

(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
2015年9月11日(11.09.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/132935 A1

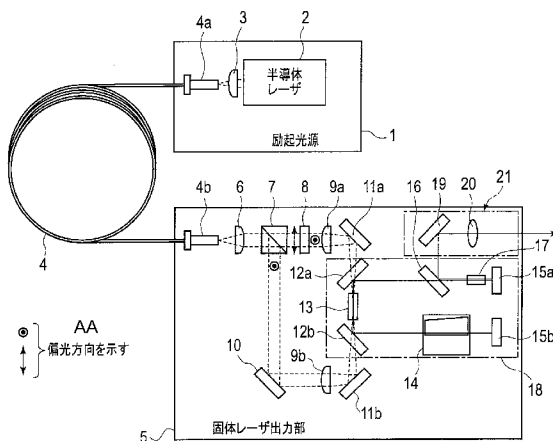
- (51) 国際特許分類:
H01S 3/0941 (2006.01) H01S 3/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/055810
- (22) 国際出願日: 2014年3月6日(06.03.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 株式会社島津製作所 (SHIMADZU CORPORATION) [JP/JP]; 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 石垣 直也 (ISHIGAKI, Naoya); 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所内 Kyoto (JP). 東條 公資 (TOJO, Koji); 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所内 Kyoto (JP). 齊川 次郎 (SAIKAWA, Jiro); 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所内 Kyoto (JP). 宇野 進吾 (UNO, Shingo); 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所内 Kyoto (JP). 廣木 知之 (HIROKI, Tomoyuki); 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所内 Kyoto (JP).

- (74) 代理人: 三好 秀和, 外 (MIYOSHI, Hidekazu et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目2番8号 虎ノ門琴平タワー 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, 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, JP, 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), ユーロシヤ (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).

[続葉有]

(54) Title: SOLID-STATE LASER DEVICE

(54) 発明の名称: 固体レーザー装置



- 1 Excitation light source
2 Semiconductor laser
5 Solid-state laser output unit
AA Indicate polarization directions

(57) Abstract: A solid-state laser crystal (13) is excited by an excitation light and generates a solid-state laser oscillation light. A polarization separation element (7) separates the excitation light from a semiconductor laser into two orthogonal linearly polarized light components. A first transmission path portion causes a first excitation component among the two excitation lights separated by the polarization separation element to enter a first end surface of the solid-state laser crystal. A second transmission path portion causes a second excitation component among the two excitation lights to enter a second end surface facing away from the first end surface of the solid-state laser crystal. A $\lambda/2$ wave plate (8) is disposed on the optical axis of one among the first transmission path portion and the second transmission path portion, and rotates by 90° the excitation component polarization direction. A laser resonator (18) excites the solid-state laser crystal with the first excitation component that has entered the first end surface and the second excitation component that has entered the second end surface to generate a solid-state laser oscillation light.

(57) 要約: 固体レーザー結晶13は励起光により励起され固体レーザー発振光を生成する。偏光分離素子7は半導体レーザーからの励起光を直交する2つの直線偏光成分に分離する。第1伝送経路部は偏光分離素子で分離された2つの励起光

の内の第1励起成分を固体レーザー結晶の第1端面に入射させる。第2伝送経路部は2つの励起光の内の第2励起成分を固体レーザー結晶の第1端面と対向する第2端面に入射させる。 $\lambda/2$ 波長板8は第1伝送経路部及び第2伝送経路部の方の光軸上に配置され、励起成分の偏光方向を 90° 回転させる。レーザー共振器18は第1端面に入射された第1励起成分と第2端面に入射された第2励起成分とにより固体レーザー結晶を励起し固体レーザー発振光を生成させる。

WO 2015/132935 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 固体レーザー装置

技術分野

[0001] 本発明は、固体レーザー装置に関し、特に安定したレーザー発振を得ることができる固体レーザー装置に関する。

背景技術

[0002] 固体レーザー装置としては、特許文献1に記載されたレーザー加工装置が知られている。このレーザー加工装置は、励起光源、固体レーザー結晶、ビームスプリッタを備える。固体レーザー結晶は、励起光源からの励起光の入射面を構成する第1端面と、励起光の入射面及び励起光の取り出し面を構成する第2端面を備える。

[0003] ビームスプリッタは、励起光源からの励起光を、第1分岐経路及び第2分岐経路に分岐し、分岐された2つの励起光のうち、一方の励起光を固体レーザー結晶の第1端面に入射し、他方の励起光を第2端面に入射する。これにより、レーザー装置の高出力化に伴う励起光の高出力化により生ずる熱レンズの発生を抑制することができる。

[0004] しかし、固体レーザー装置の高出力化に伴って、半導体レーザーも高出力となり、半導体レーザーの発熱を処理するための冷却機構が必要となる。このため、固体レーザー装置が大型化する。

[0005] 特許文献2のレーザー装置は、半導体レーザーを含む励起光源と、固体レーザー光を発生させるレーザー出力部とを分離し、励起光源からの励起光を光ファイバによりレーザー出力部に伝送する。これにより、レーザー出力部を小型化することができる。

[0006] 光ファイバを通すことにより、励起光は、無偏光化されるが、光ファイバの物理的条件、例えば固定状態などの条件次第では、半導体レーザーの直線偏光成分が完全に消えないことがある。また、光ファイバの物理的条件により偏光特性が変動してしまうことがある。このような状態では、固体レーザー結

晶を励起しても、安定した固体レーザ発振を得ることができなかった。

[0007] この課題に対し、特許文献2のレーザ装置は、偏光解消素子(Depolarization device)を用いて励起光が固体レーザ結晶へ入射される前に励起光を確実に無偏光化している。

[0008] 固体レーザ結晶として使用されるNd:YVO₄やNd:YLFなどの結晶は異方性結晶であり、結晶のc軸に平行な方向とc軸に垂直な方向とで異なる吸収係数を有している。特許文献3には、励起光の偏光方向を吸収係数の大きい方向と一致させる方が励起効率が高くなることが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：特開2008-227378号公報

特許文献2：US5812583号公報

特許文献3：特開平4-137775号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] 特許文献1のレーザ装置においては、励起光の偏光特性を制御していないため、励起光源とレーザ出力部を分離して励起光を光ファイバを用いて伝送する構成では、偏光特性の変動により安定したレーザ発振を得ることができなかった。

[0011] 特許文献2のレーザ装置においては、無偏光の励起光による励起は、高出力化において、励起効率が悪くなっていた。

[0012] 本発明は、安定したレーザ発振を得ることができ、励起効率を良くすることができる固体レーザ装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0013] 上記の課題を解決するために、本発明に係る固体レーザ装置は、励起光を出射する半導体レーザを含む励起光源部と、固体レーザ出力部と、前記励起光源部と前記固体レーザ出力部とを接続する光ファイバとを備える。前記固

体レーザ出力部は、前記励起光により励起され固体レーザ発振光を生成する固体レーザ結晶と、前記半導体レーザからの励起光を直交する2つの直線偏光成分に分離する偏光分離素子と、前記偏光分離素子で分離された2つの励起光の内の第1励起成分を前記固体レーザ結晶の第1端面に入射させる第1伝送経路部と、前記2つの励起光の内の第2励起成分を前記固体レーザ結晶の第1端面と対向する第2端面に入射させる第2伝送経路部と、前記第1伝送経路部及び第2伝送経路部の一方の光軸上に配置され、励起成分の偏光方向を 90° 回転させる $\lambda/2$ 波長板（ λ は波長）と、前記固体レーザ結晶を含み、前記固体レーザ結晶の第1端面に入射された第1励起成分と前記固体レーザ結晶の第2端面に入射された第2励起成分とにより前記固体レーザ結晶を励起して固体レーザ発振光を生成させるレーザ共振器とを備える。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、光ファイバから出射された励起光は、偏光分離素子により直交する2つの直線偏光成分に分離される。その後、分離された一方の励起光の偏光方向は、 $\lambda/2$ 波長板を通して 90° 回転される。このため、分離された一方の励起光の偏光方向は、分離された他方の励起光の偏光方向と一致された後、固体レーザ結晶の両端面にそれぞれの励起光が入射され、固体レーザ発振が得られる。

[0015] 従って、光ファイバの物理的条件が変化し、光ファイバから出射した後の励起光の偏光特性が変動しても、固体レーザ結晶へ入射する際の励起光の偏光特性は、一定に保持される。このため、安定した固体レーザ発振を得ることができる。また、固体レーザ結晶の両端面にそれぞれの励起光が入射されて、固体レーザ発振を得ることで、片側端面から励起する構成と比較して熱レンズの影響も低減することができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]図1は本発明の実施形態に係る固体レーザ装置の構成を示す図である。
[図2]図2は本発明の実施形態に係る固体レーザ装置における励起光波長に対するNd:YVO₄の吸収係数を示す図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、本発明の実施形態に係る固体レーザ装置が、図面を参照しながら詳細に説明される。

[0018] (第1の実施形態)

本発明の実施形態に係る固体レーザ装置は、図1に示すように、励起光を出射するレーザダイオードからなる半導体レーザ2を含む励起光源1（励起光源部）、固体レーザ出力部5と、励起光源1と固体レーザ出力部5とを接続する光ファイバ4とを備えている。励起光源1は、さらに、半導体レーザ2からの励起光を光ファイバ4の光入力部4aに導くレンズ3を有する。

[0019] 光ファイバ4は、光入力部4a、光出力部4bを有し、光入力部4aから入射された半導体レーザ2からの励起光を伝送して光出力部4bから固体レーザ出力部5に出射する。

[0020] 固体レーザ出力部5は、レンズ6、偏光分離素子7、 $\lambda/2$ 波長板（ λ は波長）8と、レンズ9a、9b、ミラー10、11a、11b、ダイクロイックミラー12a、12b、16、固体レーザ結晶13、音響光学素子14、共振器ミラー15a、15b、波長変換素子17、ミラー19、レンズ20を備える。

[0021] 固体レーザ結晶13は、半導体レーザ2からの励起光により励起され固体レーザ発振光を生成する。偏光分離素子7は、レンズ6を介する光ファイバ4からの励起光を直交する2つの直線偏光成分に分離する。

[0022] レンズ9a、ミラー11a、及びダイクロイックミラー12aから構成される第1伝送経路部は、偏光分離素子7で分離された2つの励起光の内の第1励起成分を固体レーザ結晶13の第1端面に入射させる。

[0023] ミラー10、レンズ9b、ミラー11b、及びダイクロイックミラー12bから構成される第2伝送経路部は、2つの励起光の内の第2励起成分を固体レーザ結晶13の第1端面と対向する第2端面に入射させる。

[0024] $\lambda/2$ 波長板（ λ は波長）8は、第1伝送経路部の光軸上で且つ偏光分離素子7とレンズ9aとの間に配置され、偏光分離素子7からの励起成分の偏

光方向を 90° 回転させる。

- [0025] レーザ共振器 18 は、固体レーザ結晶 13 を含み、固体レーザ結晶 13 の第 1 端面に端面に入射された第 1 の励起成分と固体レーザ結晶 13 の第 2 端面に端面に入射された第 2 の励起成分とにより固体レーザ結晶 13 を励起して固体レーザ発振光を生成させる。
- [0026] レーザ共振器 18 は、ダイクロイックミラー 12 a（第 1 ダイクロイックミラー）、ダイクロイックミラー 12 b（第 2 ダイクロイックミラー）、共振器ミラー 15 a（第 1 共振器ミラー）、共振器ミラー 15 b（第 2 共振器ミラー）、音響光学素子 14、波長変換素子 16 を備えている。
- [0027] ダイクロイックミラー 12 a は、第 1 伝送経路部上で且つミラー 11 a と固体レーザ結晶 13 との間に固体レーザ結晶 13 の第 1 端面に対して 45° の角度で配置され、励起光を透過し固体レーザ発振光を共振器ミラー 15 a の方向に反射する。
- [0028] ダイクロイックミラー 12 b は、第 2 伝送経路部上で且つミラー 11 b と固体レーザ結晶 13 との間に固体レーザ結晶 13 の第 2 端面に対して 45° の角度で配置され、励起光を透過し固体レーザ発振光を共振器ミラー 15 b の方向に反射する。
- [0029] 共振器ミラー 15 a は、ダイクロイックミラー 12 a で反射された固体レーザ発振光と直交して配置され、ダイクロイックミラー 12 a で反射された固体レーザ発振光を反射する。
- [0030] 共振器ミラー 15 b は、ダイクロイックミラー 12 b で反射された固体レーザ発振光と直交して配置され、ダイクロイックミラー 12 b で反射された固体レーザ発振光を反射する。
- [0031] 固体レーザ結晶 13 は、異方性結晶からなり、異方性結晶の吸収係数が大きい軸方向と励起光の偏光方向とが一致するように配置されている。
- [0032] また、ダイクロイックミラー 12 b と共振器ミラー 15 b との間には、固体レーザ発振光をジャイアントパルス化するための音響光学素子 14 が配置されている。ダイクロイックミラー 16 と共振器ミラー 15 a との間には、

固体レーザ発振光を波長変換するための波長変換素子 17 が配置されている。

[0033] ダイクロイックミラー 16 は、ダイクロイックミラー 12 a と波長変換素子 17 との間に配置され、波長変換素子 17 で変換された高調波をレーザ共振器 18 の外に取り出す。

[0034] ダイクロイックミラー 19、レンズ 20 は、出射器 21 を構成する。ダイクロイックミラー 19 は、ダイクロイックミラー 16 からの波長変換素子 17 で変換された高調波をレンズ 20 を介して出射方向やビーム径を調整して、固体レーザ装置の外部に出射する。

[0035] このように実施形態に係る固体レーザ装置によれば、半導体レーザ 2 から励起光がレンズ 3 を介して光ファイバ 4 に入射される。そして、光ファイバ 4 から出射された励起光は、レンズ 6 を介して偏光分離素子 7 により直交する 2 つの直線偏光成分に分離される。

[0036] その後、分離された一方の励起光の偏光方向は、 $\lambda/2$ 波長板 8 を通して 90° 回転され、レンズ 9 a、ミラー 11 a、ダイクロイックミラー 12 a を介して固体レーザ結晶 13 の第 1 端面に入射される。

[0037] 一方、偏光分離素子 7 により分離された他方の励起光は、ミラー 10、レンズ 9 b、ミラー 11 b、ダイクロイックミラー 12 b を介して固体レーザ結晶 13 の第 1 端面と対向する第 2 端面に入射される。

[0038] 即ち、分離された一方の励起光の偏光方向は、分離された他方の励起光の偏光方向と一致された後、固体レーザ結晶 13 の両端面にそれぞれの励起光が入射される。そして、固体レーザ結晶 13 に入射された励起光がレーザ共振器 18 により増幅されて、固体レーザ発振が得られる。

[0039] ここで、光ファイバ 4 の物理的条件が変化し、光ファイバ 4 から出射した後の励起光の偏光特性が変動した場合に、偏光分離素子 7 により直交する 2 つの直線偏光成分に分離される割合が変動する。

[0040] 例えば、偏光分離素子 7 が直交する 2 つの直線偏光成分を 50% と 50% との割合で分離していても、励起光の偏光特性が変動した場合には、偏光分

離素子 7 が直交する 2 つの直線偏光成分を 55% と 45% との割合で分離するように変動してしまう。

[0041] しかし、実施形態に係る固体レーザ装置では、直交する 2 つの直線偏光成分の割合が変動しても、一方の励起光と他方の励起光は、同一方向の直線偏光の光として固体レーザ結晶 13 の両端面に入射されるので、固体レーザ結晶 13 に入射される励起光の吸収量は一定に保持される。このため、安定した固体レーザ発振を得ることができる。

[0042] また、固体レーザ結晶 13 の両端面にそれぞれの励起光が入射されて、固体レーザ発振を得ることで、片側端面から励起する構成と比較して熱レンズの影響も低減することができる。

[0043] 図 2 は本発明の実施形態に係る固体レーザ装置における励起光波長に対する Nd : YVO₄ の吸収係数を示す図である。図 2 において、c 軸に平行な方向の吸収係数は、実線で示し、c 軸に垂直な方向の吸収係数は、点線で示した。

[0044] GaAs 系半導体レーザの発振波長に相当する 809 nm 付近の波長において、c 軸に平行な方向の吸収係数は、c 軸に垂直な方向の吸収係数に比較して 2 倍以上大きい。このため、光ファイバ 4 内で無偏光化された励起光を再度、偏光分離素子 7 により直線偏光に変換し、励起光の偏光方向（図 1 の矢印 ↑ で示す縦方向）を Nd : YVO₄ の c 軸（縦方向）と平行な方向と一致させる。

[0045] これにより、より高効率な固体レーザ発振が得られる。このため、励起光源 1 の低出力化や発熱量減少による冷却機構の簡略化を実現できる。また、固体レーザ装置を小型化できる。

[0046] なお、本発明は上述した実施形態に係る固体レーザ装置に限定されるものではない。実施形態に係る固体レーザ装置では、偏光分離素子 7 とレンズ 9a との間に $\lambda/2$ 波長板 8 を設けた。例えば、偏光分離素子 7 とレンズ 9a との間に $\lambda/2$ 波長板 8 を設ける代わりに、偏光分離素子 7 とミラー 10 との間に $\lambda/2$ 波長板 8 を設けるようにしても良い。

[0047] この場合には、偏光分離素子 7 により直線偏光に変換し、励起光の偏光方向（矢印→で示す横方向）を Nd : YVO₄ の c 軸（横方向）と平行な方向と一致させることで、より高効率な固体レーザー発振が得られる。

産業上の利用可能性

[0048] 安定したレーザー発振を得ることができ、励起効率を良くすることができる固体レーザー装置を提供できる。

請求の範囲

- [請求項1] 励起光を出射する半導体レーザを含む励起光源部と、固体レーザ出力部と、
- 前記励起光源部と前記固体レーザ出力部とを接続する光ファイバとを備え、
- 前記固体レーザ出力部は、
- 前記励起光により励起され固体レーザ発振光を生成する固体レーザ結晶と、
- 前記半導体レーザからの励起光を直交する2つの直線偏光成分に分離する偏光分離素子と、
- 前記偏光分離素子で分離された2つの励起光の内の第1励起成分を前記固体レーザ結晶の第1端面に入射させる第1伝送経路部と、
- 前記2つの励起光の内の第2励起成分を前記固体レーザ結晶の第1端面と対向する第2端面に入射させる第2伝送経路部と、
- 前記第1伝送経路部及び第2伝送経路部の一方の光軸上に配置され、励起成分の偏光方向を90°回転させる $\lambda/2$ 波長板（ λ は波長）と、
- 前記固体レーザ結晶を含み、前記固体レーザ結晶の第1端面に入射された第1励起成分と前記固体レーザ結晶の第2端面に入射された第2励起成分とにより前記固体レーザ結晶を励起し前記固体レーザ発振光を生成させるレーザ共振器と、
- を備える固体レーザ装置。
- [請求項2] 前記固体レーザ結晶は、異方性結晶からなり、前記異方性結晶の吸収係数が大きい軸方向と前記励起光の偏光方向とが一致するように配置されている請求項1記載の固体レーザ装置。
- [請求項3] 前記レーザ共振器は、
- 前記第1伝送経路部上に配置され、励起光を透過し前記固体レーザ発振光を反射する第1ダイクロイックミラーと、

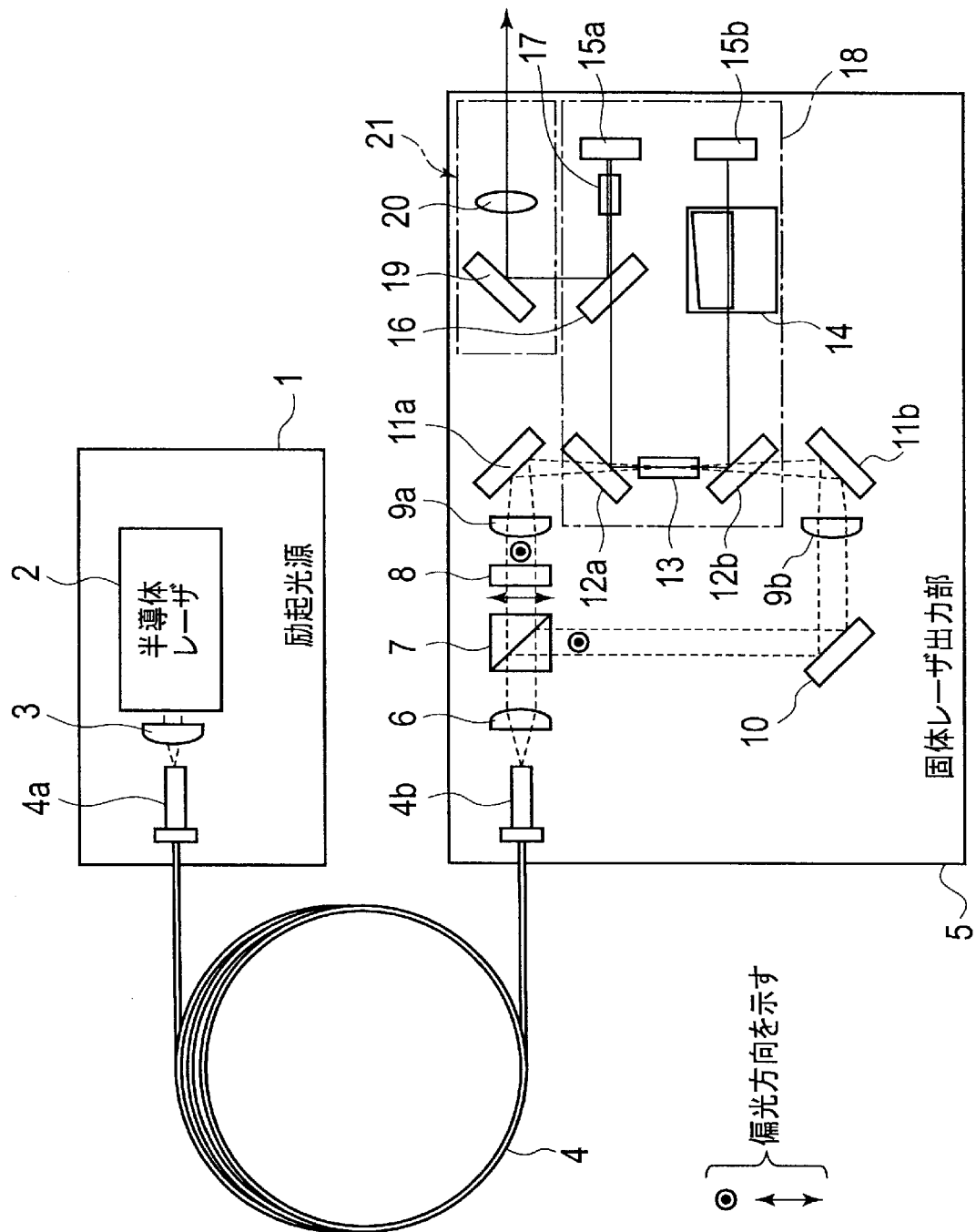
前記第 2 伝送経路部上に配置され、励起光を透過し前記固体レーザ発振光を反射する第 2 ダイクロイックミラーと、

前記第 1 ダイクロイックミラーで反射された前記固体レーザ発振光を反射する第 1 共振器ミラーと、

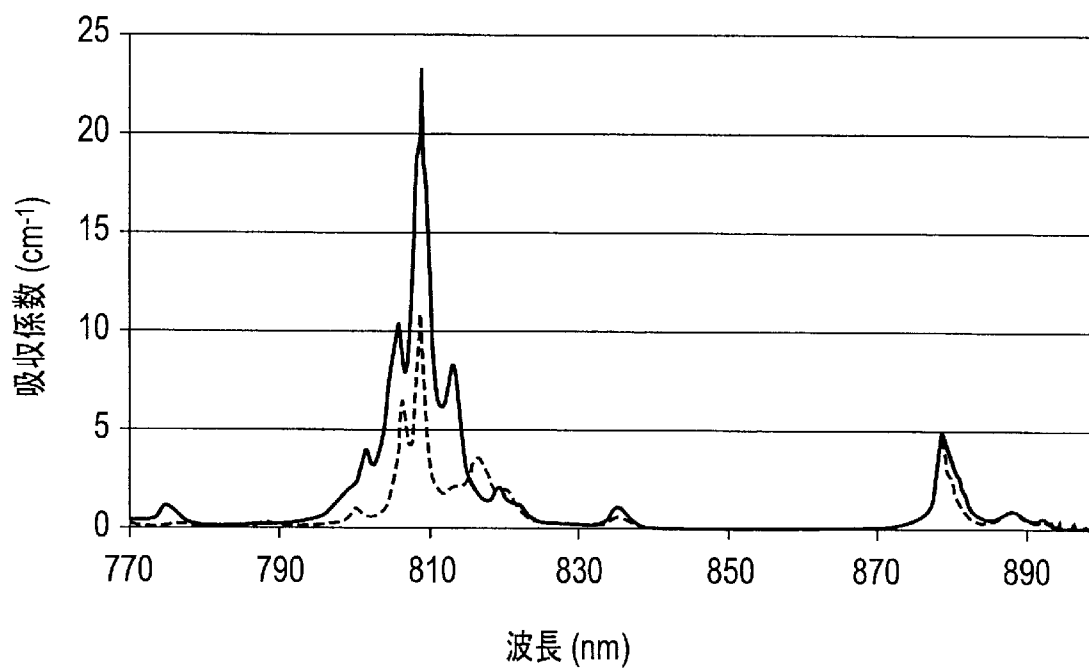
前記第 2 ダイクロイックミラーで反射された前記固体レーザ発振光を反射する第 2 共振器ミラーと、

を備える請求項 1 又は請求項 2 記載の固体レーザ装置。

[図1]



[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/055810

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01S3/0941(2006.01) i, H01S3/08(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)

H01S3/0941, H01S3/08, G02F1/35-1/39

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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2007/0053403 A1 (M.A.Cox), 08 March 2007 (08.03.2007), paragraphs [0009], [0013], [0049] to [0062], [0067] to [0071]; fig. 1, 2 & GB 2429833 A	1-3
A	Y.Ma, et al., "Performance improvement in a directly 879 nm dual-end-p-polarized-pumped CW and pulsed GdVO ₄ /Nd:GdVO ₄ laser", Applied Optics, 2012.02.10, Vol.51, No.5, p.600-603	1-3

☐ 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
28 March, 2014 (28.03.14)

Date of mailing of the international search report
08 April, 2014 (08.04.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01S3/0941 (2006.01)i, H01S3/08 (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. H01S3/0941, H01S3/08, G02F1/35-1/39

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	1971-2014年
日本国実用新案登録公報	1996-2014年
日本国登録実用新案公報	1994-2014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)

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
X	US 2007/0053403 A1 (M.A.Cox) 2007.03.08, 段落[0009], [0013], [0049]-[0062], [0067]-[0071], Fig.1, 2 & GB 2429833 A	1-3
A	Y.Ma, et al., "Performance improvement in a directly 879 nm dual-end- π -polarized-pumped CW and pulsed GdVO ₄ /Nd:GdVO ₄ laser", Applied Optics, 2012.02.10, Vol.51, No.5, p.600-603	1-3

☐ 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

28.03.2014

国際調査報告の発送日

08.04.2014

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）

林 祥恵

2 X

4 0 8 5

電話番号 03-3581-1101 内線 3294