

(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2009-58646
(P2009-58646A)

(43) 公開日 平成21年3月19日(2009.3.19)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO2B 26/08 (2006.01)	GO2B 26/08 E	2H045
GO2B 26/10 (2006.01)	GO2B 26/10 B	2H141
GO2B 27/18 (2006.01)	GO2B 26/10 1O4Z	2K103
GO3B 21/14 (2006.01)	GO2B 27/18 Z	5F173
GO3B 21/00 (2006.01)	GO3B 21/14 A	

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 21 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2007-224396 (P2007-224396)
(22) 出願日 平成19年8月30日 (2007.8.30)

(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 100107836
弁理士 西 和哉
(74) 代理人 100064908
弁理士 志賀 正武
(72) 発明者 住山 文香
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
(72) 発明者 米窪 政敏
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) 2H045 AB10 AB38 BA12 BA22 BA32 DA12

最終頁に続く

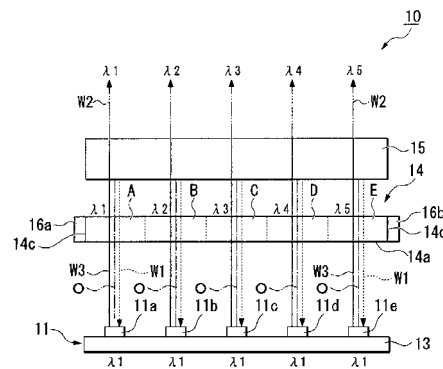
(54) 【発明の名称】 光源装置、画像表示装置及びモニタ装置

(57) 【要約】

【課題】コスト、かつ、複数の光同士のコヒーレンスを低減させ、スペックルノイズを抑えた光源装置、画像表示装置及びモニタ装置を提供すること。

【解決手段】複数の発光素子11a~11eと、該複数の発光素子から射出された光を前記複数の発光素子に向けて選択的に反射させる共振器として機能する共振ミラーと、複数の発光素子11a~11eから射出された光の波長帯域のうち一部の波長帯域の光を透過させ、共振ミラー15において反射させる光の波長帯域幅に比べて、透過させる光の波長帯域幅が狭い波長選択素子14と、波長選択素子14の複数の光選択領域A~Eの状態を変化させる状態変化手段16a, 16bとを備え、状態変化手段16a, 16bにより、波長選択素子14が複数の光選択領域A~Eによって選択される光の波長が互いに異なるように、波長選択素子14の光選択領域A~Eの状態を変化させることを特徴とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光を発する複数の発光素子と、

該複数の発光素子から射出された光を前記複数の発光素子に向けて選択的に反射させる共振器として機能する共振ミラーと、

前記発光素子と前記共振ミラーとの間の光路上に配置され、前記複数の発光素子から射出された光に対してそれぞれ選択が行われる複数の光選択領域を有し、前記複数の発光素子から射出された光の波長帯域のうち一部の波長帯域の光を透過させ、前記共振ミラーにおいて反射させる光の波長帯域幅に比べて、透過させる光の波長帯域幅が狭い波長選択素子と、

前記複数の光選択領域の状態を変化させる状態変化手段とを備え、

前記状態変化手段により、前記複数の光選択領域によって選択される光の波長が互いに異なるように、前記光選択領域の状態を変化させることを特徴とする光源装置。

【請求項 2】

前記状態変化手段が、前記複数の光選択領域のそれぞれに設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の光源装置。

【請求項 3】

前記複数の光選択領域の状態を検出する状態検出手段を備え、

前記状態変化手段が、前記状態検出手段により検出された前記複数の光選択領域の状態に応じて、前記複数の光選択領域の波長が互いに異なるように、前記光選択領域の状態を変化させることを特徴とする請求項 2 に記載の光源装置。

【請求項 4】

前記状態検出手段が前記光選択領域ごとにそれぞれ設けられてい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】

前記状態検出手段が、前記光選択領域の温度を検出する温度検出手段であり、

前記状態変化手段が、前記温度検出手段により検出された温度に応じて、前記光選択領域の温度を互いに異ならせる温度変化手段であることを特徴とする請求項 3 または請求項 4 に記載の光源装置。

【請求項 6】

光を発する複数の発光素子と、

該複数の発光素子から射出された光がそれぞれ通過する複数の光通過領域を有し、前記複数の発光素子から射出された光のうち、少なくとも一部の波長をそれぞれ所定の波長に変換する波長変換素子と、

前記複数の発光素子から射出された光を前記複数の発光素子に向けて選択的に反射させる共振器として機能する共振ミラーと、

前記複数の発光素子から射出された光に対してそれぞれ選択が行われる複数の光選択領域を有し、前記複数の発光素子から射出された光の波長帯域のうち一部の波長帯域の光を透過させ、前記共振ミラーにおいて反射させる光の波長帯域幅に比べて、透過させる光の波長帯域幅が狭い波長選択素子と、

前記波長選択素子の複数の光選択領域の状態を変化させる選択側状態変化手段とを備え、

前記選択側状態変化手段により、前記波長選択素子の前記複数の光選択領域によって選択される光の波長が互いに異なるように、前記波長選択素子の光選択領域の状態を変化させることを特徴とする光源装置。

【請求項 7】

前記波長選択素子の複数の光選択領域の状態を検出する選択側状態検出手段を備え、

前記選択側状態変化手段が、前記選択側状態検出手段により検出された前記複数の光選択領域の状態に応じて、前記複数の光選択領域の波長が互いに異なるように、前記波長選択素子の光選択領域の状態を変化させることを特徴とする請求項 6 に記載の光源装置。

10

20

30

40

50

【請求項 8】

前記選択側状態検出手段が、前記波長選択素子の光選択領域の温度を検出する温度検出手段であり、

前記選択側状態変化手段が、前記温度検出手段により検出された温度に応じて、前記波長選択素子の光選択領域の温度を互いに異ならせる温度変化手段であることを特徴とする請求項 7 に記載の光源装置。

【請求項 9】

前記複数の光通過領域によって変換される光の波長が互いに異なるように、前記波長変換素子の光通過領域の状態を変化させる変換側状態変化手段とを備えることを特徴とする請求項 6 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の光源装置。

10

【請求項 10】

請求項 1 から請求項 9 のいずれか 1 項に記載の光源装置と、
該光源装置から射出された光を画像信号に応じて変調する光変調装置と、
該光変調装置により形成された画像を投射する投射装置とを備えることを特徴とする画像表示装置。

【請求項 11】

請求項 1 から請求項 9 のいずれか 1 項に記載の光源装置と、
該光源装置から射出された光を被投射面上で走査する走査手段とを備えることを特徴とする画像表示装置。

【請求項 12】

請求項 1 から請求項 9 のいずれか 1 項に記載の光源装置と、
該光源装置により照射された被写体を撮像する撮像手段とを備えることを特徴とするモニタ装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光源装置、画像表示装置及びモニタ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、コヒーレント光源は、画像表示装置、光通信分野、医療分野や顕微鏡などの計測分野においても欠かせないものとなっている（例えば、特許文献 1 及び特許文献 2）。

30

【0003】

特許文献 1 に記載の高調波発生装置は、LD と、バンドパスフィルタと、非線形光学結晶を有する共振器とを備えている。これにより、LD から射出された基本波の光は、バンドパスフィルタを通過することにより、基本波 $\pm 0.5 \text{ nm}$ の波長帯域の光のみが共振される。したがって、位相整合条件からずれた波長の光で安定化するのを抑えることができるため、非線形光学結晶を通過することにより、高出力の高調波の光を得ることが可能となる。

【0004】

また、特許文献 2 に記載のレーザ装置は、全反射鏡と部分反射鏡との間に、レーザ媒質を挟んで配置されている。そして、レーザ媒質と部分反射鏡との間にバンドパスフィルタを配置することで、狭帯域化されたレーザビームを得ることができる。これにより、レーザ装置から射出されるレーザ光は安定化した光となる。

40

【0005】

しかしながら、上記特許文献 1 及び特許文献 2 に記載のレーザ光源は、干渉性を有するという欠点を持っている。これにより、レーザ光が投射される被投射面において干渉縞がスペckルノイズとして現れ画像が劣化してしまうので、高精細な画像を表示させるためには、スペckルノイズの対策が必要となる。

【0006】

スペckルノイズを除去する手段としては、複数の発光素子を備え、設計上少しずつ異

50

なる中心波長を有する発光素子をアレイ化する手段が提案されている（例えば、特許文献3参照。）。この特許文献3に記載の技術は、発光素子をアレイ化することによって、1つの発光素子を用いた場合に比べて、広いスペクトル帯域を得ることで、スペックルノイズを低減させることが可能となる。

【特許文献1】特開平8-190111号公報

【特許文献2】特開平5-13862号公報

【特許文献3】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】

【0007】

10

しかしながら、特許文献1に記載のスペックルノイズを除去する手段は、外部共振器構造を必要としない光源、すなわち、直接レーザ光を出力する光源の使用を前提としたものである。確かに、外部共振器構造を必要としない光源の場合には、スペックルノイズを抑える効果がある。

ここで、外部共振器を備える光源の場合、基本構成要素は、発光素子と、共振器ミラーとである。また、複数の発光素子を用いる場合であっても、コストや組み立ての容易さを考慮して、単一の波長を選択する共振器ミラーが用いられるのが一般的である。この共振器ミラーにおいては、レーザ発振させるために、選択する波長の帯域を狭くする必要がある。その結果、特許文献3に記載のように、アレイ光源から射出される光それぞれの波長にばらつきを持たせたとしても、波長選択素子により、単一の波長が選択されることになり、波長選択素子を含めた光源全体のコヒーレンスは低下しない。

20

また、選択する波長の帯域を狭くし、光源から射出された光を反射させる共振器ミラーは非常に高価であるため、全体のコストが高くなる。

【0008】

本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであって、低コスト、かつ、複数の光同士のコヒーレンスを低減させ、スペックルノイズを抑えた光源装置、画像表示装置及びモニタ装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するために、本発明は、以下の手段を提供する。

30

本発明の光源装置は、光を発する複数の発光素子と、該複数の発光素子から射出された光を選択的に反射させる共振器として機能する共振ミラーと、前記発光素子と前記共振ミラーとの間の光路上に配置され、前記複数の発光素子から射出された光に対してそれぞれ選択が行われる複数の光選択領域を有し、前記複数の発光素子から射出された光の波長帯域のうち一部の波長帯域の光を透過させ、前記共振ミラーにおいて反射させる光の波長帯域幅に比べて、透過させる光の波長帯域幅が狭い波長選択素子と、前記複数の光選択領域の状態を変化させる状態変化手段とを備え、前記状態変化手段により、前記複数の光選択領域によって選択される光の波長が互いに異なるように、前記光選択領域の状態を変化させることを特徴とする。

なお、共振器ミラーの「光を選択的に反射させる」とは、入射した光を高い割合で反射し、一部を透過するという意味である。

40

【0010】

本発明に係る光源装置では、複数の発光素子から射出された光は、波長選択素子において一部の波長帯域の光が透過される。波長選択素子において透過された光は狭帯域の光となり、共振ミラーにおいて反射され、発光素子と共振ミラーとの間で共振し増幅される。また、状態変化手段が、複数の光選択領域によって選択される光の波長が互いに異なるように、波長選択素子の光選択領域の状態を変化させる。これにより、光選択領域ごとに選択される光の波長が異なる。したがって、たとえ、複数の発光素子から射出される光のピーク波長が同じであったとしても、発光素子から射出される光は、ある程度の帯域幅を持っているので、帯域幅内で異なる波長の光が増幅され取り出される。したがって、共振ミ

50

ラーを透過した光の波長帯域は全体として広がることになる。これにより、共振ミラーから射出された増幅光同士のコヒーレンスが低減するため、スペックルノイズを抑えることが可能となる。

このように、波長選択素子を備えることにより、共振ミラーの反射光の波長帯域幅を広くすることができる。したがって、波長選択素子を用いない場合は、共振ミラーとして、反射光の波長帯域幅の狭く、高い反射率を有するV B G (V o l u m e B r a g g G r a t i n g) 素子を用いる必要があるため、非常に高価である。しかしながら、本発明では、反射光の波長帯域幅の広い安価な共振ミラーを用いることができるため、装置全体の低コスト化を図ることが可能となる。

【0011】

10

また、本発明の光源装置は、前記状態変化手段が、前記複数の光選択領域のそれぞれに設けられていることが好ましい。

【0012】

本発明に係る光源装置では、波長選択素子の複数の光選択領域のそれぞれに設けられているため、複数の光選択領域から射出される光の波長を確実に異ならせることができる。すなわち、光選択領域ごとに状態を変化させることができるため、波長選択素子から射出される出力波長分布の変化の自由度が高まる。

【0013】

また、本発明の光源装置は、前記複数の光選択領域の状態を検出する状態検出手段を備え、前記状態変化手段が、前記状態検出手段により検出された前記複数の光選択領域の状態に応じて、前記複数の光選択領域の波長が互いに異なるように、前記光選択領域の状態を変化させることが好ましい。

20

【0014】

本発明に係る光源装置では、状態検出手段が、波長選択素子の複数の光選択領域の状態を検出し、この検出された状態に応じて、状態変化手段が、複数の光選択領域によって選択される光の波長が互いに異なるように、波長選択素子の光選択領域の状態を変化させる。このとき、状態検出手段により検出された状態に応じて、状態変化手段により波長選択素子の光選択領域の状態を変化させているため、複数の光選択領域から射出される光の波長をより確実に異ならせることができる。

【0015】

30

また、本発明の光源装置は、前記状態検出手段が前記光選択領域ごとにそれぞれ設けられていることが好ましい。

【0016】

本発明に係る光源装置では、波長選択素子には、複数の光選択領域ごとに状態検出手段がそれぞれ設けられている。このとき、状態検出手段により、波長選択素子の個々の光選択領域の状態を検出し、この検出された状態に応じて、個々の光選択領域によって選択される光の波長が互いに異なるように、波長選択素子の複数の光選択領域の状態を変化させる。

したがって、発光素子から射出された光の波長と対応する波長選択素子の各光選択領域の選択する光の波長とを揃えることが可能となる。これにより、発光素子が製造誤差等により、出力波長にばらつきがあっても、スペックルノイズを低減させつつ、波長選択素子から射出される光の利用効率を向上させることが可能となる。

40

【0017】

また、本発明の光源装置は、前記状態検出手段が、前記光選択領域の温度を検出する温度検出手段であり、前記状態変化手段が、前記温度検出手段により検出された温度に応じて、前記光選択領域の温度を互いに異ならせる温度変化手段であることが好ましい。

【0018】

本発明に係る光源装置では、温度変化手段により、波長選択素子の光選択領域ごとの温度を異ならせるため、各光選択領域の温度に応じて波長選択素子の内部の格子の間隔が変化する。これにより、波長選択素子は、各光選択領域において選択される光の波長が異な

50

ることになる。したがって、複数の発光素子から射出され、波長選択素子の各光選択領域から射出されたそれぞれの光は、波長が異なる光となる。このように、波長選択素子に、外力を与えることなく各光選択領域の温度が変わるだけで波長選択素子の内部の周期格子の間隔が変わる。これにより、より簡易な構成で波長選択素子の各領域を反射し増幅された光同士のコヒーレンスが低減するため、スペckルノイズを抑えることが可能となる。

【0019】

本発明の光源装置は、光を発する複数の発光素子と、該複数の発光素子から射出された光がそれぞれ通過する複数の光通過領域を有し、前記複数の発光素子から射出された光のうち、少なくとも一部の波長をそれぞれ所定の波長に変換する波長変換素子と、前記複数の発光素子から射出された光を前記複数の発光素子に向けて選択的に反射させる共振器として機能する共振ミラーと、前記複数の発光素子から射出された光に対してそれぞれ選択が行われる複数の光選択領域を有し、前記複数の発光素子から射出された光の波長帯域のうち一部の波長帯域の光を透過させ、前記共振ミラーにおいて反射させる光の波長帯域幅に比べて、透過させる光の波長帯域幅が狭い波長選択素子と、前記波長選択素子の複数の光選択領域の状態を変化させる選択側状態変化手段とを備え、前記選択側状態変化手段により、前記波長選択素子の前記複数の光選択領域によって選択される光の波長が互いに異なるように、前記波長選択素子の光選択領域の状態を変化させることを特徴とする。

【0020】

本発明に係る光源装置では、例えば、緑色の光を射出させる場合、発光素子として、1060nmの波長の光源を用いる。光源から射出された1060nmの波長の光は、波長変換素子に入射し、半分の波長の光に変換される。その後、例えば、波長変換素子と反射ミラーとの間に配置された波長選択素子を透過し狭帯域の光となる。これにより、発光素子から射出された光は、波長変換素子及び波長選択素子を透過し、発光素子と共振ミラーとの間で反射を繰り返す。その後、緑色に変換された光は、共振ミラーより射出される。

また、このとき、選択側状態変化手段により波長選択素子の光選択領域の状態を変化させている。これにより、複数の光選択領域から射出される光の波長を確実に異ならせることができる。

さらには、本発明では、上述したように、反射光の波長帯域幅の広い安価な共振ミラーを用いることができるため、装置全体の低コスト化を図ることが可能となる。

【0021】

本発明の光源装置は、前記波長選択素子の複数の光選択領域の状態を検出する選択側状態検出手段を備え、前記選択側状態変化手段が、前記選択側状態検出手段により検出された前記複数の光選択領域の状態に応じて、前記複数の光選択領域の波長が互いに異なるように、前記波長選択素子の光選択領域の状態を変化させることが好ましい。

【0022】

本発明に係る光源装置では、選択側状態検出手段が、波長選択素子の複数の光選択領域の状態を検出し、この検出された状態に応じて、選択側状態変化手段が、複数の光選択領域によって選択される光の波長が互いに異なるように、波長選択素子の光選択領域の状態を変化させる。このとき、選択側状態検出手段により検出された状態に応じて、選択側状態変化手段により波長選択素子の光選択領域の状態を変化させているため、複数の光選択領域から射出される光の波長をより確実に異ならせることができる。

【0023】

また、本発明の光源装置は、前記選択側状態検出手段が、前記波長選択素子の光選択領域の温度を検出する温度検出手段であり、前記選択側状態変化手段が、前記温度検出手段により検出された温度に応じて、前記波長選択素子の光選択領域の温度を互いに異ならせる温度変化手段であることが好ましい。

【0024】

また、本発明の光源装置では、上記状態検出手段が温度検出手段であり、状態変化手段が温度変化手段である場合と同様の効果を得ることができる。

【0025】

10

20

30

40

50

また、本発明の光源装置は、前記複数の光通過領域によって変換される光の波長が互いに異なるように、前記波長変換素子の光通過領域の状態を変化させる変換側状態変化手段とを備えることが好ましい。

【0026】

本発明に係る光源装置では、変換側状態変化手段により波長変換素子の光通過領域の状態を変化させることにより、複数の光通過領域から射出される光の波長を確実に異ならせることができる。

したがって、波長変換素子により、所望の波長の光を得ることができ、スペックルノイズを抑えた光を射出することが可能となる。

【0027】

本発明の画像表示装置は、上記の光源装置と、該光源装置から射出された光を画像信号に応じて変調する光変調装置と、該光変調装置により形成された画像を投射する投射装置とを備えることを特徴とする。

【0028】

本発明に係る画像表示装置では、光源装置より射出された光は光変調装置に入射される。そして、光変調装置により形成された画像が、投射装置によって投射される。このとき、光源装置より射出される光は、上述したように、コヒーレンスが低減された光となっているので、投射装置によって投射される光はスペックルノイズを抑えたものとなる。したがって、良好な画像を表示することができる。

【0029】

本発明の画像表示装置は、上記の光源装置と、該光源装置から射出された光を被投射面上で走査する走査手段とを備えることを特徴とする。

【0030】

本発明に係る画像表示装置では、光源装置から射出された光は走査手段により走査される。そして、走査手段により走査された光は、被投射面に投影される。このとき、光源装置より射出される光は、上述したように、コヒーレンスが低減された光となっているので、被投射面に照射される光はスペックルノイズが抑えられたものとなる。したがって、輝度ムラがなく良質な画像を表示することが可能となる。

【0031】

本発明のモニタ装置は、上記の光源装置と、該光源装置により照射された被写体を撮像する撮像手段とを備えることを特徴とする。

【0032】

本発明に係るモニタ装置では、光源装置より射出された光は被写体を照射し、撮像手段により被写体を撮像する。このとき、上述したように、光源装置は、コヒーレンスが低減された光を射出するため、輝度むらのない明るい光により被写体が照射される。したがって、撮像手段により被写体を鮮明に撮像することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0033】

以下、図面を参照して、本発明に係る光源装置、画像表示装置及びモニタ装置の実施形態について説明する。なお、以下の図面においては、各部材を認識可能な大きさとするために、各部材の縮尺を適宜変更している。

【0034】

[第1実施形態]

次に、本発明の第1実施形態について、図1から図4を参照して説明する。

本実施形態に係る光源装置10は、図1に示すように、発光部11と、波長選択素子14と、共振ミラー15とを備えている。

発光部11は、レーザ光を発する5つの発光素子(半導体レーザ:LD)11a, 11b, 11c, 11d, 11eを備えている。これらの発光素子11a~11eは、いずれも支持部13に支持されている。発光素子11a~11eから射出される光のピーク波長は、概ね一致している。ただし、完全に一致している必要は無く、多少のばらつきがあっ

10

20

30

40

50

ても構わない。通常は、発光素子の製造誤差等により、数 nm 程度異なることが多い。

【0035】

波長選択素子 14 は、発光部 11 から射出された光の波長帯域のうち一部の波長帯域の光を透過、すなわち、スペクトル線幅を狭帯域化して透過させる素子であり、例えば、バンドパスフィルタやエタロン、グレーティング等が用いられる。本実施形態では、波長選択素子 14 として、光を反復反射させることにより波長を狭帯域化させるバンドパスフィルタを用いる。

この波長選択素子 14 により、発光部 11 から射出された光のスペクトル線幅の波長帯域幅は、約 5 nm 以内に狭帯域化される。また、波長選択素子 14 により、発光部 11 から射出された光のスペクトル線幅の波長帯域幅が、約 10 nm 以内となることが望ましい。

10

【0036】

発光部 11 から射出された光が入射する波長選択素子 14 の入射端面 14 a に垂直な一端（後述する領域 A 側の端面）14 c 及び反対の他端面（後述する領域 E 側の端面）14 d には、図 1 に示すように、ペルチェ素子（状態変化手段、温度変化手段）16 a, 16 b が接着されている。

【0037】

ここで、波長選択素子 14 を構成する 1 つの基体において、発光素子 11 a, 11 b, 11 c, 11 d, 11 e から射出された光が選択される領域（光選択領域）を、それぞれ領域 A, B, C, D, E とする。ただし、領域 A ~ E は、実際には選択波長や温度の値が徐々に変化する連続した領域であるため、これらの間に物理的な境界は存在しない。

20

そして、波長選択素子 14 の一端面 14 c, 他端面 14 d にはそれぞれペルチェ素子 16 a, 16 b が設けられているため、波長選択素子 14 は、レーザ光の中心軸 O に対して垂直な方向、すなわち、ペルチェ素子 16 a からペルチェ素子 16 b 側、あるいは、ペルチェ素子 16 b からペルチェ素子 16 a 側に向かって加熱、冷却されることになる。また、ペルチェ素子 16 a, 16 b には、異なる温度が設定されているため、波長選択素子 14 内部に温度勾配が生じることになる。波長選択素子 14 は、加熱により熱膨張し冷却により収縮して、屈折率が変化する。この熱膨張に対応して、波長選択素子 14 の選択波長、つまり、波長選択素子 14 によって透過される光の波長が変化する。選択波長は、歪みが大きいほど短くなり、歪みが小さくなるに従って長くなる。熱膨張も歪みの一種である

30

と考えられるので、より高温で熱膨張が大きい領域ほど選択波長が、長波長側にシフトする。つまり、波長選択素子 14 の領域 A, B, C, D, E における選択波長をそれぞれ 1, 2, 3, 4, 5 とすると、例えば、 $1 > 5 > 2 > 4 > 3$ となる。また、波長選択素子 14 の領域 A, B, C, D, E から射出され、共振ミラー 15 を透過する光 W2 の波長は、それぞれ 1, 2, 3, 4, 5 となり、 $1 > 5 > 2 > 4 > 3$ の関係となる。

【0038】

なお、波長 1 ~ 5 は、波長選択素子 14 の各領域 A ~ E の温度によって変化するもので、ペルチェ素子 16 a, 16 b の制御によって、1, 2, 3, 4, 5 の値や、これらの大きさの差を所望の値に設定することも可能である。

40

【0039】

共振ミラー 15 は、発光素子 11 a ~ 11 e から射出された光を高い割合で反射し、一部を透過する。すなわち、波長選択素子 14 から射出された光のうち所定の波長の光の一部である光 W1（図 1 に示す破線）を選択して発光部 11 に向かって反射させることによって発光素子 11 a ~ 11 e の共振器ミラーとして機能するとともに、残りの光（図 1 に示す二点鎖線）W2 を透過させるものである。なお、光 W1 は、波長選択素子 14 から射出された光のうち所定の波長の光の 98 ~ 99 % 程度である。

この共振ミラー 15 において反射される光の波長帯域幅は、波長選択素子 14 において透過される光の波長帯域幅より大きくなっている。具体的には、共振ミラー 15 の反射光

50

の波長帯域幅は、約400nm程度である。

【0040】

発光部11から射出された基本波の光(図1に示す実線)W3は、発光部11と共振ミラー15との間で反射を繰り返し、増幅された後、レーザ光W2として、共振ミラー15から射出されるようになっている。共振ミラー15は様々な波長の光を透過させるが、そのうち、所定の波長の光だけが増幅されている。増幅された光の強度は、他の波長の光の強度と比較して著しく高い。よって、共振ミラー15を透過した光W2は、ほぼ単一波長の光とみなすことができる。この光W2の波長は、波長選択素子14の選択波長、つまり波長選択素子14を透過する光の波長とほぼ同一である。また、共振ミラー15は、所定の波長の光の一部(98~99%程度)を反射するので、その残り(1~2%程度)の光

10

【0041】

次に、本実施形態に係る光源装置10の具体例について説明する。

まず、発光素子11a~11eは、赤色の半導体レーザであり、いずれも射出される光のピーク波長は $\lambda_1 = 630\text{nm}$ となっている。このピーク波長は、すべての発光素子11a~11eにおいて、ぴったりと一致している必要は無く、多少のばらつきがあっても構わない。通常は、発光素子の製造誤差等により、数nm程度異なることが多い。そして、このとき、波長選択素子14の領域A, B, C, D, Eにおける選択波長 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5$ が、それぞれ630nm, 628nm, 626nm, 627nm, 629nm(選択波長の差が、最大で4nm)となるようにペルチェ素子16a, 16bを制御すると、波長選択素子14の領域A, B, C, D, Eから射出され、共振ミラー15を透過する光W2の波長も、それぞれ630nm, 628nm, 626nm, 627nm, 629nmとなる。

20

【0042】

以上述べたように、本実施形態に係る光源装置10では、1つの基体において、互いに選択波長が異なる複数の領域A~Eを有する波長選択素子14を備えることにより、領域A~Eからそれぞれ射出される光の波長を互いに異ならせることができる。したがって、共振ミラー15から射出される光の帯域が、波長選択素子14のすべての領域から同一波長の光が射出される場合に比べて広がるため、レーザ光同士のコヒーレンスが低減する。その結果、スペックルノイズを抑えた光源装置10を得ることが可能となる。

30

また、波長選択素子14は、通常用いられる大きさのままであるため、装置が大型化することは無いため、装置全体の小型化が可能となる。

以上より、本発明の光源装置10は、小型であって、かつ、複数のレーザ光同士のコヒーレンスを低減させ、スペックルノイズを抑えることが可能である。

【0043】

さらには、透過光の波長帯域幅が狭い波長選択素子14を備えることにより、共振ミラー15の反射光の波長帯域幅を広くすることができる。仮に、波長選択素子14を用いない場合、共振ミラーとして、反射光の波長帯域幅の狭く(例えば、0.1nm)、高い反射率を有するVBG(Volume Bragg Grating)素子を用いる必要があるため、非常に高価である。しかしながら、本実施形態では、透過光の波長帯域幅が100nm程度の波長選択素子14及び反射光の波長帯域幅が400nm程度の広い安価な共振ミラー15を用いることができるため、装置全体の低コスト化を図ることが可能となる。

40

つまり、本実施形態の光源装置は、低コストであって、かつ、複数の光同士のコヒーレンスを低減させ、スペックルノイズを抑えることが可能となる。

【0044】

なお、本実施形態では、複数の発光素子11a~11eとして、ピーク波長が概ね一致するものを用いたが、ピーク波長の異なる発光素子を積極的に用いるようにしても良い。すなわち、波長選択素子14の領域A~Eにおいて、発光素子11a~11eのそれぞれのピーク波長と同じ波長の光が選択されるように、ペルチェ素子16a, 16bを制御す

50

るようにしても良い。

【0045】

また、本実施形態では、状態変化手段としてペルチェ素子16a, 16bを用いたが、歪みを付与する圧電素子であっても良い。圧電素子としては、水晶、チタン酸鉛($PbTiO_3$)、ジルコン酸鉛($PbZrO_3$)、チタン酸バリウム($BaTiO_3$)等の圧電セラミックス及び圧電性結晶を用いることができる。

圧電素子は、電圧が印加されると変位し、この変位によって波長選択素子14に歪みを生じさせるものである。波長選択素子14は歪みが大きいほど、選択波長が短くなる。したがって、各領域A~Eの歪みを検出する他の圧電素子(状態変化手段)を備え、他の圧電素子により検出された歪みに応じて圧電素子により各領域A~Eの歪みの量を調整することにより、各領域A~Eから射出される光の波長を異ならせることが可能となる。なお、歪み付与する手段としては、圧電素子の他に、例えば、歪みゲージや磁歪素子を用いても良い。

10

【0046】

さらに、本実施形態では、波長選択素子14の両端面14c, 14dにペルチェ素子を備えたが、片側の面にのみペルチェ素子を設けて、領域Aから領域E、あるいは、領域Eから領域Aに向かって温度勾配を形成しても良い。

また、図2に示すように、波長選択素子14の両端面14c, 14dではなく、入射端面14a及び射出端面14bに垂直であり、領域A~領域Eを含む表面14eの各領域A~Eごとに間隔をあけてペルチェ素子17a~17eを設けた光源装置20であっても良い。そして、各領域A~Eのペルチェ素子17a~17e間に断熱材18を設けて、隣接する領域A~E間で熱が伝わらないようにすることが好ましい。また、各ペルチェ素子17a~17eは、異なる温度が設定されている。この構成により、複数の領域A~Eから射出される光の波長を確実に異ならせることができる。なお、ペルチェ素子を複数の領域A~Eごとに設けても良い。

20

【0047】

また、上述した例では、複数の発光素子11a~11eに対して1つの波長選択素子14を設け、1つの基体を複数の領域に分けたが、波長選択素子を発光素子ごとに個々に設ける構成であっても良い。

さらに、複数の領域A~Eごとに、すなわち、2つや3つの領域をまとめて1つのペルチェ素子により温度を制御しても良い。この構成の場合も、複数の領域A~Eによって選択される光の波長が互いに異なるように温度を付与すれば良い。

30

【0048】

また、図3に示すように、波長選択素子14の表面14e上に、複数の電熱線(状態変化手段、温度変化手段)26を不規則(ランダム)に配置させた光源装置25であっても良い。これにより、複数の電熱線26を同じ温度に設定しても、不規則に配列されているため、各領域A~Eの温度が異なる。したがって、各領域A~Eから射出される光の波長は異なることになるため、スペckルノイズを抑えることが可能となる。

また、具体例において、各領域A~Eから射出される光の波長の差は、最大で4nmとしたが、最大で10nm程度までの範囲であれば、人間が感知する光の色度は変わらない。このように、各領域A~Eから射出される光の波長の差を最大で10nm程度の範囲に抑えることにより、例えば、画像表示装置に光源装置10を用いた場合、極めて鮮明な画像を表示することが可能となる。

40

【0049】

また、各領域A~Eごとあるいは複数の領域A~Eごとに温度センサ(状態検出手段、温度検出手段)を設けても良い。この温度センサは、波長選択素子14の各領域A~Eの温度を測定するセンサである。また、この構成では、ペルチェ素子16a, 16b及び温度センサは温度調整部に接続されている。そして、各領域A~Eに設けられた温度センサにより検出された温度に応じて、温度調整部によりペルチェ素子16a, 16bを調整する。このとき、温度センサにより検出された状態に応じて、ペルチェ素子16a, 16b

50

により波長選択素子 14 の領域 A ~ E の状態を変化させることにより、複数の領域 A ~ E から射出される光の波長を確実に異ならせることができる。

【0050】

[第1実施形態の変形例]

図1に示す第1実施形態では、各領域 A ~ E の温度を変化させるために、ペルチェ素子 16a, 16b を用いたが、ペルチェ素子 16a, 16b に代えて、図4に示すように、温度変化部(状態変化手段、温度変化手段)35を用いた光源装置30であっても良い。

光源装置30に用いられる温度変化部(温度変化手段)35は、熱吸収膜31と、熱発生用レーザ光源32と、ミラー33とを備えている。

【0051】

熱吸収膜31は、所定の間隔をあけて表面14e上の領域 A ~ E それぞれに設けられている。この熱吸収膜31は、接着あるいは蒸着により表面14eに設けられている。なお、各領域 A ~ E の熱吸収膜31間に断熱材を設けて、隣接する領域 A ~ E 間で熱が伝わらないようにしても良い。また、熱吸収膜31の膜厚は各領域 A ~ E で同じである。

また、ミラー33は、熱発生用レーザ光源32から射出されたレーザ光を熱吸収膜31に向かって走査するものである。そして、ミラー33の傾き角度を制御することにより、どの領域 A ~ E の熱吸収膜31に光を照射するかを制御し、ある傾き角度に保持する時間を決めることにより、熱吸収膜31への光の照射時間を制御する。これにより、照射されるレーザ光の時間が長いほど熱吸収膜31の温度が上昇し、領域 A ~ E の温度が上昇する。そして、領域 A ~ E の温度がそれぞれ異なるように、熱吸収膜31に照射するレーザ光の時間を制御する。

本変形例の光源装置30においても、第1実施形態の光源装置と同様にスペックルノイズを低減させることができるとともに、光の利用効率を向上させることが可能となる。

【0052】

なお、本変形例では、熱吸収膜31の膜厚を同じにしたが、熱吸収膜31の膜厚を不規則に代えておいても良い。すなわち、熱吸収膜31の膜厚が厚いほど熱の吸収量が多くなり高温になるため、本変形例では、ミラー33の走査速度(1つの熱吸収膜31への光の照射時間)を変え、波長選択素子14の各領域 A ~ E に温度分布を持たせることができる。つまり、領域 A ~ E ごとにレーザ光の照射時間を変えるのではなく、領域 A ~ E までミラー33を振る1走査ごとの走査速度は一定で良いため、ミラー33の制御が容易になる。

なお、熱吸収膜31を領域 A ~ E ごとに設けたが、波長選択素子14の表面14eの全面に設けても良い。

また、ミラー33としてはMEMSミラーを用いることも可能である。

【0053】

[第2実施形態]

次に、本発明に係る第2実施形態について、図5から図7を参照して説明する。なお、以下に説明する各実施形態の図面において、上述した第1実施形態に係る光源装置10と構成を共通とする箇所には同一符号を付けて、説明を省略することにする。

【0054】

本実施形態に係る光源装置40は、図5に示すように、発光部41と、発光部41から射出された光の波長を変換する波長変換素子42と、波長変換素子42により変換された波長の光を選択的に透過させる波長選択素子43と、波長選択素子43において透過した光を選択して反射させる共振ミラー44とを備えている。

発光部41は、支持部41fに、発光素子41a, 41b, 41c, 41d, 41eの5つが直線状に支持された構成となっている。発光素子41a ~ 41eから射出される光のピーク波長 λ_0 は、概ね一致している。ただし、完全に一致している必要は無く、多少のばらつきがあっても構わない。通常は、発光素子の製造誤差等により、数nm程度異なることが多い。ピーク波長 λ_0 は、例えば、青色のレーザ光を射出する青色レーザ光源装置の場合は920nm、緑色のレーザ光を射出する緑色レーザ光源装置の場合は1060

10

20

30

40

50

nm、赤色のレーザー光を射出する赤色レーザー光源装置の場合は1240nmである。ただし、この波長は単なる一例に過ぎない。

【0055】

波長変換素子（第2高調波発生素子、SHG：Second Harmonic Generation）42は、入射光をほぼ半分の波長に変換する非線形光学素子である。発光部41から射出され、波長選択素子43に向かう光W3は、波長変換素子42を通過することによって、ほぼ半分の波長の光に変換される。波長変換素子42による波長変換効率は非線形特性を有しており、例えば、波長変換素子42に入射するレーザー光の強度が強いほど、変換効率が向上する。また、波長変換素子42の変換効率は40～50%程度である。つまり、発光部41から射出されたレーザー光のすべてが、所定波長のレーザー光に変換されるわけではない。

10

【0056】

波長変換素子42としては、板形状のものを用いている。波長変換素子42は、複数の発光素子41a～41eに対応して5つの領域P、Q、R、S、Tに分かれている。すなわち、発光素子41a、41b、41c、41d、41eから射出された光が通過する領域を、それぞれ領域（光通過領域）P、Q、R、S、Tとする。

【0057】

また、波長変換素子42は、領域P～Tごとに分極周期構造、つまり、分極が互いに反転したドメインの繰り返し構造を有している。この分極周期構造内を光が透過することにより、入射した光の波長を変換するようになっている。この波長変換素子42の領域P、Q、R、S、Tの各ドメインのレーザー光の中心軸O方向の幅（以下、「ピッチ」という）は、それぞれ1、2、3、4、5となっている。ピッチ1～5はそれぞれ異なり、 $1 > 2 > 3 > 4 > 5$ となっている。

20

このような分極周期構造は、製造時にピッチを異ならせることで形成できる。まず、非線形強誘電体材料（例えばLiTaO₃）からなる基板に、レーザー光の中心軸O方向に沿って電極が有る領域と無い領域とが交互に並んだストライプ状の電極パターンを形成する。この時、各電極パターンの幅及び電極パターン同士の間隔は、領域P、Q、R、S、Tにおける各ドメインのピッチが、それぞれ1、2、3、4、5となるように最適化される。つまり、電極パターンの幅及び間隔は、領域P、Q、R、S、Tにおいてそれぞれ異なったものとする。次に、これら電極パターンにパルス状の電圧を印加することにより、図5に示したような分極周期構造が得られる。このようにして分極周期構造を形成した後、通常電極パターンは除去されるが、そのまま残しておいても良い。

30

このように、波長変換素子42は、領域P～Tにおいて、それぞれ周期（ピッチ）の異なる分極反転構造を有している。よって、領域P～Tを通過した光は、ピーク波長 λ_0 の光に含まれる様々な波長成分のうち、互いに若干異なる波長 $\lambda_{01} \sim \lambda_{05}$ の成分に変換作用を受け、それぞれ若干異なる波長 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5$ に変換される。

【0058】

青色レーザー光源装置を用いた場合の波長を例に挙げて説明すると、発光素子41a、41b、41c、41d、41eからそれぞれ射出されたピーク波長 $\lambda_0 = 920 \text{ nm}$ の波長の光のうち、それぞれ波長 $\lambda_{01} = 920 \text{ nm}$ 、 $\lambda_{02} = 918 \text{ nm}$ 、 $\lambda_{03} = 916 \text{ nm}$ 、 $\lambda_{04} = 914 \text{ nm}$ 、 $\lambda_{05} = 912 \text{ nm}$ 付近の光が、波長 $\lambda_1 = 460 \text{ nm}$ 、 $\lambda_2 = 459 \text{ nm}$ 、 $\lambda_3 = 458 \text{ nm}$ 、 $\lambda_4 = 457 \text{ nm}$ 、 $\lambda_5 = 456 \text{ nm}$ の光に変換される。

40

同様に、緑色レーザー光源装置を用いた場合の波長を例に挙げて説明すると、発光素子41a、41b、41c、41d、41eからそれぞれ射出されたピーク波長 $\lambda_0 = 1060 \text{ nm}$ の光のうち、それぞれ波長 $\lambda_{01} = 1060 \text{ nm}$ 、 $\lambda_{02} = 1058 \text{ nm}$ 、 $\lambda_{03} = 1056 \text{ nm}$ 、 $\lambda_{04} = 1054 \text{ nm}$ 、 $\lambda_{05} = 1052 \text{ nm}$ 付近の光が、波長 $\lambda_1 = 530 \text{ nm}$ 、 $\lambda_2 = 529 \text{ nm}$ 、 $\lambda_3 = 528 \text{ nm}$ 、 $\lambda_4 = 527 \text{ nm}$ 、 $\lambda_5 = 526 \text{ nm}$ の光に変換される。

また同様に、赤色レーザー光源装置を用いた場合の波長を例に挙げて説明すると、発光素

50

子 4 1 a , 4 1 b , 4 1 c , 4 1 d , 4 1 e からそれぞれ射出されたピーク波長 1 2 4 0 nm の光のうち、それぞれ波長 $0 1 = 1 2 4 0 \text{ nm}$, $0 2 = 1 2 3 8 \text{ nm}$, $0 3 = 1 2 3 6 \text{ nm}$, $0 4 = 1 2 3 4 \text{ nm}$, $0 5 = 1 2 3 2 \text{ nm}$ 付近の光が、波長 $1 = 6 2 0$, $2 = 6 1 9 \text{ nm}$, $3 = 6 1 8 \text{ nm}$, $4 = 6 1 7 \text{ nm}$, $5 = 6 1 6 \text{ nm}$ の波長の光に変換される。

ただし、ここに挙げた波長は、単なる一例に過ぎない。

【 0 0 5 9 】

波長選択素子 4 3 は、一端面 4 3 c にのみペルチェ素子（温度変化手段）1 6 a が接着されている。

また、波長選択素子 4 3 としては、光を反復反射させることにより波長を狭帯域化させるバンドパスフィルタを用いる。

この波長選択素子 4 3 により、発光部 4 1 から射出された光のスペクトル線幅の波長帯域幅は、約 5 nm 以内に狭帯域化される。また、発光部 4 1 から射出された光のスペクトル線幅の波長帯域幅は、約 1 0 nm 以内であることが望ましい。

また、例えば青色レーザ光源装置の場合、ペルチェ素子 1 6 a は、領域 A ~ E において透過される光の波長が、それぞれ 9 2 0 nm , 9 1 6 nm , 9 1 2 nm , 9 1 4 nm , 9 1 8 nm となるように制御される。緑色レーザ光源装置の場合、ペルチェ素子 1 6 a は、波長選択素子 4 3 の領域 A ~ E において透過される光の波長が、それぞれ 1 0 6 0 nm , 1 0 5 6 nm , 1 0 5 2 nm , 1 0 5 4 nm , 1 0 5 8 nm となるように制御される。赤色レーザ光源装置の場合、ペルチェ素子 1 6 a は、領域 A ~ E において透過される光の波長が、それぞれ 1 2 4 0 nm , 1 2 3 6 nm , 1 2 3 2 nm , 1 2 3 4 nm , 1 2 3 8 nm となるように制御される。

ただし、ここに挙げた波長は、単なる一例に過ぎない。

【 0 0 6 0 】

共振ミラー 4 4 は、波長変換素子 4 2 によって所定波長 $1 \sim 5$ に変換されなかったレーザ光 W 1（つまり、波長 $0 1 \sim 0 5$ の光）を発光部 4 1 に向かって反射させ、それ以外のレーザ光を透過させるものである。

共振ミラー 4 4 によって反射された光 W 1（図 5 に示す破線）は、再び波長選択素子 4 3 及び波長変換素子 4 2 を通過し、発光素子 4 1 a ~ 4 1 e に戻る。発光素子 4 1 a ~ 4 1 e へ戻された光は、一部そこで吸収されて熱となってしまうが、大部分は発光のエネルギーとして用いられたり、発光素子 4 1 a ~ 4 1 e 内で反射されて再度発光素子 4 1 a ~ 4 1 e から射出されたりすることで、有効に利用される。

一方、波長変換素子 4 2 によって波長 $1 \sim 5$ に変換され、波長選択素子 4 3 を通過した光 W 2（図 5 に示す一点鎖線）は、共振ミラー 4 4 を透過する。

以上説明したように、発光部 4 1 から射出された光 W 3 は、発光部 4 1 と共振ミラー 4 4 との間で反射を繰り返し、所定の波長に変換された変換光 W 2（図 5 に示す二点鎖線）が、共振ミラー 4 4 から射出されるようになっている。つまり、共振ミラー 4 4 は、第 1 実施形態の共振ミラー 1 5 とは若干作用が異なるものの、発光素子 4 1 a ~ 4 1 e の共振器ミラーとしての機能を有している。

【 0 0 6 1 】

本実施形態に係る光源装置 4 0 では、領域 P ~ T におけるドメインのピッチを変えることにより、異なる波長 $1 \sim 5$ への変換を可能とした波長変換素子 4 2 と、選択波長が異なる複数の領域 A ~ E を備えた波長選択素子 4 3 との組み合わせにより、波長選択素子 4 3 を透過する光の波長を互いに異ならせることができる。したがって、共振ミラー 4 4 から射出される光の帯域が、すべての領域から同一の光が射出される場合に比べて広がるため、レーザ光同士のコヒーレンスが低減する。その結果、スペckルノイズを抑えた光源装置 4 0 を得ることが可能となる。

さらには、本実施形態では、上述したように、透過光の波長帯域幅の狭い波長選択素子 4 3 を備えているため、反射光の波長帯域幅の広い安価な共振ミラー 4 4 を用いることができるため、装置全体の低コスト化を図ることが可能となる。

10

20

30

40

50

以上より、本発明の光源装置 40 は、低コスト、かつ、複数のレーザ光同士のコヒーレンスを低減させ、スペckルノイズを抑えることが可能である。

【0062】

なお、波長選択素子 43 を波長変換素子 42 と共振ミラー 44 との間の光路上に配置したが、図 6 に示すように、発光部 41 と波長変換素子 42 との間の光路上に配置しても良い。

また、本実施形態では、複数の発光素子 41 a ~ 41 e として、ピーク波長が概ね一致するものを用いたが、ピーク波長の異なる発光素子を積極的に用いるようにしても良い。すなわち、ピーク波長がそれぞれ 01, 02, 03, 04, 05 となるような発光素子 41 a, 41 b, 41 c, 41 d, 41 e を用い、領域 A ~ E において、発光素子 11 a ~ 11 e のそれぞれのピーク波長と同じ波長の光が選択されるように、ペルチェ素子 16 a, 16 b を制御するようにしても良い。このように、発光素子 11 a ~ 11 e それぞれのピーク波長と、波長選択素子 43 の領域 A ~ E における選択波長とを一致させることにより、光の利用効率を向上させることが可能となる。

10

【0063】

また、本実施形態では、ペルチェ素子を各領域 A ~ E ごとに設けて、波長選択素子 43 の個々の領域 A ~ E の温度を制御するようにしても良い。

また、具体例において、各領域 A ~ E から射出される光の波長の差は、最大で 4 nm としたが、最大で 10 nm 程度までの範囲であれば、人間が感知する光の色度は変わらない。このように、各領域 A ~ E から射出される光の波長の差を最大で 10 nm 程度の範囲に抑えることにより、例えば、画像表示装置に光源装置 40 を用いた場合、極めて鮮明な画像を表示することが可能となる。

20

また、ペルチェ素子に代えて圧電素子を用いても良い。

【0064】

[第2実施形態の変形例]

図 5 に示す第 2 実施形態では、波長変換素子 52 の分極周期構造のピッチを製造時に異ならせたが、製造時に分極周期構造のピッチが同一である波長変換素子 52 を用いた光源装置 50 であっても良い。

光源装置 50 は、図 7 に示すように、波長変換素子 52 の領域 P, Q, R, S, T の各ドメインのレーザ光の中心軸 O 方向の幅（以下、「ピッチ」という） λ_1 は、同一である。

30

また、波長変換素子 52 の発光部 41 から射出された光が入射する入射端面 52 a に垂直な一端面（領域 P 側の端面）52 c 及び反対の他端面（領域 T 側の端面）52 d には、ペルチェ素子（温度変化手段）53 a, 53 b が接着されている。波長変換素子 52 も波長選択素子 43 と同様に、加熱により膨張し、冷却により収縮してドメインピッチが変化する。このドメインピッチに対応して、波長変換素子 52 の変換波長、つまり、波長変換素子 52 によって変換される光の波長が異なる。

【0065】

次に、青色光源装置の場合の波長を例に挙げて説明すると、発光素子 41 a ~ 41 e からそれぞれ射出される光のピーク波長は、 $\lambda_{01} = 920 \text{ nm}$, $\lambda_{02} = 916 \text{ nm}$, $\lambda_{03} = 912 \text{ nm}$, $\lambda_{04} = 914 \text{ nm}$, $\lambda_{05} = 918 \text{ nm}$ である。波長変換素子 52 は、領域 P ~ T における変換波長が、それぞれ $\lambda_1 = 460 \text{ nm}$, $\lambda_2 = 458 \text{ nm}$, $\lambda_3 = 456 \text{ nm}$, $\lambda_4 = 457 \text{ nm}$, $\lambda_5 = 459 \text{ nm}$ となるように、ペルチェ素子 53 a, 53 b によって温度が調整される。

40

【0066】

本変形例は、波長変換素子 52 の製造時のドメインピッチ λ_1 が同じであっても、ペルチェ素子 53 a, 53 b により、各領域 P ~ T のドメインピッチを代えることができる。すなわち、異なる波長に変換を可能とした波長変換素子 52 と、領域 A ~ E ごとに選択波長が異なる波長選択素子 43 とを組み合わせることにより、波長選択素子 43 から射出される光の波長を互いに異ならせることができる。したがって、共振ミラー 44 から射出さ

50

れる光の帯域が、すべての領域から同一の波長が射出する場合に比べて広がるため、レーザー光同士のコヒーレンスが低減する。その結果、スペckルノイズを抑えた光源装置 50 を得ることが可能となる。

【0067】

なお、本変形例において、図4に示す第1実施形態の変形例と同様に、温度変化部35により、各領域A～Eの温度を制御しても良い。また、波長選択素子43の各領域A～Eごと、あるいは、複数の領域A～Eごとに温度センサ（状態検出手段）を設けて、温度センサにより検出された領域A～Eの温度に応じて、領域A～Eによって選択される光の波長が互いに異なるように、波長選択素子43の領域A～Eの状態を変化させても良い。

さらに、波長変換素子52の各領域P～Tごと、あるいは、複数の領域P～Tごとに温度センサ（状態検出手段）を設けて、温度センサにより検出された領域P～Tの温度に応じて、領域P～Tによって変換される光の波長が互いに異なるように、波長変換素子52の領域P～Tの状態を変化させても良い。

また、波長選択素子43及び波長変換素子52の両方に温度センサを用いることにより、波長選択素子43における選択波長と、波長変換素子52における変換波長とを同一にすることができるため、発光部41から射出された光が共振ミラー44から効果的に取り出される。したがって、光の利用効率を向上させることが可能となる。

【0068】

[第3実施形態]

次に、本発明に係る第3実施形態について、図8を参照して説明する。

本実施形態では、上記第1、第2実施形態の光源装置10、40を備える画像表示装置100について説明する。なお、図8中においては、簡略化のため画像表示装置100を構成する筐体は省略している。

【0069】

画像表示装置100において、赤色光を射出する赤色レーザー光源（光源装置）101Rとしては、上記第1実施形態の光源装置10を用い、緑色光、青色光を射出する緑色レーザー光源（光源装置）101G、青色レーザー光源（光源装置）101Bとしては、上記第2実施形態の光源装置40を用いる。

また、画像表示装置100は、レーザー光源101R、101G、101Bから射出されたレーザー光をそれぞれ変調する液晶ライトバルブ（光変調装置）104R、104G、104Bと、液晶ライトバルブ104R、104G、104Bから射出された光を合成するクロスダイクロイックプリズム（色光合成手段）106と、液晶ライトバルブ104R、104G、104Bによって形成された像を拡大してスクリーン110に投射する投射レンズ（投射装置）107とを備えている。

【0070】

さらに、画像表示装置100は、レーザー光源101R、101G、101Bから射出されたレーザー光の照度分布を均一化させるため、各レーザー光源101R、101G、101Bよりも光路下流側に、均一化光学系102R、102G、102Bを設けており、これらによって照度分布が均一化された光によって、液晶ライトバルブ104R、104G、104Bを照明している。例えば、均一化光学系102R、102G、102Bは、例えば、ホログラム102a及びフィールドレンズ102bによって構成される。

【0071】

各液晶ライトバルブ104R、104G、104B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106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。これらの誘電体多層膜によって3つの色光が合成され、カラー画像を表す光が形成される。そして、合成された光は投写光学系である投射レンズ107によりスクリーン110上に投写され、拡大された画像が表示される。

【0072】

上述した本実施形態の画像表示装置100は、赤色レーザー光源101R、緑色レーザー光

10

20

30

40

50

源 1 0 1 G , 青色レーザ光源 1 0 1 B より射出される光は、コヒーレンスが低減された光となっている。そのため、投射レンズ 1 0 7 によって投射される光は、スペックルノイズを抑えたものとなる。したがって、スクリーン 1 1 0 に良好な画像を表示することができる。

【 0 0 7 3 】

なお、本実施形態の画像表示装置において、緑色及び青色のレーザ光源 1 0 1 G 、 1 0 1 B については、第 2 実施形態の光源装置 4 0 を用いたものを説明したが、第 1 , 第 2 実施形態 (変形例を含む) で示した他の光源装置を用いることも可能である。このとき、各レーザ光源 1 0 1 R , 1 0 1 G , 1 0 1 B のそれぞれに異なる実施形態の光源装置を採用することも可能であるし、同じ実施形態の光学装置を採用することも可能である。また、赤色レーザ光源 1 0 1 R も、青色レーザ光源 1 0 1 G , 緑色レーザ光源 1 0 1 B と同様に赤外光を波長変換素子により可視光に変換する構成であっても良い。

10

【 0 0 7 4 】

また、光変調装置として透過型の液晶ライトバルブを用いたが、液晶以外のライトバルブを用いても良いし、反射型のライトバルブを用いても良い。このようなライトバルブとしては、例えば、反射型の液晶ライトバルブや、デジタルマイクロミラーデバイス (Digital Micromirror Device) が挙げられる。投射光学系の構成は、使用されるライトバルブの種類によって適宜変更される。

また、第 1 , 第 2 実施形態 (変形例を含む) の光源装置は、走査型の画像表示装置にも適用される。このような画像表示装置の例を図 9 に示す。図 9 に示した画像表示装置 2 0 0 は、第 1 実施形態の光源装置 1 0 と、光源装置 1 0 から射出された光をスクリーン 2 1 0 に向かって走査する MEMS ミラー (走査手段) 2 0 2 と、光源装置 1 0 から射出された光を MEMS ミラー 2 0 2 に集光させる集光レンズ 2 0 3 とを備えている。光源装置 1 0 から射出された光は、MEMS ミラーを動かすことによって、スクリーン 2 1 0 上を横方向、縦方向に走査するように導かれる。カラーの画像を表示する場合は、発光部 1 1 を構成する複数の発光素子を、赤、緑、青のピーク波長を持つ発光素子の組み合わせによって構成すれば良い。

20

【 0 0 7 5 】

[第 4 実施形態]

次に、第 2 実施形態に係る光源装置 4 0 を応用したモニタ装置 3 0 0 の構成例について説明する。図 1 0 は、モニタ装置の概略を示す模式図である。モニタ装置 3 0 0 は、装置本体 3 1 0 と、光伝送部 3 2 0 とを備える。装置本体 3 1 0 は、第 2 実施形態の光源装置 4 0 を備える。

30

【 0 0 7 6 】

光伝送部 3 2 0 は、光を送る側と受ける側の 2 本のライトガイド 3 2 1 , 3 2 2 を備える。各ライトガイド 3 2 1 , 3 2 2 は、多数本の光ファイバを束ねたもので、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 3 2 1 の入射側にはレーザ光源装置 1 0 が配設され、その出射側には拡散板 3 2 3 が配設されている。レーザ光源装置 4 0 から出射したレーザ光は、ライトガイド 3 2 1 を伝って光伝送部 3 2 0 の先端に設けられた拡散板 3 2 3 に送られ、拡散板 3 2 3 により拡散されて被写体を照射する。

40

【 0 0 7 7 】

光伝送部 3 2 0 の先端には、結像レンズ 3 2 4 も設けられており、被写体からの反射光を結像レンズ 3 2 4 で受けることができる。その受けた反射光は、受け側のライトガイド 3 2 2 を伝って、装置本体 3 1 0 内に設けられた撮像手段としてのカメラ 3 1 1 に送られる。この結果、レーザ光源装置 4 0 により出射したレーザ光により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 3 1 1 で撮像することができる。

【 0 0 7 8 】

以上のように構成されたモニタ装置 3 0 0 によれば、光源装置 4 0 は、スペックルノイズが抑えられた光を射出するため、カメラ 3 1 1 により被写体を鮮明に撮像することが可能となる。

50

なお、本実施形態のモニタ装置として、第2実施形態の光源装置40を用いたものを説明したが、他の実施形態(変形例を含む)の光源装置を用いることも可能である。

【0079】

なお、本発明の技術範囲は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

例えば、色光合成手段として、クロスダイクロミックプリズムを用いたが、これに限るものではない。色光合成手段としては、例えば、ダイクロミックミラーをクロス配置とし色光を合成するもの、ダイクロミックミラーを平行に配置し色光を合成するものを用いることができる。

【図面の簡単な説明】

10

【0080】

【図1】本発明の第1実施形態に係る光源装置を示す平面図である。

【図2】図1の光源装置の変形例を示す平面図である。

【図3】図1の光源装置の変形例を示す平面図である。

【図4】図1の光源装置の変形例を示す平面図である。

【図5】本発明の第2実施形態に係る光源装置を示す平面図である。

【図6】図5の光源装置の変形例を示す平面図である。

【図7】図5の光源装置の変形例を示す平面図である。

【図8】本発明の第3実施形態に係る画像表示装置を示す平面図である。

【図9】本発明の第3実施形態に係る他の画像表示装置を示す平面図である。

20

【図10】本発明の第4実施形態に係るモニタを示す平面図である。

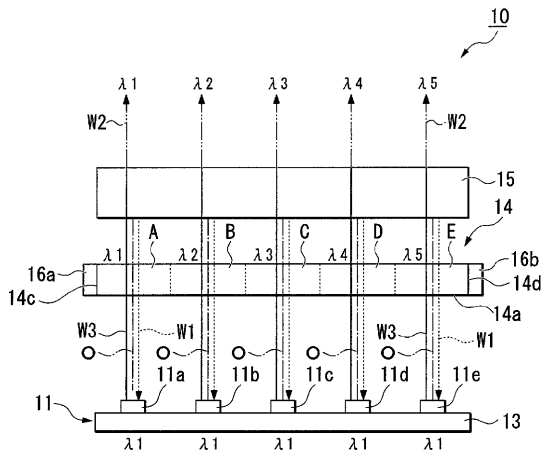
【符号の説明】

【0081】

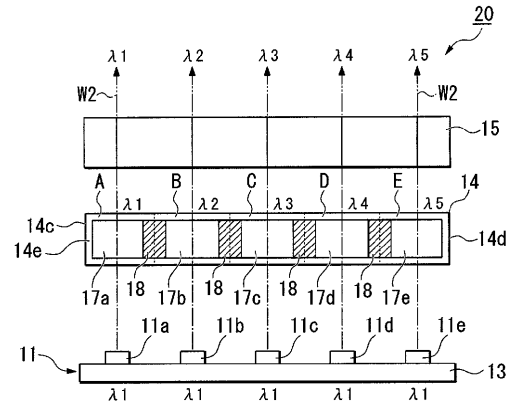
10, 20, 25, 30, 40, 50 ... 光源装置、11a ~ 11e, 41a ~ 41e ... 発光素子、14, 43 ... 波長選択素子、15 ... 共振ミラー、16a, 16b, 17a ~ 17e ... ペルチェ素子(状態変化手段、温度変化手段)、26 ... 電熱線(状態変化手段、温度変化手段)、35 ... 温度変化部(状態変化手段、温度変化手段)、42, 52 ... 波長変換素子、100, 200 ... 画像表示装置、101R ... 赤色レーザ光源(光源装置)、101G ... 緑色レーザ光源(光源装置)、101B ... 青色レーザ光源(光源装置)、107 ... 投射レンズ(投射装置)、202 ... MEMSミラー(走査手段)、300 ... モニタ装置、311 ... カメラ(撮像手段)

30

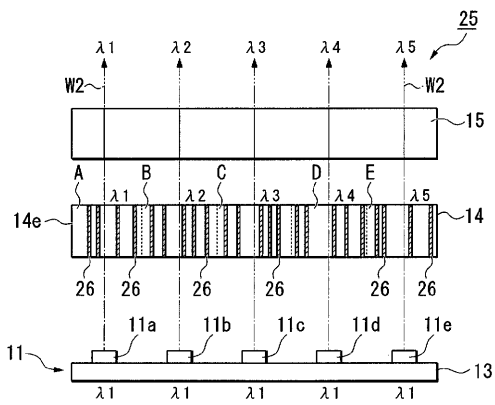
【 図 1 】



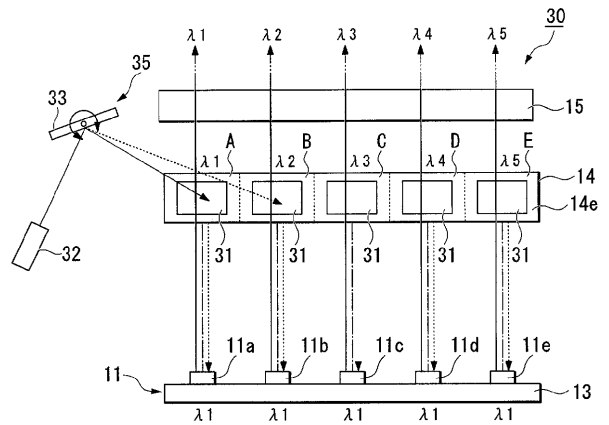
【 図 2 】



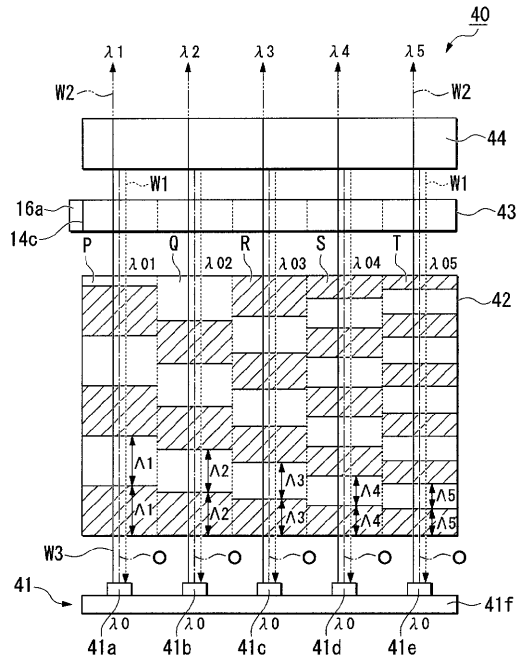
【 図 3 】



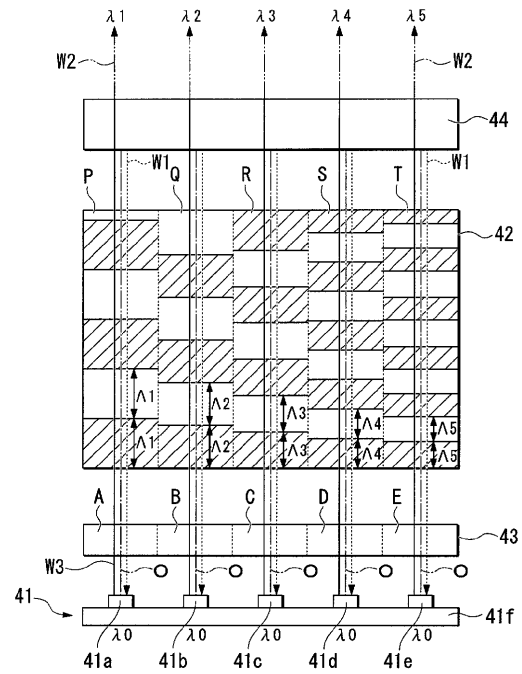
【 図 4 】



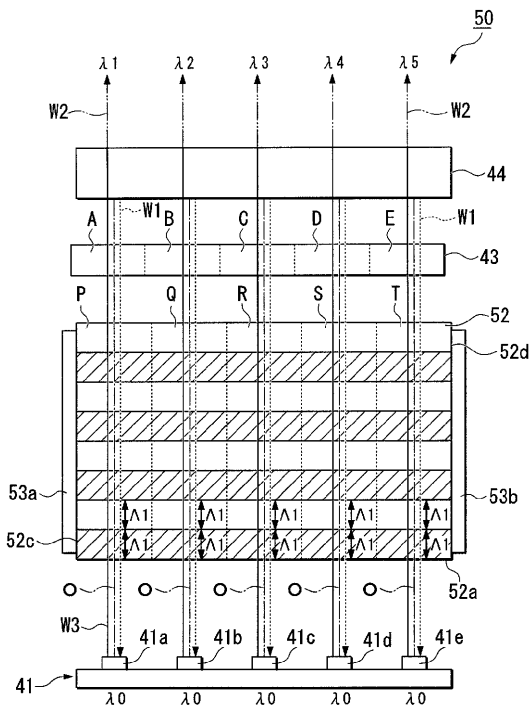
【 図 5 】



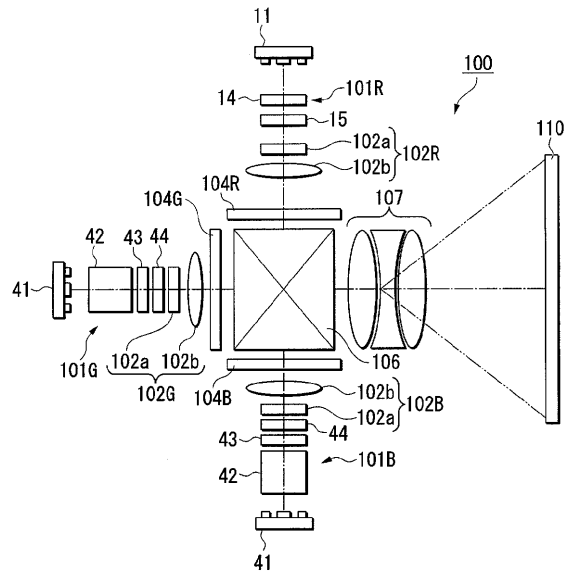
【 図 6 】



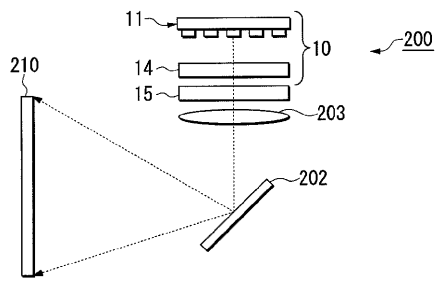
【 図 7 】



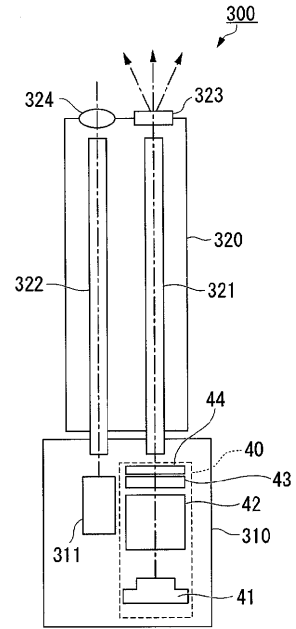
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
H 0 1 S 5/14 (2006.01) G 0 3 B 21/00 Z
H 0 1 S 5/14

Fターム(参考) 2H141 MA14 MA24 MB23 ME23 MF04 MF16 MF21 MG04 MG06 MG09
MZ13
2K103 AA01 AA05 AA07 AA14 AA16 AA22 AB10 BA02 BA11 BC03
BC09 BC45 BC47 CA01 CA17 CA26 CA53 CA54 CA75 DA24
5F173 AB33 AB44 AB47 AR07