

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004 年 12 月 29 日 (29.12.2004)

PCT

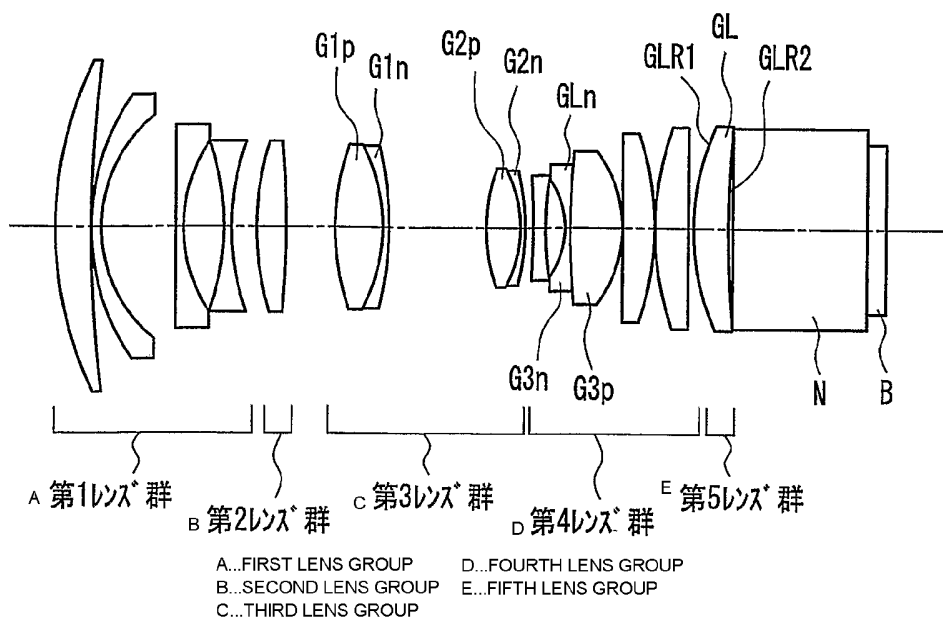
(10) 国際公開番号
WO 2004/113986 A1

- (51) 国際特許分類: **G02B 15/20**, 13/18, 15/167 (74) 代理人: 特許業務法人池内・佐藤アンドパートナーズ (IKEUCHI SATO & PARTNER PATENT ATTORNEYS); 〒5306026 大阪府大阪市北区天満橋1丁目8番30号OAPタワー26階 Osaka (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/007003
- (22) 国際出願日: 2004 年 5 月 17 日 (17.05.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願2003-177127 2003 年 6 月 20 日 (20.06.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および (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,
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 木村 俊介 (KIMURA, Syunsuke). 高橋 昌之 (TAKAHASHI, Masayuki).

/ 続葉有 /

(54) Title: ZOOM LENS, AND IMAGE MAGNIFICATION PROJECTION SYSTEM USING IT AND VIDEO PROJECTOR, AND REAR PROJECTOR AND MULTI-VISION SYSTEM USING THE VIDEO PROJECTOR

(54) 発明の名称: ズームレンズ、並びにそれを用いた映像拡大投写システム及びビデオプロジェクタ、並びにそのビデオプロジェクタを用いたリアプロジェクタ及びマルチビジョンシステム



(57) Abstract: A zoom lens which is less likely to produce an unnecessary light and is suitable for a projection lens. A zoom lens which comprises a prism disposed between a projection lens and a spatial optical modulation element (B), and is used as the projection lens of a projector, characterized in that a lens closest to the spatial optical modulation element (B) is a meniscus positive lens with its convex plane facing a screen side, and the refractive index of the meniscus positive lens is at least 1.75.

/ 続葉有 /



CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,
IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF,
BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN,
TD, TG).

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。

添付公開書類:

- 国際調査報告書
- 補正書・説明書

(57) 要約: 不要光の発生の少ない、投写レンズに好適なズームレンズを提供する。投写レンズと空間光変調素子Bとの間にプリズムを配してなるプロジェクタの前記投写レンズとして用いられるズームレンズである。空間光変調素子Bに最も近いレンズが、スクリーン側に凸面を向けたメニスカス正レンズであり、前記メニスカス正レンズの屈折率が1.75以上である。

明 細 書

ズームレンズ、並びにそれを用いた映像拡大投写システム及びビデオプロジェクト、並びにそのビデオプロジェクトを用いたリアプロジェクト及びマルチビジョンシステム

5 技術分野

本発明は、ズームレンズ、及び空間光変調素子の映像をスクリーン上に拡大投写するプロジェクトに関し、特に、反射型空間光変調素子を用いたプロジェクトの投写レンズに好適なズームレンズ及びそれを用いたプロジェクトに関する。

10

背景技術

この種のズームレンズとしては、例えば、特開 2 0 0 1 - 3 1 1 8 7 2 号公報、特開 2 0 0 0 - 9 8 2 2 2 号公報、特開 2 0 0 1 - 5 1 1 9 5 号公報、特開 2 0 0 2 - 1 4 8 5 1 5 号公報に開示されたものが知ら

15

れている。

赤、緑、青の三原色の透過型空間光変調素子を用いるプロジェクトにおいては、3色を合成するプリズム（色合成プリズム）が投写レンズと空間光変調素子との間に配置される。このため、投写レンズは、長いバックフォーカスを必要とする。色合成プリズムは分光特性に入射角依存性を有するため、共役距離の短い側の瞳位置を空間光変調素子から十分

20

遠方にする光学系、すなわち、テレセントリック性を有する光学系が必要となる。

プロジェクトの設置場所の自由度を向上させるために、投写レンズの光軸と投写画像の中心をずらすことが行われている。また、両者のずら

し量を可変にしたプロジェクタも提案されている。

反射型の空間光変調素子を用いたプロジェクタにおいては、空間光変調素子に対して投写レンズ側に光源を配置する必要がある。そして、この場合、光源からの照明光と投写レンズとが干渉しないように光源を配置する必要がある。これを実現するために、例えば、投写レンズの光軸と空間光変調素子の中心をずらすことが行なわれている。しかし、この方法では、両者のずらし量を可変にすることができず、一定のずらし量で使用するしかなかった。

投写レンズの光軸と投写画像の中心のずらし量を可変にするために、
10 投写レンズと空間光変調素子との間に内面全反射を利用したプリズムを配置することが提案されている。そして、この全反射プリズムを用いるプロジェクタの投写レンズには、全反射プリズムを配置するための長いバックフォーカスと、全反射の条件を維持するためのテレセントリック性とが要求される。この条件は、透過型空間光変調素子を用いたプロジェクタの投写レンズに要求される条件と同じである。
15

反射型空間光変調素子と全反射プリズムとテレセントリックタイプの投写レンズとを用いたプロジェクタにおいては、透過型空間光変調素子と色合成プリズムとテレセントリックタイプの投写レンズとを用いたプロジェクタでは発生しない不要光が発生し、大きな問題となっている。

20 反射型空間光変調素子は、投写レンズ側からの光に対する反射率が高いため、投写レンズで発生した不要光が反射型空間光変調素子で反射され、再度投写レンズを通過してスクリーン上へ投写されてしまう。

透過型空間光変調素子と色合成プリズムとテレセントリックタイプの投写レンズとを用いたプロジェクタにおいては、透過型空間光変調素子の反射率が低いため大きな問題とはならない。透過型空間光変調素子の反射率を4%とすると、反射型空間光変調素子の反射率は90%であ
25

り、反射型空間光変調素子の反射率は透過型空間光変調素子の反射率に比べて22.5倍も高い。

反射型空間光変調素子と投写レンズの光軸のずらし量を固定したプロジェクタにおいては、両者のずらし量が大きいために、投写レンズの光
5 軸に対称な位置に相当する場所に反射型空間光変調素子は存在しない。
一般的に、不要光は、投写レンズの光軸に対称な位置によく発生する。
従って、反射型空間光変調素子と投写レンズの光軸のずらし量を固定したプロジェクタにおいては、投写レンズで発生した不要光が反射型空間
光変調素子で反射され、再度投写レンズを通してスクリーン上へ投写さ
10 れてしまうことは少ない。

発明の開示

本発明は、従来技術における前記課題を解決するためになされたものであり、投写画像の位置を投写レンズの光軸に対して可変にできる反射
15 型空間光変調素子を用いたプロジェクタを実現するために、長いバック
フォーカスを有しながら、歪曲収差、軸上色収差、倍率色収差を小さく
することができ、しかも、投写距離を変化させても性能変化、不要光の
発生が少ない、投写レンズに好適なズームレンズ及びそれを用いたプロ
ジェクタを提供することを目的とする。

20 前記目的を達成するため、本発明に係るズームレンズの構成は、投写
レンズと空間光変調素子との間にプリズムを配してなるプロジェクタの
前記投写レンズとして用いられるズームレンズであって、

前記空間光変調素子に最も近いレンズが、スクリーン側に凸面を向け
たメニスカス正レンズであり、前記メニスカス正レンズの屈折率が1.
25 75以上であることを特徴とする。

このズームレンズの構成によれば、当該ズームレンズを、投写レンズ

と空間光変調素子との間にプリズムを配してなるプロジェクタの前記投
 写レンズとして用いた場合に、空間光変調素子に最も近いレンズで発生
 した不要な反射光が空間光変調素子上で結像することはない。また、空
 間光変調素子で反射された不要光は光軸に対して大きな角度で投写レン
 5 ズとしてのズームレンズに向かうことになるので、当該ズームレンズを
 通ってスクリーン上に到達できる不要光は、空間光変調素子に最も近い
 レンズで発生した不要な反射光の一部のみとなる。さらに、空間光変調
 素子に最も近いレンズは、屈折率が高いために、反射防止コーティング
 が施された後の反射率が屈折率が低い場合よりも低くなり、空間光変調
 10 素子に最も近いレンズで発生する不要な反射光を減少させることができ
 る。従って、上記構成を有するプロジェクタの投写レンズとして用いた
 場合にゴーストの発生を防止しコントラストの高い映像を得ることので
 きるズームレンズを実現することができる。

また、前記本発明のズームレンズの構成においては、前記空間光変調
 15 素子に最も近いレンズの前記スクリーン側の曲率半径を $GLR1$ 、当該
 レンズの d 線の屈折率を $GLnd$ 、ズームレンズの広角端の空気換算の
 バックフォーカスを Bfw 、広角端のズームレンズ全系の焦点距離を f
 w としたとき、下記条件式 (1) を満足するのが好ましい。

$$(1) \quad -0.3 < (GLR1/GLnd - Bfw) / fw < -0.05$$

20 この好ましい例によれば、空間光変調素子に最も近いレンズのスクリ
 ーン側の面で反射した不要光が空間光変調素子上で結像するのを防止す
 ることができる。さらに、空間光変調素子に最も近いレンズのスクリー
 ン側の面で反射にした不要光は空間光変調素子で再度反射され、その反
 射光は光軸に対して大きな角度で投写レンズとしてのズームレンズに向
 25 かうことになるので、当該ズームレンズを通してスクリーン上に到達で
 きる不要光は、空間光変調素子に最も近いレンズで発生した不要な反射

光の一部のみとなる。その結果、投写画面の画質の劣化を防止することができる。

- また、前記本発明のズームレンズの構成においては、前記空間光変調素子に最も近いレンズの前記空間光変調素子側の曲率半径を $GLR2$ 、
- 5 ズームレンズの広角端の空気換算のバックフォーカスを Bfw 、広角端のズームレンズ全系の焦点距離を fw としたとき、下記条件式 (2) を満足するのが好ましい。

$$(2) \quad 5 < (GLR2 - Bfw) / fw$$

- この好ましい例によれば、空間光変調素子に最も近いレンズの空間光
- 10 変調素子側の面で反射した不要光が空間光変調素子上で結像するのを防止することができる。

- また、前記本発明のズームレンズの構成においては、前記空間光変調素子に最も近いレンズの焦点距離を fGL 、広角端のズームレンズ全系の焦点距離を fw としたとき、下記条件式 (3) を満足するのが好まし
- 15 い。

$$(3) \quad 2.5 < fGL / fw < 3.5$$

この好ましい例によれば、歪曲収差を良好に補正して、広角端と望遠端での収差のバランスを良好なものとすることができる。

- また、前記本発明のズームレンズの構成においては、前記空間光変調
- 20 素子に最も近いレンズのアッベ数が 30 以下であるのが好ましい。この好ましい例によれば、レンズ全体での倍率色収差を小さく抑えて、ズームレンズを高性能化することができる。

- また、前記本発明のズームレンズの構成においては、前記空間光変調素子に最も近いレンズの部分分散を $PgFGL$ 、当該レンズのアッベ数
- 25 を νdGL としたとき、下記条件式 (4) を満足するのが好ましい。

$$(4) \quad 0.01 < PgFGL - 0.6457 + 0.0017 \times \nu dGL$$

この好ましい例によれば、赤、緑、青の3色の倍率色収差を小さく抑えることができる。

また、前記本発明のズームレンズの構成においては、前記空間光変調素子に最も近い負レンズの部分分散を $PgFGLn$ 、当該レンズのアッ
5 ベ数を $\nu dGLn$ 、前記空間光変調素子に最も近いレンズの部分分散を $PgFGL$ 、当該レンズのアッベ数を νdGL としたとき、下記条件式 (5)、(6) を満足するのが好ましい。

$$(5) \quad PgFGLn < 0.61$$

$$(6) \quad (PgFGLn - PgFGL) / (\nu dGLn - \nu dGL) < -0.0027$$

10 この好ましい例によれば、赤、緑、青の3色の倍率色収差を小さく抑えることができる。

また、前記本発明のズームレンズの構成においては、前記スクリーン側から順に第1の貼り合わせ面、第2の貼り合わせ面、第3の貼り合わせ面の3つの貼り合わせ面を有しており、前記第1の貼り合わせ面を構成する正レンズのアッベ数を $\nu dG1p$ 、部分分散を $PgFG1p$ とし、
15 前記第1の貼り合わせ面を構成する負レンズのアッベ数を $\nu dG1n$ 、部分分散を $PgFG1n$ とし、前記第2の貼り合わせ面を構成する正レンズのアッベ数を $\nu dG2p$ 、部分分散を $PgFG2p$ とし、前記第2の貼り合わせ面を構成する負レンズのアッベ数を $\nu dG2n$ 、部分分散を $PgFG2n$ とし、前記第3の貼り合わせ面を構成する正レンズの部分分散を $PgFG3p$ とし、前記第3の貼り合わせ面を構成する負レン
20 ズの部分分散を $PgFG3n$ としたとき、下記条件式 (7) ~ (11) を満足するのが好ましい。

$$(7) \quad 6 < \nu dGp1 - \nu dGn1 < 12$$

$$25 \quad (8) \quad PgFGp1 - PgFGn1 < -0.02$$

$$(9) \quad 20 < \nu dGp2 - \nu dGn2 < 40$$

$$(10) \quad |PgFGp2 - PgFGn2| < 0.007$$

$$(11) \quad |PgFGp3 - PgFGn3| < 0.07$$

この好ましい例によれば、赤、緑、青の3色の倍率色収差を小さく抑えることができる。

- 5 また、この場合には、前記第2の貼り合わせ面を構成する正レンズのアッベ数が90以上であるのが好ましい。この好ましい例によれば、赤、緑、青の3色の軸上色収差を小さく抑えることができる。

- また、前記本発明のズームレンズの構成においては、前記空間光変調素子側から前記スクリーン側に向かって順に、前記スクリーン側に凸面
10 を向けた前記メニスカス正レンズ、正レンズ、正レンズの3つのレンズが配置されているのが好ましい。この好ましい例によれば、空間光変調素子に最も近いレンズのレンズ面で反射した不要光の影響を小さくすることができると共に、球面収差を小さく抑えることができ、また、レンズ組立時の組立誤差が解像力に与える影響を小さくすることができる。

- 15 また、前記本発明のズームレンズの構成においては、前記スクリーン側から順に配置された、負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、正の屈折力を有する第3レンズ群と、負の屈折力を有する第4レンズ群と、正の屈折力を有する第5レンズ群とを備え、

- 20 広角端から望遠端への変倍（ズーミング）に際して、前記第1レンズ群と前記第5レンズ群は固定されたままで、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群と前記第4レンズ群は光軸上を前記スクリーン側に移動し、

- 前記第3レンズ群は、前記スクリーン側から順に配置された、正レンズと負レンズとの接合レンズと、正レンズと負レンズとの接合レンズと
25 により構成され、

前記第4レンズ群は、前記スクリーン側から順に配置された、両面が

凹の負レンズと、両面が凹の負レンズと両面が凸の正レンズとの接合レンズと、正レンズと、正レンズとにより構成されているのが好ましい。この好ましい例によれば、小さな歪曲収差と、良好な軸上色収差と、良好な倍率色収差を、ズームレンズの各倍率で実現することができる。

- 5 また、前記本発明のズームレンズの構成においては、前記スクリーン側から順に配置された、負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、負の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群とを備え、

- 10 広角端から望遠端への変倍（ズーミング）に際して、前記第1レンズ群と前記第4レンズ群は固定されたままで、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群は光軸上を前記スクリーン側に移動し、

- 15 前記第1レンズ群は、前記スクリーン側から順に配置された、負の屈折力を有する第1-1レンズ群と正の屈折力を有する第1-2レンズ群とにより構成され、フォーカス調整に際して、前記第1-1レンズ群と前記第1-2レンズ群との間隔が変化するのが好ましい。この好ましい例によれば、レンズ構成を簡略化しながら、投写距離を変化させたときの収差の変動を小さく抑えることができると共に、小さな歪曲収差と、良好な軸上色収差と、良好な倍率色収差を、ズームレンズの各倍率で実現することができる。

- 20 また、この場合には、前記第1-2レンズ群は、前記空間光変調素子側に凸面を向けたメニスカス正レンズからなるのが好ましい。この好ましい例によれば、歪曲収差を小さく抑えることができる。

- 25 また、前記本発明のズームレンズの構成においては、レンズ全系の倍率が0.0023～0.0188倍であるのが好ましい。この好ましい例によれば、明るくてコンパクトなプロジェクタを実現することのできる投写レンズが得られる。

また、前記本発明のズームレンズの構成においては、広角端のFナンバーが1.7であるのが好ましい。この好ましい例によれば、明るいプロジェクタを実現することのできる投写レンズが得られる。

また、前記本発明のズームレンズの構成においては、ズーム比が1.3であるのが好ましい。この好ましい例によれば、設置自由度の大きいプロジェクタが得られるズームレンズを実現することができる。

また、本発明に係る映像拡大投写システムの構成は、光源と、前記光源から放射される光によって照明されると共に、光学像を形成する空間光変調素子と、前記空間光変調素子上の光学像を投写する投写手段とを備えた映像拡大投写システムであって、

前記投写手段として前記本発明のズームレンズを用いることを特徴とする。

この映像拡大投写システムの構成によれば、投写手段として前記本発明のズームレンズを用いていることにより、不要光の少ない画像を投写することができるので、ゴーストの発生やコントラストの低下の少ない画面を得ることのできる映像拡大投写システムを実現することができる。

また、本発明に係るビデオプロジェクタの構成は、光源と、前記光源からの光を青、緑、赤の3色に時間的に制限する手段と、前記光源から放射される光によって照明されると共に、時間的に変化する青、緑、赤の3色に対応する光学像を形成する空間光変調素子と、前記空間光変調素子上の光学像を投写する投写手段とを備えたビデオプロジェクタであって、

前記投写手段として前記本発明のズームレンズを用いることを特徴とする。

このビデオプロジェクタの構成によれば、投写手段として前記本発明のズームレンズを用いていることにより、倍率色収差がよく補正され、

青、緑、赤の３色の映像をスクリーン上でずれることなく重ね合わせることができる。その結果、明るくて高精細な映像を得ることのできるビデオプロジェクタを実現することができる。

また、本発明に係るリアプロジェクタの構成は、前記本発明のビデオ
5 プロジェクタと、前記投写手段から投写された光を折り曲げるミラーと、
前記ミラーによって折り曲げられた光を映像として映し出す透過型スクリーンとを備えていることを特徴とする。

このリアプロジェクタの構成によれば、前記本発明のビデオプロジェクタが用いられているので、高精細な画面を得ることのできるリアプロ
10 ジェクタを実現することができる。

また、本発明に係るマルチビジョンシステムの構成は、前記本発明のビデオプロジェクタと、前記投写手段から投写された光を映像として映し出す透過型スクリーンと、筐体とをそれぞれ有する複数台のシステムと、

15 映像信号を分割して前記各ビデオプロジェクタに送る映像分割回路とを備えていることを特徴とする。

このマルチビジョンシステムの構成によれば、前記本発明のビデオプロジェクタが用いられているので、歪曲収差がよく補正され、各ビデオプロジェクタからの映像のつながり目がよく一致する。その結果、高精細
20 な画面を得ることのできるマルチビジョンシステムを実現することができる。

図面の簡単な説明

図１Ａは本発明の第１の実施の形態における空間光変調素子に最も近いレンズの屈折率と反射率との関係を示す図、図１Ｂは当該レンズの屈折率とコントラストとの関係を示す図、

25

図 2 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 1 におけるズームレンズの
広角端の構成を示す図、

図 3 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 1 におけるズームレンズの
望遠端の構成を示す図、

5 図 4 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 1 におけるズームレンズの
広角端の収差性能図、

図 5 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 1 におけるズームレンズの
望遠端の収差性能図、

図 6 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 2 におけるズームレンズの
10 広角端の構成を示す図、

図 7 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 2 におけるズームレンズの
望遠端の構成を示す図、

図 8 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 2 におけるズームレンズの
広角端の収差性能図、

15 図 9 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 2 におけるズームレンズの
望遠端の収差性能図、

図 10 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 2 におけるズームレンズ
を、プロジェクタの投写レンズとして用いた場合の光路図、

図 11 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 3 におけるズームレンズ
20 の広角端の構成を示す図、

図 12 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 3 におけるズームレンズ
の望遠端の構成を示す図、

図 13 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 3 におけるズームレンズ
の広角端の収差性能図、

25 図 14 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 3 におけるズームレンズ
の望遠端の収差性能図、

図 1 5 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 3 におけるズームレンズを、プロジェクタの投写レンズとして用いた場合の光路図、

図 1 6 は本発明の第 1 の実施の形態の比較例 1 におけるズームレンズを、プロジェクタの投写レンズとして用いた場合の光路図、

5 図 1 7 は本発明の第 1 の実施の形態の比較例 2 におけるズームレンズを、プロジェクタの投写レンズとして用いた場合の光路図、

図 1 8 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 4 におけるズームレンズの広角端の構成を示す図、

図 1 9 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 4 におけるズームレンズ
10 の望遠端の構成を示す図、

図 2 0 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 4 におけるズームレンズの広角端の収差性能図、

図 2 1 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 4 におけるズームレンズの望遠端の収差性能図、

15 図 2 2 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 4 におけるズームレンズを、プロジェクタの投写レンズとして用いた場合の光路図、

図 2 3 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 5 におけるズームレンズの広角端の構成を示す図、

図 2 4 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 5 におけるズームレンズ
20 の望遠端の構成を示す図、

図 2 5 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 5 におけるズームレンズの広角端の収差性能図、

図 2 6 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 5 におけるズームレンズの望遠端の収差性能図、

25 図 2 7 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 5 におけるズームレンズを、プロジェクタの投写レンズとして用いた場合の光路図、

図 2 8 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 6 におけるズームレンズの広角端の構成を示す図、

図 2 9 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 6 におけるズームレンズの望遠端の構成を示す図、

5 図 3 0 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 6 におけるズームレンズの広角端の収差性能図、

図 3 1 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 6 におけるズームレンズの望遠端の収差性能図、

10 図 3 2 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 7 におけるズームレンズの広角端の構成を示す図、

図 3 3 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 7 におけるズームレンズの望遠端の構成を示す図、

図 3 4 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 7 におけるズームレンズの広角端の収差性能図、

15 図 3 5 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 7 におけるズームレンズの望遠端の収差性能図、

図 3 6 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 8 におけるズームレンズの広角端の構成を示す図、

20 図 3 7 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 8 におけるズームレンズの望遠端の構成を示す図、

図 3 8 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 8 におけるズームレンズの広角端の収差性能図、

図 3 9 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 8 におけるズームレンズの望遠端の収差性能図、

25 図 4 0 は本発明の第 2 の実施の形態の実施例 9 におけるズームレンズの広角端の構成を示す図、

図 4 1 は本発明の第 2 の実施の形態の実施例 9 におけるズームレンズの望遠端の構成を示す図、

図 4 2 は本発明の第 2 の実施の形態の実施例 9 におけるズームレンズの広角端の収差性能図、

5 図 4 3 は本発明の第 2 の実施の形態の実施例 9 におけるズームレンズの望遠端の収差性能図、

図 4 4 は本発明の第 3 の実施の形態における映像拡大投写システムを示す概略構成図、

10 図 4 5 は本発明の第 4 の実施の形態におけるビデオプロジェクタを示す概略構成図、

図 4 6 は本発明の第 5 の実施の形態におけるリアプロジェクタを示す概略構成図、

図 4 7 は本発明の第 6 の実施の形態におけるマルチビジョンシステムを示す概略構成図。

15

発明を実施するための最良の形態

本発明は、プロジェクタにおける投写レンズのレンズ面での反射と反射型空間光変調素子での反射による不要光に着目してなされたものであり、投写レンズの各レンズ面を制御することにより、収差を小さくしながら、不要光による投写画面の劣化を少なくすることのできる、投写レ
20 ンズとしてのズームレンズを実現することを目的としている。

投写レンズ（ズームレンズ）の各レンズ面には反射防止コーティング材料が蒸着され、反射が少なくなるように工夫されている。しかし、蒸着処理を施しても、0.4%程度の反射率は残ってしまう。そして、反
25 射型空間光変調素子を用いてプロジェクタを構成したときに、投写レンズ（ズームレンズ）のレンズ面で反射する光が有害な不要光となる。こ

の不要光は、反射型空間光変調素子上で小さなスポットとなって結像するとき問題となる。このとき、問題となる反射面は、反射型空間光変調素子に対してコンセントリックな形状となっている。

- 5 投写レンズと空間光変調素子との間にプリズムを配してなるプロジェクタの前記投写レンズは、長いバックフォーカスとテレセントリック性を必要とする。従って、投写レンズをコンパクトにするためにも、投写レンズの空間光変調素子側は正のレンズで構成するのが望ましい。この正のレンズは、軸上光線高が高く、主光線高も高いため、収差を小さく抑える必要があり、2～3枚の小さな屈折力を有する正レンズに分割されて構成される。そして、これらの複数枚の正レンズは、軸上光線高が
- 10 高いので、球面収差に対して最適な形状となるように構成される。

しかし、球面収差の発生を少なくするこれらの複数枚の正レンズのスクリーン側の面は、空間光変調素子に対してコンセントリックな形状になり易い。

- 15 上記複数枚の正レンズのスクリーン側の面が空間光変調素子に対してコンセントリックな形状になるのを防ぐために、空間光変調素子に最も近いレンズを、大きな屈折力を有する正レンズで構成することが考えられる。しかし、大きな屈折力を有する正レンズは大きな収差を発生させるため、ズームの各倍率での収差のバランスをとることが困難となる。
- 20 また、上記複数枚の正レンズのスクリーン側の面が空間光変調素子に対してコンセントリックな形状になるのを防ぐために、空間光変調素子に最も近いレンズを、小さな屈折力を有する正レンズで構成することも考えられる。正レンズのスクリーン側の面で反射した光は反射型空間光変調素子上で大きなスポットを形成するが、各反射光の光軸に対する角
- 25 度は小さく、反射型空間光変調素子で再度反射した不要光のほとんどが投写レンズを通してスクリーン上に到達してしまう。従って、投写画像

は、ゴーストのような著しい欠陥とはならないが、コントラストの低下した、フレアーのかかった画像となってしまふ。

さらに、上記複数枚の正レンズのスクリーン側の面が空間光変調素子に対してコンセントリックな形状になるのを防ぐために、正レンズを低屈折率の硝材で構成し、かつ、空間光変調素子に最も近いレンズを、面の曲率が大きく、反射に対して大きな屈折力を有する正レンズで構成することも考えられる。しかし、大きな曲率の正レンズは大きな収差を発生させるため、ズームの各倍率での収差のバランスをとることが困難となる。

- 10 本発明は、投写レンズとして用いられるズームレンズを構成するレンズのうち空間光変調素子に最も近いレンズを、スクリーン側に凸面を向けたメニスカス正レンズで構成し、このメニスカス正レンズの屈折率を1.75以上とすることにより、空間光変調素子に最も近いレンズのスクリーン側の面の、空間光変調素子からの反射光に対する屈折力を大きくして、不要光がスクリーン上に到達しないようにしながら、空間光変調素子に最も近いレンズの全体の屈折力をあまり大きくせず、収差の発生を少なくして、高精細なズームレンズを実現している。

以下、このメニスカス正レンズの屈折率を1.75以上とすることの意義について、さらに詳細に説明する。

- 20 プロジェクタ用の投写レンズとして用いられるズームレンズの内部で発生する不要光は、ゴーストの発生やコントラストの低下を引き起こす。ズームレンズのレンズ面からの反射光は、小さなスポットとなって空間変調素子に戻るときにゴーストとなるが、小さなスポットとならないようにレンズの形状を工夫することができる。一方、空間変調素子上で大きなスポットとなって戻ってくる光は、再度投写レンズとしてのズームレンズを通してスクリーン上に到達する。この光は、スクリーン上で大

きく拡散されるためにゴーストとしては認識されないが、本来黒い映像であるべきところに到達するので、コントラストの低下を引き起こして画質を劣化させる。

- 従って、ゴーストの発生を防止しコントラストの高い映像を得るため
- 5 には、レンズ形状を工夫すると共に、レンズ面の反射率を低下させることが必要となる。

- 反射率を低下させるために、レンズ面には反射防止コーティングが施される。しかし、使用できるコーティング材料は限られているため、理想的な反射防止条件を満足させることができず、レンズ面はある一定の
- 10 反射率を持つことになる。一般的なコーティング材料であるフッ化マグネシウムをコーティング材料として使用する場合、レンズの屈折率が
- 1.5 のとき、反射率は 1.50 %、レンズの屈折率が 1.53 のとき、反射率は 1.2041 %、レンズの屈折率が 1.59 のとき、反射率は 0.86 %、レンズの屈折率が 1.63 のとき、反射率は 0.614 %、
- 15 レンズの屈折率が 1.65 のとき、反射率は 0.55 %、レンズの屈折率が 1.71 のとき、反射率は 0.31 %、レンズの屈折率が 1.73 のとき、反射率は 0.2373 %、レンズの屈折率が 1.75 のとき、反射率は 0.18 %、レンズの屈折率が 1.81 のとき、反射率は 0.08 %、レンズの屈折率が 1.83 のとき、反射率は 0.0426 %、
- 20 と計算できる（図 1 A 参照）。

正規の光路の光量を 100 とするとき、不要光の光量は以下のように概算できる。

不要光の光量 = 正規の光量 × レンズの反射率 × 空間変調素子での反射率

- 25 コントラストは、正規の光量 ÷ 不要光の光量で定義される。空間変調素子の反射率は 90 % である。よって、レンズの屈折率が 1.5 のとき、

- コントラストは74.07407、レンズの屈折率が1.53のとき、
 コントラストは92.3、レンズの屈折率が1.59のとき、コントラ
 ストは129.199、レンズの屈折率が1.63のとき、コントラ
 ストは181、レンズの屈折率が1.65のとき、コントラストは202.
 5 0202、レンズの屈折率が1.71のとき、コントラストは358.
 4229、レンズの屈折率が1.73のとき、コントラストは468、
 レンズの屈折率が1.75のとき、コントラストは617.284、レ
 ンズの屈折率が1.81のとき、コントラストは1388.889、レ
 ンズの屈折率が1.83のとき、コントラストは2608、と計算でき
 10 る（図1B参照）。

以上の計算結果を、下記（表1）に示す。

〔表1〕

ガラスの 屈折率	反射率 (%)	コントラスト	良否
1.5	1.50	74.07407	×
1.53	1.2041	92.3	×
1.59	0.86	129.199	×
1.63	0.614	181	×
1.65	0.55	202.0202	×
1.71	0.31	358.4229	×
1.73	0.2373	468	×
1.75	0.18	617.284	○
1.81	0.08	1388.889	○
1.83	0.0426	2608	○

- コントラストは高い方が望ましいが、ある程度の明るさの環境下で使
 用することの多いプレゼンテーション用のプロジェクタの場合、コント
 ラストは500程度あれば問題とならない。よって、上記（表1）より、
 25 空間光変調素子に最も近いメニスカス正レンズの屈折率は1.75以上
 であればよいことが分かる。

本発明の目的とするズームレンズは、以上の構成によって実現されるが、さらに以下の諸項目を満足させることにより、光学性能上望ましいものとすることができる。

空間光変調素子に最も近いレンズGLのスクリーン側の曲率半径をGLR1、当該レンズGLのd線の屈折率をGLnd、ズームレンズの広角端の空気換算のバックフォーカスをBfw、広角端のズームレンズ全系の焦点距離をfwとしたとき、下記条件式(1)を満足するのが望ましい。

$$(1) \quad -0.3 < (GLR1/GLnd - Bfw) / fw < -0.05$$

上記条件式(1)は、空間光変調素子に最も近いレンズGLのスクリーン側の曲率半径GLR1を、当該レンズGLのd線の屈折率GLndとズームレンズの広角端の空気換算のバックフォーカスBfwと広角端のズームレンズ全系の焦点距離fwとによって規定したものである。

(GLR1/GLnd - Bfw) / fwが-0.3以下になると、レンズGLのスクリーン側の面の屈折力が大きくなり、この面で発生する収差が大きくなって、レンズ系全体で収差を補正することが困難となる。一方、(GLR1/GLnd - Bfw) / fwが-0.05以上になると、レンズGLのスクリーン側の面の屈折力が小さくなり、この面で反射した不要光が空間光変調素子上で小さなスポットを形成することになる。その結果、スクリーン上に不要光が到達し、投写画面の画質の劣化を招いてしまう。

空間光変調素子に最も近いレンズGLの空間光変調素子側の曲率半径をGLR2、ズームレンズの広角端の空気換算のバックフォーカスをBfw、広角端のズームレンズ全系の焦点距離をfwとしたとき、下記条件式(2)を満足するのが望ましい。

$$(2) \quad 5 < (GLR2 - Bfw) / fw$$

上記条件式(2)は、空間光変調素子に最も近いレンズGLの空間光変調素子側の曲率半径を、ズームレンズの広角端の空気換算のバックフォーカスBfwと広角端のズームレンズ全系の焦点距離fwとによって規定したものである。 $(GLR2 - Bfw) / fw$ が5以下になると、レンズGLの空間光変調素子側の面で反射する不要光が空間光変調素子上で小さなスポットを形成することになる。その結果、スクリーン上に不要光が到達し、投写画面の画質の劣化を招いてしまう。

空間光変調素子に最も近いレンズGLの焦点距離をfGL、広角端のズームレンズ全系の焦点距離をfwとしたとき、下記条件式(3)を満足するのが望ましい。

$$(3) \quad 2.5 < fGL / fw < 3.5$$

上記条件式(3)は、空間光変調素子に最も近いレンズGLの焦点距離fGLを、広角端のズームレンズ全系の焦点距離fwによって規定したものである。 fGL / fw が2.5以下になると、大きな収差が発生して補正が困難になる。 fGL / fw が3.5以上になると、不要光が空間光変調素子上で小さなスポットを形成することになる。その結果、スクリーン上に不要光が到達し、投写画面の画質の劣化を招いてしまう。

空間光変調素子に最も近いレンズGLのアッベ数は、30以下であるのが望ましい。空間光変調素子に最も近いレンズGLは、主光線高が高いので、倍率色収差が発生しやすい場所で、倍率色収差が発生させ、レンズ全体で倍率色収差を小さく抑えることが、ズームレンズを高性能化するための条件となる。このように空間光変調素子に最も近いレンズGLのアッベ数を30以下とすることにより、空間光変調素子に最も近いレンズGLで倍率色収差を制御して、レンズ全体での倍率色収差を小さく抑え、ズームレンズを高性能化することができる。

空間光変調素子に最も近いレンズGLの部分分散をPgFGL、当該

レンズGLのアッベ数を ν_{dGL} としたとき、下記条件式(4)を満足するのが望ましい。

$$(4) \quad 0.01 < PgFGL - 0.6457 + 0.0017 \times \nu_{dGL}$$

ここで、g線の屈折率を n_g 、F線の屈折率を n_F 、C線の屈折率を n_C としたとき、部分分散は $PgF = (n_g - n_F) / (n_F - n_C)$ で表記される。

上記条件式(4)は、空間光変調素子に最も近いレンズGLの部分分散 $PgFGL$ を、当該レンズGLのアッベ数 ν_{dGL} によって規定したものである。 $PgFGL - 0.6457 + 0.0017 \times \nu_{dGL}$ が0.01以下になると、倍率色収差が補正過剰となってしまう。

空間光変調素子側から見て空間光変調素子に最も近い負レンズGLnの部分分散を $PgFGLn$ 、当該レンズGLnのアッベ数を ν_{dGLn} 、空間光変調素子に最も近いレンズGLの部分分散を $PgFGL$ 、当該レンズGLのアッベ数を ν_{dGL} としたとき、下記条件式(5)、(6)を満足するのが望ましい。

$$(5) \quad PgFGLn < 0.61$$

$$(6) \quad (PgFGLn - PgFGL) / (\nu_{dGLn} - \nu_{dGL}) < -0.0027$$

上記条件式(5)は、空間光変調素子に最も近い負レンズGLnの部分分散を規定したものであり、 $PgFGLn$ が0.61以上になると、倍率色収差が補正過剰となってしまう。

上記条件式(6)は、空間光変調素子に最も近い負レンズGLnの部分分散 $PgFGLn$ と空間光変調素子に最も近い正レンズGLの部分分散 $PgFGL$ との関係を、それぞれのアッベ数 ν_{dGLn} 、 ν_{dGL} によって規定したものであり、空間光変調素子に最も近い負レンズGLnと空間光変調素子に最も近い正レンズGLで倍率色収差のバランスがとられている。 $(PgFGLn - PgFGL) / (\nu_{dGLn} - \nu_{dGL})$

が -0.0027 以上になると、倍率色収差が補正過剰となってしまう。

本ズームレンズは、3つの貼り合わせ面を有している。スクリーン側から順に第1の貼り合わせ面、第2の貼り合わせ面、第3の貼り合わせ面としたとき、第1の貼り合わせ面を構成する正レンズを $G1p$ 、第1
5の貼り合わせ面を構成する負レンズを $G1n$ 、第2の貼り合わせ面を構成する正レンズを $G2p$ 、第2の貼り合わせ面を構成する負レンズを $G2n$ 、第3の貼り合わせ面を構成する正レンズを $G3p$ 、第3の貼り合わせ面を構成する負レンズを $G3n$ とする。この場合、レンズ $G1p$ のアッベ数を $\nu dG1p$ 、部分分散を $PgFG1p$ とし、レンズ $G1n$ のアッベ数を $\nu dG1n$ 、部分分散を $PgFG1n$ とし、レンズ $G2p$ のアッベ数を $\nu dG2p$ 、部分分散を $PgFG2p$ とし、レンズ $G2n$ のアッベ数を $\nu dG2n$ 、部分分散を $PgFG2n$ とし、レンズ $G3p$ の部分分散を $PgFG3p$ とし、レンズ $G3n$ の部分分散を $PgFG3n$ としたとき、下記条件式(7)～(11)を満足するのが望ましい。

$$15 \quad (7) \quad 6 < \nu dGp1 - \nu dGn1 < 12$$

$$(8) \quad PgFGp1 - PgFGn1 < -0.02$$

$$(9) \quad 20 < \nu dGp2 - \nu dGn2 < 40$$

$$(10) \quad |PgFGp2 - PgFGn2| < 0.007$$

$$(11) \quad |PgFGp3 - PgFGn3| < 0.07$$

20 上記条件式(7)は、第1の貼り合わせ面を構成する正レンズ $G1p$ と第1の貼り合わせ面を構成する負レンズ $G1n$ のアッベ数差を規定したものであり、倍率色収差の補正に関係している。 $\nu dGp1 - \nu dGn1$ が6以下になると、倍率色収差が補正過剰となり、 $\nu dGp1 - \nu dGn1$ が12以上になると、倍率色収差が補正不足となってしまう。

25 上記条件式(8)は、第1の貼り合わせ面を構成する正レンズ $G1p$ と第1の貼り合わせ面を構成する負レンズ $G1n$ の部分分散の差を規定

したものであり、倍率色収差の補正に関係している。 $P_g F G p 1 - P_g F G n 1$ が -0.02 以上になると、倍率色収差が補正不足となってしまう。

上記条件式(9)は、第2の貼り合わせ面を構成する正レンズ $G 2 p$ と第2の貼り合わせ面を構成する負レンズ $G 2 n$ のアッベ数差を規定したものであり、軸上色収差の補正に関係している。 $\nu d G p 2 - \nu d G n 2$ が 20 以下になると、軸上色収差が補正過剰となり、 $\nu d G p 2 - \nu d G n 2$ が 40 以上になると、軸上色収差が補正不足となってしまう。

上記条件式(10)は、第2の貼り合わせ面を構成する正レンズ $G 2 p$ と第2の貼り合わせ面を構成する負レンズ $G 2 n$ の部分分散の差を規定したものであり、軸上色収差の補正に関係している。 $|P_g F G p 2 - P_g F G n 2|$ が 0.007 以上になると、軸上色収差が補正過剰となってしまう。

上記条件式(11)は、第3の貼り合わせ面を構成する正レンズ $G 3 p$ と第3の貼り合わせ面を構成する負レンズ $G 3 n$ の部分分散の差を規定したものであり、倍率色収差の補正に関係している。 $|P_g F G p 3 - P_g F G n 3|$ が 0.07 以上になると、倍率色収差が補正過剰となってしまう。

第2の貼り合わせ面を構成する正レンズ $G 2 p$ のアッベ数は、 90 以上であるのが望ましい。第2の貼り合わせ面を構成する正レンズ $G 2 p$ は、他の収差に比較的影響を与えることなく、軸上色収差を補正するのに最適な位置にあり、このように第2の貼り合わせ面を構成する正レンズ $G 2 p$ のアッベ数を 90 以上とすることにより、軸上色収差を小さく抑えることができる。

25 本発明のズームレンズにおいては、空間光変調素子側からスクリーン側に向かって順に、スクリーン側に凸面を向けたメニスカス正レンズ(空

間光変調素子に最も近い正レンズGL)、正レンズ、正レンズの3つのレンズが配置されているのが望ましい。軸上光線高の高い位置にあるこれらのレンズは球面収差に大きな影響を与え、このような構成とすることにより、広角端と望遠端の両方で球面収差を小さく抑えることができる。

- 5 本発明のズームレンズは、スクリーン側から順に配置された、負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、正の屈折力を有する第3レンズ群と、負の屈折力を有する第4レンズ群と、正の屈折力を有する第5レンズ群とを備え、

- 10 広角端から望遠端への（ズーミング）に際して、第1レンズ群と第5レンズ群は固定されたままで、第2レンズ群と第3レンズ群と第4レンズ群は光軸上をスクリーン側に移動し、

第3レンズ群は、スクリーン側から順に配置された、正レンズと負レンズとの接合レンズと、正レンズと負レンズとの接合レンズとにより構成され、

- 15 第4レンズ群は、スクリーン側から順に配置された、両面が凹の負レンズと、両面が凹の負レンズと両面が凸の正レンズとの接合レンズと、正レンズと、正レンズとにより構成されているのが望ましい。

また、本発明のズームレンズにおいては、レンズ全系の倍率が0.0023～0.0188倍であるのが望ましい。

- 20 また、本発明のズームレンズにおいては、ズーム比が1.3であるのが望ましい。

- プロジェクタ用の投写レンズに必要とされるFナンバー、長いバックフォーカス、テレセントリック性、周辺光量比、ズーム比を得るために、スクリーン側から順に配置された、負の屈折力を有する第1レンズ群と、
25 正の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、負の屈折力を有する第4レンズ群と、正の屈折力を有する第5レン

ズ群とを備え、広角端から望遠端への変倍（ズーミング）に際して、第1レンズ群と第5レンズ群は固定されたままで、第2レンズ群と第3レンズ群と第4レンズ群は光軸上をスクリーン側に移動するという構成を採ることにより、コンパクトで、かつ、倍率色収差、歪曲収差を小さく抑えることのできるズームレンズを実現することができる。

軸上光線高の高い第3レンズ群は、球面収差や軸上色収差の補正に重要な位置にあり、第3レンズ群を、スクリーン側から順に配置された、正レンズと負レンズとの接合レンズと、正レンズと負レンズとの接合レンズとにより構成することにより、軸上色収差を小さく抑えることができる。

軸上光線高が高く、広角端と望遠端で軸上光線の高さが変化する第4レンズ群は、球面収差の補正に重要な位置にあり、第4レンズ群を、スクリーン側から順に配置された、両面が凹の負レンズと、両面が凹の負レンズと両面が凸の正レンズとの接合レンズと、正レンズと、正レンズとにより構成することにより、広角端と望遠端の両方で球面収差が共に小さく抑えることができる。

また、本発明のズームレンズは、スクリーン側から順に配置された、負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、負の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群とを備え、

広角端から望遠端への変倍（ズーミング）に際して、第1レンズ群と第4レンズ群は固定されたままで、第2レンズ群と第3レンズ群は光軸上をスクリーン側に移動し、

第1レンズ群は、スクリーン側から順に配置された、負の屈折力を有する第11レンズ群と正の屈折力を有する第12レンズ群とにより構成され、フォーカス調整に際して、第11レンズ群と第12レンズ群との

間隔が変化するのが望ましい。

- プロジェクタ用の投写レンズに必要とされるFナンバー、長いバックフォーカス、テレセントリック性、周辺光量比、ズーム比を得るために、スクリーン側から順に配置された、負の屈折力を有する第1レンズ群と、
- 5 正の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群とを備え、広角端から望遠端への変倍（ズーミング）に際して、第1レンズ群と第4レンズ群は固定されたままで、第2レンズ群と第3レンズ群は光軸上をスクリーン側に移動するという構成を採ることにより、コンパクトで、かつ、倍率色収差、
- 10 歪曲収差を小さく抑えることのできるズームレンズを実現することができる。

- 第1レンズ群は、フォーカス調整のために光軸上を移動することとなるが、第1レンズ群を、負の屈折力を有する第1 1レンズ群と正の屈折力を有する第1 2レンズ群とにより構成し、第1 1レンズ群と第1 2レンズ群との間隔を変化させることによってフォーカス調整を行うように
- 15 することにより、フォーカス調整の際の第1レンズ群の移動量を小さくすることができる。その結果、投写距離を変化させたときの収差の変動を小さく抑えて、投写距離の範囲を大きくとることができる。

- 第1 2レンズ群は、空間光変調素子側に凸面を向けたメニスカス正レンズからなるのが望ましい。主光線高の高い位置にある第1 2レンズ群
- 20 は歪曲収差に大きな影響を与え、このような構成とすることにより、歪曲収差を小さく抑えることができる。

〔第1の実施の形態〕

- 以下、本発明の第1の実施の形態におけるズームレンズについて、図面を参照しながら説明する。図2は本発明の第1の実施の形態実施におけるズームレンズの広角端の構成を示す図、図3は本発明の第1の実施
- 25

の形態実施におけるズームレンズの望遠端の構成を示す図である（これら図2、図3は後述する実施例1のズームレンズを示す図でもある）。

図2に示すように、本実施の形態のズームレンズは、スクリーン側（図2では左側）から順に配置された、負の屈折力を有する第1レンズ群と、
5 正の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、負の屈折力を有する第4レンズ群と、正の屈折力を有する第5レンズ群とにより構成されている（5群構成）。尚、図2中、Nはプリズム等のガラスブロック、Bは反射型の空間光変調素子をそれぞれ示している。

図2、図3に示すように、広角端から望遠端への変倍（ズーミング）
10 に際して、第1レンズ群と第5レンズ群は固定されたままで、第2レンズ群と第3レンズ群と第4レンズ群は光軸上をスクリーン側に移動する。

第1レンズ群は、スクリーン側から順に配置された、正レンズ、負レンズ、負レンズ、負レンズの4枚のレンズによって構成されている。最もスクリーン側の正レンズによって高次の歪曲収差を発生させることができるようにされており、これによりレンズ系全体の歪曲収差が小さく
15 抑えられている。尚、高次の歪曲収差の発生に伴って倍率色収差が発生しないように、正レンズにはアッペ数の大きい硝材が用いられている。また、正レンズの屈折率を高くすることにより、非点収差が大きくなるないようにされている。また、色収差を小さく抑えるために、負レンズ
20 にはアッペ数の大きい硝材が用いられている。

第2レンズ群は、正レンズ1枚で構成され、ズーミングによる収差の変動を抑える働きをしている。

第3レンズ群は、変倍レンズ群であり、スクリーン側から順に配置された、正レンズと負レンズとの第1の接合レンズと、正レンズと負レンズとの第2の接合レンズとにより構成されており、絞りは第1の接合レンズと第2の接合レンズとの間に配置されている。第1の接合レンズは、
25

倍率色収差を小さく抑えるために、アッペ数の差が小さく、部分分散比の差が大きい硝材によって構成されている。この場合、負レンズの部分分散比を大きくすることにより、画面最周辺部で生じる青色の倍率色収差の補正過剰を緩和することができる。第2の接合レンズは、軸上色収差を小さく抑えるために、アッペ数の差が大きく、部分分散比の差が小さい硝材によって構成されている。この場合、正レンズのアッペ数を大きく、部分分散比を大きくすることにより、青色の軸上色収差の補正過剰を緩和することができる。

第4レンズ群は、ズーミングによる焦点位置の変動を抑え、テレセントリック性の変動、歪曲収差の変動を小さくしている。この第4レンズ群は、スクリーン側から順に配置された、両面が凹の負レンズと、両面が凹の負レンズと両面が凸の正レンズとの接合レンズと、正レンズと、正レンズとにより構成されている。ここで、接合レンズを構成する負レンズは、大きな屈折力を有しており、部分分散比が小さな値を有する硝材によって構成することにより、倍率色収差、軸上色収差を良好に補正することができる。また、空間光変調素子B側の2枚の正レンズを、小さい屈折力を有するレンズによって構成することにより、レンズ組立時の公差を確保することができる。

第5レンズ群は、ズーミングによっても位置が変動せず、レンズの有効径を最小にすることができる。この第5レンズ群は、1枚の正レンズによって構成されている。第5レンズ群は、ゴーストやコントラストに対して重要である。空間光変調素子Bから射出された光は、第5レンズ群を透過するが、ごく一部の光は第5レンズ群で反射されて空間光変調素子B側に戻る。空間光変調素子B側に戻った光は、空間光変調素子Bで再度反射され、投写レンズとしてのズームレンズを通してスクリーンに到達し、不要光となる。この不要光は、ゴーストやコントラストの低

下となって現れる。空間光変調素子が透過型の場合には、空間光変調素子で再度反射するときの反射率が低いために問題とはならないが、空間光変調素子が反射型の場合には、この不要光の強度が無視できないくらいに大きくなる。ズームレンズ内で反射された光が空間光変調素子B上で小さなスポットとなるような場合には、ゴーストとなって著しい画質の劣化を引き起こす。かかる現象は、ズームレンズ（投写レンズ）の面の曲率中心の位置と空間光変調素子Bの位置とが等しくなるときに生じる。第5レンズ群のスクリーン側の面は、上記の条件に一致し易い。ゴーストの発生やコントラストの低下を抑えるために望ましい第1の条件は、ズームレンズ（投写レンズ）面で反射された光線が空間光変調素子Bよりもスクリーン側で結像するようにすることである。この場合、空間光変調素子B上での反射光のスポットが大きくなると共に、反射光のFナンバーが小さくなることから、再度ズームレンズ（投写レンズ）を

10 通ってスクリーン上へ到達する光のほとんどは、ズームレンズ（投写レンズ）内の絞りでカットされ、スクリーン上に到達する光の量は少なくなる。ゴーストの発生やコントラストの低下を抑えるために望ましい第2の条件は、ズームレンズ（投写レンズ）面で反射された光線が空間光変調素子Bよりも更に反スクリーン側の遠方で結像するようにすることである。この場合、空間光変調素子B上での反射光のスポットは大きくなるが、反射光のFナンバーが大きくなるために、大部分の光はズーム

15 レンズ（投写レンズ）を通過してスクリーン上へ到達してしまう。従って、この場合、ゴーストは発生しないが、コントラストの低下となる。ゴーストの発生やコントラストの低下を抑えるために、第5レンズ群の正レンズ（空間光変調素子Bに最も近い正レンズ）は、スクリーン側に凸面を向けたメニスカス形状であるのが好ましい。メニスカス形状にすることにより、正レンズの屈折力を大きくすることなくスクリーン側の面の

20

25

曲率半径を小さくすることができ、この面で反射する光に対する屈折力を大きくすることができる。第5レンズ群の正レンズを、メニスカス形状ではなく、両凸の形状にした場合、ゴースト及びコントラスト対策のために、この正レンズのスクリーン側の面の曲率半径を小さくすると、

5 正レンズの屈折力が大きくなって、収差を補正することが困難になる。特に、ブーミングによる収差の変動を抑えることが困難となる。この正レンズの硝材の屈折率を下げて屈折力を小さくすることも考えられるが、この場合には、ペッツバール和が大きくなって像面湾曲を補正することが困難になる。

10 本実施の形態によれば、ゴーストの発生やコントラストの低下の少ない、反射型空間素子を用いたプロジェクタに最適なコンパクトなズームレンズを実現することができる。

以下、具体的実施例を挙げて、本実施の形態におけるズームレンズをさらに詳細に説明する。

15 (実施例1)

図2は本発明の第1の実施の形態の実施例1におけるズームレンズの広角端の構成を示す図、図3は本発明の第1の実施の形態の実施例1におけるズームレンズの望遠端の構成を示す図である。

本実施例は、広角端のFナンバーが $F_{No}=1.7$ 、焦点距離が $f=2$

20 3.95 mm 、半面角が $W=27.75^\circ$ のズームレンズにおいて、本発明の構成に基づき、ゴーストの発生やコントラストの低下を引き起こすことがないようにした設計例である。

下記(表2)に、具体的数値例を示す。下記(表2)中、 r_i はレンズ各面の曲率半径、 d_i はレンズ厚又はレンズ面間隔、 n_i は各レンズ

25 のd線での屈折率、 ν_i は各レンズのd線でのアッベ数をそれぞれ示している(後述する他の実施例においても同様である)。

[表 2]

- 条件式 (1) $(GLR1/GLnd - Bfw) / fw = -0.1315$
- 条件式 (2) $(GLR2 - Bfw) / fw = 6.976$
- 条件式 (3) $fGL / fw = 3.291$
- 5 条件式 (4) $PgFGL - 0.6457 + 0.0017 \times \nu dGL = 0.0137$
- 条件式 (5) $PgFGLn = 0.609$
- 条件式 (6) $(PgFGLn - PgFGL) / (\nu dGLn - \nu dGL) = -0.0037$
- 条件式 (7) $\nu dGp1 - \nu dGn1 = 8.3$
- 条件式 (8) $PgFGp1 - PgFGn1 = -0.0233$
- 10 条件式 (9) $\nu dGp2 - \nu dGn2 = 29.02$
- 条件式 (10) $|PgFGp2 - PgFGn2| = 0.0056$
- 条件式 (11) $|PgFGp3 - PgFGn3| = 0.0688$

面間の軸線

15	曲率半径(mm)	方向距離(mm)	屈折率 (d 線)	アッベ数 (d 線)
	r 1= 68.397	d 1= 6.5	n 1= 1.80420	ν 1= 46.50
	r 2= 239.747	d 2= 0.2		
	r 3= 42.601	d 3= 1.6	n 2= 1.77250	ν 2= 49.62
	r 4= 26.600	d 4= 12.9		
20	r 5= 270.537	d 5= 1.5	n 3= 1.60311	ν 3= 60.69
	r 6= 26.764	d 6= 7.5		
	r 7= -54.374	d 7= 1.4	n 4= 1.49700	ν 4= 81.61
	r 8= 42.343	d 8= 4.8		
	r 9= 66.067	d 9= 5.0	n 5= 1.83500	ν 5= 42.98
25	r10= -186.947	d10= 9.2		
	r11= 50.223	d11= 8.4	n 6= 1.64769	ν 6= 33.84

	r12=	-30.869	d12=	1.0	n 7=	1.80518	ν 7=	25.46
	r13=	-72.041	d13=	18.4				
	r14=	60.417	d14=	5.0	n 8=	1.45650	ν 8=	90.27
	r15=	-23.818	d15=	1.0	n 9=	1.58913	ν 9=	61.25
5	r16=	-35.656	d16=	2.2				
	r17=	-112.071	d17=	2.2	n10=	1.71736	ν 10=	29.50
	r18=	43.684	d18=	3.5				
	r19=	-16.985	d19=	1.0	n11=	1.75520	ν 11=	27.53
	r20=	77.377	d20=	9.1	n12=	1.60311	ν 12=	60.69
10	r21=	-22.845	d21=	0.2				
	r22=	-2626.417	d22=	5.5	n13=	1.77250	ν 13=	49.62
	r23=	-57.487	d23=	0.2				
	r24=	52.434	d24=	5.7	n14=	1.60311	ν 14=	60.69
	r25=	168.606	d25=	1.3				
15	r26=	48.037	d26=	6.1	n15=	1.78472	ν 15=	25.72
	r27=	197.165	d27=	0.8				
	r28=	0.000	d28=	25.0	n16=	1.58913	ν 16=	61.25
	r29=	0.000	d29=	3.0	n17=	1.51680	ν 17=	64.20

20 ズームデータ

	広角端	望遠端
	d 8= 4.79	2.859
	d10= 9.1988	0.4289
	d16= 2.213	8.094
25	d25= 1.31	6.1309

図 4 に、本実施例におけるズームレンズの広角端の非点収差 (mm)、歪曲収差 (%) 球面収差 (mm)、倍率色収差 (mm) を示す。また、図 5 に、本実施例におけるズームレンズの望遠端の非点収差 (mm)、歪曲収差 (%) 球面収差 (mm)、倍率色収差 (mm) を示す。尚、非点収差 5 図において、実線はサジタル像面湾曲、破線はメリディオナル像面湾曲をそれぞれ示している。また、球面収差図、倍率色収差図において、実線は d 線に対する値、短い破線は F 線に対する値、長い破線は C 線に対する値をそれぞれ示している (後述する他の実施例についても同様である)。

10 (実施例 2)

図 6 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 2 におけるズームレンズの広角端の構成を示す図、図 7 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 2 におけるズームレンズの望遠端の構成を示す図である。

本実施例は、広角端の F ナンバーが $F_{No} = 1.7$ 、焦点距離が $f = 2$ 15 3.90 mm 、半画角が $W = 27.81^\circ$ のズームレンズにおいて、本発明の構成に基づき、ゴーストの発生やコントラストの低下を引き起こすことがないようにした設計例である。

下記 (表 3) に、具体的数値例を示す。

[表 3]

- 20 条件式 (1) $(GLR1/GLnd - Bfw) / fw = -0.2678$
 条件式 (2) $(GLR2 - Bfw) / fw = 10.077$
 条件式 (3) $fGL / fw = 2.824$
 条件式 (4) $PgFGL - 0.6457 + 0.0017 \times \nu dGL = 0.0137$
 条件式 (5) $PgFGLn = 0.609$
 25 条件式 (6) $(PgFGLn - PgFGL) / (\nu dGLn - \nu dGL) = -0.0037$
 条件式 (7) $\nu dGp1 - \nu dGn1 = 8.3$

$$\text{条件式 (8)} \quad \text{PgFGp1} - \text{PgFGn1} = -0.0233$$

$$\text{条件式 (9)} \quad \nu \text{dGp2} - \nu \text{dGn2} = 29.02$$

$$\text{条件式 (10)} \quad |\text{PgFGp2} - \text{PgFGn2}| = 0.0056$$

$$\text{条件式 (11)} \quad |\text{PgFGp3} - \text{PgFGn3}| = 0.0608$$

5

面間の軸線

	曲率半径(mm)	方向距離(mm)	屈折率 (d 線)	アッベ数 (d 線)
	r 1= 54.648	d 1= 6.5	n 1= 1.80420	ν 1= 46.50
	r 2= 188.068	d 2= 0.2		
10	r 3= 41.959	d 3= 1.6	n 2= 1.77250	ν 2= 49.62
	r 4= 23.133	d 4= 7.7		
	r 5= 316.256	d 5= 1.5	n 3= 1.60311	ν 3= 60.69
	r 6= 25.598	d 6= 10.0		
	r 7= -42.359	d 7= 1.4	n 4= 1.49700	ν 4= 81.61
15	r 8= 91.398	d 8= 3.1		
	r 9= 224.823	d 9= 5.0	n 5= 1.83500	ν 5= 42.98
	r10= -80.326	d10= 11.6		
	r11= 43.250	d11= 8.4	n 6= 1.64769	ν 6= 33.84
	r12= -32.362	d12= 1.0	n 7= 1.80518	ν 7= 25.46
20	r13= -81.239	d13= 18.4		
	r14= 49.320	d14= 5.0	n 8= 1.45650	ν 8= 90.27
	r15= -24.951	d15= 1.0	n 9= 1.58913	ν 9= 61.25
	r16= -39.851	d16= 2.2		
	r17= -116.231	d17= 2.0	n10= 1.71736	ν 10= 29.50
25	r18= 43.783	d18= 5.1		
	r19= -18.518	d19= 1.0	n11= 1.75520	ν 11= 27.53

	r20=	54.935	d20=	8.1	n12=	1.62000	ν 12=	62.19
	r21=	-25.371	d21=	0.2				
	r22=	-175.768	d22=	5.4	n13=	1.77250	ν 13=	49.62
	r23=	-51.972	d23=	0.2				
5	r24=	74.777	d24=	4.4	n14=	1.60311	ν 14=	60.69
	r25=	0.000	d25=	1.3				
	r26=	45.039	d26=	5.5	n15=	1.78472	ν 15=	25.72
	r27=	272.468	d27=	0.8				
	r28=	0.000	d28=	25.0	n16=	1.58913	ν 16=	61.25
10	r29=	0.000	d29=	3.0	n17=	1.51680	ν 17=	64.20

ズームデータ

	広角端	望遠端
	d 8=	3.0825
		2.939
15	d10=	11.6199
		0.4289
	d16=	2.213
		6.4804
	d25=	1.27
		9.299

図 8 に、本実施例におけるズームレンズの広角端の非点収差 (mm)、
 20 歪曲収差 (%) 球面収差 (mm)、倍率色収差 (mm) を示す。また、図
 9 に、本実施例におけるズームレンズの望遠端の非点収差 (mm)、歪曲
 収差 (%) 球面収差 (mm)、倍率色収差 (mm) を示す。

(実施例 3)

図 1 1 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 3 におけるズームレンズ
 25 の広角端の構成を示す図、図 1 2 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例
 3 におけるズームレンズの望遠端の構成を示す図である。

本実施例は、広角端のFナンバーが $F_{NO}=1.7$ 、焦点距離が $f=24.02\text{ mm}$ 、半画角が $W=27.69^\circ$ のズームレンズにおいて、本発明の構成に基づき、ゴーストの発生やコントラストの低下を引き起こすことがないようにした設計例である。

5 下記（表4）に、具体的数値例を示す。

[表4]

- 条件式（1） $(GLR1/GLnd - Bfw) / fw = -0.074$
 条件式（2） $(GLR2 - Bfw) / fw = 350.2$
 条件式（3） $fGL / fw = 2.822$
 10 条件式（4） $PgFGL - 0.6457 + 0.0017 \times \nu dGL = 0.0137$
 条件式（5） $PgFGLn = 0.609$
 条件式（6） $(PgFGLn - PgFGL) / (\nu dGLn - \nu dGL) = -0.0037$
 条件式（7） $\nu dGp1 - \nu dGn1 = 8.3$
 条件式（8） $PgFGp1 - PgFGn1 = -0.0233$
 15 条件式（9） $\nu dGp2 - \nu dGn2 = 29.02$
 条件式（10） $|PgFGp2 - PgFGn2| = 0.0056$
 条件式（11） $|PgFGp3 - PgFGn3| = 0.0688$

面間の軸線

20	曲率半径(mm)	方向距離(mm)	屈折率 (d 線)	アッベ数 (d 線)
	$r1 = 52.673$	$d1 = 6.5$	$n1 = 1.80420$	$\nu1 = 46.50$
	$r2 = 184.619$	$d2 = 0.2$		
	$r3 = 40.589$	$d3 = 1.6$	$n2 = 1.77250$	$\nu2 = 49.62$
	$r4 = 22.445$	$d4 = 7.7$		
25	$r5 = 508.072$	$d5 = 1.5$	$n3 = 1.60311$	$\nu3 = 60.69$
	$r6 = 24.888$	$d6 = 10.0$		

	r 7=	-33.592	d 7=	1.4	n 4=	1.49700	ν 4=	81.61
	r 8=	1310.356	d 8=	3.8				
	r 9=	-141.278	d 9=	5.0	n 5=	1.83500	ν 5=	42.98
	r10=	-48.003	d10=	10.6				
5	r11=	41.009	d11=	8.4	n 6=	1.64769	ν 6=	33.84
	r12=	-33.196	d12=	1.0	n 7=	1.80518	ν 7=	25.46
	r13=	-96.420	d13=	18.4				
	r14=	44.646	d14=	5.0	n 8=	1.45650	ν 8=	90.27
	r15=	-30.308	d15=	1.0	n 9=	1.58913	ν 9=	61.25
10	r16=	-46.486	d16=	2.2				
	r17=	-6338.448	d17=	2.0	n10=	1.71736	ν 10=	29.50
	r18=	37.223	d18=	6.4				
	r19=	-18.356	d19=	1.0	n11=	1.75520	ν 11=	27.53
	r20=	49.754	d20=	8.1	n12=	1.60311	ν 12=	60.69
15	r21=	-26.403	d21=	0.2				
	r22=	-197.682	d22=	5.4	n13=	1.77250	ν 13=	49.62
	r23=	-54.292	d23=	0.2				
	r24=	69.359	d24=	4.4	n14=	1.60311	ν 14=	60.69
	r25=	0.000	d25=	1.3				
20	r26=	53.314	d26=	5.5	n15=	1.78472	ν 15=	25.72
	r27=	8444.105	d27=	0.8				
	r28=	0.000	d28=	25.0	n16=	1.58913	ν 16=	61.25
	r29=	0.000	d29=	3.0	n17=	1.51680	ν 17=	64.20

25 ズームデータ

広角端

望遠端

d 8=	3.7992	2.939
d10=	10.6069	0.4289
d16=	2.213	7.0657
d25=	1.27	7.47

5

図 1 3 に、本実施例におけるズームレンズの広角端の非点収差(mm)、歪曲収差(%) 球面収差(mm)、倍率色収差(mm)を示す。また、図 1 4 に、本実施例におけるズームレンズの望遠端の非点収差(mm)、歪曲収差(%) 球面収差(mm)、倍率色収差(mm)を示す。

10 ここで、比較例 1、2 を挙げて上記条件式(1)の効果について説明する。

(比較例 1)

本比較例のズームレンズは、広角端の F ナンバーが $F_{No} = 1.8$ 、焦点距離が $f = 23.94 \text{ mm}$ 、半画角が $W = 27.8^\circ$ の 5 群ズームレ

15 ンズである。

下記(表 5)に、本比較例の数値例を示す。

[表 5]

条件式(1)	$(GLR1/GLnd - Bfw) / fw = 0.1577$
条件式(2)	$(GLR2 - Bfw) / fw = -26.985$
20 条件式(3)	$fGL / fw = 2.94144$
条件式(4)	$PgFGL - 0.6457 + 0.0017 \times \nu dGL = 0.0137$
条件式(5)	$PgFGLn = 0.609$
条件式(6)	$(PgFGLn - PgFGL) / (\nu dGLn - \nu dGL) = -0.0037$
条件式(7)	$\nu dGp1 - \nu dGn1 = 8.3$
25 条件式(8)	$PgFGp1 - PgFGn1 = -0.0233$
条件式(9)	$\nu dGp2 - \nu dGn2 = 29.02$

$$\text{条件式 (10)} \quad |PgFGp2 - PgFGn2| = 0.0056$$

$$\text{条件式 (11)} \quad |PgFGp3 - PgFGn3| = 0.0688$$

面間の軸線

	曲率半径(mm)	方向距離(mm)	屈折率 (d 線)	アッベ数 (d 線)
5	r 1= 73.987	d 1= 6.5	n 1= 1.80420	ν 1= 46.50
	r 2= 332.503	d 2= 0.2		
	r 3= 38.760	d 3= 1.6	n 2= 1.77250	ν 2= 49.62
	r 4= 23.517	d 4= 7.0		
10	r 5= 216.726	d 5= 1.5	n 3= 1.60311	ν 3= 60.69
	r 6= 27.660	d 6= 7.7		
	r 7= -37.071	d 7= 1.4	n 4= 1.49700	ν 4= 81.61
	r 8= 55.411	d 8= 4.6		
	r 9= 103.900	d 9= 5.0	n 5= 1.83500	ν 5= 42.98
15	r10= -85.168	d10= 9.5		
	r11= 48.456	d11= 8.4	n 6= 1.64769	ν 6= 33.84
	r12= -30.313	d12= 1.0	n 7= 1.80518	ν 7= 25.46
	r13= -73.216	d13= 18.4		
	r14= 45.117	d14= 5.0	n 8= 1.45650	ν 8= 90.27
20	r15= -28.989	d15= 1.0	n 9= 1.58913	ν 9= 61.25
	r16= -41.277	d16= 2.2		
	r17= -152.991	d17= 2.2	n10= 1.71736	ν 10= 29.50
	r18= 37.555	d18= 5.5		
	r19= -17.294	d19= 1.0	n11= 1.75520	ν 11= 27.53
25	r20= 52.037	d20= 9.1	n12= 1.60311	ν 12= 60.69
	r21= -24.466	d21= 0.2		

	r22=-4576.813	d22= 5.5	n13= 1.77250	ν 13= 49.62
	r23= -60.737	d23= 0.2		
	r24= 66.106	d24= 5.7	n14= 1.60311	ν 14= 60.69
	r25= 1371.728	d25= 1.3		
5	r26= 60.992	d26= 6.1	n15= 1.78472	ν 15= 25.72
	r27= -615.667	d27= 0.8		
	r28= 0.000	d28= 25.0	n16= 1.58913	ν 16= 61.25
	r29= 0.000	d29= 3.0	n17= 1.51680	ν 17= 64.20

10 ズームデータ

	広角端	望遠端
	d 8= 4.293	2.859
	d10= 9.56	0.4289
	d16= 2.213	7.3351
15	d25= 1.31	7.4278

(比較例 2)

本比較例のズームレンズは、広角端の F ナンバーが $F_{NO} = 1.8$ 、焦点距離が $f = 23.94 \text{ mm}$ 、半画角が $W = 27.75^\circ$ の 5 群ズーム

20 レンズである。

下記 (表 6) に、本比較例の数値例を示す。

[表 6]

条件式 (1) $(GLR1/GLnd - Bfw) / fw = 0.664$

条件式 (2) $(GLR2 - Bfw) / fw = -10.24$

25 条件式 (3) $fGL / fw = 3.2012$

条件式 (4) $PgFGL - 0.6457 + 0.0017 \times \nu dGL = 0.0137$

条件式 (5) $PgFGLn=0.609$

条件式 (6) $(PgFGLn-PgFGL) / (\nu dGLn-\nu dGL)=-0.0037$

条件式 (7) $\nu dGp1-\nu dGn1=$ 条件該当せず

条件式 (8) $PgFGp1-PgFGn1=$ 条件該当せず

5 条件式 (9) $\nu dGp2-\nu dGn2=$ 条件該当せず

条件式 (10) $|PgFGp2-PgFGn2|=$ 条件該当せず

条件式 (11) $|PgFGp3-PgFGn3|=$ 条件該当せず

面間の軸線

	曲率半径(mm)	方向距離(mm)	屈折率 (d 線)	アッベ数 (d 線)
10	r 1= 70.057	d 1= 6.5	n 1= 1.80420	ν 1= 46.50
	r 2= 262.785	d 2= 0.2		
	r 3= 42.319	d 3= 1.6	n 2= 1.77250	ν 2= 49.62
	r 4= 23.943	d 4= 9.3		
15	r 5= -280.845	d 5= 1.5	n 3= 1.60311	ν 3= 60.69
	r 6= 28.623	d 6= 7.7		
	r 7= -59.999	d 7= 1.4	n 4= 1.49700	ν 4= 81.61
	r 8= 124.924	d 8= 6.3		
	r 9= 171.496	d 9= 5.0	n 5= 1.83500	ν 5= 42.98
20	r10= -57.464	d10= 10.4		
	r11= 32.268	d11= 8.4	n 6= 1.64769	ν 6= 33.84
	r12= 41.969	d12= 17.5		
	r13= 34.859	d13= 4.8	n 7= 1.45650	ν 7= 90.27
	r14= -52.047	d14= 0.7		
25	r15= -145.062	d15= 3.7	n 8= 1.49700	ν 8= 81.61
	r16= -25.826	d16= 1.0	n 9= 1.58913	ν 9= 61.25

	r17=	-121.754	d17=	2.2			
	r18=	46.146	d18=	2.2	n10=	1.71736	ν 10= 29.50
	r19=	25.405	d19=	5.6			
	r20=	-18.502	d20=	1.0	n11=	1.75520	ν 11= 27.53
5	r21=	41.453	d21=	9.1	n12=	1.60311	ν 12= 60.69
	r22=	-31.914	d22=	0.2			
	r23=	-263.903	d23=	5.5	n13=	1.77250	ν 13= 49.62
	r24=	-43.670	d24=	0.2			
	r25=	51.494	d25=	5.7	n14=	1.60311	ν 14= 60.69
10	r26=	211.276	d26=	1.3			
	r27=	83.490	d27=	6.1	n15=	1.78472	ν 15= 25.72
	r28=	-214.371	d28=	0.8			
	r29=	0.000	d29=	25.0	n16=	1.58913	ν 16= 61.25
	r30=	0.000	d30=	3.0	n17=	1.51680	ν 17= 64.20

15

ズームデータ

	広角端	望遠端
	d 8= 6.2601	2.859
	d10= 10.3603	0.4289
20	d16= 2.213	10.2669
	d25= 1.31	6.5895

下記（表 7）に、実施例 2、3 及び比較例 1、2 のレンズデータを有するズームレンズをプロジェクタの投写レンズとして用いたときの、ゴーストの発生とコントラストの低下を評価した結果を示す。下記（表 7）中、○はゴーストの発生やコントラストの低下が確認されなかった場合

(画質良好)を示し、×はゴーストの発生やコントラストの低下が確認された場合(画質劣化)を示している。

[表 7]

条 件 式 (1)の値	反射光の空間光変調素 子上での大きさ(半径値)	ゴースト	コントラスト		図面
-0.3以下	収差補正困難につきデータ無し	×	×		
-0.267	7mm	○	○	実施例2	図10
-0.074	3.8mm	○	○	実施例3	図15
0.157	0.3mm	×	×	比較例1	図16
0.66	2.88mm	○	×	比較例2	図17

10 また、図10、図15、図16、図17に、それぞれ実施例2、実施例3、比較例1、比較例2のレンズデータを有するズームレンズを用いた場合の、空間光変調素子からの出射光(正規な光)の光路と空間光変調素子に最も近いレンズのスクリーン側の面で反射した不要光の光路とを示している。

15 図10、図15に示すように、実施例2あるいは実施例3のレンズデータを有するズームレンズを用いた場合には、空間光変調素子に最も近いレンズGLのスクリーン側の面で反射した不要光の光路が大きく広がって空間光変調素子上に到達するため、ゴーストは発生しない。

これに対し、図16に示すように、比較例1のレンズデータを有する
20 ズームレンズを用いた場合には、上記条件式(1)がその上限を超えた値をとっており、空間光変調素子に最も近いレンズGLのスクリーン側の面で反射した不要光の光路が小さくまとまって空間光変調素子上に到達するために、ゴーストが発生する。

また、図17に示すように、比較例2のレンズデータを有するズーム
25 レンズを用いた場合には、上記条件式(1)がその上限を超えた値をとっているが、空間光変調素子に最も近いレンズGLのスクリーン側の面

で反射した不要光の光路が大きく広がって空間光変調素子上に到達するため、ゴーストは発生しない。しかし、空間光変調素子側に戻る不要光の光路の角度が光軸に対して緩く、空間光変調素子で反射された光の大部分がズームレンズを通過してスクリーン上に到達してしまうので、コン

5 トラストは低くなってしまう。

（実施例 4）

図 1 8 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 4 におけるズームレンズの広角端の構成を示す図、図 1 9 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 4 におけるズームレンズの望遠端の構成を示す図である。

10 本実施例は、広角端の F ナンバーが $F_{No} = 1.7$ 、焦点距離が $f = 24.04 \text{ mm}$ 、半画角が $W = 27.66^\circ$ のズームレンズにおいて、本発明の構成に基づき、ゴーストの発生やコントラストの低下を引き起こすことがないようにした設計例である。

下記（表 8）に、具体的数値例を示す。

15 [表 8]

条件式（1） $(GLR1/GLnd - Bfw) / fw = -0.2311$

条件式（2） $(GLR2 - Bfw) / fw = 5.6683$

条件式（3） $fGL / fw = 3.3246$

条件式（4） $PgFGL - 0.6457 + 0.0017 \times \nu dGL = 0.0137$

20 条件式（5） $PgFGLn = 0.609$

条件式（6） $(PgFGLn - PgFGL) / (\nu dGLn - \nu dGL) = -0.0037$

条件式（7） $\nu dGp1 - \nu dGn1 = 8.3$

条件式（8） $PgFGp1 - PgFGn1 = -0.0233$

条件式（9） $\nu dGp2 - \nu dGn2 = 29.02$

25 条件式（10） $|PgFGp2 - PgFGn2| = 0.0056$

条件式（11） $|PgFGp3 - PgFGn3| = 0.0688$

面間の軸線				
	曲率半径(mm)	方向距離(mm)	屈折率 (d 線)	アッベ数 (d 線)
5	r 1= 53.890	d 1= 6.5	n 1= 1.80420	ν 1= 46.50
	r 2= 172.046	d 2= 0.2		
	r 3= 37.911	d 3= 1.6	n 2= 1.77250	ν 2= 49.62
	r 4= 22.443	d 4= 7.7		
	r 5= 191.381	d 5= 1.5	n 3= 1.60311	ν 3= 60.69
10	r 6= 25.247	d 6= 10.0		
	r 7= -39.874	d 7= 1.4	n 4= 1.49700	ν 4= 81.61
	r 8= 79.792	d 8= 4.5		
	r 9= 188.618	d 9= 5.0	n 5= 1.83500	ν 5= 42.98
	r10= -80.838	d10= 10.0		
15	r11= 51.905	d11= 8.4	n 6= 1.64769	ν 6= 33.84
	r12= -28.826	d12= 1.0	n 7= 1.80518	ν 7= 25.46
	r13= -70.278	d13= 18.4		
	r14= 60.515	d14= 5.0	n 8= 1.45650	ν 8= 90.27
	r15= -33.341	d15= 1.0	n 9= 1.58913	ν 9= 61.25
20	r16= -40.018	d16= 2.2		
	r17= -2321.494	d17= 2.0	n10= 1.71736	ν 10= 29.50
	r18= 39.883	d18= 5.5		
	r19= -18.280	d19= 1.0	n11= 1.75520	ν 11= 27.53
	r20= 61.351	d20= 8.1	n12= 1.60311	ν 12= 60.69
25	r21= -27.550	d21= 0.2		
	r22= -72.107	d22= 5.4	n13= 1.77250	ν 13= 49.62
	r23= -37.134	d23= 0.2		

	r24=	57.457	d24=	4.4	n14=	1.60311	ν 14=	60.69
	r25=	0.000	d25=	1.3				
	r26=	46.607	d26=	5.5	n15=	1.78472	ν 15=	25.72
	r27=	167.958	d27=	0.8				
5	r28=	0.000	d28=	25.0	n16=	1.58913	ν 16=	61.25
	r29=	0.000	d29=	3.0	n17=	1.51680	ν 17=	64.20

ズームデータ

	広角端	望遠端
10	d 8= 4.516	2.939
	d10= 10.0224	0.4289
	d16= 2.213	7.2455
	d25= 1.27	7.4146

- 15 図 20 に、本実施例におけるズームレンズの広角端の非点収差(mm)、歪曲収差(%)球面収差(mm)、倍率色収差(mm)を示す。また、図 21 に、本実施例におけるズームレンズの望遠端の非点収差(mm)、歪曲収差(%)球面収差(mm)、倍率色収差(mm)を示す。

(実施例 5)

- 20 図 23 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 5 におけるズームレンズの広角端の構成を示す図、図 24 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 5 におけるズームレンズの望遠端の構成を示す図である。

- 25 本実施例は、広角端の F ナンバーが $F_{No} = 1.7$ 、焦点距離が $f = 24.08 \text{ mm}$ 、半画角が $W = 27.69^\circ$ のズームレンズにおいて、本発明の構成に基づき、ゴーストの発生やコントラストの低下を引き起こすことがないようにした設計例である。

下記（表 9）に、具体的数値例を示す。

[表 9]

- 条件式 (1) $(GLR1/GLnd - Bfw) / fw = -0.116$
- 条件式 (2) $(GLR2 - Bfw) / fw = 437.9$
- 5 条件式 (3) $fGL / fw = 2.7133$
- 条件式 (4) $PgFGL - 0.6457 + 0.0017 \times \nu dGL = 0.0137$
- 条件式 (5) $PgFGLn = 0.609$
- 条件式 (6) $(PgFGLn - PgFGL) / (\nu dGLn - \nu dGL) = -0.0037$
- 条件式 (7) $\nu dGp1 - \nu dGn1 = 8.3$
- 10 条件式 (8) $PgFGp1 - PgFGn1 = -0.0233$
- 条件式 (9) $\nu dGp2 - \nu dGn2 = 29.02$
- 条件式 (10) $|PgFGp2 - PgFGn2| = 0.0056$
- 条件式 (11) $|PgFGp3 - PgFGn3| = 0.0688$

15

面間の軸線

	曲率半径(mm)	方向距離(mm)	屈折率 (d 線)	アッベ数 (d 線)
	r 1= 52.926	d 1= 6.5	n 1= 1.80420	ν 1= 46.50
	r 2= 186.790	d 2= 0.2		
	r 3= 38.235	d 3= 1.6	n 2= 1.77250	ν 2= 49.62
20	r 4= 22.221	d 4= 7.7		
	r 5= 494.600	d 5= 1.5	n 3= 1.60311	ν 3= 60.69
	r 6= 23.641	d 6= 10.0		
	r 7= -32.693	d 7= 1.4	n 4= 1.49700	ν 4= 81.61
	r 8= -1161.535	d 8= 3.8		
25	r 9= -100.960	d 9= 5.0	n 5= 1.83500	ν 5= 42.98
	r10= -43.889	d10= 10.3		

	r11=	40.324	d11=	8.4	n 6=	1.64769	ν 6=	33.84
	r12=	-34.106	d12=	1.0	n 7=	1.80518	ν 7=	25.46
	r13=	-100.166	d13=	18.4				
	r14=	45.947	d14=	5.0	n 8=	1.45650	ν 8=	90.27
5	r15=	-25.211	d15=	1.0	n 9=	1.58913	ν 9=	61.25
	r16=	-41.393	d16=	2.2				
	r17=	-1448.769	d17=	2.0	n10=	1.71736	ν 10=	29.50
	r18=	38.272	d18=	6.2				
	r19=	-18.444	d19=	1.0	n11=	1.75520	ν 11=	27.53
10	r20=	49.387	d20=	8.1	n12=	1.60311	ν 12=	60.69
	r21=	-26.397	d21=	0.2				
	r22=	-267.560	d22=	5.4	n13=	1.77250	ν 13=	49.62
	r23=	-58.014	d23=	0.2				
	r24=	77.202	d24=	4.4	n14=	1.60311	ν 14=	60.69
15	r25=	0.000	d25=	1.3				
	r26=	51.442	d26=	5.5	n15=	1.78472	ν 15=	25.72
	r27=	10574.205	d27=	0.8				
	r28=	0.000	d28=	25.0	n16=	1.58913	ν 16=	61.25
	r29=	0.000	d29=	3.0	n17=	1.51680	ν 17=	64.20

20

ズームデータ

	広角端	望遠端
	d 8= 3.8291	2.939
	d10= 10.2637	0.4289
25	d16= 2.213	7.2122
	d25= 1.27	7.0113

図 2 5 に、本実施例におけるズームレンズの広角端の非点収差 (mm)、歪曲収差 (%) 球面収差 (mm)、倍率色収差 (mm) を示す。また、図 2 6 に、本実施例におけるズームレンズの望遠端の非点収差 (mm)、歪曲収差 (%) 球面収差 (mm)、倍率色収差 (mm) を示す。

下記 (表 1 0) に、上記条件式 (2) の効果、すなわち、実施例 4、5 のレンズデータを有するズームレンズをプロジェクタの投写レンズとして用いたときの、ゴーストの発生とコントラストの低下を評価した結果を示す。下記 (表 1 0) 中、○はゴーストの発生やコントラストの低下が確認されなかった場合 (画質良好) を示し、×はゴーストの発生やコントラストの低下が確認された場合 (画質劣化) を示している。

[表 1 0]

条 件 式 (2) の 値	反射光の空間変調素子 上での大きさ(半径値)	ゴースト	コントラスト		図面
5以下	収差補正困難につきデータ無し	×	×		
5.664	16mm	○	○	実施例4	図20
437.9	18.3mm	○	○	実施例5	図27

また、図 2 2、図 2 7 に、それぞれ実施例 4、実施例 5 のレンズデータを有するズームレンズを用いた場合の、空間光変調素子からの出射光 (正規な光) の光路と空間光変調素子に最も近いレンズのスクリーン側の面で反射した不要光の光路とを示している。

図 2 2、図 2 7 に示すように、実施例 4、実施例 5 のレンズデータを有するズームレンズを用いた場合には、空間光変調素子に最も近いレンズ G L の空間光変調素子側の面で反射した不要光の光路が大きく広がって空間光変調素子上に到達するため、ゴーストは発生しない。

(実施例 6)

図 28 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 6 におけるズームレンズの広角端の構成を示す図、図 29 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 6 におけるズームレンズの望遠端の構成を示す図である。

本実施例は、広角端の F ナンバーが $F_{No} = 1.7$ 、焦点距離が $f = 24.08 \text{ mm}$ 、半画角が $W = 27.62^\circ$ のズームレンズにおいて、本発明の構成に基づき、ゴーストの発生やコントラストの低下を引き起こすことがないようにした設計例である。

下記（表 11）に、具体的数値例を示す。

[表 11]

- 10 条件式 (1) $(GLR1/GLnd - Bfw) / fw = -0.2444$
 条件式 (2) $(GLR2 - Bfw) / fw = 9.62$
 条件式 (3) $fGL / fw = 2.9355$
 条件式 (4) $PgFGL - 0.6457 + 0.0017 \times \nu dGL = 0.01172$
 条件式 (5) $PgFGLn = 0.6058$
 15 条件式 (6) $(PgFGLn - PgFGL) / (\nu dGLn - \nu dGL) = -0.00372$
 条件式 (7) $\nu dGp1 - \nu dGn1 = 8.3$
 条件式 (8) $PgFGp1 - PgFGn1 = -0.0233$
 条件式 (9) $\nu dGp2 - \nu dGn2 = 29.02$
 条件式 (10) $|PgFGp2 - PgFGn2| = 0.0056$
 20 条件式 (11) $|PgFGp3 - PgFGn3| = 0.0656$

面間の軸線

	曲率半径(mm)	方向距離(mm)	屈折率 (d 線)	アッベ数 (d 線)
	$r1 = 53.027$	$d1 = 6.5$	$n1 = 1.80420$	$\nu1 = 46.50$
25	$r2 = 170.578$	$d2 = 0.2$		
	$r3 = 35.507$	$d3 = 1.6$	$n2 = 1.77250$	$\nu2 = 49.62$

	r 4=	21.692	d 4=	7.7			
	r 5=	194.307	d 5=	1.5	n 3=	1.60311	ν 3= 60.69
	r 6=	23.330	d 6=	10.0			
	r 7=	-35.820	d 7=	1.4	n 4=	1.49700	ν 4= 81.61
5	r 8=	217.216	d 8=	3.6			
	r 9=	-251.787	d 9=	5.0	n 5=	1.83500	ν 5= 42.98
	r10=	-58.311	d10=	10.4			
	r11=	44.852	d11=	8.4	n 6=	1.64769	ν 6= 33.84
	r12=	-29.194	d12=	1.0	n 7=	1.80518	ν 7= 25.46
10	r13=	-70.886	d13=	18.4			
	r14=	53.791	d14=	5.0	n 8=	1.45650	ν 8= 90.27
	r15=	-25.128	d15=	1.0	n 9=	1.58913	ν 9= 61.25
	r16=	-37.260	d16=	2.2			
	r17=	-243.849	d17=	2.0	n10=	1.71736	ν 10= 29.50
15	r18=	41.248	d18=	5.6			
	r19=	-17.697	d19=	1.0	n11=	1.72825	ν 11= 28.32
	r20=	55.275	d20=	8.1	n12=	1.60311	ν 12= 60.69
	r21=	-25.423	d21=	0.2			
	r22=	-122.934	d22=	5.4	n13=	1.77250	ν 13= 49.62
20	r23=	-48.627	d23=	0.2			
	r24=	69.940	d24=	4.4	n14=	1.60311	ν 14= 60.69
	r25=	0.000	d25=	1.3			
	r26=	45.405	d26=	5.5	n15=	1.76182	ν 15= 26.61
	r27=	263.291	d27=	0.8			
25	r28=	0.000	d28=	25.0	n16=	1.58913	ν 16= 61.25
	r29=	0.000	d29=	3.0	n17=	1.51680	ν 17= 64.20

ズームデータ

	広角端	望遠端
	d 8= 3.6311	2.939
5	d10= 10.3766	0.4289
	d16= 2.213	6.9597
	d25= 1.27	7.1686

図 3 0 に、本実施例におけるズームレンズの広角端の非点収差(mm)、
 10 歪曲収差(%) 球面収差(mm)、倍率色収差(mm)を示す。また、図
 3 1 に、本実施例におけるズームレンズの望遠端の非点収差(mm)、歪
 曲収差(%) 球面収差(mm)、倍率色収差(mm)を示す。

(実施例 7)

図 3 2 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 7 におけるズームレンズ
 15 の広角端の構成を示す図、図 3 3 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例
 7 におけるズームレンズの望遠端の構成を示す図である。

本実施例は、広角端の F ナンバーが $F_{NO} = 1.7$ 、焦点距離が $f = 24.06$ mm、半面角が $W = 27.64^\circ$ のズームレンズにおいて、本発
 20 明の構成に基づき、ゴーストの発生やコントラストの低下を引き起こす
 ことがないようにした設計例である。

下記(表 1 2)に、具体的数値例を示す。

[表 1 2]

条件式 (1) $(GLR1/GLnd - Bfw) / fw = -0.2494$

条件式 (2) $(GLR2 - Bfw) / fw = 7.913$

25 条件式 (3) $fGL / fw = 3.045$

条件式 (4) $PgFGL - 0.6457 + 0.0017 \times \nu dGL = 0.01607$

$$\text{条件式 (5)} \quad \text{PgFGLn} = 0.609$$

$$\text{条件式 (6)} \quad (\text{PgFGLn} - \text{PgFGL}) / (\nu \text{ dGLn} - \nu \text{ dGL}) = -0.00416$$

$$\text{条件式 (7)} \quad \nu \text{ dGp1} - \nu \text{ dGn1} = 8.3$$

$$\text{条件式 (8)} \quad \text{PgFGp1} - \text{PgFGn1} = -0.0233$$

$$5 \quad \text{条件式 (9)} \quad \nu \text{ dGp2} - \nu \text{ dGn2} = 29.02$$

$$\text{条件式 (10)} \quad |\text{PgFGp2} - \text{PgFGn2}| = 0.0056$$

$$\text{条件式 (11)} \quad |\text{PgFGp3} - \text{PgFGn3}| = 0.0656$$

面間の軸線

	曲率半径(mm)	方向距離(mm)	屈折率 (d 線)	アッベ数 (d 線)
10	r 1= 54.424	d 1= 6.5	n 1= 1.80420	ν 1= 46.50
	r 2= 187.650	d 2= 0.2		
	r 3= 36.414	d 3= 1.6	n 2= 1.77250	ν 2= 49.62
	r 4= 22.255	d 4= 7.7		
15	r 5= 264.148	d 5= 1.5	n 3= 1.60311	ν 3= 60.69
	r 6= 23.834	d 6= 10.0		
	r 7= -37.729	d 7= 1.4	n 4= 1.49700	ν 4= 81.61
	r 8= 111.551	d 8= 3.5		
	r 9= -1402.124	d 9= 5.0	n 5= 1.83500	ν 5= 42.98
20	r10= -65.737	d10= 10.5		
	r11= 43.154	d11= 8.4	n 6= 1.64769	ν 6= 33.84
	r12= -29.676	d12= 1.0	n 7= 1.80518	ν 7= 25.46
	r13= -73.408	d13= 18.4		
	r14= 49.403	d14= 5.0	n 8= 1.45650	ν 8= 90.27
25	r15= -25.516	d15= 1.0	n 9= 1.58913	ν 9= 61.25
	r16= -39.010	d16= 2.2		

	r17= -169.873	d17= 2.0	n10= 1.71736	ν 10= 29.50
	r18= 43.217	d18= 5.6		
	r19= -18.026	d19= 1.0	n11= 1.75520	ν 11= 27.53
	r20= 62.357	d20= 8.1	n12= 1.60311	ν 12= 60.69
5	r21= -24.963	d21= 0.2		
	r22= -149.985	d22= 5.4	n13= 1.77250	ν 13= 49.62
	r23= -49.888	d23= 0.2		
	r24= 68.536	d24= 4.4	n14= 1.60311	ν 14= 60.69
	r25= 0.000	d25= 1.3		
10	r26= 44.922	d26= 5.5	n15= 1.75211	ν 15= 25.05
	r27= 222.055	d27= 0.8		
	r28= 0.000	d28= 25.0	n16= 1.58913	ν 16= 61.25
	r29= 0.000	d29= 3.0	n17= 1.51680	ν 17= 64.20

15 ズームデータ

	広角端	望遠端
	d 8= 3.4616	2.939
	d10= 10.5437	0.4289
	d16= 2.2131	6.917
20	d25= 1.27	7.2171

図 3 4 に、本実施例におけるズームレンズの広角端の非点収差(mm)、歪曲収差(%)球面収差(mm)、倍率色収差(mm)を示す。また、図 3 5 に、本実施例におけるズームレンズの望遠端の非点収差(mm)、歪曲収差(%)球面収差(mm)、倍率色収差(mm)を示す。

(実施例 8)

図 3 6 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 8 におけるズームレンズの広角端の構成を示す図、図 3 7 は本発明の第 1 の実施の形態の実施例 8 におけるズームレンズの望遠端の構成を示す図である。

本実施例は、広角端の F ナンバーが $F_{No} = 1.7$ 、焦点距離が $f = 23.89 \text{ mm}$ 、半画角が $W = 27.81^\circ$ のズームレンズにおいて、本発明の構成に基づき、ゴーストの発生やコントラストの低下を引き起こすことがないようにした設計例である。

下記（表 1 3）に、具体的数値例を示す。

[表 1 3]

- 10 条件式 (1) $(GLR1/GLnd - Bfw) / fw = -0.14481$
 条件式 (2) $(GLR2 - Bfw) / fw = 9.245$
 条件式 (3) $fGL / fw = 3.2819$
 条件式 (4) $PgFGL - 0.6457 + 0.0017 \times \nu dGL = 0.0137$
 条件式 (5) $PgFGLn = 0.609$
 15 条件式 (6) $(PgFGLn - PgFGL) / (\nu dGLn - \nu dGL) = -0.0037$
 条件式 (7) $\nu dGp1 - \nu dGn1 = 10.6$
 条件式 (8) $PgFGp1 - PgFGn1 = -0.0286$
 条件式 (9) $\nu dGp2 - \nu dGn2 = 21.0$
 条件式 (10) $|PgFGp2 - PgFGn2| = 0.0027$
 20 条件式 (11) $|PgFGp3 - PgFGn3| = 0.0656$

面間の軸線

	曲率半径(mm)	方向距離(mm)	屈折率 (d 線)	アッペ数 (d 線)
	r 1= 54.634	d 1= 6.5	n 1= 1.80420	ν 1= 46.50
25	r 2= 179.057	d 2= 0.2		
	r 3= 36.987	d 3= 1.6	n 2= 1.77250	ν 2= 49.62

	r 4=	22.631	d 4=	7.7		
	r 5=	204.301	d 5=	1.5	n 3= 1.60311	ν 3= 60.69
	r 6=	24.083	d 6=	10.0		
	r 7=	-39.931	d 7=	1.4	n 4= 1.49700	ν 4= 81.61
5	r 8=	65.204	d 8=	3.8		
	r 9=	304.480	d 9=	5.0	n 5= 1.80420	ν 5= 46.50
	r10=	-70.059	d10=	11.0		
	r11=	41.848	d11=	8.4	n 6= 1.62004	ν 6= 36.30
	r12=	-34.535	d12=	1.0	n 7= 1.78472	ν 7= 25.72
10	r13=	-73.405	d13=	18.4		
	r14=	61.881	d14=	5.0	n 8= 1.49700	ν 8= 81.61
	r15=	-26.154	d15=	1.0	n 9= 1.64000	ν 9= 60.20
	r16=	-42.908	d16=	2.2		
	r17=	-136.915	d17=	2.0	n10= 1.71736	ν 10= 29.50
15	r18=	46.267	d18=	5.6		
	r19=	-18.475	d19=	1.0	n11= 1.75520	ν 11= 27.53
	r20=	67.041	d20=	8.1	n12= 1.60311	ν 12= 60.69
	r21=	-26.352	d21=	0.2		
	r22=	-229.169	d22=	5.4	n13= 1.77250	ν 13= 49.62
20	r23=	-49.786	d23=	0.2		
	r24=	65.567	d24=	4.4	n14= 1.60311	ν 14= 60.69
	r25=	0.000	d25=	1.3		
	r26=	50.265	d26=	5.5	n15= 1.78472	ν 15= 25.72
	r27=	252.444	d27=	0.8		
25	r28=	0.000	d28=	25.0	n16= 1.58913	ν 16= 61.25
	r29=	0.000	d29=	3.0	n17= 1.51680	ν 17= 64.20

ズームデータ

	広角端	望遠端
d 8=	3.8331	2.939
5 d10=	11.0122	0.4289
d16=	2.2131	8.831
d25=	1.27	3.0896

図 3 8 に、本実施例におけるズームレンズの広角端の非点収差 (mm)、
 10 歪曲収差 (%) 球面収差 (mm)、倍率色収差 (mm) を示す。また、図
 3 9 に、本実施例におけるズームレンズの望遠端の非点収差 (mm)、歪
 曲収差 (%) 球面収差 (mm)、倍率色収差 (mm) を示す。

〔第 2 の実施の形態〕

図 4 0 は本発明の第 2 の実施の形態におけるズームレンズの広角端の
 15 構成を示す図、図 4 1 は本発明の第 2 の実施の形態におけるズームレン
 ズの望遠端の構成を示す図である（これら図 4 0、図 4 1 は後述する実
 施例 9 のズームレンズを示す図面でもある）。

図 4 0 に示すように、本実施の形態のズームレンズは、スクリーン側
 （図 3 3 では左側）から順に配置された、負の屈折力を有する第 1 レン
 20 ズ群と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群と、負の屈折力を有する第 3
 レンズ群と、正の屈折力を有する第 4 レンズ群とにより構成されている
 （4 群構成）。上記第 1 の実施の形態との相違点は、5 群構成から 4 群構
 成になった点である。このようにレンズ群の数を減らすことにより、鏡
 筒構成を簡略化することができると共に、部品コストの削減を図ること
 25 もでき、また、組立上の困難さも軽減することができる。

図 4 0、図 4 1 に示すように、広角端から望遠端への変倍（ズームイン

グ) に際して、第 1 レンズ群と第 4 レンズ群は固定されたままで、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群は光軸上をスクリーン側に移動する。

第 1 レンズ群は、スクリーン側から順に配置された、負の屈折力を有する第 1 1 レンズ群と正の屈折力を有する第 1 2 レンズ群とにより構成されている。第 1 1 レンズ群は、スクリーン側から順に配置された、正レンズと、負レンズと、負レンズと、負レンズとにより構成されている。一方、第 1 2 レンズ群は、空間光変調素子 B 側に凸面を向けた一枚のメニスカス正レンズにより構成されている。そして、投写距離が変化した場合には、第 1 1 レンズ群と第 1 2 レンズ群との間隔を変えることによって (第 1 レンズ群の一部のレンズを移動させることによって) フォーカシングが行われる。このように第 1 レンズ群の一部のレンズを移動させることによってフォーカシングを行うことにより、フォーカシングに必要な移動量を減少させて、フォーカシングによる収差の変動を小さく抑えることができる。

以下、具体的実施例を挙げて、本実施の形態におけるズームレンズをさらに詳細に説明する。

(実施例 9)

図 4 0 は本発明の第 2 の実施の形態の実施例 9 におけるズームレンズの広角端の構成を示す図、図 4 1 は本発明の第 2 の実施の形態の実施例 9 におけるズームレンズの望遠端の構成を示す図である。

本実施例は、広角端の F ナンバーが $F_{NO} = 1.7$ 、焦点距離が $f = 23.92 \text{ mm}$ 、半画角が $W = 27.77^\circ$ のズームレンズにおいて、本発明の構成に基づき、簡易な鏡筒構造を実現するようにした設計例である。

下記 (表 1 4) に、具体的数値例を示す。

[表 1 4]

- 条件式 (1) $(GLR1/GLnd - Bfw) / fw = -0.21025$
 条件式 (2) $(GLR2 - Bfw) / fw = 17.4468$
 条件式 (3) $fGL / fw = 2.7954$
 条件式 (4) $PgFGL - 0.6457 + 0.0017 \times \nu dGL = 0.0137$
 5 条件式 (5) $PgFGLn = 0.609$
 条件式 (6) $(PgFGLn - PgFGL) / (\nu dGLn - \nu dGL) = -0.0037$
 条件式 (7) $\nu dGp1 - \nu dGn1 = 8.3$
 条件式 (8) $PgFGp1 - PgFGn1 = -0.0233$
 条件式 (9) $\nu dGp2 - \nu dGn2 = 29.02$
 10 条件式 (10) $|PgFGp2 - PgFGn2| = 0.0056$
 条件式 (11) $|PgFGp3 - PgFGn3| = 0.0688$

面間の軸線

	曲率半径(mm)	方向距離(mm)	屈折率 (d 線)	アッベ数 (d 線)
15	r 0= 0.0	d 0= 2760		
	r 1= 55.793	d 1= 6.5	n 1= 1.80420	ν 1= 46.50
	r 2= 178.095	d 2= 0.2		
	r 3= 33.372	d 3= 1.6	n 2= 1.77250	ν 2= 49.62
	r 4= 22.126	d 4= 7.7		
20	r 5= 148.691	d 5= 1.5	n 3= 1.60311	ν 3= 60.69
	r 6= 23.067	d 6= 10.0		
	r 7= -41.510	d 7= 1.4	n 4= 1.49700	ν 4= 81.61
	r 8= 109.800	d 8= 0.0		
	r 9= 0.000	d 9= 4.8		
25	r10= -125.595	d10= 5.0	n 5= 1.83481	ν 5= 42.72
	r11= -55.879	d11= 11.2		

	r12=	40.772	d12=	8.4	n 6=	1.64769	ν 6=	33.84
	r13=	-31.187	d13=	1.0	n 7=	1.80518	ν 7=	25.46
	r14=	-82.137	d14=	18.5				
	r15=	47.721	d15=	5.9	n 8=	1.45650	ν 8=	90.27
5	r16=	-26.281	d16=	1.0	n 9=	1.58913	ν 9=	61.25
	r17=	-42.046	d17=	2.2				
	r18=	-473.400	d18=	2.0	n10=	1.71736	ν 10=	29.50
	r19=	39.296	d19=	5.1				
	r20=	-18.150	d20=	1.0	n11=	1.75520	ν 11=	27.53
10	r21=	53.074	d21=	8.7	n12=	1.60311	ν 12=	60.69
	r22=	-25.409	d22=	0.2				
	r23=	-358.400	d23=	3.7	n13=	1.77250	ν 13=	49.62
	r24=	-63.345	d24=	0.2				
	r25=	75.997	d25=	4.4	n14=	1.60311	ν 14=	60.69
15	r26=	-3162.740	d26=	1.3				
	r27=	47.587	d27=	5.5	n15=	1.78472	ν 15=	25.72
	r28=	449.074	d28=	0.8				
	r29=	0.000	d29=	25.0	n16=	1.58913	ν 16=	61.25
	r30=	0.000	d30=	3.0	n17=	1.51680	ν 17=	64.20

20

ズームデータ

広角端

望遠端

d11= 11.1774

0.4289

d17= 2.2131

7.153

25

d26= 1.27

7.0796

フォーカスデータ

d0 =	2760	1380	5470
d8 =	0.0	0.19	-0.11

- 5 図 4 2 に、本実施例におけるズームレンズの広角端の非点収差(mm)、歪曲収差(%)球面収差(mm)、倍率色収差(mm)を示す。また、図 4 3 に、本実施例におけるズームレンズの望遠端の非点収差(mm)、歪曲収差(%)球面収差(mm)、倍率色収差(mm)を示す。

[第 3 の実施の形態]

- 10 図 4 4 は本発明の第 3 の実施の形態における映像拡大投写システムを示す概略構成図である。

図 4 4 に示すように、本実施の形態の映像拡大投写システムは、光源 C と、光源 C から放射される光によって照明されると共に、光学像を形成する空間光変調素子 B と、空間光変調素子 B 上の光学像を投写する投写手段としての投写レンズ A とにより構成されている。ここで、投写レンズ A としては、上記第 1 の実施の形態で示したズームレンズが用いられている。尚、図 4 4 中、P は本映像拡大投写システムによって投写された映像のフォーカス面を示している。

- 本実施の形態の映像拡大投写システムにおいては、光源 C によって照明される空間光変調素子 B に形成された光学像が、投写レンズ A によってフォーカス面 P に拡大投写される。そして、本実施の形態の映像拡大投写システムによれば、投写レンズ A として上記第 1 の実施の形態で示した投写レンズとしてのズームレンズを用いていることにより、不要光の少ない画像を投写することができるので、ゴーストの発生やコントラストの低下の少ない画面を得ることのできる映像拡大投写システムを実現することができる。

尚、本実施の形態においては、投写レンズAとして上記第1の実施の形態で示したズームレンズが用いられているが、上記第2の実施の形態で示したズームレンズを用いてもよい。

[第4の実施の形態]

- 5 図45は本発明の第4の実施の形態におけるビデオプロジェクタを示す概略構成図である。

図45に示すように、本実施の形態のビデオプロジェクタは、光源Cと、R、G、Bのフィルタを回転させることにより、光源Cからの光を青、緑、赤の3色に時間的に制限する手段Dと、光源Cから放射される
10 光によって照明されると共に、時間的に変化する青、緑、赤の3色に対応する光学像を形成する空間光変調素子Bと、空間光変調素子B上の光学像を投写する投写手段としての投写レンズAとにより構成されている。ここで、投写レンズAとしては、上記第1の実施の形態で示したズームレンズが用いられている。

- 15 本実施の形態のビデオプロジェクタにおいて、光源Cからの光は、青、緑、赤の3色に時間的に制限する手段Dによって青、緑、赤の3色に時間的に分解され、空間光変調素子Bを照明する。空間光変調素子Bには、青、緑、赤の3種類の光学像が時間的に分割されて形成され、投写レンズAによって拡大投写される。そして、本実施の形態のビデオプロジェ
20 クタによれば、投写レンズAとして上記第1の実施の形態で示した投写レンズを用いていることにより、倍率色収差が良好に補正され、青、緑、赤の3色の映像をスクリーン上でずれることなく重ね合わせることができる。その結果、明るくて高精細な映像を得ることのできるビデオプロジェクタを実現することができる。

- 25 尚、本実施の形態においては、投写レンズAとして上記第1の実施の形態で示したズームレンズが用いられているが、上記第2の実施の形態で

示したズームレンズを用いてもよい。

〔第 5 の実施の形態〕

図 4 6 は本発明の第 5 の実施の形態におけるリアプロジェクタを示す概略構成図である。

- 5 図 4 6 に示すように、本実施の形態のリアプロジェクタは、上記第 4 の実施の形態で示したビデオプロジェクタ G と、ビデオプロジェクタ G 内の投写手段としての投写レンズ A（図 4 5 参照）から投写された光を折り曲げるミラー H と、ミラー H によって折り曲げられた光を映像として映し出す透過型スクリーン I とにより構成されている。尚、図 4 6 中、
- 10 J はリアプロジェクタが収容される筐体を示している。

- 本実施の形態のリアプロジェクタにおいて、ビデオプロジェクタ G から投写される映像が、ミラー H によって反射されて、透過型スクリーン I に結像される。そして、本実施の形態のリアプロジェクタによれば、
- 15 ビデオプロジェクタ G として上記第 4 の実施の形態で示したビデオプロジェクタが用いられているので、高精細な画面を得ることのできるリアプロジェクタを実現することができる。

〔第 6 の実施の形態〕

図 4 7 は本発明の第 6 の実施の形態におけるマルチビジョンシステムを示す概略構成図である。

- 20 図 4 7 に示すように、本実施の形態のマルチビジョンシステムは、上記第 4 の実施の形態で示したビデオプロジェクタ G と、ビデオプロジェクタ G 内の投写手段としての投写レンズ A（図 4 5 参照）から投写された光を映像として映し出す透過型スクリーン透過型スクリーン I と、筐体 K とをそれぞれ有する複数台のシステムと、映像信号を分割して各ビデオプロジェクタ G に送る映像分割回路 L とにより構成されている。
- 25

本実施の形態のマルチビジョンシステムにおいて、映像信号は、映像

- 分割回路Lによって加工分割されて複数台のビデオプロジェクタGに送られる。各ビデオプロジェクタGから投写される映像は各透過型スクリーンIに結像される。そして、本実施の形態のマルチビジョンシステムによれば、ビデオプロジェクタGとして上記第4の実施の形態で示した
- 5 ビデオプロジェクタが用いられているので、歪曲収差がよく補正され、各ビデオプロジェクタからの映像のつながり目がよく一致する。その結果、高精細な画面を得ることのできるマルチビジョンシステムを実現することができる。

請 求 の 範 囲

1. 投写レンズと空間光変調素子との間にプリズムを配してなるプロジェクタの前記投写レンズとして用いられるズームレンズであって、
- 5 前記空間光変調素子に最も近いレンズが、スクリーン側に凸面を向けたメニスカス正レンズであり、前記メニスカス正レンズの屈折率が1.75以上であることを特徴とするズームレンズ。
2. 前記空間光変調素子に最も近いレンズの前記スクリーン側の曲率半径をGLR1、当該レンズのd線の屈折率をGLnd、ズームレ
 10 ズの広角端の空気換算のバックフォーカスをBfw、広角端のズームレンズ全系の焦点距離をfwとしたとき、下記条件式(1)を満足する請求項1に記載のズームレンズ。
- $$(1) \quad -0.3 < (GLR1/GLnd - Bfw) / fw < -0.05$$
3. 前記空間光変調素子に最も近いレンズの前記空間光変調素子側
 15 の曲率半径をGLR2、ズームレンズの広角端の空気換算のバックフォーカスをBfw、広角端のズームレンズ全系の焦点距離をfwとしたとき、下記条件式(2)を満足する請求項1に記載のズームレンズ。
- $$(2) \quad 5 < (GLR2 - Bfw) / fw$$
4. 前記空間光変調素子に最も近いレンズの焦点距離をfGL、広
 20 角端のズームレンズ全系の焦点距離をfwとしたとき、下記条件式(3)を満足する請求項1に記載のズームレンズ。
- $$(3) \quad 2.5 < fGL / fw < 3.5$$
5. 前記空間光変調素子に最も近いレンズのアッベ数が30以下である請求項1に記載のズームレンズ。
- 25 6. 前記空間光変調素子に最も近いレンズの部分分散をPgFGL、当該レンズのアッベ数をvdGLとしたとき、下記条件式(4)を満足

する請求項 1 に記載のズームレンズ。

$$(4) \quad 0.01 < PgFGL - 0.6457 + 0.0017 \times \nu dGL$$

7. 前記空間光変調素子に最も近い負レンズの部分分散を $PgFGLn$ 、当該レンズのアッベ数を $\nu dGLn$ 、前記空間光変調素子に最も
5 近いレンズの部分分散を $PgFGL$ 、当該レンズのアッベ数を νdGL としたとき、下記条件式 (5)、(6) を満足する請求項 1 に記載のズームレンズ。

$$(5) \quad PgFGLn < 0.61$$

$$(6) \quad (PgFGLn - PgFGL) / (\nu dGLn - \nu dGL) < -0.0027$$

10 8. 前記スクリーン側から順に第 1 の貼り合わせ面、第 2 の貼り合わせ面、第 3 の貼り合わせ面の 3 つの貼り合わせ面を有しており、前記第 1 の貼り合わせ面を構成する正レンズのアッベ数を $\nu dG1p$ 、部分分散を $PgFG1p$ とし、前記第 1 の貼り合わせ面を構成する負レンズのアッベ数を $\nu dG1n$ 、部分分散を $PgFG1n$ とし、前記第 2 の貼
15 り合わせ面を構成する正レンズのアッベ数を $\nu dG2p$ 、部分分散を $PgFG2p$ とし、前記第 2 の貼り合わせ面を構成する負レンズのアッベ数を $\nu dG2n$ 、部分分散を $PgFG2n$ とし、前記第 3 の貼り合わせ面を構成する正レンズの部分分散を $PgFG3p$ とし、前記第 3 の貼り合わせ面を構成する負レンズの部分分散を $PgFG3n$ としたとき、下
20 記条件式 (7) ~ (11) を満足する請求項 1 に記載のズームレンズ。

$$(7) \quad 6 < \nu dGp1 - \nu dGn1 < 12$$

$$(8) \quad PgFGp1 - PgFGn1 < -0.02$$

$$(9) \quad 20 < \nu dGp2 - \nu dGn2 < 40$$

$$(10) \quad |PgFGp2 - PgFGn2| < 0.007$$

$$25 \quad (11) \quad |PgFGp3 - PgFGn3| < 0.07$$

9. 前記第 2 の貼り合わせ面を構成する正レンズのアッベ数が 90

以上である請求項 8 に記載のズームレンズ。

10 10. 前記空間光変調素子側から前記スクリーン側に向かって順に、前記スクリーン側に凸面を向けた前記メニスカス正レンズ、正レンズ、正レンズの 3 つのレンズが配置されている請求項 1 に記載のズーム
5 レンズ。

11. 前記スクリーン側から順に配置された、負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、正の屈折力を有する第 3 レンズ群と、負の屈折力を有する第 4 レンズ群と、正の屈折力を有する第 5 レンズ群とを備え、

10 広角端から望遠端への変倍（ズーミング）に際して、前記第 1 レンズ群と前記第 5 レンズ群は固定されたままで、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群は光軸上を前記スクリーン側に移動し、

前記第 3 レンズ群は、前記スクリーン側から順に配置された、正レンズと負レンズとの接合レンズと、正レンズと負レンズとの接合レンズと
15 により構成され、

前記第 4 レンズ群は、前記スクリーン側から順に配置された、両面が凹の負レンズと、両面が凹の負レンズと両面が凸の正レンズとの接合レンズと、正レンズと、正レンズとにより構成された請求項 1 に記載のズームレンズ。

20 12. 前記スクリーン側から順に配置された、負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、負の屈折力を有する第 3 レンズ群と、正の屈折力を有する第 4 レンズ群とを備え、

広角端から望遠端への変倍（ズーミング）に際して、前記第 1 レンズ群と前記第 4 レンズ群は固定されたままで、前記第 2 レンズ群と前記第
25 3 レンズ群は光軸上を前記スクリーン側に移動し、

前記第 1 レンズ群は、前記スクリーン側から順に配置された、負の屈

折力を有する第 1 1 レンズ群と正の屈折力を有する第 1 2 レンズ群とにより構成され、フォーカス調整に際して、前記第 1 1 レンズ群と前記第 1 2 レンズ群との間隔が変化する請求項 1 に記載のズームレンズ。

1 3. 前記第 1 2 レンズ群は、前記空間光変調素子側に凸面を向けたメニスカス正レンズからなる請求項 1 2 に記載のズームレンズ。

1 4. レンズ全系の倍率が 0. 0 0 2 3 ~ 0. 0 1 8 8 倍である請求項 1 に記載のズームレンズ。

1 5. 広角端の F ナンバーが 1. 7 である請求項 1 に記載のズームレンズ。

10 1 6. ズーム比が 1. 3 である請求項 1 に記載のズームレンズ。

1 7. 光源と、前記光源から放射される光によって照明されると共に、光学像を形成する空間光変調素子と、前記空間光変調素子上の光学像を投写する投写手段とを備えた映像拡大投写システムであって、

前記投写手段として請求項 1 ~ 1 6 のいずれかに記載のズームレンズ
15 を用いることを特徴とする映像拡大投写システム。

1 8. 光源と、前記光源からの光を青、緑、赤の 3 色に時間的に制限する手段と、前記光源から放射される光によって照明されると共に、時間的に変化する青、緑、赤の 3 色に対応する光学像を形成する空間光変調素子と、前記空間光変調素子上の光学像を投写する投写手段とを備
20 えたビデオプロジェクタであって、

前記投写手段として請求項 1 ~ 1 6 のいずれかに記載のズームレンズを用いることを特徴とするビデオプロジェクタ。

1 9. 請求項 1 8 に記載のビデオプロジェクタと、前記投写手段から投写された光を折り曲げるミラーと、前記ミラーによって折り曲げられた光を映像として映し出す透過型スクリーンとを備えたリアプロジェクタ。

20. 請求項18に記載のビデオプロジェクタと、前記投写手段から投写された光を映像として映し出す透過型スクリーンと、筐体とをそれぞれ有する複数台のシステムと、

映像信号を分割して前記各ビデオプロジェクタに送る映像分割回路と
5 備えたマルチビジョンシステム。

補正書の請求の範囲

[2004年11月2日 (02. 11. 04) 国際事務局受理：出願当初の請求の範囲
1,3,4,17及び18は補正された；出願当初の請求の範囲2及び
8-16は取り下げられた；他の請求の範囲は変更なし。(4頁)]

1. (補正後) 投写レンズと空間光変調素子との間にプリズムを配してなるプロジェクタの前記投写レンズとして用いられるズームレンズであって、

前記空間光変調素子に最も近いレンズが、スクリーン側に凸面を向けたメニスカス正レンズであり、前記メニスカス正レンズの屈折率が1.75以上であり、かつ、

前記空間光変調素子に最も近いレンズの前記スクリーン側の曲率半径をGLR1、当該レンズのd線の屈折率をGLnd、ズームレンズの広角端の空気換算のバックフォーカスをBfw、広角端のズームレンズ全系の焦点距離をfwとしたとき、下記条件式(1)を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$(1) \quad -0.3 < (GLR1/GLnd - Bfw) / fw < -0.05$$

2. (削除)

3. (補正後) 前記空間光変調素子に最も近いレンズの前記空間光変調素子側の曲率半径をGLR2としたとき、下記条件式(2)を満足する請求項1に記載のズームレンズ。

$$(2) \quad 5 < (GLR2 - Bfw) / fw$$

4. (補正後) 前記空間光変調素子に最も近いレンズの焦点距離をfGLとしたとき、下記条件式(3)を満足する請求項1に記載のズームレンズ。

$$(3) \quad 2.5 < fGL / fw < 3.5$$

5. 前記空間光変調素子に最も近いレンズのアッベ数が30以下である請求項1に記載のズームレンズ。

6. 前記空間光変調素子に最も近いレンズの部分分散をPgFGL、

当該レンズのアッベ数を ν_{dGL} としたとき、下記条件式（４）を満足する請求項１に記載のズームレンズ。

$$(4) \quad 0.01 < PgFGL - 0.6457 + 0.0017 \times \nu_{dGL}$$

7. 前記空間光変調素子に最も近い負レンズの部分分散を P_{gFGLn} 、当該レンズのアッベ数を ν_{dGLn} 、前記空間光変調素子に最も近いレンズの部分分散を P_{gFGL} 、当該レンズのアッベ数を ν_{dGL} としたとき、下記条件式（５）、（６）を満足する請求項１に記載のズームレンズ。

$$(5) \quad PgFGLn < 0.61$$

$$10 \quad (6) \quad (PgFGLn - PgFGL) / (\nu_{dGLn} - \nu_{dGL}) < -0.0027$$

8. (削除)

9. (削除)

15

20

25

1 0 . (削除)

1 1 . (削除)

1 2 . (削除)

5

10

15

20

25

1 3. (削除)

1 4. (削除)

1 5. (削除)

1 6. (削除)

- 5 1 7. (補正後) 光源と、前記光源から放射される光によって照明されると共に、光学像を形成する空間光変調素子と、前記空間光変調素子上の光学像を投写する投写手段とを備えた映像拡大投写システムであって、

前記投写手段として請求項 1 に記載のズームレンズを用いることを特徴とする映像拡大投写システム。

10

- 1 8. (補正後) 光源と、前記光源からの光を青、緑、赤の 3 色に時間的に制限する手段と、前記光源から放射される光によって照明されると共に、時間的に変化する青、緑、赤の 3 色に対応する光学像を形成する空間光変調素子と、前記空間光変調素子上の光学像を投写する投写手段とを備えたビデオプロジェクタであって、
- 15

前記投写手段として請求項 1 に記載のズームレンズを用いることを特徴とするビデオプロジェクタ。

- 1 9. 請求項 1 8 に記載のビデオプロジェクタと、前記投写手段から投写された光を折り曲げるミラーと、前記ミラーによって折り曲げられた光を映像として映し出す透過型スクリーンとを備えたリアプロジェクタ。
- 20

条約 19 条に基づく説明書

1. 補正の説明

請求項 1 に請求項 2 を合体し、これを新請求項 1 とする補正をした。これに伴い、請求項 2 を削除すると共に、請求項 17、18 を新請求項 1 のみを引用するように補正した。また、請求項 3、4 において、新請求項 1 と重複する記載を削除する補正をした。さらに、請求項 8～16 を削除した。

2. 引用文献との対比

本願発明によれば、条件式 (1) を満足することにより、レンズ系全体で収差を補正することができると共に、投写画面の画質の劣化を防止することができる (本願明細書第 4 頁第 14 行～第 5 頁第 2 行、第 19 頁第 10 行～21 行)。これに対し、各引用文献の実施例のいずれも、条件式 (1) を満足するものではない。従って、本願発明は、各引用文献によって新規性、進歩性が否定されるものではない。

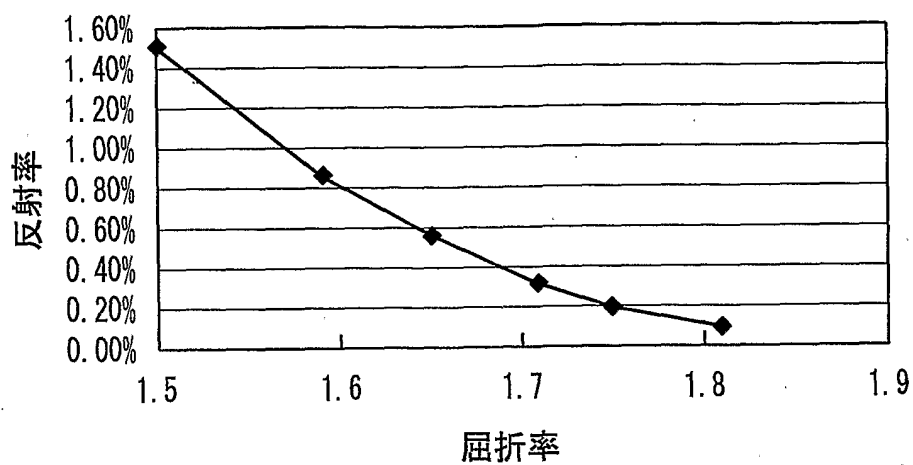


FIG. 1A

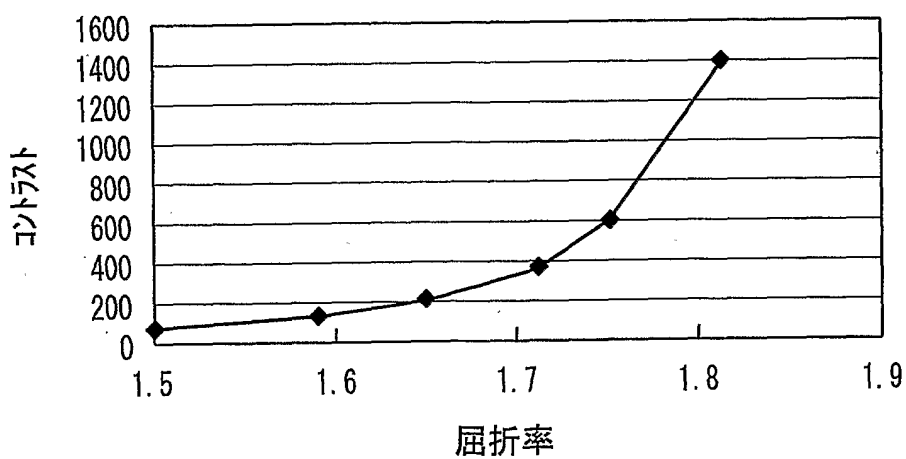


FIG. 1B

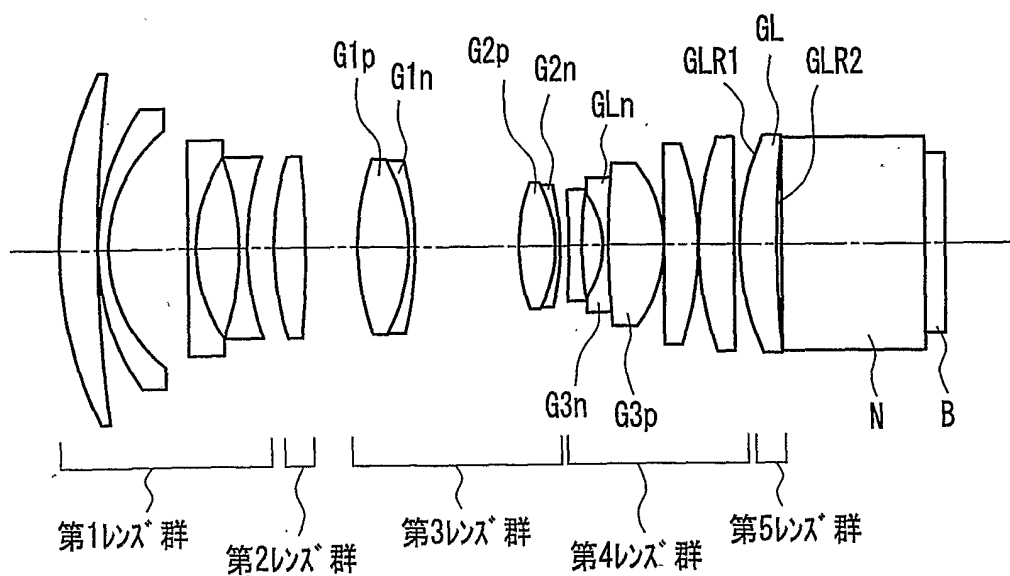


FIG. 2

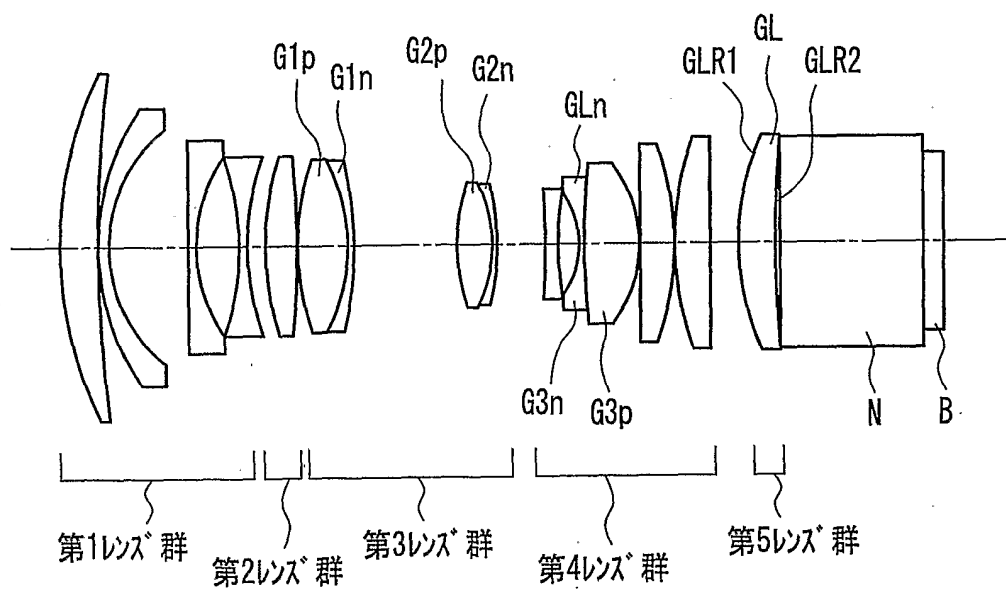


FIG. 3

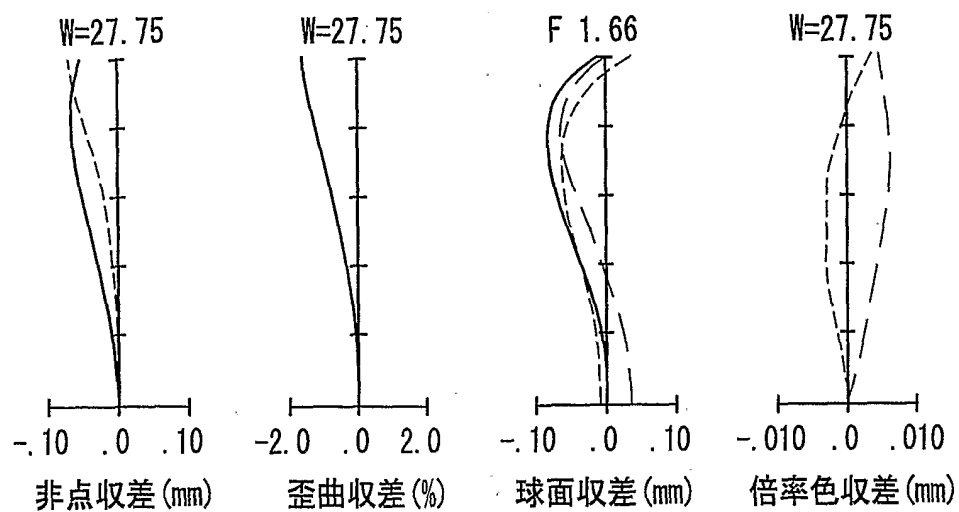


FIG. 4

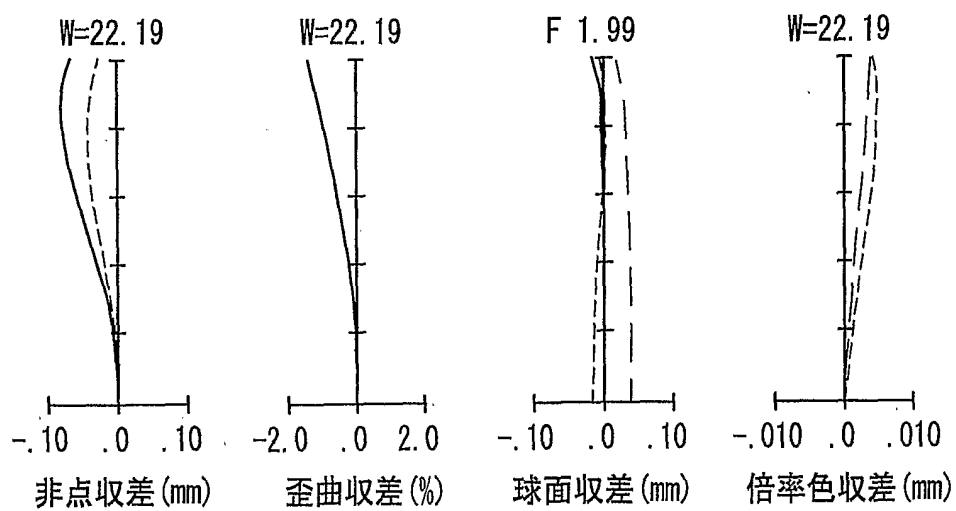


FIG. 5

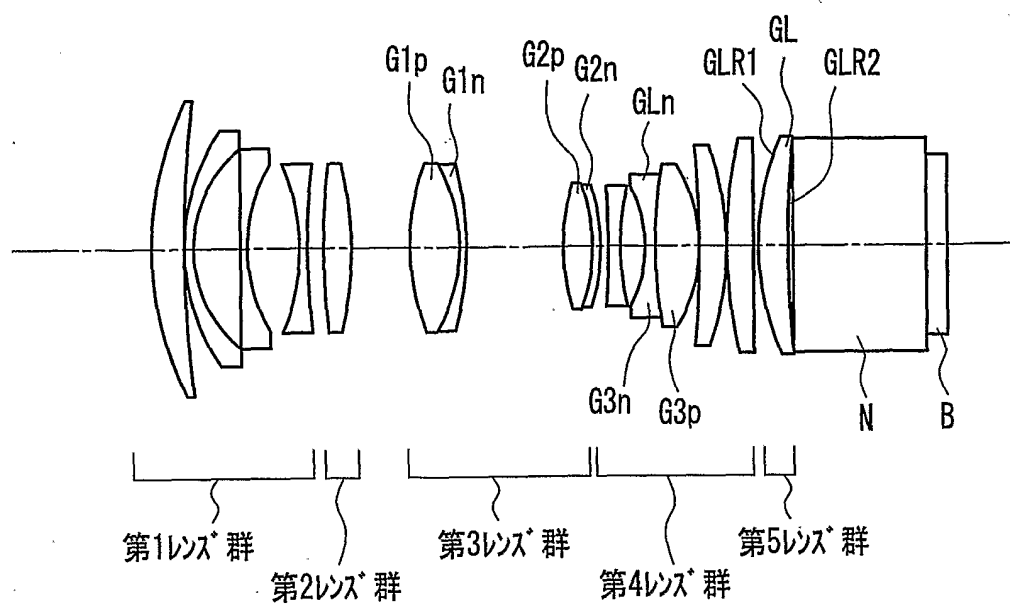


FIG. 6

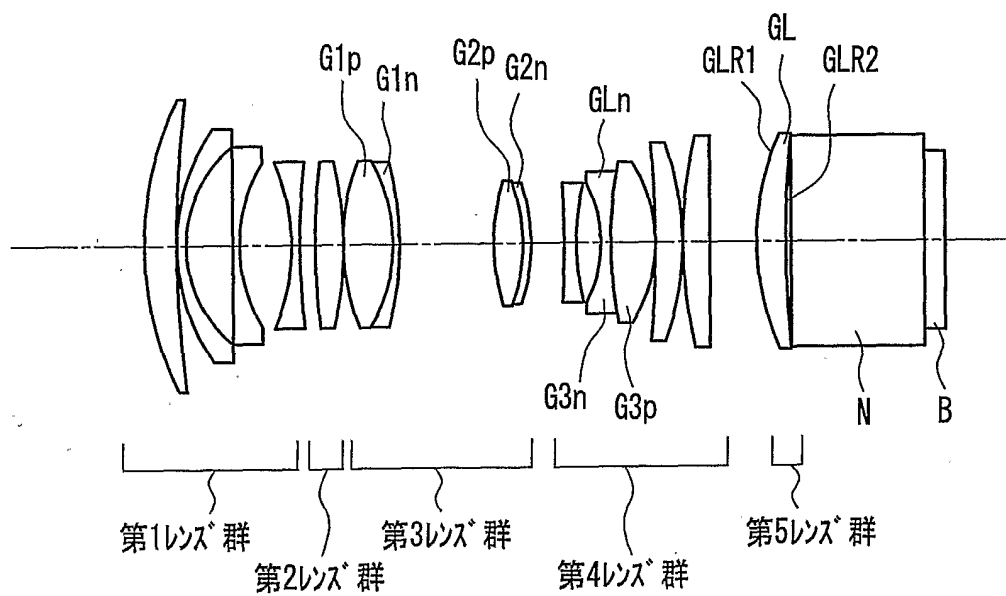


FIG. 7

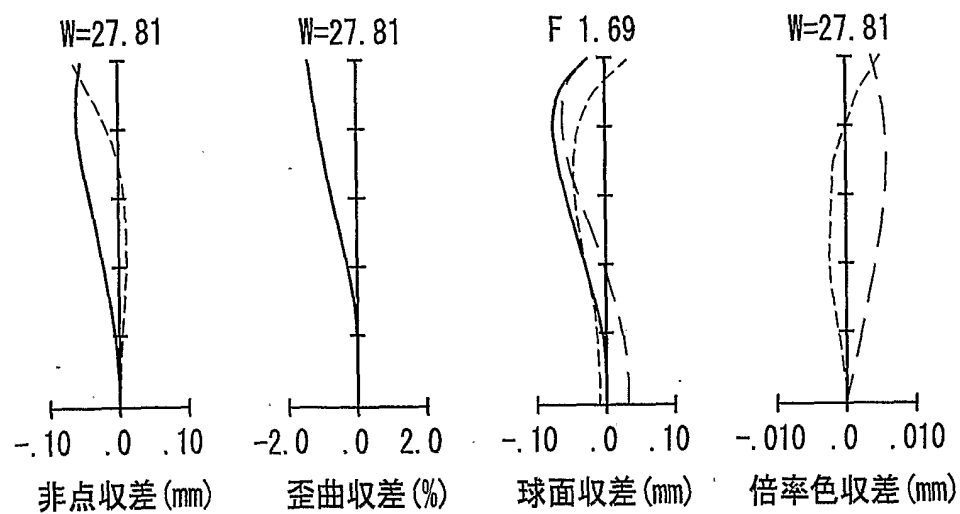


FIG. 8

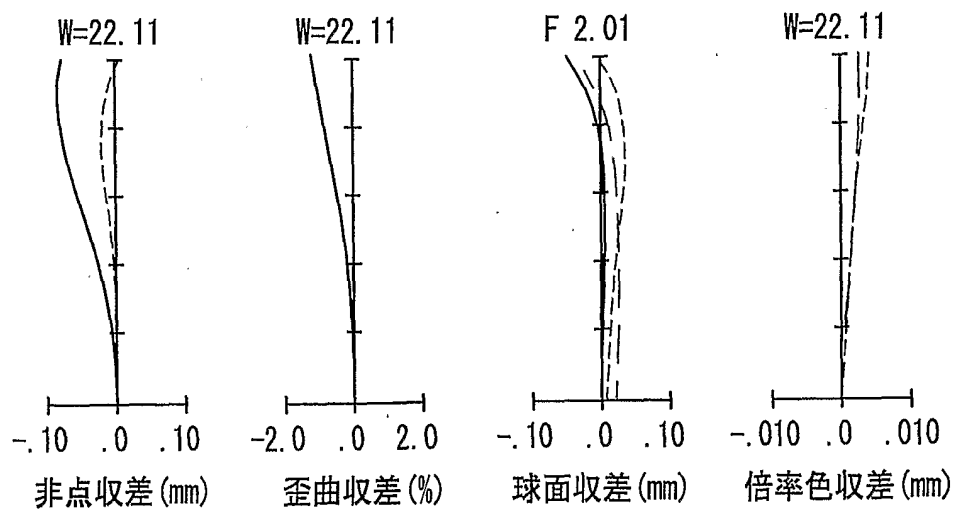


FIG. 9

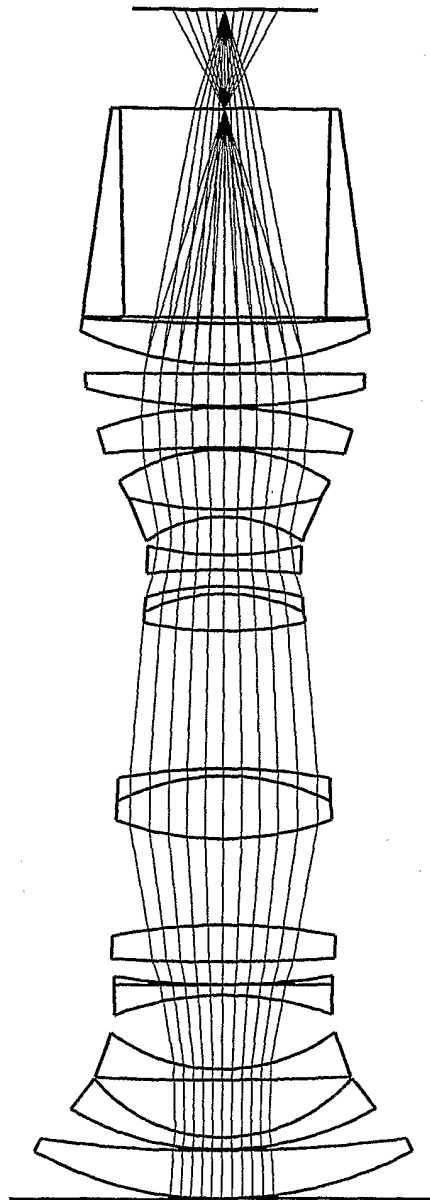


FIG.10

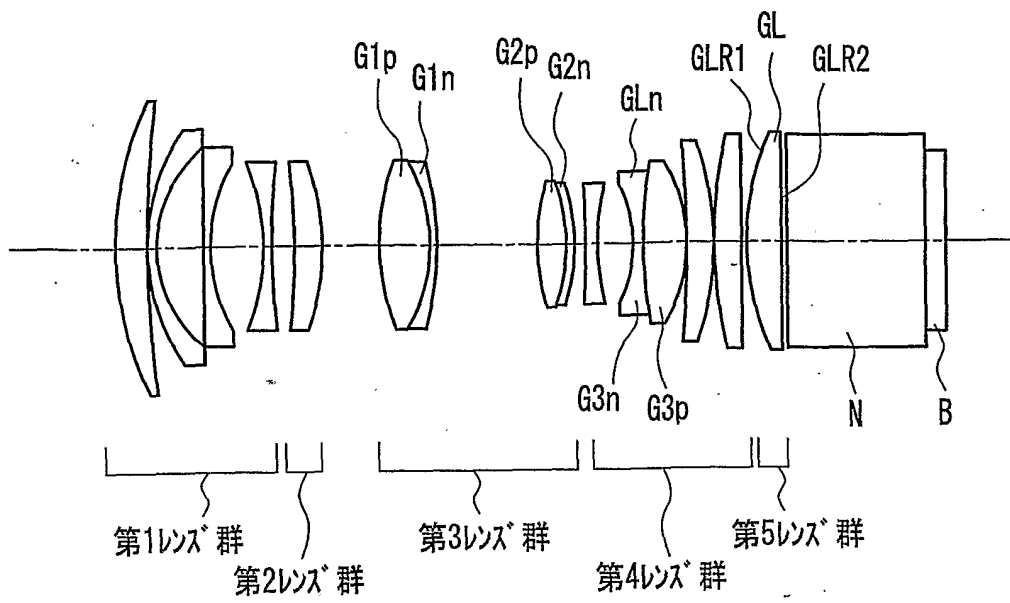


FIG. 11

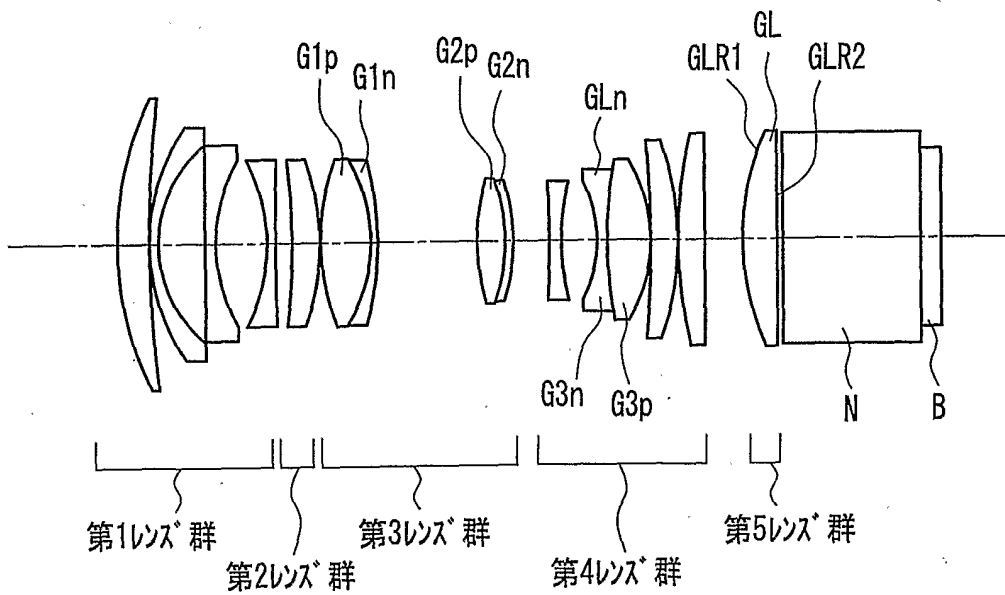


FIG. 12

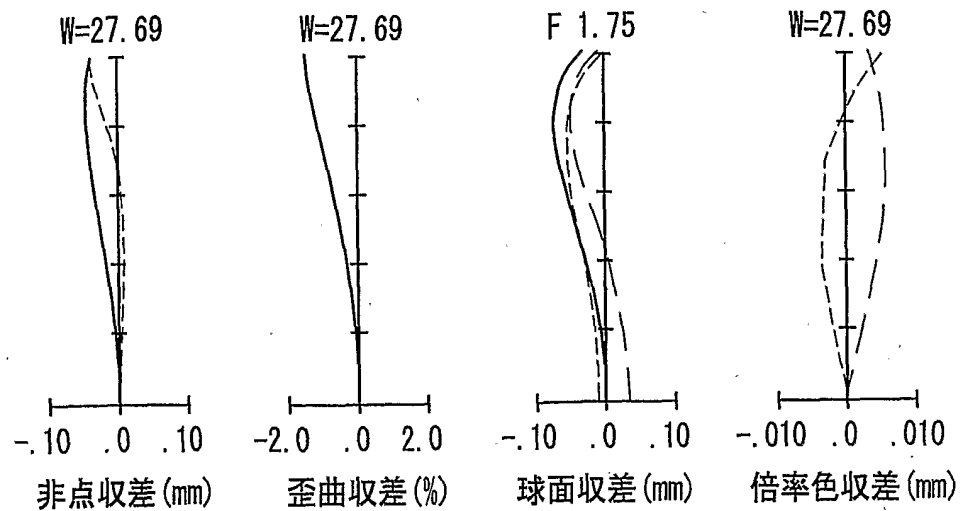


FIG. 13

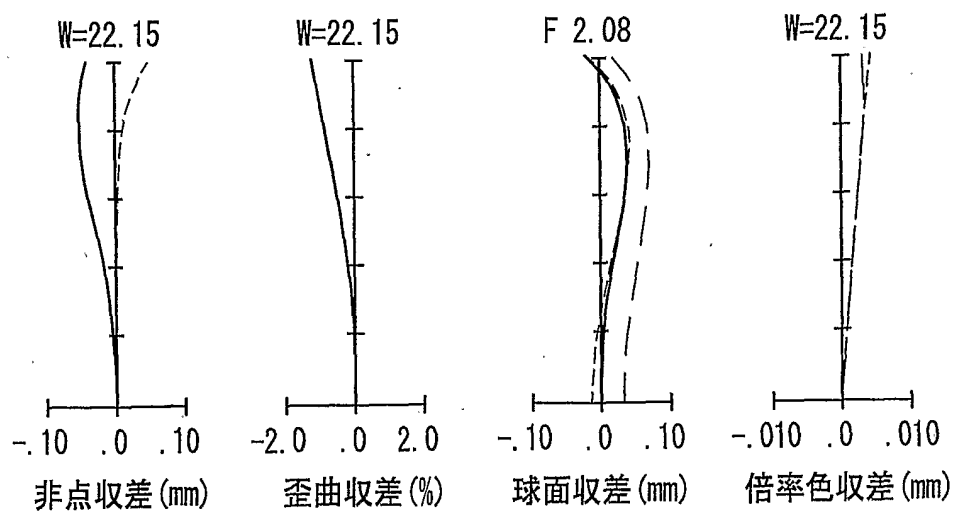


FIG. 14

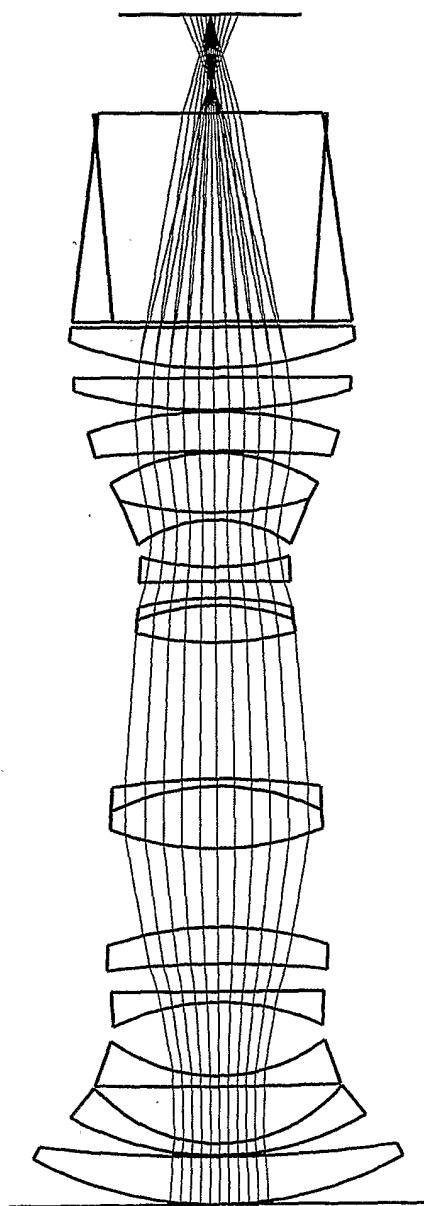


FIG.15

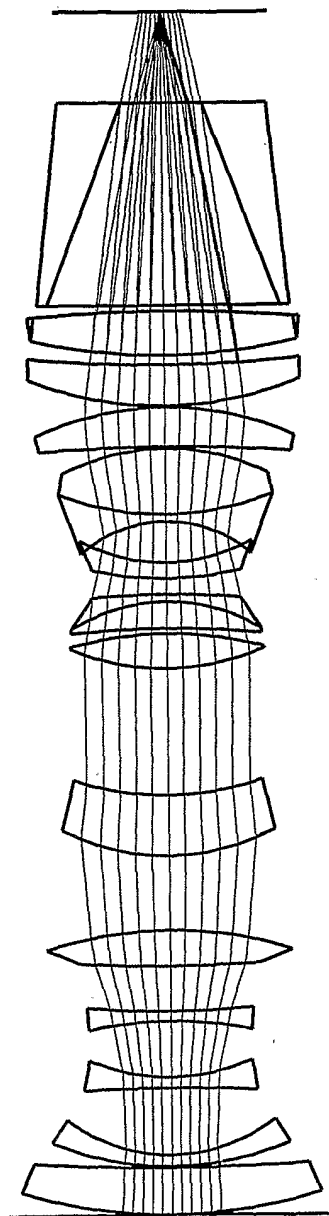


FIG.17

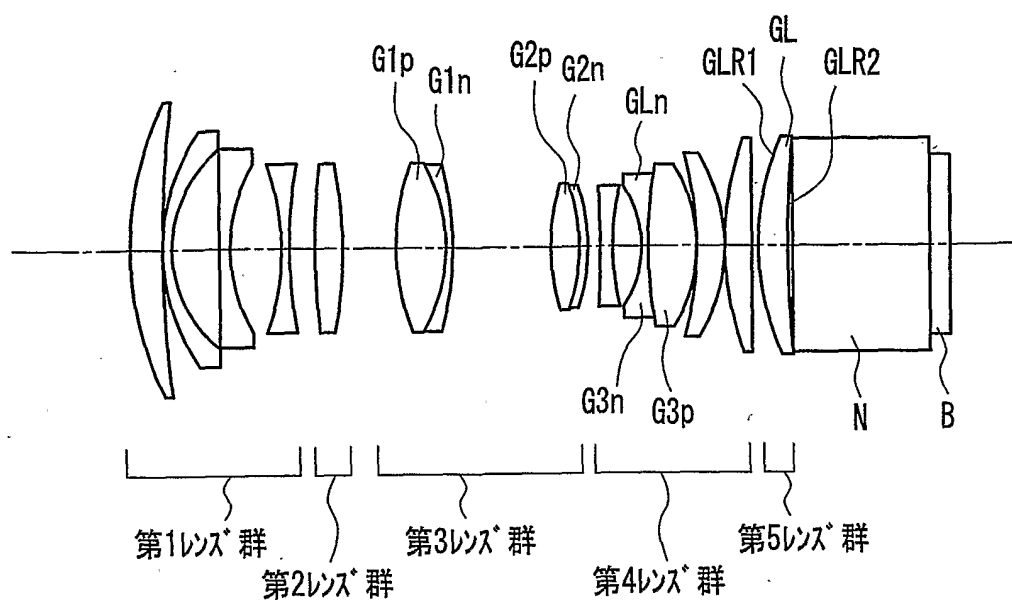


FIG. 18

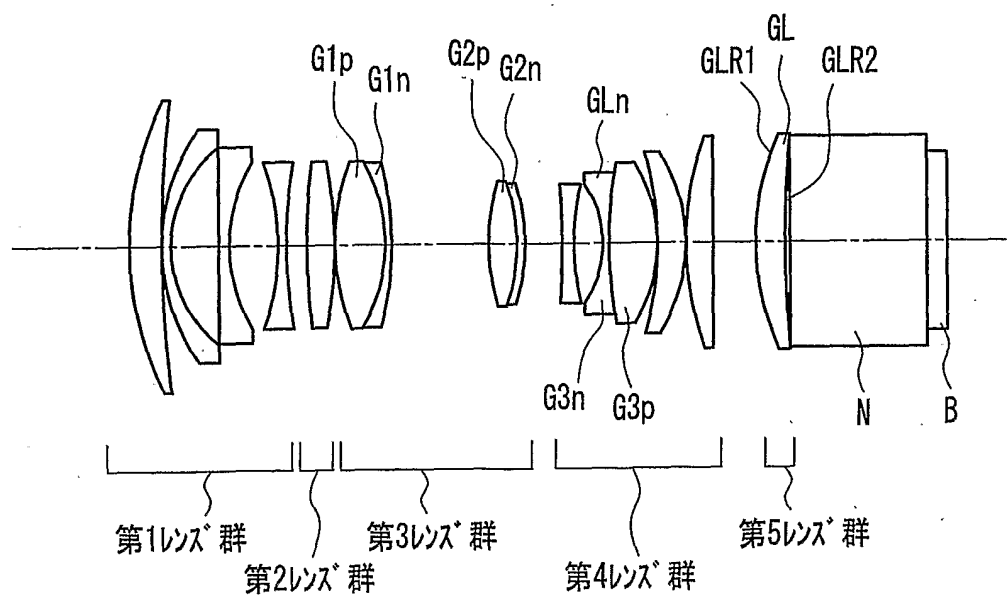


FIG. 19

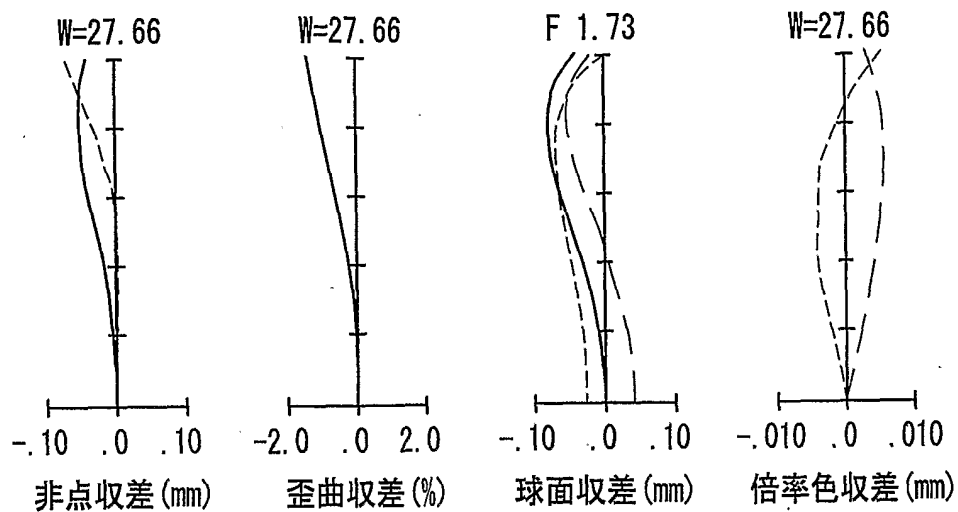


FIG. 20

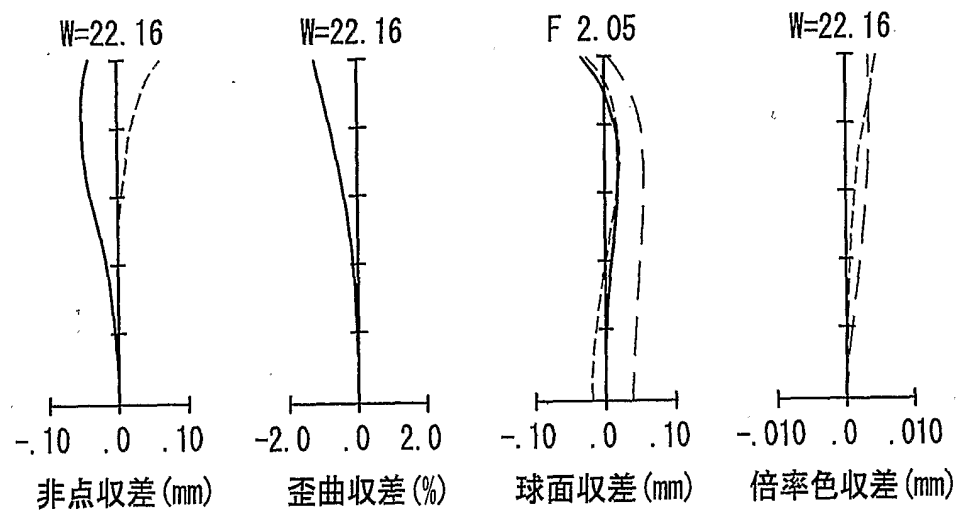


FIG. 21

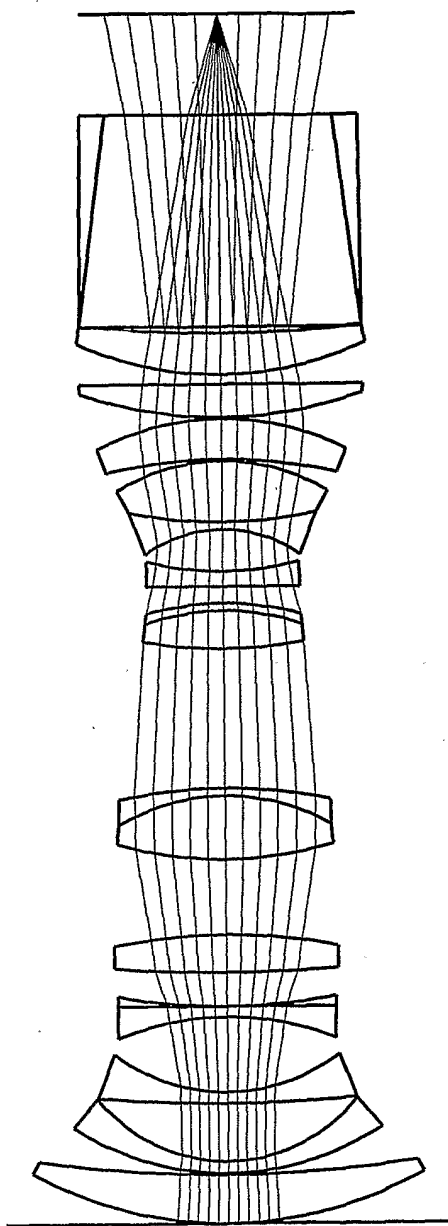


FIG.22

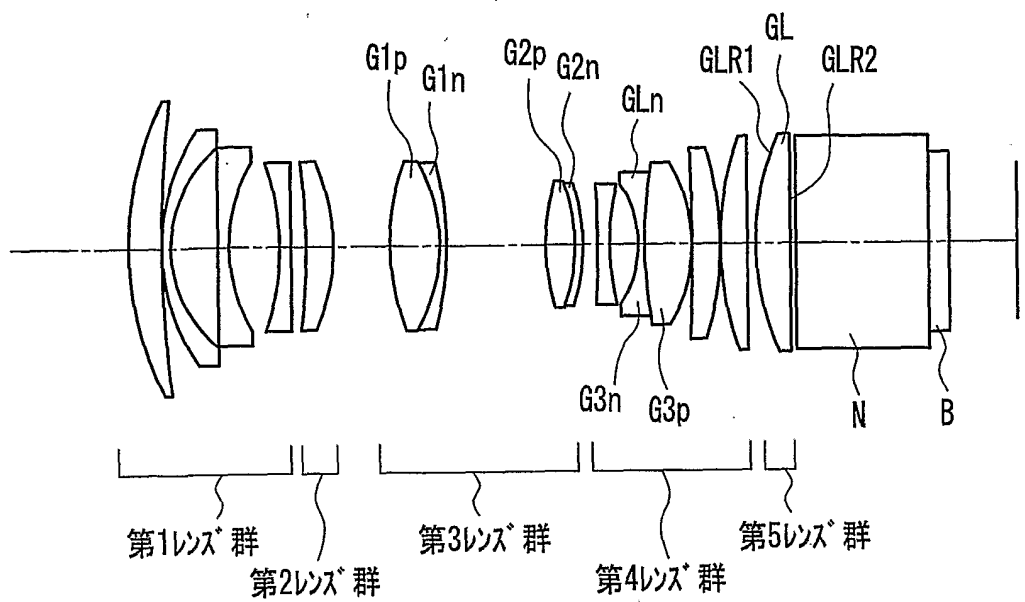


FIG. 23

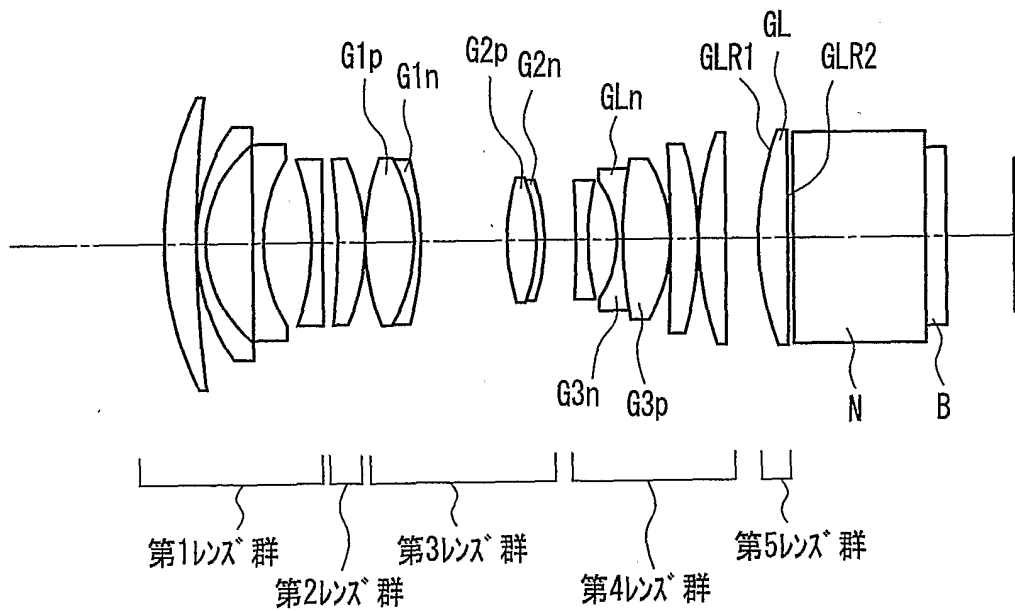


FIG. 24

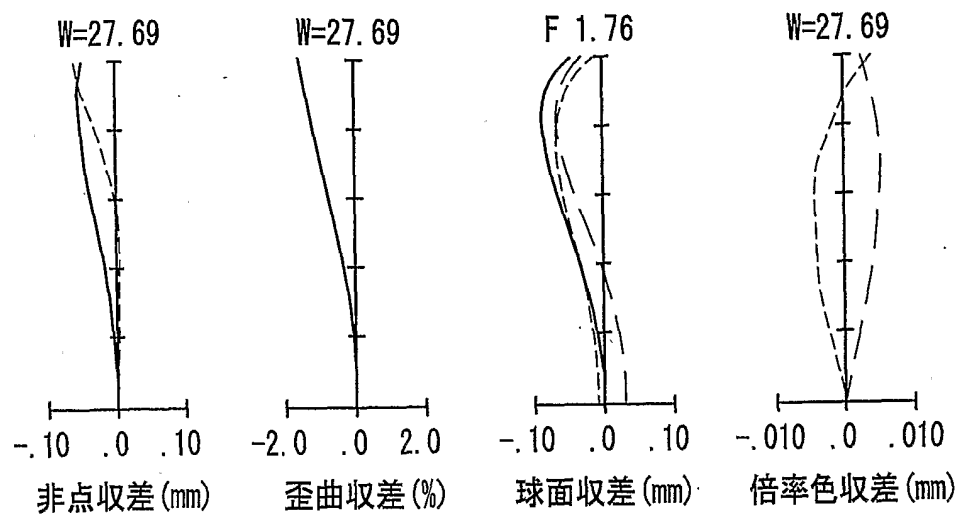


FIG. 25

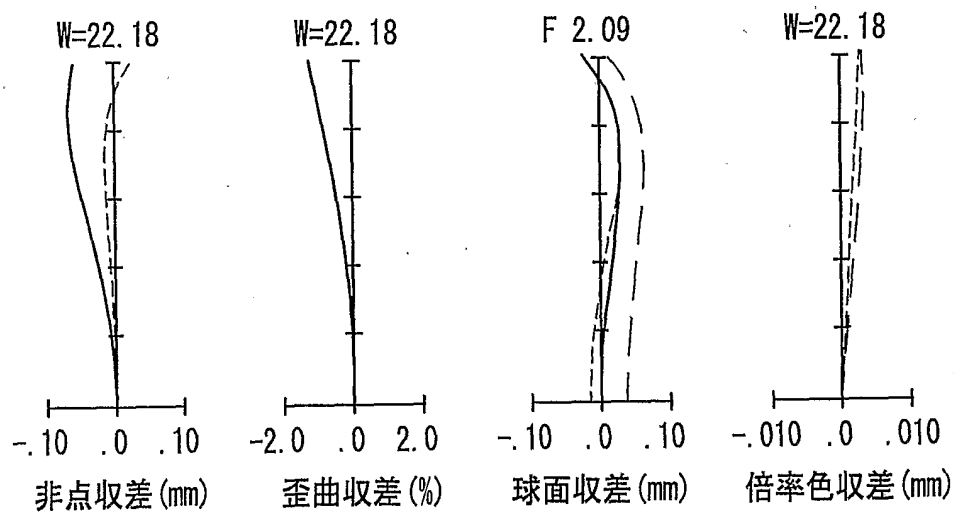


FIG. 26

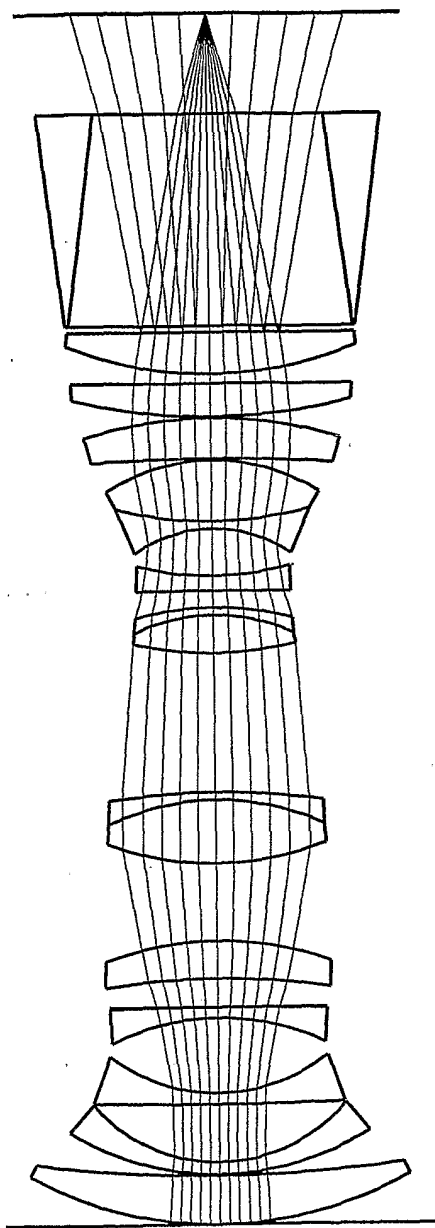


FIG.27

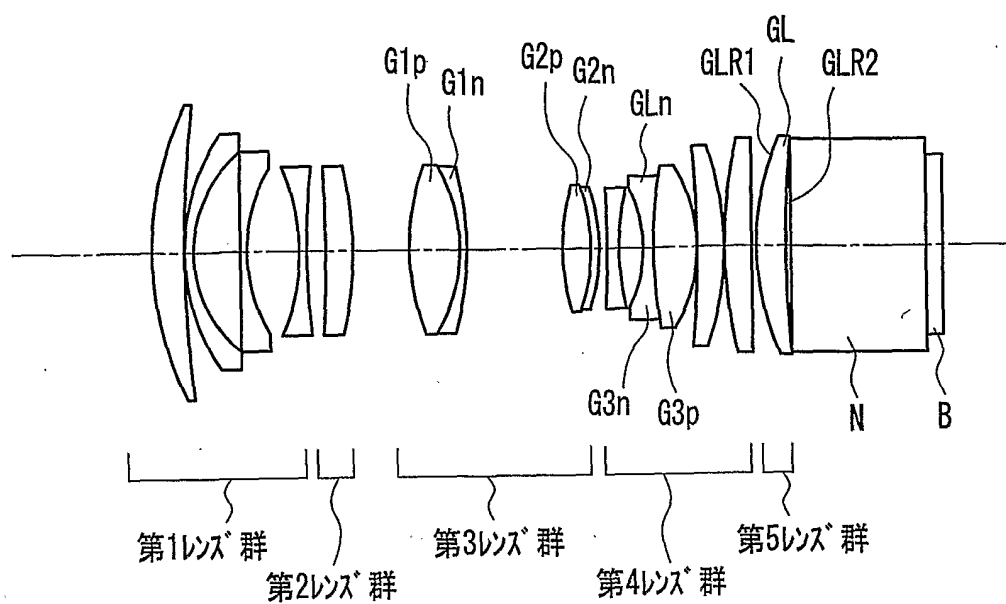


FIG. 28

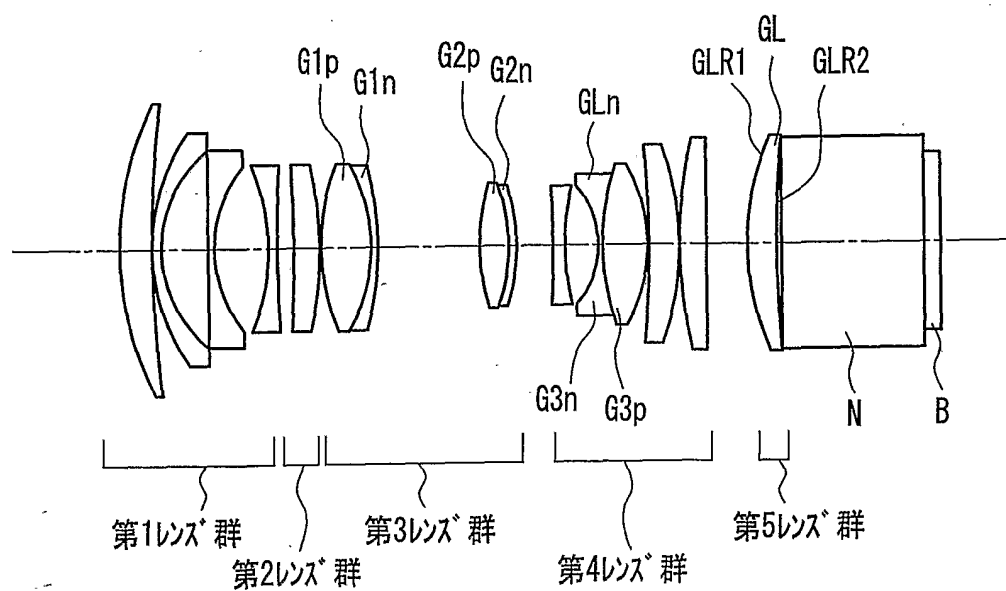


FIG. 29

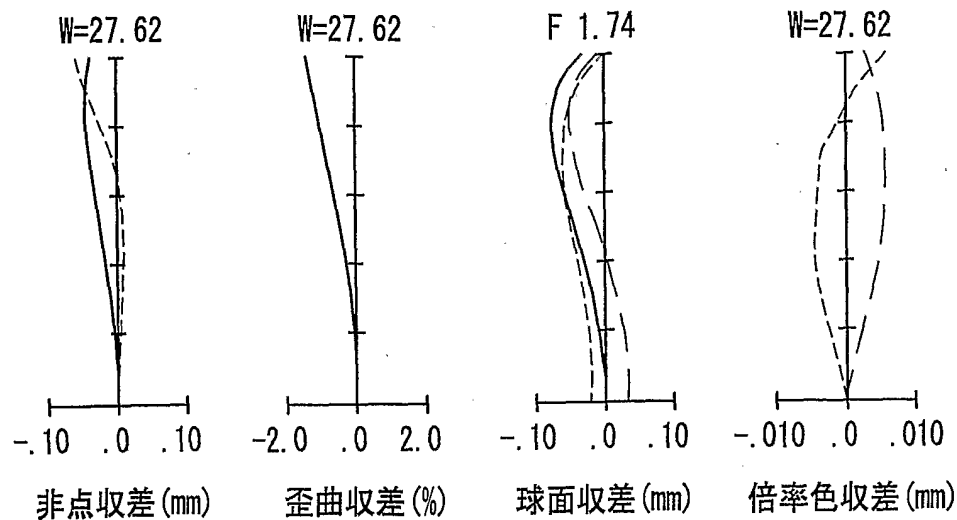


FIG. 30

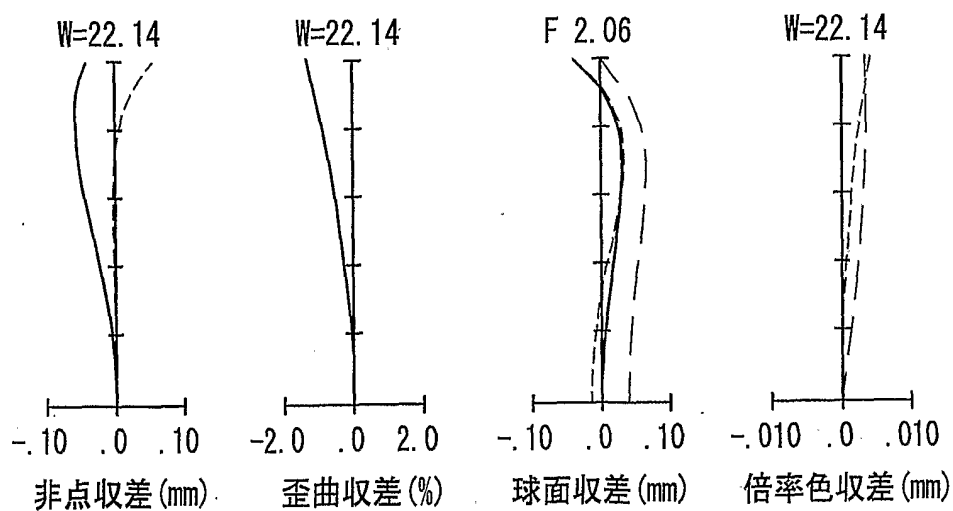


FIG. 31

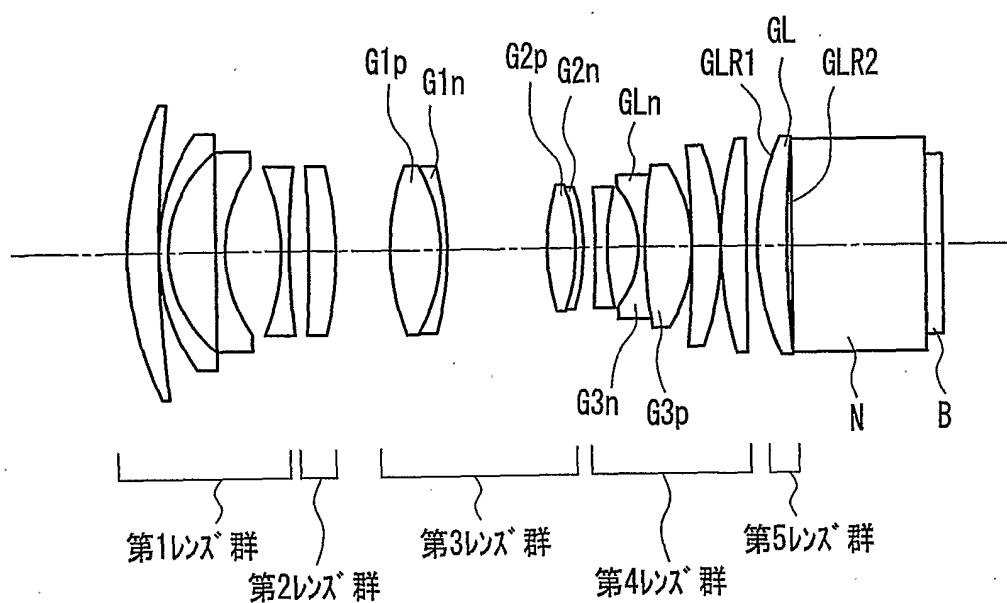


FIG. 32

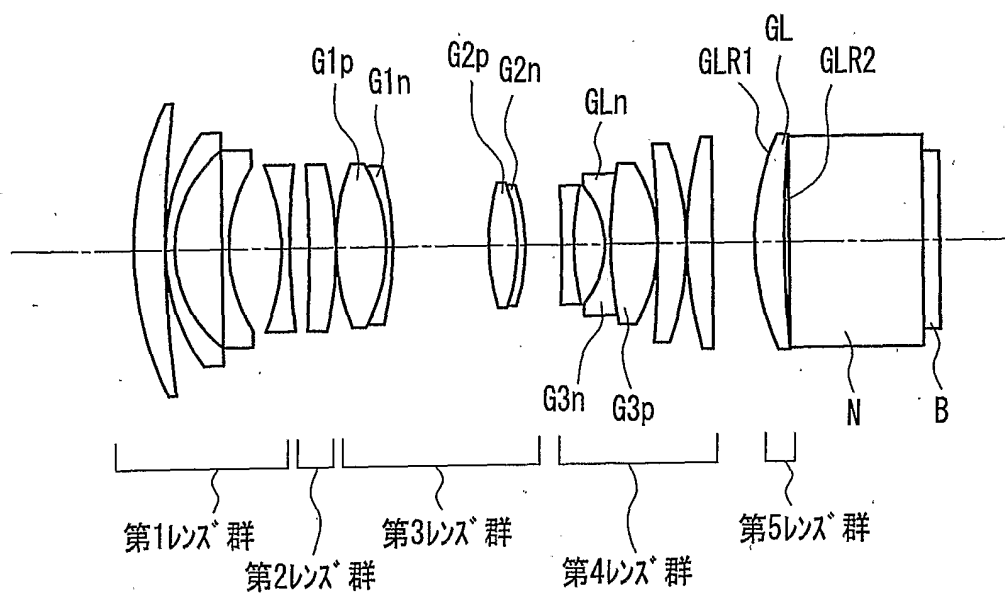


FIG. 33

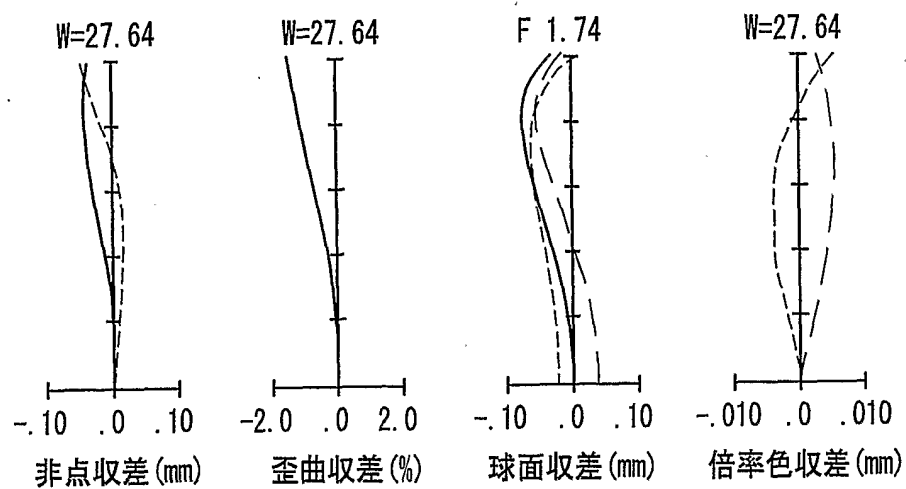


FIG. 34

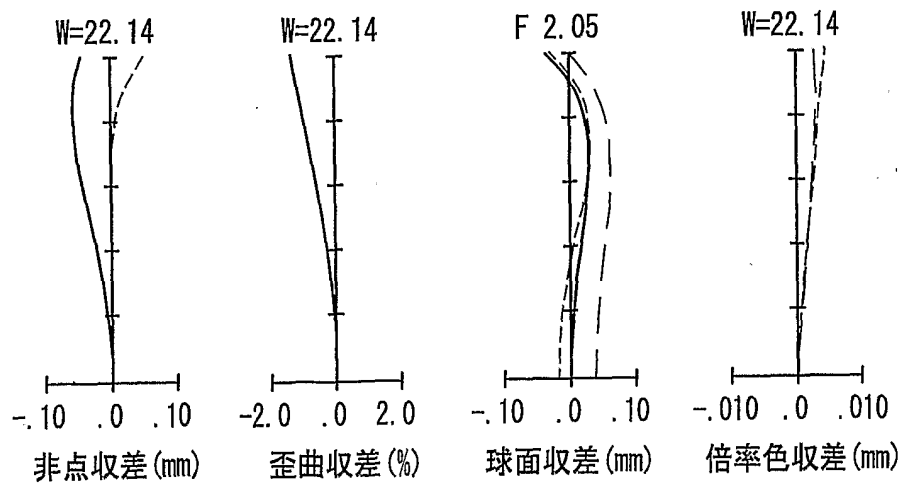


FIG. 35

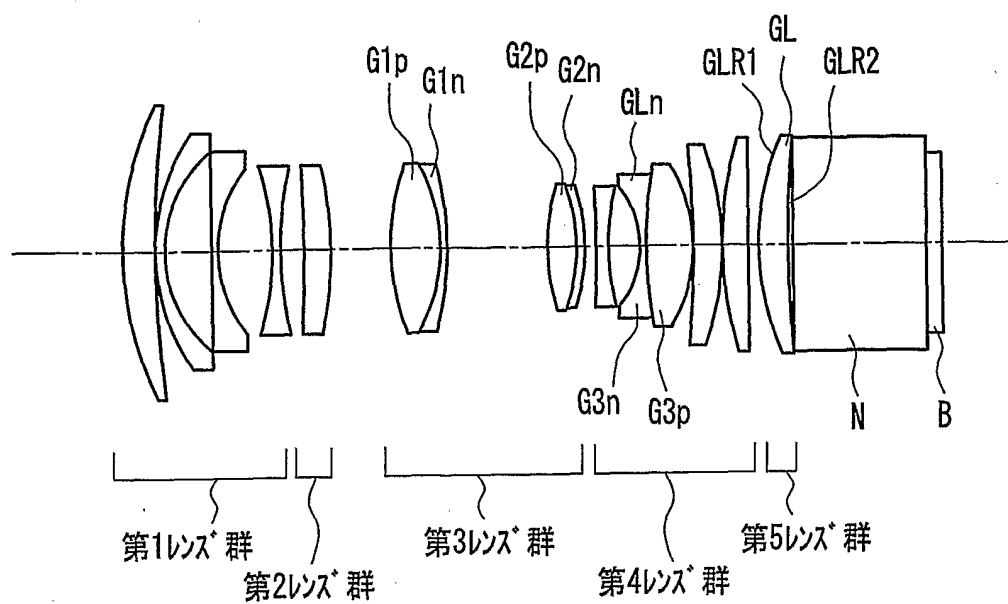


FIG. 36

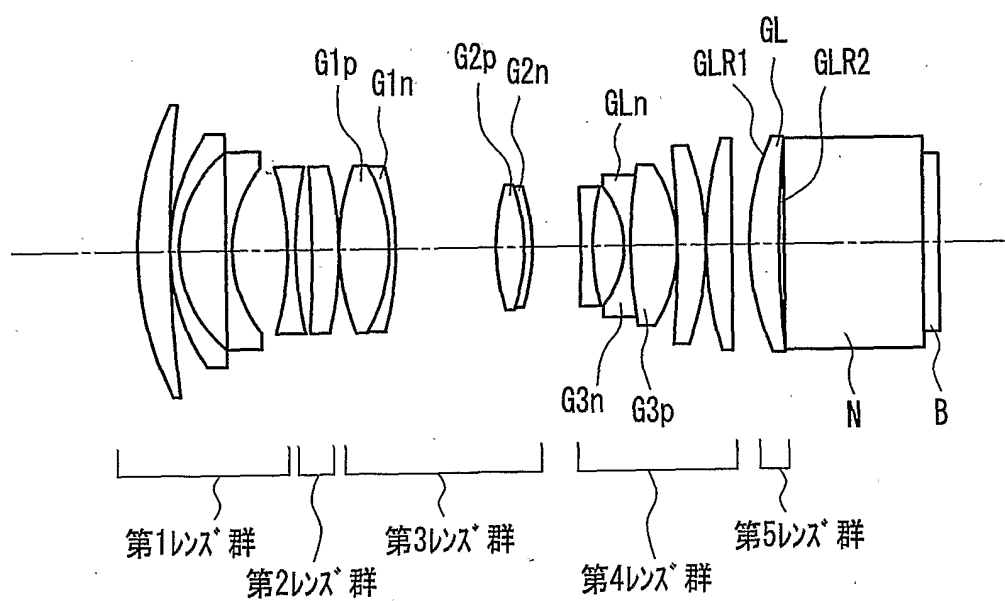


FIG. 37

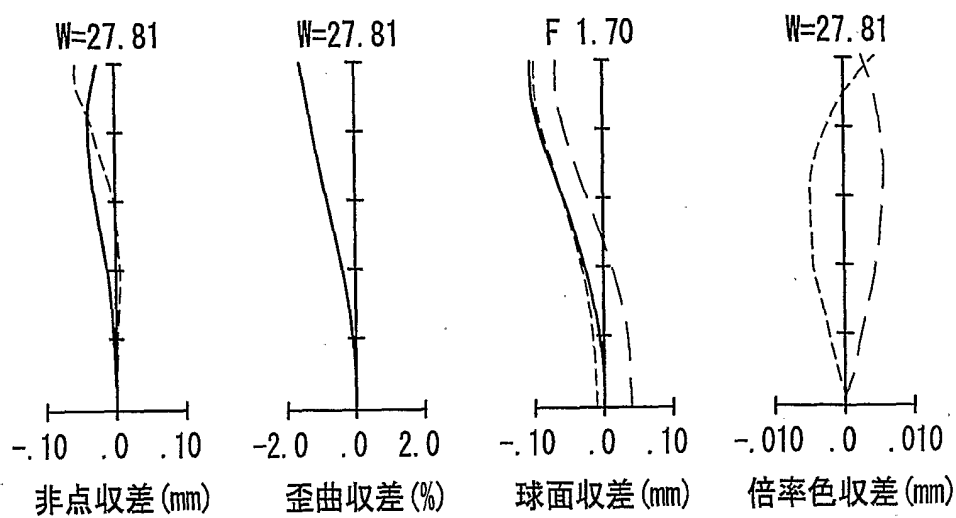


FIG. 38

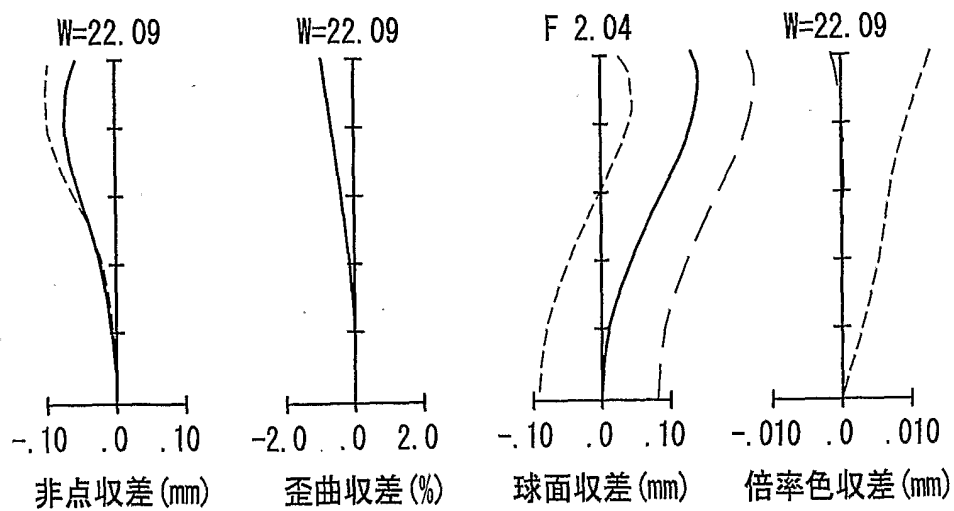


FIG. 39

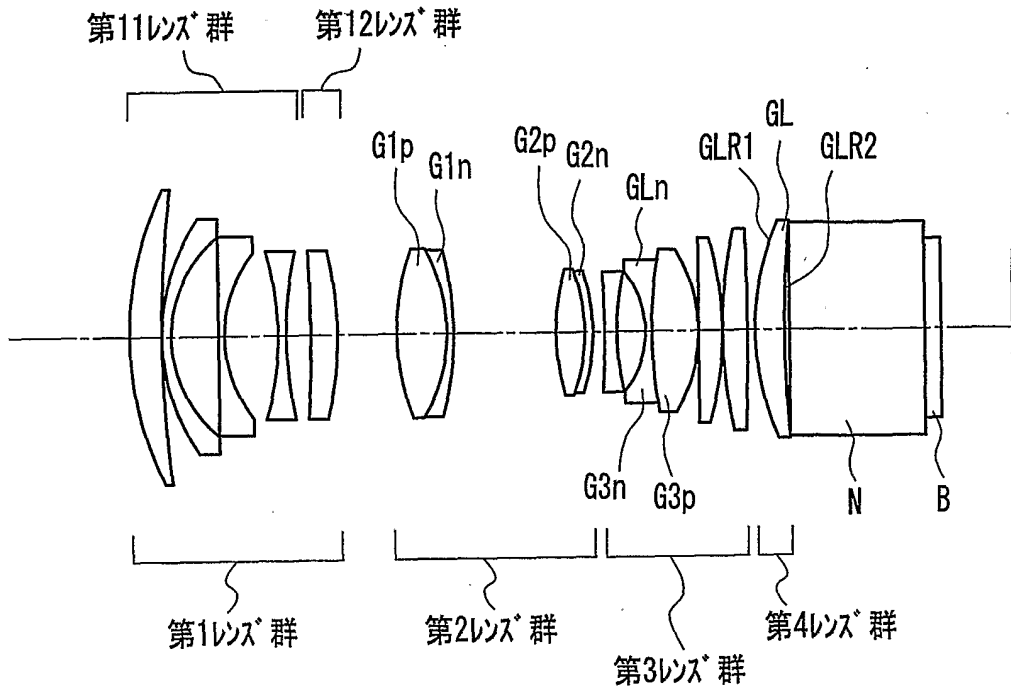


FIG. 40

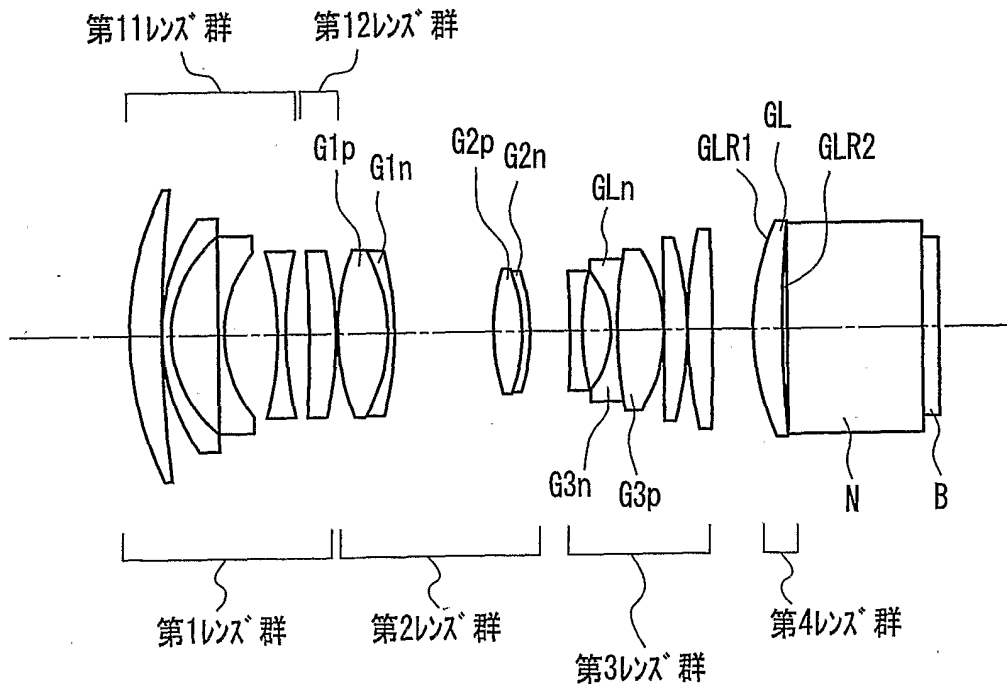


FIG. 41

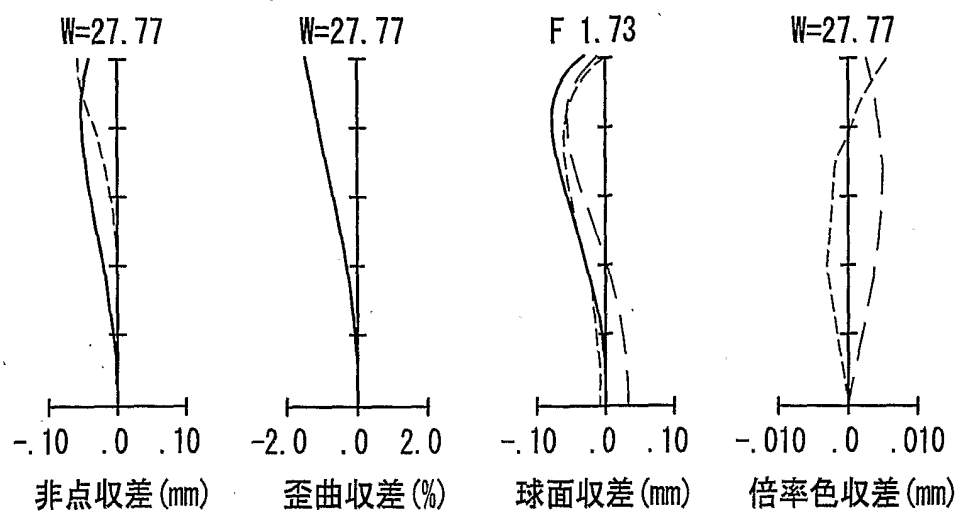


FIG. 42

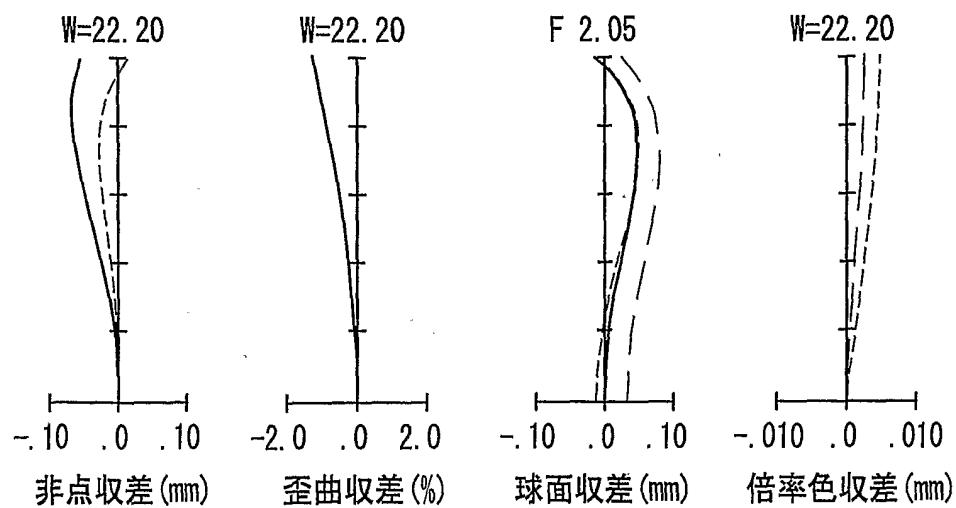


FIG. 43

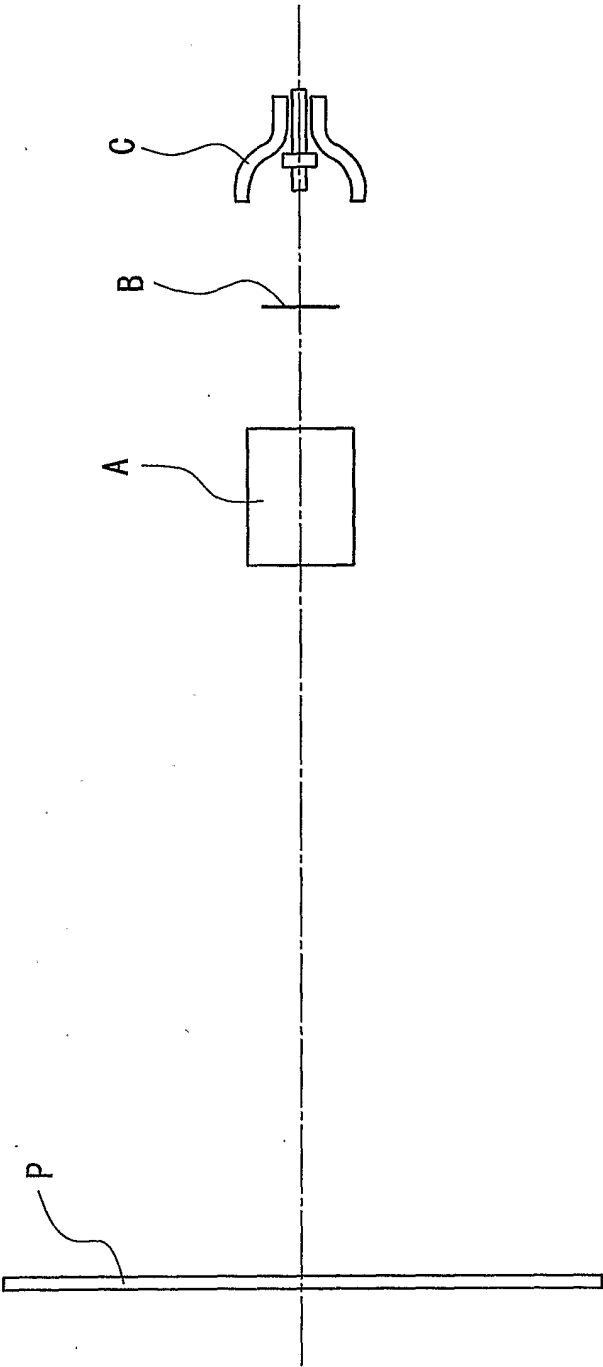


FIG. 44

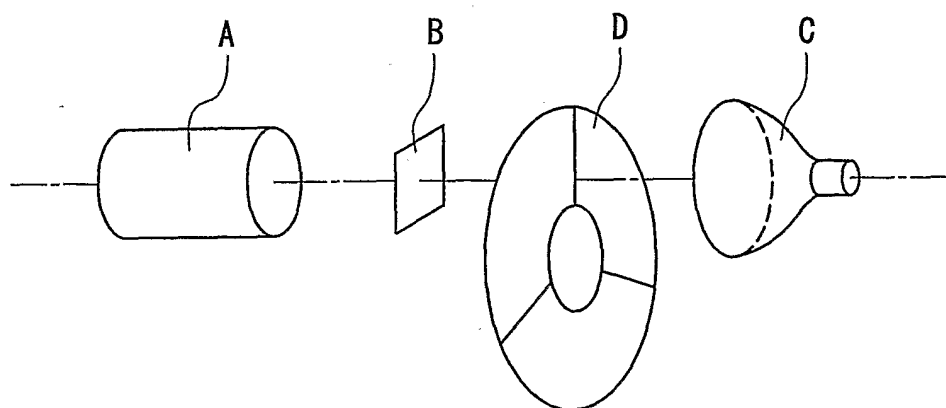


FIG. 45

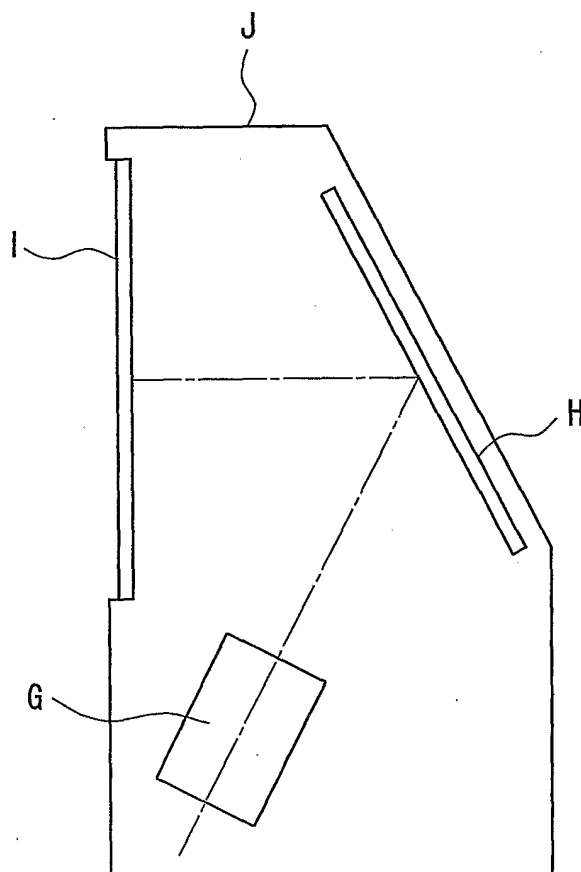


FIG. 46

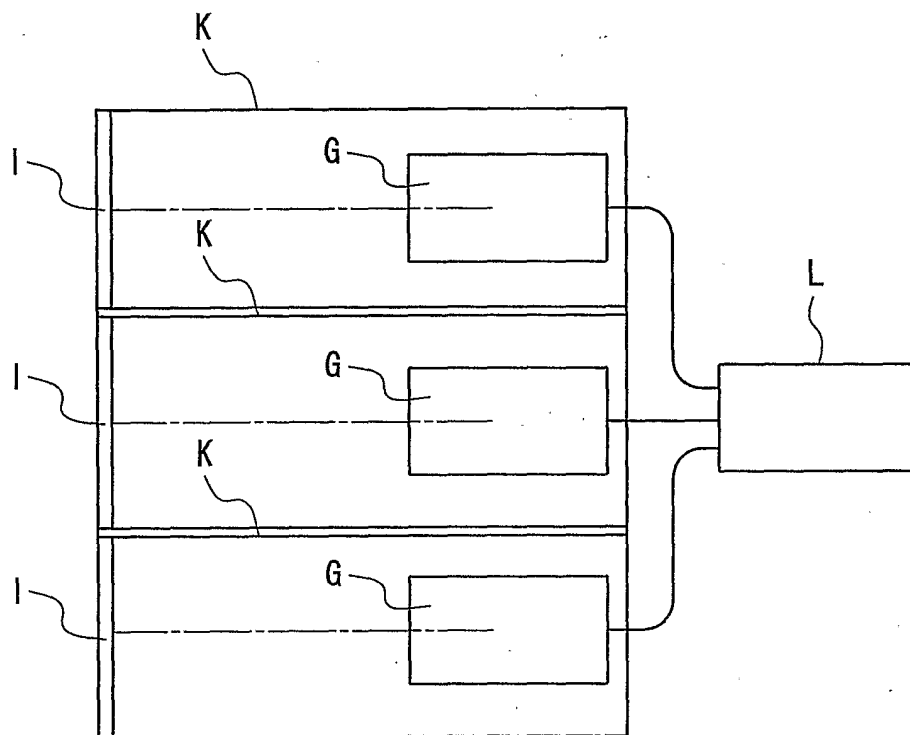


FIG. 47

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/007003

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G02B15/20, G02B13/18, G02B15/167

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.Cl⁷ G02B15/20, G02B13/18, G02B15/167

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

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

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	JP 2001-249275 A (Nikon Corp.), 14 September, 2001 (14.09.01), Full text; all drawings; particularly, Par. Nos. [0041] to [0051]; Fig. 6 (Family: none)	1-2, 14-20
Y	JP 2002-341242 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 27 November, 2002 (27.11.02), Full text; all drawings (Family: none)	1-2, 14-20
X	JP 2001-228398 A (COSINA CO., LTD.), 24 August, 2001 (24.08.01), Full text; all drawings, particularly, example 1; Fig. 1 (Family: none)	1-2, 14-20

☒ 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
24 August, 2004 (24.08.04)

Date of mailing of the international search report
07 September, 2004 (07.09.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/007003

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 11-95098 A (Nittoh Kogaku Kabushiki Kaisha), 09 April, 1998 (09.04.98), Full text; all drawings; particularly, example 9; Fig. 17 & US 6075653 A	1-2,14-20
X	JP 2001-4919 A (Fuji Photo Optical Co., Ltd.), 12 January, 2001 (12.01.01), Full text; all drawings; particularly, example 1; Fig. 1 & US 6480340 B1 & DE 10028489 A1	1-2,14-20
X	JP 2000-39556 A (Fuji Photo Optical Co., Ltd.), 28 February, 2000 (28.02.00), Full text; all drawings & US 6115194 A & DE 10028489 A1	1-2,14-20
X	JP 2000-66098 A (Fuji Photo Optical Co., Ltd.), 03 March, 2000 (03.03.00), Full text; all drawings; particularly, example 2; Fig. 1 & US 6038078 A	1-2,14-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/007003

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

See extra sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: 1-2, 14-20

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

The invention in claim 1 relates to a zoom lens which comprises a prism disposed between a projection lens and a spatial optical modulation element (B), and is used as the projection lens of a projector, characterized in that a lens closest to the spatial optical modulation element (B) is a meniscus positive lens with its convex plane facing a screen side, and the refractive index of the meniscus positive lens is at least 1.75.

However, since the zoom lens itself is a conventionally known technology as is described in, for example, JP2001-249275 A (Nikon Corp.), 14. 09. 2001, the invention in claim 1 does not include a technical feature that defines a contribution made as a whole over the prior art, that is, there exists no special technical feature within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence.

Accordingly, whether or not there is a technical relationship among inventions or invention groups in claims dependent on claim 1 involving the same or corresponding technical features will be further studied.

1. The invention in claim 2 relates to a zoom lens that satisfies a conditional expression (1) in addition to having a technical feature in claim 1.

And, the invention (hereinafter called "invention group 1") in claim 2 has the technical feature of defining the above conditional expression (1) in order to prevent an unnecessary light, reflected off the plane on the screen side of a lens closest to a spatial optical modulation element, from imaging on the spatial optical modulation element.

2. The invention in claim 3 relates to a zoom lens that satisfies a conditional expression (2) in addition to having a technical feature in claim 1.

And, the invention (hereinafter called "invention group 2") in claim 3 has the technical feature of defining the above conditional expression (2) in order to prevent an unnecessary light, reflected off the plane on the screen side of a lens closest to a spatial optical modulation element, from imaging on the spatial optical modulation element.

3. The invention in claim 4 relates to a zoom lens that satisfies a conditional expression (3) in addition to having a technical feature in claim 1.

And, the invention (hereinafter called "invention group 3") in claim 4 has the technical feature of defining the above conditional expression (3) in order to favorably correct distortion aberration and keep a good aberration balance between a wide angle end and a telescopic end.

4. The invention in claim 5 relates to a zoom lens which has a lens being closest to the spatial optical modulation element and having an Abbe's number of up to 30 in addition to having a technical feature in claim 1.

And, the invention (hereinafter called "invention group 4") in claim 5 has the technical feature of defining the closest lens' Abbe's number to up to 30 in order to enhance the performance of the zoom lens while minimizing the magnification chromatic aberration of a lens as a whole.

5. The invention in claim 6 relates to a zoom lens that satisfies a conditional expression (4) in addition to having a technical feature in claim 1.

And, the invention (hereinafter called "invention group 5") in claim 6 has the technical feature of defining the above conditional expression (4) in order to minimize magnification chromatic aberration of three colors, red, green and blue.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/007003

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

6. The invention in claim 7 relates to a zoom lens that satisfies a conditional expressions (5), (6) in addition to having a technical feature in claim 1.

And, the invention (hereinafter called "invention group 6") in claim 7 has the technical feature of defining the above conditional expressions (5), (6) in order to minimize magnification chromatic aberration of three colors, red, green and blue.

7. The invention in claim 8 relates to a zoom lens that satisfies a conditional expressions (7)-(11) in addition to having a technical feature in claim 1.

The invention in claim 9 is an invention in a dependent-type claim referring to the above claim 8.

And, the inventions (hereinafter called "invention group 7") in claims 8 and 9 have the technical feature of defining the above conditional expressions (7)-(11) in order to minimize magnification chromatic aberration of three colors, red, green and blue.

8. The invention in claim 10 relates to a zoom lens that has three lenses, a meniscus positive lens with its convex plane facing the screen side, a positive lens and a positive lens, arranged from the spatial optical modulation element side to the screen side in addition to having a technical feature in claim 1.

And, the invention (hereinafter called "invention group 8") in claim 10 has the technical feature of arranging three lenses, a meniscus positive lens with its convex plane facing the screen side, a positive lens and a positive lens from the spatial optical modulation element side to the screen side in order to be able to reduce the effect of an unnecessary light reflected off the plane of a lens closest to the spatial optical modulation element and decrease spherical aberration.

9. The invention in claim 11 relates to a zoom lens of five groups, negative, positive, positive, negative, and positive that specifies the lens structure of a third lens group and a fourth lens group in addition to having a technical feature in claim 1.

And, the invention (hereinafter called "invention group 9") in claim 11 has the technical feature of providing the lens structure of the above zoom lens in order to achieve a small distortion aberration, a good on-axis chromatic aberration, and a good magnification chromatic aberration at each magnification of the zoom lens.

10. The invention in claim 12 relates to a zoom lens of four groups, negative, positive, negative, and positive that constitutes a first lens group with a 11th lens group and a 12th lens group, the distance between the both being changed at focus adjusting in addition to having a technical feature in claim 1.

The invention in claim 13 is an invention in a dependent-type claim referring to the claim 12.

And, the inventions (hereinafter called "invention group 10") in claims 12 and 13 have the technical feature of providing the lens structure of the above zoom lens in order to achieve a small distortion aberration, a good on-axis chromatic aberration, and a good magnification chromatic aberration at each magnification of the zoom lens.

The inventions in claims 14-16 merely specify the specific matters of the specification such as the magnification of a whole lens system, an F number at a wide angle eng, a zoom ratio in addition to having a technical feature in claim 1, and no particular technical feature is added.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/007003

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

The inventions in claims 17 and 18 relate to a video magnifying/displaying system, a video projector or the like provided with a zoom lens as a projection means in addition to having technical features of inventions in claims 1-16, and only a conventionally known matter is added with no particular technical feature added.

The inventions in claims 19 and 20 relate to a rear projector and a multi-vision system provided with a video projector in addition to having technical feature of the invention in claim 18, and only a conventionally known matter is added with no particular technical feature added.

There exist no matter that is common to invention group 1 through invention group 10 and to be considered to be the same or corresponding special technical feature, except for a matter specified in claim 1 that is not novel to the conventional technology and has no technical feature that define a contribution made over the prior art, that is, there exists no technical relationship among them involving the same or corresponding special technical feature within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence, and the above invention groups are not a group of inventions so linked as to form a single general inventive concept.

Accordingly, these invention groups are not so linked as to fulfill the requirement of unity.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁷ G02B 15/20, G02B 13/18, G02B 15/167		
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 G02B 15/20, G02B 13/18, G02B 15/167		
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 1926-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2004年 日本国登録実用新案公報 1994-2004年 日本国実用新案登録公報 1996-2004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	JP 2001-249275 A (株式会社ニコン) 2001.09.14、全文、全図、特に[0041]-[0051]、図6、(ファミリーなし)	1-2, 14-20
Y	JP 2002-341242 A (松下電器産業株式会社) 2002.11.27、全文、全図、(ファミリーなし)	1-2, 14-20
☒ 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 24.08.2004	国際調査報告の発送日 07.9.2004	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 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	2V 9222
電話番号 03-3581-1101 内線 3269		

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	JP 2001-228398 A (株式会社コシナ) 2001.08.24、全文、全図、特に、第1実施例、図1 (ファミリーなし)	1-2, 14-20
X	JP 11-95098 A (日東光学株式会社) 1998.04.09、全文、全図、特に、実施例9、図17 & US 6075653 A	1-2, 14-20
X	JP 2001-4919 A (富士写真光機株式会社) 2001.01.12、全文、全図、特に、実施例1、図1 & US 6480340 B1 & DE 10028489 A1	1-2, 14-20
X	JP 2000-39556 A (富士写真光機株式会社) 2000.02.28、全文、全図 & US 6115194 A & DE 10028489 A1	1-2, 14-20
X	JP 2000-66098 A (富士写真光機株式会社) 2000.03.03、全文、全図、特に、実施例2、図1 & US 6038078 A	1-2, 14-20

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

特別ページ第III欄の続きを参照

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

請求の範囲 1-2, 14-20

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
☒ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。

第III欄の続き

請求の範囲1の発明は、投写レンズと空間光変調素子との間にプリズムを配してなるプロジェクタの前記投写レンズとして用いられるズームレンズであって、前記空間光変調素子に最も近いレンズが、スクリーン側に凸面を向けたメニスカス正レンズであり、前記メニスカス正レンズの屈折率が1.75以上であることを特徴とするズームレンズの発明である。

しかしながら、前記ズームレンズ自体は、例えば、JP 2001-249275 A (株式会社ニコン) 2001.09.14 に記載されているように従来から知られた技術であるので、請求の範囲1に記載された発明は、全体として先行技術に対して行う貢献を明示する技術的特徴を含まず、すなわち、PCT規則13.2、第2文の意味において特別の技術的特徴となるものは存在しない。

したがって、請求の範囲1に従属する請求の範囲に記載された発明又は発明の群同士にさらに、同一又は対応する特別な技術的特徴を含む技術的な関係があるかどうかを検討することになる。

1. 請求の範囲2の発明は、前記請求の範囲1の技術的特徴に加え、条件式(1)を満足するズームレンズの発明である。

そして、請求の範囲2の発明(以降「発明の群1」と呼ぶ)は、空間光変調素子に最も近いレンズのスクリーン側の面で反射した不要光が空間光変調素子上で結像するのを防止するために、上記条件式(1)を規定するという技術的特徴を有する。

2. 請求の範囲3の発明は、前記請求の範囲1の技術的特徴に加え、条件式(2)を満足するズームレンズの発明である。

そして、請求の範囲3の発明(以降「発明の群2」と呼ぶ)は、空間光変調素子に最も近いレンズの空間光変調素子側の面で反射した不要光が空間光変調素子上で結像するのを防止するために、上記条件式(2)を規定するという技術的特徴を有する。

3. 請求の範囲4の発明は、前記請求の範囲1の技術的特徴に加え、条件式(3)を満足するズームレンズの発明である。

そして、請求の範囲4の発明(以降「発明の群3」と呼ぶ)は、歪曲収差を良好に補正して、広角端と望遠端での収差のバランスを良好なものとするために、上記条件式(3)を規定するという技術的特徴を有する。

4. 請求の範囲5の発明は、前記請求の範囲1の技術的特徴に加え、空間光変調素子に最も近いレンズのアッペ数が30以下であるズームレンズの発明である。

そして、請求の範囲5の発明(以降「発明の群4」と呼ぶ)は、レンズ全体で倍率色収差を小さく抑えて、ズームレンズを高性能化するために、最も近いレンズのアッペ数が30以下に規定するという技術的特徴を有する。

5. 請求の範囲6の発明は、前記請求の範囲1の技術的特徴に加え、条件式(4)を満足するズームレンズの発明である。

そして、請求の範囲6の発明(以降「発明の群5」と呼ぶ)は、赤、緑、青の3色の倍率色収差を小さく抑えるために、上記条件式(4)を規定するという技術的特徴を有する。

6. 請求の範囲7の発明は、前記請求の範囲1の技術的特徴に加え、条件式(5)、(6)を満足するズームレンズの発明である。

そして、請求の範囲7の発明(以降「発明の群6」と呼ぶ)は、赤、緑、青の3色の倍率色収差を小さく抑えるために、上記条件式(5)、(6)を規定するという技術的特徴を有する。

7. 請求の範囲8の発明は、前記請求の範囲1の技術的特徴に加え、条件式(7) - (1)を満足するズームレンズの発明である。

また、請求の範囲9の発明は、前記請求の範囲8を引用する従属形式の請求の範囲の発明

である。

そして、請求の範囲8及び9の発明（以降「発明の群7」と呼ぶ）は、赤、緑、青の3色の倍率色収差を小さく抑えるために、上記条件式（7）－（11）を規定するという技術的特徴を有する。

8. 請求の範囲10の発明は、前記請求の範囲1の技術的特徴に加え、空間光変調素子側からスクリーン側に向かってスクリーン側に凸面を向けたメニスカス正レンズ、正レンズ、正レンズの3つのレンズが配置されているズームレンズの発明である。

そして、請求の範囲10の発明（以降「発明の群8」と呼ぶ）は、空間光変調素子に最も近いレンズのレンズ面で反射した不要光の影響を小さくすることができると共に、球面収差を小さくすることができる等のために、空間光変調素子側からスクリーン側に向かってスクリーン側に凸面を向けたメニスカス正レンズ、正レンズ、正レンズの3つのレンズが配置されているという技術的特徴を有する。

9. 請求の範囲11の発明は、前記請求の範囲1の技術的特徴に加え、負、正、正、負、正の5群ズームレンズであって、第3レンズ群と第4レンズ群のレンズ構成を特定したズームレンズの発明である。

そして、請求の範囲11の発明（以降「発明の群9」と呼ぶ）は、小さな歪曲収差と、良好な軸上色収差と、良好な倍率色収差を、ズームレンズの各倍率で実現するために、上記ズームレンズのレンズ構成を備えたという技術的特徴を有する。

10. 請求の範囲12の発明は、前記請求の範囲1の技術的特徴に加え、負、正負、正の4群ズームレンズであって、第1レンズ群の第11レンズ群と第12レンズ群とにより構成し、両者をフォーカス調整に際して間隔を変化させるズームレンズの発明である。

また、請求の範囲13の発明は、前記請求の範囲12を引用する従属形式の請求の範囲の発明である。

そして、請求の範囲12及び13の発明（以降「発明の群10」と呼ぶ）は、小さな歪曲収差と、良好な軸上色収差と、良好な倍率色収差を、ズームレンズの各倍率で実現するために、上記ズームレンズのレンズ構成を備えたという技術的特徴を有する。

また、請求の範囲14乃至16の発明は、前記請求の範囲1の発明の技術的特徴に加えて、レンズ全系の倍率、広角端のFナンバー、ズーム比等、単なるスペックの特定事項を特定しているにすぎず、特に格別の技術的特徴を加えたものではない。

また、請求の範囲17及び18の発明は、前記請求の範囲1乃至16の発明の技術的特徴に加えて、ズームレンズを投写手段として備えた映像拡大表示システム、ビデオプロジェクター等の発明であり、単に従来周知の事項を加えたのみであり、特に格別の技術的特徴を加えたものではない。

また、請求の範囲19及び20の発明は、前記請求の範囲18の発明の技術的特徴に加えて、ビデオプロジェクタを備えたリアプロジェクタ、マルチビジョンシステムの発明であり、単に従来周知の事項を加えたのみであり、特に格別の技術的特徴を加えたものではない。

そして、発明の群1から10の間の各々の間には、従来技術に対して新規でない、先行技術に対して行う貢献を明示する技術的特徴を有さない請求の範囲1に特定した事項以外に、同一又は対応する特別な技術的特徴と考えられる共通事項は存在してなく、すなわち、PCT規則13.2、第2文の意味において、同一又は対応する特別な技術的特徴を含む技術的關係は存在していなく、前記発明の群同士は、単一の一般的発明概念を形成する連関している一群の発明であるとはいえない。

したがって、発明の群同士は、単一性を満足する関係であるとはいえない。