

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5167789号
(P5167789)

(45) 発行日 平成25年3月21日(2013.3.21)

(24) 登録日 平成25年1月11日(2013.1.11)

(51) Int.Cl.		F I			
GO3B	21/14	(2006.01)	GO3B	21/14	A
HO1S	5/50	(2006.01)	HO1S	5/50	630
HO4N	5/74	(2006.01)	HO4N	5/74	H

請求項の数 9 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2007-311640 (P2007-311640)	(73) 特許権者	000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(22) 出願日	平成19年11月30日(2007.11.30)	(74) 代理人	100064908 弁理士 志賀 正武
(65) 公開番号	特開2008-158512 (P2008-158512A)	(74) 代理人	100140774 弁理士 大浪 一徳
(43) 公開日	平成20年7月10日(2008.7.10)	(72) 発明者	山内 泰介 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
審査請求日	平成22年8月13日(2010.8.13)	(72) 発明者	武田 高司 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
(31) 優先権主張番号	特願2006-325369 (P2006-325369)	審査官	小野 博之
(32) 優先日	平成18年12月1日(2006.12.1)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光源装置、画像表示装置、プロジェクタ、照明装置、及びモニタ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

所定面に照射するための照射光を生成する光源装置であって、
 レーザ光を射出するレーザ光源と、
 前記レーザ光源と前記所定面との間に配置され、前記レーザ光を回折させる回折光学素子と、
 前記レーザ光源と前記所定面との間に配置され、前記レーザ光が入射する入射面、及び前記入射面からの前記レーザ光が射出する射出面を有し、前記レーザ光を拡散させる拡散光学素子と、を備え、
 前記拡散光学素子の前記入射面、前記射出面の少なくとも一方は、前記拡散光学素子に対して垂直に入射する光を1回屈折させて前記所定面に向けて射出させる単位構造体が複数、平面的に配列され、
前記単位構造体の複数位置のそれぞれから射出される前記レーザ光の進行方向が異なり、前記回折光学素子及び前記拡散光学素子を介した前記レーザ光が前記所定面の所定領域に対して所定の入射角度で入射するように、前記単位構造体の形状が設定され、
前記単位構造体は、前記射出面とほぼ垂直な断面において前記所定面に対して凹む円弧状の溝を含み、前記溝は、前記射出面とほぼ平行な面の所定方向に複数形成され、
前記回折光学素子は、前記所定面に対応して照明領域が設定された光を射出することを特徴とする光源装置。

【請求項2】

10

20

前記拡散光学素子は、前記入射面で前記レーザ光を屈折させることによって拡散させ、前記入射面は、入射後の前記レーザ光が前記射出面に向かうように、前記レーザ光の進行方向を制御する形状を有す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】

前記拡散光学素子は、前記回折光学素子と前記所定面との間に配置され、前記回折光学素子からの前記レーザ光が前記拡散光学素子の前記入射面に入射することを特徴とする請求項1または2に記載の光源装置。

【請求項4】

複数の前記レーザ光源のそれぞれから射出され、前記回折光学素子及び前記拡散光学素子を透過したレーザ光で前記所定面の所定領域を重畳的に照明するように、射出面から射出されるレーザ光の射出角度を調整する角度調整用光学素子を備えたことを特徴とする請求項1ないし3のいずれか一項に記載の光源装置。

10

【請求項5】

請求項1ないし4のいずれか一項に記載の光源装置からの照射光が照射され、前記所定面を介した光により画像を表示することを特徴とする画像表示装置。

【請求項6】

前記所定面は、照射された照射光を画像信号に応じて光変調する空間光変調装置の入射面を含むことを特徴とする請求項5に記載の画像表示装置。

【請求項7】

請求項5または6に記載の画像表示装置を含み、前記所定面を介した画像情報を含む光を表示面に投射する投射系を備えたことを特徴とするプロジェクタ。

20

【請求項8】

請求項1ないし4のいずれか一項に記載の光源装置を備えたことを特徴とする照明装置。

【請求項9】

請求項1ないし4のいずれか一項に記載の光源装置を備えた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、光源装置、画像表示装置、プロジェクタ、照明装置、及びモニタ装置に関する。

30

【背景技術】

【0002】

液晶装置等の空間光変調装置で生成された画像情報を含む色光を投射系を用いてスクリーン上に投射する投射型画像表示装置（プロジェクタ）において、レーザ光源を用いる技術が提案されている。

【特許文献1】特開平11-64789号公報

【特許文献2】特開2000-162548号公報

【発明の開示】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

プロジェクタにおいては、所望の画像を得るために、レーザ光により空間光変調装置の入射面を均一な照度分布で照明することが重要である。したがって、レーザ光により空間光変調装置の入射面を均一な照度分布で照明するための光学系を構築することが重要である。

【0004】

本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、所定面を均一な照度分布で照明できる照射光を生成できる光源装置を提供することを目的とする。また、光源装置からの照射光を用いて画像を表示する画像表示装置、プロジェクタを提供することを目的とする。また、光

50

源装置からの照射光を用いる照明装置、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】

【0005】

上記の課題を解決するため、本発明は以下の構成を採用する。

【0006】

本発明の第1の観点によると、所定面に照射するための照射光を生成する光源装置であって、レーザ光を射出するレーザ光源と、前記レーザ光源と前記所定面との間に配置され、前記レーザ光を回折させる回折光学素子と、前記レーザ光源と前記所定面との間に配置され、前記レーザ光が入射する入射面、及び前記入射面からの前記レーザ光が射出する射出面を有し、前記レーザ光を拡散させる拡散光学素子と、を備え、前記拡散光学素子の前記入射面、前記射出面の少なくとも一方は、前記拡散光学素子に対して垂直に入射する光を1回屈折させて前記所定面に向けて射出させる単位構造体が複数、平面的に配列され、前記単位構造体の複数位置のそれぞれから射出される前記レーザ光の進行方向が異なり、前記回折光学素子及び前記拡散光学素子を介した前記レーザ光が前記所定面の所定領域に対して所定の入射角度で入射するように、前記単位構造体の形状が設定され、前記単位構造体は、前記射出面とほぼ垂直な断面において前記所定面に対して凹む円弧状の溝を含み、前記溝は、前記射出面とほぼ平行な面の所定方向に複数形成され、前記回折光学素子は、前記所定面に対応して照明領域が設定された光を射出することを特徴とする光源装置が提供される。

10

【0007】

本発明の第1の観点によれば、レーザ光源からのレーザ光を拡散光学素子で拡散することによって、所定面を均一な照度分布で照明できる照射光を生成できる。拡散光学素子は、入射面、射出面の少なくとも一方が、拡散光学素子に対して垂直に入射する光を1回屈折させて前記所定面に向けて射出させる単位構造体が複数、平面的に配列されてなる構成であるため、所定面に到達するレーザ光(照射光)の光量の減衰を抑制し、高い照度で所定面を照明できる。

20

【0008】

本発明の光源装置において、前記単位構造体の複数位置のそれぞれから射出される前記レーザ光の進行方向が異なるように、前記単位構造体の形状が設定される構成を採用できる。これにより、レーザ光を良好に拡散できる。

30

【0009】

本発明の光源装置において、前記回折光学素子及び前記拡散光学素子を介した前記レーザ光が前記所定面の所定領域に対して所定の入射角度で入射するように、前記単位構造体の形状が設定される構成を採用できる。これにより、所定面を所望状態で照明できる。

【0010】

本発明の光源装置において、前記単位構造体が凹部、凸部の少なくとも一方を含む構成を採用できる。これにより、レーザ光を良好に拡散できる。

【0011】

本発明の光源装置において、前記単位構造体が、前記射出面とほぼ平行な面に沿って平面的に規則的に配列される凹部、凸部の少なくとも一方を有する構成を採用できる。これにより、所定面を均一な照度分布で照明できる。

40

【0012】

本発明の光源装置において、前記単位構造体は、表面が曲面状の凹部、凸部の少なくとも一方を有する構成を採用できる。これにより、所定面を均一な照度分布で照明できる。

【0013】

本発明の光源装置において、前記単位構造体は、前記射出面とほぼ垂直な断面において前記所定面に対して凹む円弧状の溝を含み、前記溝は、前記射出面とほぼ平行な面の所定方向に複数形成されている構成を採用できる。これにより、射出面から射出されるレーザ光を所定面に良好に到達させることができる。

【0014】

50

本発明の光源装置において、前記拡散光学素子は、前記入射面で前記レーザー光を屈折させることによって拡散させ、前記入射面は、入射後の前記レーザー光が前記射出面に向かうように、前記レーザー光の進行方向を制御する形状を有する構成を採用できる。これにより、所定面に到達するレーザー光（照射光）の光量の減衰を抑制し、高い照度で所定面を照明できる。

【0015】

本発明の第2の観点によると、所定面に照射するための照射光を生成する光源装置であって、レーザー光を射出するレーザー光源と、前記レーザー光源と前記所定面との間に配置され、前記レーザー光を回折させる回折光学素子と、前記レーザー光源と前記所定面との間に配置され、前記レーザー光が入射する入射面、及び前記入射面からの前記レーザー光が射出する射出面を有し、前記レーザー光を拡散させる拡散光学素子と、を備え、前記拡散光学素子は、前記入射面で前記レーザー光を屈折させることによって拡散させ、前記入射面は、入射後の前記レーザー光が前記射出面に向かうように、前記レーザー光の進行方向を制御する形状を有することを特徴とする光源装置が提供される。

10

【0016】

本発明の第2の観点によれば、レーザー光源からのレーザー光を拡散光学素子で拡散することによって、所定面を均一な照度分布で照明できる照射光を生成できる。拡散光学素子は、入射面でレーザー光を屈折させることによって拡散させ、その入射面は、入射後のレーザー光が射出面に向かうように、レーザー光の進行方向を制御する形状を有するので、所定面に到達するレーザー光（照射光）の光量の減衰を抑制し、高い照度で所定面を照明できる。

20

【0017】

本発明の光源装置において、前記拡散光学素子は、前記回折光学素子と前記所定面との間に配置され、前記回折光学素子からの前記レーザー光が前記拡散光学素子の前記入射面に入射する構成を採用できる。これにより、回折光学素子で生成されたレーザー光の回折光が拡散光学素子で拡散されるので、所定面を均一な照度分布で照明できる。

【0018】

本発明の光源装置において、前記レーザー光に対して前記拡散光学素子を移動する駆動装置を備えた構成を採用できる。これにより、レーザー光をさらに良好に拡散でき、所定面を均一な照度分布で照明できる。

【0019】

本発明の光源装置において、前記入射面及び前記射出面の少なくとも一方に反射防止構造を備えた構成を採用できる。これにより、所定面に到達するレーザー光（照射光）の光量の減衰をさらに良好に抑制し、高い照度で所定面を照明できる。

30

【0020】

本発明の光源装置は、所定面に照射するための照射光を生成する光源装置であって、レーザー光を射出するレーザー光源と、前記レーザー光源と前記所定面との間に配置され、前記レーザー光を回折させる回折光学素子と、前記レーザー光源と前記所定面との間に配置され、前記レーザー光が入射する入射面、及び前記入射面からの前記レーザー光が射出する射出面を有し、前記レーザー光を拡散させる拡散光学素子と、を備え、前記拡散光学素子の前記入射面、前記射出面の少なくとも一方は、表面が曲面状の凹部、凸部の少なくとも一方を含む単位構造体が複数、平面的に配列されてなることを特徴とする。

40

この構成によれば、拡散光学素子の入射面、射出面の少なくとも一方は、表面が曲面状の凹部、凸部の少なくとも一方を含む単位構造体が複数、平面的に配列されてなるものであるから、所定面に到達するレーザー光（照射光）の光量の減衰を抑制し、高い照度で所定面を照明できる。

【0021】

本発明の光源装置において、前記拡散光学素子の射出面から射出される光の光軸と前記射出面の法線とのなす角度が 1.2° 以下である構成を採用できる。

これにより、高い照度で所定面を照明できる。

【0022】

50

本発明の光源装置において、前記拡散光学素子を配置していないときに前記所定面における被照明領域（光を照射すべき領域）の中心に入射する光に対し、前記拡散光学素子による前記光の拡散範囲となる円の半径を d 、前記所定面における被照明領域となる矩形の対角線の長さを L としたとき、 $2d < L$ を満たす構成を採用できる。

これにより、光の損失を十分に抑制することができる。

【0023】

本発明の光源装置において、前記拡散光学素子を配置していないときに前記所定面における被照明領域（光を照射すべき領域）の中心に入射する光に対し、前記拡散光学素子による前記光の拡散範囲となる円の半径を d 、前記所定面における被照明領域となる矩形の短辺の長さを S としたとき、 $2d < S$ を満たす構成を採用できる。

10

これにより、光の損失をより十分に抑制することができる。

【0024】

本発明の第3の観点によると、上記に記載の光源装置からの照射光が照射され、前記所定面を介した光により画像を表示することを特徴とする画像表示装置が提供される。

【0025】

本発明の第3の観点によれば、所望状態で照明された所定面を介した照射光により所望の画像を得ることができる。

【0026】

本発明の画像表示装置において、前記所定面は、照射された照射光を画像信号に応じて光変調する空間光変調装置の入射面を含む構成を採用できる。これにより、所望の画像を表示することができる。

20

【0027】

本発明の第4の観点によると、上記に記載の画像表示装置を含み、前記所定面を介した画像情報を含む光を表示面に投射する投射系を備えたことを特徴とするプロジェクタが提供される。

【0028】

本発明の第4の観点によれば、良好な画像を形成できる。

【0029】

本発明の第5の観点によると、上記に記載の光源装置を備えたことを特徴とする照明装置が提供される。

30

【0030】

本発明の第5の観点によれば、高い照度の照射光で所定面を均一な照度分布で照明できる。

【0031】

本発明の第6の観点によると、上記に記載の光源装置を備えたことを特徴とするモニタ装置が提供される。

【0032】

本発明の第6の観点によれば、高い照度の照射光で物体を照明し、その物体を良好にモニタできる。

【発明を実施するための最良の形態】

40

【0033】

以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。以下の説明においては、 XYZ 直交座標系を設定し、この XYZ 直交座標系を参照しつつ各部材の位置関係について説明する。そして、水平面内の所定方向を X 軸方向、水平面内において X 軸方向と直交する方向を Y 軸方向、 X 軸方向及び Y 軸方向のそれぞれと直交する方向（すなわち鉛直方向）を Z 軸方向とする。また、 X 軸、 Y 軸、及び Z 軸まわりの回転（傾斜）方向をそれぞれ、 X 、 Y 、及び Z 方向とする。

【0034】

<第1実施形態>

第1実施形態について説明する。図1は、第1実施形態に係る光源装置1を示す概略構

50

成図、図 2 は、図 1 を模式的に示す斜視図である。図 1 及び図 2 において、光源装置 1 は、所定部材 10 の所定面 11 に照射するための照射光を生成するものであって、レーザ光を射出するレーザ光源 2 と、レーザ光源 2 と所定面 11 との間に配置され、レーザ光が入射する入射面 3、及び入射面 3 からのレーザ光が射出する射出面 4 を有し、レーザ光を回折させる回折光学素子 5 と、レーザ光源 2 と所定面 11 との間に配置され、レーザ光が入射する入射面 6、及び入射面 6 からのレーザ光が射出する射出面 7 を有し、レーザ光を拡散させる拡散光学素子 8 と、レーザ光源 2 と所定面 11 との間に配置され、レーザ光が入射する入射面 9 A、及び入射面 9 A からのレーザ光が射出する射出面 9 B を有し、レーザ光の射出角度を調整する角度調整用光学素子 9 とを備えている。

【 0 0 3 5 】

本実施形態においては、回折光学素子 5 は、レーザ光源 2 と拡散光学素子 8 との間に配置され、拡散光学素子 8 は、回折光学素子 5 と所定面 11 との間に配置されている。角度調整用光学素子 9 は、拡散光学素子 8 と所定面 11 との間に配置されている。

【 0 0 3 6 】

レーザ光源 2 は、レーザ光を射出する。本実施形態においては、レーザ光源 2 は複数設けられており、各レーザ光源 2 の光射出面は、+Z 側を向いている。また、本実施形態においては、複数のレーザ光源 2 は、一次元方向（図 1 の例では X 軸方向）に複数並べられている。複数のレーザ光源 2 のそれぞれは、回折光学素子 5 の入射面 3 にレーザ光を照射する。

【 0 0 3 7 】

回折光学素子 5 は、入射面 3 に入射したレーザ光を回折して回折光を生成し、射出面 4 より射出する。本実施形態においては、回折光学素子 5 の入射面 3 には、レーザ光源 2 からのレーザ光が照射される。回折光学素子 5 は、例えば石英（ガラス）、透明な合成樹脂等、レーザ光を透過可能な材料で形成されている。本実施形態の回折光学素子 5 は、計算機合成ホログラム（Computer Generated Hologram; C G H）を含む。

【 0 0 3 8 】

回折光学素子（ホログラム素子）5 は、照明領域設定機能、拡散光生成機能（照度均一化機能）、及び拡大照明機能を有する。照明領域設定機能を有する回折光学素子 5 を含む光源装置 1 は、レーザ光源 2 から射出されたレーザ光に基づいて、所定面 11 を所定の照明領域で照明する。また、拡散光生成機能を有する回折光学素子 5 を含む光源装置 1 は、所定面 11 の照明領域の少なくとも一部の照度を均一化する。また、拡大照明機能を有する回折光学素子 5 を含む光源装置 1 は、回折光学素子 5 の射出面 4 から光が射出される射出領域よりも大きい照明領域で所定面 11 を照明する。

【 0 0 3 9 】

図 3 は、回折光学素子の一例を示す模式図であって、図 3（A）は平面図、図 3（B）は図 3（A）の A - A 線断面矢視図である。図 3 において、回折光学素子 5 は、その表面に複数の矩形状の凹部（凹凸構造）5 M を有している。凹部 5 M は、互いに異なる深さを有している。また、凹部 5 M どうしの間の複数の凸部も互いに異なる高さを有している。そして、凹部 5 M どうしのピッチ d 及び凹部 5 M の深さ（凸部の高さ） t を含む回折光学素子 5 の表面条件を適宜調整することにより、回折光学素子 5 に所定の機能（照明領域設定機能、拡散光生成機能、及び拡大照明機能）を持たせることができる。その表面条件を最適化する設計手法としては、例えば反復フーリエ法など、所定の演算手法（シミュレーション手法）が挙げられる。

【 0 0 4 0 】

なお、回折光学素子 5 としては、矩形の凹部 5 M を有するものに限られず、互いに異なる方向を向く平面を組み合わせた表面を有するものであってもよい。例えば、回折光学素子 5 としては、図 4 に示すような、斜面を有する三角形の凹部を有するものであってもよい。また回折光学素子 5 としては、図 3 に示したような矩形状の凹部 5 M を有する領域と、図 4 に示したような三角形の凹部を有する領域とのそれぞれを有するものであってもよい。そして、その表面条件を最適化することにより、所望の機能を有する回折光学素

10

20

30

40

50

子 5 を形成することができる。

【 0 0 4 1 】

次に、拡散光学素子 8 について説明する。拡散光学素子 8 は、入射面 6 に入射したレーザー光を拡散して拡散光を生成し、射出面 7 より射出する。本実施形態においては、拡散光学素子 8 の入射面 6 には、回折光学素子 5 の射出面 4 から射出されたレーザー光が照射される。拡散光学素子 8 は、例えば石英（ガラス）、透明な合成樹脂等、レーザー光を透過可能な材料で形成されている。本実施形態においては、拡散光学素子 8 は、射出面 7 でレーザー光を屈折させることによって、そのレーザー光を拡散させる。

【 0 0 4 2 】

図 5 は、本実施形態に係る拡散光学素子 8 の一部を拡大した側面図、図 6 は、本実施形態に係る拡散光学素子 8 の一部を拡大した斜視図である。図 5 に示すように、拡散光学素子 8 は、射出面 7 でレーザー光を屈折させることによって拡散させる。

10

【 0 0 4 3 】

本実施形態の拡散光学素子 8 の射出面 7 は、射出後のレーザー光が再入射しないように、レーザー光の進行方向を制御する形状を有している。すなわち、本実施形態においては、射出面 7 より射出後のレーザー光が射出面 7 に再入射せずに、所定面 1 1（角度調整用光学素子 9）に向かって進行するように、射出面 7 の形状が最適化されている。

【 0 0 4 4 】

射出面 7（後述の溝 7 M）の形状は、その射出面 7（溝 7 M）の複数位置のそれぞれから射出されるレーザー光の進行方向が互いに異なるように設定されている。射出面 7 の複数位置のそれぞれから射出されるレーザー光は、互いに異なる方向に進行するように、その射出面 7 において屈折する。

20

【 0 0 4 5 】

例えば、図 5 に示すように、入射面 6 の第 1 の位置 6 A にほぼ垂直に入射したレーザー光は、拡散光学素子 8 を通過した後、射出面 7 で屈折して、第 1 の方向に進行するように、その射出面 7 より射出される。第 1 の位置 6 A と異なる入射面 6 の第 2 の位置 6 B にほぼ垂直に入射したレーザー光は、拡散光学素子 8 を通過した後、射出面 7 で屈折して、第 1 の方向と異なる第 2 の方向に進行するように、その射出面 7 より射出される。

【 0 0 4 6 】

このように、本実施形態においては、射出面 7 は、その射出面 7 の複数位置のそれぞれから射出するレーザー光の進行方向を互いに異ならせるように屈折させる形状を有する。また、射出面 7 は、射出後のレーザー光が再入射しないように、レーザー光の進行方向を制御し、射出面 7 において 1 回だけ屈折した後、所定面 1 1（角度調整用光学素子 9）に向かって進行する。

30

【 0 0 4 7 】

本実施形態においては、射出面 7 は、凹凸構造を含み、射出面 7 の複数位置のそれぞれより射出するレーザー光は、凹部及び凸部の少なくとも一方を含む射出面 7 によって、互いに異なる方向に進行するように屈折する。

【 0 0 4 8 】

図 5 及び図 6 に示すように、本実施形態においては、射出面 7 は、その射出面 7 とほぼ垂直な断面において、所定面 1 1（角度調整用光学素子 9）に対して凹む円弧状の溝 7 M を含む。本実施形態の場合、溝 7 M が特許請求の範囲における「単位構造体」に相当する。溝 7 M は、射出面 7 とほぼ平行な面の所定方向に複数形成されている。図 5 及び図 6 においては、拡散光学素子 8 は、入射面 6 及び射出面 7 と X Y 平面とがほぼ平行となるように配置されている。射出面 7 は、その射出面 7 とほぼ垂直な X Z 平面において、所定面 1 1 に対して凹む円弧状の溝 7 M を有する。溝 7 M は、Y 軸方向に長く、X 軸方向に複数形成されている。

40

【 0 0 4 9 】

このように、本実施形態においては、溝 7 M は、X Z 平面において所定面 1 1 に対して凹む円弧状であって、Y 軸方向に長いライン状であり、X 軸方向に複数形成されている。

50

また、隣り合う溝 7 M 同士の境界は、所定面 1 1 (角度調整用光学素子 9) に対して凸状であり、稜線を形成している。

【 0 0 5 0 】

また、本実施形態においては、入射面 6 は、X Y 平面とほぼ平行な平面である。

【 0 0 5 1 】

図 1 に示すように、光源装置 1 は、レーザ光に対して拡散光学素子 8 を移動する駆動装置 1 2 を備えている。駆動装置 1 2 は、拡散光学素子 8 を回転可能な回転モータを含み、拡散光学素子 8 を Z 方向に回転可能である。駆動装置 1 2 により回転されることによって、拡散光学素子 8 は、所定面 1 1 における照明領域の少なくとも一部の照度分布を均一化できる。なお、駆動装置 1 2 は、拡散光学素子 8 を、X 軸、Y 軸、Z 軸、X、及び Y 方向の少なくとも 1 つの方向に移動 (微動、揺動) するようにしてもよい。

10

【 0 0 5 2 】

角度調整用光学素子 9 は、入射面 9 A より入射したレーザ光の射出角度を調整して、射出面 9 B より射出する。本実施形態においては、角度調整用光学素子 9 の入射面 9 A には、拡散光学素子 8 の射出面 7 から射出されたレーザ光が照射される。本実施形態においては、角度調整用光学素子 9 は、屈折レンズ (フィールドレンズ) である。屈折レンズは、例えば球面レンズ、又は非球面レンズ等の光軸に対して回転対称な軸対象レンズを含む。あるいは、角度調整用光学素子 9 はフレネルレンズ等を含むものでもよい。角度調整用光学素子 9 は、射出面 9 B から射出されるレーザ光の射出角度、ひいては所定面 1 1 に対するレーザ光 (照射光) の入射角度を調整可能である。

20

【 0 0 5 3 】

本実施形態においては、角度調整用光学素子 9 は、複数のレーザ光源 2 のそれぞれから射出され、回折光学素子 5 及び拡散光学素子 8 を介したレーザ光で、所定面 1 1 の所定領域を重疊的に照明するように、射出面 9 B より射出するレーザ光 (照射光) の射出角度を調整する。

【 0 0 5 4 】

次に、光源装置 1 の動作の一例について説明する。複数のレーザ光源 2 のそれぞれから射出されたレーザ光は、回折光学素子 5 の入射面 3 に入射し、その回折光学素子 5 を通過した後、回折光学素子 5 の射出面 4 より射出される。回折光学素子 5 は、入射面 3 より入射したレーザ光により回折光を生成し、射出面 4 より射出する。

30

【 0 0 5 5 】

回折光学素子 5 の射出面 4 から射出されたレーザ光 (回折光) は、拡散光学素子 8 の入射面 6 に入射し、その拡散光学素子 8 を通過した後、拡散光学素子 8 の射出面 7 より射出される。拡散光学素子 8 は、入射面 6 より入射したレーザ光により拡散光を生成し、射出面 7 より射出する。

【 0 0 5 6 】

拡散光学素子 8 の射出面 7 から射出されたレーザ光 (拡散光) は、角度調整用光学素子 9 の入射面 9 A に入射し、その角度調整用光学素子 9 を通過した後、角度調整用光学素子 9 の射出面 9 B より射出される。角度調整用光学素子 9 は、入射面 9 A より入射したレーザ光の射出角度を調整して、射出面 9 B より射出する。角度調整用光学素子 9 の射出面 9 B から射出されたレーザ光は、所定面 1 1 に照射される。

40

【 0 0 5 7 】

本実施形態においては、回折光学素子 5 及び拡散光学素子 8 を含む光源装置 1 は、所定面 1 1 を所定の照明領域で照明する。射出面 7 の形状は、回折光学素子 5 及び拡散光学素子 8 を介したレーザ光が、所定面 1 1 の所定領域に対して所定の入射角度で入射するように設定されている。

【 0 0 5 8 】

図 7 は、拡散光学素子 8 の拡大図である。本実施形態においては、一例として、円弧状の溝 7 M の曲率半径 R が約 1.3 mm、隣り合う溝 7 M 同士の距離 (ピッチ) P が約 1.2 mm、溝 7 M の深さ D が約 1.3 μm に設定されている。X Y 平面とほぼ平行な入射面 6 に

50

対してほぼ垂直に入射したレーザー光は、拡散光学素子 8 を通過した後、射出面 7 で屈折し、所定方向に進行する。射出面 7 より射出されるレーザー光の射出角度 θ_1 は、射出面 7 の位置によって異なるが、本実施形態においては、射出角度 θ_1 が $-1.2^\circ \sim +1.2^\circ$ となるように、射出面 7 の形状が設定されている。ここで、射出角度 θ_1 は、入射面 6 にほぼ垂直に入射するレーザー光の延長線、すなわち Z 軸となす角度である。なお、見やすくするために、図では、図面上の大きさ、角度と、実際の大きさ、角度とが異なるように図示してある。

【0059】

図 8 は、拡散光学素子 8 と所定面 11 を有する所定部材 10 との位置関係を示す模式図、図 9 は、光源装置 1 により照射光が照射されている所定面 11 を示す模式図である。図 8 に示すように、拡散光学素子 8 の射出面 7 と、所定部材 10 の所定面 11 とは、XY 平面とほぼ平行である。図 8 に示す例では、拡散光学素子 8 の射出面 7 と所定部材 10 の所定面 11 との距離 T が約 25 mm に設定されている。

10

【0060】

射出面 7 より射出角度 θ_1 で射出されたレーザー光は、所定面 11 に対して角度 θ_2 で入射する。ここで、拡散光学素子 8 の射出面 7 と所定部材 10 の所定面 11 とは平行である。したがって、射出面 7 から射出されるレーザー光の射出角度 θ_1 と、所定面 11 に入射するレーザー光の入射角度 θ_2 とはほぼ等しい。射出角度 θ_1 は射出面 7 の形状を調整することによって制御可能なので、射出面 7 の形状を調整することによって、所定面 11 に対するレーザー光の入射角度 θ_2 も制御できる。このように、射出面 7 の形状を調整することによって、所定面 11 に対するレーザー光の入射角度を設定可能である。なお、本実施形態においては、角度調整用光学素子 9 が配置されているので、その角度調整用光学素子 9 によっても、入射角度 θ_2 を調整できる。

20

【0061】

射出角度 θ_1 が $-1.2^\circ \sim +1.2^\circ$ の場合において、入射面 6 にほぼ垂直に入射するレーザー光の延長線と所定面 11 とが交わる位置を基準点とした場合、図 8 に示すように、そのレーザー光に基づいて射出面 7 より射出されたレーザー光が所定面 11 に到達する位置 S は、約 $-0.5 \text{ mm} \sim +0.5 \text{ mm}$ の範囲となる。

【0062】

図 9 において、本実施形態においては、光源装置 1 は、少なくとも所定面 11 の矩形状（長方形）の所定領域 A1（被照明領域）に照射光を照射する。回折光学素子 5 は、所定領域 A1 にレーザー光が照射されるように設計されている。なお、本実施形態においては、所定領域 A1 の X 軸方向の大きさは 16 mm、Y 軸方向の大きさは 9 mm である。射出面 7 の形状は、回折光学素子 5 及び拡散光学素子 8 を介したレーザー光が、所定面 11 の所定領域 A1 に対して所定の入射角度 θ_2 で入射するように設定されている。

30

【0063】

図 8 等を参照して説明したように、レーザー光は、射出面 7 より射出角度 θ_1 で射出される。射出面 7 より射出されるレーザー光の射出角度 θ_1 は、射出面 7 の位置によって異なるので、射出面 7 の複数位置のそれぞれから射出されたレーザー光は、所定面 11 において混ぜ合わせられ、所定領域 A1 での照度が均一化される。本実施形態においては、少なくとも所定領域 A1 での照度が均一化されるように、すなわち、射出面 7 の複数位置のそれぞれから射出されたレーザー光が、所定面 11 の所定領域 A1 において混ぜ合わせられるように、射出面 7 の形状（溝 7M の曲率半径 R、ピッチ P、深さ D を含む）、及び射出面 7 と所定面 11 との距離 T が最適化されている。

40

【0064】

なお、例えば射出面 7 の光射出領域のエッジ近傍から射出されたレーザー光など、射出面 7 の複数位置のそれぞれから射出されるレーザー光のうち、一部のレーザー光は、所定面 11 で他のレーザー光と混ぜ合わせられないで、所定領域 A1 よりも外側の領域 A3 に照射される。すなわち、図 9 に示すように、本実施形態においては、光源装置 1 によって設定される照明領域 A2 は、所定領域 A1 を含むものであって、所定領域 A1 よりも大きい。そし

50

て、その照明領域 A 2 のうち、少なくとも所定領域 A 1 に対応する一部の領域（領域 A 3 以外の領域）の照度が均一化される。本実施形態においては、照明領域 A 2 のうち、照明対象領域である所定領域 A 1 における照度が均一化されるように、射出面 7 の形状（溝 7 M の曲率半径 R、ピッチ P、深さ D を含む）、及び射出面 7 と所定面 1 1 との距離 T が最適化されている。

【 0 0 6 5 】

本実施形態においては、例えば回折光学素子 5 の射出面 4 から射出されるレーザー光の輝度分布に起因する所定面 1 1 における照度分布の不均一性を、拡散光学素子 8 によって均一化できる。例えば、回折光学素子 5 を製造する際のプロセス等に起因して、図 1 0 に示すように、回折光学素子 5 の射出面 4 から射出されるレーザー光の輝度分布に偏りが生じる虞がある。なお、図 1 0 の横軸は、回折光学素子 5 の X 軸方向の位置を正規化した値、縦軸は、輝度（照度）を正規化した値である。このように、たとえ、回折光学素子 5 の射出面 4 から射出されるレーザー光の輝度（照度）分布に偏りが生じてても、本実施形態によれば、拡散光学素子 8 によって、所定面 1 1 におけるレーザー光（照射光）の照度分布を均一化できる。

10

【 0 0 6 6 】

以上説明したように、本実施形態によれば、レーザー光源 2 からのレーザー光を拡散光学素子 8 で拡散することによって、所定面 1 1 を均一な照度分布で照明できる照射光を生成できる。拡散光学素子 5 は、射出面 7 でレーザー光を屈折させることによって拡散させ、その射出面 7 は、射出後のレーザー光が再入射しないように、レーザー光の進行方向を制御する形状を有するので、所定面 1 1 に到達するレーザー光（照射光）の光量の減衰を抑制し、高い照度で所定面 1 1 を照明できる。

20

【 0 0 6 7 】

例えば、レーザー光を拡散させるために、従来のように、粗面を有する散乱部材を用いる場合、図 1 1 の模式図に示すように、射出面 7 J から射出されたレーザー光の進行方向が制御されないので、射出面 7 J から射出後のレーザー光が、射出面 7 J に再入射したり、射出と入射とを繰り返す可能性がある。この場合、拡散部材から所定面 1 1 に向けて進行するレーザー光の光量は減衰する。

【 0 0 6 8 】

本実施形態においては、射出面 7 から射出後のレーザー光は、射出面 7 に再入射しないように設定されているので、複数回、或いは 1 回の屈折又は反射による損失を抑制し、光量の減衰が抑制された状態で、所定面 1 1 に向かって進行することができる。

30

【 0 0 6 9 】

そして、射出面 7（溝 7 M）の複数位置のそれぞれにおけるレーザー光の進行方向が互いに異なるように、射出面 7 の形状が設定されているので、射出面 7 から射出されたレーザー光は、光量の減衰が抑制された状態で、良好に拡散される。

【 0 0 7 0 】

本実施形態の拡散光学素子 8 の射出面 7 は、Y 軸方向に長いライン状であって、X 軸方向に複数形成された溝 7 M を含む。射出面 7 をこのような形状にすることによって、拡散光学素子 8 を容易に製造できる。例えば、光学部材の表面に半球状のバイト（工具）を当てて、一方向に移動することで、複数の溝 7 M を形成できる。また、本実施形態においては、駆動装置 1 2 を用いて、拡散光学素子 8 を少なくとも Z 方向に回転するので、所定面 1 1 における照明領域 A 2 のうち、少なくとも所定領域 A 1 に対応する一部の領域の照度分布を良好に均一化できる。

40

【 0 0 7 1 】

また、本実施形態においては、光源装置 1 は複数のレーザー光源 2 を備えているので、スペckルパターンの発生を抑えることもできる。スペckルパターンとは、レーザー光のようなコヒーレント光で散乱面を照射し、その散乱光を観察したとき、空間に生じるコントラストの高い斑点状の模様をいう。散乱面の各点で発生した散乱光は、互いにランダムな位相関係で干渉し、その結果複雑な干渉パターンを生じ、所定面 1 1 を不均一な照度分布

50

で照明する可能性がある。本実施形態では、光源装置 1 は複数のレーザ光源 2 を備えており、それら複数のレーザ光源 2 のそれぞれから射出されたレーザ光は互いにインコヒーレントであるため、互いに異なる照度分布（輝度分布）を持つ光で所定面 11 を照明することとなる。そのため、それら各レーザ光に基づく照射光を所定面 11 上で重ね合わせるにより、スペckルパターンの発生を低減し、所定面 11 上での照度分布をほぼ均一にすることができる。また、拡散光学素子 8 によって、スペckルパターンの発生をさらに抑制し、所定面 11 をほぼ均一な照度分布で照明することができる。

【0072】

なお、本実施形態においては、射出面 7（溝 7 M）の複数位置のそれぞれから射出されたレーザ光を、所定面 11 において混ぜ合わせることによって、所定面 11 での照射光の照度分布が均一化されている。したがって、例えば、回折光学素子 5 の射出面 4 から射出されるレーザ光の輝度分布に起因する所定面 11 における照度分布の不均一性が大きい場合（ムラが大きい場合）には、レーザ光同士の混ぜ合わせ領域を大きくすることによって、所定面 11 における照度分布を均一化できる。レーザ光同士の混ぜ合わせ領域を大きくするためには、例えば拡散光学素子 8 からの射出角度 θ_1 を大きくしたり、距離 T を大きくすればよい。なお、射出角度 θ_1 を大きくしたり、距離 T を大きくすると、射出面 7 の複数位置のそれぞれから射出されるレーザ光のうち、所定面 11 で他のレーザ光と混ぜ合わせられないで、所定領域 A1 よりも外側の領域 A3 に照射されるレーザ光の成分が多くなる。所定領域 A1 の外側に照射されるレーザ光が多くなると、照明効率の劣化等をもたらすため、所定領域 A1 において所望の照度分布を得られる範囲内で、射出角度 θ_1 、距離 T などを最適化することが望ましい。

【0073】

< 第 2 実施形態 >

次に、第 2 実施形態について説明する。上述の第 1 実施形態においては、射出面 7 は、Y 軸方向に長いライン状であって、X 軸方向に複数形成された溝 7 M を含み、その溝 7 M は、XZ 平面において所定面 11 に対して凹む円弧状であり、隣り合う溝 7 M 同士の境界は、所定面 11 に対して凸状の稜線を形成している。本実施形態の特徴的な部分は、射出面 7 が、曲面状の凹部及び凸部を有する点にある。以下の説明において、上述の実施形態と同一又は同等の構成部分については同一の符号を付し、その説明を簡略若しくは省略する。

【0074】

図 12 は、第 2 実施形態に係る拡散光学素子 8 を示す図である。図 12 において、射出面 7 は、その射出面 7 とほぼ垂直な断面において、所定面 11 に対して凹む円弧状の凹部（溝）7 M a を含む。本実施形態の場合、凹部 7 M a が特許請求の範囲における「単位構造体」に相当する。凹部 7 M a は、射出面 7 とほぼ平行な面の所定方向に複数形成されている。図 12 においては、拡散光学素子 8 は、入射面 6 及び射出面 7 と XY 平面とがほぼ平行となるように配置されており、凹部 7 M a は、XZ 平面において、所定面 11 に対して凹む円弧状（曲面状）の表面を有する。凹部 7 M a は、Y 軸方向に長いライン状であり、X 軸方向に複数形成されている。

【0075】

本実施形態においては、隣り合う凹部 7 M a 同士の間には、所定面 11 に対して突出する凸部 7 T が形成される。凸部 7 T は、XZ 平面において、所定面 11 に対して突出する円弧状（曲面状）の表面を有する。凸部 7 T は、Y 軸方向に長いライン状であり、凹部 7 M a 同士の間において、X 軸方向に複数形成されている。

【0076】

本実施形態においては、射出面 7 は、全体として、XZ 平面においてサイン波状の表面を有する凹凸構造を含む。

【0077】

本実施形態においても、射出面 7 から射出後のレーザ光は、射出面 7 に再入射しないようになっている。本実施形態においても、所定面 11 に到達するレーザ光（照射光）の光

10

20

30

40

50

量の減衰を抑制し、高い照度で所定面 1 1 を照明できる。

【 0 0 7 8 】

< 第 3 実施形態 >

次に、第 3 実施形態について説明する。本実施形態の特徴的な部分は、拡散光学素子 8 は、入射面 6 でレーザー光を屈折させることによって拡散させ、入射面 6 は、入射後のレーザー光が射出面 7 に向かうように、レーザー光の進行方向を制御する形状を有する点にある。

【 0 0 7 9 】

図 1 3 は、第 3 実施形態に係る拡散光学素子 8 を示す図である。図 1 3 において、拡散光学素子 8 の入射面 6 は、凹凸構造を含む。入射面 6 は、その入射面 6 とほぼ垂直な断面において、レーザー光源 2 に対して凹む円弧状の溝 6 M を含む。本実施形態の場合、溝 6 M が特許請求の範囲における「単位構造体」に相当する。溝 6 M は、入射面 6 とほぼ平行な面の所定方向に複数形成されている。図 1 3 においては、拡散光学素子 8 は、入射面 6 及び射出面 7 と X Y 平面とがほぼ平行となるように配置されている。入射面 6 は、その入射面 6 とほぼ垂直な X Z 平面において、レーザー光源 2 に対して凹む円弧状の溝 6 M を有する。溝 6 M は、Y 軸方向に長いライン状であり、X 軸方向に複数形成されている。

【 0 0 8 0 】

また、本実施形態においては、射出面 7 は、X Y 平面とほぼ平行な平面である。

【 0 0 8 1 】

入射面 6 の形状は、射出面 7 (溝 6 M) の複数位置のそれぞれから射出されるレーザー光の進行方向が互いに異なるように、設定されている。入射面 6 の形状は、回折光学素子 5 及び拡散光学素子 8 を介したレーザー光が所定面 1 1 の所定領域 A 1 に対して所定の入射角度で入射するように設定されている。

【 0 0 8 2 】

本実施形態においても、レーザー光源 2 からのレーザー光を拡散光学素子 8 で拡散することによって、所定面 1 1 を均一な照度分布で照明できる照射光を生成できる。拡散光学素子 8 は、入射面 6 でレーザー光を屈折させることによって拡散させ、その入射面 6 は、入射後のレーザー光が、射出面 7 以外の領域に向かわずに、射出面 7 に向かうように、レーザー光の進行方向を制御する形状を有するので、所定面 1 1 に到達するレーザー光 (照射光) の光量の減衰を抑制し、高い照度で所定面を照明できる。

【 0 0 8 3 】

なお、本実施形態において、入射面 6 の形状を、図 1 2 の射出面 7 のようなサイン波状にしてもよい。

【 0 0 8 4 】

< 第 4 実施形態 >

次に、第 4 実施形態について説明する。図 1 4 は、第 4 実施形態に係る拡散光学素子 8 を示す図である。図 1 4 に示すように、入射面 6 及び射出面 7 の両方に、上述の実施形態で説明したような凹凸構造を設けてもよい。こうすることによっても、光源装置 1 は、所定面 1 1 に到達するレーザー光 (照射光) の光量の減衰を抑制し、高い照度で所定面を照明できる。

【 0 0 8 5 】

< 第 5 実施形態 >

次に、第 5 実施形態について説明する。本実施形態の特徴的な部分は、入射面 6 及び射出面 7 の少なくとも一方に反射防止構造を備えた点にある。

【 0 0 8 6 】

図 1 5 は、第 5 実施形態に係る拡散光学素子 8 を示す図である。図 1 5 において、光源装置 1 は、拡散光学素子 8 の入射面 6 に設けられた第 1 反射防止膜 1 3 と、射出面 7 に設けられた第 2 反射防止膜 1 4 とを備えている。本実施形態においては、第 1 反射防止膜 1 3 は、多層膜であり、第 2 反射防止膜 1 4 は、単層膜である。多層膜は、例えば誘電体多層膜である。単層膜は、例えばフッ化マグネシウムで形成される。第 1、第 2 反射防止膜 1 3、1 4 は、干渉型の反射防止膜であって、第 1 反射防止膜 1 3 は、入射面 6 に入射す

10

20

30

40

50

るレーザー光の反射を抑制し、第2反射防止膜14は、射出面7から射出する際のレーザー光の反射を抑制する。

【0087】

反射防止膜を設けることによって、所定面11に到達するレーザー光（照射光）の光量の減衰をさらに良好に抑制し、高い照度で所定面11を照明できる。

【0088】

なお、図15を用いた説明では、第1反射防止膜13は多層膜であるが、単層膜でもよい。また、図15を用いた説明では、第2反射防止膜14は単層膜であるが、多層膜でもよい。また、第1反射防止膜13を省略して、射出面7のみに反射防止膜14を設けてもよいし、第2反射防止膜14を省略して、入射面6のみに反射防止膜13を設けてもよい。

10

【0089】

また、図16に示すように、例えば入射面6に、円錐状の微細な突起部材を複数周期的に配列した構造、所謂モスアイ構造を設けることによって、入射面6に入射するレーザー光の反射を防止するようにしてもよい。また、射出面7にモスアイ構造を形成してもよい。

【0090】

<第6実施形態>

次に、第6実施形態について説明する。本実施形態の特徴的な部分は、射出面7に設けられた凹凸構造が、射出面7とほぼ平行なXY平面に沿って2次的に規則的に配列される凹部及び凸部を有する点にある。

20

【0091】

図17は、第6実施形態に係る光源装置1の概略構成図、図18は、第6実施形態に係る射出面7の一部を拡大した斜視図である。図18に示すように、拡散光学素子8の射出面7に設けられた凹凸構造は、射出面7とほぼ平行なXY平面に沿って2次的に規則的に配列される凹部15及び凸部16を有する。凹部15及び凸部16の表面は、曲面状である。本実施形態の場合、凹部15及び凸部16が特許請求の範囲における「単位構造体」に相当する。

【0092】

本実施形態においても、光源装置1は、所定面11に到達するレーザー光（照射光）の光量の減衰を抑制し、高い照度で所定面11を照明できる。また、拡散光学素子7は、レーザー光を良好に拡散できる。これにより、光源装置1は、所定面11を均一な照度分布で照明できる。

30

【0093】

また、本実施形態においては、図18に示すように、駆動装置12を省略しても、光源装置1は、所定面11を均一な照度分布で照明できる。もちろん、本実施形態の拡散光学素子8を駆動装置12で移動（回転）してもよい。

【0094】

なお、上述の第1～第6実施形態においては、回折光学素子5は、レーザー光源2と拡散光学素子8との間に配置され、拡散光学素子8は、回折光学素子5と所定面11との間に配置され、角度調整用光学素子9は、拡散光学素子8と所定面11との間に配置されているが、回折光学素子5、拡散光学素子8、及び角度調整用光学素子9の位置関係を変更してもよい。

40

【0095】

例えば、図19に示すように、レーザー光源2と所定面11との間に、レーザー光源2から所定面11に向かって、回折光学素子5、角度調整用光学素子9、及び拡散光学素子8の順に配置してもよい。

【0096】

また、図20に示すように、レーザー光源2と所定面11との間に、レーザー光源2から所定面11に向かって、拡散光学素子8、回折光学素子5、及び角度調整用光学素子9の順に配置してもよい。

50

【 0 0 9 7 】

また、図 2 1 に示すように、角度調整用光学素子 9 を省略してもよい。図 2 1 に示す例では、レーザ光源 2 と所定面 1 1 との間に、レーザ光源 2 から所定面 1 1 に向かって、回折光学素子 5、及び拡散光学素子 8 の順に、各素子が配置されている。

【 0 0 9 8 】

なお、上述の第 1 ~ 第 6 実施形態においては、光源装置 1 は一次元方向 (X 軸方向) に複数並んだレーザ光源 2 を有しているが、二次元方向 (X Y 方向) にアレイ状に配置されたレーザ光源 2 を備えていてもよい。

【 0 0 9 9 】

なお、上述の第 1 ~ 第 6 実施形態においては、光源装置 1 は複数のレーザ光源 2 を有しているが、レーザ光源 2 は 1 つであってもよい。

10

【 0 1 0 0 】

なお、上述の第 1 ~ 第 6 実施形態においては、回折光学素子として透過型の回折光学素子 (回折格子) のうち、位相変調型の回折光学素子を用いているが、振幅変調型の回折光学素子を用いることもできる。また、透過型の回折光学素子に限られず、反射型の回折光学素子を用いることもできる。また、例えば、透過型の回折光学素子と、反射型の回折光学素子とを組み合わせてもよい。そして、それら回折光学素子の表面条件を最適化することにより、その回折光学素子に所望の機能を持たせることができる。

【 0 1 0 1 】

ここで、屈折面となる拡散光学素子 8 の入射面、または射出面の凹凸形状を設計する方法の一例を説明する。

20

例えば図 2 5 に示す拡散光学素子の射出面に円弧状の溝を形成した形状 (図 2 5 の上側)、サイン波状の形状 (図 2 5 の下側)、図 2 6 に示す拡散光学素子の入射面に円弧状の凸部を形成した形状 (図 2 6 の上側)、サイン波状の形状 (図 2 6 の下側) においては、拡散光学素子に対して垂直に入射した光は入射位置によって射出角度が異なる。射出角度が最大となるのは、凹凸形状の接線と水平線とのなす角度 θ_1 が最大となる位置に入射したときである。

【 0 1 0 2 】

このとき、拡散光学素子に対して垂直入射した光線の最大射出角度を θ_1 とすると、図 2 5 のように入射面が平坦な場合と、図 2 6 のように射出面が平坦な場合のいずれにおいても下記の (1) 式で θ_1 が書き表せる。拡散光学素子の屈折率を n とする。

30

$$\theta_1 = \sin^{-1} (n \times \sin \theta) - \dots \dots (1)$$

【 0 1 0 3 】

所定面において、レーザ光の光軸に対して最大距離 d [m m] だけ光線を拡散させたい場合、所定面と拡散光学素子との距離 T に対し、下記の (2) 式の関係が成り立つ。

$$d = T \times \tan \theta_1 \dots \dots (2)$$

【 0 1 0 4 】

つまり、(2) 式を変形すると、最大距離 d だけ拡散させたい場合の射出角度 θ_1 は下記の (3) 式で書き表せる。

$$\theta_1 = \tan^{-1} (d / T) \dots \dots (3)$$

40

よって、(1) 式、(3) 式を満足するように拡散光学素子の角度 θ を設定すれば、所望の拡散角を持った拡散光学素子の実現できる。

【 0 1 0 5 】

例えば、所定面において $\pm 0 . 5$ m m 以内に光を拡散させたい場合、 $n = 1 . 4 9$ とすると、入射面が平坦な場合も射出面が平坦な場合も角度 θ_1 は同一であり、角度 θ が約 $2 . 3 ^\circ$ のときに条件を満たす。

一方、本願発明者らの実験によれば、射出角度 θ_1 は $1 . 2 ^\circ$ 以下でレーザ光の減衰が十分に抑制され、高い照度を実現できるという結果が得られている。

【 0 1 0 6 】

また、光の拡散範囲については、図 2 7 (a) に示すように、拡散光学素子による光の

50

拡散範囲は通常、円形となる。ただし、ここで示す「光の拡散範囲」とは、拡散光学素子を配置していないときに被照明領域の中心に入射する光に対する拡散範囲のことである。また、所定面の被照明領域として、後述する液晶ライトバルブの画像表示領域（通常、長方形）を想定する。ここで、光の拡散範囲を示す円の半径を d 、画像表示領域の長方形の対角線の長さを L とすると、 $2d < L$ を満たすことが望ましい。

この場合、光の拡散範囲を示す円は、画像表示領域を示す長方形の外接円となる。このとき、光の損失はある程度生じるものの、全くランダムな散乱パターンを持った従来の拡散板を用いたときと比べて十分に損失を抑制することができる。

【0107】

さらに、図27(b)に示すように、拡散光学素子による光の拡散範囲となる円の半径を d 、画像表示領域を示す長方形の短辺の長さを S としたとき、 $2d < S$ を満たすことがより望ましい。この場合、図27(a)に比べて、光の損失をより十分に抑制することができる。

【0108】

<第7実施形態>

次に、第7実施形態について説明する。本実施形態では、上述の各実施形態で説明した光源装置1を応用した画像表示装置の一例について説明する。

【0109】

図22は、上述の各実施形態で説明した光源装置1(1R、1G、1B)を備えた画像表示装置を示す概略構成図である。本実施形態においては、画像表示装置として、空間光変調装置で生成された画像情報を含む色光を投射系を介してスクリーン上に投射する投射型画像表示装置(プロジェクタ)を例にして説明する。

【0110】

図22において、投射型画像表示装置PJは、スクリーン100(表示面)上に画像情報を含む光を投射する投射ユニットUを備えている。投射ユニットUからスクリーン100に対して光が投射されることにより、スクリーン100上に画像が形成される。本実施形態の投射型画像表示装置PJは、スクリーン100を透過型のスクリーンとし、スクリーン100の正面側からスクリーン100上に画像情報を含む光を投射する。

【0111】

投射ユニットUは、第1の基本色光(赤色光)で所定面11を照明可能な第1光源装置1Rと、第2の基本色光(緑色光)で所定面11を照明可能な第2光源装置1Gと、第3の基本色光(青色光)で所定面11を照明可能な第3光源装置1Bと、第1光源装置1Rで照明される入射面(所定面)11を有し、照明された光を画像情報に応じて光変調する第1空間光変調装置10Rと、第2光源装置1Gで照明される入射面(所定面)11を有し、照明された光を画像情報に応じて光変調する第2空間光変調装置10Gと、第3光源装置1Bで照明される入射面(所定面)11を有し、照明された光を画像情報に応じて光変調する第3空間光変調装置10Bと、空間光変調装置10R、10G、10Bにより変調された各基本色光を合成する色合成系20と、色合成系20で生成された光をスクリーン100上に投射する投射系21とを備えている。空間光変調装置10R、10G、10Bのそれぞれは液晶装置を含んで構成されている。以下の説明においては、空間光変調装置を適宜、ライトバルブ、と称する。

【0112】

ライトバルブは、入射側偏光板と、一对のガラス基板どうしの中に封入された液晶を有するパネルと、射出側偏光板とを備えている。ガラス基板には画素電極や配向膜が設けられている。空間光変調装置を構成するライトバルブは、定められた振動方向の光のみを透過させるようになっており、ライトバルブに入射した基本色光は、ライトバルブを通過することによって光変調される。

【0113】

第1光源装置1Rの複数のレーザ光源2は、赤色(R)のレーザ光をそれぞれ射出する。第1光源装置1Rは、赤色のレーザ光に基づいて、第1ライトバルブ10Rの入射面1

10

20

30

40

50

1を照明する。

【0114】

第2光源装置1Gの複数のレーザ光源2は、緑色(G)のレーザ光をそれぞれ射出する。第2光源装置1Gは、緑色のレーザ光に基づいて、第2ライトバルブ10Gの入射面11を照明する。

【0115】

第3光源装置1Bの複数のレーザ光源2は、青色(B)のレーザ光をそれぞれ射出する。第3光源装置1Gは、青色のレーザ光に基づいて、第3ライトバルブ10Bの入射面11を照明する。

【0116】

各ライトバルブ10R、10G、10Bを通過することで変調された各基本色光(変調光)は、色合成系20で合成される。色合成系20はダイクロイックプリズムによって構成されており、赤色光(R)、緑色光(G)、及び青色光(B)は色合成系20で合成されてフルカラー合成光となる。色合成系20から射出されたフルカラー合成光は投射系21に供給される。投射系21はフルカラー合成光をスクリーン100上に投射する。投射系21は、入射側の画像を拡大してスクリーン100上に投射する所謂拡大系である。

【0117】

投射ユニットUは、各光源装置1R、1G、1Bのそれぞれで照明された各ライトバルブ10R、10G、10Bを介した画像情報を含むフルカラー合成光を投射系21を用いてスクリーン100上に投射することによって、スクリーン100上にフルカラーの画像を形成する。鑑賞者は、投射ユニットUによりスクリーン100に対して投射された画像を鑑賞する。

【0118】

本実施形態のプロジェクタPJの各ライトバルブ10R、10G、10Bは、高い照明効率を有する各光源装置1R、1B、1Gにより、高い照度を有し、均一な照度分布を有する照射光で照明される。したがって、プロジェクタPJは、コントラストが高い良好な画像を表示できる。

【0119】

また、図10等を参照して説明したように、例えば、回折光学素子5を製造する際のプロセス等に起因して、回折光学素子5の射出面4から射出されるレーザ光の輝度に分布(ムラ)が生じる場合がある。その輝度のムラが発生している状態を放置したまま、プロジェクタPJでスクリーン100に画像を表示すると、その画像は投射系21によって拡大されたものであるため、回折光学素子5に起因する輝度ムラが、鑑賞者に把握されるまで大きくなる可能性がある。本実施形態においては、拡散光学素子8によって輝度ムラを修正しているので、上述の不都合を抑制できる。

【0120】

なお、本実施形態においては、各光源装置1R、1B、1Gの拡散光学素子8の入射面7は、射出角度1(入射角度2)が、 $-2^{\circ} \sim +2^{\circ}$ になるような形状を有する。これにより、各ライトバルブ10R、10G、10Bに所望状態で光が照射され、プロジェクタPJは、良好に画像を表示できる。

【0121】

なお、図22を用いた説明では、スクリーン100の正面側からスクリーン100上に画像情報を含む光を投射するフロント投射型のプロジェクタを例にして説明したが、投射ユニットUと、スクリーン100と、筐体とを有し、投射ユニットUがスクリーン100の背面側に配置され、スクリーン100の背面側からスクリーン100上に画像情報を含む光を投射する所謂リアプロジェクタに、上述の各実施形態の光源装置1を適用することもできる。

【0122】

なお上述の各実施形態においては、空間光変調装置として透過型の液晶装置(ライトバルブ)を用いているが、反射型の液晶装置を用いることもできるし、例えばDMD(Digi

10

20

30

40

50

tal Micromirror Device)等の反射型光変調装置(ミラー変調器)を用いてもよい。

【0123】

なお、上述の実施形態のプロジェクタPJは、各基本色光(R、G、B)を射出可能なレーザ光源2をそれぞれ有する第1、第2、第3光源装置1R、1G、1Bを有しているが、赤色光(R)を射出する赤色レーザ光源、緑色光(G)を射出する緑色レーザ光源、及び青色光(B)を射出する青色レーザ光源をアレイ状に配置した構成を有する光源装置を1つ有する構成であってもよい。この場合、各基本色光を射出可能なレーザ光源のレーザ光射出動作を時分割で行い、その各レーザ光源のレーザ光射出動作に同期して、ライトバルブの動作を制御することにより、1つの光源装置及び1つのライトバルブでスクリーン100上にフルカラー画像を表示することができる。

10

【0124】

なお、上述の実施形態のプロジェクタにおいては、光源装置1で空間光変調装置を照明し、その空間光変調装置を介した光によりスクリーン100上に画像を表示しているが、画像表示装置(プロジェクタ)としては、空間光変調装置を有していなくてもよい。例えば、画像情報を含むスライド(ポジフィルム)の面を光源装置1で照明し、スクリーン上に画像情報を含む光を投射する、所謂スライドプロジェクタに、上述の各実施形態の光源装置1を適用することも可能である。

【0125】

また、画像表示装置としては、投射系を有さず空間光変調装置の画像を直接観察する直視型の画像表示装置であってもよい。

20

【0126】

<第8実施形態>

次に、第8実施形態について説明する。本実施形態では、上述の各実施形態で説明した光源装置1を応用した照明装置の一例について説明する。

【0127】

図23は、本実施形態に係る照明装置200を示す概略構成図である。図23に示すように、照明装置200は、上述の各実施形態で説明した光源装置1を備えている。以上のように構成された照明装置200によれば、所望の光量が得られ、長寿命化が図られた光源装置1を備えているので、照明装置200自体も、低消費電力化及び長寿命化が図られたものとなる。

30

【0128】

<第9実施形態>

次に、第9実施形態について説明する。本実施形態では、上述の各実施形態で説明した光源装置1を応用したモニタ装置の一例について説明する。

【0129】

図24は、本実施形態に係るモニタ装置400を示す概略構成図である。図24において、モニター装置400は、装置本体410と、光伝送部420とを備える。装置本体410は、上述の各実施形態で説明した光源装置1を備える。

【0130】

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1が配置され、その射出側には、拡散板423が配置されている。光源装置1から射出したレーザ光は、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。

40

【0131】

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1により射出したレーザ光により被写体を照射したことで得られ

50

る反射光に基づく画像をカメラ 4 1 1 で撮像することができる。

【0 1 3 2】

以上のように構成されたモニタ装置 4 0 0 によれば、光源装置 1 により被写体を照射することができることから、カメラ 4 1 1 により得られる撮像画像の明るさを高めることができる。

【0 1 3 3】

なお、上述の各実施形態で説明した光源装置 1 を、レーザー加工機の光源として用いることもできる。

【図面の簡単な説明】

【0 1 3 4】

【図 1】第 1 実施形態に係る光源装置を示す概略構成図である。

【図 2】第 1 実施形態に係る光源装置を示す概略斜視図である。

【図 3】回折光学素子の一例を説明するための模式図である。

【図 4】回折光学素子の一例を説明するための模式図である。

【図 5】第 1 実施形態に係る拡散光学素子の一部を拡大した側面図である。

【図 6】第 1 実施形態に係る拡散光学素子の一部を拡大した斜視図である。

【図 7】第 1 実施形態に係る拡散光学素子の一部を拡大した側面図である。

【図 8】拡散光学素子と所定面との位置関係を示す図である。

【図 9】所定面の状態の一例を示す図である。

【図 10】回折光学素子の輝度分布の一例を示す図である。

【図 11】散乱部材の一例を示す図である。

【図 12】第 2 実施形態に係る拡散光学素子の一部を拡大した側面図である。

【図 13】第 3 実施形態に係る拡散光学素子の一部を拡大した側面図である。

【図 14】第 4 実施形態に係る拡散光学素子の一部を拡大した側面図である。

【図 15】第 5 実施形態に係る拡散光学素子の一部を拡大した側面図である。

【図 16】第 5 実施形態に係る拡散光学素子の一部を拡大した側面図である。

【図 17】第 6 実施形態に係る拡散光学素子の一部を拡大した斜視図である。

【図 18】第 6 実施形態に係る光源装置を示す概略構成図である。

【図 19】光源装置の変形例を示す概略構成図である。

【図 20】光源装置の変形例を示す概略構成図である。

【図 21】光源装置の変形例を示す概略構成図である。

【図 22】第 7 実施形態に係る画像表示装置を示す図である。

【図 23】第 8 実施形態に係る照明を示す図である。

【図 24】第 9 実施形態に係るモニタ装置を示す図である。

【図 25】拡散光学素子の凹凸形状を設計する手法説明するための図である。

【図 26】同図である。

【図 27】好ましい光の拡散範囲を説明するための図である。

【符号の説明】

【0 1 3 5】

1 ... 光源装置、2 ... レーザ光源、5 ... 回折光学素子、6 ... 入射面、6 M ... 溝、7 ... 射出面、7 M ... 溝、8 ... 拡散光学素子、9 ... 角度調整用光学素子、10 ... 所定部材（空間光変調装置）、11 ... 所定面（入射面）、100 ... スクリーン（表示面）、PJ ... 画像表示装置（プロジェクタ）、200 ... 照明装置、400 ... モニタ装置

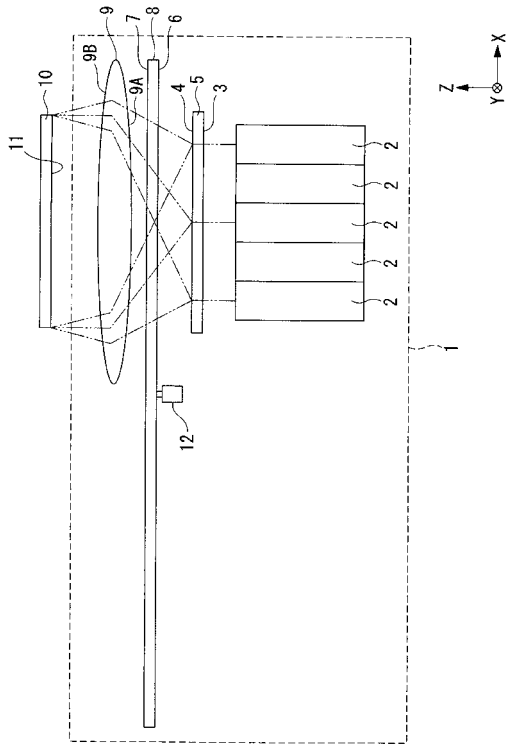
10

20

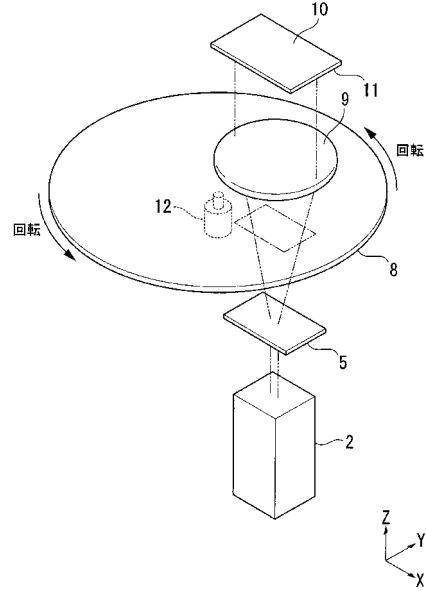
30

40

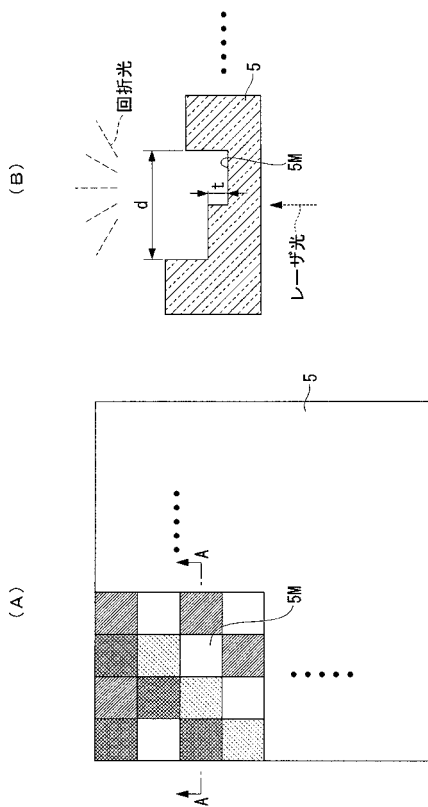
【図1】



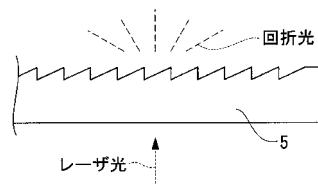
【図2】



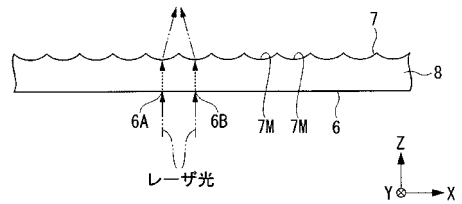
【図3】



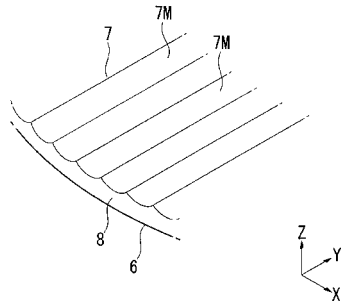
【図4】



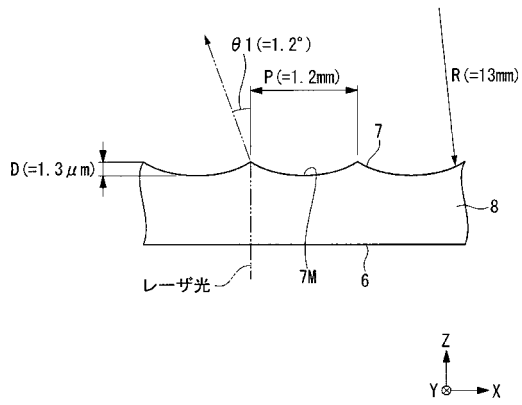
【図5】



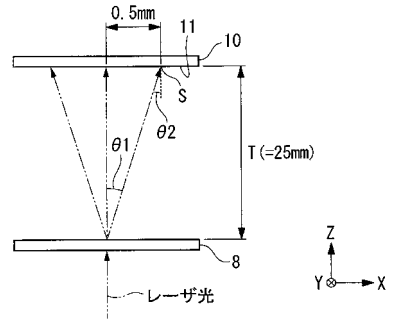
【図6】



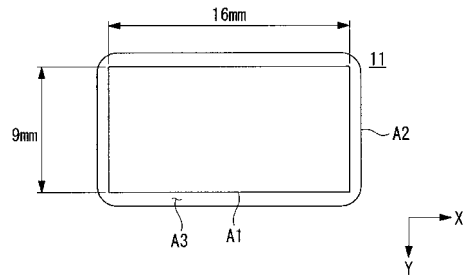
【図7】



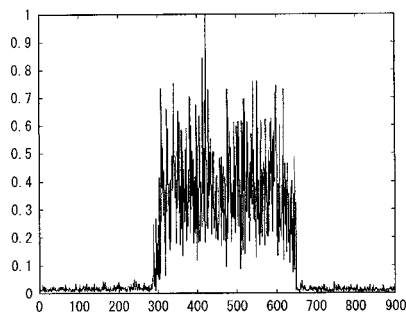
【図8】



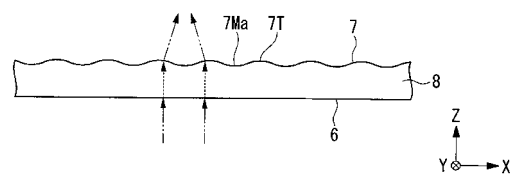
【図9】



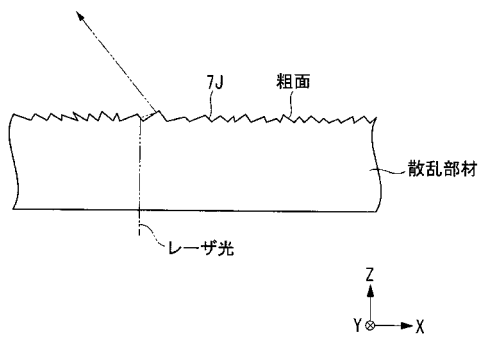
【図10】



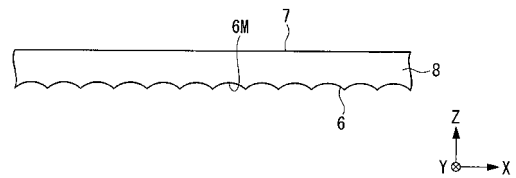
【図12】



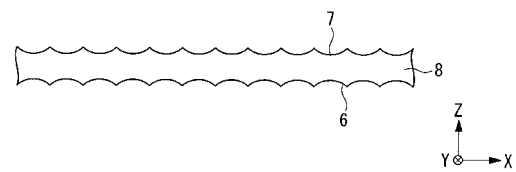
【図11】



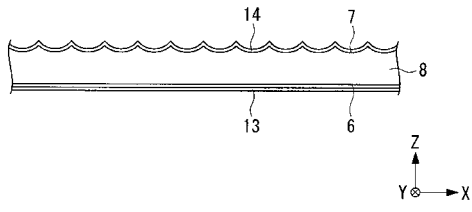
【図13】



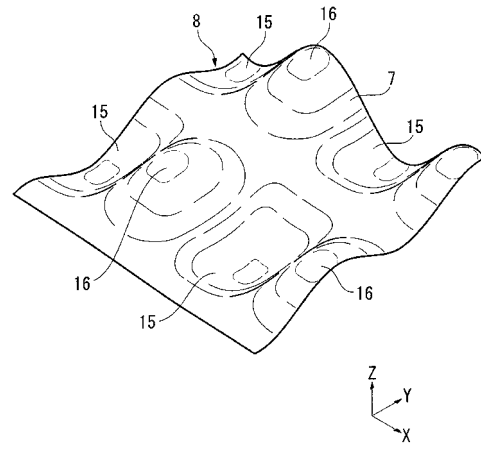
【図14】



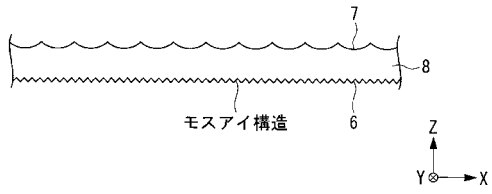
【図15】



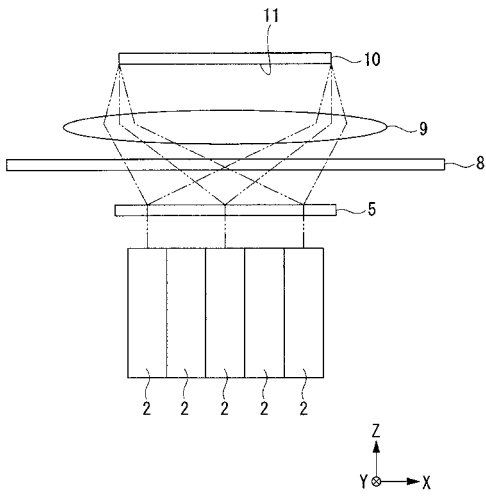
【図17】



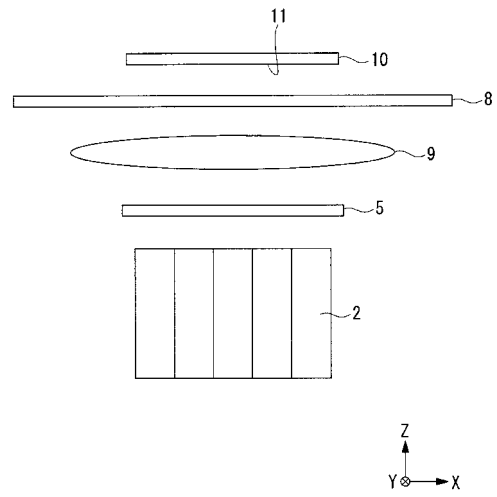
【図16】



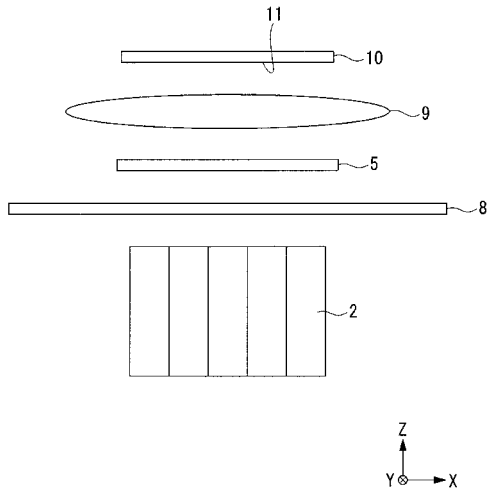
【図18】



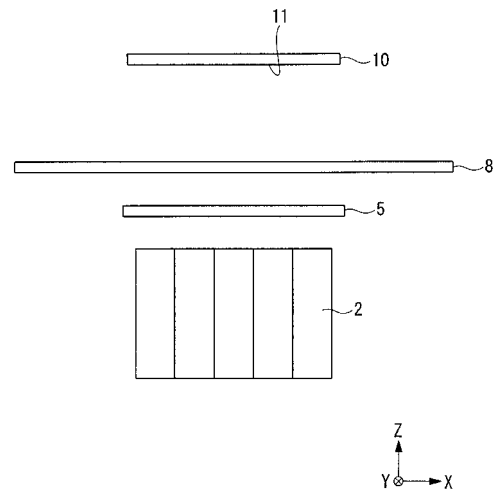
【図19】



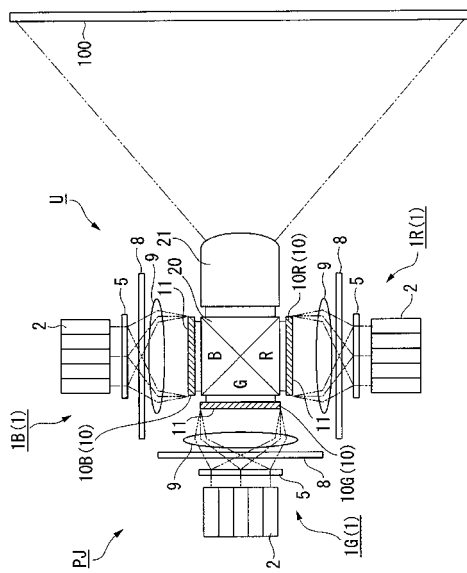
【図 20】



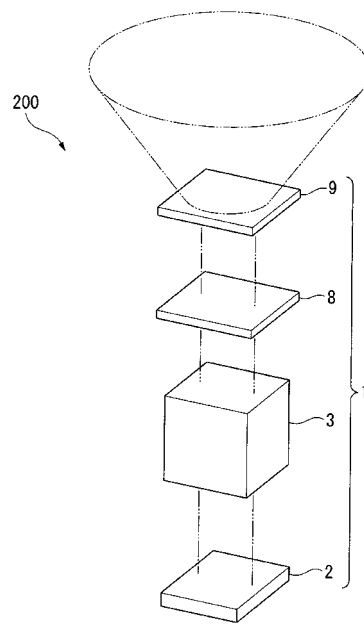
【図 21】



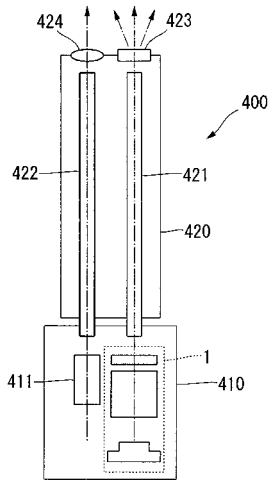
【図 22】



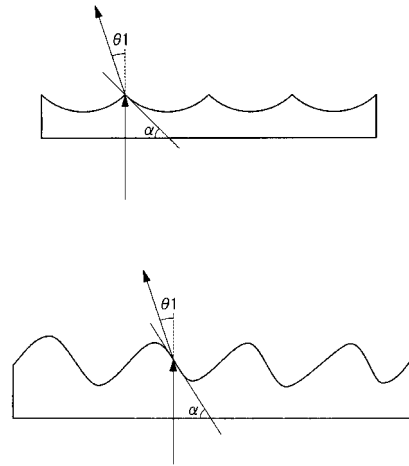
【図 23】



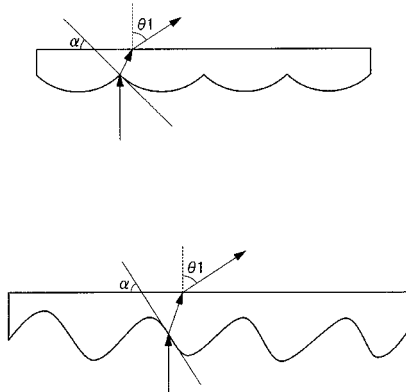
【 24 】



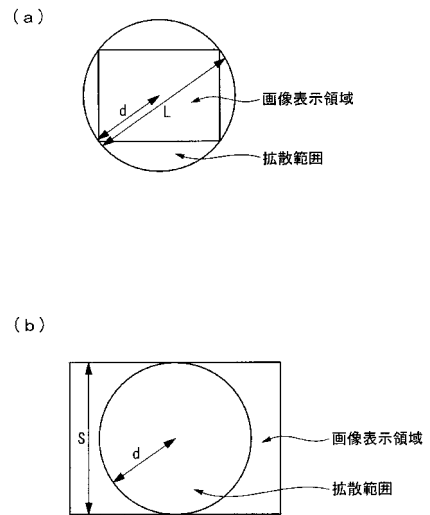
【 25 】



【 26 】



【 27 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平11-064789(JP,A)
国際公開第2006/095855(WO,A1)
特開2005-301164(JP,A)
特開2004-144936(JP,A)
特開2000-019641(JP,A)
特開2002-090881(JP,A)
特開2003-156710(JP,A)
特開平04-352140(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03B	21/14
H01S	5/50
H04N	5/74