



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201437676 A

(43)公開日：中華民國 103 (2014) 年 10 月 01 日

(21)申請案號：103108456

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 03 月 11 日

(51)Int. Cl. : **G02B13/00 (2006.01)**

G02B13/18 (2006.01)

G02B9/34 (2006.01)

(30)優先權：2013/10/09 美國

14/050,285

(71)申請人：玉晶光電股份有限公司 (中華民國) GENIUS ELECTRONIC OPTICAL CO., LTD.

(TW)

臺中市大雅區科雅東路 1 號

(72)發明人：謝典良 HSIEH, TIEN LIANG (TW)

(74)代理人：馬靜如

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：18 項 圖式數：13 共 44 頁

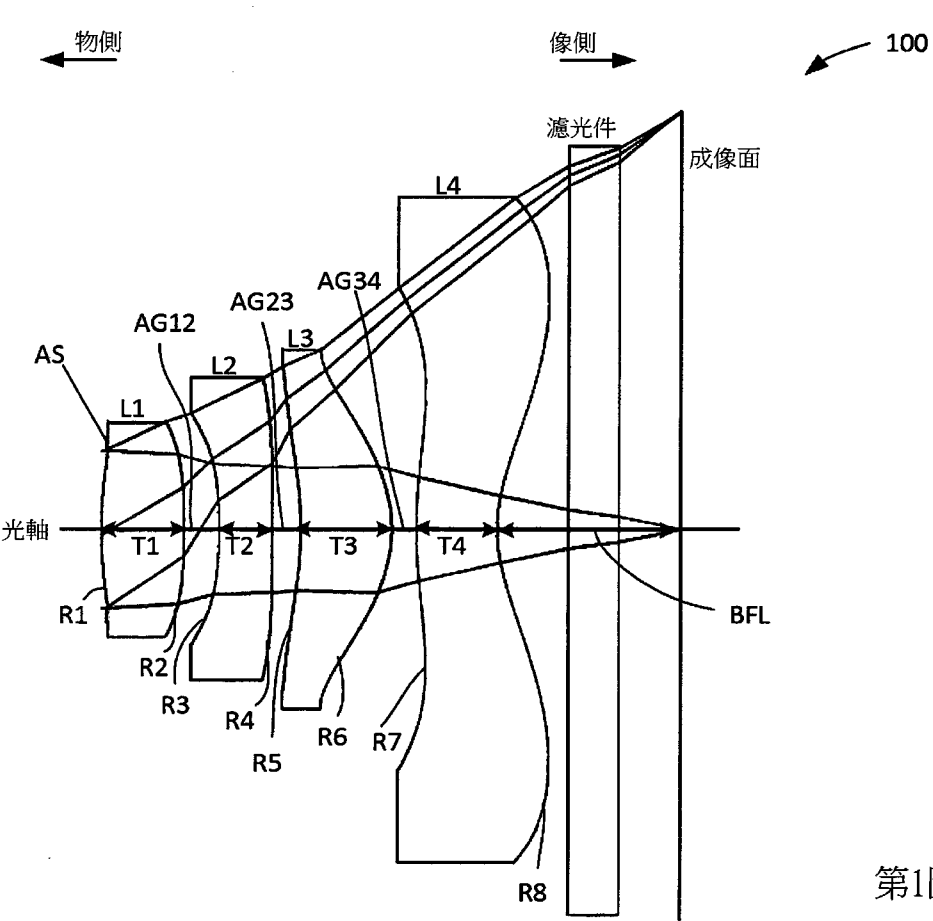
(54)名稱

光學成像鏡頭與具有其同之電子裝置

OPTICAL IMAGING LENS THEREOF AND ELECTRONIC DEVICE INCLUDING THE LENS

(57)摘要

本發明之光學成像鏡頭僅包括四片透鏡，從物側至像側沿光軸依序包括光圈、第一透鏡、第二透鏡、第三透鏡及第四透鏡，每一透鏡都具有屈光率，且具有一朝向物側的物側面及一朝向像側的像側面。第一透鏡具有正屈光率，且其之物側面是一凸面，第二透鏡具有負屈光率，其像側面具有在一外圓周附近區域的凸面部，第三透鏡具有正屈光率，其物側面具有在一在光軸附近區域的凹面部，其像側面具有在一在光軸附近區域的凸面部，第四透鏡之像側面具有在一在光軸附近區域的凹面部且在外圓周附近區域的凸面部。第一、第二、第三及第四透鏡之厚度總和與其間的空氣間隙寬度總和滿足特定的條件。



- 100：光學成像鏡頭
- AG12：空氣間隙
- AG23：空氣間隙
- AG34：空氣間隙
- AS：光圈
- L1：第一透鏡
- L2：第二透鏡
- L3：第三透鏡
- L4：第四透鏡
- T1：透鏡厚度
- T2：透鏡厚度
- T3：透鏡厚度
- T4：透鏡厚度

第1圖



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201437676 A

(43)公開日：中華民國 103 (2014) 年 10 月 01 日

(21)申請案號：103108456

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 03 月 11 日

(51)Int. Cl. : **G02B13/00 (2006.01)**

G02B13/18 (2006.01)

G02B9/34 (2006.01)

(30)優先權：2013/10/09 美國

14/050,285

(71)申請人：玉晶光電股份有限公司 (中華民國) GENIUS ELECTRONIC OPTICAL CO., LTD.

(TW)

臺中市大雅區科雅東路 1 號

(72)發明人：謝典良 HSIEH, TIEN LIANG (TW)

(74)代理人：馬靜如

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：18 項 圖式數：13 共 44 頁

(54)名稱

光學成像鏡頭與具有其同之電子裝置

OPTICAL IMAGING LENS THEREOF AND ELECTRONIC DEVICE INCLUDING THE LENS

(57)摘要

本發明之光學成像鏡頭僅包括四片透鏡，從物側至像側沿光軸依序包括光圈、第一透鏡、第二透鏡、第三透鏡及第四透鏡，每一透鏡都具有屈光率，且具有一朝向物側的物側面及一朝向像側的像側面。第一透鏡具有正屈光率，且其之物側面是一凸面，第二透鏡具有負屈光率，其像側面具有在一外圓周附近區域的凸面部，第三透鏡具有正屈光率，其物側面具有在一在光軸附近區域的凹面部，其像側面具有在一在光軸附近區域的凸面部，第四透鏡之像側面具有在一在光軸附近區域的凹面部且在外圓周附近區域的凸面部。第一、第二、第三及第四透鏡之厚度總和與其間的空氣間隙寬度總和滿足特定的條件。

發明摘要

※ 申請案號：103108456

※ 申請日：103. 3. 11 ※IPC 分類：G02B 13/00 (2006.01)
G02B 13/18 (2006.01)
G02B 9/34 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文) 光學成像鏡頭與具有其同之電子裝置/ OPTICAL IMAGING LENS THEREOF AND ELECTRONIC DEVICE INCLUDING THE LENS

【中文】

本發明之光學成像鏡頭僅包括四片透鏡，從物側至像側沿光軸依序包括光圈、第一透鏡、第二透鏡、第三透鏡及第四透鏡，每一透鏡都具有屈光率，且具有一朝向物側的物側面及一朝向像側的像側面。第一透鏡具有正屈光率，且其之物側面是一凸面，第二透鏡具有負屈光率，其像側面具有在一外圓周附近區域的凸面部，第三透鏡具有正屈光率，其物側面具有在一光軸附近區域的凹面部，其像側面具有在一光軸附近區域的凸面部，第四透鏡之像側面具有在一光軸附近區域的凹面部且在外圓周附近區域的凸面部。第一、第二、第三及第四透鏡之厚度總和與其間的空氣間隙寬度總和滿足特定的條件。

【英文】

An imaging optical system includes, in order from the object side to the image side, an aperture stop, a first lens element with a positive refractive power having a convex object-side surface, a second lens element with a negative refractive power having a convex image-side surface in the vicinity of an outer circumference, a third lens element with a positive refractive power having a concave object-side surface in a vicinity of an optical axis and a convex image-side surface in the vicinity of the optical axis, and a fourth lens element having a concave image-side surface in the vicinity of the optical axis and a convex image-side surface in the vicinity of the outer circumference. The sum of thicknesses of the first, second, third, and fourth lens elements and the sum of total air gaps therebetween satisfy specific conditions.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

100 光學成像鏡頭

AG12, AG23, AG34 空氣間隙

AS 光圈

L1 第一透鏡

L2 第二透鏡

L3 第三透鏡

L4 第四透鏡

T1, T2, T3, T4 透鏡厚度

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文) 光學成像鏡頭與具有其同之電子裝置/ OPTICAL IMAGING LENS THEREOF AND ELECTRONIC DEVICE INCLUDING THE LENS

【技術領域】

【0001】 本發明乃是與一種光學成像鏡頭與具有光學成像鏡頭之電子裝置相關，且尤其是與應用四片式透鏡之光學成像鏡頭與具有光學成像鏡頭之可攜式電子裝置相關。

【先前技術】

【0002】 近年來，內建有數位相機用以拍攝數位影像的手機發展地日益蓬勃，且因著可攜式裝置薄型輕巧化之需求，讓其中的鏡片系統也愈趨小型化。因此，光學成像鏡頭也需要縮小長度，但同時仍需具備良好光學性能。

【0003】 在美國專利公開號 2011/0299178 中，所揭露的光學成像鏡頭為四片式透鏡結構，其中所設計之第一透鏡具有負屈光率，且其物側面與像側面皆是凹的，而第二透鏡具有正屈光率，且其物側面與像側面皆是凸的，鏡頭長度達到 18 至 19 mm，不利於手機和數位相機等攜帶型電子產品的薄型化設計。

【0004】 在美國專利公開號 2011/0242683、美國專利號 8270097 及 8379326 中，所揭露的光學成像鏡頭為四片式透鏡結構，其中所設計之第一、第二透鏡都具有負屈光率，且其間的空氣間隙在光軸上的寬度相當的寬，因此無法有效縮短鏡頭長度。

【發明內容】

【0005】 本發明之實施例提供一種光學成像鏡頭，僅包括四片具有屈光率的透鏡，從物側至像側沿一光軸依序包括一第一透鏡、一第二透鏡、

一第三透鏡及一第四透鏡，每一透鏡都具有一朝向物側的物側面及一朝向像側像側面。第一透鏡具有正屈光率，且其之物側面是一凸面，第二透鏡具有負屈光率，其像側面具有有一在外圓周附近區域的凸面部，第三透鏡具有正屈光率，其物側面具有有一在光軸附近區域的凹面部，且在圓周附近區域也是凹的，其像側面具有有一在光軸附近區域的凸面部，第四透鏡之像側面具有有一在光軸附近區域的凹面部且在外圓周附近區域的凸面部。光學成像鏡頭還滿足 $3.5 \leq \text{ALT}/\text{AAG}$ 的條件式，ALT 為第一至第四透鏡在光軸上的四片鏡片厚度總和，AAG 為第一至第四透鏡之間在光軸上的三個空氣間隙寬度總和。

【0006】 在一實施例中，光學成像鏡頭還滿足 $\text{BFL}/\text{AG23} \leq 7.6$ 的條件式，BFL 為光學成像鏡頭的一後焦距，即第四透鏡之像側面至一成像面在光軸上的距離。

【0007】 本發明之實施例亦提供一種內建有數位相機的可攜式電子裝置，包括：一模組後座單元、一鏡筒安裝於模組後座單元內及一光學成像鏡頭安裝於鏡筒內。光學成像模組僅包括四片具有屈光率的透鏡，從物側至像側沿一光軸依序包括一光圈、第一透鏡、一第二透鏡、一第三透鏡及一第四透鏡，每一透鏡都具有一朝向物側的物側面及一朝向像側的像側面。第一透鏡具有正屈光率，且其之物側面是一凸面，第二透鏡具有負屈光率，其像側面具有有一在外圓周附近區域的凸面部，第三透鏡具有正屈光率，其物側面具有有一在光軸附近區域的凹面部，其像側面具有有一在光軸附近區域的凸面部，第四透鏡之像側面具有有一在光軸附近區域的凹面部且在外圓周附近區域的凸面部。可攜式電子裝置還滿足 $3.5 \leq \text{ALT}/\text{AAG}$ 及 $\text{BFL}/\text{AG23} \leq 7.5$ 的條件式，ALT 為第一至第四透鏡在光軸上的四片鏡片厚度總和，AAG 為第一至第四透鏡之間在光軸上的三個空氣間隙寬度總和，BFL 為光學成像模組的一後焦距，即第四透鏡之像側面至一成像面在光軸上的距離。

【0008】 可攜式電子裝置可額外包括裝設在一基板上的一影像感測器。在一實施例中，相對於影像感測器，鏡筒可在光軸之方向上進行縱向地移動。換句話說，BFL 會依據鏡筒相對於影像感測器的位置而改變。當

BFL 和 AG23 滿足 $FL/AG23 \leq 7.6$ 的條件式時，可提供輕薄的裝置結構。

【圖式簡單說明】

【0009】 第 1 圖顯示依據本發明之第一實施例之光學成像鏡頭之四片式透鏡之剖面結構示意圖。

【0010】 第 2 圖顯示依據本發明之第二實施例之光學成像鏡頭之四片式透鏡之剖面結構示意圖。

【0011】 第 3 圖顯示依據本發明之第三實施例之光學成像鏡頭之四片式透鏡之剖面結構示意圖。

【0012】 第 4 圖顯示依據本發明之第四實施例之光學成像鏡頭之四片式透鏡之剖面結構示意圖。

【0013】 第 5 圖顯示依據本發明之第五實施例之光學成像鏡頭之四片式透鏡之剖面結構示意圖。

【0014】 第 6A、6B 及 6C 圖分別顯示依據本發明之第一實施例光學成像鏡頭之縱向球差、弧矢方向及子午方向的像散像差與畸變像差圖之示意圖。

【0015】 第 7A、7B 及 7C 圖分別顯示依據本發明之第二實施例光學成像鏡頭之縱向球差、弧矢方向及子午方向的像散像差與畸變像差圖之示意圖。

【0016】 第 8A、8B 及 8C 圖分別顯示依據本發明之第三實施例光學成像鏡頭之縱向球差、弧矢方向及子午方向的像散像差與畸變像差圖之示意圖。

【0017】 第 9A、9B 及 9C 圖分別顯示依據本發明之第四實施例光學成像鏡頭之縱向球差、弧矢方向及子午方向的像散像差與畸變像差圖之示意圖。

【0018】 第 10A、10B 及 10C 圖分別顯示依據本發明之第五實施例光學成像鏡頭之縱向球差、弧矢方向及子午方向的像散像差與畸變像差圖之示意圖。

【0019】 第 11 圖顯示依據本發明之一實施例之內建有光學成像模組

之可攜式電子裝置之一剖面結構示意圖。

【0020】 第 12 圖顯示依據本發明之另一實施例之內建有光學成像模組之可攜式電子裝置之一剖面結構示意圖。

【0021】 第 13 圖顯示用以說明本發明使用的字詞之一示例性透鏡的剖面結構示意圖。

【實施方式】

【0022】 為進一步說明各實施例，本發明乃提供有圖式。此些圖式乃為本發明揭露內容之一部分，其主要係用以說明實施例，並可配合說明書之相關描述來解釋實施例的運作原理。配合參考這些內容，本領域具有通常知識者應能理解其他可能的實施方式以及本發明之優點。圖中的元件並未按比例繪製，而類似的元件符號通常用來表示類似的元件。

【0023】 本篇說明書所言之「一透鏡具有正屈光率（或負屈光率）」，是指所述透鏡位於光軸附近區域具有正屈光率（或負屈光率）而言。「一透鏡的物側面（或像側面）包括位於某區域的凸面部（或凹面部）」，是指該區域相較於徑向上緊鄰該區域的外側區域，朝平行於光軸的方向更為「向外凸起」（或「向內凹陷」）而言。

【0024】 第 13 圖顯示用以說明本發明使用的字詞之一示例性透鏡的剖面結構示意圖。以第 13 圖為例，其中 I 為光軸且此一透鏡是以該光軸 I 為對稱軸徑向地相互對稱，該透鏡之物側面於 A 區域具有凸面部、B 區域具有凹面部而 C 區域具有凸面部，原因在於 A 區域相較於徑向上緊鄰該區域的外側區域（即 B 區域），朝平行於光軸的方向更為向外凸起，B 區域則相較於 C 區域更為向內凹陷，而 C 區域相較於 E 區域也同理地更為向外凸起。「圓周附近區域」是指位於透鏡上成像光線通過之區域之位於圓周附近區域，亦即圖中之 C 區域，其中，成像光線包括了主光線（chief ray） L_c 及邊緣光線（marginal ray） L_m 。「光軸附近區域」是指該成像光線通過之曲面之光軸附近區域，亦即圖中之 A 區域。「外圓周附近區域」是指位於透鏡上僅供成像光線通過之曲面之位於圓周附近區域，亦即圖中之 C 或 D 區域。此外，該透鏡還包含一延伸部 E，用以供該透鏡組裝於一鏡筒內，成像光線

可能會通過該延伸部 E，但該延伸部 E 之結構與形狀並不限於此，以下之實施例為求圖式簡潔均省略了部分的延伸部。

【0025】 本發明之實施例提供一種光學成像鏡頭，其可廣泛地應用於可攜式或穿戴式裝置中，如：手機、數位相機、數位攝像機、平板電腦等其他於其中裝設 CCD 或 CMOS 影像感測器的裝置。

【0026】 第 1 圖顯示依據本發明之第一實施例之光學成像鏡頭 100 之四片式透鏡之剖面結構示意圖。光學成像鏡頭 1 從物側 A1 至像側 A2 沿著光軸依序包括一光圈（aperture stop）AS、一第一透鏡 L1、一第二透鏡 L2、一第三透鏡 L3 及一第四透鏡 L4。

【0027】 第一透鏡 L1 具有正屈光率、一凸的物側面及一在光軸附近區域為凸的像側面。第二透鏡 L2 具有負屈光率、一凹的物側面、一光軸附近區域為凹且在外圓周附近區域為凸的像側面。第三透鏡 L3 具有正屈光率、一凹的、且在外圓周附近區域為凹的物側面及一在光軸附近區域為凸的像側面。第四透鏡 L4 具有負屈光率、一在光軸附近區域為凸且在外圓周附近區域為凹的物側面及一在光軸附近區域為凹且在外圓周附近區域為凸的像側面。此四片透鏡的物側面與像側面皆為非球面。在此以 R1、R2 分別表示第一透鏡 L1 的物側面與像側面、以 R3、R4 分別表示第二透鏡 L2 的物側面與像側面、以 R5、R6 分別表示第三透鏡 L3 的物側面與像側面且以 R7、R8 分別表示第四透鏡 L4 的物側面與像側面。

【0028】 光學成像鏡頭 100 可包括一紅外線濾光片（IR cut filter）設於第四透鏡與一成像面之間，依據本發明之一實施例，濾光件可將入射光中的紅外線波段過濾掉。

【0029】 在第 1 圖到第 5 圖中，T1 表示第一透鏡 L1 的厚度，T2 表示第二透鏡 L2 的厚度，T3 表示第三透鏡 L3 的厚度，T4 表示第四透鏡 L4 的厚度。在本篇說明書中，AG12 表示第一、第二透鏡之間的空氣間隙，AG23 表示第二、第三透鏡之間的空氣間隙，AG34 表示第三、第四透鏡之間的空氣間隙。BFL 代表光學成像鏡頭的後焦距，即第四透鏡之像側面至成像面在光軸上的距離。

【0030】 在其後段落中，ALT 代表第一至第四透鏡在光軸上的四片

鏡片厚度總和，AAG 表示第一至第四透鏡之間在光軸上的三個空氣間隙寬度總和。

【0031】 根據本發明之實施例，為了縮短光學成像鏡頭的鏡頭長度，需要縮短透鏡厚度及透鏡間的空氣間隙。然而，縮減透鏡總厚度、同時還維持適當的光學特性是相當困難的。因此，在此設計第一透鏡具有正屈光率、第二透鏡具有負屈光率而第三透鏡具有正屈光率以增加第一透鏡的屈光率。更甚，亦設計較小的第一透鏡的厚度 T1 及所有空氣間隙寬度總和。由於要將所有鏡片厚度總和設計為一較小的數值是不容易的事情，在此設計第一鏡片的厚度為較小。依據本發明之實施例，為了使光學成像鏡頭的鏡頭長度更為縮短且同時具有良好的光學特性，必須滿足下列條件式：

$3.5 \leq ALT/AAG$ (1)

$T1/T2 \leq 2.1 ; \qquad 0.92 \leq T3/T1$ (2)

$BFL/AG23 \leq 7.6 ; \qquad BFL/T4 \leq 2.5$ (3)

$T1/AG23 \leq 5.0 ; \qquad T2/AG23 \leq 2.7$ (4)

$1.8 \leq T2/AG12 ; \qquad 2.3 \leq T4/AG12$ (5)

$0.7 \leq T2/AAG ; \qquad 0.92 \leq T4/AAG$ (6)

$2.2 \leq AAG/AG12$ (7)

【0032】 表格 1A 顯示依據本發明之第一實施例之光學成像鏡頭 100 之各鏡片之詳細鏡片數據。

表格 1A

第一實施 例	曲率半 徑	鏡片厚 度/空氣 間隙寬 度	折射率	阿貝數	焦距	材質
物體	無限大	無限大				
光圈	無限大	-0.0211				
L1	1.3937	0.3468	1.54	55.9	1.669	塑膠
	-2.4094	0.1436				
L2	-2.1843	0.2179	1.64	23.2	-2.633	塑膠
	7.7836	0.1203				
L3	-1.2075	0.3747	1.54	55.9	1.168	塑膠

	-0.4635	0.1002				
L4	1.3908	0.3355	1.53	56.1	-1.530	塑膠
	0.4715	0.2994				
紅外線濾光片	無限大	0.2100				
	無限大	0.2547				
成像面	無限大					

【0033】 在第一實施例中，光學成像鏡頭 100 的 EFL 是 1.621 mm，半視角（HFOV）是 44.040 度。光學成像鏡頭 100 從第一透鏡 L1 物側面至成像面的鏡頭長度是 2.403 mm，Fno 是 2.8，像高為 1.542 mm。

【0034】 此四片透鏡之非球面（表面編號 3 至 12）皆是依下列非球面曲線公式定義：

$$Z(Y)=\frac{Y^2}{R}\Bigg/\left(1+\sqrt{1-(1+K)\frac{Y^2}{R^2}}\right)+\sum_{i=1}^na_i\times Y^i$$

其中 Y 表示非球面曲面上的點與光軸的垂直距離，Z(Y)表示非球面之深度（非球面上距離光軸為 Y 的點，其與相切於非球面光軸上頂點之切面，兩者間的垂直距離），R 表示透鏡表面之曲率半徑，K 為錐面係數(Conic Constant)，而 ai 為第 i 階非球面係數。

【0035】 表格 1B 顯示第一實施例的四片透鏡中各個非球面之參數詳細數據。

表格 1B

第一實施例	第一透鏡		第二透鏡		
	K	3.249009	-16.68651	-5.528903	69.76691
	a4	-0.5818411	-1.8862657	-2.6704888	-1.0904255
	a6	-1.6343688	-0.0185467	-5.7105057	2.2881351
	a8	-0.7169601	-2.7145548	63.633397	-1.4306356
	a10	-110.34372	-42.783843	-156.0634	-3.2025706
	a12	255.68671	243.06961	327.62239	-5.8117222
	a14			-229.65499	16.479543
	a16				
第一實施例	第三透鏡		第四透鏡		

K	-2.26129	-2.083758	-28.17636	-4.681284
a4	0.42526598	-0.438515	-0.1491464	-0.3020748
a6	2.3264556	0.74134114	-0.7833529	0.1473268
a8	-8.3539117	1.7624083	1.0857346	-0.0429649
a10	-0.3770881	-0.0025285	-0.2780973	-0.0156355
a12	37.801181	3.2109413	-0.5070843	-0.0038599
a14	-49.943519	-6.3047945	0.39762749	0.01701589
a16			-0.0715208	-0.0069882

【0036】 第一實施例的參數分別是下列數值：

- ALT = 1.275
- AAG = 0.364
- BFL = 0.764
- ALT/AAG = 3.502 （滿足條件式（1））
- T1/T2 = 1.591 （滿足條件式（2））
- BFL/AG23 = 6.352 （滿足條件式（3））
- T1/AG23 = 2.883 （滿足條件式（4））
- T2/AG12 = 1.518
- BFL/T4 = 2.277 （滿足條件式（3））
- T4/AG12 = 2.337 （滿足條件式（5））
- T3/T1 = 1.080 （滿足條件式（2））
- T2/AAG = 0.599
- AAG/AG12 = 2.536 （滿足條件式（7））
- T2/AG23 = 1.812 （滿足條件式（4））
- T4/AAG = 0.912 （滿足條件式（6））

【0037】 第 6A 圖、第 6B 圖及第 6C 圖分別顯示第一實施例的縱向球差(longitudinal spherical aberration)、弧矢(sagittal)方向的像散像差(astigmatism aberration)、子午(tangential)方向的像散像差及畸變像差(distortion aberration)。如第 6A 圖中所示，對於波長為 470 nm（以 B 標示）、555 nm（以 G 標示）及 650 nm（以 R 標示），其縱向球差乃是控制在成像點的±0.1 mm 以內。如第 6B 圖所示，對於該 R、G、B 波長的光，弧矢方向（以 R(s)、G(s)、B(s)

標示)與子午方向(以 R(t)、G(t)、B(t)標示)的像散像差的變化量乃是落在±0.02 mm 內。如第 6C 圖中所示,對於該 R、G、B 三種波長的光,畸變像差則是維持在±2.0%的範圍內。

【0038】 第 2 圖顯示依據本發明之第二實施例之光學成像鏡頭 200 之四片式透鏡之剖面結構示意圖。光學成像鏡頭 200 具有與光學成像鏡頭 100 類似的結構,唯其中各透鏡的屈光率、各透鏡表面的曲率半徑、透鏡厚度、空氣間隙寬度、非球面係數、焦距及其他相關的參數不同。

【0039】 表格 2A 顯示依據本發明之第二實施例之光學成像鏡頭 200 之各鏡片之詳細鏡片數據。

表格 2A

第二實施例	曲率半徑	鏡片厚度/空氣間隙寬度	折射率	阿貝數	焦距	材質
物體	無限大	無限大				
光圈	無限大	-0.0308				
L1	1.2744	0.4677	1.54	55.9	1.675	塑膠
	-2.8338	0.1128				
L2	-2.7366	0.2279	1.64	23.2	-2.501	塑膠
	4.0195	0.0937				
L3	-1.3909	0.4555	1.54	55.9	1.106	塑膠
	-0.4703	0.0207				
L4	1.7900	0.4455	1.53	56.1	-1.445	塑膠
	0.4926	0.2795				
紅外線濾光片	無限大	0.2100				
	無限大	0.2158				
成像面	無限大					
EFL	1.612					
HFOV	44.039					
鏡頭長度	2.529					
Fno	2.6					
像高	1.542					

【0040】 表格 2B 顯示第二實施例的四片透鏡中各個非球面之參數詳細數據。

表格 2B

第二實施例	第一透鏡		第二透鏡	
K	5.514859	-27.33684	-28.78689	17.099
a4	-0.4600464	-1.8230339	-2.755632	-1.1008667
a6	-2.2329962	0.46165991	-7.0736825	2.3797149
a8	-1.8090949	3.2097383	69.674748	-2.4588886
a10	3.651516	-43.328161	-176.87544	-2.9750847
a12	-105.74068	93.703525	139.94043	1.5157087
a14			92.435433	-3.5274544
a16				

第二實施例	第一透鏡		第二透鏡	
K	-1.932214	-2.292031	-45.11372	-5.140042
a4	0.32414394	-0.5400588	0.00424805	-0.1607812
a6	2.3427579	0.61280851	-0.7003597	0.02420576
a8	-8.1832998	1.6453655	1.0387991	0.03272486
a10	-0.5285891	-0.397518	-0.2913351	-0.0188131
a12	33.277843	3.3529506	-0.5842419	-0.0060405
a14	-45.994252	-5.7450954	0.58162755	0.0060579
a16			-0.1637088	-0.0011698

【0041】 第 7A 圖、第 7B 圖及第 7C 圖分別顯示第二實施例的縱向球差、弧矢方向及子午方向的像散像差和畸變像差。如第 8A 圖中所示，對於波長為 470 nm（以 B 標示）、555 nm（以 G 標示）及 650 nm（以 R 標示），其縱向球差乃是控制在成像點的±0.1 mm 以內。如第 7B 圖所示，對於該 R、G、B 波長的光，弧矢方向（以 R(s)、G(s)、B(s)標示）與子午方向（以 R(t)、G(t)、B(t)標示）的像散像差的變化量乃是落在±0.02 mm 內。如第 7C 圖中所示，對於該 R、G、B 三種波長的光，畸變像差則是維持在±2.0%的範圍內。

【0042】 第二實施例的參數分別是下列數值：

ALT = 1.597

AAG = 0.227

BFL = 0.705
ALT/AAG = 7.027 (滿足條件式 (1))
T1/T2 = 2.052 (滿足條件式 (2))
BFL/AG23 = 7.528 (滿足條件式 (3))
T1/AG23 = 4.992 (滿足條件式 (4))
T2/AG12 = 2.019 (滿足條件式 (5))
BFL/T4 = 1.583 (滿足條件式 (3))
T4/AG12 = 3.947 (滿足條件式 (5))
T3/T1 = 0.974 (滿足條件式 (2))
T2/AAG = 1.003 (滿足條件式 (6))
AAG/AG12 = 2.013 (滿足條件式 (7))
T2/AG23 = 2.432 (滿足條件式 (4))
T4/AAG = 1.961 (滿足條件式 (6))

【0043】 第3圖顯示依據本發明之第三實施例之光學成像鏡頭 300 之四片式透鏡之剖面結構示意圖。光學成像鏡頭 300 具有與光學成像鏡頭 100 類似的結構，唯其中各透鏡的屈光率、各透鏡表面的曲率半徑、透鏡厚度、空氣間隙寬度、非球面係數、焦距及其他相關的參數不同。

【0044】 表格 3A 顯示依據本發明之第三實施例之光學成像鏡頭 300 之各鏡片之詳細鏡片數據。

表格 3A

第三實施例	曲率半徑	鏡片厚度/空氣間隙寬度	折射率	阿貝數	焦距	材質
物體	無限大	無限大				
光圈	無限大	-0.0264				
L1	1.4240	0.4559	1.54	55.9	1.721	塑膠
	-2.4590	0.1055				
L2	-3.2908	0.2369	1.64	23.2	-2.522	塑膠
	3.2802	0.1095				
L3	-1.2769	0.4556	1.54	55.9	1.110	塑膠

	-0.4633	0.0324				
L4	1.1412	0.3350	1.53	56.1	-1.630	塑膠
	0.4434	0.3109				
紅外線濾光片	無限大	0.2100				
	無限大	0.3000				
成像面	無限大					
EFL	1.622					
HFOV	44.041					
鏡頭長度	2.552					
Fno	2.6					
像高	1.542					

【0045】 表格 3B 顯示第三實施例的四片透鏡中各個非球面之參數詳細數據。

表格 3B

第三實施例 第一透鏡		第二透鏡			
K	4.821358	-5.64879	-98.47038	-56.86428	
a4	-0.4584414	-1.894999	-3.0244506	-1.0954353	
a6	-1.0939246	0.25145577	-6.2752571	2.1482236	
a8	-1.2852649	10.350041	75.707548	-2.449299	
a10	35.598503	-31.292604	-163.96806	-1.6244962	
a12	-481.0974	65.334856	100.65393	3.667175	
a14			55.878045	-3.8247845	
a16					

第三實施例 第三透鏡		第四透鏡			
K	0.4479983	-2.362208	-16.75703	-4.546716	
a4	0.27375441	-0.5633454	0.03353973	-0.1899035	
a6	2.3809405	0.59171087	-0.7393983	0.03767426	
a8	-8.233521	1.687559	1.0256643	0.03315515	
a10	-0.0983489	-0.4016484	-0.2920906	-0.0236595	
a12	35.056293	2.9664167	-0.5854672	-0.0065405	
a14	-42.323936	-4.947681	0.57654107	0.00664025	
a16			-0.1568822	-0.0012984	

【0046】 第 8A 圖、第 8B 圖及第 8C 圖分別顯示第三實施例的縱向球差、弧矢方向及子午方向的像散像差和畸變像差。如第 8A 圖中所示，對於波長為 470 nm（以 G 標示）、555 nm（以 B 標示）及 650 nm（以 R 標示），其縱向球差乃是控制在成像點的±0.1 mm 以內。如第 8B 圖所示，對於該 R、G、B 波長的光，弧矢方向（以 R(s)、G(s)、B(s)標示）與子午方向（以 R(t)、G(t)、B(t)標示）的像散像差的變化量乃是落在±0.04 mm 內。如第 8C 圖中所示，對於該 R、G、B 四種波長的光，畸變像差則是維持在±1.6%的範圍內。

【0047】 第 4 圖顯示依據本發明之第四實施例之光學成像鏡頭 400 之四片式透鏡之剖面結構示意圖。光學成像鏡頭 400 具有與光學成像鏡頭 100 類似的結構，唯其中各透鏡的屈光率、各透鏡表面的曲率半徑、透鏡厚度、空氣間隙寬度、非球面係數、焦距及其他相關的參數不同。

【0048】 表格 4A 顯示依據本發明之第四實施例之光學成像鏡頭 400 之各鏡片之詳細鏡片數據。

表格 4A

第四實施例	曲率半徑	鏡片厚度/空氣間隙寬度	折射率	阿貝數	焦距	材質
物體	無限大	無限大				
光圈	無限大	-0.0253				
L1	1.4039	0.3946	1.54	55.9	1.770	塑膠
	-2.8054	0.1432				
L2	-3.1060	0.2525	1.64	23.2	-2.405	塑膠
	3.1725	0.0952				
L3	-1.4546	0.4938	1.54	55.9	1.004	塑膠
	-0.4463	0.1095				
L4	1.7262	0.3530	1.53	56.1	-1.339	塑膠
	0.4697	0.2528				
紅外線濾光片	無限大	0.2100				
	無限大	0.2514				
成像面	無限大					
EFL	1.601					
HFOV	44.040					

鏡頭長度	2.556
Fno	2.6
像高	1.542

【0049】 表格 4B 顯示第四實施例的四片透鏡中各個非球面之參數詳細數據。

表格 4B

第四實施例 第一透鏡		第二透鏡	
K	5.022443 -0.2555256	5.011933	-5.54225
a4	-0.4889516 -1.8086249	-2.9686286	-1.073465
a6	-1.7830461 1.1098339	-6.2337172	1.3213397
a8	-6.3824629 -14.794417	37.556305	-1.2548216
a10	87.112099 -15.401151	-163.45972	-3.432586
a12	-753.05999 239.28402	755.82049	-0.2927667
a14		-733.56505	6.2080774
a16			

第四實施例 第三透鏡		第四透鏡	
K	-1.025545 -2.029915	-52.06046	-4.770441
a4	0.40618137 -0.516706	-0.0131272	-0.2398313
a6	2.0904094 0.23140279	-0.708259	0.08450666
a8	-8.5977996 1.6428847	1.0497033	0.00916863
a10	0.62974013 0.18975359	-0.3956326	-0.0206617
a12	35.193837 4.1134448	-0.593459	-0.0049918
a14	-44.054981 -6.7721877	0.64586687	0.00634921
a16		-0.1766432	-0.001385

【0050】 第 9A 圖、第 9B 圖及第 9C 圖分別顯示第四實施例的縱向球差、弧矢方向及子午方向的像散像差和畸變像差。如第 9A 圖中所示，對於波長為 470 nm（以 G 標示）、555 nm（以 B 標示）及 650 nm（以 R 標示），其縱向球差乃是控制在成像點的±0.01 mm 以內。如第 9B 圖所示，對於該 R、G、B 波長的光，弧矢方向（以 R(s)、G(s)、B(s)標示）與子午方向（以 R(t)、G(t)、B(t)標示）的像散像差的變化量乃是落在±0.05 mm 內。如第 9C 圖中所示，對於該 R、G、B 五種波長的光，畸變像差則是維持在±2.0%的範圍內。

【0051】 第5圖顯示依據本發明之第五實施例之光學成像鏡頭500之四片式透鏡之剖面結構示意圖。光學成像鏡頭500具有與光學成像鏡頭100類似的結構，唯其中各透鏡的屈光率、各透鏡表面的曲率半徑、透鏡厚度、空氣間隙寬度、非球面係數、焦距及其他相關的參數不同。

【0052】 表格5A顯示依據本發明之第五實施例之光學成像鏡頭500之各鏡片之詳細鏡片數據。

表格 5A

第五實施例	曲率半徑	鏡片厚度/空氣間隙寬度	折射率	阿貝數	焦距	材質
物體	無限大	無限大				
光圈	無限大	-0.0248				
L1	1.4104	0.4151	1.54	55.9	1.626	塑膠
	-2.1550	0.1122				
L2	-2.3574	0.2584	1.64	23.2	-2.218	塑膠
	3.7582	0.1191				
L3	-1.4229	0.4881	1.54	55.9	1.030	塑膠
	-0.4524	0.0907				
L4	1.1872	0.3060	1.53	56.1	-1.428	塑膠
	0.4227	0.2941				
紅外線濾光片	無限大	0.2100				
	無限大	0.2502				
成像面	無限大					
EFL	1.589					
HFOV	44.040					
鏡頭長度	2.544					
Fno	2.6					
像高	1.542					

【0053】 表格5B顯示第五實施例的四片透鏡中各個非球面之參數詳細數據。

表格 5B

第五實施例	第一透鏡		第二透鏡	
K	3.93969	3.973878	-4.879377	-1.206852
a4	-0.4724231	-2.0376713	-3.0768166	-1.0997262
a6	-0.2947361	0.94667829	-6.8950118	1.8351821
a8	-14.555797	0.15757821	64.442685	-2.5922012
a10	-8.3959428	-57.736358	-180.43922	-2.9443156
a12	102.03064	125.86379	146.941	1.1150261
a14			131.14992	-3.6107358
a16				

第五實施例	第三透鏡		第四透鏡	
K	-0.2512571	-2.189627	-25.33486	-4.383682
a4	0.34787181	-0.5226429	0.05078803	-0.2212357
a6	2.3728528	0.6803764	-0.7547448	0.0665891
a8	-8.2995448	1.6413234	1.0224126	0.02167388
A10	-0.1748616	-0.4750618	-0.3028135	-0.023666
A12	34.374043	2.6251497	-0.5888657	-0.0075762
A14	-46.456986	-4.807407	0.57535571	0.00623134
A16			-0.1505329	-0.0010521

【0054】 第 10A 圖、第 10B 圖及第 10C 圖分別顯示第五實施例的縱向球差、弧矢方向及子午方向的像散像差和畸變像差。如第 10A 圖中所示，對於波長為 470 nm（以 G 標示）、555 nm（以 B 標示）及 650 nm（以 R 標示），其縱向球差乃是控制在成像點的±0.01 mm 以內。如第 10B 圖所示，對於該 R、G、B 波長的光，弧矢方向（以 s1、s2、s5 標示）與子午方向（以 t1、t2、t5 標示）的像散像差的變化量乃是落在±0.05 mm 內。如第 10C 圖中所示，對於該 R、G、B 五種波長的光，畸變像差則是維持在±0.8%的範圍內。

【0055】 依據本發明之實施例的光學成像鏡頭 100、200、300、400、及 500 皆具有下列光學特性與優點。第一及第三透鏡具有正屈光率可提供光學成像鏡頭所需的正屈光率。相較於單一片具有正屈光率的透鏡，兩片具有正屈光率的透鏡可以分攤所需的正屈光率，可降低設計難度並提高製程中對誤差的容忍力。第二透鏡具有負屈光率可校正光學成像鏡頭的像

差。

【0056】 第一透鏡之物側面是一凸面，第二透鏡之像側面具有有一在外圓周附近區域的凸面部，第三透鏡之物側面具有有一在光軸附近區域的凹面部且其像側面具有有一在光軸附近區域的凸面部，第四透鏡之像側面具有有一在光軸附近區域的凹面部且在外圓周附近區域的凸面部。此些透鏡的表面都是非球面，其之組合產生優異的成像品質。

【0057】 透鏡表面的凹凸起伏、透鏡厚度、透鏡間的空氣間隙寬度和光圈的位置皆可有效地縮短光學成像鏡頭的鏡頭長度，同時加強其之光學特性和製造簡易度。依據本發明之實施例，滿足下列條件式能更為縮短光學成像鏡頭之鏡頭長度並減輕其重量，同時還能提供良好的光學特性：

ALT/AAG 值大於或等於 3.5（條件式（1））。無論是 ALT 或 AAG，能減少任一數值都有助於光學成像鏡頭的微型化，然而透鏡的厚度會受到製程能力的限制，而無法無限量地縮小，但空氣間隙寬度的縮小並不會面臨類似限制。因此，在此建議 ALT/AAG 值是大於或等於 3.5，且較佳地 ALT/AAG 值是落在 3.5 到 8.0 之間。

【0058】 $T1/T2$ 值小於或等於 2.1、 $T3/T1$ 值大於或等於 0.92（條件式（2））。為了防止 $T1$ 、 $T2$ 、 $T3$ 之任一值太大而影響光學鏡頭的鏡頭長度太小而導致太高的製作困難度，此三數值之任二數值的比值應受限於一範圍內。在此建議 $T1/T2$ 值是小於或等於 2.1，且較佳地 $T1/T2$ 值是落在 1.0 到 2.1 之間， $T3/T1$ 值是大於或等於 0.92，且較佳地 $T1/T2$ 值是落在 0.92 到 1.5 之間。

【0059】 $BFL/AG23$ 值小於或等於 7.6、 $BFL/T4$ 值小於或等於 2.5（條件式（3）），乃是因為考量成像光線路徑與透鏡製造困難度。

【0060】 $T1/AG23$ 值小於或等於 5.0、 $T2/AG23$ 值小於或等於 2.7（條件式（4））。縮小第一、第二透鏡的厚度可縮短光學成像鏡頭的鏡頭長度，而 $AG23$ 受限於第三透鏡物側面上在光軸附近區域的凹面，而無法無限制地縮小。因此，在此建議 $T1/AG23$ 值為小於或等於 2.7，且較佳地是落在 2.0 到 5.0 之間， $T2/AG23$ 值為小於或等於 5.0，且較佳地是落在 1.5 到 2.5 之間。

【0061】 $T2/AG12$ 值大於或等於 1.8、 $T4/AG12$ 值大於或等於 2.3（條

件式 (5))。如前所述，透鏡的厚度會受到製程能力的限制，而無法無限量地縮小，但空氣間隙寬度的縮小並不會面臨類似限制。因此，T2/AG12 和 T4/AG12 值會受一下限限制，在此設計 T2/AG12 值為大於或等於 1.8，且較佳地是落在 1.8 到 3.0 之間，T4/AG12 值為大於或等於 2.3，且較佳地是落在 2.3 到 4.5 之間。

【0062】 T2/AAG 值大於或等於 0.7、T4/AAG 值大於或等於 0.92（條件式 (6)）。如前所述，透鏡的厚度會受到製程能力的限制，而無法無限量地縮小，但空氣間隙寬度的縮小並不會面臨類似限制。因此，T2/AAG 和 T4/AAG 值會受一下限限制，在此建議 T2/AAG 值是大於或等於 0.7，且較佳地是介於 0.7 到 1.5 之間。類似地，T4/AAG 值建議是大於或等於 0.95，並較佳地是介於 0.92 到 2.0 之間。

【0063】 AAG/AG12 值大於或等於 2.2（條件式 (7)）。如此可保障空氣間隙的配置是適當的，而可防止過寬的空氣間隙寬度不利於縮減鏡頭長度或是過窄的空氣間隙寬度不利於組裝光學成像鏡頭。

【0064】 表格 6 顯示上述五個實施例的各個數值。

表格 6

	第一實施例	第二實施例	第三實施例	第四實施例	第五實施例
ALT	1.275	1.597	1.483	1.494	1.468
AAG	0.364	0.227	0.247	0.348	0.322
BFL	0.764	0.705	0.821	0.714	0.754
ALT/AAG	3.502	7.027	5.995	4.293	4.557
T1/T2	1.591	2.052	1.925	1.563	1.606
BFL/AG23	6.352	7.528	7.498	7.500	6.334
T1/AG23	2.883	4.992	4.164	4.144	3.485
T2/AG12	1.518	2.019	2.245	1.763	2.304
BFL/T4	2.277	1.583	2.450	2.023	2.465
T4/AG12	2.337	3.947	3.175	2.464	2.728
T3/T1	1.080	0.974	0.999	1.251	1.176
T2/AAG	0.599	1.003	0.957	0.726	0.803
AAG/AG12	2.536	2.013	2.345	2.430	2.871
T2/AG23	1.812	2.432	2.164	2.651	2.170
T4/AAG	0.921	1.961	1.354	1.014	0.950

如表格 6 中所示，每個實施例的該些數值皆是滿足於上述條件式。

【0065】 本發明之實施例亦提供一種內建有輕薄光學成像模組的可攜式電子裝置。第 11 圖顯示依據本發明之一實施例之內建有光學成像模組之可攜式電子裝置 20。可攜式電子裝置 20 包含一機殼 21 及一安裝在機殼 21 內的光學成像模組 22。可攜式電子裝置 20 可為一手機、個人數位助理 (personal digital assistant, 簡稱 PDA) 或其類等。光學成像模組 22 包括一光學鏡片系統 1、一鏡筒 23、一用於供鏡筒 23 設置的模組後座單元 (module housing unit) 24、一基板 162 供安裝模組後座單元 24 及裝載於基板 162 一表面且朝向光學鏡片系統 1 的一影像感測器 161。在一實施例中，光學鏡片系統 1 可包括諸如前面所述五個實施例的四片式光學成像鏡頭。

【0066】 須注意的是，本實施例雖顯示濾光件 150，然而在其他實施例中亦可省略濾光件 150 之結構，並不以濾光件 150 之必要為限，且機殼 21、鏡筒 23、及／或模組後座單元 24 可為單一元件或多個元件組裝而成，無須限定於此；其次，乃是本實施例所使用的影像感測器 161 是採用板上連接式晶片封裝 (Chip on Board, COB) 的封裝方式直接連接在基板 162 上，和傳統晶片尺寸封裝 (Chip Scale Package, CSP) 之封裝方式的差別在於板上連接式晶片封裝不需使用保護玻璃 (cover glass)，因此在光學鏡片系統 1 中並不需要在影像感測器 161 之前設置保護玻璃，然本發明並不以此為限。

【0067】 在一實施例中，光學鏡片系統 1 包括具有屈光率的四片式透鏡 110、120、130、140，在此示例性地是以相對兩透鏡之間分別存在一空氣間隙的方式設置於鏡筒 23 內。光學鏡片系統 1 滿足前述條件式(1)到(7)。

【0068】 在一實施例中，模組後座單元 24 包括支撐鏡筒 23 的一鏡頭後座 2401 及支撐影像感測器 161 的一影像感測器後座 2406。鏡筒 23 是和鏡頭後座 2401 沿一軸線 I-I'同軸設置，且鏡筒 23 是設置在鏡頭後座 2401 的內側。

【0069】 由於在本實施例之光學鏡片系統 1 中，鏡頭長度為 2.5 mm，如此可設置在輕薄的可攜式電子裝置 20 當中，並同時提供良好的光學特性。因此，本實施例不僅能減少組裝材料而有抑制成本的效果，更能助於設計

出輕薄的裝置結構，以滿足消費者的需求。

【0070】 第 12 圖顯示依據本發明之另一實施例之內建有光學成像模組之可攜式電子裝置 20'。可攜式電子裝置 20' 與第一較佳實施例的可攜式電子裝置 20 類似，因此在此對於同樣的元件使用相同的標號標示。其間主要差別在於：可攜式電子裝置 20' 的鏡頭後座 2401 包括一第一座體單元 2402、一第二座體單元 2403、一線圈 2404 及一磁性元件 2405。第一座體單元 123 是與鏡筒 23 外側表面相貼合且沿一軸線 I-I' 設置，第二座體單元 2403 具有朝向物側的第一端及朝向像側的第二端。線圈 2404 是設置在第一座體單元 2402 外側表面與第二座體單元 2403 內側表面之間。影像感測器後座 2406 連接第二座體單元 2403 的第二端。

【0071】 第一座體單元 2402 可帶著鏡筒 23 及設置在鏡筒 23 內的光學鏡片系統 1 沿著光軸來回地進行縱向移動。光學鏡片系統 1 包括四片具有屈光率的透鏡 110、120、130、140，此四片透鏡 110、120、130、140 乃是以兩兩相對形成空氣間隙的方式設置在鏡筒 23 中。光學鏡片系統 1 滿足前述條件式 (1) 至 (7)。換句話說，介於第四透鏡與成像面之間的距離（即 BFL）隨著鏡筒 23 的移動而變化。

【0072】 由於有效地縮短了光學鏡片系統 1 的長度到 2.5 mm，使得可攜式電子裝置之尺寸設計地更為輕薄短小，且仍然能夠提供良好的光學性能與成像品質。藉此，使本發明除了具有減少機殼原料用量的經濟效益外，還能滿足輕薄短小的產品設計趨勢與消費需求。

【0073】 以上敘述依據本發明多個不同實施例，其中各項特徵可以單一或不同結合方式實施。因此，本發明實施方式之揭露為闡明本發明原則之具體實施例，應不拘限本發明於所揭示的實施例。進一步言之，先前敘述及其附圖僅為本發明示範之用，並不受其限囿。其他元件之變化或組合皆可能，且不悖于本發明之精神與範圍。

【符號說明】

【0074】

1, 1' 光學鏡片系統可攜式電子裝置

20, 20' 可攜式電子裝置

21 機殼

22 光學成像模組

23 鏡筒

24 模組後座單元

100, 200, 300, 400, 500 光學成像鏡頭

150 濾光件

161 影像感測器

162 基板

2401 鏡頭後座

2402 第一座體單元

2403 第二座體單元

2404 線圈

2405 磁性元件

2406 影像感測器後座

A, B, C, D, E 區域

AG12, AG23, AG34, AG45 空氣間隙

AS 光圈

110 第一透鏡

120 第二透鏡

130 第三透鏡

140 第四透鏡

T1, T2, T3, T4, T5 透鏡厚度

AG12, AG23, AG34 空氣間隙寬度

BFL 後焦距

I 光軸

II, III 軸線

國內寄存資訊【請依寄存機構、日期、號碼順序註記】

國外寄存資訊【請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記】

【序列表】(請換頁單獨記載)

申請專利範圍

1. 一種光學成像鏡頭，僅包括四片具有屈光率的透鏡，從物側至像側沿一光軸依序包括一光圈、第一透鏡、一第二透鏡、一第三透鏡及一第四透鏡，每一透鏡都具有一朝向物側的物側面及一朝向像側的像側面，其中：

該第一透鏡具有正屈光率，且其之該物側面是一凸面；

該第二透鏡具有負屈光率，且其之該像側面具有有一在外圓周附近區域的凸面部；

該第三透鏡具有正屈光率，其之該物側面具有有一在光軸附近區域的凹面部，且其之該像側面具有有一在光軸附近區域的凸面部；

該第四透鏡之該像側面具有有一在光軸附近區域的凹面部及一在外圓周附近區域的凸面部；及

該光學成像鏡頭還滿足 $3.5 \leq \text{ALT}/\text{AAG}$ 的條件式，ALT 為該第一至該第四透鏡在光軸上的四片鏡片厚度總和，AAG 為該第一至該第四透鏡之間在光軸上的三個空氣間隙寬度總和。

2. 申請專利範圍第 1 項所述的光學成像鏡頭，其中該光學成像鏡頭還滿足 $\text{T1}/\text{AG23} \leq 5.0$ 的條件式，T1 為該第一透鏡在光軸上的厚度，AG23 為該第二透鏡與該第三透鏡之間在光軸上的空氣間隙寬度。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述的光學成像鏡頭，其中該光學成像鏡頭還滿足 $\text{BFL}/\text{AG23} \leq 7.6$ 的條件式，BFL 為該光學成像鏡頭的一後焦距，即該第四透鏡之該像側面至一成像面在光軸上的距離。

4. 如申請專利範圍第 3 項所述的光學成像鏡頭，其中該光學成像鏡頭還滿足 $\text{T1}/\text{T2} \leq 2.1$ 的條件式，T2 為該第二透鏡在光軸上的厚度。

5. 如申請專利範圍第 4 項所述的光學成像鏡頭，其中該光學成像鏡頭還滿足 $1.8 \leq \text{T2}/\text{AG12}$ 的條件式，AG12 為該第一透鏡與該第二透鏡之間在光軸上的空氣間隙寬度。

6. 如申請專利範圍第 4 項所述的光學成像鏡頭，其中該第三透鏡之該物側面具有一在外圓周附近區域的凹面部。

7. 如申請專利範圍第 2 項所述的光學成像鏡頭，其中還滿足 $T1/T2 \leq 2.1$ 的條件式， $T2$ 為該第二透鏡在光軸上的厚度。

8. 如申請專利範圍第 7 項所述的光學成像鏡頭，其中還滿足 $BFL/T4 \leq 2.5$ 的條件式， $T4$ 為該第四透鏡在光軸上的厚度， BFL 為該光學成像鏡頭的一後焦距，即該第四透鏡之該像側面至一成像面在光軸上的距離。

9 如申請專利範圍第 7 項所述的光學成像鏡頭，其中該光學成像鏡頭更滿足 $2.3 \leq T4/AG12$ 的條件式， $AG12$ 為該第一透鏡與該第二透鏡之間在光軸上的空氣間隙寬度。

10. 如申請專利範圍第 1 項所述的光學成像鏡頭，其中該光學成像鏡頭更滿足 $BFL/AG23 \leq 7.6$ 的條件式， $AG23$ 為該第二透鏡與該第三透鏡之間在光軸上的空氣間隙寬度， BFL 為該光學成像鏡頭的一後焦距，即該第四透鏡之該像側面至一成像面在光軸上的距離。

11. 如申請專利範圍第 10 項所述的光學成像鏡頭，其中該光學成像鏡頭更滿足 $0.92 \leq T3/T1$ 的條件式， $T1$ 為該第一透鏡在光軸上的厚度， $T3$ 為該第三透鏡在光軸上的厚度。

12. 如申請專利範圍第 11 項所述的光學成像鏡頭，其中該光學成像鏡頭更滿足 $0.7 \leq T2/AAG$ 的條件式， $T2$ 為該第二透鏡在光軸上的厚度， AAG 為該第一至該第四透鏡之間在光軸上的三個空氣間隙寬度總和。

13. 如申請專利範圍第 1 項所述的光學成像鏡頭，其中該光學成像鏡頭更滿足 $T1/T2 \leq 2.1$ 的條件式， $T1$ 為該第一透鏡在光軸上的厚度， $T2$ 為該第二透鏡在光軸上的厚度。

14. 如申請專利範圍第 13 項所述的光學成像鏡頭，其中該光學成像鏡頭更滿足 $2.2 \leq AAG/AG12$ 的條件式，AG12 為該第一透鏡與該第二透鏡之間在光軸上的空氣間隙寬度，AAG 為該第一至該第四透鏡之間在光軸上的三個空氣間隙寬度總和。

15. 如申請專利範圍第 14 項所述的光學成像鏡頭，其中該光學成像鏡頭更滿足 $T2/AG23 \leq 2.7$ 的條件式，AG23 為該第二透鏡與該第三透鏡之間在光軸上的空氣間隙寬度。

16. 如申請專利範圍第 15 項所述的光學成像鏡頭，其中該光學成像鏡頭更滿足 $0.92 \leq T4/AAG$ 的條件式，T4 為該第四透鏡在光軸上的厚度。

17. 一種具有數位相機的電子裝置，包括：

一模組後座單元；

一鏡筒，安裝於該模組後座單元內；及

一光學成像模組，安裝於該鏡筒內，該光學成像模組僅包括四片具有屈光率的透鏡，從物側至像側沿一光軸依序包括一光圈、第一透鏡、一第二透鏡、一第三透鏡及一第四透鏡，每一透鏡都具有一朝向物側的物側面及一朝向像側的像側面，其中：

該第一透鏡具有正屈光率，且其之該物側面是一凸面；

該第二透鏡具有負屈光率，且其之該像側面具有一在外圓周附近區域的凸面部；

該第三透鏡具有正屈光率，其之該物側面具有一在光軸附近區域的凹面部，且其之該像側面具有一在光軸附近區域的凸面部；

該第四透鏡之該像側面具有一在光軸附近區域的凹面部且在外圓周附近區域的凸面部；及

該光學成像鏡頭還滿足 $3.5 \leq ALT/AAG$ 的條件式，ALT 為該第一至該第四透鏡在光軸上的四片鏡片厚度總和，AAG 為該第一至該第四透鏡之間在光軸上的三個空氣間隙寬度總和。

18. 如申請專利範圍第 17 項所述的具有數位相機的電子裝置，其中該鏡筒可在該光軸之方向上進行縱向地移動。

•

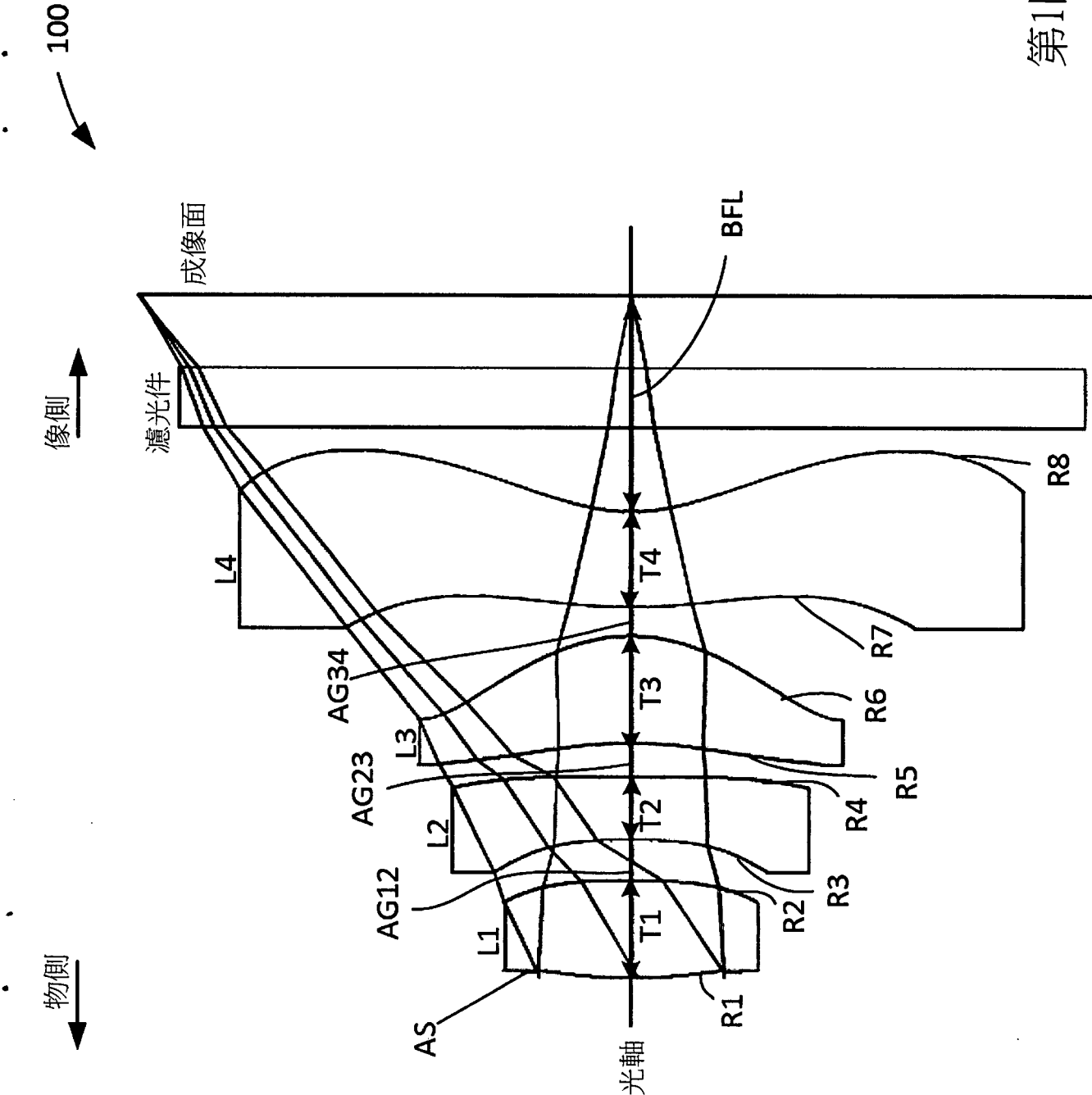
•

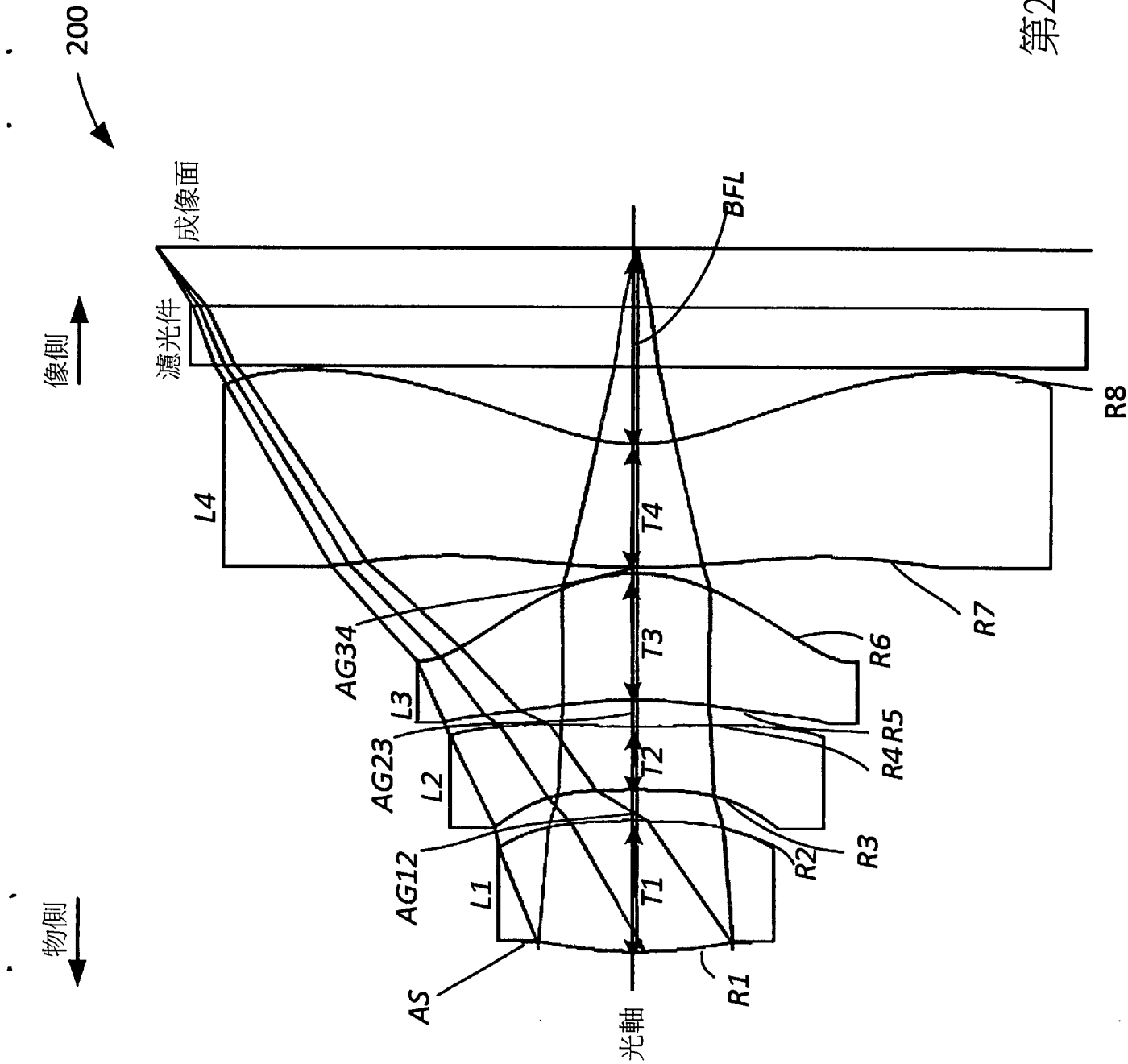
•

•

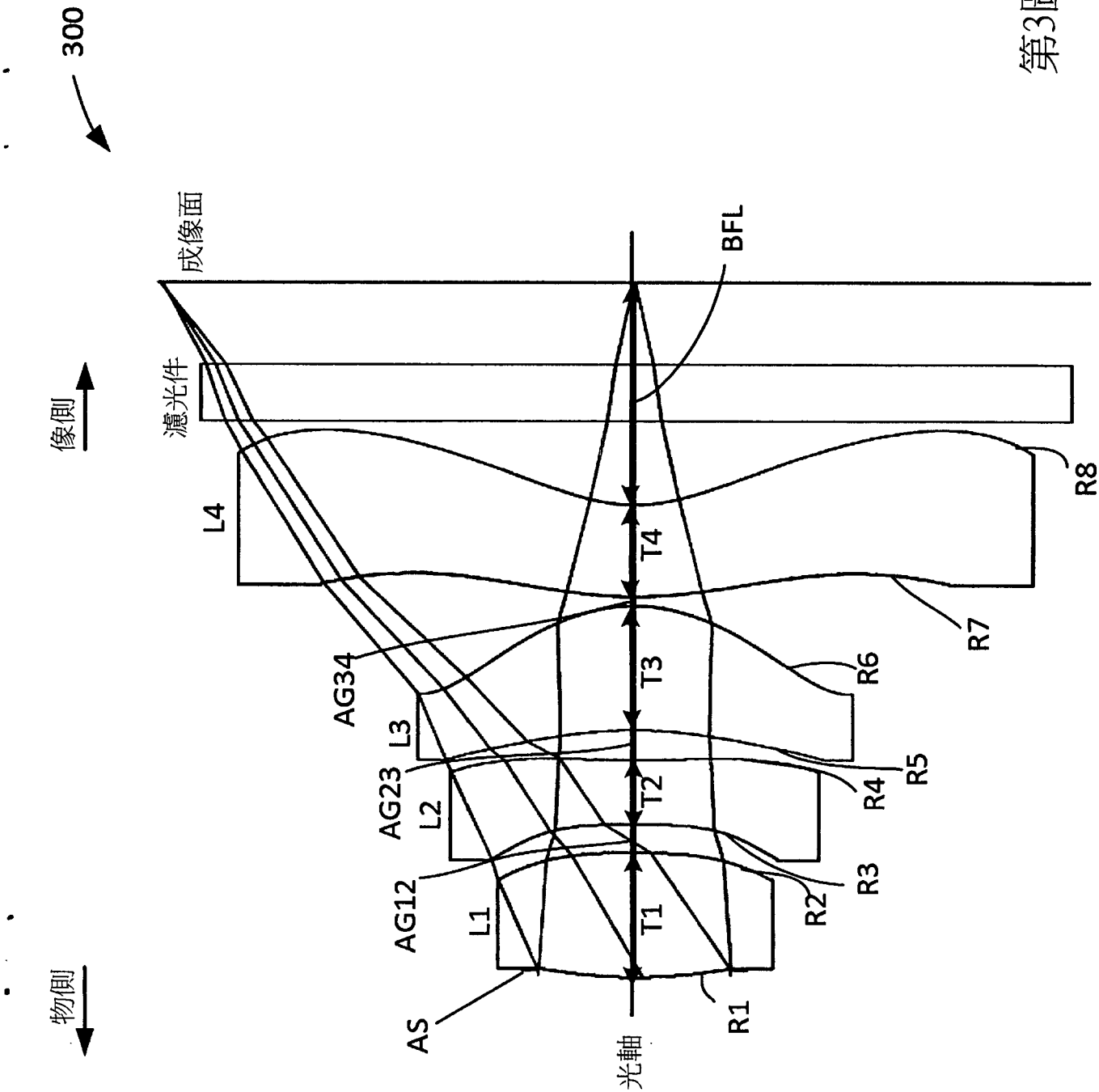
圖式

第1圖

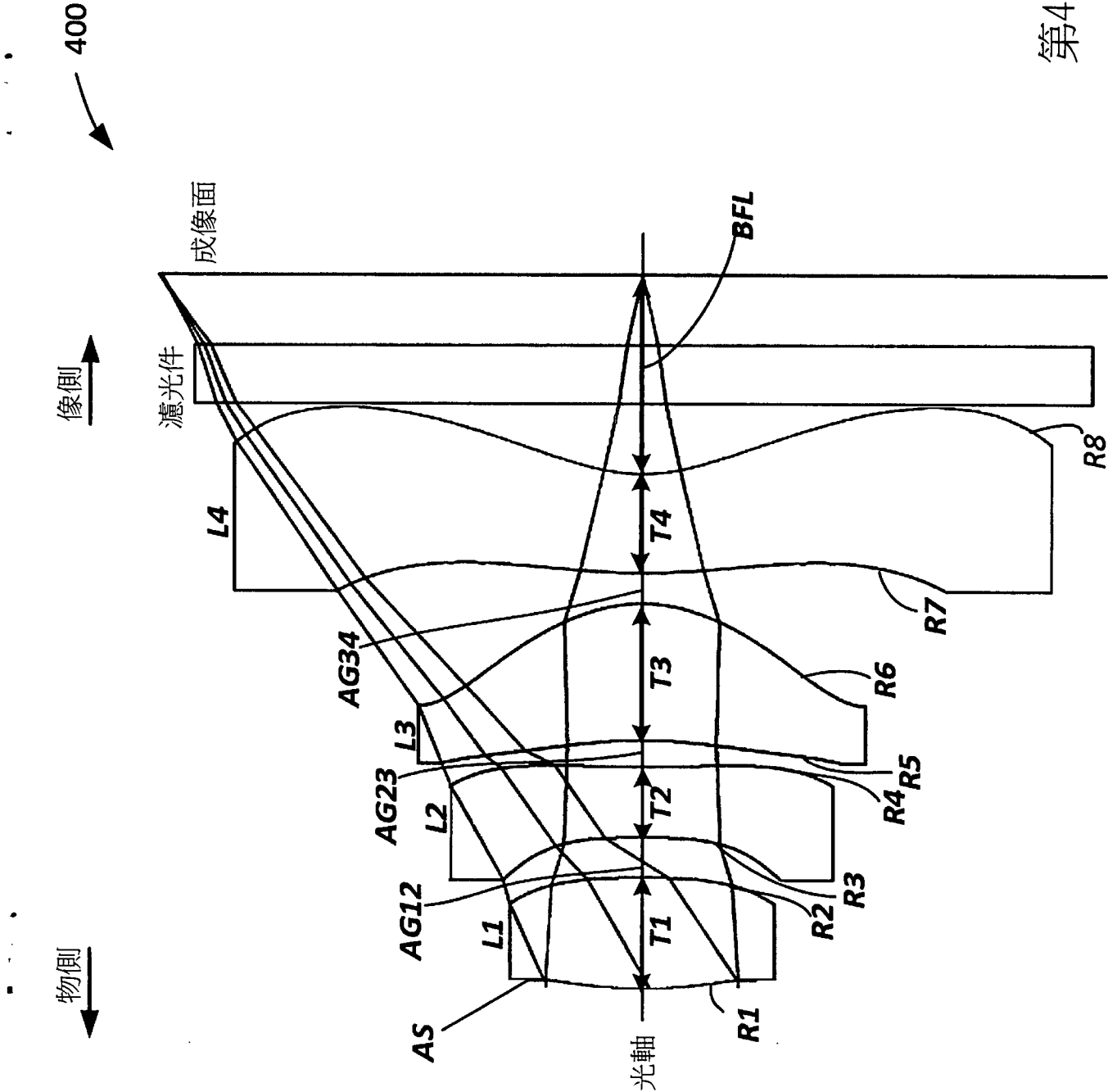




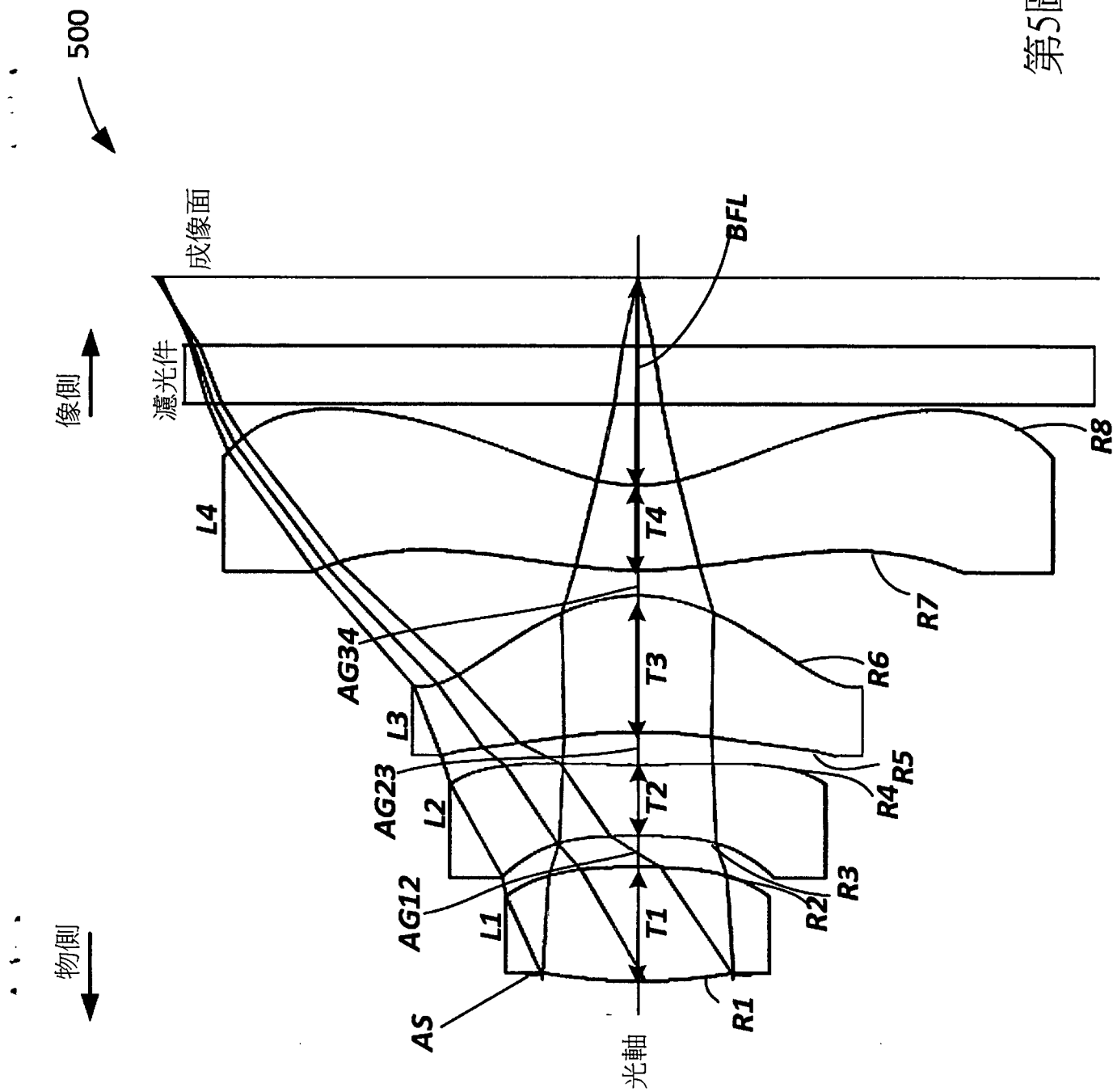
第2圖



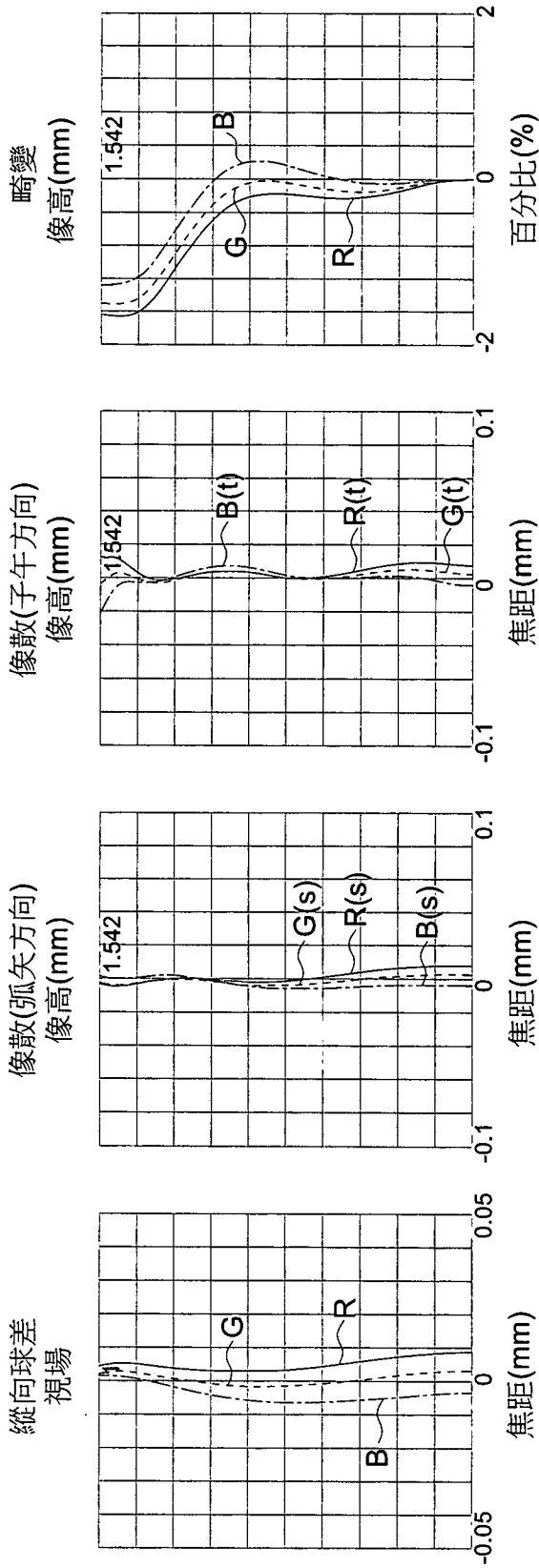
第3圖



第4圖



第5圖

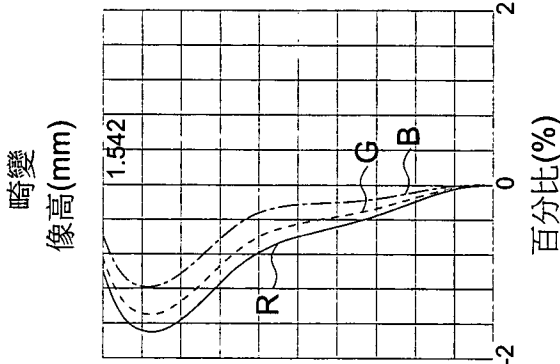


第6A圖

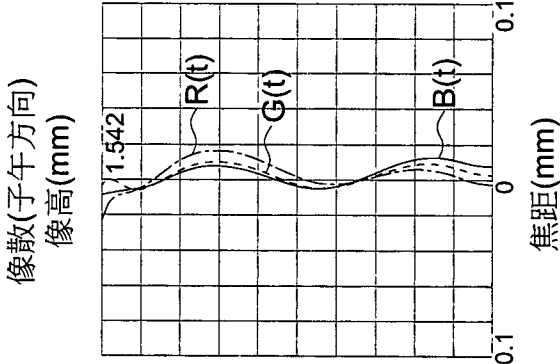
第6A圖

第6A圖

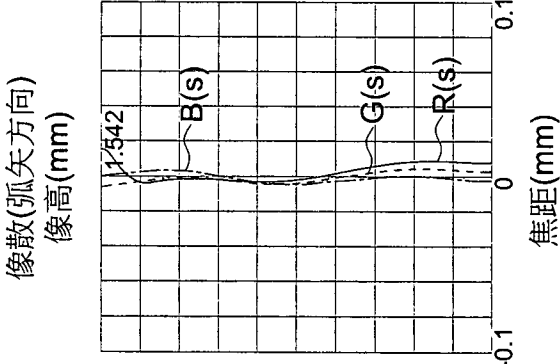
第6A圖



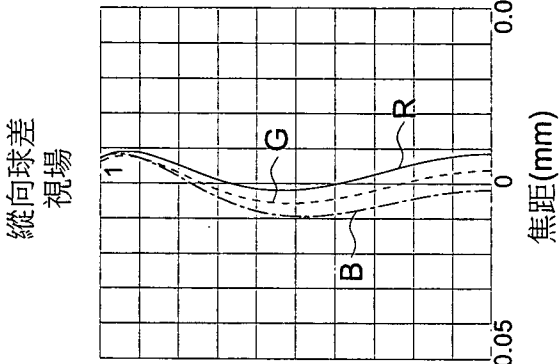
第7A圖



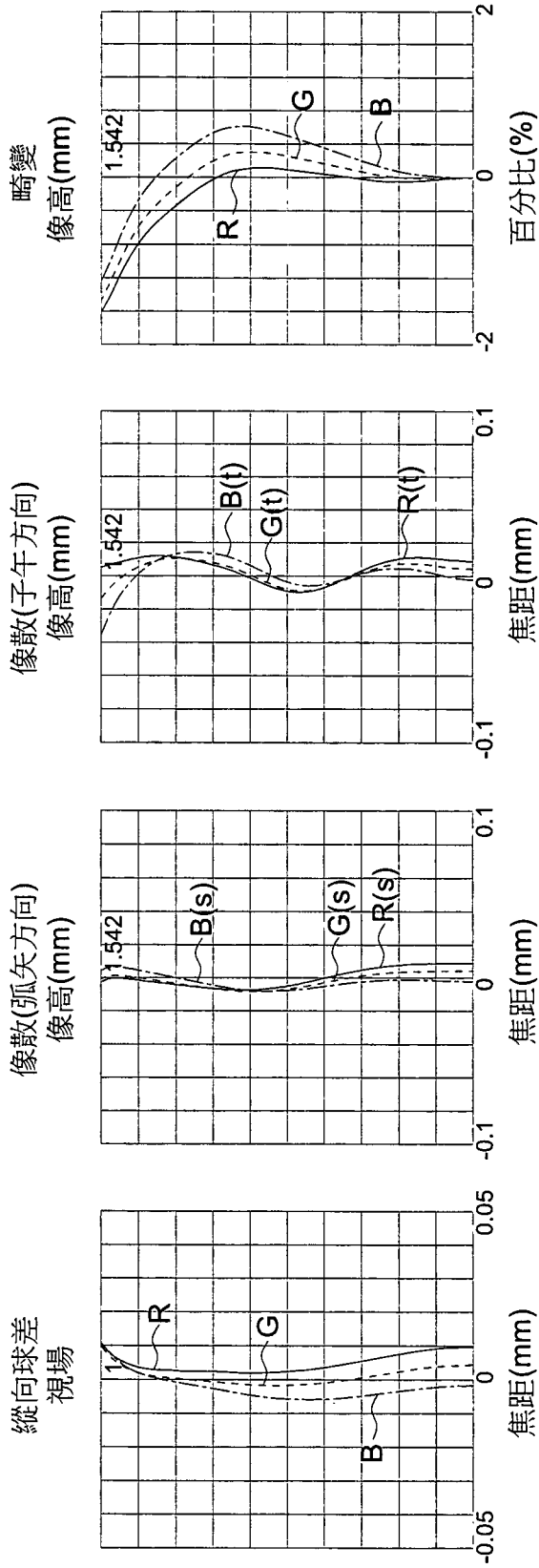
第7A圖



第7A圖



第7A圖

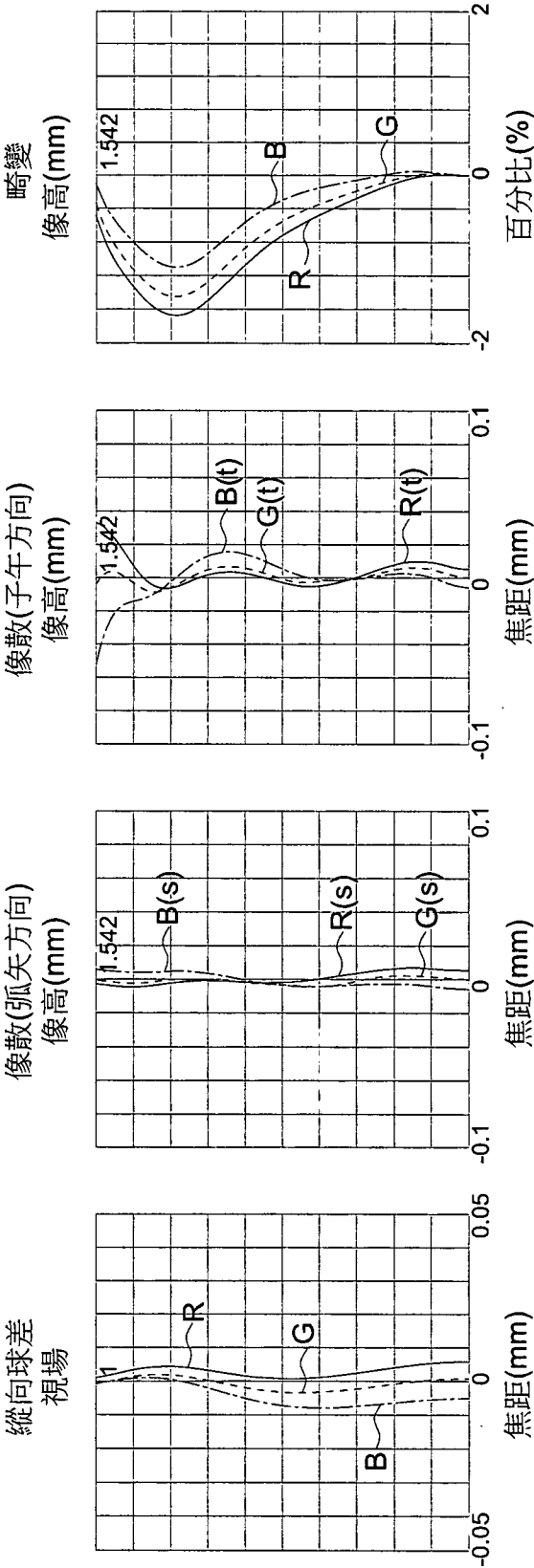


第8A圖

第8A圖

第8A圖

第8A圖

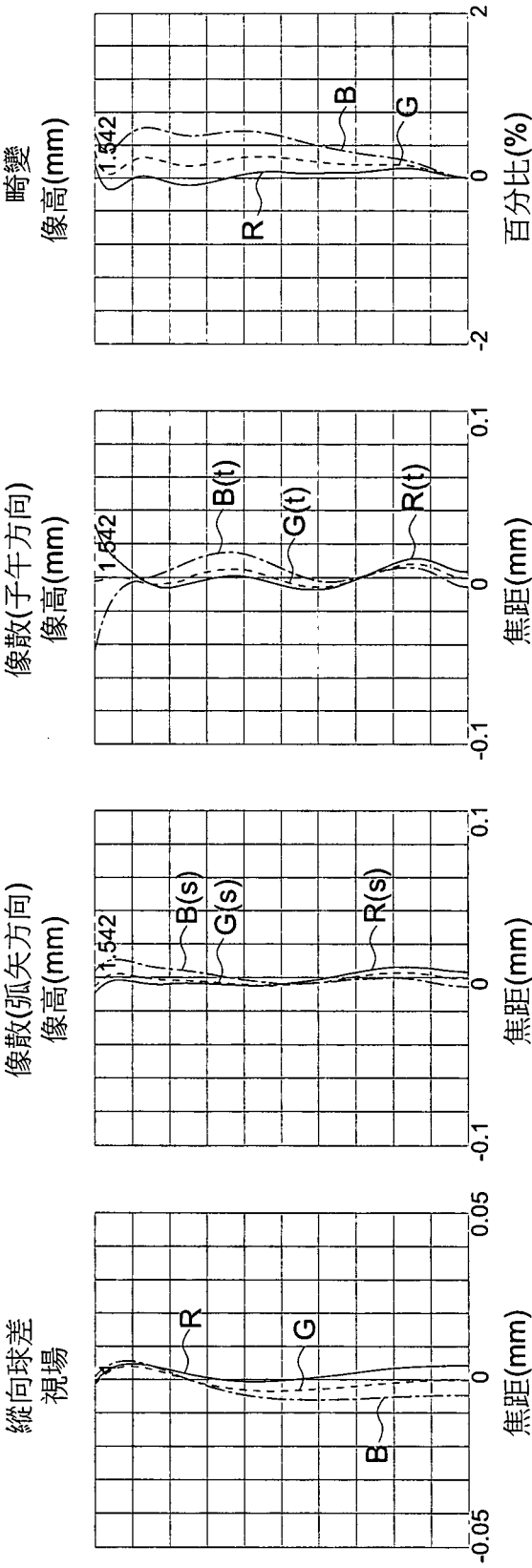


第9A圖

第9A圖

第9A圖

第9A圖

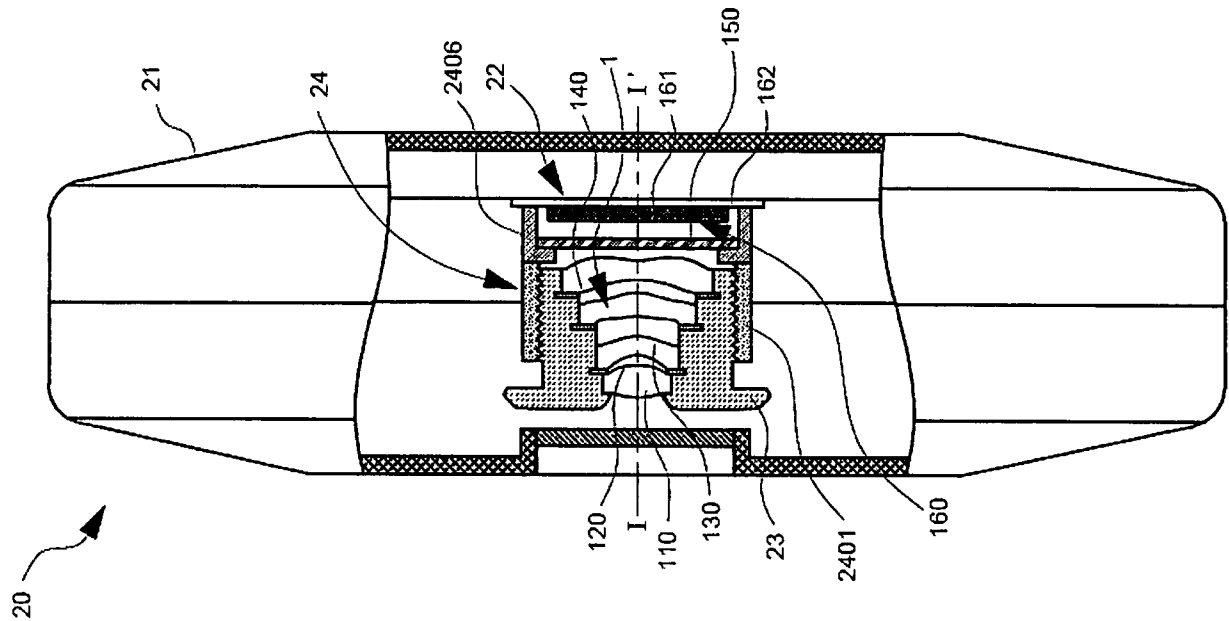


第10A圖

第10A圖

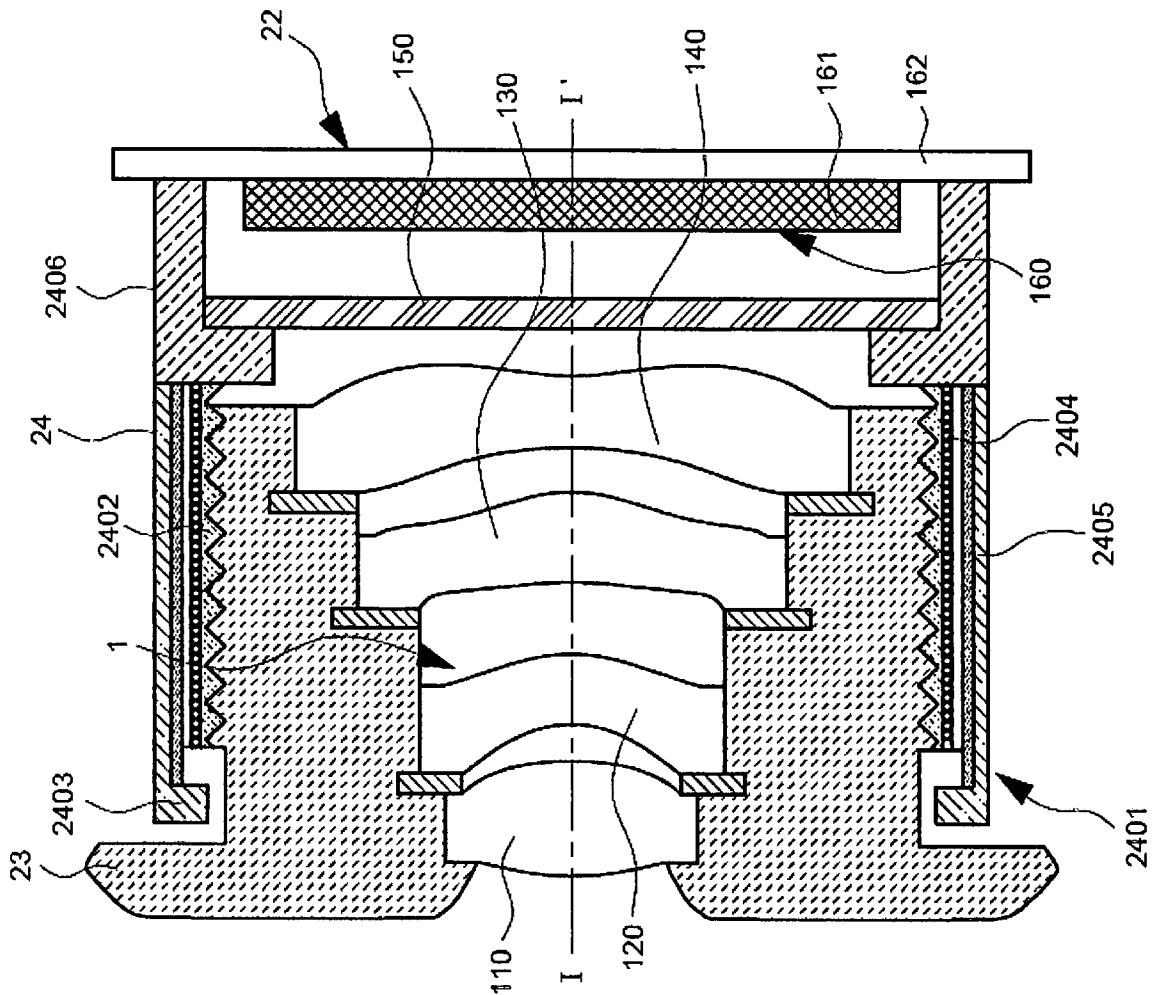
第10A圖

第10A圖

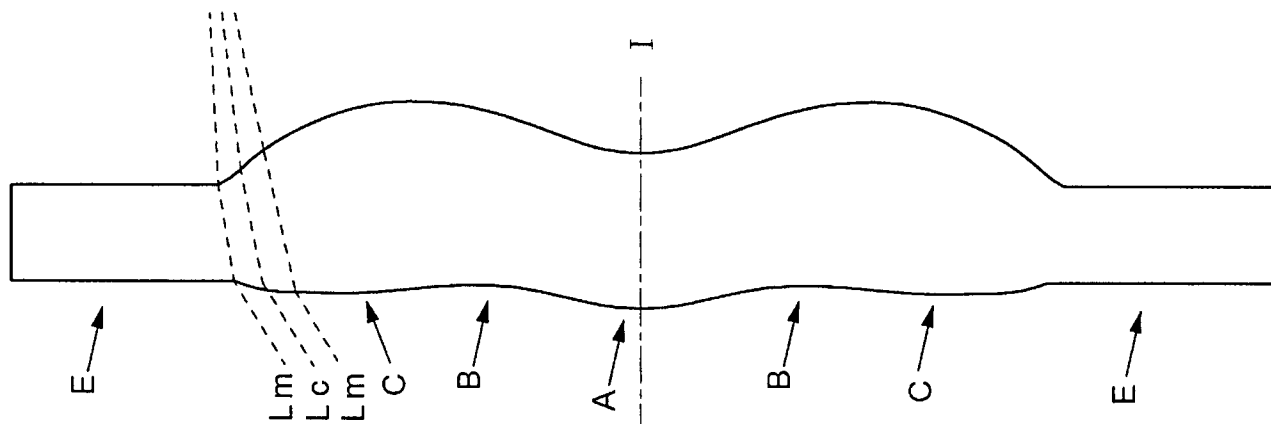


第11圖

20'



第12圖



第13圖

BFL 和 AG23 滿足 $FL/AG23 \leq 7.6$ 的條件式時，可提供輕薄的裝置結構。

【圖式簡單說明】

【0009】 第 1 圖顯示依據本發明之第一實施例之光學成像鏡頭之四片式透鏡之剖面結構示意圖。

【0010】 第 2 圖顯示依據本發明之第二實施例之光學成像鏡頭之四片式透鏡之剖面結構示意圖。

【0011】 第 3 圖顯示依據本發明之第三實施例之光學成像鏡頭之四片式透鏡之剖面結構示意圖。

【0012】 第 4 圖顯示依據本發明之第四實施例之光學成像鏡頭之四片式透鏡之剖面結構示意圖。

【0013】 第 5 圖顯示依據本發明之第五實施例之光學成像鏡頭之四片式透鏡之剖面結構示意圖。

【0014】 第 6A、6B、6C 及 6D 圖分別顯示依據本發明之第一實施例光學成像鏡頭之縱向球差、弧矢方向及子午方向的像散像差與畸變像差圖之示意圖。

【0015】 第 7A、7B、7C 及 7D 圖分別顯示依據本發明之第二實施例光學成像鏡頭之縱向球差、弧矢方向及子午方向的像散像差與畸變像差圖之示意圖。

【0016】 第 8A、8B、8C 及 8D 圖分別顯示依據本發明之第三實施例光學成像鏡頭之縱向球差、弧矢方向及子午方向的像散像差與畸變像差圖之示意圖。

【0017】 第 9A、9B、9C 及 9D 圖分別顯示依據本發明之第四實施例光學成像鏡頭之縱向球差、弧矢方向及子午方向的像散像差與畸變像差圖之示意圖。

【0018】 第 10A、10B、10C 及 10D 圖分別顯示依據本發明之第五實施例光學成像鏡頭之縱向球差、弧矢方向及子午方向的像散像差與畸變像差圖之示意圖。

【0019】 第 11 圖顯示依據本發明之一實施例之內建有光學成像模組

K	-2.26129	-2.083758	-28.17636	-4.681284
a4	0.42526598	-0.438515	-0.1491464	-0.3020748
a6	2.3264556	0.74134114	-0.7833529	0.1473268
a8	-8.3539117	1.7624083	1.0857346	-0.0429649
a10	-0.3770881	-0.0025285	-0.2780973	-0.0156355
a12	37.801181	3.2109413	-0.5070843	-0.0038599
a14	-49.943519	-6.3047945	0.39762749	0.01701589
a16			-0.0715208	-0.0069882

【0036】 第一實施例的參數分別是下列數值：

$$\text{ALT} = 1.275$$

$$\text{AAG} = 0.364$$

$$\text{BFL} = 0.764$$

$$\text{ALT/AAG} = 3.502 \text{ (滿足條件式 (1))}$$

$$\text{T1/T2} = 1.591 \text{ (滿足條件式 (2))}$$

$$\text{BFL/AG23} = 6.352 \text{ (滿足條件式 (3))}$$

$$\text{T1/AG23} = 2.883 \text{ (滿足條件式 (4))}$$

$$\text{T2/AG12} = 1.518$$

$$\text{BFL/T4} = 2.277 \text{ (滿足條件式 (3))}$$

$$\text{T4/AG12} = 2.337 \text{ (滿足條件式 (5))}$$

$$\text{T3/T1} = 1.080 \text{ (滿足條件式 (2))}$$

$$\text{T2/AAG} = 0.599$$

$$\text{AAG/AG12} = 2.536 \text{ (滿足條件式 (7))}$$

$$\text{T2/AG23} = 1.812 \text{ (滿足條件式 (4))}$$

$$\text{T4/AAG} = 0.912 \text{ (滿足條件式 (6))}$$

【0037】 第 6A 圖、第 6B 圖、第 6C 圖及第 6D 圖分別顯示第一實施例的縱向球差(longitudinal spherical aberration)、弧矢(sagittal)方向的像散像差(astigmatism aberration)、子午(tangential)方向的像散像差及畸變像差(distortion aberration)。如第 6A 圖中所示，對於波長為 470 nm (以 B 標示)、555 nm (以 G 標示) 及 650 nm (以 R 標示)，其縱向球差乃是控制在成像點的 $\pm 0.1 \text{ mm}$ 以內。如第 6B 圖及第 6C 圖所示，對於該 R、G、B 波長的光，

弧矢方向（以 R(s)、G(s)、B(s)標示）與子午方向（以 R(t)、G(t)、B(t)標示）的像散像差的變化量乃是落在±0.02 mm 內。如第 6D 圖中所示，對於該 R、G、B 三種波長的光，畸變像差則是維持在±2.0%的範圍內。

【0038】 第2圖顯示依據本發明之第二實施例之光學成像鏡頭 200 之四片式透鏡之剖面結構示意圖。光學成像鏡頭 200 具有與光學成像鏡頭 100 類似的結構，唯其中各透鏡的屈光率、各透鏡表面的曲率半徑、透鏡厚度、空氣間隙寬度、非球面係數、焦距及其他相關的參數不同。

【0039】 表格 2A 顯示依據本發明之第二實施例之光學成像鏡頭 200 之各鏡片之詳細鏡片數據。

表格 2A

第二實施例	曲率半徑	鏡片厚度/空氣間隙寬度	折射率	阿貝數	焦距	材質
物體	無限大	無限大				
光圈	無限大	-0.0308				
L1	1.2744	0.4677	1.54	55.9	1.675	塑膠
	-2.8338	0.1128				
L2	-2.7366	0.2279	1.64	23.2	-2.501	塑膠
	4.0195	0.0937				
L3	-1.3909	0.4555	1.54	55.9	1.106	塑膠
	-0.4703	0.0207				
L4	1.7900	0.4455	1.53	56.1	-1.445	塑膠
	0.4926	0.2795				
紅外線濾光片	無限大	0.2100				
	無限大	0.2158				
成像面	無限大					
EFL	1.612					
HFOV	44.039					
鏡頭長度	2.529					
Fno	2.6					
像高	1.542					

【0040】 表格 2B 顯示第二實施例的四片透鏡中各個非球面之參數詳細數據。

表格 2B

第二實施例	第一透鏡		第二透鏡	
K	5.514859	-27.33684	-28.78689	17.099
a4	-0.4600464	-1.8230339	-2.755632	-1.1008667
a6	-2.2329962	0.46165991	-7.0736825	2.3797149
a8	-1.8090949	3.2097383	69.674748	-2.4588886
a10	3.651516	-43.328161	-176.87544	-2.9750847
a12	-105.74068	93.703525	139.94043	1.5157087
a14			92.435433	-3.5274544
a16				

第二實施例	第一透鏡		第二透鏡	
K	-1.932214	-2.292031	-45.11372	-5.140042
a4	0.32414394	-0.5400588	0.00424805	-0.1607812
a6	2.3427579	0.61280851	-0.7003597	0.02420576
a8	-8.1832998	1.6453655	1.0387991	0.03272486
a10	-0.5285891	-0.397518	-0.2913351	-0.0188131
a12	33.277843	3.3529506	-0.5842419	-0.0060405
a14	-45.994252	-5.7450954	0.58162755	0.0060579
a16			-0.1637088	-0.0011698

【0041】 第 7A 圖、第 7B 圖、第 7C 圖及第 7D 圖分別顯示第二實施例的縱向球差、弧矢方向及子午方向的像散像差和畸變像差。如第 7A 圖中所示，對於波長為 470 nm（以 B 標示）、555 nm（以 G 標示）及 650 nm（以 R 標示），其縱向球差乃是控制在成像點的 ± 0.1 mm 以內。如第 7B 圖及第 7C 圖所示，對於該 R、G、B 波長的光，弧矢方向（以 R(s)、G(s)、B(s)標示）與子午方向（以 R(t)、G(t)、B(t)標示）的像散像差的變化量乃是落在 ± 0.02 mm 以內。如第 7D 圖中所示，對於該 R、G、B 三種波長的光，畸變像差則是維持在 $\pm 2.0\%$ 的範圍內。

【0042】 第二實施例的參數分別是下列數值：

$$ALT = 1.597$$

$$AAG = 0.227$$

$$BFL = 0.705$$

$$ALT/AAG = 7.027 \text{ (滿足條件式 (1))}$$

$$T1/T2 = 2.052 \text{ (滿足條件式 (2))}$$

$$BFL/AG23 = 7.528 \text{ (滿足條件式 (3))}$$

$$T1/AG23 = 4.992 \text{ (滿足條件式 (4))}$$

$$T2/AG12 = 2.019 \text{ (滿足條件式 (5))}$$

$$BFL/T4 = 1.583 \text{ (滿足條件式 (3))}$$

$$T4/AG12 = 3.947 \text{ (滿足條件式 (5))}$$

$$T3/T1 = 0.974 \text{ (滿足條件式 (2))}$$

$$T2/AAG = 1.003 \text{ (滿足條件式 (6))}$$

$$AAG/AG12 = 2.013 \text{ (滿足條件式 (7))}$$

$$T2/AG23 = 2.432 \text{ (滿足條件式 (4))}$$

$$T4/AAG = 1.961 \text{ (滿足條件式 (6))}$$

【0043】 第 3 圖顯示依據本發明之第三實施例之光學成像鏡頭 300 之四片式透鏡之剖面結構示意圖。光學成像鏡頭 300 具有與光學成像鏡頭 100 類似的結構，唯其中各透鏡的屈光率、各透鏡表面的曲率半徑、透鏡厚度、空氣間隙寬度、非球面係數、焦距及其他相關的參數不同。

【0044】 表格 3A 顯示依據本發明之第三實施例之光學成像鏡頭 300 之各鏡片之詳細鏡片數據。

表格 3A

第三實施 例	曲率半 徑	鏡片厚 度/空氣 間隙寬 度	折射率	阿貝數	焦距	材質
物體	無限大	無限大				
光圈	無限大	-0.0264				
L1	1.4240	0.4559	1.54	55.9	1.721	塑膠
	-2.4590	0.1055				
L2	-3.2908	0.2369	1.64	23.2	-2.522	塑膠
	3.2802	0.1095				

L3	-1.2769	0.4556	1.54	55.9	1.110	塑膠
	-0.4633	0.0324				
L4	1.1412	0.3350	1.53	56.1	-1.630	塑膠
	0.4434	0.3109				
紅外線濾光片	無限大	0.2100				
	無限大	0.3000				
成像面	無限大					
EFL	1.622					
HFOV	44.041					
鏡頭長度	2.552					
Fno	2.6					
像高	1.542					

【0045】 表格 3B 顯示第三實施例的四片透鏡中各個非球面之參數詳細數據。

表格 3B

第三實施例 第一透鏡		第二透鏡			
K	4.821358	-5.64879	-98.47038	-56.86428	
a4	-0.4584414	-1.894999	-3.0244506	-1.0954353	
a6	-1.0939246	0.25145577	-6.2752571	2.1482236	
a8	-1.2852649	10.350041	75.707548	-2.449299	
a10	35.598503	-31.292604	-163.96806	-1.6244962	
a12	-481.0974	65.334856	100.65393	3.667175	
a14			55.878045	-3.8247845	
a16					

第三實施例 第三透鏡		第四透鏡			
K	0.4479983	-2.362208	-16.75703	-4.546716	
a4	0.27375441	-0.5633454	0.03353973	-0.1899035	
a6	2.3809405	0.59171087	-0.7393983	0.03767426	
a8	-8.233521	1.687559	1.0256643	0.03315515	
a10	-0.0983489	-0.4016484	-0.2920906	-0.0236595	
a12	35.056293	2.9664167	-0.5854672	-0.0065405	
a14	-42.323936	-4.947681	0.57654107	0.00664025	
a16			-0.1568822	-0.0012984	

【0046】 第 8A 圖、第 8B 圖、第 8C 圖及第 8D 圖分別顯示第三實施例的縱向球差、弧矢方向及子午方向的像散像差和畸變像差。如第 8A 圖中所示，對於波長為 470 nm（以 G 標示）、555 nm（以 B 標示）及 650 nm（以 R 標示），其縱向球差乃是控制在成像點的 ± 0.1 mm 以內。如第 8B 圖及第 8C 圖所示，對於該 R、G、B 波長的光，弧矢方向（以 R(s)、G(s)、B(s)標示）與子午方向（以 R(t)、G(t)、B(t)標示）的像散像差的變化量乃是落在 ± 0.04 mm 內。如第 8D 圖中所示，對於該 R、G、B 四種波長的光，畸變像差則是維持在 $\pm 1.6\%$ 的範圍內。

【0047】 第 4 圖顯示依據本發明之第四實施例之光學成像鏡頭 400 之四片式透鏡之剖面結構示意圖。光學成像鏡頭 400 具有與光學成像鏡頭 100 類似的結構，唯其中各透鏡的屈光率、各透鏡表面的曲率半徑、透鏡厚度、空氣間隙寬度、非球面係數、焦距及其他相關的參數不同。

【0048】 表格 4A 顯示依據本發明之第四實施例之光學成像鏡頭 400 之各鏡片之詳細鏡片數據。

表格 4A

第四實施例	曲率半徑	鏡片厚度/空氣間隙寬度	折射率	阿貝數	焦距	材質
物體	無限大	無限大				
光圈	無限大	-0.0253				
L1	1.4039	0.3946	1.54	55.9	1.770	塑膠
	-2.8054	0.1432				
L2	-3.1060	0.2525	1.64	23.2	-2.405	塑膠
	3.1725	0.0952				
L3	-1.4546	0.4938	1.54	55.9	1.004	塑膠
	-0.4463	0.1095				
L4	1.7262	0.3530	1.53	56.1	-1.339	塑膠
	0.4697	0.2528				
紅外線濾光片	無限大	0.2100				
	無限大	0.2514				

成像面	無限大
EFL	1.601
HFOV	44.040
鏡頭長度	2.556
Fno	2.6
像高	1.542

【0049】 表格 4B 顯示第四實施例的四片透鏡中各個非球面之參數詳細數據。

表格 4B

第四實施例 第一透鏡		第二透鏡	
K	5.022443 -0.2555256	5.011933	-5.54225
a4	-0.4889516 -1.8086249	-2.9686286	-1.073465
a6	-1.7830461 1.1098339	-6.2337172	1.3213397
a8	-6.3824629 -14.794417	37.556305	-1.2548216
a10	87.112099 -15.401151	-163.45972	-3.432586
a12	-753.05999 239.28402	755.82049	-0.2927667
a14		-733.56505	6.2080774
a16			

第四實施例 第三透鏡		第四透鏡	
K	-1.025545 -2.029915	-52.06046	-4.770441
a4	0.40618137 -0.516706	-0.0131272	-0.2398313
a6	2.0904094 0.23140279	-0.708259	0.08450666
a8	-8.5977996 1.6428847	1.0497033	0.00916863
a10	0.62974013 0.18975359	-0.3956326	-0.0206617
a12	35.193837 4.1134448	-0.593459	-0.0049918
a14	-44.054981 -6.7721877	0.64586687	0.00634921
a16		-0.1766432	-0.001385

【0050】 第 9A 圖、第 9B 圖、第 9C 圖及第 9D 圖分別顯示第四實施例的縱向球差、弧矢方向及子午方向的像散像差和畸變像差。如第 9A 圖中所示，對於波長為 470 nm（以 G 標示）、555 nm（以 B 標示）及 650 nm（以 R 標示），其縱向球差乃是控制在成像點的 ± 0.01 mm 以內。如第 9B 圖及第

9C 圖所示，對於該 R、G、B 波長的光，弧矢方向（以 R(s)、G(s)、B(s)標示）與子午方向（以 R(t)、G(t)、B(t)標示）的像散像差的變化量乃是落在±0.05 mm 內。如第 9D 圖中所示，對於該 R、G、B 五種波長的光，畸變像差則是維持在±2.0%的範圍內。

【0051】 第 5 圖顯示依據本發明之第五實施例之光學成像鏡頭 500 之四片式透鏡之剖面結構示意圖。光學成像鏡頭 500 具有與光學成像鏡頭 100 類似的結構，唯其中各透鏡的屈光率、各透鏡表面的曲率半徑、透鏡厚度、空氣間隙寬度、非球面係數、焦距及其他相關的參數不同。

【0052】 表格 5A 顯示依據本發明之第五實施例之光學成像鏡頭 500 之各鏡片之詳細鏡片數據。

表格 5A

第五實施例	曲率半徑	鏡片厚度/空氣間隙寬度	折射率	阿貝數	焦距	材質
物體	無限大	無限大				
光圈	無限大	-0.0248				
L1	1.4104	0.4151	1.54	55.9	1.626	塑膠
	-2.1550	0.1122				
L2	-2.3574	0.2584	1.64	23.2	-2.218	塑膠
	3.7582	0.1191				
L3	-1.4229	0.4881	1.54	55.9	1.030	塑膠
	-0.4524	0.0907				
L4	1.1872	0.3060	1.53	56.1	-1.428	塑膠
	0.4227	0.2941				
紅外線濾光片	無限大	0.2100				
	無限大	0.2502				
成像面	無限大					
EFL	1.589					
HFOV	44.040					
鏡頭長度	2.544					
Fno	2.6					
像高	1.542					

【0053】 表格 5B 顯示第五實施例的四片透鏡中各個非球面之參數詳細數據。

表格 5B

第五實施例	第一透鏡		第二透鏡	
K	3.93969	3.973878	-4.879377	-1.206852
a4	-0.4724231	-2.0376713	-3.0768166	-1.0997262
a6	-0.2947361	0.94667829	-6.8950118	1.8351821
a8	-14.555797	0.15757821	64.442685	-2.5922012
a10	-8.3959428	-57.736358	-180.43922	-2.9443156
a12	102.03064	125.86379	146.941	1.1150261
a14			131.14992	-3.6107358
a16				

第五實施例	第三透鏡		第四透鏡	
K	-0.2512571	-2.189627	-25.33486	-4.383682
a4	0.34787181	-0.5226429	0.05078803	-0.2212357
a6	2.3728528	0.6803764	-0.7547448	0.0665891
a8	-8.2995448	1.6413234	1.0224126	0.02167388
A10	-0.1748616	-0.4750618	-0.3028135	-0.023666
A12	34.374043	2.6251497	-0.5888657	-0.0075762
A14	-46.456986	-4.807407	0.57535571	0.00623134
A16			-0.1505329	-0.0010521

【0054】 第 10A 圖、第 10B 圖、第 10C 圖及第 10D 圖分別顯示第五實施例的縱向球差、弧矢方向及子午方向的像散像差和畸變像差。如第 10A 圖中所示，對於波長為 470 nm（以 G 標示）、555 nm（以 B 標示）及 650 nm（以 R 標示），其縱向球差乃是控制在成像點的 ± 0.01 mm 以內。如第 10B 圖及第 10C 圖所示，對於該 R、G、B 波長的光，弧矢方向（以 s1、s2、s5 標示）與子午方向（以 t1、t2、t5 標示）的像散像差的變化量乃是落在 ± 0.05 mm 內。如第 10D 圖中所示，對於該 R、G、B 五種波長的光，畸變像差則是維持在 $\pm 0.8\%$ 的範圍內。

【0055】 依據本發明之實施例的光學成像鏡頭 100、200、300、400、

及 500 皆具有下列光學特性與優點。第一及第三透鏡具有正屈光率可提供光學成像鏡頭所需的正屈光率。相較於單一片具有正屈光率的透鏡，兩片具有正屈光率的透鏡可以分攤所需的正屈光率，可降低設計難度並提高製程中對誤差的容忍力。第二透鏡具有負屈光率可校正光學成像鏡頭的像差。

【0056】 第一透鏡之物側面是一凸面，第二透鏡之像側面具有有一在外圓周附近區域的凸面部，第三透鏡之物側面具有有一在光軸附近區域的凹面部且其像側面具有有一在光軸附近區域的凸面部，第四透鏡之像側面具有有一在光軸附近區域的凹面部且在外圓周附近區域的凸面部。此些透鏡的表面都是非球面，其之組合產生優異的成像品質。

【0057】 透鏡表面的凹凸起伏、透鏡厚度、透鏡間的空氣間隙寬度和光圈的位置皆可有效地縮短光學成像鏡頭的鏡頭長度，同時加強其之光學特性和製造簡易度。依據本發明之實施例，滿足下列條件式能更為縮短光學成像鏡頭之鏡頭長度並減輕其重量，同時還能提供良好的光學特性： ALT/AAG 值大於或等於 3.5（條件式（1））。無論是 ALT 或 AAG ，能減少任一數值都有助於光學成像鏡頭的微型化，然而透鏡的厚度會受到製程能力的限制，而無法無限量地縮小，但空氣間隙寬度的縮小並不會面臨類似限制。因此，在此建議 ALT/AAG 值是大於或等於 3.5，且較佳地 ALT/AAG 值是落在 3.5 到 8.0 之間。

【0058】 $T1/T2$ 值小於或等於 2.1、 $T3/T1$ 值大於或等於 0.92（條件式（2））。為了防止 $T1$ 、 $T2$ 、 $T3$ 之任一值太大而影響光學鏡頭的鏡頭長度太小而導致太高的製作困難度，此三數值之任二數值的比值應受限於一範圍內。在此建議 $T1/T2$ 值是小於或等於 2.1，且較佳地 $T1/T2$ 值是落在 1.0 到 2.1 之間， $T3/T1$ 值是大於或等於 0.92，且較佳地 $T1/T2$ 值是落在 0.92 到 1.5 之間。

【0059】 $BFL/AG23$ 值小於或等於 7.6、 $BFL/T4$ 值小於或等於 2.5（條件式（3）），乃是因為考量成像光線路徑與透鏡製造困難度。

【0060】 $T1/AG23$ 值小於或等於 5.0、 $T2/AG23$ 值小於或等於 2.7（條件式（4））。縮小第一、第二透鏡的厚度可縮短光學成像鏡頭的鏡頭長度，

而 AG23 受限於第三透鏡物側面上在光軸附近區域的凹面，而無法無限制地縮小。因此，在此建議 $T1/AG23$ 值為小於或等於 2.7，且較佳地是落在 2.0 到 5.0 之間， $T2/AG23$ 值為小於或等於 5.0，且較佳地是落在 1.5 到 2.5 之間。

【0061】 $T2/AG12$ 值大於或等於 1.8、 $T4/AG12$ 值大於或等於 2.3（條件式（5））。如前所述，透鏡的厚度會受到製程能力的限制，而無法無限量地縮小，但空氣間隙寬度的縮小並不會面臨類似限制。因此， $T2/AG12$ 和 $T4/AG12$ 值會受一下限限制，在此設計 $T2/AG12$ 值為大於或等於 1.8，且較佳地是落在 1.8 到 3.0 之間， $T4/AG12$ 值為大於或等於 2.3，且較佳地是落在 2.3 到 4.5 之間。

【0062】 $T2/AAG$ 值大於或等於 0.7、 $T4/AAG$ 值大於或等於 0.92（條件式（6））。如前所述，透鏡的厚度會受到製程能力的限制，而無法無限量地縮小，但空氣間隙寬度的縮小並不會面臨類似限制。因此， $T2/AAG$ 和 $T4/AAG$ 值會受一下限限制，在此建議 $T2/AAG$ 值是大於或等於 0.7，且較佳地是介於 0.7 到 1.5 之間。類似地， $T4/AAG$ 值建議是大於或等於 0.95，並較佳地是介於 0.92 到 2.0 之間。

【0063】 $AAG/AG12$ 值大於或等於 2.2（條件式（7））。如此可保障空氣間隙的配置是適當的，而可防止過寬的空氣間隙寬度不利於縮減鏡頭長度或是過窄的空氣間隙寬度不利於組裝光學成像鏡頭。

【0064】 表格 6 顯示上述五個實施例的各個數值。

表格 6

	第一實施例	第二實施例	第三實施例	第四實施例	第五實施例
ALT	1.275	1.597	1.483	1.494	1.468
AAG	0.364	0.227	0.247	0.348	0.322
BFL	0.764	0.705	0.821	0.714	0.754
ALT/AAG	3.502	7.027	5.995	4.293	4.557
T1/T2	1.591	2.052	1.925	1.563	1.606
BFL/AG23	6.352	7.528	7.498	7.500	6.334
T1/AG23	2.883	4.992	4.164	4.144	3.485
T2/AG12	1.518	2.019	2.245	1.763	2.304
BFL/T4	2.277	1.583	2.450	2.023	2.465

T4/AG12	2.337	3.947	3.175	2.464	2.728
T3/T1	1.080	0.974	0.999	1.251	1.176
T2/AAG	0.599	1.003	0.957	0.726	0.803
AAG/AG12	2.536	2.013	2.345	2.430	2.871
T2/AG23	1.812	2.432	2.164	2.651	2.170
T4/AAG	0.921	1.961	1.354	1.014	0.950

如表格 6 中所示，每個實施例的該些數值皆是滿足於上述條件式。

【0065】 本發明之實施例亦提供一種內建有輕薄光學成像模組的可攜式電子裝置。第 11 圖顯示依據本發明之一實施例之內建有光學成像模組之可攜式電子裝置 20。可攜式電子裝置 20 包含一機殼 21 及一安裝在機殼 21 內的光學成像模組 22。可攜式電子裝置 20 可為一手機、個人數位助理 (personal digital assistant, 簡稱 PDA) 或其類等。光學成像模組 22 包括一光學鏡片系統 1、一鏡筒 23、一用於供鏡筒 23 設置的模組後座單元 (module housing unit) 24、一基板 162 供安裝模組後座單元 24 及裝載於基板 162 一表面且朝向光學鏡片系統 1 的一影像感測器 161。在一實施例中，光學鏡片系統 1 可包括諸如前面所述五個實施例的四片式光學成像鏡頭。

【0066】 須注意的是，本實施例雖顯示濾光件 150，然而在其他實施例中亦可省略濾光件 150 之結構，並不以濾光件 150 之必要為限，且機殼 21、鏡筒 23、及／或模組後座單元 24 可為單一元件或多個元件組裝而成，無須限定於此；其次，乃是本實施例所使用的影像感測器 161 是採用板上連接式晶片封裝 (Chip on Board, COB) 的封裝方式直接連接在基板 162 上，和傳統晶片尺寸封裝 (Chip Scale Package, CSP) 之封裝方式的差別在於板上連接式晶片封裝不需使用保護玻璃 (cover glass)，因此在光學鏡片系統 1 中並不需要在影像感測器 161 之前設置保護玻璃，然本發明並不以此為限。

【0067】 在一實施例中，光學鏡片系統 1 包括具有屈光率的四片式透鏡 110、120、130、140，在此示例性地是以相對兩透鏡之間分別存在一空氣間隙的方式設置於鏡筒 23 內。光學鏡片系統 1 滿足前述條件式(1)到(7)。

【0068】 在一實施例中，模組後座單元 24 包括支撐鏡筒 23 的一鏡頭後座 2401 及支撐影像感測器 161 的一影像感測器後座 2406。鏡筒 23 是和鏡

頭後座 2401 沿一軸線 I-I' 同軸設置，且鏡筒 23 是設置在鏡頭後座 2401 的內側。

【0069】 由於在本實施例之光學鏡片系統 1 中，鏡頭長度為 2.5 mm，如此可設置在輕薄的可攜式電子裝置 20 當中，並同時提供良好的光學特性。因此，本實施例不僅能減少組裝材料而有抑制成本的效果，更能助於設計出輕薄的裝置結構，以滿足消費者的需求。

【0070】 第 12 圖顯示依據本發明之另一實施例之內建有光學成像模組之可攜式電子裝置 20'。可攜式電子裝置 20' 與第一較佳實施例的可攜式電子裝置 20 類似，因此在此對於同樣的元件使用相同的標號標示。其間主要差別在於：可攜式電子裝置 20' 的鏡頭後座 2401 包括一第一座體單元 2402、一第二座體單元 2403、一線圈 2404 及一磁性元件 2405。第一座體單元 123 是與鏡筒 23 外側表面相貼合且沿一軸線 I-I' 設置，第二座體單元 2403 具有朝向物側的第一端及朝向像側的第二端。線圈 2404 是設置在第一座體單元 2402 外側表面與第二座體單元 2403 內側表面之間。影像感測器後座 2406 連接第二座體單元 2403 的第二端。

【0071】 第一座體單元 2402 可帶著鏡筒 23 及設置在鏡筒 23 內的光學鏡片系統 1 沿著光軸來回地進行縱向移動。光學鏡片系統 1 包括四片具有屈光率的透鏡 110、120、130、140，此四片透鏡 110、120、130、140 乃是以兩兩相對形成空氣間隙的方式設置在鏡筒 23 中。光學鏡片系統 1 滿足前述條件式 (1) 至 (7)。換句話說，介於第四透鏡與成像面之間的距離（即 BFL）隨著鏡筒 23 的移動而變化。

【0072】 由於有效地縮短了光學鏡片系統 1 的長度到 2.5 mm，使得可攜式電子裝置之尺寸設計地更為輕薄短小，且仍然能夠提供良好的光學性能與成像品質。藉此，使本發明除了具有減少機殼原料用量的經濟效益外，還能滿足輕薄短小的產品設計趨勢與消費需求。

【0073】 以上敘述依據本發明多個不同實施例，其中各項特徵可以單一或不同結合方式實施。因此，本發明實施方式之揭露為闡明本發明原則之具體實施例，應不拘限本發明於所揭示的實施例。進一步言之，先前敘述及其附圖僅為本發明示範之用，並不受其限囿。其他元件之變化或組合

皆可能，且不悖于本發明之精神與範圍。

【符號說明】

【0074】

- 1, 1' 光學鏡片系統可攜式電子裝置
- 20, 20' 可攜式電子裝置
- 21 機殼
- 22 光學成像模組
- 23 鏡筒
- 24 模組後座單元
- 100, 200, 300, 400, 500 光學成像鏡頭
- 150 濾光件
- 161 影像感測器
- 162 基板
- 2401 鏡頭後座
- 2402 第一座體單元
- 2403 第二座體單元
- 2404 線圈
- 2405 磁性元件
- 2406 影像感測器後座
- A, B, C, D, E 區域
- AG12, AG23, AG34, AG45 空氣間隙
- AS 光圈
- 110 第一透鏡
- 120 第二透鏡
- 130 第三透鏡
- 140 第四透鏡
- T1, T2, T3, T4, T5 透鏡厚度
- AG12, AG23, AG34 空氣間隙寬度

BFL 後焦距

I 光軸

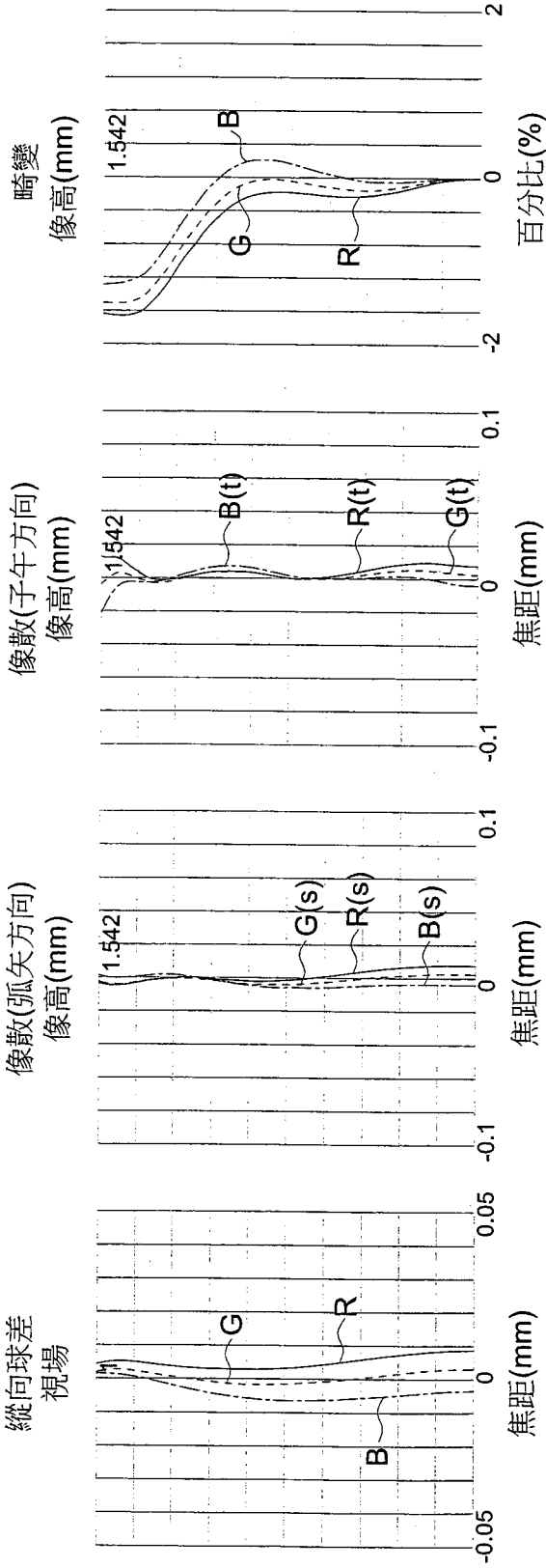
II, III 軸線

【生物材料寄存】

國內寄存資訊【請依寄存機構、日期、號碼順序註記】

國外寄存資訊【請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記】

【序列表】(請換頁單獨記載)

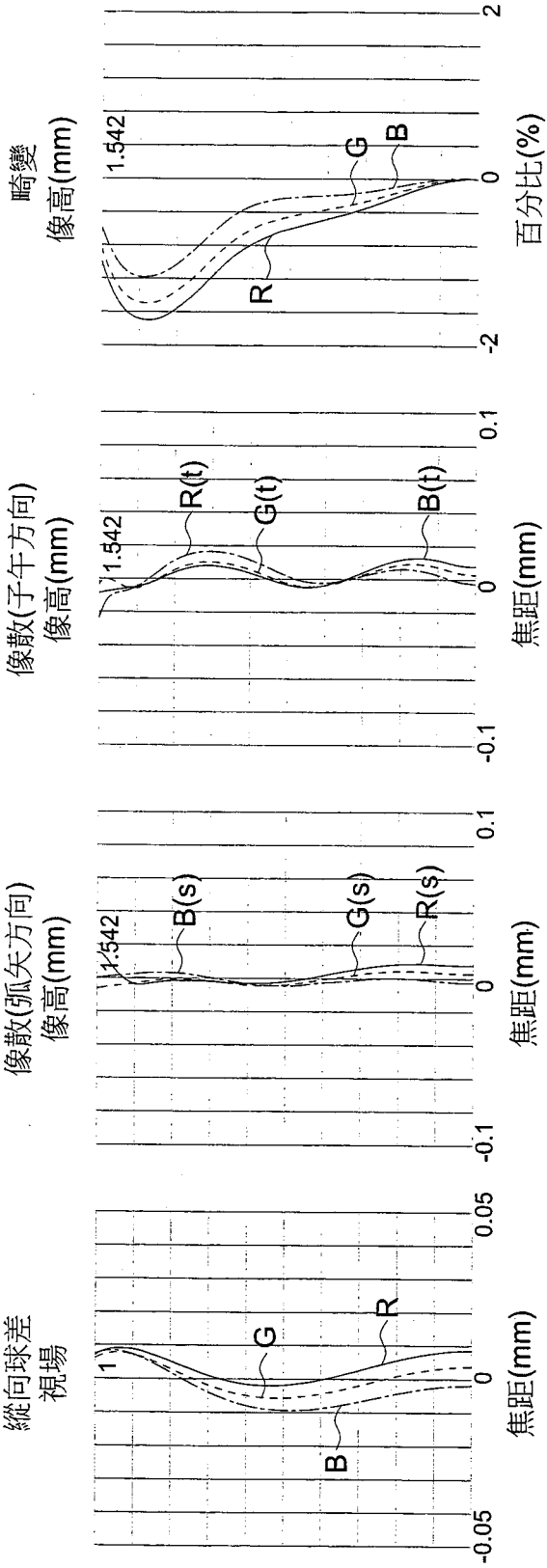


第6D圖

第6C圖

第6B圖

第6A圖

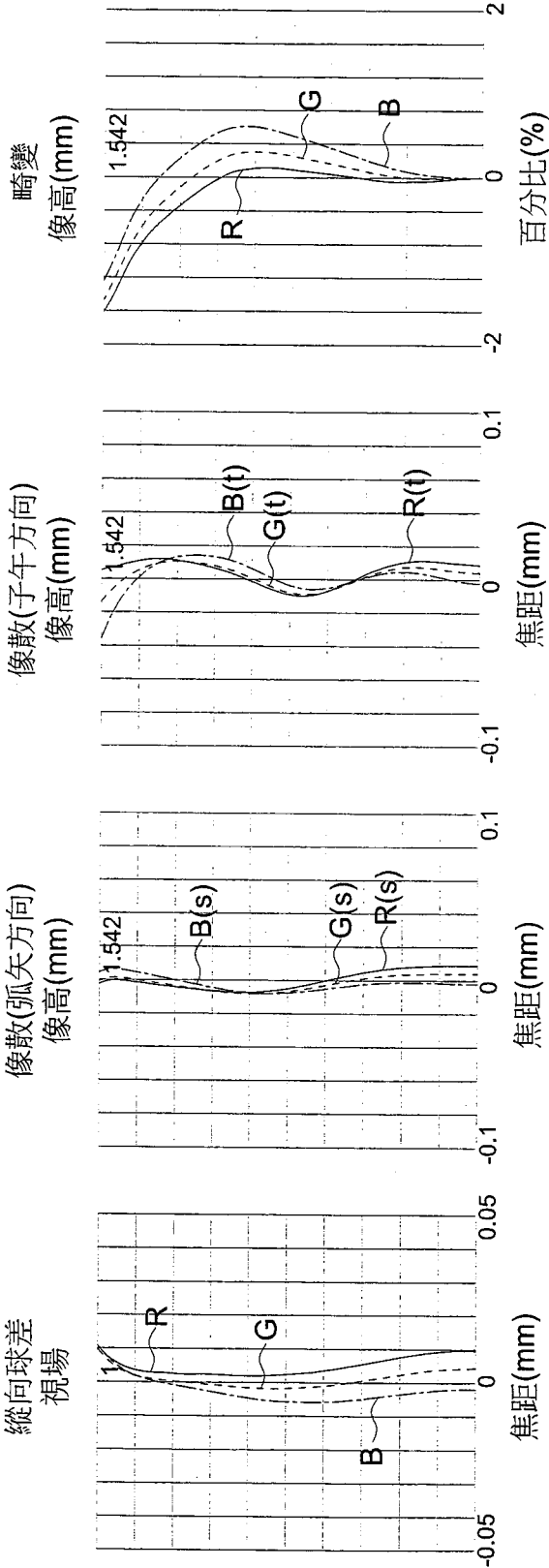


第7D圖

第7C圖

第7B圖

第7A圖

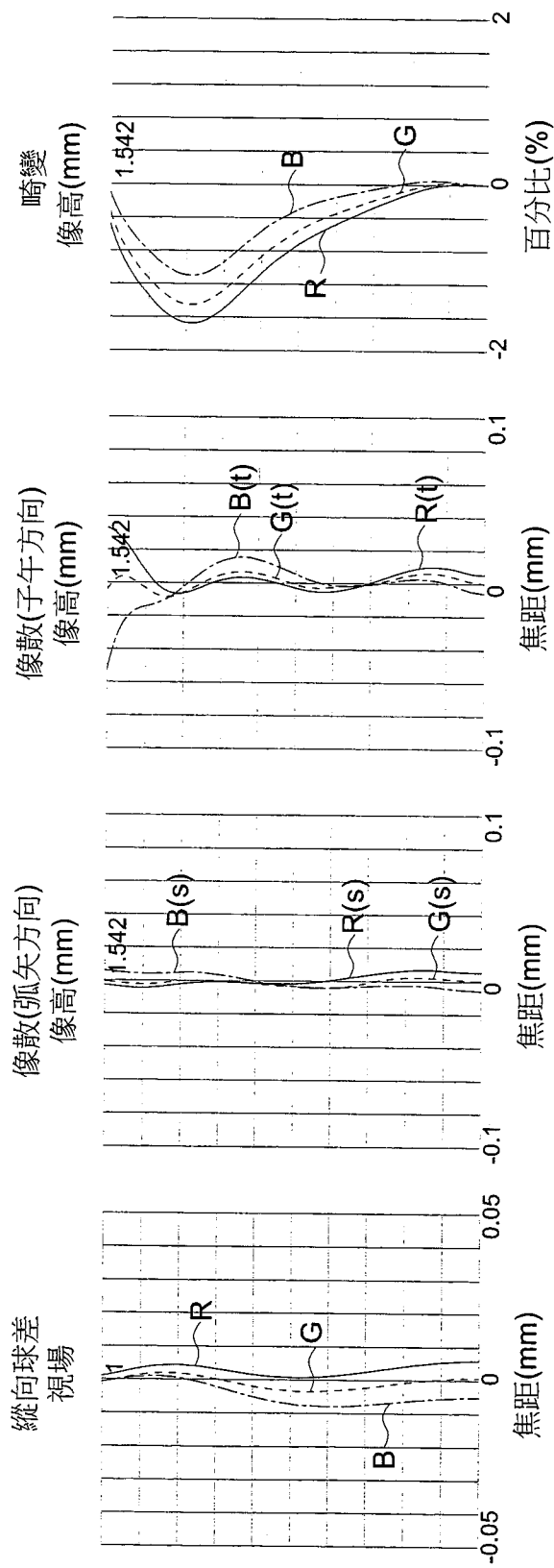


第8D圖

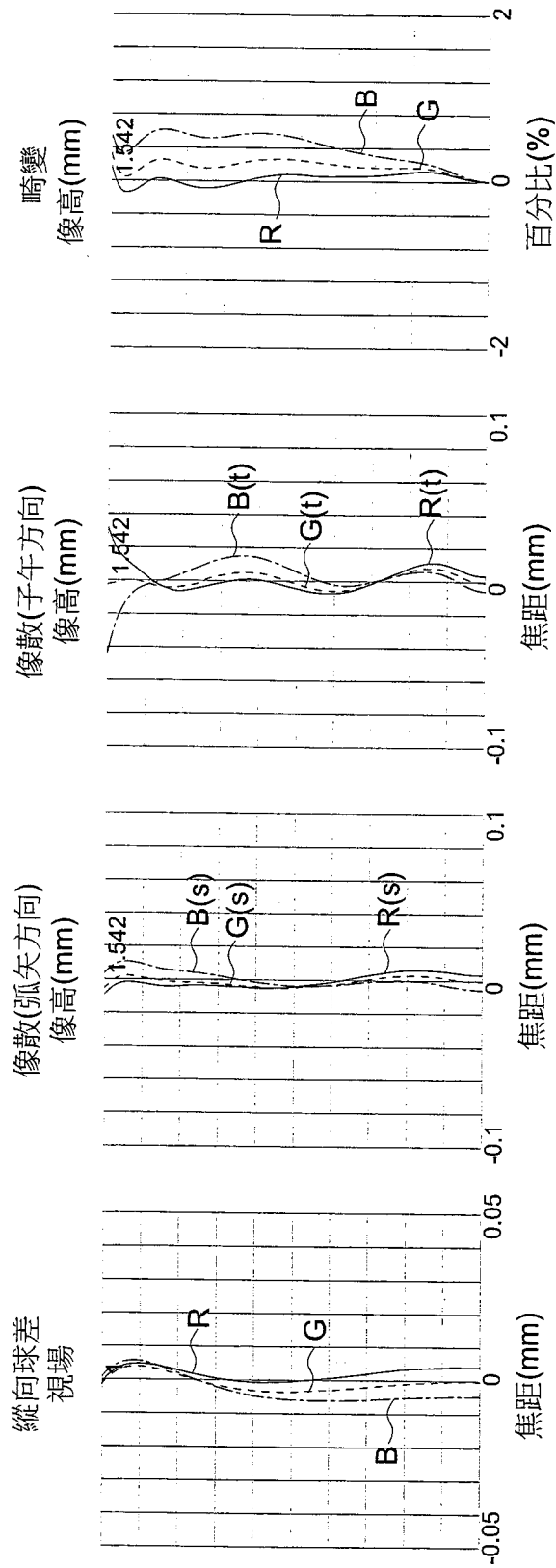
第8C圖

第8B圖

第8A圖



第9A圖 第9B圖 第9C圖 第9D圖



第10A圖

第10B圖

第10C圖

第10D圖