

(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2005-292641

(P2005-292641A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
G03B 21/00	G03B 21/00	2H087
G02B 13/00	G02B 13/00	2K103

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2004-110108 (P2004-110108)	(71) 出願人	000004112 株式会社ニコン 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
(22) 出願日	平成16年4月2日(2004.4.2)	(74) 代理人	100078189 弁理士 渡辺 隆男
		(74) 代理人	100119839 弁理士 大澤 圭司
		(72) 発明者	間辺 雄二 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内
		Fターム(参考)	2H087 KA06 KA15 RA07 RA42 RA48 2K103 AB01 BC22 BC29 BC51 CA18 CA19 CA26 CA32 CA34 CA76

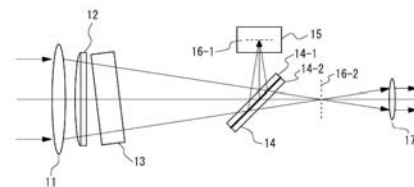
(54) 【発明の名称】 結像光学系を用いた光学装置および投写光学系を用いた光学装置

(57) 【要約】

【課題】 光軸に対して傾いて配置された平行平板形状の部材を含む光学系であっても、簡素な構成でありながら、像の全体にわたって均一に、コマ収差や非点収差を小さく抑え、前記収差を補正して良好な結像を得られる光学装置を提供するものである。

【解決手段】 結像レンズ群と、物体と結像面との間に、該結像レンズ群に対して斜めに配置された少なくとも1枚の平行平板形状の光学部材を有する光学装置において、前記物体と前記結像面との間に配置された円柱レンズと、前記結像レンズ群と前記結像面との間に配置され、前記結像レンズ群に対する前記平行平板形状の光学部材の傾き方向とは反対方向に傾いた平行平板状の収差補正部材とを配置する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体の像を所定の結像面に結像する光学装置であって、
 結像レンズ群と、
 前記物体と前記結像面との間に、該結像レンズ群に対して斜めに配置された少なくとも
 1 枚の平行平板形状の光学部材を有する光学装置において、
 前記物体と前記結像面との間に配置された円柱レンズと、
 前記結像レンズ群と前記結像面との間に配置され、前記結像レンズ群に対する前記平行
 平板形状の光学部材の傾き方向とは反対方向に傾いた平行平板状の収差補正部材とを有す
 ることを特徴とする光学装置。

10

【請求項 2】

前記平行平板状の補正板部材の厚さを t_1 、屈折率を n_1 とし、前記平行平板形状の光
 学部材の厚さを t 、屈折率を n とすると、

$$n_1 \times t_1 > n \times t$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 のいずれか 1 項に記載の光学装置。

【請求項 3】

前記円柱レンズは、前記結像レンズ群の絞り面に配置されたことを特徴とする請求項 1
 または請求項 2 に記載の光学装置。

【請求項 4】

前記少なくとも 1 枚の平行平板形状の光学部材は前記物体からの光を複数の光路に分割
 する光路分割部材であって、

20

前記結像部材は前記光路ごとに結像面を形成し、

前記光路分割部材は、各々の前記光路において、該光路分割部材の総厚が同じになるよ
 うに配置されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の光学
 装置。

【請求項 5】

前記光路分割部材は、略同じ厚みを有する 2 枚の平行平板の間に光路分割層が形成され
 ていることを特徴とする請求項 4 に記載の光学装置。

【請求項 6】

物体の像を所定の投射面に投射する光学装置であって、

30

投射レンズ群と、

前記物体と前記投射レンズ群との間に、該投射レンズ群の光軸に対して斜めに配置され
 た少なくとも 1 枚の平行平板形状の光学部材を有する光学装置において、

前記物体と前記投射面との間に配置された円柱レンズと、

前記物体と前記投射レンズ群との間に配置され、前記結像レンズ群に対する前
 記平行平板状の光学部材の傾き方向とは反対方向に傾いた平行平板形状の収差補正部材と
 を有することを特徴とする光学装置。

【請求項 7】

前記平行平板状の補正板部材の厚さを t_1 、屈折率を n_1 とし、前記平行平板形状の光
 学部材の厚さを t 、屈折率を n とすると、

40

$$n_1 \times t_1 > n \times t$$

を満たすことを特徴とする請求項 6 に記載の光学装置。

【請求項 8】

前記円柱レンズは、前記投写レンズ群の絞り面に配置されたことを特徴とする請求項 6
 または請求項 7 に記載の光学装置。

【請求項 9】

前記物体を複数有し、

前記平行平板形状の光学部材は前記物体からの複数の光を合成する光路合成部材であり

、
 前記光路合成部材は、前記複数の物体からの各々の光路において該光路合成部材の総厚

50

が同じになるように配置されていることを特徴とする請求項 6 乃至請求項 8 のいずれか 1 項に記載の光学装置。

【請求項 10】

前記物体は、第 1 色光、第 2 色光、第 3 色光用にそれぞれ配置した画像表示素子であり

、
前記平行平板形状の光学部材は前記 3 つの画像表示素子からの前記第 1 色光と前記第 2 色光とを合成する第 1 の色合成部材と、前記第 1 の色合成部材を経た光と前記第 3 色光とを合成する第 2 の色合成部材であって、

前記第 1 の色合成部材は略同じ厚みを有する 2 枚の平行平板の間に光路合成層が形成され、

前記第 2 の色合成部材は前記厚みの 2 倍の厚みを有する 1 枚の平行平板の上に光路合成層が形成され、前記第 3 色光は、該平行平板を経て色合成されることを特徴とする請求項 9 に記載の光学装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、結像レンズ群と、その光軸に対して斜めに配置された少なくとも一枚の平行平板形状の板部材とを有する光学装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

このような光学装置の一例として、図 6 に眼視とカメラ撮影とを同時におこなうことが可能な望遠鏡の光学系を示す。この光学系では、物体側から結像レンズ群（対物レンズ群）101 に入射した光を、光軸に対して 45 度の傾きを有してハーフミラー 102 に入射し、当該ミラー 102 によって反射して像面 104 - 1 に形成された像をカメラ 103 で撮像し、当該ミラー 102 を透過して像面 104 - 2 に形成された像を、接眼レンズ 105 を用いて眼視する構成となっている。前述の構成の光学系においては、ハーフミラー 102 の表面で反射した光は、像面 104 - 1 で略収差なしに結像するが、ハーフミラーを透過した光は像面 104 - 2 においては正しく結像せず、悪化した像となってしまう。これは、光軸に対して傾いた平行平面形状のハーフミラー 102 を収束光が透過すると、該ハーフミラーによってコマ収差と非点収差が発生するためである。

この発生するコマ収差は光学系の有する F 値の 3 乗に反比例、非点収差は F 値の 2 乗に反比例することが知られており、このコマ収差および非点収差を小さく抑えるために F 値の大きい暗い光学系にせざるを得ないという問題を有していた。あるいは、前記 2 つの収差による低い解像度の像を我慢して使用しなくてはならないという問題を有していた。

このような、収束光に対して斜めに配置された平行平板形状の光学部材によって発生する収差を補正するために、特表平 9 - 5 1 2 9 2 4 号公報では、円柱レンズと楔型の光学部材とを用いてコマ収差と非点収差の補正を行っている。

しかしながら、特表平 9 - 5 1 2 9 2 4 号公報では、楔型の光学部材に光を入射させるため、光が入射する楔の位置によって光学部材の厚みが異なり、楔部位の厚みの違いによりコマ収差の補正量は異なる。これに対して、光軸に対して斜めに配置された平行平板状の光学部材によるコマ収差は、平行平板の部位によらず収差量は一定である。従って、例えば、像の中心（楔の中心）で適正なコマ収差補正がなされていても、楔の中心よりも厚肉部を通る光束はコマ収差が過補正、楔の中心よりも薄肉部を通る光束は収差が負補正となるため、像の一端と他方の一端とは、依然、コマ収差が残存するという問題を有していた。

また、収差補正量は楔の角度と厚みにより決定されるため、収差補正部材としては楔の角度と厚みとで特別なものを用意しなければならない。そのために製作コストがかかり製品価格を押し上げてしまうという問題を有していた。

【特許文献 1】特表平 9 - 5 1 2 9 2 4 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【0003】

本発明は、光軸に対して傾いて配置された平行平板形状の部材を含む光学系であっても、簡素な構成でありながら、像の全体にわたって均一に、コマ収差や非点収差を小さく抑え、前記収差を補正して良好な結像を得られる光学装置を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0004】

本願の発明は、物体の像を所定の結像面に結像する光学装置であって、結像レンズ群と、前記物体と前記結像面との間に、該結像レンズ群に対して斜めに配置された少なくとも1枚の平行平板形状の光学部材を有する光学装置において、前記物体と前記結像面との間に配置された円柱レンズと、前記結像レンズ群と前記結像面との間に配置され、前記結像レンズ群に対する前記平行平板形状の光学部材の傾き方向とは反対方向に傾いた平行平板形状の収差補正部材とを有することを特徴とする光学装置である。

10

【0005】

前記光学装置は、前記平行平板状の補正板部材の厚さを t_1 、屈折率を n_1 とし、前記平行平板形状の光学部材の厚さを t 、屈折率を n とすると、

$$n_1 \times t_1 > n \times t$$

を満たすことが好ましい。

【0006】

前記光学装置は、前記円柱レンズは、前記結像レンズ群の絞り面に配置されることが好ましい。

20

また、少なくとも1枚の平行平板形状の光学部材は前記物体からの光を複数の光路に分割する光路分割部材であって、前記結像部材は前記光路ごとに結像面を形成し、前記光路分割部材は、各々の前記光路において、該光路分割部材の総厚が同じになるように配置されていることが好ましい。

また、本願の発明は、物体の像を所定の投射面に投射する光学装置であって、投射レンズ群と、前記物体と前記投射レンズ群との間に、該投射レンズ群の光軸に対して斜めに配置された少なくとも1枚の平行平板形状の光学部材を有する光学装置において、前記物体と前記投射面との間に配置された円柱レンズと、前記物体と前記投射レンズ群との間に配置され、前記結像レンズ群に対する前記平行平板状の光学部材の傾き方向とは反対方向に傾いた平行平板形状の収差補正部材とを有することを特徴とする光学装置である。

30

【0007】

前記光学装置では、前記平行平板状の補正板部材の厚さを t_1 、屈折率を n_1 とし、前記平行平板形状の光学部材の厚さを t 、屈折率を n とすると、

$$n_1 \times t_1 > n \times t$$

を満たすことが好ましい。

【0008】

前記光学装置は、前記円柱レンズは、前記投写レンズ群の絞り面に配置されることが好ましい。

前記光学装置は、前記物体を複数有し、前記平行平板形状の光学部材は前記物体からの複数の光を合成する光路合成部材であり、前記光路合成部材は、前記複数の物体からの各々の光路において該光路合成部材の総厚が同じになるように配置されていることが好ましい。

40

【0009】

前記光学装置は、前記物体が、第1色光、第2色光、第3色光用にそれぞれ配置した画像表示素子であり、前記平行平板形状の光学部材は前記3つの画像表示素子からの前記第1色光と前記第2色光とを合成する第1の色合成部材と、前記第1の色合成部材を経た光と前記第3色光とを合成する第2の色合成部材であって、前記第1の色合成部材は略同じ厚みを有する2枚の平行平板の間に光路合成層が形成され、前記第2の色合成部材は前記厚みの2倍の厚みを有する1枚の平行平板の上に光路合成層が形成され、前記第3色光は、該平行平板を経て色合成されることが好ましい。

50

【発明の効果】

【0010】

本発明の光学装置は、結像レンズ群と、その光軸に対して斜めに配置された少なくとも一枚の平行平板形状の板部材とを有する光学装置において、前記結像レンズ群と前記平行平板形状の部材との間の光路中に前記結像レンズ群に対する傾き方向が前記平行平板形状部材の傾き方向とは反対方向に傾いた平行平板状補正部材と、円柱部材とを最小限の空間内に配置することにより、簡素な構成でありながら、像の全面にわたり、コマ収差や非点収差が補正された良好な像を得ることができる光学装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

10

【実施形態1】

【0012】

図1に、本発明の第1実施形態の光学装置の光線平面構成図を示す。本光学装置は、例えば、望遠鏡等として用いられている。本実施形態では、結像レンズ群（対物レンズ）11とハーフミラー14との間に第1収差補正部材である円柱レンズ12と、第2収差補正部材である平行平板部材13とを配置している。ハーフミラーは等しい厚みを有する2枚の平行平板ガラスの間にハーフミラー層を形成したものである。平行平板部材13は、ハーフミラー14とは光軸に対する傾きの方向が逆の方向で、その傾きよりも小さい傾きを有して配置されている。また、その厚みは、ハーフミラー14の厚みに略等しい。

物体側から結像レンズ群11に入射した光束は、円柱レンズ12と、平行平板部材13とを経てハーフミラー14に入射する。ハーフミラーのハーフミラー層を反射した光束はその光路を折り曲げられて像面16-1に結像し、この像をカメラ15で撮像する一方、ハーフミラーのハーフミラー層を透過した光束は像面16-2に結像し、この像を接眼レンズ17によって観察する構成を有している。

20

前記円柱レンズ12と前記平行平板部材13とによって、ハーフミラー14を透過して像面14-2に結像する像の、当該ハーフミラー14によって発生する収差を補正する。さらに、ハーフミラー14の両平行平板ガラス14-1と14-2の間のハーフミラー層を反射して、カメラ15中の結像部に発生する収差も同様に補正できる構成となっている。

【0013】

図2から図4までの光線図とスポットダイアグラムとによって上記2つの収差補正部材によって収差が補正できることを説明する。

30

図2(A)には結像レンズ群21に入射した光束が光軸に対して斜めに配置された平行平板24を透過して結像する光線図を示す。結像レンズ群のF値は2.9であり、光学部材24は、厚さ1mmの材質BK7で形成され、光軸に対して45度の傾きを有して配置されている。図2(B)は図(A)の合焦位置と、その合焦位置から0.25mm前側と0.25mm後側の位置における結像状態を示したスポットダイアグラムである。このスポットダイアグラムでは、前記斜めに配置された平行平板24の存在によって生じるコマ収差により、合焦位置においてスポットが三角形に広がっている。また、その焦点から前後にずれた位置のスポットから、コマ収差と非点収差が複合して発生していることがわかる。つまり焦点位置から前後に外れた位置にある2つのスポットの一方が縦に伸び、一方が横に伸びるのは非点収差の存在を表し、スポット内で見られる、光線の下側への偏りはコマ収差の存在を表している。

40

【0014】

次に図3の(A)では、図2(B)の構成において、コマ収差を補正する目的で、前記結像レンズ群と光学部材24との間に前記平行平板形状の収差補正部材23を挿入した。ここで、前記平行平板24の厚さを t 、屈折率を n とし、平行平板形状の収差補正部材23の、厚さを t_1 、屈折率を n_1 とすると、平行平板形状の収差補正部材23に、次式を満たす材料を使用すると、平行平板24よりも小さい角度で光軸に対して逆方向に傾けて配置することによりコマ収差を相殺することができるので、この補正板を最小の空間に配置することができるという効果を奏することができる。

50

【 0 0 1 5 】

$$n_1 \times t_1 > n \times t \quad \dots \dots (1)$$

平行平板 2 4 によって発生したコマ収差を打ち消すためには、図 2 (A) の平行平板 2 4 と同じ厚さと屈折率とを持った光学部材を、平行平板 2 4 とは反対の方向に傾けて配置すればよい。その光学部材によって反対向きに同じ量のコマ収差が発生するので、これで平行平板 2 4 によって発生したコマ収差を相殺することができるからである。

しかしその光学部材を配置するためには、平行平板 2 4 を配置するのと略同等な大きさの空間が求められる。従って結像レンズ群 2 1 から結像面まで距離が短い場合には、このような収差補正部材を配置することができない。

一方、一般に、集光光束中に配置された平行平板によって発生するコマ収差は、光軸に対する傾きが大きいほど発生量も大きくなる性質がある。また、同じ傾き角であれば、平行平板材料の屈折率が大きいほど、あるいは平行平板の厚さが厚いほど収差の発生量が大きくなる性質も合わせ持つ。

そこでこの性質を利用して、コマ収差の補正板として平行平板 2 4 よりも厚いものか、あるいは材料の屈折率が大きい部材を用いれば、平行平板 2 4 よりも小さな角度で同じ量のコマ収差を発生させることができる。つまり (1) 式を満たした材料を用いればよい。こうすることにより光軸に対する傾き角度が小さな補正板を用いることができるので、補正板を配置する空間を最小限にすることが可能になる。

10

【 0 0 1 6 】

本図 3 (A) においては、前記平行平板形状の補正部材 2 3 に、前記平行平板 2 4 と同じ材質 B K 7 であって、その厚さが 5 . 2 6 m m の平行平板を用いた。補正部材 2 3 は、光軸に対して平行平板 2 4 とは逆の方向に、光軸に垂直な平面に対して - 7 ° の傾き角で配置した。図 3 (B) のスポットダイアグラムに示すように、焦点位置において、スポット形状は大きいものの、スポット形状は円形となり、また、焦点位置から前後に外れた位置のスポットにおいても、スポット内での光線の下側への偏りは解消されており、この方法によってコマ収差が補正されたことがわかる。

20

【 0 0 1 7 】

一方、図 3 (B) のスポットダイアグラムでは、焦点位置から前後にずれた位置で、依然として図 2 (B) と同様にスポットの形状が縦と横に延びており、非点収差が残存していることがわかる。この非点収差は、光学部材 2 4 によって発生した非点収差と、補正部材 2 3 によって発生した非点収差とが加算されたものとなっている。

30

【 0 0 1 8 】

そこで図 4 (A) では、前記非点収差を補正するためにさらに円柱レンズ 2 2 を配置した。この円柱レンズ 2 2 の材質は B K 7 で、結像レンズ群 2 1 側に凸面を向けて配置され、紙面内に曲率半径 3 7 1 8 5 m m を持つ。中央部の厚みは 2 m m である。

この結果、図 4 (B) のスポットダイアグラムに示すように、焦点では光は一点に集まり、また焦点位置から前後にずれた位置においても光線に偏りのない円形のスポットとなった。斜めに配置した平行平面板部材 2 4 にて発生した収差を、平行平面板補正部材 2 3 と円柱レンズ 2 2 とによってほとんど補正することができたことがわかる。

40

【 0 0 1 9 】

図 1 に示した望遠鏡としての光学系においては、以上の図 2 から図 4 にかけて説明した結果を利用した構成となっているのである。つまり、ハーフミラー 1 4 を透過する光の結像部 1 6 - 2 における収差補正として、平行平面板補正部材 1 3 と円柱レンズ 1 2 とを配置するのである。こうすることによって、透過側では接眼レンズ 1 7 を通して収差の無い像を観測することが可能となる。また、上記 (1) 式を満たす材料の補正部材を選ぶことによって、最小限の空間内に補正部材を配置することができる。

次に、本実施例にて使用したハーフミラー 1 4 が、同じ部材で同じ厚さの平行平面板 1 4 - 1 と 1 4 - 2 との間にハーフミラー膜を形成して一体化して構成されている理由を説明する。

図 6 の従来例の説明においては一枚の平行平板上にハーフミラー層を配置し、ハーフミラ

50

一層を反射する光は前記平行平板を経ずに結像する。この構成において、結像レンズ群とハーフミラーとの間に、前述の平行平板補正部材と円柱レンズとを配置すると、ハーフミラー層を透過して結像する像面104-2の収差の補正はできる。しかし反射光における像面104-1においては補正部材のない状態で収差の発生はなかったため、収差補正部材を配置することにより、逆に収差が発生することになる。収差補正部材は、ハーフミラー層を透過する光束に発生する収差を相殺するように、逆方向の収差を発生させているからである。

【0020】

収差補正部材を配置したときであってもハーフミラー層を反射した光束に収差が発生しないように、ハーフミラー14を本実施例のような構成とすることで、ハーフミラーを透過する光路と、ハーフミラー層を反射する光路とが、同じ厚みの平行平板を経由するようにした。すなわち、ハーフミラー層を反射した光は、ハーフミラー層よりも前側に配置された平行平板14-1を2度通過することにより、その平行平板の2倍の厚さを通過する透過側と同量の収差が発生するのである。こうして同一の収差補正部材12、13によって、図2から図4までの説明のとおり、反射側と透過側の両方ともに収差が補正され、どちらも良好な像が得られた。

以上の説明では、本実施形態における望遠鏡においては、ハーフミラー14を透過した光の像を接眼レンズ17によって観察し、ハーフミラー14を反射した光の像をカメラ15で撮像する構成としたが、逆の構成であってもよい。

また、円柱レンズ12を、結像レンズ群11より物体側においても同様な効果が得られる。更に、結像レンズ群11を含む結像光学系の絞り位置に配置することにより、円柱レンズを小さくすることができる。結像レンズ群11の絞り位置、即ち円柱レンズの配置位置は、レンズが単レンズである場合には該レンズの物体側の面近傍であり、結像レンズ群11が複数のレンズで構成される場合には、該レンズ群の瞳位置である。

【0021】

本発明は光軸に対して斜めに配置したハーフミラー14によって発生する収差による結像性能の劣化を、補正部材12、13を配置することにより補正が可能となるので、光軸に対して斜めに配置された平行平板が存在するような光学系であっても、結像レンズ群11のF値の小さい明るい光学系であっても、収差を抑えた光学系を実現できる。

【実施形態2】

【0022】

前実施形態は、結像レンズ群と像面との間に、光軸に対して斜めに配置された平行平板部材によって発生する収差の補正に関するものであったが、本実施形態では、物体からの光を投写レンズ群にて投射する構成、即ち前実施形態の光学系の物体側と像側を逆にした構成の光学装置であって、前記物体と投写レンズ群との間に、光軸に斜めに平行平板部材を配置した光学装置において、投射像の収差を同様に補正することをその目的とする。

【0023】

図5には、複数の画像表示素子から射出された光を、光軸に対して斜めに配置された色合成用のダイクロイックミラーによって合成し、その合成光を投写レンズ群にてスクリーン上に像を投射する構成の投写装置の光学系を示す。

【0024】

図示はされていないが、光源からの光は色分解光学系にてB(青)光、G(緑)光、R(赤)光に色分解され、各色光毎に配置された透過型の画像表示素子36G、36R、36Bに入射し、各々の画像表示素子の像信号によって変調作用を受けて変調光を射出し、該画像表示素子の射出面に配置された不図示の偏光部材によって変調光を検光して検光光を射出する。

G光とR光の検光光は、厚さt2の2枚の平行板35-1、35-2の間にG光透過、R光反射のダイクロイック膜を挟んで両板部材を一体化して構成された光軸に対して45度をなすように配置されたダイクロイックミラー35にて色合成される。ダイクロイックミラー35によるR光とG光の合成光は、ダイクロイックミラー34で更にB光と合成され

10

20

30

40

50

る。ダイクロイックミラー 34 は、前記ダイクロイックミラー 35 と平行に、光軸に対して斜めに配置された平行平板部材であって、その厚みは前記ダイクロイックミラー 35 の各板部材 35 - 1 と 35 - 2 のそれぞれの厚さ t_2 に対して $2 \times t_2$ の厚さを有し、平行平板部材の前記 R 光と G 光が入射する側の面には B 光反射、R 光 G 光透過のダイクロイック膜が形成されている。合成された前記 B G R 各色光は、投写レンズ群 31 を経て不図示のスクリーンに投写像として投射される。

本発明は図示のように、前実施形態と同様に前述の 2 枚のダイクロイックミラー 34、35 による収差を円柱レンズ 32 と平行平板補正部材 33 によって補正するので、収差のない優れた投写像を投写することができる。その作用は第 1 実施形態での説明と同様である。また、前記 (1) 式を満たす材料の補正部材を選ぶことによって、最小限の空間内に補正部材を配置することができる。

10

【0025】

次に、前ダイクロイックミラー 34 の厚みを $2 \times t_2$ 、ダイクロイックミラー 35 の構成を厚み t_2 の平行平板部材 35 - 1 と同じ厚み t_2 の板部材 35 - 2 にて前述の構成とする理由を説明する。

実施形態 1 と同様に、同一の収差補正部材を使用するためには、R 光、G 光、B 光のそれぞれが色合成光学系を経る際に、何れの色光も同じ量の収差が発生しなければならない。そのため各色光とも、同じ厚さの平行平板部材を通過する必要がある。

B 光は厚さ $t_2 \times 2$ のダイクロイックミラー 34 を裏面で反射するために、合わせて $t_2 \times 4$ の厚さを透過する。G 光は厚さ $t_2 \times 2$ のダイクロイックミラー 35 と厚さ $t_2 \times 2$ のダイクロイックミラー 34 とを透過するため、やはり $t_2 \times 4$ の厚さを透過する。R 光はダイクロイックミラー 35 における 35 - 1 と 35 - 2 との接合面で反射されて戻るので、ダイクロイックミラー 35 の平行平板 35 - 1 を往復で経由して $t_2 \times 2$ で透過し、その後厚さ $t_2 \times 2$ のダイクロイックミラー 34 を透過するため、やはり合わせて $t_2 \times 4$ の厚さを透過する。

20

このようにどの色光も同じ $t_2 \times 4$ の厚さの板を斜めに通過することになるので、色合成に使用される各々のダイクロイックミラーにより発生する収差を、1 つの円柱レンズ 32 と、1 つの平行平板形状の収差補正部材 33 とを配置することによって、各色光ともに均一に補正することが可能である。

【0026】

なお、本実施形態における投写装置以外の構成であっても、物面からの射出光を投写レンズ群にて投射する構成の光学装置において、前記物面と投写レンズ群との間の光路中に光軸に対して斜めに平行平板部材を配置する際に発生するコマ収差、非点収差を同様に補正部材と円柱レンズとを配置することにより補正することが可能であり、同様の効果を奏する光学装置を提供できる。

30

【0027】

また、円柱レンズ 32 は、投写レンズ群 31 の絞り位置（瞳位置）に置いても、同様な収差補正が可能であるとともに、円柱レンズを小さくすることができる。

投射レンズ群 11 の絞り位置、即ち円柱レンズの配置位置は、投射レンズ群が単レンズで構成される場合には該レンズの物体側の面近傍であり、投射レンズ群 11 が複数のレンズで構成される場合には、該レンズ群の瞳位置である。

40

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態である結像光学系の光学系の構成を説明する図。

【図 2】本発明の収差補正部材を配置しない場合に発生する収差の説明。

【図 3】本発明による補正板部を配置するが材円柱レンズを配置しない場合の収差を説明する図。

【図 4】本発明による補正板部材と円柱レンズの配置による収差補正の説明図。

【図 5】本発明の第 2 実施形態である投写光学系の光学系の構成を説明する図。

【図 6】従来例の光学系を示す構成図

50

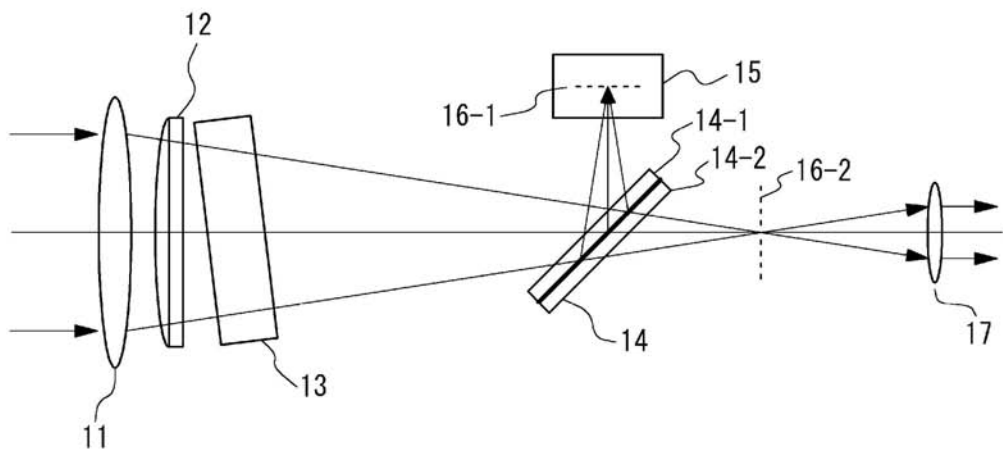
【符号の説明】

【0029】

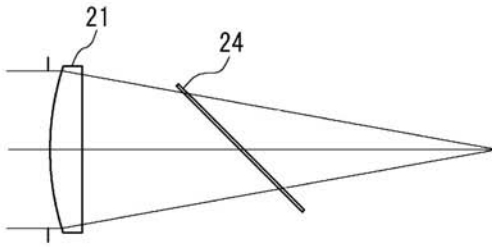
- 11、21 結像レンズ群
- 12、22、32 円柱レンズ
- 13、23、33 平行平板補正部材
- 14、34、35 ダイクロイックミラー
- 15 カメラ
- 16-1、16-2 結像面
- 17 接眼レンズ
- 24 平面平行板部材
- 31 投写レンズ群
- 36R、36G、36B 画像表示素子

10

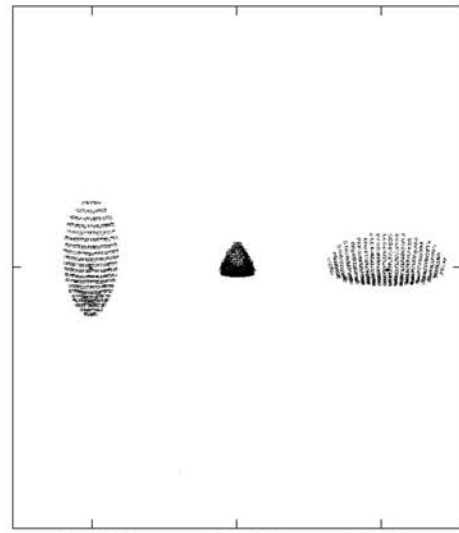
【図1】



【 図 2 】

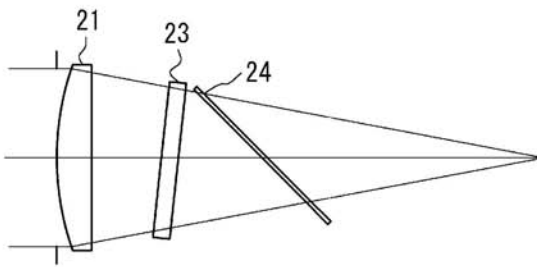


(A)

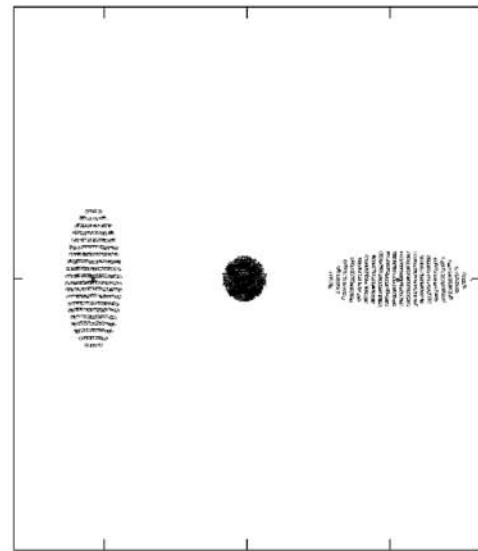


(B)

【 図 3 】

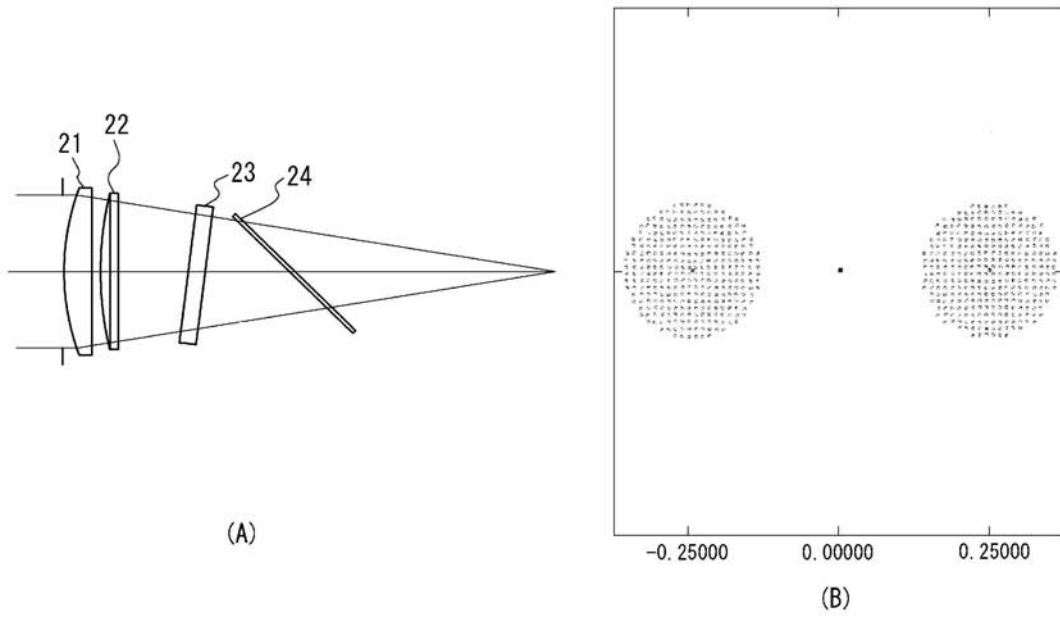


(A)

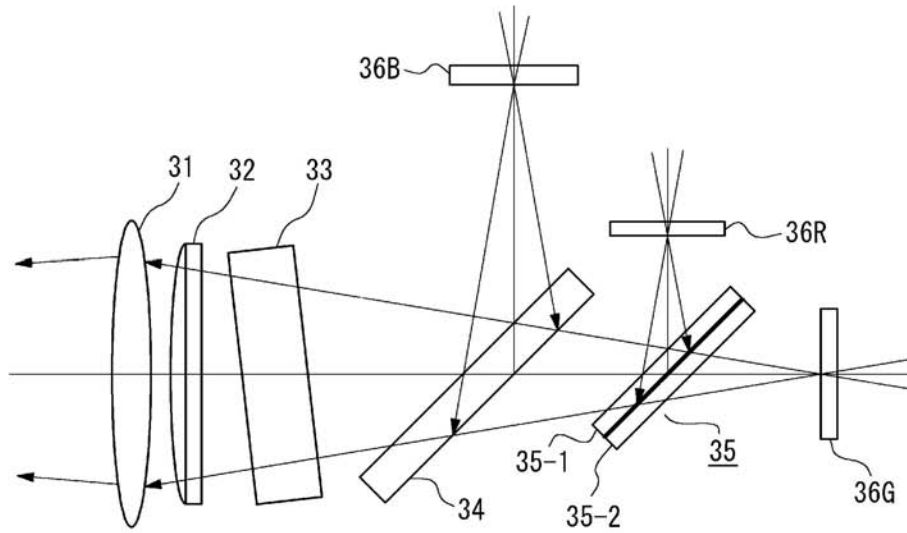


(B)

【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

