

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2006年12月7日 (07.12.2006)

PCT

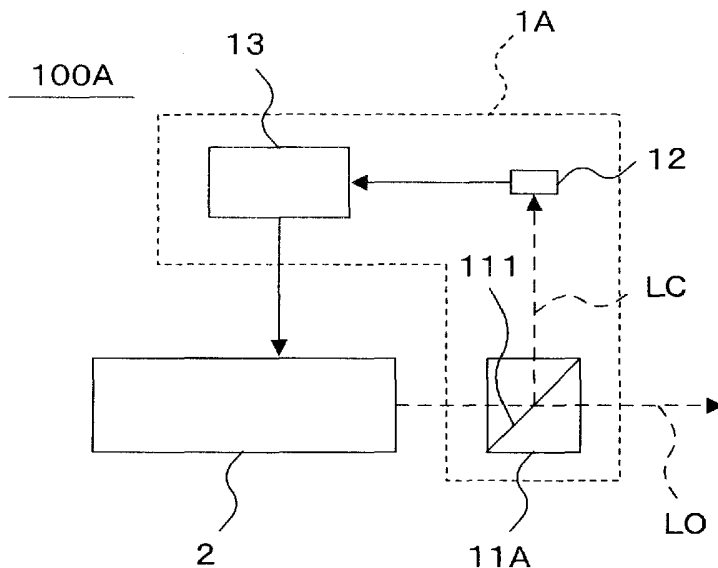
(10) 国際公開番号  
WO 2006/129757 A1

- (51) 国際特許分類: H01S 3/131 (2006.01) 区紅梅町2番1号 エステーシー株式会社内 Osaka (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2006/310994 (74) 代理人: 大中 実, 外(OHNAKA, Minoru et al.); 〒5420081 大阪府大阪市中央区南船場2丁目3番6号 大阪北辰ビル4階 Osaka (JP).
- (22) 国際出願日: 2006年6月1日 (01.06.2006)
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (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, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (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,
- (30) 優先権データ:  
特願2005-190577 2005年6月2日 (02.06.2005) JP  
特願2006-041588 2006年1月23日 (23.01.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): エステーシー株式会社 (STC INC.) [JP/JP]; 〒5300038 大阪府大阪市北区紅梅町2番1号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 奥田 啓二 (OKUDA, Keiji) [JP/JP]; 〒5300038 大阪府大阪市北

[続葉有]

(54) Title: SEMICONDUCTOR LASER EXCITATION SOLID LASER CONTROL DEVICE, SEMICONDUCTOR LASER EXCITATION SOLID LASER DEVICE HAVING THE SAME, AND AN IMAGE FORMATION DEVICE HAVING THE SAME

(54) 発明の名称: 半導体レーザ励起固体レーザ制御装置、及びこれを備えた半導体レーザ励起固体レーザ装置、並びにこれを備えた画像形成装置



(57) Abstract: A semiconductor laser excitation solid laser control device (1A) stabilizes a light quantity of an output light (LO) of a semiconductor laser excitation solid laser (2). The device (1A) includes: a beam splitter (11A) for branching the laser light emitted from the semiconductor excitation solid laser (2) into an output light (LO) and a control light (LC); a light reception element (12) for detecting the light quantity of the control light (LC) branched by the beam splitter (11A); and control means (13) for controlling the light quantity of the laser light emitted from the semiconductor laser excitation solid laser (2) so that the light quantity detected by the light reception element (12) is constant. The beam splitter (11A) has a transmittance and a reflectivity not depending on the polarization characteristic of the laser light.

(57) 要約: 本発明に係る半導体レーザ励起固体レーザ制御装置1Aは、半導体レーザ励起固体レーザ2の出力光LOの光量を安定化させるための制御装置であって、半導体レーザ励起固体レーザ2から出射したレーザ光を出力光LOと制御光LCとに分岐するためのビームスプリッタ11Aと、ビームスプリッタ11Aによって分岐された制御光LCの光量を検出する受光素子12と、受光素子12によって検出される光量が一定となるように、半導体レーザ励起固体レーザ2から出射するレーザ光の光量を制御する制御手段13とを備えている。ビームスプリッタ11Aは、透過率及び反射率が前記レーザ光の偏光特性に依存しないことを特徴とする。

WO 2006/129757 A1



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).

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。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

## 明 細 書

半導体レーザー励起固体レーザー制御装置、及びこれを備えた半導体レーザー励起固体レーザー装置、並びにこれを備えた画像形成装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、半導体レーザー励起固体レーザーの出力光の光量を安定化させるための制御装置、及びこれを備えた半導体レーザー励起固体レーザー装置、並びにこれを備えた画像形成装置に関する。

### 背景技術

[0002] 近年、固体レーザーの励起光源として半導体レーザーを用いる半導体レーザー励起固体レーザーが注目されている。特に、緑色(波長532nm)のレーザー光を出射する半導体レーザー励起固体レーザーは、緑色のレーザー光を出射する半導体レーザーが実現されていないということもあって、半導体レーザーの代替光源として期待されている。

[0003] 緑色のレーザー光を出射する半導体レーザー励起固体レーザーは、緑色の比視感度が極めて高いことを利用して、計測機器、赤外線レーザーのガイド光、位置決めのためのマーキング等の各種用途に用いられている。また、近年では、カラープロジェクタやカラープロジェクションテレビ等の各種画像形成装置の緑色光源として使用することも期待されている。

[0004] 上記緑色のレーザー光を出射する半導体レーザー励起固体レーザーのみならず、各種波長のレーザー光を出射する半導体レーザー励起固体レーザーは、如何なる用途であっても、一般的にその出力光の光量が安定していることが望ましい。特に、上記のような画像形成装置の光源として半導体レーザー励起固体レーザーを用いる場合には、出力光の光量が画像形成装置の色再現性等に直接影響を及ぼすため、安定化させることが強く求められる。

[0005] このため、例えば、日本国特開平10-93166号公報には、半導体レーザー励起固体レーザーから出射したレーザー光をビームスプリッタで出力光と制御光とに分岐し、受光素子で検出した制御光の光量に応じて(検出光量が一定となるように)半導体レーザー励起固体レーザーから出射するレーザー光の光量を制御する(半導体レーザーの駆動電

流を制御することによって、前記出力光の光量を安定化させる技術が提案されている。

- [0006] しかしながら、上記公報に記載の技術を適用したとしても、温度変化等の環境変化を伴う場合には、半導体レーザー励起固体レーザーの出力光の光量が十分には安定化されないという現象が生じる。このため、出力光の光量を十分に安定化させる現実的手段として、適宜の温度コントローラを用いて、半導体レーザー励起固体レーザーの温度を一定に保つ必要があり、これに伴って装置全体の大型化やコストの高騰を招くため、実用的ではないという問題があった。

### 発明の開示

- [0007] 本発明は、斯かる従来技術の問題を解決するべくなされたものであり、温度変化等の環境変化を伴う場合であっても、半導体レーザー励起固体レーザーの出力光の光量を安定化させることができる半導体レーザー励起固体レーザー制御装置、及びこれを備えた半導体レーザー励起固体レーザー装置、並びにこれを備えた画像形成装置を提供することを課題とする。
- [0008] 上記課題を解決するべく、本発明の発明者らは鋭意検討した結果、温度変化等の環境変化を伴う場合に半導体レーザー励起固体レーザーの出力光(ビームスプリッタで分岐した出力光)の光量が不安定になるのは、(1)温度変化等の環境変化に伴って、半導体レーザー励起固体レーザーから出射するレーザー光の偏光特性が変化すること、(2)一般的に用いられるビームスプリッタは、入射光の偏光特性に応じて、その透過率や反射率が変化すること、が主要因であることを見出した。
- [0009] 換言すれば、温度変化等の環境変化に伴って、半導体レーザー励起固体レーザーから出射するレーザー光の偏光特性が変化すれば、一般的なビームスプリッタで分岐される出力光(例えば、ビームスプリッタを透過する光)と制御光(例えば、ビームスプリッタで反射する光)との光量比が変化するため、たとえ制御光の光量が一定となるように半導体レーザー励起固体レーザーから出射するレーザー光の光量を制御したとしても、出力光は安定化しないことを見出した。
- [0010] 従って、半導体レーザー励起固体レーザーから出射するレーザー光の偏光特性が変化したとしても、出力光と制御光との光量比が変化しない手段を提案すれば、上記課題

を解決し得ることに想到し、さらに鋭意検討した結果、本発明を完成したものである。

[0011] すなわち、前記課題を解決するべく、本発明は、半導体レーザ励起固体レーザの出力光の光量を安定化させるための制御装置であって、半導体レーザ励起固体レーザから出射したレーザ光を出力光と制御光とに分岐するためのビームスプリッタと、前記ビームスプリッタによって分岐された制御光の光量を検出する受光素子と、前記受光素子によって検出される光量が一定となるように、前記半導体レーザ励起固体レーザから出射するレーザ光の光量を制御する制御手段とを備え、前記ビームスプリッタは、透過率及び反射率が前記レーザ光の偏光特性に依存しないことを特徴とする半導体レーザ励起固体レーザ制御装置を提供するものである。

[0012] なお、本発明において、「透過率及び反射率が前記レーザ光の偏光特性に依存しない」とは、半導体レーザ励起固体レーザから出射するレーザ光と同じ波長の光をその偏光方向を種々変更してビームスプリッタに入射した場合において、得られる最大透過率に対する最小透過率の比が0.8以上(好ましくは0.95以上)、最大反射率に対する最小反射率の比が0.8以上(好ましくは0.95以上)であることを意味する。

[0013] 斯かる発明によれば、半導体レーザ励起固体レーザから出射したレーザ光を出力光と制御光とに分岐するためのビームスプリッタとして、透過率及び反射率が前記レーザ光の偏光特性に依存しないものを用いる構成とされる。従って、たとえ温度変化等によって半導体レーザ励起固体レーザから出射するレーザ光(すなわち、ビームスプリッタに入射するレーザ光)の偏光特性が変化したとしても、透過率及び反射率が偏光特性に依存しないため、出力光(例えば、ビームスプリッタを透過する光)と制御光(例えば、ビームスプリッタで反射する光)との光量比は略一定となる。よって、受光素子によって検出される制御光の光量が一定となるように、制御手段によって半導体レーザ励起固体レーザから出射するレーザ光の光量を制御すれば、制御光に対して略一定の光量比となる出力光の光量も略一定に安定化させることが可能である。

[0014] また、本発明によれば、従来提案されている制御装置を構成する一般的なビームスプリッタを、透過率及び反射率がレーザ光の偏光特性に依存しないビームスプリッタに置き換えるだけで良く、その他の光学デバイスを必要としない。従って、制御装置を従来と同等に小型化できると共に、半導体レーザ励起固体レーザとビームスプリッ

タとの間のスペースを小さくすることが可能であるため、光軸調整が容易であるという利点も有する。

[0015] また、前記課題を解決するべく、本発明は、半導体レーザ励起固体レーザの出力光の光量を安定化させるための制御装置であって、半導体レーザ励起固体レーザから出射したレーザ光から直線偏光を取り出すための直線偏光子と、前記直線偏光子を透過した光を出力光と制御光とに分岐するためのビームスプリッタと、前記ビームスプリッタによって分岐された制御光の光量を検出する受光素子と、前記受光素子によって検出される光量が一定となるように、前記半導体レーザ励起固体レーザから出射するレーザ光の光量を制御する制御手段とを備えることを特徴とする半導体レーザ励起固体レーザ制御装置としても提供される。

[0016] 斯かる発明によれば、半導体レーザ励起固体レーザから出射したレーザ光から直線偏光を取り出すための直線偏光子を備え、該直線偏光子を透過した光をビームスプリッタで出力光と制御光とに分岐する構成とされる。従って、たとえ温度変化等によって半導体レーザ励起固体レーザから出射するレーザ光の偏光特性が変化したとしても、ビームスプリッタに入射する光は直線偏光子を透過した一定の偏光方向を有する光であり、ビームスプリッタの透過率及び反射率は前記一定の偏光方向を有する光に対して一定であることから、出力光(例えば、ビームスプリッタを透過する光)と制御光(例えば、ビームスプリッタで反射する光)との光量比は略一定となる。よって、受光素子によって検出される制御光の光量が一定となるように、制御手段によって半導体レーザ励起固体レーザから出射するレーザ光の光量を制御すれば、制御光に対して略一定の光量比となる出力光の光量も略一定に安定化させることが可能である。

[0017] また、本発明によれば、従来提案されている制御装置を構成する一般的なビームスプリッタを用いることができるため、制御装置の製造コストの上昇を抑制できるという利点も有する。

[0018] なお、本発明において、半導体レーザ励起固体レーザから出射したレーザ光から直線偏光子によって直線偏光を取り出した後は、適宜の位相差板を介して前記直線偏光を円偏光や楕円偏光に変換してビームスプリッタに入射させても、上記と同様の

作用効果を奏する。

[0019] さらに、前記課題を解決するべく、本発明は、半導体レーザ励起固体レーザの出力光の光量を安定化させるための制御装置であって、半導体レーザ励起固体レーザから出射したレーザ光を第1の光と第2の光とに分岐するためのビームスプリッタと、前記ビームスプリッタによって分岐された第1の光から直線偏光を取り出して制御光とするための第1の直線偏光子と、前記ビームスプリッタによって分岐された第2の光から直線偏光を取り出して出力光とするための第2の直線偏光子と、前記第1の直線偏光子を透過した制御光の光量を検出する受光素子と、前記受光素子によって検出される光量が一定となるように、前記半導体レーザ励起固体レーザから出射するレーザ光の光量を制御する制御手段とを備え、前記第1の直線偏光子の偏光方向(透過軸の方向)と、前記第2の直線偏光子の偏光方向(透過軸の方向)とが互いに同一であることを特徴とする半導体レーザ励起固体レーザ制御装置としても提供される。

[0020] 斯かる発明によれば、半導体レーザ励起固体レーザから出射したレーザ光をビームスプリッタで第1の光と第2の光とに分岐した後、第1の光から第1の直線偏光子によって、第2の光から第2の直線偏光子によって、それぞれ偏光方向が互いに同一の光を取り出し、それぞれ制御光及び出力光とする構成とされる。従って、たとえ温度変化等によって半導体レーザ励起固体レーザから出射するレーザ光の偏光特性が変化したとしても、出力光(例えば、ビームスプリッタを透過した後、第2の直線偏光子を透過する光)と制御光(例えば、ビームスプリッタで反射した後、第1の直線偏光子を透過する光)とは、互いに同一の偏光方向を有する光であり、ビームスプリッタの透過率及び反射率は前記同一の偏光方向を有する光に対して一定であることから、出力光と制御光との光量比は略一定となる。よって、受光素子によって検出される制御光の光量が一定となるように、制御手段によって半導体レーザ励起固体レーザから出射するレーザ光の光量を制御すれば、制御光に対して略一定の光量比となる出力光の光量も略一定に安定化させることが可能である。

[0021] また、本発明によれば、従来提案されている制御装置を構成する一般的なビームスプリッタを用いることができるため、制御装置の製造コストの上昇を抑制できるという利点も有する。さらに、半導体レーザ励起固体レーザとビームスプリッタとの間に光学デ

バイスを配置する必要がなく、そのスペースを小さくすることが可能であるため、光軸調整が容易であるという利点も有する。

[0022] なお、本発明において、第1の光から第1の直線偏光子によって直線偏光を取り出した後、並びに、第2の光から第2の直線偏光子によって直線偏光を取り出した後は、それぞれ適宜の位相差板を介して直線偏光を円偏光や楕円偏光に変換しても、上記と同様の作用効果を奏する。

[0023] また、本発明は、上記の何れかの半導体レーザー励起固体レーザー制御装置と、半導体レーザー励起固体レーザーとを備えることを特徴とする半導体レーザー励起固体レーザー装置としても提供される。

[0024] さらに、本発明は、前記半導体レーザー励起固体レーザー装置を備えることを特徴とする画像形成装置としても提供される。

[0025] 以上に説明したように、本発明によれば、温度変化等によって半導体レーザー励起固体レーザーから出射するレーザー光の偏光特性が変化したとしても、出力光と制御光との光量比を略一定とすることができる。従って、受光素子によって検出される制御光の光量が一定となるように、制御手段によって半導体レーザー励起固体レーザーから出射するレーザー光の光量を制御すれば、制御光に対して略一定の光量比となる出力光の光量も略一定に安定化させることが可能である。

#### 図面の簡単な説明

[0026] [図1]図1は、本発明の第1実施形態に係る半導体レーザー励起固体レーザー装置の概略構成を示すブロック図である。

[図2]図2は、本発明の第2実施形態に係る半導体レーザー励起固体レーザー装置の概略構成を示すブロック図である。

[図3]図3は、本発明の第3実施形態に係る半導体レーザー励起固体レーザー装置の概略構成を示すブロック図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

[0027] 以下、添付図面を参照しつつ、本発明の実施形態について説明する。

[0028] <第1実施形態>

図1は、本発明の第1実施形態に係る半導体レーザー励起固体レーザー装置の概略構

成を示すブロック図である。図1に示すように、本実施形態に係る半導体レーザ励起固体レーザ装置100Aは、半導体レーザ励起固体レーザ制御装置1Aと、半導体レーザ励起固体レーザ2とを備えている。半導体レーザ励起固体レーザ制御装置1Aは、半導体レーザ励起固体レーザ2から出射したレーザ光を出力光LOと制御光LCとに分岐するためのビームスプリッタ11Aと、ビームスプリッタ11Aによって分岐された制御光LCの光量を検出する受光素子12と、受光素子12によって検出される光量が一定となるように、半導体レーザ励起固体レーザ2から出射するレーザ光の光量を制御する制御手段13とを備えている。

[0029] 本実施形態に係るビームスプリッタ11Aは、透過率及び反射率が前記レーザ光の偏光特性に依存しないものとされている。具体的には、半導体レーザ励起固体レーザ2から出射するレーザ光と同じ波長の光をその偏光方向を種々変更してビームスプリッタ11Aに入射した場合において、得られる最大透過率に対する最小透過率の比が0.8以上、最大反射率に対する最小反射率の比が0.8以上とされている。なお、これらの比をどのような値に設定するかによって、出力光LOの光量の安定性は変化する。従って、上記比の具体的な数値は、半導体レーザ励起固体レーザ装置100Aの各種用途に応じて必要とされる安定性に応じて、適宜設定すれば良い。このようなビームスプリッタ11Aは、一般的に無偏光ビームスプリッタとして知られており、その反射・透過面111に2種類以上、2層以上の光学薄膜を積層し、該積層膜でのS偏光とP偏光の透過率・反射率が互いに同等となるように、各層の膜厚を適宜設計することによって作製可能である。

[0030] 上記のように、本実施形態に係るビームスプリッタ11Aは、透過率及び反射率が前記レーザ光の偏光特性に依存しないものであるため、たとえ温度変化等によって半導体レーザ励起固体レーザ2から出射するレーザ光の偏光特性が変化したとしても、出力光LO(本実施形態では、ビームスプリッタ11Aを透過する光)と制御光LC(本実施形態では、ビームスプリッタ11Aで反射する光)との光量比は略一定となる。

[0031] 受光素子12は、前記レーザ光と同じ波長の光に対して感度を有し、光電変換機能を奏するものであれば、特にその種類は限定されないが、例えばフォトダイオードが好適に用いられる。

[0032] 制御手段13は、前述のように、受光素子12によって検出される光量が一定となるように、半導体レーザ励起固体レーザ2から出射するレーザ光の光量を制御する。より具体的に説明すれば、制御手段13は、受光素子12からの出力信号(受光素子12で検出した光量の大小に応じた電気信号)と所定の基準信号とを比較し、出力信号が基準信号よりも小さい場合には、半導体レーザ励起固体レーザ2を構成する半導体レーザに通電する電流値を増加させる。これにより、半導体レーザ励起固体レーザ2から出射するレーザ光の光量が増加し、これに伴って出力光LO及び制御光LCの光量も増加することになる。一方、受光素子12からの出力信号が基準信号よりも大きい場合には、制御手段13は、前記半導体レーザに通電する電流値を減少させる。これにより、半導体レーザ励起固体レーザ2から出射するレーザ光の光量が減少し、これに伴って出力光LO及び制御光LCの光量も減少することになる。

[0033] 以上のようにして、制御手段13は、受光素子12からの出力信号と基準信号とが同等の大きさとなるように(つまり、受光素子12によって検出される制御光LCの光量が一定となるように)、半導体レーザ励起固体レーザ2から出射するレーザ光の光量を制御(半導体レーザに通電する電流値を制御)するため、前述のように、制御光LCに対して略一定の光量比となる出力光LOの光量も略一定に安定化させることが可能である。

[0034] <第2実施形態>

図2は、本発明の第2実施形態に係る半導体レーザ励起固体レーザ装置の概略構成を示すブロック図である。なお、図2において、図1に示す第1実施形態と実質的に同じ構成、機能を有する要素には同じ参照符号を付し、その詳細な説明は省略する。図2に示すように、本実施形態に係る半導体レーザ励起固体レーザ装置100Bは、半導体レーザ励起固体レーザ制御装置1Bと、半導体レーザ励起固体レーザ2とを備えている。半導体レーザ励起固体レーザ制御装置1Bは、半導体レーザ励起固体レーザ2から出射したレーザ光から直線偏光を取り出すための直線偏光子14と、直線偏光子14を透過した光を出力光LOと制御光LCとに分岐するためのビームスプリッタ11と、ビームスプリッタ11によって分岐された制御光LCの光量を検出する受光素子12と、受光素子12によって検出される光量が一定となるように、半導体レーザ

励起固体レーザー2から出射するレーザー光の光量を制御する制御手段13とを備えている。

[0035] 本実施形態に係るビームスプリッタ11は、第1実施形態に係るビームスプリッタ11Aと異なり、透過率及び反射率が前記レーザー光の偏光特性に依存しないものである必要はなく、一般的なビームスプリッタを用いることが可能である。

[0036] 直線偏光子14は、前記レーザー光と同じ波長の光から直線偏光を取り出すことができる限りにおいて、特にその種類は限定されない。なお、直線偏光子14によって直線偏光を取り出した後は、適宜の位相差板を介して前記直線偏光を円偏光や楕円偏光に変換してビームスプリッタ11に入射させても良い。換言すれば、最も半導体レーザー励起固体レーザー2側に直線偏光子14を配置する構成である限り、直線偏光子14単体に代えて、直線偏光子14と位相差板とを積層した円偏光板や楕円偏光板を用いることも可能である。

[0037] 以上に説明したように、本実施形態に係る半導体レーザー励起固体レーザー制御装置1Bは、半導体レーザー励起固体レーザー2から出射したレーザー光から直線偏光を取り出すための直線偏光子14を備え、直線偏光子14を透過した光をビームスプリッタで出力光LOと制御光LCとに分岐する構成である。従って、たとえ温度変化等によって半導体レーザー励起固体レーザー2から出射するレーザー光の偏光特性が変化したとしても、ビームスプリッタ11に入射する光は直線偏光子14を透過した一定の偏光方向を有する光であり、ビームスプリッタ11の透過率及び反射率は前記一定の偏光方向を有する光に対して一定であることから、出力光LOと制御光LCとの光量比は略一定となる。よって、受光素子12によって検出される制御光LCの光量が一定となるように、制御手段13によって半導体レーザー励起固体レーザー2から出射するレーザー光の光量を制御すれば、制御光LCに対して略一定の光量比となる出力光LOの光量も略一定に安定化させることが可能である。

[0038] <第3実施形態>

図3は、本発明の第3実施形態に係る半導体レーザー励起固体レーザー装置の概略構成を示すブロック図である。なお、図3において、図1に示す第1実施形態や図2に示す第2実施形態と実質的に同じ構成、機能を有する要素には同じ参照符号を付し、

その詳細な説明は省略する。図3に示すように、本実施形態に係る半導体レーザ励起固体レーザ装置100Cは、半導体レーザ励起固体レーザ2から出射したレーザ光を第1の光LC'と第2の光LO'とに分岐するためのビームスプリッタ11と、ビームスプリッタ11によって分岐された第1の光LC'から直線偏光を取り出して制御光LCとするための第1の直線偏光子14Aと、ビームスプリッタ11によって分岐された第2の光LO'から直線偏光を取り出して出力光LOとするための第2の直線偏光子14Bと、第1の直線偏光子14Aを透過した制御光LCの光量を検出する受光素子12と、受光素子12によって検出される光量が一定となるように、半導体レーザ励起固体レーザ2から出射するレーザ光の光量を制御する制御手段13とを備えている。

[0039] 第1の直線偏光子14A及び第2の直線偏光子14Bは、前記レーザ光と同じ波長の光から直線偏光を取り出すことができる限りにおいて、特にその種類は限定されない。ただし、第1の直線偏光子14Aの偏光方向(透過軸の方向)と、第2の直線偏光子14Bの偏光方向(透過軸の方向)とが互いに同一となるように配置している。なお、第1及び第2の直線偏光子14A、14Bによって直線偏光を取り出した後は、適宜の位相差板を介して前記直線偏光を円偏光や楕円偏光に変換しても良い。換言すれば、最もビームスプリッタ11側に第1の直線偏光子14Aを配置する構成である限り、第1の直線偏光子14A単体に代えて、第1の直線偏光子14Aと位相差板とを積層した円偏光板や楕円偏光板を用いることも可能である。第2の直線偏光子14Bについても同様である。

[0040] 以上に説明したように、本実施形態に係る半導体レーザ励起固体レーザ制御装置1Cは、半導体レーザ励起固体レーザ2から出射したレーザ光をビームスプリッタ11で第1の光LC'と第2の光LO'とに分岐した後、第1の光LC'から第1の直線偏光子14Aによって、第2の光LO'から第2の直線偏光子14Bによって、それぞれ偏光方向が互いに同一の光を取り出し、それぞれ制御光LC及び出力光LOとする構成である。従って、たとえ温度変化等によって半導体レーザ励起固体レーザ2から出射するレーザ光の偏光特性が変化したとしても、出力光LOと制御光LCとは、互いに同一の偏光方向を有する光であり、ビームスプリッタ11の透過率及び反射率は前記同一の偏光方向を有する光に対して一定であることから、出力光LOと制御光LCとの光

量比は略一定となる。よって、受光素子12によって検出される制御光LCの光量が一定となるように、制御手段13によって半導体レーザー励起固体レーザー2から出射するレーザー光の光量を制御すれば、制御光LCに対して略一定の光量比となる出力光LOの光量も略一定に安定化させることが可能である。

[0041] なお、以上に説明した第1～第3実施形態においては、ビームスプリッタ11A、11で反射する光を制御光LCとし、ビームスプリッタ11A、11を透過する光を出力光LOとする構成について説明したが、本発明はこれに限るものではなく、逆にビームスプリッタ11A、11を透過する光を制御光LCとし、ビームスプリッタ11A、11で反射する光を出力光LOとする構成を採用することも可能である。

[0042] 以下、実施例及び比較例を示すことにより、本発明の特徴をより一層明らかにする。

[0043] <実施例1>

図1に概略構成を示す半導体レーザー励起固体レーザー制御装置1Aを用いて、半導体レーザー励起固体レーザー2の出力光の光量を安定化させる試験を行った。

[0044] 半導体レーザー励起固体レーザー2としては、ネオジウム(Nd)がドーパされた固体レーザー媒質である $\text{YVO}_4$ 結晶( $\text{Nd}:\text{YVO}_4$ 結晶)を半導体レーザー(波長808nm)で励起し、これにより得られた光を非線形光学結晶を用いて高調波に変換し、緑色(波長532nm)のレーザー光として出射するものを用いた。

[0045] ビームスプリッタ11Aとしては、厚み0.5mmの白板フロートガラスを基材とし、その表面に5層構成の誘電体多層膜を蒸着法で成膜したものを用いた。そして、基材面の法線方向と半導体レーザー励起固体レーザー2の光軸(レーザー光の出射方向)との成す角度が略 $45^\circ$ となるように、ビームスプリッタ11Aを配置した。誘電体多層膜の各層の膜厚は、上記配置条件において、波長532nmでのS偏光とP偏光の透過率・反射率が互いに同等となるように設計した。実際に得られたビームスプリッタ11Aは、波長532nmでの平均(各種偏光方向の光を透過させたときの平均)透過率が50%で、最小透過率/最大透過率=0.98であった。また、波長532nmでの平均(各種偏光方向の光を反射させたときの平均)反射率が50%で、最小反射率/最大反射率=0.98であった。

[0046] そして、雰囲気温度を15℃～35℃に変化させた場合の出力光LOの光量の変化を評価した。

[0047] <実施例2>

図2に概略構成を示す半導体レーザー励起固体レーザー制御装置1Bを用いて、半導体レーザー励起固体レーザー2の出力光の光量を安定化させる試験を行った。

[0048] 半導体レーザー励起固体レーザー2は、実施例1と同じものを用いた。また、ビームスプリッタ11としては、下記仕様の一般的なビームスプリッタを用いた。

- ・波長532nmでのP偏光の透過率53%、反射率47%
- ・波長532nmでのS偏光の透過率76%、反射率24%
- ・裏面ARコート付

[0049] 直線偏光子(直線偏光板)14としては、波長532nmでの単体透過率30%、消光比10:1のものを用いた。

[0050] そして、実施例1と同様に、雰囲気温度を15℃～35℃に変化させた場合の出力光LOの光量の変化を評価した。

[0051] <実施例3>

図3に概略構成を示す半導体レーザー励起固体レーザー制御装置1Cを用いて、半導体レーザー励起固体レーザー2の出力光の光量を安定化させる試験を行った。

[0052] 半導体レーザー励起固体レーザー2及びビームスプリッタ11は、実施例1と同じものを用いた。第1及び第2の直線偏光子(直線偏光板)14A、14Bは、実施例2の直線偏光子14と同じものを用いた。そして、第1の直線偏光子14Aの偏光方向(透過軸の方向)と、第2の直線偏光子14Bの偏光方向(透過軸の方向)とが互いに同一となるように配置した。

[0053] そして、実施例1、2と同様に、雰囲気温度を15℃～35℃に変化させた場合の出力光LOの光量の変化を評価した。

[0054] <実施例4>

一般的なビームスプリッタ11の代わりに、実施例1のビームスプリッタ11Aを用いた点を除き、実施例2に準じた試験を行った。

[0055] <実施例5>

一般的なビームスプリッタ11の代わりに、実施例1のビームスプリッタ11Aを用いた点を除き、実施例3に準じた試験を行った。

[0056] <比較例>

ビームスプリッタ11Aの代わりに、実施例2、3の一般的なビームスプリッタ11を用いた点を除き、実施例1に準じた試験を行った。

[0057] <評価結果>

表1に、実施例1～5及び比較例について、雰囲気温度を15℃～35℃に変化させて測定した出力光LOの光量の最大値、最小値、最大値／最小値を示す。

[表1]

	最大値(mW)	最小値(mW)	最大値／最小値
実施例1	3.37	3.10	1.09
実施例2	0.97	0.92	1.05
実施例3	1.59	1.56	1.02
実施例4	0.90	0.90	1.00
実施例5	1.48	1.48	1.00
比較例	0.86	0.30	2.87

[0058] 表1に示すように、実施例1～5のいずれについても、比較例に対して出力光LOの光量を大幅に安定化できることが分かった。

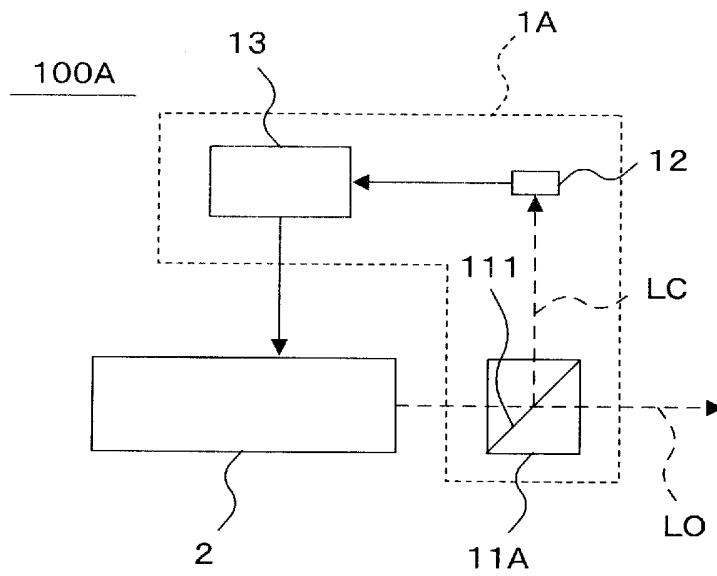
## 請求の範囲

- [1] 半導体レーザー励起固体レーザーの出力光の光量を安定化させるための制御装置であって、
- 半導体レーザー励起固体レーザーから出射したレーザー光を出力光と制御光とに分岐するためのビームスプリッタと、
  - 前記ビームスプリッタによって分岐された制御光の光量を検出する受光素子と、
  - 前記受光素子によって検出される光量が一定となるように、前記半導体レーザー励起固体レーザーから出射するレーザー光の光量を制御する制御手段とを備え、
  - 前記ビームスプリッタは、透過率及び反射率が前記レーザー光の偏光特性に依存しないことを特徴とする半導体レーザー励起固体レーザー制御装置。
- [2] 半導体レーザー励起固体レーザーの出力光の光量を安定化させるための制御装置であって、
- 半導体レーザー励起固体レーザーから出射したレーザー光から直線偏光を取り出すための直線偏光子と、
  - 前記直線偏光子を透過した光を出力光と制御光とに分岐するためのビームスプリッタと、
  - 前記ビームスプリッタによって分岐された制御光の光量を検出する受光素子と、
  - 前記受光素子によって検出される光量が一定となるように、前記半導体レーザー励起固体レーザーから出射するレーザー光の光量を制御する制御手段とを備えることを特徴とする半導体レーザー励起固体レーザー制御装置。
- [3] 半導体レーザー励起固体レーザーの出力光の光量を安定化させるための制御装置であって、
- 半導体レーザー励起固体レーザーから出射したレーザー光を第1の光と第2の光とに分岐するためのビームスプリッタと、
  - 前記ビームスプリッタによって分岐された第1の光から直線偏光を取り出して制御光とするための第1の直線偏光子と、
  - 前記ビームスプリッタによって分岐された第2の光から直線偏光を取り出して出力光とするための第2の直線偏光子と、

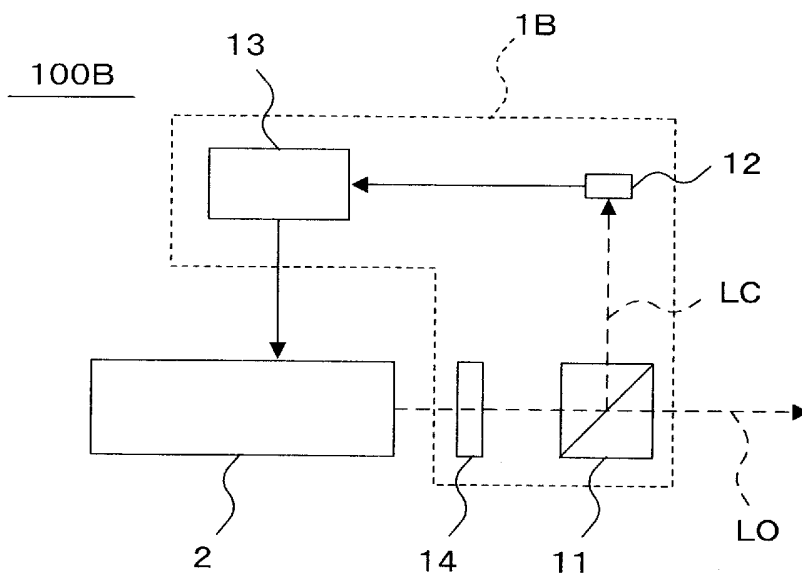
前記第1の直線偏光子を透過した制御光の光量を検出する受光素子と、  
前記受光素子によって検出される光量が一定となるように、前記半導体レーザー励起  
固体レーザーから出射するレーザー光の光量を制御する制御手段とを備え、  
前記第1の直線偏光子の偏光方向と、前記第2の直線偏光子の偏光方向とが互い  
に同一であることを特徴とする半導体レーザー励起固体レーザー制御装置。

- [4] 請求項1から3の何れかに記載の半導体レーザー励起固体レーザー制御装置と、  
半導体レーザー励起固体レーザーとを備えることを特徴とする半導体レーザー励起固体レ  
ーザー装置。
- [5] 請求項4に記載の半導体レーザー励起固体レーザー装置を備えることを特徴とする画  
像形成装置。

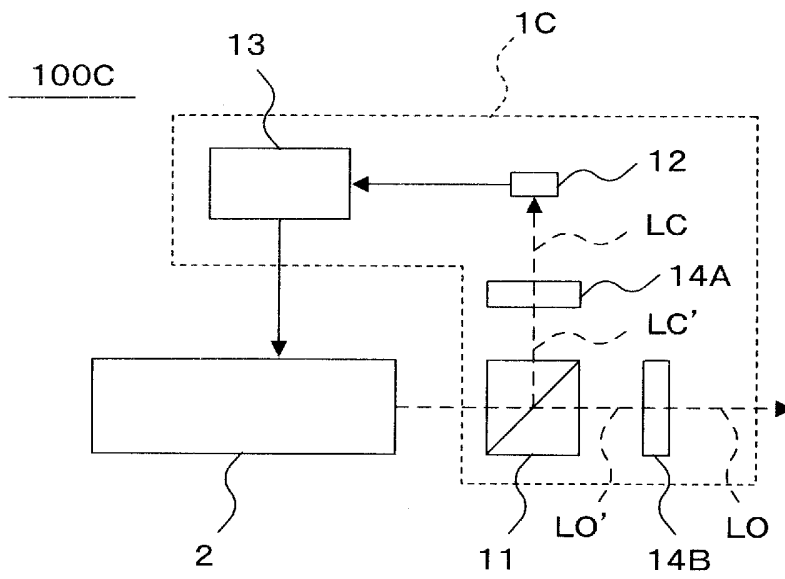
[図1]



[図2]



[図3]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/310994

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01S3/131(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) H01S3/00-4/00		
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 1996-2006 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2006 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2006		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) JSTPlus (JDream2)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2002-305344 A (Pioneer Electronic Corp. et al.), 18 October, 2002 (18.10.02), Full text; all drawings (Family: none)	1, 4-5 2-3
X A	JP 5-29695 A (Nippon Steel Corp.), 05 February, 1993 (05.02.93), Full text; all drawings (Family: none)	1, 4-5 2-3
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 31 August, 2006 (31.08.06)		Date of mailing of the international search report 12 September, 2006 (12.09.06)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2006/310994

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2.  Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The invention of claim 1 is characterized by a beam splitter not depending on the polarization. Substantially, this feature cannot be novel.

The inventions of claims 2, 3 are characterized by a rectilinear polarizer for making the output light and the monitor light are in the same polarized state.

The inventions of claims 4, 5 directly or indirectly refer to claims 1-3. Accordingly, the present application includes two groups of inventions.

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**

the

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, payment of a protest fee..
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H01S3/131(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. H01S3/00-4/00			
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 1971-2006年 日本国実用新案登録公報 1996-2006年 日本国登録実用新案公報 1994-2006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(JDream2)			
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	
X A	JP 2002-305344 A (パイオニア株式会社他) 2002. 10. 18, (全文、 全図) (ファミリーなし)	1, 4-5 2-3	
X A	JP 5-29695 A (新日本製鐵株式会社) 1993. 02. 05, (全文、全図) (フ ァミリーなし)	1, 4-5 2-3	
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 31. 08. 2006		国際調査報告の発送日 12. 09. 2006	
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

## 第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1.  請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
  
2.  請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
  
3.  請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるときの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1は、偏光依存性のないビームスプリッタを備えることを特徴としている。この点については、実質的に新規性を認めることができない。

請求の範囲2及び3は、出力光とモニタ光が同じ偏光状態になるように直線偏光子を備えることを特徴としている。

請求の範囲4及び5は、請求の範囲1～3を直接又は間接的に引用するものである。

以上より、この出願は2つの発明を包含している。

1.  出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2.  追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3.  出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4.  出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

## 追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付を伴う異議申立てがなかった。