

(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2012-203392

(P2012-203392A)

(43) 公開日 平成24年10月22日(2012.10.22)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G03B 21/14 (2006.01)	G03B 21/14 D	2K103
G03B 21/00 (2006.01)	G03B 21/00 D	3K243
F21S 2/00 (2006.01)	F21S 2/00 330	5C058
H04N 5/74 (2006.01)	H04N 5/74 Z	

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 40 頁)

(21) 出願番号	特願2011-71153 (P2011-71153)	(71) 出願人	000002185
(22) 出願日	平成23年3月28日 (2011. 3. 28)		ソニー株式会社
			東京都港区港南1丁目7番1号
		(74) 代理人	100098785
			弁理士 藤島 洋一郎
		(74) 代理人	100109656
			弁理士 三反崎 泰司
		(74) 代理人	100130915
			弁理士 長谷部 政男
		(74) 代理人	100155376
			弁理士 田名網 孝昭
		(72) 発明者	三浦 幸治
			東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

最終頁に続く

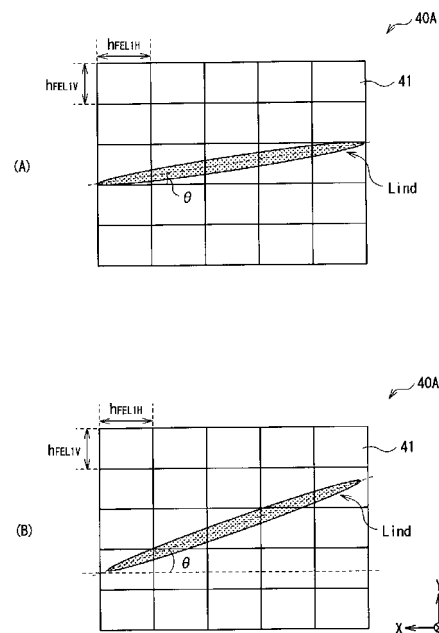
(54) 【発明の名称】 照明装置、投影型表示装置および直視型表示装置

(57) 【要約】

【課題】照明光の輝度むらを低減することが可能な照明装置、ならびにそのような照明装置を用いた投影型表示装置および直視型表示装置を提供する。

【解決手段】照明光学系は、固体発光素子を含む1または複数の光源と、固体発光素子側から入射した光が通過して出射する光学部材とを備え、1または複数の光源全体として、チップの少なくとも1つがレーザダイオードとなっている。光学部材は、固体発光素子側からの光が入射するフライアイレンズ40Aと、フライアイレンズ40A側からの光が入射するフライアイレンズ40Bとからなり、固体発光素子側から入射した光が照明する所定の照明範囲における光の照度分布を均一化するインテグレート40を備えている。フライアイレンズ40Aの入射面における入射光の輝度分布Lindの形状の長軸方向が、フライアイレンズ40Aにおける各セル41の配列方向と異なっている。

【選択図】図15



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

単一もしくは複数の点状、または単一もしくは複数の非点状の発光スポットからなる光射出領域から光を発する固体発光素子を含む 1 または複数の光源と、

前記固体発光素子側から入射した光が通過して出射する光学部材とを備え、

前記固体発光素子は、単一もしくは複数の波長帯の光を発する単一のチップ、または同一の波長帯もしくは互いに異なる波長帯の光を発する複数のチップからなり、

前記 1 または複数の光源全体として、前記チップの少なくとも 1 つがレーザダイオードであり、

10

前記光学部材は、

前記固体発光素子側からの光が入射する第 1 のフライアイレンズと、前記第 1 のフライアイレンズ側からの光が入射する第 2 のフライアイレンズとからなり、前記固体発光素子側から入射した光が照明する所定の照明範囲における光の照度分布を均一化するインテグレータを備え、

前記第 1 および第 2 のフライアイレンズはそれぞれ、複数のセルを有し、

前記第 1 のフライアイレンズの入射面における入射光の輝度分布形状の長軸方向が、前記第 1 のフライアイレンズにおける各セルの配列方向と異なっている

照明装置。

【請求項 2】

20

前記第 1 のフライアイレンズにおける各セルが、前記配列方向としての互いに直交する第 1 および第 2 の方向の各々に沿って配列されており、

前記入射光における前記長軸方向が、前記第 1 および第 2 の方向のいずれとも異なっている

請求項 1 に記載の照明装置。

【請求項 3】

前記レーザダイオードからなるチップの前記発光スポットから発せられるレーザ光におけるファーフールドパターン (FFP) の長軸方向が、前記第 1 のフライアイレンズにおける前記第 1 および第 2 の方向のいずれとも異なるように、少なくとも前記レーザダイオードからなるチップが傾斜配置されている

30

請求項 2 に記載の照明装置。

【請求項 4】

前記入射光における前記長軸方向と前記第 1 の方向とがなす角度 θ について、以下の関係式を満たす

請求項 2 または請求項 3 に記載の照明装置。

$$\theta = \tan^{-1} [h_{FEL1y} / (h_{FEL1x} \times n_x)]$$

h_{FEL1x} : 前記第 1 のフライアイレンズにおける 1 つのセルの前記第 1 の方向のサイズ

h_{FEL1y} : 前記第 1 のフライアイレンズにおける 1 つのセルの前記第 2 の方向のサイズ

n_x : 前記第 1 のフライアイレンズにおける前記第 1 の方向に沿ったセル数

【請求項 5】

40

前記第 1 のフライアイレンズにおいて、

前記第 2 の方向に沿った各セルの位置が、前記第 1 の方向に沿って配置された複数のセル列のうちの少なくとも一部のセル列間で、互いに異なっている

請求項 2 ないし請求項 4 のいずれか 1 項に記載の照明装置。

【請求項 6】

前記第 2 の方向に沿った各セルの位置が、前記第 1 の方向に沿った前記複数のセル列のうちの隣接するセル列間でそれぞれ、同じ向きにずれている

請求項 5 に記載の照明装置。

【請求項 7】

前記隣接するセル列間でのずれ量 d について、以下の関係式を満たす

50

請求項 6 に記載の照明装置。

$$d = (h_{\text{FEL}1y} / n_x)$$

$h_{\text{FEL}1y}$: 前記第 1 のフライアイレンズにおける 1 つのセルの前記第 2 の方向のサイズ

n_x : 前記第 1 のフライアイレンズにおける前記第 1 の方向に沿ったセル数

【請求項 8】

前記レーザダイオードからなるチップを含む光源と前記第 1 のフライアイレンズとの間の光路上に、前記入射光における前記輝度分布形状をその短軸方向に沿って広げる光学素子を更に備えた

請求項 5 ないし請求項 7 のいずれか 1 項に記載の照明装置。

【請求項 9】

10

前記光学素子が、前記第 2 の方向の焦点距離と比べて前記第 1 の方向の焦点距離のほうが相対的に長くなっているアナモルフィックレンズである

請求項 8 に記載の照明装置。

【請求項 10】

前記レーザダイオードからなるチップを含む光源と前記第 1 のフライアイレンズとの間の光路上に、前記入射光の光路をその輝度分布形状の短軸方向に沿って複数に分岐させる光路分岐素子を更に備えた

請求項 8 または請求項 9 に記載の照明装置。

【請求項 11】

20

前記光路分岐素子が、回折素子、ハーフミラーまたはプリズムである

請求項 10 に記載の照明装置。

【請求項 12】

前記レーザダイオードからなるチップを含む光源と前記第 1 のフライアイレンズとの間の光路上に、前記入射光の光路をその輝度分布形状の短軸方向に沿って複数に分岐させる光路分岐素子を更に備えた

請求項 5 ないし請求項 7 のいずれか 1 項に記載の照明装置。

【請求項 13】

前記レーザダイオードからなるチップを含む光源と前記第 1 のフライアイレンズとの間の光路上に、前記入射光における前記輝度分布形状をその短軸方向に沿って広げる光学素子を更に備えた

30

請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項に記載の照明装置。

【請求項 14】

前記レーザダイオードからなるチップを含む光源と前記第 1 のフライアイレンズとの間の光路上に、前記入射光の光路をその輝度分布形状の短軸方向に沿って複数に分岐させる光路分岐素子を更に備えた

請求項 13 に記載の照明装置。

【請求項 15】

前記レーザダイオードからなるチップを含む光源と前記第 1 のフライアイレンズとの間の光路上に、前記入射光の光路をその輝度分布形状の短軸方向に沿って複数に分岐させる光路分岐素子を更に備えた

40

請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項に記載の照明装置。

【請求項 16】

前記第 1 のフライアイレンズは、前記第 2 のフライアイレンズの略焦点位置に配置されており、

前記第 2 のフライアイレンズは、前記第 1 のフライアイレンズの略焦点位置に配置されている

請求項 1 ないし請求項 15 のいずれか 1 項に記載の照明装置。

【請求項 17】

前記光学部材が、

前記固体発光素子側から入射した光の指向角を変換する 1 または複数の指向角変換素子

50

と、

前記指向角変換素子を透過した光が照明する前記所定の照明範囲における光の照度分布を均一化する前記インテグレータと

を有する請求項 1 ないし請求項 16 のいずれか 1 項に記載の照明装置。

【請求項 18】

各光源は、前記固体発光素子を内蔵したパッケージ、または前記固体発光素子を基材上に支持するパッケージとなっている

請求項 1 ないし請求項 17 のいずれか 1 項に記載の照明装置。

【請求項 19】

照明光学系と、

10

入力された映像信号に基づいて前記照明光学系からの光を変調することにより、画像光を生成する空間変調素子と、

前記空間変調素子で生成された画像光を投射する投影光学系と

を備え、

前記照明光学系は、

単一もしくは複数の点状、または単一もしくは複数の非点状の発光スポットからなる光射出領域から光を発する固体発光素子を含む 1 または複数の光源と、

前記固体発光素子側から入射した光が通過して出射する光学部材と

を備え、

前記固体発光素子は、単一もしくは複数の波長帯の光を発する単一のチップ、または同一の波長帯もしくは互いに異なる波長帯の光を発する複数のチップからなり、

20

前記 1 または複数の光源全体として、前記チップの少なくとも 1 つがレーザダイオードであり、

前記光学部材は、

前記固体発光素子側からの光が入射する第 1 のフライアイレンズと、前記第 1 のフライアイレンズ側からの光が入射する第 2 のフライアイレンズとからなり、前記固体発光素子側から入射した光が照明する所定の照明範囲における光の照度分布を均一化するインテグレータを備え、

前記第 1 および第 2 のフライアイレンズはそれぞれ、複数のセルを有し、

前記第 1 のフライアイレンズの入射面における入射光の輝度分布形状の長軸方向が、前記第 1 のフライアイレンズにおける各セルの配列方向と異なっている

30

投射型表示装置。

【請求項 20】

照明光学系と、

入力された映像信号に基づいて前記照明光学系からの光を変調することにより、画像光を生成する空間変調素子と、

前記空間変調素子で生成された画像光を投射する投影光学系と、

前記投影光学系から投射された画像光を映し出す透過型スクリーンと

を備え、

前記照明光学系は、

40

単一もしくは複数の点状、または単一もしくは複数の非点状の発光スポットからなる光射出領域から光を発する固体発光素子を含む 1 または複数の光源と、

前記固体発光素子側から入射した光が通過して出射する光学部材と

を備え、

前記固体発光素子は、単一もしくは複数の波長帯の光を発する単一のチップ、または同一の波長帯もしくは互いに異なる波長帯の光を発する複数のチップからなり、

前記 1 または複数の光源全体として、前記チップの少なくとも 1 つがレーザダイオードであり、

前記光学部材は、

前記固体発光素子側からの光が入射する第 1 のフライアイレンズと、前記第 1 のフライ

50

アイレンズ側からの光が入射する第２のフライアイレンズとからなり、前記固体発光素子側から入射した光が照明する所定の照明範囲における光の照度分布を均一化するインテグレータを備え、

前記第１および第２のフライアイレンズはそれぞれ、複数のセルを有し、

前記第１のフライアイレンズの入射面における入射光の輝度分布形状の長軸方向が、前記第１のフライアイレンズにおける各セルの配列方向と異なっている

直視型表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、レーザダイオード（ＬＤ）などの固体発光素子を用いた照明装置、ならびにそれを備えた投影型表示装置および直視型表示装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

近年、オフィスだけでなく、家庭でも、スクリーンに映像を投影するプロジェクタが広く利用されている。プロジェクタは、光源からの光をライトバルブで変調することにより画像光を生成し、スクリーンに投射して表示を行うものである（例えば、特許文献１参照）。最近では、手のひらサイズの超小型プロジェクタや、超小型プロジェクタ内蔵の携帯電話機などが普及し始めている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【特許文献１】特開２００８－１３４３２４号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

ところで、プロジェクタに用いられる光源としては、高輝度の放電ランプが主流である。しかし、放電ランプでは、サイズが比較的大きく、消費電力も大きいことから、放電ランプに代わる光源として、近年では、発光ダイオード（ＬＥＤ）や、レーザダイオード（ＬＤ）、有機ＥＬ（ＯＬＥＤ）などの固体発光素子が注目されている。これらの固体発光素子は、サイズや消費電力だけでなく、高信頼性という点でも、放電ランプよりも有利である。

【０００５】

ここで、このようなプロジェクタでは一般に、フライアイレンズ等を含むインテグレータを用いて、照明光の輝度むらの低減（照明光の輝度の均一化）を図っている。しかしながら、このようなインテグレータを用いたとしても、場合によっては照明光の輝度むらを低減しきれない（輝度分布が一樣にはならない）ことがあり得るため、更なる改善が求められる。

【０００６】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、照明光の輝度むらを低減することが可能な照明装置、ならびにそのような照明装置を用いた投影型表示装置および直視型表示装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

本発明の照明装置は、単一もしくは複数の点状、または単一もしくは複数の非点状の発光スポットからなる光射出領域から光を発する固体発光素子を含む１または複数の光源と、固体発光素子側から入射した光が通過して出射する光学部材とを備えたものである。固体発光素子は、単一もしくは複数の波長帯の光を発する単一のチップ、または同一の波長帯もしくは互いに異なる波長帯の光を発する複数のチップからなり、上記１または複数の光源全体として、チップの少なくとも１つがレーザダイオードとなっている。上記光学部

10

20

30

40

50

材は、固体発光素子側からの光が入射する第１のフライアイレンズと、この第１のフライアイレンズ側からの光が入射する第２のフライアイレンズとからなり、固体発光素子側から入射した光が照明する所定の照明範囲における光の照度分布を均一化するインテグレータを備えている。第１および第２のフライアイレンズはそれぞれ、複数のセルを有し、第１のフライアイレンズの入射面における入射光の輝度分布形状の長軸方向が、第１のフライアイレンズにおける各セルの配列方向と異なっている。

【０００８】

本発明の投射型表示装置は、照明光学系と、入力された映像信号に基づいて照明光学系からの光を変調することにより、画像光を生成する空間変調素子と、空間変調素子で生成された画像光を投射する投影光学系とを備えたものである。この投射型表示装置に搭載された照明光学系は、上記本発明の照明装置と同一の構成要素を有している。

10

【０００９】

本発明の直視型表示装置は、照明光学系と、入力された映像信号に基づいて照明光学系からの光を変調することにより、画像光を生成する空間変調素子と、空間変調素子で生成された画像光を投射する投影光学系と、投影光学系から投射された画像光を映し出す透過型スクリーンとを備えたものである。この直視型表示装置に搭載された照明光学系は、上記本発明の照明装置と同一の構成要素を有している。

【００１０】

本発明の照明装置、投射型表示装置および直視型表示装置では、第１のフライアイレンズの入射面における入射光の輝度分布形状の長軸方向が、この第１のフライアイレンズにおける各セルの配列方向と異なっている。これにより、レーザダイオードからなるチップを含む光源から出射されるレーザ光が、急峻な輝度分布形状を示す場合（例えば、ファーフールドパターン（FFP）の形状が円形（等方的）ではない場合（例えば楕円形の場合））であっても、インテグレータにおいて入射光の輝度むらが低減し易くなる。

20

【発明の効果】

【００１１】

本発明の照明装置、投射型表示装置および直視型表示装置によれば、第１のフライアイレンズの入射面における入射光の輝度分布形状の長軸方向が、この第１のフライアイレンズにおける各セルの配列方向と異なっているようにしたので、インテグレータにおいて入射光の輝度むらを低減し易くすることができる。よって、照明光の輝度むらを低減することが可能となり、表示画質を向上させることも可能となる。

30

【図面の簡単な説明】

【００１２】

【図１】本発明の第１の実施の形態に係るプロジェクタの概略構成を表す図である。

【図２】図１のプロジェクタ内の光路の一例を示す図である。

【図３】図１の光源においてチップが上面発光型の素子の場合の上面構成および断面構成の一例を示す図である。

【図４】図１の光源においてチップが上面発光型の素子の場合の上面構成および断面構成の他の例を示す図である。

【図５】図１の光源においてチップが上面発光型の素子の場合の上面構成および断面構成のその他の例を示す図である。

40

【図６】図１の光源においてチップが上面発光型の素子の場合の発光スポットの一例を示す図である。

【図７】図１の光源においてチップが端面発光型の素子の場合の断面構成および固体発光素子を光出射面側から見たときの構成の一例を示す図である。

【図８】図１の光源においてチップが端面発光型の素子の場合の断面構成および固体発光素子を光出射面側から見たときの構成の他の例を示す図である。

【図９】図１の光源においてチップが端面発光型の素子の場合の断面構成および固体発光素子を光出射面側から見たときの構成のその他の例を示す図である。

【図１０】図７の光源をXY平面で90度回転させたときの構成例を示す図である。

50

- 【図 1 1】図 8 の光源を X Y 平面で 9 0 度回転させたときの構成例を示す図である。
- 【図 1 2】図 9 の光源を X Y 平面で 9 0 度回転させたときの構成例を示す図である。
- 【図 1 3】図 1 のフライアイレンズの概略構成を表す図である。
- 【図 1 4】図 1 の光源における発光スポットおよび F F P の構成例を示す模式図である。
- 【図 1 5】図 1 の前段のフライアイレンズへ入射する入射光の輝度分布の例を示す模式図である。
- 【図 1 6】図 1 の照明光学系の要部における詳細構成例を示す斜視図である。
- 【図 1 7】図 1 の光源における発光スポットおよび F F P の他の構成例を示す模式図である。
- 【図 1 8】図 1 のプロジェクタにおいて後段のフライアイレンズに現れる光源像の一例を表す模式図である。 10
- 【図 1 9】図 1 の照明範囲のサイズについて説明するための模式図である。
- 【図 2 0】比較例に係るプロジェクタにおける前段のフライアイレンズへ入射する入射光の輝度分布の例を示す模式図である。
- 【図 2 1】図 2 0 に示した輝度分布の詳細について説明するための特性図である。
- 【図 2 2】比較例に係るプロジェクタにおいて生じる輝度むらの一例を示す図である。
- 【図 2 3】第 1 の実施の形態の照明光学系における輝度むらの低減作用について説明するための図である。
- 【図 2 4】第 1 の実施の形態の実施例に係る特性例を示す図である。
- 【図 2 5】第 2 の実施の形態に係るプロジェクタの概略構成を表す図である。 20
- 【図 2 6】図 2 5 の照明光学系の要部における詳細構成例を示す斜視図である。
- 【図 2 7】図 2 6 に示した前段のフライアイレンズの詳細構成例を示す模式図である。
- 【図 2 8】第 2 の実施の形態の照明光学系における輝度むらの低減作用について説明するための図である。
- 【図 2 9】第 2 の実施の形態に係る前段のフライアイレンズの他の構成例を示す模式図である。
- 【図 3 0】第 3 の実施の形態に係るプロジェクタの概略構成を表す図である。
- 【図 3 1】図 3 0 の照明光学系の要部における詳細構成例を示す斜視図である。
- 【図 3 2】図 3 1 に示したアナモルフィックレンズの作用について説明するための模式図である。 30
- 【図 3 3】第 3 の実施の形態の照明光学系における輝度むらの低減作用について説明するための図である。
- 【図 3 4】第 4 の実施の形態に係るプロジェクタの概略構成を表す図である。
- 【図 3 5】図 3 4 の照明光学系の要部における詳細構成例を示す斜視図である。
- 【図 3 6】図 3 5 に示した光路分岐素子の具体例およびその作用について説明するための模式図である。
- 【図 3 7】第 4 の実施の形態の照明光学系における輝度むらの低減作用について説明するための図である。
- 【図 3 8】第 5 の実施の形態に係るプロジェクタの概略構成を表す図である。
- 【図 3 9】第 1 ~ 第 5 の実施の形態の変形例 1 に係るプロジェクタの概略構成を表す図である。 40
- 【図 4 0】第 1 ~ 第 5 の実施の形態の変形例 2 に係るプロジェクタの概略構成を表す図である。
- 【図 4 1】図 4 0 のプロジェクタ内の光路の一例を示す図である。
- 【図 4 2】第 1 ~ 第 5 の実施の形態の変形例 3 に係る光源の断面構成例を示す図である。
- 【図 4 3】図 4 2 の光源における発光スポットの配置構成と F F P との関係の一例を表す図である。
- 【図 4 4】第 1 ~ 第 5 の実施の形態および変形例 1 ~ 3 等の照明光学系を用いたリアプロジェクション表示装置の概略構成例を表す図である。
- 【発明を実施するための形態】 50

【 0 0 1 3 】

以下、発明を実施するための形態について、図面を参照して詳細に説明する。なお、説明は以下の順序で行う。

1. 第1の実施の形態（前段のフライアイレンズへの入射光の輝度分布を傾斜させた例）
2. 第2の実施の形態（前段のフライアイレンズにおけるセル配置をずらした例）
3. 第3の実施の形態（照明光学系内にアナモルフィックレンズを設けた例）
4. 第4の実施の形態（照明光学系内に光路分岐素子を設けた例）
5. 第5の実施の形態（照明光学系内にアナモルフィックレンズおよび光路分岐素子の双方を設けた例）

10

6. 第1～第5の実施の形態に共通の変形例

変形例1（空間変調素子として反射型の素子を用いた例）

変形例2（照明光学系内に1つの光源のみを設けた例）

変形例3（光源内のチップを光軸に対して傾斜配置させた例）

その他の変形例（各実施の形態等の組み合わせ、およびリアプロジェクション表示装置への適用例等）

【 0 0 1 4 】

< 第1の実施の形態 >

[プロジェクタ1の全体構成]

図1（A）、（B）は、本発明の第1の実施の形態に係るプロジェクタ（プロジェクタ1）の概略構成を表すものである。なお、このプロジェクタ1が、本発明の「投射型表示装置」の一具体例に相当する。図1（A）はプロジェクタ1を上から（y軸方向から）見たときの構成例を表し、図1（B）はプロジェクタ1を横から（x軸方向から）見たときの構成例を表す。また、図2（A）、（B）は、図1のプロジェクタ1内の光路の一例を表すものである。図2（A）は、プロジェクタ1を上から（y軸方向から）見たときの光路の一例を表し、図2（B）はプロジェクタ1を横から（x軸方向から）見たときの光路の一例を表す。

20

【 0 0 1 5 】

典型的には、y軸は垂直方向を向き、x軸は水平方向を向いているが、その逆に、y軸が水平方向を向き、x軸が垂直方向を向いていてもよい。なお、以下では、便宜的に、y軸は垂直方向を向き、x軸は水平方向を向いているものとして説明するものとする。また、以下において、「横方向」とはx軸方向を指しており、「縦方向」とはy軸方向を指しているものとする。

30

【 0 0 1 6 】

プロジェクタ1は、例えば、照明光学系1Aと、入力された映像信号に基づいて照明光学系1Aからの光を変調することにより画像光を生成する空間変調素子60と、この空間変調素子60で生成された画像光を反射型のスクリーン2に投射する投影光学系70とを備えている。ここで、照明光学系1Aが、本発明の「照明装置」の一具体例に相当する。

【 0 0 1 7 】

[照明光学系1Aの構成]

照明光学系1Aは、空間変調素子60の照明範囲60A（被照射面）を照射する光束を供給するものである。なお、必要に応じて、照明光学系1Aの光が通過する領域上に、何らかの光学素子が設けられていてもよい。例えば、照明光学系1Aの光が通過する領域上に、照明光学系1Aからの光のうち可視光以外の光を減光するフィルタなどが設けられていてもよい。

40

【 0 0 1 8 】

照明光学系1Aは、例えば、図1（A）、（B）に示したように、光源10A、10B、10Cと、カップリングレンズ（指向角変換素子）20A、20B、20Cと、光路合成素子30と、インテグレータ40と、コンデンサレンズ50とを有している。光路合成素子30は、光源10A、10B、10Cからの光を合成するものであり、例えば、2つ

50

のダイクロイックミラー 30A, 30B からなる。インテグレータ 40 は、照明範囲 60A における光の照度分布を均一化するものであり、例えば、一对のフライアイレンズ 40A, 40B からなる。光源 10A の光軸上には、カップリングレンズ 20A と、光路合成素子 30 と、インテグレータ 40 と、コンデンサレンズ 50 とが、光源 10A 側からこの順に配列されている。光源 10B の光軸は、光源 10A の光軸とダイクロイックミラー 30A において直交しており、光源 10B の光軸上には、カップリングレンズ 20B およびダイクロイックミラー 30A が、光源 10B 側からこの順に配列されている。光源 10C の光軸は、光源 10A の光軸とダイクロイックミラー 30B において直交しており、光源 10C の光軸上には、カップリングレンズ 20C およびダイクロイックミラー 30B が、光源 10C 側からこの順に配列されている。

10

【0019】

ここで、これらのうち、カップリングレンズ（指向角変換素子）20A, 20B, 20C およびインテグレータ 40 が、本発明の「光学部材（後述する固体発光素子側から入射した光が通過して出射する光学部材）」の一具体例に相当する。

【0020】

なお、図 1 (A), (B) では、プロジェクタ 1 の各構成要素（光源 10B, 10C、カップリングレンズ 20B, 20C を除く）が z 軸と平行な線分上に配列されている場合が例示されているが、プロジェクタ 1 の各構成要素の一部が z 軸と非平行な線分上に配列されていてもよい。例えば、図示しないが、照明光学系 1A 全体を図 1 (A), (B) の状態から 90° 回転させて照明光学系 1A の光軸が z 軸と直交する方向を向くように照明光学系 1A がレイアウトされていてもよい。ただし、このようにした場合には、照明光学系 1A から出力された光を空間変調素子 60 に導く光学素子（例えばミラー）を設けることが必要である。また、例えば、光源 10A、カップリングレンズ 20A および光路合成素子 30 を図 1 (A), (B) の状態から 90° 回転させて、これらの光軸を z 軸と直交する方向を向くように光源 10A、カップリングレンズ 20A および光路合成素子 30 がレイアウトされていてもよい。ただし、このようにした場合にも、光路合成素子 30 から出力された光をインテグレータ 40 に導く光学素子（例えばミラー）を設けることが必要である。

20

【0021】

（光源 10A, 10B, 10C：チップ 11A が上面発光型の素子の場合）

30

光源 10A, 10B, 10C は、それぞれ、例えば、図 3 (A), (B) ~ 図 5 (A), (B) に示したように、固体発光素子 11 と、固体発光素子 11 を支持するパッケージ 12（固体発光素子 11 を実装するための基材）とを有している。換言すると、ここでは、各光源 10A, 10B, 10C は、固体発光素子 11 を基材上に支持するパッケージとなっている。固体発光素子 11 は、単一もしくは複数の点状、または単一もしくは複数の非点状の発光スポットからなる光射出領域から光を発するようになっている。固体発光素子 11 は、例えば、図 3 (A), (B) に示したように、所定の波長帯の光を発する単一のチップ 11A からなっている。例えば、図 4 (A), (B) および図 5 (A), (B) に示したように、同一の波長帯もしくは互いに異なる波長帯の光を発する複数のチップ 11A からなっている。固体発光素子 11 が複数のチップ 11A からなる場合には、それらのチップ 11A は、例えば、図 4 (A), (B) に示したように、横方向に一行に配置されていたり、例えば、図 5 (A), (B) に示したように、横方向および縦方向に格子状に配置されていたりする。固体発光素子 11 に含まれるチップ 11 の数は、光源 10A, 10B, 10C ごとに異なっている。全ての光源 10A, 10B, 10C で互いに等しくなっている。

40

【0022】

固体発光素子 11 が単一のチップ 11A からなる場合には、固体発光素子 11 としてのサイズ ($W_v \times W_h$) は、例えば、図 3 (A) に示したように、単一のチップ 11A のサイズ ($W_{v1} \times W_{h1}$) に等しい。一方、固体発光素子 11 が複数のチップ 11A からなる場合には、固体発光素子 11 としてのサイズは、例えば、図 4 (A), 図 5 (A) に示したよ

50

うに、全てのチップ 1 1 A をひとまとまりとしたときのサイズに等しい。複数のチップ 1 1 A が横方向に一行に配置されている場合には、固体発光素子 1 1 としてのサイズ ($W_V \times W_H$) は、図 4 (A) の例では、 $W_{V1} \times 2 W_{H1}$ となる。また、複数のチップ 1 1 A が、横方向および縦方向に格子状に配置されている場合には、固体発光素子 1 1 としてのサイズ ($W_V \times W_H$) は、図 5 (A) の例では、 $2 W_{V1} \times 2 W_{H1}$ となる。

【0023】

チップ 1 1 A は、発光ダイオード (LED)、有機 EL 発光素子 (OLED)、またはレーザダイオード (LD) からなる。ただし、本実施の形態では、光源 1 0 A, 1 0 B, 1 0 C 全体として、チップ 1 1 A の少なくとも 1 つが LD によって構成されている。なお、この LD からなるチップ 1 1 A を除いた他のチップ 1 1 A については、LED, OLED, LD のうちの任意のものを組み合わせて構成することが可能である。

10

【0024】

各光源 1 0 A, 1 0 B, 1 0 C に含まれるチップ 1 1 A は、例えば、光源 1 0 A, 1 0 B, 1 0 C ごとに互いに異なる波長帯の光を発するようになっている。光源 1 0 A に含まれるチップ 1 1 A は、例えば、波長 400 nm ~ 500 nm 程度の波長の光 (青色光) を発するものである。光源 1 0 B に含まれるチップ 1 1 A は、例えば、波長 500 nm ~ 600 nm 程度の波長の光 (緑色光) を発するものである。光源 1 0 C に含まれるチップ 1 1 A は、例えば、波長 600 nm ~ 700 nm 程度の波長の光 (赤色光) を発するものである。なお、光源 1 0 A に含まれるチップ 1 1 A が、青色光以外の光 (緑色光または赤色光) を発するものであってもよい。また、光源 1 0 B に含まれるチップ 1 1 A が、緑色光以外の光 (青色光または赤色光) を発するものであってもよい。また、光源 1 0 C に含まれるチップ 1 1 A が、赤色光以外の光 (緑色光または青色光) を発するものであってもよい。

20

【0025】

チップ 1 1 A は、例えば、図 3 (A), (B) ~ 図 6 (A), (B), (C) に示したように、チップ 1 1 A サイズ ($W_V \times W_H$) よりも小さなサイズ ($P_{V1} \times P_{H1}$) の発光スポット 1 1 B を有している。発光スポット 1 1 B は、チップ 1 1 A に電流を注入してチップ 1 1 A を駆動したときにチップ 1 1 A から光が発せられる領域 (光射出領域) に相当する。チップ 1 1 A が LED または OLED からなる場合には、発光スポット 1 1 B は非点状 (面状) となっているが、チップ 1 1 A が LD からなる場合には、発光スポット 1 1 B は LED または OLED の発光スポット 1 1 B よりも小さな点状となっている。

30

【0026】

固体発光素子 1 1 が単一のチップ 1 1 A からなる場合には、発光スポット 1 1 B の数は、例えば、図 6 (A) に示したように 1 つである。ただし、後述するように、固体発光素子 1 1 がモノリシック構造である場合には、発光スポット 1 1 B の数は複数個になり、以下同様である。一方、固体発光素子 1 1 が複数のチップ 1 1 A からなる場合には、発光スポット 1 1 B の数は、例えば、図 6 (B), (C) に示したようにチップ 1 1 A の数と等しい (ただし、上記したように固体発光素子 1 1 がモノリシック構造である場合には、発光スポット 1 1 B の数は、チップ 1 1 A の数よりも多くなる)。ここで、固体発光素子 1 1 が単一のチップ 1 1 A からなる場合には、固体発光素子 1 1 としての光射出領域のサイズ ($P_V \times P_H$) は、発光スポット 1 1 B のサイズ ($P_{V1} \times P_{H1}$) に等しい (ただし、上記したように、固体発光素子 1 1 がモノリシック構造である場合を除く)。一方、固体発光素子 1 1 が複数のチップ 1 1 A からなる場合には、固体発光素子 1 1 としての光射出領域のサイズ ($P_V \times P_H$) は、最小面積で全てのチップ 1 1 A の発光スポット 1 1 B を囲ったときのその囲いのサイズに等しい。複数のチップ 1 1 A が横方向に一行に配置されている場合には、光射出領域のサイズ ($P_V \times P_H$) は、図 6 (B) の例では、 $P_{V1} \times 2 P_{H1}$ よりも大きく、 $W_V \times W_H$ よりも小さい。また、複数のチップ 1 1 A が、横方向および縦方向に格子状に配置されている場合には、光射出領域のサイズ ($P_V \times P_H$) は、図 6 (C) の例では、 $2 P_{V1} \times 2 P_{H1}$ よりも大きく、 $W_V \times W_H$ よりも小さい。

40

【0027】

50

(光源 10A, 10B, 10C: チップ 11A が端面発光型の素子の場合)

ここで、図 3 (A), (B) ~ 図 6 (A), (B) では、チップ 11A が上面発光型の素子となっている場合を例示したが、チップ 11A は、以下説明するような端面発光型の素子であってもよい。その場合には、光源 10A, 10B, 10C は、それぞれ、例えば、図 7 (A), (B) ~ 図 12 (A), (B), (C) に示したように、ステム 13 とキャップ 14 とによって囲まれた内部空間に、1 または複数の端面発光型のチップ 11A からなる固体発光素子 11 が収容されたキャンタイプの形態となっている。換言すると、ここでは、各光源 10A, 10B, 10C は、固体発光素子 11 を内蔵したパッケージとなっている。

【0028】

10

ステム 13 は、キャップ 14 とともに光源 10A, 10B, 10C のパッケージを構成するものであり、例えば、サブマウント 15 を支持する支持基板 13A と、支持基板 13A の裏面に配置された外枠基板 13B と、複数の接続端子 13C とを有している。

【0029】

サブマウント 15 は導電性および放熱性を有する材料からなる。支持基板 13A および外枠基板 13B は、それぞれ、導電性および放熱性を有する基材に、1 または複数の絶縁性のスルーホールと、1 または複数の導電性のスルーホールとが形成されたものである。支持基板 13A および外枠基板 13B は、例えば、円板形状となっており、双方の中心軸 (図示せず) が互いに重なり合うように積層されている。外枠基板 13B の直径は、支持基板 13A の直径よりも大きくなっている。外枠基板 13B の外縁は、外枠基板 13B の中心軸を法線とする面内において外枠基板 13B の中心軸から放射方向に張り出した環状のフランジとなっている。フランジは、製造過程においてキャップ 14 を支持基板 13A に嵌合させるときの基準位置を規定する役割を有している。

20

【0030】

複数の接続端子 13C は、少なくとも支持基板 13A を貫通している。複数の接続端子 13C のうち少なくとも 1 つの端子を除いた端子 (以下、便宜的に「端子 α」とする。) は、個々のチップ 11A の電極 (図示せず) に 1 つずつ電氣的に接続されている。端子 α は、例えば、外枠基板 13B 側に長く突出しており、かつ支持基板 13A 側に短く突出している。また、複数の接続端子 13C のうち上記の端子 α 以外の端子 (以下、便宜的に「端子 β」とする。) は、全てのチップ 11A の他の電極 (図示せず) に電氣的に接続されている。端子 β は、例えば、外枠基板 13B 側に長く突出しており、端子 β の支持基板 13A 側の端縁は、例えば、支持基板 13A 内に埋め込まれている。各接続端子 13C のうち外枠基板 13B 側に長く突出している部分が、例えば基板などに嵌め込まれる部分に相当する。一方、複数の接続端子 13C のうち支持基板 13A 側に短く突出している部分が、ワイヤ 16 を介して個々のチップ 11A と 1 つずつ電氣的に接続される部分に相当する。複数の接続端子 13C のうち支持基板 13A 内に埋め込まれている部分が、例えば、支持基板 13A およびサブマウント 15 を介して全てのチップ 11A と電氣的に接続される部分に相当する。端子 α は、支持基板 13A および外枠基板 13B に設けられた絶縁性のスルーホールによって支持されており、そのスルーホールによって支持基板 13A および外枠基板 13B から絶縁分離されている。さらに、個々の端子 α は、上記の絶縁部材によって互いに絶縁分離されている。一方、端子 β は、支持基板 13A および外枠基板 13B に設けられた導電性のスルーホールによって支持されており、そのスルーホールと電氣的に接続されている。

30

40

【0031】

キャップ 14 は、固体発光素子 11 を封止するものである。キャップ 14 は、例えば、上端および下端に開口が設けられた筒部 14A を有している。筒部 14A の下端が、例えば、支持基板 13A の側面に接しており、筒部 14A の内部空間に、固体発光素子 11 が位置している。キャップ 14 は、筒部 14A の上端側の開口を塞ぐようにして配置された光透過窓 14B を有している。光透過窓 14B は、固体発光素子 11 の光射出面と対向する位置に配置されており、固体発光素子 11 から出力された光を透過する機能を有してい

50

る。

【0032】

このように、チップ11Aが端面発光型の素子からなる場合においても、固体発光素子11は、単一もしくは複数の点状、または単一もしくは複数の非点状の発光スポットからなる光射出領域から光を発するようになっている。固体発光素子11は、例えば、所定の波長帯の光を発する単一のチップ11Aからなっているいてもよいし、同一の波長帯の光を発する複数のチップ11Aからなっているいてもよいし、互いに異なる波長帯の光を発する複数のチップ11Aからなっているいてもよい。固体発光素子11が複数のチップ11Aからなる場合には、それらのチップ11Aは、例えば、図7(A)、(B)および図8(A)、(B)に示したように、横方向に一行に配置されていたり、例えば、図10(A)、(B)および図11(A)、(B)に示したように、縦方向に一行に配置されていたりする。固体発光素子11に含まれるチップ11Aの数は、光源10A、10B、10Cごとに異なっているいてもよいし、全ての光源10A、10B、10Cで互いに等しくなっているいてもよい。

10

【0033】

固体発光素子11が単一のチップ11Aからなる場合には、固体発光素子11としてのサイズ($W_V \times W_H$)は、例えば、図9(B)および図12(B)に示したように、単一のチップ11Aのサイズ($W_{V1} \times W_{H1}$)に等しい。ただし、例えば図9(C)および図12(C)に示したように、固体発光素子11がモノリシック構造である場合には次のようになり、以下同様である。すなわち、図9(C)の例では、固体発光素子11としてのサイズ($W_V \times W_H$)は、 $W_{V1} \times 2W_{H1}$ より大きく、図12(C)の例では、固体発光素子11としてのサイズ($W_V \times W_H$)は、 $2W_{V1} \times W_{H1}$ より大きい。一方、固体発光素子11が複数のチップ11Aからなる場合には、固体発光素子11としてのサイズは、例えば、図7(B)、図8(B)、図10(B)、図11(B)に示したように、全てのチップ11Aをひとまとまりとしたときのサイズに等しい。複数のチップ11Aが横方向に一行に配置されている場合には、固体発光素子11としてのサイズ($W_V \times W_H$)は、図7(B)の例では、 $W_{V1} \times 3W_{H1}$ より大きく、図8(B)の例では、 $W_{V1} \times 2W_{H1}$ より大きい。また、複数のチップ11Aが縦方向に一行に配置されている場合には、固体発光素子11としてのサイズ($W_V \times W_H$)は、図10(B)の例では、 $3W_{V1} \times W_{H1}$ より大きく、図11(B)の例では、 $2W_{V1} \times W_{H1}$ より大きい。

20

30

【0034】

チップ11Aは、例えば、レーザダイオード(LD)からなる。ただし、この場合も前述したように、光源10A、10B、10C全体として、チップ11Aの少なくとも1つがLDによって構成されている。また、このLDからなるチップ11Aを除いた他のチップ11Aについては、LED、OLED、LDのうちの任意のものを組み合わせて構成することが可能である。

【0035】

チップ11Aは、例えば、図7(A)、(B)~図15(A)、(B)、(C)に示したように、チップ11Aサイズ($W_V \times W_H$)よりも小さなサイズ($P_{V1} \times P_{H1}$)の発光スポット11Bを有している。発光スポット11Bは、チップ11Aに電流を注入してチップ11Aを駆動したときにチップ11Aから光が発せられる領域(光射出領域)に相当する。チップ11AがLDからなる場合には、発光スポット11BはLEDまたはOLEDの発光スポットよりも小さな点状となっている。

40

【0036】

固体発光素子11が単一のチップ11Aからなる場合には、発光スポット11Bの数は、例えば、図9(B)および図12(B)に示したように1つである。ただし、例えば図9(C)および図12(C)に示したように、固体発光素子11がモノリシック構造である場合には、発光スポット11Bの数は複数(ここでは2つ)となり、以下同様である。一方、固体発光素子11が複数のチップ11Aからなる場合には、発光スポット11Bの数は、例えば、図7(B)、図8(B)、図10(B)、図11(B)に示したようにチ

50

チップ 11A の数と等しい。ここで、固体発光素子 11 が単一のチップ 11A からなる場合には、固体発光素子 11 としての光射出領域のサイズ ($P_V \times P_H$) は、発光スポット 11B のサイズ ($P_{V1} \times P_{H1}$) に等しい。ただし、例えば図 9 (C) および図 12 (C) に示したように、固体発光素子 11 がモノリシック構造である場合には次のようになり、以下同様である。すなわち、図 9 (C) の例では、固体発光素子 11 としての光射出領域のサイズ ($P_V \times P_H$) は、 $P_{V1} \times 2 P_{H1}$ よりも大きく、 $W_V \times W_H$ よりも小さい。また、図 12 (C) の例では、固体発光素子 11 としての光射出領域のサイズ ($P_V \times P_H$) は、 $2 P_{V1} \times P_{H1}$ よりも大きく、 $W_V \times W_H$ よりも小さい。一方、固体発光素子 11 が複数のチップ 11A からなる場合には、固体発光素子 11 としての光射出領域のサイズ ($P_V \times P_H$) は、最小面積で全てのチップ 11A の発光スポット 11B を囲ったときのその囲いのサイズに等しい。複数のチップ 11A が横方向に一行に配置されている場合には、光射出領域のサイズ ($P_V \times P_H$) は、図 7 (B) の例では、 $P_{V1} \times 3 P_{H1}$ よりも大きく、 $W_V \times W_H$ よりも小さい。同様に、図 8 (B) の例では、光射出領域のサイズ ($P_V \times P_H$) は、 $P_{V1} \times 2 P_{H1}$ よりも大きく、 $W_V \times W_H$ よりも小さい。また、複数のチップ 11A が縦方向に一行に配置されている場合には、光射出領域のサイズ ($P_V \times P_H$) は、図 10 (B) の例では、 $3 P_{V1} \times P_{H1}$ よりも大きく、 $W_V \times W_H$ よりも小さい。同様に、図 11 (B) の例では、光射出領域のサイズ ($P_V \times P_H$) は、 $2 P_{V1} \times P_{H1}$ よりも大きく、 $W_V \times W_H$ よりも小さい。

【0037】

カップリングレンズ 20A は、例えば、図 2 (A), (B) に示したように、光源 10A から発せられた光を略平行光化するものであり、光源 10A から発せられた光の指向角 (θ_H, θ_V) を、平行光の指向角と等しくなるように、またはそれに近づくように変換するものである。カップリングレンズ 20A は、光源 10A から発せられた光のうち指向角内の光が入射する位置に配置されている。カップリングレンズ 20B は、例えば、図 2 (A), (B) に示したように、光源 10B から発せられた光を略平行光化するものであり、光源 10B から発せられた光の指向角 (θ_H, θ_V) を、平行光の指向角と等しくなるように、またはそれに近づくように変換するものである。カップリングレンズ 20B は、光源 10B から発せられた光のうち指向角内の光が入射する位置に配置されている。カップリングレンズ 20C は、例えば、図 2 (A), (B) に示したように、光源 10C から発せられた光を略平行光化するものであり、光源 10C から発せられた光の指向角 (θ_H, θ_V) を、平行光の指向角と等しくなるように、またはそれに近づくように変換するものである。カップリングレンズ 20C は、光源 10C から発せられた光のうち指向角内の光が入射する位置に配置されている。つまり、カップリングレンズ 20A, 20B, 20C は、光源 10A, 10B, 10C ごとに (パッケージごとに) 1 つずつ配置されている。なお、カップリングレンズ 20A, 20B, 20C は、それぞれ、単一のレンズによって構成されていてもよいし、複数のレンズによって構成されていてもよい。

【0038】

ダイクロイックミラー 30A, 30B は、波長選択性を持つ 1 枚のミラーを含むものである。なお、上記のミラーは、例えば、多層の干渉膜を蒸着して構成されたものである。ダイクロイックミラー 30A は、例えば、図 2 (A), (B) に示したように、ミラーの裏面側から入射した光 (光源 10A 側から入射した光) をミラーの表面側に透過させるとともに、ミラーの表面側から入射した光 (光源 10B 側から入射した光) をミラーで反射するようになっている。一方、ダイクロイックミラー 30B は、図 2 (A), (B) に示したように、ミラーの裏面側から入射した光 (ダイクロイックミラー 30A 側から入射した光源 10A, 10B の光) をミラーの表面側に透過させるとともに、ミラーの表面側から入射した光 (光源 10C 側から入射した光) をミラーで反射するようになっている。従って、光路合成素子 30 は、光源 10A, 10B, 10C から発せられた個々の光束を単一の光束に合成するようになっている。

【0039】

フライアイレンズ 40A, 40B はそれぞれ、例えば図 13 (A), (B) に示したように、所定の配列状態 (ここでは、縦 $\times$ 横 = 5×5 のマトリクス状) に配置された複数の

レンズ（セル）によって構成されたものである。換言すると、フライアイレンズ 40A, 40B における各セルは、互いに直交する横方向（x 軸方向、第 1 の方向）および縦方向（y 軸方向、第 2 の方向）の各々（配列方向）に沿って配列されている。フライアイレンズ 40B に含まれる複数のセル 42 は、フライアイレンズ 40A のセル 41 ごとに 1 つずつ対向して配置されている。フライアイレンズ 40A（第 1 のフライアイレンズ）は、フライアイレンズ 40B（第 2 のフライアイレンズ）の焦点位置（または略焦点位置）に配置されており、フライアイレンズ 40B は、フライアイレンズ 40A の焦点位置（または略焦点位置）に配置されている。従って、インテグレータ 40 は、フライアイレンズ 40A で分割形成された光束がフライアイレンズ 40B の像側のレンズ面近傍に焦点を結び、ここに 2 次光源面（光源像）を形成するようになっている。この 2 次光源面は投影光学系 70 の入射瞳と共役な面の位置に位置している。ただし、この 2 次光源面は、必ずしも厳密に投影光学系 70 の入射瞳と共役な面の位置に位置している必要はなく、設計上の許容範囲内に位置していればよい。なお、フライアイレンズ 40A、40B は、一体に形成されたものであってもよい。

10

20

30

40

50

【0040】

ここで、一般に光源 10A, 10B, 10C から射出された光束は、その進行方向に垂直な面において不均一な強度分布（輝度分布）をもっている。そのため、これら光束をそのまま照明範囲 60A（被照射面）に導くと、照明範囲 60A での照度分布（輝度分布）が不均一になる。これに対して、上記のように光源 10A, 10B, 10C から射出された光束を、インテグレータ 40 によって複数の光束に分割してそれぞれを照明範囲 60A に重疊的に導くようにすれば、照明範囲 60A 上の照度分布を均一にする（照度分布の不均一性を低減する）ことができる。

【0041】

コンデンサレンズ 50 は、インテグレータ 40 により形成された多光源からの光束を集光して照明範囲 60A を重疊的に照明するものである。

【0042】

空間変調素子 60 は、光源 10, 10B, 10C の各波長成分に対応した色画像信号に基づいて、照明光学系 1A からの光束を 2 次元的に変調し、これにより画像光を生成するものである。この空間変調素子 60 は、例えば図 2（A）,（B）に示したように、ここでは透過型の素子であり、例えば、透過型の液晶パネルによって構成されている。

【0043】

〔プロジェクタ 1 の特徴部分の構成〕

次に、本実施の形態のプロジェクタ 1 の特徴部分について説明する。

【0044】

（特徴部分その 1）

まず、本実施の形態では、光源 10A, 10B, 10C 全体として、チップ 11A の少なくとも 1 つが LD（例えば半導体レーザ等）によって構成されている。したがって、例えば図 14 に示したように、この LD からなるチップ 11A における発光スポット 11B から発せられるレーザ光では、ファーフールドパターン（FFP）が急峻な輝度分布形状を示している。換言すると、このレーザ光では、FFP の形状が円形（等方的）ではなく、非等方的（ここでは楕円形）となっている（図 14 中の符号 P10 参照）。

【0045】

そして本実施の形態では、例えば図 15（A）,（B）に示したように、フライアイレンズ 40A の入射面（光入射面）における入射光の輝度分布 Lind の形状（輝度分布形状）の長軸方向が、フライアイレンズ 40A における各セル 41 の配列方向と異なっている。具体的には、この入射光の輝度分布 Lind における長軸方向および短軸方向がそれぞれ、各セル 41 の配列方向（横方向（x 軸方向）および縦方向（y 軸方向））のいずれとも異なっている。換言すると、図 15（A）,（B）に示したように、輝度分布 Lind における長軸方向と各セル 41 の配列方向（ここではそのうちの x 軸方向）とが、互いに一致しておらず、互いに所定の角度（傾斜角、回転角） θ をなすようになっている。これによ

り詳細は後述するが、インテグレータ 40 において入射光の輝度むらが低減し易くなる。また、この角度 θ については、例えば図 15 (A) に示したように、フライアイレンズ 40A における横方向全体の長さ (周期) において、縦方向のセル 41 のサイズ h_{FEL1V} と略一致 (好ましくは一致) するような角度となっているのが望ましい。すなわち、角度 θ について、以下の関係式を満たすようにするのが望ましい。これにより詳細は後述するが、インテグレータ 40 において、入射光の輝度むらを低減し易くなるからである。なお、詳細は後述するが (図 21 (A), (B)), 図 15 (A), (B) 等で示した「入射光の輝度分布 L_{ind} の形状 (輝度分布形状)」とは、所定の強度値 (輝度値) を示す等高線 (等輝度線) の形状を意味しており、以下同様である。

$$\theta = \tan^{-1} [h_{FEL1V} / (h_{FEL1H} \times n_H)]$$

h_{FEL1H} : フライアイレンズ 40A の 1 つのセル 41 の第 1 の方向のサイズ

h_{FEL1V} : フライアイレンズ 40A の 1 つのセル 41 の第 2 の方向のサイズ

n_H : フライアイレンズ 40A における第 1 の方向に沿ったセル 41 の数 (セル数)

【0046】

ここで、このような輝度分布 L_{ind} における長軸方向と各セル 41 の配列方向との間の傾斜配置 (回転配置) は、例えば図 16 に示したように、光源 10A, 10B, 10C 等の傾斜配置 (回転配置) によって実現することが可能である。すなわち、例えば LD からなるチップ 11A 自体の回転配置や、この LD からなるチップ 11A を含む固体発光素子 11 や光源 10A, 10B, 10C 等の回転配置などによって、実現することができる。具体的にはこれらの場合、LD からなるチップ 11A の発光スポット 11B から発せられるレーザ光における FFP の長軸方向 (および短軸方向) が、フライアイレンズ 40A における縦方向および横方向 (第 1 および第 2 の方向) のいずれとも異なるように、LD からなるチップ 11A が傾斜配置 (回転配置) されている。ただしこの例には限られず、例えば、照明光学系 1A 内の他の光学部材 (例えば、カップリングレンズ 20A, 20B, 20C や、ダイクロイックミラー 30A, 30B 等) を傾斜配置 (回転配置) させることによって、輝度分布 L_{ind} における長軸方向と各セル 41 の配列方向との間の傾斜配置 (回転配置) を実現するようにしてもよい。

【0047】

(特徴部分その 2)

また、本実施の形態では、光源 10A, 10B, 10C のうちの少なくとも 1 つの光源 (第 1 光源) において、LD からなるチップ 11A における発光スポット 11B が複数設けられている場合に、以下のように構成されていることが望ましい。すなわち、まず、各発光スポット 11B から発せられる光における FFP の短軸方向がそれぞれ、前述した光学部材 (ここではインテグレータ 40) の光軸 (ここでは z 軸方向) と直交する面内 (ここでは xy 面内) における短軸方向 (ここでは y 軸方向) と略一致 (好ましくは一致) しているのが望ましい。換言すると、上記した第 1 光源において、各発光スポット 11B から発せられる光の FFP の短軸方向が、プロジェクタ 1 の装置外形 (例えば矩形状の筐体) における短軸方向と略一致 (好ましくは一致) しているのが望ましい。また、上記した第 1 光源が互いに異なる 2 以上の波長帯の光を発する光源である場合には、各発光スポット 11B から発せられる光の FFP の長軸方向が、これらの 2 以上の波長帯間で互いに略一致 (好ましくは一致) しているのが望ましい。

【0048】

具体的には、図 17 (A) に示した例では、上記した第 1 光源において、LD からなる 2 つのチップ 11A - 1, 11A - 2 が設けられ、それに伴い、活性層 110 を含む発光スポット (ニアフィールドパターン; NFP) 11B - 1, 11B - 2 が設けられている。一方、図 17 (B) (前述したモノリシック構造の例) に示した例では、上記した第 1 光源において、LD からなる 1 つのチップ 11A が設けられると共に、このチップ 11A 内に 2 つの発光スポット 11B - 1, 11B - 2 が設けられている。そして、ここでは発光スポット 11B - 1, 11B - 2 では、同一の波長帯の光、または互いに異なる 2 つの波長帯の光が発せられるものとする。この場合において、各発光スポット 11B - 1,

10

20

30

40

50

1 1 B - 2 から発せられる光における F F P (図中の符号 P 1 1 , P 1 2 参照) の短軸方向 (ここでは y 軸方向) がそれぞれ、インテグレータ 4 0 の光軸と直交する面内における短軸方向 (ここでは y 軸方向) と一致している。また、各発光スポット 1 1 B - 1 , 1 1 B - 2 から発せられる光における F F P の長軸方向 (ここでは x 軸方向) が、これらの発光スポット 1 1 B - 1 , 1 1 B - 2 間で互いに一致している。

【 0 0 4 9 】

(特徴部分その 3)

更に、本実施の形態では、フライアイレンズ 4 0 A の各セル 4 1 によってフライアイレンズ 4 0 B に形成される各光源像 S のサイズがフライアイレンズ 4 0 B の 1 つのセル 4 2 のサイズを超えない大きさとなるように、カップリングレンズ 2 0 A , 2 0 B , 2 0 C の焦点距離と、フライアイレンズ 4 0 A , 4 0 B の焦点距離とが設定されていることが好ましい。これを式で表すと、以下の式 (1) ~ (3) のようになる。また、これを模式的に表すと、図 1 8 のようになる。この図 1 8 には、フライアイレンズ 4 0 A , 4 0 B の各セルが 1 以外の縦横比 (アスペクト比) を有している場合が例示されている。なお、図 1 8 については後に詳述する。

$$h_1 = P_1 \times (f_{FEL} / f_{CL1}) \quad h_{FEL2} \dots (1)$$

$$h_2 = P_2 \times (f_{FEL} / f_{CL2}) \quad h_{FEL2} \dots (2)$$

$$h_3 = P_3 \times (f_{FEL} / f_{CL3}) \quad h_{FEL2} \dots (3)$$

ここで、

h_1 : 光源 1 0 A の光によって形成される光源像 S (光源像 S_1) のサイズ

h_2 : 光源 1 0 B の光によって形成される光源像 S (光源像 S_2) のサイズ

h_3 : 光源 1 0 C の光によって形成される光源像 S (光源像 S_3) のサイズ

P_1 : 光源 1 0 A に含まれる固体発光素子 1 1 の光射出領域のサイズ

P_2 : 光源 1 0 B に含まれる固体発光素子 1 1 の光射出領域のサイズ

P_3 : 光源 1 0 C に含まれる固体発光素子 1 1 の光射出領域のサイズ

f_{FEL} : フライアイレンズ 4 0 A , 4 0 B の焦点距離

f_{CL1} : カップリングレンズ 2 0 A の焦点距離

f_{CL2} : カップリングレンズ 2 0 B の焦点距離

f_{CL3} : カップリングレンズ 2 0 C の焦点距離

h_{FEL2} : フライアイレンズ 4 0 B の 1 つのセル 4 2 のサイズ

【 0 0 5 0 】

なお、光源 1 0 A に含まれる固体発光素子 1 1 が単一のチップ 1 1 A からなる場合には、 P_1 は、そのチップ 1 1 A の発光スポット 1 1 B のサイズに等しい。同様に、光源 1 0 B に含まれる固体発光素子 1 1 が単一のチップ 1 1 A からなる場合には、 P_2 は、そのチップ 1 1 A の発光スポット 1 1 B のサイズに等しく、光源 1 0 C に含まれる固体発光素子 1 1 が単一のチップ 1 1 A からなる場合には、 P_3 は、そのチップ 1 1 A の発光スポット 1 1 B のサイズに等しい。光源 1 0 A に含まれる固体発光素子 1 1 が複数のチップ 1 1 A からなる場合には、 P_1 は、最小面積で全てのチップ 1 1 A の発光スポット 1 1 B を囲ったときのその囲いのサイズに等しい。同様に、光源 1 0 B に含まれる固体発光素子 1 1 が複数のチップ 1 1 A からなる場合には、 P_2 は、最小面積で全てのチップ 1 1 A の発光スポット 1 1 B を囲ったときのその囲いのサイズに等しい。光源 1 0 C に含まれる固体発光素子 1 1 が複数のチップ 1 1 A からなる場合には、 P_3 は、最小面積で全てのチップ 1 1 A の発光スポット 1 1 B を囲ったときのその囲いのサイズに等しい。また、カップリングレンズ 2 0 A が複数のレンズによって構成されている場合には、 f_{CL1} は、各レンズの合成焦点距離とする。同様に、カップリングレンズ 2 0 B が複数のレンズによって構成されている場合には、 f_{CL2} は、各レンズの合成焦点距離とする。カップリングレンズ 2 0 C が複数のレンズによって構成されている場合には、 f_{CL3} は、各レンズの合成焦点距離とする。

【 0 0 5 1 】

ここで、上記の式 (1) ~ (3) とおおよそ等価な式として、以下の式 (4) ~ (6)

10

20

30

40

50

を挙げることができる。式(4)～(6)は、固体発光素子11の光射出領域のサイズが固体発光素子11のサイズと概ね等しい場合に特に有益である。

$$h_1 = W_1 \times (f_{FEL} / f_{CL1}) \quad h_{FEL2} \dots (4)$$

$$h_2 = W_2 \times (f_{FEL} / f_{CL2}) \quad h_{FEL2} \dots (5)$$

$$h_3 = W_3 \times (f_{FEL} / f_{CL3}) \quad h_{FEL2} \dots (6)$$

ここで、

W_1 ：光源10Aに含まれる固体発光素子11のサイズ

W_2 ：光源10Bに含まれる固体発光素子11のサイズ

W_3 ：光源10Cに含まれる固体発光素子11のサイズ

【0052】

なお、固体発光素子11が単一のチップ11Aからなる場合には、 W は、そのチップ11Aのサイズに等しい。また、固体発光素子11が複数のチップ11Aからなる場合には、 W は、全てのチップ11Aを単一のチップとしてみたときの、そのチップのサイズに等しい。

【0053】

ところで、本実施の形態において、例えば、図13(A)，(B)に示したように、フライアイレンズ40A，40Bの各セル41，42が1以外の縦横比(アスペクト比)を有している場合には、カップリングレンズ20A，20B，20Cの焦点距離と、フライアイレンズ40A，40Bの焦点距離とが以下の6つの関係式(式(7)～式(12))を満たしていることが好ましい。さらに、カップリングレンズ20A，20B，20Cの縦横の焦点距離の比(f_{CL1H} / f_{CL1V} ， f_{CL2H} / f_{CL2V} ， f_{CL3H} / f_{CL3V})(アナモルフィック比)と、フライアイレンズ40Bの各セル42のサイズの縦横比の逆数(h_{FEL2V} / h_{FEL2H})とを互いに等しくし、照明光学系1Aをアナモルフィック光学系とすることがより好ましい。例えば、フライアイレンズ40Bの各セル42が第1の方向(例えば横方向)に長い形状となっている場合には、カップリングレンズ20A，20B，20Cとして、焦点距離 f_{CL1V} ， f_{CL2V} ， f_{CL3V} が焦点距離 f_{CL1H} ， f_{CL2H} ， f_{CL3H} よりも長いものを用いる。以下の式(7)～(12)を模式的に表すと、図18のようになる。

$$h_{1H} = P_{1H} \times (f_{FELH} / f_{CL1H}) \quad h_{FEL2H} \dots (7)$$

$$h_{2H} = P_{2H} \times (f_{FELH} / f_{CL2H}) \quad h_{FEL2H} \dots (8)$$

$$h_{3H} = P_{3H} \times (f_{FELH} / f_{CL3H}) \quad h_{FEL2H} \dots (9)$$

$$h_{1V} = P_{1V} \times (f_{FELV} / f_{CL1V}) \quad h_{FEL2V} \dots (10)$$

$$h_{2V} = P_{2V} \times (f_{FELV} / f_{CL2V}) \quad h_{FEL2V} \dots (11)$$

$$h_{3V} = P_{3V} \times (f_{FELV} / f_{CL3V}) \quad h_{FEL2V} \dots (12)$$

ここで、

h_{1H} ：光源10Aの光によって形成される光源像S(光源像 S_1)の第1の方向(例えば横方向)のサイズ

h_{2H} ：光源10Bの光によって形成される光源像S(光源像 S_2)の第1の方向(例えば横方向)のサイズ

h_{3H} ：光源10Cの光によって形成される光源像S(光源像 S_3)の第1の方向(例えば横方向)のサイズ

h_{1V} ：光源10Aの光によって形成される光源像S(光源像 S_1)の、第1の方向と直交する第2の方向(例えば縦方向)のサイズ

h_{2V} ：光源10Bの光によって形成される光源像S(光源像 S_2)の、第1の方向と直交する第2の方向(例えば縦方向)のサイズ

h_{3V} ：光源10Cの光によって形成される光源像S(光源像 S_3)の、第1の方向と直交する第2の方向(例えば縦方向)のサイズ

P_{1H} ：光源10Aに含まれる固体発光素子11の光射出領域の、第1の方向またはそれに対応する方向のサイズ

P_{2H} ：光源10Bに含まれる固体発光素子11の光射出領域の、第1の方向またはそれに対応する方向のサイズ

10

20

30

40

50

P_{3H} : 光源 10C に含まれる固体発光素子 11 の光射出領域の、第 1 の方向またはそれに対応する方向のサイズ

P_{1V} : 光源 10A に含まれる固体発光素子 11 の光射出領域の、第 2 の方向またはそれに対応する方向のサイズ

P_{2V} : 光源 10B に含まれる固体発光素子 11 の光射出領域の、第 2 の方向またはそれに対応する方向のサイズ

P_{3V} : 光源 10C に含まれる固体発光素子 11 の光射出領域の、第 2 の方向またはそれに対応する方向のサイズ

f_{FELH} : フライアイレンズ 40A , 40B の第 1 の方向の焦点距離

f_{FELV} : フライアイレンズ 40A , 40B の第 2 の方向の焦点距離

f_{CL1H} : カップリングレンズ 20A の、第 1 の方向またはそれに対応する方向の焦点距離

f_{CL2H} : カップリングレンズ 20B の、第 1 の方向またはそれに対応する方向の焦点距離

f_{CL3H} : カップリングレンズ 20C の、第 1 の方向またはそれに対応する方向の焦点距離

f_{CL1V} : カップリングレンズ 20A の、第 2 の方向またはそれに対応する方向の焦点距離

f_{CL2V} : カップリングレンズ 20B の、第 2 の方向またはそれに対応する方向の焦点距離

f_{CL3V} : カップリングレンズ 20C の、第 2 の方向またはそれに対応する方向の焦点距離

h_{FEL2H} : フライアイレンズ 40B の 1 つのセル 42 の第 1 の方向のサイズ

h_{FEL2V} : フライアイレンズ 40B の 1 つのセル 42 の第 2 の方向のサイズ

【0054】

ここで、「第 1 の方向またはそれに対応する方向」は、光源 10A , 10B , 10C、カップリングレンズ 20A , 20B , 20C がインテグレータ 40 の光軸上に配置されている場合には第 1 の方向を指している。また、「第 1 の方向またはそれに対応する方向」は、光源 10A , 10B , 10C、カップリングレンズ 20A , 20B , 20C がインテグレータ 40 の光軸から外れた光路上に配置されている場合には、光源 10A , 10B , 10C からインテグレータ 40 までの光路上に配置された光学素子のレイアウトの関係から第 1 の方向に対応する方向を指している。

【0055】

また、「第 2 の方向またはそれに対応する方向」は、光源 10A , 10B , 10C、カップリングレンズ 20A , 20B , 20C がインテグレータ 40 の光軸上に配置されている場合には第 2 の方向を指している。また、「第 2 の方向またはそれに対応する方向」は、光源 10A , 10B , 10C、カップリングレンズ 20A , 20B , 20C がインテグレータ 40 の光軸から外れた光路上に配置されている場合には、光源 10A , 10B , 10C からインテグレータ 40 までの光路上に配置された光学素子のレイアウトの関係から第 2 の方向に対応する方向を指している。

【0056】

なお、光源 10A に含まれる固体発光素子 11 が単一のチップ 11A からなる場合には、 P_{1H} は、そのチップ 11A の発光スポット 11B の第 1 の方向またはそれに対応する方向のサイズに等しい。同様に、光源 10B に含まれる固体発光素子 11 が単一のチップ 11A からなる場合には、 P_{2H} は、そのチップ 11A の発光スポット 11B の第 1 の方向またはそれに対応する方向のサイズに等しい。光源 10C に含まれる固体発光素子 11 が単一のチップ 11A からなる場合には、 P_{3H} は、そのチップ 11A の発光スポット 11B の第 1 の方向またはそれに対応する方向のサイズに等しい。また、光源 10A に含まれる固体発光素子 11 が複数のチップ 11A からなる場合には、 P_{1H} は、最小面積で全てのチップ 11A の発光スポット 11B を囲ったときのその囲いの、第 1 の方向またはそれに対応する方向のサイズに等しい。同様に、光源 10B に含まれる固体発光素子 11 が複数のチップ 11A からなる場合には、 P_{2H} は、最小面積で全てのチップ 11A の発光スポット 11B を囲ったときのその囲いの、第 1 の方向またはそれに対応する方向のサイズに等しい。光源 10C に含まれる固体発光素子 11 が複数のチップ 11A からなる場合には、 P_{3H} は、最小面積で全てのチップ 11A の発光スポット 11B を囲ったときのその囲いの、第 1 の方向またはそれに対応する方向のサイズに等しい。一方、光源 10A に含まれる固体

10

20

30

40

50

発光素子 1 1 が単一のチップ 1 1 A からなる場合には、 P_{1V} は、そのチップ 1 1 A の発光スポット 1 1 B の第 2 の方向またはそれに対応する方向のサイズに等しい。同様に、光源 1 0 B に含まれる固体発光素子 1 1 が単一のチップ 1 1 A からなる場合には、 P_{2V} は、そのチップ 1 1 A の発光スポット 1 1 B の第 2 の方向またはそれに対応する方向のサイズに等しい。光源 1 0 C に含まれる固体発光素子 1 1 が単一のチップ 1 1 A からなる場合には、 P_{3V} は、そのチップ 1 1 A の発光スポット 1 1 B の第 2 の方向またはそれに対応する方向のサイズに等しい。また、光源 1 0 A に含まれる固体発光素子 1 1 が複数のチップ 1 1 A からなる場合には、 P_{1V} は、最小面積で全てのチップ 1 1 A の発光スポット 1 1 B を囲ったときのその囲いの、第 2 の方向またはそれに対応する方向のサイズに等しい。同様に、光源 1 0 B に含まれる固体発光素子 1 1 が複数のチップ 1 1 A からなる場合には、 P_{2V} は、最小面積で全てのチップ 1 1 A の発光スポット 1 1 B を囲ったときのその囲いの、第 2 の方向またはそれに対応する方向のサイズに等しい。光源 1 0 C に含まれる固体発光素子 1 1 が複数のチップ 1 1 A からなる場合には、 P_{3V} は、最小面積で全てのチップ 1 1 A の発光スポット 1 1 B を囲ったときのその囲いの、第 2 の方向またはそれに対応する方向のサイズに等しい。

【 0 0 5 7 】

また、本実施の形態において、フライアイレンズ 4 0 A , 4 0 B の各セル 4 1 , 4 2 が 1 以外の縦横比を有している場合には、フライアイレンズ 4 0 A の各セル 4 1 のサイズの縦横比と、照明範囲 6 0 A の縦横比とが以下の関係式 (式 (1 3)) を満たしていることが好ましい。ここで、照明範囲 6 0 A の縦横比 H / V (図 1 9 参照) は、空間変調素子 6 0 の解像度と相関を有しており、例えば、空間変調素子 6 0 の解像度が $VGA (640 \times 480)$ である場合には $640 / 480$ となっており、例えば、空間変調素子 6 0 の解像度が $WVGA (800 \times 480)$ である場合には $800 / 480$ となっている。

$$h_{FEL1H} / h_{FEL1V} = H / V \dots (1 3)$$

ここで、

h_{FEL1H} : フライアイレンズ 4 0 A の 1 セルの第 1 の方向のサイズ

h_{FEL1V} : フライアイレンズ 4 0 A の 1 セルの第 2 の方向のサイズ

H : 照明範囲 6 0 A の第 1 の方向のサイズ

V : 照明範囲 6 0 A の第 2 の方向のサイズ

【 0 0 5 8 】

(特徴部分その 4)

加えて、本実施の形態では、カップリングレンズ 2 0 A , 2 0 B , 2 0 C に入射する光のビームサイズが 2 0 A , 2 0 B , 2 0 C のサイズを超えない大きさとなるように、カップリングレンズ 2 0 A , 2 0 B , 2 0 C の焦点距離および開口数が設定されていることが好ましい。これを式で表すと、以下の式 (1 4) ~ (1 6) のようになる。

$$\varphi_{CL1} = 2 \times f_{CL1} \times NA_1 \quad h_{CL1} \dots (1 4)$$

$$\varphi_{CL2} = 2 \times f_{CL2} \times NA_2 \quad h_{CL2} \dots (1 5)$$

$$\varphi_{CL3} = 2 \times f_{CL3} \times NA_3 \quad h_{CL3} \dots (1 6)$$

ここで、

φ_{CL1} : カップリングレンズ 2 0 A に入射する光のビームサイズ

φ_{CL2} : カップリングレンズ 2 0 B に入射する光のビームサイズ

φ_{CL3} : カップリングレンズ 2 0 C に入射する光のビームサイズ

NA_1 : カップリングレンズ 2 0 A の開口数

NA_2 : カップリングレンズ 2 0 B の開口数

NA_3 : カップリングレンズ 2 0 C の開口数

h_{CL1} : カップリングレンズ 2 0 A のサイズ

h_{CL2} : カップリングレンズ 2 0 B のサイズ

h_{CL3} : カップリングレンズ 2 0 C のサイズ

【 0 0 5 9 】

ところで、本実施の形態において、カップリングレンズ 2 0 A , 2 0 B , 2 0 C が 1 以

外の縦横比（アスペクト比）を有している場合には、カップリングレンズ 20A, 20B, 20C の焦点距離および開口数が、以下の関係式（式（17）～（22））を満たしていることが好ましい。

$$\varphi_{CL1H} = 2 \times f_{CL1H} \times NA_{1H} \quad h_{CL1H} \dots (17)$$

$$\varphi_{CL2H} = 2 \times f_{CL2H} \times NA_{2H} \quad h_{CL2H} \dots (18)$$

$$\varphi_{CL3H} = 2 \times f_{CL3H} \times NA_{3H} \quad h_{CL3H} \dots (19)$$

$$\varphi_{CL1V} = 2 \times f_{CL1V} \times NA_{1V} \quad h_{CL1V} \dots (20)$$

$$\varphi_{CL2V} = 2 \times f_{CL2V} \times NA_{2V} \quad h_{CL2V} \dots (21)$$

$$\varphi_{CL3V} = 2 \times f_{CL3V} \times NA_{3V} \quad h_{CL3V} \dots (22)$$

ここで、

φ_{CL1H} ：カップリングレンズ 20A に入射する光の、第 1 の方向（例えば横方向）またはそれに対応する方向のビームサイズ

φ_{CL2H} ：カップリングレンズ 20B に入射する光の、第 1 の方向（例えば横方向）またはそれに対応する方向のビームサイズ

φ_{CL3H} ：カップリングレンズ 20C に入射する光の、第 1 の方向（例えば横方向）またはそれに対応する方向のビームサイズ

φ_{CL1V} ：カップリングレンズ 20A に入射する光の、第 2 の方向（例えば縦方向）またはそれに対応する方向のビームサイズ

φ_{CL2V} ：カップリングレンズ 20B に入射する光の、第 2 の方向（例えば縦方向）またはそれに対応する方向のビームサイズ

φ_{CL3V} ：カップリングレンズ 20C に入射する光の、第 2 の方向（例えば縦方向）またはそれに対応する方向のビームサイズ

NA_{1H} ：カップリングレンズ 20A の、第 1 の方向またはそれに対応する方向の開口数

NA_{2H} ：カップリングレンズ 20B の、第 1 の方向またはそれに対応する方向の開口数

NA_{3H} ：カップリングレンズ 20C の、第 1 の方向またはそれに対応する方向の開口数

NA_{1V} ：カップリングレンズ 20A の、第 2 の方向またはそれに対応する方向の開口数

NA_{2V} ：カップリングレンズ 20B の、第 2 の方向またはそれに対応する方向の開口数

NA_{3V} ：カップリングレンズ 20C の、第 2 の方向またはそれに対応する方向の開口数

h_{CL1H} ：カップリングレンズ 20A の、第 1 の方向またはそれに対応する方向のサイズ

h_{CL2H} ：カップリングレンズ 20B の、第 1 の方向またはそれに対応する方向のサイズ

h_{CL3H} ：カップリングレンズ 20C の、第 1 の方向またはそれに対応する方向のサイズ

h_{CL1V} ：カップリングレンズ 20A の、第 2 の方向またはそれに対応する方向のサイズ

h_{CL2V} ：カップリングレンズ 20B の、第 2 の方向またはそれに対応する方向のサイズ

h_{CL3V} ：カップリングレンズ 20C の、第 2 の方向またはそれに対応する方向のサイズ

【0060】

[プロジェクタ 1 の作用・効果]

次に、本実施の形態のプロジェクタ 1 の作用・効果について説明する。

【0061】

まず、本実施の形態では、光源 10A, 10B, 10C 全体として、チップ 11A の少なくとも 1 つが LD によって構成されている。したがって、例えば図 14 に示したように、この LD からなるチップ 11A における発光スポット 11B から発せられるレーザー光では、FFP が急峻（非等方的）な輝度分布形状（ここでは楕円形状）を示している。

【0062】

また、本実施の形態では、例えば図 15（A）, （B）に示したように、フライアイレンズ 40A の入射面における入射光の輝度分布 L_{ind} の形状の長軸方向が、フライアイレンズ 40A における各セル 41 の配列方向と異なっている。具体的には、この入射光の輝度分布 L_{ind} における長軸方向および短軸方向がそれぞれ、各セル 41 の配列方向（横方向（x 軸方向）および縦方向（y 軸方向））のいずれとも異なっている。そして、このような輝度分布 L_{ind} における長軸方向と各セル 41 の配列方向との間の傾斜配置（回転配置）は、例えば図 16 に示したように、光源 10A, 10B, 10C 等の傾斜配置（回転

10

20

30

40

50

配置)によって実現されている。具体的には、LDからなるチップ11Aの発光スポット11Bから発せられるレーザ光におけるFFPの長軸方向(および短軸方向)が、フライアイレンズ40Aにおける縦方向および横方向のいずれとも異なるように、LDからなるチップ11Aが傾斜配置(回転配置)されている。

【0063】

一方、比較例に係るプロジェクタでは、例えば図20に示したように、フライアイレンズ40Aの入射面における入射光の輝度分布Lindの形状の長軸方向が、フライアイレンズ40Aにおける各セル41の配列方向(ここでは横方向(x軸方向))と一致している。すなわち、図15(A)、(B)に示した本実施の形態とは異なり、輝度分布Lindにおける長軸方向と各セル41の配列方向(ここではそのうちのx軸方向)とが、互いに所定の角度 θ をなしていない($\theta = 0^\circ$ となっている)。ここで、図15(A)、(B)および図20等において示した「入射光の輝度分布Lindの形状(輝度分布形状)」とは、所定の強度値(輝度値)を示す等高線(等輝度線)の形状を意味している。詳細には、LDからなるチップ11Aにおける発光スポット11Bから発せられるレーザ光が、例えば図21(A)、(B)に示したような急峻な輝度分布を示す場合、この図21(A)中の符号P30で示した輝度値からなる等輝度線の形状に相当する。

【0064】

このような比較例のプロジェクタでは、上記したように、LDからなるチップ11Aの発光スポット11Bから発せられるレーザ光が、急峻な輝度分布形状を示す(例えば、FFPの形状が円形(等方的)ではない(例えば楕円形))ことに起因して、以下の問題が生じ得る。すなわち、レーザ光が余りにも急峻な輝度分布形状を示す場合(例えば、フライアイレンズ40A、40Bの各セル41、42のサイズよりも急峻な輝度分布形状である場合)、インテグレート40の機能によっても、照明光(入射光)の輝度むらを低減しきれない(輝度分布が一樣にはならない)場合が起こり得る。その場合、例えば図22に示したように、照明範囲60A上およびスクリーン2上において、照明光および映像光(表示光)における輝度むらが発生することから、表示画質も劣化してしまうことになる。

【0065】

これに対して本実施の形態では、上記したように、フライアイレンズ40Aの入射面における入射光の輝度分布Lindの形状の長軸方向が、フライアイレンズ40Aにおける各セル41の配列方向と異なっている。これにより、LDからなるチップ11Aを含む光源から出射されるレーザ光が、急峻な輝度分布形状を示す場合(例えば、FFPの形状が円形(等方的)ではない場合(例えば楕円形の場合))であっても、インテグレート40において入射光の輝度むらが低減し易くなる。具体的には、例えば図23(A)に示したように、フライアイレンズ40Aにおいて、入射光の輝度分布Lindの形状を含む複数のセル41における光の重ね合わせ(重畳)作用がなされる結果、例えば図23(B)に示したように、照明光および表示光における輝度むらが効果的に低減される。すなわち、上記比較例と比べ、照明光および表示光における輝度むらが低減され(この例では輝度むらの発生が回避され)、これにより本実施の形態では表示画質を向上させることが可能となる。

【0066】

特に、入射光の輝度分布Lindにおける長軸方向と各セル41の配列方向(ここではそのうちのx軸方向)とがなす角度 θ について、 $\theta = \tan^{-1} [h_{FEL1V} / (h_{FEL1H} \times n_H)]$ という関係式を満たすようにした場合には、照明光および表示光における輝度むらを更に効果的に低減することができる。これは、フライアイレンズ40Aにおける横方向全体の長さ(周期)において、入射光の輝度分布Lindが縦方向に沿って複数のセル41に跨っていると、同一の輝度分布パターンの繰り返しが生じ、輝度むらの低減効果が最大限に発揮できないためである。

【0067】

ここで、図24は、本実施の形態の実施例に係る各特性(照明範囲60Aにおけるアスペクト比と、前述した n_H 、 h_{FEL1H} 、 h_{FEL1V} 、 θ の各パラメータとの関係)の一例を示

したものである。これらの実施例では、角度 $\theta = 2.7^\circ \sim 7.1^\circ$ 程度の場合に、インテグレータ 40 において輝度むらの低減効果が最大限に発揮されることが分かる。

【0068】

また、本実施の形態において、例えば図 17 (A), (B) に示したように、光源 10A, 10B, 10C のうちの少なくとも 1 つの光源 (第 1 光源) において、LD からなるチップ 11A における発光スポット 11B が複数設けられている場合に、以下のように構成したときには、以下の作用・効果が生じる。すなわち、まず、各発光スポット 11B から発せられる光における FFP の短軸方向がそれぞれ、インテグレータ 40 の光軸と直交する面内における短軸方向と略一致するようにした場合には、プロジェクタ 1 の装置外形における短軸方向と上記 FFP の短軸方向とが略一致することになるため、プロジェクタ 1 全体の小型化を図ることが可能となる。また、上記した第 1 光源が互いに異なる 2 以上の波長帯の光を発する光源である場合において、各発光スポット 11B から発せられる光の FFP の長軸方向がこれらの 2 以上の波長帯間で互いに略一致するようにした場合には、例えば I カット形状のレンズを用いた場合などにおいて、光損失が低減される。具体的には、I カット形状のレンズを用いた場合、I カットされる部分では光学的有効範囲が犠牲になるものの、LD の放射角度の長軸方向を I カットする方向 (有効径が広い方向) に合わせることで、光損失を低減することができる。

【0069】

更に、本実施の形態において、例えば図 18 に示したように、フライアイレンズ 40A の各セル 41 によってフライアイレンズ 40B に形成される各光源像 S のサイズがフライアイレンズ 40B の 1 つのセル 42 のサイズを超えない大きさとなるように、カップリングレンズ 20A, 20B, 20C の焦点距離 f_{CL1} , f_{CL2} , f_{CL3} と、フライアイレンズ 40A, 40B の焦点距離 f_{FEL} とを設定するようにした場合には、以下の作用・効果が生じる。ここで、固体発光素子 11 は、単一もしくは複数の点状、または単一もしくは複数の非点状の発光スポットからなる光射出領域から光を発するものであり、例えば、1 もしくは複数の発光ダイオード、1 もしくは複数の有機 EL 発光素子、または 1 もしくは複数のレーザダイオードによって構成されている。そのため、フライアイレンズ 40B がフライアイレンズ 40A の焦点位置に配置されている場合であっても、フライアイレンズ 40A の各セルによってフライアイレンズ 40B に形成される各光源像 S が点状ではなく、ある程度の大きさを持っている (図 18 参照)。しかし、本実施の形態では、1 つの光源像 S が複数のセルにまたがって形成されることがないので、フライアイレンズ 40B に入射した光が効率良く照明範囲にまで到達する。よって、照明光学系 1A における光利用率を改善することができる。

【0070】

加えて、本実施の形態において、フライアイレンズ 40A, 40B の各セルが 1 以外の縦横比を有している場合に、その縦横比を考慮して、カップリングレンズ 20A, 20B, 20C の焦点距離 f_{CL1H} , f_{CL2H} , f_{CL3H} , f_{CL1V} , f_{CL2V} , f_{CL3V} と、フライアイレンズ 40A, 40B の焦点距離 f_{FELH} , f_{FELV} とを設定するようにした場合には、照明光学系 1A における光利用率を更に改善することができる。また、本実施の形態において、カップリングレンズ 20A, 20B, 20C が 1 以外の縦横比を有している場合に、その縦横比を考慮して、カップリングレンズ 20A, 20B, 20C の焦点距離 f_{CL1H} , f_{CL2H} , f_{CL3H} , f_{CL1V} , f_{CL2V} , f_{CL3V} および開口数 NA_{1H} , NA_{2H} , NA_{3H} , NA_{1V} , NA_{2V} , NA_{3V} を設定するようにした場合には、照明光学系 1A における光利用率を更に改善することができる。また、本実施の形態において、光源 10A, 10B, 10C の指向角がそれぞれ異なる場合に、それぞれの指向角を考慮して、カップリングレンズ 20A, 20B, 20C の焦点距離 f_{CL1H} , f_{CL2H} , f_{CL3H} , f_{CL1V} , f_{CL2V} , f_{CL3V} および開口数 NA_{1H} , NA_{2H} , NA_{3H} , NA_{1V} , NA_{2V} , NA_{3V} をそれぞれ設定するようにした場合には、照明光学系 1A における光利用率を更に改善することができる。

【0071】

続いて、本発明の他の実施の形態 (第 2 ~ 第 5 の実施の形態) について説明する。なお

、上記第 1 の実施の形態における構成要素と同一のものには同一の符号を付し、適宜説明を省略する。

【 0 0 7 2 】

< 第 2 の実施の形態 >

図 2 5 は、第 2 の実施の形態に係るプロジェクタ（プロジェクタ 3）の概略構成を表すものである。なお、このプロジェクタ 3 は、本発明の「投射型表示装置」の一具体例に相当する。ここで、図 2 5（A）はプロジェクタ 3 を上から（y 軸方向から）見たときの構成例を表し、図 2 5（B）はプロジェクタ 3 を横から（x 軸方向から）見たときの構成例を表す。

【 0 0 7 3 】

本実施の形態のプロジェクタ 3 は、照明光学系 3 A を備えている点で、照明光学系 1 A を備えたプロジェクタ 1 の構成と相違する。そこで、以下では、プロジェクタ 1 との相違点について主に説明し、プロジェクタ 1 との共通点についての説明を適宜省略するものとする。なお、照明光学系 3 A は、本発明の「照明装置」の一具体例に相当する。

【 0 0 7 4 】

[照明光学系 3 A の構成]

照明光学系 3 A は、照明光学系 1 A において、一对のフライアイレンズ 4 0 A，4 0 B を有するインテグレート 4 0 の代わりに、一对のフライアイレンズ 4 0 C，4 0 D を有するインテグレート 4 3 を設けるようにしたものである。すなわち、照明光学系 3 A は、照明光学系 1 A におけるフライアイレンズ 4 0 A，4 0 B の代わりに、以下説明するフライアイレンズ 4 0 C，4 0 D を備えている。なお、これらのフライアイレンズ 4 0 C，4 0 D は、互いに対応したセル 4 1，4 2 の配置構成を有していることから、以下ではフライアイレンズ 4 0 C について代表して説明する。

【 0 0 7 5 】

この照明光学系 3 A はまた、例えば図 2 6 に示したように、照明光学系 1 A（図 1 6 参照）とは異なり、光源 1 0 A，1 0 B，1 0 C および他の光学部材がいずれも、傾斜配置（回転配置）されていない。したがって、照明光学系 3 A では例えば図 2 7 に示したように、照明光学系 1 A（図 1 5（A），（B））とは異なり（図 2 0 に示した比較例と同様に）、フライアイレンズ 4 0 C において、入射光の輝度分布 L_{ind} における長軸方向と各セル 4 1 の配列方向とが、傾斜配置（回転配置）されていない。

【 0 0 7 6 】

ただし、照明光学系 3 A におけるフライアイレンズ 4 0 C では、例えば図 2 7 に示したように、縦方向（y 軸方向，第 2 の方向）に沿った各セル 4 1 の位置が、横方向（x 軸方向，第 1 の方向）に沿って配置された複数のセル列のうちの少なくとも一部のセル列間で、互いに異なっている。すなわち、本実施の形態のフライアイレンズ 4 0 C は、入射光の輝度分布 L_{ind} における長軸方向（横方向）と直交する短軸方向（縦方向）に沿って、セル列間での位置ずれ構造を有している。具体例には、図 2 7 に示した例では、横方向に沿った各セル 4 1 の位置が、縦方向に沿った複数のセル列のうちの隣接するセル列間でそれぞれ、同じ向きにずれている（ずれ量：d）。このとき、この隣接するセル列間でのずれ量 d について、以下の関係式を満たすようにするのが望ましい。

$$d = (h_{FEL1V} / n_H)$$

h_{FEL1V} ：フライアイレンズ 4 0 C における 1 つのセル 4 1 の第 2 の方向のサイズ

n_H ：フライアイレンズ 4 0 C における第 1 の方向に沿ったセル 4 1 の数（セル数）

【 0 0 7 7 】

[プロジェクタ 3 の作用・効果]

このような構成からなる本実施の形態では、第 1 の実施の形態と同様に、LD からなるチップ 1 1 A を含む光源から出射されるレーザ光が急峻な輝度分布形状を示す場合であっても、インテグレート 4 3 において入射光の輝度むらが低減し易くなる。具体的には、例えば図 2 8（A）に示したように、フライアイレンズ 4 0 C において、入射光の輝度分布 L_{ind} の形状を含む複数のセル 4 1 における光の重ね合わせ作用がなされる結果、例えば

図 28 (B) に示したように、照明光および表示光における輝度むらが効果的に低減される。すなわち、本実施の形態においても、照明光および表示光における輝度むらを低減する（この例では輝度むらの発生を回避する）ことができ、表示画質を向上させることが可能となる。

【0078】

特に、上記した隣接するセル列間でのずれ量 d について、 $d = (h_{\text{FEL1V}} / n_H)$ という関係式を満たすようにした場合には、照明光および表示光における輝度むらを更に効果的に低減することができる。これは、第 1 の実施の形態で述べたのと同様に、フライアイレンズ 40C における横方向全体の長さ（周期）において、入射光の輝度分布 L_{ind} が縦方向に沿って複数のセル 41 に跨っていると、同一の輝度分布パターンの繰り返しが生じ、輝度むらの低減効果が最大限に発揮できないためである。

10

【0079】

なお、本実施の形態のフライアイレンズ 40C では、図 27 および図 29 (A) に示したように、横方向に沿った各セル 41 の位置が、縦方向に沿った複数のセル列のうちの隣接するセル列間でそれぞれ同じ向きにずれている場合には限られず、他の位置ずれ構造となってもよい。すなわち、縦方向に沿った各セル 41 の位置が、横方向に沿って配置された複数のセル列のうちの少なくとも一部のセル列間で互いに異なっているのであれば、他の位置ずれ構造を採用してもよい。具体的には、例えば図 29 (B) に示したように、横方向で隣接するセル列間において、異なる向き（上方向および下方向）のずれ量を有していてもよい。また、例えば図 29 (C) に示したように、横方向で隣接するセル列間において、位置ずれが生じていない部分が存在していてもよく、また、例えば図 29 (D) に示したように、横方向で隣接するセル列間において、互い違いの位置ずれ構造（千鳥状の位置ずれ構造）となってもよい。

20

【0080】

< 第 3 の実施の形態 >

図 30 は、第 3 の実施の形態に係るプロジェクタ（プロジェクタ 4）の概略構成を表すものである。なお、このプロジェクタ 4 は、本発明の「投射型表示装置」の一具体例に相当する。ここで、図 30 (A) はプロジェクタ 4 を上から（ y 軸方向から）見たときの構成例を表し、図 30 (B) はプロジェクタ 4 を横から（ x 軸方向から）見たときの構成例を表す。

30

【0081】

本実施の形態のプロジェクタ 4 は、照明光学系 4A を備えている点で、照明光学系 1A を備えたプロジェクタ 1 の構成と相違する。そこで、以下では、プロジェクタ 1 との相違点について主に説明し、プロジェクタ 1 との共通点についての説明を適宜省略するものとする。なお、照明光学系 4A は、本発明の「照明装置」の一具体例に相当する。

【0082】

[照明光学系 4A の構成]

照明光学系 4A は、照明光学系 1A において、光路合成素子 30 とインテグレータ 40 との間の光路上に、以下説明するアナモルフィックレンズ 91 を設けるようにしたものである。

40

【0083】

この照明光学系 4A はまた、例えば図 31 に示したように、照明光学系 1A（図 16 参照）とは異なり、光源 10A、10B、10B および他の光学部材がいずれも、傾斜配置（回転配置）されていない。したがって、照明光学系 4A では例えば図 32 に示したように、照明光学系 1A（図 15 (A)、(B)）とは異なり（図 20 に示した比較例および第 2 の実施の形態の照明光学系 3A と同様に）、フライアイレンズ 40A において、入射光の輝度分布 L_{ind} における長軸方向と各セル 41 の配列方向とが、傾斜配置（回転配置）されていない。

【0084】

アナモルフィックレンズ 91 は、例えば図 32 中の矢印で示したように、フライアイレ

50

レンズ 40 A への入射光における輝度分布形 Lind の形状を、その短軸方向（ここでは縦方向（y 軸方向，第 2 の方向））に沿って広げる光学素子である。このアナモルフィックレンズ 91 は、例えばシリンドリカルレンズ（レンチキュラーレンズ）であり、その光学特性（例えば焦点距離）が、縦方向と横方向（x 軸方向，第 1 の方向）とで非対称となっている。具体的には、ここでは、縦方向の焦点距離と比べて横方向の焦点距離のほうが、相対的に長くなっている（縦方向の焦点距離 < 横方向の焦点距離）。

【0085】

[プロジェクタ 4 の作用・効果]

本実施の形態では、例えば図 32 に示したように、アナモルフィックレンズ 91 において、フライアイレンズ 40 A への入射光における輝度分布形 Lind の形状がその短軸方向に沿って広げられることにより、第 1 の実施の形態等と同様の作用および効果が得られる。すなわち、LD からなるチップ 11 A を含む光源から出射されるレーザ光が急峻な輝度分布形状を示す場合であっても、インテグレート 40 において入射光の輝度むらが低減し易くなる。これにより、例えば図 33 に示したように、本実施の形態においても、照明光および表示光における輝度むらを低減する（この例では輝度むらの発生を回避する）ことができ、表示画質を向上させることが可能となる。

10

【0086】

なお、本実施の形態では、アナモルフィックレンズ 91 が単体として設けられている例を挙げて説明したが、これには限られず、例えばアナモルフィックレンズ 91 が、カップリングレンズ 20 A，20 B，20 C 等と一体的に形成されているようにしてもよい。

20

【0087】

< 第 4 の実施の形態 >

図 34 は、第 4 の実施の形態に係るプロジェクタ（プロジェクタ 5）の概略構成を表すものである。なお、このプロジェクタ 5 は、本発明の「投射型表示装置」の一具体例に相当する。ここで、図 34（A）はプロジェクタ 5 を上から（y 軸方向から）見たときの構成例を表し、図 34（B）はプロジェクタ 5 を横から（x 軸方向から）見たときの構成例を表す。

【0088】

本実施の形態のプロジェクタ 5 は、照明光学系 5 A を備えている点で、照明光学系 1 A を備えたプロジェクタ 1 の構成と相違する。そこで、以下では、プロジェクタ 1 との相違点について主に説明し、プロジェクタ 1 との共通点についての説明を適宜省略するものとする。なお、照明光学系 5 A は、本発明の「照明装置」の一具体例に相当する。

30

【0089】

[照明光学系 5 A の構成]

照明光学系 5 A は、照明光学系 1 A において、光路合成素子 30 とインテグレート 40 との間の光路上に、以下説明する光路分岐素子 92 を設けるようにしたものである。

【0090】

この照明光学系 5 A はまた、例えば図 35 に示したように、照明光学系 1 A（図 16 参照）とは異なり、光源 10 A，10 B，10 B および他の光学部材がいずれも、傾斜配置（回転配置）されていない。したがって、照明光学系 5 A では例えば図 37（A），（B）に示したように、照明光学系 1 A（図 15（A），（B））とは異なり（図 20 に示した比較例および第 2，第 3 の実施の形態の照明光学系 3 A，4 A と同様に）、フライアイレンズ 40 A において、入射光の輝度分布 Lind における長軸方向と各セル 41 の配列方向とが、傾斜配置（回転配置）されていない。

40

【0091】

光路分岐素子 92 は、フライアイレンズ 40 A への入射光の光路を、その輝度分布形 Lind の形状の短軸方向（ここでは縦方向（y 軸方向，第 2 の方向））に沿って複数に分岐させる光学素子である。このような光路分岐素子 92 としては、例えば図 36（A）に示したように、複数の次数からなる回折光をそれぞれ出射する回折素子 92 A や、例えば図 36（B）に示したようなハーフミラー（またはプリズム）92 B などが挙げられる。

50

【 0 0 9 2 】

[プロジェクタ 5 の作用・効果]

本実施の形態では、例えば図 3 7 (A) , (B) に示したように、光路分岐素子 9 2 において、フライアイレンズ 4 0 A への入射光の光路が、その輝度分布形 L ind の形状の短軸方向に沿って複数に分岐されることにより、第 1 の実施の形態等と同様の作用および効果が得られる。すなわち、L D からなるチップ 1 1 A を含む光源から出射されるレーザ光が急峻な輝度分布形状を示す場合であっても、インテグレータ 4 0 において入射光の輝度むらが低減し易くなる。これにより、本実施の形態においても、照明光および表示光における輝度むらを低減する（この例では輝度むらの発生を回避する）ことができ、表示画質を向上させることが可能となる。

10

【 0 0 9 3 】

なお、本実施の形態では、光路分岐素子 9 2 の具体例として、回折素子 9 2 A およびハーフミラー（プリズム）9 2 B を挙げて説明したが、これらには限られず、他の光学素子によって光路分岐素子 9 2 を構成してもよい。

【 0 0 9 4 】

< 第 5 の実施の形態 >

図 3 8 は、第 5 の実施の形態に係るプロジェクタ（プロジェクタ 6）の概略構成を表すものである。なお、このプロジェクタ 6 は、本発明の「投射型表示装置」の一具体例に相当する。ここで、図 3 8 (A) はプロジェクタ 6 を上から（y 軸方向から）見たときの構成例を表し、図 3 8 (B) はプロジェクタ 6 を横から（x 軸方向から）見たときの構成例を表す。

20

【 0 0 9 5 】

本実施の形態のプロジェクタ 6 は、照明光学系 6 A を備えている点で、照明光学系 1 A を備えたプロジェクタ 1 の構成と相違する。そこで、以下では、プロジェクタ 1 との相違点について主に説明し、プロジェクタ 1 との共通点についての説明を適宜省略するものとする。なお、照明光学系 6 A は、本発明の「照明装置」の一具体例に相当する。

【 0 0 9 6 】

[照明光学系 6 A の構成]

照明光学系 6 A は、照明光学系 1 A において、光路合成素子 3 0 とインテグレータ 4 0 との間の光路上に、第 4 の実施の形態で説明した光路分岐素子 9 2 と、第 3 の実施の形態で説明したアナモルフィックレンズ 9 1 とを、光路合成素子 3 0 側からこの順に設けるようにしたものである。なお、他の構成については、第 3 および第 4 の実施の形態の照明光学系 4 A , 5 A と同様となっている。

30

【 0 0 9 7 】

[プロジェクタ 6 の作用・効果]

このような構成からなる本実施の形態では、上記第 3 および第 4 の実施の形態と同様の作用により同様の効果を得ることが可能である。すなわち、照明光および表示光における輝度むらを低減する（この例では輝度むらの発生を回避する）ことができ、表示画質を向上させることが可能となる。また、本実施の形態では、光路分岐素子 9 2 およびアナモルフィックレンズ 9 1 の双方を設けるようにしたので、輝度むらを更に効果的に低減することができ、更なる高画質化を図ることが可能となる。

40

【 0 0 9 8 】

なお、本実施の形態では、光路合成素子 3 0 とインテグレータ 4 0 との間の光路上に、光路分岐素子 9 2 およびアナモルフィックレンズ 9 1 を光路合成素子 3 0 側からこの順に設けた場合について説明したが、これには限られず、逆の順序で設けるようにしてもよい。すなわち、光路合成素子 3 0 とインテグレータ 4 0 との間の光路上に、アナモルフィックレンズ 9 1 および光路分岐素子 9 2 を光路合成素子 3 0 側からこの順に設けるようにしてもよい。

【 0 0 9 9 】

< 変形例 >

50

続いて、上記第 1 ～ 第 5 の実施の形態に共通の変形例（変形例 1 ～ 3）について説明する。なお、これらの実施の形態における構成要素と同一のものには同一の符号を付し、適宜説明を省略する。また、以下の各変形例では、第 1 の実施の形態のプロジェクタ 1（署名光学系 1 A）についての変形例を代表して説明するが、他の実施の形態（第 2 ～ 第 5 の実施の形態）のプロジェクタ 3 ～ 6（照明光学系 3 A，4 A，5 A，6 A）についても同様の変形例を適用することが可能である。

【0100】

[変形例 1]

図 39（A），（B）は、変形例 1 に係るプロジェクタ（プロジェクタ 7）の概略構成を表すものである。なお、このプロジェクタ 7 は、本発明の「投射型表示装置」の一具体例に相当する。ここで、図 39（A）はプロジェクタ 7 を上から（y 軸方向から）見たときの構成例を表し、図 39（B）はプロジェクタ 7 を横から（x 軸方向から）見たときの構成例を表す。

10

【0101】

本変形例のプロジェクタ 7 は、照明光学系 7 A を備えていると共に空間変調素子 6 0 として反射型の素子を用いている点で、照明光学系 1 A を備えたプロジェクタ 1 の構成と相違する。そこで、以下では、プロジェクタ 1 との相違点について主に説明し、プロジェクタ 1 との共通点についての説明を適宜省略するものとする。なお、照明光学系 7 A は、本発明の「照明装置」の一具体例に相当する。

【0102】

20

照明光学系 7 A は、照明光学系 1 A において、コンデンサレンズ 5 0 の代わりにコンデンサレンズ 5 0 A を設けるようにしたものである。このコンデンサレンズ 5 0 A は、インテグレート 4 0 により形成された多光源からの光束を平行化し、偏光ビームスプリッタ 5 1 を介してコンデンサレンズ 5 0 B へ照明させるレンズである。

【0103】

また、本変形例では上記したように、空間変調素子 6 0 が、例えば反射型の液晶パネル等の反射型の素子によって構成されている。したがって、プロジェクタ 7 はプロジェクタ 1 と比較して、コンデンサレンズ 5 0 B および偏光ビームスプリッタ 5 1 を更に備えている。偏光ビームスプリッタ 5 1 は、特定の偏光（例えば p 偏光）を選択的に透過させると共に、他方の偏光（例えば s 偏光）を選択的に反射させる光学部材である。また、空間変調素子 6 0 は、入射時と出射時における各偏光（例えば、s 偏光または p 偏光）が異なるものとなるように反射しつつ、光変調を行うようになっている。これにより、照明光学系 7 A 側から入射した光（例えば s 偏光）が選択的に反射されて空間変調素子 6 0 へ入射すると共に、この空間変調素子 6 0 から出射した画像光（例えば p 偏光）が選択的に透過し、投影光学系 7 0 側へ入射するようになっている。コンデンサレンズ 5 0 B は、インテグレート 4 0 により形成され、コンデンサレンズ 5 0 A および偏光ビームスプリッタ 5 1 を介して入射した多光源からの光束を集光し、照明範囲 6 0 A を重畳的に照明するレンズである。

30

【0104】

このような構成からなる本変形例のプロジェクタ 7 においても、上記第 1 の実施の形態のプロジェクタ 1 等と同様の作用により、同様の効果を得ることが可能である。

40

【0105】

また、特に本変形例では、インテグレート 4 0 の光軸と直交する面内（x y 面内）のうち、x 軸方向が特に長くなっていることから、プロジェクタ 7 の装置外形における短軸方向（y 軸方向）と各発光スポット 1 1 B から発せられる光における F F P の短軸方向とを一致させることにより、プロジェクタ 7 全体の小型化を図る利点が大きいと言える。

【0106】

[変形例 2]

図 40（A），（B）は、変形例 2 に係るプロジェクタ（プロジェクタ 8）の概略構成を表すものである。なお、このプロジェクタ 8 は、本発明の「投射型表示装置」の一具体

50

例に相当する。図 40 (A) はプロジェクタ 8 を上から (y 軸方向から) 見たときの構成例を表し、図 40 (B) はプロジェクタ 8 を横から (x 軸方向から) 見たときの構成例を表す。また、図 41 (A) , (B) は、図 20 のプロジェクタ 8 内の光路の一例を表すものである。図 41 (A) は、プロジェクタ 8 を上から (y 軸方向から) 見たときの光路の一例を表し、図 41 (B) はプロジェクタ 8 を横から (x 軸方向から) 見たときの光路の一例を表す。

【0107】

本変形例のプロジェクタ 8 は、照明光学系 8 A を備えている点で、照明光学系 1 A を備えたプロジェクタ 1 の構成と相違する。そこで、以下では、プロジェクタ 1 との相違点について主に説明し、プロジェクタ 1 との共通点についての説明を適宜省略するものとする。なお、照明光学系 8 A は、本発明の「照明装置」の一具体例に相当する。

10

【0108】

照明光学系 8 A では、照明光学系 1 A の光源 10 A , 10 B , 10 C と、ダイクロイックミラー 30 A , 30 B とが省略され、その代わりに、光源 10 D が設けられている。光源 10 D は、カップリングレンズ 20 D の光軸上に配置されており、照明光学系 8 A は、光源 10 D から発せられた光が直接、カップリングレンズ 20 D に入射するように構成されている。

【0109】

光源 10 D は、例えば、固体発光素子 11 と、固体発光素子 11 を支持するとともに覆うパッケージ 12 (固体発光素子 11 を実装するための基材) とを有している。すなわち、この場合にはチップ 11 A が、上面発光型の素子となっている。あるいは、光源 10 D は、ステム 13 とキャップ 14 とによって囲まれた内部空間に、1 または複数の端面発光型のチップ 11 A からなる固体発光素子 11 が収容されたキャンタイプの形態であってもよい。すなわち、この場合にはチップ 11 A が、端面発光型の素子となっている。

20

【0110】

光源 10 D に含まれる固体発光素子 11 は、単一もしくは複数の点状、または単一もしくは複数の非点状の発光スポットからなる光射出領域から光を発するようになっている。光源 10 D に含まれる固体発光素子 11 は、例えば、所定の波長帯の光を発する単一のチップ 11 A からなっているてもよいし、例えば、同一の波長帯もしくは互いに異なる波長帯の光を発する複数のチップ 11 A からなっているてもよい。光源 10 D に含まれる固体発光素子 11 が複数のチップ 11 A からなる場合には、それらのチップ 11 A は、例えば、横方向に一行に配置されていたり、例えば、横方向および縦方向に格子状に配置されていたりする。

30

【0111】

チップ 11 A は、発光ダイオード (LED) 、有機 EL 発光素子 (OLED) 、またはレーザダイオード (LD) からなる。ただしこの場合も、光源 10 D に含まれるチップ 11 A の少なくとも 1 つが、LD によって構成されている。

【0112】

光源 10 D に複数のチップ 11 A が含まれている場合に、光源 10 D に含まれるチップ 11 A が全て、互いに等しい波長帯の光を発するようになっているてもよいし、互いに異なる波長帯の光を発するようになっているてもよい。光源 10 D に複数のチップ 11 A が含まれている場合に、全てのチップ 11 A が、波長 400 nm ~ 500 nm 程度の波長の光 (青色光) を発するもので構成されているてもよいし、波長 500 nm ~ 600 nm 程度の波長の光 (緑色光) を発するもので構成されているてもよいし、波長 600 nm ~ 700 nm 程度の波長の光 (赤色光) を発するもので構成されているてもよい。また、光源 10 D に複数のチップ 11 A が含まれている場合に、光源 10 D に含まれる複数のチップ 11 A が、例えば、波長 400 nm ~ 500 nm 程度の波長の光 (青色光) を発するものと、波長 500 nm ~ 600 nm 程度の波長の光 (緑色光) を発するものと、例えば、波長 600 nm ~ 700 nm 程度の波長の光 (赤色光) を発するものとで構成されているてもよい。

40

【0113】

50

[変形例 3]

図 4 2 は、変形例 3 に係る光源（光源 1 0 A , 1 0 B , 1 0 C , 1 0 D ）の断面構成例を表したものである。本変形例の光源では、これまで説明した光源とは異なり、以下のよう構成となっている。すなわち、前述した第 1 光源（例えば、光源 1 0 A , 1 0 B , 1 0 C , 1 0 D ）内において、L D からなる複数のチップ 1 1 A のうちの少なくとも 1 つが、光軸 Z 1 に対して傾斜配置されている。具体的には、ここでは、3 つのチップ 1 1 A - 1 , 1 1 A - 2 , 1 1 A - 3 のうちの 2 つのチップ 1 1 A - 1 , 1 1 A - 2 がそれぞれ、第 2 光源の光軸 Z 1 に対して傾斜配置されている。なお、残りのチップ 1 1 A - 3 はこれらとは異なり、この光軸 Z 1 に対して平行配置されている。このため、チップ 1 1 A - 2 から発せられるレーザ光の光路は光軸 Z 1 に対して平行となっている一方、チップ 1 1 A - 1 , 1 1 A - 3 から発せられるレーザ光の光路はそれぞれ、光軸 Z 1 に対して傾斜された方向となっている。これにより本変形例では、光路変換（光路合成）後の各レーザ光の強度ピークを光軸 Z 1 の方向に揃えることができる。

10

【 0 1 1 4 】

また、本変形例においても例えば図 4 3 に示したように、各チップ 1 1 A - 1 , 1 1 A - 2 , 1 1 A - 3 における発光スポット 1 1 B - 1 , 1 1 B - 2 , 1 1 B - 3 から発せられるレーザ光における F F P の短軸方向がそれぞれ、インテグレータ 4 0 の光軸と直交する面内における短軸方向（ここでは y 軸方向）と略一致するようにするのが望ましい。また、同様に、上記した第 1 光源が互いに異なる 2 以上の波長帯の光を発する光源である場合には、各発光スポット 1 1 B - 1 , 1 1 B - 2 , 1 1 B - 3 から発せられるレーザ光の F F P の長軸方向（ここでは x 軸方向）が、これらの 2 以上の波長帯間で互いに略一致するようにするのが望ましい。

20

【 0 1 1 5 】

[その他の変形例]

以上、実施の形態および変形例を挙げて本発明を説明したが、本発明はこれらの実施の形態等に限定されず、種々の変形が可能である。

【 0 1 1 6 】

例えば、上記実施の形態等では、照明光学系 1 A , 3 A , 4 A , 5 A , 6 A , 7 A , 8 A が、平行光をフライアイレンズ 4 0 A , 4 0 C に入射させる無限光学系を含んで構成されていたが、収束光（または発散光）をフライアイレンズ 4 0 A , 4 0 C に入射させる有限光学系を含んで構成されていてもよい。この場合には、上記実施の形態等において、カップリングレンズ 2 0 A ~ 2 0 D の代わりに、光源 1 0 A ~ 1 0 D から発せられた光を収束するか、または発散する機能を有する指向角変換素子を配置すればよい。ただし、この場合には、フライアイレンズ 4 0 A , 4 0 C の各セル 4 1 によってフライアイレンズ 4 0 B に形成される各光源像 S のサイズがフライアイレンズ 4 0 B の 1 つのセル 4 2 のサイズを超えない大きさとなるように、上記の指向角変換素子と、フライアイレンズ 4 0 A （またはフライアイレンズ 4 0 C ）、4 0 B とからなる光学系の光学倍率が設定されていることが好ましい。具体的には、上記の指向角変換素子と、フライアイレンズ 4 0 A （またはフライアイレンズ 4 0 C ）、4 0 B とからなる光学系の光学倍率が以下の関係式を満たすことが好ましい。なお、この場合においても、フライアイレンズ 4 0 A , 4 0 B , 4 0 C の各セル 4 1 , 4 2 が 1 以外の縦横比（アスペクト比）を有している場合には、照明光学系 1 A , 3 A , 4 A , 5 A , 6 A , 7 A , 8 A が、アナモルフィック光学系となっていることが好ましい。

30

40

$$h = P \times m \quad h_{FEL2}$$

m : 上記の指向角変換素子と、フライアイレンズ 4 0 A （またはフライアイレンズ 4 0 C ）、4 0 B とからなる光学系の光学倍率

【 0 1 1 7 】

また、上記実施の形態等において説明した各照明光学系および各プロジェクタにおける特徴的部分の構成同士を、任意の組み合わせで兼ね備えるようにしてもよい。具体的には、例えば、第 1 の実施の形態の照明光学系 1 A の構成と、第 2 ~ 第 5 の実施の形態の各照

50

明光学系 3 A , 4 A , 5 A , 6 A の構成とを組み合わせてもよい。また、例えば、第 2 の実施の形態の照明光学系 3 A の構成と、第 3 ~ 第 5 の実施の形態の各照明光学系 4 A , 5 A , 6 A の構成とを組み合わせてもよい。このように、複数の実施の形態等における特徴的部分の構成同士を組み合わせた場合、相乗的に輝度むらを低減することができ、更なる高画質化を図ることが可能となる。

【 0 1 1 8 】

更に、上記実施の形態等では、本発明を、投射型表示装置に適用した場合について説明されていたが、他の表示装置に適用することももちろん可能である。例えば、図 4 4 に示したように、本発明を、リアプロジェクション表示装置 9 に適用することが可能である。このリアプロジェクション表示装置 9 は、照明光学系 1 A , 3 A , 4 A , 5 A , 6 A , 7 A , 8 A (またはこれらのうちの任意の組み合わせ) を含むプロジェクタ 1 , 3 , 4 , 5 , 6 , 7 , 8 等と、プロジェクタ 1 , 3 , 4 , 5 , 6 , 7 , 8 等 (投影光学系 7 0) から投射された画像光を映し出す透過型スクリーン 9 0 とを備えている。このように、リアプロジェクション表示装置 9 の照明光学系として、照明光学系 1 A , 3 A , 4 A , 5 A , 6 A , 7 A , 8 A 等を用いることにより、照明光 (画像光 , 表示光) における輝度むらを低減することができ、表示画質を向上させることが可能となる。

10

【 0 1 1 9 】

加えて、上記実施の形態等では、空間変調素子 6 0 が透過型または反射型の素子によって構成されている場合について説明したが、これには限られず、例えば、空間変調素子 6 0 がデジタルマイクロミラーデバイス (D M D) によって構成されていてもよい。

20

【 0 1 2 0 】

加えて、上記実施の形態等では、照明光学系および表示装置の各構成要素 (光学系) を具体的に挙げて説明したが、全ての構成要素を備える必要はなく、また、他の構成要素を更に備えていてもよい。

【 0 1 2 1 】

また、上記実施の形態等では、本発明の照明装置の用途として、投射型等の表示装置を例に挙げて説明したが、これには限られず、例えばステッパ等の露光装置にも適用することが可能である。

【 符号の説明 】

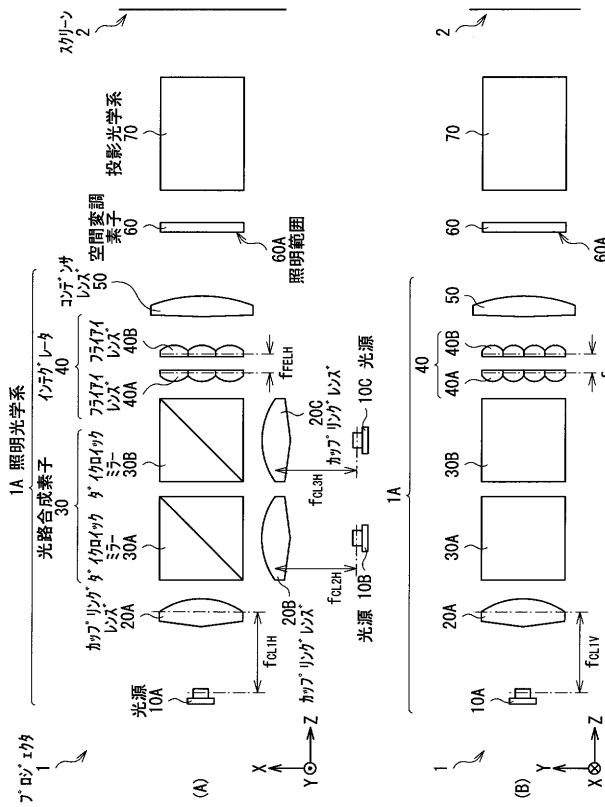
【 0 1 2 2 】

1 , 3 , 4 , 5 , 6 , 7 , 8 ... プロジェクタ、 1 A , 3 A , 4 A , 5 A , 6 A , 7 A , 8 A ... 照明光学系、 2 ... スクリーン、 9 ... リアプロジェクション表示装置、 9 0 ... 透過型スクリーン、 1 0 A , 1 0 B , 1 0 C , 1 0 D ... 光源、 1 1 ... 固体発光素子、 1 1 A , 1 1 A - 1 , 1 1 A - 2 , 1 1 A - 3 ... チップ、 1 1 B , 1 1 B - 1 , 1 1 B - 2 , 1 1 B - 3 ... 発光スポット、 1 2 ... パッケージ、 1 3 ... ステム、 1 3 A ... 支持基板、 1 3 B ... 外枠基板、 1 3 C ... 接続端子、 1 4 ... キャップ、 1 4 A ... 筒部、 1 4 B ... 光透過部、 1 5 ... サブマウント、 1 6 ... ワイヤ、 2 0 A , 2 0 B , 2 0 C , 2 0 D ... カップリングレンズ、 3 0 ... 光路合成素子、 3 0 A , 3 0 B ... ダイクロイックミラー、 4 0 , 4 3 ... インテグレート、 4 0 A , 4 0 B , 4 0 C , 4 0 D ... フライアイレンズ、 4 1 , 4 2 ... セル、 5 0 , 5 0 A , 5 0 B ... コンデンサレンズ、 5 1 ... 偏光ビームスプリッタ、 6 0 ... 空間変調素子、 6 0 A ... 照明範囲、 7 0 ... 投影光学系、 9 1 ... アナモルフィックレンズ、 9 2 ... 光路分岐素子、 9 2 A ... 回折素子、 9 2 B ... ハーフミラー (プリズム) 。

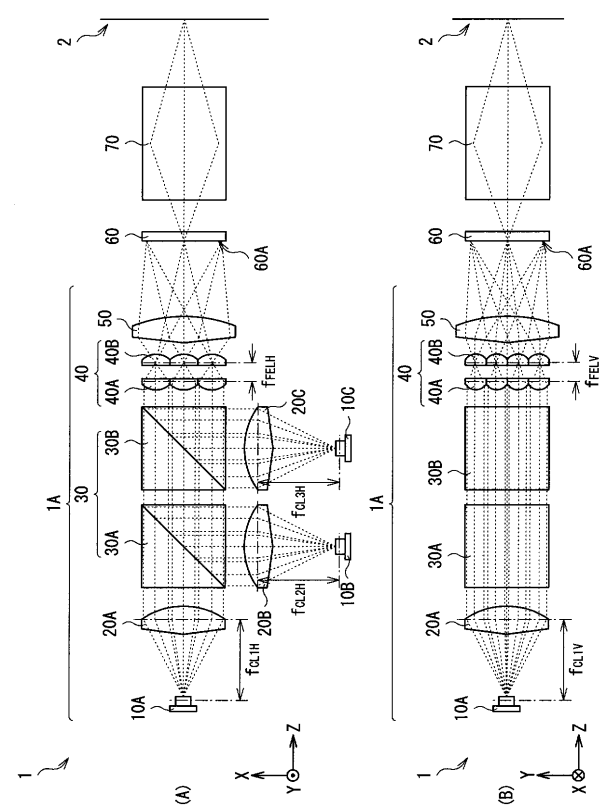
30

40

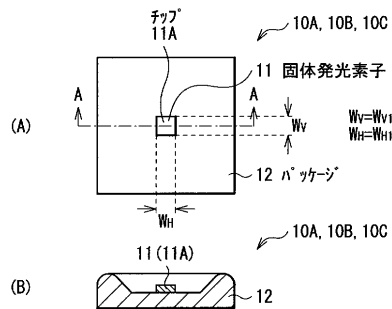
【図 1】



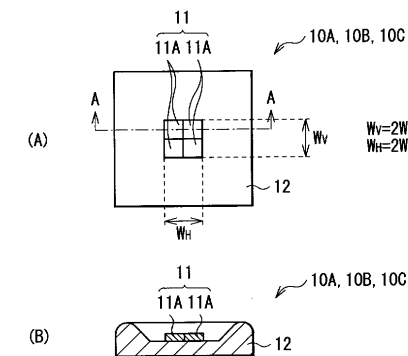
【図 2】



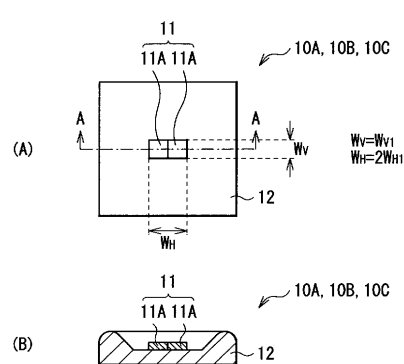
【図 3】



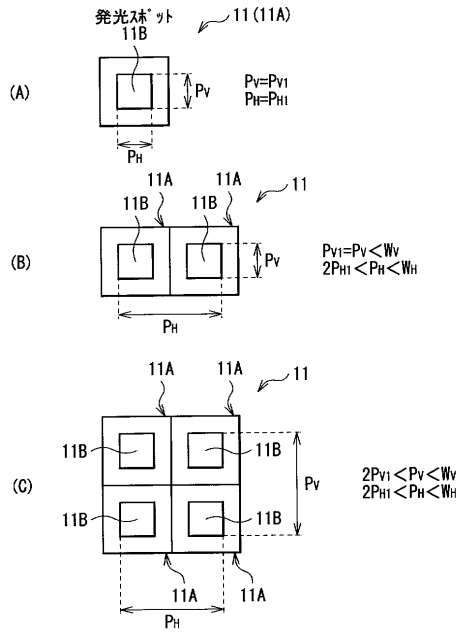
【図 5】



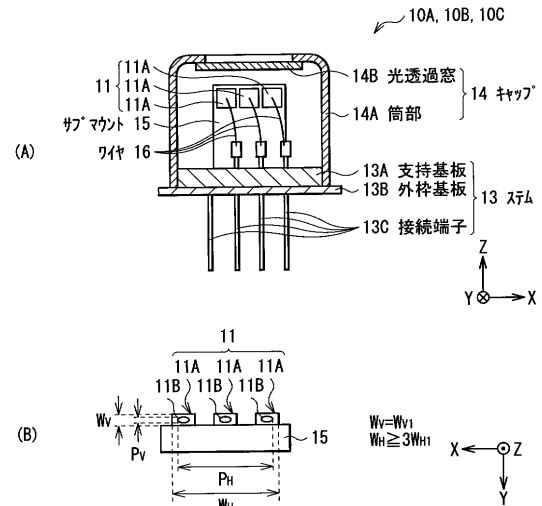
【図 4】



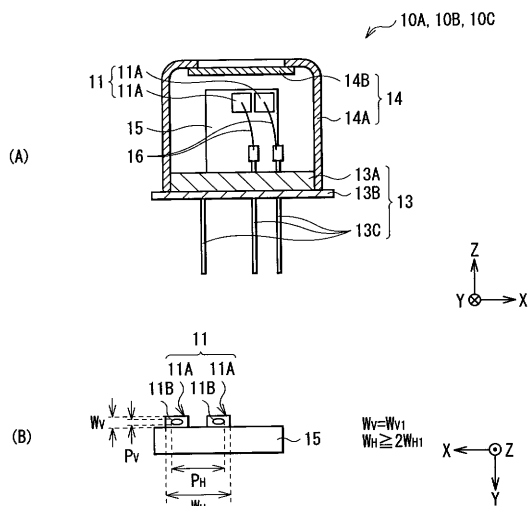
【図 6】



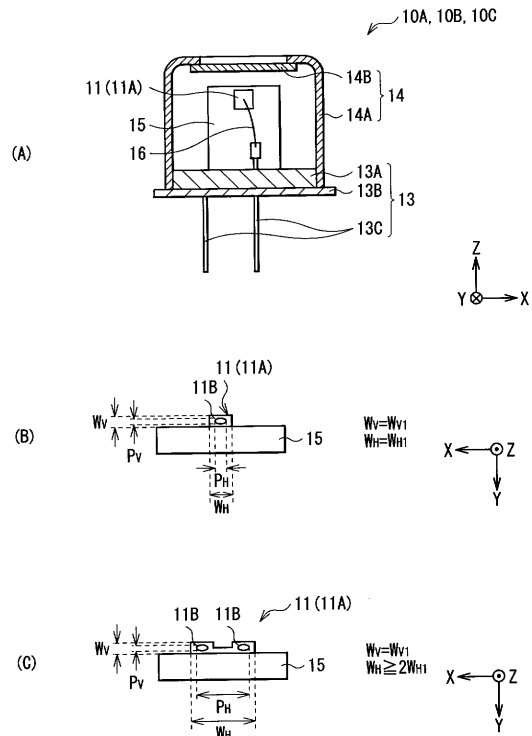
【図 7】



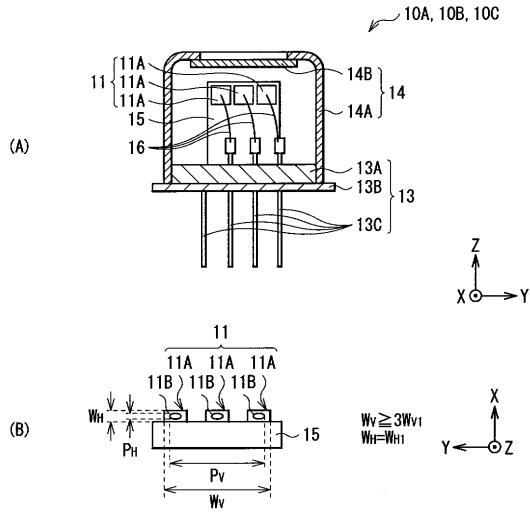
【図 8】



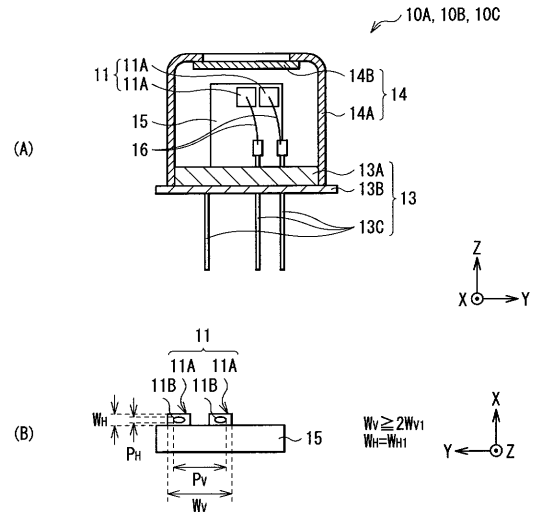
【図 9】



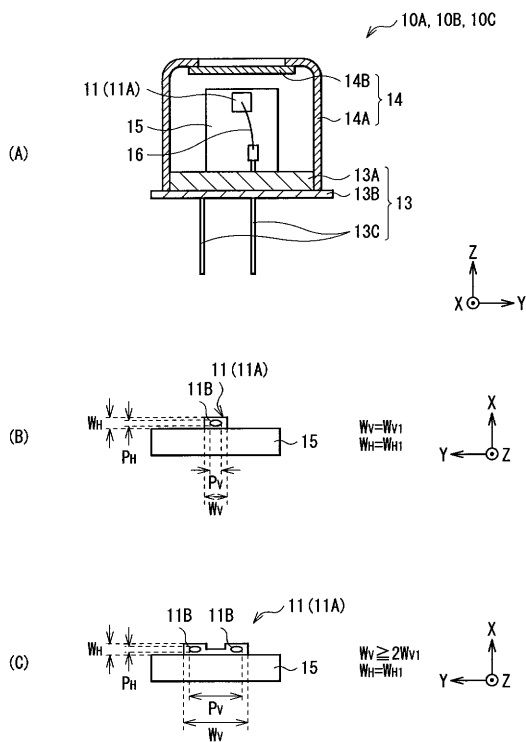
【図 10】



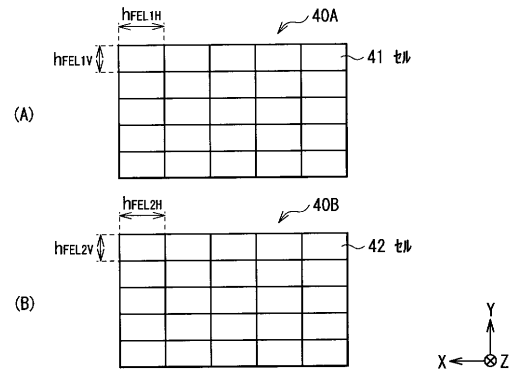
【図 11】



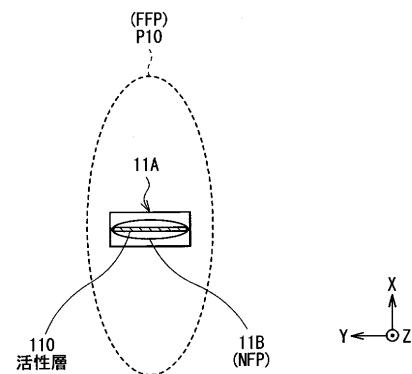
【図 12】



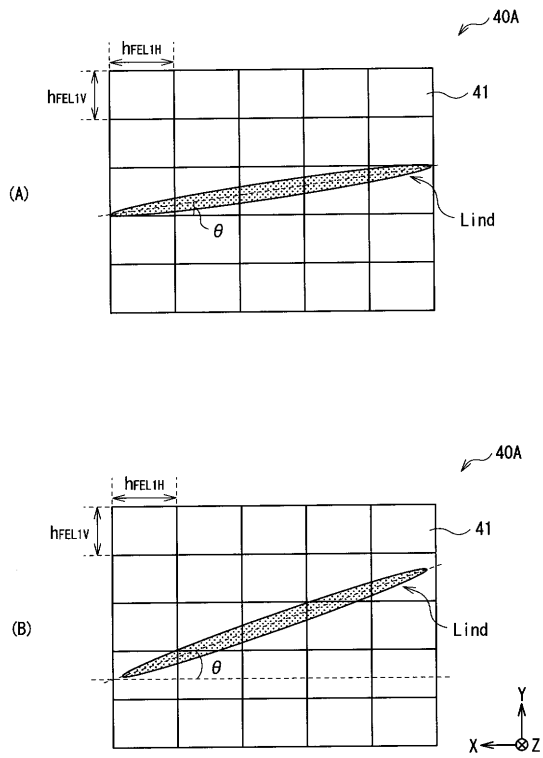
【図 13】



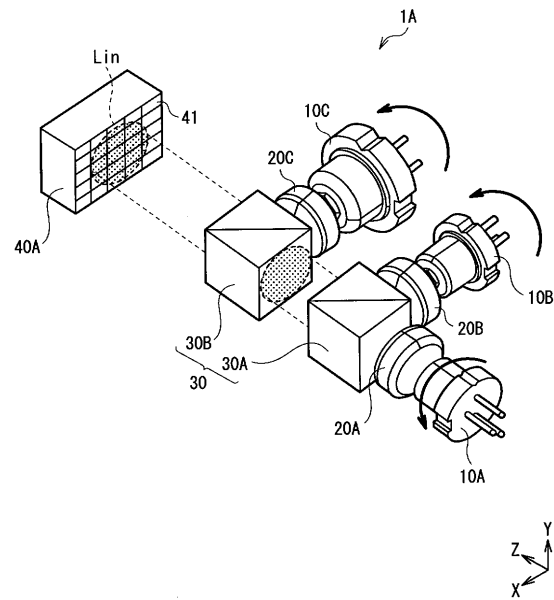
【図 14】



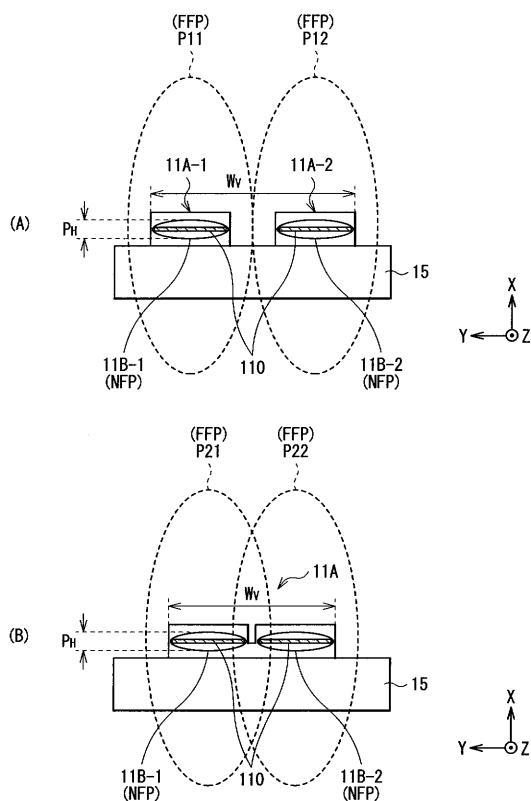
【図 15】



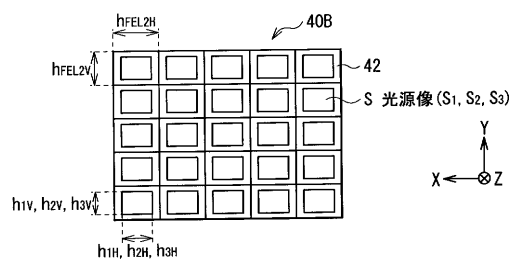
【図 16】



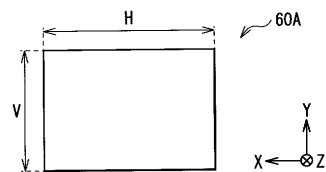
【図 17】



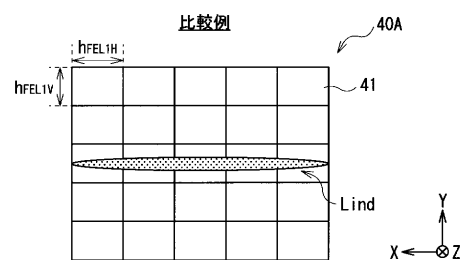
【図 18】



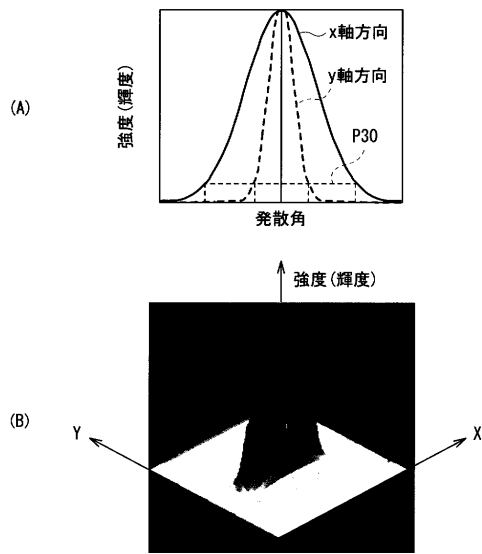
【図 19】



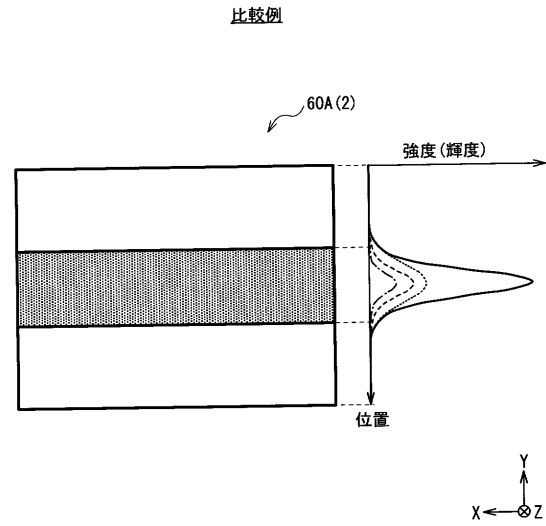
【図 20】



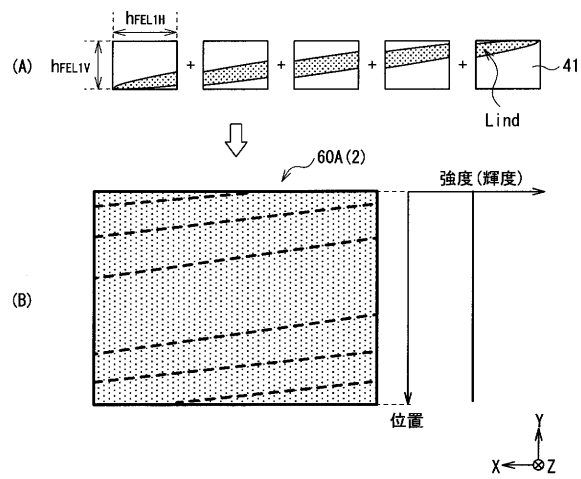
【図 2 1】



【図 2 2】



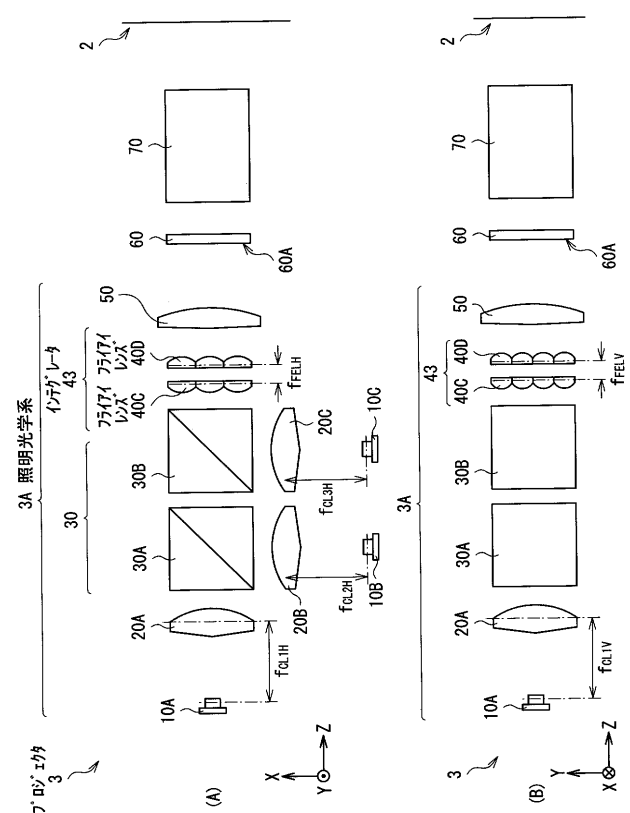
【図 2 3】



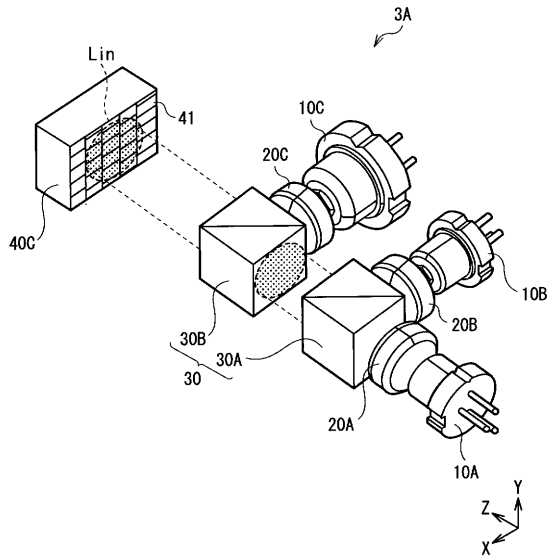
【図 2 4】

7x^外比	16:9	4:3	16:9	16:9
nH[個]	6	6	8	12
hFEL1H[mm]	1.33	1.00	0.75	0.33
hFEL1V[mm]	0.75	0.75	0.42	0.19
θ [deg]	5.4	7.1	4.0	2.7

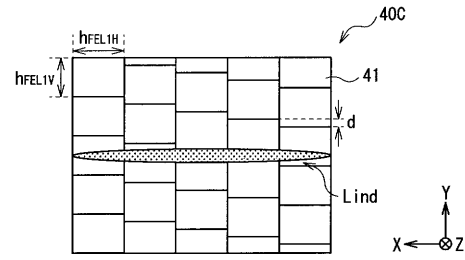
【図 2 5】



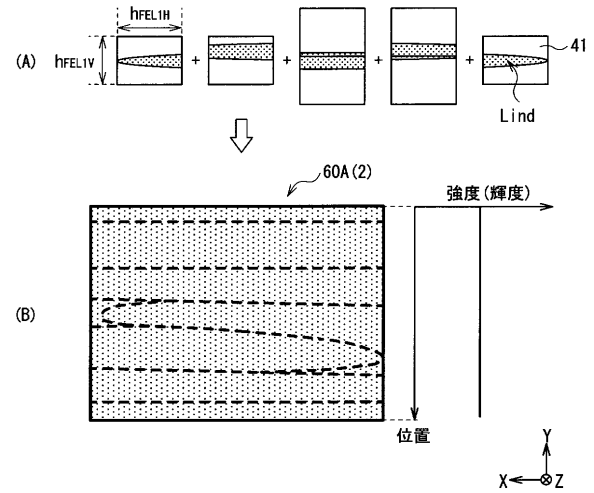
【図 26】



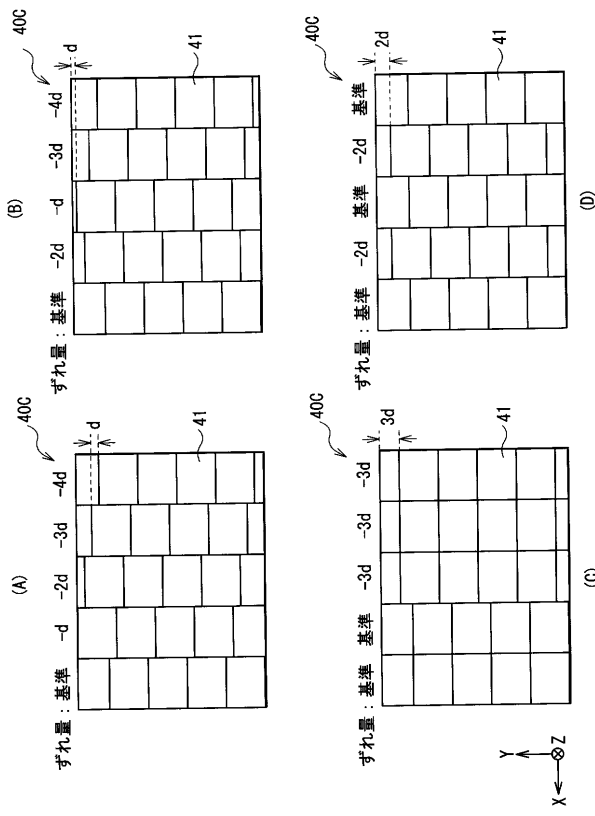
【図 27】



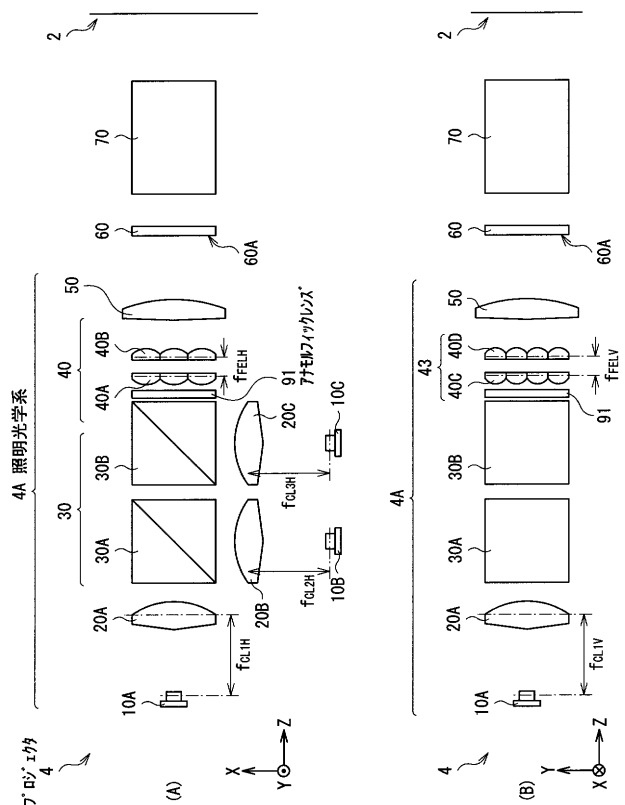
【図 28】



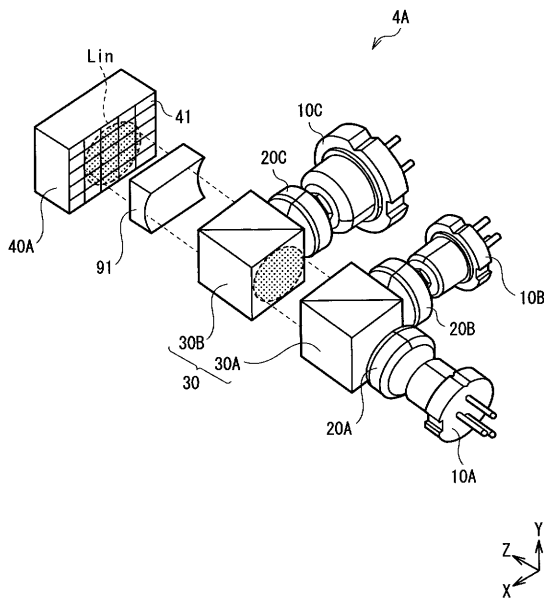
【図 29】



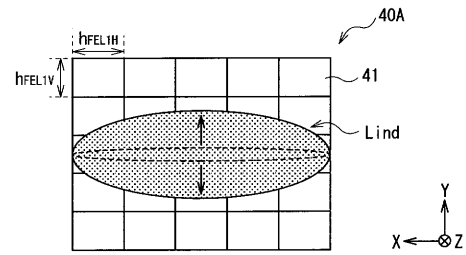
【図 30】



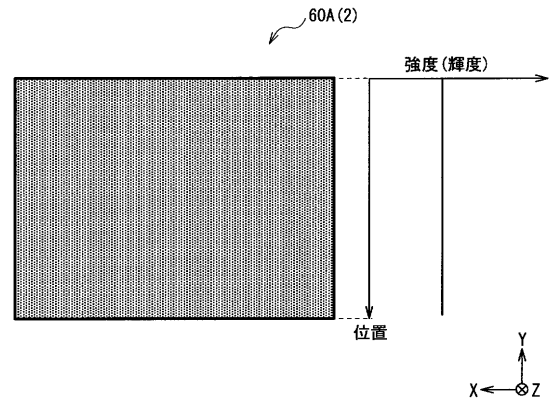
【 図 3 1 】



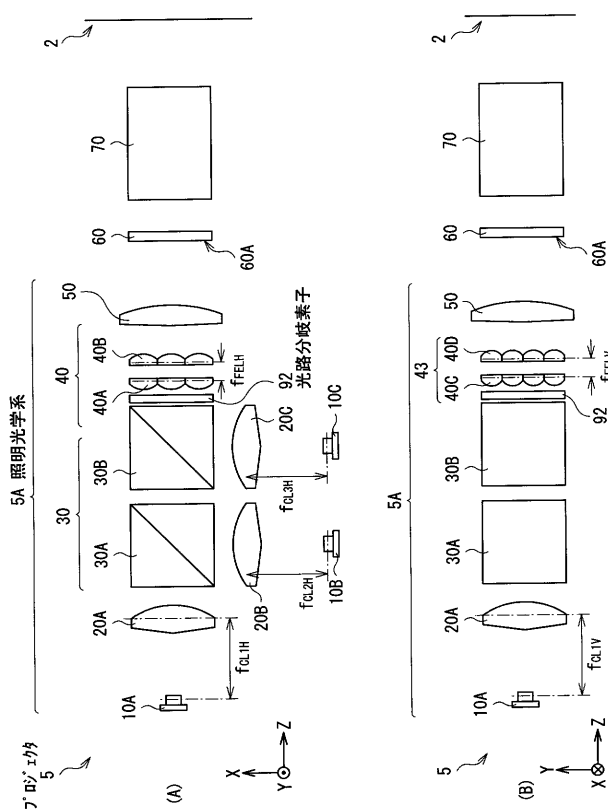
【 図 3 2 】



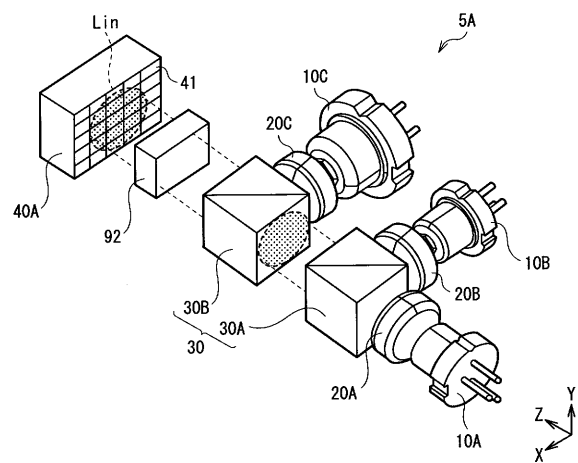
【 図 3 3 】



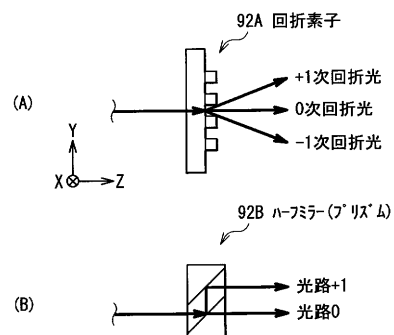
【 図 3 4 】



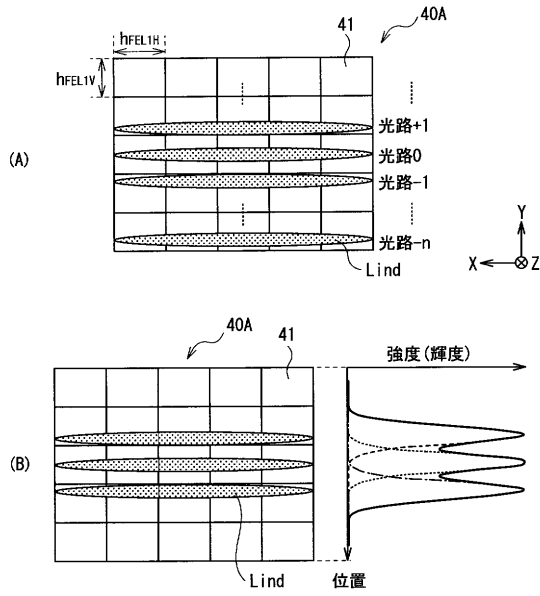
【 図 3 5 】



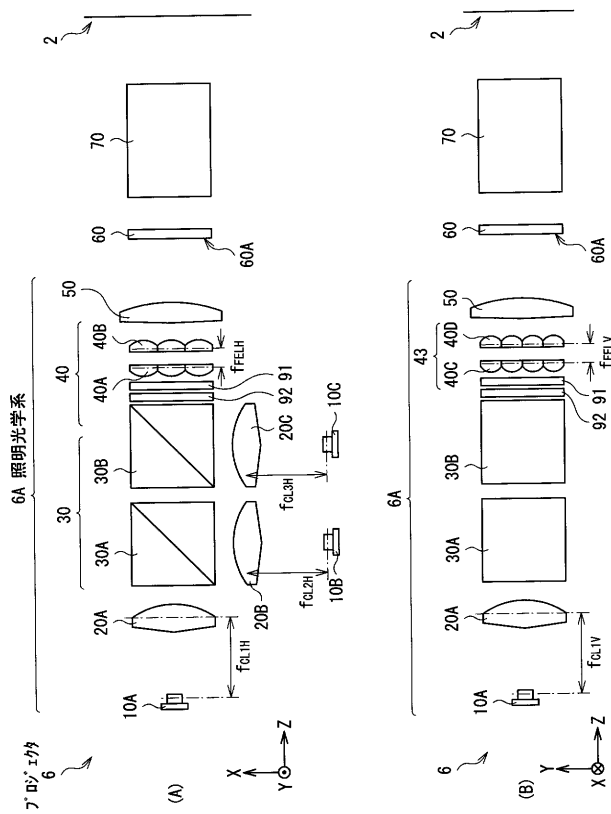
【 ㄨ 3 6 】



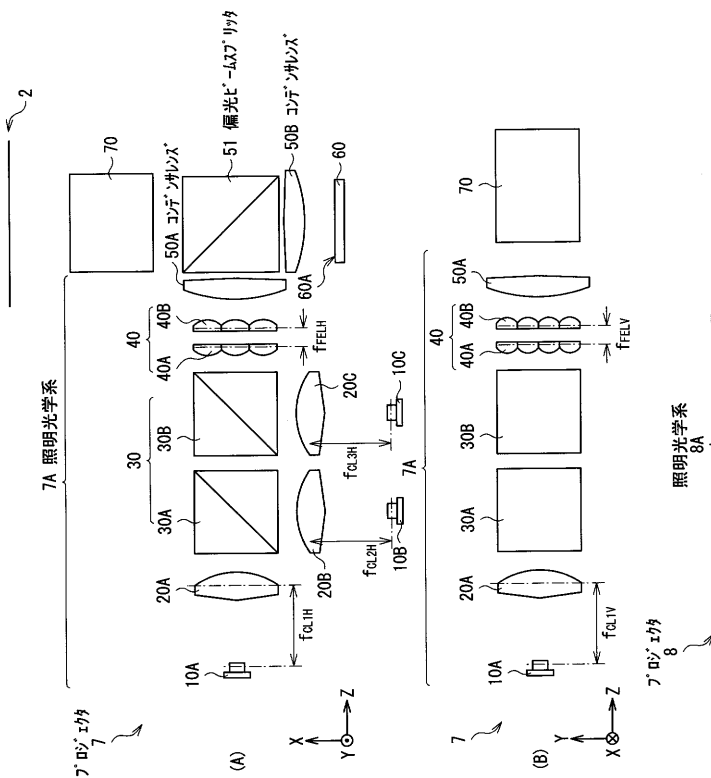
【図 37】



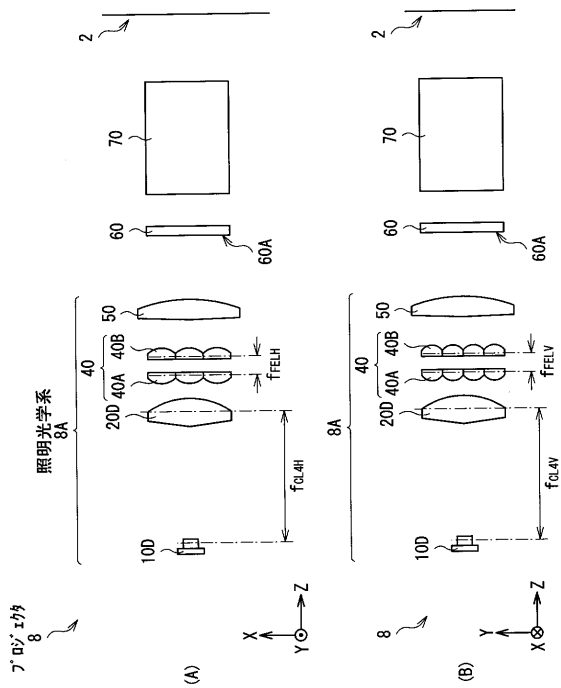
【図 38】



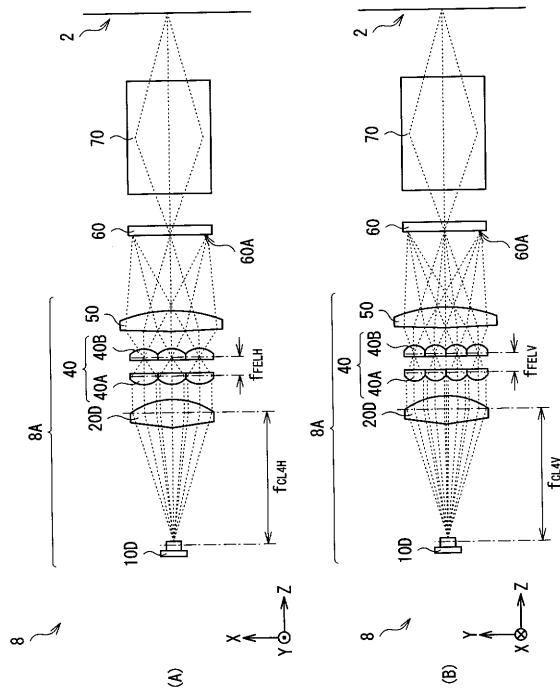
【図 39】



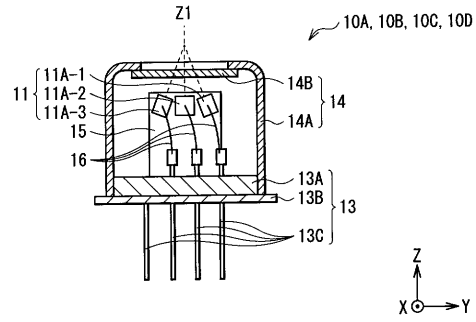
【図 40】



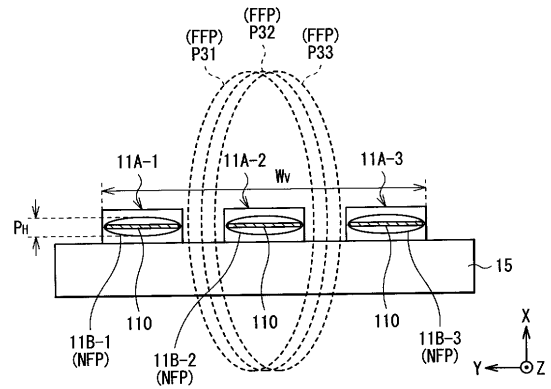
【図 4 1】



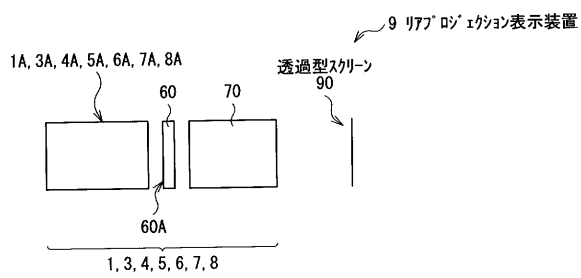
【図 4 2】



【図 4 3】



【図 4 4】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2K103 AA01 AA05 AA07 AA16 AA17 AA25 AB05 BA01 BA11 BC01
BC04 BC20 BC22 BC26 BC37 CA17 CA24 CA26 CA32 CA75
CA76
3K243 AA00 BC00 BE02
5C058 BA06 BA29 EA02