

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4835767号
(P4835767)

(45) 発行日 平成23年12月14日(2011.12.14)

(24) 登録日 平成23年10月7日(2011.10.7)

(51) Int.Cl.	F 1	
G03B 21/14	(2006.01)	G03B 21/14 D
G02B 13/18	(2006.01)	G02B 13/18
G02B 13/00	(2006.01)	G02B 13/00
G03B 21/00	(2006.01)	G03B 21/00 E

請求項の数 7 (全 38 頁)

(21) 出願番号	特願2010-95613 (P2010-95613)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成22年4月19日 (2010. 4. 19)		株式会社日立製作所
(62) 分割の表示	特願2003-398395 (P2003-398395)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
原出願日	平成15年11月28日 (2003.11.28)	(74) 代理人	100100310
(65) 公開番号	特開2010-211219 (P2010-211219A)		弁理士 井上 学
(43) 公開日	平成22年9月24日 (2010. 9. 24)	(72) 発明者	谷津 雅彦
審査請求日	平成22年4月19日 (2010. 4. 19)		神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地
早期審査対象出願		(72) 発明者	平田 浩二
			神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地
			株式会社日立製作所デジタルメディア事業部内
			株式会社日立製作所デジタルメディア事業部内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 投写型映像表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

映像表示素子に表示された画像を拡大投影する投写光学ユニットを有する投写型映像表示装置において、

前記画像を拡大して第1の拡大像を形成する第1の投写光学ユニットと、

前記第1の拡大像を拡大して第2の拡大像を形成する第2の投写光学ユニットと、を備え、

前記映像表示素子に表示された画像に対する前記第1の拡大像の倍率M1は、前記第1の拡大像に対する前記第2の拡大像の倍率M2より小さく、

前記第1の投写光学ユニットの光軸と前記第2の投写光学ユニットの光軸は偏心し、

前記第1の投写光学ユニットのF値をF1、前記第2の投写光学ユニットのF値をF2とすると、 $F2 = F1 \times M1$ となり、

前記第1の投写光学ユニットは、該第1の投写光学ユニットの映像表示素子側、及び、該第1の拡大像側にテレセントリックな関係にあり、該第1の拡大像はテレセントリックに結像する、投写型映像表示装置。

【請求項2】

前記第1の拡大像は前記第2の投写光学ユニットよりも前記映像表示素子側において結像する、請求項1記載の投写型映像表示装置。

【請求項3】

前記第2の投写光学ユニットの光軸が前記スクリーン画面中央よりずれるように、前記

第2の投写光学ユニットの光軸を前記第1の投写光学ユニットの光軸に対して偏心している、請求項1記載の投写型映像表示装置。

【請求項4】

前記第2の投写光学ユニットは前記第1の拡大像に対して偏心している、請求項1記載の投写型映像表示装置。

【請求項5】

前記映像表示素子の光軸と前記第1の投写光学ユニットの光軸は偏心していない、請求項1記載の投写型映像表示装置。

【請求項6】

前記M1は、2から7である、請求項1記載の投写型映像表示装置。

10

【請求項7】

前記第1の拡大像と前記第2の拡大像は倒立の関係にある、請求項1記載の投写型映像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、拡大画像をスクリーンに投影して画像表示を行う投写型カラー映像表示装置、該拡大画像をスクリーン背面から投影する背面投写型カラー映像表示装置、及びこれらに用いられる投写光学ユニットに関する。

【背景技術】

20

【0002】

映像表示素子の映像を投写光学ユニットによってスクリーン上に拡大投影するカラー映像表示装置においては、スクリーン上で十分な大きさの拡大映像を得つつ投写距離を短縮することが要求される。これを実現するために、例えば下記特許文献1～3に記載されているように、スクリーンに対して斜め方向から拡大投写する構成の投写光学ユニットが知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平5 - 134213号公報

30

【特許文献2】特開2000 - 162544号公報

【特許文献3】特開2002 - 357768号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

映像をスクリーンに対して斜め方向から投写すると、投写映像に所謂台形歪みが生じる。これを解消するために、上記特許文献1に記載の投写光学ユニットでは、スクリーン側に配置したアフォーカルコンバータを偏心させて台形歪み抑える構成としている。特許文献1に開示されたアフォーカルコンバータは、倍率が低いため広角化が困難である。また上記特許文献2に記載の投写光学ユニットにおいては、背面投写型カラー映像表示装置として十分に薄型化できるほどの広角化は困難である。また、使用するレンズを個別に偏心させる必要があるため製造が難しいという問題点もある。さらに上記特許文献3に記載の投写光学ユニットは、正のパワーを有する第1屈折レンズ系と、負のパワーを有する第2屈折レンズ系と光路折り返しミラーとを有し、負のパワーを有する第2屈折レンズ系の内、少なくとも2枚は回転対称性が異なる偏心系としている。このため、製造時に各レンズの位置精度確保が難しいという問題点がある。

40

【0005】

さらに、上記従来技術においては投写光学ユニットのみに着目し設計がなされており照明光学系を含めたシステム全体での最適設計がなされていなかった。

【0006】

50

映像表示素子として透過型液晶パネルを用いた従来のカラー映像表示装置に使用される投写光学ユニットの課題として、前述したように、セットのコンパクト化に必要な広画角化の他に、パネルの高解像度化に対応したハイフォーカス化、及びパネルやカラー映像表示装置のダウンサイジング化に対応した高倍率化、が挙げられる。

【 0 0 0 7 】

一方、映像表示素子として反射型液晶パネルを用いた場合には、画素電極を液晶層の裏面に配置できるので高開口率が実現できる。このため、透過型液晶パネルに対して以下の特徴がある。

(1) 同一解像度の場合にはパネルサイズを一回り小さくできる。

(2) 同一パネルサイズの場合にはより多くの画素数が得られる(高解像度化)。

10

【 0 0 0 8 】

このため、反射型液晶パネルを用いたカラー映像表示装置に使用される投写レンズ装置は、透過型液晶パネルを用いたものに対し、更なるハイフォーカス化、及び高倍率化が望まれる。さらに、反射型液晶パネルを使用した画像投影装置の光学系では、映像表示素子と投写レンズ装置の間には色合成プリズムの他に大きな空気間隔が存在するため、より一層長いバックフォーカスが必要となる。

【 0 0 0 9 】

また、以上述べた投写型カラー映像表示装置においては、使用するパネルの有効画面寸法に合わせて新規に投写光学ユニットを設計開発するため多額な開発投資を必要としていた。

20

【 0 0 1 0 】

このように、背面投写型カラー映像表示装置においては、寸法のコンパクト化を実現すべく、広画角でかつハイフォーカス、更に高倍率でバックフォーカスが長い投写光学ユニットが必要となる。また、有効画面寸法や方式が異なるパネルを使用した場合でも、新規に照明光学系の全てや投写光学ユニットを設計開発することなく、標準品の一部変更で対応可能にして開発投資の少なくすることが望ましい。

【 0 0 1 1 】

本発明は、このような課題に鑑みて為されたものであり、その目的は、セットのコンパクト化を実現可能な技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

30

【 0 0 1 2 】

上記目的を達成するために、本発明は、映像表示素子からスクリーンまでの光路の間に、第1の拡大像を形成するための正の屈折力を持つ第1投写光学ユニットと、該第1のレンズ群のスクリーン側に位置し前記第1投写光学ユニットによって得られた第1の拡大像を更に拡大して前記スクリーンに第2の拡大像を形成するための、正の屈折力を持つ第2投写光学ユニットとを配置し、前記第1の拡大像が前記第2投写光学ユニットよりも映像表示素子側において結像する構成を特徴とするものである。

【 0 0 1 3 】

また、第1投写光学ユニットと前記第2投写光学ユニットの間に正の屈折力を持つフィールドレンズ群を配置し、前記第1の拡大像の倍率M1を前記第2の拡大像の倍率M2より小さくする。また、前記第1投写光学ユニットは、映像表示素子側にテレセントリックで照明光学系のF値に合わせて設計するとよい。

40

【 0 0 1 4 】

第1投写光学ユニットによる第1の拡大像は、第2投写光学ユニットよりも映像表示素子側において結像するので第2群のF値であるF2(光線の発散角度)は、第1レンズ群のF値であるF1と第1の拡大像の倍率M1を掛けた値、すなはち $F2 = F1 \times M1$ となる。このため第2投写光学ユニットのF2を大きくとれるので画角が90度を超える超広角化に対して有利になる。

【 0 0 1 5 】

50

さらに、前記第1投写光学ユニットによる形成される第1の拡大像は、前記フィールドレンズ群近傍で結像する。例えば前記第1投写光学ユニット側に結像することでフィールドレンズ群にゴミが付着してもスクリーン上の拡大像に影響を与えない。

【0016】

また、投写型カラー映像表示装置そのものをコンパクトにする第1の実現手段として、以下のものが挙げられる。

(1) 前記第2投写光学ユニットとフィールドレンズ群の間に光路折り返し手段を設ける。この光路折返し具体的な技術手段としてプリズムを用いてもよく、折り返しミラーを用いればコストアップを抑えてコンパクト化が実現できる。

(2) 更に第1投写光学ユニットを構成するレンズ素子とレンズ素子の間に光路折り返し手段を設ける。

(3) 加えて第2投写光学ユニット構成するレンズ素子とレンズ素子の間に光路折り返し手段を設ける。

また、投写型カラー映像表示装置そのものをコンパクトにする第2の実現手段として、以下のものが挙げられる。

(4) 2つのレンズ群を有する投写光学ユニットの場合には、上記第1投写光学ユニットの光軸と上記第2投写光学ユニットの光軸をずらして配置する。すなわち、第2投写光学ユニットを第1の拡大像に対してシフトさせて配置し、折り返しミラーを介してスクリーン上に拡大像を得ることで更なるコンパクト化が実現できる。

(5) 2つのレンズ群を有する投写光学ユニットの場合には、上記第1投写光学ユニットをスクリーン画面水平方向に概ね平行となるように配置する。更に、第1投写光学ユニットと第2投写光学ユニットとの間には光路折り返し手段を設け、該第2投写光学ユニットをスクリーン画面水平方向に対して概ね垂直となるように(すなわち、第1投写光学ユニットの光軸と第2投写光学ユニットの光軸とが互いに直交するように)配置し、折り返しミラーを介してスクリーン上に拡大像を得ることで更なるコンパクト化が実現できる。

【0017】

投写距離が短い投写型カラー映像表示装置は、小さな部屋での打合せの際に、装置の設置場所の制約を受けず有効である。また、背面投写型カラー映像表示装置として用いる場合には、装置全体の薄型化にとって特に有効である。

【0018】

投写距離を短くするためには、投写光学ユニットの広角化が不可欠であるが、従来の投写光学ユニットの場合での、広角化の際の問題点について、図56と図57を用いて説明する。

【0019】

図56は、照明光学系の基本構成図である。図57は、投写光学ユニットの基本構成図である。

【0020】

図56で、光源11から出射した自然光である白色光は、リフレクタ12で反射され、インテグレートとしての第1のマルチレンズ131と第2のマルチレンズ132を経て、偏光変換素子14で偏光状態をそろえされる。白色光はダイクロイックミラー160・161で構成される色分離手段によって、赤色、緑色、青色に分離される。赤色、緑色、青色に分離した各光束は、赤色用、緑色用、青色用の映像表示素子171、172、173に、合焦レンズ150とCレンズ151、152と、リレーレンズ153、154、155によって、映像表示素子に照射される。各赤色用、緑色用、青色用の映像表示素子から出射した光束を色合成するのがクロスプリズム19であり、色合成された白色光が投写レンズに入射する構成である。

【0021】

図57は、模式的に、映像表示素子とクロスプリズムと投写レンズ(凸レンズと凹レンズで構成)を経て光束が投写される様子を表している。

【0022】

10

20

30

40

50

先の広角化に話を戻すと、広角化とは、投写レンズにとっては焦点距離を短くすることであり、単純には、投写レンズと映像表示素子の距離が短くなる。しかしながら、投写レンズと映像表示素子の間にはクロスプリズムが存在するので、通常は、投写レンズを凹凸の基本構成とする。このとき、投写レンズはレンズ枚数が増えると同時に、レンズ径も大きくなる。広角でレンズ径が大きい投写レンズは、背面ミラーで折り曲げた光束の光路が、投写レンズでけられる等の不具合が発生する。

【発明の効果】

【0023】

以上の通り、本発明の投写光学ユニットによれば、高倍率化してもセットのコンパクト化に必要な超広画角化とハイフォーカス化が両立できる。また使用する映像表示素子の有効画面サイズが変わっても投写光学ユニットの一部を変更することで対応が可能となるので、これを採用したカラー映像表示装置や背面投写型カラー映像表示装置では、セットのサイズ展開、映像表示素子の有効表示領域の変更に伴う機種展開に対する開発コストを低減できるという従来にない大きなメリットを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】本発明に係る投写光学ユニットの構成図である。

【図2】角度ずれによる瞳のずれの見積もり図である。

【図3】本発明に係る第1投写光学ユニットの実施例1の構成図である。

【図4】本発明に係る第1投写光学ユニットの実施例1の白色の収差図である。

【図5】本発明に係る第1投写光学ユニットの実施例1の赤色の収差図である。

【図6】本発明に係る第1投写光学ユニットの実施例1の緑色の収差図である。

【図7】本発明に係る第1投写光学ユニットの実施例1の青色の収差図である。

【図8】本発明に係る第1投写光学ユニットの実施例1の非点収差と歪曲の図である。

【図9】本発明に係る第1投写光学ユニットの実施例1の白色のスポット図である。

【図10】本発明に係る第1投写光学ユニットの実施例1の赤色のスポット図である。

【図11】本発明に係る第1投写光学ユニットの実施例1の緑色のスポット図である。

【図12】本発明に係る第1投写光学ユニットの実施例1の青色のスポット図である。

【図13】本発明に係る第1投写光学ユニットの実施例2の構成図である。

【図14】本発明に係る第1投写光学ユニットの実施例2の白色の収差図である。

【図15】本発明に係る第1投写光学ユニットの実施例2の赤色の収差図である。

【図16】本発明に係る第1投写光学ユニットの実施例2の緑色の収差図である。

【図17】本発明に係る第1投写光学ユニットの実施例2の青色の収差図である。

【図18】本発明に係る第1投写光学ユニットの実施例2の非点収差と歪曲の図である。

【図19】本発明に係る第1投写光学ユニットの実施例2の白色のスポット図である。

【図20】本発明に係る第1投写光学ユニットの実施例2の赤色のスポット図である。

【図21】本発明に係る第1投写光学ユニットの実施例2の緑色のスポット図である。

【図22】本発明に係る第1投写光学ユニットの実施例2の青色のスポット図である。

【図23】本発明に係る第1投写光学ユニットの実施例3の構成図である。

【図24】本発明に係る第1投写光学ユニットの実施例3の白色の収差図である。

【図25】本発明に係る第1投写光学ユニットの実施例3の赤色の収差図である。

【図26】本発明に係る第1投写光学ユニットの実施例3の緑色の収差図である。

【図27】本発明に係る第1投写光学ユニットの実施例3の青色の収差図である。

【図28】本発明に係る第1投写光学ユニットの実施例3の非点収差と歪曲の図である。

【図29】本発明に係る第1投写光学ユニットの実施例3の白色のスポット図である。

【図30】本発明に係る第1投写光学ユニットの実施例3の赤色のスポット図である。

【図31】本発明に係る第1投写光学ユニットの実施例3の緑色のスポット図である。

【図32】本発明に係る第1投写光学ユニットの実施例3の青色のスポット図である。

【図33】本発明に係る第2投写光学ユニットの実施例1の構成図である。

【図34】本発明に係る第2投写光学ユニットの実施例2の構成図である。

10

20

30

40

50

【図 3 5】本発明に係る第 2 投写光学ユニットの実施例 3 の構成図である。

【図 3 6】本発明に係る第 2 投写光学ユニットの実施例 4 の構成図である。

【図 3 7】本発明に係る第 2 投写光学ユニットの実施例 5 の構成図である。

【図 3 8】本発明に係る第 2 投写光学ユニットの実施例 6 の構成図である。

【図 3 9】本発明に係る第 2 投写光学ユニットの実施例 7 の構成図である。

【図 4 0】本発明に係る第 2 投写光学ユニットの実施例 8 の構成図である。

【図 4 1】本発明に係る第 2 投写光学ユニットの実施例 9 の構成図である。

【図 4 2】本発明に係る第 2 投写光学ユニットの実施例 1 0 の構成図である。

【図 4 3】本発明に係る第 1 投写光学ユニットと第 2 投写光学ユニットを組み合わせた構成図である。

10

【図 4 4】物点の説明図である。

【図 4 5】本発明に係る第 1 投写光学ユニットと第 2 投写光学ユニットを組み合わせた白色の収差図である。

【図 4 6】本発明に係る第 1 投写光学ユニットと第 2 投写光学ユニットを組み合わせた赤色の収差図である。

【図 4 7】本発明に係る第 1 投写光学ユニットと第 2 投写光学ユニットを組み合わせた緑色の収差図である。

【図 4 8】本発明に係る第 1 投写光学ユニットと第 2 投写光学ユニットを組み合わせた青色の収差図である。

【図 4 9】本発明に係る第 1 投写光学ユニットと第 2 投写光学ユニットを組み合わせた歪曲の説明図である。

20

【図 5 0】本発明に係る第 1 投写光学ユニットと第 2 投写光学ユニットを組み合わせた歪曲の補足説明図である。

【図 5 1】本発明に係る第 1 投写光学ユニットと第 2 投写光学ユニットを組み合わせた歪曲の実測の説明図である。

【図 5 2】本発明に係る第 1 投写光学ユニットと第 2 投写光学ユニットを組み合わせた白色のスポット図である。

【図 5 3】本発明に係る第 1 投写光学ユニットと第 2 投写光学ユニットを組み合わせた赤色のスポット図である。

【図 5 4】本発明に係る第 1 投写光学ユニットと第 2 投写光学ユニットを組み合わせた緑色のスポット図である。

30

【図 5 5】本発明に係る第 1 投写光学ユニットと第 2 投写光学ユニットを組み合わせた青色のスポット図である。

【図 5 6】照明光学系の構成図である。

【図 5 7】従来のレトロフォーカス型の投写レンズの基本構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

図 1 を用いて、本発明の基本構成及び、その機能について説明する。図 1 では、映像表示素子に表示された画像を拡大投影する投写光学ユニットを、第 1 の拡大像を形成するための第 1 投写光学ユニットと、第 1 投写光学ユニットによって得られた第 1 の拡大像を更に拡大して第 2 の拡大像を形成するための、正の屈折力を持つ第 2 投写光学ユニットの 2 つのレンズ群で構成する。

40

【0026】

第 1 投写光学ユニットと第 2 投写光学ユニットに分けたことで、全体のレンズ枚数は増えるが、第 2 投写レンズと第 1 拡大像の距離が短くできるので、第 2 投写光学ユニットを広角化しても、第 2 投写光学ユニットの大型化を防止できる。

【0027】

第 1 投写光学ユニットと第 2 投写光学ユニットの接続の際の問題点について、図 2 を用いて説明する。

【0028】

50

後で、具体的な投写光学ユニットの数値について説明するが、第1投写光学ユニットの実施例1は倍率3倍、第2投写光学ユニットの実施例1は倍率2.7倍である。第1投写光学ユニットへの照明光学系からの入射光束のF値をF2.67とすると、第1投写光学ユニットを出射した光束のF値は、F8となる。即ち、第1投写光学ユニットに入射したコーンアングル±10.6度の光束は、第1投写光学ユニットを出射した後では、コーンアングル±3.6度の光束となる。光束の角度が小さくなっている分、第1投写光学ユニットと第2投写光学ユニットの瞳位置のずれで、光束量が大きく劣化する。瞳位置がずれれば、本来は瞳径も変化するのであるが、実質的な瞳の重なり/或いはずれの量を見積もるために、瞳位置を固定し、角度ずれ分、瞳を移動させた見積もりを実施した。

【0029】

10

図2で、第1投写光学ユニットの瞳径を円1とし、第2投写光学ユニットの瞳径を円2とする。このとき、円1は数1で、円2は数2で表される。

$$(数1) x^2 + y^2 = r^2$$

$$(数2) x^2 + (y -)^2 = r^2$$

円1と円2の重なる面積は、数3で示す円1の上側と、数4で示す円2の下側の式の差分を、2つの円の交点(x_0 とする)の範囲で積分して求まる。

$$(数3) y = (r^2 - x^2)$$

$$(数4) y = - (r^2 - x^2)$$

積分の式は、数5で求まるので、瞳が合致したときの面積 $S_0 = r^2$ に対する比率が求まる。なお、 x_0 は、数1と数2の交点で、数6で求まる。

20

$$(数5) S = \int_{x_0}^{x_0} (r^2 - x^2) - [- (r^2 - x^2)] dx$$

$$= [x (r^2 - x^2) + r^2 \sin(x/r) - x]$$

$$= 2[x_0 (r^2 - x_0^2) + r^2 \sin(x_0/r) - x_0]$$

$$(数6) x_0 = \pm (r^2 - 2/4)$$

例えば、 $/r = 0.1$ の場合で $S/S_0 = 93.6\%$ 、 $/r = 0.2$ の場合で $S/S_0 = 87.3\%$ となる。

【0030】

一方で、F8の場合は $\tan = 1/(2F) = 0.00625$ 、角度ずれを0.1度とすると $\tan = 0.00175$ となる。この場合、 $/r = 0.00175/0.00625 = 0.028$ であり、 $S/S_0 = 98.2\%$ となった。角度ずれが0.2度の場合でも同様に計算すると、 $\tan = 0.00349$ となる。この場合、 $/r = 0.00349/0.00625 = 0.056$ であり、 $S/S_0 = 96.4\%$ となった。一方、1度では、 $/r = 0.279$ であり、 $S/S_0 = 82.3\%$ にもなった。すなわち、第1拡大像側では、F値が映像表示素子側に比べて大きくしている分、角度ずれによる光量の減少が大きいことが分かる。

30

【0031】

以下、本発明での第1投写光学ユニットと第2投写光学ユニットの具体的な数値実施例について説明する。まず、第1投写光学ユニットの具体的な数値実施例について説明する。

〔実施例1-1〕

40

図3から図12と表1を用いて第1投写光学ユニットの数値実施例1について説明する。図3は、第1投写光学ユニットの構成図と光線図である。映像表示素子からテレセントリックな状態で出射した光束が、第1拡大像側でテレセントリックに結像している様子がわかる。

【0032】

表1は、レンズデータを示しており、面番号は物面を0、順に第1面から第25面そして像面の順に並んでいる。曲率半径は光軸の右側に曲率の中心がある場合が正の値で逆の場合が負の値である。面間距離はレンズ面から次のレンズ面までの光軸上の距離である。

【0033】

【表 1】

表 1

Surface	Rd	TH	nd	νd
1	Infinity	596		
2	151.43541	4.5	1.492	57.9
3	41.1067	8.57	1	-
4	55.732	2	1.804	46.5
5	23	19.92	1	-
6	-41.105	4	1.847	23.8
7	89.12	5.02	1	-
8	324.7	10.5	1.699	30.1
9	-40.49	7.58	1	-
10	-24.0383	5	1.492	57.9
11	-26.22955	4.91	1	-
12	46.6	8	1.697	55.5
13	-550	31.98	1	-
14	292	3.72	1.847	23.8
15	-128.16	4.59	1	-
16	51	8.83	1.497	81.6
17	-24.397	2	1.847	23.8
18	51.75	1	1	-
19	44.4	9.34	1.497	81.6
20	-56.84	3.29	1	-
21	-23.11699	4.25	1.492	57.9
22	-23.67003	8.74	1	-
23	-28.03851	5	1.492	57.9
24	-39.44504	7.4	1	-
25	519.1	14.5	1.847	23.8
26	-57.15	5	1	-
27	Infinity	-	-	-

10

20

30

Surface	非球面係数					
	K	A	B	C	D	E
1	0	9.38948E-06	-7.95089E-09	5.91417E-12	-2.59805E-15	5.89630E-19
2	0	4.23722E-06	-3.53822E-10	-1.05402E-11	8.59179E-15	-2.65268E-18
10	0	-1.29568E-05	3.41557E-08	-7.00521E-11	1.14632E-13	3.38777E-17
11	0	-7.83237E-06	2.34579E-08	-4.31157E-11	7.15221E-14	-4.96275E-18
21	0	5.67205E-05	-4.33455E-09	-7.23421E-11	8.13128E-14	1.01703E-16
22	0	7.17389E-05	-1.99623E-08	-6.95659E-12	-8.43203E-14	2.19098E-16
23	0	3.21282E-05	1.71080E-08	-2.88990E-11	-4.28861E-14	6.19433E-17
24	0	9.9976E-06	4.78000E-08	-6.05943E-11	-1.00246E-14	3.02143E-17

40

また、第 2 4 面と第 2 5 面が非球面であり、その断面形状は下記数 7 の非球面式で表され、その球面係数は表の値である。

$$(数 7) \quad z = (y^2 / r) / \{ 1 + (1 - (1 + K) y^2 / r^2) \}$$

$$+ A \cdot h^4 + B \cdot h^6 + C \cdot h^8 + D \cdot h^{10} + E \cdot h^{12} \quad \text{図 4 から図 7 が}$$

収差図である。図 4 は波長 650 nm と 550 nm と 450 nm を一緒に表示した白色での収差図であり、色収差もわかる表示となっている。図 5 は波長 650 nm での赤色の収差図、図 6 は波長 550 nm での緑色の収差図、図 7 は波長 450 nm での青色の収差図である。単位は 0.05 mm であり、良好に収差補正されている様子がわかる。

50

【 0 0 3 4 】

図 8 は非点収差と歪曲率の図である。歪曲率は最大でも 0 . 1 % と良好な値を示している。図 9 から図 1 2 はスポット図である。図 9 は波長 6 5 0 n m と 5 5 0 n m と 4 5 0 n m を一緒に表示した白色でのスポット図であり、色収差もわかる表示となっている。図 1 0 は波長 6 5 0 n m での赤色のスポット図、図 1 1 は波長 5 5 0 n m での緑色のスポット図、図 1 2 は波長 4 5 0 n m での青色のスポット図である。単位は 0 . 1 m m であり、良好に収差補正されている様子がわかる。

【 0 0 3 5 】

なお、スポット図においては、赤色用映像表示素子と、緑色用映像表示素子と、青色用映像表示素子が独立の最適な位置に調整できるのでその、相当する位置でのスポットで表示した。

10

〔 実施例 1 - 2 〕

図 1 3 から図 2 2 と表 2 を用いて第 1 投写光学ユニットの数値実施例 2 について説明する。図 1 3 は、第 1 投写光学ユニットの構成図と光線図である。映像表示素子からテレセントリックな状態で出射した光束が、第 1 拡大像側でテレセントリックに結像している様子がわかる。

【 0 0 3 6 】

表 2 は、レンズデータを示しており、面番号は物面を 0、順に第 1 面から第 2 5 面そして像面の順に並んでいる。曲率半径は光軸の右側に曲率の中心がある場合が正の値で逆の場合が負の値である。面間距離はレンズ面から次のレンズ面までの光軸上の距離である。

20

【 0 0 3 7 】

【表 2】

表 2

Surface	Rd	TH	nd	νd
1	Infinity	596		
2	89.321	4.5	1.492	57.9
3	37.603	10.055	1	-
4	47.306	2	1.804	46.5
5	22.79	19.167	1	-
6	-129.17	2	1.847	23.8
7	40.204	13.969	1	-
8	-699.91	6.78	1.699	30.1
9	-43.006	6.559	1	-
10	-25.482	4.623	1.492	57.9
11	-33.435	3.076	1	-
12	51.141	8	1.697	55.5
13	-119.455	31.336	1	-
14	91.47	4.764	1.847	23.8
15	128.458	3.522	1	-
16	36.118	10.542	1.497	81.6
17	-21.518	2	1.847	23.8
18	89.257	1.969	1	-
19	51.705	8.01	1.497	81.6
20	-102.338	3.795	1	-
21	-28.178	4.155	1.492	57.9
22	-25.14	4.867	1	-
23	-30.384	4.58	1.492	57.9
24	-48.312	10.231	1	-
25	445.05	14.5	1.847	23.8
26	-59.275	5	1	-
27	Infinity	-	-	-

10

20

30

Surface	非球面係数					
	K	A	B	C	D	E
1	0	5.69978E-06	-1.03270E-09	-7.42610E-14	2.93660E-16	0.00000E+00
2	0	2.41874E-06	4.03182E-09	-6.48449E-12	4.69028E-16	0.00000E+00
10	0	-9.63220E-06	3.25708E-08	-5.09953E-11	1.11528E-13	0.00000E+00
11	0	-7.78930E-06	2.09417E-08	-2.71403E-11	4.67136E-14	0.00000E+00
21	0	3.33539E-05	2.78360E-08	-6.83261E-11	4.81959E-14	0.00000E+00
22	0	6.20605E-05	3.64150E-09	-5.23463E-11	7.32597E-14	0.00000E+00
23	0	3.55801E-05	6.89950E-09	-4.50025E-11	3.61050E-14	0.00000E+00
24	0	9.48511E-06	4.12848E-08	-6.74424E-11	2.87720E-14	0.00000E+00

40

また、第 2 4 面と第 2 5 面が非球面であり、その断面形状は上記数 7 に示した非球面式で表され、その非球面係数は表の値である。

【 0 0 3 8 】

図 1 4 から図 1 7 が収差図である。図 1 4 は波長 6 5 0 n m と 5 5 0 n m と 4 5 0 n m を一緒に表示した白色での収差図であり、色収差もわかる表示となっている。図 1 5 は波長 6 5 0 n m での赤色の収差図、図 1 6 は波長 5 5 0 n m での緑色の収差図、図 1 7 は波長 4 5 0 n m での青色の収差図である。単位は 0 . 0 5 m m であり、良好に収差補正されている様子がわかる。

50

【 0 0 3 9 】

図 1 8 は非点収差と歪曲率の図である。歪曲率は最大でも 0 . 1 % と良好な値を示している。図 1 9 から図 2 2 はスポット図である。図 1 9 は波長 6 5 0 n m と 5 5 0 n m と 4 5 0 n m を一緒に表示した白色でのスポット図であり、色収差もわかる表示となっている。図 2 0 は波長 6 5 0 n m での赤色のスポット図、図 2 1 は波長 5 5 0 n m での緑色のスポット図、図 2 2 は波長 4 5 0 n m での青色のスポット図である。単位は 0 . 1 m m であり、良好に収差補正されている様子がわかる。

【 0 0 4 0 】

なお、スポット図においては、赤色用映像表示素子と、緑色用映像表示素子と、青色用映像表示素子が独立の最適な位置に調整できるのでその、相当する位置でのスポットで表示した。

10

〔 実施例 1 - 3 〕

図 2 3 から図 3 2 と表 3 を用いて第 1 投写光学ユニットの数値実施例 3 について説明する。図 2 3 は、第 1 投写光学ユニットの構成図と光線図である。映像表示素子からテレセントリックな状態で出射した光束が、第 1 拡大像側でテレセントリックに結像している様子がわかる。

【 0 0 4 1 】

表 3 は、レンズデータを示しており、面番号は物面を 0、順に第 1 面から第 2 5 面そして像面の順に並んでいる。曲率半径は光軸の右側に曲率の中心がある場合が正の値で逆の場合が負の値である。面間距離はレンズ面から次のレンズ面までの光軸上の距離である。

20

【 0 0 4 2 】

【表 3】

表 3

Surface	Rd	TH	nd	νd
1	Infinity	596		
2	94.38	4.57	1.492	57.9
3	36.448	8.539	1	-
4	39.735	2	1.804	46.5
5	21.85	20.884	1	-
6	-79.427	2	1.847	23.8
7	50.748	13.773	1	-
8	-143.365	7.961	1.699	30.1
9	-36.82	7.124	1	-
10	-24.37	4.827	1.492	57.9
11	-25.836	0.5	1	-
12	35.112	7.823	1.697	55.5
13	126.183	30.929	1	-
14	97.719	3.395	1.847	23.8
15	290.128	4.685	1	-
16	54.715	9.799	1.497	81.6
17	-21.399	2	1.847	23.8
18	101.576	1	1	-
19	49.763	10.27	1.497	81.6
20	-52.498	2.249	1	-
21	-26.914	4	1.492	57.9
22	-26.387	10.249	1	-
23	-27.334	4.722	1.492	57.9
24	-41.9	6.798	1	-
25	752.495	14.5	1.847	23.8
26	-57.145	5	1	-
27	Infinity	-	-	-

10

20

30

Surface	非球面係数					
	K	A	B	C	D	E
1	0	7.39476E-06	-3.05169E-09	1.29568E-12	-7.78036E-17	0.00000E+00
2	0	3.70183E-06	2.30197E-09	-5.10070E-12	-8.28100E-17	0.00000E+00
10	0	-1.06004E-05	3.15151E-08	-4.62026E-11	8.91471E-14	0.00000E+00
11	0	-6.67002E-06	2.15127E-08	-2.85053E-11	4.76403E-14	0.00000E+00
21	0	3.70060E-05	2.62198E-08	-9.28702E-11	7.44670E-14	0.00000E+00
22	0	5.77088E-05	2.29302E-09	-5.01384E-11	4.35275E-14	0.00000E+00
23	0	3.55808E-05	6.89952E-09	-4.50025E-11	3.61050E-14	0.00000E+00
24	0	9.48511E-06	4.12848E-08	-6.74424E-11	2.87720E-14	0.00000E+00

40

また、第 2 4 面と第 2 5 面が非球面であり、その断面形状は上記数 7 に示した非球面式で表され、その非球面係数は表の値である。

【 0 0 4 3 】

図 2 4 から図 2 7 が収差図である。図 2 4 は波長 6 5 0 nm と 5 5 0 nm と 4 5 0 nm を一緒に表示した白色での収差図であり、色収差もわかる表示となっている。図 2 5 は波長 6 5 0 nm での赤色の収差図、図 2 6 は波長 5 5 0 nm での緑色の収差図、図 2 7 は波長 4 5 0 nm での青色の収差図である。単位は 0 . 0 5 mm であり、良好に収差補正されている様子がわかる。

【 0 0 4 4 】

50

図28は非点収差と歪曲率の図である。歪曲率は最大でも0.1%と良好な値を示している。図29から図32はスポット図である。図29は波長650nmと550nmと450nmを一緒に表示した白色でのスポット図であり、色収差もわかる表示となっている。図30は波長650nmでの赤色のスポット図、図31は波長550nmでの緑色のスポット図、図32は波長450nmでの青色のスポット図である。単位は0.1mmであり、良好に収差補正されている様子がわかる。

【0045】

なお、スポット図においては、赤色用映像表示素子と、緑色用映像表示素子と、青色用映像表示素子が独立の最適な位置に調整できるのでその、相当する位置でのスポットで表示した。

10

【0046】

また、説明した各数値実施例での映像表示素子側から順位にレンズ玉をL1からL13としたとき、凹レンズであるL10の焦点距離 $f_{凹}$ と、凸レンズであるL11からL12の焦点距離 $f_{凸}$ の焦点距離は、レンズの全長Lで規格化し、それぞれ、以下の値である。

実施例1 $f_{凹}/L = -0.108$ 、 $f_{凸}/L = 0.160$

実施例2 $f_{凹}/L = -0.113$ 、 $f_{凸}/L = 0.172$

実施例3 $f_{凹}/L = -0.114$ 、 $f_{凸}/L = 0.174$

次に、第2投写光学ユニットの具体的な数値実施例について説明する。

〔実施例2-1〕

以下本発明の実施例について図面を用いて説明する。図33~42に、本発明の一実施例である第2投写光学ユニットの説明図を示す。以下、図面を用いて説明するが、図34~42については、下記の表4~12に示したデータから図33と同様に理解できると思われるので、説明を略し、図33を主にして説明する。

20

【0047】

図33で、左側の第1拡大像からさらに拡大する作用を有している。第2投写光学ユニットについても表のレンズデータを用いた光学計算をすれば、良好な光学性能でことは確認できる。

【0048】

【表 4】

表4

Surface	Rd	TH	nd	νd
1	Infinity	596		
2	96.272	4.5	1.492	57.9
3	38.887	8.964	1	-
4	43.795	2	1.804	46.5
5	22.338	20.468	1	-
6	-71.685	3.071	1.847	23.8
7	58.915	13.317	1	-
8	-169.272	8	1.699	30.1
9	-39.983	7.921	1	-
10	-23.879	4.291	1.492	57.9
11	-25.361	0.5	1	-
12	38.048	7.315	1.697	55.5
13	256.247	32.33	1	-
14	126.489	3.501	1.847	23.8
15	-3032.738	3.95	1	-
16	51.373	9.554	1.497	81.6
17	-21.857	2	1.847	23.8
18	74.129	1	1	-
19	49.476	10.506	1.497	81.6
20	-42.937	2.409	1	-
21	-27.249	4	1.492	57.9
22	-29.701	7.318	1	-
23	-22.92	4.506	1.492	57.9
24	-33.036	8.325	1	-
25	551.053	14.5	1.847	23.8
26	-58.234	5	1	-
27	Infinity	-	-	-

10

20

30

Surface	非球面係数					
	K	A	B	C	D	E
1	0	7.38138E-06	-3.26580E-09	1.33965E-12	-5.61360E-17	0.00000E+00
2	0	4.48905E-06	1.34351E-09	-5.30479E-12	9.24183E-16	0.00000E+00
10	0	-1.07520E-05	3.09272E-08	-5.01466E-11	1.04715E-13	0.00000E+00
11	0	-7.05928E-06	2.17856E-08	-3.02041E-11	5.61766E-14	0.00000E+00
21	0	3.26985E-05	2.07055E-08	-1.21388E-10	1.51111E-13	0.00000E+00
22	0	5.10620E-05	-1.09151E-08	-4.33841E-11	2.50678E-14	0.00000E+00
23	0	4.21419E-05	1.07177E-08	-7.00023E-11	9.94258E-14	0.00000E+00
24	0	1.90739E-05	2.37272E-08	-5.28854E-11	2.63355E-14	0.00000E+00

【 0 0 4 9 】

40

【表 5】

表5

Surface	Rd	TH	nd	νd
1	Infinity	596		
2	113.93	4.5	1.492	57.9
3	45.093	8.109	1	-
4	51.033	2	1.804	46.5
5	21.942	21.95	1	-
6	-51.995	4	1.847	23.8
7	103.239	11.853	1	-
8	-525.77	9.145	1.699	30.1
9	-40.819	7.066	1	-
10	-26.4	5	1.492	57.9
11	-27.754	0.5	1	-
12	36.254	6.799	1.697	55.5
13	119.678	32.821	1	-
14	179.013	3.814	1.847	23.8
15	-185.608	1.768	1	-
16	53.59	9.155	1.497	81.6
17	-23.188	2	1.847	23.8
18	57.622	1	1	-
19	48.5	9.393	1.497	81.6
20	-50.839	3.994	1	-
21	-27.136	4	1.492	57.9
22	-30.891	11.245	1	-
23	-26.713	5	1.492	57.9
24	-31.129	5.302	1	-
25	1923.53	14.5	1.847	23.8
26	-55.452	5	1	-
27	Infinity	-	-	-

10

20

30

Surface	非球面係数					
	K	A	B	C	D	E
1	0	6.35181E-06	-1.32042E-09	1.50471E-13	3.56963E-16	0.00000E+00
2	0	2.11474E-06	3.98613E-09	-6.53463E-12	1.81474E-15	0.00000E+00
10	0	-1.02931E-05	2.51426E-08	-3.07743E-11	4.97740E-14	0.00000E+00
11	0	-6.27111E-06	1.91231E-08	-2.22236E-11	3.12476E-14	0.00000E+00
21	0	3.84969E-05	1.89479E-08	-8.63546E-11	6.18055E-14	0.00000E+00
22	0	4.98121E-05	1.03342E-09	-3.64562E-11	1.39570E-15	0.00000E+00
23	0	2.96909E-05	1.60940E-08	-5.19460E-11	4.73874E-14	0.00000E+00
24	0	1.78764E-05	2.25405E-08	-3.95436E-11	1.98088E-14	0.00000E+00

40

【 0 0 5 0 】

【表 6】

表6

Surface	Rd	TH	nd	νd
1	Infinity	596		
2	143.925	4.5	1.492	57.9
3	43.474	7.197	1	-
4	50.672	2	1.804	46.5
5	22.327	21.899	1	-
6	-46.727	2.746	1.847	23.8
7	94.009	9.626	1	-
8	389.86	11.056	1.699	30.1
9	-39.949	6.772	1	-
10	-27.861	5	1.492	57.9
11	-29.255	3.433	1	-
12	37.245	6.448	1.697	55.5
13	119.956	32.923	1	-
14	306.709	3.884	1.847	23.8
15	-113.027	1.318	1	-
16	61.97	8.832	1.497	81.6
17	-22.669	2	1.847	23.8
18	62.974	1	1	-
19	46.069	9.72	1.497	81.6
20	-49.622	2.796	1	-
21	-26.699	4	1.492	57.9
22	-31.09	9.238	1	-
23	-25.858	5	1.492	57.9
24	-31.863	9.113	1	-
25	719.259	14.5	1.847	23.8
26	-57.284	5	1	-
27	Infinity	-	-	-

10

20

30

Surface	非球面係数					
	K	A	B	C	D	E
1	0	7.41310E-06	-3.13090E-09	1.39794E-12	-1.23509E-16	0.00000E+00
2	0	2.71372E-06	3.60725E-09	-7.37223E-12	2.17043E-15	0.00000E+00
10	0	-9.90995E-06	2.16060E-08	-2.64091E-11	3.54640E-14	0.00000E+00
11	0	-6.08815E-06	1.64517E-08	-1.85623E-11	2.22548E-14	0.00000E+00
21	0	3.88410E-05	1.81436E-08	-7.51838E-11	4.28144E-14	0.00000E+00
22	0	4.79896E-05	7.10203E-09	-2.55853E-11	-3.02056E-14	0.00000E+00
23	0	3.86814E-05	1.17892E-08	-4.90164E-11	4.60862E-14	0.00000E+00
24	0	2.66697E-05	1.56203E-08	-3.80999E-11	1.68612E-14	0.00000E+00

40

【 0 0 5 1 】

【表 7】

表 7

Surface	Rd	TH	nd	νd
1	Infinity	596		
2	136.746	4	1.492	57.9
3	40.121	2.48	1	-
4	35.297	2	1.816	46.6
5	23.305	24.305	1	-
6	-79.026	2	1.847	23.8
7	35.805	10.617	1	-
8	666.731	8.724	1.699	30.1
9	-39.205	4.712	1	-
10	-30.553	4.875	1.492	57.9
11	-36.63	15.682	1	-
12	66.376	8	1.697	55.5
13	-76.974	30.054	1	-
14	112.963	3.411	1.847	23.8
15	555.875	1.61	1	-
16	59.77	8.285	1.497	81.6
17	-21.498	2	1.847	23.8
18	53.871	1	1	-
19	46.012	8.992	1.497	81.6
20	-53.112	2.605	1	-
21	-25.52	4	1.492	57.9
22	-32.492	14.213	1	-
23	-41.591	4	1.492	57.9
24	-39.263	2.603	1	-
25	264.351	12.915	1.847	23.8
26	-74.144	5	1	-
27	Infinity	-	-	-

10

20

30

Surface	非球面係数					
	K	A	B	C	D	E
1	0	9.58608E-06	-4.08266E-09	1.14741E-12	1.33697E-16	0.00000E+00
2	0	6.03412E-06	7.67505E-09	-1.54579E-11	4.48365E-15	0.00000E+00
10	0	-1.48267E-05	1.70970E-08	-2.70638E-11	5.19430E-14	0.00000E+00
11	0	-1.09467E-05	1.37712E-08	-1.59448E-11	2.72140E-14	0.00000E+00
21	0	5.18069E-05	-1.43694E-08	-6.06068E-11	9.54935E-14	0.00000E+00
22	0	5.15159E-05	-8.36696E-09	-6.37484E-11	6.78810E-14	0.00000E+00
23	0	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
24	0	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

40

【 0 0 5 2 】

【表 8】

表 8

Surface	Rd	TH	nd	νd
1	Infinity	596		
2	107.53	4	1.492	57.9
3	33.362	15.688	1	-
4	44.967	2	1.816	46.6
5	20.233	21.647	1	-
6	-55.919	4	1.847	23.8
7	55.019	3.687	1	-
8	151.307	9.724	1.699	30.1
9	-33.547	3.766	1	-
10	-29.697	5	1.492	57.9
11	-37.675	1.896	1	-
12	41.345	6.171	1.697	55.5
13	50488.451	31.142	1	-
14	53.4	3.805	1.847	23.8
15	189.029	4.721	1	-
16	60.669	8.982	1.497	81.6
17	-21.111	2	1.847	23.8
18	56.435	1	1	-
19	45.623	9.622	1.497	81.6
20	-54.328	0.5	1	-
21	-161.376	4	1.492	57.9
22	5879.089	16.449	1	-
23	-55.002	4	1.492	57.9
24	-58.343	2.158	1	-
25	1113.132	14.041	1.847	23.8
26	-58.123	5	1	-
27	Infinity	-	-	-

10

20

30

Surface	非球面係数					
	K	A	B	C	D	E
1	0	1.08587E-05	-5.70653E-09	1.53202E-12	1.28148E-16	0.00000E+00
2	0	8.60370E-06	8.50188E-09	-1.82568E-11	5.41080E-15	0.00000E+00
10	0	-3.32482E-06	1.03728E-08	4.75247E-12	6.69849E-14	0.00000E+00
11	0	-3.70398E-06	2.45996E-09	1.46863E-11	7.83244E-15	0.00000E+00
21	0	2.00195E-06	1.30050E-08	2.05974E-11	-3.51437E-14	0.00000E+00
22	0	1.23852E-05	7.76720E-09	-6.56793E-12	2.03190E-14	0.00000E+00
23	0	-1.47407E-05	9.35306E-09	3.35208E-12	-3.15128E-14	0.00000E+00
24	0	-1.46684E-05	9.54830E-09	5.86675E-12	-1.20468E-14	0.00000E+00

40

【 0 0 5 3 】

【表 9】

表9

Surface	Rd	TH	nd	v d
1	Infinity	596		
2	107.697	4	1.492	57.9
3	34.176	13.434	1	-
4	58.628	2	1.816	46.6
5	22.741	20.847	1	-
6	-41.577	2	1.847	23.8
7	74.865	3.59	1	-
8	189.577	11.314	1.702	34.6
9	-37.603	3.582	1	-
10	-30.045	4	1.492	57.9
11	-37.921	0.5	1	-
12	56.028	9.027	1.74	50
13	-132.433	32.399	1	-
14	237.475	3.615	1.847	23.8
15	-78.584	7.141	1	-
16	137.917	7.227	1.497	81.6
17	-19.111	2	1.847	23.8
18	67.721	1.104	1	-
19	48.947	9.502	1.497	81.6
20	-39.443	0.5	1	-
21	260.671	4	1.492	57.9
22	61.197	6.717	1	-
23	-184.323	4	1.492	57.9
24	-101.106	14.412	1	-
25	174.931	13.09	1.847	23.8
26	-82.338	5	1	-
27	Infinity	-	-	-

10

20

Surface	非球面係数					
	K	A	B	C	D	E
1	0	9.87981E-06	-5.53910E-09	1.87701E-12	-4.73542E-17	0.00000E+00
2	0	7.75122E-06	5.03342E-09	-1.29693E-11	4.91184E-16	0.00000E+00
10	0	-1.21775E-06	-9.24022E-10	6.55637E-12	2.25956E-14	0.00000E+00
11	0	-1.11169E-07	-2.33462E-09	1.14346E-11	5.76967E-15	0.00000E+00
21	0	-2.15266E-06	3.63555E-10	1.91034E-11	-1.80540E-14	0.00000E+00
22	0	-2.07711E-06	3.40073E-09	-4.01429E-12	8.60232E-16	0.00000E+00
23	0	-1.20097E-05	3.34151E-09	-1.40100E-12	6.72588E-15	0.00000E+00
24	0	-5.61406E-06	-2.18317E-09	1.44287E-11	1.79912E-14	0.00000E+00

30

40

【 0 0 5 4 】

【表 10】

表 10

Surface	Rd	TH	nd	νd
1	Infinity	596		
2	99.811	4	1.492	57.9
3	34.003	14.034	1	-
4	48.218	2	1.816	46.6
5	22.314	20.907	1	-
6	-41.696	7.459	1.847	23.8
7	56.843	3.629	1	-
8	170.607	8.178	1.828	33.8
9	-64.265	0.979	1	-
10	286.843	5	1.492	57.9
11	-210.251	2.792	1	-
12	65.577	8.616	1.813	35.9
13	-111.102	30.904	1	-
14	354.585	4.377	1.847	23.8
15	-61.589	3.012	1	-
16	162.902	7.707	1.497	81.6
17	-19.031	2	1.847	23.8
18	54.095	1	1	-
19	56.209	7.531	1.497	81.6
20	-43.366	4.063	1	-
21	94.473	4	1.492	57.9
22	48.444	5.239	1	-
23	1172.561	5.454	1.492	57.9
24	-109.747	14.491	1	-
25	177.551	12.628	1.847	23.8
26	-87.026	5	1	-
27	Infinity	-	-	-

10

20

30

Surface	非球面係数					
	K	A	B	C	D	E
1	0	1.11939E-05	-5.42582E-09	1.39594E-12	1.98686E-16	0.00000E+00
2	0	9.65213E-06	8.27956E-09	-1.20252E-11	-3.52677E-15	0.00000E+00
10	0	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
11	0	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
21	0	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
22	0	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
23	0	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
24	0	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

40

【 0 0 5 5 】

【表 1 1】

表 1 1

	DATA1	DATA2	DATA3	DATA4	DATA5
f_0/f_1	-1.887	-1.627	-1.592	-1.565	-1.602
f_0/f_2	0.684	0.633	0.635	0.630	0.635
f_0/f_3	0.385	0.370	0.382	0.382	0.396
f_0/f_{11}	-0.198	-0.170	-0.187	-0.170	-0.149
f_0/f_{12}	-0.462	-0.409	-0.365	-0.393	-0.470
f_0/f_{13}	-0.708	-0.647	-0.642	-0.617	-0.577
f_0/f_{21}	0.444	0.343	0.325	0.306	0.356
f_0/f_{22}	-0.010	-0.086	0.002	-0.001	0.005
f_0/f_{23}	0.373	0.443	0.344	0.367	0.321
f_0/f_{31}	0.220	0.066	0.135	0.162	0.215
f_0/f_{32}	-0.091	-0.026	-0.150	-0.128	-0.119
f_0/f_{33}	-0.481	-0.405	-0.388	-0.431	-0.469
f_0/f_{34}	0.446	0.330	0.436	0.482	0.450
f_0/f_{35}	0.018	0.071	0.030	-0.016	-0.033
f_0/f_{36}	-0.100	-0.127	-0.129	-0.130	-0.038
f_0/f_{37}	0.377	0.372	0.368	0.371	0.365
T_{2-3}	31.980	31.336	30.929	32.330	32.821
$D_{30}/2$	11.000	10.713	10.880	10.982	11.000
$D_{21}/2$	15.000	14.924	15.000	15.102	15.015
$(D_{30}+D_{21})/2$	26.000	25.638	25.880	26.084	26.015
f_{122L23}	-51.151	-102.625	-69.193	-60.959	-52.115
S1変曲点	1	0	0	0	0
S2変曲点	0	1	0	0	1
S10変曲点	0	0	0	0	0
S11変曲点	0	0	0	0	0
S21変曲点	2	1	1	1	1
S22変曲点	2	1	1	1	1
S23変曲点	2	1	2	2	2
S24変曲点	2	1	2	2	2

10

20

30

【 0 0 5 6 】

【表 1 2】

表 1 2

	DATA6	DATA7	DATA8	DATA9	DATA10
f_0/f_1	-1.726	-1.667	-2.201	-2.147	-2.249
f_0/f_2	0.658	0.633	0.793	0.789	0.850
f_0/f_3	0.396	0.364	0.360	0.373	0.379
f_0/f_{11}	-0.180	-0.197	-0.231	-0.223	-0.216
f_0/f_{12}	-0.452	-0.255	-0.495	-0.496	-0.440
f_0/f_{13}	-0.636	-0.804	-0.722	-0.742	-0.848
f_0/f_{21}	0.426	0.419	0.557	0.508	0.405
f_0/f_{22}	0.004	-0.045	-0.064	-0.065	0.093
f_0/f_{23}	0.308	0.442	0.390	0.426	0.448
f_0/f_{31}	0.237	0.139	0.268	0.332	0.374
f_0/f_{32}	-0.159	-0.171	-0.180	-0.338	-0.354
f_0/f_{33}	-0.453	-0.502	-0.497	-0.484	-0.536
f_0/f_{34}	0.465	0.452	0.449	0.507	0.458
f_0/f_{35}	-0.042	-0.077	-0.072	-0.141	-0.111
f_0/f_{36}	-0.060	0.025	-0.007	0.052	0.113
f_0/f_{37}	0.368	0.334	0.355	0.343	0.330
T_{2-3}	32.923	30.054	31.142	32.399	30.904
$D_{30}/2$	11.000	10.899	11.000	8.063	8.062
$D_{21}/2$	15.000	15.000	15.013	21.022	20.953
$(D_{30}+D_{21})/2$	26.000	25.899	26.013	29.086	29.015
f_{L22L23}	-50.295	-44.154	-44.895	-36.746	-32.173
S1変曲点	0	0	0	0	0
S2変曲点	1	1	0	1	1
S10変曲点	0	0	1	1	0
S11変曲点	0	0	0	1	0
S21変曲点	1	1	1	0	0
S22変曲点	1	1	0	0	0
S23変曲点	2	0	0	0	0
S24変曲点	2	0	0	1	0

以下、第 1 投写光学ユニットの実施例 1 と、第 2 投写光学ユニットの実施例 1 を組み合わせさせた例について、図 4 3 から図 5 5 を用いた説明する。図 4 3 は、構成図であり、YZ 断面で第 1 投写光学ユニットに対して、第 1 投写光学ユニットを 9 . 8 mm 偏心させている。この目的は、背面投写の際のコンパクトはレイアウトのためである。図 4 4 は、物点の説明図である。第 1 投写光学ユニットと第 2 投写光学ユニットを偏心させた結果、回転対称ではなくなるので、映像表示素子の上下左右の点と、途中の点を物点として設定した。

【 0 0 5 7 】

図 4 5 から図 4 8 が収差図である。図 4 5 は波長 6 5 0 nm と 5 5 0 nm と 4 5 0 nm を一緒に表示した白色での収差図であり、色収差もわかる表示となっている。図 4 6 は波長 6 5 0 nm での赤色の収差図、図 4 7 は波長 5 5 0 nm での緑色の収差図、図 4 8 は波長 4 5 0 nm での青色の収差図である。単位は 0 . 0 5 mm であり、良好に収差補正されている様子がわかる。

【 0 0 5 8 】

図 4 9 から図 5 1 は歪曲に関する説明図である。図 4 9 は、通常の歪曲を Y 軸方向の上下で表示した図である。第 1 投写光学ユニットと偏心させた第 2 投写光学ユニットの比較のために、第 1 投写光学ユニットは像高に対する表示を、第 2 投写光学ユニットは物高に対する表示を行っている。YZ 断面では、図 4 9 のように 9 . 8 mm ずれて比較すれば

良い。YZ断面以外では、それぞれ、第1投写光学ユニットの光軸と第2投写光学ユニットの光軸からの距離で換算する必要がある。図50がその換算図である。図51TV表示歪曲収差の説明図である。計算値において、線分(1)(2)を基準として線分(4)(5)が0.02%、線分(1)(2)を基準として線分(7)(8)が0.01%、線分(1)(3)を基準として線分(2)(5)が-0.02%、線分(1)(7)を基準として線分(2)(8)が0.02%と非常に小さい値を実現している。

【0059】

また、実測においては、TV枠に対応する矩形枠の変形で歪曲は測定される。具体的には、Y方向は、左右の縦線の平均値に対する中央の縦線で定義されるので、線分(4)(7)に対する線分(5)(8)であり先の-0.02%と0.02%の平均値に相当するので、更に小さな値となる。X方向は上下の横線の平均値に対する中央の横線で定義されるので、ほぼ、先に説明した計算値に等しい値となる。

10

【0060】

図52から図55はスポット図である。図52は波長650nmと550nmと450nmを一緒に表示した白色でのスポット図であり、色収差もわかる表示となっている。図53は波長650nmでの赤色のスポット図、図54は波長550nmでの緑色のスポット図、図55は波長450nmでの青色のスポット図である。単位は0.1mmであり、良好に収差補正されている様子が見られる。

【0061】

なお、スポット図においては、赤色用映像表示素子と、緑色用映像表示素子と、青色用映像表示素子が独立の最適な位置に調整できるのでその、相当する位置でのスポットで表示した。

20

【0062】

以上の説明のように、第1投写光学ユニットと第2投写光学ユニットの組合せにおいても良好な光学性能を有していることがわかる。

【0063】

また、本発明の投写型光学ユニット210は、正の屈折力を有する第1レンズ群と第2レンズ群を含むので、クロスプリズム27により合成された映像を第1レンズ群22でフィールドレンズ23の近傍に倒立像(第1の拡大像)として結像し、この倒立像を第2レンズ群でスクリーン上に正立像(第2の拡大像)として投写する。一般の投写型カラー映像表示装置では、スクリーン上に投写された投写像は映像表示素子上の映像に対して倒立しているが、本発明では正立する特徴を備えている。

30

【0064】

本発明の投写型カラー映像表示装置においては、第2投写光学ユニットの光軸を第1投写光学ユニットの光軸に対して、例えばXZ平面において略X軸の正方向に偏心させる。これにより、スクリーン下端から底面までの距離が短いコンパクトなセットが実現できる。さらに第2投写光学ユニットの投写距離を短縮するとともに上記とは逆側に偏心させることでコンパクトなセットが実現できる。

【0065】

すなわち、照明光学系と第1投写光学ユニットは共用化し、第2投写光学ユニットの投写距離や両者の偏心量だけを変更することで全く異なったフォルムのセットを実現できる。このため、セットの機種展開を最小限の金型投資にて実現できるので開発効率に優れている。

40

【0066】

さらに、第2投写光学ユニットの光軸を第1投写光学ユニットの光軸に対して、例えばXZ平面においてZ軸方向に偏心させることで、第2投写光学ユニットをスクリーン画面中央に配置する必要がなくなる。これにより、セット内部のレイアウトの自由度が増すのでよりコンパクトなセットが実現できる。

【0067】

一方、透過型液晶パネルの有効画面サイズが変わっても、照明光学系の一部の変更と、

50

第1投写光学ユニットのみ変更するだけで、同一のフォルムのセットにそのまま適用可能となるのでセットの開発効率が優れた投写光学ユニットが実現できる。

【0068】

第1投写光学ユニットにより得られる拡大像の倍率は、使用する映像表示素子の有効画面サイズにより異なるが2倍から7倍程度がよい。第1投写光学ユニットから結像位置までの距離を最適な範囲内に抑え、かつ第1及び第2投写光学ユニットのレンズ外形を製造可能な範囲とするためには、2倍から5倍以内にとると更に良い。

【0069】

また、第2投写光学ユニットの光軸を第1投写光学ユニットの光軸に対してXZ平面上に偏心させ、この偏心量を適宜選択する。こうすることで、たとえば、透過型スクリーン

10

【0070】

以上、本発明の照明光学系について透過型液晶パネルを用いた場合について説明したが、映像表示素子として反射形液晶パネルを用いる場合においても、映像が合成されたあとにおいては、本発明の投写光学ユニットが適用可能であることは言うまでもない。

【0071】

なお、本発明による投写光学ユニットは、背面投写型カラー映像表示装置に限定されるものではなく、スクリーンの前面から投写する前面投写型カラー映像表示装置に適用できるのは、いうまでもないことである。

20

【符号の説明】

【0072】

- 1...第1レンズ群、2...第2レンズ群、3...第3レンズ群。

【図1】

【図2】

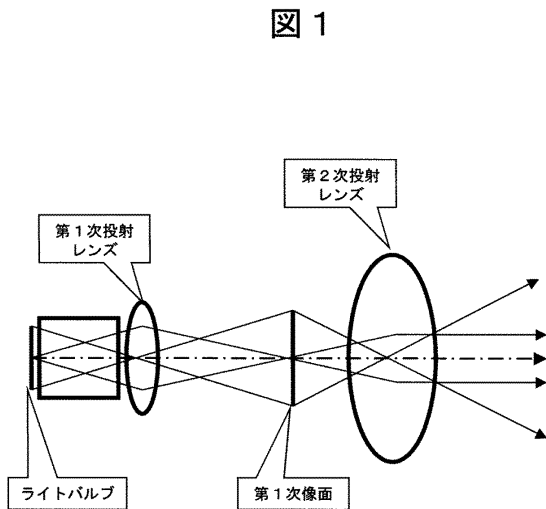
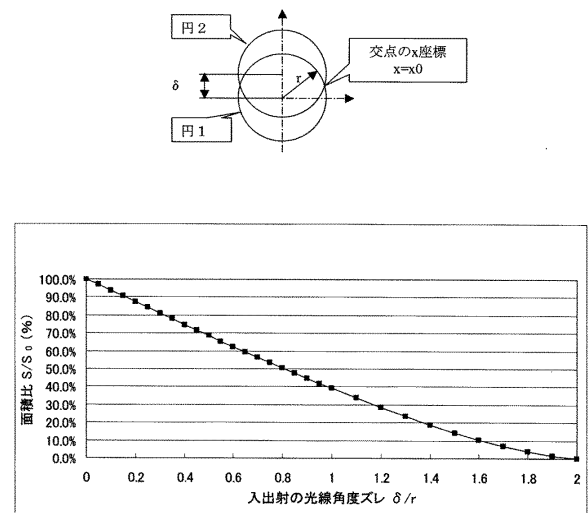
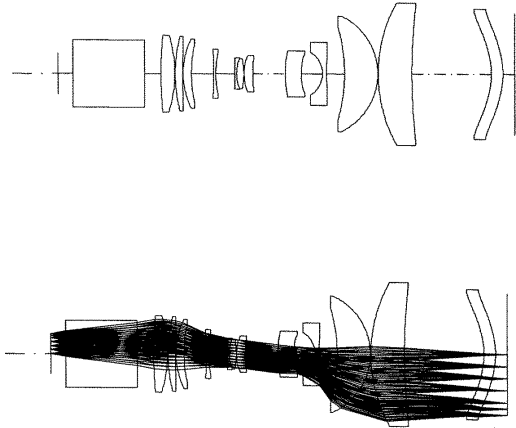


図2



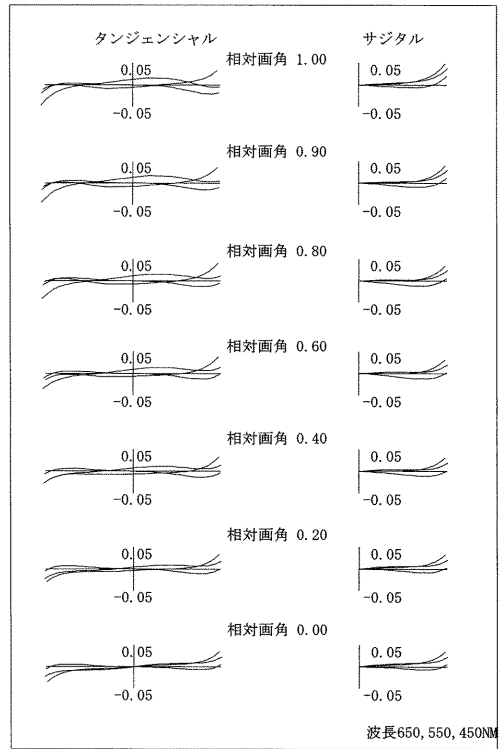
【 図 3 】

図 3



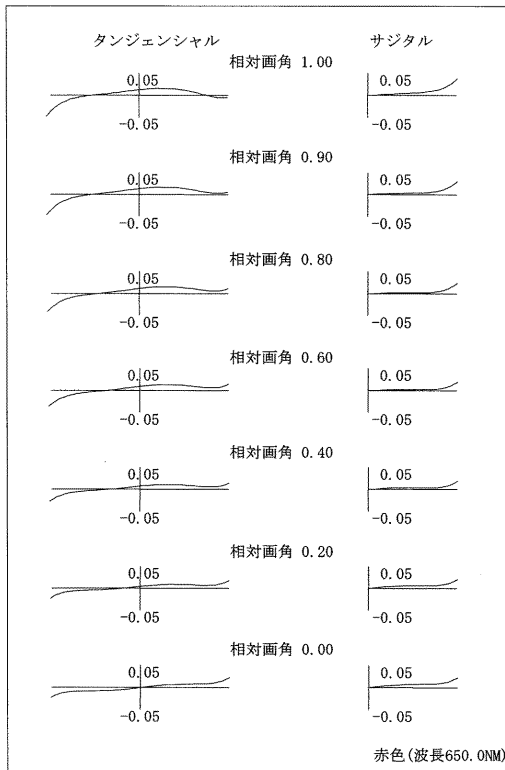
【 図 4 】

図 4



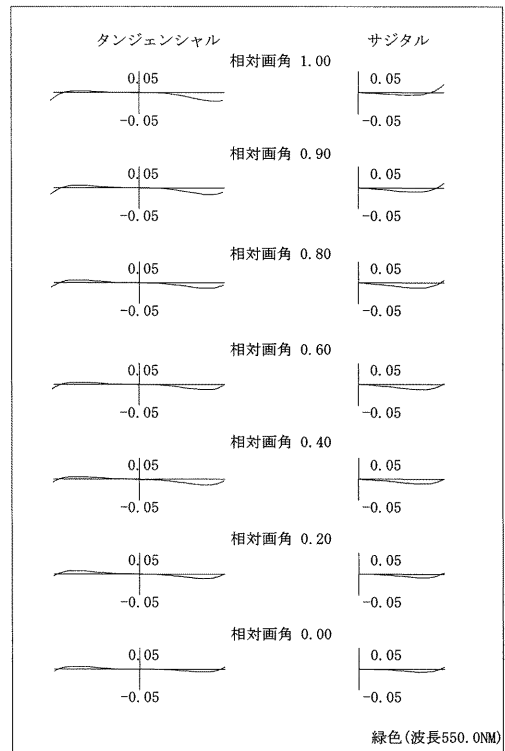
【 図 5 】

図 5



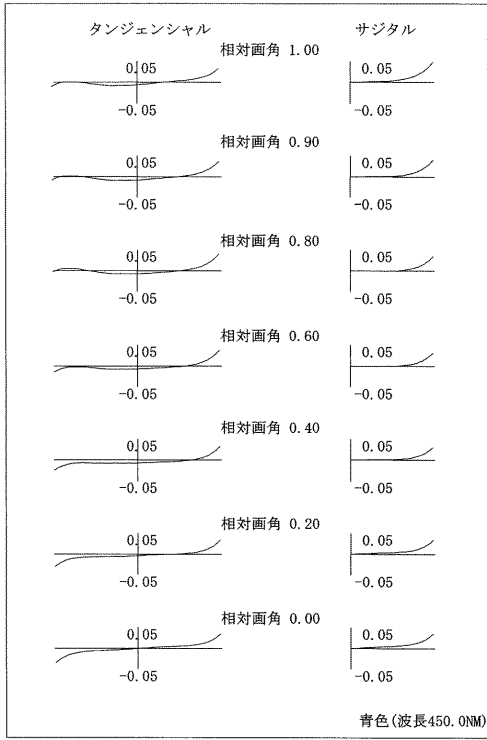
【 図 6 】

図 6



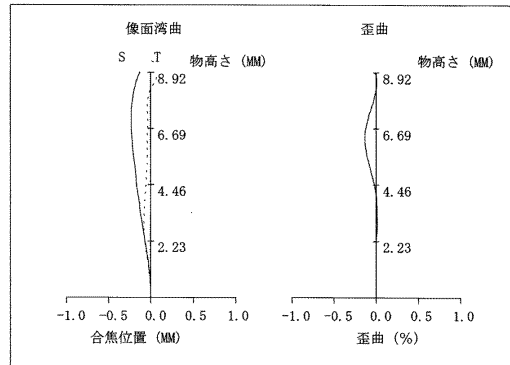
【 図 7 】

図 7



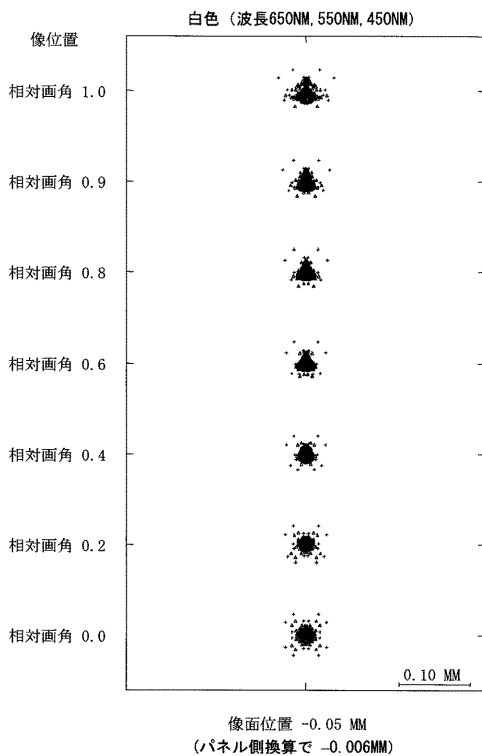
【 図 8 】

図 8



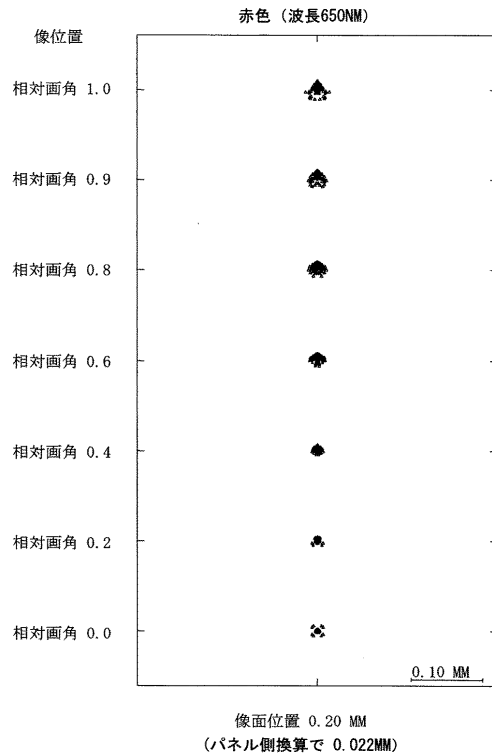
【 図 9 】

図 9



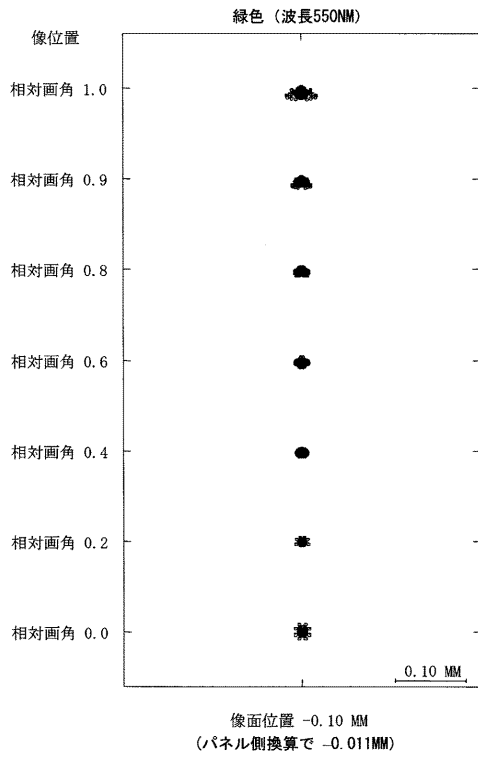
【 図 10 】

図 10



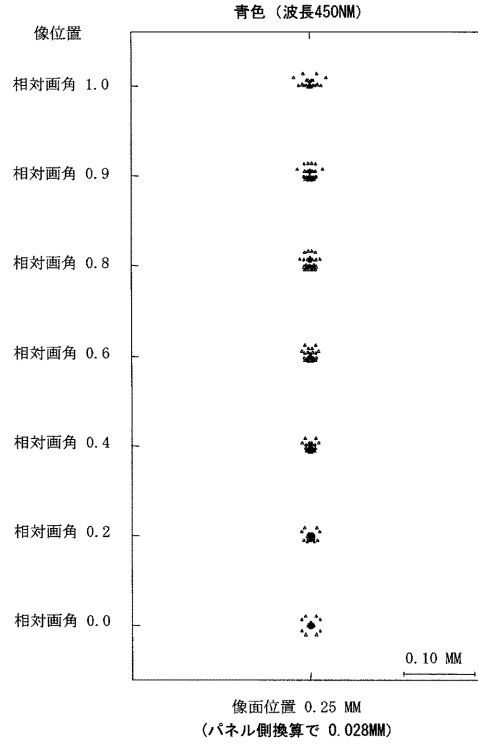
【図 1 1】

図 1 1



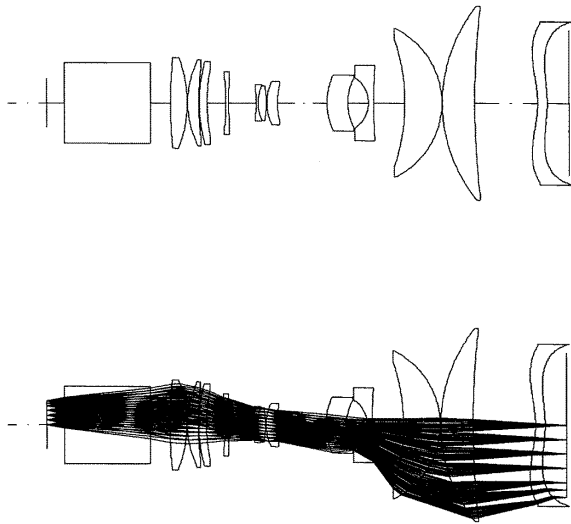
【図 1 2】

図 1 2



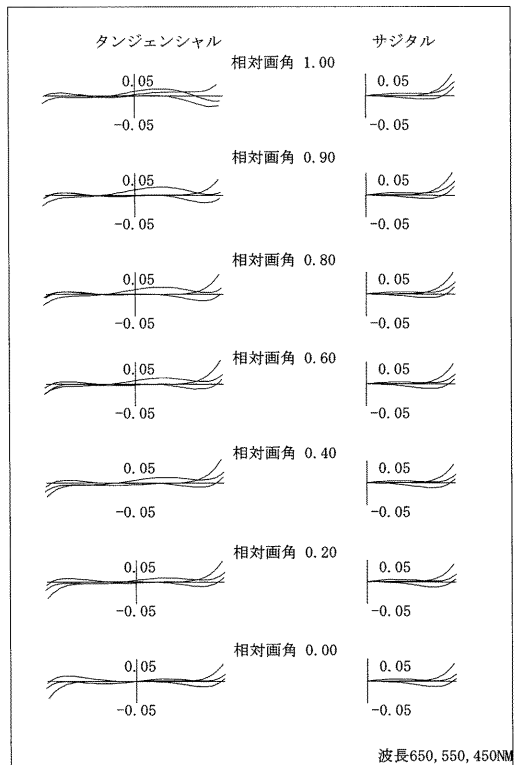
【図 1 3】

図 1 3



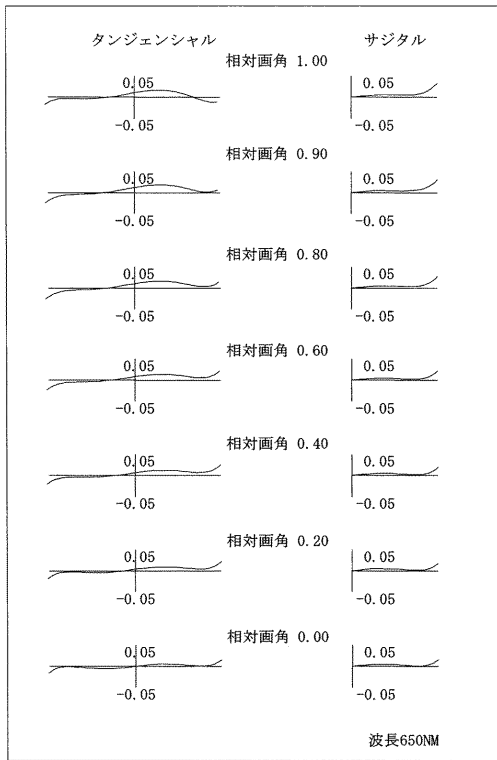
【図 1 4】

図 1 4



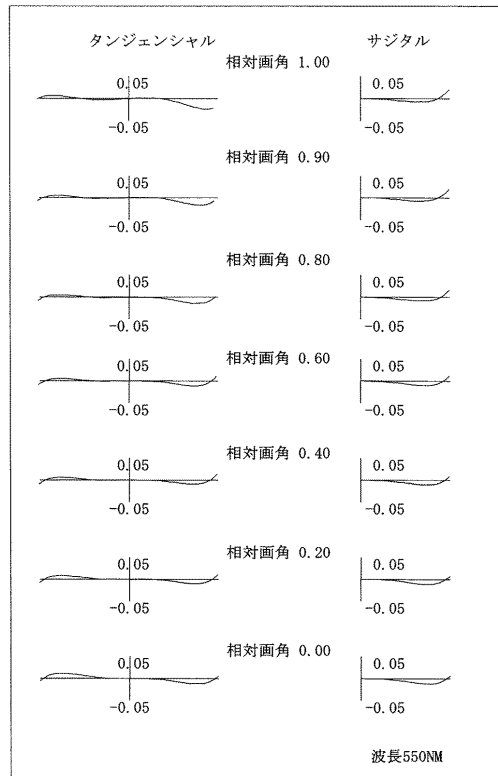
【図15】

図15



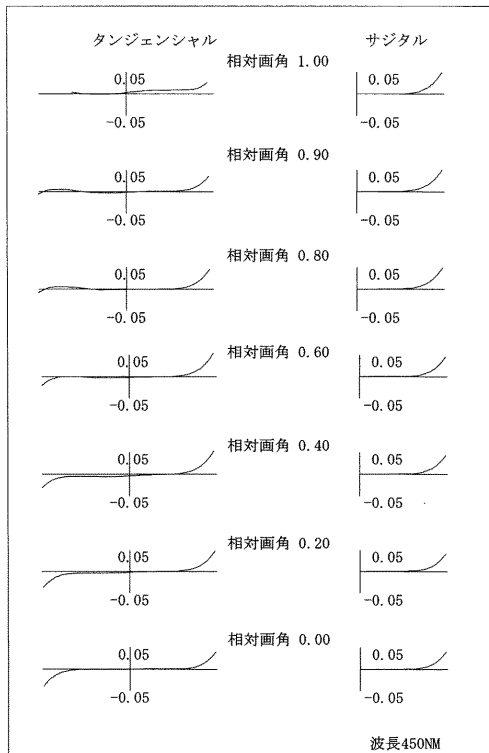
【図16】

図16



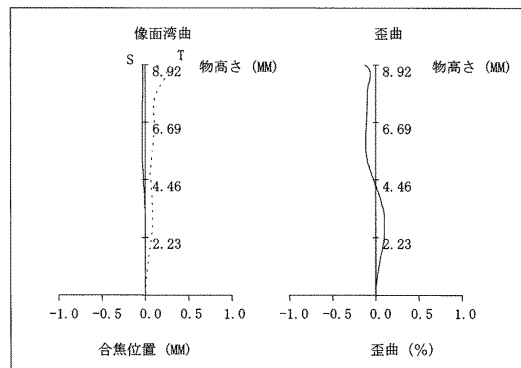
【図17】

図17



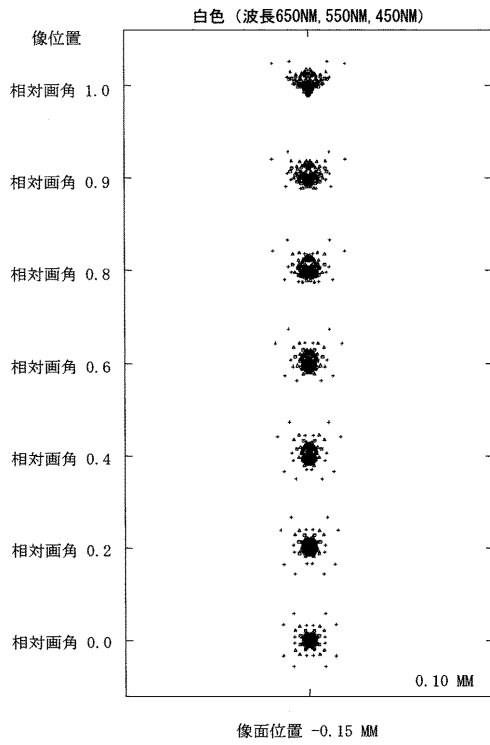
【図18】

図18



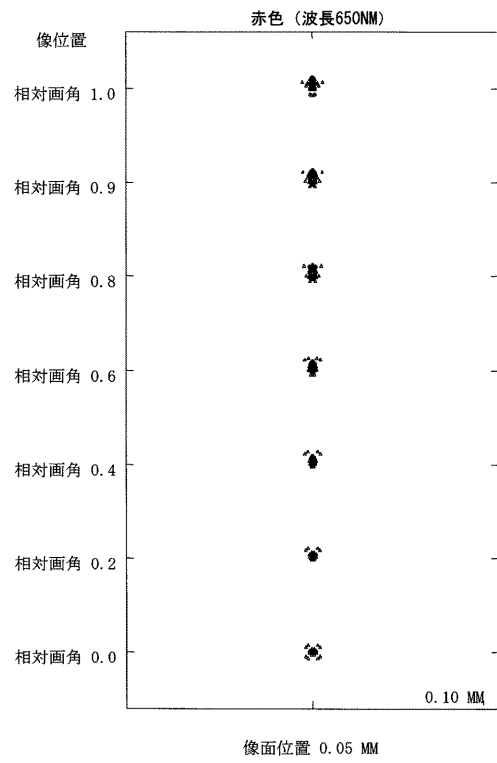
【 図 19 】

図 19



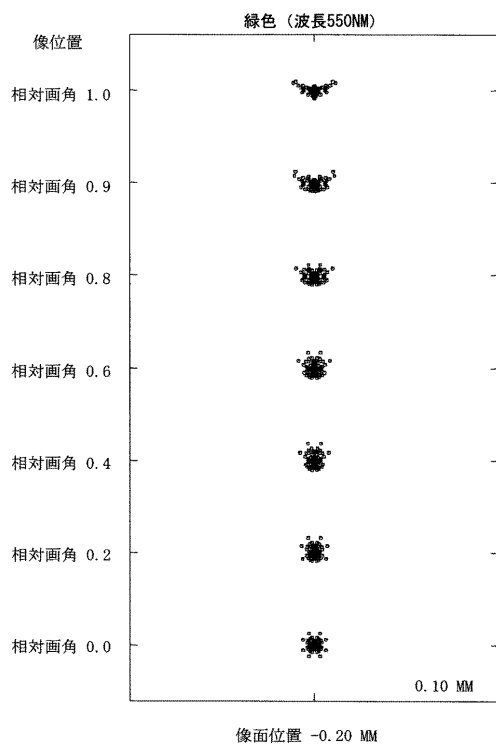
【 图 20 】

图 20



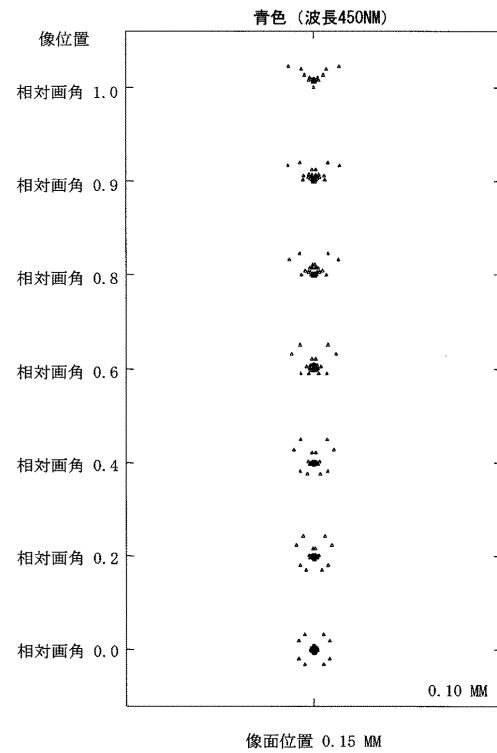
【 图 21 】

图 21



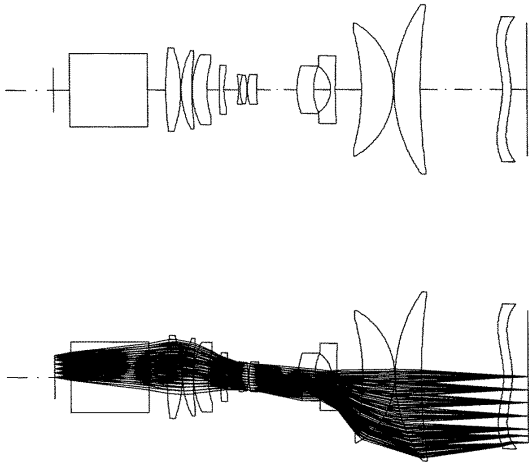
【 图 22 】

图 22



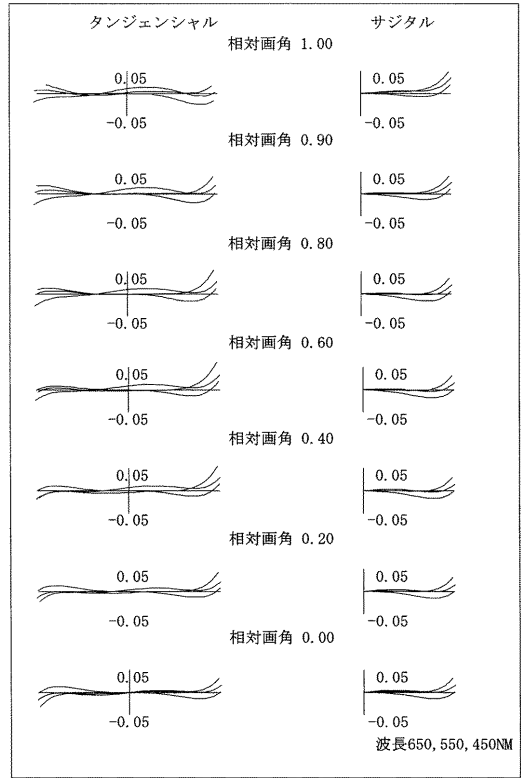
【図 2 3】

図 2 3



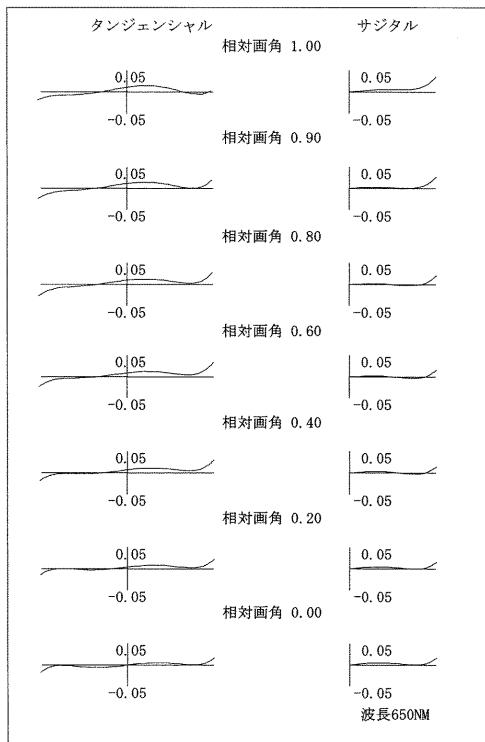
【図 2 4】

図 2 4



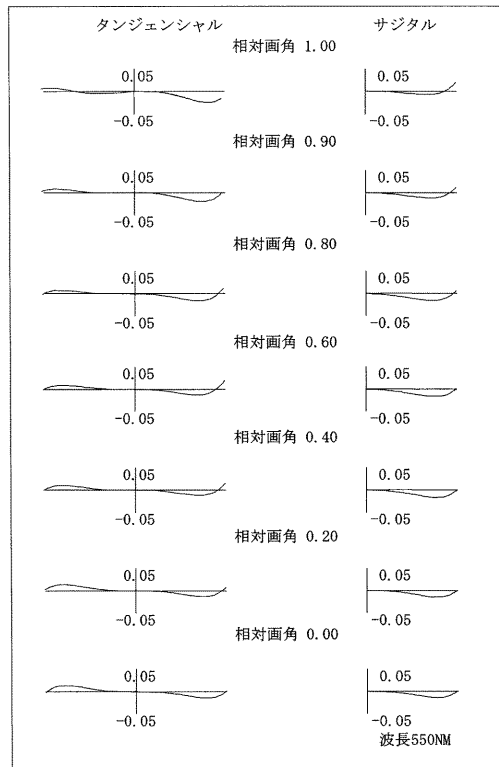
【図 2 5】

図 2 5



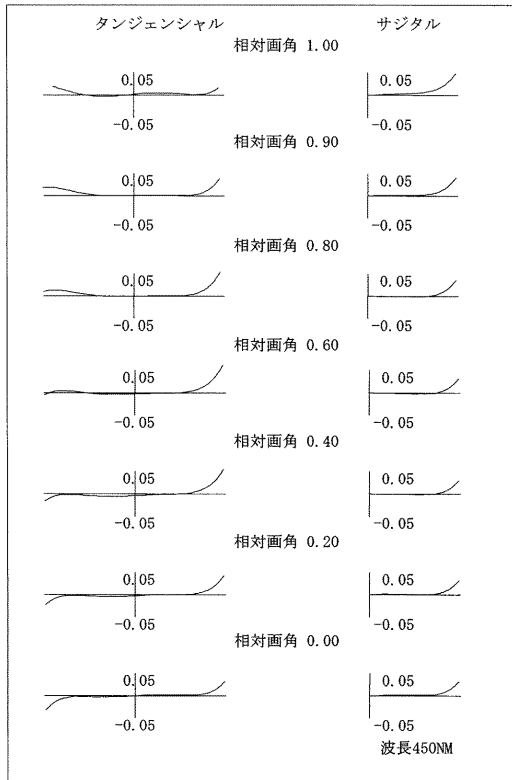
【図 2 6】

図 2 6



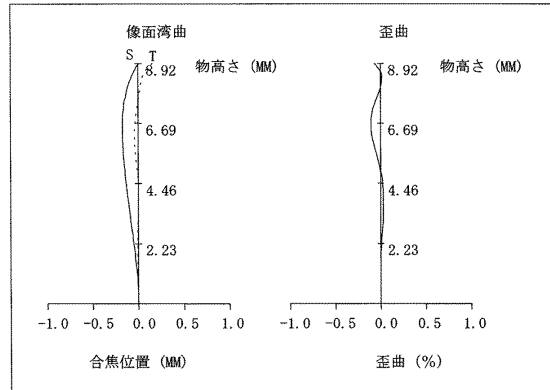
【図27】

図27



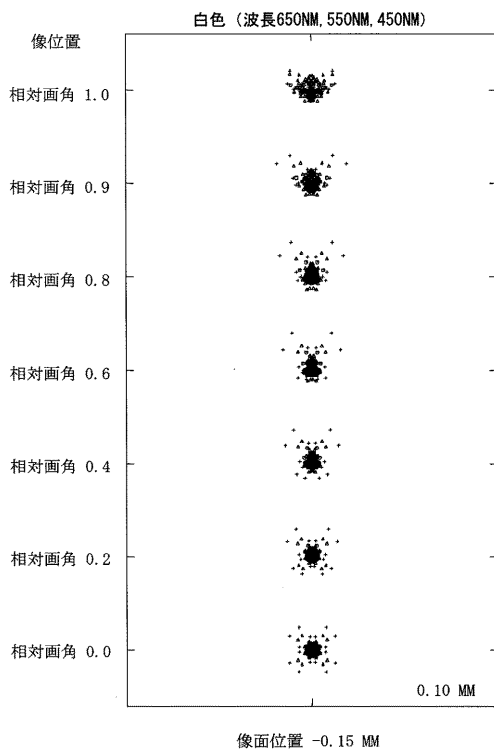
【図28】

図28



【図29】

図29



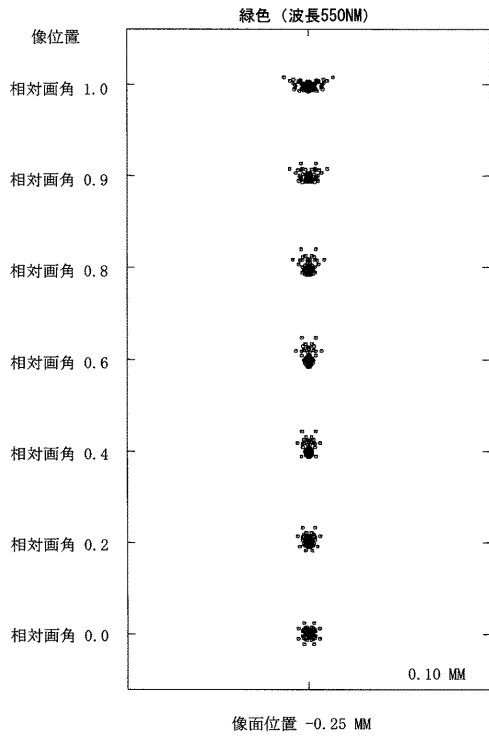
【図30】

図30



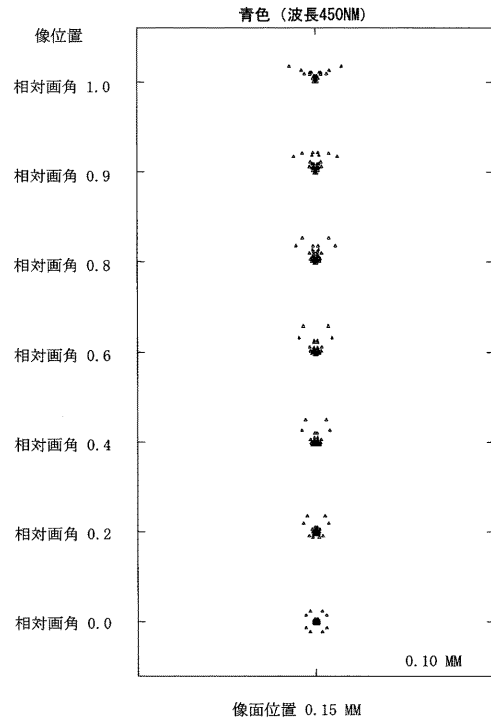
【 図 3 1 】

図 3 1



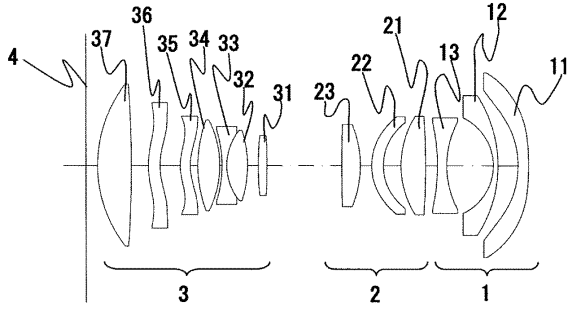
【 図 3 2 】

図 3 2



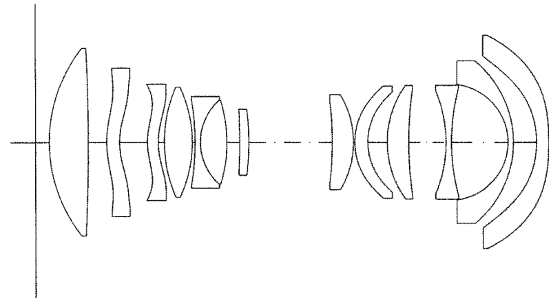
【 図 3 3 】

図 3 3



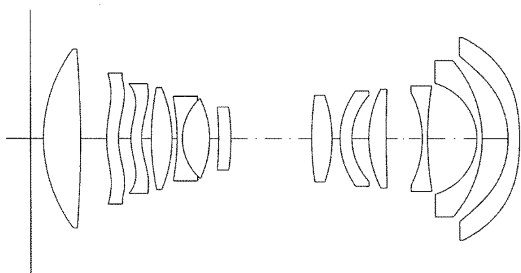
【 図 3 5 】

図 3 5



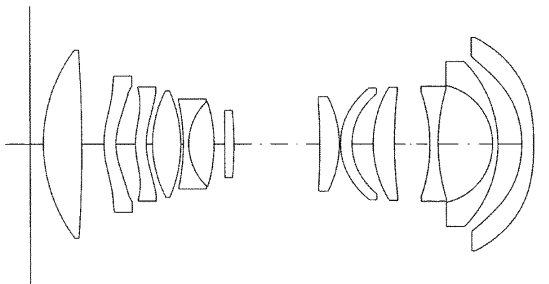
【 図 3 4 】

3 4



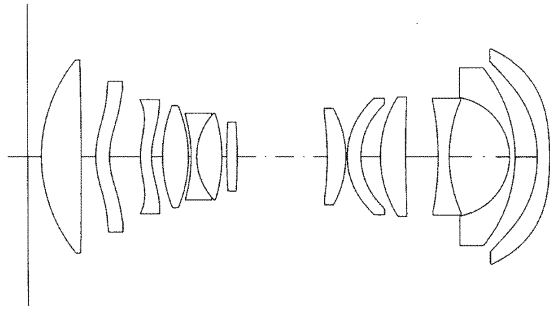
【 図 3 6 】

図 3 6



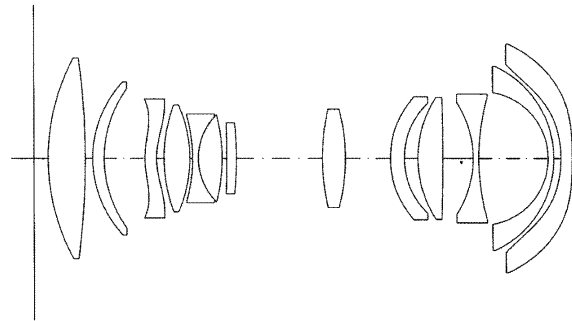
【图 37】

图 37



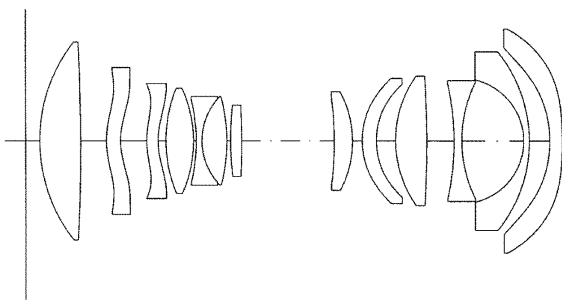
【图 39】

图 39



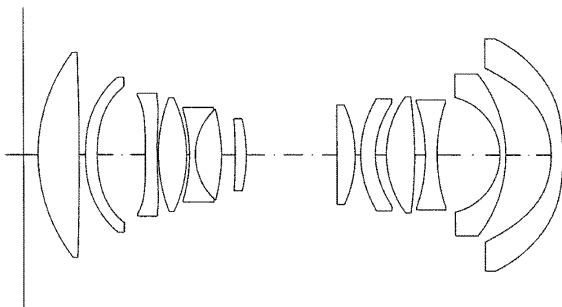
【图 38】

图 38



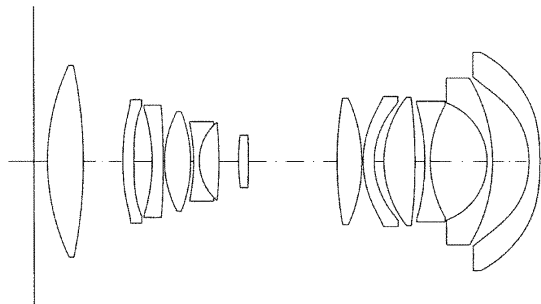
【图 40】

图 40



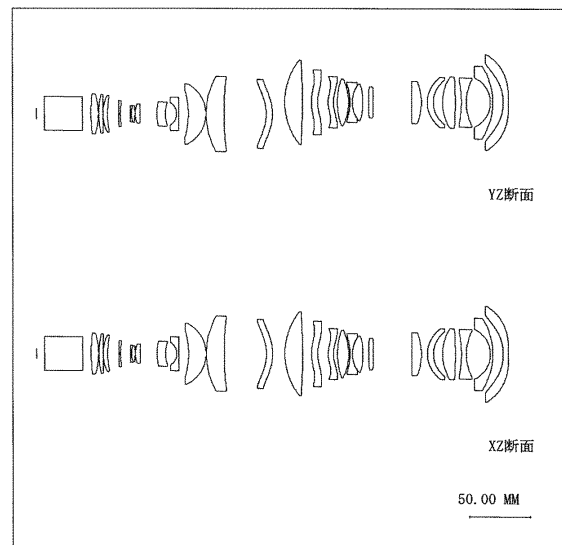
【图 41】

图 41



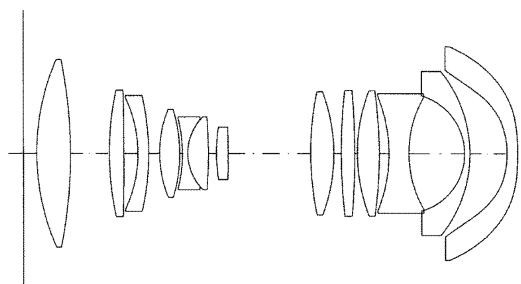
【图 43】

图 43

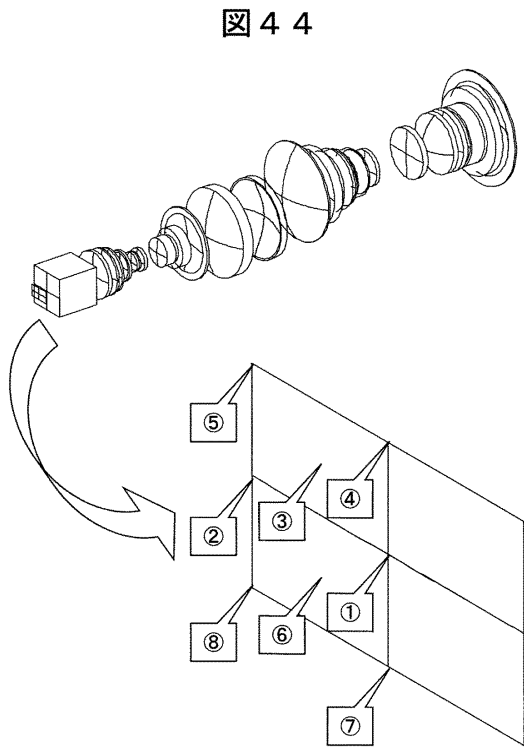


【图 42】

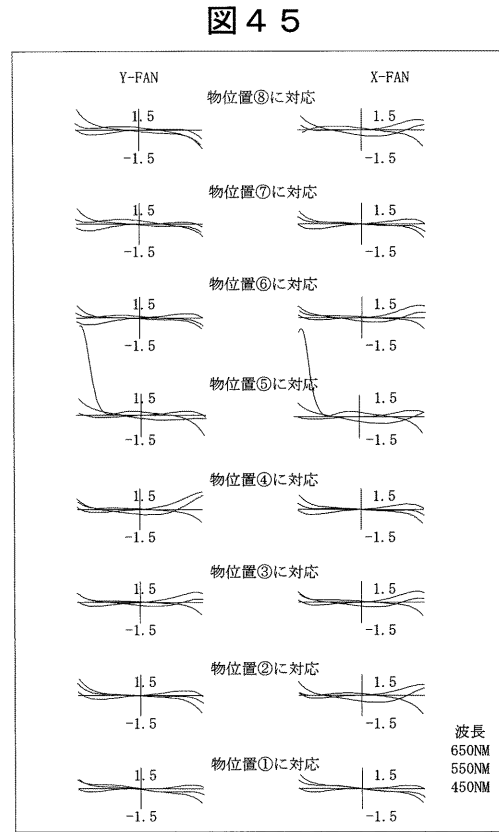
图 42



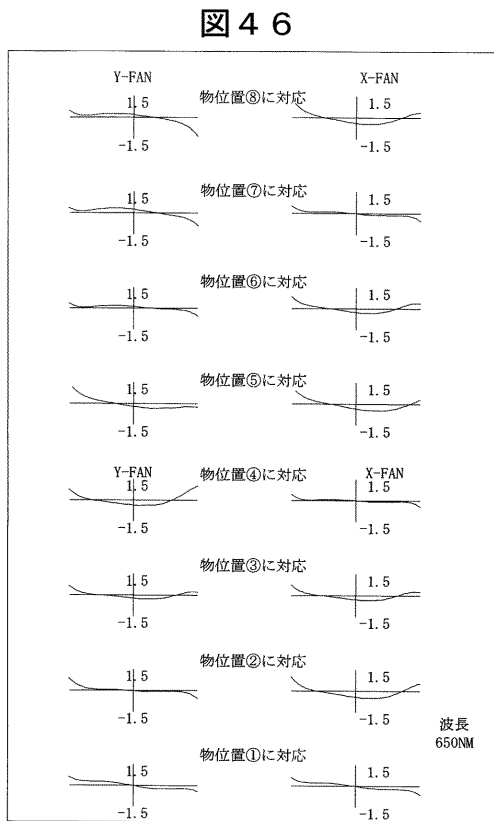
【 図 4 4 】



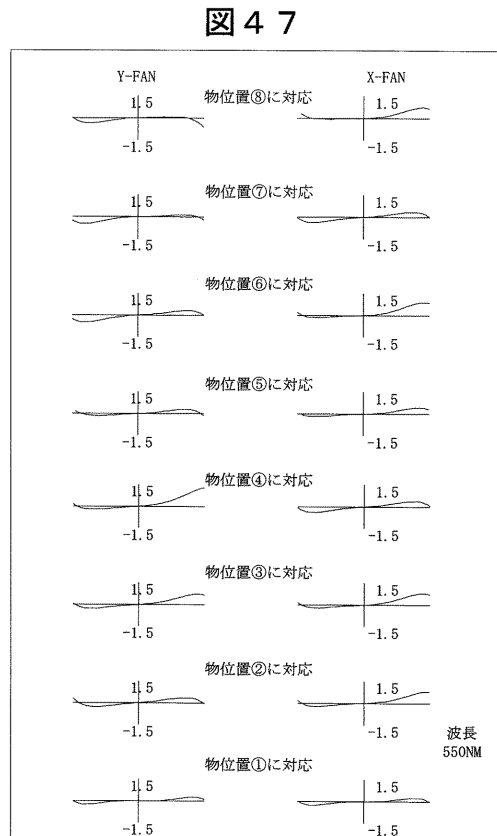
【 図 4 5 】



【 図 4 6 】

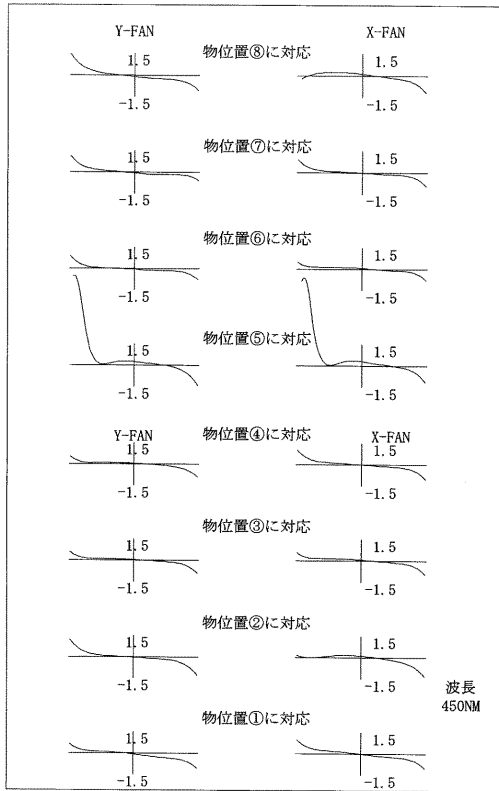


【 図 4 7 】



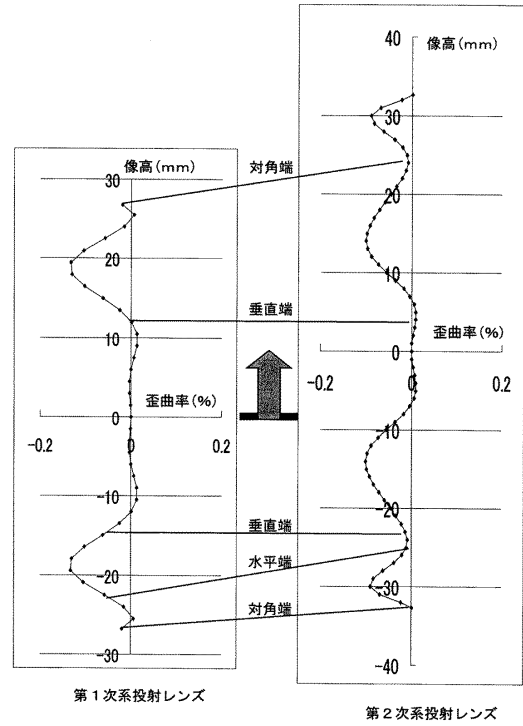
【 図 4 8 】

図 4 8



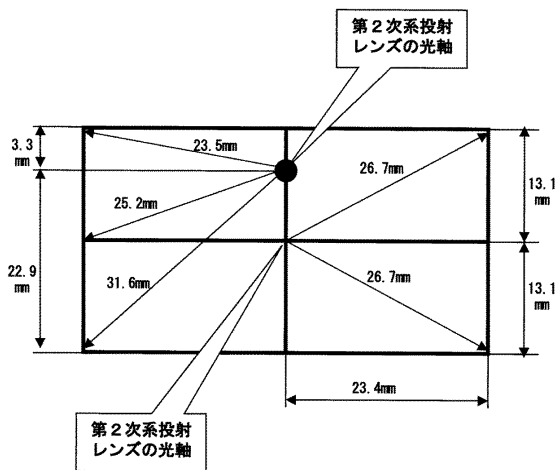
【 図 4 9 】

図 4 9



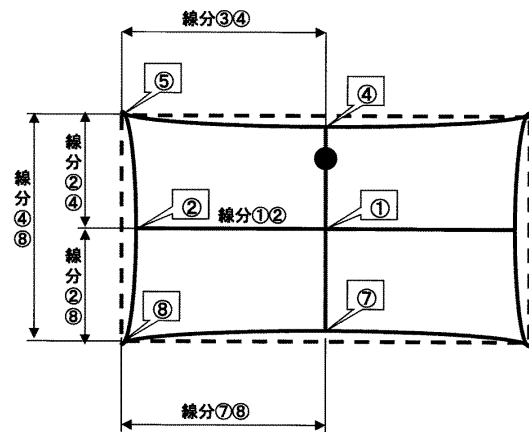
【 図 5 0 】

図 5 0



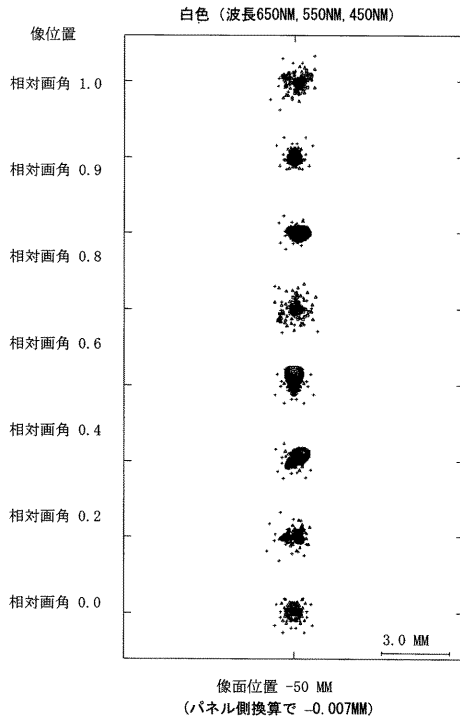
【 図 5 1 】

図 5 1



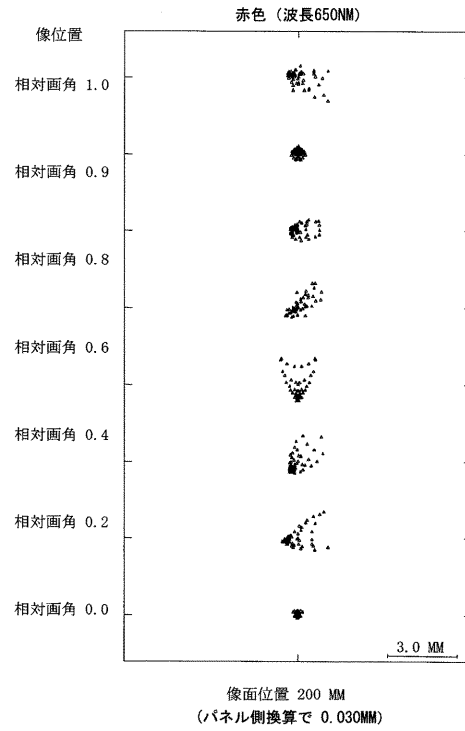
【図52】

図52



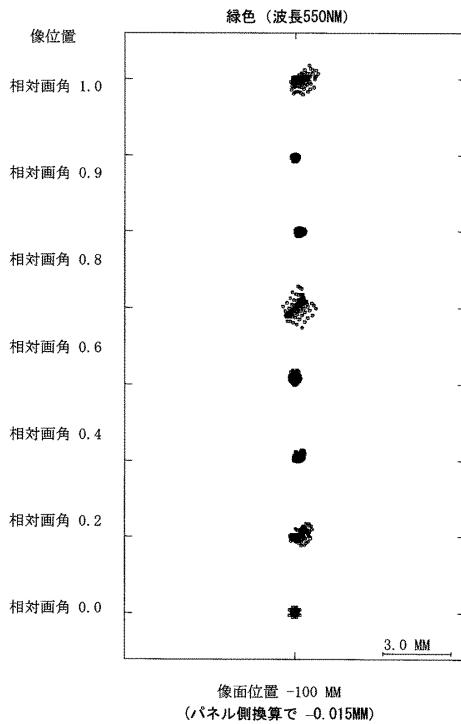
【図53】

図53



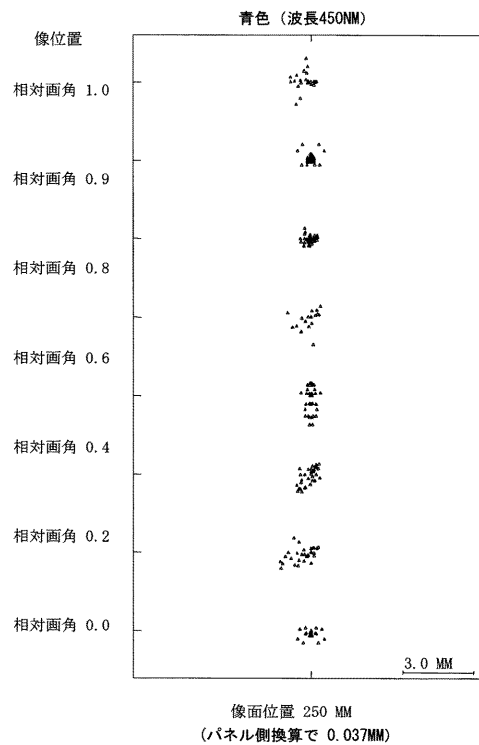
【図54】

図54



【図55】

図55



【図56】

【図57】

図56

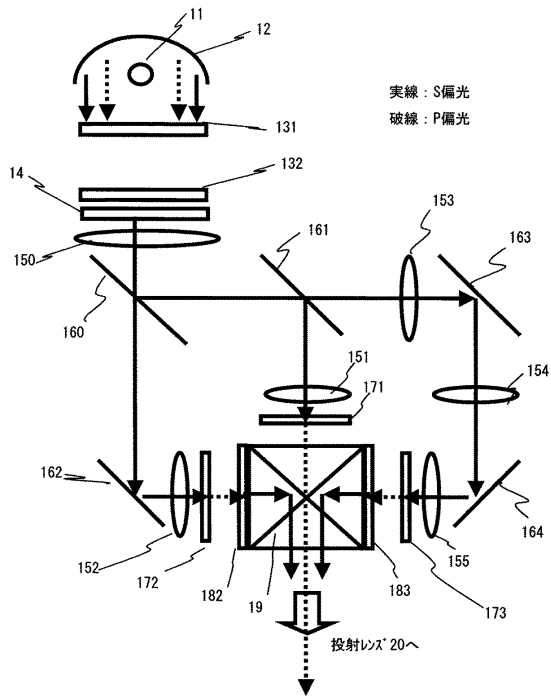
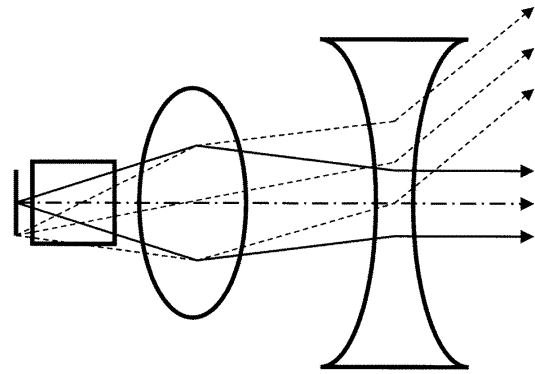


図57



フロントページの続き

(72)発明者 池田 英博

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所デジタルメディア事業部内

審査官 佐藤 久則

(56)参考文献 特許第4734827(JP, B2)

特開平09-297262(JP, A)

特開平08-094975(JP, A)

特開平07-168123(JP, A)

特開平05-080418(JP, A)

特開平04-333814(JP, A)

特開昭46-001229(JP, A)

特開2002-244205(JP, A)

特開2001-208968(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 9/00 - 17/08、21/02 - 21/04、
25/00 - 25/04、

G03B21/00 - 21/10、21/12 - 21/13、
21/134 - 21/30、33/00 - 33/16