(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4232826号
(P4232826)

(45)発行日　平成21年3月4日(2009.3.4)　(24)登録日　平成20年12月19日(2008.12.19)

(51)Int.Cl.			F I	
G02F	1/37	(2006.01)	G02F	1/37
H01S	5/42	(2006.01)	H01S	5/42
H01S	3/109	(2006.01)	H01S	3/109
H01S	5/18	(2006.01)	H01S	5/18
G02B	26/00	(2006.01)	G02B	26/00

請求項の数 9　(全 25 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2007-11336(P2007-11336)
(22)出願日　平成19年1月22日(2007.1.22)
(65)公開番号　特開2008-176186(P2008-176186A)
(43)公開日　平成20年7月31日(2008.7.31)
審査請求日　平成20年8月4日(2008.8.4)

(73)特許権者　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　110000028
特許業務法人明成国際特許事務所
(72)発明者　武田　高司
長野県諏訪市大和三丁目３番５号　セイコーエプソン株式会社内

審査官　山村　浩

最終頁に続く

(54)【発明の名称】レーザ光源装置およびそれを用いたモニタ装置ならびに画像表示装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
レーザ光源装置であって、
第１の波長の光を出射する第１のレーザアレイ光源と、
第１の波長とは異なる第２の波長の光を出射する第２のレーザアレイ光源と、
を備えており、
前記第１のレーザアレイ光源は、
第１の原振波長の第１の基本波を発生する第１の基本波レーザアレイと、
前記第１の基本波を波長変換して第１の波長の光を生成する第１の波長変換素子と、
を有し、
前記第２のレーザアレイ光源は、
前記第１の原振波長とは異なる第２の原振波長の第２の基本波を発生する第２の基本波レーザアレイと、
前記第２の基本波を波長変換して第２の波長の光を生成する第２の波長変換素子と、
を有する、
レーザ光源装置。
【請求項２】
請求項１記載のレーザ光源装置であって、
前記第１と第２の基本波レーザアレイのそれぞれは、
第１の原振波長および第２の原振波長の光を反射して共振器を形成する第１と第２のミ

ラーと、
前記第１と第２のミラーの間に設けられた、特定の波長の光を選択的に透過する波長選択素子および特定の波長範囲の利得帯域を有する利得媒体と、
を備えており、
前記第１の基本波レーザアレイの波長選択素子と前記第２の基本波レーザアレイの波長選択素子は、同一種類の波長選択素子であり、
前記第１の基本波レーザアレイの前記波長選択素子は、前記第１の原振波長の光を透過し、
前記第１の基本波レーザアレイの前記利得媒体は、前記第１の原振波長でレーザ発振するように利得帯域が設定され、
前記第２の基本波レーザアレイの前記波長選択素子は、前記第２の原振波長の光を透過し、
前記第２の基本波レーザアレイの前記利得媒体は、前記第２の原振波長でレーザ発振するように利得帯域が設定されている、
レーザ光源装置。
【請求項３】
請求項２記載のレーザ光源装置であって、
前記第１と第２の基本波レーザアレイに含まれる前記波長選択素子は、前記第１の原振波長と前記第２の原振波長とのいずれをも選択的に透過する同一の透過特性を有するように構成されている、
レーザ光源装置。
【請求項４】
請求項２記載のレーザ光源装置であって、
前記第１と第２の基本波レーザアレイに含まれる前記波長選択素子は、前記波長選択素子に入射する入射光の角度によって選択的に透過する波長が変化する同一の透過特性を有するように構成されており、
前記第１と第２の基本波レーザアレイの波長選択素子は、前記第１の基本波レーザアレイにおける前記波長選択素子の前記共振器の共振方向に対する角度と、前記第２の基本波レーザアレイにおける前記波長選択素子の前記共振器の共振方向に対する角度と、が異なるように配置されている、
レーザ光源装置。
【請求項５】
請求項２記載のレーザ光源装置であって、
前記同一種類の波長選択素子は、前記同一種類の波長選択素子に設けられたアクチュエータにより波長選択素子の波長選択状態を変更することにより選択的に透過する波長が変化するように構成されており、
前記第１の基本波レーザアレイの前記波長選択素子と、前記第２の基本波レーザアレイの前記波長選択素子とは、互いに異なる波長選択状態に設定されている、
レーザ光源装置。
【請求項６】
請求項１ないし５のいずれか記載のレーザ光源装置であって、
前記第１と第２の波長変換素子は、基本波の波長によって波長変換効率が異なる波長変換素子であって、
前記第１のレーザアレイ光源の波長変換素子は、前記第１の原振波長における波長変換効率が、前記第２の原振波長における波長変換効率よりも高い波長変換素子であり、
前記第２のレーザアレイ光源の波長変換素子は、前記第２の原振波長における波長変換効率が、前記第１の原振波長における波長変換効率よりも高い波長変換素子である、
レーザ光源装置。
【請求項７】
請求項１ないし５のいずれか記載のレーザ光源装置であって、

前記第１と第２の波長変換素子は、波長変換効率が所定の効率よりも高くなる波長が温度によって変化する同一種類の波長変換素子であって、
前記第１のレーザアレイ光源は、前記第１の波長変換素子の温度を前記第１の原振波長における波長変換効率が前記所定の効率よりも高くなるように調整する第１の温度調節部を有し、
、前記第２のレーザアレイ光源は、前記第２の波長変換素子の温度を前記第２の原振波長における波長変換効率が前記所定の効率よりも高くなるように調整する第２の温度調節部を有する、
レーザ光源装置。
【請求項８】
請求項１ないし７のいずれかに記載のレーザ光源装置と、
前記レーザ光源装置により照射された被写体を撮像する撮像部と、
を備えるモニタ装置。
【請求項９】
請求項１ないし７のいずれかに記載のレーザ光源装置と、
前記レーザ光源装置が出射するレーザ光を画像信号に応じて変調する光変調部と、
前記光変調部により形成された画像を投写する投写光学系と、
を備える画像表示装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
この発明は、波長変換素子を有するレーザ光源装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
プロジェクタ等の画像表示装置の照度を高めるため、光源装置としてレーザ光源が用いられることがある。このようなレーザ光源では、より効率の高い長波長のレーザ光源から波長変換素子を用いて可視光のレーザ光を得ることが行われる。
【０００３】
【特許文献１】特表２００４－５０３９２３号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
しかしながら、このように波長変換によって得られた可視光のレーザ光も、放電ランプなどの光源に比べてコヒーレンスが比較的高い。そのため、レーザ光の干渉により、画像表示装置による画像の投写面でスペックルノイズが現れ、投写画像の画質が低下するおそれがある。なお、上述した問題点は、画像表示装置に用いる光源装置に限らず、照明装置など、光源装置を必要とする様々な装置において起こり得る。
【０００５】
本発明は、上述した従来の課題を解決するためになされたものであり、波長変換素子を有するレーザ光源が出射するレーザ光のコヒーレンスを低減することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００６】
上記目的の少なくとも一部を達成するために、本発明のレーザ光源装置は、第１の波長の光を出射する第１のレーザアレイ光源と、第１の波長とは異なる第２の波長の光を出射する第２のレーザアレイ光源と、を備えており、前記第１のレーザアレイ光源は、第１の原振波長の第１の基本波を発生する第１の基本波レーザアレイと、前記第１の基本波を波長変換して第１の波長の光を生成する第１の波長変換素子と、を有し、前記第２のレーザアレイ光源は、前記第１の原振波長とは異なる第２の原振波長の第２の基本波を発生する第２の基本波レーザアレイと、前記第２の基本波を波長変換して第２の波長の光を生成する第２の波長変換素子と、を有することを特徴とする。

【０００７】
この構成によれば、第１のレーザアレイ光源が出射するレーザ光の波長とは異なる波長のレーザ光が、第２のレーザアレイ光源から出射される。そのため、レーザ光源装置の出射するレーザ光には、複数の波長のレーザ光が含まれるので、レーザ光源装置の出射するレーザ光のコヒーレンスを低減することができる。
【０００８】
前記第１と第２の基本波レーザアレイのそれぞれは、第１の原振波長および第２の原振波長の光を反射して共振器を形成する第１と第２のミラーと、前記第１と第２のミラーの間に設けられた、特定の波長の光を選択的に透過する波長選択素子および特定の波長範囲の利得帯域を有する利得媒体と、を備えており、前記第１の基本波レーザアレイの波長選択素子と前記第２の基本波レーザアレイの波長選択素子は、同一種類の波長選択素子であり、前記第１の基本波レーザアレイの前記波長選択素子は、前記第１の原振波長の光を透過し、前記第１の基本波レーザアレイの前記利得媒体は、前記第１の原振波長でレーザ発振するように利得帯域が設定され、前記第２の基本波レーザアレイの前記波長選択素子は、前記第２の原振波長の光を透過し、前記第２の基本波レーザアレイの前記利得媒体は、前記第２の原振波長でレーザ発振するように利得帯域が設定されているものとしても良い。
【０００９】
この構成によれば、第１と第２の基本波レーザアレイのレーザ発振波長を共振器内に設けた波長選択素子により設定することで、第１と第２のレーザアレイ光源が出射するレーザ光の波長を互いに異なるものとすることができる。また、同一種類の波長選択素子を使用することで、使用する波長選択素子の種類の増大を抑制することができる。
【００１０】
前記第１と第２の基本波レーザアレイに含まれる前記波長選択素子は、前記第１の原振波長と前記第２の原振波長とのいずれをも選択的に透過する同一の透過特性を有するように構成されているものとしても良い。
【００１１】
この構成によれば、基本波レーザアレイの利得帯域を設定することにより、第１の原振波長と第２の原振波長とのいずれかで基本波レーザアレイを発振させることができる。そのため、第１と第２の基本波レーザアレイのそれぞれの波長選択素子の透過波長を互いに異なる波長となるように設定することが省略できる。
【００１２】
前記前記第１と第２の基本波レーザアレイに含まれる前記波長選択素子は、前記波長選択素子に入射する入射光の角度によって選択的に透過する波長が変化する同一の透過特性を有するように構成されており、前記第１と第２の基本波レーザアレイの波長選択素子は、前記第１の基本波レーザアレイにおける前記波長選択素子の前記共振器の共振方向に対する角度と、前記第２の基本波レーザアレイにおける前記波長選択素子の前記共振器の共振方向に対する角度と、が異なるように配置されているものとしても良い。
【００１３】
この構成によれば、波長選択素子の共振方向に対する角度を調整することにより、第１と第２の基本波レーザアレイのそれぞれの波長選択素子の透過波長を互いに異なる波長とすることができる。
【００１４】
前記同一種類の波長選択素子は、前記同一種類の波長選択素子に設けられたアクチュエータにより波長選択素子の波長選択状態を変更することにより選択的に透過する波長が変化するように構成されており、前記第１の基本波レーザアレイの前記波長選択素子と、前記第２の基本波レーザアレイの前記波長選択素子とは、互いに異なる波長選択状態に設定されているものとしても良い。
【００１５】
この構成によれば、アクチュエータにより波長選択素子の波長選択状態を調整すること

により、第１と第２の基本波レーザアレイのそれぞれの波長選択素子の透過波長を互いに異なる波長とすることができる。

【００１６】

前記第１と第２の波長変換素子は、基本波の波長によって波長変換効率が異なる波長変換素子であって、前記第１のレーザアレイ光源の波長変換素子は、前記第１の原振波長における波長変換効率が、前記第２の原振波長における波長変換効率よりも高い波長変換素子であり、前記第２のレーザアレイ光源の波長変換素子は、前記第２の原振波長における波長変換効率が、前記第１の原振波長における波長変換効率よりも高い波長変換素子であるものとしても良い。

【００１７】

この構成によれば、第１の原振波長と第２の原振波長とのそれぞれに適した波長変換素子により波長変換が行われる。そのため、第１のレーザアレイ光源の波長変換効率と、第２のレーザアレイ光源の波長変換効率と、の双方をより高くすることができる。

【００１８】

前記第１と第２の波長変換素子は、波長変換効率が所定の効率よりも高くなる波長が温度によって変化する同一種類の波長変換素子であって、前記第１のレーザアレイ光源は、前記第１の波長変換素子の温度を前記第１の原振波長における波長変換効率が前記所定の効率よりも高くなるように調整する第１の温度調節部を有し、前記第２のレーザアレイ光源は、前記第２の波長変換素子の温度を前記第２の原振波長における波長変換効率が前記所定の効率よりも高くなるように調整する第２の温度調節部を有するものとしても良い。

【００１９】

この構成によれば、同一種類の波長変換素子を用いることにより、使用する波長変換素子の種類の増大を抑制することができる。

【００２０】

なお、本発明は、種々の態様で実現することが可能である。例えば、レーザ光源装置、そのレーザ光源装置を利用したモニタ装置や画像表示装置、等の態様で実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２１】

次に、本発明の実施の形態を実施例に基づいて以下の順序で説明する。

Ａ．第１実施例：
Ｂ．第２実施例：
Ｃ．第３実施例：
Ｄ．第４実施例：
Ｅ．第５実施例：
Ｆ．第６実施例：
Ｇ．第７実施例：
Ｈ．第８実施例：
Ｉ．第９実施例：
Ｊ．第１０実施例：
Ｋ．変形例：

【００２２】

Ａ．第１実施例：

図１は、本発明の第１実施例を適用するプロジェクタの概略構成図である。このプロジェクタ５００は、赤色光を出射するレーザ光源装置１００Ｒと、緑色光を出射するレーザ光源装置１００Ｇと、青色光を出射するレーザ光源装置１００Ｂと、を備えている。赤色のレーザ光源装置１００Ｒは、赤色のレーザを出射する２つのレーザアレイ光源１０２Ｒ，１０４Ｒを積層することにより構成されている。同様に、緑色と青色のレーザ光源装置１００Ｇ，１００Ｂは、それぞれ、対応する色のレーザアレイ光源１０２Ｇ，１０４Ｇ，１０２Ｂ，１０４Ｂを積層することにより構成されている。

【００２３】
プロジェクタ５００は、各色ごとに、均一化光学系５０２Ｒ，５０２Ｇ，５０２Ｂと、液晶ライトバルブ５０４Ｒ，５０４Ｇ，５０４Ｂとを備えている。プロジェクタ５００は、また、液晶ライトバルブ５０４Ｒ，５０４Ｇ，５０４Ｂから出射された光を合成するクロスダイクロイックプリズム５０６と、投写レンズ５０７と、を備えている。
【００２４】
均一化光学系５０２Ｒ，５０２Ｇ，５０２Ｂは、各色光を出射するレーザ光源装置１００Ｒ，１００Ｇ，１００Ｂから出射された各色のレーザ光ＬＢＲ，ＬＢＧ，ＬＢＢにより、液晶ライトバルブ５０４Ｒ，５０４Ｇ，５０４Ｂのそれぞれを照明するための光学系である。これらの均一化光学系５０２Ｒ，５０２Ｇ，５０２Ｂは、コンピュータ生成ホログラム（ＣＧＨ：Computer Generated Hologram）等のホログラム、あるいはレンズアレイ等により構成されており、液晶ライトバルブ５０４Ｒ，５０４Ｇ，５０４Ｂのそれぞれの照度分布を均一化する。液晶ライトバルブ５０４Ｒ，５０４Ｇ，５０４Ｂは、均一化光学系５０２Ｒ，５０２Ｇ，５０２Ｂによって照射された各色光のそれぞれをパソコン（図示省略）等から送られてきた画像信号に応じてそれぞれ変調する。
【００２５】
各液晶ライトバルブ５０４Ｒ，５０４Ｇ，５０４Ｂによって変調された３つの色光は、クロスダイクロイックプリズム５０６に入射する。このプリズムは、４つの直角プリズムを貼り合わせて形成され、その内面に赤色光を反射する誘電体多層膜と青色光を反射する誘電体多層膜とが十字状に配置されている。そして、合成された光は投写レンズ５０７によってスクリーン５１０上に投写され、拡大された画像が表示される。
【００２６】
なお、これらのレーザ光源装置１００Ｒ，１００Ｇ，１００Ｂ、および、レーザアレイ光源１０２Ｒ，１０４Ｒ，１０２Ｇ，１０４Ｇ，１０２Ｂ，１０４Ｂは、ほぼ同様の構成となっている。そのため、以下では、レーザ光源装置１００Ｒ，１００Ｇ，１００Ｂを代表するレーザ光源装置１００として緑色のレーザ光源装置１００Ｇについて説明する。また、各色のレーザアレイ光源１０２Ｒ，１０４Ｒ，１０２Ｇ，１０４Ｇ，１０２Ｂ，１０４Ｂを代表するレーザアレイ光源１０２，１０４として緑色のレーザアレイ光源１０２Ｇ，１０４Ｇについて説明する。
【００２７】
図２（ａ）は、レーザアレイ光源１０２の構成を示す斜視図である。なお、レーザアレイ光源１０４の構成は、レーザアレイ光源１０２と同じである。レーザアレイ光源１０２は、垂直共振器型面発光レーザアレイ１１０（以下、「ＶＣＳＥＬアレイ１１０」とも呼ぶ）と、偏光ビームスプリッタ１２０と、波長変換素子１３０と、反射鏡１４０と、を有している。ＶＣＳＥＬアレイ１１０が搭載されている基板１５０と、波長変換素子１３０の温度制御を行うペルチェ素子１６０とは、それぞれベース１９０に取り付けられている。
【００２８】
ＶＣＳＥＬアレイ１１０は、発光波長が１０６０ｎｍのレーザ光を図２（ａ）のｘ軸の矢印方向（以下、ｘ軸の矢印の方向を「＋ｘ」方向、＋ｘ方向とは反対の方向を「－ｘ」方向とも呼ぶ、ｙ軸およびｚ軸についても同様に呼ぶ）に出射するレーザアレイである。図２（ｂ）は、ＶＣＳＥＬアレイ１１０を＋ｘ方向から見た様子を示している。ＶＣＳＥＬアレイ１１０は、７つの発光部１１２と７つのボンディングパッド１１４とのそれぞれを配線１１６で接続することにより構成されている。７つのボンディングパッド１１４のそれぞれに電圧を印加することにより、７つの発光部１１２からは、レーザ光が＋ｘ方向に出射される。なお、図２（ｂ）に示すように、第１実施例のＶＣＳＥＬアレイ１１０は、発光部１１２がＶＣＳＥＬアレイ１１０のほぼ中央に位置している。
【００２９】
一般に、ＶＣＳＥＬアレイ１１０の発光部１１２は、レーザの出射方向（ｘ軸方向）と垂直なｙ軸・ｚ軸方向に異方性を有していない。そのため、図２（ａ）の矢印で示すよう

に、ＶＣＳＥＬアレイ１１０の出射ビームＷ１１は、特定方向に偏光することなく、ｙ軸方向の電界成分Ｅｙとｚ軸方向の電界成分Ｅｚとを有している。

【００３０】

ＶＣＳＥＬアレイ１１０の出射ビームＷ１１は、＋ｘ方向に進行して偏光ビームスプリッタ１２０に到達する。偏光ビームスプリッタ１２０では、出射ビームＷ１１のうちのＰ偏光成分（すなわち、ｙ軸方向の偏光成分Ｅｙ）を選択的に透過する。偏光ビームスプリッタ１２０を透過したビームＷ１２は、さらに＋ｘ方向に進行して、波長変換素子１３０に到達する。

【００３１】

第１実施例では、波長変換素子１３０として、周期分極反転ニオブ酸リチウム（ＰＰＬＮ:Periodically Poled $LiNbO_3$）を使用している。ＰＰＬＮは、自発分極と反転分極との分極反転周期（ドメインピッチ）の光学長を入射光の波長に整合させることにより、分極方向に平行な電界成分Ｅｚを持つ入射光（「基本波」とも呼ぶ）から２倍の振動数を持つ第２高調波を発生する第２高調波発生（ＳＨＧ：Second Harmonic Generation）素子として作用する。なお、波長変換素子１３０のドメインピッチと屈折率は、波長変換素子１３０の温度によって変化する。そのため、入射光の波長と、ドメインピッチの光学長との整合状態を維持するため、図２（ａ）に示すように、波長変換素子１３０はペルチェ素子１６０に取り付けられ、波長変換素子１３０の温度制御が行われる。図２（ａ）の例では、ペルチェ素子１６０により、波長変換素子１３０の温度Ｔｓは６０℃となるように設定されている。なお、第１実施例では、波長変換素子１３０として、ＰＰＬＮを用いているが、分極反転構造を有する種々の強誘電体材料を波長変換素子として用いることができる。波長変換素子に使用可能な強誘電体材料としては、タンタル酸リチウム（ＬＴ：$LiTaO_3$）やチタン酸リン酸カリウム（ＫＴＰ：$KTiOPO_4$）やニオブ酸カリウム（ＫＮ：$KNbO_3$）等を使用することができる。

【００３２】

図２（ａ）の例では、波長変換素子１３０の分極方向は、ハッチングをかけていない自発分極領域では＋ｙ方向を向いており、ハッチングをかけている反転分極領域では－ｙ軸方向を向いている。このように、波長変換素子１３０の分極方向がｙ軸に並行となっているため、偏光ビームスプリッタ１２０を透過したビームＷ１２は、波長が基本波の波長（「原振波長」とも呼ばれる）の１／２の光（第２高調波）に変換される。そして、波長変換された第２高調波と、波長変換されずに波長変換素子１３０を通過した基本波と、を含むビームＷ１３が波長変換素子１３０から出射される。図２（ａ）の例では、基本波Ｗ１２の波長は、ＶＣＳＥＬアレイ１１０の出射ビームＷ１１の波長の約１０６０ｎｍであるので、ビームＷ１３には、波長が約５３０ｎｍの第２高調波と波長が約１０６０ｎｍの基本波とが含まれている。

【００３３】

ビームＷ１３は、さらにｘ軸方向に進行して反射鏡１４０に到達する。反射鏡１４０は、約１０６０ｎｍの波長の光を選択的に反射する反射鏡である。ビームＷ１３に含まれる第２高調波は、反射鏡１４０を透過して、基本波をほとんど含まないビームＷ１４（出射ビーム）がレーザアレイ光源１０２から出射される。一方、ビームＷ１３に含まれる基本波は反射鏡１４０で反射され、波長変換素子１３０と偏光ビームスプリッタ１２０とを通して、ＶＣＳＥＬアレイ１１０に戻される。ＶＣＳＥＬアレイ１１０では、戻された基本波によりＶＣＳＥＬアレイ１１０の利得媒体である活性層が励起され、ビームＷ１１を生成するためのエネルギーに使用される。なお、反射鏡１４０のように、特定の波長の光を選択的に反射する反射鏡は、例えば、誘電体薄膜（TiO_2層やSiO_2層など）を複数積層した光学多層膜で形成することができる。

【００３４】

図３（ａ）は、図２（ａ）に示すレーザアレイ光源１０２と、レーザアレイ光源１０２と同一構成のレーザアレイ光源１０４と、をｙ軸方向に隣接して配置することにより形成されたレーザ光源装置１００を示している。なお、これらのレーザアレイ光源１０２，１

０４は、別個のユニットであるので、「レーザアレイ光源ユニット」ともいうことができる。図３（ａ）は、レーザアレイ光源１０２，１０４のパッケージ１７０が図示されている。図３（ｂ）は、このように形成されたレーザ光源装置１００から出射するビームＷ１４，Ｗ２４の出射位置と、レーザアレイ光源１０２，１０４のパッケージ１７０との位置関係を示している。なお、本明細書において、図３（ｂ）に示すように、ビームＷ１４，ビームＷ２４のそれぞれが出射する領域をレーザ光出射領域とも呼ぶ。これらのレーザ光出射領域は、ＶＣＳＥＬアレイ１１０の発光部がｚ軸方向に配列しているため、ｚ軸方向の長さがｙ軸方向の長さよりも長くなっている。

【００３５】

ペルチェ素子１６０の厚さは、通常、ＶＣＳＥＬアレイ１１０のｙ軸方向の長さや波長変換素子１３０の厚さよりも厚くなる。そのため、図３（ｂ）に示すように、ビームＷ１４，Ｗ２４の出射位置は、それぞれのパッケージ１７０のｙ軸方向の中心からオフセットしている。具体的には、第１のレーザアレイ光源１０２では、出射ビームＷ１４とパッケージ１７０の＋ｙ方向側（レーザアレイ光源の隣接方向側）の面との距離Ｙａは、出射ビームＷ１４とパッケージ１７０の－ｙ方向側（すなわち、ベース１９０側）の面との距離Ｙｂよりも小さくなっている。また、第２のレーザアレイ光源１０４では、出射ビームＷ２４とパッケージ１７０の－ｙ方向側（レーザアレイ光源の隣接方向側）の面との距離Ｙａは、出射ビームＷ２４とパッケージ１７０の＋ｙ方向側（すなわち、ベース１９０側）の面との距離Ｙｂよりも小さくなっている。

【００３６】

第１実施例では、図３（ａ）に示すように、第１のレーザアレイ光源１０２をベース１９０が－ｙ方向側となるように配置し、第２のレーザアレイ光源１０４をベース１９０が＋ｙ方向側となるように配置している。そのため、第１のレーザアレイ光源１０２の出射ビームＷ１４と、第２のレーザアレイ光源の出射ビームＷ２４と、の間の距離は、これらのレーザアレイ光源１０２，１０４のパッケージ１７０のｙ軸方向の長さＹｐよりも短くなる。このように、第１のレーザアレイ光源１０２の出射ビームＷ１４と第２のレーザアレイ光源１０４の出射ビームＷ２４との距離を短くすることにより、均一化光学系５０２Ｇ（図１）の大きさを小さくすることができる。また、均一化光学系５０２Ｇを小さくすることにより、均一化光学系５０２Ｇから液晶ライトバルブ５０４Ｇ（図１）への光の入射角をより小さくすることができる。そのため、入射角の増大により液晶ライトバルブ５０４Ｇの変調光のコントラスト低下をより抑制することができる。

【００３７】

また、第１のレーザアレイ光源１０２の出射ビームＷ１４と、第２のレーザアレイ光源１０４の出射ビームＷ２４とは、いずれもｙ軸方向に偏光している。そのため、偏光板や偏光ビームスプリッタ等の偏光方向をそろえるための偏光制御素子を省略しても、液晶ライトバルブ５０４Ｇによる光の変調を行うことができる。

【００３８】

このように、第１実施例では、２つのレーザアレイ光源１０２，１０４を、それぞれの出射ビームＷ１４，Ｗ２４に近い側の面が隣接するように配置することにより、出射ビームＷ１４，Ｗ２４間の距離を短縮している。このように、出射ビームＷ１４，Ｗ２４間の距離を小さくすることにより、均一化光学系５０２Ｇをより小型化するとともに、液晶ライトバルブ５０４Ｇの変調光のコントラストをより高くすることができる。

【００３９】

また、第１実施例では、第１のレーザアレイ光源１０２の出射ビームＷ１４と、第２のレーザアレイ光源１０４の出射ビームＷ２４と、の偏光方向がそろっている。そのため、出射ビームＷ１４，Ｗ２４の偏光方向をそろえる偏光制御素子を省略することができるので、プロジェクタ５００（図１）をより小型化するとともに、偏光制御素子による光量の低下を抑制することができる。

【００４０】

Ｂ．第２実施例：

図４（ａ）は、第２実施例におけるレーザ光源装置１００ａの構成を示す構成図である。第２実施例のレーザ光源装置１００ａは、第１のレーザアレイ光源１０２ａの構成が変更されている点で、図３（ａ）に示す第１実施例のレーザ光源装置１００と異なっている。具体的には、ＶＣＳＥＬアレイ１１０ａおよび波長変換素子１３０ａが、第１実施例のＶＣＳＥＬアレイ１１０および波長変換素子１３０と異なっている。他の点は、第１実施例と同じである。図４（ｂ）は、第２実施例のレーザ光源装置１００ａから出射するビームＷ１４ａ，Ｗ２４の出射位置と、レーザアレイ光源１０２ａ，１０４のパッケージ１７０との位置関係を示している。出射ビームＷ１４が出射ビームＷ１４ａに置き換えられている他は、図３（ｂ）に示す第１実施例と同じである。

【００４１】

第２実施例の第１のレーザアレイ光源１０２ａでは、ＶＣＳＥＬアレイ１１０ａは、発光波長が約１０５６ｎｍとなっている点で、発光波長が約１０６０ｎｍの第１実施例のＶＣＳＥＬアレイ１１０と異なっている。図５は、このように発光波長の異なるＶＣＳＥＬアレイ１１０，１１０ａを取得する様子を示している。図５（ａ）および図５（ｂ）は、ＶＣＳＥＬアレイを切り出す前のエピタキシャルウェハ（エピウェハ）ＥＷ１，ＥＷ２を示している。これらのエピウェハＥＷ１，ＥＷ２は、それぞれ異なるバッチで製造されている。

【００４２】

通常、エピウェハＥＷ１，ＥＷ２では、ＶＣＳＥＬアレイを構成するブラッグ反射層や垂直共振器層の厚さが、外周部と中心部とで異なっている。そのため、ＶＣＳＥＬアレイの発光波長は、これらの厚さの面内分布に従って、エピウェハＥＷ１，ＥＷ２の外周部と中心部とで異なっている。また、ブラッグ反射層や垂直共振器層の厚さは、エピウェハの製造バッチごとに変動する。そのため、同様な場所からＶＣＳＥＬアレイを取り出しても、エピウェハの製造バッチごとに、ＶＣＳＥＬアレイの発光波長は変動する。なお、このような発光波長の変動は、ＶＣＳＥＬアレイに限らず、レーザアレイ素子全般において発生する。例えば、端面発光型のレーザアレイ素子では、混晶比等の活性層の組成の変動により発光波長が変動する。

【００４３】

第２実施例では、エピウェハＥＷ１は、まず、エピウェハＥＷ１の中心部の領域ＲＣ１と、エピウェハＥＷ１の外周部の領域ＲＴ１，ＲＢ１，ＲＲ１，ＲＬ１に分割される。そこで、外周部の領域ＲＴ１，ＲＢ１，ＲＲ１，ＲＬ１から得られたＶＣＳＥＬアレイを第１の群とし、中心部の領域ＲＣ１から得られたＶＣＳＥＬアレイを第２の群とすることにより、発光波長の異なるＶＣＳＥＬアレイの群を得ることができる。同様に、エピウェハＥＷ２の中心部の領域ＲＣ２から得られたＶＣＳＥＬアレイを第３の群とし、エピウェハＥＷ２の外周部の領域ＲＴ２，ＲＢ２，ＲＲ２，ＲＬ２から得られたＶＣＳＥＬアレイを第４の群とすることにより、発光波長の異なるＶＣＳＥＬアレイを得ることができる。

【００４４】

図５（ｃ）は、発光波長に対する得られたＶＣＳＥＬアレイの数を示す度数分布グラフである。図５（ｃ）の例では、第１のエピウェハＥＷ１の中心部の領域ＲＣ１から得られた第１の群では、発光波長が約１０５６ｎｍのＶＣＳＥＬアレイが最も多くなっている。一方、第１のエピウェハＥＷ１の外周部の領域ＲＴ１，ＲＢ１，ＲＲ１，ＲＬ１から得られた第２の群では、発光波長が約１０６０ｎｍのＶＣＳＥＬアレイが最も多くなっている。また、第２のエピウェハＥＷ２の中心部ＲＣ２から得られた第３の群のＶＣＳＥＬアレイでは、発光波長が約１０６０ｎｍのＶＣＳＥＬアレイが最も多くなっている。一方、第２のエピウェハＥＷ２の外周部の領域ＲＴ２，ＲＢ２，ＲＲ２，ＲＬ２から得られた第４の群では、発光波長が約１０６４ｎｍのＶＣＳＥＬアレイが最も多くなっている。

【００４５】

このように、発光波長が異なるＶＣＳＥＬアレイを複数のグループに分類することにより、所望の発光波長で発光するＶＣＳＥＬアレイを取得することができる。図４（ａ）の例では、このように得られた、発光波長が約１０５６ｎｍのＶＣＳＥＬアレイ１１０ａと

、発光波長が約１０６０ｎｍのＶＣＳＥＬアレイ１１０と、を用いて第１のレーザアレイ光源１０２ａおよび第２のレーザアレイ光源１０４が形成される。

【００４６】

第１のレーザアレイ光源１０２ａでは、基本波Ｗ１１ａ，Ｗ１２ａの波長は約１０５６ｎｍとなっている。そのため、第１のレーザアレイ光源１０２ａの波長変換素子１３０ａは、基本波Ｗ１１ａ，Ｗ１２ａの波長と整合するように、ドメインピッチｌｃａが第２のレーザアレイ１０４の波長変換素子１３０のドメインピッチｌｃよりも短くされている。そのため、波長変換素子１３０ａでは、波長が約１０５６ｎｍの基本波Ｗ１２ａから、波長が約５２８ｎｍの第２高調波が生成される。そして、波長が約５２８ｎｍのビームＷ１４ａが、第１のレーザアレイ光源１０２ａから出射する。

【００４７】

一般に、端面発光型のレーザアレイでは、発光部が光学的に分離されていないため、個々の発光部から出射される複数本のレーザ光の位相が整合してコヒーレンスが高くなる。同様に、ＶＣＳＥＬアレイにおいても、プロトン注入で絶縁部を形成して作成されるＶＣＳＥＬアレイ等のように、ＶＣＳＥＬアレイの発光部が光学的に分離されていない場合、その出射光の位相が整合しコヒーレンスが高くなる。これに対し、第２実施例では、出射ビームＷ１４ａ，Ｗ２４の波長が異なる２つのレーザアレイ光源１０２ａ，１０４を用いてレーザ光源装置１００ａを構成している。そのため、プロジェクタ５００（図１）によりスクリーン５１０に投写される光線は、異なる波長の光が混合した状態となり単一波長の光よりもコヒーレンスが低下する。このように、スクリーン５１０に投射される光線のコヒーレンスを低下させることにより、スクリーン５１０上でのスペックルノイズの発生を抑制することができる。

【００４８】

また、第２実施例は、第１実施例と同様に出射ビームＷ１４ａ，Ｗ２４の距離を短くすることができるので、第１実施例と同様に、均一化光学系５０２Ｇ（図１）をより小型化するとともに、液晶ライトバルブ５０４Ｇ（図１）の変調光のコントラストをより高くすることができる。また、出射ビームＷ１４ａ，Ｗ２４の偏光方向がそろっているので、偏光制御素子を省略し、偏光制御素子による光量の低下を抑制することができる。

【００４９】

なお、第２実施例では、第１のレーザアレイ光源１０２ａのＶＣＳＥＬアレイ１１０ａの発光波長を約１０５６ｎｍとし、第２のレーザアレイ光源１０４のＶＣＳＥＬアレイ１１０の発光波長を約１０６０ｎｍとしているが、これらのＶＣＳＥＬアレイ１１０，１１０ａの発光波長の組合せはこの限りでない。例えば、ＶＣＳＥＬアレイ１１０の発光波長を約１０６４ｎｍとしＶＣＳＥＬアレイ１１０ａの発光波長を約１０６０ｎｍとしても良く、ＶＣＳＥＬアレイ１１０の発光波長を約１０６４ｎｍとしＶＣＳＥＬアレイ１１０ａの発光波長を約１０５６ｎｍとしても良い。一般に、ＶＣＳＥＬアレイ１１０，１１０ａの発光波長の差は、実験などで求められた所定の波長差（例えば、４ｎｍ）以上であればよい。この場合、波長変換素子１３０，１３０ａのドメインピッチは、ＶＣＳＥＬアレイ１１０，１１０ａの発光波長に併せて適宜変更される。具体的には、ＶＣＳＥＬアレイを発光波長を所定の波長差ごとに分類し、分類されたグループの波長範囲で波長変換効率が最大となる（このような波長は、「最適変換波長」と呼ばれる）複数のグループの波長変換素子が準備される。そして、使用するＶＣＳＥＬアレイの発光波長のグループごとに、対応する最適変換波長のグループの波長変換素子を用いることによりＶＣＳＥＬアレイの発光波長に適した波長変換素子が選択される。

【００５０】

Ｃ．第３実施例：

図６（ａ）は、第３実施例におけるレーザ光源装置１００ｂの構成を示す構成図である。第３実施例のレーザ光源装置１００ｂは、第１のレーザアレイ光源１０２ｂの波長変換素子が第２のレーザアレイ光源１０４の波長変換素子１３０と同一種類の波長変換素子１３０に変更されている点と、第１のレーザアレイ光源１０２ｂの波長変換素子１３０の温

度Ｔｓが２０℃に設定されている点で、図４（ａ）に示す第２実施例のレーザ光源装置１００ａと異なっている。他の点は、第２実施例と同じである。

【００５１】

上述のように、波長変換素子１３０のドメインピッチの光学長は、波長変換素子１３０の温度によって変動する。第３実施例のようにＰＰＬＮを使用した場合、波長変換素子の最適変換波長は、温度が１℃上昇するごとに、約０．１ｎｍ長くなる。そのため、第１のレーザアレイ光源１０２ｂの波長変換素子１３０の温度Ｔｓを、第２のレーザアレイ光源１０４の波長変換素子１３０の温度（６０℃）よりも４０℃低い２０℃に設定することにより、最適変換波長を４ｎｍ短くすることができる。そして、第１のレーザアレイ光源１０２ｂの波長変換素子１３０の最適変換波長を４ｎｍ短くすることにより、発光波長が約１０５６ｎｍの基本波Ｗ１１ａ，Ｗ１２ａは、波長が約５２８ｎｍの第２高調波に変換され、第１のレーザアレイ光源１０２ｂから出射する。

【００５２】

このように、第３実施例では、波長変換素子１３０の温度Ｔｓを変えて、発光波長の異なるＶＣＳＥＬアレイ１１０，１１０ａの発光波長のそれぞれに最適変換波長を合わせている。そのため、単一種類の波長変換素子１３０で波長の異なる第２高調波Ｗ１４ａ，Ｗ２４を出射するレーザ光源装置１００ｂを構成することができる。この場合、所定の温度範囲（例えば、２０℃～１００℃）の中心温度（６０℃）において、最適変換波長がＶＣＳＥＬアレイの発光波長の変動範囲の中心波長（例えば、１０６０ｎｍ）となるような波長変換素子１３０が準備される。ここで、所定の温度範囲は、例えば、レーザ光源装置１００ｂの動作温度に基づいて設定される。

【００５３】

第３実施例は、第２実施例と同様に、スペックルノイズを低減するとともに、出射ビームＷ１４ａ，Ｗ２４の距離を短くすることができる。そのため、均一化光学系５０２Ｇ（図１）をより小型化するとともに、液晶ライトバルブ５０４Ｇ（図１）の変調光のコントラストをより高くすることができる。また、出射ビームＷ１４ａ，Ｗ２４の偏光方向がそろっているので、偏光制御素子を省略し、偏光制御素子による光量の低下を抑制することができる。

【００５４】

第３実施例は、レーザ光源装置１００ｂに使用される波長変換素子の種類を減らすことができる点で、第２実施例よりも好ましい。一方、第２実施例は、第１のレーザアレイ光源１０２ａと第２のレーザアレイ光源１０４のそれぞれの波長変換素子の温度を同じ温度とすることができる。そのため、ペルチェ素子１６０による温度調整がより容易となる点で、第１実施例よりも好ましい。

【００５５】

Ｄ．第４実施例：

図７は、第４実施例におけるレーザ光源装置１００ｃの構成を示す構成図である。第４実施例のレーザ光源装置１００ｃは、基本波の光源として端面発光型のレーザアレイ素子２１０ａ，２１０ｂを用いている点と、基本波の発光波長を調整するための外部共振器を有している点で、図４に示す第２実施例のレーザ光源装置１００ａと異なっている。

【００５６】

第４実施例のレーザ光源装置１００ｃは、第２実施例のレーザ光源装置１００ａと同様に、２つのレーザアレイ光源２０２，２０４をベース２９０側と反対側の面が隣接するように配置している。また、これらの２つのレーザアレイ光源２０２，２０４は、出射ビームＷ３２，Ｗ４２の波長が互いに異なる波長となるように設定されている。

【００５７】

レーザアレイ光源２０２は、レーザアレイ素子２１０ａと、モードロッカ２２０と、コリメートレンズ２１４と、波長変換素子２３０ａと、反射鏡２４０と、を備えている。レーザアレイ素子２１０ａは、端面発光型のレーザアレイ素子であり、複数のレーザビームを出射する発光部がｚ軸方向に配列されている。レーザアレイ素子２１０ａは、ヒートシ

ンク２１２を介して、ベース２９０に取り付けられている。コリメートレンズ２１４は、レーザアレイ素子２１０ａから＋ｘ方向に出射したレーザビームを平行光線に変換する。

【００５８】

コリメートレンズ２１４の＋ｘ方向には、波長変換素子２３０ａと、反射鏡２４０とが設けられている。波長変換素子２３０ａは、第２実施例と同様に、基本波の２倍の振動数を有する第２高調波発生素子である。波長変換素子２３０ａは、ベース２９０に設けられたペルチェ素子２６０に取り付けられている。図７の例では、波長変換素子２３０ａのドメインピッチｌｃａは、波長変換素子２３０ａの温度が６０℃における最適変換波長が１０５６ｎｍとなるように調整されている。反射鏡２４０は、約１０６０ｎｍの波長の光を選択的に反射する反射鏡である。

【００５９】

モードロッカ２２０は、２つのコリメートレンズ２２２，２２６と、波長選択素子２２４と、反射鏡２２８と、を有している。コリメートレンズ２２２は、レーザアレイ素子２１０ａから出射したレーザビームを平行光線に変換する。波長選択素子２２４は、平行光線のうち、特定の波長の光を選択的に透過する光学素子である。このような光学素子としては、エタロンや、光学多層膜などが使用される。コリメートレンズ２２６の－ｘ方向の焦点位置には、反射鏡２２８が設けられている。この反射鏡２２８は、約１０６０ｎｍの波長の光をほぼ１００％反射する。反射鏡２２８としては、光学多層膜で形成された反射鏡を用いることができる。また、約１０６０ｎｍの波長の光の反射率を十分高くすることができれば、アルミ板などの金属製の反射鏡や、ガラスなどの誘電体に金属を蒸着した反射鏡を用いることができる。

【００６０】

レーザアレイ光源２０２に設けられた２つの反射鏡２２８，２４０は、共振器を構成する。この共振器の光軸上には、波長選択素子２２４が設けられている。そのため、２つの反射鏡２２８，２４０で構成される共振器では、波長選択素子２２４が選択的に透過する光の波長（透過波長）で共振が発生する。そして、２つの反射鏡２２８，２４０の間に設けられたレーザアレイ素子２１０ａは、その共振波長での利得が十分高い場合には、共振波長でレーザ発振する。図７の例では、レーザアレイ光源２０２の共振波長は、波長変換素子２３０ａの最適変換波長である１０５６ｎｍに設定されている。そのため、レーザアレイ素子２１０ａは、１０５６ｎｍでレーザ発振する。

【００６１】

図８（ａ）は、第１のレーザアレイ光源２０２において、レーザアレイ素子２１０ａが共振波長１０５６ｎｍで発振する様子を示すグラフである。図８（ａ）の横軸は波長を表している。図８（ａ）の左の縦軸は、レーザアレイ素子２１０ａの相対利得を表している。ここで、相対利得とは、利得の最大値を１としたレーザアレイ素子２１０ａの利得である。図８（ａ）の右の縦軸は、波長選択素子２２４の第１のレーザアレイ光源における入射角θ１での透過率を表している。図８（ａ）に示すように、レーザアレイ素子２１０ａは、波長選択素子２２４の透過率のピーク（１０５６ｎｍ）において、十分な利得を有している。そのため、レーザアレイ素子２１０ａは、波長選択素子２２４の透過率のピーク、すなわち、レーザアレイ光源２０２の共振波長の１０５６ｎｍで発振する。

【００６２】

レーザ発振することによりレーザアレイ素子２１０ａから出射した波長が１０５６ｎｍの基本波Ｗ３１は、波長変換素子２３０ａにおいて、波長が５２８ｎｍの第２高調波に変換される。なお、端面発光型のレーザアレイ素子２１０ａは、偏光方向がジャンクション面に平行な方向（ｚ軸方向）となる。そのため、第４実施例の波長変換素子２３０ａは、分極方向がｚ軸方向の波長変換素子が使用される。波長変換素子２３０ａによって生成された第２高調波Ｗ３２は、反射鏡２４０を透過して、レーザアレイ光源２０２から出射する。

【００６３】

第２のレーザアレイ光源２０４は、共振器の光軸方向（「共振方向」と呼ばれる）に対

す波長選択素子２２４の角度が異なっている点と、レーザアレイ素子２１０ａがレーザアレイ素子２１０ｂに置き換えられている点と、で第１のレーザアレイ光源２０２と異なっている。他の点は、第１のレーザアレイ光源２０２と同じである。

【００６４】

このように、共振方向に対する波長選択素子２２４の角度を変化させると、波長選択素子２２４の透過波長が変化する。エタロンや光学多層膜などの波長選択素子２２４は、入射角が大きくなると透過波長が短くなり、入射角が小さくなると透過波長が長くなる。第２のレーザアレイ光源２０４では、波長選択素子２２４への入射角θ２が第１のレーザアレイ光源２０２での入射角θ１よりも小さくなっている。そのため、第２のレーザアレイ光源２０４の共振波長は、第１のレーザアレイ光源２０２の共振波長よりも長くなっている。図７の例では、第２のレーザアレイ光源２０４の共振波長は波長変換素子２３０ｂの最適変換波長である１０６４ｎｍに設定されている。

【００６５】

図８（ｂ）は、第２のレーザアレイ光源２０４において、レーザアレイ素子２１０ｂが共振波長１０６４ｎｍで発振する様子を示すグラフである。図８（ｂ）の横軸は波長を表している。図８（ｂ）の左の縦軸は、レーザアレイ素子２１０ｂの相対利得を表し、右の縦軸は、波長選択素子２２４の第２のレーザアレイ光源における入射角θ２での透過率を表している。図８（ｂ）に示すように、レーザアレイ素子２１０ｂは、波長選択素子２２４の透過率のピーク（１０６４ｎｍ）において、十分な利得を有している。そのため、第１のレーザアレイ光源２０２の場合と同様に、レーザアレイ素子２１０ｂは、波長選択素子２２４の透過率のピークの１０６４ｎｍで発振する。

【００６６】

レーザ発振することによりレーザアレイ素子２１０ｂから出射した波長が１０６４ｎｍの基本波Ｗ４１は、波長変換素子２３０ｂにおいて、波長が５３２ｎｍの第２高調波に変換される。そして、波長変換素子２３０ｂによって生成された第２高調波Ｗ４２は、反射鏡２４０を透過して、レーザアレイ光源２０４から出射する。

【００６７】

このように、第４実施例においても、異なる波長のビームＷ３２，Ｗ４２がレーザ光源装置１００ｃから出射する。そのため、第２実施例と同様に、スペックルノイズを低減することが可能となる。また、第４実施例においても、第１と第２のレーザアレイ光源２０２，２０４は、ベース２９０と反対側のパッケージ２７０の側面が隣接されて配置されている。そのため、出射ビームＷ３２，Ｗ４２の距離を短くすることができ、均一化光学系５０２Ｇ（図１）をより小型化するとともに、液晶ライトバルブ５０４Ｇ（図１）の変調光のコントラストをより高くすることができる。また、出射ビームＷ３２，Ｗ４２の偏光方向がそろっているので、偏光制御素子を省略し、偏光制御素子による光量の低下を抑制することができる。

【００６８】

Ｅ．第５実施例：

図９（ａ）は、第５実施例におけるレーザ光源装置１００ｄの構成を示す構成図である。第５実施例におけるレーザ光源装置１００ｄは、波長選択素子２２４に換えて透過波長が可変に構成されたエタロン３００が使用されている点で、第４実施例のレーザ光源装置と異なっている。なお、図９（ａ）では、レーザ光源装置１００ｄのレーザアレイ素子２１０ａ，２１０ｂよりも＋ｘ方向の図示を省略している。

【００６９】

図９（ｂ）は、このような波長可変エタロン３００の構成を示す構成図である。波長可変エタロン３００は、２つの反射鏡３１０，３２０と、反射鏡３１０，３２０のそれぞれの外周部に取り付けられた静電アクチュエータ３３２，３３４と、電源装置３４０と、を有している。反射鏡３１０，３２０の対向する面３１２，３２２には、アルミ等の金属を蒸着することにより反射率が高められている。一方、これらの面３１２，３２２とは反対側の面３１４，３２４には、反射率を低減するための反射防止膜が設けられている。なお

、反射防止膜としては、光学多層膜が使用される。

【００７０】

対向面３１２，３２２の距離ｄは、静電アクチュエータ３３２，３３４間に印加する電圧を電源装置３４０で調整することにより調整される。そして、対向面３１２，３２２の距離ｄを調整することにより、透過波長λ_Tを調整することができる。図９の例では、距離ｄを調整することにより、第１のレーザアレイ光源２０２ａの波長可変エタロン３００の透過波長λ_Tを１０５６ｎｍとし、第２のレーザアレイ光源２０４ａの波長可変エタロン３００の透過波長λ_Tを１０６４ｎｍとしている。そのため、第１のレーザアレイ光源２０２ａのレーザアレイ素子２１０ａは１０５６ｎｍで発振し、第２のレーザアレイ光源２０４ａのレーザアレイ素子２１０ｂは、１０６４ｎｍで発振する。そして、第４実施例と同様に、これらの発振波長の第２高調波（５２８ｎｍ、５３２ｎｍ）が、レーザ光源装置１００ｄから出射される。

【００７１】

このように、第５実施例においても、第４実施例と同様に異なる波長の光がレーザ光源装置１００ｄから出射するので、スペックルノイズを低減することが可能となる。また、出射ビームの距離を短くすることができるので、均一化光学系５０２Ｇ（図１）をより小型化するとともに、液晶ライトバルブ５０４Ｇ（図１）の変調光のコントラストをより高くすることができる。また、出射ビームの偏光方向がそろっているので、偏光制御素子を省略し、偏光制御素子による光量の低下を抑制することができる。

【００７２】

なお、第５実施例は、波長可変エタロン３００の反射鏡３１０，３２０の間隔を静電アクチュエータで調整する構成となっているが、波長可変エタロンは、反射鏡３１０，３２０の間隔が調整可能であれば他の構成とすることも可能である。例えば、静電アクチュエータに換えて、ピエゾ素子を用いて反射鏡３１０，３２０の間隔を調整するものとしても良い。但し、波長可変エタロンの消費電力をより低減できる点で、静電アクチュエータを用いるのがより好ましい。

【００７３】

Ｆ．第６実施例：

図１０は、第６実施例におけるレーザ光源装置１００ｅの構成を示す構成図である。第６実施例のレーザ光源装置１００ｅは、波長選択素子２２４が波長選択素子２２４ｂに置き換えられている点で、図７に示す第４実施例のレーザ光源装置１００ｃと異なっている。他の点は、第４実施例のレーザ光源装置１００ｃと同じである。

【００７４】

第６実施例の波長選択素子２２４ｂは、波長が１０５６ｎｍと１０６４ｎｍの光を透過するエタロンである。一般に、エタロンの透過波長λ_Tの間隔$\Delta\lambda$は、エタロンの光学的な厚さを適宜調整することにより設定することができる。そこで、第６実施例の波長選択素子２２４ｂでは、波長間隔$\Delta\lambda$が８ｎｍとなるようにエタロンの厚さが調整されている。

【００７５】

図１１は、このように透過波長λ_Tが１０５６ｎｍと１０６４ｎｍに設定された波長選択素子２２４ｂを用いたレーザアレイ光源２０２ｂ，２０４ｂで、レーザアレイ素子２１０ａ，２１０ｂがレーザ発振する様子を示すグラフである。図１１（ａ）および図１１（ｂ）の横軸は波長を表している。図１１（ａ）および図１１（ｂ）の左の縦軸はレーザアレイ素子２１０ａおよび２１０ｂの相対利得を表し、図１１（ａ）および図１１（ｂ）の右の縦軸は、波長選択素子２２４ｂの垂直入射光の透過率を表している。

【００７６】

図１１（ａ）および図１１（ｂ）に示すように、波長選択素子２２４ｂは、波長１０５６ｎｍと、１０６４ｎｍでの透過率がほぼ１００％となっている。そして、図１１（ａ）に示すように、レーザアレイ素子２１０ａは、波長選択素子２２４ｂの透過率の第１のピーク（１０５６ｎｍ）において、十分な利得を有している。一方、レーザアレイ素子２１

０ａは、波長選択素子２２４ｂの透過率の第２のピーク（１０６４ｎｍ）での利得が十分でない。そのため、第１のレーザアレイ光源２０２ｂのレーザアレイ素子２１０ａは波長選択素子２２４ｂの透過率の第１のピーク（１０５６ｎｍ）で発振する。これに対し、図１１（ｂ）に示すように、レーザアレイ素子２１０ｂは、波長選択素子２２４ｂの透過率の第１のピーク（１０５６ｎｍ）の利得は十分でなく、第２のピーク（１０６４ｎｍ）での利得が十分高くなっている。そのため、第２のレーザアレイ光源２０４ｂのレーザアレイ素子２１０ｂは、波長選択素子２２４ｂの透過率の第２のピーク（１０６４ｎｍ）で発振する。このように、第１のレーザアレイ光源２０２ｂではレーザアレイ素子２１０ａは１０５６ｎｍで発振し、第２のレーザアレイ光源２０４ｂではレーザアレイ素子２１０ｂは１０６４ｎｍで発振する。そのため、レーザ光源装置１００ｅからは、これらの発振波長の第２高調波（５２８ｎｍ、５３２ｎｍ）が出射する。

【００７７】

このように、第６実施例においても、第４実施例と同様に、異なる波長のビームＷ３２，Ｗ４２がレーザ光源装置１００ｅから出射するので、スペックルノイズを低減することが可能となる。また、出射ビームの距離を短くすることができるので、均一化光学系５０２Ｇ（図１）をより小型化するとともに、液晶ライトバルブ５０４Ｇ（図１）の変調光のコントラストをより高くすることができる。また、出射ビームの偏光方向がそろっているので、偏光制御素子を省略し、偏光制御素子による光量の低下を抑制することができる。

【００７８】

なお、第６実施例は、波長変換素子２２４ｂの角度などの調整を行うことなく、２つのレーザアレイ光源２０２ｂ，２０４ｂを複数の波長で共振させることができる点で、第４および第５実施例よりも好ましい。一方、第４および第５実施例は、共振波長を任意の波長に設定できる点で、第６実施例よりも好ましい。

【００７９】

Ｇ．第７実施例：

図１２は、第７実施例におけるレーザ光源装置１００ｆの構成を示す構成図である。第７実施例のレーザ光源装置１００ｆは、第１実施例のレーザ光源装置１００に集光光学系４００を設けた構成となっている。

【００８０】

集光光学系４００は、２つのレンズ４１０，４２０を有している。これらのレンズ４１０，４２０は、いずれも２つの円柱面を有する棒状のレンズである。２つのレーザアレイ光源１０２，１０４から出射したビームＷ１４，Ｗ２４は、第１のレンズ４１０においてそれぞれ＋ｙ方向と、－ｙ方向に屈折される。そして、屈折した２つのビームＷ１５，Ｗ２５は、第２のレンズ４２０により＋ｘ方向に進行するビームＷ１６，Ｗ２６に戻される。このように、２つのレンズ４１０，４２０で構成された集光光学系４００をレーザアレイ光源１０２，１０４の出射ビームＷ１４，Ｗ２４の光路上に配置することにより、レーザ光源装置１００ｆから出射されるビームＷ１６，Ｗ２６の距離を短くすることができる。

【００８１】

第７実施例では、このように、ビームＷ１６，Ｗ２６の距離を小さくすることにより、プロジェクタ５００（図１）の均一化光学系５０２Ｇをより小型化するとともに、液晶ライトバルブ５０４Ｇの変調光のコントラストをより高くすることができる。

【００８２】

Ｈ．第８実施例：

図１３は、第８実施例におけるレーザ光源装置１００ｇの構成を示す構成図である。第８実施例のレーザ光源装置１００ｇは、集光光学系４００に換えて正四角柱の集光ブロック４３０が使用されている点で、図１２に示す第７実施例のレーザ光源装置１００ｆと異なっている。他の点は、第７実施例のレーザ光源装置１００ｆと同じである。

【００８３】

レーザ光源装置１００ｇの集光ブロック４３０に入射した２つのレーザアレイ光源１０

２，１０４の出射ビームＷ１４，Ｗ２４は、それぞれ、集光ブロック４３０の－ｘ方向側の面で＋ｙ方向と－ｙ方向に屈折される。そして、集光ブロック４３０の＋ｘ方向側の面で＋ｘ方向に進行するビームＷ１７，Ｗ２７に戻される。このように、第８実施例においても、集光ブロック４３０をレーザアレイ光源１０２，１０４の出射ビームＷ１４，Ｗ２４の光路上に配置することにより、レーザ光源装置１００ｇから出射されるビームＷ１７，Ｗ２７の距離を短くすることができる。

【００８４】

なお、第８実施例では、集光ブロックとして正四角柱のブロック４３０を使用しているが、集光ブロックとしては、ｘｙ辺面での断面形状が平行四辺形であれば、任意の集光ブロックを利用することができる。この場合、集光ブロックの配置は、集光ブロックの形状に応じて適宜設定される。

【００８５】

Ｉ．第９実施例：

図１４は、第９実施例におけるレーザ光源装置１００ｈの構成を示す構成図である。第９実施例のレーザ光源装置１００ｈは、正四角柱の集光ブロック４４０が第１のレーザアレイ光源１０２の出射ビームＷ１４の光路上に配置されている点で、図１３に示す第８実施例のレーザ光源装置１００ｇと異なっている。他の点は、第８実施例のレーザ光源装置１００ｇと同じである。

【００８６】

レーザ光源装置１００ｈの集光ブロック４４０に入射したレーザアレイ光源１０２の出射ビームＷ１４は、集光ブロック４４０の－ｘ方向側の面で＋ｙ方向に屈折される。そして、集光ブロック４４０の＋ｘ方向側の面で＋ｘ方向に進行するビームＷ１８に戻される。このように、第９実施例においても、集光ブロック４４０をレーザアレイ光源１０２の出射ビームＷ１４の光路上に配置することにより、レーザ光源装置１００ｈから出射されるビームＷ１８，Ｗ２４の距離を短くすることができる。

【００８７】

Ｊ．第１０実施例：

図１５は、本発明のレーザ光源装置を適用したモニタ装置の概略構成図である。このモニタ装置６００は、装置本体６１０と、光伝送部６２０と、を備えている。装置本体６１０は、第１の実施例におけるレーザ光源装置１００（図３）を備えている。また、装置本体６１０は、集光レンズ６１２と、カメラ６１４と、を備えている。

【００８８】

光伝送部６２０は、光を送る側のライトガイド６２２と、光を受ける側のライトガイド６２４と、を備えている。各ライトガイド６２２，６２４は、多数本の光ファイバを束ねたものであり、レーザ光を遠方に送ることができる。光を送る側のライトガイド６２２の入射側には、２つのレーザアレイ光源１０２，１０４からなるレーザ光源装置１００と、集光レンズ６１２が配置されている。ライトガイド６２２の出射側には拡散板６２６が配置されている。光を受ける側のライトガイド６２４の入射側には結像レンズ６２８が配置されている。

【００８９】

レーザ光源装置１００から出射されたレーザ光は、集光レンズ６１２で集められ、ライトガイド６２２を伝って拡散板６２６により拡散されて被写体を照射する。そして、被写体からの反射光は、結像レンズ６２８に入射して、ライトガイド６２４を伝ってカメラ６１４に送られる。このようにして、レーザ光源装置１００により出射したレーザ光によって被写体を照射したことで得られる反射光に基づく画像を、カメラ６１４で撮像することができる。

【００９０】

このようにモニタ装置６００に適用した場合、レーザアレイ光源１０２，１０４からそれぞれ出射されるビームＷ１４，Ｗ２４の距離が小さくなるので、集光レンズ６１２をより小さくすることができる。また、ライトガイド６２２への入射角を小さくすることがで

きるので、ライトガイド６２２の開口数（ＮＡ）が小さい場合でも、より確実にレーザ光を被写体側に伝達することができる。なお、モニタ装置６００において、レーザ光源装置１００に代えて、上述したレーザ光源装置１００ａ～１００ｈのいずれかを備えるようにしてもよい。

【００９１】

Ｋ．変形例：

なお、この発明は上記実施例や実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能であり、例えば次のような変形も可能である。

【００９２】

Ｋ１．変形例１：

上記各実施例では、本発明のレーザ光源装置を構成するレーザアレイ光源は波長変換素子を有しているが、レーザアレイ光源は必ずしも波長変換素子を有するものでなくても良い。一般に、レーザアレイ光源がレーザが出射される領域（レーザ光出射領域）が長方向と短方向とを有しており、レーザ光出射領域がレーザアレイ光源の短方向の中心からオフセットしているレーザアレイ光源であれば、本発明を適用することができる。

【００９３】

本発明は、例えば、図１６に示すようにＶＣＳＥＬアレイ７１０単体にも適用することができる。この場合、ＶＣＳＥＬアレイ７１０単体が、本発明のレーザアレイ光源ユニットに相当する。図１６（ａ）に示すＶＣＳＥＬアレイ７１０は、ＶＣＳＥＬアレイ７１０の＋ｙ方向側に７つの発光部７１２が設けられ、１つのボンディングパッド７１４が－ｙ方向側に設けられている。そして、発光部７１２のそれぞれは、配線７１６によりボンディングパッド７１４に接続されている。このように発光部７１２が、ＶＣＳＥＬアレイ７１０の中心からずれている場合、図１６（ｂ）に示すように、発光部７１２に近い側でＶＣＳＥＬアレイ７１０を隣接して配置することで、２つのＶＣＳＥＬアレイ７１０がそれぞれ出射するレーザ光の距離を小さくすることができる。

【００９４】

また、図１６（ｂ）に示すように、２つのＶＣＳＥＬアレイ７１０を配置することにより、これらのＶＣＳＥＬアレイ７１０から出射されたレーザ光を、単一の波長変換素子に導入することができる。そして、単一の波長変換素子により、２つのＶＣＳＥＬアレイ７１０から出射した光を波長変換することができる。

【００９５】

Ｋ２．変形例２：

上記各実施例では、２つのレーザアレイ光源は、パッケージどうしがｙ軸方向の面で接触するように配置されている。但し、パッケージのｙ軸方向にコネクタ等の接続部が設けられている場合、２つのレーザアレイ光源は、コネクタとは反対側が隣接するように配置される。コネクタのｙ軸方向の長さは、通常、パッケージに対するレーザ光出射領域の位置のズレよりも大きい。そこで、コネクタとは反対側が隣接するようにレーザアレイ光源を配置することにより、レーザ光出射領域は、コネクタを含むレーザアレイ光源ユニットの中心からレーザアレイ光源ユニットの隣接方向にオフセットする。そのため、２つのレーザアレイ光源のそれぞれから出射するビーム間の距離を短縮することができる。

【００９６】

Ｋ３．変形例３：

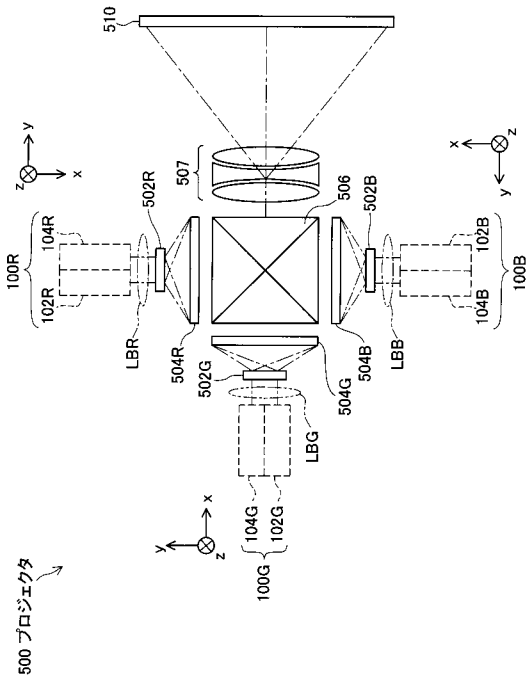
上記各実施例では、レーザ光源装置の出射ビームの偏光方向が特定の方向となるようにレーザアレイ光源を配置しているが、レーザ光源装置の出射ビームの偏光方向は特定の方向となっていなくても良い。例えば、図１６の変形例で示すように、ＶＣＳＥＬアレイ７１０単体を配置したレーザ光源装置のように、レーザ光源装置が特定の偏光成分を有しないビームを出射するものとしても良い。但し、液晶ライトバルブ５０４Ｒ，５０４Ｇ，５０４Ｂのようにレーザ光源装置で照明される装置が、特定の偏光方向の光を利用する装置である場合、レーザ光源装置の出射ビームの偏光方向が特定の方向となるようにするのが

好ましい。
【００９７】
Ｋ４．変形例４：
上記各実施例では、レーザ光源装置１００～１００ｈが備えるレーザアレイ光源は、一次元のアレイ構造を有するものとしたが、二次元のアレイ構造を有するものであってもよい。この場合、レーザアレイ光源のレーザ光出射領域が長方向と短方向とを有していれば、上記各実施例のようにレーザアレイ光源を配置することにより、個々のレーザアレイ光源から出射するビーム間の距離を短縮することができる。
【００９８】
Ｋ５．変形例５：
上記第１ないし第１０実施例では、２つのレーザアレイ光源のそれぞれから出射されるビーム間の距離を短縮するように２つのレーザアレイ光源を配置しているが、２以上のレーザアレイ光源を任意の形態で配置することも可能である。また、レーザアレイ光源のレーザ光出射領域の形状や、レーザ光出射領域のレーザアレイ光源の外形に対する位置関係も、任意のものとすることができる。一般に、２以上のレーザアレイ光源のうち、少なくとも２つのレーザアレイ光源の出射光の波長が異なっていれば、レーザ光源装置の出射光のコヒーレンスを低減できるので、レーザ光源装置による照明に生じるスペックルノイズを低減することができる。
【００９９】
Ｋ６．変形例６：
上記第７ないし第９実施例では、集光光学系４００，４３０，４４０を第１実施例のレーザアレイ光源１００に付加しているが、これらの集光光学系４００，４３０，４４０を第２ないし第８実施例のレーザアレイ光源１００ａ～１００ｅに付加するものとしても良い。
【０１００】
Ｋ７．変形例７：
上記各実施例では、プロジェクタ５００における光変調手段としては、液晶ライトバルブを用いるものであったが、液晶ライトバルブに限らず、ＤＭＤ（デジタルマイクロミラーデバイス：Texas Instruments社の商標）など、他の任意の変調手段を用いる構成であってもよい。また、上記各実施例におけるレーザ光源装置１００～１００ｈは、プロジェクタ５００（図１）およびモニタ装置６００（図１５）以外にも、照明装置など、光源を必要とする任意の装置に用いることができる。
【図面の簡単な説明】
【０１０１】
【図１】本発明の第１実施例を適用するプロジェクタの概略構成図。
【図２】レーザアレイ光源１０２の構成を示す説明図。
【図３】第１実施例におけるレーザ光源装置１００の構成を示す説明図。
【図４】第２実施例におけるレーザ光源装置１００ａの構成を示す説明図。
【図５】発光波長の異なるＶＣＳＥＬアレイを取得する様子を示す説明図。
【図６】第３実施例におけるレーザ光源装置１００ｂの構成を示す説明図。
【図７】第４実施例におけるレーザ光源装置１００ｃの構成を示す構成図。
【図８】第４実施例において、レーザアレイ光源２０２，２０４の共振波長でレーザアレイ素子２１０ａ，２１０ｂが発振する様子を示すグラフ。
【図９】第５実施例におけるレーザ光源装置１００ｄの構成を示す説明図。
【図１０】第６実施例におけるレーザ光源装置１００ｅの構成を示す構成図。
【図１１】レーザアレイ素子２１０ａ，２１０ｂがレーザ発振する様子を示すグラフ。
【図１２】第７実施例におけるレーザ光源装置１００ｆの構成を示す構成図。
【図１３】第８実施例におけるレーザ光源装置１００ｇの構成を示す構成図。
【図１４】第９実施例におけるレーザ光源装置１００ｈの構成を示す構成図。
【図１５】本発明のレーザ光源装置を適用したモニタ装置の概略構成図。

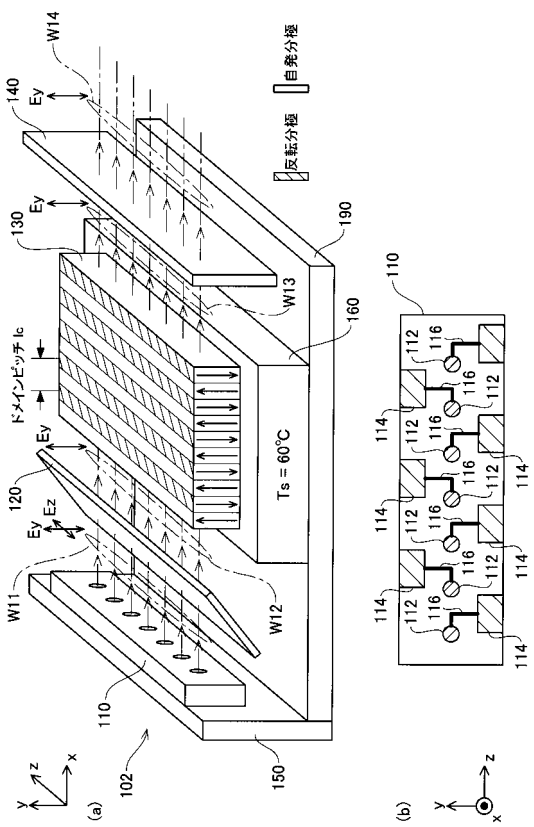
【図１６】本発明をＶＣＳＥＬアレイ７１０単体に適用した変形例。
【符号の説明】
【０１０２】
１００Ｒ，１００Ｇ，１００Ｂ...レーザ光源装置
１０２Ｒ，１０２Ｇ，１０２Ｂ...レーザアレイ光源
１０４Ｒ，１０４Ｇ，１０４Ｂ...レーザアレイ光源
１００，１００ａ～１００ｈ...レーザ光源装置
１０２，１０２ａ，１０２ｂ，１０４...レーザアレイ光源
１１０，１１０ａ...ＶＣＳＥＬアレイ
１１２...発光部
１１４...ボンディングパッド
１１６...配線
１２０...偏光ビームスプリッタ
１３０，１３０ａ...波長変換素子
１４０...反射鏡
１５０...基板
１６０...ペルチェ素子
１７０...パッケージ
１９０...ベース
２０２，２０４，２０２ｂ，２０４ｂ...レーザアレイ光源
２１０ａ，２１０ｂ...レーザアレイ素子
２１２...ヒートシンク
２１４...コリメートレンズ
２２０...モードロッカ
２２２，２２６...コリメートレンズ
２２４，２２４ｂ...波長選択素子
２２８，２４０...反射鏡
２３０ａ，２３０ｂ...波長変換素子
２４０...反射鏡
２６０...ペルチェ素子
２７０...パッケージ
２９０...ベース
３００...波長可変エタロン
３１０，３２０...反射鏡
３３２，３３４...静電アクチュエータ
３４０...電源装置
４００...集光光学系
４１０，４２０...レンズ
４３０，４４０...集光ブロック
５００...プロジェクタ
５０２Ｒ，５０２Ｇ，５０２Ｂ...均一化光学系
５０４Ｒ，５０４Ｇ，５０４Ｂ...液晶ライトバルブ
５０６...クロスダイクロイックプリズム
５０７...投写レンズ
５１０...スクリーン
６００...モニタ装置
６１０...装置本体
６１２...集光レンズ
６１４...カメラ
６２０...光伝送部

６２２，６２４...ライトガイド
６２６...拡散板
６２８...結像レンズ
７１０...ＶＣＳＥＬアレイ
７１２...発光部
７１４...ボンディングパッド
７１６...配線

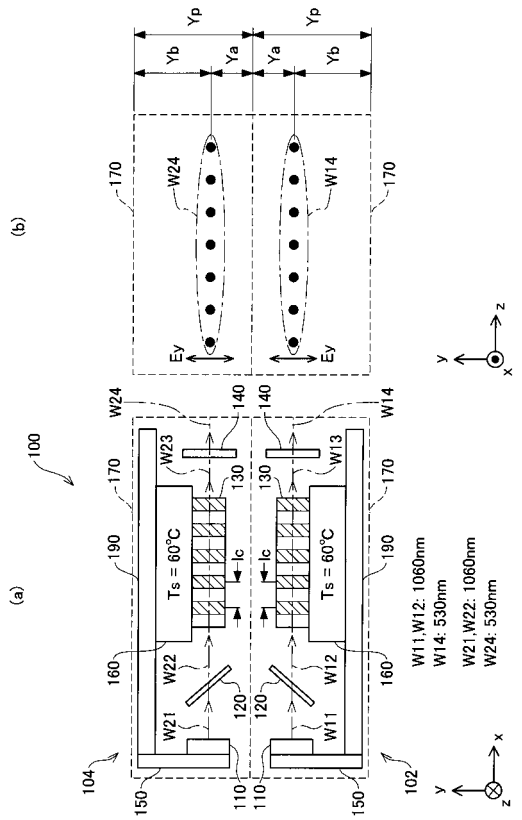
【図１】



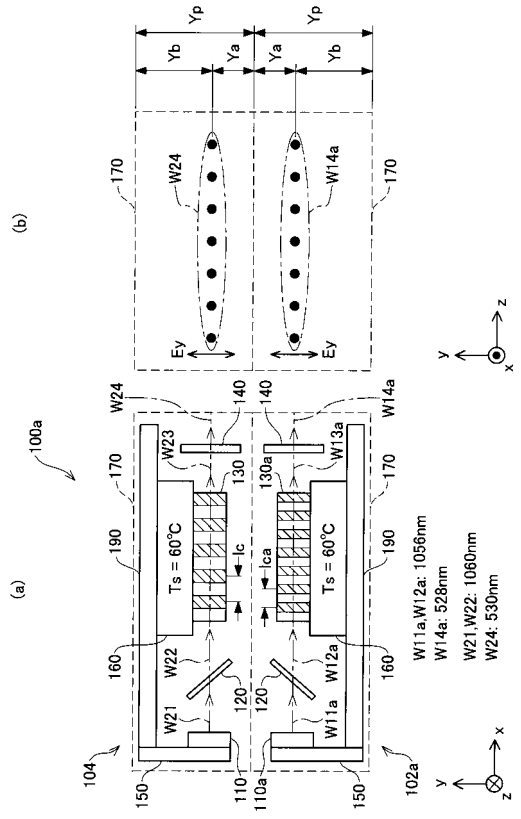
【図２】



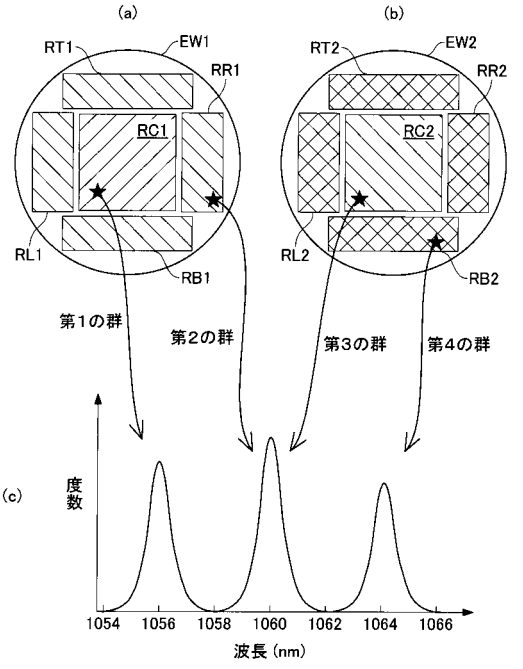
【図３】


(b)
(a)
Yp
Yb
Ya
W24
W14
W23
W13
W22
W12
W21
W11
Ey
Ts = 60°C
Ic
100
170
190
160
120
130
140
150
110
104
102
W11,W12: 1060nm
W14: 530nm
W21,W22: 1060nm
W24: 530nm

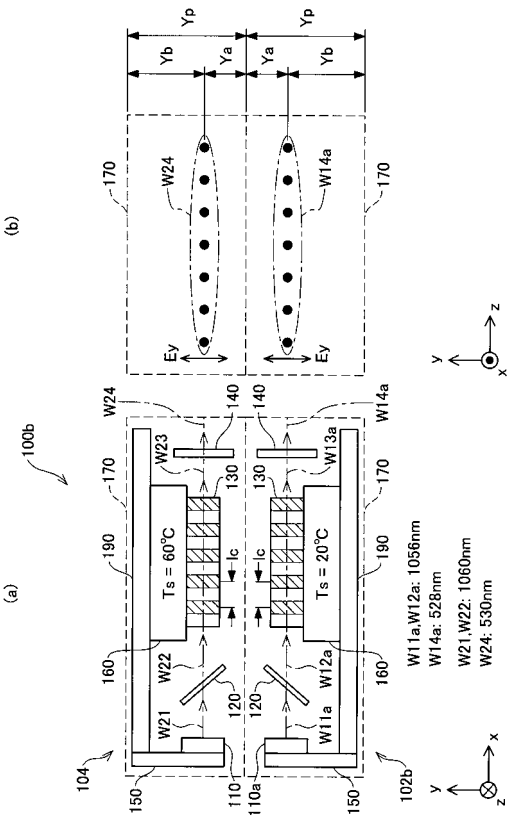
【図４】


(b)
(a)
Yp
Yb
Ya
W24
W14a
W23
W13a
W22
W12a
W21
W11a
Ey
Ts = 60°C
Ic
Ica
100a
170
190
160
120
130a
140
150
110a
104
102a
W11a,W12a: 1056nm
W14a: 528nm
W21,W22: 1060nm
W24: 530nm

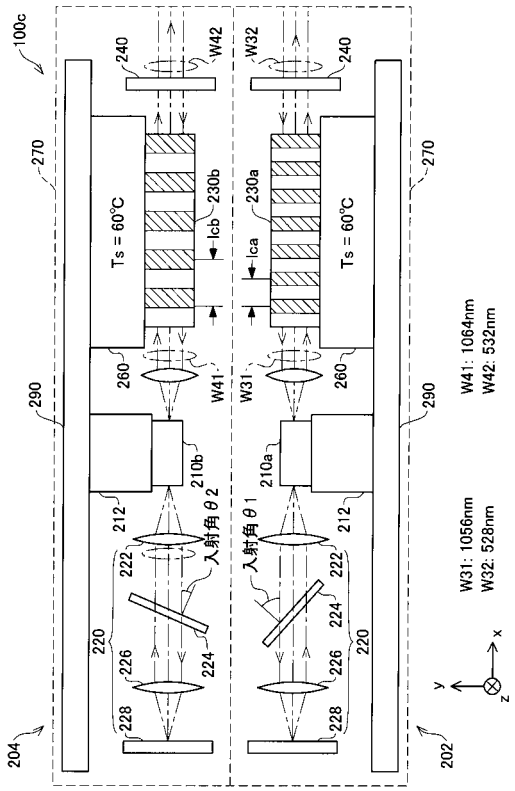
【図５】


(a)
(b)
(c)
RT1
EW1
RR1
RC1
RL1
RB1
RT2
EW2
RR2
RC2
RL2
RB2
第1の群
第2の群
第3の群
第4の群
度数
1054
1056
1058
1060
1062
1064
1066
波長 (nm)

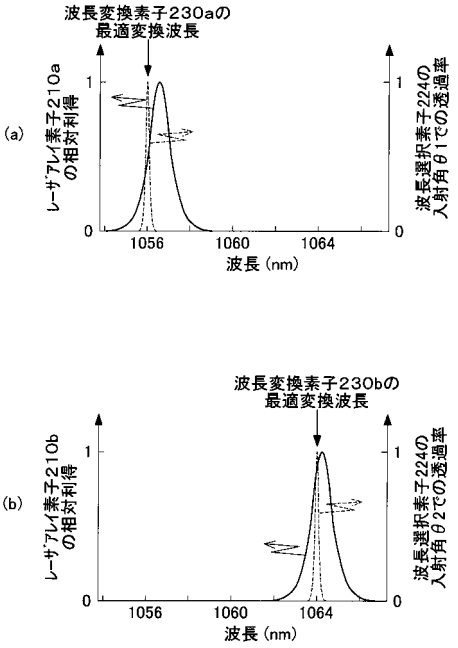
【図６】


(b)
(a)
Yp
Yb
Ya
W24
W14a
W23
W13a
W22
W12a
W21
W11a
Ey
Ts = 60°C
Ts = 20°C
Ic
100b
170
190
160
120
130
140
150
110a
104
102b
W11a,W12a: 1056nm
W14a: 528nm
W21,W22: 1060nm
W24: 530nm

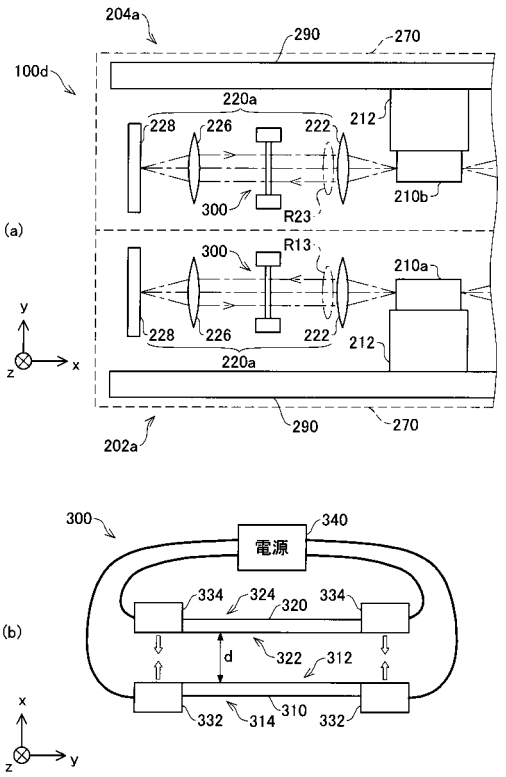
【図７】


100c
240
W42
W32
270
Ts = 60℃
230b
lcb
lca
230a
260
W41
W31
290
210b
210a
212
入射角θ2
入射角θ1
222
224
226
220
228
204
202
W41: 1064nm
W42: 532nm
W31: 1056nm
W32: 528nm
x
y
z

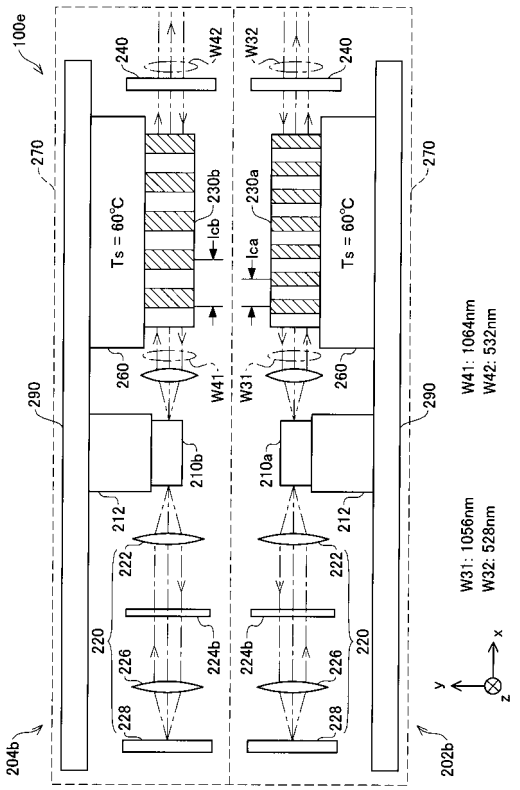
【図８】


波長変換素子230aの
最適変換波長
(a)
レーザアレイ素子210a
の相対利得
1
0
1056
1060
1064
波長 (nm)
波長選択素子224の
入射角θ1での透過率
波長変換素子230bの
最適変換波長
(b)
レーザアレイ素子210b
の相対利得
波長選択素子224の
入射角θ2での透過率

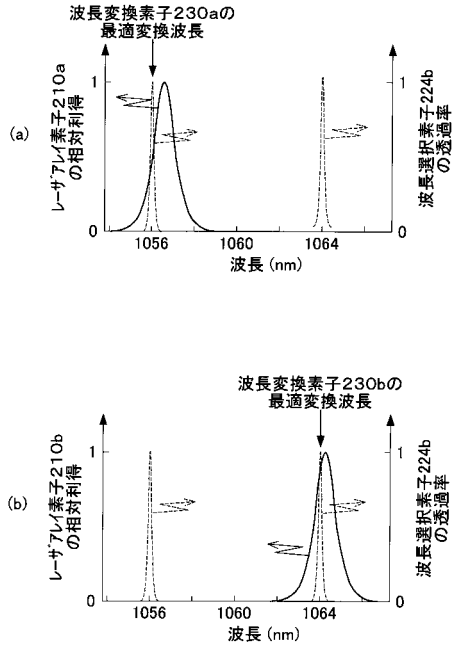
【図９】


204a
290
270
100d
220a
228
226
222
212
210b
300
R23
(a)
R13
210a
y
z
x
202a
(b)
電源
340
334
324
320
d
322
312
310
332
314

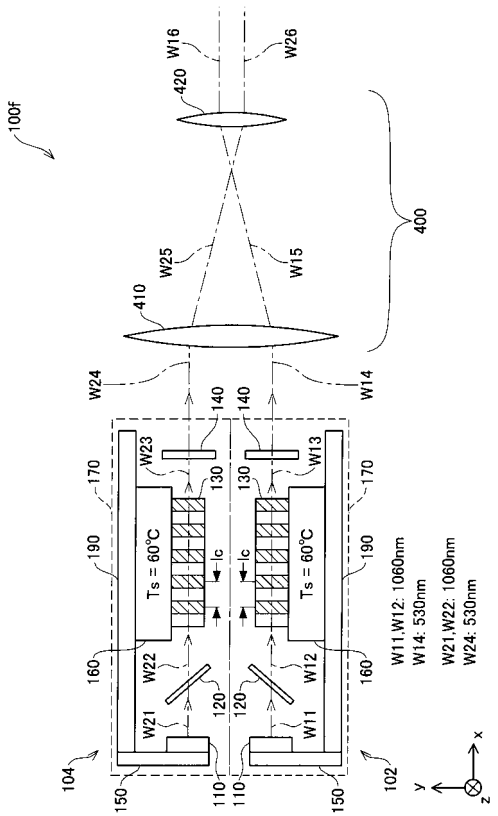
【図１０】


100e
240
W42
W32
270
Ts = 60℃
230b
lcb
lca
230a
260
W41
W31
290
210b
210a
212
222
220
226
224b
228
204b
202b
W41: 1064nm
W42: 532nm
W31: 1056nm
W32: 528nm
x
y
z

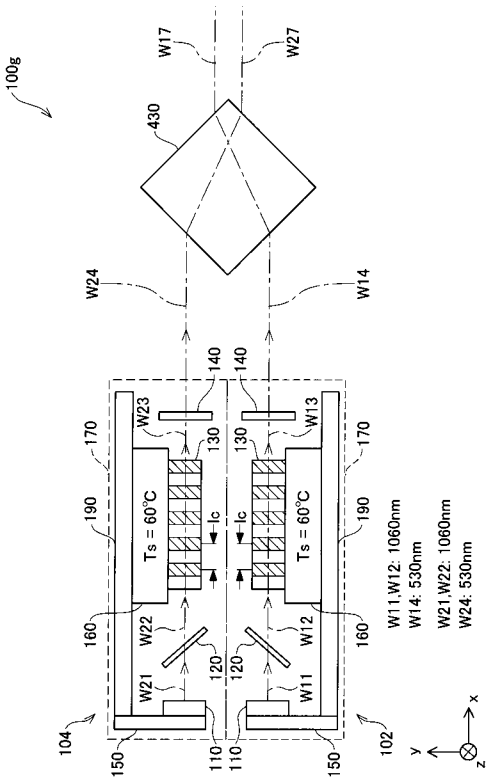
【図１１】



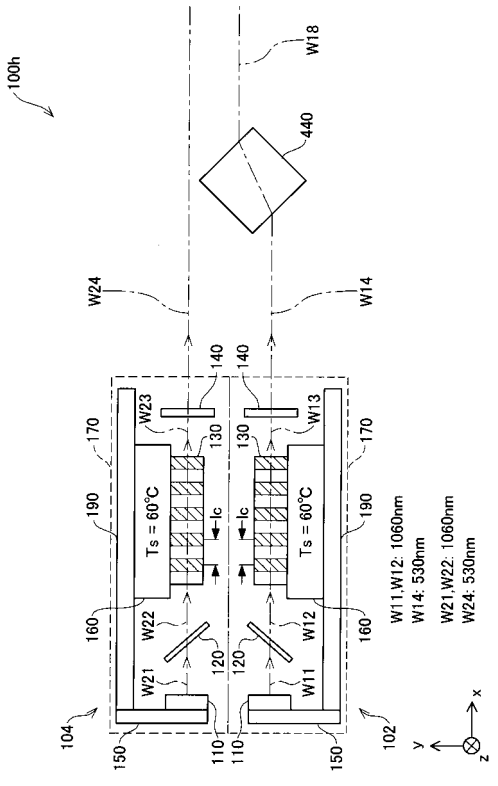
【図１２】



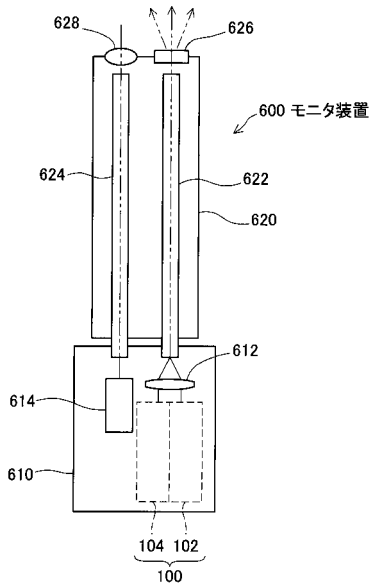
【図１３】



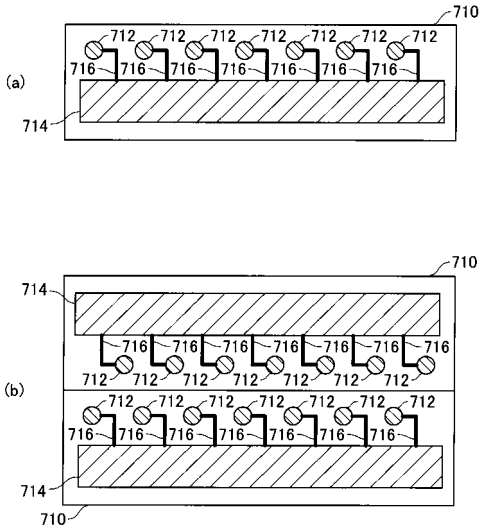
【図１４】



【図１５】


628
626
600 モニタ装置
624
622
620
612
614
610
104 102
100

【図１６】


710
712
716
(a)
714
(b)

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		FI		
G02B 27/18	*(2006.01)*	G02B	27/18	Z
G03B 21/14	*(2006.01)*	G03B	21/14	A
G03B 21/00	*(2006.01)*	G03B	21/00	D

(56)参考文献 特表２００４－５０３９２３（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－３２１９５３（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－２３６８３７（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－２７０９３３（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－２４２５００（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－３０７８７９（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－２５０６９４（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０２Ｆ １／３７－１／３９
Ｇ０２Ｂ ２６／００－２６／１２
Ｈ０１Ｓ ３／１０９、５／１０－５／１８７
ＪＳＴ７５８０（ＪＤｒｅａｍＩＩ）
ＪＳＴＰｌｕｓ（ＪＤｒｅａｍＩＩ）