

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 7 月 14 日(14.07.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/111332 A1

- (51) 国際特許分類:
H01S 5/022 (2006.01) *H01S 5/187* (2006.01)
G02F 1/13 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/050370
- (22) 国際出願日: 2016 年 1 月 7 日(07.01.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-003557 2015 年 1 月 9 日(09.01.2015) JP
- (71) 出願人: 浜松ホトニクス株式会社(HAMAMATSU PHOTONICS K.K.) [JP/JP]; 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 Shizuoka (JP).
- (72) 発明者: 瀧口 優(TAKIGUCHI Yuu); 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP). 廣瀬 和義(HIROSE Kazuyoshi); 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式

会社内 Shizuoka (JP). 野本 佳朗(NOMOTO Yoshiro); 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP). 杉山 貴浩(SUGIYAMA Takahiro); 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP). 黒坂 剛孝(KUROSAKA Yoshitaka); 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP).

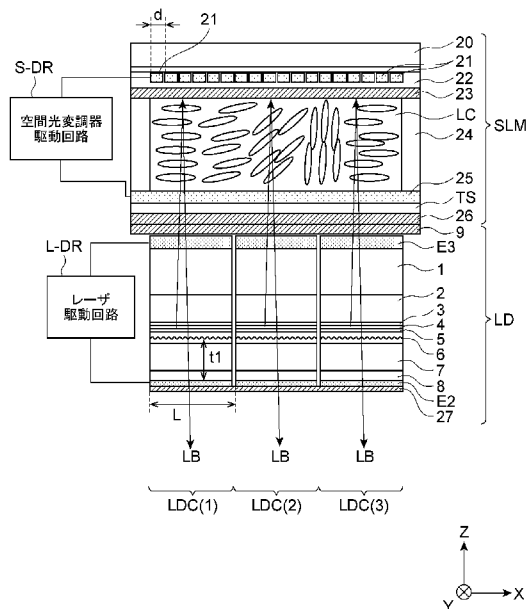
(74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外(HASEGAWA Yoshiki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目 1 番 1 号丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 9 階 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,

[続葉有]

(54) Title: SEMICONDUCTOR LASER DEVICE

(54) 発明の名称: 半導体レーザ装置



(57) Abstract: This semiconductor laser device is provided with: a plurality of semiconductor laser units LDC that can be independently driven; and a spatial light modulator SLM optically coupled to a group of the semiconductor laser units LDC. Each of the semiconductor laser units is provided with a pair of cladding layers sandwiching an active layer 4, and a diffractive grating layer 6 optically coupled to the active layer 4. The semiconductor laser device is also provided with: a 1/4 wavelength plate 26 disposed between a reflection film 23 and a group of the active layers 4 of the semiconductor laser units LDC; and a polarizing plate 27 disposed between a light outputting surface and the group of the active layers 4 of the semiconductor laser units LDC.

(57) 要約: この半導体レーザ装置は、独立駆動可能な複数の半導体レーザ部 LDC と、複数の半導体レーザ部 LDC のグループに光学的に結合した空間光変調器 SLM とを備えた半導体レーザ装置である。個々の半導体レーザ部は、活性層 4 を挟む一対のクラッド層と、活性層 4 に光学的に結合した回折格子層 6 とを備えている。複数の半導体レーザ部 LDC の活性層 4 のグループと反射膜 23 との間に配置された 1/4 波長板 26 と、複数の半導体レーザ部 LDC の活性層 4 のグループと光出射面との間に配置された偏光板 27 とを備える。

S-DR Spatial light modulator drive circuit
L-DR Laser drive circuit

WO 2016/111332 A1



IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

ロシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：半導体レーザ装置

技術分野

[0001] 本発明は、空間光変調光源として機能する半導体レーザ装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、立体ディスプレイとして、インテグラルフォトグラフィ方式のものが知られている（非特許文献1、非特許文献2参照）。このような立体ディスプレイでは、レンチキュラレンズの背面側に、複数の画素が配列するよう、液晶表示パネルを配置している。同一のレンチキュラレンズに属する各々の液晶表示パネルからの光は、それぞれ別々の角度に向かって進行する。したがって、各々の液晶表示パネルに適切な画像を与えることで、角度毎に所望の画像を与えることが可能となり、インテグラルフォトグラフィ方式での立体表示が可能となる。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献1：Lippmann、「Integral photography」、Scientific American、1911年、8月号、p.164

非特許文献2：Ernst Lueder「3D Displays」、John Wiley & Sons、2012年、p.185-214

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、レンチキュラレンズに液晶パネルを組み合わせた半導体レーザ装置の場合、多くの視点数に応じて、多くの液晶表示パネルを設ける必要がある。したがって、全体システムが大きくなるため、立体像形成に必要な複数の光線を、十分に瞳孔内に導入することが困難となり、自然な立体像が得られないという問題がある。

[0005] 本発明は、このような課題に鑑みてなされたものであり、自然な立体像の

形成にも適用可能な半導体レーザ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

[0006] 上述の課題を解決するため、第1の半導体レーザ装置は、独立駆動可能な複数の半導体レーザ部と、複数の前記半導体レーザ部のグループに光学的に結合した空間光変調器と、を備えた半導体レーザ装置であって、(1)個々の前記半導体レーザ部は、活性層と、前記活性層を挟む一对のクラッド層と、前記活性層に光学的に結合した回折格子層と、を備え、複数の前記半導体レーザ部は、それぞれの厚み方向に沿ってレーザ光を出力し、(2)前記空間光変調器は、液晶層と、前記液晶層の前記半導体レーザ部とは反対側に設けられた反射膜と、二次元状に配置された複数の画素電極と、前記画素電極と共に前記液晶層を挟む共通電極とを備え、(3)それぞれの前記半導体レーザ部から出射されたレーザ光は、前記空間光変調器内に入射し、それぞれの前記画素電極による前記液晶層の状態に応じて変調され、前記空間光変調器の前記反射膜で反射され、変調されたレーザ光は、それぞれの前記半導体レーザ部を再度介して、それぞれの前記半導体レーザ部の光出射面から外部に出力され、(4)前記半導体レーザ装置は、複数の前記半導体レーザ部の前記活性層のグループと前記反射膜との間に配置された1/4波長板と、複数の前記半導体レーザ部の前記活性層のグループと前記光出射面との間に配置された偏光板とを備えることを特徴とする。

[0007] この半導体レーザ装置によれば、面発光レーザ素子である半導体レーザ部から出力されたレーザ光は、厚み方向に沿って出射し、空間光変調器の反射膜で反射され、液晶層で位相が変調されて、偏光板を介して、外部に出力される。したがって、液晶層による変調の強度に応じて、偏光板から画素毎に位相変調された出力されるレーザ光の方向が異なる。半導体レーザ部から空間光変調器を介さずに外部に出射しようとするレーザ光は、偏光板によって抑制することができる。すなわち、空間光変調器に入射して反射することで、1/4波長板を2回通過したレーザ光は、位相が反転して、偏光方位が90度回転するため、このレーザ光が偏光板を透過する。

[0008] すなわち、活性層におけるレーザ光の偏光方位を第1方向（A）とすると、偏光板が透過させる偏光方位（B）は第1方向（A）に直交しており、レーザ光は直接的には波長板を通過できない。一方、 $1/4$ 波長板を2回通過したレーザ光は、液晶層が無い場合には、第1方向（A）に直交する偏光方位（B）を有し、偏光板を透過することができる。画素電極と共通電極との間にバイアス電圧を与えて、液晶層により位相を調整された偏光成分のみが、偏光板を透過する。

[0009] なお、個々の前記画素電極の幅は、個々の半導体レーザ部の幅の $1/2$ 以下であることが好適である。画素電極の幅は、各半導体レーザ部よりも小さく、2個以上の画素電極が、単一の半導体レーザ部に対応して配置される。これにより、各半導体レーザ部で発生した光は空間光変調器を往復した後に空間光変調器の画素毎に2次元的に位相変調を受けるので、結果として半導体レーザ部毎にビームパターンを制御することが出来る。従って、出力ビームパターンとして方向制御された単峰ビームを与えるよう空間光変調器駆動回路に信号を与えることで半導体レーザ部毎に任意方向の単峰ビームを出力することが可能となり、このときの半導体レーザ部の配列周期 L を目の瞳孔径の半分以下に設定することでインテグラル方式による自然な立体像を形成することができる。このとき空間光変調器の画素ピッチ d と波長 λ を用いて各半導体レーザ部からの任意方向単峰ビームの最大回折角 ϕ は $\phi \div \lambda / d$ と表わすことができるので所望の ϕ を得るために適切に小さな d を設定する必要がある。

[0010] なお、上記の例では各半導体レーザ部毎に任意方向の単峰ビームを出力することとしたが、画素ピッチ d が適切な数あれば半導体レーザ部毎に任意のビームパターンを得ることが可能であり、各半導体レーザ部毎に複数の任意方向ビームを得ることも可能となる。この場合、同時並列的に多方向へのビームが得られるので、自然な立体像表示形成時における視点数を増やすことが出来る。或いは、視点数を同一として、フレームレートを高速化することが可能となる。

[0011] 第2の半導体レーザ装置においては、複数の前記半導体レーザ部は、第1波長のレーザ光を出力する第1半導体レーザ部と、第2波長のレーザ光を出力する第2半導体レーザ部と、第3波長のレーザ光を出力する第3半導体レーザ部と、を備え、前記第1、第2、及び第3波長は、互いに異なっていることを特徴とする。

[0012] この半導体レーザ装置によれば、3種類以上の波長のレーザ光を用いることで、様々なカラーの立体像を形成することができる。

[0013] 第3の半導体レーザ装置においては、複数の前記半導体レーザ部は、第4波長のレーザ光を出力する第4半導体レーザ部と、第5波長のレーザ光を出力する第5半導体レーザ部と、第6波長のレーザ光を出力する第6半導体レーザ部と、を備え、前記第1、第2、第3、第4、第5及び第6波長は、互いに異なっていることを特徴とする。

[0014] この半導体レーザ装置によれば、6種類以上の波長のレーザ光を用いることで、更に多様なカラーの立体像を形成することができる。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、自然な立体像の形成にも適用可能な半導体レーザ装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]図1は、第1実施形態に係る半導体レーザ装置の縦断面構成を示す図である。

[図2]図2は、第2実施形態に係る半導体レーザ装置の縦断面構成を示す図である。

[図3]図3は、第3実施形態に係る半導体レーザ装置の縦断面構成を示す図である。

[図4]図4は、半導体レーザ装置の斜視図（図4-（A））と、単位要素としての半導体レーザ部の平面図（図4-（B））を示す図である。

[図5]図5は、回折格子層の平面図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、実施の形態に係る半導体レーザ装置について説明する。同一要素には、同一符号を用いることとし、重複する説明は省略する。

[0018] 図1は、第1実施形態に係る半導体レーザ装置の縦断面構成を示す図である。

[0019] この半導体レーザ装置は、化合物半導体からなる複数の半導体レーザチップLD C (N) (Nは自然数：図1はN = 1, 2, 3の場合を示す) 及びこの半導体レーザチップLD C (N) のグループに光学的に結合した空間光変調器SLMを備えている。同図では、半導体レーザチップLD C (N) は、完全に分離したチップ示しているが、これらは共通の基板上に形成し、各チップ間にアイソレーション構造を設けることとしてもよい。完全分離の場合も、アイソレーション分離の場合も、それぞれの半導体レーザチップLD C (N) は、半導体レーザ部として機能する。

[0020] 半導体レーザチップLD C は、活性層4を含む発光層と、発光層を挟む一対のクラッド層2, 7と、発光層に光学的に結合した回折格子層6とを備えている。なお、発光層は、活性層4と必要に応じて活性層を挟む光ガイド層3, 5とからなる。それぞれの半導体レーザチップLD C は、半導体基板1を備えている。半導体基板1の厚み方向をZ軸とし、これに垂直な2方向をX軸及びY軸とする。

[0021] 製造時においては、半導体基板1の-Z軸方向の表面上に、順次、各半導体層がエピタキシャル成長されるものとする。この場合、-Z軸方向を上向きとした場合、半導体基板1上には、下部クラッド層2、発光層（光ガイド層3、活性層4、光ガイド層5）、回折格子層6、上部クラッド層7、及びコンタクト層8が順次形成される。半導体基板1の+Z軸側の表面上には駆動電極E3が形成されており、コンタクト層8の-Z軸側の表面上には、電極E2が形成されている。これらの電極E3, E2は駆動電極であり、駆動電極は、半導体基板の全面に広がるストライプ或いはメッシュ状などの複数の開口を有する又は透明電極からなる。

[0022] それぞれの半導体レーザチップLD Cの駆動電極E3と第2電極E2との

間に、レーザ駆動回路L-D Rから電流を供給すると、それぞれの発光層が独立して発光する。すなわち、駆動電極E 3と第2電極E 2との間に駆動電流が供給された場合、活性層4内において電子と正孔の再結合が生じ、活性層4が発光する。これらの発光に寄与するキャリア及び発生した光は、上下の光ガイド層3, 5とクラッド層2, 7によって、これらの間に効率的に閉じ込められる。

[0023] 発光層において発生したレーザ光L Bは、回折格子層6内を伝播して、回折格子層6は、レーザ光を厚み方向に垂直な方向、すなわちZ軸方向に出射する。回折格子層6から出射されたレーザ光は、+Z軸方向に進行し、クラッド層2、半導体基板1を介して、空間光変調器S L Mに入射する。

[0024] 空間光変調器S L Mは、回折格子層6の厚み方向に沿って出力されたレーザ光L Bが入力されるように、半導体レーザチップL D Cのグループに取り付けられている。レーザ光は、空間光変調器S L Mの共通電極2 5及び画素電極2 1のうちの透明な方を介して、液晶層L Cに入射する。これらの電極位置は入れ替えることができ、画素電極2 1を透明にすることもできる。空間光変調器S L Mは、レーザ光L Bの微小領域毎の位相を、その画素電極と共通電極との間に印加される駆動電圧により変調し、位相変調したレーザ光を反射させ、半導体レーザチップを介して、外部に出力する。

[0025] 空間光変調器S L Mから出力されたレーザ光L Bは、微小領域毎の位相が調整された状態で重ね合わせられ、様々なレーザビームパターンを形成する。例えば、重ね合されたレーザビームL Bの遠視野像が、特定の文字を構成することができる。

[0026] この半導体レーザ装置では、空間光変調器S L Mにより、ビーム方向を変化させることができ、偏向した複数のレーザ光のビームが、目の瞳孔内に入射する。目の瞳孔内に複数のレーザビームを入射させるため、半導体レーザチップL D CのX軸方向の幅L（配列周期）は、2.5 mm以下に設定する。また、現実的なビームの振れ角を得るために、空間光変調器S L Mの画素電極2 1のX軸方向の幅d（ピッチ）は、60 μ m以下に設定する。

[0027] 半導体レーザ装置は、半導体レーザチップＬＤＣ上に配置され、所望のアドレスに位置する画素電極と共通電極との間に、選択的に駆動電圧を与える空間光変調器駆動回路Ｓ－ＤＲ（行選択回路，列選択回路を含む）を更に備えている。これらの選択回路を半導体レーザチップ上に設けることにより、大規模な外部配線群を設置することなく、空間光変調器を制御することができる。

[0028] 空間光変調器ＳＬＭは、透明な共通電極２５と、透明な複数の画素電極２１と、共通電極２５と画素電極２１との間に配置された液晶層ＬＣとを備える。共通電極２５は透明基板ＴＳ上に形成されている。液晶層ＬＣは、ネマチック液晶、又は、強誘電性液晶などからなる。駆動回路からは、半導体レーザ素子を構成する半導体レーザチップに、駆動電極を介して、駆動電流が供給される。これにより、発光層からレーザ光ＬＢが出力され、レーザ光ＬＢは、空間光変調器の画素電極２１を介して液晶層ＬＣに至り、液晶層ＬＣで位相変調された後、反射鏡或いは反射膜２３によって反射され、共通電極２５を介して、外部に出力される。共通電極２５は、固定電位（グランド）に接続されており、画素電極２１はスイッチ素子及び行ラインを介して行選択回路に接続されている。列選択回路からは列ラインが延びており、スイッチ素子の制御端子に接続されている。このスイッチ素子は、電界効果トランジスタである。この場合、制御端子はトランジスタのゲートとなる。

[0029] 空間光変調器において、特定のアドレス（ x ， y ）を指定した場合、列選択回路から座標 x の列ラインにＯＮ信号が出力され、行選択回路から座標 y の行ラインに所望の電位が与えられる。この場合、アドレス（ x ， y ）の画素電極２１と共通電極２５との間には、駆動電圧が印加され、液晶層の屈折率が変化することとなり、光路長が変化して、レーザ光の位相が調整される。なお、空間光変調器において、行方向と列方向は主観によって決まるものであり、相互に置換可能な方向である。駆動電圧の大きさは行選択回路からの出力電位と列選択回路の出力電位によって決定されるものであり、一定とすることができるが、更に精密な位相制御を行う場合には、例えば、上記ス

イッチ素子毎に可変抵抗を接続し、当該可変抵抗の値を同様の構成からなる選択回路によって制御すればよい。

[0030] なお、製造時に空間光変調器の位相が面内ではらつきを有した際でもデバイスが所望のパターンを出力するように、予め空間光変調器の位相分布を測定しておき、これを補正するための記憶装置と、記憶装置の記憶データに基づいて、各画素電極に選択回路を介して与えられる駆動電圧を生成する空間光変調器用の駆動回路とを設けても良い。すなわち、この半導体レーザ装置は、予め空間光変調器の位相分布を測定しておき、測定値に基づいて位相の面内ばらつきを補正するための初期位相の補正值を記憶し、空間光変調器の画素電極毎に異なる初期位相を与えるための記憶装置を備えることができる。換言すれば、この装置は、駆動電圧の初期補正值を画素電極毎に記憶する記憶装置（図示せず）を備えている。駆動電圧は、制御装置（図示せず）から空間光変調器駆動回路S－D Rの行選択回路及び列選択回路に印加されるが、この駆動電圧及び初期補正值は、記憶装置に記憶される。基準の位相分布と、測定された位相分布とを比較し、各画素毎の位相の差分に対応する駆動電圧の値を初期補正值とすることができ、初期補正值の駆動電圧を画素電極に与えた場合には、基準の位相分布が実現される。所望の位相分布を得るため、初期補正值に対応する駆動電圧に、所望の駆動電圧を重畳することができる。

[0031] また、この半導体レーザ装置は、液晶を透過することで偏光状態が乱れ、結果として偏光板を透過して得られる光出力の強度が変化する場合を想定して、予め空間光変調器の各位相に対して出力光の強度を測定しておき、これを補正するための記憶装置と、記憶装置の記憶データに基づいて、位相パターン毎に半導体レーザチップL D Cに与える駆動電流を補正する補正回路を備えても良い。換言すれば、この装置は半導体レーザチップ毎に駆動電流を補正するための補正回路（図示せず）と、各半導体レーザチップに対応する範囲に含まれる全ての画素の位相パターン毎に半導体レーザチップL D Cに与える駆動電流を補正するための電流値の補正值を記憶した記憶装置（図示

せず）とを備えることが出来る。これによれば、各瞬間（各フレーム内）に、各半導体レーザチップＬＤＣ毎に、各半導体レーザチップＬＤＣに対応する全ての画素の位相パターンに応じて駆動電流を補正することが出来、液晶を透過することによる偏光状態の乱れの影響を受けない様な光量分布を実現することが可能となる。

[0032] なお、上記は記憶装置を用いた補正について説明したが、記憶装置を設ける代わりに各半導体レーザチップＬＤＣの出力をモニタする手段と、モニタされた出力値に応じてフィードバック制御をするためのフィードバック回路を設ける方式でも良い。

[0033] 回折格子層６から厚み方向に出力されたレーザ光は、共通電極２５（或いは画素電極と位置を入れ替えた場合には画素電極２１）を介して液晶層ＬＣに至る。液晶層ＬＣの誘電率（屈折率）は、画素電極２１への印加電圧によって変化し、したがって、レーザ光に対する液晶層ＬＣの光路長が変化し、位相が変化する。液晶層ＬＣを透過し往復したレーザ光ＬＢの位相は画素電極２１毎に変調される。したがって、微小領域毎の波面制御を行うことができ、波面の重ね合わせにより、変化可能な所望のレーザビームパターンを形成することができる。

[0034] なお、駆動電極Ｅ３上には、 SiO_2 又は SiN_x からなる透明絶縁膜（反射防止膜）９が形成されている。透明絶縁膜９上には、空間光変調器ＳＬＭの $1/4$ 波長板２６、透明基板ＴＳ及び共通電極２５が配置されている。共通電極２５上には、液晶を保持するための枠状のスペーサ２４が設けられ、スペーサ２４内部の空間に液晶層ＬＣが充填されている。スペーサ２４及び液晶層ＬＣ上には、反射膜２３が形成され、反射膜２３上には、保護膜２２を介して、複数の画素電極２１が配置されている。画素電極２１は、基板２０と保護膜２２との間に位置している。画素電極２１等の形成時においては、好ましくは半導体からなる基板２０上に、画素電極２１を形成した後、その表面が平坦化するように保護膜２２に画素電極２１を被覆し、更に、保護膜２２上に反射膜２３を形成し、この中間体の基板を反転させて、枠状のス

ペーサ 24 上に配置する。なお、液晶層 LC の上下面には適当な配向膜が設けられる。

[0035] 液晶層 LC 上の反射膜 23 で反射されたレーザ光 LB は、共通電極 25 及び半導体レーザチップ LDC を介して、外部に出力される。また、回折格子層 6（の厚み方向中央位置）と、コンタクト層 8 との間の距離 t_1 は、半導体レーザチップにおけるコンタクト層 8 の露出表面で反射されたレーザ光 LB と、回折格子層 6 から直接、空間光変調器 SLM へと向かう光が強めあうように設定される。すなわち、距離 t_1 は、以下の関係を満たすことができる。 $2 \times t_1 = \lambda \times N$ 、または、 $2 \times t_1 = \lambda \times (N + 1/2)$ 。但し、 λ はレーザ光の波長、 N は整数を満たすように設定されている。

[0036] 発光層は、活性層 4 及びこれを挟む光ガイド層 3, 5 からなり、コンタクト層 8 は、必要に応じて設けられる。半導体レーザチップは、活性層 4 の形成されたレーザ光生成領域 LD を備えており、回折格子層 6 は、レーザ光生成領域 LD に位置しており、回折格子層 6 の厚み方向に向けてレーザ光 LB を出射する。空間光変調器 SLM は、レーザ光生成領域 LD 上に取り付けられている。この構造の場合、レーザ光生成領域 LD 上に空間光変調器 SLM を配置することで、装置を小型化することができる。

[0037] なお、半導体基板 1 の +Z 側の面には、駆動電極 E3 が配置されている。この半導体レーザ装置は、半導体レーザチップ LDC 及びこの半導体レーザチップ LDC に光学的に結合した空間光変調器 SLM を備え、半導体レーザチップ LDC の厚み方向に沿って出力されたレーザ光 LB を、空間光変調器 SLM で変調して、外部に出力する半導体レーザ装置であって、半導体レーザチップ LDC は、活性層 4 と、活性層 4 を挟む一対のクラッド層 2, 7 と、活性層 4 に光学的に結合した回折格子層 6 と、空間光変調器 SLM 側のクラッド層 2 と空間光変調器 SLM との間に配置され、活性層 4 に電流を供給するための駆動電極 E3 と、を備えている。

[0038] なお、XYZ 三次元直交座標系を設定されているが、半導体レーザチップ LDC の厚み方向を Z 軸方向とし、半導体レーザチップ LDC と空間光変調

器 S L M との界面に平行な平面を X Y 平面とした場合、駆動電極 E 3 は、X Y 平面内に位置している。また、駆動電極 E 3 は、Z 軸方向から見て、複数の開口を有しており、駆動電極 E 3 は、非周期構造を有しているが、I T O 等（酸化インジウム錫）の透明電極から構成することもできる。

[0039] 駆動電極を構成する導電領域の材料としては、A g や A u などの金属を用いることができるが、半導体基板 1 内に、これよりも高濃度の不純物を拡散して、導電領域を形成することもできる。なお、駆動電極の材料として、I T O、Z n O、グラフェン、A g ナノワイヤなどの透明電極を用いることも可能ではあるが、低抵抗の材料の方が好ましいため、透明電極よりも、ストライプやメッシュ状の開口を有する不透明金属材料を用いることが好ましい。

[0040] 駆動電極上には透明絶縁膜 9 が形成されている。空間光変調器 S L M は、駆動電極 E 3 の上部に設けられる。この場合、図示しない行選択回路及び列選択回路は、駆動電極 E 3 の外部に位置することになるため、これらから画素電極及び共通電極までは、適当な接続配線を施す。また、電極 E 2 はレーザ光 L B について、一部または全部を透過するように構成されている。電極 E 2 も駆動電極 E 3 と同様の構造を採用することができる。

[0041] 回折格子層 6 は、例えば三角形形状が正方格子状に並べられたような構造から構成されており、上下方向に直線偏光の光を回折する。このときの回折格子層 6 から出力される直線偏光の偏光透過軸を軸 A とすると、偏光板 2 7 の偏光透過軸は軸 A と直交する方向（軸 B とする）に設定されている。また、1 / 4 波長板の速軸は、軸 A から 4 5 ° 回転した方向に設定されている。1 / 4 波長板 2 6 を介して空間光変調器 S L M に入射し、空間光変調器 S L M を往復して、再度、1 / 4 波長板 2 6 を逆方向へ通過したレーザ光は、偏光方位が 9 0 度回転する。すなわち、レーザ光 L B が、第 1 の偏光方向（軸 A）を有する直線偏光として、1 / 4 波長板 2 6 に入射した場合には、これを 2 度通過した後には、第 1 の偏光方向に対して 9 0 度回転した第 2 の偏光方向（軸 B）を有する直線偏光となる。

[0042] したがって、偏光板 27 における偏光方向を、第 2 の偏光方向（軸 B）に一致させれば、空間光変調器 SLM を往復したレーザ光のみが偏光板 27 を透過し、他の偏光方向の成分は偏光板 27 によって遮断される。したがって、液晶層 LC による変調を受けていないノイズ成分が、出力画像から除去され、コントラストが改善する。なお、共通電極 25 と 1/4 波長板 26 の位置は入れ替えることができる。

[0043] 図 5 は、回折格子層の平面図である。

[0044] 上述の回折格子層 6 は、例えば、基本層 6A と異屈折率領域 6B とからなる。異屈折率領域 6B は所定の深さで基本層 6A 内に埋め込まれており、これと屈折率が異なる。異屈折率領域 6B の平面形状は円形のものが示されているが、三角形や楕円形など他の形状とすることも可能である。例えば、特定の偏光方向の強度を上げるためには、90 度の回転対称性をもたない形状とすることができる。直線偏光を得るためには、この形状は、例えば、二等辺三角形、直角三角形、直角二等辺三角形とすることができる。異屈折率領域 6B は、正方格子の格子点位置に配置されているが、これは三角格子の格子点位置に配置されていてもよい。回折格子層 6 は、異屈折率領域の埋め込みにより、二次元的に屈折率変化する周期構造を有しているため、回折格子として機能すると共に、フォトリソニック結晶層として機能する。同図では、真円形状孔を正方格子状に並べた周期構造を用いているが、三角形状孔を正方格子状に並べた周期構造を用いても良く、半導体レーザ素子は、面発光レーザとして機能する。

[0045] なお、上述のレーザ素子の材料について説明する。

[0046] レーザ光生成領域 LD を構成する半導体レーザ素子の材料の一例として、半導体基板 1 は GaAs からなり、下部クラッド層 2 は AlGaAs からなり、下部光ガイド層 3 は AlGaAs からなり、活性層 4 は多重量子井戸構造 MQW（障壁層：AlGaAs／井戸層：InGaAs）からなり、上部光ガイド層 5 は、下層 AlGaAs／上層 GaAs からなり、上部クラッド層 7 が AlGaAs からなり、コンタクト層 8 が GaAs からなる。回折格

子層（位相変調層、屈折率変調層）6は基本層6AがGaAs、基本層6A内に埋め込まれた異屈折率領域（埋込層）6BがAlGaAsからなる。

[0047] なお、各層には、第1導電型（N型）の不純物又は、第2導電型（P型）の不純物が添加されており（不純物濃度は $1 \times 10^{17} \sim 1 \times 10^{21} / \text{cm}^3$ ）、半導体基板1をN型、下部クラッド層2をN型、下部光ガイド層3をI型、活性層4をI型、上部光ガイド層5の下層をP又はI型、上層をI型、回折格子層6をI型、上部クラッド層7をP型、コンタクト層8をP型とすることができる。なお、意図的にはいずれの不純物も添加されていない領域は真性（I型）となっている。I型の不純物濃度は $1 \times 10^{16} / \text{cm}^3$ 以下である。

[0048] また、例えば、半導体基板1の厚みを $150 \mu\text{m}$ （ $80 \mu\text{m} \sim 350 \mu\text{m}$ ）、下部クラッド層2の厚みを $2 \times 10^3 \text{nm}$ （ $1 \times 10^3 \text{nm} \sim 3 \times 10^3 \text{nm}$ ）、下部光ガイド層3の厚みを 150nm （ $0 \sim 300 \text{nm}$ ）、活性層4の厚みを 30nm （ $10 \text{nm} \sim 100 \text{nm}$ ）、上部光ガイド層5の下層の厚みを 50nm （ $10 \text{nm} \sim 100 \text{nm}$ ）、上層の厚みを 50nm （ $10 \text{nm} \sim 200 \text{nm}$ ）、回折格子層6の厚みを 100nm （ $50 \text{nm} \sim 200 \text{nm}$ ）、上部クラッド層7の厚みを $2 \times 10^3 \text{nm}$ （ $1 \times 10^3 \text{nm} \sim 3 \times 10^3 \text{nm}$ ）、コンタクト層8の厚みを 200nm （ $50 \text{nm} \sim 500 \text{nm}$ ）とすることができる。なお、括弧内は好適値である。

[0049] また、クラッド層のエネルギーバンドギャップは、光ガイド層のエネルギーバンドギャップよりも大きく、光ガイド層のエネルギーバンドギャップは活性層4の井戸層のエネルギーバンドギャップよりも大きく設定されている。AlGaAsにおいては、Alの組成比を変更することで、容易にエネルギーバンドギャップと屈折率を変えることができる。Al_xGa_{1-x}Asにおいて、相対的に原子半径の小さなAlの組成比Xを減少（増加）させると、これと正の相関にあるエネルギーバンドギャップは小さく（大きく）なり、GaAsに原子半径の大きなInを混入させてInGaAsとすると、エネルギーバンドギャップは小さくなる。すなわち、クラッド層のAl組成比は

、光ガイド層のA I 組成比よりも大きく、光ガイド層のA I 組成比は、活性層の障壁層（A I G a A s）と同等か大きい。クラッド層のA I 組成比は0.2～0.4に設定され、本例では0.3とする。光ガイド層及び活性層における障壁層のA I 組成比は0.1～0.15に設定され、本例では0.1とする。なお、ガイド層には電子の活性層からのリークを抑制するために、第2導電型(p型)クラッド層との間にクラッド層と同等のA I 組成で10～100nm程度の層を挿入しても良い。

[0050] なお、回折格子層6における柱状の異屈折率領域を空隙とし、空気、窒素又はアルゴン等の気体が封入されてもよい。また、回折格子層6においては、XY平面内における正方格子又は三角格子の格子点位置に異屈折率領域6Bが配置されている。この正方格子における縦及び横の格子線の間隔は、レーザ光の波長を等価屈折率で除算した程度であり、具体的には300nm程度に設定されることが好ましい。正方格子の格子点位置でなく、三角格子における格子点位置に異屈折率領域を配置することもできる。三角格子の場合の横及び斜めの格子線の間隔は、波長を等価屈折率で除算し、さらに $\sin 60^\circ$ で除算した程度であり、具体的には350nm程度に設定されることが好ましい。

[0051] なお、格子間隔aの正方格子の場合、直交座標の単位ベクトルをx、yとすると、基本並進ベクトル $a_1 = ax$ 、 $a_2 = ay$ であり、基本並進ベクトル a_1 、 a_2 に対する基本逆格子ベクトル $b_1 = (2\pi/a)y$ 、 $b_2 = (2\pi/a)x$ である。フォトリック結晶のフォトリックバンドにおける Γ 点、すなわち、波数ベクトル $k = nb_1 + mb_2$ （n、mは任意の整数）の場合に、格子間隔aが波長 λ に等しい共振モード（XY平面内における定在波）が得られる。

[0052] また、上述の共通電極及び画素電極は、これらが透明である場合には、ITO、又は、ZnOからなる。このような材料は、レーザ光に対して透明であり、レーザ光が透過できる。

[0053] また、上述の反射膜23は、アルミニウムなど金属の単層膜或いは多層膜

ミラーからなり、多層膜ミラーは、高屈折率材料層（＝ n_H とする）と、これに対して相対的に低い屈折率を有する低屈折率材料層（＝ n_L とする）とを交互に積層してなる。高屈折率材料層（ n_H ）の材料は、 Ta_2O_5 、 TiO_2 、 Nb_2O_5 及び HfO_2 等からなる酸化物群（絶縁体群）から選択される少なくとも1つの材料（例えば Ta_2O_5 ）を含む。低屈折率材料層（ n_L ）の材料は、 SiO_2 及び MgF_2 等からなる絶縁体群から選択される少なくとも1つの材料（例えば SiO_2 ）を含む。高屈折率材料層（ n_H ）及び低屈折率材料層（ n_L ）のそれぞれの光学膜厚を、レーザ光の波長 λ の $1/4$ に設定する。これらの誘電体層の積層構造としては、以下の種類が考えられる。

[0054] (1)：第1の構造は、低屈折率材料層（ n_L ）と高屈折率材料層（ n_H ）とからなる組（＝ A ）を、 m 回、繰り返して積層した構造であり、この場合、全体の層数は $2 \times A \times m$ となる。 m は自然数である。なお、最も下側の層を低屈折率材料層（ n_L ）とする。

[0055] (2)：第2の構造は、前述の組（ A ）を、 m 回、繰り返して積層した後に、最表面に位置する高屈折率材料層（ n_H ）上に更に低屈折率材料層（ n_L ）を積層した構造であり、この場合、全体の層数は $2 \times A \times m + 1$ となる。

[0056] (3)：上述の(1)又は(2)の構造において、高屈折率材料層（ n_H ）と低屈折率材料層（ n_L ）の位置を入れ替えた構造も採用することができる。(3)の構造の場合、最も下側の層は高屈折率材料層（ n_H ）となる。

[0057] 最後に、上述の半導体レーザ素子について簡単に説明する。

[0058] 半導体レーザ素子の製造においては、各化合物半導体層は、有機金属気相成長（MOCVD）法を用いる。半導体基板1の（001）面上に結晶成長を行うが、これに限られるものではない。 $AlGaAs$ を用いたレーザ素子の製造においては、 $AlGaAs$ の成長温度は $500^\circ\text{C} \sim 850^\circ\text{C}$ であって、実験では $550 \sim 700^\circ\text{C}$ を採用し、成長時における Al 原料として $TMAl$ （トリメチルアルミニウム）、ガリウム原料として TMG （トリメチルガリウム）および TEG （トリエチルガリウム）、 As 原料としては AsH_3 （アールシン）、 N 型不純物用の原料として Si_2H_6 （ジシラン）、 P 型不純物用の

原料としてDEZn（ジエチル亜鉛）を用いる。AlGaAsの成長においては、TMA、TMG、アルシンを用い、GaAsの成長においては、TMGとアルシンを用いるが、TMAは用いない。InGaAsは、TMGとTMI（トリメチルインジウム）とアルシンを用いて製造する。絶縁膜の形成は、その構成物質を原料としてターゲットをスパッタして形成すればよい。

[0059] すなわち、半導体レーザ素子は、まず、N型の半導体基板（GaAs）1上に、N型のクラッド層（AlGaAs）2を形成した後、光ガイド層（AlGaAs）3、多重量子井戸構造（InGaAs／AlGaAs）4、光ガイド層（GaAs／AlGaAs）5を形成し、続いて、フォトリソ結晶層となる基本層（GaAs）6Aを、MOCVD（有機金属気相成長）法を用いて順次、エピタキシャル成長させる。

[0060] 次に、エピタキシャル成長後のアライメントをとるため、PCVD（プラズマCVD）法により、SiN層を基本層6A上に形成し、次に、レジストを、SiN層上に形成する。更に、レジストを露光・現像し、レジストをマスクとしてSiN層をエッチングし、SiN層を一部残留させて、アライメントマークを形成する。残ったレジストは除去する。

[0061] 次に、基本層6Aに別のレジストを塗布し、アライメントマークを基準とし、レジスト上に電子ビーム描画装置で2次元微細パターンを描画し、現像することでレジスト上に2次元微細パターンを形成する。その後、レジストをマスクとして、ドライエッチングにより100nm程度の深さを持つ2次元微細パターンを基本層6A上に転写し、孔（穴）を形成し、レジストを除去する。孔の深さは、100nmである。この孔の中に、異屈折率領域6B（AlGaAs）となる化合物半導体を孔の深さ以上に再成長させる。次に、上部クラッド層（AlGaAs）7、コンタクト層（GaAs）8を順次MOCVDで形成し、適当な電極材料を蒸着法又はスパッタ法で基板の上下面に形成して第1及び第2電極を形成する。また、必要に応じて、基板の上下面に絶縁膜をスパッタ法等で形成することができる。

[0062] 回折格子層6を活性層の下部に備える場合には、活性層及び下部光ガイド

層の形成前に、下部クラッド層上に回折格子層を形成すればよい。

[0063] また、製造においては、半導体基板 1 上に絶縁膜 9 を介して $1/4$ 波長板 26 を配置し、コンタクト層 8 の表面に偏光板 27 を配置する。なお、半導体基板 1 に駆動電極 E3 を形成する場合、フォトリソグラフィ法を用いて、半導体基板 1 上にパターニングを行う。

[0064] 以上、説明したように、上述の装置によれば、活性層で生じた光は回折格子層による変調を受け、2次元単一モード発振し、発振した光のうち一部は、回折格子層による2次の回折を受け、液晶層に平面波として入射している。液晶は屈折率異方性を有するため、その回転角に応じて光出力と平行な方向の等価的な屈折率が変化する。このとき、液晶層の物理的な長さは一定であるため、屈折率が変化するにより、光路長が変化する。従って、下部から液晶層に平面波を入射すると、画素毎にその光路長を変化させることが出来る。言い換えると、下部から液晶層に平面波を入射すると、画素毎にその位相を変化させることが出来るので、出射波面の形状を制御することが可能となる。このように、2次元単一モード発振するレーザ光は、平面波として液晶層に入射し、画素毎に位相変調された波面が下部から光出力として得られる。

[0065] 図4は、半導体レーザ装置の斜視図（図4-（A））と、単位要素としての半導体レーザ部の平面図（図4-（B））を示す図である。

[0066] 複数の半導体レーザチップ LDC が、XY平面内において2次元状に配列されており、それぞれの半導体レーザチップ LDC は独立して駆動することができる。各半導体レーザチップ LDC の背面側には、空間光変調器 SLM が配置されているため、各半導体レーザチップ LDC からは特定の方角に向けてレーザ光が出射する。例えば、1つの半導体レーザチップ LDC には、 $4 \times 4 = 16$ 個の画素電極 21 が配置されており、半導体レーザチップ LDC のX軸方向の幅をLとすると、画素電極 21 のX軸方向の幅はdであり、 $L \geq 4 \times d$ である。なお、これらのY軸方向の寸法は、X軸方向と同一である。

[0067] 1つの半導体レーザチップLDCから出力された第1のレーザ光LBは、観測者の右目R-Eyeに入射し、別の半導体レーザチップLDCから出力された第2のレーザ光LBは、観測者の左目L-Eyeに入射する。右目に入射するレーザ光LBと、左目に入射するレーザ光LBは、独立に制御することができるため、立体像を形成することができる。

[0068] 図2は、第2実施形態に係る半導体レーザ装置の縦断面構成を示す図である。

[0069] この半導体レーザ装置においては、複数の半導体レーザチップ（半導体レーザ部）LDCは、第1波長（Red）のレーザ光LBを出力する第1半導体レーザ部LDC（1）と、第2波長（Green）のレーザ光LBを出力する第2半導体レーザ部LDC（2）と、第3波長（Blue）のレーザ光LBを出力する第3半導体レーザ部LDC（3）とを備えている。これらの第1、第2、及び第3波長は、互いに異なり、3種類以上の波長を用いることができる。

[0070] この半導体レーザ装置によれば、3種類以上の波長のレーザ光を用いることで、レーザ光の重ね合わせにより、様々なカラーの立体像を形成することができる。

[0071] 図3は、第3実施形態に係る半導体レーザ装置の縦断面構成を示す図である。

[0072] この半導体レーザ装置においては、複数の半導体レーザチップ（半導体レーザ部）LDCは、は、第2実施形態のものに加えて、第4波長（Cyan）のレーザ光LBを出力する第4半導体レーザ部LDC（4）と、第5波長（Magenta）のレーザ光LBを出力する第5半導体レーザ部LDC（5）と、第6波長（Yellow）のレーザ光LBを出力する第6半導体レーザ部LDC（6）とを備えている。これらの第1、第2、第3、第4、第5及び第6波長は、互いに異なり、6種類以上の波長を用いることができる。

[0073] この半導体レーザ装置によれば、6種類以上の波長のレーザ光を用いるこ

とで、更に多様なカラーの立体像を形成することができる。

[0074] 以上、説明したように、上述の半導体レーザ装置は、独立駆動可能な複数の半導体レーザ部LD Cと、複数の半導体レーザ部LD Cのグループに光学的に結合した空間光変調器SLMとを備えた半導体レーザ装置であって、以下の要素を備えている。

[0075] (1) 個々の半導体レーザ部LD Cは、活性層4と、活性層4を挟む一対のクラッド層2, 7と、活性層4に光学的に結合した回折格子層6と、を備え、複数の半導体レーザ部LD Cは、それぞれの厚み方向に沿ってレーザ光を出力する。

[0076] (2) 空間光変調器SLMは、液晶層LCと、液晶層LCの半導体レーザ部LD Cとは反対側に設けられた反射膜23と、二次元状に配置された複数の画素電極21と、画素電極21と共に液晶層LCを挟む共通電極とを備え、個々の画素電極21の幅dは、個々の半導体レーザ部LD Cの幅Lの $1/2$ 以下である。

[0077] (3) それぞれの半導体レーザ部LD Cから出射されたレーザ光は、空間光変調器SLM内に入射し、それぞれの画素電極21による液晶層LCの状態に応じて変調され、空間光変調器SLMの反射膜23で反射され、変調されたレーザ光は、それぞれの半導体レーザ部LD Cを再度介して、それぞれの半導体レーザ部LE Cの光出射面（偏光板27の-Z軸側の表面）から外部に出力される。

[0078] (4) 半導体レーザ装置は、複数の半導体レーザ部LD Cの活性層4のグループと反射膜23との間に配置された $1/4$ 波長板（位相差板）26と、複数の半導体レーザ部LD Cの活性層4のグループと前記光出射面との間に配置された偏光板27とを備えることを特徴とする。偏光板27は、1枚であって、全ての半導体レーザ部LD Cをカバーしているが、これは半導体レーザ部毎に分離していてもよい。

[0079] この半導体レーザ装置によれば、面発光レーザ素子である半導体レーザ部LD Cから出力されたレーザ光は、厚み方向に沿って出射し、空間光変調器

S L Mの反射膜23で反射され、液晶層LCで位相が変調されて、偏光板27を介して、外部に出力される。したがって、液晶層LCによる変調の強度に応じて、偏光板から画素毎に位相変調された出力されるレーザ光の方向が異なる。半導体レーザ部LDCから空間光変調器SLMを介さずに外部に出射しようとするレーザ光は、偏光板27によって抑制することができる。すなわち、空間光変調器SLMに入射して反射することで、 $1/4$ 波長板26を2回通過したレーザ光は、位相が反転して、偏光方位が90度回転するため、このレーザ光が偏光板27を透過する。

[0080] すなわち、活性層4におけるレーザ光の偏光方位を第1方向(A)とすると、偏光板27が透過させる偏光方位(B)は第1方向(A)に直交しており、レーザ光は直接的には波長板を通過できない。一方、 $1/4$ 波長板を2回通過したレーザ光は、液晶層LCが無い場合には、第1方向(A)に直交する偏光方位(B)を有し、偏光板27を透過することができる。画素電極21と共通電極25との間にバイアス電圧を与えて、液晶層LCにより位相を調整された偏光成分のみが、偏光板27を透過する。

[0081] 画素電極の幅は、各半導体レーザ部よりも小さく、2個以上の画素電極が、単一の半導体レーザ部に対応して配置される。これにより、各半導体レーザ部LDCで発生した光は空間光変調器SLMを往復した後に空間光変調器SLMの画素毎に2次元的に位相変調を受けるので、結果として半導体レーザ部LDC毎にビームパターンを制御することが出来る。従って、出力ビームパターンとして方向制御された単峰ビームを与えるよう空間光変調器駆動回路S-D Rに信号を与えることで半導体レーザ部LDC毎に、任意方向の単峰ビームを出力することが可能となり、このときの半導体レーザ部LDCの配列周期Lを目の瞳孔径の半分以下に設定することで、インテグラル方式による自然な立体像を形成することができる。このとき空間光変調器SLMの画素ピッチdと波長 λ を用いて各半導体レーザ部LDCからの任意方向単峰ビームの最大回折角 θ は $\theta \approx \lambda / d$ と表わすことができるので所望の θ を得るために適切に小さなdを設定する必要がある。

[0082] なお、上記の例では各半導体レーザ部ＬＤＣ毎に任意方向の単峰ビームを出力することとしたが、画素ピッチ d が適切な数あればＬＤＣ毎に任意のビームパターンを得ることが可能であり、各半導体レーザ部ＬＤＣ毎に複数の任意方向ビームを得ることも可能となる。この場合、同時並列的に多方向へのビームが得られるので、自然な立体像表示形成時における視点数を増やすことが出来る。或いは、視点数を同一として、フレームレートを高速化することが可能となる。

[0083] なお、液晶層ＬＣは無バイアスの状態で９０度の偏光回転するものでもよく、０度の偏光回転を行うものでもよい。いずれの場合も画素電極へのバイアス電圧の印加により、所望の偏光方位に調整できる。

符号の説明

[0084] ＳＬＭ…空間光変調器、ＬＤＣ…半導体レーザチップ（半導体レーザ部）、４…活性層、２，７…クラッド層、６…回折格子層。

請求の範囲

[請求項1]

独立駆動可能な複数の半導体レーザ部と、
複数の前記半導体レーザ部のグループに光学的に結合した空間光変調器と、を備えた半導体レーザ装置であって、
個々の前記半導体レーザ部は、
活性層と、
前記活性層を挟む一対のクラッド層と、
前記活性層に光学的に結合した回折格子層と、
を備え、
複数の前記半導体レーザ部は、それぞれの厚み方向に沿ってレーザ光を出力し、
前記空間光変調器は、
液晶層と、
前記液晶層の前記半導体レーザ部とは反対側に設けられた反射膜と、
、
二次元状に配置された複数の画素電極と、
前記画素電極と共に前記液晶層を挟む共通電極と、
を備え、
それぞれの前記半導体レーザ部から出射されたレーザ光は、前記空間光変調器内に入射し、それぞれの前記画素電極による前記液晶層の状態に応じて変調され、
前記空間光変調器の前記反射膜で反射され、変調されたレーザ光は、それぞれの前記半導体レーザ部を再度介して、それぞれの前記半導体レーザ部の光出射面から外部に出力され、
前記半導体レーザ装置は、
複数の前記半導体レーザ部の前記活性層のグループと前記反射膜との間に配置された $1/4$ 波長板と、
複数の前記半導体レーザ部の前記活性層のグループと前記光出射面

との間に配置された偏光板と、を備えることを特徴とする半導体レーザー装置。

[請求項2] 個々の前記画素電極の幅は、個々の半導体レーザー部の幅の $1/2$ 以下である、ことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体レーザー装置。

[請求項3] 複数の前記半導体レーザー部は、

第 1 波長のレーザー光を出力する第 1 半導体レーザー部と、

第 2 波長のレーザー光を出力する第 2 半導体レーザー部と、

第 3 波長のレーザー光を出力する第 3 半導体レーザー部と、

を備え、

前記第 1、第 2、及び第 3 波長は、互いに異なっていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の半導体レーザー装置。

[請求項4] 複数の前記半導体レーザー部は、

第 4 波長のレーザー光を出力する第 4 半導体レーザー部と、

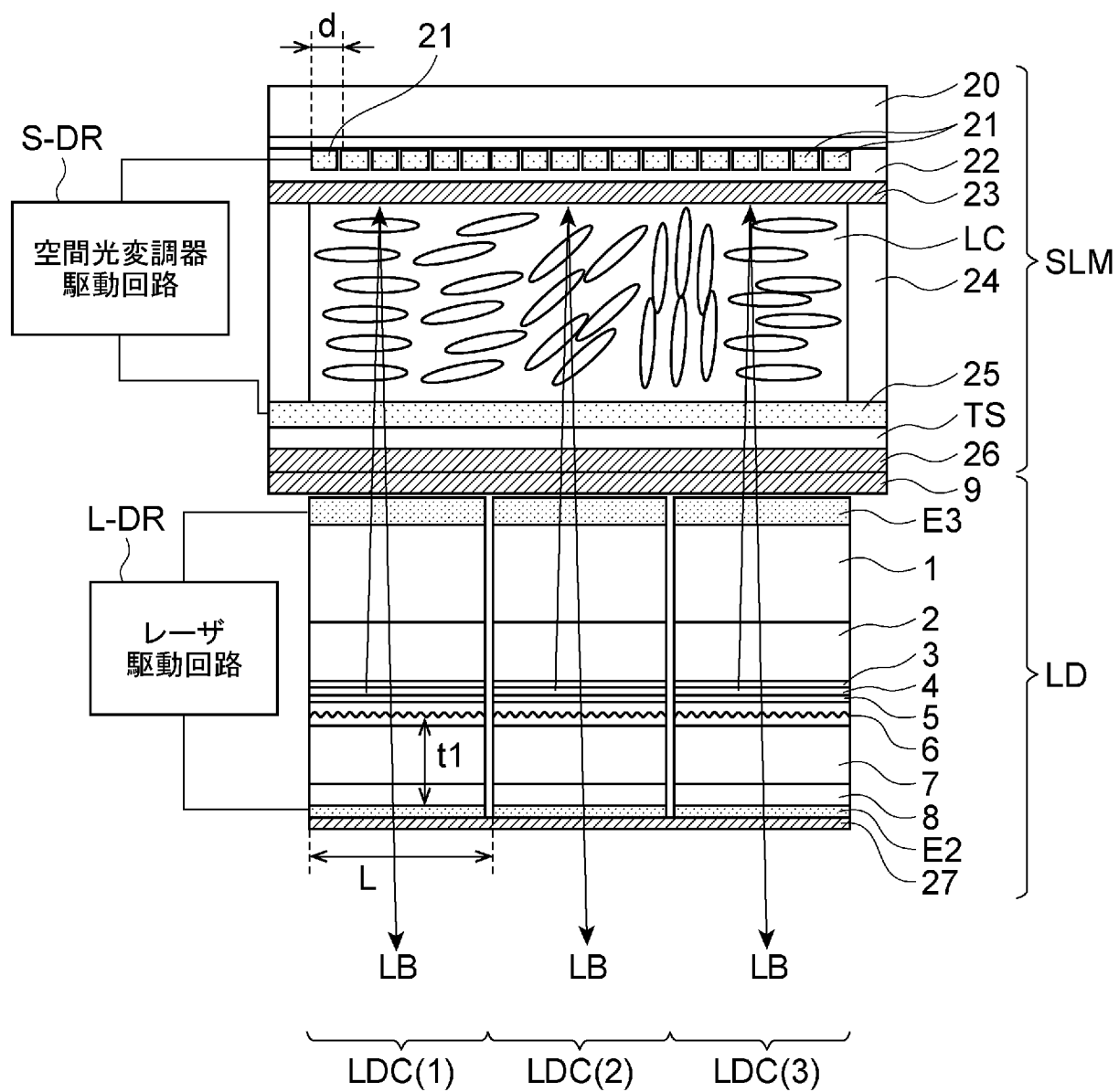
第 5 波長のレーザー光を出力する第 5 半導体レーザー部と、

第 6 波長のレーザー光を出力する第 6 半導体レーザー部と、

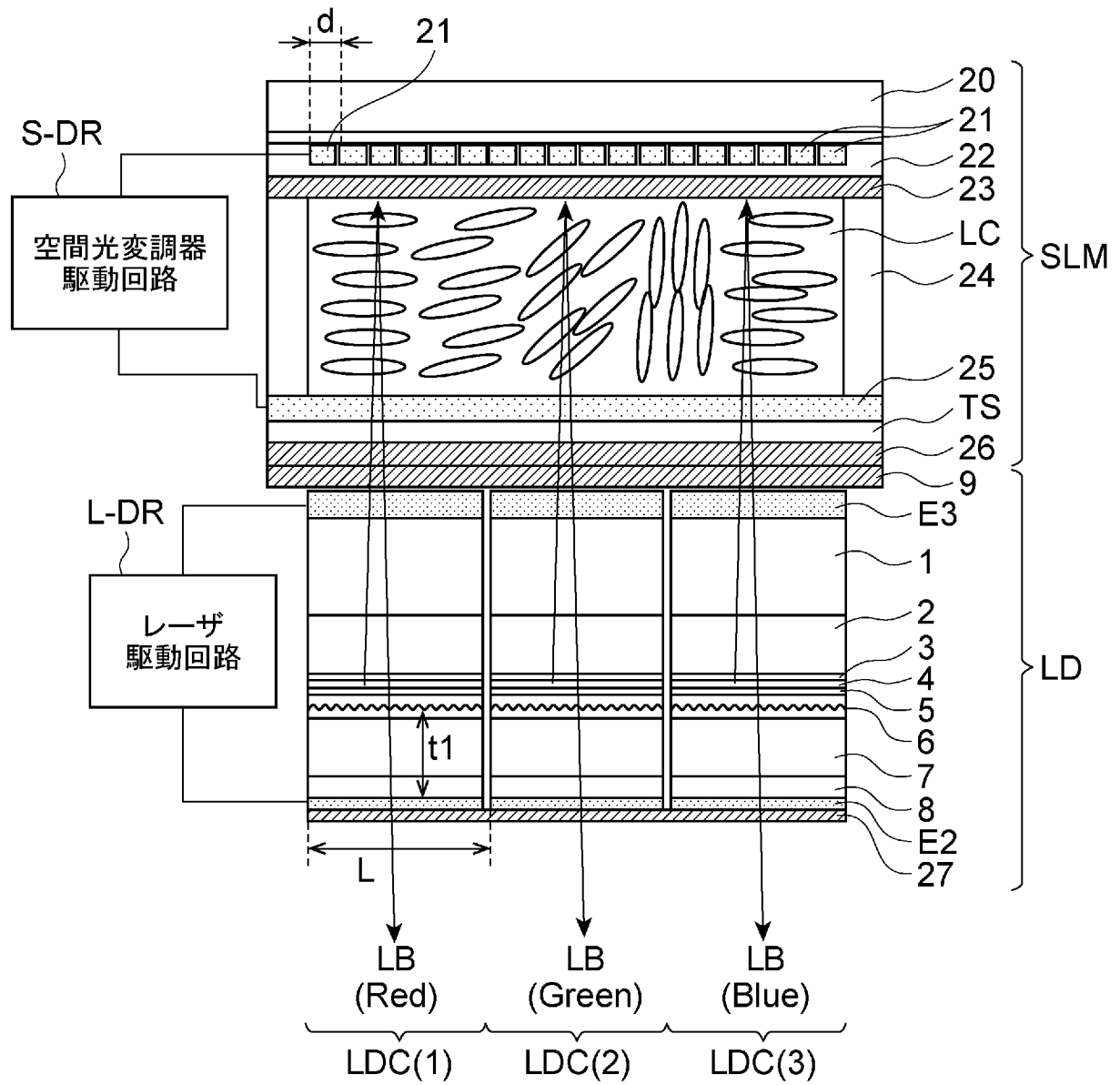
を備え、

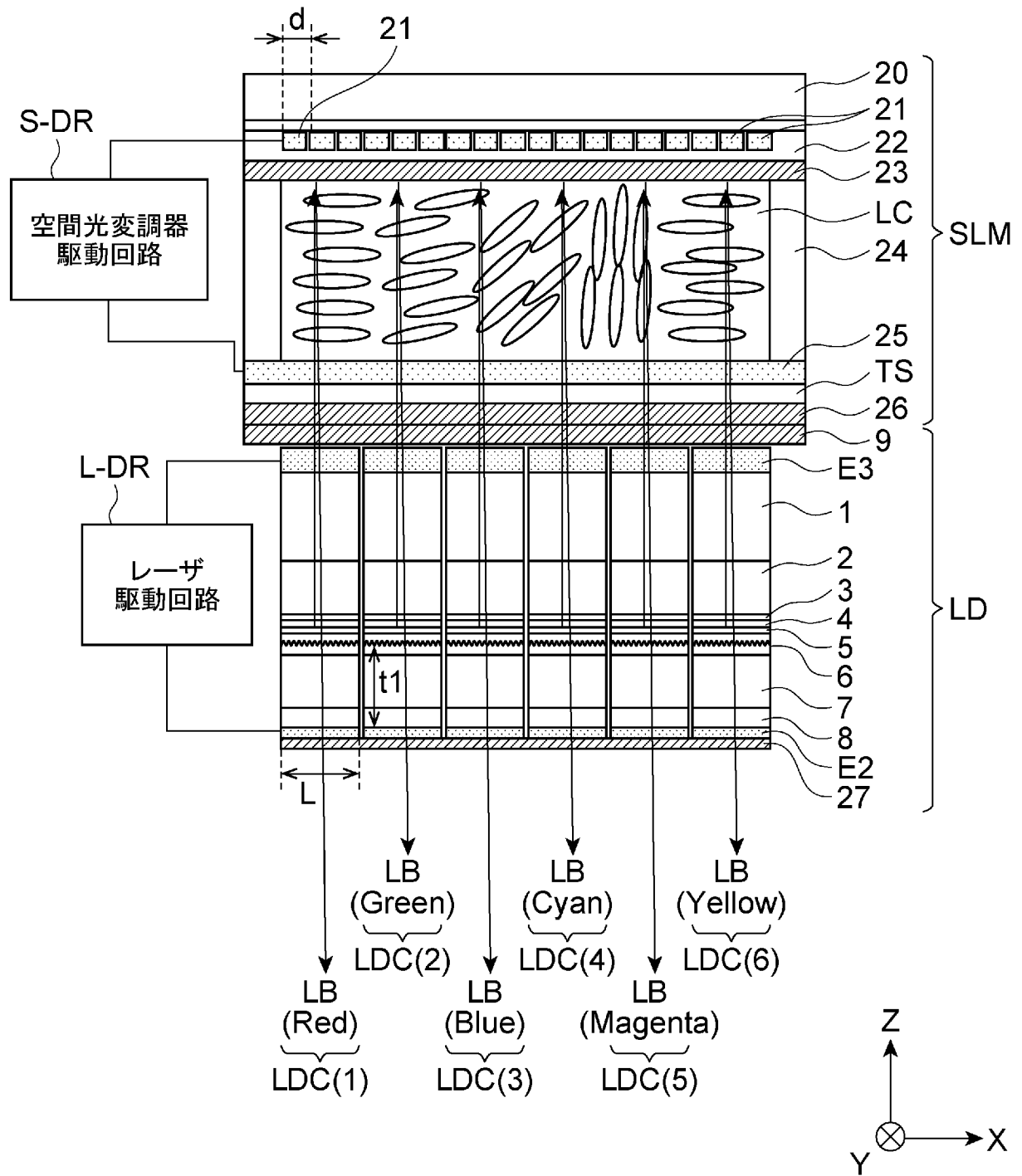
前記第 1、第 2、第 3、第 4、第 5 及び第 6 波長は、互いに異なっていることを特徴とする請求項 3 に記載の半導体レーザー装置。

[図1]

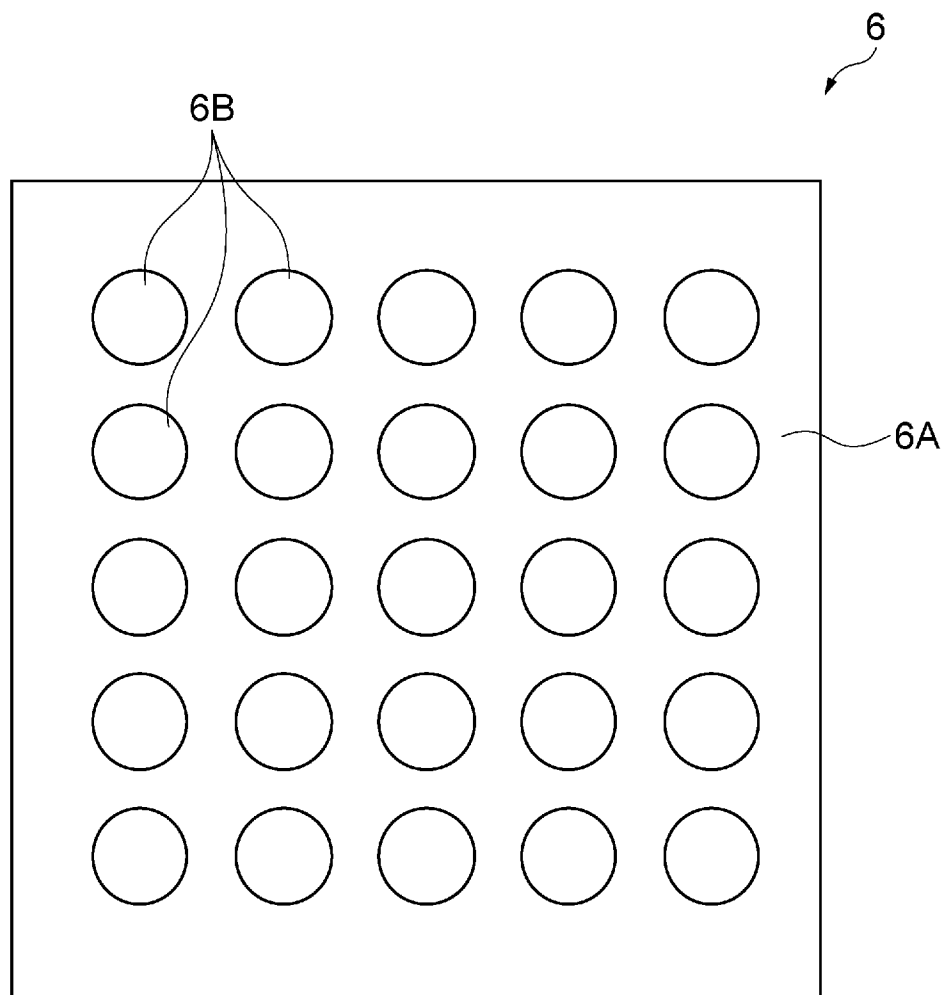


[図2]





[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/050370

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01S5/022(2006.01)i, G02F1/13(2006.01)i, H01S5/187(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01S5/00-5/50, G02F1/13, 1/137-1/141, G02F1/1335-1/13363

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JSTPlus (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-055322 A (Canon Inc.), 20 February 2002 (20.02.2002), paragraphs [0046] to [0051] (Family: none)	1-4
Y	JP 2005-277080 A (Toyota Central Research and Development Laboratories, Inc.), 06 October 2005 (06.10.2005), paragraphs [0002] to [0004], [0033] (Family: none)	1-4
Y	JP 2002-328630 A (Sharp Corp.), 15 November 2002 (15.11.2002), paragraphs [0041] to [0048], [0062]; fig. 1 & JP 2008-171011 A & US 2002/0145687 A1 paragraphs [0061] to [0068], [0083] & US 2005/0088594 A1 & US 2006/0255706 A1	1-4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
15 March 2016 (15.03.16)

Date of mailing of the international search report
29 March 2016 (29.03.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/050370

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2005-521197 A (Koninklijke Philips Electronics N.V.), 14 July 2005 (14.07.2005), paragraphs [0023], [0069]; fig. 6 & US 2005/0123229 A1 & WO 2003/078892 A1 page 6, lines 12 to 16; page 18, line 21 to page 19, line 4 & EP 1488168 A1 & CN 1643299 A & KR 10-2004-0101315 A & AU 2003208532 A & TW 200405088 A	1-4
Y	JP 2013-522666 A (Pixtronix, Inc.), 13 June 2013 (13.06.2013), paragraphs [0123] to [0124] & US 2013/0082607 A1 & WO 2011/112962 A1 page 40, lines 12 to 31 & EP 2545544 A1 & CN 102947874 A & KR 10-2013-0018760 A	4
A	JP 2002-072206 A (Seiko Epson Corp.), 12 March 2002 (12.03.2002), fig. 2, 3 (Family: none)	1-4
A	JP 2007-052160 A (Sanyo Epson Imaging Devices Corp.), 01 March 2007 (01.03.2007), paragraphs [0025] to [0026]; fig. 5 (Family: none)	1-4
A	JP 2008-502925 A (Eastman Kodak Co.), 31 January 2008 (31.01.2008), paragraphs [0092] to [0097] & US 2005/0276295 A1 & WO 2005/119352 A1 page 36, line 27 to page 39, line 26 & KR 10-2007-0020258 A & CN 1957293 A	1-4
A	JP 2002-049002 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 15 February 2002 (15.02.2002), paragraph [0032] (Family: none)	1-4
A	JP 2007-328336 A (Victor Company of Japan, Ltd.), 20 December 2007 (20.12.2007), paragraphs [0054] to [0057], [0063] to [0066] & US 2007/0263137 A1 paragraphs [0089] to [0094], [0099] to [0102]	1-4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/050370

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2014/175447 A1 (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 30 October 2014 (30.10.2014), fig. 3 (Family: none)	1-4
P, A	WO 2015/008627 A1 (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 22 January 2015 (22.01.2015), fig. 3 (Family: none)	1-4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01S5/022(2006.01)i, G02F1/13(2006.01)i, H01S5/187(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01S5/00-5/50, G02F1/13, 1/137-1/141, G02F1/1335-1/13363

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

JSTPlus (JDreamIII)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2002-055322 A (キヤノン株式会社) 2002.02.20, [0046] - [0051] (ファミリーなし)	1-4
Y	JP 2005-277080 A (株式会社豊田中央研究所) 2005.10.06, [0002] - [0004], [0033] (ファミリーなし)	1-4
Y	JP 2002-328630 A (シャープ株式会社) 2002.11.15, [0041] - [0048], [0062], 図1 & JP 2008-171011 A & US 2002/0145687 A1, [0061]-[0068], [0083]	1-4

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

15.03.2016

国際調査報告の発送日

29.03.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

佐藤 秀樹

2 X

3 1 5 4

電話番号 03-3581-1101 内線 3294

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
	& US 2005/0088594 A1 & US 2006/0255706 A1	
Y	JP 2005-521197 A (コーニンクレッカ フィリップス エレクトロ ニクス エヌ ヴィ) 2005. 07. 14, [0023]、[0069]、図6 & US 2005/0123229 A1 & WO 2003/078892 A1, p. 6, lines12-16, p. 18, line21-p. 19, line4 & EP 1488168 A1 & CN 1643299 A & KR 10-2004-0101315 A & AU 2003208532 A & TW 200405088 A	1-4
Y	JP 2013-522666 A (ピクストロニクス インコーポレイテッド) 2013. 06. 13, [0123] - [0124] & US 2013/0082607 A1 & WO 2011/112962 A1, p. 40, lines12-31 & EP 2545544 A1 & CN 102947874 A & KR 10-2013-0018760 A	4
A	JP 2002-072206 A (セイコーエプソン株式会社) 2002. 03. 12, 図2、3 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2007-052160 A (三洋エプソンイメージングデバイス株式会社) 2007. 03. 01, [0025] - [0026]、図5 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2008-502925 A (イーストマン コダック カンパニー) 2008. 01. 31, [0092] - [0097] & US 2005/0276295 A1 & WO 2005/119352 A1, p. 36, line27-p. 39, line26 & KR 10-2007-0020258 A & CN 1957293 A	1-4
A	JP 2002-049002 A (浜松ホトニクス株式会社) 2002. 02. 15, [0032] (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2007-328336 A (日本ビクター株式会社) 2007. 12. 20, [0054] - [0057]、[0063] - [0066] & US 2007/0263137 A1, [0089]-[0094], [0099]-[0102]	1-4
A	WO 2014/175447 A1 (浜松ホトニクス株式会社) 2014. 10. 30, 図3 (ファミリーなし)	1-4
P, A	WO 2015/008627 A1 (浜松ホトニクス株式会社) 2015. 01. 22, 図3 (ファミリーなし)	1-4