

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年 12 月 29 日 (29.12.2005)

PCT

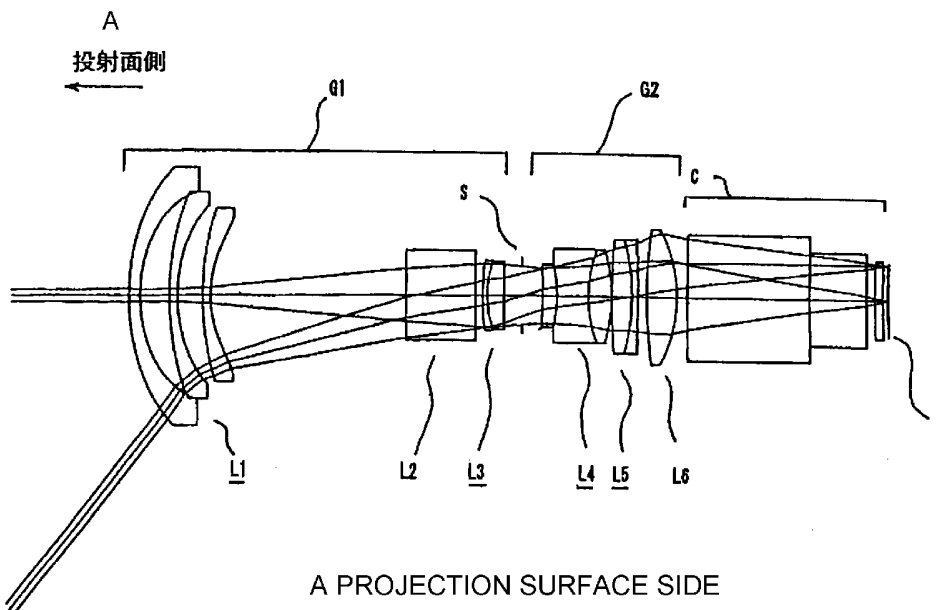
(10) 国際公開番号
WO 2005/124419 A1

- (51) 国際特許分類: **G02B 13/24**, 13/18, 13/22 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/010296 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 鈴木 憲三郎
(22) 国際出願日: 2005 年 5 月 31 日 (31.05.2005) (SUZUKI, Kenzaburo) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代
(25) 国際出願の言語: 日本語 (74) 代理人: 大西 正悟 (OHNISHI, Shogo); 〒1700013 東
(26) 国際公開の言語: 日本語 京都豊島区東池袋3-20-3, 東池袋SSビル1階 大西国際
(30) 優先権データ: (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が
特願2004-179982 2004 年 6 月 17 日 (17.06.2004) JP 可能); AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,
特願2005-097655 2005 年 3 月 30 日 (30.03.2005) JP BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ニコン (NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008331 ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR,
東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号 Tokyo (JP). LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ,

/ 続葉有 /

(54) Title: PROJECTOR LENS AND PROJECTOR EMPLOYING SUCH PROJECTOR LENS

(54) 発明の名称: プロジェクターレンズ及びこのプロジェクターレンズを用いたプロジェクター装置



(57) Abstract: A projector lens comprising, sequentially in this order from the projection surface side, a first lens group including at least two negative meniscus lenses having positive refractive power, with the convex surfaces facing toward the projection surface side and a second lens group having positive refractive power, and an aperture stop arranged between the first lens group and the second lens group wherein the first lens group includes at least one aspherical lens and the following formula: $5.5 < BF/Y < 15.0$ is satisfied, where BF is back focus in terms of air, and Y is the maximum object height.

(57) 要約: 本発明のプロジェクターレンズは、投射面側から順に、前記投射面側に凸面を向けた少なくとも 2 枚の負メニスカスレンズを有し、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群と、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群との間に配置される開口絞りとを備え、前記第 1 レンズ群は、少なくとも 1 枚の非球面レン

/ 続葉有 /

WO 2005/124419 A1



NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

プロジェクターレンズ及びこのプロジェクターレンズを用いたプロジェクター装置

5

技術分野

本発明は、光変調素子等で形成された像を投影するためのプロジェクターレンズ及びこのプロジェクターレンズを用いたプロジェクター装置に関する。

10

背景技術

近年、プロジェクターの高性能化に伴い、プロジェクターレンズに関して、種々のレンズタイプが提案されている。プロジェクターは、光変調素子（液晶パネル（LCD）や、画素単位の微細なミラーを映像信号により駆動するデジタルマイクロミラーデバイス（DMD）など）を透過ないしは反射により照明し、強度変調された像をレンズを介して有限距離に拡大・投射する光学装置である。

カラー画像を投射するため、一般に光学エンジンと呼ばれるユニットで、赤（R）、青（B）、緑（G）の3原色に分け、光変調素子を介して各色ごとに画像を形成した後、ダイクロイックプリズムなどで色合成して、プロジェクターレンズによってカラー画像をスクリーンなどに投射する。プロジェクターレンズは、十分な周辺光量を要求され、画面全体にわたって均一な性能が求められるので、通常の写真レンズなどよりも設計は困難である。

ところで、スクリーン上の明るさは、プロジェクターレンズのFナンバーと光変調素子の画面の明るさで決まるが、光変調素子の画面を明るくす

るほど、光変調素子の発熱により、プラスチックとガラスとを併用したプロジェクターレンズの特性が変化する。したがって、特に、光変調素子に近接したレンズ群の温度・湿度条件に応じたレンズ設計が必要となる。このような光変調素子とプロジェクターレンズの間には検光光学系・色合成光学系などを配置しなければならない。

色合成光学系は、例えば、ダイクロイックプリズムなどからなる。そのため、物体面（光変調素子の画像表示面）とそれに最近接するプロジェクターレンズの頂点との間の距離（バックフォーカス）が、10 mmから数10 mm程度必要である。しかし、バックフォーカスはプロジェクターレンズ全体の焦点距離によって制限されるため、大画面プロジェクターで必要となる焦点距離の短い、広角なプロジェクターレンズに対して、このような長いバックフォーカスを確保することは容易ではない。

また、バックフォーカスの確保とともに、収差を抑えて高画質を保証する必要がある。特に、画素数（SVGA（super video graphics array）規格では800×600ドット又は1024×768ドット、SXVGA（super extended video graphics array）規格では1280×960ドット）の増大に伴い、光変調素子の小型化（対角線長が1インチ以下）が進んでいるため、諸収差を十分に抑制しなければならない。

また、有効表示領域1インチ程度の光変調素子の表示画面を60インチから80インチさらには100インチにも達する大画面のスクリーンに投射するには、特に、背面投射の場合は投射距離を短くして、投射装置本体の奥行きを十分小さくすることが好ましい。しかし、投射距離を短くすれば、それだけプロジェクターレンズのレンズ径を大きくする必要がある。しかも、投射画面中において、明るさや解像度を均一にし、歪みや色ずれを抑制する必要がある。

さらに、後側焦点面（本実施形態では物体面側を前側、投射面側を後側

とする)に開口絞りを置いて、物体面をスクリーンにテレセントリック結像させ、投射倍率を安定させた上で、明るさや解像度を均一にし、歪みや色ずれを抑制する必要がある。

- このような諸要求に対応するプロジェクターレンズの一例として、投射
- 5 スクリーン側から順に、負屈折力の第1レンズ群と、正屈折力の第2レンズ群とを備え、第1群の最も投射スクリーン側に非球面レンズを配置し、空気換算バックフォーカス Bf とし、プロジェクションレンズ全体の焦点距離 f とし、第1レンズ群と第2レンズ群との空気換算間隔 D_{12} とし、第1レンズ群の焦点距離 f_1 としたとき、次式 $Bf/f > 4.0$ 、 3.0
- 10 $< D_{12}/f < 5.0$ 、 $1.0 < |f_1/f| < 3.0$ を満足するように構成されるものが開示されている(例えば、特開2003-5069号公報を参照)。この構成により、前記プロジェクターレンズでは、焦点距離約12mm、バックフォーカス約50mm、画角約80度が得られ、投射距離が短く、バックフォーカスが長く、良好なテレセントリック性を有し、
- 15 さらに内部で光路変更を行うことが可能であるため、奥行き小さいリアプロジェクターが得られるという利点もある。

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- 20 しかしながら、近年、光変調素子のサイズのさらなる小型化、画素ピッチのさらなる微細化などに伴い、従来のプロジェクターレンズによって優れた結像性能(特に、色収差)、広角化、長いバックフォーカス及び小型化等を満足させることは極めて困難である。また、光変調素子からの光のうち像に寄与する光のみを選択的に投射するために用いる検光光学系を、ワ
- 25 イヤーグリッド型偏光ビームスプリッタで構成する場合、従来のプリズム型のものと比較してさらにバックフォーカスを確保しなければならないと

いう問題があった。

本発明は、このような問題に鑑みてなされたものであり、必要なバックフォーカスを確保しながら、画角が80度以上の広角化に対応可能なプロジェクターレンズ及びこのプロジェクターレンズを用いたプロジェクター装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

このような目的を達成するため、本発明のプロジェクターレンズは、投射面側から順に、前記投射面側に凸面を向けた少なくとも2枚の負メニスカスレンズを有し、正の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間に配置される開口絞りとを備え、前記第1レンズ群は、少なくとも1枚の非球面レンズを含み、空気換算バックフォーカスをBFとし、最大物体高をYとしたとき、式5. $5 < BF/Y < 15.0$ を満足して構成される。

15

発明の効果

以上説明したように、本発明によれば、必要なバックフォーカスを確保しながら、画角が80度以上の広角化に対応可能なプロジェクターレンズ及びこのプロジェクターレンズを用いたプロジェクター装置を実現できる。

20

図面の簡単な説明

図1は、本発明に係るプロジェクターレンズの実施例1のレンズ構成図である。

25 図2は、上記実施例1に係るプロジェクターレンズの諸収差図である。

図3は、上記実施例1に係るプロジェクターレンズのレンズデータ表で

ある。

図 4 は、本発明に係るプロジェクターレンズの実施例 2 のレンズ構成図である。

図 5 は、上記実施例 2 に係るプロジェクターレンズの諸収差図である。

- 5 図 6 は、上記実施例 2 に係るプロジェクターレンズのレンズデータ表である。

図 7 は、本発明に係るプロジェクターレンズの実施例 3 のレンズ構成図である。

図 8 は、上記実施例 3 に係るプロジェクターレンズの諸収差図である。

- 10 図 9 は、上記実施例 3 に係るプロジェクターレンズのレンズデータ表である。

図 10 は、上記実施例 1 ～実施例 3 に係るプロジェクターレンズの条件対応値を示す表である。

図 11 は、本発明に係るプロジェクター装置の構成図である。

- 15 図 12 は、本発明に係るプロジェクター装置の他の構成図である。

発明を実施するための最良の形態

- 本発明のプロジェクターレンズは、投射面側から順に、投射面側に凸面を向けた少なくとも 2 枚の負メニスカスレンズを有し、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群と、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群との間に配置される開口絞りとを備え、第 1 レンズ群は、少なくとも 1 枚の非球面レンズを含み、空気換算バックフォーカスを B F とし、最大物体高を Y としたとき、次式 (1) を満足するように構成される。
- 20

$$5.5 < B F / Y < 15.0 \quad \dots (1)$$

- 25 条件式 (1) は、電子画像機器用のプロジェクターレンズとして十分に長いバックフォーカス B F を得るために必要な条件である。電子画像機器

用の光学系では、色分解・色合成光学系を配置するために、プロジェクターレンズから物体面（液晶パネルなど表示素子の画像表示面）間での距離であるバックフォーカスBFを確保する必要がある。また、バックフォーカスBFを充分長くすることで、色分解・合成光学系に使用する誘電体反射膜の反射・透過特性の角度依存性を無視できるようにすれば、シェーディング（投射面上での明るさ分布をいい、通常は画像周辺で暗くなる）を回避することができる。

しかし、条件式（１）の上限値を上回ると、バックフォーカスBFが長くなり過ぎて、レンズ系の全長が長くなり、ひいてはレンズ系の大型化を招き、不都合である。また、第１レンズ群のレンズ径が過度に大きくなり、不都合である。一方、条件式（１）の下限値を下回ると、バックフォーカスBFが短くなり過ぎて、プロジェクターレンズと光変調素子との間の光路中にフィルターやプリズムを配置する空間を確保することが困難になる。また、入射瞳（本実施形態では、物体面側を入射側、投射面側を出射側とする）の位置が光変調素子に近づき過ぎて、上記のシェーディングが発生し易くなり、不都合である。

なお、本発明の効果を十分に発揮するには、条件式（１）の上限値を８．０とすることが好ましい。また、下限値を６．０とすることが好ましい。

また、本発明のプロジェクターレンズは、第１レンズ群が正のパワー、第２レンズ群が正のパワーを有して構成されている。これを第１レンズ群が負のパワー、第２レンズ群が正のパワーを有する構成とすると、 80° を超える広画角で像を投影する場合に、ディストーションがマイナス側に大きくなりやすい。また、非点収差も発生しやすくなる。しかしながら、本発明のように、第１レンズ群が正のパワー、第２レンズ群が正のパワーを有するように構成すると、絞りを境にパワー配置が対称になるため、ディストーションの発生を減ずることができるとともに、非点収差の発生を

抑え、好都合である。

また、条件式（１）に関連し、第１レンズ群中には、投射面側に凸面を向けた負メニスカスレンズを配置することが好ましい。これは、８０度以上の広画角に対応した高性能を実現するために重要である。特に、歪曲収差・非点収差の十分な補正を行うためには必要な条件である。さらに、第
5 １レンズ群中には投射面側に凸面を向けた非球面レンズを備えることが好ましい。これは、諸収差のうち、コマ収差・非点収差の補正だけでなく、レンズ枚数の削減にも効果的であるからである。

なお、本発明に係るプロジェクターレンズでは、最大物体高をＹとし、
10 第１レンズ群のうちの最も大きいレンズ面間隔を d_m としたとき、次式（２）を満足することが好ましい。

$$8.0 < d_m/Y < 15.0 \quad \dots (2)$$

条件式（２）は、必要なバックフォーカスを確保しながらも、最小限の枚数のレンズでプロジェクターレンズを実現するための条件である。

15 条件式（２）の上限値を上回ると、光学系の全長が長くなり過ぎるばかりか、絞りより前方のレンズ径が大型化して不都合である。また、歪曲収差や倍率色収差が大きくなる不都合がある。一方、条件式（２）の下限値を下回ると、十分なバックフォーカスが得られなくなり、最も物体側のレンズ成分の偏心感度が敏感になり過ぎて、製作しづらくなる不都合がある。

20 また、ペッツバール和が負側に偏り、像面湾曲の発生が大きくなる。

なお、本発明の効果を十分に発揮するには、条件式（２）の上限値を１２．０とすることが好ましい。また、下限値を９．０とすることが好ましい。

本発明のプロジェクターレンズは、第２レンズ群は、貼り合わせレンズ
25 を２枚以上含み、レンズ系全体の焦点距離を f とし、レンズ系全長（前玉レンズ面から後玉レンズ面までの光軸上の距離）を TL としたとき、次式

(3) を満足することが好ましい。

$$0.015 < f/TL < 0.1 \quad \dots (3)$$

条件式(3)は、プロジェクターレンズの全長TLに対する、プロジェクターレンズ全体の焦点距離fの比の適切な値を規定する。

- 5 条件式(3)の上限値を上回ると、焦点距離fに比してレンズ系全長TLが小さくなり過ぎ、この結果、第1レンズ群と第2レンズ群との間の空気換算距離の誤差感度が大きくなり過ぎ、組み立てしづらい不都合が生じる。また、コマ収差と像面湾曲が過大に発生し、その補正が困難となって良好な結像性能が得られない。一方、条件式(3)の下限値を下回ると、
- 10 焦点距離fに比して全長TLが大きくなり過ぎる。その結果、前玉径が増大して不都合である。また、倍率色収差が大きくなる傾向となって、不都合である。

- なお、本発明の効果を十分に発揮するには、条件式(3)の上限値を0.06とすることが好ましい。また、下限値を0.02とすることが好ましい。
- 15 い。また、より十分な色収差の補正するには、第1レンズ群の中の最も開口絞り側に、投射面側から順に凹レンズ、凸レンズからなる貼り合わせ凸レンズを有することが好ましい。

- 本発明のプロジェクターレンズは、第1レンズ群は、アッベ数が5.7以上のガラス製の凹メニスカスレンズを1枚以上含み、第2レンズ群は、アッベ数が7.0以上のガラス製のレンズを1枚以上含み、最も投射面側のレンズ面から開口絞りまでの光軸上距離をAとし、最も物体面側のレンズ面から開口絞りまでの光軸上距離をBとしたとき、次式(4)を満足することが好ましい。
- 20

$$1.0 < A/B < 4.0 \quad \dots (4)$$

- 25 条件式(4)は、光学系中の開口絞りの適正な位置を規定する。条件式(4)を満たすための前提として、第1レンズ群は、諸収差の補正のため、

最も投射面側には凹メニスカスレンズを少なくとも1枚有することが好ましい。さらに、これらレンズはアッベ数が5.7以上のレンズで構成されていることが好ましい。その結果、特に倍率の色収差の補正を良好に行うことができる。

- 5 条件式(4)の上限値を上回ると、開口絞りの位置が物体面(画像表示素子)側に寄り過ぎ、テレセントリック結像からずれやすくなるため不都合である。また、歪曲収差が負側に発生しやすく樽型歪曲となり、その補正が困難となって不都合である。一方、条件式(4)の下限値を下回ると、開口絞りの位置が投射面側に寄り過ぎ、テレセントリック結像からずれやすくなるために不都合である。また、歪曲収差が正側に発生しやすく糸巻歪曲となり、その補正が困難となって不都合である。
- 10

なお、本発明の効果を十分に発揮するには、条件式(4)の上限値を3.0とすることが好ましい。また、下限値を2.0とすることが好ましい。

- 15 なお、本発明の効果を十分に発揮するには、第1レンズ群はアッベ数が5.7以上のガラス製のレンズを2枚有することがより好ましい。

本発明のプロジェクターレンズは、最も投射面側の負メニスカスレンズの物体面側の面の曲率半径をRとし、レンズ系全体の焦点距離をfとしたとき、次式(5)を満足することが好ましい。

$$R/f < 8.0 \quad \dots (5)$$

- 20 条件式(5)は、最も投射面側の負メニスカスレンズの物体面側の面の曲率半径をRに対するレンズ系全体の焦点距離をfの適切な比の値を規定する。この条件式(5)を満足することで歪曲収差と非点収差を十分に補正することができる。

- 25 本発明のプロジェクターレンズは、第1レンズ群は、アッベ数が6.5以上のガラス製の凹メニスカスレンズを2枚以上含み、第2レンズ群は、アッベ数が7.0以上の低分散ガラスと屈折率が1.7以上の高屈折率ガラス

とを含む 3 枚貼り合わせレンズを含み、3 枚貼り合わせレンズの中心の凹レンズの焦点距離を f_L とし、該 3 枚貼り合わせレンズの合成厚さを d としたとき、次式 (6) を満足することが好ましい。

$$0.2 < |f_L|/d < 7.0 \quad \dots (6)$$

- 5 条件式 (6) は、3 枚張り合わせレンズ中の凹レンズのパワーを規定する。

条件式 (6) の上限値を上回ると、前記 3 枚張り合わせレンズ中の凹レンズの焦点距離が大きくなり過ぎ、色消しが不足となってしまう、良好な結像性能は得られない不都合が生じる。一方、条件式 (6) の下限値を下

- 10 回ると、前記 3 枚貼り合わせレンズ中の凹レンズの焦点距離が小さくなり過ぎ、レンズ全体のペッツバル和が負側に遷移しやすくなって、像面湾曲が大きくなって良好な結像性能は得られない不都合が生じる。

なお、本発明の効果を十分に発揮するには、条件式 (6) の上限値を 0.35 とすることが好ましい。また、下限値を 5.0 とすることが好ましい。

- 15 また、第 2 レンズ群は、最も物体面側にアッベ数が 70 以上の低分散ガラスを置くことが望ましく、倍率色収差の補正のために有効である。そして、その形状は物体面側に曲率の強い面を有する両凹レンズであることがより好ましい。

- さらに、第 2 レンズ群中の 3 枚貼り合わせレンズ中には、少なくとも 1
20 枚のアッベ数が 80 以上のガラス製のレンズを有することが好ましい。より効果を発揮するには、アッベ数が 80 以上のガラス製のレンズを 2 枚有することがより好ましい。

- 本発明のプロジェクターレンズは、前記 3 枚貼り合わせレンズは、前記
25 投射面側から順に、凸レンズ、凹レンズ、凸レンズで構成され、貼り合わせ面での e 線（具体的には Hg の e 線であり、波長は 546.07 nm、緑色である）の屈折率差を前記投射面側から順に $\Delta 1$ 、 $\Delta 2$ としたとき、

次式（７）を満足することが好ましい。

$$0.2 < (|\Delta 1| + |\Delta 2|) / 2 \quad \dots (7)$$

条件式（７）は、前記３枚貼り合わせレンズ中の界面の屈折率差を規定する。

- 5 前記３枚貼り合わせレンズにおける屈折率差 $\Delta 1$ 、 $\Delta 2$ は、収差の補正上、所定の差を有することが望ましい。条件式（７）の下限値を下回ると、諸収差のうち、球面収差の補正が困難となって良好な結像性能は得られず、不都合である。

- 10 なお、本発明の効果を十分に発揮するには、条件式（７）の下限値を0.25とすることが好ましい。

本発明のプロジェクターレンズは、第１レンズ群の焦点距離を $f 1$ とし、前記第２レンズ群の焦点距離を $f 2$ としたとき、次式（８）を満足することが好ましい。

$$0.5 < f 1 / f 2 < 3.0 \quad \dots (8)$$

- 15 条件式（８）は、第１レンズ群 $G 1$ の焦点距離 $f 1$ と、第２レンズ群の焦点距離 $f 2$ との大きさの比について適切な範囲を規定する。

- 条件式（８）の上限値を上回ると、第１レンズ群の焦点距離 $f 1$ の大きさが相対的に大きくなり過ぎ、球面収差が大きくなり、不都合である。また、レンズ全体のペッツバル和が正側に過大となり、良好な結像性能を得ることができなくなる。一方、条件式（８）の下限値を下回ると、第２
20 レンズ群の焦点距離 $f 2$ の大きさが相対的に小さくなり過ぎ、レンズ全体のペッツバル和が正側に過大となり、良好な結像性能を得ることができなくなる。

- 25 なお、本発明の効果を十分に発揮するには、条件式（８）の上限値を1.5とすることが好ましい。また、下限値を0.7とすることが好ましい。

さらに、本発明においては、以下の条件式（９）及び条件式（１０）を

満足することが好ましい。

本発明のプロジェクターレンズは、投射面側の凸レンズのアッベ数とこれに貼り合わされた凹レンズのアッベ数との差を Δv_1 とし、当該凹レンズとこれに貼り合わされた物体面側の凸レンズのアッベ数との差を Δv_2 としたとき、次式（９）を満足することが好ましい。なお、本実施形態においては、アッベ数は、F線（波長486.13nm, 青）、C線（波長656.27nm, 赤）、d線（波長587.56nm, 黄）に対する屈折率 n_F 、 n_C 、 n_d を用いて導出している。

$$15.0 < (|\Delta v_1| / |\Delta v_2|) / 2 < 45.0 \quad \dots (9)$$

10 条件式（９）は、前記３枚貼り合わせレンズの界面のアッベ数の差 Δv_1 、 Δv_2 について適切な範囲を規定する。

条件式（９）の上限値を上回ると、色消しが過剰（つまり、短波長の軸上の色収差（縦色収差）がオーバー）となる傾向が強まり、良好な結像性能は得られない不都合が生じる。一方、条件式（９）の下限値を下回ると、
15 色消しが不足（つまり、短波長の軸上の色収差がアンダー）となる傾向が強まり、良好な結像性能は得られない不都合が生じる。

なお、本発明の効果を十分に発揮するには、条件式（９）の上限値を35.0とすることが好ましい。また、下限値を18.0とすることが好ましい。

20 本発明のプロジェクターレンズは、レンズ系全体の焦点距離 f とし、このレンズ系全体の焦点距離 f に対するバックフォーカスを BF としたとき、次式（10）を満足することが好ましい。

$$4.5 < BF / f < 15.0 \quad \dots (10)$$

条件式（10）は、バックフォーカスによって確保される空間の中に、
25 十分な厚さのガラス部材を組み込む（換言すると、３色合成プリズム（色合成光学系）や偏光ビームスプリッタ（色分解光学系）などを配置する）

ための重要な条件を規定する。

条件式（１０）の上限を上回ると、バックフォーカスが長くなり過ぎ、プロジェクターレンズの全長が長くなり、ひいてはプロジェクターレンズの大型化を招く。一方、条件式（１０）の下限値を下回ると、バックフォーカスが短くなり過ぎ、プロジェクターレンズと液晶表示素子などの光変調素子の間の光路中に、色分解・合成光学系を配置する空間を確保することが困難になる。

なお、本発明の効果をさらに十分に発揮するには、条件式（１０）の上限値を８．０とすることが好ましい。また、下限値を５．０とすることが好ましい。

以上、本発明のプロジェクターレンズにおける主要な設計条件式（１）～（１０）について説明したが、これ以外にも設計上留意すべき点がある。

まず、本発明のプロジェクターレンズでは、カラーシェーディングを防ぐために、物体面が投射面上にテレセントリック結像されることが好ましい。このため、主光線角度が光軸に対して±２度以内であることが好ましい。すなわち、第２レンズ群内のレンズ及び開口絞りの配置を適切に設定することが重要である。

また、実際に本発明のプロジェクターレンズを構成する上で、第１レンズ群中に配置された非球面レンズは、PMMA（メチルメタクリレート樹脂）製であることが好ましい。なお、前記非球面を第１レンズ群中の投射面側に凸な面に形成すれば、像面湾曲などの軸外収差の補正と製造の容易性を両立させることができ、より好ましい形状となる。

また、本発明のプロジェクターレンズは、第２レンズ群中のいずれかの一つのレンズ面は非球面であることが、より良い結像性能を達成するために好ましい。また、前記非球面は、複合型非球面であることが製造上より

好ましい。なお、複合型非球面とはガラスレンズの表面に薄い樹脂層で非球面を形成するものであり、本発明の場合、一般的な球面レンズの表面に樹脂で非球面を形成することが、コストの上昇を招かないため好ましい。

また、本発明のプロジェクターレンズは、画角では80度以上、投射倍
5 率（投射高に対する物体高の比率）が -0.006 から -0.01 の範囲で用いることが好ましく、この範囲で非常に良好な結像性能が得られる。このとき、最も物体面側には、凸面を投射面側に向けた凹メニスカスレンズを配置することが好ましい。

また、基準倍率以外へのフォーカシング（合焦）は、光学系中のいずれ
10 のレンズを動かしても良いが、第1レンズ群だけを繰り出すいわゆるフロントフォーカス方式で行うことが好ましい。これは、球面収差、像面湾曲などの収差変動が少なく、結像性能を良好に保ったままでフォーカスできるからである。

また、軸上色収差の十分な補正のためには、第1レンズ群の最も物体面
15 より（つまり、開口絞りの直前に）貼り合わせ凸レンズを配置することが好ましい。この貼り合わせ凸レンズは、投射面側から順に、凹レンズと凸レンズによる貼り合わせレンズであることがより好ましい。さらには、e線での屈折率差が0.2以内であることが好ましい。

また、絞りを挟む両側の面は、諸収差のうちの特に球面収差の補正のため
20 めに、曲率半径の大きな面であることが好ましい。より具体的には、曲率半径の絶対値が50mm以上であることがより好ましい。

なお、本光学系に屈折率分布型レンズ、回折光学素子などを付加すれば、設計が容易になって良好な性能が得られることは言うまでもない。

以上のような構成により、本発明のプロジェクターレンズは、物体面（光
25 変調素子）の最大高に対してバックフォーカスの長さが最適化されるため、大型化することを防ぐことができる。また、物体側にテレセントリックな

光学系となるため、カラーシェーディングを抑制することができる。また、プロジェクターレンズの全長に対して、その焦点距離を最適化するため、コマ収差、像面湾曲、倍率色収差などの収差を抑制し、前玉径の増大を抑制することができる。そして、最も投射面側の凹メニスカスレンズの物体

5 面側の曲率半径を、プロジェクターレンズの焦点距離に対して最適化するため、歪曲収差や非点収差を十分に補正することができる。さらに、第1レンズ群の焦点距離を、第2レンズ群の焦点距離に対して最適化するため、球面収差を十分に補正することができる。

その結果、本発明によれば、80度以上の画角を有しながらも、充分な

10 長さのバックフォーカスを確保することにより、カラーシェーディング及び諸収差を抑制して、高画質なプロジェクターレンズを得ることができる。

なお、本発明のプロジェクターレンズは、広角でバックフォーカスが長いことから、背面投射型テレビジョンに特に適している。

以下、本発明の各実施例1～3について、添付図面に基づいて説明する。

15 各実施例1～3において、非球面は、光軸に垂直な方向の高さを y 、非球面の頂点における接平面から高さ y における非球面上の位置までの光軸に沿った距離（サグ量）を Z 、頂点曲率半径を r 、円錐係数を κ 、 n 次の非球面係数を C_n としたとき、以下の条件式（11）で表される。

$$S(y) = (y^2/r) / \{1 + (1 - \kappa \cdot y^2/r^2)^{1/2}\} \\ + C_4 y^4 + C_6 y^6 + C_8 y^8 + C_{10} y^{10} \dots \quad (11)$$

20

また、各実施例1～3に係る上記条件式（1）～（10）に対応する値（条件対応値）は、後述の図10にまとめて示している。

（実施例1）

25 以下、本発明の実施例1について図1～図3を用いて説明する。

図1は、実施例1に係るプロジェクターレンズのレンズ構成図である。

図 1 に示すように、本実施例に係るプロジェクターレンズは、投射面側から、投射面側に凸面を向けた 3 枚の凹メニスカスレンズからなる L 1 と、ミラー L 2 と、投射面側に凸面を向けた凹メニスカスレンズと投射面側に凸面を向けた凸メニスカスレンズとの貼り合わせレンズ（ダブルット）とからなる L 3 を有する第 1 レンズ群 G 1 と、物体面側に凸面を向けた凸メニスカスレンズと両凹レンズと両凸レンズとの貼り合わせレンズ（トリプレット）からなる L 4 と、両凸レンズと凹メニスカスレンズと凹メニスカスレンズとの貼り合わせレンズ（トリプレット）からなる L 5 と、両凸レンズからなる L 6 とを有する第 2 レンズ群 G 2 と、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との間に配置された開口絞り S と、検光光学系・色合成光学系 C とを備えて構成される。

検光・色合成光学系 C は、投射面側から順に、色合成光学系と、検光光学系と、平行平板硝子とからなり、平行平板硝子が液晶表示素子などの光変調素子の画像表示面 D と対向して配置されている。

また、第 1 レンズ群 G 1 の 3 枚の凹メニスカスレンズからなる L 1 において、最も物体面側に配置されているレンズの物体面側の面が非球面である。

また、第 2 レンズ群 G 2 のトリプレット L 5 において、最も物体面側の面が非球面である。より詳しくは、トリプレット L 5 は、両凸レンズと接合された凹メニスカスレンズのもう一方のレンズ面に樹脂で凹メニスカスレンズを形成し、この樹脂製の凹メニスカスレンズの物体側の面が、非球面形状を有する複合型非球面レンズとなっている。

図 2 は、実施例 1 における諸収差図である。各収差図は、d 線（587.56 nm、黄）及び g 線（435.84 nm、青）に対する結果を示している。なお、（歪曲収差図を除く）各収差図中では、d 線及び C 線はそれぞれ G 及び D と表示している。また、各収差図は、投射面から物体面への光

線を逆追跡して、その結像特性（収差）を示しているものである。以上、収差図の説明は他の実施例においても同様である。

図 2（a）は、縦球面収差（軸上球面収差）を示す。縦軸はNA（最大 0.17）であり、横軸はフルスケール 0.200 mm である。また、d 線の近軸光線が光軸を横切る点を横軸の基点としている。図 2（a）から分かるように、縦球面収差の最大値は、NA が 0.17 のときの d 線に対するもので、0.03 mm 程度であり、充分小さい。

図 2（b）は、非点収差を示す。縦軸は物体面上の高さ Y（最大 6.61 mm）であり、横軸はフルスケール 0.200 mm である。また、d 線の近軸光線が光軸を横切る点を横軸の基点としている。図 2（b）から分かるように、非点収差の最大値は、物体面上の高さ Y が 6.61 mm のときのサジタル面に対するもので、d 線に対して 0.04 mm 程度であり、充分小さく抑えられている。

図 2（c）は、歪曲収差を示す。縦軸は物体面上の高さ Y（最大 6.61 mm）であり、横軸はフルスケール 5.000 % である。図 2（c）から分かるように、歪曲収差の最大値は、物体面上の高さ Y が 6.61 mm のときにおけるもので、マイナス 0.8 % 程度であり、充分小さく抑えられている。

図 2（d1）,（d2）,（d3）は、横球面収差を示し、それぞれ物体面上の高さ Y が 6.61 mm, 4.63 mm, 0.00 mm（対応する投射面上の高さは、それぞれマイナス 818.90 mm, マイナス 616.11 mm, 0.00 mm である）のときの横球面収差を示す。縦軸はフルスケール 0.05 mm である。横軸は射出瞳（物体面（画像表示面 D）側を入射側、投射面側を出射側とする）上でのメリディオナル平面座標であり、横軸の中心（原点）は射出瞳の中心である。横軸のフルスケールは入射光線が射出瞳を通る最大高さである。図 2（d1）,（d2）,（d3）から分

かるように、横球面収差の最大値は物体面上の高さYが6.61mmのときのg線に対する値で0.02mm程度であり、充分小さく抑えられている。

このように、図2に示す実施例1のプロジェクターレンズでは、諸収差
5 が良好に補正され、良好な結像性能が確保されていることが分かる。

図3は、実施例1に係るレンズデータ表である。図3において、面は、
第0面（投射面）から第28面（物体面）まで存在する。なお、第0面は
投射面であり、第1面までの光軸上の距離は880.00000mmである
が、記載を省略した。また、第27面（平面）から第28面は空気層で
10 あり、面間隔は1.50279mmであるが、第28面は図3には直接に
は現れない。

なお、曲率半径rはその中心が後ろ側（物体面（画像表示面D）側）に
あるときを正としている。また、面間隔d、例えば第1面欄記載の面間隔
は、第1面と第2面の間隔である。また、材料materialは、樹脂
15 である場合のみresinと記載してある。但し、屈折率の記載がない場
合は空気であり、屈折率が記載されているがmaterialの表示がさ
れていない場合はガラスである。屈折率は、d線（587.56nm）に
対する値ndと、g線（435.84nm）に対する値ngとを記載した。
また、アッベ数vdは、F線（486.13nm、青）、C線（656.2
20 7nm、赤）、d線（587.56nm、黄色）に対する屈折率nF、nC、
ndを用いて、 $(nd - 1) / (nF - nC)$ で定義される。以下、レンズ
データ表の説明は他の実施例においても同様である。

図3に示す実施例1に係るプロジェクターレンズは、第1レンズ群G1
は第1面から第11面で構成され、開口絞りSは第12面であり、第2レ
25 ンズ群は第13面から第22面で構成される。なお、第6面と第20面が
非球面であり、これらの非球面は円錐係数k、C4、C6、...で示した。

このうち、第6面は第1レンズ群G1中の3枚の凹メニスカスレンズからなるL1の物体側の最終面である。さらに、第5面と第6面とで構成される非球面レンズは、光軸上の厚みが2.18201mmの樹脂(PMMA)製である。また、第20面は、第2レンズ群G2中のトリプレットL5の物体側の最終面である。第19面と第20面で構成される非球面レンズは光軸上の厚みが0.20000mmの樹脂製レンズであり、第17面～第20面で構成されるレンズは複合型非球面レンズである。また、第22面から第28面までの光軸上の厚みの合計は56.59279mmであり、空気換算バックフォーカスで表すと(図10参照)39.760mmである。

なお、このような実施例1に係るプロジェクターレンズによる投射面上への合焦は、第1レンズ群G1の3枚の凹メニスカスレンズL1だけを繰り出す方法が収差を抑制する点から好ましい。

また、実施例1に係るプロジェクターレンズは、図10にも示すように上記条件式(1)～(10)が全て満たされており、最大物体高Yの値が6.61mmであり、従来のプロジェクターと較べて非常に小さいにもかかわらず、83.4度という大きな画角で、諸収差を抑えた良好な像を投影することができる。また、バックフォーカスBFも39.76mmと大きく確保することができる。さらに、第1レンズ群のレンズ枚数が5枚、第2レンズ群のレンズ枚数が6枚、計11枚という少ないレンズ枚数で構成することができる。

(実施例2)

以下、本発明の実施例2について図4～図6を用いて説明する。図4は、実施例2に係るプロジェクターレンズのレンズ構成図である。図4に示すように、本実施例に係るプロジェクターレンズは、投射面側から、投射面

側に凸面を向けた 3 枚の凹メニスカスレンズからなる L 1 と、フレア絞りと、投射面側に凸面を向けた凹メニスカスレンズと投射面側に凸面を向けた凸メニスカスレンズとの貼り合わせレンズ（ダブルット）とからなる L 2 を有する第 1 レンズ群 G 1 と、物体面側に凸面を向けた凸メニスカスレンズと両凹レンズと両凸レンズとの貼り合わせレンズ（トリプレット）からなる L 3 と、両凸レンズと凹メニスカスレンズと凹メニスカスレンズとの貼り合わせレンズ（トリプレット）からなる L 4 と、両凸レンズからなる L 5 とを有する第 2 レンズ群 G 2 と、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との間に配置された開口絞り S と、検光光学系・色合成光学系 C とを備えて構成される。

なお、第 1 レンズ群 G 1 のレンズ構成において、実施例 1 では、3 枚の凹メニスカスレンズからなる L 1 とダブルット L 3 との間（図 3 に示すレンズデータ表で第 6 面と第 9 面との間）に（折り曲げ）ミラー L 2 を配置しているが、本実施例 2 では、3 枚の凹メニスカスレンズからなる L 1 とダブルット L 2 との間（図 6 に示すレンズデータ表で第 6 面と第 8 面との間）にフレア絞りを配置している。しかしながら、本実施例 2 においても、折り曲げミラーを配置しても良く、例えば、レンズ L 1 とフレア絞りとの間（図 6 に示すレンズデータ表で第 6 面と第 7 面との間）の任意の位置に配置することができる。

検光・色合成光学系 C は、投射面側から順に、色合成光学系と、検光光学系と、平行平板硝子とからなり、平行平板硝子が液晶表示素子などの光変調素子の画像表示面 D と対向して配置されている。

また、第 1 レンズ群 G 1 の 3 枚の凹メニスカスレンズからなる L 1 において、最も物体面側に配置されているレンズの物体面側の面が非球面である。

また、第 2 レンズ群 G 2 のトリプレット L 4 において、最も物体面側の

面が非球面である。より詳しくは、トリプレットL4は、両凸レンズと接合された凹メニスカスレンズのもう一方のレンズ面に樹脂で凹メニスカスレンズを形成し、この樹脂製の凹メニスカスレンズの物体側の面が、非球面形状を有する複合型非球面レンズとなっている。

- 5 図5は、実施例2における諸収差図である。図5(a)は、縦球面収差(軸上球面収差)を示す。縦軸はNA(最大0.14)であり、横軸はフルスケール0.200mmである。また、d線の近軸光線が光軸を横切る点を横軸の基点としている。図2(a)から分かるように、縦球面収差の最大値は、NAが0のときのg線に対するもので、マイナス0.04mm
- 10 程度であり、充分小さく抑えられている。

- 図5(b)は、非点収差を示す。縦軸は物体面上の高さY(最大8.92mm)であり、横軸はフルスケール0.200mmである。また、d線の近軸光線が光軸を横切る点を横軸の基点としている。図5(b)から分かるように、非点収差の最大値は、物体面上の高さYが8.92mmのとき
- 15 のサジタル面に対するもので、d線に対して0.044mm程度であり、充分小さく抑えられている。

- 図5(c)は、歪曲収差を示す。縦軸は物体面上の高さY(最大8.92mm)であり、横軸はフルスケール5.000%である。図5(c)から分かるように、歪曲収差の最大値は、物体面上の高さYが8.92mm
- 20 のときにおけるもので、マイナス1.00%程度であり、充分小さく抑えられている。

- 図5(d1), (d2), (d3)は、横球面収差を示し、それぞれ物体面上の高さYが8.92mm, 6.18mm, 0.00mm(対応する投射面上の高さは、それぞれマイナス858.04mm, マイナス594.3
- 25 5mm, 0.00mmである)のときの横球面収差を示す。縦軸はフルスケール0.05mmである。横軸は射出瞳(物体面(画像表示面D)側を

入射側、投射面側を出射側とする) 上でのメリディオナル平面座標であり、横軸の中心(原点)は射出瞳の中心である。横軸のフルスケールは入射光線が射出瞳を通る最大高さである。図5 (d1), (d2), (d3) から分かるように、横球面収差の最大値は、物体面上の高さYが8.92 mmのときのg線に対する値で0.026 mm程度であり、充分小さく抑えられている。

このように、図5に示す実施例2のプロジェクターレンズでは、諸収差が良好に補正され、良好な結像性能が確保されていることが分かる。

図6は、実施例2に係るレンズデータ表である。図6において、面は、
10 第0面(投射面)から第27面(物体面)まで存在する。なお、第0面は投射面であり、第1面までの光軸上の距離は796.40000 mmであるが、記載を省略した。また、第26面(平面)から第27面は空気層であり、面間隔は2.04056 mmであるが、第27面は図6には直接には現れない。

15 図6に示す実施例2に係るプロジェクターレンズは、第1レンズ群G1は第1面から第10面で構成され、開口絞りSは第11面であり、第2レンズ群は第12面から第21面で構成される。なお、第6面と第19面が非球面であり、これらの非球面は円錐係数k、C4, C6, ...で示した。このうち、第6面は第1レンズ群G1中の3枚の凹メニスカスレンズからなるL1の物体側の最終面である。さらに、第5面と第6面とで構成される非球面レンズは、光軸上の厚みが2.97000 mmの樹脂(PMMA)製である。また、第19面は、第2レンズ群G2中のトリプレットL4の物体側の最終面である。第18面と第19面で構成される非球面レンズは光軸上の厚みが0.27000 mmの樹脂製レンズであり、第16面~第
20 19面で構成されるレンズは複合型非球面レンズである。また、第21面から第27面までの光軸上の厚みの合計は65.49056 mmであり、

空気換算バックフォーカスで表すと（図 10 参照）54.447 mmである。

5 なお、このような実施例 2 に係るプロジェクターレンズによる投射面上への合焦は、第 1 レンズ群 G 1 の 3 枚の凹メニスカスレンズ L 1 だけを繰り出す方法が収差を抑制する点から好ましい。

10 また、実施例 2 に係るプロジェクターレンズは、図 10 にも示すように上記条件式 (1) ~ (10) が全て満たされており、最大物体高 Y の値が 8.922 mm であり、従来のプロジェクターと較べて非常に小さいにもかかわらず、91.3 度という大きな画角で、諸収差を抑えた良好な像を投影することができる。また、バックフォーカス BF も 54.447 mm と大きく確保することができる。

15 このように、本実施例 2 では大きくバックフォーカスを取るため、光変調素子とプロジェクターレンズとの間での光学部材の配置設計の自由度が高くなる。例えば、検光光学系として、プリズム型の偏光ビームスプリッタの代わりに、ワイヤーグリット型の偏光ビームスプリッタを用いる場合、ガラスで満たされていた検光光学系の光路は、屈折率 1 の空気あるいは窒素ガス等で充填されるため、本実施例 2 の空気換算のバックフォーカスは、上記実施例 1 と比べ、さらに長く確保する必要がある。このような、長い空気換算バックフォーカスが必要な場合においても、本
20 実施例 2 のプロジェクターレンズは適用することができる。

 また、実施例 1 と同様に、本実施例 2 のプロジェクターレンズは、第 1 レンズ群のレンズ枚数が 5 枚、第 2 レンズ群のレンズ枚数が 6 枚、計 11 枚という少ないレンズ枚数で構成することができる。

25

（実施例 3）

以下、本発明の実施例 3 について図 7～図 9 を用いて説明する。図 7 は、実施例 3 に係るプロジェクターレンズのレンズ構成図である。図 7 に示すように、本実施例 3 に係るプロジェクターレンズは、投射面側から、投射面側に凸面を向けた 3 枚の凹メニスカスレンズからなる L 1 と、両凹レンズからなる L 2 と、凹メニスカスレンズからなる L 3 と、凹メニスカスレンズと両凸レンズとの貼り合わせレンズ（ダブルット）からなる L 4 とを有する第 1 レンズ群 G 1 と、凸メニスカスレンズと両凹レンズと両凸レンズとの貼り合わせレンズ（トリプレット）からなる L 5 と、凹メニスカスレンズと両凸レンズとの貼り合わせレンズ（ダブルット）からなる L 6 と、凸メニスカスレンズと凹メニスカスレンズとの貼り合わせレンズ（ダブルット）からなる L 7 と、両凸レンズからなる L 8 とを有する第 2 レンズ群 G 2 と、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 の間に配置される開口絞り S と、検光光学系・色合成光学系 C とを備えて構成される。

検光・色合成光学系 C は、投射面側から順に、色合成光学系と、検光光学系と、平行平板硝子とからなり、平行平板硝子が液晶表示素子などの光変調素子の画像表示面 D と対向して配置されている。

なお、実施例 3 では、前述の 2 つの実施例とは異なり、第 1 レンズ群の最も広いレンズ間距離を有する部位に、両凹レンズ L 2 及び凹メニスカスレンズ L 3 が配置されている。したがって、実施例 3 は前述の条件式 (2) を満たさない。また、実施例 3 では、第 2 レンズ群に貼り合わせレンズ L 6 が追加されて、計 3 組の貼り合わせレンズを有している。さらに、実施例 3 では、第 2 レンズ群に非球面レンズを有さず、第 1 レンズ群に配置された 1 枚の非球面のみを有する構成となっている。なお、第 2 レンズ群に配置された非球面レンズの前後には、屈折率が 1.6 以上の凹メニスカスレンズが隣接する構成となっている。

また、第 1 レンズ群 G 1 の 3 枚の凹メニスカスレンズからなる L 1 にお

いて、最も物体面側に配置されているレンズの物体面側の面が非球面である。なお、実施例 3 においては、非球面レンズはこれだけである。

図 8 は、実施例 3 における諸収差図である。図 8 (a) は、縦球面収差 (軸上球面収差) を示す。縦軸は NA (最大 0.17) であり、横軸はフルスケール 0.200 mm である。また、d 線の近軸光線が光軸を横切る点を横軸の基点としている。図 8 (a) から分かるように、縦球面収差の最大値は、NA が 0.17 のときの g 線に対するもので、0.04 mm 程度であり、充分小さく抑えられている。

図 8 (b) は、非点収差を示す。縦軸は物体面上の高さ Y (最大 6.40 mm) であり、横軸はフルスケール 0.200 mm である。また、d 線の近軸光線が光軸を横切る点を横軸の基点としている。図 8 (b) から分かるように、非点収差の最大値は、物体面上の高さ Y が 6.40 mm のときのメリディオナル面に対するもので、d 線に対して 0.03 mm 程度であり、充分小さく抑えられている。

図 8 (c) は、歪曲収差を示す。縦軸は物体面上の高さ Y (最大 6.40 mm) であり、横軸はフルスケール 5.000 % である。図 8 (c) から分かるように、歪曲収差の最大値は、物体面上の高さ Y が 6.40 mm のときにおけるもので、マイナス 0.4 % 程度であり、充分小さく抑えられている。

図 8 (d1), (d2), (d3) は、横球面収差を示し、それぞれ物体面上の高さ Y が 6.40 mm, 4.48 mm, 0.00 mm (対応する投射面上の高さは、それぞれマイナス 783.04 mm, マイナス 613.35 mm, 0.00 mm である) のときの横球面収差を示す。縦軸はフルスケール 0.05 mm である。横軸は射出瞳 (物体面 (画像表示面 D) 側を入射側、投射面側を出射側とする) 上でのメリディオナル平面座標であり、横軸の中心 (原点) は射出瞳の中心である。横軸のフルスケールは入射光

線が射出瞳を通る最大高さである。図 8 (d 1), (d 2), (d 3) から分かるように、横球面収差の最大値は物体面上の高さ Y が 6. 4 0 mm のときの g 線に対する値で 0. 0 1 mm 程度であり、充分小さく抑えられている。

- 5 このように、図 8 に示す実施例 3 のプロジェクターレンズでは、諸収差が良好に補正され、良好な結像性能が確保されていることが分かる。

図 9 は、実施例 3 に係るレンズデータ表である。図 9 において、面は、第 0 面（投射面）から第 3 2 面（物体面）まで存在する。なお、第 0 面は投射面であり、第 1 面までの光軸上の距離は 7 3 0. 0 0 0 0 0 mm であるが、記載を省略した。また、第 3 1 面（平面）から第 3 2 面は空気層であり、面間隔は 1. 4 9 6 5 2 mm であるが、第 3 2 面は図 9 には直接には現れない。

図 9 に示す実施例 3 に係るプロジェクターレンズは、第 1 レンズ群 G 1 は第 1 面から第 1 3 面で構成され、開口絞り S は第 1 4 面であり、第 2 レンズ群は第 1 5 面から第 3 1 面で構成される。なお、第 3 面のみが非球面であり、この非球面は円錐係数 k、C 4, C 6, ... で示した。この第 3 面は、第 1 レンズ群 G 1 中の 3 枚の凹メニスカスレンズからなる L 1 の真ん中のレンズの投射面側の面である。さらに、第 2 面と第 3 面とで構成される非球面レンズは、光軸上の厚みが 1 2. 0 0 0 0 0 mm の樹脂 (PMM A) 製である。

また、第 2 6 面から第 3 2 面（物体面）までの光軸上の厚みの合計は 6 8. 0 9 6 5 2 mm であり、空気換算バックフォーカスで表すと（図 1 0 参照） 4 5. 3 7 4 mm である。

なお、このような実施例 3 に係るプロジェクターレンズによる投射面上への合焦は、第 1 レンズ群 G 1 の 3 枚の凹メニスカスレンズ L 1 だけを繰り出す方法が収差を抑制する点から好ましい。

また、実施例 3 に係るプロジェクターレンズは、図 10 にも示すように、
前述の条件式 (2) を満たしていない。これは、実施例 1 及び実施例 2 は
構成するレンズ枚数を最小限に抑えて設計されているのに対して、実施例
3 は構成する非球面レンズ枚数を減らすように設計されているためであ
る。しかしながら、実施例 3 は、条件式 (2) 以外の条件式は全て満たし
5 ているので、最大物体高 Y の値が 6. 40 mm であり、従来のプロジェク
ターと較べて非常に小さいにもかかわらず、98. 1 度という大きな画角
で、諸収差を抑えた良好な像を投影することができる。また、バックフ
ォーカス BF も 45. 374 mm と大きく確保することができる。さらに、
10 第 1 レンズ群のレンズ枚数が 7 枚、第 2 レンズ群のレンズ枚数が 8 枚、計
15 枚であり、他の実施例と比べて構成レンズ枚数は多いものの、上述の
ように非球面レンズは 1 枚のみであり、非球面レンズの使用を最小限に抑
えながらプロジェクターレンズを構成することができる。

ここで、上記実施例 1 ~ 3 に係るプロジェクターレンズの設計条件式
15 (1) ~ (10) の対応値について、図 10 を用いて説明する。

図 10 に示すように、上記実施例 1 ~ 3 の設計に際し、既に説明したレ
ンズ設計条件式 (1) から条件式 (10) 中のパラメータ、すなわち、 BF/Y (条件式 (1): 空気換算バックフォーカス BF , 物体面の最大高 Y)、
 d_m/Y (条件式 (2): 絞りより前方のレンズ群における最も大きな面空
20 気間隔 d_m , 物体面の最大高 Y)、 f/T (条件式 (3): プロジェクター
レンズ全体の焦点距離 f , プロジェクターレンズの全長 TL)、 A/B (条
件式 (4): プロジェクターレンズの最も投射面側のレンズ面から開口絞り
 S までの軸上距離 A , プロジェクターレンズの最も物体側のレンズ面から
開口絞りまでの軸上距離 B)、 R/f (条件式 (5): 第 1 レンズ群中の最
25 も投射面側の凹メニスカスレンズの物体面側の曲率半径 R , プロジェク
ターレンズ全体の焦点距離 f)、 $|fL|/d$ (条件式 (6): 3 枚貼り合わ

せレンズの中心の凹レンズの焦点距離 f_L 、3枚貼り合わせレンズの厚さ d)、 $(|\Delta_1| + |\Delta_2|) / 2$ (条件式 (7): 投射面側から順に、3枚貼り合わせレンズの貼り合わせ面での e 線の屈折率差 Δ_1 、 Δ_2)、 f_1 / f_2 (条件式 (8): 第1レンズ群の焦点距離 f_1 、第2レンズ群の焦点距離 f_2)、 $(|\Delta_v1| / |\Delta_v2|) / 2$ (条件式 (9): 投射面側から順に、3枚貼り合わせレンズの貼り合わせ面でのアッベ数の差 Δ_v1 、 Δ_v2)、 BF / f (条件式 (10): 空気換算バックフォーカス BF 、プロジェクターレンズ全体の焦点距離 f) は、全て条件式 (1) ~ (10) を満たしていることが分かる。

- 10 具体的には、本発明のプロジェクターレンズでは、図10に示すように、焦点距離 f は6.275mmから8.811mm、バックフォーカス BF は39.760mmから54.447mm、画角は83.4度から91.3度、条件式 (10) の BF / f は5.362から7.231が得られた。

- ここで、本発明に係る上記プロジェクターレンズと比較するため、特許
15 文献1記載の従来プロジェクターレンズの値を挙げると、焦点距離 f は12.37mmから12.53mm、バックフォーカス BF は52.27mmから54.31mm、画角 2ω が80.18度から81.94度、 BF / f は4.18から4.39であった。

- その結果、本実施例の条件式 (10) の BF / f は、上記したように、
20 5.4から7.2程度であり、従来ものより大きな値となっている。これにより、プロジェクターレンズの焦点距離 f が従来より短いにも拘わらず、空気換算バックフォーカス BF が従来より充分長くでき、且つ、投射面上でのカラーシェーディングを充分小さく抑えることができた。さらに、カラーシェーディングを抑制しつつ、諸収差も抑制することがで
25 きた。

以上のように、本発明のプロジェクターレンズは、投射距離がより短く、

大画面投射に好適である。また、諸収差がよく補正され高画質の大画面プロジェクター用プロジェクターレンズを提供することができた。さらに、本発明のプロジェクターレンズは、従来のものと比べてバックフォーカスにおいて同様の性能を確保しながらも、短焦点・広角であり且つ諸収差を

5 小さく抑えることができた。このように、本発明により、高画質・高拡大率のプロジェクターレンズを実現できた。

(実施例 4)

以下、本発明の実施例 4 について図 1 1 を用いて説明する。図 1 1 は、

10 前述した本発明のプロジェクターレンズを用いたプロジェクター装置の平面構成図である。図 1 1 に示すように、本実施例 4 に係るプロジェクター装置においては、まず、光源 1 1 から射出した光源光が、偏光変換照明装置 1 2 により単一偏光に変換される。偏光変換照明装置 1 2 はその構成を図示しないが、例えばフライアイレンズを含む光学系で形成され、光源光

15 からの光を均一化する光源光均一化部材と、均一化された光の偏光方向をそろえる単一偏光変換装置と、単一偏光を後述のライトバルブに重畳照明するコンデンサレンズとから構成される。

前記の偏光変換照明装置 1 2 を射出した単一偏光は、色分離光学系によって R (赤) 光、G (緑) 光、B (青) 光の 3 つの色光に色分離される。

20 なお、本実施例における色分離光学系は、R 光と G 光を反射、B 光を透過する特性のダイクロイックミラー 1 3 R G と、B 光を反射して R 光と G 光を透過する特性のダイクロイックミラー 1 3 B とを直交させて配置したクロスダイクロイックミラー 1 3 と、G 光を反射し、R 光を透過する特性を有するダイクロイックミラー 1 6 とで構成される。前記の単一偏光は、前

25 記クロスダイクロイックミラー 1 3 によって R 光と G 光の混合光と、B 光とに色分離される。

ここで、色分離されたR光とG光の混合光は、偏向ミラー14にて進行方向を偏向されて、G光を反射してR光を透過する特性のダイクロイックミラー16に入射し、R光とG光とに色分離される。そして、分離されたR光とG光は、それぞれ光軸に対して斜めに配置されたワイヤーグリッド偏光子17R, 17Gに入射する。

一方、色分離された前記B光は、偏向ミラー15にて進行方向を偏向され、光軸に対して斜めに配置されたワイヤーグリッド偏光子17Bに入射する。

ここで、ワイヤーグリッド偏光子17R, 17G, 17Bについて説明すると、波長よりも短い幅を有する金属線が等間隔に並んだワイヤーグリッドが形成された平行平板であり、ワイヤーグリッド形成面を前記色分離光の入射する側に向けて配置されている。したがって、波長分離された各色光は、該ワイヤーグリッド形成面に入射する。

前記のワイヤーグリッドを反射した各々の色光は、各色光用のライトバルブ18R, 18G, 18Bにそれぞれ入射して、各色光毎にライトバルブに入力された像信号に応じた変調作用を受けて射出される。ライトバルブで変調作用を受けた各色光は、それぞれワイヤーグリッド偏光子17R, 17G, 17Bに入射し、像形成に寄与する変調光はワイヤーグリッド偏光子17R, 17G, 17Bを透過して取り出され、像形成に寄与しない非変調光はワイヤーグリッド偏光子17R, 17G, 17Bで反射されて光源方向へ廃棄される。

ワイヤーグリッド偏光子17R, 17G, 17Bを透過した各色光の変調光は、クロスダイクロイックプリズム20に入射して色合成され、プロジェクターレンズ22によりスクリーンに投射される。なお、プロジェクターレンズ22は本発明に係るプロジェクターレンズであり、例えば実施例2のプロジェクターレンズである。

上記において、変調光はワイヤーグリッド偏光子 17 R, 17 G, 17 B を透過するので、各変調光は、ワイヤーグリッドが形成された平行平板をも透過することになる。該平行平板は光軸に対して傾いて配置されているため、ワイヤーグリッド偏光子 17 R, 17 G, 17 B を透過した各々
5. の光には、所定の大きさのコマ収差成分と非点収差成分が含まれてしまうことになる。

そこで、本実施例 4 では、前記ワイヤーグリッド偏光子 17 R, 17 G, 17 B の平行平板により発生したコマ収差は、ワイヤーグリッド偏光子 17 R, 17 G, 17 B と、色合成光学系であるクロスダイクロイックプリ
10 ズム 20 との間に配置された平行平板形状の収差補正部材 19 R, 19 G, 19 B により補正される。また、前記ワイヤーグリッド偏光子 17 R, 17 G, 17 B の平行平板により発生した前記非点収差は、クロスダイクロイックプリズム 20 とプロジェクターレンズ 22 との間に配置された円柱
レンズ 21 によって補正される。

したがって、ライトバルブ 18 とプロジェクターレンズ 22 の最も後側のレンズ最終面との間には、ワイヤーグリッド偏光子 17 (17 R, 17 G, 17 B) と、コマ収差補正用の平行平板 19 と、クロスダイクロイックプリズム 20 と、円柱レンズ 21 とが配置されることになる。本発明に係るプロジェクターレンズ 22 は、これら部材を全て配置可能であり、十
15 分に長いバックフォーカスを有している。
20

(実施例 5)

以下、本発明の実施例 5 について図 12 を用いて説明する。図 12 は、本発明のプロジェクター装置における、前記実施例 4 とは別の実施形態を示す。なお、図 12 に示すプロジェクター装置では、各部材に対応する符
25 号は図 11 に示す実施例 4 のプロジェクター装置と同一である。

図 1 2 に示すように、実施例 5 に係るプロジェクター装置では、円柱レンズ 2 1 をプロジェクターレンズ 2 2 の絞り 2 2 c の位置に配置した。実施例 1 から実施例 3 のプロジェクターレンズでは全て絞りの前後にスペースが設けられており、各実施例においても絞りの位置に円柱レンズ 2 1 を

5 配置することが可能である。このように配置する場合には、ライトバルブ 1 8 とプロジェクターレンズ 2 2 の最も後側のレンズ最終面との間の空間には、円柱レンズ 2 1 の配置スペースを確保する必要はない。

したがって、実施例 5 に係るプロジェクター装置によれば、検光子にワイヤーグリッドを用いたプロジェクターにおいても、十分なバックフォー

10 カスを有して像を投影できるプロジェクター装置を提供することができる。

以上のような本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲であれば適宜改良可能である。

請 求 の 範 囲

1. 投射面側から順に、

前記投射面側に凸面を向けた少なくとも2枚の負メニスカスレンズを
5 有し、正の屈折力を有する第1レンズ群と、

正の屈折力を有する第2レンズ群と、

前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間に配置される開口絞りと
を備え、

前記第1レンズ群は、少なくとも1枚の非球面レンズを含み、
10 空気換算バックフォーカスをBFとし、最大物体高をYとしたとき、

$$5.5 < BF/Y < 15.0$$

を満足することを特徴とするプロジェクターレンズ。

2. 前記最大物体高をYとし、前記第1レンズ群のうちの最も大きいレン
15 ズ面間隔をdmとしたとき、

$$8.0 < dm/Y < 15.0$$

を満足することを特徴とする請求項1に記載のプロジェクターレンズ。

3. 前記第2レンズ群は、貼り合わせレンズを2枚以上含み、レンズ系全
20 体の焦点距離をfとし、レンズ系全長をTLとしたとき、 $0.015 < f/TL < 0.1$ を満足することを特徴とする請求項1又は2に記載
のプロジェクトレンズ。

4. 前記第1レンズ群は、アッベ数が57以上のガラス製の凹メニスカス
25 レンズを1枚以上含み、

前記第2レンズ群は、アッベ数が70以上のガラス製のレンズを1枚

以上含み、

最も前記投射側のレンズ面から前記開口絞りまでの光軸上距離を A とし、最も前記物体面側のレンズ面から前記開口絞りまでの光軸上距離を B としたとき、

$$5 \quad 1.0 < A/B < 4.0$$

を満足することを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載のプロジェクターレンズ。

5. 前記第 1 レンズ群は、アッベ数が 65 以上のガラス製の凹メニスカス
10 レンズを 2 枚以上含み、

前記第 2 レンズ群は、アッベ数が 70 以上の低分散ガラスと屈折率が 1.7 以上の高屈折率ガラスとを含む 3 枚貼り合わせレンズを含み、

前記 3 枚貼り合わせレンズの中心の凹レンズの焦点距離を f_L とし、
該 3 枚貼り合わせレンズの合成厚さを d としたとき、

$$15 \quad 0.2 < |f_L|/d < 7.0$$

を満足することを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載のプロジェクターレンズ。

6. 前記 3 枚貼り合わせレンズは、前記投射面側から順に、凸レンズ、凹
20 レンズ、凸レンズで構成され、

貼り合わせ面での e 線の屈折率差を前記投射面側から順に $\Delta 1$, $\Delta 2$ としたとき、

$$0.2 < (|\Delta 1| + |\Delta 2|) / 2$$

を満足することを特徴とする請求項 5 に記載のプロジェクターレンズ。

25

7. 前記第 2 レンズ群において、少なくとも 1 枚の非球面を有することを

特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載のプロジェクターレンズ。

8. 前記第 1 レンズ群の焦点距離を f_1 とし、前記第 2 レンズ群の焦点距離を f_2 としたとき、

$$5 \quad 0.5 < f_1 / f_2 < 3.0$$

を満足することを特徴とする請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載のプロジェクターレンズ。

9. 最も前記投射面側の負メニスカスレンズの前記物体面側の面の曲率半径を R とし、レンズ系全体の焦点距離を f としたとき、

$$10 \quad R / f < 8.0$$

を満足することを特徴とする請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載のプロジェクターレンズ。

15 10. 光源と、

前記光源から射出された光源光を複数の色光に分離する波長分離部材と、

前記波長分離部材を経た前記複数の色光を入射して、これら色光毎に像を形成する像形成素子と、

20 前記色光毎に像形成に寄与する光と、像形成に寄与しない光とを分けるためのワイヤーグリッド素子と、

前記ワイヤーグリッド素子を経た各々の色光のうち、像形成に寄与する光を合成する合成光学系と、

25 前記合成光学系により合成された光をスクリーンに投射する請求項 1 ～ 請求項 9 のいずれかに記載の前記プロジェクターレンズとを有することを特徴とするプロジェクター装置。

図 1

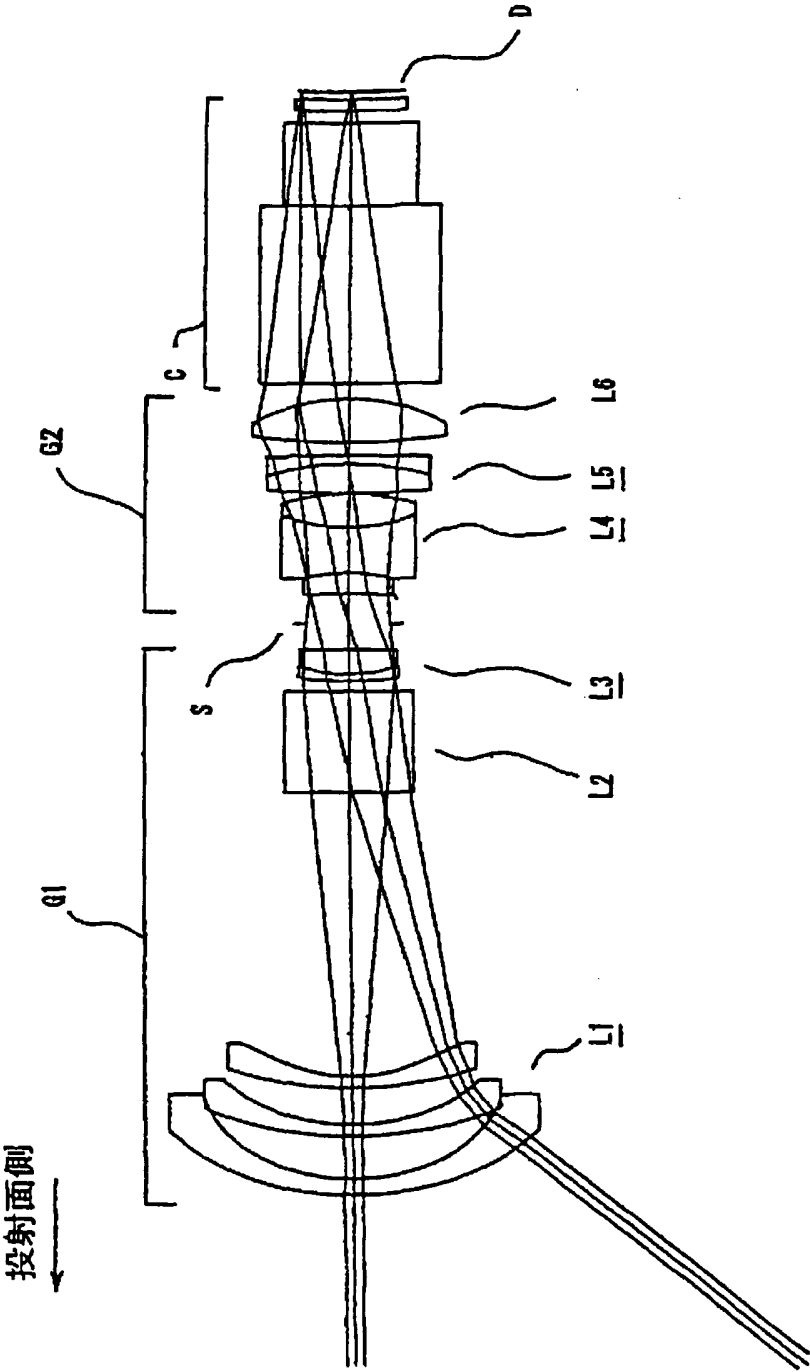
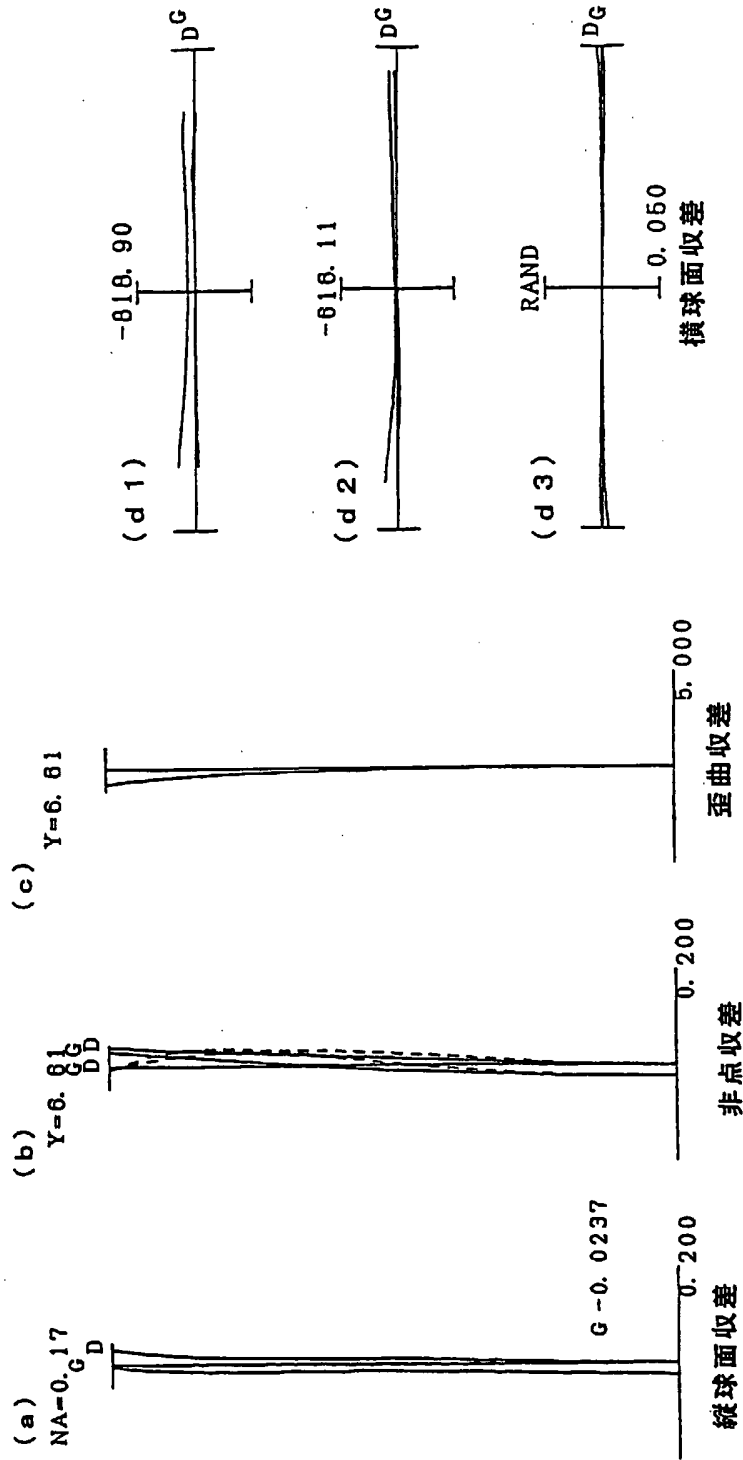


図 2



3/11

図 3

実施例1
(レンズ諸元)

面番号	r	d	material	nd	ng	ν_d
1	30.81565	3.90552		1.65425	1.66537	58.5
2	20.33362	8.30000				
3	37.84963	2.28945		1.65425	1.66537	58.5
4	21.02521	7.24596				
5	38.10862	2.18201	resin	1.49290	1.50160	
6	14.05989	56.40090				
7	∞	20.00000		1.51872	1.52670	
8	∞	2.00000				
9	32.52202	1.41941		1.65425	1.66537	
10	14.46785	4.84438		1.67765	1.70011	
11	210.45851	5.14775				
12	∞	5.93375				
13	-60.08385	4.05416		1.59667	1.61454	35.3
14	-17.06260	8.97139		1.83945	1.85953	42.7
15	17.47522	6.61973		1.49845	1.50451	81.6
16	-20.92877	0.10000				
17	105.08759	5.78547		1.49845	1.50451	
18	-27.12653	1.50191		1.83932	1.86278	
19	-172.08744	0.20000	resin	1.55735	1.57284	
20	-147.26962	2.49916				
21	69.38524	8.52298		1.49845	1.50451	
22	-19.68942	3.00000				
23	∞	34.50000		1.51872	1.52670	
24	∞	16.00000		1.84668	1.88496	
25	∞	2.50000				
26	∞	2.09000		1.51872	1.52670	
27	∞	1.50279				

(非球面係数)

第6面

$$K = -0.0743$$

$$C4 = -6.22020 \times 10E-06$$

$$C6 = -1.03620 \times 10E-07$$

$$C8 = 5.41590 \times 10E-10$$

$$C10 = -2.80900 \times 10E-12$$

$$C12 = 0.46863 \times 10E-14$$

第20面

$$K = 115.5760$$

$$C4 = 2.20900 \times 10E-05$$

$$C6 = 5.78570 \times 10E-09$$

$$C8 = 7.23630 \times 10E-10$$

$$C10 = -4.91420 \times 10E-12$$

$$C12 = 0.17276 \times 10E-13$$

非球面は、光軸に垂直な方向の高さを y とし、非球面の頂点における接平面から高さ y における非球面上の位置までの光軸に沿った距離(ザグ量)を z とし、頂点曲率半径を r とし、円錐係数を k とし、 n 次の非球面係数を C_n としたとき、以下の数式で表される。

$$Z = (y^2/r) / (1 + (1 - ky^2/r^2)^{0.5}) + C4y^4 + C6y^6 + C8y^8 + C10y^{10} + \dots$$

図 4

投射面側
↓

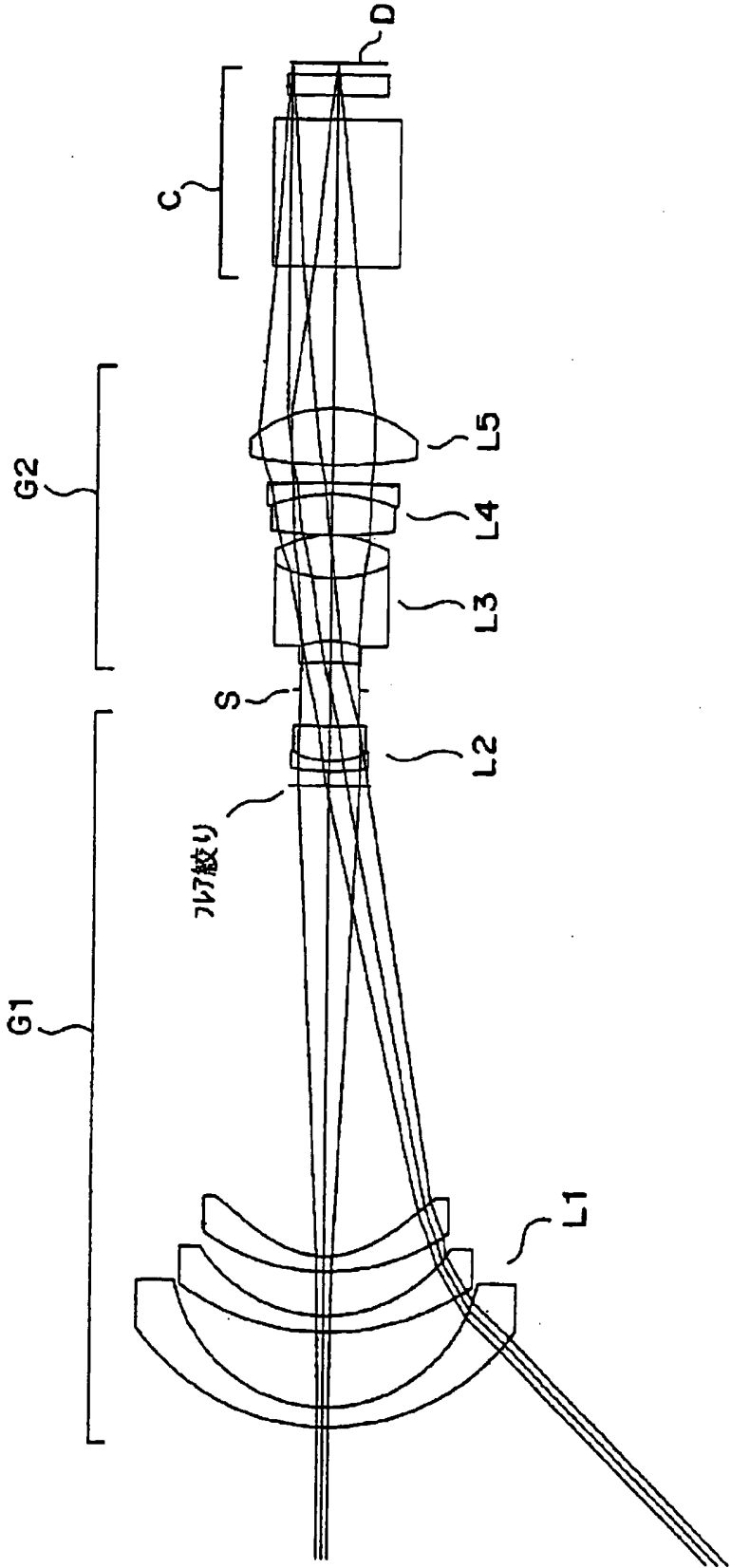
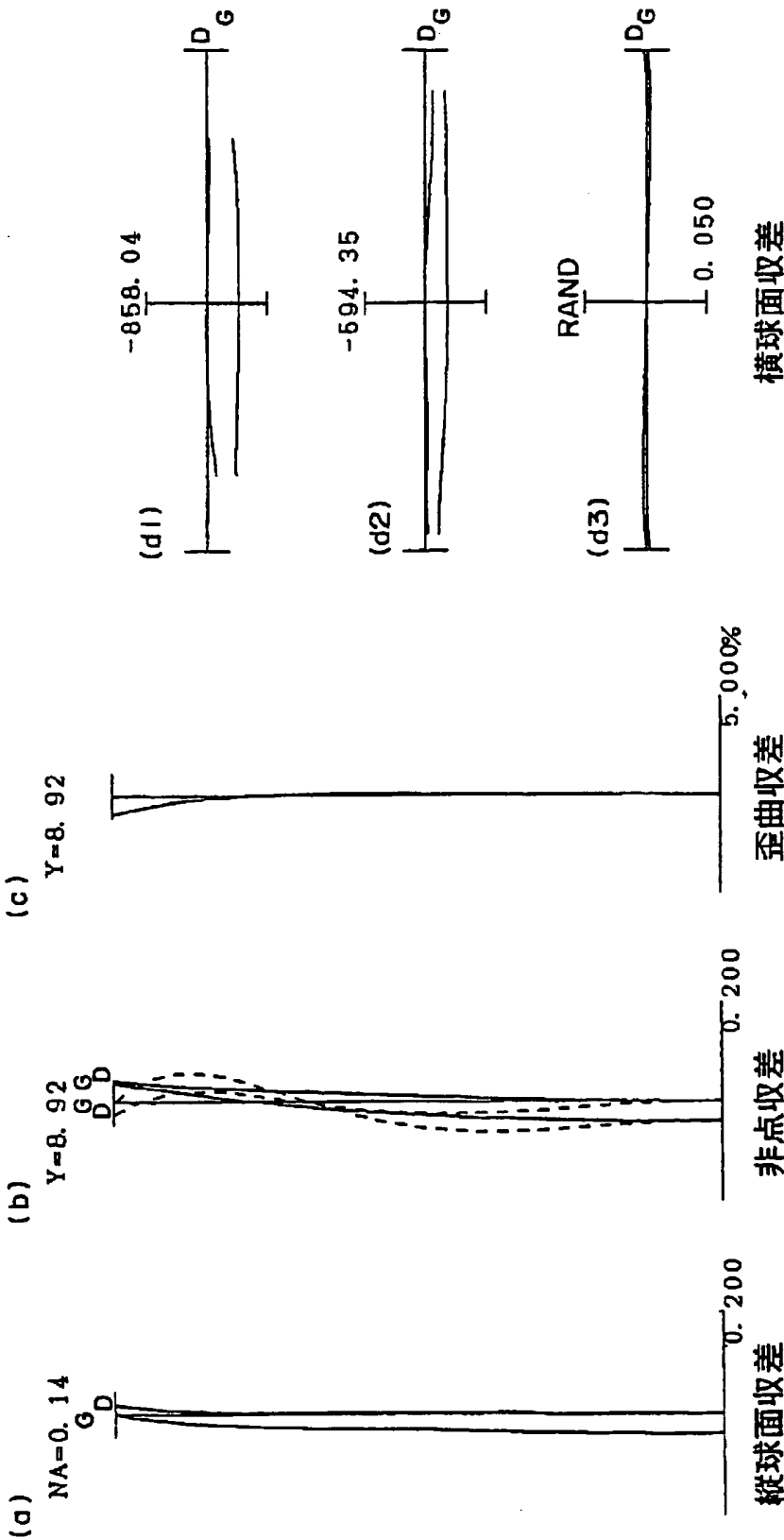


图 5



6/11

図 6

実施例2
(レンズ諸元)

面番号	r	d	material	nd	ng	νd
1	46.10811	3.78000		1.72916	1.74570	54.7
2	30.32170	14.27245				
3	50.49130	3.10500		1.72916	1.74570	54.7
4	29.65073	8.39544				
5	41.53008	2.97000	resin	1.49290	1.50160	
6	17.61304	91.15242				
7	∞					
8	42.68626	4.72500		1.65425	1.66537	
9	15.42223	6.75000		1.67765	1.70011	
10	136.21943	7.00324				
11	∞	5.40000				
12	-50.15744	4.21823		1.59667	1.61454	35.3
13	-18.06278	12.15000		1.83945	1.85953	42.7
14	24.19351	8.32104		1.49845	1.50451	81.6
15	-23.35722	0.13500				
16	96.71825	7.82002		1.49845	1.50451	
17	-32.33060	2.02500		1.83932	1.86278	
18	-221.59681	0.27000	resin	1.55735	1.57284	
19	-197.73573	3.38925				
20	93.80312	10.92568		1.49845	1.50451	
21	-24.93035	27.00000				
22	∞	28.01250		1.51872	1.52670	
23	∞	0.00000		1.84668	1.88496	
24	∞	4.38750				
25	∞	4.05000		1.51872	1.52670	
26	∞	2.40560				

(非球面係数)

第6面

$$\kappa = -0.0743$$

$$C4 = 1.18270 \times 10E-06$$

$$C6 = -3.61760 \times 10E-08$$

$$C8 = 1.16310 \times 10E-10$$

$$C10 = -2.51640 \times 10E-13$$

$$C12 = 0.18738 \times 10E-15$$

第19面

$$\kappa = 115.2895$$

$$C4 = 1.07360 \times 10E-05$$

$$C6 = 7.48340 \times 10E-09$$

$$C8 = 7.66140 \times 10E-11$$

$$C10 = -2.70600 \times 10E-13$$

$$C12 = 0.58323 \times 10E-15$$

図 7

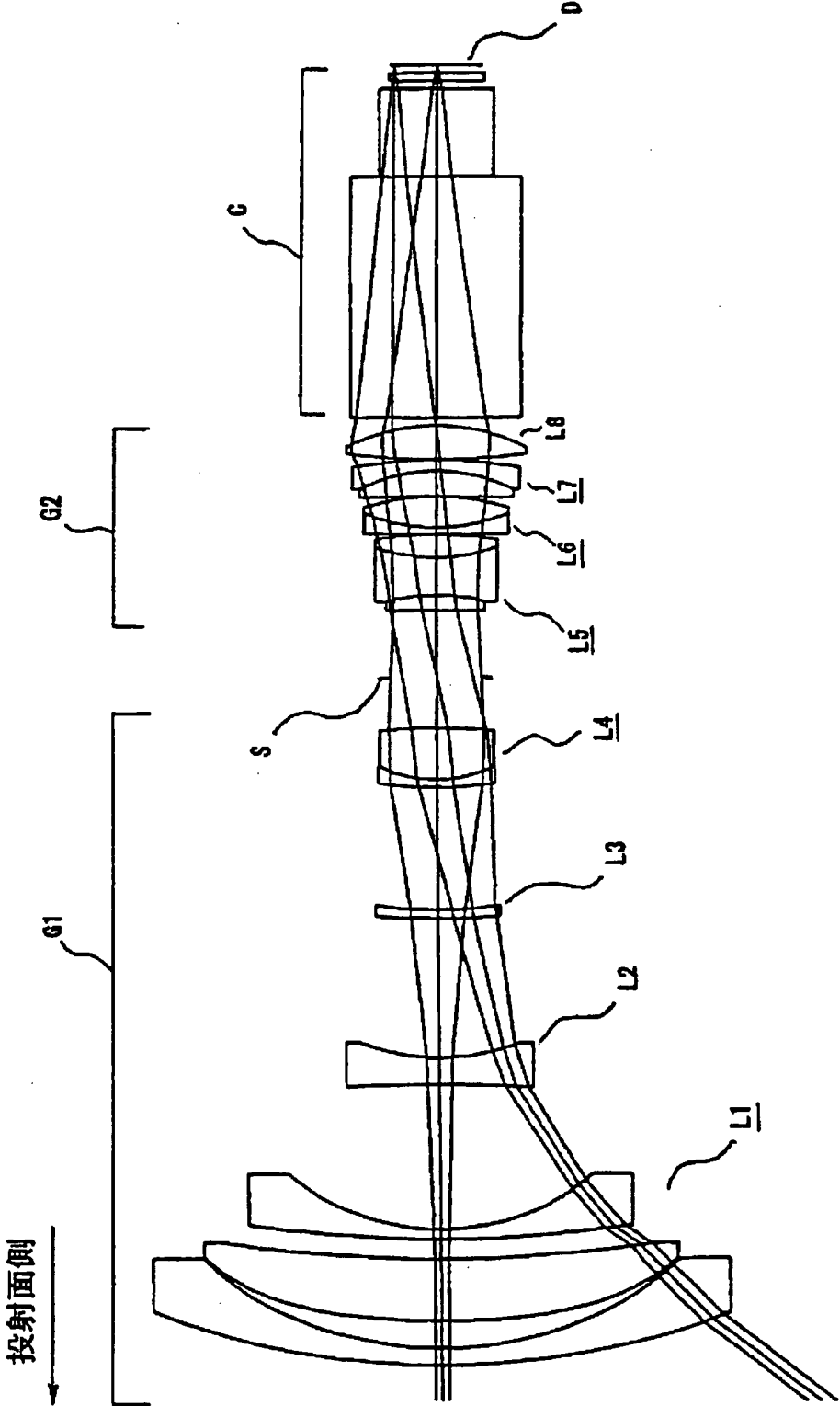
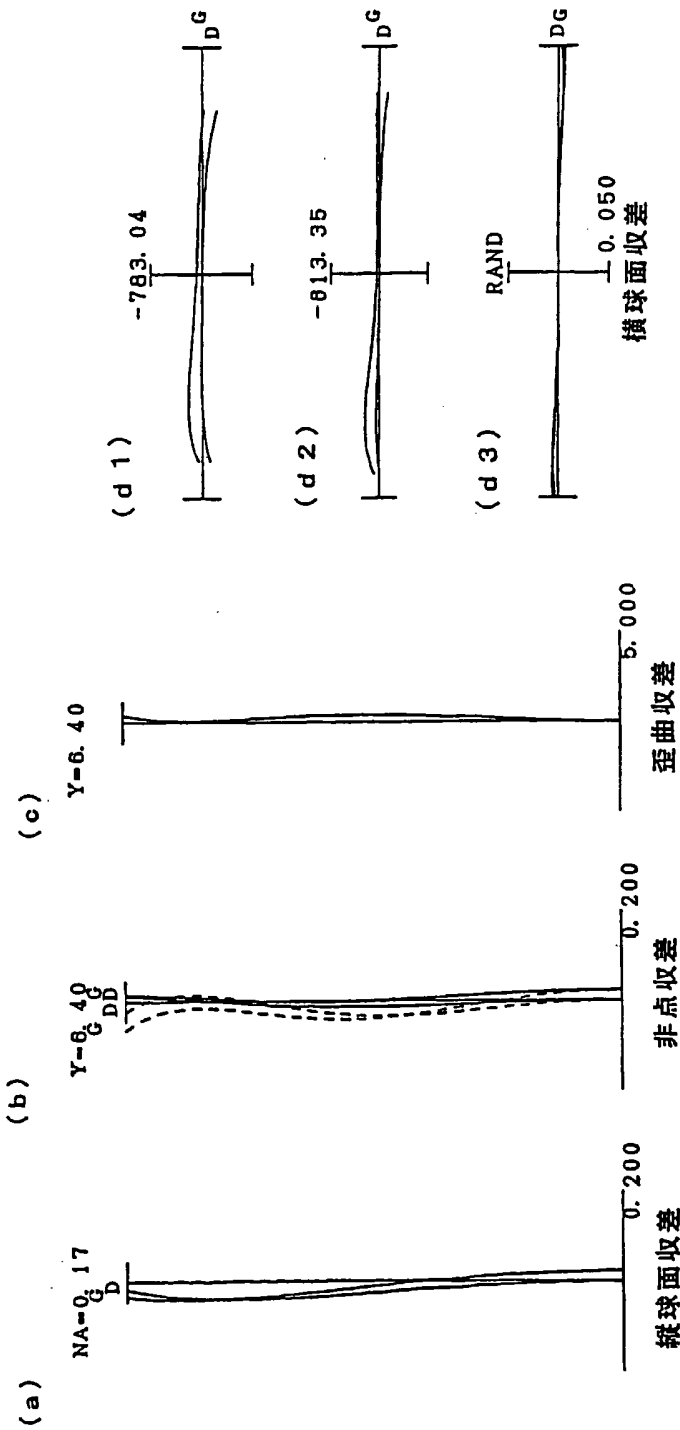


図 8



9/11

図 9

実施例3
(レンズ諸元)

面番号	r	d	material	nd	ng	ν_d
1	95.24985	3.30000	resin	1.65425	1.66537	58.5
2	45.47138	5.30000				
3	112.30577	12.00000		1.49290	1.50160	
4	169.42373	3.80000				
5	145.35409	2.00000		1.61520	1.62567	58.5
6	29.89932	28.20000				
7	-160.12332	5.30000		1.61520	1.62567	58.5
8	27.09433	27.30000				
9	107.02893	1.70000		1.80811	1.82570	
10	47.80342	24.20000				
11	52.15925	1.60000		1.77621	1.79197	
12	16.20769	10.00000		1.72538	1.74721	
13	-77.61672	9.90000				
14	∞	13.30000				
15	909.49348	3.00000		1.49845	1.50451	81.6
16	-24.46645	7.50000		1.80811	1.82570	48.6
17	21.70516	4.50000		1.49845	1.50451	81.6
18	-47.38895	0.10000				
19	630.50626	1.30000		1.77621	1.79197	
20	22.15051	6.00000		1.49845	1.50451	
21	-30.75999	0.10000				
22	-310.79120	5.00000		1.48150	1.49596	
23	-20.43858	2.10000		1.77621	1.79197	
24	-57.38564	0.15000				
25	83.73115	6.60000		1.48915	1.49596	
26	-23.68184	1.50000				
27	∞	46.50000		1.51872	1.52670	
28	∞	17.00000		1.84668	1.88496	
29	∞	1.50000				
30	∞	1.60000		1.51872	1.52670	
31	∞	1.49652				

(非球面係数)

第3面

 $\kappa = 1.0000$ $C4 = 4.25950E-06$ $C6 = -1.00740E-09$ $C8 = 1.90050E-13$ $C10 = 4.37710E-16$

10/11

図 10

パラメータ

BF	空気換算バックフォーカス
dm	絞りより前方のレンズにおける最も大きな面空気間隔
Y	最大物体高
f	プロジェクターレンズ全体の焦点距離
TL	プロジェクターレンズの全長
A	最も投射面よりのレンズ面から開口絞りSまでの距離
B	最も物体面よりのレンズ面から開口絞りSまでの距離
fL	3枚貼合レンズの中心の凹レンズの焦点距離
d	3枚貼合レンズの厚さ
$\Delta 1$	3枚貼合レンズの投射面側貼合面の屈折率差
$\Delta 2$	3枚貼合レンズの物体面D側貼合面の屈折率差
f1	第1レンズ群G1の焦点距離
f2	第2レンズ群G2の焦点距離
$\Delta \nu 1$	3枚貼合レンズの投射面側貼合面の屈折率差アップ数差
$\Delta \nu 2$	3枚貼合レンズの物体面D側貼合面のアップ数差

	実施例1	実施例2	実施例3
BF	39.760	54.447	45.374
Y	6.610	8.922	6.400
dm	69.56985	93.85242	28.2
f	7.415	8.811	6.275
TL	216.707	262.298	253.847
A	112.925	142.154	134.600
B	83.948	120.145	95.024
fL	-68.202	-10.891	-65.912
d	19.64528	24.68927	15.00000
$\Delta 1$	0.24278	0.24278	0.30966
$\Delta 2$	0.34100	0.34100	0.30966
f1	25.317	50.794	33.597
f2	32.967	38.753	39.565
$\Delta \nu 1$	7.4	7.4	33.0
$\Delta \nu 2$	38.9	38.9	33.0
画角	83.4度	91.3度	89.1度
条件式(1)	BF/Y	6.103	7.070
条件式(2)	dm/Y	10.51921	4.40625
条件式(3)	f/TL	0.033592	0.024720
条件式(4)	A/B	1.183	1.417
条件式(5)	R/f	3.4413	7.2464
条件式(6)	fL /d	0.4410	4.3941
条件式(7)	($\Delta 1$ + $\Delta 2$)/2	0.29189	0.30966
条件式(8)	f1/f2	1.31070	0.84916
条件式(9)	($\Delta \nu 1$ + $\Delta \nu 2$)/2	23.15	33.0
条件式(10)	BF/f	6.179	7.231

11/11

図 1 1

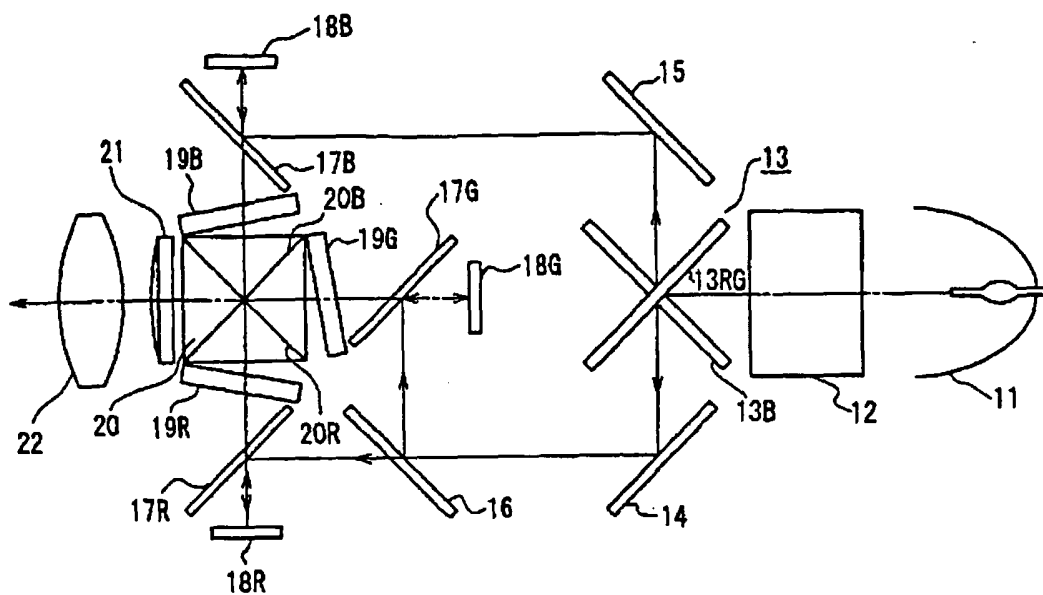
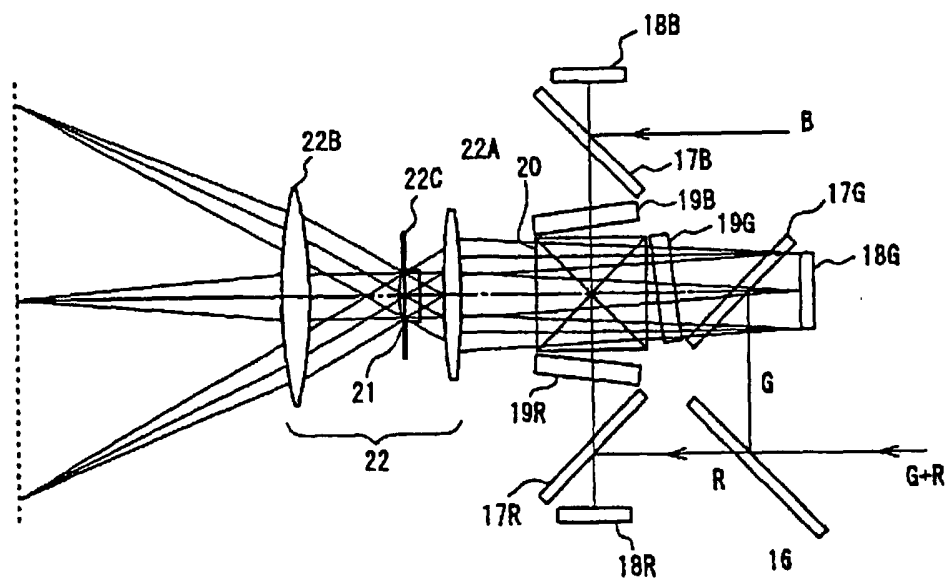


図 1 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/010296

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl. ⁷ G02B13/24, 13/18, 13/22 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl. ⁷ G02B13/24, 13/18, 13/22 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2003-156683 A (Sony Corp.), 30 May, 2003 (30.05.03), Full text; all drawings & WO 2003/021326 A1 & EP 1422543 A1 & US 2004/0233547 A1 & KR 2004032903 A & CN 1549945 A	1-4, 7-9 10 5-6
X Y A	JP 2003-15033 A (Minolta Co., Ltd.), 15 January, 2003 (15.01.03), Full text; all drawings & US 2003/0137744 A1 & US 6624952 B2	1-4, 7-9 10 5-6
X Y A	JP 2001-42256 A (Minolta Co., Ltd.), 16 February, 2001 (16.02.01), Full text; all drawings; particularly, example 1 & US 6382799 B1	1-4, 7-9 10 5-6
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 14 July, 2005 (14.07.05)		Date of mailing of the international search report 02 August, 2005 (02.08.05)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/010296

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2000-305012 A (Minolta Co., Ltd.), 02 November, 2000 (02.11.00), Full text; all drawings & US 6275343 B1	1-4, 7-9 10 5-6
X Y A	JP 11-305117 A (Sony Corp.), 05 November, 1999 (05.11.99), Full text; all drawings & EP 952474 A2 & US 6144503 A & CA 2269484 A1 & DE 69912674 E & KR 99083411 A	1-4, 7-9 10 5-6
X Y A	JP 2003-202492 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 18 July, 2003 (18.07.03), Full text; all drawings (Family: none)	1-4, 7-9 10 5-6
X Y A	JP 2003-287676 A (Seiko Epson Corp.), 10 October, 2003 (10.10.03), Full text; all drawings (Family: none)	1-4, 7-9 10 5-6
A	JP 2003-248169 A (Seiko Epson Corp.), 05 September, 2003 (05.09.03), Full text; all drawings (Family: none)	5-6
Y	JP 2003-131212 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 08 May, 2003 (08.05.03), Full text; all drawings (Family: none)	10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ G02B13/24, 13/18, 13/22

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ G02B13/24, 13/18, 13/22

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	JP 2003-156683 A (ソニー株式会社) 2003.05.30, 全文、全図 & WO 2003/021326 A1 & EP 1422543 A1 & US 2004/0233547 A1 & KR 2004032903 A & CN 1549945 A	1-4, 7-9 10 5-6
X Y A	JP 2003-15033 A (ミノルタ株式会社) 2003.01.15, 全文、全図 & US 2003/0137744 A1 & US 6624952 B2	1-4, 7-9 10 5-6

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

* 引用文献のカテゴリー

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

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

14.07.2005

国際調査報告の発送日

02.8.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

森内 正明

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

2V

9222

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	JP 2001-42256 A (ミノルタ株式会社) 2001. 02. 16, 全文、全図、特に実施例 1 & US 6382799 B1	1-4, 7-9 10 5-6
X Y A	JP 2000-305012 A (ミノルタ株式会社) 2000. 11. 02, 全文、全図 & US 6275343 B1	1-4, 7-9 10 5-6
X Y A	JP 11-305117 A (ソニー株式会社) 1999. 11. 05, 全文、全図 & EP 952474 A2 & US 6144503 A & CA 2269484 A1 & DE 69912674 E & KR 99083411 A	1-4, 7-9 10 5-6
X Y A	JP 2003-202492 A (松下電器産業株式会社) 2003. 07. 18, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-4, 7-9 10 5-6
X Y A	JP 2003-287676 A (セイコーエプソン株式会社) 2003. 10. 10, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-4, 7-9 10 5-6
A	JP 2003-248169 A (セイコーエプソン株式会社) 2003. 09. 05, 全文、全図 (ファミリーなし)	5-6
Y	JP 2003-131212 A (松下電器産業株式会社) 2003. 05. 08, 全文、全図 (ファミリーなし)	10