



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 新型說明書公告本

(11) 證書號數：TW M547110 U

(45) 公告日：中華民國 106 (2017) 年 08 月 11 日

(21) 申請案號：105210804

(22) 申請日：中華民國 105 (2016) 年 07 月 18 日

(51) Int. Cl. : G02B9/34 (2006.01)

G02B13/00 (2006.01)

(71) 申請人：先進光電科技股份有限公司(中華民國) ABILITY OPTO-ELECTRONICS
TECHNOLOGY CO. LTD. (TW)

臺中市大雅區中部科學工業園區科雅路 33 號 2 樓

(72) 新型創作人：賴建勳 LAI, CHIEN HSUN (TW)；廖國裕 LIAO, KUO YU (TW)；劉耀維 LIU, YAO
WEI (TW)；張永明 CHANG, YEONG MING (TW)

(74) 代理人：賴振東

(NOTE) 備註：相同的創作已於同日申請發明專利(Another patent application for invention in respect
of the same creation has been filed on the same date)

申請專利範圍項數：25 項 圖式數：6 共 79 頁

(54) 名稱

可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統

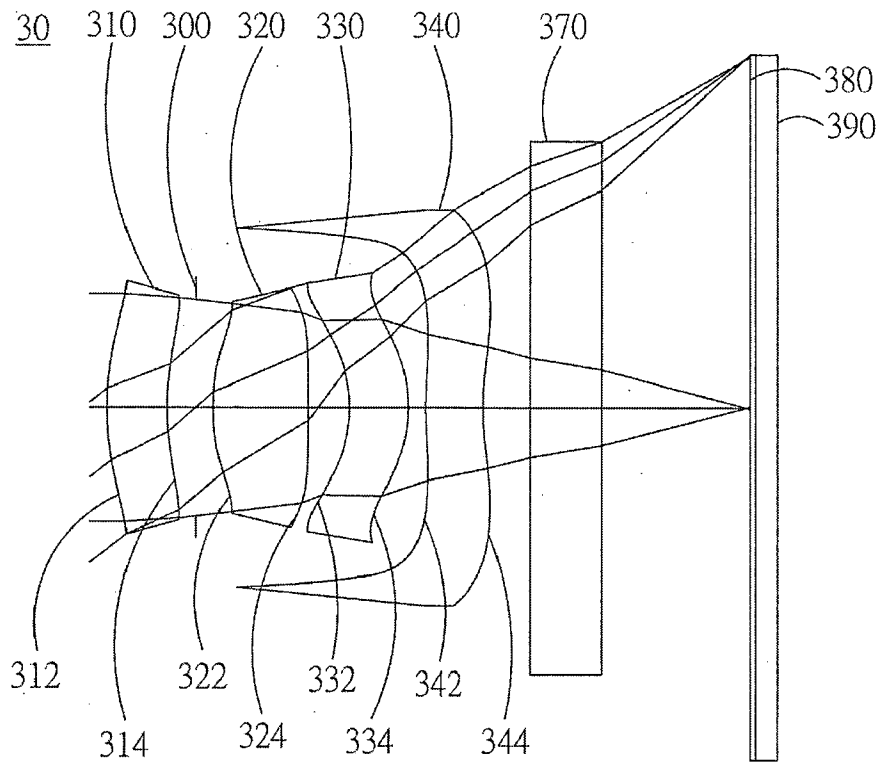
OPTICAL IMAGE CAPTURING SYSTEM WITH LOW FOCAL PLANE OFFSET FOR VISIBLE
LIGHT AND IR LIGHT

(57) 摘要

一種可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統，由物側至像側依序包含第一透鏡、第二透鏡、第三透鏡以及第四透鏡。第一透鏡具有屈折力，其物側面可為凸面。第二透鏡至第三透鏡具有屈折力，前述各透鏡之兩表面可皆為非球面。第四透鏡可具有正屈折力，其兩表面皆為非球面，其中第四透鏡的至少一表面可具有反曲點。光學成像系統中具屈折力的透鏡為第一透鏡至第四透鏡。當滿足特定條件時，可具備更大的收光以及更佳的光路調節能力，以提升成像品質。

An optical image capturing system with low focal plan offset for visible light and IR light is disclosed. In order from an object side to an image side, the optical lens along the optical axis comprises a first lens with refractive power; a second lens with refractive power; a third lens with refractive power; and a fourth lens with refractive power; and at least one of the image-side surface and object-side surface of each of the four lens elements are aspheric. The optical lens can increase aperture value and improve the imagining quality for use in compact cameras.

指定代表圖：



第 3A 圖

符號簡單說明：

- 300 . . . 光圈
- 310 . . . 第一透鏡
- 312 . . . 物側面
- 314 . . . 像側面
- 320 . . . 第二透鏡
- 322 . . . 物側面
- 324 . . . 像側面
- 330 . . . 第三透鏡
- 332 . . . 物側面
- 334 . . . 像側面
- 340 . . . 第四透鏡
- 342 . . . 物側面
- 344 . . . 像側面
- 370 . . . 紅外線濾光片
- 380 . . . 成像面
- 390 . . . 影像感測元件



公告本

(KAI)

105年 09月 30日 修正替換頁

申請日: 105. 7. 18

IPC分類: G02B 9/34 (2006.01)

G02B 13/00

(2006.01)

【新型摘要】

【中文新型名稱】 可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統

【英文新型名稱】 OPTICAL IMAGE CAPTURING SYSTEM WITH
LOW FOCAL PLANE OFFSET FOR VISIBLE LIGHT AND IR LIGHT

【中文】

一種可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統，由物側至像側依序包含第一透鏡、第二透鏡、第三透鏡以及第四透鏡。第一透鏡具有屈折力，其物側面可為凸面。第二透鏡至第三透鏡具有屈折力，前述各透鏡之兩表面可皆為非球面。第四透鏡可具有正屈折力，其兩表面皆為非球面，其中第四透鏡的至少一表面可具有反曲點。光學成像系統中具屈折力的透鏡為第一透鏡至第四透鏡。當滿足特定條件時，可具備更大的收光以及更佳的光路調節能力，以提升成像品質。

【英文】

An optical image capturing system with low focal plan offset for visible light and IR light is disclosed. In order from an object side to an image side, the optical lens along the optical axis comprises a first lens with refractive power; a second lens with refractive power; a third lens with refractive power; and a fourth lens with refractive power; and at least one of the image-side surface and object-side surface of each of the four lens elements are aspheric. The optical lens can increase aperture value and improve the imagining quality for use in compact cameras.

【指定代表圖】 第 (3A) 圖。

【代表圖之符號簡單說明】

- 300 光圈
- 310 第一透鏡
 - 312 物側面
 - 314 像側面
- 320 第二透鏡
 - 322 物側面
 - 324 像側面
- 330 第三透鏡
 - 332 物側面
 - 334 像側面
- 340 第四透鏡
 - 342 物側面
 - 344 像側面
- 370 紅外線濾光片
- 380 成像面
- 390 影像感測元件

【新型說明書】

【中文新型名稱】 可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統

【英文新型名稱】 OPTICAL IMAGE CAPTURING SYSTEM WITH LOW FOCAL PLANE OFFSET FOR VISIBLE LIGHT AND IR LIGHT

【技術領域】

【0001】 本創作是有關於一種光學成像系統組，且特別是有關於一種應用於電子產品上的小型化可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統。

【先前技術】

【0002】 近年來，隨著具有攝影功能的可攜式電子產品的興起，光學系統的需求日漸提高。一般光學系統的感光元件不外乎是感光耦合元件 (Charge Coupled Device ; CCD)或互補性氧化金屬半導體元(Complementary Metal-Oxide SemiconduTPor Sensor ; CMOS Sensor)兩種，且隨著半導體製程技術的精進，使得感光元件的畫素尺寸縮小，光學系統逐漸往高畫素領域發展，因此對成像品質的要求也日益增加。

【0003】 傳統搭載於可攜式裝置上的光學系統，多採用二片或三片式透鏡結構為主，然而由於可攜式裝置不斷朝提昇畫素並且終端消費者對大光圈的需求例如微光與夜拍功能或是對廣視角的需求例如前置鏡頭的自拍功能。惟設計大光圈的光學系統常面臨產生更多像差致使周邊成像品質隨之劣化以及製造難易度的處境，而設計廣視角的光學系統則會面臨成像之畸變率 (distortion)提高，習知的光學成像系統已無法滿足更高階的攝影要求。

【0004】 因此，如何有效增加光學成像系統的進光量與增加光學成像系統的視角，除進一步提高成像的總畫素與品質外同時能兼顧微型化光學成像系統之平衡設計，便成為一個相當重要的議題。

【新型內容】

【0005】 本創作實施例之態樣係針對一種可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統，能夠利用四個透鏡的屈光力、凸面與凹面的組合（本創作所述凸面或凹面原則上係指各透鏡之物側面或像側面於光軸上的幾何形狀描述），進而有效提高光學成像系統之進光量與增加光學成像系統的視角，同時具備一定相對照度以及提高成像的總畫素與品質，以應用於小型的電子產品上。

【0006】 此外，在特定光學成像應用領域，有需要同時針對可見光以及紅外光波長的光源進行成像，例如 IP 影像監控攝影機。IP 影像監控攝影機所具備之「日夜功能（Day & Night）」，主要是因人類的可見光在光譜上位於 400-700nm，但感測器的成像，包含了人類不可見紅外光，因此為了要確保感測器最後僅保留了人眼可見光，可視情況在鏡頭前設置卸除式紅外線阻絕濾光片（IR Cut filter Removable, ICR）以增加影像的「真實度」，其可在白天的時候杜絕紅外光、避免色偏；夜晚的時候則讓紅外光進來提昇亮度。然而，ICR 元件本身佔據相當體積且價格昂貴，不利未來微型監控攝影機的設計與製造。

【0007】 本創作實施例之態樣同時針對一種可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統，能夠利用四個透鏡的屈光力、凸面與凹面的組合以及材質的選用，令光學成像系統對於可見光的成像焦距以及紅外光的成像焦距間的差距縮減，亦即達到接近「共焦」的效果，因此無需使用 ICR 元件。

【0008】 本創作實施例相關之透鏡參數的用語與其代號詳列如下，作為後續描述的參考：

【0009】 與光學成像系統之放大率有關之透鏡參數

【0010】 本創作之可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統同時可設計應用於生物特徵辨識，例如使用於臉孔辨識。本創作之實施例若作為臉孔辨識之影像擷取，可選用以紅外光做為工作波長，同時對於距離約 25 至 30 公分左右且寬度約 15 公分的臉孔，可於感光元件（像素尺寸為 1.4 微米(μm)）於水平方向上至少成像出 30 個水平像素。紅外光成像面之線放大率為 LM，其滿足下列條件：LM=(30 個水平像素) 乘以 (像素尺寸 1.4 微米) 除以 被攝物體寬度 15 公分； $LM \geq 0.0003$ 。同時，以可見光

做為工作波長，同時對於距離約 25 至 30 公分左右且寬度約 15 公分的臉孔，可於感光元件（像素尺寸為 1.4 微米(μm))於水平方向上至少成像出 50 個水平像素。

【0011】 與長度或高度有關之透鏡參數

本創作於可見光頻譜可選用波長 555 nm 作為主要參考波長以及衡量焦點偏移的基準，於紅外光頻譜 (700nm 至 1000nm)可選用波長 850 nm 作為主要參考波長以及衡量焦點偏移的基準。

【0012】 可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統具有一第一成像面以及一第二成像面，第一成像面係為一特定垂直於光軸的可見光像平面並且其中心視場於第一空間頻率之離焦調制轉換對比轉移率 (MTF)有最大值；以及第二成像面係為一特定垂直於光軸的紅外光像平面並且其中心視場於第一空間頻率之離焦調制轉換對比轉移率(MTF)有最大值。光學成像系統另具有一第一平均成像面以及一第二平均成像面，第一平均成像面係為一特定垂直於光軸的可見光像平面並且設置於該光學成像系統之中心視場、0.3 視場及 0.7 視場個別於第一空間頻率均具有各該視場最大 MTF 值之離焦位置的平均位置；以及第二平均成像面係為一特定垂直於光軸的紅外光像平面並且設置於該光學成像系統之中心視場、0.3 視場及 0.7 視場個別於第一空間頻率均具有各該視場最大 MTF 值之離焦位置的平均位置。

【0013】 前述第一空間頻率設定為本創作所使用之感光元件(感測器) 的半數空間頻率(半頻)，例如畫素大小(Pixel Size)為含 1.12 微米以下之感光元件，其調制轉換函數特性圖之四分之一空間頻率、半數空間頻率(半頻)以及完全空間頻率(全頻)分別至少為 110 cycles/mm、220 cycles/mm 以及 440 cycles/mm。任一視場的光線均可進一步分為弧矢面光線 (sagittal ray) 以及子午面光線 (tangential ray)。

【0014】 本創作光學成像系統之可見光中心視場、0.3 視場、0.7 視場的弧矢面光線之離焦 MTF 最大值的焦點偏移量分別以 VSFS0、VSFS3、VSFS7 表示(度量單位：mm)；可見光中心視場、0.3 視場、0.7 視場的弧矢面光線之離焦 MTF 最大值分別以 VSMTF0、VSMTF3、VSMTF7 表示；可見光中心視場、0.3 視場、0.7 視場的子午面光線之離焦 MTF 最大值的焦點

偏移量分別以 VTFS0、VTFS3、VTFS7 表示(度量單位：mm)；可見光中心視場、0.3 視場、0.7 視場的子午面光線之離焦 MTF 最大值分別以 VTMTF0、VTMTF3、VTMTF7 表示。前述可見光弧矢面三視場以及可見光子午面三視場之焦點偏移量的平均焦點偏移量 (位置)以 AVFS 表示(度量單位：mm)，其滿足絕對值 $|(VSFS0+VSFS3+VSFS7+VTFS0+VTFS3+VTFS7)/6|$ 。

【0015】 本創作光學成像系統之紅外光中心視場、0.3 視場、0.7 視場的弧矢面光線之離焦 MTF 最大值的焦點偏移量分別以 ISFS0、ISFS3、ISFS7 表示，前述弧矢面三視場之焦點偏移量的平均焦點偏移量 (位置)以 AISFS 表示(度量單位：mm)；紅外光中心視場、0.3 視場、0.7 視場的弧矢面光線之離焦 MTF 最大值分別以 ISMTF0、ISMTF3、ISMTF7 表示；紅外光中心視場、0.3 視場、0.7 視場的子午面光線之離焦 MTF 最大值的焦點偏移量分別以 ITFS0、ITFS3、ITFS7 表示(度量單位：mm)，前述子午面三視場之焦點偏移量的平均焦點偏移量 (位置)以 AITFS 表示(度量單位：mm)；紅外光中心視場、0.3 視場、0.7 視場的子午面光線之離焦 MTF 最大值分別以 ITMTF0、ITMTF3、ITMTF7 表示。前述紅外光弧矢面三視場以及紅外光子午面三視場之焦點偏移量的平均焦點偏移量 (位置)以 AIFS 表示(度量單位：mm)，其滿足絕對值 $|(ISFS0+ISFS3+ISFS7+ITFS0+ITFS3+ITFS7)/6|$ 。

【0016】 整個光學成像系統之可見光中心視場聚焦點與紅外光中心視場聚焦點 (RGB/IR)之間的焦點偏移量以 FS 表示 (即波長 850nm 對波長 555nm，度量單位：mm)，其滿足絕對值 $|(VSFS0+VTFS0)/2-(ISFS0+ITFS0)/2|$ ；整個光學成像系統之可見光三視場平均焦點偏移量與紅外光三視場平均焦點偏移量 (RGB/IR)之間的差值 (焦點偏移量)以 AFS 表示 (即波長 850nm 對波長 555nm，度量單位：mm)，其滿足絕對值 $|AIFS-AVFS|$ 。

【0017】 光學成像系統之成像高度以 HOI 表示；光學成像系統之高度以 HOS 表示；光學成像系統之第一透鏡物側面至第四透鏡像側面間的距離以 InTL 表示；光學成像系統之第四透鏡像側面至第一成像面間的距離以 InB 表示； $InTL+InB=HOS$ ；光學成像系統之固定光欄(光圈)至第一成像面間的距離以 InS 表示；光學成像系統之第一透鏡與第二透鏡間的距離以 IN12

表示(例示)；光學成像系統之第一透鏡於光軸上的厚度以 TP1 表示(例示)。

【0018】 與材料有關之透鏡參數

光學成像系統之第一透鏡的色散係數以 NA1 表示(例示)；第一透鏡的折射律以 Nd1 表示(例示)。

【0019】 與視角有關之透鏡參數

視角以 AF 表示；視角的一半以 HAF 表示；主光線角度以 MRA 表示。

【0020】 與出入瞳有關之透鏡參數

光學成像系統之入射瞳直徑以 HEP 表示；可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統之出射光瞳係指孔徑光闌經過孔徑光闌後面的透鏡組並在像空間所成的像，出射光瞳直徑以 HXP 表示；單一透鏡之任一表面的最大有效半徑係指系統最大視角入射光通過入射瞳最邊緣的光線於該透鏡表面交會點(Effective Half Diameter；EHD)，該交會點與光軸之間的垂直高度。例如第一透鏡物側面的最大有效半徑以 EHD11 表示，第一透鏡像側面的最大有效半徑以 EHD12 表示。第二透鏡物側面的最大有效半徑以 EHD21 表示，第二透鏡像側面的最大有效半徑以 EHD22 表示。光學成像系統中其餘透鏡之任一表面的最大有效半徑表示方式以此類推。

【0021】 與透鏡面形深度有關之參數

第四透鏡物側面於光軸上的交點至第四透鏡物側面的最大有效半徑位置於光軸的水平位移距離以 InRS41 表示(例示)；第四透鏡像側面於光軸上的交點至第四透鏡像側面的最大有效半徑位置於光軸的水平位移距離以 InRS42 表示(例示)。

【0022】 與透鏡面型有關之參數

臨界點 C 係指特定透鏡表面上，除與光軸的交點外，一與光軸相垂直之切面相切的點。承上，例如第三透鏡物側面的臨界點 C31 與光軸的垂直距離為 HVT31(例示)，第三透鏡像側面的臨界點 C32 與光軸的垂直距離為 HVT32(例示)，第四透鏡物側面的臨界點 C41 與光軸的垂直距離為 HVT41(例示)，第四透鏡像側面的臨界點 C42 與光軸的垂直距離為 HVT42(例示)。其他透鏡之物側面或像側面上的臨界點及其與光軸的垂直距離的表示方式比照前述。

【0023】 第四透鏡物側面上最接近光軸的反曲點為 IF411，該點沉陷

量 SGI411(例示)，SGI411 亦即第四透鏡物側面於光軸上的交點至第四透鏡物側面最近光軸的反曲點之間與光軸平行的水平位移距離，IF411 該點與光軸間的垂直距離為 HIF411(例示)。第四透鏡像側面上最接近光軸的反曲點為 IF421，該點沉陷量 SGI421(例示)，SGI411 亦即第四透鏡像側面於光軸上的交點至第四透鏡像側面最近光軸的反曲點之間與光軸平行的水平位移距離，IF421 該點與光軸間的垂直距離為 HIF421(例示)。

【0024】 第四透鏡物側面上第二接近光軸的反曲點為 IF412，該點沉陷量 SGI412(例示)，SGI412 亦即第四透鏡物側面於光軸上的交點至第四透鏡物側面第二接近光軸的反曲點之間與光軸平行的水平位移距離，IF412 該點與光軸間的垂直距離為 HIF412(例示)。第四透鏡像側面上第二接近光軸的反曲點為 IF422，該點沉陷量 SGI422(例示)，SGI422 亦即第四透鏡像側面於光軸上的交點至第四透鏡像側面第二接近光軸的反曲點之間與光軸平行的水平位移距離，IF422 該點與光軸間的垂直距離為 HIF422(例示)。

【0025】 第四透鏡物側面上第三接近光軸的反曲點為 IF413，該點沉陷量 SGI413(例示)，SGI413 亦即第四透鏡物側面於光軸上的交點至第四透鏡物側面第三接近光軸的反曲點之間與光軸平行的水平位移距離，IF413 該點與光軸間的垂直距離為 HIF413(例示)。第四透鏡像側面上第三接近光軸的反曲點為 IF423，該點沉陷量 SGI423(例示)，SGI423 亦即第四透鏡像側面於光軸上的交點至第四透鏡像側面第三接近光軸的反曲點之間與光軸平行的水平位移距離，IF423 該點與光軸間的垂直距離為 HIF423(例示)。

【0026】 第四透鏡物側面上第四接近光軸的反曲點為 IF414，該點沉陷量 SGI414(例示)，SGI414 亦即第四透鏡物側面於光軸上的交點至第四透鏡物側面第四接近光軸的反曲點之間與光軸平行的水平位移距離，IF414 該點與光軸間的垂直距離為 HIF414(例示)。第四透鏡像側面上第四接近光軸的反曲點為 IF424，該點沉陷量 SGI424(例示)，SGI424 亦即第四透鏡像側面於光軸上的交點至第四透鏡像側面第四接近光軸的反曲點之間與光軸平行的水平位移距離，IF424 該點與光軸間的垂直距離為 HIF424(例示)。

【0027】 其他透鏡物側面或像側面上的反曲點及其與光軸的垂直距離或其沉陷量的表示方式比照前述。

【0028】 與像差有關之變數

光學成像系統之光學畸變 (Optical Distortion) 以 ODT 表示；其 TV 畸變 (TV Distortion) 以 TDT 表示，並且可以進一步限定描述在成像 50% 至 100% 視野間像差偏移的程度；球面像差偏移量以 DFS 表示；彗星像差偏移量以 DFC 表示。

【0029】 光學成像系統之調制轉換函數特性圖 (Modulation Transfer Function；MTF)，用來測試與評估系統成像之反差對比度及銳利度。調制轉換函數特性圖之垂直座標軸表示對比轉移率 (數值從 0 到 1)，水平座標軸則表示空間頻率 (cycles/mm；lp/mm；line pairs per mm)。完美的成像系統理論上能 100% 呈現被攝物體的線條對比，然而實際的成像系統，其垂直軸的對比轉移率數值小於 1。此外，一般而言成像之邊緣區域會比中心區域較難得到精細的還原度。可見光頻譜在第一成像面上，光軸、0.3 視場以及 0.7 視場三處於空間頻率 55 cycles/mm 之對比轉移率 (MTF 數值) 分別以 MTFE0、MTFE3 以及 MTFE7 表示，光軸、0.3 視場以及 0.7 視場三處於空間頻率 110 cycles/mm 之對比轉移率 (MTF 數值) 分別以 MTFQ0、MTFQ3 以及 MTFQ7 表示，光軸、0.3 視場以及 0.7 視場三處於空間頻率 220 cycles/mm 之對比轉移率 (MTF 數值) 分別以 MTFH0、MTFH3 以及 MTFH7 表示，光軸、0.3 視場以及 0.7 視場三處於空間頻率 440 cycles/mm 之對比轉移率 (MTF 數值) 分別以 MTF0、MTF3 以及 MTF7 表示，前述此三個視場對於鏡頭的中心、內視場以及外視場具有代表性，因此可用以評價特定光學成像系統之性能是否優異。若光學成像系統的設計係對應畫素大小 (Pixel Size) 為含 1.12 微米以下之感光元件，因此調制轉換函數特性圖之四分之一空間頻率、半數空間頻率 (半頻) 以及完全空間頻率 (全頻) 分別至少為 110 cycles/mm、220 cycles/mm 以及 440 cycles/mm。

【0030】 光學成像系統若同時須滿足針對紅外線頻譜的成像，例如用於低光源的夜視需求，所使用的工作波長可為 850 nm 或 800 nm，由於主要功能在辨識黑白明暗所形成之物體輪廓，無須高解析度，因此可僅需選用小於 110 cycles/mm 之空間頻率評價特定光學成像系統在紅外線頻譜頻譜的性能是否優異。前述工作波長 850 nm 當聚焦在第一成像面上，影像於光軸、0.3 視場以及 0.7 視場三處於空間頻率 55 cycles/mm 之對比轉移率 (MTF 數值) 分別以 MTFI0、MTFI3 以及 MTFI7 表示。然而，也因為紅外線工作

波長 850 nm 或 800 nm 與一般可見光波長差距很遠，若光學成像系統需同時能對可見光與紅外線(雙模)對焦並分別達到一定性能，在設計上有相當難度。

【0031】 本創作提供一種可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統，其第四透鏡的物側面或像側面設置有反曲點，可有效調整各視場入射於第四透鏡的角度，並針對光學畸變與 TV 畸變進行補正。另外，第四透鏡的表面可具備更佳的光路調節能力，以提升成像品質。

【0032】 依據本創作提供一種可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統，依據本創作提供一種可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統，由物側至像側依序包含第一透鏡、第二透鏡、第三透鏡、第四透鏡、第一成像面以及第二成像面。第一成像面係為一特定垂直於光軸的可見光像平面並且其中心視場於第一空間頻率之離焦調制轉換對比轉移率(MTF)有最大值；第二成像面係為一特定垂直於光軸的紅外光像平面並且其中心視場於第一空間頻率之離焦調制轉換對比轉移率(MTF)有最大值。第一透鏡至第四透鏡均具有屈折力。該第一透鏡至該第四透鏡中至少一透鏡具有正屈折力，該可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統的焦距為 f ，該可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統之入射瞳直徑為 HEP ，該可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統之最大可視角度的一半為 HAF ，該第一成像面與該第二成像面間於光軸上的距離為 FS ；該第一透鏡、該第二透鏡、該第三透鏡以及該第四透鏡於 $1/2HEP$ 高度且平行於光軸之厚度分別為 $ETP1$ 、 $ETP2$ 、 $ETP3$ 以及 $ETP4$ ，前述 $ETP1$ 至 $ETP4$ 的總和為 $SETP$ ，該第一透鏡、該第二透鏡、該第三透鏡以及該第四透鏡於光軸之厚度分別為 $TP1$ 、 $TP2$ 、 $TP3$ 以及 $TP4$ ，前述 $TP1$ 至 $TP4$ 的總和為 STP ，其滿足下列條件： $1 \leq f/HEP \leq 10$ ； $0 \text{ deg} < HAF \leq 150 \text{ deg}$ ； $0.5 \leq SETP/STP < 1$ 以及 $|FS| \leq 30\mu\text{m}$ 。

【0033】 依據本創作另提供一種可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統，由物側至像側依序包含第一透鏡、第二透鏡、第三透鏡、第四透鏡、第一成像面以及第二成像面。第一成像面係為一特定垂直於光軸的可見光像平面並且其中心視場於第一空間頻率之離焦調制轉換對比轉移率(MTF)有最大值；第二成像面係為一特定垂直於光軸的紅外光像平

面並且其中心視場於第一空間頻率之離焦調制轉換對比轉移率(MTF)有最大值。第一透鏡具有正屈折力。第二透鏡具有屈折力且其像側面於光軸上為凸面；第三透鏡具有屈折力且其像側面於光軸上為凸面。該光學成像系統的焦距為 f ，該可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統之入射瞳直徑為 HEP ，該第一透鏡物側面至該第一成像面於光軸上具有一距離 HOS ，該光學成像系統之最大可視角度的一半為 HAF ，該光學成像系統於該第一成像面上垂直於光軸具有一最大成像高度 HOI ，該第一成像面與該第二成像面間於光軸上的距離為 FS ，該第一透鏡物側面上於 $1/2HEP$ 高度的座標點至該第一成像面間平行於光軸之水平距離為 ETL ，該第一透鏡物側面上於 $1/2HEP$ 高度的座標點至該第四透鏡像側面上於 $1/2HEP$ 高度的座標點間平行於光軸之水平距離為 EIN ，其滿足下列條件： $1 \leq f/HEP \leq 10$ ； $0.5 \leq HOS/f \leq 20$ ； $|FS| \leq 30\mu m$ 以及 $0.2 \leq EIN/ETL < 1$ 。

【0034】 依據本創作再提供一種可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統，由物側至像側依序包含第一透鏡、第二透鏡、第三透鏡、第四透鏡、第一平均成像面以及第二平均成像面。第一平均成像面係為一特定垂直於光軸的可見光像平面並且設置於該光學成像系統之中心視場、0.3 視場及 0.7 視場個別於第一空間頻率均具有各該視場最大 MTF 值之離焦位置的平均位置；第二平均成像面係為一特定垂直於光軸的紅外光像平面並且設置於該光學成像系統之中心視場、0.3 視場及 0.7 視場個別於第一空間頻率均具有各該視場最大 MTF 值之離焦位置的平均位置。第一透鏡具有正屈折力。第二透鏡具有屈折力且其像側面於光軸上為凸面；第三透鏡具有正屈折力且其像側面於光軸上為凸面。第四透鏡具有屈折力。第一平均成像面係為一特定垂直於光軸的可見光像平面並且設置於該光學成像系統之中心視場、0.3 視場及 0.7 視場個別於第一空間頻率(220 cycles/mm)均具有各該視場最大 MTF 值之離焦位置的平均位置；以及第二平均成像面；其係為一特定垂直於光軸的紅外光像平面並且設置於該光學成像系統之中心視場、0.3 視場及 0.7 視場個別於第一空間頻率(220 cycles/mm)均具有各該視場最大 MTF 值之離焦位置的平均位置，其中該光學成像系統具有屈折力的透鏡為四枚，該第三透鏡至該第四透鏡中至少一透鏡具有正屈折力，該光學成像系統的焦距為 f ，該光學成像鏡片系統之入射瞳直徑為 HEP ，該

第一透鏡物側面至該第一平均成像面於光軸上具有一距離 HOS，該第一透鏡物側面至該第四透鏡像側面於光軸上具有一距離 InTL，該光學成像系統之最大可視角度的一半為 HAF，該光學成像系統於該第一平均成像面上垂直於光軸具有一最大成像高度 HOI，該第一透鏡物側面上於 1/2HEP 高度的座標點至該第一平均成像面間平行於光軸之水平距離為 ETL，該第一透鏡物側面上於 1/2HEP 高度的座標點至該第四透鏡像側面上於 1/2HEP 高度的座標點間平行於光軸之水平距離為 EIN，其滿足下列條件：，該第一平均成像面與該第二平均成像面間的距離為 AFS；該光學成像系統之最大垂直可視角度的一半為 VHAF，其滿足下列條件： $1 \leq f/HEP \leq 10$ ； $0 \text{ deg} < \text{HAF} \leq 150 \text{ deg}$ ； $| \text{AFS} | \leq 30\mu\text{m}$ ； $\text{VHAF} \geq 20 \text{ deg}$ 以及 $0.2 \leq \text{EIN}/\text{ETL} < 1$ 。

【0035】 單一透鏡在 1/2 入射瞳直徑(HEP)高度之厚度，特別影響該 1/2 入射瞳直徑(HEP)範圍內各光線視場共用區域之修正像差以及各視場光線間光程差的能力，厚度越大則修正像差的能力提升，然而同時亦會增加生產製造上的困難度，因此必須控制單一透鏡在 1/2 入射瞳直徑(HEP)高度之厚度，特別是控制該透鏡在 1/2 入射瞳直徑(HEP)高度的厚度(ETP)與該表面所屬之該透鏡於光軸上之厚度(TP)間的比例關係(ETP/TP)。例如第一透鏡在 1/2 入射瞳直徑(HEP)高度的厚度以 ETP1 表示。第二透鏡在 1/2 入射瞳直徑(HEP)高度的厚度以 ETP2 表示。光學成像系統中其餘透鏡在 1/2 入射瞳直徑(HEP)高度的厚度，其表示方式以此類推。前述 ETP1 至 ETP4 的總和為 SETP，本創作之實施例可滿足下列公式： $0.3 \leq \text{SETP}/\text{EIN} < 1$ 。

【0036】 為同時權衡提升修正像差的能力以及降低生產製造上的困難度，特別需控制該透鏡在 1/2 入射瞳直徑(HEP)高度的厚度(ETP)與該透鏡於光軸上之厚度(TP)間的比例關係(ETP/TP)。例如第一透鏡在 1/2 入射瞳直徑(HEP)高度之厚度以 ETP1 表示，第一透鏡於光軸上之厚度為 TP1，兩者間的比值為 ETP1/TP1。第二透鏡在 1/2 入射瞳直徑(HEP)高度之厚度以 ETP2 表示，第二透鏡於光軸上之厚度為 TP2，兩者間的比值為 ETP2/TP2。光學成像系統中其餘透鏡在 1/2 入射瞳直徑(HEP)高度之厚度與該透鏡於光軸上之厚度(TP)間的比例關係，其表示方式以此類推。本創作之實施例可滿足下列公式： $0.1 \leq \text{ETP}/\text{TP} \leq 5$ 。

【0037】 相鄰兩透鏡在 1/2 入射瞳直徑(HEP)高度之水平距離以 ED

表示，前述水平距離(ED)係平行於光學成像系統之光軸，並且特別影響該 1/2 入射瞳直徑(HEP)位置各光線視場共用區域之修正像差以及各視場光線間光程差的能力，水平距離越大則修正像差之能力的可能性將提升，然而同時亦會增加生產製造上的困難度以及限制光學成像系統之長度”微縮”的程度，因此必須控制特定相鄰兩透鏡在 1/2 入射瞳直徑(HEP)高度之水平距離 (ED)。

【0038】 為同時權衡提升修正像差的能力以及降低光學成像系統之長度”微縮”的困難度，特別需控制該相鄰兩透鏡在 1/2 入射瞳直徑(HEP)高度的水平距離(ED)與該相鄰兩透鏡於光軸上之水平距離(IN)間的比例關係(ED/IN)。例如第一透鏡與第二透鏡在 1/2 入射瞳直徑(HEP)高度之水平距離以 ED12 表示，第一透鏡與第二透鏡於光軸上之水平距離為 IN12，兩者間的比值為 ED12/IN12。第二透鏡與第三透鏡在 1/2 入射瞳直徑(HEP)高度之水平距離以 ED23 表示，第二透鏡與第三透鏡於光軸上之水平距離為 IN23，兩者間的比值為 ED23/IN23。光學成像系統中其餘相鄰兩透鏡在 1/2 入射瞳直徑(HEP)高度之水平距離與該相鄰兩透鏡於光軸上之水平距離兩者間的比例關係，其表示方式以此類推。

【0039】 該第四透鏡像側面上於 1/2HEP 高度的座標點至該第一成像面間平行於光軸之水平距離為 EBL，該第四透鏡像側面上與光軸之交點至該第一成像面平行於光軸之水平距離為 BL，本創作之實施例為同時權衡提升修正像差的能力以及預留其他光學元件之容納空間，可滿足下列公式： $0.1 \leq EBL/BL \leq 1.5$ 。可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統可更包括一濾光元件，該濾光元件位於該第四透鏡以及該成像面之間，該第四透鏡像側面上於 1/2HEP 高度的座標點至該濾光元件間平行於光軸之距離為 EIR，該第四透鏡像側面上與光軸之交點至該濾光元件間平行於光軸之距離為 PIR，本創作之實施例可滿足下列公式： $0.2 \leq EIR/PIR \leq 0.8$ 。

【0040】 前述光學成像系統可用以搭配成像在對角線長度為 1/1.2 英寸大小以下的影像感測元件，該影像感測元件之尺寸較佳者為 1/2.3 英寸，該影像感測元件之像素尺寸小於 1.4 微米(μm)，較佳者其像素尺寸小於 1.12 微米(μm)，最佳者其像素尺寸小於 0.9 微米(μm)。此外，該光學成像系統可適用於長寬比為 16：9 的影像感測元件。

【0041】 前述光學成像系統可適用於百萬或千萬像素以上的攝錄影要求 (例如 4K2K 或稱 UHD、QHD)並擁有良好的成像品質。

【0042】 當 $|f1| > f4$ 時，光學成像系統的系統總高度(HOS: Height of Optic System)可以適當縮短以達到微型化之目的。

【0043】 當 $|f2| + |f3| > |f1| + |f4|$ 時，藉由第二透鏡至第三透鏡中至少一透鏡具有弱的正屈折力或弱的負屈折力。所稱弱屈折力，係指特定透鏡之焦距的絕對值大於 10。當本創作第二透鏡至第三透鏡中至少一透鏡具有弱的正屈折力，其可有效分擔第一透鏡之正屈折力而避免不必要的像差過早出現，反之若第二透鏡至第三透鏡中至少一透鏡具有弱的負屈折力，則可以微調補正系統的像差。

【0044】 第四透鏡可具有正屈折力，另外，第四透鏡的至少一表面可具有至少一反曲點，可有效地壓制離軸視場光線入射的角度，進一步可修正離軸視場的像差。

【圖式簡單說明】

【0045】 本創作上述及其他特徵將藉由參照附圖詳細說明。

第 1A 圖係繪示本創作第一實施例之光學成像系統的示意圖；

第 1B 圖由左至右依序繪示本創作第一實施例之光學成像系統的球差、像散以及光學畸變之曲線圖；

第 1C 圖係繪示本創作第一實施例光學成像系統之可見光頻譜調制轉換特徵圖；

第 1D 圖係繪示本創作第一實施例之可見光頻譜的中心視場、0.3 視場、0.7 視場之離焦調制轉換對比轉移率圖 (Through Focus MTF) ；

第 1E 圖係繪示本創作第一實施例之紅外光頻譜的中心視場、0.3 視場、0.7 視場之離焦調制轉換對比轉移率圖；

第 2A 圖係繪示本創作第二實施例之光學成像系統的示意圖；

第 2B 圖由左至右依序繪示本創作第二實施例之光學成像系統的球差、

像散以及光學畸變之曲線圖；

第 2C 圖係繪示本創作第二實施例光學成像系統之可見光頻譜調制轉換特徵圖；

第 2D 圖係繪示本創作第二實施例之可見光頻譜的中心視場、0.3 視場、0.7 視場之離焦調制轉換對比轉移率圖；

第 2E 圖係繪示本創作第二實施例之紅外光頻譜的中心視場、0.3 視場、0.7 視場之離焦調制轉換對比轉移率圖；

第 3A 圖係繪示本創作第三實施例之光學成像系統的示意圖；

第 3B 圖由左至右依序繪示本創作第三實施例之光學成像系統的球差、像散以及光學畸變之曲線圖；

第 3C 圖係繪示本創作第三實施例光學成像系統之可見光頻譜調制轉換特徵圖；

第 3D 圖係繪示本創作第三實施例之可見光頻譜的中心視場、0.3 視場、0.7 視場之離焦調制轉換對比轉移率圖；

第 3E 圖係繪示本創作第三實施例之紅外光頻譜的中心視場、0.3 視場、0.7 視場之離焦調制轉換對比轉移率圖；

第 4A 圖係繪示本創作第四實施例之光學成像系統的示意圖；

第 4B 圖由左至右依序繪示本創作第四實施例之光學成像系統的球差、像散以及光學畸變之曲線圖；

第 4C 圖係繪示本創作第四實施例光學成像系統之可見光頻譜調制轉換特徵圖；

第 4D 圖係繪示本創作第四實施例之可見光頻譜的中心視場、0.3 視場、0.7 視場之離焦調制轉換對比轉移率圖；

第 4E 圖係繪示本創作第四實施例之紅外光頻譜的中心視場、0.3 視場、

0.7 視場之離焦調制轉換對比轉移率圖；

第 5A 圖係繪示本創作第五實施例之光學成像系統的示意圖；

第 5B 圖由左至右依序繪示本創作第五實施例之光學成像系統的球差、像散以及光學畸變之曲線圖；

第 5C 圖係繪示本創作第五實施例光學成像系統之可見光頻譜調制轉換特徵圖；

第 5D 圖係繪示本創作第五實施例之可見光頻譜的中心視場、0.3 視場、

0.7 視場之離焦調制轉換對比轉移率圖；

第 5E 圖係繪示本創作第五實施例之紅外光頻譜的中心視場、0.3 視場、

0.7 視場之離焦調制轉換對比轉移率圖；

第 6A 圖係繪示本創作第六實施例之光學成像系統的示意圖；

第 6B 圖由左至右依序繪示本創作第六實施例之光學成像系統的球差、像散以及光學畸變之曲線圖；

第 6C 圖係繪示本創作第六實施例光學成像系統之可見光頻譜調制轉換特徵圖；

第 6D 圖係繪示本創作第六實施例之可見光頻譜的中心視場、0.3 視場、

0.7 視場之離焦調制轉換對比轉移率圖；

第 6E 圖係繪示本創作第六實施例之紅外光頻譜的中心視場、0.3 視場、

0.7 視場之離焦調制轉換對比轉移率圖。

【實施方式】

【0046】 一種可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統組，由物側至像側依序包含具屈折力的第一透鏡、第二透鏡、第三透鏡以及第四透鏡。可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統更可包含一影像感測元件，其設置於成像面。

【0047】 光學成像系統可使用三個工作波長進行設計，分別為 486.1

nm、587.5 nm、656.2 nm，其中 587.5 nm 為主要參考波長為主要提取技術特徵之參考波長。光學成像系統亦可使用五個工作波長進行設計，分別為 470 nm、510 nm、555 nm、610 nm、650 nm，其中 555 nm 為主要參考波長為主要提取技術特徵之參考波長。

【0048】 光學成像系統的焦距 f 與每一片具有正屈折力之透鏡的焦距 f_p 之比值 PPR ，光學成像系統的焦距 f 與每一片具有負屈折力之透鏡的焦距 f_n 之比值 NPR ，所有正屈折力之透鏡的 PPR 總和為 ΣPPR ，所有負屈折力之透鏡的 NPR 總和為 ΣNPR ，當滿足下列條件時有助於控制光學成像系統的總屈折力以及總長度： $0.5 \leq \Sigma PPR / |\Sigma NPR| \leq 4.5$ ，較佳地，可滿足下列條件： $0.9 \leq \Sigma PPR / |\Sigma NPR| \leq 3.5$ 。

【0049】 光學成像系統的系統高度為 HOS ，當 HOS/f 比值趨近於 1 時，將有利於製作微型化且可成像超高畫素的光學成像系統。

【0050】 光學成像系統的每一片具有正屈折力之透鏡的焦距 f_p 之總和為 ΣPP ，每一片具有負屈折力之透鏡的焦距總和為 ΣNP ，本創作的光學成像系統之一種實施方式，其滿足下列條件： $0 < \Sigma PP \leq 200$ ；以及 $f_4 / \Sigma PP \leq 0.85$ 。較佳地，可滿足下列條件： $0 < \Sigma PP \leq 150$ ；以及 $0.01 \leq f_4 / \Sigma PP \leq 0.7$ 。藉此，有助於控制光學成像系統的聚焦能力，並且適當分配系統的正屈折力以抑制顯著之像差過早產生。

【0051】 可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統可更包含一影像感測元件，其設置於成像面。影像感測元件有效感測區域對角線長的一半(即為光學成像系統之成像高度或稱最大像高) 為 HOI ，第一透鏡物側面至成像面於光軸上的距離為 HOS ，其滿足下列條件： $HOS/HOI \geq 1.4$ ；以及 $0.5 \leq HOS/f \leq 20.0$ 。較佳地，可滿足下列條件： $1.4 \leq HOS/HOI \leq 10$ ；以及 $1 \leq HOS/f \leq 15$ 。藉此，可維持光學成像系統的小型化，以搭載於輕薄可攜式的電子產品上。

【0052】 另外，本創作的可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統中，依需求可設置至少一光圈，以減少雜散光，有助於提昇影像品質。

【0053】 本創作的可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統中，光圈配置可為前置光圈或中置光圈，其中前置光圈意即光圈設置

於被攝物與第一透鏡間，中置光圈則表示光圈設置於第一透鏡與成像面間。若光圈為前置光圈，可使光學成像系統的出瞳與成像面產生較長的距離而容置更多光學元件，並可增加影像感測元件接收影像的效率；若為中置光圈，係有助於擴大系統的視場角，使光學成像系統具有廣角鏡頭的優勢。前述光圈至成像面間的距離為 InS ，其滿足下列條件： $0.2 \leq InS/HOS \leq 1.1$ 。較佳地，可滿足下列條件： $0.4 \leq InS/HOS \leq 1$ 藉此，可同時兼顧維持光學成像系統的小型化以及具備廣角的特性。

【0054】 本創作的可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統中，第一透鏡物側面至第四透鏡像側面間的距離為 $InTL$ ，於光軸上所有具屈折力之透鏡的厚度總和 ΣTP ，其滿足下列條件： $0.2 \leq \Sigma TP/InTL \leq 0.95$ 。較佳地，可滿足下列條件： $0.2 \leq \Sigma TP/InTL \leq 0.9$ 。藉此，當可同時兼顧系統成像的對比度以及透鏡製造的良率並提供適當的後焦距以容置其他元件。

【0055】 第一透鏡物側面的曲率半徑為 $R1$ ，第一透鏡像側面的曲率半徑為 $R2$ ，其滿足下列條件： $0.01 \leq |R1/R2| \leq 100$ 。較佳地，可滿足下列條件： $0.01 \leq |R1/R2| \leq 60$ 。

【0056】 第四透鏡物側面的曲率半徑為 $R7$ ，第四透鏡像側面的曲率半徑為 $R8$ ，其滿足下列條件： $-200 < (R7-R8)/(R7+R8) < 30$ 。藉此，有利於修正光學成像系統所產生的像散。

【0057】 第一透鏡與第二透鏡於光軸上的間隔距離為 $IN12$ ，其滿足下列條件： $0 < IN12/f \leq 5.0$ 。較佳地，可滿足下列條件： $0.01 \leq IN12/f \leq 4.0$ 。藉此，有助於改善透鏡的色差以提升其性能。

【0058】 第二透鏡與第三透鏡於光軸上的間隔距離為 $IN23$ ，其滿足下列條件： $0 < IN23/f \leq 5.0$ 。較佳地，可滿足下列條件： $0.01 \leq IN23/f \leq 3.0$ 。藉此，有助於改善透鏡的性能。

【0059】 第三透鏡與第四透鏡於光軸上的間隔距離為 $IN34$ ，其滿足下列條件： $0 < IN34/f \leq 5.0$ 。較佳地，可滿足下列條件： $0.001 \leq IN34/f \leq 3.0$ 。藉此，有助於改善透鏡的性能。

【0060】 第一透鏡與第二透鏡於光軸上的厚度分別為 $TP1$ 以及 $TP2$ ，其滿足下列條件： $1 \leq (TP1+IN12)/TP2 \leq 20$ 。藉此，有助於控制光學成像系統製造的敏感度並提升其性能。

【0061】 第三透鏡與第四透鏡於光軸上的厚度分別為 TP3 以及 TP4，前述兩透鏡於光軸上的間隔距離為 IN34，其滿足下列條件： $0.2 \leq (TP4+IN34)/TP4 \leq 20$ 。藉此，有助於控制光學成像系統製造的敏感度並降低系統總高度。

【0062】 第二透鏡與第三透鏡於光軸上的間隔距離為 IN23，第一透鏡至第四透鏡於光軸上的總和距離為 ΣTP ，其滿足下列條件： $0.01 \leq IN23/(TP2+IN23+TP3) \leq 0.9$ 。較佳地，可滿足下列條件： $0.05 \leq IN23/(TP2+IN23+TP3) \leq 0.7$ 。藉此有助層層微幅修正入射光行進過程所產生的像差並降低系統總高度。

【0063】 本創作的可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統中，第四透鏡物側面 142 於光軸上的交點至第四透鏡物側面 142 的最大有效半徑位置於光軸的水平位移距離為 InRS41(若水平位移朝向像側，InRS41 為正值；若水平位移朝向物側，InRS41 為負值)，第四透鏡像側面 144 於光軸上的交點至第四透鏡像側面 144 的最大有效半徑位置於光軸的水平位移距離為 InRS42，第四透鏡 140 於光軸上的厚度為 TP4，其滿足下列條件： $-1 \text{ mm} \leq \text{InRS41} \leq 1 \text{ mm}$ ； $-1 \text{ mm} \leq \text{InRS42} \leq 1 \text{ mm}$ ； $1 \text{ mm} \leq |\text{InRS41}| + |\text{InRS42}| \leq 2 \text{ mm}$ ； $0.01 \leq |\text{InRS41}|/TP4 \leq 10$ ； $0.01 \leq |\text{InRS42}|/TP4 \leq 10$ 。藉此，可控制第四透鏡兩面間最大有效半徑位置，而有助於光學成像系統之週邊視場的像差修正以及有效維持其小型化。

【0064】 本創作的的光學成像系統中，第四透鏡物側面於光軸上的交點至第四透鏡物側面最近光軸的反曲點之間與光軸平行的水平位移距離以 SGI411 表示，第四透鏡像側面於光軸上的交點至第四透鏡像側面最近光軸的反曲點之間與光軸平行的水平位移距離以 SGI421 表示，其滿足下列條件： $0 < \text{SGI411}/(\text{SGI411}+TP4) \leq 0.9$ ； $0 < \text{SGI421}/(\text{SGI421}+TP4) \leq 0.9$ 。較佳地，可滿足下列條件： $0.01 < \text{SGI411}/(\text{SGI411}+TP4) \leq 0.7$ ； $0.01 < \text{SGI421}/(\text{SGI421}+TP4) \leq 0.7$ 。

【0065】 第四透鏡物側面於光軸上的交點至第四透鏡物側面第二接近光軸的反曲點之間與光軸平行的水平位移距離以 SGI412 表示，第四透鏡像側面於光軸上的交點至第四透鏡像側面第二接近光軸的反曲點之間與光軸平行的水平位移距離以 SGI422 表示，其滿足下列條件： $0 < \text{SGI412}/$

【0066】 $(SGI412+TP4) \leq 0.9$; $0 < SGI422/(SGI422+TP4) \leq 0.9$ 。較佳地，可滿足下列條件： $0.1 \leq SGI412/(SGI412+TP4) \leq 0.8$; $0.1 \leq SGI422/(SGI422+TP4) \leq 0.8$ 。

【0067】 第四透鏡物側面最近光軸的反曲點與光軸間的垂直距離以 HIF411 表示，第四透鏡像側面於光軸上的交點至第四透鏡像側面最近光軸的反曲點與光軸間的垂直距離以 HIF421 表示，其滿足下列條件： $0.01 \leq HIF411/HOI \leq 0.9$; $0.01 \leq HIF421/HOI \leq 0.9$ 。較佳地，可滿足下列條件： $0.09 \leq HIF411/HOI \leq 0.5$; $0.09 \leq HIF421/HOI \leq 0.5$ 。

【0068】 第四透鏡物側面第二接近光軸的反曲點與光軸間的垂直距離以 HIF412 表示，第四透鏡像側面於光軸上的交點至第四透鏡像側面第二接近光軸的反曲點與光軸間的垂直距離以 HIF422 表示，其滿足下列條件： $0.01 \leq HIF412/HOI \leq 0.9$; $0.01 \leq HIF422/HOI \leq 0.9$ 。較佳地，可滿足下列條件： $0.09 \leq HIF412/HOI \leq 0.8$; $0.09 \leq HIF422/HOI \leq 0.8$ 。

【0069】 第四透鏡物側面第三接近光軸的反曲點與光軸間的垂直距離以 HIF413 表示，第四透鏡像側面於光軸上的交點至第四透鏡像側面第三接近光軸的反曲點與光軸間的垂直距離以 HIF423 表示，其滿足下列條件： $0.001 \text{ mm} \leq |HIF413| \leq 5 \text{ mm}$; $0.001 \text{ mm} \leq |HIF423| \leq 5 \text{ mm}$ 。較佳地，可滿足下列條件： $0.1 \text{ mm} \leq |HIF423| \leq 3.5 \text{ mm}$; $0.1 \text{ mm} \leq |HIF413| \leq 3.5 \text{ mm}$ 。

【0070】 第四透鏡物側面第四接近光軸的反曲點與光軸間的垂直距離以 HIF414 表示，第四透鏡像側面於光軸上的交點至第四透鏡像側面第四接近光軸的反曲點與光軸間的垂直距離以 HIF424 表示，其滿足下列條件： $0.001 \text{ mm} \leq |HIF414| \leq 5 \text{ mm}$; $0.001 \text{ mm} \leq |HIF424| \leq 5 \text{ mm}$ 。較佳地，可滿足下列條件： $0.1 \text{ mm} \leq |HIF424| \leq 3.5 \text{ mm}$; $0.1 \text{ mm} \leq |HIF414| \leq 3.5 \text{ mm}$ 。

【0071】 本創作的可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統之一種實施方式，可藉由具有高色散係數與低色散係數之透鏡交錯排列，而助於光學成像系統色差的修正。

【0072】 上述非球面之方程式係為：

$$z = ch^2/[1+[1+(k+1)c^2h^2]^{0.5}] + A4h^4 + A6h^6 + A8h^8 + A10h^{10} + A12h^{12} + A14h^{14} + A16h^{16} +$$

$$A18h^{18}+A20h^{20}+\dots \quad (1)$$

其中， z 為沿光軸方向在高度為 h 的位置以表面頂點作參考的位置值， k 為錐面係數， c 為曲率半徑的倒數，且 $A4$ 、 $A6$ 、 $A8$ 、 $A10$ 、 $A12$ 、 $A14$ 、 $A16$ 、 $A18$ 以及 $A20$ 為高階非球面係數。

【0073】 本創作提供的可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統中，透鏡的材質可為塑膠或玻璃。當透鏡材質為塑膠，可以有效降低生產成本與重量。另當透鏡的材質為玻璃，則可以控制熱效應並且增加光學成像系統屈折力配置的設計空間。此外，光學成像系統中第一透鏡至第四透鏡的物側面及像側面可為非球面，其可獲得較多的控制變數，除用以消減像差外，相較於傳統玻璃透鏡的使用甚至可縮減透鏡使用的數目，因此能有效降低本創作光學成像系統的總高度。

【0074】 再者，本創作提供的可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統中，若透鏡表面係為凸面，則表示透鏡表面於近光軸處為凸面；若透鏡表面係為凹面，則表示透鏡表面於近光軸處為凹面。

【0075】 另外，本創作的可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統中，依需求可設置至少一光欄，以減少雜散光，有助於提昇影像品質。

【0076】 本創作的可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統更可視需求應用於移動對焦的光學系統中，並兼具優良像差修正與良好成像品質的特色，從而擴大應用層面。

【0077】 本創作的可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統更可視需求包括一驅動模組，該驅動模組可與該些透鏡相耦合並使該些透鏡產生位移。前述驅動模組可以是音圈馬達(VCM)用於帶動鏡頭進行對焦，或者為光學防手振元件(OIS)用於降低拍攝過程因鏡頭振動所導致失焦的發生頻率。

【0078】 本創作的可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統更可視需求令第一透鏡、第二透鏡、第三透鏡及第四透鏡中至少一透鏡為波長小於 500nm 之光線濾除元件，其可藉由該特定具濾除功能之透鏡的至少一表面上鍍膜或該透鏡本身即由具可濾除短波長之材質所製作而達成。

【0079】 根據上述實施方式，以下提出具體實施例並配合圖式予以詳細說明。

【0080】 第一實施例

請參照第 1A 圖及第 1B 圖，其中第 1A 圖繪示依照本創作第一實施例的一種光學成像系統的示意圖，第 1B 圖由左至右依序為第一實施例的光學成像系統的球差、像散及光學畸變曲線圖。第 1C 圖係繪示本實施例之可見光頻譜調制轉換特徵圖。第 1D 圖係繪示本創作實施例之可見光頻譜的中心視場、0.3 視場、0.7 視場之離焦調制轉換對比轉移率圖 (Through Focus MTF)；第 1E 圖係繪示本創作第一實施例之紅外光頻譜的中心視場、0.3 視場、0.7 視場之離焦調制轉換對比轉移率圖。由第 1A 圖可知，光學成像系統 10 由物側至像側依序包含第一透鏡 110、第二透鏡 120、光圈 100、第三透鏡 130、第四透鏡 140、紅外線濾光片 170、成像面 180 以及影像感測元件 190。

【0081】 第一透鏡 110 具有負屈折力，且為玻璃材質，其物側面 112 為凸面，其像側面 114 為凹面，並皆為非球面。第一透鏡於光軸上之厚度為 TP1，第一透鏡在 1/2 入射瞳直徑(HEP)高度的厚度以 ETP1 表示。

【0082】 第一透鏡物側面於光軸上的交點至第一透鏡物側面最近光軸的反曲點之間與光軸平行的水平位移距離以 SGI111 表示，第一透鏡像側面於光軸上的交點至第一透鏡像側面最近光軸的反曲點之間與光軸平行的水平位移距離以 SGI121 表示，其滿足下列條件： $SGI111=0\text{ mm}$ ； $SGI121=0\text{ mm}$ ； $|SGI111|/(|SGI111|+TP1)=0$ ； $|SGI121|/(|SGI121|+TP1)=0$ 。

【0083】 第一透鏡物側面於光軸上的交點至第一透鏡物側面最近光軸的反曲點與光軸間的垂直距離以 HIF111 表示，第一透鏡像側面於光軸上的交點至第一透鏡像側面最近光軸的反曲點與光軸間的垂直距離以 HIF121 表示，其滿足下列條件： $HIF111=0\text{ mm}$ ； $HIF121=0\text{ mm}$ ； $HIF111/HOI=0$ ； $HIF121/HOI=0$ 。

【0084】 第二透鏡 120 具有正屈折力，且為塑膠材質，其物側面 122 為凹面，其像側面 124 為凸面，並皆為非球面，且其物側面 122 具有一反曲點。第二透鏡於光軸上之厚度為 TP2，第二透鏡在 1/2 入射瞳直徑(HEP)高度的厚度以 ETP2 表示。

【0085】 第二透鏡物側面於光軸上的交點至第二透鏡物側面最近光

軸的反曲點之間與光軸平行的水平位移距離以 SGI211 表示，第二透鏡像側面於光軸上的交點至第二透鏡像側面最近光軸的反曲點之間與光軸平行的水平位移距離以 SGI221 表示，其滿足下列條件： $SGI211=-0.13283\text{ mm}$ ； $|SGI211|/(|SGI211|+TP2)=0.05045$ 。

【0086】 第二透鏡物側面於光軸上的交點至第二透鏡物側面最近光軸的反曲點與光軸間的垂直距離以 HIF211 表示，第二透鏡像側面於光軸上的交點至第二透鏡像側面最近光軸的反曲點與光軸間的垂直距離以 HIF221 表示，其滿足下列條件： $HIF211=2.10379\text{ mm}$ ； $HIF211/HOI=0.69478$ 。

【0087】 第三透鏡 130 具有負屈折力，且為塑膠材質，其物側面 132 為凹面，其像側面 134 為凹面，並皆為非球面，且其像側面 134 具有一反曲點。第三透鏡於光軸上之厚度為 TP3，第三透鏡在 1/2 入射瞳直徑(HEP)高度的厚度以 ETP3 表示。

【0088】 第三透鏡物側面於光軸上的交點至第三透鏡物側面最近光軸的反曲點之間與光軸平行的水平位移距離以 SGI311 表示，第三透鏡像側面於光軸上的交點至第三透鏡像側面最近光軸的反曲點之間與光軸平行的水平位移距離以 SGI321 表示，其滿足下列條件： $SGI321=0.01218\text{ mm}$ ； $|SGI321|/(|SGI321|+TP3)=0.03902$ 。

【0089】 第三透鏡物側面最近光軸的反曲點與光軸間的垂直距離以 HIF311 表示，第三透鏡像側面於光軸上的交點至第三透鏡像側面最近光軸的反曲點與光軸間的垂直距離以 HIF321 表示，其滿足下列條件： $HIF321=0.84373\text{ mm}$ ； $HIF321/HOI=0.27864$ 。

【0090】 第四透鏡 140 具有正屈折力，且為塑膠材質，其物側面 142 為凸面，其像側面 144 為凸面，並皆為非球面，且其像側面 144 具有一反曲點。第四透鏡於光軸上之厚度為 TP4，第四透鏡在 1/2 入射瞳直徑(HEP)高度的厚度以 ETP4 表示。

【0091】 第四透鏡物側面於光軸上的交點至第四透鏡物側面最近光軸的反曲點之間與光軸平行的水平位移距離以 SGI411 表示，第四透鏡像側面於光軸上的交點至第四透鏡像側面最近光軸的反曲點之間與光軸平行的水平位移距離以 SGI421 表示，其滿足下列條件： $SGI411=0\text{ mm}$ ； $SGI421=-0.41627\text{ mm}$ ； $|SGI411|/(|SGI411|+TP4)=0$ ； $|SGI421|/(|$

SGI421 | +TP4)=0.25015。

【0092】 第四透鏡物側面於光軸上的交點至第四透鏡物側面第二接近光軸的反曲點之間與光軸平行的水平位移距離以 SGI412 表示，其滿足下列條件： $SGI412=0\text{ mm}$ ； $|SGI412|/(|SGI412|+TP4)=0$ 。

【0093】 第四透鏡物側面最近光軸的反曲點與光軸間的垂直距離以 HIF411 表示，第四透鏡像側面最近光軸的反曲點與光軸間的垂直距離以 HIF411 表示，其滿足下列條件： $HIF411=0\text{ mm}$ ； $HIF421=1.55079\text{ mm}$ ； $HIF411/HOI=0$ ； $HIF421/HOI=0.51215$ 。

【0094】 第四透鏡物側面第二近光軸的反曲點與光軸間的垂直距離以 HIF412 表示，其滿足下列條件： $HIF412=0\text{ mm}$ ； $HIF412/HOI=0$ 。

【0095】 第一透鏡物側面上於 1/2HEP 高度的座標點至該成像面間平行於光軸之距離為 ETL，第一透鏡物側面上於 1/2HEP 高度的座標點至該第四透鏡像側面上於 1/2HEP 高度的座標點間平行於光軸之水平距離為 EIN，其滿足下列條件： $ETL=18.744\text{ mm}$ ； $EIN=12.339\text{ mm}$ ； $EIN/ETL=0.658$ 。

【0096】 本實施例滿足下列條件， $ETP1=0.949\text{ mm}$ ； $ETP2=2.483\text{ mm}$ ； $ETP3=0.345\text{ mm}$ ； $ETP4=1.168\text{ mm}$ 。前述 ETP1 至 ETP4 的總和 $SETP=4.945\text{ mm}$ 。TP1= 0.918 mm；TP2=2.500 mm；TP3=0.300 mm；TP4=1.248 mm；前述 TP1 至 TP4 的總和 $STP=4.966\text{ mm}$ ； $SETP/STP=0.996$ ； $SETP/EIN=0.40076$ 。

【0097】 本實施例為特別控制各該透鏡在 1/2 入射瞳直徑(HEP)高度的厚度(ETP)與該表面所屬之該透鏡於光軸上之厚度(TP)間的比例關係(ETP/TP)，以在製造性以及修正像差能力間取得平衡，其滿足下列條件， $ETP1/TP1=1.034$ ； $ETP2/TP2=0.993$ ； $ETP3/TP3=1.148$ ； $ETP4/TP4=0.936$ 。

【0098】 本實施例為控制各相鄰兩透鏡在 1/2 入射瞳直徑(HEP)高度之水平距離，以在光學成像系統之長度 HOS''微縮''程度、製造性以及修正像差能力三者間取得平衡，特別是控制該相鄰兩透鏡在 1/2 入射瞳直徑(HEP)高度的水平距離(ED)與該相鄰兩透鏡於光軸上之水平距離(IN)間的比例關係(ED/IN)，其滿足下列條件，第一透鏡與第二透鏡間在 1/2 入射瞳直徑(HEP)高度之平行於光軸的水平距離為 $ED12=4.529\text{ mm}$ ；第二透鏡與第三透鏡間在 1/2 入射瞳直徑(HEP)高度之平行於光軸的水平距離為 $ED23=2.735\text{ mm}$ ；

第三透鏡與第四透鏡間在 $1/2$ 入射瞳直徑(HEP)高度之平行於光軸的水平距離為 $ED_{34}=0.131$ mm。

【0099】 第一透鏡與第二透鏡於光軸上之水平距離為 $IN_{12}=4.571$ mm，兩者間的比值為 $ED_{12}/IN_{12}=0.991$ 。第二透鏡與第三透鏡於光軸上之水平距離為 $IN_{23}=2.752$ mm，兩者間的比值為 $ED_{23}/IN_{23}=0.994$ 。第三透鏡與第四透鏡於光軸上之水平距離為 $IN_{34}=0.094$ mm，兩者間的比值為 $ED_{34}/IN_{34}=1.387$ 。

【0100】 第四透鏡像側面上於 $1/2$ HEP 高度的座標點至該成像面間平行於光軸之水平距離為 $EBL=6.405$ mm，第四透鏡像側面上與光軸之交點至該成像面之間平行於光軸的水平距離為 $BL=6.3642$ mm，本創作之實施例可滿足下列公式： $EBL/BL=1.00641$ 。本實施例第四透鏡像側面上於 $1/2$ HEP 高度的座標點至紅外線濾光片之間平行於光軸的距離為 $EIR=0.065$ mm，第四透鏡像側面上與光軸之交點至紅外線濾光片之間平行於光軸的距離為 $PIR=0.025$ mm，並滿足下列公式： $EIR/PIR=2.631$ 。

【0101】 紅外線濾光片 170 為玻璃材質，其設置於第四透鏡 140 及成像面 180 間且不影響光學成像系統的焦距。

【0102】 第一實施例的光學成像系統中，光學成像系統的焦距為 f ，光學成像系統之入射瞳直徑為 HEP，光學成像系統中最大視角的一半為 HAF，其數值如下： $f=2.6841$ mm； $f/HEP=2.7959$ ；以及 $HAF=70$ 度與 $\tan(HAF)=2.7475$ 。

【0103】 第一實施例的光學成像系統中，第一透鏡 110 的焦距為 f_1 ，第四透鏡 140 的焦距為 f_4 ，其滿足下列條件： $f_1=-5.4534$ mm； $|f/f_1|=0.4922$ ； $f_4=2.7595$ mm；以及 $|f_1/f_4|=1.9762$ 。

【0104】 第一實施例的光學成像系統中，第二透鏡 120 至第三透鏡 130 的焦距分別為 f_2 、 f_3 ，其滿足下列條件： $|f_2|+|f_3|=13.2561$ mm； $|f_1|+|f_4|=8.2129$ mm 以及 $|f_2|+|f_3|>|f_1|+|f_4|$ 。

【0105】 光學成像系統的焦距 f 與每一片具有正屈折力之透鏡的焦距 f_p 之比值 PPR，光學成像系統的焦距 f 與每一片具有負屈折力之透鏡的焦距 f_n 之比值 NPR，第一實施例的光學成像系統中，所有正屈折力之透鏡的 PPR 總和為 $\Sigma PPR=|f/f_2|+|f/f_4|=1.25394$ ，所有負屈折力之透鏡的

NPR 總和為 $\Sigma NPR = |f/f1| + |f/f2| = 1.21490$ ， $\Sigma PPR / |\Sigma NPR| = 1.03213$ 。
同時亦滿足下列條件： $|f/f1| = 0.49218$ ； $|f/f2| = 0.28128$ ； $|f/f3| = 0.72273$ ；
 $|f/f4| = 0.97267$ 。

【0106】 第一實施例的光學成像系統中，第一透鏡物側面 112 至第四透鏡像側面 144 間的距離為 $InTL$ ，第一透鏡物側面 112 至成像面 180 間的距離為 HOS ，光圈 100 至成像面 180 間的距離為 InS ，影像感測元件 190 有效感測區域對角線長的一半為 HOI ，第四透鏡像側面 144 至成像面 180 間的距離為 InB ，其滿足下列條件： $InTL + InB = HOS$ ； $HOS = 18.74760$ mm； $HOI = 3.088$ mm； $HOS/HOI = 6.19141$ ； $HOS/f = 6.9848$ ； $InTL/HOS = 0.6605$ ； $InS = 8.2310$ mm；以及 $InS/HOS = 0.4390$ 。

【0107】 第一實施例的光學成像系統中，於光軸上所有具屈折力之透鏡的厚度總和為 ΣTP ，其滿足下列條件： $\Sigma TP = 4.9656$ mm；以及 $\Sigma TP/InTL = 0.4010$ 。藉此，當可同時兼顧系統成像的對比度以及透鏡製造的良率並提供適當的後焦距以容置其他元件。

【0108】 第一實施例的光學成像系統中，第一透鏡物側面 112 的曲率半徑為 $R1$ ，第一透鏡像側面 114 的曲率半徑為 $R2$ ，其滿足下列條件： $|R1/R2| = 9.6100$ 。藉此，第一透鏡的具備適當正屈折力強度，避免球差增加過速。

【0109】 第一實施例的光學成像系統中，第四透鏡物側面 142 的曲率半徑為 $R7$ ，第四透鏡像側面 144 的曲率半徑為 $R8$ ，其滿足下列條件： $(R7 - R8)/(R7 + R8) = -35.5932$ 。藉此，有利於修正光學成像系統所產生的像散。

【0110】 第一實施例的光學成像系統中，所有具正屈折力的透鏡之焦距總和為 ΣPP ，其滿足下列條件： $\Sigma PP = 12.30183$ mm；以及 $f4/\Sigma PP = 0.22432$ 。藉此，有助於適當分配第四透鏡 140 之正屈折力至其他正透鏡，以抑制入射光線行進過程顯著像差的產生。

【0111】 第一實施例的光學成像系統中，所有具負屈折力的透鏡之焦距總和為 ΣNP ，其滿足下列條件： $\Sigma NP = -14.6405$ mm；以及 $f1/\Sigma NP = 0.59488$ 。藉此，有助於適當分配第四透鏡之負屈折力至其他負透鏡，以抑制入射光線行進過程顯著像差的產生。

【0112】 第一實施例的光學成像系統中，第一透鏡 110 與第二透鏡

120 於光軸上的間隔距離為 IN_{12} ，其滿足下列條件： $IN_{12}=4.5709$ mm； $IN_{12}/f=1.70299$ 。藉此，有助於改善透鏡的色差以提升其性能。

【0113】 第一實施例的光學成像系統中，第二透鏡 120 與第三透鏡 130 於光軸上的間隔距離為 IN_{23} ，其滿足下列條件： $IN_{23}=2.7524$ mm； $IN_{23}/f=1.02548$ 。藉此，有助於改善透鏡的色差以提升其性能。

【0114】 第一實施例的光學成像系統中，第三透鏡 130 與第四透鏡 140 於光軸上的間隔距離為 IN_{34} ，其滿足下列條件： $IN_{34}=0.0944$ mm； $IN_{34}/f=0.03517$ 。藉此，有助於改善透鏡的色差以提升其性能。

【0115】 第一實施例的光學成像系統中，第一透鏡 110 與第二透鏡 120 於光軸上的厚度分別為 TP_1 以及 TP_2 ，其滿足下列條件： $TP_1=0.9179$ mm； $TP_2=2.5000$ mm； $TP_1/TP_2=0.36715$ 以及 $(TP_1+IN_{12})/TP_2=2.19552$ 。藉此，有助於控制光學成像系統製造的敏感度並提升其性能。

【0116】 第一實施例的光學成像系統中，第三透鏡 130 與第四透鏡 140 於光軸上的厚度分別為 TP_3 以及 TP_4 ，前述兩透鏡於光軸上的間隔距離為 IN_{34} ，其滿足下列條件： $TP_3=0.3$ mm； $TP_4=1.2478$ mm； $TP_3/TP_4=0.24043$ 以及 $(TP_4+IN_{34})/TP_3=4.47393$ 。藉此，有助於控制光學成像系統製造的敏感度並降低系統總高度。

【0117】 第一實施例的光學成像系統中，其滿足下列條件： $IN_{23}/(TP_2+IN_{23}+TP_3)=0.49572$ 。藉此有助層層微幅修正入射光行進過程所產生的像差並降低系統總高度。

【0118】 第一實施例的光學成像系統中，第四透鏡物側面 142 於光軸上的交點至第四透鏡物側面 142 的最大有效半徑位置於光軸的水平位移距離為 $InRS_{41}$ ，第四透鏡像側面 144 於光軸上的交點至第四透鏡像側面 144 的最大有效半徑位置於光軸的水平位移距離為 $InRS_{42}$ ，第四透鏡 140 於光軸上的厚度為 TP_4 ，其滿足下列條件： $InRS_{41}=0.2955$ mm； $InRS_{42}=-0.4940$ mm； $|InRS_{41}| + |InRS_{42}| = 0.7894$ mm； $|InRS_{41}| / TP_4 = 0.23679$ ；以及 $|InRS_{42}| / TP_4 = 0.39590$ 。藉此有利於鏡片製作與成型，並有效維持其小型化。

【0119】 本實施例的光學成像系統中，第四透鏡物側面 142 的臨界點 C_{41} 與光軸的垂直距離為 HVT_{41} ，第四透鏡像側面 144 的臨界點 C_{42} 與

光軸的垂直距離為 HVT42，其滿足下列條件：HVT41=0 mm；HVT42=0 mm。

【0120】 本實施例光學成像系統其滿足下列條件：HVT42/HOI=0。

【0121】 本實施例光學成像系統其滿足下列條件：HVT42/HOS=0。

【0122】 第一實施例的光學成像系統中，第一透鏡的色散係數為 NA1，第二透鏡的色散係數為 NA2，第三透鏡的色散係數為 NA3，第四透鏡的色散係數為 NA4，其滿足下列條件： $|NA1-NA2|=0.0351$ 。藉此，有助於光學成像系統色差的修正。

【0123】 第一實施例的光學成像系統中，光學成像系統於結像時之

【0124】 TV 畸變為 TDT，結像時之光學畸變為 ODT，其滿足下列條件：TDT=37.4846 %；ODT=-55.3331 %。

【0125】 本創作實施例任一視場的光線均可進一步分為弧矢面光線 (sagittal ray) 以及子午面光線 (tangential ray)，並且焦點偏移量及 MTF 數值之評價基礎為空間頻率 220 cycles/mm。可見光中心視場、0.3 視場、0.7 視場的弧矢面光線之離焦 MTF 最大值的焦點偏移量分別以 VSFS0、VSFS3、VSFS7 表示(度量單位：mm)，其數值分別為 0.00000 mm、0.00000 mm、0.00000 mm；可見光中心視場、0.3 視場、0.7 視場的弧矢面光線之離焦 MTF 最大值分別以 VSMTF0、VSMTF3、VSMTF7 表示，其數值分別為 0.416、0.397、0.342；可見光中心視場、0.3 視場、0.7 視場的子午面光線之離焦 MTF 最大值的焦點偏移量分別以 VTFS0、VTFS3、VTFS7 表示(度量單位：mm)，其數值分別為 0.00000 mm、0.00000 mm、-0.01000 mm；可見光中心視場、0.3 視場、0.7 視場的子午面光線之離焦 MTF 最大值分別以 VTMTF0、VTMTF3、VTMTF7 表示，其數值分別為 0.416、0.34、0.139。前述可見光弧矢面三視場以及可見光子午面三視場之焦點偏移量的平均焦點偏移量(位置)以 AVFS 表示(度量單位：mm)，其滿足絕對值 $|VSFS0+VSFS3+VSFS7+VTFS0+VTFS3+VTFS7)/6| = |-0.00200 \text{ mm}|$ 。

【0126】 本實施例之紅外光中心視場、0.3 視場、0.7 視場的弧矢面光線之離焦 MTF 最大值的焦點偏移量分別以 ISFS0、ISFS3、ISFS7 表示(度量單位：mm)，其數值分別為 0.03000 mm、0.03300 mm、0.03300 mm，前述弧矢面三視場之焦點偏移量的平均焦點偏移量(位置)以 AISFS 表示；紅

外光中心視場、0.3 視場、0.7 視場的弧矢面光線之離焦 MTF 最大值分別以 ISMTF0、ISMTF3、ISMTF7 表示，其數值分別為 0.169、0.148、0.089；紅外光中心視場、0.3 視場、0.7 視場的子午面光線之離焦 MTF 最大值的焦點偏移量分別以 ITFS0、ITFS3、ITFS7 表示(度量單位：mm)，其數值分別為 0.03、0.028、0.005，前述子午面三視場之焦點偏移量的平均焦點偏移量(位置)以 AITFS 表示(度量單位：mm)；紅外光中心視場、0.3 視場、0.7 視場的子午面光線之離焦 MTF 最大值分別以 ITMTF0、ITMTF3、ITMTF7 表示，其數值分別為 0.169、0.093、0.00000。前述紅外光弧矢面三視場以及紅外光子午面三視場之焦點偏移量的平均焦點偏移量(位置)以 AIFS 表示(度量單位：mm)，其滿足絕對值 $|(ISFS0+ISFS3+ISFS7+ITFS0+ITFS3+ITFS7)/6| = |0.02600\text{mm}|$ 。

【0127】 本實施例整個光學成像系統之可見光中心視場聚焦點與紅外光中心視場聚焦點(RGB/IR)之間的焦點偏移量以 FS 表示(即波長 850nm 對波長 555nm，度量單位：mm)，其滿足絕對值 $|(VSFS0+VTFS0)/2-(ISFS0+ITFS0)/2| = |0.03000\text{mm}|$ ；整個光學成像系統之可見光三視場平均焦點偏移量與紅外光三視場平均焦點偏移量(RGB/IR)之間的差值(焦點偏移量)以 AFS 表示(即波長 850nm 對波長 555nm，度量單位：mm)，其滿足絕對值 $|AIFS-AVFS| = |0.02800\text{mm}|$ 。

【0128】 本實施例的光學成像系統中，可見光在該成像面上之光軸、0.3HOI 以及 0.7HOI 三處於四分之一空間頻率(110 cycles/mm)之調制轉換對比轉移率(MTF 數值)分別以 MTFQ0、MTFQ3 以及 MTFQ7 表示，其滿足下列條件：MTFQ0 約為 0.65；MTFQ3 約為 0.52；以及 MTFQ7 約為 0.42。可見光在該成像面上之光軸、0.3HOI 以及 0.7HOI 三處於空間頻率 55 cycles/mm 之調制轉換對比轉移率(MTF 數值)分別以 MTFE0、MTFE3 以及 MTFE7 表示，其滿足下列條件：MTFE0 約為 0.84；MTFE3 約為 0.76；以及 MTFE7 約為 0.69。

【0129】 再配合參照下列表一以及表二。

| 表一 第一實施例透鏡數據 | | | | | | |
|--|------|------------|----|-----|------|----|
| f(焦距)= 2.6841 mm ; f/HEP=2.7959 ; HAF(半視角)= 70 deg ; tan(HAF)=2.7475 | | | | | | |
| 表面 | 曲率半徑 | 厚度 (mm) | 材質 | 折射率 | 色散係數 | 焦距 |

| | | | | | | | |
|----|------------|--------------|-------|----------------|-------|-------|--------|
| 0 | 被攝物 | 平面 | 無窮遠 | | | | |
| 1 | 第一透鏡 | 31.98102785 | 0.918 | 玻璃 | 1.688 | 50.26 | -5.453 |
| 2 | | 3.327880578 | 4.571 | | | | |
| 3 | 第二透鏡 | -15.2556818 | 2.500 | 塑膠 | 1.642 | 22.46 | 9.542 |
| 4 | | -4.681543531 | 2.528 | | | | |
| 5 | 光圈 | 平面 | 0.225 | | | | |
| 6 | 第三透鏡 | -2.453543123 | 0.300 | 塑膠 | 1.642 | 22.46 | -3.714 |
| 7 | | 127.8664454 | 0.094 | | | | |
| 8 | 第四透鏡 | 2.697747363 | 1.248 | 塑膠 | 1.544 | 56.09 | 2.759 |
| 9 | | -2.853715061 | 0.725 | | | | |
| 10 | 紅外線 濾光片 | 平面 | 2.000 | BK7_ SCHOTT | 1.517 | 64.13 | |
| 11 | | 平面 | 3.640 | | | | |
| 12 | 成像面 | 平面 | | | | | |

參考波長為 555 nm； 擋光位置： 第 3 面其通光孔徑 3.0 mm

表二、第一實施例之非球面係數

| 表面 | 3 | 4 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| k = | -2.918829E+01 | -3.214789E+00 | -1.504539E+01 | -2.970417E+01 | -1.613370E+01 | -1.145951E+00 |
| A4 = | -9.004096E-04 | -9.725260E-06 | 8.890018E-05 | 3.634454E-02 | 9.587367E-03 | -4.742020E-03 |
| A6 = | 2.391364E-04 | -8.096303E-05 | -1.166688E-02 | -3.060142E-02 | -3.693991E-03 | 1.232422E-03 |
| A8 = | -2.421089E-05 | 7.787465E-07 | -5.720942E-04 | 8.833265E-03 | 8.653836E-04 | 3.333400E-04 |
| A10 = | 1.716292E-06 | 3.517517E-07 | 8.305770E-04 | -1.362695E-03 | -7.093620E-05 | -2.583094E-06 |
| A12 = | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 |

【0130】 表一為第 1 圖第一實施例詳細的結構數據，其中曲率半徑、厚度、距離及焦距的單位為 mm，且表面 0-14 依序表示由物側至像側的表面。表二為第一實施例中的非球面數據，其中，k 表非球面曲線方程式中的錐面係數，A1-A20 則表示各表面第 1-20 階非球面係數。此外，以下各實施列表格乃對應各實施例的示意圖與像差曲線圖，表格中數據的定義皆與第一實施例的表一及表二的定義相同，在此不加贅述。

【0131】 第二實施例

請參照第 2A 圖及第 2B 圖，其中第 2A 圖繪示依照本創作第二實施例的一種光學成像系統的示意圖，第 2B 圖由左至右依序為第二實施例的光學成像

系統的球差、像散及光學畸變曲線圖。第 2C 圖係繪示本實施例之可見光頻譜調制轉換特徵圖。第 2D 圖係繪示本創作第二實施例之可見光頻譜的中心視場、0.3 視場、0.7 視場之離焦調制轉換對比轉移率圖；第 2E 圖係繪示本創作第二實施例之紅外光頻譜的中心視場、0.3 視場、0.7 視場之離焦調制轉換對比轉移率圖。由第 2A 圖可知，光學成像系統 20 由物側至像側依序包含第一透鏡 210、光圈 200、第二透鏡 220、第三透鏡 230、第四透鏡 240、紅外線濾光片 270、成像面 280 以及影像感測元件 290。

【0132】 第一透鏡 210 具有負屈折力，且為塑膠材質，其物側面 212 為凸面，其像側面 214 為凹面，並皆為非球面，且其物側面 212 以及像側面 214 均具有一反曲點。

【0133】 第二透鏡 220 具有正屈折力，且為塑膠材質，其物側面 222 為凸面，其像側面 224 為凸面，並皆為非球面，且其物側面 222 具有一反曲點。

【0134】 第三透鏡 230 具有正屈折力，且為塑膠材質，其物側面 232 為凹面，其像側面 234 為凸面，並皆為非球面，且其物側面 232 以及像側面 234 均具有一反曲點。

【0135】 第四透鏡 240 具有負屈折力，且為塑膠材質，其物側面 242 為凸面，其像側面 244 為凹面，並皆為非球面，且其物側面 242 以及像側面 244 均具有一反曲點。

【0136】 紅外線濾光片 270 為玻璃材質，其設置於第四透鏡 240 及成像面 280 間且不影響光學成像系統的焦距。

【0137】 第二實施例的光學成像系統中，第二透鏡、第三透鏡均為正透鏡，其個別焦距分別為 f_2 以及 f_3 ，所有具正屈折力的透鏡之焦距總和為 ΣPP ，其滿足下列條件： $\Sigma PP=f_2+f_3$ 。藉此，有助於適當分配單一透鏡之正屈折力至其他正透鏡，以抑制入射光行進過程顯著像差的產生。

【0138】 第二實施例的光學成像系統中，所有具負屈折力的透鏡之焦距總和為 ΣNP ，其滿足下列條件： $\Sigma NP=f_1+f_3$ 。

【0139】 請配合參照下列表三以及表四。

| 表三 第二實施例透鏡數據 | | | | | | |
|--|------|--------|----|-----|------|----|
| f(焦距)=1.323 mm ; f/HEP=1.8 ; HAF(半視角)=37.5 deg ; tan(HAF)=0.7673 | | | | | | |
| 表 | 曲率半徑 | 厚度(mm) | 材質 | 折射率 | 色散係數 | 焦距 |

| | | | | | | | |
|----|------------|--------------|-------|----------------|-------|-------|--------|
| 面 | | | | | | | |
| 0 | 被攝物 | 平面 | 無窮遠 | | | | |
| 1 | 第一透鏡 | 2.815155869 | 0.175 | 塑膠 | 1.515 | 56.55 | -4.014 |
| 2 | | 1.16843349 | 0.051 | | | | |
| 3 | 光圈 | 平面 | 0.066 | | | | |
| 4 | 第二透鏡 | 0.599339272 | 0.450 | 塑膠 | 1.544 | 55.96 | 0.837 |
| 5 | | -1.411016917 | 0.133 | | | | |
| 6 | 第三透鏡 | -0.317760089 | 0.187 | 塑膠 | 1.642 | 22.46 | 5.004 |
| 7 | | -0.356324528 | 0.050 | | | | |
| 8 | 第四透鏡 | 1.400960481 | 0.238 | 塑膠 | 1.642 | 22.46 | -2.390 |
| 9 | | 0.686143826 | 0.219 | | | | |
| 10 | 紅外線 濾光片 | 平面 | 0.210 | BK7_ SCHOTT | 1.517 | 64.13 | |
| 11 | | 平面 | 0.31 | | | | |
| 12 | 成像面 | 平面 | | | | | |

參考波長為 555 nm；擋光位置：第 1 面其通光半徑 0.43 mm；第 5 面其通光半徑 0.390 mm

表四、第二實施例之非球面係數

| 表四 非球面係數 | | | | | | |
|----------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 表面 | 1 | 2 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| k = | -2.100896E+01 | -3.117650E+01 | -6.594072E-01 | -5.749340E+00 | -1.293538E+00 | -1.778968E+00 |
| A4 = | -1.034815E+00 | -1.247743E+00 | -2.144582E+00 | -5.564182E-01 | 5.280891E+00 | 7.147752E+00 |
| A6 = | -1.467293E+01 | -3.933644E+01 | -2.397809E+01 | -5.601046E+01 | -4.929357E+01 | -1.152802E+02 |
| A8 = | 4.846220E+02 | 1.049222E+03 | 1.466540E+03 | 7.715029E+02 | -5.524670E+02 | 1.188148E+03 |
| A10 = | -7.102825E+03 | -1.234792E+04 | -4.393327E+04 | -8.580555E+03 | 2.181848E+04 | -6.205622E+03 |
| A12 = | 5.884002E+04 | 5.356074E+04 | 7.002153E+05 | 6.735915E+04 | -2.298819E+05 | 2.212051E+04 |
| A14 = | -2.820526E+05 | 1.558329E+05 | -6.248007E+06 | -2.902619E+05 | 1.176507E+06 | -6.949962E+04 |
| A16 = | 7.245452E+05 | -2.134561E+06 | 2.912419E+07 | 5.267012E+05 | -3.006163E+06 | 1.681686E+05 |
| A18 = | -7.701193E+05 | 5.176547E+06 | -5.535295E+07 | -1.326747E+05 | 3.050941E+06 | -1.906600E+05 |
| A20 = | 1.874256E+01 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 |

| 表四 非球面係數 | | | | | |
|----------|---------------|---------------|--|--|--|
| 表面 | 8 | 9 | | | |
| k = | -9.958872E-02 | -9.720777E+00 | | | |

| | | | | | | |
|-------|---------------|---------------|--|--|--|--|
| A4 = | 2.668792E+00 | -6.993487E-01 | | | | |
| A6 = | -1.053723E+02 | -9.822777E+00 | | | | |
| A8 = | 1.164018E+03 | 9.374187E+01 | | | | |
| A10 = | -7.629138E+03 | -4.377047E+02 | | | | |
| A12 = | 3.098893E+04 | 1.160682E+03 | | | | |
| A14 = | -7.777603E+04 | -1.720966E+03 | | | | |
| A16 = | 1.168351E+05 | 1.259258E+03 | | | | |
| A18 = | -9.146103E+04 | -3.228384E+02 | | | | |
| A20 = | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | | | | |

【0140】 第二實施例中，非球面的曲線方程式表示如第一實施例的形式。此外，下表參數的定義皆與第一實施例相同，在此不加以贅述。

【0141】 依據表三及表四可得到下列條件式數值：

| 第二實施例 (使用主要參考波長 555 nm) | | | | | |
|-------------------------|----------|------------|-----------|-----------|-----------|
| ETP1 | ETP2 | ETP3 | ETP4 | ED12/ED23 | SED |
| 0.178 | 0.299 | 0.223 | 0.269 | 1.948 | 0.426 |
| ETP1/TP1 | ETP2/TP2 | ETP3/TP3 | ETP4/TP4 | ED23/ED34 | SETP |
| 1.018 | 0.664 | 1.193 | 1.128 | 0.493 | 0.969 |
| ETL | EBL | EIN | EIR | PIR | STP |
| 2.085 | 0.691 | 1.395 | 0.171 | 0.219 | 1.050 |
| EIN/ETL | SETP/EIN | EIR/PIR | EBL/BL | BL | SETP/STP |
| 0.669 | 0.695 | 0.777 | 0.9344 | 0.7395 | 0.922 |
| ED12 | ED23 | ED34 | ED12/IN12 | ED23/IN23 | ED34/IN34 |
| 0.167 | 0.086 | 0.174 | 1.428 | 0.645 | 3.473 |
| InRS41 | InRS42 | HVT41 | HVT42 | ODT% | TDT% |
| -0.02448 | -0.00545 | 0.30907 | 0.42296 | 1.30002 | 0.70606 |
| f/f1 | f/f2 | f/f3 | f/f4 | f1/f2 | f2/f3 |
| 0.32944 | 1.58025 | 0.26432 | 0.55346 | 4.79676 | 0.16726 |
| ΣPPR | ΣNPR | ΣPPR/ ΣNPR | ΣPP | ΣNP | f1/ΣPP |
| 1.84456 | 0.88290 | 2.08922 | 5.84043 | -6.40396 | -0.68735 |
| f4/ΣNP | IN12/f | IN23/f | IN34/f | TP3/f | TP4/f |
| 0.37314 | 0.08827 | 0.10034 | 0.03781 | 0.14140 | 0.18018 |

| InTL | HOS | HOS/HOI | InS/HOS | InTL/HOS | Σ TP/InTL |
|----------------|----------------|-----------|-----------|---------------------|------------------|
| 1.34974 | 2.08923 | 2.03232 | 0.89196 | 0.64605 | 0.77815 |
| (TP1+IN12)/TP2 | (TP4+IN34)/TP3 | TP1/TP2 | TP3/TP4 | IN23/(TP2+IN23+TP3) | |
| 0.64830 | 1.54164 | 0.38889 | 0.78476 | 0.17240 | |
| $ InRS41 /TP4$ | $ InRS42 /TP4$ | HVT42/HOI | HVT42/HOS | | |
| 0.1027 | 0.0229 | 0.4114 | 0.2024 | | |
| MTFE0 | MTFE3 | MTFE7 | MTFQ0 | MTFQ3 | MTFQ7 |
| 0.92 | 0.9 | 0.85 | 0.83 | 0.77 | 0.67 |
| VSFS0 | VSFS3 | VSFS7 | VTFS0 | VTFS3 | VTFS7 |
| 0.00100 | -0.00000 | -0.00000 | -0.00000 | 0.00250 | 0.00250 |
| VSMTF0 | VSMTF3 | VSMTF7 | VTMTF0 | VTMTF3 | VTMTF7 |
| 0.63100 | 0.63600 | 0.59000 | 0.63100 | 0.60300 | 0.43700 |
| ISFS0 | ISFS3 | ISFS7 | ITFS0 | ITFS3 | ITFS7 |
| 0.01600 | 0.01250 | 0.00500 | 0.01500 | 0.01000 | 0.00250 |
| ISMTF0 | ISMTF3 | ISMTF7 | ITMTF0 | ITMTF3 | ITMTF7 |
| 0.52100 | 0.44400 | 0.40200 | 0.52000 | 0.37400 | 0.19700 |
| FS | AIFS | AVFS | AFS | | |
| 0.01500 | 0.01000 | 0.00083 | 0.00917 | | |

【0142】 依據表三及表四可得到下列條件式數值：

| 第二實施例反曲點相關數值 (使用主要參考波長 555 nm) | | | | | | | |
|--------------------------------|--------|------------|--------|--------|---------|---------------------------|--------|
| HIF111 | 0.1522 | HIF111/HOI | 0.1481 | SGI111 | 0.0034 | $ SGI111 /(SGI111 +TP1)$ | 0.0192 |
| HIF121 | 0.1456 | HIF121/HOI | 0.1417 | SGI121 | 0.0074 | $ SGI121 /(SGI121 +TP1)$ | 0.0408 |
| HIF211 | 0.2328 | HIF211/HOI | 0.2264 | SGI211 | 0.0389 | $ SGI211 /(SGI211 +TP2)$ | 0.0796 |
| HIF311 | 0.2617 | HIF311/HOI | 0.2546 | SGI311 | -0.0900 | $ SGI311 /(SGI311 +TP3)$ | 0.3249 |
| HIF321 | 0.2495 | HIF321/HOI | 0.2427 | SGI321 | -0.0673 | $ SGI321 /(SGI321 +TP3)$ | 0.2646 |
| HIF411 | 0.1827 | HIF411/HOI | 0.1778 | SGI411 | 0.0122 | $ SGI411 /(SGI411 +TP4)$ | 0.0486 |
| HIF421 | 0.2076 | HIF421/HOI | 0.2020 | SGI421 | 0.0250 | $ SGI421 /(SGI421 +TP4)$ | 0.0950 |

【0143】 第三實施例

請參照第 3A 圖及第 3B 圖，其中第 3A 圖繪示依照本創作第三實施例的一種光學成像系統的示意圖，第 3B 圖由左至右依序為第三實施例的光學成像系統的球差、像散及光學畸變曲線圖。第 3C 圖係繪示本實施例之可見光頻譜調制轉換特徵圖。第 3D 圖係繪示本創作第三實施例之可見光頻譜的中心視場、0.3 視場、0.7 視場之離焦調制轉換對比轉移率圖；第 3E 圖係繪示本

創作第三實施例之紅外光頻譜的中心視場、0.3 視場、0.7 視場之離焦調制轉換對比轉移率圖。由第 3A 圖可知，光學成像系統 30 由物側至像側依序包含第一透鏡 310、光圈 300、第二透鏡 320、第三透鏡 330、第四透鏡 340、紅外線濾光片 370、成像面 380 以及影像感測元件 390。

【0144】 第一透鏡 310 具有正屈折力，且為塑膠材質，其物側面 312 為凸面，其像側面 314 為凹面，並皆為非球面，其物側面 312 以及像側面 314 均具有一反曲點。

【0145】 第二透鏡 320 具有正屈折力，且為塑膠材質，其物側面 322 為凸面，其像側面 324 為凸面，並皆為非球面，其物側面 322 以及像側面 324 均具有一反曲點。

【0146】 第三透鏡 330 具有正屈折力，且為塑膠材質，其物側面 332 為凹面，其像側面 334 為凸面，並皆為非球面，其物側面 332 以及像側面 334 均具有一反曲點。

【0147】 第四透鏡 340 具有負屈折力，且為塑膠材質，其物側面 342 為凸面，其像側面 344 為凹面，並皆為非球面，且其物側面 342 以及像側面 344 均具有一反曲點。

【0148】 紅外線濾光片 370 為玻璃材質，其設置於第四透鏡 340 及成像面 380 間且不影響光學成像系統的焦距。

【0149】 第三實施例的光學成像系統中，第一透鏡、第二透鏡與第三透鏡均為正透鏡，其個別焦距分別為 f_1 、 f_2 以及 f_3 ，所有具正屈折力的透鏡之焦距總和為 ΣPP ，其滿足下列條件： $\Sigma PP=f_1+f_2+f_3$ 。藉此，有助於適當分配單一透鏡之正屈折力至其他正透鏡，以抑制入射光行進過程顯著像差的產生。

【0150】 第三實施例的光學成像系統中，所有具負屈折力的透鏡之焦距總和為 ΣNP ，其滿足下列條件： $\Sigma NP=f_4$ 。

【0151】 請配合參照下列表五以及表六。

| 表五 第三實施例透鏡數據 | | | | | | | |
|---|------|----|--------|----|-----|------|----|
| f(焦距)= 1.3310 mm ; f/HEP =2.0 ; HAF(半視角)= 37.5170 deg ; tan(HAF)=0.7678 | | | | | | | |
| 表面 | 曲率半徑 | | 厚度(mm) | 材質 | 折射率 | 色散係數 | 焦距 |
| 0 | 被攝物 | 平面 | 無窮遠 | | | | |

| | | | | | | | |
|----|------------|--------------|-------|----------------|-------|-------|---------|
| 1 | 第一透鏡 | 0.83935305 | 0.175 | 塑膠 | 1.584 | 29.88 | 238.535 |
| 2 | | 0.779262354 | 0.085 | | | | |
| 3 | 光圈 | 平面 | 0.050 | | | | |
| 4 | 第二透鏡 | 0.623234619 | 0.285 | 塑膠 | 1.545 | 55.96 | 1.089 |
| 5 | | -11.00170615 | 0.123 | | | | |
| 6 | 第三透鏡 | -0.364938387 | 0.175 | 塑膠 | 1.642 | 22.46 | 10.040 |
| 7 | | -0.410676892 | 0.050 | | | | |
| 8 | 第四透鏡 | 1.0692297 | 0.175 | 塑膠 | 1.642 | 22.46 | -7.515 |
| 9 | | 0.820249597 | 0.138 | | | | |
| 10 | 紅外線 濾光片 | 平面 | 0.210 | BK7_ SCHOTT | 1.517 | 64.13 | |
| 11 | | 平面 | 0.442 | | | | |
| 12 | 成像面 | 平面 | | | | | |

參考波長為 555 nm； 擋光位置： 第 1 面其通光孔半徑 0.370 mm； 第 5 面其通光孔半徑 0.350 mm

表六、第三實施例之非球面係數

| 表面 | 1 | 2 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| k = | -1.559670E+01 | -3.285895E+01 | -3.283737E-01 | -2.715604E+01 | -1.097425E+00 | -1.384866E+00 |
| A4 = | 2.960488E+00 | 5.065976E+00 | -7.176660E-01 | 3.614461E-01 | 2.214305E+00 | -4.780890E+00 |
| A6 = | -8.781953E+01 | -1.155499E+02 | -5.059534E+01 | -7.045897E+01 | -8.731178E+01 | 1.414294E+02 |
| A8 = | 2.168917E+03 | 1.873961E+02 | 2.209574E+03 | 1.490315E+03 | 2.841182E+03 | -1.711255E+03 |
| A10 = | -3.808808E+04 | 4.119672E+04 | -6.239210E+04 | -2.783463E+04 | -5.162307E+04 | 9.272611E+03 |
| A12 = | 4.172494E+05 | -9.858251E+05 | 9.875788E+05 | 2.549608E+05 | 5.492447E+05 | 4.055356E+04 |
| A14 = | -2.731712E+06 | 1.068435E+07 | -9.081709E+06 | -1.110874E+06 | -3.054910E+06 | -7.073760E+05 |
| A16 = | 9.752197E+06 | -5.730864E+07 | 4.401602E+07 | 2.625091E+06 | 7.919499E+06 | 2.992540E+06 |
| A18 = | -1.459442E+07 | 1.229646E+08 | -8.582584E+07 | -4.104192E+06 | -6.822180E+06 | -4.349295E+06 |
| A20 = | 1.874089E+01 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 |

| 表面 | 8 | 9 | | | | |
|------|---------------|---------------|--|--|--|--|
| k = | -9.000000E+01 | -1.042971E+01 | | | | |
| A4 = | -5.438650E+00 | -5.344102E+00 | | | | |

| | | | | | | |
|-------|---------------|---------------|--|--|--|--|
| A6= | 9.066051E+01 | 5.295146E+01 | | | | |
| A8 = | -1.364068E+03 | -4.481013E+02 | | | | |
| A10= | 1.266697E+04 | 2.489477E+03 | | | | |
| A12 = | -7.011162E+04 | -8.594433E+03 | | | | |
| A14 = | 2.041429E+05 | 1.680325E+04 | | | | |
| A16 = | -2.001005E+05 | -1.520673E+04 | | | | |
| A18 = | -1.771508E+05 | 2.609779E+03 | | | | |
| A20 = | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | | | | |

【0152】 第三實施例中，非球面的曲線方程式表示如第一實施例的形式。此外，下表參數的定義皆與第一實施例相同，在此不加以贅述。

【0153】 依據表五及表六可得到下列條件式數值：

| 第三實施例 (使用主要參考波長 555 nm) | | | | | |
|-------------------------|--------------|-----------------------------|-------------|-------------|------------------|
| ETP1 | ETP2 | ETP3 | ETP4 | ED12/ED23 | SED |
| 0.162 | 0.193 | 0.186 | 0.197 | 3.763 | 0.351 |
| ETP1/TP1 | ETP2/TP2 | ETP3/TP3 | ETP4/TP4 | ED23/ED34 | SETP |
| 0.926 | 0.679 | 1.062 | 1.126 | 0.272 | 0.738 |
| ETL | EBL | EIN | EIR | PIR | STP |
| 2.085 | 0.691 | 1.395 | 0.171 | 0.219 | 0.810 |
| EIN/ETL | SETP/EIN | EIR/PIR | EBL/BL | BL | SETP/STP |
| 0.669 | 0.695 | 0.777 | 0.8747 | 0.79 | 0.912 |
| ED12 | ED23 | ED34 | ED12/IN12 | ED23/IN23 | ED34/IN34 |
| 0.157 | 0.042 | 0.153 | 1.164 | 0.339 | 3.061 |
| InRS41 | InRS42 | HVT41 | HVT42 | ODT% | TDT% |
| -0.06700 | -0.09200 | 0.20300 | 0.29700 | 1.30000 | 0.60800 |
| f/f1 | f/f2 | f/f3 | f/f4 | f1/f2 | f2/f3 |
| 0.00558 | 1.22222 | 0.13257 | 0.17711 | 219.04040 | 0.10847 |
| Σ PPR | Σ NPR | Σ PPR/ Σ NPR | Σ PP | Σ NP | f1/ Σ PP |
| 1.36037 | 0.17711 | 7.68084 | 249.66400 | -7.51500 | 0.95542 |
| f4/ Σ NP | IN12/f | IN23/f | IN34/f | TP3/f | TP4/f |
| -0.14491 | 0.10143 | 0.09241 | 0.03757 | 0.13148 | 0.13148 |
| InTL | HOS | HOS/HOI | InS/HOS | InTL/HOS | Σ TP/InTL |
| 1.11700 | 1.90700 | 1.85506 | 0.86418 | 0.58574 | 0.72516 |

| | | | | | |
|----------------|----------------|-----------|-----------|---------------------|---------|
| (TP1+IN12)/TP2 | (TP4+IN34)/TP3 | TP1/TP2 | TP3/TP4 | IN23/(TP2+IN23+TP3) | |
| 1.08772 | 1.28571 | 0.61404 | 1.00000 | 0.21098 | |
| InRS41 /TP4 | InRS42 /TP4 | HVT42/HOI | HVT42/HOS | | |
| 0.3829 | 0.5257 | 0.2889 | 0.1557 | | |
| MTFE0 | MTFE3 | MTFE7 | MTFQ0 | MTFQ3 | MTFQ7 |
| 0.9 | 0.86 | 0.8 | 0.76 | 0.65 | 0.54 |
| VSFS0 | VSFS3 | VSFS7 | VTFS0 | VTFS3 | VTFS7 |
| 0.00250 | -0.00000 | -0.00750 | 0.00250 | 0.00750 | 0.01000 |
| VSMTF0 | VSMTF3 | VSMTF7 | VTMTF0 | VTMTF3 | VTMTF7 |
| 0.53300 | 0.52000 | 0.51900 | 0.53300 | 0.48200 | 0.40700 |
| ISFS0 | ISFS3 | ISFS7 | ITFS0 | ITFS3 | ITFS7 |
| 0.02250 | 0.01750 | 0.00500 | 0.02250 | 0.02250 | 0.00750 |
| ISMTF0 | ISMTF3 | ISMTF7 | ITMTF0 | ITMTF3 | ITMTF7 |
| 0.52000 | 0.43000 | 0.39200 | 0.52000 | 0.34700 | 0.20200 |
| FS | AIFS | AVFS | AFS | | |
| 0.02000 | 0.01625 | 0.00250 | 0.01375 | | |

【0154】 依據表五及表六可得到下列條件式數值：

| 第三實施例反曲點相關數值 (使用主要參考波長 555 nm) | | | | | | | |
|--------------------------------|--------|------------|--------|--------|---------|---------------------------|--------|
| HIF111 | 0.2660 | HIF111/HOI | 0.2588 | SGI111 | 0.0370 | $ SGI111 /(SGI111 +TP1)$ | 0.1745 |
| HIF121 | 0.1940 | HIF121/HOI | 0.1887 | SGI121 | 0.0200 | $ SGI121 /(SGI121 +TP1)$ | 0.1026 |
| HIF211 | 0.2270 | HIF211/HOI | 0.2208 | SGI211 | 0.0380 | $ SGI211 /(SGI211 +TP2)$ | 0.1176 |
| HIF221 | 0.3430 | HIF221/HOI | 0.3337 | SGI221 | -0.0490 | $ SGI221 /(SGI221 +TP2)$ | 0.1467 |
| HIF311 | 0.2590 | HIF311/HOI | 0.2519 | SGI311 | -0.0860 | $ SGI311 /(SGI311 +TP3)$ | 0.3295 |
| HIF321 | 0.2470 | HIF321/HOI | 0.2403 | SGI321 | -0.0730 | $ SGI321 /(SGI321 +TP3)$ | 0.2944 |
| HIF411 | 0.0950 | HIF411/HOI | 0.0924 | SGI411 | 0.0030 | $ SGI411 /(SGI411 +TP4)$ | 0.0169 |
| HIF421 | 0.1440 | HIF421/HOI | 0.1401 | SGI421 | 0.0100 | $ SGI421 /(SGI421 +TP4)$ | 0.0541 |

【0155】 第四實施例

請參照第 4A 圖及第 4B 圖，其中第 4A 圖繪示依照本創作第四實施例的一種光學成像系統的示意圖，第 4B 圖由左至右依序為第四實施例的光學成像系統的球差、像散及光學畸變曲線圖。第 4C 圖係繪示本實施例之可見光頻譜調制轉換特徵圖。第 4D 圖係繪示本創作第四實施例之可見光頻譜的中心視場、0.3 視場、0.7 視場之離焦調制轉換對比轉移率圖；第 4E 圖係繪示本創作第四實施例之紅外光頻譜的中心視場、0.3 視場、0.7 視場之離焦調制

轉換對比轉移率圖。由第 4A 圖可知，光學成像系統 40 由物側至像側依序包含第一透鏡 410、光圈 400、第二透鏡 420、第三透鏡 430、第四透鏡 440、紅外線濾光片 470、成像面 480 以及影像感測元件 490。

【0156】 第一透鏡 410 具有正屈折力，且為塑膠材質，其物側面 412 為凸面，其像側面 414 為凹面，並皆為非球面，且其物側面 412 以及像側面 414 均具有一反曲點。

【0157】 第二透鏡 420 具有正屈折力，且為塑膠材質，其物側面 422 為凸面，其像側面 424 為凸面，並皆為非球面，且其物側面 422 具有一反曲點。

【0158】 第三透鏡 430 具有負屈折力，且為塑膠材質，其物側面 432 為凹面，其像側面 434 為凸面，並皆為非球面，且其物側面 432 以及像側面 434 均具有一反曲點。

【0159】 第四透鏡 440 具有正屈折力，且為塑膠材質，其物側面 442 為凸面，其像側面 444 為凹面，並皆為非球面，且其物側面 442 以及像側面 444 均具有一反曲點。

【0160】 紅外線濾光片 470 為玻璃材質，其設置於第四透鏡 440 及成像面 480 間且不影響光學成像系統的焦距。

【0161】 第四實施例的光學成像系統中，第一透鏡、第二透鏡與第四透鏡均為正透鏡，其個別焦距分別為 f_1 、 f_2 以及 f_4 ，所有具正屈折力的透鏡之焦距總和為 ΣPP ，其滿足下列條件： $\Sigma PP=f_1+f_2+f_4$ 。藉此，有助於適當分配單一透鏡之正屈折力至其他正透鏡，以抑制入射光行進過程顯著像差的產生。

【0162】 第四實施例的光學成像系統中，第三透鏡之個別焦距分別為 f_3 ，所有具負屈折力的透鏡之焦距總和為 ΣNP ，其滿足下列條件： $\Sigma NP=f_3$ 。

【0163】 請配合參照下列表七以及表八。

| 表七 | | 第四實施例透鏡數據 | | | | |
|--|------|-----------|-----|-----|------|----|
| f(焦距)= 1.3290 mm ; f/HEP = 2.0 ; HAF(半視角)= 37.5150 deg ; tan(HAF)=0.7677 | | | | | | |
| 表面 | 曲率半徑 | 厚度(mm) | 材質 | 折射率 | 色散係數 | 焦距 |
| 0 | 被攝物 | 平面 | 無窮遠 | | | |

| | | | | | | | |
|----|------------|--------------|-------|----------------|-------|-------|-------|
| 1 | 第一透鏡 | 0.796358327 | 0.175 | 塑膠 | 1.584 | 29.88 | 47.93 |
| 2 | | 0.752894203 | 0.095 | | | | |
| 3 | 光圈 | 平面 | 0.050 | | | | |
| 4 | 第二透鏡 | 0.69002414 | 0.289 | 塑膠 | 1.545 | 55.96 | 1.14 |
| 5 | | -5.470145447 | 0.127 | | | | |
| 6 | 第三透鏡 | -0.375226684 | 0.175 | 塑膠 | 1.642 | 22.46 | -7.54 |
| 7 | | -0.480949837 | 0.050 | | | | |
| 8 | 第四透鏡 | 0.634776701 | 0.175 | 塑膠 | 1.642 | 22.46 | 9.92 |
| 9 | | 0.628050498 | 0.130 | | | | |
| 10 | 紅外線 濾光片 | 平面 | 0.210 | BK7_ SCHOTT | 1.517 | 64.13 | |
| 11 | | 平面 | 0.446 | | | | |
| 12 | 成像面 | 平面 | | | | | |

參考波長為 555 nm； 擋光位置： 第 1 面其通光孔半徑 0.390 mm； 第 5 面其通光孔半徑 0.350 mm

表八、第四實施例之非球面係數

| 表八 非球面係數 | | | | | | |
|----------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 表面 | 1 | 2 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| k = | -1.559070E+01 | -3.277696E+01 | -1.338964E-01 | -2.644155E+01 | -9.444825E-01 | -8.569895E-01 |
| A4 = | 3.931058E+00 | 6.407587E+00 | -7.455663E-01 | -3.112638E-01 | 1.474769E+00 | -7.584700E+00 |
| A6 = | -1.040453E+02 | -1.208225E+02 | -4.905075E+01 | -7.316173E+01 | -2.913984E+01 | 2.026719E+02 |
| A8 = | 2.548788E+03 | -4.252993E+01 | 2.152711E+03 | 1.536768E+03 | 1.861605E+02 | -2.697091E+03 |
| A10 = | -4.367449E+04 | 4.938506E+04 | -6.180943E+04 | -3.005936E+04 | -1.107176E+03 | 1.921504E+04 |
| A12 = | 4.647813E+05 | -1.098966E+06 | 9.823348E+05 | 3.189116E+05 | 8.405416E+04 | -1.663989E+04 |
| A14 = | -2.944070E+06 | 1.140707E+07 | -9.044375E+06 | -1.714189E+06 | -9.804138E+05 | -5.393357E+05 |
| A16 = | 1.013712E+07 | -5.908647E+07 | 4.382259E+07 | 4.420446E+06 | 4.316120E+06 | 2.803448E+06 |
| A18 = | -1.459442E+07 | 1.229646E+08 | -8.582584E+07 | -4.104192E+06 | -6.822180E+06 | -4.349295E+06 |
| A20 = | 1.874407E+01 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 |

| 表八 非球面係數 | | | | | | |
|----------|---------------|---------------|--|--|--|--|
| 表面 | 8 | 9 | | | | |
| k = | -2.727253E+01 | -1.028315E+01 | | | | |
| A4 = | -4.999799E+00 | -3.743632E+00 | | | | |

| | | | | | | |
|-------|---------------|---------------|--|--|--|--|
| A6= | 6.751631E+01 | 2.859772E+01 | | | | |
| A8 = | -9.280684E+02 | -2.281186E+02 | | | | |
| A10= | 7.954824E+03 | 1.278101E+03 | | | | |
| A12 = | -3.875688E+04 | -4.522034E+03 | | | | |
| A14 = | 8.940373E+04 | 9.165264E+03 | | | | |
| A16 = | -2.453740E+04 | -9.062636E+03 | | | | |
| A18 = | -1.771508E+05 | 2.609779E+03 | | | | |
| A20 = | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | | | | |

【0164】 第四實施例中，非球面的曲線方程式表示如第一實施例的形式。此外，下表參數的定義皆與第一實施例相同，在此不加以贅述。

【0165】 依據表七及表八可得到下列條件式數值：

| 第四實施例 (使用主要參考波長 555 nm) | | | | | |
|-------------------------|----------|------------|-----------|-----------|-----------|
| ETP1 | ETP2 | ETP3 | ETP4 | ED12/ED23 | SED |
| 0.165 | 0.200 | 0.190 | 0.192 | 2.891 | 0.369 |
| ETP1/TP1 | ETP2/TP2 | ETP3/TP3 | ETP4/TP4 | ED23/ED34 | SETP |
| 0.941 | 0.692 | 1.088 | 1.096 | 0.308 | 0.747 |
| ETL | EBL | EIN | EIR | PIR | STP |
| 1.869 | 0.753 | 1.116 | 0.096 | 0.130 | 0.814 |
| EIN/ETL | SETP/EIN | EIR/PIR | EBL/BL | BL | SETP/STP |
| 0.597 | 0.670 | 0.742 | 0.9568 | 0.787 | 0.918 |
| ED12 | ED23 | ED34 | ED12/IN12 | ED23/IN23 | ED34/IN34 |
| 0.149 | 0.052 | 0.168 | 1.028 | 0.408 | 3.356 |
| InRS41 | InRS42 | HVT41 | HVT42 | ODT% | TDT% |
| -0.04300 | -0.06200 | 0.26100 | 0.34000 | 1.30500 | 0.49200 |
| f/f1 | f/f2 | f/f3 | f/f4 | f1/f2 | f2/f3 |
| 0.02773 | 1.16477 | 0.17617 | 0.13399 | 42.00876 | 0.15125 |
| ΣPPR | ΣNPR | ΣPPR/ ΣNPR | ΣPP | ΣNP | f1/ΣPP |
| 1.32648 | 0.17617 | 7.52969 | 58.99200 | -7.54400 | 0.81252 |
| f4/ΣNP | IN12/f | IN23/f | IN34/f | TP3/f | TP4/f |
| -0.15125 | 0.10910 | 0.09556 | 0.03762 | 0.13168 | 0.13168 |
| InTL | HOS | HOS/HOI | InS/HOS | InTL/HOS | ΣTP/InTL |
| 1.13600 | 1.92300 | 1.87062 | 0.85959 | 0.59074 | 0.71655 |

| | | | | | |
|----------------|----------------|-----------|-----------|---------------------|--------|
| (TP1+IN12)/TP2 | (TP4+IN34)/TP3 | TP1/TP2 | TP3/TP4 | IN23/(TP2+IN23+TP3) | |
| 1.10727 | 1.28571 | 0.60554 | 1.00000 | 0.21489 | |
| InRS41 /TP4 | InRS42 /TP4 | HVT42/HOI | HVT42/HOS | | |
| 0.2457 | 0.3543 | 0.3307 | 0.1768 | | |
| MTFE0 | MTFE3 | MTFE7 | MTFQ0 | MTFQ3 | MTFQ7 |
| 0.9 | 0.87 | 0.84 | 0.75 | 0.68 | 0.58 |
| VSFS0 | VSFS3 | VSFS7 | VTFS0 | VTFS3 | VTFS7 |
| 0.003 | -0.000 | -0.008 | 0.003 | 0.008 | 0.008 |
| VSMTF0 | VSMTF3 | VSMTF7 | VTMTF0 | VTMTF3 | VTMTF7 |
| 0.525 | 0.532 | 0.540 | 0.525 | 0.514 | 0.418 |
| ISFS0 | ISFS3 | ISFS7 | ITFS0 | ITFS3 | ITFS7 |
| 0.025 | 0.020 | 0.005 | 0.025 | 0.020 | 0.008 |
| ISMTF0 | ISMTF3 | ISMTF7 | ITMTF0 | ITMTF3 | ITMTF7 |
| 0.519 | 0.440 | 0.400 | 0.519 | 0.368 | 0.214 |
| FS | AIFS | AVFS | AFS | | |
| 0.023 | 0.017 | 0.002 | 0.015 | | |

【0166】 依據表七及表八可得到下列條件式數值：

| 第四實施例反曲點相關數值 (使用主要參考波長 555 nm) | | | | | | | |
|--------------------------------|--------|------------|--------|--------|---------|-------------------------------|--------|
| HIF111 | 0.3010 | HIF111/HOI | 0.2928 | SGI111 | 0.0510 | $ SGI111 / (SGI111 + TP1)$ | 0.2257 |
| HIF121 | 0.2200 | HIF121/HOI | 0.2140 | SGI121 | 0.0280 | $ SGI121 / (SGI121 + TP1)$ | 0.1379 |
| HIF211 | 0.2190 | HIF211/HOI | 0.2130 | SGI211 | 0.0320 | $ SGI211 / (SGI211 + TP2)$ | 0.0997 |
| HIF311 | 0.2600 | HIF311/HOI | 0.2529 | SGI311 | -0.0870 | $ SGI311 / (SGI311 + TP3)$ | 0.3321 |
| HIF321 | 0.2570 | HIF321/HOI | 0.2500 | SGI321 | -0.0750 | $ SGI321 / (SGI321 + TP3)$ | 0.3000 |
| HIF411 | 0.1210 | HIF411/HOI | 0.1177 | SGI411 | 0.0090 | $ SGI411 / (SGI411 + TP4)$ | 0.0489 |
| HIF421 | 0.1620 | HIF421/HOI | 0.1576 | SGI421 | 0.0160 | $ SGI421 / (SGI421 + TP4)$ | 0.0838 |

【0167】 第五實施例

請參照第 5A 圖及第 5B 圖，其中第 5A 圖繪示依照本創作第五實施例的一種光學成像系統的示意圖，第 5B 圖由左至右依序為第五實施例的光學成像系統的球差、像散及光學畸變曲線圖。第 5C 圖係繪示本實施例之可見光頻譜調制轉換特徵圖。第 5D 圖係繪示本創作第五實施例之可見光頻譜的中心視場、0.3 視場、0.7 視場之離焦調制轉換對比轉移率圖；第 5E 圖係繪示本創作第五實施例之紅外光頻譜的中心視場、0.3 視場、0.7 視場之離焦調制轉換對比轉移率圖。由第 5A 圖可知，光學成像系統 50 由物側至像側依序

包含第一透鏡 510、光圈 500、第二透鏡 520、第三透鏡 530、第四透鏡 540、紅外線濾光片 570、成像面 580 以及影像感測元件 590。

【0168】 第一透鏡 510 具有正屈折力，且為塑膠材質，其物側面 512 為凸面，其像側面 514 為凹面，並皆為非球面，且其物側面 512 以及像側面 514 均具有一反曲點。

【0169】 第二透鏡 520 具有正屈折力，且為塑膠材質，其物側面 522 為凸面，其像側面 524 為凸面，並皆為非球面，且其物側面 522 具有一反曲點。

【0170】 第三透鏡 530 具有正屈折力，且為塑膠材質，其物側面 532 為凹面，其像側面 534 為凸面，並皆為非球面，且其物側面 532 以及像側面 534 均具有一反曲點。

【0171】 第四透鏡 540 具有負屈折力，且為塑膠材質，其物側面 542 為凸面，其像側面 544 為凹面，並皆為非球面，且其物側面 542 以及像側面 544 均具有一反曲點。

【0172】 紅外線濾光片 570 為玻璃材質，其設置於第四透鏡 540 及成像面 580 間且不影響光學成像系統的焦距。

【0173】 第五實施例的光學成像系統中，第一透鏡、第二透鏡、第三透鏡均為正透鏡，其個別焦距分別為 f_1 、 f_2 以及 f_3 ，所有具正屈折力的透鏡之焦距總和為 ΣPP ，其滿足下列條件： $\Sigma PP=f_1+f_2+f_3$ 。藉此，有助於適當分配單一透鏡之正屈折力至其他正透鏡，以抑制入射光行進過程顯著像差的產生。

【0174】 第五實施例的光學成像系統中，所有具負屈折力的透鏡之焦距總和為 ΣNP ，其滿足下列條件： $\Sigma NP=f_4$ 。

【0175】 請配合參照下列表九以及表十。

| 表九 第五實施例透鏡數據 | | | | | | |
|--|------|-------------|-------|-----|-------|-------|
| f(焦距)= 1.3290 mm ; f/HEP =2.0 ; HAF(半視角)=37.5120 deg ; tan(HAF)=0.7677 | | | | | | |
| 表面 | 曲率半徑 | 厚度 (mm) | 材質 | 折射率 | 色散係數 | 焦距 |
| 0 | 被攝物 | 平面 | 無窮遠 | | | |
| 1 | 第一透鏡 | 0.764838324 | 0.175 | 塑膠 | 1.584 | 29.88 |
| 2 | | 0.729251375 | 0.105 | | | |
| 3 | 光圈 | 平面 | 0.050 | | | |

| | | | | | | | |
|----|------------|--------------|-------|------|-------|-------|--------|
| 4 | 第二透鏡 | 0.770395463 | 0.297 | 塑膠 | 1.545 | 55.96 | 1.164 |
| 5 | | -3.142770862 | 0.142 | | | | |
| 6 | 第三透鏡 | -0.364018853 | 0.175 | 塑膠 | 1.642 | 22.46 | 10.785 |
| 7 | | -0.411367225 | 0.050 | | | | |
| 8 | 第四透鏡 | 0.704534047 | 0.175 | 塑膠 | 1.642 | 22.46 | -8.882 |
| 9 | | 0.566378176 | 0.133 | | | | |
| 10 | 紅外線 濾光片 | 平面 | 0.210 | BK_7 | 1.517 | 64.13 | |
| 11 | | 平面 | 0.426 | | | | |
| 12 | 成像面 | 平面 | 0.000 | | | | |

參考波長為 555 nm；擋光位置：第 1 面其通光孔半徑 0.400 mm；第 5 面其通光孔半徑 0.350 mm

表十、第五實施例之非球面係數

| 表面 | 1 | 2 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| k = | -1.556135E+01 | -3.280664E+01 | -3.827055E-01 | -2.644155E+01 | -9.330802E-01 | -1.025218E+00 |
| A4 = | 4.702703E+00 | 7.815202E+00 | -7.484692E-01 | -1.194821E+00 | 2.840791E-01 | -4.611834E+00 |
| A6 = | -1.160799E+02 | -1.393947E+02 | -3.722463E+01 | -5.746811E+01 | 2.103726E+01 | 1.376837E+02 |
| A8 = | 2.832783E+03 | 2.293905E+02 | 1.632621E+03 | 1.097333E+03 | -1.663331E+03 | -1.900876E+03 |
| A10 = | -4.795248E+04 | 4.713187E+04 | -5.067966E+04 | -2.273134E+04 | 3.161881E+04 | 1.231873E+04 |
| A12 = | 5.017520E+05 | -1.090364E+06 | 8.450075E+05 | 2.609284E+05 | -2.054994E+05 | 2.342849E+04 |
| A14 = | -3.109684E+06 | 1.139193E+07 | -8.139072E+06 | -1.526369E+06 | 2.733846E+05 | -6.727018E+05 |
| A16 = | 1.043435E+07 | -5.906522E+07 | 4.116555E+07 | 4.236962E+06 | 2.190178E+06 | 2.990921E+06 |
| A18 = | -1.459442E+07 | 1.229646E+08 | -8.582584E+07 | -4.104192E+06 | -6.822180E+06 | -4.349295E+06 |
| A20 = | 1.874596E+01 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 |

| 表面 | 8 | 9 | | | | |
|-------|---------------|---------------|--|--|--|--|
| k = | -3.602467E+01 | -1.030472E+01 | | | | |
| A4 = | -2.350703E+00 | -2.912683E+00 | | | | |
| A6 = | 1.381331E+01 | 1.830157E+01 | | | | |
| A8 = | -2.230149E+02 | -1.401876E+02 | | | | |
| A10 = | 1.983758E+03 | 7.950709E+02 | | | | |

| | | | | | | |
|-------|---------------|---------------|--|--|--|--|
| A12 = | -7.402581E+03 | -2.878355E+03 | | | | |
| A14 = | -2.462934E+03 | 6.062118E+03 | | | | |
| A16 = | 9.002743E+04 | -6.575243E+03 | | | | |
| A18 = | -1.771508E+05 | 2.609779E+03 | | | | |
| A20 = | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | | | | |

【0176】 第五實施例中，非球面的曲線方程式表示如第一實施例的形式。此外，下表參數的定義皆與第一實施例相同，在此不加以贅述。

【0177】 依據表九及表十可得到下列條件式數值：

| 第五實施例 (使用主要參考波長 555 nm) | | | | | |
|-----------------------------|--------------------------|---|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| ETP1 | ETP2 | ETP3 | ETP4 | ED12/ED23 | SED |
| 0.167 | 0.210 | 0.188 | 0.196 | 2.088 | 0.389 |
| ETP1/TP1 | ETP2/TP2 | ETP3/TP3 | ETP4/TP4 | ED23/ED34 | SETP |
| 0.957 | 0.707 | 1.075 | 1.120 | 0.380 | 0.761 |
| ETL | EBL | EIN | EIR | PIR | STP |
| 1.879 | 0.729 | 1.150 | 0.093 | 0.133 | 0.822 |
| EIN/ETL | SETP/EIN | EIR/PIR | EBL/BL | BL | SETP/STP |
| 0.612 | 0.662 | 0.703 | 0.9480 | 0.769 | 0.927 |
| ED12 | ED23 | ED34 | ED12/IN12 | ED23/IN23 | ED34/IN34 |
| 0.142 | 0.068 | 0.179 | 0.916 | 0.479 | 3.577 |
| InRS41 | InRS42 | HVT41 | HVT42 | ODT% | TDT% |
| -0.04100 | -0.04600 | 0.27400 | 0.36500 | 1.30000 | 0.44600 |
| f/f1 | f/f2 | f/f3 | f/f4 | f1/f2 | f2/f3 |
| 0.04083 | 1.14175 | 0.12323 | 0.14963 | 27.96306 | 0.10793 |
| Σ P _{PR} | Σ N _{PR} | Σ P _{PR} / Σ N _{PR} | Σ P _P | Σ N _P | f1/ Σ P _P |
| 1.30581 | 0.14963 | 8.72702 | 44.49800 | -8.88200 | 0.73147 |
| f4/ Σ N _P | IN12/f | IN23/f | IN34/f | TP3/f | TP4/f |
| 1.00000 | 0.11663 | 0.10685 | 0.03762 | 0.13168 | 0.13168 |
| InTL | HOS | HOS/HOI | InS/HOS | InTL/HOS | Σ TP/ Σ InTL |
| 1.16800 | 1.93700 | 1.88424 | 0.85545 | 0.60299 | 0.70377 |
| (TP1+IN12)/TP2 | (TP4+IN34)/TP3 | TP1/TP2 | TP3/TP4 | IN23/(TP2+IN23+TP3) | |
| 1.11111 | 1.28571 | 0.58923 | 1.00000 | 0.23127 | |
| InRS41 /TP4 | InRS42 /TP4 | HVT42/HOI | HVT42/HOS | | |

| | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0.2343 | 0.2629 | 0.3551 | 0.1884 | | |
| MTFE0 | MTFE3 | MTFE7 | MTFQ0 | MTFQ3 | MTFQ7 |
| 0.9 | 0.89 | 0.85 | 0.75 | 0.73 | 0.64 |
| VSFS0 | VSFS3 | VSFS7 | VTFS0 | VTFS3 | VTFS7 |
| 0.003 | -0.000 | -0.005 | 0.003 | 0.005 | 0.005 |
| VSMTF0 | VSMTF3 | VSMTF7 | VTMTF0 | VTMTF3 | VTMTF7 |
| 0.506 | 0.529 | 0.555 | 0.506 | 0.535 | 0.434 |
| ISFS0 | ISFS3 | ISFS7 | ITFS0 | ITFS3 | ITFS7 |
| 0.025 | 0.020 | 0.008 | 0.025 | 0.020 | 0.008 |
| ISMTF0 | ISMTF3 | ISMTF7 | ITMTF0 | ITMTF3 | ITMTF7 |
| 0.527 | 0.458 | 0.408 | 0.527 | 0.392 | 0.222 |
| FS | AIFS | AVFS | AFS | | |
| 0.023 | 0.018 | 0.002 | 0.016 | | |

【0178】 依據表九及表十可得到下列條件式數值：

| 第五實施例反曲點相關數值 (使用主要參考波長 555 nm) | | | | | | | |
|--------------------------------|--------|------------|--------|--------|---------|-------------------------------|--------|
| HIF111 | 0.3250 | HIF111/HOI | 0.3161 | SGI111 | 0.0640 | $ SGI111 / (SGI111 + TP1)$ | 0.2678 |
| HIF121 | 0.2410 | HIF121/HOI | 0.2344 | SGI121 | 0.0350 | $ SGI121 / (SGI121 + TP1)$ | 0.1667 |
| HIF211 | 0.2080 | HIF211/HOI | 0.2023 | SGI211 | 0.0260 | $ SGI211 / (SGI211 + TP2)$ | 0.0805 |
| HIF311 | 0.2620 | HIF311/HOI | 0.2549 | SGI311 | -0.0950 | $ SGI311 / (SGI311 + TP3)$ | 0.3519 |
| HIF321 | 0.2640 | HIF321/HOI | 0.2568 | SGI321 | -0.0860 | $ SGI321 / (SGI321 + TP3)$ | 0.3295 |
| HIF411 | 0.1330 | HIF411/HOI | 0.1294 | SGI411 | 0.0090 | $ SGI411 / (SGI411 + TP4)$ | 0.0489 |
| HIF421 | 0.1710 | HIF421/HOI | 0.1663 | SGI421 | 0.0200 | $ SGI421 / (SGI421 + TP4)$ | 0.1026 |

【0179】 第六實施例

請參照第 6A 圖及第 6B 圖，其中第 6A 圖繪示依照本創作第六實施例的一種光學成像系統的示意圖，第 6B 圖由左至右依序為第六實施例的光學成像系統的球差、像散及光學畸變曲線圖。第 6C 圖係繪示本實施例之可見光頻譜調制轉換特徵圖。第 6D 圖係繪示本創作第六實施例之可見光頻譜的中心視場、0.3 視場、0.7 視場之離焦調制轉換對比轉移率圖；第 6E 圖係繪示本創作第六實施例之紅外光頻譜的中心視場、0.3 視場、0.7 視場之離焦調制轉換對比轉移率圖。由第 6A 圖可知，光學成像系統 60 由物側至像側依序包含第一透鏡 610、光圈 600、第二透鏡 620、第三透鏡 630、第四透鏡 640、紅外線濾光片 670、成像面 680 以及影像感測元件 690。

【0180】 第一透鏡 610 具有正屈折力，且為塑膠材質，其物側面 612

為凸面，其像側面 614 為凹面，並皆為非球面，且其物側面 612 具有一反曲點。

【0181】 第二透鏡 620 具有正屈折力，且為塑膠材質，其物側面 622 為凸面，其像側面 624 為凸面，並皆為非球面，且其物側面 622 具有一反曲點。

【0182】 第三透鏡 630 具有正屈折力，且為塑膠材質，其物側面 632 為凹面，其像側面 634 為凸面，並皆為非球面，且其物側面 632 具有一反曲點。

【0183】 第四透鏡 640 具有負屈折力，且為塑膠材質，其物側面 642 為凸面，其像側面 644 為凹面，並皆為非球面，且其物側面 642 以及像側面 644 均具有一反曲點。

【0184】 紅外線濾光片 670 為玻璃材質，其設置於第四透鏡 640 及成像面 680 間且不影響光學成像系統的焦距。

【0185】 第六實施例的光學成像系統中，第一透鏡、第二透鏡以及第三透鏡均為正透鏡，其個別焦距分別為 f_1 以及 f_2 與 f_3 ，所有具正屈折力的透鏡之焦距總和為 ΣPP ，其滿足下列條件： $\Sigma PP=f_1+f_2+f_3$ 。藉此，有助於適當分配單一透鏡之正屈折力至其他正透鏡，以抑制入射光行進過程顯著像差的產生。

【0186】 第六實施例的光學成像系統中，所有具負屈折力的透鏡之焦距總和為 ΣNP ，其滿足下列條件： $\Sigma NP=f_4$ 。

【0187】 請配合參照下列表十一以及表十二。

| 表十一 | | 第六實施例透鏡數據 | | | | | |
|---|------|--------------|--------|----|-------|-------|-------|
| f(焦距)= 1.3290 mm ; f/HEP =2.0 ; HAF(半視角)= 37.5120 deg ; tan(HAF)=0.7677 | | | | | | | |
| 表面 | 曲率半徑 | | 厚度(mm) | 材質 | 折射率 | 色散係數 | 焦距 |
| 0 | 被攝物 | 平面 | 無窮遠 | | | | |
| 1 | 第一透鏡 | 0.852727177 | 0.175 | 塑膠 | 1.584 | 29.88 | 27.43 |
| 2 | | 0.831996164 | 0.091 | | | | |
| 3 | 光圈 | 平面 | 0.054 | | | | |
| 4 | 第二透鏡 | 0.761891411 | 0.289 | 塑膠 | 1.545 | 55.96 | 1.19 |
| 5 | | -3.904738276 | 0.165 | | | | |
| 6 | 第三透鏡 | -0.361643479 | 0.175 | 塑膠 | 1.642 | 22.46 | 3.29 |
| 7 | | -0.367957202 | 0.050 | | | | |

| | | | | | | | |
|----|------------|-------------|-------|------|-------|-------|-------|
| 8 | 第四透鏡 | 0.829526508 | 0.175 | 塑膠 | 1.642 | 22.46 | -3.09 |
| 9 | | 0.537691373 | 0.133 | | | | |
| 10 | 紅外線 濾光片 | 平面 | 0.210 | BK_7 | 1.517 | 64.13 | |
| 11 | | 平面 | 0.403 | | | | |
| 12 | 成像面 | 平面 | | | | | |

參考波長為 555 nm；擋光位置：第 1 面其通光孔半徑 0.410 mm；第 5 面其通光孔半徑 0.390 mm

表十二、第六實施例之非球面係數

| 表面 | 1 | 2 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| k = | -1.557647E+01 | -3.277776E+01 | -2.789439E-01 | -2.836680E+01 | -8.227774E-01 | -1.160439E+00 |
| A4 = | 3.496099E+00 | 4.070620E+00 | -1.045470E+00 | -1.071473E+00 | -7.042761E-02 | -1.595838E+00 |
| A6 = | -1.127991E+02 | -3.227539E+01 | -2.564283E+01 | -5.128397E+01 | 4.173408E+01 | 5.861257E+01 |
| A8 = | 3.028273E+03 | -2.350251E+03 | 1.176839E+03 | 1.010546E+03 | -2.176985E+03 | -6.395381E+02 |
| A10 = | -5.234801E+04 | 8.785110E+04 | -3.996886E+04 | -2.036338E+04 | 3.762443E+04 | -1.481922E+03 |
| A12 = | 5.430169E+05 | -1.475501E+06 | 7.157242E+05 | 2.273671E+05 | -2.413331E+05 | 1.134396E+05 |
| A14 = | -3.294190E+06 | 1.338238E+07 | -7.321641E+06 | -1.326611E+06 | 3.738232E+05 | -9.795245E+05 |
| A16 = | 1.075724E+07 | -6.336433E+07 | 3.923895E+07 | 3.816418E+06 | 2.097561E+06 | 3.407940E+06 |
| A18 = | -1.459442E+07 | 1.229646E+08 | -8.582584E+07 | -4.104192E+06 | -6.822180E+06 | -4.349295E+06 |
| A20 = | 1.874288E+01 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 |

| 表面 | 8 | 9 | | | | |
|-------|---------------|---------------|--|--|--|--|
| k = | -5.134444E+01 | -1.033455E+01 | | | | |
| A4 = | -4.577708E-01 | -2.412686E+00 | | | | |
| A6 = | -1.934862E+01 | 1.478557E+01 | | | | |
| A8 = | 1.955137E+02 | -1.211551E+02 | | | | |
| A10 = | -1.529580E+03 | 7.099192E+02 | | | | |
| A12 = | 1.081871E+04 | -2.582762E+03 | | | | |
| A14 = | -5.450324E+04 | 5.449786E+03 | | | | |
| A16 = | 1.527241E+05 | -6.031428E+03 | | | | |

| | | | | | | |
|-------|---------------|--------------|--|--|--|--|
| A18 = | -1.771508E+05 | 2.609779E+03 | | | | |
| A20 = | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | | | | |

【0188】 第六實施例中，非球面的曲線方程式表示如第一實施例的形式。此外，下表參數的定義皆與第一實施例相同，在此不加以贅述。

【0189】 依據表十一及表十二可得到下列條件式數值：

| 第六實施例 (使用主要參考波長 555 nm) | | | | | |
|-------------------------|----------------|---------------------------|-------------|---------------------|------------------|
| ETP1 | ETP2 | ETP3 | ETP4 | ED12/ED23 | SED |
| 0.164 | 0.203 | 0.185 | 0.201 | 1.841 | 0.415 |
| ETP1/TP1 | ETP2/TP2 | ETP3/TP3 | ETP4/TP4 | ED23/ED34 | SETP |
| 0.939 | 0.702 | 1.059 | 1.147 | 0.419 | 0.753 |
| ETL | EBL | EIN | EIR | PIR | STP |
| 1.870 | 0.702 | 1.168 | 0.089 | 0.133 | 0.814 |
| EIN/ETL | SETP/EIN | EIR/PIR | EBL/BL | BL | SETP/STP |
| 0.624 | 0.645 | 0.668 | 0.9398 | 0.747 | 0.925 |
| ED12 | ED23 | ED34 | ED12/IN12 | ED23/IN23 | ED34/IN34 |
| 0.146 | 0.079 | 0.189 | 1.006 | 0.481 | 3.786 |
| InRS41 | InRS42 | HVT41 | HVT42 | ODT% | TDT% |
| -0.04000 | -0.03700 | 0.28600 | 0.38800 | 1.30600 | 0.56600 |
| $ f/f1 $ | $ f/f2 $ | $ f/f3 $ | $ f/f4 $ | $ f1/f2 $ | $ f2/f3 $ |
| 0.04845 | 1.11400 | 0.40407 | 0.43038 | 22.99413 | 0.36272 |
| ΣPPR | ΣNPR | $\Sigma PPR/ \Sigma NPR $ | ΣPP | ΣNP | $f1/\Sigma PP$ |
| 1.56652 | 0.43038 | 3.63989 | 31.91400 | -3.08800 | 0.85956 |
| $f4/\Sigma NP$ | IN12/f | IN23/f | IN34/f | TP3/f | TP4/f |
| 1.00000 | 0.10910 | 0.12415 | 0.03762 | 0.13168 | 0.13168 |
| InTL | HOS | HOS/HOI | InS/HOS | InTL/HOS | $\Sigma TP/InTL$ |
| 1.17400 | 1.92100 | 1.86868 | 0.86101 | 0.61114 | 0.69336 |
| (TP1+IN12)/TP2 | (TP4+IN34)/TP3 | TP1/TP2 | TP3/TP4 | IN23/(TP2+IN23+TP3) | |
| 1.10727 | 1.28571 | 0.60554 | 1.00000 | 0.26232 | |
| $ InRS41 /TP4$ | $ InRS42 /TP4$ | HVT42/HOI | HVT42/HOS | | |
| 0.2286 | 0.2114 | 0.3774 | 0.2020 | | |
| MTFE0 | MTFE3 | MTFE7 | MTFQ0 | MTFQ3 | MTFQ7 |
| 0.9 | 0.88 | 0.85 | 0.73 | 0.74 | 0.65 |
| VSFS0 | VSFS3 | VSFS7 | VTFS0 | VTFS3 | VTFS7 |

| | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0.003 | -0.000 | -0.005 | 0.003 | 0.005 | 0.005 |
| VSMTF0 | VSMTF3 | VSMTF7 | VTMTF0 | VTMTF3 | VTMTF7 |
| 0.506 | 0.529 | 0.555 | 0.506 | 0.535 | 0.434 |
| ISFS0 | ISFS3 | ISFS7 | ITFS0 | ITFS3 | ITFS7 |
| 0.025 | 0.020 | 0.008 | 0.025 | 0.020 | 0.008 |
| ISMTF0 | ISMTF3 | ISMTF7 | ITMTF0 | ITMTF3 | ITMTF7 |
| 0.527 | 0.458 | 0.408 | 0.527 | 0.392 | 0.222 |
| FS | AIFS | AVFS | AFS | | |
| 0.023 | 0.018 | 0.002 | 0.016 | | |

【0190】 依據表十一及表十二可得到下列條件式數值：

| 第六實施例反曲點相關數值 (使用主要參考波長 555 nm) | | | | | | | |
|--------------------------------|--------|------------|--------|--------|---------|-------------------------------|--------|
| HIF111 | 0.3020 | HIF111/HOI | 0.2938 | SGI111 | 0.0470 | $ SGI111 / (SGI111 + TP1)$ | 0.2117 |
| HIF121 | 0.2210 | HIF121/HOI | 0.2150 | SGI121 | 0.0250 | $ SGI121 / (SGI121 + TP1)$ | 0.1250 |
| HIF211 | 0.2120 | HIF211/HOI | 0.2062 | SGI211 | 0.0270 | $ SGI211 / (SGI211 + TP2)$ | 0.0854 |
| HIF311 | 0.2670 | HIF311/HOI | 0.2597 | SGI311 | -0.1010 | $ SGI311 / (SGI311 + TP3)$ | 0.3659 |
| HIF321 | 0.2720 | HIF321/HOI | 0.2646 | SGI321 | -0.0960 | $ SGI321 / (SGI321 + TP3)$ | 0.3542 |
| HIF411 | 0.1460 | HIF411/HOI | 0.1420 | SGI411 | 0.0090 | $ SGI411 / (SGI411 + TP4)$ | 0.0489 |
| HIF421 | 0.1790 | HIF421/HOI | 0.1741 | SGI421 | 0.0230 | $ SGI421 / (SGI421 + TP4)$ | 0.1162 |

【0191】 雖然本創作已以實施方式揭露如上，然其並非用以限定本創作，任何熟習此技藝者，在不脫離本創作的精神和範圍內，當可作各種的更動與潤飾，因此本創作的保護範圍當視後附的申請專利範圍所界定者為準。

【0192】 雖然本創作已參照其例示性實施例而特別地顯示及描述，將為所屬技術領域具通常知識者所理解的是，於不脫離以下申請專利範圍及其等效物所定義之本創作之精神與範疇下可對其進行形式與細節上之各種變更。

【符號說明】

【0193】 光學成像系統：10、20、30、40、50、60

光圈：100、200、300、400、500、600

第一透鏡：110、210、310、410、510、610

物側面：112、212、312、412、512、612

像側面： 114、214、314、414、514、614
第二透鏡： 120、220、320、420、520、620
物側面： 122、222、322、422、522、622
像側面： 124、224、324、424、524、624
第三透鏡： 130、230、330、430、530、630
物側面： 132、232、332、432、532、632
像側面： 134、234、334、434、534、634
第四透鏡： 140、240、340、440、540、640
物側面： 142、242、342、442、542、642
像側面： 144、244、344、444、544、644
紅外線濾光片： 170、270、370、470、570、670
成像面： 180、280、380、480、580、680
影像感測元件： 190、290、390、490、590、690
光學成像系統之焦距： f

第一透鏡的焦距： f_1 ；第二透鏡的焦距： f_2 ；第三透鏡的焦距：
 f_3

；第四透鏡的焦距： f_4

光學成像系統之光圈值： f/HEP ； F_{no} ； $F\#$

光學成像系統之最大視角的一半： HAF

第一透鏡的色散係數： NA_1

第二透鏡至第四透鏡的色散係數： NA_2 、 NA_3 、 NA_4

第一透鏡物側面以及像側面的曲率半徑： R_1 、 R_2

第二透鏡物側面以及像側面的曲率半徑： R_3 、 R_4

第三透鏡物側面以及像側面的曲率半徑： R_5 、 R_6

第四透鏡物側面以及像側面的曲率半徑： R_7 、 R_8

第一透鏡於光軸上的厚度： TP_1

第二透鏡至第四透鏡於光軸上的厚度： TP_2 、 TP_3 、 TP_4

所有具屈折力之透鏡的厚度總和： ΣTP

第一透鏡與第二透鏡於光軸上的間隔距離： IN_{12}

第二透鏡與第三透鏡於光軸上的間隔距離： IN_{23}

第三透鏡與第四透鏡於光軸上的間隔距離： IN34

第四透鏡物側面於光軸上的交點至第四透鏡物側面的最大有效半徑
位置於光軸的水平位移距離： InRS41

第四透鏡物側面上最接近光軸的反曲點： IF411；該點沉陷量：SGI411

第四透鏡物側面上最接近光軸的反曲點與光軸間的垂直距離：
HIF411

第四透鏡像側面上最接近光軸的反曲點： IF421；該點沉陷量：SGI421

第四透鏡像側面上最接近光軸的反曲點與光軸間的垂直距離：
HIF421

第四透鏡物側面上第二接近光軸的反曲點： IF412；該點沉陷量：
SGI412

第四透鏡物側面第二接近光軸的反曲點與光軸間的垂直距離：
HIF412

第四透鏡像側面上第二接近光軸的反曲點： IF422；該點沉陷量：
SGI422

第四透鏡像側面第二接近光軸的反曲點與光軸間的垂直距離：
HIF422

第四透鏡物側面上第三接近光軸的反曲點： IF413；該點沉陷量：
SGI413

第四透鏡物側面第三接近光軸的反曲點與光軸間的垂直距離：
HIF413

第四透鏡像側面上第三接近光軸的反曲點： IF423；該點沉陷量：
SGI423

第四透鏡像側面第三接近光軸的反曲點與光軸間的垂直距離：
HIF423

第四透鏡物側面上第四接近光軸的反曲點： IF414；該點沉陷量：
SGI414

第四透鏡物側面第四接近光軸的反曲點與光軸間的垂直距離：
HIF414

第四透鏡像側面上第四接近光軸的反曲點： IF424；該點沉陷量：

SGI424

第四透鏡像側面第四接近光軸的反曲點與光軸間的垂直距離：

HIF424

第四透鏡物側面的臨界點：C41；第四透鏡像側面的臨界點：C42

第四透鏡物側面的臨界點與光軸的水平位移距離：SGC41

第四透鏡像側面的臨界點與光軸的水平位移距離：SGC42

第四透鏡物側面的臨界點與光軸的垂直距離：HVT41

第四透鏡像側面的臨界點與光軸的垂直距離：HVT42

系統總高度 (第一透鏡物側面至成像面於光軸上的距離)：HOS

影像感測元件的對角線長度：Dg；光圈至成像面的距離：InS

第一透鏡物側面至該第四透鏡像側面的距離：InTL

第四透鏡像側面至該成像面的距離：InB

影像感測元件有效感測區域對角線長的一半 (最大像高)：HOI

光學成像系統於結像時之 TV 畸變 (TV Distortion)：TDT

光學成像系統於結像時之光學畸變 (Optical Distortion)：ODT

【新型申請專利範圍】

【第1項】 一種可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學

成像系統，由物側至像側依序包含：

一第一透鏡，具有屈折力；

一第二透鏡，具有屈折力；

一第三透鏡，具有屈折力；

一第四透鏡，具有屈折力；

一第一成像面；其係為一特定垂直於光軸的可見光像平面並且其中心視場於第一空間頻率之離焦調制轉換對比轉移率(MTF)有最大值；以及

一第二成像面；其係為一特定垂直於光軸的紅外光像平面並且其中心視場於第一空間頻率之離焦調制轉換對比轉移率(MTF)有最大值，其中該可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統具有屈折力的透鏡為四枚，該第一透鏡至該第四透鏡中至少一透鏡具有正屈折力，該第一透鏡至該第四透鏡的焦距分別為 f_1 、 f_2 、 f_3 、 f_4 ，該可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統的焦距為 f ，該可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統之入射瞳直徑為 HEP ，該第一透鏡物側面至該第一成像面於光軸上具有一距離 HOS ，該第一透鏡物側面至該第四透鏡像側面於光軸上具有一距離 $InTL$ ，該可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統之最大可視角度的一半為

HAF，該光學成像系統於該第一成像面上垂直於光軸具有一最大成像高度HOI，該第一成像面與該第二成像面間於光軸上的距離為FS；該第一透鏡、該第二透鏡、該第三透鏡以及該第四透鏡於1/2HEP高度且平行於光軸之厚度分別為ETP1、ETP2、ETP3以及ETP4，前述ETP1至ETP4的總和為SETP，該第一透鏡、該第二透鏡、該第三透鏡以及該第四透鏡於光軸之厚度分別為TP1、TP2、TP3以及TP4，前述TP1至TP4的總和為STP，其滿足下列條件： $1 \leq f/HEP \leq 10$ ； $0 \text{ deg} < HAF \leq 150 \text{ deg}$ ； $0.5 \leq SETP/STP < 1$ 以及 $|FS| \leq 30 \mu\text{m}$ 。

【第2項】 如請求項1所述之可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統，其中該紅外光的波長介於700nm至1000nm以及該第一空間頻率以SP1表示，其滿足下列條件： $SP1 \leq 440 \text{ cycles/mm}$ 。

【第3項】 如請求項1所述之可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統，其中該第一透鏡物側面上於1/2HEP高度的座標點至該第一成像面間平行於光軸之水平距離為ETL，該第一透鏡物側面上於1/2HEP高度的座標點至該第四透鏡像側面上於1/2HEP高度的座標點間平行於光軸之水平距離為EIN，其滿足下列條件： $0.2 \leq EIN/ETL < 1$ 。

【第4項】 如請求項1所述之可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統，其中該第二透鏡像側面以及該第三透鏡像側面於光軸上均為凸面。

【第5項】 如請求項1所述之可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統，其中該可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統之最大垂直可視角度的一半為VHAF，該可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統滿足下列公式： $VHAF \geq 10 \text{ deg}$ 。

【第6項】 如請求項1所述之可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統，其中該第一透鏡物側面至該第一成像面於光軸上具有一距離HOS，該可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統於該第一成像面上垂直於光軸具有一最大成像高度HOI，該可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統滿足下列條件： $HOS/HOI \geq 1.2$ 。

【第7項】 如請求項1所述之可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統，其中該第一透鏡於1/2HEP高度且平行於光軸之厚度為ETP1，該第二透鏡於1/2HEP高度且平行於光軸之厚度為ETP2，該第三透鏡於1/2HEP高度且平行於光軸之厚度為ETP3，該第四透鏡於1/2HEP高度且平行於光軸之厚度為ETP4，前述ETP1至ETP4的總和為SETP，其滿足下列公式： $0.3 \leq SETP/EIN < 1$ 。

【第8項】 如請求項1所述之可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統，其中該第三透鏡像側面上於1/2HEP高度的座標點至該第一成像面間平行於光軸之水平距離為EBL，該第四透鏡像側面上與光軸之交點至該第一成像面平行於光軸之水平距離為BL，其滿足下列公式：

$$0.1 \leq EBL/BL \leq 1.5。$$

【第9項】 如請求項1所述之可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統，其中更包括一光圈，並且於該光圈至該第一成像面於光軸上具有一距離InS，該第一透鏡物側面至該第一成像面於光軸上具有一距離HOS，其滿足下列公式： $0.2 \leq InS/HOS \leq 1.1$ 。

【第10項】 一種可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統，由物側至像側依序包含：

- 一第一透鏡，具有正屈折力；
- 一第二透鏡，具有屈折力，其像側面於光軸上為凸面；
- 一第三透鏡，具有屈折力，其像側面於光軸上為凸面；
- 一第四透鏡，具有屈折力；
- 一第一成像面；其係為一特定垂直於光軸的可見光像平面並且其中心視場於第一空間頻率之離焦調制轉換對比轉移率(MTF)有最大值，該第一空間頻率為220 cycles/mm；以及

一第二成像面；其係為一特定垂直於光軸的紅外光像平面並且其中心視場於第一空間頻率之離焦調制轉換對比轉移率(MTF)有最大值，其中該可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統具有屈折力的透鏡為四枚，該第二透鏡至該第四透鏡中至少一透鏡具有正屈折力，該第一透鏡至該第四透鏡的焦距分別為 f_1 、 f_2 、 f_3 、 f_4 ，該可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統的焦距為 f ，該可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統之入射瞳直徑為 HEP ，該第一透鏡物側面至該第一成像面於光軸上具有一距離 HOS ，該第一透鏡物側面至該第四透鏡像側面於光軸上具有一距離 $InTL$ ，該可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統之最大可視角度的一半為 HAF ，該光學成像系統於該第一成像面上垂直於光軸具有一最大成像高度 HOI ，該第一透鏡物側面上於 $1/2HEP$ 高度的座標點至該第一成像面間平行於光軸之水平距離為 ETL ，該第一透鏡物側面上於 $1/2HEP$ 高度的座標點至該第四透鏡像側面上於 $1/2HEP$ 高度的座標點間平行於光軸之水平距離為 EIN ，其滿足下列條件： $1 \leq f/HEP \leq 10$ ； $0 \text{ deg} < HAF \leq 150 \text{ deg}$ ； $0.2 \leq EIN/ETL < 1$ 以及 $|FS| \leq 30 \mu\text{m}$ 。

【第11項】如請求項10所述之可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統，其中該可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統於該第一成像面上垂直於光

軸具有一最大成像高度HOI，可見光在該第一成像面上之光軸、 $0.3HOI$ 以及 $0.7HOI$ 三處於空間頻率 110 cycles/mm 之調制轉換對比轉移率(MTF數值)分別以MTFQ0、MTFQ3以及MTFQ7表示，其滿足下列條件： $MTFQ0 \geq 0.2$ ； $MTFQ3 \geq 0.01$ ；以及 $MTFQ7 \geq 0.01$ 。

【第12項】如請求項10所述之可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統，其中該可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統之最大垂直可視角度的一半為VHAF，該可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統滿足下列公式： $VHAF \geq 20\text{ deg}$ 。

【第13項】如請求項10所述之可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統，其中該第一透鏡物側面至該第一成像面於光軸上具有一距離HOS，該可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統於該第一成像面上垂直於光軸具有一最大成像高度HOI，該可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統滿足下列條件： $HOS/HOI \geq 1.4$ 。

【第14項】如請求項10所述之可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統，其中該第三透鏡像側面上於 $1/2HEP$ 高度的座標點至該第四透鏡物側面上於 $1/2HEP$ 高度的座標點間平行於光軸之水平距離為ED34，該第三透鏡

與該第四透鏡之間於光軸上的距離為IN34，其滿足下列條件： $0 < ED34/IN34 \leq 50$ 。

【第15項】如請求項10所述之可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統，其中該第一透鏡像側面上於1/2HEP高度的座標點至該第二透鏡物側面上於1/2HEP高度的座標點間平行於光軸之水平距離為ED12，該第一透鏡與該第二透鏡之間於光軸上的距離為IN12，其滿足下列條件： $0 < ED12/IN12 \leq 35$ 。

【第16項】如請求項10所述之可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統，其中該第二透鏡於1/2HEP高度且平行於光軸之厚度為ETP2，該第二透鏡於光軸上的厚度為TP2，其滿足下列條件： $0.1 \leq ETP2/TP2 \leq 5$ 。

【第17項】如請求項10所述之可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統，其中該第三透鏡於1/2HEP高度且平行於光軸之厚度為ETP3，該第三透鏡於光軸上的厚度為TP3，其滿足下列條件： $0.1 \leq ETP3/TP3 \leq 5$ 。

【第18項】如請求項10所述之可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統，其中該第四透鏡於1/2HEP高度且平行於光軸之厚度為ETP4，該第四透鏡於光軸上的厚度為TP4，其滿足下列條件： $0.1 \leq ETP4/TP4 \leq 5$ 。

【第19項】如請求項10所述之可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統，其中該第一透鏡、該第二透鏡、

該第三透鏡及該第四透鏡中至少一透鏡為波長小於500nm之光線濾除元件。

【第20項】 一種可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統，由物側至像側依序包含：

一第一透鏡，具有正屈折力；

一第二透鏡，具有屈折力，其像側面於光軸上為凸面；

一第三透鏡，具有屈折力，其像側面於光軸上為凸面；

一第四透鏡，具有屈折力；

一第一平均成像面；其係為一特定垂直於光軸的可見光像平面並且設置於該可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統之中心視場、0.3視場及0.7視場個別於第一空間頻率均具有各該視場最大MTF值之離焦位置的平均位置，該第一空間頻率為220 cycles/mm；以及

一第二平均成像面；其係為一特定垂直於光軸的紅外光像平面並且設置於該可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統之中心視場、0.3視場及0.7視場個別於第一空間頻率均具有各該視場最大MTF值之離焦位置的平均位置，其中該可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統具有屈折力的透鏡為四枚，該第三透鏡至該第四透鏡中至少一透鏡具有正屈折力，該第一透鏡至該第四透鏡的焦距分別為 f_1 、 f_2 、 f_3 、 f_4 ，該可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統的焦距為 f ，該可見光與紅外光

兩用之低焦平面偏移量光學成像系統之入射瞳直徑為HEP，該第一透鏡物側面至該第一平均成像面於光軸上具有一距離HOS，該第一透鏡物側面至該第四透鏡像側面於光軸上具有一距離InTL，該可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統之最大可視角度的一半為HAF，該光學成像系統於該第一平均成像面上垂直於光軸具有一最大成像高度HOI，該第一透鏡物側面上於1/2HEP高度的座標點至該第一平均成像面間平行於光軸之水平距離為ETL，該第一透鏡物側面上於1/2HEP高度的座標點至該第四透鏡像側面上於1/2HEP高度的座標點間平行於光軸之水平距離為EIN，該第一平均成像面與該第二平均成像面間的距離為AFS；該可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統之最大垂直可視角度的一半為VHAF，其滿足下列條件： $1 \leq f/HEP \leq 10$ ； $0 \text{ deg} < HAF \leq 150 \text{ deg}$ ； $|AFS| \leq 30 \mu\text{m}$ ； $VHAF \geq 20 \text{ deg}$ 以及 $0.2 \leq EIN/ETL < 1$ 。

【第21項】如請求項20所述之可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統，其中該第一透鏡於1/2HEP高度且平行於光軸之厚度為ETP1，該第二透鏡於1/2HEP高度且平行於光軸之厚度為ETP2，該第三透鏡於1/2HEP高度且平行於光軸之厚度為ETP3，該第四透鏡於1/2HEP高度且平行於光軸之厚度為ETP4，前述ETP1至ETP4的總和為SETP，其滿足下列公式： $0.3 \leq SETP/EIN < 1$ 。

【第22項】 如請求項20所述之可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統，其中該第一透鏡物側面至該第一平均成像面於光軸上具有一距離HOS，該可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統於該第一平均成像面上垂直於光軸具有一最大成像高度HOI，該可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統滿足下列條件： $HOS/HOI \geq 1.6$ 。

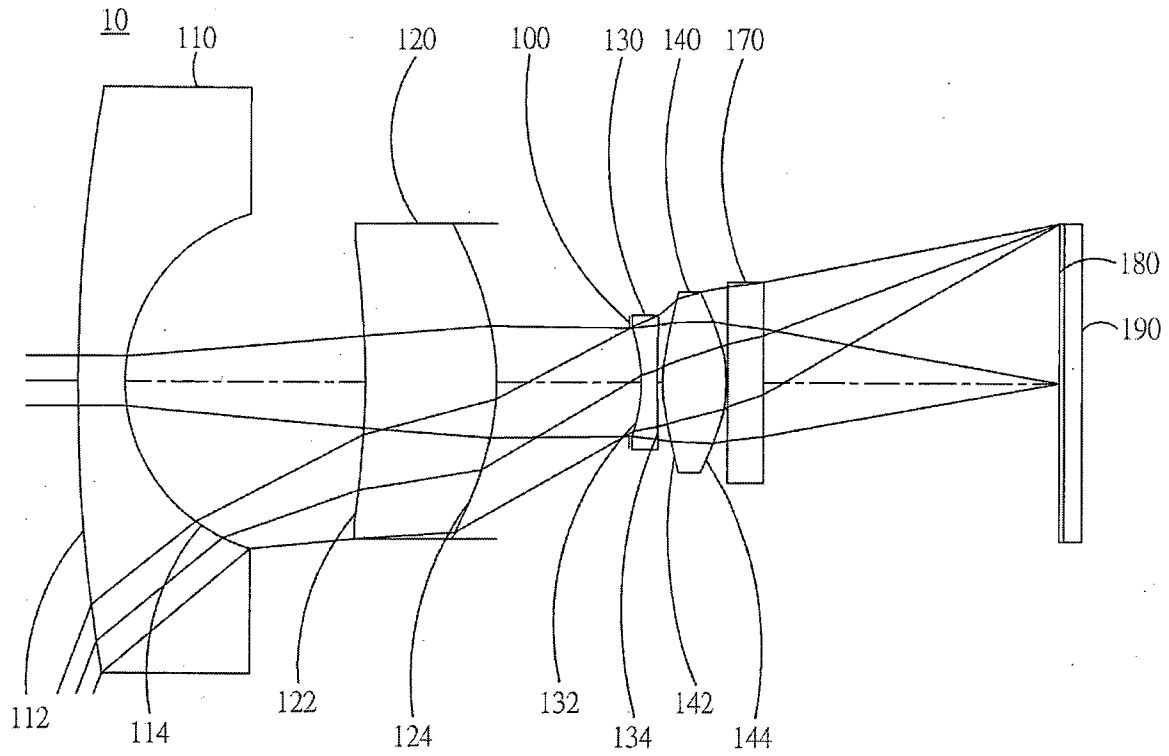
【第23項】 如請求項20所述之可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統，其中該可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統成像於該第二平均成像面之線放大率為LM，其滿足下列條件： $LM \geq 0.0003$ 。

【第24項】 如請求項20所述之可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統，其中該可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統更包括一光圈、一影像感測元件，該影像感測元件設置於該第一平均成像面後並且至少設置10萬個像素，並且於該光圈至該第一平均成像面於光軸上具有一距離InS，該第一透鏡物側面至該第一平均成像面於光軸上具有一距離HOS，其滿足下列公式： $0.2 \leq InS/HOS \leq 1.1$ 。

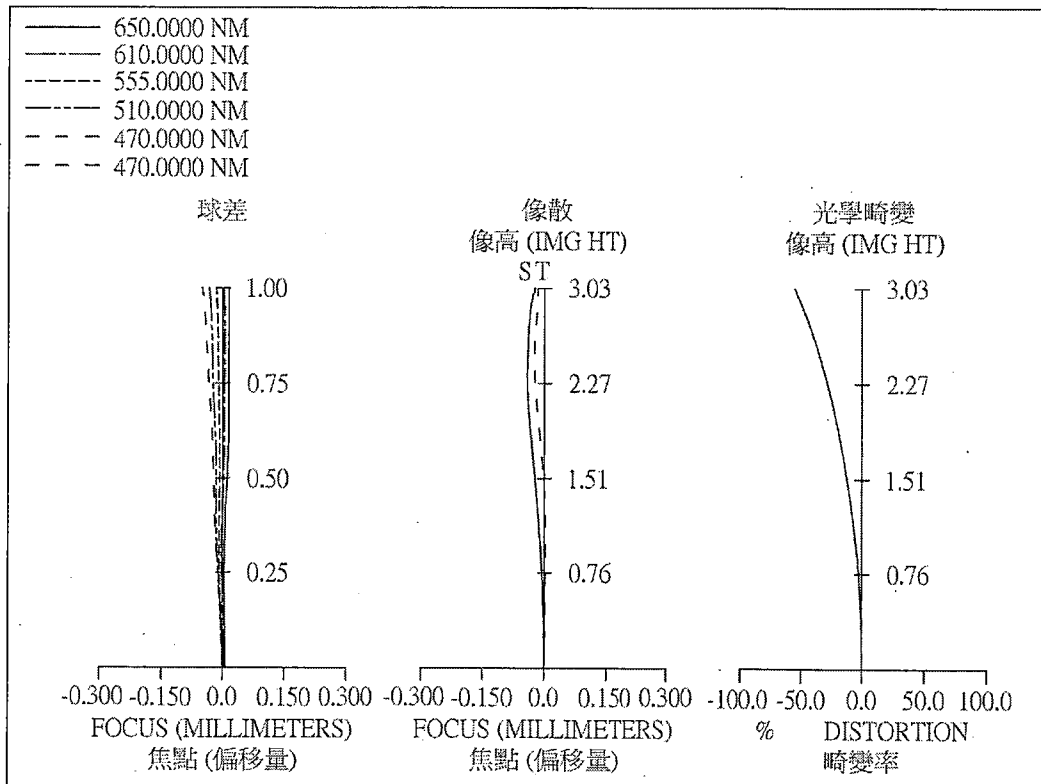
【第25項】 如請求項20所述之可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統，其中該可見光與紅外光兩用之低焦平面偏移量光學成像系統更包括一光圈、一影像感測元

件以及一驅動模組，該影像感測元件設置於該第一平均成像面後並且至少設置10萬個像素，並且於該光圈至該第一平均成像面於光軸上具有一距離InS，該第一透鏡物側面至該第一平均成像面於光軸上具有一距離HOS，該驅動模組可與該些透鏡相耦合並使該些透鏡產生位移，其滿足下列公式： $0.2 \leq \text{InS}/\text{HOS} \leq 1.1$ 。

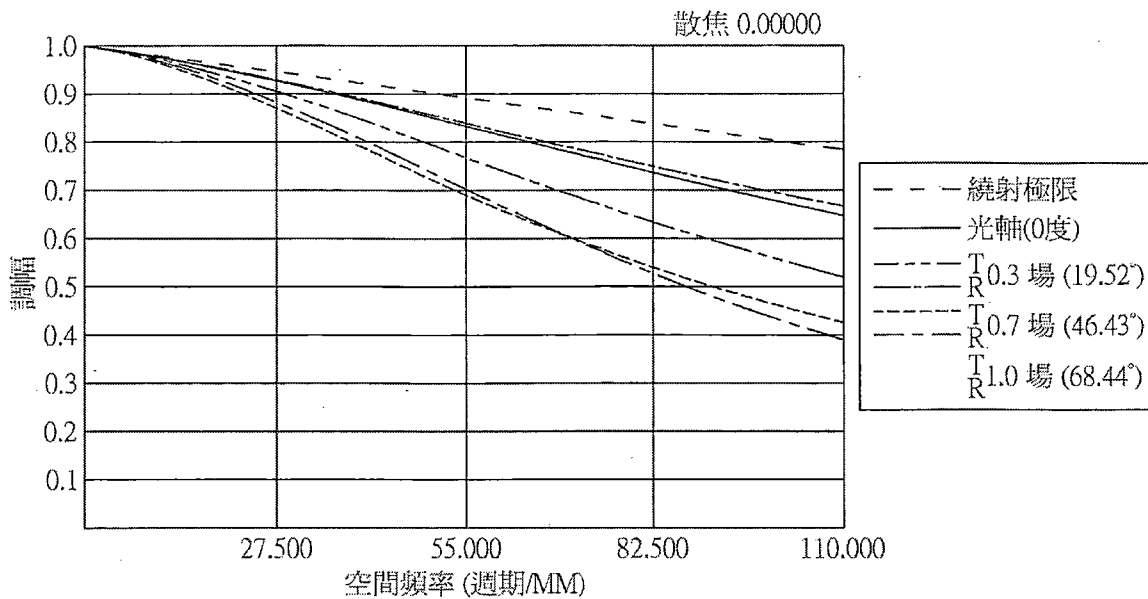
【新型圖式】



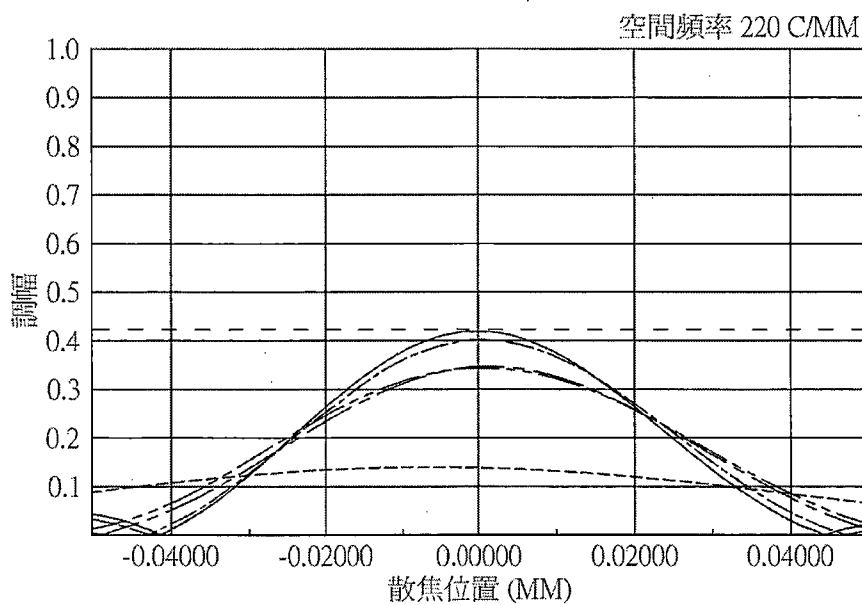
第 1A 圖



第 1B 圖

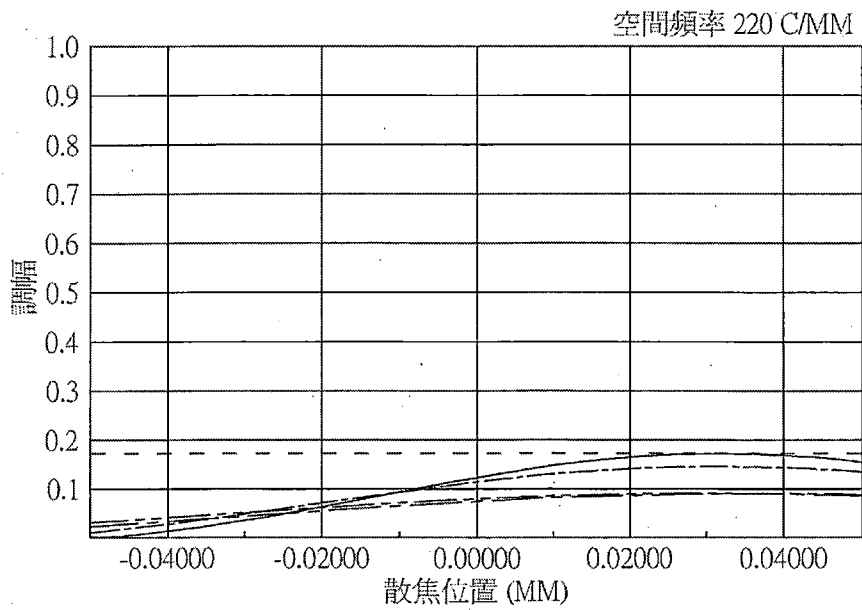


第 1C 圖



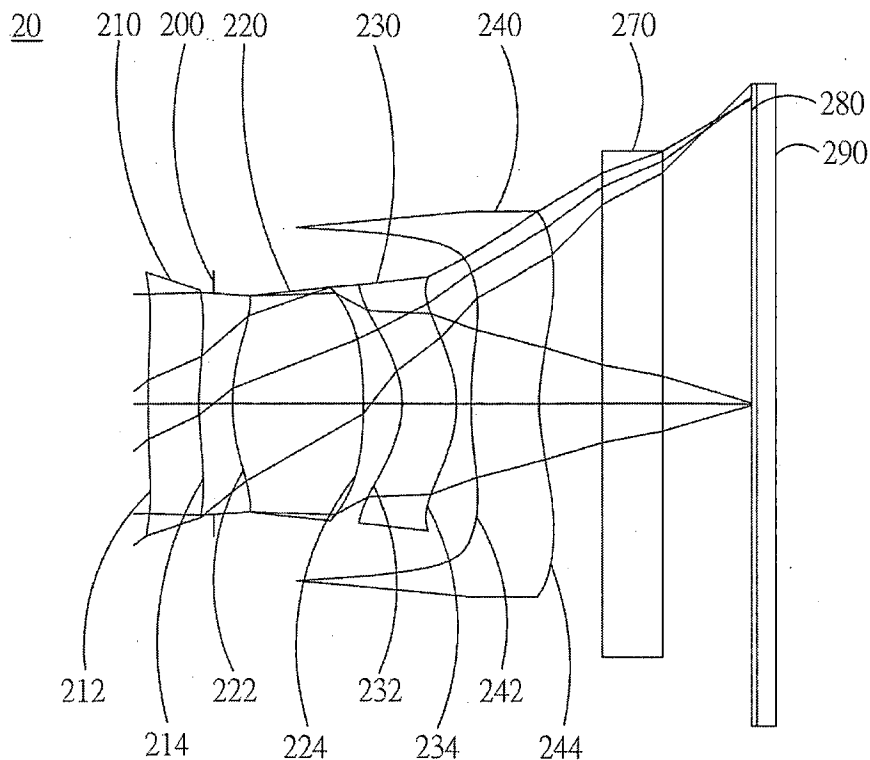
| | 波長 | 權重 |
|----------------------------|----------|------|
| --- 繞射極限 | | |
| —— 光軸(0度) | 850.0 NM | 0 |
| — · — · T | 650.0 NM | 107 |
| — · — · R 0.3 場 (23.02°) | 610.0 NM | 503 |
| · · · · · T | 555.0 NM | 1000 |
| · · · · · R 0.7 場 (52.42°) | 510.0 NM | 503 |
| - - - - - T | 470.0 NM | 91 |
| - - - - - R 1.0 場 (70.01°) | 470.0 NM | 91 |

第 1D 圖

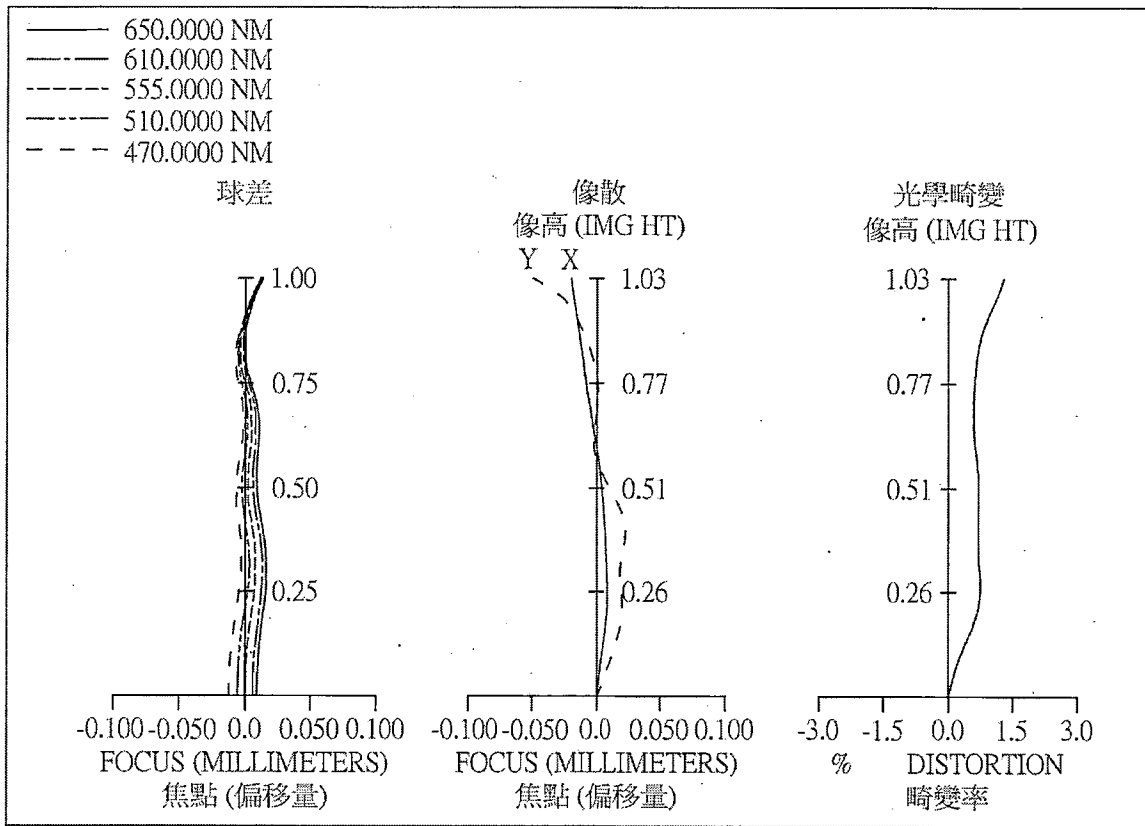


| --- 繞射極限 | 波長 | 權重 |
|-----------|----------|----|
| —— 光軸(0度) | 850.0 NM | 10 |
| ----- T | 650.0 NM | 0 |
| ----- R | 610.0 NM | 0 |
| ----- T | 555.0 NM | 0 |
| ----- R | 510.0 NM | 0 |
| ----- T | 510.0 NM | 0 |
| ----- R | 470.0 NM | 0 |

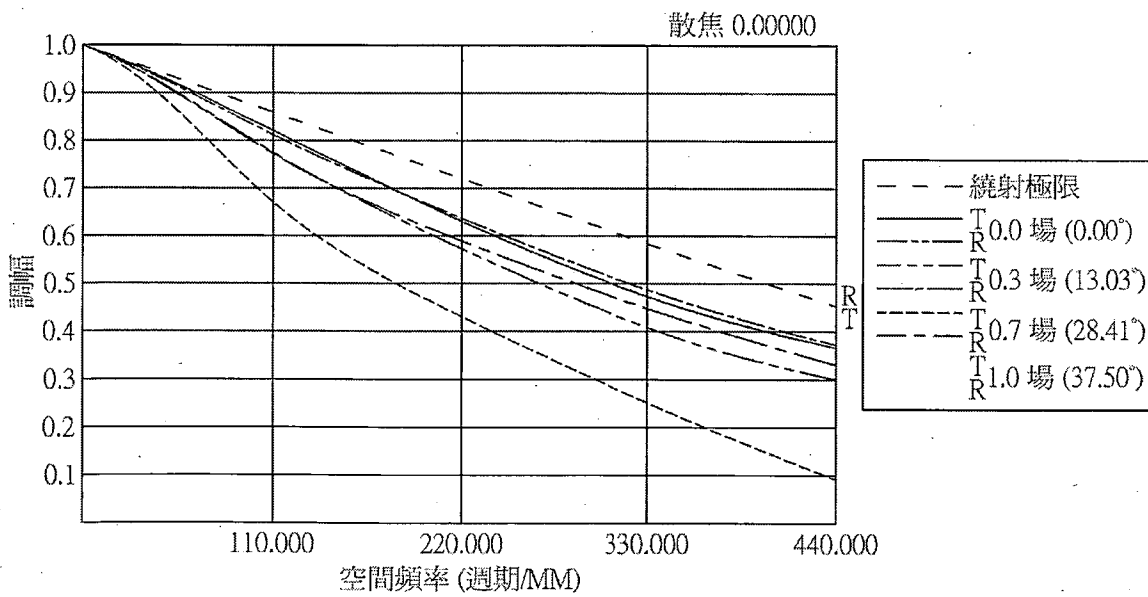
第 1E 圖



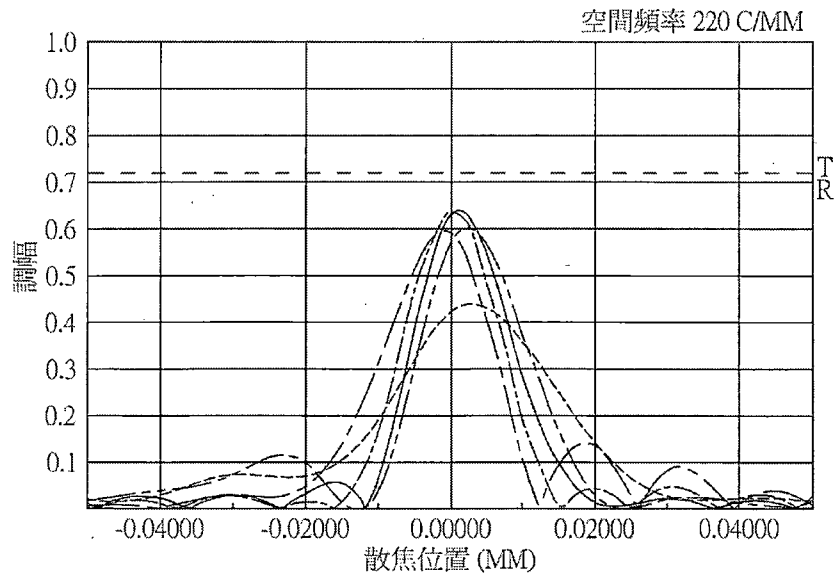
第 2A 圖



第 2B 圖

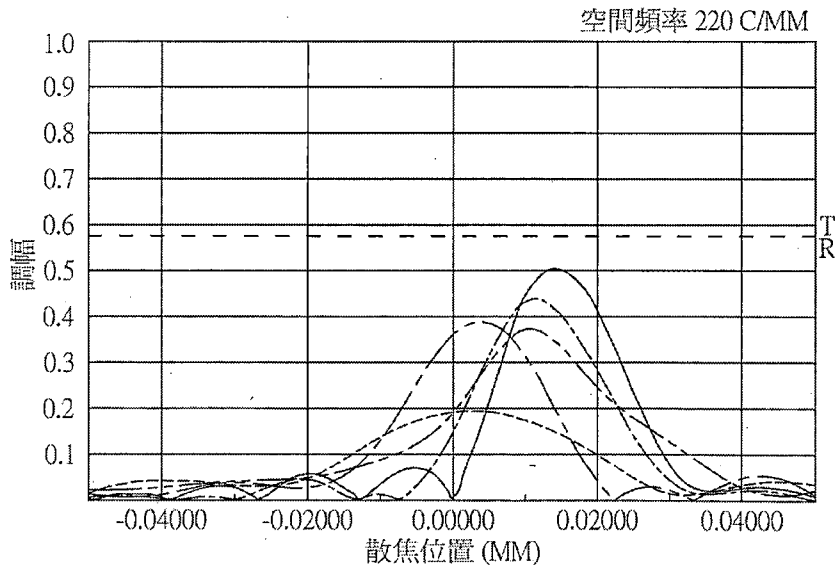


第 2C 圖



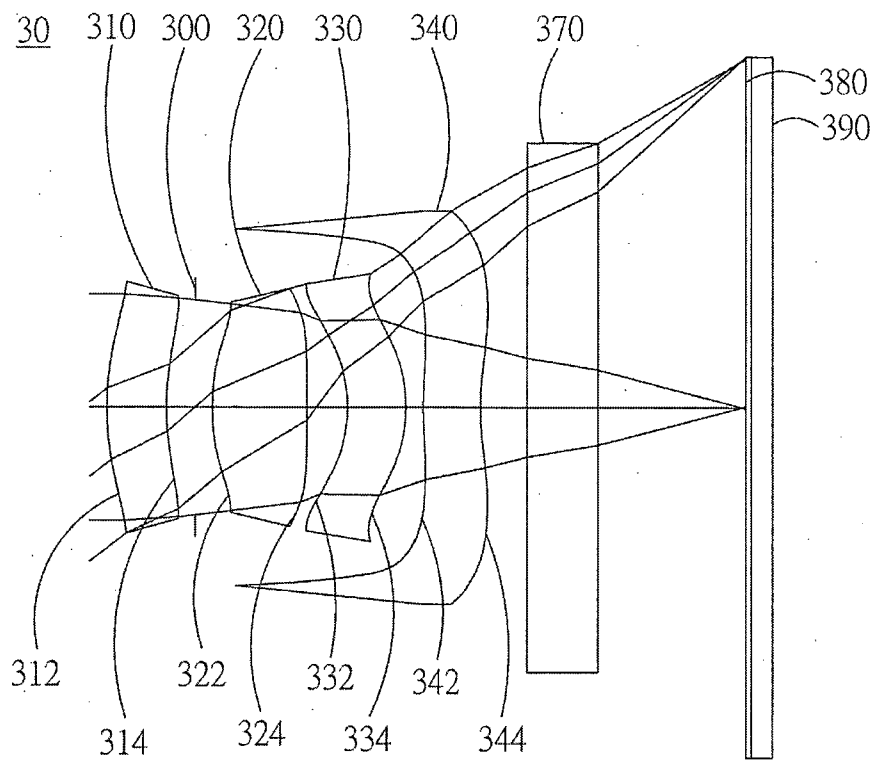
| --- 繞射極限 | 波長 | 權重 |
|----------|----------|------|
| —— T | 850.0 NM | 0 |
| ----- R | 650.0 NM | 107 |
| ----- T | 610.0 NM | 503 |
| ----- R | 555.0 NM | 1000 |
| ----- T | 510.0 NM | 503 |
| ----- R | 470.0 NM | 91 |

第 2D 圖

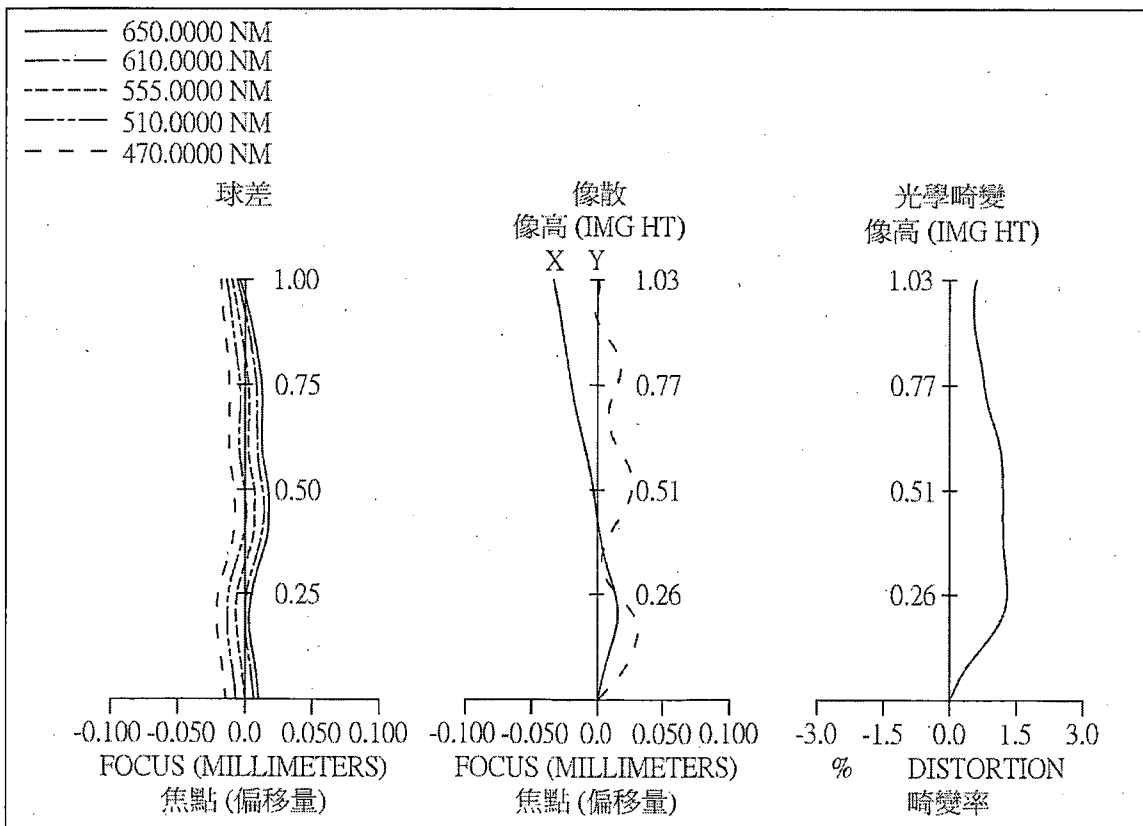


| --- 繞射極限 | 波長 | 權重 |
|----------|----------|----|
| —— T | 850.0 NM | 10 |
| ----- R | 650.0 NM | 0 |
| ----- T | 610.0 NM | 0 |
| ----- R | 555.0 NM | 0 |
| ----- T | 510.0 NM | 0 |
| ----- R | 470.0 NM | 0 |

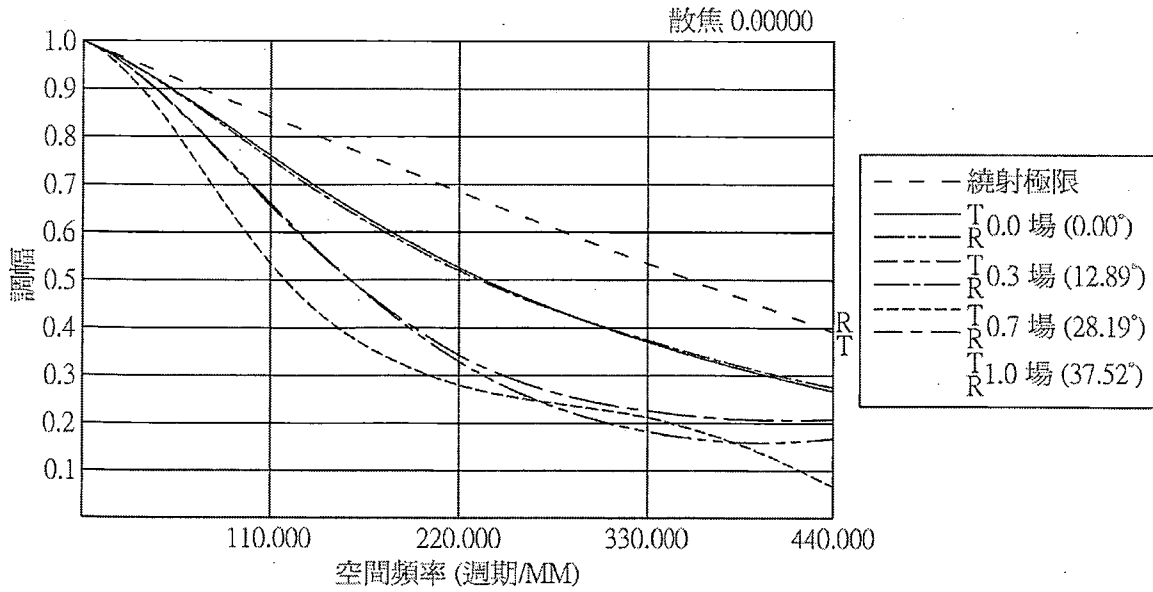
第 2E 圖



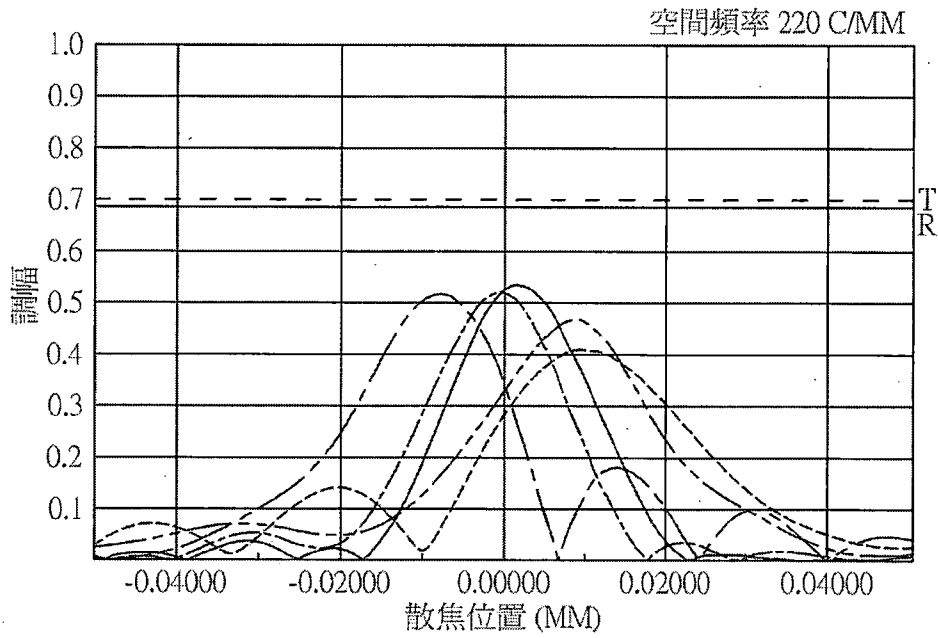
第 3A 圖



第 3B 圖

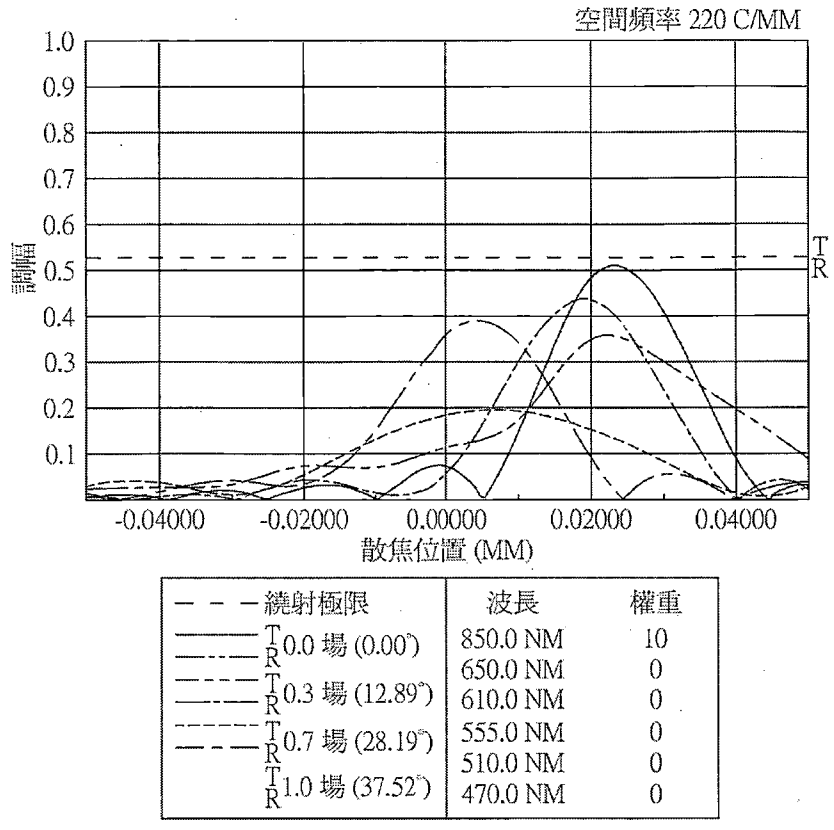


第 3C 圖

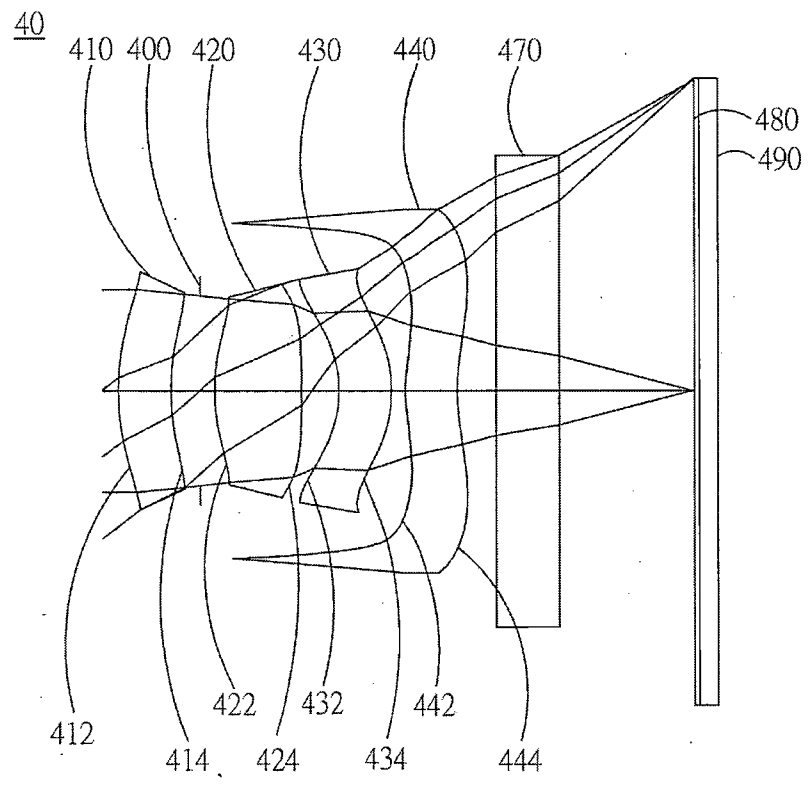


| | 波長 | 權重 |
|------------------------|----------|------|
| --- 繞射極限 | | |
| ——— T 0.0 場 (0.00°) | 850.0 NM | 0 |
| - - - R 0.0 場 (0.00°) | 650.0 NM | 107 |
| ——— T 0.3 場 (12.89°) | 610.0 NM | 503 |
| - - - R 0.3 場 (12.89°) | 555.0 NM | 1000 |
| ——— T 0.7 場 (28.19°) | 510.0 NM | 503 |
| - - - R 0.7 場 (28.19°) | 470.0 NM | 91 |

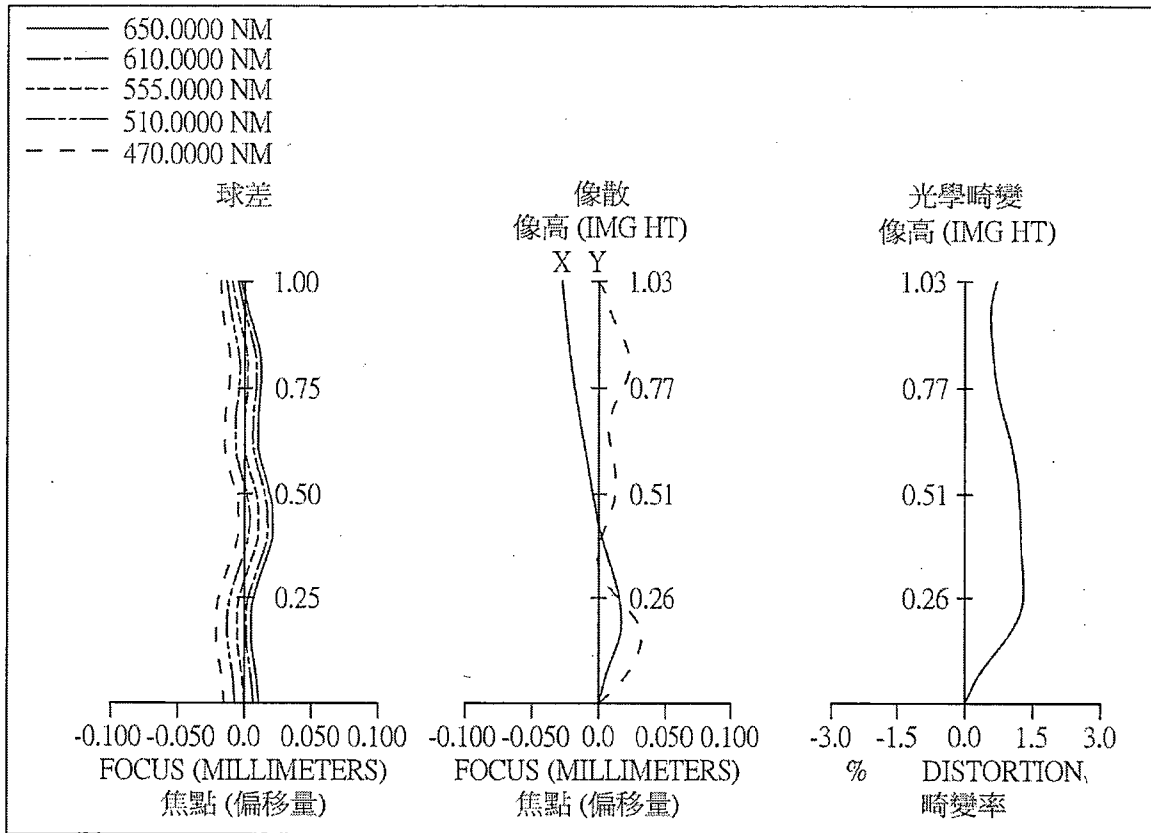
第 3D 圖



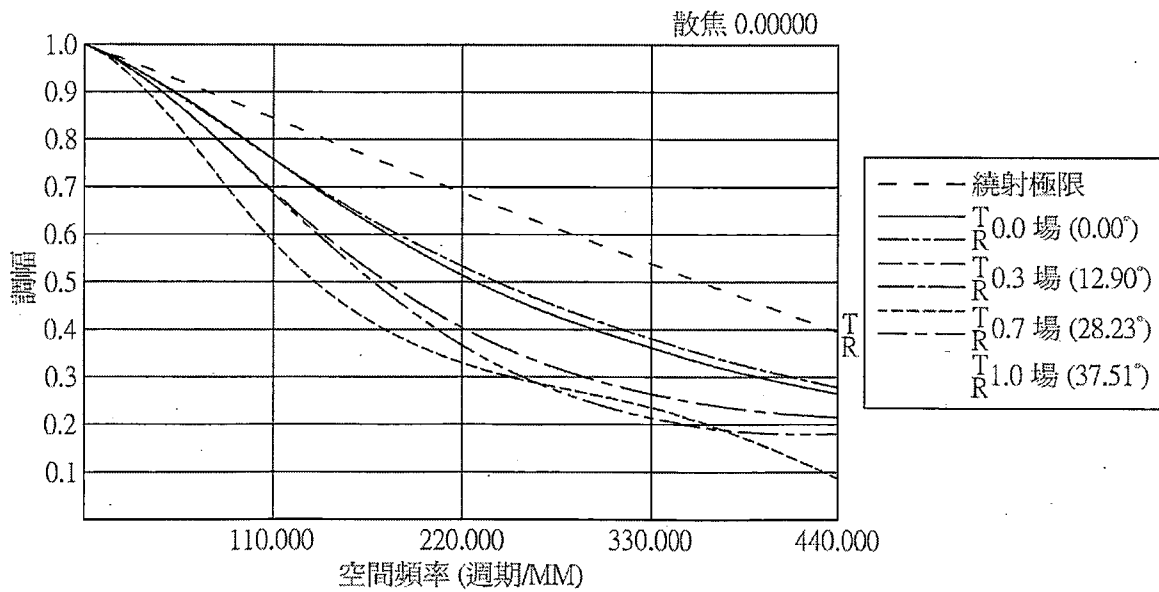
第 3E 圖



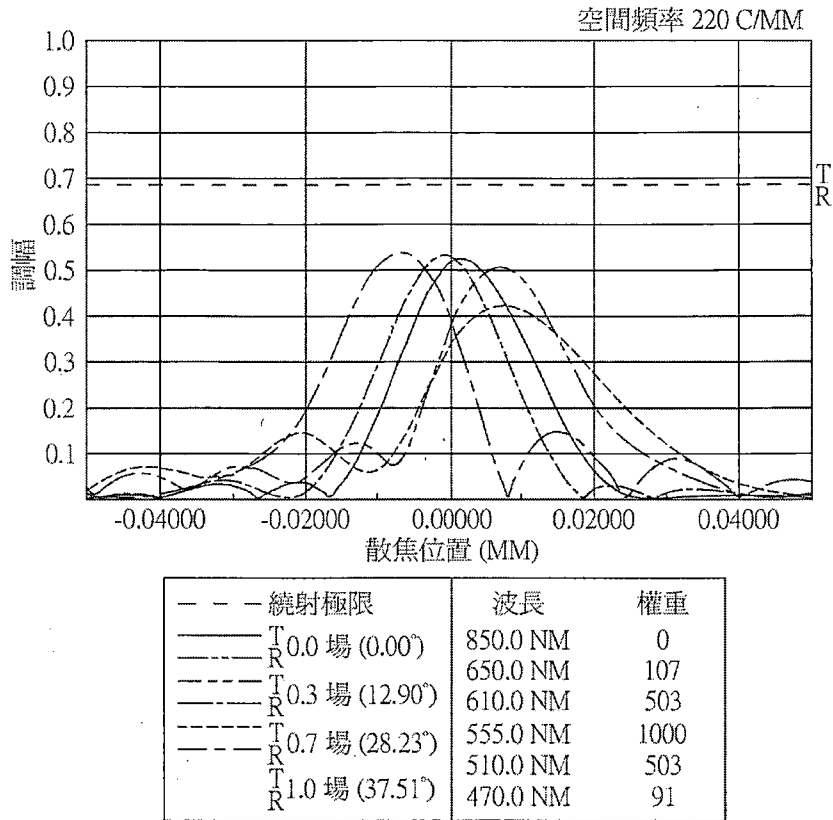
第 4A 圖



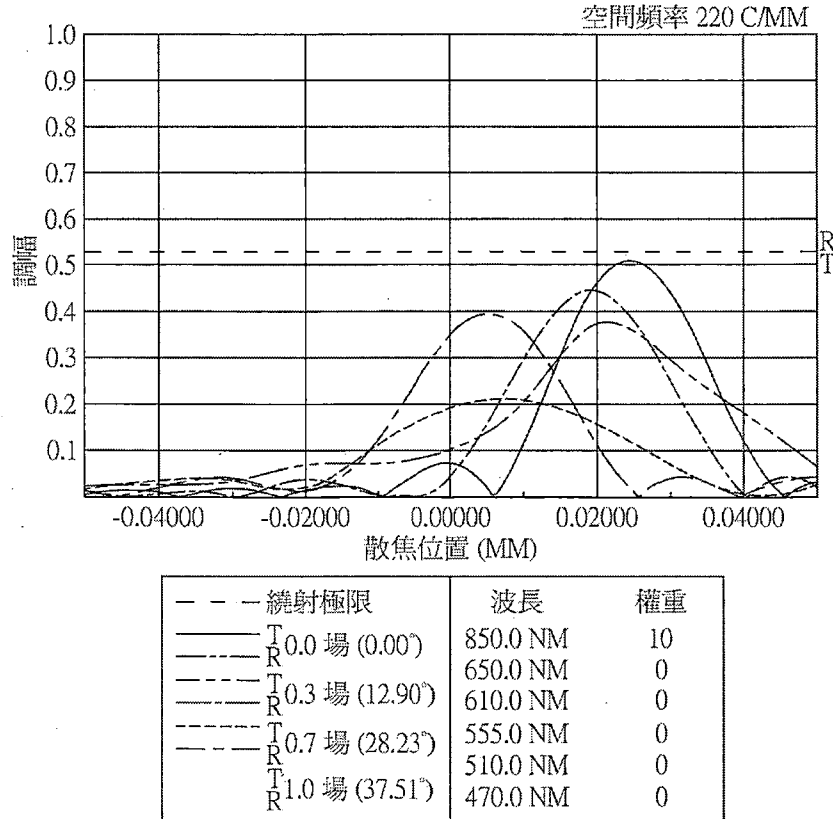
第 4B 圖



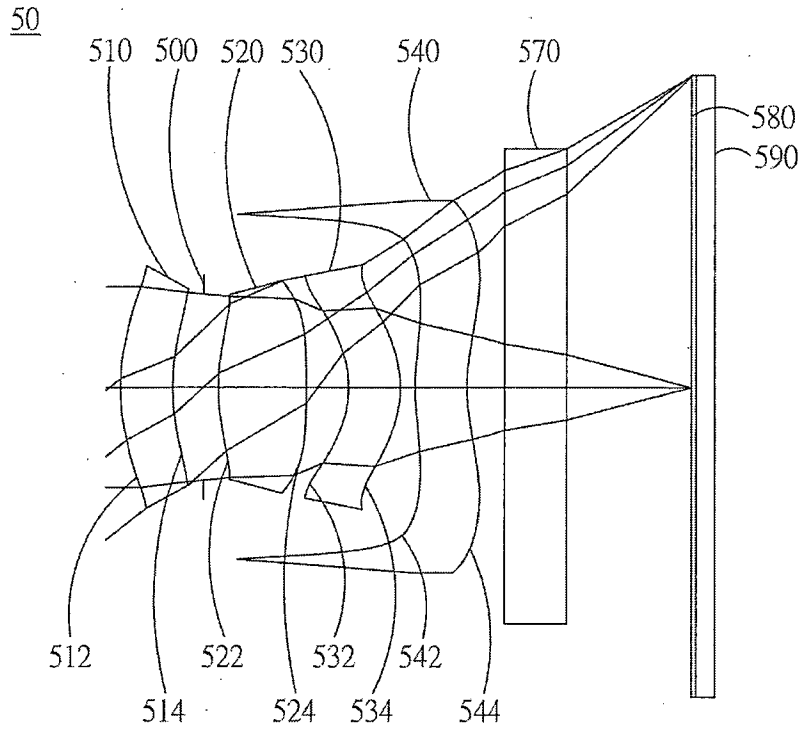
第 4C 圖



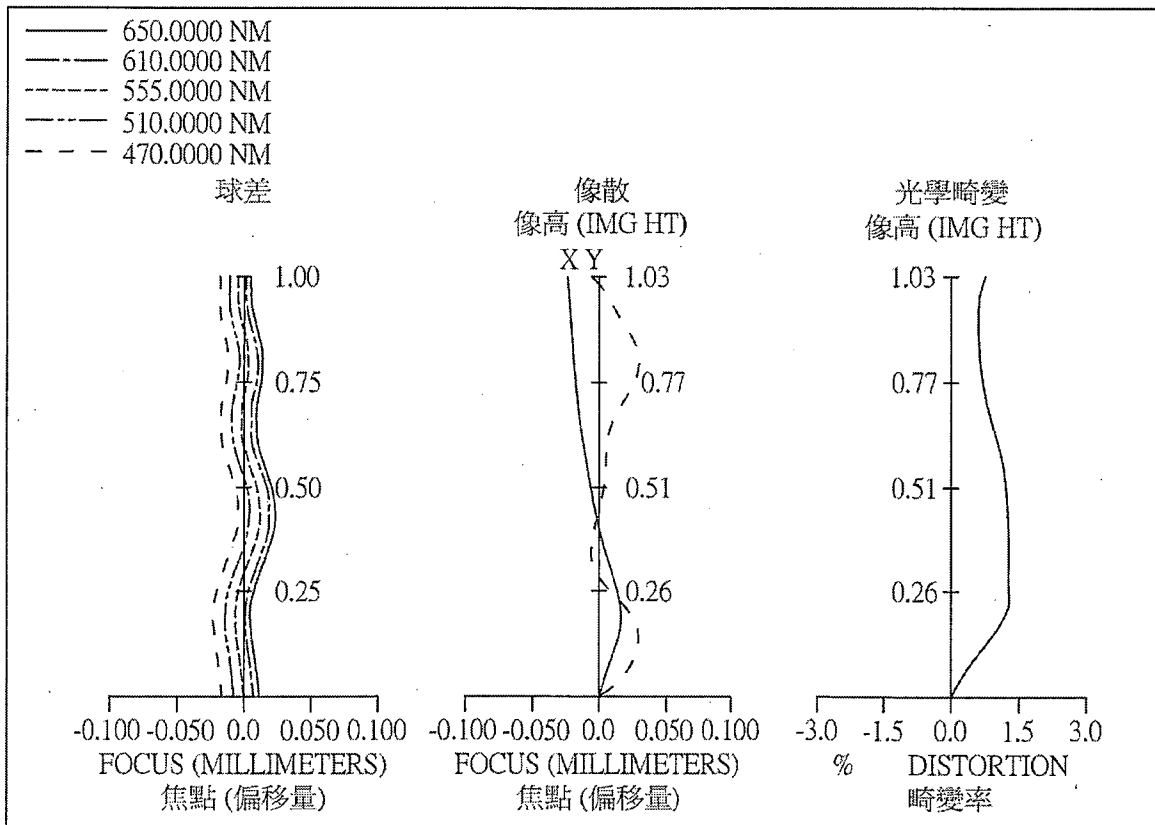
第 4D 圖



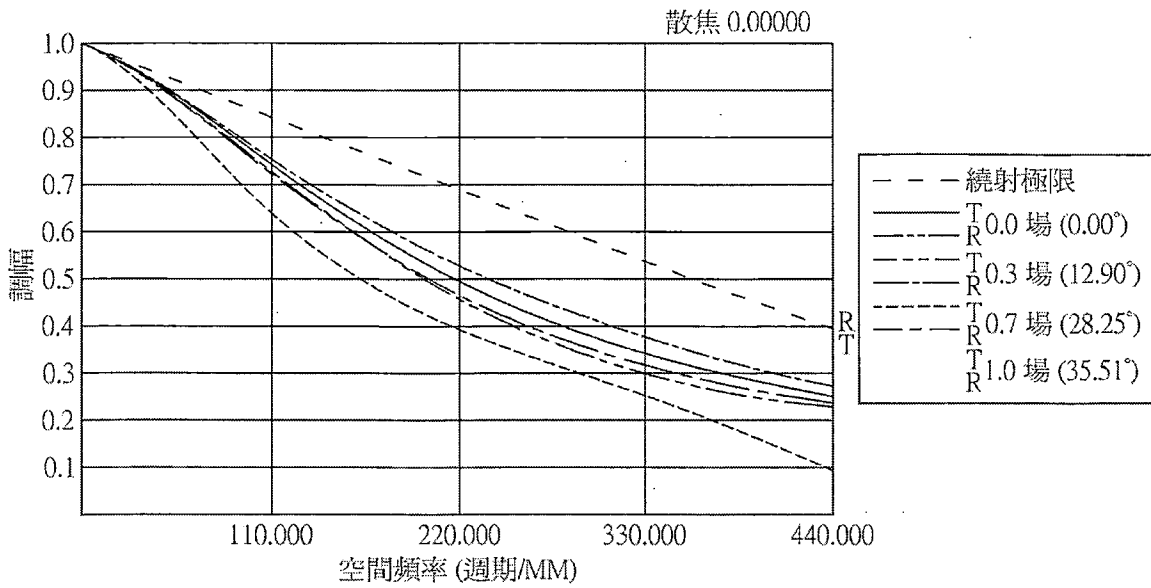
第 4E 圖



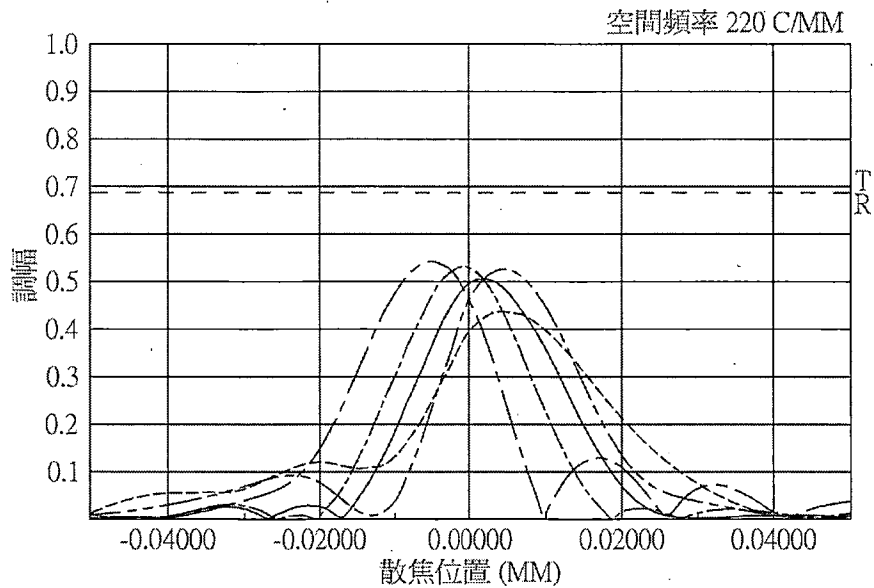
第 5A 圖



第 5B 圖

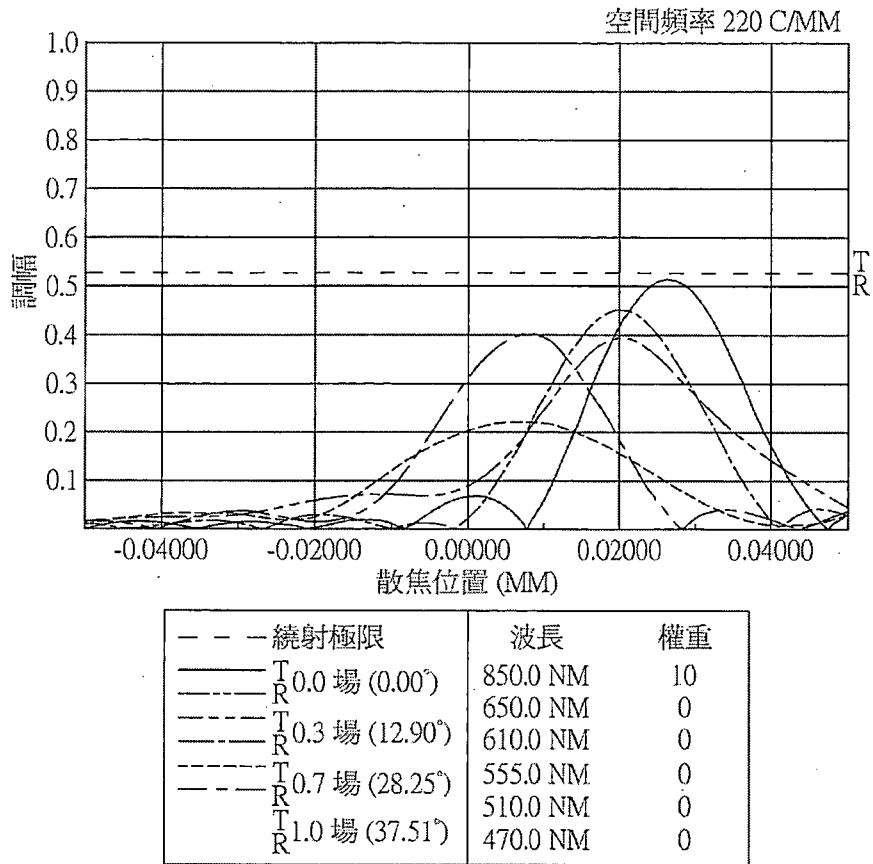


第 5C 圖

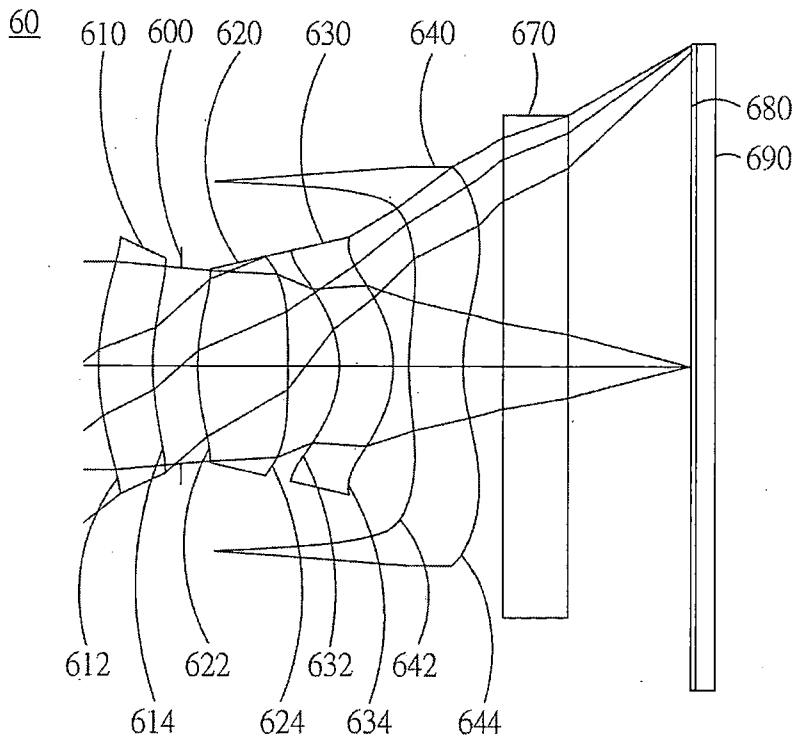


| --- 繞射極限 | 波長 | 權重 |
|---------------------|----------|------|
| —— T | 850.0 NM | 0 |
| —— R 0.0 場 (0.00°) | 650.0 NM | 107 |
| —— T | 610.0 NM | 503 |
| —— R 0.3 場 (12.90°) | 555.0 NM | 1000 |
| —— T | 510.0 NM | 503 |
| —— R 0.7 場 (28.25°) | 470.0 NM | 91 |
| —— T | | |
| —— R 1.0 場 (37.51°) | | |

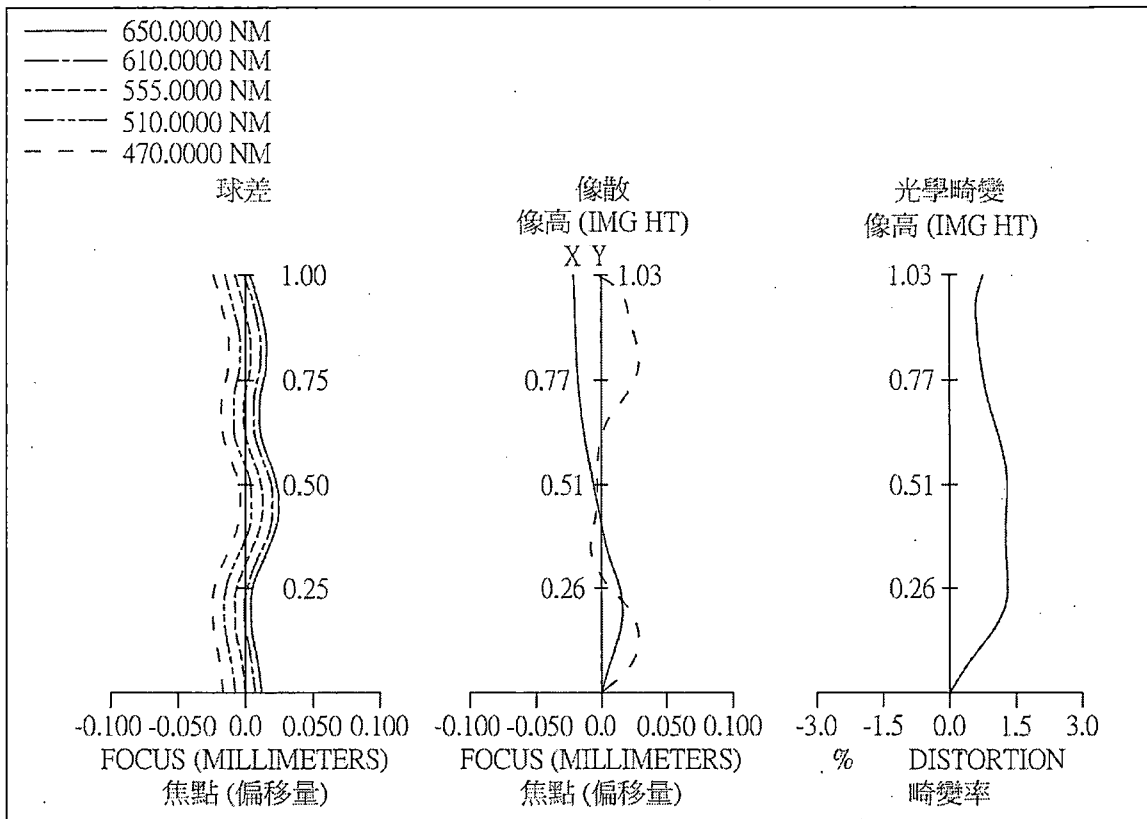
第 5D 圖



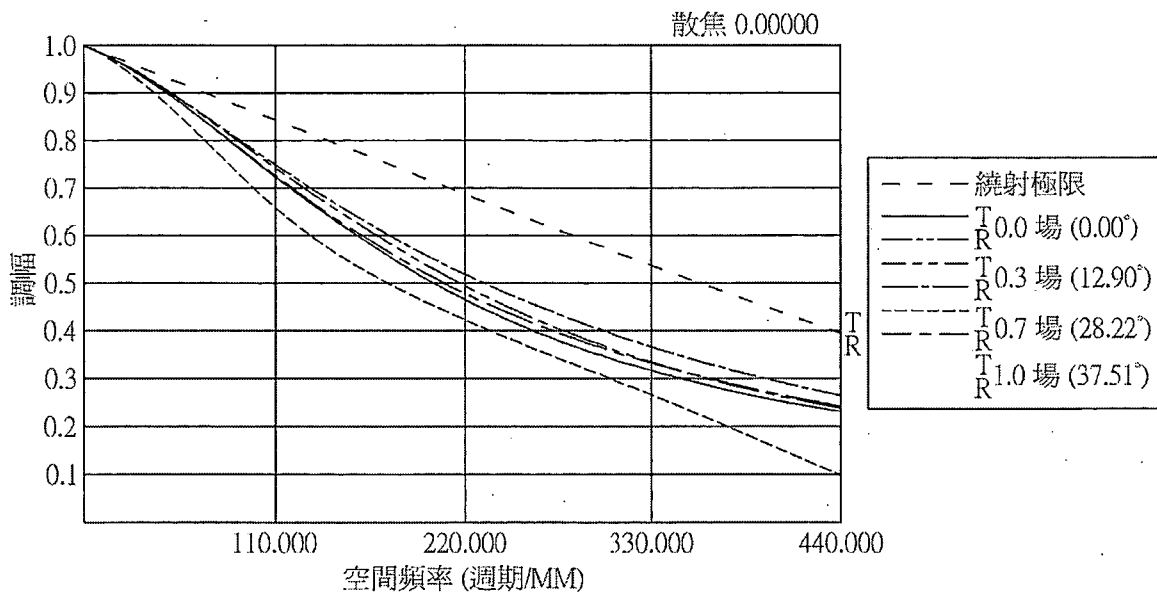
第 5E 圖



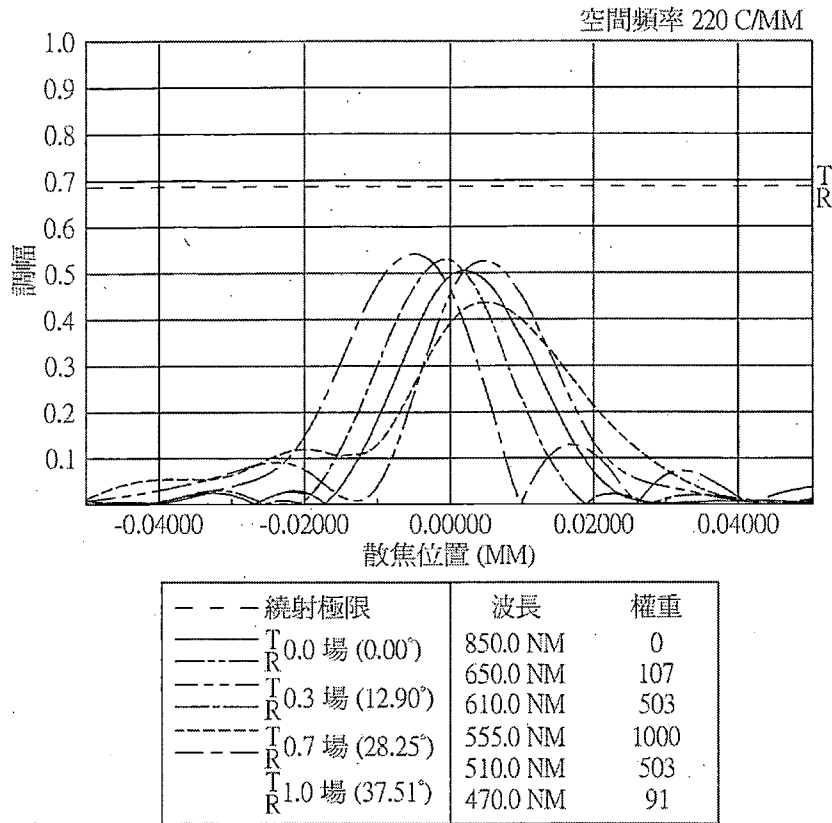
第 6A 圖



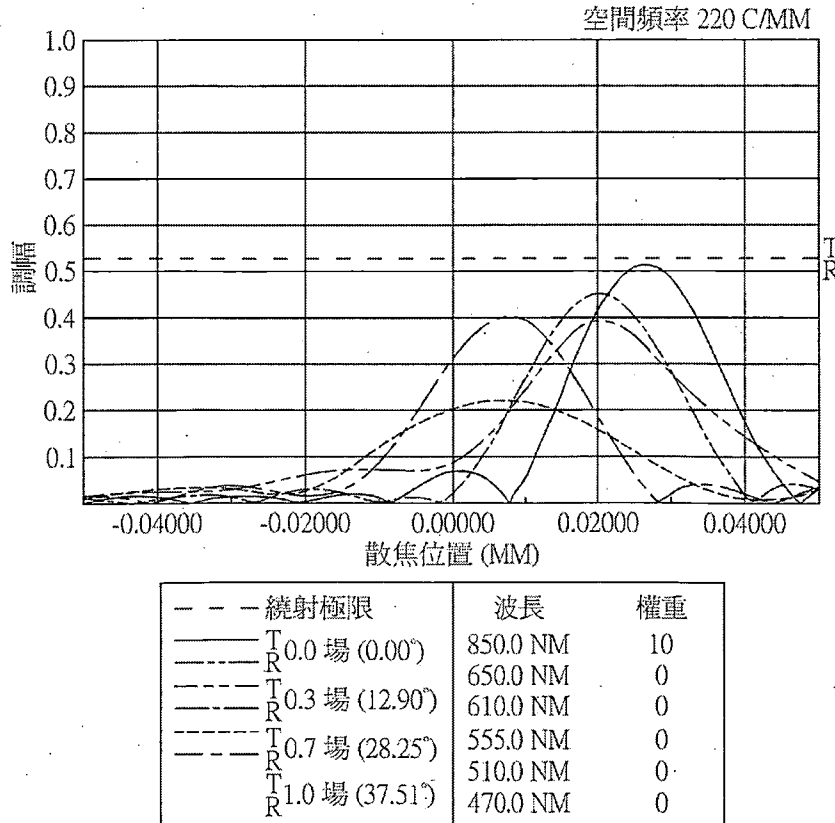
第 6B 圖



第 6C 圖



第 6D 圖



第 6E 圖