



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201809774 A

(43)公開日：中華民國 107 (2018) 年 03 月 16 日

(21)申請案號：106115303

(22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 05 月 09 日

(51)Int. Cl. : G02B7/02 (2006.01) G02B27/01 (2006.01)

(30)優先權：2016/07/07 日本 JP2016-135409

(71)申請人：尼康股份有限公司(日本) NIKON CORPORATION (JP)

日本

(72)發明人：松本実保 MATSUMOTO, MIHO (JP)；関根淳 SEKINE, ATSUSHI (JP)；高木英嗣 TAKAGI, HIDETSUGU (JP)

(74)代理人：閻啟泰；林景郁

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：23 共 55 頁

(54)名稱

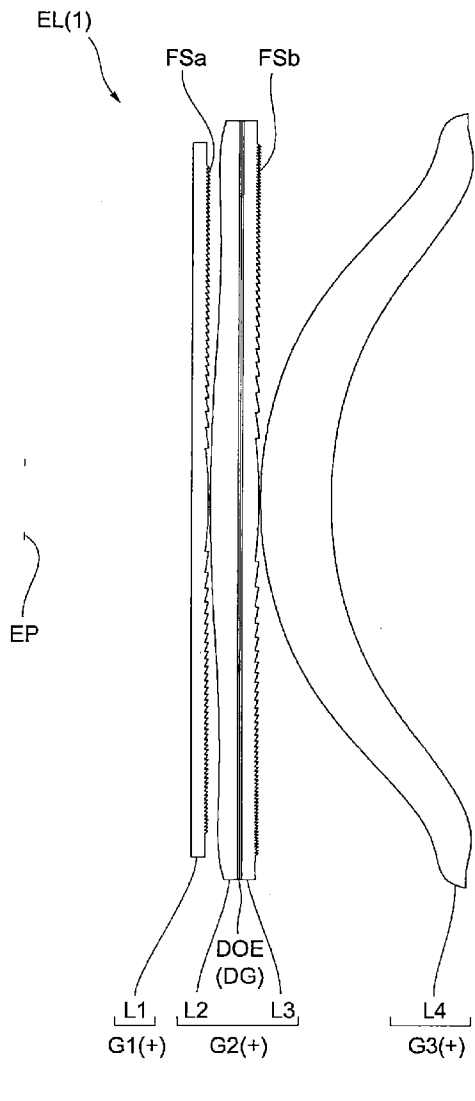
目鏡光學系統及頭戴式顯示器

(57)摘要

本發明提供一種既薄型且具有廣視角並良好地修正了色像差等之各像差之目鏡光學系統。

目鏡光學系統 EL 具備從視點 EP 側依序排列之具有正折射力之第 1 透鏡群 G1 與具有正折射力之第 2 透鏡群 G2，第 2 透鏡群 G2 具有接合有兩個光學構件之接合透鏡，該接合透鏡之接合面係構成繞射光柵之繞射光學面，構成第 1 透鏡群 G1 之透鏡中之一側之透鏡面為第 1 菲涅爾面 FSa，第 2 透鏡群 G2 之接合透鏡中之一側之透鏡面為第 2 菲涅爾面 FSb。

指定代表圖：



符號簡單說明：

EL(1) . . . 目鏡光學系統

FSa . . . 第 1 菲涅爾面

FSb . . . 第 2 菲涅爾面

EP . . . 視點

DOE . . . 繞射光學元件

DG . . . 繞射光柵

L1 . . . 第 1 透鏡

L2 . . . 第 2 透鏡

L3 . . . 第 3 透鏡

L4 . . . 第 4 透鏡

G1 . . . 第 1 透鏡群

G2 . . . 第 2 透鏡群

G3 . . . 第 3 透鏡群

(+) . . . 透鏡群之折射力

11 . . . 影像顯示部

圖1

發明摘要

※ 申請案號： 106115303

※ 申請日： 106/05/09

※IPC 分類：

【發明名稱】(中文/英文)

目鏡光學系統及頭戴式顯示器

【中文】

本發明提供一種既薄型且具有廣視角並良好地修正了色像差等之各像差之目鏡光學系統。

目鏡光學系統 EL 具備從視點 EP 側依序排列之具有正折射力之第 1 透鏡群 G1 與具有正折射力之第 2 透鏡群 G2，第 2 透鏡群 G2 具有接合有兩個光學構件之接合透鏡，該接合透鏡之接合面係構成繞射光柵之繞射光學面，構成第 1 透鏡群 G1 之透鏡中之一側之透鏡面為第 1 菲涅爾面 FSa，第 2 透鏡群 G2 之接合透鏡中之一側之透鏡面為第 2 菲涅爾面 FSb。

【英文】

無

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

EL(1)	目鏡光學系統
FSa	第 1 菲涅爾面
FSb	第 2 菲涅爾面
EP	視點
DOE	繞射光學元件
DG	繞射光柵
L1	第 1 透鏡
L2	第 2 透鏡
L3	第 3 透鏡
L4	第 4 透鏡
G1	第 1 透鏡群
G2	第 2 透鏡群
G3	第 3 透鏡群
(+)	透鏡群之折射力
11	影像顯示部

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

目鏡光學系統及頭戴式顯示器

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種目鏡光學系統及頭戴式顯示器。

【先前技術】

【0002】 於例如專利文獻 1 中，揭示有一種具備目鏡光學系統之頭戴式顯示器。此種目鏡光學系統從減輕重量之觀點來看較佳為薄型。

【先前技術文獻】

【專利文獻】

【0003】 【專利文獻 1】特開 2015-49305 號公報

【發明內容】

【0004】 第 1 態樣之目鏡光學系統，具備從視點側依序排列之具有正折射力之第 1 透鏡群與具有正折射力之第 2 透鏡群，前述第 1 透鏡群以及前述第 2 透鏡群中之一方，具有接合有至少兩個光學構件之接合透鏡，前述接合透鏡之接合面係構成繞射光柵之繞射光學面，構成前述第 1 透鏡群及前述第 2 透鏡群之透鏡中至少任一透鏡面為菲涅爾面。

【0005】 第 2 態樣之頭戴式顯示器，具備可顯示影像之影像顯示部與用以觀察於前述影像顯示部顯示出之影像之目鏡光學系統，前述目鏡光學系統為上述之目鏡光學系統。

【圖式簡單說明】

【0006】

圖 1 係第 1 實施例之目鏡光學系統之透鏡構成圖。

圖 2 係第 1 實施例之目鏡光學系統之光路圖。

圖 3 係第 1 實施例之目鏡光學系統之各像差圖。

圖 4 係第 1 實施例之目鏡光學系統之橫像差圖。

圖 5 係第 1 實施例之目鏡光學系統之光點圖。

圖 6 係第 2 實施例之目鏡光學系統之透鏡構成圖。

圖 7 係第 2 實施例之目鏡光學系統之光路圖。

圖 8 係第 2 實施例之目鏡光學系統之各像差圖。

圖 9 係第 2 實施例之目鏡光學系統之橫像差圖。

圖 10 係第 2 實施例之目鏡光學系統之光點圖。

圖 11 係第 3 實施例之目鏡光學系統之透鏡構成圖。

圖 12 係第 3 實施例之目鏡光學系統之光路圖。

圖 13 係第 3 實施例之目鏡光學系統之各像差圖。

圖 14 係第 3 實施例之目鏡光學系統之橫像差圖。

圖 15 係第 3 實施例之目鏡光學系統之光點圖。

圖 16 係第 4 實施例之目鏡光學系統之透鏡構成圖。

圖 17 係第 4 實施例之目鏡光學系統之光路圖。

圖 18 係第 4 實施例之目鏡光學系統之各像差圖。

圖 19 係第 4 實施例之目鏡光學系統之橫像差圖。

圖 20 係第 4 實施例之目鏡光學系統之光點圖。

圖 21 係顯示繞射光學元件之一例之示意圖。

圖 22(a)係顯示菲涅爾面之一例之示意圖，(b)係用以說明菲涅爾面之高

寬比之示意圖。

圖 23 係頭戴式顯示器之外觀圖。

【實施方式】

【0007】 以下，參照圖式說明本實施形態之目鏡光學系統及頭戴式顯示器。作為本實施形態之目鏡光學系統 EL 之一例之目鏡光學系統 EL(1)，如圖 1 所示，具備從視點 EP 側依序排列之具有正折射力之第 1 透鏡群 G1 與具有正折射力之第 2 透鏡群 G2 而構成。第 1 透鏡群 G1 及第 2 透鏡群 G2 中之一方(圖 1 之例中之第 2 透鏡群 G2)具有接合有兩個光學構件(圖 1 之例中之第 2 透鏡 L2 及第 3 透鏡 L3)之接合透鏡。該接合透鏡之接合面係構成繞射光柵 DG 之繞射光學面。構成第 1 透鏡群 G1 及第 2 透鏡群 G2 之透鏡中之至少任一透鏡面為菲涅爾面。據此，便可獲得一種既薄型且具有廣視角並良好地修正了色像差等之各像差之目鏡光學系統。此外，本說明書中之菲涅爾面係藉由使光折射來改變光行進方向之面，而繞射光學面係藉由使光繞射來改變光行進方向之面。

【0008】 本實施形態之目鏡光學系統 EL，可用以觀察例如以影像顯示部 11 顯示之影像。本實施形態之目鏡光學系統 EL，亦可係圖 6 所示之目鏡光學系統 EL(2)，亦可係圖 11 所示之目鏡光學系統 EL(3)，亦可係圖 16 所示之目鏡光學系統 EL(4)。

【0009】 本實施形態之目鏡光學系統 EL 較佳為，接合透鏡中之一側之透鏡面為菲涅爾面。據此，可將目鏡光學系統薄型化。此外，本說明書中之菲涅爾面或非球面之透鏡面，係不包含接合透鏡之接合面的概念。

【0010】 本實施形態之目鏡光學系統 EL 較佳為，接合透鏡中與菲涅

爾面相異之透鏡面為非球面。據此，可良好地修正像散等之各像差。

【0011】 本實施形態之目鏡光學系統 EL 亦可為，第 1 透鏡群 G1 及第 2 透鏡群 G2 中不包含接合透鏡之透鏡群（圖 1 之例中之第 1 透鏡群 G1）中，具有至少一個透鏡，該一個透鏡中之一側之透鏡面係菲涅爾面。據此，可將目鏡光學系統薄型化。

【0012】 本實施形態之目鏡光學系統 EL 較佳為，第 1 透鏡群 G1 及第 2 透鏡群 G2 中之一方由具有正折射力之接合透鏡所構成，第 1 透鏡群 G1 及第 2 透鏡群 G2 中之另一方由具有正折射力之一個透鏡所構成。據此，可做成薄型的目鏡光學系統，同時可擴大視角，良好地修正像散等之各像差。又，可將菲涅爾面之菲涅爾段差之高寬比設計得較小，從而使目鏡光學系統之製造更為容易。

【0013】 本實施形態之目鏡光學系統 EL 亦可為，第 2 透鏡群 G2 由具有正折射力之接合透鏡所構成，第 1 透鏡群 G1 由具有正折射力之一個透鏡所構成。據此，可做成薄型的目鏡光學系統，同時可擴大視角，良好地修正像散等之各像差。又，可將菲涅爾面之菲涅爾段差之高寬比設計得較小，從而使目鏡光學系統之製造更為容易。

【0014】 本實施形態之目鏡光學系統 EL 亦可為，具備從視點 EP 側依序排列之前述第 1 透鏡群 G1、前述第 2 透鏡群 G2、以及具有非球面透鏡面之第 3 透鏡群 G3 而構成。據此，可良好地修正像散等之各像差。又，可將菲涅爾面之菲涅爾段差之高寬比設計得較小，從而使目鏡光學系統之製造更為容易。

【0015】 本實施形態之目鏡光學系統 EL 亦可為，第 1 透鏡群 G1 之

焦距短於第 2 透鏡群 G2 之焦距。據此，可藉由使靠近目鏡光學系統 EL 之瞳位置（射出瞳位置）之第 1 透鏡群 G1 具有強折射力（power）來良好地修正球面像差等之諸像差。

【0016】 本實施形態之目鏡光學系統 EL 較佳為，第 1 透鏡群 G1 及第 2 透鏡群分別具有形成有菲涅爾面之透鏡，並滿足以下條件式(1)。

$$\text{【0017】 } 1.00 < f_{R2} / f_{R1} \quad \dots (1)$$

其中，

f_{R1} ：第 1 透鏡群 G1 中形成有菲涅爾面之透鏡之焦距，

f_{R2} ：第 2 透鏡群 G2 中形成有菲涅爾面之透鏡之焦距。

【0018】 條件式(1)係針對第 1 透鏡群 G1 中形成有菲涅爾面之透鏡與第 2 透鏡群 G2 中形成有菲涅爾面之透鏡之焦距之比值，規定適當範圍之條件式。藉由滿足條件式 1，第 1 透鏡群 G1 中形成有菲涅爾面之透鏡之焦距，將短於第 2 透鏡群 G2 中形成有菲涅爾面之透鏡之焦距。亦即，第 1 透鏡群 G1 中形成有菲涅爾面之透鏡之折射力（power），大於第 2 透鏡群 G2 中形成有菲涅爾面之透鏡之折射力。如此，可藉由使靠近目鏡光學系統 EL 之瞳位置（射出瞳位置）之第 1 透鏡群 G1 之形成有菲涅爾面之透鏡具有強折射力來良好地修正球面像差等之各像差。

【0019】 若條件式(1)之對應值低於下限值，則第 1 透鏡群 G1 中形成有菲涅爾面之透鏡之焦距，將較第 2 透鏡群 G2 中形成有菲涅爾面之透鏡之焦距長。因此，將難以使第 1 透鏡群 G1 中形成有菲涅爾面之透鏡具有強折射力，從而難以修正球面像差等之各像差。

【0020】 此外，較佳為將條件式(1)之上限值設為未滿 1.80，更佳為設

為未滿 1.70。據此，可防止由於第 1 透鏡群 G1 中形成有菲涅爾面之透鏡之折射力過強，導致該菲涅爾面之菲涅爾段差之高寬比過大，從而難以製造具備形成有菲涅爾面之透鏡之目鏡光學系統 EL。

【0021】 本實施形態之目鏡光學系統 EL 較佳為，接合透鏡透過由第 1 光學元件要素 DE1 與第 2 光學元件要素 DE2 所構成之密着複層型之繞射光學元件 DOE 接合而成，並於第 1 光學元件要素 DE1 與第 2 光學元件要素 DE2 之界面，形成構成繞射光柵 DG 之繞射光學面。據此，可在所欲之波長區域（例如可見光區域）中可保持高繞射效率，波長特性變得良好。

【0022】 本實施形態之繞射光學元件 DOE 係由，例如圖 21 所示，由第 1 光學材料所構成之第 1 光學元件要素 DE1、以及由折射率或色散值與第 1 光學材料相異之第 2 光學材料所構成之第 2 光學元件要素 DE2 所構成。於第 1 光學元件要素 DE1 與第 2 光學元件要素 DE2 之界面，構成剖面觀察時為鋸齒狀之繞射光柵 DG 之繞射光學面形成為輪帶狀。本實施形態之繞射光學元件 DOE 中之繞射光柵 DG 之光柵節距，隨繞射光學元件 DOE 中之半徑方向之位置而不同。繞射光柵 DG 之壁面部 DW，雖在繞射光學元件 DOE 之中心側會沿光軸延伸，但隨著往繞射光學元件 DOE 之外周側其相對於光軸傾斜越大。如此，藉由以在繞射光學面之各輪帶中於射出光線之最大角大於入射光線之最小角時會成為射出光線之最大角與入射光線之最小角之平均值附近之傾斜角、於射出光線之最大角小於入射光線之最小角時會成為入射光線之最小角附近之傾斜角之方式使壁面部 DW 傾斜，來減低於壁面部 DW 之光線之折射或反射。

【0023】 本實施形態之菲涅爾面（F S a，F S b），例如圖 22(a)

所示，形成為剖面觀察時為鋸齒狀之輪帶狀。各菲涅爾面之菲涅爾段差之節距，隨形成有菲涅爾面之菲涅爾透鏡中之半徑方向之位置而不同。菲涅爾面之壁面部 FW，雖在菲涅爾透鏡之中心側會沿光軸延伸，但於菲涅爾透鏡之外周側，隨著菲涅爾面之菲涅爾段差之節距越小，其相對於光軸傾斜越大。如此，藉由以在菲涅爾面之各輪帶中，於出射光之最大角大於入射光之最小角時，會成為出射光之最大角與入射光之最小角之平均值附近之傾斜角，於出射光之最大角小於入射光之最小角時，會成為入射光之最小角附近之傾斜角之方式使壁面部 FW 傾斜，來減低於壁面部 FW 之光線之折射或反射。此處，如圖 22 (b) 所示，將菲涅爾面之切線與光軸之夾角設為 α ，將以 $\theta = 90^\circ - \alpha$ 表示之角度設為切線角 θ 。本說明書中，將基於此接線角 θ 而以 $|b/a| = |\tan \theta|$ 表示之比值，定義為各菲涅爾面之菲涅爾段差之高寬比。此外，菲涅爾面可形成為球面形狀，亦可形成為非球面形狀，亦可形成為剖面觀察時為直線狀。

【0024】 本實施形態之目鏡光學系統 EL 較佳為滿足以下條件式(2)。

$$\text{【0025】 } 0 < f / f_{\text{DOE}} < 0.15 \quad \dots (2)$$

其中，

f ：目鏡光學系統 EL 之焦距，

f_{DOE} ：繞射光學元件 DOE 之焦距。

【0026】 條件式(2)係針對目鏡光學系統 EL 與繞射光學元件 DOE 之焦距之比值，規定適當範圍之條件式。若條件式(2)之對應值超過上限值，則由於對於目鏡光學系統 EL，繞射光學元件 DOE 之折射力會過強，導致形成於繞射光學元件 DOE 之繞射光柵 DG 之節距過小，從而難以製造具備繞

射光學元件 DOE 之目鏡光學系統 EL。為確保實現本實施形態之效果，條件式(2)之上限值較佳可設為 0.10。

【0027】 本實施形態之目鏡光學系統 EL 較佳為，第 1 透鏡群 G1 具有形成有菲涅爾面之透鏡，並滿足以下條件式(3)。

$$\text{【0028】 } 0 < f / f_{R1} < 0.60 \quad \dots (3)$$

其中，

f ：目鏡光學系統 EL 之焦距，

f_{R1} ：第 1 透鏡群 G1 中之形成菲涅爾面之透鏡之焦距。

【0029】 條件式(3)係針對目鏡光學系統 EL 與第 1 透鏡群 G1 中形成有菲涅爾面之透鏡之焦距之比值，規定適當範圍之條件式。若條件式(3)之對應值超過上限值，則由於對於目鏡光學系統 EL，第 1 透鏡群 G1 中形成有菲涅爾面之透鏡之折射力會過強，導致該菲涅爾面之菲涅爾段差之高寬比過大，從而難以製造具備形成有菲涅爾面之透鏡之目鏡光學系統 EL。為確保實現本實施形態之效果，條件式(3)之上限值較佳可設為 0.50。

【0030】 本實施形態之目鏡光學系統 EL 較佳為，第 1 透鏡群 G1 具有形成有菲涅爾面之透鏡，並滿足以下條件式(4)。

$$\text{【0031】 } 0 < AS1 < 5.0 \quad \dots (4)$$

其中，

$AS1$ ：第 1 透鏡群 G1 中之菲涅爾面之菲涅爾段差之高寬比之最大值。

【0032】 條件式(4)係針對第 1 透鏡群 G1 中之菲涅爾面之菲涅爾段差之高寬比之最大值，規定適當範圍之條件式。若條件式(4)之對應值超過上限值，則第 1 透鏡群 G1 中之菲涅爾面之菲涅爾段差之高寬比之最大值會過

大，從而難以製造具備形成有菲涅爾面之透鏡之日鏡光學系統 EL。為確保實現本實施形態之效果，條件式(4)之上限值較佳可設為 1.5。

【0033】 本實施形態之日鏡光學系統 EL 較佳為，第 1 透鏡群 G1 及第 2 透鏡群 G2 分別具有形成有菲涅爾面之透鏡，並滿足以下條件式(5)。

$$\text{【0034】 } 0 < A S 2 < 2 \cdot 5 \quad \dots (5)$$

其中，

A S 2：第 2 透鏡群 G2 中之菲涅爾面之菲涅爾段差之高寬比之最大值。

【0035】 條件式(5)係針對第 2 透鏡群 G2 中之菲涅爾面之菲涅爾段差之高寬比之最大值，規定適當範圍之條件式。若條件式(5)之對應值超過上限值，則第 2 透鏡群 G2 中之菲涅爾面之菲涅爾段差之高寬比之最大值會過大，從而難以製造具備形成有菲涅爾面之透鏡之日鏡光學系統 EL。為確保實現本實施形態之效果，條件式(5)之上限值較佳可設為 1.5。

【0036】 本實施形態之頭戴式顯示器，具備上述構成之日鏡光學系統而構成。作為其具體例，基於圖 23 說明具備上述目鏡光學系統 EL 之頭戴式顯示器。圖 23 所示之頭戴式顯示器 1，係在固定於使用者頭部之狀態下使用。頭戴式顯示器 1 具有影像顯示部 11、目鏡光學系統 EL（於圖 23 未圖示）、與收容此等部件之外殼 12 而構成。又，於外殼 12 之左右側部配設用以向使用者提供聲音資訊之揚聲器 14。又，於外殼 12 之後部安裝有用以將外殼 12 固定於使用者頭部之頭帶 16。

【0037】 影像顯示部 11 及目鏡光學系統 EL，係在外殼 12 固定於使用者頭部之狀態下，與使用者之眼對向配置而構成。影像顯示部 11，此處雖省略詳細圖示，但係採用例如液晶顯示元件等而構成。又，目鏡光學系

統 EL 對應於使用者之雙眼而設有 2 組。此種頭戴式顯示器中，若影像顯示部 11 顯示既定影像，則來自影像顯示部 11 之光線將透過目鏡光學系統 EL 到達使用者之眼。據此，使用者可透過目鏡光學系統 EL 看見以影像顯示部 11 顯示之影像。此外，影像顯示部 11 顯示之影像，可為靜止影像亦可為動畫。又，影像顯示部 11，亦可構成為將右眼用之視差影像與左眼用之視差影像分別顯示，藉由使用者透過目鏡光學系統 EL 觀看該視差影像，使其能被辨識為立體影像。根據以上構成，藉由搭載目鏡光學系統 EL，便可獲得一種既薄型且具有廣視角並良好地修正了色像差等之各像差之頭戴式顯示器。

【實施例】

【0038】 以下，基於附圖說明本申請之各實施例。於圖 1、圖 6、圖 11、及圖 16 顯示第 1~第 4 實施例之目鏡光學系統 EL { EL (1) ~ EL (4) } 之透鏡構成及折射力分配。於各透鏡群之記號處所附之 (+) 或 (-) 符號表示各透鏡群之折射力。

【0039】 於此等圖 1、圖 6、圖 11、及圖 16 中，分別將各透鏡群由符號 G 與數字（或字母）之組合，將各透鏡由符號 L 與數字（或字母）之組合來表示。於此情形下，為避免因符號、數字之種類及數量過多而複雜化，就各實施例分別獨立使用符號與數字之組合來表示透鏡群等。因此，即使於實施例間使用同一符號與數字之組合，亦不意味其代表同一構成。

【0040】 以下表示表 1~表 4，其中表 1 係表示第 1 實施例，表 2 係表示第 2 實施例，表 3 係表示第 3 實施例，表 4 係表示第 4 實施例中之各參數之值之表。於各實施例中，選取 d 線（波長 $\lambda = 587.6 \text{ nm}$ ）、e 線（波

長 $\lambda = 546.1 \text{ nm}$)、g 線 (波長 $\lambda = 435.8 \text{ nm}$)、C 線 (波長 $\lambda = 656.3 \text{ nm}$)、F 線 (波長 $\lambda = 486.1 \text{ nm}$) 作為像差特性之計算對象。

【0041】 於各表之[各參數資料]中， f 表示目鏡光學系統之焦距， f_{DOE} 表示繞射光學元件之焦距， f_{R1} 表示形成有第 1 菲涅爾面之透鏡之焦距， f_{R2} 表示形成有第 2 菲涅爾面之透鏡之焦距。又，於[各參數資料]中， ω 表示視角 (單位為「°」)， ER 表示適瞳距， TL 表示從視點最側之透鏡面至影像顯示部之距離。於[透鏡資料]中，面編號表示從視點側計數之各透鏡面之編號， R 表示各透鏡面之曲率半徑， D 表示各透鏡面之間隔， ν_d 表示對應 d 線 (波長 $\lambda = 587.6 \text{ nm}$) 之阿貝數， n_d 表示對應 d 線 (波長 $\lambda = 587.6 \text{ nm}$) 之折射率。此外，附於第 1 行 (面編號) 右側之 *a，表示其透鏡面為非球面。附於第 1 行 (面編號) 右側之 *b，表示其透鏡面為非球面形狀之菲涅爾面。附於第 1 行 (面編號) 右側之 *c，表示其透鏡面為構成繞射光柵之繞射光學面。曲率半徑之「 ∞ 」表示平面或開口，省略空氣之折射率 $n_d = 1.000000$ 之記載。

【0042】 於[非球面資料]中表示之非球面係數，當與光軸垂直方向之高度 (輪帶位置) 設為 y ，光軸方向之弛度量設為 $X(y)$ ，基準球面之曲率半徑 (近軸曲率半徑) 設為 r ，圓錐常數設為 κ ， n 次 ($n = 2, 4, 6, 8, 10$) 之非球面係數設為 A_n 之時，由下式 (A) 來表示。此外，2 次之非球面係數 A_2 為 0，其記載省略。「E-n」表示「 $\times 10^{-n}$ 」。例如，「1.234E-05」表示「 1.234×10^{-5} 」。

$$\text{【0043】 } X(y) = (y^2/r) / \{1 + (1 - (1 + \kappa) \times y^2/r^2)^{1/2}\}$$

$$+ A_4 x y^4 + A_6 x y^6 + A_8 x y^8 + A_{10} x y^{10} \dots (A)$$

【0044】 於[繞射光學面資料]中，顯示使用相位函數法計算之繞射光學面之相位係數。相位係數之基準波長設為 587.6nm。決定繞射光學面之形狀之相位多項式由以下數式 (B) 來表示。

【0045】 【數 1】

$$Z = \sum C_j x^m y^n \dots (B)$$

【0046】 此處於 (B) 式中，j, m, n 之間，滿足由以下數式 (C) 表示之關係。

【0047】 【數 2】

$$j = \frac{(m+n)^2 + m + 3n}{2} \dots (C)$$

【0048】 於[菲涅爾面資料]中，ASa 表示各菲涅爾面中之最大視角主光線通過位置處之高寬比，ASb 表示從各菲涅爾面中之最大視角主光線通過位置之中心側之第 1 中間位置（從中心至最大視角主光線通過位置之 7 成之到達位置）處之高寬比，ASc 表示從各菲涅爾面中之第 1 中間位置之中心側之第 2 中間位置（從中心至最大視角主光線通過位置之 5 成之到達位置）處之高寬比。於[條件式對應值]中，分別顯示各條件式之對應值。

【0049】 此外，於以下所有各參數中刊載之焦距 f，曲率半徑 R，雖其他長度一般使用「mm」作為單位，但對於光學系統，即使比例擴大或比例縮小亦可獲得同等之光學性能，因此並不限於此單位。至此之表之說明於所有實施例中皆通用，省略於以下之重復說明。

【0050】 （第 1 實施例）

首先，針對本申請之第 1 實施例使用圖 1~圖 5 及表 1 予以說明。各實施例之目鏡光學系統，係作為用以觀察以影像顯示部 11 顯示之影像之目鏡光學系統而被使用者。圖 1 係第 1 實施例之目鏡光學系統 EL (1) 之透鏡構成圖，圖 2 係第 1 實施例之目鏡光學系統 EL (1) 之光路圖。第 1 實施例之目鏡光學系統 EL (1) 係由從視點 EP 側依序排列之具有正折射力之第 1 透鏡群 G1、具有正折射力之第 2 透鏡群 G2 及具有正折射力之第 3 透鏡群 G3 所構成。

【0051】 第 1 透鏡群 G1 係由具有正折射力之平凸形狀之第 1 透鏡 L1 所構成。第 1 透鏡 L1 係於影像顯示部 11 側之透鏡面形成有非球面形狀之第 1 菲涅爾面 FSa 之菲涅爾透鏡。

【0052】 第 2 透鏡群 G2 係由接合正透鏡所構成，該接合正透鏡由具有正折射力之平凸形狀之第 2 透鏡 L2 及具有正折射力之平凸形狀之第 3 透鏡 L3 所構成。第 2 透鏡 L2 與第 3 透鏡 L3，係透過於界面中形成有構成繞射光柵 DG 之繞射光學面之密着複層型之繞射光學元件 DOE 而接合。第 2 透鏡 L2 係視點 EP 側之透鏡面形成為非球面形狀之非球面透鏡。第 3 透鏡 L3 係於影像顯示部 11 側之透鏡面形成有非球面形狀之第 2 菲涅爾面 FSb 之菲涅爾透鏡。

【0053】 第 3 透鏡群 G3 係由具有正折射力之彎月形狀之第 4 透鏡 L4 所構成。第 4 透鏡 L4 係兩側之透鏡面形成為非球面形狀之非球面透鏡。第 4 透鏡 L4 係其凹面朝向影像顯示部 11 而配置。

【0054】 於以下表 1 中，顯示第 1 實施例中之各參數。

【0055】 (表 1)

[各參數資料]

$$f = 21.77$$

$$f \text{ D O E} = 384.62$$

$$f \text{ R } 1 = 48.37$$

$$f \text{ R } 2 = 69.03$$

$$\omega = \pm 60^\circ$$

$$E \text{ R} = 10.0$$

$$T \text{ L} = 25.0$$

[透鏡資料]

面編號	R	D	n d	ν d
1	∞	1.0	1.4908	57.1
2*b	-23.73809	0.1		
3*a	94.2717	1.7	1.4908	57.1
4	∞	0.1	1.5571	49.7
5*c	∞	0.1	1.5278	33.4
6	∞	1.0	1.4908	57.1
7*b	-33.8777	0.1		
8*a	23.21068	4.2	1.4908	57.1
9*a	23.4219	16.7		

[非球面資料]

第 2 面

$$\kappa = 0.0000$$

A4=-1.0506E-05,A6=1.1147E-07,A8=-2.4011E-10,A10=2.4908E-13

第3面

$\kappa = -49.695049$

A4=-2.47387E-06,A6=-3.30138E-08,A8=5.15408E-11,A10=1.65242E-14

第7面

$\kappa = 0.0000$

A4=5.91920E-06,A6=-3.81010E-08,A8=-1.16180E-10,A10=2.64530E-13

第8面

$\kappa = 0.0000$

A4=-5.83107E-06,A6=2.52546E-07,A8=-9.08748E-10,A10=6.64101E-13

第9面

$\kappa = 0.0000$

A4=1.65842E-06,A6=1.79802E-07,A8=-8.37315E-10,A10=6.78955E-13

[繞射光學面資料]

項	第5面係數
C2	-1.30E-03
C4	1.30E-06

[菲涅爾面資料]

	第1菲涅爾面	第2菲涅爾面
A S a	0.8	1.1
A S b	0.6	0.6
A S c	0.4	0.3

[條件式對應值]

$$\text{條件式 (1)} \quad f_{R2} / f_{R1} = 1.43$$

$$\text{條件式 (2)} \quad f / f_{DOE} = 0.06$$

$$\text{條件式 (3)} \quad f / f_{R1} = 0.45$$

$$\text{條件式 (4)} \quad AS1 = 0.9$$

$$\text{條件式 (5)} \quad AS2 = 1.1$$

【0056】 圖 3 係第 1 實施例之目鏡光學系統之諸像差圖。圖 4 係第 1 實施例之目鏡光學系統之橫像差圖。圖 5 係第 1 實施例之目鏡光學系統之光點圖。於各像差圖中，d 表示 d 線 (波長 $\lambda = 587.6 \text{ nm}$)、e 表示 e 線 (波長 $\lambda = 546.1 \text{ nm}$)、g 表示 g 線 (波長 $\lambda = 435.8 \text{ nm}$)、C 表示 C 線 (波長 $\lambda = 656.3 \text{ nm}$)、F 表示 F 線 (波長 $\lambda = 486.1 \text{ nm}$)。於非點像差圖中，實線表示徑向像面，虛線表示經向像面。於橫像差圖中，RFH 表示像高比 (Relative Field Height)。於光點圖中，於縱軸表示景象方位，於橫軸表示散焦量。此外，於以下所示之各實施例之像差圖中，亦使用與本實施例相同之符號，並省略重複之說明。而且，由各像差圖可知，第 1 實施例中，各像差被良好地修正，並具有極佳的成像性能。

【0057】 (第 2 實施例)

以下，針對本申請之第 2 實施例使用圖 6~圖 10 及表 2 予以說明。圖 6 係第 2 實施例之目鏡光學系統 EL (2) 之透鏡構成圖，圖 7 係第 2 實施例之目鏡光學系統 EL (2) 之光路圖。第 2 實施例之目鏡光學系統 EL (2)，係由從視點 EP 側依序排列之具有正折射力之第 1 透鏡群 G1、具有正折射力之第 2 透鏡群 G2 及具有正折射力之第 3 透鏡群 G3 所構成。

【0058】 第 1 透鏡群 G1 係由接合正透鏡所構成，該接合正透鏡由具有正折射力之平凸形狀之第 1 透鏡 L1 及具有正折射力之平凸形狀之第 2 透鏡 L2 所構成。第 1 透鏡 L1 與第 2 透鏡 L2，係透過於界面中形成有構成繞射光柵 DG 之繞射光學面之密着複層型之繞射光學元件 DOE 而接合。第 1 透鏡 L1 係視點 EP 側之透鏡面形成為非球面形狀之非球面透鏡。第 2 透鏡 L2 係於影像顯示部 11 側之透鏡面形成有非球面形狀之第 1 菲涅爾面 FSa 之菲涅爾透鏡。

【0059】 第 2 透鏡群 G2 係由具有正折射力之平凸形狀之第 3 透鏡 L3 所構成。第 3 透鏡 L3 係於影像顯示部 11 側之透鏡面形成有非球面形狀之第 2 菲涅爾面 FSb 之菲涅爾透鏡。

【0060】 第 3 透鏡群 G3 係由具有正折射力之彎月形狀之第 4 透鏡 L4 所構成。第 4 透鏡 L4 係兩側之透鏡面形成為非球面形狀之非球面透鏡。第 4 透鏡 L4 係其凹面朝向影像顯示部 11 而配置。

【0061】 於以下表 2 中，顯示第 2 實施例中之各參數。

【0062】 (表 2)

[各參數資料]

$$f = 21.45$$

$$f_{DOE} = 235.86$$

$$f_{R1} = 49.44$$

$$f_{R2} = 66.94$$

$$\omega = \pm 60^\circ$$

$$ER = 10.0$$

TL = 25.0

[透鏡資料]

面編號	R	D	n d	ν d
1*a	171.06597	1.2	1.4908	57.1
2	∞	0.1	1.5571	49.7
3*c	∞	0.1	1.5278	33.4
4	∞	1.0	1.4908	57.1
5*b	-24.26514	0.1		
6	∞	1.0	1.4908	57.1
7*b	-32.85648	0.1		
8*a	26.0383	4.7	1.4908	57.1
9*a	28.73545	16.7		

[非球面資料]

第 1 面

$\kappa = 0.0000$

A4=-9.3810E-06,A6=-1.5637E-08,A8=3.1846E-11,A10=3.9767E-14

第 5 面

$\kappa = 0.0000$

A4=-4.50010E-06,A6=1.42080E-08,A8=-7.01920E-12,A10=7.90970E-14

第 7 面

$\kappa = 0.0000$

A4=6.43360E-07,A6=5.07060E-09,A8=-1.21920E-10,A10=1.68810E-13

第 8 面

$$\kappa = 0.0000$$

$$A4=4.04288E-06, A6=1.78012E-08, A8=-2.91991E-10, A10=4.35850E-13$$

第 9 面

$$\kappa = 0.0000$$

$$A4=5.64153E-06, A6=-9.48474E-08, A8=5.62078E-11, A10=1.38325E-13$$

[繞射光學面資料]

項	第 3 面係數
C2	-2.11990E-03
C4	4.22250E-06
C6	-1.13570E-08
C8	3.25700E-11
C10	-3.44010E-14

[菲涅爾面資料]

	第 1 菲涅爾面	第 2 菲涅爾面
A S a	1.0	1.1
A S b	0.7	0.5
A S c	0.5	0.3

[條件式對應值]

$$\text{條件式 (1) } \quad f_{R2} / f_{R1} = 1.35$$

$$\text{條件式 (2) } \quad f / f_{DOE} = 0.09$$

$$\text{條件式 (3) } \quad f / f_{R1} = 0.43$$

條件式 (4) $AS1 = 1.0$

條件式 (5) $AS2 = 1.1$

【0063】 圖 8 係第 2 實施例之目鏡光學系統之各像差圖。圖 9 係第 2 實施例之目鏡光學系統之橫像差圖。圖 10 係第 2 實施例之目鏡光學系統之光點圖。而且，由各像差圖可知，於第 2 實施例中，各像差被良好地修正，並具有極佳的成像性能。

【0064】 (第 3 實施例)

以下，針對本申請之第 3 實施例使用圖 11~圖 15 及表 3 予以說明。圖 11 係第 3 實施例之目鏡光學系統 EL (3) 之透鏡構成圖，圖 12 係第 3 實施例之目鏡光學系統 EL (3) 之光路圖。第 3 實施例之目鏡光學系統 EL (3)，係由從視點 EP 側依序排列之具有正折射力之第 1 透鏡群 G1 及具有正折射力之第 2 透鏡群 G2 所構成。

【0065】 第 1 透鏡群 G1 係由接合正透鏡所構成，該接合正透鏡由具有正折射力之平凸形狀之第 1 透鏡 L1 及具有正折射力之平凸形狀之第 2 透鏡 L2 所構成。第 1 透鏡 L1 與第 2 透鏡 L2，係透過於界面中形成有構成繞射光柵 DG 之繞射光學面之密着複層型之繞射光學元件 DOE 而接合。第 1 透鏡 L1 係視點 EP 側之透鏡面形成為非球面形狀之非球面透鏡。第 2 透鏡 L2 係於影像顯示部 11 側之透鏡面形成有非球面形狀之第 1 菲涅爾面 FSa 之菲涅爾透鏡。

【0066】 第 2 透鏡群 G2 係由具有正折射力之平凸形狀之第 3 透鏡 L3 所構成。第 3 透鏡 L3 係於影像顯示部 11 側之透鏡面形成有非球面形狀之第 2 菲涅爾面 FSb 之菲涅爾透鏡。

【0067】 於以下表 3 中，顯示第 3 實施例中之各參數。

【0068】 (表 3)

[各參數資料]

$$f = 20.97$$

$$f_{D O E} = 257.85$$

$$f_{R 1} = 43.83$$

$$f_{R 2} = 72.26$$

$$\omega = \pm 60^\circ$$

$$E R = 10.0$$

$$T L = 25.0$$

[透鏡資料]

面編號	R	D	n _d	ν_d
1*a	42.09260	3.08	1.5346	56.3
2	∞	0.1	1.5571	49.7
3*c	∞	0.1	1.5278	33.4
4	∞	1.0	1.5346	56.3
5*b	-28.14944	0.1		
6	∞	1.0	1.5346	56.3
7*b	-38.63184	19.62		

[非球面資料]

第 1 面

$$\kappa = 0.0000$$

A4=-1.1562E-05,A6=-4.6672E-09,A8=-8.5258E-11,A10=8.8321E-14

第5面

$\kappa = 0.0000$

A4=8.89510E-06,A6=-3.17262E-08,A8=3.91456E-11,A10=-7.09111E-14

第7面

$\kappa = 0.0000$

A4=-4.00176E-06,A6=-6.79858E-09,A8=5.11130E-12,A10=3.43115E-15

[繞射光學面資料]

項	第3面係數
C2	-1.93909E-03
C4	3.73947E-07
C6	1.17762E-08
C8	-2.33673E-11
C10	1.27610E-14

[菲涅爾面資料]

	第1菲涅爾面	第2菲涅爾面
A S a	4.0	1.2
A S b	0.8	0.6
A S c	0.4	0.4

[條件式對應值]

條件式(1) $f_{R2} / f_{R1} = 1.65$

條件式(2) $f / f_{DOE} = 0.08$

$$\text{條件式 (3)} \quad f / f_{R1} = 0.48$$

$$\text{條件式 (4)} \quad A S 1 = 4.3$$

$$\text{條件式 (5)} \quad A S 2 = 1.9$$

【0069】 圖 13 係第 3 實施例之目鏡光學系統之各像差圖。圖 14 係第 3 實施例之目鏡光學系統之橫像差圖。圖 15 係第 3 實施例之目鏡光學系統之光點圖。而且，由各像差圖可知，於第 3 實施例中，各像差被良好地修正，並具有極佳的成像性能。

【0070】 (第 4 實施例)

以下，針對本申請之第 4 實施例使用圖 16~圖 20 及表 4 予以說明。圖 16 係第 4 實施例之目鏡光學系統 EL (4) 之透鏡構成圖，圖 17 係第 4 實施例之目鏡光學系統 EL (4) 之光路圖。第 4 實施例之目鏡光學系統 EL (4) 係由從視點 EP 側依序排列之具有正折射力之第 1 透鏡群 G1 及具有正折射力之第 2 透鏡群 G2 所構成。

【0071】 第 1 透鏡群 G1 係由接合正透鏡所構成，該接合正透鏡由具有正折射力之平凸形狀之第 1 透鏡 L1 及具有正折射力之平凸形狀之第 2 透鏡 L2 所構成。第 1 透鏡 L1 與第 2 透鏡 L2，係透過於界面中形成有構成繞射光柵 DG 之繞射光學面之密着複層型之繞射光學元件 DOE 而接合。第 1 透鏡 L1 係視點 EP 側之透鏡面形成為非球面形狀之非球面透鏡。第 2 透鏡 L2 係於影像顯示部 11 側之透鏡面形成有非球面形狀之第 1 菲涅爾面 FSa 之菲涅爾透鏡。

【0072】 第 2 透鏡群 G2 係由具有正折射力之彎月形狀之第 3 透鏡 L3 所構成。第 3 透鏡 L3 係兩側之透鏡面形成為非球面形狀之非球面透鏡。第

3 透鏡 L3 係其凹面朝向影像顯示部 11 而配置。

【0073】 於以下表 4 中，顯示第 4 實施例中之各參數。

【0074】 (表 4)

[各參數資料]

$$f = 24.92$$

$$f \text{ D O E} = 381.01$$

$$f \text{ R } 1 = 45.33$$

$$\omega = \pm 60^\circ$$

$$E \text{ R} = 10.0$$

$$T \text{ L} = 30.0$$

[透鏡資料]

面編號	R	D	n d	ν d
1*a	50.96530	2.71	1.5346	56.3
2	∞	0.1	1.5571	49.7
3*c	∞	0.1	1.5278	33.4
4	∞	1.0	1.5346	56.3
5*b	-24.23359	0.1		
6*a	38.79071	8.39	1.5346	56.3
7*a	49.05119	17.60		

[非球面資料]

第 1 面

$$\kappa = 0.777552736$$

A4=-1.0033E-05,A6=-2.7721E-09,A8=-8.8993E-11,A10=9.1365E-14

第5面

$\kappa = 0.0000$

A4=1.55037E-05,A6=-4.11524E-08,A8=2.83502E-11,A10=-1.06404E-13

第6面

$\kappa = 0.0000$

A4=7.69796E-06,A6=1.04884E-08,A8=-3.21843E-11,A10=4.04558E-14

第7面

$\kappa = 0.0000$

A4=-1.53344E-06,A6=-8.23749E-09,A8=1.95494E-11,A10=1.50775E-14

[繞射光學面資料]

項	第3面係數
C2	-1.31230E-03
C4	-2.17308E-06
C6	1.59697E-08
C8	-2.77754E-11
C10	1.52831E-14

[菲涅爾面資料]

第1菲涅爾面

A S a	3.0
A S b	0.8
A S c	0.5

[條件式對應值]

$$\text{條件式 (2)} \quad f / f_{D O E} = 0.07$$

$$\text{條件式 (3)} \quad f / f_{R 1} = 0.55$$

$$\text{條件式 (4)} \quad A S 1 = 3.1$$

【0075】 圖 18 係第 4 實施例之目鏡光學系統之各像差圖。圖 19 係第 4 實施例之目鏡光學系統之橫像差圖。圖 20 係第 4 實施例之目鏡光學系統之光點圖。而且，由各像差圖可知，於第 4 實施例中，各像差被良好地修正，並具有極佳的成像性能。

【0076】 根據以上之各實施例可知，可實現一種既薄型且具有廣視角並良好地修正了色像差等之各像差之目鏡光學系統。

【0077】 雖作為本實施形態之目鏡光學系統之數值實施例展示了 2 群及 3 群構成者，但本申請不限於此，亦可構成其他群構成（例如，4 群等）之目鏡光學系統。具體而言，亦可係於本實施形態之目鏡光學系統之最靠物體側或最靠像面側追加了透鏡或透鏡群之構成。

【0078】 透鏡面可係以球面或平面形成，亦可以非球面形成。在透鏡面為球面或平面之情形時，透鏡加工及組裝調整會變得容易，能防止因加工及組裝調整之誤差所導致之光學性能之劣化。

【0079】 在透鏡面為非球面之情形時，非球面可係藉研磨加工作成之非球面、將玻璃透過模具形成為非球面形狀之玻璃模具非球面、於玻璃之表面將樹脂形成為非球面形狀之复合型非球面之任一種。又，透鏡面可作為繞射光學面，透鏡亦可採用折射率分佈型透鏡（GRIN 透鏡）或塑膠透鏡。

【0080】 為減輕光暈(flare)及重影並達成高對比度之光學性能，亦可對各透鏡面施以寬波長區域中具有高穿透率之防反射膜。據此，可減輕光暈及重影並可達成高對比度之高光學性能。

【符號說明】

【0081】

1	頭戴式顯示器
11	影像顯示部
EL	目鏡光學系統
G1	第 1 透鏡群
G2	第 2 透鏡群
G3	第 3 透鏡群
L1	第 1 透鏡
L2	第 2 透鏡
L3	第 3 透鏡
L4	第 4 透鏡
EP	視點
DOE	繞射光學元件
DG	繞射光柵
DE1	第 1 光學元件要素
DE2	第 2 光學元件要素
FSa	第 1 菲涅爾面
FSb	第 2 菲涅爾面

申請專利範圍

1. 一種目鏡光學系統，具備從視點側依序排列之具有正折射力之第 1 透鏡群與具有正折射力之第 2 透鏡群；

前述第 1 透鏡群及前述第 2 透鏡群中之一方具有接合有至少兩個光學構件之接合透鏡；

前述接合透鏡之接合面係構成繞射光柵之繞射光學面；

構成前述第 1 透鏡群及前述第 2 透鏡群之透鏡中之至少任一方之透鏡面為菲涅爾面。

2. 如申請專利範圍第 1 項之目鏡光學系統，其中，

前述接合透鏡中之一側之透鏡面為前述菲涅爾面。

3. 如申請專利範圍第 2 項之目鏡光學系統，其中，

前述接合透鏡中與前述菲涅爾面相異之透鏡面為非球面。

4. 如申請專利範圍第 1 項之目鏡光學系統，其中，

前述第 1 透鏡群及前述第 2 透鏡群之中不包含前述接合透鏡之透鏡群，具有至少一個透鏡，在前述一透鏡之一側之透鏡面為前述菲涅爾面。

5. 如申請專利範圍第 1 項之目鏡光學系統，其中，

前述第 1 透鏡群及前述第 2 透鏡群中之一方由具有正折射力之前述接合透鏡構成；

前述第 1 透鏡群及前述第 2 透鏡群中之另一方由具有正折射力之一個透鏡構成。

6. 如申請專利範圍第 1 項之目鏡光學系統，其中，

前述第 2 透鏡群由具有正折射力之前述接合透鏡構成；

前述第 1 透鏡群由具有正折射力之一個透鏡構成。

7. 如申請專利範圍第 1 項之目鏡光學系統，其中，
具備從視點側依序排列之前述第 1 透鏡群、前述第 2 透鏡群、以及具有非球面透鏡之第 3 透鏡群。

8. 如申請專利範圍第 1 項之目鏡光學系統，其中，
前述第 1 透鏡群及前述第 2 透鏡群分別具有形成有前述菲涅爾面之透鏡，並滿足以下條件式：

$$1.00 < fR2 / fR1$$

其中， $fR1$ ：前述第 1 透鏡群中形成有前述菲涅爾面之透鏡之焦距；

$fR2$ ：前述第 2 透鏡群中形成有前述菲涅爾面之透鏡之焦距。

9. 如申請專利範圍第 1 項之目鏡光學系統，其中，
前述接合透鏡透過由第 1 光學元件要素與第 2 光學元件要素所構成之密着複層型之繞射光學元件接合而成，並於前述第 1 光學元件要素與前述第 2 光學元件要素之界面形成前述繞射光學面。

10. 如申請專利範圍第 9 項之目鏡光學系統，其中滿足以下條件式：

$$0 < f / f_{DOE} < 0.15$$

其中， f ：前述目鏡光學系統之焦距；

f_{DOE} ：前述繞射光學元件之焦距。

11. 如申請專利範圍第 1 項之目鏡光學系統，其中，

前述第 1 透鏡群具有形成有前述菲涅爾面之透鏡，並滿足以下條件式：

$$0 < f / fR1 < 0.60$$

其中， f ：前述目鏡光學系統之焦距；

f_{R1} ：前述第 1 透鏡群中形成有前述菲涅爾面之透鏡的焦距。

12. 如申請專利範圍第 1 項之目鏡光學系統，其中，

前述第 1 透鏡群具有形成有前述菲涅爾面之透鏡，並滿足以下條件式：

$$0 < AS1 < 5 \cdot 0$$

其中， $AS1$ ：前述第 1 透鏡群中之前述菲涅爾面之菲涅爾段差高寬比之最大值。

13. 如申請專利範圍第 1 項之目鏡光學系統，其中，

前述第 1 透鏡群及前述第 2 透鏡群分別具有形成有前述菲涅爾面之透鏡，並滿足以下條件式：

$$0 < AS2 < 2 \cdot 5$$

其中， $AS2$ ：前述第 2 透鏡群中之前述菲涅爾面之菲涅爾段差之高寬比最大值。

14. 如申請專利範圍第 1 項之目鏡光學系統，其中，

前述第 1 透鏡群及前述第 2 透鏡群分別具有形成有前述菲涅爾面之透鏡；

前述第 1 透鏡群中形成有前述菲涅爾面之透鏡之折射力，較前述第 2 透鏡群中形成有前述菲涅爾面之透鏡之折射力大。

15. 一種頭戴式顯示器，其具備：

可顯示影像的影像顯示部；以及

用以觀察顯示於前述影像顯示部之影像之目鏡光學系統；

前述目鏡光學系統為申請專利範圍第 1 項之目鏡光學系統。

圖式

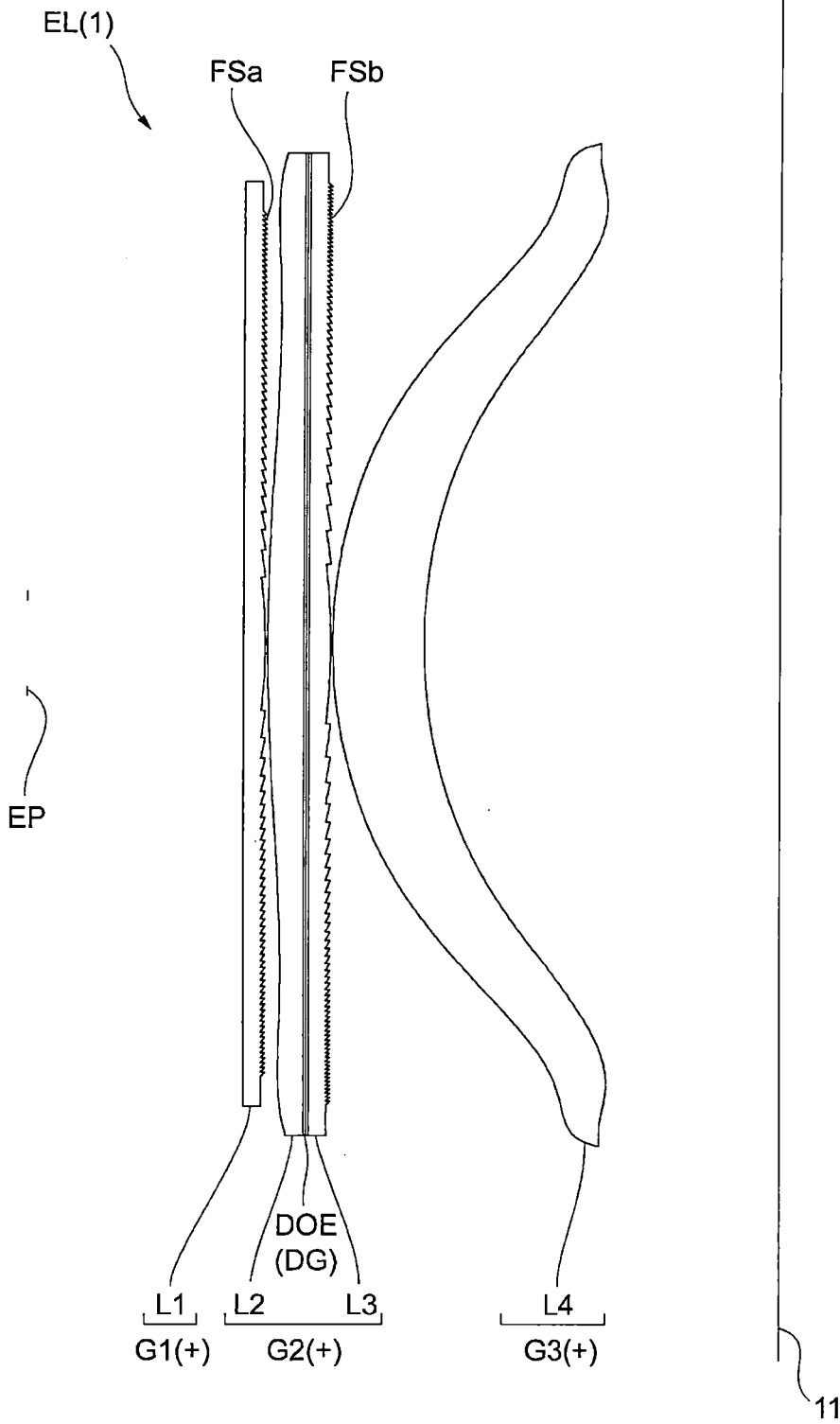


圖1

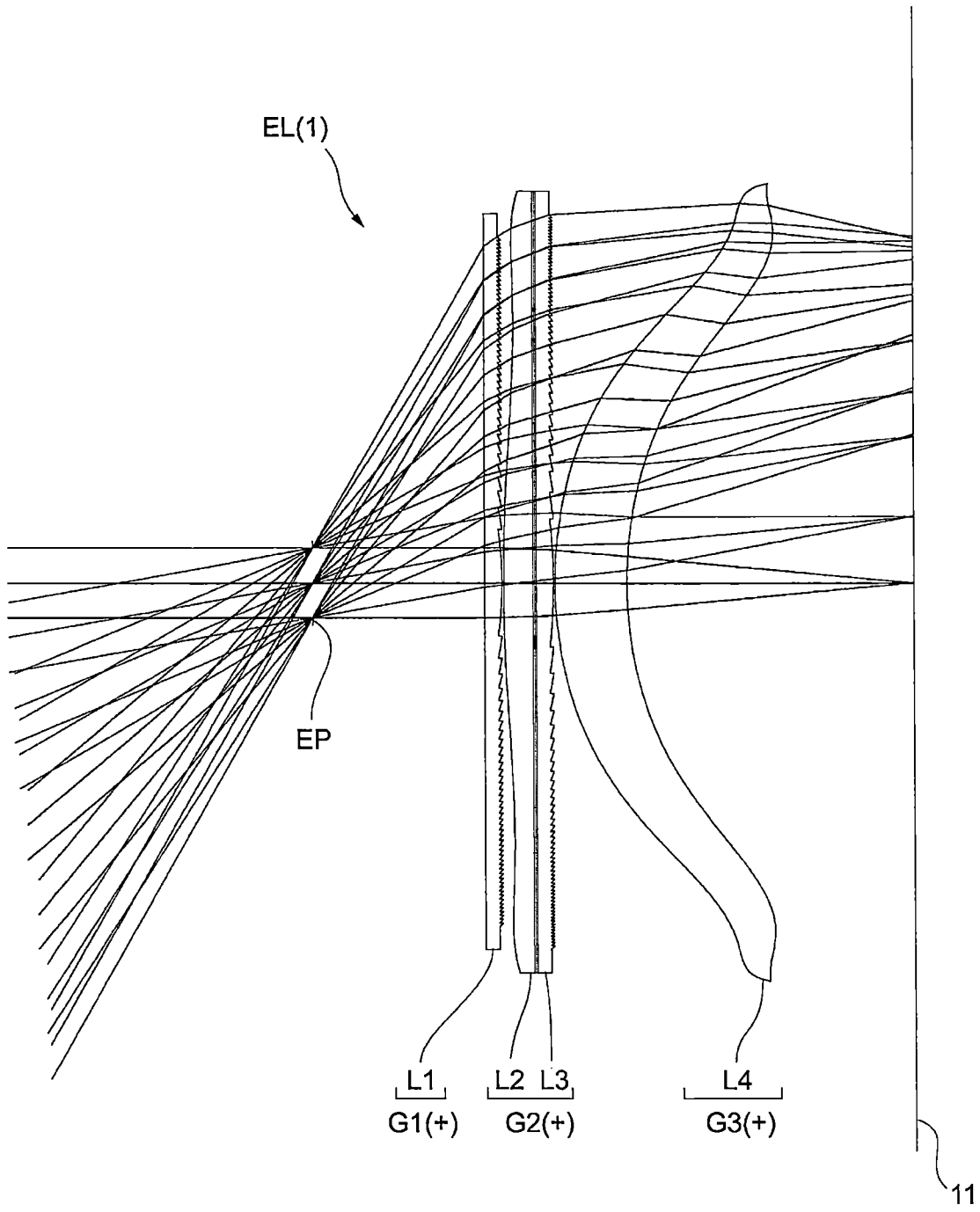


圖2

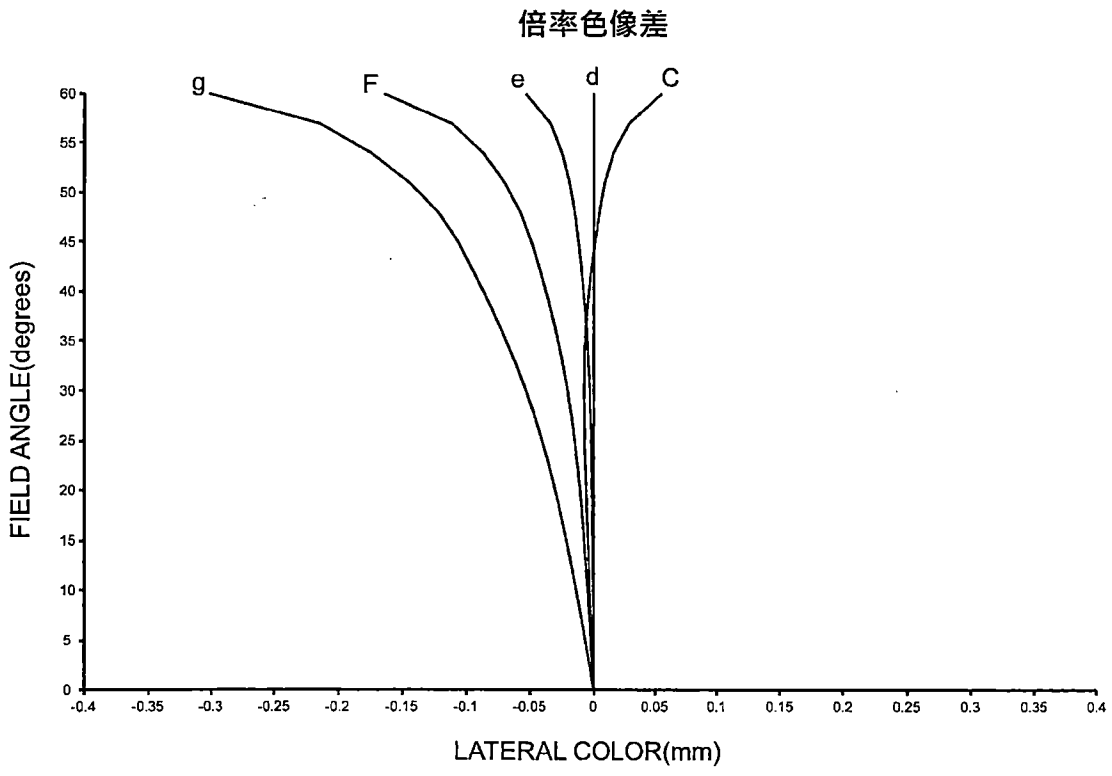
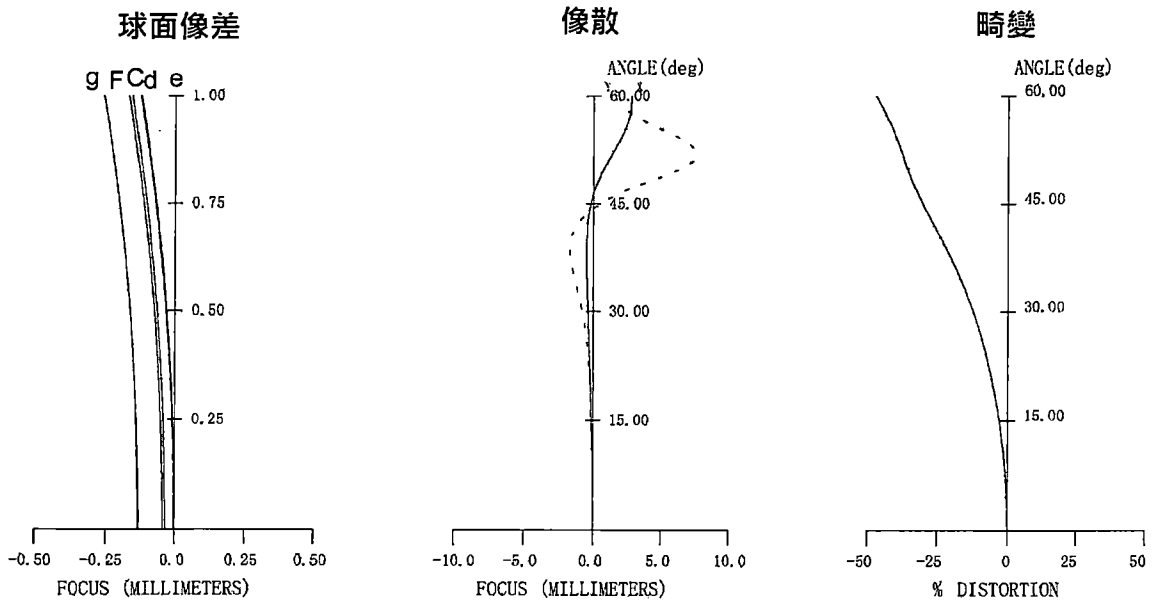


圖3

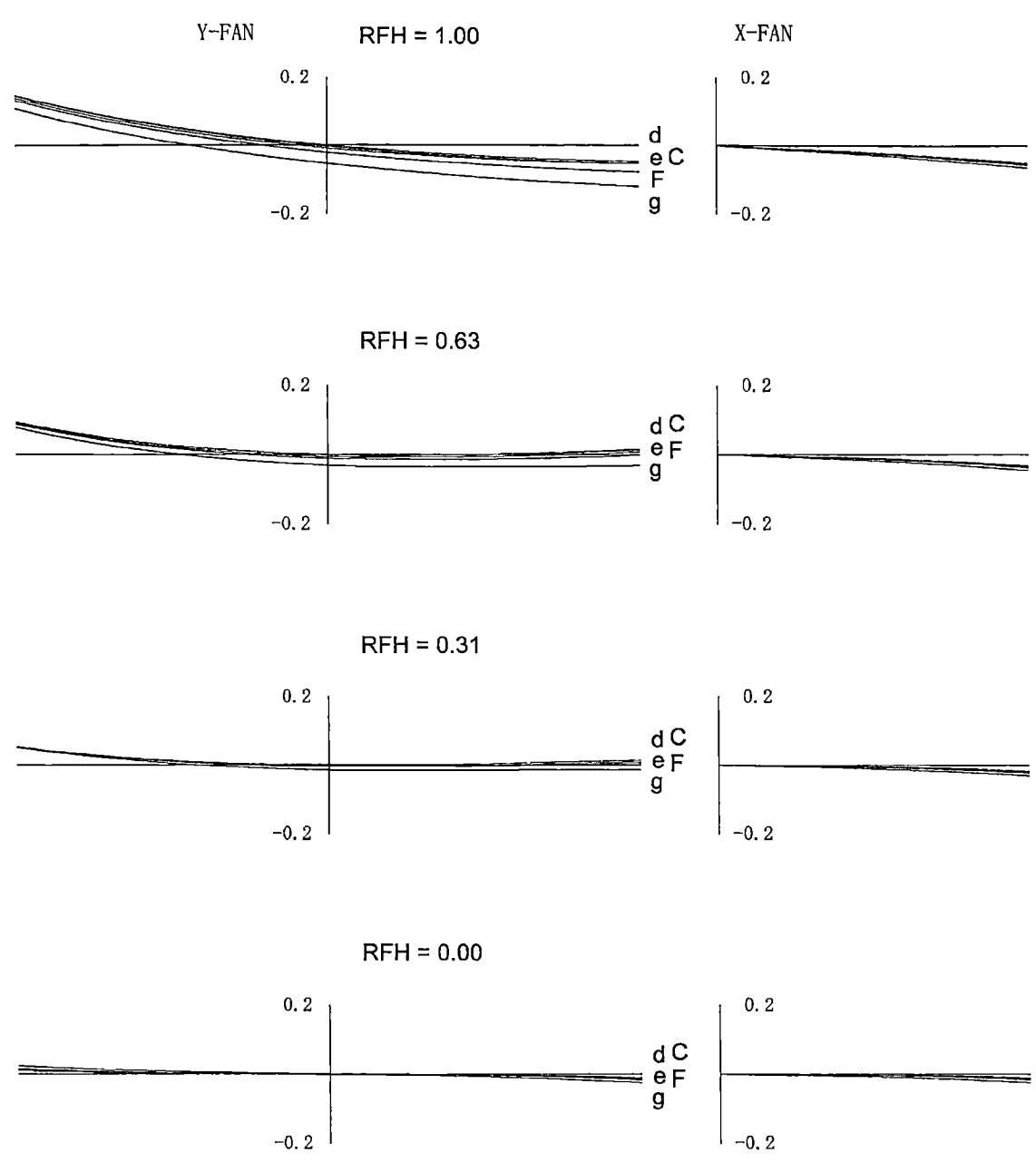


圖4

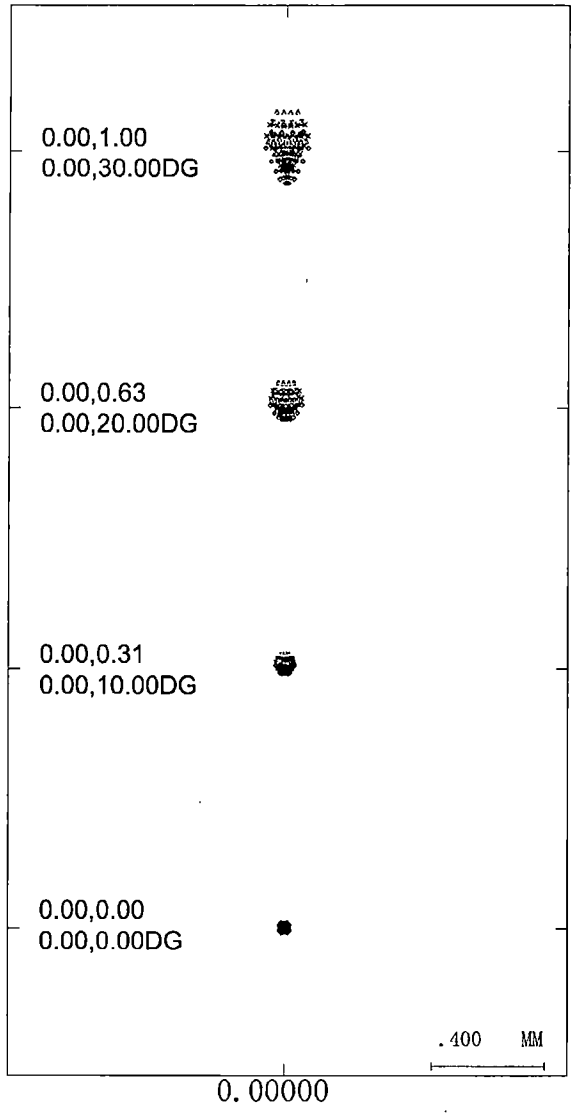
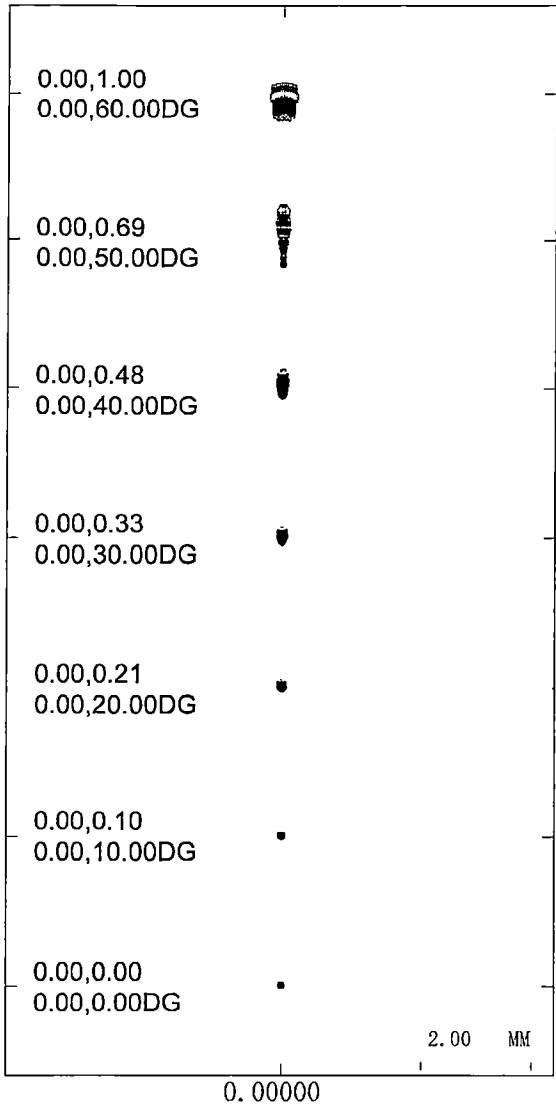


圖5

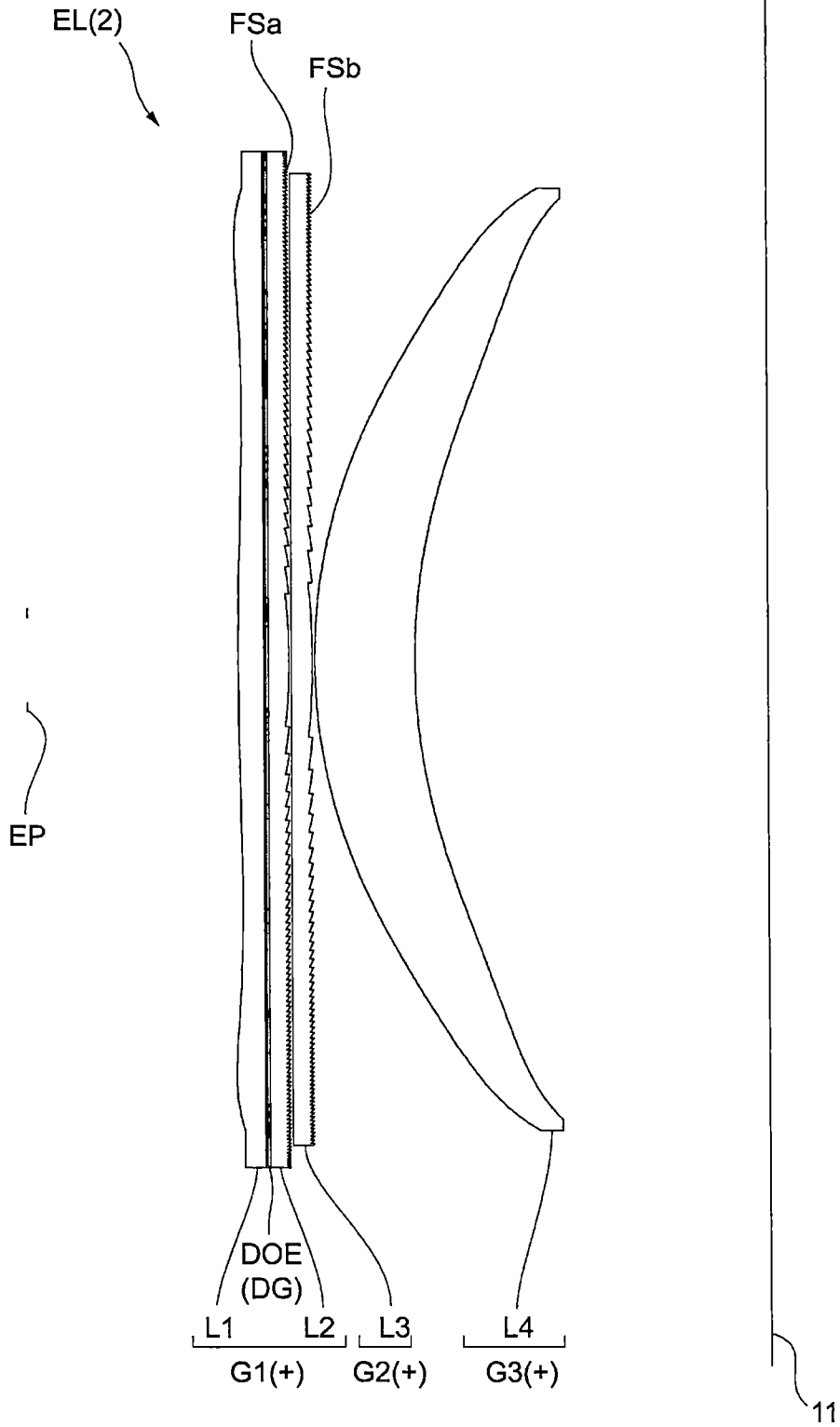


圖6

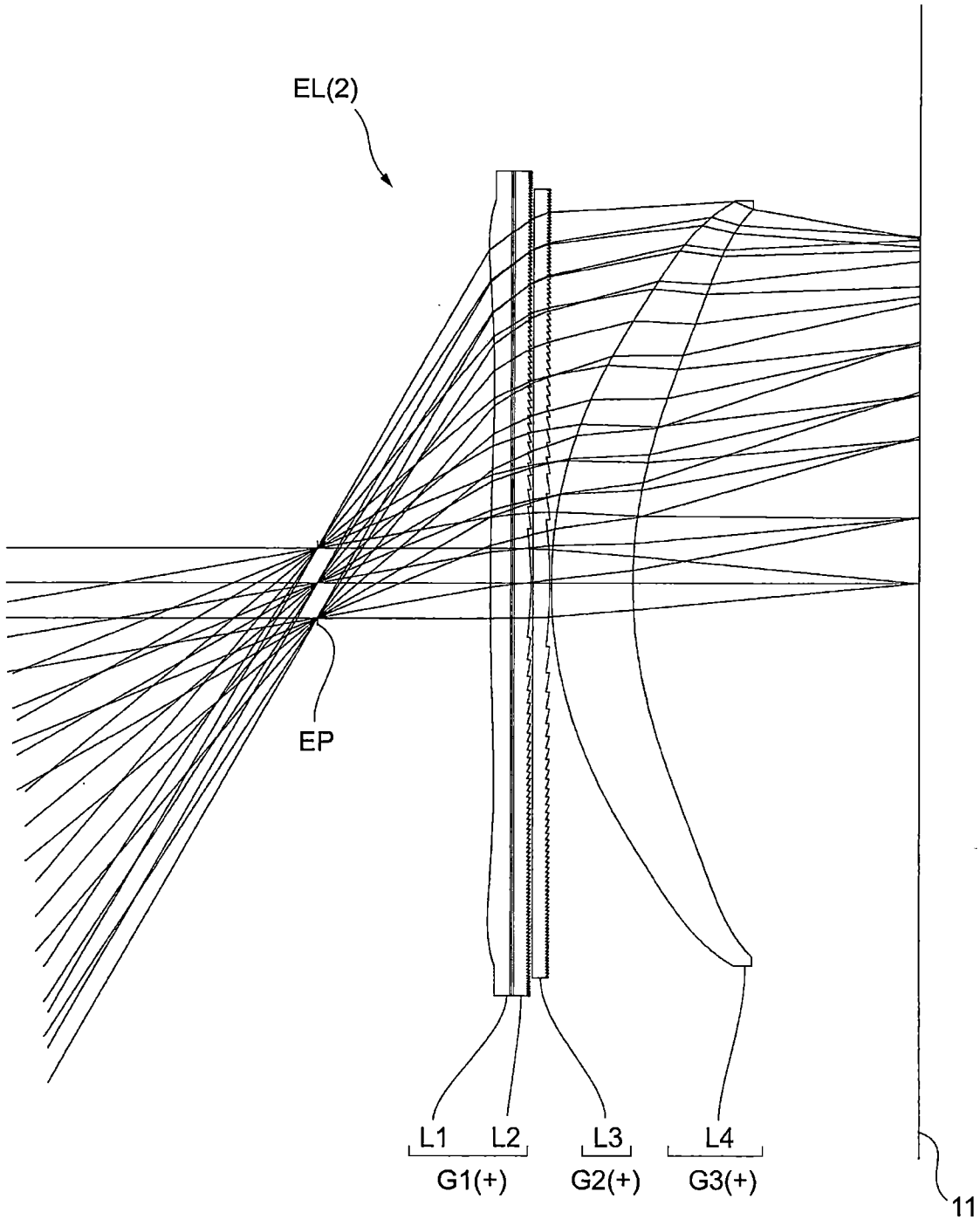
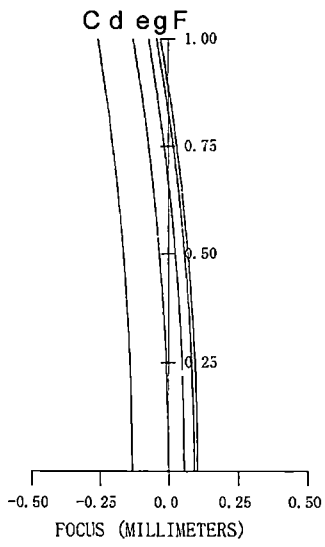
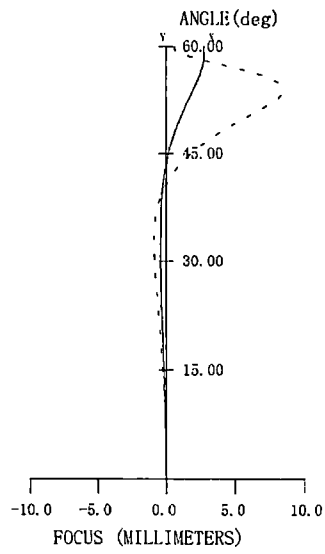


圖7

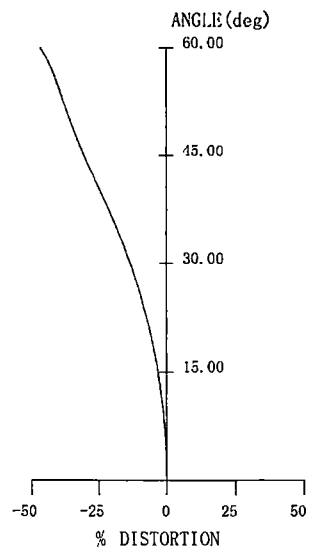
球面像差



像散



畸變



倍率色像差

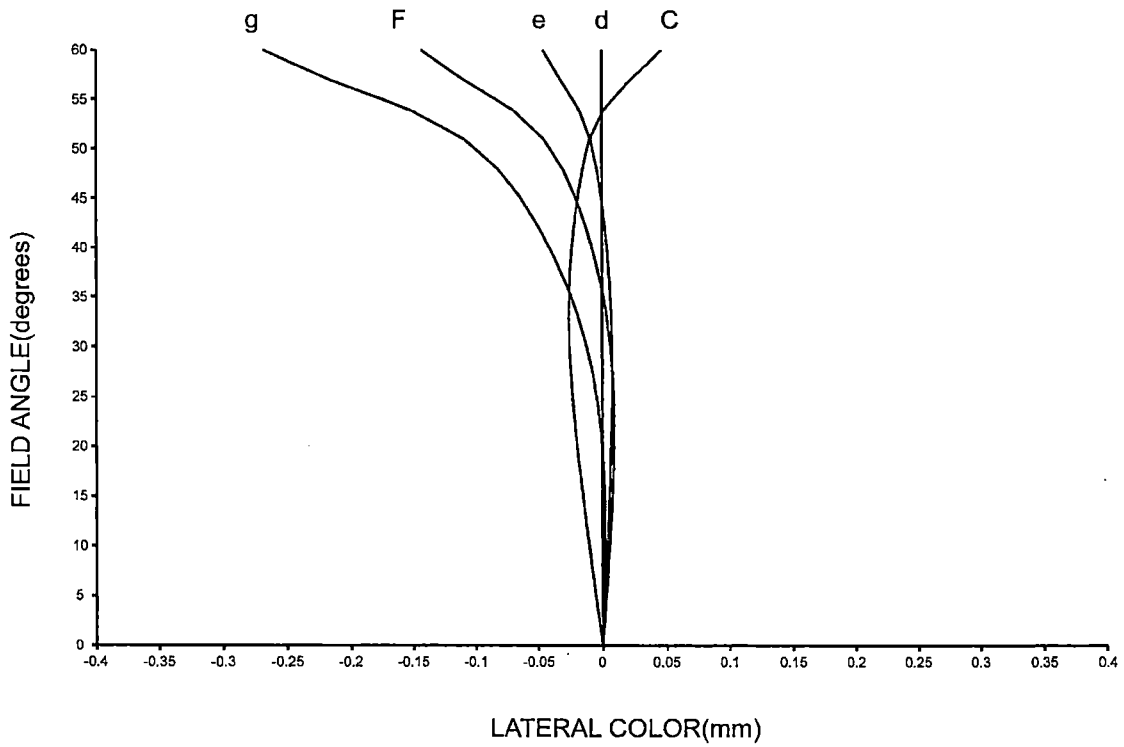


圖8

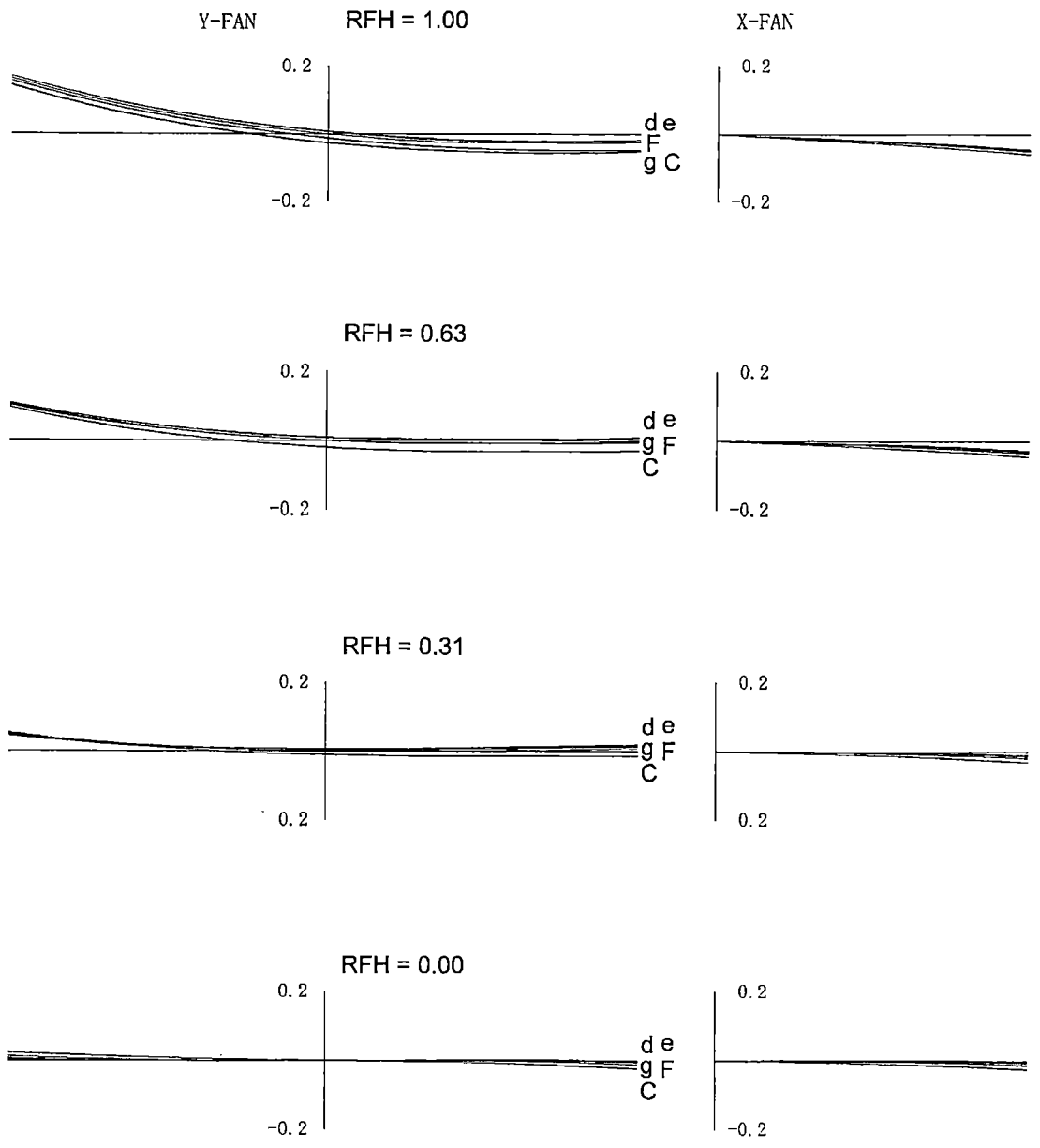


圖9

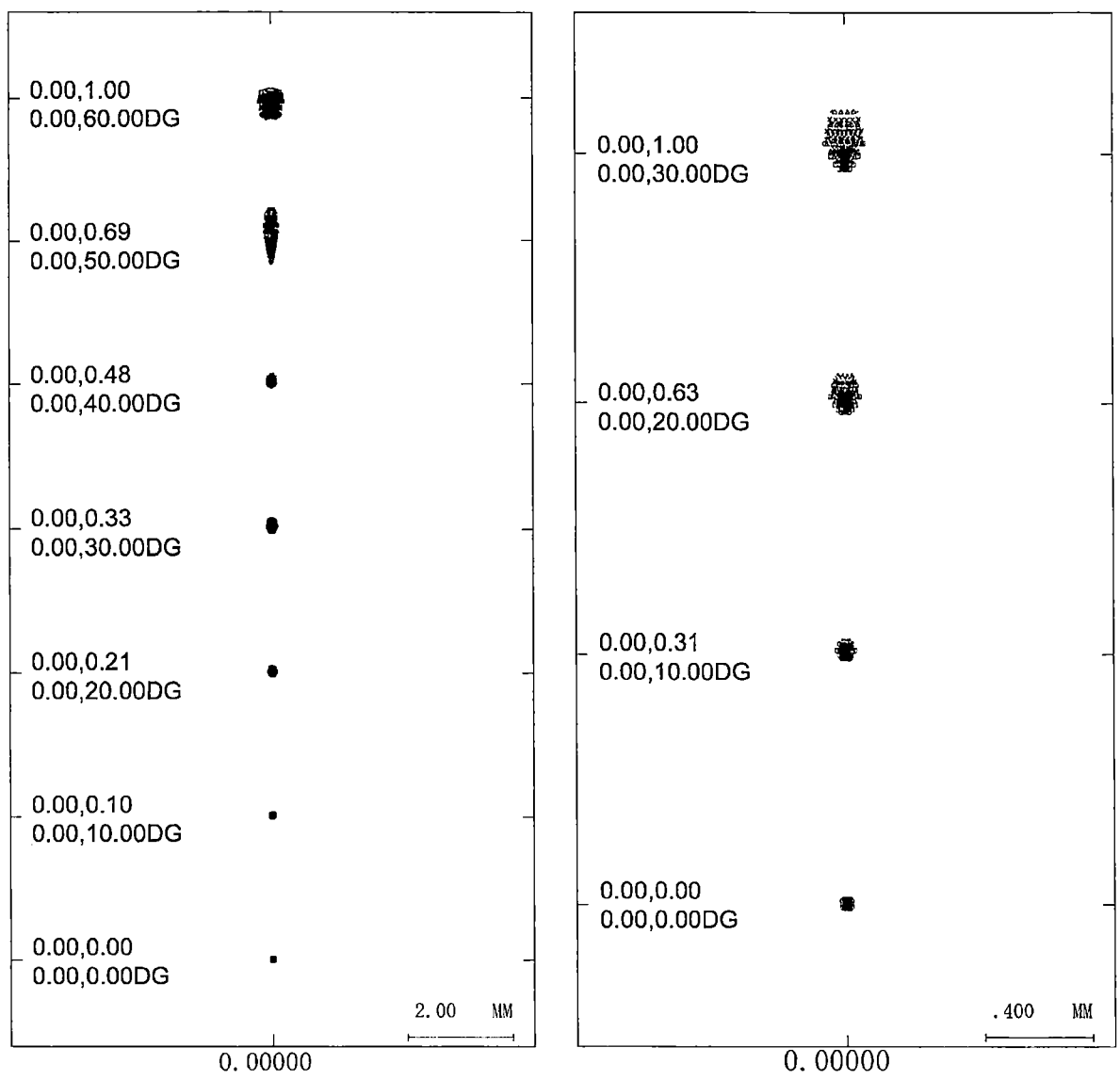


圖10

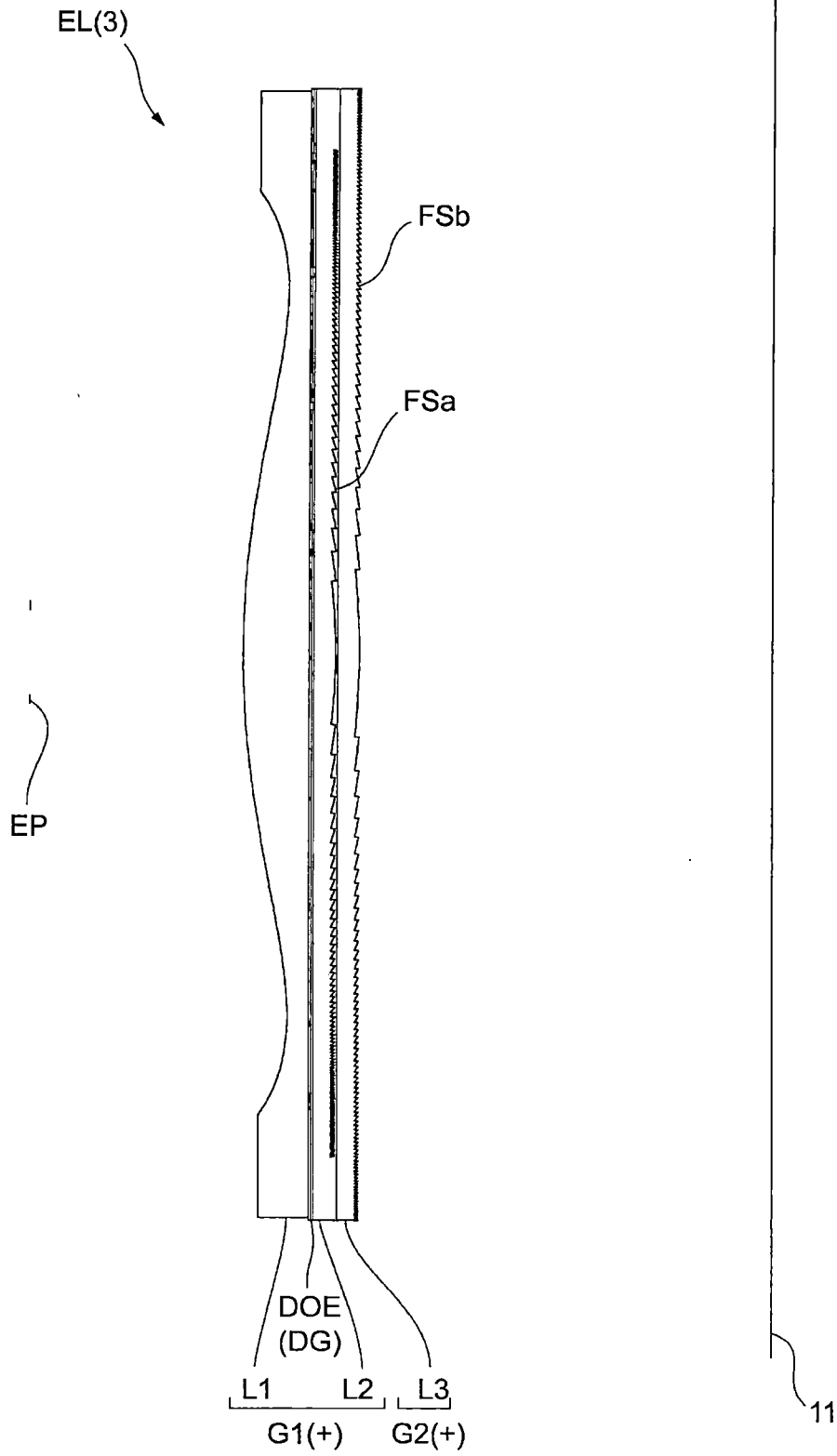


圖11

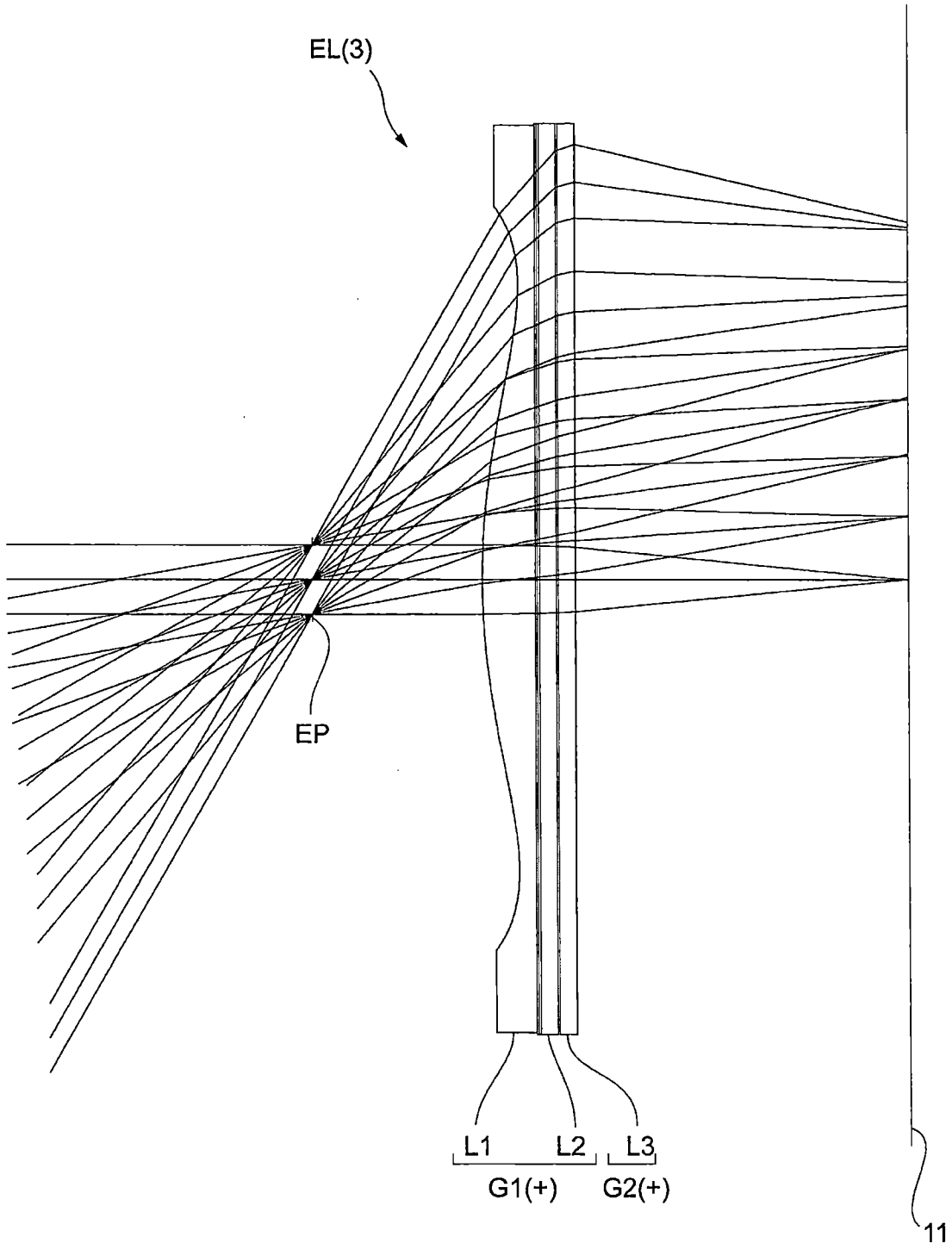
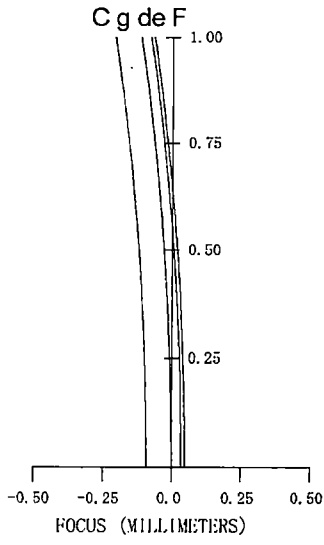
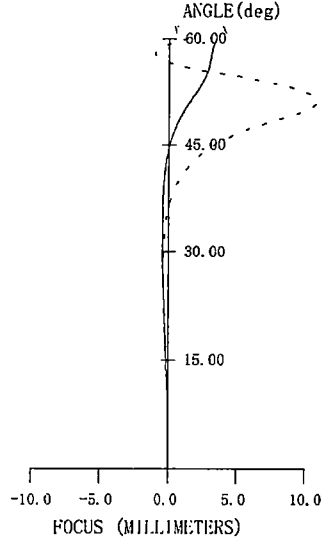


圖12

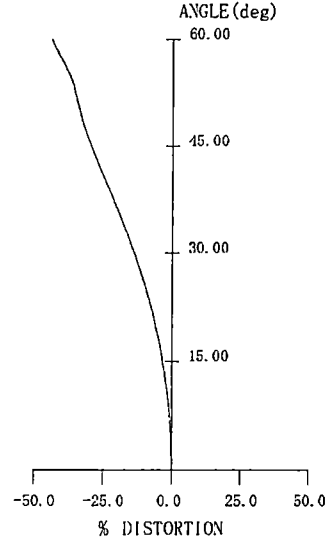
球面像差



像散



畸變



倍率色像差

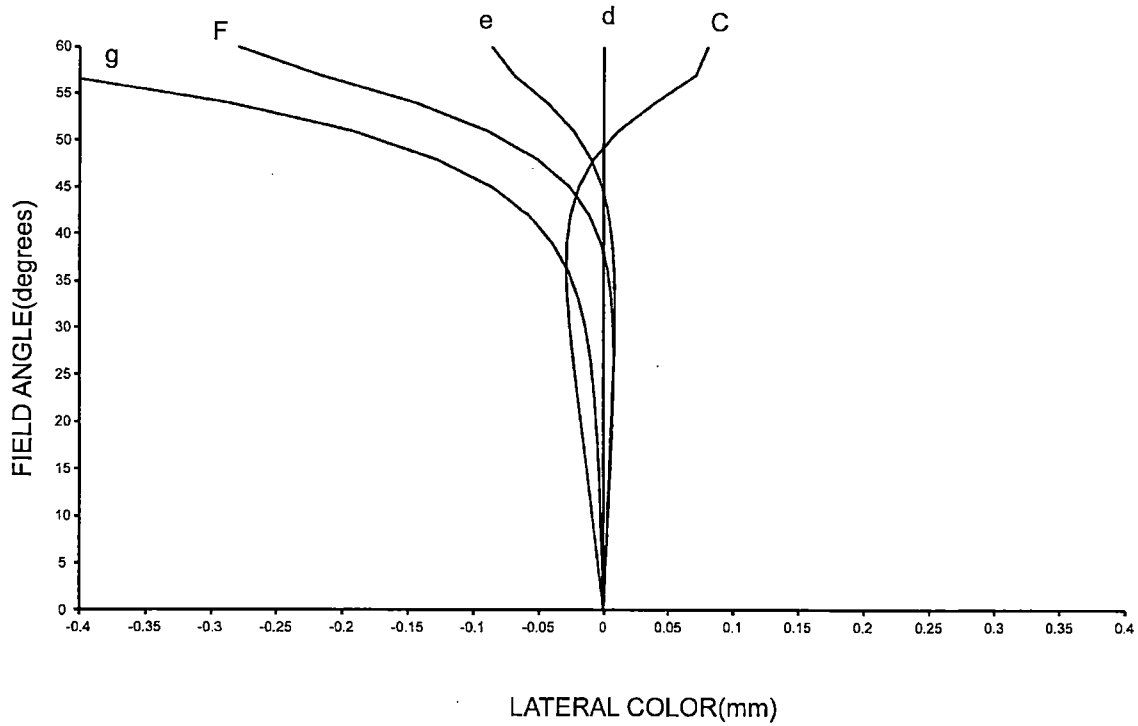


圖13

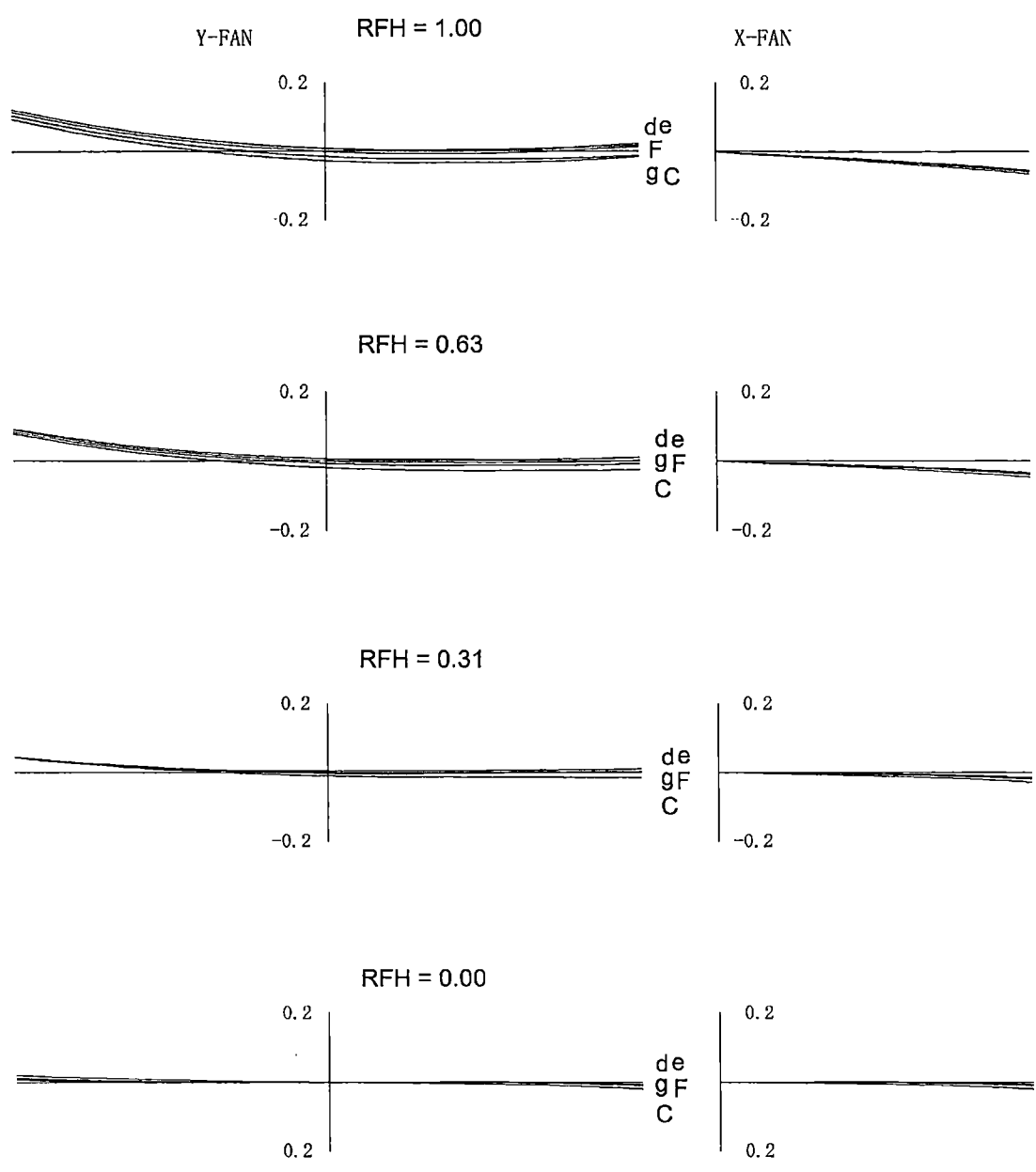


圖14

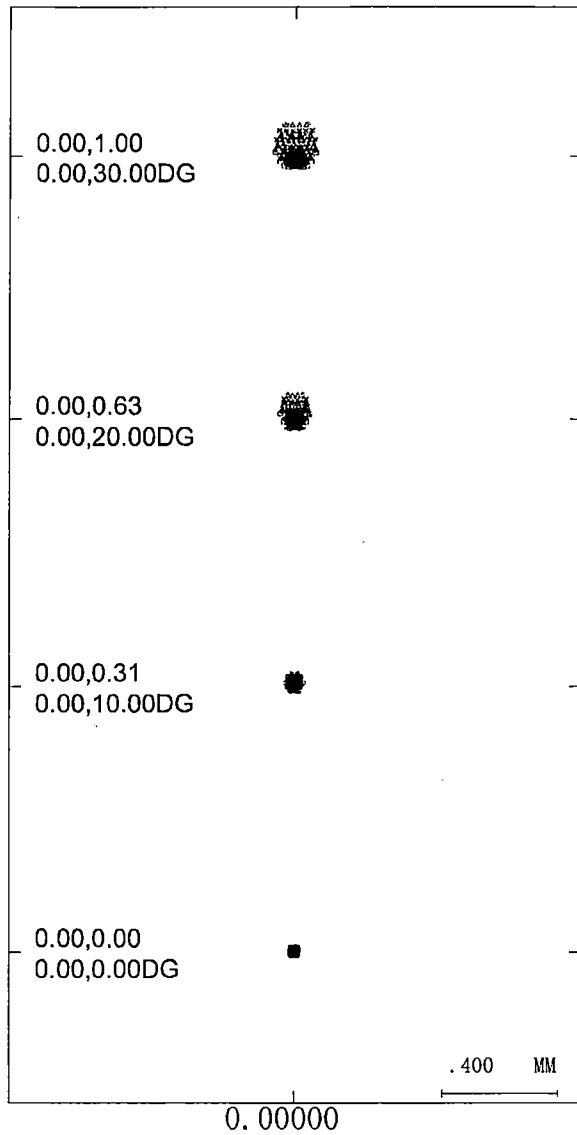
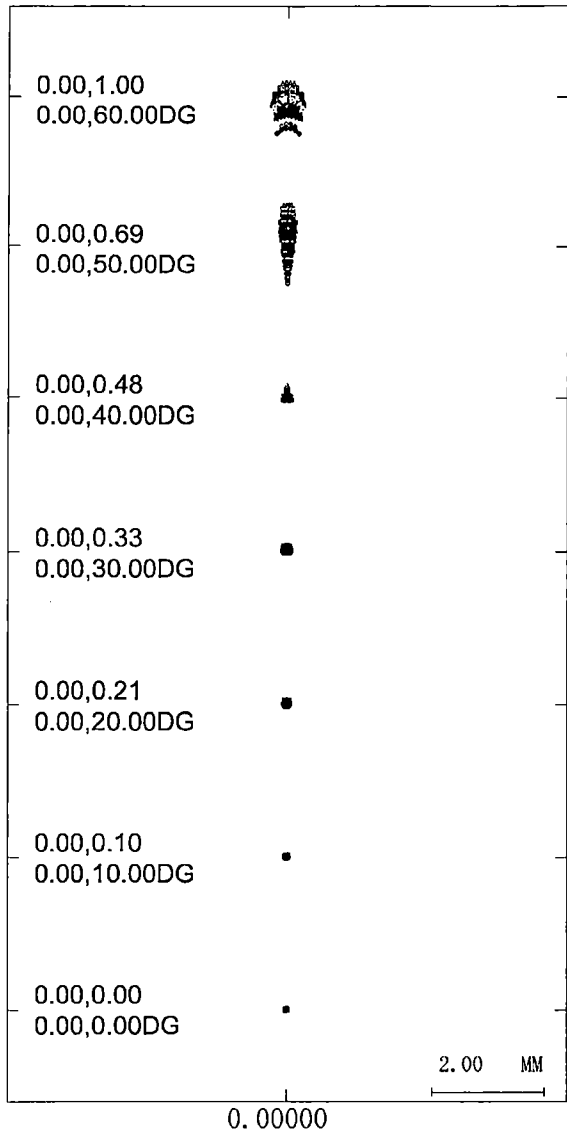


圖15

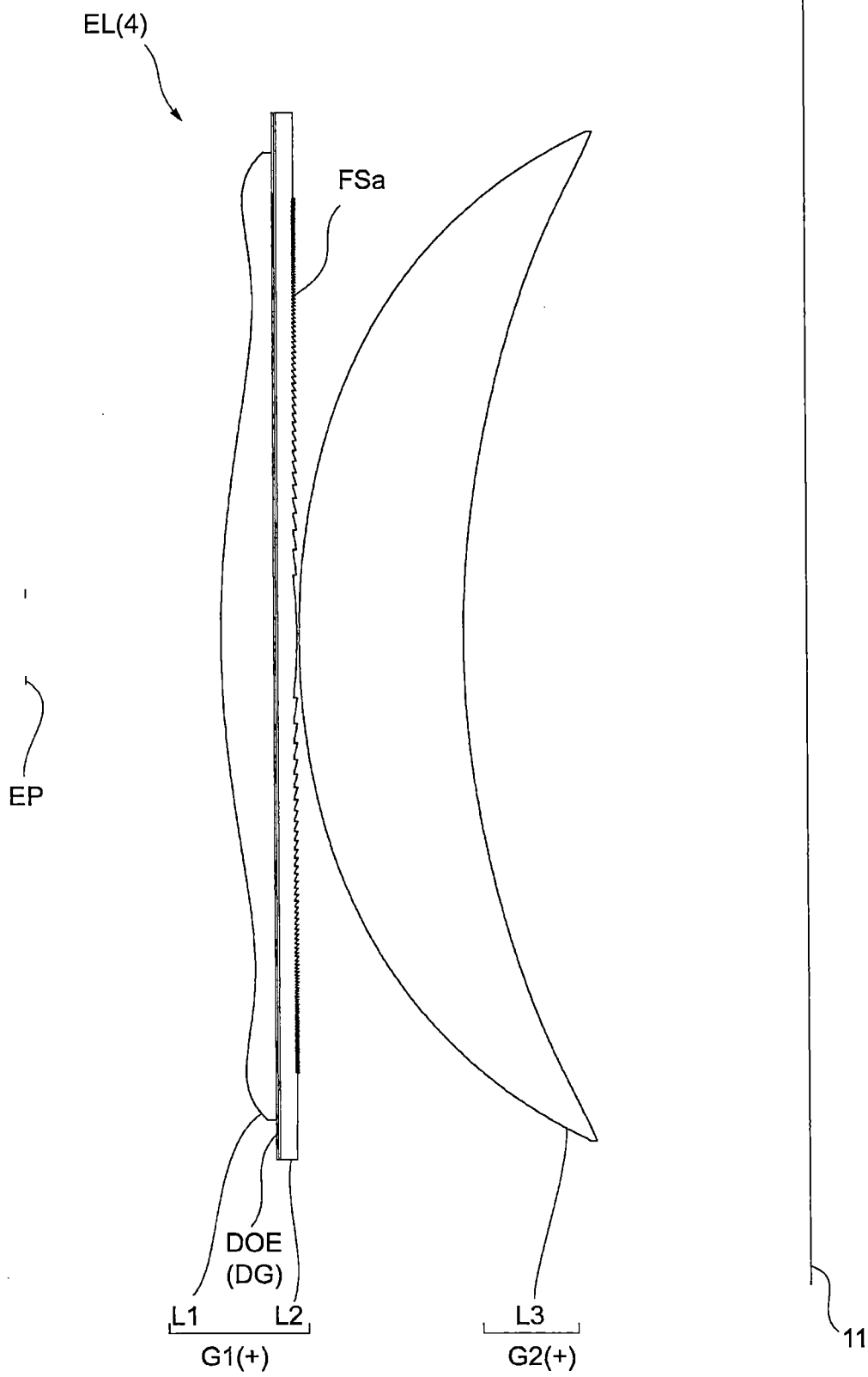


圖16

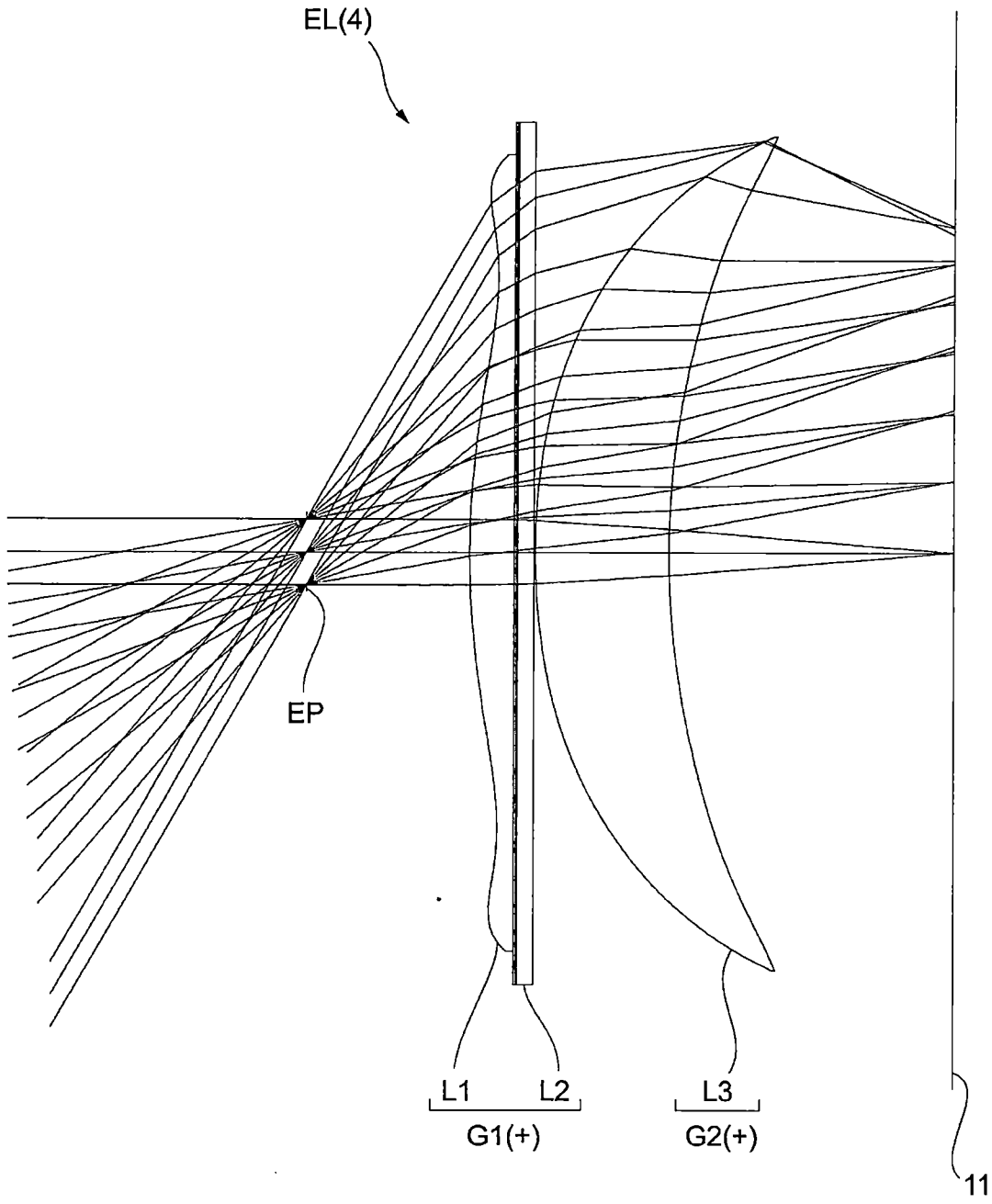
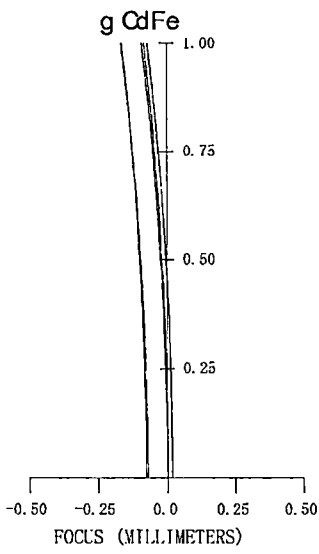
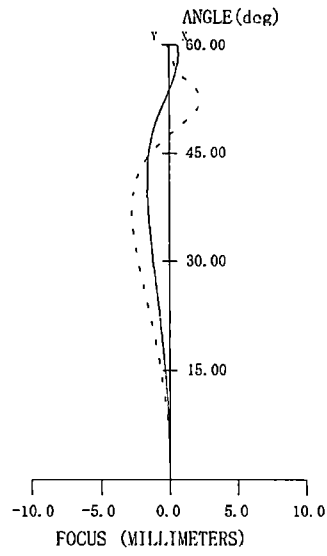


圖17

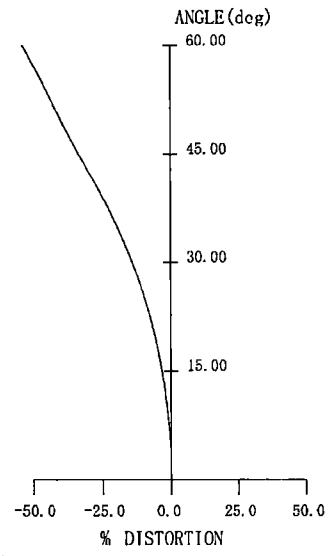
球面像差



像散



畸變



倍率色像差

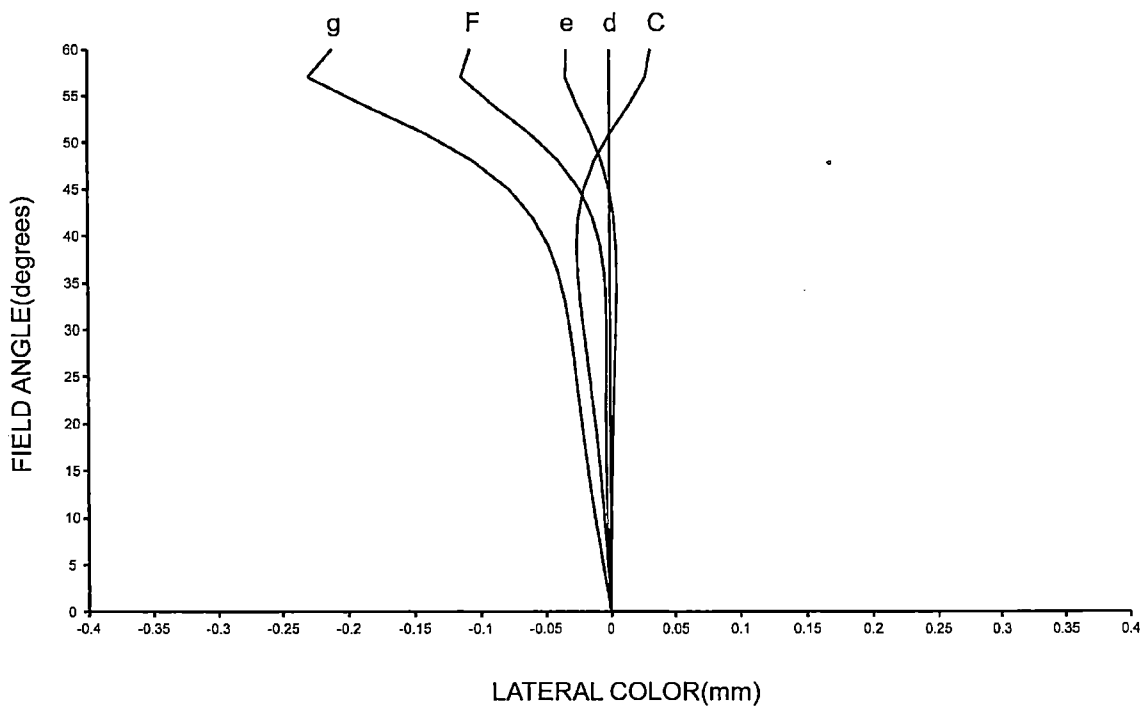


圖18

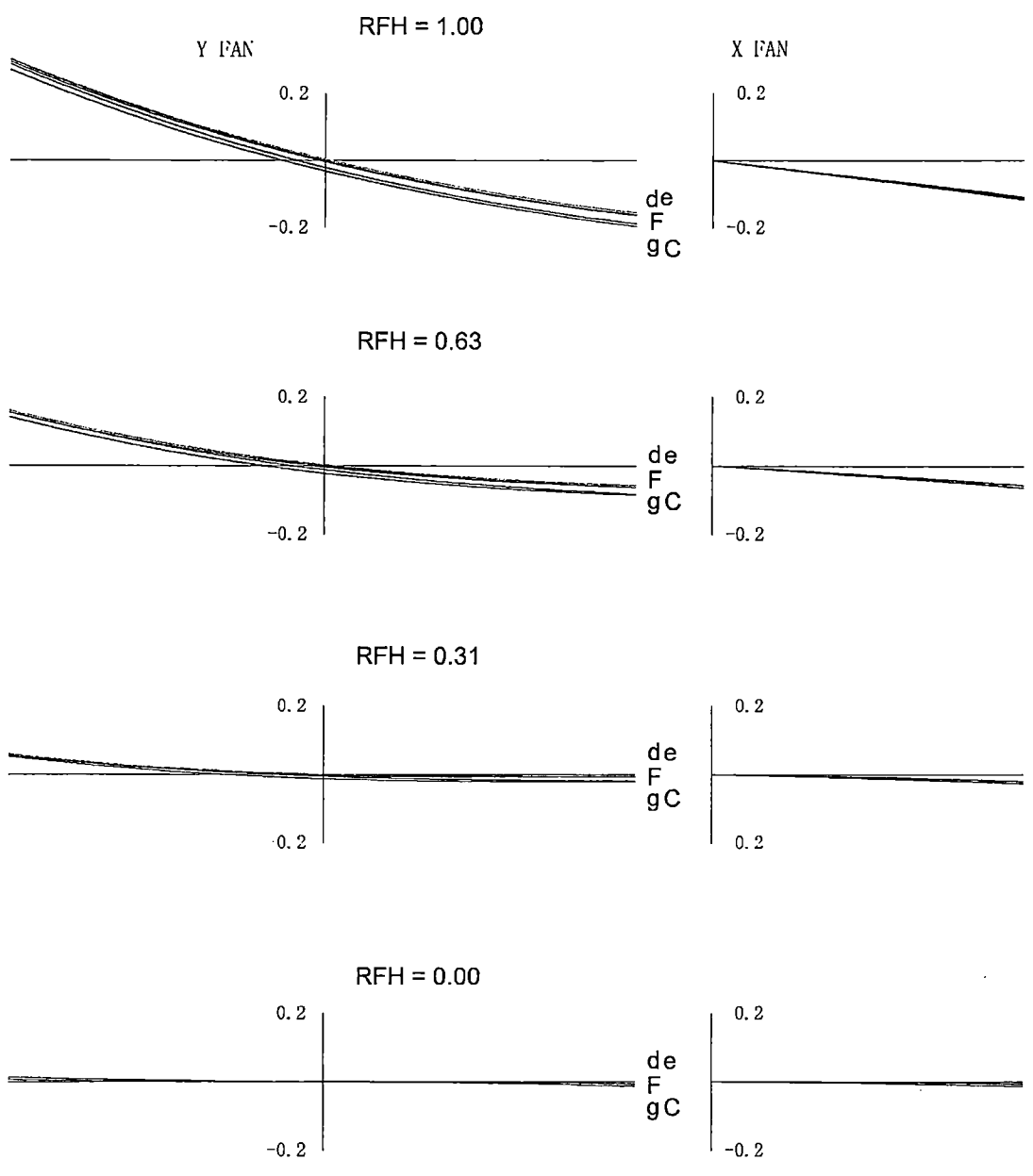


圖19

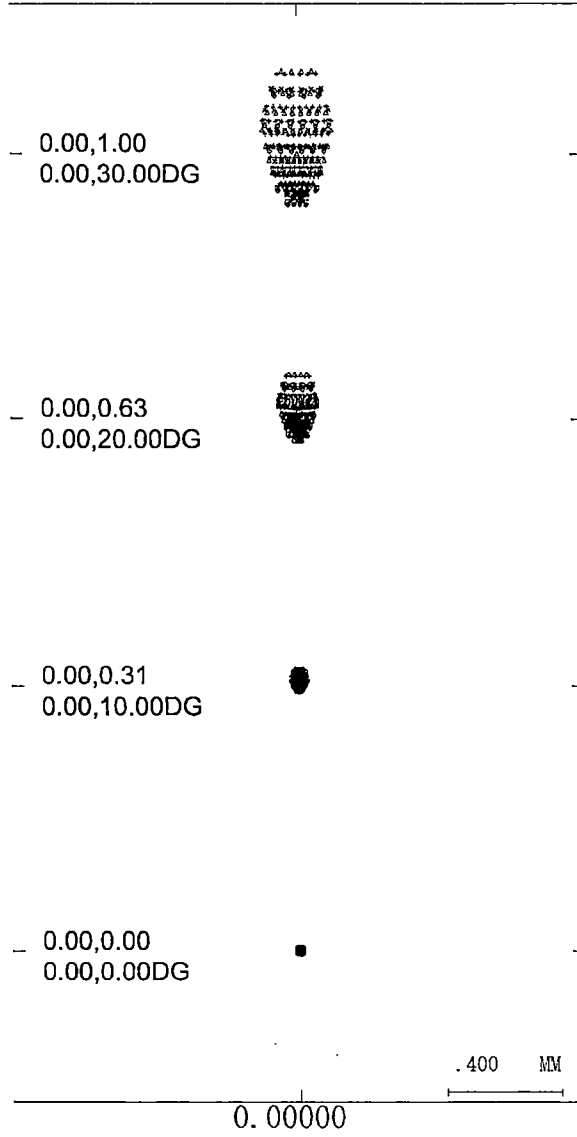
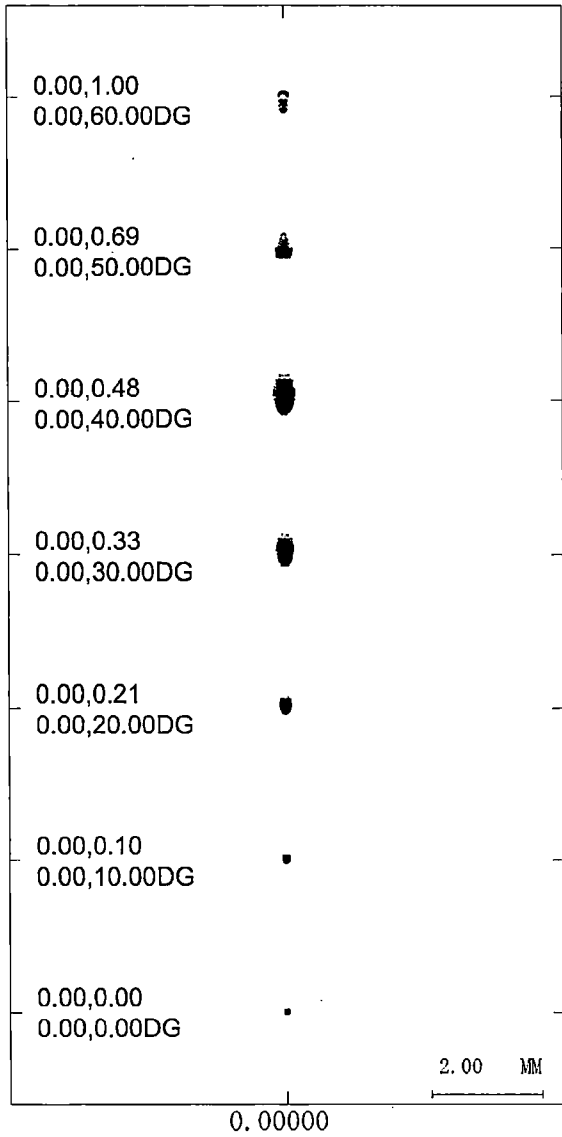


圖20

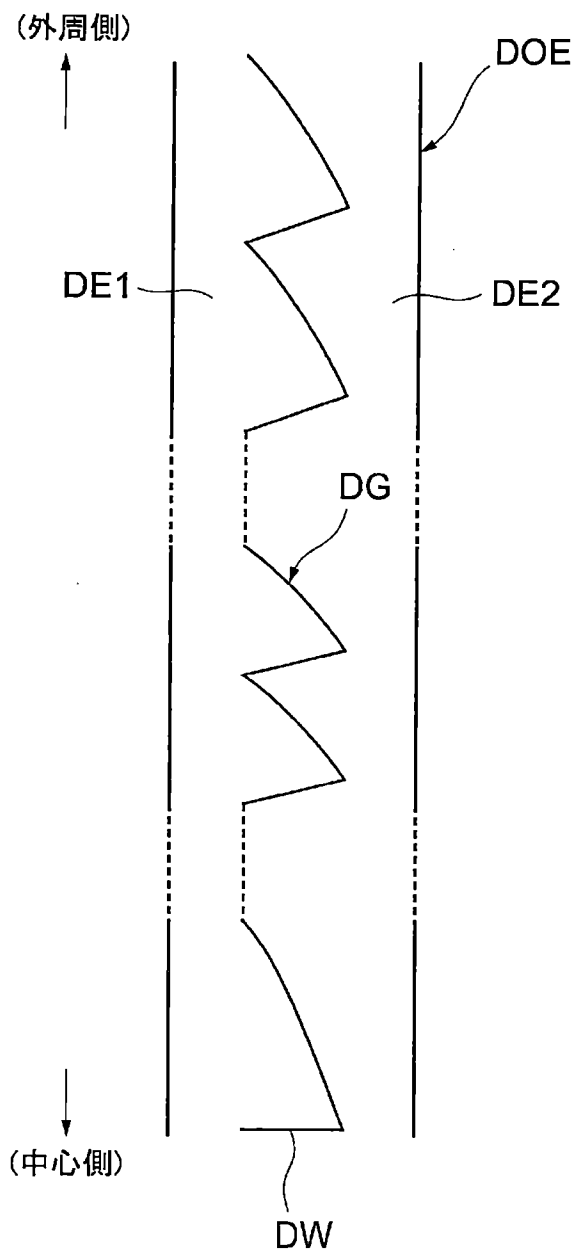


圖21

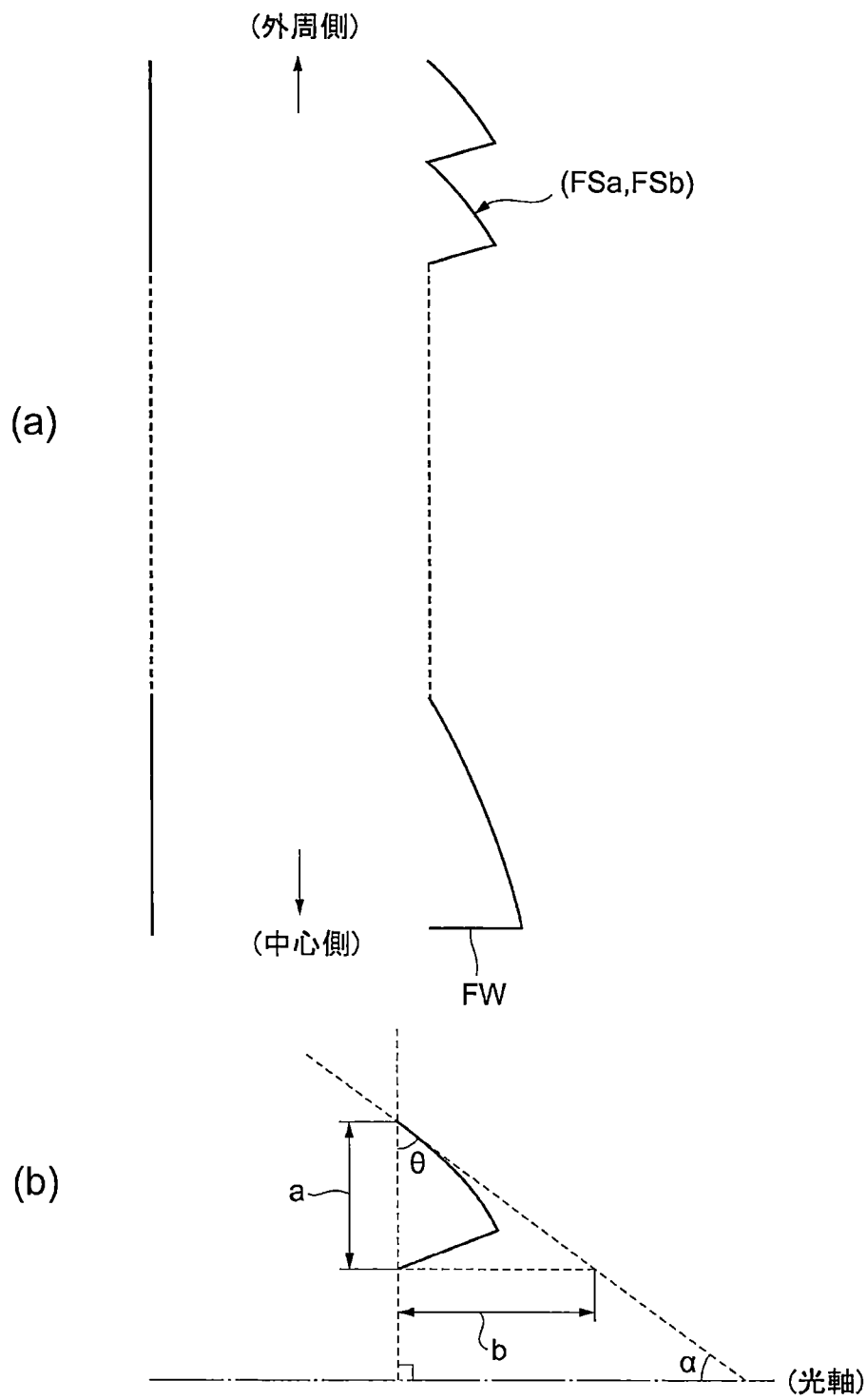


圖22

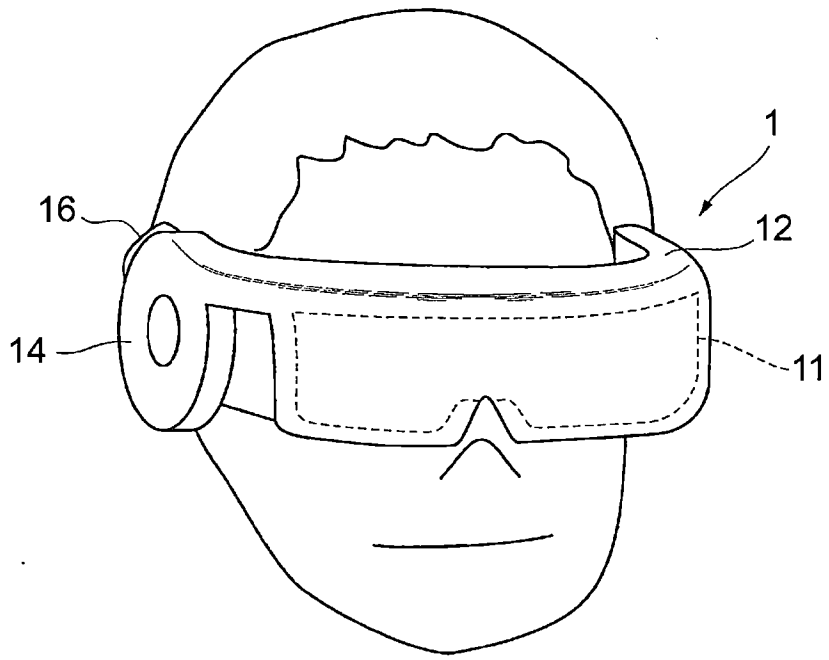


圖23