



PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

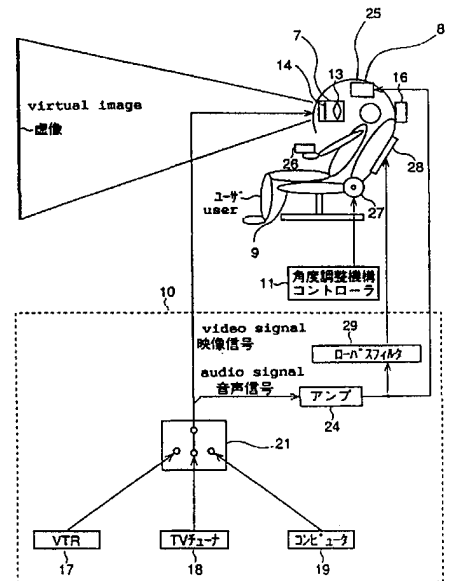
(51) 国際特許分類6 G02B 27/02, G09F 9/00, H04N 5/64, G02B 13/18		A1	(11) 国際公開番号 WO98/22844
			(43) 国際公開日 1998年5月28日(28.05.98)
(21) 国際出願番号 PCT/JP97/04201		(74) 代理人 弁理士 杉浦正知(SUGIURA, Masatomo) 〒170 東京都豊島区東池袋1丁目48番10号 25山京ビル420号 Tokyo, (JP)	
(22) 国際出願日 1997年11月19日(19.11.97)			
(30) 優先権データ 特願平8/307667 1996年11月19日(19.11.96) JP 特願平8/313215 1996年11月25日(25.11.96) JP		(81) 指定国 KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).	
(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) ソニー株式会社(SONY CORPORATION)[JP/JP] 〒141 東京都品川区北品川6丁目7番35号 Tokyo, (JP)		添付公開書類 国際調査報告書	
(72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 川村 彰(KAWAMURA, Akira)[JP/JP] 松井 健(MATSUI, Takeshi)[JP/JP] 橋本俊一(HASHIMOTO, Shunichi)[JP/JP] 田中義禮(TANAKA, Yoshinori)[JP/JP] 中枝武弘(NAKATSUE, Takehiro)[JP/JP] 〒141 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo, (JP)			

(54)Title: **DISPLAY**

(54)発明の名称 表示装置

(57) Abstract

A semispheric system holding mechanism (8) covers the head of the user is provided above a user holding mechanism (9), for example, a chair or sofa. A display (7) is fixed in the mechanism (8). The user sees the virtual image formed by magnifying the image displayed on a display panel (14) with a lens (13). The virtual images observed by the left and right eyes of the user are localized at the same position in the space.



- 11 ... angle adjusting mechanism controller
- 18 ... TV tuner
- 19 ... computer
- 24 ... amplifier
- 29 ... low-pass filter

(57) 要約

例えば、椅子またはソファなどであるユーザ保持機構 9 の上部には、ユーザの頭部を覆うような半球状のシステム保持機構 8 が設けられており、その内部には、ディスプレイ装置 7 が固定されている。ディスプレイ装置 7 では、ディスプレイパネル 14 に表示された映像が、レンズ 13 によって拡大されることにより虚像が形成され、ユーザの左眼と右眼とで観察される虚像が、空間上同一の位置に配置される。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード（参考情報）

AL	アルバニア	FI	フィンランド	LT	リトアニア	SN	セネガル
AM	アルメニア	FR	フランス	LU	ルクセンブルグ	SZ	スワジランド
AT	オーストリア	GB	ガボン	LV	ラトヴィア	TD	チャード
AU	オーストラリア	GE	英国	MC	モナコ	TG	トーゴ
AZ	アゼルバイジャン	GH	グルジア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GN	ガンビア	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BB	バルバドス	GM	ギニア	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国	TR	トルコ
BE	ベルギー	CN	ギニア・ビサオ	ML	マリ	TT	トリニダード・トバゴ
BF	ブルキナ・ファソ	GW	ギニア・ビサオ	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
BG	ブルガリア	GR	ギリシャ	MR	モリタニア	UG	ウガンダ
BJ	ベナン	HU	ハンガリー	MW	マラウイ	US	米国
BR	ブラジル	ID	インドネシア	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
BY	ベラルーシ	IE	アイルランド	NE	ニジェール	VN	ヴェトナム
CA	カナダ	IL	イスラエル	NL	オランダ	YU	ユーゴスラヴィア
CF	中央アフリカ	IS	アイスランド	NO	ノルウェー	ZW	ジンバブエ
CG	中央ゴーン共和国	IT	イタリア	NZ	ニュージーランド		
CH	スイス	JP	日本	PL	ポーランド		
CI	コートジボワール	KE	ケニア	PT	ポルトガル		
CM	カメルーン	KR	韓国	RO	ルーマニア		
CN	中国	KZ	北朝鮮	RU	ロシア		
CU	キューバ	LC	セント・ルシア	SD	スーダン		
CY	キプロス	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン		
CZ	チェコ	LK	スリランカ	SG	シンガポール		
DE	ドイツ	LR	リベリア	SI	スロベニア		
DK	デンマーク	LS	レソト	SK	スロヴァキア		
EE	エストニア			SL	シエラ・レオネ		
ES	スペイン						

明 細 書

表示装置

技術分野

この発明は、表示装置に関し、特に、例えば、臨場感ある虚像を、
5 ユーザがリラックスした状態で観賞することができるようにする表示装置に関する。

背景技術

従来より、ユーザに臨場感を感じさせる大きな映像を提供することができる表示装置として、例えば、ビデオプロジェクタや、HMD（
10 Head Mount Display）などがある。

しかしながら、ビデオプロジェクタは、第145図に示すように、映像を光学的に拡大し、スクリーンに表示するものであるため、映像を観賞するのに、ビデオプロジェクタだけでなく、スクリーンも必要となる。また、この場合、スクリーンに大きな映像を表示させるには
15 、ビデオプロジェクタとスクリーンとの間に、ある程度の距離が必要であるため、部屋が狭いと、大きな映像を表示することは困難であった。

一方、最近、液晶ディスプレイなどが表示する映像を、レンズなどの光学系で拡大して虚像を形成し、この虚像をユーザに提供するHMD
20 DやHUD（Head Up Display）が実用化されている。

ここで、虚像は、物体が、焦点距離よりレンズに近い位置にある場合に、その物体側にできるもので、その形成原理については、例えば、「レンズの科学入門（上）」、小倉敏布、朝日パノラマ社や、「光学」、村田和美、サイエンス社などに、その詳細が記載されている。
25 例えば、HMDは、第146図に示すように、映像を拡大して虚像を形成するレンズと、そのレンズの焦点距離より近い位置に配置され

たディスプレイパネル（例えば、液晶ディスプレイなど）を含んで構成される。ユーザは、HMDを頭部に装着し、ディスプレイパネルに表示された映像をレンズを介して見ることで、その虚像を観賞することができる。即ち、ユーザは、ビデオプロジェクタの場合のように広い空間がなくても、大きな虚像を観賞することができる。

ここで、第147図に示すように、人間の眼幅（左眼と右眼との距離）は、56乃至75mm程度であり、従って、HMDのレンズとしては、そのような範囲をカバーできれば良い小型のものを使用することができる。また、眼球の回転中心からレンズ表面までの距離は、眼鏡をかけた人で平均約35mm程度あれば充分であることが知られており、従って、HMDは、ユーザの頭部に装着されたときに、レンズがユーザの近くに位置するように構成することができる。

以上から、HMDは小型に構成することができ、さらに、それを用いて虚像を観賞するために、大きな空間を必要としない。

なお、眼球の回転中心からレンズ表面までの距離が平均約35mm程度あれば充分であることについては、例えば「めがね光学」、共立出版、101頁などに記載されている（但し、この文献においては、眼鏡レンズの厚さを8mmとしている）。

しかしながら、HMDは頭部に装着して使用するため、ユーザに、その装着感や重量を感じさせる課題があった。

そこで、HMDを頭部に装着せずに使用する方法があるが、HMDは頭部に装着して使用することを前提とすることから、軽量化などのために、一般に、レンズ径などは必要最小限の大きさにされている。従って、HMDを頭部に装着せずに使用した場合、第148図に示すように、眼球が、必ずしもレンズの正面（光軸上付近）に位置しなくなり、虚像の一部が欠けて見えなくなることが多くなる。

さらに、HMDは、通常、頭部に装着したときに、レンズの光軸上に瞳が位置するように設計され、また、レンズの形状も、第149図Aに示すように、レンズの光軸上に瞳が位置するときに、収差が最小となるように設計される。従って、HMDを頭部に装着せずに使用し
5、第149図Bに示すように、瞳が、レンズの光軸上に位置しない状態では、収差が大きくなり、その結果、鮮明な映像（虚像）を見ることが困難となる。

一方、HUDは、例えば、第150図に示すように、ユーザからある程度離れた位置に設置されるため、HMDのように、ユーザが装着
10 感や重量を感じることはない。

ここで、第150図のHUDでは、ディスプレイパネルに表示された映像が、レンズを介して拡大され、その拡大画像が、ハーフミラーで反射され、その反射光をユーザが見ることで、虚像が形成されるようになされている。また、ハーフミラーは、外部の光を透過するよう
15 になされており、従って、ユーザは、ハーフミラーを透過する、外部からの光としての周囲の景色（状況）も、虚像とともに見ることができる。

HUDは、映像の観賞のためのものではなく、例えば、自動車の運転や、航空機の操縦などの何らかの作業をしながら、必要な情報を見る
20 目的のものであることから、上述したように、周囲の状況を見ることができるようになされており、これにより、作業に集中しながら、その作業に支障をきたさないように、虚像による情報の確認を行うことができるようになされている。

しかしながら、HUDによって形成される虚像の視野角は、周囲の
25 状況を明確に確認することができるように、例えば、第150図に示す狭いものとされている。

従って、H U Dによって映像の観賞をした場合、その映像は非常に見にくく、また、迫力に欠けたものとなる。

さらに、H U Dでは、ユーザからの虚像の位置は、例えば、自動車用のものでは数10 m先程度、航空機用のものでは無限遠などに固定
5 されているため、ユーザが所望する位置に、虚像を形成することが困難である。

また、自動車の運転や航空機の操縦中は、ほとんど頭部を動かさないことから、H U Dでは、虚像が、所定の定位置からのみ見えるように形成されるようになされている。このため、ユーザが、ある程度頭
10 部を動かしながらリラックスして虚像を見ることは困難であった。

さらに、H U Dは、自動車の運転や航空機の操縦などの作業の邪魔にならないように、ユーザから、ある程度離れた位置（例えば、自動車や航空機の計器盤の上部など）に設置されることを前提とする。即ち、人間が何らかの作業をするには、少なくとも肘が入るスペースが
15 必要であり、H U Dは、そのようなスペースが確保することができるように設置される。従って、H U Dとユーザとの間には、少なくとも肘が入るスペースが必要であった。

ここで、例えば、「人体を測る」、小原次郎、内田謙、上野義雪、内田一利、日本出版サービス社には、成人男性の前方前腕長（上腕を
20 自然に下垂し、手掌を内側に向けて前腕を水平前方に屈曲したときの肘顎後縁から指先点までの距離）が45.1 cmである旨が記載されており、これによれば、H U Dとユーザとの間には、それより広いスペースが必要となる。

なお、虚像は、上述のH M DやH U Dの他、例えば、第151図に
25 示すように、ビデオカメラのビューファインダなどによっても観察することが可能であるが、この場合、ビデオカメラを手などで持つ必要

があり、ユーザに煩わしさを感じさせることになる。また、ビデオカメラを三脚などで固定したとしても、ビューファインダでは、虚像を片眼でしか見ることができないため、臨場感のある映像を得ることは困難である。

- 5 この発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、臨場感ある虚像を、ユーザがリラックスした状態で観賞することができるようにするものである。

発明の開示

- 特許請求の範囲第 1 項に記載の表示装置は、映像提供装置が、映像
10 を表示する表示手段と、表示手段に表示された映像を拡大することにより虚像を形成し、ユーザの左眼と右眼とで観察される虚像を、空間上同一の位置に配置する拡大光学系とを有し、映像提供装置を、ユーザ以外の所定の物に固定する固定手段をさらに備えることを特徴とする。

- 15 特許請求の範囲第 4 2 項に記載の表示装置は、映像を表示する表示手段に表示された映像を拡大することにより虚像を形成する拡大光学系を構成する複数のレンズのうち、表示手段に最も近い位置に配置されたレンズは、それ以外のレンズに比較して、屈折力が大きく、表示手段から最も遠い位置に配置されたレンズは、それ以外のレンズに比
20 較して、屈折力が小さいことを特徴とする。

特許請求の範囲第 1 項に記載の表示装置においては、固定手段が、映像提供装置を、ユーザ以外の所定の物に固定するようになされている。

- 特許請求の範囲第 4 2 項に記載の表示装置においては、拡大光学系
25 を構成する複数のレンズのうち、表示手段に最も近い位置に配置されたレンズが、それ以外のレンズに比較して、屈折力が大きく、表示手

段から最も遠い位置に配置されたレンズが、それ以外のレンズに比較して、屈折力が小さくされている。

図面の簡単な説明

第 1 図は、この発明を適用した虚像提供システムの第 1 の実施の形態の構成を示すブロック図である。

第 2 図は、ディスプレイ装置 7 の第 1 の構成例を示す上面の断面図である。

第 3 図は、第 2 図のレンズ 1 3 L および 1 3 R の構成例を示す斜視図である。

10 第 4 図は、虚像の水平視野角と垂直視野角とを説明するための図である。

第 5 図は、第 2 図のレンズ 1 3 L および 1 3 R の構成例を示す断面図である。

第 6 図は、自己発光型デバイスの構成例を示す斜視図である。

15 第 7 図は、透過光制御型デバイスの構成例を示す斜視図である。

第 8 図は、反射光制御デバイスの構成例を示す断面図である。

第 9 図は、ディスプレイ装置 7 の第 2 の構成例を示す左側図の断面図である。

20 第 10 図は、ディスプレイ装置 7 の第 3 の構成例を示す正面図および断面図である。

第 11 図は、ディスプレイ装置 7 の第 4 の構成例を示す上面の断面図である。

第 12 図は、ディスプレイ装置 7 の第 5 の構成例を示す上面および左側面の断面図である。

25 第 13 図は、ディスプレイ装置 7 の第 6 の構成例を示す左側面の断面図である。

第 1 4 図は、第 1 3 図のシリンドリカルレンズ 4 1 の機能を説明するための図である。

第 1 5 図は、ディスプレイ装置 7 の第 7 の構成例を示す上面の断面図である。

- 5 第 1 6 図は、ディスプレイ装置 7 の第 8 の構成例を示す上面および左側面の断面図である。

第 1 7 図は、この発明を適用した虚像提供システム（立体画像表示システム）の第 2 の実施の形態の構成を示すブロック図である。

- 10 第 1 8 図は、プロジェクタによって立体映像を表示するシステムを示す図である。

第 1 9 図は、この発明を適用した虚像提供システムの第 3 の実施の形態の構成例を示すブロック図である。

第 2 0 図は、第 1 9 図のアームスタンド 8 1 の構成例を示す斜視図である。

- 15 第 2 1 図は、ディスプレイ装置 7 を単独で使用する場合を説明するための斜視図である。

第 2 2 図は、拡大光学系を構成する接眼レンズ第 1 の実施の形態の構成例を示す図である。

第 2 3 図は、虚像の、中央と端との間の中間領域を示す図である。

- 20 第 2 4 図は、第 2 2 図の接眼レンズの球面収差（色収差）、非点収差、および歪曲収差を示す図である。

第 2 5 図は、第 2 2 図の接眼レンズの横収差を示す図である。

第 2 6 図は、第 2 2 図において、瞳位置がずれた場合の光路を示す光路図である。

- 25 第 2 7 図は、瞳位置がずれた場合の、第 2 2 図の接眼レンズの横収差を示す図である。

第 28 図は、第 22 図の接眼レンズの球面収差（色収差）、非点収差、および歪曲収差を示す図である。

第 29 図は、第 22 図の接眼レンズの横収差を示す図である。

第 30 図は、瞳位置がずれた場合の、第 22 図の接眼レンズの横収差を示す図である。

第 31 図は、第 22 図の接眼レンズの球面収差（色収差）、非点収差、および歪曲収差を示す図である。

第 32 図は、第 22 図の接眼レンズの横収差を示す図である。

第 33 図は、瞳位置がずれた場合の、第 22 図の接眼レンズの横収差を示す図である。

第 34 図は、拡大光学系を構成する接眼レンズの第 2 の実施の形態の構成例を示す図である。

第 35 図は、第 34 図の接眼レンズの球面収差（色収差）、非点収差、および歪曲収差を示す図である。

第 36 図は、第 34 図の接眼レンズの横収差を示す図である。

第 37 図は、第 34 図において、瞳位置がずれた場合の光路を示す光路図である。

第 38 図は、瞳位置がずれた場合の、第 34 図の接眼レンズの横収差を示す図である。

第 39 図は、第 34 図に接眼レンズの球面収差（色収差）、非点収差、および歪曲収差を示す図である。

第 40 図は、第 34 図の接眼レンズの横収差を示す図である。

第 41 図は、瞳位置がずれた場合の、第 34 図の接眼レンズの横収差を示す図である。

第 42 図は、第 34 図の接眼レンズの球面収差（色収差）、非点収差、および歪曲収差を示す図である。

第 4 3 図は、第 3 4 図の接眼レンズの横収差を示す図である。

第 4 4 図は、瞳位置がずれた場合の、第 3 4 図の接眼レンズの横収差を示す図である。

第 4 5 図は、拡大光学系を構成する接眼レンズの第 3 の実施の形態 5 の構成例を示す図である。

第 4 6 図は、第 4 5 図の接眼レンズの球面収差（色収差）、非点収差、および歪曲収差を示す図である。

第 4 7 図は、第 4 5 図の接眼レンズの横収差を示す図である。

第 4 8 図は、第 4 5 図において、瞳位置がずれた場合の光路を示す 10 光路図である。

第 4 9 図は、瞳位置がずれた場合の、第 4 5 図の接眼レンズの横収差を示す図である。

第 5 0 図は、第 4 5 図の接眼レンズの球面収差（色収差）、非点収差、および歪曲収差を示す図である。

15 第 5 1 図は、第 4 5 図の接眼レンズの横収差を示す図である。

第 5 2 図は、瞳位置がずれた場合の、第 4 5 図の接眼レンズの横収差を示す図である。

第 5 3 図は、第 4 5 図の接眼レンズの球面収差（色収差）、非点収差、および歪曲収差を示す図である。

20 第 5 4 図は、第 4 5 図の接眼レンズの横収差を示す図である。

第 5 5 図は、瞳位置がずれた場合の、第 4 5 図の接眼レンズの横収差を示す図である。

第 5 6 図は、拡大光学系を構成する接眼レンズの第 4 の実施の形態の構成例を示す図である。

25 第 5 7 図は、第 5 6 図の接眼レンズの球面収差（色収差）、非点収差、および歪曲収差を示す図である。

第 5 8 図は、第 5 6 図の接眼レンズの横収差を示す図である。

第 5 9 図は、第 5 6 図において、瞳位置がずれた場合の光路を示す光路図である。

第 6 0 図は、瞳位置がずれた場合の、第 5 6 図の接眼レンズの横収
5 差を示す図である。

第 6 1 図は、第 5 6 図の接眼レンズの球面収差（色収差）、非点収差、および歪曲収差を示す図である。

第 6 2 図は、第 5 6 図の接眼レンズの横収差を示す図である。

第 6 3 図は、瞳位置がずれた場合の、第 5 6 図の接眼レンズの横収
10 差を示す図である。

第 6 4 図は、第 5 6 図の接眼レンズの球面収差（色収差）、非点収差、および歪曲収差を示す図である。

第 6 5 図は、第 5 6 図の接眼レンズの横収差を示す図である。

第 6 6 図は、瞳位置がずれた場合の、第 5 6 図の接眼レンズの横収
15 差を示す図である。

第 6 7 図は、ディスプレイ装置 7 の第 9 の構成例を示す図である。

第 6 8 図は、ディスプレイ装置 7 の第 1 0 の構成例を示す図である。

。

第 6 9 図は、ディスプレイ装置 7 の第 1 1 の構成例を示す図である。

20 。

第 7 0 図は、ディスプレイ装置 7 の第 1 2 の構成例を示す図である。

。

第 7 1 図は、ディスプレイ装置 7 の第 1 3 の構成例を示す図である。

。

25 第 7 2 図は、ディスプレイ装置 7 の第 1 4 の構成例を示す図である。

。

- 第 7 3 図は、ディスプレイ装置 7 の第 1 5 の構成例を示す図である。
- 第 7 4 図は、ディスプレイ装置 7 の第 1 6 の構成例を示す図である。
- 5 第 7 5 図は、ディスプレイ装置 7 の第 1 7 の構成例を示す図である。
- 第 7 6 図は、ディスプレイ装置 7 の第 1 8 の構成例を示す図である。
- 第 7 7 図は、ディスプレイ装置 7 の第 1 9 の構成例を示す図である。
- 10 。
- 第 7 8 図は、拡大光学系を構成する第 5 の実施の形態の構成例を示す図である。
- 第 7 9 図は、第 7 8 図の接眼レンズの球面収差（色収差）、非点収差、および歪曲収差を示す図である。
- 15 第 8 0 図は、第 7 8 図の接眼レンズの横収差を示す図である。
- 第 8 1 図は、第 7 8 図において、瞳位置がずれた場合の光路を示す光路図である。
- 第 8 2 図は、瞳位置がずれた場合の、第 7 8 図の接眼レンズの横収差を示す図である。
- 20 第 8 3 図は、第 5 の実施の形態の接眼レンズのパラメータを変えたものの構成例を示す図である。
- 第 8 4 図は、第 8 3 図の接眼レンズの球面収差（色収差）、非点収差、および歪曲収差を示す図である。
- 第 8 5 図は、第 8 3 図の接眼レンズの横収差を示す図である。
- 25 第 8 6 図は、第 8 3 図において、瞳位置がずれた場合の光路を示す光路図である。

第 8 7 図は、瞳位置がずれた場合の、第 8 3 図の接眼レンズの横収差を示す図である。

第 8 8 図は、第 5 の実施の形態の接眼レンズのパラメータを変えたものの他の構成例を示す図である。

5 第 8 9 図は、第 8 8 図の接眼レンズの球面収差（色収差）、非点収差、および歪曲収差を示す図である。

第 9 0 図は、第 8 8 図の接眼レンズの横収差を示す図である。

第 9 1 図は、第 8 8 図において、瞳位置がずれた場合の光路を示す光路図である。

10 第 9 2 図は、瞳位置がずれた場合の、第 8 8 図の接眼レンズの横収差を示す図である。

第 9 3 図は、拡大光学系を構成する第 6 の実施の形態の構成例を示す図である。

15 第 9 4 図は、第 9 3 図の接眼レンズの球面収差（色収差）、非点収差、および歪曲収差を示す図である。

第 9 5 図は、第 9 3 図の接眼レンズの横収差を示す図である。

第 9 6 図は、第 9 3 図において、瞳位置がずれた場合の光路を示す光路図である。

20 第 9 7 図は、瞳位置がずれた場合の、第 9 3 図の接眼レンズの横収差を示す図である。

第 9 8 図は、第 6 の実施の形態の接眼レンズのパラメータを変えたものの構成例を示す図である。

第 9 9 図は、第 9 8 図の接眼レンズの球面収差（色収差）、非点収差、および歪曲収差を示す図である。

25 第 1 0 0 図は、第 9 8 図の接眼レンズの横収差を示す図である。

第 1 0 1 図は、第 9 8 図において、瞳位置がずれた場合の光路を示

す光路図である。

第102図は、瞳位置がずれた場合の、第98図の接眼レンズの横収差を示す図である。

第103図は、第6の実施の形態の接眼レンズのパラメータを変えたものの他の構成例を示す図である。

第104図は、第103図の接眼レンズの球面収差（色収差）、非点収差、および歪曲収差を示す図である。

第105図は、第103図の接眼レンズの横収差を示す図である。

第106図は、第103図において、瞳位置がずれた場合の光路を示す光路図である。

第107図は、瞳位置がずれた場合の、第103図の接眼レンズの横収差を示す図である。

第108図は、拡大光学系を構成する第7の実施の形態の構成を示す図である。

第109図は、第108図の接眼レンズの球面収差（色収差）、非点収差、および歪曲収差を示す図である。

第110図は、第108図の接眼レンズの横収差を示す図である。

第111図は、第108図において、瞳位置がずれた場合の光路を示す光路図である。

第112図は、瞳位置がずれた場合の、第108図の接眼レンズの横収差を示す図である。

第113図は、第7の実施の形態の接眼レンズのパラメータを変えたものの構成例を示す図である。

第114図は、第113図の接眼レンズの球面収差（色収差）、非点収差、および歪曲収差を示す図である。

第115図は、第113図の接眼レンズの横収差を示す図である。

第 1 1 6 図は、第 1 1 3 図において、瞳位置がずれた場合の光路を示す光路図である。

第 1 1 7 図は、瞳位置がずれた場合の、第 1 1 3 図の接眼レンズの横収差を示す図である。

- 5 第 1 1 8 図は、第 7 の実施の形態の接眼レンズのパラメータを変えたものの他の構成例を示す図である。

第 1 1 9 図は、第 1 1 8 図の接眼レンズの球面収差（色収差）、非点収差、および歪曲収差を示す図である。

第 1 2 0 図は、第 1 1 8 図の接眼レンズの横収差を示す図である。

- 10 第 1 2 1 図は、第 1 1 8 図において、瞳位置がずれた場合の光路を示す光路図である。

第 1 2 2 図は、瞳位置がずれた場合の、第 1 1 8 図の接眼レンズの横収差を示す図である。

- 15 第 1 2 3 図は、拡大光学系を構成する第 8 の実施の形態の構成を示す図である。

第 1 2 4 図は、第 1 1 8 図の接眼レンズの球面収差（色収差）、非点収差、および歪曲収差を示す図である。

第 1 2 5 図は、第 1 1 8 図の接眼レンズの横収差を示す図である。

- 20 第 1 2 6 図は、第 1 1 8 図において、瞳位置がずれた場合の光路を示す光路図である。

第 1 2 7 図は、瞳位置がずれた場合の、第 1 1 8 図の接眼レンズの横収差を示す図である。

第 1 2 8 図は、第 8 の実施の形態の接眼レンズのパラメータを変えたものの構成例を示す図である。

- 25 第 1 2 9 図は、第 1 2 8 図の接眼レンズの球面収差（色収差）、非点収差、および歪曲収差を示す図である。

第 1 3 0 図は、第 1 2 8 図の接眼レンズの横収差を示す図である。

第 1 3 1 図は、第 1 2 8 図において、瞳位置がずれた場合の光路を示す光路図である。

第 1 3 2 図は、瞳位置がずれた場合の、第 1 2 8 図の接眼レンズの
5 横収差を示す図である。

第 1 3 3 図は、第 8 の実施の形態の接眼レンズのパラメータを変えたものの他の構成例を示す図である。

第 1 3 4 図は、第 1 3 3 図の接眼レンズの球面収差（色収差）、非点収差、および歪曲収差を示す図である。

10 第 1 3 5 図は、第 1 3 3 図の接眼レンズの横収差を示す図である。

第 1 3 6 図は、第 1 3 3 図において、瞳位置がずれた場合の光路を示す光路図である。

第 1 3 7 図は、瞳位置がずれた場合の、第 1 3 3 図の接眼レンズの横収差を示す図である。

15 第 1 3 8 図は、ディスプレイ装置 7 の第 2 0 の構成例を示す図である。

第 1 3 9 図は、ディスプレイ装置 7 の第 2 1 の構成例を示す図である。

第 1 4 0 図は、ディスプレイ装置 7 の第 2 2 の構成例を示す図である。
20

第 1 4 1 図は、ディスプレイ装置 7 の第 2 3 の構成例を示す図である。

第 1 4 2 図は、ディスプレイ装置 7 の第 2 4 の構成例を示す図である。

25 第 1 4 3 図は、ディスプレイ装置 7 の第 2 5 の構成例を示す図である。

第 1 4 4 図は、ディスプレイ装置 7 の第 2 6 の構成例を示す図である。

第 1 4 5 図は、プロジェクタにより拡大映像を表示するプロジェクタシステムの一例の構成を示す斜視図である。

5 第 1 4 6 図は、HMD システムの一例の構成を示す図である。

第 1 4 7 図は、人間の眼幅、およびレンズと眼球との間に必要な距離を説明するための図である。

第 1 4 8 図は、虚像の一部が欠けて見えなくなる場合を説明するための図である。

10 第 1 4 9 図は、HMD システムにおけるレンズの設計方法を説明するための図である。

第 1 5 0 図は、HUD システムの一例の構成を示す図である。

第 1 5 1 図は、ビデオカメラの一例の構成を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

15 第 1 図は、この発明を適用した虚像提供システム（システムとは、複数の装置が論理的に集合した物をいい、各構成の装置が同一筐体中にあるか否かは問わない）の第 1 の実施の形態の構成を示している。この虚像提供システムにおいては、臨場感のある虚像を、ユーザがリラックスした状態で観賞することができるようになされている。

20 即ち、ユーザ保持機構 9 は、ユーザを座った状態に保持する、例えば、椅子やソファなどで、ユーザは、そこに腰掛けることでリラックスした状態に保持されるようになされている。

ユーザ保持機構 9 の背もたれ部分と腰掛け部分との接続部には、背もたれ角度調整機構 2 7 が設けられており、これは、角度調整機構
25 ントローラ 1 1 によって制御されるようになされている。角度調整機構
ントローラ 1 1 は、リモコン（リモートコントローラ）2 6 の操

作にしたがって動作するようになされており、従って、ユーザがリモコン 26 を操作すると、角度調整機構コントローラ 11 は、その操作にしたがって、背もたれ角度調整機構 27 を制御し、これにより、背もたれ角度調整機構 27 は、ユーザ保持機構 9 の背もたれ部分の角度 5 を変化させる。

以上のように、ユーザはリモコンを操作することにより、ユーザ保持機構 9 の背もたれ部分の角度を、自身の所望する角度にすることができ、これにより、ユーザは、自身が最もリラックスする姿勢をとることができるようになされている。

10 また、ユーザ保持機構 9 の、例えば背もたれ部分には、低周波振動機構 28 が設けられており、この低周波振動機構 28 は、後述するローパスフィルタ 29 を介して供給される音響信号に対応して振動するようになされている。これにより、ユーザは、音響信号を体感することができるようになされている。

15 さらに、ユーザ保持機構 9 の背もたれの上部には、ユーザがそこに座ったときに、そのユーザの頭部を覆うように構成された、例えば、半球状のシステム保持機構 8（固定手段）が固定されている。そして、システム保持機構 8 の内部には、ディスプレイ装置 7 およびスピーカ 25 が設けられている。

20 即ち、ディスプレイ装置 7（映像提供装置）は、ユーザがユーザ保持機構 9 に保持された状態において、そのユーザのほぼ前方（正面）に位置するように、システム保持機構 8 の内部に固定されている。なお、ユーザ保持機構 9 は、ユーザの頭部とディスプレイ装置 7 との間隔が、例えば 45 cm 以内になるように、ユーザを保持するようにな
25 されている。

ディスプレイ装置 7 は、映像音声生成装置 10 から供給される映像

を表示する、例えば液晶ディスプレイなどで構成される小型のディスプレイパネル 14（表示手段）と、そのディスプレイパネル 14 に表示された映像を拡大することにより虚像を形成し、ユーザの左眼と右眼とで観察される虚像を、空間上同一の位置に配置する拡大光学系としてのレンズ 13 を有しており、これにより、ユーザに対して、映像音声生成装置 10 から供給される映像を拡大した虚像を提供するようになされている。

スピーカ 25 は、ユーザがユーザ保持機構 9 に保持された状態において、例えば、そのユーザのほぼ上部あるいは右および左側（例えば、耳の近く）などに位置するように、システム保持機構 8 の内部に固定されており、映像音声生成装置 10 から供給される音響信号（音声信号）を放音するようになされている。なお、その音量は、リモコン 26 によって制御することができるようになされている。

システム保持機構 8 は、例えば、ECD（Electrochromic Display）などの光の透過率が可変な素子（以下、適宜、透過率可変素子という）などで構成されており、あるいは、また、透明な部材に、液晶シャッタなどを組み込んで構成されており、この透過率可変素子や液晶シャッタなどを制御する透過率制御機構 16 を有している。透過率制御機構 16 は、リモコン 26 の操作に対応して、透過率可変素子や液晶シャッタなどを制御し、システム保持機構 8 に対して、外部から入射する光の量を変化させるようになされている。従って、ユーザは、リモコン 26 を操作することにより、システム保持機構 8 の透過率を変化させ、これにより、外部の景色（状況）を見たり、あるいは、外部の景色が目に入らないようにすることなどができるようになされている。

映像音声生成装置 10 は、ディスプレイ装置 7 に表示する映像と、

スピーカ 25 から出力する音響信号を出力するようになされている。
即ち、この実施の形態においては、映像音声生成装置 10 は、VTR
(ビデオテープレコーダ) 17、TV (Television) チューナ 18、
およびコンピュータ 19 を有しており、VTR 17 では、ビデオテー
5 プに記録された映像信号および音声信号が再生され、TV チューナ 1
8 では、所定のテレビジョン放送の映像信号および音響信号が受信さ
れ、コンピュータ 19 では、CD-ROM (Compact Disc-Read Only
Memory) などの記録媒体から映像信号および音響信号が再生され、
あるいは、インターネットなどの通信網から映像信号および音響信号
10 が受信される。

VTR 17、TV チューナ 18、およびコンピュータ 19 で得られ
た映像信号および音響信号は、セレクト 21 に供給されるようになさ
れており、セレクト 21 は、リモコン 26 の操作に対応して、VTR
17、TV チューナ 18、またはコンピュータ 19 のうちのいずれか
15 の出力を選択して出力するようになされている。セレクト 21 で選択
された映像信号はディスプレイ装置 7 に供給され、また、音響信号は
、アンプ 24 で増幅されて、スピーカ 25 およびローパスフィルタ 2
9 に供給される。ローパスフィルタ 29 は、音響信号の低周波数成分
を取り出し、低周波振動機構 28 に供給するようになされている。

20 以上のように構成される虚像提供システムにおいては、例えば、ユ
ーザがユーザ保持機構 9 に保持された状態で、リモコン 26 を操作し
、VTR 17、TV チューナ 18、またはコンピュータ 19 のうちの
いずれかの出力を指定すると、セレクト 21 において、その出力 (映
像信号および音響信号) が選択される。

25 セレクト 21 で選択された映像信号は、ディスプレイ装置 7 に供給
され、そのディスプレイパネル 14 に表示される。ディスプレイパネ

ル 1 4 に表示された映像は、レンズ 1 3 により拡大され、これにより形成される虚像が、ユーザ保持機構 9 に保持されたユーザに提供される。以上のようにして、ユーザは、遠方に虚像を観察することができ、その結果、実際の空間と同等の、あるいは、それ以上に広い空間（
5 虚像空間）を体感することができる。

また、ユーザは、ユーザ保持機構 9 に保持された状態で、かつ、ディスプレイ装置 7 を頭部に装着したり、あるいは持つことなく、即ち非常にリラックスした状態で、疲労感をほとんど感じることなく、虚像を観賞することができる。

10 なお、このとき、ユーザは、上述したように、リモコン 2 6 を操作することで、透過率制御機構 1 6 を介して、その頭部を覆っているシステム保持機構 8 の透過率を変化させることができる。例えば、透過率を低くした場合、外部からの光のほとんどが遮断されるため、ユーザは、虚像空間に没頭することができる。一方、透過率を高くした場合、ユーザは、周囲の状況を確認しながら、虚像を観賞することがで
15 きる。また、例えば、透過率を徐々に下げていった場合、現実の世界から虚像空間に没入していく感覚を享受することができる。

一方、セレクト 2 1 で選択された音響信号は、アンプ 2 4 で増幅され、スピーカ 2 5 に供給されて出力される。さらに、アンプ 2 4 で増幅された音響信号は、ローパスフィルタ 2 9 において、その低周波数成分だけが取り出され、低周波信号機構 2 8 に供給される。これにより、低周波振動機構 2 8 は、スピーカ 2 5 から出力される音響信号の低周波数成分に対応して振動し、ユーザは、音響信号を体感することができる。即ち、この場合、迫力ある試聴環境をユーザに提供すること
20 ができる。なお、振動レベルは、リモコン 2 6 により制御することができるようになされている。

ここで、ディスプレイ装置 7 においては、水平視野角が 15 度以上の映像（虚像）が形成されるようになされており、これにより、臨場感ある虚像（広い虚像空間）が提供されるようになされている。

さらに、映像のちらつきを防止する観点から、ディスプレイ装置 7
5 に供給される映像信号は、ノンインターレース信号（プログレッシブな映像）（例えば、コンピュータ用の信号や、いわゆるクリアビジョンの信号など）とされている。

即ち、例えば、NTSC (National Television System Committee)
方式に準拠したテレビジョン信号などは、インターレース走査され
10 るため、そのインターレースによるちらつきを感じる。一方、ノンインターレースの信号であれば、そのようなちらつきを感じることはない（なお、NTSC 方式に準拠したテレビジョン信号を、横と縦との比が 4 : 3 のテレビジョン受像機に表示した場合などは、視力が 1 .
0 の者がちらつきを感じることなく映像を見るには、表示画面の高さ
15 の 7 倍程度離れることが必要であるといわれているが、この場合、水平視野角は 10 度程度になり、臨場感のある映像を見ることは困難である。一方、横と縦との比が 16 : 9 の、いわゆる横長のテレビジョン受像機などでは、15 度程度の水平視野角を確保することが可能であり、臨場感のある映像を得ることができる）。

20 なお、ディスプレイパネル 14 を、ビームを走査することにより映像を表示する、例えば CRT (Cathode Ray Tube) などで構成した場合は、上述のとおりであるが、TFT (Thin Film Transistor) 液晶ディスプレイなどのように、画素値を保持するメモリを有するもので構成した場合には、インターレースの信号であっても良い。即ち、こ
25 の場合、メモリに画素値が保持されることにより、映像のちらつきは見え難くなるため、映像信号は、インターレースの信号およびノンイ

ンターレースの信号のいずれであってもかまわない。

以上のように、第 1 図の虚像提供システムによれば、ユーザは、臨場感ある虚像を、非常にリラックスした状態で観賞することができる。

- 5 なお、ユーザ保持機構 9、システム保持機構 8、およびディスプレイ装置 7 は、いわば一体的に構成されており、また、システム保持機構 8 によって固定されたディスプレイ装置 7 は、上述したように、ユーザ保持機構 9 に保持されたユーザから 45 cm 以下の非常に近い位置に設けられていることから、システム全体を設置するために、それ
- 10 ほど広いスペースは必要としない。即ち、広いスペースを占有せずに、ユーザに、広い虚像空間を提供することが可能となる。

- さらに、ディスプレイ装置 7 をユーザから離れた位置に設置する場合、ディスプレイ装置 7 自体がユーザの目につき、虚像の臨場感が損なわれる。この臨場感が損なわれるのを防止するために、レンズ 13
- 15 として大型のものをを用い、ディスプレイ装置 7 全体を大型にする方法があるが、これでは、システム全体が高コスト化、大規模化する。一方、ディスプレイ装置 7 をユーザに近い位置に設置する場合、上述のように、虚像の臨場感が損なわれたり、また、システムが高コスト化、大規模化することを防止することができる。

- 20 次に、第 2 図は、第 1 図のディスプレイ装置 7 の光学系の構成例（第 1 の構成例）を示している。なお、第 2 図は、ユーザ保持機構 9 に保持されたユーザの頭上から見た場合の構成例を示している。

- 第 2 図の実施の形態では、ディスプレイ装置 7 は、映像を拡大することにより虚像を形成するための拡大光学系として、光軸の異なる左
- 25 眼用の光学系である（を構成する）レンズ 13 L と右眼用の光学系であるレンズ 13 R とを有している。

即ち、レンズ 1 3 R または 1 3 L は、右眼または左眼に対して、ディスプレイパネル 1 4 R または 1 4 L に表示された映像を拡大することにより得られる虚像 R または L をそれぞれ提供するための同一特性の、例えば凸レンズで、これらは同一平面上に配置されている。即ち
5 、レンズ 1 3 R および 1 3 L は、その主平面どうしが一致するように配置されている。

ここで、第 2 図において、O 1 または O 2 は、レンズ 1 3 R および 1 3 L の主点をそれぞれ表しており、F 1 または F 2 は、レンズ 1 3 R または 1 3 L の焦点をそれぞれ表している。また、主点 O 1 と O 2
10 との間の中点を表している。

ディスプレイパネル 1 4 R または 1 4 L は、その中心点（例えば、ディスプレイパネル 1 4 R、1 4 L が長形状をしている場合において、その長方形の対角線の交点など）が、中点 O と焦点 F 1 または F 2 それぞれとを結ぶ直線 O F 1 または O F 2 上にそれぞれ位置し、かつ
15 両者が同一平面上に位置するように配置されている。

以上のように構成されるディスプレイ装置 7 によれば、ディスプレイパネル 1 4 R または 1 4 L に表示された映像が、レンズ 1 3 R または 1 3 L で拡大され、この拡大された映像に対応する光が右眼または左眼にそれぞれ入射することにより、その映像に対応する虚像が、右眼
20 または左眼で観察される。即ち、レンズ 1 3 R または 1 3 L によって形成される虚像 R または L が、右眼または左眼それぞれで観察される。

第 2 図の構成によれば、右眼または左眼で観察される虚像は、別々の光学系であるレンズ 1 3 R または 1 3 L でそれぞれ形成されるが、
25 これらの虚像は、3 次元空間において、同一の位置に配置される。即ち、ユーザの左眼と右眼とで観察される虚像は、空間上同一の位置に

配置される。

これは、次のような理由による。即ち、例えば、いま、主点 O_2 から O_1 の方向を d 軸とするとともに、レンズ $13L$ の光軸方向（主点 O_2 から焦点 F_2 の方向）を s 軸とする。そして、ディスプレイパネル $14L$ の中心点を M_1 とし、その $s-d$ 平面における座標を (s_1, d_1) とするとともに、レンズ $13L$ が形成する虚像 L の中心点を $M_{1'}$ とし、その $s-d$ 平面における座標を $(s_{1'}, d_{1'})$ とする。さらに、焦点 F_1 と F_2 との間の中点を O' とする。

この場合、上述したように、ディスプレイパネル $14R$ または $14L$ は同一平面内にあり、かつその中心点が、直線 OF_1 または OF_2 上にあるから、ディスプレイパネル $14R$ および $14L$ は、レンズ $13R$ および $13L$ の主平面（これも、上述したように同一平面内にある）から当距離にある。従って、虚像 R および L も同一平面内にあるから、この虚像 R および L の中心点が、いずれも、中点 O と O' とを結ぶ直線 OO' 上にあれば、虚像 R および L は同一位置にあることになる。

そこで、いま、ディスプレイパネル $14L$ の中心点 $M_1(s_1, d_1)$ は、直線 OF_2 上にあることから、次式が成立する。

$$d_1 = L/2 - L \times s_1 / (2 \times f) \quad \dots (1)$$

但し、 L は、主点 O_1 と O_2 との距離を表し、 f は、レンズ $13L$ の焦点距離を表す。

一方、結像公式により、次式が成立する。

$$1/f = 1/s_1 - 1/s_{1'} \quad \dots (2)$$

また、主点 O_2 、中心点 M_1 、 $M_{1'}$ は、一直線上にあることから、次式が成立する。

$$s_1/s_{1'} = d_1/d_{1'} \quad \dots (3)$$

式（１）乃至式（３）から、式

$$d\ 1' = L / 2 \quad \dots (4)$$

が得られる。

式（４）より、虚像 L の中心点 M 1' は、直線 O O' 上にある。

- 5 レンズ 1 3 L が構成する光学系と、レンズ 1 3 R が構成する光学系とは、直線 O O' に対して対称であり、従って、虚像 R の中心点も、直線 O O' 上にある。

以上のように、虚像 R および L は、同一平面内にあり、かつ、それらの中心点が、いずれも直線 O O' 上にあるので、虚像 R および L は

- 10 同一位置にあることになる。

従って、ユーザは、両眼の輻輳と調整を一致させた状態で、即ちリラックスした状態で、虚像を観察することができる。

- なお、ディスプレイパネル 1 4 R および 1 4 L それぞれは、その中心点が、直線 O F 1 または O F 2 上を、同一平面内に含まれるように
- 15 同期して移動するようになされており、これにより、虚像 R および L が形成される位置も移動するようになされている。ディスプレイパネル 1 4 R および 1 4 L の移動は、例えば、図示せぬステッピングモータなどにより、リモコン 2 6 を操作することで行われるようになされている。また、ディスプレイパネル 1 4 R および 1 4 L それぞれは、
- 20 焦点 F 1 または F 2 よりも、レンズ 1 3 R 側または 1 3 L 側の範囲を移動するようになされてる。これは、前述したように、物体の虚像を観察するためには、その物体が、焦点距離よりレンズに近い位置にある必要があるからである。

- ところで、レンズ 1 3 R および 1 3 L は、例えば、その外形が矩形
- 25 状などに加工され、第 3 図 A に示すように、直方体形状のレンズホルダに格納されている。同図 A において、レンズ 1 3 R が格納されてい

る右側のレンズホルダと、レンズ 1 3 L が格納されている左側のレンズホルダとの境界部分の厚み δ は、少なくとも、人間の瞳直径（一般には、3 乃至 8 mm 程度、あるいは 2 乃至 7 mm 程度といわれている）以下とされており、これにより、その境界部分が、ユーザに認識され5 ないようになされている。即ち、境界部分の厚み δ を、瞳直径以下とすると、その境界部分が網膜上に結像されず、ぼけた状態となり、その結果、境界部分を、ユーザに認識され難くすることができる。

なお、レンズ 1 3 R および 1 3 L を、第 3 図 A に示したように、レンズホルダに格納するのではなく、例えば、透明な接着剤で接着することによって、その境界の厚みを極力薄くすることも可能である。10

また、レンズ 1 3 R および 1 3 L の境界の厚みを薄くすることで、第 3 図 B に示すように、レンズ見込み角を、虚像の視野角（虚像視野角）に対して、充分大きくすることができる。

次に、レンズ 1 3 R および 1 3 L は、少なくとも、ユーザ保持機構 15 9 に保持されているユーザの頭部（眼球）が容易に移動可能な範囲であれば、どこからでも虚像全体を観察することができるよう構成されている。

即ち、虚像の水平視野角を α とする場合、レンズ 1 3 R および 1 3 L の水平方向の長さ L_1 は、第 4 図 A の上面図に示すように、レンズ 20 1 3 R と 1 3 L との境界を通る光軸に平行な直線上の点であって、そこからレンズ 1 3 R または 1 3 L の右端または左端それぞれとを結んだ直線が形成する角度が α となる点 P_1 から、レンズ 1 3 R または 1 3 L の右端または左端それぞれとを結んだ直線で囲まれる範囲から、三角形 GHP_1 を除いた範囲（同図 A において斜線を付してある部分）（25 以下、適宜、水平方向眼球位置許容範囲という）が、少なくとも、ユーザの移動により眼球が移動する範囲を含むようにされている。

ここで、三角形GHP 1の辺GHは、レンズ1 3の主平面と平行な部分であって、その長さが、例えば、ユーザの左眼と右眼との瞳どうしの平均的な距離に等しいものとされている。

一方に、垂直視野角を β とする場合、レンズ1 3 Rおよび1 3 Lの
5 垂直方向の長さL 2は、第4図Bの側面図（左側面図）に示すように、レンズ1 3 L（または1 3 R）の光軸上の点であって、そこからレンズ1 3 Lの上端または下端それぞれとを結んだ直線が形成する角度が β となる点P 2から、レンズ1 3 Lの上端または下端それぞれとを結んだ直線で囲まれる範囲（同図Bにおいて斜線を付してある部分）
10 （以下、適宜、垂直方向眼球位置許容範囲という）が、少なくとも、ユーザの移動により眼球が移動する範囲を含むようにされている。

ユーザの眼球が、水平方向眼球位置許容範囲および垂直方向眼球位置許容範囲の両方に共通の範囲にある限りは、ユーザがユーザ保持機構9に保持されている状態で頭部を動かしても、虚像全体を観察する
15 ことができる。これにより、例えば、ユーザが無意識に頭部を動かしても、そのことによって、虚像の一部が欠けたり、また、その全体が見えなくなったりすることはない。

なお、第4図Aにおいて、ユーザが頭部を動かすことにより、その右眼または左眼によって観察される虚像が、レンズ1 3 Rまたは1 3
20 Lではなく、他方のレンズ1 3 Lまたは1 3 Rによって形成されるものとなっても、ユーザは、虚像全体を観賞することができる。

また、原理的には、レンズ1 3 Rおよび1 3 Lの水平方向の長さL 1と垂直方向の長さL 2とを長くすればするほど、斜線を付した範囲は大きくなるが、即ち、ユーザが頭部を動かしたときに虚像全体を観
25 賞することのできる範囲は広くなるが、これでは、システムが大型化する。従って、L 1およびL 2は、システムの規模と、虚像全体を観

賞するのに必要な範囲とのバランスをとって決めるのが望ましい（例えば、100mm程度など）。

さらに、レンズ13Rおよび13Lは、その光軸に対して対称な形状になっている必要はない。即ち、レンズ13Rおよび13Lは、その右半分と、左半分とを非対称な形状にすることなどが可能である。

ところで、第4図に斜線を付した範囲（以下、適宜、全体可視範囲という）内に、ユーザの右眼および左眼が位置していれば、上述したように、虚像全体を観賞することができるが、その位置によって収差が大きく変動したのでは、収差が小さいところでは、鮮明な虚像が得られるが、収差が大きなところでは、ぼやけた虚像が得られることになる。

そこで、ディスプレイ装置7では、レンズ13（13Rおよび13L）を、第5図に示すように、複数のレンズで構成することにより、全可視範囲における収差およびその変動量を小さくするようになされている。

即ち、第5図において、ディスプレイパネル14に最も近い位置に配置されたレンズは、屈折力が、他のレンズに比較して大きなものとされており、また、ディスプレイパネル14から最も遠い位置に配置されたレンズ、即ち、第5図においては、ユーザに最も近い位置に配置されたレンズは、それ以外のレンズに比較して、屈折力が小さいものとされている。

レンズ13を複数のレンズで構成すると、その複数のレンズそれぞれで光が屈折させることができるため、1枚あたりの負荷が軽減される。その結果、レンズ13全体の収差を小さくすることができる。さらに、ディスプレイパネル14側に屈折力の大きいレンズを配置することで、ユーザ側には、屈折力の小さいレンズを配置することができ

る。この場合、ユーザ側、つまり眼球側のレンズのパワー（屈折力）が小さいため、瞳がレンズ 1 3 の光軸上に位置しなくても、光線の軌跡はそれほど変化しない。

即ち、第 5 図 A は、瞳が光軸上に位置している場合の左側面図（または上面図）を、同図 B は、瞳が光軸上に位置していない場合の左側面図をそれぞれ示しているが、両者の光線の軌跡（光路）は、それほど変化せず、虚像面上で光線がほぼ収束しており、瞳位置がずれても、収差の少ない虚像を観察することができる。

なお、レンズ 1 3 を、第 5 図に示したように、複数のレンズで構成する場合において、その中に、負のパワーを有し、波長の分散が、他のレンズに比較して大きいものを含めると、色収差の補正をすることができる。

ここで、第 5 図においては、4 枚のレンズで、レンズ 1 3 が構成されているが、この 4 枚のレンズのパラメータは、例えば、次のような値とすることができる。

即ち、いま、4 枚のレンズを、ディスプレイパネル 1 4 側から、1、2、3、4 枚目のレンズというすると、ディスプレイパネルの表示面、1 枚目のレンズのディスプレイパネル 1 4 側の面、その瞳側の面、2 枚目のレンズのディスプレイパネル 1 4 側の面、その瞳側の面、3 枚目のレンズのディスプレイパネル 1 4 側の面、その瞳側の面、4 枚目のレンズのディスプレイパネル 1 4 側の面、またはその瞳側の面の曲率半径（mm）は、例えば、それぞれ、 ∞ 、 -273.2355 、 -43.0090 、 156.9532 、 -158.9318 、 71.8083 、 121.5689 、 65.9055 、または 61.6620 とされている。

また、ディスプレイパネル 1 4 の表示面から 1 枚目のレンズのディ

スプレイパネル 1 4 側の面までの距離（光軸上の距離）、1 枚目のレンズのディスプレイパネル 1 4 側の面からその瞳側の面までの距離、1 枚目のレンズの瞳側の面から 2 枚目のレンズのディスプレイパネル 1 4 側の面までの距離、2 枚目のレンズのディスプレイパネル 1 4 側の面からその瞳側の面までの距離、2 枚目のレンズの瞳側の面から 3 枚目のレンズのディスプレイパネル 1 4 側の面までの距離、3 枚目のレンズのディスプレイパネル 1 4 側の面からその瞳側の面までの距離、3 枚目のレンズの瞳側の面から 4 枚目のレンズのディスプレイパネル 1 4 側の面までの距離、4 枚目のレンズのディスプレイパネル 1 4 側の面からその瞳側の面までの距離、または 4 枚目のレンズの瞳側の面から瞳までの距離は、例えば、それぞれ 27.0、18.7626、0、11.7904、0、6.2371、0、2.4340、または 50 とされている。

次に、ディスプレイパネル 1 4（1 4 R および 1 4 L）は、例えば、画素単位で発光する発光素子によって映像を表示する自発光型デバイスや、光の透過を制御することによって映像を表示する透過光制御型デバイス、光の反射を制御することによって映像を表示する反射光制御型デバイスなどで構成することができる。

第 6 図は、自発光型デバイスの構成例を示している。

自発光型デバイスは、画素に相当する、多数の発光素子で構成される発光部と、各発光素子の発光を制御する制御部で構成される。自発光型デバイスは、構成が単純で、軽量であり、また、自発光であるため、視野角依存性が小さい。その結果、これによりディスプレイパネル 1 4 を構成した場合には、システムの軽量化を図ることができる。さらに、斜め方向から映像を見た場合であっても、鮮明な映像を観察することができる。なお、自発光型デバイスとしては、例えば、C R

T などがある。

第 7 図は、透過光制御型デバイスの構成例を示している。

透過光制御型デバイスは、光を発するバックライトと、そのバック
ライトからの光の透過を画素単位で制御する透過光制御部から構成さ
5 れる。透過光制御型デバイスによれば、バックライトが発する光の量
を調整することで、容易に必要な明るさを得ることができる。これに
対して、上述の自発光型デバイスでは、1 つ 1 つの発光素子の光量を
調整する必要がある。さらに、自発光型デバイスでは、そのデバイス
自身に依存する、発光量の限界があるが、透過光制御型デバイスでは
10 、バックライトは、いわば単なる照明であるため、種々の発光量のも
のが存在し、従って、バックライトを換えるだけで、所望する明るさ
の映像を表示することができる。

また、透過光制御型デバイスは、ディスプレイパネル 1 4 を、比較
的平板形状に構成する場合に適している。

15 なお、透過光制御型デバイスとしては、例えば、液晶ディスプレイ
などがある。

第 8 図は、反射光制御型デバイスを用いた場合のディスプレイパネ
ル 1 4 の構成例を示している。

この場合、光源から光が発せられ、この光は、ハーフミラーで反射
20 されて、反射型デバイスに入射する。反射型デバイスは、画素に相当
する多数の素子が平面状に配置されて構成されており、各素子の反射
率が、映像信号に対応して制御されるようになされている。従って、
反射型デバイスに入射した光は、映像信号に対応した反射率で、各素
子において反射される。この反射光としての映像は、ハーフミラーを
25 透過し、レンズ 1 3 を介して、ユーザの眼球に入射する。これにより
、ユーザの眼球において、虚像が観察される。

従って、反射光制御型デバイスでは、光学的には、反射型デバイスにおいて映像が表示されているのと等価な効果が得られる。

なお、上述した透過光制御型デバイス（第 7 図）では、基本的に、透過光制御部の各画素の境目に、その透過率を制御する制御機構を設ける必要があり、この機構に起因して、その透過率が幾分低下する。従って、画素数を多くした場合、制御機構の面積比が大きくなり、全体の透過率が低下するため、所定の光量を得ようとするときには、画素数の増加に伴い、バックライトの光量も増加させる必要がある。これに対して、反射光制御型デバイス（第 8 図）では、反射型デバイスの反射率を制御する制御機構は、その反射面とは反対側の面に設けることができるため、画素数を、容易に増加させることができる。

次に、第 2 図に示したように、ディスプレイ装置 7 を、ディスプレイパネル 1 4 R および 1 4 L が、ユーザの正面に位置するように構成したのでは、システム保持機構 8（第 1 図）が光を透過しても、ディスプレイパネル 1 4 R および 1 4 L によって視野を遮られるため、その遮られた視野の範囲に相当する外部の状況（景色）は確認することができない。

そこで、ユーザの視野を遮らないようにするために、ディスプレイ装置 7 は、例えば、第 9 図に示すように、構成することが可能である。

即ち、第 9 図は、ディスプレイ装置 7 の第 2 の構成例を示している。

この場合、レンズ 1 3 およびディスプレイパネル 1 4 は、ユーザの正面に配置されるのではなく、その視野を遮らないように、上部（ユーザの頭上方向）に配置されている。そして、ディスプレイパネル 1 4 に表示された映像は、レンズ 1 3 において拡大され、その拡大され

た映像としての光は、ハーフミラーに入射する。ハーフミラーでは、レンズ 13 からの光が反射され、その反射光は、ユーザの眼球に入射する。これにより、ユーザの眼球において、虚像が観察される。

第 9 図の実施の形態では、ハーフミラーの、ユーザと対向する側と
5 反対側には、液晶シャッタが設けられており、外部からの光は、この液晶シャッタを介して、ハーフミラーに入射し、さらに、ハーフミラーを透過して、ユーザの眼球に入射するようになされている。これにより、ユーザは、自身の正面の状況（景色）を、虚像に重ねて観察（確認）することができる。

10 なお、液晶シャッタは、リモコン 26（第 1 図）の操作に対応して、そこを透過する光量を変化させる。これにより、ユーザが、明るさのバランスのとれた虚像と、外部の景色とを観察することができるようになされている。

この場合、虚像に重ねて、外部の状況を確認することができるので
15 、ユーザは、リラックスした状態で（外部が見えないことによる不安を感じることなく）、虚像を鑑賞することができる。

次に、以上においては、ディスプレイパネル 14 に表示された映像を拡大することにより虚像を形成し、ユーザの左眼と右眼とで観察される虚像を、空間上同一の位置に配置する拡大光学系を、凸レンズで
20 あるレンズ 13 を用いて構成するようにしたが、この拡大光学系は、凸レンズの他、例えば、凹面鏡などを用いて構成することも可能である。

第 10 図は、ディスプレイ装置 7 の拡大光学系として、凹面鏡 31（31L および 31R）を用いた場合の構成例（第 3 の構成例）を示
25 している。なお、第 10 図 A は、ディスプレイ装置 7 を、ユーザ側（使用時にユーザと対向する面側）から見た正面図を、同図 B は、その

側面（例えば、使用時にユーザと対向する面側から見て、左側の側面）の断面図を、それぞれ示している。

この実施の形態においては、使用時にユーザと対向するように、ハーフミラーが配置されており、さらに、その後側に凹面鏡 3 1（3 1 L および 3 1 R）が配置されている。また、ハーフミラーの上部（従って、ユーザの頭上方向）に、ディスプレイパネル 1 4（1 4 L および 1 4 R）が配置されている。

以上のように構成されるディスプレイ装置 7 では、ディスプレイパネル 1 4 に表示された映像は、ハーフミラーで反射され、凹面鏡 3 1 に入射する。凹面鏡 3 1 では、ハーフミラーからの映像が反射されることにより拡大され、この拡大された映像は、ハーフミラーを透過して、ユーザの眼球に入射する。これにより、ユーザの眼球において、虚像が観察（知覚）される。なお、ユーザの右眼と左眼とで観察される虚像は、第 2 図における場合と同様に、空間上同一に配置されるようになされている。

ここで、ハーフミラーにより、凹面鏡 3 1 R の主点または焦点と等価な点（ハーフミラー反射等価位置）が、ハーフミラーと垂直な面内にある、凹面鏡 3 1 R の光軸と垂直な直線上に形成されるが、この主点または焦点と等価な点を、それぞれ P_{FR} または P_{OR} と表す。同様に、凹面鏡 3 1 L についても、ハーフミラーにより形成される、その主点または焦点と等価な点を、それぞれ P_{FL} または P_{OL} と表す。また、主点と等価な点 P_{OR} と P_{OL} との間の中点を P と表す。

この場合、ディスプレイパネル 1 4 R または 1 4 L それぞれは、その中心点が、点 P_{FR} と P とを結ぶ直線上または点 P_{FL} と P とを結ぶ直線上に位置するように、かつ同一平面内に含まれるように同期して移動し、これにより、虚像が形成される位置が移動する。ディスプレイ

パネル 1 4 R および 1 4 L の移動は、例えば、図示せぬステッピングモータなどにより、リモコン 2 6 を操作することで行われるようになされている。また、ディスプレイパネル 1 4 R または 1 4 L それぞれは、焦点と等価な点 P_{FR} または P_{FL} よりも、ハーフミラー側の範囲
5 を移動するようになされており、これにより、ユーザが虚像を観察することができるようになされている。

以上のように、拡大光学系を凹面鏡で構成する場合においては、凹面鏡は、レンズに比べて、比較的容易に薄くすることができるので、システムの軽量化を図ることが可能となる。

10 なお、凹面鏡 3 1 をハーフミラーで形成し、さらに、第 1 0 図 B に示すように、その凹面鏡 3 1 の背面に、光の透過を変化させることのできる液晶シャッタなどを設けた場合、外部からの光を、液晶シャッタ、凹面鏡 3 1、およびハーフミラーを介して、ユーザの眼球に入射させることが可能となり、さらに、この場合、眼球に入射する光量は
15 、液晶シャッタを制御することによって調整することができる。従って、この場合、ユーザは、第 9 図における場合と同様に、自身の正面の状況を、虚像に重ねて観察することができ、さらに、明るさのバランスのとれた虚像と、外部の景色とを観察することが可能となる。

次に、以上においては、光軸の異なる左眼用の光学系（レンズ 1 3
20 L や凹面鏡 3 1 L）と右眼用の光学系（レンズ 1 3 R や凹面鏡 3 1 R）とで、拡大光学系を構成するようにしたが、拡大光学系は、光軸が 1 つの光学系だけで構成することも可能である。

即ち、第 1 1 図は、拡大光学系を 1 つの凸レンズで構成した場合のディスプレイ装置 7 の構成例（第 4 の構成例）を示す上面図である。

25 この場合、レンズ 1 3 は、例えば第 2 図に示したレンズ 1 3 R（または 1 3 L）よりも径が大きいものとされており、その光軸上であっ

て、その焦点距離よりも近い位置に、1つのディスプレイパネル14
(の中心)が配置されている。

以上のように構成されるディスプレイ装置7では、ディスプレイパ
ネル14に表示された映像が、レンズ13により拡大され、この拡大
5 画像が、ユーザの眼球に入射する。これにより、ユーザの眼球におい
て、虚像が観察(知覚)される。

次に、第12図は、拡大光学系を1つの凹面鏡で構成した場合のデ
ィスプレイ装置7の構成例(第5の構成例)を示している。なお、第
12図Aは、その上面の断面図を、同図Bは、その側面の断面図を、
10 それぞれ示している。

この場合、凹面鏡31は、例えば第10図に示した凹面鏡31R(ま
たは31L)よりも径が大きいものとされており、その反射面側には、
ハーフミラーが配置されている。ハーフミラーの上部には、ディ
スプレイパネル14が配置されており、その配置位置は、第10図で
15 説明した場合と同様に、ハーフミラーにより形成される凹面鏡31の
焦点と等価な点よりも、ハーフミラー側とされている。

以上のように構成されるディスプレイ装置7においては、ディスプ
レイパネル14に表示された映像がハーフミラーで90度反射され、
凹面鏡31に入射する。凹面鏡31では、ハーフミラーからの映像が
20 反射されることにより拡大され、この拡大された映像は、ハーフミラ
ーを透過して、ユーザの眼球に入射する。これにより、ユーザの眼球
において、虚像が観察される。

第11図および第12図に示したように、拡大光学系を、光軸が1
つの光学系だけで構成する場合においては、1つの虚像を、左眼およ
び右眼で観察することとなるため、両眼の輻輳およびその調節が完全
25 に一致し、その結果、ほとんど疲労感を感じることなく、虚像を観賞

することができる（なお、光軸の異なる左眼用の光学系（レンズ 1 3 L や凹面鏡 3 1 L）と右眼用の光学系（レンズ 1 3 R や凹面鏡 3 1 R）とで、拡大光学系を構成した場合においても、この実施の形態では、第 2 図で説明したように、ユーザの左眼と右眼とで観察される虚像
5 は、空間上同一の位置に配置されるため、ほとんど疲労感を感じることなく、虚像を觀賞することができる）。

また、第 1 1 図または第 1 2 図の実施の形態におけるレンズ 1 3 または凹面鏡 3 1 は、その径が大きいものとされており、これにより、ユーザが多少頭部を動かしても、虚像が欠けることなく、その全体を
10 観察することができるようになされている。

但し、拡大光学系を、光軸が 1 つの光学系だけで構成する場合に比較して、光軸が 2 つの光学系、即ち、左眼用および右眼用の光学系で構成する方が、レンズや凹面鏡の 1 枚あたりの大きさや収差は小さいものとすることができる。

次に、第 1 3 図は、ディスプレイ装置 7 のさらに他の構成例（第 6
15 の構成例）を示す左側面の断面図である。この実施の形態においては、ディスプレイ装置 7 は、レンズ 1 3 とディスプレイパネル 1 4 との間に、拡大光学系を構成する光学部品として、シリンドリカルレンズ 4 1（湾曲手段）が新たに設けられている他は、第 2 図における場合
20 と同様に構成されている。

第 1 3 図の実施の形態において、シリンドリカルレンズ 4 1 は、レンズ 1 3 と対向する面が円柱形状に窪んでおり、これにより、その中心部分は薄く、その上部および下部は厚いものとされている。この場合、ディスプレイパネル 1 4 の中心付近（ここでは、垂直方向の中心
25 付近）からレンズ 1 3 の主平面までの光学的な距離に比較して、その周辺（ここでは、ディスプレイパネル 1 4 の上部および下部）から主

平面までの光学的な距離が短くなる。

即ち、第 1 4 図に示すように、空気中における光学的な距離が L である点 A と B との間に、屈折率が n 、厚さが d の物体が置かれると、一般に、その物体を介した点 A と B との間の光学的な距離（空気換算した距離）は、 $L - d \times (n - 1) / n$ となり、一般に、物体を介さない場合（ L ）に比較して短くなる。

従って、この場合、レンズ 1 3 により形成される虚像が配置される面は、第 1 3 図に示すように、その中心付近より、上部および下部がユーザ側に近い、上下方向（垂直方向）が湾曲したものとなる。

10 この場合、ユーザに、虚像に囲まれたような感覚を感じさせることができ、その結果、より臨場感ある虚像を提供することが可能となる。

なお、第 1 3 図の実施の形態では、上部と下部が湾曲した虚像が得られるが、シリンドリカルレンズ 4 1 を、第 1 3 図における場合から
15 、90 度回転して配置することにより、その右側と左側が湾曲した虚像（水平方向が湾曲した虚像）を得ることが可能となる。

また、レンズ 4 1 として、円柱形状に窪んだもの（シリンドリカルレンズ）ではなく、例えば、球状に窪んだもの（平凹レンズ）を用いることにより、上下左右から取り囲まれたような虚像を提供することが可能となる。さらに、レンズ 4 1 として用いるレンズの形状を所望の形状とすることで、その所望の形状に湾曲した虚像を得ることができる。

ここで、第 1 3 図の実施の形態においては、凸レンズ（レンズ 1 3）により映像を拡大するようにしたが、映像の拡大には、凹面鏡を用
25 いることも可能である。

次に、例えば第 2 図などにおいては、拡大光学系として、左眼用の

レンズ 1 3 L と右眼用のレンズ 1 3 R とを設けるとともに、2つのディスプレイパネル 1 4 L および 1 3 R を設け、ディスプレイパネル 1 4 L の映像をレンズ 1 3 L によって、また、ディスプレイパネル 1 4 R の映像をレンズ 1 3 R によって、それぞれ拡大するようにしたが、
5 映像を表示するディスプレイパネルを1つとし、このディスプレイパネルが表示する映像を、左眼用の光学系と右眼用の光学系とに、別々に入射させることによって、ユーザに虚像を提供するようにすることも可能である。

第 1 5 図は、そのようなディスプレイ装置 7 の構成例（第 7 の構成
10 例）を示す上面図である。

ディスプレイパネル 1 4 は、使用時にユーザの右眼と左眼が配置される位置の中心線上に配置されており、このディスプレイパネル 1 4 が表示する映像は、ハーフミラー 5 1 に入射する。ハーフミラー 5 1 （入射手段）は、ディスプレイパネル 1 4 の映像の一部を透過すると
15 ともに、残りを 9 0 度曲げて反射することで、ディスプレイパネル 1 4 が表示する映像を、左眼用の光学系と右眼用の光学系とに、別々に入射させる。

即ち、ハーフミラー 5 1 を透過した映像は、ミラー 5 2 に入射し、そこで 9 0 度反射され、ミラー 5 3 に入射する。ミラー 5 3 では、ミ
20 ラー 5 2 からの映像が 9 0 度反射され、レンズ 1 3 R に入射する。レンズ 1 3 R は、ミラー 5 3 からの映像を拡大し、右眼に入射させる。

一方、ハーフミラー 5 1 で反射された映像は、ミラー 5 4 で 9 0 度反射され、レンズ 1 3 L に入射する。レンズ 1 3 L は、ミラー 5 4 からの映像を拡大し、左眼に入射される。

25 以上のようにして、ユーザの左眼または右眼では、1つのディスプレイパネル 1 4 に表示された映像を、レンズ 1 3 L または 1 3 R で拡

大した虚像が、それぞれ観察される。

次に、第 15 図においては、拡大光学系として、凸レンズ（レンズ 13 L および 13 R）を用いるようにしたが、拡大光学系としては、凹面鏡を用いることも可能である。

5 即ち、第 16 図は、凹面鏡を用いた場合のディスプレイ装置 7 の構成例（第 8 の構成例）を示している。なお、第 16 図 A は、ディスプレイ装置 7 の正面図を、同図 B は、左側面の側面図を、それぞれ示している。

この場合、ユーザの頭上方向に配置されたディスプレイパネル 14
10 が表示する映像は、ハーフミラー 61 に入射する。ハーフミラー 61（入射手段）は、ディスプレイパネル 14 の映像の一部を透過するとともに、残りを 90 度反射することで、ディスプレイパネル 14 が表示する映像を、左眼用の光学系と右眼用の光学系とに、別々に入射させる。

15 即ち、ハーフミラー 61 を透過した映像は、ミラー 64 に入射し、そこで 90 度反射され、ミラー 65 に入射する。ミラー 65 では、ミラー 64 からの映像が 90 度反射され、ハーフミラー 63 に入射する。ハーフミラー 63 では、ミラー 65 からの映像が 90 度反射され、凹面鏡 31 R に入射する。凹面鏡 31 R では、そこに入射した映像が
20 拡大され、この拡大映像は、ハーフミラー 63 を透過して、右眼に入射する。

一方、ハーフミラー 61 で反射された映像は、ミラー 62 で 90 度反射され、ハーフミラー 63 に入射する。ハーフミラー 63 では、ミラー 62 からの映像が 90 度反射され、凹面鏡 31 L に入射する。凹
25 面鏡 31 L では、そこに入射した映像が拡大され、この拡大映像は、ハーフミラー 63 を透過して、左眼に入射する。

以上のようにして、ユーザの左眼または右眼では、1つのディスプレイパネル14に表示された映像を、凹面鏡31Lまたは31Rで拡大した虚像が、それぞれ観察される。

以上のように、1つのディスプレイパネル14でディスプレイ装置57を構成する場合においては、2つのディスプレイパネル14Rおよび14Lを用いる場合に比較して、システムを低コストで構成することが可能となる。さらに、2つのディスプレイパネル14Rおよび14Lを用いる場合は、それらの特性のばらつきにより、右眼と左眼とで観察される画質に差が生じることも稀にあり得るが、1つのディスプレイパネル14でディスプレイ装置7を構成する場合には、そのような画質差が生じることもない。その結果、右眼と左眼とで観察される画質に差があることにより生じる疲労感を感じることもない。

次に、第17図は、この発明を適用した虚像提供システムの第2の実施の形態の構成を示している。この虚像提供システムは、映像音声生成装置10に代えて、右眼用映像生成装置70Rおよび左眼用映像生成装置70Lが設けられている他は、第1図における場合と同様に構成されている（但し、第17図においては、一部（例えば、ユーザ保持機構9や、音響信号の処理に関係する部分など）の図示を省略してある）。

即ち、第1図においては、1つの映像音声生成装置10が出力する映像についての虚像を、ユーザの右眼および左眼の両方で観察させることにより、2次元の（平面的な）虚像を提供するようにしたが、第17図の実施の形態では、右眼用映像生成装置70Rまたは左眼用映像生成装置70Lが出力する映像についての虚像を、ユーザの右眼または左眼で、それぞれ観察させることにより、立体的な虚像を提供するようになされている。

具体的には、V T R 7 1 Rまたは7 1 Lでは、両眼視差を利用した立体映像が記録されたビデオテープが再生され、右眼用の映像または左眼用の映像が、それぞれセクタ7 4 Rまたは7 4 Lに出力されるようになされている。なお、V T R 7 1 Rおよび7 1 Lでは、互いに
5 同期信号がやりとりされるようになされており、これにより、それぞれからは、右眼用の映像または左眼用の映像が同期をとれた状態で出力されるようになされている。

また、コンピュータ7 2 Rまたは7 2 Lでは、両眼視差を利用した立体映像を提供するための、コンピュータグラフィックスによる右眼
10 用または左眼用の映像が生成され、それぞれセクタ7 4 Rまたは7 4 Lに出力されるようになされている。なお、コンピュータ7 2 Rと7 2 Lとは、例えば、イーサネットの回線など、所定の通信回線によって接続されており、これにより、それぞれからは、やはり、右眼用の映像と左眼用の映像とが同期をとれた状態で出力されるようになさ
15 れている。

その他の画像生成装置7 3 Rまたは7 3 Lでも、両眼視差を利用した立体映像を構成する右眼用または左眼用の映像が生成され、それらは、互いに同期がとれた状態で、セクタ7 4 Rまたは7 4 Lにそれぞれ出力されるようになされている。

20 セクタ7 4 Rでは、V T R 7 1 R、コンピュータ7 2 R、またはその他画像生成装置7 3 Rのうちのいずれかの出力が選択され、その選択された出力、即ち、右眼用の映像が、ディスプレイパネル1 4 Rに供給される。セクタ7 4 Lは、セクタ7 4 Rと同期しており、V T R 7 1 L、コンピュータ7 2 L、またはその他画像生成装置7 3
25 Lのうちの、セクタ7 4が選択したものに对应するものの出力を選択し、その選択した出力、即ち、左眼用の映像を、ディスプレイパネ

ル 1 4 L に供給する。

ディスプレイパネル 1 4 R または 1 4 L の表示は、レンズ 1 3 R または 1 3 L で拡大され、ユーザの右眼または左眼にそれぞれ入射する。これにより、ユーザの右眼または左眼では、右眼用または左眼用の
5 映像を拡大した虚像がそれぞれ観察され、これにより、ユーザに、両眼視差を利用した立体映像が提供される。

この場合、ユーザの左眼または右眼は、右眼用または左眼用それぞれの虚像の方向に向き、さらに、そのピントも調整も、右眼用または左眼用それぞれの虚像にあうように行われる。従って、ほとんど疲労
10 感を感じることなく、立体映像を観察することができる。

即ち、従来の、立体映像を観賞するためのシステムとしては、例えば第 1 8 図に示すように、2 つのプロジェクタに、偏光方向が異なる偏光フィルタを設置し、各プロジェクタの光を、偏光フィルタを介して、スクリーンに照射することで、右眼用の映像（右眼映像）と左眼
15 用の映像（左眼映像）とを表示するものがある。

このシステムでは、ユーザが、2 つのプロジェクタに設置された偏光フィルタそれぞれに対応する偏光眼鏡を介して、右眼用の映像または左眼用の映像を、右眼または左眼によってそれぞれ観察することで、スクリーンよりユーザ側に浮かび上がる立体映像が提供される。

20 従って、この場合、ユーザの右眼または左眼は、右眼用または左眼用の映像の方向にそれぞれ向くが、そのピントの調整は、立体映像ではなく、スクリーン上の映像にあうように行われる。このように、立体映像位置に対して、ピントの調整が行われなため、ユーザは、立体映像を観賞するのに、多大な疲労感を感じる。

25 これに対して、第 1 7 図における場合には、ユーザの左眼または右眼は、右眼用または左眼用それぞれの虚像の方向に向き、さらに、ピン

トの調整も、見ている虚像にあうように行われる。従って、ほとんど疲労感を感じることなく、立体映像を観察することができる。

なお、第 17 図の実施の形態では、拡大光学系として、凸レンズであるレンズ 13 R および 13 L を用いたが、凹面鏡を用いても、第 15 7 図における場合と同様に、立体映像を提供することが可能である。

次に、第 1 図の実施の形態においては、ユーザ保持機構 9 に固定した、半球状のシステム保持機構 8 の内部にディスプレイ装置 7 を固定するようにしたが、ディスプレイ装置 7 は、例えば、第 19 図に示すように、ユーザ保持機構 9 に、一端を固定したアームスタンド 81 の 10 他端に固定するようにすることなども可能である。

アームスタンド 81 は、第 20 図に示すように、その幾つかの部位に、円柱形状のヒンジ部が設けられており、各ヒンジ部は、その中心軸（円柱形の 2 つの底面の中心を通る直線）を中心に回転可能なようになされている。

15 従って、この場合、ユーザは、ディスプレイ装置 7 を所望する位置に移動して虚像を觀賞することができる。

なお、以上においては、特に言及しなかったが、第 1 図において、システム保持機構 8 は、例えば、ユーザ保持機構 9 と接続されている部分を中心として、上方向に回転するようにすることが可能である。

20 この場合、ユーザは、ユーザ保持機構 9 に、容易に腰掛けることが可能となる。

また、上述の場合には、ユーザ保持機構 9 を、椅子やソファなどとしたが、ユーザ保持機構 9 は、その他、例えば、ユーザがリラックスすることのできるベットなどとする 것도可能である。

25 さらに、上述の場合においては、ディスプレイ装置 7 を、ユーザ保持機構 9 に固定するようにしたが、ディスプレイ装置 7 は、ユーザ保

持機構 9 に対して着脱可能に構成することも可能である。そして、この場合、取り外したディスプレイ装置 7 は、例えば、第 21 図 A に示すように、棒状のスタンドに固定して使用したり、あるいは、第 21 図 B に示すように、机などに、その一端を固定金具などで固定したアームスタンドの他端に固定して使用したりすることが可能である。

また、ユーザ保持機構 9 は、ユーザに観賞させる虚像に連動して、例えば、上下左右、前後方向に振動させたり、あるいは傾けたりすることが可能である。例えば、空の映像に連動させて、ユーザ保持機構 9 を動かした場合、ユーザに、実際に航空機に乗っているかのような感覚を与えることが可能となる。

ところで、ディスプレイ装置 7 を、ユーザ以外のものに固定した場合、例えば、ユーザが動くことによって、ユーザの瞳と、拡大光学系を構成するレンズ 13 L および 13 R としての接眼レンズとの相対的な位置関係が変化する。従って、ユーザが、ある程度、光軸方向に動いても、ユーザの瞳と、接眼レンズとが接触しないように、それらの間隔（アイレリーフ）をとる必要がある。また、視力の低いユーザは、眼鏡をかけた状態で、ディスプレイ装置 7 の使用を行うことがあるから、眼鏡をかけたユーザが、ある程度、光軸方向に動いても、眼鏡と、接眼レンズとが接触しないようにする必要もあり、このような眼鏡をかけたユーザも考慮すると、ユーザの瞳と接眼レンズとの間隔、即ち、アイレリーフは、さらに長く取る必要がある。

また、ユーザが、光軸と垂直な方向に動いた場合には、ユーザの瞳位置が、光軸上からずれるが、接眼レンズは、そのような状態でも、高解像度の映像（虚像）を提供することができる、瞳位置のずれの許容量の大きい性能の高いものであるのが望ましい。

さらに、従来、ディスプレイパネル 14 L および 14 R としては、

横×縦の画素数が640×480（VGA）程度のものが一般的であったが、最近では、高画質化の要請等から、例えば、1024×768（XGA）や、1600×1200（UXGA）、1920×1080（ハイビジョン）などの画素数を有するものが一般的になりつつあり、これに伴い、接眼レンズとしても、より高解像力で、画角の広いものが必要となってきた。

しかしながら、アイレリーフを長くすることを、瞳位置のずれの許容量を大きくすることとは、背反する要求であり、さらに、これらの要求と、解像力を高めることや、画角を広くすることも、それぞれ背反する要求である。

一方、接眼レンズの（全系の）焦点距離を長くすれば、同一構成であっても、アイレリーフを長くし、さらに、瞳位置のずれの許容量を大きくすることができる。

しかしながら、映像の大きさが一定の場合においては、画角は、焦点距離に反比例するため、接眼レンズの焦点距離を長くすると、画角が狭くなり、臨場感が損なわれることになる。

また、画角は、接眼レンズの焦点距離を短くすることで大きくすることができるが、この場合、アイレリーフが短くなり、瞳位置のずれの許容量も小さくなる。さらに、画角を大きくすると、一般に非点収差や、像面歪曲、歪曲収差、倍率色収差などが大きくなり、解像度を確保することが困難となる。

そこで、第22図は、拡大光学系を構成するレンズ13L、13Rとして用いる接眼レンズの第1の実施の形態の構成例を示している。

上述したように、接眼レンズのアイレリーフを長くすることと、瞳位置のずれ量に対する許容量を大きくすることとは、背反する要求であり、従って、アイレリーフと瞳位置のずれの許容量とは、両者の

バランスを考え、実用上許容することができる値を設定する必要がある。

第22図の第1の実施の形態の接眼レンズ（後述する実施の形態の接眼レンズについても同様）では、アイレリーフが、例えば35mm（ミリメートル）以上に、瞳位置のずれの許容量が、例えば±9mmに設定されている。さらに、画角は、水平画角（全角）で35度、対角画角（全角）で40度以上確保することができるように設定されている。

なお、例えば、双眼鏡などでは、アイレリーフは、一般に20mm程度とされているが、ここでは、接眼レンズが、前述の、ユーザ以外のものに固定されるディスプレイ装置7に使用された場合に、眼鏡をかけたユーザが、ある程度、光軸方向に動いても、眼鏡と、接眼レンズとが接触しないようにするために、アイレリーフを35mm以上に設定している。

また、一般に、臨場感を感じる水平画角は30度以上とされているため、水平画角を35度に設定している。

第22図において、接眼レンズは、4群5枚のレンズで構成されている。即ち、接眼レンズ（光学系）は、第1レンズ群101、第2レンズ群102、第3レンズ群103、第4レンズ群104が、瞳側から順次配置されて構成されている。なお、第22図において、第4レンズ群104の右側に、例えば、虚像を形成する像が投影されるスクリーン、あるいは虚像を形成する映像を表示するディスプレイパネルなどが設置され、その像を、第1レンズ群101の左側から見ることで、その虚像を観察することができる。

第1レンズ群101（第1のレンズ群）は、正レンズであるレンズ111と負レンズであるレンズ112とが接合されて構成されている

。なお、レンズ 1 1 1 が瞳側に、レンズ 1 1 2 が瞳と反対側（スクリーン側）に、それぞれ配置されている。

第 2 レンズ群 1 0 2（第 2 のレンズ群）は、正レンズであるレンズ 1 2 1 で構成されている。さらに、第 2 レンズ群 1 0 2 の形状係数は 0.5 より大きい値とされている。即ち、第 2 レンズ群 1 0 2 の瞳側の面の曲率半径を r_4 と、その瞳側と反対側（スクリーン側）の面の曲率半径を r_5 と、それぞれするとき、第 2 レンズ群 1 0 2 の形状係数 $s f_2$ は、次式で表される。

$$s f_2 = (r_5 + r_4) / (r_5 - r_4) \quad \dots (5)$$

10 そして、第 2 レンズ群 1 0 2 は、この形状係数 $s f_2$ が、式

$$0.5 < s f_2 \quad \dots (6)$$

を満たすように構成されている。

第 2 レンズ群 1 0 2 の形状係数を 0.5 より大きい値としたのは、これ以下の値であると、非点収差が大きく、第 2 3 図に斜線を付して示すような、接眼レンズを介して観察される虚像の、中央と端との間の中間領域の解像度が、接眼レンズの解像力の低下により劣化するからである。

20 なお、第 2 レンズ群 1 0 2 の形状係数は、0.5 より大きい値とするのが望ましいのであって、それ以下の値にすることができないというわけではない。

第 3 レンズ群 1 0 3（第 3 のレンズ群）も、正レンズであるレンズ 1 3 1 で構成されている。

第 4 レンズ群 1 0 4（第 4 のレンズ群）は、負レンズであるレンズ 1 4 1 で構成されている。

25 そして、以上の第 1 レンズ群 1 0 1 乃至第 4 レンズ群 1 0 4 のうち、第 2 2 図では、第 3 レンズ群 1 0 3 を構成するレンズ 1 3 1 の瞳側

の面 1 3 1 A だけが非球面とされている。さらに、この場合、第 3 レンズ群 1 0 3 の瞳側の面 1 3 1 A の 4 次の非球面係数を a_{31} と、接眼レンズの全系の焦点距離を f と、所定の係数を k_{31} と、それぞれするとき、式

$$5 \quad -1.3 < k_{31} < 0.6, \text{ 但し、 } a_{31} = (k_{31}/f)^3 \quad \dots (7)$$

が成立するように、係数 k_{31} が設定されている。

これは、係数 k_{31} が -1.3 以下となる場合には、第 2 3 図に斜線を付して示した中間領域の像面（メリジオナル方向の像面）が正方向
10 に曲がりすぎ、また、瞳を動かしたときに、映像の画面の周辺（端）部分で、コマ収差が大きくなり、いずれにしても、解像力が劣化するからである。一方、係数 k_{31} が 0.6 以上となる場合には、映像の画面の周辺部分の像面が負方向に曲がりすぎ、解像力が劣化するからである。

15 なお、レンズの 4 次の非球面係数は、6 次の非球面係数とともに、そのレンズの非球面のサグ量を定義するもので、サグ量を Z と、4 次または 6 次の非球面係数を a または b と、それぞれするとき、サグ量 Z は、次式で表される。

$$20 \quad Z = c h^2 / (1 + (1 - (1 + K) c^2 h^2)^{1/2}) + a h^4 + b h^6 \quad \dots (8)$$

但し、 c は面の頂点での曲率を、 h は光軸からの高さを、 K は円錐係数を、それぞれ表す。なお、ここでは、 $K = 0$ としてある。

ここで、係数 k_{31} は、式 (7) に示した範囲外の値にすることができないというわけではない。但し、式 (7) の範囲外とする場合には
25 、接眼レンズが、以下のような性能を下回ることになる。

即ち、第 2 2 図に示した接眼レンズの第 1 の実施の形態では（後述

する接眼レンズの実施の形態においても同様)、3本の光路を1組として、5組の光路A乃至Eを図示してあるが、例えば、光軸上の3本の光路を例にすれば、その3本の光路は、上から順番に、上光線、主光線、下光線をそれぞれ表している。

- 5 そして、ここでは、瞳が光軸上にある場合において、像面上での上光線と下光線との横収差の差が2分50秒(=0.0472度)以上となるときを、接眼レンズの解像力が劣化する範囲としている。

- 即ち、接眼レンズを介して映像(虚像)を観察する場合には、その観察映像の画素を区別することができるのが望ましい。この場合、上
10 光線や下光線などの接眼レンズを通る各光線が1乃至2画素分以下の収差を以て結像することが要求される。一方、ここでは、接眼レンズによって、例えば、横×縦が1600×1200画素などの高解像度の映像の虚像を観察することを想定している。いま、水平視野角を、
30度以上の、例えば35度とすると、35度の水平視野角に対して
15 、上光線と下光線との横収差の差が2分50秒であることは、35度の水平画角に対して、1/741の解像力があることに相当する。この解像力は、1600×1200画素で構成される映像における約2画素分の解像力となる。

- 従って、ここでは、1600×1200画素で構成される映像を、
20 35度の水平画角を確保して観察した場合に、2画素の区別ができなくなるときをもって、解像力が劣化するといっている。

- 瞳が光軸上にある場合は、上述の通りであるが、瞳が光軸上にない場合(但し、上述した瞳のずれの許容量である、光軸から±9mmの範囲にある場合)においては、像面の倒れについては、像面上での上
25 光線と下光線との横収差の差が4分以上のときを、コマ収差については、上光線と主光線との横収差の差または下光線と主光線との横収差

の差のうちの少なくとも一方が4分以上のときを、解像力が劣化する範囲としている。

係数 k_{31} を式(7)の範囲外とした場合には、上述したような意味で、解像力が劣化する。ここで、以下に説明する非球面係数に関する
5 条件も、上述したような意味で解像力の劣化がないように設定されている。

なお、ここでは、 1600×1200 画素で構成される映像を、35度の水平画角を確保して観察した場合に、最悪でも2画素の区別が可能ないように設定を行うようにしたが、より好ましくは、1画素以下
10 の区別が可能ないように設定を行うことができる。これは、上光線と下光線との横収差の差が1分20秒(0.022度)以下となるようにすれば良い。

次に、係数 k_{31} を、式(7)に示した範囲の中間の範囲の値である、例えば-0.800とした場合に、第22図の接眼レンズの各パラ
15 メータを、第2レンズ群102の形状係数 $s f_2$ が式(6)を満たすように設定すると、例えば、以下のようになる。

$r0 = \infty$ $d0 = 35.000000$
 $r1 = 50.24994$ $d1 = 19.437488$ $nd1 = 1.578294$ $\nu d1 = 62.6745$
 $r2 = -41.86735$ $d2 = 3.000000$ $nd2 = 1.750353$ $\nu d2 = 32.8672$
20 $r3 = 392.33990$ $d3 = 0.100000$
 $r4 = 38.58461$ $d4 = 14.577210$ $nd4 = 1.487000$ $\nu d4 = 70.4000$
 $r5 = 578.24030$ $d5 = 14.098421$
 $r6 = 38.98957$ $d6 = 9.615117$ $nd6 = 1.600080$ $\nu d6 = 61.3702$
 $r7 = -138.62195$ $d7 = 8.369858$
25 $r8 = -31.64800$ $d8 = 3.000000$ $nd8 = 1.755000$ $\nu d8 = 27.6000$
 $r9 = 78.58062$

$$a_{31} = -0.522192 \times 10^{-5}$$

$$b_{31} = -0.715067 \times 10^{-8}$$

$$f = 46.112$$

... (9)

5 ここで、 r_0 乃至 r_9 は、瞳面、レンズ1 1 1の瞳側の面、レンズ1 1 1のスクリーン側の面（レンズ1 1 2の瞳側の面）、レンズ1 1 2のスクリーン側の面、レンズ1 2 1の瞳側の面、レンズ1 2 1のスクリーン側の面、レンズ1 3 1の瞳側の面、レンズ1 3 1のスクリーン側の面、レンズ1 4 1の瞳側の面、またはレンズ1 4 1のスクリーン側の面それぞれにおける曲率半径（mm）を表す。また、 d_0 は、瞳から接眼レンズ、即ち、第1レンズ群1 0 1のレンズ1 1 1までの距離（アイレリーフ）（mm）を表し、 d_1 乃至 d_8 は、レンズ1 1 1の厚み、レンズ1 1 2の厚み、レンズ1 1 2とレンズ1 2 1との間の空気間隔、レンズ1 2 1の厚み、レンズ1 2 1とレンズ1 3 1との間の空気間隔、レンズ1 3 1の厚み、レンズ1 3 1とレンズ1 4 1との間の空気間隔、レンズ1 4 1の厚み（mm）を、それぞれ表す。さらに、 nd_1 、 nd_2 、 nd_4 、 nd_6 、または nd_8 は、レンズ1 1 1、1 2、2 1、3 1、または4 1それぞれの硝材のd線における屈折率を表し、 νd_1 、 νd_2 、 νd_4 、 νd_6 、または νd_8 は、レンズ1 1 1、1 2、2 1、3 1、または4 1それぞれの硝材のd線におけるアッペ数を表す。また、 a_{31} または b_{31} は、非球面である、第3レンズ群1 0 3の瞳側の面1 3 1 Aの4次または6次の非球面係数をそれぞれ表し、 f は、波長が525nm（ナノメートル）の光における接眼レンズの焦点距離を表す。

25 なお、この場合、第2レンズ群1 0 2の形状係数 sf_2 は、1.143となり、式（6）を満たす。

接眼レンズの各パラメータが、式（９）に示すように設定されている場合に、瞳が光軸上にあるときには、第２２図に示したような光路図が描かれる。また、この場合の球面収差、非点収差、および歪曲収差は、第２４図に示すようになり、像面上における横収差は、第２５
5 図に示すようになる。

ここで、第２４図において、球面収差については、波長が 615 nm、525 nm、470 nm の３種類の光のものを図示してある（従って、各波長の光についての球面収差を見れば、それは、縦の色収差を表していることになる）。また、第２５図においても、波長が 61
10 5 nm、525 nm、470 nm の３種類の光についての横収差を図示してある。但し、第２５図において、横収差は、メリジオナル方向についてだけ図示してある。さらに、第２５図では、第２５図Ａ乃至第２５図Ｅの５つの横収差を図示してあるが、これらは、第２２図の点Ａ乃至点Ｅそれぞれにおけるものである。なお、観察画角は、対角
15 で 40.8 度（±20.4 度）としており、第２２図の点Ａ乃至点Ｅは、それぞれ 20.4 度、14.3 度、0 度（光軸上）、-14.3 度、-20.4 度の画角に相当する点である。また、瞳径は、直径で、一般に、2 乃至 7 mm 程度、あるいは 3 乃至 8 mm 程度であるため、ここでは、ほぼ、その中間値である 4 mm としてある。

20 なお、上述のことは、以下に示す球面収差、非点収差、および歪曲収差、並びに横収差についても同様である。

また、接眼レンズの各パラメータが、式（９）に示すように設定されている場合に、瞳が光軸上から 9 mm だけずれたときに描かれる光路図を、第２６図に示す。さらに、この場合の像面上における横収差
25 を、第２７図に示す。

次に、係数 k_{31} を、式（７）に示した範囲の下限值である -1.3

とした場合に、第 2 2 図の接眼レンズの各パラメータを、第 2 レンズ群 1 0 2 の形状係数 $s f_z$ が式 (6) を満たすように設定すると、例えば、以下のようなになる。

```

r0=      ∞   d0=35.000000
5  r1=  44.98305 d1=21.788580 nd1=1.551875  νd1=64.4815
    r2= -40.62049 d2= 3.000000 nd2=1.751778  νd2=31.0426
    r3=-525.70221 d3= 7.145805
    r4=  36.37975 d4=16.861732 nd4=1.530210  νd4=66.1883
    r5=-260.49181 d5= 9.028761
10  r6=  56.89054 d6= 4.448242 nd6=1.487000  νd6=70.4000
    r7=-105.10564 d7= 5.392555
    r8= -32.15009 d8= 4.186553 nd8=1.755000  νd8=27.6000
    r9=  64.84861
    a31 = -0.224076 × 10-4
15  b31 = 0.101992 × 10-7
    f = 46.112

```

. . . (10)

なお、この場合、第 2 レンズ群 1 0 2 の形状係数 $s f_z$ は、0.755 となり、式 (6) を満たす。

20 接眼レンズの各パラメータが、式 (10) に示すように設定されている場合に、瞳が光軸上にあるときには、球面収差、非点収差、および歪曲収差は、第 2 8 図に示すようになり、像面上における横収差は、第 2 9 図に示すようになる。

また、接眼レンズの各パラメータが、式 (10) に示すように設定
25 されている場合に、瞳が光軸上から 9 mm だけずれているときの像面上における横収差は、第 3 0 図に示すようになる。

次に、係数 k_{31} を、式 (7) に示した範囲の上限値である 0.6 とした場合に、第 2 2 図の接眼レンズの各パラメータを、第 2 レンズ群 1 0 2 の形状係数 $s f_2$ が式 (6) を満たすように設定すると、例えば、以下ようになる。

```

5   r0=      ∞   d0=35.000000
    r1=  50.05161 d1=19.201337 nd1=1.556786  νd1=64.1245
    r2= -42.93164 d2= 3.000000 nd2=1.750946  νd2=32.0814
    r3=3414.53698 d3= 0.100000
    r4=  38.22049 d4=20.261766 nd4=1.487000  νd4=70.4000
10  r5=-836.90401 d5=13.906944
    r6=  29.70857 d6= 6.730841 nd6=1.591505  νd6=61.8656
    r7= 183.26213 d7= 6.224333
    r8= -30.65892 d8= 3.000000 nd8=1.755000  νd8=27.6000
    r9=  91.55184
15  a31= 0.220299×10-5
    b31=-0.245065×10-7
    f=46.112

```

．．． (1 1)

20 なお、この場合、第 2 レンズ群 1 0 2 の形状係数 $s f_2$ は、0.913 となり、式 (6) を満たす。

接眼レンズの各パラメータが、式 (1 1) に示すように設定されている場合に、瞳が光軸上にあるときには、球面収差、非点収差、および歪曲収差は、第 3 1 図に示すようになり、像面上における横収差は、第 3 2 図に示すようになる。

25 また、接眼レンズの各パラメータが、式 (1 1) に示すように設定されている場合に、瞳が光軸上から 9 m m だけずれているときの像面

上における横収差は、第 3 3 図に示すようになる。

次に、第 3 4 図は、拡大光学系を構成するレンズ 1 3 L、1 3 R として用いる接眼レンズの第 2 の実施の形態の構成例を示している。なお、図中、第 2 2 図における場合と対応する部分については、同一の
5 符号を付してある。即ち、この接眼レンズは、基本的に、第 2 2 図における場合と同様に構成されている。

従って、第 2 の実施の形態においても、接眼レンズは、4 群 5 枚のレンズで構成されている。即ち、接眼レンズは、第 1 レンズ群 1 0 1、第 2 レンズ群 1 0 2、第 3 レンズ群 1 0 3、第 4 レンズ群 1 0 4 が
10 、瞳側から順次配置されて構成されている。そして、第 1 レンズ群 1 0 1 は、正レンズであるレンズ 1 1 1 と負レンズであるレンズ 1 1 2 とが接合されて構成され、第 2 レンズ群 1 0 2 は、正レンズであるレンズ 1 2 1 で構成されている。さらに、第 2 レンズ群 1 0 2 の形状係数 $s f_2$ は、ここでも、解像力の劣化を防止するために、式 (6) を
15 満たすような値、即ち、0.5 より大きい値とされている。

そして、第 3 レンズ群 1 0 3 は、正レンズであるレンズ 1 3 1 で構成され、第 4 レンズ群 1 0 4 は、負レンズであるレンズ 1 4 1 で構成されている。

但し、第 2 の実施の形態では、以上の第 1 レンズ群 1 0 1 乃至第 4
20 レンズ群 1 0 4 のうち、第 3 レンズ群 1 0 3 を構成するレンズ 1 3 1 のスクリーン側の面 1 3 1 B だけが非球面とされている。さらに、この場合、第 3 レンズ群 1 0 3 のスクリーン側の面 1 3 1 B の 4 次の非球面係数を a_{32} とするとともに、所定の係数を k_{32} と、それぞれするとき、式

$$\begin{aligned} 25 \quad -0.9 < k_{32} < 1.4, \text{ 但し、} a_{32} = (k_{32}/f)^3 \\ \dots (12) \end{aligned}$$

が成立するように、係数 k_{32} が設定されている。

これは、係数 k_{32} が、 -0.9 以下となる場合には、映像の画面の周辺部分の像面が負方向に曲がりすぎ、解像力が劣化するからである。一方、係数 k_{32} が 1.4 以上となる場合には、瞳を動かしたときに、映像の画面の周辺部分の像面が正方向に曲がりすぎ、やはり、解像力が劣化するからである。

次に、係数 k_{32} を、式 (12) に示した範囲の中間の範囲の値である、例えば 1.000 とした場合に、第34図の接眼レンズの各パラメータを、第2レンズ群102の形状係数 $s f_2$ が式 (6) を満たすように設定すると、例えば、以下のようになる。

$r0 = \infty$ $d0 = 35.000000$
 $r1 = 49.57582$ $d1 = 18.673001$ $nd1 = 1.573581$ $\nu d1 = 62.9774$
 $r2 = -45.49569$ $d2 = 3.000000$ $nd2 = 1.751542$ $\nu d2 = 31.3301$
 $r3 = 239.93171$ $d3 = 0.100000$
 $r4 = 43.29904$ $d4 = 10.852289$ $nd4 = 1.598668$ $\nu d4 = 61.4503$
 $r5 = 192.70107$ $d5 = 17.389232$
 $r6 = 34.67545$ $d6 = 9.794774$ $nd6 = 1.620000$ $\nu d6 = 60.3000$
 $r7 = -197.44785$ $d7 = 9.494566$
 $r8 = -32.76053$ $d8 = 3.000000$ $nd8 = 1.755000$ $\nu d8 = 27.6000$
 $r9 = 82.51277$
 $a_{32} = 0.101990 \times 10^{-4}$
 $b_{32} = -0.956666 \times 10^{-8}$
 $f = 46.121$

... (13)

ここで、 b_{32} は、非球面である、第3レンズ群103のスクリーン側の面131Bの6次の非球面係数を表す。

なお、この場合、第2レンズ群102の形状係数 $s f_2$ は、1.580となり、式(6)を満たす。

接眼レンズの各パラメータが、式(13)に示すように設定されている場合に、瞳が光軸上にあるときには、第34図に示したような光路図が描かれる。また、この場合の球面収差、非点収差、および歪曲収差は、第35図に示すようになり、像面上における横収差は、第36図に示すようになる。

また、接眼レンズの各パラメータが、式(13)に示すように設定されている場合に、瞳が光軸上から9mmだけずれたときに描かれる光路図を、第37図に示す。さらに、この場合の像面上における横収差を、第38図に示す。

次に、係数 k_{32} を、式(12)に示した範囲の下限值である-0.9とした場合に、第34図の接眼レンズの各パラメータを、第2レンズ群102の形状係数 $s f_2$ が式(6)を満たすように設定すると、例えば、以下ようになる。

$$r0 = \infty \quad d0 = 35.000000$$

$$r1 = 47.66856 \quad d1 = 21.334572 \quad nd1 = 1.555536 \quad \nu d1 = 64.2144$$

$$r2 = -43.66090 \quad d2 = 3.000000 \quad nd2 = 1.751888 \quad \nu d2 = 30.9106$$

$$r3 = 7046.41554 \quad d3 = 0.100000$$

$$r4 = 35.63434 \quad d4 = 25.000000 \quad nd4 = 1.487000 \quad \nu d4 = 70.4000$$

$$r5 = -881.17596 \quad d5 = 7.125332$$

$$r6 = 27.02964 \quad d6 = 5.467799 \quad nd6 = 1.487000 \quad \nu d6 = 70.4000$$

$$r7 = 60.81379 \quad d7 = 8.495934$$

$$r8 = -25.69600 \quad d8 = 3.000000 \quad nd8 = 1.755000 \quad \nu d8 = 27.6000$$

$$r9 = 300.82749$$

$$a_{32} = -0.743508 \times 10^{-5}$$

$$b_{32} = 0.677046 \times 10^{-7}$$

$$f = 46.112$$

... (14)

5 なお、この場合、第2レンズ群102の形状係数 $s f_2$ は、0.922
となり、式(6)を満たす。

接眼レンズの各パラメータが、式(14)に示すように設定されている場合に、瞳が光軸上にあるときには、球面収差、非点収差、および歪曲収差は、第39図に示すようになり、像面上における横収差は、第40図に示すようになる。

10 また、接眼レンズの各パラメータが、式(14)に示すように設定されている場合に、瞳が光軸上から9mmだけずれているときの像面上における横収差は、第41図に示すようになる。

次に、係数 k_{32} を、式(12)に示した範囲の上限値である1.4とした場合に、第34図の接眼レンズの各パラメータを、第2レンズ
15 群102の形状係数 $s f_2$ が式(6)を満たすように設定すると、例えば、以下のようなになる。

$$r_0 = \infty \quad d_0 = 35.000000$$

$$r_1 = 50.34425 \quad d_1 = 16.590908 \quad n_{d1} = 1.590853 \quad \nu_{d1} = 61.9042$$

$$r_2 = -55.68133 \quad d_2 = 3.000000 \quad n_{d2} = 1.752327 \quad \nu_{d2} = 30.3944$$

20 $r_3 = 224.40520 \quad d_3 = 0.100000$

$$r_4 = 41.99334 \quad d_4 = 8.854807 \quad n_{d4} = 1.620000 \quad \nu_{d4} = 60.3000$$

$$r_5 = 101.12743 \quad d_5 = 21.032002$$

$$r_6 = 27.60385 \quad d_6 = 13.502596 \quad n_{d6} = 1.533368 \quad \nu_{d6} = 65.9251$$

$$r_7 = -65.96967 \quad d_7 = 5.164372$$

25 $r_8 = -39.17709 \quad d_8 = 3.000000 \quad n_{d8} = 1.755000 \quad \nu_{d8} = 27.6000$

$$r_9 = 51.70521$$

$$a_{32} = 0.279861 \times 10^{-4}$$

$$b_{32} = -0.339646 \times 10^{-7}$$

$$f = 46.112$$

... (15)

- 5 なお、この場合、第2レンズ群102の形状係数 $s f_2$ は、2.420となり、式(6)を満たす。

接眼レンズの各パラメータが、式(15)に示すように設定されている場合に、瞳が光軸上にあるときには、球面収差、非点収差、および歪曲収差は、第42図に示すようになり、像面上における横収差は
10 、第43図に示すようになる。

また、接眼レンズの各パラメータが、式(15)に示すように設定されている場合に、瞳が光軸上から9mmだけずれているときの像面上における横収差は、第44図に示すようになる。

次に、第45図は、拡大光学系を構成するレンズ13L、13Rと
15 して用いる接眼レンズの第3の実施の形態の構成例を示している。なお、図中、第22図における場合と対応する部分については、同一の符号を付してある。即ち、この接眼レンズは、基本的に、第22図における場合と同様に構成されている。

従って、第3の実施の形態においても、接眼レンズは、4群5枚の
20 レンズで構成されている。即ち、接眼レンズは、第1レンズ群101、第2レンズ群102、第3レンズ群103、第4レンズ群104が、瞳側から順次配置されて構成されている。そして、第1レンズ群101は、正レンズであるレンズ111と負レンズであるレンズ112とが接合されて構成され、第2レンズ群102は、正レンズであるレ
25 ンズ121で構成されている。さらに、第2レンズ群102の形状係数 $s f_2$ は、ここでも、解像力の劣化を防止するために、式(6)を

満たすような値、即ち、0.5より大きい値とされている。

そして、第3レンズ群103は、正レンズであるレンズ131で構成され、第4レンズ群104は、負レンズであるレンズ141で構成されている。

- 5 但し、第3の実施の形態では、以上の第1レンズ群101乃至第4レンズ群104のうち、第4レンズ群104を構成するレンズ141の瞳側の面141Aだけが非球面とされている。さらに、この場合、第4レンズ群104の瞳側の面141Aの4次の非球面係数を a_{41} とするとともに、所定の係数を k_{41} と、それぞれするとき、式
- 10 $-1.9 < k_{41} < -1.1$ 、但し、 $a_{41} = (k_{41}/f)^3$
 $\dots (16)$

が成立するように、係数 k_{41} が設定されている。

- これは、係数 k_{41} が、 -1.9 以下となる場合には、第23図に斜線を付して示した中間領域の像面が負方向に曲がりすぎ、解像力が劣
- 15 化するからである。一方、係数 k_{41} が -1.1 以上となる場合には、瞳を動かしたときに、映像の画面の周辺部分の像面が正方向に倒れ、解像力が劣化するからである。

- 次に、係数 k_{41} を、式(16)に示した範囲の中間の範囲の値である、例えば -1.500 とした場合に、第45図の接眼レンズの各パラメータを、第2レンズ群102の形状係数 $s f_2$ が式(6)を満たすように設定すると、例えば、以下のようになる。
- 20

$r0 = \infty$ $d0 = 35.000000$

$r1 = 46.95438$ $d1 = 15.243933$ $nd1 = 1.624863$ $\nu d1 = 59.3331$

$r2 = -81.59796$ $d2 = 3.000000$ $nd2 = 1.755000$ $\nu d2 = 27.6000$

25 $r3 = 262.88850$ $d3 = 0.100000$

$r4 = 35.32537$ $d4 = 5.265233$ $nd4 = 1.634506$ $\nu d4 = 57.5452$

$r5= 42.57455$ $d5=18.825720$
 $r6= 29.86996$ $d6=13.203455$ $nd6=1.543031$ $\nu d6=65.1511$
 $r7=-118.63999$ $d7= 2.892257$
 $r8=-251.38234$ $d8=11.893973$ $nd8=1.755000$ $\nu d8=27.6000$
5 $r9= 40.33824$
 $a_{41}=-0.344216 \times 10^{-4}$
 $b_{41}= 0.373255 \times 10^{-7}$
 $f=46.112$

... (17)

10 ここで、 b_{41} は、非球面である、第4レンズ群104の瞳側の面141Aの6次の非球面係数を表す。

なお、この場合、第2レンズ群102の形状係数 $s f_2$ は、10.746となり、式(6)を満たす。

接眼レンズの各パラメータが、式(17)に示すように設定されて
 15 いる場合に、瞳が光軸上にあるときには、第45図に示したような光路図が描かれる。また、この場合の球面収差、非点収差、および歪曲収差は、第46図に示すようになり、像面上における横収差は、第47図に示すようになる。

また、接眼レンズの各パラメータが、式(17)に示すように設定
 20 されている場合に、瞳が光軸上から9mmだけずれたときに描かれる光路図を、第48図に示す。さらに、この場合の像面上における横収差を、第49図に示す。

次に、係数 k_{32} を、式(16)に示した範囲の下限值である-1.9とした場合に、第45図の接眼レンズの各パラメータを、第2レン
 25 ズ群102の形状係数 $s f_2$ が式(6)を満たすように設定すると、例えば、以下のようなになる。

$r_0 = \infty$ $d_0 = 35.000000$
 $r_1 = 51.43608$ $d_1 = 20.175768$ $nd_1 = 1.620000$ $\nu d_1 = 60.3000$
 $r_2 = -48.86497$ $d_2 = 3.000000$ $nd_2 = 1.755000$ $\nu d_2 = 27.6000$
 $r_3 = 2852.31240$ $d_3 = 0.100000$
5 $r_4 = 29.02626$ $d_4 = 6.819791$ $nd_4 = 1.563701$ $\nu d_4 = 63.6389$
 $r_5 = 31.02646$ $d_5 = 14.886732$
 $r_6 = 29.14243$ $d_6 = 11.868992$ $nd_6 = 1.620000$ $\nu d_6 = 60.3000$
 $r_7 = 293.64092$ $d_7 = 8.338791$
 $r_8 = -266.79528$ $d_8 = 5.960953$ $nd_8 = 1.664663$ $\nu d_8 = 32.4763$
10 $r_9 = 51.30455$
 $a_{41} = -0.699328 \times 10^{-4}$
 $b_{41} = 0.953879 \times 10^{-7}$
 $f = 46.114$

... (18)

15 なお、この場合、第2レンズ群102の形状係数 $s f_z$ は、30.023となり、式(6)を満たす。

接眼レンズの各パラメータが、式(18)に示すように設定されている場合に、瞳が光軸上にあるときには、球面収差、非点収差、および歪曲収差は、第50図に示すようになり、像面上における横収差は
 20 、第51図に示すようになる。

また、接眼レンズの各パラメータが、式(18)に示すように設定されている場合に、瞳が光軸上から9mmだけずれているときの像面上における横収差は、第52図に示すようになる。

次に、係数 k_{41} を、式(16)に示した範囲の上限値である-1.
 25 1とした場合に、第45図の接眼レンズの各パラメータを、第2レンズ群102の形状係数 $s f_z$ が式(6)を満たすように設定すると、

例えば、以下のようになる。

$r_0 = \infty$ $d_0 = 35.000000$
 $r_1 = 42.73929$ $d_1 = 16.486633$ $nd_1 = 1.653513$ $\nu d_1 = 54.4529$
 $r_2 = -90.08130$ $d_2 = 3.000000$ $nd_2 = 1.755000$ $\nu d_2 = 27.6000$
5 $r_3 = 102.53971$ $d_3 = 0.100000$
 $r_4 = 44.79904$ $d_4 = 6.635084$ $nd_4 = 1.620000$ $\nu d_4 = 60.3000$
 $r_5 = 90.04515$ $d_5 = 16.723563$
 $r_6 = 34.62602$ $d_6 = 7.621149$ $nd_6 = 1.487000$ $\nu d_6 = 70.4000$
 $r_7 = 180.67253$ $d_7 = 1.334160$
10 $r_8 = 74.08869$ $d_8 = 17.786101$ $nd_8 = 1.755000$ $\nu d_8 = 27.6000$
 $r_9 = 34.28271$
 $a_{41} = -0.135749 \times 10^{-4}$
 $b_{41} = -0.106893 \times 10^{-7}$
 $f = 46.112$

15 . . . (19)

なお、この場合、第2レンズ群102の形状係数 $s f_2$ は、2.980となり、式(6)を満たす。

接眼レンズの各パラメータが、式(19)に示すように設定されている場合に、瞳が光軸上にあるときには、球面収差、非点収差、およ
 20 び歪曲収差は、第53図に示すようになり、像面上における横収差は、第54図に示すようになる。

また、接眼レンズの各パラメータが、式(19)に示すように設定されている場合に、瞳が光軸上から9mmだけずれているときの像面上における横収差は、第55図に示すようになる。

25 次に、第56図は、拡大光学系を構成するレンズ13L、13Rとして用いる接眼レンズの第4の実施の形態の構成例を示している。な

お、図中、第 2 2 図における場合と対応する部分については、同一の符号を付してある。即ち、この接眼レンズは、基本的に、第 2 2 図における場合と同様に構成されている。

従って、第 4 の実施の形態においても、接眼レンズは、4 群 5 枚の
 5 レンズで構成されている。即ち、接眼レンズは、第 1 レンズ群 1 0 1、第 2 レンズ群 1 0 2、第 3 レンズ群 1 0 3、第 4 レンズ群 1 0 4 が、瞳側から順次配置されて構成されている。そして、第 1 レンズ群 1 0 1 は、正レンズであるレンズ 1 1 1 と負レンズであるレンズ 1 1 2 とが接合されて構成され、第 2 レンズ群 1 0 2 は、正レンズであるレ
 10 ンズ 1 2 1 で構成されている。さらに、第 2 レンズ群 1 0 2 の形状係数 $s f_2$ は、ここでも、解像力の劣化を防止するために、式 (6) を満たすような値、即ち、0.5 より大きい値とされている。

そして、第 3 レンズ群 1 0 3 は、正レンズであるレンズ 1 3 1 で構成され、第 4 レンズ群 1 0 4 は、負レンズであるレンズ 1 4 1 で構成
 15 されている。

但し、第 4 の実施の形態では、以上の第 1 レンズ群 1 0 1 乃至第 4 レンズ群 1 0 4 のうち、第 4 レンズ群 1 0 4 を構成するレンズ 1 4 1 のスクリーン側の面 1 4 1 B だけが非球面とされている。さらに、この場合、第 4 レンズ群 1 0 4 のスクリーン側の面 1 4 1 B の 4 次の非
 20 球面係数を a_{42} とするとともに、所定の係数を k_{42} と、それぞれするとき、式

$$-1.8 < k_{42} < 2.0, \text{ 但し、 } a_{42} = (k_{42} / f)^3 \quad \dots (20)$$

が成立するように、係数 k_{42} が設定されている。

25 これは、係数 k_{42} が、-1.8 以下となる場合には、瞳を動かしたときに、映像の画面の周辺部分でのコマ収差が大きくなり、解像力が

劣化するからである。さらに、この場合、歪曲収差も負方向に大きくなるからである。一方、係数 k_{42} が 2.0 以上となる場合には、第 2 3 図に斜線を付して示した中間領域では、像面が負方向に曲がりすぎ、周辺部分では、像面が正方向に曲がりすぎ、解像力が劣化するからである。さらに、歪曲収差も正方向に大きくなるからである。

次に、係数 k_{42} を、式 (20) に示した範囲の中間の範囲の値である、例えば 1.700 とした場合に、第 56 図の接眼レンズの各パラメータを、第 2 レンズ群 102 の形状係数 $s f_2$ が式 (6) を満たすように設定すると、例えば、以下のようになる。

```

10  r0=      ∞  d0=35.000000
    r1=  57.33885 d1=18.369087 nd1=1.627197 νd1=53.4628
    r2= -39.79919 d2= 3.000000 nd2=1.752596 νd2=30.0865
    r3= 370.26370 d3= 0.100000
    r4=  37.88815 d4=14.933140 nd4=1.487000 νd4=70.4000
15  r5= 632.70628 d5=19.132328
    r6=  27.34086 d6= 7.538561 nd6=1.620000 νd6=60.3000
    r7=  87.43207 d7= 7.581556
    r8= -29.49375 d8= 3.000000 nd8=1.755000 νd8=27.6000
    r9= 327.65071
20  a42= 0.501077×10-4
    b42=-0.173207×10-6
    f=46.112

```

・・・ (21)

ここで、 b_{42} は、非球面である、第 4 レンズ群 104 のスクリーン
 25 側の面 141B の 6 次の非球面係数を表す。

なお、この場合、第 2 レンズ群 102 の形状係数 $s f_2$ は、 1.1

27となり、式（6）を満たす。

接眼レンズの各パラメータが、式（21）に示すように設定されている場合に、瞳が光軸上にあるときには、第56図に示したような光路図が描かれる。また、この場合の球面収差、非点収差、および歪曲
5 収差は、第57図に示すようになり、像面上における横収差は、第58図に示すようになる。

また、接眼レンズの各パラメータが、式（21）に示すように設定されている場合に、瞳が光軸上から9mmだけずれたときに描かれる光路図を、第59図に示す。さらに、この場合の像面上における横収
10 差を、第60図に示す。

次に、係数 k_{42} を、式（20）に示した範囲の下限值である-1.8とした場合に、第56図の接眼レンズの各パラメータを、第2レンズ群102の形状係数 $s f_2$ が式（6）を満たすように設定すると、例えば、以下のようなになる。

15 $r_0 = \infty$ $d_0 = 35.000000$
 $r_1 = 63.74873$ $d_1 = 16.817964$ $nd_1 = 1.648512$ $\nu d_1 = 49.6557$
 $r_2 = -41.34616$ $d_2 = 3.000000$ $nd_2 = 1.755000$ $\nu d_2 = 27.6000$
 $r_3 = 540.21774$ $d_3 = 0.100000$
 $r_4 = 37.57345$ $d_4 = 13.547257$ $nd_4 = 1.487000$ $\nu d_4 = 70.4000$
20 $r_5 = 209.85729$ $d_5 = 21.708479$
 $r_6 = 26.83056$ $d_6 = 8.662030$ $nd_6 = 1.620000$ $\nu d_6 = 60.3000$
 $r_7 = 130.40070$ $d_7 = 7.164270$
 $r_8 = -30.19076$ $d_8 = 3.000000$ $nd_8 = 1.755000$ $\nu d_8 = 27.6000$
 $r_9 = 32.73832$
25 $a_{42} = -0.594804 \times 10^{-4}$
 $b_{42} = -0.600080 \times 10^{-8}$

$$f = 46.112$$

... (22)

なお、この場合、第2レンズ群102の形状係数 $s f_z$ は、1.436となり、式(6)を満たす。

- 5 接眼レンズの各パラメータが、式(22)に示すように設定されている場合に、瞳が光軸上にあるときには、球面収差、非点収差、および歪曲収差は、第61図に示すようになり、像面上における横収差は、第62図に示すようになる。

- また、接眼レンズの各パラメータが、式(22)に示すように設定
10 されている場合に、瞳が光軸上から9mmだけずれているときの像面上における横収差は、第63図に示すようになる。

- 次に、係数 k_{42} を、式(20)に示した範囲の上限値である2.0とした場合に、第56図の接眼レンズの各パラメータを、第2レンズ群102の形状係数 $s f_z$ が式(6)を満たすように設定すると、例
15 えば、以下のようになる。

$$r_0 = \infty \quad d_0 = 35.000000$$

$$r_1 = 57.12941 \quad d_1 = 16.680182 \quad n_{d1} = 1.614935 \quad \nu_{d1} = 54.1070$$

$$r_2 = -46.27543 \quad d_2 = 3.000000 \quad n_{d2} = 1.753322 \quad \nu_{d2} = 29.2884$$

$$r_3 = 308.46978 \quad d_3 = 0.100000$$

20 $r_4 = 38.05458 \quad d_4 = 13.868119 \quad n_{d4} = 1.487000 \quad \nu_{d4} = 70.4000$

$$r_5 = 293.50877 \quad d_5 = 20.101568$$

$$r_6 = 28.03696 \quad d_6 = 8.406043 \quad n_{d6} = 1.675762 \quad \nu_{d6} = 51.4159$$

$$r_7 = 125.69552 \quad d_7 = 6.342776$$

$$r_8 = -36.16103 \quad d_8 = 3.000000 \quad n_{d8} = 1.755000 \quad \nu_{d8} = 27.6000$$

25 $r_9 = 29279.63461$

$$a_{42} = 0.815921 \times 10^{-4}$$

$$b_{42} = -0.213534 \times 10^{-6}$$

$$f = 46.112$$

・・・ (23)

5 なお、この場合、第2レンズ群102の形状係数 $s f_2$ は、1.298
となり、式(6)を満たす。

接眼レンズの各パラメータが、式(23)に示すように設定されている場合に、瞳が光軸上にあるときには、球面収差、非点収差、および歪曲収差は、第64図に示すようになり、像面上における横収差は、第65図に示すようになる。

10 また、接眼レンズの各パラメータが、式(23)に示すように設定されている場合に、瞳が光軸上から9mmだけずれているときの像面上における横収差は、第66図に示すようになる。

以上説明した構成によれば、対角で、40度以上の画角に亘って、高解像力で、アイレリーフが長く、また、瞳位置が、ある程度、光軸
15 上からずれても、高解像力な接眼レンズを提供することができる。

なお、式(9)乃至(11)、(13)乃至(15)、(17)乃至(19)、(21)乃至(23)から明らかなように、アイレリーフは、 $0.75f$ 以上確保されている。

次に、以上説明した接眼レンズによって、映像の虚像を形成して提
20 供するディスプレイ装置7について説明する。

第67図は、ディスプレイ装置7の第9の構成例を示している。

表示素子(画像表示素子)151は、自発光型または透過型の表示デバイス(自発光型デバイスまたは透過光制御型デバイス)で、ユーザに提供すべき映像を表示する。

25 即ち、表示素子151は、第6図または第7図で説明したように構成される表示デバイスで、そこで表示された映像は、投影レンズ15

2を介して、透過式スクリーン153上に投影される。そして、この透過式スクリーン153上に投影された映像が、第22図、第34図、第45図、または第56図に示したように構成される接眼レンズ154を介することにより、ユーザの眼球に入射し、これにより、ユーザの眼球において、表示素子151において表示された映像の虚像が観察される。

なお、以上の構成において、投影レンズ152、透過式スクリーン153、および接眼レンズ154が拡大光学系を構成している。

第68図は、ディスプレイ装置7の第10の構成例を示している。
10 なお、図中、第67図における場合と対応する部分については、同一の符号を付してある。即ち、このディスプレイ装置7は、透過式スクリーン153が設けられていないことを除けば、第67図における場合と同様に構成されている。

第68図のディスプレイ装置7では、表示素子151において表示
15 された映像が、投影レンズ152を介することで、その映像の空中像161が、例えば、第67図において透過式スクリーン153が設置されていた位置に形成される。この空中像161が、接眼レンズ154を介することにより、ユーザの眼球に入射し、これにより、ユーザの眼球において、表示素子151において表示された映像の虚像が観
20 察される。なお、この場合、第68図に一点破線で示すように、空中像161の近くに、フィールドレンズ155を配置することが可能である。この場合、接眼レンズ154を介して見た画像の周辺光量を増加させることができる。

第69図は、ディスプレイ装置7の第11の構成例を示している。
25 なお、図中、第67図における場合と対応する部分については、同一の符号を付してある。即ち、このディスプレイ装置7は、投影レンズ

1 5 2 および透過式スクリーン 1 5 3 が設けられていないことを除けば、第 6 7 図における場合と同様に構成されている。

このディスプレイ装置 7 では、表示素子 1 5 1 において表示された映像が、接眼レンズ 1 5 4 を、直接介することにより、ユーザの眼球
5 に入射し、これにより、ユーザの眼球において、表示素子 1 5 1 において表示された映像の虚像が観察される。

表示素子 1 5 1 の表示領域が大きい場合には、第 6 9 図に示したように、表示素子 1 5 1 において表示された映像を、投影レンズ 1 5 2 で拡大することなく、接眼レンズ 1 5 4 だけを介して見るだけでも、
10 画角を広くするとともに、アイレリーフを長くすることができる。表示素子 1 5 1 の表示領域が小さい場合には、接眼レンズ 1 5 4 の焦点距離が短いと、画角は広くなるが、アイレリーフは短くなる。一方、接眼レンズ 1 5 4 の焦点距離が長いと、アイレリーフは長くなるが、画角が狭くなる。そこで、表示素子 1 5 1 の表示領域が小さい場合に
15 は、第 6 7 図に示したように、表示素子 1 5 1 上の映像を、投影レンズ 4 2 で、透過式スクリーン 1 5 3 上に拡大し、その拡大された映像を、接眼レンズ 1 5 4 を介して見るようにすれば良い。この場合、画角を広くするとともに、アイレリーフを長くすることができる。

第 7 0 図は、ディスプレイ装置 7 の第 1 2 の構成例を示している。
20 なお、図中、第 6 7 図における場合と対応する部分については、同一の符号を付してある。即ち、このディスプレイ装置 7 は、表示素子 1 5 1 に代えて、表示素子 1 7 1 および P B S (偏光ビームスプリッタ) 1 7 2 が設けられている他は、第 6 7 図における場合と同様に構成されている。

25 図示せぬ光源から発せられた照明光としての光は、P B S 1 7 2 において、90度反射され、表示素子(画像表示素子) 1 7 1 に入射す

る。表示素子 1 7 1 は、反射型の表示デバイス（反射光制御型デバイス）で、第 8 図で説明したように、そこに入射される光を反射することで、ユーザに提供すべき映像を表示する。

表示素子 1 7 1 における反射光としての映像は、P B S 1 7 2 を透過して、投影レンズ 1 5 2 に入射し、以下、第 6 7 図における場合と同様にして、ユーザの眼球において、虚像が観察される。

第 7 0 図においても、表示素子 1 7 1 で表示された映像が、投影レンズ 1 5 2 によって拡大されるので、表示素子 1 7 1 の表示領域が小さい場合でも、画角を広くするとともに、アイレリーフを長くすることができ。

なお、P B S 1 7 2 に代えて、ハーフミラーその他の光を分割する素子を設けることも可能である。

第 7 1 図は、ディスプレイ装置 7 の第 1 3 の構成例を示している。なお、図中、第 6 8 図または第 7 0 図における場合と対応する部分については、同一の符号を付してある。即ち、このディスプレイ装置 7 は、表示素子 1 5 1 に代えて、表示素子 1 7 1 および P B S 1 7 2 が設けられている他は、第 6 8 図における場合と同様に構成されている。

このディスプレイ装置 7 においては、図示せぬ光源から発せられた照明光としての光が P B S 1 7 2 において、9 0 度反射され、表示素子 1 7 1 に入射する。表示素子 1 7 1 では、そこに入射される光が反射され、その反射光としての映像が、P B S 1 7 2 を透過して、投影レンズ 1 5 2 に入射し、以下、第 6 8 図における場合と同様にして、ユーザの眼球において、虚像が観察される。なお、この場合にも、第 4 7 図における場合と同様に、フィールドレンズ 5 5 を配置することで、画像の周辺光量を増加させることができる。

第 7 2 図は、ディスプレイ装置 7 の第 1 4 の構成例を示している。
なお、図中、第 7 0 図における場合と対応する部分については、同一
の符号を付してある。即ち、このディスプレイ装置 7 は、P B S 1 7
2 が、表示素子 1 5 1 と投影レンズ 1 5 2 との間ではなく、投影レン
5 ズ 1 5 2 と接眼レンズ 1 5 4 との間に設けられている他は、第 7 0 図
における場合と同様に構成されている。

この場合、図示せぬ光源から発せられた照明光としての光が、P B
S 1 7 2 において、9 0 度反射され、投影レンズ 1 5 2 を介して、表
示素子 1 7 1 に入射する。表示素子 1 7 1 では、そこに入射される光
10 が反射され、その反射光としての映像が、投影レンズ 1 5 2 および P
B S 1 7 2 を透過して、透過式スクリーン 1 5 3 に拡大投影され、以
下、第 7 0 図における場合と同様にして、ユーザの眼球において、虚
像が観察される。

なお、同様の原理で、第 7 1 図において、P B S 1 7 2 は、表示素
15 子 1 5 1 と投影レンズ 1 5 2 との間ではなく、投影レンズ 1 5 2 と接
眼レンズ 1 5 4 との間に設けることが可能である。

第 7 3 図は、ディスプレイ装置 7 の第 1 5 の構成例を示している。
なお、図中、第 6 7 図における場合と対応する部分については、同一
の符号を付してある。
20 この場合、表示素子 1 5 1 において表示された映像としての光は、
投影レンズ 1 5 2 を介して、ミラー 1 8 2 に入射する。ミラー 1 8 2
では、投影レンズ 1 5 2 からの光が、9 0 度反射され、ミラー 1 8 1
に出射される。ミラー 1 8 1 では、ミラー 1 8 2 からの反射光が、さ
らに、9 0 度反射され、その反射光が、透過式スクリーン 1 5 3 上に
25 投影される。そして、この透過式スクリーン 1 5 3 上に投影された映
像が、接眼レンズ 1 5 4 を介することにより、ユーザの眼球に入射し

、これにより、ユーザの眼球において、表示素子 1 5 1 において表示された映像の虚像が観察される。

第 7 4 図は、ディスプレイ装置 7 の第 1 6 の構成例を示している。
なお、図中、第 7 0 図または第 7 3 図における場合と対応する部分に
5 ついては、同一の符号を付してある。

この場合、図示せぬ光源から発せられた照明光としての光は、P B
S 1 7 2 において、9 0 度反射され、表示素子 1 7 1 は、そこに入射
される光を反射することで、ユーザに提供すべき映像を形成し、その
映像としての反射光は、P B S 1 7 2 および投影レンズ 1 5 2 を介し
10 て、ミラー 1 8 2 に入射し、以下、第 7 3 図における場合と同様にし
て、ユーザの眼球において、虚像が観察される。

即ち、第 6 7 図乃至 5 1 では、表示素子 1 5 1 または 1 7 1、投影
レンズ 1 5 2、接眼レンズ 1 5 4 を一直線上に並べた構成としたが、
ディスプレイ装置 7 は、第 7 3 図や第 7 4 図に示したように、途中で
15 ミラー 1 8 1 および 1 8 2 を挿入することで、光路を折り曲げるよう
な構成とすることができる。この場合、装置の小型化を図ることがで
きる。

第 7 5 図は、ディスプレイ装置 7 の第 1 7 の構成例を示している。

発光ダイオード 1 9 1 R、1 9 1 G、1 9 1 B では、それぞれ赤色
20 、緑色、青色の光が、照明光として発光され、それぞれの光は、ダイ
クロイックプリズム 1 9 2、フライアイレンズ 1 9 3、およびフィー
ルドレンズ 1 9 4 を介して、P B S 1 9 5 に入射する。P B S 1 9 5
では、フィールドレンズ 1 9 4 からの光が、9 0 度反射され、その反
射光は、反射型の表示デバイスである反射型映像表示パネル 1 9 6 に
25 入射する。反射型映像表示パネル 1 9 6 は、そこに入射される光を反
射することで、ユーザに提供すべき映像を形成し、その映像としての

反射光は、P B S 1 9 5 および投影レンズ 1 9 7 を介して、透過型スクリーン 1 9 8 に拡大投影される。この拡大投影された像は、第 2 2 図、第 3 4 図、第 4 5 図、または第 5 6 図に示したように構成される接眼レンズ 1 9 9 を介して、ユーザの眼球に入射し、これにより、ユーザの眼球において、反射型映像表示パネル 1 9 6 において表示された映像の虚像が観察される。

この場合、反射型映像表示パネル 1 9 6 には、赤色、緑色、青色の光が、照明光として照射されるので、いわゆるフィールドシーケンシャル方式により、カラーの虚像を提供することができる。

10 第 7 6 図は、ディスプレイ装置 7 の第 1 8 の構成例を示している。なお、図中、第 7 5 図における場合と対応する部分については、同一の符号を付してある。即ち、このディスプレイ装置 7 は、フライアイレンズ 1 9 3 とフィールドレンズ 1 9 4 との間に、ミラー 2 0 1 が設けられているとともに、投影レンズ 1 9 7 と透過型スクリーン 1 9 8
15 との間に、ミラー 2 0 2 および 2 0 3 が設けられており、さらに、全体が筐体 2 0 4 内に固定されている他は、第 7 5 図における場合と同様に構成されている。

この実施の形態では、フライアイレンズ 1 9 3 からの照明光としての光は、ミラー 2 0 1 で 9 0 度反射され、フィールドレンズ 1 9 4 を
20 会して、P B S 1 9 5 に入射する。P B S 1 9 5 では、フィールドレンズ 1 9 4 からの光が、9 0 度反射され、その反射光は、反射型映像表示パネル 1 9 6 に入射する。反射型映像表示パネル 1 9 6 は、ここに入射される光を 1 8 0 度反射することで、ユーザに提供すべき映像を形成し、その映像としての反射光は、P B S 1 9 5 および投影レン
25 ズ 1 9 7 を介して、ミラー 2 0 2 に入射する。ミラー 2 0 2 では、投影レンズ 1 9 7 からの光が、9 0 度反射され、その反射光は、ミラー

203に入射する。ミラー203では、ミラー202からの反射光が、さらに90度反射され、これにより、投影レンズ197で拡大された像が、透過型スクリーン198に投影される。以下、第75図における場合と同様にして、ユーザの眼球において、反射型映像表示パネル196において表示された映像の虚像が観察される。

以上のように、ミラー201乃至203によって光路を曲げることで、装置の小型化を図ることができる。

第77図は、ディスプレイ装置7の第19の構成例を示している。

この実施の形態においては、第76図に示したディスプレイ装置7を2組設けて、それぞれにより形成される虚像を、左眼と右眼で観察することができるようになされている。

即ち、第77図において、発光ダイオード191RL、191GL、191BL、ダイクロイックプリズム192L、フライアイレンズ193L、フィールドレンズ194L、PBS195L、反射型映像表示パネル196L、投影レンズ197L、透過型スクリーン198L、接眼レンズ199L、ミラー201L乃至203Lは、第76図の発光ダイオード191R、191G、191B、ダイクロイックプリズム192、フライアイレンズ193、フィールドレンズ194、PBS195、反射型映像表示パネル196、投影レンズ197、透過型スクリーン198、接眼レンズ199、ミラー201乃至203とそれぞれ同様に構成され、ユーザの左眼に、虚像を提供するようになされている。また、第77図において、発光ダイオード191RR、191GR、191BR、ダイクロイックプリズム192R、フライアイレンズ193R、フィールドレンズ194R、PBS195R、反射型映像表示パネル196R、投影レンズ197R、透過型スクリーン198R、接眼レンズ199R、ミラー201R乃至203R

も、第 7 6 図の発光ダイオード 1 9 1 R、1 9 1 G、1 9 1 B、ダイ
クロイックプリズム 1 9 2、フライアイレンズ 1 9 3、フィールドレ
ンズ 1 9 4、P B S 1 9 5、反射型映像表示パネル 1 9 6、投影レン
ズ 1 9 7、透過型スクリーン 1 9 8、接眼レンズ 1 9 9、ミラー 2 0
5 1 乃至 2 0 3 とそれぞれ同様に構成され、ユーザの右眼に、虚像を提
供するようになされている。

従って、この場合、ユーザは、虚像を、左眼と右眼で観察すること
ができる。

なお、第 7 6 図におけるミラー 2 0 1 乃至 2 0 3 や、第 7 7 図にお
10 けるミラー 2 0 1 L 乃至 2 0 3 L および 2 0 1 R 乃至 2 0 3 R の配置
位置は、第 7 6 図や第 7 7 図に示した位置に限定されるものではない
。即ち、第 7 6 図や第 7 7 図の実施の形態では、光路を、図面と平行
な方向に曲げるように、ミラーを配置したが、その他、例えば、ミラ
ーは、光路を、図面と垂直な方向に曲げるように配置することも可能
15 である。

以上のように、接眼レンズとして、第 2 2 図、第 3 4 図、第 4 5 図
、または第 5 6 図に示したように構成されるものを利用したディスプ
レイ装置 7 によれば、高解像度で、広画角の映像を提供することが可
能となる。また、そのようなディスプレイ装置 7 を、ユーザ以外のも
20 のに固定した場合に、例えば、ユーザが動くことによって、ユーザの
瞳が光軸からずれても、高解像度の映像（虚像）を提供することがで
きる。また、第 2 2 図、第 3 4 図、第 4 5 図、または第 5 6 図に示し
た接眼レンズは、アイレリーフを長くすることができるので、ユーザ
が光軸方向に動いた場合にも対処可能となる。

25 なお、上述の場合には、第 1 レンズ群 1 0 1 乃至第 4 レンズ群 1 0
4 のうちの、第 3 レンズ群 1 0 3 または第 4 レンズ群 1 0 4 の 1 面だ

け非球面とするようにしたが、第3レンズ群103または第4レンズ群104の2面以上を非球面とするようにしても良い。なお、第1レンズ群101や第2レンズ群102の面を非球面としても良いが、第3レンズ群103または第4レンズ群104の面を非球面とする方が
5、非点収差やコマ収差を低減することができる。

さらに、上述の場合では、レンズの4次の非球面係数を制限するようにしたが、その他、例えば、レンズの6次の非球面係数を制限することによっても、レンズの4次の非球面係数を制限した場合と同様の性能を得ることが可能である。

10 なお、第3レンズ群103または第4レンズ群104の中の1面も非球面としない場合には、非点収差や歪曲収差などが大きくなり、上述したような解像力を保ちながら、対角の画角を40度以上にして、0.75f以上のアイレリーフを実現することは困難である。

ところで、ディスプレイ装置7において、映像を、投影レンズなど
15 の投影光学系によって、スクリーン上に投影し、その投影機を、接眼レンズを介して観察する場合に使用されるスクリーンとしては、例えば、第67図などに示した透過型のものの他、反射型のものがある。反射型のスクリーンを使用する場合、投影光学系からの光を、反射型のスクリーンに照射し、そこで、180度反射されてくる反射光を、
20 接眼レンズに入射させる必要がある。この場合、投影光学系からスクリーンまでの光路と、スクリーンから接眼レンズまでの光路が重なるため、そのうちの一方の光路を、ハーフミラーなどで折り曲げて、そのハーフミラーおよび投影光学系の間の光路と、ハーフミラーおよび接眼レンズの間の光路とを別々にすることが、一般的に行われる。

25 この場合、ハーフミラーは、接眼レンズとスクリーンとの間の光路中に設置されることとなるため、その間には、その設置のためのスペ

ースが必要となる。従って、接眼レンズとスクリーンとの間の距離は、ある程度長く取る必要がある。しかしながら、接眼レンズとスクリーンとの間の距離（光軸上の距離）を長くすることと、アイレリーフを長くすることとは、やはり、背反する要求である。

5 また、この場合、ハーフミラーの設置による装置全体の大型化を防止するために、例えば、接眼レンズの長さを短くする必要がある。接眼レンズの長さを短くするには、それを構成するレンズの枚数を少なくする必要があるが、少ないレンズで、高解像力を実現するのは、極めて困難である。

10 具体的には、例えばUSP 2, 637, 245などに開示されている接眼レンズでは、画角（見かけ視界）は42度程度で、アイレリーフは1.376f程度とハイアイポイントであるが、スクリーンとの間の距離は、0.243f程度と短い。さらに、UXGAやハイビジョンの規格に対応することは困難である。

15 そこで、第78図は、拡大光学系を構成するレンズ13L、13Rとして用いる接眼レンズの第5の実施の形態の構成例を示している。

この実施の形態（後述する他の実施の形態の接眼レンズにおいても同様）においては、アイレリーフが、例えば40mmに、瞳位置のずれの許容量が、例えば±9mmに設定されている。さらに、画角は、

20 水平画角（全角）で35度、対角画角（全角）で40度以上確保することができるよう設定されている。

また、第78図の第5の実施の形態の接眼レンズ（後述する他の実施の形態の接眼レンズについても同様）では、バックフォーカス（接眼レンズと、スクリーン上などに形成される像との距離）が、アイレリーフと同程度に設定されている。即ち、ここでは、バックフォーカスは、上述したアイレリーフと同様の40mm程度を確保することが

25

できるように設定されている。

さらに、第 7 8 図の第 5 の実施の形態の接眼レンズ（後述する他の実施の形態の接眼レンズについても同様）は、装置の小型化のために、2 群 4 枚で構成されている。このように、接眼レンズを構成するレンズの枚数を少なくした場合、いわゆる色消しと、接眼レンズの像面の平面化とを、共に実現することは困難である。そこで、ここでは、例えば、色消しが優先されている。このように、色消しを優先する場合、接眼レンズを構成するのに使用するレンズの屈折率や分散値などが制限されるため、像面湾曲を減らして、像面を平面にすることが困難となる。即ち、少ない枚数の接眼レンズで色消しを優先すると、一般に、その像面が曲面になることは避けられない。

像面が曲面になっている接眼レンズによって、例えば、収差の少ない投影光学系によりスクリーン上などに投影された像を観察すると、光軸から離れた曲面の周辺領域（端の部分）では、像がぼけてしまい、解像力が劣化する。そこで、ここでは、投影光学系において、接眼レンズの像面と一致する曲面の像面の像が形成されるものとし、これにより、画面の周辺領域においても、像がぼけることなく、高解像度の映像の観察が可能になされている。ここで、投影光学系に、曲面の像面の像を形成させる方法としては、例えば、投影光学系が像を投影するスクリーンを、そのような曲面形状とする方法などがある。

なお、画面の周辺領域における像のぼけが許容される場合には、投影光学系に像面が曲面の像を形成させる必要はない。

第 7 8 図において、接眼レンズは、上述したように、2 群 4 枚のレンズで構成されている。即ち、接眼レンズは、第 1 レンズ群 3 0 1 および第 2 レンズ群 3 0 2 が、瞳側から順次配置されて構成されている

。なお、第 7 8 図において、第 2 レンズ群 3 0 2 の右側に、投影光学系により形成される像が投影されるスクリーンなどが設置され、その像を、第 1 レンズ群 3 0 1 の左側（瞳側）から見ることで、その虚像を観察することができる。

5 第1レンズ群301（第1のレンズ群）は、正レンズであるレンズ311と負レンズであるレンズ312とが、瞳側から見て順次接合されて構成されている。即ち、レンズ311が瞳側に、レンズ312が瞳と反対側（スクリーン側）に、それぞれ配置されている。

第2レンズ群302（第2のレンズ群）は、負レンズであるレンズ321と正レンズであるレンズ322とが、瞳側から見て順次接合されて構成されている。即ち、レンズ321が瞳側に、レンズ322がスクリーン側に、それぞれ配置されている。

そして、以上の第 1 レンズ群 3 0 1 または第 2 レンズ群 3 0 2 のうち、ここでは、第 1 レンズ群 3 0 1 を構成するレンズ 3 1 1 の瞳側の面 3 1 1 A だけが非球面とされている。さらに、この場合、第 1 レンズ群 3 0 1 の瞳側の面 3 1 1 A の 4 次の非球面係数を a_{11} と、接眼レンズの全系の焦点距離を f と、所定の係数を k_{11} と、それぞれするとき、式

$$-0.9 < k_{11} < -0.5, \text{ 但し、 } a_{11} = (k_{11}/f)^3$$

20 . . . (2 4)

が成立するように、係数 k_{11} が設定されている。

これは、係数 k_{11} が、 -0.9 以下となる場合には、瞳が光軸上から動いたときに、その動いた方向と反対側の、映像の画面の周辺領域（画面の端の部分）の像面が負方向に倒れ、解像力が劣化するからである。一方、係数 k_{11} が -0.5 以上となる場合には、瞳が光軸上から動いたときに、その動いた方向の像面が正方向に倒れ、解像力が劣

化するからである。ここで、像面が正方向または負方向に曲がりすぎるとは、サジタル方向（S方向）の非点収差曲線とメリジオナル方向（M方向）の非点収差曲線とから得られる平均像面を表す曲線が、正方向または負方向に傾きすぎることを意味する。

- 5 ここで、式（24）（後述する他の条件式についても同様）は、その条件を必ず満たさなければならないというものではない。但し、式（24）の条件を満たさない場合は、接眼レンズの第1の実施の形態で説明したような意味で、接眼レンズの解像力が劣化する。

- 次に、第1レンズ群301におけるレンズ311の瞳側の面311
10 Aのみを非球面とし、係数 k_{11} を、式（24）に示した範囲の中間の範囲の値である、例えば -0.7 とした場合における接眼レンズの各パラメータは、例えば、以下のようになる。

$$\begin{aligned}
 r_0 &= \infty \quad d_0 = 40.000000 \\
 r_1 &= 50.07380 \quad d_1 = 21.596783 \quad n_{d1} = 1.540033 \quad \nu_{d1} = 65.3863 \\
 15 \quad r_2 &= -45.97502 \quad d_2 = 16.930953 \quad n_{d2} = 1.744445 \quad \nu_{d2} = 43.5917 \\
 r_3 &= -82.60234 \quad d_3 = 1.000000 \\
 r_4 &= 90.60758 \quad d_4 = 3.000000 \quad n_{d4} = 1.746911 \quad \nu_{d4} = 38.3455 \\
 r_5 &= 30.31965 \quad d_5 = 17.472265 \quad n_{d5} = 1.487000 \quad \nu_{d5} = 70.4000 \\
 r_6 &= -7038.46034 \quad d_6 = 40.000000 \\
 20 \quad r_7 &= -75.00000 \\
 a_{11} &= -0.970425 \times 10^{-6} \\
 b_{11} &= -0.134184 \times 10^{-9} \\
 f &= 70.704
 \end{aligned}$$

... (25)

- 25 ここで、式（25）以下においては、 r_0 乃至 r_7 は、瞳面、レンズ311の瞳側の面、レンズ311のスクリーン側の面（レンズ312の

- 瞳側の面)、レンズ 3 1 2 の瞳側の面、レンズ 3 2 1 の瞳側の面、レンズ 3 2 1 のスクリーン側の面 (レンズ 3 2 2 の瞳側の面)、レンズ 3 2 2 のスクリーン側の面、または投影光学系によってスクリーンなどに形成される像の像面それぞれにおける曲率半径 (mm) を表す。
- 5 また、 d_0 は、瞳から接眼レンズ、即ち、第 1 レンズ群 3 0 1 のレンズ 3 1 1 までの距離 (アイレリーフ) (mm) を表し、 d_1 乃至 d_6 は、レンズ 3 1 1 の厚み、レンズ 3 1 2 の厚み、レンズ 3 1 2 とレンズ 3 2 1 との間の空気間隔、レンズ 3 2 1 の厚み、レンズ 3 2 2 の厚み、レンズ 3 2 2 からスクリーンなどに形成される像までの距離 (バックフ
- 10 オークス) (mm) を、それぞれ表す。さらに、 nd_1 、 nd_2 、 nd_4 、または nd_5 は、レンズ 3 1 1、1 2、2 1、または 2 2 それぞれの硝材の d 線における屈折率を表し、 νd_1 、 νd_2 、 νd_4 、または νd_5 は、レンズ 3 1 1、1 2、2 1、または 2 2 それぞれの硝材の d 線におけるアッペ数を表す。また、 a_{11} または b_{11} は、非球面である、第 1 レンズ群 3 0 1 の瞳側の面 (レンズ 3 1 1 の瞳側の面) 3 1 1 A の 4 次
- 15 または 6 次の非球面係数をそれぞれ表し、 f は、波長が 5 2 5 nm (ナノメートル) の光における接眼レンズの焦点距離を表す。

接眼レンズの各パラメータが、式 (2 5) に示すように設定されている場合、レンズ 3 1 1、3 1 2、3 2 1、3 2 2 の形状は、第 7 8

20 図に示したようになる。さらに、瞳が光軸上にあるときには、第 7 8 図に示したような光路図が描かれる。また、この場合の球面収差、非点収差、および歪曲収差は、第 7 9 図に示すようになり、像面上における横収差は、第 8 0 図に示すようになる。

また、接眼レンズの各パラメータが、式 (2 5) に示すように設定

25 されている場合に、瞳が光軸上から 9 mm だけずれたときに描かれる光路図を、第 8 1 図に示す。さらに、この場合の像面上における横収

差を、第 8 2 図に示す。

なお、第 7 8 図を含め、以下に示す光路図では、接眼レンズの第 1 の実施の形態で説明した 5 つの光路 A 乃至 E のうちの D および E の図示を省略してある。

- 5 次に、第 1 レンズ群 3 0 1 におけるレンズ 3 1 1 の瞳側の面 3 1 1 A のみを非球面とし、係数 k_{11} を、式 (2 4) に示した範囲の下限值である -0.9 とした場合における接眼レンズの各パラメータは、例えば、以下のようになる。

$r0 = \infty$ $d0 = 40.000000$
 10 $r1 = 46.78293$ $d1 = 25.517040$ $nd1 = 1.487000$ $\nu d1 = 70.4000$
 $r2 = -36.86474$ $d2 = 11.080586$ $nd2 = 1.698553$ $\nu d2 = 47.7991$
 $r3 = -57.08138$ $d3 = 1.000000$
 $r4 = 160.01023$ $d4 = 3.206065$ $nd4 = 1.745732$ $\nu d4 = 40.6829$
 $r5 = 32.53695$ $d5 = 19.196310$ $nd5 = 1.487000$ $\nu d5 = 70.4000$
 15 $r6 = -251.08445$ $d6 = 39.999999$
 $r7 = -75.00000$
 $a_{11} = -0.206251 \times 10^{-5}$
 $b_{11} = -0.162838 \times 10^{-9}$
 $f = 70.704$

20 $\dots (26)$

- 接眼レンズの各パラメータが、式 (2 6) に示すように設定されている場合、レンズ 3 1 1、3 1 2、3 2 1、3 2 2 の形状は、第 8 3 図に示すようになる。さらに、瞳が光軸上にあるときには、第 8 3 図に示すような光路図が描かれる。また、この場合の球面収差、非点収
- 25 差、および歪曲収差は、第 8 4 図に示すようになり、像面上における横収差は、第 8 5 図に示すようになる。

また、接眼レンズの各パラメータが、式(26)に示すように設定されている場合に、瞳が光軸上から9mmだけずれたときに描かれる光路図を、第86図に示す。さらに、この場合の像面上における横収差を、第87図に示す。

- 5 次に、第1レンズ群301におけるレンズ311の瞳側の面311Aのみを非球面とし、係数 k_{11} を、式(24)に示した範囲の上限値である-0.5とした場合における接眼レンズの各パラメータは、例えば、以下のようになる。

$$\begin{aligned}
 & r_0 = \infty \quad d_0 = 40.000000 \\
 10 \quad & r_1 = 56.36241 \quad d_1 = 19.832046 \quad n_{d1} = 1.610052 \quad \nu_{d1} = 60.8210 \\
 & r_2 = -48.36727 \quad d_2 = 18.528516 \quad n_{d2} = 1.744406 \quad \nu_{d2} = 43.6864 \\
 & r_3 = -128.12790 \quad d_3 = 1.000000 \\
 & r_4 = 80.08954 \quad d_4 = 3.000000 \quad n_{d4} = 1.747707 \quad \nu_{d4} = 36.9175 \\
 & r_5 = 30.32276 \quad d_5 = 17.639439 \quad n_{d5} = 1.487000 \quad \nu_{d5} = 70.4000 \\
 15 \quad & r_6 = -812.28344 \quad d_6 = 40.000000 \\
 & r_7 = -75.00000 \\
 & a_{11} = -0.353654 \times 10^{-6} \\
 & b_{11} = -0.350604 \times 10^{-11} \\
 & f = 70.704
 \end{aligned}$$

20 ... (27)

- 接眼レンズの各パラメータが、式(27)に示すように設定されている場合、レンズ311、312、321、322の形状は、第88図に示すようになる。さらに、瞳が光軸上にあるときには、第88図に示すような光路図が描かれる。また、この場合の球面収差、非点収差、および歪曲収差は、第89図に示すようになり、像面上における横収差は、第90図に示すようになる。
- 25

また、接眼レンズの各パラメータが、式(27)に示すように設定されている場合に、瞳が光軸上から9mmだけずれたときに描かれる光路図を、第91図に示す。さらに、この場合の像面上における横収差を、第92図に示す。

- 5 次に、第93図は、拡大光学系を構成するレンズ13L、13Rとして用いる接眼レンズの第6の実施の形態の構成例を示している。なお、図中、第78図における場合と対応する部分については、同一の符号を付してある。即ち、この接眼レンズは、基本的に、第78図における場合と同様に構成されている。
- 10 但し、第6の実施の形態では、第1レンズ群301または第2レンズ群302のうち、第1レンズ群301を構成するレンズ312のスクリーン側の面312Bだけが非球面とされている。さらに、この場合、第1レンズ群301のスクリーン側の面312Bの4次の非球面係数を a_{12} と、接眼レンズの全系の焦点距離を f と、所定の係数を k_{12} と、それぞれするとき、式

$$-0.1 < k_{12} < 1.2, \text{ 但し, } a_{12} = (k_{12}/f)^3 \quad \dots (28)$$

が成立するように、係数 k_{12} が設定されている。

- これは、係数 k_{12} が、 -0.1 以下となる場合には、映像の画面の
 20 周辺部分の像面が正方向に曲がりすぎ、解像力が劣化するからである。
 一方、係数 k_{12} が 1.2 以上となる場合には、瞳が光軸上から動いたときに、その動いた方向と反対側の、映像の画面の周辺部分の像面が正方向に倒れ、解像力が劣化するからである。

- 次に、第1レンズ群301におけるレンズ312のスクリーン側の
 25 面312Bのみを非球面とし、係数 k_{12} を、式(28)に示した範囲の中間の範囲の値である、例えば 1.1 とした場合における接眼レン

ズの各パラメータは、例えば、以下のようになる。

$r_0 = \infty$ $d_0 = 40.000000$
 $r_1 = 47.90263$ $d_1 = 20.532074$ $nd_1 = 1.549677$ $\nu d_1 = 64.6446$
 $r_2 = -61.94314$ $d_2 = 4.449320$ $nd_2 = 1.487000$ $\nu d_2 = 70.4000$
5 $r_3 = -142.84458$ $d_3 = 4.095881$
 $r_4 = -280.44421$ $d_4 = 3.000000$ $nd_4 = 1.748102$ $\nu d_4 = 36.2474$
 $r_5 = 41.59350$ $d_5 = 27.922724$ $nd_5 = 1.487000$ $\nu d_5 = 70.4000$
 $r_6 = -49.29290$ $d_6 = 40.000000$
 $r_7 = -75.00000$
10 $a_{12} = 0.376570 \times 10^{-5}$
 $b_{12} = 0.403927 \times 10^{-9}$
 $f = 70.704$

... (29)

ここで、 b_{12} は、非球面である、第1レンズ群301のレンズ31
 15 2のスクリーン側の面312Bの6次の非球面係数を表す。

接眼レンズの各パラメータが、式(29)に示すように設定されて
 いる場合、レンズ311、312、321、322の形状は、第93
 図に示したようになる。さらに、瞳が光軸上にあるときには、第93
 図に示したような光路図が描かれる。また、この場合の球面収差、非
 20 点収差、および歪曲収差は、第94図に示すようになり、像面上にお
 ける横収差は、第95図に示すようになる。

また、接眼レンズの各パラメータが、式(29)に示すように設定
 されている場合に、瞳が光軸上から9mmだけずれたときの光路図を
 、第96図に示す。さらに、この場合の像面上における横収差を、第
 25 97図に示す。

次に、第1レンズ群301におけるレンズ312のスクリーン側の

面 3 1 2 B のみを非球面とし、係数 k_{12} を、式 (28) に示した範囲の下限値である -0.1 とした場合における接眼レンズの各パラメータは、例えば、以下のようになる。

$r_0 = \infty$ $d_0 = 40.000000$
 5 $r_1 = 59.60024$ $d_1 = 22.208164$ $nd_1 = 1.561732$ $\nu d_1 = 61.3018$
 $r_2 = -39.79904$ $d_2 = 9.621365$ $nd_2 = 1.744000$ $\nu d_2 = 44.7000$
 $r_3 = -110.13093$ $d_3 = 1.000000$
 $r_4 = 73.87884$ $d_4 = 8.203051$ $nd_4 = 1.747301$ $\nu d_4 = 37.6311$
 $r_5 = 30.04885$ $d_5 = 18.967420$ $nd_5 = 1.487000$ $\nu d_5 = 70.4000$
 10 $r_6 = -266.58052$ $d_6 = 40.000000$
 $r_7 = -75.00000$
 $a_{12} = -0.282923 \times 10^{-8}$
 $b_{12} = -0.298726 \times 10^{-9}$
 $f = 70.704$
 15 . . . (30)

接眼レンズの各パラメータが、式 (30) に示すように設定されている場合、レンズ 3 1 1、3 1 2、3 2 1、3 2 2 の形状は、第 9 8 図に示すようになる。さらに、瞳が光軸上にあるときには、第 9 8 図に示すような光路図が描かれる。また、この場合の球面収差、非点収
 20 差、および歪曲収差は、第 9 9 図に示すようになり、像面上における横収差は、第 1 0 0 図に示すようになる。

また、接眼レンズの各パラメータが、式 (30) に示すように設定されている場合に、瞳が光軸上から 9 mm だけずれたときに描かれる光路図を、第 1 0 1 図に示す。さらに、この場合の像面上における横
 25 収差を、第 1 0 2 図に示す。

次に、第 1 レンズ群 3 0 1 におけるレンズ 3 1 2 のスクリーン側の

面 3 1 2 B のみを非球面とし、係数 k_{12} を、式 (28) に示した範囲の上限値である 1.2 とした場合における接眼レンズの各パラメータは、例えば、以下のようになる。

$r_0 = \infty$ $d_0 = 40.000000$
 5 $r_1 = 45.35307$ $d_1 = 24.984328$ $nd_1 = 1.511234$ $\nu d_1 = 64.2827$
 $r_2 = -46.28172$ $d_2 = 3.000000$ $nd_2 = 1.487000$ $\nu d_2 = 70.4000$
 $r_3 = -86.15767$ $d_3 = 4.572285$
 $r_4 = -128.71885$ $d_4 = 3.000000$ $nd_4 = 1.747277$ $\nu d_4 = 37.6752$
 $r_5 = 43.40071$ $d_5 = 24.443387$ $nd_5 = 1.487000$ $\nu d_5 = 70.4000$
 10 $r_6 = -43.83295$ $d_6 = 40.000007$
 $r_7 = -75.00000$
 $a_{12} = 0.488893 \times 10^{-5}$
 $b_{12} = 0.401212 \times 10^{-9}$
 $f = 70.704$

15 ... (31)

接眼レンズの各パラメータが、式 (31) に示すように設定されている場合、レンズ 3 1 1、3 1 2、3 2 1、3 2 2 の形状は、第 1 0 3 図に示すようになる。さらに、瞳が光軸上にあるときには、第 1 0 3 図に示すような光路図が描かれる。また、この場合の球面収差、非
 20 点収差、および歪曲収差は、第 1 0 4 図に示すようになり、像面上における横収差は、第 1 0 5 図に示すようになる。

また、接眼レンズの各パラメータが、式 (31) に示すように設定されている場合に、瞳が光軸上から 9 mm だけずれたときに描かれる光路図を、第 1 0 6 図に示す。さらに、この場合の像面上における横
 25 収差を、第 1 0 7 図に示す。

次に、第 1 0 8 図は、拡大光学系を構成するレンズ 1 3 L、1 3 R

として用いる接眼レンズの第 7 の実施の形態の構成例を示している。
 なお、図中、第 7 8 図における場合と対応する部分については、同一
 の符号を付してある。即ち、この接眼レンズは、基本的に、第 7 8 図
 における場合と同様に構成されている。

- 5 但し、第 7 の実施の形態では、第 1 レンズ群 3 0 1 または第 2 レン
 ズ群 3 0 2 のうち、第 2 レンズ群 3 0 2 を構成するレンズ 3 2 1 の瞳
 側の面 3 2 1 A だけが非球面とされている。さらに、この場合、第 2
 レンズ群 3 0 2 の瞳側の面 3 2 1 A の 4 次の非球面係数を A_{z1} と、接
 10 眼レンズの全系の焦点距離を f と、所定の係数を k_{z1} と、それぞれす
 るとき、式

$$-1.0 < k_{z1} < -0.5, \text{ 但し、 } a_{z1} = (k_{z1}/f)^3 \quad \dots (32)$$

が成立するように、係数 k_{z1} が設定されている。

- これは、係数 k_{z1} が、 -1.0 以下となる場合には、映像の画面の
 15 周辺部分の像面が負方向に曲がりすぎ、解像力が劣化するからである。
 一方、係数 k_{z1} が -0.5 以上となる場合には、瞳が光軸上から動
 いたときに、その動いた方向と反対側の、映像の画面の周辺部分の像
 面が正方向に倒れ、解像力が劣化するからである。

- 次に、第 2 レンズ群 3 0 2 におけるレンズ 3 2 1 の瞳側の面 3 2 1
 20 A のみを非球面とし、係数 k_{z1} を、式 (32) に示した範囲の中間の
 範囲の値である、例えば -0.8 とした場合における接眼レンズの各
 パラメータは、例えば、以下のようになる。

$$\begin{aligned} r0 &= \infty \quad d0 = 40.000000 \\ r1 &= 51.53362 \quad d1 = 25.734500 \quad nd1 = 1.637960 \quad \nu d1 = 56.9431 \\ 25 \quad r2 &= -138.26306 \quad d2 = 3.000000 \quad nd2 = 1.755000 \quad \nu d2 = 27.6000 \\ r3 &= 177.92592 \quad d3 = 2.134425 \end{aligned}$$

$$r4= 92.12853 \quad d4= 8.878594 \quad nd4=1.744000 \quad \nu d4=44.7000$$

$$r5= 38.73840 \quad d5=18.683144 \quad nd5=1.501478 \quad \nu d5=68.8479$$

$$r6= -72.62546 \quad d6=40.000000$$

$$r7= -75.00000$$

$$5 \quad a_{z1} = -0.144856 \times 10^{-5}$$

$$b_{z1} = -0.456271 \times 10^{-9}$$

$$f = 70.704$$

... (33)

ここで、 b_{z1} は、非球面である、第2レンズ群302のレンズ32

10 1の瞳側の面321Aの6次の非球面係数を表す。

接眼レンズの各パラメータが、式(33)に示すように設定されている場合、レンズ311、312、321、322の形状は、第108図に示したようになる。さらに、瞳が光軸上にあるときには、第108図に示したような光路図が描かれる。また、この場合の球面収差
15 、非点収差、および歪曲収差は、第109図に示すようになり、像面上における横収差は、第110図に示すようになる。

また、接眼レンズの各パラメータが、式(33)に示すように設定されている場合に、瞳が光軸上から9mmだけずれたときに描かれる光路図を、第111図に示す。さらに、この場合の像面上における横
20 収差を、第112図に示す。

次に、第2レンズ群302におけるレンズ321の瞳側の面321Aのみを非球面とし、係数 k_{z1} を、式(32)に示した範囲の下限值である-1.0とした場合における接眼レンズの各パラメータは、例えば、以下のようなになる。

$$25 \quad r0= \infty \quad d0=40.000000$$

$$r1= 50.93361 \quad d1=30.810164 \quad nd1=1.638947 \quad \nu d1=56.7747$$

$r2 = -80.61686$ $d2 = 3.000000$ $nd2 = 1.755000$ $\nu d2 = 27.6000$

$r3 = 130.33798$ $d3 = 4.739208$

$r4 = 116.91932$ $d4 = 3.000000$ $nd4 = 1.501781$ $\nu d4 = 68.8172$

$r5 = 48.67346$ $d5 = 18.379810$ $nd5 = 1.487000$ $\nu d5 = 70.4000$

5 $r6 = -66.31831$ $d6 = 40.074024$

$r7 = -75.00000$

$a_{z1} = -0.282896 \times 10^{-5}$

$b_{z1} = -0.135659 \times 10^{-8}$

$f = 70.708$

10

... (34)

接眼レンズの各パラメータが、式(34)に示すように設定されている場合、レンズ311、312、321、322の形状は、第113図に示すようになる。さらに、瞳が光軸上にあるときには、第113図に示すような光路図が描かれる。また、この場合の球面収差、非
15 点収差、および歪曲収差は、第114図に示すようになり、像面上における横収差は、第115図に示すようになる。

また、接眼レンズの各パラメータが、式(34)に示すように設定されている場合に、瞳が光軸上から9mmだけずれたときに描かれる光路図を、第116図に示す。さらに、この場合の像面上における横
20 収差を、第117図に示す。

次に、第2レンズ群302におけるレンズ321の瞳側の面321Aのみを非球面とし、係数 k_{z1} を、式(32)に示した範囲の上限値である-0.5とした場合における接眼レンズの各パラメータは、例えば、以下のようなになる。

25 $r0 = \infty$ $d0 = 40.000000$

$r1 = 54.25936$ $d1 = 20.371520$ $nd1 = 1.593045$ $\nu d1 = 61.7750$

r2= -49.98184 d2=18.762553 nd2=1.744000 ν d2=44.7000

r3= -153.31734 d3= 1.000000

r4= 72.07611 d4= 3.000000 nd4=1.748554 ν d4=35.5128

r5= 31.41941 d5=16.865927 nd5=1.487000 ν d5=70.4000

5 r6=-1306.83799 d6=40.000000

r7= -75.00000

a_{z1}=-0.353654 $\times 10^{-6}$

b_{z1}=-0.296813 $\times 10^{-9}$

f=70.704

10

... (35)

接眼レンズの各パラメータが、式(35)に示すように設定されている場合、レンズ311、312、321、322の形状は、第118図に示すようになる。さらに、瞳が光軸上にあるときには、第118図に示すような光路図が描かれる。また、この場合の球面収差、非
15 点収差、および歪曲収差は、第119図に示すようになり、像面上における横収差は、第120図に示すようになる。

また、接眼レンズの各パラメータが、式(35)に示すように設定されている場合に、瞳が光軸上から9mmだけずれたときに描かれる光路図を、第121図に示す。さらに、この場合の像面上における横
20 収差を、第122図に示す。

次に、第123図は、拡大光学系を構成するレンズ13L、13Rとして用いる接眼レンズの第8の実施の形態の構成例を示している。なお、図中、第78図における場合と対応する部分については、同一の符号を付してある。即ち、この接眼レンズは、基本的に、第78図
25 における場合と同様に構成されている。

但し、第8の実施の形態では、第1レンズ群301または第2レン

ズ群 3 0 2 のうち、第 2 レンズ群 3 0 2 を構成するレンズ 3 2 2 のスクリーン側の面 3 2 2 B だけが非球面とされている。さらに、この場合、第 2 レンズ群 3 0 2 のスクリーン側の面 3 2 2 B の 4 次の非球面係数を a_{22} と、接眼レンズの全系の焦点距離を f と、所定の係数を k_{22} と、それぞれするとき、式

$$-0.2 < k_{22} < 1.4, \text{ 但し、 } a_{22} = (k_{22}/f)^3 \quad \dots (36)$$

が成立するように、係数 k_{22} が設定されている。

これは、係数 k_{22} が、 -0.2 以下となる場合には、瞳が光軸上から動いたときに、その動いた方向と反対側の、映像の画面の周辺部分の像面が正方向に倒れ、解像力が劣化するからである。一方、係数 k_{22} が 1.4 以上となる場合には、映像の画面の中心部分と周辺部分との間の中間領域（第 2 3 図において斜線を付して示した部分）の像面が正方向に曲がりすぎるとともに、その周辺部分の像面が負方向に曲がりすぎ、解像力が劣化するからである。

次に、第 2 レンズ群 3 0 2 におけるレンズ 3 2 2 のスクリーン側の面 3 2 2 B のみを非球面とし、係数 k_{22} を、式 (36) に示した範囲の中間の範囲の値である、例えば 1.0 とした場合における接眼レンズの各パラメータは、例えば、以下のようになる。

20 $r0 = \infty$ $d0 = 40.000000$
 $r1 = 53.25800$ $d1 = 24.594861$ $nd1 = 1.489267$ $\nu d1 = 69.0034$
 $r2 = -95.29804$ $d2 = 3.000000$ $nd2 = 1.751184$ $\nu d2 = 31.7766$
 $r3 = 470.65448$ $d3 = 1.905110$
 $r4 = 51.15860$ $d4 = 10.173024$ $nd4 = 1.744000$ $\nu d4 = 44.7000$
 25 $r5 = 31.00215$ $d5 = 20.327005$ $nd5 = 1.487000$ $\nu d5 = 70.4000$
 $r6 = -105.92664$ $d6 = 40.000000$

$$r7 = -75.00000$$

$$a_{22} = 0.282923 \times 10^{-5}$$

$$b_{22} = 0.263858 \times 10^{-11}$$

$$f = 70.704$$

5

... (37)

ここで、 b_{22} は、非球面である、第2レンズ群302のレンズ322のスクリーン側の面322Bの6次の非球面係数を表す。

接眼レンズの各パラメータが、式(37)に示すように設定されている場合、レンズ311、312、321、322の形状は、第123図に示したようになる。さらに、瞳が光軸上にあるときには、第123図に示したような光路図が描かれる。また、この場合の球面収差、非点収差、および歪曲収差は、第124図に示すようになり、像面上における横収差は、第125図に示すようになる。

また、接眼レンズの各パラメータが、式(37)に示すように設定されている場合に、瞳が光軸上から9mmだけずれたときに描かれる光路図を、第126図に示す。さらに、この場合の像面上における横収差を、第127図に示す。

次に、第2レンズ群302におけるレンズ322のスクリーン側の面322Bのみを非球面とし、係数 k_{22} を、式(36)に示した範囲の下限值である-0.2とした場合における接眼レンズの各パラメータは、例えば、以下のようになる。

$$r0 = \infty \quad d0 = 40.000000$$

$$r1 = 54.45186 \quad d1 = 20.611380 \quad nd1 = 1.587757 \quad \nu d1 = 62.0893$$

$$r2 = -48.72213 \quad d2 = 20.140800 \quad nd2 = 1.744913 \quad \nu d2 = 42.4859$$

$$25 \quad r3 = -142.45322 \quad d3 = 1.000000$$

$$r4 = 62.92736 \quad d4 = 3.000000 \quad nd4 = 1.749529 \quad \nu d4 = 34.0261$$

$$r5= 30.83249 \quad d5=15.247820 \quad nd4=1.487000 \quad \nu d4=70.4000$$

$$r6= 357.62396 \quad d6=40.000000$$

$$r7= -75.00000$$

$$a_{zz}=-0.226338 \times 10^{-7}$$

$$5 \quad b_{zz}= 0.223811 \times 10^{-8}$$

$$f=70.704$$

... (38)

接眼レンズの各パラメータが、式 (38) に示すように設定されている場合、レンズ 3 1 1、3 1 2、3 2 1、3 2 2 の形状は、第 1 2 8 図に示すようになる。さらに、瞳が光軸上にあるときには、第 1 2 8 図に示すような光路図が描かれる。また、この場合の球面収差、非点収差、および歪曲収差は、第 1 2 9 図に示すようになり、像面上における横収差は、第 1 3 0 図に示すようになる。

また、接眼レンズの各パラメータが、式 (38) に示すように設定されている場合に、瞳が光軸上から 9 mm だけずれたときに描かれる光路図を、第 1 3 1 図に示す。さらに、この場合の像面上における横収差を、第 1 3 2 図に示す。

次に、第 2 レンズ群 3 0 2 におけるレンズ 3 2 2 のスクリーン側の面 3 2 2 B のみを非球面とし、係数 k_{zz} を、式 (36) に示した範囲の上限値である 1.4 とした場合における接眼レンズの各パラメータは、例えば、以下のようなになる。

$$r0= \infty \quad d0=40.000000$$

$$r1= 40.50842 \quad d1=20.778826 \quad nd1=1.512048 \quad \nu d1=58.0043$$

$$r2=-147.28690 \quad d2= 3.000000 \quad nd2=1.749294 \quad \nu d2=34.3723$$

$$25 \quad r3= 78.38449 \quad d3= 1.000000$$

$$r4= 34.45382 \quad d4= 3.000000 \quad nd4=1.737236 \quad \nu d4=45.2369$$

$r5 = 24.59147$ $d5 = 23.037221$ $nd5 = 1.487000$ $\nu d5 = 70.4000$
 $r6 = -238.11515$ $d6 = 40.000000$
 $r7 = -75.00000$
 $a_{22} = 0.776340 \times 10^{-5}$
5 $b_{22} = 0.332592 \times 10^{-8}$
 $f = 70.704$

... (39)

接眼レンズの各パラメータが、式 (39) に示すように設定されて
 いる場合、レンズ 3 1 1、3 1 2、3 2 1、3 2 2 の形状は、第 1 3
 10 3 図に示すようになる。さらに、瞳が光軸上にあるときには、第 1 3
 3 図に示すような光路図が描かれる。また、この場合の球面収差、非
 点収差、および歪曲収差は、第 1 3 4 図に示すようになり、像面上に
 おける横収差は、第 1 3 5 図に示すようになる。

また、接眼レンズの各パラメータが、式 (39) に示すように設定
 15 されている場合に、瞳が光軸上から 9 mm だけずれたときに描かれる
 光路図を、第 1 3 6 図に示す。さらに、この場合の像面上における横
 収差を、第 1 3 7 図に示す。

以上説明した構成によれば、対角で、40 度以上の画角に亘って、
 高解像力で、かつ瞳位置が、ある程度、光軸上からずれても、高解像
 20 力な接眼レンズを提供することができる。また、アイレリーフおよび
 バックフォーカスをバランス良く、かつ長い距離を確保することがで
 きる。

即ち、式 (25) 乃至 (27)、(29) 乃至 (31)、(33)
 乃至 (35)、(37) 乃至 (39) から明らかなように、アイレリ
 25 ーフ $d0$ およびバックフォーカス $d6$ は、いずれも $0.56f$ 以上と、互
 いにバランス良く、長い距離が確保されている。

次に、以上説明した接眼レンズによって、映像の虚像を形成して提供するディスプレイ装置 7 について説明する。

第 1 3 8 図は、ディスプレイ装置 7 の第 2 0 の構成例を示している。

5 表示素子（画像表示素子）3 3 1 は、例えば、第 6 7 図における表示素子 1 5 1 と同様に構成される自発光型または透過型の表示デバイスで、ユーザに提供すべき映像を表示する。表示素子 3 3 1 において表示された映像は、投影レンズ 3 3 2 を介して、ハーフミラー 3 3 4 に入射する。ハーフミラー 3 3 4 では、投影レンズ 3 3 2 からの光が
10 9 0 度反射され、反射式スクリーン 3 3 3 に照射される。反射式スクリーン 3 3 3 は、接眼レンズ 3 3 5 の像面と一致するような曲面のスクリーンで、ハーフミラー 3 3 4 からの光を、1 8 0 度反射する。この反射光は、ハーフミラー 3 3 4 を透過して、第 7 8 図や、第 9 3 図、第 1 2 3 図などに示したように構成される接眼レンズ 3 3 5 を介す
15 ることにより、ユーザの眼球に入射し、これにより、ユーザの眼球において、表示素子 3 3 1 において表示された映像の虚像が観察される。

第 1 3 9 図は、ディスプレイ装置 7 の第 2 1 の構成例を示している。
。なお、図中、第 1 3 8 図における場合と対応する部分については、
20 同一の符号を付してある。即ち、この映像提供装置は、ハーフミラー 3 3 4 が、反射式スクリーン 3 3 3 と接眼レンズ 3 3 5 との間ではなく、投影レンズ 3 3 2 と反射式スクリーン 3 3 3 との間に設けられていることを除けば、第 1 3 8 図における場合と同様に構成されている。

25 第 1 3 9 図では、表示素子 3 3 1 において表示された映像が、投影レンズ 3 3 2 およびハーフミラー 3 3 4 を介して、反射式スクリーン

3 3 3に照射される。反射式スクリーン3 3 3では、ハーフミラー3 3 4からの光が、1 8 0度反射され、この反射光は、ハーフミラー3 3 4において、さらに9 0度反射され、接眼レンズ3 3 5に入射し、以下、第1 3 8図における場合と同様にして、ユーザの眼球において
5 、表示素子3 3 1において表示された映像の虚像が観察される。

第1 4 0図は、ディスプレイ装置7の第2 2の構成例を示している。なお、図中、第1 3 8図における場合と対応する部分については、同一の符号を付してある。即ち、このディスプレイ装置7は、表示素子3 3 1に代えて、表示素子3 5 1およびP B S 3 5 2が設けられて
10 いる他は、第1 3 8図における場合と同様に構成されている。

図示せぬ光源から発せられた照明光としての光が、P B S 3 5 2において、9 0度反射され、表示素子（画像表示素子）3 5 1に入射する。表示素子3 5 1は、例えば、第7 0図における表示素子1 7 1と同様に構成される反射型の表示デバイスで、そこに入射される光を反
15 射することで、ユーザに提供すべき映像を表示する。

表示素子1 7 1で反射された反射光としての映像は、P B S 3 5 2を透過して、投影レンズ3 3 2に入射し、以下、第1 3 8図における場合と同様にして、ユーザの眼球において、虚像が観察される。

なお、P B S 3 5 2に代えて、ハーフミラーその他の光を分割する
20 素子を設けることも可能である。

第1 4 1図は、ディスプレイ装置7の第2 3の構成例を示している。なお、図中、第1 4 0図における場合と対応する部分については、同一の符号を付してある。即ち、この映像提供装置は、P B S 3 5 2が、表示素子3 5 1と投影レンズ3 3 2との間ではなく、投影レンズ
25 3 3 2とハーフミラー3 3 4との間に設けられている他は、第1 4 0図における場合と同様に構成されている。

この場合、図示せぬ光源から発せられた照明光としての光が、P B S 3 5 2 において、9 0 度反射され、投影レンズ 3 3 2 を介して、表示素子 3 5 1 に入射する。表示素子 3 5 1 では、そこに入射される光が反射され、その反射光としての映像が、投影レンズ 3 3 2 および P B S 3 5 2 を透過して、ハーフミラー 3 3 4 に入射し、以下、第 1 4 0 図における場合と同様にして、ユーザの眼球において、虚像が観察される。

第 1 4 2 図は、ディスプレイ装置 7 の第 2 4 の構成例を示している。

10 発光ダイオード 3 9 1 R、3 9 1 G、3 9 1 B では、それぞれ赤色、緑色、青色の光が、照明光として発光され、それぞれの光は、ダイクロイックプリズム 3 9 2、フライアイレンズ 3 9 3、およびフィールドレンズ 3 9 4 を介して、P B S 3 9 5 に入射する。P B S 3 9 5 では、フィールドレンズ 3 9 4 からの光が、9 0 度反射され、その反
15 射光は、反射型の表示素子である反射型映像表示パネル 3 9 6 に入射する。反射型映像表示パネル 3 9 6 は、そこに入射される光を反射することで、ユーザに提供すべき映像を形成し、その映像としての反射光は、P B S 3 9 5 および投影レンズ 3 9 7 を介してハーフミラー 4 0 0 に入射する。ハーフミラー 4 0 0 では、投影レンズ 3 9 7 からの
20 映像が 9 0 度反射され、これにより、その映像が、反射型スクリーン 3 9 8 に拡大投影される。この拡大投影された像は、第 7 8 図や、第 9 3 図、第 1 0 8 図、第 1 2 3 図などに示したように構成される接眼レンズ 3 9 9 を介して、ユーザの眼球の入射し、これにより、ユーザの眼球において、反射型映像表示パネル 3 9 6 において表示された映
25 像の虚像が観察される。

この場合、反射型表示パネル 3 9 6 には、赤色、緑色、青色の光が

、照明光として照射されるので、いわゆるフィールドシーケンシャル方式により、カラーの虚像を提供することができる。

第143図は、ディスプレイ装置7の第25の構成例を示している。なお、図中、第142図における場合と対応する部分については、
5 同一の符号を付してある。即ち、この映像提供装置は、フライアイレンズ393とフィールドレンズ394との間に、ミラー401が設けられている他は、第142図における場合と同様に構成されている。

この実施の形態ではフライアイレンズ393からの照明光としての光は、ミラー401で90度反射され、フィールドレンズ394を介して、PBS395に入射する。PBS395では、フィールドレンズ394からの光が、90度反射され、その反射光は、反射型映像表示パネル396に入射する。反射型映像表示パネル396は、そこに反射される光を反射することでユーザに提供すべき映像を形成し、その映像としての反射光は、PBS395および投影レンズ397を介して、
10 して、ハーフミラー400に入射する。ハーフミラー400では、投影レンズ397からの光が、90度反射され、その反射光は、反射型スクリーン398に投影される。以下、第142図における場合と同様にして、ユーザの眼球において、反射映像表示パネル396において表示された映像の虚像が観察される。

20 この場合、ミラー401によって光路を曲げているので、装置の小型化を図ることができる。

第144図は、ディスプレイ装置7の第26の構成例を示している。
。

この実施の形態においては、第143図に示した映像提供装置2組
25 設けて、それぞれにより形成される虚像を、左眼と右眼で観察できるようになされている。

即ち、第144図において、発光ダイオード391RL、391GL、391BL、ダイクロイックプリズム392L、フライアイレンズ393L、フィールドレンズ394L、PBS395L、反射型映像表示パネル396L、投影レンズ397L、反射型スクリーン398L、接眼レンズ399L、ハーフミラー400L、またはミラー401Lは、第143図の発光ダイオード391R、391G、391B、ダイクロイックプリズム392、フライアイレンズ393、フィールドレンズ394、PBS395、反射型映像表示パネル396、投影レンズ397、反射型スクリーン398、接眼レンズ399、ハーフミラー400、またはミラー401とそれぞれ同様に構成され、ユーザの左眼に、虚像を提供するようになされている。また、第144図において、発光ダイオード391RR、391GR、391BR、ダイクロイックプリズム392R、フライアイレンズ393R、フィールドレンズ394R、PBS395R、反射型映像表示パネル396R、投影レンズ397R、反射型スクリーン398R、接眼レンズ399R、ハーフミラー400R、またはミラー401Rも、第143図の発光ダイオード391R、391G、391B、ダイクロイックプリズム392、フライアイレンズ393、フィールドレンズ394、PBS395、反射型映像表示パネル396、投影レンズ397、反射型スクリーン398、接眼レンズ399、ハーフミラー400、またはミラー401とそれぞれに構成され、ユーザの右眼に、虚像を提供するようになされている。

従って、この場合、ユーザは、虚像を、左眼と右眼で観察することができる。

なお、第143図におけるミラー401や、第144図における401Lおよび401Rの配置位置は、第143図や第144図に示し

た位置に限定されるものではない。即ち、第 1 4 3 図や第 1 4 4 図の実施の形態では、光路を、図面と平行な方向に曲げるように、ミラーを配置したが、その他、例えば、ミラーは、光路を、図面と垂直な方向に曲げるように配置することも可能である。

- 5 なお、第 7 8 図や、第 9 3 図、第 1 0 8 図、第 1 2 3 図などに示した接眼レンズは、その他、例えば、第 6 8 図に示したように、空中像 1 6 1 の虚像を観察する場合にも用いることが可能である。この場合、空中像 1 6 1 は、例えば、第 1 3 8 図に示した反射式スクリーン 3 3 3 のように、曲面形状に形成するものが望ましい。
- 10 また、第 7 8 図や、第 9 3 図、第 1 0 8 図、第 1 2 3 図などに示した接眼レンズは、例えば、第 7 5 図乃至第 7 7 図などに示した接眼レンズ 1 9 9 (1 9 9 L , 1 9 9 R) などとしても用いることが可能である。即ち、第 7 8 図や、第 9 3 図、第 1 0 8 図、第 1 2 3 図などに示した接眼レンズは、反射式スクリーンを用いずに形成された像（映像）の虚像を観察する場合にも用いることが可能である。
- 15

- 以上のように、接眼レンズとして、第 7 8 図や、第 9 3 図、第 1 0 8 図、第 1 2 3 図などに示したように構成されるものを利用したディスプレイ装置 7 によれば、高解像度で、広画角の映像を提供することが可能となり、さらに、ユーザの瞳が光軸からはずれても、高解像度の映像（虚像）を提供することが可能となる他、アイレリーフとバックフォーカスとを、バランス良く確保することが可能となるので、ユーザが光軸方向に動いた場合に対処することができるとともに、スクリーンと接眼レンズとを離して設置することが可能となる。また、接眼レンズを構成するレンズの枚数が少ないので、装置の小型化、軽量化が可能となる。
- 20
- 25

 なお、上述の場合には、第 1 レンズ群 3 0 1 または第 2 4 レンズ群

302のうちの、いずれかの1面だけ非球面とするようにしたが、2面以上を非球面とするようにしても良い。

さらに、第78図や、第93図、第108図、第123図などに示した接眼レンズについては、レンズの4次の非球面係数を制限するようにしたが、これらの接眼レンズにおいても、例えば、レンズの6次の非球面係数を制限することによって、レンズの4次の非球面係数を制限した場合と同様の性能を得ることが可能である。

特許請求の範囲第1項に記載の表示装置によれば、映像提供装置が、固定手段によって、ユーザ以外の所定のものに固定されているので、ユーザは、映像提供装置を、例えば、装着したりすることなく、臨場感ある虚像を観賞することが可能となる。

特許請求の範囲第42項に記載の表示装置によれば、拡大光学系を構成する複数のレンズのうち、表示手段に最も近い位置に配置されたレンズは、それ以外のレンズに比較して、屈折力が大きく、表示手段から最も遠いところに配置されたレンズは、それ以外のレンズに比較して、屈折力が小さくされている。従って、ユーザの眼球の位置が多少移動しても、鮮明な虚像を観察することが可能となる。

請求の範囲

1. ユーザに映像を提供する映像提供装置を備える表示装置であって、
- 、
- 前記映像提供装置は、
- 5 映像を表示する表示手段と、
- 前記表示手段に表示された映像を拡大することにより虚像を形成し、ユーザの左眼と右眼とで観察される前記虚像を、空間上同一の位置に配置する拡大光学系とを有し、
- 前記映像提供装置を、ユーザ以外の所定の物に固定する固定手段を
- 10 さらに備える
- ことを特徴とする表示装置。
2. 前記映像提供装置は、2次元の虚像を提供することを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の表示装置。
3. 前記映像提供装置は、
- 15 前記表示手段として、左眼用の表示手段と右眼用の表示手段とを有し、
- 前記左眼用または右眼用の表示手段に、左眼用または右眼用の映像をそれぞれ表示させることにより、立体的な虚像を提供することを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の表示装置。
- 20 4. 前記表示手段は、画素単位で発光する発光素子によって映像を表示する自発光型デバイスで構成されることを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の表示装置。
5. 前記表示手段は、光の透過を制御することによって映像を表示する透過光制御型デバイスで構成されることを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の表示装置。
- 25 6. 前記表示手段は、光の反射を制御することによって映像を表示す

る反射光制御型デバイスで構成されることを特徴とする特許請求の範囲第 1 項に記載の表示装置。

7. 前記映像提供装置は、外部からの光を透過するようになされていることを特徴とする特許請求の範囲第 1 項に記載の表示装置。

5 8. 前記拡大光学系は、凹面鏡を含んで構成されることを特徴とする特許請求の範囲第 1 項に記載の表示装置。

9. 前記映像提供装置は、前記拡大光学系として、光軸が 1 つの光学系を有することを特徴とする特許請求の範囲第 1 項に記載の表示装置。

10 10. 前記映像提供装置は、前記拡大光学系として、光軸の異なる左眼用の光学系と右眼用の光学系とを有することを特徴とする特許請求の範囲第 1 項に記載の表示装置。

11. 前記映像提供装置は、前記表示手段が表示する 1 つの映像を、前記左眼用の光学系と右眼用の光学系とに別々に入射させる入射手段
15 をさらに有することを特徴とする特許請求の範囲第 10 項に記載の表示装置。

12. 前記左眼用の光学系および右眼用の光学系は、いずれも、映像を拡大するレンズを含み、

前記左眼用の光学系および右眼用の光学系が有するレンズどうしの
20 間隔が、少なくとも人間の瞳の直径以下であることを特徴とする特許請求の範囲第 10 項に記載の表示装置。

13. 前記映像提供装置は、前記拡大光学系により形成される虚像が配置される面を湾曲させる湾曲手段をさらに有することを特徴とする特許請求の範囲第 1 項に記載の表示装置。

25 14. ユーザを保持するユーザ保持手段をさらに備え、

前記固定手段は、前記映像提供装置を、前記ユーザ保持手段に固定

することを特徴とする特許請求の範囲第 1 項に記載の表示装置。

1 5 . 前記ユーザ保持手段は、ユーザを保持する状態を変化させることができるようになされていることを特徴とする特許請求の範囲第 1 4 項に記載の表示装置。

5 1 6 . 前記ユーザ保持手段は、音響信号に対応して振動することを特徴とする特許請求の範囲第 1 4 項に記載の表示装置。

1 7 . 前記ユーザ保持手段は、ユーザを座った状態に保持することを特徴とする特許請求の範囲第 1 4 項に記載の表示装置。

1 8 . 前記固定手段は、前記映像提供装置を所定の位置に移動可能な
10 ようになされていることを特徴とする特許請求の範囲第 1 項に記載の表示装置。

1 9 . 前記固定手段は、ユーザが前記ユーザ保持手段に保持された状態において、そのユーザの頭部を覆うように構成され、その内側に、前記映像提供装置を固定していることを特徴とする特許請求の範囲第
15 1 4 項に記載の表示装置。

2 0 . 前記固定手段は、光の透過率が可変の素子で構成されていることを特徴とする特許請求の範囲第 1 9 項に記載の表示装置。

2 1 . 前記拡大光学系は、少なくとも、前記ユーザ保持手段に保持されているユーザの頭部が移動可能な範囲において、虚像全体を観察す
20 ることができるように構成されていることを特徴とする特許請求の範囲第 1 4 項に記載の表示装置。

2 2 . 前記拡大光学系は、複数のレンズで構成されることを特徴とする特許請求の範囲第 1 項に記載の表示装置。

2 3 . 前記拡大光学系を構成する複数のレンズのうち、前記表示手段
25 に最も近い位置に配置されたレンズは、それ以外のレンズに比較して、屈折力が大きいことを特徴とする特許請求の範囲第 2 2 項に記載の

表示装置。

24. 前記拡大光学系を構成する複数のレンズのうち、前記表示手段から最も遠い位置に配置されたレンズは、それ以外のレンズに比較して、屈折力が小さいことを特徴とする特許請求の範囲第22項に記載の表示装置。

25. 前記拡大光学系は、第1乃至第4のレンズ群が、瞳側から順次配置されて構成され、

前記第1のレンズ群は、正レンズと負レンズとを順次結合して構成され、

- 10 前記第2および第3のレンズ群は、正レンズで構成され、

前記第4のレンズ群は、負レンズで構成され、

前記第3または第4のレンズ群のうち少なくとも1面が非球面とされていることを特徴とする特許請求の範囲第22項に記載の表示装置。

- 15 26. 前記第2のレンズ群の形状係数が0.5より大きいことを特徴とする特許請求の範囲第25項に記載の表示装置。

27. 前記第3のレンズ群の瞳側の面のみが非球面とされている場合において、

- 20 前記第3のレンズ群の瞳側の面の4次の非球面係数を a と、前記第1乃至第4のレンズ群の全系の焦点距離を f と、所定の係数を k と、それぞれするとき、式

$$-1.3 < k < 0.6、但し、a = (k/f)^3$$

が成立することを特徴とする特許請求の範囲第25項に記載の表示装置。

- 25 28. 前記第3のレンズ群の瞳側と反対側の面のみが非球面とされている場合において、

前記第 3 のレンズ群の瞳側と反対側の面の 4 次の非球面係数を a と、前記第 1 乃至第 4 のレンズ群の全系の焦点距離を f と、所定の係数を k と、それぞれするとき、式

$$-0.9 < k < 1.4、但し、a = (k/f)^3$$

- 5 が成立することを特徴とする特許請求の範囲第 25 項に記載の表示装置。

29. 前記第 4 のレンズ群の瞳側の面のみが非球面とされている場合において、

- 10 前記第 4 のレンズ群の瞳側の面の 4 次の非球面係数を a と、前記第 1 乃至第 4 のレンズ群の全系の焦点距離を f と、所定の係数を k と、それぞれするとき、式

$$-1.9 < k < -1.1、但し、a = (k/f)^3$$

が成立することを特徴とする特許請求の範囲第 25 項に記載の表示装置。

- 15 30. 前記第 4 のレンズ群の瞳側と反対側の面のみが非球面とされている場合において、

前記第 4 のレンズ群の瞳側と反対側の面の 4 次の非球面係数を a と、前記第 1 乃至第 4 のレンズ群の全系の焦点距離を f と、所定の係数を k と、それぞれするとき、式

- 20 $-1.8 < k < 2.0、但し、a = (k/f)^3$

が成立することを特徴とする特許請求の範囲第 25 項に記載の表示装置。

31. 前記拡大光学系は、第 1 および第 2 のレンズ群が、瞳側から順次配置され、

- 25 前記第 1 のレンズ群は、正レンズと負レンズとを順次結合して構成され、

前記第 2 のレンズ群は、負レンズと正レンズとを順次結合して構成され、

前記第 1 または第 2 のレンズ群のうち少なくとも 1 面が非球面とされていることを特徴とする特許請求の範囲第 2 2 項に記載の表示装置
5 。

3 2 . 前記拡大光学系は、像面が曲面の像の虚像を形成することを特徴とする特許請求の範囲第 3 1 項に記載の表示装置。

3 3 . 前記第 1 のレンズ群の瞳側の面のみが非球面とされている場合において、

10 前記第 1 のレンズ群の瞳側の面の 4 次の非球面係数を a と、前記第 1 および第 2 のレンズ群の全系の焦点距離を f と、所定の係数を k と、それぞれするとき、式

$$-0.9 < k < -0.5、但し、a = (k / f)^3$$

が成立することを特徴とする特許請求の範囲第 3 1 項に記載の表示装
15 置。

3 4 . 前記第 1 のレンズ群の瞳側と反対側の面のみが非球面とされている場合において、

前記第 1 のレンズ群の瞳側と反対側の面の 4 次の非球面係数を a と、前記第 1 および第 2 のレンズ群の全系の焦点距離を f と、所定の係
20 数を k と、それぞれするとき、式

$$-0.1 < k < 1.2、但し、a = (k / f)^3$$

が成立することを特徴とする特許請求の範囲第 3 1 項に記載の表示装
置。

3 5 . 前記第 2 のレンズ群の瞳側の面のみが非球面とされている場合
25 において、

前記第 2 のレンズ群の瞳側の面の 4 次の非球面係数を a と、前記第

1 および第2のレンズ群の全系の焦点距離を f と、所定の係数を k と、それぞれするとき、式

$$-1.0 < k < -0.5、但し、a = (k/f)^3$$

5 が成立することを特徴とする特許請求の範囲第31項に記載の表示装置。

36. 前記第2のレンズ群の瞳側と反対側の面のみが非球面とされている場合において、

前記第2のレンズ群の瞳側と反対側の面の4次の非球面係数を a と、前記第1および第2のレンズ群の全系の焦点距離を f と、所定の係
10 数を k と、それぞれするとき、式

$$-0.2 < k < 1.4、但し、a = (k/f)^3$$

が成立することを特徴とする特許請求の範囲第31項に記載の表示装置。

37. 前記ユーザ保持手段は、ユーザの頭部と前記映像提供装置との
15 間隔が45cm以内になるように、ユーザを保持することを特徴とする特許請求の範囲第14項に記載の表示装置。

38. 前記映像提供装置は、水平視野角が15度以上になる映像を提供することを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の表示装置。

39. 前記拡大光学系は、前記表示手段に表示された映像を、反射式
20 のスクリーンに投影し、その投影された像の虚像を形成することを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の表示装置。

40. 前記拡大光学系は、前記表示手段に表示された映像を、透過式のスクリーンに投影し、その投影された像の虚像を形成することを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の表示装置。

25 41. 前記拡大光学系は、前記表示手段に表示された映像の空中像の虚像を形成することを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の表示

装置。

4 2 . 映像を表示する表示手段と、

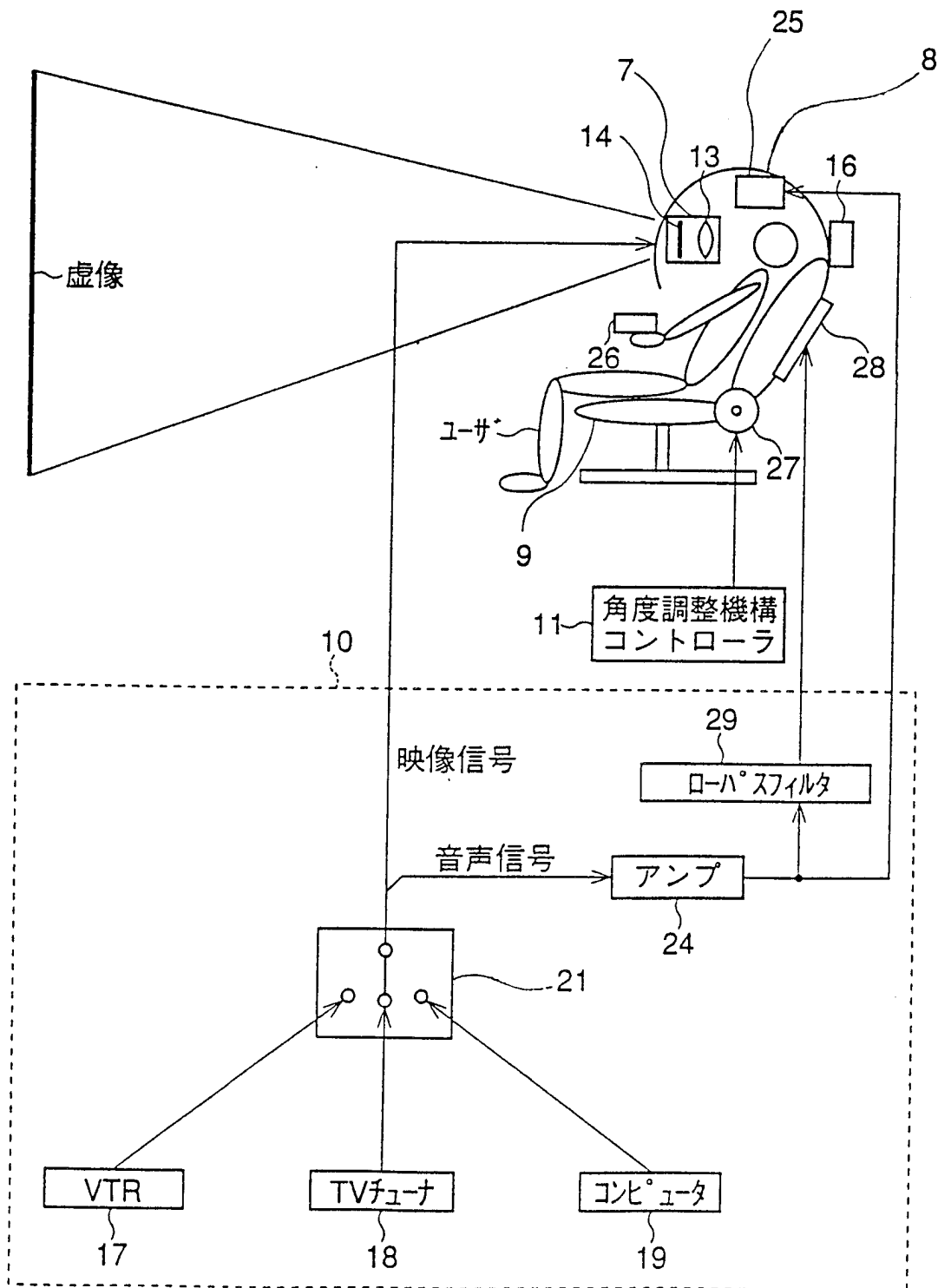
前記表示手段に表示された映像を拡大することにより虚像を形成する、複数のレンズで構成される拡大光学系とを備える表示装置であっ

5 て、

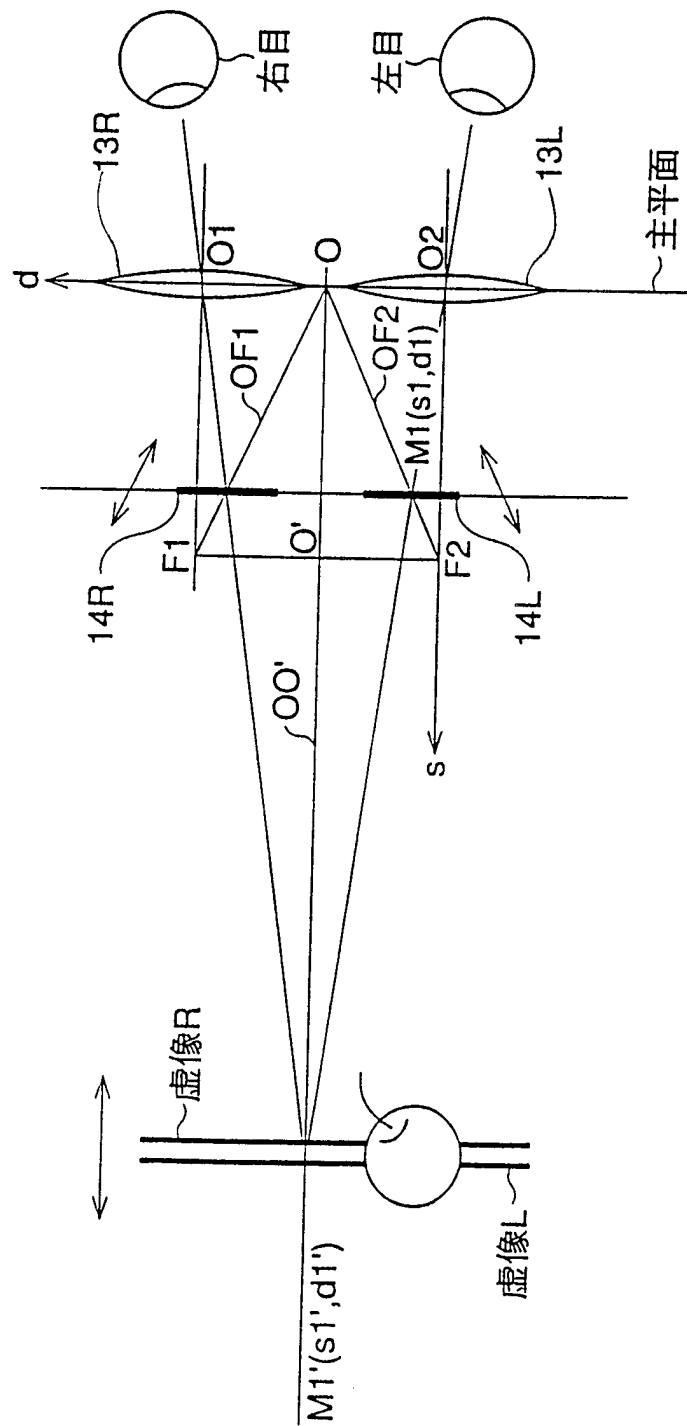
前記拡大光学系を構成する複数のレンズのうち、前記表示手段に最も近い位置に配置されたレンズは、それ以外のレンズに比較して、屈折力が大きく、前記表示手段から最も遠い位置に配置されたレンズは、それ以外のレンズに比較して、屈折力が小さいことを特徴とする表

10 示装置。

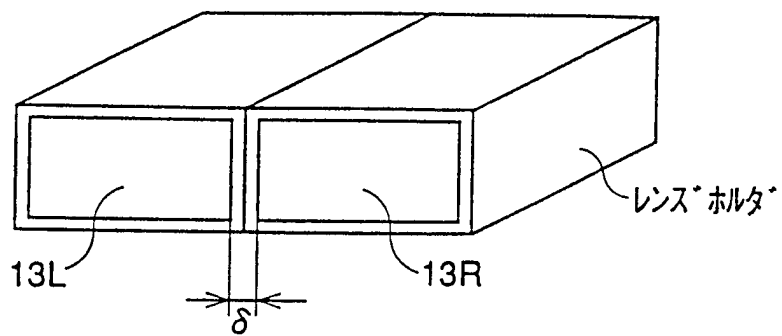
第1図



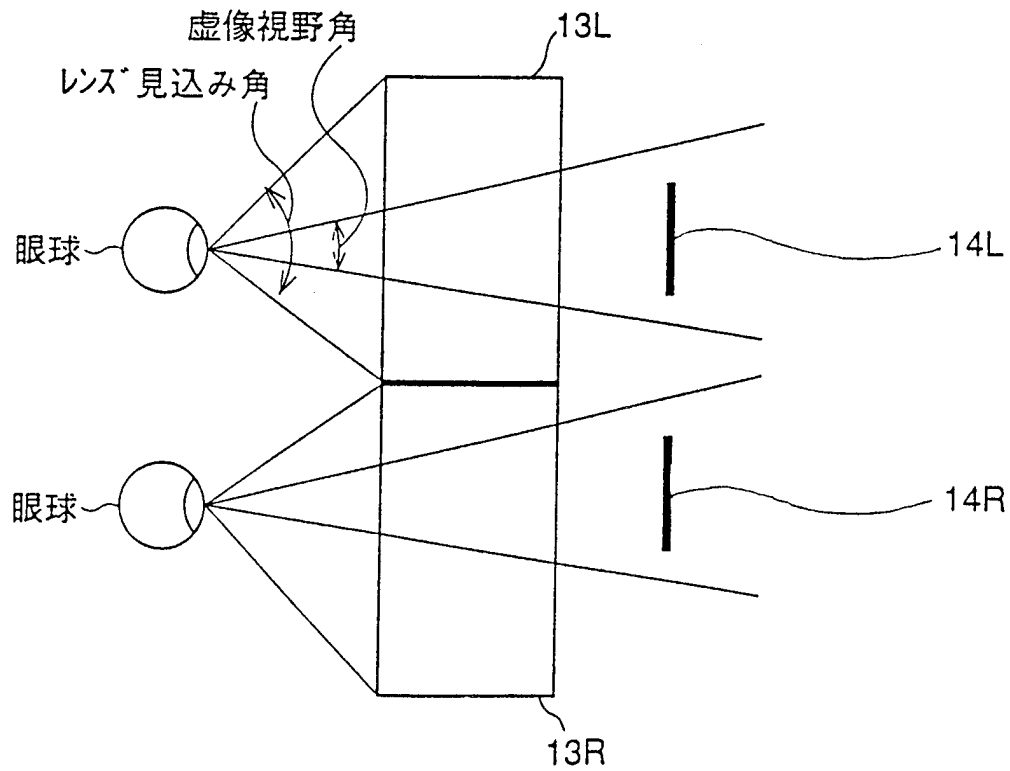
第2図



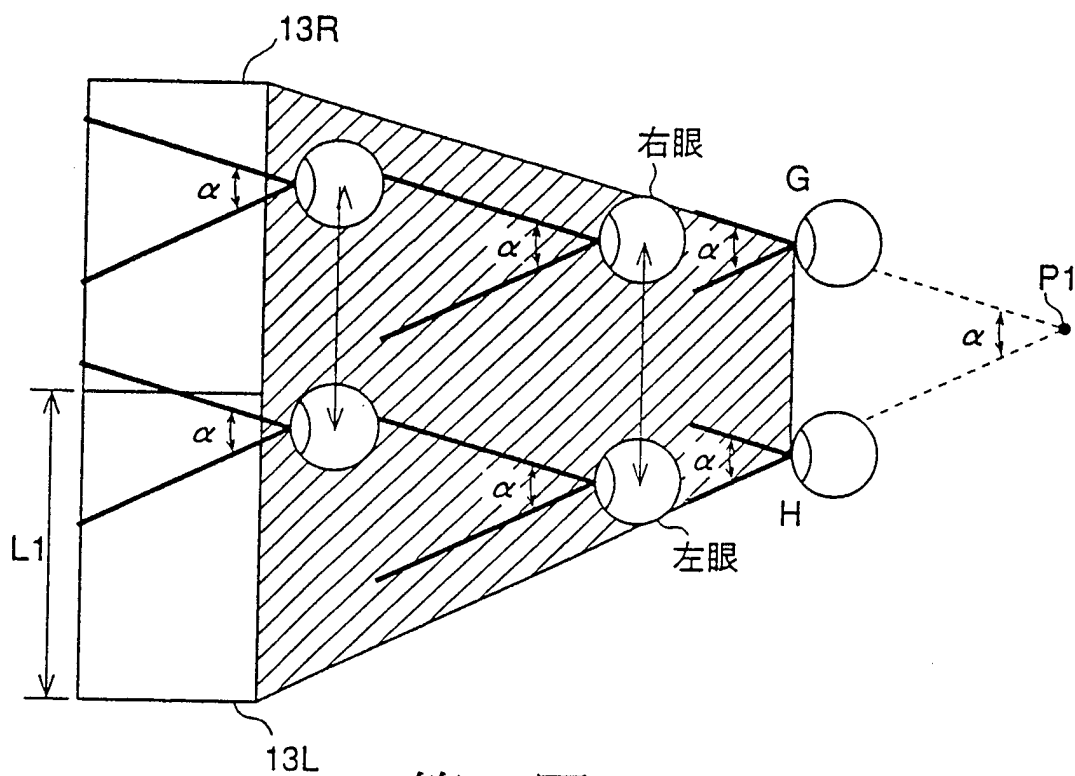
第3図A



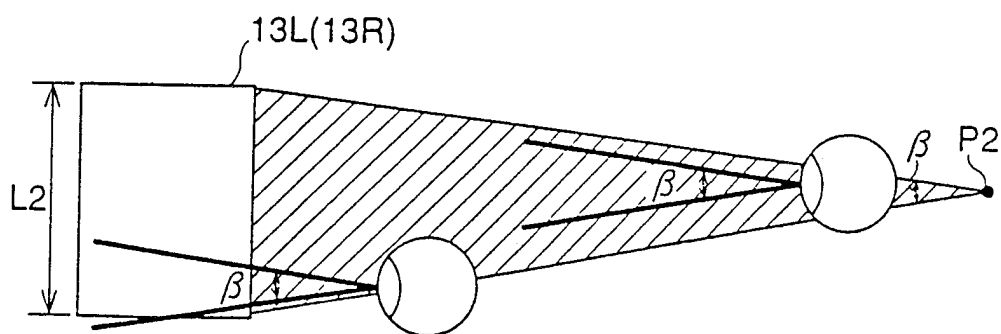
第3図B



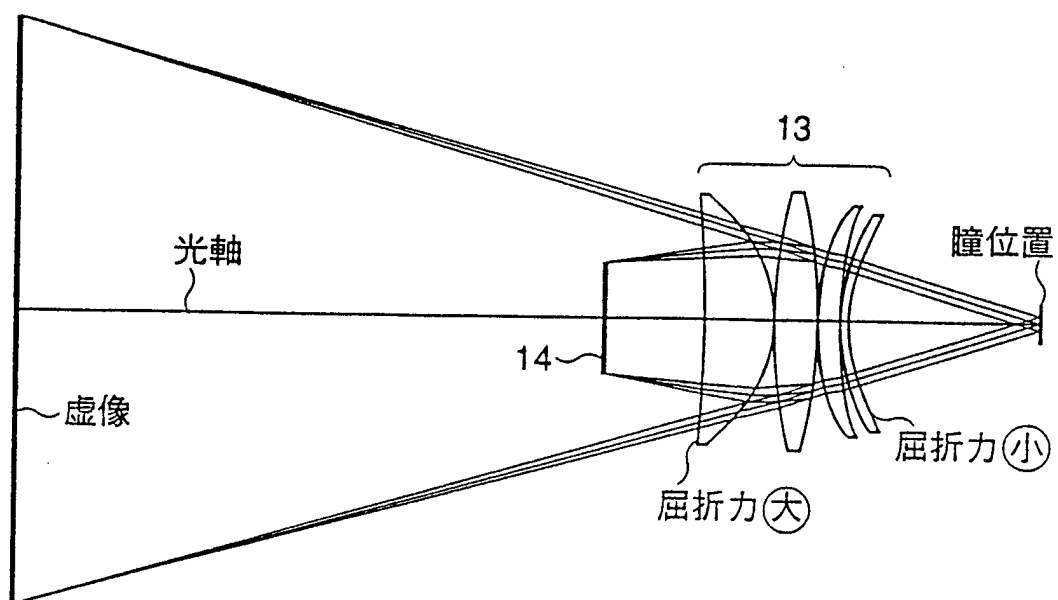
第4図A



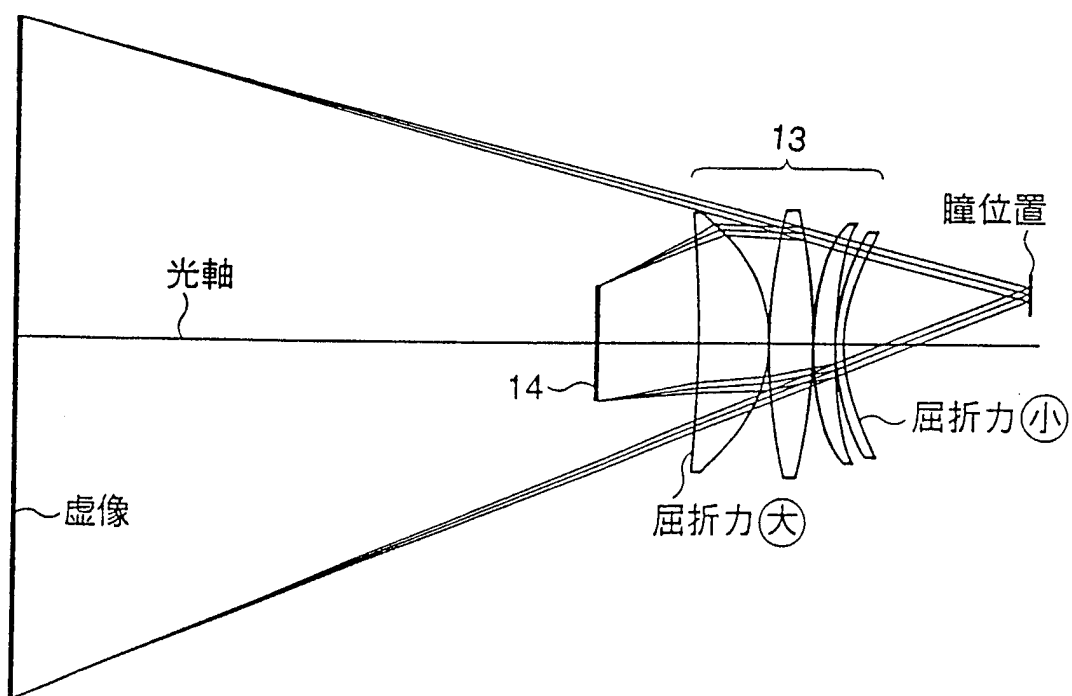
第4図B



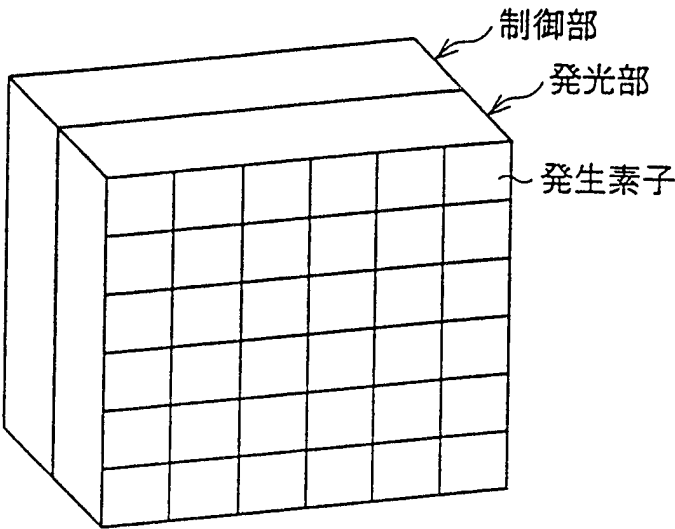
第5図A



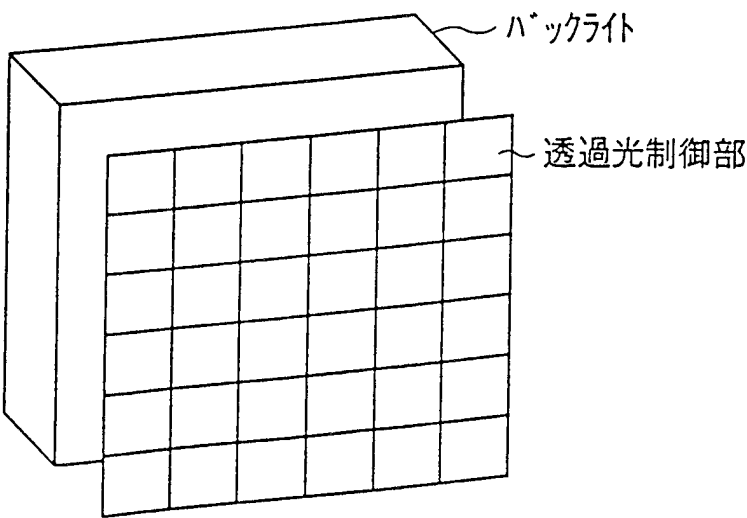
第5図B



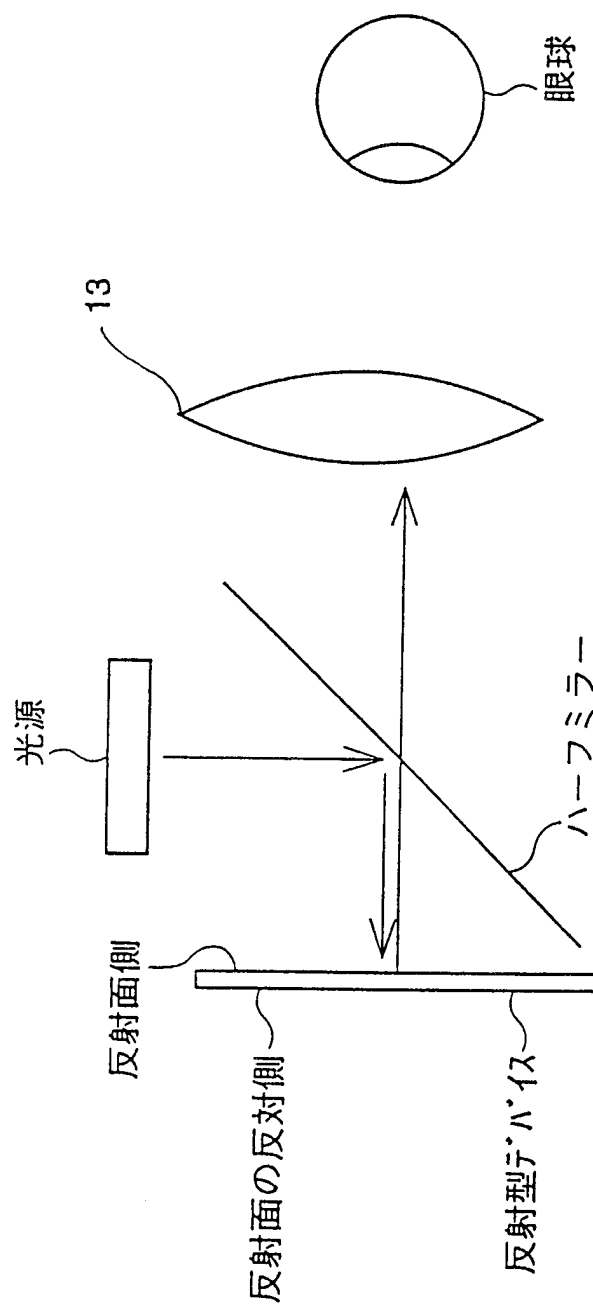
第 6 図



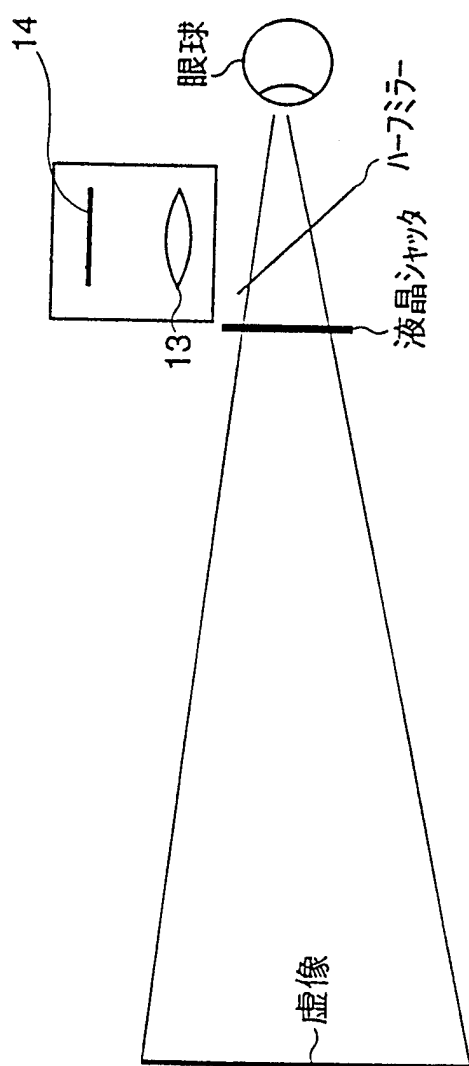
第 7 図



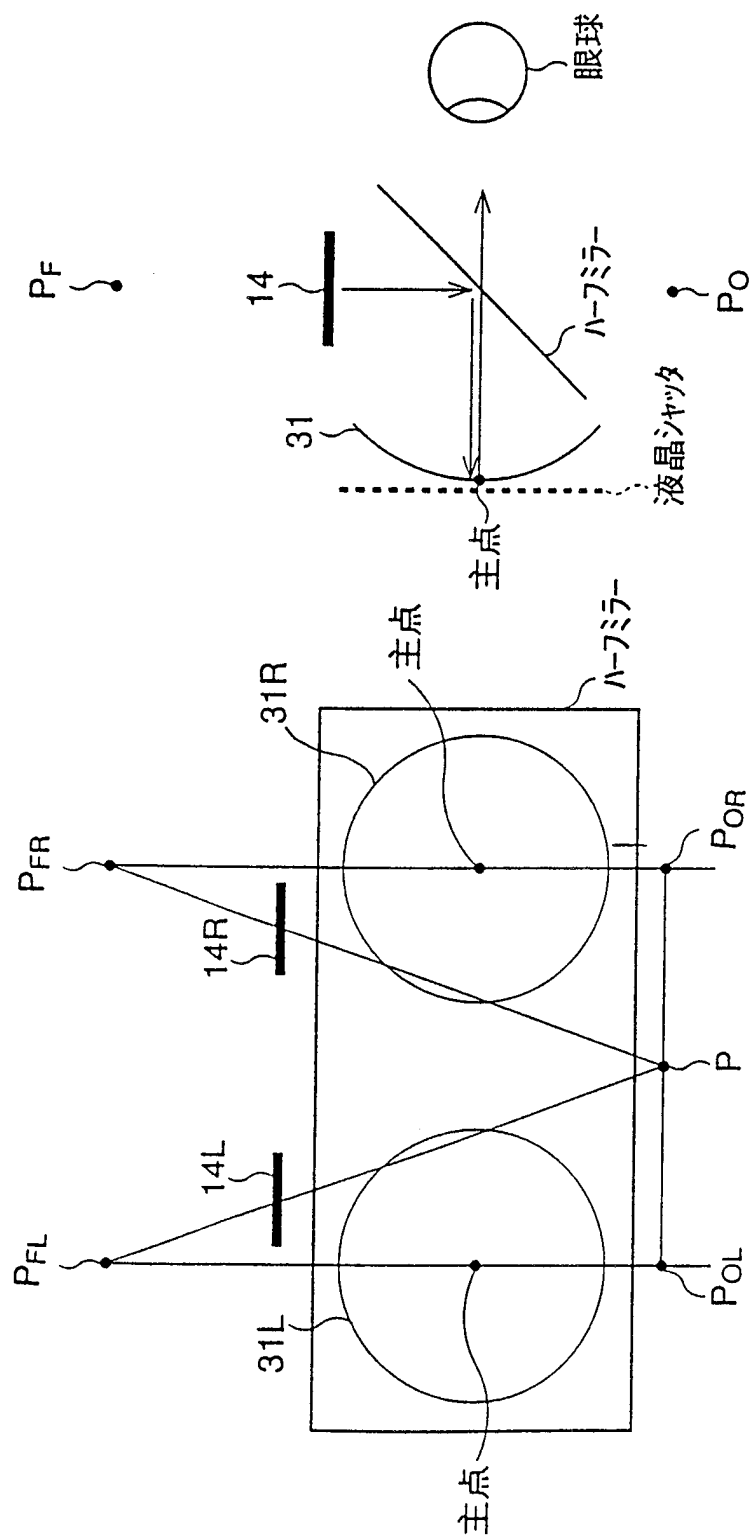
第8図



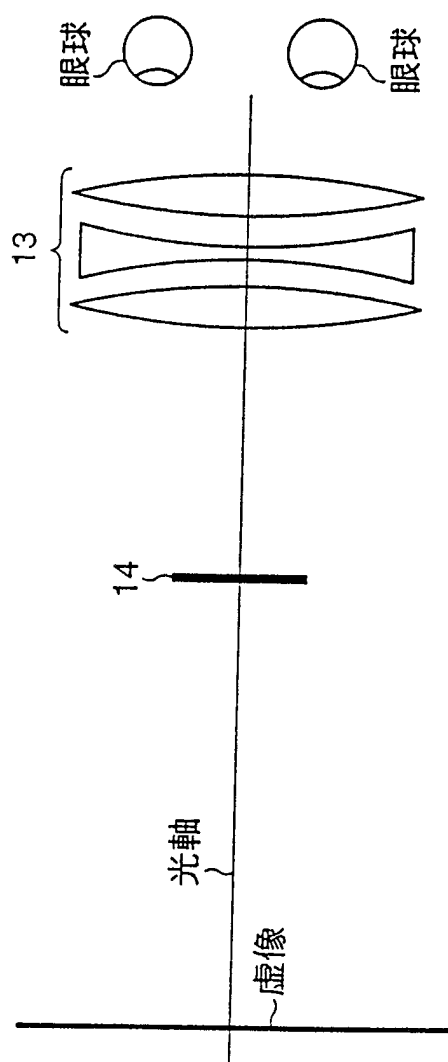
第9図



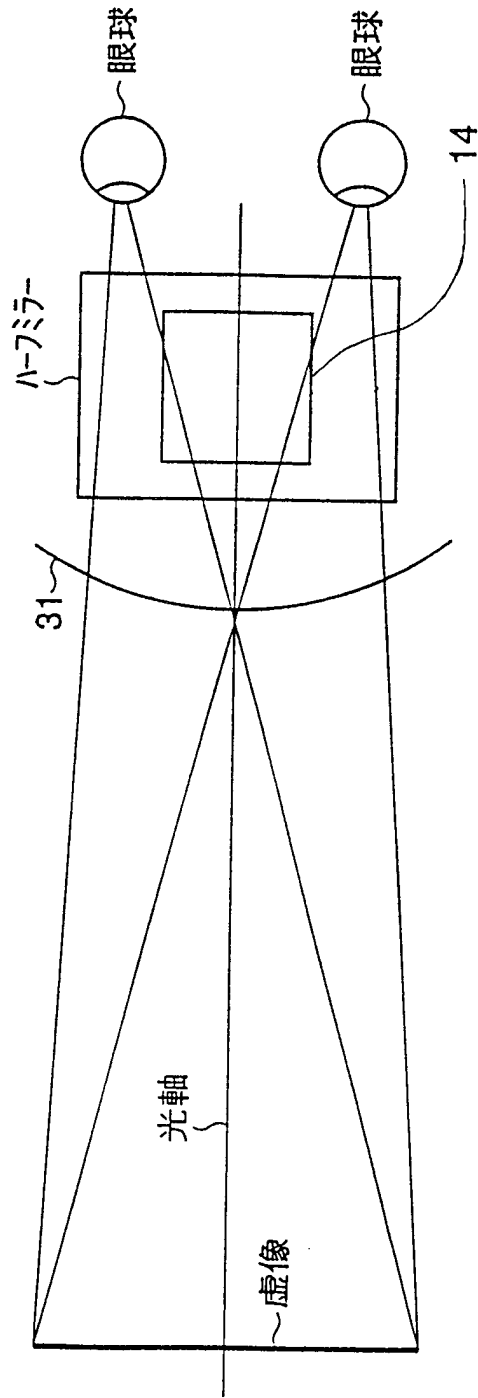
第10図A 第10図B



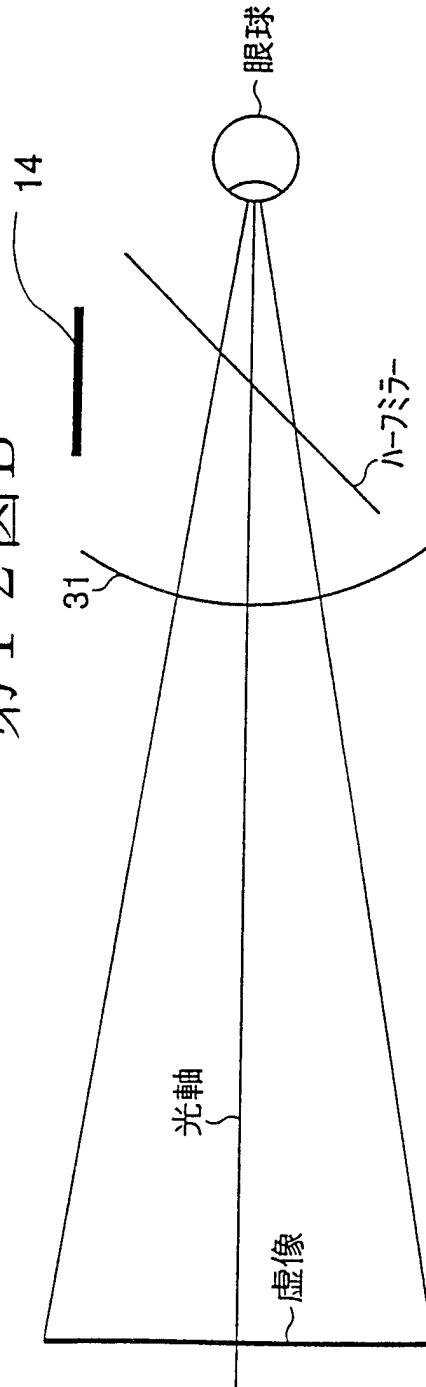
第11図



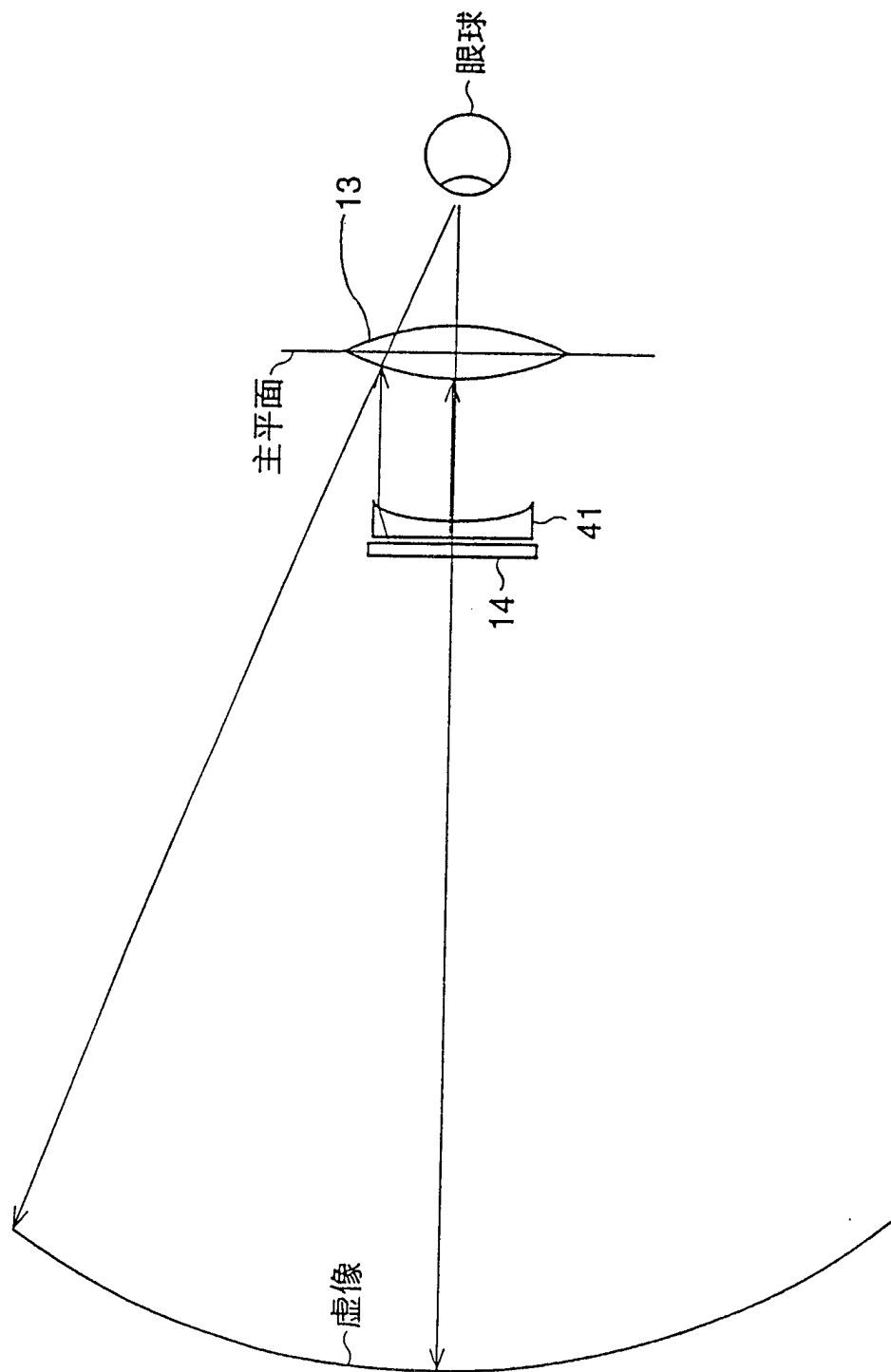
第12図A



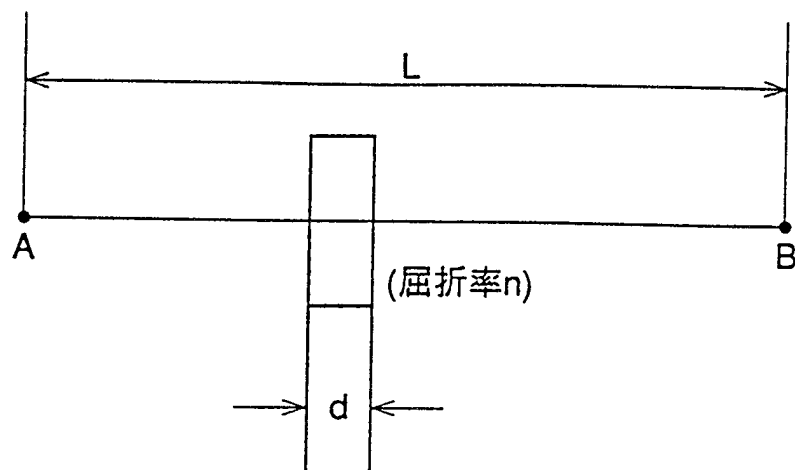
第12図B



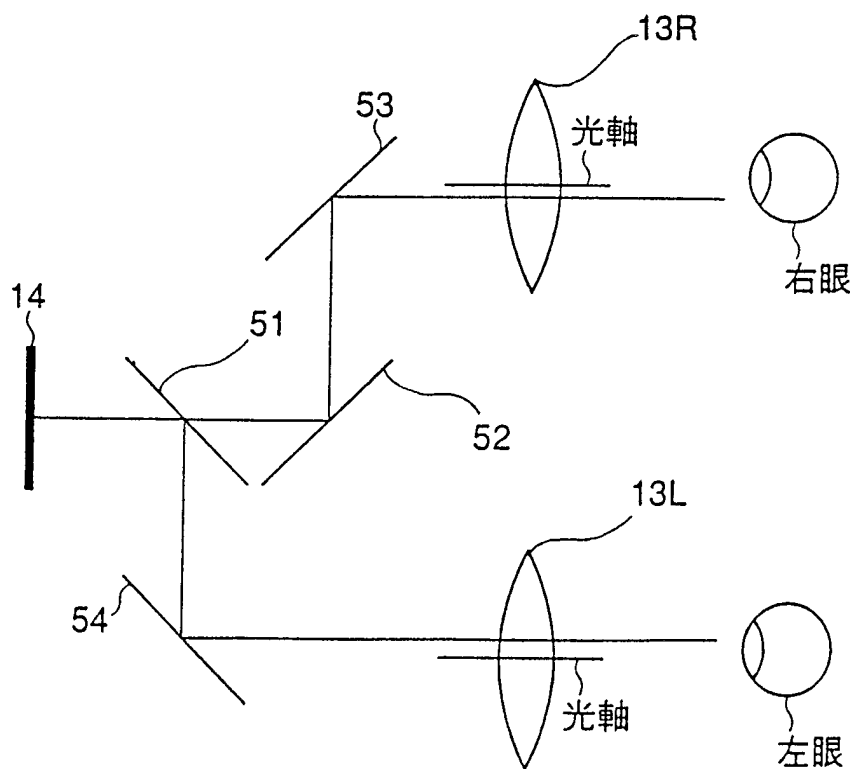
第13図



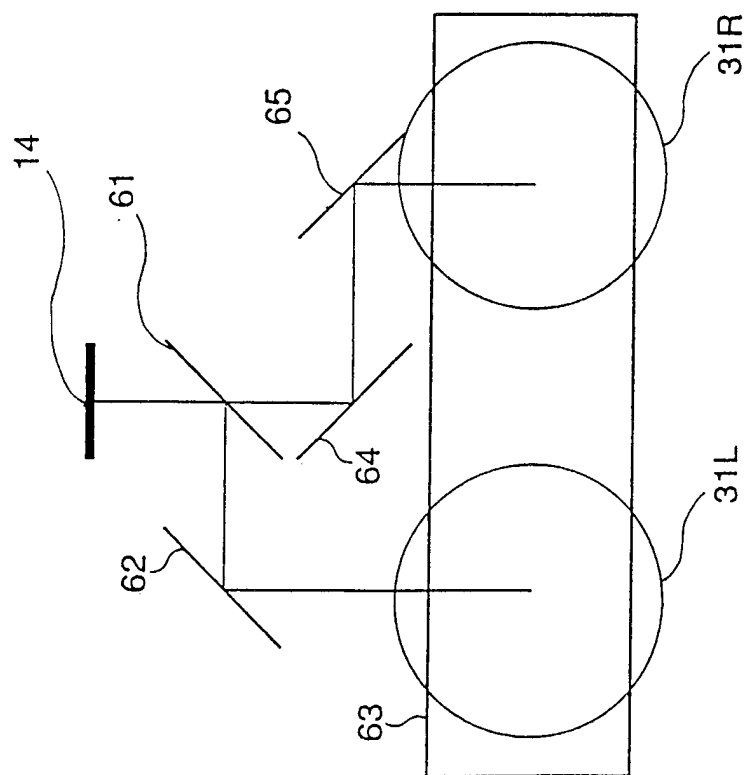
第 1 4 図



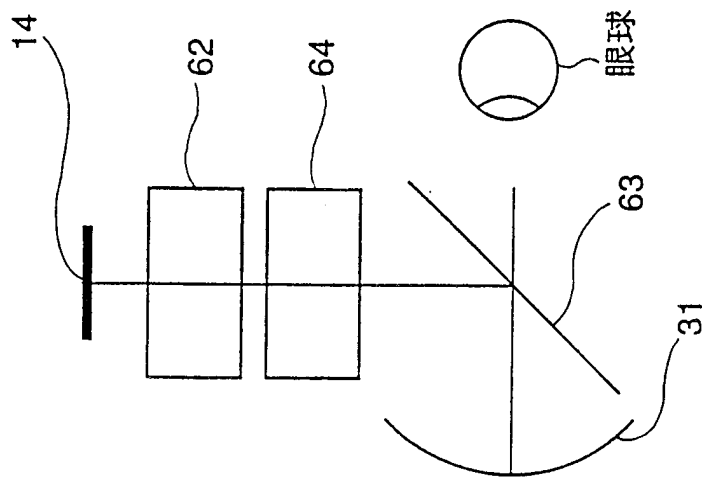
第 1 5 図



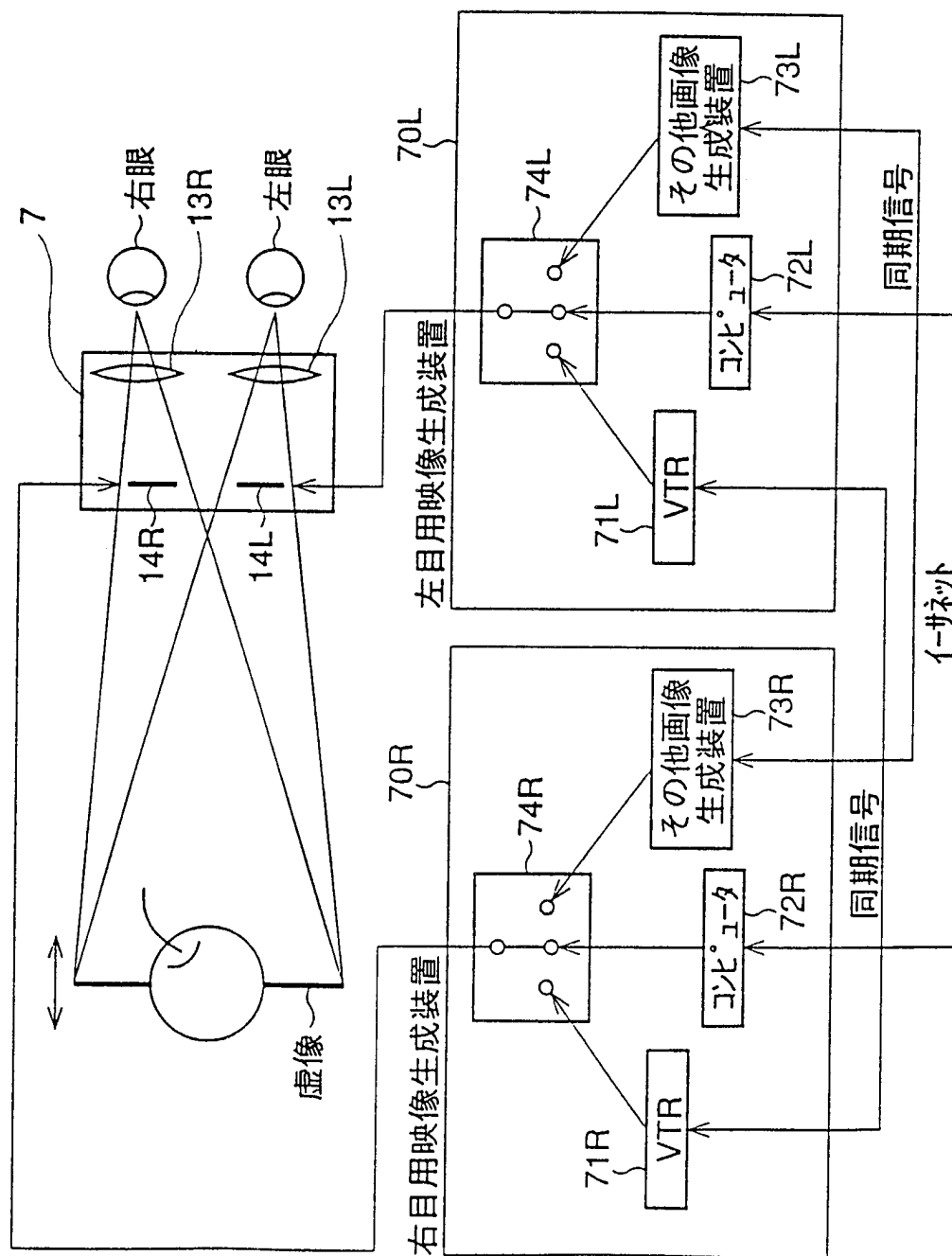
第16図A



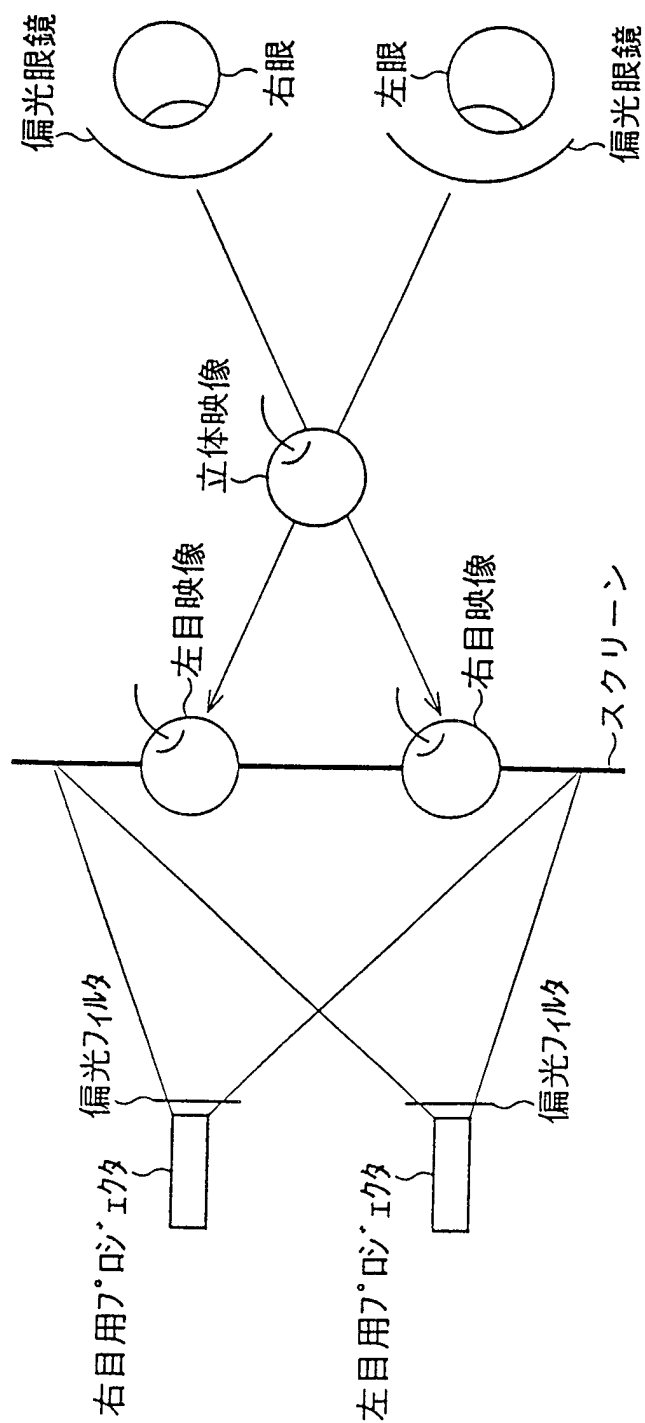
第16図B



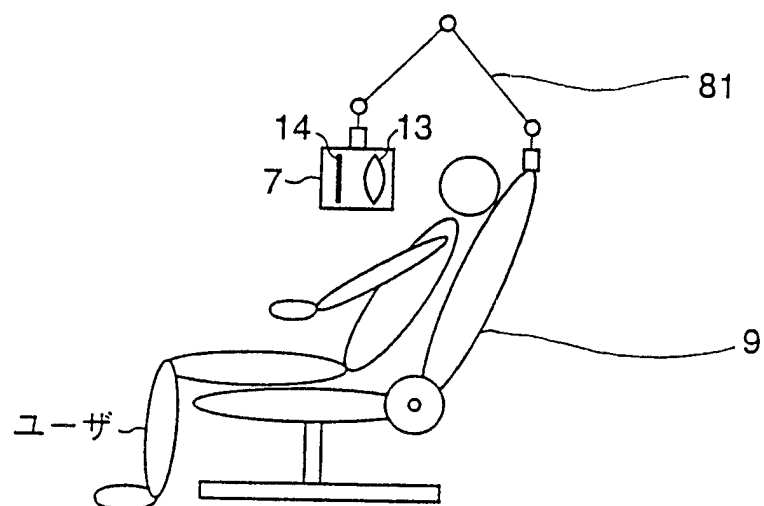
第17図



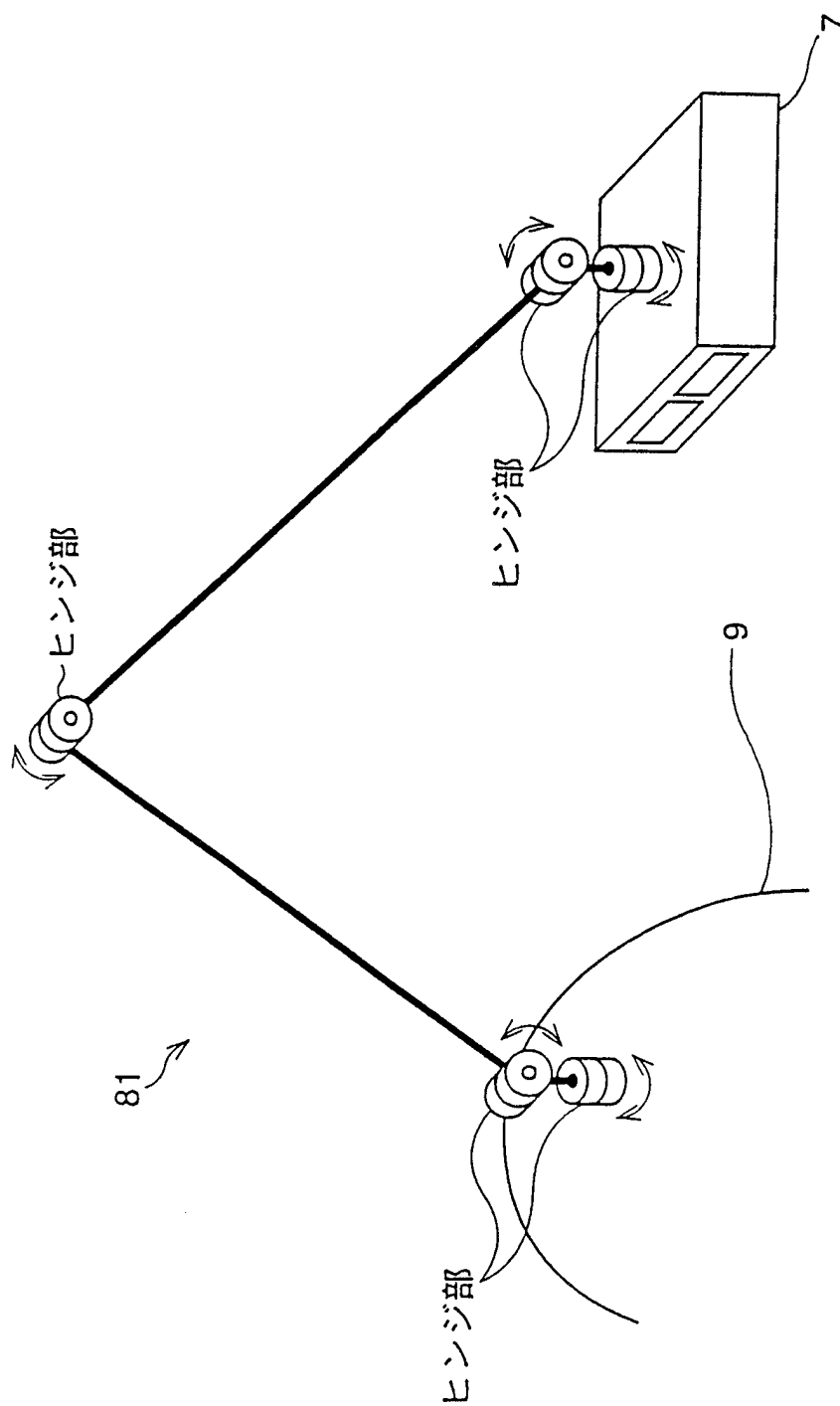
第18図



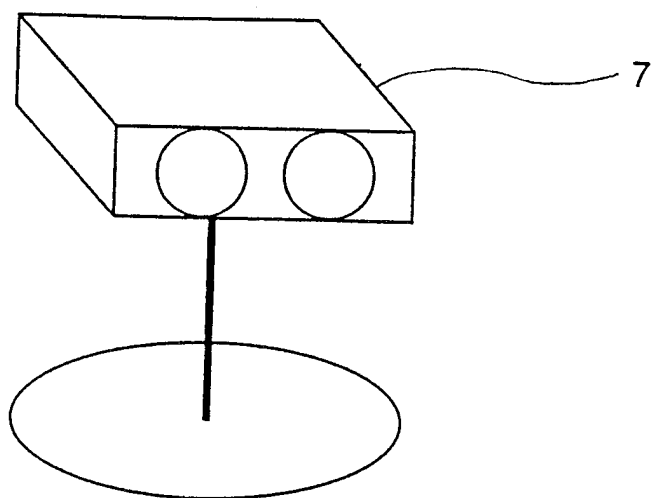
第 19 図



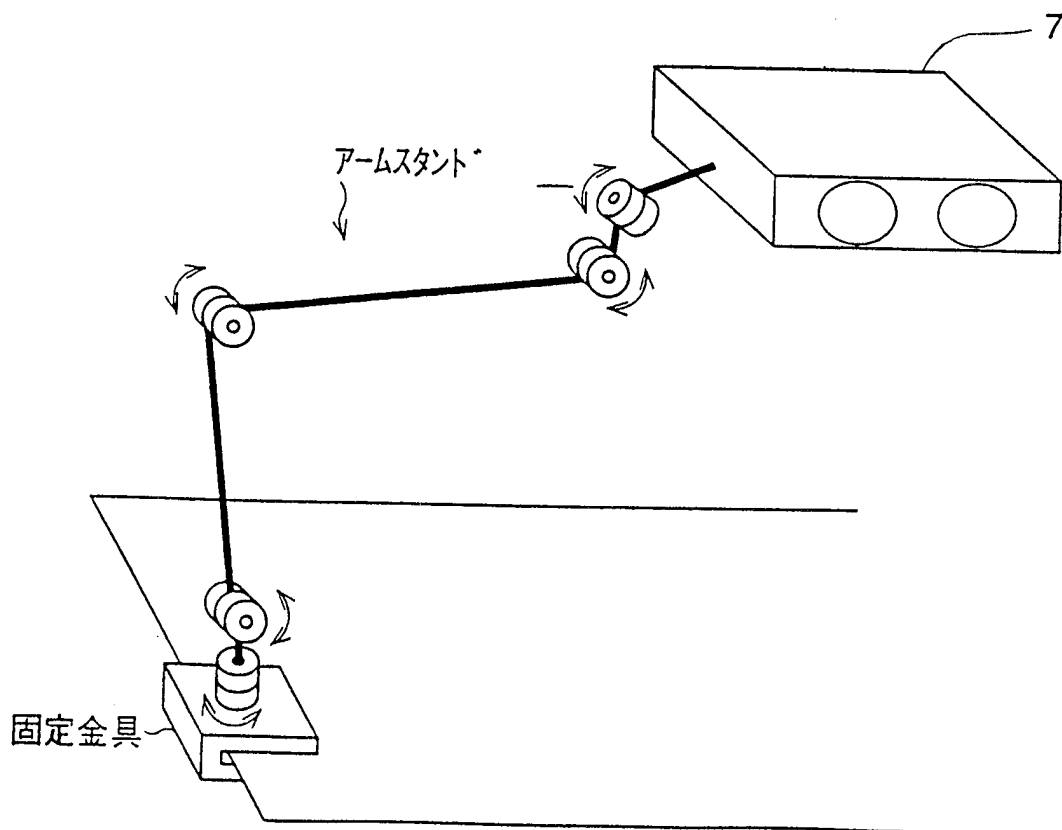
第20図



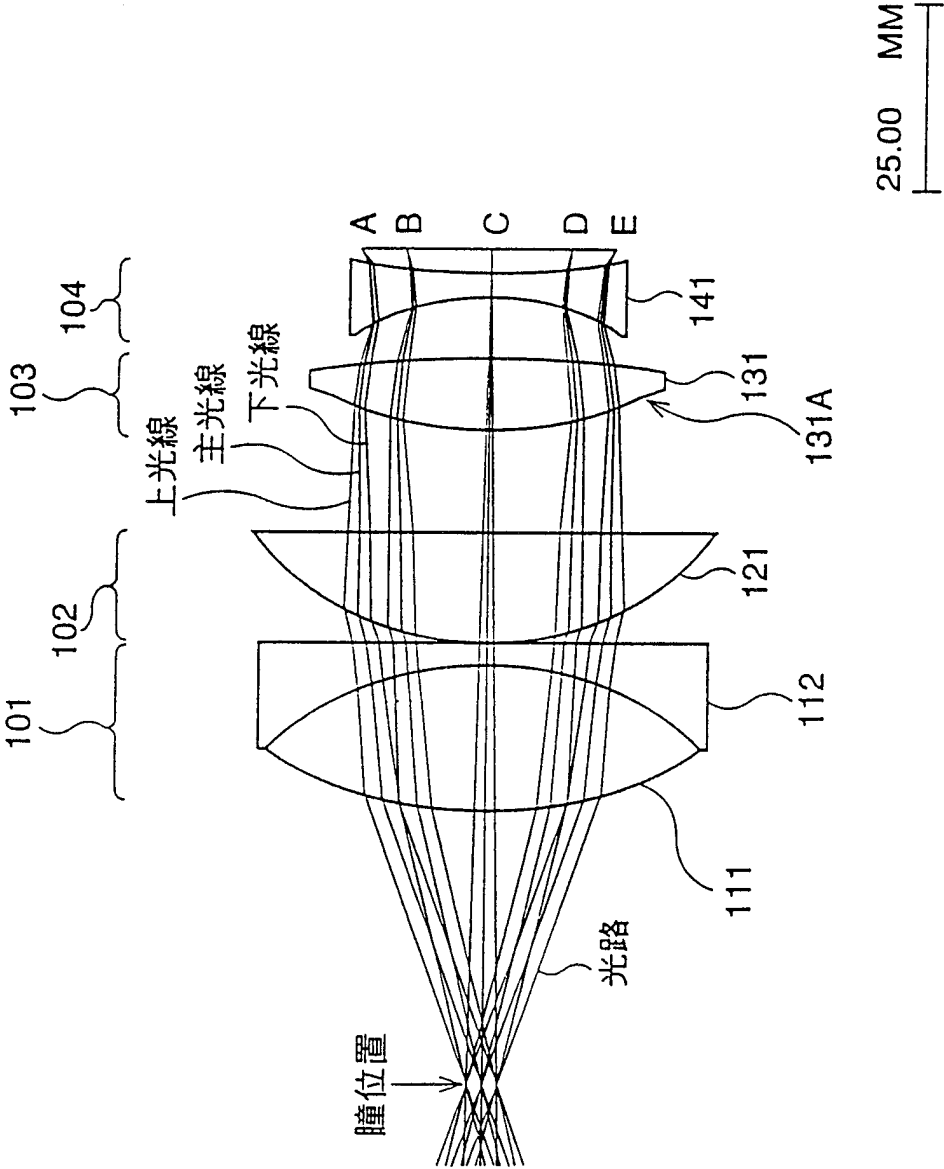
第 2 1 図 A



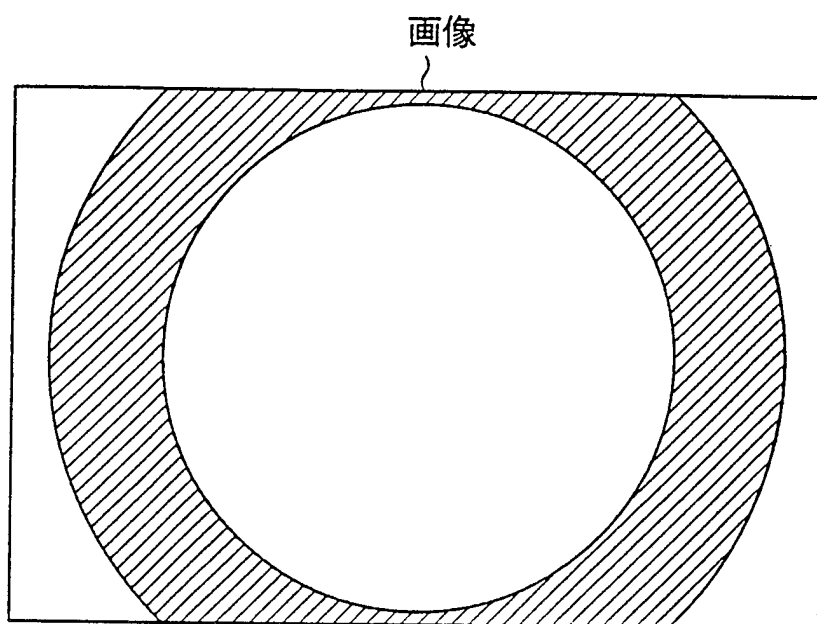
第 2 1 図 B



第22図

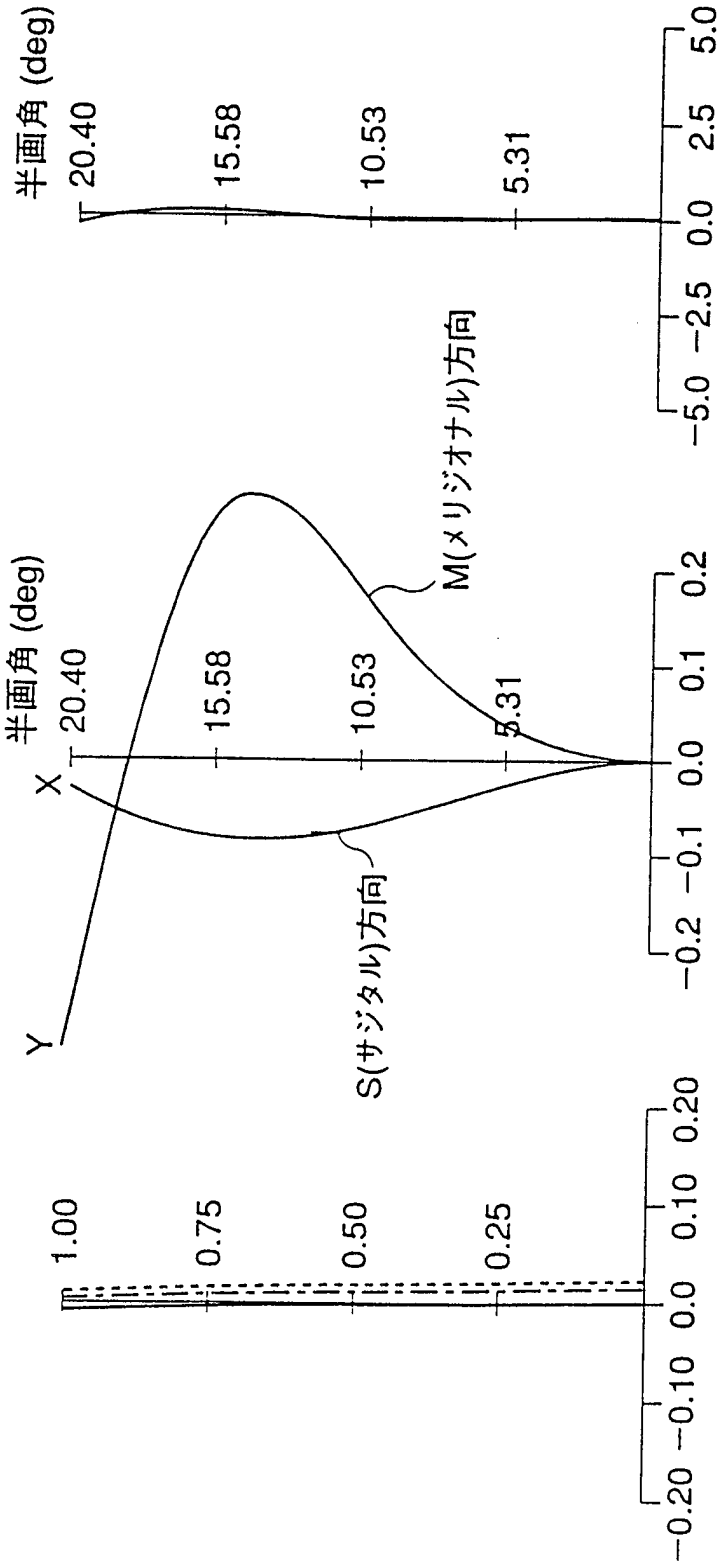


第 2 3 図

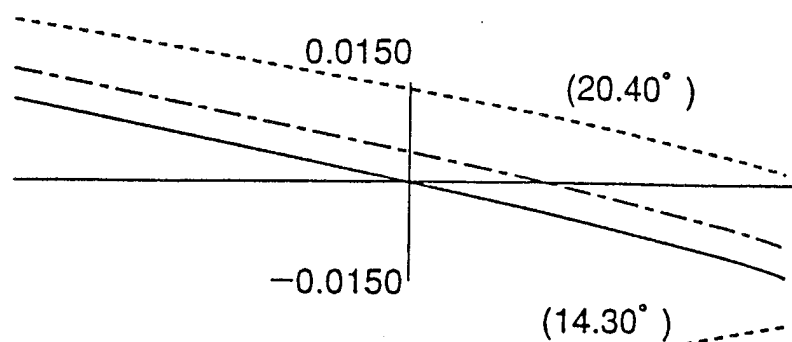


第24図

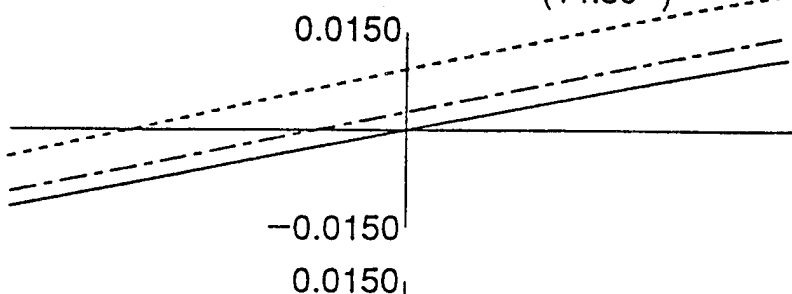
..... 615.0NM
—— 525.0NM
- - - - 470.0NM



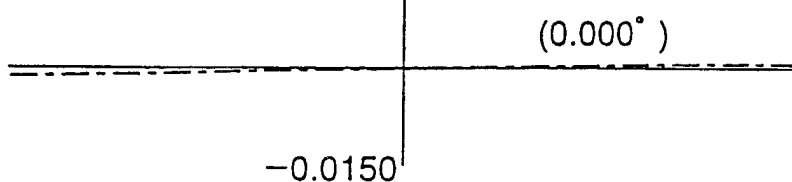
第 2 5 図 A



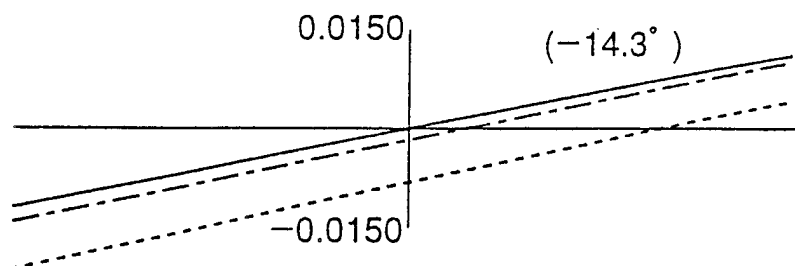
第 2 5 図 B



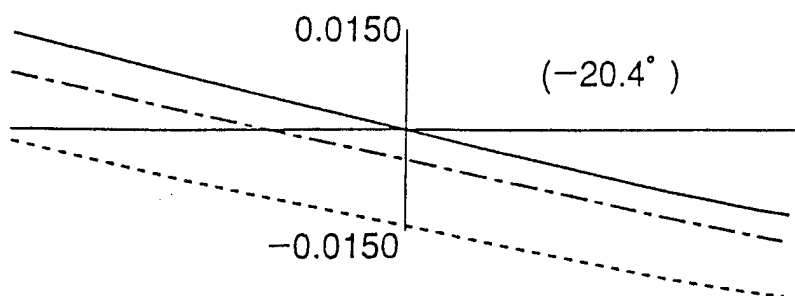
第 2 5 図 C



第 2 5 図 D

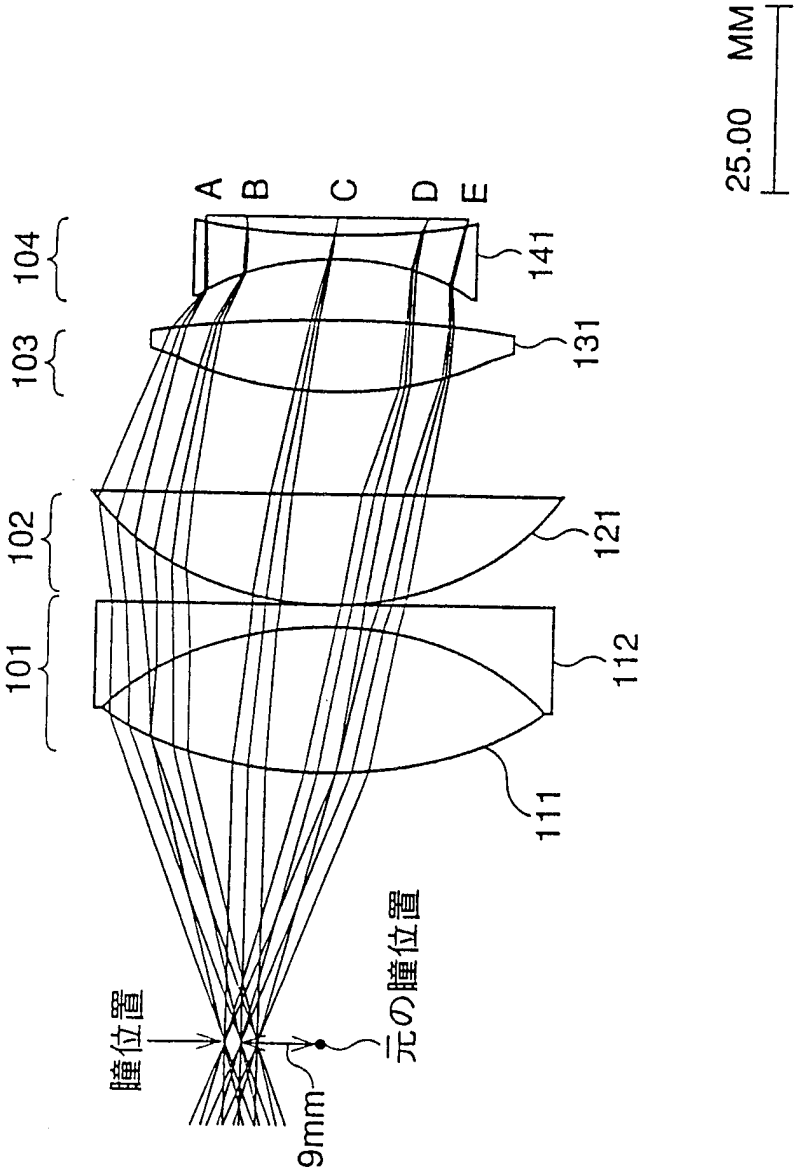


第 2 5 図 E

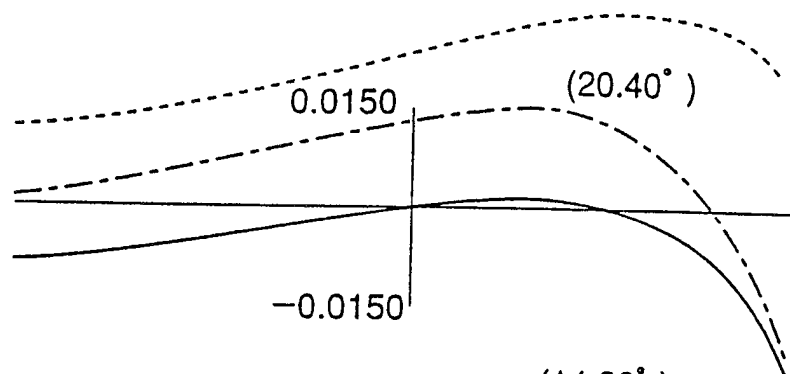


..... 615.0NM ——— 525.0NM - - - - 470.0NM

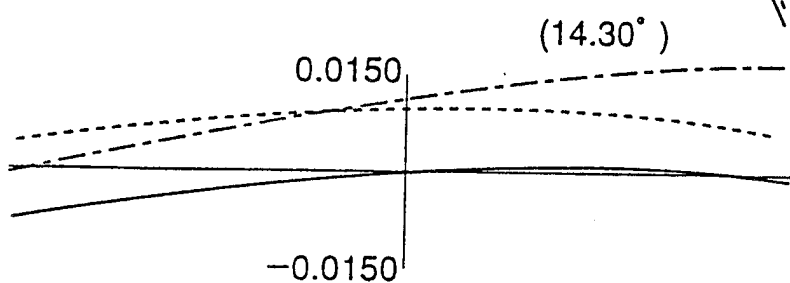
第26図



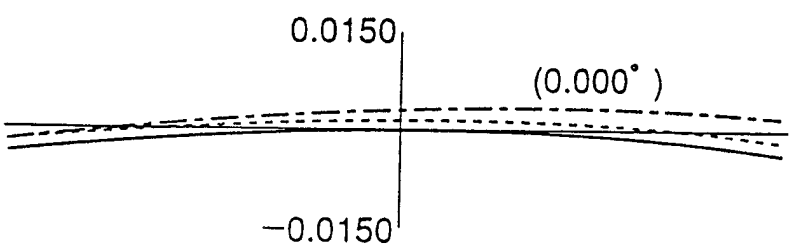
第 2 7 図 A



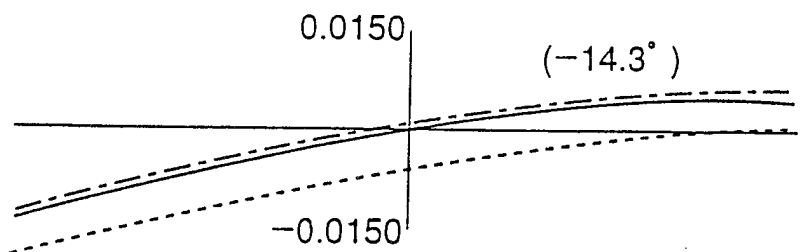
第 2 7 図 B



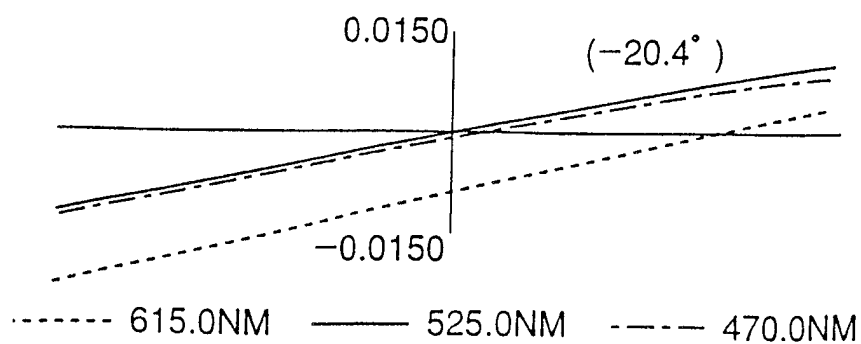
第 2 7 図 C



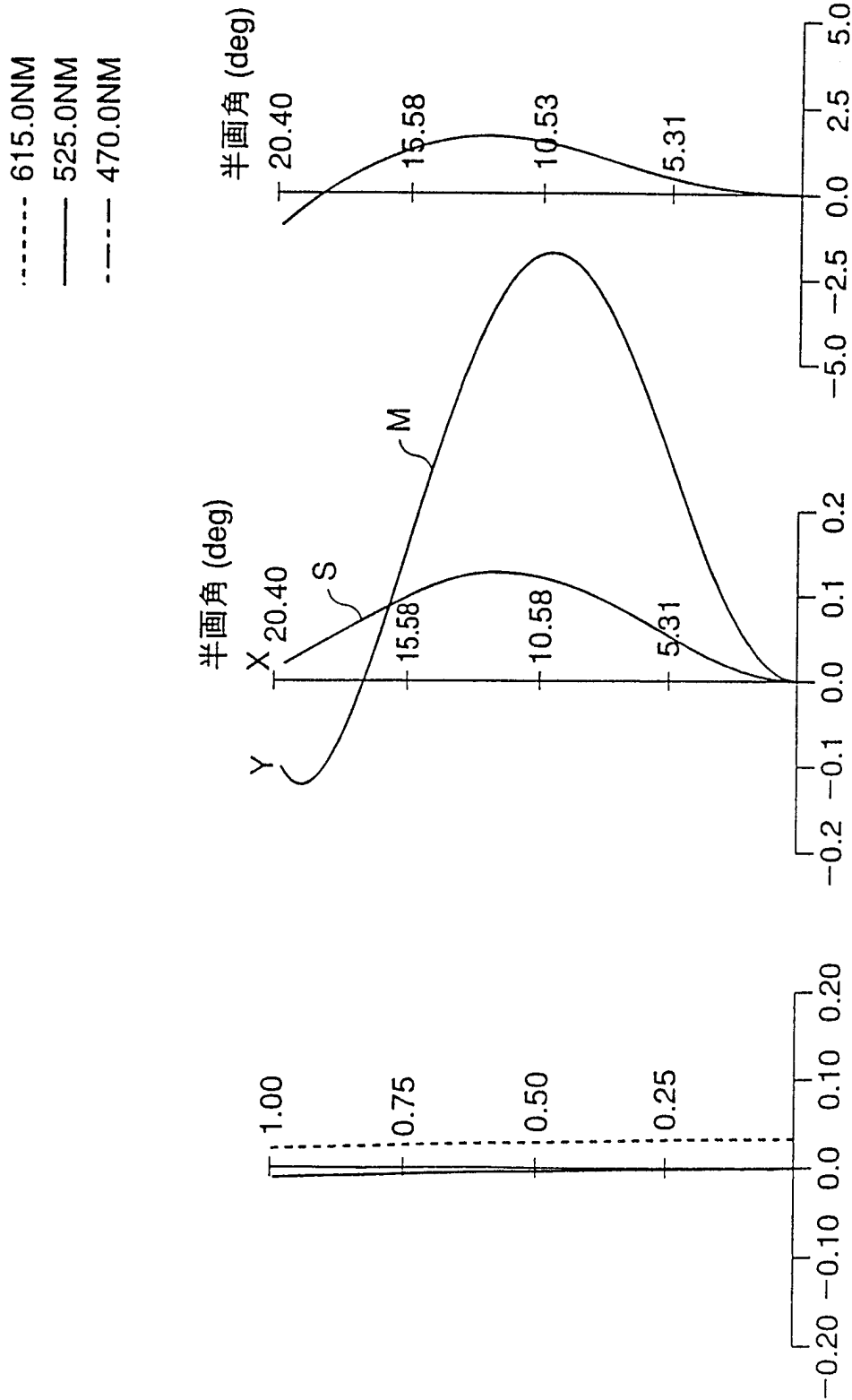
第 2 7 図 D



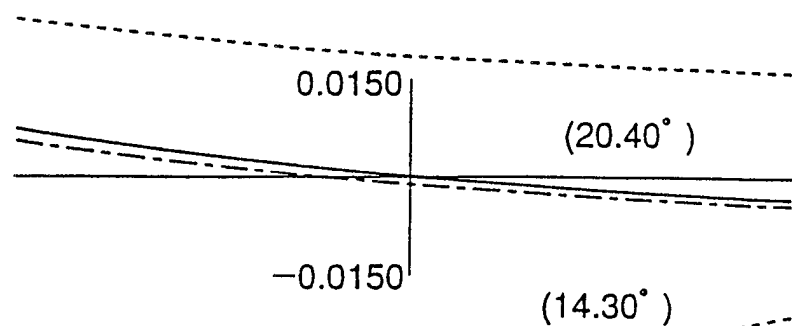
第 2 7 図 E



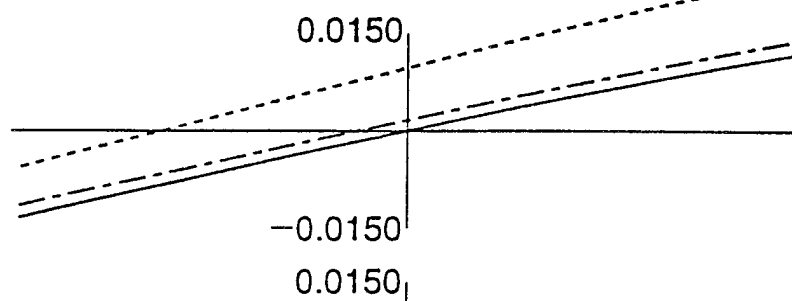
第 2 8 図



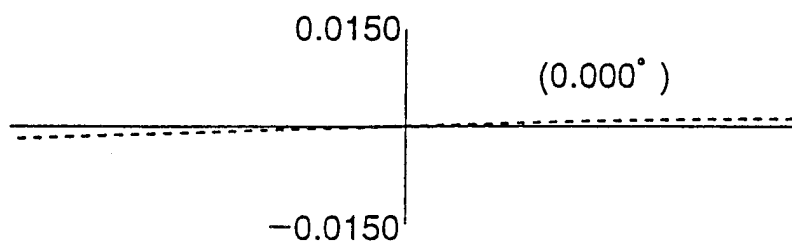
第 2 9 図 A



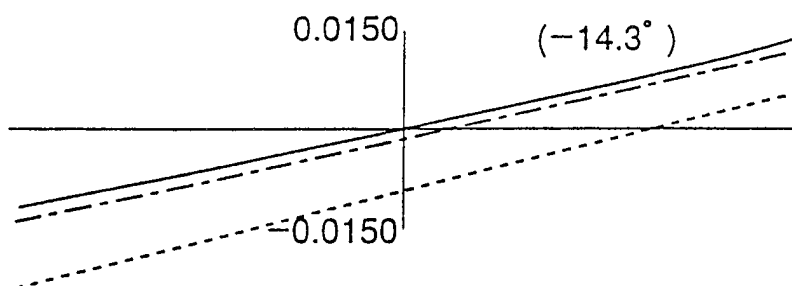
第 2 9 図 B



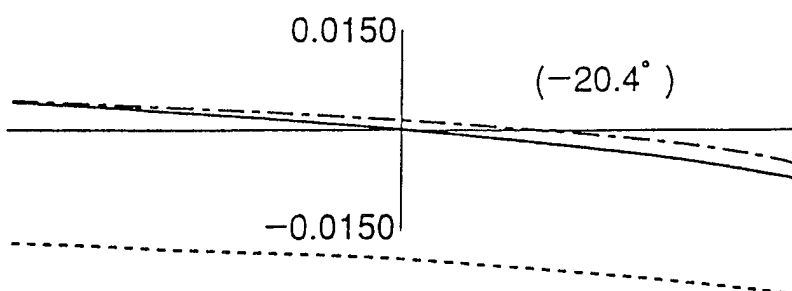
第 2 9 図 C



第 2 9 図 D

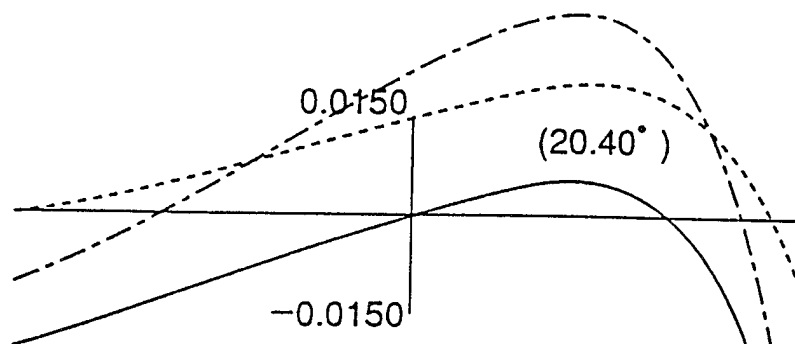


第 2 9 図 E

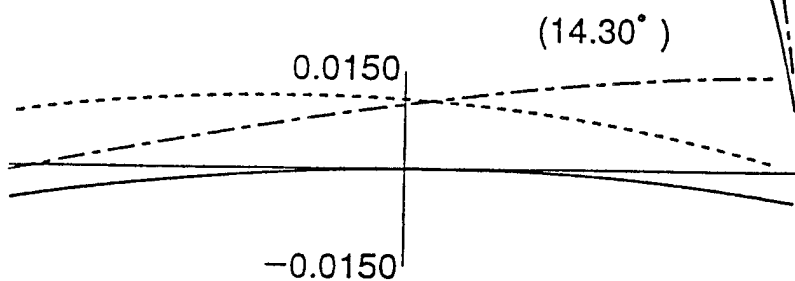


..... 615.0NM ——— 525.0NM - - - - 470.0NM

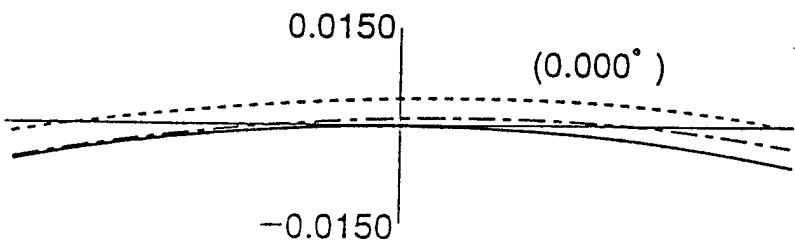
第30図A



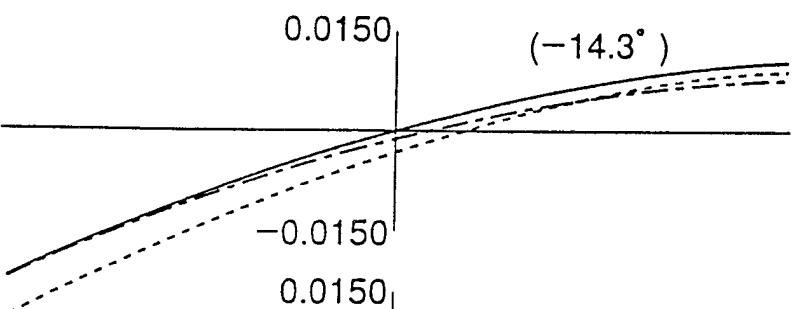
第30図B



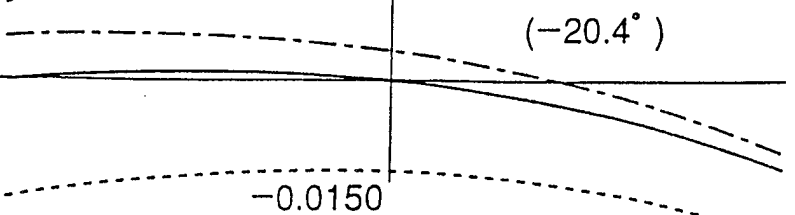
第30図C



第30図D

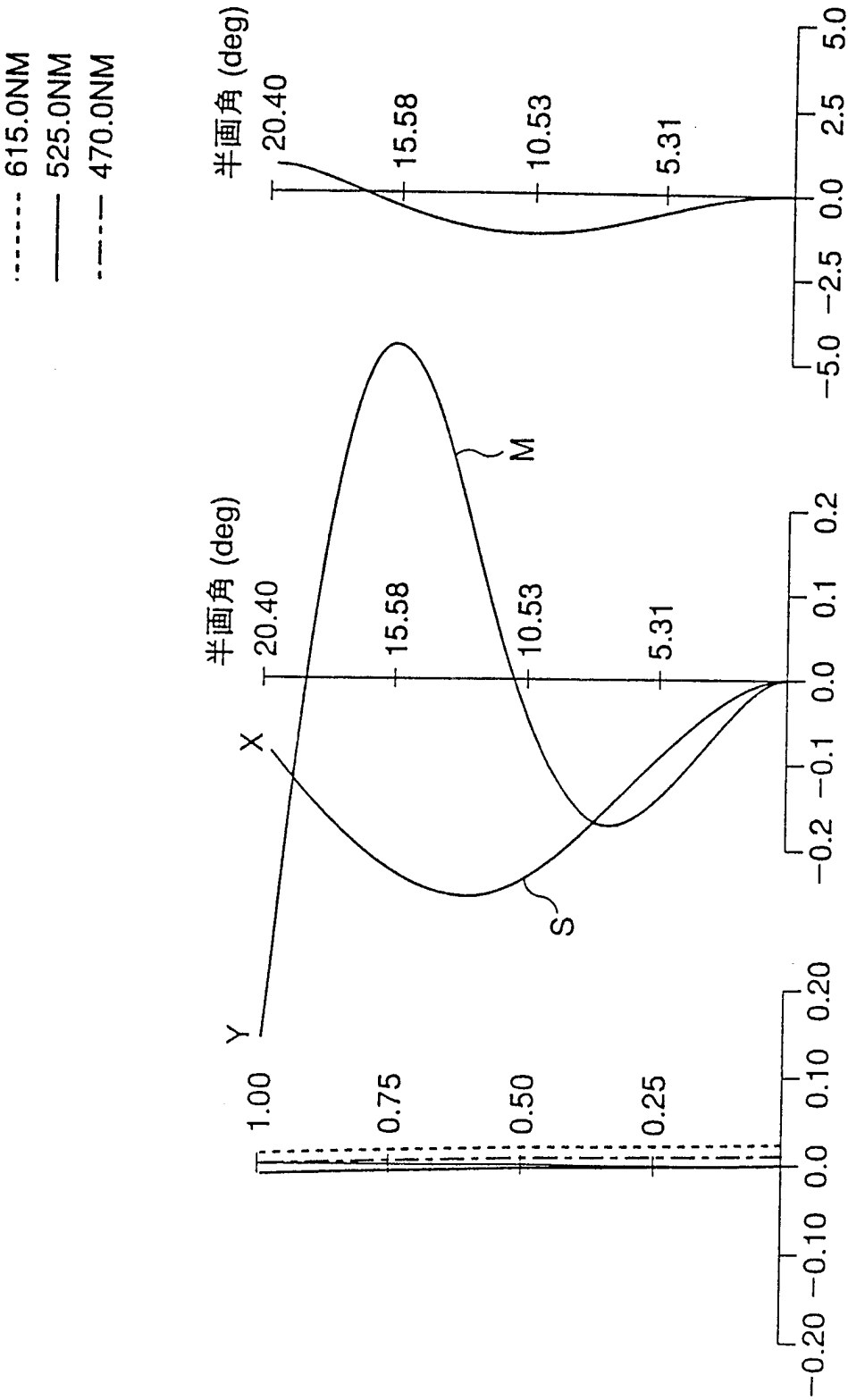


第30図E

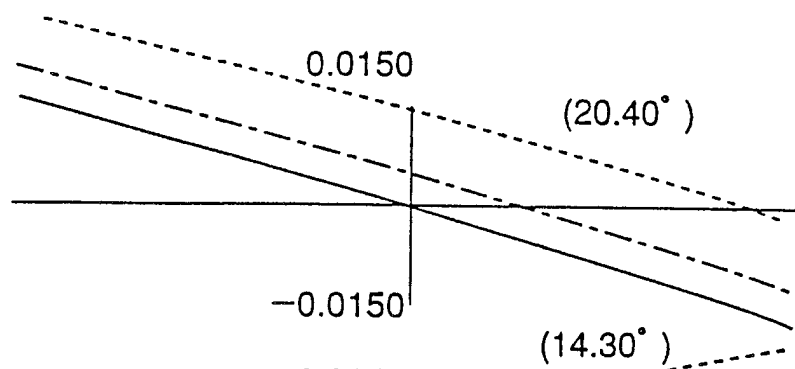


..... 615.0NM ——— 525.0NM - - - - 470.0NM

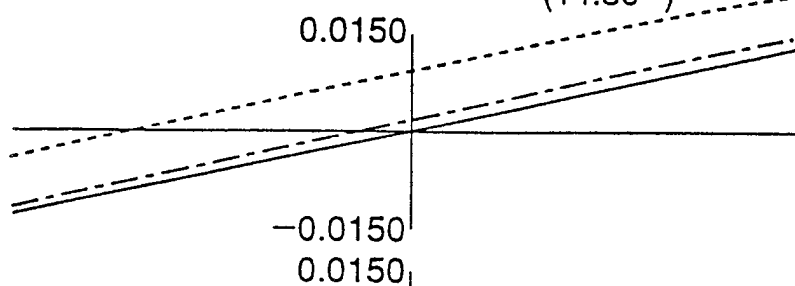
第31図



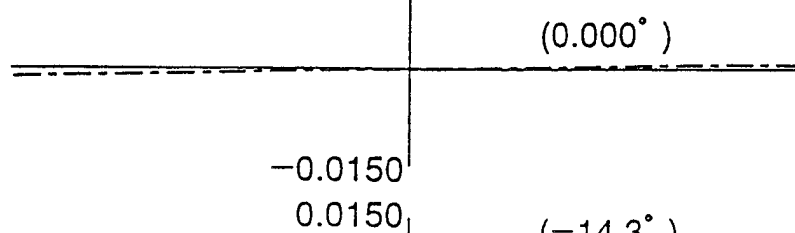
第 3 2 図 A



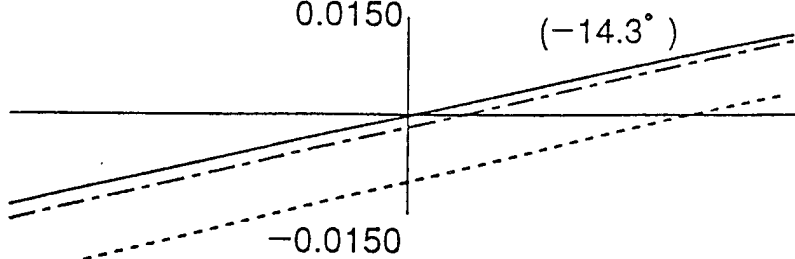
第 3 2 図 B



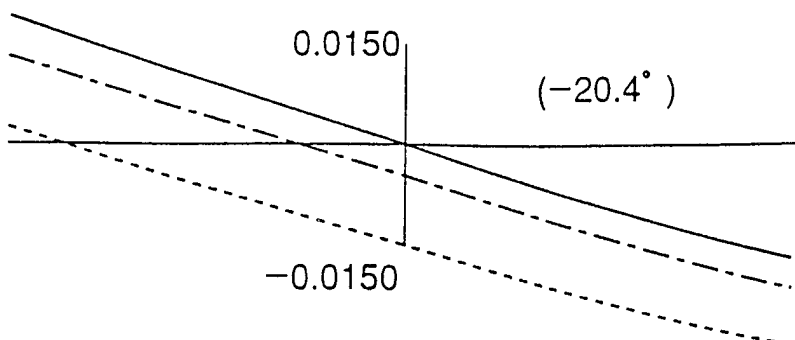
第 3 2 図 C



第 3 2 図 D

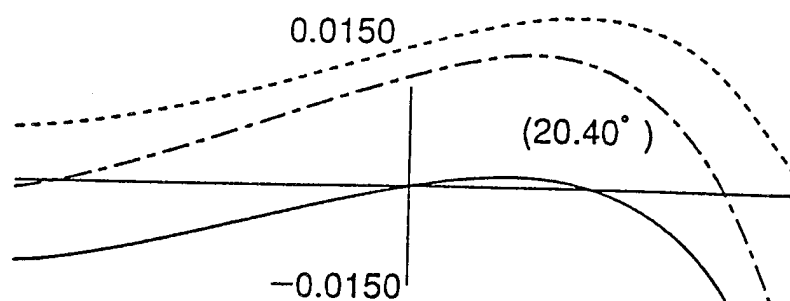


第 3 2 図 E

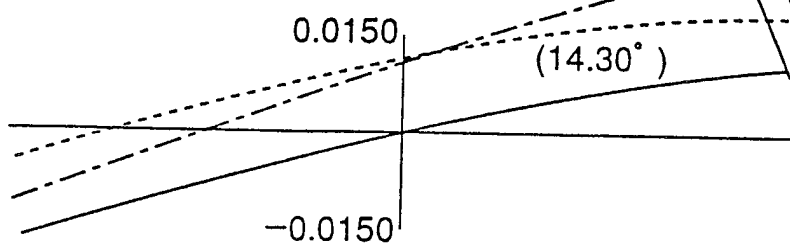


..... 615.0NM ——— 525.0NM - - - - 470.0NM

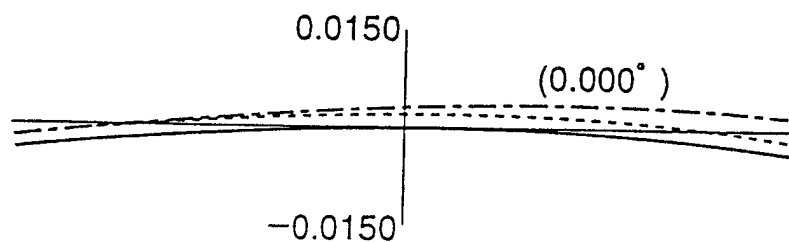
第 3 3 図 A



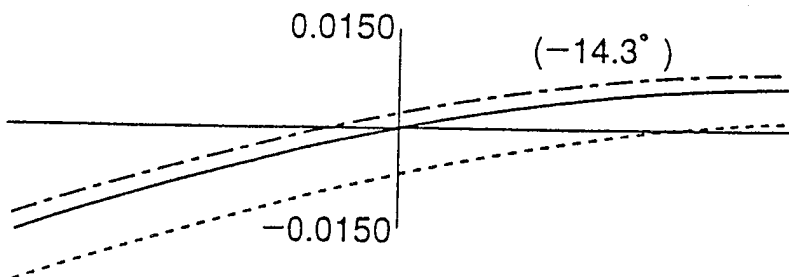
第 3 3 図 B



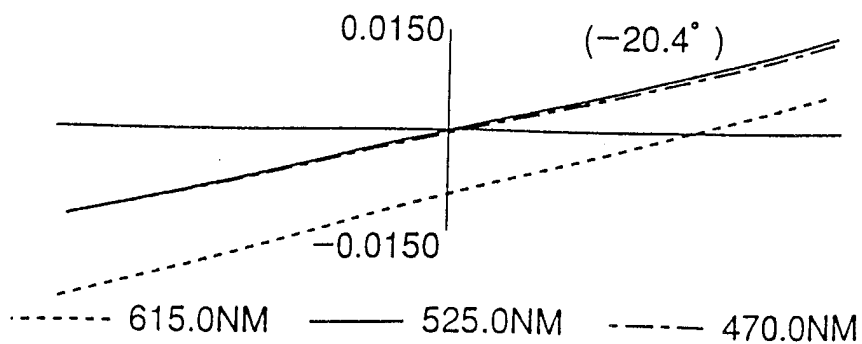
第 3 3 図 C



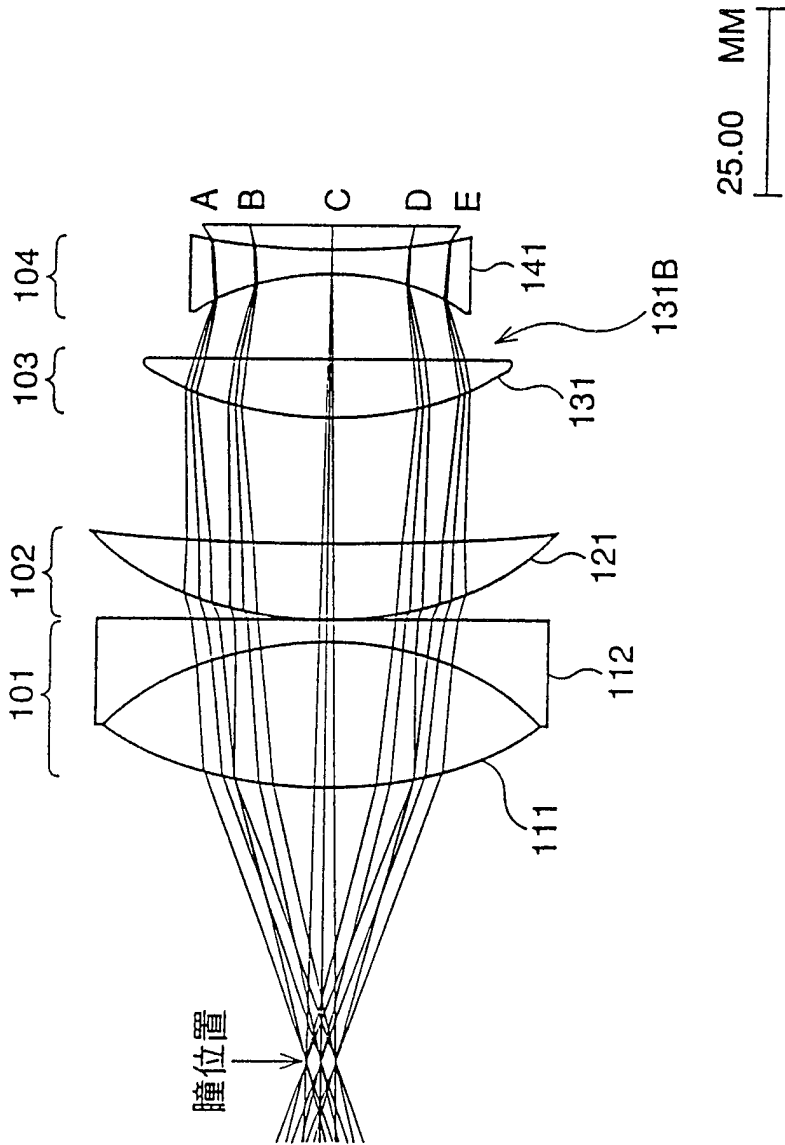
第 3 3 図 D



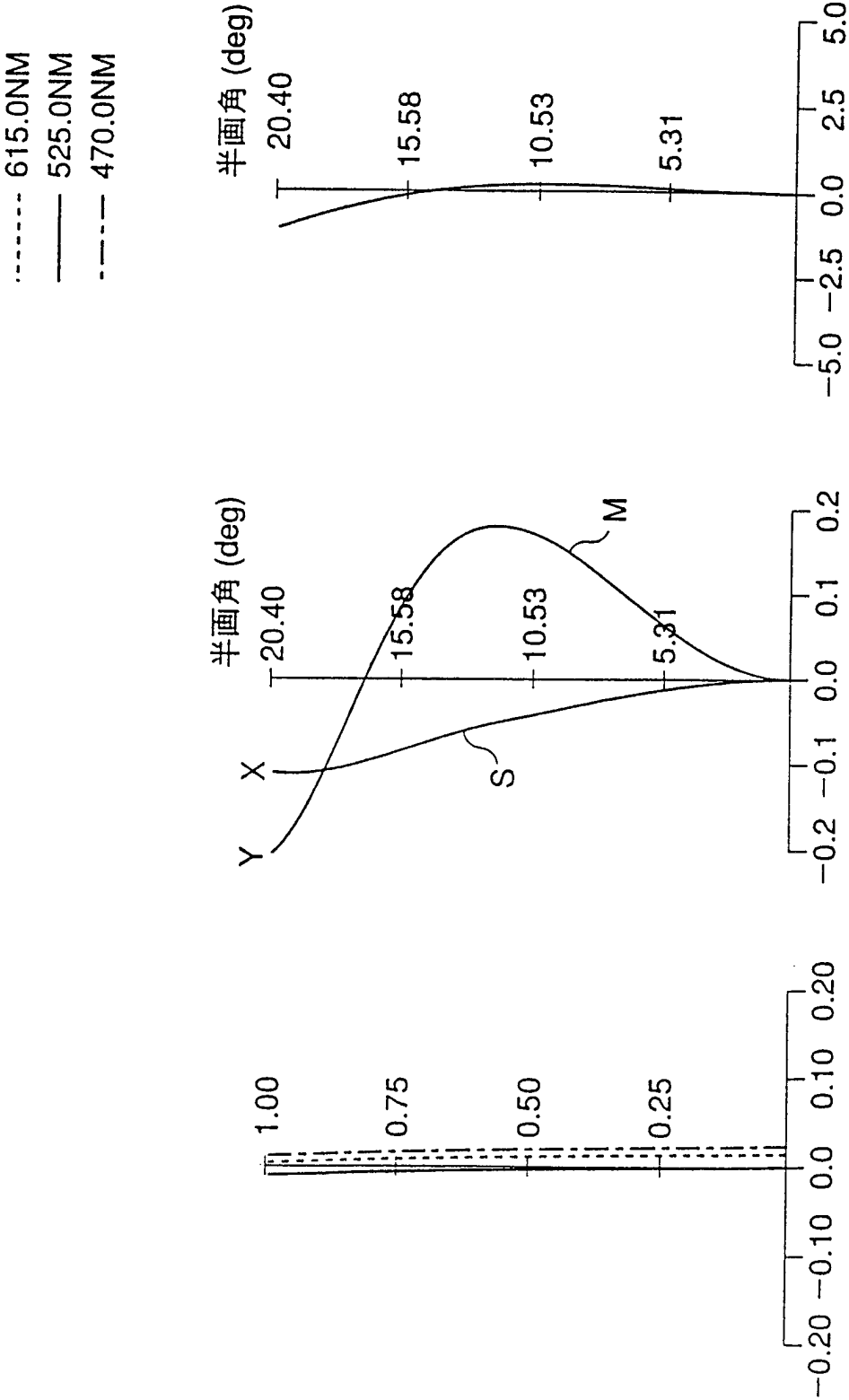
第 3 3 図 E



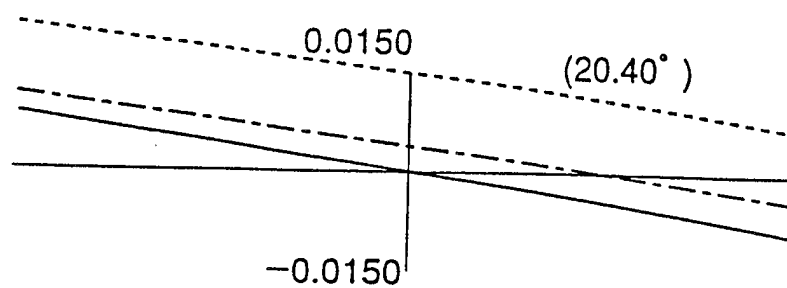
第34図



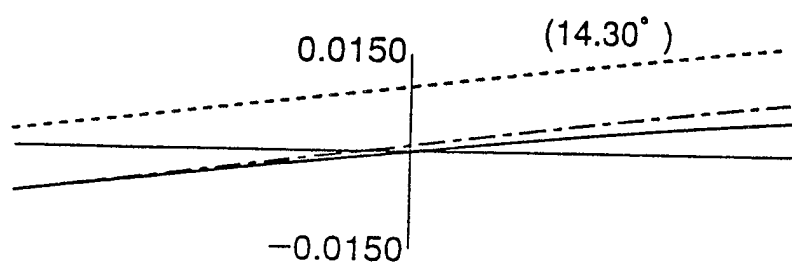
第35図



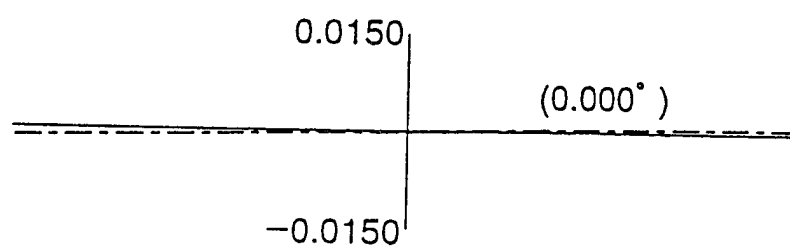
第 3 6 図 A



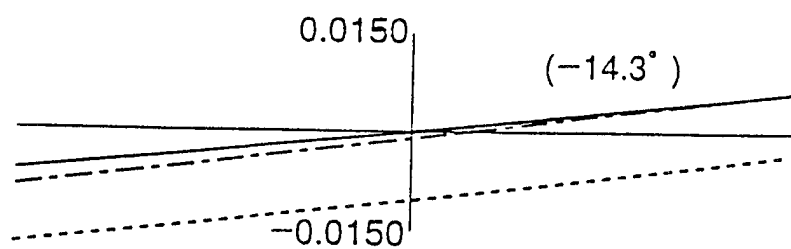
第 3 6 図 B



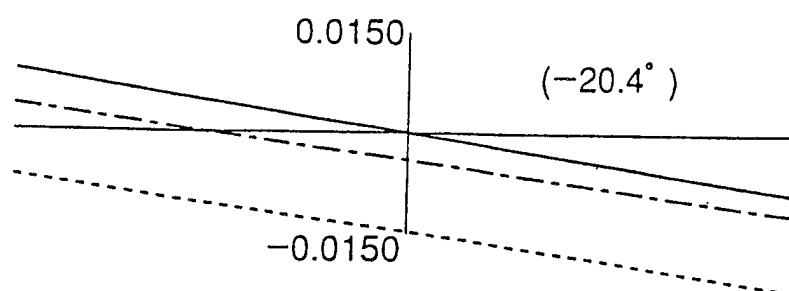
第 3 6 図 C



第 3 6 図 D

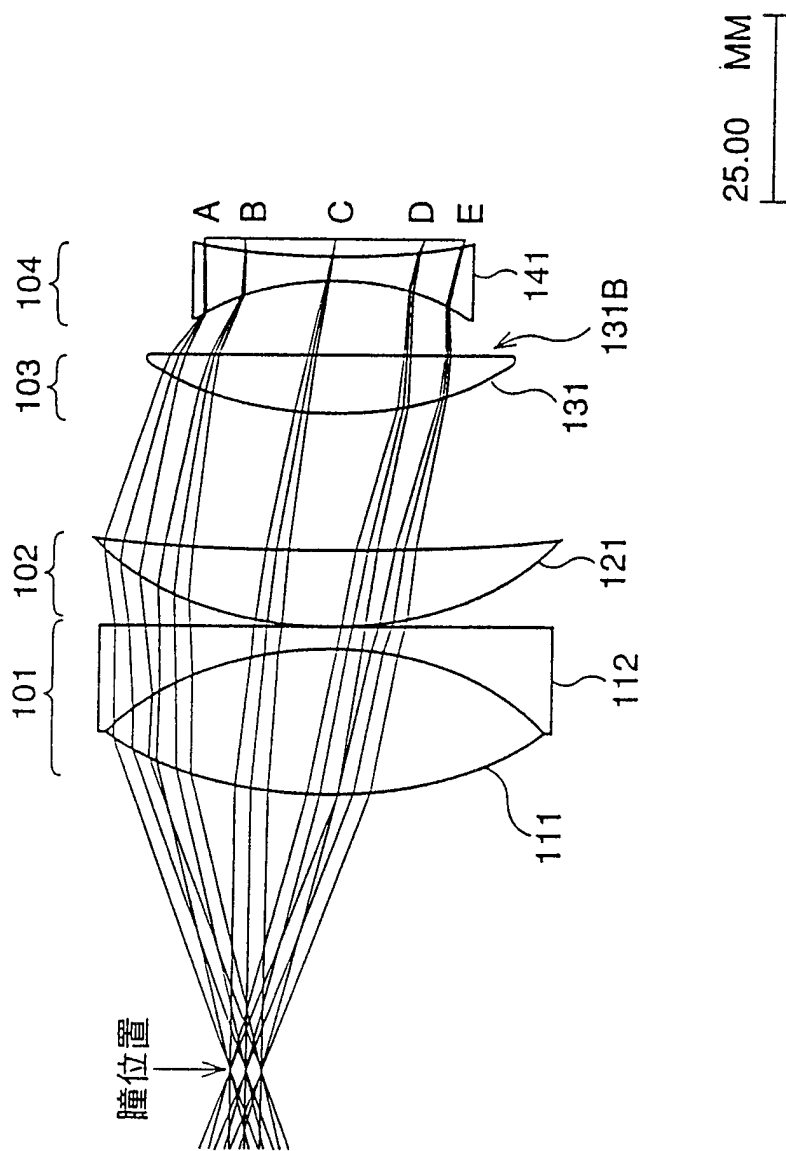


第 3 6 図 E

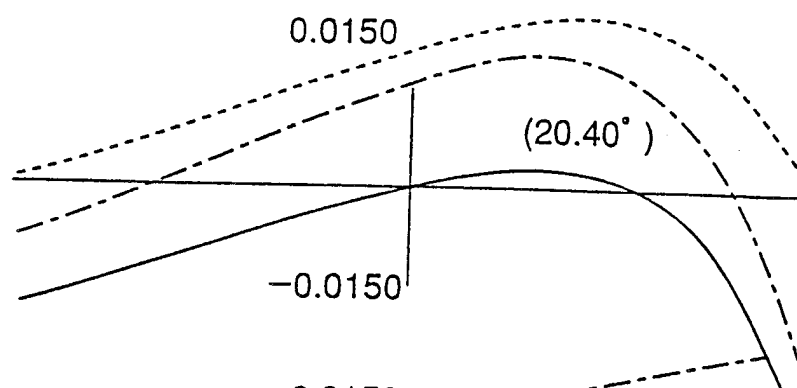


..... 615.0NM ——— 525.0NM - - - - 470.0NM

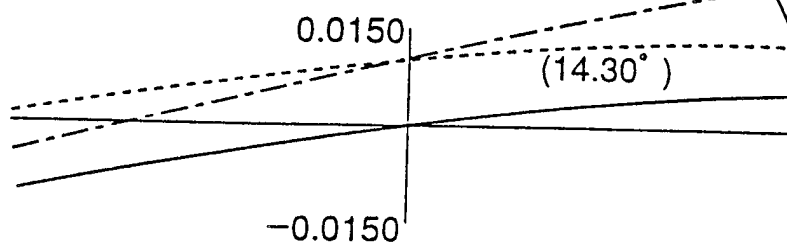
第37図



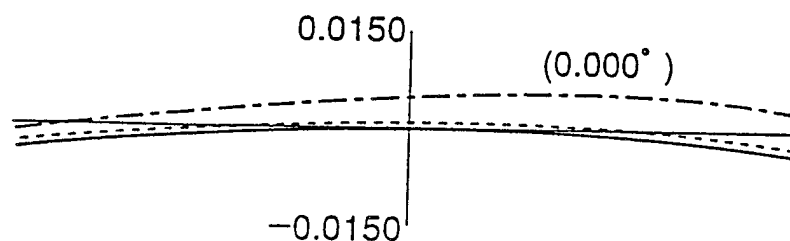
第 3 8 図 A



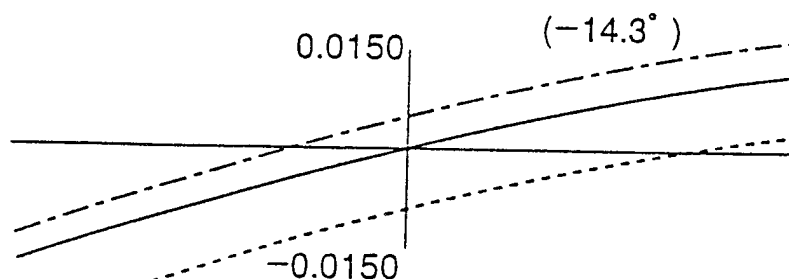
第 3 8 図 B



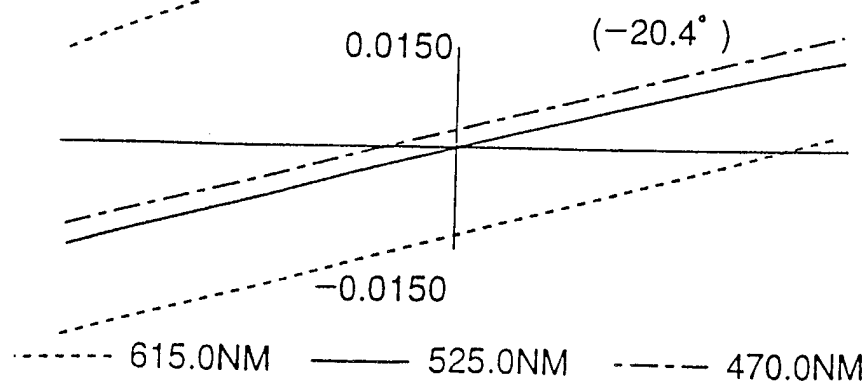
第 3 8 図 C



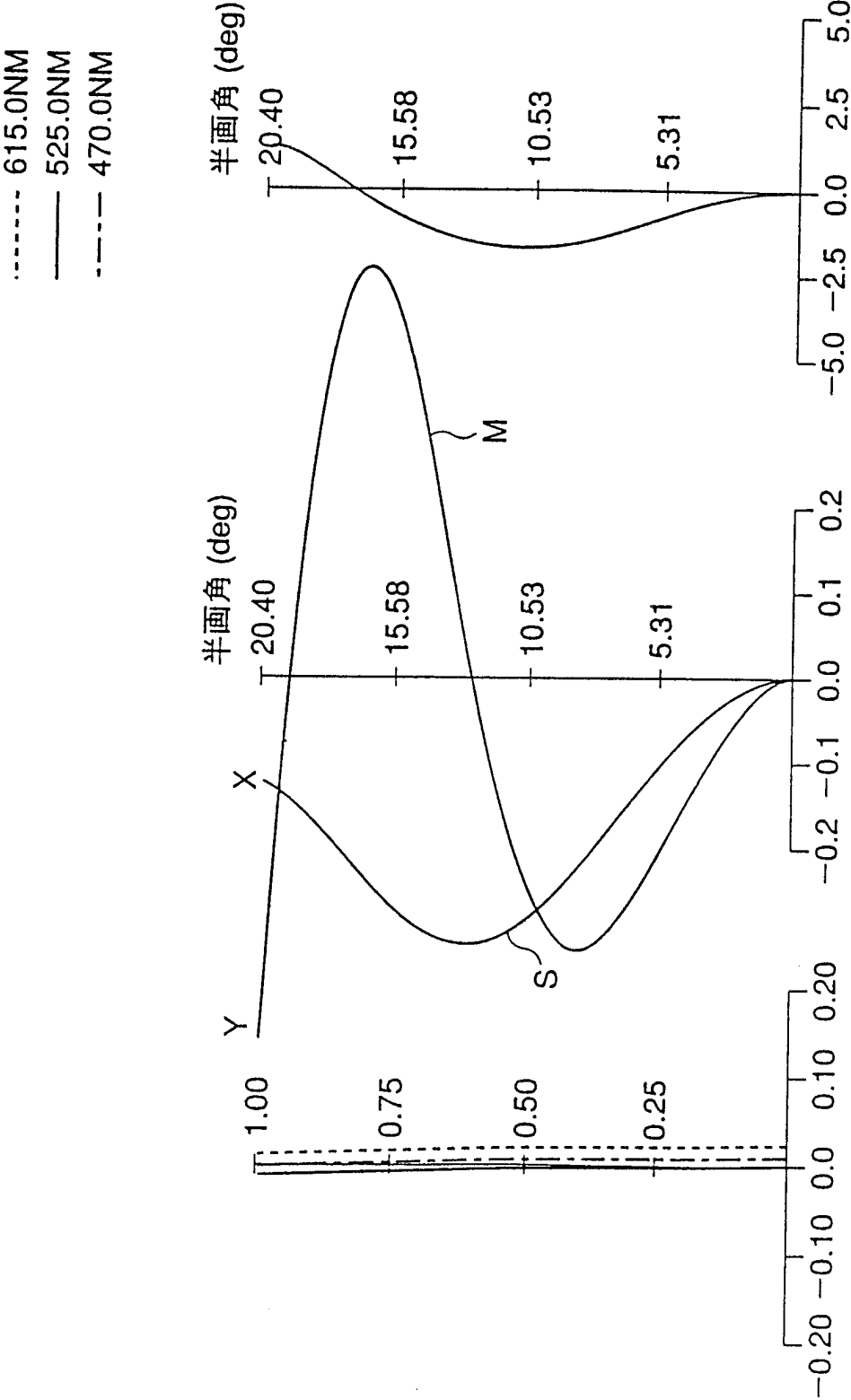
第 3 8 図 D



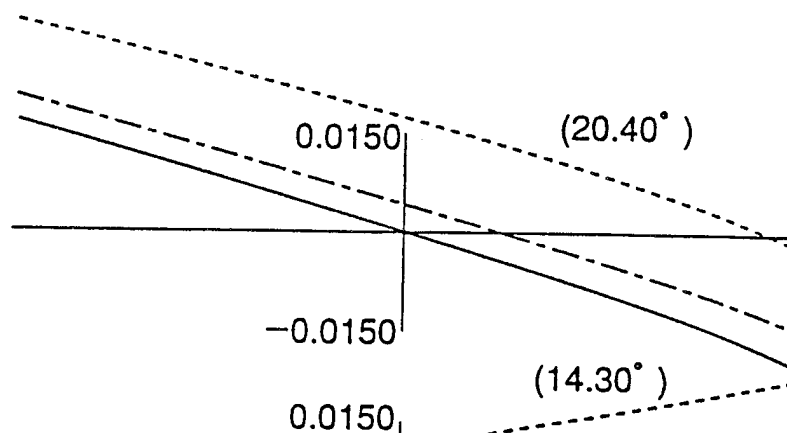
第 3 8 図 E



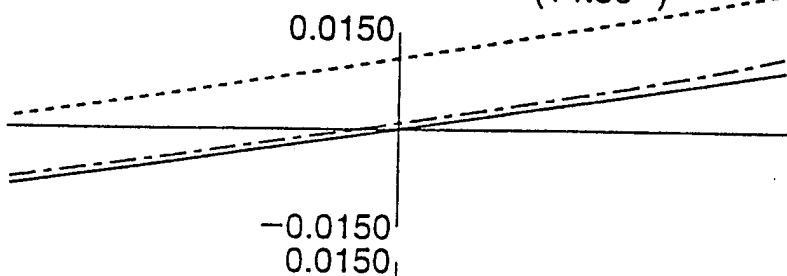
第 3 9 図



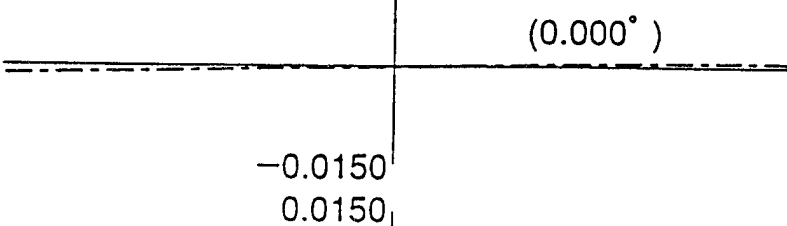
第40図A



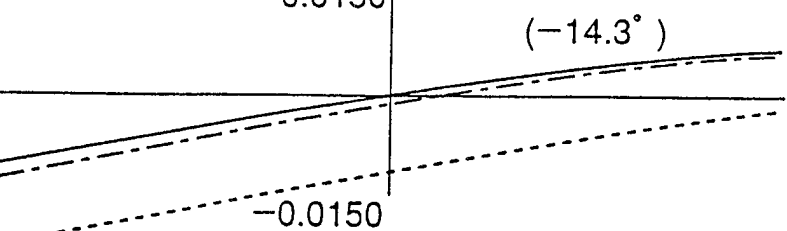
第40図B



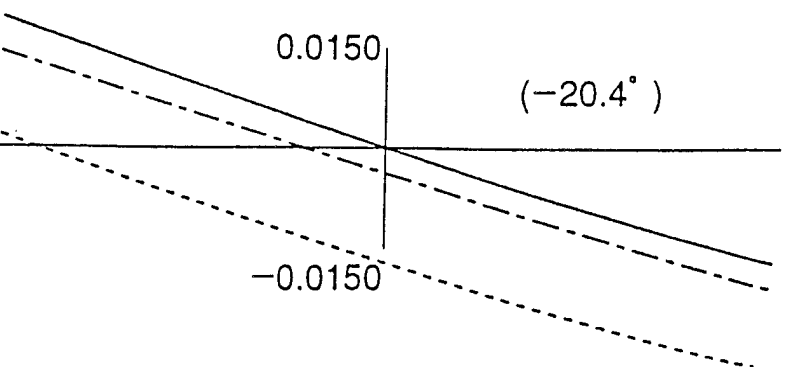
第40図C



第40図D

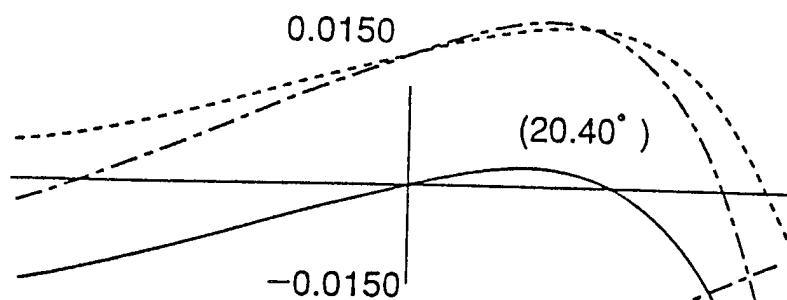


第40図E

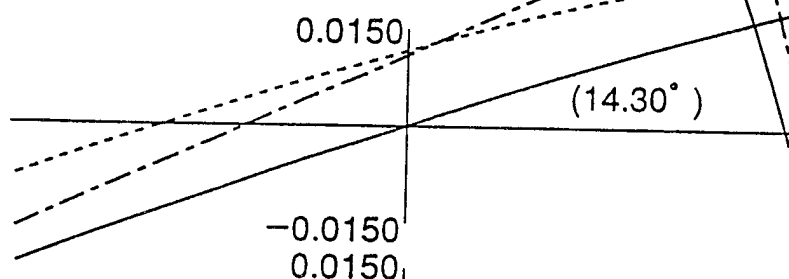


..... 615.0NM ——— 525.0NM - - - - 470.0NM

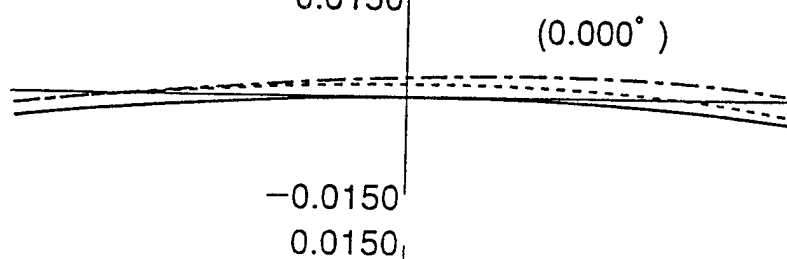
第 4 1 図 A



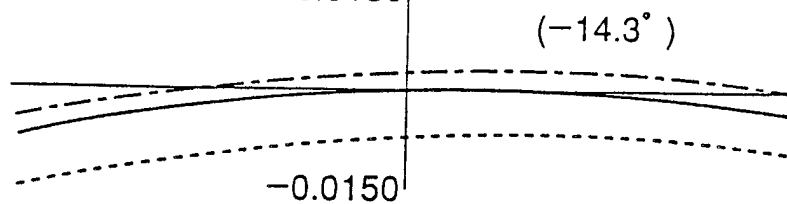
第 4 1 図 B



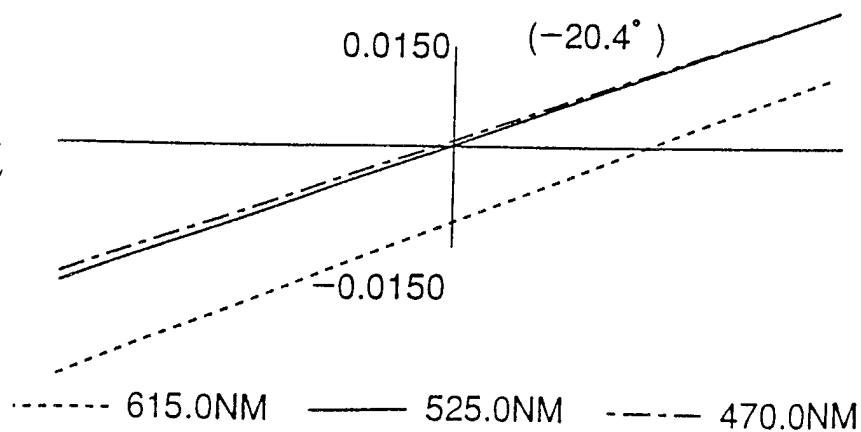
第 4 1 図 C



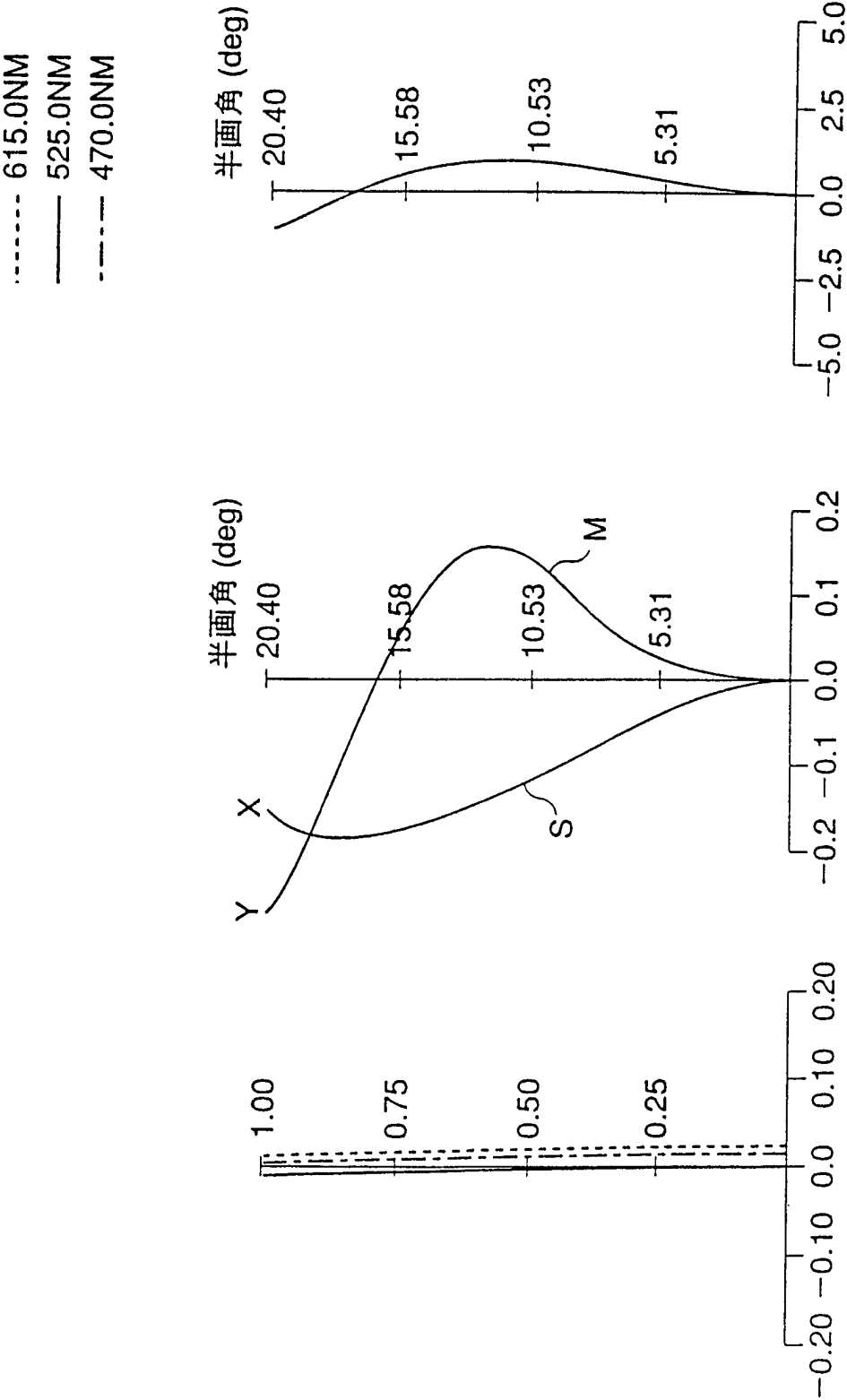
第 4 1 図 D



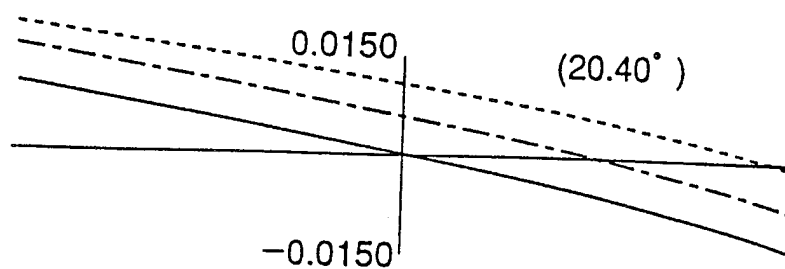
第 4 1 図 E



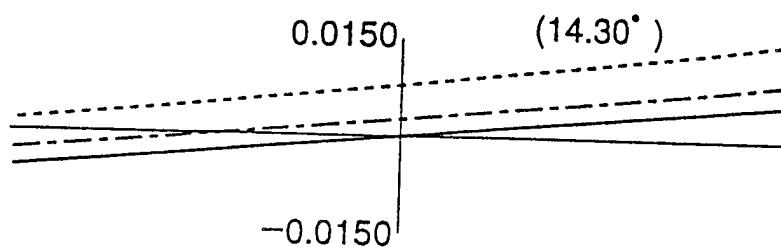
第42図



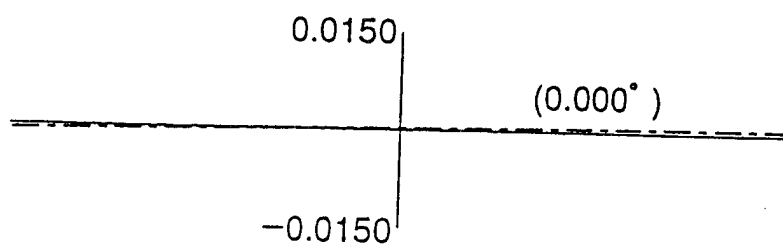
第 4 3 図 A



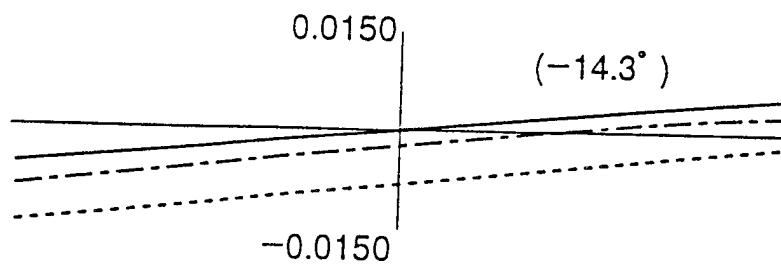
第 4 3 図 B



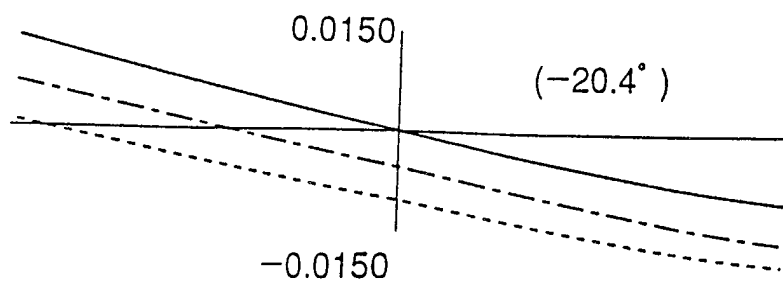
第 4 3 図 C



第 4 3 図 D

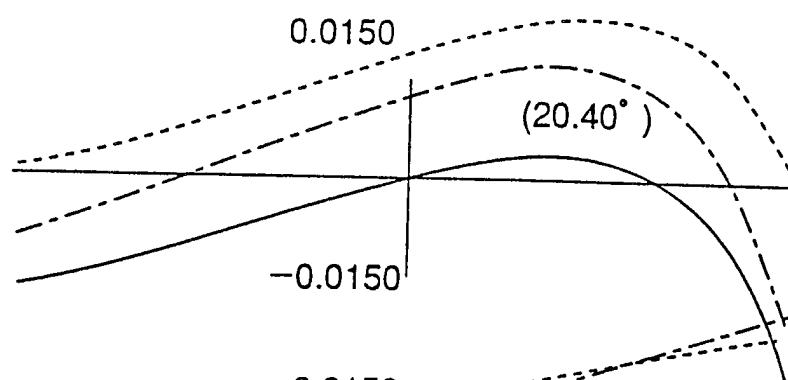


第 4 3 図 E

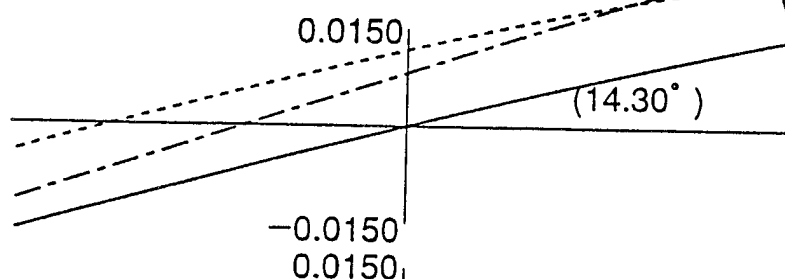


..... 615.0NM ——— 525.0NM - - - - 470.0NM

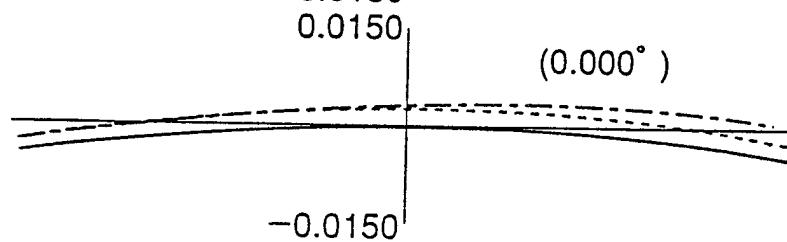
第 4 4 図 A



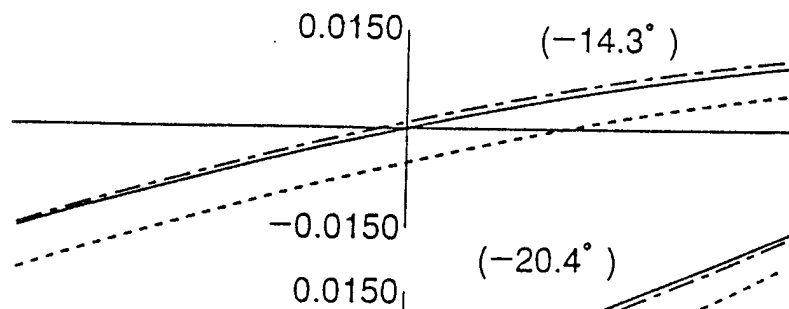
第 4 4 図 B



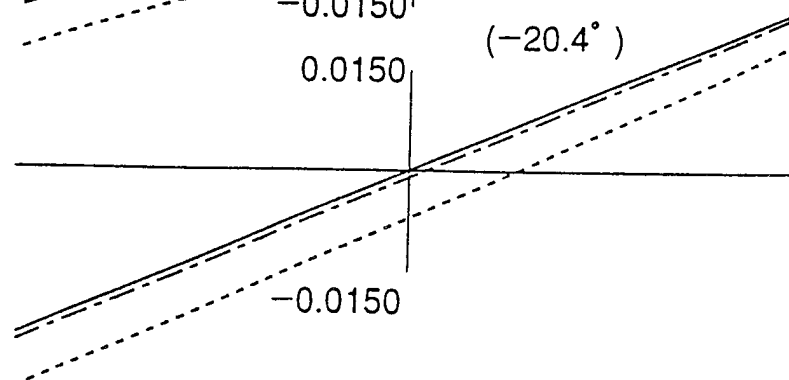
第 4 4 図 C



第 4 4 図 D

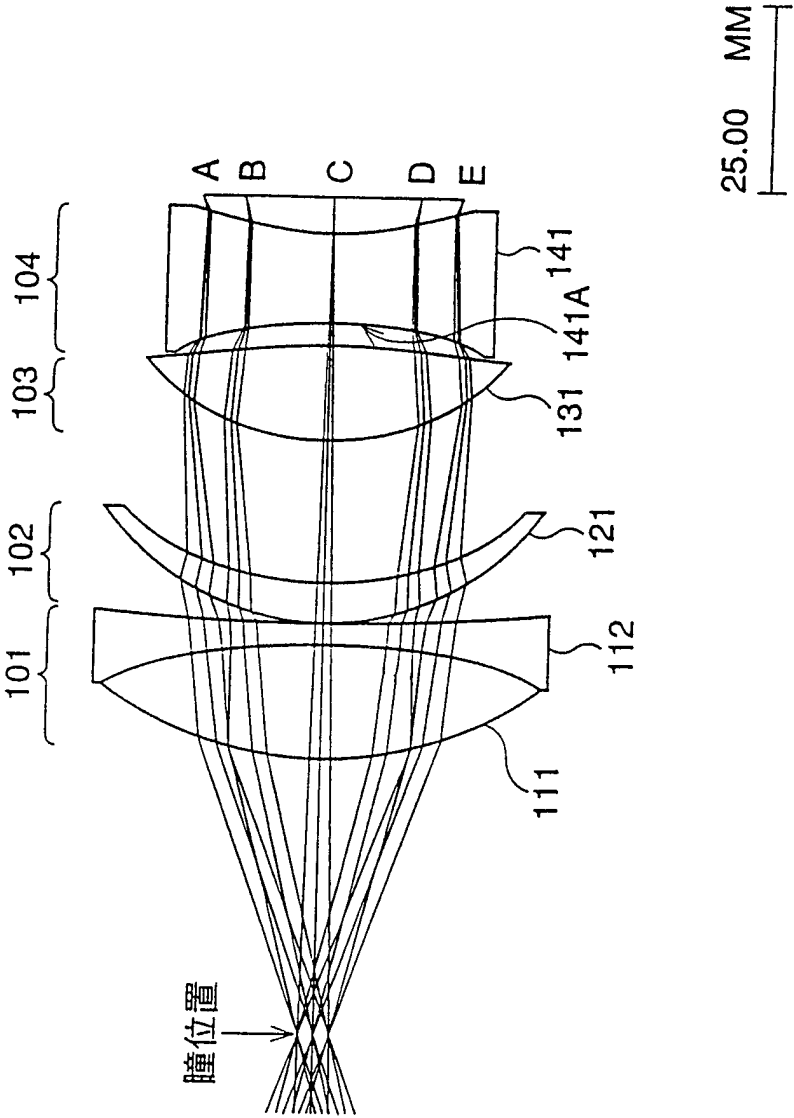


第 4 4 図 E



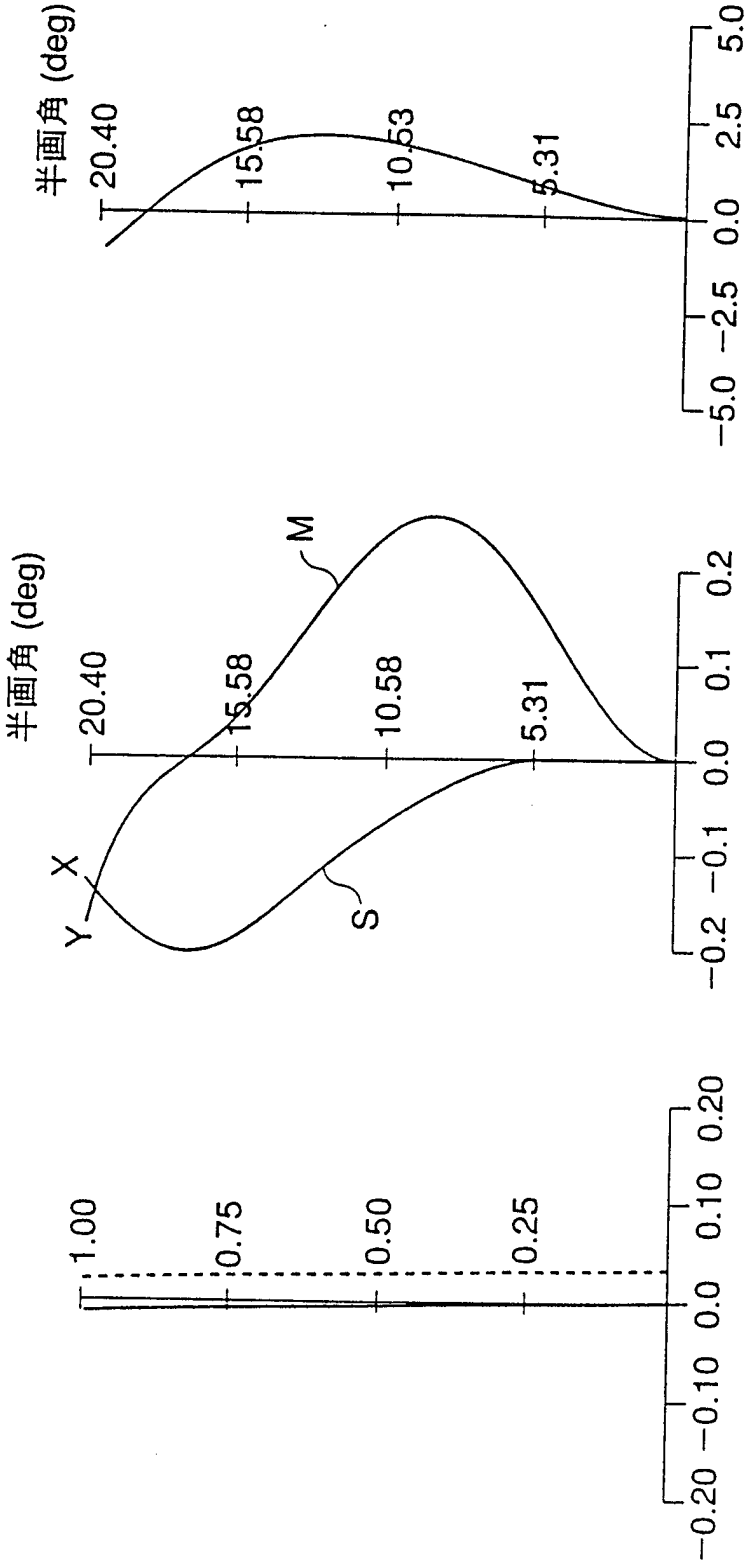
..... 615.0NM ——— 525.0NM - - - 470.0NM

第45図

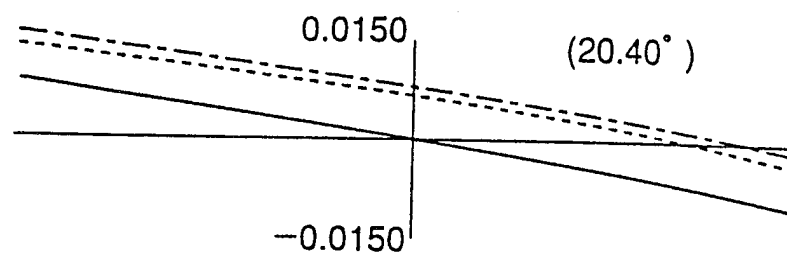


第 4 6 図

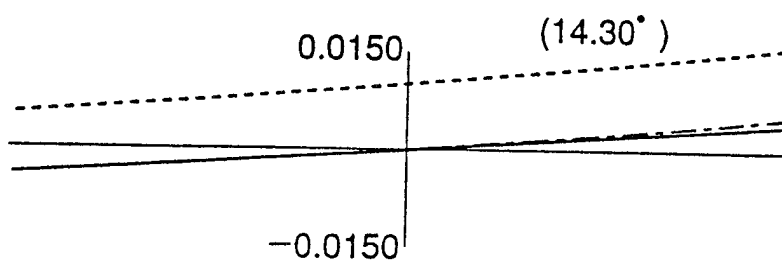
----- 615.0NM
—— 525.0NM
- - - - 470.0NM



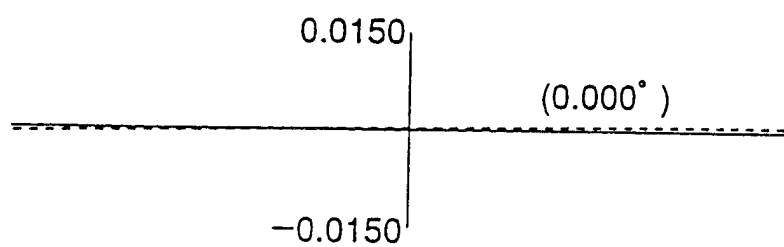
第 4 7 図 A



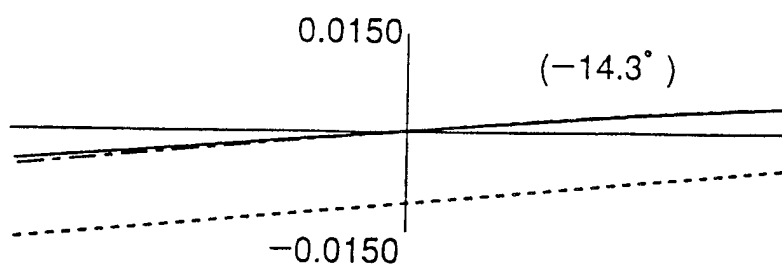
第 4 7 図 B



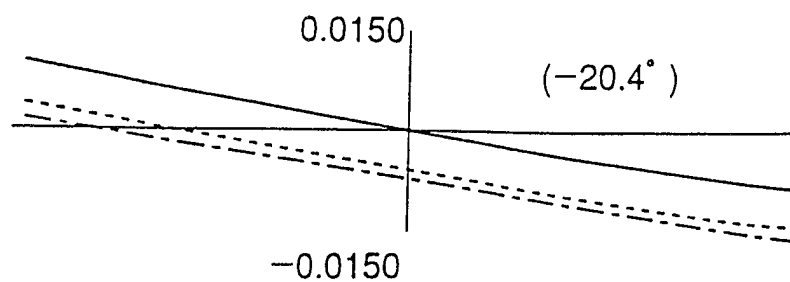
第 4 7 図 C



第 4 7 図 D

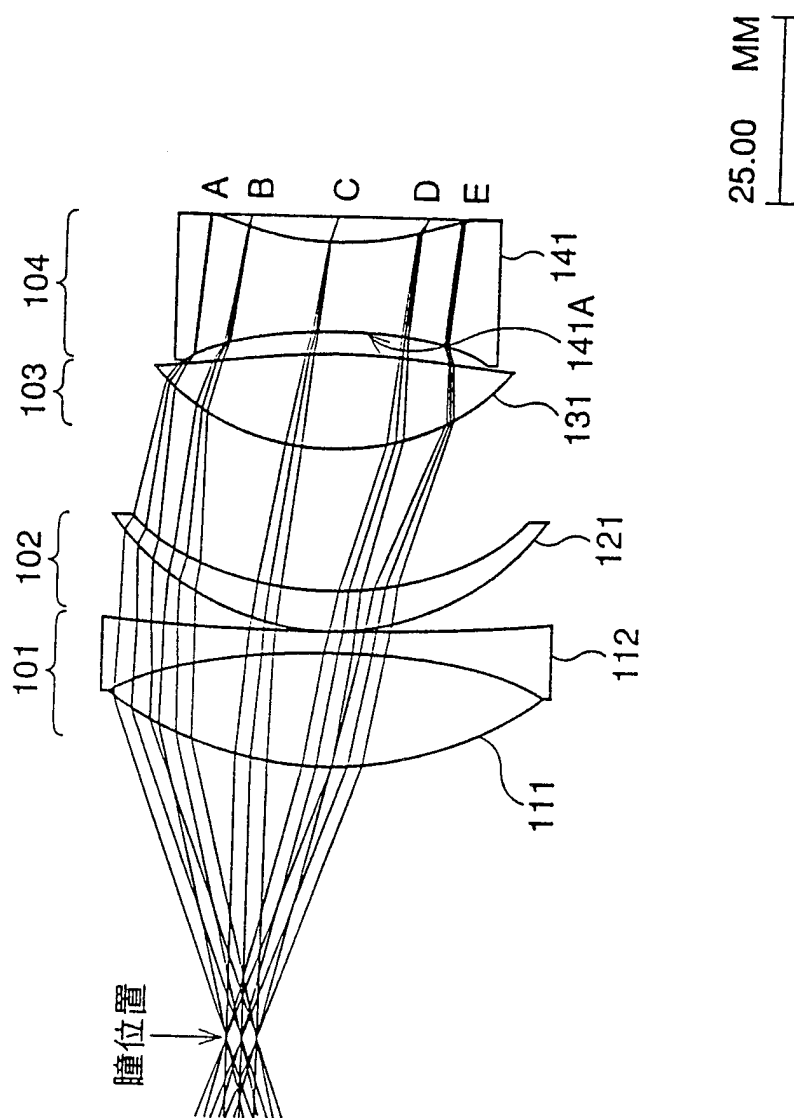


第 4 7 図 E

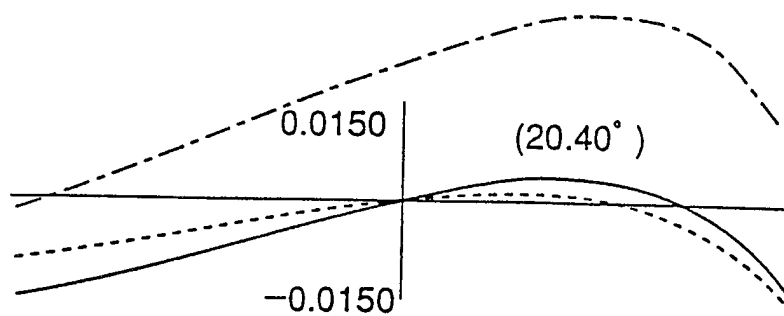


..... 615.0NM ——— 525.0NM - - - - 470.0NM

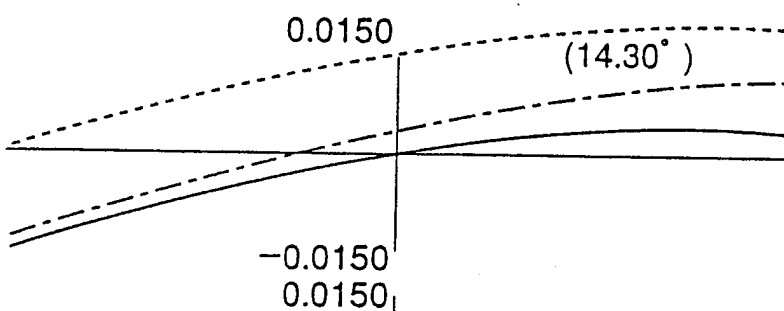
第48図



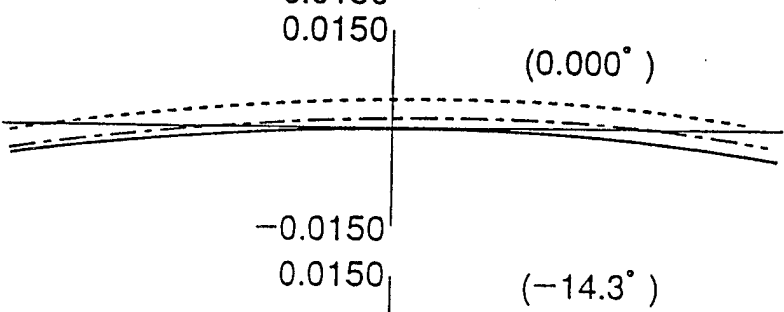
第 4 9 図 A



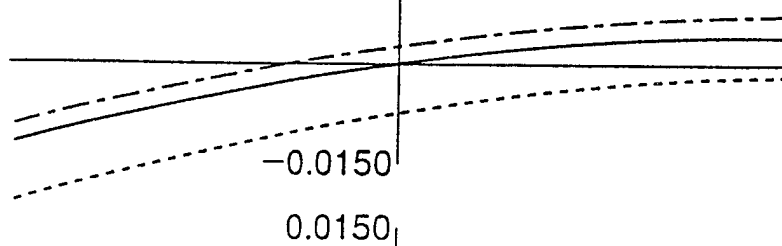
第 4 9 図 B



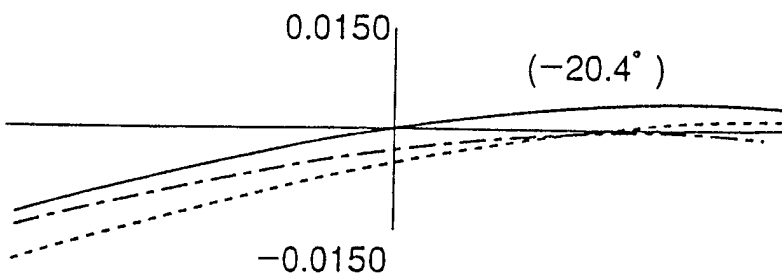
第 4 9 図 C



第 4 9 図 D



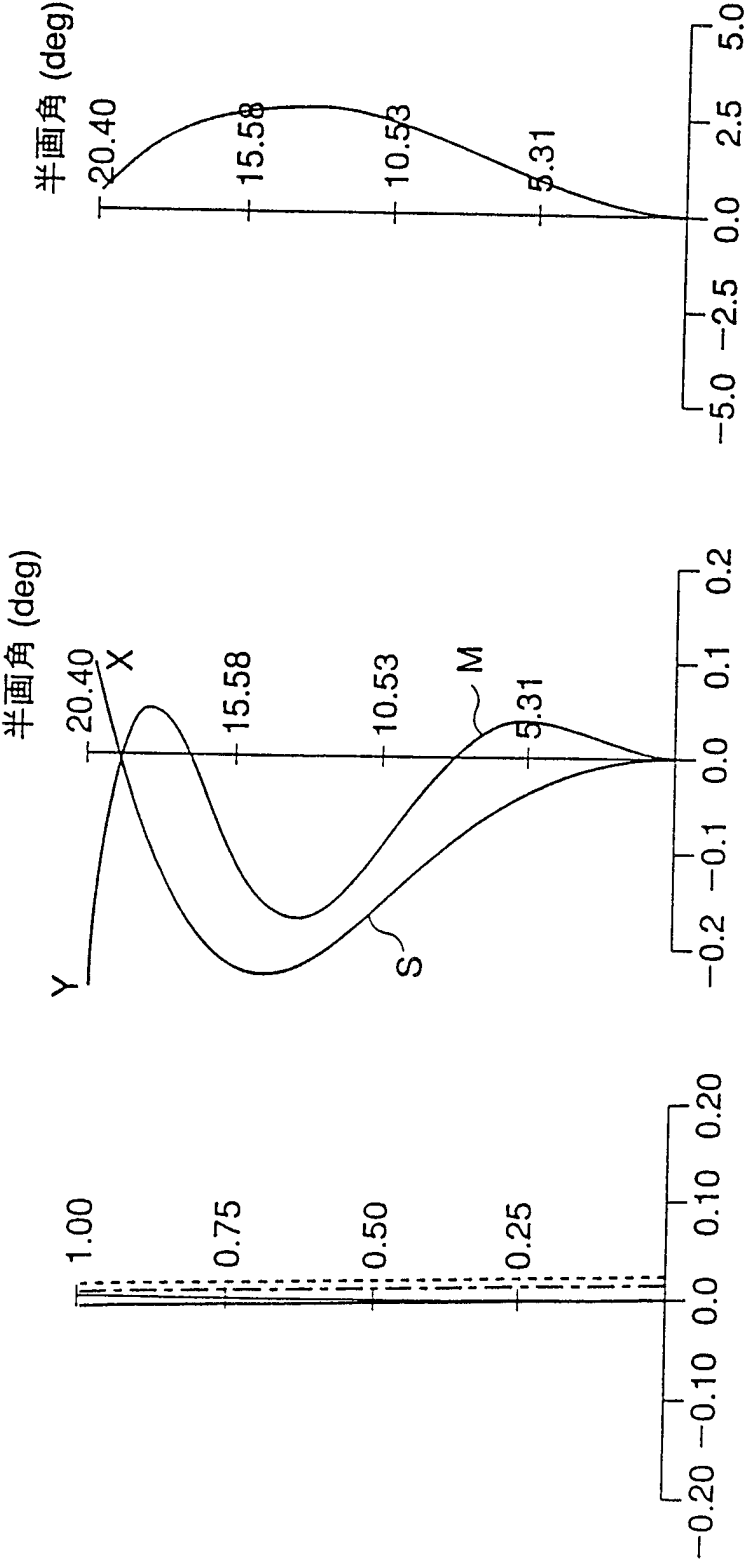
第 4 9 図 E



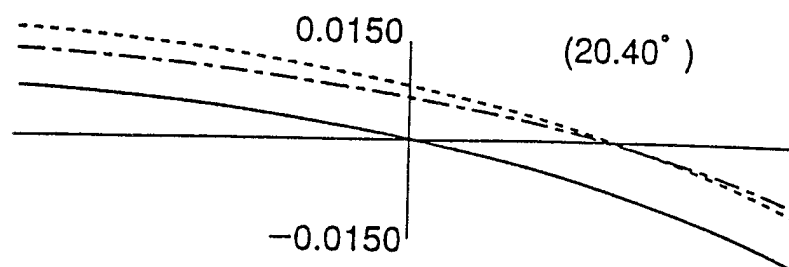
..... 615.0NM ——— 525.0NM - - - - 470.0NM

第50図

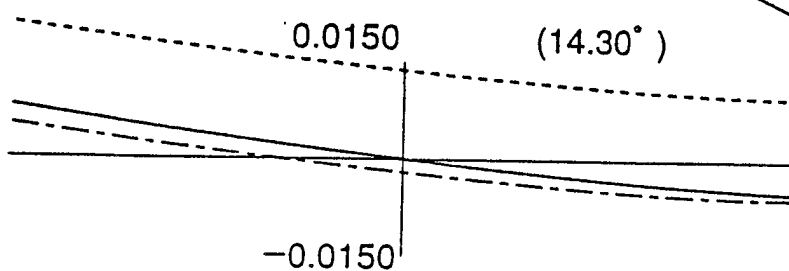
- 615.0NM
- 525.0NM
- - - - - 470.0NM



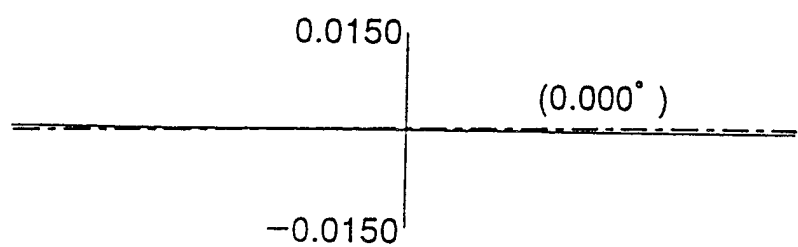
第5 1 図A



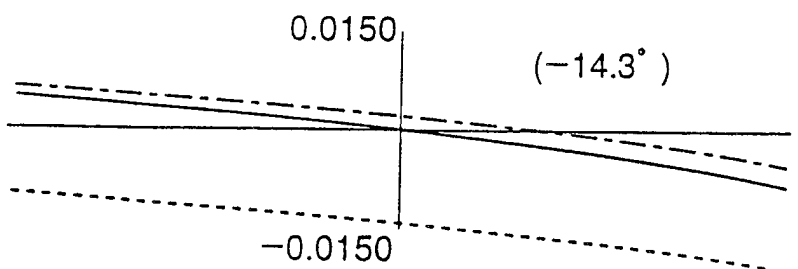
第5 1 図B



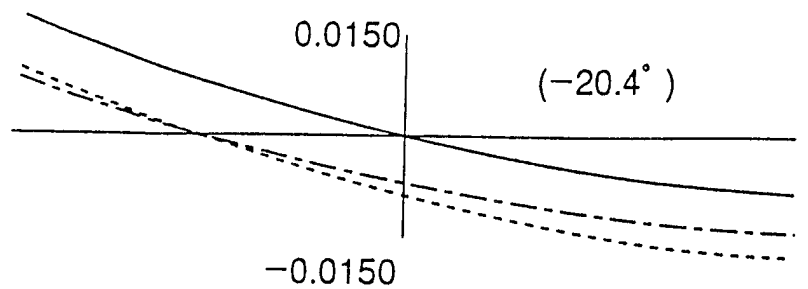
第5 1 図C



第5 1 図D

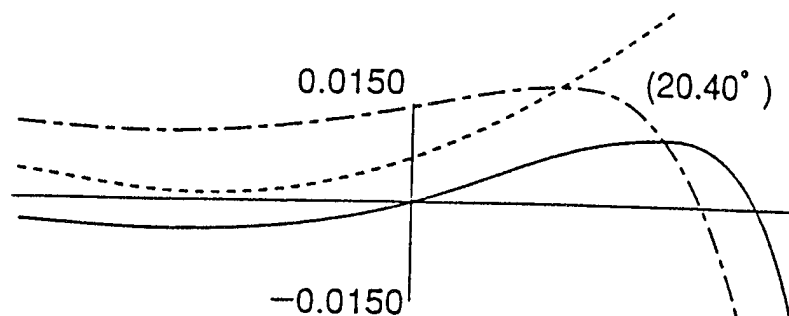


第5 1 図E

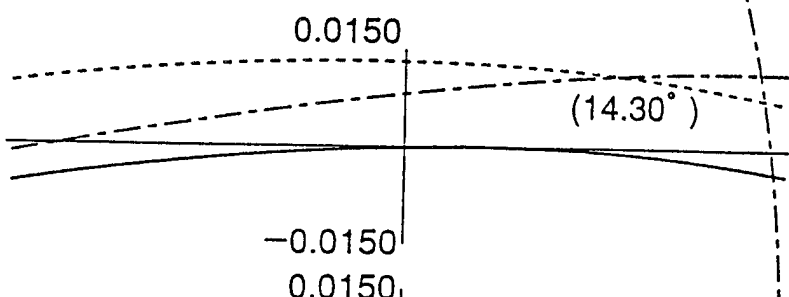


..... 615.0NM ——— 525.0NM - - - - 470.0NM

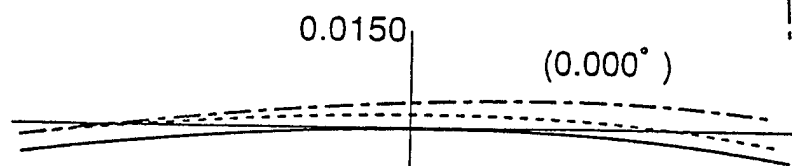
第5 2 図A



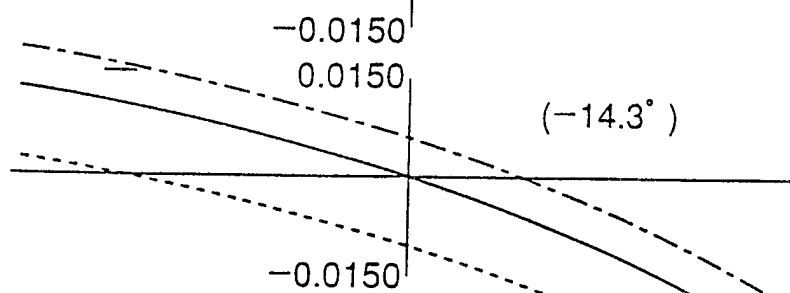
第5 2 図B



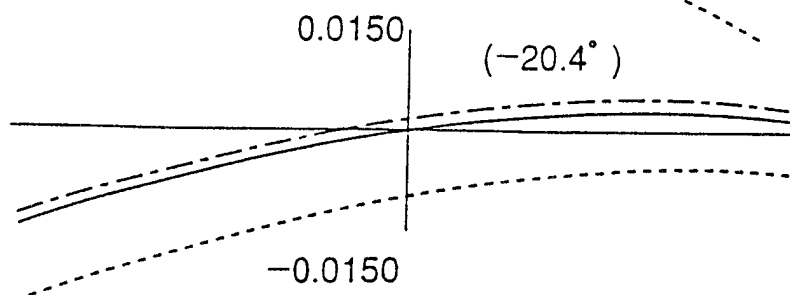
第5 2 図C



第5 2 図D

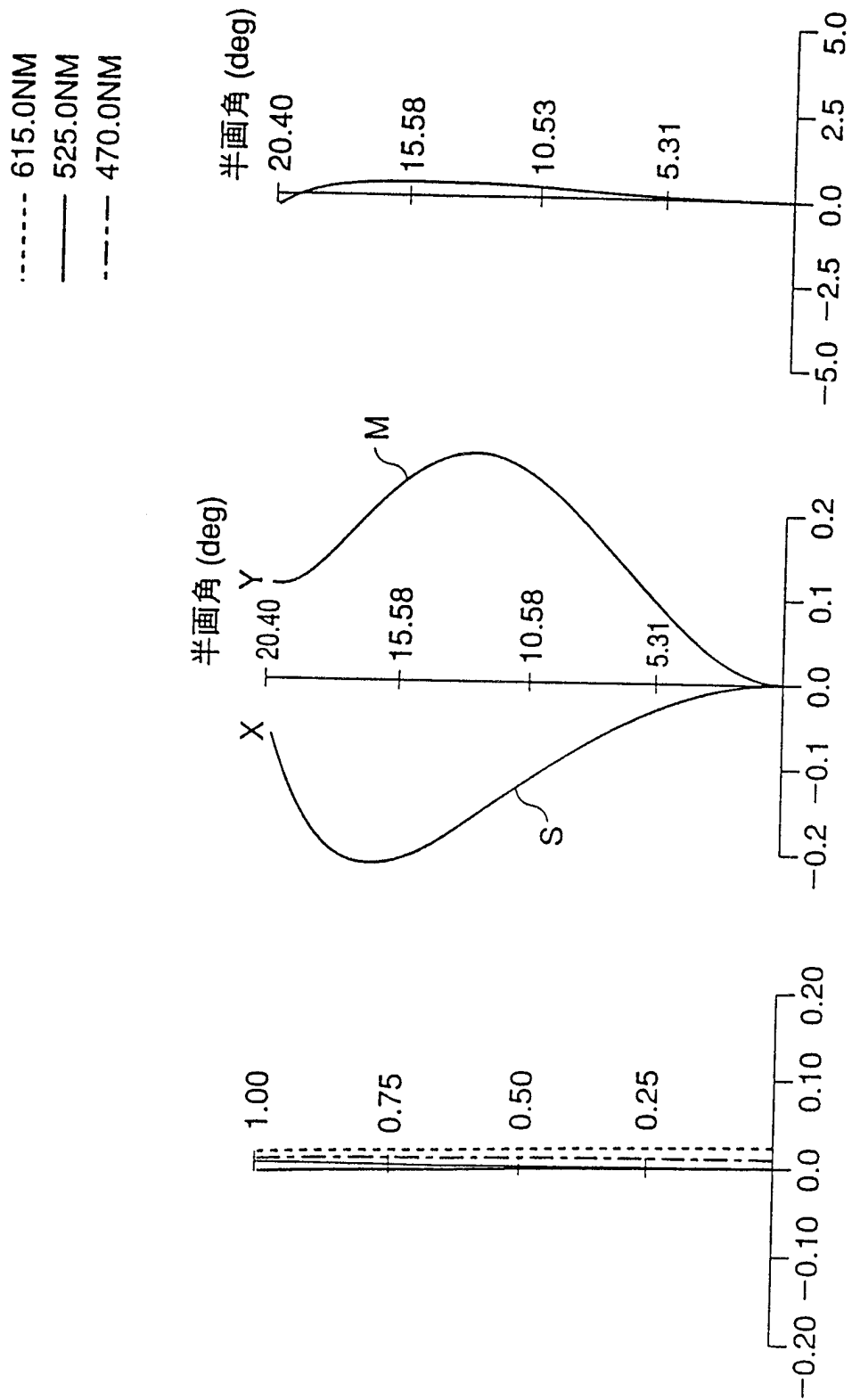


第5 2 図E

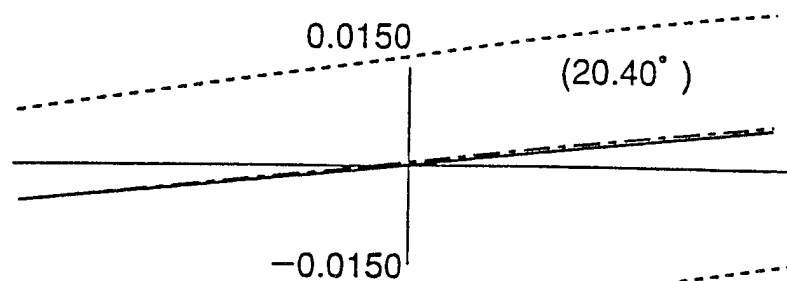


..... 615.0NM ——— 525.0NM - - - - 470.0NM

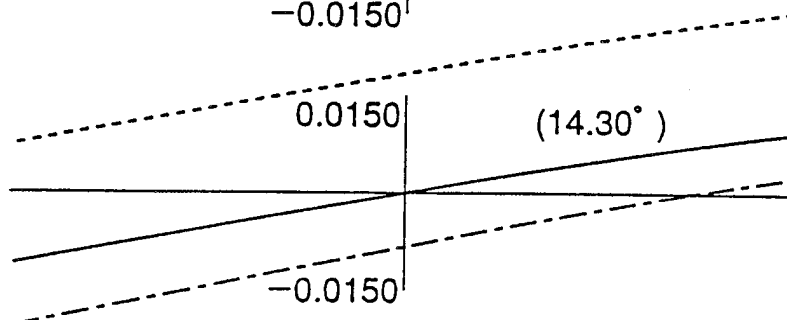
第53図



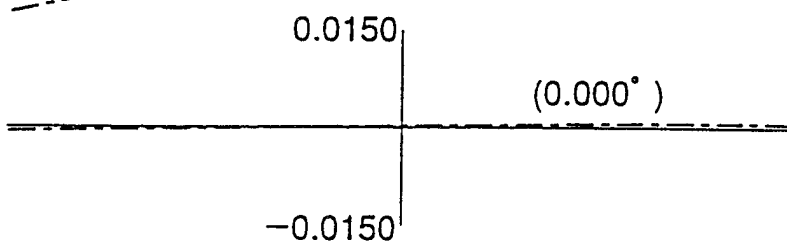
第54図A



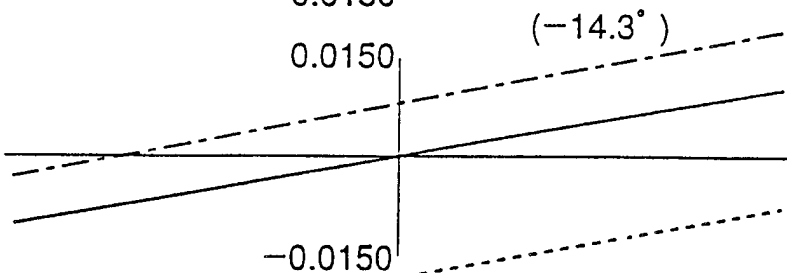
第54図B



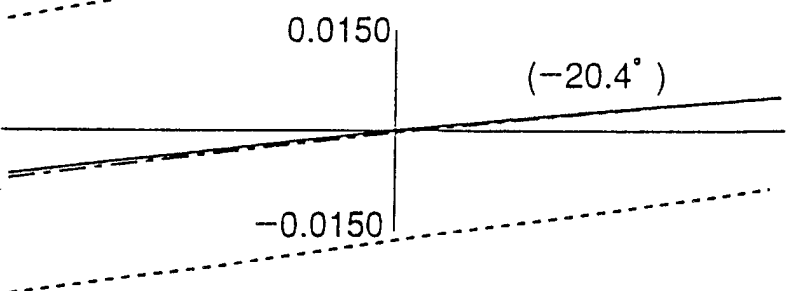
第54図C



第54図D

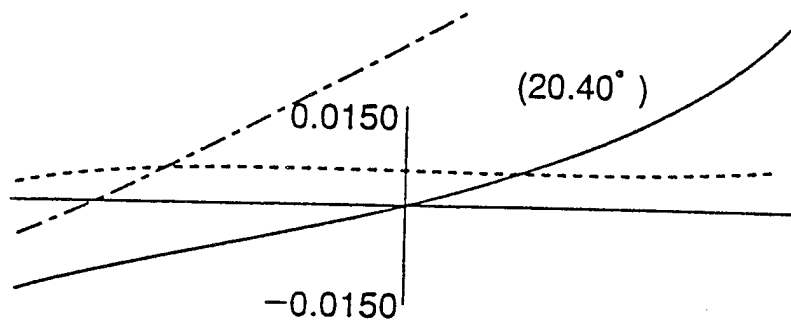


第54図E

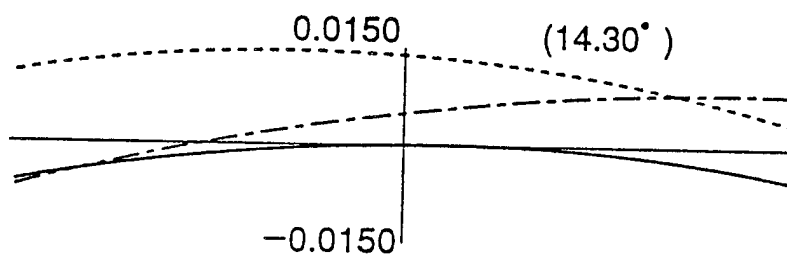


----- 615.0NM ——— 525.0NM - - - - 470.0NM

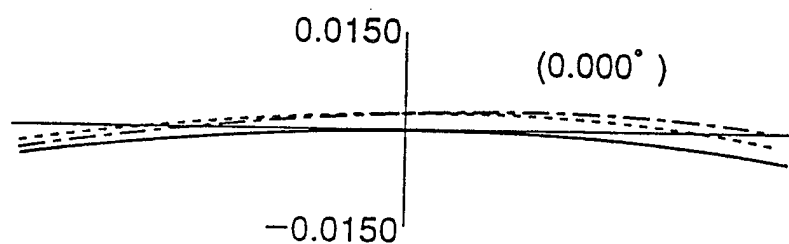
第 5 5 図 A



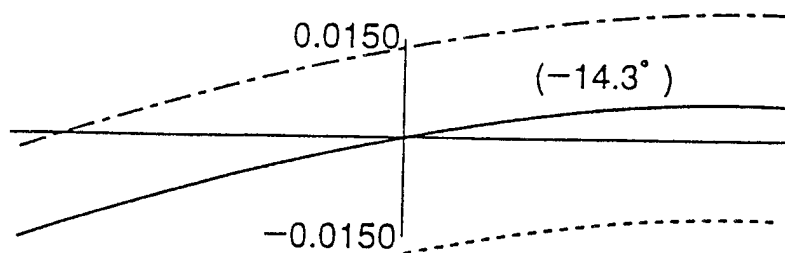
第 5 5 図 B



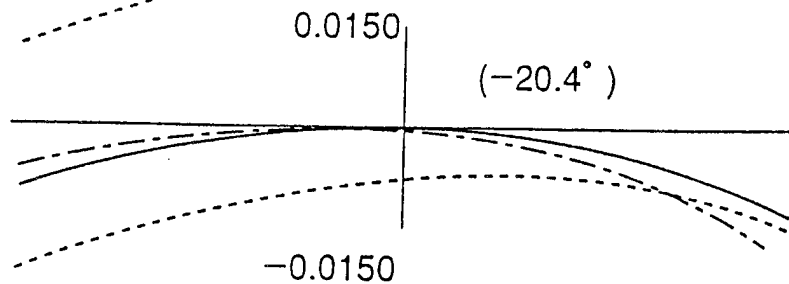
第 5 5 図 C



第 5 5 図 D

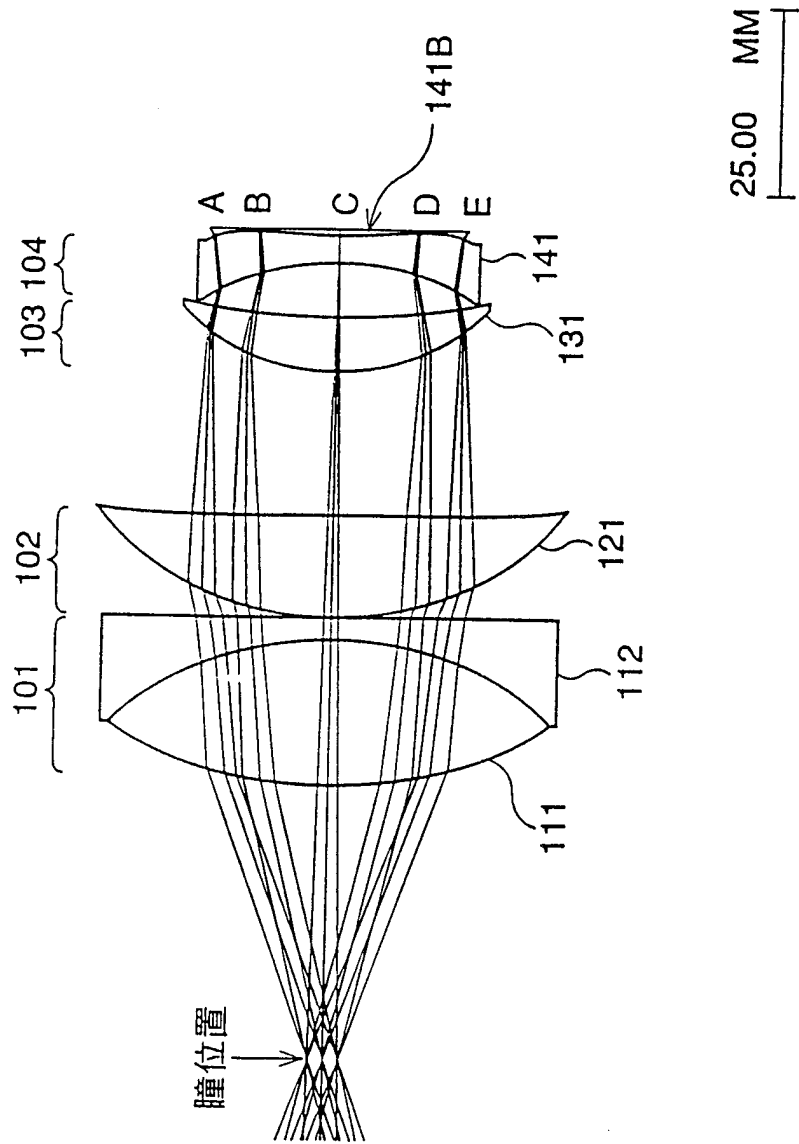


第 5 5 図 E

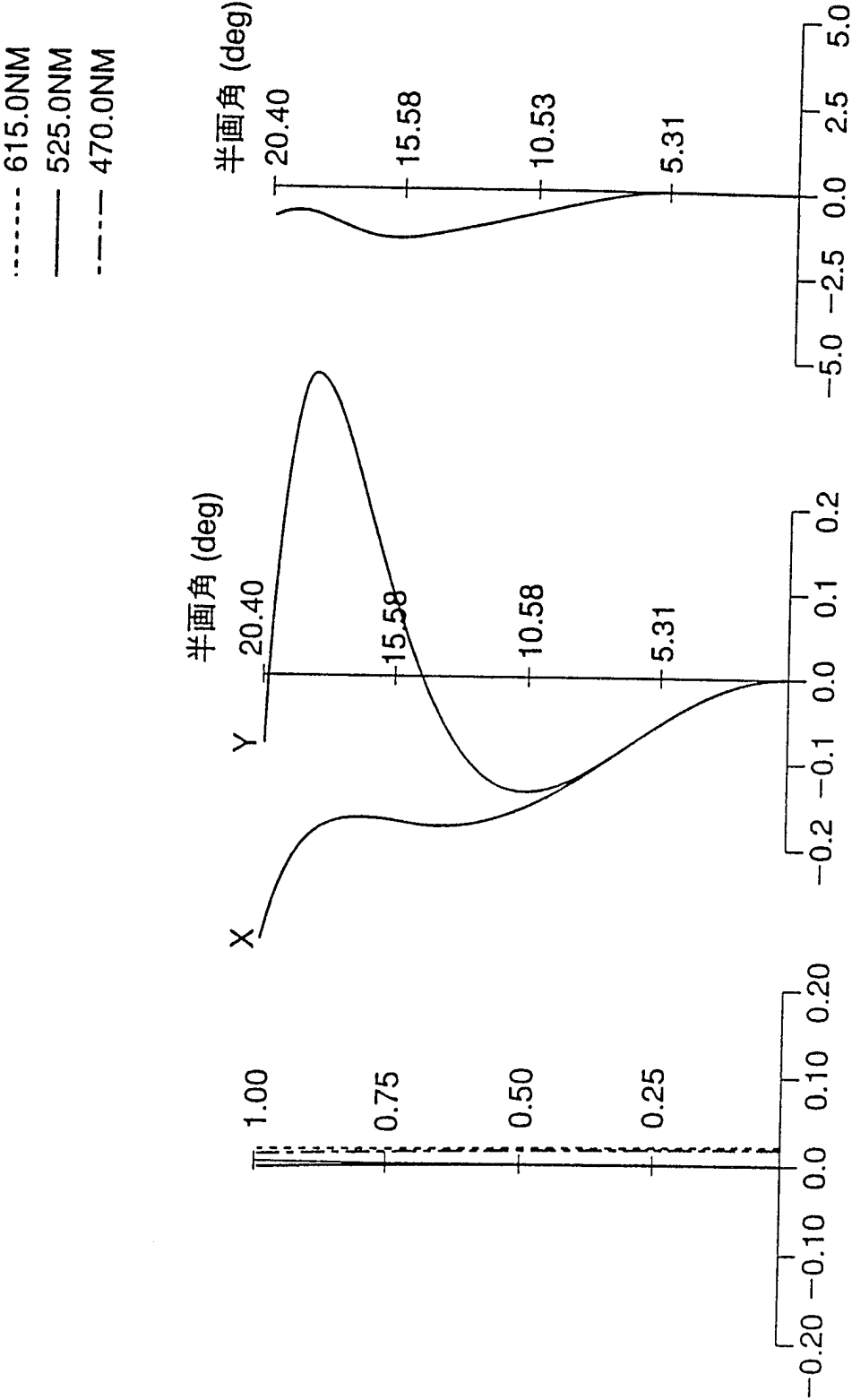


..... 615.0NM ——— 525.0NM - - - - 470.0NM

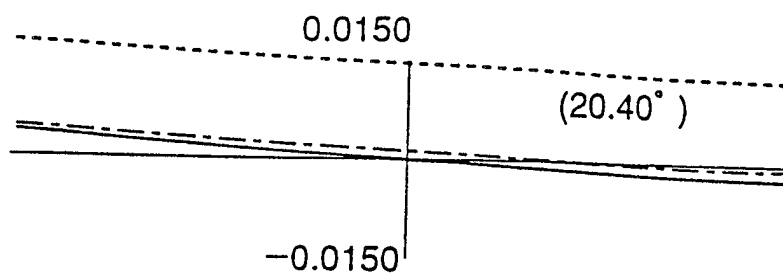
第56図



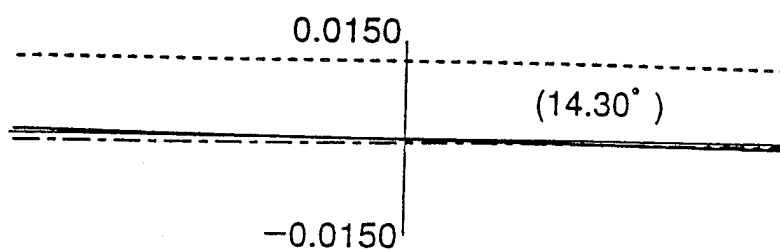
第57図



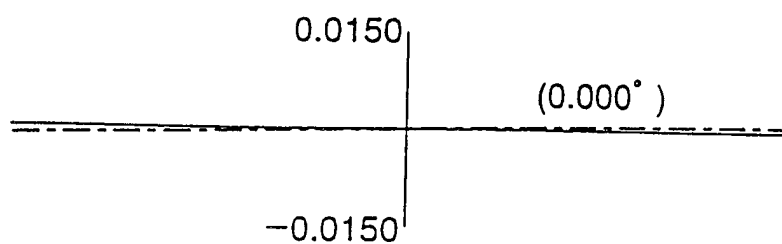
第58図A



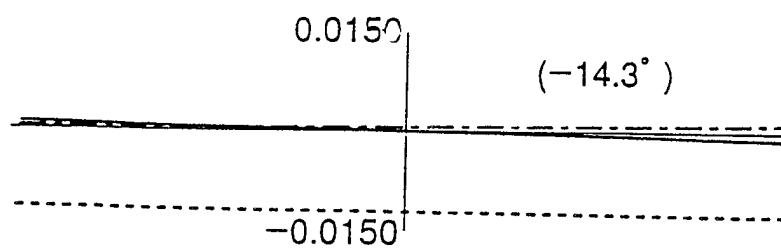
第58図B



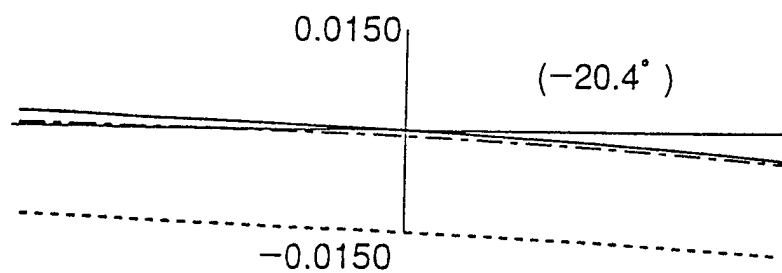
第58図C



第58図D

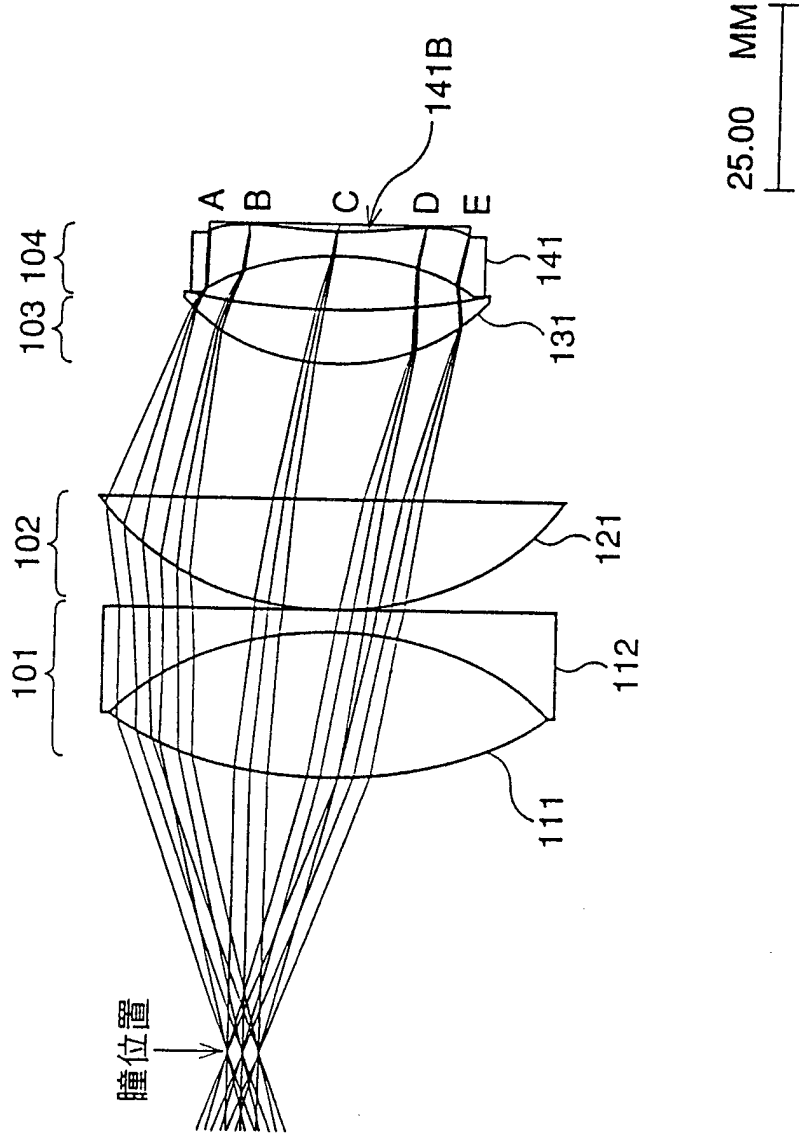


第58図E

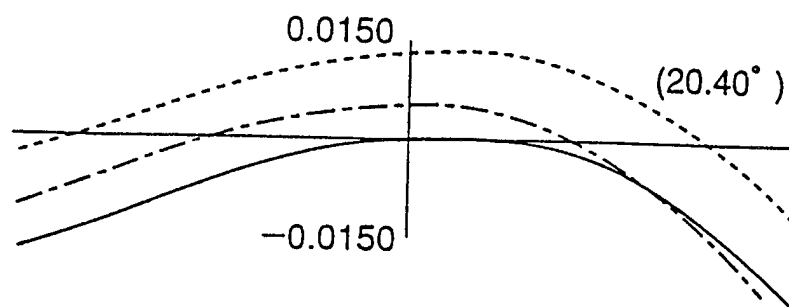


..... 615.0NM ——— 525.0NM - - - - 470.0NM

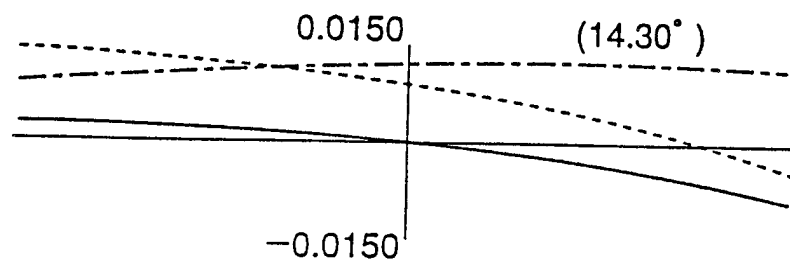
第59図



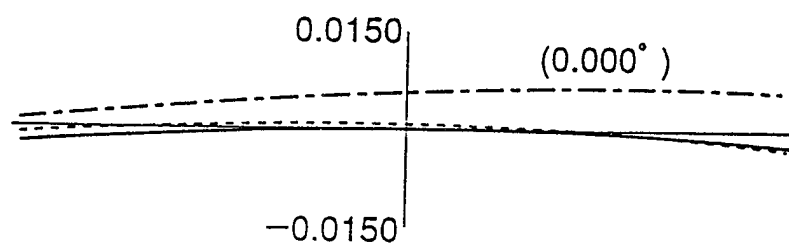
第60図A



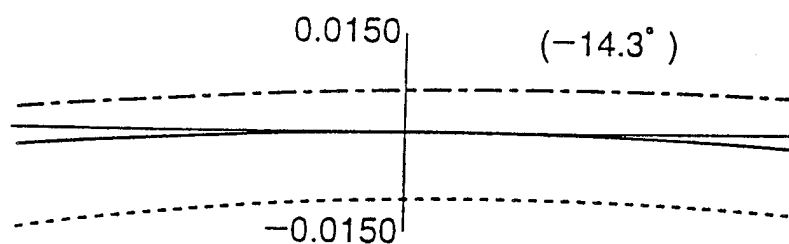
第60図B



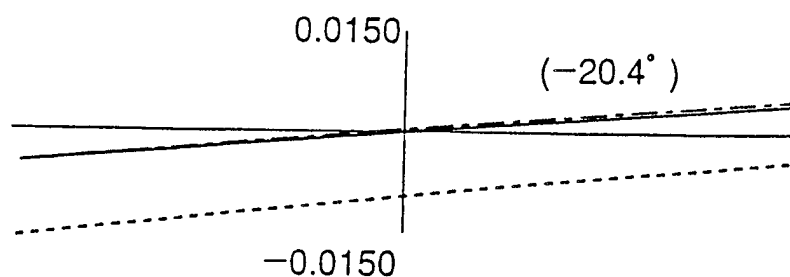
第60図C



第60図D

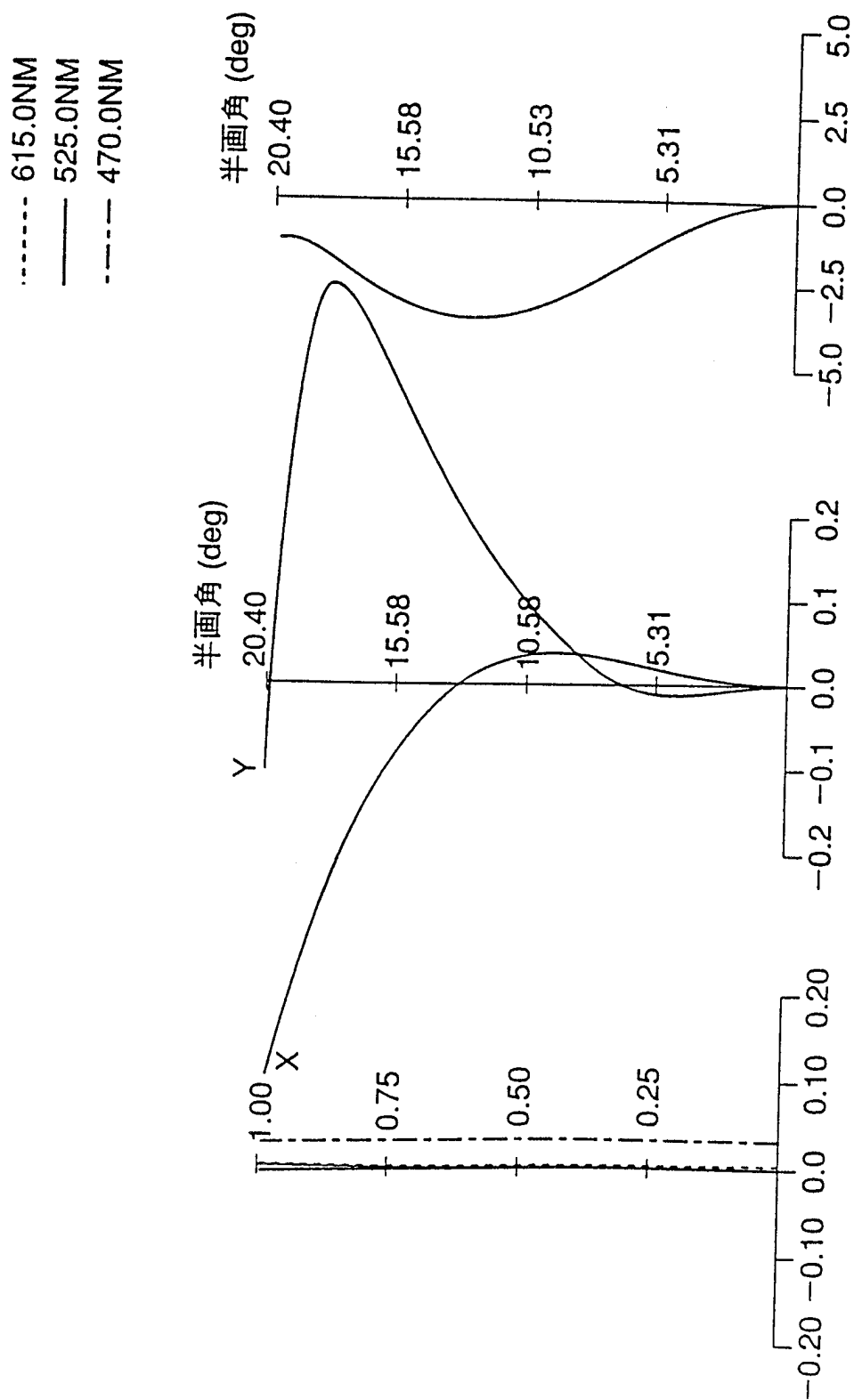


第60図E

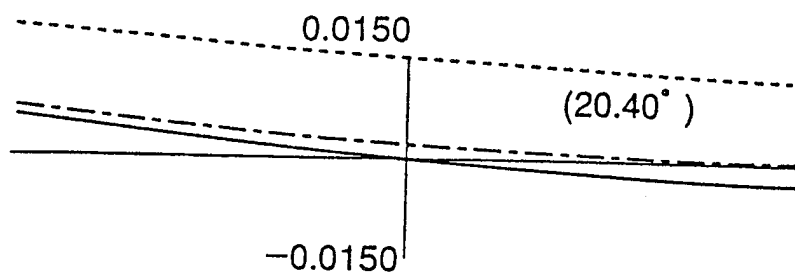


..... 615.0NM ——— 525.0NM - - - - 470.0NM

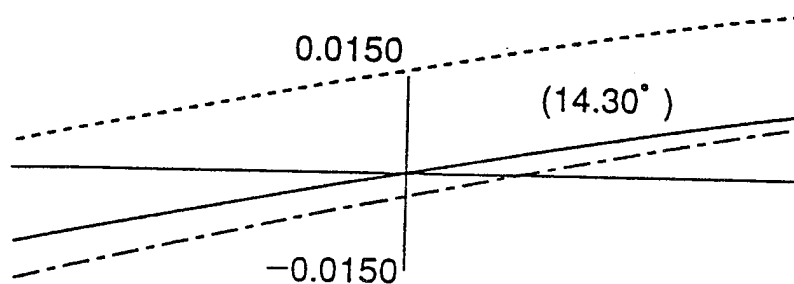
第61図



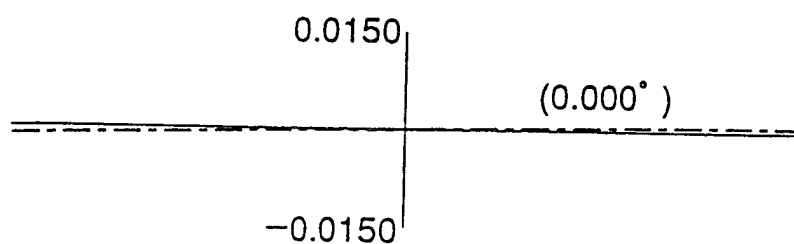
第62図A



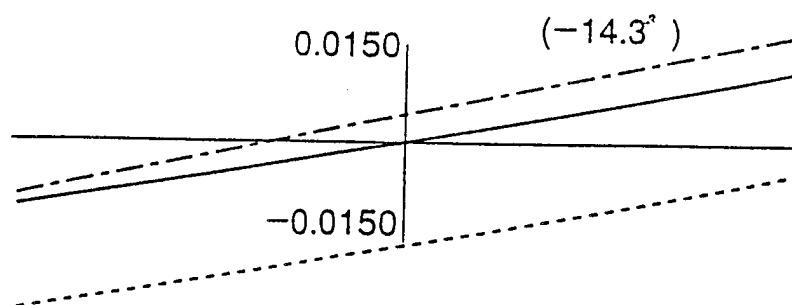
第62図B



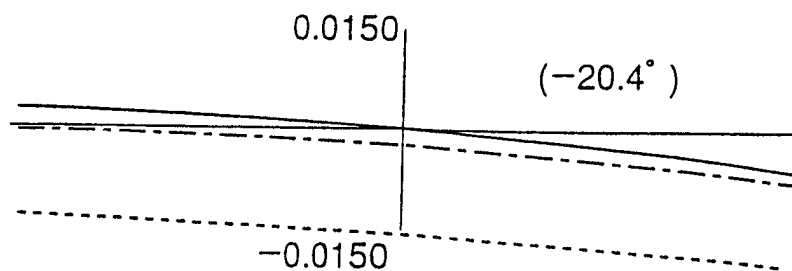
第62図C



第62図D

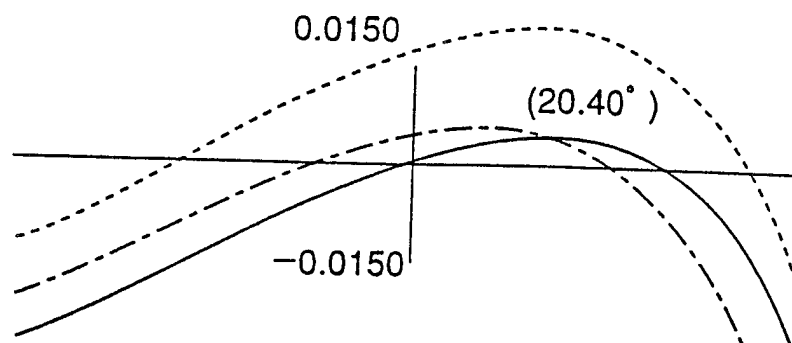


第62図E

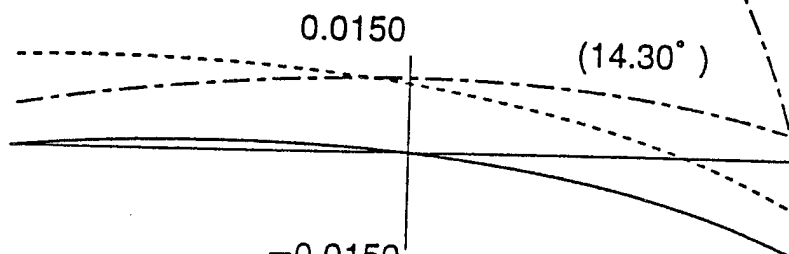


..... 615.0NM ——— 525.0NM - - - - 470.0NM

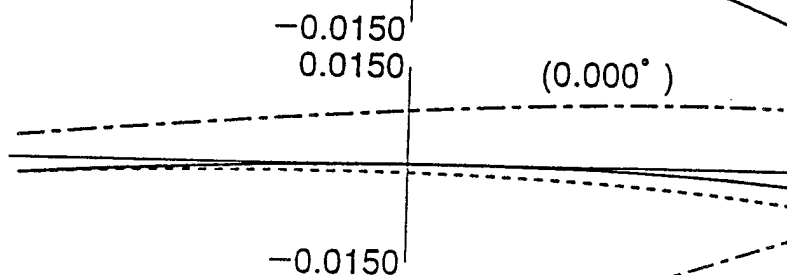
第 6 3 図 A



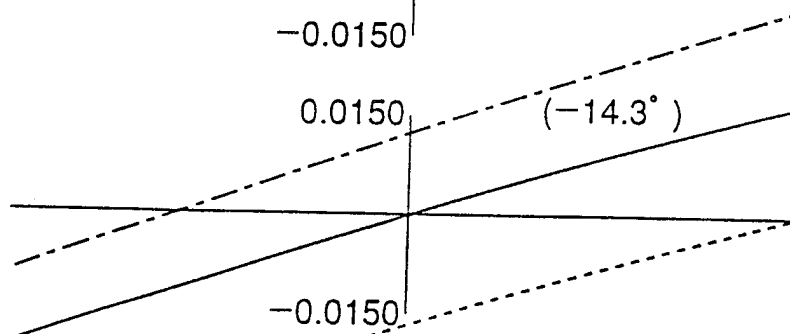
第 6 3 図 B



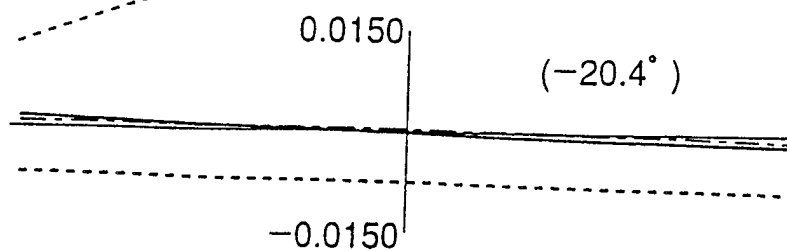
第 6 3 図 C



第 6 3 図 D

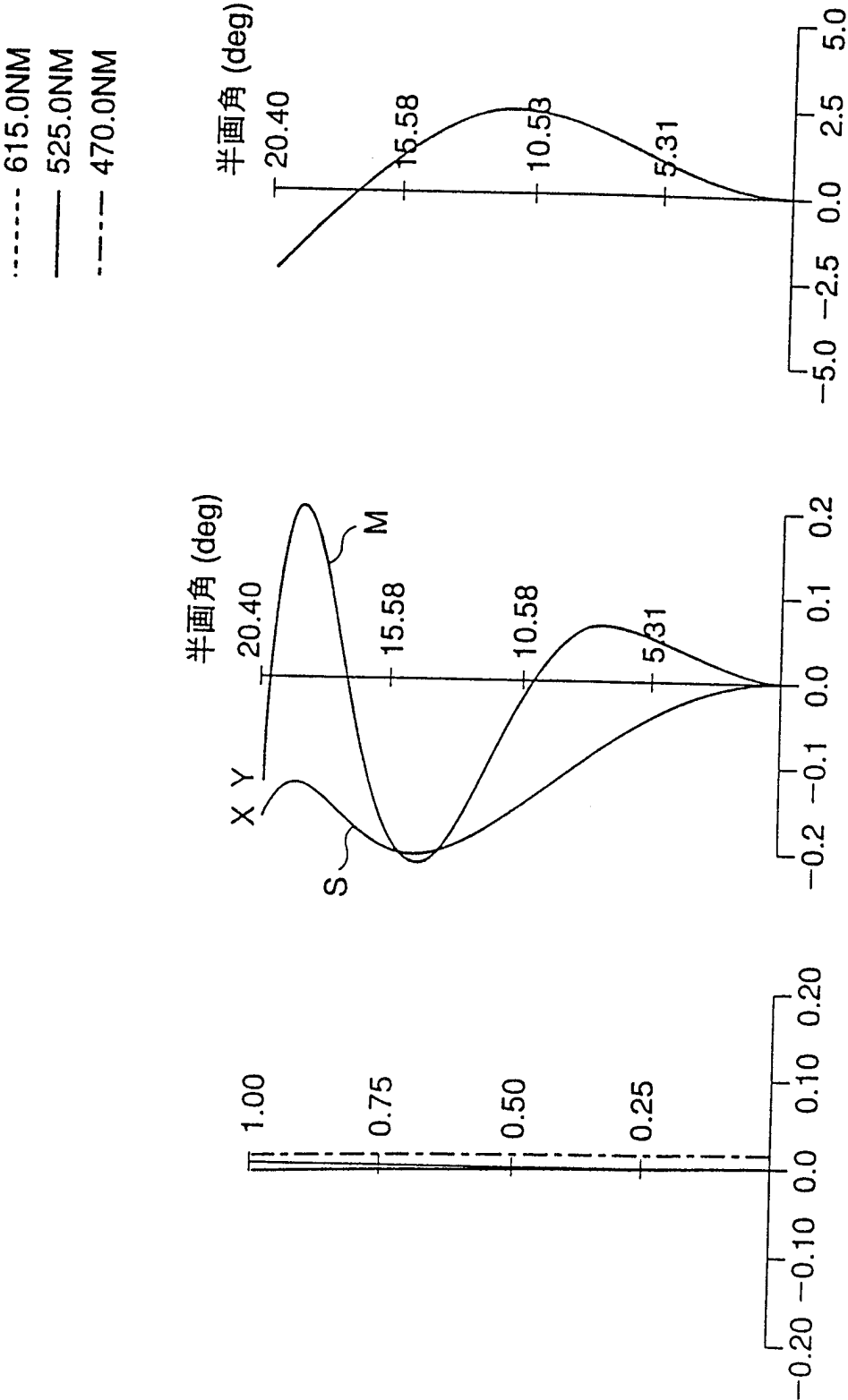


第 6 3 図 E

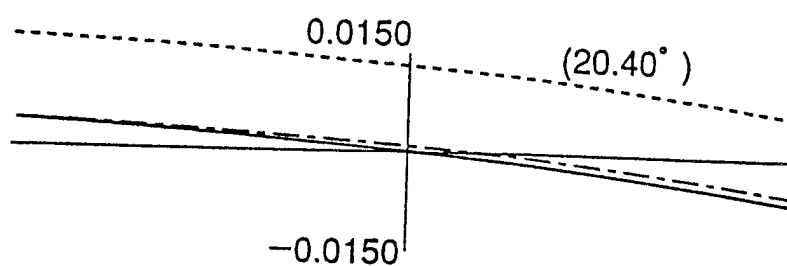


..... 615.0NM ——— 525.0NM - - - - 470.0NM

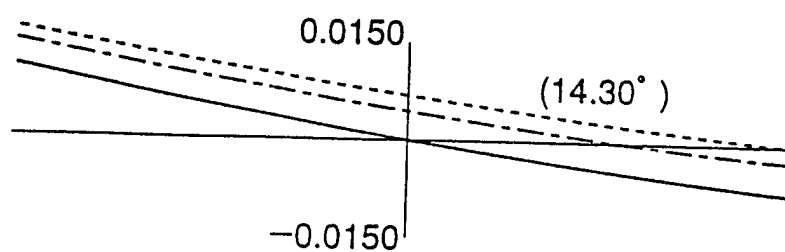
第64図



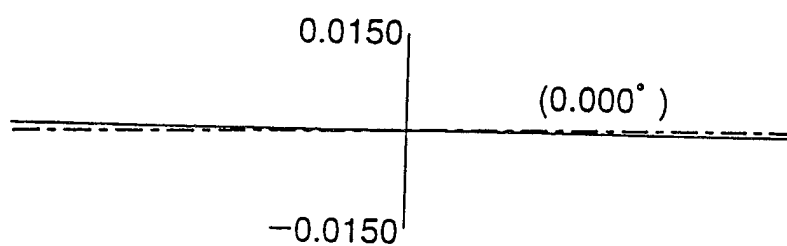
第 6 5 図 A



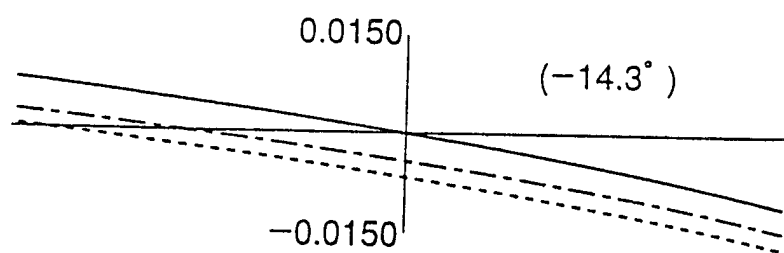
第 6 5 図 B



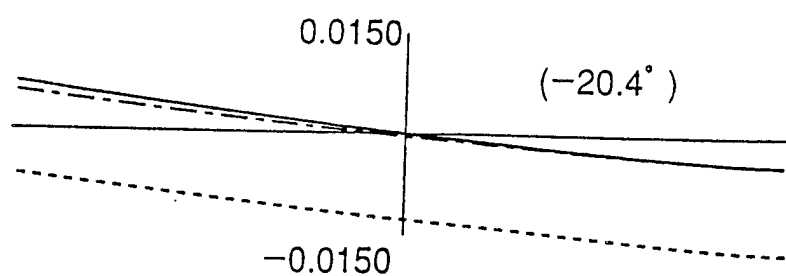
第 6 5 図 C



第 6 5 図 D

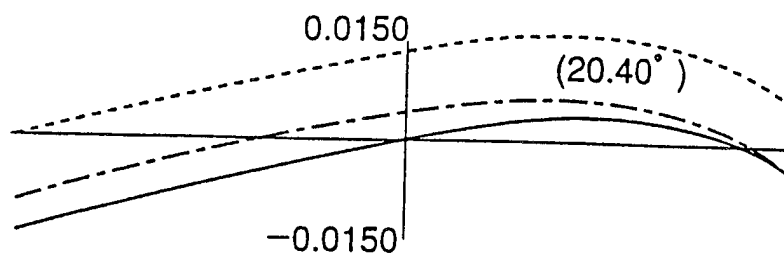


第 6 5 図 E

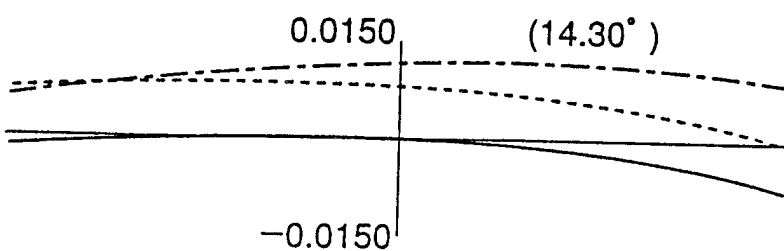


..... 615.0NM ——— 525.0NM - - - - 470.0NM

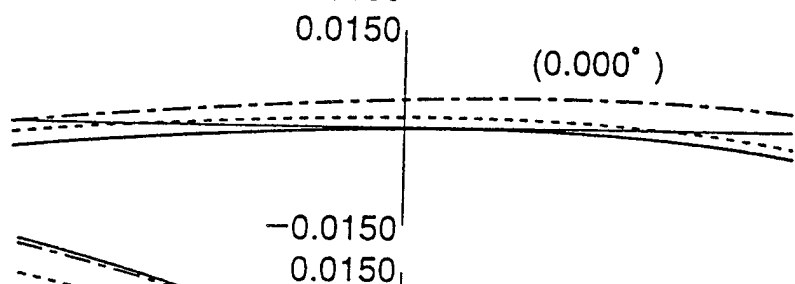
第 6 6 図 A



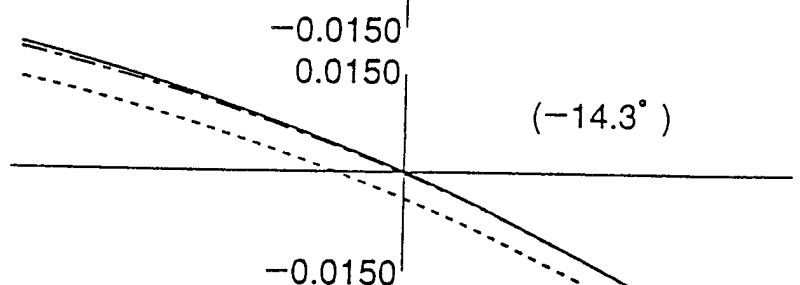
第 6 6 図 B



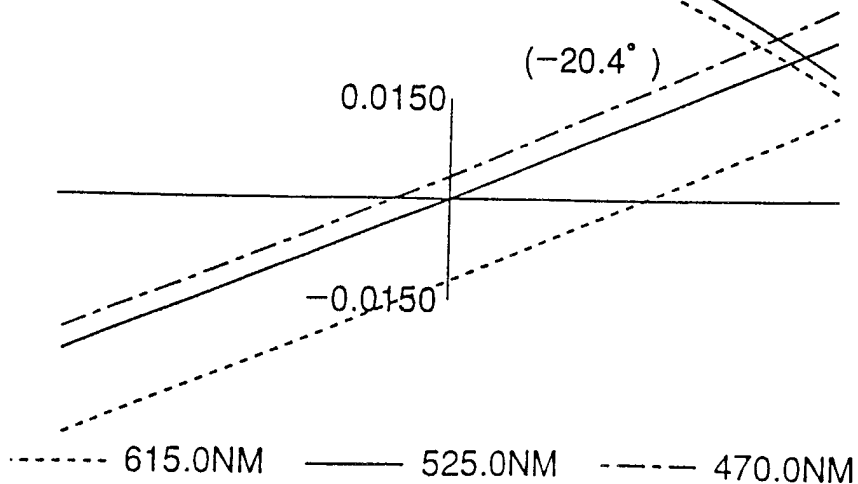
第 6 6 図 C



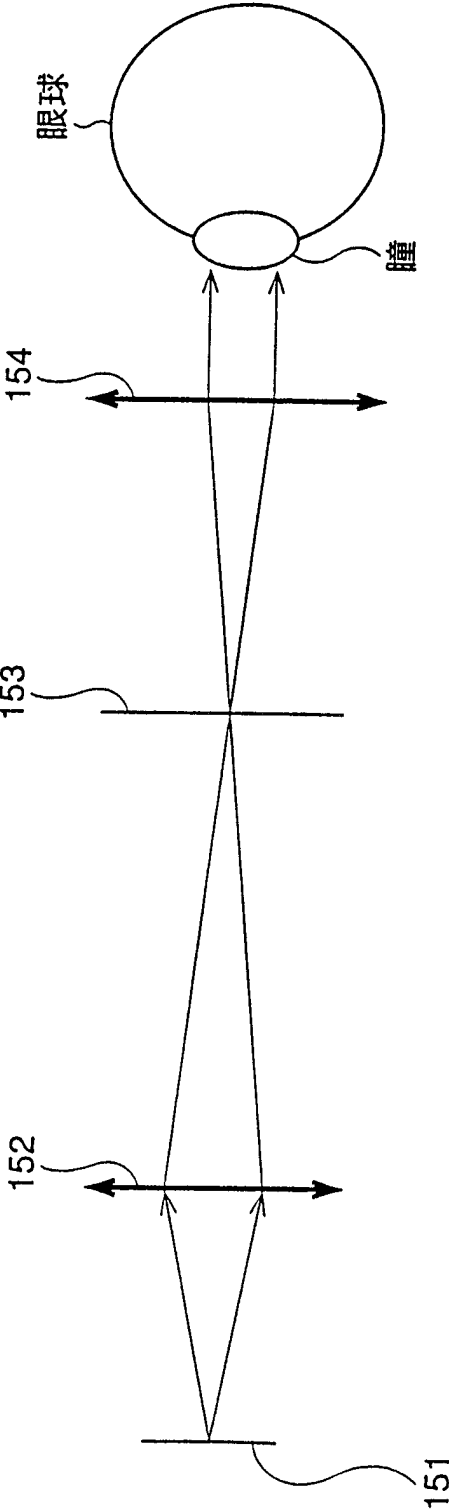
第 6 6 図 D



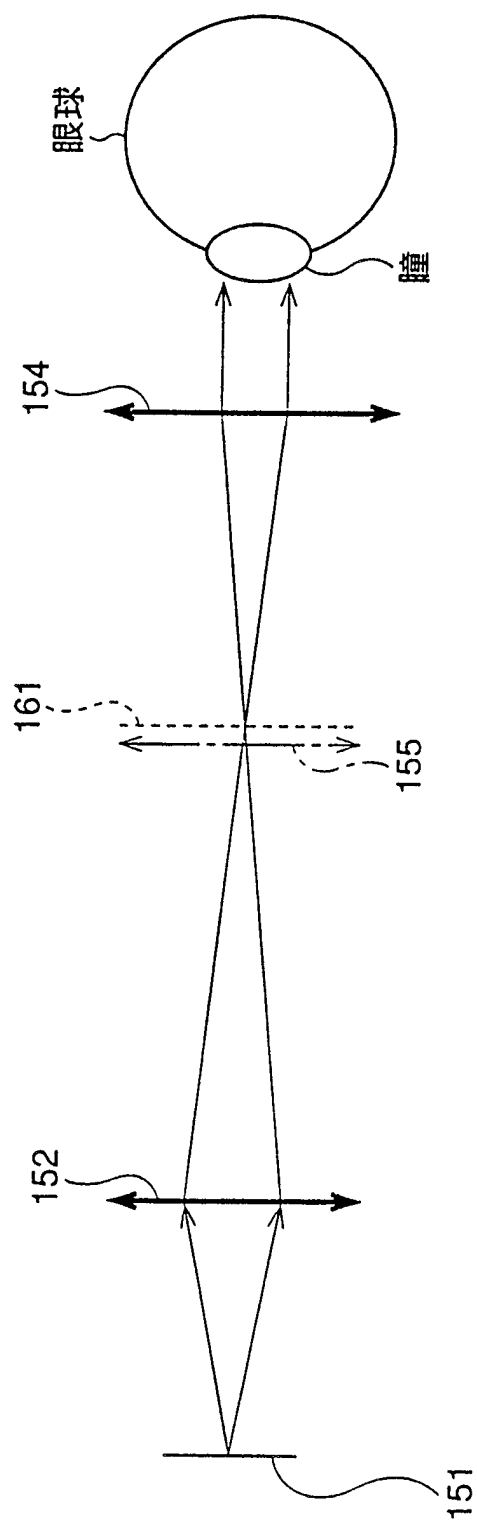
第 6 6 図 E



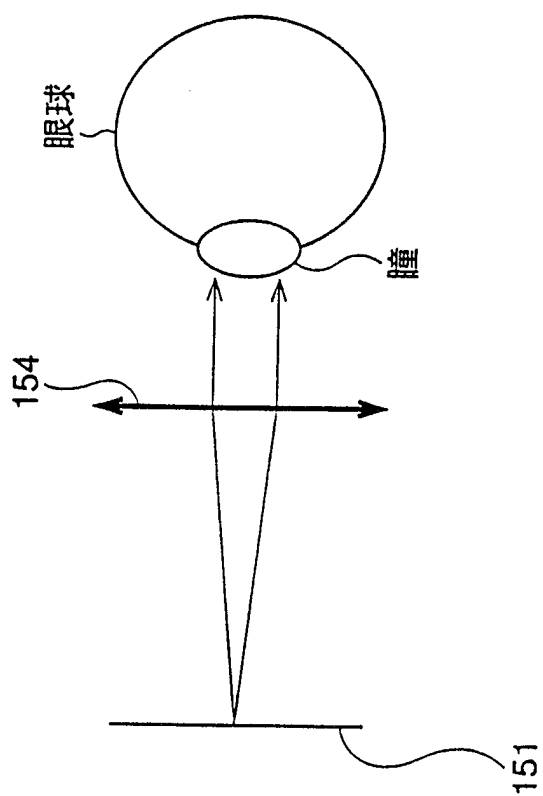
第 6 7 図



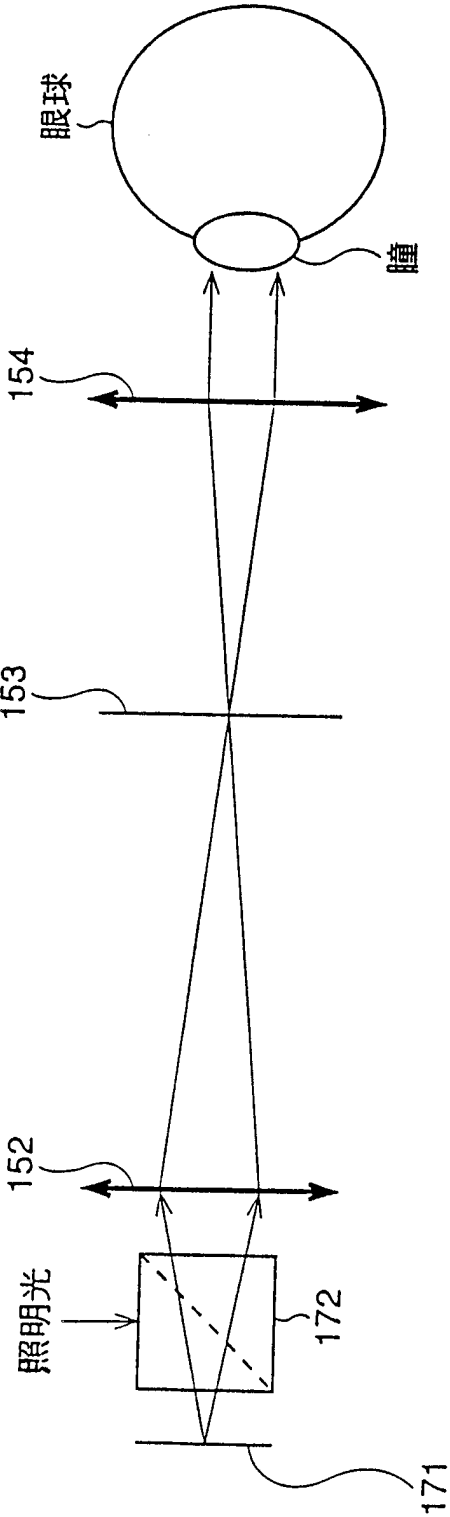
第68図



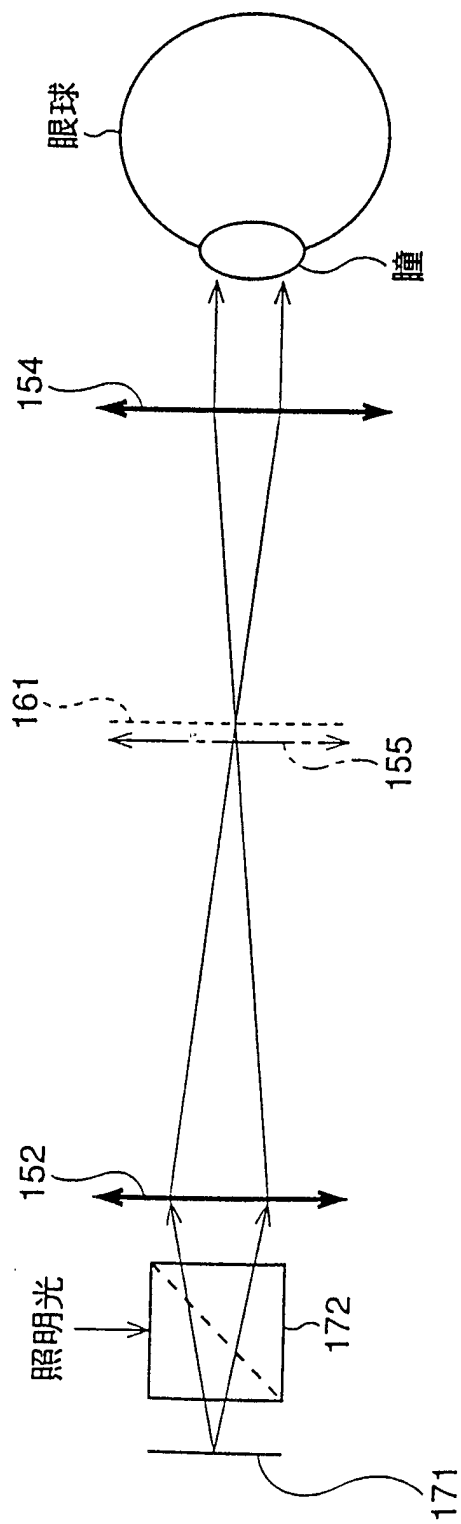
第69図



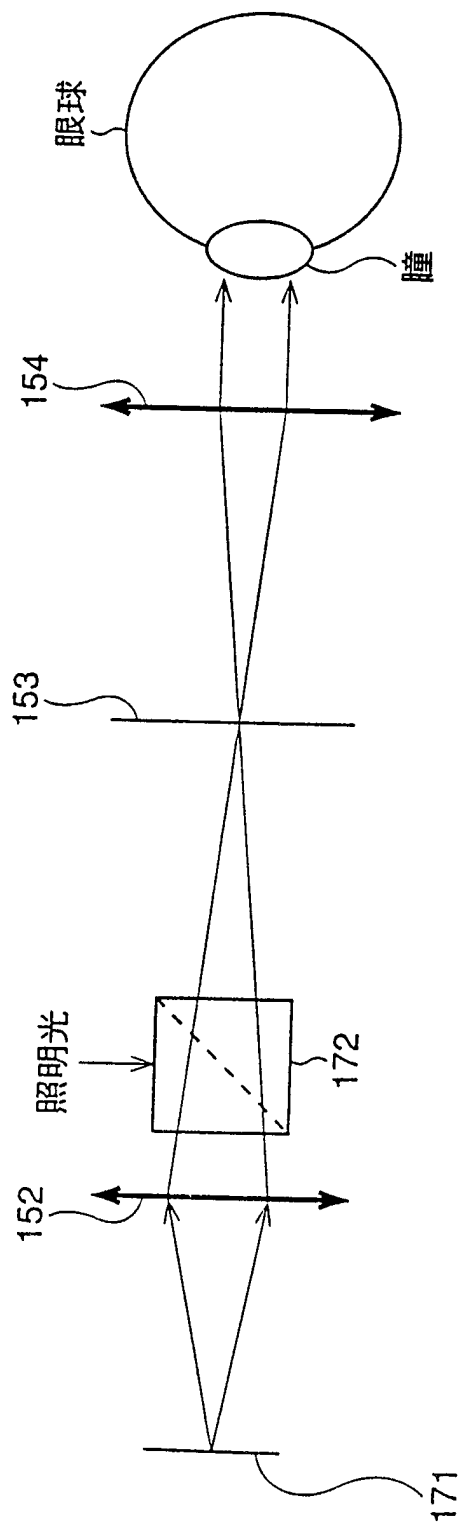
第70図



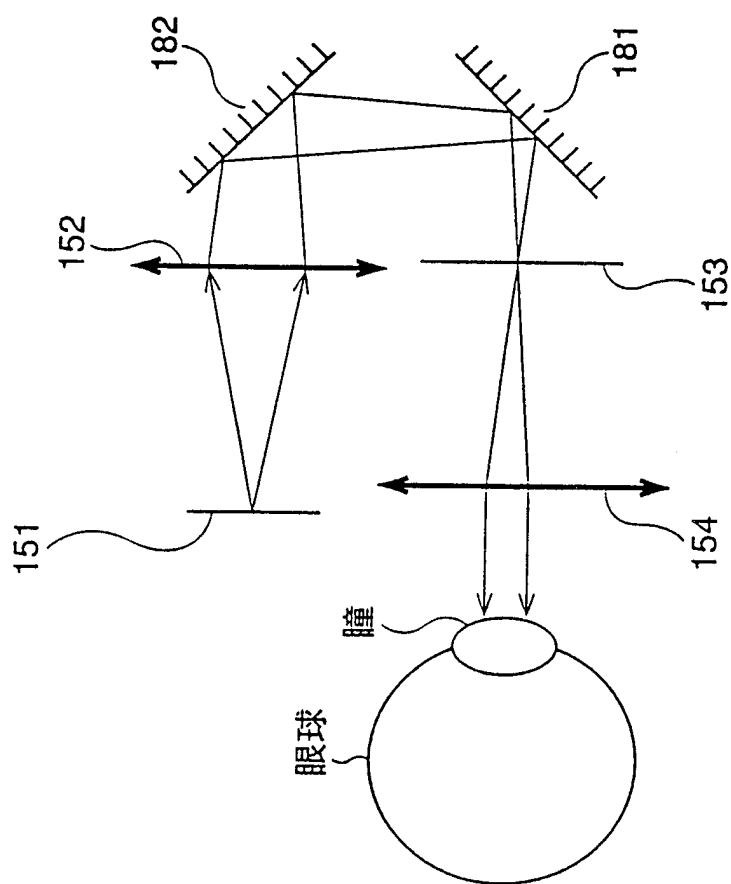
第 7 1 図



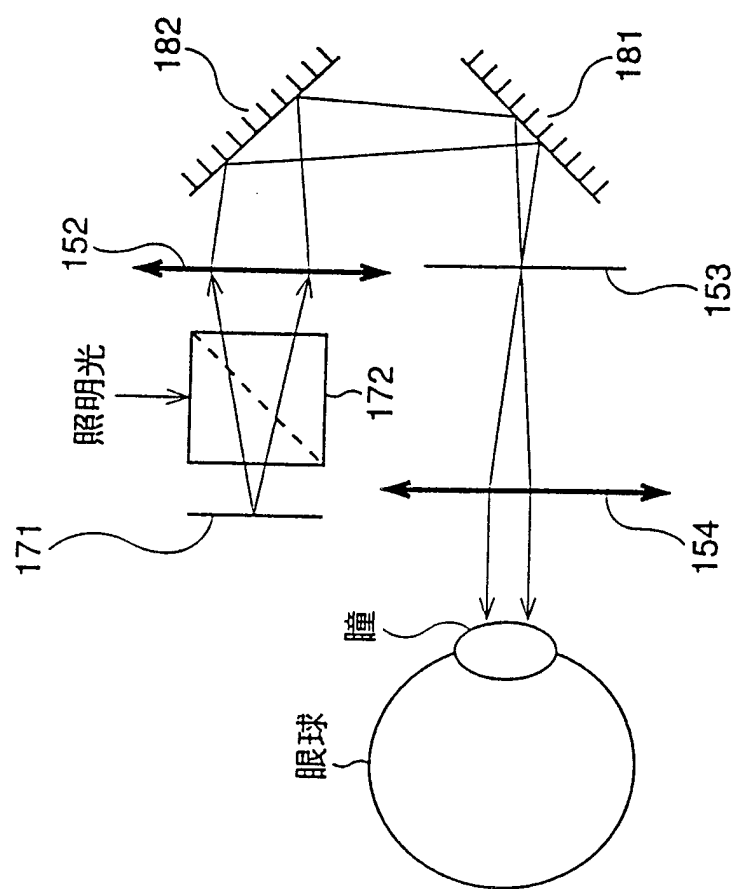
第72図



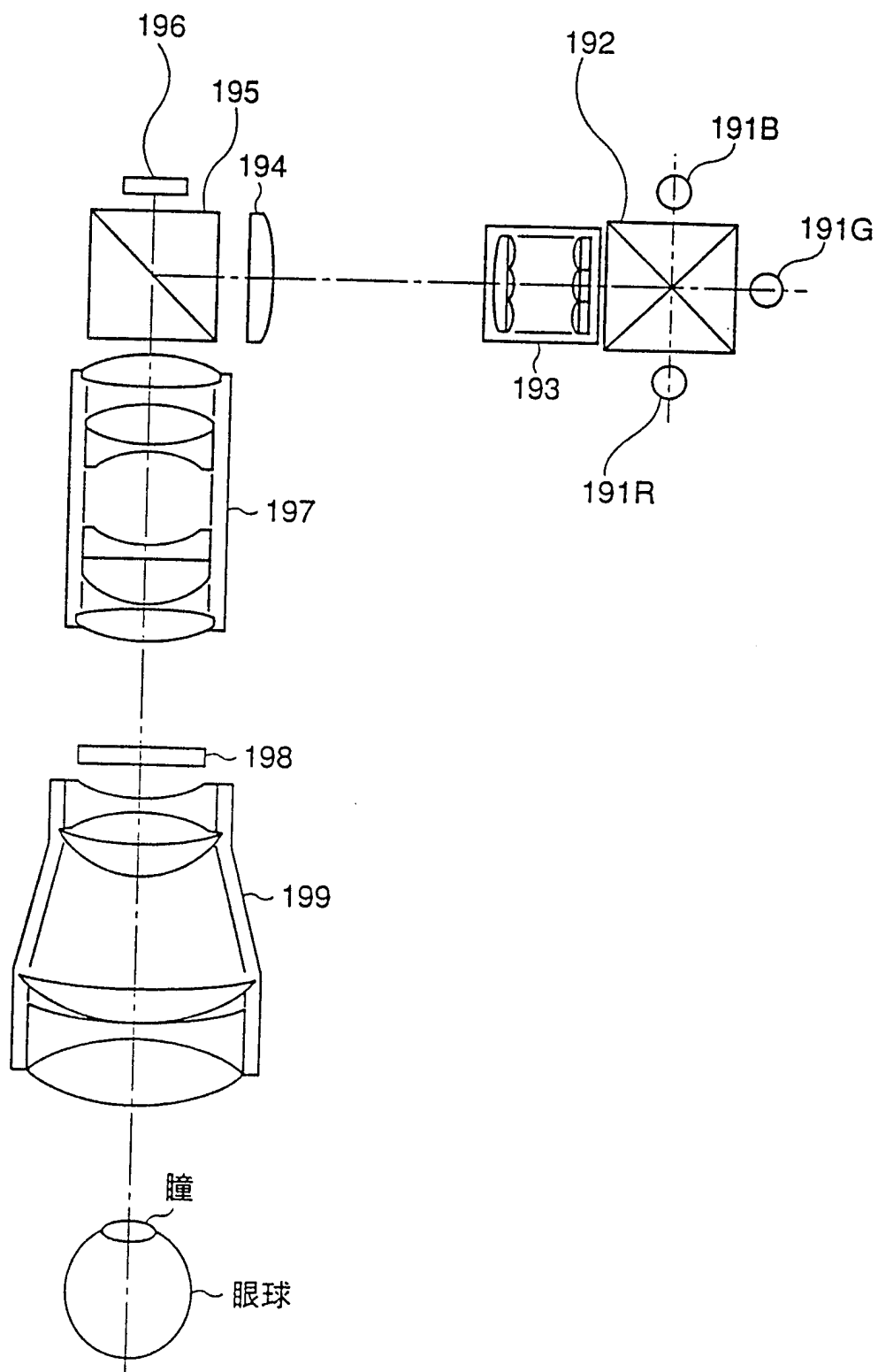
第 7 3 図



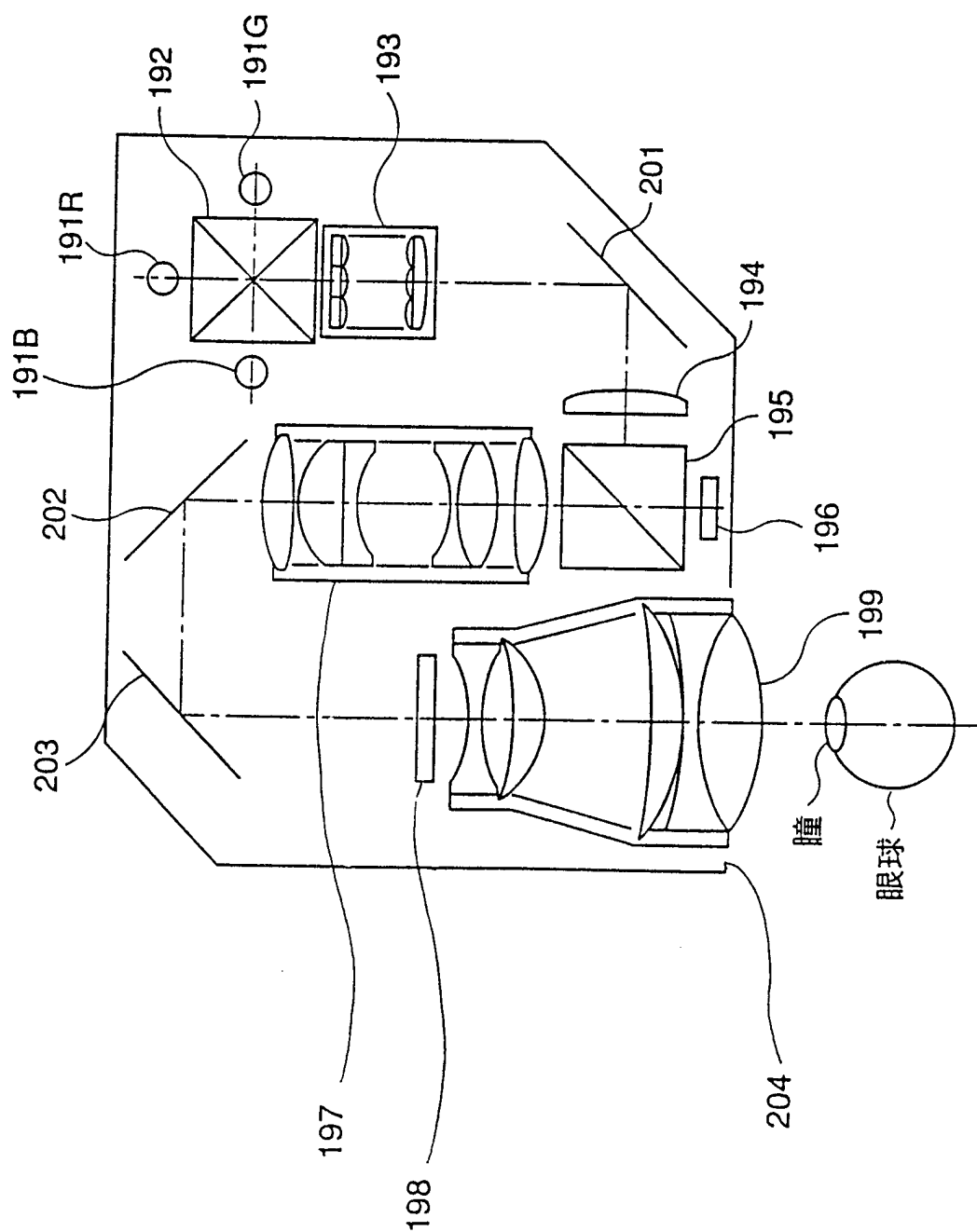
第74図



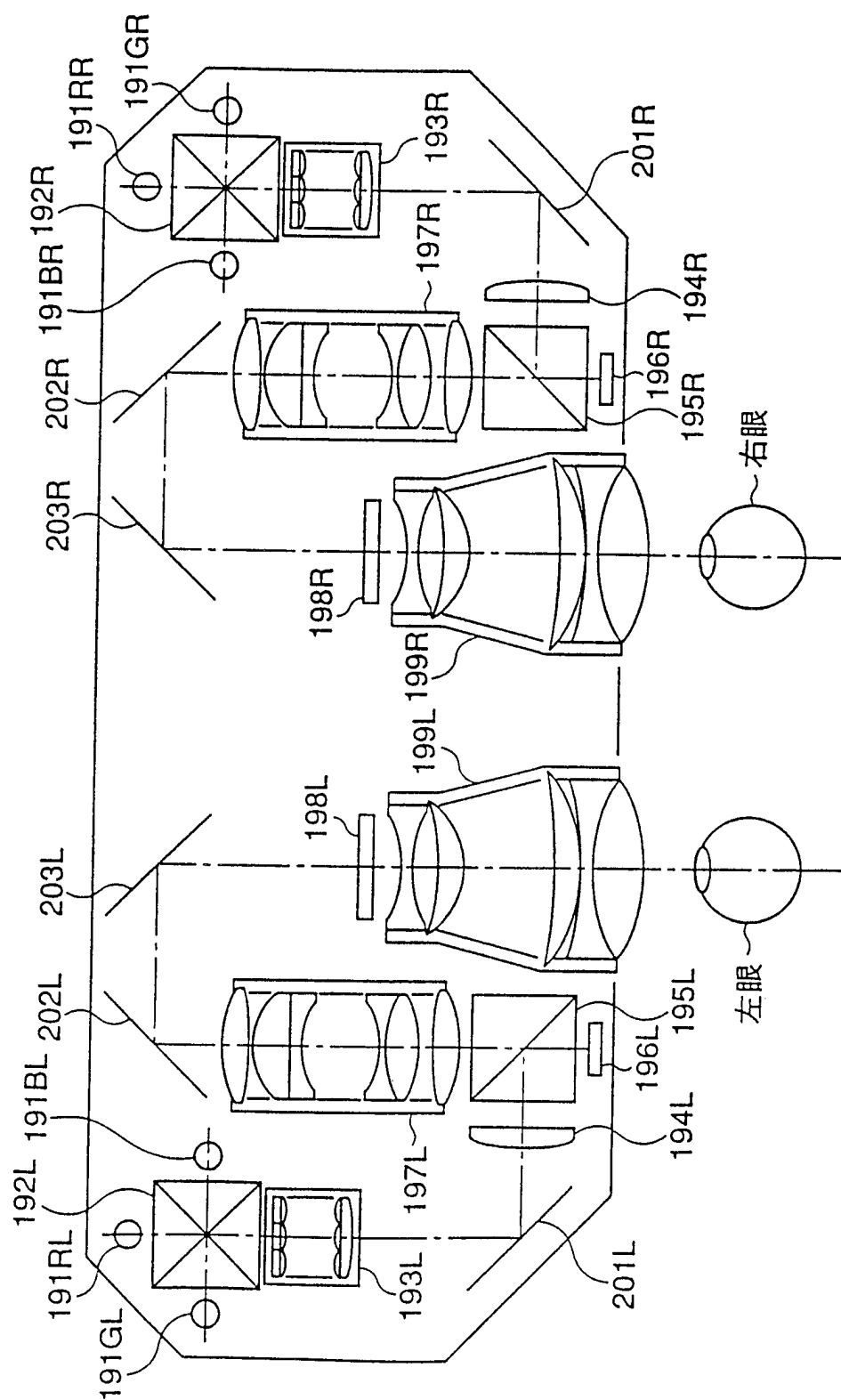
第 7 5 図



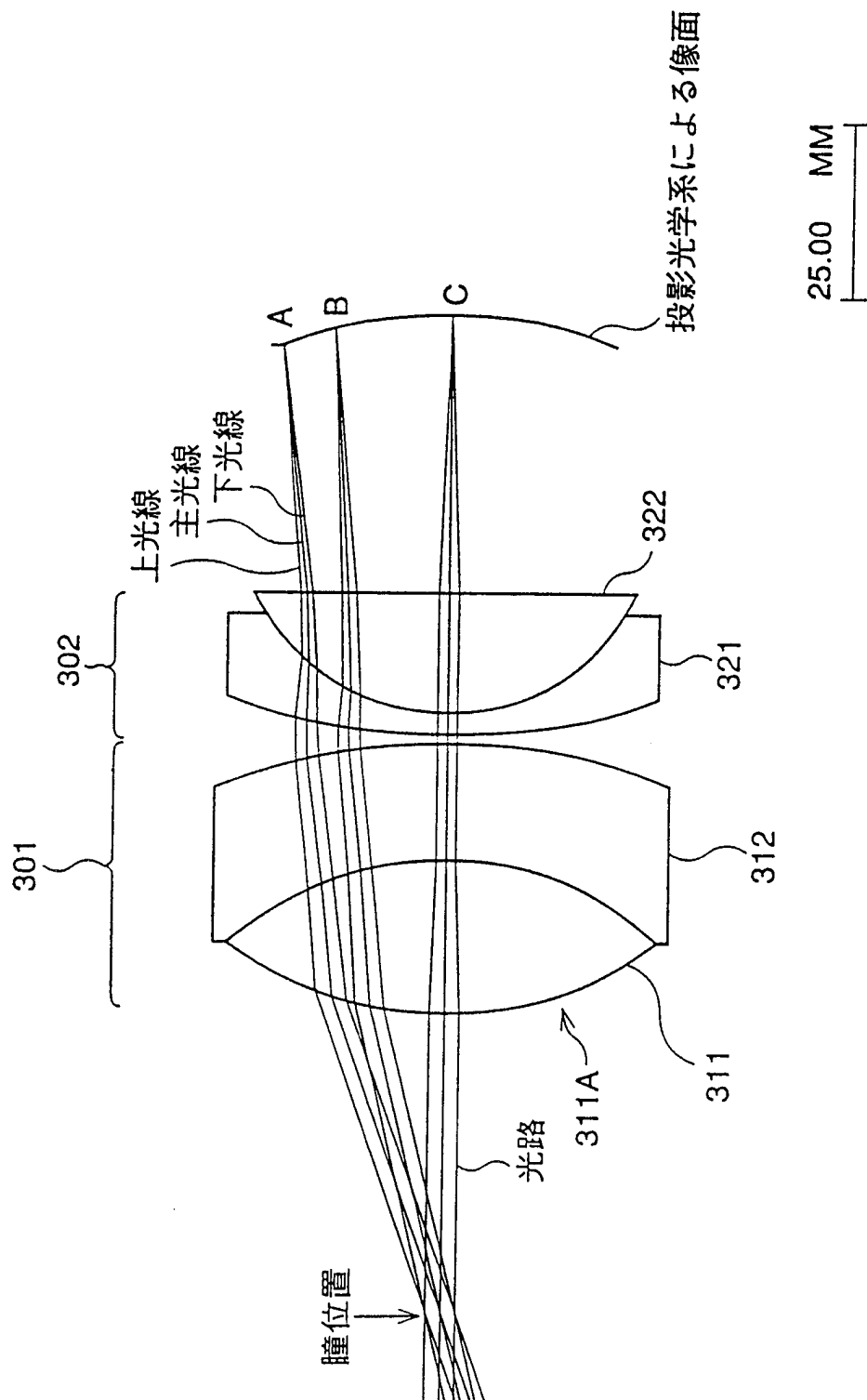
第76図



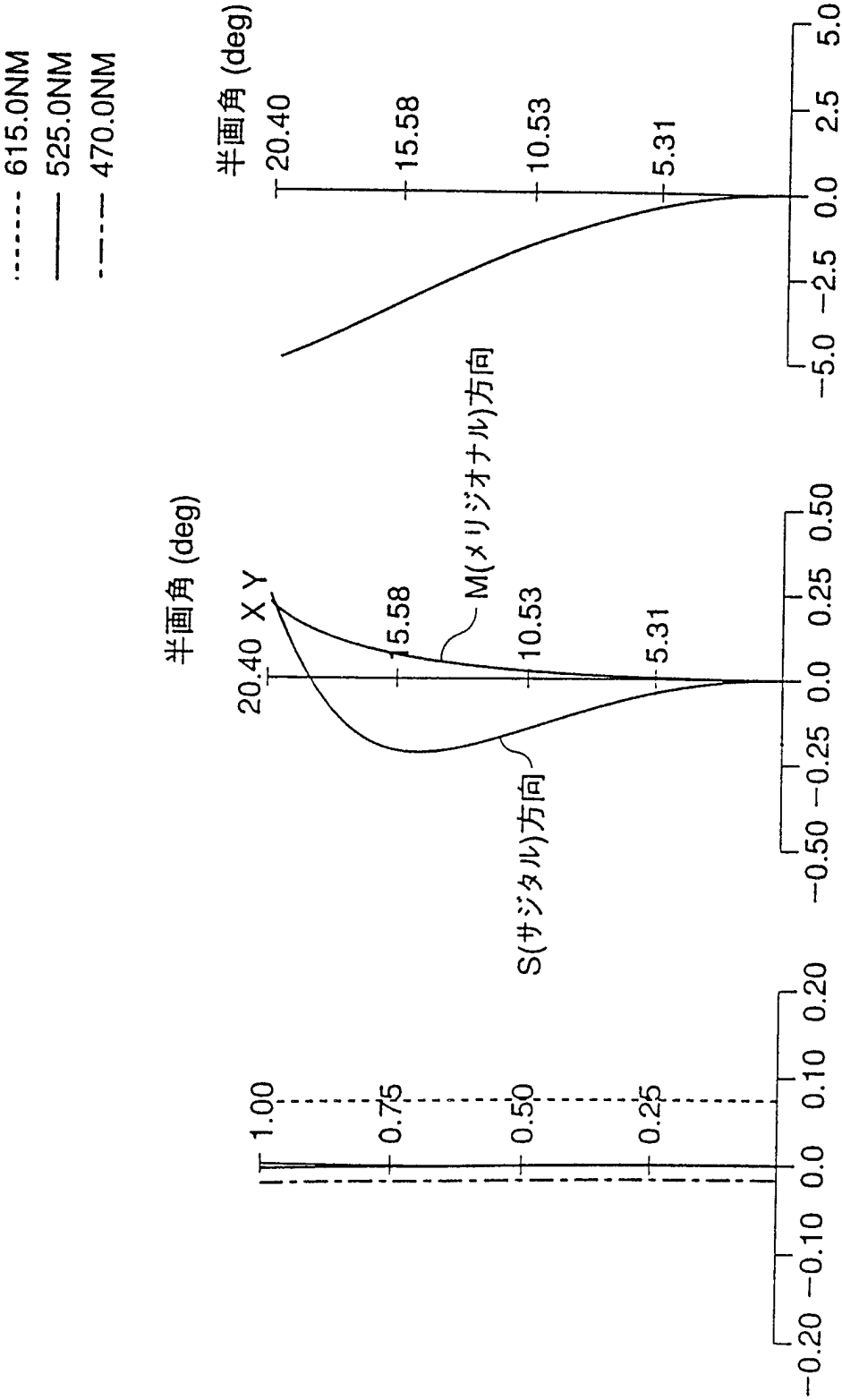
第七圖



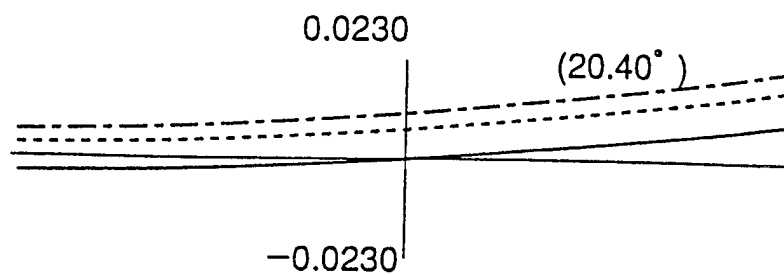
第78図



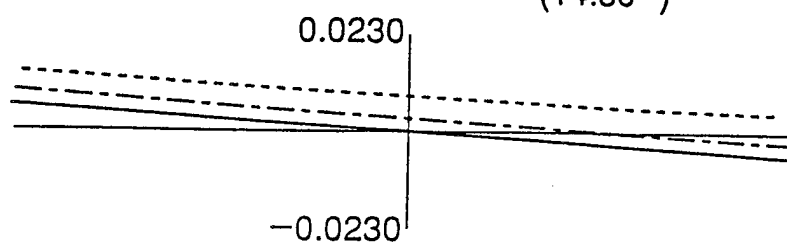
第 7 9 図



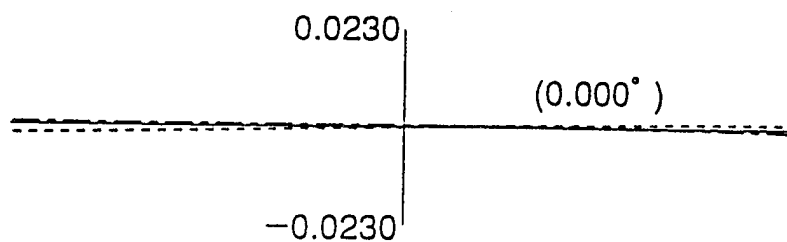
第 8 0 図 A



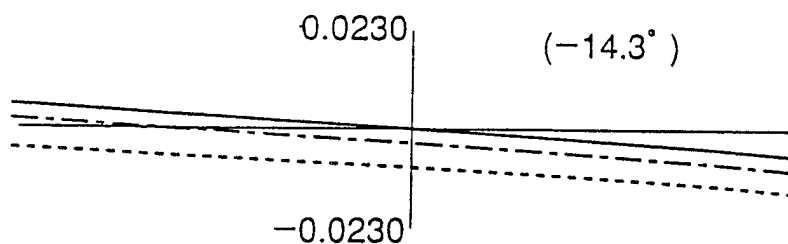
第 8 0 図 B



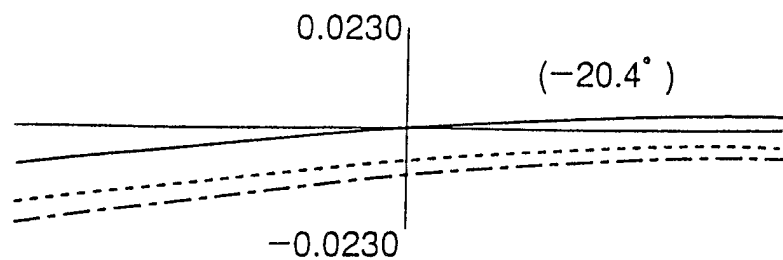
第 8 0 図 C



第 8 0 図 D

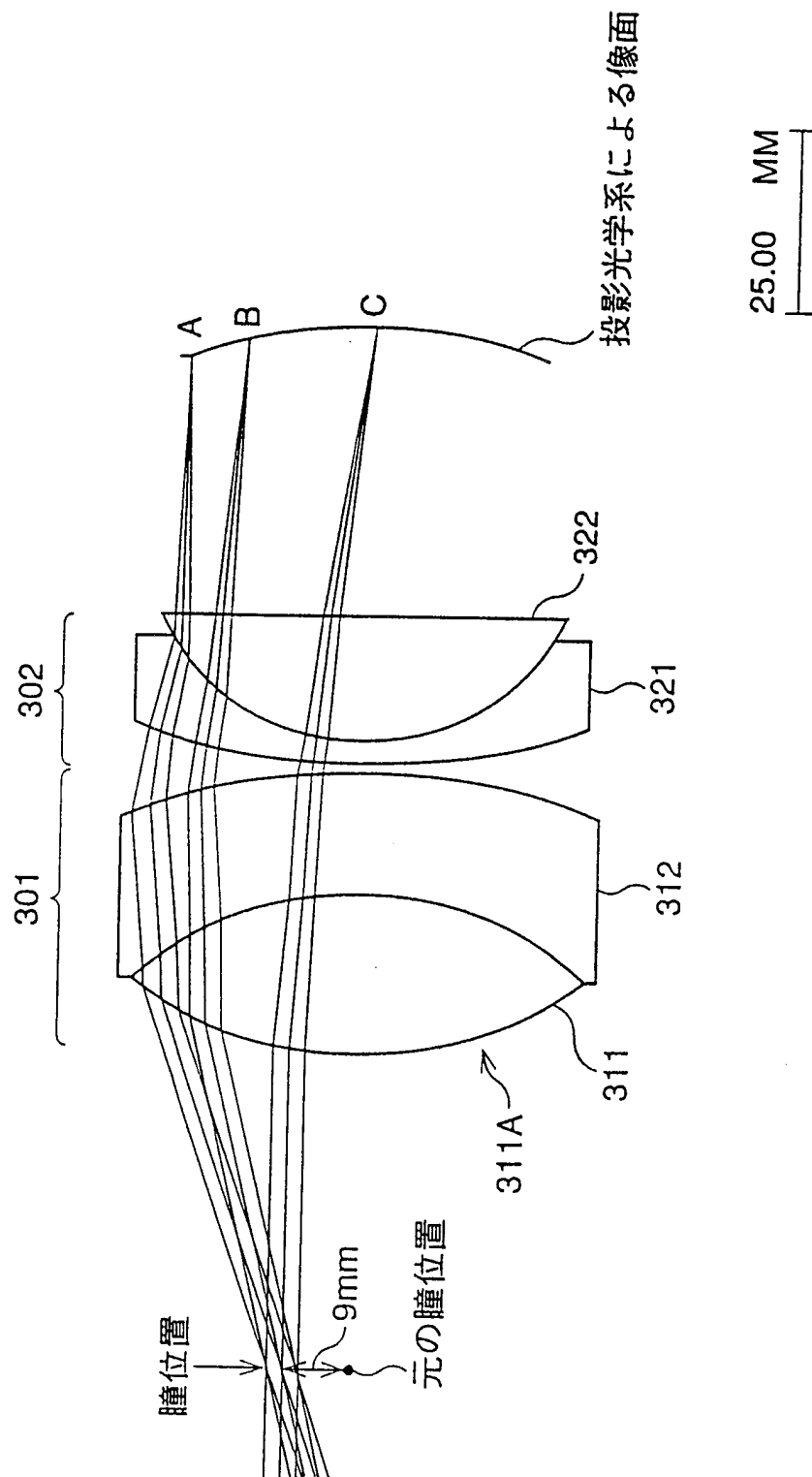


第 8 0 図 E

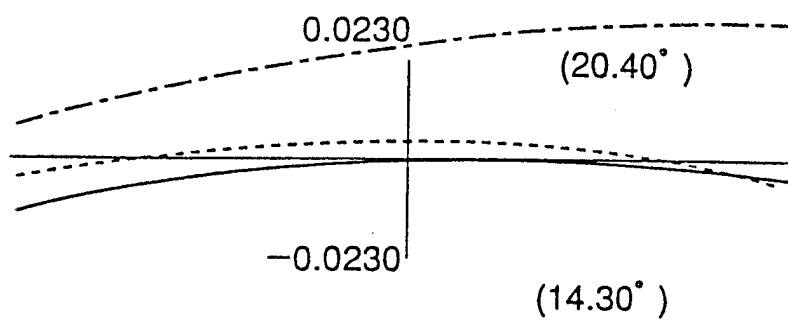


..... 615.0NM ——— 525.0NM - - - - 470.0NM

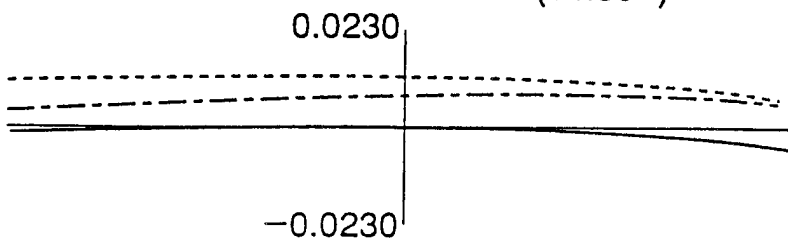
第 8 1 図



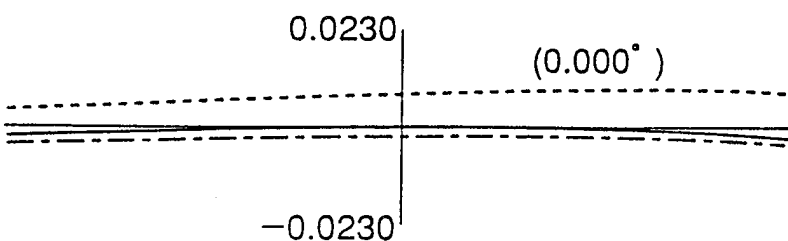
第 8 2 図 A



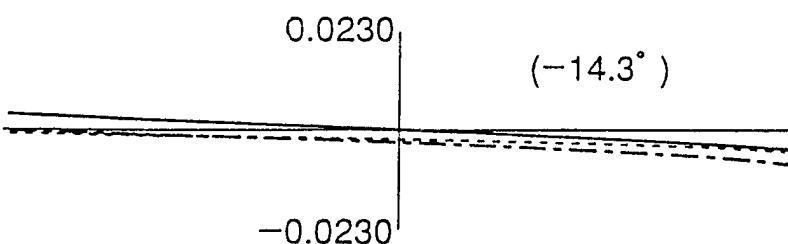
第 8 2 図 B



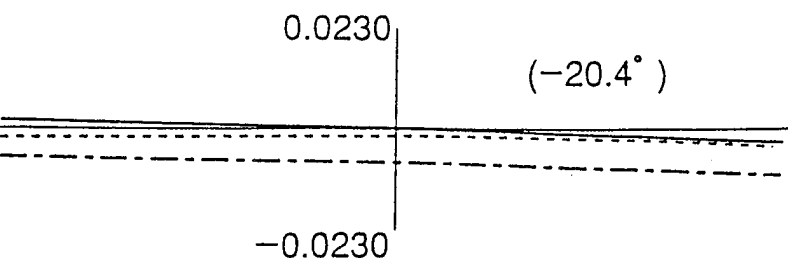
第 8 2 図 C



第 8 2 図 D

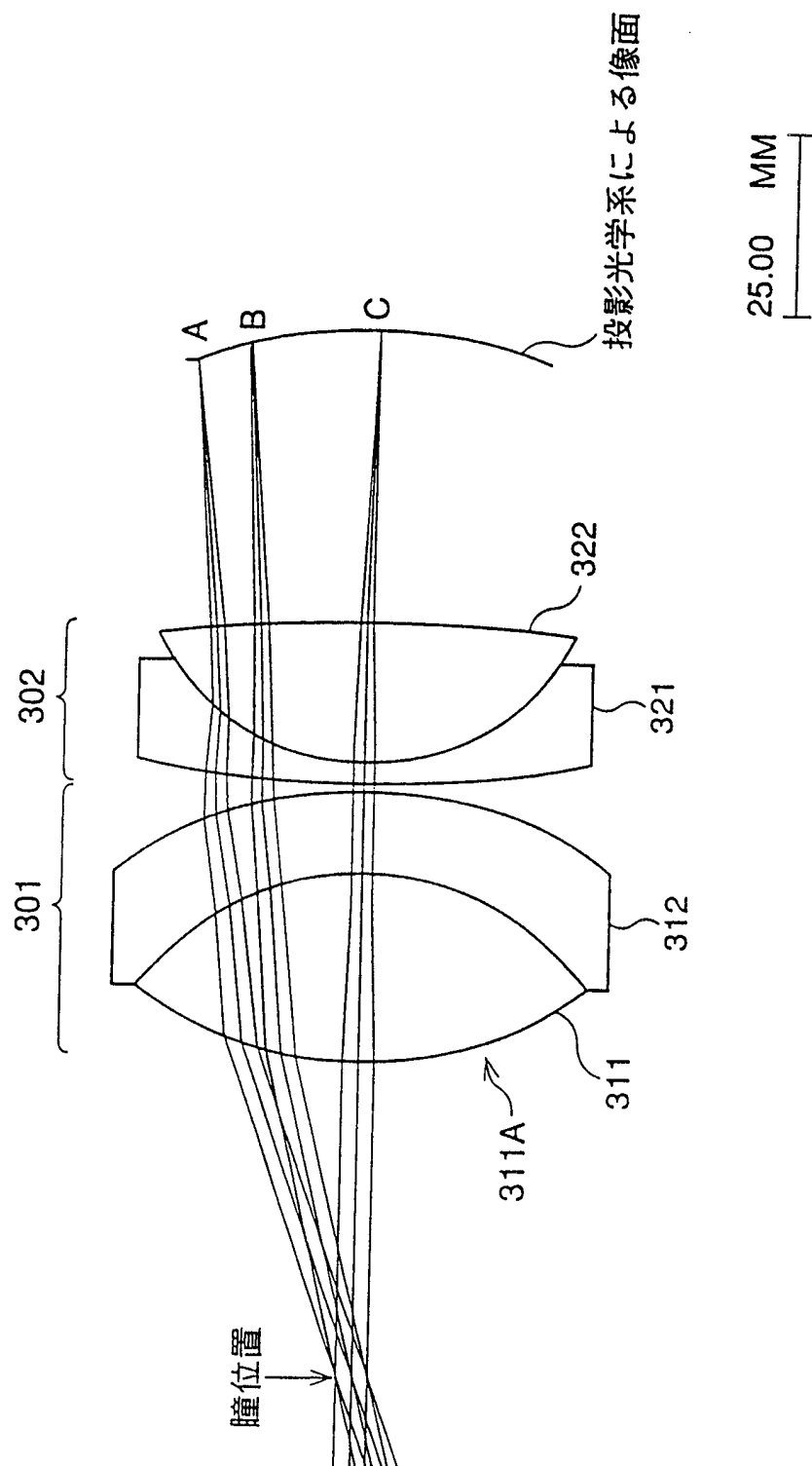


第 8 2 図 E

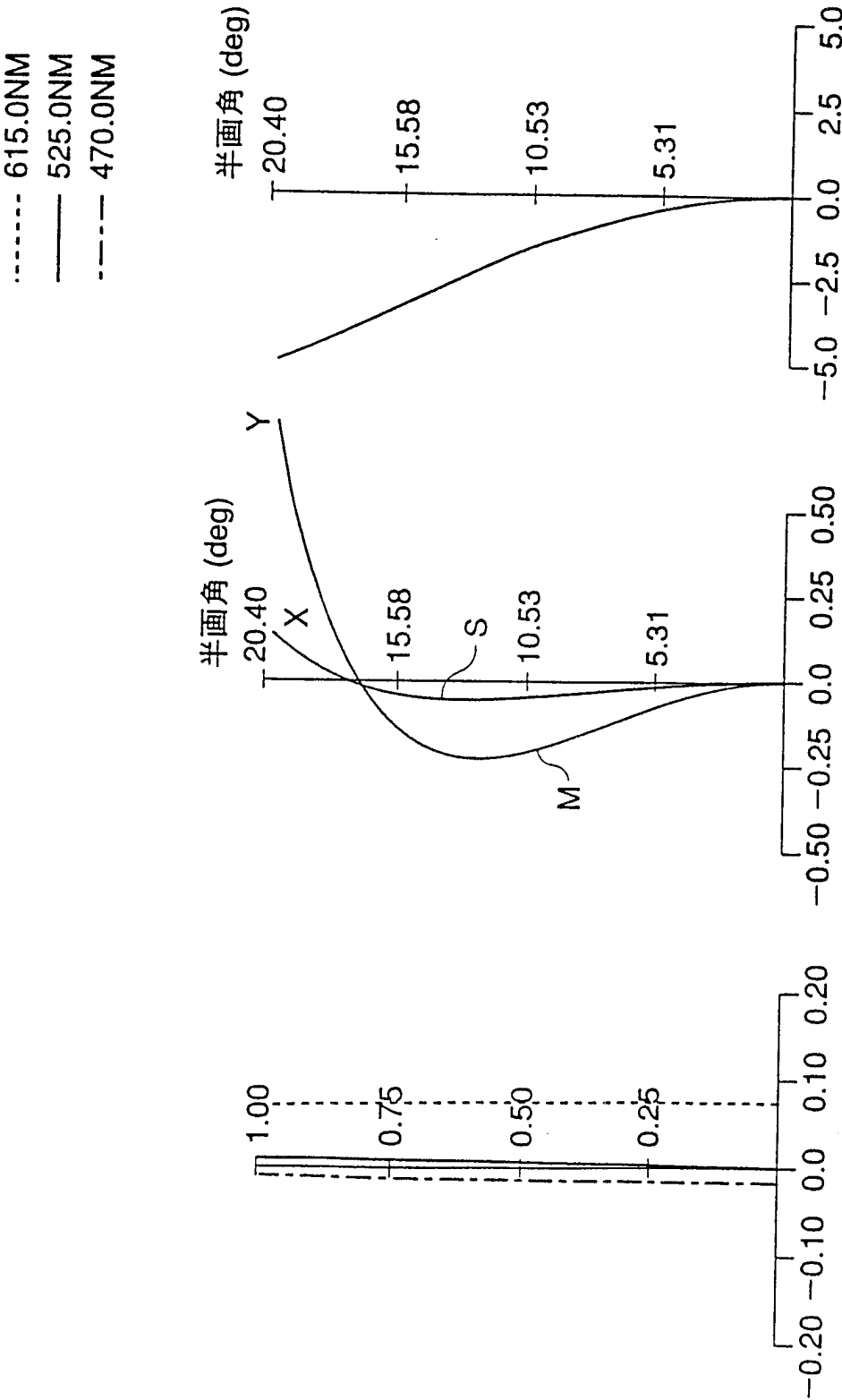


..... 615.0NM ——— 525.0NM - - - - 470.0NM

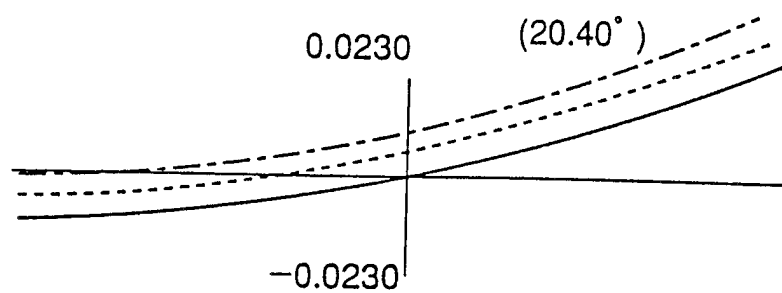
第 8 3 図



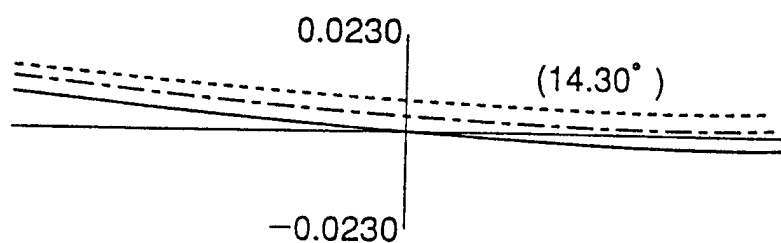
第 8 4 図



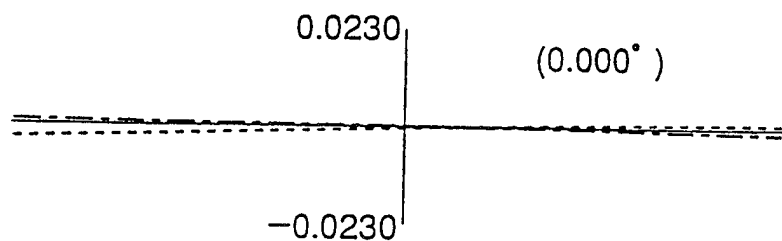
第 8 5 図 A



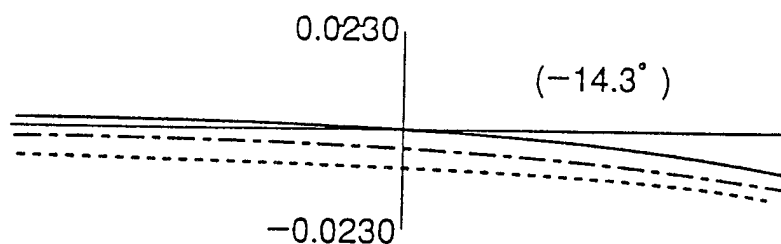
第 8 5 図 B



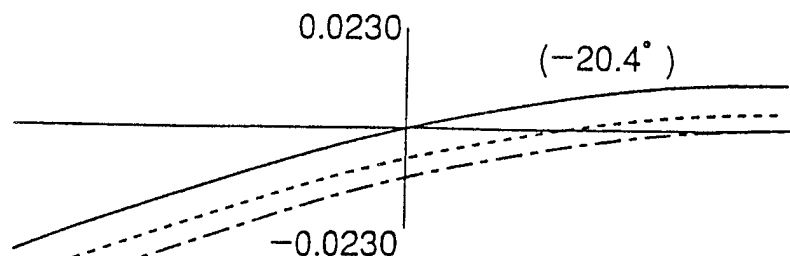
第 8 5 図 C



第 8 5 図 D

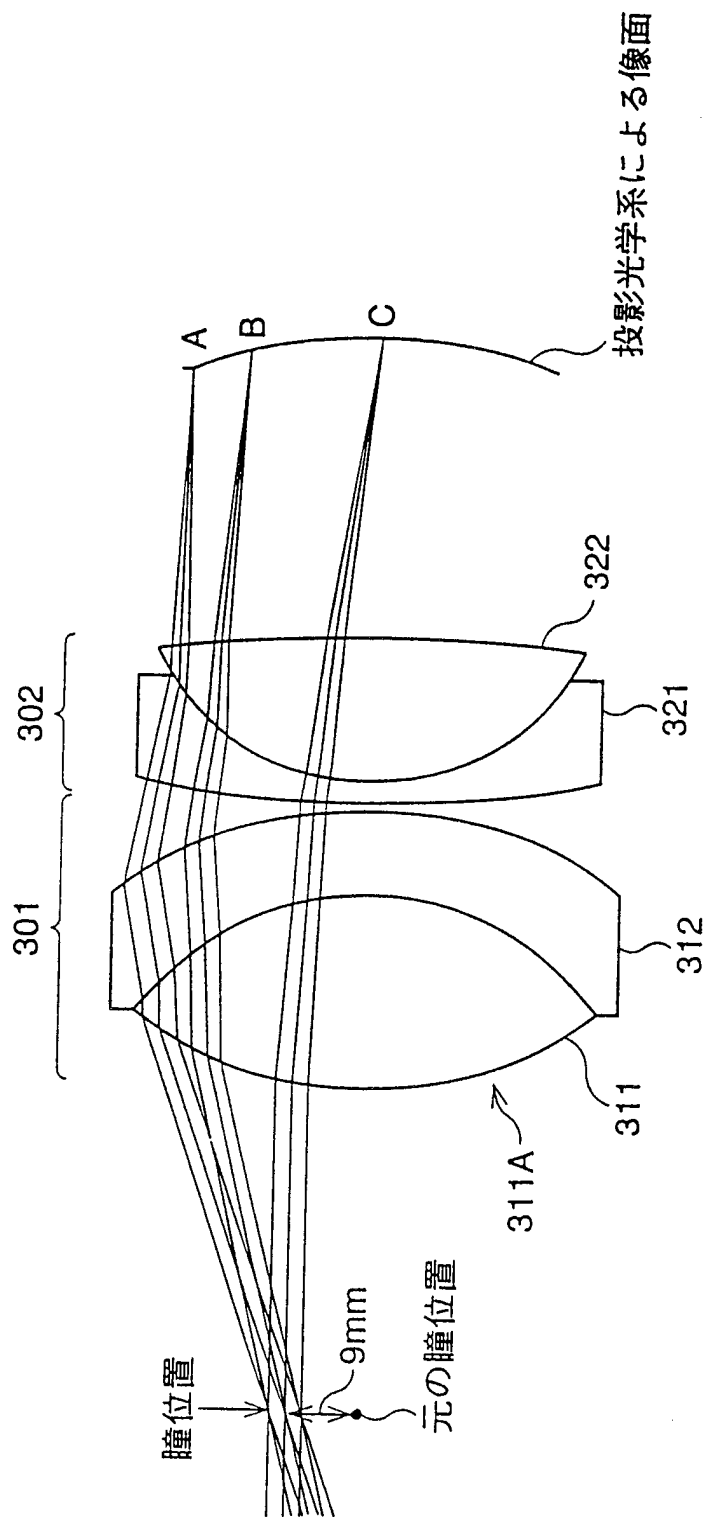


第 8 5 図 E

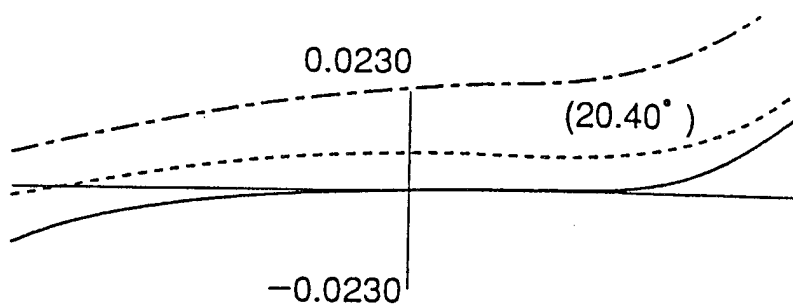


..... 615.0NM ——— 525.0NM - - - - 470.0NM

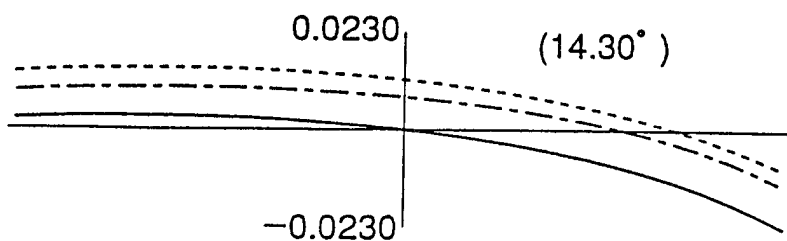
第 8 6 図



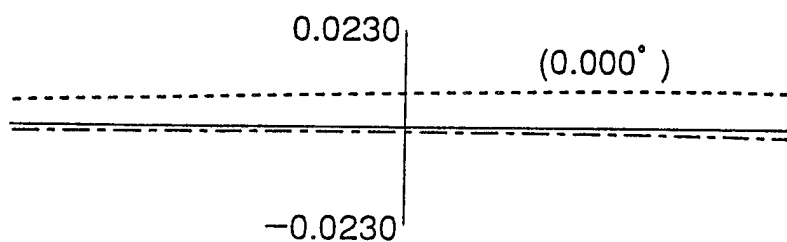
第 8 7 図 A



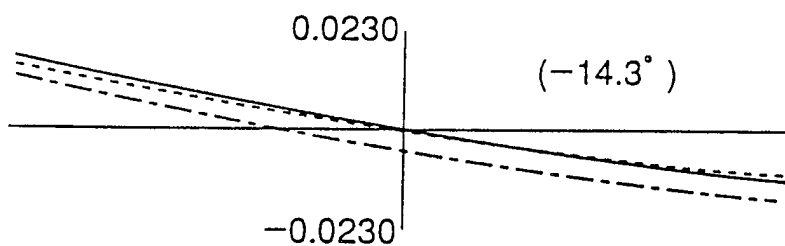
第 8 7 図 B



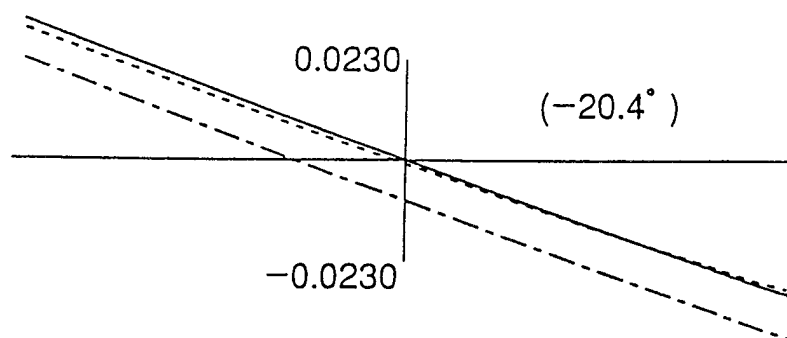
第 8 7 図 C



第 8 7 図 D

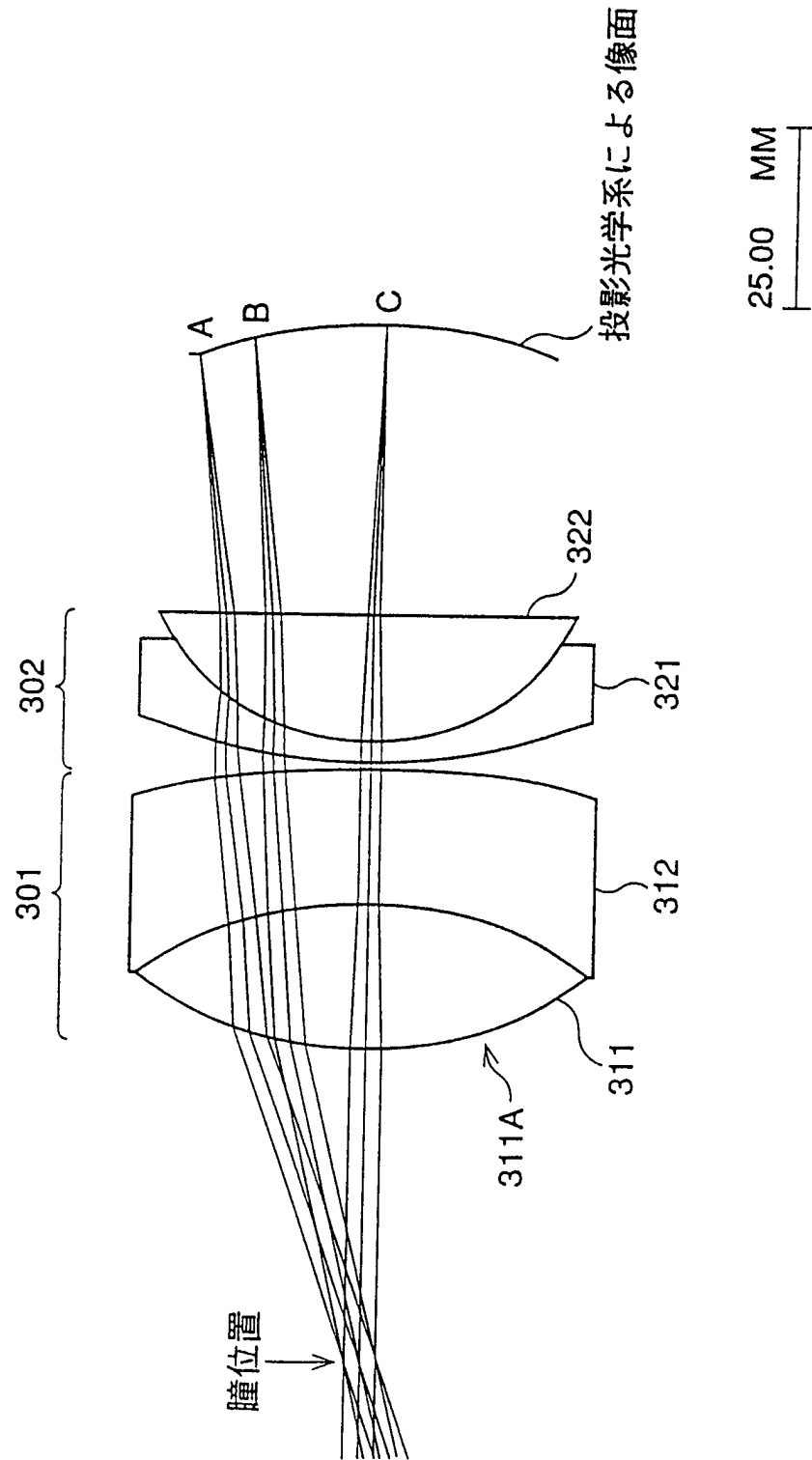


第 8 7 図 E

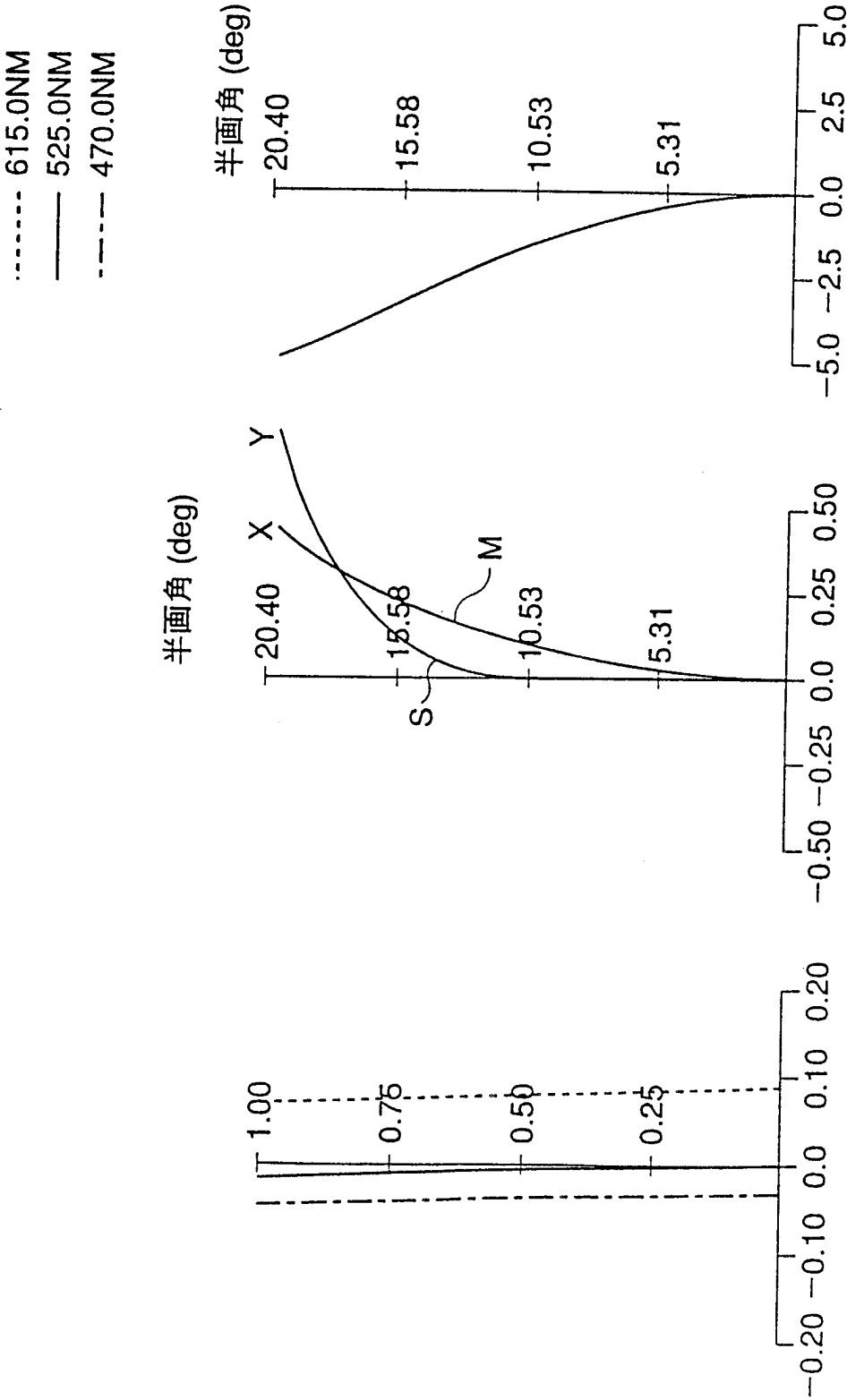


..... 615.0NM ——— 525.0NM - - - - 470.0NM

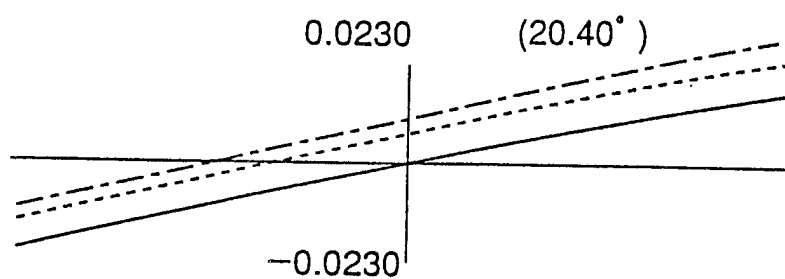
第 8 8 図



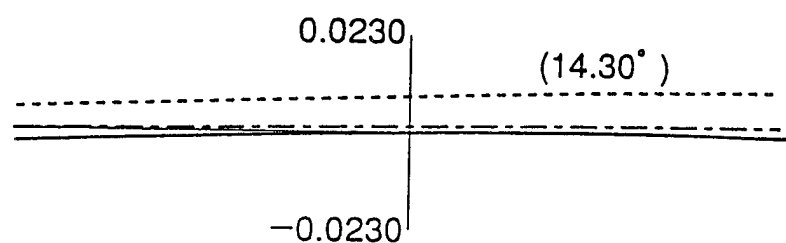
第 8 9 図



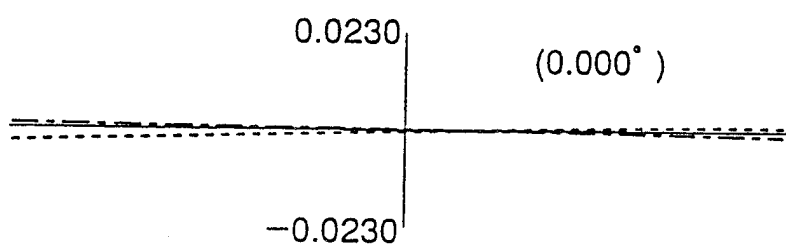
第90図A



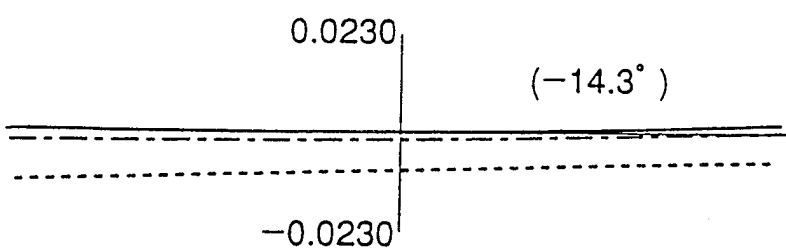
第90図B



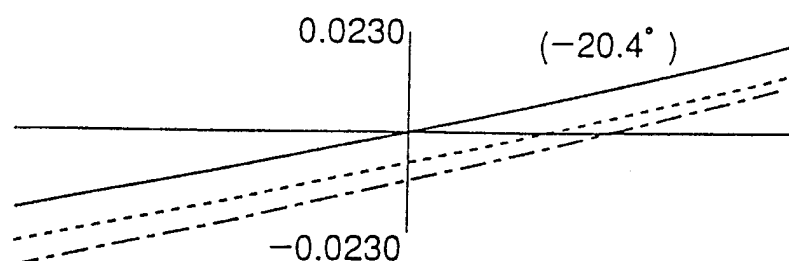
第90図C



第90図D

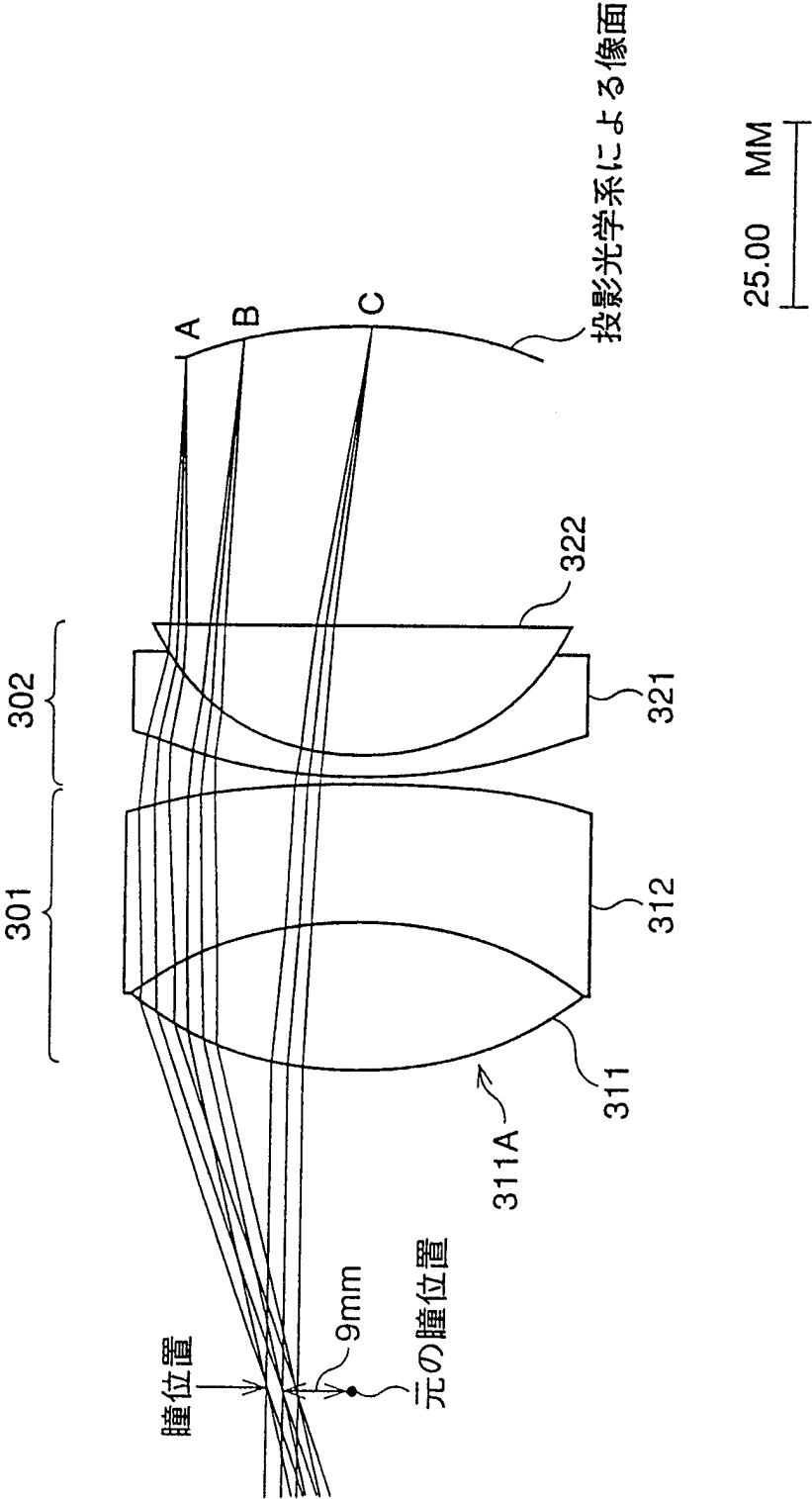


第90図E

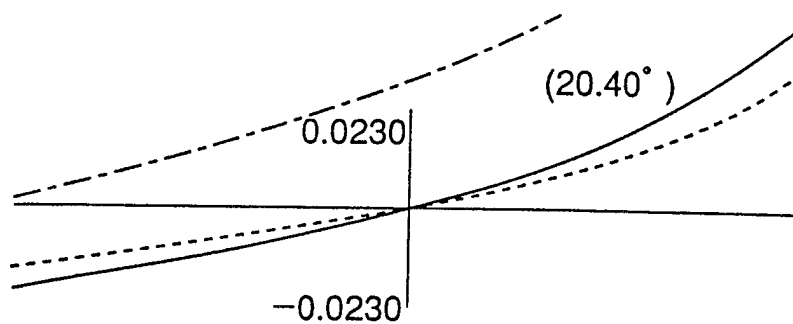


..... 615.0NM ——— 525.0NM - - - - 470.0NM

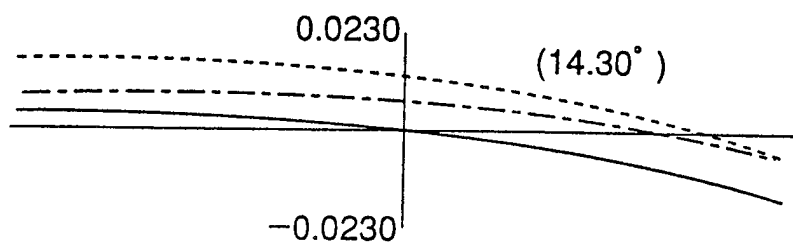
第91図



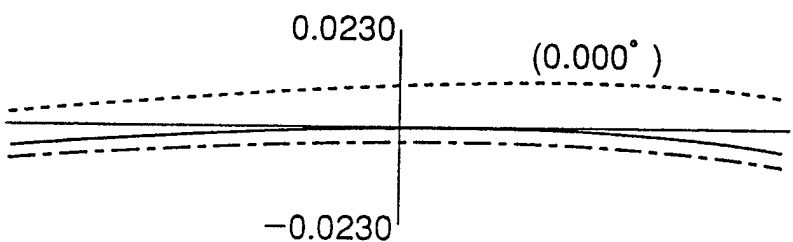
第 9 2 図 A



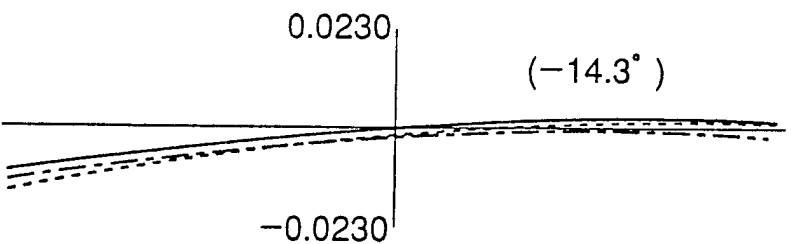
第 9 2 図 B



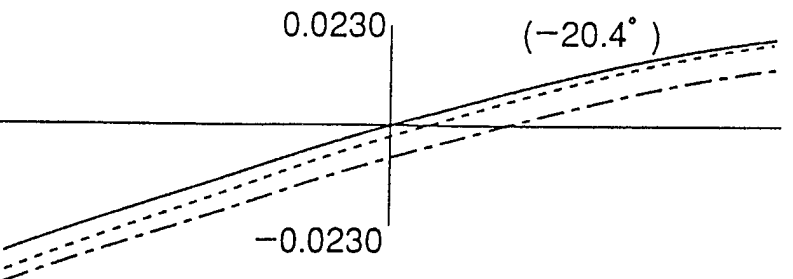
第 9 2 図 C



第 9 2 図 D

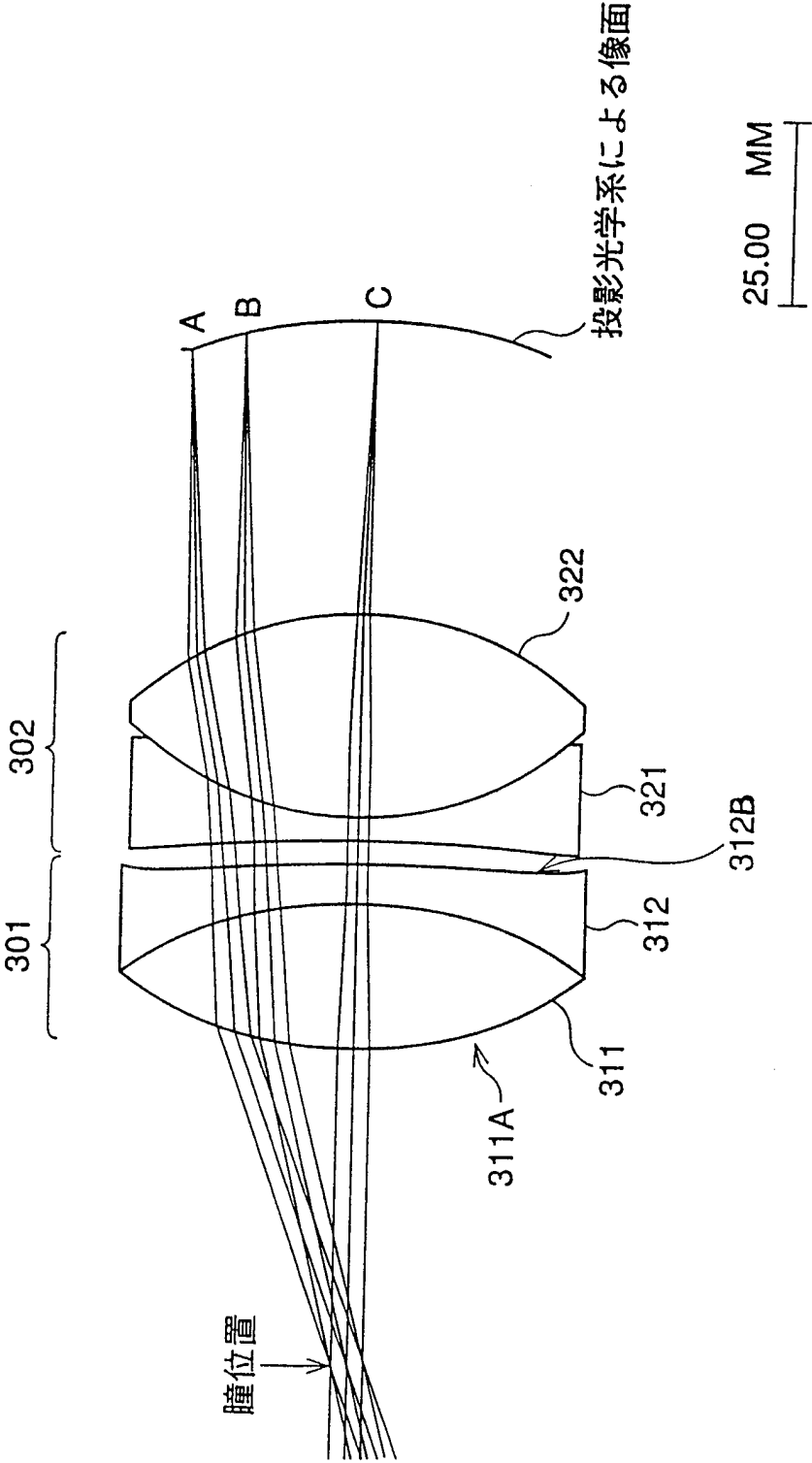


第 9 2 図 E

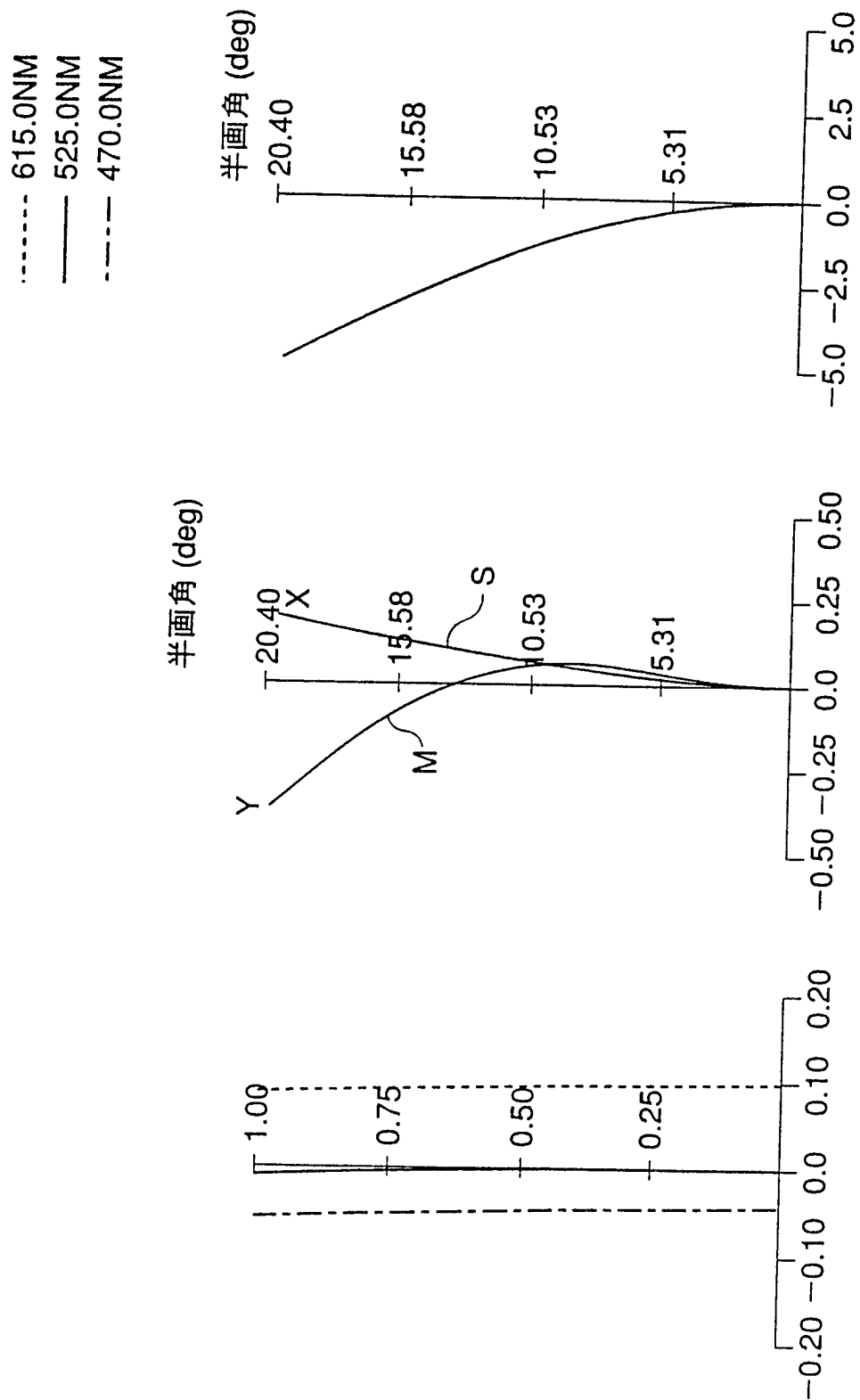


..... 615.0NM ——— 525.0NM - - - - 470.0NM

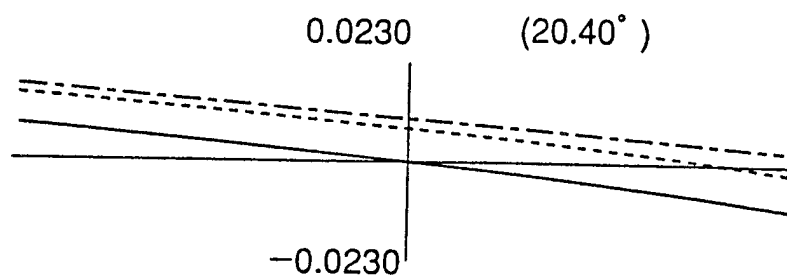
第 9 3 図



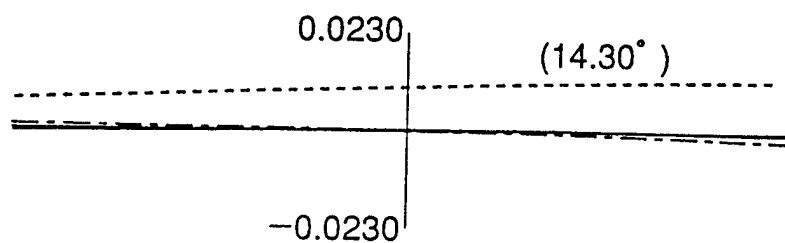
第9 4図



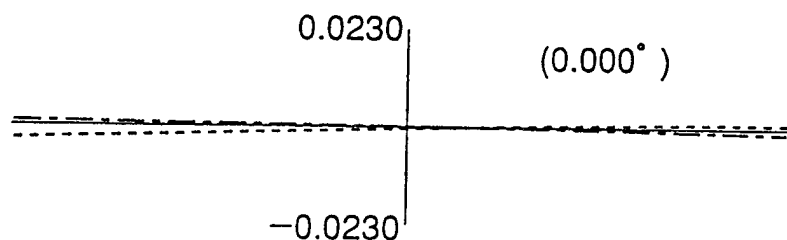
第 9 5 図 A



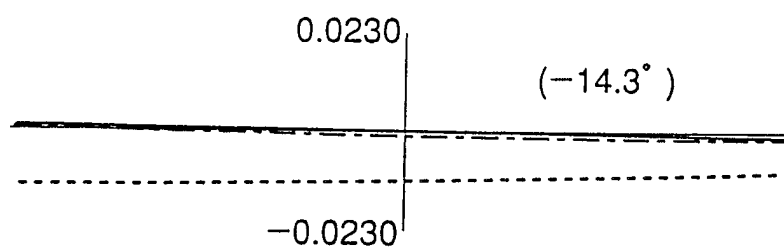
第 9 5 図 B



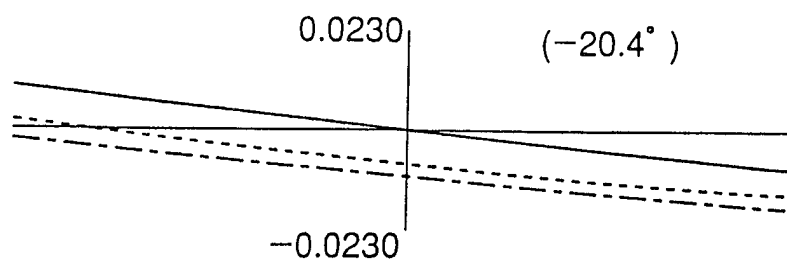
第 9 5 図 C



第 9 5 図 D

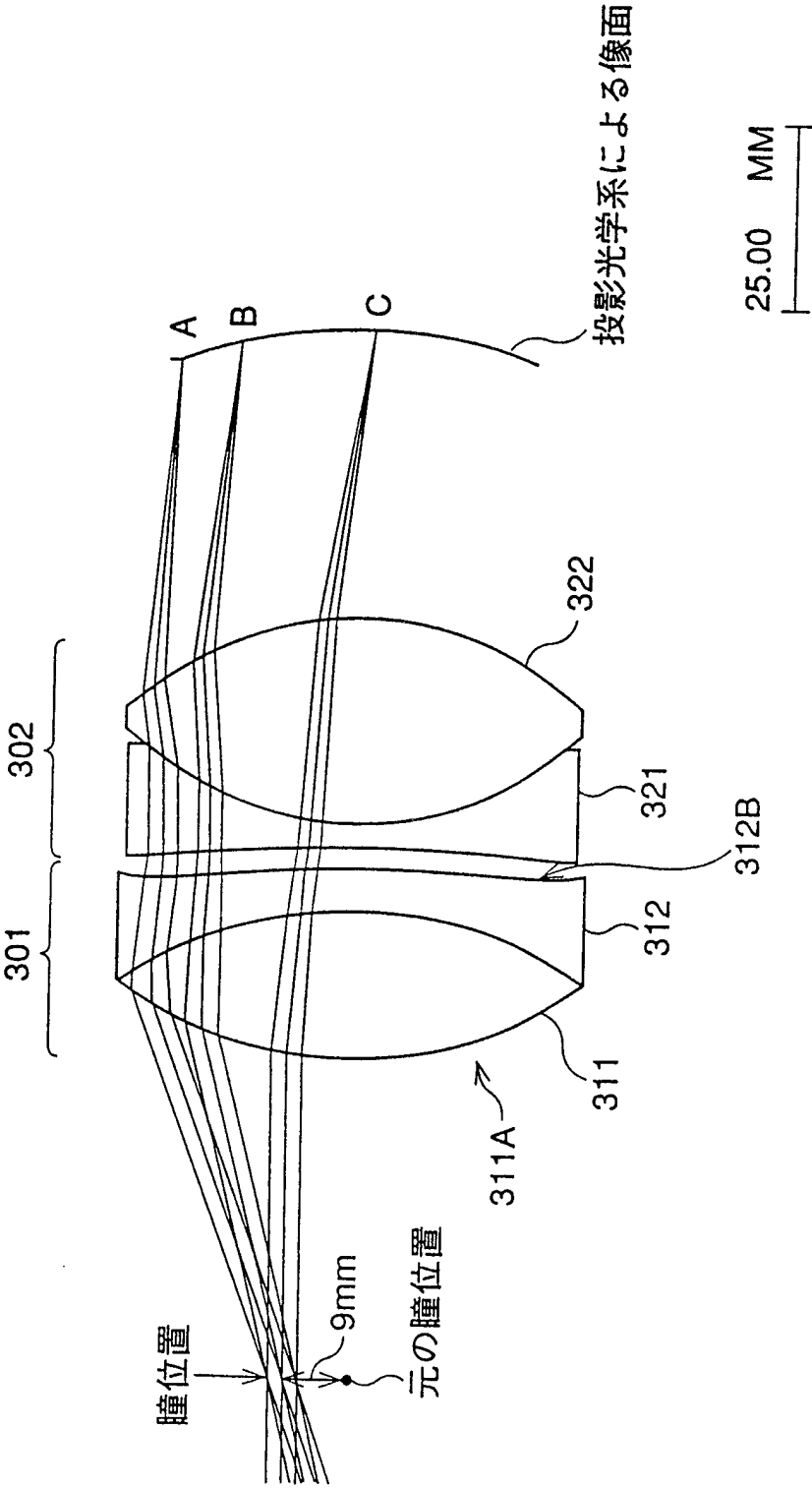


第 9 5 図 E

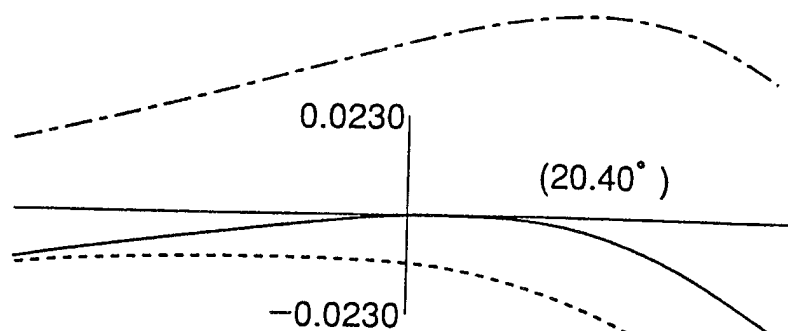


..... 615.0NM ——— 525.0NM - - - - 470.0NM

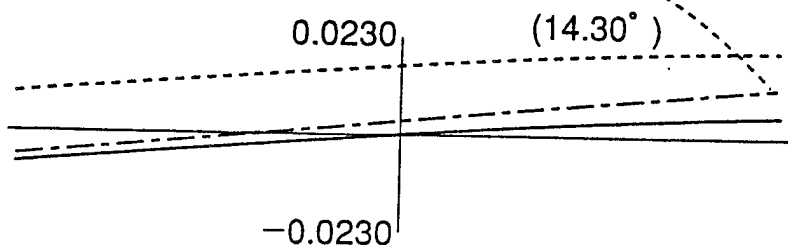
第96図



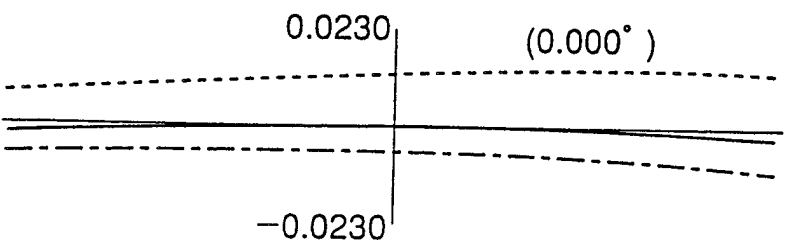
第 9 7 図 A



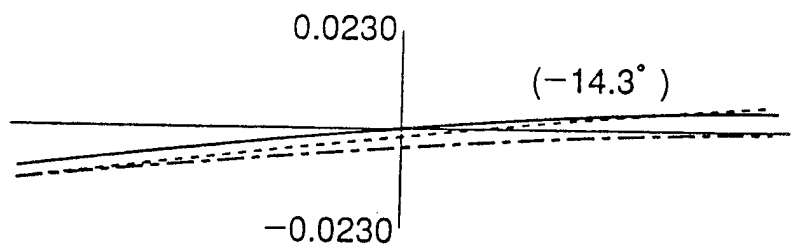
第 9 7 図 B



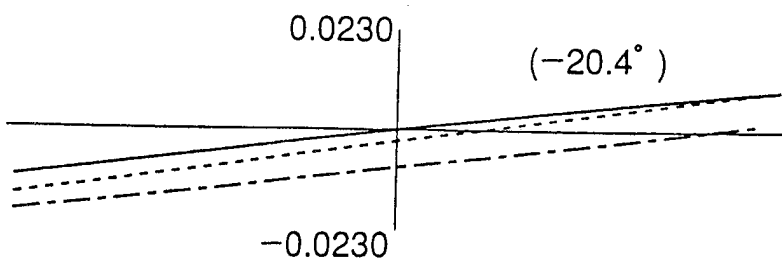
第 9 7 図 C



第 9 7 図 D

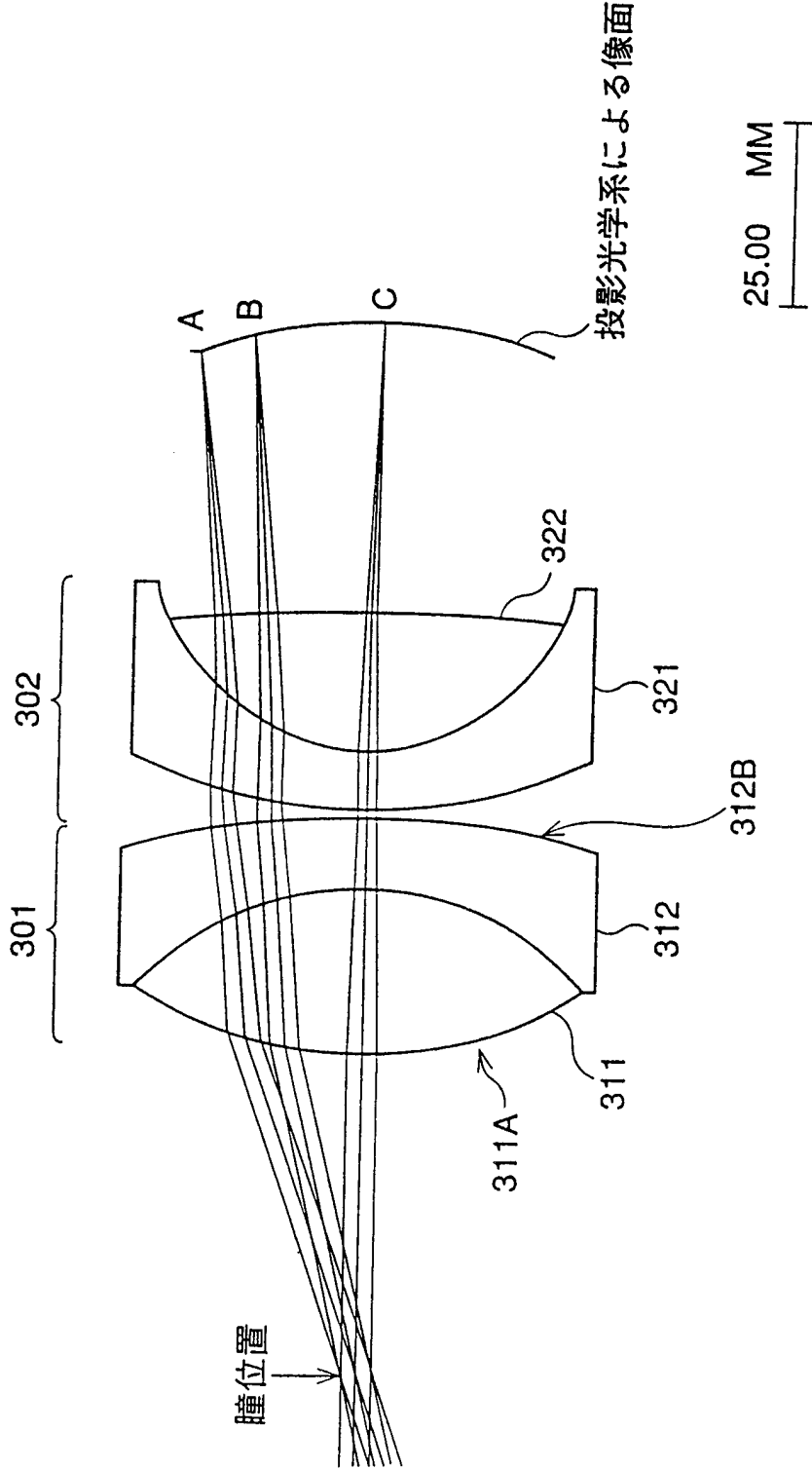


第 9 7 図 E

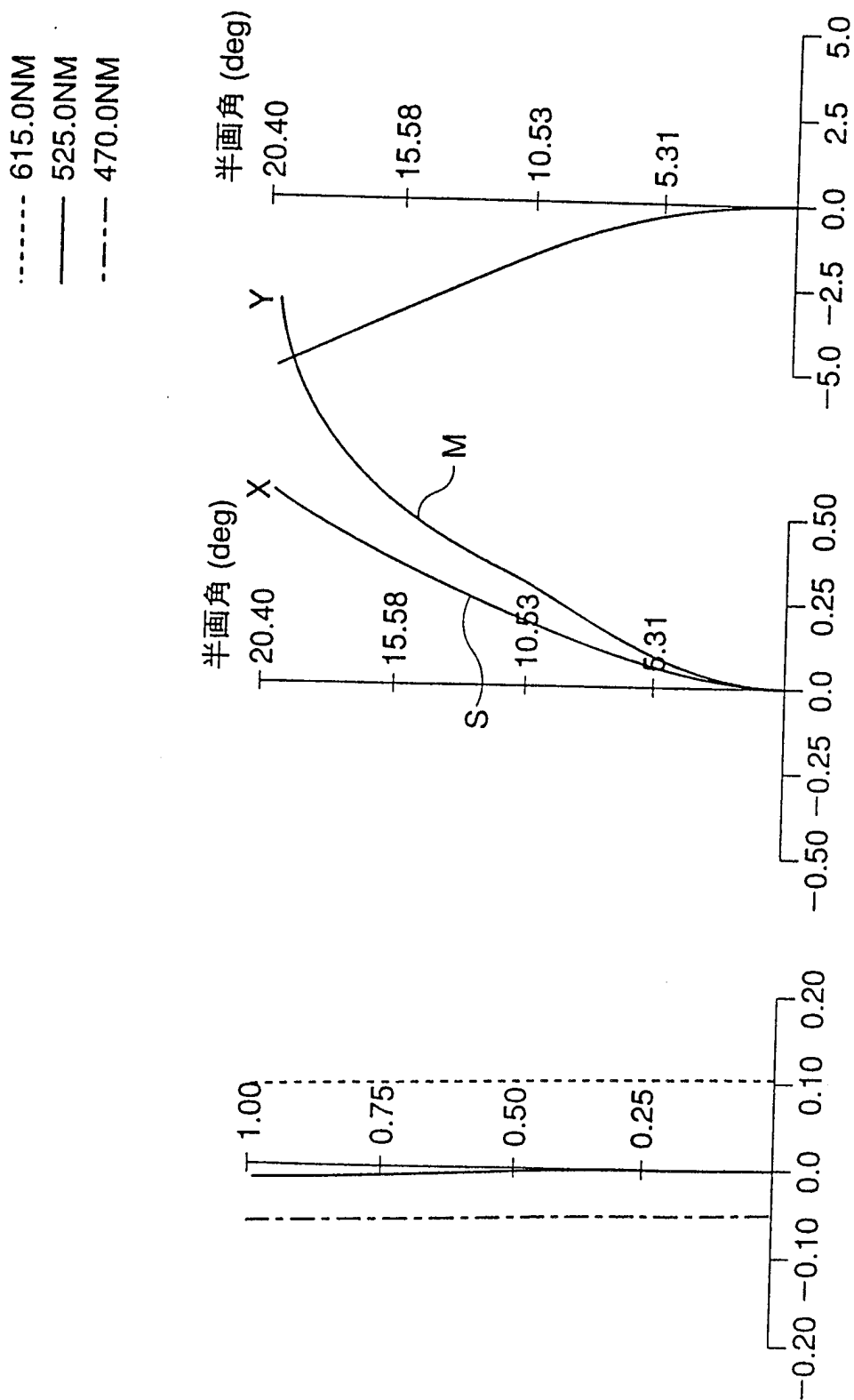


----- 615.0NM ——— 525.0NM - - - - 470.0NM

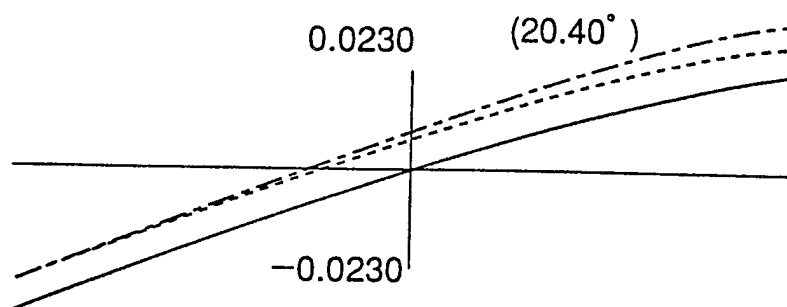
第 9 8 図



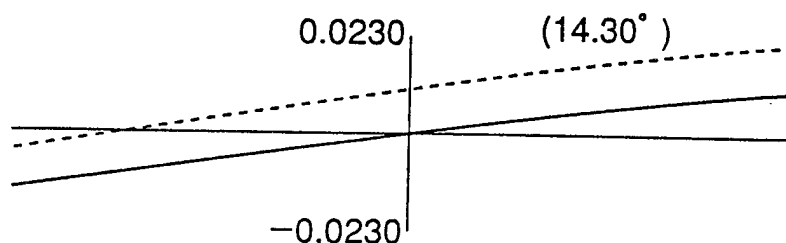
第9図



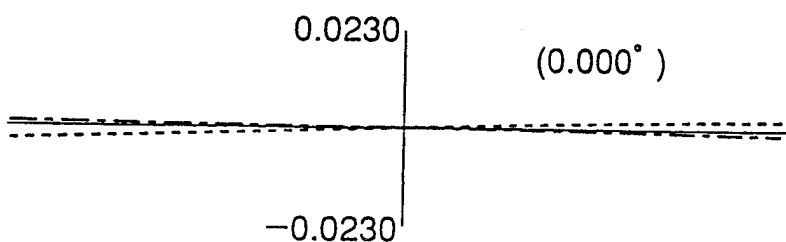
第 1 0 0 図 A



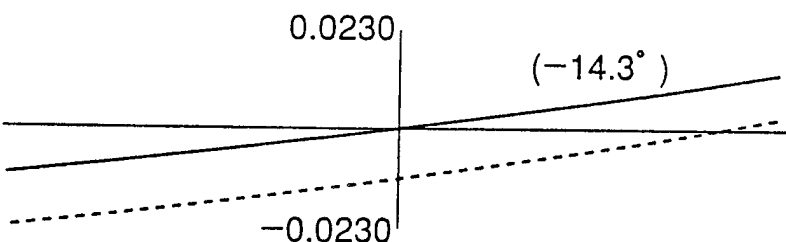
第 1 0 0 図 B



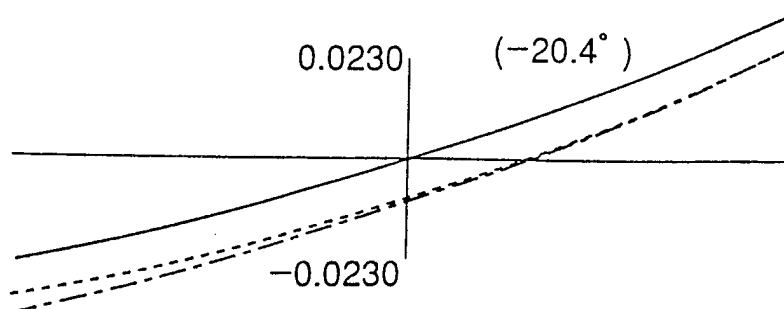
第 1 0 0 図 C



第 1 0 0 図 D

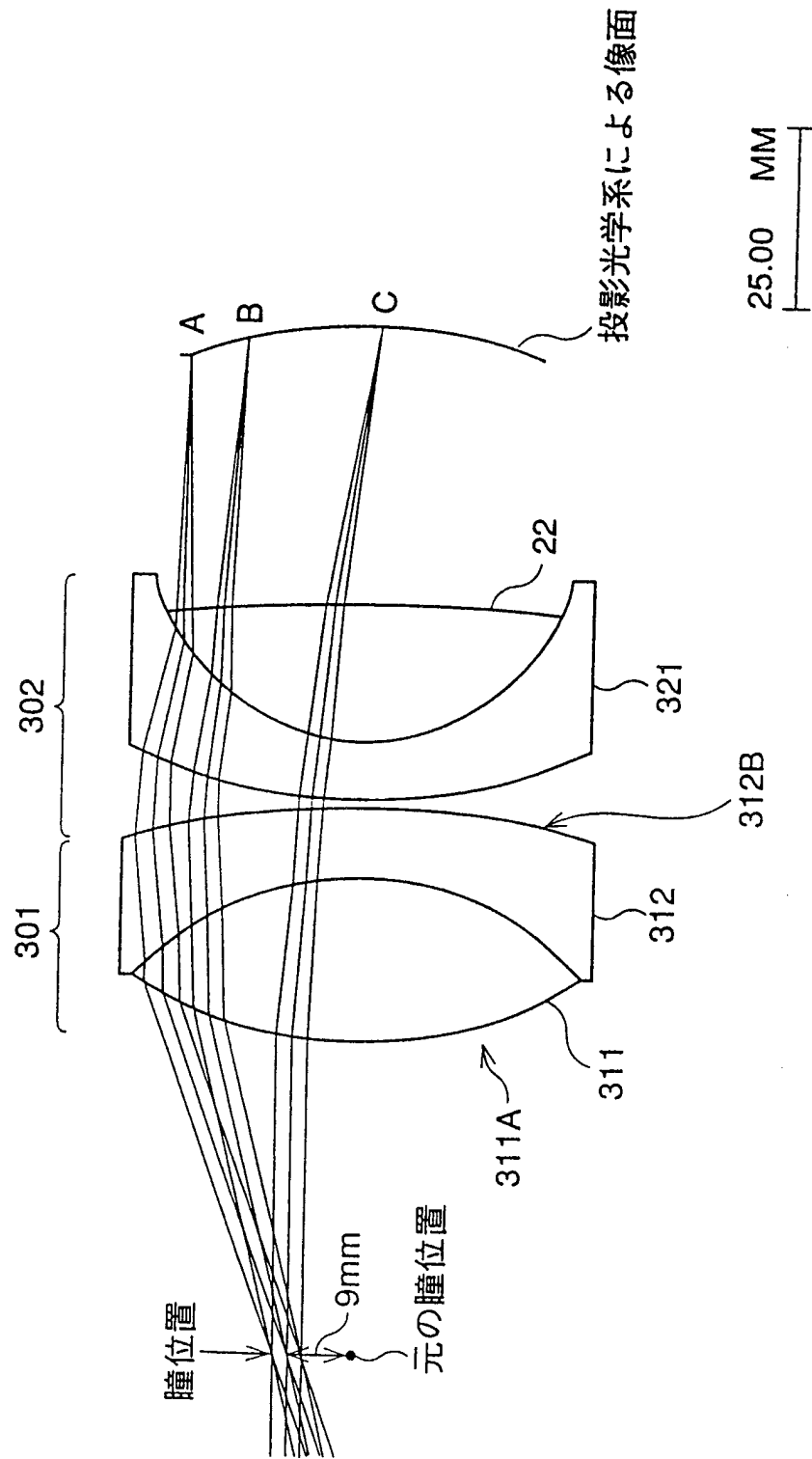


第 1 0 0 図 E

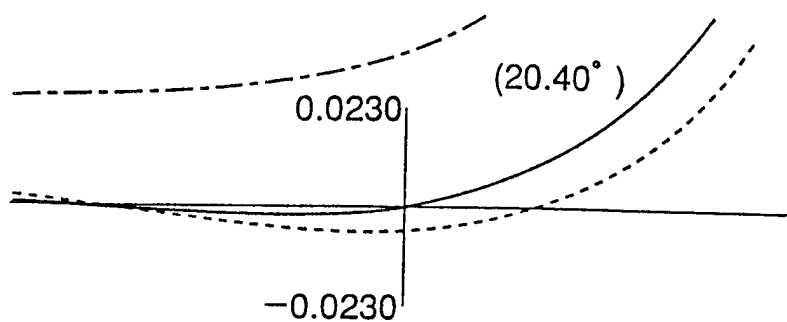


..... 615.0NM ——— 525.0NM - - - - 470.0NM

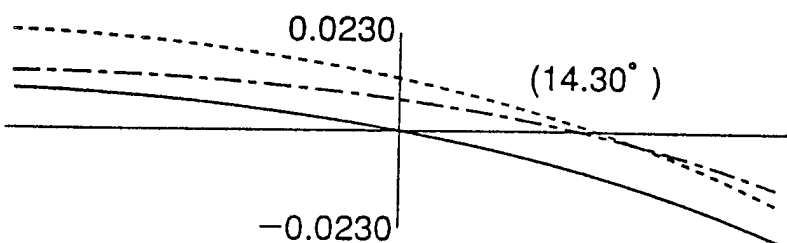
第101図



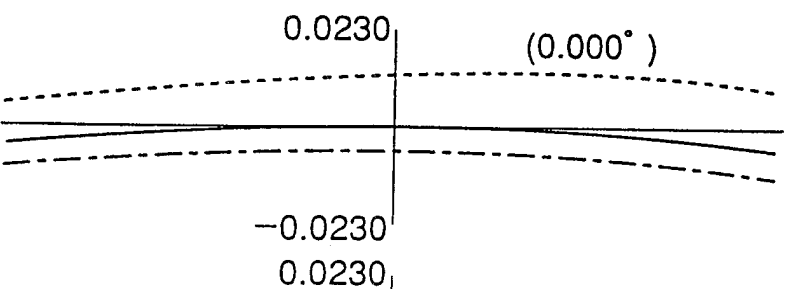
第 1 0 2 図 A



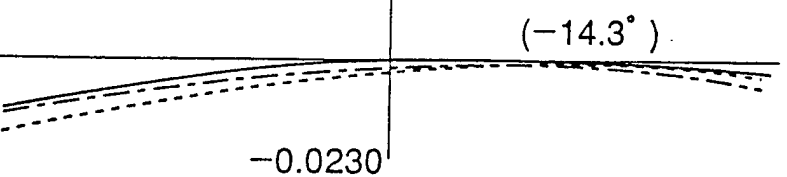
第 1 0 2 図 B



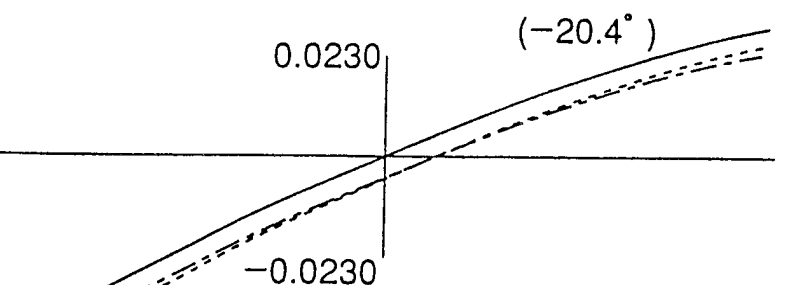
第 1 0 2 図 C



第 1 0 2 図 D

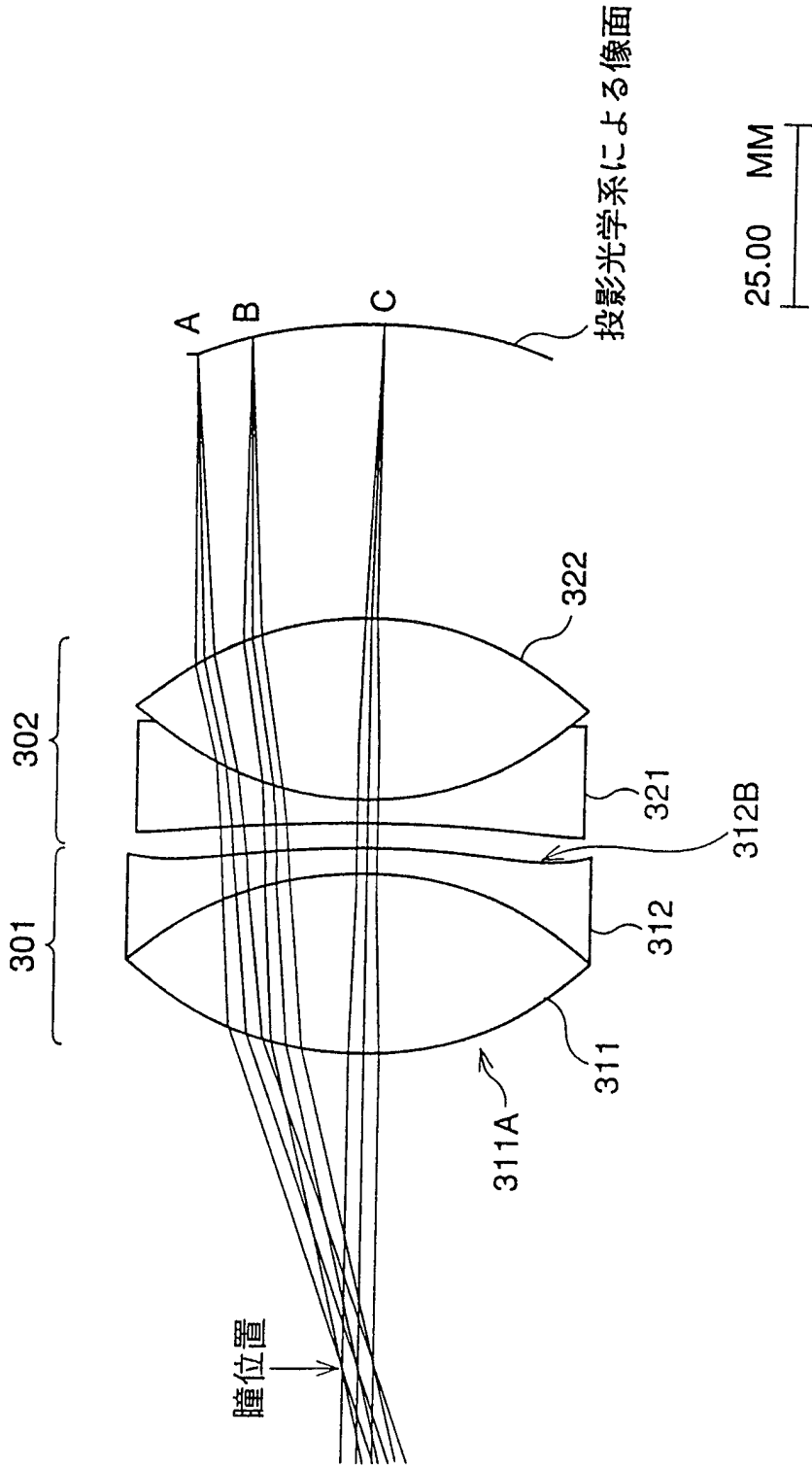


第 1 0 2 図 E

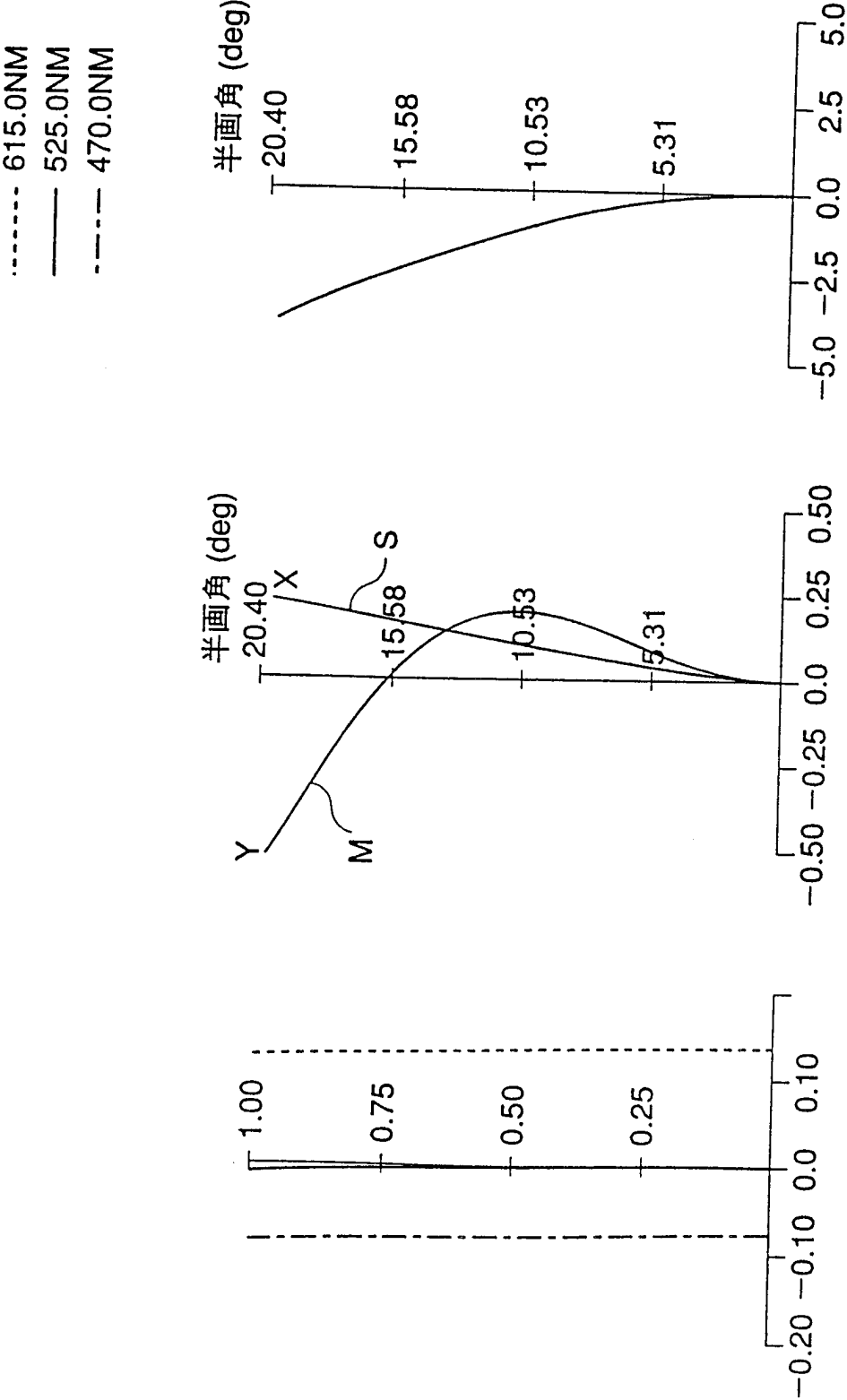


..... 615.0NM ——— 525.0NM - - - - 470.0NM

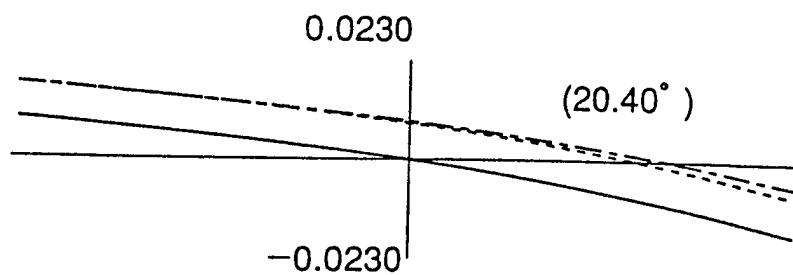
第103図



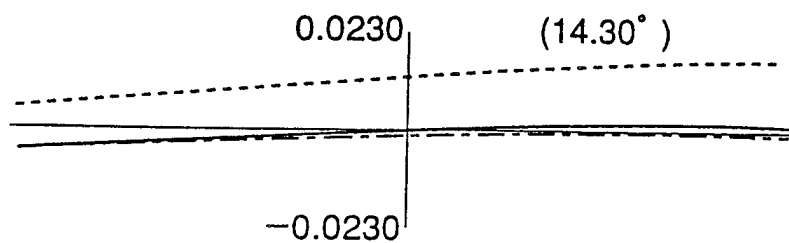
第104図



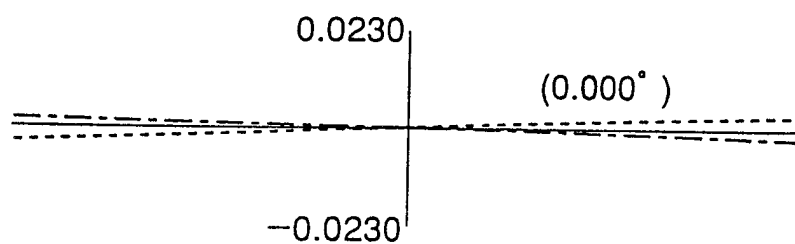
第105図A



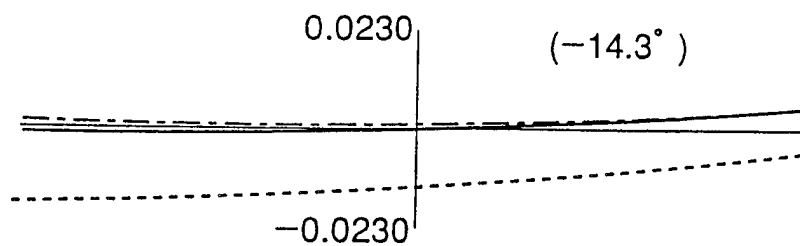
第105図B



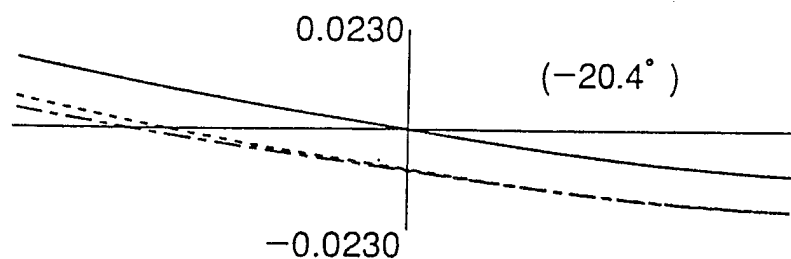
第105図C



第105図D

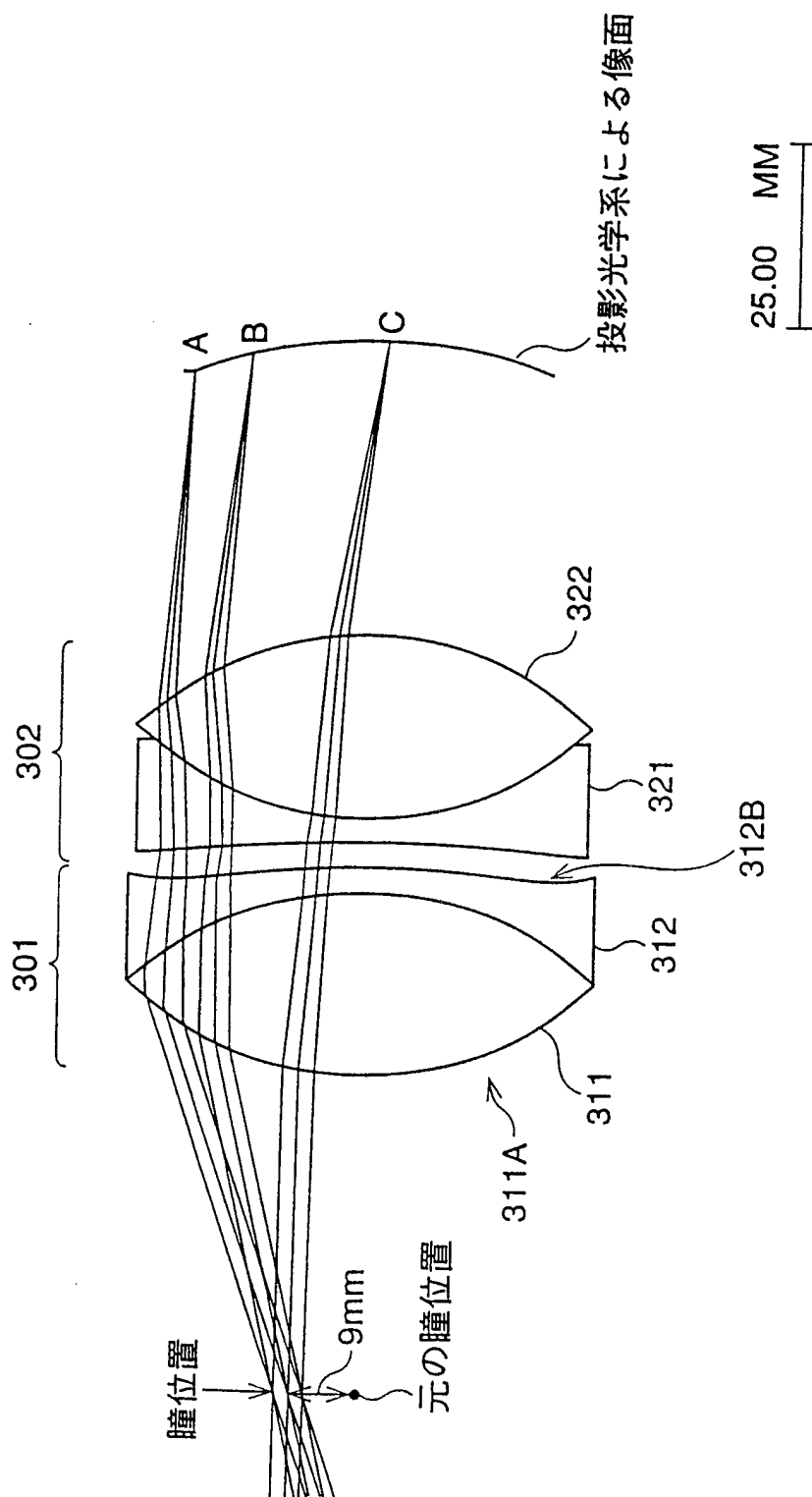


第105図E

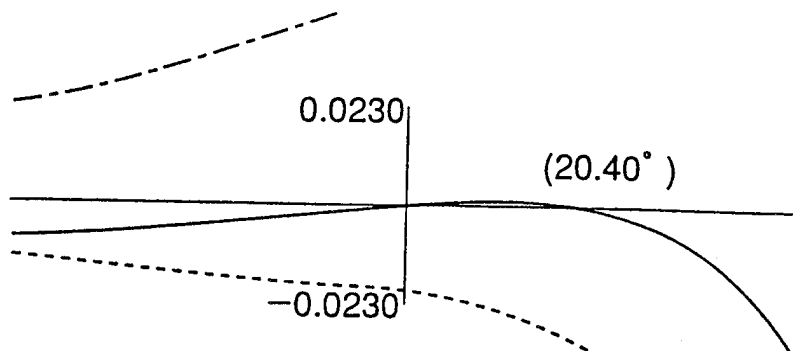


..... 615.0NM ——— 525.0NM - - - - 470.0NM

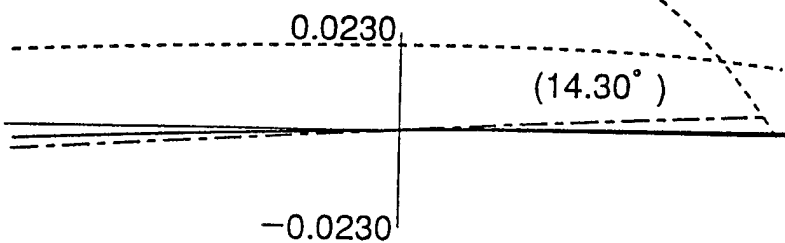
第106図



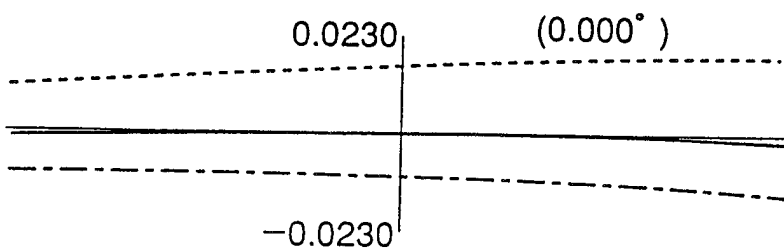
第 1 0 7 図 A



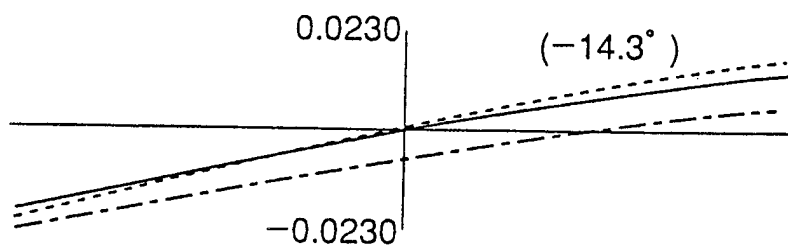
第 1 0 7 図 B



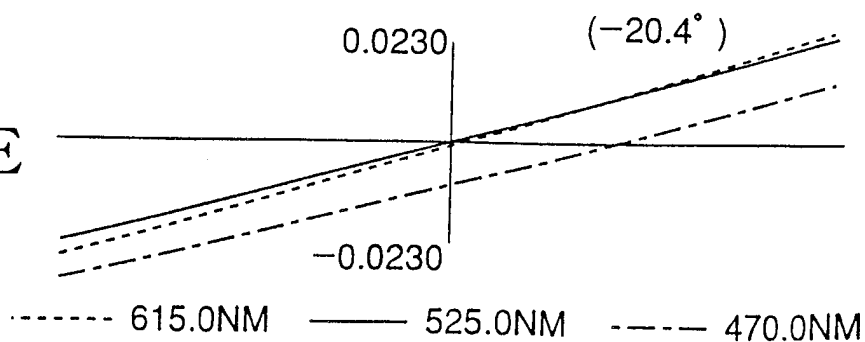
第 1 0 7 図 C



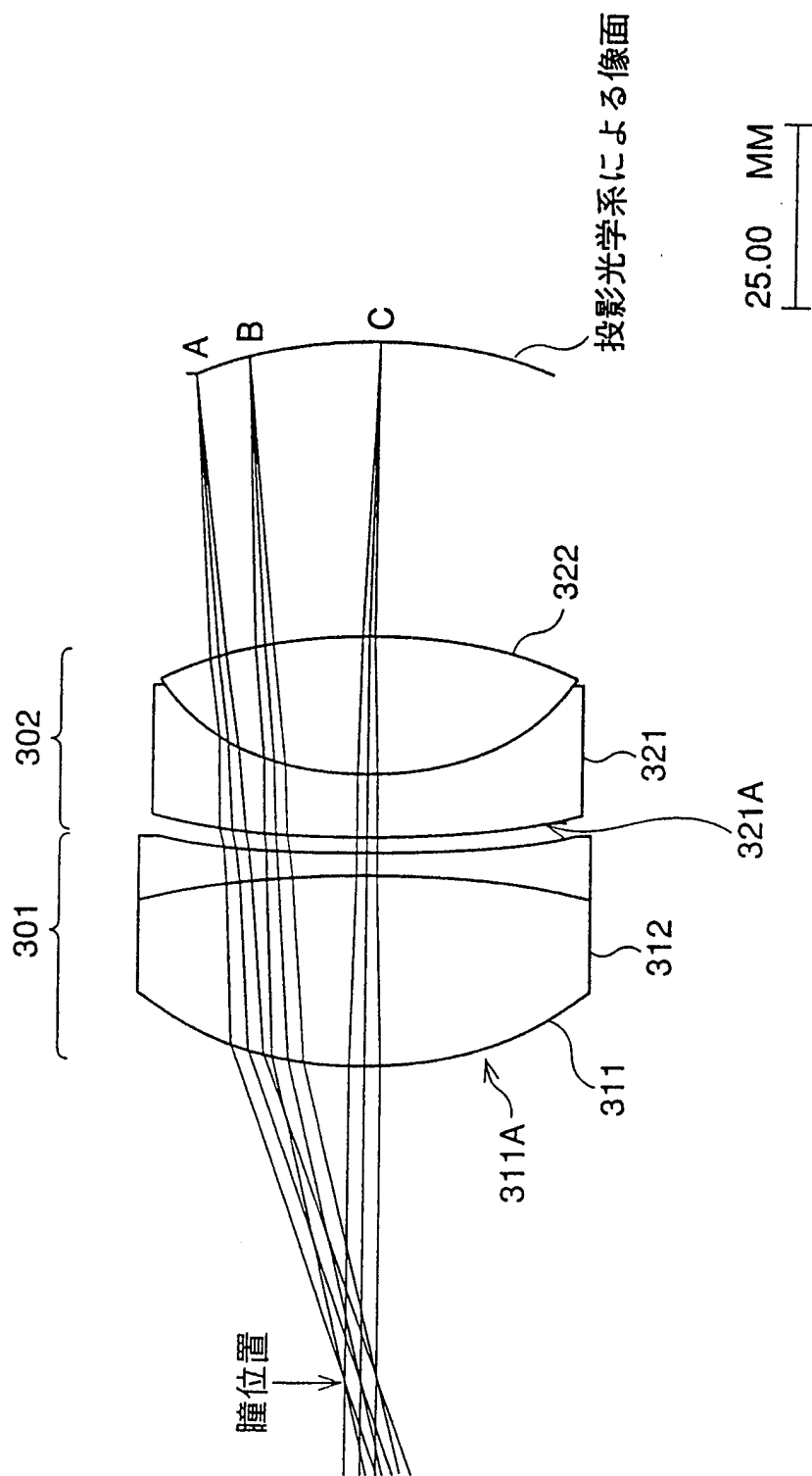
第 1 0 7 図 D



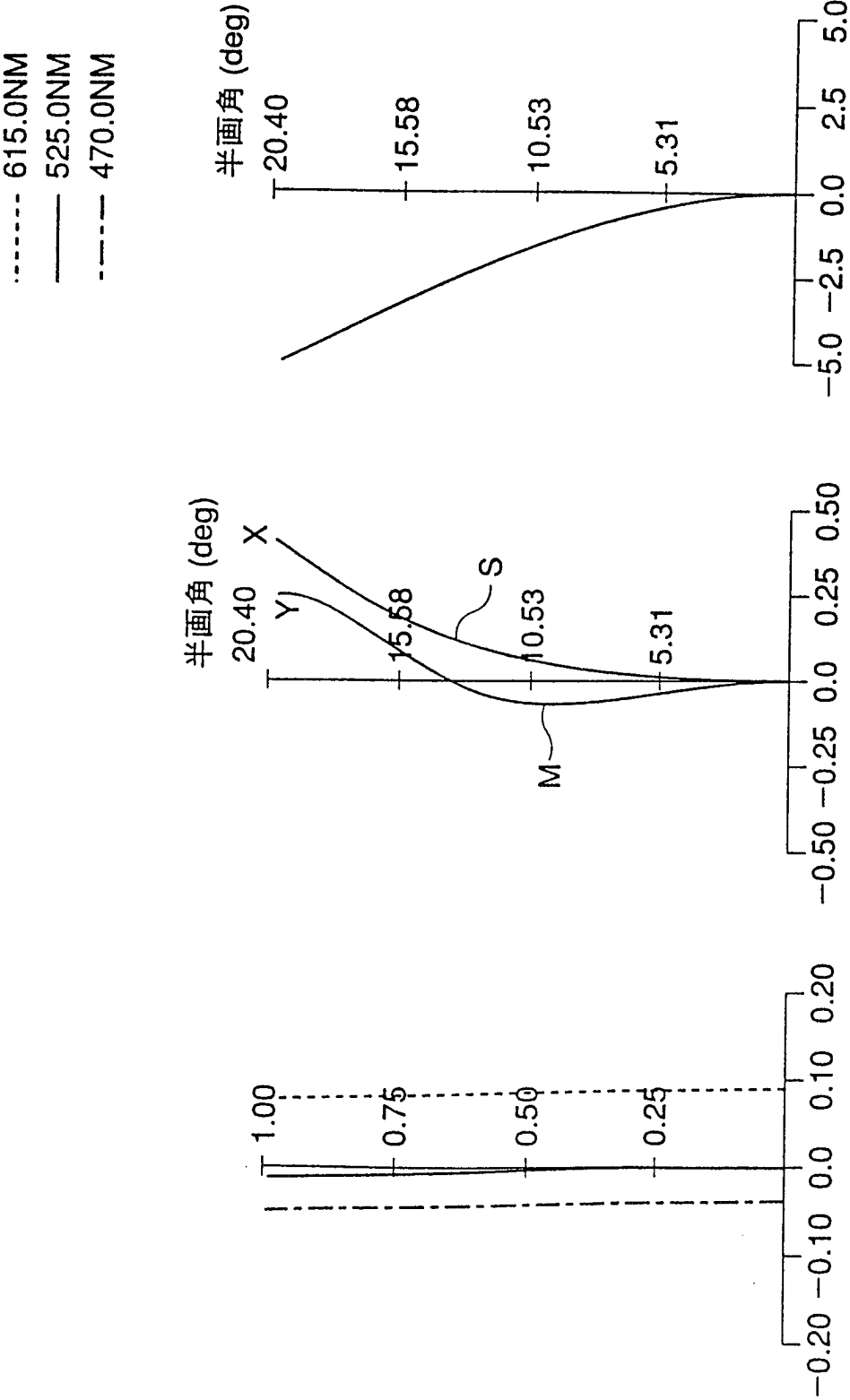
第 1 0 7 図 E

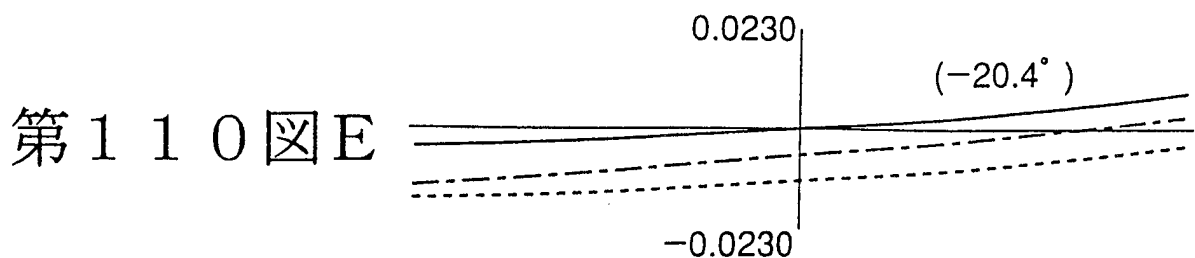
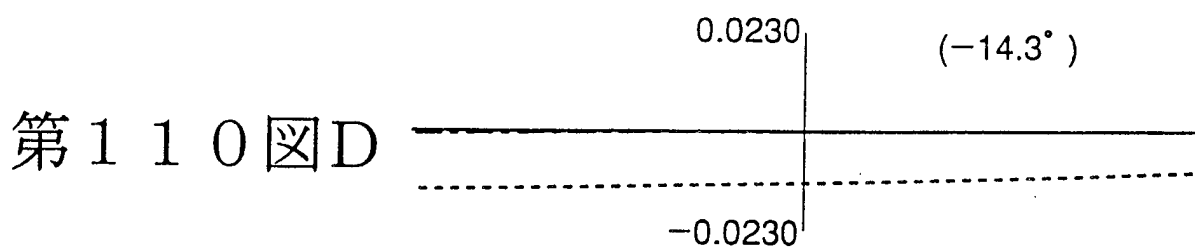
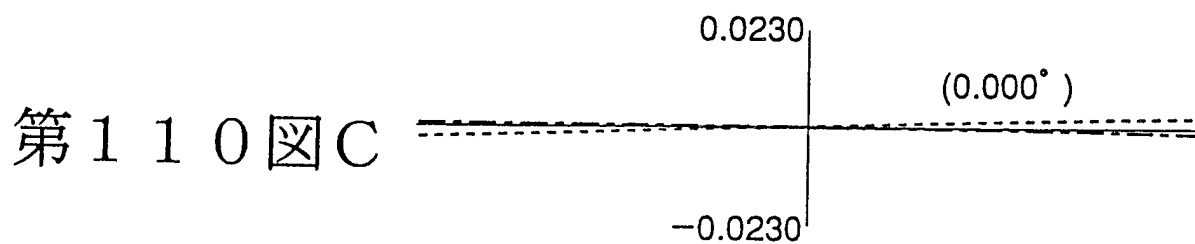
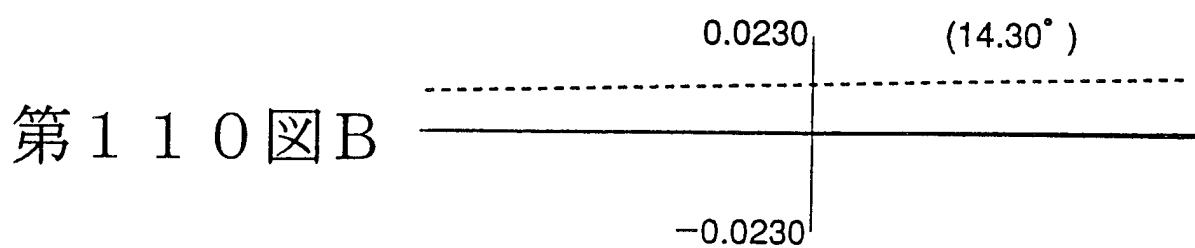
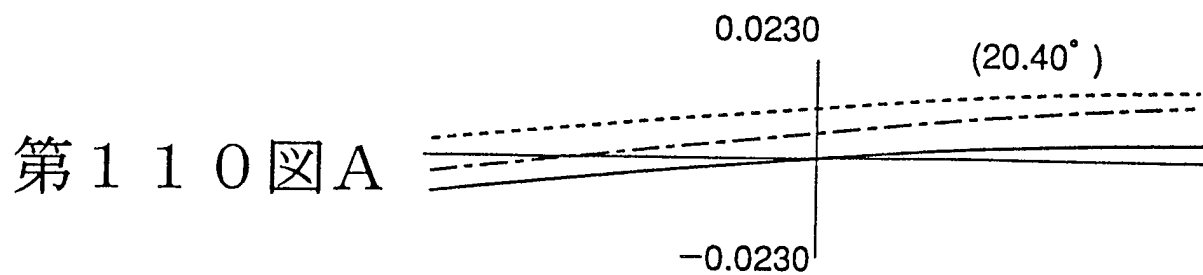


第108図



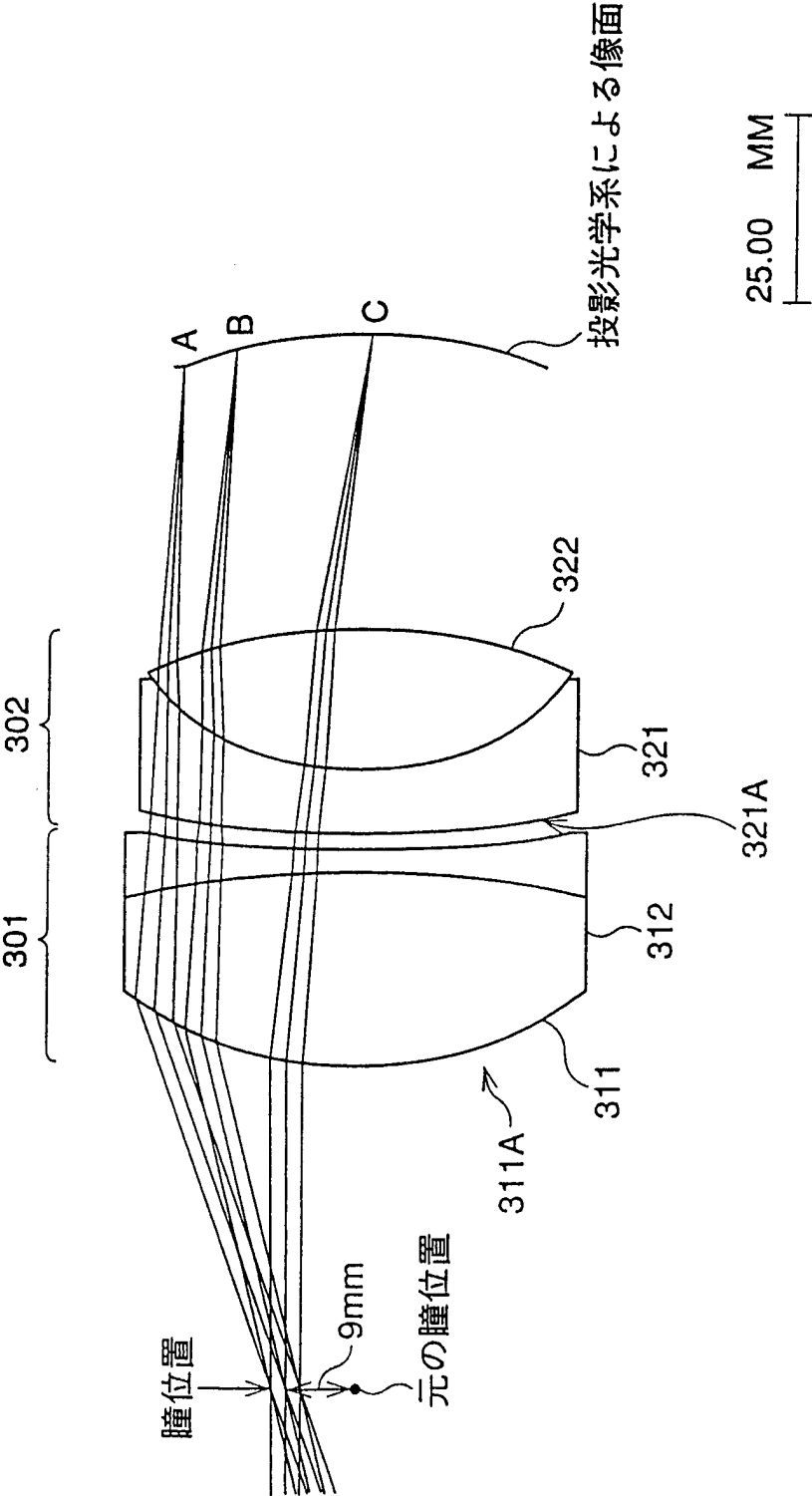
第109図



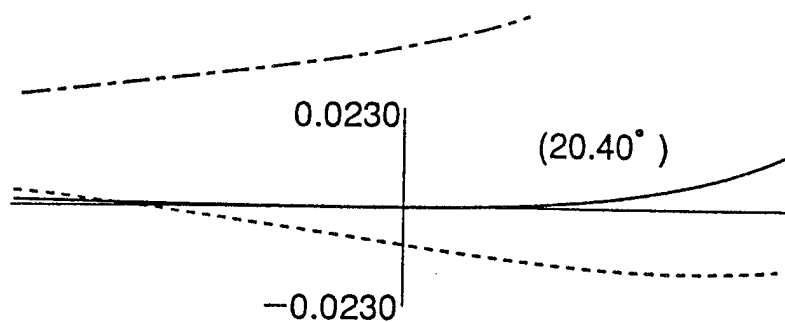


----- 615.0NM ——— 525.0NM - - - - 470.0NM

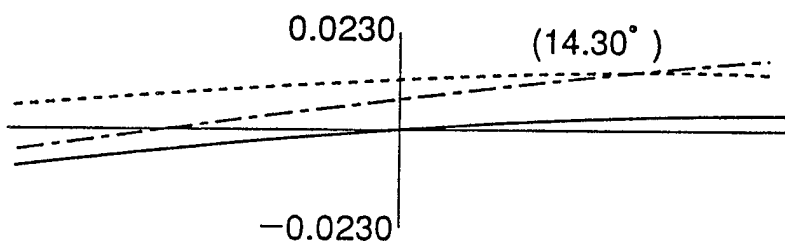
第1111図



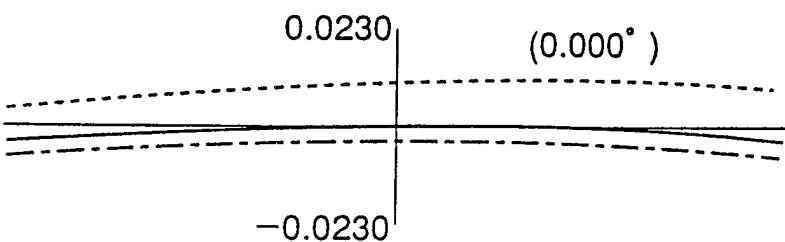
第 1 1 2 図 A



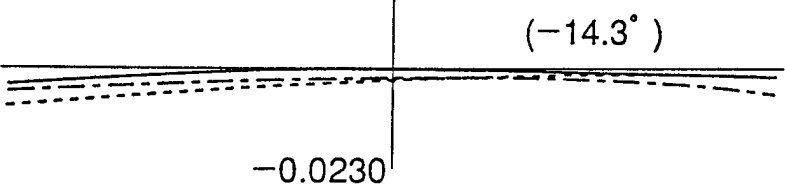
第 1 1 2 図 B



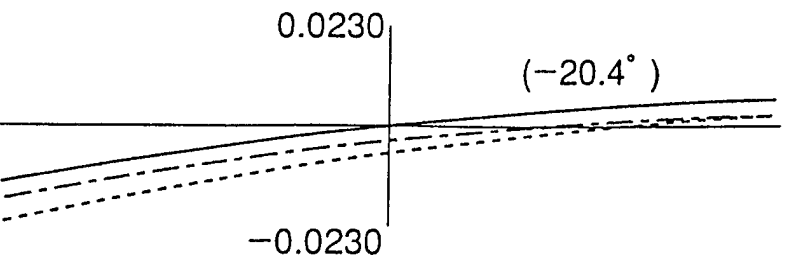
第 1 1 2 図 C



第 1 1 2 図 D

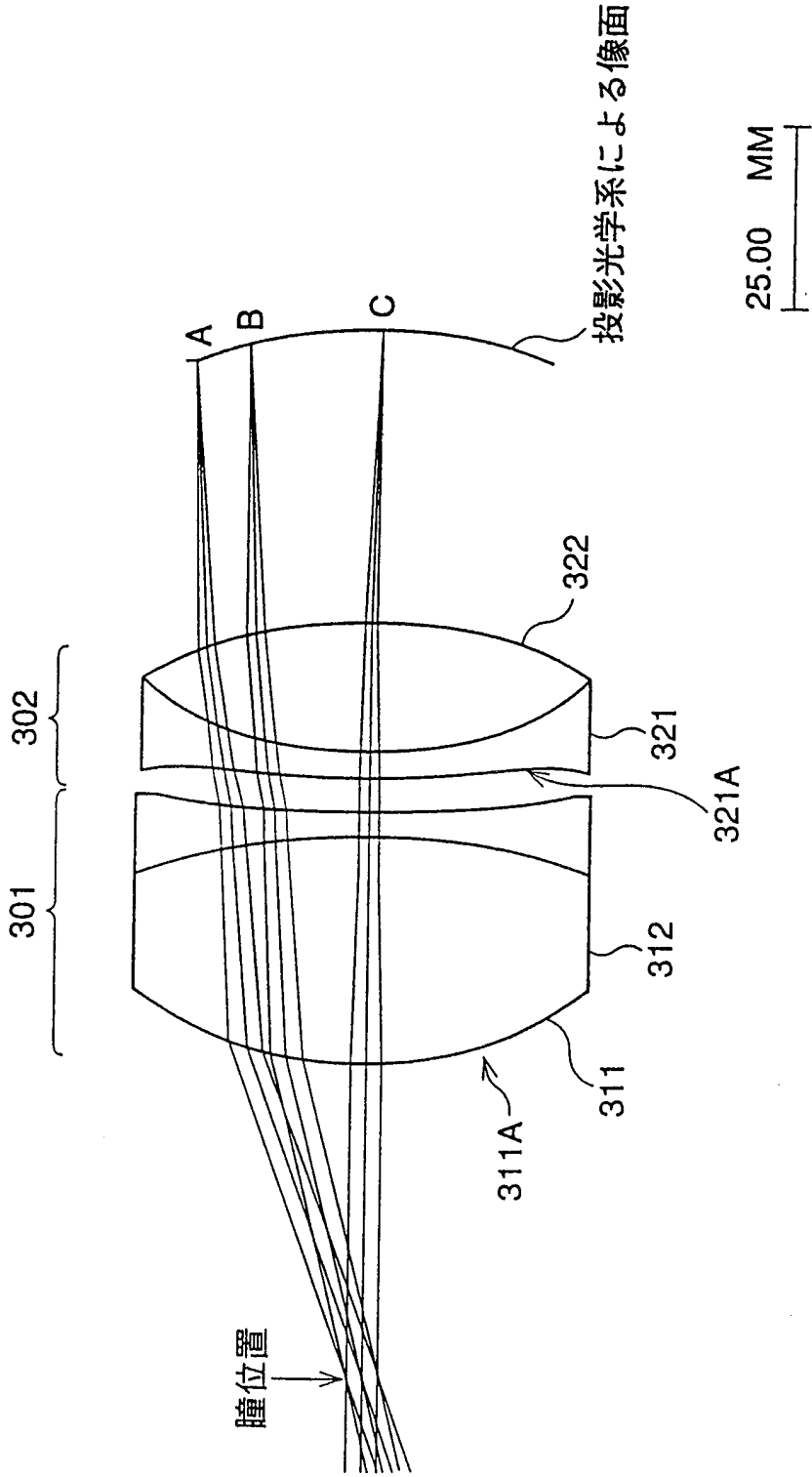


第 1 1 2 図 E



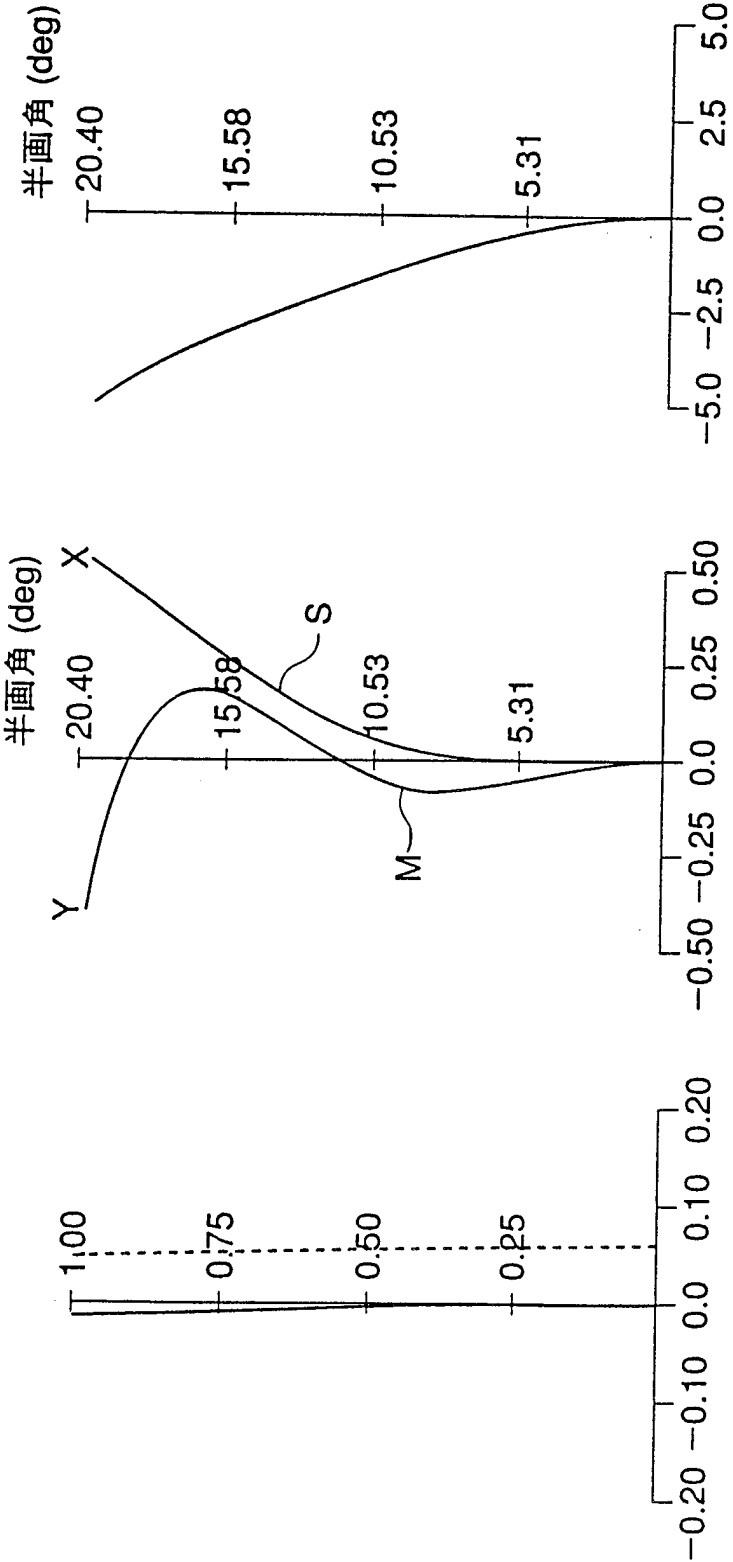
..... 615.0NM ——— 525.0NM - - - - 470.0NM

第113図

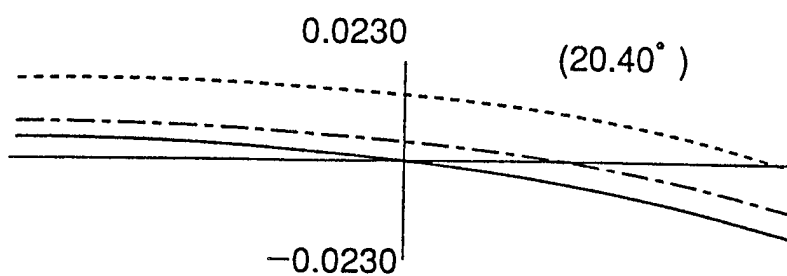


第114図

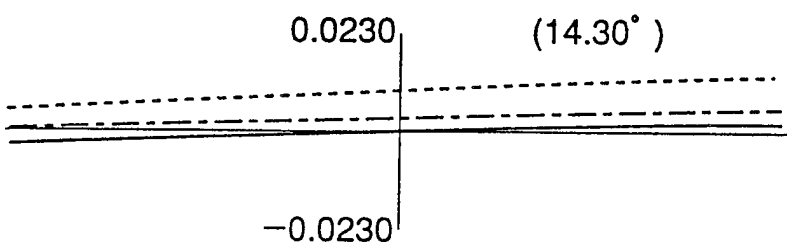
..... 615.0NM
—— 525.0NM
- - - - 470.0NM



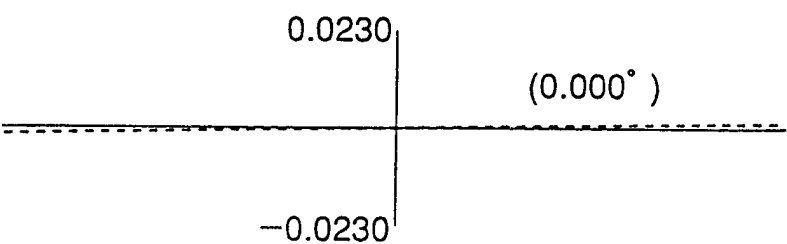
第 1 1 5 図 A



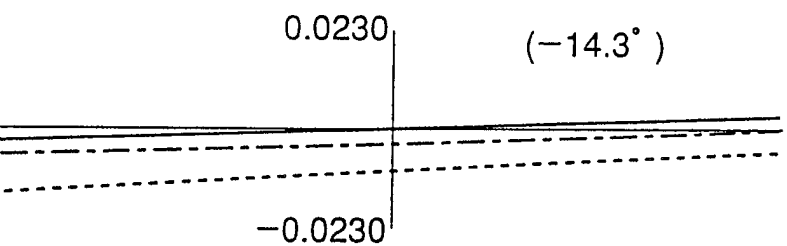
第 1 1 5 図 B



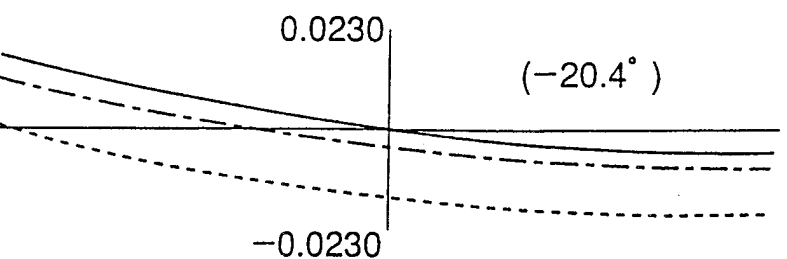
第 1 1 5 図 C



第 1 1 5 図 D

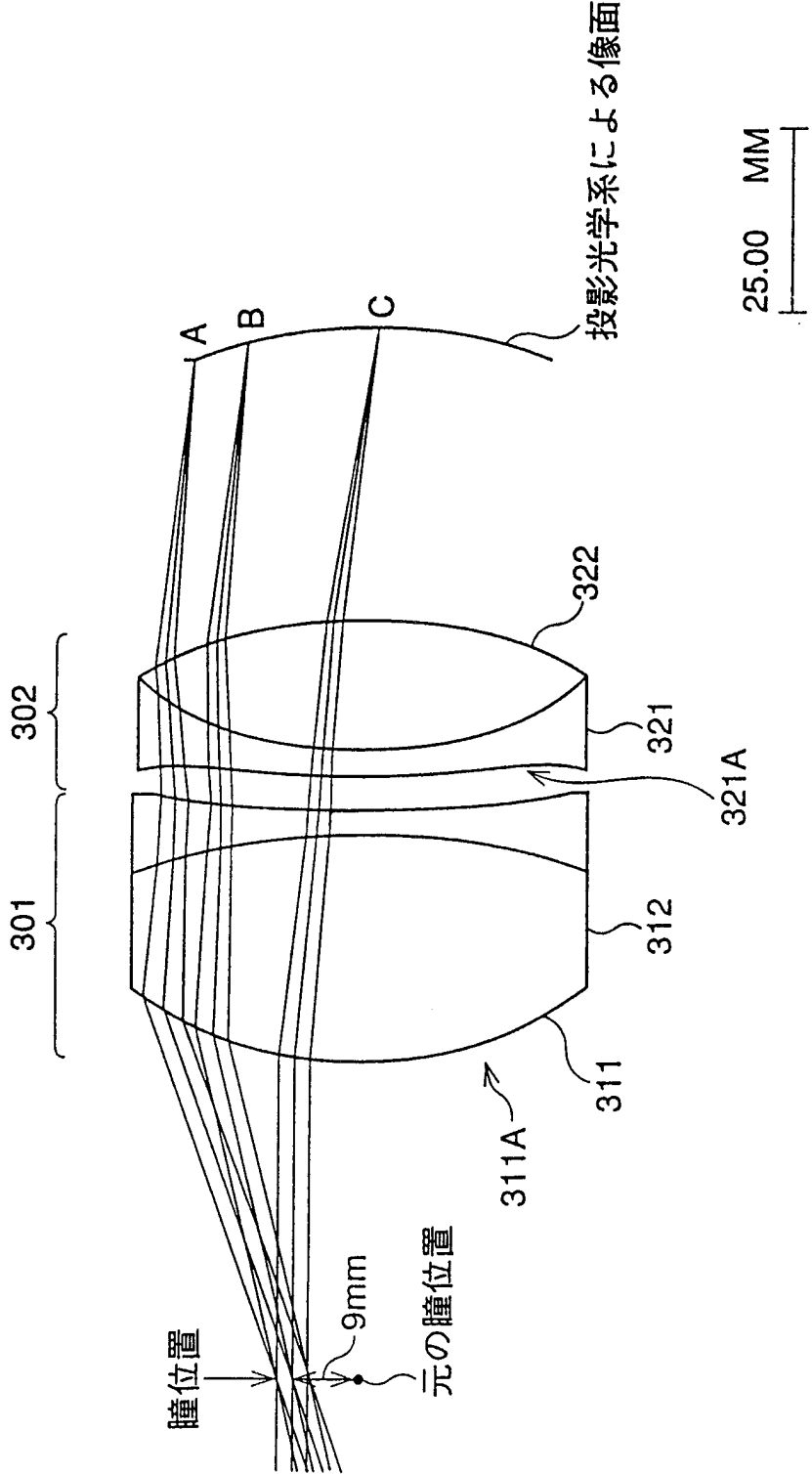


第 1 1 5 図 E

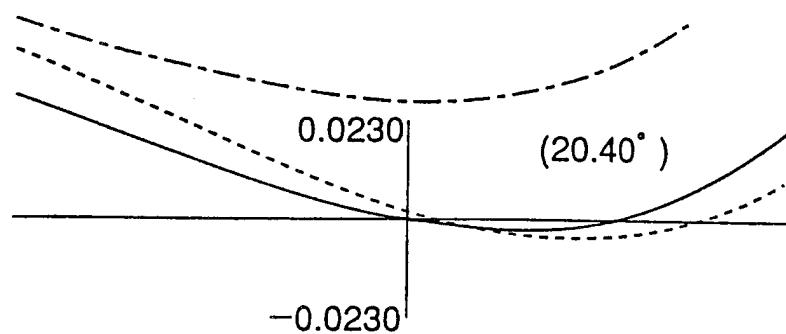


..... 615.0NM ——— 525.0NM - - - - 470.0NM

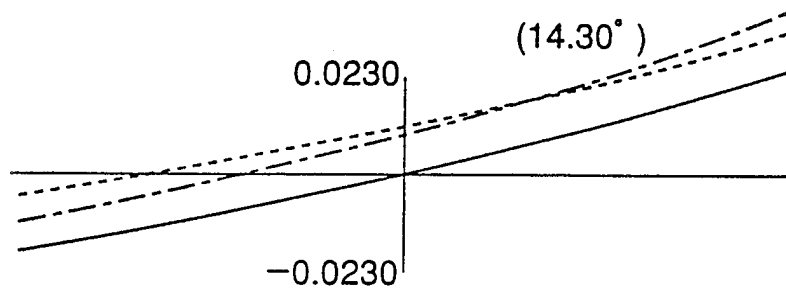
第116図



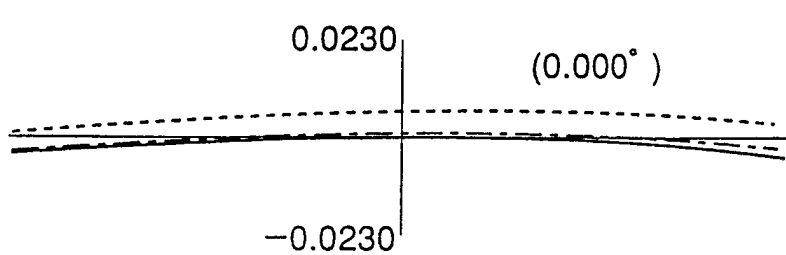
第 1 1 7 図 A



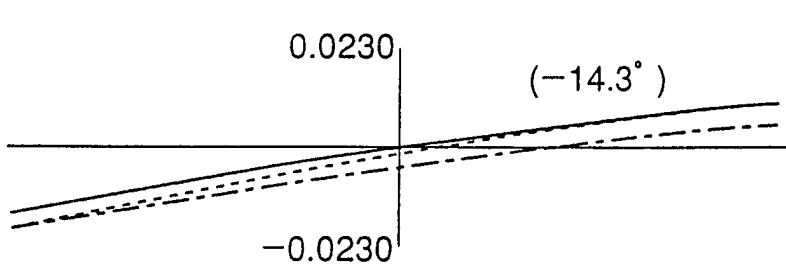
第 1 1 7 図 B



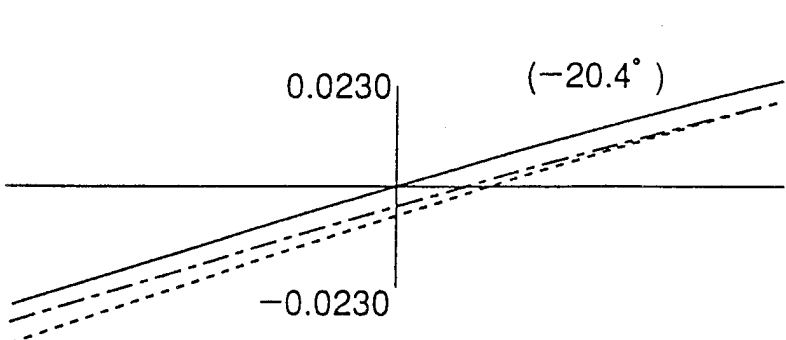
第 1 1 7 図 C



第 1 1 7 図 D

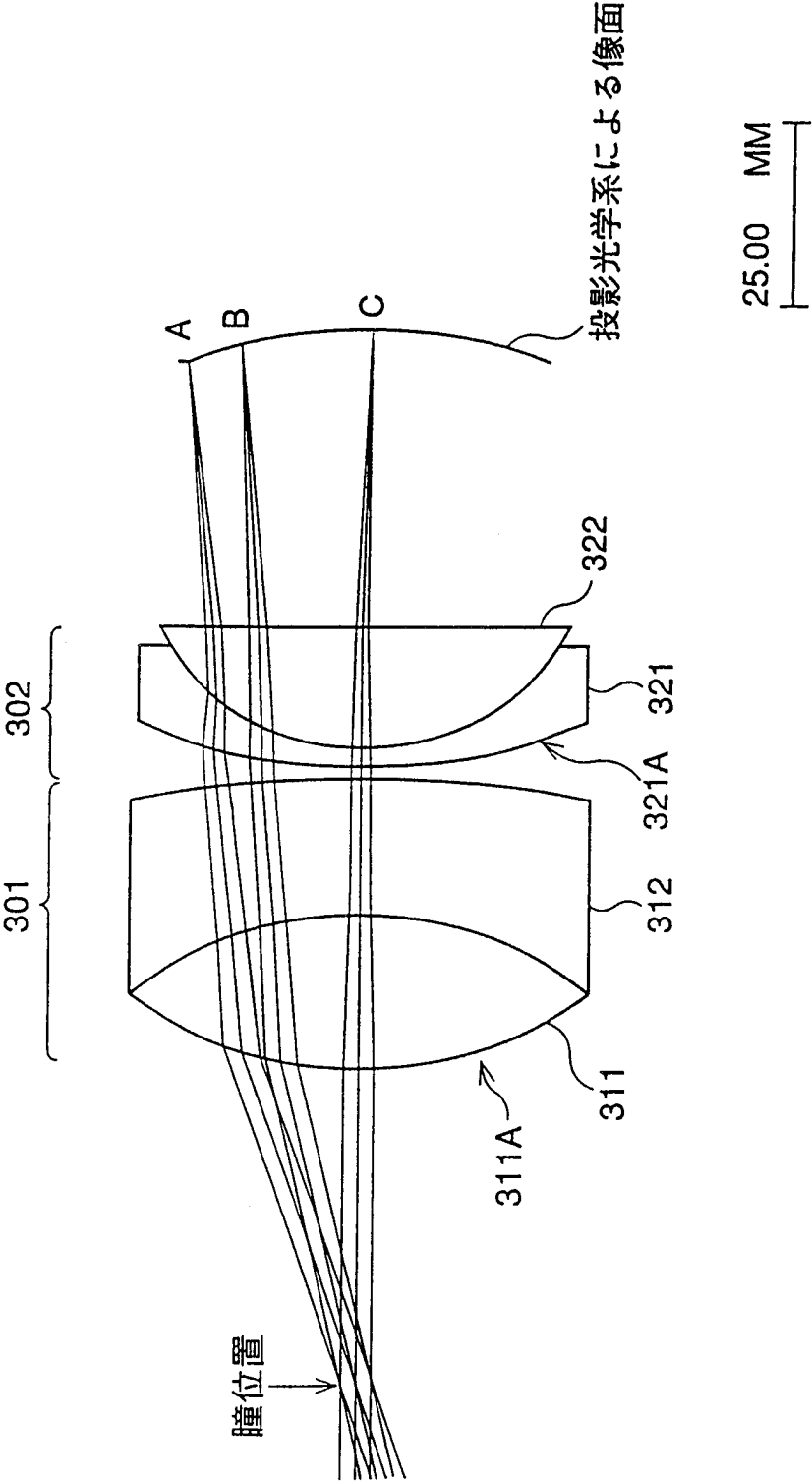


第 1 1 7 図 E



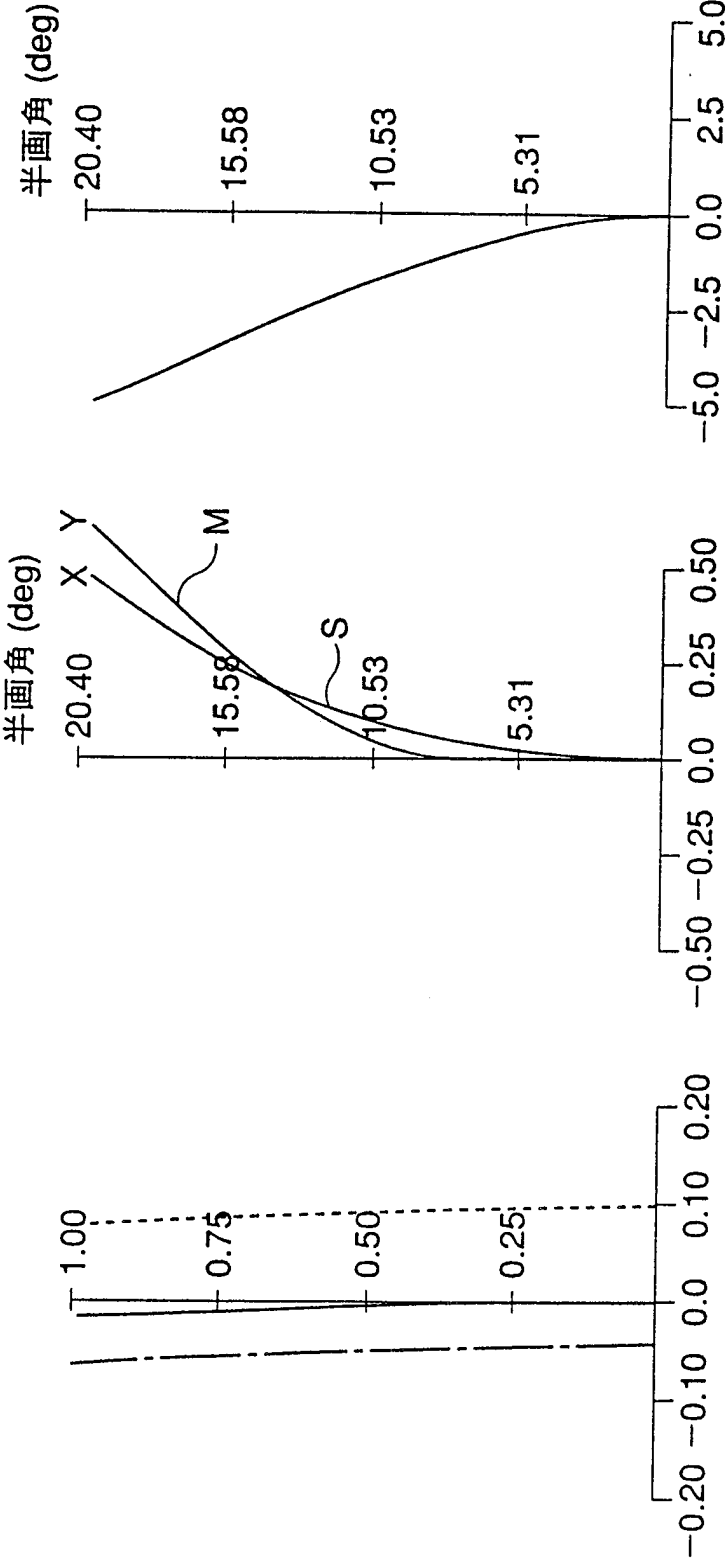
..... 615.0NM ——— 525.0NM - - - - 470.0NM

第118図

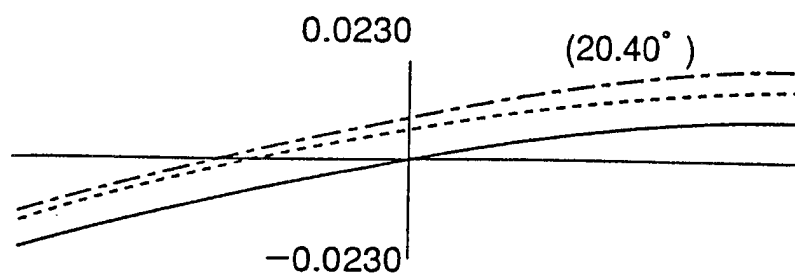


第 1 1 9 図

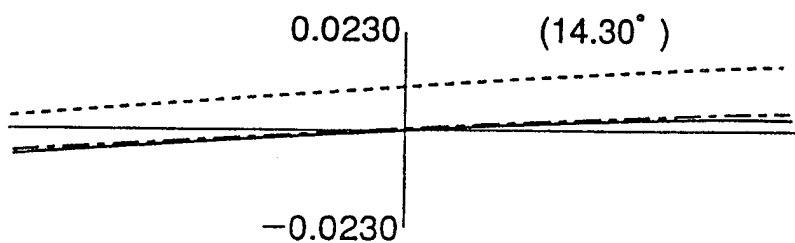
----- 615.0NM
—— 525.0NM
- - - - 470.0NM



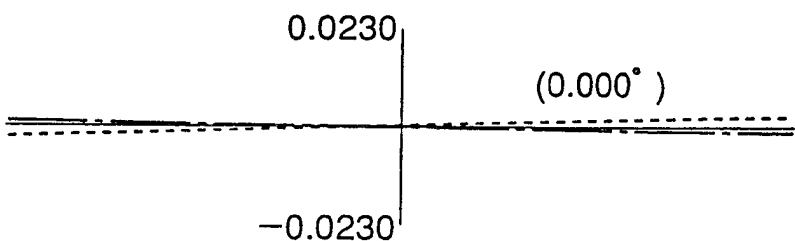
第 1 2 0 図 A



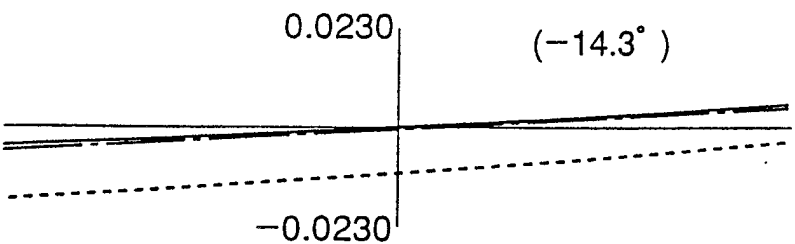
第 1 2 0 図 B



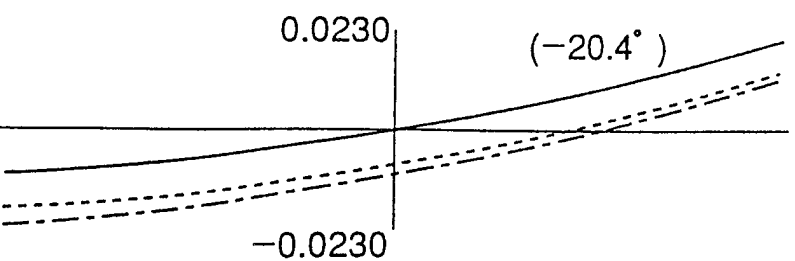
第 1 2 0 図 C



第 1 2 0 図 D

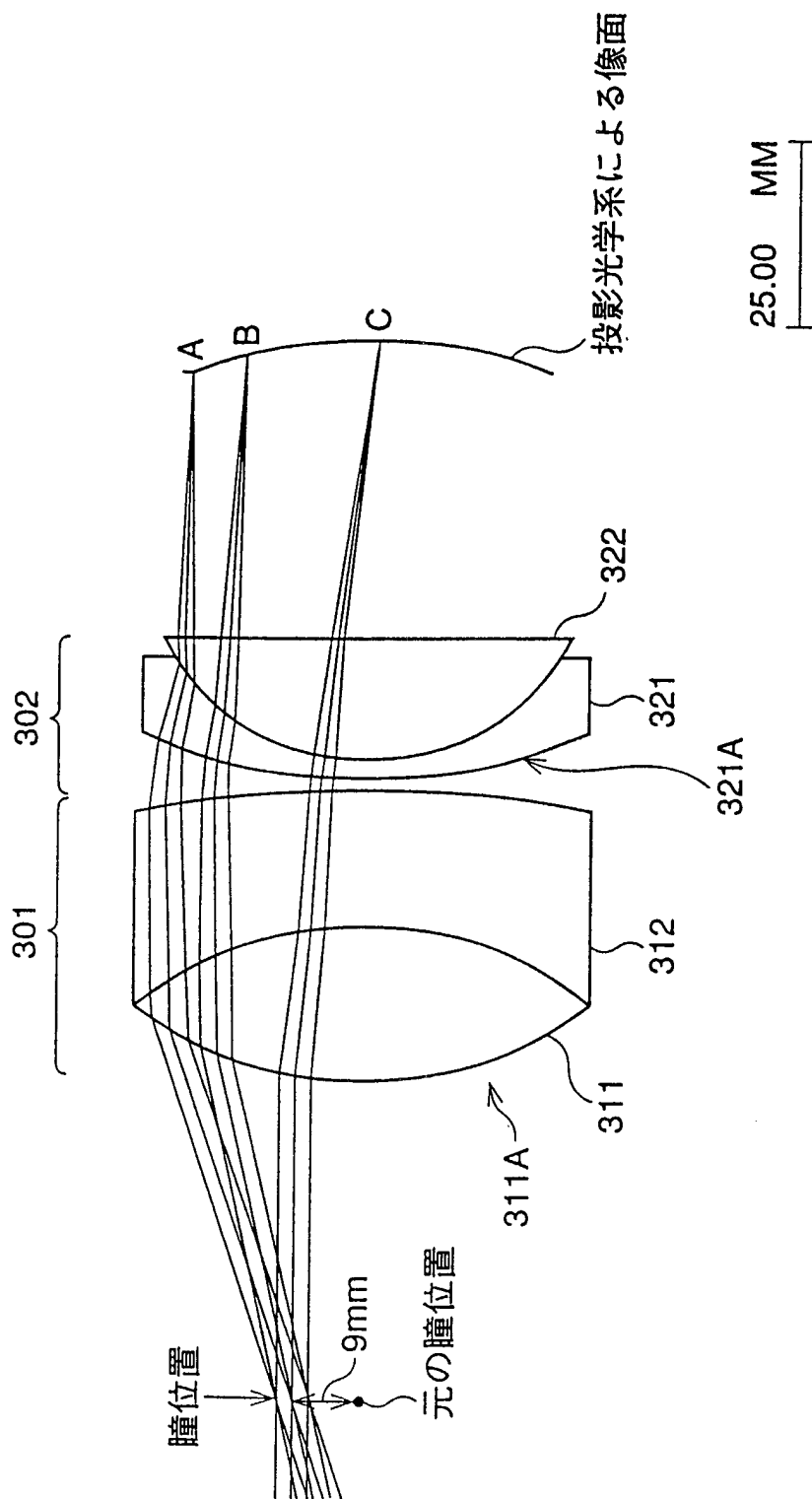


第 1 2 0 図 E

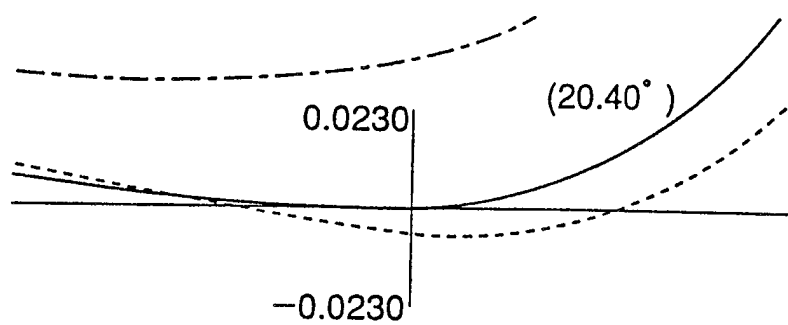


----- 615.0NM ——— 525.0NM -.-.- 470.0NM

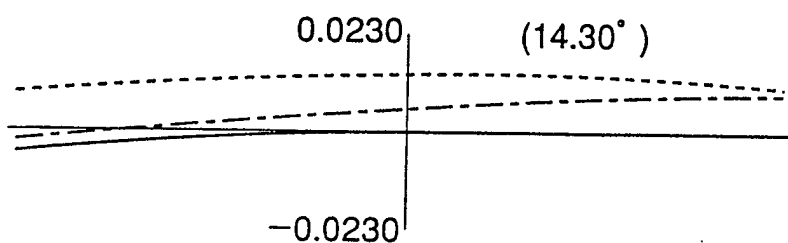
第121図



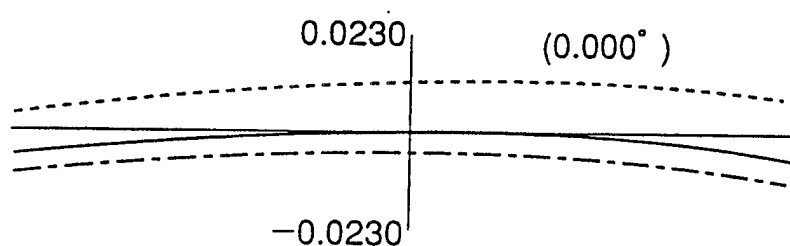
第 1 2 2 図 A



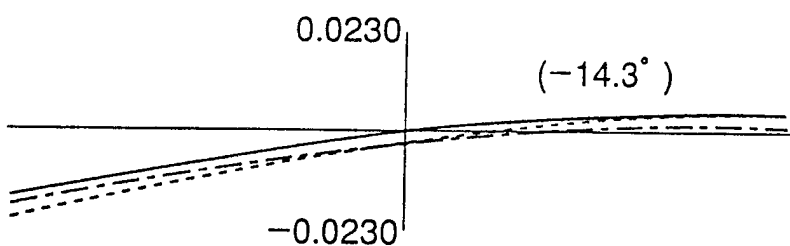
第 1 2 2 図 B



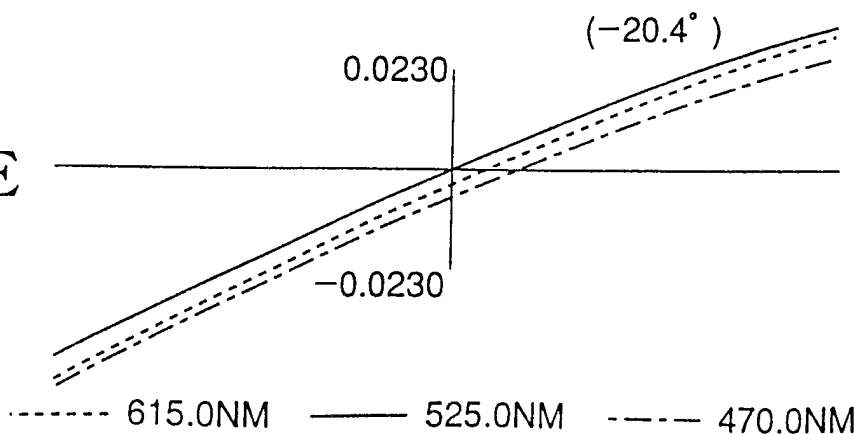
第 1 2 2 図 C



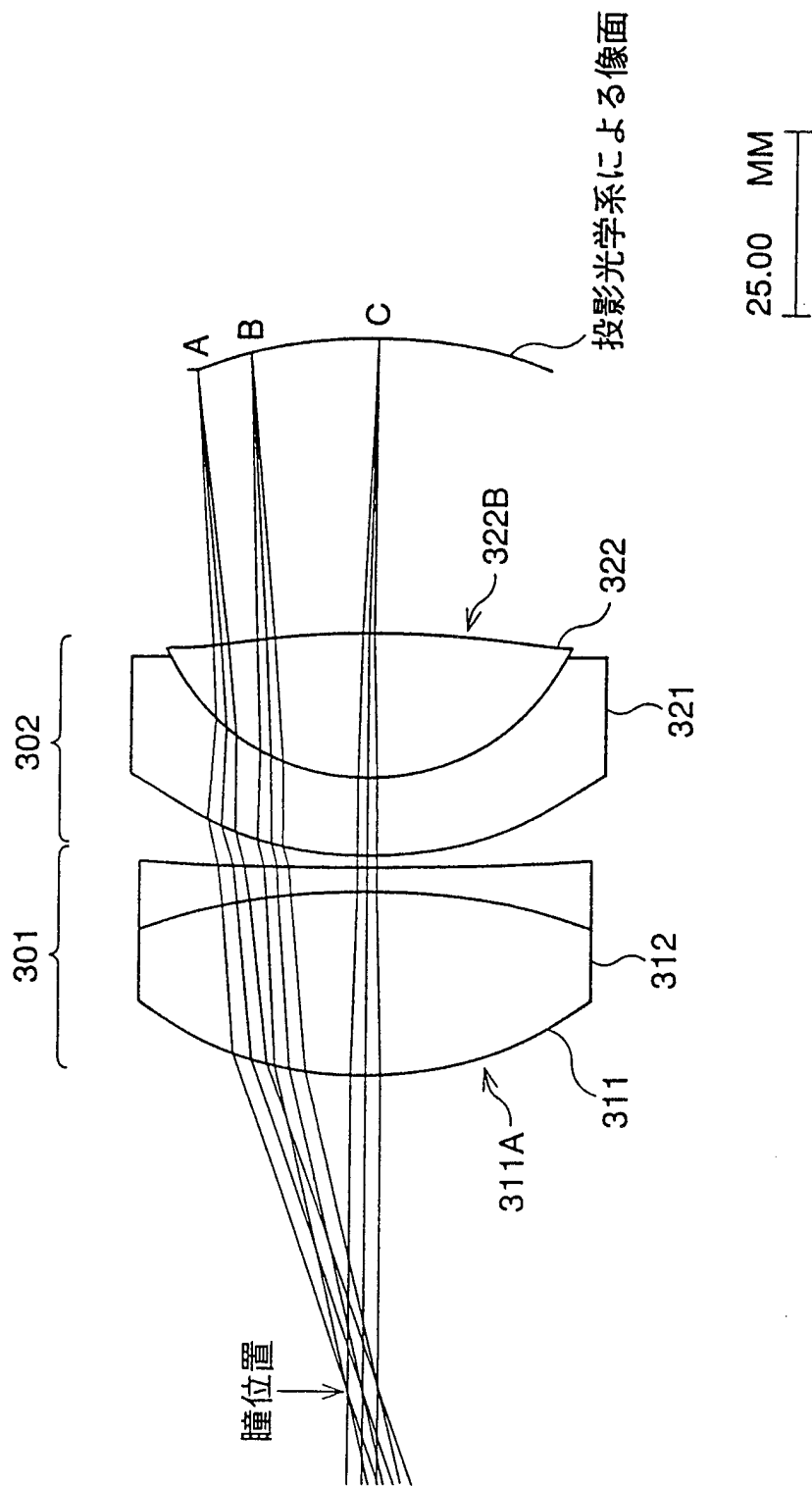
第 1 2 2 図 D



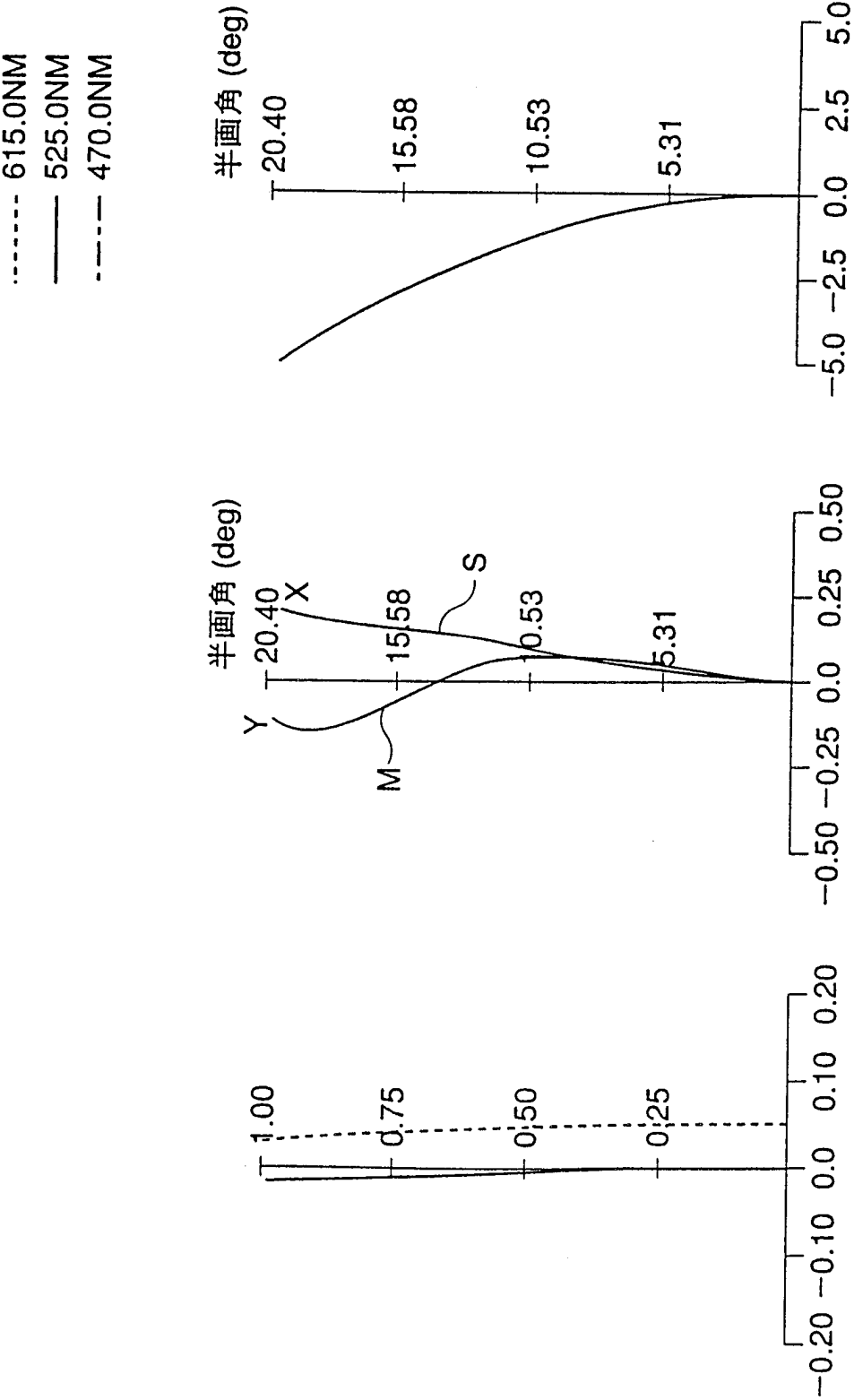
第 1 2 2 図 E

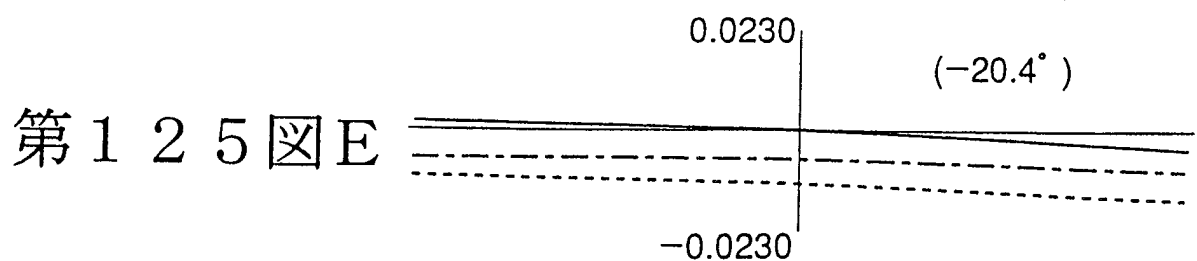
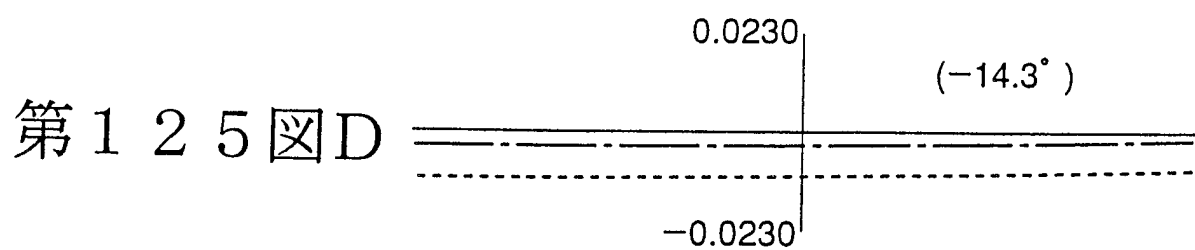
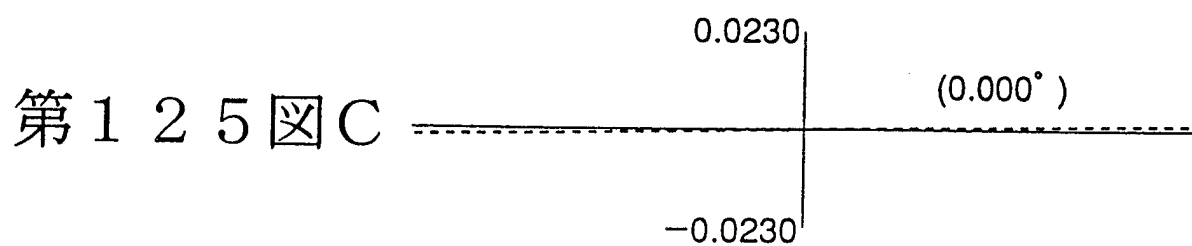
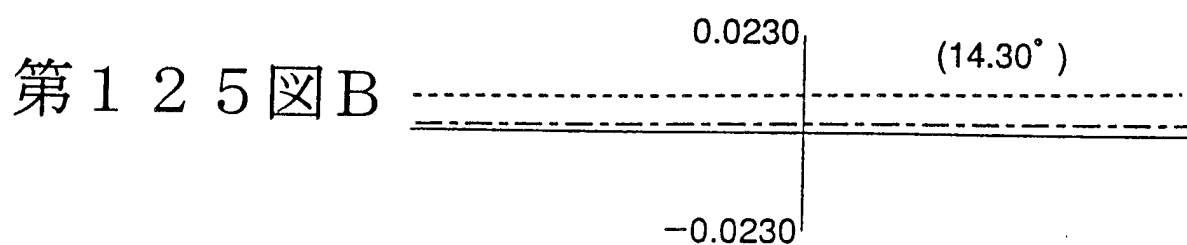
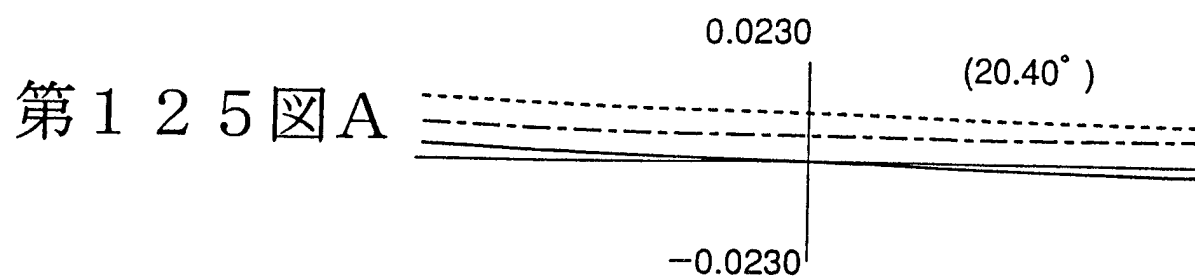


第123図



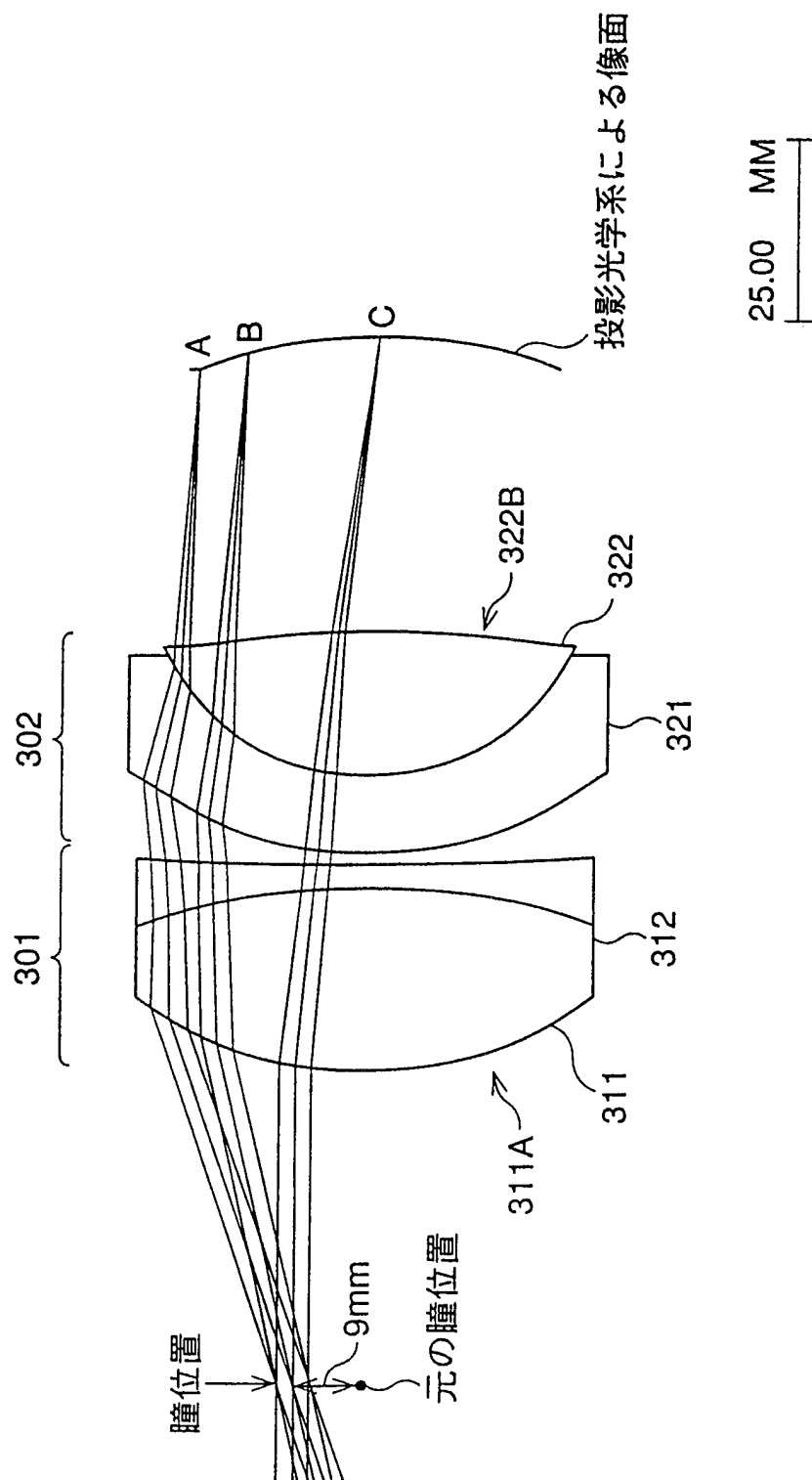
第124図



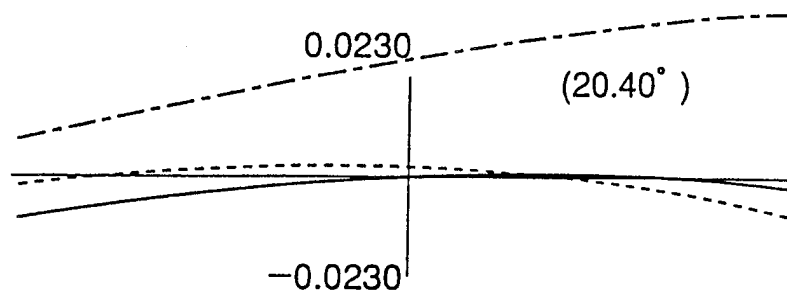


..... 615.0NM ——— 525.0NM - - - - 470.0NM

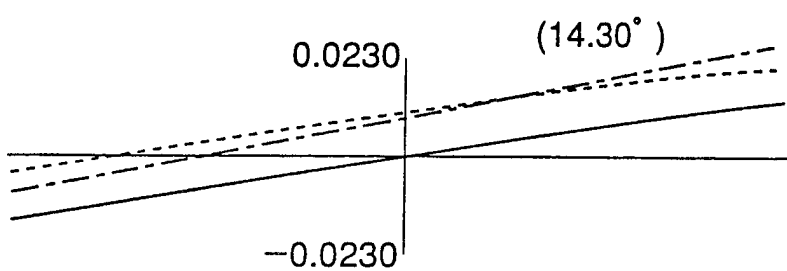
第126図



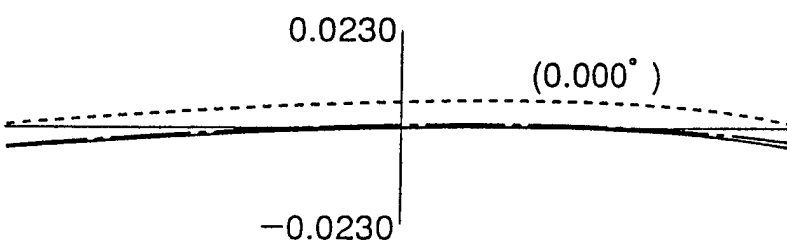
第 1 2 7 図 A



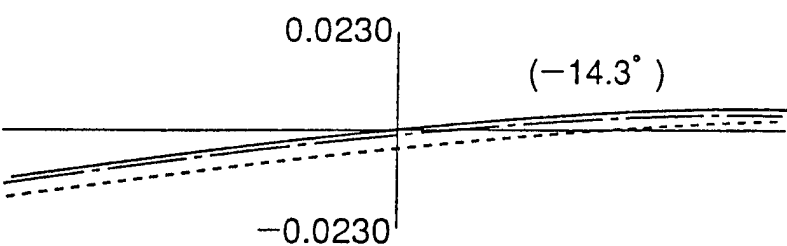
第 1 2 7 図 B



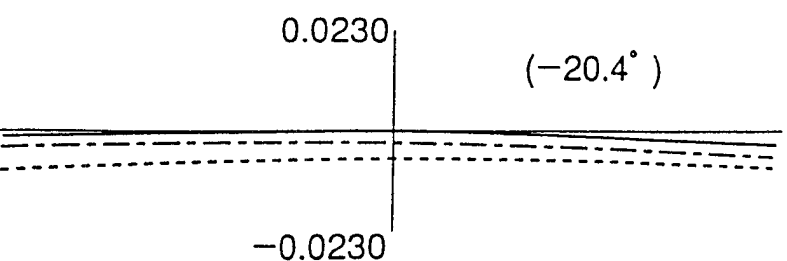
第 1 2 7 図 C



第 1 2 7 図 D

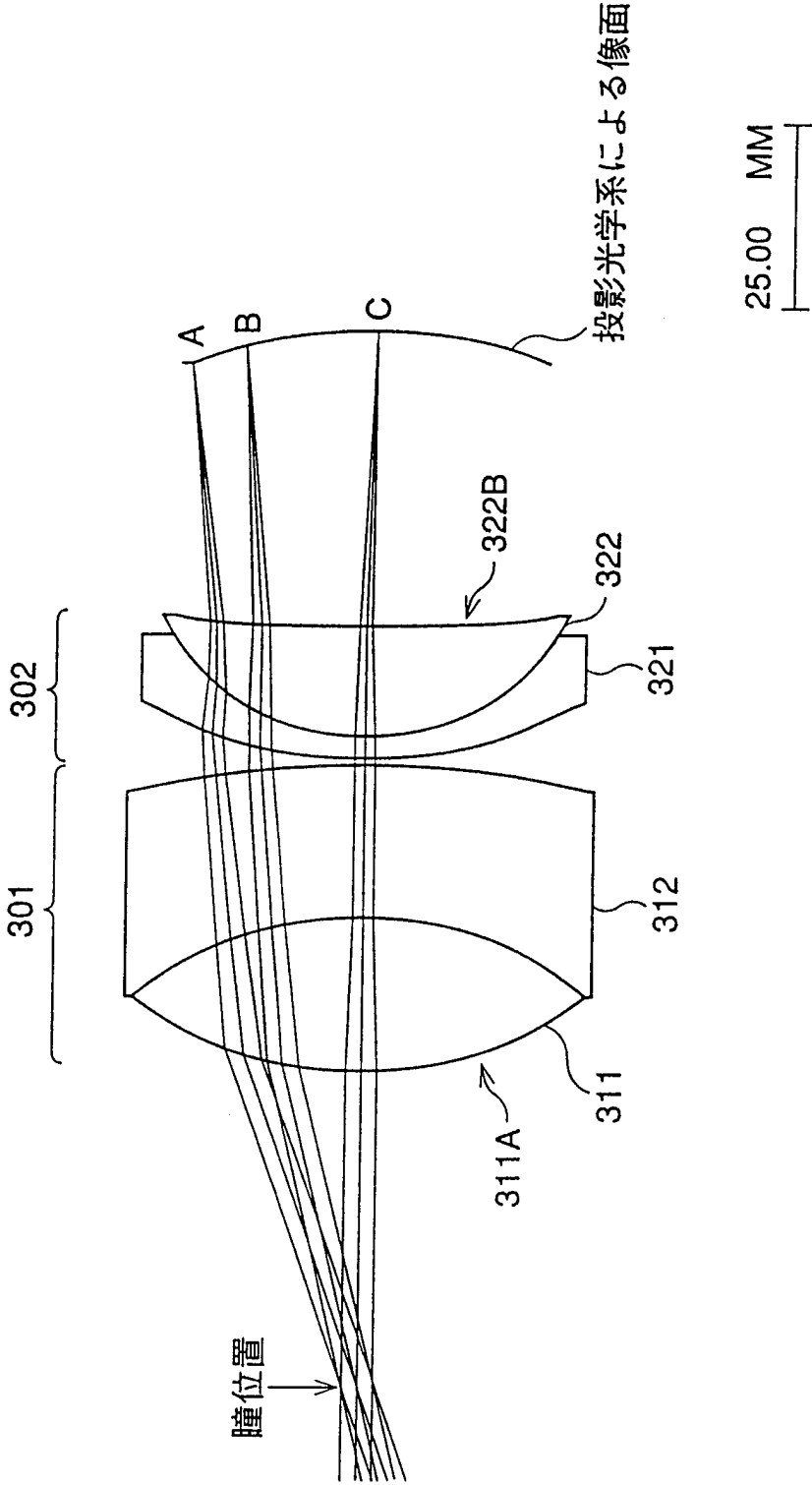


第 1 2 7 図 E

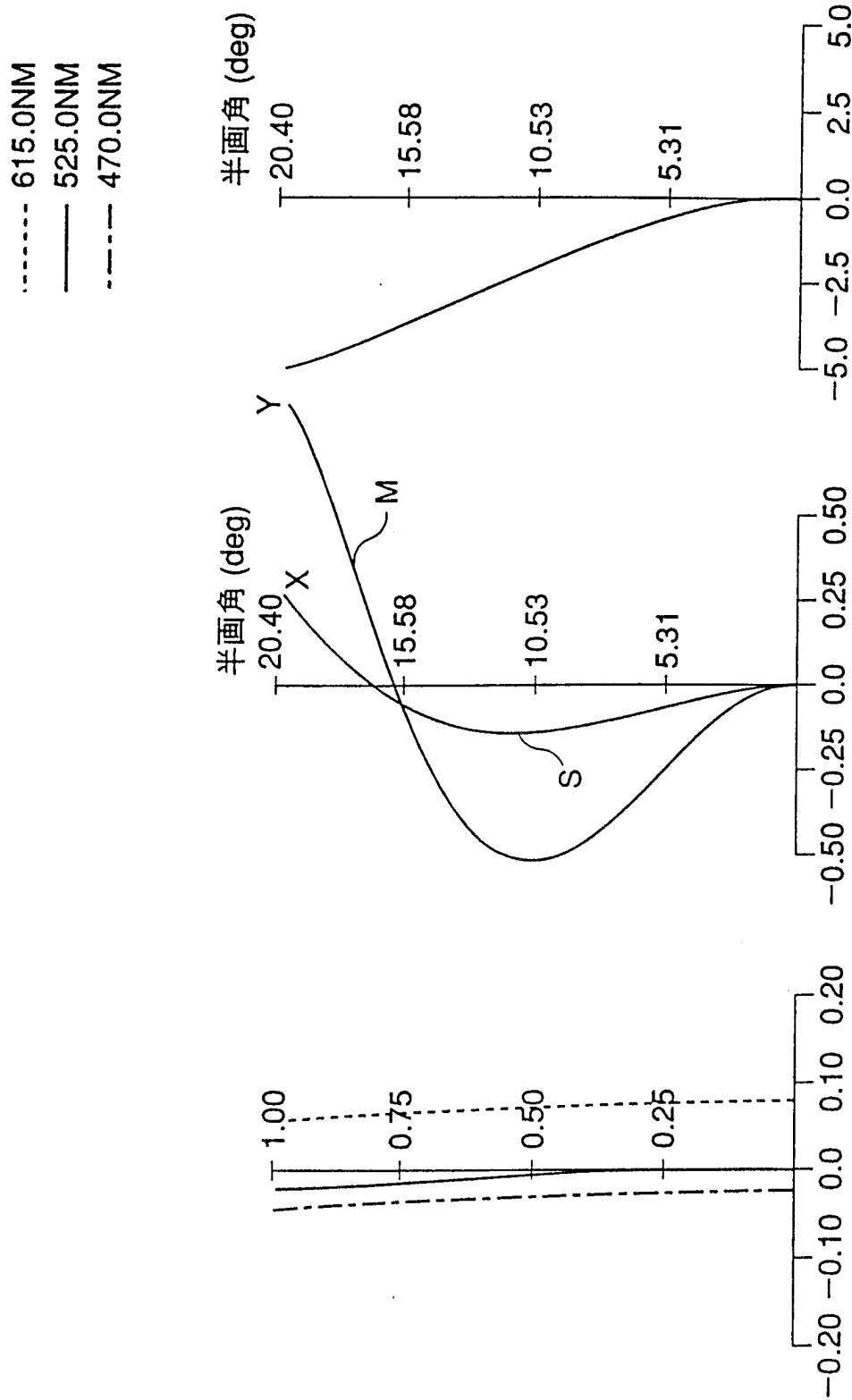


..... 615.0NM ——— 525.0NM - - - - 470.0NM

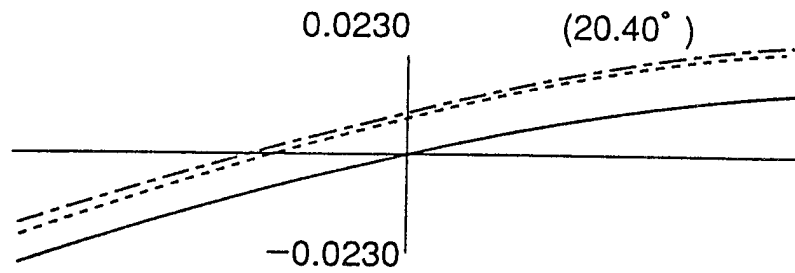
第128図



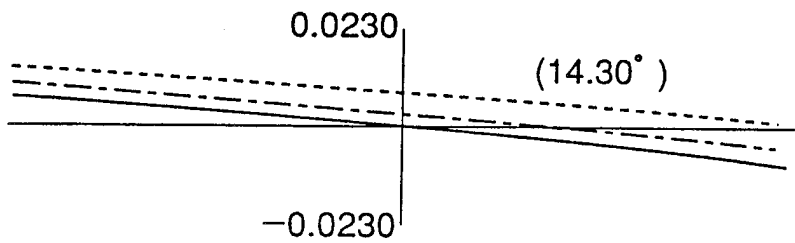
第129図



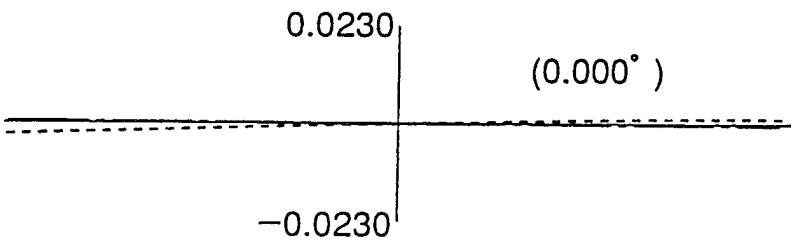
第 1 3 0 図 A



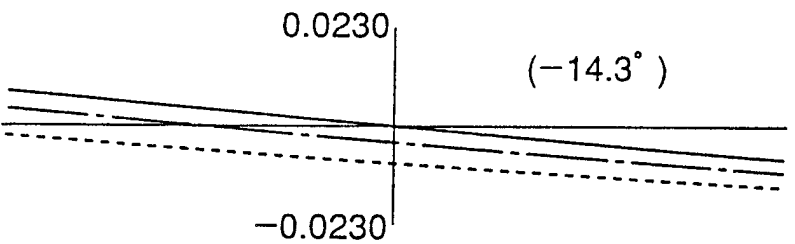
第 1 3 0 図 B



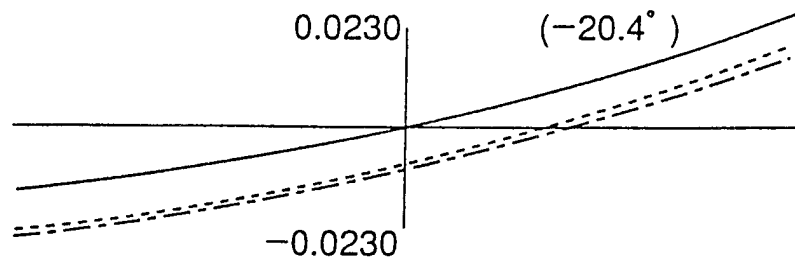
第 1 3 0 図 C



第 1 3 0 図 D

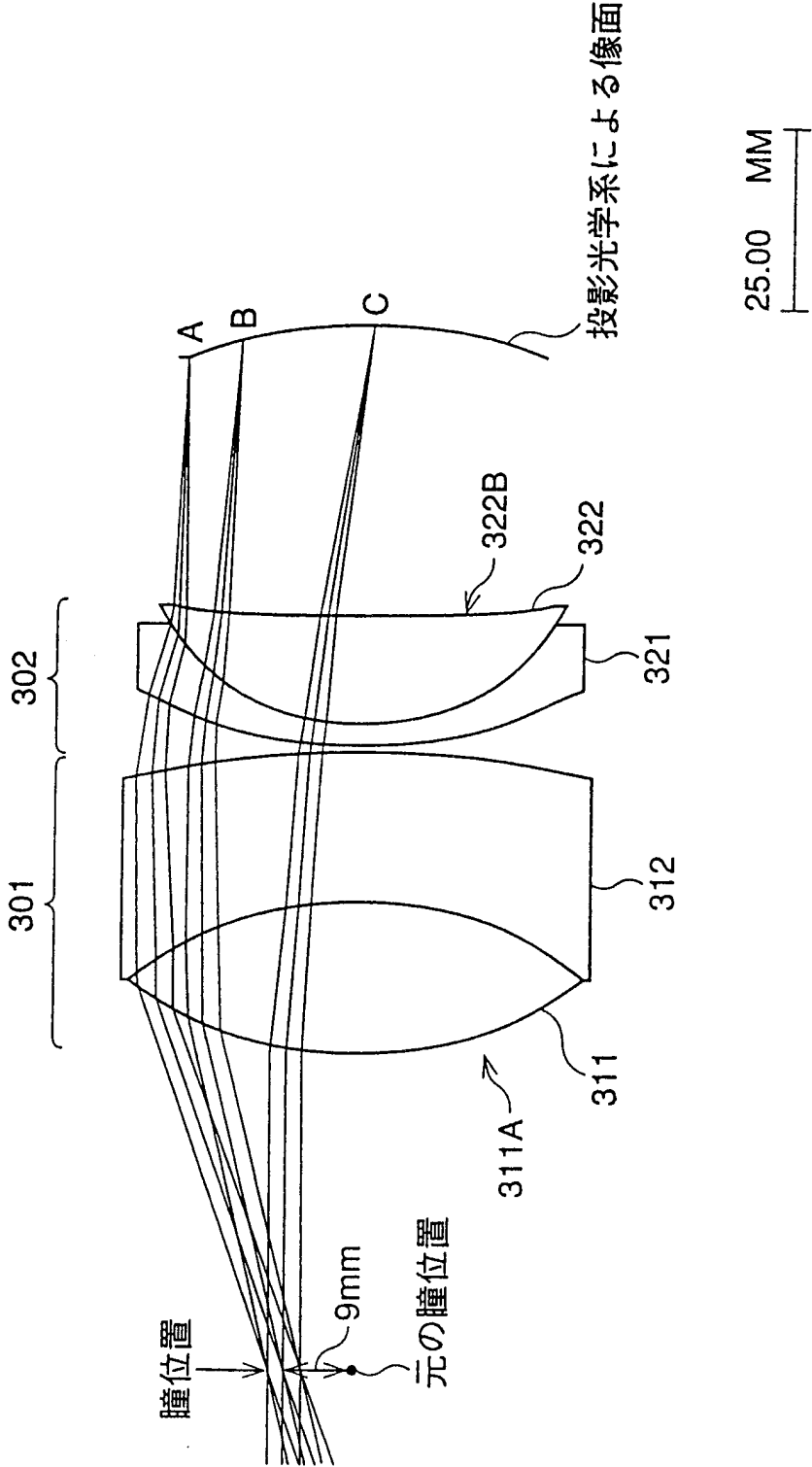


第 1 3 0 図 E

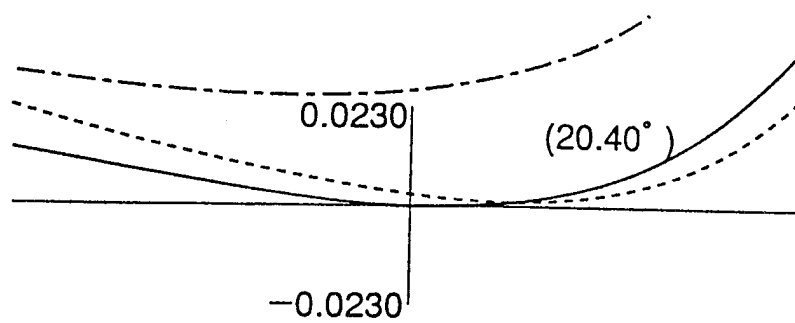


----- 615.0NM ——— 525.0NM - - - - 470.0NM

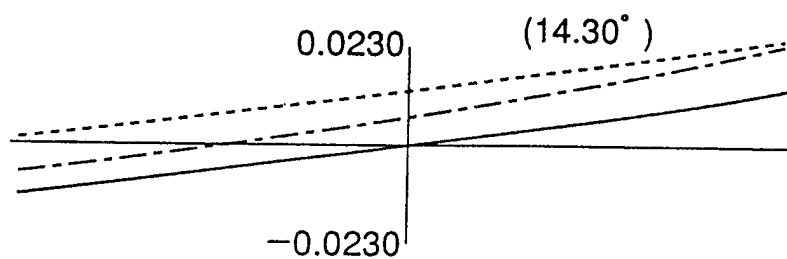
第131図



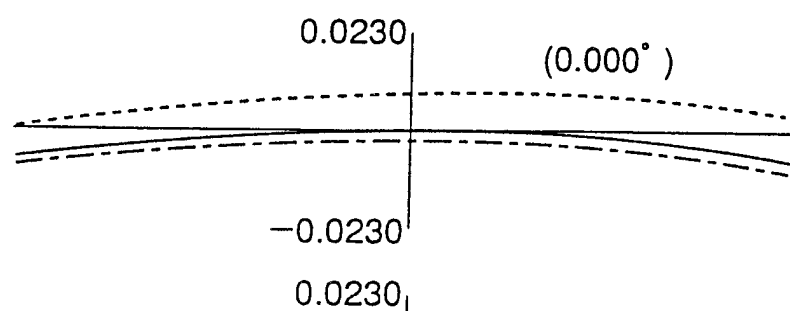
第 1 3 2 図 A



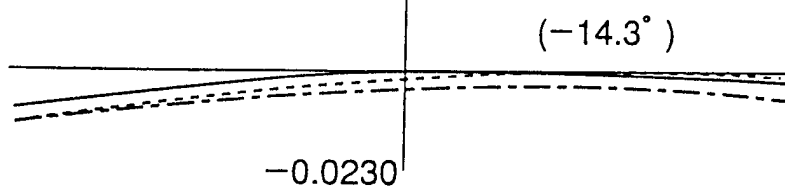
第 1 3 2 図 B



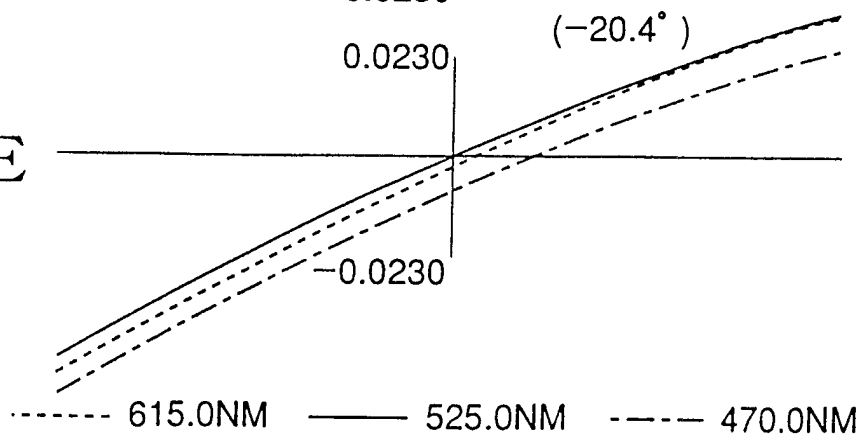
第 1 3 2 図 C



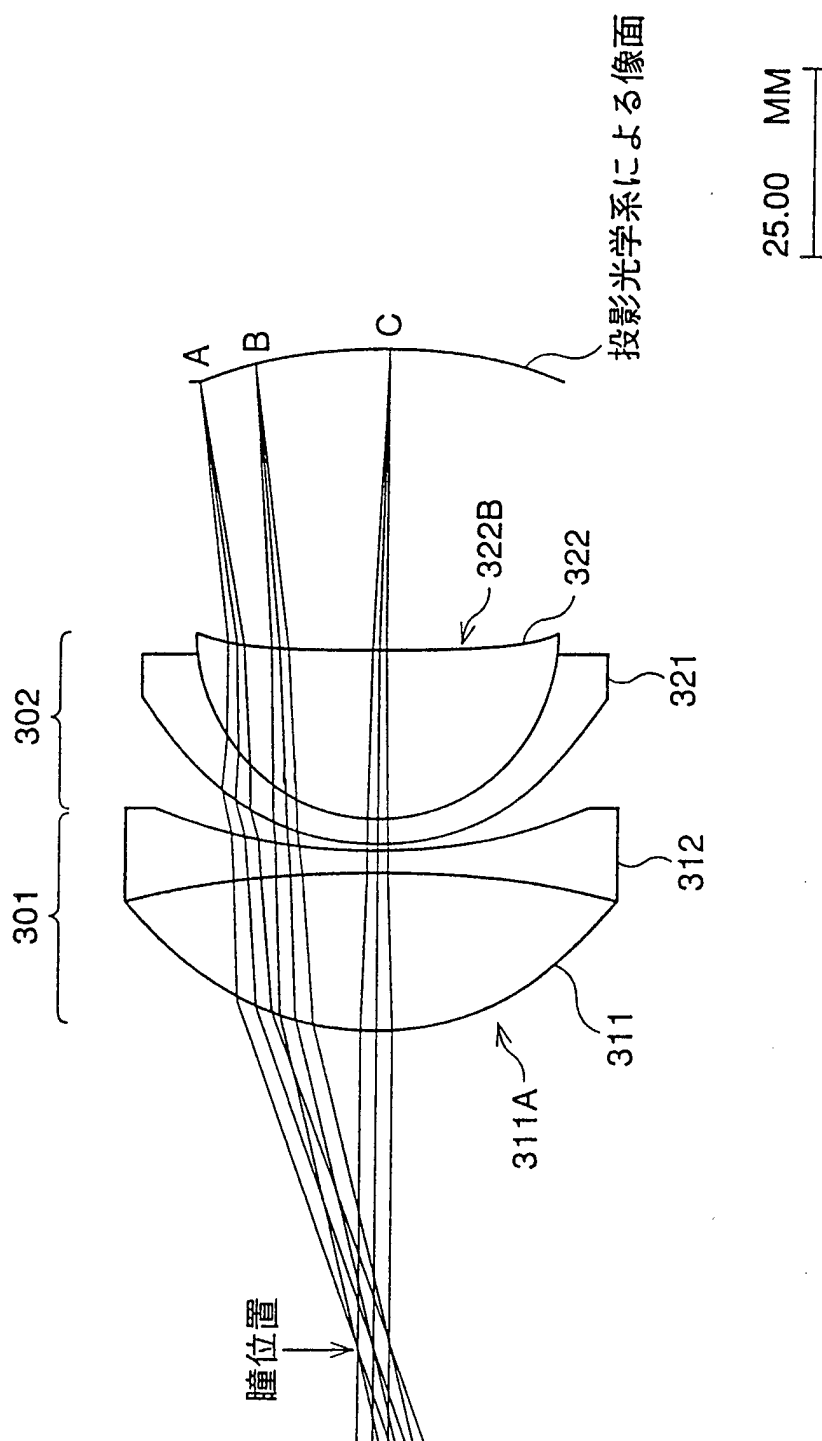
第 1 3 2 図 D



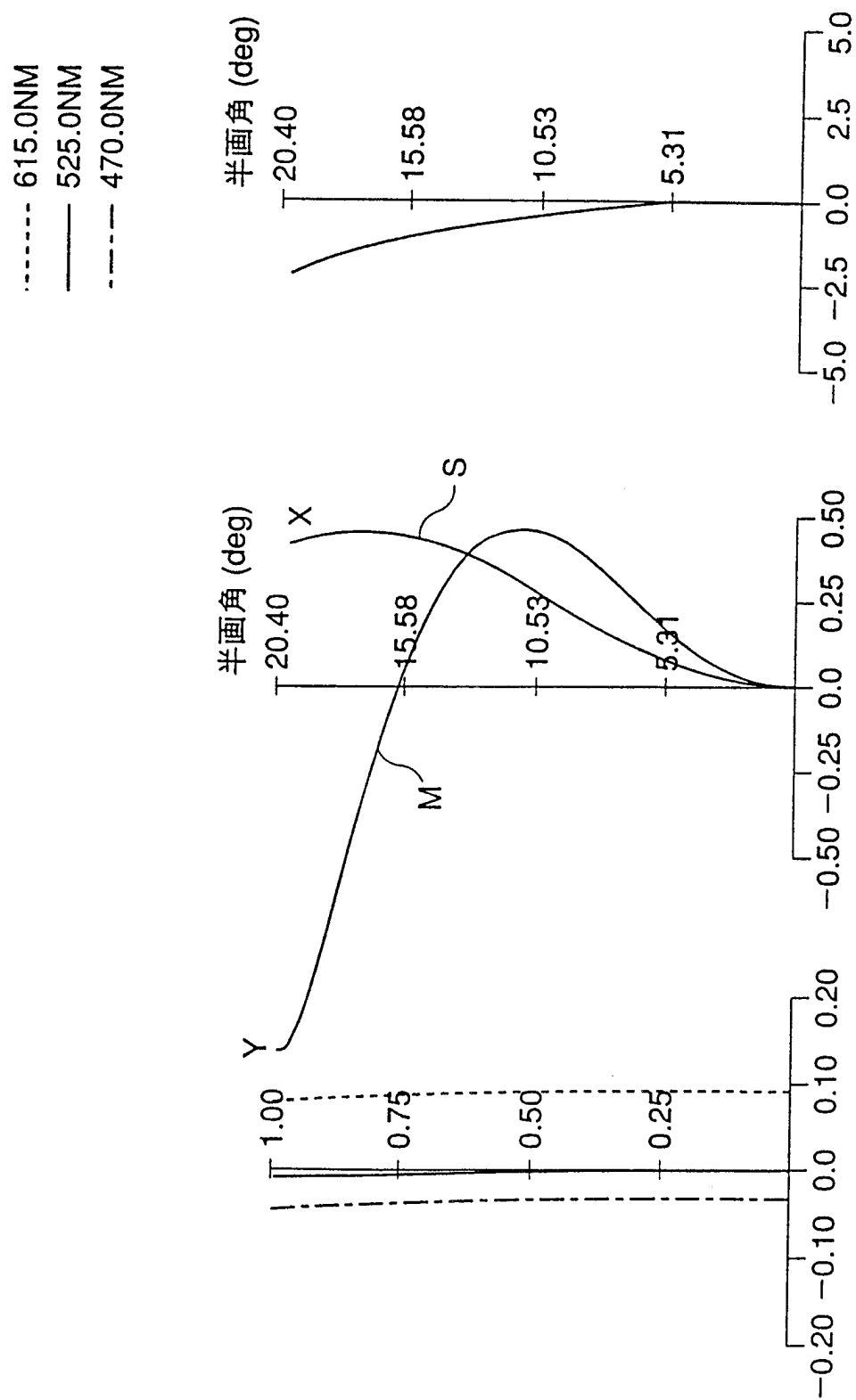
第 1 3 2 図 E



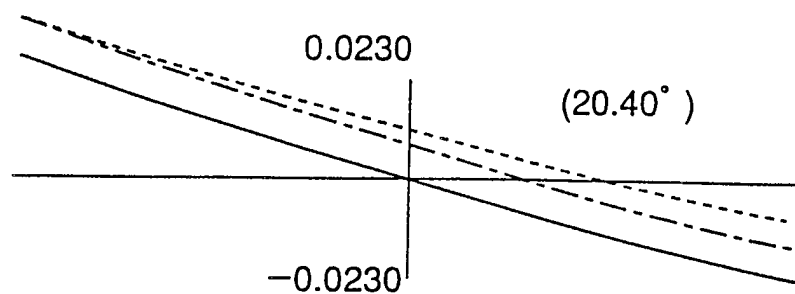
集 1 3 3



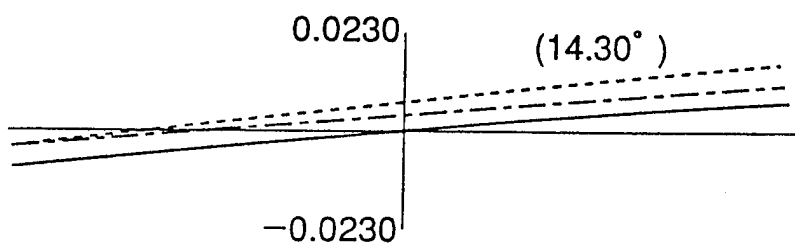
第 134 図



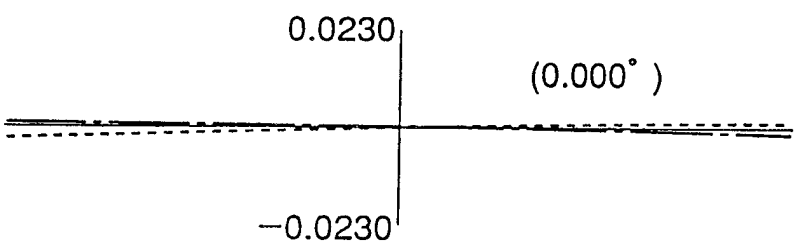
第 1 3 5 図A



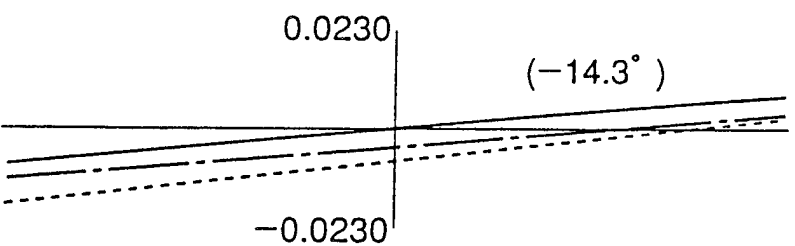
第 1 3 5 図B



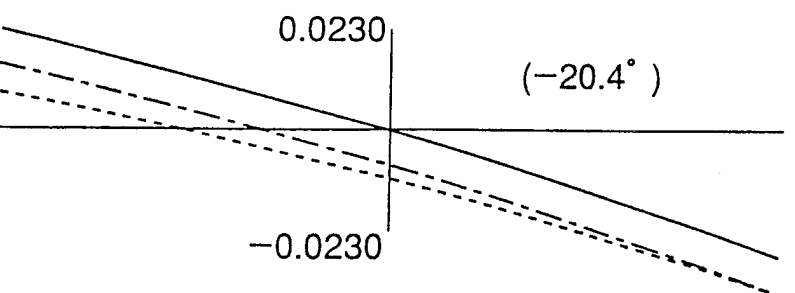
第 1 3 5 図C



第 1 3 5 図D

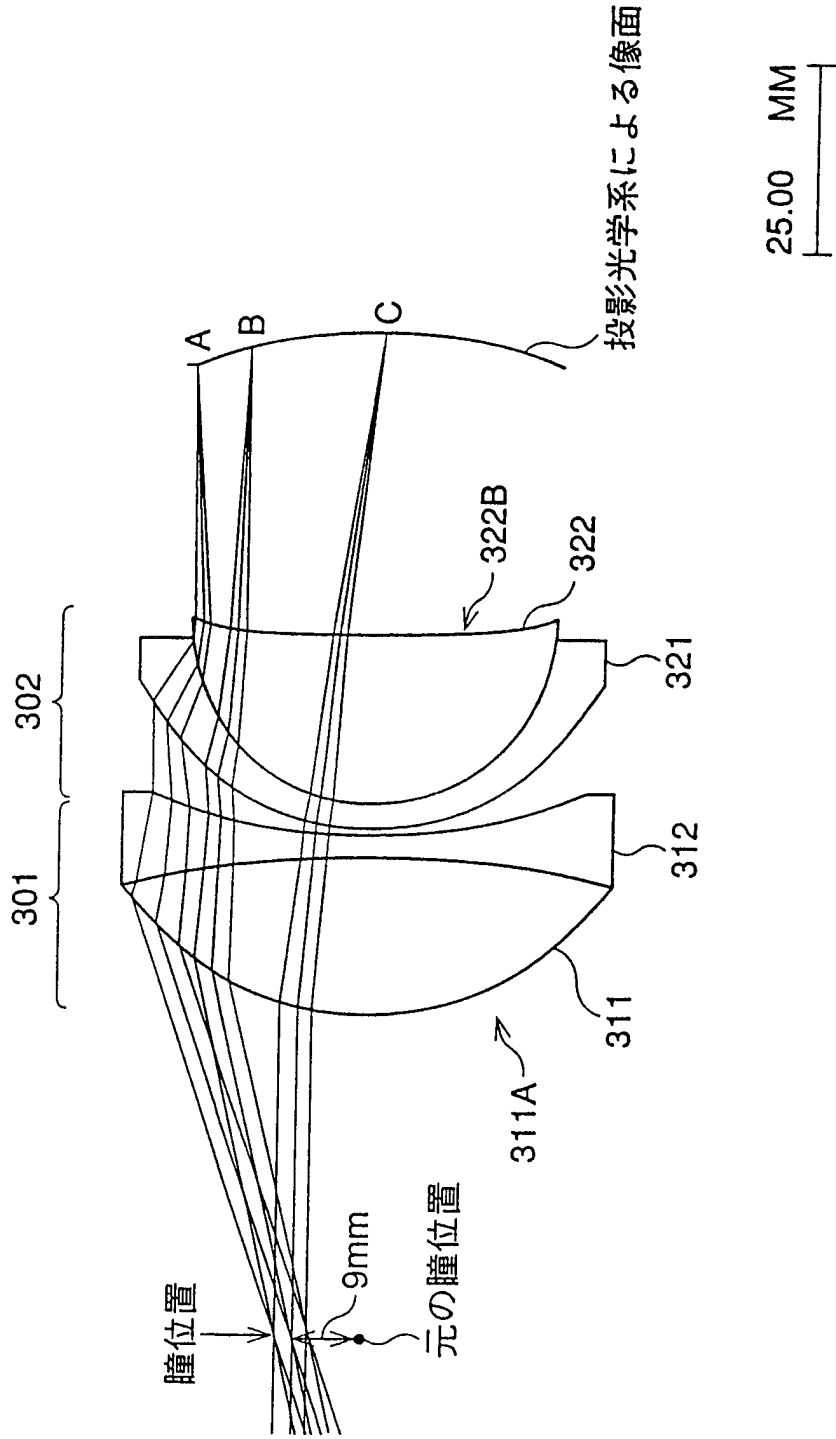


第 1 3 5 図E

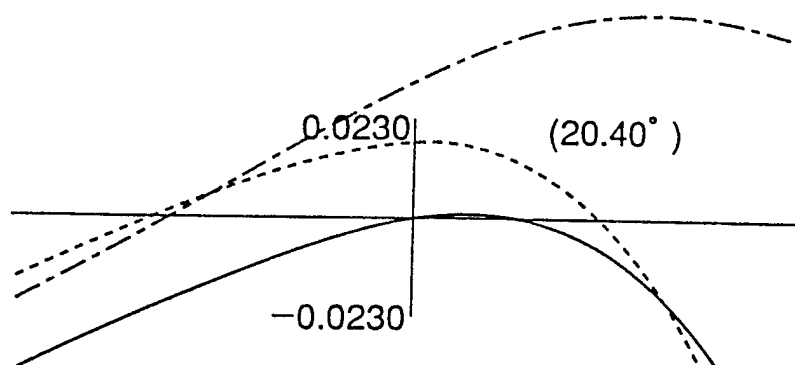


..... 615.0NM ——— 525.0NM - - - - 470.0NM

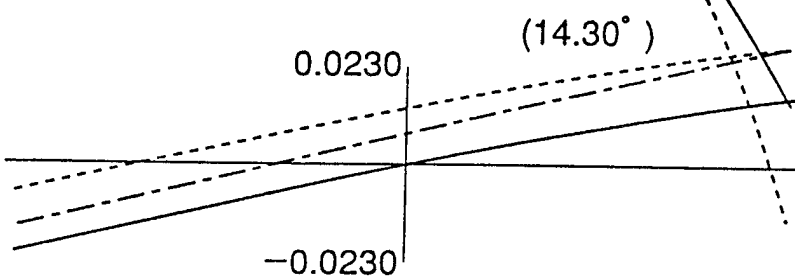
第136図



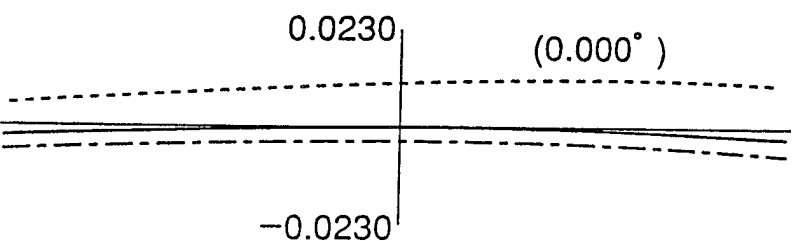
第 1 3 7 図 A



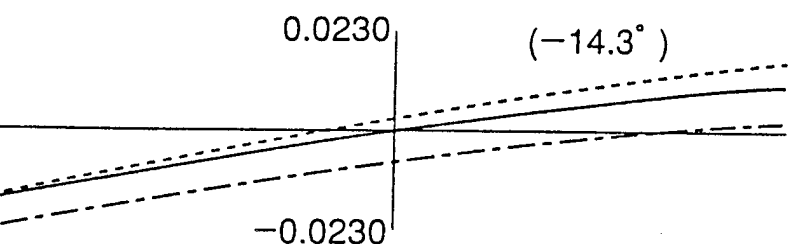
第 1 3 7 図 B



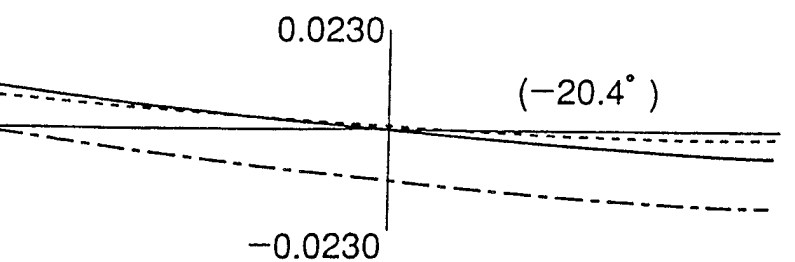
第 1 3 7 図 C



第 1 3 7 図 D

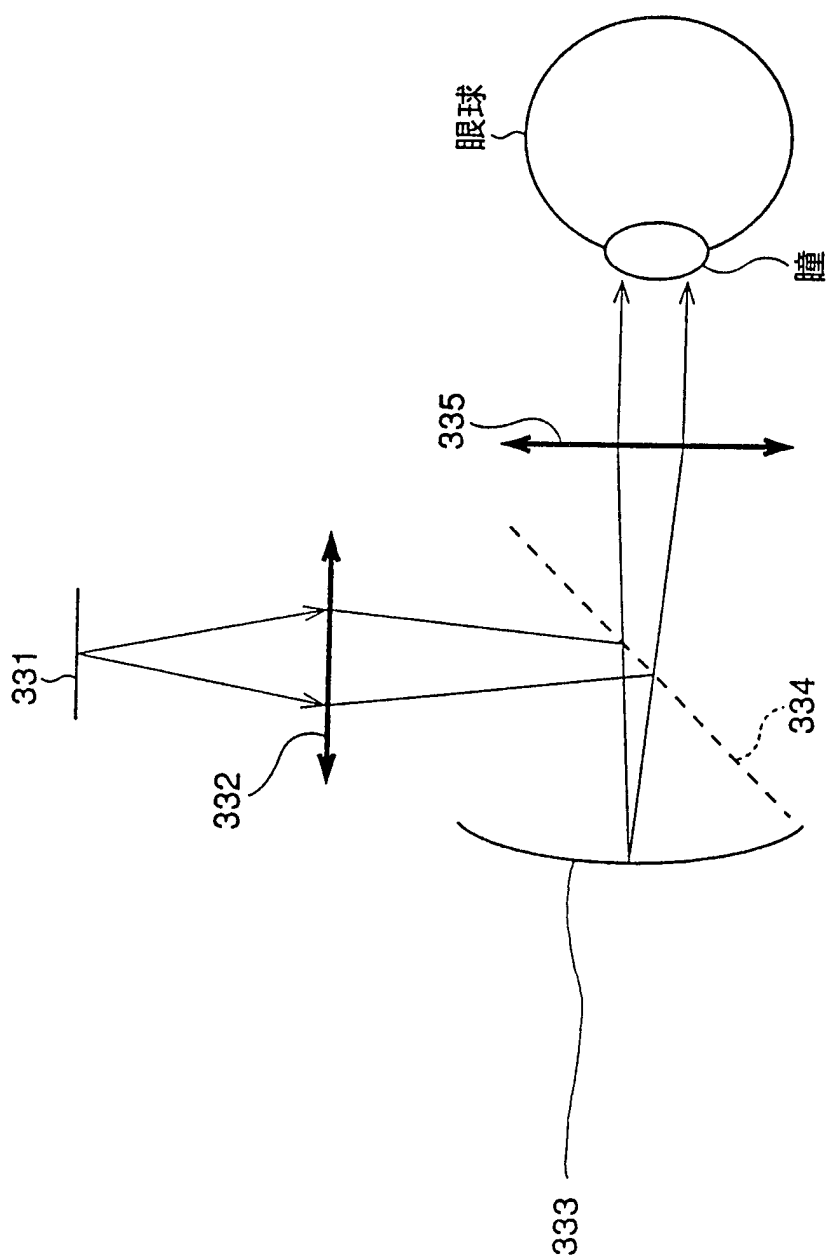


第 1 3 7 図 E

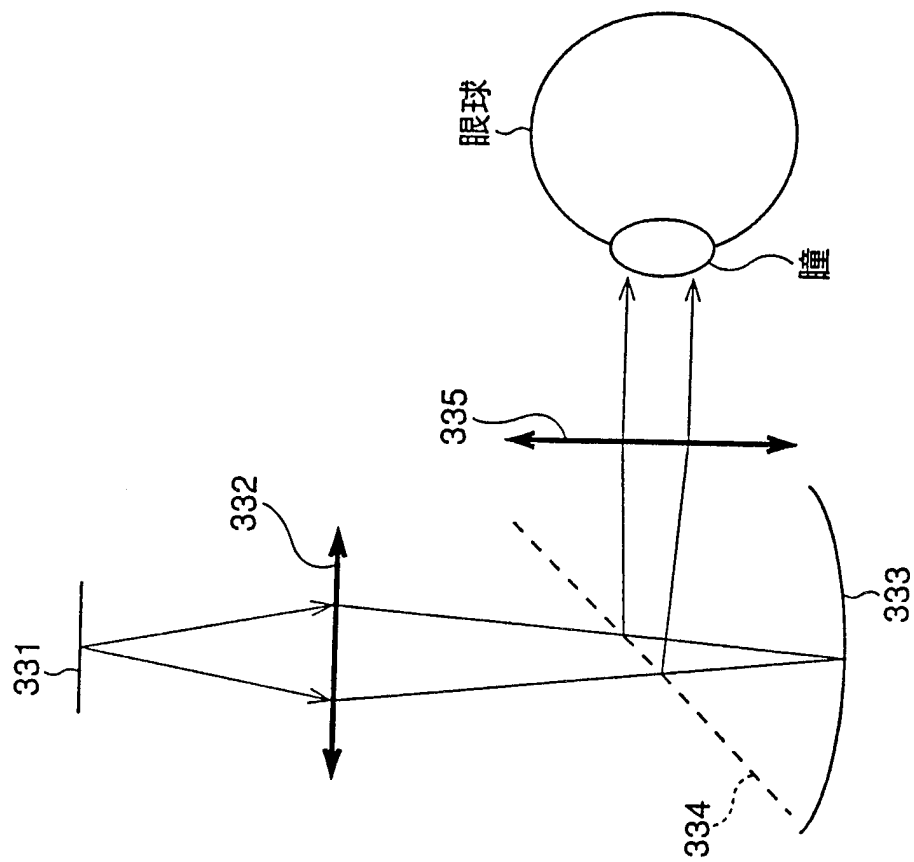


----- 615.0NM ——— 525.0NM - - - - 470.0NM

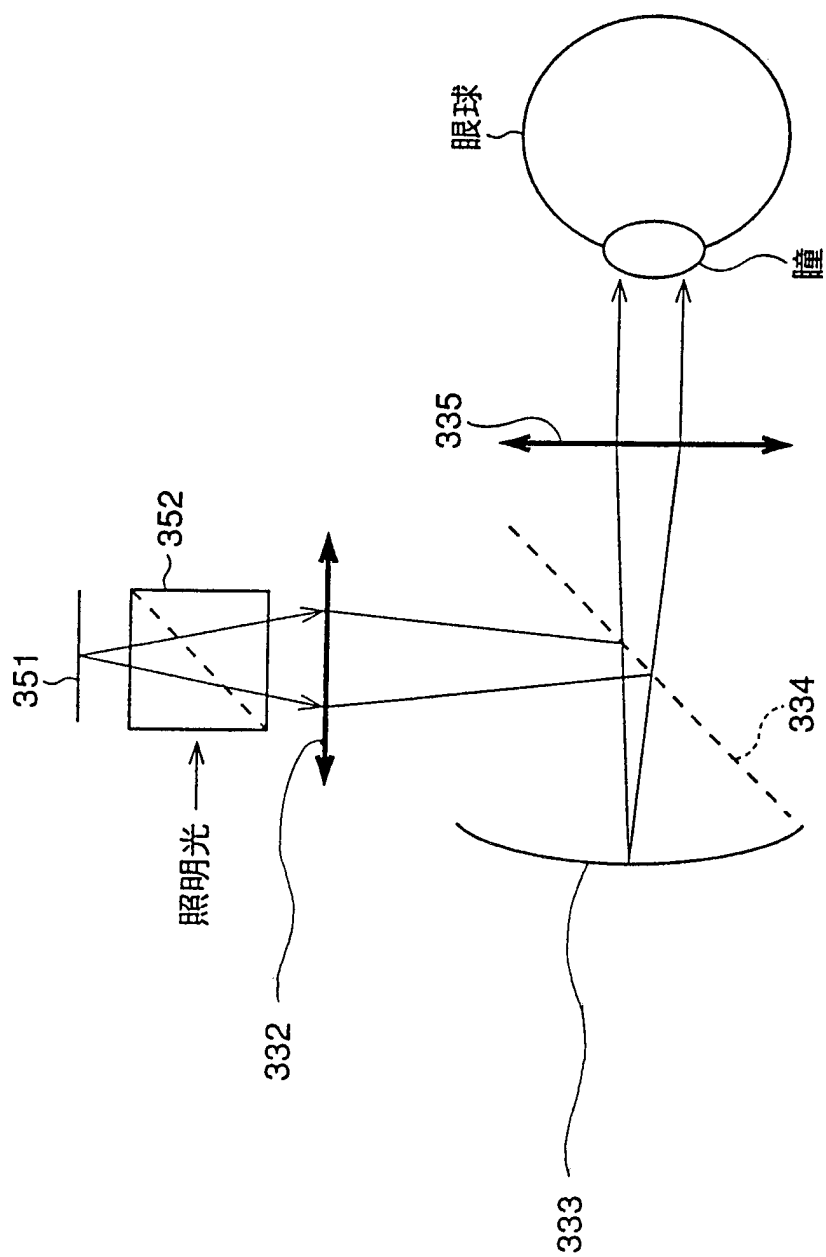
第138図



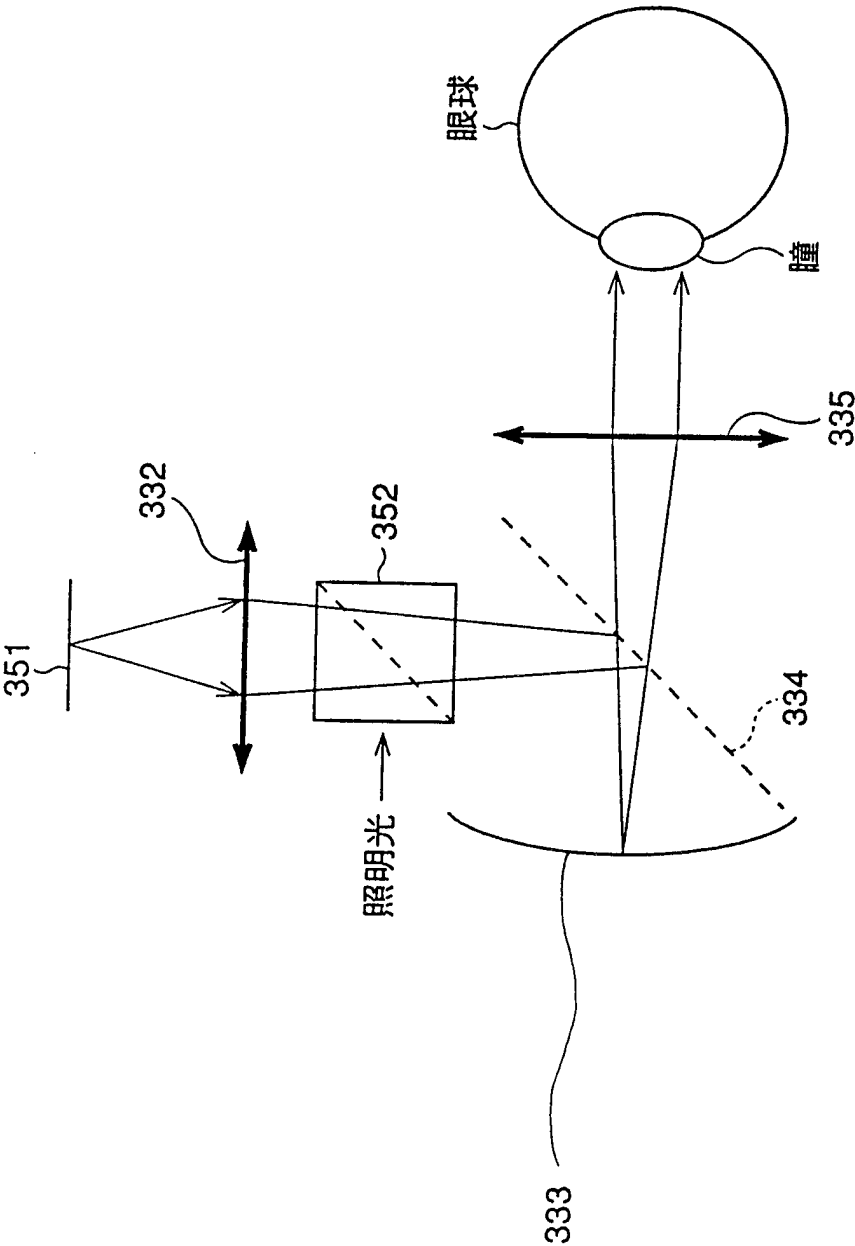
第139図



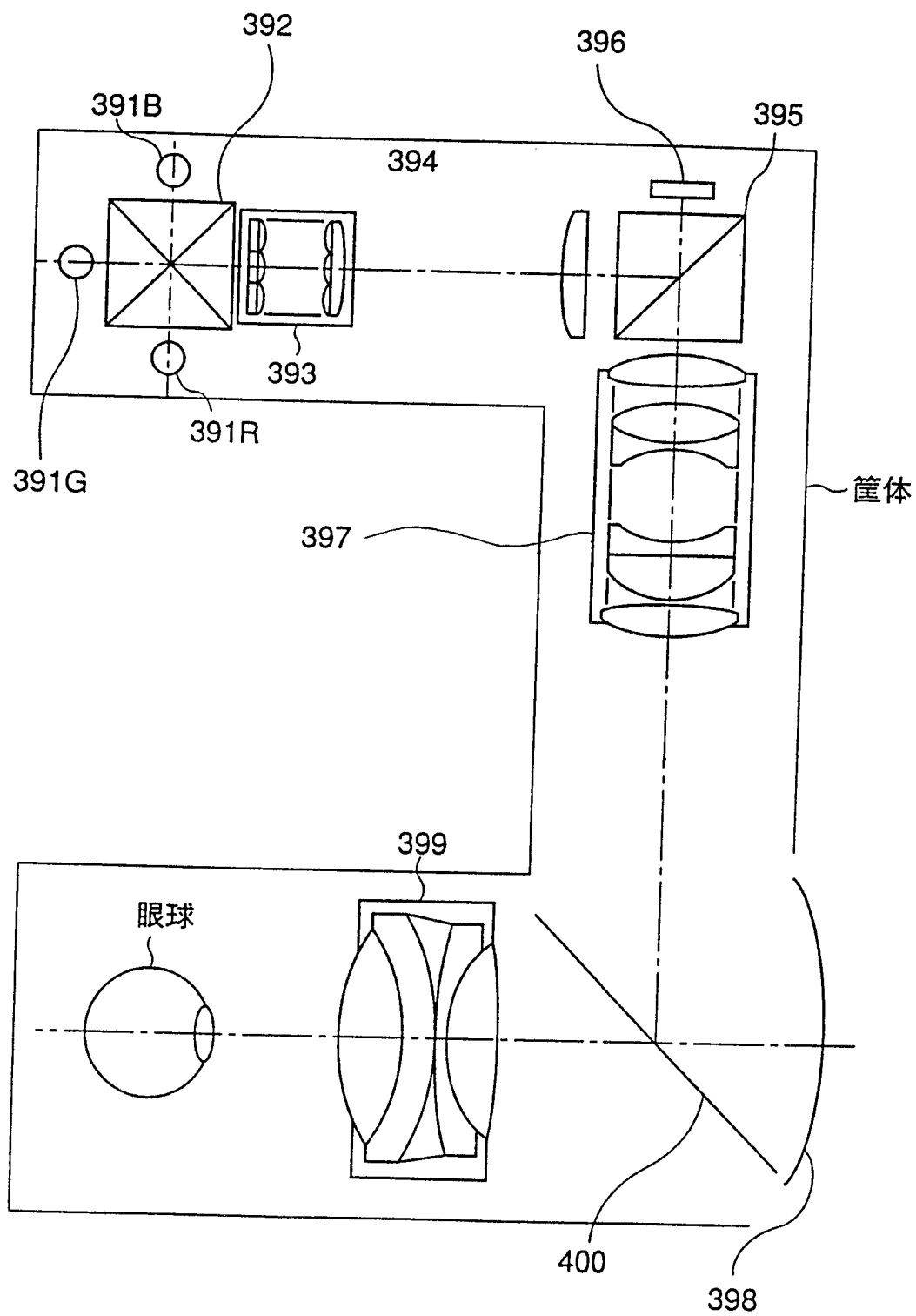
第140図



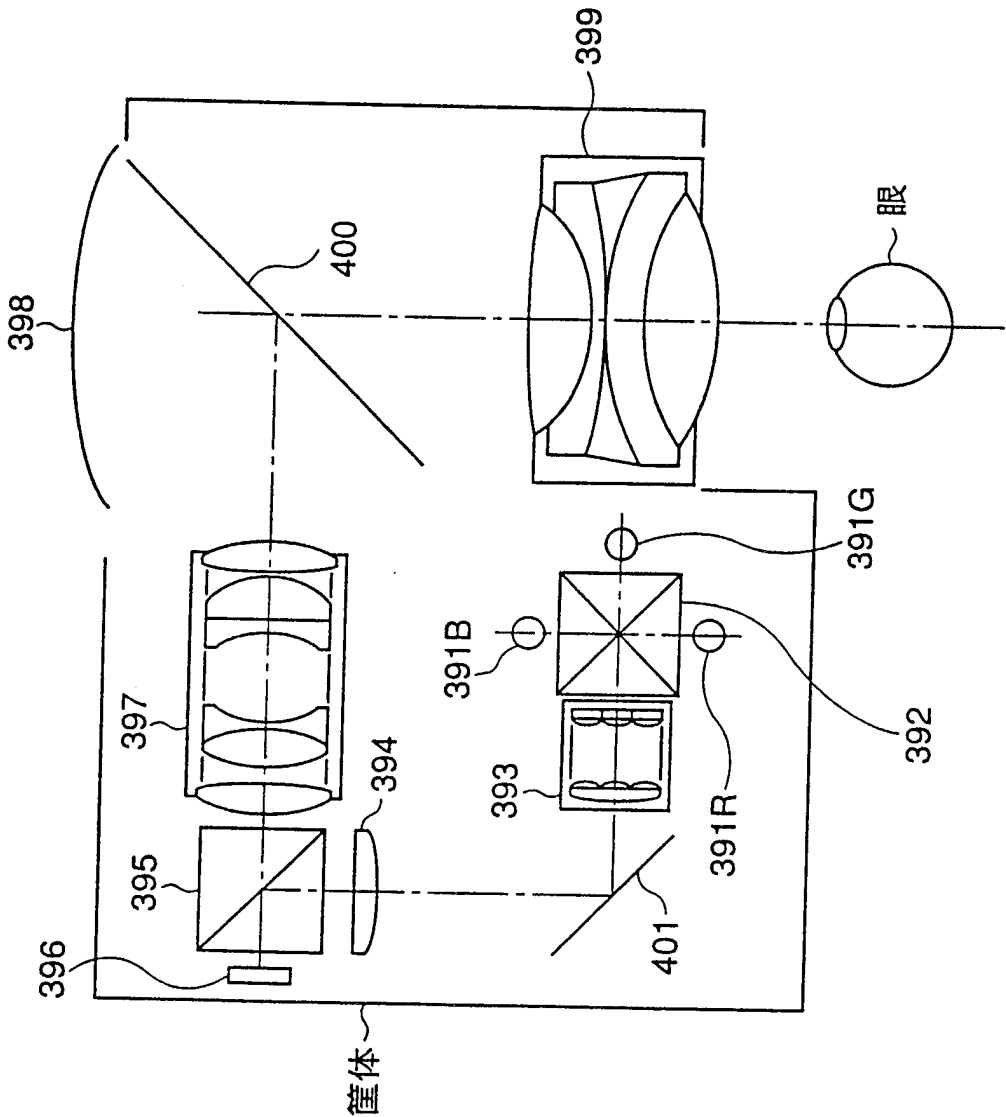
第141図



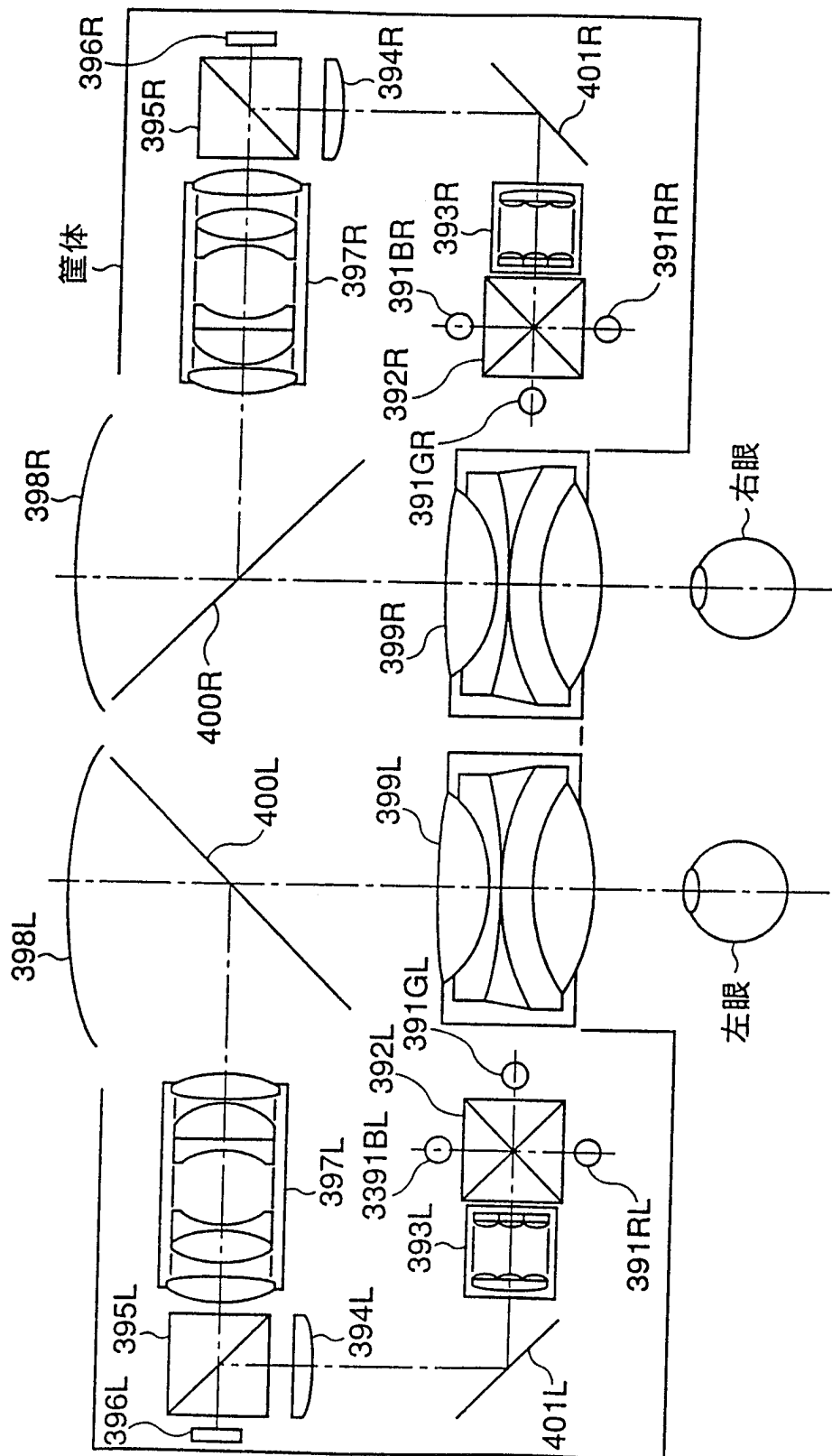
第 1 4 2 図



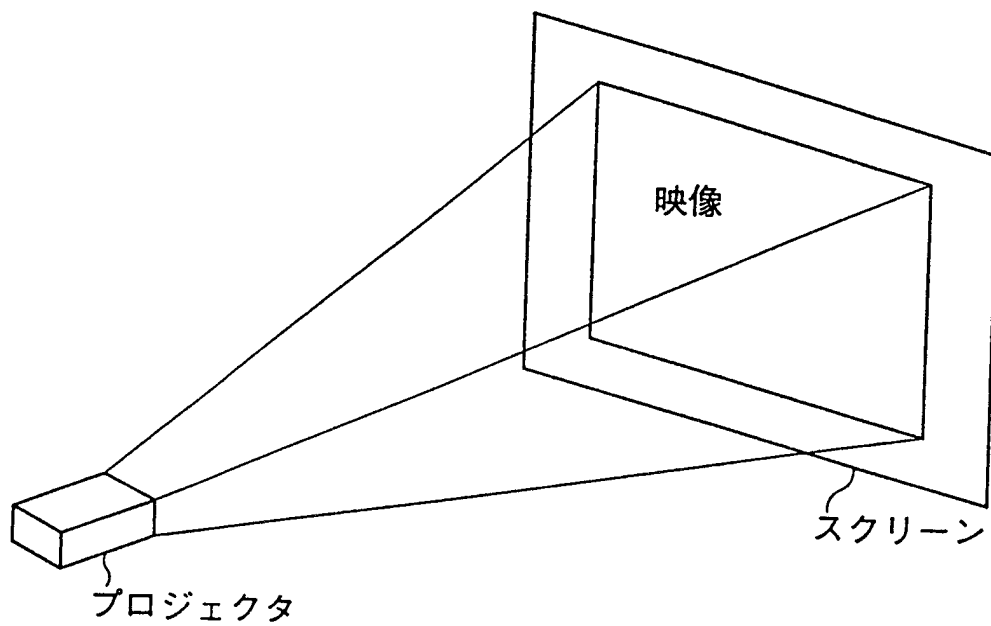
第143図



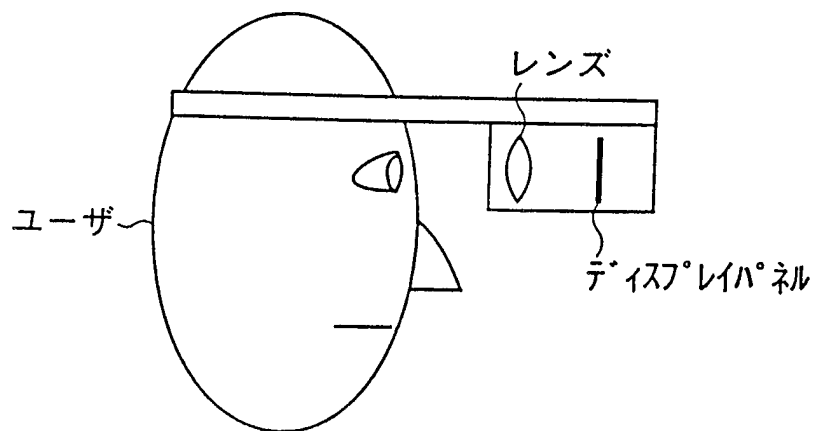
第144図



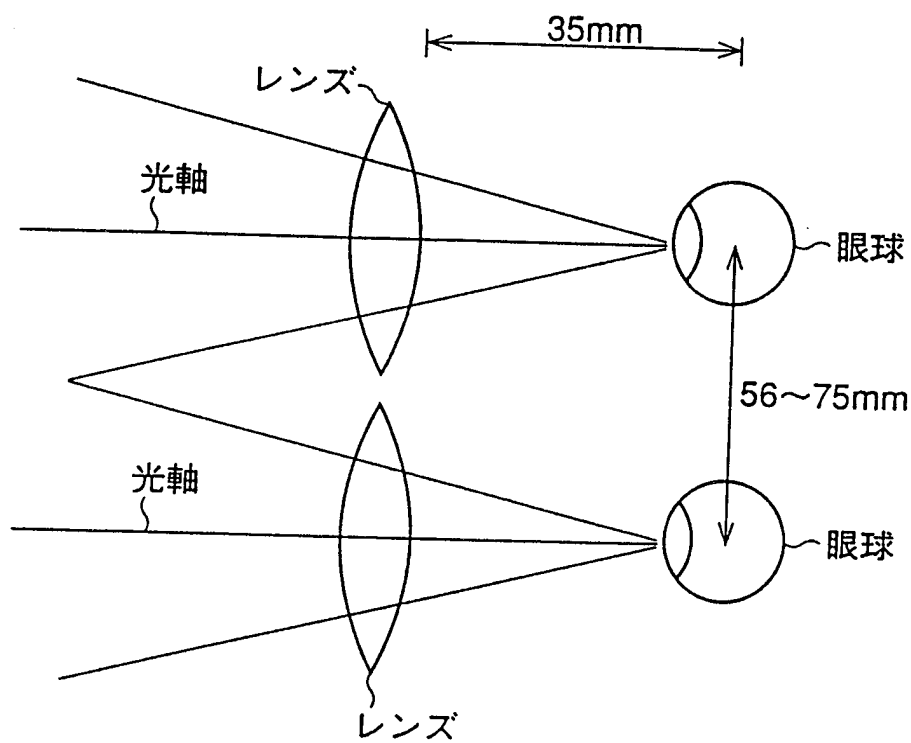
第145図



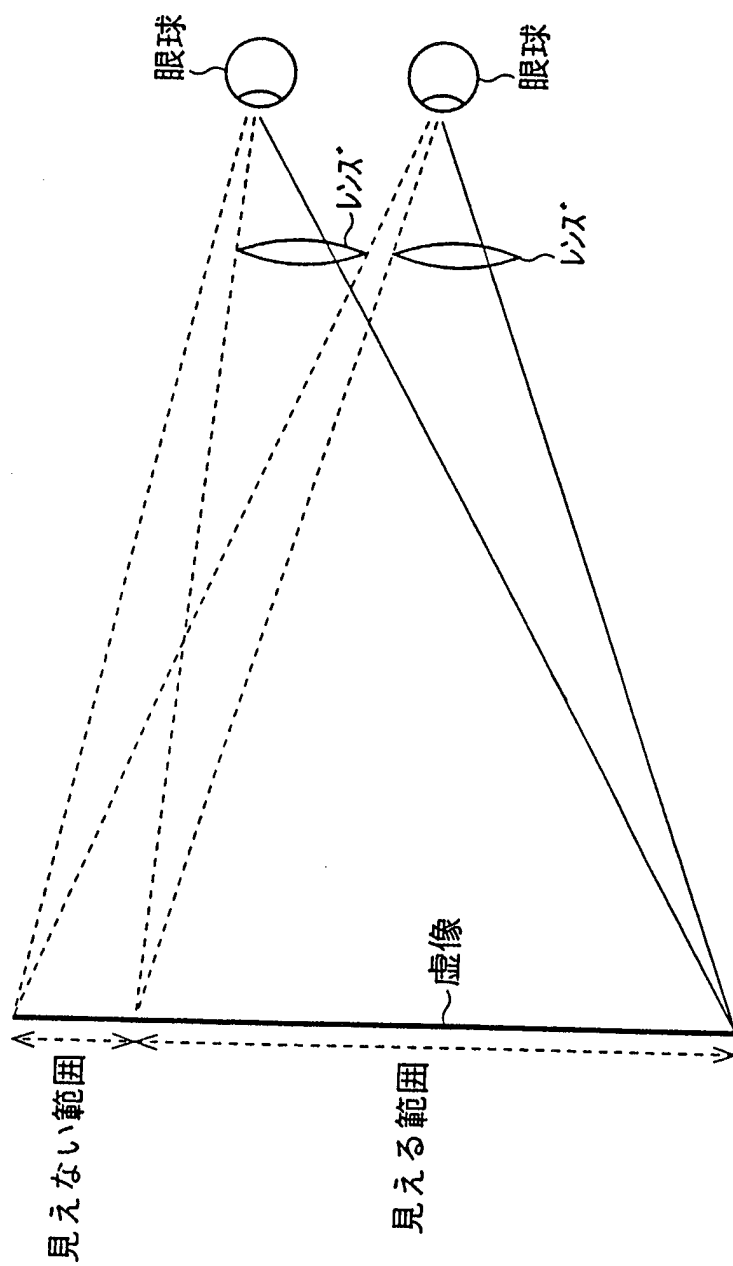
第146図



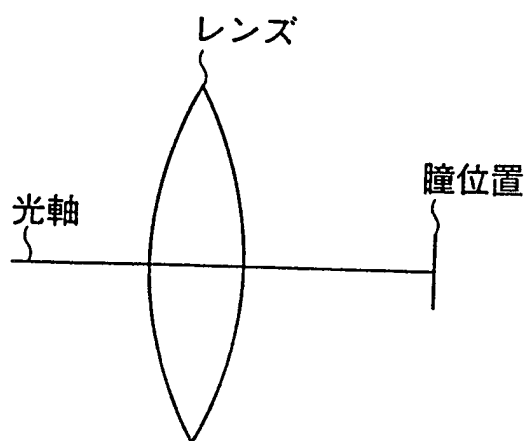
第 1 4 7 図



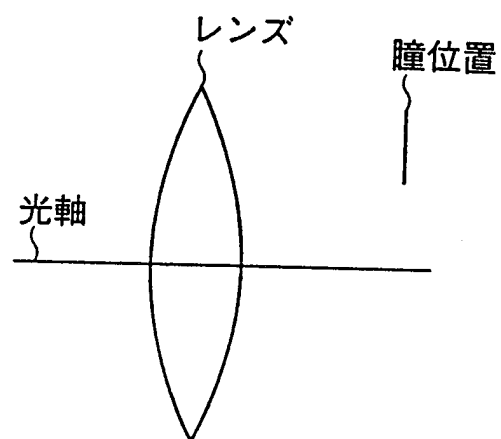
第148図



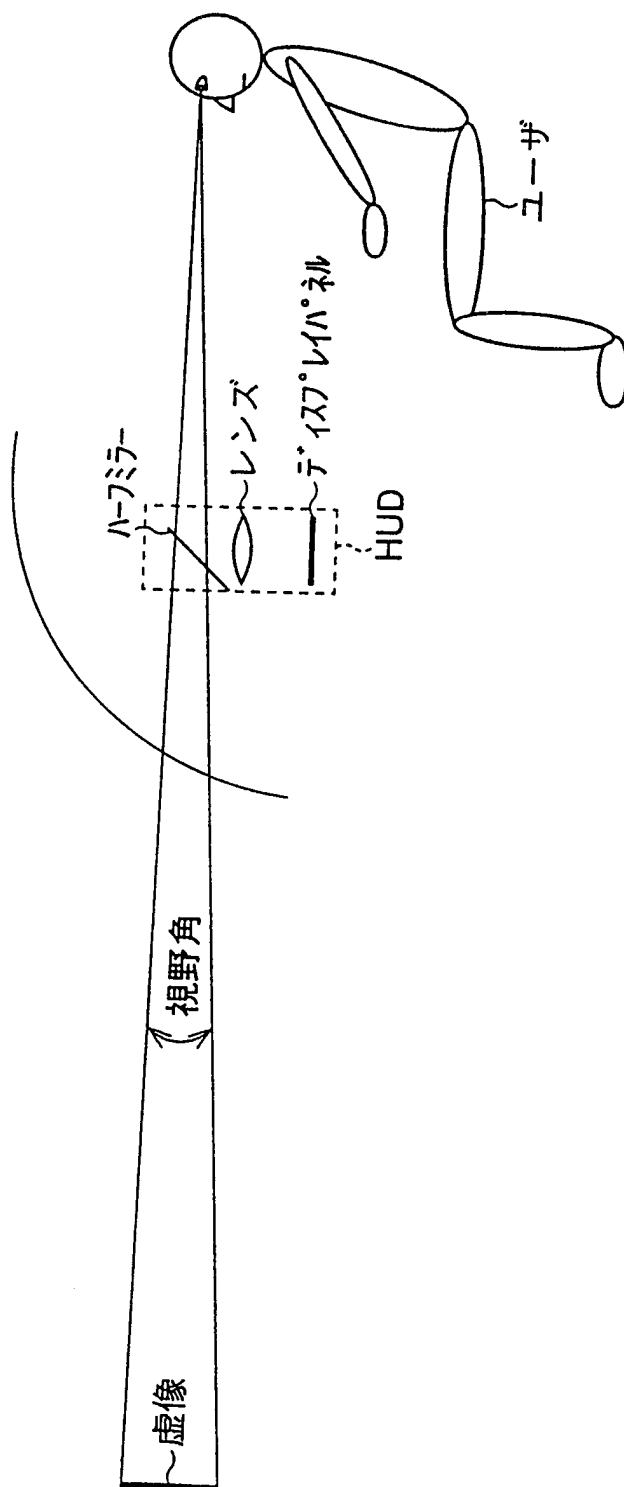
第 1 4 9 図 A



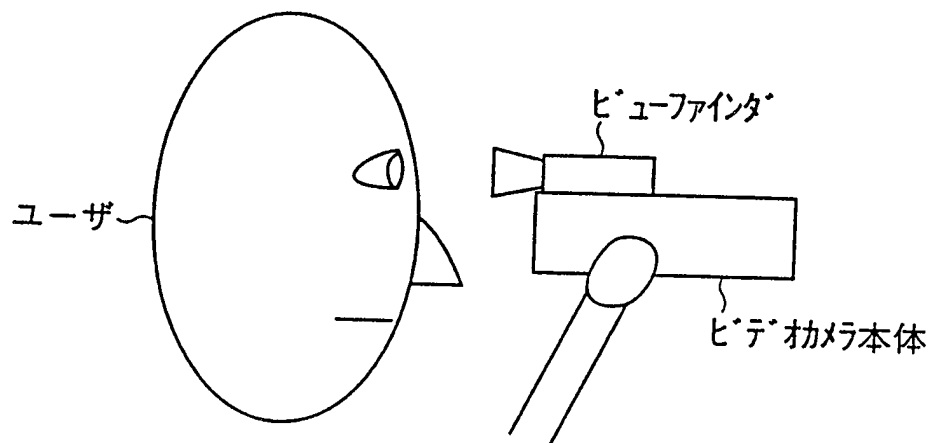
第 1 4 9 図 B



第150図



第 1 5 1 図



- 7 ディスプレイ装置
- 8 システム保持機構
- 9 ユーザ保持機構
- 10 映像音声生成装置
- 11 角度調整機構コントローラ
- 13 レンズ
- 14 ディスプレイパネル
- 16 透過率制御機構
- 17 VTR
- 18 TVチューナ
- 19 コンピュータ
- 21 セレクタ
- 24 アンプ
- 25 スピーカ
- 27 角度調整機構
- 28 低周波振動機構
- 29 ローパスフィルタ

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP 97/04201

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl⁶ G02B27/02, G09F9/00, H04N5/64, G02B13/18

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. Cl⁶ G02B27/02, G09F9/00, H04N5/64, G02B13/18, G09B9/02

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

Jitsuyo Shinan Koho 1970 - 1998

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 1995

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, 3-59587, A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), March 14, 1991 (14. 03. 91) (Family: none)	1, 2, 8, 14-17, 19, 21, 37, 38, 41
Y		3-7, 9-13, 22-24, 39, 40
A		18, 20, 25-36
Y	JP, 6-194600, A (Sony Corp.), July 15, 1994 (15. 07. 94), Fig. 3 (Family: none)	3, 5, 39, 40 9
Y	JP, 7-255022, A (Sharp Corp.), October 3, 1995 (03. 10. 95) (Family: none)	4
Y	JP, 7-128614, A (Canon Inc.), May 19, 1995 (19. 05. 95) (Family: none)	6
Y	JP, 7-32897, A (Olympus Optical Co., Ltd.), February 2, 1996 (02. 02. 96) (Family: none)	7, 8, 10, 12

☒ 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 document 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

February 10, 1998 (10. 02. 98)

Date of mailing of the international search report

February 24, 1998 (24. 02. 98)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP97/04201

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 7-146658, A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), June 6, 1995 (06. 06. 95) (Family: none)	11
X	JP, 5-45594, A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), February 23, 1993 (23. 02. 93) (Family: none)	42
Y		22 - 24

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁶ G 02 B 27/02, G 09 F 9/00, H 04 N 5/64, G 02 B 13/18

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. Cl⁶ G 02 B 27/02, G 09 F 9/00, H 04 N 5/64, G 02 B 13/18
G 09 B 9/02

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 1970-1998
日本国公開実用新案公報 1971-1995

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	J P, 3-59587, A (三菱重工業株式会社), 14. 3月. 1991 (14. 03. 91) (ファミリーなし)	1, 2, 8, 14-17, 19, 21, 37, 38, 41
Y		3-7, 9-13, 22-24, 39, 40
A		18, 20, 25-36
Y	J P, 6-194600, A (ソニー株式会社), 15. 7月. 1994 (15. 07. 94), 図3 (ファミリーなし)	3, 5, 39, 40
Y	J P, 7-255022, A (シャープ株式会社), 3. 10月. 1995 (03. 10. 95) (ファミリーなし)	9
Y	J P, 7-128614, A (キャノン株式会社), 19. 5月. 1995 (19. 05. 95) (ファミリーなし)	4
		6

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

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

10. 02. 98

国際調査報告の発送日

24.02.98

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100

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)

津田 俊明



2 K

7 6 2 5

電話番号 03-3581-1101 内線 3255

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
Y	JP, 7-32897, A (オリンパス光学工業株式会社), 2. 2月. 1996 (02. 02. 96) (ファミリーなし)	7, 8, 10, 12
Y	JP, 7-146658, A (松下電器産業株式会社), 6. 6月. 1995 (06. 06. 95) (ファミリーなし)	11
X Y	JP, 5-45594, A (松下電器産業株式会社), 23. 2月. 1993 (23. 02. 93) (ファミリーなし)	42 22-24