

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5676748号
(P5676748)

(45) 発行日 平成27年2月25日(2015.2.25)

(24) 登録日 平成27年1月9日(2015.1.9)

(51) Int.Cl.		F I			
GO2B	17/08	(2006.01)	GO2B	17/08	A
GO2B	13/18	(2006.01)	GO2B	13/18	

請求項の数 7 (全 38 頁)

(21) 出願番号	特願2013-507141 (P2013-507141)	(73) 特許権者	306037311 富士フイルム株式会社 東京都港区西麻布2丁目26番30号
(86) (22) 出願日	平成24年3月16日 (2012.3.16)	(74) 代理人	100073184 弁理士 柳田 征史
(86) 国際出願番号	PCT/JP2012/001849	(74) 代理人	100090468 弁理士 佐久間 剛
(87) 国際公開番号	W02012/132294	(72) 発明者	天野 賢 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324 番地 富士フイルム株式会社内
(87) 国際公開日	平成24年10月4日 (2012.10.4)	審査官	堀井 康司
審査請求日	平成26年2月5日 (2014.2.5)		
(31) 優先権主張番号	特願2011-69284 (P2011-69284)		
(32) 優先日	平成23年3月28日 (2011.3.28)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 投写光学系および投写型表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

縮小側の共役面に形成された画像を拡大側の共役面に拡大投写する投写光学系であって、

縮小側から順に、複数のレンズで構成された第1光学系、非球面形状をなす凸面からなる1枚の反射ミラーで構成された第2光学系を配設してなり、

以下の条件式(1)を満たすことを特徴とする投写光学系。

$$0.1 < Zf / T12 < 1.0 \dots (1)$$

ただし、

T12：第1光学系と第2光学系との空気間隔

Zf：第1光学系の最も拡大側に配されたレンズの拡大側レンズ面上の最大有効高さにおける位置から、このレンズ面の頂点までの光軸方向における変位置

【請求項2】

前記第1光学系の最も拡大側に配されたレンズが非球面レンズであることを特徴とする請求項1記載の投写光学系

【請求項3】

以下の条件式(2)を満たすことを特徴とする請求項1または2記載の投写光学系。

$$0 < D / Zr < 1.0 \dots (2)$$

ただし、

D：第1光学系の最も拡大側に配されたレンズとこのレンズに隣接する第1光学系中のレ

ンズとの空気間隔

Z_r : 第 1 光学系の最も拡大側に配されたレンズの縮小側レンズ面上の最大有効高さにおける位置から、そのレンズ面の頂点までの光軸方向における変位置

【請求項 4】

前記第 1 光学系が 3 枚以上のレンズで構成されたものであり、

前記第 1 光学系を構成するレンズのうち、最も拡大側に配されている 3 枚のレンズのうち 2 枚が非球面レンズであることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項記載の投写光学系。

【請求項 5】

レンズ全系における縮小側がテレセントリック性を有していることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項記載の投写光学系。

10

【請求項 6】

前記第 1 光学系および前記第 2 光学系を構成する全ての光学面が、1 つの共通の軸の周りに回転対称な形状をなすように形成されたものであることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項記載の投写光学系。

【請求項 7】

光源と、ライトバルブと、前記光源からの光束を前記ライトバルブへ導く照明光学部と、請求項 1 から 6 のいずれか 1 項記載の投写光学系とを備え、前記光源からの光束を前記ライトバルブで光変調し、該光変調された光束を前記投写光学系に通してスクリーンへ投写するものであることを特徴とする投写型表示装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、レンズと反射ミラーとを配してなる投写光学系、およびその投写光学系を用いた投写型表示装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、ライトバルブに表示された画像を投影する投写型表示装置（プロジェクタともいう）が広く普及しつつある。

【0003】

30

そのようなプロジェクタに用いられる投写光学系は、一般に、長いバックフォーカスを有することや、縮小側（ライトバルブ側）から見た入射瞳が十分遠方に位置すること、すなわち縮小側がテレセントリック性を有することが要求される。

【0004】

また、近年のライトバルブの性能向上を受けて、投写光学系には、ライトバルブの解像度に見合った良好な収差補正が求められている。さらに、プレゼンテーション用など、比較的明るく狭い室内空間で使用されることを考慮して、より明るく広角な投写光学系が強く要望されるようになっている。

【0005】

また、屈折光学系で構成された複数枚のレンズからなる第 1 光学系と、反射光学系で構成された凸面ミラーからなる第 2 光学系とを組み合わせ形成した投写光学系も知られている（特許文献 1～3 参照）。

40

【0006】

通常の屈折光学系のみで構成された投写光学系は、焦点距離を短くして広角化をしようとすると、どうしても拡大側のレンズが大きくなりすぎてしまう。一方、屈折光学系と反射光学系とで構成された投写光学系は、屈折光学系のみからなるものに比べて比較的小さくすることが可能であり、焦点距離を短くして広角化するのにも適している（特許文献 1、2、3 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【0007】

【特許文献1】特開2008-096761号公報

【特許文献2】特開2007-017707号公報

【特許文献3】2009-271372号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、上記特許文献1に記載の投写光学系は、複数のレンズを光軸に対してシフトまたはチルトさせた偏心光学系を採用したものであり、組立が非常に難しい。

【0009】

また、上記特許文献2、3に記載の投写光学系は、共軸光学系を採用しているため組立が比較的容易であるが、主にリアプロジェクタに搭載することを目的として構成されたものであるため、フロントプロジェクタに搭載しようとする、屈折光学系のみで構成した屈折部と反射光学系のみで構成した反射ミラー部との間隔が大きくなってしまい装置サイズが大きくなってしまいう問題がある。

【0010】

また、フロントプロジェクタへの搭載に適したコンパクトな投写光学系を構成するために光学系の全長を短くしようとすると、歪曲収差等の諸収差の悪化が予想されるため、その対策を講じる必要がある。

【0011】

本発明は、このような事情に鑑みなされたもので、光学系の全長が短く、小型で、かつ諸収差を良好に補正することができる投写光学系及びこれを用いた投写型表示装置を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明の投写光学系は、縮小側の共役面に形成された画像を拡大側の共役面に拡大投写する投写光学系であって、縮小側から順に、複数のレンズで構成された第1光学系、非球面形状をなす凸面からなる1枚の反射ミラーで構成された第2光学系を配設してなり、条件式(1)： $0.1 < Zf / T12 < 1.0$ を満たすことを特徴とするものである。ただし、 $T12$ は第1光学系と第2光学系との空気間隔、 Zf は第1光学系の最も拡大側に配されたレンズの拡大側のレンズ面上の最大有効高さにおける位置から、このレンズ面の頂点までの光軸方向における変位量である。なお、縮小側から拡大側へ変位するときの変位量を正の変位量とする。

【0013】

前記第1光学系の最も拡大側に配されたレンズは非球面レンズとすることが望ましい。

【0014】

前記投写光学系は、条件式(2)： $0 < D / Zr < 1.0$ を満たすものとするのが望ましい。ただし、 D は第1光学系の最も拡大側に配されたレンズとこのレンズに隣接する第1光学系中のレンズとの空気間隔、 Zr は第1光学系の最も拡大側に配されたレンズにおける縮小側のレンズ面上の最大有効高さにおける位置から、そのレンズ面の頂点までの光軸方向における変位量である。なお、縮小側から拡大側へ変位するときの変位量を正の変位量とする。

【0015】

前記第1光学系を3枚以上のレンズで構成されたものとし、その第1光学系を構成するレンズのうち、最も拡大側に配されている3枚のレンズのうち2枚を非球面レンズとすることができる。

【0016】

前記投写光学系は、レンズ全系における縮小側がテレセントリック性を有するものとするのが望ましい。

【0017】

10

20

30

40

50

なお、縮小側がテレセントリックとは、縮小側の共役面上の任意の点から発せられて拡大側の共役面上に収束する光束に関し、縮小側の共役面上から発せられる光束の各光束断面における2等分角線が光軸に対して平行に近い状態であることを意味するものであり、完全にテレセントリックな場合、すなわち前記2等分角線が光軸に対して完全に平行な場合に限るものではなく、多少の誤差がある場合をも含むものを意味する。ここで多少の誤差がある場合とは、光軸に対する前記2等分角線の傾きが $\pm 3^\circ$ の範囲内の場合である。

【0018】

上記光束断面は、光軸を通る平面で切断される断面である。また、2等分角線は、縮小側の共役面上から発せられる各光束断面における拡がり角を等しい角度に二つに分ける2等分線である。

10

【0019】

前記第1光学系および前記第2光学系を構成する全ての光学面は、1つの共通の軸の周りに回転対称な形状をなすように形成されたものとすることができる。

【0020】

本発明の投写型表示装置は、光源と、ライトバルブと、光源からの光束をライトバルブへ導く照明光学部と、上記投写光学系とを備え、光源からの光束をライトバルブで光変調し、この光変調された光束を投写光学系に通してスクリーンへ投写することを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0021】

本発明の投写光学系および投写型表示装置によれば、縮小側の共役面上に形成された画像を拡大側の共役面上に拡大投写する投写光学系において、縮小側から順に、複数のレンズで構成された第1光学系と、非球面形状をなす凸面からなる1枚の反射ミラーで構成された第2光学系とを備え、条件式(1): $0.1 < Zf / T_{12} < 1$ を満たすようにしたので、光学系の全長を短くし、小型化して、諸収差を良好に補正することができる。

20

【0022】

条件式(1)は、投写光学系の全体の大きさを規定する式である。条件式(1)の下限を下回ると、値が0以下にならない範囲においては、第1光学系の最も拡大側に配されたレンズにおける上記変位量 Zf に対して第1光学系と第2光学系との空気間隔 T_{12} が大きくなってしまい大型化につながる。一方、条件式(1)の上限を上回ると、第1光学系の最も拡大側に配されたレンズの変位量 Zf に対して第1光学系と第2光学系との空気間隔 T_{12} が小さくなり、光学系の全長が短くなる方向ではあるが、第2光学系で反射された光線と上記最も拡大側に配されたレンズとの干渉を避けるため、そのレンズにおける上記変位量 Zf を大きくしようとする、このレンズが製造困難な形状になってしまう。また、第2光学系で反射させる光線の反射方向をシフトさせて、上記最も拡大側に配されたレンズと干渉させないようにしようとする、そのシフト量の増大が装置サイズの大型化につながる。

30

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明の実施の形態における投写光学系およびこの投写光学系を用いた投写型表示装置の概略構成を示す図

40

【図2A】実施例1の投写光学系の断面図

【図2B】実施例1の投写光学系に関する歪曲収差を示す図

【図2C】実施例1の投写光学系に関するスポットダイアグラムを示す図

【図3A】実施例2の投写光学系の断面図

【図3B】実施例2の投写光学系に関する歪曲収差を示す図

【図3C】実施例2の投写光学系に関するスポットダイアグラムを示す図

【図4A】実施例3の投写光学系の断面図

【図4B】実施例3の投写光学系に関する歪曲収差を示す図

【図4C】実施例3の投写光学系に関するスポットダイアグラムを示す図

50

- 【図 5 A】実施例 4 の投写光学系の断面図
- 【図 5 B】実施例 4 の投写光学系に関する歪曲収差を示す図
- 【図 5 C】実施例 4 の投写光学系に関するスポットダイアグラムを示す図
- 【図 6 A】実施例 5 の投写光学系の断面図
- 【図 6 B】実施例 5 の投写光学系に関する歪曲収差を示す図
- 【図 6 C】実施例 5 の投写光学系に関するスポットダイアグラムを示す図
- 【図 7 A】実施例 6 の投写光学系の断面図
- 【図 7 B】実施例 6 の投写光学系に関する歪曲収差を示す図
- 【図 7 C】実施例 6 の投写光学系に関するスポットダイアグラムを示す図
- 【図 8 A】実施例 7 の投写光学系の断面図
- 【図 8 B】実施例 7 の投写光学系に関する歪曲収差を示す図
- 【図 8 C】実施例 7 の投写光学系に関するスポットダイアグラムを示す図
- 【図 9 A】実施例 8 の投写光学系の断面図
- 【図 9 B】実施例 8 の投写光学系に関する歪曲収差を示す図
- 【図 9 C】実施例 8 の投写光学系に関するスポットダイアグラムを示す図
- 【図 10 A】実施例 9 の投写光学系の断面図
- 【図 10 B】実施例 9 の投写光学系に関する歪曲収差を示す図
- 【図 10 C】実施例 9 の投写光学系に関するスポットダイアグラムを示す図
- 【図 11】スポットダイアグラムを取得する対象となる縮小側の共役面上の位置を示す図
- 【図 12】本発明の実施の形態における投写型表示装置の投写用光変調部を示す図
- 【発明を実施するための形態】
- 【0024】
- 以下、本発明の投写光学系およびこの投写光学系を備えた撮像装置について図面を参照して説明する。
- 【0025】
- 図 1 は、本発明の実施の形態の投写光学系およびこの投写光学系を用いた投写型表示装置の概略構成を示す断面図である。また、図 12 は投写用光変調部 300 を示す図である。
- 【0026】
- 図 1 に示す本発明の投写光学系 100 は、縮小側の共役面 Cps 上（すなわち、表示素子の画像形成面 Hm 上）に形成された画像 G を拡大側の共役面 Cpk 上（すなわち、スクリーン 1 上）に拡大投写するものである。
- 【0027】
- この投写光学系 100 は、縮小側から順に、複数のレンズで構成された屈折光学系である第 1 光学系 $K1$ と、非球面形状をなす凸面からなる 1 枚の反射ミラーで構成された反射光学系である第 2 光学系 $K2$ とを配設してなるものである。
- 【0028】
- 上記投写光学系 100 は、条件式 (1) : $0.1 < Zf / T12 < 1.0$ を満たすものである。ただし、 $T12$ は第 1 光学系 $K1$ と第 2 光学系 $K2$ との空気間隔 (mm) である。また、 Zf は第 1 光学系 $K1$ の最も拡大側に配されたレンズ $Le1$ の拡大側のレンズ面 Sb 上の最大有効高さ hb における位置 Pbh から、このレンズ面 Sb の頂点 Pbo までの光軸 $Z1$ 方向における変位量 (mm) である。
- 【0029】
- なお、このレンズ面 Sb における変位量は、縮小側から拡大側への光軸方向における変位量を正とし、拡大側から縮小側への光軸方向における変位量を負として定めたときの値である。すなわち、頂点 Pbo が位置 Pbh よりも拡大側に配置されている場合に Zf の値が正となり、頂点 Pbo が位置 Pbh よりも縮小側に配置されている場合に Zf の値が負となる。
- 【0030】
- 第 1 光学系 $K1$ の最も拡大側に配されたレンズ $Le1$ は非球面レンズとすることが望ま

10

20

30

40

50

しい。

【0031】

また、この投写光学系100は、条件式(2)： $0 < D / Z_r < 1.0$ を満たすことが望ましい。ただし、Dは第1光学系K1の最も拡大側に配されたレンズLe1と、このレンズLe1に隣接する第1光学系K1中のレンズLe2との空気間隔(mm)である。すなわち、レンズLe2は、レンズLe1の縮小側に隣接配置されたものである。

【0032】

条件式(2)は、第1光学系K1の最も拡大側に配されたレンズLe1と、このレンズLe1に隣接する第1光学系K1中のレンズLe2との間隔を規定するものであり、この条件式(2)を満たすことで、屈折光学系である第1光学系K1全体の大きさを小さくする
10

【0033】

また、 Z_r はレンズLe1における縮小側のレンズ面Sa上の最大有効高さ h_a における位置Pa_hから、そのレンズ面Saの頂点Pa_oまでの光軸Z1方向における変位量(mm)である。上記と同様に、この変位量も、縮小側から拡大側への光軸方向における変位量を正とし、拡大側から縮小側への光軸方向における変位量を負と定めたときの値であり、頂点Pa_oが位置Pa_hよりも拡大側に配置されている場合に Z_r の値が正となり、頂点Pa_oが位置Pa_hよりも縮小側に配置されている場合に Z_r の値が負となる。

【0034】

また、第1光学系K1中の最も拡大側に配されている3枚のレンズであるレンズLe1
20、Le2、Le3のうち、いずれか2枚を非球面レンズとすることが望ましい。

【0035】

さらに、第1光学系K1と第2光学系K2とを配設してなるレンズ全系は、縮小側がテレセントリックとなるように構成されたものとする
30

【0036】

また、第1光学系K1および第2光学系K2を構成する全ての光学面は、1つの共通の軸である光軸Z1の周りに回転対称な形状となるように形成されたものとする
40

【0037】

次に、上記投写光学系を用いた本発明の投写型表示装置について説明する。

【0038】

図1に示す本発明の投写型表示装置200は、光源20およびライトバルブ11等を備えた投写用光変調部300と上記投写光学系100とを備え、光源20から発せられた光束をライトバルブ11で光変調し、光変調された光束を投写光学系100へ通してスクリーン1に投写するものである。

【0039】

図12に示す投写用光変調部300は、光源20と、ライトバルブである透過型液晶パネル11a、11b、11cと、光源20から発せられた光束を透過型液晶パネル11a~11cそれぞれへ導く照明光学部25と、透過型液晶パネル11a~11cを通った光束を合成する光束合成光学系であるクロスダイクロイックプリズム14とを備えている。なお、照明光学部25は、光源20とダイクロイックミラー12の間に配されたフライアイ等のインテグレータ(図示を省略)を有している。
40

【0040】

光源20から発せられた白色光の光束は照明光学部25を通して、3種類の色の光束(G光、B光、R光)に色分解され、各色に対応する液晶パネル11a~11cそれぞれに入射し光変調される。

【0041】

液晶パネル11a~11cを通して光変調された各光束は、クロスダイクロイックプリズム14により色合成された後、投写光学系100を通してスクリーン1に投写される。
50

【 0 0 4 2 】

なお、この投写用光変調部 3 0 0 の照明光学部 2 5 には、色分解のためのダイクロイックミラー 1 2、1 3、全反射ミラー 1 8 a、1 8 b、1 8 c、コンデンサレンズ 1 6 a、1 6 b、1 6 c 等が配されている。

【 0 0 4 3 】

投写用光変調部 3 0 0 は、上記のような透過型の液晶表示パネルを用いた態様に限られるものではなく、反射型の液晶表示パネルあるいは D M D 等の他の光変調手段を採用することも可能である。

【実施例】

【 0 0 4 4 】

以下、本発明の投写光学系の具体的な実施例 1 ~ 9 について図 2 A、2 B、2 C、3 A、3 B、3 C、・・・1 0 A、1 0 B、1 0 C、1 1、および表 1 A、1 B、2 A、2 B、・・・9 A、9 B、1 0 を参照して説明する。

【 0 0 4 5 】

ここで、図 2 A、3 A、・・・1 0 A は、各実施例の投写光学系の断面を示す断面図である。図 2 B、3 B、・・・1 0 B は、各実施例の投写光学系の光学性能を表す歪曲収差を示す図である。図 2 C、3 C、・・・1 0 C は、各実施例の投写光学系の光学性能を表すスポットダイアグラムを示す図である。図 1 1 は、スポットダイアグラムを取得する対象とする縮小側の共役面上の位置を示す図である。

【 0 0 4 6 】

また、表 1 A、2 A、・・・9 A は、各実施例の投写光学系のレンズデータを示す表である。表 1 B、2 B、・・・9 B は、各実施例の投写光学系を構成する非球面の形状を表すための非球面データを示す表である。各実施例の最後に示す表 1 0 は、各実施例の投写光学系について、条件式 (1) に記載の数式： $Z f / T 1 2$ の値、条件式 (2) に記載の数式： $D / Z r$ の値をそれぞれ示す表である。

【 0 0 4 7 】

以下に説明する実施例 1 ~ 9 の投写光学系は、いずれも、縮小側から順に、複数のレンズで構成された第 1 光学系 K 1、非球面形状をなす凸面からなる 1 枚の反射ミラーで構成された第 2 光学系 K 2 を配置して、縮小側の共役面に形成された画像 G を拡大側の共役面に拡大投写するものである。各実施例を示す図に関し、上述の投写光学系 1 0 0 と対応関係にある類似の構成については同じ符号で示し、それらの説明については省略する。

【 0 0 4 8 】

また、各図中に示す投写用光変調部 3 0 0 の構成は、説明済みの図 1 および図 1 2 に示す投写用光変調部 3 0 0 の構成と同様であり、それらの説明についても省略する。

【 0 0 4 9 】

なお、表 1 B、・・・9 B に示す、実施例 1 ~ 9 の各投写光学系に関する非球面係数は、下記非球面式に適用して非球面形状が定められるように作成されたものである。

【数 1】

$$Z = \frac{Y^2/R}{1+(1-K \cdot Y^2/R^2)^{1/2}} + \sum_{i=3}^n A_i \cdot Y^i$$

Z: 非球面深さ (高さ Y の非球面上の点から、非球面頂点が接する光軸に垂直な平面に下ろした垂線の長さ) (mm)

Y: 高さ (光軸からの距離) (mm)

R: 近軸曲率半径 (mm)

K, A_i: 非球面係数 (i=3~n)

【 0 0 5 0 】

10

20

30

40

50

なお、実施例 1 ~ 9 それぞれの投写光学系は、条件式 (1)、条件式 (2) を両方共に満足するものである。

【 0 0 5 1 】

< 実施例 1 >

図 2 A は実施例 1 の投写光学系の断面を示す断面図である。

【 0 0 5 2 】

この実施例 1 の投写光学系は、4 群構成の第 1 光学系 K 1、非球面反射ミラーである第 2 光学系 K 2 を縮小側からこの順に配設してなるものである。

【 0 0 5 3 】

図 2 A に示すように第 1 光学系 K 1 は、4 つのレンズ群 (第 1 レンズ群 G 1 ~ 第 4 レンズ群 G 4) を有している。4 つのレンズ群は、投写距離を変更したときのフォーカシング調節のために互いの間隔が変更される。

10

【 0 0 5 4 】

なお、第 1 光学系 K 1 は、縮小側から順に、図中に符号 L 1、L 2、L 3、L 4、L 5、L 6 で示す 6 枚のレンズからなる第 1 レンズ群 G 1、符号 L 7 で示す 1 枚のレンズからなる第 2 レンズ群 G 2、符号 L 8、L 9 の 2 枚のレンズからなる第 3 レンズ群 G 3、符号 L 10、L 11、L 12、L 13 で示す 4 枚のレンズからなる第 4 レンズ群 G 4 を配設して構成されている。なお、絞り S t は第 1 レンズ群 G 1 に付随している。また、符号 L 1 で示すレンズ L 1 の縮小側のレンズ面 S 3 が面番号 3 に対応し、第 2 光学系 K 2 の反射面 S 27 が面番号 27 に対応している (表 1 A 参照)。

20

【 0 0 5 5 】

また、この実施例 1 の投写光学系は、第 1 光学系 K 1 および第 2 光学系 K 2 を構成する全ての光学面が共通の軸 (光軸 Z 1) の周りに回転対称な形状をなすように形成されたものである。

【 0 0 5 6 】

また、条件式 (1) 中の数式 $Z f / T 1 2$ の値、条件式 (2) 中の数式 $D / Z r$ の値を示す表 10 からわかるように、実施例 1 の投写光学系は、条件式 (1)、条件式 (2) を両方共に満足するものである。

【 0 0 5 7 】

次に、この実施例 1 の投写光学系におけるレンズデータを表 1 A、非球面係数を表 1 B について説明する。

30

【表 1 A】

実施例1

レンズデータ

面番号	R	D	Nd	νd	
1	∞	32.0000	1.5163	64.14	
2	∞	13.5576			
3	38.1204	10.2898	1.8052	25.42	
4	-104.1912	0.4006			
5*	231.1613	3.5006	1.4910	57.58	
6*	139.9131	0.5066			
7	33.0349	1.4509	1.6889	31.07	
8	17.6985	13.5331	1.4970	81.54	10
9	-43.1689	0.1997			
10	-148.3689	7.9447	1.6779	55.34	
11	-17.1134	1.2004	1.8052	25.42	
12	35.8857	5.5800			
13(絞り)	∞	8.4272			
14	61.2724	5.7483	1.7859	44.20	
15	-35.2129	0.5276			
16	36.4717	8.5159	1.5955	39.24	
17	-22.6134	1.2504	1.8340	37.16	
18	26.5447	11.3398			
19	-21.2023	1.5506	1.5163	64.14	
20	-1299.4069	2.5899			20
21	-63.7842	9.1796	1.8052	25.42	
22	-25.6386	11.0333			
23*	-13.4421	6.6884	1.4910	57.58	
24*	-11.5276	12.8589			
25*	-17.7885	6.1068	1.4910	57.58	
26*	-264.3841	70.7012			
27*	105.5115	-573.0000	(反射面)		

*非球面

【 0 0 5 8 】

表 1 A に、実施例 1 の投写光学系を構成する各光学部材の光学面の曲率半径 R、各光学部材の光軸 Z 1 上における厚さ、各レンズ間の光軸 Z 1 上における空気間隔 D、各光学部材の d 線における屈折率 Nd およびアッペ数 νd を示す。なお、非球面における曲率半径は近軸領域における曲率半径を示すものである。また、投写用光変調部 3 0 0 は、レンズデータ上では平行平板とみなしてデータ化されている。

【 0 0 5 9 】

なお、上記表 1 A に示す曲率半径 R、および空気間隔 D の値は実長（単位 mm）である。

【 0 0 6 0 】

この表 1 A 中に記載されている「面番号」の下側に並ぶ数字は、縮小側から拡大側に向かうに従い順次増加する光学部材の面（レンズ面、開口絞り、あるいは反射ミラー面等）の番号を示す。なお、面番号に * 印を付した面は非球面であることを表している。また、各記号「R」、「D」、「Nd」、「 νd 」の下側に並ぶ値は、上記「面番号」に対応して示される値である。

【 0 0 6 1 】

ここで、「Nd」の下側に並ぶ値は、縮小側から拡大側に向かうに従い順次増加する各光学要素（レンズ）の d 線に対する屈折率を示す。また、「 νd 」の下側に並ぶ値は、縮小側から拡大側に向かうに従い順次増加する各光学要素（レンズ）の d 線を基準としたアッペ数を示す。

【 0 0 6 2 】

なお、このレンズデータは、それに記載されているデータ値からも読み取れるように、反射ミラー面から投射面（拡大側の共役面、スクリーン）までの距離を 5 7 3 mm に設定

してピントを合わせたときの状態を示すものである。

【0063】

さらに、下記表1Bに、実施例1の投写光学系を構成する非球面それぞれの形状を表すための各球面係数を示す。

【表1B】

実施例1 非球面係数 記号	5*	6*	23*	24*	25*	26*	27*
K	-5.17118E+02	5.13212E+01	2.47865E-01	1.58995E-01	-2.96840E+00	-2.11564E+19	7.60649E-01
A3	-2.02572E-05	-4.71920E-05	-8.80375E-05	-2.66110E-04	-9.03215E-04	-7.73204E-04	-2.31355E-05
A4	-4.85008E-06	5.60668E-06	1.57319E-05	6.47566E-05	-1.91850E-05	-2.34330E-05	-1.27551E-07
A5	-2.15724E-08	1.05744E-07	1.64836E-06	-7.78050E-07	3.77324E-07	1.68221E-06	5.85990E-08
A6	9.74768E-09	1.45260E-09	-1.68939E-08	-7.59867E-09	9.54829E-09	-2.28809E-08	-2.39509E-09
A7	-2.86523E-10	-3.20172E-11	-2.32269E-09	8.12309E-10	1.39154E-10	-4.49670E-10	1.80846E-11
A8	-3.00427E-11	-2.98077E-12	-4.79864E-11	1.37898E-11	3.19468E-12	1.03880E-12	7.77876E-13
A9	-7.73194E-13	-5.62949E-13	4.13562E-12	-2.11787E-13	1.23243E-13	2.51127E-13	-1.83675E-14
A10	1.12009E-14	-1.40760E-13	2.02517E-13	-1.94450E-14	3.60020E-15	6.10172E-15	1.03035E-16
A11	2.09139E-15	-3.69880E-15	1.25107E-15	-2.10435E-16	1.31120E-16	3.06527E-17	1.83993E-19
A12	-1.06654E-17	2.05956E-16	-7.32670E-16	2.61860E-17	1.75130E-18	-1.66346E-18	1.38247E-20
A13	-2.37973E-19	9.17336E-19	4.36738E-18	-5.13486E-19	5.63254E-21	-9.24817E-20	-2.34464E-22
A14	-1.95328E-20	1.62330E-19	2.52835E-19	-7.70995E-21	-1.98584E-21	-2.45621E-21	-5.22611E-25
A15	-2.26641E-21	7.11570E-21	4.70681E-21	2.68068E-22	-9.04328E-23	-3.60021E-23	4.19015E-27
A16	1.42842E-22	-9.96147E-22	-3.69318E-23	1.83931E-23	-3.90284E-24	3.33498E-25	4.01782E-28
A17			3.35169E-23	1.29543E-24	-1.22258E-25	4.19190E-26	-3.05002E-30
A18			-1.61290E-24	3.74238E-26	-2.63731E-27	1.40872E-27	-2.49744E-32
A19			-2.50426E-26	2.50679E-29	-1.35277E-29	2.09071E-29	3.50844E-34
A20			2.21295E-27	-6.19800E-29	4.47096E-30	-1.04446E-30	-1.06818E-36

10

20

30

【0064】

図2Bは実施例1の投写光学系に関する歪曲収差を示す図、図2Cは実施例1の投写光学系に関するスポットダイヤグラムを示す図である。

【0065】

上記図2Bは、実施例1の投写光学系に関する歪曲収差を歪曲格子(Distortion Grid)の歪みとして示す図であり、投写可能な全範囲に亘って歪曲格子を示すものである。この図2Bから、投写可能な全範囲に亘って格子の歪が視認されないレベルであることがわかる。

【0066】

上記図2Cは、縮小側の共役面上の点を拡大側の共役面上に投影したときに得られる点像をスポットダイヤグラムとして示すものである。

40

50

【 0 0 6 7 】

なお、図 2 C 中の各スポットダイヤグラムを囲む枠の左側に記載された記号 Q 1、Q 2、・・・Q 1 2 は、縮小側の共役面 C p s (画像形成面 H m) 上の位置に対応するものである。

【 0 0 6 8 】

より具体的には、拡大側から画像形成面 H m (縮小側の共役面 C p s) を見た様子を表す図 1 1 に示すように、スポットダイヤグラムを取得する対象となる縮小側の共役面 C p s 上の位置は、Q 1 ~ Q 1 2 の 1 2 箇所であり、画像形成面 H m 上を Y 軸方向 (光軸 Z 1 を通りこの光軸 Z 1 と直交する方向) へ縦断するように定められている。これらの位置 Q 1 ~ Q 1 2 は、符号中の数値が大きくなるほど Y 座標の値の絶対値が大きくなるように定められている。ここで、図 2 C 中に符号 Q 1 ~ Q 1 2 で示す各枠に表示されている各スポットダイヤグラムは、図 1 1 中に符号 Q 1 ~ Q 1 2 で示す位置に応じて取得されたものである。なお、図 1 1 において、光軸 Z 1 の位置が X 軸と Y 軸の交点である原点 (0, 0) に定められており、図中この原点の下側へ Y 軸に沿って画像形成面 H m 中を縦断するように位置 Q 1 ~ Q 1 2 が定められている。ここで、図 1 1 中に記載されている画像形成面 H m の範囲の最上部に位置 Q 1 が定められ、画像形成面 H m の範囲の最下部に位置 Q 9 が定められ、さらに画像形成面 H m の範囲の中心 C e に位置 Q 5 が定められている。

10

【 0 0 6 9 】

これらの表 1 A、1 B、および図 1 A、2 B、2 C 等から明らかなように、この実施例 1 の投写光学系は、光学系の全長が短く、小型で、かつ色収差および歪曲収差を良好に補正し得る高性能な光学系である。

20

【 0 0 7 0 】

なお、上記レンズデータ、スポットダイヤグラム、歪曲収差等を示す図や表の読み取り方については、以下に示す他の実施例 2 ~ 9 についても同様である。

【 0 0 7 1 】

< 実施例 2 >

図 3 A は実施例 2 の投写光学系の断面を示す断面図である。

【 0 0 7 2 】

この実施例 2 の投写光学系も、4 群構成の第 1 光学系 K 1、非球面反射ミラーである第 2 光学系 K 2 を縮小側からこの順に配設してなるものである。

30

【 0 0 7 3 】

図 3 A に示すように第 1 光学系 K 1 は、投写距離を変更したときのフォーカシングのために互いの間隔を変えつつ光軸 Z 1 方向に移動する 4 つのレンズ群 (第 1 レンズ群 G 1 ~ 第 4 レンズ群 G 4) を有している。

【 0 0 7 4 】

なお、第 1 光学系 K 1 は、縮小側から順に、図中に符号 L 1、L 2、L 3、L 4、L 5、L 6 で示す 6 枚のレンズからなる第 1 レンズ群 G 1、符号 L 7 で示す 1 枚のレンズからなる第 2 レンズ群 G 2、符号 L 8、L 9 の 2 枚のレンズからなる第 3 レンズ群 G 3、符号 L 1 0、L 1 1、L 1 2、L 1 3 で示す 4 枚のレンズからなる第 4 レンズ群 G 4 を配設して構成されている。なお、絞り S t は第 1 レンズ群 G 1 に付随している。また、符号 L 1 で示すレンズ L 1 の縮小側のレンズ面 S 3 が面番号 3 に対応し、第 2 光学系 K 2 の反射面 S 2 7 が面番号 2 7 に対応している (表 2 A 参照)。

40

【 0 0 7 5 】

また、この実施例 2 の投写光学系は、第 1 光学系 K 1 および第 2 光学系 K 2 を構成する全ての光学面が共通の軸 (光軸 Z 1) の周りに回転対称な形状をなすように形成されたものである。

【 0 0 7 6 】

また、表 1 0 からわかるように、実施例 1 の投写光学系は、条件式 (1)、条件式 (2) を両方共に満足するものである。

【 0 0 7 7 】

50

この実施例 2 の投写光学系におけるレンズデータを示す表 2 A、非球面係数を示す表 2 B を以下に示す。

【 0 0 7 8 】

なお、このレンズデータは、それに記載されているデータ値からも読み取れるように、反射ミラー面から投射面（拡大側の共役面、スクリーン）までの距離を 5 7 3 mm に設定してピントを合わせたときの状態を示すものである。

【表 2 A】

実施例2

レンズデータ					
面番号	R	D	Nd	νd	
1	∞	32.0000	1.5163	64.14	10
2	∞	13.5649			
3	38.9322	9.9291	1.8052	25.42	
4	-100.8997	0.3009			
5*	160.3467	3.5000	1.4910	57.58	
6*	144.1330	0.5832			
7	38.0917	1.4507	1.6398	34.46	
8	17.8153	13.5111	1.4970	81.54	
9	-38.7799	0.2010			
10	-120.6792	7.8123	1.6516	58.55	
11	-17.3849	1.1994	1.8052	25.42	
12	37.4174	5.8800			
13(絞リ)	∞	7.9850			
14	67.9099	5.3851	1.7725	49.60	
15	-35.2544	3.6684			
16	39.5852	8.6990	1.5481	45.79	
17	-21.5727	1.2508	1.7859	44.20	
18	29.5920	10.8824			
19	-23.2275	1.5491	1.5163	64.14	
20	987.5693	2.6480			
21	-75.5954	10.0741	1.8052	25.42	
22	-26.1429	9.0981			
23*	-13.1472	6.6337	1.4910	57.58	
24*	-11.5707	12.3840			
25*	-17.0201	6.0007	1.4910	57.58	
26*	-262.2886	65.4871			30
27*	107.7456	-573.0000	(反射面)		

*非球面

【表 2 B】

実施例2 非球面係数 記号	5*	6*	23*	面番号 24*	25*	26*	27*
K	-1.63447E+02	5.23729E+01	2.35657E-01	1.61044E-01	-2.84753E+00	-2.11564E+19	7.65732E-01
A3	-2.60759E-06	-2.28856E-05	-5.10713E-05	-2.42398E-04	-9.01939E-04	-7.62578E-04	-2.24999E-05
A4	-3.90895E-06	6.33805E-06	1.21696E-05	6.63240E-05	-1.96038E-05	-2.25102E-05	-1.31593E-07
A5	-4.14765E-08	9.68429E-08	1.98897E-06	-7.38265E-07	3.73840E-07	1.64204E-06	5.86170E-08
A6	7.38772E-09	-1.63572E-09	-2.34554E-08	-6.74888E-09	9.62218E-09	-2.26224E-08	-2.39488E-09
A7	-3.95340E-10	-1.44260E-10	-2.37789E-09	8.26080E-10	1.46123E-10	-4.36597E-10	1.80866E-11
A8	-3.42856E-11	-3.05997E-12	-4.44130E-11	1.37758E-11	3.57107E-12	1.21646E-12	7.77894E-13
A9	-9.13313E-13	-5.91716E-13	4.30845E-12	-2.24084E-13	1.39519E-13	2.51165E-13	-1.83674E-14
A10	1.14953E-14	-1.40242E-13	2.06540E-13	-2.01022E-14	4.25173E-15	6.09158E-15	1.03036E-16
A11	2.25548E-15	-3.84000E-15	1.23045E-15	-2.34019E-16	1.54365E-16	2.99953E-17	1.83997E-19
A12	-1.26798E-17	2.26304E-16	-7.41194E-16	2.55361E-17	2.54651E-18	-1.70719E-18	1.38247E-20
A13			3.74461E-18	-5.24841E-19	3.03296E-20	-9.42189E-20	-2.34465E-22
A14			2.20442E-19	-7.53376E-21	-1.26304E-21	-2.51963E-21	-5.22619E-25
A15			3.31888E-21	2.94632E-22	-7.24686E-23	-3.79307E-23	4.19007E-27
A16			-8.60615E-23	2.03503E-23	-3.57030E-24	2.84469E-25	4.01782E-28
A17			3.24686E-23	1.39249E-24	-1.22366E-25	4.09566E-26	-3.05002E-30
A18			-1.58602E-24	4.12223E-26	-3.10603E-27	1.40180E-27	-2.49744E-32
A19			-1.97036E-26	1.64913E-28	-4.59577E-29	2.15248E-29	3.50845E-34
A20			2.67664E-27	-5.90507E-29	2.77150E-30	-9.97313E-31	-1.06816E-36

10

20

30

【0079】

図3Bは実施例2の投写光学系に関する歪曲収差を示す図、図3Cは実施例2の投写光学系に関するスポットダイヤグラムを示す図である。

【0080】

これらの図3A、3B、3C、および表2A、2Bから明らかなように、この実施例2の投写光学系は、光学系の全長が短く、小型で、かつ色収差および歪曲収差を良好に補正し得る高性能な光学系である。

40

【0081】

<実施例3>

図4Aは実施例3の投写光学系の断面を示す断面図である。

【0082】

この実施例3の投写光学系も、4群構成の第1光学系K1、非球面反射ミラーである第2光学系K2を縮小側からこの順に配設してなるものである。

【0083】

図4Aに示すように第1光学系K1は、投写距離を変更したときのフォーカシングのた

50

めに互いの間隔を変えつつ光軸 Z 1 方向に移動する 4 つのレンズ群 (第 1 レンズ群 G 1 ~ 第 4 レンズ群 G 4) を有している。

【 0 0 8 4 】

なお、第 1 光学系 K 1 は、縮小側から順に、図中に符号 L 1、L 2、L 3、L 4、L 5、L 6 で示す 6 枚のレンズからなる第 1 レンズ群 G 1、符号 L 7 で示す 1 枚のレンズからなる第 2 レンズ群 G 2、符号 L 8、L 9 の 2 枚のレンズからなる第 3 レンズ群 G 3、符号 L 1 0、L 1 1、L 1 2、L 1 3 で示す 4 枚のレンズからなる第 4 レンズ群 G 4 を配設して構成されている。なお、絞り S t は第 1 レンズ群 G 1 に付随している。また、符号 L 1 で示すレンズ L 1 の縮小側のレンズ面 S 3 が面番号 3 に対応し、第 2 光学系 K 2 の反射面 S 2 7 が面番号 2 7 に対応している (表 3 A 参照)。

10

【 0 0 8 5 】

また、この実施例 3 の投写光学系は、第 1 光学系 K 1 および第 2 光学系 K 2 を構成する全ての光学面が共通の軸 (光軸 Z 1) の周りに回転対称な形状をなすように形成されたものである。

【 0 0 8 6 】

また、表 1 0 からわかるように、実施例 1 の投写光学系は、条件式 (1)、条件式 (2) を両方共に満足するものである。

【 0 0 8 7 】

この実施例 3 の投写光学系におけるレンズデータを示す表 3 A、非球面係数を示す表 3 B を以下に示す。

20

【 0 0 8 8 】

なお、このレンズデータは、それに記載されているデータ値からも読み取れるように、反射ミラー面から投射面 (拡大側の共役面、スクリーン) までの距離を 5 7 3 mm に設定してピントを合わせたときの状態を示すものである。

【表 3 A】

実施例3

レンズデータ

面番号	R	D	Nd	νd	
1	∞	32.0000	1.5163	64.14	
2	∞	13.5545			
3	47.3915	9.1132	1.8467	23.78	
4	-95.8752	0.5093			
5*	1261.6982	3.9532	1.4910	57.58	
6*	132.1767	0.3998			
7	34.5179	1.4491	1.6889	31.07	
8	18.2033	15.4141	1.4970	81.54	10
9	-38.7607	0.1991			
10	-99.6791	6.9616	1.6968	55.53	
11	-23.7129	1.1991	1.8467	23.78	
12	56.2554	8.8700			
13(絞り)	∞	9.0293			
14	51.2680	6.1446	1.7130	53.87	
15	-46.4335	3.7936			
16	38.9667	10.4404	1.5814	40.75	
17	-24.0084	2.5079	1.8348	42.71	
18	28.9282	10.8054			
19	-26.3492	1.5491	1.6516	58.55	
20	-187.9535	0.5448			20
21	-120.8037	7.2796	1.8467	23.78	
22	-30.7965	12.5899			
23*	-12.2997	6.4616	1.4910	57.58	
24*	-11.5851	15.7858			
25*	-18.0867	5.9994	1.4910	57.58	
26*	-383.0006	53.0010			
27*	108.6321	-573.0000	(反射面)		

*非球面

【表 3 B】

実施例3 非球面係数 記号	5*	6*	23*	面番号 24*	25*	26*	27*
K	-1.91527E+05	3.51731E+01	2.07892E-01	1.50141E-01	-3.38000E+00	-2.11564E+19	7.15716E-01
A3	8.51333E-05	3.35077E-05	-2.18512E-04	-3.01729E-04	-9.76793E-04	-7.29692E-04	-1.93331E-05
A4	-3.09124E-06	1.01727E-05	2.05199E-05	5.85251E-05	-1.94797E-05	-2.69126E-05	-1.61655E-07
A5	1.18847E-07	1.92291E-07	1.82517E-06	-7.24820E-07	1.01355E-07	1.60547E-06	5.84202E-08
A6	1.15797E-08	3.41993E-09	-2.61242E-08	-1.20775E-09	-3.65208E-09	-2.45364E-08	-2.39382E-09
A7	-4.30500E-10	-2.01323E-10	-2.60321E-09	9.99964E-10	-2.23763E-10	-4.80158E-10	1.80996E-11
A8	-4.2111E-11	-1.89262E-11	-4.0365E-11	1.69961E-11	-3.20825E-12	6.45159E-13	7.78011E-13
A9	-1.36160E-12	-1.12284E-12	4.96907E-12	-2.13168E-13	1.56982E-13	2.61076E-13	-1.83665E-14
A10	-2.89907E-15	-1.56911E-13	2.38143E-13	-2.29076E-14	1.09956E-14	7.42843E-15	1.03035E-16
A11	2.30887E-15	-2.81306E-15	2.22161E-15	-4.39048E-16	5.38131E-16	2.79067E-18	1.83954E-19
A12	4.69213E-17	3.02434E-16	-7.25327E-16	1.51720E-17	1.91984E-17	-2.17897E-18	1.38240E-20
A13	3.58382E-18	7.74963E-18	3.00651E-18	-9.77451E-19	5.09907E-19	-1.26037E-19	-2.34472E-22
A14	6.02563E-20	4.99275E-19	1.45206E-19	-2.51941E-20	9.77583E-21	-2.05555E-21	-5.22665E-25
A15	-2.72639E-21	1.24487E-20	-9.70622E-22	-3.01380E-22	-9.66262E-23	-1.02277E-23	4.19007E-27
A16	-3.53207E-22	-2.48936E-21	-2.55161E-22	2.27477E-24	-2.38915E-23	1.93401E-24	4.01787E-28
A17			2.68879E-23	1.04507E-24	-1.50468E-24	7.61656E-26	-3.04993E-30
A18			-1.58884E-24	4.72810E-26	-9.06632E-26	1.78437E-27	-2.49755E-32
A19			-4.19285E-27	1.36337E-27	-4.26075E-27	-3.18516E-29	3.50848E-34
A20			3.95610E-27	3.42773E-29	-1.94652E-28	-4.87944E-30	-1.06829E-36

10

20

30

【 0 0 8 9 】

図 4 B は実施例 3 の投写光学系に関する歪曲収差を示す図、図 4 C は実施例 3 の投写光学系に関するスポットダイヤグラムを示す図である。

【 0 0 9 0 】

これらの図 4 A、4 B、4 C、および表 3 A、3 B から明らかなように、この実施例 3 の投写光学系は、光学系の全長が短く、小型で、かつ色収差および歪曲収差を良好に補正し得る高性能な光学系である。

40

【 0 0 9 1 】

< 実施例 4 >

図 5 A は実施例 4 の投写光学系の断面を示す断面図である。

【 0 0 9 2 】

この実施例 4 の投写光学系も、4 群構成の第 1 光学系 K 1、非球面反射ミラーである第 2 光学系 K 2 を縮小側からこの順に配設してなるものである。

【 0 0 9 3 】

図 5 A に示すように第 1 光学系 K 1 は、投写距離を変更したときのフォーカシングのた

50

めに互いの間隔を変えつつ光軸 Z 1 方向に移動する 4 つのレンズ群 (第 1 レンズ群 G 1 ~ 第 4 レンズ群 G 4) を有している。

【 0 0 9 4 】

なお、第 1 光学系 K 1 は、縮小側から順に、図中に符号 L 1、L 2、L 3、L 4、L 5、L 6 で示す 6 枚のレンズからなる第 1 レンズ群 G 1、符号 L 7 で示す 1 枚のレンズからなる第 2 レンズ群 G 2、符号 L 8、L 9 の 2 枚のレンズからなる第 3 レンズ群 G 3、符号 L 1 0、L 1 1、L 1 2、L 1 3 で示す 4 枚のレンズからなる第 4 レンズ群 G 4 を配設して構成されている。なお、絞り S t は第 1 レンズ群 G 1 に付随している。また、符号 L 1 で示すレンズ L 1 の縮小側のレンズ面 S 3 が面番号 3 に対応し、第 2 光学系 K 2 の反射面 S 2 7 が面番号 2 7 に対応している (表 4 A 参照)。

10

【 0 0 9 5 】

また、この実施例 4 の投写光学系は、第 1 光学系 K 1 および第 2 光学系 K 2 を構成する全ての光学面が共通の軸 (光軸 Z 1) の周りに回転対称な形状をなすように形成されたものである。

【 0 0 9 6 】

また、表 1 0 からわかるように、実施例 1 の投写光学系は、条件式 (1)、条件式 (2) を両方共に満足するものである。

【 0 0 9 7 】

この実施例 4 の投写光学系におけるレンズデータを示す表 4 A、非球面係数を示す表 4 B を以下に示す。

20

【 0 0 9 8 】

なお、このレンズデータは、それに記載されているデータ値からも読み取れるように、反射ミラー面から投射面 (拡大側の共役面、スクリーン) までの距離を 5 7 3 mm に設定してピントを合わせたときの状態を示すものである。

【表 4 A】

実施例4

レンズデータ

面番号	R	D	Nd	νd	
1	∞	32.0000	1.5163	64.14	
2	∞	13.5785			
3	39.8093	9.6007	1.8467	23.78	
4	-129.9773	0.1998			
5*	359.3582	3.4135	1.4910	57.58	
6*	135.1747	0.1991			
7	25.9518	1.9075	1.7400	28.30	
8	17.5154	13.9539	1.4970	81.54	10
9	-39.2692	0.1990			
10	-66.4654	7.4407	1.6779	55.34	
11	-15.6767	1.1991	1.8467	23.78	
12	38.0214	4.9400			
13(絞り)	∞	6.5216			
14	58.4974	5.8193	1.7205	34.71	
15	-29.8304	0.5654			
16	34.0192	8.9406	1.5955	39.24	
17	-19.5683	1.1991	1.8000	29.84	
18	28.0561	10.6244			
19	-20.5460	1.4991	1.6228	57.05	
20	17428.2435	1.5654			20
21	-100.0262	9.9608	1.8467	23.78	
22	-23.7340	7.2801			
23*	-12.1728	9.4285	1.4910	57.58	
24*	-11.3306	9.8323			
25*	-16.7083	6.7022	1.4910	57.58	
26*	-326.7186	78.1271			
27*	103.4501	-573.0000	(反射面)		

*非球面

【表 4 B】

実施例4 非球面係数 記号	面番号									
	5*	6*	23*	24*	25*	26*	27*			
K	-1.25146E+04	5.42225E+01	2.68296E-01	1.50107E-01	-2.98459E+00	-2.11564E+19	7.28738E-01			
A3	1.57500E-04	1.33981E-05	-1.23356E-04	-1.98635E-04	-7.84881E-04	-6.15017E-04	-2.79075E-05			
A4	-2.72972E-06	1.48431E-05	1.46532E-05	6.73802E-05	-1.22326E-05	-2.59019E-05	-8.83800E-08			
A5	2.43007E-07	3.91515E-07	1.93289E-06	-7.62731E-07	5.08375E-07	1.75194E-06	5.89582E-08			
A6	1.76324E-08	7.08162E-09	-1.27629E-08	-6.56215E-09	1.11203E-08	-2.18107E-08	-2.39716E-09			
A7	-4.19159E-10	-3.37182E-10	-2.37989E-09	8.70989E-10	1.37073E-10	-4.51687E-10	1.80556E-11			
A8	-5.65819E-11	-3.45886E-11	-5.04841E-11	1.65041E-11	2.02383E-12	5.39371E-13	7.77753E-13			
A9	-2.28301E-12	-2.11274E-12	4.20205E-12	-1.08637E-13	6.45811E-14	2.34711E-13	-1.83674E-14			
A10	-3.61938E-14	-1.85350E-13	2.15067E-13	-1.62143E-14	1.43029E-15	5.67884E-15	1.03049E-16			
A11	1.87597E-15	-3.67777E-15	1.88775E-15	-1.20999E-16	6.18624E-17	2.27233E-17	1.84118E-19			
A12	7.83954E-17	3.23440E-16	-7.13399E-16	2.82086E-17	-2.11004E-19	-1.72776E-18	1.38256E-20			
A13	6.59213E-18	8.67859E-18	4.49096E-18	-5.12574E-19	-4.41489E-20	-8.91949E-20	-2.34461E-22			
A14	2.53559E-19	4.24231E-19	2.21599E-19	-9.84277E-21	-2.94747E-21	-2.23932E-21	-5.22642E-25			
A15	-2.96218E-21	-5.95982E-21	2.98857E-21	1.32805E-22	-1.01203E-22	-2.74009E-23	4.18946E-27			
A16	-1.01016E-21	-3.94874E-21	-4.99777E-23	9.99786E-24	-3.51684E-24	5.79336E-25	4.01774E-28			
A17			3.76775E-23	9.72903E-25	-8.82866E-26	4.76265E-26	-3.05009E-30			
A18			-1.04328E-24	2.92946E-26	-1.22019E-27	1.46634E-27	-2.49745E-32			
A19			1.85163E-26	-1.85087E-28	3.67208E-29	1.82551E-29	3.50848E-34			
A20			4.85241E-27	-5.31386E-29	5.56830E-30	-1.27619E-30	-1.06811E-36			

10

20

30

【 0 0 9 9 】

図 5 B は実施例 4 の投写光学系に関する歪曲収差を示す図、図 5 C は実施例 4 の投写光学系に関するスポットダイヤグラムを示す図である。

【 0 1 0 0 】

これらの図 5 A、5 B、5 C、および表 4 A、4 B から明らかなように、この実施例 4 の投写光学系は、光学系の全長が短く、小型で、かつ色収差および歪曲収差を良好に補正し得る高性能な光学系である。

40

【 0 1 0 1 】

< 実施例 5 >

図 6 A は実施例 5 の投写光学系の断面を示す断面図である。

【 0 1 0 2 】

この実施例 5 の投写光学系も、4 群構成の第 1 光学系 K 1、非球面反射ミラーである第 2 光学系 K 2 を縮小側からこの順に配設してなるものである。

【 0 1 0 3 】

図 6 A に示すように第 1 光学系 K 1 は、投写距離を変更したときのフォーカシングのた

50

めに互いの間隔を変えつつ光軸 Z 1 方向に移動する 4 つのレンズ群 (第 1 レンズ群 G 1 ~ 第 4 レンズ群 G 4) を有している。

【 0 1 0 4 】

なお、第 1 光学系 K 1 は、縮小側から順に、図中に符号 L 1、L 2、L 3、L 4、L 5、L 6 で示す 6 枚のレンズからなる第 1 レンズ群 G 1、符号 L 7 で示す 1 枚のレンズからなる第 2 レンズ群 G 2、符号 L 8、L 9 の 2 枚のレンズからなる第 3 レンズ群 G 3、符号 L 1 0、L 1 1、L 1 2、L 1 3 で示す 4 枚のレンズからなる第 4 レンズ群 G 4 を配設して構成されている。なお、絞り S t は第 1 レンズ群 G 1 に付随している。また、符号 L 1 で示すレンズ L 1 の縮小側のレンズ面 S 3 が面番号 3 に対応し、第 2 光学系 K 2 の反射面 S 2 7 が面番号 2 7 に対応している (表 5 A 参照)。

10

【 0 1 0 5 】

また、この実施例 5 の投写光学系は、第 1 光学系 K 1 および第 2 光学系 K 2 を構成する全ての光学面が共通の軸 (光軸 Z 1) の周りに回転対称な形状をなすように形成されたものである。

【 0 1 0 6 】

また、表 1 0 からわかるように、実施例 1 の投写光学系は、条件式 (1)、条件式 (2) を両方共に満足するものである。

【 0 1 0 7 】

この実施例 5 の投写光学系におけるレンズデータを示す表 5 A、非球面係数を示す表 5 B を以下に示す。

20

【 0 1 0 8 】

なお、このレンズデータは、それに記載されているデータ値からも読み取れるように、反射ミラー面から投射面 (拡大側の共役面、スクリーン) までの距離を 5 7 3 mm に設定してピントを合わせたときの状態を示すものである。

【表 5 A】

実施例5

レンズデータ

面番号	R	D	Nd	νd	
1	∞	32.0000	1.5163	64.14	
2	∞	13.5595			
3	52.6579	3.5810	1.4910	57.58	
4	152.6449	0.3991			
5*	44.4852	9.8412	1.8052	25.42	
6*	-83.4159	9.1149			
7	66.5065	1.4490	1.6990	30.13	
8	15.7948	13.0336	1.4970	81.54	10
9	-31.2978	0.1991			
10	-36.8845	6.7959	1.6516	58.55	
11	-16.8569	1.2090	1.8052	25.42	
12	248.3517	2.0700			
13(絞り)	∞	2.51578			
14	41.8352	5.3561	1.6935	53.21	
15	-33.1071	0.516886			
16	28.9497	7.1785	1.5814	40.75	
17	-21.3754	1.1990	1.8040	46.57	
18	19.6341	11.1921			
19	-15.4877	1.6871	1.4875	70.23	
20	-671.8167	2.9162			20
21	-56.1709	9.7093	1.8052	25.42	
22	-22.8972	15.3018			
23*	-14.2645	6.0911	1.4910	57.58	
24*	-11.6140	13.5425			
25*	-18.6795	5.9991	1.4910	57.58	
26*	-342.4126	70.1713			
27*	100.2827	-573.0000	(反射面)		

*非球面

【表 5 B】

実施例5 非球面係数 記号	面番号									
	5*	6*	23*	24*	25*	26*	27*			
K	-9.56808E+00	4.76282E+01	2.66919E-01	1.43874E-01	-3.94057E+00	-2.11564E+19	7.46827E-01			
A3	3.90948E-05	7.06165E-06	-1.53333E-04	-2.90437E-04	-9.63204E-04	-7.26660E-04	-2.38685E-05			
A4	1.25005E-06	6.14432E-06	1.25241E-05	5.81555E-05	-1.84799E-05	-2.68005E-05	-1.58240E-07			
A5	6.20555E-08	8.62020E-08	1.44796E-06	-8.60650E-07	3.81619E-07	1.69085E-06	5.85827E-08			
A6	1.69303E-08	4.39300E-09	-1.59695E-08	-8.15486E-09	9.58265E-09	-2.15638E-08	-2.39438E-09			
A7	9.42760E-11	3.82268E-10	-2.03102E-09	9.79408E-10	1.47866E-10	-4.59506E-10	1.80843E-11			
A8	-1.35851E-11	2.50732E-11	-3.62392E-11	1.87929E-11	3.69046E-12	1.20724E-12	7.77866E-13			
A9	-2.11578E-13	7.94808E-13	4.36474E-12	-6.82753E-14	1.25216E-13	2.39249E-13	-1.83677E-14			
A10	1.57525E-14	-9.60959E-14	2.00642E-13	-1.41864E-14	3.55253E-15	6.17326E-15	1.03032E-16			
A11	1.58103E-15	-3.33408E-15	1.00380E-15	-1.75609E-16	1.06704E-16	2.43755E-17	1.83985E-19			
A12	-6.44119E-17	1.47626E-16	-7.27707E-16	2.38843E-17	8.14116E-19	-1.55639E-18	1.38245E-20			
A13	-3.26717E-18	-4.17513E-18	3.60076E-18	-7.50980E-19	-4.48315E-20	-7.75650E-20	-2.34466E-22			
A14	-1.45701E-19	-4.75590E-20	2.68523E-19	-2.16079E-20	-3.57080E-21	-2.41892E-21	-5.22623E-25			
A15	-5.11427E-21	6.94274E-21	4.97273E-21	-2.06221E-22	-1.48480E-22	-3.66469E-23	4.19015E-27			
A16	4.96215E-22	-1.92333E-22	1.24159E-23	-3.51584E-24	-5.33388E-24	2.50164E-25	4.01783E-28			
A17			3.96067E-23	6.69076E-25	-1.32826E-25	3.91468E-26	-3.05000E-30			
A18			-1.58537E-24	2.94471E-26	-2.94367E-27	1.28850E-27	-2.49743E-32			
A19			-3.15539E-26	-3.14140E-29	2.48690E-29	2.14227E-29	3.50844E-34			
A20			1.41141E-27	-3.65346E-29	6.41362E-30	-1.05354E-30	-1.06822E-36			

10

20

30

【 0 1 0 9 】

図 6 B は実施例 5 の投写光学系に関する歪曲収差を示す図、図 6 C は実施例 5 の投写光学系に関するスポットダイヤグラムを示す図である。

【 0 1 1 0 】

これらの図 6 A、6 B、6 C、および表 5 A、5 B から明らかなように、この実施例 5 の投写光学系は、光学系の全長が短く、小型で、かつ色収差および歪曲収差を良好に補正し得る高性能な光学系である。

40

【 0 1 1 1 】

< 実施例 6 >

図 7 A は実施例 6 の投写光学系の断面を示す断面図である。

【 0 1 1 2 】

この実施例 6 の投写光学系も、4 群構成の第 1 光学系 K 1、非球面反射ミラーである第 2 光学系 K 2 を縮小側からこの順に配設してなるものである。

【 0 1 1 3 】

図 7 A に示すように第 1 光学系 K 1 は、投写距離を変更したときのフォーカシングのた

50

めに互いの間隔を変えつつ光軸 Z 1 方向に移動する 4 つのレンズ群 (第 1 レンズ群 G 1 ~ 第 4 レンズ群 G 4) を有している。

【 0 1 1 4 】

なお、第 1 光学系 K 1 は、縮小側から順に、図中に符号 L 1、L 2、L 3、L 4、L 5、で示す 5 枚のレンズからなる第 1 レンズ群 G 1、符号 L 6 で示す 1 枚のレンズからなる第 2 レンズ群 G 2、符号 L 7、L 8 の 2 枚のレンズからなる第 3 レンズ群 G 3、符号 L 9、L 10、L 11、L 12 で示す 4 枚のレンズからなる第 4 レンズ群 G 4 を配設して構成されている。なお、符号 L 1 で示すレンズ L 1 の縮小側のレンズ面 S 3 が面番号 3 に対応し、第 2 光学系 K 2 の反射面 S 2 4 が面番号 2 4 に対応している (表 6 A 参照) 。

【 0 1 1 5 】

また、この実施例 6 の投写光学系は、第 1 光学系 K 1 および第 2 光学系 K 2 を構成する全ての光学面が共通の軸 (光軸 Z 1) の周りに回転対称な形状をなすように形成されたものである。

【 0 1 1 6 】

また、表 10 からわかるように、実施例 1 の投写光学系は、条件式 (1)、条件式 (2) を両方共に満足するものである。

【 0 1 1 7 】

この実施例 6 の投写光学系におけるレンズデータを示す表 6 A、非球面係数を示す表 6 B を以下に示す。

【 0 1 1 8 】

なお、このレンズデータは、それに記載されているデータ値からも読み取れるように、反射ミラー面から投射面 (拡大側の共役面、スクリーン) までの距離を 5 7 3 mm に設定してピントを合わせたときの状態を示すものである。

【 表 6 A 】

実施例 6

レンズデータ

面番号	R	D	Nd	νd
1	∞	32.0000	1.5163	64.14
2	∞	13.5608		
3*	38.4967	4.5690	1.4910	57.58
4*	158.6400	0.9241		
5	56.3931	8.5532	1.8467	23.78
6	-92.7543	11.6533		
7	116.3774	1.4491	1.6990	30.13
8	14.5867	20.0193	1.4970	81.54
9	-19.8118	3.0009	1.8467	23.78
10	-60.8004	1.50		
11	57.9425	5.5041	1.6516	58.55
12	-31.1542	3.86		
13	49.9186	8.6529	1.5174	52.43
14	-18.9797	1.1991	1.7292	54.68
15	23.1321	11.00		
16	-16.2427	1.5490	1.5163	64.14
17	-155.0553	2.8971		
18	-48.9817	10.3669	1.8467	23.78
19	-23.3418	13.8790		
20*	-15.9596	5.9991	1.4910	57.58
21*	-12.3006	13.0980		
22*	-18.3249	6.0010	1.4910	57.58
23*	-341.9830	65.3437		
24*	98.7574	-573.0000	(反射面)	

*非球面

10

20

30

40

【表 6 B】

実施例6 非球面係数 記号	面番号							
	3*	4*	20*	21*	22*	23*	24*	
K	-2.62839E+00	5.07723E+01	2.80253E-01	1.42364E-01	-3.50292E+00	-2.11604E+19	7.40790E-01	
A3	1.77611E-05	-8.99366E-06	-9.48437E-05	-2.72545E-04	-9.89956E-04	-7.45320E-04	-2.33569E-05	
A4	1.78884E-06	7.98760E-06	1.69929E-06	5.48450E-05	-1.84504E-05	-2.68580E-05	-1.88736E-07	
A5	7.40868E-08	1.13829E-08	1.46859E-06	-9.75906E-07	3.51414E-07	1.72187E-06	5.86642E-08	
A6	1.21841E-08	-5.72237E-10	-1.45890E-08	-9.72690E-09	8.70143E-09	-2.29617E-08	-2.39278E-09	
A7	-1.18847E-10	1.25040E-10	-2.11261E-09	9.73849E-10	1.44785E-10	-4.58313E-10	1.80773E-11	
A8	-2.05767E-11	1.38754E-11	-4.03669E-11	1.99617E-11	4.41458E-12	8.68166E-13	7.77816E-13	
A9	-2.77853E-13	5.63368E-13	4.22134E-12	-2.77845E-15	1.49656E-13	2.48711E-13	-1.83678E-14	
A10	2.17709E-14	-8.94520E-14	1.98080E-13	-1.26211E-14	4.57177E-15	6.35878E-15	1.03031E-16	
A11	2.22542E-15	-2.21825E-15	1.09225E-15	-1.31012E-16	1.29454E-16	2.36782E-17	1.83970E-19	
A12	-2.26347E-17	2.09197E-16	-7.40909E-16	2.60641E-17	1.61652E-18	-1.69279E-18	1.38246E-20	
A13	-1.40675E-18	-1.74140E-18	3.32354E-18	-7.88331E-19	-3.36853E-20	-8.39253E-20	-2.34465E-22	
A14	-8.00125E-20	4.61192E-21	2.77477E-19	-2.31007E-20	-3.12858E-21	-2.53971E-21	-5.22617E-25	
A15	-5.76402E-21	4.57192E-21	4.14825E-21	-1.21831E-22	-1.49102E-22	-3.66456E-23	4.19016E-27	
A16	1.99536E-22	-4.89730E-22	-1.48750E-23	-9.06151E-24	-5.33971E-24	2.30476E-25	4.01783E-28	
A17			4.19762E-23	6.51832E-25	-1.21704E-25	4.11513E-26	-3.05001E-30	
A18			-1.60418E-24	2.43227E-26	-3.46836E-27	1.27225E-27	-2.49743E-32	
A19			-3.25077E-26	1.28714E-28	1.01540E-29	1.92009E-29	3.50843E-34	
A20			1.34518E-27	-2.66733E-29	4.74815E-30	-1.17069E-30	-1.06822E-36	

10

20

30

【 0 1 1 9 】

図 7 B は実施例 6 の投写光学系に関する歪曲収差を示す図、図 7 C は実施例 6 の投写光学系に関するスポットダイヤグラムを示す図である。

【 0 1 2 0 】

これらの図 7 A、7 B、7 C、および表 6 A、6 B から明らかなように、この実施例 6 の投写光学系は、光学系の全長が短く、小型で、かつ色収差および歪曲収差を良好に補正し得る高性能な光学系である。

40

【 0 1 2 1 】

< 実施例 7 >

図 8 A は実施例 7 の投写光学系の断面を示す断面図である。

【 0 1 2 2 】

この実施例 7 の投写光学系も、4 群構成の第 1 光学系 K 1、非球面反射ミラーである第 2 光学系 K 2 を縮小側からこの順に配設してなるものである。

【 0 1 2 3 】

図 8 A に示すように第 1 光学系 K 1 は、投写距離を変更したときのフォーカシングのた

50

めに互いの間隔を変えつつ光軸 Z 1 方向に移動する 4 つのレンズ群 (第 1 レンズ群 G 1 ~ 第 4 レンズ群 G 4) を有している。

【 0 1 2 4 】

なお、第 1 光学系 K 1 は、縮小側から順に、図中に符号 L 1、L 2、L 3、L 4、L 5、で示す 5 枚のレンズからなる第 1 レンズ群 G 1、符号 L 6 で示す 1 枚のレンズからなる第 2 レンズ群 G 2、符号 L 7、L 8 の 2 枚のレンズからなる第 3 レンズ群 G 3、符号 L 9、L 10、L 11、L 12 で示す 4 枚のレンズからなる第 4 レンズ群 G 4 を配設して構成されている。なお、第 1 レンズ群 G 1 を構成するレンズ L 3、レンズ L 4、レンズ L 5 は、3 枚のレンズが互いに接合された接合レンズをなすものである。また、符号 L 1 で示すレンズ L 1 の縮小側のレンズ面 S 3 が面番号 3 に対応し、第 2 光学系 K 2 の反射面 S 2 4 が面番号 2 4 に対応している (表 7 A 参照)。

10

【 0 1 2 5 】

また、この実施例 7 の投写光学系は、第 1 光学系 K 1 および第 2 光学系 K 2 を構成する全ての光学面が共通の軸 (光軸 Z 1) の周りに回転対称な形状をなすように形成されたものである。

【 0 1 2 6 】

また、表 1 0 からわかるように、実施例 1 の投写光学系は、条件式 (1)、条件式 (2) を両方共に満足するものである。

【 0 1 2 7 】

この実施例 7 の投写光学系におけるレンズデータを示す表 7 A、非球面係数を示す表 7 B を以下に示す。

20

【 0 1 2 8 】

なお、このレンズデータは、それに記載されているデータ値からも読み取れるように、反射ミラー面から投射面 (拡大側の共役面、スクリーン) までの距離を 5 7 3 mm に設定してピントを合わせたときの状態を示すものである。

【 表 7 A 】

実施例 7

レンズデータ

面番号	R	D	Nd	νd
1	∞	32.0000	1.5163	64.14
2	∞	13.5599		
3	40.7742	8.6108	1.8467	23.78
4	-277.0101	0.4003		
5*	28.3787	9.0977	1.4910	57.58
6*	-539.2913	5.3516		
7	-92.5178	1.4491	1.6990	30.13
8	13.1029	20.0209	1.4970	81.54
9	-15.0323	3.0010	1.7552	27.51
10	-43.7605	2.31		
11	80.6508	5.6893	1.6779	55.34
12	-27.6990	1.32		
13	40.5991	9.4136	1.5174	52.43
14	-18.8096	1.1991	1.7292	54.68
15	23.0212	11.07		
16	-18.0561	1.5491	1.5638	60.67
17	-225.0269	2.5208		
18	-54.4607	10.0605	1.8467	23.78
19	-23.8224	14.2462		
20*	-13.7430	6.2062	1.4910	57.58
21*	-11.4787	13.7577		
22*	-18.4986	5.9990	1.4910	57.58
23*	-330.6966	67.7378		
24*	101.6137	-573.0000	(反射面)	

*非球面

30

40

【表 7 B】

実施例7 非球面係数 記号	面番号											
	5*	6*	20*	21*	22*	23*	24*	25*	26*	27*		
K	-7.79413E-01	-5.18320E+03	2.76751E-01	1.42896E-01	-3.75815E+00	-2.11606E+19	7.35448E-01					
A3	2.31397E-05	-1.46476E-05	-5.94790E-05	-2.30798E-04	-9.83063E-04	-7.74939E-04	-2.21180E-05					
A4	2.27349E-06	9.89808E-06	9.17500E-06	5.65733E-05	-2.09098E-05	-2.57962E-05	-1.81546E-07					
A5	2.66966E-07	-7.99591E-08	1.46278E-06	-1.00689E-06	2.99980E-07	1.68000E-06	5.87594E-08					
A6	1.55985E-09	-2.75954E-09	-1.75872E-08	-9.20252E-09	8.38673E-09	-2.25859E-08	-2.39240E-09					
A7	-5.48519E-10	-2.18569E-10	-1.96068E-09	9.94458E-10	1.64644E-10	-4.74089E-10	1.80719E-11					
A8	-1.64336E-11	4.95932E-12	-3.01968E-11	1.99825E-11	5.25237E-12	1.63767E-12	7.77762E-13					
A9	4.13038E-13	-3.10845E-13	4.58766E-12	-5.15630E-15	1.72678E-13	2.59523E-13	-1.83670E-14					
A10	2.91155E-14	-1.33305E-13	2.05953E-13	-1.25381E-14	5.14792E-15	6.54583E-15	1.03032E-16					
A11	5.34137E-16	-4.25229E-15	1.19731E-15	-1.11446E-16	1.40476E-16	2.56032E-17	1.84024E-19					
A12	-1.64473E-16	-1.16300E-17	-7.44207E-16	2.75303E-17	1.74628E-18	-1.70713E-18	1.38250E-20					
A13	-6.19201E-18	-1.57642E-17	3.22841E-18	2.72679E-19	-3.52188E-20	-8.45853E-20	-2.34462E-22					
A14	-1.14442E-19	-6.26731E-19	2.74021E-19	-2.02766E-20	-3.45601E-21	-2.58075E-21	-5.22612E-25					
A15	-6.52551E-21	2.38861E-21	4.44416E-21	-6.45205E-23	-1.62113E-22	-3.70298E-23	4.19003E-27					
A16	-1.80175E-21	3.59684E-21	2.85901E-24	-5.99576E-24	-5.8212E-24	2.32836E-25	4.01781E-28					
A17			4.33966E-23	7.33482E-25	-1.33462E-25	4.21565E-26	-3.05003E-30					
A18			-1.54781E-24	2.49076E-26	-3.71857E-27	1.32232E-27	-2.49745E-32					
A19			-3.04687E-26	6.08107E-29	1.67066E-29	2.13272E-29	3.50848E-34					
A20			1.39342E-27	-3.45919E-29	5.43529E-30	-1.07394E-30	-1.06818E-36					

【 0 1 2 9 】

図 8 B は実施例 7 の投写光学系に関する歪曲収差を示す図、図 8 C は実施例 7 の投写光学系に関するスポットダイヤグラムを示す図である。

【 0 1 3 0 】

これらの図 8 A、8 B、8 C、および表 7 A、7 B から明らかなように、この実施例 7 の投写光学系は、光学系の全長が短く、小型で、かつ色収差および歪曲収差を良好に補正し得る高性能な光学系である。

【 0 1 3 1 】

< 実施例 8 >

図 9 A は実施例 8 の投写光学系の断面を示す断面図である。

【 0 1 3 2 】

この実施例 8 の投写光学系も、4 群構成の第 1 光学系 K 1、非球面反射ミラーである第 2 光学系 K 2 を縮小側からこの順に配設してなるものである。

【 0 1 3 3 】

図 9 A に示すように第 1 光学系 K 1 は、投写距離を変更したときのフォーカシングのた

10

20

30

40

50

めに互いの間隔を変えつつ光軸 Z 1 方向に移動する 4 つのレンズ群（第 1 レンズ群 G 1 ~ 第 4 レンズ群 G 4）を有している。

【 0 1 3 4 】

なお、第 1 光学系 K 1 は、縮小側から順に、図中に符号 L 1、L 2、L 3、L 4、L 5、L 6 で示す 6 枚のレンズからなる第 1 レンズ群 G 1、符号 L 7 で示す 1 枚のレンズからなる第 2 レンズ群 G 2、符号 L 8、L 9、L 10、L 11 の 4 枚のレンズからなる第 3 レンズ群 G 3、符号 L 12、L 13 で示す 2 枚のレンズからなる第 4 レンズ群 G 4 を配設して構成されている。なお、絞り S t は第 1 レンズ群 G 1 に付随している。また、符号 L 1 で示すレンズ L 1 の縮小側のレンズ面 S 3 が面番号 3 に対応し、第 2 光学系 K 2 の反射面 S 26 が面番号 26 に対応している（表 8 A 参照）。

10

【 0 1 3 5 】

また、この実施例 8 の投写光学系は、第 1 光学系 K 1 および第 2 光学系 K 2 を構成する全ての光学面が共通の軸（光軸 Z 1）の周りに回転対称な形状をなすように形成されたものである。

【 0 1 3 6 】

また、表 10 からわかるように、実施例 1 の投写光学系は、条件式（1）、条件式（2）を両方共に満足するものである。

【 0 1 3 7 】

この実施例 8 の投写光学系におけるレンズデータを示す表 8 A、非球面係数を示す表 8 B を以下に示す。

20

【 0 1 3 8 】

なお、このレンズデータは、それに記載されているデータ値からも読み取れるように、反射ミラー面から投射面（拡大側の共役面、スクリーン）までの距離を 532 mm に設定してピントを合わせたときの状態を示すものである。

【表 8 A】

実施例 8

レンズデータ

面番号	R	D	Nd	νd
1	∞	32.0000	1.5163	64.14
2	∞	13.5516		
3	37.5654	9.6529	1.8052	25.42
4	-140.9009	0.2997		
5*	94.0477	3.4990	1.4910	57.58
6*	157.2247	0.2991		
7	48.2456	1.4990	1.6668	33.05
8	17.7227	13.6953	1.4970	81.54
9	-42.6431	0.1991		
10	-173.3843	7.9532	1.6516	58.55
11	-17.1330	1.2491	1.7552	27.51
12	46.4624	7.1800		
13(絞り)	∞	6.6403		
14	50.2323	6.2340	1.6516	58.55
15	-35.7367	2.8392		
16	45.8301	8.7606	1.5174	52.43
17	-20.1168	1.3991	1.6935	50.81
18	25.7270	8.9218		
19	-17.5715	1.6090	1.5638	60.67
20	-120.3698	7.8529	1.8052	25.42
21	-25.6878	13.9487		
22*	-12.5629	7.9994	1.4910	57.58
23*	-11.7019	15.6597		
24*	-18.3154	5.9991	1.4910	57.58
25*	-281.7641	60.7054		
26*	110.6320	-532.0000	(反射面)	

*非球面

30

40

50

【表 8 B】

実施例8 非球面係数 記号	面番号						
	5*	6*	22*	23*	24*	25*	26*
K	-5.93784E+01	6.42290E+01	2.36651E-01	1.82771E-01	-2.88635E+00	-2.11564E+19	8.10964E-01
A3	-2.22508E-06	-1.36196E-05	-1.57248E-04	-2.59491E-04	-9.31912E-04	-8.27410E-04	-1.91571E-05
A4	1.74870E-06	5.71872E-06	3.20088E-05	5.97679E-05	-2.18141E-05	-1.84343E-05	-2.12253E-07
A5	-6.01991E-10	3.05717E-07	1.87526E-06	-5.78478E-07	2.41939E-07	1.32476E-06	5.90314E-08
A6	-2.52906E-09	-3.50369E-09	-5.32173E-08	6.85354E-10	3.76617E-09	-1.63321E-08	-2.39128E-09
A7	-3.78066E-10	-4.04763E-10	-2.37259E-09	1.03168E-09	-3.79921E-11	-4.43158E-10	1.80928E-11
A8	-2.37970E-11	-3.09209E-11	4.18043E-11	1.67370E-11	-7.67634E-13	-9.36738E-13	7.77677E-13
A9	-1.11444E-12	-1.28664E-12	6.78067E-12	-2.33491E-13	8.65412E-14	1.95601E-13	-1.83698E-14
A10	-1.91942E-14	-7.24375E-14	2.07871E-13	-2.26097E-14	5.61794E-15	6.34753E-15	1.03021E-16
A11	8.32393E-16	-1.65024E-15	-3.16955E-15	-3.89743E-16	2.90174E-16	7.31842E-17	1.84014E-19
A12	1.04058E-16	1.29577E-16	-1.02858E-15	1.84334E-17	1.06625E-17	-9.77887E-21	1.38262E-20
A13			-8.14525E-18	-7.84520E-19	3.80007E-19	-6.13164E-20	-2.34445E-22
A14			-9.38617E-21	-1.71792E-20	1.23794E-20	-2.29286E-21	-5.22507E-25
A15			1.20147E-20	-6.35368E-23	3.54750E-22	-5.55040E-23	4.19088E-27
A16			1.08441E-21	1.23249E-23	8.52364E-24	-6.72635E-25	4.01776E-28
A17			1.01320E-22	1.25447E-24	8.65942E-26	1.19005E-26	-3.05019E-30
A18			9.20911E-25	4.15341E-26	-6.83541E-27	9.05228E-28	-2.49765E-32
A19			-2.25974E-26	1.00576E-27	-6.67089E-28	2.63818E-29	3.50830E-34
A20			-8.41955E-27	-4.98190E-30	-4.07045E-29	4.07650E-32	-1.06791E-36

10

20

30

【0139】

図9Bは実施例8の投写光学系に関する歪曲収差を示す図、図9Cは実施例8の投写光学系に関するスポットダイヤグラムを示す図である。

【0140】

これらの図9A、9B、9C、および表8A、8Bから明らかなように、この実施例8の投写光学系は、光学系の全長が短く、小型で、かつ色収差および歪曲収差を良好に補正し得る高性能な光学系である。

40

【0141】

<実施例9>

図10Aは実施例9の投写光学系の断面を示す断面図である。

【0142】

この実施例9の投写光学系も、4群構成の第1光学系K1、非球面反射ミラーである第2光学系K2を縮小側からこの順に配設してなるものである。

【0143】

図10Aに示すように第1光学系K1は、投写距離を変更したときのフォーカシングの

50

ために互いの間隔を変えつつ光軸 Z 1 方向に移動する 4 つのレンズ群 (第 1 レンズ群 G 1 ~ 第 4 レンズ群 G 4) を有している。

【 0 1 4 4 】

なお、第 1 光学系 K 1 は、縮小側から順に、図中に符号 L 1、L 2、L 3、L 4、L 5、L 6、L 7 で示す 7 枚のレンズからなる第 1 レンズ群 G 1、符号 L 8 で示す 1 枚のレンズからなる第 2 レンズ群 G 2、符号 L 9、L 10、L 11、L 12 の 4 枚のレンズからなる第 3 レンズ群 G 3、符号 L 13、L 14、L 15 で示す 3 枚のレンズからなる第 4 レンズ群 G 4 を配設して構成されている。なお、絞り S t は第 1 レンズ群 G 1 に付随している。また、符号 L 1 で示すレンズ L 1 の縮小側のレンズ面 S 3 が面番号 3 に対応し、第 2 光学系 K 2 の反射面 S 3 1 が面番号 3 1 に対応している (表 9 A 参照)。

10

【 0 1 4 5 】

また、この実施例 9 の投写光学系は、第 1 光学系 K 1 および第 2 光学系 K 2 を構成する全ての光学面が共通の軸 (光軸 Z 1) の周りに回転対称な形状をなすように形成されたものである。

【 0 1 4 6 】

また、表 10 からわかるように、実施例 1 の投写光学系は、条件式 (1)、条件式 (2) を両方共に満足するものである。

【 0 1 4 7 】

この実施例 9 の投写光学系におけるレンズデータを示す表 9 A、非球面係数を示す表 9 B を以下に示す。

20

【 0 1 4 8 】

なお、このレンズデータは、それに記載されているデータ値からも読み取れるように、反射ミラー面から投射面 (拡大側の共役面、スクリーン) までの距離を 5 7 3 mm に設定してピントを合わせたときの状態を示すものである。

【表 9 A】

 実施例9
 レンズデータ

面番号	R	D	Nd	νd	
1	0.0000	32.0000	1.5163	64.14	
2	0.0000	13.5000			
3	41.8011	8.1546	1.8467	23.78	
4	-315.6304	0.1991			
5*	98.9532	3.4990	1.4910	57.58	
6*	165.6896	0.1991			
7	49.4702	5.6216	1.5891	61.14	
8	248.8886	0.1991			10
9	171.5341	1.4992	1.5317	48.84	
10	14.4547	13.6544	1.4970	81.54	
11	-35.5196	0.2007			
12	-39.9945	4.9397	1.6204	60.29	
13	-16.8467	1.1991	1.8052	25.42	
14	55.4297	6.8800			
15(絞り)	0.0000	0.5298			
16	46.7123	5.0173	1.6204	60.29	
17	-40.7118	18.0841			
18	38.4443	7.9447	1.6034	38.03	
19	-36.7916	1.6100	1.6031	60.64	
20	37.9509	9.2824			
21	-16.7020	1.5990	1.5638	60.67	20
22	452.2060	3.1068			
23	-64.9384	9.5567	1.8052	25.42	
24	-24.6111	6.2052			
25*	-26.8179	5.4991	1.4910	57.58	
26*	-13.0403	1.9990			
27	-30.7858	2.1992	1.8467	23.78	
28	-39.0709	6.1758			
29*	-15.3056	5.9993	1.4910	57.58	
30*	-501.1831	64.9990			
31*	104.1000	-573.0000	(反射面)		

*非球面

【表 9 B】

実施例9 非球面係数 記号	面番号									
	5*	6*	25*	26*	29*	30*	31*			
K	-7.72301E+01	7.30539E+01	1.46394E+00	2.25376E-01	-2.21573E+00	-2.40771E+34	7.91272E-01			
A3	9.28004E-05	7.64500E-05	-7.00190E-05	-2.09402E-04	-3.32639E-04	-2.36245E-04	-1.39863E-05			
A4	1.31923E-05	1.34748E-05	-4.04585E-05	5.10111E-05	-1.11117E-05	-3.26424E-05	-1.56684E-07			
A5	3.03335E-07	5.15957E-07	1.78573E-06	-1.19251E-06	5.24569E-07	1.42482E-06	1.30334E-09			
A6	-1.89404E-09	2.01181E-09	-5.40981E-09	-1.27076E-08	9.54484E-09	-1.56859E-08	-3.36705E-11			
A7	-4.46914E-10	-4.45172E-10	-2.53777E-09	9.33609E-10	-4.37713E-12	-2.56974E-10	-4.06818E-13			
A8	-2.02410E-11	-2.38661E-11	-2.83959E-11	3.30128E-11	-3.53480E-12	1.35081E-13	3.11657E-15			
A9	-4.86548E-13	-4.40663E-13	4.37761E-12	8.10616E-13	-8.40914E-14	8.44670E-14	1.27480E-16			
A10	-4.31122E-15	-3.84598E-14	2.36270E-13	2.30322E-14	-1.31855E-15	1.64533E-15	2.95982E-19			
A11	-5.47935E-16	-3.42065E-15	1.96989E-15	1.13996E-15	1.24314E-18	3.62616E-18	-3.05789E-20			
A12	-1.27378E-16	-3.05438E-16	-6.75850E-16	6.02029E-17	9.69808E-20	3.32418E-19	1.66549E-22			
A13			-3.56846E-19	-2.46470E-19	-2.21451E-20	-8.84882E-22	5.59074E-26			
A14			1.19497E-19	-3.54127E-20	-4.03537E-22	-2.37858E-22	5.06086E-28			
A15			8.74422E-21	-2.08793E-21	1.00930E-24	-1.13504E-23	3.12644E-30			
A16			7.22029E-22	-9.92858E-23	5.84037E-25	-3.13589E-25	2.24648E-33			
A17			4.51683E-23	-3.55919E-24	3.26046E-26	-7.34658E-27	-2.58918E-34			
A18			2.00233E-25	-9.29696E-26	1.15759E-27	-7.12509E-29	-4.11168E-36			
A19			2.04477E-26	-1.89605E-28	1.50936E-29	2.57253E-30	-3.05249E-38			
A20			-3.48114E-27	2.41636E-28	-1.78803E-30	2.50172E-31	1.23870E-40			

10

20

30

【0149】

図10Bは実施例9の投写光学系に関する歪曲収差を示す図、図10Cは実施例9の投写光学系に関するスポットダイヤグラムを示す図である。

【0150】

これらの図10A、10B、10C、および表9A、9Bから明らかなように、この実施例9の投写光学系は、光学系の全長が短く、小型で、かつ色収差および歪曲収差を良好に補正し得る高性能な光学系である。

40

【表 10】

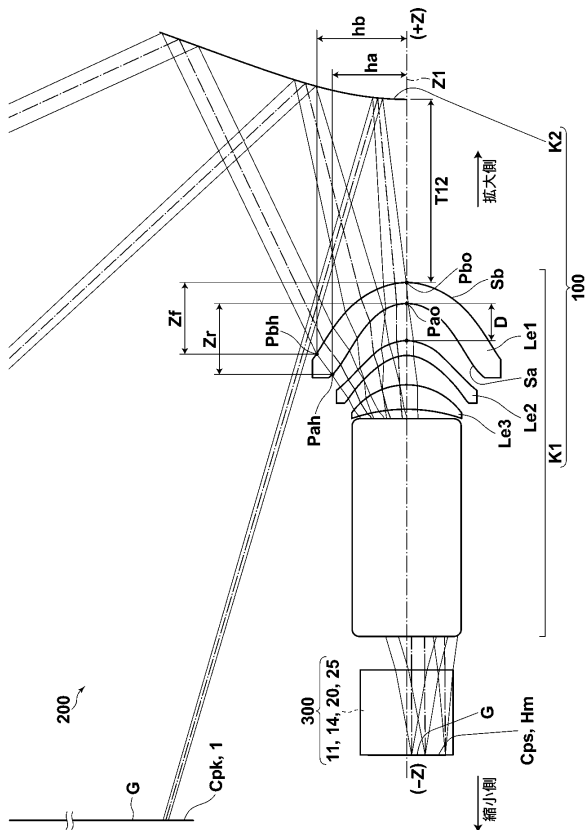
各条件式中に記載の数値の値

	条件式(1) 中の数式 :Zf/T12	条件式(2) 中の数式 :D/Zr
実施例1	0.35	0.48
実施例2	0.38	0.47
実施例3	0.58	0.50
実施例4	0.24	0.49
実施例5	0.38	0.48
実施例6	0.46	0.44
実施例7	0.42	0.46
実施例8	0.43	0.54
実施例9	0.30	0.34
上限	1.0	1.0
下限	0.1	0.0

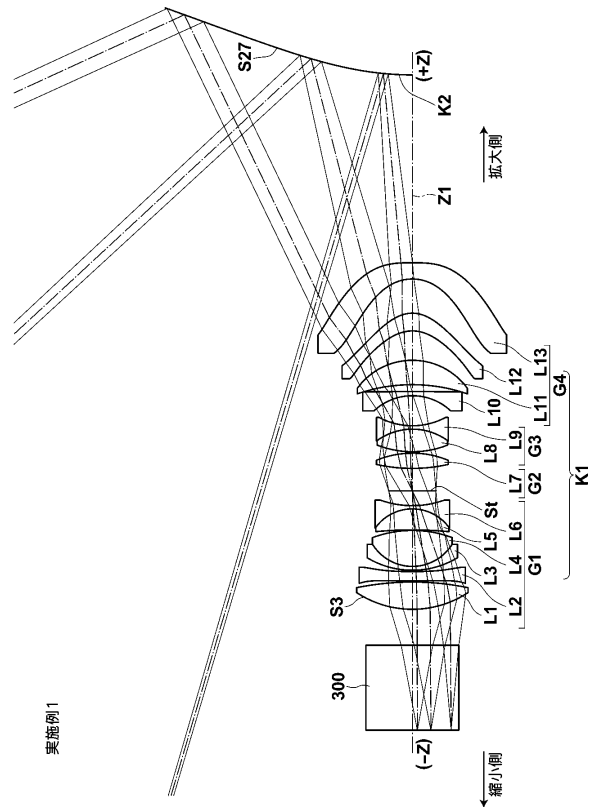
【 0 1 5 1 】

なお、本発明は、上記各実施例等に限定されず、発明の要旨を変更しない限りにおいて種々の変形実施が可能である。例えば、各レンズの曲率半径、面間隔および屈折率の値などは、上記各表中に示した数値に限定されず、他の値を取り得る。

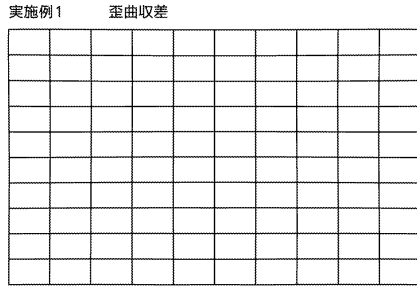
【 図 1 】



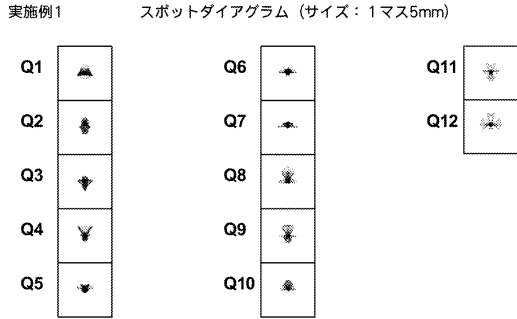
【 図 2 A 】



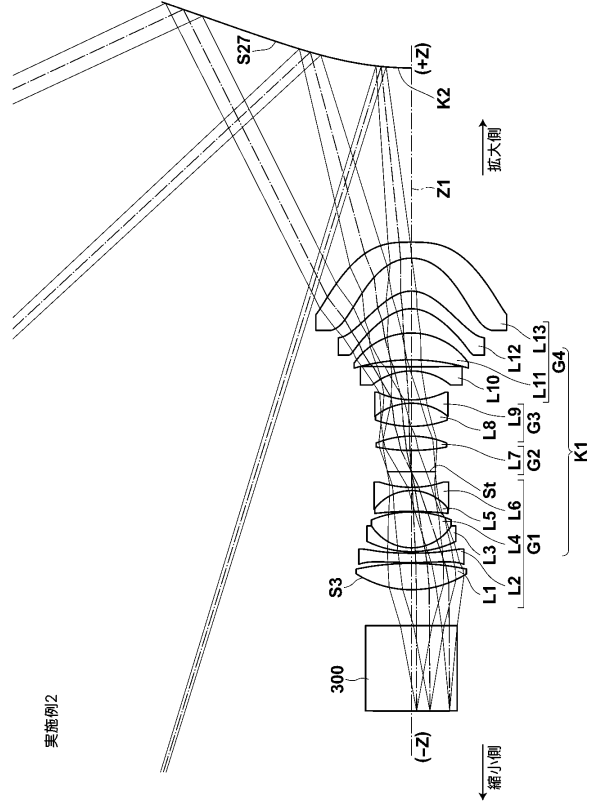
【図2B】



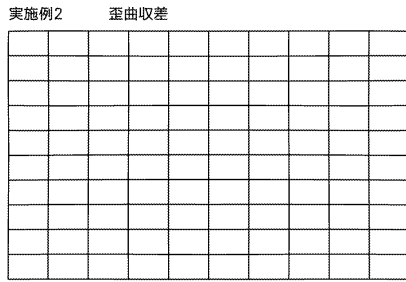
【図2C】



【図3A】



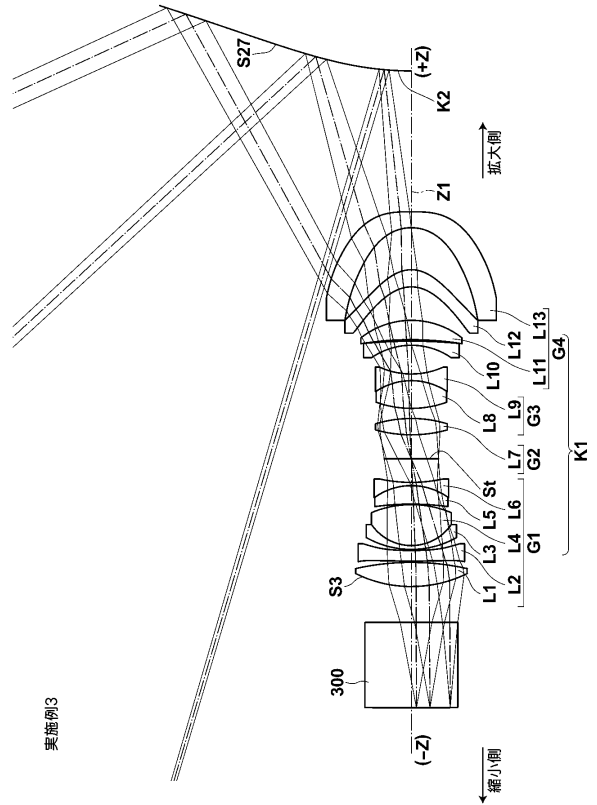
【図3B】



【図3C】

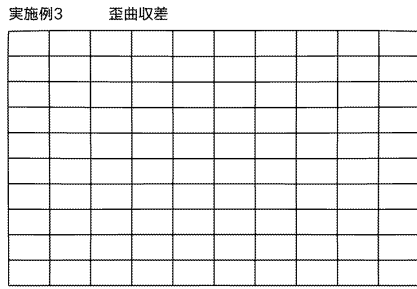


【図4A】



実施例3

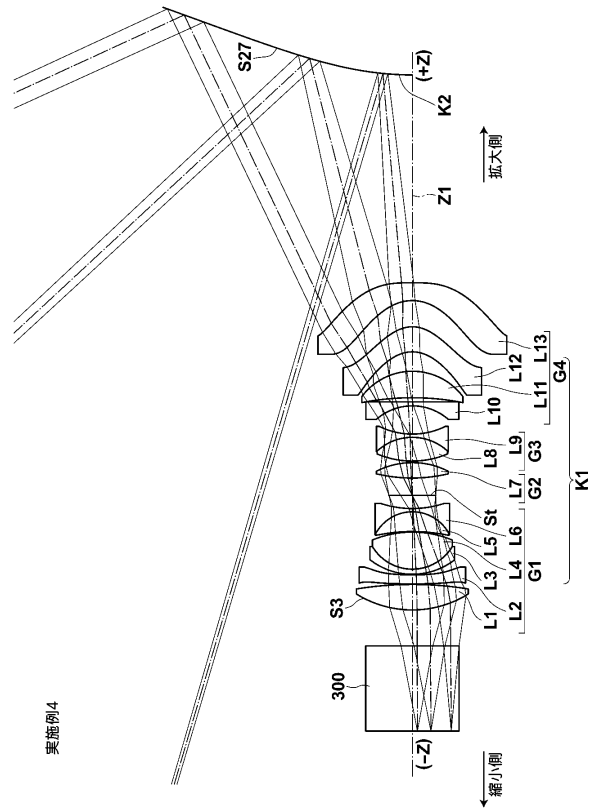
【図4B】



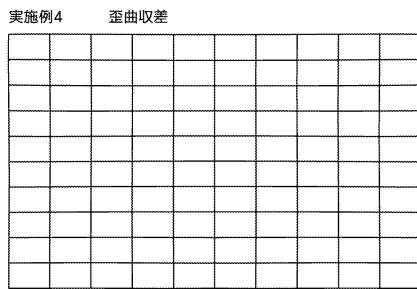
【図4C】



【図5A】



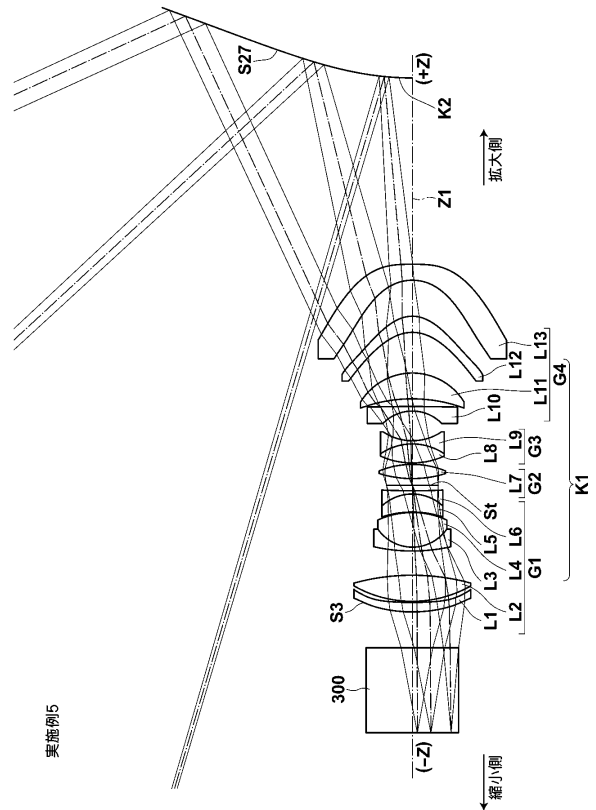
【図5B】



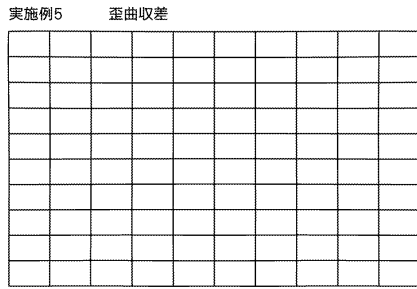
【図5C】



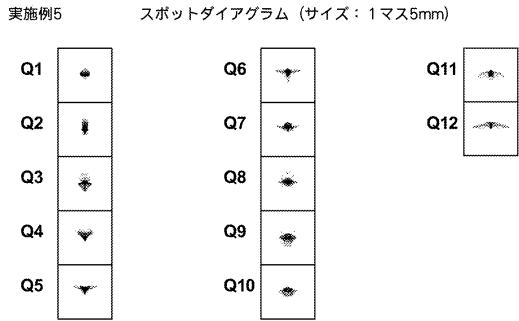
【図6A】



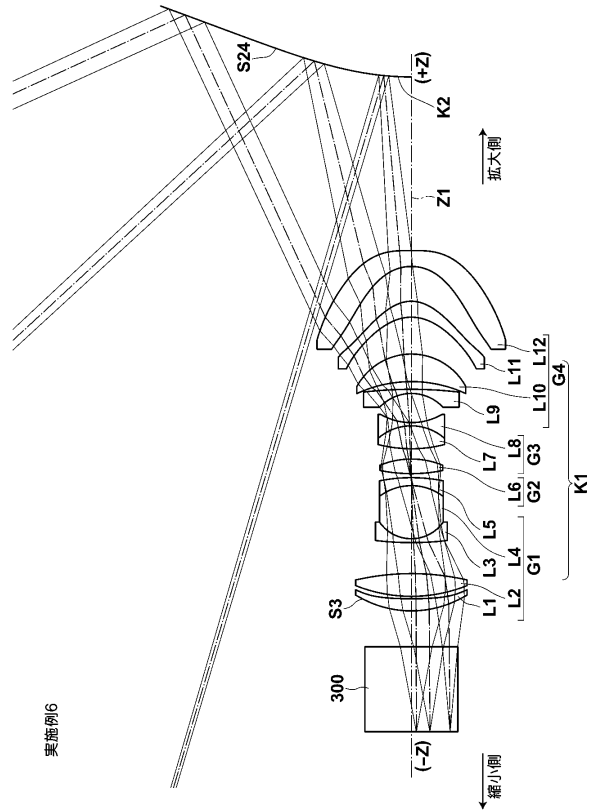
【図6B】



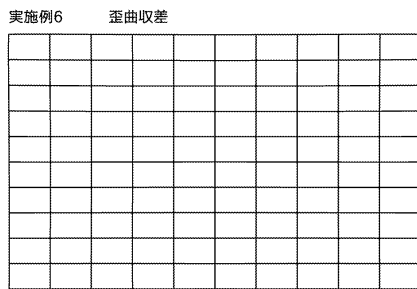
【図6C】



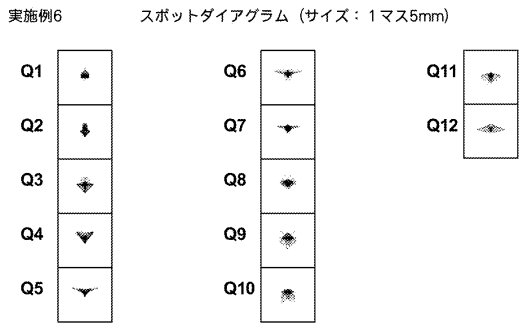
【図7A】



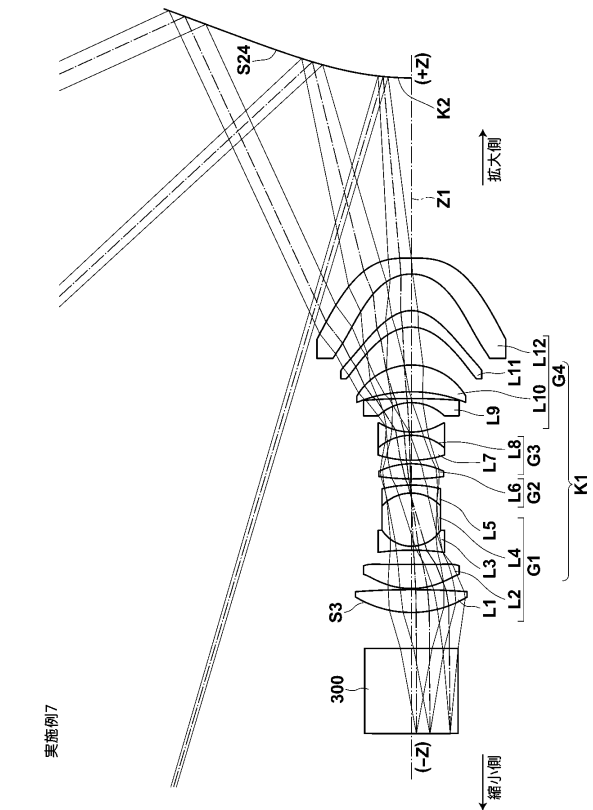
【図7B】



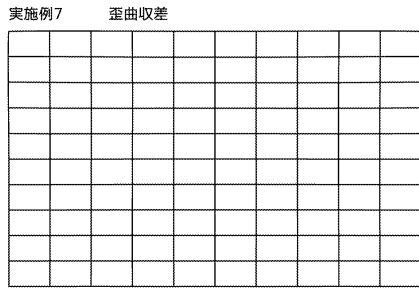
【図7C】



【図8A】



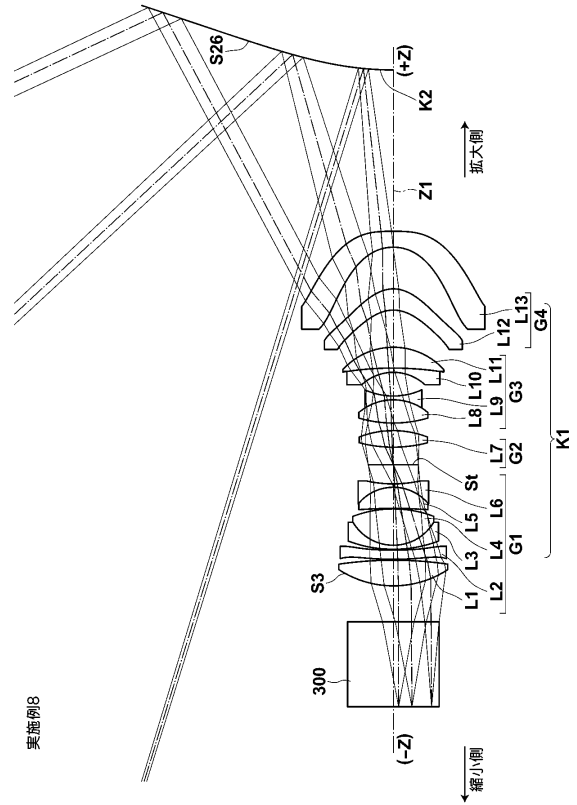
【図8B】



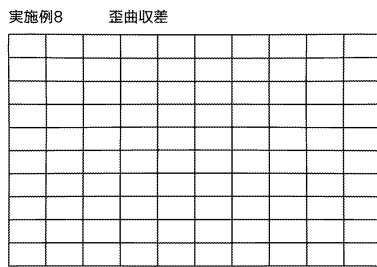
【図8C】



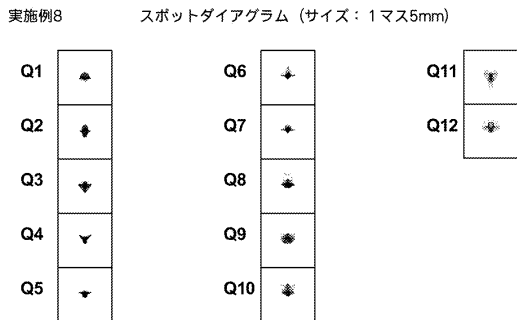
【図9A】



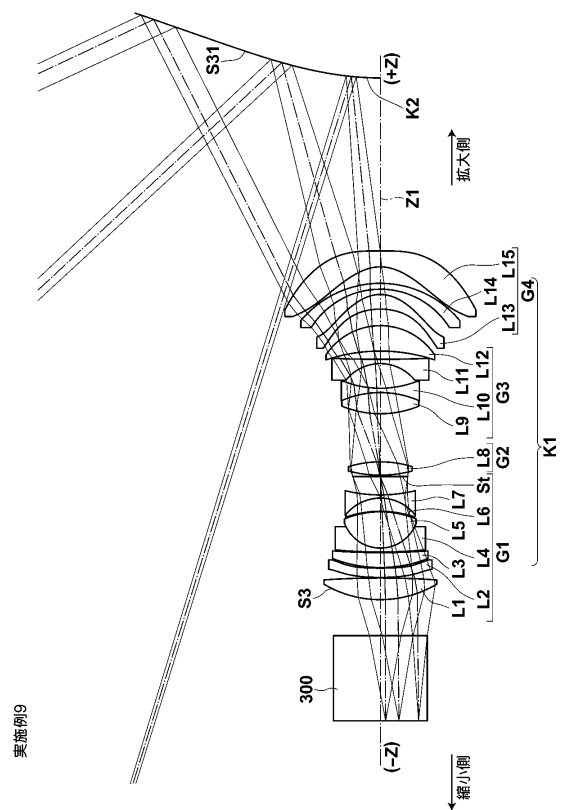
【図9B】



【図9C】

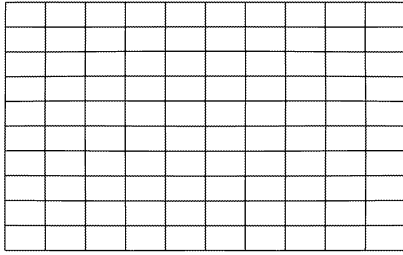


【図10A】

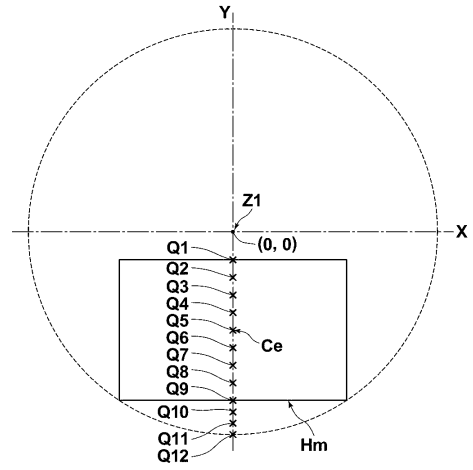


【図10B】

実施例9 歪曲収差

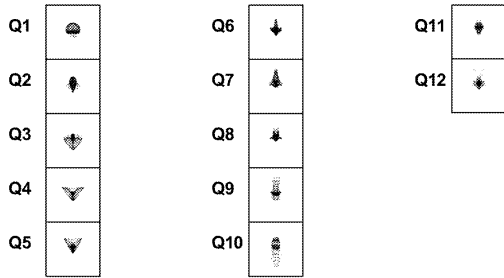


【図11】

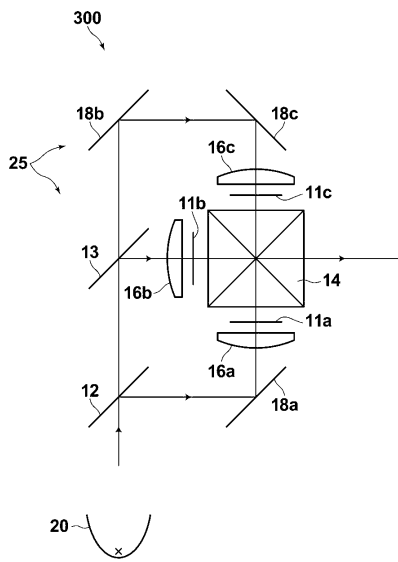


【図10C】

実施例9 スポットダイアグラム (サイズ: 1マス5mm)



【図12】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2010-244017(JP,A)
特開2009-271372(JP,A)
特開2007-192856(JP,A)
特開2007-183671(JP,A)
特表2006-527401(JP,A)
国際公開第2005/106560(WO,A1)
特開2004-226997(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 17/08
G02B 13/18