

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5811807号  
(P5811807)

(45) 発行日 平成27年11月11日(2015.11.11)

(24) 登録日 平成27年10月2日(2015.10.2)

(51) Int.Cl.

F 1

<b>G03B 21/14</b>	<b>(2006.01)</b>	GO 3 B	21/14	A
<b>G03B 21/00</b>	<b>(2006.01)</b>	GO 3 B	21/14	Z
<b>G09G 3/20</b>	<b>(2006.01)</b>	GO 3 B	21/00	E
<b>G09G 3/34</b>	<b>(2006.01)</b>	GO 9 G	3/20	680 C
<b>G09G 3/36</b>	<b>(2006.01)</b>	GO 9 G	3/34	J

請求項の数 13 (全 45 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2011-258665 (P2011-258665)

(22) 出願日

平成23年11月28日(2011.11.28)

(65) 公開番号

特開2012-212099 (P2012-212099A)

(43) 公開日

平成24年11月1日(2012.11.1)

審査請求日

平成26年10月20日(2014.10.20)

(31) 優先権主張番号

特願2011-62923 (P2011-62923)

(32) 優先日

平成23年3月22日(2011.3.22)

(33) 優先権主張国

日本国(JP)

(73) 特許権者 000002185

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 110001357

特許業務法人つばさ国際特許事務所

(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

審査官 田辺 正樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 照明装置、投影型表示装置、直視型表示装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

単一もしくは複数の発光スポットからなる光射出領域から光を発する第1の固体発光素子を含む第1の光源と、

前記第1の光源側から入射した光の指向角を変換する第1の指向角変換素子と、

前記第1の指向角変換素子を透過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と、

前記第1の光源と前記第1の指向角変換素子との間、または前記第1の指向角変換素子と前記インテグレータとの間に配置され、かつ前記照明範囲における照明状態を時間的に変化させる第1の微小振動素子と

を備え、

前記第1の固体発光素子は、レーザダイオードを含み、

前記インテグレータは、前記第1の指向角変換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なり、

前記第1のフライアイレンズの各セルによって前記第2のフライアイレンズに形成される各光源像のサイズが前記第2のフライアイレンズの1セルのサイズを超えない大きさとなるように、前記第1の指向角変換素子と、前記第1および第2のフライアイレンズとかなる光学系の光学倍率、および第1の微小振動素子の形状が設定され、

各光源像が、前記第2のフライアイレンズの複数のセルにまたがって形成されることが

10

20

ないように、第1の微小振動素子の振動振幅により前記光源像が変位する量が設定されている

照明装置。

**【請求項2】**

前記第1の固体発光素子は、所定の波長帯の光を発する单一のチップ、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、

前記第1の微小振動素子の振動振幅により前記光源像が変位する量が以下の関係式を満たす

請求項1に記載の照明装置。

$$h + d \quad h_{FEL2}$$

$h$  : 前記光源像のサイズ

$d$  : 前記第1の微小振動素子の振動により光源像が変位する量

$h_{FEL2}$  : 前記第2のフライアイレンズの1セルのサイズ

**【請求項3】**

前記第1および第2のフライアイレンズの各セルが1以外の縦横比を有しており、

前記第1の微小振動素子の振動振幅により前記光源像が変位する量が以下の関係式を満たす

請求項2に記載の照明装置。

$$h_x + d_x \quad h_{FEL2x}$$

$$h_y + d_y \quad h_{FEL2y}$$

$h_x$  : 前記光源像の第1の方向(前記第1および第2のフライアイレンズの各セルの長手方向またはそれに対応する方向)のサイズ

$h_y$  : 前記光源像の、第1の方向と直交する第2の方向(前記第1および第2のフライアイレンズの各セルの短手方向またはそれに対応する方向)のサイズ

$h_{FEL2x}$  : 前記第2のフライアイレンズの1セルの第1の方向のサイズ

$h_{FEL2y}$  : 前記第2のフライアイレンズの1セルの第2の方向のサイズ

$d_x$  : 前記第1の微小振動素子の振動振幅により光源像が変位する量のうち、第1の方向の成分( $d_x = 0$ 、ただし $d_y = 0$ のときは $d_x > 0$ )

$d_y$  : 前記第1の微小振動素子の振動振幅により光源像が変位する量のうち、第2の方向の成分( $d_y = 0$ 、ただし $d_x = 0$ のときは $d_y > 0$ )

**【請求項4】**

单一もしくは複数の発光スポットからなる光射出領域から光を発する第2の固体発光素子を含む第2の光源と、

前記第2の光源側から入射した光の指向角を変換する第2の指向角変換素子と、

前記第1および第2の指向角変換素子を透過した光を合成し、その合成光を前記インテグレータに向けて出力する光路合成素子と

をさらに備え、

前記第2の固体発光素子は、レーザダイオードを含み、

前記第1の微小振動素子は、前記光路合成素子と前記インテグレータとの間に配置されている

請求項1ないし請求項3のいずれか一項に記載の照明装置。

**【請求項5】**

前記第1の微小振動素子が、前記第1の光源と前記第1の指向角変換素子との間、または前記第1の指向角変換素子と前記光路合成素子との間に配置され、

当該照明装置は、前記第2の光源と前記第2の指向角変換素子との間、または前記第2の指向角変換素子と前記光路合成素子との間に配置され、かつ前記照明範囲における照明状態を時間的に変化させる第2の微小振動素子をさらに備え、

各光源像が、前記第2のフライアイレンズの複数のセルにまたがって形成されることがないように、前記第2の微小振動素子の形状と、前記第2の微小振動素子の振動振幅により前記光源像が変位する量が設定されている

10

20

30

40

50

請求項 4 に記載の照明装置。

【請求項 6】

前記第 1 の指向角変換素子の焦点距離が 1 以外の縦横比を有し、

前記第 1 および第 2 のフライアイレンズの各セルが 1 以外の縦横比を有し、

前記第 1 の指向角変換素子の縦横の焦点距離の比と、前記第 2 のフライアイレンズの各セルの縦横比の逆数とが、互いに等しくなっている

請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか一項に記載の照明装置。

【請求項 7】

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 10  
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 6 のいずれか一項に記載の照明装置。

【請求項 8】

前記第 1 の指向角変換素子と前記インテグレータとの間に設けられた偏光分離素子と、  
前記インテグレータと前記照明範囲との間に設けられた位相差板アレイと  
を備え、

前記第 1 の微小振動素子は、前記第 1 の光源と前記第 1 の指向角変換素子との間、または前記第 1 の指向角変換素子と前記偏光分離素子との間に配置されており、

前記偏光分離素子は、前記第 1 の指向角変換素子側から入射する光を、S 偏光成分と P 20  
偏光成分との進行方向が異なるように分離し、

前記位相差板アレイは、位相差の互いに異なる第 1 領域および第 2 領域を有し、

前記第 1 領域は、前記偏光分離素子で分離された S 偏光成分および P 偏光成分のいずれか一方の偏光成分が入射する位置に配置されており、当該第 1 領域への入射光を、偏光方向を維持したまま透過し、

前記第 2 領域は、前記偏光分離素子で分離された S 偏光成分および P 偏光成分のうち前記第 1 領域に入射する偏光成分とは異なる偏光成分が入射する位置に配置されており、当該第 2 領域への入射光を、前記第 1 領域に入射する光の偏光と等しい偏光の光に変換する

請求項 1 ないし請求項 7 のいずれか一項に記載の照明装置。

【請求項 9】

前記第 1 領域および前記第 2 領域はともに、前記偏光分離素子における分離方向と直交する方向に延在する帯状の形状となっており、かつ前記偏光分離素子における分離方向と平行な方向に交互に配置されている

請求項 8 に記載の照明装置。

【請求項 10】

前記第 1 および第 2 のフライアイレンズの各セルが 1 以外の縦横比を有し、

前記第 1 領域および前記第 2 領域はともに、前記第 1 および第 2 のフライアイレンズの長手方向と垂直な方向に延在する帯状の形状となっている

請求項 8 に記載の照明装置。

【請求項 11】

前記位相差板アレイは、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焦点位置よりも手前に配置されている

請求項 8 に記載の照明装置。

【請求項 12】

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、  
を備え、

10

20

30

40

50

前記照明光学系は、  
 レーザダイオードを含む第1の光源と、  
 前記第1の光源側から入射した光の指向角を変換する第1の指向角変換素子と、  
 前記第1の指向角変換素子を透過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と、  
 前記第1の光源と前記第1の指向角変換素子との間、または前記第1の指向角変換素子と前記インテグレータとの間に配置され、かつ前記照明範囲における照明状態を時間的に変化させる第1の微小振動素子と  
 を備え、

前記インテグレータは、前記第1の指向角変換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、10

前記第1のフライアイレンズの各セルによって前記第2のフライアイレンズに形成される各光源像のサイズが前記第2のフライアイレンズの1セルのサイズを超えない大きさとなるように、前記第1の指向角変換素子と、前記第1および第2のフライアイレンズとかなる光学系の光学倍率と、前記第1の微小振動素子の形状と、前記第1の微小振動素子の振動振幅により前記光源像が変位する量とが設定されている

投射型表示装置。

#### 【請求項13】

照明光学系と、20

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、

レーザダイオードを含む第1の光源と、

前記第1の光源側から入射した光の指向角を変換する第1の指向角変換素子と、

前記第1の指向角変換素子を透過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と、30

前記第1の光源と前記第1の指向角変換素子との間、または前記第1の指向角変換素子と前記インテグレータとの間に配置され、かつ前記照明範囲における照明状態を時間的に変化させる第1の微小振動素子と

を備え、

前記インテグレータは、前記第1の指向角変換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、

前記第1のフライアイレンズの各セルによって前記第2のフライアイレンズに形成される各光源像のサイズが前記第2のフライアイレンズの1セルのサイズを超えない大きさとなるように、前記第1の指向角変換素子と、前記第1および第2のフライアイレンズとかなる光学系の光学倍率と、前記第1の微小振動素子の形状と、前記第1の微小振動素子の振動振幅により前記光源像が変位する量とが設定されている40

直視型表示装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【技術分野】

##### 【0001】

本技術は、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】

10

20

30

40

50

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。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（例えば特許文献1参照）。

**【先行技術文献】**

**【特許文献】**

**【0003】**

【特許文献1】特開2008-134324号公報

【特許文献2】特開昭55-65940号公報

10

【特許文献3】特開平6-208089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。

20

**【0005】**

プロジェクタの光源としてレーザダイオードを用いた場合には、レーザ光がコヒーレントするために、スクリーン上においてスペックルが表示画像に重畳される。スペックルは人間の眼には強度のランダムノイズとして認識され、表示画質の低下につながる。

**【0006】**

そこで、特許文献2では、スペックルの発生を低減するために、スクリーンを微小振動させることが提案されている。一般に、人間の眼および脳は、約20～50ms内の画像のちらつきは判別できない。つまり、その時間内の画像は眼の中で積分され、平均化される。したがって、この時間内に、スクリーン上において独立のスペックルパターンを多数重量させることにより、スペックルを人間の眼の中で気にならない程度に平均化することが可能である。しかし、この手法では、スクリーンを微小振動させる必要があるので、装置構成が大型化してしまうという問題があった。

30

**【0007】**

また、特許文献3では、拡散素子を機械的に回転させることにより、スペックルパターンの位置をスクリーン上で高速に変位させ、スペックルノイズが人の眼に検知されないようにすることが提案されている。しかし、この手法では、拡散素子を用いて光を拡散させているので、光の利用効率が低下してしまうという問題があった。

**【0008】**

本技術はかかる問題点に鑑みてなされたものであり、その第1の目的は、小型化および光の利用効率向上を図りつつ、スペックルの発生を低減することの可能な照明装置を提供することにある。また、第2の目的は、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。

40

**【課題を解決するための手段】**

**【0009】**

本技術の照明装置は、单一もしくは複数の発光スポットからなる光射出領域から光を発する第1の固体発光素子を含む第1の光源を備えている。この照明装置は、また、第1の光源側から入射した光の指向角を変換する第1の指向角変換素子と、第1の指向角変換素子を透過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とを備えている。この照明装置は、さらに、第1の光源と第1の指向角変換素子との間、または第1の指向角変換素子とインテグレータとの間に、照明範囲における照明状態

50

を時間的に変化させる第1の微小振動素子を備えている。ここで、第1の固体発光素子は、レーザダイオードを含んでいる。インテグレータは、第1の指向角変換素子側からの光が入射する第1のフライアイレンズと、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により構成されている。第1のフライアイレンズの各セルによって第2のフライアイレンズに形成される各光源像のサイズが第2のフライアイレンズの1セルのサイズを超えない大きさとなるように、第1の指向角変換素子と、第1および第2のフライアイレンズとからなる光学系の光学倍率、および第1の微小振動素子の形状が設定されている。さらに、各光源像が、第2のフライアイレンズの複数のセルにまたがって形成されないように、第1の微小振動素子の振動振幅により光源像が変位する量が設定されている。

10

## 【0010】

本技術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、上記の照明装置と同一の構成要素を有している。

## 【0011】

本技術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、上記の照明装置と同一の構成要素を有している。

20

## 【0012】

本技術の照明装置、投射型表示装置および直視型表示装置では、インテグレータを透過した光が照明する範囲における照明状態を時間的に変化させる第1の微小振動素子が、第1の光源とインテグレータとの間に設けられている。これにより、スペックルを人間の眼の中で気にならない程度に平均化することが可能となる。また、本技術では、第1のフライアイレンズの各セルによって第2のフライアイレンズに形成される各光源像のサイズが第2のフライアイレンズの1セルのサイズを超えない大きさとなるように、第1の指向角変換素子と、第1および第2のフライアイレンズとからなる光学系の光学倍率、および第1の微小振動素子の形状が設定されている。さらに、上記の各光源像が、第2のフライアイレンズの複数のセルにまたがって形成されないように、第1の微小振動素子の振動振幅により光源像が変位する量が設定されている。これにより、第2のフライアイレンズに入射した光が効率良く照明範囲にまで到達する。なお、第1の微小振動素子は照明範囲における照明状態を時間的に変化させることができるので、第1の微小振動素子が照明装置の小型化を阻害することはない。

30

## 【0013】

本技術において、第1の固体発光素子が、所定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っていてもよい。この場合に、第1の微小振動素子の振動振幅により光源像が変位する量が以下の関係式を満たすことが好ましい。

$$h + d = h_{FEL2}$$

$h$  : 光源像のサイズ

$d$  : 第1の微小振動素子の振動振幅により光源像が変位する量

$h_{FEL2}$  : 第2のフライアイレンズの1セルのサイズ

40

## 【0014】

本技術において、第1および第2のフライアイレンズの各セルが1以外の縦横比を有していてもよい。この場合には、以下の式に示したように、その縦横比を考慮して、第1の微小振動素子の振動振幅により光源像が変位する量が設定されていることが好ましい。

$$h_x + d_x = h_{FEL2x}$$

$$h_y + d_y = h_{FEL2y}$$

50

$h_x$  : 光源像の第 1 の方向（前記第 1 および第 2 のフライアイレンズの各セルの長手方向またはそれに対応する方向）のサイズ

$h_y$  : 光源像の、第 1 の方向と直交する第 2 の方向（前記第 1 および第 2 のフライアイレンズの各セルの短手方向またはそれに対応する方向）のサイズ

$h_{FEL2x}$  : 第 2 のフライアイレンズの 1 セルの第 1 の方向のサイズ

$h_{FEL2y}$  : 第 2 のフライアイレンズの 1 セルの第 2 の方向のサイズ

$d_x$  : 第 1 の微小振動素子の振動振幅により光源像が変位する量のうち、第 1 の方向の成分（ $d_x > 0$ 、ただし  $d_y = 0$  のときは  $d_x > 0$ ）

$d_y$  : 第 1 の微小振動素子の振動振幅により光源像が変位する量のうち、第 2 の方向の成分（ $d_y > 0$ 、ただし  $d_x = 0$  のときは  $d_y > 0$ ）

#### 【0015】

また、本技術において、单一もしくは複数の発光スポットからなる光射出領域から光を発する第 2 の固体発光素子を含む第 2 の光源がさらに設けられていてもよい。この場合に、第 2 の光源側から入射した光の指向角を変換する第 2 の指向角変換素子と、第 1 および第 2 の指向角変換素子を透過した光を合成し、その合成光をインテグレータに向けて出力する光路合成素子とがさらに設けられていてもよい。このとき、第 1 の微小振動素子は、光路合成素子とインテグレータとの間に配置されていることが好ましい。

#### 【0016】

また、本技術において、第 2 の光源、第 2 の指向角変換素子および光路合成素子が設けられている場合に、第 2 の光源と第 2 の指向角変換素子との間、または第 2 の指向角変換素子と光路合成素子との間に、照明範囲における照明状態を時間的に変化させる第 2 の微小振動素子が設けられていてもよい。この場合に、第 1 の微小振動素子は、第 1 の光源と第 1 の指向角変換素子との間、または第 1 の指向角変換素子と光路合成素子との間に配置されていることが好ましい。さらに、第 1 のフライアイレンズの各セルによって第 2 のフライアイレンズに形成される各光源像のサイズが第 2 のフライアイレンズの 1 セルのサイズを超えない大きさとなるように、第 2 の指向角変換素子と、第 1 および第 2 のフライアイレンズとからなる光学系の光学倍率、および第 2 の微小振動素子の形状が設定されていることが好ましい。加えて、各光源像が、第 2 のフライアイレンズの複数のセルにまたがって形成されることはないように、第 2 の微小振動素子の形状と、第 2 の微小振動素子の振動振幅により光源像が変位する量が設定されていることが好ましい。

#### 【0017】

また、本技術において、第 1 の指向角変換素子の焦点距離ならびに第 1 および第 2 のフライアイレンズの各セルが 1 以外の縦横比を有している場合に、第 1 の指向角変換素子の縦横の焦点距離の比と、第 2 のフライアイレンズの各セルの縦横比の逆数とが、互いに等しくなっていてもよい。

#### 【発明の効果】

#### 【0018】

本技術の照明装置、投射型表示装置および直視型表示装置によれば、第 1 の微小振動素子を第 1 の光源の光路上に設けるとともに、第 1 の微小振動素子を振動させた状態でも、各光源像が複数のセルにまたがって形成されることはないようにしたので、小型化および光の利用効率向上を図りつつ、スペックルの発生を低減することができる。

#### 【0019】

また、本技術の照明装置、投射型表示装置および直視型表示装置において、第 1 および第 2 のフライアイレンズの各セルが 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、第 1 の微小振動素子の振動振幅により光源像が変位する量を設定するようにした場合には、光利用効率をさらに改善することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0020】

【図 1】本技術の第 1 の実施の形態に係るプロジェクトの概略構成を表す図である。

【図 2】図 1 のプロジェクト内の光路の一例を示す図である。

10

20

30

40

50

【図3】図1の光源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。

【図6】図1の光源の発光スポットの一例を示す図である。

【図7】図1のフライアイレンズの概略構成を表す図である。

【図8】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9】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。

【図10】図1の微小振動素子の断面構成の一例を示す図である。

【図11】図1のプロジェクタの構成の一変形例を示す図である。 10

【図12】図1のプロジェクタの構成の他の変形例を示す図である。

【図13】本技術の第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。

【図14】図13のプロジェクタ内の光路の一例を示す図である。

【図15】図13のプロジェクタの構成の一変形例を示す図である。

【図16】図13のプロジェクタの構成の他の変形例を示す図である。

【図17】本技術の第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18】図17のプロジェクタ内の光路の一例を示す図である。

【図19】図17のプロジェクタの構成の一変形例を示す図である。

【図20】本技術の第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。 20

【図21】図20の偏光分離素子の断面構成の一例を示す図である。

【図22】図20の位相差板アレイの上面構成の一例を示す図である。

【図23】図20のプロジェクタ内の光路の一例を示す図である。

【図24】図20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。

【図25】図20のプロジェクタの構成の他の変形例を示す図である。

【図26】第1ないし第3の実施の形態の実施例における設計値を示す図である。

【図27】第4の実施の形態の実施例における設計値を示す図である。

【図28】(A)図1の光源の一変形例の断面構成の一例を示す図である。(B)図28(A)の光源に含まれる固体発光素子を光射出面側から見たときの図である。 30

【図29】(A)図28(A)の光源の断面構成の他の例を示す図である。(B)図29(A)の光源に含まれる固体発光素子を光射出面側から見たときの図である。

【図30】(A)図28(A)の光源の断面構成のその他の例を示す図である。(B)図30(A)の光源に含まれる固体発光素子を光射出面側から見たときの図である。

【図31】(A)図28の光源をXY平面で90度回転させたときの断面構成の一例を示す図である。(B)図31(A)の光源に含まれる固体発光素子を光射出面側から見たときの図である。

【図32】(A)図29の光源をXY平面で90度回転させたときの断面構成の一例を示す図である。(B)図32(A)の光源に含まれる固体発光素子を光射出面側から見たときの図である。 40

【図33】(A)図30の光源をXY平面で90度回転させたときの断面構成の一例を示す図である。(B)図33(A)の光源に含まれる固体発光素子を光射出面側から見たときの図である。

【図34】上記各実施の形態およびそれらの変形例に係る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を表す図である。

【図35】一変形例に係る微小振動素子に含まれるパワー素子の一例を示す平面図および断面図である。

【図36】図35(B)のパワー素子の拡大図である。

【図37】図36(B)のパワー素子をインテグレータと共に示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

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（図1～図12）

各光源の光をカップリングレンズで平行光化したのちに合成する例

### 2. 第2の実施の形態（図13～図16）

各光源の光を合成した後にカップリングレンズで平行光化する例

### 3. 第3の実施の形態（図17～図19）

単一のパッケージから各波長帯の光を射出させ、光路の合成を不要とした例

### 4. 第4の実施の形態（図20～図25）

偏光分離素子および位相差板アレイを設けた例

### 5. 実施例（図26、図27）

### 6. 変形例（図28～図37）

## 【0022】

### <1. 第1の実施の形態>

#### [構成]

図1(A)、(B)は、本技術の第1の実施の形態に係るプロジェクタ1の概略構成を表すものである。なお、プロジェクタ1が本技術の「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。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。

## 【0023】

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。

## 【0024】

プロジェクタ1は、例えば、照明光学系1A、空間変調素子60および投影光学系70を備えたものである。空間変調素子60は、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ものである。投影光学系70は、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に投射するものである。なお、照明光学系1Aが本技術の「照明装置」の一具体例に相当する。

## 【0025】

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。

## 【0026】

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、微小振動素子100とを有している。なお、光源10Aが本技術の「第1の光源」の一具体例に相当し、光源10Bまたは光源10Cが本技術の「第2の光源」の一具体例に相当する。カップリングレンズ20Aが本技術の「第1の指向角変換素子」の一具体例に相当し、カップリングレンズ20Bまたはカップリングレンズ20Cが本技術の「第2の指向角変換素子」の一具体例に相当する。微小振動素子100が本技術の「第1の微小振動素子」の一具体例に相当する。

10

20

30

40

50

## 【0027】

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、一対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

## 【0028】

なお、図1(A), (B)では、プロジェクト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、プロジェクト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

## 【0029】

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を支持するとともに覆うパッケージ12とを有している。固体発光素子11は、单一もしくは複数の点状、または单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单一のチップ11Aからなっていてもよいし、例えば、図4(A), (B)、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4(A), (B)に示したように、横方向に一列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11Aの数は、光源10A, 10B, 10Cごとに異なっていてもよいし、全ての光源10A, 10B, 10Cで互いに等しくなっていてもよい。30

## 【0030】

固体発光素子11が单一のチップ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、单一のチップ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が横方向に一列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4(A)の例では、 $W_{V1} \times 2W_{H1}$ となる。また、複数のチップ11A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11としてのサイズ( $W_V \times W_H$ )は、図5(A)の例では、 $2W_{V1} \times 2W_{H1}$ となる。4050

## 【0031】

チップ11A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。LEDおよびOLEDは無偏光の光であって、かつインコヒーレントな光を射出するものである。一方のLDは偏光光であって、かつコヒーレントな光(またはほぼコヒーレントな光)を射出するものである。

## 【0032】

固体発光素子11が複数のチップ11Aからなる場合に、光源10A, 10B, 10Cのそれぞれに含まれるチップ11Aが全て、LDであってもよい。また、固体発光素子11が複数のチップ11Aからなる場合に、光源10A, 10B, 10Cのうち少なくとも1つの光源に含まれるチップ11AがLDであり、それ以外のチップ11AがLEDやOLEDであってもよい。10

## 【0033】

固体発光素子11が複数のチップ11Aからなる場合に、固体発光素子11に含まれる各チップ11Aは、例えば、互いに同一の波長帯の光を発するようになっていてもよいし、互いに異なる波長帯の光を発するようになっていてもよい。各光源10A, 10B, 10Cに含まれるチップ11Aは、例えば、光源10A, 10B, 10C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10Aに含まれるチップ11Aは、例えば、波長400nm~500nm程度の波長の光(青色光)を発するものである。光源10Bに含まれるチップ11Aは、例えば、波長500nm~600nm程度の波長の光(緑色光)を発するものである。光源10Cに含まれるチップ11Aは、例えば、波長600nm~700nm程度の波長の光(赤色光)を発するものである。なお、光源10Aに含まれるチップ11A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10Bに含まれるチップ11A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10Cに含まれるチップ11A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

## 【0034】

チップ11Aは、例えば、図3(A), (B)~図6(A)~(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LEDまたはOLEDである場合には、発光スポット11Bは非点状(面状)となるが、チップ11AがLDである場合には、発光スポット11BはLEDまたはOLEDの発光スポット11Bよりも小さな点状である。30

## 【0035】

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6(A)に示したように1つである。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6(B), (C)に示したようにチップ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。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が横方向に一列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、 $P_{V1} \times 2P_{H1}$ 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、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、 $2P_{V1} \times 2P_{H1}$ よりも大きく、 $W_V \times W_H$ よりも小さい。40

## 【0036】

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50

( $\theta_H$ ,  $\theta_V$ )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( $\theta_H$ ,  $\theta_V$ )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( $\theta_H$ ,  $\theta_V$ )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。

#### 【0037】

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。

#### 【0038】

フライアイレンズ40A, 40Bは、それぞれ、所定の配列状態(ここでは、縦×横=4×3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。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は、フライアイレンズ40B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。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。

#### 【0039】

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での照度分布が不均一になるが、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を照明範囲60Aに重畠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ことができます。

#### 【0040】

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を重畠的に照明するものである。空間変調素子60は、光源10A

10

20

30

40

50

, 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。空間変調素子 60 は、例えば、図 2(A), (B) に示したように、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。なお、図示しないが、空間変調素子 60 が反射型の素子、例えば、反射型の液晶パネルもしくはデジタルマイクロミラーデバイスによって構成されていてもよい。ただし、その場合には、空間変調素子 60 で反射された光が投影光学系 70 に入射するようになっていることが必要である。

#### 【0041】

微小振動素子 100 は、例えば、図 1(A), (B) に示したように、光路合成素子 30 とインテグレータ 40 との間に配置されている。微小振動素子 100 は、照明範囲 60 A における照明状態を時間的に変化させるものであり、例えば、図 10 に示したように、光学素子 110 と、光学素子 110 を微小振動させる駆動部 120 とを有している。光学素子 110 は、光源 10A, 10B, 10C 側から発せられた光が通過する領域に配置されている。駆動部 120 は、光路とは異なる箇所に配置されている。

#### 【0042】

光学素子 110 は、例えば、光射出側に傾斜面  $A_1 \sim A_n$  を有するプリズムアレイを含んで構成されている。プリズムアレイは、光源 10A, 10B, 10C 側から発せられた光を傾斜面  $A_1 \sim A_n$  ごとに微小な光束  $L_1 \sim L_n$  に分割するものである。

#### 【0043】

駆動部 120 は、光学素子 110 とインテグレータ 40 との相対位置を変位させるものである。駆動部 120 は、例えば、プリズムアレイの傾斜面  $A_1 \sim A_n$  の配列方向（図 10 の上下方向）に振動させることにより、光学素子 110 とインテグレータ 40 との相対位置を変位させるようになっている。これにより、インテグレータ 40 の入射面内において、光束  $L_1 \sim L_n$  の入射位置が変化するので、照明領域 60A における照明状態を時間的に変化させることができる。なお、微小振動素子 100 による光束の走査は、連続周期的であってもよいし、離散的繰り返しであってもよい。いずれの場合であっても、照明領域 60A における照明状態を時間的に変化させることができる。また、光学素子 110 の傾斜面  $A_1 \sim A_n$  は、光束  $L_1 \sim L_n$  のフライアイレンズ 40A への入射角がフライアイレンズ 40A の許容角以内となるように構成されていることが好ましい。また、駆動部 120 は、光束  $L_1 \sim L_n$  のフライアイレンズ 40A への入射角がフライアイレンズ 40A の許容角以内となるように、微小振動素子 100 を振動させるようになっていることが好ましい。許容角とは、フライアイレンズ 40B 近傍に形成される各光源像がフライアイレンズ 40B に含まれる複数のセル 42 にまたがって形成されることのない、フライアイレンズ 40A への入射角の最大値を指す。なお、許容角より大きな入射角で入射した光はフライアイレンズ 40A を透過しても照明範囲 60A を照明できないか、または、非常に低い効率でしか照明範囲 60A を照明できない。駆動部 120 は、小型化の容易な構成となっており、例えば、コイルおよび永久磁石（例えば、ネオジム（Nd）や鉄（Fe）、ホウ素（ボロン；B）等の材料からなる永久磁石）等を含んで構成されている。

#### 【0044】

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。

#### 【0045】

##### (特徴部分その 1)

本実施の形態では、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 の焦点距離と、フライアイレンズ 40A, 40B の焦点距離と、微小振動素子 100 の形状が設定されている。さらに、各光源像 S が、フライアイレンズ 40B の複数のセル 42 にまたがって形成されないように、微小振動素子 100 の振動振幅により光源像 S が変位する量が設定されている。

#### 【0046】

10

20

30

40

50

これを式で表すと、以下のようになる。

$$h_1 + d_1 = P_1 \times (f_{FEL} / f_{CL1}) + d_1 \quad h_{FEL2} \dots (1)$$

$$h_2 + d_2 = P_2 \times (f_{FEL} / f_{CL2}) + d_2 \quad h_{FEL2} \dots (2)$$

$$h_3 + d_3 = P_3 \times (f_{FEL} / f_{CL3}) + d_3 \quad h_{FEL2} \dots (3)$$

$h_1$  : 光源 10 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 10 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 10 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 10 A に含まれる固体発光素子 11 の光射出領域のサイズ

$P_2$  : 光源 10 B に含まれる固体発光素子 11 の光射出領域のサイズ

$P_3$  : 光源 10 C に含まれる固体発光素子 11 の光射出領域のサイズ

10

$f_{FEL}$  : フライアイレンズ 40 A , 40 B の焦点距離

$f_{CL1}$  : カップリングレンズ 20 A の焦点距離

$f_{CL2}$  : カップリングレンズ 20 B の焦点距離

$f_{CL3}$  : カップリングレンズ 20 C の焦点距離

$h_{FEL2}$  : フライアイレンズ 40 B の 1 つのセル 42 のサイズ

$d_1$  : 微小振動素子 100 の振動振幅により光源像  $S_1$  が変位する量

$d_2$  : 微小振動素子 100 の振動振幅により光源像  $S_2$  が変位する量

$d_3$  : 微小振動素子 100 の振動振幅により光源像  $S_3$  が変位する量

#### 【0047】

なお、光源 10 A に含まれる固体発光素子 11 が単一のチップ 11 A からなる場合には、 $P_1$  は、そのチップ 11 A の発光スポット 11 B のサイズに等しい。同様に、光源 10 B に含まれる固体発光素子 11 が単一のチップ 11 A からなる場合には、 $P_2$  は、そのチップ 11 A の発光スポット 11 B のサイズに等しく、光源 10 C に含まれる固体発光素子 11 が単一のチップ 11 A からなる場合には、 $P_3$  は、そのチップ 11 A の発光スポット 11 B のサイズに等しい。光源 10 A 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、 $P_1$  は、最小面積で全てのチップ 11 A の発光スポット 11 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 10 B 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、 $P_2$  は、最小面積で全てのチップ 11 A の発光スポット 11 B を囲ったときのその囲いのサイズに等しい。光源 10 C 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、 $P_3$  は、最小面積で全てのチップ 11 A の発光スポット 11 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 20 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 20 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 20 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。

20

#### 【0048】

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

40

$$h_1 + d_1 = W_1 \times (f_{FEL} / f_{CL1}) + d_1 \quad h_{FEL2} \dots (4)$$

$$h_2 + d_2 = W_2 \times (f_{FEL} / f_{CL2}) + d_2 \quad h_{FEL2} \dots (5)$$

$$h_3 + d_3 = W_3 \times (f_{FEL} / f_{CL3}) + d_3 \quad h_{FEL2} \dots (6)$$

$W_1$  : 光源 10 A に含まれる固体発光素子 11 のサイズ

$W_2$  : 光源 10 B に含まれる固体発光素子 11 のサイズ

$W_3$  : 光源 10 C に含まれる固体発光素子 11 のサイズ

#### 【0049】

なお、固体発光素子 11 が単一のチップ 11 A からなる場合には、 $W$  は、そのチップ 11 A のサイズに等しい。また、固体発光素子 11 が複数のチップ 11 A からなる場合には、 $W$  は、全てのチップ 11 A 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

50

しい。

### 【0050】

ところで、本実施の形態において、例えば、図7(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つの関係式を満たしていることが好ましい。このとき、微小振動素子100は、フライアイレンズ40A, 40Bの各セル41, 42の長手方向および短手方向のうち少なくとも長手方向に振幅成分を有する振動をするようになっ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9(A)~(C)のようになる。ここで、図9(A)は、微小振動素子100の振動により光源像S(光源像 $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ )が第1の方向(例えば横方向)またはそれに対応する方向に振動している様子を表したものである。図9(B)は、微小振動素子100の振動により光源像S(光源像 $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ )が第2の方向(例えば縦方向)またはそれに対応する方向に振動している様子を表したものである。図9(C)は、微小振動素子100の振動により光源像S(光源像 $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ )が第1の方向および第2の方向を含む面内で振動している様子を表したものである。  
10  
20

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

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

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

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

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

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

$h_{1H}$ : 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  
30

$h_{2H}$ : 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  
40

$P_{1H}$ : 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

$P_{3H}$ : 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

50

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 10

$f_{CL1V}$ ：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

$d_{1H}$ ：微小振動素子 100 の振動振幅により光源像  $S_1$  が変位する量のうち、第 1 の方向またはそれに対応する方向の成分 ( $d_{1H} \neq 0$ 、ただし  $d_{1V} = 0$  のときは  $d_{1H} > 0$ ) 20

$d_{2H}$ ：微小振動素子 100 の振動振幅により光源像  $S_2$  が変位する量のうち、第 1 の方向またはそれに対応する方向の成分 ( $d_{2H} \neq 0$ 、ただし  $d_{2V} = 0$  のときは  $d_{2H} > 0$ )

$d_{3H}$ ：微小振動素子 100 の振動振幅により光源像  $S_3$  が変位する量のうち、第 1 の方向またはそれに対応する方向の成分 ( $d_{3H} \neq 0$ 、ただし  $d_{3V} = 0$  のときは  $d_{3H} > 0$ )

$d_{1V}$ ：微小振動素子 100 の振動振幅により光源像  $S_1$  が変位する量のうち、第 2 の方向またはそれに対応する方向の成分 ( $d_{1V} \neq 0$ 、ただし  $d_{1H} = 0$  のときは  $d_{1V} > 0$ )

$d_{2V}$ ：微小振動素子 100 の振動振幅により光源像  $S_2$  が変位する量のうち、第 2 の方向またはそれに対応する方向の成分 ( $d_{2V} \neq 0$ 、ただし  $d_{2H} = 0$  のときは  $d_{2V} > 0$ )

$d_{3V}$ ：微小振動素子 100 の振動振幅により光源像  $S_3$  が変位する量のうち、第 2 の方向またはそれに対応する方向の成分 ( $d_{3V} \neq 0$ 、ただし  $d_{3H} = 0$  のときは  $d_{3V} > 0$ ) 30

### 【0051】

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。

### 【0052】

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。

### 【0053】

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 50

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 が单一のチップ 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 が单一のチップ 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。  
 10 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 に含まれる固体発光素子 11 が单一のチップ 11A からなる場合には、 $P_{1V}$  は、そのチップ 11A の発光スポット 11B 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 10B に含まれる固体発光素子 11 が单一のチップ 11A からなる場合には、 $P_{2V}$  は、そのチップ 11A の発光スポット 11B 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 10C に含まれる固体発光素子 11 が单一のチップ 11A からなる場合には、 $P_{3V}$  は、そのチップ 11A の発光スポット 11B 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 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、 $P_{1V}$  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 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 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、 $P_{2V}$  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 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 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、 $P_{3V}$  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 2 の方向またはそれに対応する方向のサイズに等しい。

#### 【0054】

また、本実施の形態において、フライアイレンズ 40A, 40B の各セル 41, 42 が 30 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 40A の各セル 41 のサイズの縦横比と、照明範囲 60A の縦横比とが以下の関係式を満たしていることが好ましい。ここで、照明範囲 60A の縦横比 H / V ( 図 8 ) は、空間変調素子 60 の解像度と相関を有しており、例えば、空間変調素子 60 の解像度が VGA ( 640 × 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 60 の解像度が WVGA ( 800 × 480 ) である場合には 800 / 480 となっている。

$$h_{FEL1H} / h_{FEL1V} = H / V \dots (13)$$

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

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

H : 照明範囲 60A の第 1 の方向のサイズ

V : 照明範囲 60A の第 2 の方向のサイズ

#### 【0055】

##### (特徴部分その 2 )

また、本実施の形態では、カップリングレンズ 20A, 20B, 20C に入射する光のビームサイズが 20A, 20B, 20C 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 の焦点距離および開口数が設定されている。これを式で表すと、以下のようになる。

$$c_{L1} = 2 \times f_{CL1} \times N A_1 \quad h_{CL1} \dots (14)$$

$$c_{L2} = 2 \times f_{CL2} \times N A_2 \quad h_{CL2} \dots (15)$$

$$c_{L3} = 2 \times f_{CL3} \times N A_3 \quad h_{CL3} \dots (16)$$

10

20

30

40

50

$c_{L1}$  : カップリングレンズ 20A に入射する光のビームサイズ  
 $c_{L2}$  : カップリングレンズ 20B に入射する光のビームサイズ  
 $c_{L3}$  : カップリングレンズ 20C に入射する光のビームサイズ  
 $N_A_1$  : カップリングレンズ 20A の開口数  
 $N_A_2$  : カップリングレンズ 20B の開口数  
 $N_A_3$  : カップリングレンズ 20C の開口数  
 $h_{CL1}$  : カップリングレンズ 20A のサイズ  
 $h_{CL2}$  : カップリングレンズ 20B のサイズ  
 $h_{CL3}$  : カップリングレンズ 20C のサイズ

## 【0056】

10

ところで、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（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6つの関係式を満たしていることが好ましい。

$$c_{L1H} = 2 \times f_{CL1H} \times N_A_{1H} \quad h_{CL1H} \dots (17)$$

$$c_{L2H} = 2 \times f_{CL2H} \times N_A_{2H} \quad h_{CL2H} \dots (18)$$

$$c_{L3H} = 2 \times f_{CL3H} \times N_A_{3H} \quad h_{CL3H} \dots (19)$$

$$c_{L1V} = 2 \times f_{CL1V} \times N_A_{1V} \quad h_{CL1V} \dots (20)$$

$$c_{L2V} = 2 \times f_{CL2V} \times N_A_{2V} \quad h_{CL2V} \dots (21)$$

$$c_{L3V} = 2 \times f_{CL3V} \times N_A_{3V} \quad h_{CL3V} \dots (22)$$

$c_{L1H}$  : カップリングレンズ 20A に入射する光の、第 3 の方向（カップリングレンズ 20A の短手方向またはそれに対応する方向）のビームサイズ

20

$c_{L2H}$  : カップリングレンズ 20B に入射する光の、第 5 の方向（カップリングレンズ 20B の短手方向またはそれに対応する方向）のビームサイズ

$c_{L3H}$  : カップリングレンズ 20C に入射する光の、第 7 の方向（カップリングレンズ 20C の短手方向またはそれに対応する方向）のビームサイズ

$c_{L1V}$  : カップリングレンズ 20A に入射する光の、第 3 の方向と直交する第 4 の方向（カップリングレンズ 20A の長手方向またはそれに対応する方向）のビームサイズ

$c_{L2V}$  : カップリングレンズ 20B に入射する光の、第 5 の方向と直交する第 6 の方向（カップリングレンズ 20B の長手方向またはそれに対応する方向）のビームサイズ

$c_{L3V}$  : カップリングレンズ 20C に入射する光の、第 7 の方向と直交する第 8 の方向（カップリングレンズ 20C の長手方向またはそれに対応する方向）のビームサイズ

30

$N_A_{1H}$  : カップリングレンズ 20A の、第 3 の方向の開口数

$N_A_{2H}$  : カップリングレンズ 20B の、第 5 の方向の開口数

$N_A_{3H}$  : カップリングレンズ 20C の、第 7 の方向の開口数

$N_A_{1V}$  : カップリングレンズ 20A の、第 4 の方向の開口数

$N_A_{2V}$  : カップリングレンズ 20B の、第 6 の方向の開口数

$N_A_{3V}$  : カップリングレンズ 20C の、第 8 の方向の開口数

$h_{CL1H}$  : カップリングレンズ 20A の、第 3 の方向のサイズ

$h_{CL2H}$  : カップリングレンズ 20B の、第 5 の方向のサイズ

$h_{CL3H}$  : カップリングレンズ 20C の、第 7 の方向のサイズ

$h_{CL1V}$  : カップリングレンズ 20A の、第 4 の方向のサイズ

$h_{CL2V}$  : カップリングレンズ 20B の、第 6 の方向のサイズ

$h_{CL3V}$  : カップリングレンズ 20C の、第 8 の方向のサイズ

40

## 【0057】

なお、第 3 の方向が、第 1 の方向（例えば横方向）またはそれに対応する方向であることが好ましい。第 4 の方向が、第 2 の方向（例えば縦方向）またはそれに対応する方向であることが好ましい。第 5 の方向が、第 1 の方向（例えば横方向）またはそれに対応する方向であることが好ましい。第 6 の方向が、第 2 の方向（例えば縦方向）またはそれに対応する方向であることが好ましい。第 7 の方向が、第 1 の方向（例えば横方向）またはそれに対応する方向であることが好ましい。第 8 の方向が、第 2 の方向（例えば縦方向）ま

50

たはそれに対応する方向であることが好ましい。

### 【0058】

#### [作用・効果]

次に、本実施の形態のプロジェクト1の作用・効果について説明する。本実施の形態では、インテグレータ40を透過した光が照明する照明範囲60Aにおける照明状態を時間的に変化させる微小振動素子100が、光路合成素子30とインテグレータ40との間に設けられている。これにより、スペックルを人間の眼の中で気にならない程度に平均化することが可能となる。また、本実施の形態では、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、微小振動素子100の形状が設定されている。さらに、各光源像Sが、フライアイレンズ40Bの複数のセル42にまたがって形成されることがないように、微小振動素子100の振動振幅により光源像Sが変位する量が設定されている。これにより、フライアイレンズ40Bに入射した光が効率良く照明範囲60Aにまで到達する。なお、微小振動素子100は照明範囲60Aにおける照明状態を時間的に変化させることができるので、微小振動素子100が照明光学系1Aの小型化を阻害することはない。以上のことから、本実施の形態では、小型化および光の利用効率向上を図りつつ、スペックルの発生を低減することができる。

### 【0059】

また、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における光利用効率をさら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における光利用効率をさら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における光利用効率をさらに改善することができる。

### 【0060】

上記実施の形態において、LDからなるチップ11Aが光源10Aだけに含まれてあり、それ以外の光源（光源10B, 10C）には含まれていない場合には、例えば、図11に示したように、微小振動素子100が光源10Aとカップリングレンズ20Aとの間に設けられていてもよい。また、例えば、図12に示したように、微小振動素子100がカップリングレンズ20Aと光路合成素子30との間に設けられていてもよい。また、上記実施の形態において、LDからなるチップ11Aが光源10A, 10Bだけに含まれており、それ以外の光源（光源10C）には含まれていない場合には、図示しないが、微小振動素子100が光源10Aとカップリングレンズ20Aとの間に設けられるとともに、光源10Bとカップリングレンズ20Bとの間に設けられていてもよい。このとき、光源10Aとカップリングレンズ20Aとの間に設けられた微小振動素子100が本技術の「第1の微小振動素子」の一具体例に相当し、光源10Bとカップリングレンズ20Bとの間に設けられた微小振動素子100が本技術の「第2の微小振動素子」の一具体例に相当する。また、上記実施の形態において、LDからなるチップ11Aが光源10A, 10B, 10Cの全てに含まれている場合に、図示しないが、微小振動素子100が、光源10Aとカップリングレンズ20Aとの間、光源10Bとカップリングレンズ20Bとの間、さ

らに光源 10 C とカップリングレンズ 20 Cとの間に設けられていてもよい。このとき、光源 10 A とカップリングレンズ 20 A との間に設けられた微小振動素子 100 が本技術の「第 1 の微小振動素子」の一具体例に相当する。また、光源 10 B とカップリングレンズ 20 B との間に設けられた微小振動素子 100 、または光源 10 C とカップリングレンズ 20 C との間に設けられた微小振動素子 100 が本技術の「第 2 の微小振動素子」の一具体例に相当する。なお、本技術の「第 2 の微小振動素子」の一具体例に相当する微小振動素子 100 の構成は、光源 10 A とカップリングレンズ 20 A との間に設けられた微小振動素子 100 の構成と同様である。

#### 【 0061 】

< 2 . 第 2 の実施の形態 >

10

#### [ 構成 ]

図 13 (A) , (B) は、本技術の第 2 の実施の形態に係るプロジェクタ 3 の概略構成を表すものである。なお、プロジェクタ 3 が本技術の「投射型表示装置」の一具体例に相当する。図 13 (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 13 (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。図 14 (A) , (B) は、図 13 のプロジェクタ 3 内の光路の一例を表すものである。図 14 (A) は、プロジェクタ 3 を上から (y 軸方向から) 見たときの光路の一例を表し、図 14 (B) はプロジェクタ 3 を横から (x 軸方向から) 見たときの光路の一例を表す。

#### 【 0062 】

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、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。

20

#### 【 0063 】

照明光学系 3 A では、照明光学系 1 A のカップリングレンズ 20 A , 20 B , 20 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、カップリングレンズ 20 D と、ダイクロイックミラー 30 C とが設けられている。ダイクロイックミラー 30 C は、光源 10 A , 10 B , 10 C のそれぞれの光軸が互いに交差する箇所に配置されている。カップリングレンズ 20 D は、ダイクロイックミラー 30 C の光射出側に配置されており、ダイクロイックミラー 30 C とインテグレータ 40 との間に配置されている。微小振動素子 100 は、カップリングレンズ 20 D とインテグレータ 40 との間に配置されている。

30

#### 【 0064 】

ダイクロイックミラー 30 C は、波長選択性を持つ 2 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。2 枚のミラーは互いに直交して配置されており、ミラーの表面がダイクロイックミラー 30 C の光射出側を向くように配置されている。ダイクロイックミラー 30 C は、例えば、図 14 (A) に示したように、一方のミラー（以下、便宜的にミラー A と称する）の裏面側から入射した光（光源 10 A , 10 B 側から入射した光）をミラー A の表面側に透過させるとともに、ミラー A の表面側から入射した光（光源 10 C 側から入射した光）をミラー A で反射するようになっている。また、ダイクロイックミラー 30 C は、例えば、図 14 (A) に示したように、他方のミラー（以下、便宜的にミラー B と称する）の裏面側から入射した光（光源 10 A , 10 C 側から入射した光）をミラー B の表面側に透過させるとともに、ミラー B の表面側から入射した光（光源 10 B 側から入射した光）をミラー B 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 10 A , 10 B , 10 C から発せられた個々の光束を单一の光束に合成するようになっている。

40

#### 【 0065 】

カップリングレンズ 20 D は、例えば、図 14 (A) , (B) に示したように、ダイクロイックミラー 30 C 側から入射してきた光を略平行光化するものであり、ダイクロイックミラー 30 C 側から入射してきた光の指向角を、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。

50

## 【0066】

## [作用・効果]

次に、本実施の形態のプロジェクタ3の作用・効果について説明する。本実施の形態では、インテグレータ40を透過した光が照明する照明範囲60Aにおける照明状態を時間的に変化させる微小振動素子100が、カップリングレンズ20Dとインテグレータ40との間に設けられている。これにより、スペックルを人間の眼の中で気にならない程度に平均化することが可能となる。また、本実施の形態では、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20Dの焦点距離 $f_{CL4}$ と、フライアイレンズ40A, 40Bの焦点距離 $f_{FEL}$ と、微小振動素子100の形状が設定されている。<sup>10</sup>さらに、各光源像Sが、フライアイレンズ40Bの複数のセル42にまたがって形成されることがないように、微小振動素子100の振動振幅により光源像Sが変位する量が設定されている。これにより、フライアイレンズ40Bに入射した光が効率良く照明範囲60Aにまで到達する。なお、微小振動素子100は照明範囲60Aにおける照明状態を時間的に変化させることができる程度に振動するだけなので、微小振動素子100が照明光学系3Aの小型化を阻害することはない。以上のことから、本実施の形態では、小型化および光の利用効率向上を図りつつ、スペックルの発生を低減することができる。

## 【0067】

また、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20Dの焦点距離 $f_{CL4H}$ ,  $f_{CL4V}$ 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3Aにおける光利用効率をさら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20D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20Dの焦点距離 $f_{CL4H}$ ,  $f_{CL4V}$ および開口数NA<sub>4H</sub>, NA<sub>4V</sub>を設定するようにした場合には、照明光学系3Aにおける光利用効率をさらに改善することができる。<sup>20</sup>

## 【0068】

なお、本実施の形態では、第1の実施の形態の $f_{CL1}$ ,  $f_{CL2}$ ,  $f_{CL3}$ が、カップリングレンズ20Dの焦点距離 $f_{CL4}$ となる。同様に、第1の実施の形態の $f_{CL1H}$ ,  $f_{CL2H}$ ,  $f_{CL3H}$ が、カップリングレンズ20Dの、第1の方向またはそれに対応する方向の焦点距離 $f_{CL4H}$ となる。第1の実施の形態の $f_{CL1V}$ ,  $f_{CL2V}$ ,  $f_{CL3V}$ が、カップリングレンズ20Dの、第2の方向またはそれに対応する方向の焦点距離 $f_{CL4V}$ となる。第1の実施の形態の $f_{CL1}$ ,  $f_{CL2}$ ,  $f_{CL3}$ が、カップリングレンズ20Dに入射する光のビームサイズ<sub>CL4</sub>となる。第1の実施の形態のNA<sub>1</sub>, NA<sub>2</sub>, NA<sub>3</sub>,  $f_{CL4}$ が、カップリングレンズ20Dの開口数NA<sub>4</sub>となる。第1の実施の形態の $h_{CL1}$ ,  $h_{CL2}$ ,  $h_{CL3}$ が、カップリングレンズ20Dのサイズ $h_{CL4}$ となる。第1の実施の形態の $f_{CL1H}$ ,  $f_{CL2H}$ ,  $f_{CL3H}$ が、カップリングレンズ20D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<sub>CL4H</sub>となる。第1の実施の形態の $f_{CL1V}$ ,  $f_{CL2V}$ ,  $f_{CL3V}$ が、カップリングレンズ20D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<sub>CL4V</sub>となる。<sup>30</sup>第1の実施の形態のNA<sub>1H</sub>, NA<sub>2H</sub>, NA<sub>3H</sub>が、カップリングレンズ20Dの、第1の方向またはそれに対応する方向の開口数NA<sub>4H</sub>となる。第1の実施の形態のNA<sub>1V</sub>, NA<sub>2V</sub>, NA<sub>3V</sub>が、カップリングレンズ20Dの、第2の方向またはそれに対応する方向の開口数NA<sub>4V</sub>となる。第1の実施の形態の $h_{CL1H}$ ,  $h_{CL2H}$ ,  $h_{CL3H}$ が、カップリングレンズ20Dの、第1の方向またはそれに対応する方向のサイズ $h_{CL4H}$ となる。第1の実施の形態の $h_{CL1V}$ ,  $h_{CL2V}$ ,  $h_{CL3V}$ が、カップリングレンズ20Dの、第2の方向またはそれに対応する方向のサイズ $h_{CL4V}$ となる。なお、これらの読み替えは、以降の各実施の形態においても同様に行われる。<sup>40</sup>

## 【0069】

上記第2の実施の形態において、微小振動素子100が、例えば、図15に示したよう<sup>50</sup>

に、光路合成素子 30（ダイクロイックミラー 30C）とカップリングレンズ 20Dとの間に設けられていてもよい。

#### 【0070】

また、上記第2の実施の形態において、LDからなるチップ 11Aが光源 10Aだけに含まれており、それ以外の光源（光源 10B, 10C）には含まれていない場合には、例えば、図 16 に示したように、微小振動素子 100 が光源 10A と光路合成素子 30（ダイクロイックミラー 30C）との間に設けられていてもよい。

#### 【0071】

<3. 第3の実施の形態>

[構成]

10

図 17(A), (B) は、本技術の第3の実施の形態に係るプロジェクタ 4 の概略構成を表すものである。なお、プロジェクタ 4 が本技術の「投射型表示装置」の一具体例に相当する。図 17(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 17(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。図 18(A), (B) は、図 17 のプロジェクタ 4 内の光路の一例を表すものである。図 18(A) は、プロジェクタ 4 を上から（y 軸方向から）見たときの光路の一例を表し、図 18(B) はプロジェクタ 4 を横から（x 軸方向から）見たときの光路の一例を表す。

#### 【0072】

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 3A を備えたプロジェクタ 3 の構成と相違する。そこで、以下では、プロジェクタ 3 との相違点について主に説明、プロジェクタ 3 との共通点についての説明を適宜省略するものとする。

20

#### 【0073】

照明光学系 4A では、照明光学系 3A の光源 10A, 10B, 10C と、ダイクロイックミラー 30C とが省略され、その代わりに、光源 10D が設けられている。光源 10D は、カップリングレンズ 20D の光軸上に配置されており、照明光学系 4A は、光源 10D から発せられた光が直接、カップリングレンズ 20D に入射するように構成されている。微小振動素子 100 は、光源 10D とカップリングレンズ 20D との間に配置されている。

#### 【0074】

光源 10D 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 とを有している。光源 10D に含まれる固体発光素子 11 は、单一もしくは複数の点状、または单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 10D 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单一のチップ 11A からなっていてもよいし、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 11A からなっていてもよい。光源 10D 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、それらのチップ 11A は、例えば、横方向に一列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

#### 【0075】

チップ 11A 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。光源 10D に複数のチップ 11A が含まれている場合に、光源 10D に含まれるチップ 11A が全て、LD であってもよい。光源 10D に複数のチップ 11A が含まれている場合に、一部のチップ 11A が LD であり、他のチップ 11A が LED や OLED であってもよい。

40

#### 【0076】

光源 10D に複数のチップ 11A が含まれている場合に、光源 10D に含まれるチップ 11A 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てもよい。光源 10D に複数のチップ 11A が含まれている場合に、全てのチップ 11A 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てもよいし、波長 500 nm ~ 600 nm 程度の波

50

長の光（緑色光）を発するもので構成されていてもよいし、波長600nm～700nm程度の波長の光（赤色光）を発するもので構成されていてもよい。また、光源10Dに複数のチップ11Aが含まれている場合に、光源10Dに含まれる複数のチップ11Aが、例えば、波長400nm～500nm程度の波長の光（青色光）を発するものと、波長500nm～600nm程度の波長の光（緑色光）を発するものと、例えば、波長600nm～700nm程度の波長の光（赤色光）を発するものとで構成されていてもよい。

#### 【0077】

##### [作用・効果]

次に、本実施の形態のプロジェクト4の作用・効果について説明する。本実施の形態では、インテグレータ40を透過した光が照明する照明範囲60Aにおける照明状態を時間的に変化させる微小振動素子100が、光源10Dとカップリングレンズ20Dとの間に設けられている。これにより、スペックルを人間の眼の中で気にならない程度に平均化することが可能となる。また、本実施の形態では、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20Dの焦点距離 $f_{CL4}$ と、フライアイレンズ40A, 40Bの焦点距離 $f_{FEL}$ と、微小振動素子100の形状が設定されている。さらに、各光源像Sが、フライアイレンズ40Bの複数のセル42にまたがって形成されることがないように、微小振動素子100の振動振幅により光源像Sが変位する量が設定されている。これにより、フライアイレンズ40Bに入射した光が効率良く照明範囲60Aにまで到達する。なお、微小振動素子100は照明範囲60Aにおける照明状態を時間的に変化させることができることに振動するだけなので、微小振動素子100が照明光学系4Aの小型化を阻害することはない。以上のことから、本実施の形態では、小型化および光の利用効率向上を図りつつ、スペックルの発生を低減することができる。

#### 【0078】

また、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20Dの焦点距離 $f_{CL4H}$ ,  $f_{CL4V}$ 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4Aにおける光利用効率をさら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20D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20Dの焦点距離 $f_{CL4H}$ ,  $f_{CL4V}$ および開口数NA<sub>4H</sub>, NA<sub>4V</sub>を設定するようにした場合には、照明光学系4Aにおける光利用効率をさらに改善することができる。

#### 【0079】

上記第3の実施の形態において、微小振動素子100が、例えば、図19に示したように、カップリングレンズ20Dとインテグレータ40との間に設けられていてもよい。

#### 【0080】

##### <4. 第4の実施の形態>

##### [構成]

図20(A), (B)は、本技術の第4の実施の形態に係るプロジェクト5の概略構成を表すものである。なお、プロジェクト5が本技術の「投射型表示装置」の一具体例に相当する。図20(A)はプロジェクト5を上から(y軸方向から)見たときの構成例を表し、図20(B)はプロジェクト5を横から(x軸方向から)見たときの構成例を表す。

#### 【0081】

プロジェクト5は、照明光学系5Aを備えている点で、照明光学系4Aを備えたプロジェクト4の構成と相違する。そこで、以下では、プロジェクト4との相違点について主に説明、プロジェクト4との共通点についての説明を適宜省略するものとする。

#### 【0082】

照明光学系5Aでは、照明光学系4Aの光源10Dおよびカップリングレンズ20Dの光軸がインテグレータ40の光軸と交差する方向に傾けられている。光源10Dおよびカ

10

20

30

40

50

ツプリングレンズ 20D の光軸は、図 20(A) に示したように、横方向に傾いていることが好ましい。なお、光源 10D およびカップリングレンズ 20D の光軸が、図示しないが、縦方向に傾いていてもよいし、傾いていない構成となっていてもよい。

#### 【0083】

照明光学系 5A は、さらに、偏光分離素子 80 と、位相差板アレイ 90 を備えている。偏光分離素子 80 は、カップリングレンズ 20D とインテグレータ 40 との間に設けられており、位相差板アレイ 90 は、インテグレータ 40 とコンデンサレンズ 50 ( または照明範囲 60A ) との間に設けられている。本実施の形態では、フライアイレンズ 40B は、フライアイレンズ 40A の焦点位置の手前に配置されており、位相差板アレイ 90 が、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。なお、微小振動素子 100 は、光源 10D とカップリングレンズ 20D との間に配置されている。  
10

#### 【0084】

偏光分離素子 80 は、入射する光の偏光に対して異方性を有する光学素子であり、カップリングレンズ 20D 側から入射する光を、S 偏光成分と P 偏光成分との進行方向が異なるように分離 ( 例えば回折 ) するものである。偏光の分離方向は、横方向となっていることが好ましいが、縦方向となっていてもよい。偏光分離素子 80 は、例えば、図 21(A), (B) に示したように、一方の表面に、ブレーズ状またはステップ状の複数の帯状の凸部が並列配置された凹凸形状を有する偏光回折素子であることが好ましい。なお、偏光分離素子 80 は、図示しないが、バイナリ型の偏光回折素子であってもよい。なお、図 21において、 $n_0$  は、偏光分離素子 80 の屈折率であり、 $n_1$  は、偏光分離素子 80 の光出射側の表面に接する領域の屈折率である。 $P_A$  は、偏光分離素子 80 の凸部のピッチであり、 $\theta$  は、偏光分離素子 80 の光出射側の表面から出射される光の回折角である。 $\lambda$  は入射光の波長である。  
20

#### 【0085】

偏光分離素子 80 は、例えば、カップリングレンズ 20D 側から入射した光に含まれる S 偏光成分の光を、入射角と射出角とが互いに等しく ( またはほぼ等しく ) なるように透過させるようになっている。さらに、偏光分離素子 80 は、例えば、カップリングレンズ 20D 側から入射した光に含まれる P 偏光成分の光を、入射角と射出角とが互いに異なるように回折透過させるようになっている。なお、偏光分離素子 80 は、上記の例とは逆に、例えば、カップリングレンズ 20D 側から入射した光に含まれる P 偏光成分の光を、入射角と射出角とが互いに等しく ( またはほぼ等しく ) なるように透過させるようになっていてもよい。この場合に、偏光分離素子 80 は、さらに、例えば、カップリングレンズ 20D 側から入射した光に含まれる S 偏光成分の光を、入射角と射出角とが互いに異なるように回折透過せるようになっていてもよい。偏光分離素子 80 から射出された S 偏光の進行方向と、偏光分離素子 80 から射出された P 偏光の進行方向とは、偏光分離素子 80 の法線 ( 光軸 ) との関係で互いに反対方向を向いており、偏光分離素子 80 の法線 ( 光軸 ) との関係で互いに線対称となる方向を向いていることが好ましい。  
30

#### 【0086】

位相差板アレイ 90 は、例えば、図 22 に示したように、位相差の互いに異なる第 1 領域 90A および第 2 領域 90B を有している。第 1 領域 90A は、偏光分離素子 80 で分離された S 偏光成分および P 偏光成分のいずれか一方の偏光成分が入射する位置に配置されており、第 1 領域 90A への入射光を、偏光方向を維持したまま透過するようになっている。一方、第 2 領域 90B は、偏光分離素子 80 で分離された S 偏光成分および P 偏光成分のうち第 1 領域 90A に入射する偏光成分とは異なる偏光成分が入射する位置に配置されており、第 2 領域 90B への入射光を、第 1 領域 90A に入射する光の偏光と等しい偏光の光に変換するようになっている。第 1 領域 90A および第 2 領域 90B は、ともに、偏光分離素子 80 における分離 ( 回折 ) 方向と直交する方向に延在する帯状の形状となっており、かつ偏光分離素子 80 における分離 ( 回折 ) 方向と平行な方向に交互に配置されている。ここで、フライアイレンズ 40A, 40B の各セルが 1 以外の縦横比 ( アスペクト比 ) を有している場合には、第 1 領域 90A および第 2 領域 90B はともに、フライ  
40  
50

アイレンズ 40A, 40B の長手方向と垂直な方向に延在していることが好ましい。

#### 【0087】

互いに隣り合う第1領域 90A および第2領域 90B の合計の幅  $array$  は、例えば、フライアイレンズ 40B の 1 つのセル 42 の幅と等しくなっている。第1領域 90A および第2領域 90B が、例えば、図 22 に示したように、横方向に配列されている場合には、幅  $array$  は、例えば、セル 42 の横方向の幅 ( $h_{FEL2H}$ ) と等しくなっている。第1領域 90A および第2領域 90B が、図示しないが、縦方向に配列されている場合には、幅  $array$  は、例えば、セル 42 の縦方向の幅 ( $h_{FEL2V}$ ) と等しくなっている。第1領域 90A の幅  $h_{AWP1}$  と、第2領域 90B の幅  $h_{AWP2}$  とは、例えば、互いに等しくなっている。

#### 【0088】

ところで、本実施の形態では、例えば、図 23(A) ~ (C) に示したように、偏光分離素子 80 には、カップリングレンズ 20D 側からの光が斜め方向から入射するようになっている。なお、図 23(A) は、偏光分離素子 80 に入射した光のうち S 偏光成分または P 偏光成分の光路だけを模式的に表したものであり、図 23(B) は、偏光分離素子 80 に入射した光のうち図 23(A) に示した偏光成分とは異なる偏光成分の光路だけを模式的に表したものである。図 23(C) は、偏光成分によらず光路が共通となっている様子を模式的に表したものである。

#### 【0089】

例えば、偏光分離素子 80 には、位相差板アレイ 90 内の配列方向と平行な方向（例えば横方向）に光軸が傾いた光が偏光分離素子 80 に入射するようになっている。そのため、例えば、図 23(A), (B) に示したように、偏光分離素子 80 に入射した光のうち一方の偏光成分の光が、入射光の光軸と平行な方向に射出され、偏光分離素子 80 に入射した光のうち他方の偏光成分の光が、入射光の光軸と交差する方向に射出される。このとき、入射光の光軸と平行な方向に射出された光の光軸と、入射光の光軸と交差する方向に射出された光の光軸との二等分線が、偏光分離素子 80 の法線 (z 軸) と平行（またはほぼ平行）となっていることが好ましい。

#### 【0090】

入射光の光軸と平行な方向に射出された光は、インテグレータ 40 で複数の微小光束となり、例えば、図 23(A) に示したように、位相差板アレイ 90 の第1領域 90A に入射するようになっている。また、入射光の光軸と交差する方向に射出された光は、例えば、図 23(B) に示したように、インテグレータ 40 で複数の微小光束となり、例えば、位相差板アレイ 90 の第2領域 90B に入射するようになっている。なお、図示しないが、入射光の光軸と平行な方向に射出された光が、位相差板アレイ 90 の第2領域 90B に入射するとともに、入射光の光軸と交差する方向に射出された光が、位相差板アレイ 90 の第1領域 90A に入射するようになっていてもよい。いずれにしても、位相差板アレイ 90 からは、P 偏光および S 偏光のいずれか一方の偏光光が主として射出されるようになっている。

#### 【0091】

入射光の光軸と平行な方向に射出された光は、フライアイレンズ 40A で微小光束に分割され、分割された各光束が位相差板アレイ 90 の第1領域 90A の近傍に焦点を結び、ここに 2 次光源面（光源像  $S_A$ ）を形成する（図 24 参照）。同様に、入射光の光軸と交差する方向に射出された光は、フライアイレンズ 40A で微小光束に分割され、分割された各光束が位相差板アレイ 90 の第2領域 90B の近傍に焦点を結び、ここに 2 次光源面（光源像  $S_B$ ）を形成する（図 24 参照）。

#### 【0092】

本実施の形態では、フライアイレンズ 40A の各セル 41 によって位相差板アレイ 90 に形成される各光源像  $S_A$ 、各光源像  $S_B$  のサイズが第1領域 90A、第2領域 90B の 1 セル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 20D の焦点距離  $f_{CL4}$  と、フライアイレンズ 40A, 40B の焦点距離  $f_{FEL}$  と、微小振動素子 100 の形状が設定されている。さらに、光源像  $S_A$  および光源像  $S_B$  が、第1領域 90A、第2領域 90B

10

20

30

40

50

Bにまたがって形成されないように、微小振動素子100の振動振幅により光源像 $S_A$ ,  $S_B$ が変位する量が設定されている。

### 【0093】

微小振動素子100は、第1領域90A, 第2領域90Bの長手方向および短手方向のうち少なくとも一方の方向に振幅成分を有する振動をするようになっている。微小振動素子100による光束の走査の方向は、例えば、位相差板アレイ90の配列方向(つまり、第1領域90A, 第2領域90Bの短手方向)またはその方向と対応する方向となっている。微小振動素子100による光束の走査の方向は、位相差板アレイ90の配列方向と直交する方向(つまり、第1領域90A, 第2領域90Bの長手方向)またはその方向と対応する方向であってもよい。

10

### 【0094】

ここで、微小振動素子100による光束の走査の方向が、位相差板アレイ90の配列方向またはその方向と対応する方向となっている場合には、光源像 $S_A$ ,  $S_B$ の変位量が以下の式(23), (24)を満たしていることが好ましい。式(23), (24)を模式的に表すと図24のようになる。ここで、図24は、微小振動素子100の振動により光源像 $S_A$ ,  $S_B$ が第1の方向(例えば横方向)またはそれに対応する方向に振動している様子を表したものである。

$$h_{H1} + d_{H1} = P_{4H} \times (f_{FEL} / f_{CL4H}) + d_{H1} \quad h_{AWP1} \dots (23)$$

$$h_{H2} + d_{H2} = P_{4H} \times (f_{FEL} / f_{CL4H}) + d_{H2} \quad h_{AWP2} \dots (24)$$

$h_{H1}$ : 光源像 $S_A$ の、第1の方向またはそれに対応する方向のサイズ

20

$h_{H2}$ : 光源像 $S_B$ の、第1の方向またはそれに対応する方向のサイズ

$P_{4H}$ : 光源10D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

$f_{CL4H}$ : カップリングレンズ20Dの、第1の方向またはそれに対応する方向の焦点距離

$h_{AWP1}$ : 第1領域90Aの配列方向のサイズ

$h_{AWP2}$ : 第2領域90Bの配列方向のサイズ

$d_{H1}$ : 微小振動素子100の振動振幅により光源像 $S_A$ が変位する量

$d_{H2}$ : 微小振動素子100の振動振幅により光源像 $S_B$ が変位する量

### 【0095】

30

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、 $P_{4H}$ 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。固体発光素子11が複数のチップ11Aからなる場合には、 $P_{4H}$ 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。また、カップリングレンズ20Dが、複数のレンズによって構成されている場合には、 $f_{CL4H}$ は、各レンズの、第1の方向またはそれに対応する方向の合成焦点距離とする。

### 【0096】

上記の式(23), (24)とおおよそ等価な式として、以下の式(25), (26)を挙げることができる。式(25), (26)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。

40

$$h_{H1} + d_{H1} = W_{4H} \times (f_{FEL} / f_{CL4H}) + d_{H1} \quad h_{AWP1} \dots (25)$$

$$h_{H2} + d_{H2} = W_{4H} \times (f_{FEL} / f_{CL4H}) + d_{H2} \quad h_{AWP2} \dots (26)$$

$W_{4H}$ : 光源10Dに含まれる固体発光素子11の、第1の方向またはそれに対応する方向のサイズ

### 【0097】

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、 $W_{4H}$ 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、 $W_{4H}$ 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。

50

## 【0098】

## [作用・効果]

次に、本実施の形態のプロジェクタ5の作用・効果について説明する。本実施の形態では、インテグレータ40を透過した光が照明する照明範囲60Aにおける照明状態を時間的に変化させる微小振動素子100が、光源10Dとカップリングレンズ20Dとの間に設けられている。これにより、スペックルを人間の眼の中で気にならない程度に平均化することが可能となる。また、本実施の形態では、フライアイレンズ40Aの各セル41によって位相差板アレイ90に形成される各光源像S<sub>A</sub>、各光源像S<sub>B</sub>のサイズが第1領域90A、第2領域90Bの1セル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20Dの焦点距離f<sub>CL4</sub>と、フライアイレンズ40A、40Bの焦点距離f<sub>FEL</sub>と、微小振動素子100の形状が設定されている。さらに、光源像S<sub>A</sub>および光源像S<sub>B</sub>が、第1領域90A、第2領域90Bにまたがって形成されることがないように、微小振動素子100の振動振幅により光源像S<sub>A</sub>、S<sub>B</sub>が変位する量が設定されている。これにより、位相差板アレイ90に入射した光が効率良く照明範囲60Aにまで到達する。なお、微小振動素子100は照明範囲60Aにおける照明状態を時間的に変化させることができることに振動するだけなので、微小振動素子100が照明光学系5Aの小型化を阻害することはない。以上のことから、本実施の形態では、小型化および光の利用効率向上を図りつつ、スペックルの発生を低減することができる。

## 【0099】

また、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20Dの焦点距離f<sub>CL4H</sub>、f<sub>CL4V</sub>と、フライアイレンズ40A、40Bの焦点距離f<sub>FELH</sub>、f<sub>FELV</sub>とを設定するようにした場合には、照明光学系5Aにおける光利用効率をさら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20D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20Dの焦点距離f<sub>CL4H</sub>、f<sub>CL4V</sub>および開口数NA<sub>4H</sub>、NA<sub>4V</sub>を設定するようにした場合には、照明光学系5Aにおける光利用効率をさらに改善することができる。

## 【0100】

また、本実施の形態では、偏光分離素子80をインテグレータ40の手前に配置し、位相差板アレイ90をインテグレータ40の後ろに配置した上で、カップリングレンズ20Dからの光を偏光分離素子80に斜めに入射させるようにした。これにより、空間変調素子60の光入射側などに偏光板が用いられている場合に、光源10Dから射出された光を、上記の偏光板の透過軸と平行な偏光成分を主として含む偏光光に変換することができる。その結果、空間変調素子60の光入射側などに設けられた偏光板で生じる光のロスを小さくすることができるので、プロジェクタ5全体の光利用効率を大幅に改善することができる。

## 【0101】

上記第4の実施の形態において、微小振動素子100が、例えば、図25に示したように、カップリングレンズ20Dとインテグレータ40との間に設けられていてよい。

## 【0102】

<5. 実施例>

次に、上記各実施の形態のプロジェクタ1、3、4、5に用いられる照明光学系1A、3A、4A、5Aの実施例について説明する。図26は、第1ないし第3の実施の形態の実施例の設計値を表したものであり、図27は、第4の実施の形態の実施例の設計値を表したものである。図中の実施例1～3は、照明光学系1A、3A、4Aに共通の設計値であり、図中の実施例4は、照明光学系5Aの設計値である。図26の一番下に記載の「条件式」とは、上述の式(7)～(12)においてP<sub>1H</sub>、P<sub>2H</sub>、P<sub>3H</sub>、P<sub>1V</sub>、P<sub>2V</sub>、P<sub>3V</sub>をW<sub>1H</sub>、W<sub>2H</sub>、W<sub>3H</sub>、W<sub>1V</sub>、W<sub>2V</sub>、W<sub>3V</sub>に置き換えたものと、上述の式(17)～(22)とを以下の式(27)～(29)、(31)～(33)にまとめたものに、設計値を代入することにより得られたものである。図27の「条件式」も同様の方法で以下の式(30)

10

20

30

40

50

) , (34)にまとめたものに、設計値を代入することにより得られたものである。なお、図26、図27では、 $f_{CL1H}$ ,  $f_{CL2H}$ ,  $f_{CL3H}$ ,  $f_{CL4H}$ を便宜的に $f_{CLH}$ と記載し、 $f_{CL1V}$ ,  $f_{CL2V}$ ,  $f_{CL3V}$ ,  $f_{CL4V}$ を便宜的に $f_{CLV}$ と記載した。また、図26、図27では、開口数 $NA_{1H}$ ,  $NA_{2H}$ ,  $NA_{3H}$ ,  $NA_{4H}$ を便宜的に $NA_H$ と記載し、開口数 $NA_{1V}$ ,  $NA_{2V}$ ,  $NA_{3V}$ ,  $NA_{4V}$ を便宜的に $NA_V$ と記載した。

$$(w_{1H} / h_{FEL2H}) \times f_{FELH} = f_{CL1H} = h_{CL1H} / (2 \times NA_{1H}) \dots (27)$$

$$(w_{2H} / h_{FEL2H}) \times f_{FELH} = f_{CL2H} = h_{CL2H} / (2 \times NA_{2H}) \dots (28)$$

$$(w_{3H} / h_{FEL2H}) \times f_{FELH} = f_{CL3H} = h_{CL3H} / (2 \times NA_{3H}) \dots (29)$$

$$(w_{4H} / h_{FEL2H}) \times f_{FELH} = f_{CL4H} = h_{CL4H} / (2 \times NA_{4H}) \dots (30)$$

$$(w_{1V} / h_{FEL2V}) \times f_{FELV} = f_{CL1V} = h_{CL1V} / (2 \times NA_{1V}) \dots (31)$$

10

$$(w_{2V} / h_{FEL2V}) \times f_{FELV} = f_{CL2V} = h_{CL2V} / (2 \times NA_{2V}) \dots (32)$$

$$(w_{3V} / h_{FEL2V}) \times f_{FELV} = f_{CL3V} = h_{CL3V} / (2 \times NA_{3V}) \dots (33)$$

$$(w_{4V} / h_{FEL2V}) \times f_{FELV} = f_{CL4V} = h_{CL4V} / (2 \times NA_{4V}) \dots (34)$$

### 【0103】

図26、図27から、いずれの設計値においても、式(27)~(34)を満たす焦点距離 $f_{CL1H}$ ,  $f_{CL2H}$ ,  $f_{CL3H}$ ,  $f_{CL4H}$ ,  $f_{CL1V}$ ,  $f_{CL2V}$ ,  $f_{CL3V}$ ,  $f_{CL4V}$ に設定することができることがわかる。

### 【0104】

<6. 変形例>

以上、複数の実施の形態を挙げて本技術を説明したが、本技術は各実施の形態に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。

20

### 【0105】

(変形例1)

例えば、上記実施の形態では、図3(A), (B)~図6(A), (B)に示したように、チップ11Aが上面発光型の素子となっている場合が例示されていたが、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, 10Dは、それぞれ、例えば、図28(A), (B)~図33(A), (B)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。

### 【0106】

30

ステム13は、キャップ14とともに光源10A, 10B, 10C, 10D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。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。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」とする。)は、個々のチップ11Aの電極(図示せず)に1つずつ電気的に接続されている。端子は、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のうち上記の端子以外の端子(以下、便宜的に「端子」とする。)は、全てのチップ11Aの他の電極(図示せず)に電気的に接続されている。端子は、例えば、外枠基板13B側に長く突出しており、端子の支持基板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

40

50

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つずつ電気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 と電気的に接続される部分に相当する。端子 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 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 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気的に接続されている。

10

#### 【0107】

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る。

#### 【0108】

本変形例において、固体発光素子 11 は、单一もしくは複数の点状、または单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单一のチップ 11A からなっていてもよいし、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 28 (A), (B)、図 29 (A), (B) に示したように、横方向に一列に配置されていたり、例えば、図 31 (A), (B)、図 32 (A), (B) に示したように、縦方向に一列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, 10D ごとに異なっていてもよいし、全ての光源 10A, 10B, 10C, 10D で互いに等しくなっていてもよい。

20

#### 【0109】

固体発光素子 11 が单一のチップ 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 30 (B)、図 33 (B) に示したように、单一のチップ 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 28 (B), 図 29 (B), 図 31 (B), 図 32 (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 が横方向に一列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 28 (B) の例では、 $W_{V1} \times 3W_{H1}$  より大きく、図 29 (B) の例では、 $W_{V1} \times 2W_{H1}$  より大きい。また、複数のチップ 11A が縦方向に一列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 31 (B) の例では、 $3W_{V1} \times W_{H1}$  より大きく、図 32 (B) の例では、 $2W_{V1} \times W_{H1}$  より大きい。

30

#### 【0110】

チップ 11A は、例えば、レーザダイオード (LD) からなる。光源 10A, 10B, 10C, 10D のそれぞれに含まれるチップ 11A が全て、LD によって構成されていてもよい。また、光源 10A, 10B, 10C, 10D のうち少なくとも 1 つの光源に含まれるチップ 11A が、LD によって構成され、それ以外のチップ 11A が、LED または OLEd によって構成されていてもよい。

40

#### 【0111】

チップ 11A は、例えば、図 28 (A), (B) ~ 図 33 (A), (B) に示したよう

50

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。

#### 【0112】

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 30 (B)、図 33 (B) に示したように 1 つである。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 28 (B)、図 29 (B)、図 31 (B)、図 32 (B) に示したようにチップ 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。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 が横方向に一列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 28 (B) の例では、 $P_{V1} \times 3P_{H1}$  よりも大きく、 $W_V \times W_H$  よりも小さい。同様に、図 29 (B) の例では、光射出領域のサイズ ( $P_V \times P_H$ ) は、 $P_{V1} \times 2P_{H1}$  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 が縦方向に一列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 31 (B) の例では、 $3P_{V1} \times P_{H1}$  よりも大きく、 $W_V \times W_H$  よりも小さい。同様に、図 32 (B) の例では、光射出領域のサイズ ( $P_V \times P_H$ ) は、 $2P_{V1} \times P_{H1}$  よりも大きく、 $W_V \times W_H$  よりも小さい。

#### 【0113】

##### (変形例 2)

また、上記実施の形態およびその変形例では、照明光学系 1A, 3A, 4A, 5A が、平行光をフライアイレンズ 40A 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 40A 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、上記実施の形態およびその変形例において、カップリングレンズ 20A ~ 20D の代わりに、光源 10A ~ 10D 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 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、上記の指向角変換素子と、フライアイレンズ 40A, 40B とからなる光学系の光学倍率、および微小振動素子 100 の形状が設定されていることが好ましい。この場合、光源像 S のサイズは、以下の式を満たしていることが好ましい。

$$h = P \times m$$

h : 光源像 S のサイズ

P : 光源 10A ~ 10D に含まれる固体発光素子 11 の発光スポット 11B のサイズ

m : 上記の指向角変換素子と、フライアイレンズ 40A, 40B とからなる光学系の光学倍率

さらに、各光源像 S が、フライアイレンズ 40B の複数のセル 42 にまたがって形成されることがないように、微小振動素子 100 の振動振幅により光源像 S が変位する量が設定されていることが好ましい。

#### 【0114】

また、本変形例においても、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、照明光学系 1A, 3A, 4A, 5A が、アナモフィック光学系となっていることが好ましい。

#### 【0115】

##### (変形例 3)

また、上記実施の形態およびその変形例では、本技術を、投射型表示装置に適用した場

10

20

30

40

50

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34に示したように、本技術を、リアプロジェクション表示装置6に適用することが可能である。リアプロジェクション表示装置6は、図34に示したように、照明光学系1A, 3A, 4A, 5Aを含むプロジェクタ1, 3, 4, 5と、プロジェクタ1, 3, 4, 5(投影光学系70)から投射された画像光を映し出す透過型スクリーン7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6の照明光学系として、照明光学系1A, 3A, 4A, 5Aを用いることにより、光利用効率を改善することができる。

#### 【0116】

##### (変形例4)

また、上記実施の形態およびその変形例では、微小振動素子100は、光学素子110と、光学素子110を微小振動させる駆動部120とを有していたが、それらの代わりに、例えば、入射光の一部を収束させると共に入射光の一部を発散させるパワー素子と、そのパワー素子を微小振動させる駆動部とを有していてもよい。

#### 【0117】

本変形例において、駆動部は、パワー素子とインテグレータ40との相対位置を変位させるものである。駆動部は、例えば、パワー素子の面内の一の方向に振動させることにより、パワー素子とインテグレータ40との相対位置を変位させようになっている。これにより、インテグレータ40の入射面内において、収束光の入射位置と、発散光の入射位置が変化するので、照明領域60Aにおける照明状態を時間的に変化させることができる。なお、駆動部による光束の走査は、連続周期的であってもよいし、離散的繰り返してもよい。いずれの場合であっても、照明領域60Aにおける照明状態を時間的に変化させることができる。駆動部は、パワー素子から出射された光のフライアイレンズ40Aへの入射角がフライアイレンズ40Aの許容角以内となるように、パワー素子を制御することが好ましい。

#### 【0118】

図35(A)は、上記パワー素子の一例を表す平面構成図である。図35(B)は、図35(A)のA-A矢視方向の断面構成図である。図36は、図35(B)において一点鎖線で囲んだ部分の拡大図であり、図37は、図36のパワー素子をインテグレータ40と共に表す断面構成図である。

#### 【0119】

図35(A)に記載のパワー素子200は、凸シリンダー面210(第1光学面)と凹シリンダー面220(第2光学面)が交互に配列された凹凸面200Aをインテグレータ40側に有しており、さらに、平坦面200Bをインテグレータ40とは反対側に有している。凸シリンダー面210および凹シリンダー面220は、横方向と45度の角度で交差する方向に延在しており、さらに、これらの延在方向と直交する方向に交互に配列されている。凸シリンダー面210は、曲率半径R(+)の凸状曲面であり、平坦面200B側から入射した光を収束光束に変換するようになっている。凹シリンダー面220は、曲率半径R(-)の凹状曲面であり、平坦面200B側から入射した光を発散光束に変換するようになっている。凸シリンダー面210の曲率半径R(+)は、凹シリンダー面220の曲率半径R(-)よりも大きくなっている。さらに、凸シリンダー面210の幅P(+) (配列方向の幅)は、凹シリンダー面220の幅P(-) (配列方向の幅)よりも広くなっている。

#### 【0120】

ここで、図37中のF(+)は、凸シリンダー面210の焦点距離である。また、F(-)は、凹シリンダー面220の焦点距離である。(+)は、収束光束を構成する光線の進行方向と、インテグレータ40の光軸とのなす角度の最大値である。(-)は、発散光束を構成する光線の進行方向と、インテグレータ40の光軸とのなす角度の最大値である。LPは、凸シリンダー面210収束光束幅と、凹シリンダー面220の発散光束幅が互いに等しくなる箇所を含む面と、パワー素子200との距離である。Pは、凸シリンダー面210収束光束幅と、凹シリンダー面220の発散光束幅が互いに等しくなる箇所

10

20

30

40

50

における両光束の幅である。Lは、パワー素子200とインテグレータ40との距離であり、具体的には、各凸シリンダー面210の頂部を含む面と、フライアイレンズ40Aの各セル41の頂部を含む面との距離である。なお、パワー素子200の各パラメータの値の一例を以下の表1に示す。

【表1】

パラメータ	数値	単位
R(+)	1.582	mm
R(-)	-1.334	mm
F(+)	2.891	mm
F(-)	-2.438	mm
P(+)	0.304	mm
P(-)	0.256	mm
θ(+)	-3.00	°
θ(-)	3.00	°
LP	0.22	mm
P	0.28	mm
L	0.5	mm

10

20

## 【0121】

## (変形例5)

また、上記実施の形態およびその変形例では、微小振動素子100は、光学素子110と、光学素子110を微小振動させる駆動部120とを有していたが、それらの代わりに、回折効果を利用した回折分岐素子と、回折分岐素子を微小振動させる駆動部とを有してもよい。回折分岐素子は、入射光を回折させることにより複数の回折次数の光束に分岐して、各々異なる角度で射出させるものである。ただし、回折分岐素子は、当該回折分岐素子から出射された光のフライアイレンズ40Aへの入射角が、フライアイレンズ40Aの許容角以内となるように構成されていることが好ましい。また、駆動部は、回折分岐素子から出射された光のフライアイレンズ40Aへの入射角がフライアイレンズ40Aの許容角以内となるように、回折分岐素子を振動させることが好ましい。

30

## 【0122】

## (変形例6)

また、上記実施の形態およびその変形例では、微小振動素子100は、光学素子110と、光学素子110を微小振動させる駆動部120とを有していたが、それらの代わりに、拡散板と、拡散板を微小振動させる駆動部とを有してもよい。ただし、拡散板は、当該拡散板から出射された光のフライアイレンズ40Aへの入射角が、フライアイレンズ40Aの許容角以内となるように構成されていることが好ましい。また、駆動部は、拡散板から出射された光のフライアイレンズ40Aへの入射角がフライアイレンズ40Aの許容角以内となるように、拡散板を振動させることが好ましい。

40

## 【0123】

また、例えば、本技術は以下のような構成を取ることができる。

## (1)

单一もしくは複数の発光スポットからなる光射出領域から光を発する第1の固体発光素

50

子を含む第1の光源と、

前記第1の光源側から入射した光の指向角を変換する第1の指向角変換素子と、

前記第1の指向角変換素子を透過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と、

前記第1の光源と前記第1の指向角変換素子との間、または前記第1の指向角変換素子と前記インテグレータとの間に配置され、かつ前記照明範囲における照明状態を時間的に変化させる第1の微小振動素子と

を備え、

前記第1の固体発光素子は、レーザダイオードを含み、

前記インテグレータは、前記第1の指向角変換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、

前記第1のフライアイレンズの各セルによって前記第2のフライアイレンズに形成される各光源像のサイズが前記第2のフライアイレンズの1セルのサイズを超えない大きさとなるように、前記第1の指向角変換素子と、前記第1および第2のフライアイレンズとかなる光学系の光学倍率、および第1の微小振動素子の形状が設定され、

各光源像が、前記第2のフライアイレンズの複数のセルにまたがって形成されることがないように、第1の微小振動素子の振動振幅により前記光源像が変位する量が設定されている

照明装置。

## (2)

前記第1の固体発光素子は、所定の波長帯の光を発する单一のチップ、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、

前記第1の微小振動素子の振動振幅により前記光源像が変位する量が以下の関係式を満たす

(1)に記載の照明装置。

$$h + d = h_{FEL2}$$

$h$  : 前記光源像のサイズ

$d$  : 前記第1の微小振動素子の振動により光源像が変位する量

$h_{FEL2}$  : 前記第2のフライアイレンズの1セルのサイズ

## (3)

前記第1および第2のフライアイレンズの各セルが1以外の縦横比を有しており、

前記第1の微小振動素子の振動振幅により前記光源像が変位する量が以下の関係式を満たす

(2)に記載の照明装置。

$$h_x + d_x = h_{FEL2x}$$

$$h_y + d_y = h_{FEL2y}$$

$h_x$  : 前記光源像の第1の方向(前記第1および第2のフライアイレンズの各セルの長手方向またはそれに対応する方向)のサイズ

$h_y$  : 前記光源像の、第1の方向と直交する第2の方向(前記第1および第2のフライアイレンズの各セルの短手方向またはそれに対応する方向)のサイズ

$h_{FEL2x}$  : 前記第2のフライアイレンズの1セルの第1の方向のサイズ

$h_{FEL2y}$  : 前記第2のフライアイレンズの1セルの第2の方向のサイズ

$d_x$  : 前記第1の微小振動素子の振動振幅により光源像が変位する量のうち、第1の方向の成分( $d_x > 0$ 、ただし $d_y = 0$ のときは $d_x > 0$ )

$d_y$  : 前記第1の微小振動素子の振動振幅により光源像が変位する量のうち、第2の方向の成分( $d_y > 0$ 、ただし $d_x = 0$ のときは $d_y > 0$ )

## (4)

单一もしくは複数の発光スポットからなる光射出領域から光を発する第2の固体発光素子を含む第2の光源と、

10

20

30

40

50

前記第2の光源側から入射した光の指向角を変換する第2の指向角変換素子と、  
前記第1および第2の指向角変換素子を透過した光を合成し、その合成光を前記インテ  
グレータに向けて出力する光路合成素子と

をさらに備え、

前記第2の固体発光素子は、レーザダイオードを含み、

前記第1の微小振動素子は、前記光路合成素子と前記インテグレータとの間に配置され  
ている

(1)ないし(3)のいずれか1つに記載の照明装置。

(5)

前記第1の微小振動素子が、前記第1の光源と前記第1の指向角変換素子との間、または  
前記第1の指向角変換素子と前記光路合成素子との間に配置され、10

当該照明装置は、前記第2の光源と前記第2の指向角変換素子との間、または前記第2  
の指向角変換素子と前記光路合成素子との間に配置され、かつ前記照明範囲における照明  
状態を時間的に変化させる第2の微小振動素子をさらに備え、

各光源像が、前記第2のフライアイレンズの複数のセルにまたがって形成されることが  
ないように、前記第2の微小振動素子の形状と、前記第2の微小振動素子の振動振幅によ  
り前記光源像が変位する量が設定されている

(4)に記載の照明装置。

(6)

前記第1の指向角変換素子の焦点距離が1以外の縦横比を有し、20

前記第1および第2のフライアイレンズの各セルが1以外の縦横比を有し、

前記第1の指向角変換素子の縦横の焦点距離の比と、前記第2のフライアイレンズの各  
セルの縦横比の逆数とが、互いに等しくなっている

(1)ないし(5)のいずれか1つに記載の照明装置。

(7)

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

(1)ないし(6)のいずれか1つに記載の照明装置。30

(8)

前記第1の指向角変換素子と前記インテグレータとの間に設けられた偏光分離素子と、  
前記インテグレータと前記照明範囲との間に設けられた位相差板アレイと  
を備え、

前記第1の微小振動素子は、前記第1の光源と前記第1の指向角変換素子との間、または  
前記第1の指向角変換素子と前記偏光分離素子との間に配置されており、

前記偏光分離素子は、前記第1の指向角変換素子側から入射する光を、S偏光成分とP  
偏光成分との進行方向が異なるように分離し、

前記位相差板アレイは、位相差の互いに異なる第1領域および第2領域を有し、

前記第1領域は、前記偏光分離素子で分離されたS偏光成分およびP偏光成分のいずれ  
か一方の偏光成分が入射する位置に配置されており、当該第1領域への入射光を、偏光方  
向を維持したまま透過し、40

前記第2領域は、前記偏光分離素子で分離されたS偏光成分およびP偏光成分のうち前  
記第1領域に入射する偏光成分とは異なる偏光成分が入射する位置に配置されており、当  
該第2領域への入射光を、前記第1領域に入射する光の偏光と等しい偏光の光に変換する

(1)ないし(7)のいずれか1つに記載の照明装置。

(9)

前記第1領域および前記第2領域はともに、前記偏光分離素子における分離方向と直交  
する方向に延在する帯状の形状となっており、かつ前記偏光分離素子における分離方向と  
平行な方向に交互に配置されている50

( 8 ) に記載の照明装置。

( 1 0 )

前記第1および第2のフライアイレンズの各セルが1以外の縦横比を有し、

前記第1領域および前記第2領域はともに、前記第1および第2のフライアイレンズの長手方向と垂直な方向に延在する帯状の形状となっている

( 8 ) に記載の照明装置。

( 1 1 )

前記位相差板アレイは、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焦点位置よりも手前に配置されている

10

( 8 ) に記載の照明装置。

( 1 2 )

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、

を備え、

前記照明光学系は、

レーザダイオードを含む第1の光源と、

前記第1の光源側から入射した光の指向角を変換する第1の指向角変換素子と、

20

前記第1の指向角変換素子を透過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と、

前記第1の光源と前記第1の指向角変換素子との間、または前記第1の指向角変換素子と前記インテグレータとの間に配置され、かつ前記照明範囲における照明状態を時間的に変化させる第1の微小振動素子と

を備え、

前記インテグレータは、前記第1の指向角変換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、

前記第1のフライアイレンズの各セルによって前記第2のフライアイレンズに形成される各光源像のサイズが前記第2のフライアイレンズの1セルのサイズを超えない大きさとなるように、前記第1の指向角変換素子と、前記第1および第2のフライアイレンズとかなる光学系の光学倍率と、前記第1の微小振動素子の形状と、前記第1の微小振動素子の振動振幅により前記光源像が変位する量とが設定されている

30

投射型表示装置。

( 1 3 )

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、

40

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、

レーザダイオードを含む第1の光源と、

前記第1の光源側から入射した光の指向角を変換する第1の指向角変換素子と、

前記第1の指向角変換素子を透過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と、

前記第1の光源と前記第1の指向角変換素子との間、または前記第1の指向角変換素子と前記インテグレータとの間に配置され、かつ前記照明範囲における照明状態を時間的に変化させる第1の微小振動素子と

50

を備え、

前記インテグレータは、前記第1の指向角変換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、

前記第1のフライアイレンズの各セルによって前記第2のフライアイレンズに形成される各光源像のサイズが前記第2のフライアイレンズの1セルのサイズを超えない大きさとなるように、前記第1の指向角変換素子と、前記第1および第2のフライアイレンズとかなる光学系の光学倍率と、前記第1の微小振動素子の振動振幅により前記光源像が変位する量とが設定されている

直視型表示装置。

10

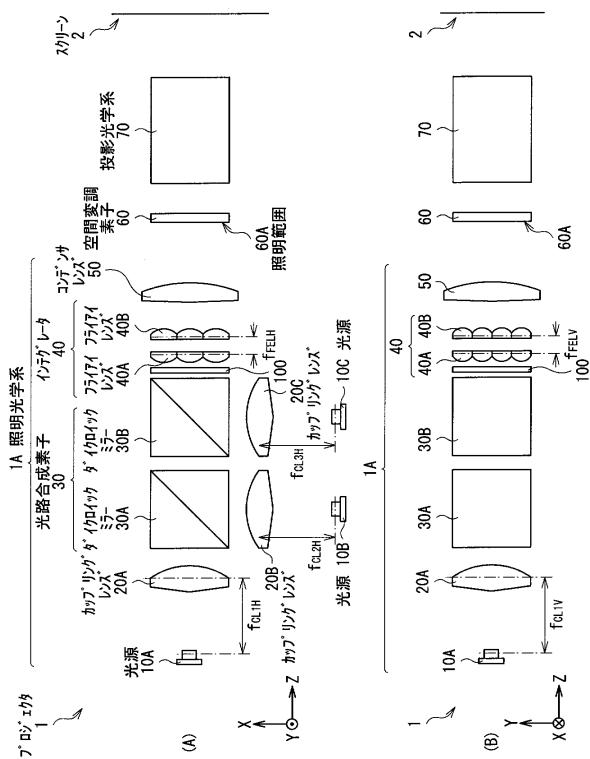
#### 【符号の説明】

##### 【0 1 2 4】

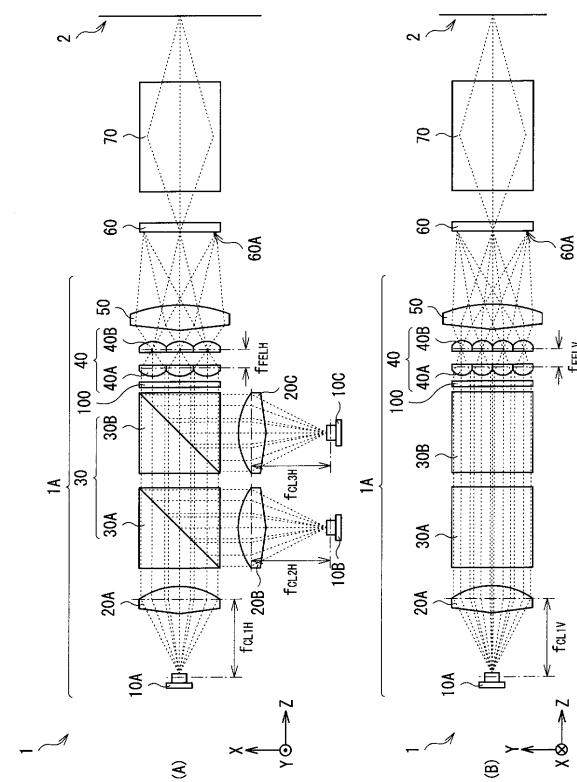
1, 3, 4, 5 … プロジェクタ、1A, 3A, 4A, 5A … 照明光学系、2 … スクリーン、6 … リアプロジェクション表示装置、7 … 透過型スクリーン、10A, 10B, 10C, 10D … 光源、11 … 固体発光素子、11A … チップ、11B … 発光スポット、12 … パッケージ、13 … ステム、13A … 支持基板、13B … 外枠基板、13C … 接続端子、14 … キャップ、14A … 筒部、14B … 光透過部、15 … サブマウント、16 … ワイヤ、20A, 20B, 20C, 20D … カップリングレンズ、30 … 光路合成素子、30A, 30B, 30C … ダイクロイックミラー、40 … インテグレータ、40A, 40B … フライアイレンズ、41, 42 … セル、50 … コンデンサレンズ、60 … 空間変調素子、60A … 照明範囲、70 … 投影光学系、80 … 偏光分離素子、90 … 位相差板アレイ、90A … 第1領域、90B … 第2領域、100 … 微小振動素子、200 … パワー素子。

20

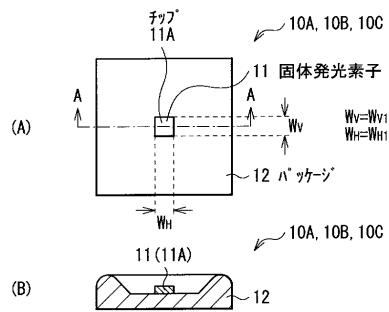
【図1】



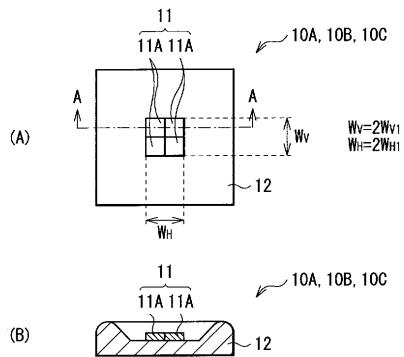
【図2】



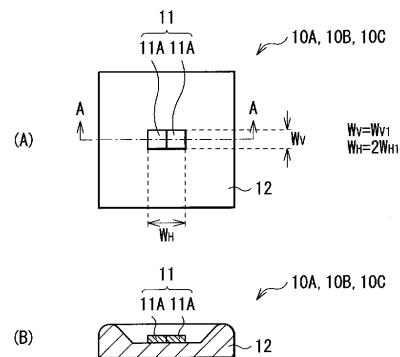
【図3】



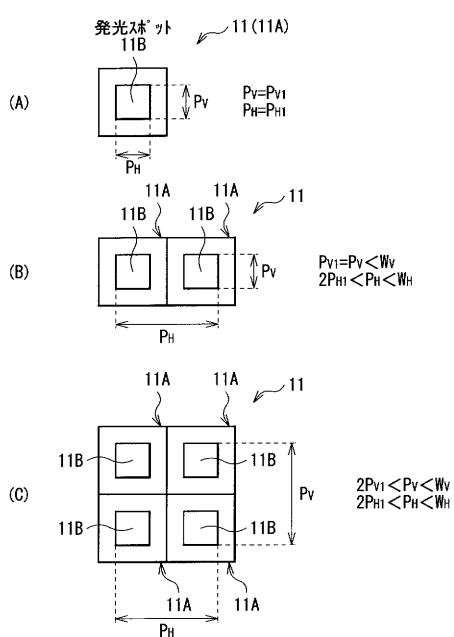
【図5】



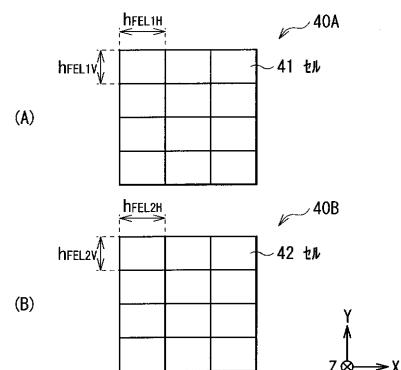
【図4】



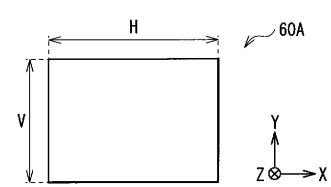
【図6】



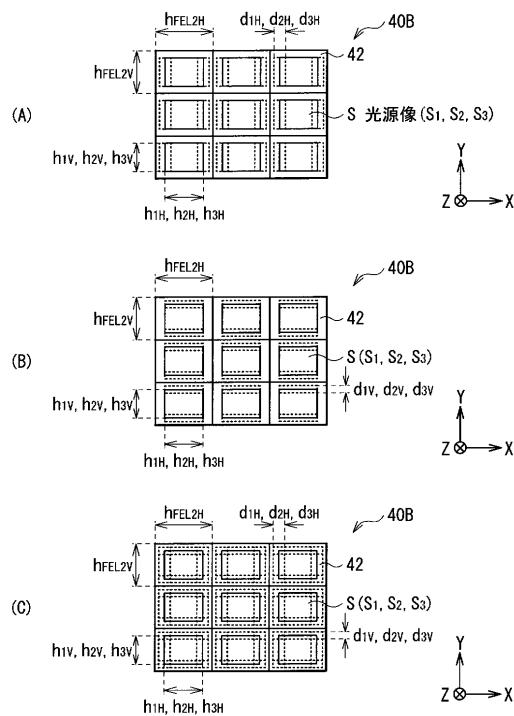
【図7】



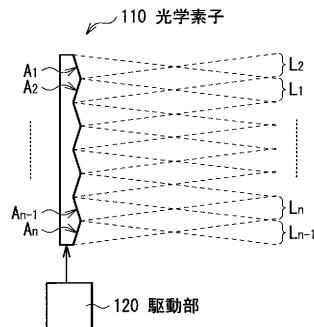
【図8】



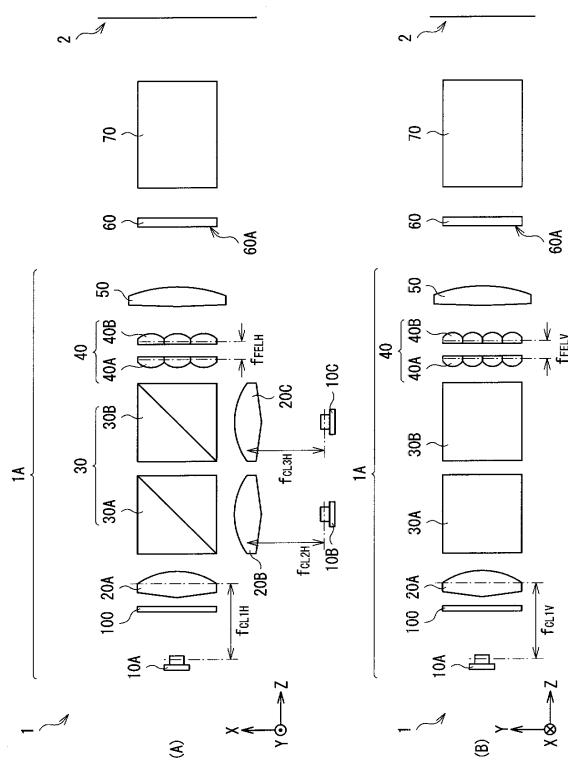
【図9】



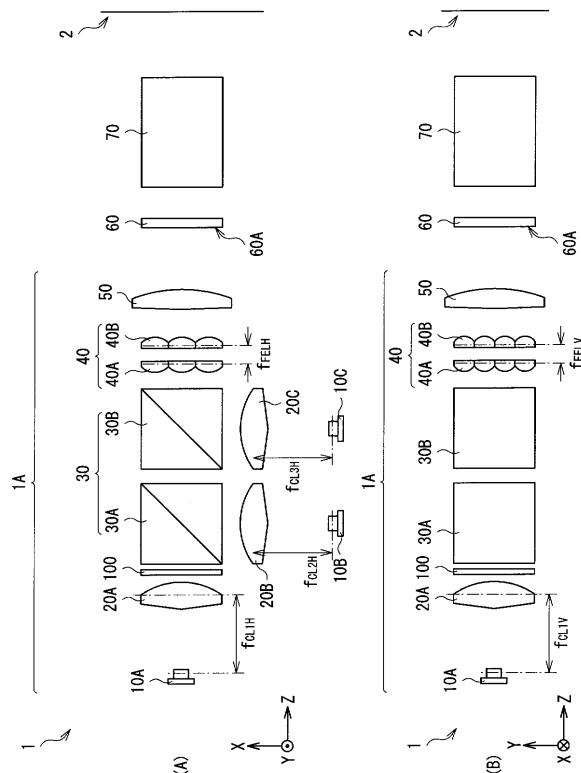
【図10】



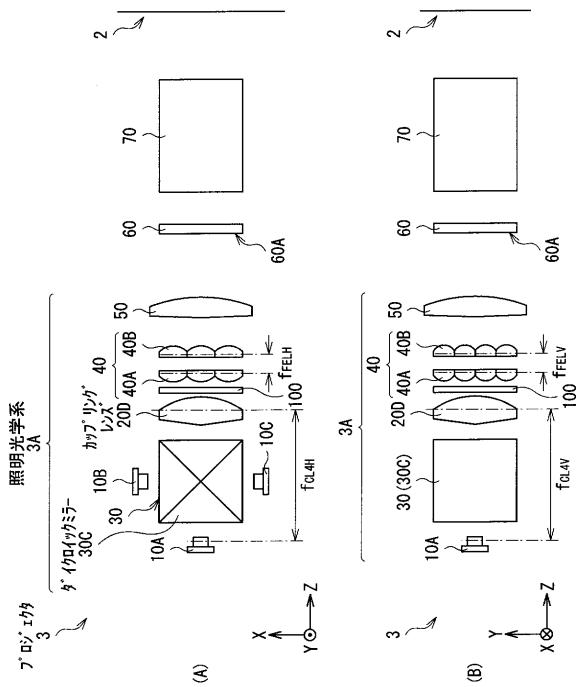
【図11】



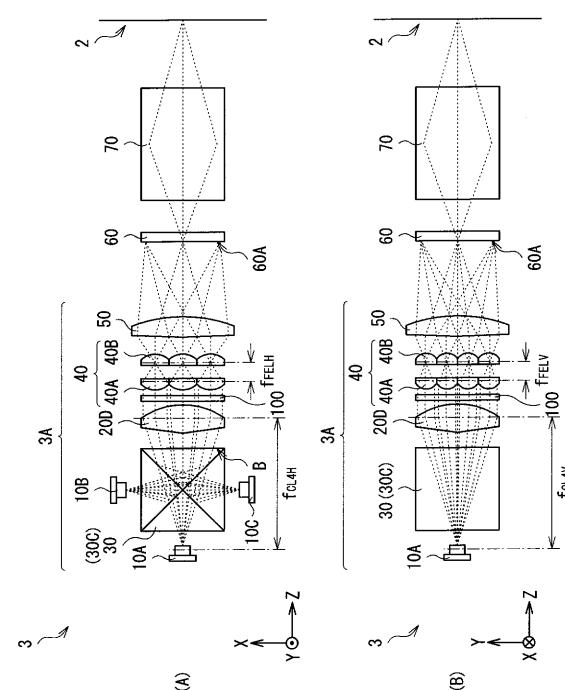
【図12】



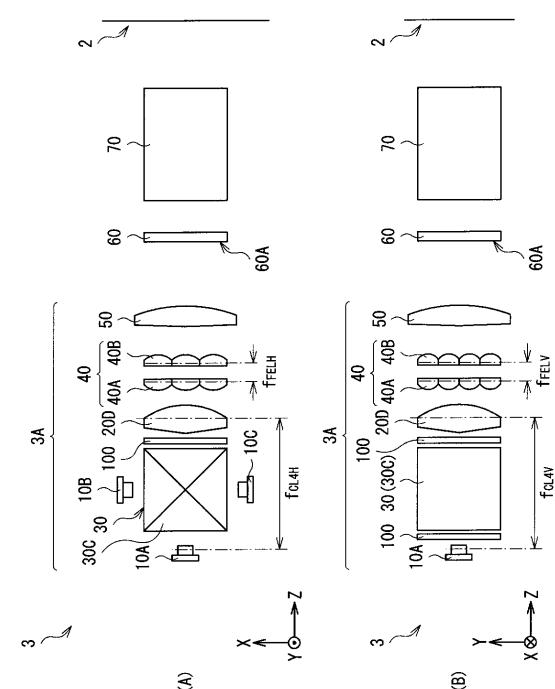
【図13】



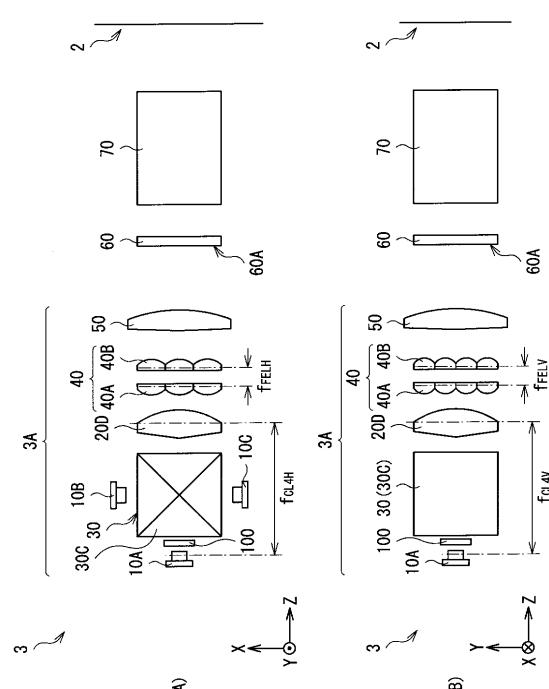
【図14】



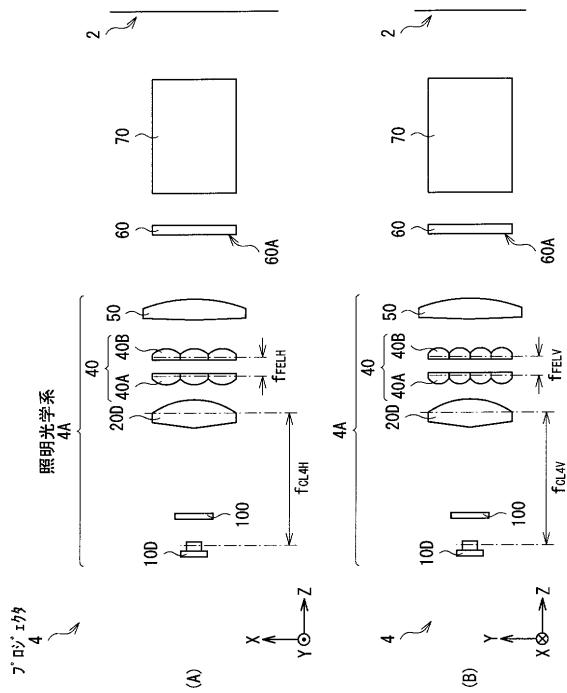
【図15】



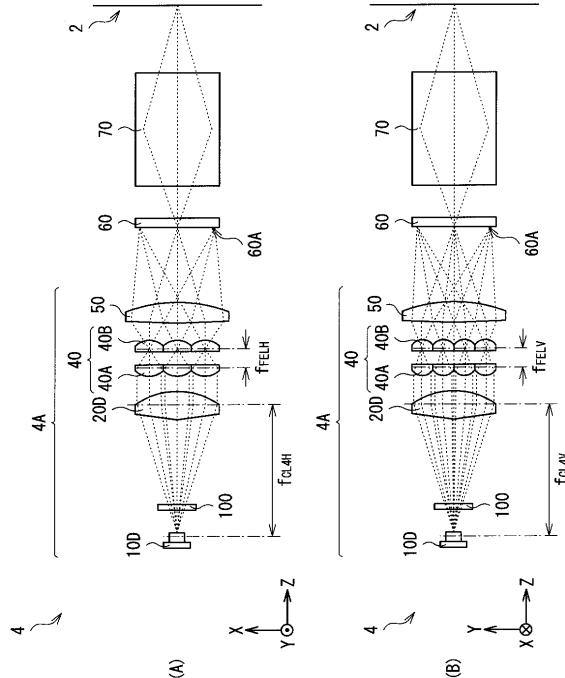
【図16】



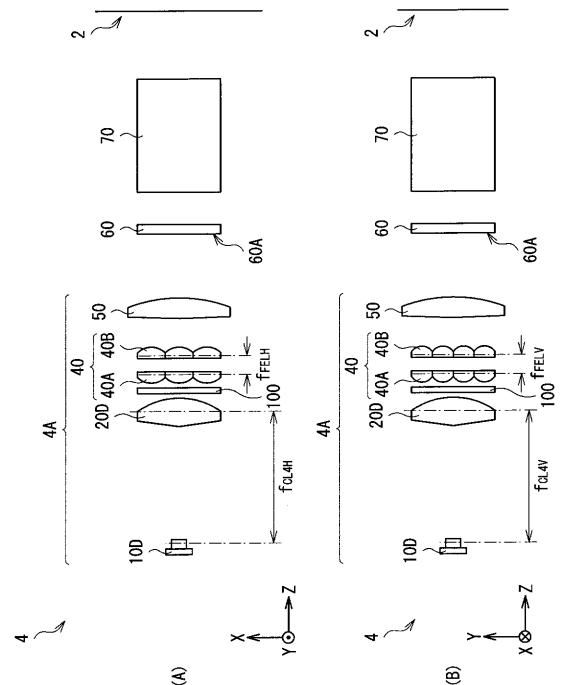
【図17】



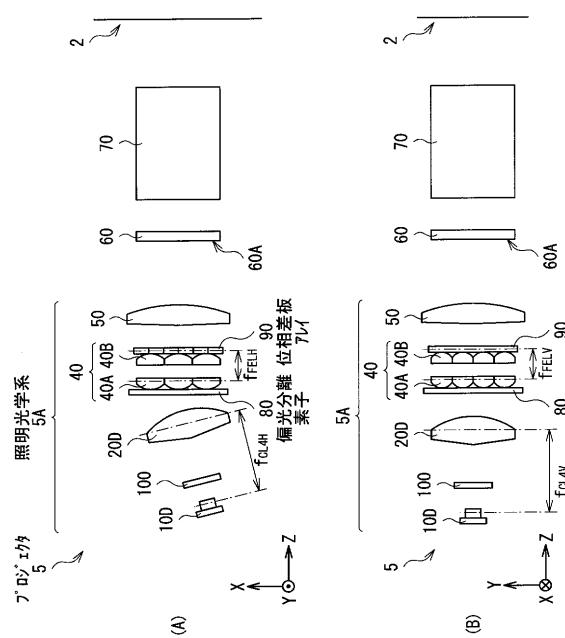
【図18】



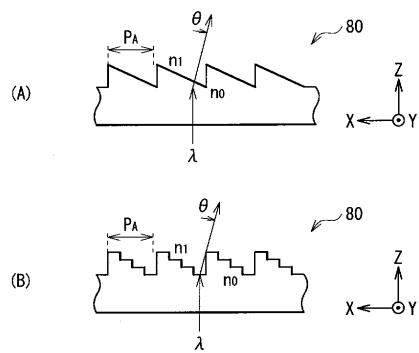
【図19】



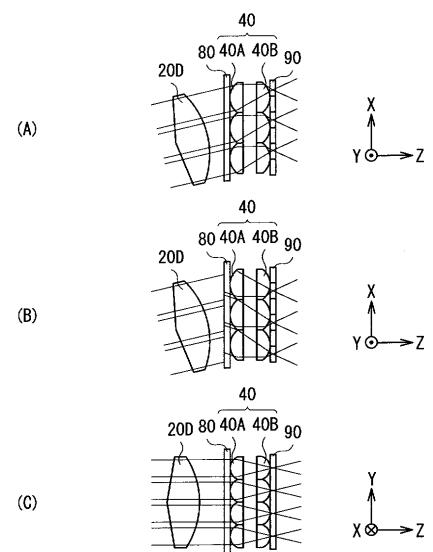
【図20】



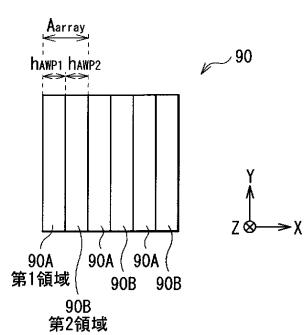
【図21】



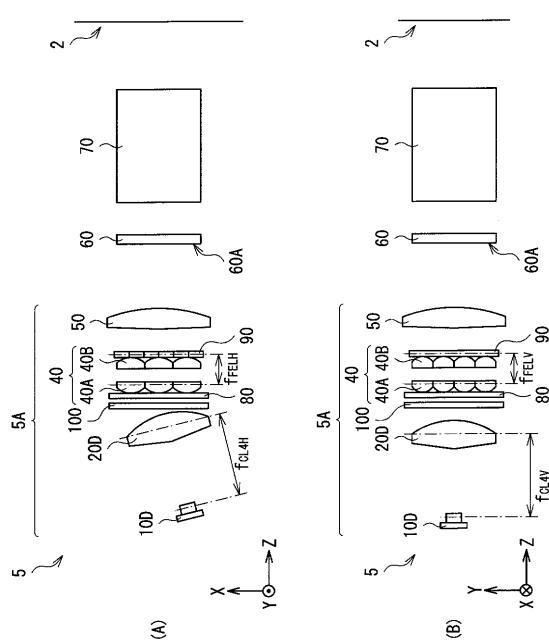
【図23】



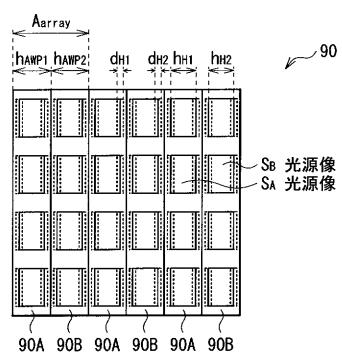
【図22】



【図25】



【図24】



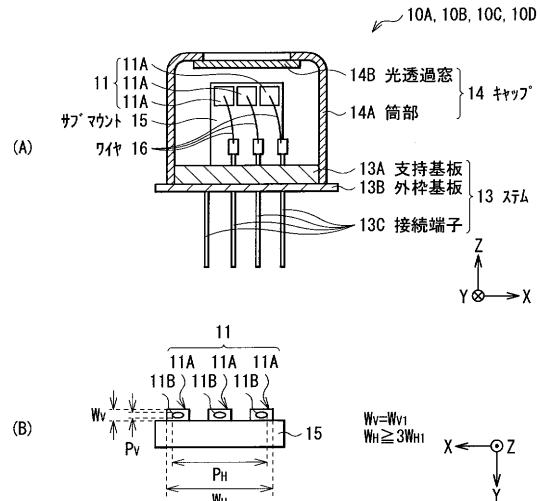
【図26】

		実施例1	実施例2	実施例3
照明範囲	H	4	4	5.3
	V	3	2.25	3
光源サイズ	W <sub>H</sub>	1	1	1
	W <sub>V</sub>	1	1	1
フライイ焦点距離	f <sub>FELH</sub>	3	3	3
	f <sub>FELV</sub>	3	3	2
フライイサイズ	h <sub>FEL2H</sub>	1	1	1
	h <sub>FEL2V</sub>	0.75	0.5625	0.566037736
光源の指向角	θ <sub>H</sub>	50	60	80
	θ <sub>V</sub>	50	40	55
コリメータ有効サイズ	h <sub>GCH</sub>	7	7	7
	h <sub>GCV</sub>	7	7	6
NA	N <sub>AH</sub>	0.766044443	0.866025404	0.984807753
	N <sub>AV</sub>	0.766044443	0.64278761	0.819152044
条件式		3 ≤ f <sub>CLH</sub> ≤ 4.6 4 ≤ f <sub>CLV</sub> ≤ 4.6	3 ≤ f <sub>CLH</sub> ≤ 4 5.3 ≤ f <sub>CLV</sub> ≤ 5.4	3 ≤ f <sub>CLH</sub> ≤ 3.6 3.5 ≤ f <sub>CLV</sub> ≤ 3.7

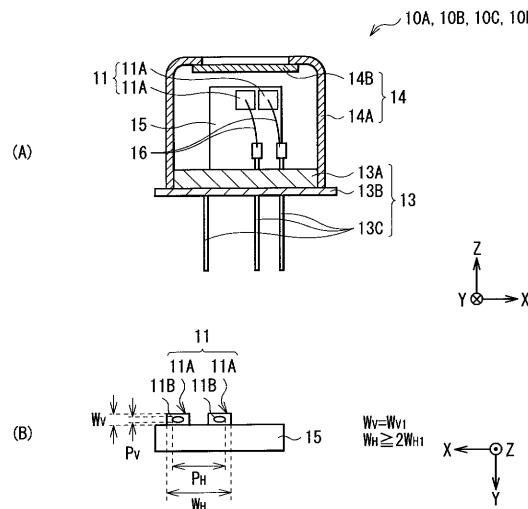
【図27】

		実施例4
照明範囲	H	4
	V	3
光源サイズ	W <sub>H</sub>	1
	W <sub>V</sub>	1
フライイ焦点距離	f <sub>FELH</sub>	3
	f <sub>FELV</sub>	3
光源の指向角	θ <sub>H</sub>	50
	θ <sub>V</sub>	50
コリメータ有効サイズ	h <sub>GCH</sub>	10
	h <sub>GCV</sub>	7
NA	N <sub>AH</sub>	0.766044443
	N <sub>AV</sub>	0.766044443
条件式		6 ≤ f <sub>CLH</sub> ≤ 6.5 4 ≤ f <sub>CLV</sub> ≤ 4.6

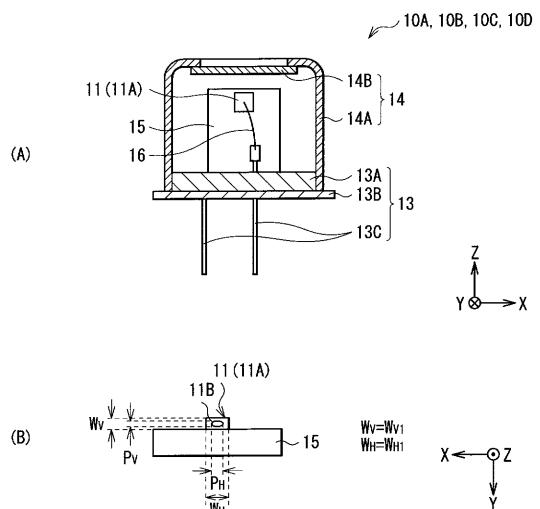
【図28】



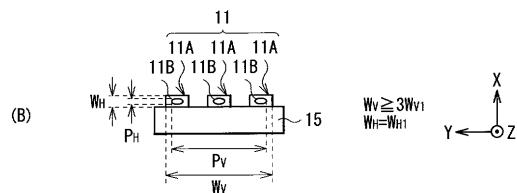
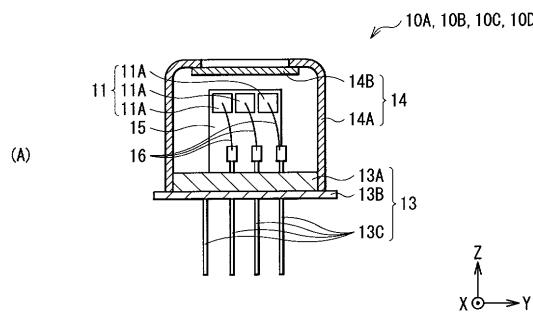
【図29】



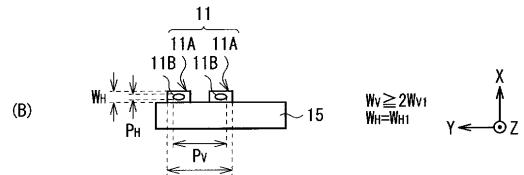
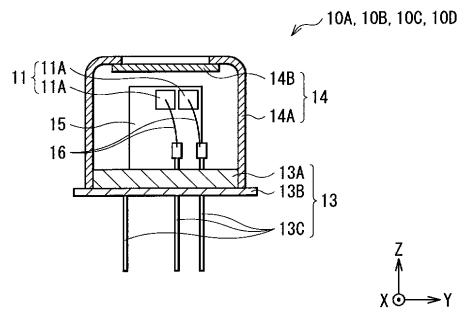
【図30】



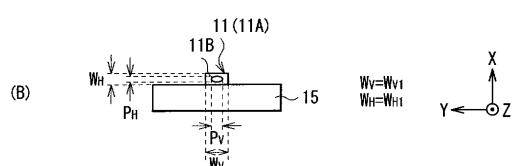
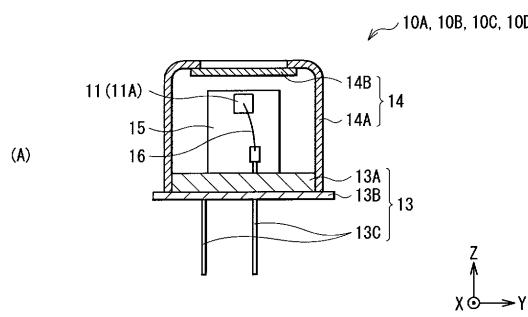
【図3-1】



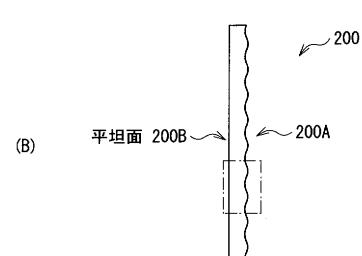
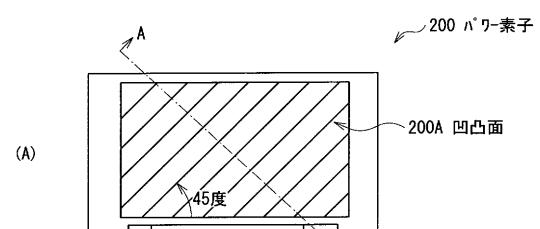
【図3-2】



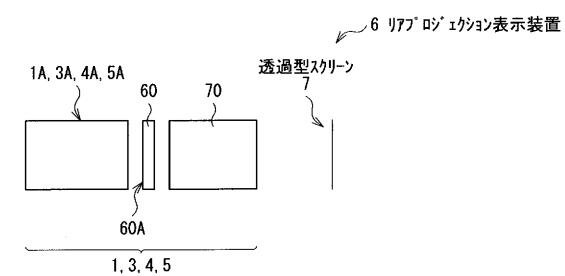
【図3-3】



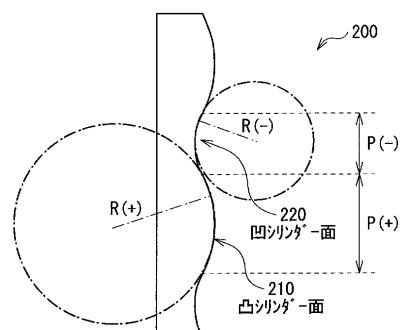
【図3-5】



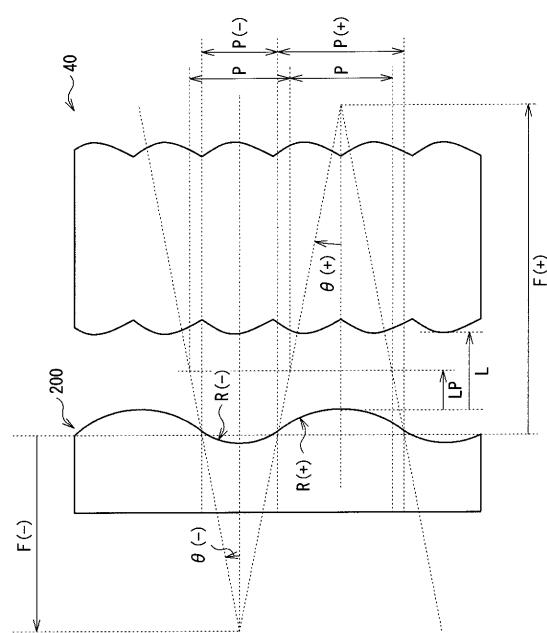
【図3-4】



【図36】



【図37】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I
G 0 2 F	1/13 (2006.01)	G 0 9 G 3/36
H 0 4 N	5/74 (2006.01)	G 0 9 G 3/20 6 4 2 A
G 0 3 B	21/10 (2006.01)	G 0 9 G 3/20 6 4 2 D
		G 0 9 G 3/34 D
		G 0 2 F 1/13 5 0 5
		H 0 4 N 5/74 H
		G 0 3 B 21/10 Z

(56)参考文献 特開2003-098476 (JP, A)  
特開2002-373503 (JP, A)  
特開2008-129148 (JP, A)  
特開2009-216843 (JP, A)  
特開2008-216923 (JP, A)  
特開2008-096985 (JP, A)  
特開2008-046523 (JP, A)  
特開2003-121640 (JP, A)  
特開平06-208089 (JP, A)  
特開2002-228840 (JP, A)  
特許第5191730 (JP, B2)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 2 F 1 / 1 3 - 1 / 1 4 1  
G 0 3 B 2 1 / 0 0 - 2 1 / 3 0、3 3 / 0 0 - 3 3 / 1 6  
G 0 9 G 3 / 0 0 - 3 / 0 8、3 / 1 2、3 / 1 6 - 3 / 2 6、3 / 3 0、  
3 / 3 4 - 3 / 3 8  
H 0 4 N 5 / 6 6 - 5 / 7 4