

發明專利說明書

101年11月9日修正本

公告本

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：097116652

※申請日期：97 年 05 月 06 日

※IPC 分類：G03F 7/20 (2006.01)

G02B 17/08 (2006.01)

G02B 13/18 (2006.01)

一、發明名稱：

(中) 投影光學系統以及曝光裝置
(英)

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 佳能股份有限公司

(英) CANON KABUSHIKI KAISHA

代表人：(中) 1. 內田恒二

(英) 1. UCHIDA, TSUNEJI

地 址：(中) 日本國東京都大田區下丸子三丁目三〇番二號

(英) 3-30-2, Shimomaruko, Ohta-ku, Tokyo, Japan

國籍：(中英) 日本

JAPAN

三、發明人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 福岡亮介

(英) FUKUOKA, RYOUSUKE

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家(地區)申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家(地區)；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 日本

； 2007/05/15 ； 2007-129797 ☒ 有主張優先權

五、中文發明摘要

發明之名稱：投影光學系統以及曝光裝置

本發明係關於，在從物體面 O 至像面 I 的光路上依序配置作為反射光學元件之第一凹反射面 M1、凸反射面 M2 以及第二凹反射面 M3 且在軸外具有有限範圍的環帶狀良好成像區之投影光學系統。投影光學系統，是在物體面 O 和第一凹反射面 M1 之間以及第二凹反射面 M3 和像面 I 之間含有第一折射光學元件 L1、L4，在第一凹反射面 M1 和凸反射面 M2 之間以及凸反射面 M2 和第二凹反射面 M3 之間含有第二折射光學元件 L2、L3。設反射光學元件 M1 ~ 3 的近軸光焦度總和為 ϕ_1 、折射光學元件 L1 ~ 4 的近軸光焦度總和為 ϕ_2 時， ϕ_1 及 ϕ_2 符合 $0.001 \leq |\phi_2/\phi_1| \leq 0.1$ 。

六、英文發明摘要

發明之名稱：

七、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第(1)圖

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

I：像面

L1～L4：折射光學元件

M1：第一凹反射面

M2：凸反射面

M3：第二凹反射面

O：物體面

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無

九、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於用來將物體像投影在像面上之投影光學系統，以及具有該投影光學系統之曝光裝置。

【先前技術】

近年來，隨著電視系統之 HD（高解析度）的進展，作為顯示元件已開始大量使用平面顯示器（以下稱 FPD）。且有畫面更大但更低成本的要求。關於 FPD 的製造，係使用和積體電路產業界的光微影手法相同的手法，將包含電路圖案的光罩像經由投影光學系統投影於玻璃基板（塗布有光阻）上，而在玻璃基板上形成圖案。

為了對應於近年來之玻璃基板的大型化，投影光學系統本身也必須大型化，而發生反射光學元件或折射光學元件變得大型化、裝置大型化、成本明顯增加等的問題。

日本特開平 7-57986 號公報、日本特開 2006-78592 號公報揭示用來解決上述問題的技術。

日本特開平 7-57986 號公報所揭示的技術，係將等倍率的小型投影光學系統複數個並排而構成多透鏡光學系統，以各個投影光學系統的曝光區域在玻璃基板面上重疊的方式進行曝光，以確保大型的曝光區域。

日本特開 2006-78592 號公報所揭示的技術，係將反射面非球面化，並將投影光學系統的成像倍率增大成比等倍率更高，藉此降低光罩成本。

【發明內容】

然而，在日本特開平 7-57986 號公報所揭示的技術，爲了使相鄰投影光學系統所形成的像之接合部重疊，必須將曝光量、成像性能控制成讓接合部不顯眼，而有調整困難度變高的問題。又在日本特開 2006-78592 號公報所揭示的技術，藉由使用反射面之全面放大光學系統，可避免因玻璃基板之大型化而造成光罩尺寸的大型化。然而，由於反射光學元件變得大型化且爲了確保光路，必須將反射光學元件切成二半，又爲了校正像差必須使反射面形成非球面形，因此會產生製造上的困難。

本發明的目的，是爲了提供一種能兼具高性能、高產能及低成本之投影光學系統及曝光裝置。

本發明的一態樣之投影光學系統，係在從物體面至像面的光路上依序配置作爲反射光學元件之第一凹反射面、凸反射面以及第二凹反射面且在軸外具有有限範圍的環帶狀良好成像區之投影光學系統，其特徵在於：在物體面和第一凹反射面之間以及第二凹反射面和像面之間含有第一折射光學元件，在第一凹反射面和凸反射面之間以及凸反射面和第二凹反射面之間含有第二折射光學元件；設反射光學元件的近軸光焦度總和爲 $\phi 1$ 、折射光學元件的近軸光焦度總和爲 $\phi 2$ 時， $\phi 1$ 及 $\phi 2$ 符合 $0.001 \leq |\phi 2/\phi 1| \leq 0.1$ 。

本發明的另一態樣之曝光裝置，其特徵在於：係具備：用來將光罩圖案投影在塗布有光阻的基板上之上述投影

光學系統。

依據本發明，可提供一種能兼具高性能、高產能及低成本之投影光學系統及曝光裝置。

本發明之其他特徵及態樣，參照圖式並根據以下的說明將更為明瞭。又在圖式中，對於相同或是同樣的構造是賦予相同的符號。

【實施方式】

〔曝光裝置之實施形態〕

以下說明本發明的曝光裝置之一例。本實施形態之曝光裝置，係使用軸外的環帶狀良好成像區進行曝光照明，將形成於光罩之圖案投影曝光於塗布有光阻之基板上，並使光罩和基板進行同步掃描，藉此將圖案轉印於基板上。在以下的說明，將形成有圖案之光罩稱為「物體」，將塗布有光阻之基板表面稱為「像面」。本實施形態之曝光裝置，如第 1、3、5、7 圖所示，係具備投影光學系統，其在從物體面 O 至像面 I 的光路上依序配置第一凹反射面 M1、凸反射面 M2 以及第二凹反射面 M3。投影光學系統，在物體 O 和第一凹反射面 M1 之間具有折射光學元件 L1，在第一凹反射面 M1 和凸反射面 M2 之間具有折射光學元件 L2。此外，投影光學系統，在凸反射面 M2 和第二凹反射面 M3 之間具有折射光學元件 L3，在第二凹反射面 M3 和像面 I 之間具有折射光學元件 L4。折射光學元件 L1 ~ L4，係具有光焦度之折射光學元件。投影光學系統，係

在軸外具有有限範圍的良好成像區。設投影光學系統所含之反射光學元件 $M1 \sim M3$ 的近軸光焦度總和為 ϕ_1 、折射光學元件 $L1 \sim L4$ 的近軸光焦度總和為 ϕ_2 時， ϕ_1 及 ϕ_2 符合以下的條件式 (1)。

$$0.001 \leq |\phi_2/\phi_1| \leq 0.1 \cdots (1)$$

此 ϕ_1 及 ϕ_2 的條件式，是投影光學系統能維持良好的成像性能且能使光學系統變小之條件式。

可符合珀茲代 (Petzval) 條件式及兩側遠心條件之最小的光學系統，係由正折射力的第一群、負折射力的第二群、正折射力的第三群所構成之三合透鏡配置。整個系統的珀茲代和 P 用 $P = \Sigma (\phi_n/N_n)$ 表示。在反射面之 $N_n = -1$ 。因此，若 $|\Sigma \phi_1|$ 越接近 0，亦即 $|\phi_2/\phi_1|$ 越大，像面會越平坦，像面彎曲、像散差 (astigmatic difference) 越小而能獲得良好的光學性能。然而，僅使用反射鏡系統，良好成像區變小而要提昇產能會有困難，因此必須配置校正透鏡來擴大良好成像區。若該折射光學元件的光焦度越小，亦即 $|\phi_2/\phi_1|$ 越小，越能抑制色像差的發生。另一方面，若該折射光學元件的光焦度越大，朝凹面反射鏡之入射位置越低，而能縮小光學系統整體的大小。

因此，上述 ϕ_1 及 ϕ_2 的條件式，係能同時滿足光學性能和光學系統大小的條件式。若 $|\phi_2/\phi_1|$ 未達 0.001，雖可獲得良好的像差，但光學系統會變大。又若 $|\phi_2/\phi_1|$ 超過 0.1，難以將色像差等的像差進行良好的校正。

設第一凹反射面 $M1$ 的近軸曲率半徑為 R ，第一凹反

射面 M1 之近軸曲率中心和凸反射面的近軸曲率中心之差為 ΔS 時， ΔS 宜符合以下的條件式 (2)。

$$0.002 < |\Delta S/R| \leq 0.2 \dots (2)$$

若 $|\Delta S/R|$ 為 0.2 以下，能在更廣的畫面區域對像散差進行良好的校正。

第一凹反射面 M1 和第二凹反射面 M3 具有相同的光學特性及設計值。第一凹反射面 M1 及第二凹反射面 M3 之非球面凹陷量 ΔA ，能用其與參照球面（將近軸曲率中心和最大光線有效徑位置連結）在光軸平行方向上的差來定義。這時， ΔA 宜符合以下的條件式 (3)。

$$1 \times 10^{-6} \leq |\Delta A/R| \leq 1 \times 10^{-3} \dots (3)$$

若 ΔA 位於此範圍，藉由將凹面反射鏡非球面化，在整體畫面可進行良好的像差校正，且能達成反射鏡的小型化。若 $|\Delta A/R|$ 超過上限值，非球面量會變大，會發生加工成本高、加工時間長、計測困難等的影響。又若 $|\Delta A/R|$ 未達下限值，作為非球面的作用變小，其校正像差及小型化的效果減少。

以下，列舉 4 個本實施形態的曝光裝置所使用之投影光學系統的數值實施例，來補足本實施形態的說明。

[數值實施例 1]

第 1 圖係顯示數值實施例 1 之投影光學系統之截面圖。在第 1 圖中，M1 代表具有正光焦度之第一反射面（凹面反射鏡），M2 代表具有負光焦度之第二反射面（凸面

反射鏡)，M3 代表具有正光焦度之第三反射面（凹面反射鏡），光束，係從物體面 O 依序通過透鏡 L1、第一凹反射面 M1、透鏡 L2、凸反射面 M2、透鏡 L3、第二凹反射面 M3、透鏡 L4，而在像面 I 進行成像。本數值實施例 1 之投影光學系統為等倍光學系統，第一凹反射面 M1、第二凹反射面 M3 分別為單一光學元件的一部分。透鏡 L1 和透鏡 L4 是相同形狀的光學元件，透鏡 L2 和透鏡 L3 是相同形狀的光學元件。也能在物體面 O 和透鏡 L1 之間、透鏡 L1 和像面 I 之間等導入無光焦度（no power）的透鏡，而對像面像差等進行更良好的校正。第 2 圖係顯示本數值實施例 1 之縱像差圖。數值實施例 1 之透鏡資料如表 1 所示。

〔表 1〕

面編號	R	D	N(435.84nm)	N(404.66nm)	N(365.01nm)
1	0.000	130.951			
2	0.000	38.628	1.466807	1.469608	1.474531
A 3	0.000	1239.854			
A 4	-1360.274	-530.805			
A 5	-455.185	-41.215	-1.466807	-1.469608	-1.474531
A 6	-421.617	-59.456			
A 7	-690.384	59.456			
A 8	-421.617	41.215	1.466807	1.469608	1.474531
A 9	-455.185	530.805			
A 10	-1360.274	-1239.854			
A 11	0.000	-38.628	-1.466807	-1.469608	-1.474531
12	0.000	-130.951			
非球面資料					
面編號	k	A	B	C	D
3	-2.500E+19	-1.002E-09	5.477E-15	-1.261E-20	1.128E-26
4	-1.140E-01	8.246E-13	-1.461E-17	1.150E-23	-3.260E-29
5	-1.913E+00	-3.641E-09	4.492E-14	-6.197E-19	-5.649E-23
6	-1.282E-01	-1.466E-09	9.654E-14	-3.400E-18	-1.985E-22
7	-3.629E+00	-1.348E-09	-5.070E-15	-7.863E-18	5.492E-21
8	-1.282E-01	-1.466E-09	9.654E-14	-3.400E-18	-1.985E-22
9	-1.913E+00	-3.641E-09	4.492E-14	-6.197E-19	-5.649E-23
10	-1.140E-01	8.246E-13	-1.461E-17	1.150E-23	-3.260E-29
11	-2.500E+19	-1.002E-09	5.477E-15	-1.261E-20	1.128E-26
面編號	E	F	G		
3	1.065E-32	-9.714E-39	-5.591E-44		
4	1.099E-34	-2.030E-40	1.865E-46		
5	3.647E-27	-1.206E-31	9.488E-37		
6	3.286E-26	-2.036E-30	3.609E-35		
7	-2.130E-24	4.273E-28	-3.338E-32		
8	3.286E-26	-2.036E-30	3.609E-35		
9	3.647E-27	-1.206E-31	9.488E-37		
10	1.099E-34	-2.030E-40	1.865E-46		
11	1.065E-32	-9.714E-39	-5.591E-44		

在此，R 代表近軸曲率半徑，D 代表光軸上的空氣間隔或玻璃材厚，N 代表玻璃材對於 3 波長各個的折射率。在面編號旁加註 A 代表非球面。在本說明書，“E-XX、E+XX”代表“ $\times 10^{-XX}$ 、 $\times 10^{+XX}$ ”。以下的數值實施例也都相同。

數值實施例 1 的非球面式是用： $z=rh^2/(1+(1-(1+k)r^2h^2)^{1/2})+Ah^4+Bh^6+Ch^8+Dh^{10}+Eh^{12}+Fh^{14}+Gh^{16}$ 代表。

數值實施例 1 是構成等倍投影光學系統，就作為光瞳

面（第二反射面）之凸面反射鏡而言是形成對稱系統，因此不會發生屬於非對稱性像差之彗形像差、畸變。又由於是使用軸外的有限範圍的環帶狀成像區來進行曝光，軸上球面像差的校正變得不太重要。因此只要校正像面彎曲和像散差即可。從第 2 圖的像差圖可明顯看出，在軸外環帶狀成像區，能將像面彎曲及像散差進行良好的校正。又讓第一反射面、第三反射面形成非球面形且具有大的光焦度，藉此能使光學系統整體變得緊致，又在物體面和第一反射面、第三反射面和像面之間配置非球面透鏡，可獲得經實施良好像差校正之光學系統。表 2 顯示數值實施例 1 對各條件式的數值。如表 2 所示，數值實施例 1 是符合各條件式（1）～（3）。

[表 2]

數值實施例 1 對各條件式的數值

$\phi 2 / \phi 1$	0.011497
$\Delta S / R$	0.028239
$\Delta A / R$	0.000040
β	1.0

將數值實施例 1 的投影光學系統組裝於曝光裝置時，可在透鏡 L1 和第一凹反射面 M1 之間、第二凹反射面 M3 和透鏡 L4 之間，以對光軸呈 45 度的方式配置彎折反射鏡，並將物體面 O、透鏡 L1、像面 I 及透鏡 L4 呈水平配置。

[數值實施例 2]

第 3 圖係顯示數值實施例 2 之投影光學系統之截面圖。在第 3 圖中，M1 代表具有正光焦度之第一反射面（凹面反射鏡），M2 代表具有負光焦度之第二反射面（凸面反射鏡），M3 代表具有正光焦度之第三反射面（凹面反射鏡），L1、L2、L3、L4 代表透鏡。光束，係從物體面 O 依序通過透鏡 L1、第一凹反射面 M1、透鏡 L2、凸反射面 M2、透鏡 L3、第二凹反射面 M3、透鏡 L4，而在像面 I 進行成像。本數值實施例 2 之投影光學系統為等倍光學系統，第一凹反射面 M1、第二凹反射面 M3 分別為單一光學元件的一部分。透鏡 L1 和透鏡 L4 是相同形狀的光學元件，透鏡 L2 和透鏡 L3 是相同形狀的光學元件。第 4 圖係顯示本數值實施例 2 之縱像差圖。數值實施例 2 之透鏡資料如表 3 所示。

〔表 3〕

面編號	R	D	N(435.83nm)	N(404.66nm)	N(365.01nm)
1	0.000	231.876			
2	0.000	4.000	1.466807	1.469608	1.474531
3	0.000	58.276			
A 4	14651.629	36.722	1.466807	1.469608	1.474531
5	-17041.975	1924.114			
A 6	-2235.191	-992.882			
A 7	-1098.684	-98.185	-1.466807	-1.469608	-1.474531
8	-1010.490	-3.830			
9	-1122.563	3.830			
10	-1010.490	98.185	1.466807	1.469608	1.474531
A 11	-1098.684	992.882			
A 12	-2235.191	-1924.114			
13	-17041.975	-36.722	-1.466807	-1.469608	-1.474531
A 14	14651.629	-58.276			
15	0.000	-4.000	-1.466807	-1.469608	-1.474531
16	0.000	-231.876			
非球面資料					
面編號	k	A	B	C	D
4	-3.073E+01	8.156E-11	9.099E-16	-3.759E-21	1.756E-26
6	2.810E-03	6.619E-14	1.941E-19	-1.662E-24	7.082E-30
7	-6.041E-01	-5.858E-11	-2.971E-16	7.590E-20	-9.454E-24
11	-6.041E-01	-5.858E-11	-2.971E-16	7.590E-20	-9.454E-24
12	2.810E-03	6.619E-14	1.941E-19	-1.662E-24	7.082E-30
14	-3.073E+01	8.156E-11	9.099E-16	-3.759E-21	1.756E-26
面編號	E	F	G		
4	-5.418E-32	8.041E-38	1.774E-44		
6	-1.700E-35	2.176E-41	-1.151E-47		
7	6.033E-28	-1.933E-32	2.460E-37		
11	6.033E-28	-1.933E-32	2.460E-37		
12	-1.700E-35	2.176E-41	-1.151E-47		
14	-5.418E-32	8.041E-38	1.774E-44		
面編號	A'	B'	C'	D'	E'
4	-3.936E-08	-5.534E-13	5.843E-19	-1.480E-24	-1.381E-30
14	-3.936E-08	-5.534E-13	5.843E-19	-1.480E-24	-1.381E-30
面編號	F'	G'			
4	3.003E-35	-8.991E-41			
14	3.003E-35	-8.991E-41			

數值實施例 3 的非球面式是用： $z=rh^2/(1+(1-(1+k)r^2h^2)^{1/2})+Ah^4+Bh^6+Ch^8+Dh^{10}+Eh^{12}+Fh^{14}+Gh^{16}+A'h^3+B'h^5+C'h^7+D'h^9+E'h^{11}+F'h^{13}+G'h^{15}$ 代表。

數值實施例 2 是構成等倍投影光學系統，就作為光瞳面（第二反射面 M2）之凸面反射鏡而言是形成對稱系統，因此不會發生屬於非對稱性像差之彗形像差、畸變。又由於是使用軸外的有限範圍的環帶狀成像區來進行曝光，

軸上球面像差的校正變得不太重要。因此只要校正像面彎曲和像散差即可。從第 4 圖的像差圖可明顯看出，在軸外環帶狀成像區，能將像面彎曲及像散差進行良好的校正。又第一反射面、第三反射面雖是形成非球面形，但相對於數值實施例 1 的形態其屬於微小非球面。另一方面，L1、L4 為非球面透鏡且具有大的光焦度，藉此能使光學系統整體變得緊致，可獲得經實施良好像差校正之光學系統。

如表 4 所示，數值實施例 2 是符合各條件式 (1) ~ (3)。

[表 4]

數值實施例 2 對各條件式的數值

$ \phi 2 / \phi 1 $	0.031539
$ \Delta S / R $	0.007933
$ \Delta A / R $	0.000001
β	1.0

[數值實施例 3]

第 5 圖係顯示數值實施例 3 之投影光學系統之截面圖。在第 5 圖中，M1 代表具有正光焦度之第一反射面（凹面反射鏡），M2 代表具有負光焦度之第二反射面（凸面反射鏡），M3 代表具有正光焦度之第三反射面（凹面反射鏡），L1、L2、L3、L4 代表透鏡。光束，係從物體面 O 依序通過透鏡 L1、第一凹反射面 M1、透鏡 L2、凸反射面 M2、透鏡 L3、第二凹反射面 M3、透鏡 L4，而在像面 I 進行成像。本數值實施例 3 之投影光學系統為等倍光學

系統，第一凹反射面 M1、第二凹反射面 M3 分別為單一光學元件的一部分。透鏡 L1 和透鏡 L4 是相同形狀的光學元件，透鏡 L2 和透鏡 L3 是相同形狀的光學元件。也能在物體面 O 和透鏡 L1 之間、透鏡 L4 和像面 I 之間等導入無光焦度（no power）的透鏡，而對像面像差等進行更良好的校正。第 6 圖係顯示本數值實施例 3 之縱像差圖。數值實施例 3 之非球面式，是和數值實施例 1 的非球面式相同。數值實施例 3 之透鏡資料如表 5 所示。

[表 5]

面編號	R	D	N(435.83nm)	N(404.66nm)	N(365.01nm)
1	0.000	138.746			
2	0.000	55.654	1.466807	1.469608	1.474531
A 3	-2747.635	1244.750			
A 4	-1348.891	-437.761			
A 5	-480.154	-56.250	-1.466807	-1.469608	-1.474531
A 6	-430.854	-85.875			
A 7	-699.850	85.875			
A 8	-430.854	56.250	1.466807	1.469608	1.474531
A 9	-480.154	437.761			
A 10	-1348.891	-1244.750			
A 11	-2747.635	-55.654	-1.466807	-1.469608	-1.474531
12	0.000	-138.746			
非球面資料					
面編號	k	A	B	C	D
3	-6.951E+01	-4.993E-10	2.607E-15	-8.336E-21	1.567E-26
4	-1.576E-01	2.657E-12	-1.347E-17	1.070E-23	-2.031E-29
5	-2.493E+00	-3.254E-09	1.421E-14	4.121E-19	-3.010E-23
6	-3.659E-01	-1.011E-09	2.450E-14	1.356E-18	-1.645E-22
7	-3.990E+00	-1.343E-09	1.301E-14	-2.023E-17	1.062E-20
8	-3.659E-01	-1.011E-09	2.450E-14	1.356E-18	-1.645E-22
9	-2.493E+00	-3.254E-09	1.421E-14	4.121E-19	-3.010E-23
10	-1.576E-01	2.657E-12	-1.347E-17	1.070E-23	-2.031E-29
11	-6.951E+01	-4.993E-10	2.607E-15	-8.336E-21	1.567E-26
面編號	E	F	G		
3	-1.281E-33	-5.211E-38	6.038E-44		
4	-2.735E-35	2.220E-40	-2.948E-46		
5	1.402E-27	-3.395E-32	3.368E-37		
6	1.306E-26	-5.274E-31	8.611E-36		
7	-3.073E-24	4.588E-28	-2.760E-32		
8	1.306E-26	-5.274E-31	8.611E-36		
9	1.402E-27	-3.395E-32	3.368E-37		
10	-2.735E-35	2.220E-40	-2.948E-46		
11	-1.281E-33	-5.211E-38	6.038E-44		

數值實施例 3 是構成等倍投影光學系統，就作為光瞳面（第二反射面 M2）之凸面反射鏡而言是形成對稱系統，因此不會發生屬於非對稱性像差之彗形像差、畸變。又由於是使用軸外的有限範圍的環帶狀成像區來進行曝光，軸上球面像差的校正變得不太重要。因此只要校正像面彎曲和像散差即可。從第 6 圖的像差圖可明顯看出，在軸外環帶狀成像區，能將像面彎曲及像散差進行良好的校正。又第一反射面、第三反射面是形成非球面形，且 L1、L4 為非球面透鏡，其相對於前述數值實施例 1 的形態具有更強的光焦度，藉此能使光學系統整體變得緊致，可獲得經實施良好像差校正之光學系統。

如表 6 所示，數值實施例 3 是符合各條件式（1）～（3）。

〔表 6〕

數值實施例 3 對各條件式的數值	
$ \phi 2 / \phi 1 $	0.056284
$ \Delta S / R $	0.051268
$ \Delta A / R $	0.000099
β	1.0

在數值實施例 1～3 的投影光學系統，第一凹反射面 M1 和第二凹反射面 M3 為同一個光學元件。然而，為了構成等倍光學系統，第一凹反射面 M1 和第二凹反射面 M3 也可以是，例如將單一光學元件分割所形成之具有相同設計值及相同光學特性之獨立的光學元件。

〔數值實施例 4〕

第 7 圖係顯示數值實施例 4 之投影光學系統之截面圖。在第 7 圖中，M1 代表具有正光焦度之第一反射面（凹面反射鏡），M2 代表具有負光焦度之第二反射面（凸面反射鏡），M3 代表具有正光焦度之第三反射面（凹面反射鏡），L1、L2、L3、L4、L5 代表透鏡。光束，係從物體面 O 依序通過透鏡 L1、透鏡 L2、第一凹反射面 M1、透鏡 L3、凸反射面 M2、透鏡 L4、第二凹反射面 M3、透鏡 L5，而在像面 I 進行成像。由於本數值實施例 4 之投影光學系統為放大光學系統，第一凹反射面 M1 和第二凹反射面 M3 具有不同的放大倍率或縮小倍率。僅透鏡 L3 和透鏡 L4 是相同形狀的光學元件。第 8 圖係顯示本數值實施例 4 之縱像差圖。數值實施例 4 之非球面式，是和數值實施例 1 的非球面式相同。數值實施例 4 之透鏡資料如表 7 所示。

〔表 7〕

面編號	R	D	N(435.83nm)	N(404.66nm)	N(365.01nm)
1	0.000	50.000			
2	0.000	5.000	1.466807	1.469608	1.474531
3	0.000	5.000			
4	0.000	5.000	1.466807	1.469608	1.474531
5	0.000	24.000			
6	0.000	29.930	1.466807	1.469608	1.474531
A 7	-134.383	12.075			
A 8	-162.661	9.600	1.466807	1.469608	1.474531
9	0.000	658.070			
A 10	-909.667	-451.940			
A 11	-1638.829	-12.000	-1.466807	-1.469608	-1.474531
A 12	-1813.455	-15.000			
A 13	-610.136	15.000			
A 14	-1813.455	12.000	1.466807	1.469608	1.474531
A 15	-1638.829	749.540			
A 16	-1613.256	-1778.455			
A 17	-4343.855	-21.000	-1.466807	-1.469608	-1.474531
18	0.000	-24.000			
19	0.000	-5.000	-1.466807	-1.469608	-1.474531
20	0.000	-5.000			
21	0.000	-5.000	-1.466807	-1.469608	-1.474531
22	0.000	-50.088			
非球面資料					
面編號	k	A	B	C	D
7	-3.345E+01	5.371E-09	1.847E-14	-1.540E-20	-5.548E-24
8	-5.504E+01	5.848E-09	-1.627E-14	-4.993E-20	1.587E-24
10	6.110E-03	-2.021E-11	-1.734E-16	2.611E-21	-3.736E-26
11	-1.605E+01	3.091E-08	2.104E-13	-1.102E-16	2.355E-20
12	-2.769E+00	3.227E-08	4.286E-13	-2.351E-16	5.882E-20
13	-3.078E+00	-1.325E-09	-1.679E-13	8.668E-17	-2.814E-20
14	-2.769E+00	3.227E-08	4.286E-13	-2.351E-16	5.882E-20
15	-1.605E+01	3.091E-08	2.104E-13	-1.102E-16	2.355E-20
16	-1.631E-01	4.963E-13	-7.216E-18	3.855E-23	-1.984E-28
17	-1.000E+02	5.388E-10	-1.626E-15	-1.866E-21	1.184E-26
面編號	E	F	G		
7	-4.087E-29	1.241E-33	-6.827E-39		
8	-5.235E-30	-9.060E-34	8.821E-39		
10	3.071E-31	-1.395E-36	2.665E-42		
11	-3.723E-24	3.357E-28	-1.246E-32		
12	-9.880E-24	9.341E-28	-3.660E-32		
13	5.666E-24	-6.323E-28	2.929E-32		
14	-9.880E-24	9.341E-28	-3.660E-32		
15	-3.723E-24	3.357E-28	-1.246E-32		
16	6.197E-34	-1.135E-39	9.164E-46		
17	1.400E-31	-1.018E-36	1.883E-42		

數值實施例 4 是構成放大投影光學系統，就作為光瞳面（第二反射面 M2）之凸面反射鏡而言並不是形成對稱系統，因此不同於數值實施例 1～3 之等倍光學系統，而會發生屬於非對稱性像差之彗形像差、畸變。然而，由於

將第一凹面反射鏡、第三凹面反射鏡予以非球面化，因此能抑制前述像差的產生量。又只要在曝光所使用之軸外成像區內具有同樣的像差，能以同樣的曝光倍率成分進行補償而校正。又由於是使用軸外的有限範圍的環帶狀成像區來進行曝光，軸上球面像差的校正變得不太重要。因此只要校正像面彎曲和像散差即可。從第 8 圖的像差圖可明顯看出，在軸外環帶狀成像區，能將像面彎曲及像散差進行良好的校正。爲了校正構成放大系統所產生之像差，係將包含反射面、折射面等幾乎所有的光學元件都形成非球面，且各個都具有大的光焦度，藉此能使光學系統整體變得緊致，可獲得經實施良好像差校正之光學系統。也能相對於光軸將光學系統整體上下翻轉而構成縮小光學系統，此形態也包含於本發明中。如表 8 所示，數值實施例 4 是符合各條件式（1）～（3）。

[表 8]

數值實施例 4 對各條件式的數值

$\phi 2 / \phi 1$	0.070905
$\Delta S / R$	0.197225
$\Delta A / R$	0.000125
β	2.0

經由：使用上述實施形態的曝光裝置將基板（塗布有感光劑）進行曝光之曝光步驟、將在曝光步驟曝光後的基板上的感光劑進行顯影之顯影步驟、其他周知的步驟，即可製造出顯示元件（液晶顯示元件等）。

本發明並不限於上述實施形態，在不脫離本發明的精

神及範圍內可進行各種的變更及變形。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係數值實施例 1 的投影光學系統之截面圖。

第 2 圖係數值實施例 1 的縱像差圖。

第 3 圖係數值實施例 2 的投影光學系統之截面圖。

第 4 圖係數值實施例 2 的縱像差圖。

第 5 圖係數值實施例 3 的投影光學系統之截面圖。

第 6 圖係數值實施例 3 的縱像差圖。

第 7 圖係數值實施例 4 的投影光學系統之截面圖。

第 8 圖係數值實施例 4 的縱像差圖。

【主要元件符號說明】

I：像面

L1～L5：折射光學元件

M1：第一凹反射面

M2：凸反射面

M3：第二凹反射面

O：物體面

101年11月9日修正本

十、申請專利範圍

1.一種投影光學系統，係在從物體面至像面的光路上依序配置作為反射光學元件之第一凹反射面、凸反射面以及第二凹反射面且在軸外具有有限範圍的環帶狀良好成像區之投影光學系統，其特徵在於：

在前述物體面和前述第一凹反射面之間以及前述第二凹反射面和前述像面之間含有第一折射光學元件，在前述第一凹反射面和前述凸反射面之間以及前述凸反射面和前述第二凹反射面之間含有與前述第一折射光學元件不同之第二折射光學元件；

設前述反射光學元件的近軸光焦度總和為 $\phi 1$ 、前述第一折射光學元件及前述第二折射光學元件的近軸光焦度總和為 $\phi 2$ 時， $\phi 1$ 及 $\phi 2$ 符合 $0.001 \leq |\phi 2/\phi 1| \leq 0.1$ 。

2.如申請專利範圍第1項記載之投影光學系統，其中，設前述第一凹反射面的近軸曲率半徑為 R ，前述第一凹反射面之近軸曲率中心和前述凸反射面的近軸曲率中心之差為 ΔS 時， ΔS 符合 $0.002 < |\Delta S/R| \leq 0.2$ 。

3.如申請專利範圍第1項記載之投影光學系統，其中，在前述物體面和前述第一凹反射面之間含有複數個折射光學元件。

4.如申請專利範圍第1項記載之投影光學系統，其中，在前述第二凹反射面和前述像面之間含有複數個折射光學元件。

5.如申請專利範圍第1項記載之投影光學系統，其中

，配置在前述物體面和前述第一凹反射面之間的折射光學元件與配置在前述第二凹反射面和前述像面之間的折射光學元件是不同的。

6.如申請專利範圍第 1 項記載之投影光學系統，其中，前述凸反射面和前述第二折射光學元件是分開的。

7.如申請專利範圍第 1 項記載之投影光學系統，其中，前述第一凹反射面和前述第二凹反射面，是具有相同光學特性之獨立的光學元件。

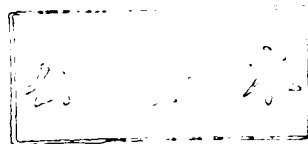
8.如申請專利範圍第 1 項記載之投影光學系統，其中，前述第一凹反射面和前述第二凹反射面具有不同的倍率。

9.一種曝光裝置，其特徵在於：係具備：用來將光罩圖案投影在塗布有光阻的基板上之申請專利範圍第 1 至 8 項中任一項記載之投影光學系統。

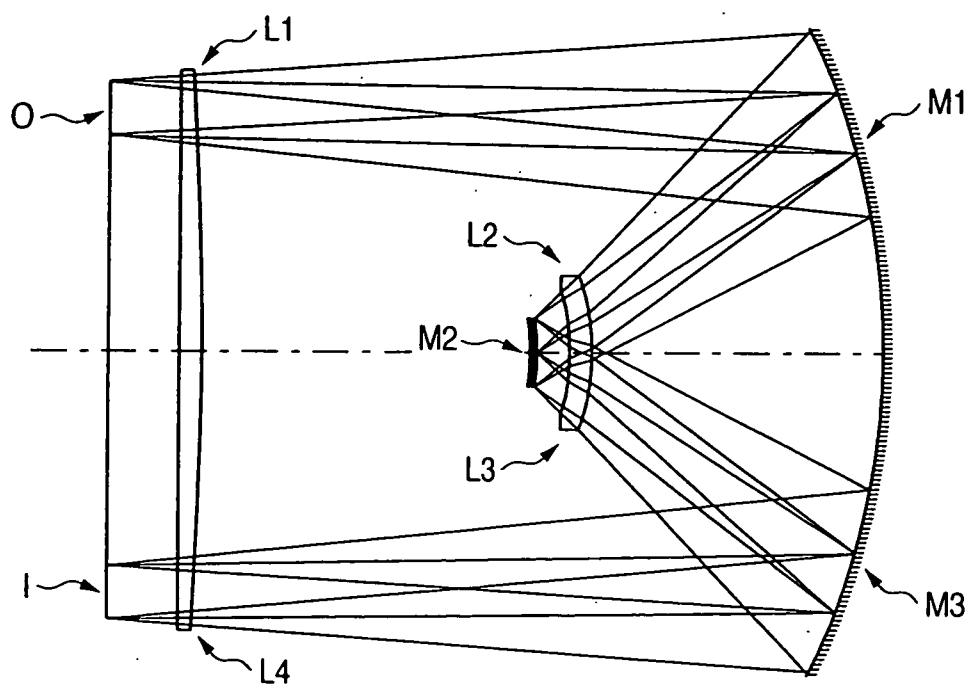
10.一種元件製造方法，其特徵在於：係具備：

使用申請專利範圍第 9 項的曝光裝置將基板進行曝光之步驟、

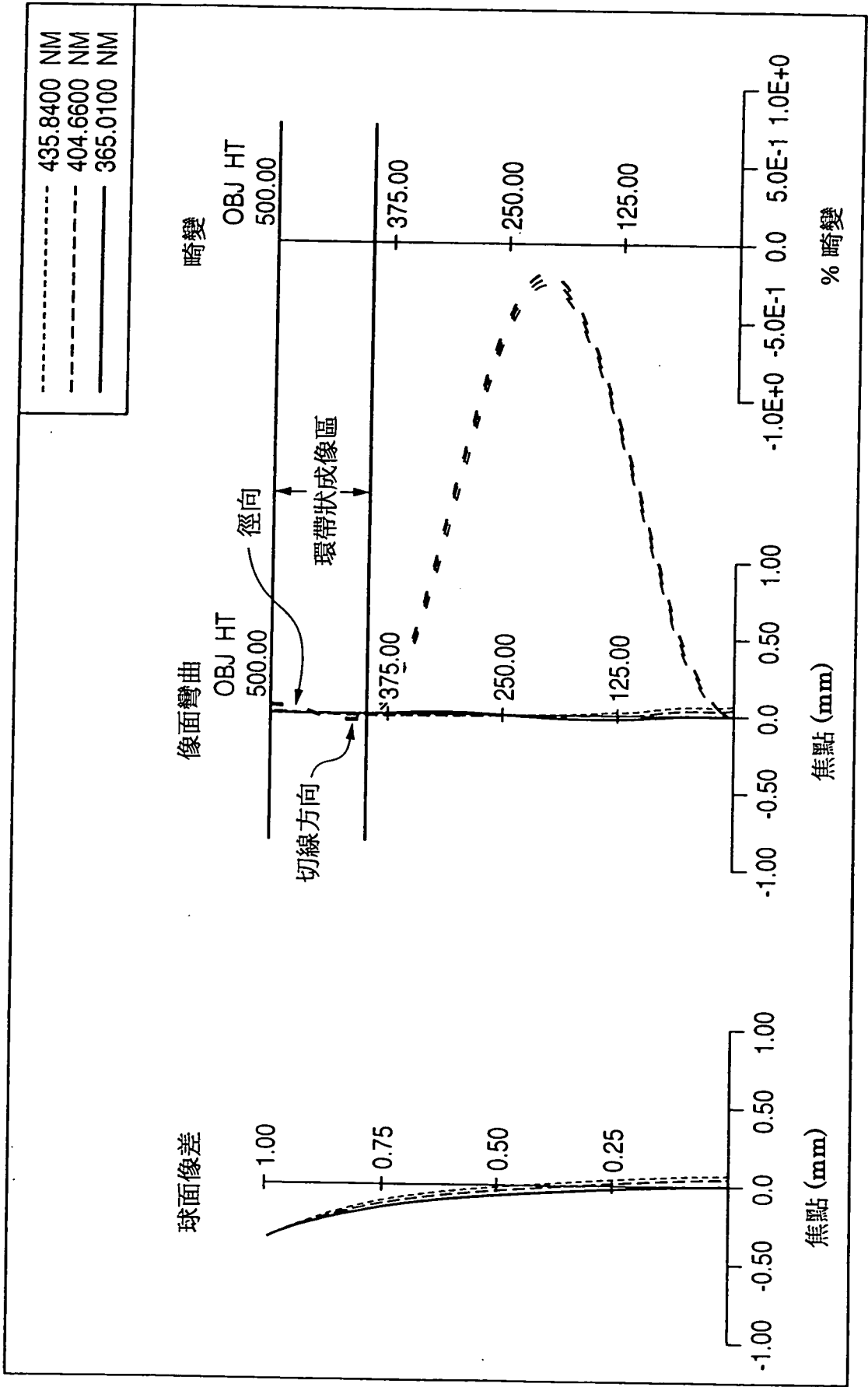
將前述曝光後的基板進行顯影的步驟。



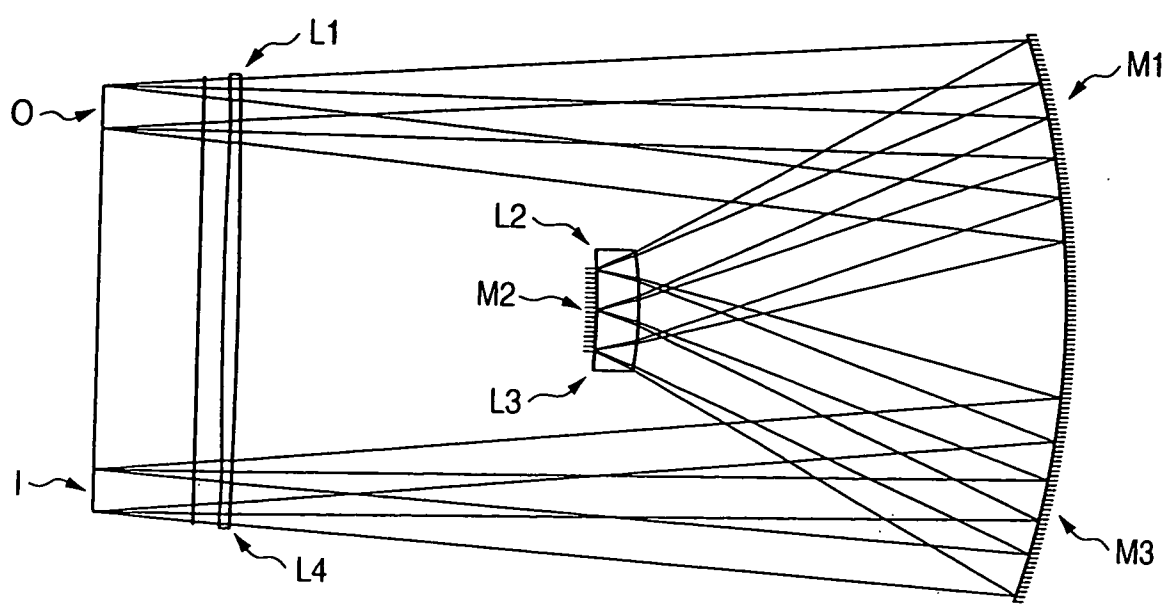
第1圖



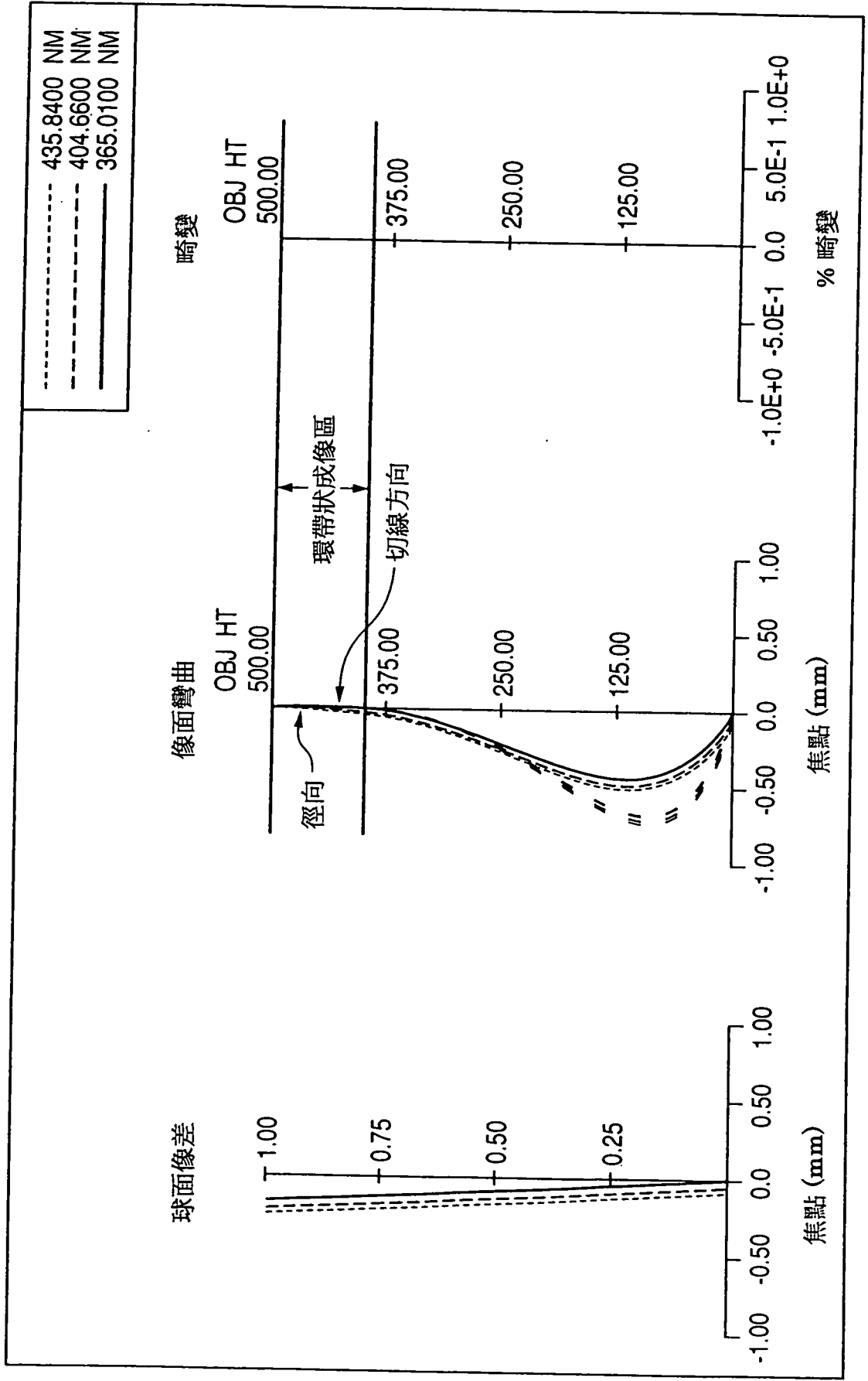
第2圖



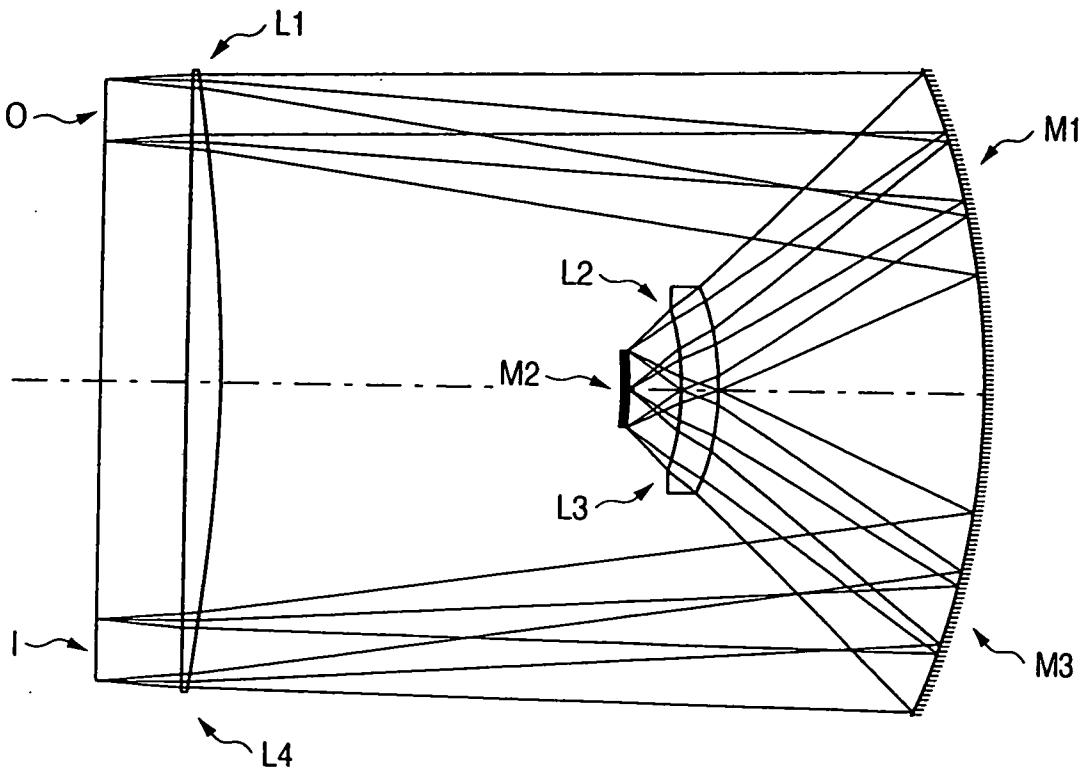
第3圖



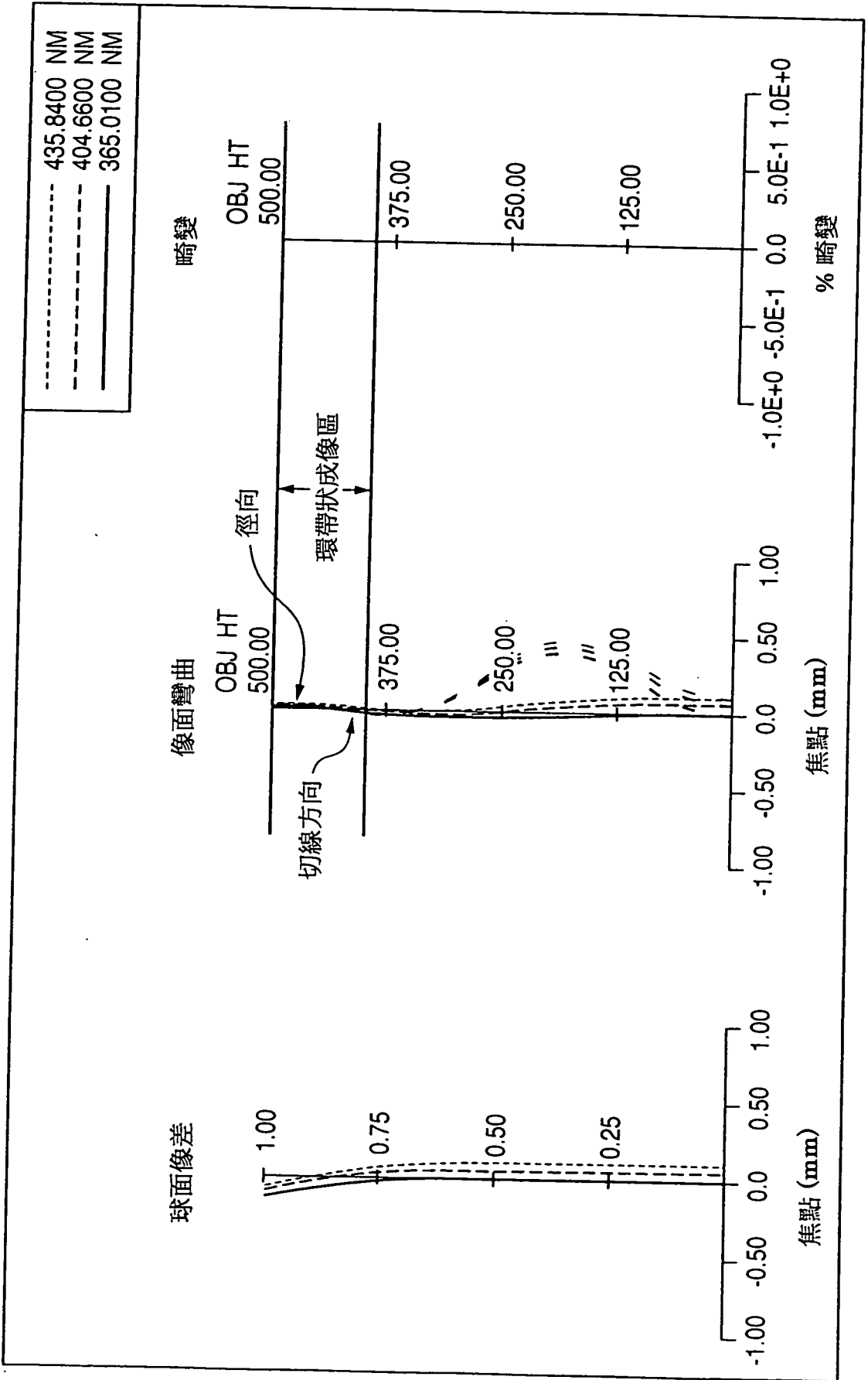
第4圖



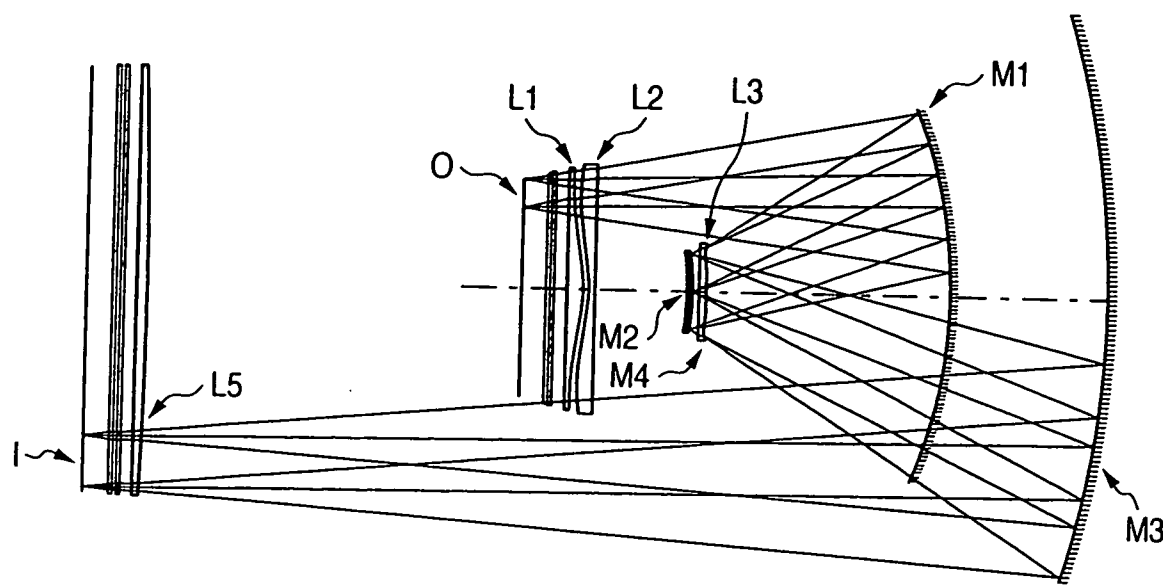
第5圖



第6圖



第7圖



第8圖

