

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-156389
(P2017-156389A)

(43) 公開日 平成29年9月7日(2017.9.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO2B 6/34 (2006.01)	GO2B 6/34	2H088
GO3B 21/00 (2006.01)	GO3B 21/00 E	2H137
GO3B 21/14 (2006.01)	GO3B 21/14 A	2H191
GO2F 1/13357 (2006.01)	GO2F 1/13357	2H199
GO2F 1/13 (2006.01)	GO2F 1/13 505	2H249

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 27 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-36791 (P2016-36791)
(22) 出願日 平成28年2月29日 (2016.2.29)

(71) 出願人 000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(74) 代理人 100116665
弁理士 渡辺 和昭
(74) 代理人 100164633
弁理士 西田 圭介
(74) 代理人 100179475
弁理士 仲井 智至
(72) 発明者 横山 修
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
Fターム(参考) 2H088 EA10 EA14 EA15 HA13 HA21
HA25 HA28 HA30 MA04

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学素子、照明装置、画像表示装置及びプロジェクター

(57) 【要約】

【課題】均一な面内強度分布の光を出射できる光学素子、照明装置、画像表示装置及びプロジェクターを提供する。

【解決手段】第1方向に沿って光を拡大する第1導光光学系と、第1導光光学系の第1方向の両端に配置され、第2方向に沿って光を拡大する第2導光光学系と、を備え、第1導光光学系は、第1導光板と、第2導光光学系からの光を第1導光板に入射させる第1光入射部と、第1光入射部から入射された光を第1方向に沿って入射位置とは逆向きに第1導光板内に伝播させるとともに拡大して外部に出射する第1光出射部と、を含み、第2導光光学系は、第2導光板と、第2導光板における第2方向の両端に設けられ、外部から入射した光を第2導光板に入射させる第2光入射部と、第2光入射部から入射された光を第2方向に沿って入射位置とは逆向きに第2導光板内に伝播させるとともに拡大して第1光入射部に向けて出射する第2光出射部と、を含む。

【選択図】 図1 A

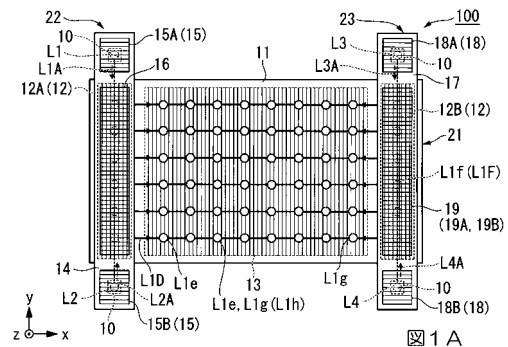


図1 A

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入射した光を第 1 方向に拡大して第 1 光出射部から出射する第 1 導光光学系と、
入射した光を前記第 1 方向と交差した第 2 方向に拡大して第 2 光出射部から出射する第 2 導光光学系と、を備え、

前記第 1 導光光学系は、一方の端部に設けられた第 1 光入射部と、前記一方の端部とは反対側の端部である他方の端部に設けられた第 2 光入射部と、を備え、

前記第 2 導光光学系は、前記第 1 導光光学系と光学的に接続し、

前記第 1 導光光学系は、前記第 1 光入射部に入射した光と前記第 2 光入射部に入射した光との両方が、それぞれ拡大されて前記第 1 光出射部から出射する光学系であることを特徴とする光学素子。

10

【請求項 2】

入射した光を前記第 2 方向に拡大して第 3 光出射部から出射する第 3 導光光学系を備え、

前記第 2 導光光学系は、前記第 2 光出射部から出射した光が前記第 1 光入射部に入射するように配置され、

前記第 3 導光光学系は、前記第 3 光出射部から出射した光が前記第 2 光入射部に入射するように配置されていることを特徴とする

請求項 1 に記載の光学素子。

【請求項 3】

20

前記第 2 導光光学系は、前記第 2 導光光学系の両方の端部からそれぞれ光が入射され、
前記第 3 導光光学系は、前記第 3 導光光学系の両方の端部からそれぞれ光が入射されることを特徴とする

請求項 2 に記載の光学素子。

【請求項 4】

前記第 1 光入射部、及び前記第 1 光出射部の各々は、それぞれ反射型体積ホログラフィック光学素子を備えることを特徴とする

請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の光学素子。

【請求項 5】

前記第 1 光入射部の反射型体積ホログラフィック光学素子の干渉縞の周期は、前記第 1 光出射部の反射型体積ホログラフィック光学素子の干渉縞の周期と同じ周期となるように設けられていることを特徴とする

30

請求項 4 に記載の光学素子。

【請求項 6】

前記第 1 光入射部の反射型体積ホログラフィック光学素子の干渉縞の層内傾斜は、前記第 1 光出射部の反射型体積ホログラフィック光学素子の干渉縞の層内傾斜と鏡面対象の関係となるように設けられていることを特徴とする

請求項 4 又は 5 に記載の光学素子。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の光学素子と、

40

前記第 1 光入射部と前記第 2 光入射部との各々に光を出射する光源と、を備え、

前記第 1 導光光学系は、前記第 1 光出射部から出射した光が前記第 2 導光光学系に入射するように配置されることを特徴とする照明装置。

【請求項 8】

請求項 2 又は 3 に記載の光学素子と、

前記第 2 導光光学系と前記第 3 導光光学系との各々に光を出射する光源と、

を備えることを特徴とする

照明装置。

【請求項 9】

前記光源は、光を分岐する分岐光学系を備え、

50

前記分岐光学系は、
 導光部材と、
 光を分岐して前記導光部材に入射させる分岐入射部と、
 前記分岐入射部から入射された分岐光を前記光学素子に向けて出射する分岐出射部と、
 を有することを特徴とする
 請求項 7 又は 8 に記載の照明装置。

【請求項 10】

前記導光部材は平面視で矩形状であり、
 前記分岐入射部は、前記分岐光が平面視で前記導光部材の対角四隅に向かうように光を
 分岐することを特徴とする
 請求項 9 に記載の照明装置。

10

【請求項 11】

光を反射して前記分岐光学系に導くミラーをさらに備えることを特徴とする
 請求項 9 又は 10 に記載の照明装置。

【請求項 12】

請求項 7 乃至 11 のいずれか一項に記載の照明装置と、
 前記照明装置からの照明光を変調する光変調装置と、
 を備えることを特徴とする
 画像表示装置。

【請求項 13】

前記光変調装置により変調された画像光を観察者の眼に導く導光手段をさらに備えるこ
 とを特徴とする
 請求項 12 に記載の画像表示装置。

20

【請求項 14】

前記導光手段は、反射型体積ホログラフィック光学素子を含むことを特徴とする
 請求項 13 に記載の画像表示装置。

【請求項 15】

請求項 7 乃至 11 のいずれか一項に記載の照明装置と、
 前記照明装置からの光を画像情報に応じて変調することにより画像光を形成する光変調
 装置と、
 前記画像光を投写する投写光学系と、を備えることを特徴とする
 プロジェクター。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学素子、照明装置、画像表示装置及びプロジェクターに関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、光源から射出した画像光を観察者の眼に導いて、観察者に画像（虚像）を観察さ
 せる表示装置として、ヘッドマウントディスプレイ（HMD：Head Mounted Display）等
 の装着型の画像表示装置が注目されている。このようなHMDにおいては、観察者の目に
 画像光を導くための構成として画像光を入射方向とは異なる方向に回折によって偏向する
 光学素子を用いている。

40

【0003】

ところで、このような光学素子は表示装置のみならず、面状発光の照明装置に用いられ
 ることがある。例えば、下記特許文献 1 に示す照明装置では、ガラス基板の表面に形成し
 た光導波路層上に低屈折率薄膜層を介して形成された回折格子によって導波光を出し入れ
 する導光体を 2 段設け、1 段目の導光体で入射レーザー光を線状ビームに変換し、2 段目
 の導光体で線状ビームを面状に変換している。

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平06-018727号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記照明装置においては、レーザー光の入射位置から離れるに従って出射光量が減衰するため、2段目の導光体の対角方向において出射光量に分布が生じてしまう。このような面状照明装置を液晶ディスプレイのバックライトとして用いると、液晶ディスプレイに表示される画像に明るさムラが生じてしまう。そこで、均一な強度分布の光を出射できる新たな光学素子の提供が望まれている。

10

【0006】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであって、均一な強度分布の光を出射できる光学素子、照明装置、画像表示装置及びプロジェクター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】

【0007】

本発明の第1態様に従えば、入射した光を第1方向に拡大して第1光出射部から出射する第1導光光学系と、入射した光を前記第1方向と交差した第2方向に拡大して第2光出射部から出射する第2導光光学系と、を備え、前記第1導光光学系は、一方の端部に設けられた第1光入射部と、前記一方の端部とは反対側の端部である他方の端部に設けられた第2光入射部と、を備え、前記第2導光光学系は、前記第1導光光学系と光学的に接続し、前記第1導光光学系は、前記第1光入射部に入射した光と前記第2光入射部に入射した光との両方が、それぞれ拡大されて前記第1光出射部から出射する光学系であることを特徴とする光学素子が提供される。

20

【0008】

第1態様に係る光学素子によれば、第1導光光学系は両端から入射した光を拡大することで均一な強度の光を出射可能である。よって、第1導光光学系を備えることで、均一な強度の光を出射することができる。

30

【0009】

上記第1態様において、入射した光を前記第2方向に拡大して第3光出射部から出射する第3導光光学系を備え、前記第2導光光学系は、前記第2光出射部から出射した光が前記第1光入射部に入射するように配置され、前記第3導光光学系は、前記第3光出射部から出射した光が前記第2光入射部に入射するように配置されているのが好ましい。

この構成によれば、第2導光光学系及び第3導光光学系から出射した光を第1導光光学系により均一化して出射することができる。

【0010】

さらに、前記第2導光光学系は、前記第2導光光学系の両方の端部からそれぞれ光が入射され、前記第3導光光学系は、前記第3導光光学系の両方の端部からそれぞれ光が入射されるのがより望ましい。

40

このようにすれば、第2、第3導光光学系は、それぞれ両端から入射した光を拡大することで均一な強度の光を出射可能となる。よって、第2、第3導光光学系を備えることで、より均一な強度の光を出射することができる。

【0011】

上記第1態様において、前記第1光入射部、及び前記第1光出射部の各々は、それぞれ反射型体積ホログラフィック光学素子を備えるのが好ましい。

この構成によれば、回折効率が高い反射型体積ホログラフィック光学素子を備えるため、高い光利用効率を実現することができる。

【0012】

50

上記第1態様において、前記第1光入射部の反射型体積ホログラフィック光学素子の干渉縞の周期は、前記第1光出射部の反射型体積ホログラフィック光学素子の干渉縞の周期と同じ周期となるように設けられているのが好ましい。

この構成によれば、入射角度と同じ角度で光を射出させることができる。

【0013】

上記第1態様において、前記第1光入射部の反射型体積ホログラフィック光学素子の干渉縞の層内傾斜は、前記第1光出射部の反射型体積ホログラフィック光学素子の干渉縞の層内傾斜と鏡対象の関係となるように設けられているのが好ましい。

この構成によれば、第1導光光学系において、第1光出射部により光学系内を伝播する光を垂直方向に射出させることができる。

【0014】

本発明の第2態様に従えば、上記第1態様に係る光学素子と、前記第1光入射部と前記第2光入射部との各々に光を出射する光源と、を備え、前記第1導光光学系は、前記第1光出射部から出射した光が前記第2導光光学系に入射するように配置される照明装置が提供される。

【0015】

第2態様に係る照明装置によれば、光源からの光を面状に均一な強度分布を有する照明光として照射することができる。

【0016】

本発明の第3態様に従えば、上記第1態様に係る光学素子と、光学素子と、前記第2導光光学系と前記第3導光光学系との各々に光を出射する光源と、を備える照明装置が提供される。

【0017】

第3態様に係る照明装置によれば、光源からの光を面状に均一な強度分布を有する照明光として照射することができる。

【0018】

上記第2, 3態様において、前記光源は、光を分岐する分岐光学系を備え、前記分岐光学系は、導光部材と、光を分岐して前記導光部材に入射させる分岐入射部と、前記分岐入射部から入射された分岐光を前記光学素子に向けて出射する分岐出射部と、を有するのが好ましい。

この構成によれば、1つの光を分岐して光学素子に入射させることができる。

さらに、前記導光部材は平面視で矩形状であり、前記分岐入射部は、前記分岐光が平面視で前記導光部材の対角四隅に向かうように光を分岐するのが望ましい。

このようにすれば、1つの光源からの光を分岐して光学素子の四隅に良好に入射させることができる。

本構成においては、前記光源から射出した光を反射して前記分岐光学系に導くミラーをさらに備えても良い。

このようにすれば、光の進行方向をミラーで変更できるので、光の進行方向に沿って直線状に分岐光学系を配置する必要がない。よって、分岐光学系の配置レイアウトの自由度が高まるので、照明装置のサイズを小さくすることができる。

【0019】

本発明の第4態様に従えば、上記第2, 3態様に係る照明装置と、前記照明装置からの照明光を変調する光変調装置と、を備える画像表示装置が提供される。

【0020】

第4態様に係る画像表示装置によれば、明るく均一な強度分布の照明光を変調するので、高品質な画像を表示することができる。

【0021】

上記第4態様において、前記光変調装置により変調された画像光を観察者の眼に導く導光手段をさらに備えるのが好ましい。

この構成によれば、観察者の眼に明るい画像を直接導くヘッドマントディスプレイを提

10

20

30

40

50

供することができる。

さらに、前記導光手段は、反射型体積ホログラフィック光学素子を含むのが望ましい。

この構成によれば、画像光とともに外光（シースルー光）を視認可能なヘッドマウントディスプレイを提供できる。

【0022】

本発明の第5態様に従えば、上記第3, 4態様に係る照明装置と、前記照明装置からの光を画像情報に応じて変調することにより画像光を形成する光変調装置と、前記画像光を投写する投写光学系と、を備えるプロジェクターが提供される。

【0023】

第5態様に係るプロジェクターによれば、明るく均一な強度分布の照明光を変調するので、高品質な画像を投写することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1A】第1実施形態に係る照明装置をz方向から見た図。

【図1B】第1実施形態に係る照明装置をx方向から見た図。

【図1C】第1実施形態に係る照明装置をy方向から見た図。

【図2】導光板出力光の各出力光における光強度分布を示した図。

【図3A】比較例に係る照明装置の構成をz方向から見た図。

【図3B】比較例に係る照明装置の構成をx方向から見た図。

【図3C】比較例に係る照明装置の構成をy方向から見た図。

20

【図4】第2実施形態に係る照明装置の構成を示す断面図。

【図5A】光源装置の構成を示す図。

【図5B】光源装置の構成を示す図。

【図6】変形例に係る光源装置の構成を示す図。

【図7】第3実施形態に係る照明装置の構成を示す断面図。

【図8A】第4実施形態に係る液晶表示装置をz方向から見た図。

【図8B】第4実施形態に係る液晶表示装置の断面図。

【図9】変形例に係る液晶表示装置の構成を示す図。

【図10】第5実施形態に係るHMDの断面構成を示す図。

【図11】変形例に係るHMDの断面構成を示す図。

30

【図12】第6実施形態に係るプロジェクターの概略構成図。

【図13】変形例に係るプロジェクターの概略構成図。

【図14】変形例に係るプロジェクターの概略構成図。

【発明を実施するための形態】

【0025】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。なお、以下の説明で用いる図面は、特徴をわかりやすくするために、便宜上特徴となる部分を拡大して示している場合があり、各構成要素の寸法比率などが実際と同じであるとは限らない。

【0026】

（第1実施形態）

40

まず、本発明の第1実施形態に係る照明装置について説明する。

図1A～1Cは照明装置の構成を示す図である。なお、図1A～1Cでは照明装置を3方向から見た構成を示すものである。以下の説明に用いる図面において、必要に応じてx-y-z座標系を用いる。Z方向は光学素子からの光射出方向に相当し、x方向は光学素子を構成する導光板の表面と平行な平面を規定する一方向に相当し、y方向はx方向及びz方向に直交する方向に相当する。

【0027】

図1A～1Cに示すように、本実施形態の照明装置100は、光源10と、面状展開光学系20とを備えている。光源10は、面状展開光学系20に対してレーザー光からなる入射光を照射する。本実施形態において、光源10は入射光L1, L2, L3, L4を射

50

出する4つの光源部10aを有する。なお、本実施形態において、光源部10aは、入射光L1, L2, L3, L4として波長が緑領域にあるレーザー光を射出する半導体レーザーから構成される。光源10は、各光源部10aから射出した入射光L1, L2, L3, L4を平行な光に変換するコリメーターレンズ10bをさらに備える。

【0028】

面状展開光学系20は、本発明の光学素子の一態様により構成されるものである。

面状展開光学系20は、光源10(外部)から入射される入射光L1, L2, L3, L4を拡大することで面状に配置された複数の光を含む照明光を生成する。

【0029】

本実施形態において、面状展開光学系20は、第1導光光学系21と、第2導光光学系22と、第3導光光学系23と、を備える。なお、第2導光光学系22及び第3導光光学系23は、第1導光光学系21と光学的に接続される。ここで、光学的に接続されるとは、一方から出射した光が他方に入射する関係をいう。つまり、第2導光光学系22及び第3導光光学系23から出射した光が第1導光光学系21に入射する場合と、第1導光光学系21から出射した光が第2導光光学系22及び第3導光光学系23の少なくとも一方に入射する場合を含む。本実施形態では、後述のように第2導光光学系22及び第3導光光学系23から出射した光が第1導光光学系21に入射する場合を例に挙げて説明する。

10

【0030】

第1導光光学系21は、光源10からの入射光L1, L2, L3, L4が入射されるようになっている。第1導光光学系21は、第1導光板11と、光入射部12と、第1光出射部13とを含む。

20

第1導光板11は、例えばガラスあるいは光学樹脂から構成され、x方向に長辺を有するとともにy方向に短辺を有した平面形状が矩形の平行平板である。本実施形態において、第1導光板11は、例えばガラス基板から構成されている。

【0031】

光入射部12は、第2導光光学系22及び第3導光光学系23からの光を第1導光板11に入射させる。光入射部12は、該光入射部12に入射する光を+x方向に回折する機能を有している。

【0032】

光入射部12は、第1光入射部12A及び第2光入射部12Bを含む。

30

第1光入射部12Aは、第1導光板11の-x側の端部において、該第1導光板11の下面11a(-z方向側の面)に設けられている。第1光入射部12Aには後述のように第2導光光学系22からの光が入射されるようになっている。

【0033】

第2光入射部12Bは、第1導光板11の+x側の端部において、該第1導光板11の下面11aに設けられている。第2光入射部12Bには後述のように第3導光光学系23からの光が入射されるようになっている。

本実施形態において、第1光入射部12A, 12Bは、ホログラフィック光学素子(HOE; Holographic Optical Element)から構成されている。本実施形態では、HOEの中でも1次回折効率を高くできる反射型体積HOEを用いている。

40

【0034】

本実施形態において、第1光出射部13は反射型体積HOEから構成されている。第1光出射部13は、該第1光出射部13に入射する光を+z方向に回折する機能を有している。

【0035】

第1光出射部13は、光入射部12から入射された光を、x方向(第1方向)に沿って第1導光板11内に伝播させるとともに拡大して外部に出射する。

第1光出射部13は、第1導光板11の下面11aのうち、第1光入射部12A及び第2光入射部12Bに挟まれた領域に設けられている。

【0036】

50

第1光出射部13は、第1HOE層13Aと第2HOE層13Bとを積層した構造を有する。第1HOE層13Aは、第2導光光学系22により第1導光板11内に入射された光を回折して外部に出射する。第2HOE層13Bは、第3導光光学系23により第1導光板11内に入射された光を回折して外部に出射する。

【0037】

第2導光光学系22は、第1導光光学系21の-x方向側(第1方向の一方側)の上面21a(第1面)側に配置され、y方向(第1方向と直交する第2方向)に沿って入射角と同じ角度で光を拡大させる。なお、光を拡大させる原理については後述する。

【0038】

第2導光光学系22は、第2導光板14と、光入射部15と、第2光出射部16とを含む。第2導光板14はy方向に長辺を有するとともにx方向に短辺を有した平面形状が細長い矩形の平行平板から構成される。本実施形態において、第2導光板14は、例えばガラス基板から構成されている。

10

【0039】

光入射部15は、第2導光板14におけるy方向の両端に設けられ、光源10から入射した光を第2導光板14に入射させる。光入射部15は、該光入射部15に入射する光をy方向に回折する機能を有している。

【0040】

光入射部15は、光入射部15A及び光入射部15Bを含む。

光入射部15Aは、第2導光板14の+y側の端部において、該第2導光板14の上面14a(+z方向側の面)に設けられている。

20

光入射部15Bは、第2導光板14の-y側の端部において、該第2導光板14の上面14aに設けられている。

【0041】

第2光出射部16は、光入射部15から入射された光をy方向に沿って入射位置とは逆向きに第2導光板14内に伝播させるとともに拡大して第1導光光学系21の第1光入射部12Aに出射する。

第2光出射部16は、第2導光板14の上面14aのうち、光入射部15A、15Bに挟まれた領域に設けられている。第2光出射部16は、z方向から平面視した場合において、少なくとも第1光入射部12Aと重なる大きさに設定されている。第2光出射部16は、該第2光出射部16に入射する光を-z方向に回折する機能を有している。

30

【0042】

本実施形態において、光入射部15及び第2光出射部16は反射型体積HOEから構成されている。

【0043】

第2光出射部16は、第1HOE層16Aと第2HOE層16Bとを積層した構造を有する。第1HOE層16Aは、光入射部15Aにより第2導光板14内に入射された光を回折して第1導光板11に向けて出射する。第2HOE層16Bは、光入射部15Bにより第2導光板14内に入射された光を回折して第1導光板11に向けて出射する。

【0044】

第3導光光学系23は、第1導光光学系21の+x方向側(第1方向の他方側)の上面21a側に配置され、y方向に沿って入射角と同じ角度で光を拡大させる。なお、光を拡大する原理については後述する。

40

【0045】

第3導光光学系23は、第3導光板17と、光入射部18と、第3光出射部19とを含む。第3導光板17は、y方向に長辺を有する平行平板から構成される。本実施形態において、第3導光板17は、例えばガラス基板から構成されている。

【0046】

光入射部18は、第3導光板17におけるy方向の両端に設けられ、光源10から入射した光を第3導光板17に入射させる。光入射部18は、光入射部18A及び光入射部1

50

8 Bを含む。

【0047】

光入射部18Aは、第3導光板17の+y側の端部において、該第3導光板17の上面17a(+z方向側の面)に設けられている。

光入射部18Bは、第3導光板17の-y側の端部において、該第3導光板17の上面17aに設けられている。

【0048】

第3光出射部19は、光入射部18から入射された光をy方向に沿って入射位置とは逆向きに第3導光板17内に伝播させるとともに拡大して第1導光光学系21の第2光入射部12Bに出射する。

10

第3光出射部19は、第3導光板17の上面17aのうち、光入射部18A, 18Bに挟まれた領域に設けられている。第3光出射部19は、z方向から平面視した場合において、少なくとも第2光入射部12Bと重なる大きさに設定されている。

【0049】

本実施形態において、光入射部18及び第3光出射部19は反射型体積HOEから構成されている。

【0050】

第3光出射部19は、第1HOE層19Aと第2HOE層19Bとを積層した構造を有する。第1HOE層19Aは、光入射部18Aにより第3導光板17内に入射された光を回折して第1導光板11に向けて出射する。第2HOE層19Bは、光入射部18Bにより第3導光板17内に入射された光を回折して第1導光板11に向けて出射する。

20

【0051】

本実施形態において、光源10から射出された入射光L1, L2は、第2導光光学系22の光入射部15に入射される。具体的に、入射光L1は光入射部15Aに入射され、入射光L2は光入射部15Bに入射される。

【0052】

本実施形態において、入射光L1は光入射部15Aに対して垂直に入射する。入射光L1は光入射部15Aによって第2導光板14の臨界角より大きな角度で反射され、第2導光板14内を全反射によって伝播する。

同様に、入射光L2は光入射部15Bに対して垂直に入射し、光入射部15Bによって第2導光板14の臨界角より大きな角度で反射され、第2導光板14内を全反射によって伝播する。

30

【0053】

本実施形態では、光入射部15を反射型体積HOEで構成することで、ミラーを用いた構成に比べて光学系全体の薄型化を図るとともに、入射光L1, L2を高い効率で第2導光板14内に導入している。本実施形態では、HOEの中でも1次回折効率を高くできる反射型体積HOEを用いて光入射部15を構成している。

【0054】

反射型体積HOEは、回折効率の角度依存性、波長依存性が著しく大きい。本実施形態では、入射光L1, L2を特定の波長(緑色光)および特定の入射角(0度)で用いるため、ブラッグ回折条件を満たすことができ、非常に高い回折効率を得ることができる。

40

【0055】

以下、入射光L1が第2導光板14内を全反射により伝播する伝播光を全反射伝播光L1Aと称し、入射光L2が第2導光板14内を全反射により伝播する伝播光を全反射伝播光L2Aと称す。

【0056】

第2導光板14内を全反射によって伝播する全反射伝播光L1A, L2Aは、第2光出射部16に入射する。本実施形態においては、第2光出射部16を上記反射型体積HOEにより構成することで出射光を高い効率で第1導光板11内に導入している。

【0057】

50

第2光出射部16の厚さを薄くすることにより、1次回折効率を抑えることができる。これにより、第2光出射部16に入射した全反射伝播光L1Aのうち一部だけが回折されて第2導光板14から出射光L1bが出射される。同様に、第2光出射部16に入射した全反射伝播光L2Aのうち一部だけが回折されて第2導光板14から出射光L2bが出射される。

【0058】

回折されなかった全反射伝播光L1A, L2Aは、再び第2導光板14内を全反射で伝播し、再度、第2光出射部16に入射する。この過程を繰返すことにより、全反射伝播光L1A, L2Aが少しずつ第2導光板14から取り出され、y軸方向に沿って等間隔に複数の出射光L1b, L2bが配置された導光板出射光L1B, L2Bを生成する。

10

【0059】

本実施形態において、光入射部15及び第2光出射部16の格子周期(導光板表面に沿った格子周期)を同一にしている。これにより、導光板出射光L1B, L2Bの出射角を入射光L1, L2の入射角と同一とすることができる。本実施形態では、入射光L1, L2の入射角が光入射部15の法線に対して0度、すなわち垂直入射であるため、出射光の出射角も0度、すなわち垂直出射となる。

【0060】

本実施形態において、第2光出射部16の層内に記録されている干渉縞の層内傾斜は、光入射部15(光入射部15A, 15B)の干渉縞の層内傾斜に対して鏡面对称となっている(図1A~1Cに示すハッチング参照)。

20

【0061】

第2光出射部16は、光入射部15Aの干渉縞の層内傾斜に対して鏡面对称となる層内傾斜を有する第1HOE層16Aと、光入射部15Bの干渉縞の層内傾斜に対して鏡面对称となる層内傾斜を有する第2HOE層16Bとを積層した構成からなる。なお、第2光出射部16は積層構造のみに限定されず、光入射部15A、15Bに対応した干渉縞を多重記録した1層の反射型体積HOEを用いても良い。

【0062】

第1HOE層16A及び第2HOE層16Bの干渉縞の層内傾斜は鏡面对称となっている(図1A~1Cに示すハッチング参照)。

反射型体積HOEの回折効率の入射角依存性は著しく大きいため、第1HOE層16Aは全反射伝播光L2Aに対する回折効率はほぼゼロであり、第2HOE層16Bは全反射伝播光L1Aに対する回折効率はほぼゼロであり、実質的に回折しない。

30

【0063】

よって、全反射伝播光L1Aは第1HOE層16Aのみで回折され、全反射伝播光L2Aは第2HOE層16Bのみで回折される。このように反射型体積HOEを用いることで、導光板内を伝播して来る伝播光の方向によって選択的に回折或いは出射させることが可能となる。

【0064】

第2光出射部16は、第2導光板14内を伝播する全反射伝播光L1A, L2Aを回折して垂直方向に出射させることができる。よって、第2光出射部16は、導光板出射光L1B, L2Bの各出射光L1b, L2bを、第2導光板14の-z側に折り返して第1導光板11に入射させることができる。

40

【0065】

ところで、導光板出射光L1B, L2Bの各出射光L1b, L2bは、実際にはガウス分布で表される光強度分布を有している。図2は導光板出射光L1B, L2Bの各出射光L1b, L2bにおける光強度分布を示した図である。

【0066】

図2に示すように、各出射光L1bは第2導光板14に対する入射位置から遠ざかるにつれて光強度がそれぞれ小さくなる。同様に、各出射光L2bは第2導光板14に対する入射位置から遠ざかるにつれて光強度がそれぞれ小さくなる。具体的に、出射光L1bは

50

光出射位置が - y 方向に移動するにつれて光強度が小さくなり、光 L 2 b は光出射位置が + y 方向に移動するにつれて光強度が小さくなる。

【0067】

本実施形態によれば、各出射光 L 1 b , L 2 b は第 2 光出射部 1 6 で回折されることで外部に出射される、各出射光 L 1 b , L 2 b における第 2 導光板 1 4 からの出射位置を一致させることができる。

【0068】

よって、第 2 導光板 1 4 の各出射位置において、出射光 L 1 b , L 2 b はそれぞれ合成される。出射光 L 1 b , L 2 b における光強度は y 方向において反対側の関係となるため、出射光 L 1 b , L 2 b を合成した光 L 1 c の光強度は出射位置によらず略同一となる。

10

【0069】

よって、第 2 導光光学系 2 2 は、均一な光強度の光 L 1 c を y 方向に複数配置した導光板出射光 L 1 C を生成する。導光板出射光 L 1 C は、第 1 導光板 1 1 に入射する。

このように第 2 導光光学系 2 2 によれば、第 2 導光板 1 4 の両端から入射した入力光 L 1 , L 2 をそれぞれ拡大することで、均一な強度分布の導光板出射光 L 1 C を生成することができる。

【0070】

図 1 に戻り、第 1 導光板 1 1 に入射した導光板出射光 L 1 C の各光 L 1 c は光入射部 1 2 (第 1 光入射部 1 2 A) に入射する。

導光板出射光 L 1 C の各光 L 1 c は第 1 光入射部 1 2 A に対して垂直に入射する。各光 L 1 c は第 1 光入射部 1 2 A によって第 1 導光板 1 1 の臨界角より大きな角度で反射され、第 1 導光板 1 1 内を全反射によって伝播する。

20

【0071】

以下、光 L 1 c が第 1 導光板 1 1 内を全反射により伝播する伝播光を全反射伝播光 L 1 D と称す。

第 1 導光板 1 1 内を全反射によって伝播する全反射伝播光 L 1 D は、第 1 光出射部 1 3 に入射する。第 1 光出射部 1 3 の厚さを薄くすることにより、1 次回折効率を抑えることができる。これにより、第 1 光出射部 1 3 に入射した全反射伝播光 L 1 D のうち一部だけが回折されて第 1 導光板 1 1 から出射光 L 1 e が出射される。

【0072】

回折されなかった全反射伝播光 L 1 D は、再び第 1 導光板 1 1 内を全反射で伝播し、再度、第 1 光出射部 1 3 に入射する。この過程を繰返すことにより、全反射伝播光 L 1 D が少しずつ第 1 導光板 1 1 から取り出され、x 方向に沿って等間隔に複数の出射光 L 1 e が配置された導光板出射光 L 1 E を生成する。

30

【0073】

本実施形態において、光入射部 1 2 及び第 1 光出射部 1 3 の格子周期 (導光板表面に沿った格子周期) を同一にしている。これにより、導光板出射光 L 1 E の出射角を導光板出射光 L 1 C (光 L 1 c) の入射角と同一とすることができる。すなわち、光 L 1 c は光入射部 1 2 に対して垂直入射するため、出射光である導光板出射光 L 1 E の各出射光 L 1 e も第 1 光出射部 1 3 から垂直で出射される。

40

【0074】

本実施形態において、第 1 光出射部 1 3 の層内に記録されている干渉縞の層内傾斜は、光入射部 1 2 の干渉縞の層内傾斜に対して鏡面对称となっている (図 1 A ~ 1 C のハッチング参照)。

【0075】

第 1 光出射部 1 3 は、第 1 光入射部 1 2 A の干渉縞の層内傾斜に対して鏡面对称となる層内傾斜を有する第 1 H O E 層 1 3 A と、第 2 光入射部 1 2 B の干渉縞の層内傾斜に対して鏡面对称となる層内傾斜を有する第 2 H O E 層 1 3 B とを積層した構成からなる。なお、第 1 光出射部 1 3 は積層構造のみに限定されず、第 1 光入射部 1 2 A、1 2 B に対応した干渉縞を多重記録した 1 層の反射型体積 H O E を用いても良い。

50

【0076】

第1 H O E 層 1 3 A 及び第2 H O E 層 1 3 B の干渉縞の層内傾斜は鏡面对称となっている。反射型体積 H O E の回折効率の入射角依存性は著しく大きいため、第1 H O E 層 1 3 A は第2 光入射部 1 2 B から入射された伝播光に対する回折効率はほぼゼロであり、第2 H O E 層 1 6 B は第1 光入射部 1 2 A から入射された全反射伝播光 L 1 D に対する回折効率はほぼゼロであり、実質的に回折しない。

【0077】

よって、全反射伝播光 L 1 D は第1 H O E 層 1 6 A のみで回折され、第2 光入射部 1 2 B から入射された伝播光は第2 H O E 層 1 6 B のみで回折される。このように反射型体積 H O E を用いることで、導光板内を伝播して来る伝播光の方向によって選択的に回折或いは出射させることが可能となる。

10

【0078】

第1 光出射部 1 3 は、第1 導光板 1 1 内を伝播する全反射伝播光 L 1 D を垂直方向に出射させることができる。よって、第1 光出射部 1 3 は、導光板出射光 L 1 E の各光 L 1 e を、第1 導光板 1 1 の + z 側に折り返して外部に射出することができる。

【0079】

光源 1 0 から射出された入射光 L 3 , L 4 は、第3 導光光学系 2 3 の光入射部 1 8 に入射される。具体的に、入射光 L 3 は光入射部 1 8 A に入射され、入射光 L 4 は光入射部 1 8 B に入射される。

【0080】

第3 導光光学系 2 3 は第2 導光光学系 2 2 と同一構成を有するため、第3 導光光学系 2 3 においては第2 導光光学系 2 2 と同様に光の拡大が行われる。そのため、第3 導光光学系 2 3 における光の拡大については説明を簡略化する。

20

【0081】

以下、入射光 L 3 が第3 導光板 1 7 内を全反射により伝播する伝播光を全反射伝播光 L 3 A と称し、入射光 L 4 が第3 導光板 1 7 内を全反射により伝播する伝播光を全反射伝播光 L 4 A と称す。

【0082】

第3 導光光学系 2 3 において、全反射伝播光 L 3 A , L 4 A が少しずつ第3 導光板 1 7 から取り出される。第3 導光光学系 2 3 は、第2 導光光学系 2 2 と同様、均一な光強度の光を y 方向に複数配置した導光板出射光 L 1 F を生成する。導光板出射光 L 1 F の各光 L 1 f は第2 光入射部 1 2 B に対して垂直に入射する。各光 L 1 f は第2 光入射部 1 2 B によって第1 導光板 1 1 の臨界角より大きな角度で反射され、第1 導光板 1 1 内を - x 方向に全反射によって伝播する。これにより、X 方向に沿って等間隔に複数の出射光 L 1 g が配置された導光板出射光 L 1 G を生成する。

30

このように、第3 導光光学系 2 3 によれば、第3 導光板 1 7 の両端から入射した入力光 L 3 , L 4 をそれぞれ拡大することで、均一な強度分布の導光板出射光 L 1 G を生成することができる。

【0083】

ここで、導光板出射光 L 1 E , L 1 G の各出射光 L 1 e , L 1 g もガウス分布で表される光強度分布を有している。出射光 L 1 e は光出射位置が + x 方向に移動するにつれて光強度が小さくなり、出射光 L 1 g は光出射位置が - x 方向に移動するにつれて光強度が小さくなる。

40

【0084】

本実施形態によれば、各出射光 L 1 e , L 1 g は第1 光出射部 1 3 で回折されることで外部に出射され、各出射光 L 1 e , L 1 g における第1 導光板 1 1 からの出射位置を一致させることができる。よって、第1 導光板 1 1 の各出射位置において、出射光 L 1 e , L 1 g はそれぞれ合成される。出射光 L 1 e , L 1 g における光強度は x 方向において反対側の関係となるため、出射光 L 1 e , L 1 g を合成した光 L 1 h の光強度は出射位置によらず略同一となる。

50

【0085】

ここで、照明光 L1H を構成する各光 L1h の出射間隔がガウス分布で規定されるビームサイズより大きいと照明光 L1H は離散的になり、照明光 L1H の面内における強度分布が不均一となる。

【0086】

本実施形態においては、照明光 L1H を構成する各光 L1h の出射間隔がガウス分布で規定されるビームサイズより小さくなるように、第1導光板11、第2導光板14及び第3導光板17の出射光の間隔を最適化している。なお、出射光の間隔は、入射光の波長、HOEの格子周期、導光板の屈折率および厚さで適宜調整可能である。

【0087】

ここで、本実施形態の照明装置100の効果を明確にするため、比較例について説明する。

比較例では、1本の入射光を面状に展開して照明光を生成する場合について説明する。

図3A～3Cは比較例に係る照明装置200の構成を示す図である。図3A～3Cは照明装置200を3方向(x方向、y方向、z方向)から見た図である。

【0088】

図3A～3Cに示すように、照明装置200は、光源210と、面状展開光学系220とを備えている。光源210は、面状展開光学系220に対してレーザー光からなる1つの入射光LLを照射する。

【0089】

面状展開光学系220は、2つの導光光学系221、222を備える。なお、導光光学系221は、光入射部が一端側(-x方向側)のみに設けられる以外、第1導光光学系21と同一の構成を有する。また、導光光学系222は、光入射部が一端側(-Y方向側)のみに設けられる以外、第2導光光学系22と同一の構成を有する。

【0090】

本比較例の構成において、導光光学系222から導光光学系221への出射光LL1の光強度(ガウス分布)は、光出射位置が+Y方向に移動するにつれて小さくなって行く。

同様に、導光光学系221からの出射光LL2の光強度(ガウス分布)は、光出射位置が+x方向に移動するにつれて小さくなって行く。

【0091】

つまり、比較例の構成においては、光源210における光入射位置から距離に応じて、面状展開光学系220の対角方向に出射光の強度分布Tが生じる。そのため、照明光に明るさムラが生じてしまう。

【0092】

これに対し、本実施形態の照明装置100によれば、第1導光光学系21、第2導光光学系22及び第3導光光学系23のいずれについても導光板の両端から光を入射させるようにした。そのため、各導光光学系21、22、23からそれぞれ均一な光が射出されるため、これら光が合成されることで均一な光強度の光L1hをx方向及びY方向に面状に配置した照明光L1Hを生成できる。

【0093】

また、光源10の光を面状に展開する面状展開光学系20の厚さは、ほぼ導光板2枚分の厚さで済むため、非常に薄型の照明装置100を実現することができる。

【0094】

また、本実施形態では反射型体積HOE層への入射角及び出射角を垂直入射及び垂直出射で固定し、入射光Lとしてレーザー用いることで単一波長に決まるので、反射型体積HOE層を回折効率が高くなる条件で用いることができる。よって、光源部10aからの入射光Lを効率良く照明光L1Hに変換することができる。従って、光源部10aの個数が少なくても明るい照明光L1Hを得ることができる。

【0095】

本実施形態では、第1導光光学系21(第1導光板11)の両端に第2導光光学系22

10

20

30

40

50

及び第3導光光学系23の出射光を入射させる場合を例に挙げたが、本発明はこれに限定されない。

例えば、第1導光光学系21及び第2導光光学系22のみを用いる構成であっても良い。すなわち、第2導光光学系22の光を第1導光板11の一端側に入射させ、他端側に第3導光光学系23の代わりに別の光源からの光を入射させるようにしてもよい。この構成においても、第1導光光学系21は、両端から入射した光を導光させることで均一な強度の光を生成できる。また、少なくとも第2導光光学系22により第1導光光学系21の一端側に均一な光を入射させることができる。

【0096】

同様に、第1導光光学系21及び第3導光光学系23のみを用いる構成であっても良い。すなわち、第3導光光学系23の光を第1導光板11の他端側に入射させ、他端側に第2導光光学系22の代わりに別の光源からの光を入射させるようにしてもよい。この構成においても、第1導光光学系21は、両端から入射した光を導光させることで均一な強度の光を生成できる。また、少なくとも第3導光光学系23により第1導光光学系21の他端側に均一な光を入射させることができる。

10

【0097】

また、本発明は、少なくとも両端から光が入射される第1導光光学系21を備えていればよく、第2導光光学系或いは第3導光光学系としては入射した光を一方向(y方向)に拡大して出射する構成のものであればよい。すなわち、第2導光光学系或いは第3導光光学系として、第2導光板14或いは第3導光板17の一端側から光を入射させることで光を一方向に拡大するものを用いても良い。

20

【0098】

また、第1導光光学系21の第1光入射部12A及び第2光入射部12Bの各々に光を射出する光源を配置することで、第1光出射部13から出射した光を第2導光光学系22或いは第3導光光学系23に入射させるようにしてもよい。

この構成によれば、第1導光光学系21は両端から入射された光をそれぞれ拡大することで均一な光を出射することができる。よって、第2導光光学系22或いは第3導光光学系23に均一な光を入射させることができる。

【0099】

(第2実施形態)

30

続いて、本発明の第2実施形態について説明する。本実施形態と第1実施形態との違いは、照明装置の構造である。以下では第1実施形態と同一の構成及び部材については同じ符号を付し、詳細な説明については省略する。

【0100】

第1実施形態の照明装置100は、レーザー光を第2導光光学系22の対角四隅に入射していた。この場合、光源が4つ必要となるため、光源10及び該光源10を備えた照明装置100の小型化が難しかった。本実施形態では、光源を小型化することで照明装置自体の小型化を図った。

【0101】

図4は本実施形態の照明装置の構成を示す断面図である。

40

図4に示すように、本実施形態の照明装置100Aは、光源10Aと、面状展開光学系20とを備えている。

【0102】

図5Aは本実施形態の光源10Aをz方向から見た図であり、図5Bは光源10AのA-A線矢視による断面構成図である。

【0103】

図5A, 5Bに示すように、光源10Aは、光源部30と、コリメーターレンズ31と、分岐光学系35とを備える。分岐光学系35は、第4導光板32と、分岐入射部33と、分岐出射部34とを含み、光源部30からの光を4つの光に分岐して面状展開光学系20の対角四隅に入射させる。

50

【0104】

光源部30は、入射光Lとして波長が緑領域にあるレーザー光を射出する半導体レーザーから構成される。

コリメーターレンズ31は、光源部30から射出された発散光である入射光Lを略平行な光に変換するものである。

第4導光板32は、例えばガラスあるいは光学樹脂から構成され、平面で略矩形状の平行平板からなる。本実施形態において、第4導光板32は、例えばガラス基板から構成されている。

【0105】

分岐入射部33は、光源部30からの入射光Lを分岐して第4導光板32に入射させる。分岐入射部33は、第4導光板32の上面32aの中央部に形成される。

10

【0106】

分岐出射部34は、分岐入射部33から入射された分岐光を図4に示す面状展開光学系20に向けて出射する。分岐出射部34は、第4導光板32の下面32bに形成される。分岐出射部34は、第1分岐出射部34A、第2分岐出射部34B、第3分岐出射部34C及び第4分岐出射部34Dを含む。各分岐出射部34A～34Dは第4導光板32の下面32bの四隅にそれぞれ形成されている。

【0107】

本実施形態において、分岐入射部33、第1分岐出射部34A、第2分岐出射部34B、第3分岐出射部34C及び第4分岐出射部34Dは、反射型体積HOEから構成されている。分岐入射部33は、該分岐入射部33に入射する光を各分岐出射部34A～34Dが設けられた4方向に向けてそれぞれ回折する機能を有している。

20

【0108】

分岐出射部34（第1分岐出射部34A、第2分岐出射部34B、第3分岐出射部34C及び第4分岐出射部34D）の干渉縞は、分岐入射部33の中心と各分岐出射部34A～34Dの中心とを結ぶ線（分岐方向）に対して垂直方向に延在している。分岐入射部33及び各分岐出射部34A～34Dの格子周期は同一である。

【0109】

本実施形態において、分岐入射部33は1層の反射型体積HOEから構成され、4つの分岐方向に垂直に延在する干渉縞が4つ多重記録されている。4つの干渉縞のそれぞれの干渉縞の層内傾斜は、それぞれが対応する四隅の各分岐出射部34A～34Dの層内傾斜と鏡面对称である。

30

【0110】

このように4重記録された分岐入射部33に垂直入射した入射光Lは、対角四隅の各分岐出射部34A～34Dに向かう方向に回折され、4つの分岐光LCとなる。4つの分岐光LCは第4導光板32内に臨界角以上の角度で回折され、該第4導光板32内を全反射で伝播し、各分岐出射部34A～34Dに到達し、HOE面に対して垂直方向に回折されることで第4導光板32から出射される。

【0111】

なお、各分岐出射部34A～34Dからの光の出射位置を調整するには、HOEの格子周期、分岐導光板の屈折率、厚さを調整すれば良い。

40

【0112】

分岐入射部33としては、2つの方向を受け持つHOEを多重記録したHOE層を2層積層する構成を採用しても良いし、1つの方向を記録したHOE層を4層積層する構成を採用しても良い。

【0113】

図4に戻り、分岐出射部34A～34Dから射出された4本の分岐光LCは面状展開光学系20の対角四隅に入射される。

本実施形態の照明装置100Aによれば、光源部30が1つで済み、かつ、面状展開光学系20及び分岐光学系35が導光板で構成されるので、奥行き方向において薄型化を図

50

ることができる。

以上のように、本実施形態によれば、1個の光源部30から面状に発光する薄型かつ発光強度の均一性に優れた照明装置100Aを提供することができる。

【0114】

なお、本実施形態では、光源部30からの入射光Lを分岐光学系35に対して垂直に入射させる場合を例に挙げたが、これに限定されない。

例えば、図6に示すように、光源部30からの入射光Lをミラー36で反射させて分岐光学系35に導くようにしても良い。この構成によれば、照明装置100Aの奥行を更に薄くすることができる。

【0115】

(第3実施形態)

続いて、本発明の第3実施形態について説明する。本実施形態と上記第1、第2実施形態との違いは、照明装置の構造である。以下では上記実施形態と同一の構成及び部材については同じ符号を付し、詳細な説明については省略する。

上記実施形態では、単色光を用いた照明装置について説明したが、本実施例では赤(R)、緑(G)、青(B)の3色のレーザー光を用いた照明装置について説明する。

【0116】

図7は本実施形態の照明装置の構成を示す断面図である。

図7に示すように、本実施形態の照明装置100Bは、光源10Bと、面状展開光学系20Bとを備えている。

【0117】

本実施形態の光源10Bは、光源部130と、コリメーターレンズ31と、分岐光学系135とを備える。光源部130は、赤色波長帯のレーザー光LRを射出する半導体レーザー130R、緑色波長帯のレーザー光LGを射出する半導体レーザー130G及び青色波長帯のレーザー光LBを射出する半導体レーザー130Gを含み、全体として白色の入射光LAを射出する。

【0118】

本実施形態の分岐光学系135の基本構成及び原理は、図6に示した分岐光学系35と同一である。

分岐光学系135は、導光板132と、分岐入射部133と、分岐出射部134とを含み、光源部130からの光を4つの光に分岐して面状展開光学系20Bの対角四隅に入射させる。導光板132は、例えばガラス基板から構成され、平面形状が略矩形の平行平板からなる。分岐入射部133は、光源部130からの入射光LAを分岐して導光板132に入射させる。分岐入射部133は、導光板132の上面132aの中央部に形成される。

【0119】

分岐出射部134は、分岐入射部133からの分岐光を面状展開光学系20に向けて射出する。分岐出射部134は、導光板132の下面132bに形成される。分岐出射部134は、第1分岐出射部134A、第2分岐出射部134B、第3分岐出射部134C及び第4分岐出射部134Dを含む。各分岐出射部134A~134Dは導光板132の下面132bの四隅にそれぞれ形成されている。

【0120】

本実施形態において、分岐入射部133は反射型体積HOEから構成される。具体的に、分岐入射部133は、入射光LAのうち赤色波長帯のレーザー光LRに対応する赤色入射用HOE層133Rと、入射光LAのうち緑色波長帯のレーザー光LGに対応する緑色入射用HOE層133Gと、入射光LAのうち青色波長帯のレーザー光LBに対応する青色入射用HOE層133Bとが上から順に積層された構造からなる。

【0121】

赤色入射用HOE層133Rは、光源部130より垂直入射する赤色波長帯のレーザー光LRに対してブラッグ回折条件を満たして導光板132内に臨界角以上の角度で回折さ

10

20

30

40

50

せる。

緑色入射用 H O E 層 1 3 3 G は、光源部 1 3 0 より垂直入射する緑色波長帯のレーザー光 L G に対してブラッグ回折条件を満たして導光板 1 3 2 内に臨界角以上の角度で回折させる。

青色入射用 H O E 層 1 3 3 B は、光源部 1 3 0 より垂直入射する青色波長帯のレーザー光 L B に対してブラッグ回折条件を満たして導光板 1 3 2 内に臨界角以上の角度で回折させる。

【 0 1 2 2 】

各入射用 H O E 層 1 3 3 R、1 3 3 G、1 3 3 B は、それぞれのレーザー光 L R、L G、L B を同じ角度で回折させるように、各 H O E の格子周期が設定されている。各 H O E は、それぞれが対応する波長に対してブラッグ回折条件を満たすので、色が違うほどに離れた波長の光に対しては回折効率がほぼゼロであり、回折光を生じない。例えば、レーザー光 L B は赤色入射用 H O E 層 1 3 3 R 及び緑色入射用 H O E 層 1 3 3 G では回折されずに赤色入射用 H O E 層 1 3 3 R に到達し、そこで回折される。

10

【 0 1 2 3 】

導光板 1 3 2 内を全反射で伝播する光は、各分岐出射部 1 3 4 A ~ 1 3 4 D で回折されて導光板 1 3 2 の外に取り出される。各分岐出射部 1 3 4 A ~ 1 3 4 D についても、赤色出射用 H O E 層、緑色出射用 H O E 層、青色出射用 H O E 層が積層されている。いずれの出射用 H O E 層も反射型体積 H O E からなる。

【 0 1 2 4 】

第 1 分岐出射部 1 3 4 A、第 2 分岐出射部 1 3 4 B、第 3 分岐出射部 1 3 4 C 及び第 4 分岐出射部 1 3 4 D は、それぞれ赤色出射用 H O E 層、緑色出射用 H O E 層、青色出射用 H O E 層が上から順に積層された構造を有する。

20

【 0 1 2 5 】

以下、第 1 分岐出射部 1 3 4 A、第 2 分岐出射部 1 3 4 B、第 3 分岐出射部 1 3 4 C 及び第 4 分岐出射部 1 3 4 D の各赤色出射用 H O E 層を総称して赤色出射用 H O E 層 1 3 4 R R と呼び、緑色出射用 H O E 層を総称して緑色出射用 H O E 層 1 3 4 G G と呼び、青色出射用 H O E 層を総称して青色出射用 H O E 層 1 3 4 B B と呼ぶことにする。

【 0 1 2 6 】

導光板 1 3 2 を伝播して来たレーザー光 L R、L G、L B はそれぞれ赤色出射用 H O E 層 1 3 4 R R、緑色出射用 H O E 層 1 3 4 G G、青色出射用 H O E 層 1 3 4 B B で回折される。

30

【 0 1 2 7 】

赤色入射用 H O E 層 1 3 3 R と赤色出射用 H O E 層 1 3 4 R R の格子周期は同一であり、H O E 層内に記録されている干渉縞の層内傾斜は入射用 H O E と出射用 H O E とで鏡面对称となっている。

また、緑色入射用 H O E 層 1 3 3 G と緑色出射用 H O E 層 1 3 4 G G の格子周期は同一であり、H O E 層内に記録されている干渉縞の層内傾斜は入射用 H O E と出射用 H O E とで鏡面对称となっている。

同様に、青色入射用 H O E 層 1 3 3 B と青色出射用 H O E 層 1 3 4 B B の格子周期は同一であり、H O E 層内に記録されている干渉縞の層内傾斜は入射用 H O E と出射用 H O E とで鏡面对称となっている。

40

【 0 1 2 8 】

従って、各レーザー光 L R、L G、L B は、分岐入射部 1 3 3 に入射する入射角と同じ角度で分岐出射部 1 3 4 から出射され、かつ高い回折効率で導光板 1 3 2 から分岐光 L A' として取り出される。

【 0 1 2 9 】

また、各レーザー光 L R、L G、L B は同じ角度で導光板 1 3 2 内を伝播するので、分岐出射部 1 3 4 で回折されて取り出される位置も同一となり、色による出射位置のずれ、すなわち色ムラの発生を抑制することができる。

50

【0130】

各分岐出射部134A～134Dから射出された4本の光は、平面視で面状展開光学系20Bの対角四隅に入射される。本実施形態の面状展開光学系20Bと上記実施形態の面状展開光学系20との違いは、レーザー光LR, LG, LBに対応するHOE層を積層することで第1導光光学系21B、第2導光光学系22B及び第3導光光学系23Bの各光入射部及び各光出射部が構成される点である。

【0131】

面状展開光学系20Bにおける第1導光光学系21B、第2導光光学系22B及び第3導光光学系23Bの各光入射部及び各光出射部でのレーザー光LR, LG, LBの振る舞い(回折および全反射による伝播)は分岐光学系135と同様であることから説明を省略する。

10

【0132】

なお、各光出射部(第1光出射部13、第2光出射部16及び第3光出射部19)においては、RGB3色のレーザー光を回折する必要があるため、各色で2層のHOE層が必要となると合計で6層のHOE層が必要になってしまう。従って、1層のHOE層に2方向から来る全反射伝播光を回折できるように2つの干渉縞を多重記録しておくようにすれば、HOE層が3層で済むようになる。

【0133】

本実施形態の照明装置100Bによれば、波長帯の異なるレーザー光LR, LG, LBを含んだ入射光をx方向及びy方向に面状に展開して、均一な強度分布を有する白色の照明光を生成することができる。

20

【0134】

本実施形態の分岐光学系135は、1枚の導光板132にRGB各色の光に対応するHOE層を積層する構成を示したが、1枚の導光板132に1色に対応するHOE層を形成したものをRGB各色それぞれ用意し、3枚の導光板132を重ねて使用する態様も可能である。

【0135】

あるいは、1枚の導光板132に2色に対応するHOE層を2層積層し、もう1枚の導光板132に残りの1色に対応するHOE層を形成し、これら2枚の導光板132を重ねて使用する態様も可能である。

30

なお、第1導光光学系21B、第2導光光学系22B及び第3導光光学系23Bの各光入射部及び各光出射部のHOE層についても同様である。

【0136】

また、本実施形態においては、光源部130からの入射光Lを分岐光学系135に対して垂直に入射させる場合を例に挙げたが、これに限定されない。例えば、光源部130からの入射光Lをミラーで反射させて分岐光学系135に導くようにしても良い(図6参照)。

この構成によれば、照明装置100Aの奥行を更に薄くすることができる。

【0137】

(第4実施形態)

続いて、本発明の第4実施形態として、画像表示装置の一態様について説明する。

40

本実施形態の画像表示装置は、上記実施形態で説明した照明装置100、100A、100Bを備えたものである。本実施形態では、画像表示装置として液晶表示装置を例に挙げて説明する。

【0138】

図8Aは液晶表示装置をz方向から見た図であり、図8Bは液晶表示装置のxz平面と平行な面における断面図である。

図8A、8Bに示すように、液晶表示装置50は、バックライト装置51と、液晶パネル(光変調装置)52とを備える。

【0139】

50

液晶パネル 5 2 は、一对の基板 5 3 , 5 4 と、該基板 5 3 , 5 4 に設けられた一对の電極 5 5 , 5 6 と、前記一对の基板 5 3 , 5 4 間に挟持される液晶層 5 7 とを備えた、透過型のパネルである。また、一对の基板 5 3 , 5 4 の液晶層 5 7 と反対側の面にはそれぞれ一对の偏光板が配置されている。

【 0 1 4 0 】

このような構成に基づき、液晶パネル 5 2 は、一对の電極 5 5 , 5 6 間に印加する電圧を調整することでバックライト装置 5 1 からの光を変調し、所望の画像を表示することが可能となっている。

【 0 1 4 1 】

バックライト装置 5 1 は、上記実施形態で説明した照明装置 1 0 0 、 1 0 0 A , 1 0 0 B のいずれを用いて構成してもよいが、照明装置 1 0 0 B を用いることでカラー画像を表示することが可能となる。なお、カラー画像を表示する場合、液晶パネル 5 2 は各画素にカラーフィルターを備える。

照明装置 1 0 0 B は、各色の半導体レーザー 1 3 0 R , 1 3 0 G , 1 3 0 B (図 7 参照) を順次点灯させることにより、時間順次でカラー表示を行うことも可能である。

【 0 1 4 2 】

本実施形態の液晶表示装置 5 0 によれば、上記のような照明装置 1 0 0 、 1 0 0 A , 1 0 0 からなるバックライト装置 5 1 で液晶パネル 5 2 を照明するので、明るい画像表示を行うことができる。

【 0 1 4 3 】

ところで、照明装置 1 0 0 B からなるバックライト装置 5 1 から出射されたレーザー光はほぼ平行光となるため、そのまま液晶パネル 5 2 を照明した場合、真正面からしか画像を見ることが出来ず、液晶パネル 5 2 を斜めから見た時には、鑑賞者の眼に光 (レーザー光) が入射せず、画像を視認することができなくなる。つまり、十分な視野角特性が得られないおそれがある。

【 0 1 4 4 】

視野角特性を向上させ、斜めから液晶パネル 5 2 を見ても画像が見えるようにするには、平行光であるレーザー光を、角度分布を持つ光に変換する必要がある。

そこで、バックライト装置 5 1 と液晶パネル 5 2 との間に光拡散シートを挿入することで、バックライト装置 5 1 (照明装置 1 0 0 B) から出る光の拡散性を調整するようにしても良い。

【 0 1 4 5 】

また、図 9 に示すように、バックライト装置 5 1 と液晶パネル 5 2 との間にレンズアレイ R A を配置することで光の拡散性を調整することもできる。レンズアレイ R A は、マトリクス状に配置された小レンズ R A 1 を有する。レンズアレイ R A は、バックライト装置 5 1 からの各出射ビームに各小レンズ R A 1 が対応する。

この構成によれば、各出射ビームが角度を持った状態に変換されるため、液晶パネル 5 2 を透過した光は拡散光として出射されるようになる。よって、液晶パネル 5 2 における視野角特性が向上する。

【 0 1 4 6 】

また、可干渉性が高いレーザー光を用いることによって生じるスペckルノイズを低減すべく、光拡散シートを微小振幅で振動させるようにしても良い。あるいはバックライト装置 5 1 の導光板に入射するレーザー光の入射角を微小に変化させるようにしても良い。

【 0 1 4 7 】

(第 5 実施形態)

続いて、本発明の第 5 実施形態として、画像表示装置の別態様について説明する。

本実施形態の画像表示装置は、上記実施形態で説明した照明装置 1 0 0 、 1 0 0 A , 1 0 0 B を備えたものである。本実施形態の画像表示装置は、使用者が頭に装着して使用するヘッドマウントディスプレイの一例である。

以下の説明では、ヘッドマウントディスプレイ (Head Mounted Display) を、 H M D と

10

20

30

40

50

略記する。

【0148】

本実施形態のHMDは、シースルー型（透過型）のHMDである。本実施形態のHMDによれば、使用者は画像表示部により生成された画像を視認でき、かつ、HMDの外部の景色等の外界の像も視認できる。

【0149】

図10はHMDの断面構成を示す図である。

図10に示すように、HMD60は、表示モジュール61と、投写レンズ62と、導光板63と、画像光入射部64と、画像光出射部65とを備える。本実施形態において、導光板63、画像光入射部64、画像光出射部65は、特許請求の範囲の「導光手段」に相当する。

10

【0150】

表示モジュール61は、例えば、第4実施形態の液晶表示装置50から構成される。なお、表示モジュール61は上記照明装置100、100A、100Bを照明装置として備えたものであれば透過型の液晶表示装置に限定されることなく、反射型の液晶表示装置等を備えた構成であってもよい。

【0151】

投写レンズ62は、表示モジュール61からの画像光G1を導光板63に形成された画像光入射部64に導く。導光板63は、例えばガラス基板から構成されている。画像光入射部64は、表示モジュール61からの画像光G1を、導光板63の臨界角以上の角度で伝播する光として回折させる。

20

【0152】

本実施形態において、画像光入射部64及び画像光出射部65は回折光学素子、例えば、反射型体積HOE層から構成される。

【0153】

導光板63を伝播した画像光G1は画像光出射部65に複数回入射し、入射する度に画像光入射部64への入射角と同じ角度で回折されて観察者Mの眼MEに届き、画像（虚像）として観察できる。

【0154】

反射型体積HOEからなる画像光出射部65は、ブラッグ回折条件を満たす波長近傍の光を強く回折し、その他の波長の光は回折せずに透過させるので、観察者Mは、眼MEの前にある画像光出射部65を通して外界を見ることができる。本実施形態において、画像光出射部65はコンバイナーとして機能する。

30

【0155】

本実施形態によれば、上記のような照明装置100、100A、100Bを備えることで明るい画像表示を行う液晶表示装置50を表示モジュール61に採用するため、明るい画像（虚像）を見ることができるとともに、高いシースルー性を有したHMDを提供できる。

【0156】

本実施形態では、導光板63、画像光入射部64、画像光出射部65を用いて表示モジュール61の画像を観察者Mの眼MEに導く場合を例に挙げたが、図11に示すように、観察者Mの眼MEの前に光学コンバイナー70を配置するようにしても良い。

40

光学コンバイナー70は、反射型体積ホログラフィック光学素子（反射型体積HOE）からなる。

【0157】

本実施形態の構成によれば、観察者Mの眼MEの前にある接眼光学系が薄い光学コンバイナー70だけなのでHMDを小型化及び軽量化することができる。

また、光学コンバイナー70として反射型体積HOEを用いるため、画像光G1を生成する波長帯の光だけを高効率で回折し、画像光G1以外の波長帯の外光G2をほぼ透過するので、明るい外界に明るい画像を重畳させて表示できるシースルー型のHMDを提供で

50

きる。

【0158】

なお、本実施形態では、片眼用のヘッドマウントディスプレイについて説明したが、両眼用のヘッドマウントディスプレイにも適用可能である。

【0159】

(第6実施形態)

続いて、本発明の第6実施形態としてプロジェクターの一態様について説明する。

図12は本実施形態のプロジェクターにおける概略構成図である。

図12に示すように、本実施形態のプロジェクター1は、スクリーンSCR上にカラー画像を表示する投写型画像表示装置である。

10

【0160】

プロジェクター1は、照明装置2と、色分離光学系3と、赤色光用光変調装置4Rと、緑色光用光変調装置4Gと、青色光用光変調装置4Bと、合成光学系5と、投写光学系6と、を備えている。

照明装置2は、白色の照明光WLを色分離光学系3に向けて射出する。照明装置2には、上記第3実施形態に係る照明装置100Bが用いられる。

【0161】

色分離光学系3は、照明装置2から射出された照明光WLを赤色光Rと緑色光Gと青色光Bとに分離する。色分離光学系3は、第1のダイクロイックミラー7aと、第2のダイクロイックミラー7bと、第1の反射ミラー8aと、第2の反射ミラー8bと、第3の反射ミラー8cと、第1のリレーレンズ9aと、第2のリレーレンズ9bと、を備えている。

20

【0162】

第1のダイクロイックミラー7aは、照明装置2から射出された照明光WLを赤色光Rと、緑色光Gおよび青色光Bと、に分離する機能を有する。第1のダイクロイックミラー7aは、赤色光Rを透過し、緑色光Gおよび青色光Bを反射する。第2のダイクロイックミラー7bは、第1のダイクロイックミラー7aで反射した光を緑色光Gと青色光Bとに分離する機能を有する。第2のダイクロイックミラー7bは、緑色光Gを反射し、青色光Bを透過する。

【0163】

第1の反射ミラー8aは、赤色光Rの光路中に配置されている。第1の反射ミラー8aは、第1のダイクロイックミラー7aを透過した赤色光Rを赤色光用光変調装置4Rに向けて反射する。第2の反射ミラー8bと第3の反射ミラー8cとは、青色光Bの光路中に配置されている。第2の反射ミラー8bと第3の反射ミラー8cとは、第2のダイクロイックミラー7bを透過した青色光Bを青色光用光変調装置4Bに向けて反射させる。緑色光Gは、第2のダイクロイックミラー7bで反射し、緑色光用光変調装置4Gに向けて進む。

30

【0164】

第1のリレーレンズ9aと第2のリレーレンズ9bとは、青色光Bの光路中における第2のダイクロイックミラー7bの光射出側に配置されている。第1のリレーレンズ9aと第2のリレーレンズ9bとは、青色光Bの光路長が赤色光Rや緑色光Gの光路長よりも長くなることに起因した青色光Bの光損失を補償する機能を有している。

40

【0165】

赤色光用光変調装置4Rは、赤色光Rを画像情報に応じて変調し、赤色光Rに対応した画像光を形成する。緑色光用光変調装置4Gは、緑色光Gを画像情報に応じて変調し、緑色光Gに対応した画像光を形成する。青色光用光変調装置4Bは、青色光Bを画像情報に応じて変調し、青色光Bに対応した画像光を形成する。

【0166】

赤色光用光変調装置4R、緑色光用光変調装置4G、および青色光用光変調装置4Bには、例えば透過型の液晶パネルが用いられる。また、液晶パネルの入射側および射出側に

50

は、図示しない一対の偏光板が配置されている。偏光板は、特定の方向の直線偏光光を透過させる。

【0167】

赤色光用光変調装置4Rの入射側には、フィールドレンズ110Rが配置されている。緑色光用光変調装置4Gの入射側には、フィールドレンズ110Gが配置されている。青色光用光変調装置4Bの入射側には、フィールドレンズ110Bが配置されている。フィールドレンズ110Rは、赤色光用光変調装置4Rに入射する赤色光Rを平行化する。フィールドレンズ110Gは、緑色光用光変調装置4Gに入射する緑色光Gを平行化する。フィールドレンズ110Bは、青色光用光変調装置4Bに入射する青色光Bを平行化する。

10

【0168】

合成光学系5は、赤色光R、緑色光G、および青色光Bのそれぞれに対応した画像光を合成し、合成された画像光を投写光学系6に向けて射出する。合成光学系5には、例えばクロスダイクロイックプリズムが用いられる。

【0169】

投写光学系6は、複数の投写レンズを含む投写レンズ群から構成されている。投写光学系6は、合成光学系5により合成された画像光をスクリーンSCRに向けて拡大投写する。これにより、スクリーンSCR上には、拡大されたカラー画像が表示される。

【0170】

本実施形態のプロジェクター1によれば、上記の照明装置100Bを備えることで明るい画像を投写することができる。

20

【0171】

なお、第6実施形態では、3つの光変調装置4R、4G、4Bを備えるプロジェクター1を例示したが、1つの光変調装置でカラー映像を表示するプロジェクターに適用することも可能である。さらに、光変調装置としては、上述した液晶パネルに限らず、例えばデジタルミラーデバイスなどを用いることもできる。

【0172】

また、図13に示すように、1枚の液晶パネル(光変調装置)52を1つの照明装置100、100A、100Bで直接照明し、投写光学系6でスクリーンSCRに画像を表示するプロジェクター1Aを構成することもできる。なお、単色の光を照射する照明装置100、100Aを用いる場合、液晶パネル52の画素にカラーフィルターを設ける必要はないが、3色の光を照射する照明装置100Bを用いる場合、液晶パネル52の画素にカラーフィルターを設けることでカラー画像の表示が可能になる。

30

【0173】

あるいは、図14に示すように、RGB各色の照明光をそれぞれ照射する照明装置300R、300G、300Bと、該照明装置300R、300G、300Bに個別に対応して設けられる液晶パネル52R、52G、52Bと、合成光学系5と、投写光学系81と、を備えたプロジェクター1Bを構成することもできる。照明装置300R、300G、300Bは、上述の照明装置100、100Aと同一構成を有し、照射する光の波長帯のみが異なる。なお、液晶パネル52R、52G、52Bの各画素にカラーフィルターは設けられていない。

40

【0174】

プロジェクター1Bは、液晶パネル52R、52G、52Bで変調した画像光Gr、Gg、Gbを合成光学系5で合成してカラー画像KGをスクリーンSCRに投写する。

本変形例に係るプロジェクター1Bによれば、1枚の液晶パネルにカラーフィルターを設けてカラー画像を投射する場合より高解像度の画像を投写することができ、かつ、レーザー光を用いることで明るい画像を投写することができる。

【0175】

上記実施形態では本発明による照明装置をプロジェクターや液晶表示装置に搭載した例を示したが、これに限られない。本発明による照明装置は、照明器具や自動車のヘッドラ

50

イト等にも適用することができる。

【符号の説明】

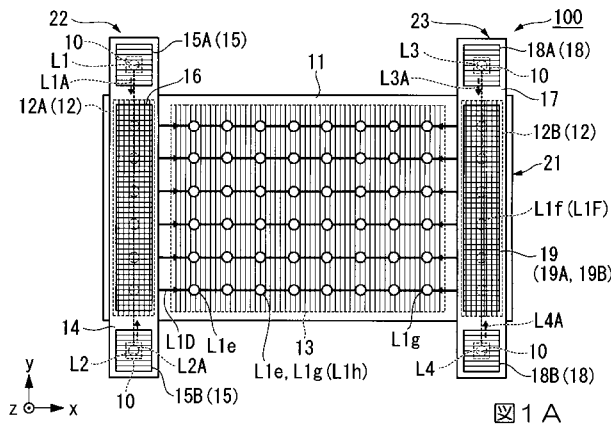
【0176】

1, 1A, 1B... プロジェクター、2... 照明装置、4B... 青色光用光変調装置、4G... 緑色光用光変調装置、4R... 赤色光用光変調装置、6... 投写光学系、10, 10A, 10B... 光源、11... 第1導光板、11a... 下面、12... 第1光入射部、13... 第1光出射部、14... 第2導光板、14a... 上面、15... 光入射部、16... 第2光出射部、17... 第3導光板、17a... 上面、18... 光入射部、19... 第3光出射部、20, 20B... 面状展開光学系、21, 21B... 第1導光光学系、22, 22B... 第2導光光学系、23, 23B... 第3導光光学系、32... 第4導光板(導光部材)、33... 分岐入射部、34... 分岐出射部、35... 分岐光学系、50... 液晶表示装置(画像表示装置)、51... バックライト装置(照明装置)、52, 52R, 52G, 52B... 液晶パネル(光変調装置)、60... HMD(画像表示装置)、63... 導光板、70... 光学コンパイナ、81... 投写光学系、100, 100A, 100B... 照明装置、130G... 半導体レーザー、130R... 半導体レーザー、132... 導光板、133... 分岐入射部、135... 分岐光学系、200... 照明装置、210... 光源、220... 面状展開光学系、221, 222... 導光光学系、300R, 300G, 300B... 照明装置、G1... 画像光、Gr... 画像光、KG... カラー画像、L1H... 照明光、L1c... 光、L1e... 光、L1f... 光、L1h... 光、L2b... 光、LB... レーザ光、LC... 分岐光、LG... レーザ光、LL1, LL2... 出射光、LL... 入射光、LR... レーザ光、M... 観察者、ME... 眼、R... 赤色光、G... 緑色光、B... 青色光、SCR... スクリーン、WL... 照明光、G1... 画像光。

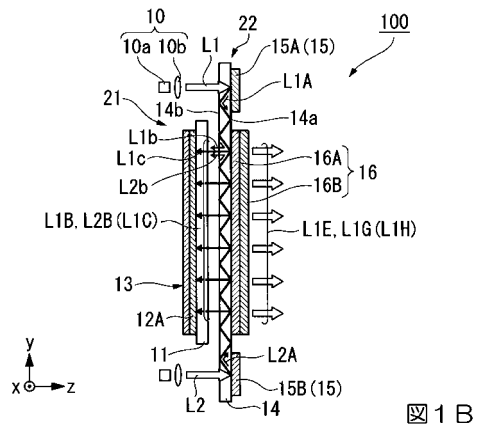
10

20

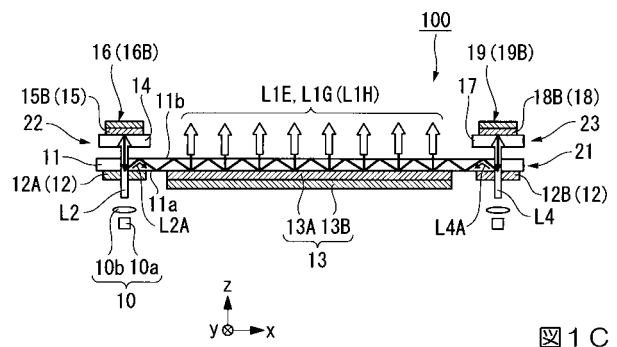
【図1A】



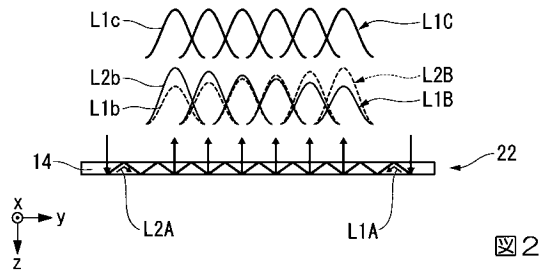
【図1B】



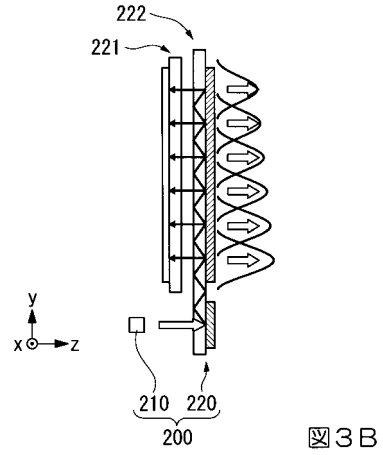
【図1C】



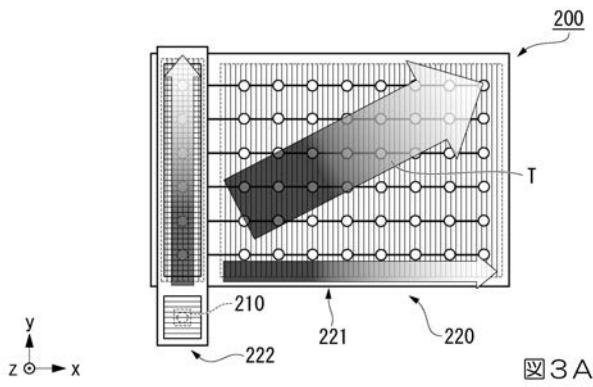
【 図 2 】



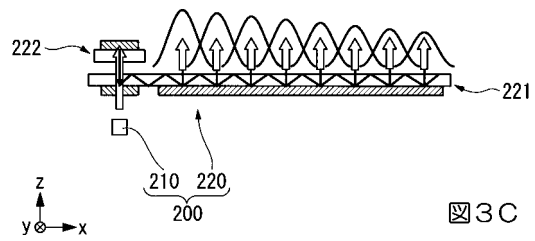
【 図 3 B 】



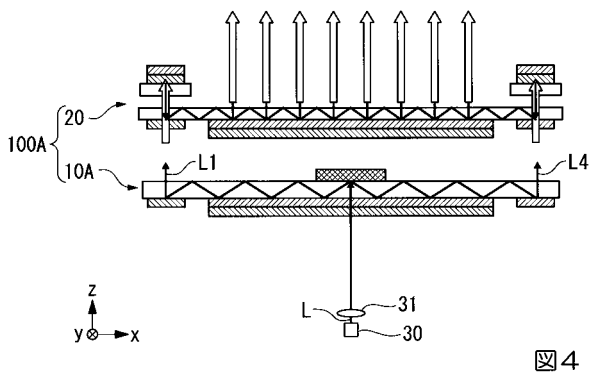
【 図 3 A 】



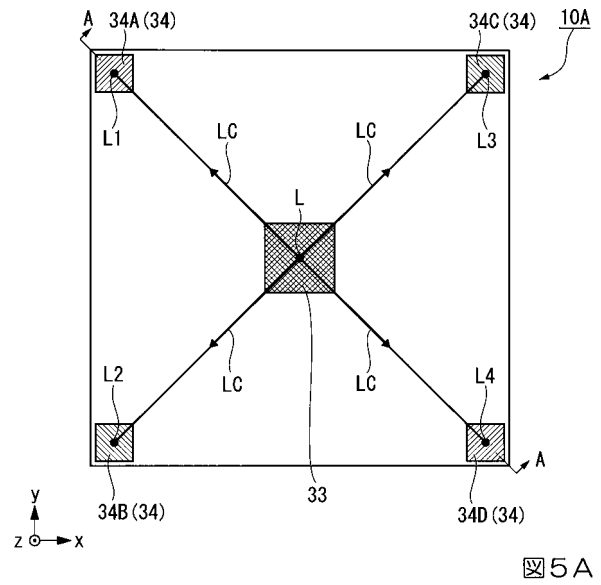
【 図 3 C 】



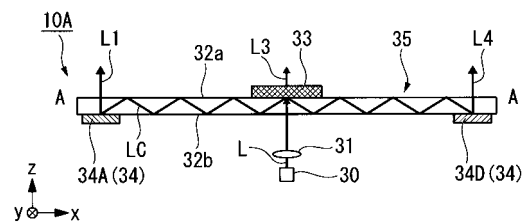
【 図 4 】



【 図 5 A 】



【 図 5 B 】



【 図 5 B 】

【 図 6 】

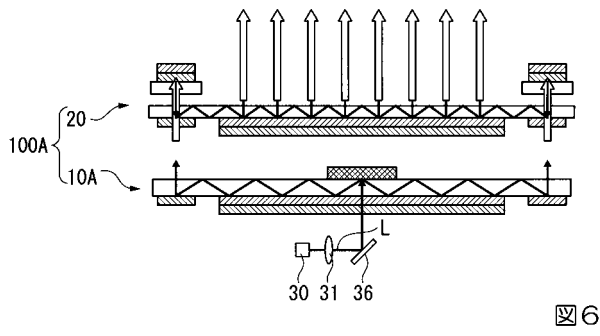


図 6

【 図 7 】

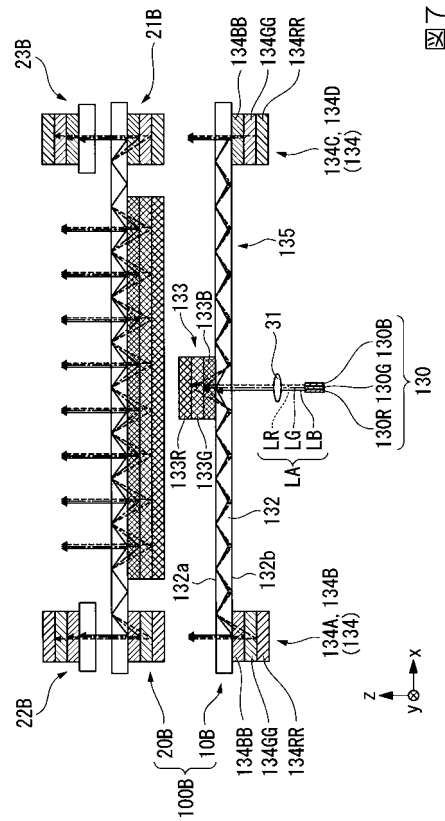


図 7

【 図 8 A 】

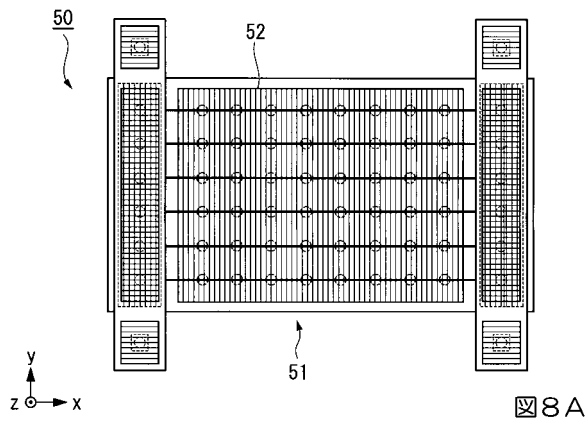


図 8A

【 図 9 】

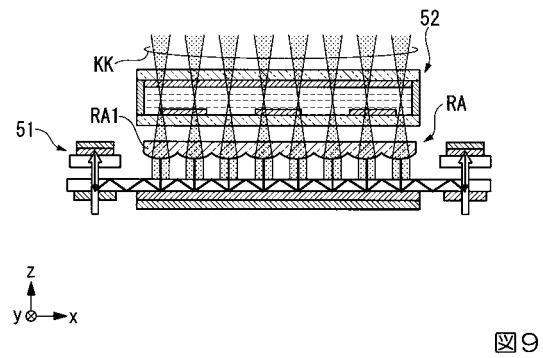


図 9

【 図 8 B 】

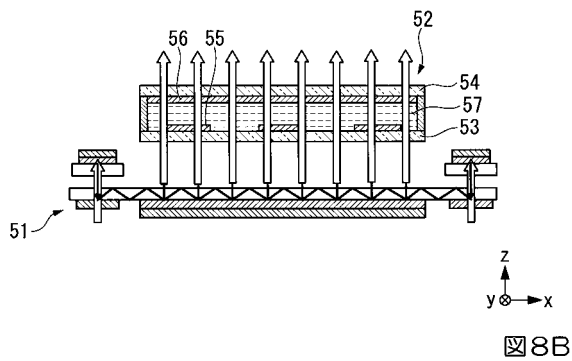


図 8B

【 図 1 0 】

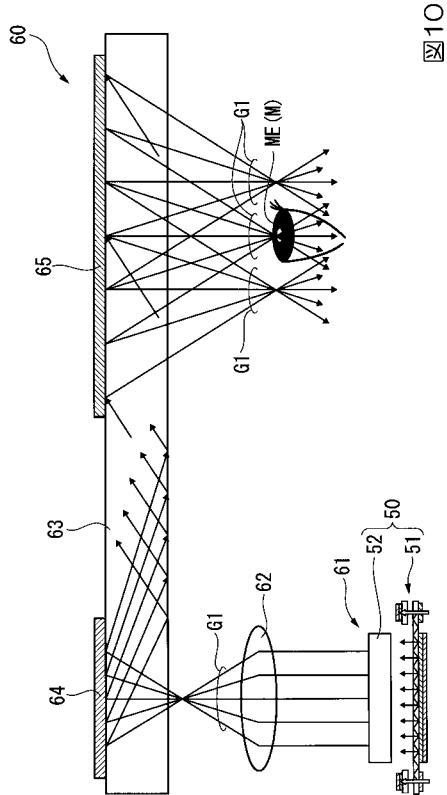


図 10

【 図 1 1 】

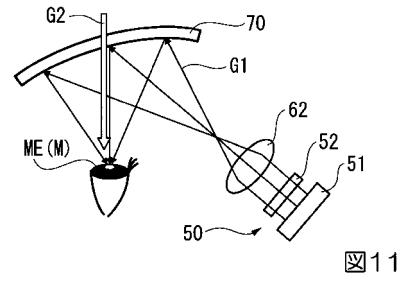


図 11

【 図 1 2 】

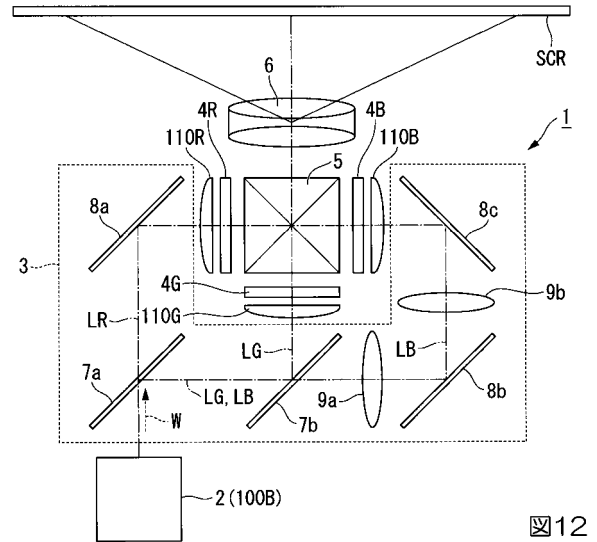


図 12

【 図 1 3 】

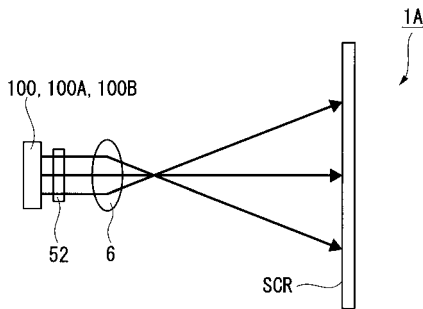


図 13

【 図 1 4 】

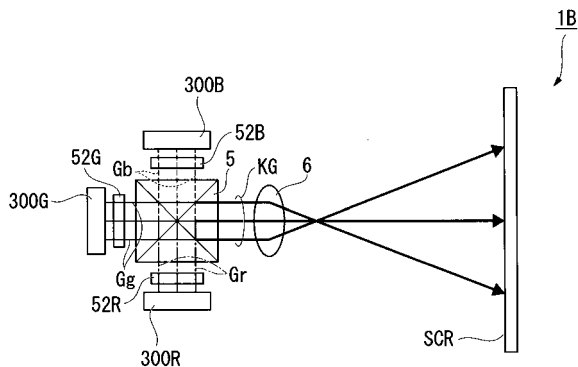


図 14

フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I			テーマコード(参考)
G 0 2 B 6/42 (2006.01)	G 0 2 B	6/42		2 K 2 0 3
G 0 2 B 27/02 (2006.01)	G 0 2 B	27/02	Z	3 K 2 4 4
F 2 1 V 7/04 (2006.01)	F 2 1 V	7/04	2 0 0	
F 2 1 S 2/00 (2016.01)	F 2 1 S	2/00	4 0 1	
G 0 2 B 5/32 (2006.01)	F 2 1 S	2/00	4 1 2	
G 0 2 B 27/48 (2006.01)	G 0 2 B	5/32		
F 2 1 Y 115/30 (2016.01)	G 0 2 B	27/48		
	F 2 1 Y	115:30		

Fターム(参考)	2H137	AA10	AA17	AB01	AB11	AB16	AC01	BA42	BA52	BA55	BB02
		BC01	BC23	BC51	FA00						
	2H191	FA38Z	FA73Z	FA74Z	FA86Z	FD15	LA24	MA02	MA13		
	2H199	CA03	CA12	CA23	CA24	CA42	CA54	CA68	CA87		
	2H249	CA05	CA08	CA09	CA15	CA22					
	2K203	FA03	FA09	FA23	FA32	FA34	FA44	FA54	FA62	FB03	GA12
		GA22	GA26	HA03	HA86	HA97	MA05				
	3K244	AA02	AA05	BA03	BA07	BA08	BA11	BA14	BA15	BA26	CA01
		CA02	CA05	DA02	DA13	DA17	DA19	EA02	EA08	EA16	EA17
		EA22	EA24	FA03	GA01	GA02					