

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6497573号
(P6497573)

(45) 発行日 平成31年4月10日 (2019. 4. 10)

(24) 登録日 平成31年3月22日 (2019. 3. 22)

(51) Int. Cl.

F 1

GO 2 B 17/08 (2006. 01)
GO 2 B 13/18 (2006. 01)
GO 3 B 21/14 (2006. 01)
GO 3 B 21/00 (2006. 01)

GO 2 B 17/08 A
GO 2 B 13/18
GO 3 B 21/14 D
GO 3 B 21/00 E
GO 3 B 21/00 F

請求項の数 10 (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2014-128676 (P2014-128676)
(22) 出願日 平成26年6月23日 (2014. 6. 23)
(65) 公開番号 特開2016-9037 (P2016-9037A)
(43) 公開日 平成28年1月18日 (2016. 1. 18)
審査請求日 平成29年6月7日 (2017. 6. 7)

(73) 特許権者 000006747
株式会社リコー
東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号
(74) 代理人 100082636
弁理士 真田 修治
(72) 発明者 ▲高▼野 洋平
東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式
会社リコー内
審査官 吉川 陽吾

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 投射装置および投射システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像表示素子に表示される画像をスクリーンに拡大投影するための投射装置であって、
投射装置は、屈折光学系と、少なくとも 1 つの反射光学素子を有する反射光学系とを有し、
前記屈折光学系において、

40 - 60 度の範囲の D 線における相対屈折率の温度係数を dn_T とし、アッベ数を v_d とし、

正レンズ P 1 と負レンズ N 1 が少なくとも 1 枚ずつを含み、前記正レンズ P 1、前記負
レンズ N 1 が、

下記の条件式 (1)、(2') :

$$-6 < dn_T \quad (1)$$

$$72 < v_d \quad (2')$$

を満足し、

前記正レンズ P 1 は開口絞りよりも画像表示素子側に配置され、前記負レンズ N 1 は開
口絞りよりも拡大側に配置されていることを特徴とする投射装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の投射装置において、前記正レンズ P 1 と前記負レンズ N 1 とは、さら
に以下の条件式 (1') :

$$-5 < dn_T \quad (1')$$

を満足することを特徴とする投射装置。

10

20

【請求項 3】

請求項 1 または 2 の投射装置において、前記正レンズ P 1 と前記負レンズ N 1 は、白画像表示時に最も高温となるレンズを含む群に含まれていることを特徴とする投射装置。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の投射装置において、前記正レンズ P 1 と前記負レンズ N 1 は、最も画像表示素子側の群に含まれていることを特徴とする投射装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の投射装置において、前記正レンズ P 1 と前記負レンズ N 1 は、フォーカス時に移動しない群に含まれていることを特徴とする投射装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の投射装置において、前記屈折光学系は樹脂レンズを含み、該樹脂レンズは白画像表示時に最も温度が低い群に含まれていることを特徴とする投射装置。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の投射装置において、前記反射光学素子は、凹面ミラーであり、且つ自由曲面を有することを特徴とする投射装置。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の投射装置において、前記反射光学素子は凹面ミラーであり、前記凹面ミラーと前記屈折光学系の光軸との交点から前記スクリーンまでの距離 / スクリーン横幅の比を T R として、下記条件式 (3) :

$$T R < 0 . 3 0 \quad (3)$$

を満たすことを特徴とする前記スクリーンを含む投射システム。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の投射装置において、前記画像表示素子を含む面と光軸との交点と、最も前記画像表示素子側のレンズの前記画像表示素子側面頂点との距離を B F とし、前記光軸と画像形成部端部との距離の最大値を Y とし、

前記屈折光学系の軸対称の複数レンズが共有している軸を光軸とするときに、下記条件式 (4) :

$$B F / Y < 4 . 0 \quad (4)$$

を満たすことを特徴とする投射装置。

【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の投射装置において、前記屈折光学系と前記反射光学系とを有する投射光学系がノンテレセントリック光学系であることを特徴とする投射装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像表示素子に表示される画像をスクリーン等の被投射面に拡大投射するための投射装置およびその投射装置と前記スクリーンを含む投射システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

投射装置は、DMD (Digital Micromirror Device の略称) や液晶表示パネル等のライトバルブと称される画像表示素子の表示画面を照明し、画像表示素子の表示画像の拡大像を投射光学系によって、被投射面を形成するスクリーンに投影するように構成されている。

特に最近では、投射距離を短く、大画面を表示できる超短投射距離のフロント投射型プロジェクタの需要が高まってきている。小型で超短投射距離を実現する手段として、屈折光学系と曲面ミラーを組み合わせたものが、例えば、特許文献 1 (特開 2007 - 079524 号公報)、特許文献 2 (特開 2009 - 251458 号公報)、特許文献 3 (特開

10

20

30

40

50

2011-242606号公報)、特許文献4(特開2009-216883号公報)等で提案されている。

近年、超短投射プロジェクトにおいても、高輝度化の要望は強くなってきていることから、同時にランプや電源からの熱、光線を吸収することによって発生する熱により、温度特性を十分考慮した光学系が求められる。

【0003】

特に、超短投射距離のプロジェクトにおいては、投射角度が大きいため、周辺部、特に屈折光学系が共有する軸である光軸から最も離れた点での焦点深度が数センチ程度しかなく、従来のフロントプロジェクトに比べて非常に狭くなっている。このことから、従来のプロジェクトでは大きな問題にならなかった前記温度上昇による像面湾曲の発生で、画面周辺部の焦点位置が大きくズレてしまい、解像劣化が著しくなるという大きな問題が顕在してきた。

10

しかしながら、特許文献1から4においては、温度上昇による像面湾曲の補正については、何ら記載されておらず、昨今のプロジェクトの仕様を考えた場合不十分である。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明は上述した事情に鑑みてなされたもので、投射距離が短く、高輝度化が可能であり、小型、高性能な投射装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

20

【0005】

本発明は、上述した目的を達成するために、画像表示素子に表示される画像をスクリーンに拡大投影するための投射装置であって、屈折光学系と、少なくとも1つの反射光学素子を有する反射光学系とを有し、前記屈折光学系において、

40-60度の範囲のD線における相対屈折率の温度係数を $d n T$ とし、アッペ数を $v d$ として、

正レンズP1と負レンズN1を少なくとも1枚ずつ含み、前記正レンズP1、前記負レンズN1が、

下記の条件式(1)、(2')：

$$-6 < d n T \quad (1)$$

$$\underline{72 < v d} \quad (2')$$

を満足し、

前記正レンズP1は開口絞りよりも画像表示素子側に配置され、前記負レンズN1は開口絞りよりも拡大側に配置されていることを特徴としている。

30

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、画像表示素子に表示される画像をスクリーンに拡大投影するための投射装置であって、屈折光学系と、少なくとも1つの反射光学素子を有する反射光学系とを有し、

前記屈折光学系において、

40-60度の範囲のD線における相対屈折率の温度係数を $d n T$ とし、アッペ数を $v d$ として、

正レンズP1と負レンズN1を、少なくとも1枚ずつ含み、前記正レンズP1、前記負レンズN1が、

下記の条件式(1)、(2')：

$$-6 < d n T \quad (1)$$

$$\underline{72 < v d} \quad (2')$$

を満足し、

前記正レンズP1は開口絞りよりも画像表示素子側に配置され、前記負レンズN1は開口絞りよりも拡大側に配置されていることにより、小型で高性能且つ温度特性に優れた超

40

50

短投射距離の投射装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】本発明の第1の実施の形態であって且つ実施例1に係る投射装置の構成を光路と共に示す断面図である。

【図2】画像が形成される画像形成部の中心と光軸との配置関係を示す説明図であり、画像形成部は、光軸に対しY方向に所定量シフトしている。

【図3】本発明の第1の実施の形態であって且つ実施例1に係る投射装置に用いている投射光学系の投射サイズ毎の合焦レンズの移動位置を示す断面図であり、このうち(a)は、投射サイズが遠距離側(80inch)の場合であり、(b)は、投射サイズが近距離側(48inch)の場合を示す。

10

【図4】本発明の実施例1に係る投射光学系のうち、屈折光学系のレンズ光軸を原点として、画像表示素子上に仮想表示される画像表示領域の画角番号(評価点)を表す説明図である。

【図5】図4に示す各評価点から発した光のスクリーン(80インチの場合)上におけるスポットダイアグラムを示す図である。

【図6】図4に示す各評価点から発した光のスクリーン(60インチの場合)上におけるスポットダイアグラムを示す図である。

【図7】図4に示す各評価点から発した光のスクリーン(48インチの場合)上におけるスポットダイアグラムを示す図である。

20

【図8】本発明の第2の実施の形態であって且つ実施例2に係る投射装置の構成を光路と共に示す断面図である。

【図9】本発明の第2の実施の形態であって且つ実施例2に係る投射装置に用いている投射光学系の投射サイズ毎の合焦レンズの移動位置を示す断面図であり、このうち、(a)は、遠距離(100インチ)の場合であり、(b)は、投射サイズが近距離(60インチ)の場合を示す。

【図10】実施例2に係る投射装置において、図4に示した各評価点(各画角)に対応する100インチのスクリーン上におけるスポットダイアグラムを示す図である。

【図11】実施例2に係る投射装置において、図4に示した各評価点(各画角)に対応する80インチのスクリーン上におけるスポットダイアグラムを示す図である。

30

【図12】実施例2に係る投射装置において、図4に示した各評価点(各画角)に対応する60インチのスクリーン上におけるスポットダイアグラムを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、本発明の実施の形態に基づき、図面を参照して本発明に係る投射装置およびその投射装置を含む投射システムを詳細に説明する。

具体的な実施例について、説明する前に本発明の概念的あるいは、原理的な実施の形態を説明する。

本発明は、画像表示素子に表示される画像をスクリーンに拡大投影するための投射装置であって、屈折光学系と、少なくとも1つの反射光学素子を有する反射光学系とを有し、前記屈折光学系において、

40

40 - 60度の範囲のD線における相対屈折率の温度係数を dn_T とし、アッペ数を v_d として、

正レンズP1と負レンズN1を少なくとも1枚ずつ含み、前記正レンズP1、前記負レンズN1が、

下記の条件式(1)、(2'):

$$-6 < dn_T \quad (1)$$

$$72 < v_d \quad (2')$$

を満足し、

前記正レンズP1は開口絞りよりも画像表示素子側に配置され、前記負レンズN1は開

50

口絞りよりも拡大側に配置されていることを特徴としている（請求項１に対応する）。

【０００９】

前記正レンズＰ１、前記負レンズＮ１の硝材が、上記の条件式（１）を満足することにより、温度上昇による焦点距離の変化を前記２枚のレンズで補正できるだけでなく、特に像面湾曲の変化も高度に調整することができ、超短投射プロジェクタにおいて、温度上昇があっても隅々まで良好な解像度を得られる。条件式（１）を満たすことにより、温度補償を行い得るが、それだけでは、収差補正、特に色の補正に対して不十分であり、条件式（２'）を同時に満たすことにより、初めて光学性能と温度特性を両立することが可能となる。更に好ましくは、以下の条件式（１'）、

$$-5 < d n T \quad (1')$$

10

を満たすことが望ましい（請求項２に対応する）。

前記のような配置とすることで、収差補正を効果的に行うことができる。ここで「開口絞り」とは、屈折光学系を通る画像表示素子全域からの光線の束(全体光束)の太さが最も細くなるところのことをいう。

【００１０】

更に望ましくは、前記正レンズＰ１と前記負レンズＮ１は、白画像表示時に最も高温となるレンズを含む群に含まれていることが好ましい（請求項３に対応する）。前記レンズを上記レンズ群に配置することにより、温度特性の良好な投射光学系を得ることができる。

更に望ましくは、前記正レンズＰ１と前記負レンズＮ１は、最も画像表示素子側の群、例えば、第１レンズ群に含まれていることが好ましい（請求項４に対応する）。前記レンズを前記レンズ群に配置することにより、温度特性の良好な投射光学系を得ることができる。

20

更に好ましくは、前記正レンズＰ１と前記負レンズＮ１は、フォーカス時に移動しない群に含まれていることが望ましい（請求項５に対応する）。各画像サイズにおいても良好な温度特性を得ることが可能となるからである。

更に好ましくは、前記屈折光学系には、樹脂レンズを含んでも良く、該樹脂レンズは、白画像表示時に最も温度が低いレンズを含む群に含まれていることが望ましい（請求項６に対応する）。上記の如き配置とすることで、温度変化に伴う像面湾曲を効果的に抑えることが可能となる。

30

【００１１】

更に望ましくは、前記反射光学素子が、凹面ミラーであり、自由曲面を有することが好ましい（請求項７に対応する）。自由曲面を用いることにより、像面湾曲の補正を効果的に行うことができる。

更に好ましくは、前記反射光学素子は凹面ミラーであり、前記凹面ミラーと前記屈折光学系の光軸との交点から前記スクリーンまでの距離／スクリーン横幅の比をＴＲとして、下記条件式（３）：

$$T R < 0.30 \quad (3)$$

を満たすことが望ましい（請求項８に対応する）。

上記条件式を満たすことにより、投射距離の非常に短い投射装置を得ることができる。

40

更に好ましくは下記条件式（３'）：

$$T R < 0.25 \quad (3')$$

を満たすことが望ましい。

更に好ましくは、前記画像表示素子を含む面と光軸との交点と、最も前記画像表示素子側のレンズの前記画像表示素子側面頂点との距離をＢＦとし、前記光軸と画像形成部端部との距離の最大値をＹとし、

前記屈折光学系の軸対称の複数レンズが共有している軸を光軸とするときに、下記条件式（４）：

$$B F / Y < 4.0 \quad (4)$$

を満たすことが望ましい（請求項９に対応する）。

50

【 0 0 1 2 】

上記条件式 (4) を満たすことにより、投射光学系をより小型化することができる。また更に好ましくは、以下の条件式 (4 ') :

$$B Y / Y < 3 . 5 \quad (4 ')$$

を満たすことが望ましい。

更に好ましくは、前記屈折光学系と前記反射光学系とを有する投射光学系がノンテレセントリック光学系であることが望ましい (請求項 1 0 に対応する) 。ノンテレセントリック光学系とすることで、小型化に有利となる。

本発明の投射光学系は、上記のごとき構成により、投射距離が非常に短く、高輝度化が可能であり、小型、高性能で温度特性が良好な投射装置を提供することが可能となる。

次に、上述した本発明の投射装置の投射光学系の構成を詳細に説明する。

図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態であって且つ実施例 1 に係る投射装置の構成を光路と共に示す断面図である。

図 2 は、画像が形成される画像形成部の中心と光軸との配置関係を示す説明図であり、画像形成部は、光軸に対し Y 方向に所定量シフトしている。

【 0 0 1 3 】

図 3 は、本発明の第 1 の実施の形態であって且つ実施例 1 に係る投射装置に用いている投射光学系の投射サイズ毎の合焦レンズの移動位置を示す断面図であり、このうち (a) は、投射サイズが遠距離側 (8 0 インチ) の場合であり、 (b) は、投射サイズが近距離側 (4 8 インチ) の場合を示す。

図 1 において、符号 L V は、画像形成部を示す。画像形成部 L V は、具体的には、例えば「 D M D (D i g i t a l M i c r o - m i r r o r D e v i c e) 」、「透過型液晶パネル」、「反射型液晶パネル」等のライトバルブであり、符号 L V で示している部分は「投射すべき画像を形成する部分」である。画像形成部 L V が、 D M D 等のように自ら発光する機能を持たない場合には、画像形成部 L V に形成された画像情報が照明光学系 L S からの照明光により照明される。照明光学系 L S としては、画像形成部 L V を効率よく照明する機能を有するものが好ましい。また、照明をより均一にするため、例えばロッドインテグレートやフライアイインテグレートを用いることができる。また照明の光源としては、超高圧水銀ランプ、キセノンランプ、ハロゲンランプ、 L E D などの白色光源を用いることができる。また単色発光 L E D 、 L D (レーザダイオード) などの単色光源も用いることができる。照明光学系については、周知技術であるので、具体的な例については、ここでは省略する。

【 0 0 1 4 】

本実施の形態においては、画像形成部 L V として D M D を想定している。また、本実施の形態では前記自ら「発光する機能を持たない画像形成部」を前提としているが、「生成させた画像を発光させる機能を有する自己発光方式」のものを利用することもできる。

画像形成部 L V の近傍に配設される平行平板 F は、画像形成部 L V のカバーガラス (シールガラス) を想定している。 H は投射装置外装部、 S は絞り位置 (開口絞り) を示している。また、図 1 の S C は、スクリーンを示している。

図 1 において、前玉が最も繰り出す 4 8 インチの場合の光路図を示している。図 1 に示すように、複数の軸対称レンズが共有する軸を軸 A 、軸 A に平行な方向を Z 軸方向、画像表示素子の中心から射出され、絞り S の中心を通る光線を含む面内で、軸 A に垂直な軸を Y 軸、軸 A 、 Y 軸に垂直な軸を X とする。図 1 において、時計回りの回転方向を + α 方向とする。

画像情報により D M D で 2 次元的に強度変調された光束が物体光としての投射光束となる。画像形成部 L V からの投射光束は、屈折光学系 1 1 、折り返しミラー 1 2 、自由曲面凹面ミラー 1 3 を通って結像光束とされる。つまり、 D M D (画像形成部 L V) 上に形成された画像が投射光学系によりスクリーン S C に拡大投影され、投射画像となる。ここで、前記画像が形成される面を、画像形成面とする。前記屈折光学系 1 1 の各光学素子は、それぞれ光軸を共有しており、画像形成部 L V は、図 2 に示す通り、該光軸 A に対して Y 方

10

20

30

40

50

向にシフトしている。

【0015】

この第1の実施の形態においては、屈折光学系11と、折り返しミラー12、一枚の自由曲面凹面ミラー13を用いて系を構成している。ミラーを増やしたりしてもよいが、構成が複雑になり、また大型化、コストアップにもつながってしまうため、あまり好ましくない。

高輝度化に伴って、照明光学系LSにおいては、電源、ランプからの熱、光を吸収することで発生した熱が大きくなる。特にノンテレセントリック光学系を用いたプロジェクタにおいては、小型化のためにバックフォーカスを短くすることにより、鏡胴部への光の吸収量が大きく増加するため、最も画像表示側のレンズ群は、温度が上昇しやすく、このレンズ群内で温度補償する必要がある。

10

そこで、この第1の実施の形態における実施例1においては、最も画像表示素子側の正レンズと、絞りを挟んだ正レンズ、負レンズにそれぞれ条件式(1)(2)を満たす硝材(例えばOHARA社のS-FPM3 $n_d: 1.53775$ $v_d: 74.7031$ $DnT: -4.4$)を用いることで、焦点距離の変動と、メカ保持部の熱による膨張とのバランスをとっている。また、上記に加え、最も画像表示素子側の正レンズを非球面レンズとすることで、像面湾曲の温度変化をより高度に調整することが可能となっている。

【0016】

また、冷却機構を適切に配置することで、非球面レンズを含むフォーカス時に移動する群に関しては、温度変化を抑えることができ、像面湾曲の温度変化を抑えることができる。

20

前記屈折光学系11を通った光は、画像形成部LVに形成された画像情報に共役な中間像を反射ミラーよりも画像形成部LV側に空間像として形成する。中間像は、平面像として結像する必要はなく、この第1の実施の形態においても、他の実施の形態においても曲面像として形成している。中間像を最も拡大側に配置した自由曲面凹面ミラー13により拡大投影し、スクリーンに映写する。中間像は、像面湾曲、歪曲を持っているが、凹面ミラーに自由曲面凹面ミラー13を用いることにより、これを補正することが出来る。そのため、レンズ系への収差補正の負担が減ることにより、設計の自由度が増し、小型化等に有利となる。また、ここで自由曲面とは、任意のY方向の位置にてX方向の位置に応じたX方向の曲率が一定ではなく、任意のX方向の位置にてY方向の位置に応じたY方向の曲率が一定でないアナモフィック面のことを言う。

30

自由曲面凹面ミラー13とスクリーンSCとの間に防塵ガラス14を設置することが望ましい。本第1の実施の形態においては防塵ガラス14として平板ガラスを用いているが、曲率がついていてもよく、またレンズ等パワーを持った光学素子でもよい。また、軸Aに対して垂直ではなく傾けて配置しているが、この角度は任意でよく、軸Aに対して垂直でもよい。

【実施例1】

【0017】

次に、図3を参照しつつ、本発明の実施例1について詳しく説明する。

実施例1および後述する実施例2における記号の意味は、以下の通りである。

40

f: 全系の焦点距離

NA: 開口数

ω : 半画角(deg)

R: 曲率半径(非球面にあっては近軸曲率半径)

D: 面間隔

n_d : 屈折率

v_d : アッペ数

K: 非球面の円錐定数

A_i : i次の非球面定数

C_j : 自由曲面係数

50

非球面形状は、近軸曲率半径の逆数(近軸曲率)をC、光軸からの高さをH、円錐定数をK、上記各次数の非球面係数を用い、Xを光軸方向における非球面量として、周知の下記の式(5)：

【0018】

【数1】

$$X = \frac{C \cdot H^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + K) \cdot C^2 \cdot H^2}} + \sum_{i=1} A_i \cdot H^i \quad (5)$$

【0019】

で表されるものであり、近軸曲率半径と円錐定数、非球面係数を与えて形状を特定する。

また、自由曲面形状は、近軸曲率半径の逆数(近軸曲率)をC、光軸からの高さをH、円錐定数をKとし、上記自由曲面係数を用い、Xを光軸方向における自由曲面量として、周知の下記の式(6)：

【0020】

【数2】

$$X = \frac{C \cdot H^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + K) \cdot C^2 \cdot H^2}} + \sum_{j=1} C_j \cdot x^m y^n \quad (6)$$

【0021】

ただし、

【0022】

【数3】

$$j = \frac{(m+n)^2 + m + 3n}{2} + 1$$

【0023】

で表されるものであり、近軸曲率半径と円錐定数、自由曲面係数を与えて形状を特定する。

図1に示すように、画像形成部法線方向であり、軸対称レンズが共有する軸である軸Aと平行な軸をZ軸、画像表示素子の中心から射出され、絞りの中心を通る光線を含む面内の軸のうち、軸Aに垂直な軸をY軸、軸A、Y軸に垂直な軸をX軸とし、図1において、時計回りの回転方向を+α方向とする。

図3に、本発明の第1の実施の形態であって、且つ実施例1に係る屈折光学系のレンズ構成と、フォーカスの様子を示す。この屈折光学系は、画像形成部側から拡大側に向かって順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、正の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4とを配置している。投射距離の変動に対するフォーカシングは、遠距離(80インチ)側から近距離(48インチ)側へのフォーカシングに際し、正の第2レンズ群G2と負の第3レンズ群G3が画像形成部側に移動し、正の第4レンズ群G4が拡大側に移動する。

【0024】

第1レンズ群G1は、画像形成部LV側から順に、画像形成部側に拡大側より曲率の大きな凸面を向けた両面非球面両凸レンズからなる第1レンズL1と、拡大側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなる第2レンズL2と、画像形成部側に凸面を向けた負メニスカスレンズからなる第3レンズL3と、画像形成部側に凸面を向けた負メニスカスレンズからなる第4レンズL4と、画像形成部側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなる第5レンズL5との接合レンズと、開口絞りSと、拡大側に凸面を向けた負メニスカスレンズからなる第6レンズL6と、拡大側に画像形成部側より曲率の大きな凸面を向けた両面

10

20

30

40

50

非球面両凸レンズからなる第7レンズL7と、画像形成部側に凸面を向けた負メニスカスレンズからなる第8レンズL8と、拡大側に画像形成部より曲率の大きな凸面を向けた両凸レンズからなる第9レンズL9と画像形成部側に拡大側より曲率の大きな凹面を向けた両凹レンズからなる第10レンズL10とでなる接合レンズと、拡大側に画像形成部側より曲率の大きな凸面を向けた両凸レンズからなる第11レンズL11とをもって構成されている。第2レンズ群G2は、画像形成部側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなる第12レンズL12の一枚から構成されている。第3レンズ群G3は、拡大側に画像形成部側より曲率の大きい凹面を向けた両凹レンズからなる第13レンズL13と、拡大側が平面である平凹レンズからなる第14レンズL14と、画像形成部側に凸面を向けた両面非球面負メニスカスレンズからなる第15レンズL15とをもって構成されている。第4

10

【0025】

上記レンズ群により屈折光学系が構成されており、その拡大側に折り返し用の平面ミラー12（面34）、自由曲面凹面ミラー13（面35）が設置されている。

尚、第1レンズL1と第5レンズL5をもって正レンズP1と称し、第7レンズL7をもって負レンズN1と称することとする。

以下、表1にレンズデータを示す。表中、面番号に*が付いているものは非球面、**がついているものは自由曲面を示している。

【0026】

20

【表 1】

開口数:0.200

	R	D	Nd	ν d	硝材	
1	∞	1.00				
2	∞	1.00	1.51633	64.1420	S-BSL7	OHARA
3	∞	28.00				
4*	14.540	4.20	1.53775	74.7031	S-FPM3	OHARA
5*	-66.951	1.50				
6	-27.955	2.25	1.58913	61.1526	L-BAL35	OHARA
7	-24.919	0.30				
8	61.206	1.00	1.76200	40.1002	S-LAM55	OHARA
9	20.058	0.30				
10	15.427	0.80	1.90366	31.3150	TAFD25	HOYA
11	9.750	2.66	1.53775	74.7031	S-FPM3	OHARA
12	20.974	1.36				
絞り	∞	2.45				
13	-21.118	0.60	1.53775	74.7031	S-FPM3	OHARA
14	-39.217	2.64				
15*	25.408	4.68	1.58913	61.1526	L-BAL35	OHARA
16*	-20.601	0.30				
17	40.902	0.80	1.62280	57.0527	S-BSM10	OHARA
18	21.739	2.09				
19	202.603	6.92	1.85478	24.7990	S-NBH56	OHARA
20	-13.233	1.00	1.91650	31.6041	S-LAH88	OHARA
21	31.574	14.44				
22	57.162	10.71	1.49700	81.5459	S-FPL51	OHARA
23	-48.198	可変DA				
24	41.474	7.01	1.80100	34.9674	S-LAM66	OHARA
25	238.171	可変DB				
26	-169.741	1.20	1.85478	24.7990	S-NBH56	OHARA
27	161.202	8.88				
28	-35.153	1.80	1.83481	42.7253	S-LAH55V	OHARA
29	∞	0.30				
30*	60.438	3.00	1.53046	55.8000	樹脂	
31*	31.695	可変DC				
32*	-29.909	5.30	1.53046	55.8000	樹脂	
33*	-27.268	可変DD				
34	∞	-83.91	反射面			
35**	∞	可変DE	反射面			

【 0 0 2 7 】

すなわち、表 1 においては、「*」が付された第 4 面、第 5 面、第 15 面、第 16 面、第 30 面、第 31 面、第 32 面、第 33 面の各光学面が非球面であり、式 (5) における各非球面のパラメータは、次表 2 の通りである。

なお、非球面係数において、「En」は、「10 のべき乗」、すなわち「×10ⁿ」をあらわし、例えば「E-05」は、「×10⁻⁵」をあらわしている。

【 0 0 2 8 】

【表 2】

非球面係数

	K	A4	A6	A8
4 面	0.1783	-2.9102E-05	-1.1652E-08	
5 面	-64.9202	1.9295E-05	1.8481E-07	
15 面	1.2261	-2.1678E-05	-5.2896E-08	
16 面	-1.3435	9.7955E-06	-3.9413E-08	
30 面	0.9126	-2.8961E-05	2.2669E-08	1.1944E-10
31 面	-4.2646	-4.3867E-05	8.2194E-08	-1.1309E-10
32 面	-0.7468	-1.8382E-05	7.4940E-10	-4.3494E-12
33 面	-1.0966	-1.5990E-05	-1.1268E-08	4.7986E-11

10

	A10	A12	A14	A16
4 面				
5 面				
15 面				
16 面				
30 面	-4.9118E-13	8.3740E-16	-7.14034E-19	2.47551E-22
31 面	8.9692E-14	-3.3502E-17		
32 面	1.4576E-13	-2.0156E-16	8.25756E-20	
33 面	-1.5373E-13	4.1252E-16	-4.44079E-19	1.65614E-22

20

【 0 0 2 9 】

30

表 1 における D A、D B、D C、D D、D E は、それぞれ可変間隔である。

このうち、可変間隔 D A は、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との間隔、即ち、面 2 3 と面 2 4 との可変間隔である。可変間隔 D B は、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 との間隔、即ち、面 2 5 と面 2 6 との可変間隔である。可変間隔 D C は、第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 との間隔、即ち、面 3 1 と面 3 2 の可変間隔である。可変間隔 D D は、第 4 レンズ群 G 4 と折り返しミラー 1 2 との間隔、D E は、自由曲面凹面ミラー 1 3 とスクリーン面 S C との間の可変間隔である。

このように、投射光学系は、投射距離の変動に対するフォーカシングにおいて、遠距離から近距離側へのフォーカシングに際し、図 3 において、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 が画像形成部側に移動し、第 4 レンズ群 G 4 が拡大側に移動する。このように、拡大率を変更することで、投射画像の対角線サイズが、4 8 インチ、6 0 インチ、8 0 インチまで、投射サイズに合わせて、フォーカス調整される。

40

フォーカス調整の際に、レンズ群間隔が変化する面間隔 D A、D B、D C、D D、D E は、表 1 に「可変 D A」、「可変 D B」、「可変 D C」、「可変 D D」、「可変 D E」と記載され、これら面間隔 D A ~ D E を、投射画像対角線サイズ 8 0、6 0、4 8 インチに対し、次表 3 に示すように変化する。

【 0 0 3 0 】

【表 3】

可変間隔

フォーカシング

	近距離	基準	遠距離
画面サイズ	48 インチ	60 インチ	80 インチ
可変 DA	2.00	2.86	3.52
可変 DB	5.12	4.93	4.77
可変 DC	24.49	19.55	15.16
可変 DD	48.97	53.23	57.12
可変 DE	244.24	297.44	385.38

10

【 0 0 3 1 】

また、自由曲面形状は、近軸曲率半径の逆数（近軸曲線） C 、光軸から高さ H 、円錐定数 K 、次表 4 に示す自由曲面係数を与えて、 X を光軸方向における自由曲面量として、上記式（6）により、形状を特定する。

【 0 0 3 2 】

20

【表 4】

自由曲面係数

	35 面
K	0
C4	1.0821E-02
C6	-1.1254E-03
C8	1.1482E-04
C10	-2.3053E-04
C11	-9.6864E-07
C13	7.8797E-06
C15	-5.2503E-07
C17	-4.5413E-08
C19	1.7411E-07
C21	3.7066E-08
C22	1.6826E-10
C26	9.8546E-10
C28	4.3972E-10
C30	1.9934E-12
C32	-5.8024E-11
C34	-1.2594E-11
C36	-2.2947E-14
C37	-1.9874E-14
C39	1.2852E-13
C41	-5.5519E-13
C43	-1.1902E-13
C45	-1.8461E-14
C47	2.7985E-16
C49	3.2797E-15
C51	-1.2440E-15
C53	7.3482E-16
C55	3.2915E-17
C56	1.7806E-18
C58	6.1984E-18
C60	2.3345E-17
C62	7.7410E-18
C64	8.6880E-18
C66	9.8187E-19

10

20

30

40

尚、投射距離とTRは、近距離、基準、遠距離に応じて、次表5に示すような値となる。ここで、TRとは、[自由曲面凹面ミラー13と軸Aとの交点からスクリーンまでの距離] / [スクリーン横幅]で表される。

【0034】

【表5】

投射距離とTR

	近距離	基準	遠距離
	48 インチ	60 インチ	80 インチ
投射距離	244.24	297.44	385.38
横幅	1062.6	1328.3	1771.0
TR	0.230	0.224	0.218

10

20

【0035】

以下、本実施例1の画像形成部LVに用いられているDVDその他の具体的数値を示す。

DMDサイズ

ドットサイズ：7.56 μm

横方向長さ：14.5152 mm

縦方向長さ：8.1648 mm

光軸～素子中心：5.31 mm

BF/Y：2.61

最も反射面側に位置するレンズの投影画像が最大となる合焦状態での頂点からの折り返しミラー12、自由曲面凹面ミラー13の位置座標を次表6に示す。なお回転に関しては、面法線と光軸とのなす角度を示している。

30

【0036】

【表6】

	Y 軸	Z 軸	α
34 面	0.00	57.12	-45.00
35 面	83.91	79.15	-102.71

40

【0037】

また、図4に示した各画角に対応したスポットダイアグラムを図5から図7に示す。これらの各スポットダイアグラムは、スクリーン面での結像特性(mm)を波長625 nm(赤)、550 nm(緑)、425 nm(青)について示している。良好な結像をしていることがわかる。

室温(20度)と温度が20度上昇時の全系、第1レンズ群の焦点距離を、次表7に示す。

【0038】

【表 7】

	20℃	40℃
全系	20.63	20.63
固定群	72.43	72.44

【 0 0 3 9 】

温度変化時の焦点距離の変動が抑えられることがわかる。

この実施例 1 の場合、条件式 (1) ~ 条件式 (4) に対応する値は、下記の通りとなり、それぞれ条件式 (1) ~ (4) を満足している。

条件式 (1) $d_n T = -4.4$

条件式 (2) $v_d = 74.7031$

条件式 (3) $T_R = 0.219 \sim 0.232$

条件式 (4) $B F / Y = \underline{2.61}$

【実施例 2】

【 0 0 4 0 】

次に、図 8 を参照にして、実施例 2 に係る投射装置について、説明する。

図 8 に示すように、画像形成部法線方向であり、軸対称レンズが共有する軸である軸 A と平行な軸を Z 軸、画像表示素子の中心から射出され、絞り S の中心を通る光線を含む面内の軸のうち、軸 A に垂直な軸を Y 軸、軸 A、Y 軸に垂直な軸を X 軸とし、図 8 において、時計回りの回転方向を + α 方向とする。

図 9 に、本発明の第 2 の実施の形態であって、且つ実施例 2 に係る屈折光学系のレンズ構成と、フォーカスの様子を示す。この屈折光学系は、画像形成部側から拡大側に向かって順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群 G 2 と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群 G 3 と、正の屈折力を有する第 4 レンズ群 G 4 とを配置している。図 8 に示すように、最も拡大側に自由曲面凹面ミラー 1 3 を有し、投射距離の変動に対するフォーカシングは、遠距離 (1 0 0 インチ) 側から近距離 (6 0 インチ) 側へのフォーカシングに際し、正の第 2 レンズ群 G 2 と負の第 3 レンズ群 G 3 が画像形成部側に移動し、正の第 4 レンズ群 G 4 が拡大側に移動する。

【 0 0 4 1 】

第 1 レンズ群 G 1 は、画像形成部 L V 側から順に、画像形成部側に拡大側より曲率の大きな凸面を向けた両面非球面両凸レンズからなる第 1 レンズ L 1 と、画像形成部側に凸面を向けた負メニスカスレンズからなる第 2 レンズ L 2 と、画像形成部側に凸面を向けた負メニスカスレンズからなる第 3 レンズ L 3 と、画像形成部側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなる第 4 レンズ L 4 との接合レンズと、開口絞り S と、拡大側に凸面を向けた負メニスカスレンズからなる第 5 レンズ L 5 と、拡大側に画像形成部側より曲率の大きな凸面を向けた両凸レンズからなる第 6 レンズ L 6 と、画像形成部側に凸面を向けた両面非球面負メニスカスレンズからなる第 7 レンズ L 7 と、拡大側に画像形成面より曲率の大きな凸面を向けた両凸レンズからなる第 8 レンズ L 8 と画像形成部側に拡大側より曲率の大きな凹面を向けた両凹レンズからなる第 9 レンズ L 9 とでなる接合レンズと、拡大側に画像形成部側より曲率の大きな凸面を向けた両凸レンズからなる第 1 0 レンズ L 1 0 とで構成されている。第 2 レンズ群 G 2 は、画像形成部側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなる第 1 1 レンズ L 1 1 の一枚から構成されている。第 3 レンズ群 G 3 は、画像形成部側に凸面を向けた負メニスカスレンズからなる第 1 2 レンズ L 1 2 と、画像形成部側に拡大側より曲率の大きな凹面を向けた両凹レンズからなる第 1 3 レンズ L 1 3 と、画像形成部側に凸面を向けた両面非球面負メニスカスレンズからなる第 1 4 レンズ L 1 4 とをもって構成されている。第 4 レンズ群 G 4 は、拡大側に凸面を向けた両面非球面正メニスカスレンズからなる第 1 5 レンズ L 1 5 の一枚をもって構成されている。

【 0 0 4 2 】

上記レンズ群により屈折光学系が構成されており、その拡大側に折り返し用の平面ミラー 12 (面 32)、自由曲面凹面ミラー 13 (面 33) が設置されている。

尚、第 3 レンズ L3 をもって正レンズ P1 と称し、第 5 レンズ L5 をもって負レンズ N1 と称することとする。

以下、表 8 にレンズデータを示す。表中、面番号に * が付いているものは、非球面、* * がついているものは、自由曲面を示している。

【 0 0 4 3 】

【表 8】

開口数:0.200

	R	D	Nd	νd	硝材	
1	∞	1.00				
2	∞	1.00	1.51633	64.1420	S-BSL7	OHARA
3	∞	28.00				
4*	15.425	6.00	1.49700	81.5459	S-FPL51	OHARA
5*	-77.187	1.79				
6	52.890	0.70	1.85478	24.7990	S-NBH56	OHARA
7	29.580	1.14				
8	15.516	0.80	1.90366	31.3150	TAFD25	HOYA
9	9.940	2.60	1.53775	74.7031	S-FPM3	OHARA
10	20.056	1.44				
絞り	∞	2.55				
11	-19.611	0.70	1.53775	74.7031	S-FPM3	OHARA
12	-42.699	2.01				
13	26.678	4.58	1.58913	61.1526	L-BAL35	OHARA
14	-19.882	0.30				
15*	41.592	0.80	1.81600	46.6206	S-LAH59	OHARA
16*	21.739	1.48				
17	58.130	6.06	1.85478	24.7990	S-NBH56	OHARA
18	-12.870	1.00	1.91650	31.6041	S-LAH88	OHARA
19	27.860	17.10				
20	75.931	9.74	1.59522	67.7357	S-FPM2	OHARA
21	-48.799	可変 DA				
22	37.217	6.17	1.75700	47.8232	S-LAM54	OHARA
23	90.427	可変 DB				
24	666.346	2.00	1.91650	31.6041	S-LAH88	OHARA
25	75.497	9.76				
26	-38.360	2.20	1.83481	42.7253	S-LAH55V	OHARA
27	964.042	0.30				
28*	47.073	3.00	1.53046	55.8000	樹脂	
29*	27.388	可変 DC				
30*	-34.791	5.30	1.53046	55.8000	樹脂	
31*	-30.585	可変 DD				
32	∞	-82.93	反射面			
33**	∞	可変 DE	反射面			

すなわち、表 8 においては、「*」が付された第 4 面、第 5 面、第 15 面、第 16 面、第 28 面、第 29 面、第 30 面、第 31 面の各光学面が非球面であり、式 (5) における各非球面のパラメータは、次表 9 の通りである。

なお、非球面係数において、「E n」は、「10 のべき乗」、すなわち「× 10 n」をあらわし、例えば「E - 05」は、「× 10 - 5」をあらわしている。

【 0 0 4 5 】

【表 9】

非球面係数

	K	A4	A6	A8
4 面	0.1378	-2.0241E-05		
5 面	-78.3049	2.1652E-05	1.4060E-07	
15 面	1.7996	-2.3606E-05	-6.0352E-08	
16 面	-1.0833	1.2898E-05	-4.7269E-08	
28 面	-4.2758	-2.2742E-05	-2.7249E-08	3.2226E-10
29 面	-1.6081	-5.5024E-05	8.3205E-08	-7.5460E-11
30 面	-0.2509	-3.4657E-05	4.9250E-08	-1.3282E-10
31 面	-0.7157	-2.6314E-05	1.8397E-08	-2.4843E-11

10

20

	A10	A12	A14	A16
4 面				
5 面				
15 面				
16 面				
28 面	-9.0197E-13	1.2636E-15	-9.26832E-19	2.87074E-22
29 面	2.3101E-14			
30 面	3.8358E-13	-4.1608E-16	1.5424E-19	
31 面	-6.1850E-14	4.0889E-16	-5.11951E-19	1.97594E-22

30

【 0 0 4 6 】

表 8 における D A、D B、D C、D D、D E は、それぞれ可変間隔である。

このうち、可変間隔 D A は、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との間隔、即ち、面 2 1 と面 2 2 との可変間隔である。可変間隔 D B は、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 との間隔、即ち、面 2 3 と面 2 4 との可変間隔である。可変間隔 D C は、第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 との間隔、即ち、面 2 9 と面 3 0 の可変間隔である。

40

可変間隔 D D は、第 4 レンズ群 G 4 と折り返しミラー 1 2 との間隔、D E は、自由曲面凹面ミラー 1 3 とスクリーン面 S C との間の可変間隔である。

このように、投射光学系は、投射距離の変動に対するフォーカシングは遠距離から近距離側へのフォーカシングに際し、図 9 において、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 が画像形成部側に移動し、第 4 レンズ群 G 4 が拡大側に移動する。このように、拡大率を変更することで、投射画像の対角線サイズが、60 インチ、80 インチ、100 インチまで、投射サイズに合わせて、フォーカス調整される。

フォーカス調整の際に、レンズ群間隔が変化する面間隔 D A、D B、D C、D D、D E は、表 10 に「可変 D A」、「可変 D B」、「可変 D C」、「可変 D D」、「可変 D E」と記載され、これら面間隔 D A ~ D E を、投射画像対角線サイズ 60、80、100 イン

50

チに対し、次表 1 0 に示すように変化する。

【 0 0 4 7 】

【表 1 0 】

可変間隔

フォーカシング

	近距離	基準	遠距離
画面サイズ	60 インチ	80 インチ	100 インチ
可変 DA	2.00	3.03	3.54
可変 DB	4.81	4.48	4.31
可変 DC	23.02	18.46	16.08
可変 DD	49.70	53.56	55.59
可変 DE	297.04	385.42	473.41

10

【 0 0 4 8 】

また、自由曲面形状は、近軸曲率半径の逆数（近軸曲線） C 、光軸から高さ H 、円錐定数 K 、次表 1 1 に示す自由曲面係数を与えて、 X を光軸方向における自由曲面量として、上記式（6）により、形状を特定する。

20

【 0 0 4 9 】

【表 1 1】

自由曲面係数

	33 面
K	0
C4	1.0582E-02
C6	-8.2531E-04
C8	9.9460E-05
C10	-2.2150E-04
C11	-7.4734E-07
C13	7.7163E-06
C15	-3.5768E-07
C17	-2.8343E-08
C19	1.8056E-07
C21	3.8225E-08
C22	1.1049E-10
C26	1.0935E-09
C28	4.2954E-10
C30	-2.2417E-12
C32	-5.5901E-11
C34	-1.3183E-11
C36	-1.7253E-13
C37	-1.6625E-14
C39	3.3160E-15
C41	-5.9419E-13
C43	-1.2863E-13
C45	-1.7223E-14
C47	3.3385E-16
C49	1.8374E-15
C51	-1.5395E-15
C53	8.8023E-16
C55	6.2272E-17
C56	1.5129E-18
C58	7.2133E-18
C60	1.7912E-17
C64	1.0211E-17
C66	1.1251E-18

10

20

30

40

【0 0 5 0】

尚、投射距離とTRは、近距離、基準、遠距離に応じて、次表12に示すような値とな

50

る。ここで、TRとは、[自由曲面凹面ミラー13と軸Aとの交点からスクリーンまでの距離] / [スクリーン横幅]で表される。

【0051】

【表12】

投射距離とTR

	近距離	基準	遠距離
	60 インチ	80 インチ	100 インチ
投射距離	297.04	385.42	473.41
横幅	1328.3	1771.0	2213.8
TR	0.224	0.218	0.214

10

【0052】

以下、本実施例2の画像形成部LVに用いられているDVDその他の具体的数値を示す。

DMDサイズ

ドットサイズ：7.56 μm

横方向長さ：14.5152 mm

縦方向長さ：8.1648 mm

光軸～素子中心：5.30 mm

BF/Y：2.61

最も反射面側に位置するレンズの投影画像が最大となる合焦状態での頂点からの折り返しミラー12、自由曲面凹面ミラー13の位置座標を次表13に示す。なお回転に関しては、面法線と光軸とのなす角度を示している。

20

30

【0053】

【表13】

	Y 軸	Z 軸	α
34 面	0.00	55.59	-45.00
35 面	82.93	77.48	-102.80

【0054】

また、図4に示した各画角に対応したスポットダイアグラムを図10から図12に示す。これらの各スポットダイアグラムは、スクリーン面での結像特性(mm)を波長625 nm(赤)、550 nm(緑)、425 nm(青)について示している。良好な結像をしていることがわかる。

40

即ち、実施例2に係る投射装置において、図4に示した各画角(評価点)に対応するスクリーン上におけるスポットダイアグラムは、100インチの場合は、図10に、80インチの場合は、図11に、60インチの場合は、図12にそれぞれ示す如くである。

これら、図10～図12に見られるように、良好な結像をしていることがわかる。

次に室温(20度)と温度が20度上昇した40度時の全系の焦点距離、第1レンズ群の焦点距離を、次表14に示す。

50

【 0 0 5 5 】

【表 1 4】

	20 度	40 度
全系	20.19	20.20
固定群	41.97	41.99

【 0 0 5 6 】

温度変化時の焦点距離の変動が抑えられることがわかる。

10

この実施例 2 の場合、条件式 (1) ~ 条件式 (4) に対応する値は、下記の通りとなり、それぞれ条件式 (1) ~ (4) を満足している。

条件式 (1) $d_n T = - 4 . 4$

条件式 (2) $v d = 7 4 . 7 0 3 1$

条件式 (3) $T R = 0 . 2 1 5 \sim 0 . 2 2 6$

条件式 (4) $B F / Y = 2 . 6 1$

以上のような具体的な数値例によって特定される投射装置によれば、固定群内の正レンズ、負レンズそれぞれに、適切な硝材を指定することにより、小型で高性能かつ温度特性に優れた超短投射距離の画像投射装置を得ることができる。なお、上述した第 1 および第 2 の実施例の形態では、本発明の好適な実施形態例を示したが、本発明はその内容に限定

20

特に実施例 1 および実施例 2 で例示した各部の具体的な形状および数値は、本発明を実施するに際して行う具体化のほんの一例にすぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されることがあってはならないものである。

このように、本発明は、本実施形態で説明した内容に限定されることはなく、その要旨を逸脱しない範囲で、適宜変更することができる。

【符号の説明】

【 0 0 5 7 】

- 1 1 屈折光学系
- 1 2 折り返しミラー
- 1 3 自由曲面凹面ミラー
- 1 4 防塵ガラス
- G 1 第 1 レンズ群
- G 2 第 2 レンズ群
- G 3 第 3 レンズ群
- G 4 第 4 レンズ群
- L 1 ~ L 1 6 第 1 レンズ ~ 第 1 6 レンズ
- L V 画像形成部
- N 1 負レンズ
- P 1 正レンズ

30

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 5 8 】

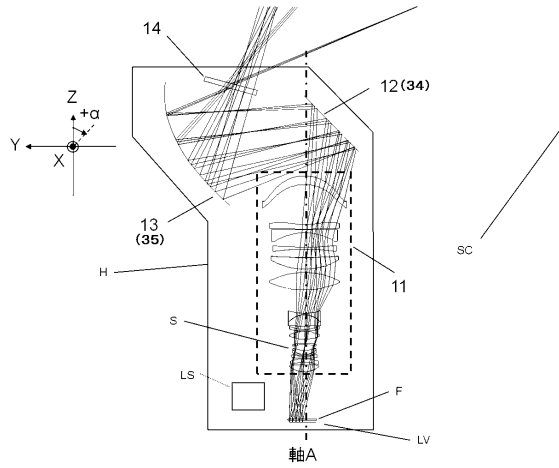
【特許文献 1】特開 2 0 0 7 - 0 7 9 5 2 4 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 9 - 2 5 1 4 5 8 号公報

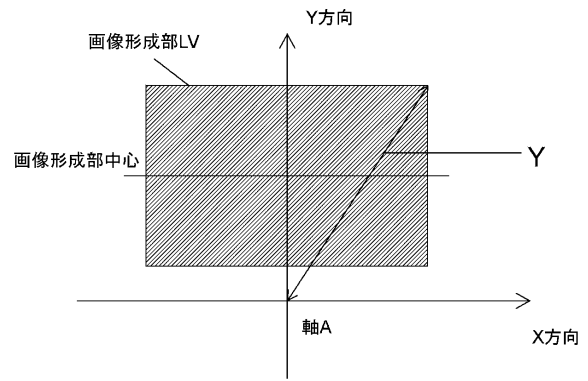
【特許文献 3】特開 2 0 1 1 - 2 4 2 6 0 6 号公報

【特許文献 4】特開 2 0 0 9 - 2 1 6 8 8 3 号公報

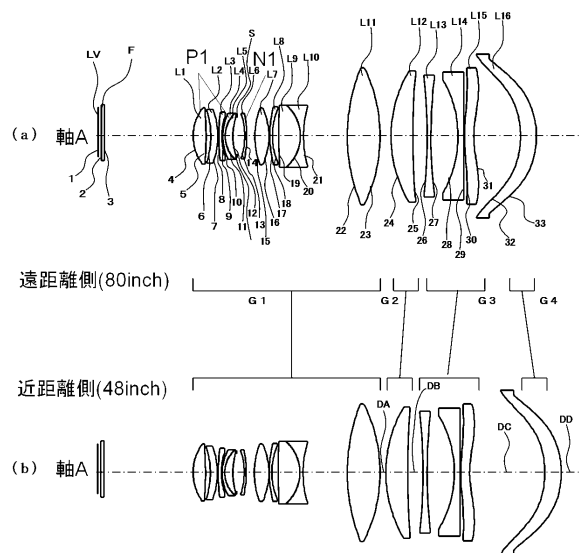
【図 1】



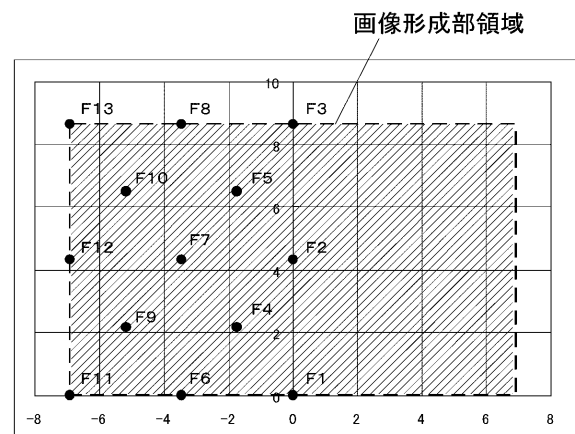
【図 2】



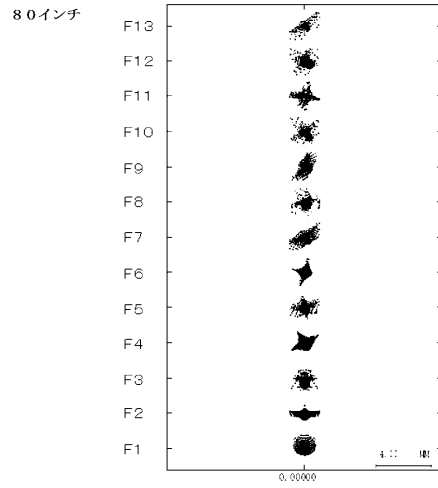
【図 3】



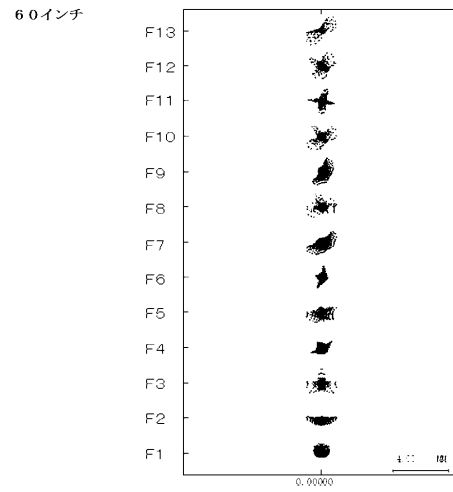
【図 4】



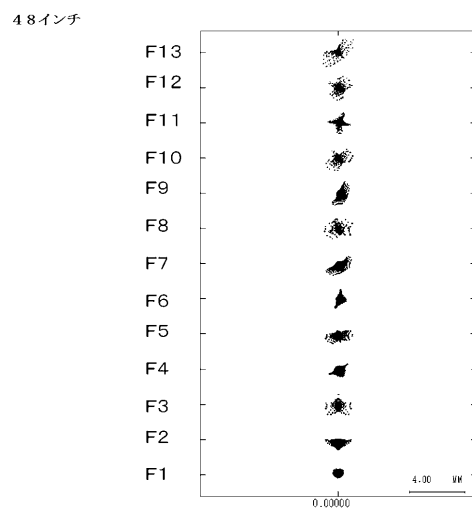
【図 5】



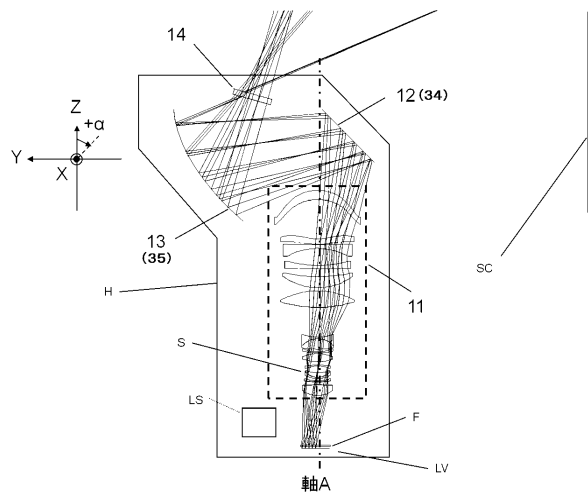
【図 6】



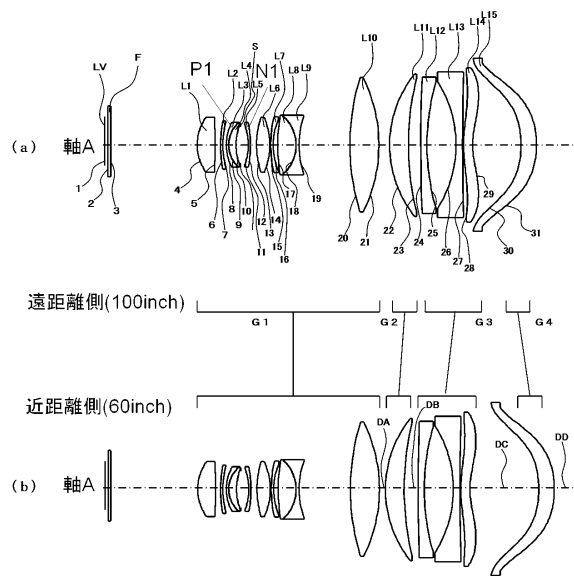
【図 7】



【図 8】

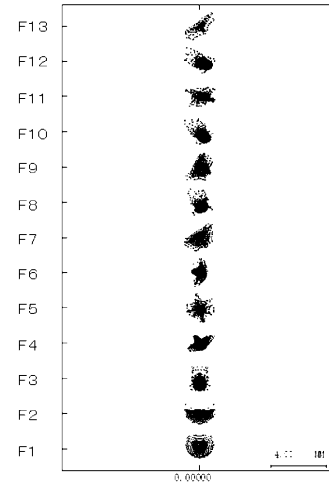


【図 9】



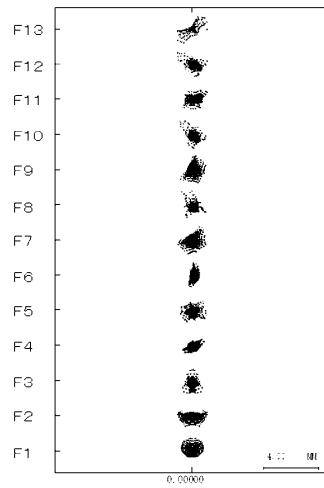
【図 10】

100インチ



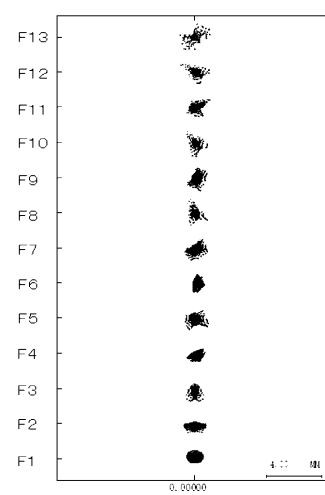
【図 11】

80インチ



【図 12】

60インチ



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2013 - 174886 (JP, A)
特開 2006 - 195433 (JP, A)
特開 2010 - 181672 (JP, A)
特開 2010 - 204328 (JP, A)
特開 2011 - 253130 (JP, A)
特開 2009 - 216883 (JP, A)
特開 2001 - 124986 (JP, A)
米国特許出願公開第 2011 / 0298993 (US, A1)
米国特許出願公開第 2014 / 0118818 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 17/00 - 17/08