

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4289431号
(P4289431)

(45) 発行日 平成21年7月1日 (2009.7.1)

(24) 登録日 平成21年4月10日 (2009.4.10)

(51) Int. Cl.	F I
GO2B 5/32 (2006.01)	GO2B 5/32
GO2B 5/18 (2006.01)	GO2B 5/18
GO2F 1/13 (2006.01)	GO2F 1/13 505

請求項の数 8 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2007-307605 (P2007-307605)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成19年11月28日 (2007.11.28)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2008-197627 (P2008-197627A)		東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(43) 公開日	平成20年8月28日 (2008.8.28)	(74) 代理人	100107836
審査請求日	平成20年2月28日 (2008.2.28)		弁理士 西 和哉
(31) 優先権主張番号	特願2007-9016 (P2007-9016)	(74) 代理人	100064908
(32) 優先日	平成19年1月18日 (2007.1.18)		弁理士 志賀 正武
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100140774
			弁理士 大浪 一徳
		(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	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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 波長選択素子、光源装置、画像表示装置及びモニタ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レーザ光を発光する複数の発光素子から射出されたレーザ光のうち所定の選択波長が選択される光選択領域が1つの基体に複数形成された波長選択素子であって、

前記複数の光選択領域のそれぞれに、干渉縞が形成された干渉領域が設けられ、少なくとも一つの前記干渉領域の干渉縞の間隔が、残りの前記干渉領域の干渉縞の間隔と異なり、複数の前記干渉領域の前記基体の厚み方向に垂直な方向の断面積が、前記厚み方向に漸次あるいは段階的に大きくなる形状であることを特徴とする波長選択素子。

【請求項 2】

複数の前記干渉領域の形状がすべて同一であることを特徴とする請求項 1 に記載の波長選択素子。

【請求項 3】

隣接する2つの前記干渉領域が重なっていることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の波長選択素子。

【請求項 4】

隣接する2つの前記干渉領域が間隔をあけて形成されていることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の波長選択素子。

【請求項 5】

複数の前記干渉領域が2次元に配列されていることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか1項に記載の波長選択素子。

10

20

【請求項 6】

光を射出する光源と、

該光源から射出された光のうち所定の波長の光を選択して透過させる請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の波長選択素子とを備えることを特徴とする光源装置。

【請求項 7】

請求項 6 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 8】

請求項 6 に記載の光源装置と、

該光源装置から射出された光により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。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、波長選択素子の製造装置、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】

近年の投射型画像表示装置では、光源として超高圧水銀ランプなどの放電ランプが用いられるのが一般的である。しかし、このような放電ランプは、寿命が比較的短い、瞬時点灯が難しい、色再現性範囲が狭い、ランプから放射された紫外線が液晶ライトバルブを劣化させてしまうことがある等の課題がある。そこで、このような放電ランプの代わりに、単色光を照射するレーザ光源を用いた投射型画像表示装置が提案されている。しかしながら、レーザ光源は、上記の課題を持たない反面、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（例えば、特許文献 1 及び特許文献 2 参照。）。

【0003】

まず、特許文献 1 に記載のスペckルノイズを除去する手段としては、異なる中心波長を有する複数のエミッタを備えた光源が提案されている。この光源では、射出されるレーザ光の帯域幅が、単一の中心波長を複数有する光源に比べて増すことになるため、表示画像のスペckルを低減させることが可能となる。

また、特許文献 2 に記載の外部共振型レーザは、レーザ光を発振させるレーザ発振器と、レーザ発振器から発振されたレーザ光のうち所定の波長のレーザ光のみをレーザ発振器に反射させる反射型フォトリソ体積ホログラムとを備えている。このように、外部共振器ミラーとして体積型ホログラムを用いることにより、選択される波長の幅を狭くすることができるため、レーザ光のコヒーレンス長を長くすることができる。

【特許文献 1】特表 2004 - 503923 号公報

【特許文献 2】特開 2001 - 284718 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、共振器ミラーを用いて光を増幅させる場合、上記特許文献 1 に記載の技術では、光源から射出されるレーザ光のスペckトル幅を広くしているため、共振器ミラーは狭帯域であるので、光源から射出された光が共振できなくなるという問題が生じる。

また、特許文献 2 に記載の外部共振型レーザでは、共振器ミラーとして体積型ホログラムを用いているため、波長選択性を向上させることは可能である。しかしながら、複数のレーザ光を射出する光源を用いたとしても、単一の波長が選択されることになり、波長選

10

20

30

40

50

択素子を含めた光源から射出されたレーザ光のスペックルノイズを抑えることはできない。

【 0 0 0 5 】

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、簡易な構成で、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た波長選択素子の製造装置、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】

【 0 0 0 6 】

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。

本発明の波長選択素子は、レーザ光を発光する複数の発光素子から射出されたレーザ光のうち所定の選択波長が選択される光選択領域が1つの基体に複数形成された波長選択素子であって、前記複数の光選択領域のそれぞれに、干渉縞が形成された干渉領域が設けられ、少なくとも一つの前記干渉領域の干渉縞の間隔が、残りの前記干渉領域の干渉縞の間隔と異なることを特徴とする。

10

【 0 0 0 7 】

本発明に係る波長選択素子では、複数の光選択領域のそれぞれに、干渉縞が形成された干渉領域が設けられ、少なくとも一つの干渉領域の干渉縞の間隔が、残りの干渉領域の干渉縞の間隔と異なる。この波長選択素子を光源装置に用いて、複数の干渉領域にそれぞれ光を入射させた場合、各干渉領域における選択波長を精度良く異ならせることができるため、光源装置より射出される光のスペックルノイズを抑えることが可能となる。

20

【 0 0 0 8 】

また、本発明の波長選択素子は、複数の前記干渉領域の境界部分に、複数の種類の間隔の干渉縞が形成されていることが好ましい。

【 0 0 0 9 】

本発明に係る波長選択素子は、干渉領域の境界部分に、複数の種類の間隔の干渉縞が形成されている。この波長選択素子を光源装置に用いて、発光部から射出された光を波長選択素子の各干渉領域に入射させた場合、発光部と波長選択素子との位置が合っていない、すなわち、干渉領域内の境界部分に光が入射すると、波長選択素子から射出される光の出力強度が急激に低下する。これにより、発光部と波長選択素子とのアライメントの不具合を判別し易く、発光部から射出された光を波長選択素子の最適な位置に入射させることが可能となる。

30

【 0 0 1 0 】

また、本発明の波長選択素子は、複数の前記干渉領域の形状がすべて同一であることが好ましい。

本発明に係る波長選択素子では、複数の干渉領域の形状がすべて同一であるため、干渉領域を簡易に形成することが可能となる。

【 0 0 1 1 】

また、本発明の波長選択素子は、隣接する2つの前記干渉領域が重なっていることが好ましい。

【 0 0 1 2 】

40

本発明に係る波長選択素子では、隣接する2つの干渉領域が重なっている。この波長選択素子を光源装置に用いて、発光部から射出された光を波長選択素子の各干渉領域に入射させた場合、発光部と波長選択素子との位置が合っていない、すなわち、干渉領域が重なっている領域に光が入射すると、波長選択素子から射出される光の出力強度が急激に低下する。これにより、アライメントの不具合を判別し易く、発光部から射出された光を波長選択素子の最適な位置に入射させることが可能となる。

また、発光部が光を射出する複数の発光素子を有し、発光素子の間隔が狭い場合、所定の選択波長を選択可能な干渉領域を大きく取ることは難しい。そこで、本発明では、重なる干渉領域を有することにより、所定の選択波長を選択可能な領域の大きさを調整することができる。したがって、所定の選択波長を選択可能な領域の大きさを大きくすることが

50

できるため、発光素子の間隔が狭い発光部に対応可能な干渉領域を有する波長選択素子を提供することが可能となる。

【 0 0 1 3 】

また、本発明の波長選択素子は、複数の前記干渉領域が2次元に配列されていることが好ましい。

【 0 0 1 4 】

本発明に係る波長選択素子では、複数の干渉領域が2次元に配列されているため、例えば、発光部の発光素子が2次元に配列されている場合でも対応することが可能である。また、1次元に複数の干渉領域が配列された波長選択素子に比べて、2次元、すなわち、2列に干渉領域が配列された本発明の波長選択素子を光源装置に用いた方が、装置の小型化を図ることが可能となる。

10

【 0 0 1 5 】

また、本発明の波長選択素子は、複数の前記干渉領域の前記基体の厚み方向に垂直な方向の断面積が、前記厚み方向に漸次あるいは段階的に大きくなる形状であることが好ましい。

【 0 0 1 6 】

本発明に係る波長選択素子では、複数の干渉領域の基体の厚み方向に垂直な方向の断面積が、厚み方向に漸次あるいは段階的に大きくなる形状であるため、入射した光が干渉領域から外れた場合、急激に光の選択効率が低下するので、発光部と波長選択素子との位置合わせの不具合を容易に判断することが可能となる。

20

また、波長選択素子の内部を伝播する光は若干広がるため、例えば、基体の射出側の断面積が入射側の断面積より大きくなるように、干渉領域を形成することにより、干渉領域を外れることなく光が射出される。これにより、波長選択素子に入射した光の利用効率を向上させることが可能となる。

【 0 0 1 7 】

また、本発明の波長選択素子は、隣接する2つの前記干渉領域が間隔をあけて形成されていることが好ましい。

【 0 0 1 8 】

本発明に係る波長選択素子では、隣接する2つの干渉領域が間隔をあけて形成されているため、入射した光が干渉領域から外れた場合、光の出力強度が低下する。これにより、発光部と波長選択素子との位置合わせを正確に行うことができるため、複数の干渉領域に確実に光を入射させることが可能となる。

30

【 0 0 1 9 】

本発明の波長選択素子の製造装置は、レーザ光を発光する複数の発光素子から射出されたレーザ光のうち所定の選択波長が選択される光選択領域が1つの基体に複数形成された波長選択素子の製造装置であって、前記基体の光選択領域に2つの露光ビームを照射させる光源と、前記2つの露光ビームのうち少なくとも一方の露光ビームの前記複数の光選択領域に入射する入射角を調整する入射角調整部とを備え、該入射角調整部により、前記複数の光選択領域のうち少なくとも一つの前記光選択領域に照射する前記2つの露光ビームのなす角が、残りの前記光選択領域に照射する前記なす角と異なるように、前記露光ビームを調整することを特徴とする。

40

【 0 0 2 0 】

本発明に係る波長選択素子の製造装置では、光源により一つの基体に2つの露光ビームを照射する。このとき、入射角調整部により、少なくとも一方の露光ビームの光選択領域に入射する入射角を調整する。このように、2つの露光ビームのなす角を調整することにより、基体の光選択領域に形成される干渉縞の間隔を変化させることができる。したがって、光選択領域ごとに所定の選択波長が選択されるように露光ビームの入射角を調整することができるため、簡易な構成で、1つの基体上の光選択領域ごとの選択波長を精度良く異ならせることが可能となる。

【 0 0 2 1 】

50

また、本発明の波長選択素子の製造装置は、前記露光ビームが入射される前記光選択領域に対応した開口部を有するマスクを備えることが好ましい。

【0022】

本発明に係る波長選択素子の製造装置では、光選択領域に対応した開口部を有するマスクを備えることにより、露光ビームが入射されない光選択領域は遮光されることになる。したがって、露光ビームが入射される所定の光選択領域にのみ露光ビームが照射されるため、他の光選択領域に露光ビームが入射されることがない。したがって、1つの基体上の光選択領域ごとの選択波長を精度良く異ならせることが可能となる。

【0023】

また、本発明の波長選択素子の製造装置は、前記露光ビームを集光させる集光素子を備えることが好ましい。

10

【0024】

本発明に係る波長選択素子の製造装置では、集光素子により、露光ビームが各光選択領域の内側に向かって集光するため、露光ビームが他の光選択領域に広がることを防ぐことができる。したがって、隣接する光選択領域間で干渉縞が混ざることが防止することができるため、1つの基体上の光選択領域ごとに選択される光の選択波長を精度良く異ならせることが可能となる。

さらに、所定の入射角になるような曲率を有する集光素子を用いれば良いため、各光選択領域に入射させる露光ビームの入射角を最適化させ易くなる。

【0025】

20

また、本発明の波長選択素子の製造装置は、前記マスクの開口部が前記複数の光選択領域に対応して複数形成され、前記複数の開口部に前記集光素子がそれぞれ設けられ、前記複数の集光素子の曲率がそれぞれ異なるとともに、前記複数の集光素子が前記入射角調整部として機能することが好ましい。

【0026】

本発明に係る波長選択素子の製造装置では、基体の光選択領域ごとに異なる曲率を有する集光素子により露光ビームを集光させる。これにより、各光選択領域の内側に向かって露光ビームが集光するため、露光ビームが他の光選択領域に広がることを防ぐことができる。

すなわち、複数の集光素子が入射角調整部として機能するため、複数の集光素子に同じ方向から露光ビームを入射させても、曲率の違いにより、基体の内部における露光ビームの回折角が光選択領域ごとに異なる。したがって、所定の光選択領域のみに対応した開口部が形成されたマスクを用いた場合にはマスクと基体とのアライメントが必要であるが、本発明では各集光レンズに露光ビームを照射すれば良いため、所望の光選択領域のみ多重露光し易くなる。

30

【0027】

また、本発明の波長選択素子の製造装置は、前記マスクの開口部に、前記露光ビームを前記光選択領域の内側に回折させる回折素子が設けられていることが好ましい。

【0028】

本発明に係る波長選択素子の製造装置では、回折素子により、各光選択領域の内側に向かって露光ビームが回折するため、ビーム拡散を抑える回折素子の設計を行うことで、露光ビームが他の光選択領域に広がることを防ぐことができる。したがって、隣接する光選択領域間で干渉縞が混ざることが防止することができるため、1つの基体上の光選択領域ごとに選択される光の選択波長を精度良く異ならせることが可能となる。また、所定の入射角になるような回折角を有する回折素子を用いれば良いため、各光選択領域に入射させる露光ビームの入射角を変化させ易くなる。

40

また、回折素子は例えばフォトリソグラフィ法及びエッチングにより簡易に製造することができるため、製造装置全体のコストを抑えることが可能となる。さらに、基体が立方体である場合、回折素子は矩形状に形成し易いため、矩形状の回折素子を形成することにより、露光ビームの光利用効率を向上させることが可能となる。

50

【0029】

また、本発明の波長選択素子の製造装置は、前記入射角調整部が、円形状の中心電極及び半径の異なる複数の同心円状の輪帯電極が形成された第1基板と、一面に共通電極が形成された第2基板と、前記第1基板及び前記第2基板との間に設けられた液晶とを備えた液晶素子であることが好ましい。

【0030】

本発明に係る波長選択素子の製造装置では、中心電極、輪帯電極、共通電極に印加する電圧を制御することにより液晶の配向状態が変化するため、中心電極、輪帯電極と共通電極との間の光学的距離が変化する。これにより、印加電圧を変化させることで、液晶素子の集光位置が変化する。したがって、通常の液晶パネルの製造方法と同様の工程で作製することができ、波長選択素子の製造コストを抑えることが可能となる。

10

また、電圧の制御のみで光選択領域に入射する露光ビームの入射角を調整することができるため、物理的に露光ビームを動かす部材等を設ける必要がない。すなわち、露光ビームと基体との位置合わせが簡易となるため、波長選択素子の製造コストをさらに抑えることが可能となる。

【0031】

また、本発明の波長選択素子の製造装置は、前記2つの露光ビームの一方の露光ビームの前記光選択領域に入射する入射角が前記入射角調整部により調整され、残りの他方の露光ビームの前記光選択領域に入射する入射角は固定されていることが好ましい。

【0032】

20

本発明に係る波長選択素子の製造装置では、2つの露光ビームのうち一方の露光ビームが調整され、残りの他方の露光ビームの入射角が固定される。このように、一方の露光ビームを調整するだけで、基体に形成される干渉縞の間隔を変化させることができるため、製造工程を簡易化することが可能な製造装置を提供することが可能となる。

【0033】

また、本発明の波長選択素子の製造装置は、前記マスクが、前記基体の露光ビームが照射される露光面に接触して設けられていることが好ましい。

【0034】

マスクと基体との間に間隙がある場合では、露光ビームがこの間隙を通り隣接する光選択領域に広がり悪影響を及ぼすおそれがある。しかしながら、本発明に係る波長選択素子の製造装置では、マスクが、基体の露光ビームが照射される露光面に接触して設けられているため、露光ビームが他の光選択領域に広がることを防ぐことができる。

30

【0035】

本発明の波長選択素子の製造方法は、レーザ光を発光する複数の発光素子から射出されたレーザ光のうち所定の選択波長が選択される光選択領域が1つの基体に複数形成された波長選択素子の製造方法であって、前記基体の光選択領域に2つの露光ビームを照射し、前記複数の光選択領域のうち少なくとも一つの前記光選択領域に照射する前記2つの露光ビームのなす角が、残りの前記光選択領域に照射する前記なす角と異なるように、前記露光ビームを調整することを特徴とする。

【0036】

40

本発明に係る波長選択素子の製造方法では、1つの基体に2つの露光ビームを照射する。このとき、露光ビームの光選択領域に入射する入射角を調整する。このように、2つの露光ビームのなす角を調整することにより、基体の光選択領域に形成される干渉縞の間隔を変化させることができる。したがって、光選択領域ごとに所定の選択波長が選択されるように露光ビームの入射角を調整することができるため、簡易な方法で、1つの基体上の光選択領域ごとの選択波長を精度良く異ならせることが可能となる。

【0037】

本発明の光源装置は、光を射出する光源と、該光源から射出された光のうち所定の波長の光を選択して透過させる上記の波長選択素子とを備えることを特徴とする。

【0038】

50

本発明に係る光源装置では、光源から射出された光は、波長選択素子により所定の波長の光が選択されて透過する。このとき、上述したように、波長選択素子の1つの基体上の光選択領域ごとの選択波長を精度良く異ならせているため、光源装置より射出される光のスペックルノイズを抑えることが可能となる。

【0039】

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。

【0040】

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、スペックルノイズが抑えられた光であるため、この光源装置をプロジェクタに備えることにより、ぎらつきを抑えた鮮明な画像を表示することが可能となる。

10

【0041】

本発明に係る波長選択素子のモニタ装置では、上記の光源装置と、該光源装置から射出された光により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。

【0042】

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、光源装置より射出される光は、上述したように、スペックルノイズが抑えられた光である。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。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0043】

以下、図面を参照して、本発明に係る波長選択素子、波長選択素子の製造装置、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。

【0044】

[第1実施形態]

本発明の波長選択素子の第1実施形態について、図1～図4を参照して説明する。

30

波長選択素子3は、入射したレーザ光のうち所定の選択波長の光の一部(98～99%程度)を選択して反射させる素子である。

本実施形態に係る波長選択素子3は、図1に示すように、基体12に4つの光選択領域A～Dを一方方向(1次元)に有している。各光選択領域A～Dは、干渉縞が形成された円柱状の干渉領域a～dを有しており、それぞれの干渉縞のピッチ(間隔)は異なっている。また、干渉領域a～dはすべて同一の円柱状であり、所定の間隔をあけて形成されている。なお、各光選択領域A～Dの干渉縞のピッチはすべて異なっているが、少なくとも1つの干渉領域a～dの干渉縞のピッチが他の干渉領域a～dの干渉縞のピッチと異なっても良い。

また、各干渉領域A～Dの境界部(境界部分)Kには、複数の種類の間隔の干渉縞が重なって露光されている。これは、マスクを用いた露光時に生じるマスクエッジによる回折光の影響により生じるものである。

40

【0045】

次に、図2に示すように、波長選択素子3に入射させるレーザ光を発光する発光素子31a～31dを有する発光部31と、波長選択素子3との位置合わせについて説明する。

発光部31から射出された光を波長選択素子3の各光選択領域A～Dの干渉領域a～dに入射させるため、例えば、発光部31を波長変換素子3の長手方向に移動させ位置を調整する。このとき、発光部31から射出された光が、各干渉領域a～dの境界部Kに入射すると、複数の方向に回折されるため、急激に光の選択効率が下がる。すなわち、波長選択素子3から射出される光の出力強度が低下する。これにより、発光部31から射出され

50

た光が干渉領域 a ~ d に入射していないことが分かる。また、干渉領域 a ~ d 以外に光が入射した場合も波長選択素子 3 から射出される光の出力強度が小さいため、発光部 3 1 から射出された光が干渉領域 a ~ d に入射していないことが分かる。したがって、波長選択素子 3 から射出される光の出力強度が大きくなるように、発光部 3 1 と波長選択素子 3 との位置合わせを行う。

【 0 0 4 6 】

本実施形態に係る波長選択素子 3 では、異なるピッチの干渉縞が形成された干渉領域 a ~ d を有する。この波長選択素子 3 を光源装置に用いて、干渉領域 a ~ d にそれぞれ光を入射させた場合、各干渉領域 a ~ d における選択波長を精度良く異ならせることができるため、波長選択素子 3 より射出される光のスペckルノイズを抑えることが可能となる。

10

また、隣接する 2 つの干渉領域 a ~ d が間隔をあけて形成されているため、入射した光が干渉領域 a ~ d から外れた場合、光の出力強度が低下する。また、隣接する干渉領域 a ~ d が間隔をあけて形成されているため、入射した光が干渉領域 a ~ d から外れた場合、出力強度が小さい。これらにより、複数の干渉領域 a ~ d に正確に光を入射させることが可能となる。特に、本実施形態では、各干渉領域 A ~ D の境界部 K に複数種類の干渉縞が重なって露光されているため、発光部 3 1 と波長選択素子 3 との位置が合っていない場合、急激に出力強度が低下する。これにより、アライメントの不具合を判別し易く、発光部 3 1 から射出された光を波長選択素子 3 の最適な位置に入射させることが可能となる。

また、複数の干渉領域 a ~ d の形状が同一の円柱状であるため、干渉領域 a ~ d を簡易に形成することが可能となる。

20

【 0 0 4 7 】

なお、波長選択素子 3 は、光選択領域 A ~ D の境界部 K に複数の種類の干渉縞が重なって露光させた構成であったが、光選択領域 A ~ D の境界部 K に必ずしも複数種類の干渉縞が重なって露光されていなくても良い。

また、干渉領域 a ~ d はすべて同一の円柱状としたが、大きさの異なる円柱状であっても良い。また、干渉領域 a ~ d の形状は円柱状に限らず、図 3 に示すように、光選択領域 A ~ D ごと異なる形状であっても良い。すなわち、光選択領域 A の干渉領域 a の形状が三角柱状であり、光選択領域 B , C の干渉領域 b , c の形状が四角柱状であり、光選択領域 D の干渉領域 d の形状が円柱状であっても良い。さらに、発光部 3 1 の複数の発光素子 3 1 a ~ 3 1 d の間隔に応じて、干渉領域 a ~ d のピッチを変えても良い。また、発光部 3 1 の複数の発光素子 3 1 a ~ 3 1 d の開口部の大きさに応じて、図 1 に示す干渉領域 a ~ d の露出面 a 1 ~ d 1 の径、すなわち、各干渉領域 a ~ d の直径の大きさを変えても良い。

30

また、本実施形態では、干渉領域 a ~ d が円柱形状であったが、図 4 に示すように、5 つの光選択領域 A ~ E 全体にそれぞれ干渉領域 a ~ e が形成された波長選択素子 2 であっても良い。

【 0 0 4 8 】

[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 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 実施形態に係る波長選択素子 3 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。

40

本実施形態に係る波長選択素子 4 では、隣接する 2 つの干渉領域 a ~ d が重なっている点において、第 1 実施形態と異なる。その他の構成においては第 1 実施形態と同様である。

【 0 0 4 9 】

波長選択素子 4 は、隣接する干渉領域 a ~ d の一部が重なっている。すなわち、干渉領域 a と干渉領域 b とは重なり領域 L 1 a を有し、干渉領域 b と干渉領域 c とは重なり領域 L 2 a を有し、干渉領域 c と干渉領域 d とは重なり領域 L 3 a を有している。この干渉領域 a ~ d の重なり領域 L 1 a ~ L 3 a は、入射した光の選択効率が低下する領域であるため、干渉領域 a ~ d のうち重なり領域 L 1 a ~ L 3 a 以外の領域 L 1 b ~ L 4 b に光を入

50

射させる。

【 0 0 5 0 】

次に、図 5 に示すように、波長選択素子 4 に入射させるレーザ光を発光する発光素子 3 1 a ~ 3 1 d を有する発光部 3 1 と、波長選択素子 4 との位置合わせについて説明する。

波長選択素子 4 の干渉領域 A ~ D の重なり領域 L 1 a ~ L 3 a 以外の領域 L 1 b ~ L 4 d に光を入射させるために、発光部 3 1 を波長変換素子 3 の長手方向に移動させ位置を調整する。このとき、発光部 3 1 から射出された光が、各干渉領域 a ~ d の重なり領域 L 1 a ~ L 3 a に入射すると、波長選択素子 4 から射出される光の選択効率が急激に低下する。すなわち、波長選択素子 4 から射出される光の出力強度が低下する。したがって、発光部 3 1 から射出された光が干渉領域 a ~ d の重なり領域 L 1 a ~ L 3 a 以外の領域 L 1 b ~ L 4 d に入射しているかが分かるため、波長選択素子 4 から射出される光の出力強度が大きくなるように、発光部 3 1 と波長選択素子 4 との位置合わせを行う。

10

【 0 0 5 1 】

本実施形態に係る波長選択素子 4 では、発光部 3 1 の発光素子 3 1 a ~ 3 1 d のピッチが非常に狭く、開口部も狭い場合に有効である。すなわち、干渉領域 a ~ d を重ねず、干渉領域 a ~ d を小さくした際には、出力強度が低下する干渉領域 a ~ d の境界部分で干渉領域 a ~ d が埋まってしまい、所定の選択波長を選択することができなくなるおそれがある。したがって、発光素子 3 1 a ~ 3 1 d のピッチ S 1 より直径 S 2 の大きい干渉領域 a ~ d を形成し、重ねることにより、所定の選択波長を選択可能な干渉領域 L 1 b ~ L 4 b を大きくすることができる。また、重なり領域 L 1 a ~ L 3 a の大きさを調整することにより、所定の選択波長を選択可能な干渉領域 L 1 b ~ L 4 b の大きさを調整することができるため、発光部 3 1 に最適な波長選択素子 4 を得ることが可能となる。

20

したがって、良好なアライメントを行いつつ、発光素子 3 1 a ~ 3 1 d のピッチが狭い発光部 3 1 に対応可能な干渉領域 a ~ d を有する波長選択素子 4 を提供することが可能となる。

【 0 0 5 2 】

[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 6 を参照して説明する。

本実施形態に係る波長選択素子 5 では、光選択領域 A ~ J が 2 次元である点において、第 1 実施形態と異なる。その他の構成においては第 1 実施形態と同様である。

30

【 0 0 5 3 】

波長選択素子 5 は、図 6 に示すように、光選択領域 A ~ E を一方向に有しており、一方向に直交する側に同様に光選択領域 F ~ J を一方向に有している。また、光選択領域 A ~ J には第 1 実施形態と同様の円形状の干渉領域 a ~ j が形成されている。このように、2 次元の光選択領域 A ~ J を有する波長選択素子 5 の場合も 1 次元の場合と同様に、各干渉領域 a ~ j の干渉縞のピッチはすべて異なっている、少なくとも 1 つの干渉領域 a ~ j が他の干渉領域 a ~ j の干渉縞のピッチと異なっているも良い。

【 0 0 5 4 】

本実施形態に係る波長選択素子 5 では、干渉領域 a ~ j が 2 次元に配列されているため、例えば、発光部の発光素子が 2 次元に配列されている場合でも対応することが可能である。また、干渉領域 a ~ j が 2 次元に配列された波長選択素子 5 を用いることにより、1 次元に複数の干渉領域 a ~ j が配列された波長選択素子に比べて、波長選択素子 5 を光源装置に用いた方が、装置の小型化を図ることが可能となる。

40

【 0 0 5 5 】

[第 4 実施形態]

次に、本発明に係る第 4 実施形態について、図 7 を参照して説明する。

本実施形態に係る波長選択素子 6 では、光選択領域 A ~ E の干渉領域 a ~ e の形状が厚み方向に異なる点において、第 1 実施形態と異なる。その他の構成においては第 1 実施形態と同様である。

【 0 0 5 6 】

50

波長選択素子 6 は、図 7 に示すように、厚み方向（光が進行する方向）に、干渉領域 a ~ e の形状が異なる。具体的には、干渉領域 a ~ e の形状は、干渉領域 a ~ e の露出面 a 1 ~ e 1 から露出面 a 2 ~ e 2 に向かって厚み方向に垂直な方向の断面積が漸次大きくなるテーパ形状となっている。すなわち、干渉領域 a ~ e の露出面 a 1 ~ e 1 に比べて、露出面 a 2 ~ e 2 の大きさの方が大きい。

また、波長選択素子 6 の露出面 a 1 ~ e 1 から光を入射し、露出面 a 2 ~ e 2 から光を射出させる。

【 0 0 5 7 】

本実施形態に係る波長選択素子 6 では、光を入射させる露出面 a 1 ~ e 1 の大きさが、露出面 a 2 ~ e 2 の大きさに比べて小さいため、入射した光が波長選択素子 6 の干渉領域 a ~ e から外れた場合、急激に光の選択効率が低下するので、発光部と波長選択素子 6 との位置合わせの不具合を容易に判断することが可能となる。

また、波長選択素子 6 の内部を伝播する光 L は若干広がるため、射出側の露出面 a 2 ~ e 2 の大きさを入射側の露出面 a 1 ~ e 1 より大きくすることにより、干渉領域 a ~ e を外れることなく光 L は射出される。これにより、波長選択素子 6 に入射した光の利用効率を向上させることが可能となる。

【 0 0 5 8 】

なお、本実施形態では、厚み方向に、干渉領域 a ~ e の形状が異なる構成として、テーパ形状を例に挙げて説明したが、これに限らず、厚み方向に段階的に断面積が大きくなる形状や、断面積が大きくなったり、小さくなったりする形状であっても良い。

また、光 L の広がり小さい場合、波長選択素子 6 の露出面 a 2 ~ e 1 から光を入射し、露出面 a 1 ~ e 1 から光を射出させても良い。

【 0 0 5 9 】

[第 5 実施形態]

次に、本発明の波長選択素子の製造装置の第 5 実施形態について、図 8 から図 12 を参照して説明する。

なお、本発明の波長選択素子の製造装置では、上述した波長選択素子 2, 3, 4, 5, 6 のいずれも製造可能であるが、本実施形態では、波長選択素子 2 の製造方法について説明する。

本実施形態に係る波長選択素子 2 の製造装置 1 は、図 8 に示すように、レーザ光を照射する光源 10 と、光源 10 から射出されるレーザ光の射出方向を調整する入射角調整部 20 とを備えている。この光源 10 としては、例えば、エキシマレーザ（波長：120 nm ~ 360 nm）を用いることが可能である。

なお、本実施形態の製造装置 1 では、基体（例えば、ガラス）12 に 5 つの光選択領域 A ~ E を形成する場合について説明する。

【 0 0 6 0 】

また、波長選択素子 2 の製造装置 1 は、光源 10 から射出されたレーザ光の一部を透過させ残りのレーザ光を反射させるハーフミラー 11 と、ハーフミラー 11 を透過したレーザ光を基体 12 に反射させる反射ミラー 13 とを備えている。このハーフミラー 11 は、入射したレーザ光が基体 12 に向かって反射されるように、レーザ光の中心軸に対して傾斜して配置されている。これにより、ハーフミラー 11 において反射した露光ビーム L A は、基体 12 の法線に対して角度 A をなして入射する。なお、波長選択素子 2 に入射するレーザ光の出力強度にもよるが、基体 12 としては耐熱性が高い材質からなることが好ましい。

反射ミラー 13 もハーフミラー 11 と同様に、レーザ光の中心軸に対して傾斜して配置されている。また、反射ミラー 13 において反射した露光ビーム L B は、基体 12 の法線に対して角度 B をなして入射する。

また、露光ビーム L A 及び露光ビーム L B のビーム径は、例えば 500 μm である。

【 0 0 6 1 】

入射角調整部 20 は、反射ミラー 13 に設けられており、回転軸 M を中心に反射ミラー

10

20

30

40

50

13を回転させるものである。すなわち、入射角調整部20は、反射ミラー13を回転させることで露光ビームLBの反射方向を変えることにより、基体12に入射する露光ビームL2の入射角Bを変化させることが可能となっている。

また、基体12には、ハーフミラー11において反射された露光ビームLAと、反射ミラー13において反射された露光ビームLBとが、角度（入射角Aと入射角Bとの和）をなして照射され、多重露光が行われる。また、この角度により、基体12に形成される干渉縞の間隔が変わる。

なお、基体12には、各光選択領域A～Eにおいて選択される選択波長の1/2の長さに略等しくなるように干渉縞を形成する。

また、角度は例えば40度～140度である。さらに、光選択領域A～Eごとの入射角Bの変化量は0～20度となるように、露光ビームLBの入射角Bが調整される。これにより、各光選択領域A～Eに形成される干渉縞の間隔は10nm程度変化する。

【0062】

また、本実施形態では、基体12に5つの光選択領域A～Eに露光ビームLA, LBを照射し、選択波長の異なる光選択領域A～Eを形成する。すなわち、使用する発光部31として、図9に示すように、5つの発光素子31a～31eを有する発光部31を用いる場合、発光素子31a～31eの配置に対応した位置に光選択領域A～Eを形成する。具体的には、発光部31の隣接する発光素子31a～31e間の間隔K1が250μmであり、図8に示すように、光選択領域A～Eの長さ方向の幅K2も250μmである。

【0063】

本実施形態では、マスク21を用いて各光選択領域A～Eを多重露光する。マスク21には、図10に示すように、光選択領域A～Eに対応した開口部21aが形成されている。なお、図1に示すような円形状の干渉領域a～dを形成するには、円形状の開口部を有するマスクを用いれば良い。すなわち、干渉領域a～dの形状に応じた開口部を有するマスクを適宜用いて良い。このようなマスク21により、開口部21aに対応した光選択領域A～Eのみ多重露光され、それ以外の光選択領域に入射する露光ビームLA, LBを遮光するようになっている。

さらに、基体12には移動機構15が設けられている。この移動機構15により、多重露光する光選択領域A～Eごとに、基体12を長さ方向に移動させ、所望の光選択領域A～Eを多重露光するようになっている。

なお、マスク21の開口部21aの寸法K3は、光選択領域A～Eの幅K2と同じく250μmである。

なお、マスク21としては光選択領域A～Eごとに異なるものを用いても良いが、本実施形態では、光選択領域A～Eの幅K2が等しいため、基体12を長さ方向に250μmずつ移動させることにより光選択領域A～Eを多重露光する。

【0064】

次に、以上の構成からなる本実施形態の製造装置1を用いて、波長選択素子2を製造する方法について説明する。

まず、図11(a)に示すように、光選択領域Aに開口部21aが位置するように移動機構15により基体12を移動させ、基体12の露光面12aに、マスク21を接触させる。そして、入射角調整部20により、光源10からレーザ光を射出し露光ビームLAと露光ビームLBとのなす角 $\theta = 1$ となるように調整され、光選択領域Aを多重露光する。

次に、図11(b)に示すように、光選択領域Bに開口部21aが位置するように移動機構15により基体12を移動させ、基体12の露光面12aに、マスク21を接触させる。そして、入射角調整部20により、反射ミラー13が回転され、光源10からレーザ光を射出し露光ビームLAと露光ビームLBとのなす角 θ は、 $\theta = 1$ より大きい $\theta = 2$ となるように調整され、光選択領域Bを多重露光する。

【0065】

さらに、光選択領域A, Bと同様に、光選択領域Cに開口部21aが位置するようにマ

10

20

30

40

50

スク 21 を基体 12 に接触させる。そして、入射角調整部 20 により、露光ビーム LA と露光ビーム LB とのなす角 θ_1 が、 θ_2 より大きい θ_3 となるように調整され、光選択領域 C を多重露光する。次に、光選択領域 D も同様に、露光ビーム LA と露光ビーム LB とのなす角 θ_2 が、 θ_3 より大きい θ_4 となるように調整され、多重露光する。さらに、光選択領域 E も同様に、露光ビーム LA と露光ビーム LB とのなす角 θ_3 が、 θ_4 より大きい θ_5 となるように調整され、多重露光する。

このように、各光選択領域 A ~ E に入射する露光ビーム LA, LB のなす角 θ を調整することにより、基体 12 の各光選択領域 A ~ E に形成される干渉縞のピッチが異なる。したがって、各光選択領域 A ~ E における選択波長が $\lambda_1 \sim \lambda_5$ となるように、露光ビーム LA と露光ビーム LB とのなす角 θ を調整する。

10

【0066】

以上の製造装置 1 により製造された波長選択素子 2 を備えた光源装置 30 について説明する。

光源装置 30 は、図 12 に示すように、発光部 31 と、波長選択素子 2 とを備えている。

発光部 31 は、図 12 に示すように、レーザ光を発する 5 つの発光素子 (半導体レーザ: LD) 31a, 31b, 31c, 31d, 31e を備えている。これらの発光素子 31a ~ 発光素子 31e は、いずれも支持部 31f に支持されている。発光素子 31a ~ 発光素子 31e 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。

20

【0067】

波長選択素子 2 は、入射したレーザ光のうち所定の選択波長の光 (図 8 に示す破線) W1 の一部 (98 ~ 99 % 程度) を選択して発光部 31 に向かって反射させることによって発光素子 31a ~ 31e の共振器ミラーとして機能するとともに、残りのレーザ光 (図 8 に示す二点鎖線) W2 を透過させるものである。波長選択素子 2 としては、例えば、周期格子を有するホログラムのような光学素子を用いることができる。

発光部 31 から射出された基本波の光 (図 8 に示す実線) W3 は、発光部 31 と波長選択素子 2 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、波長選択素子 2 から射出されるようになっている。波長選択素子 2 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、波長選択素子 2 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 2 の選択波長、つまり波長選択素子 2 が反射する光 W1 の波長とほぼ同一である。波長選択素子 2 は、所定の選択波長の光の一部 (98 ~ 99 % 程度) を反射するので、その残り (1 ~ 2 % 程度) の光が出力光として利用されることになる。

30

【0068】

ここで、波長選択素子 2 を構成する 1 つの基体において、発光素子 31a, 31b, 31c, 31d, 31e から射出された光が選択される光選択領域を、それぞれ光選択領域 A, B, C, D, E とする。ただし、光選択領域 A ~ E は、実際には選択波長や歪みの大きさ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。

40

また、光選択領域 A ~ E によって反射される光 W1 の波長はそれぞれ λ_1 , λ_2 , λ_3 , λ_4 , λ_5 となる。

そして、このように、波長選択素子 2 によって反射される光 W1 の波長が、光選択領域 A, B, C, D, E ごとに異なることにより、発光部 31 と波長選択素子 2 との間で反射を繰り返し、増幅された後、波長選択素子 2 から射出される光 W2 の波長も、光選択領域 A, B, C, D, E ごとに異なったものとなる。先に説明したとおり、波長選択素子 2 から射出される光 W2 の波長は、波長選択素子 2 によって反射される光 W1 の波長とほぼ同一である。よって、波長選択素子 2 の光選択領域 A, B, C, D, E から射出される光 W

50

2の波長は、それぞれ 1, 2, 3, 4, 5となる。

【0069】

次に、本実施形態に係る光源装置30の具体例について説明する。

まず、発光素子31a～発光素子31e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630nmとなっている。このピーク波長は、すべての発光素子31a～発光素子31e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2の光選択領域A, B, C, D, Eにおける選択波長1, 2, 3, 4, 5が、それぞれ630nm, 629nm, 628nm, 627nm, 626nm(選択波長の差が、最大で4nm)となるように露光ビームLA, LBを照射する。これにより、波長選択素子2の光選択領域A～Eから射出される光W2の波長もそれぞれ630nm, 629nm, 628nm, 627nm, 626nmとなる。

【0070】

本実施形態に係る波長選択素子2の製造装置1及び製造方法では、入射角調整部20により、露光ビームLBの基体12に入射する入射角Bを調整することができるため、基体12の各光選択領域A～Eに形成される干渉縞の間隔を変化させることができる。すなわち、入射角調整部20により、光選択領域A～Eごとに所定の選択波長が選択されるように露光ビームLBの入射角を調整することができる。したがって、簡易な構成で、1つの基体12上の光選択領域A～Eごとに選択される光の選択波長を精度良く異ならせることが可能となる。

【0071】

また、本実施形態に係る波長選択素子2を備えた光源装置30では、たとえ、複数の発光素子から射出されるレーザ光のピーク波長が同じであったとしても、発光素子31a～31eから射出されたレーザ光は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て取り出される。すなわち、発光素子31a～31eから射出されたそれぞれの光は、波長選択素子2のそれぞれの光選択領域A～Eにおいて共振すると、各領域から射出される共振器ミラー構造において増幅された光の波長が異なることになる。すなわち、本発明は、従来のように、波長選択素子が単一波長の光を射出するものではないため、波長選択素子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、波長選択素子2の各光選択領域A～E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。

つまり、本実施形態の波長選択素子2の製造装置1は、簡易な構成で、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た波長選択素子を製造することが可能である。

【0072】

なお、反射ミラー13を固定し、ハーフミラー11に入射角度調整部を設けて基体12に入射するレーザ光の入射角Aを調整させても良い。さらには、ハーフミラー11及び反射ミラー13のいずれにも入射角度調整部を設けて、露光ビームLAの入射角Aと露光ビームLBの入射角Bとを調整しても良い。この構成では、移動機構15により基体12を移動させなくても所望の光選択領域A～Eに露光ビームLA, LBが照射されるため、移動機構15を用いなくても良い。

また、基体12を長さ方向に移動させたが、基体12の位置を固定しマスク21を移動させて光選択領域A～Eの露光位置を変えても良い。

【0073】

また、干渉縞の間隔を光選択領域A～Eごとに変える方法として、露光ビームLAと露光ビームLBとのなす角を調整したが、例えば、露光ビームLA及び露光ビームLBを平面波あるいは球面波にすることにより干渉縞のピッチを変えることも可能である。

なお、光選択領域A～Eの幅K2は、使用する発光部31の発光素子31a～31e間の間隔K1に応じてマスク21の開口部21aの大きさを変える等により適宜変更が可能

となっている。

また、本実施形態では、隣接する光選択領域 A ~ E に露光ビーム L A , L B が入射しないようにマスク 2 1 を用いて各光選択領域 A ~ E を多重露光したが、隣接する光選択領域 A ~ E に露光ビーム L A , L B が入射しても影響を及ぼさないような材質の基体 1 2 であれば、マスク 2 1 を用いなくても良い。

【 0 0 7 4 】

[第 6 実施形態]

次に、本発明に係る第 6 実施形態について、図 1 3 から図 1 5 を参照して説明する。なお、以下に説明する各実施形態において、上述した第 5 実施形態に係る波長選択素子 2 の製造装置 1 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。

本実施形態に係る波長選択素子 2 の製造装置 4 0 では、集光素子を備える点において第 5 実施形態と異なる。その他の構成においては第 5 実施形態と同様である。

【 0 0 7 5 】

基体 1 2 の露光面 1 2 a に、図 1 3 (a) に示すように、マスク 4 1 を接触させて多重露光する。このマスク 4 1 には、図 1 3 (b) に示すように、円形状の開口部 4 1 a が形成されており、この開口部 4 1 a に集光レンズ (集光素子) 4 2 が嵌め込まれている。これにより、マスク 4 1 は、開口部 4 1 a 以外に入射したレーザ光を遮光するようになっている。

集光レンズ 4 2 の直径 D 1 は、図 1 3 (b) に示すように、光選択領域 A ~ E の露光面 1 2 a の大きさより若干小さくされており、例えば 5 0 0 μ m である。

【 0 0 7 6 】

次に、以上の構成からなる本実施形態の製造装置 4 0 を用いて、波長選択素子 2 を製造する方法について説明する。

まず、第 5 実施形態と同様に、光選択領域 A に開口部 4 1 a が位置するように移動機構 1 5 により基体 1 2 を移動させ、基体 1 2 の露光面 1 2 a に、マスク 4 1 を接触させる。そして、入射角調整部 2 0 により、反射ミラー 1 3 が露光ビーム L A と露光ビーム L B とのなす角 θ_1 となるように調整され、集光レンズ 4 2 に露光ビーム L A , L B が入射される。

次に、第 5 実施形態と同様に、露光ビーム L A と露光ビーム L B とのなす角 θ_2 , θ_3 , θ_4 , θ_5 となるように反射ミラー 1 3 を調整し、光選択領域 B , C , D , E を多重露光する。このとき、集光レンズ 4 2 に入射された露光ビーム L A , L B は光選択領域 A ~ E の内側に向かって集光する。これにより、露光ビーム L A , L B が隣接する光選択領域 A ~ E に広がることを防ぐことができる。具体的には、光選択領域 A を多重露光する場合に、光選択領域 B に露光ビーム L A , L B が広がることを防止できる。なお、集光レンズは、露光ビームが広がることを防止できれば良いので、ゆるくビームを絞る程度で良く、焦点位置が非常に遠いような集光レンズを用いても良い。

【 0 0 7 7 】

本実施形態に係る波長選択素子 2 の製造装置 4 0 及び製造方法では、集光レンズ 4 2 を備えることにより、露光ビーム L A , L B が隣接する光選択領域 A ~ E に広がることを防ぐことができるため、隣接する光選択領域 A ~ E 間で干渉縞が混ざること防止することが可能となる。したがって、光選択領域 A ~ E ごとに所望の干渉縞を形成することが可能となるため、光選択領域 A ~ E ごと選択される光の選択波長を精度良く異ならせることが可能となる。

【 0 0 7 8 】

なお、集光レンズ 4 2 により露光ビーム L A , L B を集光させているため、マスク 4 1 を用いず、集光レンズ 4 2 のみであっても良い。

また、マスク 4 1 を移動させたが、図 1 4 に示すように、曲率の等しい複数の集光レンズ 4 2 a ~ 4 2 e が配列されたマスク 4 5 であっても良い。このマスク 4 5 を用いた場合も、上述したように、各集光レンズ 4 2 a ~ 4 2 e に入射する露光ビーム L A と露光ビーム L B とのなす角が $\theta_1 \sim \theta_5$ となるように露光ビーム L B の入射角 θ_B を調整し、光選

択領域 A ~ E を多重露光する。この構成では、基体 1 2 あるいはマスク 4 5 を移動させる必要がないため、マスク 4 5 と基体 1 2 とのアライメントが容易になる。

【 0 0 7 9 】

[第 6 実施形態の変形例]

図 1 3 に示す第 6 実施形態では、1つの集光レンズ 4 2 を備えたマスク 4 1 を用いたが、曲率の異なる複数の集光レンズ 4 6 a ~ 4 6 e が配列されたマスク 4 7 であっても良い。このような変形例について、図 1 5 を参照して説明する。

集光レンズ 4 6 a ~ 4 6 e の曲率は、 R_1 , R_2 , R_3 , R_4 , R_5 であり、すべて異なっている。また、光源 1 0 , ハーフミラー 1 1 及び反射ミラー 1 3 が基体 1 2 の長さ方向に移動する。これにより、各集光レンズ 4 6 a ~ 4 6 e に同じ方向から露光ビーム L A 及び露光ビーム L B を入射させた場合、集光レンズ 4 6 a ~ 4 6 e の曲率の違いにより光の屈折角が異なる。したがって、基体 1 2 の内部において露光ビーム L A と露光ビーム L B とのなす角 θ が異なるため、基体 1 2 の各光選択領域 A ~ E に生じる干渉縞の間隔も異なる。したがって、このようなマスク 4 7 を用いた構成では、入射角調整部 2 0 を設けず反射ミラー 1 3 を固定させて良い。すなわち、曲率の異なる集光レンズ 4 6 a ~ 4 6 e が各光選択領域 A ~ E に入射する露光ビーム L A , L B の入射角を調整する入射角調整部として機能する。

なお、マスク 4 7 を用いた場合、光選択領域 A ~ E ごとに露光ビーム L A , L B を照射しても良いが、光選択領域 A ~ E を包括するビーム径を有する露光ビーム L A , L B を用いて、光選択領域 A ~ E を一括照射しても良い。

【 0 0 8 0 】

[第 7 実施形態]

次に、本発明に係る第 7 実施形態について、図 1 6 を参照して説明する。

本実施形態に係る波長選択素子 2 の製造装置 5 0 では、回折素子を備える点において第 5 実施形態と異なる。その他の構成においては第 5 実施形態と同様である。

【 0 0 8 1 】

基体 1 2 の露光面 1 2 a に、図 1 6 (a) に示すように、マスク 5 1 を接触させて多重露光する。このマスク 5 1 には、図 1 6 (b) に示すように、矩形状の開口部 5 1 a が形成されており、この開口部 5 1 a に回折レンズ (回折素子) 5 2 が嵌め込まれている。

回折レンズ 5 2 の大きさは、光選択領域 A ~ E のそれぞれの露光面 1 2 a とほぼ同じ大きさとなっている。具体的には、回折レンズ 5 2 の大きさは、図 1 6 (b) に示すように、基体 1 2 の長さ方向の寸法 E 1 が $250\text{ }\mu\text{m}$ であり、図 1 6 (a) に示すように、露光面 1 2 a 内の幅 E 2 が $250\text{ }\mu\text{m}$ である。

【 0 0 8 2 】

回折レンズ 5 2 は、図 1 6 (a) に示すように、同心円状の輪帯の格子周期構造で周縁部に向かうに伴い格子周期が小さくなっている。また、回折レンズ 5 2 の断面形状は、図 1 6 (b) に示すように、鋸歯状になっている。この回折レンズ 5 2 は位相型回折格子であり、波長オーダーの輪帯の位相を変化させることにより、集光作用及び結像作用を有するレンズである。

【 0 0 8 3 】

次に、以上の構成からなる本実施形態の製造装置 5 0 を用いて、波長選択素子 2 を製造する方法について説明する。

まず、第 5 実施形態と同様に、光選択領域 A に開口部 5 1 a が位置するように移動機構 1 5 により基体 1 2 を移動させ、基体 1 2 の露光面 1 2 a に、マスク 5 1 を接触させる。そして、入射角調整部 2 0 により、露光ビーム L A と露光ビーム L B とのなす角 θ_1 となるように調整され、回折レンズ 5 2 に露光ビーム L A , L B が入射される。

次に、第 5 実施形態と同様に、露光ビーム L A と露光ビーム L B とのなす角 θ_2 , θ_3 , θ_4 , θ_5 となるように反射ミラー 1 3 を調整し、光選択領域 B , C , D , E を多重露光する。このとき、回折レンズ 5 2 に入射された露光ビーム L A , L B は光選択領域 A ~ E の内側に向かって回折する。これにより、露光ビーム L A , L B が隣接する光選択領域

A ~ Eに広がることを防ぐことができる。具体的には、光選択領域Aを多重露光する場合に、光選択領域Bに露光ビームLA, LBが広がることを防止できる。

【0084】

本実施形態に係る波長選択素子2の製造装置50及び製造方法では、回折レンズ52を備えることにより、光選択領域A ~ Eの内側に向かって露光ビームLA, LBが回折するため、第6実施形態と同様の効果を得ることができる。

さらに、回折レンズ52は、例えば、フォトリソグラフィ法及びエッチングにより簡易に製造することができるため、製造装置50全体のコストを抑えることが可能となる。

【0085】

[第8実施形態]

次に、本発明に係る第8実施形態について、図17を参照して説明する。

本実施形態に係る波長選択素子2の製造装置60では、入射角調整部20が液晶レンズ(液晶素子)61である点において第5実施形態と異なる。すなわち、入射角調整部20を設けず反射ミラー13は固定されている。また、その他の構成においては第5実施形態と同様である。

【0086】

基体12の露光面12aに、図17(a)に示すように、マスク61を接触させて多重露光する。このマスク61には、図17(b)に示すように、矩形状の開口部61aが形成されており、この開口部61aに液晶レンズ(入射角調整部)62が嵌め込まれている。

液晶レンズ62は、図17(b)に示すように、一対の光透過性を有する第1基板63及び第2基板64を備え、この第1基板63及び第2基板64の間に設けられた封止材65により液晶66が充填された構成になっている。

【0087】

第1基板63の液晶66が設けられた側には、図17(a)に示すように、円形状の中心電極63aと、この中心電極63aの回りに、半径の異なる複数の同心円の輪帯電極63bとが形成されている。一方、第2基板64の液晶66が設けられた側には、図17(b)に示すように、一面に共通電極64aが形成されている。また、これら電極63a, 63b, 64aは、例えば、ITO(Indium Tin Oxide: インジウムスズ酸化物)で形成されている。形成方法としては、真空蒸着法、スパッタリング法、CVD法で基板63, 64の全面にITO膜を形成した後、フォトリソグラフィ法によって所望の形状に形成する。また、中心電極63aと輪帯電極63bとは引き出し電極(図示略)により電氣的に接続されている。

また、中心電極63aと共通電極64aとは電源Vが接続されており、中心電極63aと共通電極64aとの間に電圧が印加されるようになっている。なお、電源Vにより印加される電圧の波形は、正弦波の波形となっている。

【0088】

電源Vにより、中心電極63a及び輪帯電極63bと共通電極64aとの間に電圧が印加されていない状態では、液晶66の配向状態は変化していないため、液晶レンズ62より入射した光は、液晶66内を直進する。そして、電源Vにより、中心電極63a及び輪帯電極63bと共通電極64aとの間に印加する電圧を変化させると、液晶66の配向が変わるため、液晶レンズ62から射出される光の回折角が変化する。これにより、露光ビームLA, LBの集光位置は電圧の変化とともに変わる。このようにして、液晶レンズ62により、入射した露光ビームLA, LBの基体12に入射する入射角A, Bを調整可能となっている。

【0089】

次に、以上の構成からなる本実施形態の製造装置60を用いて、波長選択素子2を製造する方法について説明する。

まず、第5実施形態と同様に、光選択領域Aに開口部61aが位置するように移動機構15により基体12を移動させ、基体12の露光面12aに、マスク61を接触させる。

10

20

30

40

50

そして、電源Vにより、光源10からレーザ光を射出し露光ビームLAと露光ビームLBとのなす角 θ_1 となるように液晶66の配向状態が調整され、液晶レンズ62から基体12に露光ビームLA, LBが入射される。

次に、第5実施形態と同様に、電源Vにより、露光ビームLAと露光ビームLBとのなす角 $\theta_2, \theta_3, \theta_4, \theta_5$ となるように液晶66の配向を調整し、光選択領域B, C, D, Eを多重露光する。このとき、液晶レンズ62に入射された露光ビームLA, LBは光選択領域A~Eの内側に向かって回折する。これにより、露光ビームLA, LBが隣接する光選択領域A~Eに広がることを防ぐことができる。具体的には、光選択領域Aを多重露光する場合に、光選択領域Bに露光ビームLA, LBが広がることを防止できる。

【0090】

10

本実施形態に係る波長選択素子2の製造装置60及び製造方法では、中心電極63a及び輪帯電極63bと共通電極64aに印加する電圧の制御のみで、光選択領域A~Eに入射する露光ビームLA, LBの入射角を調整することができる。これにより、反射ミラー13を回転させる入射角調整部を設ける必要がないため、露光ビームLA, LBと基体12との位置合わせが簡易となるので、製造に要する工数を抑えることが可能となる。

【0091】

なお、マスク61を基体12の露光面12aに接触させて設けたが、基体12の露光面12aに接触させず、液晶レンズ62を露光ビームLBの光路上に配置させても良い。この構成では、露光ビームLAの基体12に入射する入射角 θ_A を固定し、液晶レンズ62の中心電極63a及び輪帯電極63bと共通電極64aに印加する電圧を制御することで、露光ビームLBの基体12に入射する入射角のみ変更させることが可能となる。

20

また、複数の液晶レンズが配列されたマスクを用いても良い。この構成では、各液晶レンズを構成する中心電極63a及び輪帯電極63bの半径を液晶レンズごとに異ならせる。これにより、いずれの液晶レンズに印加する電圧を同じにしても、射出するレーザ光の回折角を異ならせることが可能となるため、液晶レンズの電圧の制御が容易となる。

さらに、入射角調整部として液晶レンズ62を用いたが空間光変調器であっても良い。

【0092】

[第9実施形態]

次に、本発明に係る第9実施形態について、図18を参照して説明する。

本実施形態では、上記第5実施形態の波長選択素子2及び波長変換素子81を備える光源装置80について説明する。

30

【0093】

本実施形態に係る光源装置80は、図18に示すように、発光部31と、発光部31から射出された光の波長を変換する波長変換素子81と、波長変換素子81により変換した波長を選択して反射させる波長選択素子2とを備えている。

発光部31は、支持部31fに、発光素子31a, 31b, 31c, 31d, 31e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31a~発光素子31e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なく、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1060nm、赤色のレーザ光を射出する赤色レーザ光源装置の場合は1240nmである。ただし、この波長は単なる一例に過ぎない。

40

【0094】

波長変換素子(第2高調波発生素子、SHG: Second Harmonic Generation)81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31から射出され、波長選択素子2に向かう光W3は、波長変換素子81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81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81に入射するレーザ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81の変換効率は40~50%程

50

度である。つまり、発光部 31 から射出されたレーザ光のすべてが、所定波長のレーザ光に変換されるわけではない。

【0095】

波長変換素子 81 としては、板形状のものを用いている。波長変換素子 81 は、複数の発光素子 31a ~ 発光素子 31e 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 31a, 31b, 31c, 31d, 31e 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。

【0096】

また、波長変換素子 81 は、領域 P ~ 領域 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 81 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）は、それぞれ 1, 2, 3, 4, 5 となっている。ピッチ 1 ~ 5 はそれぞれ異なっている。

このような分極周期構造は、例えば、特開平 4 - 19719 号公報に記載されている製造方法を応用して製造することができる。すなわち、まず、非線形強誘電体材料（例えば LiTaO_3 ）からなる基板に、レーザ光の中心軸 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 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 18 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。

このように、波長変換素子 81 は、領域 P ~ 領域 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 ~ 領域 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。

【0097】

波長選択素子 2 は、波長変換素子 81 によって所定波長 $\lambda_1 \sim \lambda_5$ に変換されなかったレーザ光 W1（つまり、波長 $\lambda_{01} \sim \lambda_{05}$ の光）のみを選択して発光部 31 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。波長選択素子 2 は第 5 実施形態の製造装置 1 により製造された波長選択素子 2 を用いる。

【0098】

波長選択素子 2 によって反射された光 W1（図 18 に示す破線）は、再び波長変換素子 81 を通過し、発光素子 31a ~ 31e に戻る。発光素子 31a ~ 31e 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、発光素子 31a ~ 31e 内で反射されて再度発光素子 31a ~ 31e から射出されたりすることで、有効に利用される。

【0099】

一方、波長変換素子 81 によって波長選択素子 2 を通過する波長 $\lambda_1 \sim \lambda_5$ に変換された光 W2（図 18 に示す二点鎖線）は、波長選択素子 2 を透過する。

以上説明したように、発光部 31 から射出された光 W3 は、発光部 31 と波長選択素子 2 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 W2（図 18 に示す二点鎖線）が、波長選択素子 2 から射出されるようになっている。つまり、波長選択素子 2 は、第 5 実施形態の波長選択素子 2 とは若干作用が異なるものの、発光素子 31a ~ 31e の共振器ミラーとしての機能を有している。

【0100】

本実施形態に係る光源装置 80 では、領域 P ~ T におけるドメインのピッチを変えるこ

10

20

30

40

50

とにより、異なる波長 1 ~ 5 への変換を可能とした波長変換素子 8 1 と、選択波長が異なる複数の光選択領域 A ~ E を備えた波長選択素子 2 との組み合わせにより、波長選択素子 2 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、波長選択素子 2 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、スペックルノイズを抑えた光源装置 8 0 を得ることが可能となる。

【0101】

なお、本実施形態では、複数の発光素子 3 1 a ~ 発光素子 3 1 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 0 1 , 0 2 , 0 3 , 0 4 , 0 5 を用い、光選択領域 A ~ E において、発光素子 3 1 a ~ 発光素子 3 1 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、波長選択素子 2 を製造すれば良い。このように、発光素子 3 1 a ~ 発光素子 3 1 e それぞれのピーク波長と、波長選択素子 2 の光選択領域 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。

【0102】

[第10実施形態]

次に、本発明に係る第10実施形態について、図19を参照して説明する。

本実施形態に係る光源装置 9 0 では、ペルチェ素子 9 2 を備える点において、第9実施形態と相違している。それ以外の点は、第9実施形態と同様である。なお、本実施形態の説明において、上述した第9実施形態に係る光源装置 8 0 と構成を共通とする箇所には、同一符号を付けて、その説明を省略する

【0103】

第9実施形態の波長変換素子 8 1 では、分極周期構造のドメインのピッチ 1 ~ 5 がそれぞれ異なっており、この順番に徐々に小さな値となっていたが、本実施形態の波長変換素子 9 1 では、後に説明するペルチェ素子 9 2 による作用を受けていない時、ピッチ 1 ~ 5 はほぼ同一となっている。このように、ドメインのピッチ 1 ~ 5 がそれぞれ等しい波長変換素子 9 1 も、第9実施形態で説明したような方法に従って製造することが可能である。第9実施形態で説明した製造工程において、パルス状の電圧を印加するために使用する電極パターンの幅及び間隔を、領域 P , Q , R , S , T において、すべて同じにすれば良い。

【0104】

ペルチェ素子(温度変化手段) 9 2 は、波長変換素子 9 1 の発光部 3 1 から射出された光が入射する入射端面 9 1 c に垂直な一端(領域 P 側の端面) 9 1 d に接着されている。ペルチェ素子 9 2 は、波長変換素子 9 1 に適度の温度勾配を付与するために使用される。温度勾配は、波長変換素子 9 1 の各領域 P ~ T において、発光素子 3 1 a ~ 3 1 e から射出された光 W 3 が所望の波長 1 ~ 5 に変換されるように、制御されなければならない。ペルチェ素子 9 2 は、このような適切な温度勾配が得られるように制御され、波長変換素子 9 1 を加熱したり、冷却したりする。

【0105】

ペルチェ素子 9 2 の制御は、波長変換素子 9 1 の入射端面 9 1 c の領域 P ~ T ごとに設けられた、温度センサ 9 3 a , 9 3 b , 9 3 c , 9 3 d , 9 3 e を用いて行われる。すなわち、温度センサ 9 3 a ~ 温度センサ 9 3 e により測定された温度に応じて、ペルチェ素子 9 2 に流す電流が制御される。なお、これらの温度センサ 9 3 a ~ 9 3 e は、波長変換素子 9 1 に入射する光 W 3 や、波長変換素子 9 1 から戻ってくる光 W 1 の経路を避けた位置に設けられており、これらの光に対して影響を及ぼすことがない構成となっている。

【0106】

ここで、ペルチェ素子 9 2 によって付与される温度勾配は、波長変換素子 9 1 のペルチェ素子 9 2 が設けられている端面 9 1 d 側(領域 P 側)から反対の端面 9 1 a 側(光選択領域 A 側)に向かうに従って、徐々に低温となるように制御されている。つまり、波長変

10

20

30

40

50

換素子 91 には、入射するレーザ光の中心軸 O に対して垂直な方向に、高温から低温へと徐々に変化する温度勾配が付与されている。この温度勾配に従って、波長変換素子 91 の屈折率が変化するとともに、熱膨張によるドメインピッチの変化が生じる。このような屈折率の変化やドメインピッチの変化の影響を受けて、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 $\lambda_1 \sim \lambda_5$ の成分に変換作用を受け、それぞれ若干異なる波長 $\lambda_1 \sim \lambda_5$ に変換される。

【0107】

本実施形態に係る光源装置 90 においても、第 9 実施形態の光源装置と同様の効果を得ることができる。また、本実施形態に係る光源装置 90 では、ドメインのピッチ $\lambda_1 \sim \lambda_5$ がそれぞれ等しい波長変換素子 91 を用いて、ペルチェ素子 92 で温度勾配を付与することにより、波長変換素子 91 の内部構造を変化させている。よって、ピッチ $\lambda_1 \sim \lambda_5$ をそれほど厳密に制御する必要がなくなるため、波長変換素子 91 の製造コスト、ひいては光源装置 90 の製造コストを低減することが可能となる。

【0108】

[第11実施形態]

次に、本発明に係る第 11 実施形態について、図 20 を参照して説明する。

本実施形態に係る光源装置 100 では、ペルチェ素子 92 に代えて、波長変換素子 101 の領域 P ~ T を含む表面 101a 上に、電極（電圧印加手段）102a ~ 102d が設けられている点において、第 9 実施形態と相違している。それ以外の点は、第 9 実施形態と同様である。

【0109】

本実施形態の波長変換素子 101 では、の表面 101a 上の領域 P ~ T にわたって、シート状の電極 102a, 102b, 102c, 102d が設けられている。これらの電極 102a ~ 102d の端面 103 側と、反対の端面 104 側との間には電源 V が接続されている。また、電極 102a ~ 102d は、面内において抵抗が大きくなるように、例えば抵抗の大きい材料として、例えば ITO (Indium Tin Oxide: インジウムスズ酸化物) により形成されている。これにより、電極 102a ~ 102d に電圧を印加することにより、端面 103 側から端面 104 側に向かって電圧勾配が起こる。そして、電極 102a ~ 102d には、端面 103 側に高い電圧が印加され、端面 104 側に向かって低い電圧が印加されるため、波長変換素子 101 には屈折率勾配が生じる。この屈折率勾配は、波長変換素子 101 の各領域 P ~ T において、発光素子 31a ~ 31e から射出された光 W3 が所望の波長 $\lambda_1 \sim \lambda_5$ に変換されるように、制御されなければならない。電源 V は、このような適切な屈折率勾配が得られるように制御され、電極 102a ~ 102d に印加する電圧を変える。

【0110】

本実施形態に係る光源装置 100 においても、第 9 実施形態の光源装置と同様の効果を得ることができる。また、本実施形態に係る光源装置 100 では、電源 V により電極 102a ~ 102d に電圧を印加することにより、波長変換素子 101 の内部構造を変化させることができる。したがって、より簡易な構成で、複数の発光素子 31a ~ 31e から射出される光の利用効率を向上させつつ、スเปックルノイズを抑えた光源装置を得ることが可能となる。

【0111】

[第12実施形態]

次に、本発明に係る第 12 実施形態について、図 21 を参照して説明する。

本実施形態では、上記第 5 実施形態の光源装置 30 及び上記第 9 実施形態の光源装置 80 を備える画像表示装置 200 について説明する。なお、図 21 中においては、簡略化のため画像表示装置 200 を構成する筐体は省略している。

【0112】

画像表示装置 200 において、赤色光を射出する赤色レーザ光源としては、上記第 5 実施形態の光源装置 30 を用い、緑色光、青色光を射出する緑色レーザ光源、青色レーザ光

10

20

30

40

50

源としては、上記第9実施形態の光源装置80G, 80Bを用いる。

また、画像表示装置200は、レーザ光源31R, 31G, 31Bから射出されたレーザ光をそれぞれ変調する液晶ライトバルブ(光変調装置)204R, 204G, 204Bと、液晶ライトバルブ204R, 204G, 204Bから射出された光を合成して投写レンズ207に導くクロスダイクロイックプリズム(色光合成手段)206と、液晶ライトバルブ204R, 204G, 204Bによって形成された像を拡大してスクリーン210に投射する投射レンズ(投射装置)207とを備えている。

【0113】

さらに、画像表示装置200は、レーザ光源31R, 31G, 31Bから射出されたレーザ光の照度分布を均一化させるため、各レーザ光源31R, 31G, 31Bよりも光路下流側に、均一化光学系202R, 202G, 202B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204R, 204G, 204Bを照明している。例えば、均一化光学系202R, 202G, 202Bは、例えば、ホログラム202a及びフィールドレンズ202bによって構成される。

【0114】

各液晶ライトバルブ204R, 204G, 204B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206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207によりスクリーン210上に投写され、拡大された画像が表示される。

【0115】

上述した本実施形態の画像表示装置200は、赤色レーザ光源31R, 緑色レーザ光源31G, 青色レーザ光源31B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ので、投射レンズ207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210に良好な画像を表示することができる。

【0116】

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31G, 31Bについては、第9実施形態の光源装置80を用いたものを説明したが、他の実施形態の光源装置を用いることも可能である。このとき、光源装置30, 80G, 80B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。

【0117】

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5～第11実施形態の光源装置30～100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22に示す。図22に示した画像表示装置300は、第5実施形態の光源装置30と、光源装置30から射出された光をスクリーン310に向かって走査するMEMSミラー(走査手段)302と、光源装置30から射出された光をMEMSミラー302に集光させる集光レンズ303とを備えている。第5実施形態の波長選択素子2を備えた光源装置30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310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31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。

【0118】

[第13実施形態]

次に、第5実施形態に係る光源装置30を応用したモニタ装置400の構成例について

説明する。図 23 は、モニタ装置の概略を示す模式図である。モニタ装置 400 は、装置本体 410 と、光伝送部 420 とを備える。装置本体 410 は、前述した第 5 実施形態の波長選択素子 2 を有する光源装置 30 を備える。

【0119】

光伝送部 420 は、光を送る側と受ける側の 2 本のライトガイド 421, 422 を備える。各ライトガイド 421, 422 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 421 の入射側には光源装置 30 が配設され、その出射側には拡散板 423 が配設されている。光源装置 30 から出射したレーザ光は、ライトガイド 421 を伝って光伝送部 420 の先端に設けられた拡散板 423 に送られ、拡散板 423 により拡散されて被写体を照射する。

10

【0120】

光伝送部 420 の先端には、結像レンズ 424 も設けられており、被写体からの反射光を結像レンズ 424 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 422 を伝って、装置本体 410 内に設けられた撮像手段としてのカメラ 411 に送られる。この結果、光源装置 30 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 411 で撮像することができる。

【0121】

以上のように構成されたモニタ装置 400 によれば、射出される光のスペckルノイズを抑えた光源装置 30 により被写体を照射することができることから、カメラ 411 により得られる撮像画像の鮮明さを高めることができる。

20

なお、本実施形態では、第 5 実施形態と同様の構造を備えた光源装置 30 を用いたが、これに代えて、第 9 実施形態の光源装置 80、第 10 実施形態の光源装置 90、あるいは、第 11 実施形態の光源 100 を用いるようにしても良い。

【0122】

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、波長選択素子の各光選択領域の選択波長をすべて異なる波長としたが、複数の光選択領域のうち少なくとも一つの光選択領域の選択波長が、残りの光選択領域の選択波長と異なるように、露光ビームを調整すれば良い。

また、発光素子 1 つに光選択領域 1 つを対応させたが、複数の発光素子に 1 つの光選択領域を対応させても良い。

30

また、複数の光選択領域の幅をすべて同じにしたが、これに限るものではなく、発光素子の間隔等により適宜変更が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0123】

【図 1】本発明の第 1 実施形態に係る波長選択素子を示す平面図である。

【図 2】図 1 の波長選択素子と発光部との位置合わせを示す図である。

【図 3】本発明の第 1 実施形態に係る波長選択素子の變形例を示す平面図である。

【図 4】本発明の第 1 実施形態に係る波長選択素子の變形例を示す平面図である。

【図 5】本発明の第 2 実施形態に係る波長選択素子を示す平面図である。

40

【図 6】本発明の第 3 実施形態に係る波長選択素子を示す平面図である。

【図 7】本発明の第 4 実施形態に係る波長選択素子を示す平面図である。

【図 8】本発明の第 5 実施形態に係る波長選択素子の製造装置を示す概略構成図である。

【図 9】本発明の第 5 実施形態に係る波長選択素子に照射する発光部を示す平面図である。

【図 10】本発明の第 5 実施形態に係る波長選択素子の製造装置に用いられるマスクを示す斜視図である。

【図 11】本発明の第 5 実施形態に係る波長選択素子の製造装置による露光工程を示す概略構成図である。

【図 12】本発明の第 5 実施形態に係る波長選択素子の製造装置により製造された波長選

50

択素子を備える光源装置を示す平面図である。

【図 1 3】本発明の第 6 実施形態に係る波長選択素子の製造装置を示す概略構成図である。

【図 1 4】本発明の第 6 実施形態に係る波長選択素子の製造装置の変形例を示す平面図である。

【図 1 5】本発明の第 6 実施形態に係る波長選択素子の製造装置の変形例を示す平面図である。

【図 1 6】本発明の第 7 実施形態に係る波長選択素子の製造装置を示す概略構成図である。

【図 1 7】本発明の第 8 実施形態に係る波長選択素子の製造装置を示す概略構成図である。 10

【図 1 8】本発明の第 9 実施形態に係る波長選択素子の製造装置により製造された波長選択素子を備える光源装置を示す平面図である。

【図 1 9】本発明の第 10 実施形態に係る波長選択素子の製造装置により製造された波長選択素子を備える光源装置を示す平面図である。

【図 2 0】本発明の第 11 実施形態に係る波長選択素子の製造装置により製造された波長選択素子を備える光源装置を示す平面図である。

【図 2 1】本発明の第 12 実施形態に係る画像表示装置を示す平面図である。

【図 2 2】本発明の画像表示装置の変形例を示す平面図である。

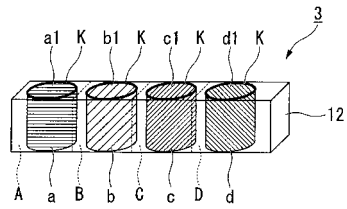
【図 2 3】本発明の第 13 実施形態に係るモニタ装置を示す平面図である。 20

【符号の説明】

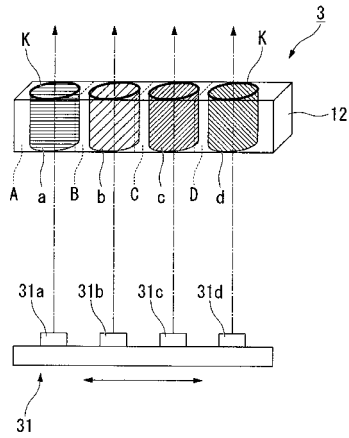
【 0 1 2 4 】

A, B, C, D, E ... 光選択領域、K ... 境界部 (境界部分)、L A ... 露光ビーム、L B ... 露光ビーム、a, b, c, d, e ... 干渉領域、1, 40, 50, 60 ... 製造装置、2, 3, 4, 5, 6 ... 波長選択素子、10 ... 光源、20 ... 入射角調整部、21, 41, 45, 47, 51, 61 ... マスク、21a, 41a, 51a, 61a ... 開口部、30 ... 光源装置、42 ... 集光レンズ、52 ... 回折レンズ (回折素子)、61 ... 液晶レンズ (液晶素子)、80, 90, 100 ... 光源装置、81, 91, 101 ... 波長変換素子、200, 300 ... 画像表示装置、400 ... モニタ装置

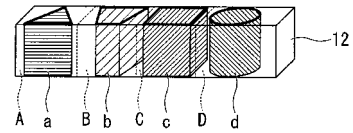
【図 1】



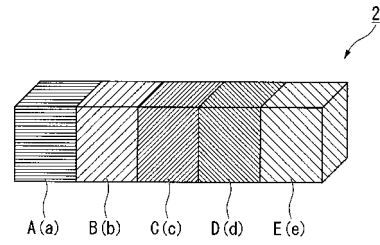
【図 2】



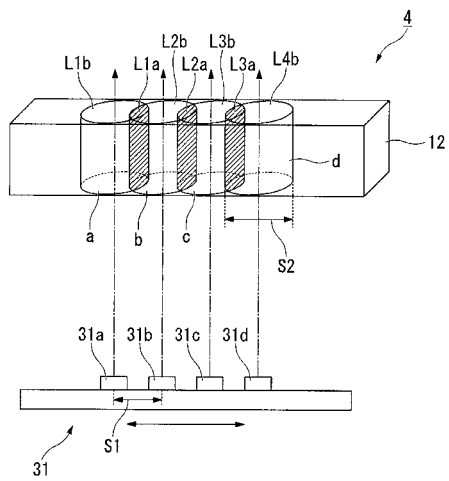
【図 3】



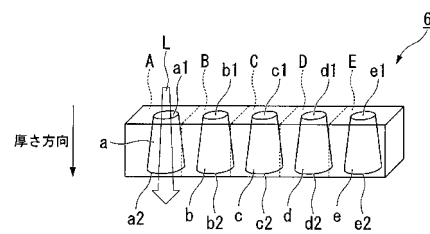
【図 4】



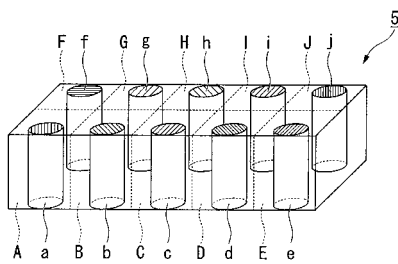
【図 5】



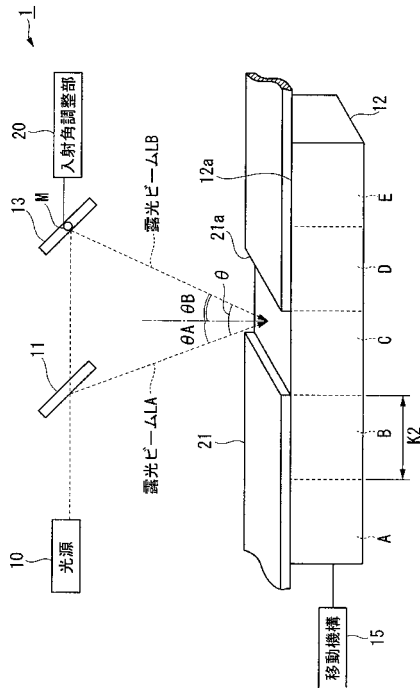
【図 7】



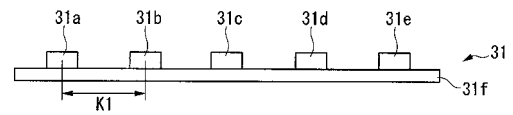
【図 6】



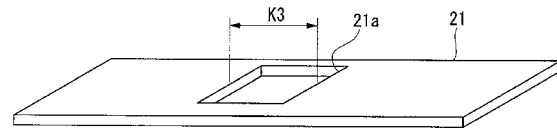
【圖 8】



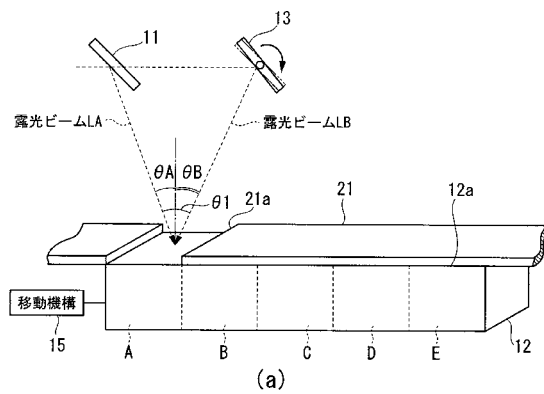
【 図 9 】



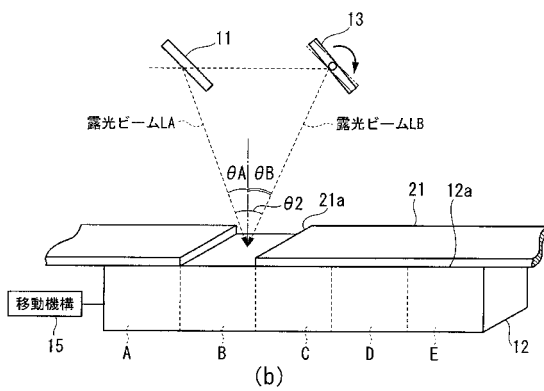
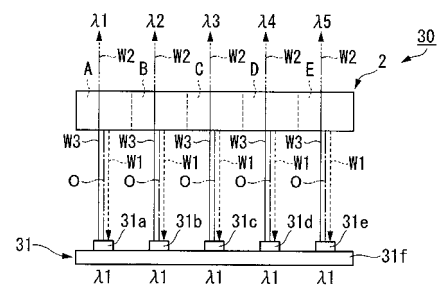
【 図 1 0 】



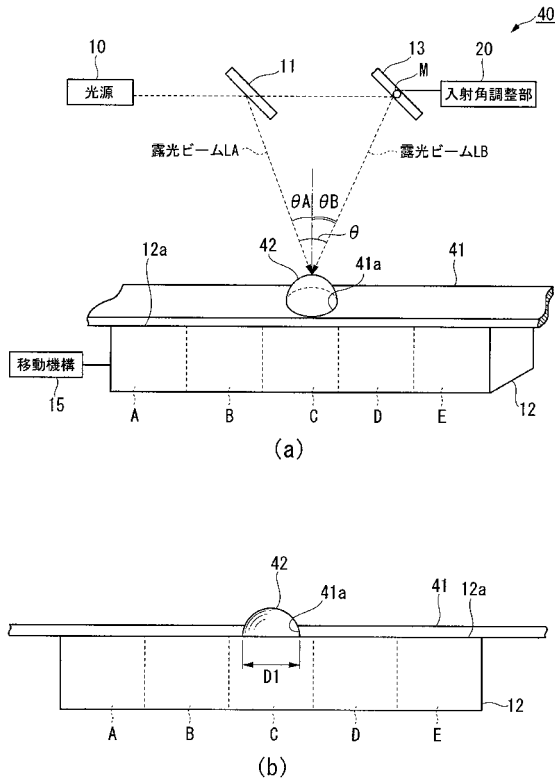
【 図 1 1 】



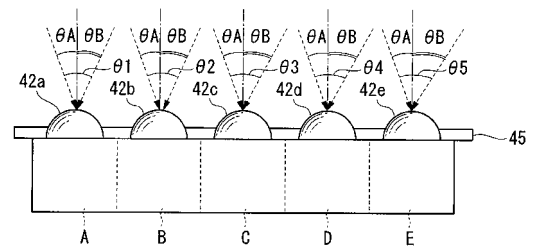
【 図 1 2 】



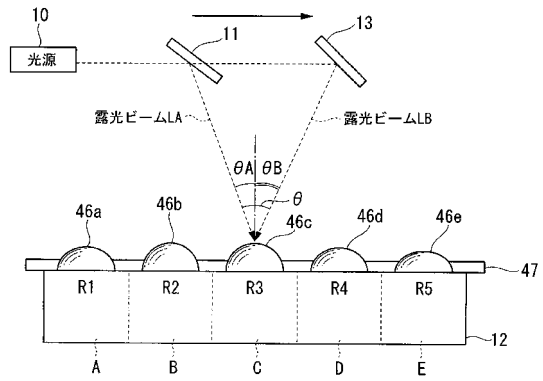
【図 13】



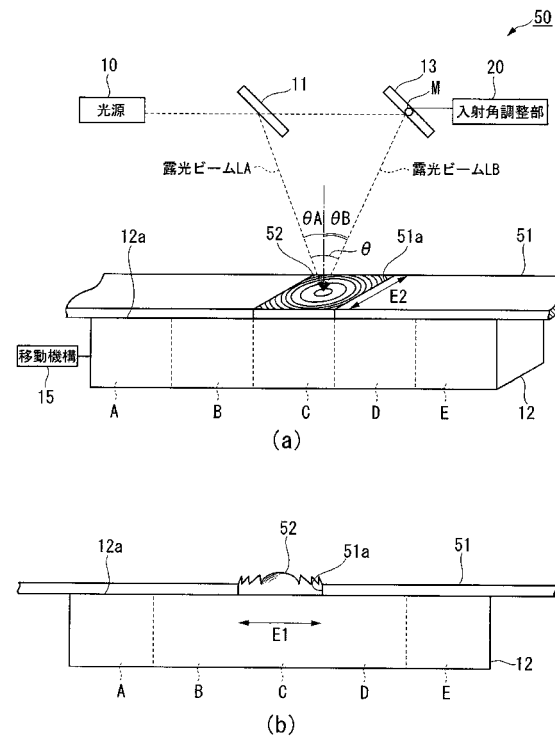
【図 14】



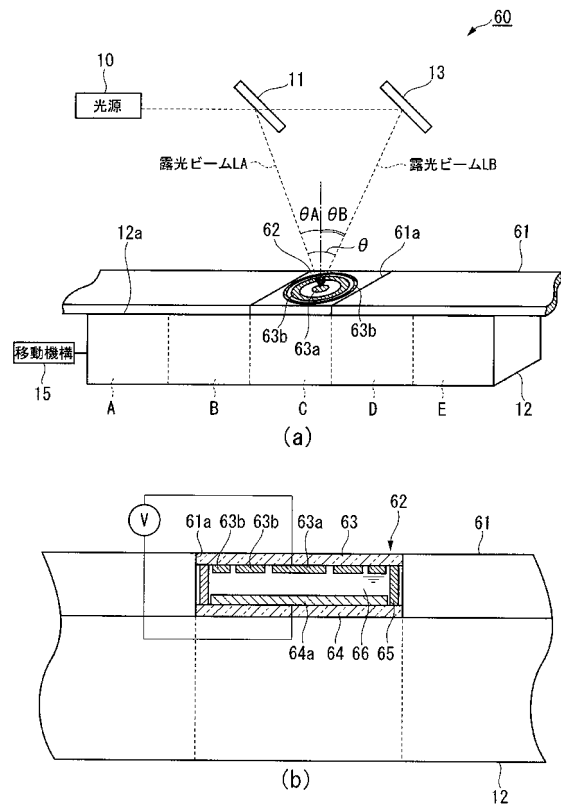
【図 15】



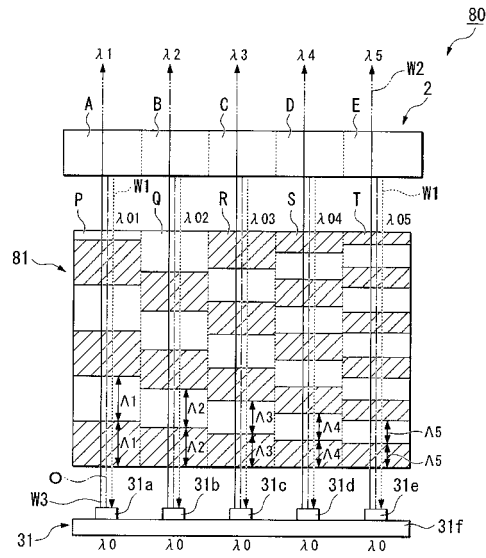
【図 16】



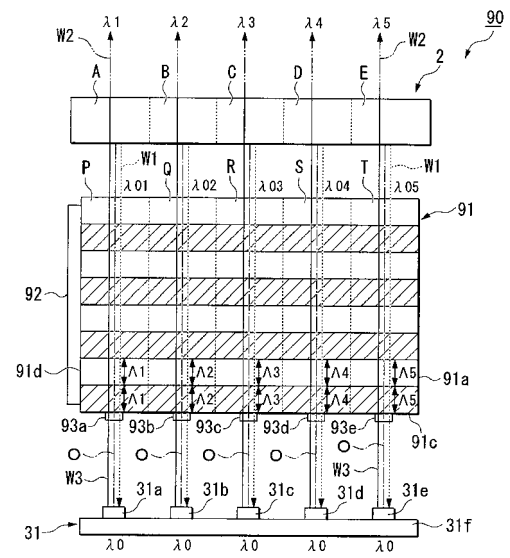
【図 17】



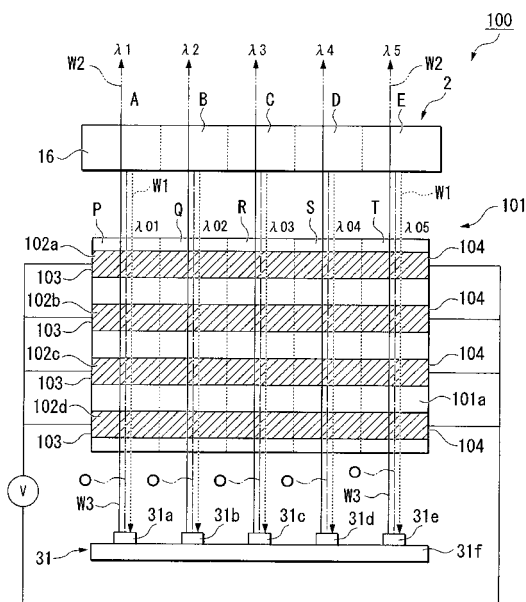
【図 18】



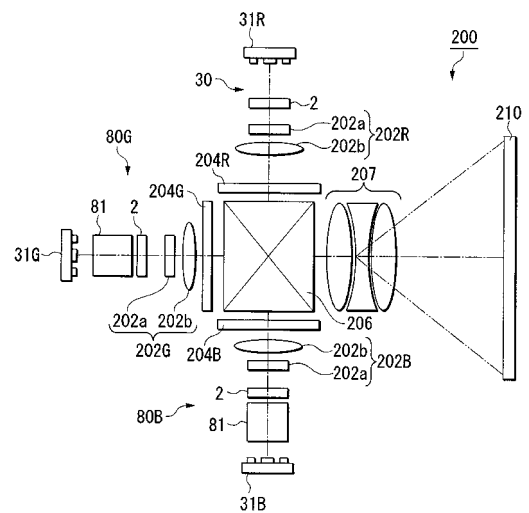
【図 19】



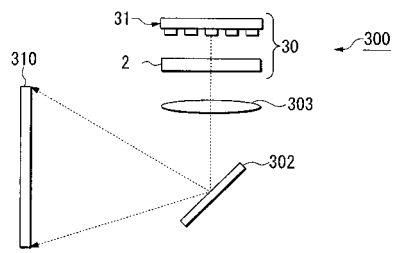
【図 20】



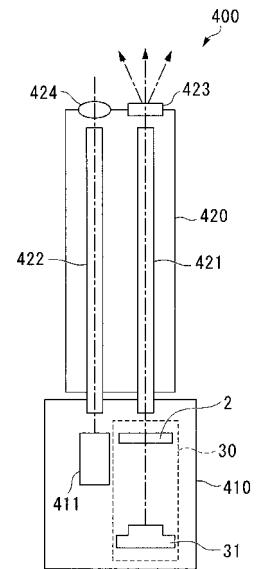
【図 21】



【図 22】



【図 23】



フロントページの続き

審査官 堀井 康司

(56)参考文献 特開2000-174397(JP,A)
特開平05-072959(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 5/32
G02B 5/18
G02F 1/13