三星ダイヤモンド工業株式会社(MIT-SUBOSHI DIAMOND INDUSTRIAL CO., LTD.)
[JP/JP]; 〒5660034 大阪府摂津市香露園 3 2 番 1 2 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: シェーファー クリスチャン(SCHAEFER, Christian); 〒5660034 大阪府摂津市香露園 3 2 番 1 2 号 三星ダイヤモンド工業株式会社内 Osaka (JP). 村上 政直(MURAKAMI, Masanao); 〒5660034 大阪府摂津市香露園 3 2 番 1 2 号 三星ダイヤモンド工業株式会社内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 新樹グローバル・アイピー特許業務法人(SHINJYU GLOBAL IP); 〒5300054 大阪府大阪

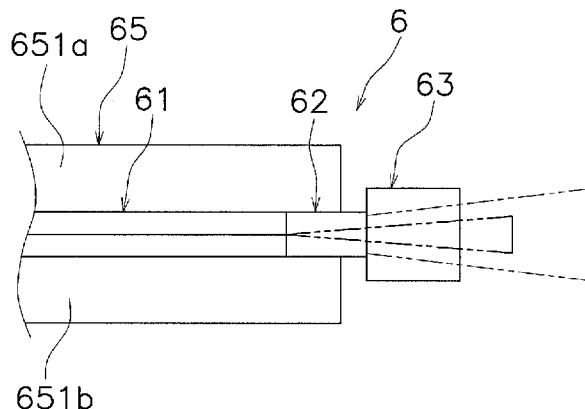
市北区南森町 1 丁目 4 番 1 9 号 サウスホレストビル Osaka (JP).

- (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, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロピア (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:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: OPTICAL FIBER AND LASER OSCILLATOR USING SAME

(54) 発明の名称: 光ファイバ、及びこれを用いたレーザ発振器



(57) Abstract: This optical fiber (6) is provided with a first optical fiber main body (61), a second optical fiber main body (62) and a first end cap (63). The first optical fiber main body (61) has a first core (611) and a first cladding (612). The second optical fiber main body (62) has a second core (621) and a second cladding (622), and a first end face (623) of the second optical fiber main body (62) is joined to a first end face (613) of the first optical fiber main body (61). The first end cap (63) transmits light and is joined to a second end face (624) of the second optical fiber main body (62). The first core (611) is doped with a laser medium. The mass content of the laser medium in the second core (621) is lower than the mass content of the laser medium in the first core (611).

(57) 要約: 光ファイバ (6) は、第 1 光ファイバ本体 (61)、第 2 光ファイバ本体 (62)、及び第 1 エンドキャップ (63) を備えている。第 1 光ファイバ本体 (61) は、第 1 コア (611) 及び第 1 クラッド (612) を有する。第 2 光ファイバ本体 (62) は、第 2 コア (621) 及び第 2 クラッド (622) を有し、第 1 端面 (623) が第 1 光ファイバ本体 (61) の第 1 端面 (613) に接合されている。第 1 エンドキャップ (63) は、光透過性であって、第 2 光ファイバ本体 (62) の第 2 端面 (624) に接合されている。第 1 コア (611) はレーザ媒質がドーピングされている。第 2 コア (621) におけるレーザ媒質の質量含有率は、第 1 コア (611) におけるレーザ媒質の質量含有率よりも低い。



WO 2014/156972 A1

明 細 書

発明の名称：光ファイバ、及びこれを用いたレーザ発振器

技術分野

[0001] 本発明は、光ファイバ、及びこれを用いたレーザ発振器に関するものである。

背景技術

[0002] 光ファイバを利用したレーザ発振器が広く用いられている。このレーザ発振器は、光源から発振される励起光を利用して、光ファイバによってレーザ光を発振する。このレーザ発振器に用いられる光ファイバは、例えば、エルビウムなどのレーザ媒質がドープされたZBLANガラスなどのフッ化物ガラスによって形成される。しかしながら、このようなフッ化物ガラス、特にZBLANガラスは、光ファイバからのレーザ光を吸収した大気中の水分によって潮解するという問題がある。すなわち、光ファイバの端面が損傷するという問題がある。

[0003] この問題を解消するため、例えば特許文献1には、光ファイバの端面にエンドキャップを接合している。これにより、光ファイバの端面が大気に露出しないため、大気中の水分によって光ファイバの端面が潮解することを防ぐことができる。

[0004] また、光ファイバに含まれるレーザ媒質が励起光を吸収することによって発熱するため、この発熱によって光ファイバが焼かれて損傷してしまうことを防止する必要がある。例えば特許文献2には、光ファイバを2つの金属板で挟むことによって光ファイバからの熱を放熱することにより、光ファイバの発熱による損傷を防止している。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2007-273842号公報

特許文献2：特開2001-274489号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上述したように2つの金属板で光ファイバを挟む場合、光ファイバの両端部まで完全に金属板で挟むことは難しく、光ファイバの両端部が金属板から露出することがある。そうすると、励起光が入射される光ファイバの第1端部において、光ファイバが発熱して損傷してしまうという問題が生じる。

[0007] 本発明の課題は、光ファイバの端部における損傷を抑制することにある。

課題を解決するための手段

[0008] (1) 本発明の第1側面に係る光ファイバは、励起光を利用してレーザ光を生成または増幅するための光ファイバである。この光ファイバは、第1光ファイバ本体、第2光ファイバ本体、及び第1エンドキャップを備えている。第1光ファイバ本体は、第1コア及び第1クラッドを有する。第2光ファイバ本体は、第2コア及び第2クラッドを有し、第1端面が第1光ファイバ本体の第1端面に接合されている。第1エンドキャップは、光透過性であって、第2光ファイバ本体の第2端面に接合されている。第1コアは、レーザ媒質がドーピングされている。第2コアにおけるレーザ媒質の質量含有率は、第1コアにおけるレーザ媒質の質量含有率よりも低い。

[0009] この構成によれば、まず、第1光ファイバ本体の第1端面は、第2光ファイバ本体が接合されており大気に露出していないため、レーザ光を吸収した大気中の水分によって潮解することを防ぐことができる。また、第2光ファイバ本体の第2端面は、第1エンドキャップが接合されており大気に露出していないため、同様に潮解を防ぐことができる。

[0010] さらに、第1光ファイバ本体の第1端面に第2光ファイバ本体が接合されているため、第1光ファイバ本体を金属板などの冷却部材で挟む等しても、第1光ファイバ本体の第1端部が冷却部材から露出することを防止することができる。この結果、第1端部も含めて第1光ファイバ本体を十分に冷却することができ、ひいては第1コアが発熱によって損傷してしまうことを防止することができる。なお、第2光ファイバ本体は一部が冷却部材から露出

する可能性があるが、第2光ファイバ本体の第2コアは、レーザ媒質の質量含有率が第1コアのそれよりも低くされており、第1光ファイバ本体の第1コアよりも励起光に対する吸光度が低い。このため、第2コアの発熱を抑制することができ、第2コアが発熱によって損傷してしまうことを抑制することができる。なお、第1光ファイバ本体の第1端部とは、第2光ファイバ本体が接続される側の端部を意味する。また、この光ファイバは、第1エンドキャップ側から励起光を入射するように用いることが好ましい。

[0011] (2) 好ましくは、第1コアはレーザ媒質がドーピングされ、第2コアはレーザ媒質がドーピングされていない。この構成によれば、第2コアは、レーザ媒質がドーピングされていないため、励起光の吸収による発熱が防止される。この結果、第2光ファイバ本体の一部が冷却部材から露出している場合であっても、第2コアの損傷を防止することができる。

[0012] (3) 好ましくは、第1及び第2光ファイバ本体はフッ化物ガラスにより形成され、レーザ媒質は希土類元素である。具体的には、第1及び第2光ファイバ本体はZBLANガラスにより形成され、レーザ媒質はエルビウムであることが好ましい。

[0013] この構成によれば、発光特性などを向上させることができる。また、フッ化物ガラス、特にZBLANガラスは潮解性を有するため、本発明の適用が特に有効である。

[0014] (4) 好ましくは、エンドキャップは、フッ化カルシウムによって形成される。

[0015] (5) 好ましくは、第2コアは、直径が第1コアの直径よりも大きく、第1コアからの出力光が第2コア内において反射されないような長さに設計される。この構成によれば、第1コアからの出力光のモードを変更することなく、出力光を出力することができる。

[0016] (6) 好ましくは、光ファイバは、第1光ファイバ本体の第2端面に接合された光透過性の第2エンドキャップをさらに備える。この構成によれば、第1光ファイバ本体の第2端面の損傷も防ぐことができる。

[0017] (7) 好ましくは、光ファイバは、第1光ファイバ本体及び第2光ファイバ本体を冷却するための冷却部材をさらに備える。この構成によれば、発熱によって第1光ファイバ本体の第1コアが損傷することを防止することができる。

[0018] (8) 本発明の第2側面に係るレーザ発振器は、上述したいずれかの光ファイバと、光ファイバを収容する筐体と、励起光を発振する光源とを備える。

発明の効果

[0019] 本発明によれば、光ファイバの端部における損傷を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]レーザ発振器の構成を示す概略図。

[図2]光ファイバの第1端部側を示す断面図。

[図3]光ファイバの第2端部側を示す断面図。

[図4]光ファイバの第1端部側における第1及び第2光ファイバ本体の詳細断面図。

[図5]変形例1に係る光ファイバの第2端部側を示す断面図。

発明を実施するための形態

[0021] 以下、本発明に係る光ファイバ及びこれを用いたレーザ発振器の実施形態について図面を参照しつつ説明する。図1は、レーザ発振器の構成を示す概略図である。

[0022] 図1に示すように、レーザ発振器1は、光源2、第1～第3レンズ3a、3b、3c、第1及び第2ダイクロイックミラー4a、4b、ダンパ5、光ファイバ6、筐体7、並びにチラー装置8を備えている。

[0023] 光源2は、励起光を発振するものであり、例えばランプ又は半導体レーザなどによって構成することができる。光源2にて発振された励起光は、励起光伝送ファイバ2aを介して出力される。

[0024] 第1レンズ3aは、コリメートレンズとして機能するレンズであり、励起

光伝送ファイバ2 aと、後述する筐体7の第1窓部7 aとの間に配置されている。第1レンズ3 aは、光源2からの励起光を発散光の状態から平行光の状態に変換する。

[0025] 第2レンズ3 bは、集光レンズ及びコリメートレンズとして機能するレンズであり、第1ダイクロイックミラー4 aと光ファイバ6の第1端部6 7との間に配置されている。第2レンズ3 bは、第1レンズ3 aによって平行光の状態とされた励起光を集光して光ファイバ6に放射するとともに、光ファイバ6から放射されたレーザ光を平行光の状態に変換する。

[0026] 第3レンズ3 cは、集光レンズ及びコリメートレンズとして機能するレンズであり、第2ダイクロイックミラー4 bと光ファイバ6の第2端部6 8との間に配置されている。第3レンズ3 cは、光ファイバ6からの励起光及びレーザ光を平行光の状態に変換するとともに、第2ダイクロイックミラー4 bからのレーザ光を集光して光ファイバ6に放射する。

[0027] 第1ダイクロイックミラー4 aは、第1レンズ3 aと第2レンズ3 bとの間に配置されている。第1ダイクロイックミラー4 aは、光源2からの励起光を透過するとともに、光ファイバ6からのレーザ光の進行方向を変更するように反射する。

[0028] 第2ダイクロイックミラー4 bは、第3レンズ3 cとダンパ5との間に配置されている。第2ダイクロイックミラー4 bは、光ファイバ6からの励起光を透過するとともに、光ファイバ6からのレーザ光を反射するように構成されている。

[0029] ダンパ5は、第2ダイクロイックミラー4 bの下流側に配置されており、第2ダイクロイックミラー4 bが透過した励起光を吸収する部材である。

[0030] 図2は光ファイバ6の第1端部6 7側の側面断面図であり、図3は光ファイバ6の第2端部6 8側の側面断面図である。図2及び図3に示すように、光ファイバ6は、第1光ファイバ本体6 1、第2光ファイバ本体6 2、第1エンドキャップ6 3、第2エンドキャップ6 4、及び冷却部材6 5を有している。

- [0031] 第1光ファイバ本体61が光ファイバ6のメインとなる部分であって、この第1光ファイバ本体61においてレーザ光が生成される。図4は、光ファイバ6の第1端部67側における第1光ファイバ本体61及び第2光ファイバ本体62の詳細を示す側面断面図である。図4に示すように、第1光ファイバ本体61は、第1コア611と、第1コア611を覆うように形成された第1クラッド612とを有している。
- [0032] 第1コア611は、希土類元素がレーザ媒質としてドーピングされたフッ化物ガラスから形成されており、好ましくはエルビウムがドーピングされたZBLAN ($\text{ZrF}_4\text{-BaF}_2\text{-LaF}_3\text{-AlF}_3\text{-NaF}$) ガラスによって形成されている。第1クラッド612は、フッ化物ガラスから形成されており、好ましくはZBLANガラスによって形成されている。なお、第1クラッド612は、第1コア611よりも屈折率が低く、また、レーザ媒質がドーピングされていない。
- [0033] 第2光ファイバ本体62は、第1端面623が第1光ファイバ本体61の第1端面613に接合されている。第2光ファイバ本体62は、第2コア621と、第2コア621を覆うように形成された第2クラッド622とを有している。第2光ファイバ本体62は、第1光ファイバ本体61と同軸上に延びており、第1光ファイバ本体61の直径とほぼ同じ直径を有している。すなわち、第2クラッド622の外径は、第1クラッド612の外径とほぼ同じである。なお、この第2光ファイバ本体62は、熱融着によって第1光ファイバ本体61に接合されている。
- [0034] 第2光ファイバ本体62の第2コア621は、第1光ファイバ本体61の第1コア611よりも直径が大きい。また、第2光ファイバ本体62は、第1光ファイバ本体61からのレーザ光が第2コア621内において反射しないような長さに設計されている。すなわち、第1コア611から第2コア621に入射したレーザ光は、第2コア621内で反射する前に第2コア621から放射される。また、第2コア622は、レーザ媒質であるエルビウムなどの希土類元素がドーピングされていないため、励起光が入射されても発熱しない。すなわち、第2ファイバ本体62ではレーザ光が生成されない。

[0035] 図2に示すように、第1エンドキャップ63は、第2光ファイバ本体62の第2端面624に接合されている。具体的には、第1エンドキャップ63は、熱融着によって第2光ファイバ本体62に接合されている。第1エンドキャップ63は、励起光及びレーザ光を透過する光透過性であり、且つ潮解性を有さない。また、第1エンドキャップ63は、融点が第2光ファイバ本体62の融点以上とすることが好ましく、第2光ファイバ本体62の第2端面624の冷却のために熱伝導率は第2ファイバ本体62の熱伝導率よりも高いことが好ましい。また、第1エンドキャップ63は、第2光ファイバ本体62との接合を強固にするために、線膨張係数が第2光ファイバ本体62と同程度のものが好ましい。具体的には、第1エンドキャップ63は、フッ化カルシウムなどの結晶とすることができる。第1エンドキャップ63は、他にも石英などの結晶であってもよい。

[0036] 図3に示すように、第2エンドキャップ64は、第1光ファイバ本体61の第2端面614に接合されている。具体的には、第2エンドキャップ64は、熱融着によって第1光ファイバ本体61に接合されている。第2エンドキャップ64は、上述した第1エンドキャップ63と同じ構成であるため、その詳細な説明を省略する。

[0037] 図2及び図3に示すように、冷却部材65は、2つの金属板651a、651bによって構成されている。金属板651a、651bは、例えば銅製である。冷却部材65は、2つの金属板651a、651bによって、第1及び第2光ファイバ本体61、62を挟んだ状態で、第1及び第2光ファイバ本体61、62を保持するように構成されている。なお、冷却部材65は、第1光ファイバ本体61の全体を挟んでいる。すなわち、第1光ファイバ本体61は、長さ方向において各金属板651a、651bから露出していない。

[0038] より詳細には、各金属板651a、651bの対向する面に、第1及び第2光ファイバ本体61、62を保持するための凹部が形成されている。第1及び第2光ファイバ本体61、62は、この各凹部によって画定される収容

部内に收容されており、この收容部内において各金属板 6 5 1 a、6 5 1 b と接触している。このため、第 1 及び第 2 光ファイバ本体 6 1、6 2 において熱が発生すると、その熱は金属板 6 5 1 a、6 5 1 b を介して放熱される。なお、各金属板 6 5 1 a、6 5 1 b は、凹部以外の部分では互いに接触している。下側に配置される金属板 6 5 1 b は、後述する筐体 7 のベース部と接触している。

[0039] 図 1 に示すように、筐体 7 は、直方体状の箱体であって、第 2 及び第 3 レンズ 3 b、3 c、第 1 及び第 2 ダイクロイックミラー 4 a、4 b、ダンパ 5、並びに光ファイバ 6 を收容している。筐体 7 は、光透過性を有する第 1 窓部 7 1 a 及び第 2 窓部 7 1 b を有する。光源 2 からの励起光は、第 1 窓部 7 a を介して筐体 7 内に進入し、光ファイバ 6 へと送られる。また、光ファイバ 6 からのレーザ光は、第 2 窓部 7 b を介して、筐体 7 の外部に出力される。

[0040] また、筐体 7 は、底面にベース部（図示省略）を有する。ベース部は内部に冷媒が流れる流路が形成されている。このベース部上に、上述した金属板 6 5 1 b が設置されているため、金属板 6 5 1 b が冷却される。また、金属板 6 5 1 a は、金属板 6 5 1 b に接触しているために熱伝導によって冷却される。

[0041] 筐体 7 の内部は、窒素によって充填されている。また、筐体 7 内の水分を除去するために、筐体 7 内に乾燥剤が入れられている。

[0042] 筐体 7 には、チラー 8 が配管 8 a を介して接続されている。チラー 8 は、筐体 7 のベース部内を流れる冷媒の温度を調整する。具体的には、筐体 7 のベース部から配管 8 a を介して送られてきた冷媒をチラー 8 が冷却する。チラー 8 において冷却された冷媒は配管 8 a を介して筐体 7 のベース部に戻される。

[0043] 次に、上述したように構成されたレーザ発振器 1 の動作について説明する。

[0044] 光源 2 において発振された励起光は、励起光伝送ファイバ 2 a から出力さ

れ、第1レンズ3 aにおいて平行光の状態となり、第1窓部7 aを介して筐体7内に進入する。筐体7内に進入した励起光は、第1ダイクロイックミラー4 aを透過し、第2レンズ3 bにて集光されて光ファイバ6の第1端部6 7から光ファイバ6に入射する。より詳細には、光ファイバ6の第1エンドキャップ6 3から励起光が入射する。

[0045] 光ファイバ6に入射した励起光は、第1光ファイバ本体6 1の第1コア6 1 1内を伝播する。これによって、第1コア6 1 1にドーピングされたエルビウムが励起してレーザ光を出力する。なお、励起光は、第2光ファイバ本体6 2の第2コア6 2 1内にも伝播するが、第2コア6 2 1内にはエルビウムがドーピングされていないため、第2コア6 2 1ではレーザ光は出力されない。励起光は、第1コア6 1 1内を伝播する間に徐々に強度が低くなる。そして、光ファイバ6の第2端部6 8から放射された励起光は、第3レンズ3 c、第2ダイクロイックミラー4 bを透過し、ダンパ5に吸収される。

[0046] 一方、第1光ファイバ本体6 1の第1コア6 1 1内で生成されたレーザ光は、光ファイバ6の第2端部6 8から放射され、第3レンズ3 cで平行光の状態に変換される。そして、レーザ光は、第2ダイクロイックミラー4 bで反射され、第3レンズ3 cで集光されて、第2端部6 8側から光ファイバ6に入射する。光ファイバ6内に入射したレーザ光は、第1光ファイバ本体6 1の第1コア6 1 1内を伝播し、光ファイバ6の第1端部6 7から放射される。そして、レーザ光は、第2レンズ3 bによって平行光の状態に変換され、第1ダイクロイックミラー4 aに反射されて第2窓部7 bに向かうように進行方向が変更され、第2窓部7 bを介して筐体7の外部へ放射される。

[0047] [特徴]

本実施形態に係る光ファイバ6は、次の特徴を有する。

[0048] (1) まず、第1光ファイバ本体6 1の第1端面6 1 3は、第2光ファイバ本体6 2が接合されており大気に露出していないため、出力光を吸収した大気中の水分による第1端面6 1 3の潮解を防ぐことができる。また、第2光ファイバ本体の第2端面は、エンドキャップが接合されており大気に露出

していないため、同様に潮解を防ぐことができる。

[0049] さらには、第1光ファイバ本体61の第1端面613に第2光ファイバ本体62が接合されているため、第1光ファイバ本体61を金属板651a、651bで挟む場合に、第1光ファイバ本体61の第1端部が金属板651a、651bから露出することを防止することができる。この結果、第1光ファイバ本体61の第1端部も十分に冷却することができる。ひいては第1コア611が発熱によって損傷してしまうことを防止することができる。なお、第2光ファイバ本体62は金属板651a、651bから露出する可能性があるが、第2コア621はレーザ媒質がドープされていないため、第2コア621は励起光の吸収による発熱が防止される。この結果、第2光ファイバ本体62が金属板651a、651bから露出している場合であっても、第2コア621の損傷を防止することができる。

[0050] (2) 第2コア622は、直径が第1コア621の直径よりも大きく、第1コア621からの出力光が第2コア622内において反射されないような長さに設計されている。このため、第1コア621で生成されたレーザ光のモードを変更することなく、レーザ光を出力することができる。

[0051] (3) 第1光ファイバ本体61の第2端面614には、第2エンドキャップ64が接合されているため、第1光ファイバ本体61の第2端面614の損傷も防ぐことができる。

[0052] [変形例]

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明はこれらに限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない限りにおいて種々の変更が可能である。

[0053] 変形例1

上記実施形態では、第1光ファイバ本体61の第2端面614には第2エンドキャップ64が接合されているが、特にこれに限定されない。例えば、図5に示すように、第1光ファイバ本体61と第2エンドキャップ64との間に第3光ファイバ本体66が介在していてもよい。具体的には、第3光フ

ファイバ本体 6 6 は、第 1 端面 6 6 3 が第 1 光ファイバ本体 6 1 の第 2 端面 6 1 4 に接合しており、第 2 端面 6 6 4 が第 2 エンドキャップ 6 4 に接合している。この第 3 光ファイバ本体 6 6 は、第 2 光ファイバ本体 6 2 と同じ構成とすることができる。

[0054] 変形例 2

上記実施形態では第 2 光ファイバ本体 6 2 の第 2 コア 6 2 1 にはレーザ媒質は含まれていないが、特にこれに限定されない。例えば、第 2 光ファイバ本体 6 2 の第 2 コア 6 2 1 は、第 1 光ファイバ本体 6 1 の第 1 コア 6 1 1 よりも低い質量含有率でレーザ媒質を含んでいてもよい。なお、第 2 コア 6 2 1 に含まれるレーザ媒質の質量含有率は、励起光の強度、及びレーザ媒質の種類などによっても変わってくるが、第 2 コア 6 2 1 が発熱によって損傷しない程度であることが好ましい。

[0055] 変形例 3

上記実施形態では、第 1 光ファイバ本体 6 1 は、第 1 コア 6 1 1 と、第 1 コア 6 1 1 を覆うように形成された第 1 クラッド 6 1 2 とを有している構成としたが、特にこれに限定されない。例えば、第 1 光ファイバ本体 6 1 は、いわゆるダブルクラッドファイバとすることができる。具体的には、第 1 クラッド 6 1 2 を、内部クラッドと内部クラッドを覆う外部クラッドとによって構成としてもよい。

符号の説明

- [0056]
- | | |
|-------|-------------|
| 1 | レーザ発振器 |
| 2 | 光源 |
| 6 | 光ファイバ |
| 6 1 | 第 1 光ファイバ本体 |
| 6 1 1 | 第 1 コア |
| 6 1 2 | 第 1 クラッド |
| 6 1 3 | 第 1 端面 |
| 6 1 4 | 第 2 端面 |

- 6 2 第2光ファイバ本体
- 6 2 1 第2コア
- 6 2 2 第2クラッド
- 6 2 3 第1端面
- 6 2 4 第2端面
- 6 3 第1エンドキャップ
- 6 4 第2エンドキャップ
- 6 5 冷却部材

請求の範囲

- [請求項1] 励起光を利用してレーザ光を生成または増幅するための光ファイバであって、
- 第1コア及び第1クラッドを有する第1光ファイバ本体と、
- 第2コア及び第2クラッドを有し、第1端面が前記第1光ファイバ本体の第1端面に接合された第2光ファイバ本体と、
- 前記第2光ファイバ本体の第2端面に接合された光透過性の第1エンドキャップと、
- を備え、
- 前記第1コアは、レーザ媒質がドープされ、
- 前記第2コアにおける前記レーザ媒質の質量含有率は、前記第1コアにおける前記レーザ媒質の質量含有率よりも低い、
- 光ファイバ。
- [請求項2] 前記第1コアは、レーザ媒質がドープされ、
- 前記第2コアは、前記レーザ媒質がドープされていない、
- 請求項1に記載の光ファイバ。
- [請求項3] 前記第1及び第2光ファイバ本体は、フッ化物ガラスにより形成され、
- 前記レーザ媒質は、希土類元素である、請求項1又は2に記載の光ファイバ。
- [請求項4] 前記第1及び第2光ファイバ本体は、ZBLANガラスにより形成されている、請求項3に記載の光ファイバ。
- [請求項5] 前記レーザ媒質は、エルビウムである、請求項3又は4に記載の光ファイバ。
- [請求項6] 前記第1エンドキャップは、フッ化カルシウムによって形成される、請求項1から5のいずれかに記載の光ファイバ。
- [請求項7] 前記第2コアは、直径が前記第1コアの直径よりも大きく、前記第1コアからの出力光が前記第2コア内において反射しないような長さ

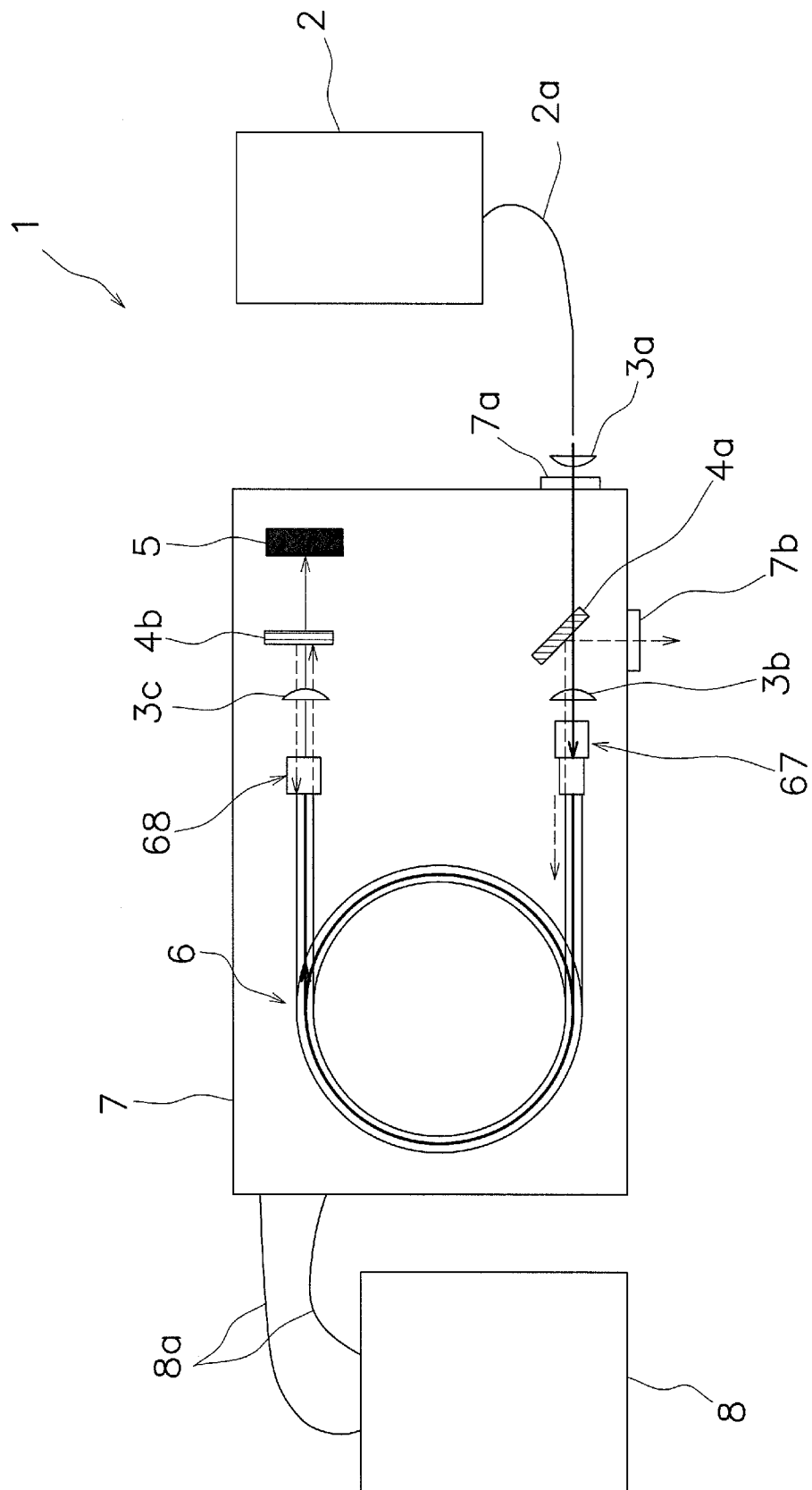
に設計される、請求項 1 から 6 のいずれかに記載の光ファイバ。

[請求項8] 前記第 1 光ファイバ本体の第 2 端面に接合された光透過性の第 2 エンドキャップをさらに備える、請求項 1 から 7 のいずれかに記載の光ファイバ。

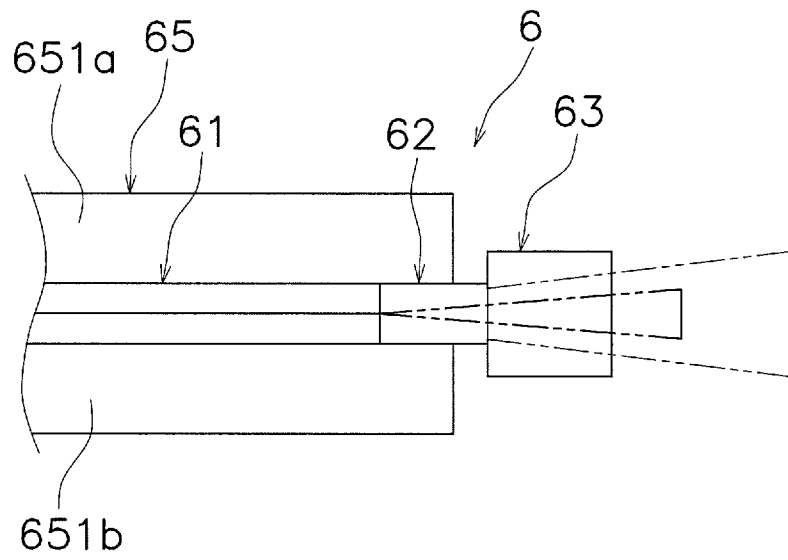
[請求項9] 前記第 1 光ファイバ本体及び前記第 2 光ファイバ本体を冷却するための冷却部材をさらに備える、請求項 1 から 8 のいずれかに記載の光ファイバ。

[請求項10] 請求項 1 から 9 のいずれかに記載の光ファイバと、
前記光ファイバを収容する筐体と、
前記励起光を発振する光源と、
を備える、レーザ発振器。

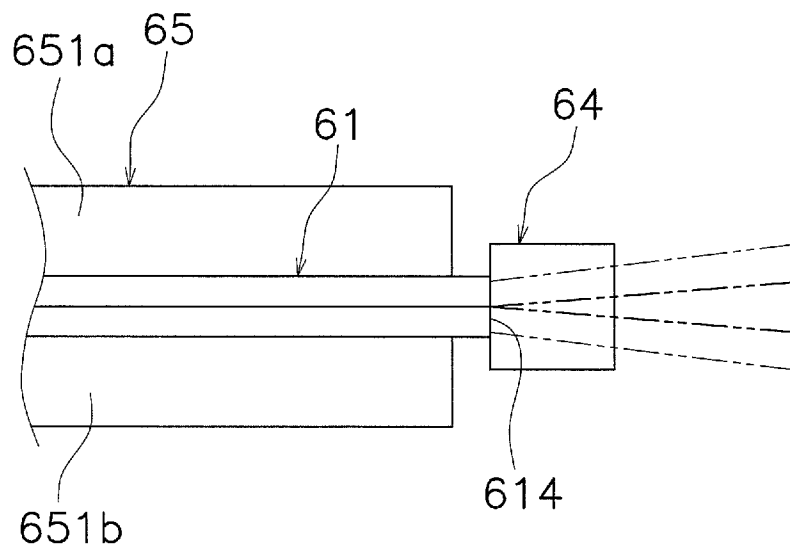
[図1]



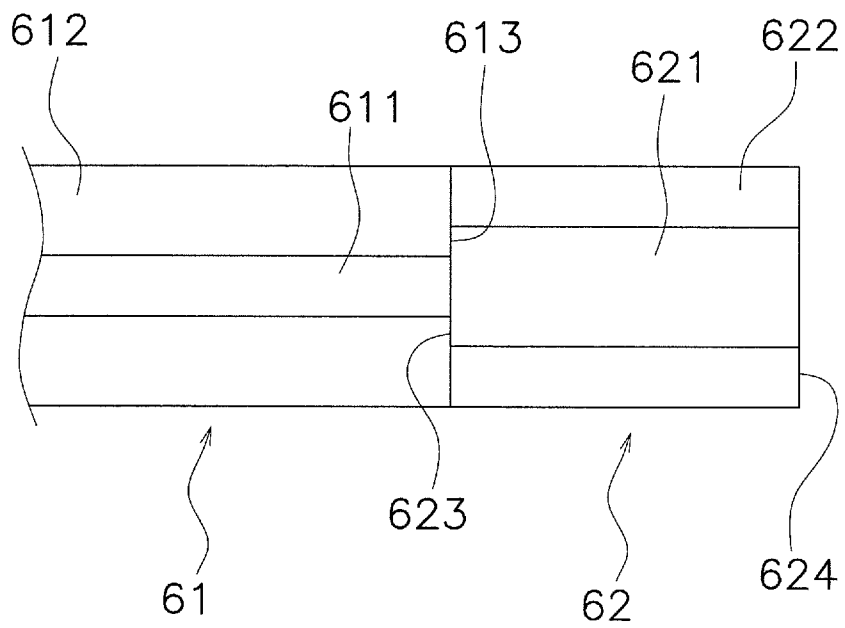
[図2]



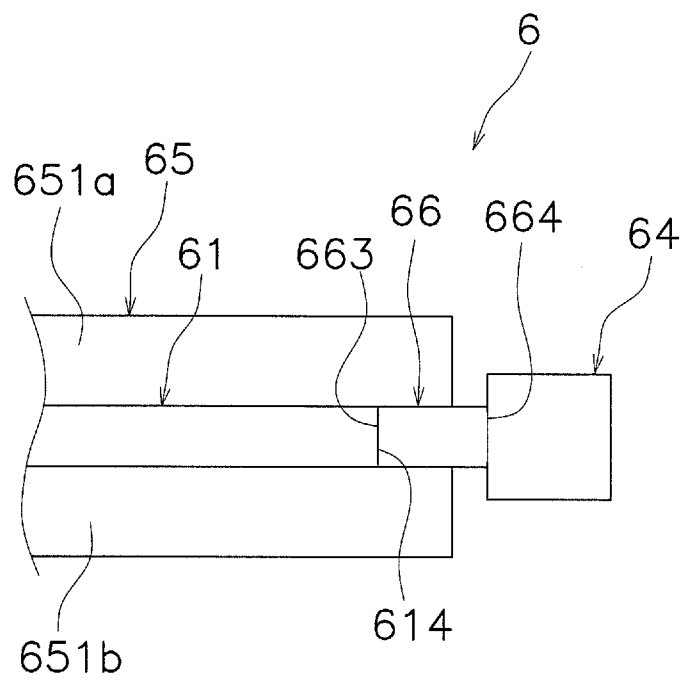
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/057806

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01S3/07(2006.01)i, G02B6/00(2006.01)i, G02B6/02(2006.01)i, H01S3/067(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)

H01S3/07, G02B6/00, G02B6/02, H01S3/067, G02B6/24, G02B6/26

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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

JSTPlus/JST7580(JDreamIII), Science Direct, IEEE Xplore, Thomson Innovation

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-273842 A (Miyachi Technos Corp.), 18 October 2007 (18.10.2007), entire text; all drawings & US 2007/0230517 A1 & EP 1840608 A1 & CN 101047297 A & KR 2007-0098733 A	1-10
A	JP 2001-274489 A (Toshiba Corp.), 05 October 2001 (05.10.2001), entire text; all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 2005-303166 A (Fujikura Ltd.), 27 October 2005 (27.10.2005), entire text; all drawings & US 2005/0244101 A1 & EP 1587184 A1 & CN 1690743 A	1-10

☒ 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
09 May, 2014 (09.05.14)

Date of mailing of the international search report
27 May, 2014 (27.05.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/057806

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 62-266504 A (Bridgestone Corp.), 19 November 1987 (19.11.1987), entire text; all drawings (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01S3/07(2006.01)i, G02B6/00(2006.01)i, G02B6/02(2006.01)i, H01S3/067(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（I P C））

Int.Cl. H01S3/07, G02B6/00, G02B6/02, H01S3/067, G02B6/24, G02B6/26

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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）

JSTPlus/JST7580(JDreamIII), Science Direct, IEEE Xplore, Thomson Innovation

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 2007-273842 A（ミヤチテクノス株式会社）2007. 10. 18, （全文全図） & US 2007/0230517 A1 & EP 1840608 A1 & CN 101047297 A & KR 2007-0098733 A	1-10
A	JP 2001-274489 A（株式会社東芝）2001. 10. 05, （全文全図） （ファミリーなし）	1-10

☒ 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

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

0 9 . 0 5 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 7 . 0 5 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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）

林 祥恵

2 X

4 0 8 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 4

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 請求項の番号
A	JP 2005-303166 A (株式会社フジクラ) 2005. 10. 27, (全文全図) & US 2005/0244101 A1 & EP 1587184 A1 & CN 1690743 A	1-10
A	JP 62-266504 A (株式会社ブリジストン) 1987. 11. 19, (全文全図) (ファミリーなし)	1-10