

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2011-237758

(P2011-237758A)

(43) 公開日 平成23年11月24日(2011.11.24)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO2B 13/16 (2006.01)	GO2B 13/16	2H087
GO2B 13/18 (2006.01)	GO2B 13/18	2K103
GO3B 21/14 (2006.01)	GO3B 21/14	Z

審査請求 有 請求項の数 30 O L (全 30 頁)

(21) 出願番号 特願2010-242957 (P2010-242957)
 (22) 出願日 平成22年10月29日 (2010.10.29)
 (31) 優先権主張番号 099114002
 (32) 優先日 平成22年4月30日 (2010.4.30)
 (33) 優先権主張国 台湾 (TW)

(71) 出願人 503098551
 一品光学工業股▲ふん▼有限公司
 台湾 台北市北投区大業路166号9楼
 (74) 代理人 100069578
 弁理士 藤川 忠司
 (74) 代理人 100154014
 弁理士 正木 裕士
 (74) 代理人 100154520
 弁理士 三上 祐子
 (72) 発明者 蔡尚安
 台湾台北市北投▲区▼大業路166▲号▼
 9▲楼▼
 (72) 発明者 徐三偉
 台湾台北市北投▲区▼大業路166▲号▼
 9▲楼▼

最終頁に続く

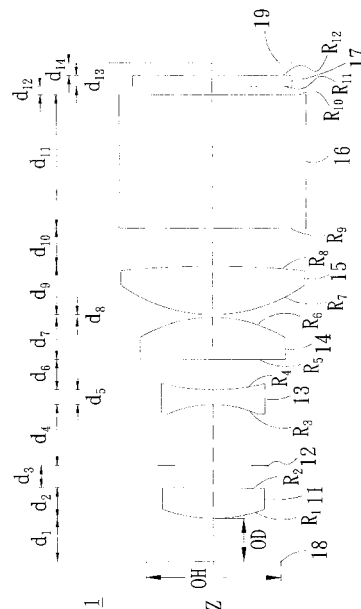
(54) 【発明の名称】 4枚式投影レンズシステム及びその投影装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 4枚式投影レンズシステム及びその投影装置を提供する。

【解決手段】 光源と、光弁19と、投影レンズシステム1とを備える投影装置であって、光源より照明光束を出射した後、光弁に受けて画像光束を形成させる。投影レンズシステムを画像光束の経路に設け、画像光束を受けて投影スクリーン18に投射する。投影レンズシステムは4枚のレンズを備え、投影スクリーンから光弁までに光軸を沿わせて、以下のレンズが順に配設され、即ち、正屈折度を有する第1レンズ11と、負屈折度を有する第2レンズ13と、正屈折度を有する第3レンズ14と、正屈折度を有する第4レンズ15とが順に配設された。投影レンズシステムは、 $0.79 < BFL / TL < 0.99$ の条件を満たしている。また、BFLは、投影レンズシステムの後側焦点距離であり、TLは、投影レンズシステムの光軸上の第1レンズの投影スクリーン側から第4レンズの光弁側までの全長である。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

投影スクリーンと投影装置の光弁との間に設置する投影レンズシステムであって、前記投影レンズシステムは、前記投影スクリーンから前記光弁までに光軸を沿わせて、以下のレンズを順に配設し、

正屈折度を有する第 1 レンズと、

負屈折度を有する第 2 レンズと、

正屈折度を有する第 3 レンズと、

正屈折度を有する第 4 レンズと、を備え、

前記投影レンズシステムは、下記数式 1 を満たすように設計されていることを特徴とする、投影レンズシステム。

10

【数 1】

$$0.79 < BFL / TL < 0.99$$

(数式 1 において、BFL は、前記投影レンズシステムの後側焦点距離であり、TL は、前記投影レンズシステムの前記光軸上の前記第 1 レンズの投影スクリーン側から前記第 4 レンズの光弁側までの全長である。)

【請求項 2】

前記投影レンズシステムの全長は、さらに下記数式 2 を満たすように設計されていることを特徴とする、請求項 1 記載の投影レンズシステム。

20

【数 2】

$$1.47 < TL / L_{LV} < 1.72$$

(数式 2 において、 L_{LV} は、前記光弁の有効対角線の長さであり、TL は、前記投影レンズシステムの前記光軸上の前記第 1 レンズの投影スクリーン側から前記第 4 レンズの光弁側までの全長である。)

【請求項 3】

前記投影レンズシステムの画像高さは、さらに下記数式 3 を満たすように設計されていることを特徴とする、請求項 1 記載の投影レンズシステム。

【数 3】

$$0.52 < OH / OD < 0.59$$

(数式 3 において、OH は、平行入射光線が前記投影レンズシステムへ入射して、投影スクリーンに投射された前記画像高さであり、OD は、前記光軸上の前記投影スクリーンから前記第 1 レンズの投影スクリーン側までの距離である。)

30

【請求項 4】

前記投影レンズシステムの後側焦点距離は、さらに下記数式 4 を満たすように設計されていることを特徴とする、請求項 1 記載の投影レンズシステム。

【数 4】

$$1.1 < f / BFL < 1.29$$

(数式 4 において、f は、前記投影レンズシステムの有効焦点距離であり、BFL は、前記投影レンズシステムの後側焦点距離である。)

40

【請求項 5】

前記投影レンズシステムの前記第 1 レンズの焦点距離は、さらに下記数式 5 を満たすように設計されていることを特徴とする、請求項 1 記載の投影レンズシステム。

【数 5】

$$0.43 < f_1 / f_s < 0.65$$

(数式 5 において、 f_1 は、前記第 1 レンズの焦点距離であり、 f_s は、第 2 レンズ群の合成焦点距離である。前記第 2 レンズ群は、前記第 2 レンズと、前記第 3 レンズと、前記第 4 レンズとを、組み合わせてからなる。)

【請求項 6】

前記投影レンズシステムの平均屈折率 N_{dave} は、さらに下記数式 6 を満たすように設計されていることを特徴とする、請求項 1 記載の投影レンズシステム。

50

【数 6】

$$1.58 < N_{\text{dave}} < 1.65$$

(数式 6 において、前記平均屈折率 N_{dave} は、前記第 1 レンズと、前記第 2 レンズと、前記第 3 レンズと、前記第 4 レンズとの屈折率で得られた数学的な平均数である。)

【請求項 7】

前記投影レンズシステムの平均アッベ数 V_{dave} は、さらに下記数式 7 を満たすように設計されていることを特徴とする、請求項 1 記載の投影レンズシステム。

【数 7】

$$53.1 < V_{\text{dave}} < 56.8$$

(数式 7 において、前記平均アッベ数 V_{dave} は、前記第 1 レンズと、前記第 2 レンズと、前記第 3 レンズと、前記第 4 レンズとのアッベ数で得られた数学的な平均数である。)

10

【請求項 8】

前記第 1 レンズは平凸レンズであり、前記第 1 レンズの凸面は投影スクリーン向くように取り付けることを特徴とする、請求項 1 記載の投影レンズシステム。

【請求項 9】

前記第 2 レンズは、両凹レンズであることを特徴とする、請求項 1 記載の投影レンズシステム。

【請求項 10】

前記第 3 レンズは、凹凸レンズであり、前記第 3 レンズの凹面は前記投影スクリーン向くように取り付けることを特徴とする、請求項 1 記載の投影レンズシステム。

20

【請求項 11】

前記第 4 レンズは、両凸レンズであることを特徴とする、請求項 1 記載の投影レンズシステム。

【請求項 12】

前記第 1 レンズと前記第 2 レンズとの間に設ける開口絞りをさらに含むことを特徴とする、請求項 1 記載の投影レンズシステム。

【請求項 13】

前記第 1 レンズと、前記第 2 レンズと、前記第 3 レンズと、前記第 4 レンズとのいずれのレンズとも、投影スクリーン側及び光弁側が球面であることを特徴とする、請求項 1 記載の投影レンズシステム。

30

【請求項 14】

前記第 1 レンズと、前記第 2 レンズと、前記第 3 レンズとのいずれのレンズとも、投影スクリーン側及び光弁側が球面であり、前記第 4 レンズの投影スクリーン側面及び光弁側が非球面であることを特徴とする、請求項 1 記載の投影レンズシステム。

【請求項 15】

前記第 1 レンズと、前記第 2 レンズと、前記第 3 レンズと、前記第 4 レンズとのいずれもガラス部材からなることを特徴とする、請求項 1 記載の投影レンズシステム。

【請求項 16】

前記第 1 レンズと、前記第 2 レンズと、前記第 3 レンズと、前記第 4 レンズとのいずれもプラスチック部材からなることを特徴とする、請求項 1 記載の投影レンズシステム。

40

【請求項 17】

前記投影レンズシステムは、テレセントリック式であることを特徴とする、請求項 1 記載の投影レンズシステム。

【請求項 18】

画像を投影スクリーンに投影する投影装置であって、
 照明光束を出射する光源と、
 前記光源の前記照明光束を受ける分光器と、
 前記分光器が受けた前記照明光束を受けて画像光束を生成する光弁と、

50

前記画像光束の経路に配設し、前記画像光束を受けて前記投影スクリーンに投射させる請求項 1 記載の投影レンズシステムと、
を備えることを特徴とする、投影装置。

【請求項 19】

前記光弁の有効対角線の長さは、さらに下記数式 8 を満たすように設計されていることを特徴とする、請求項 18 記載の投影装置。

【数 8】

$$1.47 < TL / L_{LV} < 1.72$$

(数式 8 において、 L_{LV} は、前記光弁の有効対角線の長さであり、 TL は、前記投影レンズシステムの前記光軸上の前記第 1 レンズの投影スクリーン側から前記第 4 レンズの光弁側までの全長である。)

10

【請求項 20】

前記投影スクリーンと前記第 1 レンズの投影スクリーン側との距離は、下記数式 9 を満たすように設計されていることを特徴とする、請求項 18 記載の投影装置。

【数 9】

$$0.52 < OH / OD < 0.59$$

(数式 9 において、 OH は、平行入射光線が前記投影レンズシステムへ入射して、投影スクリーンに投射された画像高さであり、 OD は、前記光軸上の前記投影スクリーンから前記第 1 レンズの投影スクリーン側までの距離である。)

20

【請求項 21】

前記投影レンズシステムの後側焦点距離は、さらに下記数式 10 を満たすように設計されていることを特徴とする、請求項 18 記載の投影装置。

【数 10】

$$1.1 < f / BFL < 1.29$$

(数式 10 において、 f は、前記投影レンズシステムの有効焦点距離であり、 BFL は、前記投影レンズシステムの後側焦点距離である。)

【請求項 22】

前記投影レンズシステムの前記第 1 レンズの焦点距離は、さらに下記数式 11 を満たすように設計されていることを特徴とする、請求項 18 記載の投影装置。

【数 11】

$$0.43 < f_1 / f_s < 0.65$$

(数式 11 において、 f_1 は、前記第 1 レンズの焦点距離であり、 f_s は、第 2 レンズ群の総合(合成)焦点距離である。前記第 2 レンズ群は、前記第 2 レンズと、前記第 3 レンズと、前記第 4 レンズとを、組み合わせてからなる。)

30

【請求項 23】

前記投影レンズシステムの平均屈折率 N_{dave} は、さらに下記数式 12 を満たすように設計されていることを特徴とする、請求項 18 記載の投影装置。

【数 12】

$$1.58 < N_{dave} < 1.65$$

(数式 12 において、前記平均屈折率 N_{dave} は、前記第 1 レンズと、前記第 2 レンズと、前記第 3 レンズと、前記第 4 レンズとの屈折率で得られた数学的な平均数である。)

40

【請求項 24】

前記投影レンズシステムの平均アッペ数 V_{dave} は、さらに数式 13 を満たすように設計されていることを特徴とする、請求項 18 記載の投影装置。

【数 13】

$$53.1 < V_{dave} < 56.8$$

(数式 13 において、前記平均アッペ数 V_{dave} は、前記第 1 レンズと、前記第 2 レンズと、前記第 3 レンズと、前記第 4 レンズとのアッペ数で得られた数学的な平均数である。)

50

【請求項 25】

前記投影レンズシステムは、テレセントリック式であることを特徴とする、請求項 18 記載の投影装置。

【請求項 26】

前記光弁は、単結晶シリコン基板 (L C O S) 型液晶表示パネルであることを特徴とする、請求項 18 記載の投影装置。

【請求項 27】

前記分光器は、極化分光器であることを特徴とする、請求項 18 記載の投影装置。

【請求項 28】

前記極化分光器は、偏極化分光レンズ (P B S) であることを特徴とする、請求項 27 記載の投影装置。

10

【請求項 29】

前記偏極化分光レンズからなる極化分光器は、さらに下記数式 14、15 を満たすように設計されていることを特徴とする、請求項 28 記載の投影装置。

【数 14】

$$1.62 < N_{dPBS} < 1.67$$

【数 15】

$$33.6 < V_{dPBS} < 64.3$$

(数式 14 において、 N_{dPBS} は、前記偏極化分光レンズの屈折率であり、数式 15 において、 V_{dPBS} は、前記偏極化分光レンズのアッペ数である。)

20

【請求項 30】

前記分光器は、非極化分光器であることを特徴とする、請求項 18 記載の投影装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、大型又は小型投影機とスライド投影システムに適用する 4 枚式投影レンズシステムに関し、また、4 枚式投影レンズシステムが備える投影装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 に開示されるように、従来の投影機 (Projector) に用いる投影レンズのレンズ群の構成は、いくつかの群に分かれており、各レンズ群に数枚のレンズを備え、各レンズ群を有する屈折度は、正屈折度だったり、負屈折度である。このような投影レンズは、よい解像度 (Resolution) が得られるが、レンズの枚数が多く必要とされるため、投影機の全体体積が大きくなり、それにつれて生産コストが高い問題が存する。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】米国特許第 7,391,578 号明細書

【特許文献 2】米国特許第 4,690,515 号明細書

50

【特許文献3】米国特許第4,564,269号明細書

【特許文献4】米国特許第4,770,513号明細書

【特許文献5】米国特許第4,603,950号明細書

【特許文献6】米国特許第7,626,764号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

10 投影機を携帯式電子装置（たとえば、携帯電話機）に整合させるため、投影機のサイズを小さくしなければならない。そのため、投影レンズの枚数を軽減することが必需となる。そして、投影機のサイズをより小さくするとともに、好適的な高解像度を有する投影画像の要望も要求されている。投影レンズの解像度と全体の体積に影響する要素は、レンズの枚数及びその相関位置、各レンズの屈折度及び各レンズの形状等が挙げられる。そのうち、レンズの枚数は主要なキーポイントの一つの要素である。設計者がよい解像度と優れる変調伝達関数（Modulation Transfer Function, MTF）効果の投影レンズの設計にあたり、レンズの枚数を増やすことが一番頻繁に使用されている手段である。ただし、このような手段ではレンズのサイズとコストに影響される。よって、レンズのサイズと枚数を減らして、かつ、よい解像度を得ることが常に存在する課題であった。

【0005】

20 特許文献2には、3枚式レンズの投影レンズが開示されている。その屈折度は、順に追って正屈折度、正屈折度、負屈折度である。また、特許文献3、特許文献4に記載されたような4枚式投影レンズの屈折度は、結像側から順に追って正、正、負、負である。若しくは、特許文献5に記載されたように、その屈折度は結像側から順に追って正、正、正、負である。さらに、特許文献6に記載されたように、その屈折度は結像側から順に追って正、負、正、正である。前記投影レンズの枚数は少ないが、投影レンズの光弁（または結像器）に対する比例が大きすぎ、かつ投影視角が小さすぎる。特に、小さい投影視角を有するレンズが使用されている際、レンズから投影スクリーンの距離を大きくする必要があり、それがために、投影機の体積を小さくすることができない。よって、本発明は、上記公知の投影レンズの欠点に対して、後側焦点距離を短縮しても投影視角の法則にしたがっており、そして光弁との比例が小さい投影レンズのサイズ及びより広い投影視角が得られ 30、光源、分光器等の素子とを組み合わせる投影装置になることができ、大型、小型の投影機またはスライド投影システムに適用できる発明を提案する。

【課題を解決するための手段】

【0006】

40 上記課題を解決するために、本発明の目的は、投影スクリーンと投影装置の光弁との間に設置できる投影レンズシステムを提供することである。請求項1に記載のように、投影レンズシステムは、投影スクリーンから光弁までに光軸を沿わせて、正屈折度（Positive Refraction Factor）を有する第1レンズと、負屈折度（Negative Refraction Factor）を有する第2レンズと、正屈折度を有する第3レンズと、正屈折度を有する第4レンズが順番に配設される。そして、その投影レンズシステムは、下記数式1を満たすように設計されていることが好ましい。

【数1】

$$0.79 < BFL / TL < 0.99$$

数式1において、BFLは、投影レンズシステムの後側焦点距離であり、TLは、投影レンズシステムの光軸上の第1レンズの投影スクリーン側から第4レンズの光弁側までの全長である。

また、請求項2に記載のように、投影レンズシステムの全長は、さらに下記数式2を満たすように設計されていることが好ましい。

【数 2】

$$1.47 < TL / L_{LV} < 1.72$$

数式 2 において、 L_{LV} は、光弁の有効対角線の長さであり、 TL は、投影レンズシステムの光軸上の第 1 レンズの投影スクリーン側から第 4 レンズの光弁側までの全長である。

また、請求項 3 に記載のように、投影レンズシステムの画像高さは、さらに下記数式 3 を満たすように設計されていることが好ましい。

【数 3】

$$0.52 < OH / OD < 0.59$$

数式 3 において、 OH は、平行入射光線が前記投影レンズシステムへ入射して、投影スクリーンに投射された前記画像高さであり、 OD は、前記光軸上の前記投影スクリーンから前記第 1 レンズの投影スクリーン側までの距離である。

10

請求項 4 に記載のように、投影レンズシステムの後側焦点距離は、さらに下記数式 4 を満たすように設計されていることが好ましい。

【数 4】

$$1.1 < f / BFL < 1.29$$

数式 4 において、 f は、投影レンズシステムの有効焦点距離であり、 BFL は、投影レンズシステムの後側焦点距離である。

請求項 5 に記載のように、投影レンズシステムの第 1 レンズの焦点距離は、さらに下記数式 5 を満たすように設計されていることが好ましい。

20

【数 5】

$$0.43 < f_1 / f_s < 0.65$$

数式 5 において、 f_1 は、第 1 レンズの焦点距離であり、 f_s は、第 2 レンズ群の合成焦点距離である。第 2 レンズ群は、第 2 レンズと、第 3 レンズと、第 4 レンズとを、組み合わせてからなる。

請求項 6 に記載のように、投影レンズシステムの平均屈折率 N_{dave} は、さらに下記数式 6 を満たすように設計されていることが好ましい。

【数 6】

$$1.58 < N_{dave} < 1.65$$

30

数式 6 において、平均屈折率 N_{dave} は、第 1 レンズと、第 2 レンズと、第 3 レンズと、第 4 レンズとの屈折率で得られた数学的な平均数である。

請求項 7 に記載のように、投影レンズシステムの平均アッペ数 V_{dave} は、さらに下記数式 7 を満たすように設計されていることが好ましい。

【数 7】

$$53.1 < V_{dave} < 56.8$$

数式 7 において、平均アッペ数 V_{dave} は、第 1 レンズと、第 2 レンズと、第 3 レンズと、第 4 レンズとのアッペ数で得られた数学的な平均数である。

さらに、請求項 8 に記載のように、第 1 レンズは、平凸レンズであり、第 1 レンズの凸面は投影スクリーンに向くように取り付けることが好ましい。若しくは、請求項 9 に記載のように、第 2 レンズは、両凹レンズであることが好ましい。また、請求項 10 に記載のように、第 3 レンズは、凹凸レンズであり、第 3 レンズの凹面は前記投影スクリーン向くように取り付けることが好ましい。そして、請求項 11 に記載のように、第 4 レンズは、両凸レンズであることが好ましい。

40

また、請求項 12 に記載のように、第 1 レンズと第 2 レンズとの間に設ける開口絞りをさらに含んでもよい。

請求項 13 に記載のように、第 1 レンズと、第 2 レンズと、第 3 レンズと、第 4 レンズとのいずれのレンズとも、投影スクリーン側及び光弁側が球面であってもよい。若しくは、請求項 14 に記載のように、第 1 レンズと、第 2 レンズと、第 3 レンズとのいずれのレンズとも、投影スクリーン側及び光弁側が球面であって、第 4 レンズの投影スクリーン側

50

面及び光弁側が非球面であってもよい。

また、請求項 15 に記載のように、第 1 レンズと、第 2 レンズと、第 3 レンズと、第 4 レンズとのいずれもガラス部材からなることが好ましい。若しくは、請求項 16 に記載のように、第 1 レンズと、第 2 レンズと、第 3 レンズと、第 4 レンズとのいずれもプラスチック部材からなることが好ましい。

請求項 17 に記載のように、投影レンズシステムは、テレセントリック式であってもよい。

【0007】

本発明の別の目的は、請求項 18 に記載のように、照明光束を出射する光源と、その照明光束を受ける分光器と、分光器が受けた照明光束を受けて画像を生成する光弁と、画像光束の経路に配設し、その画像光束を受けて投影スクリーンに投射させる上記投影レンズシステムのいずれかを備える投影装置を提供する。

また、請求項 19 に記載のように、光弁の有効対角線の長さは、さらに下記数式 8 を満たすように設計されていることが好ましい。

【数 8】

$$1.47 < TL / L_{LV} < 1.72$$

数式 8 において、 L_{LV} は、光弁の有効対角線の長さであり、 TL は、投影レンズシステムの光軸上の第 1 レンズの投影スクリーン側から第 4 レンズの光弁側までの全長である。

請求項 20 に記載のように、投影スクリーンと第 1 レンズの投影スクリーン側との距離は、下記数式 9 を満たすように設計されていることが好ましい。

【数 9】

$$0.52 < OH / OD < 0.59$$

数式 9 において、 OH は、平行入射光線が投影レンズシステムへ入射して、投影スクリーンに投射された画像高さであり、 OD は、光軸上の投影スクリーンから第 1 レンズの投影スクリーン側までの距離である。

請求項 21 に記載のように、投影レンズシステムの後側焦点距離は、さらに下記数式 10 を満たすように設計されていることが好ましい。

【数 10】

$$1.1 < f / BFL < 1.29$$

数式 10 において、 f は、投影レンズシステムの有効焦点距離であり、 BFL は、投影レンズシステムの後側焦点距離である。

請求項 22 に記載のように、投影レンズシステムの第 1 レンズの焦点距離は、さらに下記数式 11 を満たすように設計されていることが好ましい。

【数 11】

$$0.43 < f_1 / f_s < 0.65$$

数式 11 において、 f_1 は、第 1 レンズの焦点距離であり、 f_s は、第 2 レンズ群の総合（合成）焦点距離である。第 2 レンズ群は、第 2 レンズと、第 3 レンズと、第 4 レンズとを、組み合わせてからなる。

請求項 23 に記載のように、投影レンズシステムの平均屈折率 N_{dave} は、さらに下記数式 12 を満たすように設計されていることが好ましい。

【数 12】

$$1.58 < N_{dave} < 1.65$$

数式 12 において、平均屈折率 N_{dave} は、第 1 レンズと、第 2 レンズと、第 3 レンズと、第 4 レンズとの屈折率で得られた数学的な平均数である。

請求項 24 に記載のように、投影レンズシステムの平均アッペ数 V_{dave} は、さらに数式 13 を満たすように設計されていることが好ましい。

【数 13】

$$53.1 < V_{dave} < 56.8$$

数式 13 において、平均アッペ数 V_{dave} は、第 1 レンズと、第 2 レンズと、第 3 レ

10

20

30

40

50

ンズと、第 4 レンズとのアッペ数で得られた数学的な平均数である。

請求項 25 に記載のように、投影レンズシステムは、テレセントリック式であってもよい。

また、請求項 26 に記載のように、光弁は、単結晶シリコン基板 (L C O S) 型液晶表示パネルであって、請求項 27 に記載のように、分光器は、極化分光器であってもよい。さらに、請求項 28 に記載のように、極化分光器は、偏極化分光レンズ (P B S) であってもよい。そして、請求項 29 に記載のように、その偏極化分光レンズからなる極化分光器は、さらに下記数式 14、15 を満たすように設計されていることが好ましい。

【数 14】

$$1.62 < N_{dPBS} < 1.67$$

10

【数 15】

$$33.6 < V_{dPBS} < 64.3$$

数式 14 において、 N_{dPBS} は、偏極化分光レンズの屈折率であり、数式 15 において、 V_{dPBS} は、偏極化分光レンズのアッペ数である。

また、請求項 30 に記載のように、その分光器は、非極化分光器であってもよい。

【発明の効果】

【0008】

本発明に係る投影レンズシステムによれば、投影レンズシステムの相対長さを有効に短縮でき、かつ投影レンズシステムがより広い視角を有することができるほか、本発明に係る投影装置の寸法を短縮することもできる。

20

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図 1】本発明に係る投影レンズシステムの光学構造概略図である。

【図 2】本発明の投影装置の一実施例の構造概略図である。

【図 3】本発明に係る投影レンズシステムの実施例 1 の光路構造概略図である。

【図 4】本発明に係る投影レンズシステムの実施例 1 の像面湾曲図である。

【図 5】本発明に係る投影レンズシステムの実施例 1 の歪曲収差図である。

【図 6】本発明に係る投影レンズシステムの実施例 1 の軸方向収差図である。

【図 7】本発明に係る投影レンズシステムの実施例 2 の光路構造概略図である。

【図 8】本発明に係る投影レンズシステムの実施例 2 の像面湾曲図である。

30

【図 9】本発明に係る投影レンズシステムの実施例 2 の歪曲収差図である。

【図 10】本発明に係る投影レンズシステムの実施例 2 の軸方向収差図である。

【図 11】本発明に係る投影レンズシステムの実施例 3 の光路構造概略図である。

【図 12】本発明に係る投影レンズシステムの実施例 3 の像面湾曲図である。

【図 13】本発明に係る投影レンズシステムの実施例 3 の歪曲収差図である。

【図 14】本発明に係る投影レンズシステムの実施例 3 の軸方向収差図である。

【図 15】本発明に係る投影レンズシステムの実施例 4 の光路構造概略図である。

【図 16】本発明に係る投影レンズシステムの実施例 4 の像面湾曲図である。

【図 17】本発明に係る投影レンズシステムの実施例 4 の歪曲収差図である。

【図 18】本発明に係る投影レンズシステムの実施例 4 の軸方向収差図である。

40

【図 19】本発明に係る投影レンズシステムの実施例 5 の光路構造概略図である。

【図 20】本発明に係る投影レンズシステムの実施例 5 の像面湾曲図である。

【図 21】本発明に係る投影レンズシステムの実施例 5 の歪曲収差図である。

【図 22】本発明に係る投影レンズシステムの実施例 5 の軸方向収差図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

本発明に係る構造及び技術特徴をより完全に理解するために、その詳細な内容について以下の実施例説明及び添付図面が参照される。

【0011】

図 1 は本発明に係る投影レンズシステムの光学構造概略図である。図 1 に示すように本

50

発明に係る投影レンズシステム 1 は、投影スクリーン 18 から光弁 19 までに光軸 Z を沿わせて、第 1 レンズ 11、開口絞り 12、第 2 レンズ 13、第 3 レンズ 14、第 4 レンズ 15、分光器 16 及び板ガラス 17 が順番に配設される。

【0012】

第 1 レンズ 11 は、正屈折度を有する平凸レンズであり、屈折率 (N_{d1}) が 1.55 より大きく、アッペ数 (V_{d1}) が 61.16 より大きいガラスまたはプラスチック部材からなってもよい。ただし、この限りでない。そして、その凸面は投影スクリーン 18 に向くように、その平面は、光弁 19 に向くように取り付けられてもよい。また、凸面と凹面とも球面でもよいし、或いは少なくとも片面が非球面でもよいし、若しくは両面とも非球面であってもよい。

10

【0013】

開口絞り (Aperture Stop) 12 は、中置きの絞り装置であり、第 1 レンズ 11 と第 2 レンズ 13 との間に配設し、その開口絞り 12 は、第 1 レンズ 11 の平面上に設けてもよい。

【0014】

第 2 レンズ 13 は、負屈折度を有する両凹レンズであり、屈折率 (N_{d2}) が 1.70 より大きく、アッペ数 (V_{d2}) が 30.05 より大きいガラスまたはプラスチック部材からなってもよい。ただし、この限りでない。2 つの凹面とも球面でもよいし、または少なくとも片面が非球面でもよいし、若しくは両凹面とも非球面であってもよい。

20

【0015】

第 3 レンズ 14 は、正屈折度を有する凹凸レンズであり、屈折率 (N_{d3}) が 1.59 より大きく、アッペ数 (V_{d3}) が 61.16 より大きいガラスまたはプラスチック部材からなってもよい。ただし、この限りでない。その凹面は、投影スクリーン 18 に向くように、その凸面は、光弁 19 に向くように取り付けられてもよい。また、凸面と凹面とも球面でもよいし、或いは少なくとも片面が非球面でもよいし、若しくは両面とも非球面であってもよい。

【0016】

第 4 レンズ 15 は、正屈折度を有する両凸レンズであり、屈折率 (N_{d4}) が 1.59 より大きく、アッペ数 (V_{d4}) が 61.16 より大きいガラスまたはプラスチック部材からなってもよい。ただし、この限りでない。2 つの凸面とも球面でもよいし、または少なくとも片面が非球面でもよいし、若しくは両凸面とも非球面であってもよい。

30

【0017】

応用上、投影レンズシステム 1 を分光器 16 と、板ガラス 17 と、光弁 19 との光路上に配設することができる。

【0018】

なお、分光器 (Beam Splitter) 16 は、たとえば、偏極化分光レンズ (Polarization Beam Splitter, PBS)、またはワイヤグリッド型 (Wire Grid Type) 偏振分光板のような極化分光器であってもよいし、若しくは非極化分光器であってもよい。極化分光器である場合には、片極のみの光束を通過させるとともに、他極の光束を反射することができる。分光器 16 が PBS である場合には、屈折率 (N_{d5}) が 1.52 より大きく、アッペ数 (V_{d5}) が 33.85 より大きいガラスからなってもよい。説明都合のため、下記の実施例での分光器 16 は、いずれも PBS で例示するものであるが、ただし、この限りでない。

40

【0019】

光弁 (Light Valve) 19 は、画像光束を形成することができ、デジタルマイクロミラーデバイス (Digital Micro-mirror Device, DMD)、液晶表示パネル (Liquid Crystal Display, LCD)、または単結晶シリコン基板型 (Liquid Crystal on Silicon, LCOS) 液晶表示パネルのいずれかであってもよい。説明都合のため、下記の実施例での光弁 19 は、いずれも LCOS で例示するものであるが、ただし、この限りでない。

50

【0020】

板ガラス17は、普通のガラスであり、屈折率(N_{d6})が1.52より大きく、アッペ数(V_{d6})が63.69より大きいガラスからなってもよい。この板ガラス17は、光弁19を保護できるように光弁19を被覆する。

【0021】

分光器16と、光弁19と、板ガラス17とも公知の投影装置に使用している分光器と、光弁と、板ガラスと同一であってもよいため、ここでの詳細説明を省略する。

【0022】

投影する時に、光弁19は、画像光束を形成して、その画像光束は順を追って板ガラス17、分光器16、第4レンズ15、第3レンズ14、第2レンズ13、開口絞り12と第1レンズ11を通過した後、投影スクリーン18に1つの画像を表示させる。また、本発明に係る投影レンズシステム1の設計は、テレセントリック(Telecentric)型であり、主要光線が、光弁側との挟み角度や光軸との挟み角度などのいずれも3°より小さいため、非テレセントリック系に比べれば、より均一な輝度分布が形成される長所を有する。このほか、本発明は下記数式16~22を満たすように設計することが好ましい。

10

【数16】

$$0.79 < BFL / TL < 0.99$$

【数17】

$$1.47 < TL / L_{LV} < 1.72$$

20

【数18】

$$0.52 < OH / OD < 0.59$$

【数19】

$$1.1 < f / BFL < 1.29$$

【数20】

$$0.43 < f_1 / f_s < 0.65$$

【数21】

$$1.58 < N_{dave} < 1.65$$

【数22】

$$53.1 < V_{dave} < 56.8$$

30

【0023】

数式16において、BFLは、投影レンズシステム1の後側焦点距離、TLは、投影レンズシステム1の光軸上の第1レンズ11の投影スクリーン側から第4レンズ15の光弁側までの全長である。すなわち、 $TL = d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 + d_7 + d_8 + d_9$ のように示すことができる。数式17において、 L_{LV} は、光弁の有効対角線の長さ、 TL / L_{LV} は、光弁19の開孔の異なる大きさによって、投影レンズシステム1の全長に対しての影響度である。数式18において、OHは、平行光線が投影レンズシステム1へ入射して、投影スクリーン18に投射された画像高さであり、OD(または d_1)は、光軸Z上の投影スクリーン18から第1レンズ11の投影スクリーン側までの距離である。数式19において、fは、投影レンズシステム1の有効焦点距離である。このほか、数式20において、投影レンズシステム1の第1レンズ11を第1レンズ群と定義し、第2レンズ13、第3レンズ14及び第4レンズ15を第2レンズ群と定義する。 f_1 は、第1レンズ11の焦点距離であり、 f_s は、第2レンズ群の総合(合成)焦点距離である。数式21、22において、 N_{dave} 及び V_{dave} は投影レンズシステム1の第1レンズ11、第2レンズ13、第3レンズ14と第4レンズ15で得られた数学的な平均屈折率及び平均アッペ数である。

40

【0024】

また、分光器16がPBSで実施する場合には、本発明に係る投影レンズシステム1は、下記数式23~24を満たすように設計することが好ましい。

50

【数 2 3】

$$1.62 < N_{dPBS} < 1.67$$

【数 2 4】

$$33.6 < V_{dPBS} < 64.3$$

【0025】

数式 23、24 において、 N_{dPBS} 及び V_{dPBS} は、PBS の屈折率及びアッペ数である。

【0026】

本発明の目的を達成するために、第 1 レンズ 11、第 2 レンズ 13、第 3 レンズ 14 または第 4 レンズ 15 の光学面（画像光束が通過できる面を意味する）は、球面或いは非球面のいずれのもであってもよい、適用する非球面の方程式（Aspherical Surface Formula）は下記数式 25 を満たすように設計することが好ましい。

10

【数 2 5】

$$Z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{(1 - (1 + K)c^2r^2)}} + \alpha_1 r^2 + \alpha_2 r^4 + \alpha_3 r^6 + \alpha_4 r^8 + \alpha_5 r^{10} + \alpha_6 r^{12} + \alpha_7 r^{14} + \alpha_8 r^{16}$$

【0027】

数式 25 において、 Z は、光軸方向にレンズ上のいずれの点からレンズ原点までの接平面の距離（SAG）、 c は、曲率、 r は、レンズの高さ、 K は、円錐係数（Conic Constant）、 $\alpha_1 \sim \alpha_8$ は、それぞれ 2 ~ 16 次方の非球面係数である。

20

【0028】

上記の構造によれば、本発明に係る投影レンズシステム 1 は、高解像度を有するとともに、レンズの長さを有効に短縮でき、かつ視角が広くなり、小型化と低コストの効果を達成できる。

【0029】

図 2 は、本発明の投影装置の一実施例の構造概略図である。図 2 に示すように、本発明に係る投影レンズシステム 1 を投影装置 2 で応用することができる。投影装置 2 は、照明システム 22 と、分光器 23 と、光弁 24 と上記投影レンズシステム 1 とを備え、ケーシング 21 に取り付けられている。また、照明システム 22 は、照明光束 L を出射できる光源 221 を備えており、その他の照明光束 22 としては、さらに集光レンズ（図示していない）を含んでもよい。この集光レンズによって光源 221 より出射する光線を照明光束 L に集光でき、照明システム 22 の発光効率を向上させる。なお、光源 221 は、高圧水銀ランプ、ハロゲンランプや LED ランプなどでよい。ただし、この限りでない。

30

【0030】

分光器 23 は、照明光束 L を受けて、光弁 24 に投射させる。分光器 23 としては、極化分光器または非偏光ビーム分光器で実施してもよい。また、極化分光器で実施する場合には、偏極化分光レンズ（PBS）またはワイヤグリッド型偏振分光板のいずれかでもよい。分光器 23 が極化分光器である場合には、片極のみの光束を通過させるとともに、他極の光束を反射するようにすることができる。

【0031】

光弁 24 は、分光器 23 が伝送してくる照明光束 L を受けると同時に、光弁 24 によって画像光束 I を形成する。投影レンズシステム 1 は、まず、画像光束 I の経路に配設し、その画像光束 I を受ける。それから、受けた画像光束 I を投影スクリーン（図示していない）に表示させる。本発明に係る投影装置 2 の照明システム 22 と、分光器 23 と、光弁 24 とのいずれの型式と数量とも特に制限しない、かつ照明光束 L の経路も制限しない、それぞれの実際状況によって変化することが可能である。

40

【0032】

上記したように、本発明に係る投影装置 2 の設計及び広い視角を有する投影レンズシステム 1 を使用することによって、投影装置の寸法を短縮することができる。

【0033】

50

本発明を理解するために、以下、好ましい実施例を挙げるとともにその詳細実験データを使用して説明する。

【実施例 1】

【0034】

図 3 は、本発明に係る投影レンズシステム 1 の実施例 1 の光路構造概略図であり、図 4 は、本発明に係る投影レンズシステム 1 の実施例 1 の像面湾曲 (Field Curvature) 図であり、図 5 は、本発明に係る投影レンズシステム 1 の実施例 1 の歪曲収差 (Distortion) 図であり、図 6 は、本発明に係る投影レンズシステム 1 の実施例 1 の軸方向収差 (Longitudinal Aberration) 図であり、図 4 ~ 6 において、対応する垂直軸は、開口絞りの半径高さを示している。

10

【0035】

下記表 1 に示すように、投影スクリーン 18 から光弁 19 までの順番付けた光学面の番号と、光軸 Z 上の各光学面の曲率半径 R (The Radius of Curvature, R、単位: mm) と、光軸 Z 上に配設した各 부품の互いの間隔 d (The On-axis Surface spacing) と、各 부품の屈折率 N_d と、各 부품のアッベ数 (Abbe's number) V_d と、投影レンズシステム 1 の有効焦点距離 (Focal Length) f と、視界 (Field of View) FOV 及び F ナンバー (f number) Fno が示される。

【表 1】

実施例 1 の光学パラメータ表

20

f = 20.138 FOV = 30.5312 Fno = 2.831				
光学面	曲率半径 R	間隔 d (mm)	屈折率 N_d	アッベ数 V_d
1 投影スクリーン	∞	605.000		
2 R ₁	9.170	1.600	1.60	65.44
3 R ₂	∞	0.100		
STOP	∞	5.660		
4 R ₃	-8.145	0.720	1.71	30.24
5 R ₄	11.360	1.050		
6 R ₅	-25.830	5.100	1.60	65.44
7 R ₆	-9.700	0.025		
8 R ₇	19.410	4.300	1.60	65.44
9 R ₈	-19.410	3.195		
10 R ₉	∞	13.500	1.65	33.85
11 R ₁₀	∞	0.250		
12 R ₁₁	∞	0.750	1.52	63.69
13 R ₁₂	∞	0.100		
14 IMA	∞			

30

40

上記のレンズはすべて球面である

【0036】

図 3 ~ 6 と表 1 及び図 1 を合わせて参照すると、本実施例において、投影レンズシステム 1 の有効焦点距離 f は、20.138 mm、後側焦点距離 BFL は、17.795 mm、光弁の対角線の長さ L_{LV} は、11.176 mm、TL は、18.555 mm、OH は、331.085 mm、OD は、605 mm という結果が得られた。また、第 1 レンズ 11 の焦点距離 f_1 は、15.207 mm で、第 2 レンズ群の焦点距離 f_s は、23.996 mm という結果が得られた。そして、投影レンズシステム 1 の第 1 レンズ 11 と、第 2

50

レンズ 13 と、第 3 レンズ 14 と第 4 レンズ 15 との平均屈折率 N_{dave} 及び平均アッペ数 V_{dave} は、それぞれ 1.63 及び 56.64 という結果が得られた。さらに、PBS の屈折率 N_{dPBS} とアッペ数 V_{dPBS} は、それぞれ 1.65 と 33.85 という結果が得られた。

【0037】

上記の結果をまとめて、数式 16 ~ 数式 24 の各算出値を表 2 に示し、それによって実施例 1 は、数式 16 ~ 数式 24 の条件を満たしていることがわかる。

【表 2】

実施例 1 の数式 16 ~ 数式 24 の算出値表

BFL/TL	0.96
TL/L _{LV}	1.66
OH/OD	0.55
f/BFL	1.13
f ₁ /f _s	0.63
N_{dave}	1.63
V_{dave}	56.64
N_{dPBS}	1.65
V_{dPBS}	33.85

10

20

【0038】

このほか、本実施例の投影レンズシステム 1 は、たとえば、図 2 に示すような投影装置 2 に応用することができる。本実施例において、投影装置 2 は、ケーシング 21 と、ケーシング 21 内に配設されていた照明システム 22 と、分光器 23 と、光弁 24 と本実施例の投影レンズシステム 1 とを備える。また、その照明システム 22 は、照明光束 L を出射できる光源 221 を備えており、その他の照明光束 22 としては、さらに集光レンズ（図示していない）を含んでもよい。この集光レンズによって光源 221 より出射する光線を照明光束 L に集光でき、照明システム 22 の発光効率を向上させる。なお、本実施例では、照明システム 22 の光源 221 は LED ランプ、分光器 23 は PBS、光弁 24 は LCO S をそれぞれ使用するよう構成されている。

30

【0039】

図 3 ~ 6 に示すような像面湾曲、歪曲収差及び軸方向収差の図面によれば、本実施例 1 は、投影レンズシステムの相対長さを有効に短縮させ、かつ投影レンズシステムをより広い視角を持たすほか、本発明に係る投影装置の寸法を短縮させる効果も得られる。

【実施例 2】

【0040】

図 7 は、本発明に係る投影レンズシステム 1 の実施例 2 の光路構造概略図であり、図 8 は、本発明に係る投影レンズシステム 1 の実施例 2 の像面湾曲図であり、図 9 は、本発明に係る投影レンズシステム 1 の実施例 2 の歪曲収差図であり、図 10 は、本発明に係る投影レンズシステム 1 の実施例 2 の軸方向収差図であり、図 8 ~ 10 において、対応する垂直軸は、開口絞りの半径高さを示している。

40

【0041】

下記表 3 に示すように、投影スクリーン 18 から光弁 19 までの順番付けた光学面の番号と、光軸 Z 上の各光学面の曲率半径 R（単位：mm）と、光軸 Z 上の各部品の間隔 d と、各部品の屈折率 N_d と、各部品のアッペ数 V_d と、投影レンズシステム 1 の有効焦点距離 f と、視界 FOV 及び F ナンバー Fno が示される。

【表 3】

実施例 2 の光学パラメータ表

f 20.347	FOV=30.49		Fno=2.8815	
光学面	曲率半径R	間隔d (mm)	屈折率 N_d	アッベ数 V_d
1 投影スクリーン	∞	605.000		
2 R_1	8.011	1.751	1.59	61.16
3 R_2	136.402	0.043		
4 STOP	∞	5.544		
5 R_3	-7.144	0.750	1.70	30.05
6 R_4	11.230	1.768		
7 R_5	-82.268	4.444	1.59	61.16
8 R_6	-9.803	0.025		
9 R_7^*	14.847	3.943	1.59	61.16
10 R_8^*	-38.032	1.800		
11 R_9	∞	13.500	1.65	33.85
12 R_{10}	∞	0.250		
13 R_{11}	∞	0.750	1.52	63.69
14 R_{12}	∞	0.100		
15 IMA	∞			

10

20

*は非球面を示す

【0042】

下記表 4 には、光学面が非球面である場合、数式 25 の各係数が示される。

【表 4】

実施例 2 の非球面係数表

光学面	K	α_1	$\alpha_2 \sim \alpha_8$
R_7^*	0.00000E+00	2.4398E-03	0.00000E+00
R_8^*	0.00000E+00	-8.7558E-05	0.00000E+00

30

【0043】

図 7 ~ 10 と表 3 ~ 4 及び図 1 を合わせて参照すると、本実施例において、第 1 レンズ 11 は、屈折率 N_{d1} が 1.59 で、アッベ数 V_{d1} が 61.16 のガラス部材からなり、第 2 レンズ 13 は、屈折率 N_{d2} が 1.70 で、アッベ数 V_{d2} が 30.05 のガラス部材からなり、第 3 レンズ 14 は、屈折率 N_{d3} が 1.59 で、アッベ数 V_{d3} が 61.16 のガラス部材からなり、第 4 レンズ 15 は、屈折率 N_{d4} が 1.59 で、アッベ数 V_{d4} が 61.16 のガラス部材からなるものを使用する。また、本実施例において、分光器 16 は、偏極化分光レンズを使用し、その偏極化分光器は、屈折率 N_{d5} が 1.65 で、アッベ数 V_{d5} が 33.85 のガラス部材からなるものを使用する。板ガラス 17 は、屈折率 N_{d6} が 1.52 で、アッベ数 V_{d6} が 63.69 のガラス部材からなるものを使用する。

40

【0044】

本実施例において、投影レンズシステム 1 の有効焦点距離 f は、20.347 mm、後側焦点距離 BFL は、16.41 mm、TL は、18.268 mm、 L_{Lv} は、11.176 mm、OH は、330.448 mm、OD は、605 mm という結果が得られた。また、第 1 レンズ 11 の焦点距離 f_1 は、14.374 mm で、第 2 レンズ群の焦点距離 f_s は、26.945 mm という結果が得られた。そして、投影レンズシステム 1 の第 1 レンズ 11 と、第 2 レンズ 13 と、第 3 レンズ 14 と第 4 レンズ 15 との平均屈折率 N_{dave} 及び平均アッベ数 V_{dave} は、それぞれ 1.62 及び 53.38 という結果が得ら

50

れた。PBSの屈折率 N_{dPBS} とアッペ数 V_{dPBS} は、それぞれ1.65と33.85という結果が得られた。

【0045】

上記の結果をまとめて、数式16～数式24の各算出値を表5に示し、それによって実施例2は、数式16～数式24の条件を満たしていることがわかる。

【表5】

実施例2の数式16～数式24の算出値表

BFL/TL	0.90
TL/L _{LV}	1.63
OH/OD	0.55
f/BFL	1.24
f ₁ /f _s	0.53
N _{dave}	1.62
V _{dave}	53.38
N _{dPBS}	1.65
V _{dPBS}	33.85

10

20

【0046】

このほか、本実施例の投影レンズシステム1は、たとえば、図2に示すような投影装置2に応用することができる。また、投影装置2に内設される素子及び説明は、実施例1と同様構成を使用しているため、ここでの詳細説明を省略する。

【0047】

図7～10に示すような像面湾曲、歪曲収差及び軸方向収差の図面によれば、本実施例2は、投影レンズシステムの相対長さを有効に短縮させ、かつ投影レンズシステムをより広い視角を持たすほか、本発明に係る投影装置の寸法を短縮させる効果も得られる。

【実施例3】

30

【0048】

図11は、本発明に係る投影レンズシステム1の実施例3の光路構造概略図であり、図12は、本発明に係る投影レンズシステム1の実施例3の像面湾曲図であり、図13は、本発明に係る投影レンズシステム1の実施例3の歪曲収差図であり、図14は、本発明に係る投影レンズシステム1の実施例3の軸方向収差図であり、図12～14において、対応する垂直軸は、開口絞りの半径高さを示している。

【0049】

下記表6に示すように、投影スクリーン18から光弁19までの順番つけた光学面の番号と、光軸Z上の各光学面の曲率半径R(単位:mm)と、光軸Z上の各部品の間隔dと、各部品の屈折率 N_d と、各部品のアッペ数 V_d と、投影レンズシステム1の有効焦点距離fと、視界FOV及びFナンバーFnoが示される。

40

【表 6】

実施例 3 の光学パラメータ表

f = 20.245	FOV = 30.642		Fno = 2.865	
光学面	曲率半径R	間隔d (mm)	屈折率N _d	アッベ数V _d
1 投影スクリーン	∞	600.000		
2 R ₁	7.936	1.787	1.55	63.33
3 R ₂	181.439	0.098		
4 STOP	∞	5.618		
5 R ₃	-7.182	0.750	1.70	30.05
6 R ₄	11.800	1.691		
7 R ₅	-95.246	4.501	1.59	61.16
8 R ₆	-9.823	0.025		
9 R ₇ *	14.753	3.990	1.59	61.16
10 R ₈ *	-38.737	1.911		
11 R ₉	∞	13.647	1.65	33.85
12 R ₁₀	∞	0.250		
13 R ₁₁	∞	0.750	1.52	63.69
14 R ₁₂	∞	0.100		
15 IMA	∞			

*は非球面を示す

【0050】

下記表 7 には、光学面が非球面である、数式 25 の各係数が示される。

【表 7】

実施例 3 の非球面係数表

光学面	K	α_1	$\alpha_2 \sim \alpha_8$
R ₇ *	0.0000E+00	1.5562E-03	0.0000E+00
R ₈ *	0.0000E+00	1.3187E-03	0.0000E+00

【0051】

図 11 ~ 14 と表 6 ~ 7 及び図 1 を合わせて参照すると、本実施例において、第 1 レンズ 11 は、屈折率 N_{d1} が 1.55 で、アッベ数 V_{d1} が 63.33 のガラス部材からなり、第 2 レンズ 13 は、屈折率 N_{d2} が 1.70 で、アッベ数 V_{d2} が 30.05 のガラス部材からなり、第 3 レンズ 14 は、屈折率 N_{d3} が 1.59 で、アッベ数 V_{d3} が 61.16 のガラス部材からなり、第 4 レンズ 15 は、屈折率 N_{d4} が 1.59 で、アッベ数 V_{d4} が 61.16 のガラス部材からなるものを使用する。本実施例において、分光器 16 は、偏極化分光レンズを使用し、その偏極化分光レンズは、屈折率 N_{d5} が 1.65 で、アッベ数 V_{d5} が 33.85 のガラス部材からなるものを使用する。板ガラス 17 は、

【0052】

本実施例において、投影レンズシステム 1 の有効焦点距離 f は、20.2451 mm、後側焦点距離 BFL は、16.658 mm、TL は、18.460 mm、L_{Lv} は、11.176 mm、OH は、332.237 mm、OD は、600 mm という結果が得られた。また、第 1 レンズ 11 の焦点距離 f₁ は、14.364 mm であり、第 2 レンズ群の焦点距離 f_s は、26.025 mm という結果が得られた。そして、投影レンズシステム 1 の第 1 レンズ 11 と、第 2 レンズ 13 と、第 3 レンズ 14 と、第 4 レンズ 15 との平均屈折率 N_{dave} 及び平均アッベ数 V_{dave} は、それぞれ 1.61 及び 53.93 という

結果が得られた。PBSの屈折率 N_{dPBS} とアッペ数 V_{dPBS} は、それぞれ1.65と33.85という結果が得られた。

【0053】

上記の結果をまとめて、数式16～数式24の各算出値を表8に示し、それによって実施例3は、数式16～数式24の条件を満たしていることがわかる。

【表8】

実施例3の数式16～数式24の算出値表

BFL/TL	0.90
TL/ L_{LV}	1.65
OH/OD	0.55
f/BFL	1.22
f_1/f_s	0.55
N_{dave}	1.61
V_{dave}	53.93
N_{dPBS}	1.65
V_{dPBS}	33.85

10

20

【0054】

このほか、本実施例の投影レンズシステム1は、たとえば、図2に示すような投影装置2に応用することができる。また、投影装置2に内設される素子及び説明は、実施例1と同様構成を使用しているため、ここでの詳細説明を省略する。

【0055】

図11～14に示すような像面湾曲、歪曲収差及び軸方向収差の図面によれば、本実施例3は、投影レンズシステムの相対長さを有効に短縮させ、かつ投影レンズシステムをより広い視角を持たすほか、本発明に係る投影装置の寸法を短縮させる効果も得られる。

【実施例4】

30

【0056】

図15は、本発明に係る投影レンズシステム1の実施例4の光路構造概略図であり、図16は、本発明に係る投影レンズシステム1の実施例4の像面湾曲図であり、図17は、本発明に係る投影レンズシステム1の実施例4の歪曲収差図であり、図18は、本発明に係る投影レンズシステム1の実施例4の軸方向収差図であり、図16～18において、対応する垂直軸は、開口絞りの半径高さを示している。

【0057】

下記表9に示すように、投影スクリーン18から光弁19までの順番つけた光学面の番号と、光軸Z上の各光学面の曲率半径R(単位: mm)と、光軸Z上の各部品の間隔dと、各部品の屈折率 N_d と、各部品のアッペ数 V_d と、投影レンズシステム1の有効焦点距離fと、視界FOV及びFナンバーFnoが示される。

40

【表 9】

実施例 4 の光学パラメータ表

f = 19.521	FOV = 31.656		Fno = 2.77	
光学面	曲率半径R 間隔d (mm)		屈折率 N_d	アッベ数 V_d
1 投影スクリーン	∞	605.000		
2 R_1	7.697	1.444	1.55	63.33
3 R_2	-1121.358	0.032		
4 STOP	∞	5.130		
5 R_3	-7.405	0.750	1.70	30.05
6 R_4	11.790	1.093		
7 R_5	-17.781	4.275	1.59	61.27
8 R_6	-9.062	0.025		
9 R_7^*	40.952	3.999	1.59	61.27
10 R_8^*	-31.129	1.757		
11 R_9	∞	13.494	1.52	64.17
12 R_{10}	∞	0.250		
13 R_{11}	∞	0.750	1.52	63.69
14 R_{12}	∞	0.100		
15 IMA	∞			

*は非球面を示す

【0058】

下記表 10 には、光学面が非球面である、数式 25 の各係数が示される。

【表 10】

実施例 4 の非球面係数表

光学面	K	α_1	$\alpha_2 \sim \alpha_8$
R_7^*	0.0000E+00	2.4104E-02	0.0000E+00
R_8^*	0.0000E+00	-3.7586E-03	0.0000E+00

【0059】

図 15 ~ 18 と表 9 ~ 10 及び図 1 を合わせて参照すると、本実施例において、第 1 レンズ 11 は、屈折率 N_{d1} が 1.55 で、アッベ数 V_{d1} が 63.33 のガラス部材からなり、第 2 レンズ 13 は、屈折率 N_{d2} が 1.70 で、アッベ数 V_{d2} が 30.05 のガラス部材からなり、第 3 レンズ 14 は、屈折率 N_{d3} が 1.59 で、アッベ数 V_{d3} が 61.27 のガラス部材からなり、第 4 レンズ 15 は、屈折率 N_{d4} が 1.59 で、アッベ数 V_{d4} が 61.27 のガラス部材からなるものを使用する。本実施例において、分光器 16 は、偏極化分光レンズを使用し、その偏極化分光レンズは、屈折率 N_{d5} が 1.52 で、アッベ数 V_{d5} が 64.17 のガラス部材からなるものを使用する。板ガラス 17 は、屈折率 N_{d6} が 1.52 で、アッベ数 V_{d6} が 63.69 のガラス部材からなるものを使用する。

【0060】

本実施例において、投影レンズシステム 1 の有効焦点距離 f は、19.521 mm、後側焦点距離 BFL は、16.352 mm、TL は、16.747 mm、 L_{Lv} は、11.176 mm、OH は、343.62 mm、OD は、605 mm という結果が得られた。また、第 1 レンズ 11 の焦点距離 f_1 は、13.843 mm であり、第 2 レンズ群の焦点距離 f_s は、30.688 mm という結果が得られた。そして、投影レンズシステム 1 の第 1 レンズ 11 と、第 2 レンズ 13 と、第 3 レンズ 14 と第 4 レンズ 15 との平均屈折率 N

d_{ave} 及び平均アッベ数 $V_{d_{ave}}$ は、それぞれ 1.61 及び 53.98 という結果が得られた。PBS の屈折率 $N_{d_{PBS}}$ とアッベ数 $V_{d_{PBS}}$ は、それぞれ 1.52 と 64.17 という結果が得られた。

【0061】

上記の結果をまとめて、数式 16 ~ 数式 24 の各算出値を表 11 に示し、それによって実施例 4 は、数式 16 ~ 数式 24 の条件を満たしていることがわかる。

【表 11】

実施例 4 の数式 16 ~ 数式 24 の算出値表

BFL/TL	0.98
TL/L _{LV}	1.50
OH/OD	0.57
f/BFL	1.19
f ₁ /f _s	0.45
N _{d_{ave}}	1.61
V _{d_{ave}}	53.98
N _{d_{PBS}}	1.52
V _{d_{PBS}}	64.17

10

20

【0062】

このほか、本実施例の投影レンズシステム 1 は、たとえば、図 2 に示すような投影装置 2 に応用することができる。また、投影装置 2 に内設される素子及び説明は、実施例 1 と同様構成を使用しているため、ここでの詳細説明を省略する。

【0063】

図 15 ~ 14 に示すような像面湾曲、歪曲収差及び軸方向収差の図面によれば、本実施例 4 は、投影レンズシステムの相対長さを有効に短縮させ、かつ投影レンズシステムをより広い視角を持たすほか、本発明に係る投影装置の寸法を短縮させる効果も得られる。

30

【実施例 5】

【0064】

図 19 は、本発明に係る投影レンズシステム 1 の実施例 5 の光路構造概略図であり、図 20 は、本発明に係る投影レンズシステム 1 の実施例 5 の像面湾曲図であり、図 21 は、本発明に係る投影レンズシステム 1 の実施例 5 の歪曲収差図であり、図 22 は、本発明に係る投影レンズシステム 1 の実施例 5 の軸方向収差図であり、図 20 ~ 22 において、対応する垂直軸は、開口絞りの半径高さを示している。

【0065】

下記表 12 に示すように、投影スクリーン 18 から光弁 19 までの順番つけた光学面の番号と、光軸 Z 上の各光学面の曲率半径 R (単位: mm) と、光軸 Z 上の各部品の間隔 d と、各部品の屈折率 N_d と、各部品のアッベ数 V_d と、投影レンズシステム 1 の有効焦点距離 f と、視界 FOV 及び F ナンバー Fno が示される。

40

【表 1 2】

実施例 5 の光学パラメータ表

f = 19.826		FOV = 31.362		Fno = 2.8025	
光学面	曲率半径R	間隔d (mm)	屈折率N _d	アッベ数V _d	
1 投影スクリーン	∞	605.000			
2 R ₁	8.028	1.540	1.59	61.16	
3 R ₂	174.968	0.079			
STOP	∞	5.752			
4 R ₃	-6.999	0.750	1.70	30.05	
5 R ₄	11.926	1.478			
6 R ₅	-42.659	5.381	1.59	61.16	
7 R ₆	-9.326	0.025			
8 R ₇ *	14.329	4.000	1.59	61.16	
9 R ₈ *	-42.853	1.329			
10 R ₉	∞	13.104	1.65	33.85	
11 R ₁₀	∞	0.250			
12 R ₁₁	∞	0.750	1.52	63.69	
13 R ₁₂	∞	0.100			
14 IMA	∞				

10

20

*は非球面を示す

【0066】

下記表 1 3 には、光学面が非球面である、数式 2 5 の各係数が示される。

【表 1 3】

実施例 5 の非球面係数表

光学面	R ₇ *	R ₈ *
K	-3.9960E-01	4.9941E+00
α 1	3.9919E-03	3.1453E-03
α 2	-2.0728E-05	-9.1960E-06
α 3	-2.2613E-07	-8.7250E-07
α 4	6.9540E-10	2.6003E-09
α 5	4.2440E-11	1.1625E-10
α 6	1.2381E-12	1.5035E-12
α 7	2.1085E-14	1.6892E-14
α 8	0.0000E+00	0.0000E+00

30

40

【0067】

図 19 ~ 22 と表 1 2 ~ 1 3 および図 1 を合わせて参照すると、本実施例において、第 1 レンズ 1 1 は、屈折率 N_{d1} が 1.59 で、アッベ数 V_{d1} が 61.16 のガラス部材からなり、第 2 レンズ 1 3 は、屈折率 N_{d2} が 1.70 で、アッベ数 V_{d2} が 30.05 のガラス部材からなり、第 3 レンズ 1 4 は、屈折率 N_{d3} が 1.59 で、アッベ数 V_{d3} が 61.16 のガラス部材からなり、第 4 レンズ 1 5 は、屈折率 N_{d4} が 1.59 で、アッベ数 V_{d4} が 61.16 のガラス部材からなるものを使用する。本実施例において、分光器 1 6 は、偏極化分光レンズを使用し、その偏極化分光レンズは、屈折率 N_{d5} が 1.65 で、アッベ数 V_{d5} が 33.85 のガラス部材からなるものを使用する。板ガラス 1 7 は、屈折率 N_{d6} が 1.52 で、アッベ数 V_{d6} が 63.69 のガラス部材からなる

50

ものを使用する。

【0068】

本実施例において、投影レンズシステム1の有効焦点距離 f は、19.826mm、後側焦点距離 BFL は、15.533mm、 TL は、19.004mm、 L_{LV} は、11.176mm、 OH は、340.32mm、 OD は、605mmという結果が得られた。また、第1レンズ11の焦点距離 f_1 は、13.843mmであり、第2レンズ群の焦点距離 f_s は、30.688mmという結果が得られた。投影レンズシステム1の第1レンズ11と、第2レンズ13と、第3レンズ14と第4レンズ15との平均屈折率 N_{dave} 及び平均アッペ数 V_{dave} は、それぞれ1.62及び53.38という結果が得られた。PBSの屈折率 N_{dPBS} とアッペ数 V_{dPBS} は、それぞれ1.52と64.17という結果が得られた。

10

【0069】

上記の結果をまとめて、数式16～数式24の各算出値を表14に示し、それによって実施例5は、数式16～数式24の条件を満たしていることがわかる。

【表14】

実施例5の数式16～数式24の算出値表

BFL/TL	0.82
TL/L_{LV}	1.70
OH/OD	0.57
f/BFL	1.28
f_1/f_s	0.45
N_{dave}	1.62
V_{dave}	53.38
N_{dPBS}	1.65
V_{dPBS}	33.85

20

30

【0070】

このほか、本実施例の投影レンズシステム1は、たとえば、図2に示すような投影装置2に応用することができる。また、投影装置2に内設される素子及び説明は、実施例1と同様構成を使用しているため、ここでの詳細説明を省略する。

【0071】

図19～22に示すような像面湾曲、歪曲収差及び軸方向収差の図面によれば、本実施例5は、投影レンズシステムの相対長さを有効に短縮させ、かつ投影レンズシステムをより広い視角を持たすほか、本発明に係る投影装置の寸法を短縮させる効果も得られる。

【0072】

以上は実施例の列挙であり、本発明になんらの制限を加わるものではない。本発明の精神と範囲を逸脱しない限り、その等効果修正又は変更は、なお、本明細書の特許請求範囲に含まれるものとする。

40

【符号の説明】

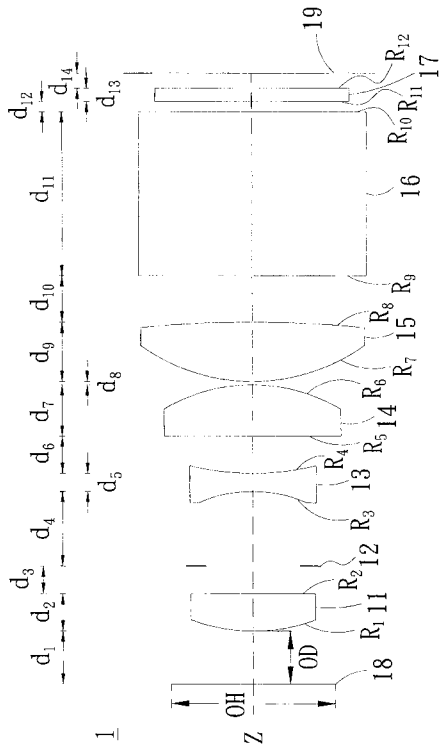
【0073】

- L 照明光束
- I 画像光束
- 1 投影レンズシステム
- 11 第1レンズ
- 12 開口絞り
- 13 第2レンズ

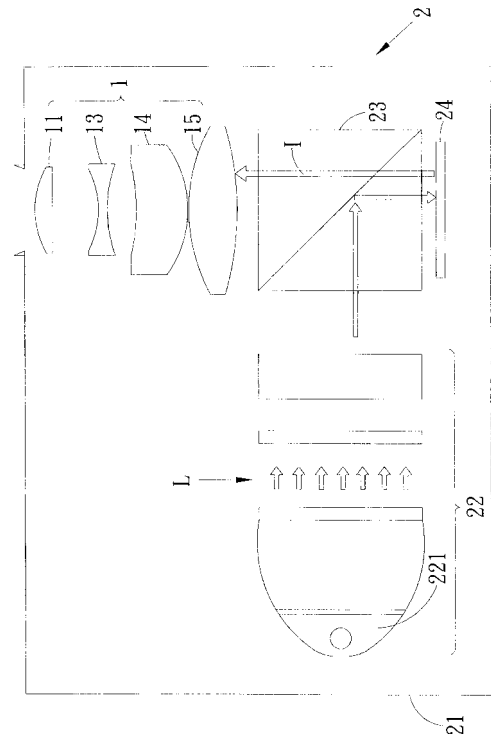
50

1 4	第 3 レンズ	
1 5	第 4 レンズ	
1 6	分光器	
1 7	板ガラス	
1 8	投影スクリーン	
1 9	光弁	
2	投影装置	
2 1	ケーシング	
2 2	照明システム	
2 2 1	光源	10
2 3	分光器	
2 4	光弁	
d ₁	光軸 Z 上の投影スクリーンから第 1 レンズの投影スクリーン側までの距離	
d ₂	光軸 Z 上の第 1 レンズの投影スクリーン側から光弁側までの距離	
d ₃	光軸 Z 上の第 1 レンズの光弁側から開口絞りまでの距離	
d ₄	光軸 Z 上の開口絞りから第 2 レンズの投影スクリーン側までの距離	
d ₅	光軸 Z 上の第 2 レンズの投影スクリーン側から光弁側までの距離	
d ₆	光軸 Z 上の第 2 レンズの光弁側から第 3 レンズの投影スクリーン側までの距離	
d ₇	光軸 Z 上の第 3 レンズの投影スクリーン側から光弁側までの距離	
d ₈	光軸 Z 上の第 3 レンズの光弁側から第 4 レンズの投影スクリーン側までの距離	20
d ₉	光軸 Z 上の第 4 レンズの投影スクリーン側から光弁側までの距離	
d ₁₀	光軸 Z 上の第 4 レンズの光弁側から分光器の投影スクリーン側までの距離	
d ₁₁	光軸 Z 上の分光器の投影スクリーン側から光弁側までの距離	
d ₁₂	光軸 Z 上の分光器の光弁側から板ガラスの投影スクリーン側までの距離	
d ₁₃	光軸 Z 上の板ガラスの投影スクリーン側から光弁側までの距離	
d ₁₄	光軸 Z 上の板ガラスの光弁側から光弁までの距離	
OH	投影スクリーン上に投射した画像の画像高さ	
OD	光軸 Z 上の投影スクリーンから第 1 レンズの投影スクリーン側までの距離	

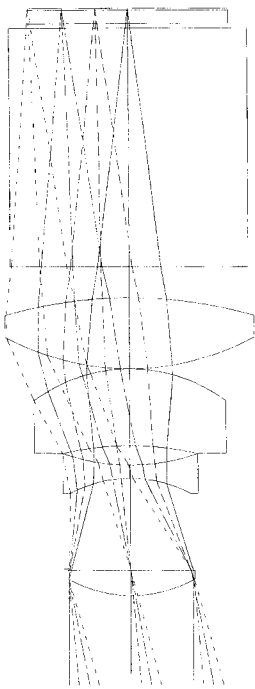
【 図 1 】



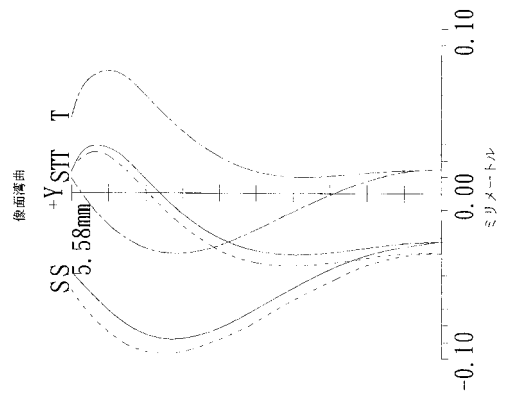
【 図 2 】



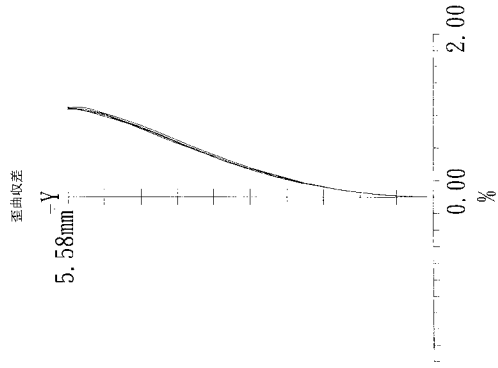
【 図 3 】



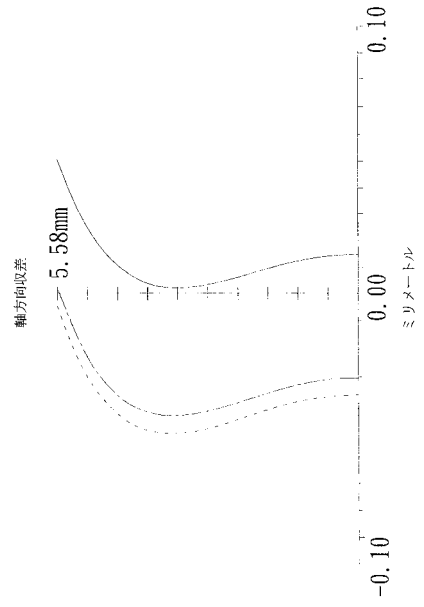
【 図 4 】



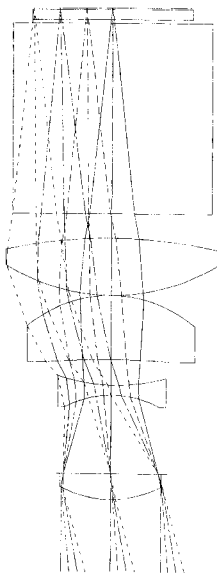
【図5】



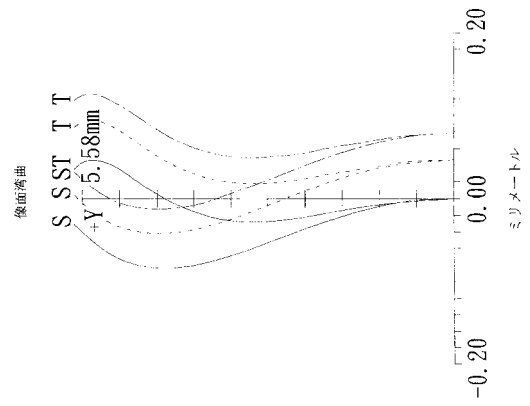
【図6】



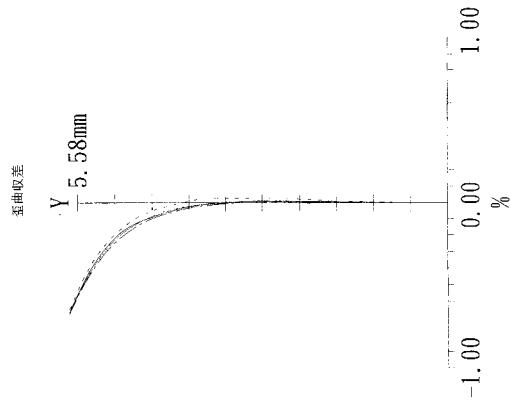
【図7】



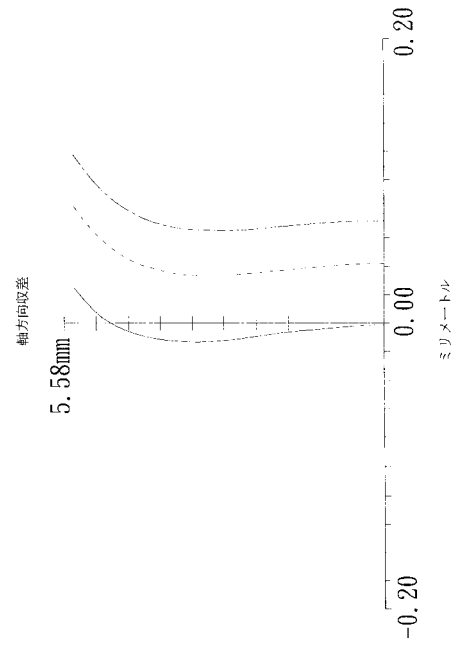
【図8】



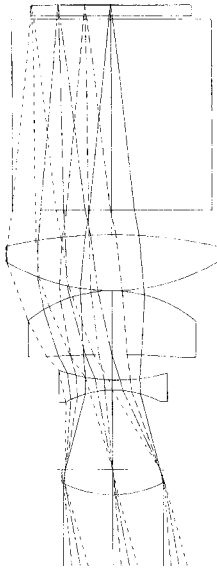
【 図 9 】



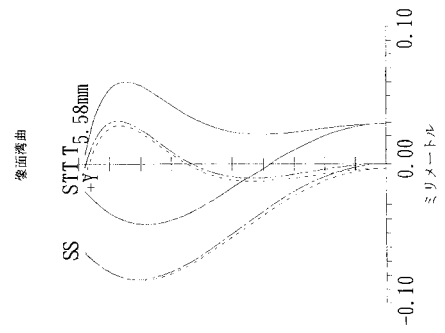
【 図 10 】



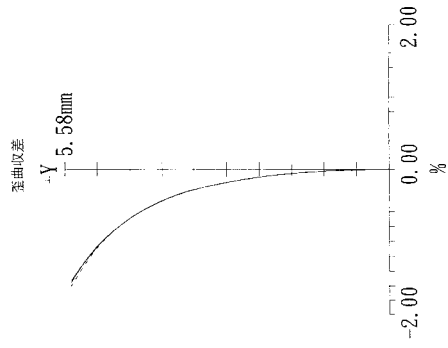
【 図 11 】



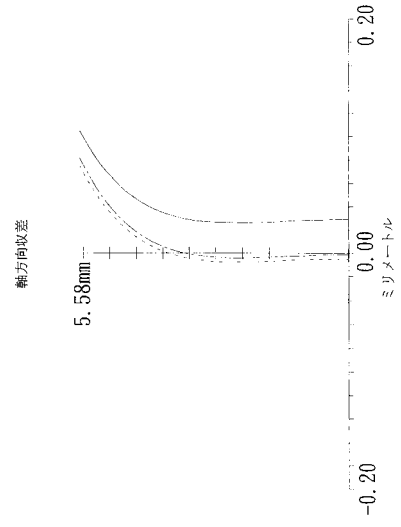
【 図 12 】



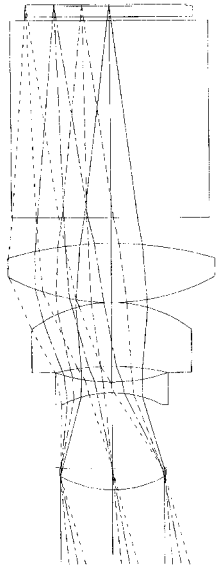
【 図 1 3 】



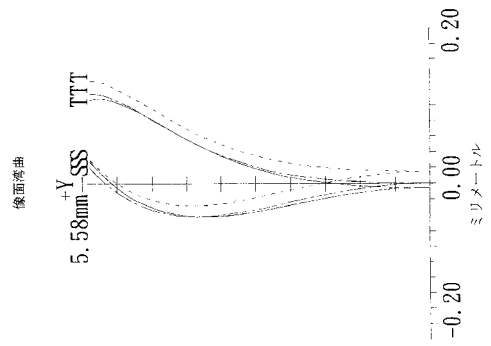
【 図 1 4 】



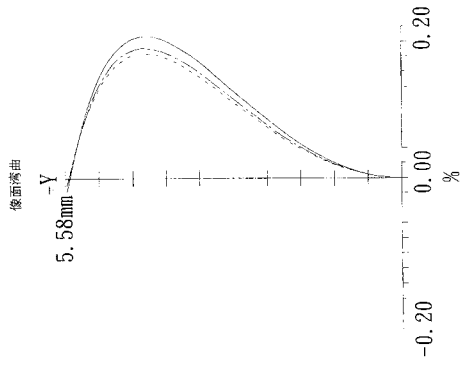
【 図 1 5 】



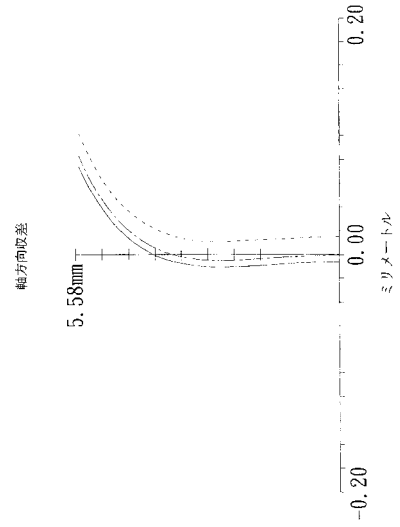
【 図 1 6 】



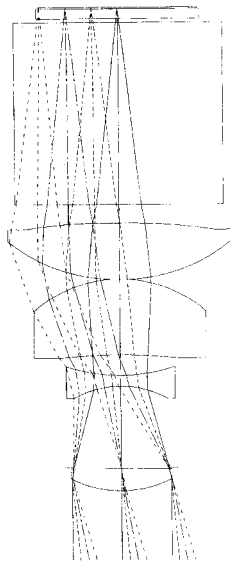
【 図 17 】



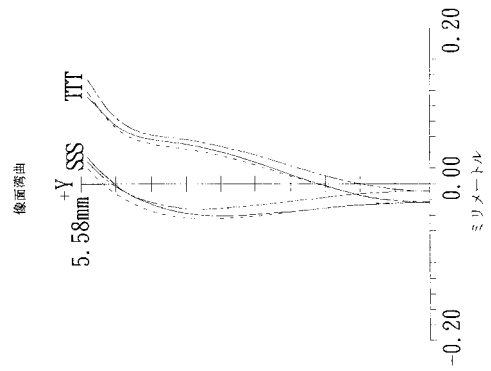
【 図 18 】



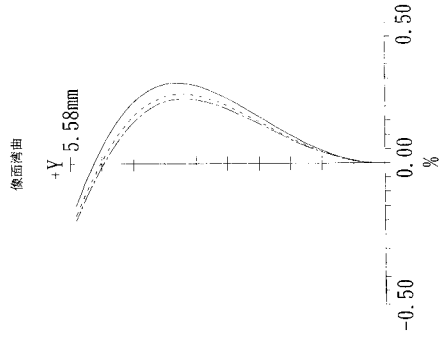
【 図 19 】



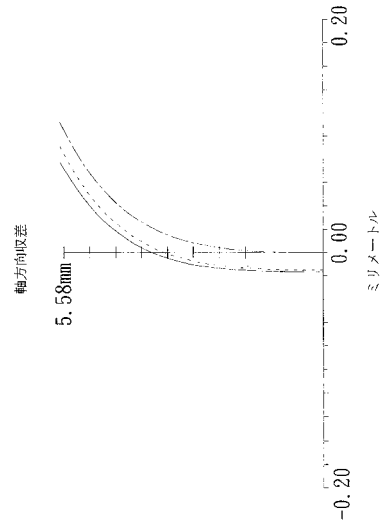
【 図 20 】



【 図 2 1 】



【 図 2 2 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA06 LA01 PA04 PA17 PB04 QA02 QA07 QA12 QA13 QA14
QA22 QA25 QA34 QA41 QA45 RA05 RA12 RA13 RA32 RA41
2K103 AA07 AA14 AB10 BC23 CA26 CA76