

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5358280号  
(P5358280)

(45) 発行日 平成25年12月4日(2013.12.4)

(24) 登録日 平成25年9月6日(2013.9.6)

(51) Int.Cl. F I  
**G O 3 B 21/62 (2006.01)** G O 3 B 21/62  
**G O 3 B 21/00 (2006.01)** G O 3 B 21/00 D  
**G O 2 B 3/08 (2006.01)** G O 2 B 3/08

請求項の数 16 (全 33 頁)

(21) 出願番号	特願2009-115132 (P2009-115132)	(73) 特許権者	509189444
(22) 出願日	平成21年5月12日 (2009.5.12)		日立コンシューマエレクトロニクス株式会社
(65) 公開番号	特開2010-266482 (P2010-266482A)		東京都千代田区大手町二丁目2番1号
(43) 公開日	平成22年11月25日 (2010.11.25)	(74) 代理人	100100310
審査請求日	平成23年8月18日 (2011.8.18)		弁理士 井上 学
		(72) 発明者	平田 浩二
			神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地
			株式会社日立製作所 ソリューションビジ
			ネス事業部内
		(72) 発明者	谷津 雅彦
			神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地
			株式会社日立製作所 ソリューションビジ
			ネス事業部内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 投写ボード装置、及びこれに用いる透過型スクリーン

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

映像表示素子に表示された映像の映像光を、複数のレンズを含む斜投写光学系によりスクリーンに拡大投写する投写ボード装置において、

前記スクリーンは、前記映像光の入射側にフレネルレンズを備え、

前記フレネルレンズの画面垂直方向の断面形状は、当該画面垂直方向の位置に応じて変化し、

前記フレネルレンズの画面垂直方向の断面は、前記映像光を屈折作用により映像観視側に出射する第1のレンズ領域と、前記映像光を屈折作用により映像観視側に出射する領域と前記映像光を全反射により映像観視側に出射する領域が混在する第2のレンズ領域と、前記映像光を全反射により映像観視側に出射する第3のレンズ領域からなり、

前記第2のレンズ領域の比率は、画面下端から上端に向かって変化し、

前記フレネルレンズは、前記映像光の出射側に、光拡散作用を有する拡散材を備え、

前記映像表示素子上の前記映像が表示される領域の対角寸法は1.3インチ以下、又は、当該映像表示領域の有効画素数は780000画素以上である、投写ボード装置。

【請求項2】

前記複数のレンズの周辺光量比は60%以上である、請求項1記載の投写ボード装置。

【請求項3】

前記斜投写光学系は、前記複数のレンズから出射された光を反射する曲面ミラーと、当該曲面ミラーが反射した光を前記スクリーンへ導く平面ミラーを備え、

10

20

前記平面ミラーは、前記スクリーンに対して略平行に配置される、請求項 1 又は 2 記載の投写ボード装置。

【請求項 4】

前記複数のレンズのうち、前記スクリーンに最も近い位置に配置された第 1 のレンズを通過する映像光束の有効領域は、前記第 1 のレンズを含まない複数のレンズにより共有される光軸を含まず、

前記第 1 のレンズと前記スクリーンまでの間隔を  $L$ 、当該スクリーンの対角寸法を  $D$  とすると、 $1.75 < D/L$  を満足する、請求項 1 記載の投写ボード装置。

【請求項 5】

前記斜投写光学系は、前記複数のレンズから出射された光を反射する曲面ミラーと、当該曲面ミラーが反射した光を前記スクリーンへ導く平面ミラーを備え、

前記曲面ミラーの画面垂直方向有効領域上端は、前記平面ミラーの画面垂直方向有効領域下端より上に位置する、請求項 4 記載の投写ボード装置。

【請求項 6】

前記スクリーンを画面垂直方向に移動可能な移動機構を備え、

前記スクリーンは、前記映像光の出射側に、光拡散作用を有する拡散材を含む塗料を塗布されている、請求項 4 記載の投写ボード装置。

【請求項 7】

前記斜投写光学系は、前記複数のレンズから出射された光を反射する曲面ミラーと、当該曲面ミラーが反射した光を前記スクリーンへ導く平面ミラーを備え、

前記曲面ミラーの画面垂直方向有効領域上端は、前記平面ミラーの画面垂直方向有効領域下端より上に位置する、請求項 6 記載の投写ボード装置。

【請求項 8】

前記映像表示素子は、複数のレンズの物面有効領域の対角寸法又は面積に対して、略 90% 以下の有効映像表示領域を有する、請求項 1 記載の投写ボード装置。

【請求項 9】

前記映像表示素子は、前記複数のレンズの物面有効領域の対角寸法又は面積に対して略 70% 以下の有効映像表示領域を有し、

前記投写型映像表示装置は、前記スクリーンの外形中心に対して画面水平方向に所定量シフトして配置される、請求項 1 記載の投写ボード装置。

【請求項 10】

前記投写型映像表示装置と前記スクリーンを一体化する連結手段を備える、請求項 1 記載の投写ボード装置。

【請求項 11】

映像入力部及び音声入力部を更に備え、

前記画像入力部及び前記音声入力部は、前記スクリーン上端部に配置される、請求項 1 記載の投写ボード装置。

【請求項 12】

前記映像入力部から得られた映像信号をアスペクト比 4 : 3 の映像信号に変える手段と、映像表示領域の寸法と表示位置に合わせて映像をスケーリングする手段を更に備える、請求項 1 1 記載の投写ボード装置。

【請求項 13】

映像光の入射側に、画面垂直方向の位置によって断面形状が変化するリニアフレネル形状のフレネルレンズを備え、

前記フレネルレンズは、厚さが  $300 \mu\text{m}$  以下のシート基材上にロール金型により成形された後、紫外線もしくは可視光もしくは電磁波を照射することで硬化形成され、

当該フレネルレンズの画面垂直方向の断面は、前記映像光を屈折作用により映像観視側に出射する第 1 のレンズ領域と、前記映像光を屈折作用により映像観視側に出射する領域と前記映像光を全反射により映像観視側に出射する領域が混在する第 2 のレンズ領域と、前記映像光を全反射により映像観視側に出射する第 3 のレンズ領域からなり、

10

20

30

40

50

前記第2のレンズ領域の比率は、画面下端から上端に向かって変化し、

前記フレネルレンズは、光拡散作用を有する拡散材を含む拡散層及びスクリーン基材とを接着又は粘着により固定される、スクリーン。

【請求項14】

前記スクリーン基材の厚さを $t$ 、前記スクリーンの対角寸法を $D$ とすると、 $1/400 < t/D < 1/200$ を満足する、請求項13記載のスクリーン。

【請求項15】

前記スクリーンのスクリーンゲインを $G_s$ 、前記スクリーンの透過率を $T_s$ とすると、 $0.6 < G_s < 2.0$ 、及び、 $0.3 < T_s < 1.0$ を満足する、請求項13記載のスクリーン。

【請求項16】

前記平面ミラーは、前記スクリーンに対して略平行に配置される、請求項3又は5又は7記載の投写ボード装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液晶パネル等の映像表示素子を使用して投写面に映像を投影する投写型映像表示装置と投写面であるスクリーンとその製造方法に関するものであり、特に、これらを組み合わせて得られるボード装置のコンパクト化及び高性能化技術に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、反射型あるいは透過型の液晶パネルや微小ミラーを複数個配列した構造の映像表示素子の表示画面を投写面であるスクリーンやボード等に拡大表示する投写型映像表示装置においては、投写面で十分な大きさの拡大像が得られるようにすることは勿論であるが、プレゼンターの影が投写面に映らない事やプレゼンターの目に直接拡大映像光が入らないように、投写型映像表示装置と投写面の距離を短縮した所謂短投写型の投写光学系が市場に出現し始めている。この投写光学系は投写面に対して斜め方向から拡大映像光が入射するように構成されている。(例えば特許文献1)

また、かかる斜め投写に曲面ミラーを用いた斜投写光学系で光学的な調整を行う手段についても知られている。(例えば特許文献2)

更にプレゼンターの影が投写面に映らない事やプレゼンターの目に直接拡大映像光が入らないように、この斜投写光学系と光路折り返しミラーを用いて超薄型コンパクトな背面投写型ボード装置(映像表示装置)を実現する投写型映像表示装置も知られている。(例えば特許文献3)

この投写型映像表示装置に最適な透過型スクリーンとして従来は図37及び図38に示すような拡散層171と拡散シート基材172からなる拡散シート170(レンチキュラーシートの場合もある)とサーキュラーフレネル面を観視側に配置したサーキュラーフレネルシート167による二枚構成スクリーンが一般的であった。この透過型スクリーンを斜投写光学系に適用すると図38に示すように映像光 $R_1$ 、 $R_2$ は十分に屈折されず拡散シート170に斜め方向から入射するため明るさのピーク方向を所望の方向に制御できないばかりか大きな反射損失が生じる。そこで図39及び図40に示すような拡散シート170と投写型映像表示装置側にフレネルレンズ面を向けた全反射方式のサーキュラーフレネルシート166による二枚構成スクリーンが提案されている。この結果、斜投写光学系に対応させても反射損失を大幅に軽減できる方式についても既に知られている。(例えば特許文献4)

更に、一般的な投写光学系を用いた投写型映像表示装置と反射型スクリーンを一体として利便性を向上した投影システムについての提案も既に知られている。(例えば特許文献5)

【先行技術文献】

【特許文献】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 3 】

【特許文献1】特開2008-250296号公報

【特許文献2】特開2002-350774号公報

【特許文献3】特開2006-259252号公報

【特許文献4】特開平4-80369号公報

【特許文献5】特許第38864051号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 0 4 】

しかしながら、従来技術、特に、上記特許文献1に開示されている投写面に対して斜め方向から拡大映像光が入射する斜投写光学系では、投写光学系と投写面との間に曲面ミラーを配置して構成し、共軸投写光学系で曲面ミラーと該共軸投写光学系の間で中間像を結像させこの中間像を曲面ミラーの拡大作用により投写面であるスクリーン上に拡大投写する構成である。

10

## 【 0 0 0 5 】

このため、上記特許文献1に記載の技術では、スクリーン上の拡大像の倍率を変倍したりするためには曲面ミラーの位置を前記共軸投写光学系の光軸に沿って平行移動させなければならず曲面ミラーが前記光軸に対して傾かないように高精度移動調整機構が必要となるがこの移動調整機構については開示されていない。

また上記特許文献2には自由曲面ミラーの移動による調整方法が開示されているだけで、斜投写光学系特有の投写面であるスクリーンへの斜め投写に伴う投写映像の台形歪み及びスクリーン上下方向の投写距離の差により生じる収差についての具体的な補正について考慮されておらず、投写光学系とスクリーンとの間に配置した負のパワーを有する自由曲面ミラーの製造方法については記載すら無い。

20

## 【 0 0 0 6 】

一方、上記特許文献3にはプロジェクタ本体の投写レンズから投写される投写光を反射するミラーを回転可能とするためのミラー機構部を有し、このミラー機構部はミラーに対しプロジェクタ本体からの投写光の投写角度が所定の角度となるように固定部にプロジェクタ本体を固定するものでプロジェクタ本体内部に設置された投写レンズをシフトすることなくスクリーンに対して背面から投写（以下リア投写と記載）を行うことができるばかりでなく、フロント投写（スクリーンに直接投写）する場合には前記ミラー機構部にプロジェクタ本体を収納する構成としミラー機構内部へプロジェクタ本体を収納した場合にコンパクトなサイズになるように考案されている。

30

## 【 0 0 0 7 】

しかしながら、上記特許文献3に記載のプロジェクタにおいては、リア投写時のミラーとプロジェクタ本体の位置関係が固定されており、リア投写におけるスクリーン上の拡大像の倍率を変倍方法や拡大映像の位置を調整する技術手段については考慮されていない。

## 【 0 0 0 8 】

また、上記特許文献4に記載の透過型スクリーンでは二枚構成スクリーンのうちサーキュラーフレネルシートの入射面に全反射フレネルレンズを設けこのレンズ面の作用により映像観視側へ略平行となるように出射する構成となっている。係る従来の全反射フレネルレンズを含む透過型スクリーンではフレネル角度の詳細な設計が成されておらず従来技術の全反射フレネルレンズをそのまま斜投写光学へ適用すると入射角度がスクリーン画面垂直方向の位置により大きく異なるためフレネルレンズ面で反射した光の出射方向が画面内で変化し所定の方向からスクリーン上の映像を見た場合明るさが不均一となる。又、スクリーン全面で全反射させるためには映像光線の入射角度が限定され映像光源である投写型映像表示装置とスクリーンの位置関係も制約を受けるなどシステム全体としての課題も生じる。更に全反射サーキュラーフレネルレンズの製造は型を利用し一枚づつUV樹脂でフレネル形状を形成し紫外線により硬化して作成するため成形時間が長く大幅なコストアップを招いていた。

40

50

## 【0009】

一方、上記特許文献5には投影スクリーンと伸縮式のアームで一体的に連動された投影ヘッド（投写型映像表示装置が内蔵されている）によりスクリーンに対して光学的・機械的に反復しても正確な位置決めが可能な反射投影システムが記載されている。

## 【0010】

しかしながら、上記特許文献5の反射投影システムでは投写型映像表示装置と投写面の距離を短縮した短投写型の投写光学系に対応する技術的な考慮が全く成されていない。

## 【0011】

また、上記特許文献5の反射投影システムでは投写型映像表示装置がスクリーン中央上部に配置されているためプレゼンターの影が投写面に映り込む事やプレゼンターの目に直接拡大映像光が入るなど従来技術による投写型映像表示装置の課題については一切解決されていない。

10

## 【0012】

さらに上記特許文献5の反射投影システムでは一つの反射投影システムで使用可能な投写型映像表示装置は一台のみであり、より明るい映像や高い解像度を得ようとした場合に付属した投写型映像表示装置をより高価な高輝度モデルや高解像度モデルに変更する必要が生じる。

## 【0013】

一方、上記特許文献5の反射投影システムは教室などの壁面に直接取り付けることを考えて成された発明で反射投影システム全体の移動やスクリーン高さ（位置）を上下する技術手段については一切開示されていない。またインターラクティブ性や防犯性をより高めるための映像入力部及び音声入力部の構成については記載もされていない。

20

## 【0014】

また、現状の反射投影システムは図31（アスペクト比16：9の横長タイプ）及び図32（アスペクト比4：3のタイプ）に示しようにボードを直接居室の壁面に取り付ける構造となっている。

## 【0015】

本発明はかかる課題を鑑みてなされたものであって、その目的の一つは、台形歪み補正やフォーカス調整が容易な投写面へ斜め投写する斜投写光学系を実現すると共に、この斜投写光学系を用いた投写型映像表示装置とこれに対応した反射損失が少なく明るさの均一性に優れた安価な透過型スクリーンを実現しコンパクトで外光の影響が少ない高画質な投写ボード装置を提供することにある。また第二の目的は、反射型スクリーンを使用する反射投影システムにおいても投写型映像表示装置からの拡大映像光がプレゼンターの目に直接拡大映像光が入りにくくプレゼンターの影が投写面に映り込むことが少なく投写ボード装置を提供することにある。さらに第三の目的は投射型映像表示装置を複数台併設することで、より明るい映像や高い解像度が得られる投写ボード装置を提供することにある。さらに第四の目的は移動やスクリーン高さ（位置）を容易に上下動させることができる使い勝手に優れたインターラクティブ性や防犯性をより高めるための映像入力部及び音声入力部を具備してよりなるボード装置を提供する事にある。

30

## 【課題を解決するための手段】

40

## 【0016】

上記の目的を達成するために、本発明による投写光学系は映像表示面に表示された映像を投写面であるスクリーン等に斜めに拡大投写する斜投写光学系で、複数のレンズで構成され投写面に最も近い位置に配置されたレンズは、映像光束が通過する映像垂直方向の有効領域が前記複数レンズの光軸のうちで最多数のレンズにより共有される光軸を含まない位置に配置し、その形状は光軸に対して軸非対称とすることで超広角化により発生する収差や斜め投写によって発生する歪みを補正することが可能となる。

## 【0017】

また本発明の構成要件の一つである斜投写光学系は、上述の理由により光軸に対して拡大映像が映し出される画面垂直方向の位置を高かく（シフト量が大きい）することが可能

50

となるので投写面に最も近い位置に配置されたレンズと投写面の間に小型の自由曲面ミラーや光路折り返し用平面ミラーを配置することもできる。このため、前述のミラーと投写面であるスクリーンまでの間に投写型映像表示装置が配置されるため、前述の投写型映像表示装置を固定するアームの長さを短く出来るため強度も低く抑えることが可能となりシステム全体のコストを低減できる。

【0018】

斜投写光学系に対応した本発明の透過型スクリーンは一枚構成とすることで従来技術の二枚構成スクリーンで発生していた映像光の多重反射によるフォーカス性能低下を軽減できる。またその映像光の入射側に断面形状が画面垂直方向の位置によって形状が変化するフレネルレンズを画面垂直方向に連続的に設けた形状としこのフレネルレンズの画面垂直方向の断面を映像光が屈折作用により映像観視側に出射するレンズ領域1と映像光が全反射させることで映像観視側に出射するレンズ領域2とした場合にレンズ領域1とレンズ領域2の比率を画面下端から上端に向かって変化させるかつフレネル角度も映像光の入射角度に応じて最適化することで反射損失を最小として映像光の出射方向を揃えることが可能となりフレネルレンズの映像観視側に設けた拡散層により画面垂直方向と水平方向に拡散される背面投写方式が実現できるのでプレゼンターの目に直接拡大映像光が入ることがない。

10

【0019】

更に本発明の透過型スクリーンの映像入射面側に形成されたリニアフレネルレンズはロールによる連続性成形が可能となるので大幅なコスト低減が実現できる。

20

【0020】

また本発明の斜投写光学系を構成する投写レンズの物面有効領域の対角寸法又は面積に対して略70%以下の有効映像表示領域を有する映像表示素子を投写レンズの光軸に対してシフトさせて固定することで拡大映像は光軸に対してシフトさせることが可能となる。このため投写型映像表示装置をスクリーンの外形中心に対して画面水平方向又は垂直方向又は水平・垂直方向同時に所定量シフトして配置することで拡大映像光がプレゼンターの目に直接拡大映像光がより入り難くかつプレゼンターの影が投写面に映り込むことが更に少なくなる。

【0021】

次に一台のボード装置において例えば投射型映像表示装置を二台併設しより明るい映像や高い解像度を得るためには、一方の投射型映像表示装置において斜投写光学系を構成する投写レンズの物面有効領域の対角寸法又は面積に対して略90%以下の有効映像表示領域を有する映像表示素子を投写レンズの光軸に対してシフトさせて固定することで得られる拡大映像を光軸に対してシフトさせる。他方の投射型映像表示装置においても斜投写光学系を構成する投写レンズの物面有効領域の対角寸法又は面積に対して略90%以下の有効映像表示領域を有する映像表示素子を投写レンズの光軸に対して反対方向にシフトさせて固定することで得られる拡大映像を光軸に対してシフトさせ投写面で映像を重ねることが可能になる。この時前述した光軸からのシフト量によって得られた空間に二台の投射型映像表示装置を併設すれば良い。

30

【0022】

投写ボード装置の移動を容易に行なうためには本体下部に移動用のキャスターを取り付け、スクリーン高さ(位置)の調整を容易に行うためには、斜投写光学系を備えた投写型映像表示装置とスクリーンを連結手段により一体化しさらにかつインターラクティブ性や防犯性をより高めるため画像入力部としてカメラ及び音声入力部として指向性マイクをスクリーン上端部に配置することが望ましい。

40

【発明の効果】

【0023】

本発明の投写光学系は、複数のレンズで構成され投写面に最も近い位置に配置されたレンズの映像光束が通過する映像垂直方向の有効領域が前記複数レンズの光軸のうちで最多数のレンズにより共有される光軸を含まない位置に配置し、その形状を光軸に対して軸非

50

対称とすることで超広角化により発生する収差や斜め投写によって発生する歪みを補正することが可能となる。

【0024】

さらに、投写面に最も近い位置に配置されたレンズと投写面の間に小型の自由曲面ミラーや光路折り返し用平面ミラーを配置することができるので、前述のミラーと投写面であるスクリーンまでの間に投写型映像表示装置が配置されるため、前述の投写型映像表示装置を固定するアームの長さを短く出来るため強度も低く抑えることが可能となりシステム全体のコストを低減できる。

【0025】

一方、斜投写光学系に対応した本発明の透過型スクリーンは一枚構成とすることで従来技術の二枚構成スクリーンで発生していた映像光の多重反射によるフォーカス性能低下を軽減でき、フレネルレンズでの反射損失を最小とすることができるとともに、映像入射面に形成されたりニアフレネルレンズはロールによる連続成形が可能となるので従来技術によるサーキュラーフレネルレンズ方式に比べて大幅なコスト低減が実現できる。

【0026】

また本発明の斜投写光学系を使用した投写型映像表示装置はスクリーンの外形中心に対して画面水平方向又は垂直方向又は水平・垂直方向同時に所定量シフトして配置することで拡大映像光がプレゼンターの目に直接拡大映像光がより入り難くかつプレゼンターの影が投写面に映り込むことが更に少なくなる。

【0027】

更に、本発明の斜投写光学系を使用した投写型映像表示装置を投写ボード装置に複数台併設することでより明るい映像や高い解像度を得ることができる。

【0028】

また、本体下部に設けた移動用のキャスターやスクリーン高さ（位置）の調整機構により可搬性と使いやすさが向上する。さらにカメラ及び音声入力部として指向性マイクをスクリーン上端部に配置することがインターラクティブ性や防犯性をより高めることも可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】本発明の斜投写光学系と光路折り返しミラーを備えた投写型ボード装置の一実施形態を示す正面図

【図2】本発明の斜投写光学系と光路折り返しミラーを備えた投写型ボード装置の一実施形態を示す側面図

【図3】本発明の斜投写光学系と光路折り返しミラーを備えた投写型ボード装置の一実施形態における光学系配置を示す側面図

【図4】本発明の一実施形態における斜投写光学系のレンズ構成を示す投写レンズの断面図

【図5】本発明の斜投写光学系と光路折り返しミラーを備えた投写型ボード装置の一実施形態を示す正面図

【図6】本発明の斜投写光学系と光路折り返しミラーを備えた投写型ボード装置の一実施形態を示す正面図

【図7】本発明の斜投写光学系と光路折り返しミラーを備えた投写型ボード装置の一実施形態を示す正面図

【図8】本発明の斜投写光学系を備えた投写型ボード装置の一実施形態を示す正面図

【図9】本発明の一実施形態における斜投写光学系を構成する投写レンズの有効領域と実際に使用する領域を比較した模式図

【図10】本発明の一実施形態における斜投写光学系を構成する投写レンズの有効領域と実際に使用する領域を比較した模式図

【図11】本発明の斜投写光学系を備えた投写型ボード装置の映像表示領域分割の一実施形態を示す模式図

10

20

30

40

50

【図 1 2】本発明の一実施形態における斜投写光学系を備えた投写型ボード装置の映像表示の原理を説明するためのブロック図

【図 1 3】本発明の一実施形態における透過型スクリーンの構成を示す模式図

【図 1 4】本発明の一実施形態における透過型スクリーンの構成を示す断面図

【図 1 5】本発明の一実施形態における透過型スクリーンの構成と作用を説明するための説明図

【図 1 6】本発明の斜投写光学系と本発明の透過型スクリーンを組み合わせた場合の本発明の透過型スクリーンの作用を説明するための一実施形態における第一の説明図

【図 1 7】本発明の斜投写光学系と本発明の透過型スクリーンを組み合わせた場合の本発明の透過型スクリーンの作用を説明するための一実施形態における第二の説明図

10

【図 1 8】本発明の斜投写光学系と本発明の透過型スクリーンを組み合わせた場合の本発明の透過型スクリーンの作用を説明するための一実施形態における第三の説明図

【図 1 9】本発明の一実施形態における斜投写光学系の周辺光量比を説明するための説明図

【図 2 0】本発明の一実施形態における斜投写光学系に用いる投写レンズの周辺光量比を示す特性図

【図 2 1】本発明の一実施形態における透過型スクリーンの指向特性評価法を説明するための説明図

【図 2 2】本発明の一実施形態における透過型スクリーンの指向特性を示す特性図

【図 2 3】本発明の斜投写光学系の一実施例（図 2 3（a）（b））に示すレンズデータのレンズ構成を示す投写レンズの断面図

20

【図 2 4】本発明の一実施形態における斜投写光学系のレンズ構成と光線追跡結果を表す断面図

【図 2 5（a）】本発明の一実施形態における斜投写光学系を実現する投写レンズのレンズデータ

【図 2 5（b）】本発明の一実施形態における斜投写光学系を実現する投写レンズのレンズデータ

【図 2 6】図 2 5 に示す本発明の一実施形態における傾斜投写光学系を実現する投写レンズのスポット図

【図 2 7】本発明の斜投写光学系の一実施例（図 2 5（a）（b））に示すレンズデータのレンズ構成を示す投写レンズの断面図

30

【図 2 8（a）】本発明の一実施形態における斜投写光学系を実現する投写レンズのレンズデータ

【図 2 8（b）】本発明の一実施形態における斜投写光学系を実現する投写レンズのレンズデータ

【図 2 9】図 2 8 に示す本発明の一実施形態における斜投写光学系を実現する投写レンズのスポット図

【図 3 0（a）】本発明の一実施形態における斜投写光学系を実現する投写レンズのレンズデータ

【図 3 0（b）】本発明の一実施形態における斜投写光学系を実現する投写レンズのレンズデータ

40

【図 3 1】本発明の斜投写光学系の一実施例（図 3 0（a）（b））に示すレンズデータのレンズ構成を示す投写レンズの断面図

【図 3 2（a）】本発明の一実施形態における斜投写光学系を実現する投写レンズのレンズデータ

【図 3 2（b）】本発明の一実施形態における斜投写光学系を実現する投写レンズのレンズデータ

【図 3 3】図 3 2 に示す本発明の一実施形態における斜投写光学系を実現する投写レンズのスポット図

【図 3 4】従来の斜投写光学系を備えた投写型ボード装置の一実施形態を示す正面図

50

【図 3 5】従来の斜投写光学系を備えた投写型ボード装置の一実施形態を示す正面図

【図 3 6】図 1 5 に示した本発明の一実施形態における透過型スクリーンの製造方法の一部を示す概略図。

【図 3 7】本発明の一実施形態における斜投写光学系と従来の透過型スクリーンを組み合わせた場合の従来の透過型スクリーン作用を説明するための説明図

【図 3 8】本発明の一実施形態における斜投写光学系と従来の透過型スクリーンを組み合わせた場合の従来の透過型スクリーン作用を説明するための説明図

【図 3 9】本発明の一実施形態における斜投写光学系と従来の透過型スクリーンを組み合わせた場合の従来の透過型スクリーン作用を説明するための説明図

【図 4 0】本発明の一実施形態における斜投写光学系と従来の透過型スクリーンを組み合わせた場合の従来の透過型スクリーン作用を説明するための説明図

【図 4 1】投写型映像表示装置の照明光学系の一実施例を示した構成図

【発明を実施するための最良の形態】

【0030】

以下、本発明の実施の形態についての最良の形態について、添付の図面を参照しながら説明する。なお、各図において、共通な機能を有する要素は、同一符号を付して示し、かつ、一度説明したものについては、その後、その説明を省略する。

【0031】

図 1 は、本発明の実施形態の一つであるリア方式の投写ボード装置の正面図で投写面のアスペクト比は 1 6 : 9 の横長としている。透過型スクリーン 1 3 0 の支持枠 1 1 1 下部の収納部 1 1 4 に投写型映像表示装置本体 1 0 1 を収納する構成となっている。投写型映像表示装置 1 0 1 は本体から投写面である透過型スクリーン 1 3 0 までの距離を少しでも短縮するようにミラー一体型構造となっている。

【0032】

拡大映像光は透過型スクリーン 1 3 0 に略平行に配置した光路折り返しミラー 1 1 7 により折り返され透過型スクリーン 1 3 0 の裏面から入射し拡散されながら観視側に出射される。

【0033】

光路折り返しミラー 1 1 7 は地面に対して直立しているため自重により撓む事が無いので映像に歪が発生しない。

【0034】

投写ボード装置上部には視野角の広い監視用のカメラ 1 5 3 と通常のカメラ 1 5 2 及び比較的指向性が強いマイク 1 5 1 が設けられている。本発明の一実施形態における投写ボード装置をテレビ会議システムとして使用する場合には会議中の発言者の発言内容と姿をモニタできるようにカメラ 1 5 2 と指向性マイク 1 5 1 に上下左右に回転可能な保持機構を設けると更に良い。透過型スクリーン下部に補強部材 1 ( 図中 1 1 0 ) 及び補強部材 2 ( 図中 1 1 5 ) を設けスクリーン脚部 1 1 3 を連結することで投写ボード装置の機械的な強度を向上する構成とし、スクリーン脚部 1 1 3 の底面には移動用のキャスター 1 1 6 を設けることで容易に移動可能な投写ボードを実現している。

【0035】

次に監視用のカメラ 1 5 3 と通常のカメラ 1 5 2 により得られた映像の表示法について図 1 1 及び図 1 2 を用いて説明する。図 1 1 は本発明の一実施形態における投写ボード装置の投写面への投写映像配置の模式図である。プレゼンテーション用の映像はメインのゾーン A に表示し監視用のカメラ 1 5 3 からの映像はゾーン B に通常のカメラ 1 5 2 からの映像はゾーン C に表示する。通常カメラ 1 5 2 にズーム機能を持たせることで会議等での発言者を大きく映し出す事が可能となる。また監視用のカメラ 1 5 3 は会議室や教室などの全景の映像を取り込むように設定しボード装置を使用しない時でも稼動し得られた映像を LAN 回線などにより常時送信し別の場所で監視することで防犯効果を得ることが出来る。ゾーン D にはテレビ会議の相手方会場の全景を表示させても良い。更にゾーン E には指向性マイク 1 5 1 で集音した音声を文字変換して表示しても良い。これら A から E に表

10

20

30

40

50

示した映像は選択して切り替えることで全画面表示したり表示位置を変更したり出来ることは言うまでもない。

【0036】

以上述べたカメラからの映像信号は図12に示すようにプレゼンテーション用のメインの映像信号に加算された形で映像表示素子に供給されることになる。上述した映像を高品位に表示するためには映像表示素子の解像度としてアスペクト比4:3ではXGA(1024×768画素)以上が必要であり16:9の横長のアスペクト比でもワイドXGA(1280×800画素)以上は必要となる。また映像表示素子の有効表示領域としては対角寸法1.3インチ以下が望ましい。この寸法を超えると投写型映像表示装置の外形寸法が非常に大きくなり本発明の一実施形態における投写ボード装置との親和性が著しく悪化する。

10

【0037】

またボード装置をコンパクト化するためには投写レンズの投写面に最も近い位置に配置されたレンズと前記投写面までの間隔Lを出来るだけ短くすれば良く、投写画面の対角寸法をDに対して60%以下実用上問題のない範囲のコンパクトな装置が実現できるが50%以下であれば更に良い。

【0038】

図2は図1に示した本発明の一実施例の側面図である。映像光に外光が入射し画質低下を招かないように光路折り返しミラー117と透過型スクリーン130の間にバックカバー118を設け外光を遮る構成とした。更に、ハンドル119を持って上下させることでスクリーン脚部113を除いた本体部分が上下可動する構成としている。この結果、会議室や教室に本発明の一実施形態における投写ボード装置を移動させて使用する場合には前述の本体部分を最下端に下ろした状態で投写ボードの高さが1800mm以下となるように設計することでほとんどの部屋の入り口部分を通過することができる。

20

図3は本発明の投写ボード装置に適用できる斜投写光学系を実現する投写レンズの一例として図27に構成図を図28にレンズデータを示した投写レンズと光路折り返しミラー117及び透過型スクリーン130の配置を示している。投写レンズの光軸シフト量が大きく投写レンズのミラーM1の上端より光路折り返しミラー117の下端が下になる斜投写光学系独特の構成を成す。スクリーン外形中心への入射角度は55.6度にもなり通常の屈折式の透過型スクリーンでは反射損失そのものが大きくなることと、スクリーン下端と上端での入射角の違いが大きく反射損失がスクリーンの部位で異なり観視側からスクリーンを観た場合明るさが不均一となる。このため、後述するように本発明の一実施形態における投写ボード装置では新たな構成の透過型スクリーンが必要となった。

30

【0039】

図4は本発明の投写ボード装置に適用できる斜投写光学系を実現する投写レンズの一例として図27に構成図を図28にレンズデータを示した投写レンズのレンズ配置と光線追跡結果を示したZY平面の断面図である。ミラーM1の上限と下限では傾きが大きくことなる自由曲面形状を成している。尚詳細なレンズ構成の説明は後述する。

【0040】

図5は、本発明の第二の実施形態であるリア方式の投写ボード装置の正面図で、図1との違いは投写面のアスペクト比が4:3である。構成する部品とそれぞれの作用は共通であるためここでは説明を省略する。

40

【0041】

図6は本発明の第三の実施形態であるリア方式の投写ボード装置の正面図で、図1との違いは投写型映像表示装置本体101が表示面である透過型スクリーン130の外形中心からシフトさせて配置している点である。(以下横投写と記述する)斜投写光学系を実現する投写レンズにおいて上述した配置を実現するための具体的な技術手段を図9により説明する。図9のゾーンAは本発明の一実施形態における投写ボード装置に具備された斜投写光学系を構成する投写レンズの物面有効領域を示している。一方同図ゾーンBは本発明の一実施形態における投写型映像表示装置で使用する映像表示素子の有効映像表示領域を

50

示している。

ゾーンAとゾーンBの面積又は対角寸法の比率 $B/A$ が小さいほど投写レンズの物面有効領域内のどこにでも映像表示素子をレイアウトできるためこの光学系を使用した投写型映像表示装置の設置場所の自由度が向上する。但し必要以上に投写レンズの物面有効領域を大きくするとレンズの大口径化が必要となりシステム全体のコストアップに？がるため発明者らのシミュレーションでは実用上は25%程度が下限となる。また投写型映像表示装置本体101を透過型スクリーン130の外形中心からシフトさせプレゼンターの立ち位置の邪魔にならない範囲に配置するためには前述の比率 $B/A$ を最低でも80%とする必要があり、70%以下であれば更にレイアウトの自由度が向上する。

【0042】

図7は本発明の第四の実施形態であるリア方式の投写ボード装置の正面図で、図1との違いは投写型映像表示装置本体101a、101bが二台併設されている点である。また透過型スクリーンへの垂直方向入射角度が同一となるように二台の投写型映像表示装置本体101a、101bは画面水平方向に並んで設置することで2画面同時投写が可能となる。この時、採り得る二台の投写型映像表示装置それぞれの斜投写光学系を構成する投写レンズの物面有効領域(ゾーンA)と映像表示素子の有効映像表示領域(ゾーンB)及び(ゾーンC)の関係を図10により説明する。

【0043】

本発明の一実施形態における投写ボード装置を構成する斜投写光学系を構成する投写レンズの物面有効領域(ゾーンA)に対して、本発明の一実施形態における一方の投写型映像表示装置における映像表示素子の有効映像表示領域(ゾーンB)が図示したようになる位置で固定し、他方の投写型映像表示装置の映像表示素子も有効映像表示領域(ゾーンC)が図示したような位置になるように固定することで投写面であるスクリーン上で二台の映像が重ならないので水平解像度を二倍化でき、より高精細度な映像が表示可能とする。一方、同一の映像を投写してスクリーン上で重ね合わせる位置に前述したゾーンB及びゾーンCを設定(図示せず)することでそれぞれの投写型映像表示装置を二台合わせた光束量の明るさを得ることができる。

上述したゾーンAに対してとゾーンBとゾーンCの面積又は対角寸法の比率 $B/A$ 、 $C/A$ が小さいほど投写レンズの物面有効領域内のどこにでも映像表示素子をレイアウトできるため重ね合わせた拡大映像に対する投写型映像表示装置の設置場所の自由度が向上する。但し必要以上に投写レンズの物面有効領域を大きくするとレンズの大口径化が必要となりシステム全体のコストアップに？がるため発明者らのシミュレーションでは実用上は40%程度が下限となる。また投写型映像表示装置本体101を透過型スクリーン130の外形中心からシフトさせ二台配置するためには比率 $B/A$ と $C/A$ を最低でも90%以下とする必要がある。

【0044】

図8は本発明の第五の実施形態である反射方式の投写ボード装置の正面図で、図7との違いは投写型映像表示装置本体101a、101bを反射式スクリーンの上部に支持アーム170a、170bを介して二台併設されている点である。図7に示した実施例と同様に反射方式のスクリーンへの垂直方向入射角度が同一となるように二台の投写型映像表示装置本体101a、101bは画面水平方向に並んで設置する。この結果、2画面同時投写が可能となる。二台の投写型映像表示装置における斜投写光学系を構成する投写レンズの物面有効領域(ゾーンA)と映像表示素子の有効映像表示領域(ゾーンB)及び(ゾーンC)の関係については図7に示した本発明の第四の実施例と同じであるため説明は省略する。

【0045】

次に本発明の一実施形態における透過型スクリーンの作用について図13乃至図15を用いて説明する。図13は本発明の一実施形態における透過型スクリーンの模式図である。映像光入射側即ち投射型映像表示装置側に断面形状が画面垂直方向の位置によって形状が変化するリニアフレネルレンズを画面垂直方向に連続的に設けた形状を成すと共に前記

10

20

30

40

50

リニアフレネルレンズの画面垂直方向の断面は、映像光を屈折作用により映像観視側に出射するレンズ領域（以下、レンズ領域 1 と記載）と映像光を全反射させることで映像観視側に出射するレンズ領域（以下、レンズ領域 2 と記載）から形成され前記レンズ領域 1 とレンズ領域 2 の比率が画面下端から上端に向かって変化する形状を成している。即ち、領域 1 3 4 A、1 3 4 B、1 3 4 C でそれぞれ比率が異なる事を意味するが本発明の一実施形態における投写ボード装置に適用する斜投写光学系のスクリーンへの入射角度によっては領域 1 3 4 A においてはほとんどレンズ領域 1 が存在しない場合もある。リニアフレネルレンズのスクリーン観視側には拡散材を含んだ拡散層 1 3 3 と観視側面に傷つき防止のため硬化表面層（ハードコート層）1 3 1 を設けたフレネルシート基材 1 3 2 を備えてより構成される。

10

#### 【0046】

図 1 4 は本発明の一実施形態における透過型スクリーンの構成を模式的に示した垂直方向断面図で、スクリーン下端（領域 1 3 4 A）では屈折式のフレネルレンズがスクリーン中央（領域 1 3 4 B）ではレンズ領域 2 の比率が大きくスクリーン上端部（領域 1 3 4 C）ではレンズ領域 2 のみとなる。但しこの比率は前述したように本発明の一実施形態における投写ボード装置に適用する斜投写光学系の投写レンズのシフト量と投写距離によりスクリーンへの入射角度が変化するのでそれに合わせて最適化する必要がある。例えば、リニアフレネルのレンズ部の屈折率が 1.5 の場合には光線が全反射する入射角は 41.8 度以上であるのでリニアフレネルレンズの角度と光線入射角をパラメータとして反射後の光線がスクリーン面に垂直に出射するための設計は幾何光学により容易に成し得る。

20

#### 【0047】

図 1 5 は本発明の一実施形態における透過型スクリーンの構成を模式的に示した垂直方向断面図で映像光線の光線追跡結果を示している。スクリーンから下端（領域 1 3 4 A）では屈折式のフレネルレンズによりがスクリーン中央（領域 1 3 4 B）ではレンズ領域 2 の比率が大きくスクリーン上端部（領域 1 3 4 C）ではレンズ領域 2 のみとなる。スクリーン下端部の領域 1 3 4 A に入射した映像光線 R 1 - 1 及び R 1 - 2 はフレネルレンズの入射面 L 1 4 1 で屈折し略平行光となって拡散層 1 3 3 に入射し拡散材の作用で垂直・水平方向に拡散される。

30

#### 【0048】

本実施では説明の都合上フレネルレンズ L 1 4 1 のレンズ領域 a 1 では全面が屈折式のレンズ面としているが、投写ボード装置に適用する斜投写光学系の投写レンズのシフト量と投写距離により決まるスクリーンへの映像光線入射角度によってはスクリーン下端部の領域においても同図、スクリーン中央（領域 1 3 4 B）として図示したように屈折面 a 1 と全反射面 a 3 が所定の比率で存在する場合もある。

#### 【0049】

スクリーン中央部の領域 1 3 4 B に入射した映像光線 R 2 - 2 は屈折式のレンズ面で屈折して略平行光となって拡散層 1 3 3 に入射し拡散材の作用で垂直・水平方向に拡散される。一方、R 2 - 1 はレンズ面 L 1 4 3 から入射し全反射フレネルレンズ面 L 1 4 4 で全反射し略平行光となって拡散層 1 3 3 に入射し拡散材の作用で垂直・水平方向に拡散される。この時生じる反射損失は全反射面ではほぼ零となるが屈折面では入射角度が大きいいため 10% 以上となる場合もある。そこでこの反射損失もスクリーン全体で均一になるようにスクリーン画面垂直方向の位置と映像光の入射角度をパラメータとして同図中の a 1 と a 2 の比率を最適設計することが望ましい。

40

図 1 5 に示す実施では説明の都合上スクリーン中央（領域 1 3 4 B）として図示したように屈折面 a 1 と全反射面 a 3 が所定の比率で存在するように示しているが投写ボード装置に適用する斜投写光学系の投写レンズのシフト量と投写距離により決まるスクリーンへの

50

映像光線入射角度によってはスクリーン中央部の領域においてもL143とL144に示したように全てのフレネルレンズ面が全反射方式とする場合もある。一方スクリーン上端部(領域134C)においてはフレネルレンズ面L145を全反射方式とすることで映像光のスクリーンへの入射角度大きくても損失なく映像光線を観視側へ出射させることが可能となる。

#### 【0050】

上述した本発明の一実施形態における透過型スクリーンの製造方法と構成について図36を用いて説明する。図36において、ロール巻きされたフレネルシート基材303をシート送り出し機301により平坦な状態で送り出す。この時シート表面の一方の面に紫外線又は可視光又は電子線で硬化する樹脂が塗布されリニアフレネル成形ロール305によりフレネルレンズ形状が成形され、硬化用(紫外線又は可視光又は電子線)照射装置(ランプ)から光の照射により硬化する。また他方の面には粘着(接着)剤塗布ロール306により粘着剤が塗布され、他方スクリーン基材132は押し出し成形機309により成形されその後一方の表面に拡散層を形成し拡散層圧着ロール310でスクリーン基材132に圧着固定される。以上述べた2種類のシートはフレネルシート圧着ロールにより粘着(接着)され一体化した後に必要寸法に裁断される。この時、フレネルシート基材303はロール巻きされた状態で納入されるので厚さは500 $\mu$ m以下が良く、映像光のボケ量を考慮すると300 $\mu$ m以下であれば更に良い。材質としては高透過率なポリカーボネイト、ポリエチレンテレフタレート、ポリプロピレン、などが候補となるが、寸法安定性を考慮するとポリカーボネイト、ポリエチレンテレフタレートなどの低吸湿材料が良い。またスクリーン基材としては透過率が高いアクリル、ポリカーボネイト、ポリスチレンなどが良く、厚さについてはスクリーンサイズによって異なるが、指で押した場合の凹みの量を計測する実験検証からスクリーン対角寸法Dとスクリーン基材の厚さtの比率 $t/D$ は0.25%以下では機械的な強度が足りずスクリーンを指で押した場合大きく撓み0.5%を越えると質量が大きくなりボード装置の機械的な強度を高める必要が生じるためコストアップに繋がる。また外光によるコントラスト低下を軽減するためにスクリーン基材に可視光に対する透過率を低減した基材を用いるとよい。これは外光がスクリーンに入射して拡散材で拡散し再び観視側に出射するためにはスクリーン基材を二度通過するのに対して映像光は一度通過するだけであり外光の減衰は吸収率 $(1 - (\text{基材の透過率} + \text{表面反射率}))$ の二乗に比例するためである。発明者らは透過型スクリーンのスクリーンゲイン $G_s$ (出射光の輝度と入射光照度の比率)と透過率 $T_s$ の関係から良好なコントラスト性能を得るためには下記条件式を満足させる範囲とすれば良い事を実験により求めた。

$$0.6 < G_s < 2.0 \quad 0.3 < T_s < 1.0$$

以上述べた本発明の一実施形態における透過型スクリーン130は一枚構成であり映像光入射面に設けたりニアフレネル(一部全反射領域とフレネル領域が混在する場合もある)レンズはロール成形で連続的に大量生産可能であるため、従来技術の二枚構成でかつフレネルレンズシートがサーキュラーフレネル方式のフレネルレンズ成形方法である型による個別成形方式に比べ飛躍的に量産性が向上しコスト低減が可能となる。

#### 【0051】

図16は本発明の一実施形態における透過型スクリーン130と斜投写光学系を備えた投写型映像表示装置101を組み合わせた場合の透過型スクリーン130の作用を説明する模式図である。透過型スクリーンアスペクト比は16:9の横長タイプであり説明の都合上光路折り返しミラーは省略している。本発明の投写型映像表示装置101は斜投写光学系を採用することで投写像がミラー102の影にならないように大きな光軸シフトを実現している。例えば後述する本発明の第一実施例の投写レンズ(構成図を図23に光線追跡結果を図24にレンズデータを図25(a)(b)に示す)は映像表示素子の有効映像表示領域は対角寸法が0.59インチの横長ワイドとした場合に $A_2:A_1$ の比で10:-2.5である。投写映像の対角寸法を80インチとした場合図24に示したようにL16レンズから30mmの位置に平面ミラーM1の下端を配置すれば平面ミラーM1から透過型スクリーン130までの距離は855mmとなるので $A_1$ が249mm $A_2$ は996

mmとなる。平面ミラーM1での映像光の跳ね上げ効果（ミラーでの反射の前後で光線角度の変化はミラーの傾きの二倍となる）が無いものとして幾何的に透過型スクリーン130下端への映像光入射角を求めると映像光入射角 $\theta_1$ は16.2度となる。同様にスクリーン中央での映像光入射角 $\theta_2$ は41.1度、スクリーン上段では映像光入射角 $\theta_3$ は55.5度となりスクリーン基材として一般的な樹脂の屈折率1.5での反射はS偏光では14%となる。更に条件の最も厳しい上端コーナ部では60.8度にもなりS偏光では18%にもなる。

#### 【0052】

このため、本発明の一実施形態における透過型スクリーンではスクリーン下端部の領域においても図15のスクリーン中央（領域134B）として図示したように屈折面a1と全反射面a3を所定の比率で設け、スクリーン上端に向かって全反射フレネルレンズ面Lの比率を増やす事で反射損失を抑えた設計とする。

#### 【0053】

本発明の実施例である透過型スクリーンは一枚構成で映像光の入射側に断面形状が画面垂直方向の位置によって形状が変化するリニアフレネルレンズを画面垂直方向に連続的に設けた形状としていることから水平方向についてはフレネルレンズの作用が働かない。このためスクリーン全面での明るさの均一性を制御するには拡散層に設けた拡散材の選択と得られる拡散特性がポイントとなる。発明者らは拡散特性の異なる透過型スクリーンを数種類試作し図21に示すように観視角 $\theta$ をパラメータに画面中心の輝度変化を実測し同時に画面全体の明るさの変化についても官能評価した。その結果を図22に示す完全拡散面の特性に近い試作1（スクリーンゲイン0.6）及び試作1（スクリーンゲイン0.9）では斜め方向から画面全体の明るさを目視評価しても実用上全く問題ない特性が得られた。また試作4（スクリーンゲイン2.5）では観視角50度以上では観視方向から遠いスクリーン部分の明るさ低下が目立ち実用上問題があった。このためスクリーンゲインを2.0とした試作品3を試作し同様な評価を行ったところ実用レベルの特性が得られた。

#### 【0054】

図17は本発明の第二の実施例である透過型スクリーン130と斜投写光学系を備えた投写型映像表示装置101を組み合わせた場合の透過型スクリーン130の作用を説明するための模式図である。図16に示した本発明の第一の実施例である透過型スクリーンとの違いはアスペクト比が4:3であることであり図17においても説明の都合上光路折り返しミラーは省略している。本発明の一実施形態における投写型映像表示装置101は斜投写光学系を採用することで投写像がミラー102の影にならないように大きな光軸シフトを実現している。例えば後述する本発明の第二実施例の投写レンズ（構成図を図27にレンズデータを図28(a)(b)に示す）は映像表示素子の有効映像表示領域は対角寸法が0.63インチとした場合にA4:A3の比で10:-2.3である。投写映像の対角寸法を80インチとした場合ミラーM2から透過型スクリーン130までの距離は882mmとなるので実施例同様ミラーM2での映像光の跳ね上げ効果（ミラーでの反射の前後で光線角度の変化はミラーの傾きの二倍となる）が無いものとして幾何的に透過型スクリーン130下端への映像光入射角を求めるとA3が280mm A4は1218mmとなるので映像光入射角 $\theta_1$ は17.6度となる。同様にスクリーン中央での映像光入射角 $\theta_2$ は45.2度、スクリーン上段では映像光入射角 $\theta_3$ は59.5度となりスクリーン基材として一般的な樹脂の屈折率1.5での反射はS偏光では18%にもなる。更に条件の最も厳しい上端コーナ部では62.6度にもなりS偏光では20%にもなる。以上幾何学的に入射角度を求めたが光線追跡を実施しミラーM2の跳ね上げ効果も含めると本実施例ではスクリーン上端コーナ部の入射角度は69度にもなる。

#### 【0055】

発明者らは第一の実施例と同様に拡散特性の異なる透過型スクリーンを数種類試作し観視角 $\theta$ をパラメータに画面中心の輝度変化を実測し同時に画面全体の明るさの変化についても官能評価した。その結果を図22に示す完全拡散面の特性に近い試作1（スクリーンゲイン0.6）及び試作1（スクリーンゲイン0.9）では斜め方向から画面全体の明る

さを目視評価しても実用上全く問題ない特性が得られた。また試作4（スクリーンゲイン2.5）では観視角55度以上では観視方向から遠いスクリーン部分の明るさ低下が目立ち実用上問題があった。このためスクリーンゲインを2.0とした試作品3を試作し同様な評価を行ったところ実用レベルの特性が得られた。

【0056】

同様に本発明の第三実施例の投写レンズ（構成は図示せず、レンズデータを図30（a）（b）に示す）は映像表示素子の有効映像表示領域は対角寸法が0.63インチとした場合にA<sub>4</sub>：A<sub>3</sub>の比で10：-2.3である。さらに第四の実施例の投写レンズ（構成は図31図、レンズデータを図32（a）（b）に示す）は映像表示素子の有効映像表示領域は対角寸法が0.63インチとした場合のA<sub>4</sub>：A<sub>3</sub>の比は10：-2.3である。以上述べた本発明の実施例の投写画面寸法と投写面に最も近い位置に配置されたレンズから投写面までの距離Lと投写像の対角寸法Dの比率（D/L）は80インチ投写（対角2032mm）とすると

$$\text{第一の実施例は } 2032 / 885.6 = 2.29$$

$$\text{第二の実施例は } 2032 / 1001.9 = 2.03$$

$$\text{第三の実施例は } 2032 / 1138 = 1.79$$

$$\text{第四の実施例は } 2032 / 1107.4 = 1.83$$

の関係があり、上記比率（D/L）が1.75以上あれば投写レンズと投写面の間に光路折り返しミラーを配置することで十分コンパクトな投写ボード装置が実現できる。

【0057】

一方スクリーン画面明るさの均一性を向上させるためには前述した透過型スクリーンの拡散特性の他に投写レンズの周辺光量比の向上も重要な要素となる。

図19は本発明の一実施形態における斜投写光学系を構成する投写レンズの射出瞳330と投写面である透過型スクリーン130の位置関係を表した模式図である。本発明の一実施形態における投写レンズは前述したように所定のシフト量（A<sub>02</sub>：A<sub>01</sub>）を有するために投写レンズの擬似的な光軸中心P<sub>0</sub>の相対像高を0%、スクリーン上端左右コーナ部を相対像高100%として、擬似的な光軸中心P<sub>0</sub>の明るさとスクリーンの各ポイントに向かう映像光、例えばR<sub>0</sub>～R<sub>4</sub>より得られる明るさの比率をそれぞれ試作した投写レンズについて評価し（結果を図20に示す）前述の明るさの均一性評価で実用レベルであったスクリーンゲインを2.0とした本発明の実施例である透過型スクリーンの試作品3を組み合わせて同様な評価を行った。

【0058】

透過型スクリーンに正対したの明るさの全面性はどの試作レンズも問題なかったが観視角が45度を越える斜め方向から透過型スクリーンを見た場合、観視方向から遠いスクリーン部分の明るさ低下が目立ち実用上問題があった。

【0059】

次に同様の評価を試作2及び試作1の投写レンズについて行ったところ実用上全く問題の無いレベルの明るさの均一性が得られた。以上の評価から本発明の一実施形態における斜投写光学系と透過型スクリーンにおいて実用レベルの明るさの均一性を満足するには投写レンズの相対像光100%での周辺光量比は60%以上あれば良いことが判明した。

【0060】

更に本発明の一実施形態における投写ボード装置として、本発明の一実施形態における透過型スクリーン130と本発明の一実施形態における斜投写光学系を備えた投写型映像表示装置101A、101Bを複数台組み合わせた場合について図18を用いて説明する。透過型スクリーンアスペクト比は16：9の横長タイプであり説明の都合上投写型映像表示装置は二台とし光路折り返しミラーは省略している。本発明の一実施形態における投写型映像表示装置101A及び101Bは斜投写光学系を採用することで投写像がミラー102の影にならないように大きな光軸シフトを実現している。例えば映像表示素子の有効映像表示領域を対角寸法が0.59インチの横長ワイドとし投写レンズの物面有効領域の対角寸法を0.8インチの横長ワイドとすればA<sub>6</sub>とA<sub>5</sub>の比で10：-2.6である

。投写映像の対角寸法を80インチとした場合に $H_2$ と $H_3$ はそれぞれ232mmとなり $H_1$ と $H_4$ はそれぞれ652.7mmとなるので2台の投写型映像表示装置を併設し得る空間が確保できる。この時、本発明の第一から第四の実施例程度の投写距離を有する投写レンズを使用すると透過型スクリーン外形中心に向かう映像光線のスクリーン画面水平方向の角度 $\theta_2$ 、 $\theta_1$ はそれぞれ14度程度であるため図22に示した試作3示した特性であれば透過型スクリーン上の各点で実用上問題ないレベルの明るさの均一性が得られることを実験で確認した。又、さらに均一性を高めるためには試作2や試作1の特性を有する透過型スクリーンを使用すれば良い。

#### 【0061】

次に、本発明の投写ボード装置に使用する投写型映像表示装置の一例と液晶表示素子を映像表示素子とした場合の照明光学系の実施例について図41を用いて説明する。図41において、光源199は、ランプ管球200と、リフレクタ201とからなる。このランプ199は、高圧水銀ランプの白色ランプである。また、リフレクタ201は、ランプ200を背後側から覆うように配置された、例えば、回転放物面形状の反射面を有するものであり、円形又は多角形の出射開口を有している。そして、このランプ管球200から射出された光は、回転放物面形状の反射面を有するリフレクタ201によって反射され、光軸215に略平行な光束となり射出される。光源199から射出された光は、マルチレンズ方式のインテグレートに入射する。

#### 【0062】

上述したように、マルチレンズ方式インテグレート203は、第1のマルチレンズ素子203aと第2のマルチレンズ素子203bとから構成されている。なお、第1のマルチレンズ203aのレンズセル形状は、光軸215方向から見て液晶パネル222a、222b、222cとほぼ相似な矩形形状を有しており、複数のレンズセルがマトリクス状に配設されて形成されたものであり、光源から入射した光を複数のレンズセルで複数の光に分割し、もって、効率よく第2のマルチレンズ素子203bと偏光変換素子204を通過するように導く。すなわち、第1のマルチレンズ素子203aは、ランプ管球200と第2のマルチレンズ素子203bの各レンズセルとが光学的に共役な関係になるように設計されている。

#### 【0063】

第2のマルチレンズ素子203bのレンズセル形状は、第1のマルチレンズ素子203aと同様に、光軸215方向から見て矩形形状であり、かつ、複数のレンズセルがマトリクス状に配設された構成を有しており、当該レンズ素子を構成するレンズセルは、それぞれ、対応する第1のマルチレンズ素子203aのレンズセル形状を、重畳レンズ208a、208b、208cと共に液晶パネル222a、222b、222c上に投影（写像）する。そして、この過程で、偏光変換素子204の働きによって、第2のマルチレンズ素子203bからの光は所定の偏光方向に揃えられる。同時に、第1のマルチレンズ素子203aの各レンズセルによる投影像は、それぞれ、重畳レンズ208a、208b、208cの働きにより重畳され、もって、それぞれに対応した液晶パネル222a、222b、222c上の光量分布が一様となる。

#### 【0064】

最後に本発明の投写ボード装置を実現する斜投写光学系に用いる投写レンズの実施例について図を用いて説明する。

#### 【0065】

まず、図23は、上記投写光学系に用いる投写レンズの基本的な構成を示す断面図であり、当該光学系の構成をXYZ直交座標系におけるYZ断面で示している。ここで、投写光学系の説明の都合上、映像表示面である液晶パネル222（図示せず）となる物点P0とクロスプリズム111を左側に、投写面を右側に表示する。本実施例は図25（a）（b）に示したレンズデータに対応したもので、最も投写面に近い位置に配置されたレンズL16はプラスチックの非球面レンズ形状であり、図24に示したように映像光束が通過するレンズの有効領域が斜投写光学系を構成する複数枚のレンズにより共有される光軸1

10

20

30

40

50

1 を含まない位置に配置することで画面周辺において結像する光束を L 1 6 のレンズ形状単独で制御可能となり斜投写によって発生する台形歪みや超広角化に伴う収差（特に高次のコマ収差や非点収差）の補正を実現している。また L 1 6 のレンズ形状は映像表示面有効領域の縦横比（アスペクト比）とほぼ等しい長方形もしくは映像光束が通過する領域に合わせた台形形状とすれば結像性能を低下させる不要光を遮蔽する効果もある。

一方、L 3 と L 1 1 もプラスチック製の非球面レンズであるがそれぞれのレンズが、映像光束が通過するレンズの有効領域が斜投写光学系を構成する複数枚のレンズにより共有される光軸 1 1 を含んだ位置に配置されているため光軸 1 1 に対して対称な非球面形状としている。本実施例の傾斜投写光学系を実現するための投写レンズはガラス 1 3 枚、プラスチック 3 枚の 1 6 枚構成で、投写距離を変更して拡大率を変化させた場合は L 1 5 及び L 1 6 を同時に移動させてフォーカス調整を行う。

図 2 7 から図 3 2 に示した実施例では、X Y Z 直交座標系の原点は、照明光束を映像信号により変調することで映像を表示する液晶パネル 2 2 2（図示せず）の表示画面の中央とし図中では P 0 として示す。Z 軸は映像表示用液晶パネル 2 2 2（図示せず）の法線と平行であるものとする。Y 軸は映像表示用液晶パネル 2 2 2（図示せず）の表示画面の短辺と平行であり、映像表示用液晶パネル 2 2 2（図示せず）の縦（上下）方向と等しいものとする。X 軸は、映像表示用液晶パネル 2 2 2（図示せず）の表示画面の長辺と平行であり、映像表示用液晶パネル 2 2 2 の横（左右）方向と等しいものとする。また、添付の図 2 7 及び図 3 1 は投写型映像表示装置を構成する斜投写光学系の他の実施例としての投写レンズの Y Z 及び X Z 断面図である。

#### 【 0 0 6 6 】

本発明の第一の実施例としての斜投写光学系を実現する投写レンズのうち図 2 3 に示した投写レンズのレンズデータのうち球面系に関するデータを図 2 5（a）に非球面系に関するデータを図 2 5（b）に示す。更に映像表示用液晶パネルの有効映像表示範囲が 0 . 5 9 インチの横長ワイド映像を 8 0 インチに拡大投写した場合に投写面において得られる像のスポット形状を図 2 6 に示す。

#### 【 0 0 6 7 】

また第二の実施例としての傾斜投写光学系を実現する投写レンズの断面図を図 2 7 に示し、レンズデータのうち球面系及び非球面系に関するデータを図 2 8（a）に自由曲面面系に関するデータを図 2 8（b）に示す。更に映像表示用液晶パネルの有効映像表示範囲が 0 . 6 3 インチの映像を 8 0 インチに拡大投写した場合に投写面において得られる像のスポット形状を図 2 9 に示す。

#### 【 0 0 6 8 】

同様に第三の実施例としての斜投写光学系を実現する投写レンズのレンズデータのうち球面系及び非球面系に関するデータを図 3 0（a）に自由曲面面系に関するデータを図 3 0（b）に示す。

#### 【 0 0 6 9 】

同様に第四の実施例としての斜投写光学系を実現する投写レンズの断面図を図 3 1 に示し、この時取り得る球面系及び非球面系に関するデータを図 3 2（a）に自由曲面面系に関するデータを図 3 2（b）に示す。更に映像表示用液晶パネルの有効映像表示範囲が 0 . 6 3 インチの映像を 8 0 インチに拡大投写した場合に投写面において得られる像のスポット形状を図 3 3 に示す。

#### 【 0 0 7 0 】

それぞれの実施例における投写画面の垂直寸法  $D_v$  と映像表示位置の光軸からのシフト量の関係は

第一の実施例は 1 0 : - 2 . 5

第二の実施例は 1 0 : - 2 . 3

第三の実施例は 1 0 : - 2 . 3

第四の実施例は 1 0 : - 2 . 3

であり本発明で得られる斜投写光学系を実現する投写レンズにおいては上記のように映像

の垂直方向サイズ  $D_v$  に対してシフト量  $S_1$  を 20% 以上とすることが可能である。さらに、投写画面の対角寸法  $D$  と投写面に最も近い位置に配置されたレンズから投写面までの距離  $L$  の比率 ( $D/L$ ) は 80 インチ投写 (対角 2032 mm) とすると

第一の実施例は  $2032 / 885.6 = 2.29$

第二の実施例は  $2032 / 1001.9 = 2.03$

第三の実施例は  $2032 / 1138 = 1.79$

第四の実施例は  $2032 / 1107.4 = 1.83$

の関係があり、上記比率 ( $D/L$ ) が 1.75 以上あれば投写レンズと投写面の間に光路折り返しミラーを配置することで十分コンパクトな投写ボード装置が実現できる。

#### 【0071】

一方、第一の実施例では図 24 に示すように光路折り返し用平面ミラー  $M_1$  を備えた投写型映像表示装置を実現できるので少ない設置スペースで大画面が得られることやプレゼンターが投写型映像表示装置の映像光を直接見ることが無くなる等大きなメリットとなる。

#### 【0072】

続いて本発明の実施例としての斜投写光学系を実現する投写レンズの収差補正のメカニズムとレンズデータの具体的な読み方について図 23 に示す構成の実施例 1 の投写レンズについて図 25 (a) (b) に示すレンズデータを用いて説明する。全体としては 3 群構成のレンズで投写面 (スクリーン) 側から順に  $L_{16}$  から  $L_{12}$  が第 3 群を構成し、 $L_{16}$  から  $L_{13}$  が全て凹レンズとしてテレセントリックな構成とし同時に倍率色収差を低減するために  $L_{12}$  をアッペ数の小さい硝材を用いた凸レンズを配置している。さらに、 $L_{16}$  を図 24 に示すように斜投写光学系を構成する複数枚のレンズにより共有される光軸  $11$  を含まない位置に配置することで、画面周辺において結像する光束を  $L_{16}$  のレンズ形状単独で制御することが可能な強い非球面形状として、斜投写によって発生する台形歪みや超広角化に伴う収差 (特に高次のコマ収差や非点収差) の補正を実現している。この時、 $L_{16}$  のレンズ外形形状は前述した理由により光軸に対称な円形状とする必要が無く、映像表示面有効領域の縦横比 (アスペクト比) とほぼ等しい長方形もしくは映像光束が通過する領域に合わせた台形形状とすることも出来る。このため、結像性能を低下させる不要光を遮蔽する効果もある。

#### 【0073】

また、 $L_{11}$  から  $L_9$  が第 2 群を構成し、 $L_{11}$  が弱い負の屈折力を有する強い非球面形状を有するレンズで光軸から離れた場所を通過し光軸に略平行な光束により発生する球面収差や低次のコマ収差を補正し、 $L_{10}$  及び  $L_9$  は正の屈折力を有するガラスレンズ投写レンズの屈折力の一部を分担しかつ  $L_9$  が投写面 (スクリーン) 側に凸のメニスカス形状としてコマ収差と非点収差の発生を抑えている。

最後に、 $L_8$  から  $L_1$  が第 1 群を構成し、 $L_8$  と  $L_7$  のダブルレットレンズと  $L_6$  から  $L_4$  のトリプレットレンズに負の屈折力を持たせる事でより強いテレセントリック性を持たせている。さらに、 $L_3$  を強い非球面形状を有するレンズとして光軸から離れた場所を通過し光軸に斜めな光束により発生する輪帯コマ収差を補正することで、投写レンズ全体として斜投写しても歪みを抑え図 26 にスポット像を示すように良好なフォーカス性能を実現した。

#### 【0074】

本発明の第二から第四の実施例で示した投写レンズは第一の実施例で使用した非球面レンズに比べて飛躍的に設計自由度が大きい自由曲面レンズを使用することでより少ないレンズ枚数で良好な収差補正を実現している。図 27 に示す第二の実施例 (レンズデータは図 28) は自由曲面形状のミラー  $M_2$  とガラスレンズ 6 枚、プラスチックレンズ 4 枚の 10 枚構成でプラスチックレンズは  $L_2$  と  $L_6$  が非球面レンズ、 $L_9$  と  $L_{10}$  が自由曲面レンズで構成されている。また図 31 に示す第四の実施例は自由曲面形状のミラー  $M_2$  とガラスレンズ 6 枚、プラスチックレンズ 4 枚の 10 枚構成でプラスチックレンズは  $L_2$  と  $L_6$  が非球面レンズ、 $L_9$  と  $L_{10}$  が自由曲面レンズで構成されている。

#### 【0075】

10

20

30

40

50

第二の実施例では図27のYZ断面に示すようにL9及びL10を複数枚のレンズにより共有される光軸11を含まない位置に配置することで、画面周辺において結像する光束をL9、L10のレンズ形状単独で制御することが可能となりより収差補正能力が高い自由曲面形状として更にミラーM2も自由曲面とすることで、斜投写によって発生する台形歪みや超広角化に伴う収差（特に高次のコマ収差や非点収差）の補正を実現し、その結果図29にスポット像を示すように良好な収差補正を実現している。

【0076】

同様に第三の実施例（レンズデータは図30）は自由曲面形状のミラーM2とガラスレンズ8枚、プラスチックレンズ4枚の12枚構成でプラスチックレンズはL2とL8が非球面レンズ、L11とL12が自由曲面レンズで構成されている。第三の実施例でも図示しないがL11とL12を複数枚のレンズにより共有される光軸11を含まない位置に配置することで、画面周辺において結像する光束をL11、L12のレンズ形状単独で制御することが可能となりより収差補正能力が高い自由曲面形状として更にミラーM2も自由曲面とすることで、斜投写によって発生する台形歪みや超広角化に伴う収差（特に高次のコマ収差や非点収差）の補正を実現している。

最後に第四の実施例については図31に示したように第二の実施例との違いは、第一群にL6を追加し第二群のL8を分割しL10、L11としガラスレンズを二枚増やして発生する収差を低減した点である。

【0077】

以上述べたように、第四の実施例でも図31のYZ断面に示すようにL12及びL13を複数枚のレンズにより共有される光軸11を含まない位置に配置することで、画面周辺において結像する光束をL12とL13のレンズ形状で制御することが可能となり、より収差補正能力が高い自由曲面形状として更にミラーM2も自由曲面とすることで、斜投写によって発生する台形歪みや超広角化に伴う収差（特に高次のコマ収差や非点収差）の補正を実現し、その結果図33にスポット像を示すように良好な収差補正を実現している。

【0078】

次に、以上述べた傾斜投写光学系について、図25(a)(b)、図28(a)(b)、図30(a)(b)、図32(a)(b)を用いて、その具体的な数値を例示しながら説明する。

【0079】

まず、図23、図24は図25(a)(b)に示した、数値例に基づく本実施の形態に係わる投写光学系の構成を示しており、前述したXYZ直交座標において、図23及び図24はYZ断面での構成を示している。図23の投写光学系の構成図はZ軸方向に展開して示しており、このことは図27及び図31でも同様である。

【0080】

上記図23の左側に示した映像表示面（実施例としては液晶パネルとした）P0から射出した光は、複数のレンズを含む投写レンズのうち、まず、回転対称形状の面のみを有するレンズのみで構成される第1群及び第2群を通過する。そして、レンズ外形中心に対しては回転非対称な非球面レンズL16を含む第3群を通過し投写面に拡大投写される。

【0081】

ここで、投写レンズの第1群及び第2群は、全て回転対称な形状の屈折面を持つ複数のレンズで構成されており、各屈折面のうち4つの面は回転対称な非球面であり、他は球面である。ここに用いられた回転対称な非球面は、各面ごとのローカルな円筒座標系を用いて、図25(b)の式(1)で表される。

【0082】

ここで、 $r$ は光軸からの距離であり、 $Z$ はレンズ面形状のサグ量を表している。また、 $c$ は頂点での曲率、 $k$ は円錐定数、 $A$ から $J$ は $r$ のべき乗の項の係数である。

【0083】

また、図25(a)には各面の曲率半径を(mm)を単位として記載している。図25(a)の中で面の左側に曲率の中心がある場合は正の値で、逆の場合は負の値で表わして

10

20

30

40

50

いる。また図 2 5 ( a ) において面間距離は、そのレンズ面の頂点から次のレンズ面の頂点までの距離を示す。あるレンズ面に対して、次のレンズ面が図 2 5 ( a ) の中で右側に位置するときには面間距離は正の値、左側に位置する場合は負の値で表している。さらに、図 2 5 ( a ) において面番号 ( 9 ) 、面番号 ( 1 0 ) 、面番号 ( 2 3 ) 、面番号 ( 2 4 ) 、面番号 ( 3 3 ) 、面番号 ( 3 4 ) は光軸に回転対称な非球面であり、図 2 5 ( a ) では表中面の番号の横に非球面と記載して分かり易く示している。

回転対称な非球面の面形状は下記の数 1 ( 図 2 5 ( b ) 下記 r に対して h として同一の式を記載 ) で表され、上記 4 つの非球面における数 5 の係数を表 2 に示している。

【 0 0 8 4 】

【 数 1 】

$$Z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}} + A \cdot r^4 + B \cdot r^6 + C \cdot r^8 + D \cdot r^{10} + E \cdot r^{12} + F \cdot r^{14} + G \cdot r^{16} + H \cdot r^{18} + J \cdot r^{20}$$

…(数1)

これら 6 つ面の非球面の係数を以下の図 2 5 ( b ) に示している。

【 0 0 8 5 】

上記の図 2 5 ( b ) の表から、本実施の形態では、コーニック係数 k が 0 となっていることがわかる。斜め入射による台形歪は、斜め入射の方向に極端に大きく発生し、これと垂直な方向に歪量は小さい。従って、斜め入射の方向とこれに垂直な方向とでは、大幅に異なる機能が必要であり、回転対称で全方向に機能する上記コーニック係数 k を利用しないことにより、非対称な収差を良好に補正することができる。

【 0 0 8 6 】

なお、上記図 2 5 ( a ) 及び図 2 5 ( b ) の表中に示した数値は、映像表示面である液晶パネルの画面上に 1 6 × 9 のアスペクト比で対角 0 . 5 9 インチの範囲の光変調された光学像 ( 調光像 ) を投写面であるスクリーンに対角 6 0 インチ、8 0 インチ、1 0 0 インチに拡大投写した場合に取り得る値を記載しておりそれぞれのサイズの拡大像で最適フォーカス性能を得るためにレンズ間隔 ( 3 0 ) と ( 3 4 ) の値が図 2 5 ( b ) の下表の面間隔の値となるように L 1 5 及び L 1 6 を光軸に平行に移動させると良い。

図 2 8 ( a ) ( b ) 、図 3 0 ( a ) ( b ) 及び、図 3 2 ( a ) ( b ) に記載したレンズデータも同様なフォーマットで記載しているが、表中に示した数値は、映像表示面である液晶パネルの画面上に 4 : 3 のアスペクト比で対角 0 . 6 3 インチの範囲の光変調された光学像 ( 調光像 ) を投写面であるスクリーンに対角 6 0 インチ、8 0 インチ、1 0 0 インチに拡大投写した場合に取り得る値を記載しておりそれぞれのサイズの拡大像で最適フォーカス性能を得るために変動させるレンズ間隔を示している。

また、図 2 8 ( a ) ( b ) において面番号 ( 1 8 ) 、面番号 ( 1 9 ) 、面番号 ( 2 0 ) 、面番号 ( 2 1 ) 、は自由曲面レンズの各屈折面であり、面番号 ( 2 2 ) は自由曲面ミラーの反射面であって、面番号の横に形状の名称を付けて示している。これら 5 つの自由曲面の形状は下記の数 2 で表され、下記の式において各 m 、 n の値に対する係数 C ( m , n ) の値を図 2 8 ( b ) に示す。なお、2 枚の自由曲面レンズは、反射ミラー系の自由曲面ミラー M 2 と連携して、斜投射によって生じる台形歪を補正するものである。

【 0 0 8 7 】

【 数 2 】

$$Z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}} + \sum_m \sum_n (C(m,n) \cdot x^m \cdot y^n) \dots\dots (数2)$$

図 2 8 ( b ) においては、係数の名称と値を左右に並べて枠の組で表示しており、右側が係数の値であり、左側が名称で括弧内のカンマで区切った 2 組の数値は式 2 に示した m と n の値を示している。

【 符号の説明 】

10

20

30

40

50

【0088】

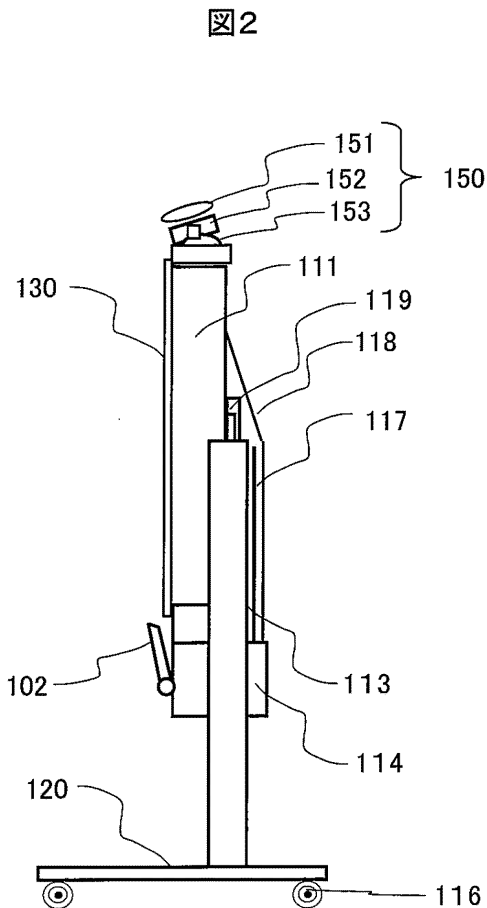
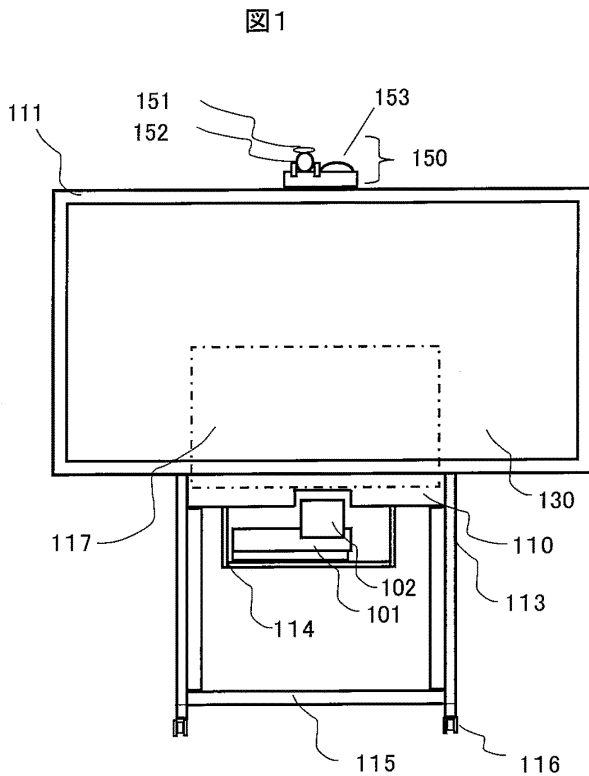
101, 101a, 101b... 投写型映像表示装置本体、102, 102a, 102b... ミラー、110... 補強部材1、111... 透過型スクリーン支持枠、113... スクリーン脚部、114, 114a, 114b... 収納部、115... 補強部材2、116... キャスター、117... 光路折り返し平面ミラー、118... バックカバー、119... ハンドル、120... キャスター支持部、130... 透過型スクリーン、131... 表面層、132... シート基材、133... 拡散層、134... フレネル基材、L141, L142, L144, L145... フレネルレンズ、134A, 134B, 134C... スクリーンの領域、135... 粘着層または接着層、150... カメラ部、151... 指向性マイク、152... ズームカメラ、153... 監視カメラ、170a, 170b... 投写型映像表示装置支持アーム、301... フレネルシート基材送り出し機、302... 搬送ロール、303... リニアフレネル基材シート、304... テンションロール、305... リニアフレネル成形ロール、306... 粘着(接着)剤塗布ロール、307... 樹脂硬化用(紫外線)ランプ、308... フレネルシート圧着ロール、309... 押し出し成形機、330... 投写レンズ射出瞳、160... 全反射サーキュラーフレネルシート、160E, 160D, 168E, 168D... スクリーンの領域、168... サーキュラーフレネルシート、170... 拡散シート、171... 拡散層、172... 拡散シート基材、M1... 平面ミラー、M2... 自由曲面ミラー、L1... レンズ、L2... レンズ、L3... レンズ、L4... レンズ、L5... レンズ、L6... レンズ、L7... レンズ、L8... レンズ、L9... レンズ、L10... レンズ、L11... レンズ、L12... レンズ、L13... レンズ、L14... レンズ、L15... レンズ、L16... レンズ、200... 管球、201... リフレクタ、199... 光源、202... 紫外線カットフィルタ、203... マルチレンズ方式インテグレータ、203a... 第1のマルチレンズ素子、203b... 第2のマルチレンズ素子、204... 偏光変換素子、215... 光軸、206a, 206b, 206c, 206d... ミラー、207a, 207b... ダイクロイックミラー、208a, 208b, 208c... 重畳レンズ、205, 209, 210... フィールドレンズ、

10

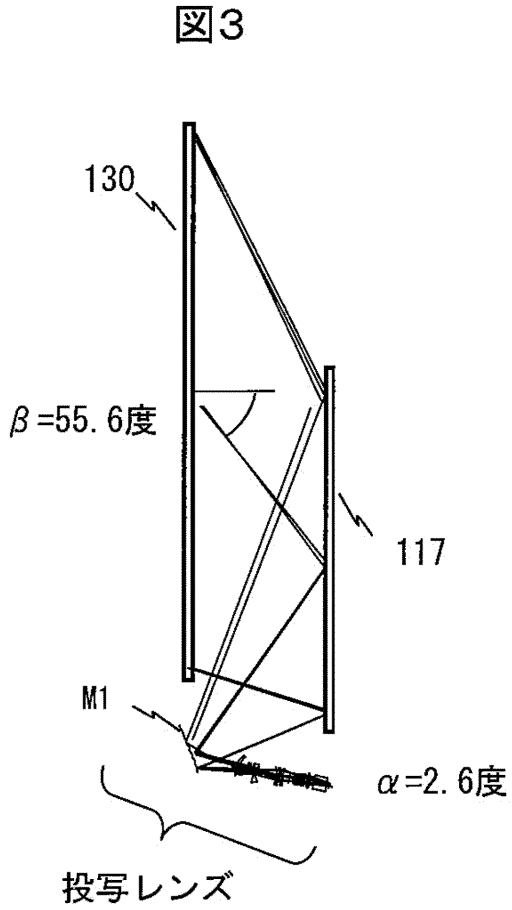
20

【図1】

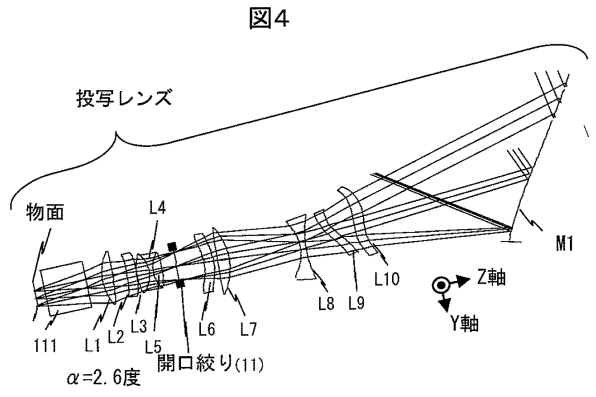
【図2】



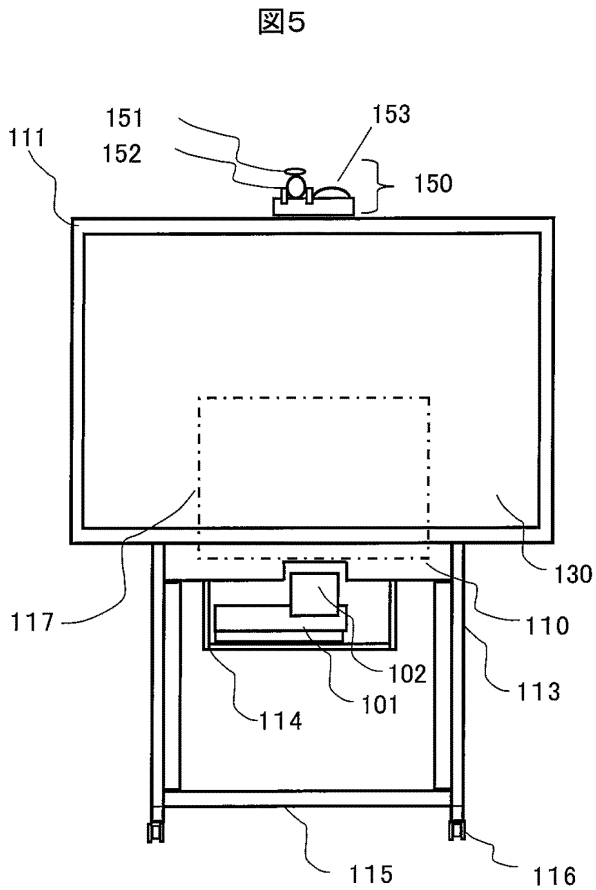
【図3】



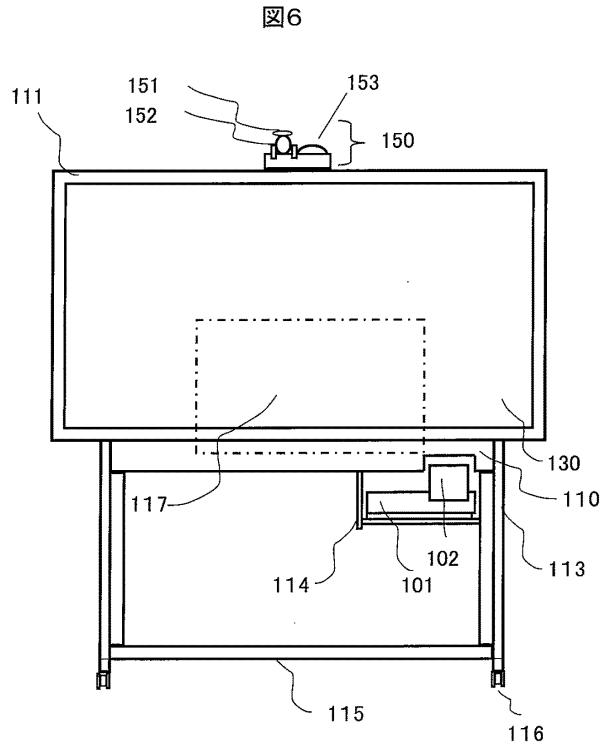
【図4】



【図5】

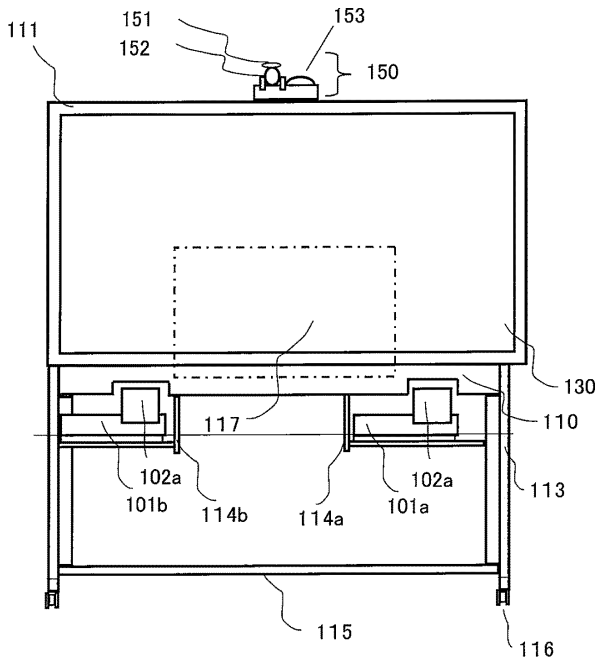


【図6】



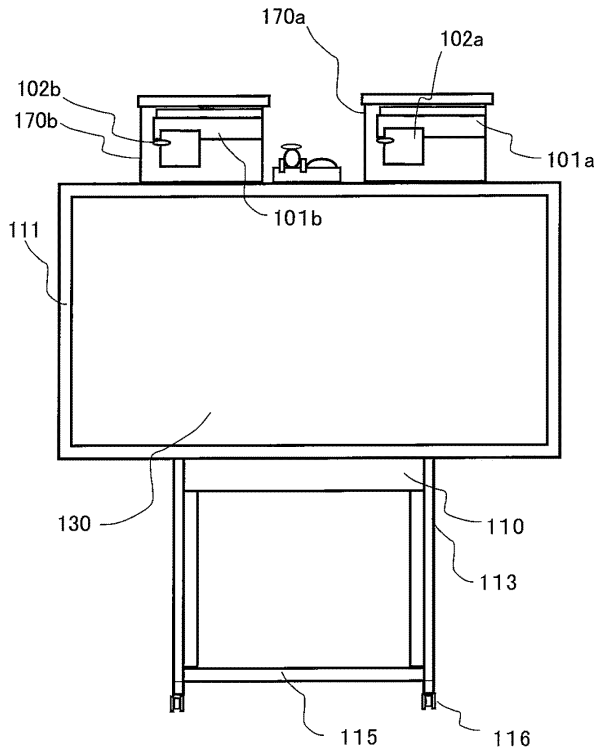
【図7】

図7



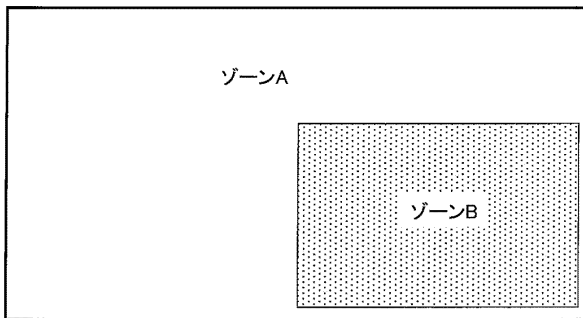
【図8】

図8



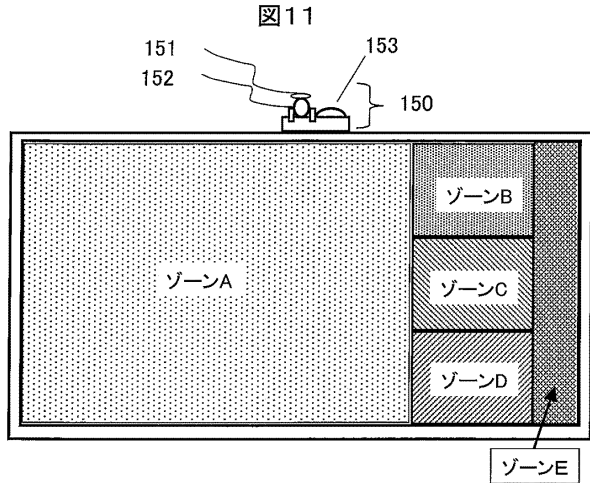
【図9】

図9



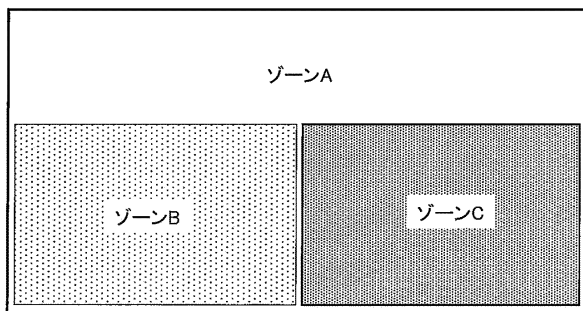
【図11】

図11

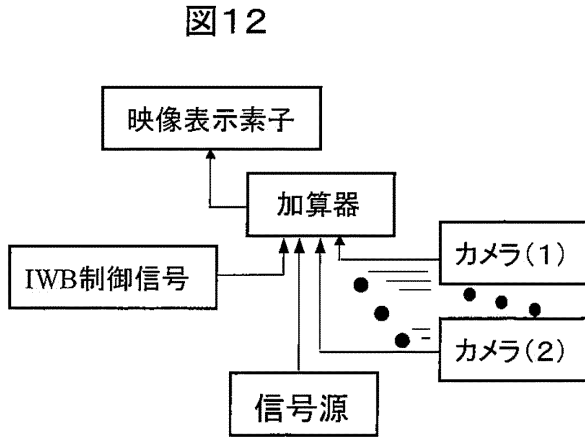


【図10】

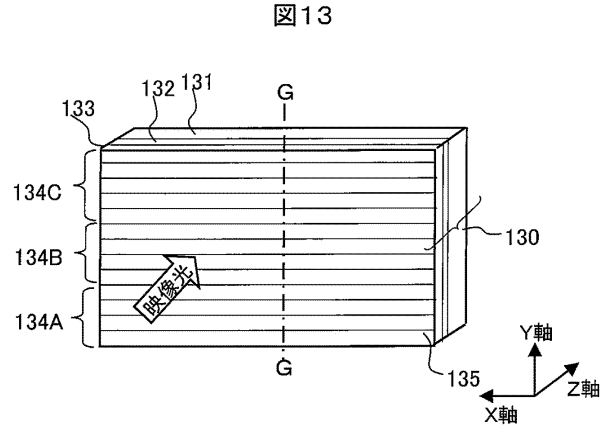
図10



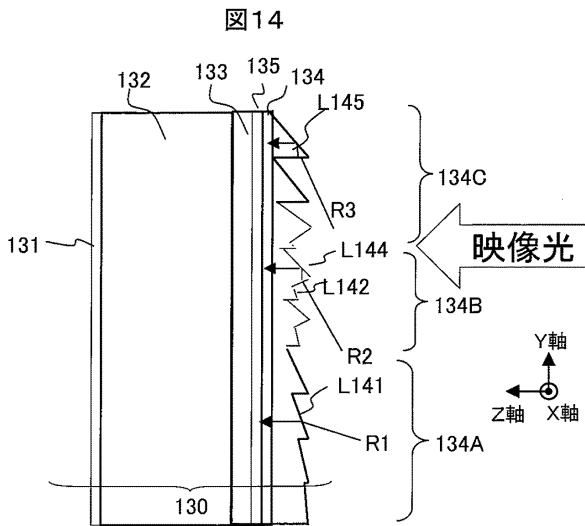
【図12】



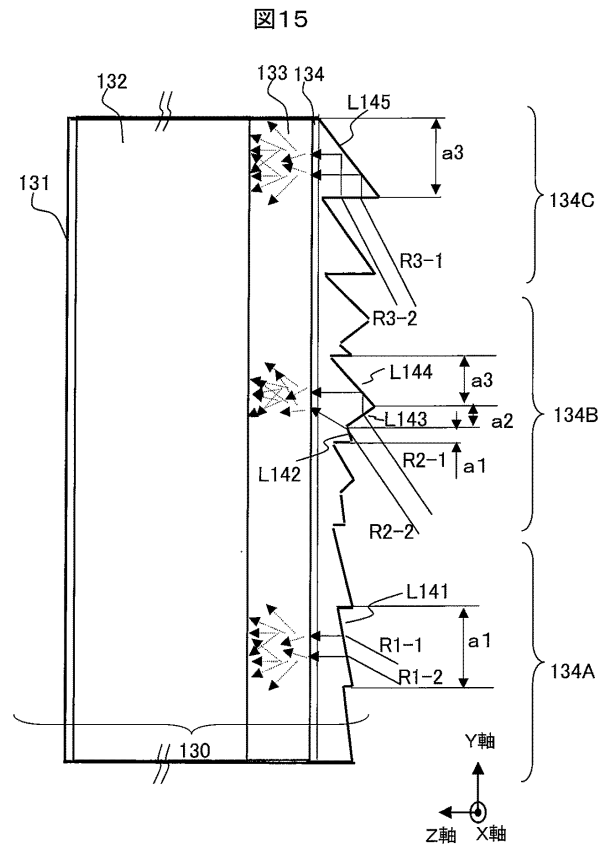
【図13】



【図14】

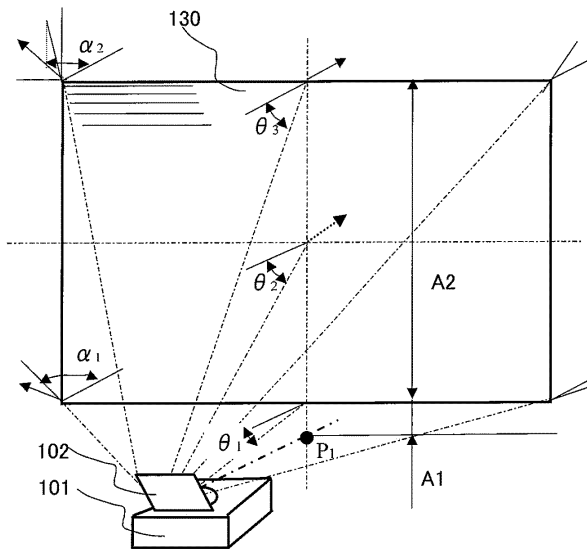


【図15】



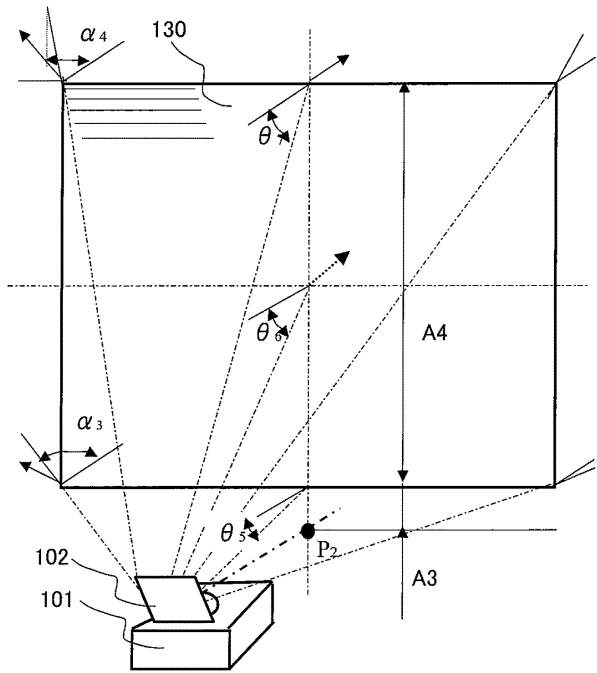
【図16】

図16



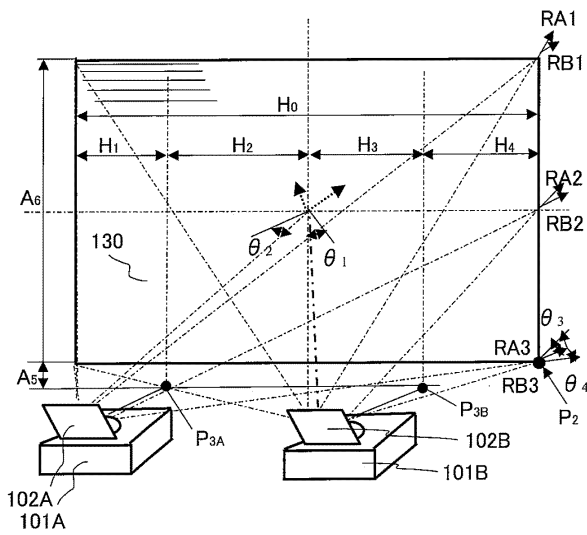
【図17】

図17



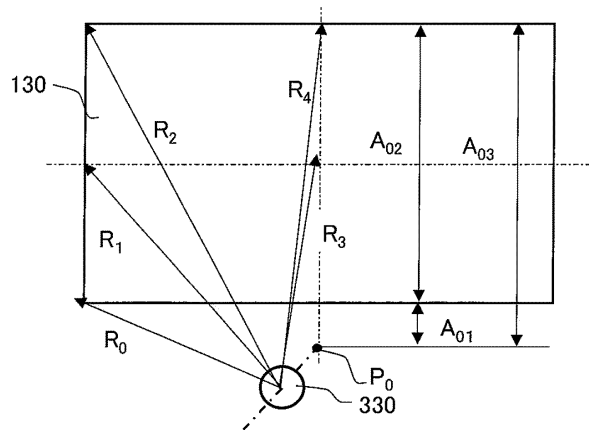
【図18】

図18



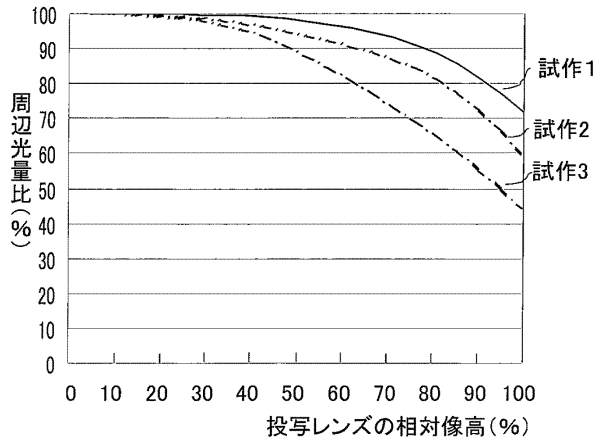
【図19】

図19



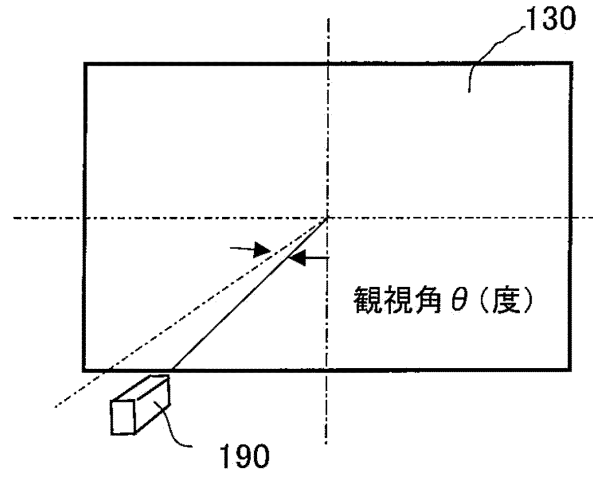
【図20】

図20



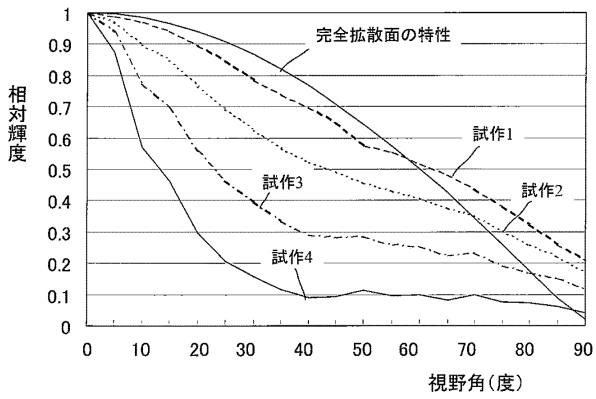
【図21】

図21



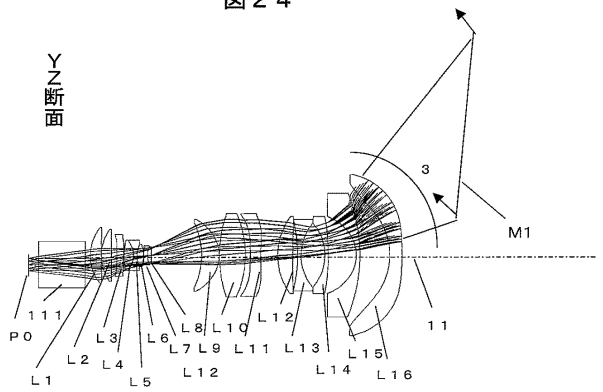
【図22】

図22



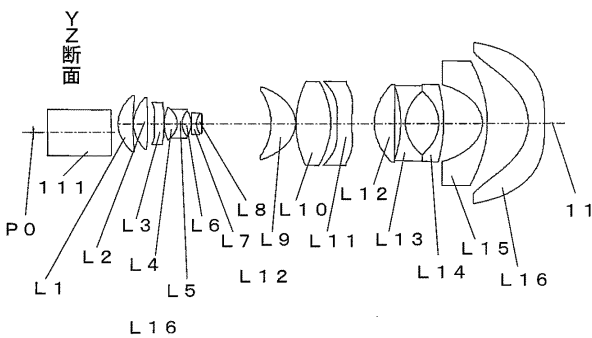
【図24】

図24



【図23】

図23



【図 25 ( a )】

図 25 ( a )

呼称	面番号	形状	曲率半径	面間距離	屈折率/アッペ数	有効径(半径)
物面	(0)	球	∞	3000		
入射瞳	(1)	球	∞	-3000		
	(2)	球	∞	5.977		
換算フィルタ	(3)	球	∞	26.395	1.5168 / 64.20	
	(4)	球	∞	2.9000		
L1	(5)	球	33.3860	6.08	1.8467 / 23.78	17.22
	(6)	球	291.769	0.200		16.9
L2	(7)	球	34.059	5.840	1.8467 / 23.78	15.86
	(8)	球	-726.066	3.023		15.2
L3	(9)	非球面	154.0648	4.000	1.5251 / 56.46	12.8
	(10)	非球面	236.3251	0.200		11.46
L4	(11)	球	44.6633	5.428	1.4875 / 70.44	9.82
L5	(12)	球	-16.5979	2.000	1.8467 / 23.78	8.66
L6	(13)	球	18.1922	3.828	1.4875 / 70.44	7.2
	(14)	球	-21.9158	0.2		6.96
L7	(15)	球	-195.1310	2	1.8467 / 23.78	6.35
L8	(16)	球	15.8472	2.28	1.4875 / 70.44	5.76
	(17)	球	-130.2177	0.282		5.74
開口絞り	(18)	球	∞	28.525		5.7669
L9	(19)	球	-56.4261	9.972	1.58144 / 40.89	21.4
	(20)	球	-27.7268	0.200		22.4
L10	(21)	球	97.3236	14.498	1.64769 / 33.84	26
	(22)	球	-78.9271	2.764		26.18
L11	(23)	非球面	17912.7756	6	1.4909 / 58.03	25.67
	(24)	非球面	104.9443	9.505		26.2
L12	(25)	球	48.9383	8.508	1.8467 / 23.78	24.15
	(26)	球	1165.9755	2.677		23.4
L13	(27)	球	-113.337	2	1.74400 / 44.90	23.4
	(28)	球	36.138	13.754		21.08
L14	(29)	球	-35.4445	2.000	1.80420 / 46.50	21.08
	(30)	球	-150.6840	16.133		24
L15	(31)	球	-27.5039	2	1.80420 / 46.50	25.28
	(32)	球	-121.761	17.105		39.25
L16	(33)	非球面	-53.0389	7	1.4909 / 58.03	46.800
	(34)	非球面	-630.8458	Z(別表)		52.500
像面	(35)	球	∞	0		

【図 25 ( b )】

図25(b)

$$Z = \frac{c \cdot h^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)c^2 \cdot h^2}} + A \times h^4 + B \times h^6 + C \times h^8 + D \times h^{10} + E \times h^{12} + F \times h^{14} + G \times h^{16} + H \times h^{18} + J \times h^{20} \quad (式1)$$

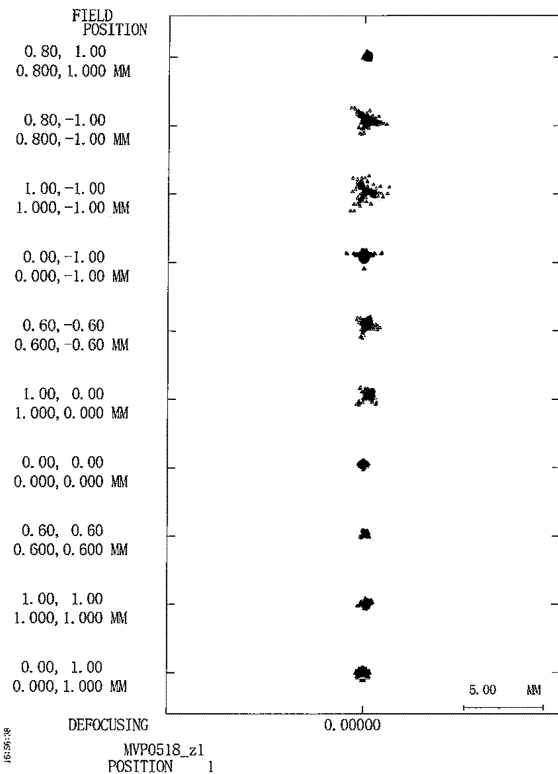
	9面	10面	23面	24面	33面	34面
1/c	154.0648	236.3251	17912.7756	104.9443	-53.0389	-630.8458
K	0	0	0	0	0	0
A	-5.53275E-05	-4.26343E-05	-1.68081E-05	-1.98695E-05	-2.64101E-06	-5.60554E-06
B	-4.25424E-08	-1.06576E-07	9.47872E-09	1.41385E-08	1.48254E-09	3.69316E-09
C	1.11533E-09	1.87854E-09	7.98423E-12	3.40829E-13	1.44383E-13	-2.15871E-12
D	-3.38000E-12	-1.00894E-11	-2.48775E-14	-1.67995E-14	-6.01192E-17	6.07712E-16
E	-2.00200E-14	-9.92516E-14	1.04594E-17	1.26685E-17	2.83203E-20	3.61378E-20
F	9.26988E-17	6.77746E-16	4.44289E-20	2.13486E-20	1.19401E-23	-6.39771E-23
G	6.66549E-19	5.91739E-18	-5.19672E-23	-2.38992E-23	-5.17162E-27	-3.48383E-27
H	-5.04272E-21	-6.45314E-20	-1.31093E-26	-1.88830E-26	-4.83548E-30	9.34649E-30
J	7.90195E-24	1.60725E-22	2.74980E-29	2.19071E-29	1.71219E-33	-1.75388E-33

面間距離

面間距離 Z(mm)	インチ		
	60	80	100
S30 面	16.697	16.133	15.778
S34 面	650.146	885.600	1121.190

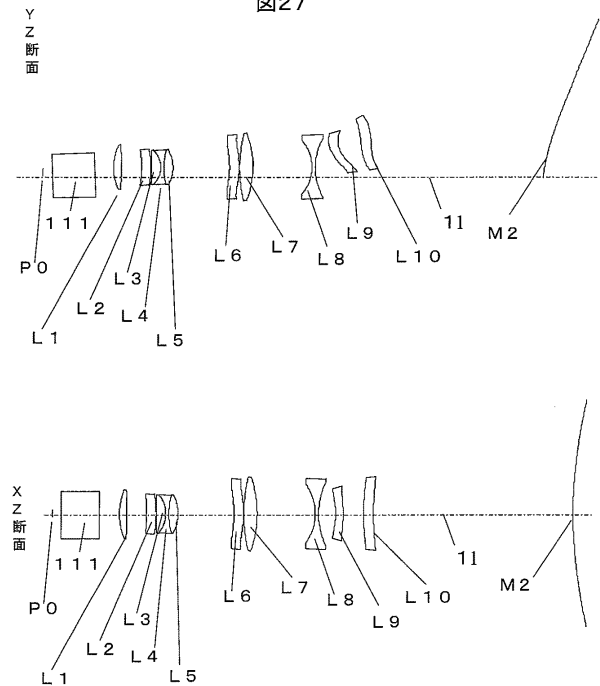
【図 26】

図26



【図 27】

図27



【図28(a)】

図28(a)

呼称	面番号	形状	曲率半径	面間距離	屈折率/アッペ数
物面	(0)	球	∞	5.977	
換算フィルタ	(1)	球	∞	26.395	1.51680/64.20
	(2)	球	∞	11.5465284	
L1	(3)	球	40.176	4.9	1.84666/23.78
	(4)	球	-17.637	12.648	
	(5)	非球面	-167.959	5.89	1.5251/56.46
L2	(6)	非球面	-122.832	0.300	
	(7)	球	401.653	6	1.48749/70.44
L3	(8)	球	-17.707	2	1.84666/23.78
L4	(9)	球	50.018	5.7	1.48749/70.44
L5	(10)	球	-28.002	0	
	(11)	球	∞	35.974	
L6	(12)	非球面	-66.6459	6	1.4909/58.03
	(13)	非球面	-62.2313	0.3	
L7	(14)	球	105.0660	8.3	1.80610/33.27
	(15)	球	-71.1810	36.896	
L8	(16)	球	-30.4830	2	1.48749/70.44
	(17)	球	45.8480	19.722	
L9	(18)	XY多項式面	∞	6	1.4909/58.03
	(19)	XY多項式面	∞	5.146	
L10	(20)	XY多項式面	∞	6	1.4909/58.03
	(21)	XY多項式面	∞	119.906	
M1	(22)	XY多項式面	∞	0	反射面
	(23)	球	∞	Z(別表)	
像面	(24)	球	∞	0	

非球面係数

$$Z = \frac{c \cdot h^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)c^2 - h^2}} + A \times h^4 + B \times h^6 + C \times h^8 + D \times h^{10} + E \times h^{12} + F \times h^{14} + G \times h^{16} + H \times h^{18} + J \times h^{20}$$

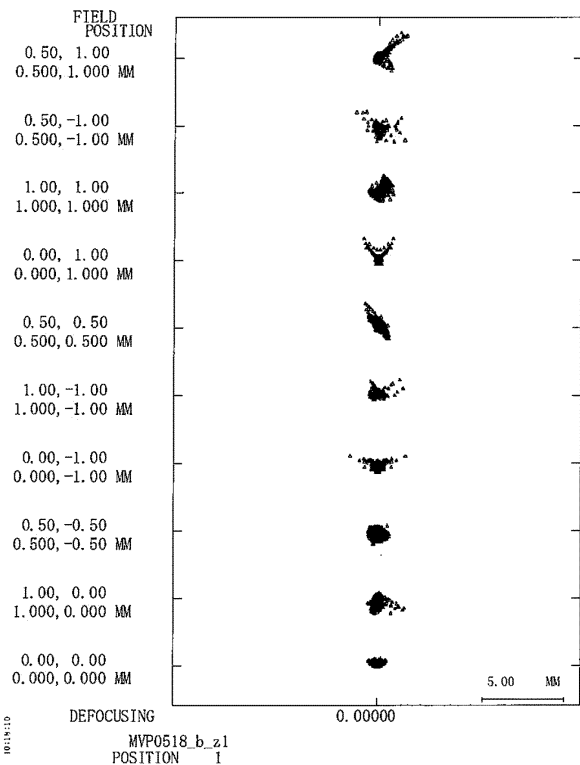
	5面	6面	12面	13面
1/c	-167.959	-122.832	-66.6459	-62.2313
K	-2.66335E-05	0	-0.153937	0.206830
A	-2.66335E-05	-2.38519E-05	3.76738E-06	3.96741E-06
B	7.92220E-08	3.17440E-08	1.42797E-08	1.09888E-08
C	-5.28342E-10	-1.61512E-10	3.16419E-11	1.58678E-11
D	6.87854E-12	3.52176E-12	-9.44883E-14	-5.49933E-15
E	7.04598E-15	8.65105E-15	-7.39034E-17	-1.15325E-16
F	-3.43447E-18	-3.83917E-18	1.07298E-18	1.50989E-19
G	-5.57170E-19	-1.00491E-18	-2.85225E-21	7.93244E-22
H	2.04723E-20	3.44806E-20	2.57004E-24	-2.80136E-24
J	-5.52648E-23	-1.20548E-22	1.18394E-29	2.53254E-27

面間距離変化

面間距離 Z(mm)	s17	80インチ	80インチ	100インチ
	s17	19.889	19.722	19.646
	s19	6.846	5.146	4.079
	s21	118.038	119.906	121.048
	s23	-646.189	-882.074	-1117.63

【図29】

図29



【図28(b)】

図28(b)

自由曲面係数

$$Z = \frac{c \cdot (x^2 + y^2)}{1 + \sqrt{1 - (1+K)c^2 - (x^2 + y^2)}} + \sum \sum C_j(m,n) \cdot x^m \cdot y^n$$

$$j = (m+n)2 + m + 3n + 2 + 1$$

コード	18面	19面	20面	21面	22面
1/R	c	0	0	0	0
K	k	0	0	0	0
C3	y <sup>1</sup>	0.751345217	0.78007117	0.317146197	0.282854435
C4	x <sup>2</sup>	-0.01758175	-0.011522589	0.00789724	0.009148087
C6	y <sup>2</sup>	-0.02124885	-0.027915463	0.019783429	0.024311975
C8	x <sup>2</sup> y	0.000222852	0.000410962	0.000172737	0.000152295
C10	y <sup>3</sup>	-0.001815279	-0.002003168	0.000578679	0.000810141
C11	x <sup>4</sup>	-3.08048E-05	-3.06833E-05	-1.52049E-05	-1.69764E-05
C13	x <sup>2</sup> y <sup>2</sup>	9.50625E-05	7.78647E-05	-3.37202E-05	-4.88457E-05
C15	y <sup>4</sup>	3.03736E-05	4.75846E-05	-1.93278E-05	-1.94222E-05
C17	x <sup>2</sup> y <sup>2</sup>	-3.62457E-06	-3.38545E-06	-1.38878E-06	-1.2879E-06
C19	x <sup>2</sup> y <sup>3</sup>	1.6436E-06	-1.30846E-06	-1.786E-06	-2.36902E-06
C21	y <sup>5</sup>	2.68751E-06	2.23615E-06	-1.44908E-06	-1.55877E-06
C22	x <sup>6</sup>	1.13872E-07	6.93151E-08	1.62591E-08	1.5632E-08
C24	x <sup>2</sup> y <sup>4</sup>	-2.78227E-07	-8.74443E-08	-2.89469E-08	6.47985E-09
C26	x <sup>2</sup> y <sup>4</sup>	-1.92564E-07	-1.65778E-07	-2.12785E-08	-8.72645E-09
C28	y <sup>6</sup>	-4.67109E-08	-3.89024E-08	-3.34103E-08	-2.85206E-08
C30	x <sup>2</sup> y	-1.20879E-08	-1.1772E-08	1.27991E-09	1.70847E-09
C32	x <sup>2</sup> y <sup>3</sup>	-1.05915E-08	5.64453E-09	-7.1982E-10	2.02511E-09
C34	x <sup>2</sup> y <sup>5</sup>	-9.46258E-09	2.79816E-09	7.89306E-10	2.41317E-09
C36	y <sup>7</sup>	4.9728E-10	5.18671E-10	-4.36801E-10	3.17904E-10
C37	x <sup>8</sup>	-1.07985E-10	-5.10075E-11	-1.80567E-11	-1.42035E-11
C39	x <sup>4</sup> y <sup>2</sup>	-1.19793E-10	-7.01E-10	3.98188E-11	3.18713E-11
C41	x <sup>4</sup> y <sup>2</sup>	2.80851E-10	2.48715E-10	-4.84579E-11	4.79457E-11
C43	x <sup>2</sup> y <sup>6</sup>	2.9954E-11	2.73242E-10	3.81109E-11	4.79457E-11
C45	y <sup>8</sup>	6.5869E-11	6.47438E-11	4.89405E-12	2.00339E-11
C47	x <sup>2</sup> y	6.94945E-11	4.35878E-11	-7.8119E-13	-1.47199E-12
C49	x <sup>2</sup> y <sup>2</sup>	3.7162E-11	-1.70584E-11	1.03985E-12	-7.10612E-13
C51	x <sup>2</sup> y <sup>2</sup>	2.86518E-11	1.74347E-12	-2.41585E-12	-1.94158E-12
C53	x <sup>2</sup> y <sup>7</sup>	5.26582E-12	7.06206E-13	3.20388E-13	-1.12981E-12
C55	y <sup>9</sup>	-2.75688E-12	-2.04243E-12	7.20951E-13	2.40184E-13
C56	x <sup>10</sup>	3.54774E-13	2.19244E-13	2.49719E-14	1.64795E-14
C58	x <sup>6</sup> y <sup>2</sup>	3.06388E-12	1.72361E-12	-4.25312E-14	-5.97791E-14
C60	x <sup>6</sup> y <sup>2</sup>	4.36927E-13	-4.88938E-13	2.28321E-14	-1.05274E-14
C62	x <sup>2</sup> y <sup>8</sup>	5.73606E-13	4.39862E-14	-4.41159E-14	-4.63017E-14
C64	x <sup>2</sup> y <sup>8</sup>	-9.59911E-15	-1.02118E-13	-1.20084E-14	-3.50914E-14
C66	y <sup>10</sup>	-1.10234E-13	-7.22795E-14	1.18093E-14	-1.22863E-15

【図30(a)】

図30(a)

呼称	面番号	形状	曲率半径	面間距離	屈折率/アッペ数
物面	(0)	球	∞	3000	
入射瞳	(1)	球	∞	-3000	
	(2)	球	∞	8.776	
換算フィルタ	(3)	球	∞	29.968	1.51680/64.20
	(4)	球	∞	2.0000	
L1	(5)	球	29.5573	8.95	1.84666/23.78
	(6)	球	-349.057	4.000	
L2	(7)	非球面	37.9013	4.000	1.5251/56.46
	(8)	非球面	36.2088	0.300	
L3	(9)	球	40.7041	7.600	1.48749/70.44
L4	(10)	球	-21.6220	2.000	1.84666/23.78
L5	(11)	球	16.6592	5.400	1.48749/70.44
	(12)	球	-28.2280	0.2	
L6	(13)	球	-155.2213	2	1.72825/28.32
	(14)	球	-3200.4136	2.058	
開口絞り	(15)	球	∞	29.968	
	(16)	球	-178.6205	5.150	
L7	(17)	球	-33.2193	0.300	1.80610/33.27
	(18)	非球面	24.8635	4.000	1.4909/58.03
L8	(19)	非球面	21.4581	23.848	
L9	(20)	球	762.5671	3.6	1.68893/31.18
	(21)	球	-97.7293	13.221	
L10	(22)	球	-27.4129	2.000	1.51680/64.20
	(23)	球	302.6168	16.154	
L11	(24)	XY多項式面	∞	5.5	1.4909/58.03
	(25)	XY多項式面	∞	13.746	
L12	(26)	XY多項式面	∞	6.500	1.4909/58.03
	(27)	XY多項式面	∞	1.98	
ダミー面	(28)	球	∞	0	
M	(29)	XY多項式面	∞	0.000	
ダミー面	(30)	球	∞	Z(別表)	
像面	(31)	球	∞	0	

非球面係数

$$Z = \frac{c \cdot h^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)c^2 - h^2}} + A \times h^4 + B \times h^6 + C \times h^8 + D \times h^{10} + E \times h^{12} + F \times h^{14} + G \times h^{16} + H \times h^{18} + J \times h^{20}$$

	7面	8面	18面	19面
1/c	37.9013	36.2088	24.8635	21.4581
K	0	0	0	0
A	-8.80780E-05	-9.16949E-05	-4.12807E-05	-5.50544E-05
B	-1.26498E-07	-1.16097E-07	-2.49347E-08	-9.92681E-09
C	2.49000E-10	5.84407E-10	1.16176E-10	-2.76938E-11
D	5.10690E-13	2.85323E-13	-6.62044E-13	4.90518E-13
E	3.67318E-14	3.57250E-14	2.51558E-15	-1.92651E-15
F	-1.08286E-16	-1.40212E-16	-1.10043E-18	-5.18981E-18
G	-1.35910E-18	-2.10617E-18	-4.38566E-20	4.03230E-20
H	8.17204E-21	1.51487E-20	1.67769E-22	-7.54970E-23
J	-1.27383E-23	-2.76639E-23	-1.92120E-25	3.83027E-26

面間距離

面間距離 Z(mm)	S23	60インチ	80インチ	100インチ
	S23	15.448	16.154	16.598
	S25	15.407	13.746	12.659
	S30	-737.741	-1000.14	-1262.29

【図30(b)】

図30(b)

自由曲面係数

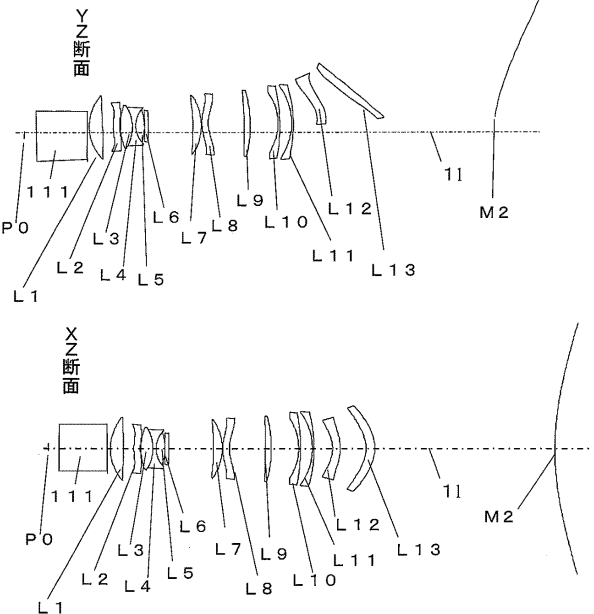
$$z = \frac{c \cdot (x^2 + y^2)}{1 + \sqrt{1 - (1+K) \cdot c^2 \cdot (x^2 + y^2)}} + \sum \sum C_j(m,n) \cdot x^m \cdot y^n$$

$$j = [(m+n)2 + m + 3n] / 2 + 1$$

コード		24面	25面	26面	27面	M(ミラ一面)
1/R	c	0	0	0	0	0
K	K	0	0	0	0	0
C3	Y <sup>1</sup>	-0.033711865	-0.03287289	-1.209217423	-0.942895496	0
C4	X <sup>2</sup>	-0.033760554	-0.028919157	-0.032125475	-0.023377796	0.003734045
C6	Y <sup>2</sup>	-0.037549374	-0.032261899	-0.006378474	-0.007637891	0.000974577
C8	X <sup>2</sup> Y	0.000192255	0.000212873	0.001541008	0.000691526	-5.44852E-05
C10	Y <sup>3</sup>	1.18038E-05	6.47807E-06	0.001351066	0.000412826	-2.12237E-05
C11	X <sup>3</sup>	1.39825E-05	1.76715E-05	1.1125E-05	7.7659E-07	-2.32275E-07
C13	X <sup>2</sup> Y <sup>2</sup>	7.43611E-05	8.09426E-05	2.69044E-05	3.56573E-06	4.66279E-07
C15	Y <sup>4</sup>	5.48622E-05	5.55601E-05	-8.94567E-06	1.40687E-05	2.52572E-07
C17	X <sup>4</sup> Y	1.79943E-06	1.89288E-06	2.7695E-07	3.8157E-07	7.38445E-09
C19	X <sup>2</sup> Y <sup>3</sup>	-1.71752E-06	5.36525E-07	-2.57259E-06	-1.06806E-06	-1.08133E-09
C21	Y <sup>5</sup>	-3.01587E-06	-3.058E-07	-4.25185E-06	-2.14934E-06	-1.141E-09
C22	X <sup>6</sup>	4.96031E-08	4.12283E-08	3.51886E-08	2.35153E-08	2.01899E-11
C24	X <sup>4</sup> Y <sup>2</sup>	-5.11788E-07	-2.30221E-07	-7.86108E-08	-9.80525E-09	-1.15944E-10
C26	X <sup>6</sup> Y <sup>2</sup>	-3.13265E-07	-1.13116E-07	5.71121E-08	6.12726E-08	-4.5125E-11
C28	Y <sup>6</sup>	8.2938E-06	-8.13867E-09	1.3018E-07	-1.98403E-08	-2.97223E-11
C30	X <sup>6</sup> Y	-2.26174E-09	-2.88847E-09	-3.84415E-09	-2.19057E-09	-7.1492E-13
C32	X <sup>4</sup> Y <sup>3</sup>	2.92489E-08	2.2784E-09	3.03795E-10	-6.91821E-10	1.01434E-12
C34	X <sup>2</sup> Y <sup>5</sup>	2.49225E-08	-4.25213E-09	-1.56196E-09	-2.31856E-09	1.15881E-12
C36	Y <sup>7</sup>	2.54687E-09	-1.31292E-09	8.12824E-09	1.87314E-09	5.06058E-13
C37	X <sup>8</sup>	-2.28649E-10	-1.28564E-10	-7.70475E-11	-3.51571E-11	-1.03188E-15
C39	X <sup>6</sup> Y <sup>2</sup>	1.36848E-09	3.42266E-10	2.21058E-10	5.41065E-11	1.2181E-14
C41	X <sup>4</sup> Y <sup>4</sup>	1.84146E-09	4.56372E-10	1.81858E-10	8.68556E-12	-3.86777E-15
C43	X <sup>2</sup> Y <sup>6</sup>	-4.62084E-10	2.47586E-10	-3.43141E-10	-8.28845E-11	-1.73246E-14
C45	Y <sup>8</sup>	3.44881E-11	-4.24824E-12	-2.02803E-10	3.37026E-10	-1.54115E-16
C47	X <sup>6</sup> Y <sup>2</sup>	-1.0375E-12	4.22981E-13	3.58297E-12	1.46777E-12	4.37922E-17
C49	X <sup>6</sup> Y <sup>3</sup>	-1.29246E-10	-1.78469E-11	1.83053E-12	1.81376E-12	-1.17569E-16
C51	X <sup>4</sup> Y <sup>5</sup>	-1.98384E-10	-2.50323E-11	6.165E-12	4.36933E-12	1.8912E-18
C53	X <sup>2</sup> Y <sup>7</sup>	3.40724E-11	6.91869E-12	5.30662E-12	8.32308E-12	1.45543E-16
C55	Y <sup>9</sup>	-2.00518E-11	1.10692E-12	-1.30488E-11	-1.96144E-11	-4.63099E-17
C56	X <sup>10</sup>	6.42135E-13	2.22829E-13	5.27741E-14	1.70347E-14	-3.6473E-20
C58	X <sup>8</sup> Y <sup>2</sup>	-4.0404E-13	-1.03778E-13	-9.19835E-14	-7.15937E-15	-3.2781E-19
C60	X <sup>6</sup> Y <sup>4</sup>	3.79659E-12	4.46878E-13	-4.55624E-13	-6.85439E-14	5.62673E-19
C62	X <sup>4</sup> Y <sup>6</sup>	3.96883E-12	3.88287E-13	-4.75575E-14	-1.25736E-13	-2.85967E-20
C64	X <sup>2</sup> Y <sup>8</sup>	-1.54741E-12	-3.34649E-13	1.68939E-13	-3.76646E-13	-5.01102E-19
C66	Y <sup>10</sup>	6.48204E-13	1.11217E-14	3.459E-13	2.91921E-13	2.58602E-19

【図31】

図31



【図32(a)】

図32(a)

呼称	面番号	形状	曲率半径	面間距離	屈折率/アッペ数
物面	(0)	球	∞	3000	
入射瞳	(1)	球	∞	-3000	
	(2)	球	∞	8.776	
換算フィルタ	(3)	球	∞	29.988	1.51680/64.20
	(4)	球	∞	2.0000	
L1	(5)	球	29.8099	8.05	1.84666/23.78
	(6)	球	-319.813	8.440	
L2	(7)	非球面	34.3146	4.000	1.5251/56.46
	(8)	非球面	30.9484	0.300	
	(9)	球	35.8772	7.600	1.48749/70.44
L3	(10)	球	-23.0886	2.000	1.84666/23.78
L4	(11)	球	15.7813	5.400	1.48749/70.44
L5	(12)	球	-30.9444	0.2	
L6	(13)	球	-198.3317	2	1.72825/28.32
	(14)	球	2500.4535	2.827	
開口絞り	(15)	球	∞	24.933	
L7	(16)	球	-128.2388	5.150	1.80610/33.27
	(17)	球	-31.7162	0.300	
L8	(18)	非球面	25.8279	4.000	1.4909/58.03
	(19)	非球面	22.0958	22.078	
L9	(20)	球	-250.7098	3.6	1.68893/31.16
	(21)	球	-76.797	16.906	
L10	(22)	球	-32.2799	1.100	1.51680/64.20
	(23)	球	-109.0631	7.317	
L11	(24)	球	-37.5917	1.100	1.51680/64.20
	(25)	球	-83.9810	14.519	
L12	(26)	XY多項式面	∞	5.5	1.4909/58.03
	(27)	XY多項式面	∞	17.382	
L13	(28)	XY多項式面	∞	6.500	1.4909/58.03
	(29)	XY多項式面	∞	0.000	
ダミー一面	(30)	球	∞	138	
M	(31)	XY多項式面	∞	0.000	反射面
ダミー一面	(32)	球	∞	Z別表)	
像面	(33)	球	∞	0	

非球面係数

$$Z = \frac{c \cdot h^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K) \cdot c^2 \cdot h^2}} + A \cdot x^4 + B \cdot x^6 + C \cdot x^8 + D \cdot x^{10} + E \cdot x^{12} + F \cdot x^{14} + G \cdot x^{16} + H \cdot x^{18} + J \cdot x^{20}$$

1/c	h2	8面	18面	19面
K	0	0	0	0
A	-8.76889E-05	-9.35003E-05	-4.31882E-05	-5.64328E-05
B	-1.22442E-07	-1.29391E-07	-2.05325E-08	5.06145E-10
C	2.88631E-10	2.20269E-10	1.26314E-10	-3.48473E-11
D	-1.74139E-13	-4.90455E-13	-6.72912E-13	5.21682E-13
E	3.77580E-14	3.51088E-14	2.50539E-15	-1.81035E-15
F	-9.83879E-17	-1.19511E-16	-2.72209E-19	-5.37639E-18
G	-1.36812E-18	-2.08764E-18	-4.37912E-20	3.94879E-20
H	8.00978E-21	1.45106E-20	1.61593E-22	-7.40050E-23
J	-1.23737E-23	-2.61328E-23	-1.79207E-25	4.14518E-28

面間距離変化

面間距離	60インチ	80インチ	100インチ
S25	13.490	14.519	15.162
S27	19.170	17.382	16.195
S32	-717.076	-969.429	-1221.11

【図32(b)】

図32(b)

自由曲面係数

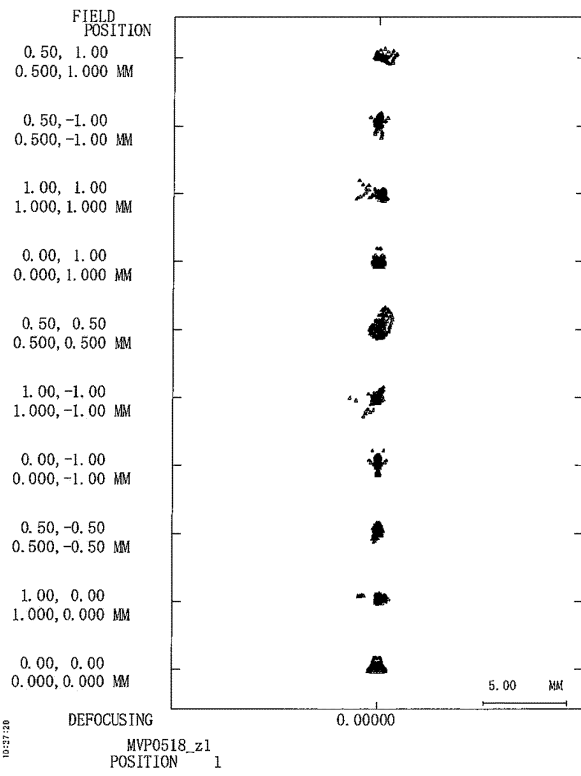
$$z = \frac{c \cdot (x^2 + y^2)}{1 + \sqrt{1 - (1+K) \cdot c^2 \cdot (x^2 + y^2)}} + \sum \sum C_j(m,n) \cdot x^m \cdot y^n$$

$$j = [(m+n)2 + m + 3n] / 2 + 1$$

コード		26面	27面	28面	29面	M(ミラ一面)
1/R	c	0	0	0	0	0
K	K	0	0	0	0	0
C3	Y <sup>1</sup>	-0.133068445	-0.132835468	-1.346949024	-1.109974915	0
C4	X <sup>2</sup>	-0.03077461	-0.028123397	-0.030124287	-0.023331448	0.004195686
C6	Y <sup>2</sup>	-0.034642332	-0.031579896	-0.000954444	-0.005916418	0.00087094
C8	X <sup>2</sup> Y	0.000180639	0.000189212	0.0013344	0.000491916	-6.41193E-05
C10	Y <sup>3</sup>	-3.12712E-05	-2.82561E-05	0.001263158	0.000340231	-2.19665E-05
C11	X <sup>3</sup>	1.0015E-05	1.51081E-05	8.3239E-06	-2.37501E-06	-2.59891E-07
C13	X <sup>2</sup> Y <sup>2</sup>	7.33089E-05	7.98512E-05	1.79268E-05	1.52639E-06	6.0977E-07
C15	Y <sup>4</sup>	5.44063E-05	5.69971E-05	-1.62967E-05	1.88172E-05	2.86195E-07
C17	X <sup>4</sup> Y	1.69633E-06	1.97131E-06	1.40372E-07	5.62245E-07	8.71993E-09
C19	X <sup>2</sup> Y <sup>3</sup>	-1.66443E-06	6.23056E-07	-1.338E-06	-1.51518E-07	-2.4737E-09
C21	Y <sup>5</sup>	-2.84749E-06	-2.68734E-07	-4.23093E-06	-2.24337E-06	-1.44138E-09
C22	X <sup>5</sup>	4.2063E-08	3.82084E-08	2.9529E-08	2.34853E-08	2.11062E-11
C24	X <sup>4</sup> Y <sup>2</sup>	-4.62149E-07	-2.32482E-07	-6.23567E-08	-1.41495E-08	-1.42612E-10
C26	X <sup>6</sup> Y <sup>2</sup>	-3.08799E-07	-1.12762E-07	7.722E-08	5.13854E-08	-4.04778E-11
C28	Y <sup>6</sup>	8.0614E-08	-6.59297E-09	1.5068E-07	-3.99076E-08	-2.93153E-11
C30	X <sup>6</sup> Y	-1.2455E-09	-2.75828E-09	-2.52057E-09	-1.92414E-09	-8.70557E-13
C32	X <sup>4</sup> Y <sup>3</sup>	2.50448E-08	2.64327E-09	-3.31484E-10	-1.41857E-09	1.3274E-12
C34	X <sup>2</sup> Y <sup>5</sup>	2.38322E-08	-4.40943E-09	-1.68113E-09	-3.16984E-09	1.2429E-12
C36	Y <sup>7</sup>	2.30238E-09	-1.26974E-09	8.63833E-09	2.37347E-09	4.84709E-13
C37	X <sup>8</sup>	-2.22017E-10	-1.33675E-10	-5.81744E-11	-2.83374E-11	-7.03219E-16
C39	X <sup>6</sup> Y <sup>2</sup>	1.04344E-09	3.49184E-10	1.71987E-10	4.8589E-11	1.42211E-14
C41	X <sup>4</sup> Y <sup>4</sup>	1.75217E-09	4.74127E-10	6.20849E-11	6.84049E-12	-8.84427E-15
C43	X <sup>6</sup> Y <sup>3</sup>	-5.62785E-10	2.3271E-10	-3.294E-10	-9.3133E-11	-1.80735E-14
C45	Y <sup>8</sup>	4.02717E-11	-7.48213E-12	-2.73579E-10	3.64074E-10	3.63885E-17
C47	X <sup>8</sup> Y	-1.87297E-12	6.55668E-13	2.03128E-12	9.51006E-13	4.08853E-17
C49	X <sup>6</sup> Y <sup>4</sup>	-1.0026E-10	-1.72776E-11	5.73272E-13	1.97917E-12	-1.35516E-16
C51	X <sup>4</sup> Y <sup>6</sup>	-1.80719E-10	-2.65806E-11	7.26613E-12	6.10662E-12	2.55852E-17
C53	X <sup>2</sup> Y <sup>8</sup>	3.27256E-11	6.77993E-12	5.85505E-12	1.53499E-11	1.39879E-16
C55	Y <sup>9</sup>	-1.95674E-11	9.09346E-13	-1.29422E-11	-1.99094E-11	-4.18367E-17
C56	X <sup>10</sup>	5.29236E-13	2.0936E-13	3.0466E-14	8.50436E-15	-6.85925E-20
C58	X <sup>8</sup> Y <sup>2</sup>	-1.47486E-13	-9.39849E-14	-5.18891E-14	1.1542E-14	-2.83838E-19
C60	X <sup>6</sup> Y <sup>4</sup>	2.9088E-12	3.99192E-13	-2.45752E-13	-5.75855E-14	6.00398E-19
C62	X <sup>4</sup> Y <sup>6</sup>	3.68375E-12	4.19956E-13	-6.1318E-14	-1.77317E-13	-1.15284E-19
C64	X <sup>2</sup> Y <sup>8</sup>	-1.21255E-12	-2.96963E-13	7.57033E-14	-5.58048E-13	-4.38756E-19
C66	Y <sup>10</sup>	5.93608E-13	1.30734E-14	4.28765E-13	2.91907E-13	2.17056E-19

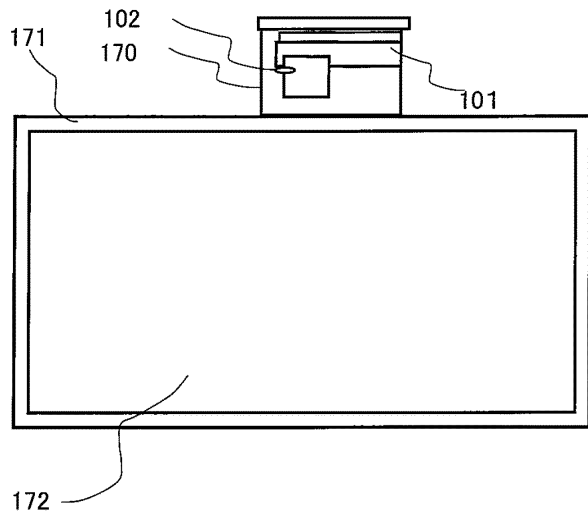
【 図 3 3 】

図33



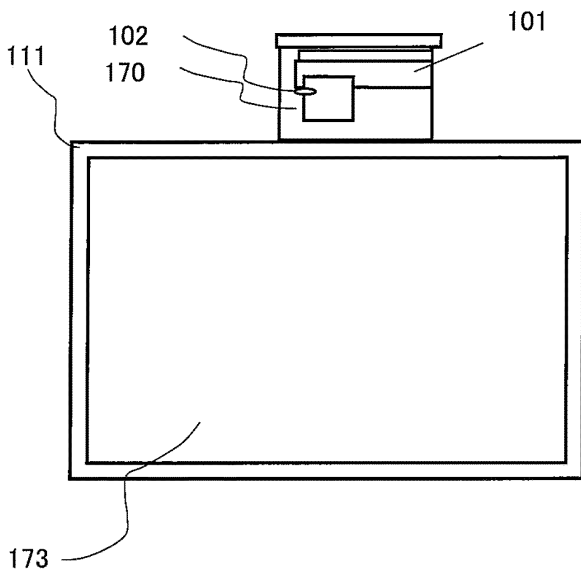
【 図 3 4 】

図34



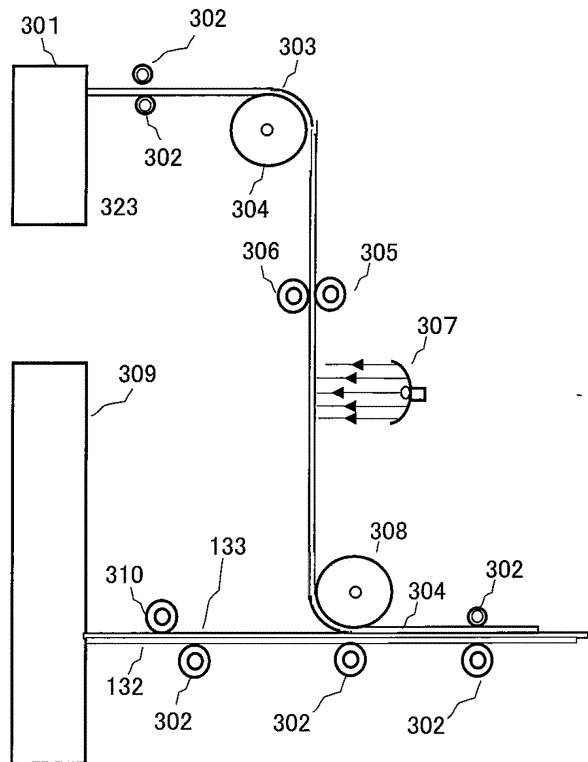
【 図 3 5 】

図35

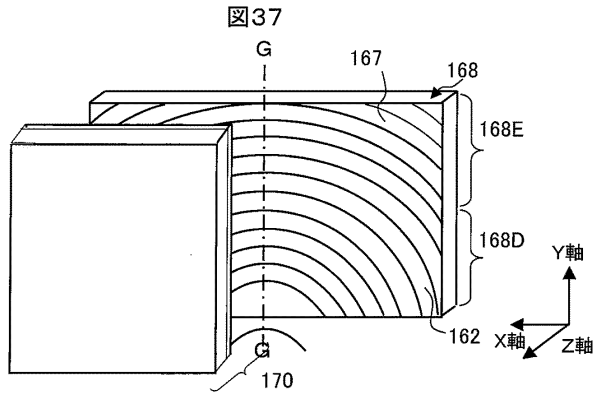


【 図 3 6 】

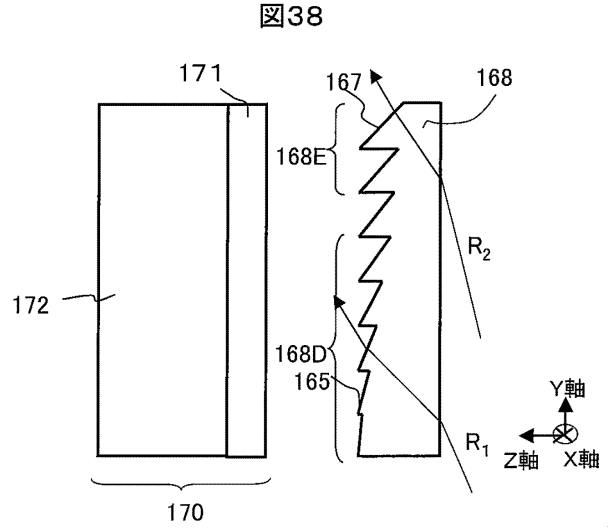
図36



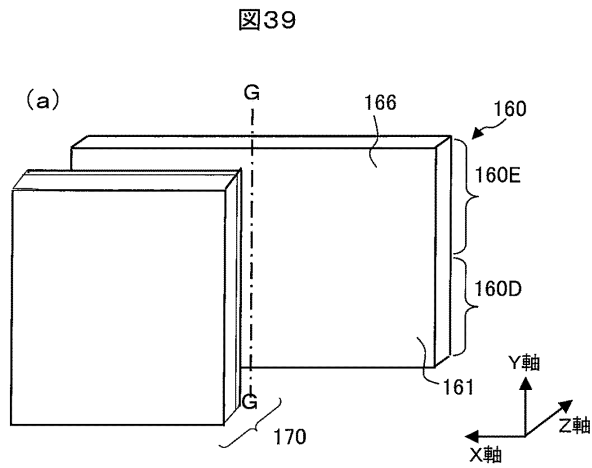
【図37】



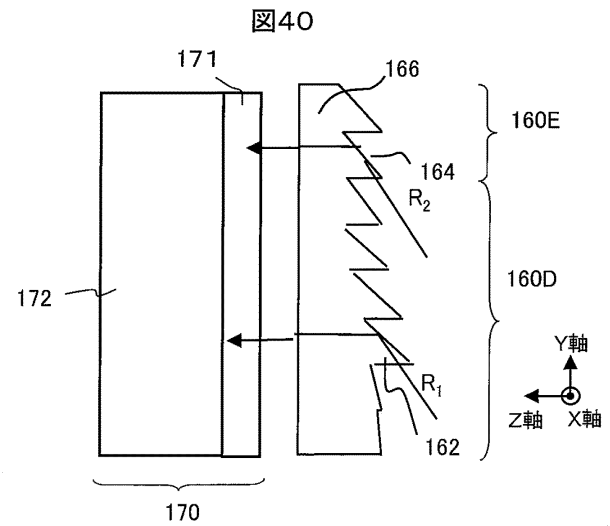
【図38】



【図39】



【図40】





---

フロントページの続き

(72)発明者 池田 英博

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所 ソリューションビジネス事業部内

審査官 井口 猶二

(56)参考文献 国際公開第02/027399(WO, A1)

特開2005-331649(JP, A)

特開2002-207168(JP, A)

特開2008-250296(JP, A)

特開2004-258620(JP, A)

特開2006-323284(JP, A)

特開平04-266276(JP, A)

特開2006-195012(JP, A)

特開2008-165086(JP, A)

特開2003-330108(JP, A)

特開平04-223780(JP, A)

特開平08-201603(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03B 21/62

G02B 3/08

G03B 21/00 - 21/30