(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2008-181073
(P2008-181073A)
(43)公開日　平成20年8月7日(2008.8.7)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
G02F	1/37	(2006.01)	G02F	1/37		2H091
H01S	5/14	(2006.01)	H01S	5/14		2K002
H01S	3/109	(2006.01)	H01S	3/109		2K103
G02F	1/13357	(2006.01)	G02F	1/13357		3K243
G03B	21/14	(2006.01)	G03B	21/14	A	5F172

審査請求 未請求　請求項の数 22　ＯＬ　（全 26 頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2007-265269 (P2007-265269)
(22)出願日　平成19年10月11日 (2007.10.11)
(31)優先権主張番号　特願2006-353825 (P2006-353825)
(32)優先日　平成18年12月28日 (2006.12.28)
(33)優先権主張国　日本国 (JP)

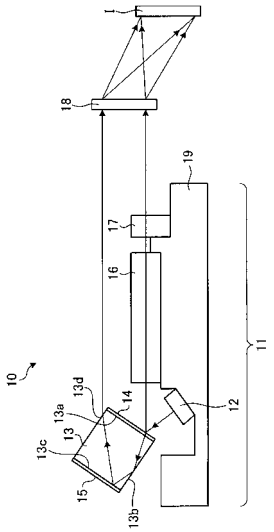
(71)出願人　000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿２丁目４番１号
(74)代理人　100095728
弁理士　上柳　雅誉
(74)代理人　100107261
弁理士　須澤　修
(74)代理人　100127661
弁理士　宮坂　一彦
(72)発明者　上島　俊司
長野県諏訪市大和３丁目３番５号　セイコーエプソン株式会社内

Ｆターム(参考)　2H091 FA05X FA05Z FA21Z FA26X FA46Z FA50Z FD01 LA11 LA16 MA07

最終頁に続く

(54)【発明の名称】光源装置、照明装置、モニタ装置及びプロジェクタ

(57)【要約】
【課題】簡易かつ小型な構成により高い波長変換効率を実現可能な光源装置等を提供すること。
【解決手段】第１波長の光を射出する光源部である半導体素子１２と、第１波長の光を第２波長の光へ変換する波長変換素子であるＳＨＧ素子１６と、波長変換素子から射出される第２波長の光を透過させて射出先へ進行させ、第１波長の光を反射させて光源部との間で共振させる外部共振器１７と、第１波長の光と第２波長の光とを分離させる波長分離部である波長分離膜１４と、波長分離部で分離された第２波長の光を射出先の方向へ折り返す折り返し部である光学プリズム１３と、を有し、波長分離部は、光源部からの第１波長の光を反射させ、波長変換素子の方向へ進行させる。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
第１波長の光を射出する光源部と、
前記第１波長の光を、前記第１波長とは異なる第２波長の光へ変換する波長変換素子と、
前記波長変換素子から射出される前記第２波長の光を透過させて射出先へ進行させ、前記第１波長の光を反射させて前記光源部との間で共振させる外部共振器と、
前記外部共振器から前記光源部へ進行する過程において前記第１波長から前記第２波長へ変換された光を透過させ、かつ前記第１波長の光を反射させることで、前記第１波長の光と前記第２波長の光とを分離させる波長分離部と、
前記波長分離部で分離された前記第２波長の光を前記射出先の方向へ折り返す折り返し部と、を有し、
前記波長分離部は、前記光源部からの前記第１波長の光を反射させ、前記波長変換素子の方向へ進行させることを特徴とする光源装置。
【請求項２】
前記折り返し部は、一体構造をなすことを特徴とする請求項１に記載の光源装置。
【請求項３】
前記折り返し部は、界面において前記第２波長の光を全反射させる光学素子を備えることを特徴とする請求項１又は２に記載の光源装置。
【請求項４】
前記光学素子に設けられ、前記第２波長の光を反射させる反射部を備えることを特徴とする請求項３に記載の光源装置。
【請求項５】
前記光学素子は、前記波長分離部が設けられた第１面と、前記第１面を透過した前記第２波長の光を反射させる第２面とを備え、
前記第１面及び前記第２面は、略直交することを特徴とする請求項３又は４に記載の光源装置。
【請求項６】
前記折り返し部は、前記折り返し部から前記射出先へ進行させる前記第２波長の光を、前記波長分離部で反射した前記光源部からの前記第１波長の光と略平行に進行させることを特徴とする請求項１～５のいずれか一項に記載の光源装置。
【請求項７】
前記折り返し部は、前記波長分離部からの光が入射する面と同一の面から光を射出することを特徴とする請求項６に記載の光源装置。
【請求項８】
前記光学素子は、正方形形状の断面構成を持つことを特徴とする請求項６又は７に記載の光源装置。
【請求項９】
前記光学素子は、立方体形状を備えることを特徴とする請求項８に記載の光源装置。
【請求項１０】
前記光学素子は、直角三角形形状の断面構成を持つことを特徴とする請求項６又は７に記載の光源装置。
【請求項１１】
前記折り返し部は、前記折り返し部から前記射出先へ進行させる前記第２波長の光と、前記外部共振器を透過した前記第２波長の光とを、前記射出先に向けて収束させることを特徴とする請求項１～５のいずれか一項に記載の光源装置。
【請求項１２】
前記折り返し部は、前記折り返し部から前記射出先へ進行させる前記第２波長の光と、前記外部共振器を透過した前記第２波長の光とを、前記射出先に向けて拡散させることを特徴とする請求項１～５のいずれか一項に記載の光源装置。

【請求項１３】
前記折り返し部は、前記波長分離部として機能する第１ミラーと、前記第１ミラーからの前記第２波長の光を反射する第２ミラーと、前記第２ミラーからの前記第２波長の光を反射する第３ミラーと、を有することを特徴とする請求項１、２、６、７、１１及び１２のいずれか一項に記載の光源装置。
【請求項１４】
前記第１ミラーと、前記第２ミラーと、前記第３ミラーとを固定する固定部を有することを特徴とする請求項１３に記載の光源装置。
【請求項１５】
前記第１ミラー、前記第２ミラー及び前記第３ミラーのうちの少なくとも一つと、前記固定部とを接着する接着層を有することを特徴とする請求項１４に記載の光源装置。
【請求項１６】
前記第１ミラー、前記第２ミラー及び前記第３ミラーのうちの少なくとも一つを、前記固定部に当接させる弾性構造を有することを特徴とする請求項１４に記載の光源装置。
【請求項１７】
前記波長分離部は、前記外部共振器からの前記第１波長の光の一部を反射させ、前記第１波長の光の一部及び前記第２波長の光を透過させる第１波長分離部であって、
前記折り返し部は、前記第１波長分離部からの前記第１波長の光と前記第２波長の光とを分離させる第２波長分離部を有することを特徴とする請求項１～１６のいずれか一項に記載の光源装置。
【請求項１８】
前記第２波長分離部で分離された前記第１波長の光を検出する光検出部を有することを特徴とする請求項１７に記載の光源装置。
【請求項１９】
前記第２波長分離部で分離された前記第１波長の光を吸収する光吸収部を有することを特徴とする請求項１７に記載の光源装置。
【請求項２０】
請求項１～１９のいずれか一項に記載の光源装置を有し、前記光源装置からの光を用いて被照射物を照明することを特徴とする照明装置。
【請求項２１】
請求項２０に記載の照明装置と、
前記照明装置により照明された被写体を撮像する撮像部と、を有することを特徴とするモニタ装置。
【請求項２２】
請求項２０に記載の照明装置と、
前記照明装置からの光を画像信号に応じて変調する空間光変調装置と、を有することを特徴とするプロジェクタ。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、光源装置、照明装置、モニタ装置及びプロジェクタ、特に、波長変換素子を用いる光源装置の技術に関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、モニタ装置やプロジェクタの光源装置として、レーザ光を供給するレーザ光源を用いる技術が提案されている。モニタ装置やプロジェクタの光源装置として従来用いられているＵＨＰランプと比較すると、レーザ光源は、高い色再現性、瞬時点灯が可能、長寿命である等の利点がある。レーザ光源としては、発光部からの基本波光を直接供給するものの他、基本波光の波長を変換して供給するものが知られている。基本波光の波長を変換する波長変換素子として、例えば第二高調波発生（Second－Harmonic Generation；ＳＨ

Ｇ）素子が用いられている。波長変換素子を用いることで、容易に入手可能な汎用のレーザ光源を用いて、所望の波長のレーザ光を供給することが可能となる。また、十分な光量のレーザ光を供給可能な構成とすることもできる。ＳＨＧ素子へ入射する入射光に対する波長変換効率は、一般的に３０～４０％程度であることが知られている。単に基本波光をＳＨＧ素子へ入射させる構成とする場合、ＳＨＧ素子によって波長変換された高調波光の強度は、基本波光の出力に対して非常に小さくなってしまう。高い効率で波長変換されたレーザ光を供給するための技術は、例えば、特許文献１に提案されている。特許文献１に提案される技術では、ＳＨＧ素子を透過した光から基本波光を分離し、再度ＳＨＧ素子へ入射させる。

【０００３】

【特許文献１】特開昭５９－１２８５２５号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

特許文献１に提案される構成の場合、ＳＨＧ素子によって波長が変換された光と、一度ＳＨＧ素子を透過した基本波光を再度ＳＨＧ素子へ入射させることで波長が変換された光とを合成させるために、複雑かつ大掛かりな構成が必要となる。また、多くの光学素子へ光を入射させることで光の損失が増大することにもなる。従来提案されている他の構成、例えば共振器内部に配置されたスイッチ構造を用いて光を分離させる構成（特開平７－８６６６８号公報参照）や、共振器内部に配置されたミラーを用いて光を分離させる構成（米国特許第５７６１２２７号明細書参照）についても、構成の複雑化及び大型化、光の損失について、特許文献１の構成の場合と同様と言える。このように、従来の技術によると、簡易かつ小型な構成により高い波長変換効率を実現することが困難であるという問題を生じる。本発明は、上述の問題に鑑みてなされたものであり、簡易かつ小型な構成により高い波長変換効率を実現可能な光源装置、その光源装置を用いる照明装置、その照明装置を用いるモニタ装置及びプロジェクタ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】

【０００５】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明によれば、第１波長の光を射出する光源部と、第１波長の光を、第１波長とは異なる第２波長の光へ変換する波長変換素子と、波長変換素子から射出される第２波長の光を透過させて射出先へ進行させ、第１波長の光を反射させて光源部との間で共振させる外部共振器と、外部共振器から光源部へ進行する過程において第１波長から第２波長へ変換された光を透過させ、かつ第１波長の光を反射させることで、第１波長の光と第２波長の光とを分離させる波長分離部と、波長分離部で分離された第２波長の光を射出先の方向へ折り返す折り返し部と、を有し、波長分離部は、光源部からの第１波長の光を反射させ、波長変換素子の方向へ進行させることを特徴とする光源装置を提供することができる。

【０００６】

光源部から外部共振器へ進行する過程において第１波長から第２波長へ変換された光は、外部共振器を透過する。光源部から外部共振器へ進行する過程において第１波長のままとされた光は、外部共振器で反射し、波長変換素子へ入射する。外部共振器から光源部へ進行する過程において第１波長から第２波長へ変換された光は、波長分離部を透過した後、折り返し部へ入射する。折り返し部へ入射した第２波長の光は、射出先の方向へ導かれる。このようにして、光源部から外部共振器へ進行する過程において第１波長から第２波長へ変換された光と、外部共振器から光源部へ進行する過程において第１波長から第２波長へ変換された光とを合成させる。少ない光学部材によって光を合成可能とすることで簡易かつ小型な構成とし、光の損失を低減することが可能となる。共振器構造により、高い波長変換効率で第２波長の光を射出させることができる。これにより、簡易かつ小型な構成により高い波長変換効率を実現可能な光源装置を得られる。

【０００７】

また、本発明の好ましい態様としては、折り返し部は、一体構造をなすことが望ましい。これにより、光源装置を簡易かつ小型にできる。

【０００８】

また、本発明の好ましい態様としては、折り返し部は、界面において第２波長の光を全反射させる光学素子を備えることが望ましい。単独の光学素子を用いる簡易な構成により、波長分離部からの第２波長の光を折り返すことができる。

【０００９】

また、本発明の好ましい態様としては、光学素子に設けられ、第２波長の光を反射させる反射部を備えることが望ましい。これにより、波長分離部からの第２波長の光を折り返すことができる。

【００１０】

また、本発明の好ましい態様としては、光学素子は、波長分離部が設けられた第１面と、第１面を透過した第２波長の光を反射させる第２面とを備え、第１面及び第２面は、略直交することが望ましい。これにより、第２波長の光を射出先の方向へ折り返す構成とすることができる。

【００１１】

また、本発明の好ましい態様としては、折り返し部は、折り返し部から射出先へ進行させる第２波長の光を、波長分離部で反射した光源部からの第１波長の光と略平行に進行させることが望ましい。これにより、射出先へ平行光を進行させる構成とすることで、照明用途に適したレーザ光を供給することができる。

【００１２】

また、本発明の好ましい態様としては、折り返し部は、波長分離部からの光が入射する面と同一の面から光を射出することが望ましい。これにより、外部共振器を透過した第２波長の光と折り返し部により折り返された光との間隔を狭くでき、さらに小型化に適した構成にできる。

【００１３】

また、本発明の好ましい態様としては、光学素子は、正方形形状の断面構成を持つことが望ましい。正方形形状の断面構成を持つ光学素子は、容易に形成できる。これにより、容易に形成可能な構成により、射出先へ平行光を進行させることができる。

【００１４】

また、本発明の好ましい態様としては、光学素子は、立方体形状を備えることが望ましい。これにより、射出先へ平行光を進行可能とし、かつ光学素子を容易に形成することができる。

【００１５】

また、本発明の好ましい態様としては、光学素子は、直角三角形形状の断面構成を持つことが望ましい。直角三角形形状の断面構成を持つ光学素子は、容易に形成できる。また、界面での全反射のみにより、射出先へ平行光を進行させることができる。これにより、簡易かつ容易に形成可能な構成により、射出先へ平行光を進行させることができる。

【００１６】

また、本発明の好ましい態様としては、折り返し部は、折り返し部から射出先へ進行させる第２波長の光と、外部共振器を透過した第２波長の光とを、射出先に向けて収束させることが望ましい。これにより、レーザ光の供給対象物を小型とし、かつ射出先におけるレーザ光の損失を低減できる。

【００１７】

また、本発明の好ましい態様としては、折り返し部は、折り返し部から射出先へ進行させる第２波長の光と、外部共振器を透過した第２波長の光とを、射出先に向けて拡散させることが望ましい。これにより、供給対象物におけるエネルギー集中を低減可能な構成とすることができる。

【００１８】

また、本発明の好ましい態様としては、折り返し部は、波長分離部として機能する第１

ミラーと、第１ミラーからの第２波長の光を反射する第２ミラーと、第２ミラーからの第２波長の光を反射する第３ミラーと、を有することが望ましい。第１ミラー、第２ミラー及び第３ミラーを備える折り返し部は、簡易な構成にでき、かつ製造コストを低減できる。これにより、安価で簡易な構成により、第２波長の光を折り返す構成にできる。

【００１９】

また、本発明の好ましい態様としては、第１ミラーと、第２ミラーと、第３ミラーとを固定する固定部を有することが望ましい。これにより、第１ミラー、第２ミラー、及び第３ミラーを一体構造とすることができる。

【００２０】

また、本発明の好ましい態様としては、第１ミラー、第２ミラー及び第３ミラーのうちの少なくとも一つと、固定部とを接着する接着層を有することが望ましい。これにより、第１ミラー、第２ミラー及び第３ミラーのうちの少なくとも一つと、固定部とを固定できる。

【００２１】

また、本発明の好ましい態様としては、第１ミラー、第２ミラー及び第３ミラーのうちの少なくとも一つを、固定部に当接させる弾性構造を有することが望ましい。これにより、第１ミラー、第２ミラー及び第３ミラーのうちの少なくとも一つと、固定部とを固定できる。

【００２２】

また、本発明の好ましい態様としては、波長分離部は、外部共振器からの第１波長の光の一部を反射させ、第１波長の光の一部及び第２波長の光を透過させる第１波長分離部であって、折り返し部は、波長分離部からの第１波長の光と第２波長の光とを分離させる第２波長分離部を有することが望ましい。第２波長分離部を用いることにより、第１波長分離部を透過する第１波長の光が存在する場合に、光源装置から射出する第１波長の光を低減させることができる。

【００２３】

また、本発明の好ましい態様としては、第２波長分離部で分離された第１波長の光を検出する光検出部を有することが望ましい。光検出部を用いることにより、光検出部による検出結果に応じて光源部の出力を制御する構成にできる。これにより、第２波長分離部で分離された第１波長の光を有効に利用することができる。

【００２４】

また、本発明の好ましい態様としては、第２波長分離部で分離された第１波長の光を吸収する光吸収部を有することが望ましい。これにより、不要光である第１波長の光の射出を低減させることができる。

【００２５】

さらに、本発明によれば、上記の光源装置を有し、光源装置からの光を用いて被照射物を照明することを特徴とする照明装置を提供することができる。上記の光源装置を用いることで、簡易かつ小型な構成により高い波長変換効率を実現できる。これにより、簡易かつ小型な構成により高い効率での照明が可能な照明装置を得られる。

【００２６】

さらに、本発明によれば、上記の照明装置と、照明装置により照明された被写体を撮像する撮像部と、を有することを特徴とするモニタ装置を提供することができる。上記の照明装置を用いることで、簡易かつ小型な構成により高い効率での照明が可能となる。これにより、簡易かつ小型な構成により明るい像をモニタすることが可能なモニタ装置を得られる。

【００２７】

さらに、本発明によれば、上記の照明装置と、照明装置からの光を画像信号に応じて変調する空間光変調装置と、を有することを特徴とするプロジェクタを提供することができる。上記の照明装置を用いることで、簡易かつ小型な構成により高い効率での照明が可能となる。これにより、簡易かつ小型な構成により明るい画像を表示することが可能なプロ

ジェクタを得られる。
【発明を実施するための最良の形態】
【００２８】
以下に図面を参照して、本発明の実施例を詳細に説明する。
【実施例１】
【００２９】
図１は、本発明の実施例１に係る照明装置１０の概略構成を示す。照明装置１０は、光源装置１１、拡散素子１８を有する。光源装置１１は、基板１９上に設けられた半導体素子１２、光学プリズム１３、ＳＨＧ素子１６、外部共振器１７を有する。半導体素子１２は、第１波長の基本波光を射出する光源部である。第１波長は、例えば１０６４ｎｍである。
【００３０】
図２は、半導体素子１２の断面構成を模式的に表したものである。半導体素子１２は、いわゆる面発光半導体素子であり、例えば半導体ウエハからなる基板２０と、基板２０上に形成され、反射ミラーとしての機能を有するミラー層２１と、ミラー層２１の表面に積層されたレーザ媒体２２とを有する。
【００３１】
ミラー層２１は、基板２０上に、例えばＣＶＤ（Chemical Vapor Deposition）により形成された、高屈折率の誘導体と低屈折率の誘導体との積層体によって構成されている。ミラー層２１を構成する各層の厚さ、各層の材料、層の数は、半導体素子１２により出射される基本波光の波長（第１波長）に対して最適化され、反射光が干渉し強め合う条件に設定されている。
【００３２】
レーザ媒体２２は、ミラー層２１の面上に形成されている。レーザ媒体２２は、不図示の電流供給部に接続されている。電流供給部から所定量の電流が供給されると、レーザ媒体２２は所定波長の光を出射する。また、レーザ媒体２２は、ミラー層２１と図１に示す外部共振器１７との間で第１波長の光が共振することにより、第１波長の光を増幅させる。ミラー層２１及び外部共振器１７により反射された光は、レーザ媒体２２により新たに出射される光と共振して増幅される。第１波長の光は、レーザ媒体２２の出射面からミラー層２１や基板２０に略直交する方向へ出射する。
【００３３】
図１に戻って、ＳＨＧ素子１６は、第１波長の光を、第１波長とは異なる第２波長の光へ変換する波長変換素子である。第２波長は、第１波長の略半分の波長であって、例えば５３２ｎｍである。
【００３４】
図３は、ＳＨＧ素子１６の断面構成を模式的に表したものである。ＳＨＧ素子１６は、例えば四角柱形状をなしている。ＳＨＧ素子１６は、波長変換部２３、２つの反射防止（anti－reflective；ＡＲ）膜を備える。一方のＡＲ膜２４は、波長変換部２３のうち半導体素子１２側の面に形成されている。他方のＡＲ膜２５は、波長変換部２３のうち外部共振器１７側の面に形成されている。
【００３５】
波長変換部２３は、周期的な分極反転構造を備えており、擬似位相整合（Quasi Phase Matching；ＱＰＭ）による波長変換によって、第１波長の光を第２波長の光へ変換する。但し、波長変換部２３の波長変換効率は、一般的に３０～４０％である。つまり、半導体素子１２から出射される第１波長の光の全てが、第２波長の光に変換されるわけではない。
【００３６】
周期的な分極反転構造は、例えばニオブ酸リチウム（$LiNbO_3$；ＬＮ）やタンタル酸リチウム（$LiTaO_3$；ＬＴ）等の無機非線形光学材料の結晶基板内部に形成されている。具体的には、周期的な分極反転構造は、このような結晶基板内部に、半導体素子１

２から出射された光に対して略直交する方向に、相互に分極方向が反転した２つの領域２３ａ、２３ｂを、所定の間隔で交互に多数形成した構成となっている。これら２つの領域２３ａ、２３ｂのピッチは、入射する光の波長と結晶基板の屈折率分散とを考慮して、適宜決定される。

【００３７】

なお、一般に、半導体素子１２から射出される光は、利得帯域の中で複数の縦モードが発振し、温度の変動等の影響によりそれらの波長が変化する。即ち、ＳＨＧ素子１６において変換される光の波長の許容幅は０．３ｎｍ程度であり、使用環境温度変化に対して、０．１ｎｍ／℃程度変動する。

【００３８】

ＡＲ膜２４、２５は、例えば単層又は多層からなる誘電体膜であり、第１波長の光及び第２波長の光の双方を例えば９８％以上の透過率で透過させる。なお、ＡＲ膜２４、２５は、ＳＨＧ素子１６の機能を達成する上で必須の構成ではないため、省略することも可能である。つまり、ＳＨＧ素子１６は、波長変換部２３のみで構成しても良い。

【００３９】

図１に戻って、外部共振器１７は、第１波長の光を選択的に反射させ、第１波長以外の波長（第２波長を含む）の光を透過させる機能を有する。外部共振器１７は、ＳＨＧ素子１６から射出される第２波長の光を透過させて射出先である拡散素子１８へ進行させ、第１波長の光を反射させて半導体素子１２との間で共振させる。外部共振器１７は、第１波長の光を選択的に反射することで、増幅する光の波長を狭帯域化する機能も担っている。

【００４０】

図４は、外部共振器１７の断面構成を模式的に表したものである。外部共振器１７は、ＳＨＧ素子１６と同様、四角柱形状をなしている。ブラッグ格子部２６は、ブラッグ格子構造が内部に形成された体積型位相格子である。ＡＲ膜２７は、ブラッグ格子部２６の入射面に設けられている。

【００４１】

ブラッグ格子部２６は、光路に沿って設けられた多数の層によって構成されている。ブラッグ格子部２６は、SiO_2を主体とした例えばアルカリボロアルミノシリケートガラス等のガラス層に所定波長の紫外線を照射し、ガラス層中に屈折率の異なる干渉パターンを層状に形成したものである。このブラッグ格子部２６によって、外部共振器１７の機能がもたらされる。

【００４２】

ＡＲ膜２７は、単層又は多層からなる誘電体膜であり、第１波長の光及び第２波長の光の双方を例えば９８％以上の透過率で透過させる。ＡＲ膜２７は、ブラッグ格子部２６の入射面のみならず、出射面にも形成しても良い。なお、ＡＲ膜２７は、外部共振器１７の機能を達成する上で必須の構成ではないため、省略しても良い。つまり、外部共振器１７は、ブラッグ格子部２６のみで構成しても良い。

【００４３】

図５は、光学プリズム１３の斜視構成を示す。光学プリズム１３は、透明部材、例えばＢＫ７等の光学ガラスにより構成される光学素子である。光学プリズム１３は、正方形形状の断面を持つ四角柱形状を有する。図１に示すように、光学プリズム１３は、第１面１３ａを半導体素子１２及びＳＨＧ素子１６の方向へ向けて配置されている。第１面１３ａには、波長分離膜１４が設けられている。

【００４４】

第２面１３ｂは、第１面１３ａに隣接する面であって、第１面１３ａに直交する。光学プリズム１３は、界面である第２面１３ｂにおいて第２波長のレーザ光を全反射させる。第３面１３ｃは、第１面１３ａに平行な面であって、第１面１３ａに対向している。第３面１３ｃには、反射膜１５が設けられている。光学プリズム１３は、波長分離膜１４で分離された第２波長のレーザ光を拡散素子１８の方向へ折り返す折り返し部を構成する。折り返し部は、単独の光学プリズム１３による一体構造をなしている。一体構造の折り返し

部を用いることにより、折り返し部が複数の部材から構成される場合と比較して光源装置１１を簡易かつ小型にできる。また、折り返し部を構成する素子同士の位置調整が不要となる他、折り返し部と他の素子との位置決めも容易にできる。

【００４５】

波長分離膜１４は、第２波長の光を透過させ、第１波長の光を反射させることで、第１波長の光と第２波長の光とを分離させる波長分離部である。波長分離膜１４は、例えば誘電体多層膜によって構成される。誘電体多層膜は、例えばＣＶＤによって形成することが可能であり、多層膜を構成する各層の厚さ、各層の材料、層の数は、求められる特性に応じて最適化される。反射膜１５は、第２波長のレーザ光を反射させる反射部である。反射膜１５は、高反射性部材、例えば誘電体多層膜や金属膜を用いて構成される。光源装置１１は、半導体レーザ励起固体（Diode Pumped Solid State；ＤＰＳＳ）レーザであっても良く、固体レーザ、液体レーザ、ガスレーザ等を用いる構成としても良い。

【００４６】

拡散素子１８は、照明対象Ｉに対応して照明領域の整形、拡大、及びレーザ光の光量分布の均一化を行う。拡散素子１８としては、例えば回折光学素子である計算機合成ホログラム（Computer Generated Hologram；ＣＧＨ）を用いることができる。照明対象Ｉは、拡散素子１８からの高次回折光、例えば１次回折光及び２次回折光が入射する位置であって、ゼロ次回折光が入射する位置以外の位置に設けられている。

【００４７】

照明装置１０は、照明装置１０の光軸方向以外の方向の照明対象Ｉへ照明光を供給するオフアクシス光学系を採用している。これにより、他の回折光と比較してゼロ次回折光の光量が大きい場合に照明対象Ｉ上の一部のみが明るくなることを防ぎ、光量分布が良好な照明光を得ることができる。なお、拡散素子１８としては、入射光を透過させることで回折させるものに限られず、入射光を反射することで回折させるものを用いても良い。また、照明対象Ｉにおいて照明光の光量分布が良好であれば、拡散素子１８からのゼロ次回折光を照明対象Ｉへ入射させる構成であっても良い。

【００４８】

半導体素子１２からの第１波長の光は、波長分離膜１４へ入射する。波長分離膜１４は、半導体素子１２からの第１波長の光を反射させ、ＳＨＧ素子１６の方向へ進行させる。ＳＨＧ素子１６を透過した光は、外部共振器１７へ入射する。ＳＨＧ素子１６において第１波長から第２波長へ変換された光は、外部共振器１７を透過した後、拡散素子１８へ入射する。

【００４９】

ＳＨＧ素子１６からの第１波長の光は、外部共振器１７で反射した後、ＳＨＧ素子１６へ入射する。外部共振器１７から半導体素子１２へ進行する過程のうちＳＨＧ素子１６において第１波長から第２波長へ変換された光は、波長分離膜１４を透過する。波長分離膜１４を透過した第２波長のレーザ光は、第１面１３ａから光学プリズム１３へ入射する。光学プリズム１３は、第１面１３ａにおけるレーザ光の入射角度を適宜設定することで、第１面１３ａにおける第２波長のレーザ光の反射を防ぐことが可能となる。

【００５０】

第１面１３ａを透過した第２波長のレーザ光は、第２面１３ｂへ入射する。第２面１３ｂへ入射したレーザ光は、第２面１３ｂで全反射した後、第３面１３ｃの方向へ進行する。第３面１３ｃへ入射したレーザ光は、反射膜１５で反射した後、第４面１３ｄの方向へ進行する。第４面１３ｄへ入射したレーザ光は、第４面１３ｄにて光学プリズム１３から射出した後、拡散素子１８の方向へ進行する。光学プリズム１３は、波長分離膜１４で分離された第２波長のレーザ光を拡散素子１８の方向へ折り返す。このようにして、半導体素子１２から外部共振器１７へ進行する過程において第１波長から第２波長へ変換されたレーザ光と、外部共振器１７から半導体素子１２へ進行する過程において第１波長から第２波長へ変換されたレーザ光とを合成させる。第１面１３ａ及び第２面１３ｂを直交させることで、第２波長のレーザ光を拡散素子１８の方向へ折り返す構成とすることができる

。

【００５１】

ＳＨＧ素子１６から波長分離膜１４へ入射した第１波長の光は、波長分離膜１４で反射し、半導体素子１２の方向へ進行する。半導体素子１２へ入射した第１波長の光は、半導体素子１２で反射する。半導体素子１２で反射された第１波長の光は、半導体素子１２から射出される第１波長の光とともに波長分離膜１４の方向へ進行する。共振器構造により、高い波長変換効率で第２波長のレーザ光を射出させることが可能となる。

【００５２】

光学プリズム１３の第２面１３ｂ、第３面１３ｃでレーザ光を反射させることで、光学プリズム１３から拡散素子１８へ進行させる第２波長のレーザ光と、波長分離膜１４で反射した半導体素子１２からの第１波長のレーザ光とは、略平行に進行する。四角柱形状の光学プリズム１３を用いることで、拡散素子１８へ平行光を供給することが可能となる。拡散素子１８へ平行光を供給可能とすることで、照明用途に適したレーザ光を供給することができる。例えば、拡散素子１８からの光をレンズ等により容易に平行化でき、小型な光学素子等を用いて効率良く光を利用することが可能となる。

【００５３】

第１面１３ａに設けられた波長分離膜１４を用いることで、半導体素子１２から射出される第１波長の光をＳＨＧ素子１６の方向へ進行させ、かつＳＨＧ素子１６からの第１波長の光と第２波長の光とを分離させることが可能となる。また、半導体素子１２及びＳＨＧ素子１６を狭い間隔で配置できるため、ＳＨＧ素子１６に対して長いスペースを確保することが可能となる。十分な長さのＳＨＧ素子１６を配置可能とすることで、ＳＨＧ素子１６による高い波長変換効率を確保することができる。

【００５４】

光源装置１１は、単独の光学プリズム１３に波長分離膜１４及び反射膜１５を設ける簡易かつ小型な構成によりレーザ光を合成可能である。また、光学プリズム１３は、四角柱形状とすることで容易に形成することができる。少ない光学部材を用いた構成とすることで、光学部材の経由によるレーザ光の損失を低減させることも可能となる。これにより、簡易かつ小型な構成により高い波長変換効率を実現できるという効果を奏する。

【００５５】

第１波長の光の共振に関して機能を果たさない構成である折り返し部を共振器構造外に配置することで、共振器構造内での界面反射による第１波長の光の損失をできるだけ低減させることが可能となる。このことにより、効率的なレーザ発振が可能となる。また、第２波長の光を折り返すための構成を共振器構造内に設ける場合、共振器構造内の構成について、第１波長及び第２波長の双方に対応するための調整が必要となる。これに対して、共振器構造外に折り返し部を配置することで、共振器構造内の構成については第１波長に対応するための調整のみをすれば良いこととなる。このため、共振器構造内の構成について、誘電体多層膜の層の数の低減、歩留まりの向上、低コスト化が可能となる。以上により、光源装置１１は、効率的なレーザ発振、小型化、低コスト化が可能となる。

【００５６】

折り返し部である光学素子としては、図６に示す立方体形状の光学プリズム２９を用いても良い。光学プリズム２９は、上記の光学プリズム１３（図５参照）と同様、射出先に対して略平行なレーザ光を進行させることができる。光学プリズム２９はコーナーキューブと同様に、比較的高い自由度を持たせた配置により、光学プリズム２９へ入射するレーザ光と略同じ方向へレーザ光を射出させる構成を容易に実現できる。また、立方体形状とすることで、光学プリズム２９を容易に形成することもできる。この他光学プリズムは、正方形形状の断面を持つ四角柱形状以外の形状としても良い。例えば、長方形形状の断面を持つ直方体形状であっても良い。さらに、後述するように、四角柱形状以外の他の多角柱形状であっても良い。

【００５７】

光源部は、アレイ化された複数の発光部を備えた構成としても良い。例えば図７に示す

半導体素子３０は、１列に並列された複数の発光部３１を有する。図８に示す半導体素子３２は、２列に並列された複数の発光部３１を有する。なお、発光部３１の数や列は図示するものに限られない。このようにアレイ化された複数の発光部を有する光源部を用いる場合、光学プリズム１３、波長分離膜１４、反射膜１５、ＳＨＧ素子１６及び外部共振器１７の構成を光源部に対応させて拡張させれば良い。アレイ化された複数の発光部を備えた構成としても、装置の過度な大型化を招くこと無く簡易な構成とすることができる。また、高い光利用効率かつ安定した出力で、偏光方向が揃えられたレーザ光を供給可能である効果を維持しながら、アレイ化による光量増加を光源装置からの出力アップに効果的につなげることが可能である。

【００５８】

波長変換素子としては、ＳＨＧ素子１６に代えて、例えば第三次高調波発生素子等を用いても良い。波長変換素子を構成する非線形光学材料としては、ＬＮやＬＴの他、$KNbO_3$、$Ba_2NaNb_5O_{15}$（ＢＮＮ）、$KTiOPO_4$（ＫＴＰ）、$KTiOAsO_4$（ＫＴＡ）、β－BaB_2O_4（ＢＢＯ）、LiB_3O_7（ＬＢＯ）等の無機非線形光学材料を用いても良い。また、メタニトロアニリン、２－メチル－４－ニトロアニリン、カルコン、ジシアノビニルアニソール、３，５－ジメチル－１－（４－ニトロフェニル）ピラゾール、Ｎ－メトキシメチル－４－ニトロアニリン等の低分子有機材料や、ポールドポリマ等の有機非線形光学材料を用いても良い。外部共振器１７としては、体積型位相格子以外に、結晶型の体積ホログラム、フォトポリマ体積ホログラム、ブレーズド型回折格子（溝の断面形状が鋸歯状である回折格子）等を用いても良い。

【００５９】

図９は、本実施例の変形例１に係る照明装置４０の概略構成を示す。照明装置４０の光源装置４１は、五角形形状の断面構成を持つ光学プリズム４２を有する。光学プリズム４２は、図１０に示すように、五角柱形状を備える。光学プリズム４２は、図１１に示す五角形形状の各辺に対応する５つの面４２ａ～４２ｅを備える。図９に示すように、第１面４２ａは、波長分離膜１４が設けられている。光学プリズム４２は、界面である３つの面４２ｂ、４２ｃ、４２ｄにおいて第２波長のレーザ光を全反射させる光学素子である。

【００６０】

第１面４２ａを透過した第２波長のレーザ光は、第２面４２ｂ、第３面４２ｃ、第４面４２ｄで順次全反射した後、第５面４２ｅを透過する。界面を用いた全反射によりレーザ光を折り返す構成とすることで、反射部を用いる場合よりレーザ光の損失を低減させることが可能となる。光学プリズム４２から拡散素子１８へ進行する第２波長のレーザ光と、外部共振器１７を透過した第２波長のレーザ光とは、拡散素子１８に向けて収束する。図１１に示すように、第１面４２ａ及び第２面４２ｂは、互いに略直交する。第２面４２ｂ及び第３面４２ｃの間の角度α、第３面４２ｃ及び第４面４２ｄの間の角度βについては、α＜βの関係が成り立つ。

【００６１】

かかる構成により、光学プリズム４２からの第２波長のレーザ光と、外部共振器１７を透過した第２波長のレーザ光とを収束させることができる。拡散素子１８に向けてレーザ光を収束させることで、拡散素子１８を小型とし、かつ拡散素子１８におけるレーザ光の損失を低減できる。光学プリズムは、本実施例で説明する構成の他、互いに略直交する第１面及び第２面を備える他の多角形形状としても良い。

【００６２】

図１２は、本実施例の変形例２に係る照明装置５０の概略構成を示す。照明装置５０の光源装置５１は、六角形形状の断面構成を持つ光学プリズム５２を有する。光学プリズム５２は、六角柱形状を備える。光学プリズム５２は、図１３に示す六角形形状の各辺に対応する６つの面５２ａ～５２ｆを備える。図１２に示すように、第１面５２ａは、波長分離膜１４が設けられている。光学プリズム５２は、第１面５２ａに隣接する底面５２ｂを基板１９上に置くことにより支持されている。

【００６３】

底面５２ｂに隣接する第２面５２ｃは、第１面５２ａからのレーザ光を全反射させる。光学プリズム５２は、界面である第２面５２ｃにおいて第２波長のレーザ光を全反射させる光学素子である。なお、第１面５２ａと第２面５２ｃとは互いに略直交させても良く、直交させない構成であっても良い。第１面５２ａを透過した第２波長のレーザ光は、第２面５２ｃで全反射した後、第２面５２ｃに隣接する第３面５２ｄの方向へ進行する。第３面５２ｄは、反射膜１５が設けられている。第３面５２ｄへ入射したレーザ光は、反射膜１５で反射した後、第４面５２ｆの方向へ進行する。第４面５２ｆは、第３面５２ｄとは１つの面５２ｅを隔てた面であって、かつ第１面５２ａに隣接する。第４面５２ｆの方向へ進行したレーザ光は、第４面５２ｆから光学プリズム５２外部へ出射する。光学プリズム５２を出射した第２波長のレーザ光は、拡散素子１８の方向へ進行する。

【００６４】

光学プリズム５２から拡散素子１８へ進行する第２波長のレーザ光と、外部共振器１７を透過した第２波長のレーザ光とは、拡散素子１８に向けて拡散している。これにより、供給対象物である拡散素子１８におけるエネルギー集中を低減可能な構成とすることができる。また、底面５２ｂを用いて光学プリズム５２を配置可能とすることで、容易に光学プリズム５２を設置することができる。このように、光学プリズムは、互いに略直交する第１面及び第２面が隣接する構成以外の構成であっても良い。光学プリズムとしては、例えば、図１４に示す正八角形形状の断面を持つ八角柱形状の光学プリズム５５を用いても良い。八角柱形状の光学プリズム５５の場合も、平坦面を底面として容易に光学プリズム５５を設置することができる。さらに、光学プリズムは、本実施例で説明する形状以外の形状であっても良い。

【実施例２】

【００６５】

図１５は、本発明の実施例２に係る照明装置に用いられる光源装置１００の概略構成を示す。光源装置１００は、五角形形状の断面構成を持つ光学プリズム１０１を備える。光学プリズム１０１の断面構成において、第４面１０１ｄ及び第５面１０１ｅは鈍角をなしている。上記実施例と同一の部分には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。上記実施例では基板１９のうちＳＨＧ素子１６が設けられた面や外部共振器１７が設けられた面に対して傾くように半導体素子１２を配置したのに対して、本変形例ではＳＨＧ素子１６が設けられた面や外部共振器１７が設けられた面に対して傾けずに半導体素子１２を配置する基板１０２が用いられる。

【００６６】

光学素子である光学プリズム１０１は、第１面１０１ａ、第２面１０１ｂ、及び第３面１０１ｃを持つ四角柱形状から、第４面１０１ｄ及び第５面１０１ｅを持つ三角柱形状を取り除いたような五角柱形状をなしている。第１面１０１ａには、波長分離膜１４が設けられている。第２面１０１ｂは、第１面１０１ａに隣接する面である。光学プリズム１０１は、界面である第２面１０１ｂにおいて第２波長のレーザ光を全反射させる。第３面１０１ｃは、第２面１０１ｂに隣接する面であって、第１面１０１ａに対向している。第３面１０１ｃには、反射膜１５が設けられている。第４面１０１ｄは、第３面１０１ｃに隣接する面である。第５面１０１ｅは、第４面１０１ｄ及び第１面１０１ａの間の面である。光学プリズム１０１は、波長分離膜１４で分離された第２波長のレーザ光を折り返す折り返し部を構成する。

【００６７】

半導体素子１２から波長分離膜１４へ入射し、波長分離膜１４で反射した第１波長の光は、波長分離膜１４で光路が略９０度折り曲げられ、ＳＨＧ素子１６の方向へ進行する。ＳＨＧ素子１６から波長分離膜１４へ入射し、波長分離膜１４で反射した第１波長の光は、波長分離膜１４で光路が略９０度折り曲げられ、半導体素子１２の方向へ進行する。

【００６８】

波長分離膜１４を透過することにより共振器構造内から取り出された第２波長のレーザ光は、第１面１０１ａから光学プリズム１０１へ入射する。第２波長のレーザ光は、第１

面１０１ａにおいて屈折する。第１面１０１ａからの第２波長のレーザ光は、第２面１０１ｂへ入射する。第２面１０１ｂで全反射した第２波長のレーザ光は、反射膜１５へ入射する。反射膜１５で反射した第２波長のレーザ光は、第４面１０１ｄへ入射する。第２波長のレーザ光は、第４面１０１において屈折する。第４面１０１ｄから光学プリズム１０１を射出した第２波長のレーザ光は、波長分離膜１４で反射した第１波長の光と略平行に進行する。

【００６９】

光学プリズム１０１は、四角柱形状の透明部材の一部を切り取ることにより、比較的容易に形成することができる。本実施例では、容易に形成可能な構成により、射出先へ平行光を進行させることができる。射出先へ平行光を進行させる構成とすることで、光源装置１００を組み込む照明光学系についての調整を容易にすることができる。なお、本実施例の光源装置１００は、適宜変形することにより、射出先へ向けて収束光や拡散光を進行させることとしても良い。

【実施例３】

【００７０】

図１６は、本発明の実施例３に係る照明装置に用いられる光源装置１１０の概略構成を示す。光源装置１１０は、正方形形状の断面構成を持つ光学プリズム１１１を備える。上記実施例と同一の部分には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。光学素子である光学プリズム１１１の第１面１１１ａには、第１波長分離部である第１波長分離膜１１２が設けられている。第１波長分離膜１１２は、外部共振器１７からの第１波長の光の一部を反射させ、第１波長の光の一部及び第２波長の光を透過させる波長分離部である。

【００７１】

第２面１１１ｂは、第１面１１１ａに隣接する面であって、第１面１１１ａに直交する。第３面１１１ｃは、第２面１１１ｂに隣接する面であって、第１面１１１ａに平行である。第３面１１１ｃには、第２波長分離部である第２波長分離膜１１３が設けられている。第２波長分離膜１１３は、第１波長の光を透過させ、第２波長の光を反射することにより、第１波長分離膜１１２からの第１波長の光と第２波長の光とを分離させる。第１第４面１１１ｄは、第３面１１１ｃ及び第１面１１１ａの間の面であって、第２面１１１ｂに平行である。光学プリズム１１１は、第１波長分離膜１１２で分離された第２波長のレーザ光を折り返す折り返し部を構成する。光学プリズム１１１の断面構成における一辺Ｌは、例えば３ｍｍである。光学プリズム１１１の屈折率は、例えば１．５２である。

【００７２】

半導体素子１２からの光は、第１面１１１ａに対して略４５度の角度で入射する。ＳＨＧ素子１６からの光と第１面１１１ａとがなす角度αも、略４５度である。第１波長分離膜１１２を透過することにより共振器構造内から取り出された第２波長のレーザ光、及び第１波長の光は、第１面１１１ａから光学プリズム１１１へ入射する。第１面１１１ａへ入射した光は、第１面１１１ａにおいて屈折する。第１面１１１ａからの光は、第２面１１１ｂへ入射する。第２面１１１ｂへ入射する光と、第２面１１１ｂとがなす角度βは、略２７．５度である。第２面１１１ｂで全反射した光は、第２波長分離膜１１３へ入射する。

【００７３】

第２波長分離膜１１３へ入射した第１波長の光は、第２波長分離膜１１３を透過する。第２波長分離膜１１３を透過した第１波長の光は、第３面１１１ｃから光学プリズム１１１を射出した後、光検出部１１４へ入射する。光検出部１１４は、第２波長分離膜１１３で分離された第１波長の光を検出する。光検出部１１４としては、例えばフォトダイオードを用いることができる。半導体素子１２は、光検出部１１４による検出結果に基づいて制御された強度の光を射出する。光検出部１１４を用いることにより、半導体素子１２の出力のフィードバック制御が可能となる。

【００７４】

第２波長分離膜１１３で反射した第２波長のレーザ光は、第１面１１１ａへ入射する。

折り返し部である光学プリズム１１１は、第１波長分離膜１１２からの光が入射する面と同一の面である第１面１１１ａから光を射出する。第１面１１１ａへ入射した第２波長のレーザ光は、第１面１１１ａにおいて屈折する。第１面１１１ａから光学プリズム１１１を射出した光は、第１波長分離膜１１２を透過する。第１波長分離膜１１２を透過した第２波長のレーザ光は、第１波長分離膜１１２で反射した第１波長の光と略平行に進行する。

【００７５】

正方形形状の断面構成を持つ光学プリズム１１１は、容易に形成することができる。光学プリズム１１１を容易に形成可能とすることで、光線ごとの角度のばらつきや光線同士の間隔の個体差を低減させることができる。よって、光源装置１１０は、照明光学系に容易に組み込むことが可能であって、光源装置１１０が組み込まれた照明光学系は安定した光学性能を得ることが可能となる。さらに、矩形形状を持つ光学プリズム１１１は、波長分離膜や反射膜を成膜する際に蒸着装置に容易に設置することができ、安定した膜を形成することができる。

【００７６】

本実施例では、一辺Ｌが３ｍｍ程度の小型な断面構成の光学プリズム１１１を用いることにより、光学プリズム１１１への光の入射と、光学プリズム１１１からのレーザ光の射出とのいずれも第１面１１１ａを用いる構成にできる。光学プリズム１１１のうち同じ第１面１１１ａを用いた光の入射及び射出を可能にすることで、外部共振器１７を透過した第２波長のレーザ光と、光学プリズム１１１から射出した第２波長のレーザ光との間隔を狭くすることができる。狭い間隔のレーザ光を射出可能とすることで、拡散素子１８（図１参照）、及び光学系を構成する素子を小型にすることができる。これにより、さらに小型化に適した構成にできる。

【００７７】

折り返し部である光学プリズム１１１に設けられた第２波長分離膜１１３を用いることにより、第１波長分離膜１１２を透過する第１波長の光が存在する場合に、光源装置１１０から射出する第１波長の光を低減させることができる。また、第２波長分離膜１１３を透過した第１波長の光を光検出部１１４で検出する構成とすることで、第２波長分離膜１１３で分離された第１波長の光を有効に利用することができる。なお、上記各実施例の光源装置においても、折り返し部に第２波長分離膜１１３を設ける構成としても良い。例えば、図１５に示す光源装置１００の場合、反射膜１５に代えて第２波長分離膜１１３を設けることとしても良い。また、本実施例の光源装置１１０は、第２波長分離膜１１３に変えて反射膜１５を設けることとしても良い。

【００７８】

図１７は、本実施例の変形例に係る光源装置１１５の概略構成を示す。光源装置１１５は、上記の光検出部１１４に代えて設けられた光吸収部１１６を有する。光吸収部１１６は、第２波長分離膜１１３で分離された第１波長の光を吸収する。光吸収部１１６は、例えば、光吸収性樹脂を用いて構成することができる。これにより、不要光である第１波長の光の射出を低減させることができる。なお、例えば、照明装置や、照明装置を搭載する装置の筐体自体を光吸収部として機能させることとしても良い。

【実施例４】

【００７９】

図１８は、本発明の実施例４に係る照明装置に用いられる光源装置１２０の概略構成を示す。光源装置１２０は、ダイクロイックミラー１２１及び光学プリズム１２２を有する。上記実施例と同一の部分には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。ダイクロイックミラー１２１は、半導体素子１２からの光、及びＳＨＧ素子１６からの光が入射する位置に設けられている。ダイクロイックミラー１２１は、第１波長の光を反射し、第２波長の光を透過させる波長分離部である。ダイクロイックミラー１２１は、板状に形成された透明部材に誘電体多層膜を施すことにより構成されている。ダイクロイックミラー１２１は、ＳＨＧ素子１６が設けられた側に向けられた第１面１２１ａと、光学プリズム１２

２が設けられた側に向けられた第２面１２１ｂとを有する。不図示の誘電体多層膜は、第１面１２１ａに形成されている。

【００８０】

光学素子である光学プリズム１２２は、二等辺直角三角形形状の断面構成を持つ直角プリズムである。光学プリズム１２２は、ダイクロイックミラー１２１からの光を折り返す折り返し部として機能する。光学プリズム１２２は、ダイクロイックミラー１２１が設けられた側に第１面１２２ａを向けて配置されている。光学プリズム１２２の第２面１２２ｂは、第１面１２２ａに隣接する面である。光学プリズム１２２の第３面１２２ｃは、第１面１２２ａ及び第２面１２２ｂの間の面である。第３面１２２ｃは、第２面１２２ｂに直交する。

【００８１】

半導体素子１２からの光は、ダイクロイックミラー１２１の第１面１２１ａに対して略４５度の角度で入射する。ダイクロイックミラー１２１を透過することにより共振器構造内から取り出された第２波長のレーザ光は、第１面１２１ａ及び第２面１２１ｂで屈折する。第２面１２１ｂからダイクロイックミラー１２１を射出した第２波長のレーザ光は、光学プリズム１２２の第１面１２２ａに対して略垂直に入射する。第１面１２２ａから光学プリズム１２２へ入射した第２波長のレーザ光は、第２面１２２ｂに対して略４５度の角度で入射する。

【００８２】

第２面１２２ｂへ入射した第２波長のレーザ光は、第２面１２２ｂで全反射した後、第３面１２２ｃに対して略４５度の角度で入射する。第３面１２２ｃへ入射した第２波長のレーザ光は、第３面１２２ｃで全反射した後、第２面１２２ｂへ入射するときと略平行に進行し、第１面１２２ａに対して略垂直に入射する。光学プリズム１２２は、ダイクロイックミラー１２１からの光が入射する面と同一の面である第１面１２２ａから光を射出する。第１面１２２ａから光学プリズム１２２を透過した第２波長のレーザ光は、ダイクロイックミラー１２１で反射した第１波長の光と略平行に進行する。

【００８３】

本実施例では、折り返し部とは分離させて波長分離部を設けることにより、折り返し部を高い自由度で構成することが可能となる。直角三角形形状の断面構成を持つ光学プリズム１２２は、容易に形成することができる。また、小型な断面構成の光学プリズム１２２を用いることにより、光学プリズム１２２への光の入射と、光学プリズム１２２からのレーザ光の射出とのいずれも第１面１２２ａを用いる構成にできる。光学プリズム１２２のうち同じ第１面１２２ａを用いた光の入射及び射出を可能にすることで、外部共振器１７を透過した第２波長のレーザ光と、光学プリズム１１１から射出した第２波長のレーザ光との間隔を狭くすることができる。これにより、簡易な形状の光学プリズム１２２を用いて、小型化に適した構成を容易に実現できる。また、光学プリズム１２２における全反射のみを利用可能とすることで、反射膜が不要な簡易な構成により第２波長のレーザ光を折り返すことができる。

【実施例５】

【００８４】

図１９は、本発明の実施例５に係る照明装置に用いられる光源装置１３０の概略構成を示す。本実施例の光源装置１３０は、３つのミラーを組み合わせた折り返し部１３１を有することを特徴とする。上記実施例と同一の部分には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【００８５】

図２０は、折り返し部１３１の斜視構成を示す。折り返し部１３１は、第１ミラー１３３、第２ミラー１３４、及び第３ミラー１３５を有する。第１ミラー１３３は、第１波長の光を反射し、第２波長の光を透過させる波長分離部として機能するダイクロイックミラーである。第１ミラー１３３は、板状に形成された透明部材に誘電体多層膜を施すことにより構成されている。第２ミラー１３４は、第１ミラー１３３からの第２波長の光を反射

する。第３ミラー１３５は、第２ミラー１３４からの第２波長の光を反射する。第２ミラー１３４及び第３ミラー１３５は、いずれも、板状に形成された透明部材に反射膜を施すことにより構成されている。第１ミラー１３３、第２ミラー１３４、及び第３ミラー１３５は、いずれも略同じ長方形形状をなしている。

【００８６】

折り返し部１３１は、第１ミラー１３３と、第２ミラー１３４と、第３ミラー１３５とが固定された２つのブロック構造１３２を有する。ブロック構造１３２は、第１ミラー１３３と、第２ミラー１３４と、第３ミラー１３５とを固定する固定部として機能する。ブロック構造１３２は、長方形形状の第１ミラー１３３、第２ミラー１３４、第３ミラー１３５の短辺に合わせて設けられている。ブロック構造１３２は、正方形形状の断面構成を持つ直方体形状をなしている。２つのブロック構造１３２は、正方形形状の断面が略平行になるように配置されている。ブロック構造１３２は、各ミラー１３３、１３４、１３５を正確に位置決め可能な程度強固であれば、いずれの部材を用いて構成しても良い。

【００８７】

ブロック構造１３２の第１面１３２ａ及び第３面１３２ｃは、互いに平行である。第２面１３２ｂは、第１面１３２ａ及び第３面１３２ｃの間の面である。第１ミラー１３３は、ブロック構造１３２の第１面１３２ａに固定されている。第１ミラー１３３に設けられた誘電体多層膜は、第１ミラー１３３のうちブロック構造１３２に固定された面とは反対側の面に形成されている。第２ミラー１３４は、ブロック構造１３２の第２面１３２ｂに固定されている。第２ミラー１３４に設けられた反射膜は、第２ミラー１３４のうちブロック構造１３２に固定された面に形成されている。第３ミラー１３５は、ブロック構造１３２の第３面１３２ｃに設けられている。第３ミラー１３５に設けられた反射膜は、第３ミラー１３５のうちブロック構造１３２に固定された面に形成されている。

【００８８】

第１ミラー１３３及び第３ミラー１３５は、ブロック構造１３２により、互いに平行になるように位置決めされている。第２ミラー１３４は、ブロック構造１３２により、第１ミラー１３３及び第３ミラー１３５に垂直になるように位置決めされている。折り返し部１３１は、ブロック構造１３２に第１ミラー１３３、第２ミラー１３４、及び第３ミラー１３５を固定することにより、一体構造をなしている。

【００８９】

図１９に戻って、支持部１３６は、基板１０２上にて折り返し部１３１を支持する。半導体素子１２は、支持部１３６内に組み込まれている。折り返し部１３１は、半導体素子１２からの光が第１面１３２ａに対して略４５度の角度をなすように、支持部１３６を用いて配置されている。支持部１３６のうち基板１０２に垂直な面と第２ミラー１３４との間の角度θは、略１３５度をなす。

【００９０】

半導体素子１２から第１ミラー１３３へ入射し、第１ミラー１３３で反射した第１波長の光は、第１ミラー１３３で光路が略９０度折り曲げられ、ＳＨＧ素子１６の方向へ進行する。ＳＨＧ素子１６から第１ミラー１３３へ入射し、第１ミラー１３３で反射した第１波長の光は、第１ミラー１３３で光路が略９０度折り曲げられ、半導体素子１２の方向へ進行する。

【００９１】

第１ミラー１３３を透過することにより共振器構造内から取り出された第２波長のレーザ光は、第２ミラー１３４へ入射する。第２波長のレーザ光は、第２ミラー１３４に対して略４５度の角度をなす。第２ミラー１３４で反射することで光路が略９０度折り曲げられた第２波長のレーザ光は、第３ミラー１３５へ入射する。第３ミラー１３５に対して略４５度の角度をなす。第３ミラー１３５で反射することで光路が略９０度折り曲げられた第２波長のレーザ光は、第１ミラー１３３で反射した第１波長の光と略平行に進行する。

【００９２】

図２１は、折り返し部１３１を製造する手順を説明するものである。工程ａでは、ブロ

ック構造１３２の第１面１３２ａに第１ミラー１３３を固定する。第１面１３２ａ及び第１ミラー１３３の固定には、接着部材が用いられる。第１面１３２ａ及び第１ミラー１３３の間には、接着層１３７が形成される。工程ｂでは、ブロック構造１３２の第２面１３２ｂに第２ミラー１３４を固定する。第２面１３２ｂ及び第２ミラー１３４の固定には、接着部材が用いられる。第２面１３２ｂ及び第２ミラー１３４の間には、接着層１３７が形成される。

【００９３】

工程ｃでは、ブロック構造１３２の第３面１３２ｃに第３ミラー１３５を固定する。第３面１３２ｃ及び第３ミラー１３５の固定には、接着部材が用いられる。第３面１３２ｃ及び第３ミラー１３５の間には、接着層１３７が形成される。このようにして、第１ミラー１３３、第２ミラー１３４、第３ミラー１３５とブロック構造１３２とを固定することができる。

【００９４】

第１ミラー１３３、第２ミラー１３４、及び第３ミラー１３５を備える折り返し部１３１は、簡易な構成にでき、かつ製造コストを低減できる。これにより、安価で簡易な構成により、第２波長のレーザ光を折り返す構成にできる。なお、ブロック構造１３２は、各ミラー１３３、１３４、１３５の間のうち、第１ミラー１３３を透過した第２波長のレーザ光が入射する位置以外の位置であれば、いずれの位置に設けることとしても良い。

【００９５】

図２２は、本実施例の変形例１に係る折り返し部１４０の構成を説明するものである。本変形例では、接着層１３７に代えて設けられた３つの板バネ部１４２を用いて、ブロック構造１３２に各ミラー１３３、１３４、１３５を固定する。板バネ部１４２は、第１ミラー１３３、第２ミラー１３４、第３ミラー１３５をブロック構造１３２に当接させる板形状の弾性構造である。板バネ部１４２は、枠部材１４１に設けられている。枠部材１４１は、第１ミラー１３３、第２ミラー１３４、第３ミラー１３５のうちブロック構造１３２に当接させた部分を嵌め込み可能な枠形状をなしている。枠部材１４１及び板バネ部１４２は、例えば、金属部材を用いて構成されている。

【００９６】

板バネ部１４２は、枠部材１４１のうち第１ミラー１３３に当接する部分、第２ミラー１３４に当接する部分、第３ミラー１３５に当接する部分にそれぞれ設けられている。板バネ部１４２は、枠部材１４１の外側に向かって撓むように構成され、枠部材１４１の内側へ向かう向きの復元力を用いて、第１ミラー１３３、第２ミラー１３４、第３ミラー１３５をブロック構造１３２に当接させる。本変形例の場合も、第１ミラー１３３、第２ミラー１３４、第３ミラー１３５とブロック構造１３２とを固定することができる。

【００９７】

図２３は、本実施例の変形例２に係る折り返し部１５０の構成を説明するものである。本変形例では、３つの板バネ部材を組み合わせて構成された枠部材１５１を用いて、ブロック構造１３２に各ミラー１３３、１３４、１３５を固定する。枠部材１５１は、第１ミラー１３３、第２ミラー１３４、第３ミラー１３５をブロック構造１３２に当接させる弾性構造である。枠部材１５１は、３つの板バネ部材、及び１つの板状部材を枠状に組み合わせて構成されている。

【００９８】

各板バネ部材の中央部分には、枠部材１５１の内側に向かって凸形状をなす当接部１５２が形成されている。当接部１５２は、枠部材１５１のうち第１ミラー１３３に当接する部分、第２ミラー１３４に当接する部分、第３ミラー１３５に当接する部分にそれぞれ設けられている。枠部材１５１は、第１ミラー１３３、第２ミラー１３４、第３ミラー１３５のうちブロック構造１３２に当接させた部分を嵌め込み可能に構成されている。枠部材１５１は、例えば、金属部材を用いて構成されている。

【００９９】

各板バネ部材は、枠部材１５１の外側へ当接部１５２を向かわせて撓むように構成され

、枠部材１５１の内側へ当接部１５２を向かわせる向きの復元力を用いて、第１ミラー１３３、第２ミラー１３４、第３ミラー１３５をブロック構造１３２に当接させる。本変形例の場合も、第１ミラー１３３、第２ミラー１３４、第３ミラー１３５とブロック構造１３２とを固定することができる。

【０１００】

なお、折り返し部に用いられる弾性構造の形状は、本実施例で説明するものに限られず、適宜変形しても良い。本実施例の折り返し部のうち第２ミラー１３４及び第３ミラー１３５の少なくとも一方は、ダイクロイックミラーとしても良い。ダイクロイックミラーを用いる場合、実施例３に係る光源装置１１０と同様、折り返し部において第１波長の光を分離する構成にできる。また、本実施例の光源装置１３０は、適宜変形することにより、射出先へ向けて収束光や拡散光を進行させることとしても良い。

【実施例６】

【０１０１】

図２４は、本発明の実施例６に係るモニタ装置６０の概略構成を示す。モニタ装置６０は、装置本体６２と、光伝送部６３とを有する。装置本体６２は、上記実施例１の光源装置１１と同様の構成の光源装置６１を備える。上記実施例１と同一の部分には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【０１０２】

光伝送部６３は、２つのライトガイド６５、６９を有する。光伝送部６３のうち被写体（不図示）側の端部には、拡散レンズ６７及び結像レンズ６８が設けられている。第１ライトガイド６５は、光源装置６１からの光を被写体へ伝送する。拡散素子６６及び拡散レンズ６７は、第１ライトガイド６５の出射側に設けられている。拡散素子６６は、照明領域の整形、拡大、及びレーザ光の光量分布の均一化を行う。拡散レンズ６７は、拡散素子６６からの光を被写体側にて拡散させる。光源装置６１から拡散レンズ６７までの光路中の各部は、被写体を照明する照明装置を構成する。

【０１０３】

第２ライトガイド６９は、被写体からの光をカメラ６４へ伝送する。結像レンズ６８は、第２ライトガイド６９の入射側に設けられている。結像レンズ６８は、被写体からの光を第２ライトガイド６９の入射面へ集光させる。被写体からの光は、結像レンズ６８により第２ライトガイド６９へ入射した後、第２ライトガイド６９内を伝播してカメラ６４へ入射する。

【０１０４】

第１ライトガイド６５、第２ライトガイド６９としては、多数の光ファイバを束ねたものを用いることができる。光ファイバを用いることで、レーザ光を遠方へ伝送させることができる。カメラ６４は、装置本体６２内に設けられている。カメラ６４は、光源装置６１から拡散レンズ６７までの光路中の各部により照明された被写体を撮像する撮像部である。第２ライトガイド６９から入射した光をカメラ６４へ入射させることで、カメラ６４による被写体の撮像ができる。

【０１０５】

上記実施例１と同様の光源装置６１を備える照明装置を適用することにより、簡易かつ小型な構成により高い波長変換効率を実現できる。これにより、簡易かつ小型な構成により明るい像をモニタできるという効果を奏する。光源装置６１は、上記実施例で説明するいずれの光源装置の同様の構成としても良い。

【実施例７】

【０１０６】

図２５は、本発明の実施例７に係るプロジェクタ７０の概略構成を示す。プロジェクタ７０は、スクリーン７７に光を射出し、スクリーン７７で反射する光を観察することで画像を鑑賞するフロント投写型のプロジェクタである。プロジェクタ７０は、赤色（Ｒ）光用照明装置７１Ｒ、緑色（Ｇ）光用照明装置７１Ｇ、青色（Ｂ）光用照明装置７１Ｂを有する。各色光用照明装置７１Ｒ、７１Ｇ、７１Ｂは、上記実施例１の照明装置１０と同様

の構成を有する。プロジェクタ７０は、各色光用照明装置７１Ｒ、７１Ｇ、７１Ｂからの光を用いて画像を表示する。

【０１０７】

Ｒ光用照明装置７１Ｒは、Ｒ光を供給する照明装置である。Ｒ光用空間光変調装置７２Ｒは、Ｒ光用照明装置７１Ｒの被照射物である。Ｒ光用空間光変調装置７２Ｒは、Ｒ光用照明装置７１ＲからのＲ光を画像信号に応じて変調する空間光変調装置であって、透過型液晶表示装置である。透過型液晶表示装置としては、例えば高温ポリシリコンＴＦＴ液晶パネル（High Temperature Polysilicon；ＨＴＰＳ）を用いることができる。Ｒ光用空間光変調装置７２Ｒで変調されたＲ光は、色合成光学系であるクロスダイクロイックプリズム７３へ入射する。

【０１０８】

Ｇ光用照明装置７１Ｇは、Ｇ光を供給する照明装置である。Ｇ光用空間光変調装置７２Ｇは、Ｇ光用照明装置７１ＧからのＧ光を画像信号に応じて変調する空間光変調装置であって、透過型液晶表示装置である。Ｇ光用空間光変調装置７２Ｇで変調されたＧ光は、Ｒ光とは異なる側からクロスダイクロイックプリズム７３へ入射する。

【０１０９】

Ｂ光用照明装置７１Ｂは、Ｂ光を供給する照明装置である。Ｂ光用空間光変調装置７２Ｂは、Ｂ光用照明装置７１ＢからのＢ光を画像信号に応じて変調する空間光変調装置であって、透過型液晶表示装置である。Ｂ光用空間光変調装置７２Ｂで変調されたＢ光は、Ｒ光、Ｇ光とは異なる側からクロスダイクロイックプリズム７３へ入射する。

【０１１０】

クロスダイクロイックプリズム７３は、互いに略直交するように配置された２つのダイクロイック膜７４、７５を有する。第１ダイクロイック膜７４は、Ｒ光を反射し、Ｇ光及びＢ光を透過させる。第２ダイクロイック膜７５は、Ｂ光を反射し、Ｒ光及びＧ光を透過させる。クロスダイクロイックプリズム７３は、それぞれ異なる方向から入射したＲ光、Ｇ光及びＢ光を合成し、投写レンズ７６の方向へ出射させる。投写レンズ７６は、クロスダイクロイックプリズム７３で合成された光をスクリーン７７の方向へ投写する。

【０１１１】

上記実施例１と同様の照明装置を用いることで、簡易かつ小型な構成により高い効率での照明が可能となる。これにより、簡易かつ小型な構成により明るい画像を表示することができるという効果を奏する。各色光用照明装置７１Ｒ、７１Ｇ、７１Ｂは、上記実施例で説明するいずれの照明装置の同様の構成としても良い。プロジェクタ７０は、空間光変調装置として透過型液晶表示装置を用いる場合に限られない。空間光変調装置としては、反射型液晶表示装置（Liquid Crystal On Silicon；ＬＣＯＳ）、ＤＭＤ（Digital Micromirror Device）、ＧＬＶ（Grating Light Valve）等を用いても良い。プロジェクタ７０は、色光ごとに空間光変調装置を備える構成に限られない。

【０１１２】

プロジェクタ７０は、一の空間光変調装置により２つ又は３つ以上の色光を変調する構成としても良い。プロジェクタは、スクリーンの一方の面に光を供給し、スクリーンの他方の面から出射される光を観察することで画像を鑑賞する、いわゆるリアプロジェクタであっても良い。なお、本発明の光源装置は、プロジェクタ及びモニタ装置の照明装置に適用する場合に限られない。例えば、レーザ光を用いて露光を行う露光装置等に用いることとしても良い。

【産業上の利用可能性】

【０１１３】

以上のように、本発明に係る光源装置は、プロジェクタやモニタ装置に用いられる照明装置に適用する場合に適している。

【図面の簡単な説明】

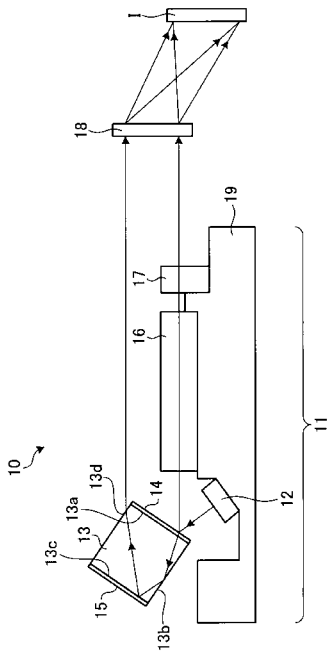
【０１１４】

【図１】本発明の実施例１に係る照明装置の概略構成を示す図。

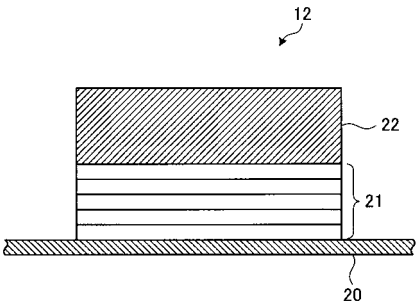
【図２】半導体素子の断面構成を模式的に表す図。
【図３】ＳＨＧ素子の断面構成を模式的に表す図。
【図４】外部共振器の断面構成を模式的に表す図。
【図５】光学プリズムの斜視構成を示す図。
【図６】立方体形状の光学プリズムについて説明する図。
【図７】１列に並列された複数の発光部を有する半導体素子を示す図。
【図８】２列に並列された複数の発光部を有する半導体素子を示す図。
【図９】実施例１の変形例１に係る照明装置の概略構成を示す図。
【図１０】光学プリズムの斜視構成を示す図。
【図１１】光学プリズムの平面構成を示す図。
【図１２】実施例１の変形例２に係る照明装置の概略構成を示す図。
【図１３】光学プリズムの平面構成を示す図。
【図１４】八角柱形状の光学プリズムについて説明する図。
【図１５】本発明の実施例２に係る光源装置の概略構成を示す図。
【図１６】本発明の実施例３に係る光源装置の概略構成を示す図。
【図１７】実施例３の変形例に係る光源装置の概略構成を示す図。
【図１８】本発明の実施例４に係る光源装置の概略構成を示す図。
【図１９】本発明の実施例５に係る光源装置の概略構成を示す図。
【図２０】折り返し部の斜視構成を示す図。
【図２１】折り返し部を製造する手順を説明する図。
【図２２】実施例５の変形例１に係る折り返し部の構成を説明する図。
【図２３】実施例５の変形例２に係る折り返し部の構成を説明する図。
【図２４】本発明の実施例６に係るモニタ装置の概略構成を示す図。
【図２５】本発明の実施例７に係るプロジェクタの概略構成を示す図。
【符号の説明】
【０１１５】
１０　照明装置、１１　光源装置、１２　半導体素子、１３　光学プリズム、１３ａ第１面、１３ｂ　第２面、１３ｃ　第３面、１３ｄ　第４面、１４　波長分離膜、１５　反射膜、１６　ＳＨＧ素子、１７　外部共振器、１８　拡散素子、１９　基板、Ｉ　照明対象、２０　基板、２１　ミラー層、２２　レーザ媒体、２３　波長変換部、２３ａ、２３ｂ　領域、２４、２５　ＡＲ膜、２６　ブラッグ格子部、２７　ＡＲ膜、２９　光学プリズム、３０　半導体素子、３１　発光部、３２　半導体素子、４０　照明装置、４１　光源装置、４２　光学プリズム、４２ａ　第１面、４２ｂ　第２面、４２ｃ　第３面、４２ｄ　第４面、４２ｅ　第５面、５０　照明装置、５１　光源装置、５２　光学プリズム、５２ａ　第１面、５２ｂ　底面、５２ｃ　第２面、５２ｄ　第３面、５２ｅ　面、５２ｆ　第４面、５５　光学プリズム、６０　モニタ装置、６１　光源装置、６２　装置本体、６３　光伝送部、６４　カメラ、６５　第１ライトガイド、６６　拡散素子、６７　拡散レンズ、６８　結像レンズ、６９　第２ライトガイド、７０　プロジェクタ、７１Ｒ　Ｒ光用照明装置、７１Ｇ　Ｇ光用照明装置、７１Ｂ　Ｂ光用照明装置、７２Ｒ　Ｒ光用空間光変調装置、７２Ｇ　Ｇ光用空間光変調装置、７２Ｂ　Ｂ光用空間光変調装置、７３　クロスダイクロイックプリズム、７４　第１ダイクロイック膜、７５　第２ダイクロイック膜、７６　投写レンズ、７７　スクリーン、１００　光源装置、１０１　光学プリズム、１０１ａ　第１面、１０１ｂ　第２面、１０１ｃ　第３面、１０１ｄ　第４面、１０１ｅ　第５面、１０２　基板、１１０　光源装置、１１１　光学プリズム、１１１ａ　第１面、１１１ｂ　第２面、１１１ｃ　第３面、１１１ｄ　第４面、１１２　第１波長分離膜、１１３　第２波長分離膜、１１４　光検出部、１１５　光源装置、１１６　光吸収部、１２０　光源装置、１２１　ダイクロイックミラー、１２１ａ　第１面、１２１ｂ　第２面、１２２　光学プリズム、１２２ａ　第１面、１２２ｂ　第２面、１２２ｃ　第３面、１３０　光源装置、１３１　折り返し部、１３２　ブロック構造、１３２ａ　第１面、１３２ｂ　第２面、１３２ｃ　第３面、１３３　第１ミラー、１３４　第２ミラー、１３５

第３ミラー、１３６　支持部、１３７　接着層、１４０　折り返し部、１４１　枠部材、１４２　板バネ部、１５０　折り返し部、１５１　枠部材、１５２　当接部

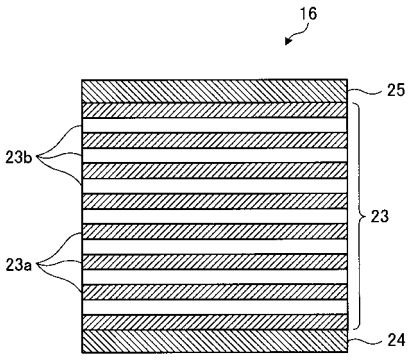
【図１】



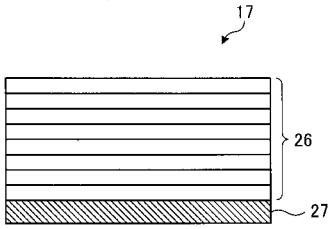
【図２】



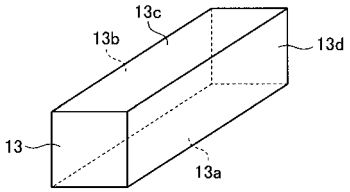
【図３】



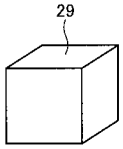
【図４】



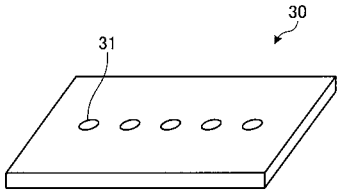
【図５】



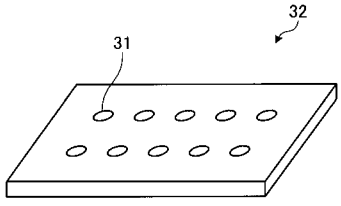
【図６】



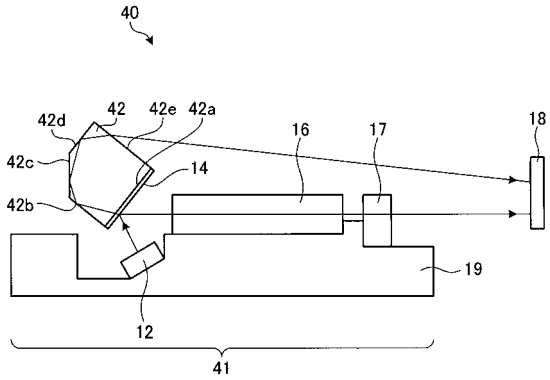
【図７】



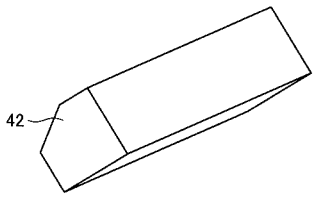
【図８】



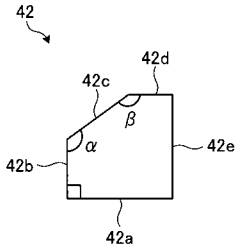
【図９】



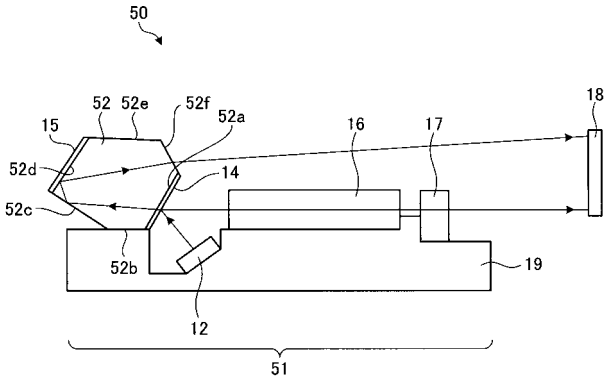
【図１０】



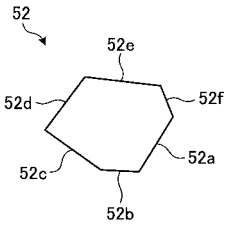
【図１１】



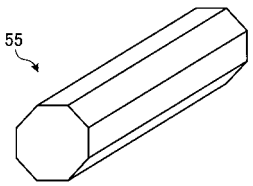
【図１２】



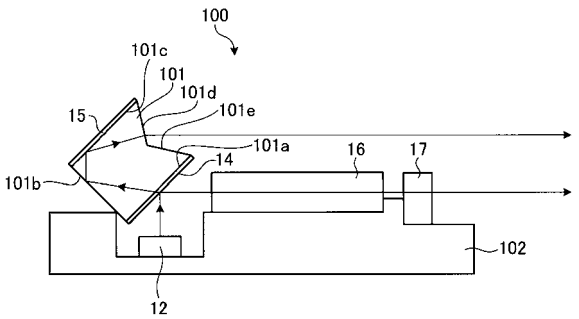
【図１３】



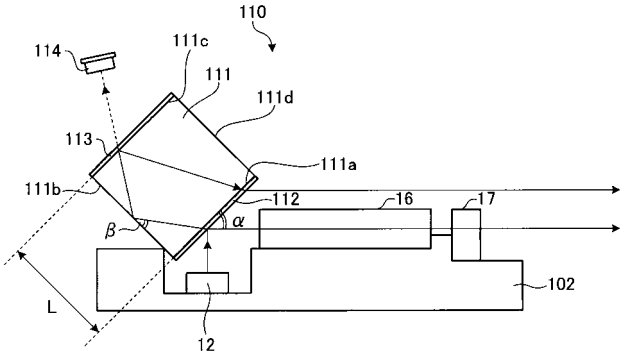
【図１４】



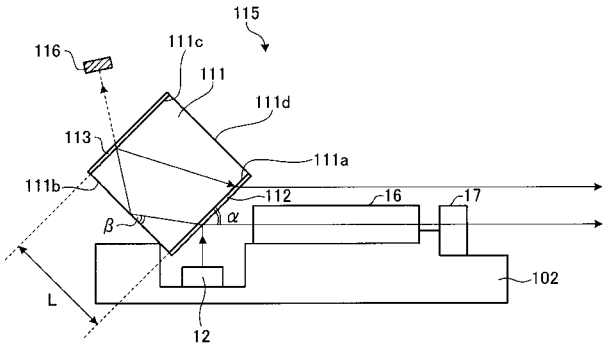
【図１５】



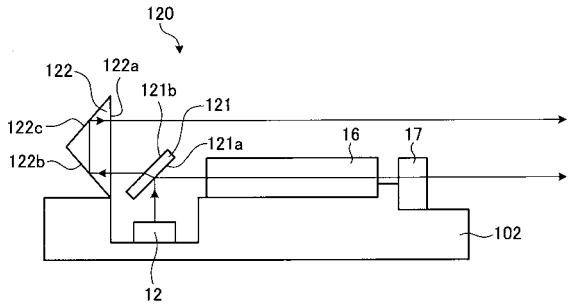
【図１６】



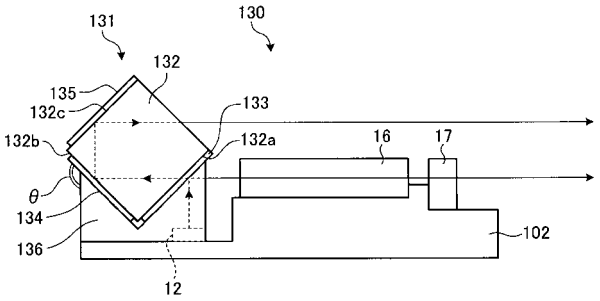
【図１７】



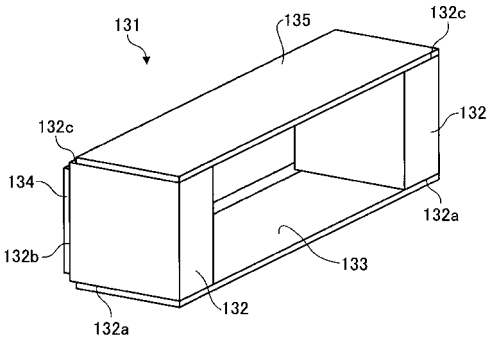
【図１８】



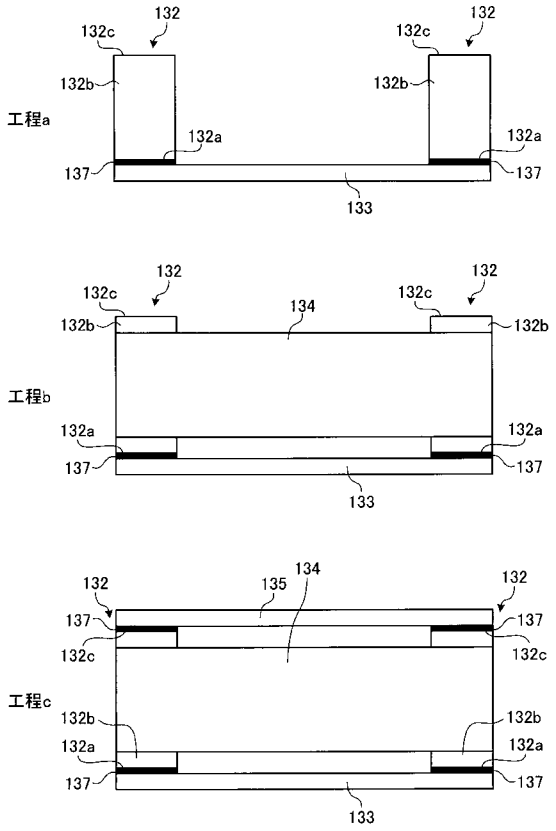
【図１９】



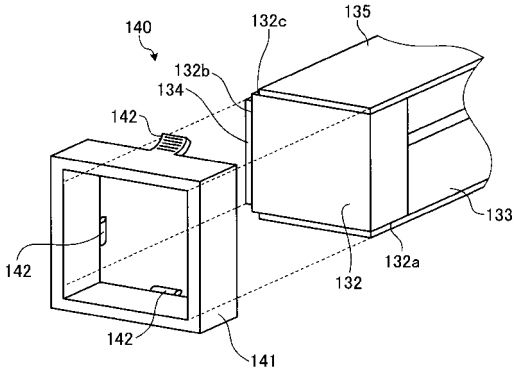
【図２０】



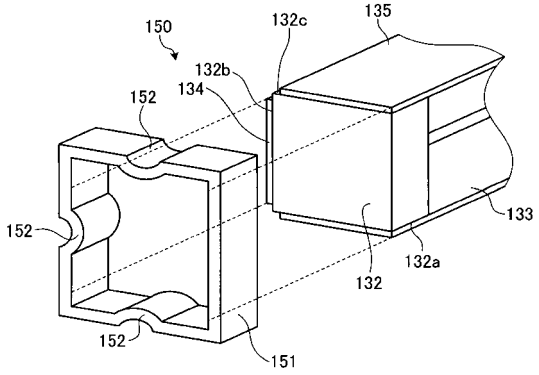
【図２１】



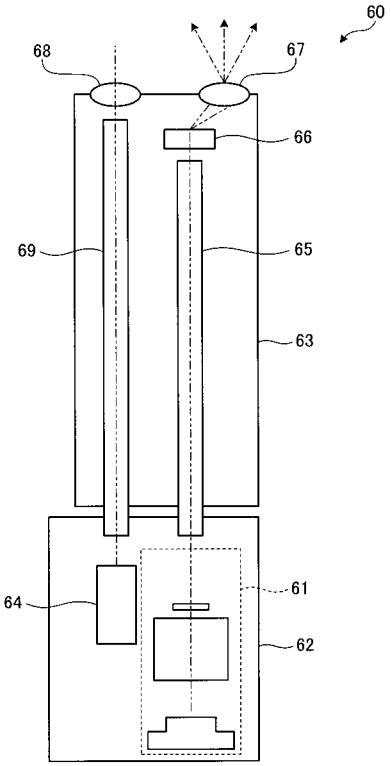
【図２２】



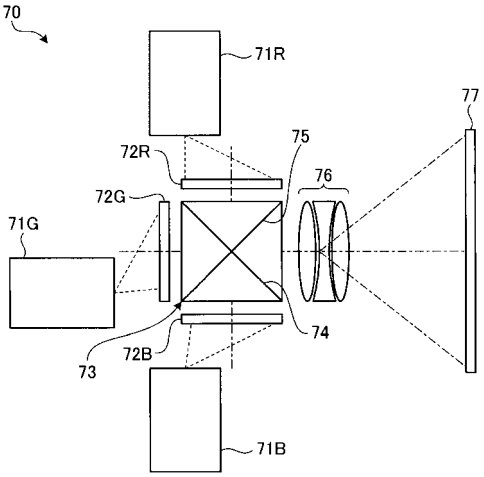
【図２３】



【図２４】


60
68
67
66
69
65
63
64
61
62

【図２５】


70
71R
77
75
72R
76
72G
71G
74
73
72B
71B

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
F21S 2/00	*(2006.01)*	Ｆ２１Ｍ 1/00	Ｍ	５Ｆ１７３
F21Y 101/02	*(2006.01)*	Ｆ２１Ｙ 101:02		

Ｆターム(参考) 2K002 AA07 AB12 BA01 CA03 EA03 FA27 GA10
2K103 AA05 AA07 AA22 AB04 AB07 BB05 BC03 BC09 BC39 BC41
BC50 CA17 CA26 CA29 CA54
3K243 AA01 AC06 CD00
5F172 EE13 NN24 NQ62 NR22
5F173 MA10 MC15 MC30 MF05 MF12 MF28 MF40