

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 10 月 4 日(04.10.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/132294 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 17/08 (2006.01) **G02B 13/18** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/001849
- (22) 国際出願日: 2012 年 3 月 16 日(16.03.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-069284 2011 年 3 月 28 日(28.03.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 富士
フィルム株式会社 (FUJIFILM CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布 2 丁目 2 6
番 3 0 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 天野 賢
(AMANO, Masaru) [JP/JP]; 〒3310813 埼玉県さいた
ま市北区植竹町 1 丁目 3 2 4 番地富士フィルム
株式会社内 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 柳田 征史, 外 (YANAGIDA, Masashi et
al.); 〒2220033 神奈川県横浜市港北区新横浜 3 -
1 8 - 3 新横浜 K S ビル 7 階 柳田国際特
許事務所 Kanagawa (JP).

- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS,
JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST,
SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ
ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ユー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

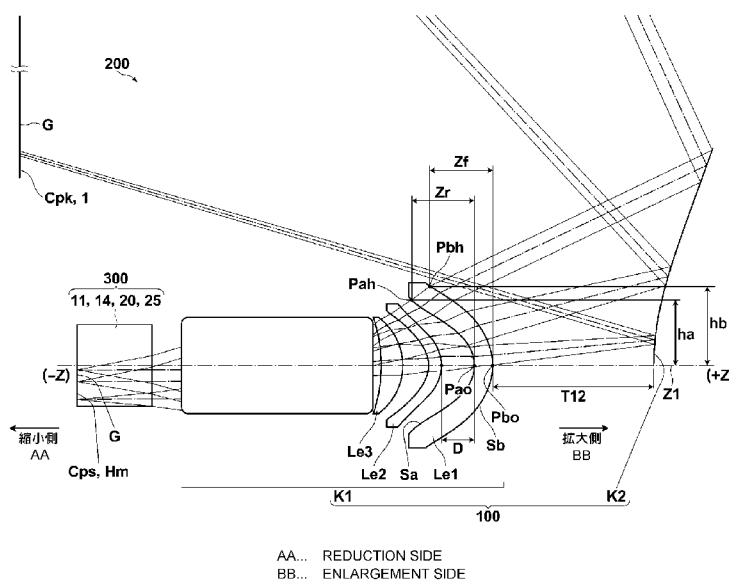
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: PROJECTION OPTICAL SYSTEM AND PROJECTION DISPLAY DEVICE

(54) 発明の名称: 投写光学系および投写型表示装置

[図1]



(57) Abstract: [Problem] To achieve a reduction in the entire length of optical systems, a reduction in size, and good correction of various aberrations in a projection optical system. [Solution] A projection optical system is formed by disposing, in order from the reduction side, a first optical system (K1) configured by a plurality of lenses, and a second optical system (K2) configured by one reflecting mirror configured from a convex surface that takes on an aspheric shape, is configured to satisfy the following conditional expression (1): $0.1 < Zf/T12 < 1.0$ where T12 is an air space between the first optical system (K1) and the second optical system (K2), and Zf is the amount of displacement in the direction of an optical axis (Z1) from a position (Pbh) at the maximum effective height (hb) on the enlargement-side lens surface (Sb) of a lens (Le1) disposed closest to the enlargement side of the first optical system (K1) to the top (Pbo) of this lens surface, and enlarges and projects an image formed on a conjugate plane on the reduction side on a conjugate plane on the enlargement side.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2012/132294 A1



【課題】投写光学系において、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ようにする。【解決手段】縮小側から順に、複数のレンズで構成された第1光学系（K1）、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（K2）を配設してなり、T12を第1光学系（K1）と第2光学系（K2）との空気間隔、Zfを第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）からこのレンズ面の頂点（Pbo）までの光軸（Z1）方向における変位量としたときに、条件式（1）： $0.1 < Zf / T12 < 1.0$ を満たすように構成し、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。

明 細 書

発明の名称 : 投写光学系および投写型表示装置

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] 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）。

[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、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

[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ので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という問題がある。
- [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) : $0 < D / Z_r < 1$ 、0 を満たすものとする。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、 Z_r 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。ことが望ましい。

[0017] 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。

[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。

[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と、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と、そのシフト量の増大が装置サイズの大型化につながる。

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

[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
- [図5A]実施例4の投写光学系の断面図
- [図5B]実施例4の投写光学系に関する歪曲収差を示す図
- [図5C]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6A]実施例5の投写光学系の断面図
- [図6B]実施例5の投写光学系に関する歪曲収差を示す図
- [図6C]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7A]実施例6の投写光学系の断面図
- [図7B]実施例6の投写光学系に関する歪曲収差を示す図
- [図7C]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8A]実施例7の投写光学系の断面図
- [図8B]実施例7の投写光学系に関する歪曲収差を示す図
- [図8C]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9A]実施例8の投写光学系の断面図
- [図9B]実施例8の投写光学系に関する歪曲収差を示す図
- [図9C]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10A]実施例9の投写光学系の断面図
- [図10B]実施例9の投写光学系に関する歪曲収差を示す図
- [図10C]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しい。

[0031] また、この投写光学系100は、条件式(2)： $0 < D / Zr < 1.0$ を

満たすことが望ましい。ただし、 D は第1光学系 K_1 の最も拡大側に配されたレンズ L_{e1} と、このレンズ L_{e1} に隣接する第1光学系 K_1 中のレンズ L_{e2} との空気間隔（mm）である。すなわち、レンズ L_{e2} は、レンズ L_{e1} 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 K_1 の最も拡大側に配されたレンズ L_{e1} と、このレンズ L_{e1} に隣接する第1光学系 K_1 中のレンズ L_{e2} 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 K_1 全体の大きさを小さくすることができる。

[0033] また、 Z_r はレンズ L_{e1} における縮小側のレンズ面 S_a 上の最大有効高さ h_a における位置 P_{ah} から、そのレンズ面 S_a の頂点 P_{ao} までの光軸 Z_1 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 P_{ao} が位置 P_{ah} 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 P_{ao} が位置 P_{ah} 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 K_1 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 L_{e1} 、 L_{e2} 、 L_{e3} 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 K_1 と第2光学系 K_2 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ことが望ましい。

[0036] また、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は、1つの共通の軸である光軸 Z_1 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ことが望ましい。すなわち、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は回転対称面とすることが望ましい。

[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 1 1 等を備えた投写用光変調部 3 0 0 と上記投写光学系 1 0 0 とを備え、光源 2 0 から発せられた光束をライトバルブ 1 1 で光変調し、光変調された光束を投写光学系 1 0 0 へ通してスクリーン 1 に投写するものである。

[0039] 図 1 2 に示す投写用光変調部 3 0 0 は、光源 2 0 と、ライトバルブである透過型液晶パネル 1 1 a、1 1 b、1 1 c と、光源 2 0 から発せられた光束を透過型液晶パネル 1 1 a ~ 1 1 c それぞれへ導く照明光学部 2 5 と、透過型液晶パネル 1 1 a ~ 1 1 c 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 1 4 とを備えている。なお、照明光学部 2 5 は、光源 2 0 とダイクロイックミラー 1 2 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。

[0040] 光源 2 0 から発せられた白色光の光束は照明光学部 2 5 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 1 1 a ~ 1 1 c それぞれに入射し光変調される。

[0041] 液晶パネル 1 1 a ~ 1 1 c 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 1 4 により色合成された後、投写光学系 1 0 0 を通ってスクリーン 1 に投写される。

[0042] 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。

[0043] 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 DMD 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

[0044] 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。

[0045] 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、・・・10 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 11 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。

[0046] 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 10 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： $Zf/T12$ の値、条件式 (2) に記載の数式： D/Zr の値をそれぞれ示す表である。

[0047] 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 K1、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 K2 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 100 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。

[0048] また、各図中に示す投写用光変調部 300 の構成は、説明済みの図 1 および図 12 に示す投写用光変調部 300 の構成と同様であり、それらの説明についても省略する。

[0049] 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)

[0050] 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。

[0051] <実施例1>

図2Aは実施例1の投写光学系の断面を示す断面図である。

[0052] この実施例1の投写光学系は、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。

[0053] 図2Aに示すように第1光学系K1は、4つのレンズ群(第1レンズ群G1～第4レンズ群G4)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。

[0054] なお、第1光学系K1は、縮小側から順に、図中に符号L1、L2、L3、L4、L5、L6で示す6枚のレンズからなる第1レンズ群G1、符号L7で示す1枚のレンズからなる第2レンズ群G2、符号L8、L9の2枚のレンズからなる第3レンズ群G3、符号L10、L11、L12、L13で示す4枚のレンズからなる第4レンズ群G4を配設して構成されている。なお、絞りStは第1レンズ群G1に付随している。また、符号L1で示すレンズL1の縮小側のレンズ面S3が面番号3に対応し、第2光学系K2の反射面S27が面番号27に対応している(表1A参照)。

[0055] また、この実施例1の投写光学系は、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が共通の軸(光軸Z1)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。

[0056] また、条件式(1)中の数式Zf/T12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。

[0057] 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示す表1A、非球面係数を表1Bについて説明する。

[表1A]

実施例1 レンズデータ				
面番号	R	D	Nd	ν_d
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
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		
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

[0058] 表1A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Z1上における厚さ、各レンズ間の光軸Z1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 ν_d 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300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。

[0059] なお、上記表1A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。

- [0060] 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」、「N d」、「 ν d」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。
- [0061] ここで、「N d」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、「 ν d」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ベ数を示す。
- [0062] 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 m m 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 1 B 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*	面番号 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	5.60688E-06	1.57319E-05	6.47256E-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	-4.78864E-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	-1.40780E-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	-2.10433E-16	1.31120E-16	3.06527E-17	1.83993E-19
A12	-1.08654E-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	-1.04461E-30	-1.06818E-36

[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ア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アグラムとして示すものである。

[0067] なお、図2C中の各スポットダイアグラムを囲む枠の左側に記載された記号 Q_1 、 $Q_2 \cdots Q_{12}$ は、縮小側の共役面 C_{ps} （画像形成面 H_m ）上の位置に対応するものである。

[0068] 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_{ps} ）を見た様子を表す図11に示すように、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 C_{ps} 上の位置は、 $Q_1 \sim Q_{12}$ の12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 $Q_1 \sim Q_{12}$ 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2C中に符号 $Q_1 \sim Q_{12}$ で示す各枠に表示されている各スポットダイアグラムは、図11中に符号 $Q_1 \sim Q_{12}$ で示す位置に応じて取得されたものである。なお、図11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 $Q_1 \sim Q_{12}$ が定められている。ここで、図11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。

[0069] これらの表1A、1B、および図1A、2B、2C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。

[0070] なお、上記レンズデータ、スポットダイアグラム、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。

[0071] <実施例2>

図3Aは実施例2の投写光学系の断面を示す断面図である。

[0072] 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。

[0073] 図3A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Z1方向に移動する4つのレンズ群（第1レンズ群G1～第4レンズ群G4）を有している。

[0074] なお、第1光学系K1は、縮小側から順に、図中に符号L1、L2、L3、L4、L5、L6で示す6枚のレンズからなる第1レンズ群G1、符号L7で示す1枚のレンズからなる第2レンズ群G2、符号L8、L9の2枚のレンズからなる第3レンズ群G3、符号L10、L11、L12、L13で示す4枚のレンズからなる第4レンズ群G4を配設して構成されている。なお、絞りStは第1レンズ群G1に付随している。また、符号L1で示すレンズL1の縮小側のレンズ面S3が面番号3に対応し、第2光学系K2の反射面S27が面番号27に対応している（表2A参照）。

[0075] また、この実施例2の投写光学系は、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が共通の軸（光軸Z1）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。

[0076] 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。

[0077] 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2A、非球面係数を示す表2Bを以下に示す。

[0078] 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573mm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2A]

実施例2

レンズデータ

面番号	R	D	Nd	ν_d
1	∞	32.0000	1.5163	64.14
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(絞り)	∞	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		
27*	107.7456	-573.0000	(反射面)	

*非球面

[表2B]

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	-2.60755E-06	-2.28856E-05	-5.10713E-05	-2.42338E-04	-9.01939E-04	-7.62578E-04	-2.24969E-05
A4	-3.90898E-06	6.33805E-06	1.21696E-05	6.63240E-05	-1.96038E-05	-2.25102E-05	-1.31593E-07
A5	-4.14765E-08	9.66429E-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	-6.74886E-09	9.62218E-09	-2.26224E-08	-2.39488E-09
A7	-3.95340E-10	-1.44260E-10	-2.37789E-09	8.26030E-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	2.08540E-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	2.55331E-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

[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ア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。

[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めに互いの間隔を変えつつ光軸Z1方向に移動する4つのレンズ群（第1レンズ群G1～第4レンズ群G4）を有している。

[0084] なお、第1光学系K1は、縮小側から順に、図中に符号L1、L2、L3、L4、L5、L6で示す6枚のレンズからなる第1レンズ群G1、符号L7で示す1枚のレンズからなる第2レンズ群G2、符号L8、L9の2枚のレンズからなる第3レンズ群G3、符号L10、L11、L12、L13で示す4枚のレンズからなる第4レンズ群G4を配設して構成されている。なお、絞りStは第1レンズ群G1に付随している。また、符号L1で示すレンズL1の縮小側のレンズ面S3が面番号3に対応し、第2光学系K2の反射面S27が面番号27に対応している（表3A参照）。

[0085] また、この実施例3の投写光学系は、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が共通の軸（光軸Z1）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。

[0086] 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。

[0087] 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3A、非球面係数を示す表3Bを以下に示す。

[0088] 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573mm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3A]

実施例3

レンズデータ

面番号	R	D	Nd	ν_d
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
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		
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3B]

実施例3 非球面係数 記号	面番号				
	5*	6*	23*	24*	25*
K	-1.91527E+05	3.51731E+01	2.07892E-01	1.50141E-01	-3.38000E+00
A3	8.51333E-05	3.35077E-05	-2.18512E-04	-3.01729E-04	-9.76793E-04
A4	-3.09124E-06	1.01727E-05	2.05199E-05	5.85251E-05	-1.94797E-05
A5	1.18847E-07	1.92291E-07	1.82517E-06	-7.24820E-07	1.01355E-07
A6	1.15797E-08	3.41993E-09	-2.61242E-08	-1.20775E-09	-3.65208E-09
A7	-4.30500E-10	-2.01323E-10	-2.60321E-09	9.99984E-10	-2.23763E-10
A8	-4.21111E-11	-1.89262E-11	-4.03365E-11	1.69961E-11	-3.20825E-12
A9	-1.36160E-12	-1.12284E-12	4.98907E-12	-2.13168E-13	1.56982E-13
A10	-2.89907E-15	-1.56911E-13	2.38143E-13	-2.29076E-14	1.09956E-14
A11	2.30887E-15	-2.81306E-15	2.22161E-15	-4.39048E-16	5.38131E-16
A12	4.69213E-17	3.02434E-16	-7.25327E-16	1.51720E-17	1.91984E-17
A13	3.58382E-18	7.74963E-18	3.00651E-18	-9.77451E-19	5.09907E-19
A14	6.02563E-20	4.99275E-19	1.45206E-19	-2.51941E-20	9.77583E-21
A15	-2.72639E-21	1.24487E-20	-9.70622E-22	-3.01380E-22	-9.66262E-23
A16	-3.53207E-22	-2.48936E-21	-2.55161E-22	2.27477E-24	-2.38915E-23
A17			2.68879E-23	1.04507E-24	-1.50468E-24
A18			-1.58884E-24	4.72810E-26	-9.06632E-26
A19			-4.19285E-27	1.36337E-27	-4.26075E-27
A20			3.95610E-27	3.42773E-29	-1.94652E-28
					-2.34472E-22
					-5.22665E-25
					-1.02277E-23
					4.19007E-27
					4.01787E-28
					-3.04993E-30
					-2.49735E-32
					3.50848E-34
					-1.06829E-36

[0089] 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アグラムを示す図である。

[0090] 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。

[0091] <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。

[0092] 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K2を縮小側からこの順に配設してなるものである。

[0093] 図5A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めに互いの間隔を変えつつ光軸Z1方向に移動する4つのレンズ群（第1レンズ群G1～第4レンズ群G4）を有している。

[0094] なお、第1光学系K1は、縮小側から順に、図中に符号L1、L2、L3、L4、L5、L6で示す6枚のレンズからなる第1レンズ群G1、符号L7で示す1枚のレンズからなる第2レンズ群G2、符号L8、L9の2枚のレンズからなる第3レンズ群G3、符号L10、L11、L12、L13で示す4枚のレンズからなる第4レンズ群G4を配設して構成されている。なお、絞りStは第1レンズ群G1に付随している。また、符号L1で示すレンズL1の縮小側のレンズ面S3が面番号3に対応し、第2光学系K2の反射面S27が面番号27に対応している（表4A参照）。

[0095] また、この実施例4の投写光学系は、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が共通の軸（光軸Z1）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。

[0096] 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。

[0097] 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4A、非球面係数を示す表4Bを以下に示す。

[0098] 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573mm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4A]

実施例4

レンズデータ

面番号	R	D	Nd	ν_d
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
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		
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4B]

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	-1.98633E-04	-7.84381E-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-09	-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

[0099] 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アグラムを示す図である。

[0100] 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。

[0101] <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。

[0102] 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K2を縮小側からこの順に配設してなるものである。

[0103] 図6A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めに互いの間隔を変えつつ光軸Z1方向に移動する4つのレンズ群（第1レンズ群G1～第4レンズ群G4）を有している。

[0104] なお、第1光学系K1は、縮小側から順に、図中に符号L1、L2、L3、L4、L5、L6で示す6枚のレンズからなる第1レンズ群G1、符号L7で示す1枚のレンズからなる第2レンズ群G2、符号L8、L9の2枚のレンズからなる第3レンズ群G3、符号L10、L11、L12、L13で示す4枚のレンズからなる第4レンズ群G4を配設して構成されている。なお、絞りStは第1レンズ群G1に付随している。また、符号L1で示すレンズL1の縮小側のレンズ面S3が面番号3に対応し、第2光学系K2の反射面S27が面番号27に対応している（表5A参照）。

[0105] また、この実施例5の投写光学系は、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が共通の軸（光軸Z1）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。

[0106] 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。

[0107] 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5A、非球面係数を示す表5Bを以下に示す。

[0108] 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573mm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5A]

実施例5

レンズデータ

面番号	R	D	Nd	ν_d
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
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		
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5B]

実施例5 非球面係数 記号	面番号 24*					25*					26*					27*				
	5*	6*	23*	24*	25*	26*	27*	28*	29*	30*	31*	32*	33*	34*	35*	36*	37*	38*	39*	40*
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	-2.38885E-05													
A4	1.25003E-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	1.4796E-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	1.83965E-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	3.91488E-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													

[0109] 図6Bは実施例5の投写光学系に関する歪曲収差を示す図、図6Cは実施例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である。

[0110] これらの図6A、6B、6C、および表5A、5B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。

[0111] <実施例6>

図7Aは実施例6の投写光学系の断面を示す断面図である。

[0112] この実施例6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。

[0113] 図7A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めに互いの間隔を変えつつ光軸Z1方向に移動する4つのレンズ群（第1レンズ群G1～第4レンズ群G4）を有している。

[0114] なお、第1光学系K1は、縮小側から順に、図中に符号L1、L2、L3、L4、L5、で示す5枚のレンズからなる第1レンズ群G1、符号L6で示す1枚のレンズからなる第2レンズ群G2、符号L7、L8の2枚のレンズからなる第3レンズ群G3、符号L9、L10、L11、L12で示す4枚のレンズからなる第4レンズ群G4を配設して構成されている。なお、符号L1で示すレンズL1の縮小側のレンズ面S3が面番号3に対応し、第2光学系K2の反射面S24が面番号24に対応している（表6A参照）。

[0115] また、この実施例6の投写光学系は、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が共通の軸（光軸Z1）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。

[0116] 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。

[0117] 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6A、非球面係数を示す表6Bを以下に示す。

[0118] 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573mm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6A]

実施例6

レンズデータ

面番号	R	D	Nd	ν_d
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

[表6B]

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	-9.88956E-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	1.49566E-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	1.61552E-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

[0119] 図7Bは実施例6の投写光学系に関する歪曲収差を示す図、図7Cは実施例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である。

[0120] これらの図7A、7B、7C、および表6A、6B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。

[0121] <実施例7>

図8Aは実施例7の投写光学系の断面を示す断面図である。

[0122] この実施例7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。

[0123] 図8A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めに互いの間隔を変えつつ光軸Z1方向に移動する4つのレンズ群（第1レンズ群G1～第4レンズ群G4）を有している。

[0124] なお、第1光学系K1は、縮小側から順に、図中に符号L1、L2、L3、L4、L5、で示す5枚のレンズからなる第1レンズ群G1、符号L6で示す1枚のレンズからなる第2レンズ群G2、符号L7、L8の2枚のレンズからなる第3レンズ群G3、符号L9、L10、L11、L12で示す4枚のレンズからなる第4レンズ群G4を配設して構成されている。なお、第1レンズ群G1を構成するレンズL3、レンズL4、レンズL5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L1で示すレンズL1の縮小側のレンズ面S3が面番号3に対応し、第2光学系K2の反射面S24が面番号24に対応している（表7A参照）。

[0125] また、この実施例7の投写光学系は、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が共通の軸（光軸Z1）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。

[0126] 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。

[0127] 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7A、非球面係数を示す表7Bを以下に示す。

[0128] 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573mm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7A]

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

[表7B]

実施例7 非球面係数 記号	5*	6*	20*	面番号 21*	22*	23*	24*
K	-7.79413E-01	-5.18320E+03	2.76751E-01	1.42898E-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	2.99800E-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	-5.46519E-10	-2.18569E-10	-1.96068E-09	9.94458E-10	1.64844E-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	-1.83676E-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	-7.26796E-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	2.38661E-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	-5.82212E-24	2.32836E-25	4.01781E-28
A17			4.33966E-23	7.33482E-25	-1.33462E-25	4.21566E-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	3.50846E-34
A20			1.38342E-27	-3.45919E-29	5.43529E-30	-1.07394E-30	-1.06818E-36

[0129] 図8Bは実施例7の投写光学系に関する歪曲収差を示す図、図8Cは実施例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である。

[0130] これらの図8A、8B、8C、および表7A、7B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。

[0131] <実施例8>

図9Aは実施例8の投写光学系の断面を示す断面図である。

[0132] この実施例8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。

[0133] 図9A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めに互いの間隔を変えつつ光軸Z1方向に移動する4つのレンズ群（第1レンズ群G1～第4レンズ群G4）を有している。

[0134] なお、第1光学系K1は、縮小側から順に、図中に符号L1、L2、L3、L4、L5、L6で示す6枚のレンズからなる第1レンズ群G1、符号L7で示す1枚のレンズからなる第2レンズ群G2、符号L8、L9、L10、L11の4枚のレンズからなる第3レンズ群G3、符号L12、L13で示す2枚のレンズからなる第4レンズ群G4を配設して構成されている。なお、絞りStは第1レンズ群G1に付随している。また、符号L1で示すレンズL1の縮小側のレンズ面S3が面番号3に対応し、第2光学系K2の反射面S26が面番号26に対応している（表8A参照）。

[0135] また、この実施例8の投写光学系は、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が共通の軸（光軸Z1）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。

[0136] 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。

[0137] 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8A、非球面係数を示す表8Bを以下に示す。

[0138] 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532mm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8A]

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

[表8B]

実施例8 非球面係数 記号	面番号				
	5*	6*	22*	23*	24*
K	-5.93784E+01	6.42290E+01	2.36651E-01	1.82771E-01	-2.88635E+00
A3	-2.22508E-06	-1.36196E-05	-1.57248E-04	-2.59491E-04	-9.31912E-04
A4	1.74870E-06	5.71872E-06	3.20068E-05	5.97679E-05	-2.18141E-05
A5	-6.01991E-10	3.05717E-07	1.87526E-06	-5.78478E-07	2.41939E-07
A6	-2.52906E-09	-3.50369E-09	5.32173E-08	6.85354E-10	3.76617E-09
A7	-3.78066E-10	-4.04763E-10	-2.37259E-09	1.03168E-09	-3.79921E-11
A8	-2.37970E-11	-3.09209E-11	4.18043E-11	1.67370E-11	-7.67634E-13
A9	-1.11444E-12	-1.28664E-12	6.78067E-12	-2.33491E-13	8.65412E-14
A10	-1.91942E-14	-7.24375E-14	2.07871E-13	-2.26097E-14	5.61794E-15
A11	8.32393E-16	-1.65024E-15	-3.16955E-15	-3.89743E-16	2.90174E-16
A12	1.04058E-16	1.29577E-16	-1.02858E-15	1.84334E-17	1.06625E-17
A13			-8.14525E-18	-7.84520E-19	3.80007E-19
A14			-9.38617E-21	-1.71792E-20	1.23794E-20
A15			1.20147E-20	-6.35368E-23	3.54750E-22
A16			1.08441E-21	1.23249E-23	8.52364E-24
A17			1.01320E-22	1.25447E-24	8.65942E-26
A18			9.20911E-25	4.15341E-26	-6.83541E-27
A19			-2.25974E-26	1.00576E-27	-6.67089E-28
A20			-8.41955E-27	-4.98190E-30	-4.07045E-29
					2.63818E-29
					4.07650E-32
					-1.06791E-36
					8.10964E-01
					-1.91571E-05
					-2.12253E-07
					5.90314E-08
					-2.39126E-09
					1.80928E-11
					7.77677E-13
					-1.83695E-14
					1.03021E-16
					1.84014E-19
					1.38262E-20
					-2.34445E-22
					-5.22507E-25
					4.19083E-27
					4.01776E-28
					-3.05019E-30
					-2.49765E-32
					3.50836E-34

[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ア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。

[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ために互いの間隔を変えつつ光軸Z1方向に移動する4つのレンズ群（第1レンズ群G1～第4レンズ群G4）を有している。

[0144] なお、第1光学系K1は、縮小側から順に、図中に符号L1、L2、L3、L4、L5、L6、L7で示す7枚のレンズからなる第1レンズ群G1、符号L8で示す1枚のレンズからなる第2レンズ群G2、符号L9、L10、L11、L12の4枚のレンズからなる第3レンズ群G3、符号L13、L14、L15で示す3枚のレンズからなる第4レンズ群G4を配設して構成されている。なお、絞りStは第1レンズ群G1に付随している。また、符号L1で示すレンズL1の縮小側のレンズ面S3が面番号3に対応し、第2光学系K2の反射面S31が面番号31に対応している（表9A参照）。

[0145] また、この実施例9の投写光学系は、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が共通の軸（光軸Z1）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。

[0146] 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。

[0147] 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9A、非球面係数を示す表9Bを以下に示す。

[0148] 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573mm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9A]

実施例9

レンズデータ

面番号	R	D	Nd	ν_d
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		
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
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10]

各条件式中に記載の数式の値		
	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

[0151] 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。

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。

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

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量

[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。

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

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

Zr : 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量

[請求項4] 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。

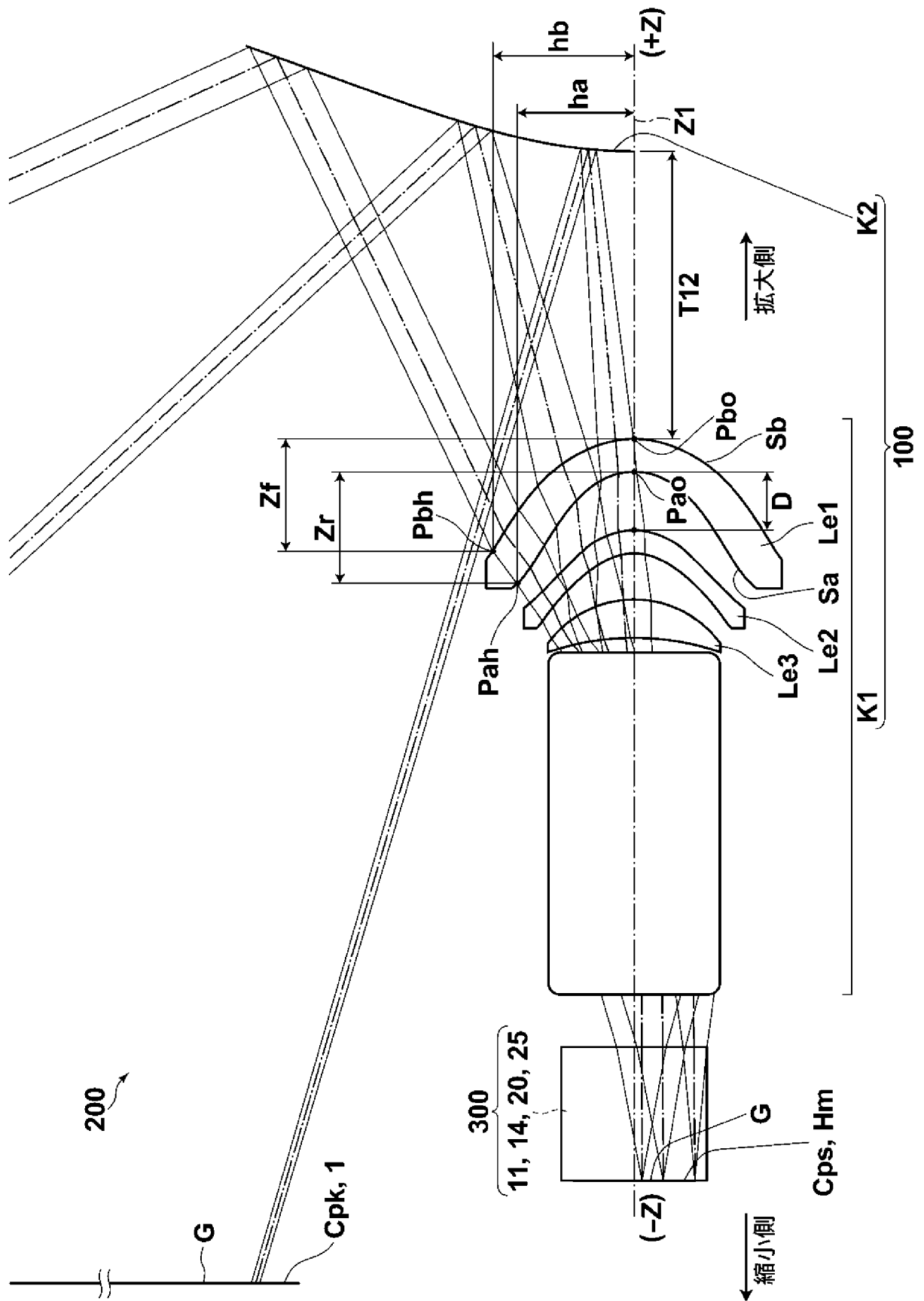
[請求項5] レンズ全系における縮小側がテレセントリック性を有していること

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。

[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。

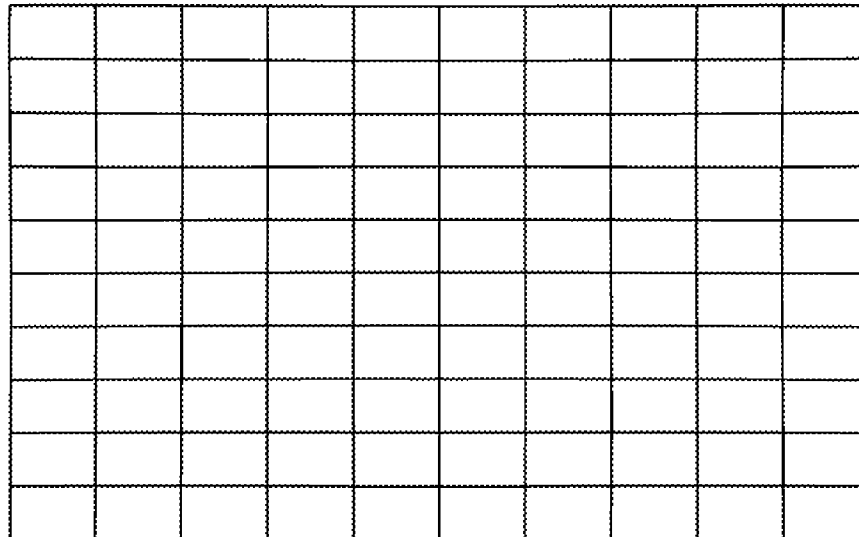
[請求項7] 光源と、ライトバルブと、前記光源からの光束を前記ライトバルブ
へ導く照明光学部と、請求項 1 から 6 のいずれか 1 項記載の投写光学
系とを備え、前記光源からの光束を前記ライトバルブで光変調し、該
光変調された光束を前記投写光学系に通してスクリーンへ投写するも
のであることを特徴とする投写型表示装置。

[図1]



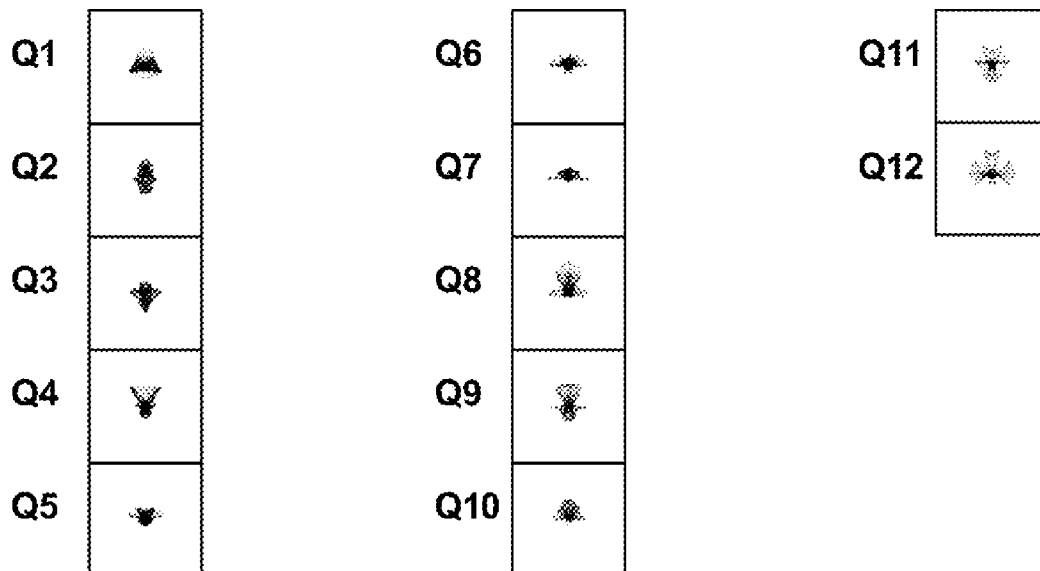
[図2B]

実施例1 歪曲収差

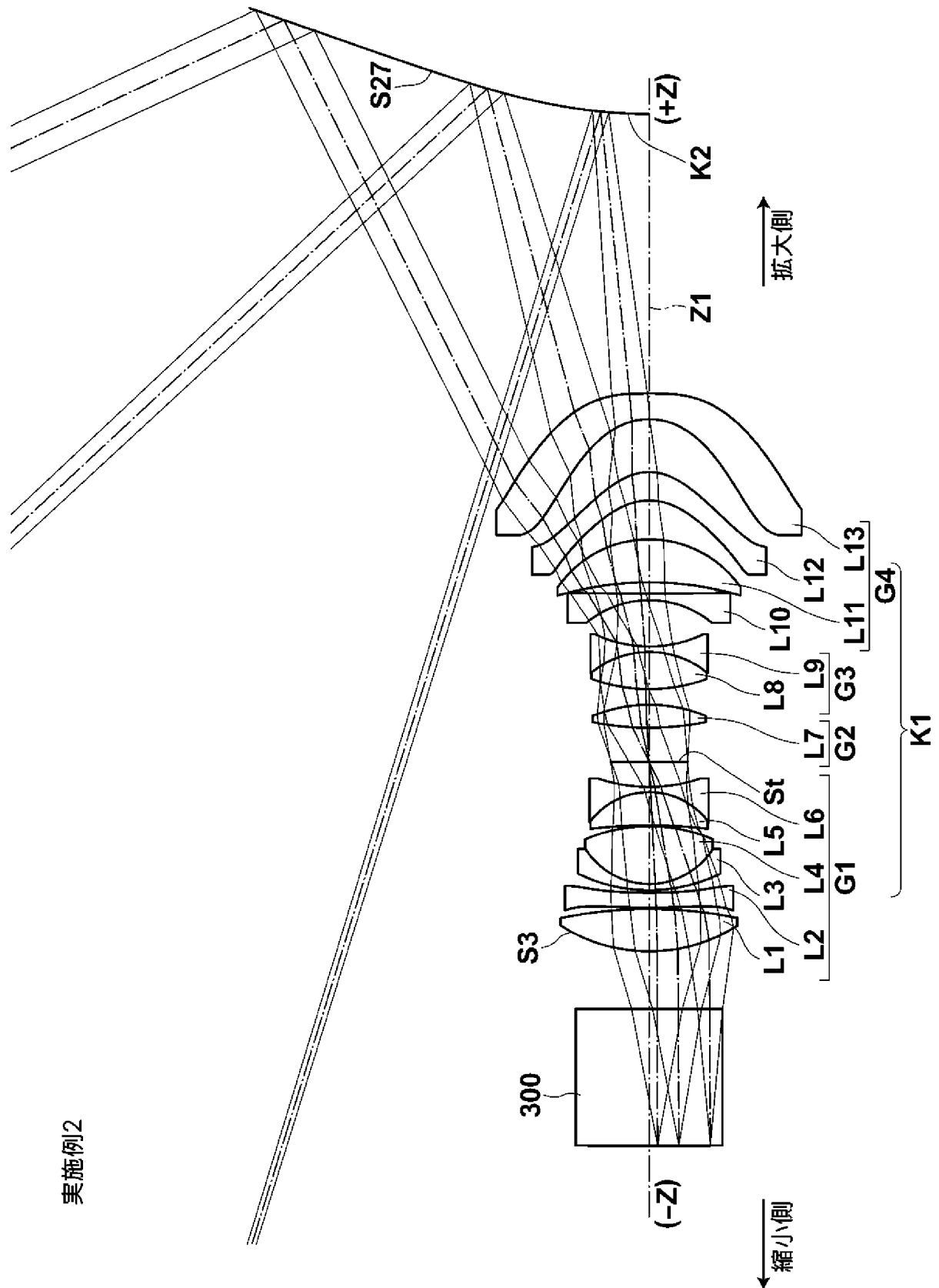


[図2C]

実施例1 スポットダイアグラム (サイズ: 1マス5mm)

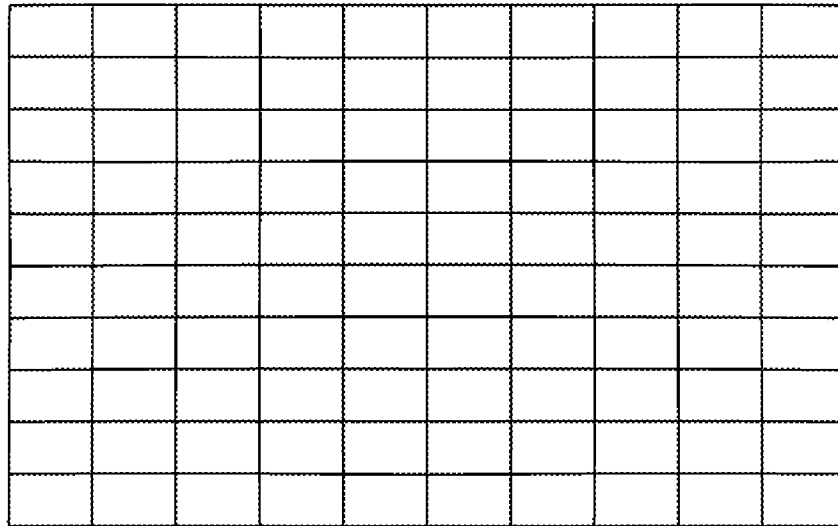


[図3A]



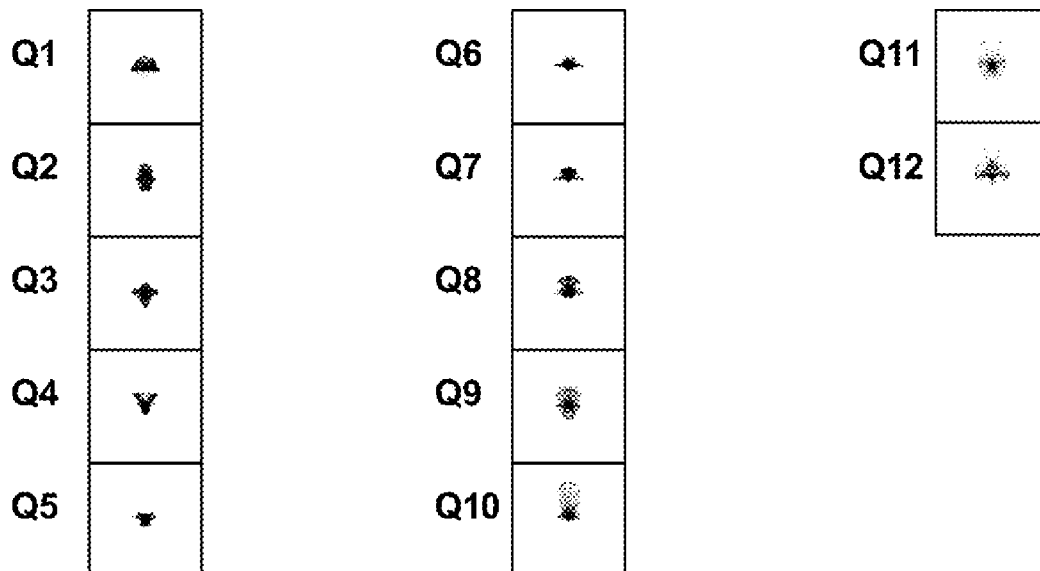
[図3B]

実施例2 歪曲収差

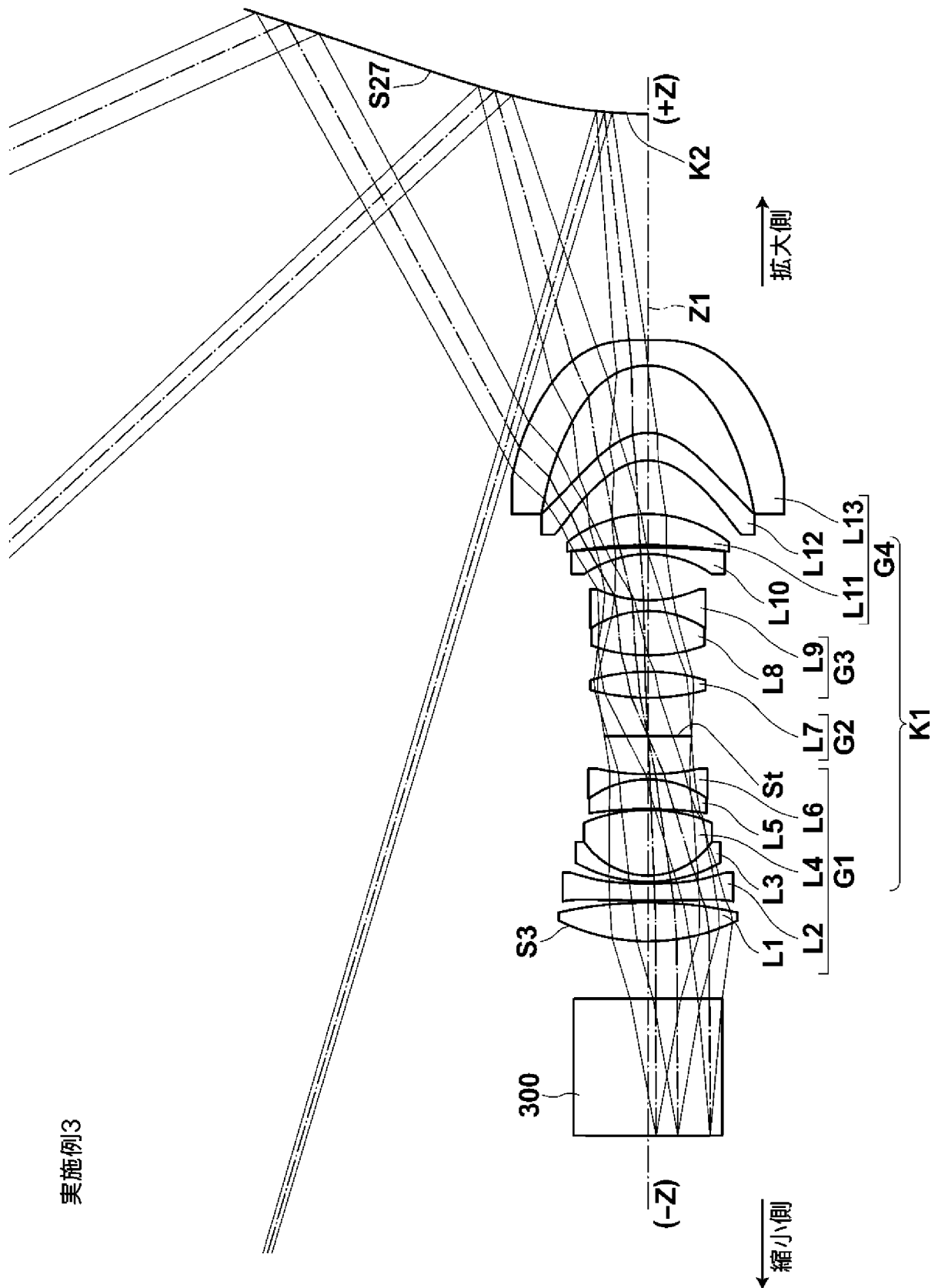


[図3C]

実施例2 スポットダイアグラム (サイズ：1マス5mm)

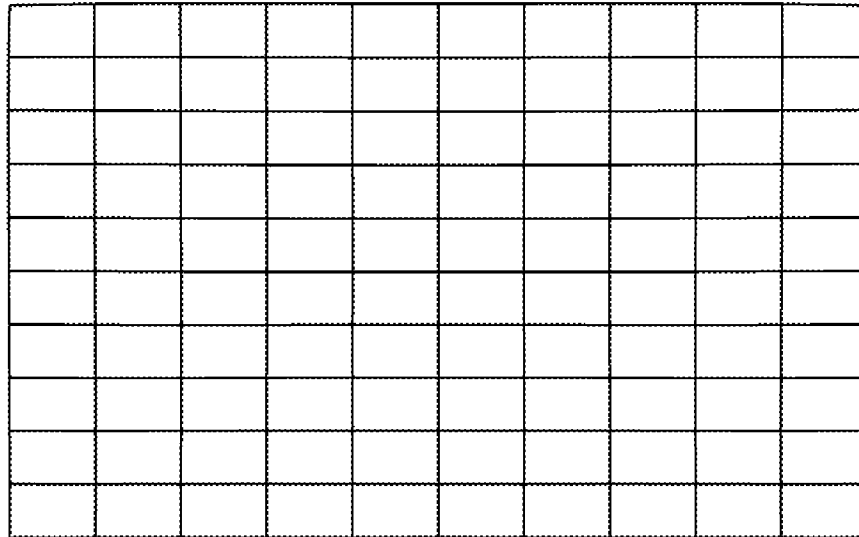


[図4A]



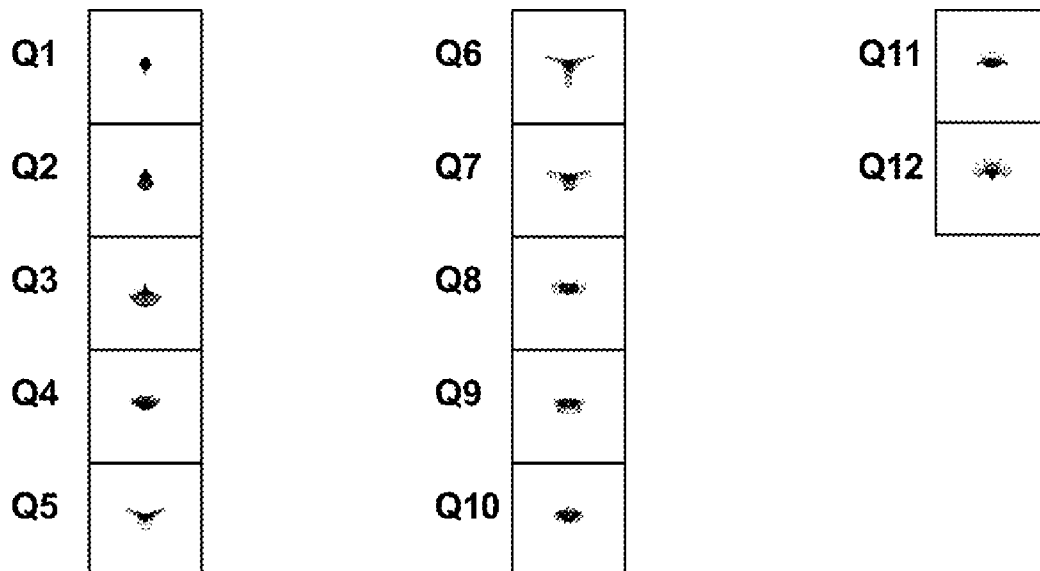
[図4B]

実施例3 歪曲収差



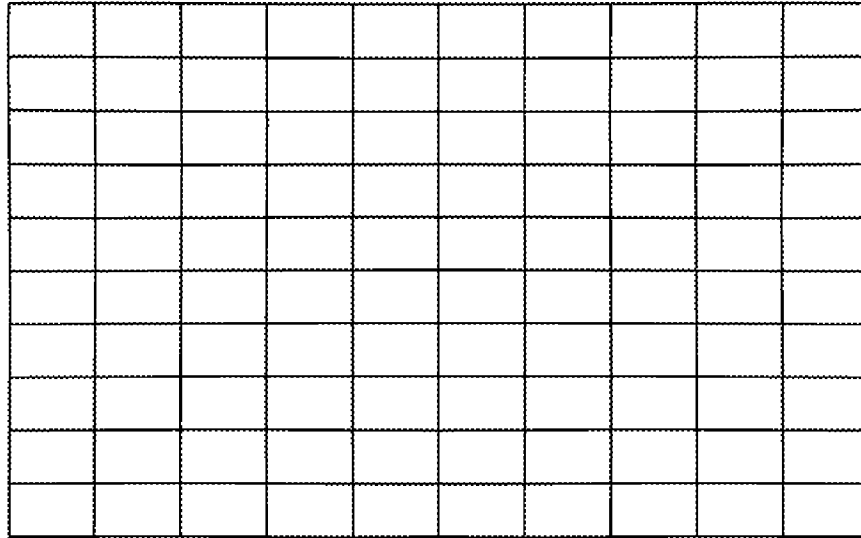
[図4C]

実施例3 スポットダイアグラム (サイズ：1マス5mm)



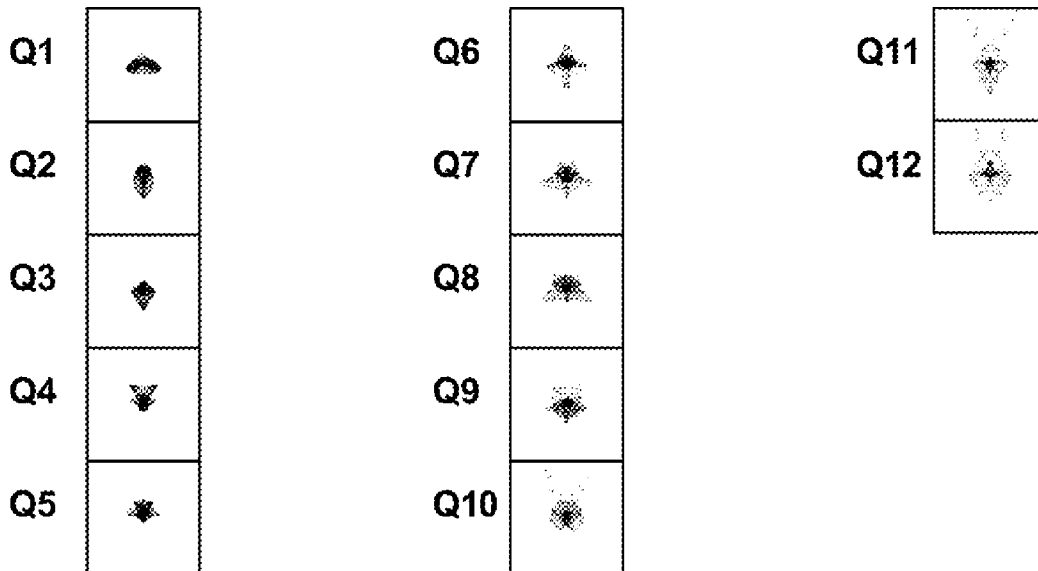
[図5B]

実施例4 歪曲収差

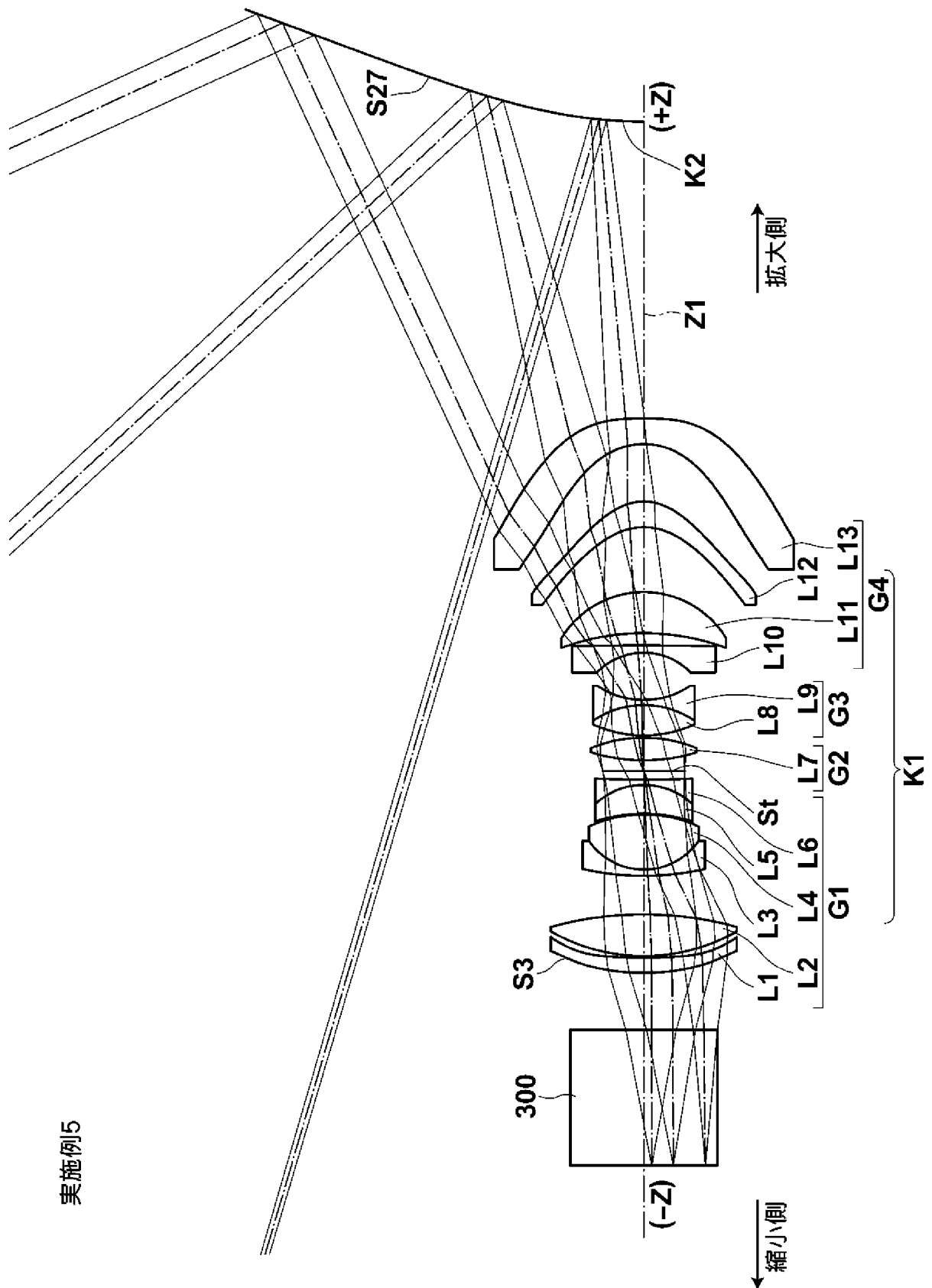


[図5C]

実施例4 スポットダイアグラム (サイズ：1マス5mm)

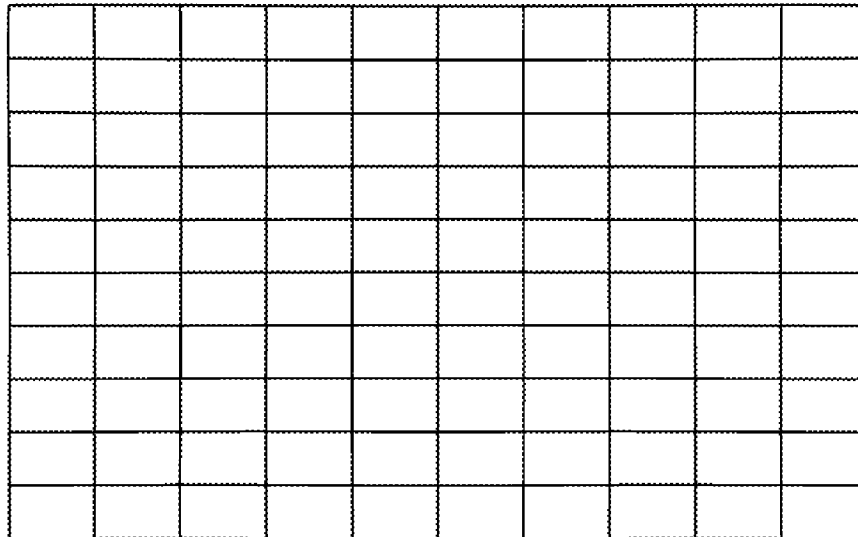


[図6A]



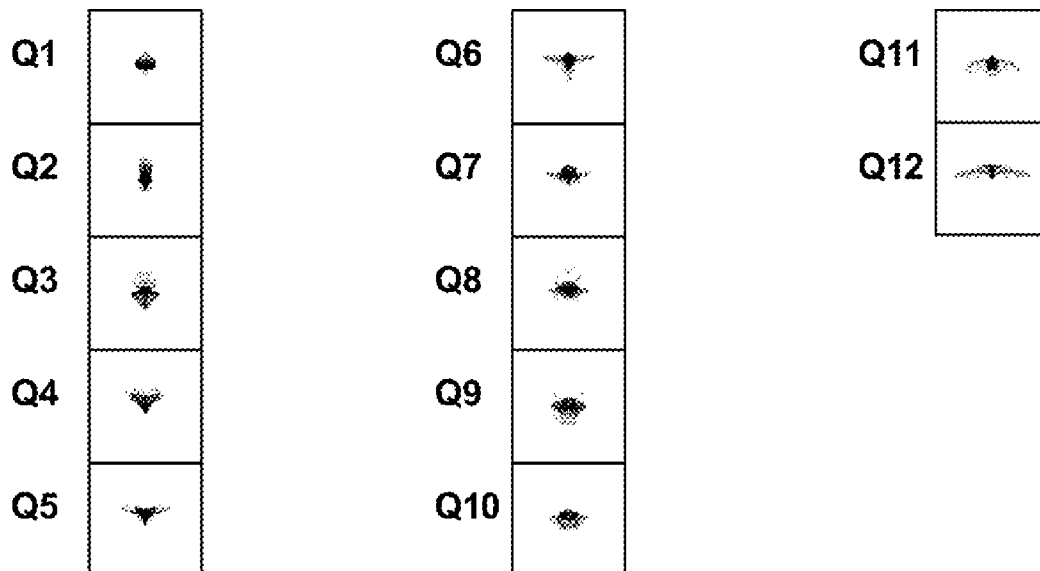
[図6B]

実施例5 歪曲収差

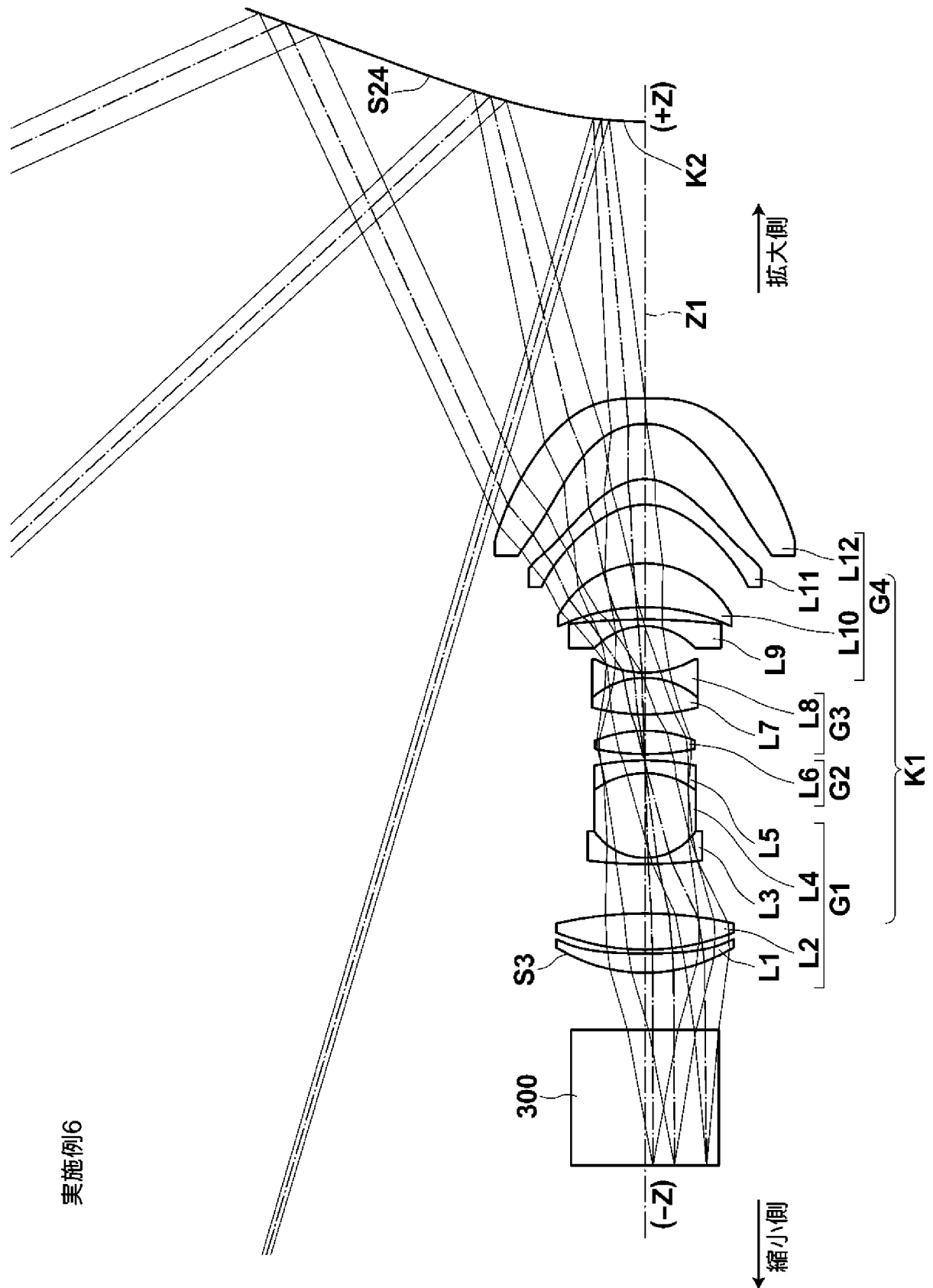


[図6C]

実施例5 スポットダイアグラム (サイズ：1マス5mm)

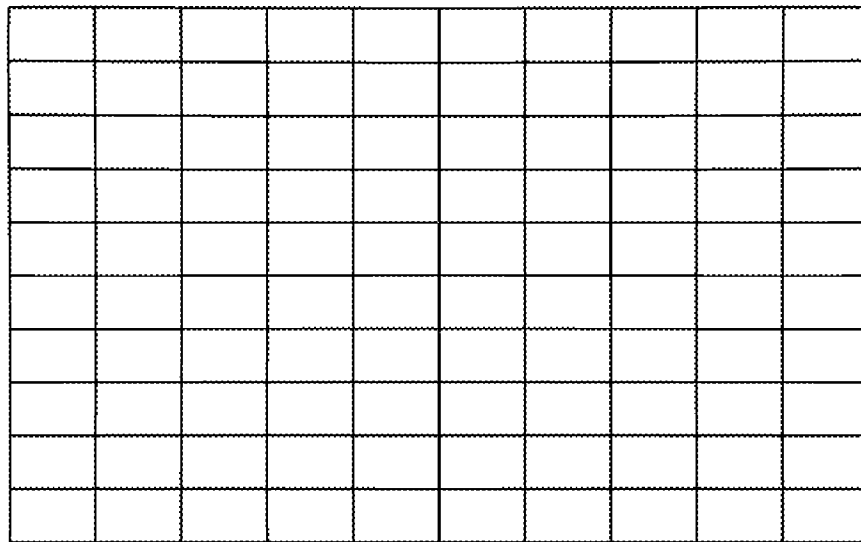


[図7A]



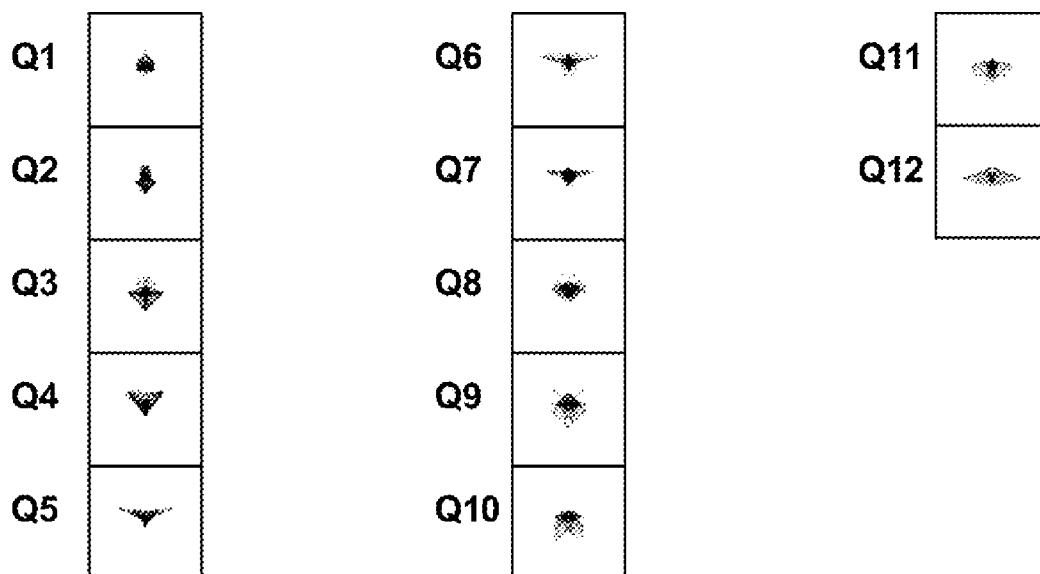
[図7B]

実施例6 歪曲収差



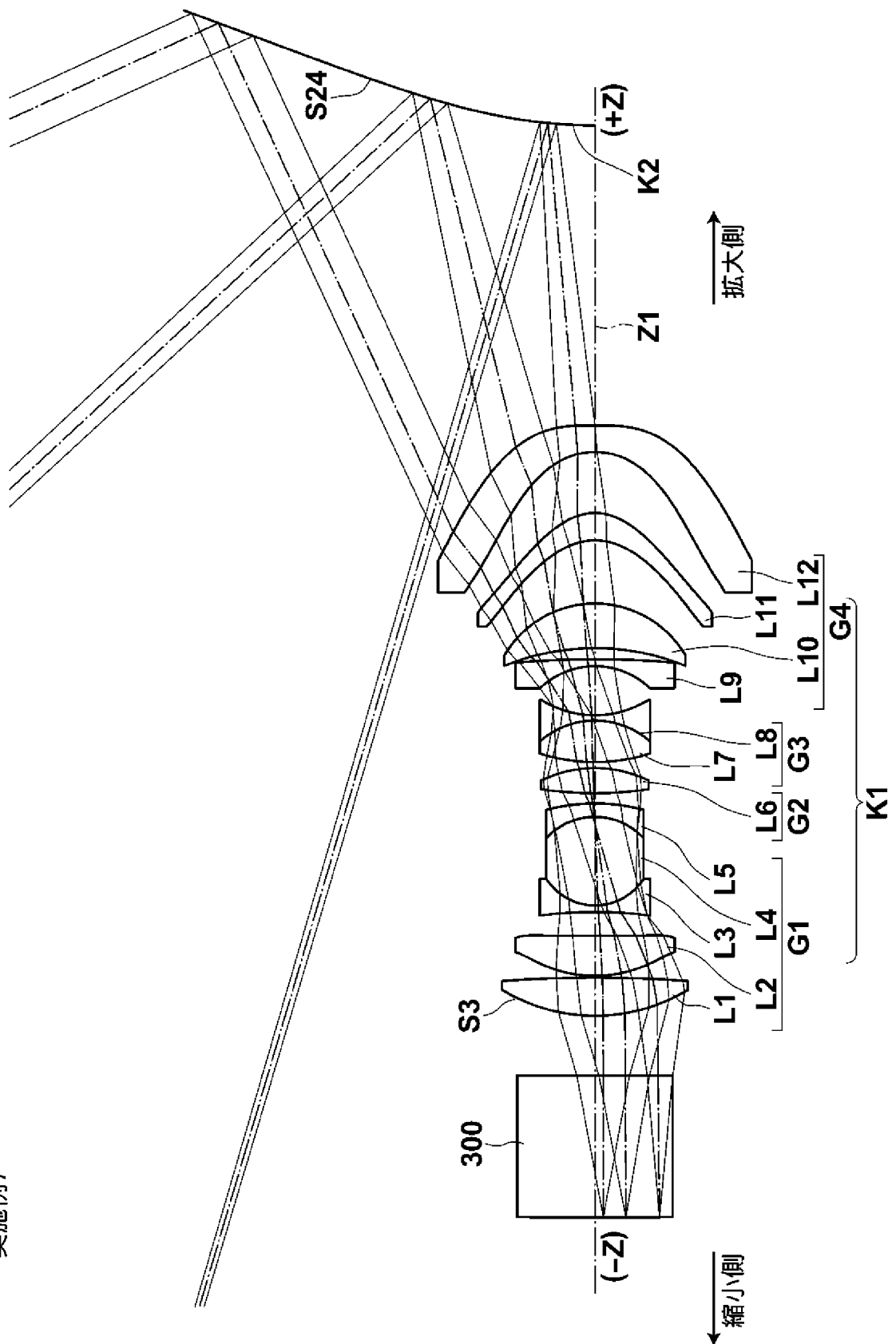
[図7C]

実施例6 スポットダイアグラム (サイズ: 1マス5mm)



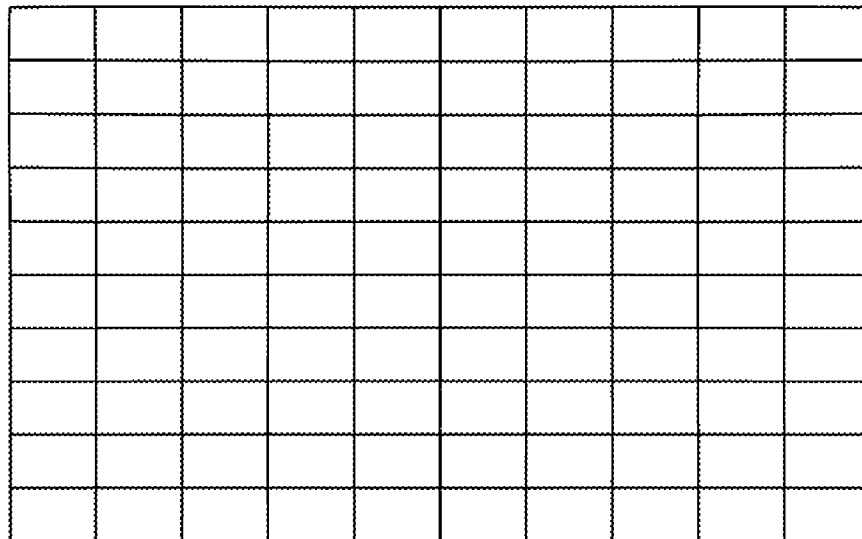
[図8A]

実施例7



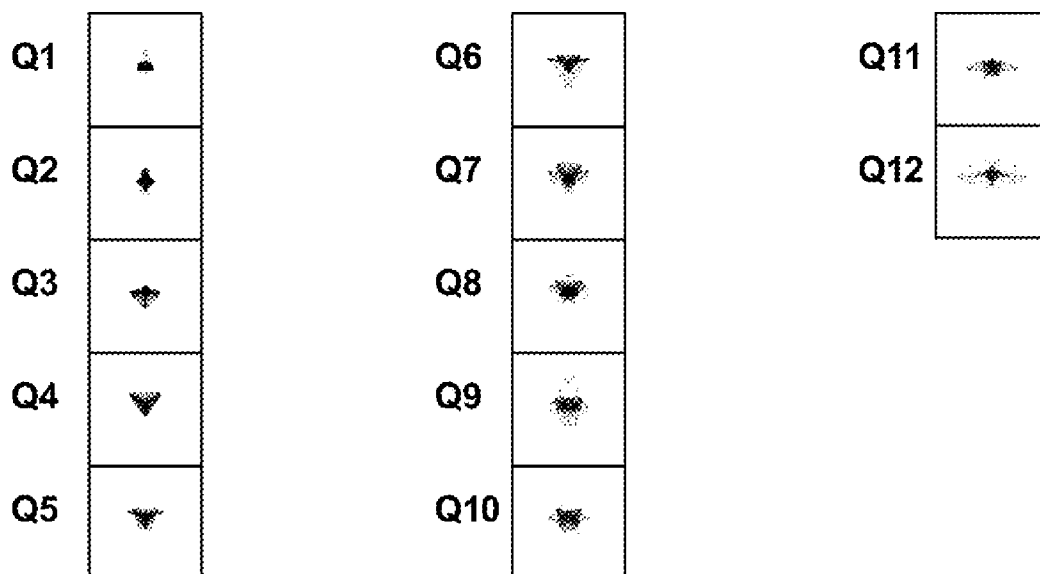
[図8B]

実施例7 歪曲収差

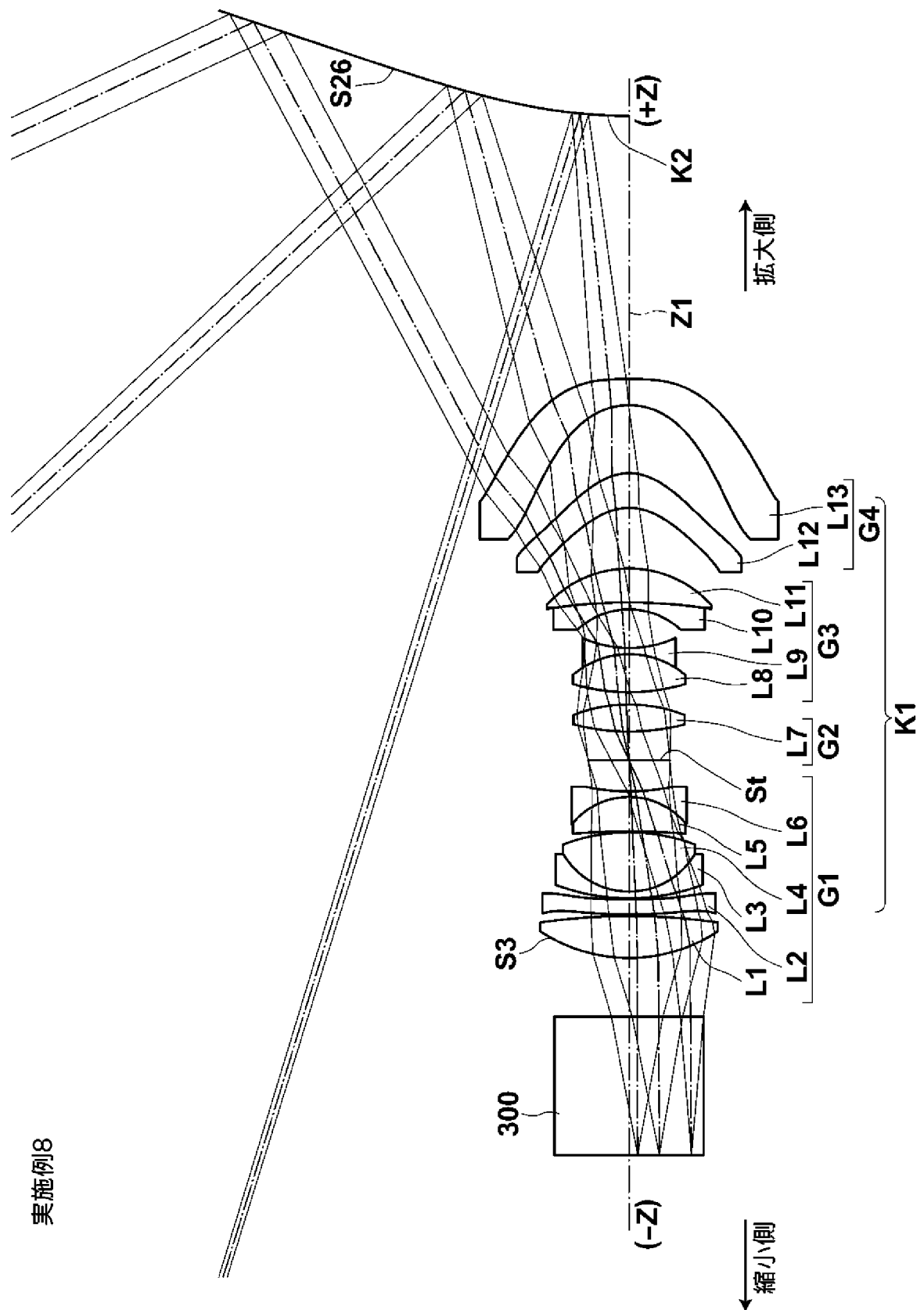


[図8C]

実施例7 スポットダイアグラム (サイズ：1マス5mm)

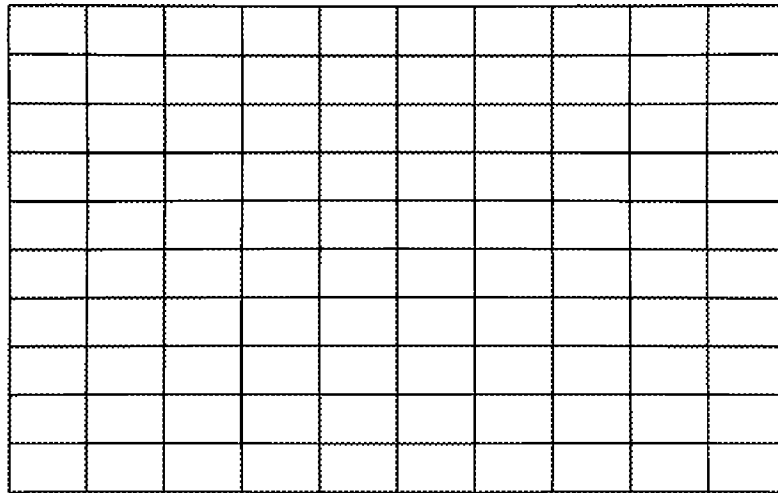


[図9A]



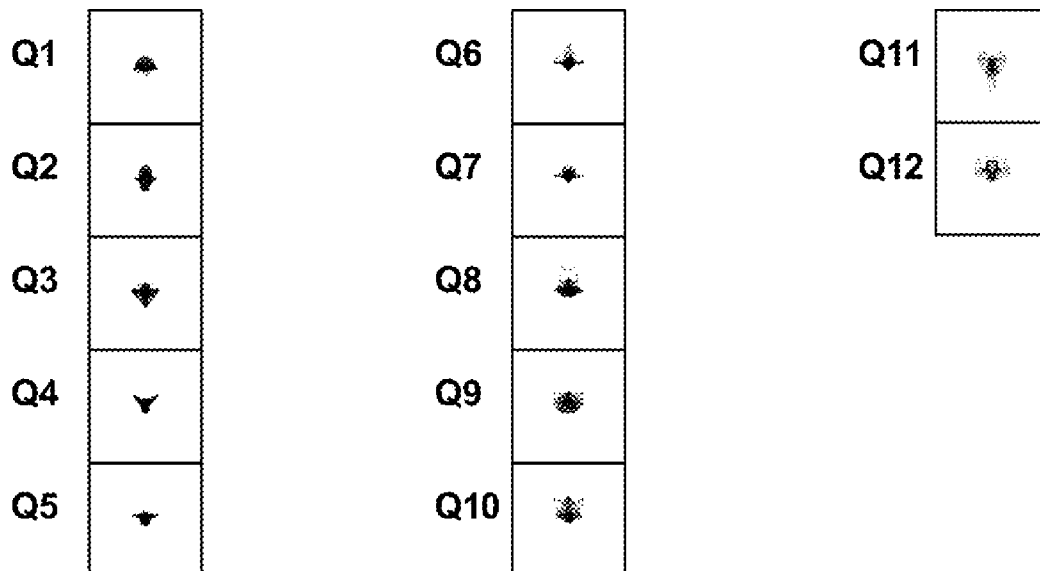
[図9B]

実施例8 歪曲収差



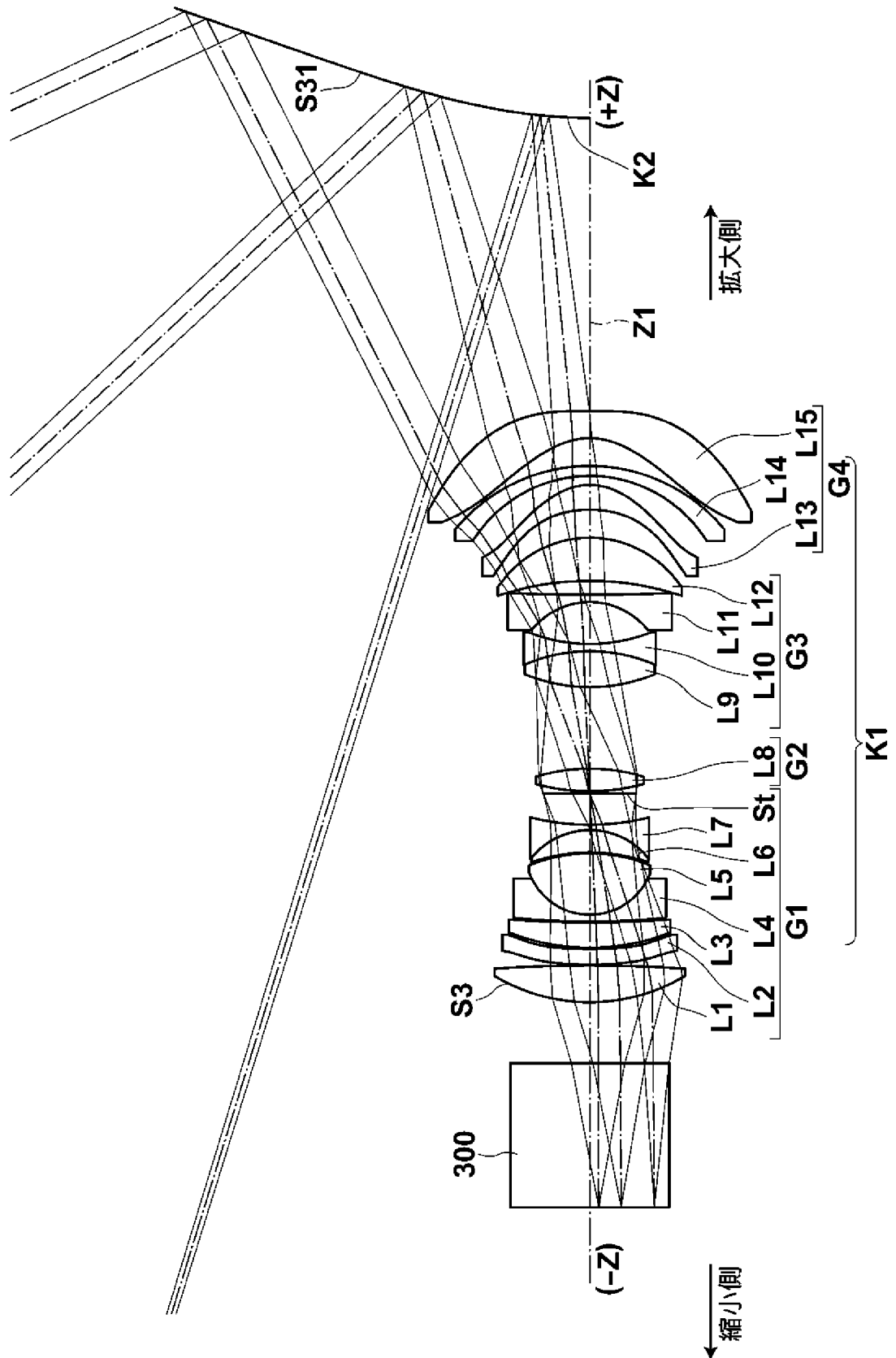
[図9C]

実施例8 スポットダイアグラム (サイズ: 1マス5mm)



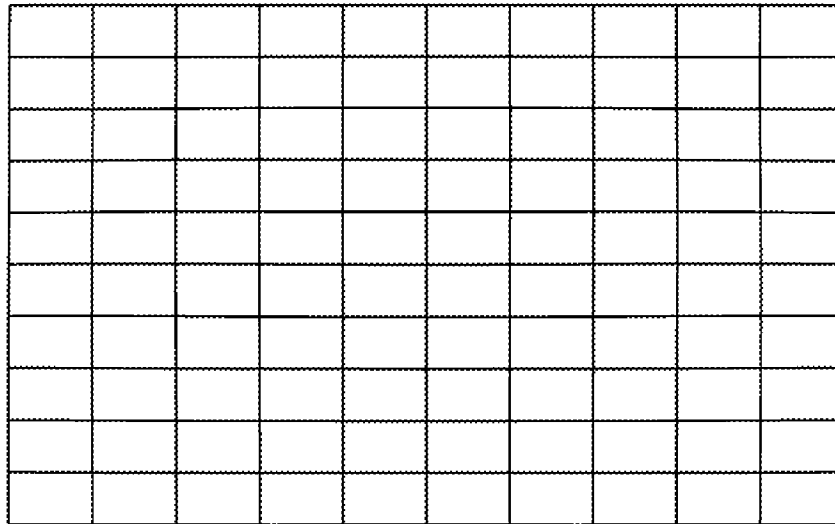
[図10A]

実施例9



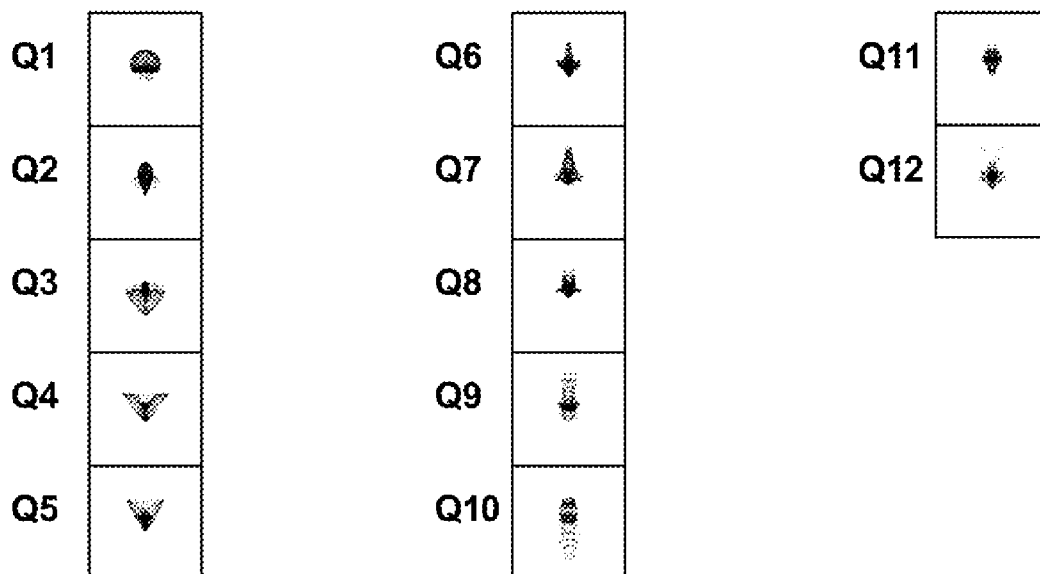
[図10B]

実施例9 歪曲収差

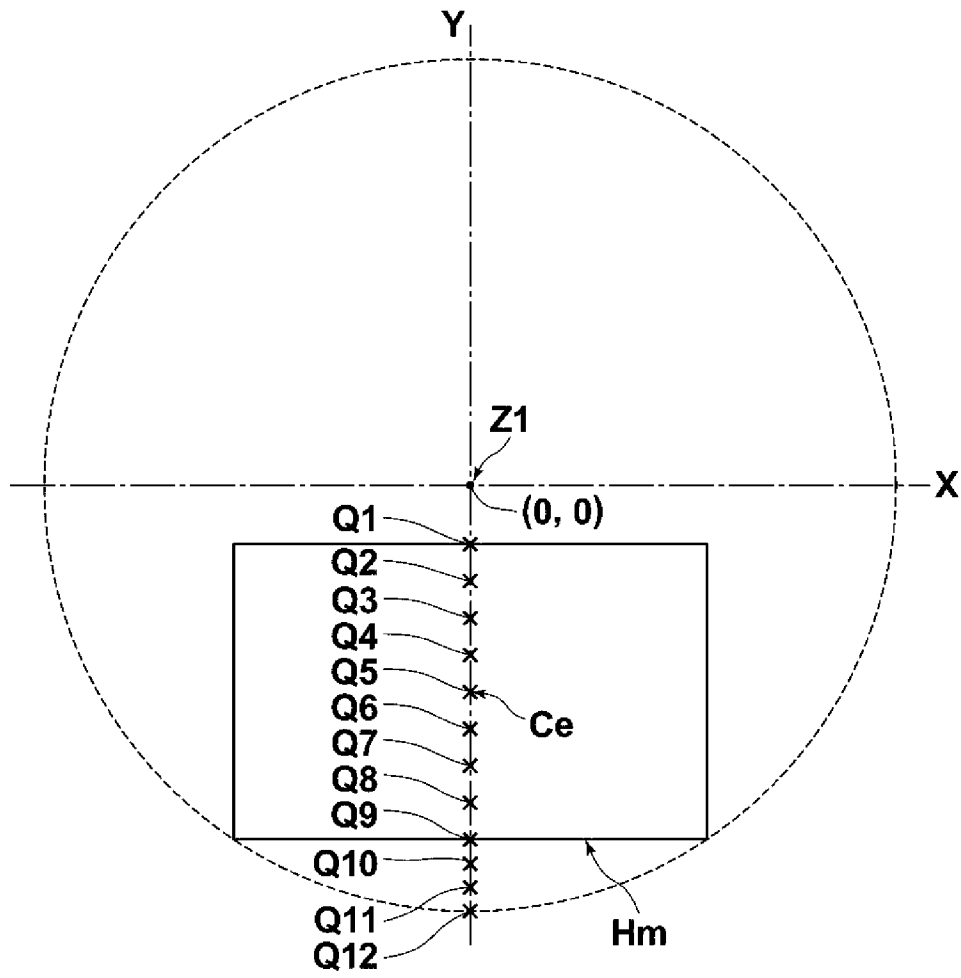


[図10C]

実施例9 スポットダイアグラム (サイズ：1マス5mm)



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/001849

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B17/08 (2006.01) i, G02B13/18 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B17/08, G02B13/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2006-195433 A (Nittoh Kogaku Kabushiki Kaisha), 27 July 2006 (27.07.2006), paragraphs [0012], [0013], [0023]; fig. 3 & US 2006/0132723 A1	1, 3, 5, 6, 7 2, 4
Y	JP 2007-17707 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 25 January 2007 (25.01.2007), paragraphs [0009] to [0011] (Family: none)	2, 4
Y	JP 2006-243019 A (Ricoh Optical Industries Co., Ltd.), 14 September 2006 (14.09.2006), paragraph [0052] (Family: none)	2, 4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
22 June, 2012 (22.06.12)

Date of mailing of the international search report
03 July, 2012 (03.07.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/001849

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-209831 A (Seiko Epson Corp.), 11 September 2008 (11.09.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-7
A	JP 2010-204328 A (Topcon Corp.), 16 September 2010 (16.09.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G02B17/08 (2006.01)i, G02B13/18 (2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G02B17/08, G02B13/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2006-195433 A (日東光学株式会社) 2006. 07. 27, 【0012】, 【0013】, 【0023】, 図 3 & US 2006/0132723 A1	1, 3, 5, 6, 7 2, 4
Y	JP 2007-17707 A (松下電器産業株式会社) 2007. 1. 25, 【0009】 - 【0011】 (ファミリーなし)	2, 4
Y	JP 2006-243019 A (リコー光学株式会社) 2006. 09. 14, 【0052】 (フ ァミリーなし)	2, 4

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 2 . 0 6 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

0 3 . 0 7 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

堀井 康司

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 1

2 V

3 7 1 3

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2008-209831 A (セイコーエプソン株式会社) 2008.09.11, 全文全図 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2010-204328 A (株式会社トプコン) 2010.09.16, 全文全図 (ファミリーなし)	1-7