

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5906416号  
(P5906416)

(45) 発行日 平成28年4月20日(2016.4.20)

(24) 登録日 平成28年4月1日(2016.4.1)

(51) Int.Cl.

F 1

<b>G03B</b>	<b>21/14</b>	<b>(2006.01)</b>	GO 3 B	21/14	A
<b>G03B</b>	<b>21/00</b>	<b>(2006.01)</b>	GO 3 B	21/00	D
<b>F21S</b>	<b>2/00</b>	<b>(2016.01)</b>	F 21 S	2/00	3 1 1
<b>H04N</b>	<b>9/31</b>	<b>(2006.01)</b>	F 21 S	2/00	3 3 0
<b>H04N</b>	<b>5/74</b>	<b>(2006.01)</b>	F 21 S	2/00	3 4 0

請求項の数 11 (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2012-134033 (P2012-134033)
(22) 出願日	平成24年6月13日 (2012.6.13)
(65) 公開番号	特開2013-33226 (P2013-33226A)
(43) 公開日	平成25年2月14日 (2013.2.14)
審査請求日	平成26年10月10日 (2014.10.10)
(31) 優先権主張番号	特願2011-145184 (P2011-145184)
(32) 優先日	平成23年6月30日 (2011.6.30)
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)

(73) 特許権者	314012076 パナソニックIPマネジメント株式会社 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号
(74) 代理人	110001276 特許業務法人 小笠原特許事務所
(72) 発明者	田中 孝明 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

審査官 田辺 正樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 照明装置および投写型表示装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

第1の光源と、前記第1の光源よりも発光面積が大きい第2の光源と、前記第1の光源からの光を第1の光束となるように集光する第1の集光手段と、前記第2の光源からの光を第2の光束となるように集光する第2の集光手段と、前記第1の光束および前記第2の光束を照明光にする照明光学手段であって、前記第2の光束に対するFナンバーが前記第1の光束に対するFナンバーよりも小さい照明光学手段と、を備え、

前記第1の光源は、半導体レーザー光源からの光で励起され、蛍光発光する蛍光光源であることを特徴とする照明装置。

## 【請求項 2】

前記照明光学手段は、前記第1の光束に対する第1の照明光学系と、前記第2の光束に対する第2の照明光学系とを、互いに共通の光学素子を前記第1の光束および前記第2の光束の入射側に含むように備えており、

前記第2の光束の径は前記第1の光束の径よりも大きく、

前記第2の照明光学系のFナンバーは、前記第1の照明光学系のFナンバーよりも小さいことを特徴とする請求項1に記載の照明装置。

## 【請求項 3】

前記照明光学手段は、前記第1の光束に対する第1の照明光学系と、前記第2の光束に対する第2の照明光学系とを、互いに共通の光学素子を含まないように備えており、

10

20

前記第2の照明光学系のFナンバーは、前記第1の照明光学系のFナンバーよりも小さいことを特徴とする請求項1に記載の照明装置。

**【請求項4】**

前記第2の光源は、発光ダイオードである請求項1から3までのいずれか1項に記載の照明装置。

**【請求項5】**

前記蛍光光源は、回転制御可能な円形基板であって、第1の基板と、前記第1の基板の一方の面上に配置された反射膜と、前記反射膜上に配置された蛍光体層とを備えている請求項1に記載の照明装置。

**【請求項6】**

前記蛍光光源の蛍光体層としてYAG系黄色蛍光体を備えている請求項1、2、3、または5に記載の照明装置。

**【請求項7】**

映像信号に応じて画像を形成する画像形成手段と、

前記画像形成手段の照明光源としての、請求項1から6までのいずれか1項に記載の照明装置と、

前記画像形成手段から出射した光束を受け、前記画像形成手段で形成された画像を拡大投写する投写レンズと、を備えていることを特徴とする投写型表示装置。

**【請求項8】**

前記画像形成手段はライトバルブである請求項7に記載の投写型表示装置。

10

**【請求項9】**

透過型の液晶パネルを含む前記ライトバルブを3つ備え、

3つの前記ライトバルブのうち、

前記第1の光源からの光が照明される前記ライトバルブの前記液晶パネルは画素開口率を向上させるマイクロレンズアレイを備えており、

前記第2の光源からの光が照明される前記ライトバルブの前記液晶パネルはマイクロレンズアレイを備えていない請求項8に記載の投写型表示装置。

**【請求項10】**

透過型の液晶パネルを含む前記ライトバルブを3つ備え、

3つの前記ライトバルブのうち、

20

前記第1の光源からの光が照明される前記ライトバルブの前記液晶パネルは画素開口率を向上させる第1のマイクロレンズアレイを備えており、

前記第2の光源からの光が照明される前記ライトバルブの前記液晶パネルは前記第1のマイクロレンズアレイよりも焦点距離が長い第2のマイクロレンズアレイを備えている請求項8に記載の投写型表示装置。

**【請求項11】**

前記画像形成手段はミラー偏向型のデジタルマイクロミラーデバイスである請求項7に記載の投写型表示装置。

**【発明の詳細な説明】**

**【技術分野】**

40

**【0001】**

本発明は、小型の画像形成デバイス上に形成される画像を照明光で照射し、投写レンズによりスクリーン上に拡大投写する投写型表示装置に関する。

**【背景技術】**

**【0002】**

液晶やミラー偏向型のデジタルマイクロミラーデバイス(DMD)の画像形成手段を用いた投写型表示装置の光源として、放電ランプが広く利用されている。放電ランプは寿命が短く信頼性が低い、という問題点を抱えている。この問題点を解決するため、近年、光源として、半導体レーザーや発光ダイオードの固体光源を用いた投写型表示装置が開発されている。図6に、従来の固体光源とDMDを用いた投写型表示装置を示す。発光ダイオ

50

ード 1 からの紫外光は、カラー ホイール 2 に入射する。カラー ホイール 2 には紫外線を透過し可視光を反射する反射膜が形成され、反射膜の出射側には円盤を 3 つの領域に分割した領域に、それぞれ赤、緑、青の蛍光体層が形成されている。カラー ホイール 2 に入射した紫外線により、赤、緑、青の色光が発光される。発光した光はリレーレンズ 3、反射ミラー 4、プリズム 5 を透過および反射して、D M D 6 に入射する。映像信号に応じて、D M D 6 で変調された光は投写レンズ 7 により拡大投写される（特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 3】

【特許文献 1】特開 2 0 0 4 - 3 4 1 1 0 5 号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

一般に、半導体レーザーや発光ダイオードなどの固体光源は放電ランプと比較して、発光光束が少ない。このため、固体光源を用いた投写型表示装置の高輝度化を図る手法として、多数のレーザー光源を用いて蛍光体を励起、蛍光させる蛍光光源を用いて光束の増大を図る手法が有望である。この蛍光光源の発光スペクトルは、蛍光体に依存するが相対的に青成分が少ない。このため、青色成分として青色の半導体レーザーや青色の発光ダイオードと、蛍光光源を組み合わせて、光利用効率の高い投写型表示装置を構成することが有益である。一方、青色にレーザー光を用いる場合には、投写レンズから出射する光を、安全上、インコヒーレント化する必要がある。また、青色に発光ダイオードを用いる場合、必要な光出力を得るには、その発光面積が放電ランプや蛍光光源と比べて大きく、大幅な光利用効率の向上が必要である。したがって、ここでは、以下に説明する限定されない例示的な態様によって、レーザー励起の蛍光光源と、レーザーや発光ダイオードとの組み合わせなどで構成される複数の光源からの光を効率よく照明する照明装置と、その照明装置を用いた投写型表示装置を提供する。

20

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 5】

本発明の照明装置は、第 1 の光源と、前記第 1 の光源よりも発光面積が大きい第 2 の光源と、前記第 1 の光源からの光を第 1 の光束となるように集光する第 1 の集光手段と、前記第 2 の光源からの光を第 2 の光束となるように集光する第 2 の集光手段と、前記第 1 の光束および前記第 2 の光束を照明光にする照明光学手段であって、前記第 2 の光束に対する F ナンバーが前記第 1 の光束に対する F ナンバーよりも小さい照明光学手段と、を備えたことを特徴とする。

30

【0 0 0 6】

本発明の投写型表示装置は、映像信号に応じて画像を形成する画像形成手段と、前記画像形成手段の照明光源としての本発明の照明装置と、前記画像形成手段から出射した光束を受け、前記画像形成手段で形成された画像を拡大投写する投写レンズと、を備えていることを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0 0 0 7】

本発明によれば、発光面積が大きいほうの第 2 の光源から得られた第 2 の光束に対する F ナンバーが、第 1 の光源から得られた第 1 の光束に対する F ナンバーよりも小さい照明光学手段を備えることにより、高効率の照明装置が構成できる。また、当該照明光学手段によって画像形成手段を照明する構成とすることにより、長寿命で明るい投写型表示装置が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【0 0 0 8】

【図 1】本発明の実施の形態 1 における照明装置と投写型表示装置の構成図

【図 2】図 1 の装置が備える蛍光光源の発光スペクトル特性を示すグラフ

50

【図3】図1の装置が備える発光ダイオードの発光スペクトル特性を示すグラフ

【図4】図1の装置が備える液晶パネルの構成を示し、(a)は第1のマイクロレンズが形成された液晶パネルの構成を示す断面図、(b)は第2のマイクロレンズが形成された液晶パネルの構成を示す断面図

【図5】本発明の実施の形態2における照明装置と投写型表示装置の構成図

【図6】従来の投写型表示装置の概略構成図

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下本発明を実施するための形態について、図面を参照しながら説明する。

【0010】

(実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態を示す照明装置と、その照明装置を画像形成手段の照明光源として用いた投写型表示装置の構成図である。画像形成手段として、例えば、TNモードもしくはVAモードであって、画素領域に薄膜トランジスタを形成したアクティブマトリクス方式の透過型の液晶パネルを備えたライトバルブを用いる。

【0011】

20 20は半導体レーザー、21は集光レンズ、22は放熱板、23はヒートシンク、25、26はレンズ、27は拡散板、28は青反射のダイクロイックミラー、30は第1の集光手段であるコンデンサレンズ、35は蛍光基板であり、本発明の第1の光源である蛍光光源となる。24は半導体レーザーからの光束、29は蛍光基板から蛍光発光する光束を示している。37は第2の光源である青色を発光する発光ダイオード、38はヒートシンク、36は第2の集光手段であるコンデンサレンズ、39は発光ダイオードの光束である。光束(第1の光束)29および光束(第2の光束)39は、例えばそれぞれ平行光束である。平行光束は略平行光束の意味を包含する表現である。第1および第2の光束は平行光束に限らない。100、101はそれぞれ第1、第2のレンズアレイ板、102は偏光変換光学素子、103は重畠用レンズ、104は青反射のダイクロイックミラー、105は緑反射のダイクロイックミラー、106、107、108は反射ミラー、109、110はリレーレンズ、111、112、113はフィールドレンズ、120、121、122は入射側偏光板、123、124、125は液晶パネル、126、127、128は出射側偏光板、129は赤反射のダイクロイックミラーと青反射のダイクロイックミラーから構成される色合成プリズム、130は投写レンズである。114は緑、赤成分の照明光の光線様相、115は青色成分の照明光の光線様相、116は赤色成分の照明光の光線様相、図中のG、B、Rは液晶パネルへの照明光入射角である。ここでは、第1のレンズアレイ板100からフィールドレンズ111、112、113を透過して液晶パネル123を備えるライトバルブ、液晶パネル124を含むライトバルブ、および、液晶パネル125を含むライトバルブを照明する光学系を照明光学手段としている。また、第1および第2の光源と、第1および第2の集光手段と、照明光学手段とを備えた構成を照明装置としている。入射側偏光板120、液晶パネル123、および、出射側偏光板126により、また、入射側偏光板121、液晶パネル124、および、出射側偏光板127により、また、入射側偏光板122、液晶パネル125、および、出射側偏光板128により、それぞれ1つの液晶ライトバルブ(画像形成手段)が構成されている。当該液晶ライトバルブのそれぞれは、一般にライトバルブであつてよい。

【0012】

半導体レーザー20は放熱板22上に一定の間隔で2次元状に24個(4×6)に正方形配列で多数配置している。ヒートシンク23は半導体レーザー20を冷却するためのものである。半導体レーザー20は、440nmから455nmの波長で青の色光を発光する。複数の半導体レーザー20から出射した光は対応する集光レンズ21により、それぞれ集光され平行な光束24に変換される。光束24群は凸面のレンズ25と凹面のレンズ26により、さらに小径化され、拡散板27に入射する。拡散板27はガラス製で表面の微細な凹凸形状で光を拡散する。拡散板27からの光はダイクロイックミラー28で反射す

10

20

30

40

50

る。ダイクロイックミラー 28 は波長 445 nm 付近の半導体レーザー 20 からの光と青色発光ダイオード 37 からの光を反射し、かつ緑および赤の色光を透過する特性である。ダイクロイックミラー 28 で反射した励起光束がコンデンサレンズ 30 により集光されることにより、各半導体レーザー 20 から出射した光は、光強度がピーク強度に対して 13.5 % となる直径が 1 ~ 2 mm のスポット光に重畳された状態で、蛍光基板 35 に入射する。拡散板 27 はそのスポット光の径が所望の径となるよう光を拡散させる。蛍光基板 35 は、例えば、ガラス基板（第 1 の基板）31 と、ガラス基板 31 の一方の面上に配置された反射膜 32 と、反射膜 32 上に配置された蛍光体層 33 とを備えるとともに、中央部にモーター 34 を備えた回転制御可能な円形基板である。蛍光基板 35 の反射膜 32 は可視光を反射する誘電体薄膜である。蛍光体層 33 には青色光により励起され、緑、赤成分を含んだ黄色光を発光する YAG 系黄色蛍光体を、円環状に形成している。この蛍光体の結晶母体の代表的な化学組織は  $Y_3Al_5O_{12}$  である。半導体レーザー 20 からの光で励起された蛍光体層 33 は緑、赤成分の光を含む黄色光を蛍光発光する。10

#### 【0013】

図 2 に、蛍光光源からの発光スペクトルを示す。蛍光体材料の適切な選択により、波長が 590 ~ 600 nm 付近で分離すると、緑成分と赤成分が良好な色と強度比率になる。スペクトルの光利用効率は 95 % である。配光特性は完全拡散面に近い特性である。

#### 【0014】

蛍光基板 35 の発光面積をスポット光の面積とすると、 $0.78 \sim 3.14 \text{ mm}^2$  となる。蛍光基板 35 は、上記の円形基板である場合に、回転させることにより、励起光による蛍光体の温度上昇を抑制し、蛍光変換効率を安定に維持することができる。蛍光体層 33 に入射した光は、緑、赤成分の色光に蛍光変換されて、蛍光基板 35 から出射する。また、反射膜 32 側に発光する光は反射膜 32 で反射して、蛍光基板 35 から出射する。蛍光基板 35 から出射した緑および赤の色光は、再びコンデンサレンズ 30 で集光され、光束 29 に変換された後、ダイクロイックミラー 28 を透過する。20

#### 【0015】

一方、第 2 の光源である発光ダイオード 37 は大光出力化するため、発光面積が 5 mm<sup>2</sup> 以上の発光ダイオードを用いている。当該発光面積は、発光ダイオード 37 のチップ表面の光取り出し領域の面積であり、蛍光基板 35 の蛍光光源の発光面積に対して、6.4 ~ 1.6 倍以上となる。30

#### 【0016】

図 3 に、発光ダイオードの発光スペクトルを示す。ピーク波長は 460 nm 付近で強度が 50 % となる波長幅は略 22 nm である。配光特性は配光角度が 40 度で 50 %、80 度で 10 % となる特性で完全拡散面よりもやや指向性が高い。

#### 【0017】

発光ダイオード 37 はヒートシンク 38 により冷却される。発光ダイオード 37 からの光はコンデンサレンズ 36 により光束 39 に変換された後、ダイクロイックミラー 28 を反射する。例えば、発光ダイオード 37 からの光束 39 の口径が、蛍光基板 35 からの光束 29 の口径に対して、略 1.3 倍程度の大口径の光束となるように、それぞれのコンデンサレンズ 30、36 を構成する。このようにして、異なる口径の蛍光基板 35 からの黄色光束と、発光ダイオード 37 からの青色光束が合成されて、白色光となる。40

#### 【0018】

異なる径の光束 29、39 で合成された白色光は、複数のレンズ素子から構成される第 1 のレンズアレイ板 100 に入射する。第 1 のレンズアレイ板 100 に入射した光束は多数の光束に分割される。分割された多数の光束は、複数のレンズから構成される第 2 のレンズアレイ板 101 に収束する。第 1 のレンズアレイ板 100 のレンズ素子は液晶パネル 123、124、125 と相似形の開口形状である。第 2 のレンズアレイ板 101 のレンズ素子は第 1 のレンズアレイ板 100 と液晶パネル 123、124、125 とが略共役関係となるようにその焦点距離が決められている。第 2 のレンズアレイ板 101 から出射した光は偏光変換光学素子 102 に入射する。偏光変換光学素子 102 は、偏光分離プリズ50

ムと 1 / 2 波長板により構成され、光源からの自然光を一つの偏光方向の光に変換する。偏光変換光学素子 102 からの光は重畠用レンズ 103 に入射する。重畠用レンズ 103 は第 2 のレンズアレイ板 101 の各レンズ素子からの出射した光を液晶パネル 123、124、125 上に重畠照明するためのレンズである。重畠用レンズ 103 からの光は、青反射のダイクロイックミラー 104、緑反射のダイクロイックミラー 105 により、青、緑、赤の色光に分離される。緑の色光はフィールドレンズ 111、入射側偏光板 120 を透過して、液晶パネル 123 に入射する。青の色光は反射ミラー 106 で反射した後、フィールドレンズ 112、入射側偏光板 121 を透過して液晶パネル 124 に入射する。赤の色光はリレーレンズ 109、110 や反射ミラー 107、108 を透過屈折および反射して、フィールドレンズ 113、入射側偏光板 122 を透過して、液晶パネル 125 に入射する。

#### 【 0019 】

ここでは、例えば、前述のように発光ダイオード 37 からの光束 39 を、蛍光基板 35 からの光束 29 よりも大口径とし、照明入射角を  $B > G = R$  とし、発光ダイオード 37 からの光束 39 を照明光にする光学系（第 2 の照明光学系）の F ナンバーを、蛍光基板 35 からの光束 29 を照明光にする光学系（第 1 の照明光学系）の F ナンバーよりも小さく設定する。第 1 の照明光学系と第 2 の照明光学系とは、例えば、第 1 のレンズアレイ板 100、第 2 のレンズアレイ板 101、偏光変換光学素子 102、重畠用レンズ 103、および、ダイクロイックミラー 104 を共通の光学素子として備えている。すなわち、当該共通の光学素子は、第 1 の照明光学系および第 2 の照明光学系の、光束 29 および光速 39 の入射側に配置されている。第 1 の照明光学系は、当該共通の光学素子以外に、さらに、ダイクロイックミラー 105、リレーレンズ 109、反射ミラー 107、リレーレンズ 110、反射ミラー 108、フィールドレンズ 113、および、フィールドレンズ 111 を備えている。第 2 の照明光学系は、当該共通の光学素子以外に、さらに、反射ミラー 106 およびフィールドレンズ 112 を備えている。発光ダイオード 37 からの光束 39 を照明光にする光学系について、蛍光光源からの光束 29 を照明光にする光学系と同じ F ナンバーの照明光学系を用いたのでは光利用効率が低下する。蛍光光源よりも発光面積が大きい発光ダイオードからの光束 39 に対する第 2 の照明光学系の F ナンバーを第 1 の照明光学系の F ナンバーよりも小さくしているため、高い光利用効率で照明を行うことができる。なお、光軸に垂直な断面が三角形および矩形を含む多角形などの円以外の形状を有する光束については、光束の径を、対角線の長さ等の当該断面上の最大の長さ、FWHM（半値全幅）、 $1/e^2$  幅、D4 幅（セカンドモーメント径）、ナイフェッジ幅、D86 幅等で表すことができる。光軸に垂直な断面が円の場合にも、同じように光束の径を定義することができる。

#### 【 0020 】

3つの液晶パネル 123、124、125 は映像信号に応じた画素への印加電圧の制御により入射する光の偏光状態を変化させ、それぞれの液晶パネル 123、124、125 の両側に透過軸を直交するように配置したそれぞれの入射側偏光板 120、121、122 および出射側偏光板 126、127、128 を組み合わせて光を変調し、緑、青、赤の画像を形成する。透過型の液晶パネルは画素開口率を高くするため、入射光が画素開口を透過するように画素毎に形成されたレンズからなるマイクロレンズアレイを用いてよい。例えば、液晶パネル 123、125 はマイクロレンズアレイが形成された液晶パネルであり、液晶パネル 124 はマイクロレンズアレイが形成されていない液晶パネルである。出射側偏光板 126、127、128 を透過した各色光は色合成プリズム 129 により、赤、青の各色光がそれぞれ赤反射のダイクロイックミラー、青反射のダイクロイックミラーによって反射し、緑の色光と合成され、投写レンズ 130 に入射する。投写レンズ 130 に入射した光は、スクリーン（図示せず）上に拡大投写される。

#### 【 0021 】

マイクロレンズアレイが形成された液晶パネルの実効的な開口率を高くするには、例えば、画素開口を出射する光が拡散しても、投写レンズで取り込めるように、投写レンズの

10

20

30

40

50

Fナンバーに対して、照明光の光学系のFナンバーを大きくする。このために、発光面積が小さく、Fナンバーが大きい方の照明光学系に対応する光源である蛍光光源からの照明光が入射する液晶パネル123、125には、マイクロレンズアレイが形成された液晶パネルを用いることができる。また、発光面積が大きく、Fナンバーが小さい方の照明光学系に対応する光源である発光ダイオード37からの光が入射する液晶パネル124にはマイクロレンズアレイが形成されていない液晶パネルを用いることができる。このように、発光面積が大きい方の光源である発光ダイオード37の青色光の光学系については、照明光の光学系のFナンバーを緑色および赤色の照明光の光学系のFナンバーよりも小さくし、かつ、マイクロレンズが形成されていない液晶パネルと組み合わせて、光利用効率を最大化することができる。発光面積が小さい方の光源である蛍光光源の緑、赤色の光学系については、照明光の光学系のFナンバーを青色の照明光の光学系よりも大きくして、かつ、マイクロレンズアレイが形成された液晶パネルと組み合わせて、光利用効率を最大化することができる。図1の構成では、例えば、投写レンズのFナンバーを1.7として、蛍光基板からの照明光に対応した第1の照明光学系のFナンバーを2.2、発光ダイオード光源からの照明光に対応した第2の照明光学系のFナンバーを1.7として、光利用効率を高効率化している。10

#### 【0022】

また、液晶パネル123、125に第1のマイクロレンズアレイが形成された液晶パネルを用い、液晶パネル124に第1のマイクロレンズアレイよりも焦点距離が長い第2のマイクロレンズアレイが形成された液晶パネルを用いてもよい。図4(a)に、第1のマイクロレンズアレイが形成された第1の液晶パネル420Aの概略断面構成例を示す。カバーガラス401aとカバーガラス401bとの間に第1のマイクロレンズアレイ402が配置されている。カバーガラス401bとカバーガラス401cとの間に、液晶層403と画素開口部404aを有するブラックマトリクス404とが配置されている。第1の液晶パネル420Aへの入射光400aは、第1のレンズアレイ板100によって分割されて第1の照明光学系を経た多数の光束から構成されている。第1のマイクロレンズアレイ402のそれぞれのマイクロレンズに入射した光束は当該マイクロレンズにより集光されながら液晶層403及び画素開口部404aを通過して出射光400bとなる。また、図4(b)に、第2のマイクロレンズアレイが形成された第2の液晶パネル420Bの概略断面構成例を示す。図4(a)の第1の液晶パネル420Aとは、第1のマイクロレンズアレイ402に代えて第2のマイクロレンズアレイ412が配置されている点が異なっている。第2の液晶パネル420Bへの入射光400cは、第1のレンズアレイ板100によって分割されて第2の照明光学系を経た多数の光束から構成されている。第2のマイクロレンズアレイ412のそれぞれのマイクロレンズに入射した光束は当該マイクロレンズにより集光されながら液晶層403及び画素開口部404aを通過して出射光400dとなる。第2のマイクロレンズアレイ412の焦点距離は第1のマイクロレンズアレイ402の焦点距離よりも長いので、第2の液晶パネル420Bの出射光400dの拡がり角度は第1の液晶パネル420Aの出射光400bの拡がり角度よりも小さい。2030

#### 【0023】

第1および第2の光源が、それぞれインコヒーレント光源、例えばそれぞれ蛍光光源、発光ダイオードであると、投写レンズからの投写光はインコヒーレント光となり、高出力のレーザー光に関する安全問題のない投写型表示装置が構成できる。40

#### 【0024】

以上のように、照明装置を、発光面積が異なる第1および第2の光源からの光を、それぞれ異なる口径の光束に集光し、それぞれを照明光にするとともにそれぞれに対して互いにFナンバーが異なる照明光学手段で画像形成手段等の照明対象物を照明する構成とすることにより、高効率な照明装置が実現できる。当該照明装置は、第1の光源と、第1の光源よりも発光面積が大きい第2の光源と、第1の光源からの光を第1の光束となるように集光する第1の集光手段と、第2の光源からの光を第2の光束となるように集光する第2の集光手段と、第1の光束および第2の光束を照明光にする照明光学手段であって、第250

の光束に対するFナンバーが第1の光束に対するFナンバーよりも小さい照明光学手段とを備えていてもよい。

#### 【0025】

また、本発明の投射型表示装置は、映像信号に応じて画像を形成する画像形成手段と、前記画像形成手段の照明光源としての前述したいずれかの照明装置と、画像形成手段から出射した光束を受け、画像形成手段で形成された画像を拡大投写する投写レンズとを備えている。

#### 【0026】

当該投写型表示装置を、固体光源を用いた高効率な本発明の照明装置を用いて構成し、また、照明光学手段の互いに異なるFナンバーに対して、マイクロレンズアレイを形成した液晶パネルとマイクロレンズアレイを形成しない液晶パネルを組み合わせて構成することにより、液晶パネルの実効的な画素開口率を最大化してもよい。このようにすると、長寿命で安全性が高く、高輝度な投写型表示装置が実現できる。また、3つのライトバルブをそれぞれ画像形成手段として用いるため、色再現が良好で明るく高精細な投写画像を得ることができる。例えば、3つのライトバルブのうち、第1の光源からの光が照明されるライトバルブの液晶パネルを画素開口率を向上させるマイクロレンズアレイを備えた液晶パネルとし、第2の光源からの光が照明されるライトバルブの液晶パネルをマイクロレンズアレイを備えていない液晶パネルとする。また例えば、3つのライトバルブのうち、第1の光源からの光が照明されるライトバルブの液晶パネルを画素開口率を向上させる第1のマイクロレンズアレイを備えた液晶パネルとし、第2の光源からの光が照明されるライトバルブの液晶パネルを第1のマイクロレンズアレイよりも焦点距離が長い第2のマイクロレンズアレイを備えた液晶パネルとする。

#### 【0027】

画像形成手段として、透過型の液晶パネルを備えたライトバルブを用いる例を挙げたが、異なる発光面積の複数の光源からの光束に対して、それぞれ異なるFナンバーの光学系により照明光とする照明装置を用いることにより、画像形成手段に依存せずに、効率よく画像形成手段を照明できる。したがって、画像形成手段として反射型の液晶パネルを備えたライトバルブを用いてもよい。反射型の液晶パネルを用いることにより、高精細で高コントラストな投写画像を得る投写型表示装置が構成できる。また、画像形成手段として、ミラー偏向型のDMD等のミラー偏向型ライトバルブを用いてもよい。ミラー偏向型ライトバルブを用いることにより、小型で高信頼性の投写型表示装置を構成できる。また、第1および第2の光源のそれぞれに、蛍光光源、レーザー光源、発光ダイオードなどの任意の光源が使用可能である。

#### 【0028】

##### (実施の形態2)

図5は本発明の実施の形態を示す照明装置と、その照明装置を画像形成手段の照明光源として用いた投写型表示装置の構成図である。本発明の実施の形態1の構成と異なるのは、照明光学手段が、異なる発光面積の第1および第2の光源に対して、それぞれ異なるFナンバーの第1および第2の照明光学系を、互いに共通の光学素子を含まないように備えている点である。

#### 【0029】

50は半導体レーザー、51は集光レンズ、52は放熱板、53はヒートシンク、55、56はレンズ、57は拡散板、58は青反射のマイクロイックミラー、60は第1の集光手段であるコンデンサレンズ、65は反射膜62と蛍光体層63を形成したガラス基板61とモーター64とを備える蛍光基板であり、本発明の第1の光源である蛍光光源である。54は半導体レーザーからの光束、59は蛍光基板65から蛍光発光する光束を示している。200、201はそれぞれ第1、第2のレンズアレイ板、202は偏光変換光学素子、203は重量用レンズ、204は赤反射のマイクロイックミラー、205、206は反射ミラー、207、208はフィールドレンズであり、これらの構成要素を本発明の第1の照明光学系としている。209、210は緑、赤成分の照明光の光線様相、G、

10

20

30

40

50

R は液晶パネルへの照明光入射角である。

### 【0030】

66 は第 2 の光源である青色成分を発光する発光ダイオード、67 はヒートシンク、68 は第 2 の集光手段であるコンデンサレンズ、69 は発光ダイオードからの光束を示している。光束（第 1 の光束）59 および光束（第 2 の光束）69 は、例えばそれぞれ平行光束である。平行光束は略平行光束の意味を包含する表現である。第 1 および第 2 の光束は平行光束に限らない。300、301 はそれぞれ第 1 、第 2 のレンズアレイ板、302 は偏光変換光学素子、303 は重畳用レンズ、304 は反射ミラー、305 はフィールドレンズであり、これらの構成要素を本発明の第 2 の照明光学系としている。306 は青成分の照明光の光線様相、B は液晶パネル 309 への照明光入射角である。第 1 および第 2 の光源と、第 1 および第 2 の集光手段と、第 1 および第 2 の照明光学系を含む照明光学手段とを備えた構成を照明装置としている。213、214、308 は入射側偏光板、215、216、309 は液晶パネル、217、218、310 は出射側偏光板、219 は赤反射のダイクロイックミラーと青反射のダイクロイックミラーから構成される色合成プリズム、220 は投写レンズである。入射側偏光板 213、液晶パネル 215、および、出射側偏光板 217 により、また、入射側偏光板 214、液晶パネル 216、および、出射側偏光板 218 により、また、入射側偏光板 308、液晶パネル 309、および、出射側偏光板 310 により、それぞれ 1 つの液晶ライトバルブ（画像形成手段）が構成されている。当該液晶ライトバルブのそれぞれは、一般にライトバルブであってよい。

### 【0031】

半導体レーザー 50 は放熱板 52 上に一定の間隔で 2 次元状に 24 個（ $4 \times 6$ ）に正方形配列で多数配置している。ヒートシンク 53 は半導体レーザー 50 を冷却するためのものである。半導体レーザー 50 は、440 nm から 455 nm の波長で青の色光を発光する。複数の半導体レーザー 50 を出射した光は対応する集光レンズ 51 により、それぞれ集光され平行な光束 54 に変換される。光束 54 群は凸面のレンズ 55 と凹面のレンズ 56 により、さらに小径化され、拡散板 57 に入射する。拡散板 57 はガラス製で表面の微細な凹凸形状で光を拡散する。拡散板 57 からの光はダイクロイックミラー 58 で反射する。ダイクロイックミラーは波長 445 nm 付近の半導体レーザー光を反射し、かつ緑および赤の色光を透過する特性である。ダイクロイックミラー 58 で反射した励起光束がコンデンサレンズ 60 により集光されることにより、各半導体レーザー 50 から出射した光は、1 ~ 2 mm のスポット光に重畳された状態で、蛍光基板 65 に入射する。蛍光基板 65 は、例えば、ガラス基板（第 1 の基板）61 と、ガラス基板 61 の一方の面上に配置された反射膜 62 と、反射膜 62 上に配置された蛍光体層 63 とを備えるとともに、中央部にモーター 64 を備えた回転制御可能な円形基板である。蛍光基板 65 の反射膜 62 は可視光を反射する誘電体薄膜である。蛍光体層 63 には青色光により励起され、緑、赤成分を含んだ黄色光を発光する YAG 系黄色蛍光体を形成している。半導体レーザー 50 からの光で励起された蛍光体層 63 は緑、赤成分の光を含む黄色光を発光する。蛍光基板 65 の発光面積は 0.78 ~ 3.14 mm<sup>2</sup> である。蛍光基板 65 は回転させることにより、励起光による蛍光体の温度上昇を抑制し、蛍光変換効率を安定に維持することができる。蛍光基板 65 から出射した緑および赤の色光は、再びコンデンサレンズ 60 で集光され、光束 59 に変換された後、ダイクロイックミラー 58 を透過する。

### 【0032】

蛍光基板 65 からの光は、第 1 のレンズアレイ板 200 に入射する。第 1 のレンズアレイ板 200 に入射した光束は多数の光束に分割され、第 2 のレンズアレイ板 201 に収束する。第 2 のレンズアレイ板 201 は分割された多数の光束を液晶パネル 215、216 上に照明させる。第 2 のレンズアレイ板 201 を出射した光は、偏光分離プリズムと 1 / 2 波長板により構成された偏光変換光学素子 202 によって、入射する自然光を偏光光に変換した後、重畳用レンズ 203 により、液晶パネル 215、216 上に重畳される。重畳用レンズ 203 からの光は、赤反射のダイクロイックミラー 204 により、緑、赤の色光に分離される。緑の色光は反射ミラー 205 で反射した後、フィールドレンズ 207、

入射側偏光板 213 を透過して、液晶パネル 215 に入射する。赤の色光は反射ミラー 206 で反射した後、フィールドレンズ 208、入射側偏光板 214 を透過して液晶パネル 216 に入射する。

#### 【0033】

一方、第2の光源である発光ダイオード 66 は大光出力化するため、発光面積が  $5 \text{ mm}^2$  以上の発光ダイオードを用いている。当該発光面積は、発光ダイオード 66 のチップ表面の光取り出し領域の面積であり、蛍光基板 65 の蛍光光源の発光面積に対して、6.4 ~ 1.6 倍以上と大きい。発光ダイオード 66 はヒートシンク 67 により冷却される。発光ダイオード 66 からの光はコンデンサレンズ 68 により、光束 69 に変換される。発光ダイオードからの光束 69 は、第1のレンズアレイ板 300 に入射する。第1のレンズアレイ板 300 に入射した光束は多数の光束に分割され、第2のレンズアレイ板 301 に収束する。第2のレンズアレイ板 301 は分割された多数の光束を液晶パネル 309 上に照明させる。第2のレンズアレイ板 301 を出射した光は、偏光分離プリズムと 1/2 波長板により構成された偏光変換光学素子 302 によって、入射する自然光を偏光光に変換した後、重畠用レンズ 303 により、液晶パネル 309 上に重畠される。重畠用レンズ 303 からの光は、反射ミラー 304 で反射した後、フィールドレンズ 305、入射側偏光板 308 を透過して、液晶パネル 309 に入射する。10

#### 【0034】

例えば、照明光入射角を  $B > G = R$  とし、発光面積が大きい方の光源である発光ダイオード 66 からの光束 69 に対する第2の照明光学系の F ナンバーを、発光面積が小さい方の光源である蛍光基板 65 からの光束 59 に対する第1の照明光学系の F ナンバーよりも小さくして、光利用効率を高くする。光束 59 と光束 69 との径の大小関係は問わない。第1および第2の光源からの光を、それぞれ第1および第2の集光手段で集光し、それぞれ異なる F ナンバーの第1および第2の照明光学系で液晶パネルを照明することにより、互いに発光面積が異なる光源であっても、それぞれの光源からの光を効率よく照明する照明装置が構成できる。20

#### 【0035】

図5のように赤色光の光学系および緑色光の光学系が青色光の光学系から独立して設かれていると、赤色光の光学系では、例えば合成白色光から赤色光、緑色光、および青色光を分離する構成の光学系の赤色光路上に設けられるリレーレンズ、反射ミラーといった光学素子が不要であるので、光利用効率を高くすることができる。また、青色光の光学系では、色分離用のマイクロロイックミラーが不要で、発光ダイオードの発光形状に対応したレンズアレイの設計が可能となるため、光利用効率を高くすることができる。このように、本実施形態によれば、高い光利用効率の照明装置が構成できる。30

#### 【0036】

3つの液晶パネル 215、216、309 は映像信号に応じた画素への印加電圧の制御により入射する光の偏光状態を変化させ、それぞれの液晶パネル 215、216、309 の両側に透過軸を直交するように配置したそれぞれの入射側偏光板 213、214、308 および出射側偏光板 217、218、310 を組み合わせて光を変調し、緑、青、赤の画像を形成する。40

#### 【0037】

例えば、F ナンバーが大きい方の照明光学系に対応する光源である蛍光光源からの照明光が入射する液晶パネル 215、216 に、マイクロレンズアレイが形成された液晶パネルを用いて、実効的な画素開口率を高くする。また、例えば、F ナンバーが小さい方の照明光学系に対応する発光ダイオード 66 からの照明光が入射する液晶パネル 309 にはマイクロレンズアレイが形成されていない液晶パネルを用いる。F ナンバーが小さい方の照明光学系の照明光については、たとえ液晶パネルの画素開口率が高くならなくても、発光部である第2の光源からの光の取り込み面積を大きくできるため、それぞれの光源からの光利用効率を最大化することができる。図5の構成では、例えば、投写レンズの F ナンバーを 1.7 として、蛍光光源からの照明光に対応した第1の照明光学系の F ナンバーを 250

.2とし、発光ダイオードからの照明光に対応した第2の照明光学系のFナンバーを1.7として、光利用効率を高効率化している。

【0038】

また、液晶パネル215、216に第1のマイクロレンズアレイが形成された液晶パネルを用い、液晶パネル309に第1のマイクロレンズアレイよりも焦点距離が長い第2のマイクロレンズアレイが形成された液晶パネルを用いてもよい。第1のマイクロレンズアレイが形成された液晶パネル、及び、第2のマイクロレンズアレイが形成された液晶パネルの構成はそれぞれ、図4(a)の第1の液晶パネル420A、図4(b)の第2の液晶パネル420Bと同様である。ここでは、第1のレンズアレイ板200によって分割されて第1の照明光学系を経た多数の光束から構成される入射光400aが、第1のマイクロレンズアレイ402に入射する。また、第2のレンズアレイ板300によって分割されて第2の照明光学系を経た多数の光束から構成される入射光400cが、第2のマイクロレンズアレイ412に入射する。第2のマイクロレンズアレイ412の焦点距離は第1のマイクロレンズアレイ402の焦点距離よりも長いので、第2の液晶パネル420Bの出射光400dの拡がり角度は第1の液晶パネル420Aの出射光400bの拡がり角度よりも小さい。  
10

【0039】

第1および第2の光源が、それぞれインコヒーレント光源、例えばそれぞれ蛍光光源、発光ダイオードであると、投写レンズからの投写光はインコヒーレント光となり、高出力のレーザー光に関する安全問題のない投写型表示装置が構成できる。  
20

【0040】

以上のように、照明装置を、発光面積が異なる第1および第2の光源からの光を、それぞれ第1および第2の集光手段で集光し、それぞれ異なるFナンバーの照明光で照明する第1および第2の照明光学系を用いて画像形成手段等の照明対象物を照明する構成とすることにより、高効率な照明装置が構成できる。当該照明装置は、第1の光源と、第1の光源よりも発光面積が大きい第2の光源と、第1の光源からの光を第1の光束となるように集光する第1の集光手段と、第2の光源からの光を第2の光束となるように集光する第2の集光手段と、第1の光束を照明光にする第1の照明光学系および第2の光束を照明光にする第2の照明光学系を含む照明光学手段であって、第2の照明光学系のFナンバーが第1の照明光学系のFナンバーよりも小さい照明光学手段とを備えていてもよい。  
30

【0041】

また、本発明の投射型表示装置は、映像信号に応じて画像を形成する画像形成手段と、前記画像形成手段の照明光源としての前述したいずれかの照明装置と、画像形成手段から出射した光束を受け、画像形成手段で形成された画像を拡大投写する投写レンズとを備えている。

【0042】

当該投写型表示装置を、固体光源を用いた高効率な本発明の照明装置を用いて構成し、また、照明光学手段のそれぞれのFナンバーに対して、マイクロレンズアレイを形成した液晶パネルあるいはマイクロレンズアレイを形成しない液晶パネルを組み合わせて構成することにより、液晶パネルの実効的な画素開口率を最大化してもよい。このようにすると、長寿命で安全性が高く、高輝度な投写型表示装置が実現できる。また、3つのライトバルブをそれぞれ画像形成手段として用いるため、色再現が良好で明るく高精細な投写画像を得ることができる。例えば、3つのライトバルブのうち、第1の光源からの光が照明されるライトバルブの液晶パネルを画素開口率を向上させるマイクロレンズアレイを備えた液晶パネルとし、第2の光源からの光が照明されるライトバルブの液晶パネルをマイクロレンズアレイを備えていない液晶パネルとする。また例えば、3つのライトバルブのうち、第1の光源からの光が照明されるライトバルブの液晶パネルを画素開口率を向上させる第1のマイクロレンズアレイを備えた液晶パネルとし、第2の光源からの光が照明されるライトバルブの液晶パネルを第1のマイクロレンズアレイよりも焦点距離が長い第2のマイクロレンズアレイを備えた液晶パネルとする。  
40  
50

## 【0043】

画像形成手段として、透過型の液晶パネルを備えたライトバルブを用いる例を挙げたが、異なる発光面積の複数の光源からの光束に対して、それぞれ異なるFナンバーの光学系により照明光とする照明装置を用いることにより、画像形成手段に依存せずに、効率よく画像形成手段を照明できる。したがって、画像形成手段として反射型の液晶パネルを備えたライトバルブを用いて構成してもよい。反射型の液晶パネルを用いることにより、高精細で高コントラストな投写画像を得る投写型表示装置が構成できる。また、画像形成手段として、ミラー偏向型のDMD等のミラー偏向型ライトバルブを用いてもよい。ミラー偏向型ライトバルブを用いることにより、小型で高信頼性の投写型表示装置を構成できる。また、第1および第2の光源のそれぞれに、蛍光光源、レーザー光源、発光ダイオードなどの任意の光源が使用可能である。

10

## 【産業上の利用可能性】

## 【0044】

本発明は、画像形成手段を用いた投写型表示装置の生産等に利用することができる。

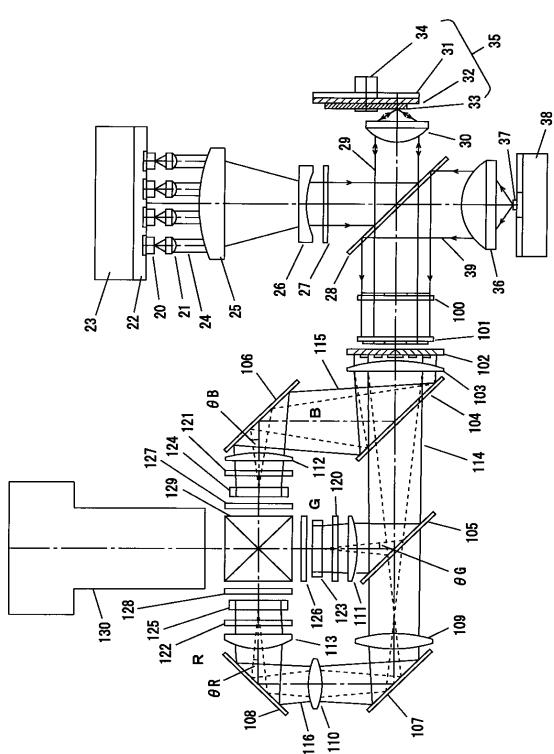
## 【符号の説明】

## 【0045】

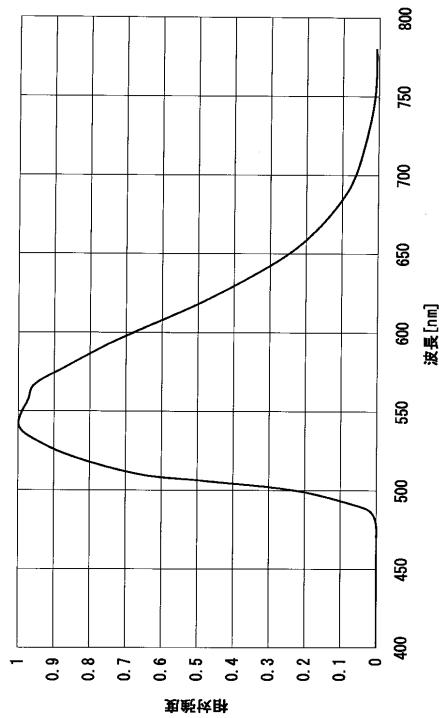
20、50	半導体レーザー	
21、51	集光レンズ	
22、52	放熱板	
23、38、53、67	ヒートシンク	20
24、29、39、54、69	光束	
25、26、55、56	レンズ	
27、57	拡散板	
28、58	ダイクロイックミラー	
30、36、60、68	コンデンサレンズ	
31、61	ガラス基板	
32、62	反射膜	
33、63	蛍光体層	
34、64	モーター	
35、65	蛍光基板	30
37、66	発光ダイオード	
100、200、300	第1のレンズアレイ板	
101、201、301	第2のレンズアレイ板	
102、202、302	偏光変換光学素子	
103、203、303	重畳用レンズ	
104	青反射のダイクロイックミラー	
105	緑反射のダイクロイックミラー	
106、107、108、205、206、304	反射ミラー	
109、110	リレーレンズ	
111、112、113、207、208、305	フィールドレンズ	40
114、116、209、210、306	照明光の光線様相	
120、121、122、213、214、308	入射側偏光板	
123、124、125、215、216、309	液晶パネル	
126、127、128、217、218、310	出射側偏光板	
129、219	色合成プリズム	
130、220	投写レンズ	
204	赤反射のダイクロイックミラー	
400a、400c	入射光	
400b、400d	出射光	
401a、401b、401c	カバーガラス	50

- 403 液晶層  
 404 ブラックマトリクス  
 404a 画素開口部  
 402 第1のマイクロレンズアレイ  
 412 第2のマイクロレンズアレイ  
 420A 第1の液晶パネル  
 420B 第2の液晶パネル

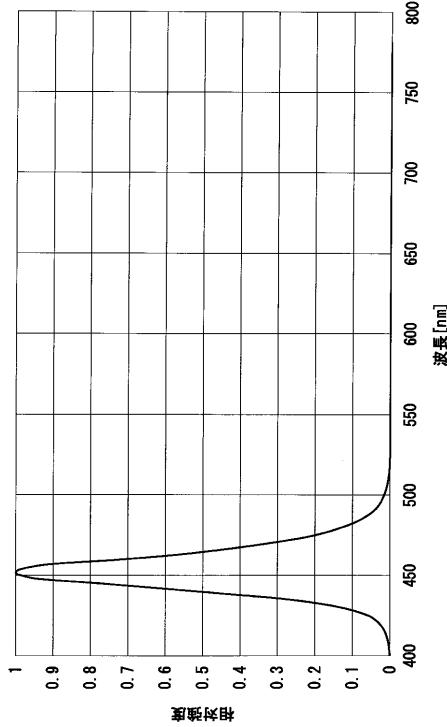
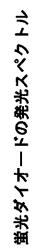
【図1】



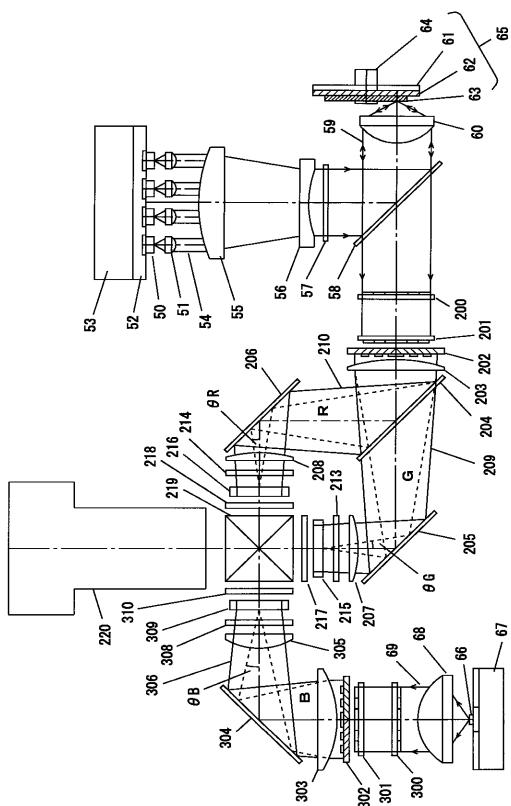
【図2】



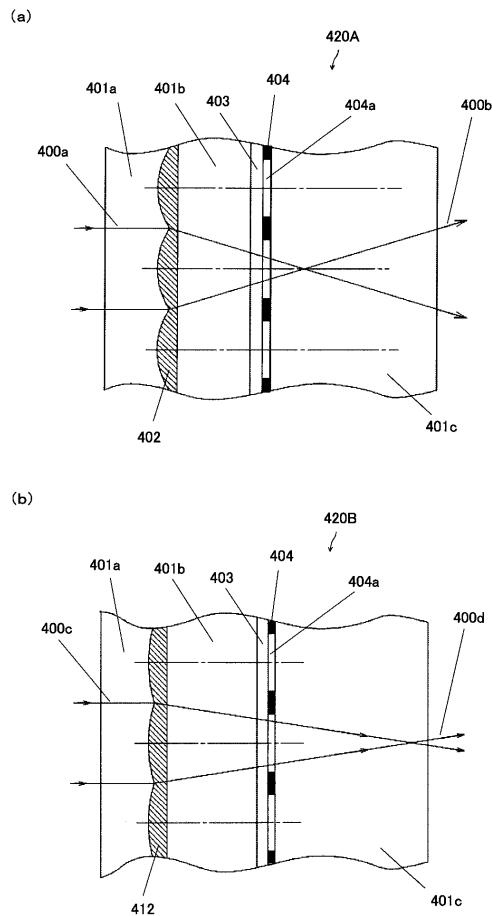
【 図 3 】



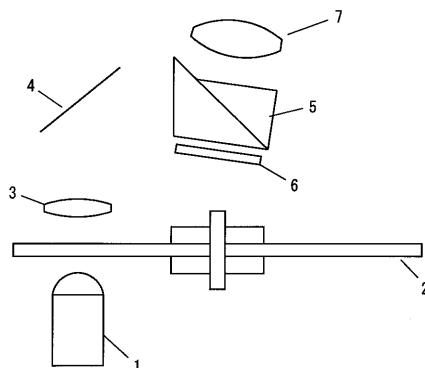
【 四 5 】



【 図 4 】



【図6】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I			
F 21Y 115/10	(2016.01)	H 04N	9/31	Z
		H 04N	5/74	Z
		F 21Y	101:02	

(56)参考文献 特開2005-025101(JP,A)  
特開2004-219990(JP,A)  
特開2012-181312(JP,A)  
特開2012-078707(JP,A)  
特開2011-095388(JP,A)  
特開2011-043596(JP,A)  
特開2000-111890(JP,A)  
特開2005-257874(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 21S2/00-19/00  
G 03B21/00-21/30、33/00-33/16  
H 04N5/66-5/74、9/12-9/31