

發明專利說明書

公告本

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：95139217

※申請日期：95年10月24日

※IPC分類：G02B 15/16, 13/22 (2006.01)

一、發明名稱：

(中) 變倍光學系、攝像透鏡裝置及數位機器
(英)

H04N 5/24 (2006.01)

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓名：(中) 柯尼卡美能達精密光學股份有限公司
(英) KONICA MINOLTA OPTO, INC.代表人：(中) 1. 松丸隆
(英) 1. MATSUMARU, TAKASHI地址：(中) 日本國東京都八王子市石川町二九七〇
(英) 2970 Ishikawa-machi, Hachioji-shi, Tokyo, 192-8505 Japan

國籍：(中英) 日本 JAPAN

三、發明人：(共 1 人)

1. 姓名：(中) 松板慶二
(英) MATSUSAKA, KENJI國籍：(中) 日本
(英) JAPAN

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家(地區)申請專利 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家(地區)；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 日本 ; 2005/10/25 ; 2005-310418 有主張優先權

發明專利說明書

公告本

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：95139217

※申請日期：95年10月24日

※IPC分類：G02B 15/16, 13/22 (2006.01)

一、發明名稱：

H04N 5/24 (2006.01)

(中) 變倍光學系、攝像透鏡裝置及數位機器
(英)

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓名：(中) 柯尼卡美能達精密光學股份有限公司
(英) KONICA MINOLTA OPTO, INC.代表人：(中) 1. 松丸隆
(英) 1. MATSUMARU, TAKASHI地址：(中) 日本國東京都八王子市石川町二九七〇
(英) 2970 Ishikawa-machi, Hachioji-shi, Tokyo, 192-8505 Japan

國籍：(中英) 日本 JAPAN

三、發明人：(共 1 人)

1. 姓名：(中) 松板慶二
(英) MATSUSAKA, KENJI國籍：(中) 日本
(英) JAPAN

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家(地區)申請專利 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家(地區)；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 日本 ; 2005/10/25 ; 2005-310418 有主張優先權

(1)

九、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於，由複數的透鏡群所成，在光軸方向上改變透鏡群的間隔以進行變倍的變倍光學系、搭載有具備該變倍光學系的攝像透鏡裝置及攝像透鏡裝置的數位機器，尤其是有關於適合小型化的變倍光學系等者。

【先前技術】

近年來，行動電話機或攜帶資訊終端（PDA：Personal Digital Assistant）的普及正快速成長，而且在這些機器上內藏著精巧的數位靜態攝影單元或數位視訊單元的式樣，已經是一般化了。這些機器中由於尺寸或成本的限制嚴格，一般而言是使用具備了比獨立商品的數位靜態相機等低像素數且小型的攝像元件，和由塑膠透鏡 1~3 片左右所成的單焦點光學系的攝像透鏡裝置。

可是在此其中，由於單焦點光學系的倍率係和目視為同程度，因此可攝影之對象限於靠近攝影者的物體。針對此點，在攝像元件的高像素化、高機能化正急速前進的現在，可對應高像素攝像元件，且即使遠離攝影者的被攝體也可拍攝的行動電話機等上能夠搭載的精巧之變倍光學系，是有被需求。

先前，例如專利文獻 1 中，揭露了一種變倍光學系，是於負正 2 成份之變倍光學系中，藉由將位於最靠近物體側的透鏡的像側面設計成非球面，以達成精巧化之目的。

(2)

可是，由於最靠近物體側的透鏡之像側面的曲率很大，所以很難藉由模封成形來製作，必須在球面透鏡上塗佈樹脂而成爲所謂的複合型非球面透鏡，成本非常的高。又，第 1 透鏡群、第 2 透鏡群之各透鏡也是製造誤差感度很高，在組裝時需要調整作業，也是造成高成本的問題。

又，專利文獻 2 中揭露了一種變倍光學系，是於負正正 3 成份的變倍光學系中，藉由令第 2 透鏡群的變倍負擔增加，以抑制伴隨變倍而來的移動量。可是，專利文獻 2 中所揭露的光學系，無論第 1 透鏡群、第 2 透鏡群都是各使用 3 片透鏡，在精巧化的達程度上，很難說是足夠。

甚至，專利文獻 3 中揭露了一種變倍光學系，是於負正正正 4 成份的變倍光學系中，藉由在第 2 透鏡群上使用高折射率低分散的材料所成的非球面透鏡，以達到鏡組內縮時的透鏡總厚薄型化之目的。可是，在攜帶終端上由於所要求的耐衝擊性是較爲嚴苛，因此採用鏡組內縮構造本身就很難。又，專利文獻 3 中所提出的光學系，因爲第 2 透鏡群的折射力較弱所以移動量很大，在使用狀態下的光學全長對於攜帶終端來講是過大的，具有如此問題。

使用攝像元件、具有 2~3 倍左右之變倍比的光學系中，一般而言因爲後焦點的確保或遠心 (Telecentric) 性的維持等之必要性，而在第 1 透鏡群具有負的光學性功率，也就是適合所謂的反焦型 (Retro Focus Type) 之構成。可是，在此種構成時，伴隨著變倍光學系的精巧化，負的光學功率就會增加。藉此，第 1 透鏡群內的各透鏡之曲

(3)

率會變大，其結果導致偏肉比增加，造成變倍光學系的製造或面形狀測定之難易度變高等課題。

〔專利文獻 1〕日本特開 2001-4920 號公報

〔專利文獻 2〕日本特開 2001-318311 號公報

〔專利文獻 3〕日本特開 2002-365542 號公報

【發明內容】

本發明係有鑑於如此技術上之課題而研發，目的在於提供一種能充分達成精巧化，同時，使第 1 透鏡群內之各透鏡製造難易度保持和先前同程度的變倍光學系、攝像透鏡裝置及數位機器。

本發明之一局面所涉之變倍光學系，係從物體側起依序含有：具有負光學功率的第 1 透鏡群、和具有正光學功率的第 2 透鏡群，從廣角端往望遠端變倍時，前記第 1 透鏡群和前記第 2 透鏡群的間隔會變窄的變倍光學系，其特徵為，

前記第 1 透鏡群係含有至少 1 片負透鏡和至少 1 片正透鏡所構成，前記第 2 透鏡群係由 3 片以下的透鏡所成，且滿足下記（1）、（2）之條件式。

$$0.5 < D1/fw < 0.8 \quad \cdot \cdot \cdot (1)$$

$$0.7 < f2/fw < 2.0 \quad \cdot \cdot \cdot (2)$$

其中，D1：前記第 1 透鏡群之透鏡最前面至前記第 1 透鏡群之透鏡最後面之光軸上的厚度

fw：廣角端的全光學系之合成焦距

(4)

f_2 ：前記第 2 透鏡群的合成焦距

本發明之其他局面所涉之變倍光學系，係從物體側起依序含有：具有負光學功率的第 1 透鏡群、和具有正光學功率的第 2 透鏡群，從廣角端往望遠端變倍時，前記第 1 透鏡群和前記第 2 透鏡群的間隔會變窄的變倍光學系，其特徵為，前記第 1 透鏡群係含有至少 1 片負透鏡和至少 1 片正透鏡所構成，前記第 2 透鏡群係由 3 片以下的透鏡所成，且滿足下記 (3)、(4) 之條件式。

$$|\Delta Z_{1pi}/d_{1pi}| < 0.2 \quad \dots (3)$$

$$0.7 < f_2/f_w < 2.0 \quad \dots (4)$$

其中， ΔZ_{1pi} ：前記第 1 透鏡群內的正透鏡之像側面中，以面頂點為基準之最大有效半徑上的凹陷量

d_{1pi} ：第 1 透鏡群內的正透鏡的像側面上的最大有效半徑

f_w ：廣角端的全光學系之合成焦距

f_2 ：前記第 2 透鏡群的合成焦距

本發明之其他局面所涉之攝像透鏡裝置，其特徵為，具備如上述之變倍光學系，和將光學像轉換成電氣訊號的攝像元件；前記變倍光學系是可在前記攝像元件的受光面上，形成被攝體的光學像。

本發明之另一其他局面所涉之數位機器，其特徵為，具備：上述之攝像透鏡裝置；和攝像透鏡裝置；和令前記攝像透鏡裝置及攝像元件上形成被攝體之靜止畫影像及動畫攝影之至少一者之攝影的控制部；前記攝像透鏡裝置的

(5)

變倍光學系，是被組裝成，可在前記攝像元件的受光面上形成被攝體之光學像。

本發明的目的、特徵及優點，係可藉由以下詳細說明和添附圖面，而更為明白。

【實施方式】

以下，基於圖面，說明本發明之實施形態。此外，以下說明中所使用的用語，在本說明書中係定義如下。

(a) 折射率係為對 d 線之波長 (587.56nm) 的折射率。

(b) 阿貝數係為，令對 d 線、F 線 (486.13nm)、C 線 (656.28nm) 的折射率分別為 n_d 、 n_F 、 n_C ，令阿貝數為 ν_d 時，

$$\nu_d = (n_d - 1) / (n_F - n_C)$$

係指相當於以該定義式所求出之阿貝數 ν_d 。

(c) 關於面形狀的表述，是基於近軸曲率來表述。

(d) 在光學功率的表述中，針對構成接合透鏡的各單透鏡，係指該單透鏡之透鏡面之兩側為空氣時的光學功率。

(e) 所謂非球面凹陷 (sag) 量，係指透鏡之面頂點和對最大有效半徑之非球面曲線上的點之間的光軸方向之距離，和基於近軸曲率之球面凹陷量，表示兩者之差分的參數 (參照圖 2)。

(f) 複合型非球面透鏡 (在作為基板的球面玻璃材

(6)

料上塗佈薄的樹脂材料而做成非球面形狀的透鏡)上所使用
的樹脂材料,由於只是基板玻璃材料的附加機能,因此
不當成單獨的光學部件來看待,而是當成同等於基板玻璃
材料是具有非球面的情形來看待,透鏡的片數也是視為 1
片。此時,透鏡折射率也是視為使用作為基板之玻璃材料
的折射率。

(g) 關於透鏡,當使用「凹」、「凸」或「彎月形」
這種表述時,這些描述係視為表示光軸附近(透鏡的中
心附近)上的透鏡形狀(基於近軸曲率的表述)。

< 變倍光學系之構成的說明 >

圖 1 係本發明之實施例 1 所述之變倍光學系 1 之構成
例的光路圖(廣角端之光路圖)。該變倍光學系 1,係屬
於在將光學像轉換成電氣訊號的攝像元件 15 的受光面上
會形成被攝體 H 之光學像者,其從物體側(被攝體 H 側)
)起依序排列著:具有負光學功率的第 1 透鏡群 11、具
有正光學功率的第 2 透鏡群 12、具有正光學功率(也可
以是具有負光學功率)的第 3 透鏡群 13,從廣角端往望
遠端變倍時,前記第 1 透鏡群 11 和前記第 2 透鏡群 12 的
間隔會變窄的變倍光學系。

此處係圖示了,第 1 透鏡群 11 是由雙凹的負透鏡
111 和朝物體側凸出之正彎月形透鏡 112 所構成,第 2 透
鏡群 12 是由雙凸正透鏡 121 和朝物體側凸出之負彎月形
透鏡 122 所構成,又,第 3 透鏡群 13 係僅由朝物體側凸

(7)

出之正彎月形透鏡 131 所構成的例子。此外，在第 2 透鏡群 12 的物體側，係配置了光學光圈 14。在此種變倍光學系 1 的像側，係隔著低通濾鏡 16 而配置有攝像元件 15；藉此，被攝體 H 的光學像，會被變倍光學系 1，沿著其光軸 AX 而以適宜的變倍比，導入到攝像元件 15 的受光面為止，藉由攝像元件 15，前記被攝體 H 的光學像，就被拍攝。

於本發明中，如上述變倍光學系 1 所例示，第 1 透鏡群 11，係含有至少 1 片負透鏡（負透鏡 111）和至少 1 片正透鏡（正彎月形透鏡 112）所構成，第 2 透鏡群 3 是由 3 片以下的透鏡（雙凸正透鏡 121 及負彎月形透鏡 122）所構成。若依據如此構成之變倍光學系 1，則由於位於最靠近物體側之第 1 透鏡群 11 是構成了帶有負光學功率的負領導之構成，因此在變倍比為 2~3 倍程度的變倍透鏡中，謀求光學全長或前球徑之尺寸的精巧化這點上是有利的。又，由於第 1 透鏡群 11 是具有負透鏡 111 和正彎月形透鏡 112，因此可良好地補正倍率色像差。甚至，由於第 2 透鏡群 12 是由雙凸正透鏡 121 及負彎月形透鏡 122 這 2 片透鏡所構成，因此於變倍時，可減少移動量大的第 2 透鏡群 12 的驅動裝置之負荷，也可因透鏡片數削減而達成降低成本。

再者，變倍光學系 1，係令從第 1 透鏡群 11 的透鏡最前面 11a 起至第 1 透鏡群 11 之透鏡最後面 11b 止的光軸 AX 上之厚度為 D1，令該當變倍光學系 1 的在廣角端

(8)

之全光學系的合成焦距為 f_w ，令第 2 透鏡群 12 的合成焦距為 f_2 時，如下記條件式 (1)、(2) 所示， D_1/f_w 、 f_2/f_w 是滿足

$$0.5 < D_1/f_w < 0.8 \quad \dots (1)$$

$$0.7 < f_2/f_w < 2.0 \quad \dots (2)$$

之關係而構成。藉此，就能一面不使透鏡的製造難易度提高，一面提供精巧性佳，具備良好光學性能的變倍光學系變倍光學系 1。

或者，變倍光學系 1，係於第 1 透鏡群 11 內的正透鏡也就是正彎月形透鏡 112 的像側面 (圖 1 之例子中係相當於前記透鏡最後面 11b) 中，令以面頂點為基準之最大有效半徑上的凹陷量為 ΔZ_{1pi} ，令正彎月形透鏡 112 的像側面上之最大有效半徑為 d_{1pi} ，和上記同樣地令該當變倍光學系 1 的在廣角端之全光學系的合成焦距為 f_w ，令第 2 透鏡群 12 的合成焦距為 f_2 時，如下記條件式 (3)、(4) 所示， $|\Delta Z_{1pi}/d_{1pi}|$ 、 f_2/f_w 是滿足

$$|\Delta Z_{1pi}/d_{1pi}| < 0.2 \quad \dots (3)$$

$$0.7 < f_2/f_w < 2.0 \quad \dots (4)$$

之關係而構成。藉由如此構成，也能一面不使透鏡的製造難易度提高，一面提供精巧性佳，具備良好光學性能的變倍光學系變倍光學系 1。

此處，上記條件式 (1) 中的 D_1/f_w 之關係，是以滿足下記 (1)' 之條件式為較佳。

$$0.6 < D_1/f_w < 0.8 \quad \dots (1)'$$

(9)

$D1/fw$ 若低於上記條件式 (1) ' 之下限，則第 1 透鏡群 11 內的各透鏡之光學功率會太弱，像點補正所需之移動量會有明顯增加之傾向。

又，上記條件式 (1) 、以及 (4) 中的 $f2/fw$ 之關係，是以滿足下記 (2) ' 之條件式為較佳。

$$0.8 < f2/fw < 1.8 \quad \cdot \cdot \cdot (2) ' ,$$

若 $f2/fw$ 超過上記條件式 (2) ' 之上限，則第 2 透鏡群 12 的功率太弱，造成變倍所須之第 2 透鏡群 12 的移動量增加，光學全長會變長。另一方面，若低於條件式 (2) ' 的下限，則因為第 2 透鏡群 12 的偏芯誤差感度很高，所以必須要有透鏡間的調整，導致製造成本變高。

再者，上記條件式 (3) 中的 $|\Delta Z1pi/d1pi|$ 之關係，是以滿足下記 (3) ' 之條件式為較佳。

$$|\Delta Z1pi/d1pi| < 0.15 \quad \cdot \cdot \cdot (3) ' ,$$

若 $|\Delta Z1pi/d1pi|$ 超過上記條件式 (3) ' 的上限，則圖 1 所示之光學光圈 14 這類獨立之光圈部件的設置會變得困難，使鏡筒的構成複雜化，鏡筒設計的自由度受到限制等不良情形會顯著化。

以下，針對第 1 ~ 第 3 透鏡群 11 ~ 13 之每一者的理想構成，作為變倍光學系 1 全體之理想構成等，依照以下順序來說明。

[關於第 1 透鏡群 11]

第 1 透鏡群，係其群內位於最靠近物體側之負透鏡也

(10)

就是負透鏡 111，是令該當透鏡 111 的光軸方向上之厚度的最大值為 $T1e$ ，令負透鏡 111 在光軸 AX 上的厚度為 $T1c$ 時，如下記條件式 (5) 所示， $T1e/T1c$ 是滿足

$$1 < T1e/T1c < 4 \quad \cdot \cdot \cdot (5)$$

之關係而構成，較為理想。藉此，或獲得在製造難易度或光學性能面上更進一步優異的變倍光學系。尤其是，若是滿足下記條件式 (5) 所示之條件的第 1 透鏡群 11，則更為理想。

$$2 < T1e/T1c < 4 \quad \cdot \cdot \cdot (5)'$$

若 $T1e/T1c$ 低於上記條件式 (5)' 的下限，則像面彎曲、非點像差的補正會有無法充分進行之傾向。

第 1 透鏡群，係如圖 1 所示，從物體側起依序由 1 片負透鏡（雙凹之負透鏡 111）和 1 片正透鏡（正彎月形透鏡 112）所成，令正彎月形透鏡 112 的焦距為 $f1p$ ，令負透鏡 111 的焦距為 $f1n$ 時，如下記條件式 (7) 所示，

$|f1n/f1p|$ 是滿足

$$0.2 < |f1n/f1p| < 0.5 \quad \cdot \cdot \cdot (7)$$

之關係而構成，較為理想。藉此，非點像差、歪曲像差之補正可被充分進行，且可提供製造難易度面上也很優異的變倍光學系 1。

總之，藉由將透鏡構成設計成從物體側起依序為雙凹之負透鏡 111 和朝物體側凸出之正彎月形透鏡 112 的 2 片構成，就可使在廣角端的後焦點確保變為容易，且可使廣畫角之光線的軸外像差獲得良好地補正。再者，藉由配置

(11)

朝物體側凸出之正彎月形透鏡，就可良好地補正非點像差，可改善像面性。此外，亦可取代雙凹之負透鏡 111，改用朝物體側凸出之負彎月形透鏡。

此種透鏡構成的情況下，令正彎月形透鏡 112 的折射率為 N_{1p} ，阿貝數為 ν_{1p} ，令負透鏡 111 的阿貝數為 ν_{1n} 時，如下記條件式 (9)、(10) 所示， N_{1p} 、 $|\nu_{1p} - \nu_{1n}|$ 是滿足

$$N_{1p} > 1.7 \quad \dots (9)$$

$$|\nu_{1p} - \nu_{1n}| > 20 \quad \dots (10)$$

之關係而構成，較為理想。藉此，提供在精巧化的層面、倍率色像差之補正的層面上均有利的變倍光學系 1。

再者，上記條件式 (9) 中的 N_{1p} ，是滿足下記 (9)' 之條件式為較佳。

$$N_{1p} > 1.75 \quad \dots (9)'$$

若 N_{1p} 低於條件式 (9)' 的下限，則追求精巧化時，非點像差、歪曲像差之補正會變得困難。又，若要一面維持精巧性一面又要獲得所要之光學功率，則由於必須縮小透鏡的曲率半徑，因此所產生的像差會變大，且製造難易度亦會增加。

第 1 透鏡群 11，係以含有接合透鏡之構成（若為圖 1 時，則負透鏡 111 和正彎月形透鏡 112 係為被接合之樣態），較為理想。藉由使第 1 透鏡群 11 中含有接合透鏡，就可使第 1 透鏡群 11 內的各透鏡面的偏芯誤差感度大幅減低，即使需要透鏡間調整時，也能維持良好維持良好的

(12)

感度平衡。又，可簡化第 1 透鏡群 11 的鏡筒構成。

又，第 1 透鏡群 11，係滿足下記 (13)、(14) 之條件式，較為理想。

$$1.5 < |f1/fw| < 3.5 \quad \dots (13)$$

$$0.5 < |f1/ft| < 1.5 \quad \dots (14)$$

其中，f1：第 1 透鏡群 11 的合成焦距

fw：廣角端的全光學系之合成焦距

ft：望遠端的全光學系之合成焦距

若超過條件式 (13)、(14) 的上限，則尤其在廣角端的非點像差、歪曲像差之補正會變得不足。又若低於條件式 (13)、(14) 之下限，則構成第 1 透鏡群 11 的各透鏡的光學功率變成非常高，製造會有困難。又，會有無法充分補正所發生之倍率色像差的傾向。

再者，第 1 透鏡群 11，係滿足下記 (13)'、(14)' 之條件式，則更為理想。

$$1.8 < |f1/fw| < 3.0 \quad \dots (13)'$$

$$0.6 < |f1/ft| < 1.2 \quad \dots (14)'$$

若超過條件式 (13)'、(14)'' 的上限，則第 1 透鏡群 11 的負功率會變弱而導致前球徑的增大；若低於下限，則尤其在望遠端的第 1 透鏡群 11 之誤差感度會上升，需要透鏡間的調整作業。

[關於第 2 透鏡群 12]

第 2 透鏡群 12，係如圖 1 所示，從物體側起依序是

(13)

由 1 片正透鏡（雙凸正透鏡 121）和 1 片負透鏡（負彎月形透鏡 122）所成，令第 2 透鏡群 12 內之正透鏡的焦距為 f_{2p} ，令第 2 透鏡群 12 內之負透鏡的焦距為 f_{2n} 時，如下記條件式（8）所示， $|f_{2n}/f_{2p}|$ 是滿足

$$0.7 < |f_{2n}/f_{2p}| < 1.8 \quad \cdot \cdot \cdot (8)$$

之關係，較為理想。藉由設計成所述之透鏡構成，球面像差和軸上色像差可被充分補正，又，從物體側起以正負之順序配置，使得第 2 透鏡群 12 的主點位置是在第 1 透鏡群 11 側附近，藉此可維持變倍作用不變，減輕了第 2 透鏡群 12 的實質上之功率，因此可期待誤差感度的減低作用。甚至，藉由滿足條件式（8），除了可充分進行球面像差之補正，還可抑制倍率色像差。

尤其是，若是滿足下記條件式（8）'所示之條件的第 2 透鏡群 12，則更為理想。

$$0.9 < |f_{2n}/f_{2p}| < 1.5 \quad \cdot \cdot \cdot (8)'$$

若超過條件式（8）'的上限或下限，則球面像差、軸上色像差、倍率色像差之補正所需之正透鏡和負透鏡雙方的功率都要強，會有製造誤差感度變高，生產性惡化之傾向。

第 2 透鏡群 12，係如圖 1 所示，從物體側起依序由雙凸正透鏡 121、和強凹面是朝向像側的負彎月形透鏡 122 這 2 片透鏡所構成，較為理想。此外，亦可取代負彎月形透鏡 122，改用強凹面是朝向像側的雙凹透鏡。藉由配置雙凸正透鏡 121，就可增強第 2 透鏡群 12 的功率，

(14)

可減少變倍時的移動量。再者，針對負彎月形透鏡 122，藉由將強凹面朝向像側，就可使非點像差和色像差的補正能夠被良好進行。

此時，令雙凸正透鏡 121（第 2 透鏡群 12 內的正透鏡）之折射率為 N_{2p} ，阿貝數為 ν_{2p} ，又，令負彎月形透鏡 122（第 2 透鏡群 12 內的負透鏡）之折射率為 N_{2n} ，阿貝數為 ν_{2n} 時，如下記條件式（11）、（12）所示，

$|N_{2p} - N_{2n}|$ 、 $|\nu_{2p} - \nu_{2n}|$ 是滿足

$$|N_{2p} - N_{2n}| > 0.15 \quad \dots (11)$$

$$|\nu_{2p} - \nu_{2n}| > 30 \quad \dots (12)$$

之關係而構成，較為理想。藉此，可抑制非點像差，使得軸上色像差的補正能充分進行。

再者，第 2 透鏡群 12，係滿足下記（15）之條件式，較為理想。

$$0.3 < f_2/f_t < 0.9 \quad \dots (15)$$

若超過條件式（15）的上限，則第 2 透鏡群 12 的功率太若，要獲得 2~3 倍程度之變倍比會有困難。又，若低於條件式（15）的下限，則第 2 透鏡群 12 的誤差感度會變成非常高，製造的困難性變高。

尤其是，若是滿足下記條件式（15）'所示之條件的第 2 透鏡群 12，則更為理想。

$$0.4 < f_2/f_t < 0.8 \quad \dots (15)'$$

若超過條件式（15）'的上限，則第 2 透鏡群 12 的功率太弱，因此變倍所必須之第 2 透鏡群 12 的移動量會增

(15)

加，光學全長變長，不利於精巧化。又，若低於條件式（15）'的下限，則第 2 透鏡群 12 的偏芯誤差感度會變高，需要透鏡間的調整作業，提高成本。

第 2 透鏡群 12，係以含有接合透鏡之構成（若為圖 1 時，則雙凸正透鏡 121 和負彎月形透鏡 122 係為被接合之樣態），較為理想。藉由使第 2 透鏡群 12 中含有接合透鏡，就可使第 2 透鏡群 12 內的各透鏡面之各誤差感度大幅減低，且可簡化第 2 透鏡群 12 的鏡筒構成。

再者，第 2 透鏡群 12 中所含之正透鏡（若為圖 1 時，則為雙凸正透鏡 121）之至少任一面上，設有非球面，較為理想。藉此，隨著精巧化而來的第 2 透鏡群 12 之功率增大所導致的球面像差和彗星像差，就可獲得良好補正。

[關於第 3 透鏡群 13]

本發明所述之變倍光學系 1，係如圖 1 所例示，亦可在第 2 透鏡群 12 的像側，配置有第 3 透鏡群 13。此時，第 3 透鏡群 13，係如圖 1 所示的正彎月形透鏡 131 一般，是具有正光學功率者，較為理想。藉此，變倍光學系 1 是被構成為由第 1～第 3 透鏡群 11～13 所致之負正正之光學系，可使第 2 透鏡群 12 的移動量減少，因此有利於精巧化。又，藉由第 3 透鏡群 13，可使往像面（攝像元件 15 的受光面）的軸外光線之入射角度，靠近遠心。

第 3 透鏡群 13，係如圖 1 所示，係為朝物體側凸出

(16)

之正彎月形透鏡 131 之 1 片構成，較為理想。藉此，可使透鏡的主點位置從像面遠離，具有緩和像面入射角之效果，因此在謀求變倍光學系 1 之超小型化時是有利的。

如上記，當第 3 透鏡群 13 是由 1 片正透鏡（正彎月形透鏡 131）所構成時，滿足下記（16）之條件式，較為理想。

$$\nu_p < 40 \quad \cdot \cdot \cdot (16)$$

其中， ν_p ：構成第 3 透鏡群 13 的正透鏡之阿貝數的最小值

如此，藉由將正彎月形透鏡 131 以滿足 $\nu_p < 40$ 之關係的高分散材料來構成，即使需要將變倍光學系 1 精巧化而增大第 2 透鏡群 12 之光學功率的情況下，在望遠端所產生的倍率色像差也能獲得充分補正。

此外，當作爲攝像元件 15，是使用高像素·微小像素間距的時候，爲了能充分補正倍率色像差，阿貝數的最小值 ν_p ，以滿足下記（16）之條件式，較為理想。

$$\nu_p < 32 \quad \cdot \cdot \cdot (16)'$$

藉由將阿貝數之最小值 ν_p 設成未滿 32，即使使用高像素·微小像素間距的攝像元件 15，倍率色像差的補正不足也不會成爲問題，可擔保充分之對比而進行攝像。

又，正彎月形透鏡 131，係滿足下記條件式（17）所示之條件，則更爲理想。

$$4 < f_p/f_w < 7 \quad \cdot \cdot \cdot (17)$$

其中， f_p ：前記正透鏡的焦距

(18)

個透鏡群所構成之變倍光學系 1，係為理想的透鏡構成之一。如此，藉由極力減少透鏡群數或透鏡片數，就可較其他變倍光學系更能謀求精巧化。此外，圖 1 所示之負正正之 3 成份的變倍光學系 1 中，第 3 透鏡群 13，係由於較第 1 透鏡群 11 或第 2 透鏡群 12，光學功率為較小，因此可較容易以 1 片透鏡來構成，藉此可謀求更進一步的精巧化。

當採用此種負正正之 3 成份的變倍光學系 1 時，第 3 透鏡群 13，係從廣角端往望遠端變倍時是被固定，較為理想。藉由將第 3 透鏡群 13 設計成變倍時固定，可簡化其鏡筒機構，也可提升位置精度。

變倍光學系 1 的第 1 透鏡群 11 及第 2 透鏡群 12，係各以 3 片以下之透鏡來構成，較為理想。藉此，可減少一般來說外徑較大之第 1 透鏡群 11、變倍時移動量較大的第 2 透鏡群 12 的驅動裝置之負荷，可因透鏡片數削減而達成降低成本。由如此觀點來看，圖 1 所示之變倍光學系 1 係具備理想的透鏡構成。

如圖 1 之變倍光學系 1 所示，在第 2 透鏡群 12 的物體側配置光學光圈 14（開口光圈），並將其光圈徑設成固定，較為理想。首先，藉由將光學光圈 14 的配置位置設在第 2 透鏡群 12 的物體側，可使第 1 透鏡群 11 的前球徑極力縮小。然後，藉由將光圈徑設成固定，就沒有必要使第 1 透鏡群 11 和第 2 透鏡群 12 的間隔過分擴張，可達成光軸方向的薄肉化。

(19)

又，變倍光學系 1，係滿足下記 (18) 之條件式，較為理想。

$$0.1 < Y'/TL < 0.3 \quad \cdot \cdot \cdot (18)$$

其中，Y'：最大像高

TL：在變倍域全域中，從最靠近物體側面的面頂點起至像面止的光軸上之距離的最大值

若超過條件式 (18) 的上限，則進行變倍的第 2 透鏡群 12 之移動量會縮小，因此第 2 透鏡群 12 的功率會太強，要滿足構成第 2 透鏡群 12 之各透鏡的曲率半徑等之製造要件，會有困難。又，若低於條件式 (18) 的下限，則在尺寸面來看，要搭載於攜帶終端等，會變得困難。

此時，尤其是滿足下記 (18)' 之條件式，則更為理想。

$$0.13 < Y'/TL < 0.2 \quad \cdot \cdot \cdot (18)'$$

若超過條件式 (18)' 的上限，則第 2 透鏡群 12 的功率會太強，導致第 2 透鏡群 12 內的誤差感度之上升，就需要透鏡間調整，而提高成本。另一方面，若低於條件式 (18)' 的下限，則不止光學系的尺寸增加，隨著變倍時的移動量增加，驅動系的負荷也變大，結果會有導致驅動裝置大型化之傾向。

再者，變倍光學系 1，係滿足下記 (19) 之條件式，較為理想。

$$0.2 < t2/TL < 0.4 \quad \cdot \cdot \cdot (19)$$

其中，t2：從廣角端往望遠端變倍時，第 2 透鏡群所

(20)

移動之距離

若超過條件式 (19) 的上限，則無法確保在漏光 (Smear) 防止上具有效果的機械快門的配置空間，或鏡筒構成也為了避免驅動群彼此接觸，需要複雜的形狀，而提高成本。又，若低於條件式 (19) 的下限，則第 2 透鏡群 12 的偏芯誤差感度變高，會有製造困難之傾向。

又，變倍光學系 1，係滿足下記 (20)、(21) 之條件式，較為理想。

$$10 < \alpha_w < 25 \quad \cdot \cdot \cdot (20)$$

$$| \alpha_w - \alpha_t | < 15 \quad \cdot \cdot \cdot (21)$$

其中， α_w ：於廣角端，往攝像元件 15 之攝像面的入射光線之中，以最大像高之主光線，對立於像面之垂直線所夾之角度 (deg)

α_t ：於望遠端，往攝像元件 15 之攝像面的入射光線之中，以最大像高之主光線，對立於像面之垂直線所夾之角度 (deg)

此外，此處的 α_w (deg)、 α_t (deg)，係將圖 3 所示之方向，定義為正方向。亦即，令圖 3 之左側為物體側，右側為像側，射出瞳孔位置是較像面而位於物體側時的主光線之角度，視為正方向。

若超過上記條件式 (20) 的上限，則往攝像元件 15 的光線入射角的遠心性會破壞，即使在攝像面前方，配置對應於各像素之透鏡陣列，也難以防止周邊照度的降低。另一方面，若低於條件式 (20) 的下限，則要一面確保廣

(21)

畫角又要一面謀求精巧化，是有困難的。又，若超過上記條件式（21）的上限，則於廣角端和望遠端的入射角之差異會過大，要謀求透鏡陣列的最佳化會有困難，於廣角端或望遠端之任一者時，發生周邊照度降低之傾向會變得顯著。

其次，針對變倍光學系 1 的對焦構成，藉由使第 1 透鏡群 11 往物體側移動，來進行從無限遠物體往近距離物體之對焦，較為理想。促使第 1 透鏡群 11 移動所隨之而來的各像差的變動是較小的，因此對焦所致之性能劣化可受到抑制。又，因為對第 1 透鏡群 11 之移動量的後焦點之變動也較大，所以可以少的移動量，獲得至透鏡前數 cm 程度為止的良好對焦性能。

又，亦可藉由使第 3 透鏡群 13 或較第 3 透鏡群更靠近像側之透鏡群往物體側移動，來進行從無限遠物體往近距離物體之對焦。此時，不會因送出而導致光學全長的增加或前球透鏡徑的增大，就算近距離物體也能獲得鮮明的影像。此外，在對焦之際，是要令第 1 透鏡群 11 移動，還是要令第 3 透鏡群 13（或比第 3 透鏡群更靠近像側的透鏡群）移動，係可隨著光學式樣而分別使用。亦即，在要強化宏觀機能時則是設計成令第 1 透鏡群 11 移動，在精巧化優先時則設計成令第 3 透鏡群 13 移動即可。

此外，將第 3 透鏡群 13 以正的透鏡群來構成，且以第 3 透鏡群 13 來進行對焦動作時，將比該第 3 透鏡群 13 更靠近像面側的第 4 透鏡群設成負的透鏡群，較為理想。

(22)

若爲此構成，則尤其在望遠端的對近距離物體之光學性能可大幅改善。又可將在望遠端的射出瞳孔位置，配置成較攝像面靠近物體側，結果而言，可縮小在廣角端和望遠端的攝像面光線入射角度差。

其次，關於變倍光學系 1 的製法，關於構成上記第 1 ~ 第 3 透鏡群 11 ~ 13 的各透鏡的材質並無特別限制，可使用各種玻璃材料或樹脂（塑膠）材料所成之光學材料。可是，若使用樹脂材料，則較爲輕量，且藉由注射模封等就可大量生產，因此相較於以玻璃材料製作的情形，在抑制成本或變倍光學系 1 的輕量化的層面上是有利的。因此，在變倍光學系 1 中，令其至少具備 1 片樹脂材料製透鏡，較爲理想。當然，也可令其具備 2 片以上的樹脂材料製透鏡。

此外，當至少使用 2 片樹脂材料製透鏡時，將第 1 透鏡群 11 中的負透鏡（圖 1 中係爲負透鏡 111），和第 3 透鏡群 13 中的正透鏡（正彎月形透鏡 131），以樹脂材料來構成，較爲理想。此時，就可將伴隨環境溫度變化所帶來之後焦點偏位，抑制成很小。

作爲該樹脂材料製透鏡，係使用在樹脂材料中分散了最大長 30 奈米以下之無機粒子的素材而成形之透鏡，較爲理想。藉由使用此種樹脂材料製透鏡，就可如上述般，使樹脂材料製透鏡的溫度變化所致之折射率變化變爲極小。

此處，針對折射率的溫度變化，詳細說明。折射率的

(23)

溫度變化 A ，係基於勞倫茲·勞倫茲公式，將折射率 n 以溫度 t 進行微分，數可表示成下記 (22) 式。

〔數 1〕

$$A = \frac{(n^2 + 2)(n^2 - 1)}{6n} \left\{ (-3\alpha) + \frac{1}{[R]} \frac{\partial [R]}{\partial t} \right\} \dots (22)$$

其中， α ：線膨脹係數， $[R]$ ：分子折射

樹脂材料的情形，一般而言對 (22) 式中的第 2 項的貢獻是小於第 1 項，幾乎可以忽視。例如，若為 PMMA 樹脂的情況下，線膨脹係數 α 為 7×10^{-5} ，若代入上記 (22) 式，則為 $A = -1.2 \times 10^{-4}$ [/°C]，和實測值大略一致。具體而言，先前係將 -1.2×10^{-4} [/°C] 左右的折射率之溫度變化 A ，壓低在絕對值是未滿 8×10^{-5} [/°C]，較為理想。更理想係為絕對值是未滿 6×10^{-5} [/°C]。藉由未滿 6×10^{-5} [/°C]，在溫度環境變化時的後焦點變動量可被抑制約一半左右。此外，可適用於上記變倍光學系 1 的樹脂材料的折射率之溫度變化 A ($=dn/dT$)，示於表 1。

〔表 1〕

塑膠材料	A (近似值) [$10^{-5}/^{\circ}\text{C}$]
聚烯烴系	-11
聚碳酸酯系	-14

此時，將第 3 透鏡群 13 或較第 3 透鏡群更靠近像側之透鏡群內的正透鏡，設計成如上述之樹脂材料製透鏡，較為理想。藉此，就可不損及精巧性而謀求成本降低。又

(24)

，前記正透鏡在溫度變化時會對後焦點造成影響，因此當使用了分散有 30 奈米以下之無機粒子的材料的情況下，就可大幅減輕該影響。

變倍光學系 1，係面對空氣的所有透鏡面皆為非球面的透鏡構成，較為理想。藉此，可謀求變倍光學系 1 的精巧化和高畫質化兩者同時成立。

於變倍光學系 1 中，使用非球面玻璃透鏡的情況下，該非球面玻璃透鏡可以用模封來成形，或者當然也可為玻璃材料和樹脂材料的複合型。模封型係適合大量生產，但反而玻璃材會受到限定。另一方面，複合型係由於可當成基板的玻璃材料非常多，所以設計自由度高，是其優點。使用高折射材料的非球面透鏡，一般而言較難以模封成形，因此單面非球面的情況下，可將複合型的優點作最大限度活用。

又，變倍光學系 1，係亦可取代光學光圈 14，改成配置具有對攝像元件 15 進行遮光機能的機械快門。所述之機械快門，例如作為攝像元件 15 是使用 CCD (Charge Coupled Device) 方式時，可有效防止漏光。

作為變倍光學系 1 中所具備的各透鏡群或光圈、快門等之驅動的驅動源，係可使用先前公知的凸輪機構或步進馬達。又，當移動量少或驅動群重量輕的情況下，若使用超小型的壓電制動器，就可抑制驅動部的體積或消費電力之增加，同時可獨立驅動各群，就可謀求含有變倍光學系 1 之攝像透鏡裝置的更進一步精巧化。

(25)

如圖 1 所示，從物體側起依序含有：由負透鏡（負透鏡 111）和朝物體側凸出之正彎月形透鏡（正彎月形透鏡 112）所成的第 1 透鏡群 11、雙凸透鏡（雙凸正透鏡 121）、負透鏡（負彎月形透鏡 122）所成之第 2 透鏡群 12、正透鏡（正彎月形透鏡 131）所成之第 3 透鏡群 13 的變倍光學系 1，係為最理想的透鏡構成之一。亦即，藉由將第 2 透鏡群 12 從物體側起依序設成正負之順序，將第 2 透鏡群 12 的主點位置設計成靠近第 1 透鏡群 11 側附近，就可維持變倍作用不變而減輕了第 2 透鏡群 12 的實質功率，並減輕誤差感度。又，藉由配置雙凸透鏡，就可增強第 2 透鏡群 12 的功率，可減少變倍時的移動量。甚至，藉由將第 3 透鏡群 13 設計成正透鏡，就可獲得能將往攝像元件 15 之受光面的軸外光線入射角度，落在遠心附近之優點。

攝像元件 15，係隨著被該當變倍光學系 1 所成像之被攝體 H 的光像的光量，而進行光電轉換成 R、G、B 各成份之影像訊號，並往所定之影像處理電路進行輸出。例如作為攝像元件 15，係可使用在 CCD 是配置成二維狀的面積感測器的各 CCD 之表面上，將 R（紅）、G（綠）、B（藍）的彩色濾光片貼付成西洋棋盤模樣，也就是構成了稱為 Bayer 方式的單板式彩色面區感測器。除了此種 CCD 影像感測器以外，亦可使用 CMOS 影像感測器、VMIS 影像感測器等。

低通濾鏡 16，係被配置在攝像元件 15 的攝像面上，

(26)

係為去除雜訊成份的平行平板狀之光學部件。作為該低通濾鏡 16，可適用的有例如所定的結晶軸方向是經過調整的石英等材料的雙折射型低通濾鏡，或藉由繞攝效果來實現必要之光學性阻斷頻率特性的相位型低通濾鏡等。此外，低通濾鏡 16 係並非一定要具備，又，亦可可取代前述之光學性低通濾鏡 16，為了降低攝像元件 15 之影像訊號中所含之雜訊而改用紅外線截止濾鏡。甚至，在光學性低通濾鏡 16 的表面施加紅外線反射覆層，就可將兩種濾鏡機能以一個濾鏡來實現。

< 組裝有變倍光學系的數位機器之說明 >

其次，說明組裝有以上所說明之變倍光學系 1 的數位機器。圖 4 係本發明所述之數位機器之一實施形態，是附帶相機之行動電話機 2 的外觀構成圖。此外，本發明中，作為數位機器，是包含：數位靜態相機、視訊攝影機、數位視訊單元、攜帶資訊終端（PDA：Personal Digital Assistant）、個人電腦、攜帶型電腦、或這些的周邊機器（滑鼠、掃描器、印表機等）。

圖 4（a），係圖示了行動電話機 2 的操作面；圖 4（b）係圖示了操作面的反面，亦即背面。行動電話機 2，係在上部具備天線 21，在操作面上則具備了長方形的顯示器 22、進行影像攝影模式之啟動及靜止畫和動畫攝影之切換的影像切換鈕 23、控制變倍（Zooming）的變倍鈕 24、快門鈕 25 及撥號鈕 26。變倍鈕 24，係以在其上端部

(27)

份印有表示望遠的「T」，在其下端部份印有表示廣角的「W」，藉由按下印字位置，就可進行各變倍動作之指示的 2 接點式開關等所構成。再者，該行動電話機 2 中還內藏有，以先前說明過之變倍光學系 1 所構成之攝像透鏡裝置 27。

圖 5 係上記行動電話機 2 的攝像所關連之電氣機能構成的機能方塊圖。該行動電話機 2，係爲了攝像機能而具備：攝像部 30、影像生成部 31、影像資料緩衝區 32、影像處理部 33、驅動部 34、控制部 35、記憶部 36、及介面部 37 所構成。

攝像部 30，係具備攝像透鏡裝置 27 和攝像元件 15 而構成。攝像透鏡裝置 27，係具備如圖 1 所示之變倍光學系 1、和爲了在光軸方向上驅動透鏡並進行變倍及對焦用的圖略之透鏡驅動裝置等所構成。來自被攝體的光線，係藉由變倍光學系 1 而被成像在攝像元件 15 的受光面上，成爲被攝體 H 的光學像。

攝像元件 15，係將被變倍光學系 1 成像的被攝體之光學像，轉換成 R（紅）、G（綠）、B（藍）之色成份的電氣訊號（影像訊號），以 R、G、B 各色的影像訊號之方式，輸出至影像生成部 31。攝像元件 15，係藉由控制部 35 之控制，而控制著靜止畫或動畫之任一方的攝像，或攝像元件 15 中的各像素之輸出訊號的讀出（水平同步、垂直同步、傳送）等之攝像動作。

影像生成部 31，係除了對來自攝像元件 15 的類比輸

(28)

出訊號，進行增幅處理、數位轉換處理等，還對影像全體進行適合的黑位準之決定、 γ 補正、白平衡調整（WB調整）、輪廓補正及色斑補正等周知的影像處理，從影像訊號生成各像素之影像資料。在影像生成部 31 所生成的影像資料，係被輸出至影像資料緩衝區 32。

影像資料緩衝區 32，係除了暫時記憶影像資料，還被當成對該影像資料藉由影像處理部 33 進行後述處理所需之作業領域而使用的記憶體，例如，是由 RAM（Random Access Memory）等所構成。

影像處理部 33，係對影像資料緩衝區 32 的影像資料，進行解析度轉換等之影像處理的電路。又，因應需要，亦可在影像處理部 33 中，將變倍光學系 1 上所無法補正的像差予以補正。

驅動部 34，係藉由從控制部 35 所輸出之控制訊號，使其進行所望之變倍及對焦，來驅動變倍光學系 1 的複數透鏡群。

控制部 35，係例如具備微處理器等而構成，控制著攝像部 30、影像生成部 31、影像資料緩衝區 32、影像處理部 33、驅動部 34、記憶部 36 及介面部 37 之各部的動作。亦即，藉由該控制部 35，就可控制成，被攝體之靜止畫攝影及動畫攝影之至少一方的攝影，是由攝像透鏡裝置 27 及攝像元件 15 來執行。

記憶部 36，係為用來記憶被攝體之靜止畫攝影或動畫攝影所生成之影像資料的記憶電路，例如，具備 ROM

(29)

(Read Only Memory) 或 RAM 而構成。亦即，記憶部 36，係具有作為靜止畫用及動畫用之記憶體的機能。

介面部 37，係和外部機器收發影像資料的介面，例如，是依據 USB 或 IEEE1394 等規格的介面。

說明如以上所構成之行動電話機 2 的攝像動作。當拍攝靜止畫時，首先，按下影像切換鈕 23，啟動影像攝影模式。此處，一旦按下影像切換鈕 23 便啟動靜止畫攝影模式，在該狀態下再次按下影像切換鈕 23 就可切換成動畫攝影模式。換言之，受到來自影像切換鈕 23 之指示的行動電話機 2 本體的控制部 35，會令物體側之被攝體的靜止畫攝影及動畫攝影之至少一方之攝影，被攝像透鏡裝置 27 及攝像元件 15 執行。

一旦靜止畫攝影模式啟動，則控制部 35，係除了控制使攝像透鏡裝置 27 及攝像元件 15 進行靜止畫之攝影，同時還驅動攝像透鏡裝置 27 的圖略之透鏡驅動裝置，進行對焦。藉此，合焦之光學像是週期性地在攝像元件 15 的受光面上重複成像，並被轉換成 R、G、B 色成份之影像訊號後，輸出至影像生成部 31。該影像訊號，係被暫時地記憶在影像資料緩衝區 32 中，在藉由影像處理部 33 進行過影像處理後，被傳送至顯示用記憶體（圖略），導入至顯示器 22。然後，攝影者係窺看顯示器 22，就可進行調整以使主被寫體收納在其畫面中的所望位置。在此狀態下按下快門鈕 25，就可獲得靜止影像。亦即，影像資料是被儲存至作為靜止影像之記憶體的記憶部 36 中。

(30)

此時，當被攝體是位於遠離攝影者之位置，或爲了將很近的被攝體放大而進行變倍攝影時，若按下變倍鈕 24 上端「T」的印字部份，則該狀態會被偵測，控制部 35 係隨著按下時間來執行變倍所需之透鏡驅動，使變倍光學系 1 進行連續性的變倍。又，當變倍過頭等時候，想要將被攝體的放大率降低時，藉由按下變倍鈕 24 下端「W」的印字部份就可測出其狀態，控制部 35 便會控制變倍光學系 1，藉此，就可隨著按下時間來進行連續性的變倍。如此一來，即使是遠離攝影者的被攝體，也能使用變倍鈕 24 來調節其放大率。然後，和通常之等倍攝影同樣地，將主被攝體調整成收納在其畫面中的所望位置，按下快門鈕 25，就可獲得放大的靜止影像。

又，在進行動畫攝影時，按下影像切換鈕 23 一次啓動靜止畫攝影模式後，再次按下影像切換鈕 23 就可切換成動畫攝影模式。藉此，控制部 35，係控制著攝像透鏡裝置 27 及攝像元件 15 而令其進行動畫之攝影。其後係和靜止畫攝影時同樣地，攝影者係窺視顯示器 22，進行調整使得透過攝像透鏡裝置 27 所取得之被攝體的影像，被收納在其畫面中的所望位置。此時，和靜止畫攝影同樣地，可使用變倍鈕 24 來調節被攝體像的放大率。在此狀態下按下快門鈕 25，便開始動畫攝影。該攝影中，也可藉由變倍鈕 24，來隨時改變被攝體的放大率。

動畫攝影時，控制部 35，係除了控制使攝像透鏡裝置 27 及攝像元件 15 進行動畫之攝影，同時還驅動攝像透

(31)

鏡裝置 27 的圖略之透鏡驅動裝置，進行對焦。藉此，合焦之光學像是週期性地在 CCD 等之攝像元件 15 的受光面上重複成像，並被轉換成 R、G、B 色成份之影像訊號後，輸出至影像生成部 31。該影像訊號，係被暫時地記憶在影像資料緩衝區 32 中，在藉由影像處理部 33 進行過影像處理後，被傳送至顯示用記憶體，導入至顯示器 22。此處，藉由再次按下快門鈕 25，便結束動畫攝影。被攝得的動畫像，係被導入作為動畫用記憶體的記憶部 36 而儲存。

< 變倍光學系之更具體的實施形態之說明 >

以下，將圖 1 所示的變倍光學系 1，亦即構成圖 4 所示之附帶相機之行動電話機 2 中所搭載的攝像透鏡裝置 27 的變倍光學系 1 的具體構成，參照圖面來加以說明。

[實施例 1]

圖 6 係圖示了實施例 1 的變倍光學系 1A 中的透鏡群之排列，是將光軸 (AX) 縱剖之剖面圖 (光路圖)。此圖 6，及以下所示之圖 7~圖 13 之光路圖，係圖示了於廣角端 (W) 的透鏡配置。如實施例 1 及以下所示的實施例 2~8 所述，這些透鏡群，係從圖中物體側 (圖 6 中的左側) 起依序含有：全體而言是具有負光學功率的第 1 透鏡群 (Gr1)、具有正光學功率的第 2 透鏡群 (Gr2)，然後除了實施例 8 以外，還具有正或負光學功率的第 3 透鏡群

(32)

(Gr3) 所構成。亦即，位於最靠近物體側之第 1 透鏡群 (Gr1) 是具有負光學功率，而為所謂的負領導之構成。

圖 6 所示之實施例的變倍光學系 1A，其各透鏡群從物體側起依序構成如下。第 1 透鏡群 (Gr1)，係全體而言具有負光學功率，是由雙凹的負透鏡 (L1) 和朝物體側凸出之正彎月形透鏡 (L2) 所成。又，第 2 透鏡群 (Gr2)，係全體而言具有正光學功率，是由雙凸的正透鏡 (L3) 和朝物體側凸出之負彎月形透鏡 (L4) 所成。在該第 2 透鏡群 (Gr2) 的物體側，係具備在變倍時會和第 1 透鏡群 (Gr1) 及第 2 透鏡群 (Gr2) 一起移動的光學光圈 (ST)。第 3 透鏡群 (Gr3)，係由具有正光學功率之朝物體側凸出之正彎月形透鏡 (L5) 1 片所構成。在該第 3 透鏡群 (Gr3) 的像側，係隔著平行平板 (FT) 而配置著攝像元件 (SR) 的受光面。前記平行平板 (FT)，係相當於光學性低通濾鏡、紅外截止濾鏡、攝像元件的覆蓋玻璃等。

此外，亦可取代上記光學光圈 (ST) 改為配置機械快門。又，在圖 6 中雖然係圖示了連續性的變倍光學系，但為了達成更精巧化，亦可設計成以同一光學構成進行 2 焦點切換的變倍光學系。尤其在從廣角端往望遠端變倍時，第 1 透鏡群 (Gr1) 之移動軌跡會 U 形來回（以描繪出朝像側凸出之軌道的方式移動），結果而言，在廣角端和望遠端的光學全長是大略相同的情況下，藉由採用 2 焦點切換變倍光學系，由於可使第 1 透鏡群 (Gr1) 在變倍時固

(33)

定，因此對於包含驅動機構的單元尺寸的小型化，具有很大的效果。這些點係在以下說明之實施例 2~8 中也是同樣如此（以下省略說明）。

圖 6 中各透鏡面上所標示的號碼 r_i ($i=1, 2, 3, \dots$)，係為從物體側起算時的第 i 個透鏡面（其中，透鏡的接合面係當成 1 個面來計算）， r_i 中標示「*」記號的面係代表其為非球面。此外，前記光學光圈（ST）、平行平板（FT）的兩面，攝像元件（SR）的受光面也是當成 1 個面看待。此種看待，在後述的其他實施例中的光路圖（圖 7~圖 13）也是同樣如此，圖中符號的意思，基本上和圖 6 相同。只不過，並非完全是同一者的意思，例如，如各圖所示，最靠近物體側的透鏡面雖然都是被標示相同符號（ r_1 ），但這並不意味著它們的曲率等是跨越實施形態而為同一。

在此種構成之下，從物體側入射之光線係沿著光軸 AX，依序通過第 1、第 2 及第 3 透鏡群（Gr1，Gr2，Gr3）及平行平板（FT），在攝像元件（SR）的受光面上形成物體的光學像。然後，於攝像元件（SR）中，於平行平板（FT）被修正過的光學像會被轉換成電氣訊號。該電氣訊號，係因應需要而實施所定之數位影像處理或影像壓縮處理等，成為數位映像訊號而被記錄在行動電話機或攜帶資訊終端等之記憶體中，或藉由有線或無線而被傳送至其他的數位機器。

圖 22（及圖 23），係這些透鏡群在變倍時的移動方

(34)

向之模式圖。該圖 22 (及圖 23) , 係不僅是實施例 1 , 後述的實施例 2 以降之各透鏡群的移動方向亦同時圖示。該圖 22 (及圖 23) 中也是和目前為止一樣是以左側為物體側, 從該物體側起依照第 1 透鏡群 (Gr1) 、第 2 透鏡群 (Gr2) 、第 3 透鏡群 (Gr3) 及第 4 透鏡群 (Gr4) 之順序而排列配置。於該圖中, 符號 W 係表示焦距最短, 亦即畫角最大的廣角端, 符號 T 係表示焦距最長, 亦即畫角最小的望遠端。又, 符號 M 係表示焦距為廣角端 (W) 和望遠端 (T) 之中間 (以下稱為中間點)。實際的透鏡群係在沿著光軸的直線上移動, 但於該圖中, 是將廣角端 (W) 、中間點 (M) 及望遠端 (T) 上的透鏡群之位置, 以圖的由上而下排列之形式來表示。

如圖 22 所示, 在該實施例 1 中, 第 1 透鏡群 (Gr1) 及第 2 透鏡群 (Gr2) 是變倍時可動, 第 3 透鏡群 (Gr3) 是變倍時固定。具體而言, 從廣角端 (W) 往望遠端 (T) 變倍時, 第 2 透鏡群 (Gr2) 的位置係往靠近物體方向呈直線性移動, 另一方面第 1 透鏡群 (Gr1) 係朝像側以描繪凸出軌道的方式而移動。但是, 以下的實施例也包含在內, 這些透鏡群的移動方向或移動量等, 係依存於該當透鏡群的光學功率或透鏡構成等而改變。例如, 於圖 22 中, 即使如第 2 透鏡群 (Gr2) 般地是描繪成直線性移動, 其係也包含往物體側或像側凸出曲線的情形, U 形來回形狀的情形等也包含在內。

實施例的變倍光學系 1A 中, 各透鏡的結構數據係示

(35)

於表 2、表 3。此外，該變倍光學系 1A 中，所有的透鏡 (L1~L5) 係為玻璃透鏡。然後，將上述條件式 (1) ~ (21)，套用在實施例 1 之光學系時的各個數值，示於後揭的表 20。此外，於表 20 中，由於條件式 (2) 和 (4) 係同一條件式，因此關於條件式 (4) 的記載係省略。

〔表2〕

透鏡面	曲率半徑 (mm)	軸上面間隔 (mm)			折射率	阿貝數
		W	M	T		
1*	-98.036	0.800			1.77250	49.77
2	4.251	0.895				
3*	5.294	1.248			1.80518	25.43
4*	9.537	7.276	2.539	0.900		
5	∞	0.000			1.61154	61.22
6*	3.445	1.787				
7*	-4.100	0.336			1.80518	25.43
8*	11.773	0.800				
9*	2.471	1.572	4.875	7.948	1.80518	25.43
10*	14.714	1.092				
11*	39.562	3.005			1.51680	64.12
12	∞	0.300				
13	∞	0.540				
14	∞					

(37)

〔數 2〕

$$z = \frac{c \cdot h^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2 \cdot h^2}} + A \cdot h^4 + B \cdot h^6 + C \cdot h^8 + D \cdot h^{10} \\ + E \cdot h^{12} + F \cdot h^{14} \dots (23)$$

其中，z：高度 h 之位置上，z 軸方向的位移量（面頂點基準）

h：對 z 軸而言，垂直方向的高度（ $h^2 = x^2 + y^2$ ）

c：近軸曲率（=1/曲率半徑）

A, B, C, D, E, F：分別為 4, 6, 8, 10, 12, 14 次的非球面形狀

k：圓錐係數

由上記（23）式可知，對表 2 所示的非球面透鏡的曲率半徑，係呈現透鏡之面頂點附近的值。又表 3 係表示，被設為非球面的面（表 2 中 i 後面標有 * 的面）的圓錐係數 k 和非球面係數 A, B, C, D 的值。

以上之透鏡配置、構成為基礎的實施例 1 中的全光學系之球面像差（LONGITUDINAL SPHERICAL ABERRATION）、非點像差（ASTIGMATISM）、及歪曲像差（DISTORTION），是從圖 14 的左側起依序圖示。於該圖中，上段係表示廣角端（W），中段係表示中間點（M）、下段係表示望遠端（T）的各像差。又，球面像差和非點像差的橫軸係將焦點位置的偏離以 mm 單位來表示，歪曲像差的橫軸係將歪量以對全體的比率（%）來表示。雖然球面像差的

(38)

縱軸，係以入射高而規格化的值來表示，但非點像差和歪曲像差的縱軸係以像的高度（像高）（單位 mm）來表示。

再者球面像差的圖中，以一點鎖線來表示紅色（波長 656.28nm）、以實線來表示黃色（亦即 d 線；波長 587.56nm）、然後以虛線來表示藍色（波長 435.84nm），使用波長互異之 3 種光實的像差。又，非點像差之圖中，符號 s 和 t 係分別表示徑向（sagittal, radial）面、正切（子午）（tangential, meridional）面上的結果。再者，非點像差及歪曲像差的圖，係為使用上記黃線（d 線）時的結果。從此圖 14 可知，實施例 1 的透鏡群，係無論在廣角端（W）、中間點（M）、望遠端（T）之何者，其歪曲像差均呈現約 5%以內的優良光學特性。又，該實施例 1 中的廣角端（W）、中間點（M）及望遠端（T）時的焦距（單位 mm）及 F 值，分別示於表 18 及表 19。由這些表可知，本發明中，可實現短焦點且明亮的光學系。

[實施例 2]

圖 7 係圖示了實施例 2 的變倍光學系 1B 中的透鏡群之排列，是將光軸（AX）縱剖之剖面圖。該實施例 2 的變倍光學系 1B，係各透鏡群是從物體側起依序由：全體而言是具有負光學功率的第 1 透鏡群（Gr1）、光學光圈（ST）、全體而言是具有正光學功率的第 2 透鏡群（Gr2

(39)

）及具有正光學功率的第 3 透鏡群（Gr3）所成。更詳言之，第 1 透鏡群（Gr1）係從物體側依序由，雙凹的負透鏡（L1）和朝物體側凸出之正彎月形透鏡（L2）所成。又，第 2 透鏡群（Gr2）係從物體側起依序由，雙凸的正透鏡（L3）和朝物體側凸出之負彎月形透鏡（L4）所構成。再者，第 3 透鏡群（Gr3），係由朝物體側凸出之正彎月形透鏡（L5）1 片所成。

如此種透鏡構成的實施例 2 所述之變倍光學系 1B 中，從廣角端（W）往望遠端（T）變倍時，如圖 22 所示，第 1 透鏡群（Gr1）係 U 形來回移動，第 2 透鏡群（Gr2）係朝物體側直線移動，第 3 透鏡群（Gr3）係為固定。此外，光學光圈（ST），係在變倍時和第 2 透鏡群（Gr2）一起移動。

其次，實施例 2 中所述之變倍光學系 1B 中的各透鏡的結構數據，示於表 4 及表 5。如這些表及圖 7 所示，在本實施例 2 中，第 2~第 5 透鏡（L2~L5）係為雙面非球面透鏡，第 1 透鏡（L1）係為單面非球面透鏡。該第 1 透鏡（L1）係為複合型非球面透鏡。此外，該變倍光學系 1B 中，所有的透鏡（L1~L5）係為玻璃透鏡。

(40)

〔表4〕

透鏡面	曲率半徑 (mm)	軸上面間隔 (mm)			折射率	阿貝數
		W	M	T		
1*	-44.288	0.020			1.51313	53.84
2	46.451	0.800			1.77250	49.77
3	4.235	0.904				
4*	5.356	1.245			1.80518	25.43
5*	9.607	7.261	2.535	0.900		
6	∞	0.000				
7*	3.452	1.781			1.61154	61.22
8*	-4.080	0.350				
9*	11.887	0.800			1.80518	25.43
10*	2.468	1.571	4.867	7.933		
11*	15.226	1.093			1.80518	25.43
12*	44.341	2.984				
13	∞	0.300			1.51680	64.20
14	∞	0.540				
15	∞					

(41)

〔表5〕

透鏡面	圓錐 係數	非球面係數			
		A	B	C	D
1	0	1.64E-03	1.08E-06	-1.14E-06	0.00E+00
4	0	-1.23E-03	-5.19E-04	-6.93E-06	2.00E-06
5	0	-4.73E-04	-8.94E-04	6.89E-05	-1.68E-06
7	0	-5.00E-03	-1.77E-03	1.87E-04	-1.18E-04
8	0	9.85E-03	-4.87E-03	6.37E-04	-3.83E-05
9	0	-1.96E-04	-1.75E-03	4.93E-05	2.23E-04
10	0	-8.67E-03	3.24E-03	-1.21E-03	5.50E-04
11	0	5.33E-03	-2.39E-05	-1.09E-05	1.69E-06
12	0	6.02E-03	3.01E-04	-7.32E-05	7.12E-06

〔實施例 3〕

圖 8 係圖示了實施例 3 的變倍光學系 1C 中的透鏡群之排列，是將光軸 (AX) 縱剖之剖面圖。此實施例 3 的變倍光學系 1C，係各透鏡群是從物體側起依序由：全體而言是具有負光學功率的第 1 透鏡群 (Gr1)、被配置在第 2 透鏡群 (Gr2) 之物體側的光學光圈 (ST)、全體而言是具有正光學功率的第 2 透鏡群 (Gr2) 及具有正光學功率的第 3 透鏡群 (Gr3) 所成。更詳言之，第 1 透鏡群 (Gr1) 係從物體側依序由，雙凹的負透鏡 (L1) 和朝物體側凸出之正彎月形透鏡 (L2) 所構成。又，第 2 透鏡群 (Gr2) 係從物體側起依序由，雙凸的正透鏡 (L3) 和朝物體側凸出之負彎月形透鏡 (L4) 所構成。再者，第 3 透鏡群 (Gr3)，係由朝物體側凸出之正彎月形透鏡 (L5) 1 片所成。

如此種透鏡構成的實施例 3 所述之變倍光學系 1C 中，從廣角端 (W) 往望遠端 (T) 變倍時，如圖 22 所示，

(42)

第 1 透鏡群 (Gr1) 係 U 形來回移動，第 2 透鏡群 (Gr2) 係朝物體側直線移動，第 3 透鏡群 (Gr3) 的位置係被固定 (廣角端全長 > 望遠端全長)。此外，光學光圈 (ST)，係在變倍時和第 2 透鏡群 (Gr2) 一起移動。

其次，實施例 3 中所述之變倍光學系 1C 中的各透鏡的結構數據，示於表 6 及表 7。如這些表及圖 8 所示，在本實施例 3 中，第 1~第 5 透鏡 (L1~L5) 係全部皆為雙面非球面透鏡。此外，該變倍光學系 1C 中，第 5 透鏡 (L5) 係為樹脂製透鏡，其他透鏡係為玻璃透鏡。

(43)

〔表6〕

透鏡面	曲率半徑 (mm)	軸上面間隔 (mm)			折射率	阿貝數
		W	M	T		
1*	-30.922	0.800			1.68980	52.80
2*	4.543	1.016				
3*	6.199	1.087				
4*	10.775	7.276	2.472	0.900	1.80542	26.12
5	∞	0.000				
6*	3.400	1.916				
7*	-3.894	0.367			1.58913	61.25
8*	18.861	0.991				
9*	2.628	1.499	4.812	7.781		
10*	14.830	1.219			1.80542	26.12
11*	201.858	2.719				
12	∞	0.300				
13	∞	0.540			1.51680	64.12
14	∞					

(44)

〔表7〕

透鏡面	圓錐 係數	非球面係數			
		A	B	C	D
1	0	5.66E-04	2.56E-04	-2.18E-05	-1.03E-07
2	0	-1.72E-04	-1.27E-04	1.05E-04	-5.43E-06
3	0	-9.44E-04	-1.15E-03	1.16E-04	2.01E-06
4	0	-6.12E-04	-1.30E-03	1.67E-04	-2.55E-06
6	0	-4.10E-03	-3.14E-03	2.53E-03	-1.42E-03
7	0	9.32E-03	-8.86E-04	-8.88E-04	2.60E-04
8	0	-6.71E-04	1.52E-03	8.01E-05	-1.17E-03
9	0	-6.78E-03	3.75E-03	1.30E-03	-2.26E-03
10	0	6.21E-03	-7.10E-04	3.15E-04	-5.81E-05
11	0	6.90E-03	-4.79E-04	1.84E-04	-4.79E-06

非球面係數	
E	F
6.29E-08	-1.60E-09
-1.23E-06	9.95E-08
-6.81E-07	1.70E-08
-6.09E-07	2.10E-08
3.39E-04	-2.82E-05
-5.12E-05	1.25E-05
5.60E-04	-6.00E-05
7.76E-04	-6.91E-06
5.05E-06	-1.54E-07
-3.58E-06	3.68E-07

〔實施例 4〕

圖 9 係圖示了實施例 4 的變倍光學系 1D 中的透鏡群之排列，是將光軸 (AX) 縱剖之剖面圖。此實施例 4 的變倍光學系 1D，係各透鏡群是從物體側起依序由：全體而言是具有負光學功率的第 1 透鏡群 (Gr1)、光學光圈 (ST)、全體而言是具有正光學功率的第 2 透鏡群 (Gr2)、具有負光學功率的第 3 透鏡群 (Gr3) 及具有正光學功率的第 4 透鏡群 (Gr4) 所成。更詳言之，第 1 透鏡群

(45)

(Gr1) 係從物體側依序由，雙凹負透鏡 (L1) 和朝物體側凸出之正彎月形透鏡 (L2) 所成。又，第 2 透鏡群 (Gr2) 係從物體側起依序由，雙凸正透鏡 (L3) 和雙凹負透鏡 (L4) 所成。第 3 透鏡群 (Gr3)，係由朝物體側凸出之負彎月形透鏡 (L5) 1 片所成，第 4 透鏡群 (Gr4)，係由雙凸正透鏡 (L6) 所成。

如此種透鏡構成的實施例 4 所述之變倍光學系 1D 中，從廣角端 (W) 往望遠端 (T) 變倍時，如圖 22 所示，第 2 透鏡群 (Gr2) 係朝物體側直線移動，第 3 透鏡群 (Gr3) 係 U 形來回移動。另一方面，第 1 透鏡群 (Gr1) 及第 4 透鏡群 (Gr4) 係被固定。此外，光學光圈 (ST)，係在變倍時和第 2 透鏡群 (Gr2) 一起移動。

其次，實施例 4 中所述之變倍光學系 1D 中的各透鏡的結構數據，示於表 8 及表 9。如這些表及圖 9 所示，在本實施例 4 中，所有的透鏡 (L1~L6) 係為雙面非球面透鏡。此外，該變倍光學系 1D 中，第 1、5、6 透鏡 (L1、L5、L6) 係為樹脂製透鏡，其他透鏡係為玻璃透鏡。

(46)

〔表8〕

透鏡面	曲率半徑 (mm)	軸上面間隔 (mm)			折射率	阿貝數
		W	M	T		
1*	-19.573	0.700			1.53048	55.72
2*	3.571	1.410				
3*	5.935	1.507			1.79850	22.60
4*	10.024	9.141	3.905	1.500		
5	∞	0.100				
6*	3.177	2.319			1.58913	61.24
7*	-7.159	0.145				
8*	-20.246	0.700			1.72009	25.79
9*	5.554	2.580	0.711	5.287		
10*	20.738	0.700			1.53048	55.72
11*	10.113	0.624	7.729	5.558		
12*	20.533	2.126			1.58340	30.23
13*	-14.849	2.038				
14	∞	0.300			1.51680	64.12
15	∞	0.540				
16	∞					

(47)

〔表9〕

透鏡面	圓錐 係數	非球面係數			
		A	B	C	D
1	0	2.54E-03	-1.71E-04	5.43E-06	-5.04E-08
2	0	-2.14E-03	4.64E-04	-3.81E-05	-5.43E-07
3	0	-3.59E-03	3.61E-04	-1.06E-05	-6.74E-07
4	0	-2.88E-03	2.18E-04	-7.21E-06	-6.53E-07
6	0	-8.32E-04	-9.94E-06	-2.17E-05	2.15E-07
7	0	4.49E-03	-1.35E-03	3.38E-04	-3.55E-05
8	0	1.36E-03	-1.98E-03	6.65E-04	-8.78E-05
9	0	6.54E-03	-1.89E-05	5.38E-04	-4.78E-05
10	0	2.19E-04	3.83E-04	-1.72E-05	-2.70E-06
11	0	4.28E-04	3.85E-04	9.31E-08	-4.19E-06
12	0	1.03E-03	-2.23E-04	3.52E-05	-1.13E-06
13	0	2.56E-03	-5.25E-04	5.83E-05	-1.44E-06

〔實施例 5〕

圖 10 係圖示了實施例 5 的變倍光學系 1E 中的透鏡群之排列，是將光軸（AX）縱剖之剖面圖。該實施例 5 的變倍光學系 1E，係各透鏡群是從物體側起依序由：全體而言是具有負光學功率的第 1 透鏡群（Gr1）、光學光圈（ST）、全體而言是具有正光學功率的第 2 透鏡群（Gr2）及具有正光學功率的第 3 透鏡群（Gr3）所成。更詳言之，第 1 透鏡群（Gr1）係從物體側依序由，雙凹的負透鏡（L1）和朝物體側凸出之正彎月形透鏡（L2）的接合透鏡所成。又，第 2 透鏡群（Gr2）係從物體側起依序由，雙凸正透鏡（L3）和雙凹之負透鏡（L4）的接合透鏡所成。然後，第 3 透鏡群（Gr3），係由雙凸正透鏡（L5）1 片所成。

如此種透鏡構成的實施例 5 所述之變倍光學系 1E 中

(48)

，從廣角端（W）往望遠端（T）變倍時，如圖 23 所示，第 1 透鏡群（Gr1）係 U 形來回移動，第 2 透鏡群（Gr2）係朝物體側直線移動，第 3 透鏡群（Gr3）係朝像側直線移動。此外，光學光圈（ST），係在變倍時和第 2 透鏡群（Gr2）一起移動。

其次，實施例 5 中所述之變倍光學系 1E 中的各透鏡的結構數據，示於表 10 及表 11。如這些表及圖 10 所示，在本實施例 5 中，第 1~4 透鏡（L1~L4）係為單面非球面透鏡，第 5 透鏡（L5）係為雙面非球面透鏡。此外，該變倍光學系 1E 中，第 1、2、5 透鏡（L1、L2、L5）係為樹脂製透鏡，其他透鏡係為玻璃透鏡。

(49)

〔表10〕

透鏡面	曲率半徑 (mm)	軸上面間隔 (mm)			折射率	阿貝數
		W	M	T		
1*	-9.056	0.800			1.53048	55.72
2	6.929	1.910			1.58340	30.23
3*	28.038	8.314	3.200	1.400		
4	∞	0.100				
5*	3.171	1.342			1.85335	39.62
6	-6.828	1.183			1.72284	25.43
7*	2.898	1.400	6.705	9.840		
8*	45.880	1.926			1.53048	55.72
9*	-4.449	2.525	1.596	1.000		
10	∞	0.500			1.51680	64.20
11	∞	0.500				
12	∞					

〔表11〕

透鏡面	圓錐 係數	非球面係數			
		A	B	C	D
1	0	1.23E-03	-4.90E-05	2.20E-06	-4.13E-08
3	0	2.00E-04	-4.12E-05	4.99E-06	-1.92E-07
5	0	-8.17E-04	-3.70E-04	2.12E-04	-6.70E-05
7	0	1.04E-02	9.21E-04	5.27E-04	-1.10E-04
8	0	1.06E-03	-1.34E-04	1.23E-05	-9.04E-08
9	0	6.05E-03	-3.84E-04	2.29E-05	-2.40E-08

(50)

〔實施例 6〕

圖 11 係圖示了實施例 6 的變倍光學系 1F 中的透鏡群之排列，是將光軸 (AX) 縱剖之剖面圖。該實施例 6 的變倍光學系 1F，係各透鏡群是從物體側起依序由：全體而言是具有負光學功率的第 1 透鏡群 (Gr1)、光學光圈 (ST)、全體而言是具有正光學功率的第 2 透鏡群 (Gr2) 及具有正光學功率的第 3 透鏡群 (Gr3) 所成。更詳言之，第 1 透鏡群 (Gr1) 係從物體側依序由，雙凹的負透鏡 (L1) 和朝物體側凸出之正彎月形透鏡 (L2) 所成。又，第 2 透鏡群 (Gr2) 係從物體側起依序由，雙凸正透鏡 (L3) 和朝物體側凸出之負彎月形透鏡 (L4) 所構成。然後，第 3 透鏡群 (Gr3)，係由雙凸的正透鏡 (L5) 1 片所成。

如此種透鏡構成的實施例 6 所述之變倍光學系 1F 中，從廣角端 (W) 往望遠端 (T) 變倍時，如圖 23 所示，第 1 透鏡群 (Gr1) 係 U 形來回移動，第 2 透鏡群 (Gr2) 係朝物體側直線移動，第 3 透鏡群 (Gr3) 係朝像側直線移動 (廣角端全長 > 望遠端全長)。此外，光學光圈 (ST)，係在變倍時和第 2 透鏡群 (Gr2) 一起移動。

其次，實施例 6 中所述之變倍光學系 1F 中的各透鏡的結構數據，示於表 12 及表 13。如這些表及圖 11 所示，在本實施例 6 中，第 2~5 透鏡 (L2~L5) 係為雙面非球面透鏡，第 1 透鏡 (L1) 係為單面非球面透鏡。此外，該變倍光學系 1F 中，所有的透鏡 (L1~L5) 係為玻璃透

(51)

鏡。

〔表12〕

透鏡面	曲率半徑 (mm)	軸上面間隔 (mm)			折射率	阿貝數
		W	M	T		
1*	-23.793	0.800			1.77250	49.77
2	4.496	0.931				
3*	6.117	1.425			1.80518	25.43
4*	17.663	8.700	3.241	1.200		
5	∞	0.200			1.61154	61.22
6*	3.383	1.804				
7*	-4.476	0.352			1.80518	25.43
8*	25.245	0.800				
9*	2.703	2.407	6.207	10.060	2.00170	20.60
10*	125.496	1.101				
11*	-24.236	3.148	3.021	2.958	1.51680	64.12
12	∞	0.300				
13	∞	0.540				
14	∞					

(52)

〔表13〕

透鏡面	圓錐 係數	非球面係數			
		A	B	C	D
1	0	1.59E-03	-2.27E-05	-6.39E-07	2.58E-08
3	0	-8.05E-04	-2.84E-04	8.24E-08	2.48E-07
4	0	7.26E-05	-4.27E-04	2.03E-05	-4.13E-07
6	0	-3.78E-03	-6.65E-04	-8.12E-05	-3.08E-05
7	0	1.04E-02	-3.47E-03	3.74E-04	-2.49E-05
8	0	1.62E-04	-9.24E-04	1.22E-04	7.93E-05
9	0	-6.97E-03	3.03E-03	-5.57E-04	2.30E-04
10	0	2.55E-03	7.64E-05	-8.03E-06	6.51E-07
11	0	2.77E-03	1.86E-04	-2.56E-05	1.94E-06

〔實施例 7〕

圖 12 係圖示了實施例 7 的變倍光學系 1G 中的透鏡群之排列，是將光軸（AX）縱剖之剖面圖。該實施例 7 的變倍光學系 1G，係各透鏡群是從物體側起依序由：全體而言是具有負光學功率的第 1 透鏡群（Gr1）、光學光圈（ST）、全體而言是具有正光學功率的第 2 透鏡群（Gr2）及具有正光學功率的第 3 透鏡群（Gr3）所成。更詳言之，第 1 透鏡群（Gr1）係從物體側依序由，雙凹負透鏡（L1）和朝物體側凸出之正彎月形透鏡（L2）所成。又，第 2 透鏡群（Gr2）係從物體側起依序由，雙凸正透鏡（L3）和朝物體側凸出之負彎月形透鏡（L4）所成。第 3 透鏡群（Gr3），係由雙凸正透鏡（L5）1 片所成。

如此種透鏡構成的實施例 7 所述之變倍光學系 1G 中，從廣角端（W）往望遠端（T）變倍時，如圖 22 所示，第 1 透鏡群（Gr1）係 U 形來回移動，第 2 透鏡群（Gr2

(53)

) 係朝物體側直線移動，第 3 透鏡群 (Gr3) 係為固定。
此外，光學光圈 (ST) ，係在變倍時和第 2 透鏡群 (Gr2) 一起移動。

其次，實施例 7 中所述之變倍光學系 1G 中的各透鏡的結構數據，示於表 14 及表 15。如這些表及圖 12 所示，在本實施例 7 中，所有的透鏡 (L1 ~ L5) 係為雙面非球面透鏡。此外，該變倍光學系 1G 中，第 1、2、5 透鏡 (L1、L2、L5) 係為樹脂製透鏡，其他透鏡係為玻璃透鏡。

(54)

〔表14〕

透鏡面	曲率半徑 (mm)	軸上面間隔 (mm)			折射率	阿貝數
		W	M	T		
1*	-25.773	0.800			1.53048	55.72
2*	2.506	0.665				
3*	3.345	1.234			1.58340	30.23
4*	6.961	3.988	1.979	0.900		
5	∞	0.000				
6*	3.068	1.528			1.58913	61.24
7*	-2.922	0.280				
8*	23.453	1.234			1.80542	26.12
9*	2.181	2.053	3.612	5.141		
10*	18.878	1.578			1.58340	30.23
11*	-10.705	1.081				
12	∞	0.500			1.51680	64.12
13	∞	0.500				
14	∞					

(55)

〔表15〕

透鏡面	圓錐 係數	非球面係數			
		A	B	C	D
1	0	-1.28E-03	1.38E-03	-3.52E-04	3.80E-05
2	0	-6.03E-03	3.86E-03	-1.43E-03	1.51E-04
3	0	-1.45E-03	3.85E-04	-9.94E-04	3.09E-04
4	0	7.59E-05	-2.20E-03	-6.65E-05	3.16E-04
6	0	-9.76E-03	-4.64E-03	6.78E-03	-7.66E-03
7	0	1.19E-02	8.01E-03	-1.57E-02	8.04E-03
8	0	-7.27E-03	1.69E-02	-2.34E-02	1.31E-02
9	0	-1.80E-02	9.61E-03	-3.92E-03	-2.19E-03
10	0	4.30E-03	-2.06E-03	5.17E-04	-4.59E-05
11	0	6.11E-03	-2.45E-03	4.15E-04	-1.70E-05

非球面係數
E
-1.49E-06
-7.25E-06
-3.04E-05
-5.27E-05
2.79E-03
-1.23E-03
-2.29E-03
1.86E-03
1.50E-06
0.00E+00

〔實施例 8〕

圖 13 係圖示了實施例 8 的變倍光學系 1H 中的透鏡群之排列，是將光軸 (AX) 縱剖之剖面圖。該實施例 8 的變倍光學系 1H，係各透鏡群是從物體側起依序由：全體而言是具有負光學功率的第 1 透鏡群 (Gr1)、光學光圈 (ST)、全體而言是具有正光學功率的第 2 透鏡群 (Gr2) 所成。更詳言之，第 1 透鏡群 (Gr1) 係從物體側依序由，雙凹的負透鏡 (L1) 和朝物體側凸出之正彎月形透

(56)

鏡 (L2) 所成。又，第 2 透鏡群 (Gr2) 係從物體側起依序由，雙凸正透鏡 (L3) 和朝像側凸出之負彎月形透鏡 (L4) 所成。

如此種透鏡構成的實施例 8 所述之變倍光學系 1H 中，從廣角端 (W) 往望遠端 (T) 變倍時，如圖 23 所示，第 1 透鏡群 (Gr1) 係朝像側直線移動，第 2 透鏡群 (Gr2) 係朝物體側直線移動。此外，光學光圈 (ST)，係在變倍時和第 2 透鏡群 (Gr2) 一起移動。

其次，實施例 8 中所述之變倍光學系 1H 中的各透鏡的結構數據，示於表 16 及表 17。如這些表及圖 13 所示，在本實施例 8 中，所有的透鏡 (L1~L4) 係為雙面非球面透鏡。此外，該變倍光學系 1H 中，所有的透鏡係為玻璃透鏡。

(57)

〔表16〕

透鏡面	曲率半徑 (mm)	軸上面間隔 (mm)			折射率	阿貝數
		W	M	T		
1*	-29.141	0.500			1.76252	50.22
2*	4.585	1.502				
3*	5.871	1.102			1.92286	20.88
4*	8.390	5.493	2.165	0.500		
5	∞	0.100				
6*	3.057	1.660			1.72000	50.31
7*	-5.032	0.153				
8*	-3.335	1.842			1.79850	22.60
9*	-22.279	4.648	5.990	7.344		
10	∞	0.500			1.51680	64.20
11	∞	0.500				
12	∞					

〔表17〕

透鏡面	圓錐 係數	非球面係數			
		A	B	C	D
1	0	8.89E-03	-4.97E-04	1.14E-05	-5.01E-08
2	0	7.07E-03	6.69E-04	4.42E-05	-7.68E-06
3	0	-5.70E-03	9.48E-04	-7.19E-05	-1.85E-06
4	0	-5.34E-03	9.07E-04	-1.62E-04	6.94E-06
6	0	-2.19E-04	2.14E-04	4.50E-05	1.42E-06
7	0	1.91E-02	-3.58E-03	2.41E-03	-7.44E-04
8	0	3.06E-02	-6.01E-03	2.62E-03	-7.88E-04
9	0	1.79E-02	1.28E-04	4.16E-04	-1.61E-05

(58)

如以上之透鏡配置、構成爲基礎，上記實施例 2~8 的全光學系的球面像差、非點像差、以及歪曲像差，分別示於圖 15~圖 21。於這些圖中，球面像差的圖中，係和圖 14 同樣地，以一點鎖線來表示紅色、以實線來表示黃色、然後以虛線來表示藍色，使用波長互異之 3 種光實的像差。無論哪個實施例中的透鏡群，在廣角端 (W)、中間點 (M)、望遠端 (T) 之何者，其歪曲像差均呈現約 5% 以內的優良光學特性。

又，該實施例 2~8 之各變倍光學系中的廣角端 (W)、中間點 (M)、以及望遠端 (T) 時的焦距 (單位 mm) 及 F 值，分別示於表 18 及表 19。由這些表可知，和實施例 1 同樣地，可實現短焦點且明亮的光學系。

〔表 18〕

焦點 (mm)

	W	M	T
實施例 1	4.5	8.5	12.3
實施例 2	4.5	8.5	12.3
實施例 3	4.5	8.7	12.4
實施例 4	4.6	9.1	13.0
實施例 5	4.3	8.5	12.2
實施例 6	4.5	8.6	12.8
實施例 7	4.5	6.5	8.5
實施例 8	3.9	5.9	7.9

(59)

〔表 19〕

F 值

	W	M	T
實施例 1	3.3	4.6	5.9
實施例 2	3.3	4.6	5.9
實施例 3	3.3	4.7	5.9
實施例 4	3.0	4.5	5.4
實施例 5	3.0	4.7	6.0
實施例 6	3.2	4.5	5.9
實施例 7	4.0	4.9	5.8
實施例 8	2.9	3.4	3.9

又，對該實施例 2~8 的各變倍光學系，套用上述條件式 (1) ~ (21) 時的各個數值，示於表 20。

{ 表20 }

	實施例1	實施例2	實施例3	實施例4	實施例5	實施例6	實施例7	實施例8
條件式(1)	$D1/fw$	0.66	0.64	0.79	0.63	0.70	0.61	0.79
條件式(2)	$f2/fw$	1.35	1.33	1.54	1.77	1.52	1.06	1.32
條件式(3)	$Z1pi/d1pi$	0.107	0.078	0.076	0.004	0.094	0.046	0.100
條件式(5)	$T1e/T1c$	2.30	2.41	3.96	3.77	2.69	2.43	3.93
條件式(6)	Lb/fw	0.84	0.83	0.61	0.43	0.82	0.43	2.08
條件式(7)	$f1n/f1p$	0.40	0.40	0.36	0.48	0.44	0.43	0.29
條件式(8)	$f2n/f2p$	1.20	1.20	1.47	0.99	1.11	1.09	1.78
條件式(9)	$N1p$	1.805	1.805	1.799	1.583	1.805	1.583	1.923
條件式(10)	$v1p-v1n$	24.3	24.3	33.1	25.5	24.3	25.5	29.3
條件式(11)	$N2p-N2n$	0.194	0.194	0.216	0.131	0.194	0.216	0.079
條件式(12)	$v2p-v2n$	35.8	35.8	35.1	14.2	35.8	35.1	27.7
條件式(13)	$f1/fw$	2.00	2.00	1.99	3.18	2.12	1.72	1.93
條件式(14)	$f1/ft$	0.73	0.73	0.73	1.12	0.75	0.90	0.97
條件式(15)	$f2/ft$	0.49	0.49	0.48	0.62	0.53	0.55	0.66
條件式(16)	v/p	25.4	25.4	30.2	55.7	20.6	30.2	—
條件式(17)	fp/fw	6.38	6.33	6.07	1.81	4.52	2.68	—
條件式(18)	Y'/TL	0.15	0.15	0.15	0.15	0.13	0.19	0.18
條件式(19)	$t2/TL$	0.32	0.32	0.32	0.34	0.33	0.20	0.15
條件式(20)	α_w	22.0	22.0	14.1	16.8	17.6	20.0	22.2
條件式(21)	$\alpha_w - \alpha_t$	9.9	9.9	9.9	20.1	9.9	8.0	4.7

(61)

如以上所說明，若依據上記實施例 1~8 所述之變倍光學系 1A~1H，則總之於變倍比為 2~3 倍程度的變倍光學系中，可廉價地提供，各種像差是可跨越變倍域全域地被良好補正，且，能夠達成（超）小型化的變倍透鏡。

此外，上述具體實施形態中係主要含有具有以下構成之發明。

本發明之一局面所涉之變倍光學系，係從物體側起依序含有：具有負光學功率的第 1 透鏡群、和具有正光學功率的第 2 透鏡群，從廣角端往望遠端變倍時，前記第 1 透鏡群和前記第 2 透鏡群の間隔會變窄的變倍光學系，其特徵為，

前記第 1 透鏡群係含有至少 1 片負透鏡和至少 1 片正透鏡所構成，前記第 2 透鏡群係由 3 片以下的透鏡所成，且滿足下記（1）、（2）之條件式。

$$0.5 < D1/fw < 0.8 \quad \cdot \cdot \cdot (1)$$

$$0.7 < f2/fw < 2.0 \quad \cdot \cdot \cdot (2)$$

其中，D1：前記第 1 透鏡群之透鏡最前面至前記第 1 透鏡群之透鏡最後面之光軸上的厚度

fw：廣角端的全光學系之合成焦距

f2：前記第 2 透鏡群的合成焦距

若依據此構成，則位於最靠近物體側之第 1 透鏡群是具有負光學功率，而為所謂的負領導之光學系。因此，可將從物體側以大角度入射進來的光線，藉由第 1 透鏡群的負光學功率儘早使其緩和，在謀求光學全長或前球徑之尺

(62)

寸的精巧化這點上是有利的。甚至，含有負正之構成中要謀求光學系之精巧化的情況下，也是因為可確保較長的變倍群之移動距離，因此可抑制第 2 透鏡群的誤差感度之上升。這些點，在變倍比為 2~3 倍程度的變倍透鏡中，尤其顯著。又，由於前記第 1 透鏡群是至少具有負透鏡和正透鏡各 1 片之構成，因此可良好地補正倍率色像差。甚至，藉由將前記第 2 透鏡群以 3 片以下的透鏡來構成，於變倍時，可減少移動量大的第 2 透鏡群的驅動裝置之負荷，也可因透鏡片數削減而達成降低成本。

甚至，有鑑於製造難易度或光學性能，而以滿足上記條件式 (1)、(2) 為要件。 $D1/fw$ 若超過條件式 (1) 的上限，則在欲維持光學全長時，第 2 透鏡群的實質性變倍移動量會被縮小，因此產生需要加強第 2 透鏡群的光學功率之必要，製造難易度增高的傾向會變為顯著。另一方面，若低於條件式 (1) 的下限，則第 1 透鏡群內的負透鏡之光學功率會變弱，而後側主點會從像面遠離，因此若欲維持相同焦距，則相對而言後焦點的確保會變得困難，又要使射出瞳孔從像面遠離變得困難之傾向會很顯著。又， $f2/fw$ 若超過條件式 (2) 的上限，則第 2 透鏡群 12 的功率會太弱，要在維持精巧性的狀態下獲得 2~3 倍程度的變倍比，會變得困難。另一方面，若低於條件式 (2) 的下限，則第 2 透鏡群 12 的偏芯誤差感度會變成非常高，製造難易度增高的傾向會變為顯著。

本發明之其他局面所涉之變倍光學系，係從物體側起

(63)

依序含有：具有負光學功率的第 1 透鏡群、和具有正光學功率的第 2 透鏡群，從廣角端往望遠端變倍時，前記第 1 透鏡群和前記第 2 透鏡群の間隔會變窄的變倍光學系，其特徵為，前記第 1 透鏡群係含有至少 1 片負透鏡和至少 1 片正透鏡所構成，前記第 2 透鏡群係由 3 片以下的透鏡所成，且滿足下記 (3)、(4) 之條件式。

$$|\Delta Z1pi/d1pi| < 0.2 \quad \dots (3)$$

$$0.7 < f2/fw < 2.0 \quad \dots (4)$$

其中， $\Delta Z1pi$ ：前記第 1 透鏡群內的正透鏡之像側面中，以面頂點為基準之最大有效半徑上的凹陷量

$d1pi$ ：第 1 透鏡群內的正透鏡的像側面上的最大有效半徑

fw ：廣角端的全光學系之合成焦距

$f2$ ：前記第 2 透鏡群的合成焦距

即使是此構成中，也是可享受和申請項 1 所述之發明相同之優點的負領導之光學系，第 2 透鏡群是以 3 片以下的透鏡來構成，同時，有鑑於製造難易度或光學性能，而以滿足上記條件式 (3)、(4) 為要件。 $|\Delta Z1pi/d1pi|$ 若超過條件式 (3) 的上限，則第 1 透鏡群內的各透鏡的曲率會變大，偏肉比會增加，因此製造難易度或面形狀測定之難易度增高的傾向會變為顯著。再加上，分別保持著第 1 透鏡群、第 2 透鏡群的各鏡筒彼此間會發生干涉，使得第 1 透鏡群和第 2 透鏡群之間的距離難以縮短，因此不利於精巧化。又， $f2/fw$ 若超過條件式 (4) 的上限，則第

(64)

2 透鏡群 12 的功率會太弱，要在維持精巧性的狀態下獲得 2~3 倍程度的變倍比，會變得困難。另一方面，若低於條件式 (4) 的下限，則第 2 透鏡群 12 的偏芯誤差感度會變成非常高，製造難易度增高的傾向會變為顯著。

在上記任一變倍光學系中，在前記第 2 透鏡群的像側，具有擁有正光學功率的第 3 透鏡群，較為理想。若依據此構成，則變倍光學系就可被構成爲負正正之光學系。負正正之光學系，由於第 3 透鏡群中也能分配功率，所以相較於負正之光學系，在製造誤差感度爲同程度時，可使第 2 透鏡群的光學功率更爲加強，可使第 2 透鏡群的移動量減少，因此有利於精巧化；又，藉由第 3 透鏡群可使往像面（攝像元件受光面）的軸外光線之入射角度靠近遠心，也是其優點。

此時，前記變倍光學系，是僅由前記第 1~第 3 透鏡群之 3 個透鏡群所構成，較為理想。在欲謀求變倍光學系的超小型化時，透鏡係因爲製造極限的關係，必定佔有一定的空間，因此透鏡單元對全空間的透鏡空間佔有比率係相對地較高。因此，即使造成要使透鏡單品的精度提升之負擔，仍必須要極力減少透鏡群數或透鏡片數。於是，將透鏡群設計成從物體側起依序爲負正正之 3 成份，就可謀求比其他變倍光學系更爲精巧化，同時作爲變倍光學系的性能、焦點線能、製造誤差感度、與像面入射角的遠心性的平衡可達最佳。

上記任一變倍光學系中，於前記第 1 透鏡群內，位於

(65)

最靠近物體側之負透鏡是滿足下記 (5) 之條件式，較為理想。

$$1 < T1e/T1c < 4 \quad \cdot \cdot \cdot (5)$$

其中，T1e：前記負透鏡之光軸方向上的厚度之最大值

T1c：前記負透鏡在光軸上的厚度。

若依據滿足上記條件式 (5) 的變倍光學系，則可為製造難易度或光學性能面上更進一步優異的變倍光學系。

T1e/T1c 若超過條件式 (5) 的上限，則偏肉比變大而透鏡加工變為困難之傾向會變得顯著。又，若低於條件式 (5) 的下限，則前記負透鏡的光學功率會較弱，後焦點的確保或維持遠心性的困難性會顯著化。

上記任一變倍光學系中，在攝像元件是被配置在像側的情況下，滿足下記 (6) 之條件式，較為理想。

$$Lb/fw < 1.5 \quad \cdot \cdot \cdot (6)$$

其中，Lb：於望遠端中，從位於最靠近像側之具有功率的透鏡面的面頂點起，至前記攝像元件的攝像面為止的光軸上之距離（空氣換算長）。

若依據滿足上記條件式 (6) 的變倍光學系，則可為製造難易度或光學性能面上更進一步優異的變倍光學系。

Lb/fw 若超過條件式 (6) 的上限，則必須要為了確保較長後焦點而增強第 1 透鏡群 11 的負功率，第 1 透鏡群內的負透鏡的曲率會變大，製造難易度增加之傾向變為顯著。

上記變倍光學系中，前記第 3 透鏡群，係從廣角端往

(66)

望遠端變倍時是被固定，較為理想。若依據此構成，則藉由將第 3 透鏡群設計成變倍時固定，就可簡化其鏡筒機構，也可提升位置精度。

上記任一變倍光學系中，前記第 1 透鏡群，係從物體側起依序由 1 片負透鏡和 1 片正透鏡所成，且滿足下記（7）之條件式，較為理想。

$$0.2 < |f1n/f1p| < 0.5 \quad \cdot \cdot \cdot (7)$$

其中， $f1p$ ：前記第 1 透鏡群內的正透鏡之焦距

$f1n$ ：前記第 1 透鏡群內的負透鏡之焦距

若依據此構成，則藉由將第 1 透鏡群，從物體側起依序以 1 片負透鏡和 1 片正透鏡來構成，就可使在廣角端的後焦點確保變為容易，且可使廣畫角之軸外光的非點像差、倍率色像差獲得良好地補正。此外，上記 $|f1n/f1p|$ 若超過條件式（7）的上限，則尤其是在廣角端的非點像差、倍率色像差之補正不夠充分之傾向會變為顯著；反之若低於下限，則構成第 1 透鏡群之各透鏡的功率會變成非常強，製造難易度增高的傾向會變為顯著。

上記任一變倍光學系中，前記第 2 透鏡群，係從物體側起依序由 1 片正透鏡和 1 片負透鏡所成，且滿足下記（8）之條件式，較為理想。

$$0.7 < |f2n/f2p| < 1.8 \quad \cdot \cdot \cdot (8)$$

其中， $f2p$ ：前記第 2 透鏡群內的正透鏡之焦距

$f2n$ ：前記第 2 透鏡群內的負透鏡之焦距

若依據此構成，則第 2 透鏡群是由 1 片正透鏡和 1 片

(67)

負透鏡所構成，且上記 $|f_{2n}/f_{2p}|$ 是滿足條件式 (8)，因此藉由這些各 1 片之透鏡就可充分地補正球面像差和軸上色像差。又，從物體側起以正負之順序配置，使得第 2 透鏡群 12 的主點位置是在第 1 透鏡群側附近，藉此可維持變倍作用不變，減輕了第 2 透鏡群的實質上之功率，因此可期待誤差感度的減低作用。此外，若超過條件式 (8) 的上限，則第 2 透鏡群的負透鏡的光學功率會較弱，因此球面像差的補正會不足；反之若低於下限，則第 2 透鏡群的負透鏡的光學功率會變得較強，因此倍率色像差變大、畫質降低的傾向會顯著。

上記任一變倍光學系中，前記第 1 透鏡群，係從物體側起依序兩凹透鏡或朝物體側凸出的負彎月形透鏡、和朝物體側凸出之正彎月形透鏡之 2 片透鏡所成，較為理想。

藉由如此設定第 1 透鏡群的透鏡構成，就可使在廣角端的後焦點確保變為容易，且可使廣畫角之光線的歪曲像差、非點像差，獲得良好地補正。再者，藉由配置朝物體側凸出之正彎月形透鏡，就可更良好地補正非點像差，可改善像面性。

此時，前記第 1 透鏡群，是滿足下記 (9)、(10) 之條件式，較為理想。

$$N_{1p} > 1.7 \quad \cdot \cdot \cdot (9)$$

$$|\nu_{1p} - \nu_{1n}| > 20 \quad \cdot \cdot \cdot (10)$$

其中， N_{1p} ：前記第 1 透鏡群內的正彎月形透鏡之折射率

(68)

ν_{1p} ：前記第 1 透鏡群內的正彎月形透鏡的阿貝數

ν_{1n} ：前記第 1 透鏡群內的負透鏡之阿貝數。

若依據此構成，就可提供在精巧化的面、倍率色像差之補正的面上均有利的變倍光學系 1。若 N_{1p} 低於條件式 (9) 的下限，則前記正彎月形透鏡的像側面之曲率會較大，分別保持著第 1 透鏡群、第 2 透鏡群的各鏡筒彼此間會發生干涉，使得第 1 透鏡群和第 2 透鏡群之間的距離難以縮短，因此不利於精巧化。又，若 $|\nu_{1p} - \nu_{1n}|$ 低於條件式 (10) 的下限，則倍率色像差之補正不足的傾向會變為顯著。

上記任一變倍光學系中，前記第 2 透鏡群，係從物體側起依序由：雙凸透鏡、和強的凹面是朝向像側之雙凹透鏡或負彎月形透鏡之 2 片透鏡所成，較為理想。

若依據此構成，則藉由將第 2 透鏡群從物體側起依序設成正負之順序，因此將第 2 透鏡群的主點位置設計成靠近第 1 透鏡群側附近，就可維持變倍作用不變而減輕了第 2 透鏡群的實質功率，並減輕誤差感度。又，藉由配置雙凸透鏡，就可增強第 2 透鏡群的功率，可減少變倍時的移動量。再者，針對雙凹透鏡或負彎月形透鏡，藉由將強凹面朝向像側，就可使非點像差和色像差的補正能夠被良好進行。

上記變倍光學系中，前記第 2 透鏡群，是滿足下記 (11)、(12) 之條件式，較為理想。

(69)

$$| N_{2p} - N_{2n} | > 0.15 \quad \cdot \cdot \cdot (11)$$

$$| \nu_{2p} - \nu_{2n} | > 30 \quad \cdot \cdot \cdot (12)$$

其中， N_{2p} ：前記第 2 透鏡群內的正透鏡之折射率

ν_{2p} ：前記第 2 透鏡群內的正透鏡的阿貝數

N_{2n} ：前記第 2 透鏡群內的負透鏡之折射率

ν_{2n} ：前記第 2 透鏡群內的負透鏡之阿貝數

於上記構成中，若 $| N_{2p} - N_{2n} |$ 低於條件式 (11) 的下限，則隨著珀茲伐和的增加，非點像差會跟著顯著。又，若 $| \nu_{2p} - \nu_{2n} |$ 低於條件式 (12) 的下限，則軸上色像差之補正不足的傾向會變為顯著化。

於上記任一變倍光學系中，前記第 3 透鏡群，係由朝物體側凸出之正彎月形透鏡 1 片所構成，較為理想。

若依據此構成，則可使透鏡的主點位置從像面遠離，具有緩和像面入射角之效果，因此在謀求變倍光學系 1 之超小型化時是為理想的構成。

於上記任一變倍光學系中，前記第 2 透鏡群的物體側具有開口光圈，前記開口光圈係其光圈徑是被固定，較為理想。

若依據此構成，則藉由在前記第 2 透鏡群的物體側配置開口光圈，就可使第 1 透鏡群 11 的前球徑極力縮小。另一方面，第 1 透鏡群和第 2 透鏡群之間隔係對光學全長有很大的影響，若為了插入可變光圈機構而構成爲使該當間隔擴大，則光學全長就必須要延長例如 2~3 倍程度。於是，藉由將光圈徑設成固定來簡化光圈部件，就可達成

(70)

光軸方向的薄肉化。

上記任一變倍光學系中，藉由使前記第 1 透鏡群往物體側移動，來進行從無限遠物體往近距離物體之對焦，較為理想。

促使前記第 1 透鏡群 11 移動所隨之而來的各像差的變動是較小的。因此，藉由使對焦是藉由前記第 1 透鏡群往物體側的移動而被進行，就可抑制對焦所致之性能劣化。又，因為對前記第 1 透鏡群 11 之移動量的像面散焦量也較大，所以可以少的移動量，獲得至透鏡前數 cm 程度為止的良好對焦性能。

上記任一變倍光學系中，藉由使前記第 3 透鏡群或較第 3 透鏡群靠近像側之透鏡群往物體側移動，來進行從無限遠物體往近距離物體之對焦，較為理想。

若依據此構成，則以前記第 3 透鏡群或比第 3 透鏡群靠近像側的透鏡群來進行對焦，就不會因送出而導致光學全長的增加或前球透鏡徑的增大，就算近距離物體也能獲得鮮明的影像。此外，在對焦之際，是要令第 1 透鏡群移動，或是令前記第 3 透鏡群或比第 3 透鏡群靠近像側的透鏡群移動，係可隨著光學式樣而分別使用。亦即，在欲將特寫距離極力拉近，且欲保持特寫特性良好時係設計成令第 1 透鏡群移動，在精巧化優先時則設計成令前記第 3 透鏡群或比第 3 透鏡群靠近像側的透鏡群移動即可。

於上記任一變倍光學系中，前記第 2 透鏡群，係含有接合透鏡，較為理想。

(71)

若欲謀求光軸方向的精巧化，則第 2 透鏡群的移動量會受到限制，因此若要在所述限制下獲得所望的變倍比，就必須要使第 2 透鏡群的功率增大。因此，對透鏡的曲率誤差或芯厚誤差、折射率變化或透鏡間の間隔誤差、偏芯誤差之任一者的感度也會上升，必須要提升鏡筒的製作精度或進行第 2 透鏡群內的透鏡間調整。可是，藉由在第 2 透鏡群中配置接合透鏡，就可大幅減低第 2 透鏡群內的各透鏡面的各誤差感度，即使需要透鏡間調整時，也能保持良好的感度平衡。又，可使第 2 透鏡群的鏡筒構成簡化，其結果為，從前即使對光學性不利但受限於製造上的限制而不得不變寬的空間，可以被有效率地活用，可謀求變倍光學系的更進一步精巧化。再加上，藉由令透鏡彼此接合，也有抑制多餘的面間反射光之效果。

於上記任一變倍光學系中，前記第 1 透鏡群，係含有接合透鏡，較為理想。

若欲謀求光軸方向的精巧化，則第 1 透鏡群內的偏芯誤差感度會上升，必須要提升鏡筒的製作精度或進行第 1 透鏡群內的透鏡間調整。可是，藉由在第 1 透鏡群中配置接合透鏡，就可大幅減低第 1 透鏡群內的各透鏡面的偏芯誤差感度，即使需要透鏡間調整時，也能保持良好的感度平衡。又，可使第 1 透鏡群的鏡筒構成簡化，其結果為，從前即使對光學性不利但受限於製造上的限制而不得不變寬的空間，可以被有效率地活用，可謀求變倍光學系的更進一步精巧化。再加上，藉由令透鏡彼此接合，也有抑制

(72)

多餘的面間反射光之效果。

於上記任一變倍光學系中，至少具有 1 片樹脂材料製透鏡，較為理想。

若依據此構成，則藉由使用樹脂材料製透鏡，就可以穩定的品質來大量生產，可謀求大幅的成本降低。

此時，前記樹脂材料製透鏡，係為使用在樹脂材料中分散了最大長 30 奈米以下之無機粒子的素材而成形之透鏡，較為理想。

一方而言若在透明的樹脂材料中混合入微粒子，則會發生光散亂而降低穿透率，因此要當成光學材料使用是有困難的。可是，藉由使微粒子的大小是小於穿透光束的波長，就可使散亂在實質上不會發生。樹脂材料雖然會隨著溫度上升而降低折射率，但無機微粒子係一旦溫度上升則折射率會上升。於是，藉由利用它們的溫度依存性而使其彼此抵消之作用，就可使折射率變化幾乎不會發生變化。

具體而言，藉由在作為母材的樹脂材料中分散最大長 30 奈米以下的無機粒子，就可作出折射率之溫度依存性極低的樹脂材料。例如藉由在丙烯酸酯中分散了氧化鈮（ Nb_2O_5 ）之微粒子，就可使溫度變化所致之折射率變化變小。因此，藉由至少在 1 片透鏡中，使用此種分散有無機粒子的樹脂材料，就可使本發明所述之變倍光學系之全系統的隨環境溫度變化所帶來之後焦點偏位，抑制成很小。

於上記變倍光學系中，前記第 3 透鏡群或比第 3 透鏡群靠近像側的透鏡群內的正透鏡，係為前記樹脂材料製透

(73)

鏡，較為理想。

若依據此構成，則由於第 3 透鏡群或比第 3 透鏡群靠近像側的透鏡群內的正透鏡是以樹脂材料來構成，因此可不損及精巧性而謀求成本降低。又，前記正透鏡在溫度變化時會對後焦點造成影響，因此當使用了分散有 30 奈米以下之無機粒子的材料的情況下，就可大幅減輕該影響。

本發明之又一其他局面所涉之變倍光學系，係從物體側起依序由：具有負光學功率的第 1 透鏡群、和具有正光學功率的第 2 透鏡群、和具有正光學功率的第 3 透鏡群，所配置而成的 3 個透鏡群所成，且從廣角端往望遠端變倍時，前記第 1 透鏡群和前記第 2 透鏡群の間隔會變窄的變倍光學系，其特徵為，前記第 1 透鏡群係含有至少 1 片負透鏡和至少 1 片正透鏡所構成，前記第 2 透鏡群係由 3 片以下的透鏡所成，且滿足下記 (1)、(2) 之條件式；且，前記第 1 透鏡群內中位於最靠近物體側之負透鏡是滿足下記 (5) 之條件式。

$$0.5 < D1/fw < 0.8 \quad \cdot \cdot \cdot (1)$$

$$0.7 < f2/fw < 2.0 \quad \cdot \cdot \cdot (2)$$

其中，D1：前記第 1 透鏡群之透鏡最前面至前記第 1 透鏡群之透鏡最後面之光軸上的厚度

fw：廣角端的全光學系之合成焦距

f2：前記第 2 透鏡群的合成焦距

$$1 < T1e/T1c < 4 \quad \cdot \cdot \cdot (5)$$

其中，T1e：前記負透鏡之光軸方向上的厚度之最大值

(74)

T1c：前記負透鏡在光軸上的厚度

本發明之又一其他局面所涉之變倍光學系，係從物體側起依序含有：具有負光學功率的第 1 透鏡群、和具有正光學功率的第 2 透鏡群、和具有正光學功率的第 3 透鏡群，且從廣角端往望遠端變倍時，前記第 1 透鏡群和前記第 2 透鏡群的間隔會變窄的變倍光學系，其特徵為，前記第 3 透鏡群，係從廣角端往望遠端變倍時是被固定；前記第 1 透鏡群，係從物體側起依序由 1 片負透鏡和 1 片正透鏡所成；前記第 2 透鏡群係由 3 片以下的透鏡所成；且滿足下記（1）、（2）、（7）之條件式。

$$0.5 < D1/fw < 0.8 \quad \cdot \cdot \cdot (1)$$

$$0.7 < f2/fw < 2.0 \quad \cdot \cdot \cdot (2)$$

其中，D1：前記第 1 透鏡群之透鏡最前面至前記第 1 透鏡群之透鏡最後面之光軸上的厚度

fw：廣角端的全光學系之合成焦距

f2：前記第 2 透鏡群的合成焦距

$$0.2 < |f1n/flp| < 0.5 \quad \cdot \cdot \cdot (7)$$

其中，flp：前記第 1 透鏡群內的正透鏡之焦距

f1n：前記第 1 透鏡群內的負透鏡之焦距

本發明之又一其他局面所涉之變倍光學系，係從物體側起依序含有：具有負光學功率的第 1 透鏡群、和具有正光學功率的第 2 透鏡群、和具有正光學功率的第 3 透鏡群，且從廣角端往望遠端變倍時，前記第 1 透鏡群和前記第 2 透鏡群的間隔會變窄的變倍光學系，其特徵為，前記第

(75)

3 透鏡群，係由朝物體側凸出之正彎月形透鏡 1 片所構成；前記第 1 透鏡群，係從物體側起依序由：雙凹透鏡或朝物體側凸出的負彎月形透鏡、和朝物體側凸出之正彎月形透鏡之 2 片透鏡所成；前記第 2 透鏡群係由 3 片以下的透鏡所成；且滿足下記 (3)、(4)、(9)、(10) 之條件式的變倍光學系。

$$|\Delta Z_{1p_i}/d_{1p_i}| < 0.2 \quad \dots (3)$$

$$0.7 < f_2/f_w < 2.0 \quad \dots (4)$$

其中， ΔZ_{1p_i} ：前記第 1 透鏡群內的正透鏡之像側面中，以面頂點為基準之最大有效半徑上的凹陷量

d_{1p_i} ：第 1 透鏡群內的正透鏡的像側面上的最大有效半徑

f_w ：廣角端的全光學系之合成焦距

f_2 ：前記第 2 透鏡群的合成焦距

$$N_{1p} > 1.7 \quad \dots (9)$$

$$|\nu_{1p} - \nu_{1n}| > 20 \quad \dots (10)$$

其中， N_{1p} ：前記第 1 透鏡群內的正彎月形透鏡之折射率

ν_{1p} ：前記第 1 透鏡群內的正彎月形透鏡的阿貝數

ν_{1n} ：前記第 1 透鏡群內的負透鏡之阿貝數

本發明之又一其他局面所涉之變倍光學系，係從物體側起依序由：具有負光學功率的第 1 透鏡群、和具有正光學功率的第 2 透鏡群、和具有正光學功率的第 3 透鏡群，

(76)

所配置而成的 3 個透鏡群所成，且從廣角端往望遠端變倍時，前記第 1 透鏡群和前記第 2 透鏡群の間隔會變窄的變倍光學系，其特徵為，前記第 3 透鏡群，係從廣角端往望遠端變倍時是被固定，另一方面，藉由令前記第 3 透鏡群往物體側移動，以進行從無限遠物體往近距離物體的對焦；前記第 1 透鏡群係含有至少 1 片負透鏡和至少 1 片正透鏡所構成，前記第 2 透鏡群係由 3 片以下的透鏡所成；且滿足下記 (3)、(4) 之條件式。

$$|\Delta Z1pi/d1pi| < 0.2 \quad \dots (3)$$

$$0.7 < f2/fw < 2.0 \quad \dots (4)$$

其中， $\Delta Z1pi$ ：前記第 1 透鏡群內的正透鏡之像側面中，以面頂點為基準之最大有效半徑上的凹陷量

$d1pi$ ：第 1 透鏡群內的正透鏡的像側面上的最大有效半徑

fw ：廣角端的全光學系之合成焦距

$f2$ ：前記第 2 透鏡群的合成焦距

本發明之其他局面所涉之攝像透鏡裝置，其特徵為，具備如上記任一之變倍光學系，和將光學像轉換成電氣訊號的攝像元件；前記變倍光學系是可在前記攝像元件的受光面上，形成被攝體的光學像。若依據此構成，則行動電話機或攜帶資訊終端等上可搭載的精巧且高精細，同時可變倍的攝像透鏡裝置就能得以實現。

本發明之另一其他局面所涉之數位機器，其特徵為，具備：上記之攝像透鏡裝置；和前記攝像透鏡裝置；和令

(77)

前記攝像透鏡裝置及攝像元件上形成被攝體之靜止畫影像及動畫攝影之至少一者之攝影的控制部；前記攝像透鏡裝置的變倍光學系，是被組裝成，可在前記攝像元件的受光面上形成被攝體之光學像。此外，前記數位機器係為攜帶型終端，較為理想。若藉由這些構成，則可維持高精細度同時實現搭載了可變倍之攝像透鏡裝置的數位機器。此外，前記所謂攜帶終端，係指以行動電話機或攜帶型資訊終端等為代表，是以攜帶為常態的數位機器。

若依據具備如以上構成的本發明，則可達成充分的精巧化，同時可提供透鏡製造難易度被抑制成和先前同程度的變倍光學系，尤其是變倍比為 2~3 倍程度變倍光學系，以及搭載其之攝像透鏡裝置或數位機器，可使其以廉價、且達成充分小型化之樣態而被提供。

【圖式簡單說明】

〔圖 1〕本發明所述之攝像光學系之構成的模式性圖示。

〔圖 2〕非球面凹陷量之定義的模式圖。

〔圖 3〕主光線的像面入射角之定義的模式圖。

〔圖 4〕搭載本發明所述之變倍光學系之附帶相機之行動電話機的外觀構成圖，(a)係其操作面的外觀構成圖，(b)係其操作面之背面的外觀構成圖。

〔圖 5〕具備本發明所述之變倍光學系的數位機器之一例的行動電話機的攝像所涉之機能部的構成加以圖示之

(78)

機能方塊圖。

〔圖 6〕本發明之實施例 1 所述之變倍光學系的廣角端光路圖的剖面圖。

〔圖 7〕實施例 2 所述之變倍光學系的廣角端光路圖的剖面圖。

〔圖 8〕實施例 3 所述之變倍光學系的廣角端光路圖的剖面圖。

〔圖 9〕實施例 4 所述之變倍光學系的廣角端光路圖的剖面圖。

〔圖 10〕實施例 5 所述之變倍光學系的廣角端光路圖的剖面圖。

〔圖 11〕實施例 6 所述之變倍光學系的廣角端光路圖的剖面圖。

〔圖 12〕實施例 7 所述之變倍光學系的廣角端光路圖的剖面圖。

〔圖 13〕實施例 8 所述之變倍光學系的廣角端光路圖的剖面圖。

〔圖 14〕實施例 1 中的透鏡群之球面像差、非點像差及歪曲像差的像差圖。

〔圖 15〕實施例 2 中的透鏡群之球面像差、非點像差及歪曲像差的像差圖。

〔圖 16〕實施例 3 中的透鏡群之球面像差、非點像差及歪曲像差的像差圖。

〔圖 17〕實施例 4 中的透鏡群之球面像差、非點像

(79)

差及歪曲像差的像差圖。

〔圖 18〕實施例 5 中的透鏡群之球面像差、非點像差及歪曲像差的像差圖。

〔圖 19〕實施例 6 中的透鏡群之球面像差、非點像差及歪曲像差的像差圖。

〔圖 20〕實施例 7 中的透鏡群之球面像差、非點像差及歪曲像差的像差圖。

〔圖 21〕實施例 8 中的透鏡群之球面像差、非點像差及歪曲像差的像差圖。

〔圖 22〕本發明所述之變倍光學系之各實施例中的透鏡群之移動方向的模式圖。

〔圖 23〕本發明所述之變倍光學系之各實施例中的透鏡群之移動方向的模式圖。

【主要元件符號說明】

1：變倍光學系

11：第 1 透鏡群

12：第 2 透鏡群

13：第 3 透鏡群

14：光學光圈

15：攝像元件

16：低通濾鏡

111：負透鏡

112：彎月形透鏡

(80)

11a : 透鏡最前面

11b : 透鏡最後面

121 : 雙凸正透鏡

122 : 負彎月形透鏡

131 : 正彎月形透鏡

H : 被攝體

2 : 行動電話機

21 : 天線

22 : 顯示器

23 : 影像切換鈕

24 : 變倍鈕

25 : 快門鈕

26 : 撥號鈕

27 : 攝像透鏡裝置

30 : 攝像部

31 : 影像生成部

32 : 影像資料緩衝區

33 : 影像處理部

34 : 驅動部

35 : 控制部

36 : 記憶部

37 : 介面部

五、中文發明摘要

發明之名稱：變倍光學系、攝像透鏡裝置及數位機器提供達成充分的精巧化，同時透鏡製造難易度被抑制成和先前同程度的變倍光學系。變倍光學系，係為從物體側起依序含有：具有負光學功率的第 1 透鏡群、和具有正光學功率的第 2 透鏡群，從廣角端往望遠端變倍時，第 1 透鏡群和第 2 透鏡群の間隔會變窄的變倍光學系。第 1 透鏡群係由負透鏡及正彎月形透鏡所構成，第 2 透鏡群係由雙凸正透鏡及負彎月形透鏡所構成。然後，令從第 1 透鏡群的透鏡最前面起至第 1 透鏡群之透鏡最後面止的光軸 AX 上之厚度為 D1，令該當變倍光學系的在廣角端之全光學系的合成焦距為 fw，令第 2 透鏡群的合成焦距為 f2 時，系構成為滿足以下之關係。

$$0.5 < D1/fw < 0.8$$

$$0.7 < f2/fw < 2.0$$

六、英文發明摘要

發明之名稱：

圖1

1

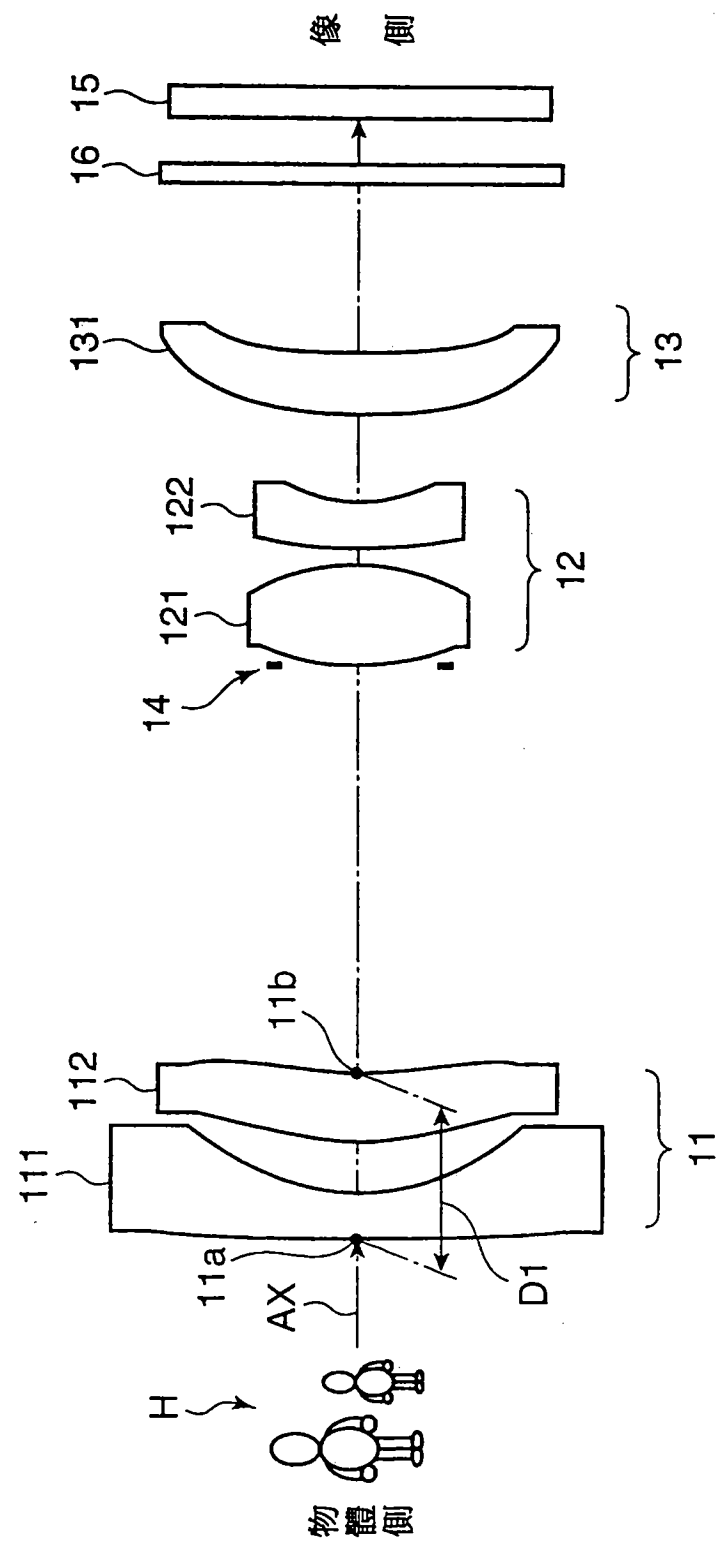


圖 2

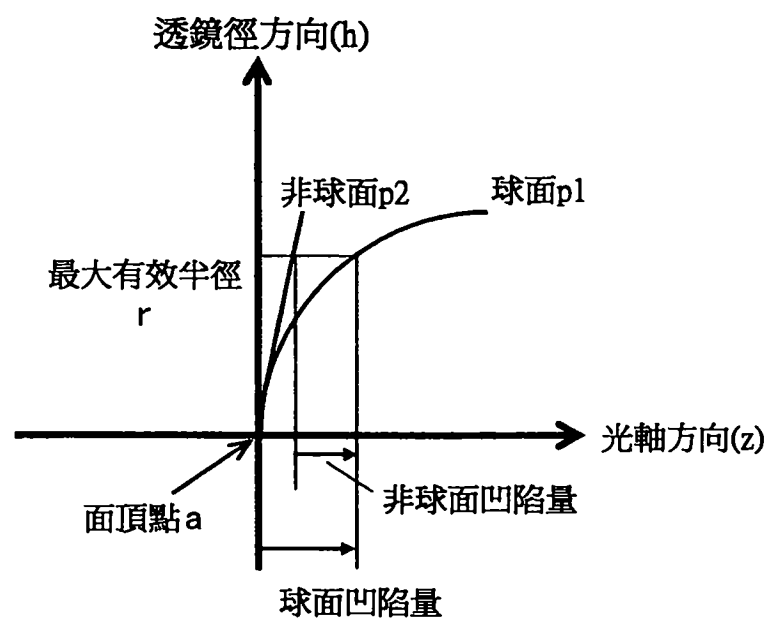


圖 3

像面入射角之定義

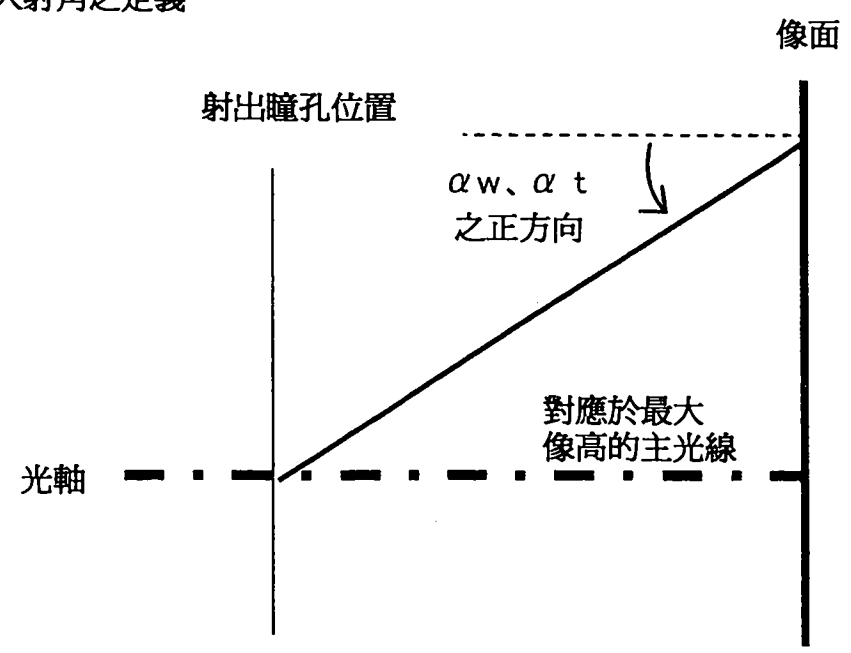


圖 4

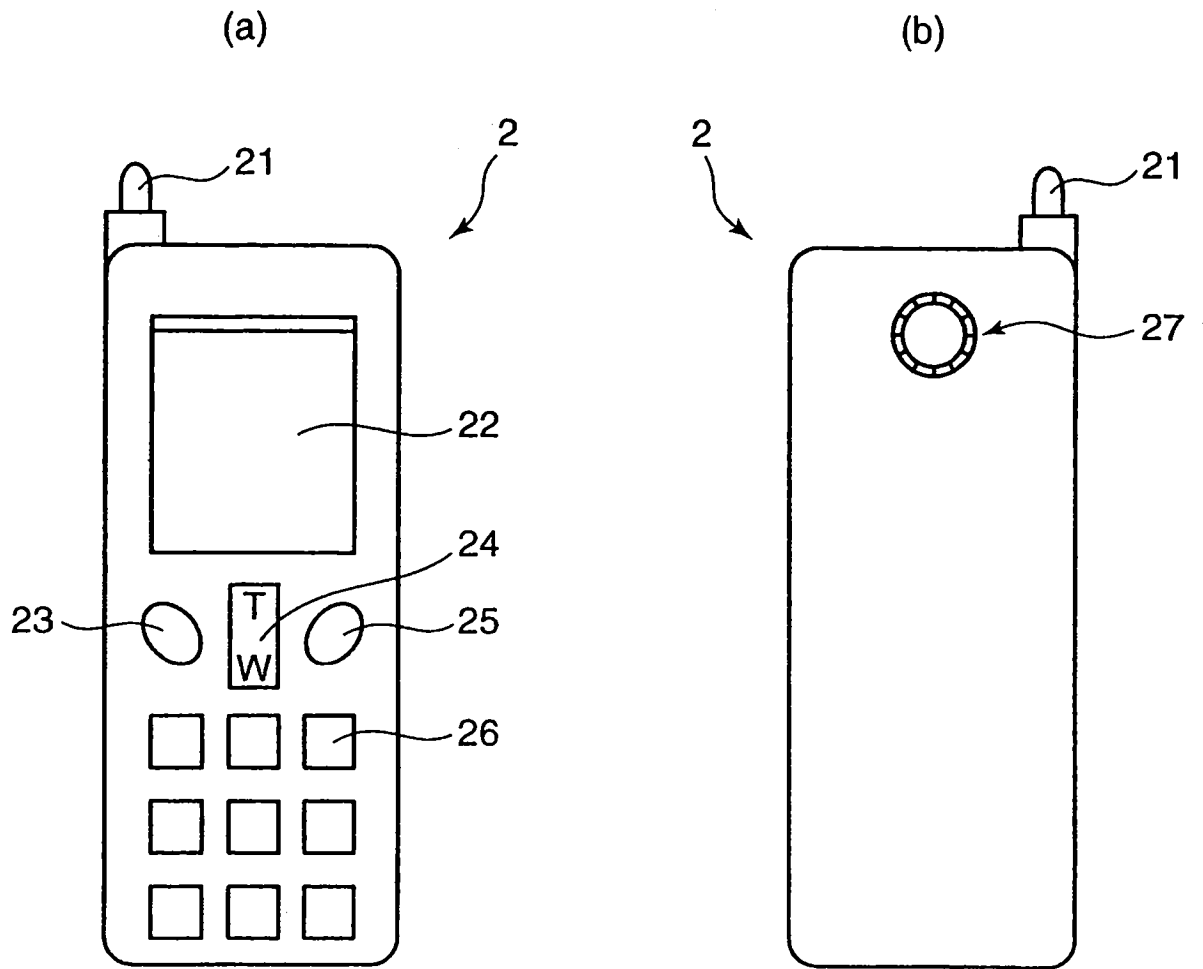


圖5

2

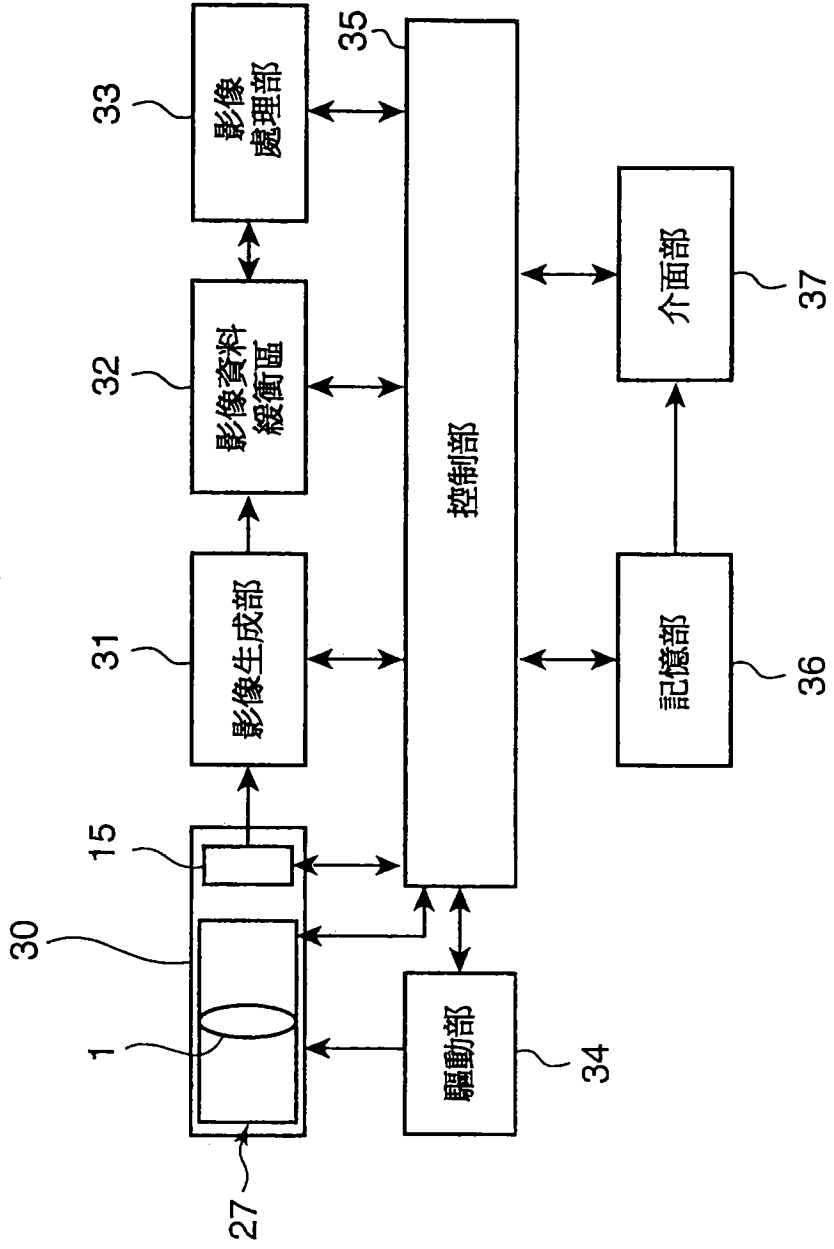


圖6

1A

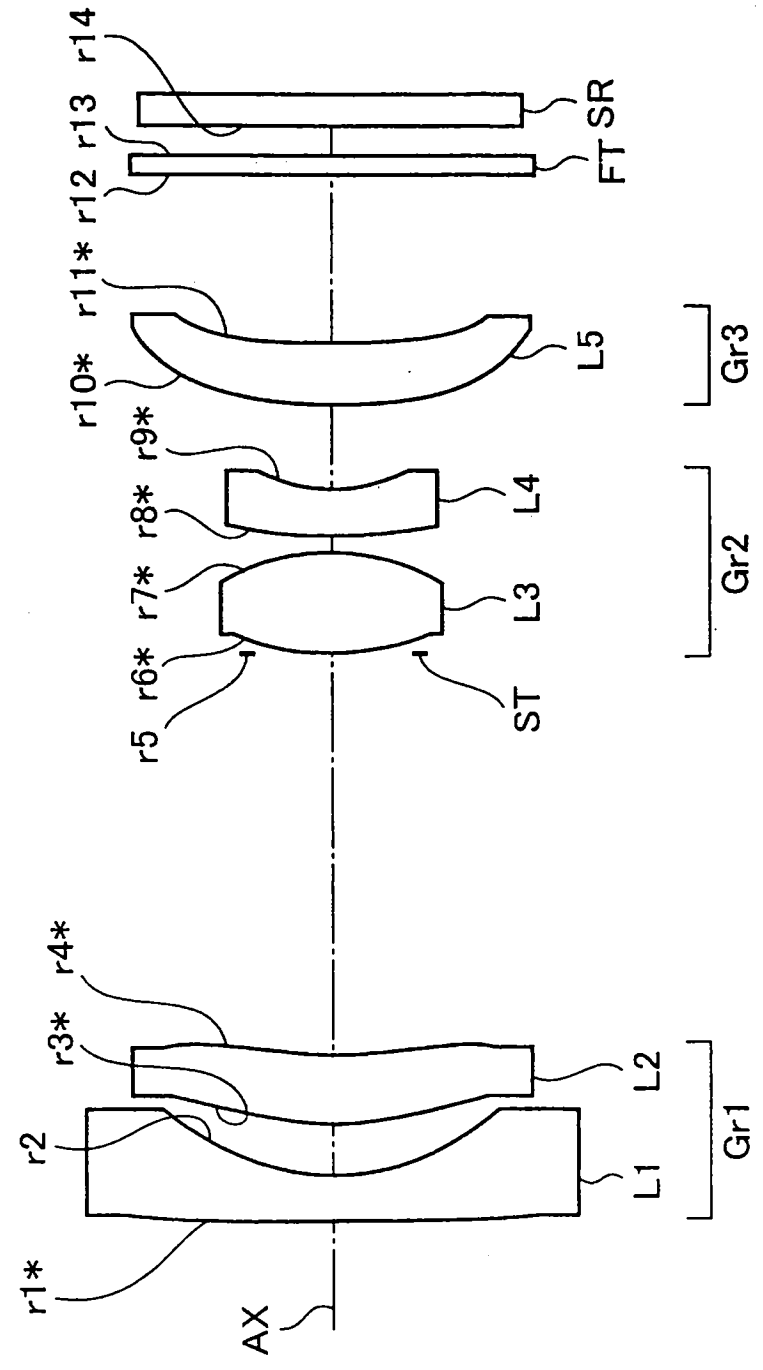


圖7

1B

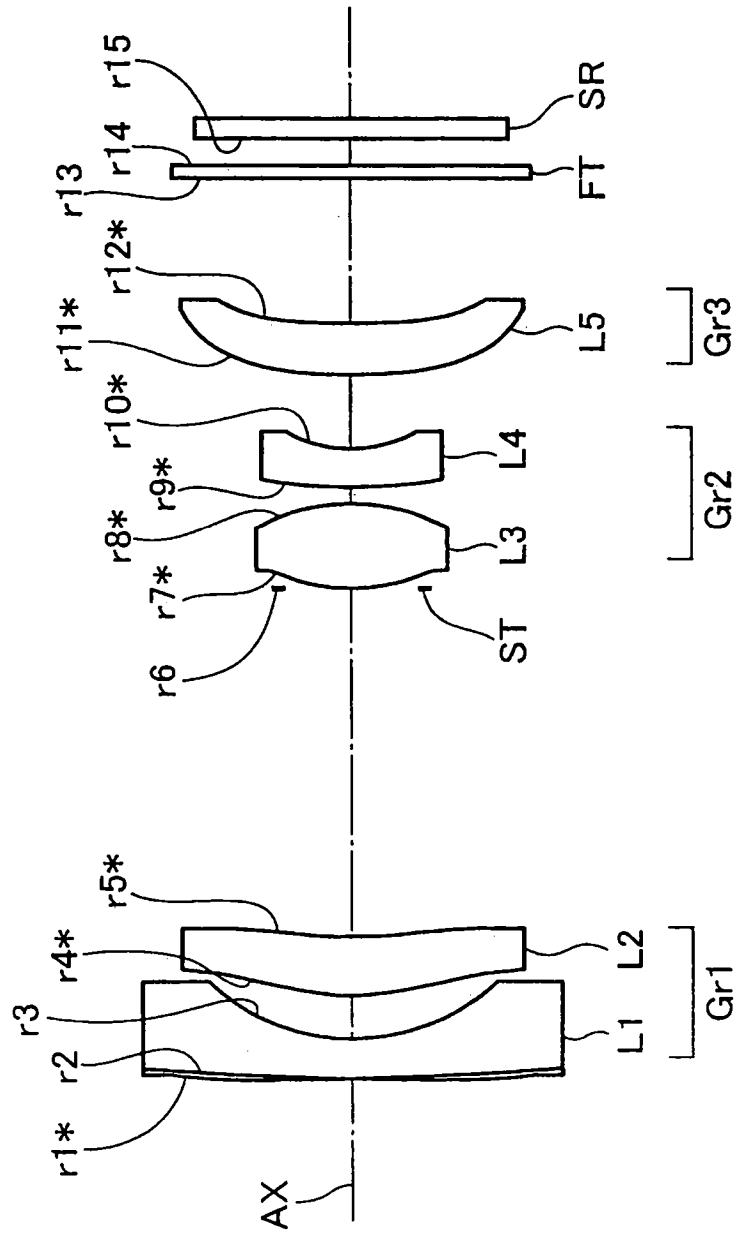


圖8

1C

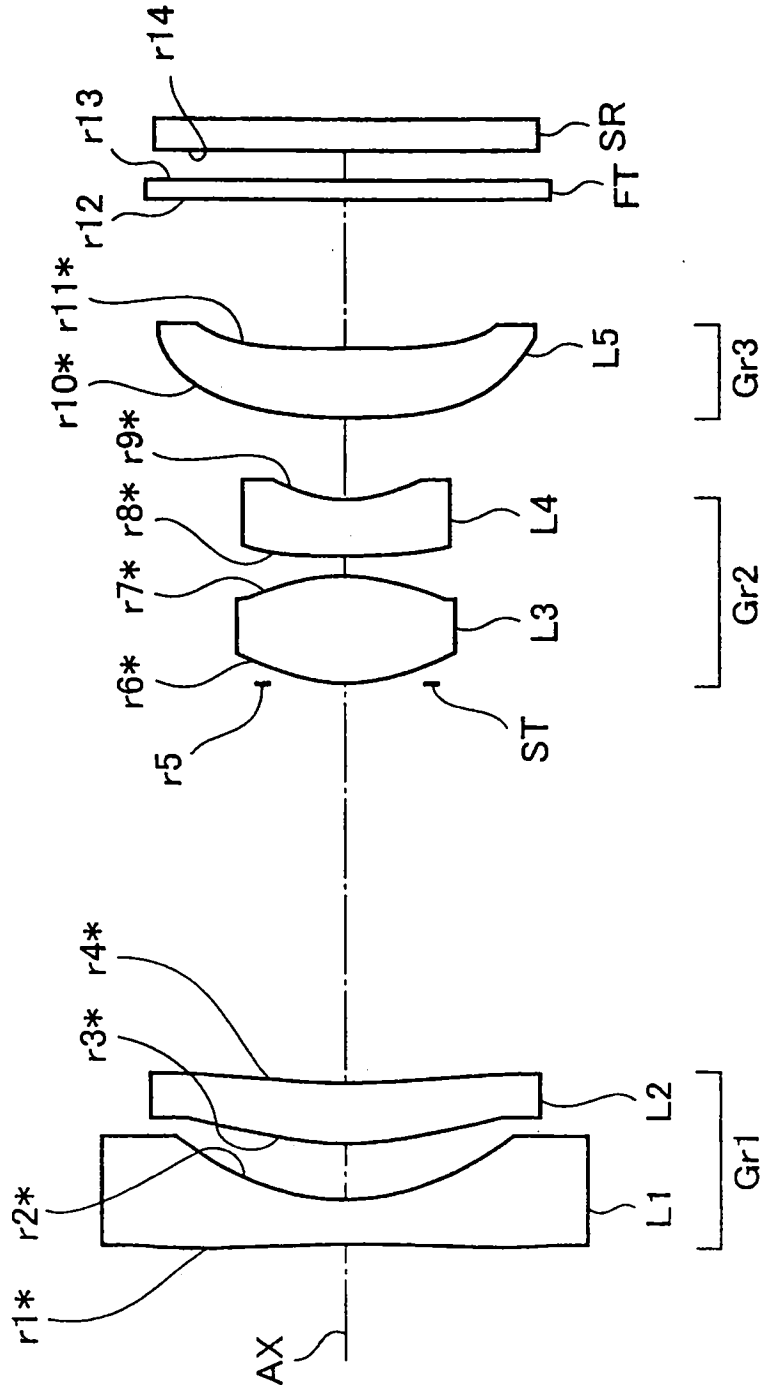


圖9

1D

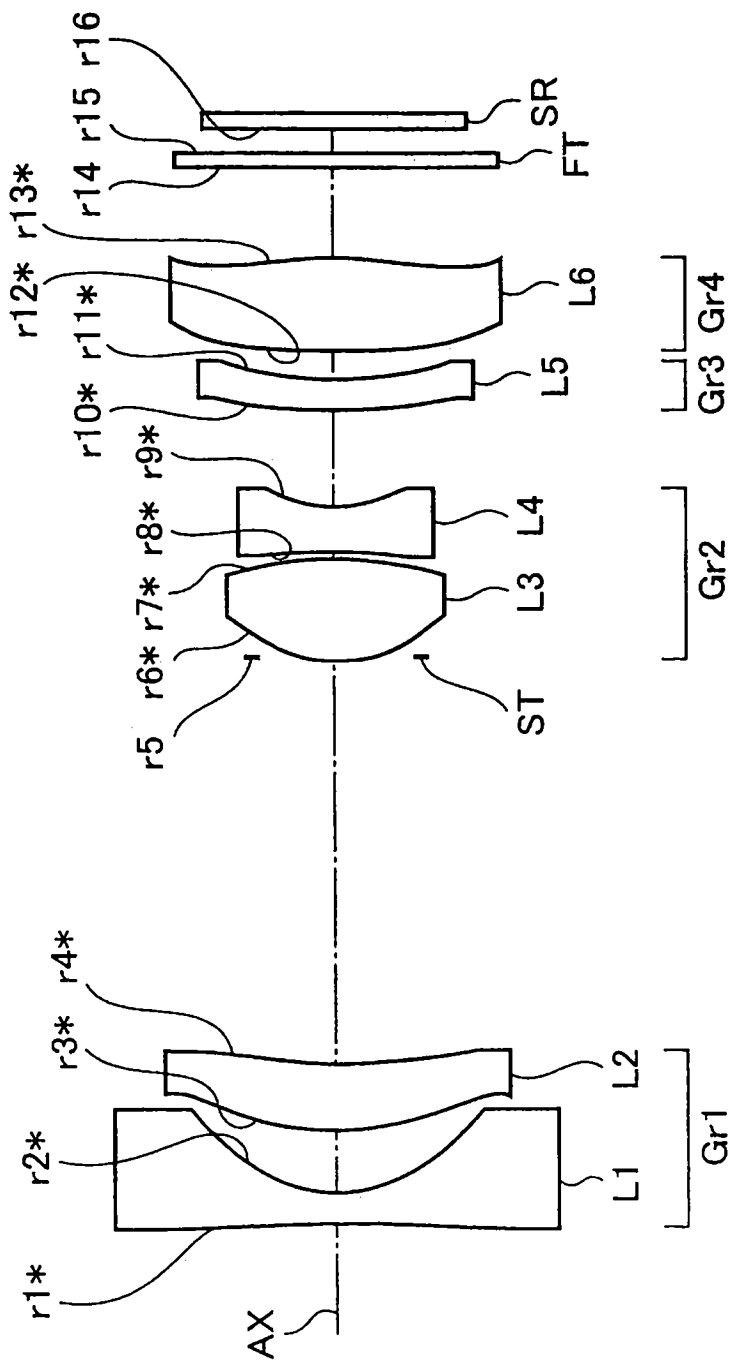


圖10

1E

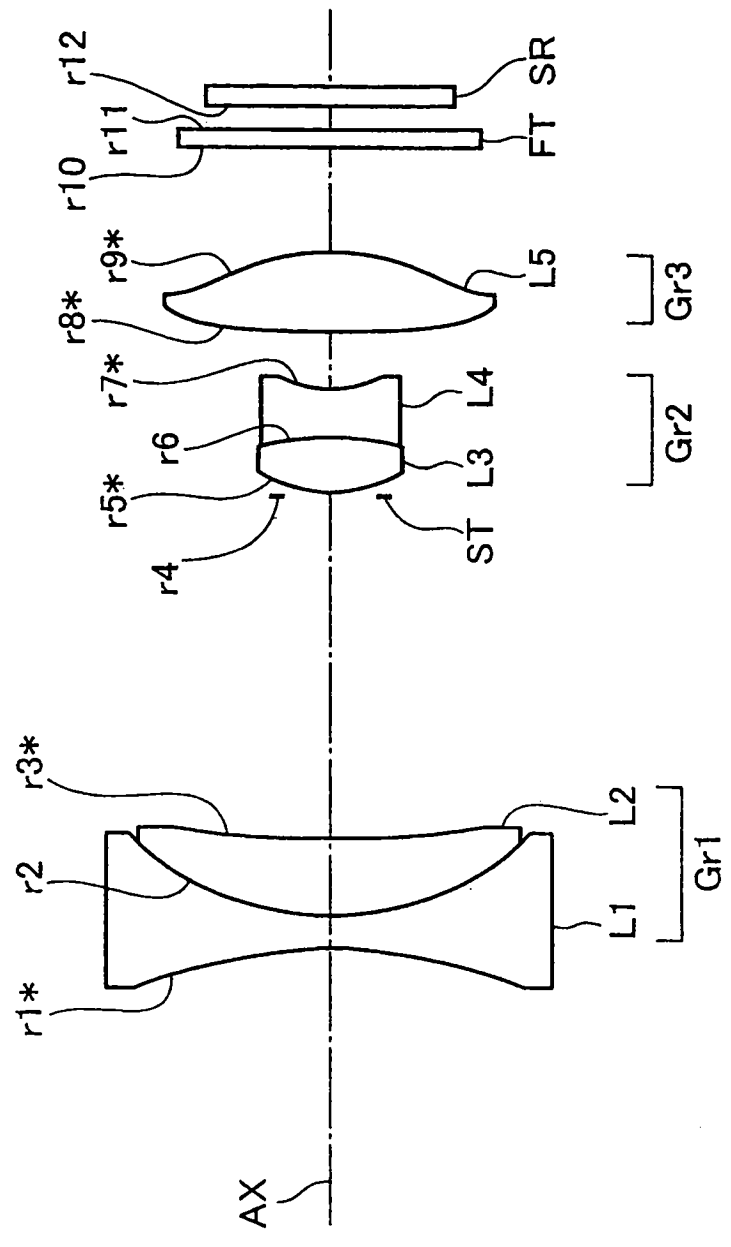


圖11

1F

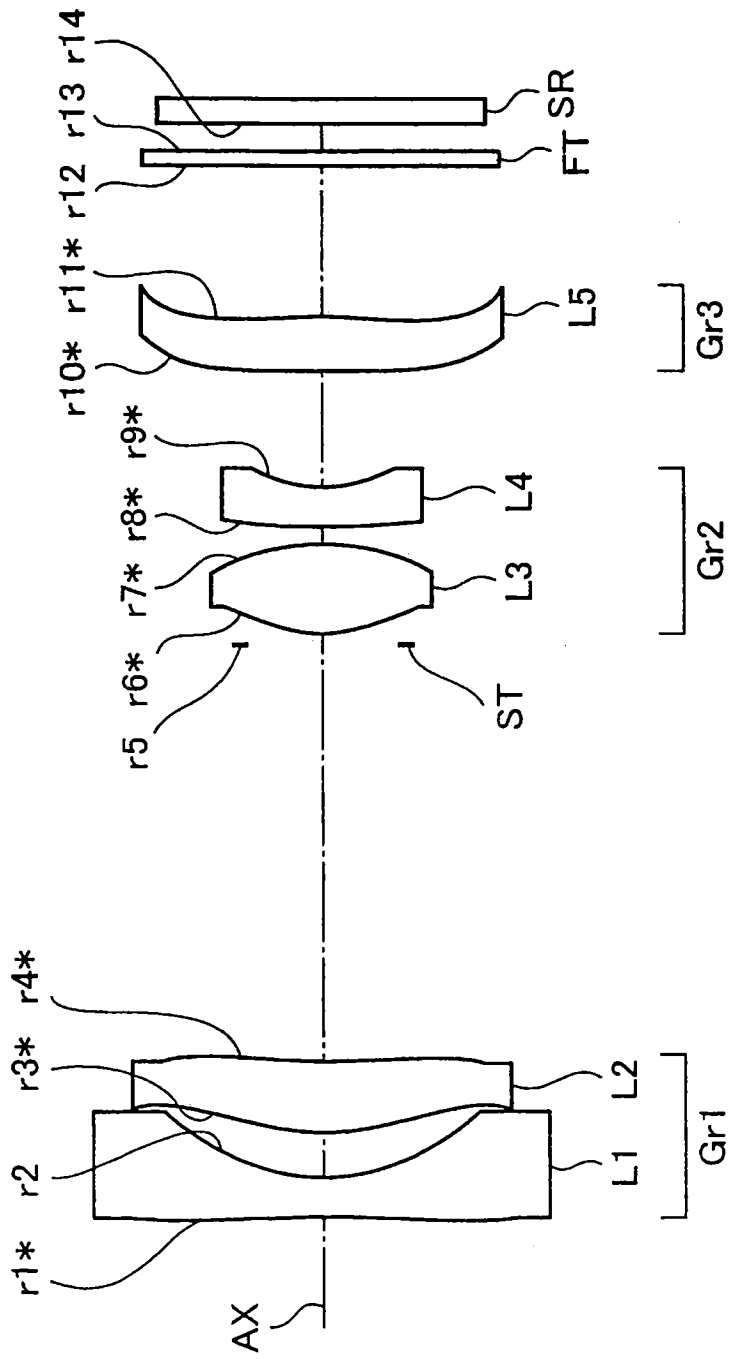


圖12

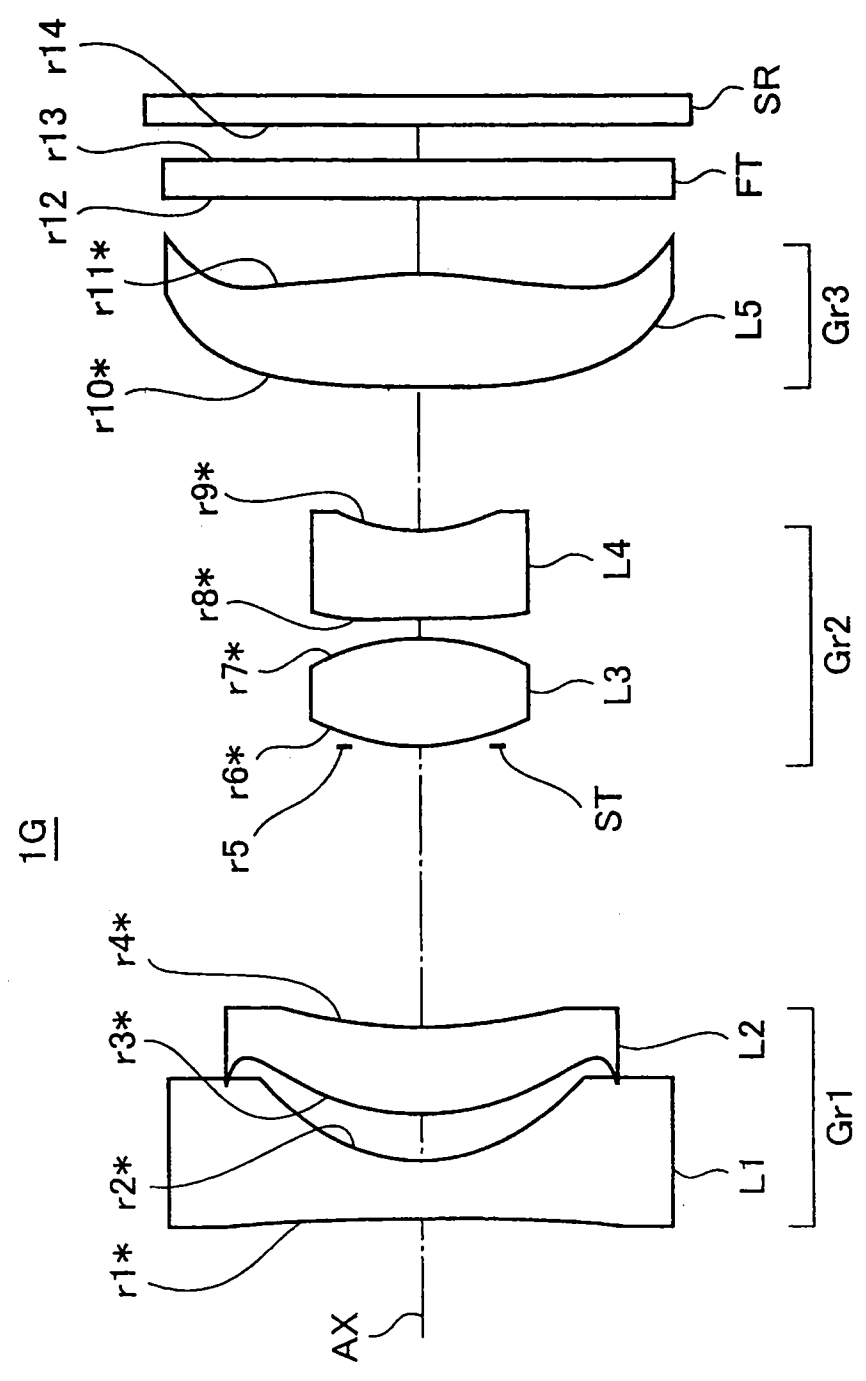


圖13

1H

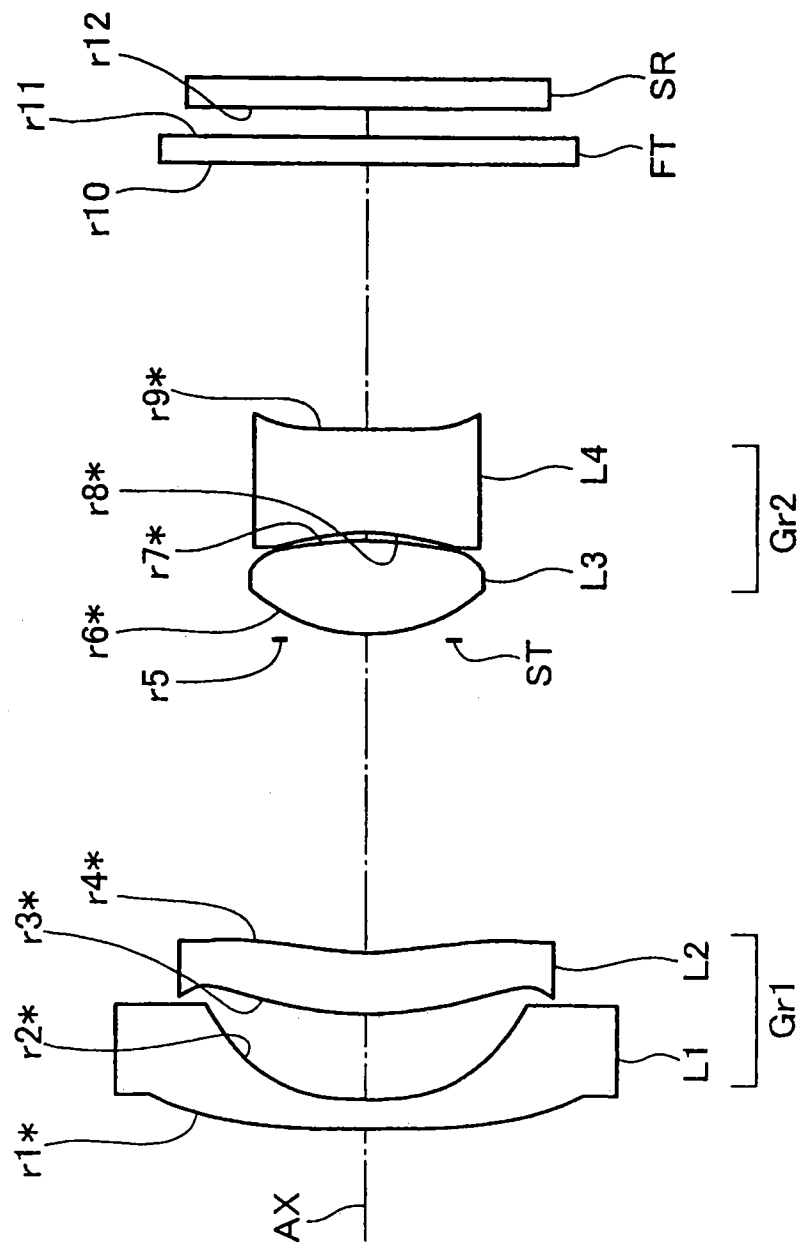


圖 14

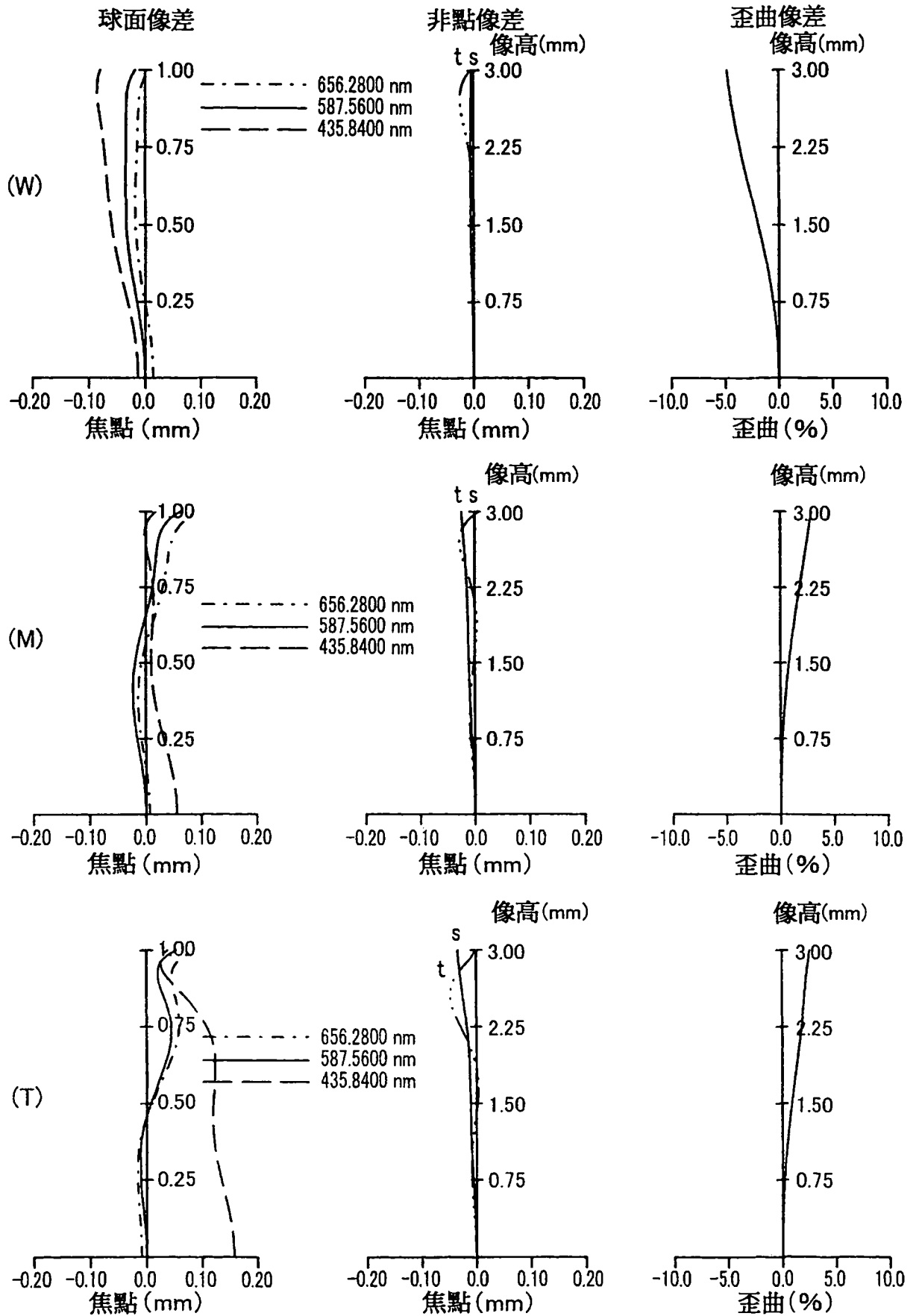


圖 15

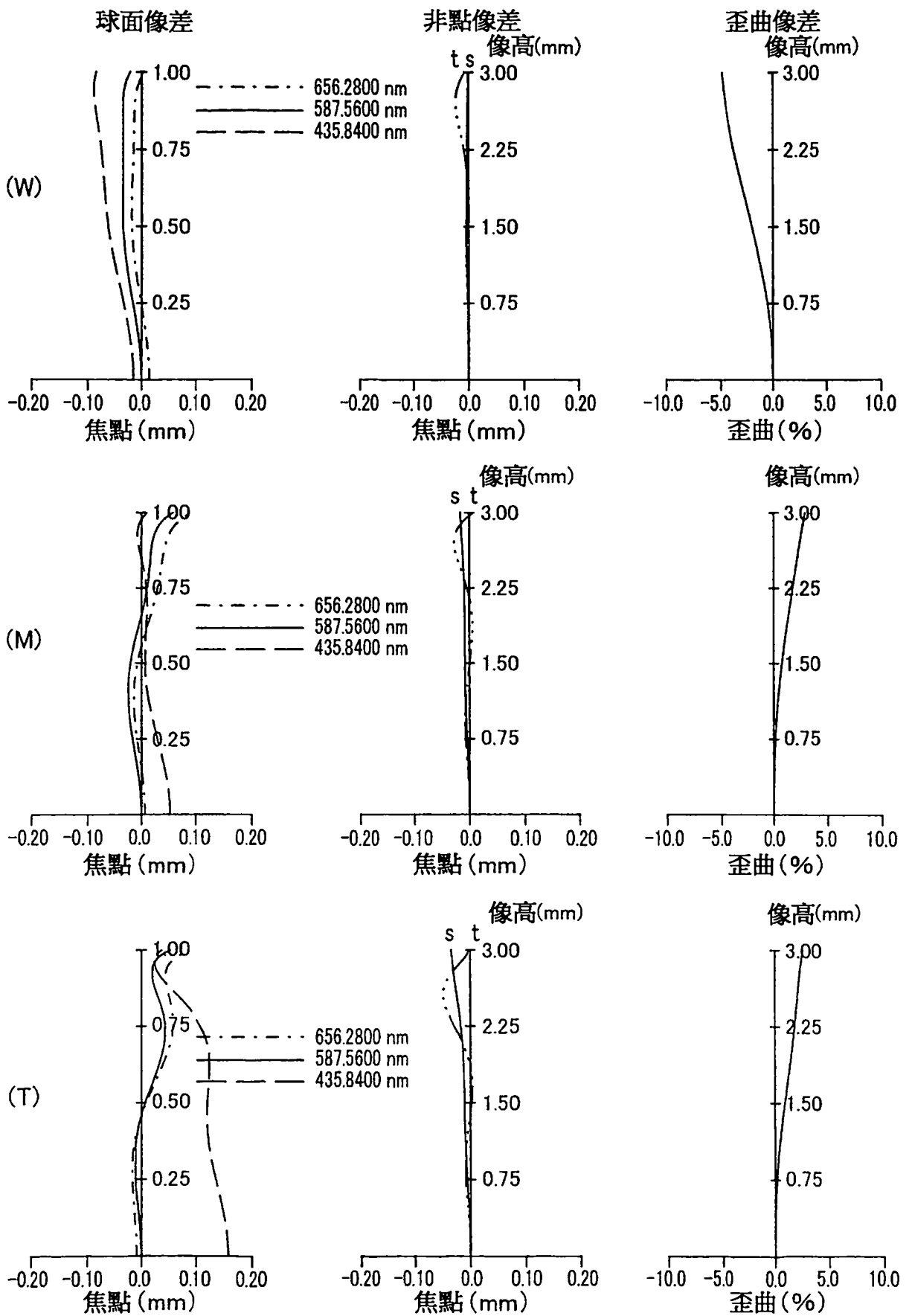


圖 16

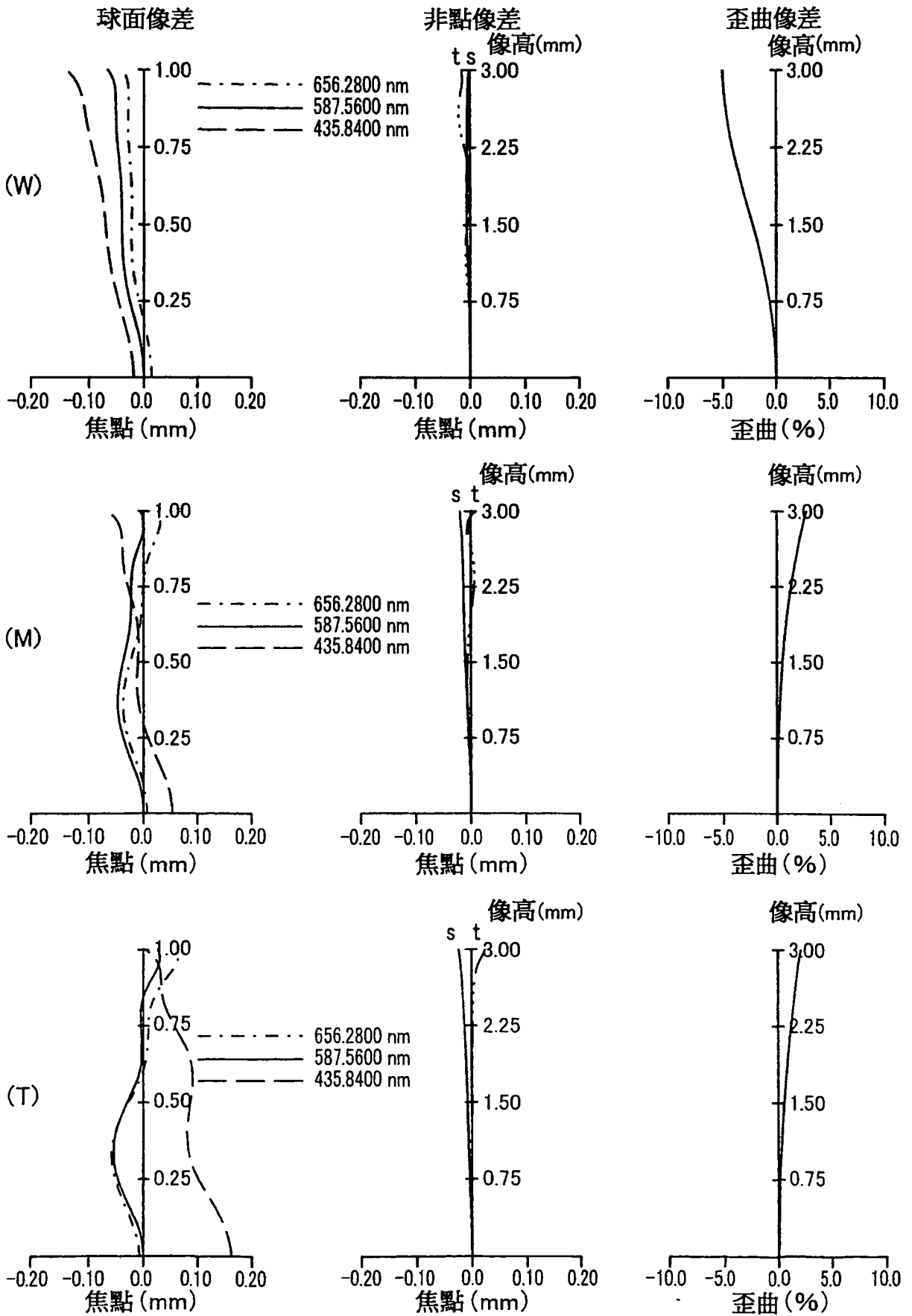


圖 17

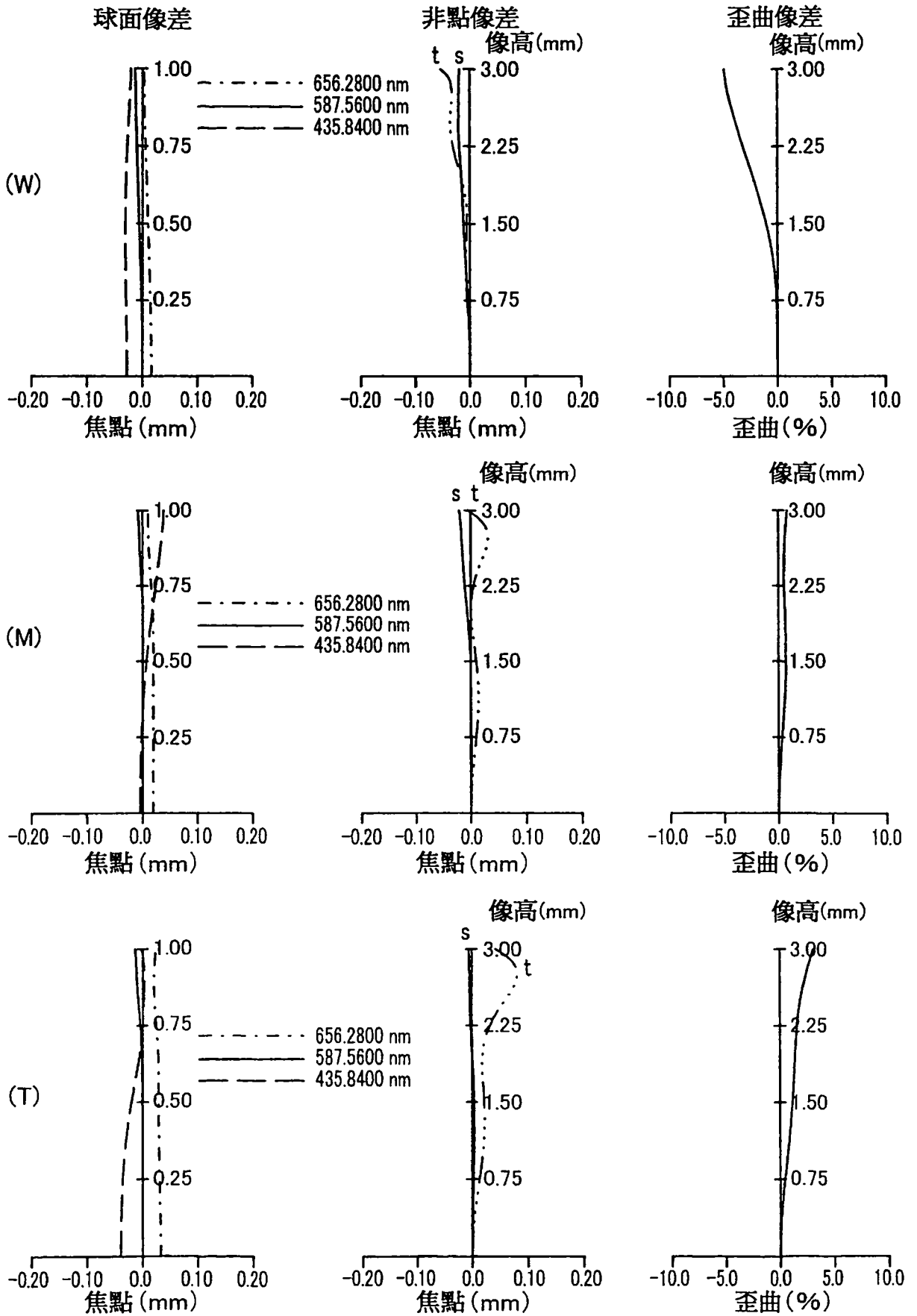


圖 18

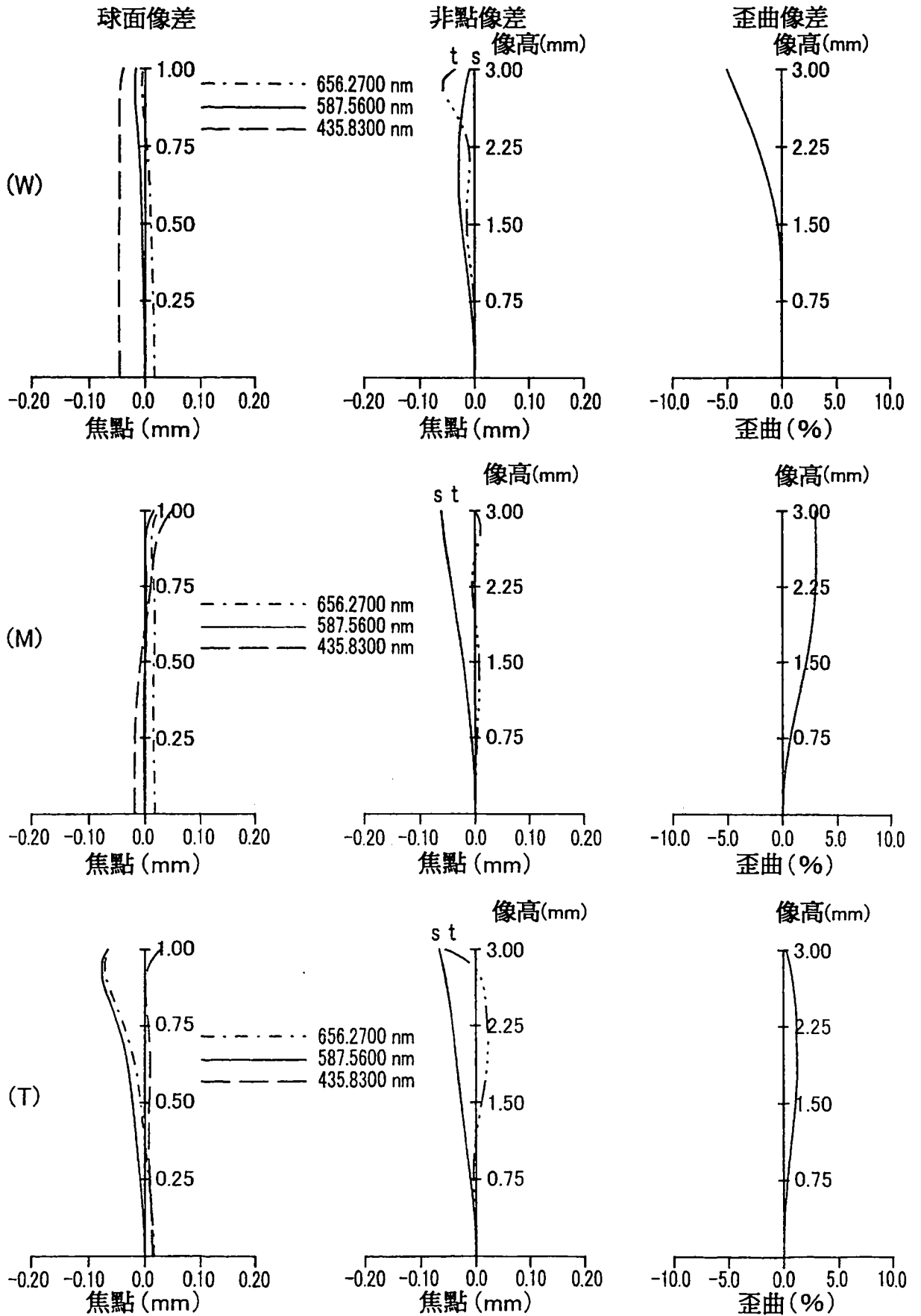


圖 19

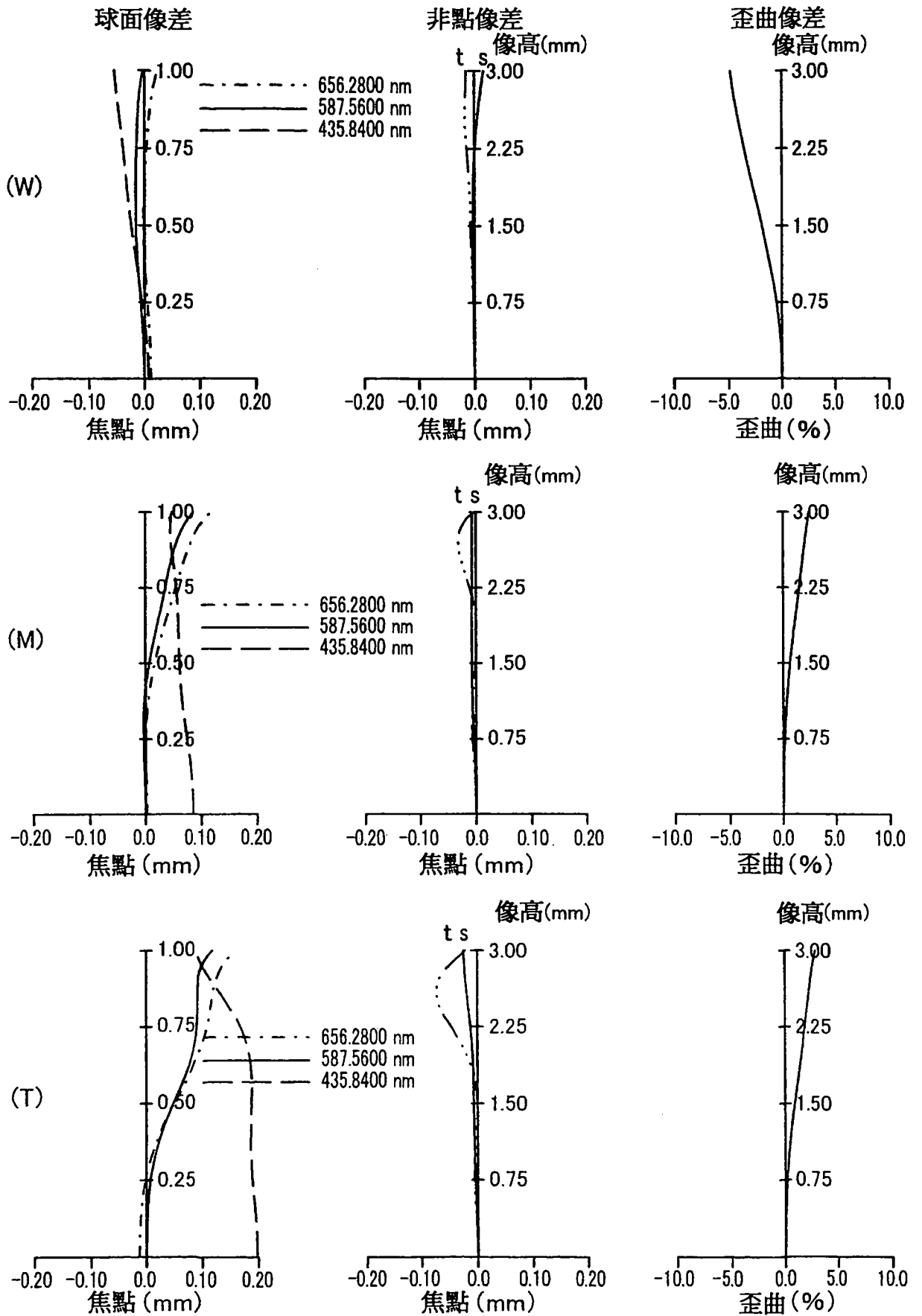


圖 20

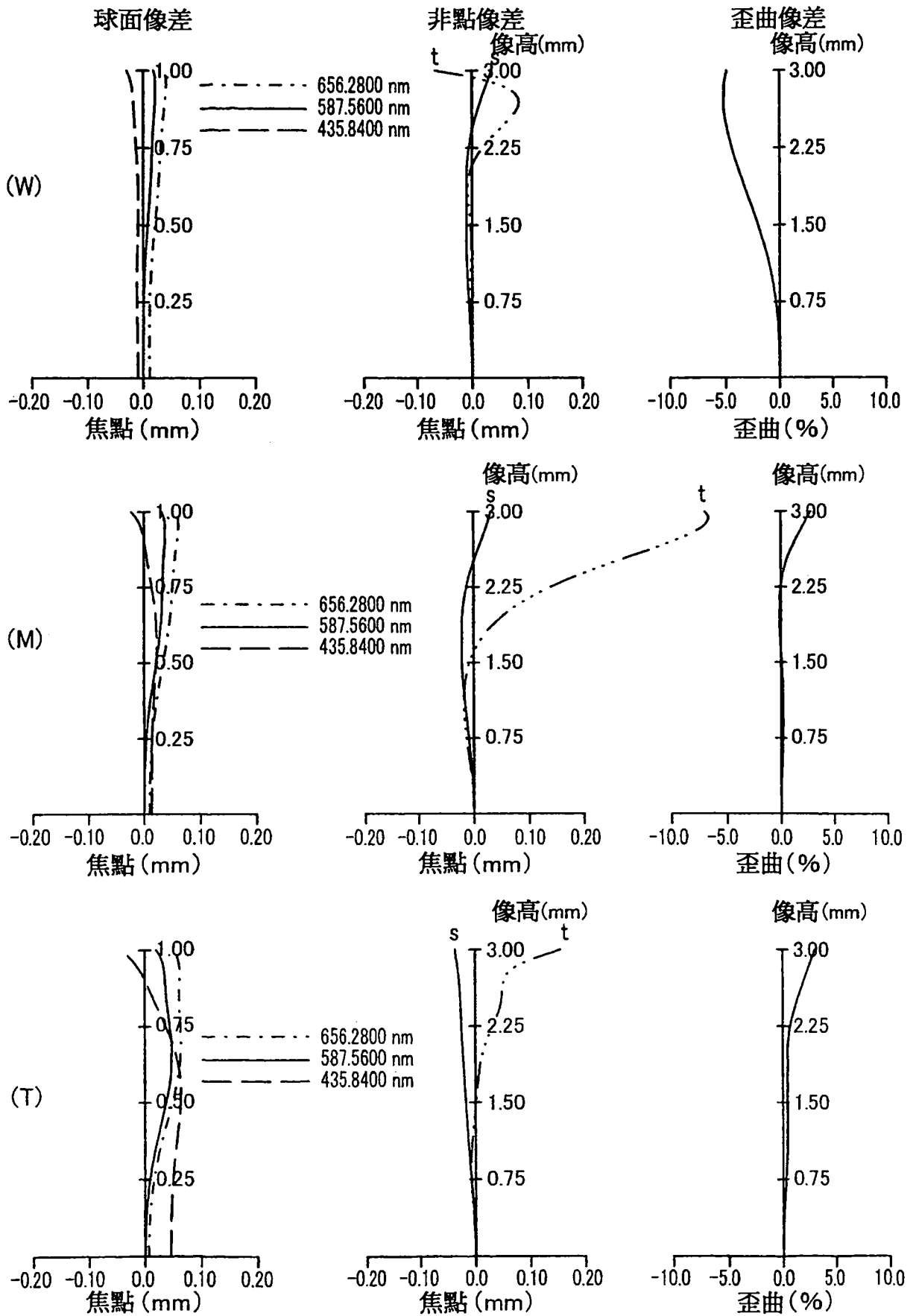


圖 21

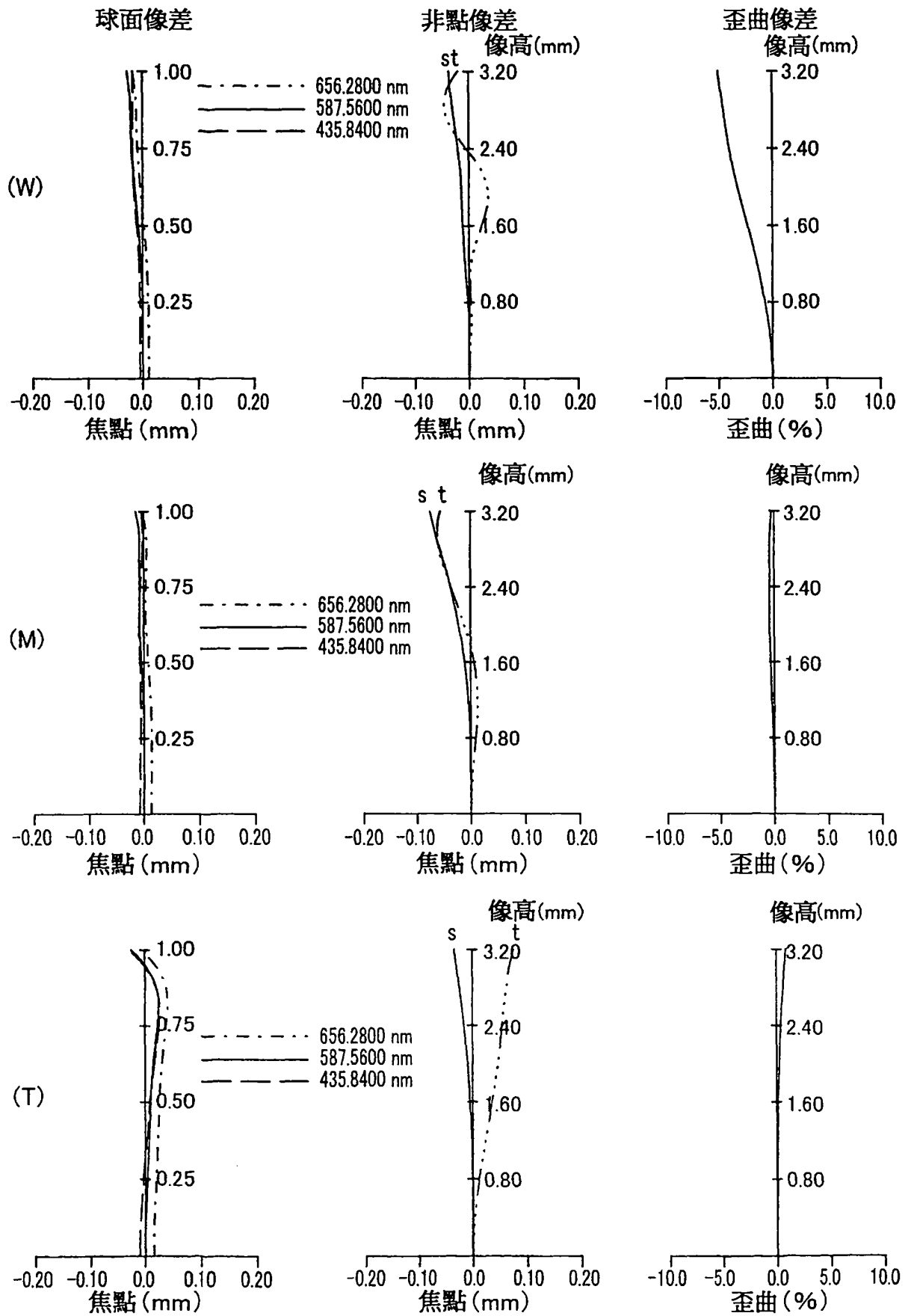
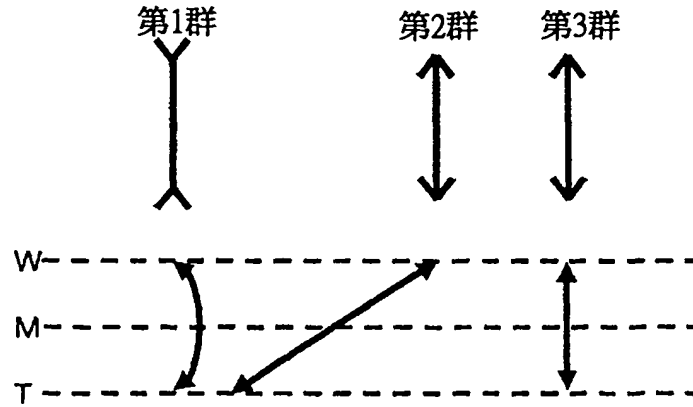
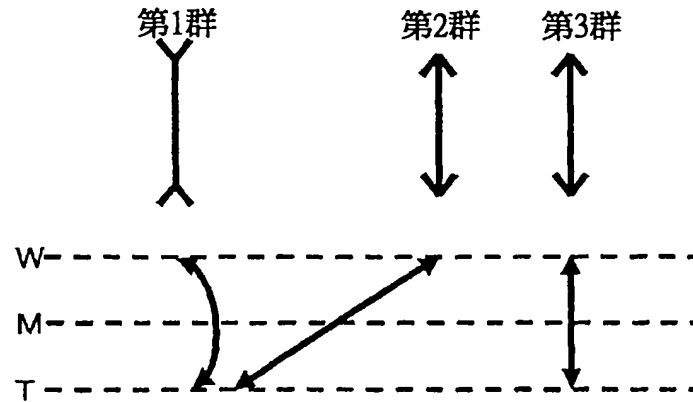


圖 22

實施例1、2、7 => 1群U型來回，3群固定。



實施例3 => 1群U型來回，3群固定。廣角端全長 > 望遠端全長



實施例4 => 1群U型來回，3群固定。4群固定。

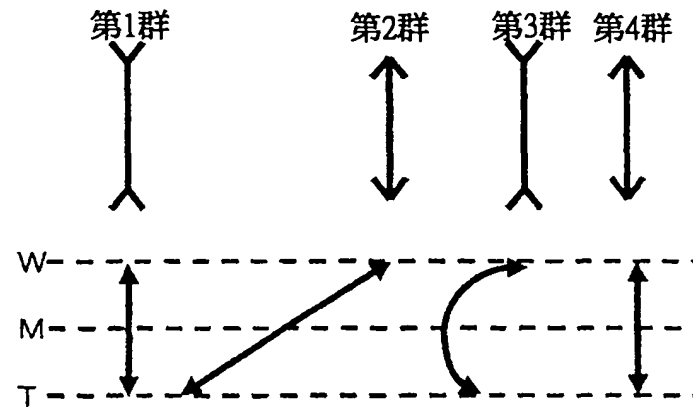
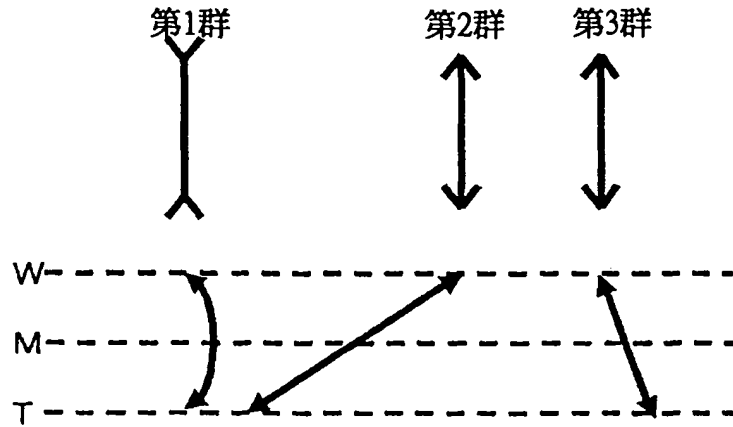
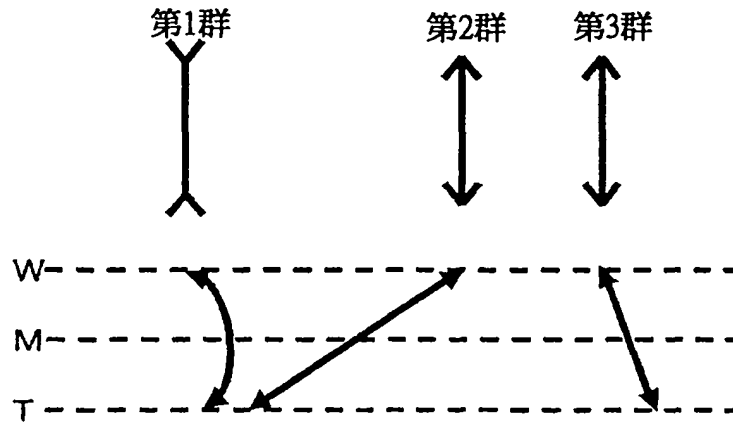


圖 23

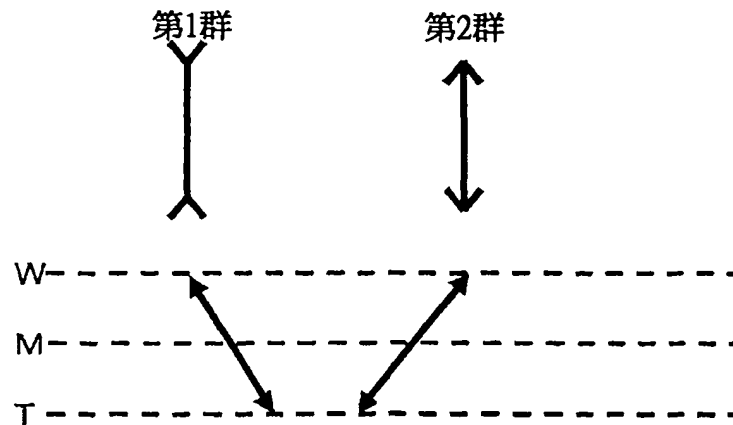
實施例5 => 1群U型來回。



實施例6 => 1群U型來回。廣角端全長 > 望遠端全長



實施例8



七、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第(1)圖

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

- 1：變倍光學系
- 11：第1透鏡群
- 12：第2透鏡群
- 13：第3透鏡群
- 14：光學光圈
- 15：攝像元件
- 16：低通濾鏡
- 111：負透鏡
- 112：彎月形透鏡
- 11a：透鏡最前面
- 11b：透鏡最後面
- 121：雙凸正透鏡
- 122：負彎月形透鏡
- 131：正彎月形透鏡
- H：被攝體

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無

(17)

若超過條件式 (17) 的上限，則爲了使像面入射角靠近遠心必須要爲非球面，又非球面凹陷量也會有變大之傾向，提高製造成本。另一方面，若低於條件式 (17) 的下限，則廣角端和望遠端的像面入射角之隔差會變大，導致周邊照度降低之傾向。

此處，針對之前定義過的非球面凹陷量，基於圖 2 來加以說明。現在，令光軸方向爲橫軸，透鏡徑方向爲縱軸，該橫軸和縱軸的焦點爲面頂點 a。然後，球面之曲線爲 p1 所示，非球面之曲線爲 p2 所示，令這些作爲球面及非球面的透鏡的最大有效半徑爲 r。此時，球面凹陷 (sag/sagitta) 量，係爲透鏡之面頂點 a 和對最大有效半徑 r 之球面曲線 p1 上的點之間的光軸方向之距離。然後，所謂非球面凹陷量，係爲表示透鏡之面頂點 a 和對最大有效半徑 r 之非球面曲線 p2 上的點之間的光軸方向之距離，和前記球面凹陷量之差分的參數。

[關於變倍光學系的各種理想樣態]

變倍光學系 1，係如下記條件式 (6) 所示， Lb/fW 之關係是

$$Lb/fW < 1.5 \quad \cdot \cdot \cdot (6)$$

，較爲理想。藉此，就沒有必要爲了確保較長後焦點而增強第 1 透鏡群 11 的負功率，不必加大前記負透鏡 111 的曲率，因此可抑制製造難易度的增高。

此外，上記 Lb 係當在攝像面前方有覆蓋玻璃時，則是將覆蓋玻璃之厚度轉換成空氣換算長後的距離。

又，如圖 1 所示，僅由第 1~第 3 透鏡群 11~13 之 3

(36)

〔表3〕

透鏡面	圓錐 係數	非球面係數			
		A	B	C	D
1	0	1.14E-03	2.74E-06	-9.09E-07	0.00E+00
3	0	-1.25E-03	-5.22E-04	-7.06E-06	1.80E-06
4	0	-4.04E-04	-9.03E-04	6.83E-05	-1.75E-06
6	0	-4.99E-03	-1.75E-03	1.75E-04	-1.15E-04
7	0	9.84E-03	-4.93E-03	6.51E-04	-3.66E-05
8	0	-2.17E-04	-1.74E-03	3.96E-05	2.29E-04
9	0	-8.65E-03	3.36E-03	-1.29E-03	5.76E-04
10	0	5.64E-03	-1.06E-04	-3.89E-06	1.48E-06
11	0	6.42E-03	2.30E-04	-7.18E-05	7.34E-06

表 2 所示，係從左起依序為各透鏡面的編號、各面的曲率半徑（單位為 mm）、廣角端（W）、中間點（M）及望遠端（T）的無限遠合焦狀態下的光軸上之各透鏡面的間隔（軸上面間隔）（單位為 mm）、各透鏡的折射率、以及阿貝數。軸上面間隔 M、T 之空欄，係表示和左邊 W 欄相同之值。此處，各光學面的編號 i ($i=1, 2, 3, \dots$)，係如圖 6 所示，從光路上之物體側起算為第 i 個光學面， i 後有標示 * 的面係表示非球面（非球面形狀的折射光學面或具有和非球面等價之折射作用的面）。此外，光學光圈（ST）、平行平板（FT）的兩面及攝像元件（SR）的受光面之各面因為係為平面，所以這些面的曲率半徑係為 ∞ 。

光學面的非球面形狀，係使用以面頂點為原點，從物體往攝像元件方向設為 z 軸的正方向的區域性的直角座標系 (x, y, z)，定義如下記 (23) 式。

民國 100 年 1 月 28 日修正

十、申請專利範圍

1. 一種變倍光學系，係從物體側起依序含有：具有負光學功率的第 1 透鏡群、和具有正光學功率的第 2 透鏡群，從廣角端往望遠端變倍時，前記第 1 透鏡群和前記第 2 透鏡群的間隔會變窄的變倍光學系，其特徵為，

前記第 1 透鏡群係從物體側起依序由：雙凹透鏡或朝物體側凸出的負彎月形透鏡、和朝物體側凸出之正彎月形透鏡之 2 片透鏡所成，

前記第 2 透鏡群係從物體側起依序由 1 片正透鏡和 1 片負透鏡所成，且滿足下記 (1)、(2)、(8)、(9)、(10) 之條件式：

$$0.5 < D1/fw < 0.8 \quad \cdot \cdot \cdot (1)$$

$$0.7 < f2/fw < 2.0 \quad \cdot \cdot \cdot (2)$$

其中，D1：前記第 1 透鏡群之透鏡最前面至前記第 1 透鏡群之透鏡最後面之光軸上的厚度，

fw：廣角端的全光學系之合成焦距

f2：前記第 2 透鏡群的合成焦距

$$0.7 < | f2n/f2p | < 1.8 \quad \cdot \cdot \cdot (8)$$

其中，f2p：前記第 2 透鏡群內的正透鏡之焦距

f2n：前記第 2 透鏡群內的負透鏡之焦距

$$N1p > 1.7 \quad \cdot \cdot \cdot (9)$$

$$| \nu 1p - \nu 1n | > 20 \quad \cdot \cdot \cdot (10)$$

其中， N_{1p} ：前記第 1 透鏡群內的正彎月形透鏡之折射率

ν_{1p} ：前記第 1 透鏡群內的正彎月形透鏡的阿貝數

ν_{1n} ：前記第 1 透鏡群內的負透鏡之阿貝數。

2. 一種變倍光學系，係從物體側起依序含有：具有負光學功率的第 1 透鏡群、和具有正光學功率的第 2 透鏡群，從廣角端往望遠端變倍時，前記第 1 透鏡群和前記第 2 透鏡群の間隔會變窄的變倍光學系，其特徵為，

前記第 1 透鏡群係從物體側起依序由：雙凹透鏡或朝物體側凸出的負彎月形透鏡、和朝物體側凸出之正彎月形透鏡之 2 片透鏡所成，

前記第 2 透鏡群係從物體側起依序由 1 片正透鏡和 1 片負透鏡所成，且滿足下記 (3)、(4)、(8)、(9)、(10) 之條件式：

$$|\Delta Z_{1pi}/d_{1pi}| < 0.2 \quad \dots (3)$$

$$0.7 < f_2/f_w < 2.0 \quad \dots (4)$$

其中， ΔZ_{1pi} ：前記第 1 透鏡群內的正透鏡之像側面中，以面頂點為基準之最大有效半徑上的凹陷量

d_{1pi} ：第 1 透鏡群內的正透鏡的像側面上的最大有效半徑

f_w ：廣角端的全光學系之合成焦距

f_2 ：前記第 2 透鏡群的合成焦距

$$0.7 < |f_{2n}/f_{2p}| < 1.8 \quad \dots (8)$$

其中， f_{2p} ：前記第 2 透鏡群內的正透鏡之焦距

f_{2n} ：前記第 2 透鏡群內的負透鏡之焦距

$$N_{1p} > 1.7 \quad \cdot \cdot \cdot (9)$$

$$| \nu_{1p} - \nu_{1n} | > 20 \quad \cdot \cdot \cdot (10)$$

其中， N_{1p} ：前記第 1 透鏡群內的正彎月形透鏡之折射率

ν_{1p} ：前記第 1 透鏡群內的正彎月形透鏡的阿貝數

ν_{1n} ：前記第 1 透鏡群內的負透鏡之阿貝數。

3.如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所記載之變倍光學系，其中，在前記第 2 透鏡群的像側，具有擁有正光學功率的第 3 透鏡群。

4.如申請專利範圍第 3 項所記載之變倍光學系，其中，前記變倍光學系，是僅由前記第 1～第 3 透鏡群之 3 個透鏡群所構成。

5.如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所記載之變倍光學系，其中，前記第 1 透鏡群之負透鏡是滿足下記 (5) 之條件式：

$$1 < T_{1e}/T_{1c} < 4 \quad \cdot \cdot \cdot (5)$$

其中， T_{1e} ：前記負透鏡之光軸方向上的厚度之最大值

T_{1c} ：前記負透鏡在光軸上的厚度。

6.如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所記載之變倍光學系，其中，在攝像元件是被配置在像側的情況下，滿足下記 (6) 之條件式：

$$Lb/fw < 1.5 \quad \cdot \cdot \cdot (6)$$

其中，Lb：於望遠端中，從位於最靠近像側之具有功率的透鏡面的面頂點起，至前記攝像元件的攝像面為止的光軸上之距離（空氣換算長）。

7.如申請專利範圍第4項所記載之變倍光學系，其中，前記第3透鏡群，係從廣角端往望遠端變倍時是被固定。

8.如申請專利範圍第1項或第2項所記載之變倍光學系，其中，前記第1透鏡群，係滿足下記(7)之條件式：

$$0.2 < |f1n/f1p| < 0.5 \quad \cdot \cdot \cdot (7)$$

其中，f1p：前記第1透鏡群內的正彎月形透鏡之焦距

f1n：前記第1透鏡群內的負透鏡之焦距。

9.如申請專利範圍第1項或第2項所記載之變倍光學系，其中，前記第2透鏡群，係從物體側起依序由：雙凸透鏡、和強的凹面是朝向像側之雙凹透鏡或負彎月形透鏡之2片透鏡所成。

10.如申請專利範圍第1項或第2項所記載之變倍光學系，其中，前記第2透鏡群，是滿足下記(11)、(12)之條件式：

$$|N2p - N2n| > 0.15 \quad \cdot \cdot \cdot (11)$$

$$|\nu 2p - \nu 2n| > 30 \quad \cdot \cdot \cdot (12)$$

其中，N2p：前記第2透鏡群內的正透鏡之折射率

ν_{2p} ：前記第 2 透鏡群內的正透鏡的阿貝數

N_{2n} ：前記第 2 透鏡群內的負透鏡之折射率

ν_{2n} ：前記第 2 透鏡群內的負透鏡之阿貝數。

11.如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所記載之變倍光學系，其中，前記第 2 透鏡群的物體側具有開口光圈，前記開口光圈係其光圈徑是被固定。

12.如申請專利範圍第 1 項或第 2 項之任一項所記載之變倍光學系，其中，藉由令前記第 1 透鏡群往物體側移動，以進行從無限遠物體往近距離物體的對焦。

13.如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所記載之變倍光學系，其中，前記第 2 透鏡群，係含有接合透鏡。

14.如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所記載之變倍光學系，其中，前記第 1 透鏡群，係含有接合透鏡。

15.如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所記載之變倍光學系，其中，具有至少 1 片的樹脂材料製透鏡。

16.如申請專利範圍第 15 項所記載之變倍光學系，其中，前記樹脂材料製透鏡，係為使用在樹脂材料中分散了最大長 30 奈米以下之無機粒子的素材而成形之透鏡。

17.如申請專利範圍第 16 項所記載之變倍光學系，其中，前記第 3 透鏡群或比第 3 透鏡群靠近像側的透鏡群內的正透鏡，係為前記樹脂材料製透鏡。

18.一種變倍光學系，係從物體側起依序由：具有負光學功率的第 1 透鏡群、和具有正光學功率的第 2 透鏡群、和具有正光學功率的第 3 透鏡群，所配置而成的 3 個透

鏡群所成，且從廣角端往望遠端變倍時，前記第 1 透鏡群和前記第 2 透鏡群的間隔會變窄的變倍光學系，其特徵為

前記第 1 透鏡群係從物體側起依序由：雙凹透鏡或朝物體側凸出的負彎月形透鏡、和朝物體側凸出之正彎月形透鏡之 2 片透鏡所成，

前記第 2 透鏡群係從物體側起依序由 1 片正透鏡和 1 片負透鏡所成，且滿足下記（1）、（2）、（5）、（8）、（9）、（10）之條件式，且

前記第 1 透鏡群內中位於最靠近物體側之負透鏡是滿足下記（5）之條件式：

$$0.5 < D1/fw < 0.8 \quad \cdot \cdot \cdot (1)$$

$$0.7 < f2/fw < 2.0 \quad \cdot \cdot \cdot (2)$$

其中，D1：前記第 1 透鏡群之透鏡最前面至前記第 1 透鏡群之透鏡最後面之光軸上的厚度

fw：廣角端的全光學系之合成焦距

f2：前記第 2 透鏡群的合成焦距

$$1 < T1e/T1c < 4 \quad \cdot \cdot \cdot (5)$$

其中，T1e：前記第 1 透鏡群的前記負透鏡之光軸方向上的厚度之最大值

T1c：前記第 1 透鏡群的前記負透鏡在光軸上的厚度

$$0.7 < | f2n/f2p | < 1.8 \quad \cdot \cdot \cdot (8)$$

其中，f2p：前記第 2 透鏡群內的正透鏡之焦距

f_{2n} ：前記第 2 透鏡群內的負透鏡之焦距

$$N_{1p} > 1.7 \quad \cdot \cdot \cdot (9)$$

$$|\nu_{1p} - \nu_{1n}| > 20 \quad \cdot \cdot \cdot (10)$$

其中， N_{1p} ：前記第 1 透鏡群內的正彎月形透鏡之折射率

ν_{1p} ：前記第 1 透鏡群內的正彎月形透鏡的阿貝數

ν_{1n} ：前記第 1 透鏡群內的負透鏡之阿貝數。

19. 一種變倍光學系，係從物體側起依序含有：具有負光學功率的第 1 透鏡群、和具有正光學功率的第 2 透鏡群、和具有正光學功率的第 3 透鏡群，且從廣角端往望遠端變倍時，前記第 1 透鏡群和前記第 2 透鏡群の間隔會變窄的變倍光學系，其特徵為，

前記第 3 透鏡群，係從廣角端往望遠端變倍時是被固定；

前記第 1 透鏡群，係從物體側起依序由：雙凹透鏡或朝物體側凸出的負彎月形透鏡、和朝物體側凸出之正彎月形透鏡之 2 片透鏡所成，

前記第 2 透鏡群係從物體側起依序由 1 片正透鏡和 1 片負透鏡所成，且滿足下記 (1)、(2)、(7)、(8)、(9)、(10) 之條件式：

$$0.5 < D1/fw < 0.8 \quad \cdot \cdot \cdot (1)$$

$$0.7 < f2/fw < 2.0 \quad \cdot \cdot \cdot (2)$$

其中， $D1$ ：前記第 1 透鏡群之透鏡最前面至前記第 1

透鏡群之透鏡最後面之光軸上的厚度

f_w ：廣角端的全光學系之合成焦距

f_2 ：前記第 2 透鏡群的合成焦距

$$0.2 < |f_{1n}/f_{1p}| < 0.5 \quad \cdot \cdot \cdot (7)$$

其中， f_{1p} ：前記第 1 透鏡群內的正彎月形透鏡之焦距

f_{1n} ：前記第 1 透鏡群內的負透鏡之焦距

$$0.7 < |f_{2n}/f_{2p}| < 1.8 \quad \cdot \cdot \cdot (8)$$

其中， f_{2p} ：前記第 2 透鏡群內的正透鏡之焦距

f_{2n} ：前記第 2 透鏡群內的負透鏡之焦距

$$N_{1p} > 1.7 \quad \cdot \cdot \cdot (9)$$

$$|\nu_{1p} - \nu_{1n}| > 20 \quad \cdot \cdot \cdot (10)$$

其中， N_{1p} ：前記第 1 透鏡群內的正彎月形透鏡之折射率

ν_{1p} ：前記第 1 透鏡群內的正彎月形透鏡的阿貝數

ν_{1n} ：前記第 1 透鏡群內的負透鏡之阿貝數。

20. 一種變倍光學系，係從物體側起依序含有：具有負光學功率的第 1 透鏡群、和具有正光學功率的第 2 透鏡群、和具有正光學功率的第 3 透鏡群，且從廣角端往望遠端變倍時，前記第 1 透鏡群和前記第 2 透鏡群の間隔會變窄的變倍光學系，其特徵為，

前記第 3 透鏡群，係由朝物體側凸出之正彎月形透鏡 1 片所構成；

前記第 1 透鏡群，係從物體側起依序由：雙凹透鏡或朝物體側凸出的負彎月形透鏡、和朝物體側凸出之正彎月形透鏡之 2 片透鏡所成；

前記第 2 透鏡群係從物體側起依序由 1 片正透鏡和 1 片負透鏡所成；

且滿足下記 (3)、(4)、(8)、(9)、(10) 之條件式：

$$|\Delta Z1pi/d1pi| < 0.2 \quad \dots (3)$$

$$0.7 < f2/fw < 2.0 \quad \dots (4)$$

其中， $\Delta Z1pi$ ：前記第 1 透鏡群內的正透鏡之像側面中，以面頂點為基準之最大有效半徑上的凹陷量

$d1pi$ ：第 1 透鏡群內的正透鏡的像側面上的最大有效半徑

fw ：廣角端的全光學系之合成焦距

$f2$ ：前記第 2 透鏡群的合成焦距

$$0.7 < |f2n/f2p| < 1.8 \quad \dots (8)$$

其中， $f2p$ ：前記第 2 透鏡群內的正透鏡之焦距

$f2n$ ：前記第 2 透鏡群內的負透鏡之焦距

$$N1p > 1.7 \quad \dots (9)$$

$$|\nu 1p - \nu 1n| > 20 \quad \dots (10)$$

其中， $N1p$ ：前記第 1 透鏡群內的正彎月形透鏡之折射率

$\nu 1p$ ：前記第 1 透鏡群內的正彎月形透鏡的阿貝數

ν_{1n} ：前記第 1 透鏡群內的負透鏡之阿貝數。

21. 一種變倍光學系，係從物體側起依序由：具有負光學功率的第 1 透鏡群、和具有正光學功率的第 2 透鏡群、和具有正光學功率的第 3 透鏡群，所配置而成的 3 個透鏡群所成，且從廣角端往望遠端變倍時，前記第 1 透鏡群和前記第 2 透鏡群の間隔會變窄的變倍光學系，其特徵為

前記第 3 透鏡群，係從廣角端往望遠端變倍時是被固定；另一方面，

藉由令前記第 3 透鏡群往物體側移動，以進行從無限遠物體往近距離物體的對焦；

前記第 1 透鏡群係從物體側起依序由：雙凹透鏡或朝物體側凸出的負彎月形透鏡、和朝物體側凸出之正彎月形透鏡之 2 片透鏡所成，

前記第 2 透鏡群係從物體側起依序由 1 片正透鏡和 1 片負透鏡所成，且滿足下記 (3)、(4)、(8)、(9)、(10) 之條件式：

$$|\Delta Z_{1pi}/d_{1pi}| < 0.2 \quad \dots (3)$$

$$0.7 < f_2/f_w < 2.0 \quad \dots (4)$$

其中， ΔZ_{1pi} ：前記第 1 透鏡群內的正透鏡之像側面中，以面頂點為基準之最大有效半徑上的凹陷量

d_{1pi} ：第 1 透鏡群內的正透鏡的像側面上的最大有效半徑

f_w ：廣角端的全光學系之合成焦距

f_2 ：前記第 2 透鏡群的合成焦距

$$0.7 < | f_{2n}/f_{2p} | < 1.8 \quad \cdot \cdot \cdot (8)$$

其中， f_{2p} ：前記第 2 透鏡群內的正透鏡之焦距

f_{2n} ：前記第 2 透鏡群內的負透鏡之焦距

$$N_{1p} > 1.7 \quad \cdot \cdot \cdot (9)$$

$$| \nu_{1p} - \nu_{1n} | > 20 \quad \cdot \cdot \cdot (10)$$

其中， N_{1p} ：前記第 1 透鏡群內的正彎月形透鏡之折射率

ν_{1p} ：前記第 1 透鏡群內的正彎月形透鏡的阿貝數

ν_{1n} ：前記第 1 透鏡群內的負透鏡之阿貝數。

22. 一種攝像透鏡裝置，其特徵為，具備申請專利範圍第 1 項或第 2 項所記載之變倍光學系，和將光學像轉換成電氣訊號的攝像元件；

前記變倍光學系是可在前記攝像元件的受光面上，形成被攝體的光學像。

23. 一種數位機器，其特徵為，

具備：

申請專利範圍第 22 項所記載之攝像透鏡裝置；和

令前記攝像透鏡裝置及攝像元件上形成被攝體之靜止畫影像及動畫攝影之至少一者之攝影的控制部；

前記攝像透鏡裝置的變倍光學系，是被組裝成，可在前記攝像元件的受光面上形成被攝體之光學像。

24. 如申請專利範圍第 23 項所記載之數位機器，其中

，前記數位機器係為攜帶型終端。