



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I701458 B

(45)公告日：中華民國 109 (2020) 年 08 月 11 日

(21)申請案號：108102550

(22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 11 月 21 日

(51)Int. Cl. : **G02B17/08 (2006.01)****G02B13/18 (2006.01)****G03F7/20 (2006.01)**

(30)優先權：2016/12/05 日本

2016-236244

2017/04/28 日本

2017-090239

(71)申請人：日商佳能股份有限公司(日本) CANON KABUSHIKI KAISHA (JP)

日本

(72)發明人：大阪昇 OSAKA, NOBORU (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

CN 105372799A

JP 2006-49904A

US 6873476B2

US 7085075B2

審查人員：洪紹軒

申請專利範圍項數：16 項 圖式數：15 共 70 頁

(54)名稱

反射折射光學系統、照明光學系統、曝光裝置及物品製造方法

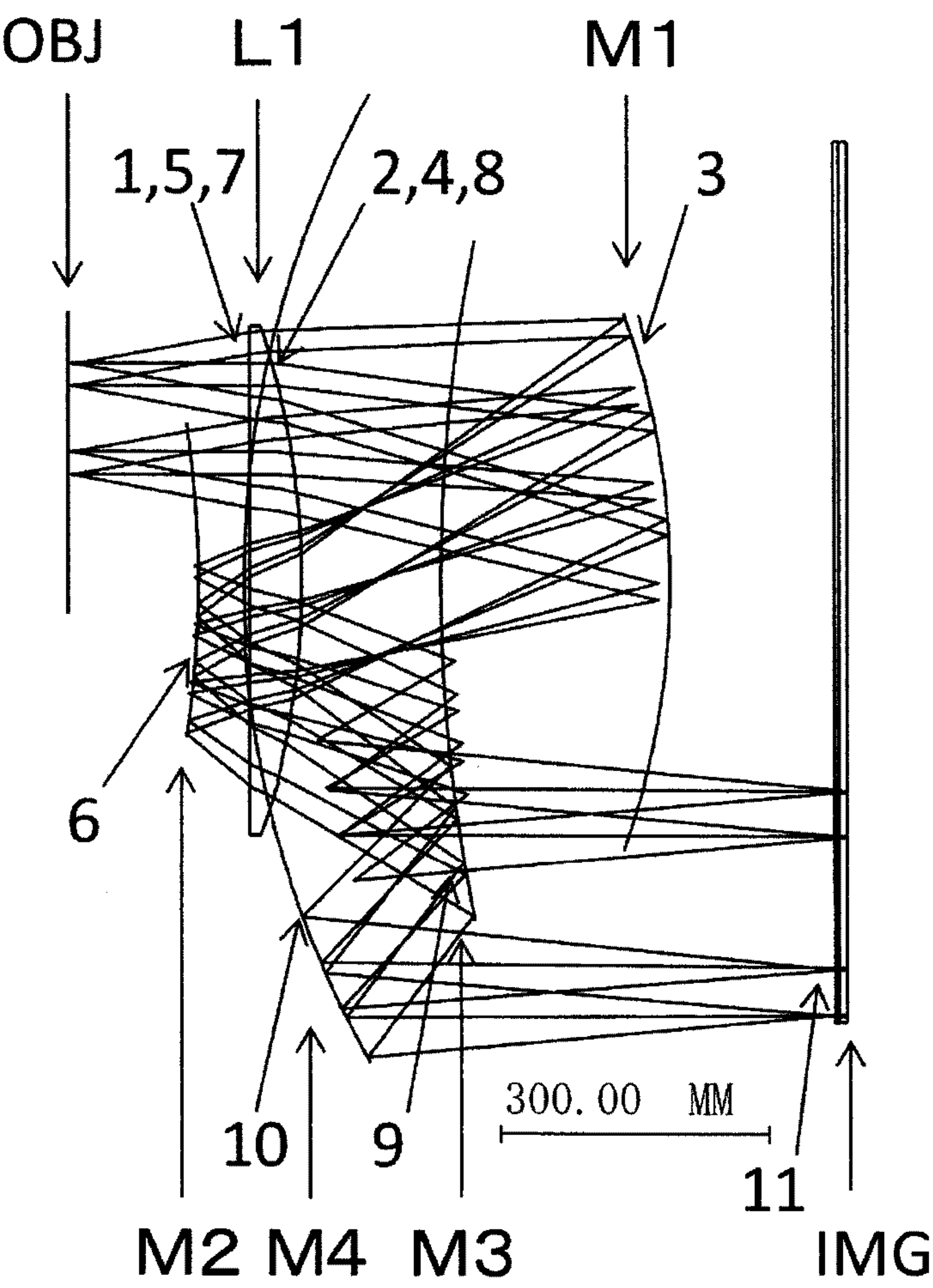
(57)摘要

本發明涉及反射折射光學系統、照明光學系統、曝光裝置。在物面以及像面為遠心的反射折射光學系統包括：第 1 反射面、第 2 反射面、第 3 反射面以及第 4 反射面；以及具有正的折射力的折射面，該折射面配置於前述物面與前述第 1 反射面之間，從前述物面出來的光依序經由前述折射面、前述第 1 反射面、前述折射面、前述第 2 反射面、前述折射面、前述第 3 反射面、前述第 4 反射面到達前述像面。

指定代表圖：

圖 4A

符號簡單說明：
OBJ . . . 物面
IMG . . . 像面
L1 . . . 透鏡
M1~M4 . . . 反射鏡





I701458

【發明摘要】

公告本

【中文發明名稱】

反射折射光學系統、照明光學系統、曝光裝置及物品
製造方法

【中文】

本發明涉及反射折射光學系統、照明光學系統、曝光裝置。在物面以及像面為遠心的反射折射光學系統包括：第1反射面、第2反射面、第3反射面以及第4反射面；以及具有正的折射力的折射面，該折射面配置於前述物面與前述第1反射面之間，從前述物面出來的光依序經由前述折射面、前述第1反射面、前述折射面、前述第2反射面、前述折射面、前述第3反射面、前述第4反射面到達前述像面。

【指定代表圖】第(4A)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

OBJ：物面

IMG：像面

L1：透鏡

M1～M4：反射鏡

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

反射折射光學系統、照明光學系統、曝光裝置及物品製造方法

【技術領域】

【0001】本發明涉及反射折射光學系統、照明光學系統、曝光裝置以及物品製造方法。

【先前技術】

【0002】曝光裝置是在用於製造半導體裝置、顯示裝置等物品的光刻程序中經由投影光學系統將原版的圖案轉印到感光性的基板(表面形成有光阻層的基板)的裝置。例如，用於製造顯示裝置的曝光裝置方面要求能以高解析度將圖案轉印到更大面積的基板的性能。為了應對這樣的要求，可得到高解析度且可就大畫面進行曝光的掃描曝光裝置是有用的。掃描曝光裝置一邊掃描原版和基板，一邊用被整形成圓弧形狀的光對基板進行曝光。此時，以被整形成圓弧形狀的光對原版進行照明，利用被整形成圓弧形狀的光將原版的圖案投影到基板。

【0003】在專利文獻1中記載有用被整形成圓弧形狀的光對原版進行照明的照明光學系統。然而，為了按照所期望的形狀以均勻的能量對物體進行照明，需要使設置於照明光學系統的視場光闌的開口部成像於物體的成像光學

系統。一般而言，這樣的成像光學系統被稱為遮蔽成像系統。在對大畫面進行照明的情況下，為了盡可能減小視場光闌周邊的光學元件的大小，遮蔽成像系統最好由反射鏡系統構成，具有放大倍率。

【0004】在專利文獻2中記載有良好地抑制像差的成像光學系統。如專利文獻2所記載的成像光學系統被稱為奧夫納(offner)光學系統，用3個曲率鏡使光彎曲來成像。奧夫納光學系統是1次成像的相等倍率系統，但如專利文獻3所記載般，可根據3個曲率鏡的位置使得具有放大倍率。另外，如專利文獻4所記載般，還有利用多次成像來校正像差的光學系統。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0005】

專利文獻1：日本特公平04-078002號公報

專利文獻2：日本特開2010-20017號公報

專利文獻3：日本特開平07-146442號公報

專利文獻4：日本特開昭61-203419號公報

【0006】但是，如專利文獻2、3所記載的成像光學系統由於光學系統の後焦距長，所以例如在搭載於曝光裝置的情況下，會使曝光裝置變大型化。另外，專利文獻4所記載的光學系統由於多次成像，所以全長變長，導致裝置的大型化。

【發明內容】

【0007】 本發明的目的在於提供小型並且具有對像差的降低有利的結構的反射折射光學系統以及包括該反射折射光學系統的裝置。

【0008】 本發明的第1方案涉及在物面以及像面為遠心的反射折射光學系統，該反射折射光學系統包括：第1反射面、第2反射面、第3反射面以及第4反射面；以及具有正的折射力的折射面，該折射面被配置於前述物面與前述第1反射面之間，從前述物面出來的光依序經由前述折射面、前述第1反射面、前述折射面、前述第2反射面、前述折射面、前述第3反射面、前述第4反射面到達前述像面。

本發明的第2方案涉及照明光學系統，前述照明光學系統具有如前述第1方案的反射折射光學系統。

本發明的第3方案涉及曝光裝置，前述曝光裝置具有如前述第1方案的反射折射光學系統。

本發明的第4方案涉及物品製造方法，前述物品製造方法包括以下程序：利用如前述第3方案的曝光裝置對基板進行曝光；以及使前述基板顯影；其中，從前述基板製造物品。

【0009】 依本發明時，提供小型並且具有對像差的降低有利的結構的反射折射光學系統以及包括該反射折射光學系統的裝置。

【圖式簡單說明】**【0010】**

圖1是示出本發明的1個實施方式的照明光學系統的結構的圖。

圖2是示出蠅眼光學系統的概略結構的圖。

圖3是示出視場光闌的概略結構的圖。

圖4A是示出設計例1的反射折射光學系統的結構的圖。

圖4B是設計例1的反射折射光學系統的展開圖。

圖4C是示出設計例1的反射折射光學系統的珀茲伐和的分擔度的圖。

圖4D是示出被整形成圓弧形狀的照明光的圖。

圖5A是示出設計例2的反射折射光學系統的結構的圖。

圖5B是設計例2的反射折射光學系統的展開圖。

圖5C是示出設計例2的反射折射光學系統的珀茲伐和的分擔度的圖。

圖6A是示出設計例3的反射折射光學系統的結構的圖。

圖6B是設計例3的反射折射光學系統的展開圖。

圖6C是示出設計例3的反射折射光學系統的珀茲伐和的分擔度的圖。

圖7A是示出設計例4的反射折射光學系統的結構的圖。

圖 7B 是設計例 4 的反射折射光學系統的展開圖。

圖 7C 是示出設計例 4 的反射折射光學系統的珀茲伐和的分擔度的圖。

圖 8A 是示出設計例 5 的反射折射光學系統的結構的圖。

圖 8B 是設計例 5 的反射折射光學系統的展開圖。

圖 8C 是示出設計例 5 的反射折射光學系統的珀茲伐和的分擔度的圖。

圖 9A 是示出設計例 6 的反射折射光學系統的結構的圖。

圖 9B 是設計例 6 的反射折射光學系統的展開圖。

圖 9C 是示出設計例 6 的反射折射光學系統的珀茲伐和的分擔度的圖。

圖 10 是示出本發明的 1 個實施方式的曝光裝置的結構的圖。

圖 11 是說明照度計測的圖。

圖 12A、12B 是說明照度不均校正的圖。

圖 13A 是示出設計例 7 的反射折射光學系統的結構的圖。

圖 13B 是設計例 7 的反射折射光學系統的展開圖。

圖 13C 是示出設計例 7 的反射折射光學系統的珀茲伐和的分擔度的圖。

圖 14A 是表示光束的有效區域的圖。

圖 14B 是表示安裝光學膜設計例 1 或者 2 的區域的圖。

圖 14C 是表示安裝光學膜設計例 3 和 4 的區域的圖。

圖 15A 是表示光學膜設計例 1 的光學特性的圖。

圖 15B 是表示光學膜設計例 2 的光學特性的圖。

圖 15C 是表示光學膜設計例 3 的光學特性的圖。

圖 15D 是表示光學膜設計例 4 的光學特性的圖。

【實施方式】

【0011】以下，參照附圖，對本發明透過其例示性的實施方式來進行說明。

【0012】參照圖 1、圖 2 以及圖 3，說明本發明的 1 個實施方式的反射折射光學系統的結構。反射折射光學系統例如可嵌入到曝光裝置的照明光學系統 100。在圖 1 中示出了照明光學系統 100 的結構例。照明光學系統 100 可包括光源部 120、波長濾波器 104、第 1 光學系統 105、偏向鏡 107、第 2 光學系統 140、蠅眼光學系統 109、開口光闌 110、第 3 光學系統 150、視場光闌 111、第 4 光學系統 160。照明光學系統 100 構成為對處於被照明面的原版 M 進行照明。光源部 120 可包括光源 101 和橢圓鏡 102。

【0013】光源 101 例如可為高壓水銀燈、氙燈或者準分子雷射。橢圓鏡 102 為用於對從光源 101 出來的光進行聚光的聚光光學系統，形成使用了橢圓形狀的一部分的形狀。光源 101 可配置於橢圓鏡 102 的兩個焦點中的一方(第 1 焦點)。

【0014】從光源 101 出來並由橢圓鏡 102 反射後的光聚

光到配置於橢圓鏡102的另一方的焦點(第2焦點)附近的波長濾波器104。波長濾波器104變更光的光譜分布。通過波長濾波器104的光被第1光學系統105引導到偏向鏡107，由偏向鏡107反射。在圖1所示的例子中，設置有兩個光源部120，但光源部120既可以是1個，也可以是3個以上。

【0015】第1光學系統105被構成爲，面108相對於從橢圓鏡102的第2焦點出來的光實質成爲傅立葉轉換的位置。來自傅立葉轉換平面108的光被第2光學系統140引導到蠅眼光學系統109。第2光學系統140被構成爲，蠅眼光學系統109的入射面相對於面108實質成爲傅立葉轉換位置。

【0016】在圖2中，示出了蠅眼光學系統109。如圖2所示，蠅眼光學系統109可包括兩個透鏡群131、132。各透鏡群可在平面上排列多個平凸透鏡而構成。在構成透鏡群131的平凸透鏡的焦點位置配置有構成透鏡群132的平凸透鏡。另外，構成透鏡群131的平凸透鏡的凸面與構成透鏡群132的平凸透鏡的凸面被配置成相向。在這樣的蠅眼光學系統109的出射面側形成有二次光源分布(有效光源分布)。

【0017】從蠅眼光學系統109的出射面射出的光束經由開口光闌110被第3光學系統150引導到視場光闌111。開口光闌110根據開口形狀決定被照明面的入射角度分布形狀(有效光源)。第3光學系統150被構成爲，視場光闌111的位置相對於開口光闌110實質成爲傅立葉轉換平面。在

蠅眼光學系統109的出射面側形成有二次光源分布，所以在視場光闌111上成為均勻的光強度分布。

【0018】圖3例示出視場光闌111的形狀。視場光闌111遮斷圓弧形狀的透射部23以外的光。通過視場光闌111而被整形成圓弧形狀的光經由第4光學系統160對原版M均勻地進行照明。視場光闌111的開口部的形狀並不限定於圓弧形狀，也可以是其它形狀。視場光闌111的開口部例如也可以具有與圓弧形狀內切的矩形形狀。第4光學系統160是反射折射光學系統。以下，將第4光學系統160設為反射折射光學系統160進行說明。

【0019】以下，參照圖4A、圖5A、圖6A、圖7A、圖8A、圖9A，說明本發明的例示性的實施方式的反射折射光學系統160。反射折射光學系統160在物面OBJ以及像面IMG為遠心。反射折射光學系統160可包括第1反射鏡(第1反射面)M1、第2反射鏡(第2反射面)M2、第3反射鏡(第3反射面)M3以及第4反射鏡(第4反射面)M4。另外，反射折射光學系統160可包括配置於物面OBJ與第1反射鏡M1之間的具有正的折射力的折射面。該折射面可由透鏡L1構成。從物面OBJ出來的光依序經由該折射面、第1反射鏡M1、該折射面、第2反射鏡M2、該折射面、第3反射鏡M3、第4反射鏡M4達至像面IMG。

【0020】所述折射面既可以由1個透鏡L1構成，也可以由至少兩個透鏡構成。在後者中，至少兩個透鏡各自的面可構成所述折射面中的相互不同的區域。透鏡L1可具有

兩個折射面。所述折射面可具有非球面形狀。所述折射面可被構成爲，在將3次珀茲伐項設爲 $P(L1)$ 、將所述反射折射光學系統的整體的3次珀茲伐和設爲 $P(sum)$ 時，滿足 $|P(sum)| < |P(L1)|$ 。

【0021】第1反射鏡M1、第2反射鏡M2、第3反射鏡M3以及第4反射鏡M4中的至少1個反射鏡可具有非球面形狀。

【0022】反射折射光學系統160可被構成爲在物面OBJ與像面IMG之間不具有成像面。換言之，反射折射光學系統160可是僅在像面IMG具有成像面的1次成像的光學系統。

【0023】反射折射光學系統160可被構成爲，在將反射折射光學系統160的全長設爲 TT 、將物面OBJ與和物面OBJ最接近的折射力面的距離設爲 $S1$ 時，滿足 $S1/TT > 0.1$ 。反射折射光學系統160可被構成爲，在將從物面OBJ至與物面OBJ最接近的折射力面為止的距離設爲 $S1$ 、將從最終折射力面至像面IMG為止的距離設爲 Sk 時，滿足 $Sk/S1 < 3.0$ 。

【0024】反射折射光學系統160可被構成爲，從物面OBJ射出的光的行進方向與入射到像面IMG的光的行進方向相同。反射折射光學系統160可被構成爲反射折射光學系統160的光瞳位置位於第1反射鏡M1與第2反射鏡M2之間。反射折射光學系統160可在物面OBJ的附近以及像面IMG的附近中的至少一方包括用於校正遠心性的非球面透

鏡。

【 0025 】 以下，說明反射折射光學系統 160 的設計例。

(設計例 1)

表 1A 示出了設計例 1 的光學規格。

【 0026 】

【表 1 A】

光學系統規格 1		
波長	365~435	nm
NAil	0.09	
曝光寬度	750	mm
狹縫寬度	50	mm
圓弧R	455	mm
倍率	2	

【 0027 】 光的波長為 365nm ~ 435nm，NAil 為反射折射光學系統 160 的像面 IMG 處的數值孔徑，在設計例 1 中為 0.09。曝光寬度、狹縫寬度、圓弧 R 是界定第 4 光學系統 160 的像面 IMG 處的照明光的形狀的參數，在圖 4D 中示出。倍率是反射折射光學系統 160 的成像倍率。

【 0028 】 表 1B 示出了設計例 1 的反射折射光學系統 160 的結構。

【 0029 】

【表 1 B】

面編號		r	d	n
OBJ			199.67207	1
1		-108472.270	57.5	SiO2
2		-917.221	410	1
3		-901.547	-410	-1
4		-917.221	-57.5	SiO2
5		-108472.270	-58.95021	1
6		-1088.406	58.95021	-1
7		-108472.270	57.5	SiO2
8		-917.221	154.88871	1
9		1897.102	-220.41599	-1
10		1089.102	660.52728	-1
11		∞	15	SiO2
IMG				

【 0030 】 r(mm)為面的曲率半徑， d(mm)為面間隔， n為玻璃材。其中，將空氣的折射率設為 1，成為 -1 的面表示反射面。SiO₂表示合成石英。此外，各面的曲率中心位於光軸上。

【 0031 】圖 4A 示出了設計例 1 的反射折射光學系統 160 的剖面圖。在此，反射折射光學系統 160 的物面 OBJ 具有圓弧形狀，圖 4A 示出了從圓弧形狀的中心出來的光和從端部出來的光。圖 4A 示出了經由圓弧形狀的中心的剖面。因而，在圖 4A 中，看起來從圓弧形狀的端部出來的光照射不到反射面，但該光在從圖 4A 偏移的剖面處照射到反射面。此點在圖 5A、圖 6A、圖 7A、圖 8A、圖 9A 中皆共通。

【 0032 】在圖 4A 中，OBJ 表示物面，IMG 表示像面。L1 為具有正的折射力的透鏡，具有兩個折射面。該兩個折射面的折射力的合計具有正的折射力。因而，至少 1 個折

射面具有正的折射力。 $M1$ 為第1反射鏡(第1反射面)， $M2$ 為第2反射鏡(第2反射面)， $M3$ 為第3反射鏡(第3反射面)， $M4$ 為第4反射鏡(第4反射面)。 $M1$ 以及 $M4$ 為具有正的折射力的反射鏡(反射面)， $M2$ 以及 $M3$ 為具有負的折射力的反射鏡(反射面)。

【0033】從物面OBJ以既定的NA出來的光束從OBJ起按順序通過L1(面編號1、2)、 $M1$ (面編號3)、L1(面編號4、5)、 $M2$ (面編號6)、L1(面編號7、8)、 $M3$ (面編號9)、 $M4$ (面編號10)而成像在IMG。反射折射光學系統160的光瞳也可以位於 $M1$ 與L1之間，在光瞳位置具有孔徑光闌。

【0034】圖4B示出了設計例1的反射折射光學系統160的展開圖。如圖4B所示定義反射折射光學系統160的全長TT以及S1、Sk。展開圖是用於使反射折射光學系統160的整體的折射力配置易於理解的參考圖，實際的反射折射光學系統160具有反射鏡。在圖4B中，反射鏡用與其等效的薄型的透鏡表示。這一點在圖5B、圖6B、圖7B、圖8B、圖9B中皆共通。

【0035】圖4C示出了L1、 $M1$ 、 $M2$ 、 $M3$ 、 $M4$ 的3次珀茲伐項以及反射折射光學系統160的整體的3次珀茲伐和(SUM)。在此，珀茲伐項為將透鏡L1以及反射鏡 $M1$ 、 $M2$ 、 $M3$ 、 $M4$ 的折射力除以折射率而得到的值。珀茲伐和(SUM)為L1、 $M1$ 、 $M2$ 、 $M3$ 、 $M4$ 的3次珀茲伐項的總和。

【0036】表1C示出了設計例1的反射折射光學系統160的全長TT、S1、Sk。

【 0037 】

【表 1 C】

光學系統規格2		
TT	2360.9	mm
S1	199.7	mm
SK	675.5	mm
S1/TT	0.085	
Sk/S1	3.383	

【 0038 】 反射折射光學系統 160 的全長 TT 為從反射折射光學系統 160 的物面 OBJ 至像面 IMG 為止的多個面的間隔的簡單求和。也就是說，全長 TT 是對表 1B 的 d 的絕對值進行了積算而得到的值。S1 為從物面 OBJ 至第 1 折射力面 (與物面 OBJ 最接近的折射力面、即面編號為 1 的面) 為止的距離，Sk 為從最終折射力面 (與像面 IMG 最接近的折射力面、即面編號為 10 的面) 至像面 IMG 為止的距離。

【 0039 】 S1/TT 為 S1 相對於 TT 的比率，如果該值大，則例如可使多個視場光闌配置於物面 OBJ 的附近，設計的自由度增加。Sk/S1 為 Sk 相對於 S1 的比率，在反射折射光學系統 160 為放大系統的情況下，可以說是該值越小則越是緊湊的光學系統。

【 0040 】 表 1D 示出了設計例 1 的反射折射光學系統 160 的光學性能。

【 0041 】

【表 1 D】

光學性能		
P (sum)	0.000127	1/mm
P (L1)	-0.00104	1/mm
光點 RMS	1.3	mm
dist	0.2	%
遠心度 (range)	14.2	mrاد

【 0042 】 P(sum)表示反射折射光學系統 160的珀茲伐和 (SUM)， P(L1)表示 L1的珀茲伐項。另外，光點 RMS表示有效區域內的 RMS光點直徑的最差值， dist表示畸變，遠心度 (range)表示狹縫寬度方向的遠心性的偏差。

【 0043 】 如設計例 1般，從物面 OBJ出來的光束 3次透過透鏡 L1。如果光束第 1次透過透鏡 L1的區域與光束第 2次透過透鏡 L1的區域不重疊，則未必需要使用相同的透鏡 L1。但是，在像面 IMG的 NA大的情況、放大倍率小的情況等難以進行光束透過的區域的分離的情況下，需要使用相同的透鏡 L1。

(設計例 2)

表 2A示出了設計例 2的光學規格。

【 0044 】

【表 2 A】

光學系統規格 1		
波長	365~435	nm
NAil	0.09	
曝光寬度	750	mm
狹縫寬度	50	mm
圓弧R	455	mm
倍率	2	

【 0045 】 光的波長為 365nm～435nm，NAil為 0.09。

表 2B1、表 2B2示出了設計例 2的反射折射光學系統 160的結構。

【 0046】

【表 2 B 1】

面編號		r	d	n
OBJ			60	1
1	ASP	-6697.3063	15	SiO2
2		∞	114.50143	1
3		∞	57.5	SiO2
4		-1055.6256	410	1
5		-825.90428	-410	-1
6		-1055.6256	-57.5	SiO2
7		∞	-38.3257	1
8		-938.14879	38.3257	-1
9		∞	57.5	SiO2
10		-1055.6256	154.88871	1
11		1962.84981	-225.25576	-1
12		1020.23538	660.36706	-1
13		∞	20	SiO2
IMG				

【 0047】

【表 2 B 2】

面編號	k	a	b	c	d	e	f	g
1	0	-8.32790E-09	2.47640E-13	-2.10710E-18	-1.32098E-23	-2.00861E-28	4.81348E-33	-3.36401E-40

【 0048 】 面 編 號 1 的 ASP 表示非球面，關於其形狀，使用表 2B2 所記載的數值，如式 (1) 那樣被表示成 h 的函數。在式 (1) 中，h 為距光軸的距離，Z 為光軸方向的位置。

【 0049 】

【數 1】

$$Z = \frac{\frac{h^2}{r}}{1 + \sqrt{1 - (1 + k)(\frac{h}{r})^2}} + ah^4 + bh^6 + ch^8 + dh^{10} + eh^{12} + fh^{14} + gh^{16}(mm)$$

．．．式 (1)

【 0050 】 圖 5A 示出了設計例 2 的反射折射光學系統 160 的剖面圖。OBJ 表示物面，IMG 表示像面。L2 是具有負的折射力的非球面透鏡。L1 是具有正的折射力的透鏡，具有兩個折射面。該兩個折射面的折射力的合計具有正的折射力。因而，至少 1 個折射面具有正的折射力。M1 為第 1 反射鏡 (第 1 反射面)，M2 為第 2 反射鏡 (第 2 反射面)，M3 為第 3 反射鏡 (第 3 反射面)，M4 為第 4 反射鏡 (第 4 反射面)。M1 以及 M4 為具有正的折射力的反射鏡 (反射面)，M2 以及 M3 為具有負的折射力的反射鏡 (反射面)。

【 0051 】 從物面 OBJ 以既定的 NA 出來的光束從 OBJ 起按順序通過 L2 (面編號 1、2)、L1 (面編號 3、4)、M1 (面編號 5)、L1 (面編號 6、7)、M2 (面編號 8)、L1 (面編號 9，

10)、M3(面編號11)、M4(面編號12)。該光束之後成像在IMG。反射折射光學系統160的光瞳也可以位於M1與L1之間，在光瞳位置具有孔徑光闌。

【0052】圖5B示出了設計例2的反射折射光學系統160的展開圖。圖5C示出了L1、L2、M1、M2、M3、M4的3次珀茲伐項以及反射折射光學系統160的整體的3次珀茲伐和(SUM)。

【0053】表2C示出了設計例2的反射折射光學系統160的全長TT、S1、Sk、S1/TT、Sk/S1。

【0054】

【表2C】

光學系統規格 2		
TT	2319.2	mm
S1	60.0	mm
SK	680.4	mm
S1/TT	0.026	
Sk/S1	11.339	

【0055】表2D示出了設計例2的反射折射光學系統160的光學性能。

【0056】

【表 2 D】

光學性能		
P (sum)	0.000371	1/mm
P (L1)	-0.00091	1/mm
光點 RMS	1.11	mm
dist	0.3	%
遠心度 (range)	4	mrاد

【 0057】設計例 2 的反射折射光學系統 160 相比於設計例 1 的反射折射光學系統 160，遠心度 (range) 的值小。這是因為利用具有負折射力的非球面透鏡 L2 校正了遠心度 (range)。

【 0058】在設計例 2 中，非球面透鏡 L2 配置於物面 OBJ 的附近，但非球面透鏡 L2 可配置於像面 IMG 的附近。即，非球面透鏡可配置於物面 OBJ 的附近以及像面 IMG 的附近中的至少一方。其中，在為放大系統的情況下，像面 IMG 的附近的光學元件的有效直徑變大，所以如果可能的話優選配置於物面 OBJ 的附近。

(設計例 3)

表 3A 示出了設計例 3 的光學規格。

【 0059】

【表 3 A】

光學系統規格 1		
波長	330~405	nm
NAil	0.126	
曝光寬度	500	mm
狹縫寬度	20	mm
圓弧R	281	mm
倍率	1.8	

【 0060】 光的波長為 335nm ~ 405nm，NAil為 0.126。

表 3B1、表 3B2 示出了設計例 3 的反射折射光學系統 160 的結構。

【 0061】

【表 3 B 1】

面	typ	R	D	n
OBJ			174.29342	1
1		∞	33.33	SiO2
2	ASP	-600.57706	200.96483	1
3		-476.56344	-200.96483	-1
4	ASP	-600.57706	-33.33	SiO2
5		∞	-3.333	1
6		-407.6975	3.333	-1
7		∞	33.33	SiO2
8	ASP	-600.57706	126.22469	1
9		∞	-173.064	-1
10		758.10285	355.5011	-1
11		∞	15	SiO2
IMG				

【 0062】

【表 3 B 2】

面編號	k	a	b	c	d	e	f	g
2	0	4.67655E-09	3.68927E-14	1.01627E-19	-3.70155E-24	0	0	0
4	0	4.67655E-09	3.68927E-14	1.01627E-19	-3.70155E-24	0	0	0
8	0	4.67655E-09	3.68927E-14	1.01627E-19	-3.70155E-24	0	0	0

【 0063 】 面 編 號 2 、 4 、 8 的 ASP 表示非球面，其形狀由前述式(1)定義。圖 6A 示出了設計例 3 的反射折射光學系統 160 的剖面圖。OBJ 表示物面，IMG 表示像面。L1 是具有正的折射力的透鏡，具有兩個折射面。該兩個折射面的折射力的合計具有正的折射力。因而，至少 1 個折射面具有正的折射力。M1 為第 1 反射鏡(第 1 反射面)，M2 為第 2 反射鏡(第 2 反射面)，M3 為第 3 反射鏡(第 3 反射面)，M4 為第 4 反射鏡(第 4 反射面)。M1 以及 M4 為具有正的折射力的反射鏡(反射面)，M2 為具有負的折射力的反射鏡(反射面)，M3 為平面鏡。

【 0064 】 從物面 OBJ 以既定的 NA 出來的光束從 OBJ 起按順序通過 L1(面編號 1、2)、M1(面編號 3)、L1(面編號 4、5)、M2(面編號 6)、L1(面編號 7、8)、M3(面編號 9)、M4(面編號 10)而成像在 IMG。反射折射光學系統 160 的光瞳也可以位於 M2 的附近，在光瞳位置具有孔徑光闌。

【 0065 】 圖 6B 示出了設計例 3 的反射折射光學系統 160 的展開圖。圖 6C 示出了 L1、M1、M2、M3、M4 的 3 次珀茲伐項以及反射折射光學系統 160 的整體的 3 次珀茲伐和(SUM)。

【 0066 】 表 3C 示出了設計例 3 的反射折射光學系統 160 的全長 TT、S1、Sk、S1/TT、Sk/S1。

【 0067 】

【表 3 C】

光學系統規格 2		
TT	1352.7	mm
S1	174.3	mm
SK	370.5	mm
S1/TT	0.129	
Sk/S1	2.126	

【 0068 】 表 3D 示出了設計例 3 的反射折射光學系統 160 的光學性能。

【 0069 】

【表 3 D】

光學性能		
P(sum)	0.000321	1/mm
P(L1)	-0.00161	1/mm
光點 RMS	0.7	mm
dist	3.3	%
遠心度 (range)	5.49	mrاد

【 0070 】 設計例 3 的反射折射光學系統 160 相比於設計例 1、2 的反射折射光學系統 160，S1/TT 的值大。利用非球面透鏡 L2 良好地校正了光學系統的像差以及遠心度，由此可進行如使 S1 變大那樣的折射力配置。

(設計例 4)

表 4A 示出了設計例 4 的光學規格。

【 0071 】

【表 4 A】

光學系統規格 1		
波長	365~435	nm
NAil	0.09	
曝光寬度	750	mm
狹縫寬度	50	mm
圓弧R	455	mm
倍率	2	

【 0072 】 光的波長為 365nm ~ 435nm ， NAil為 0.09 。
表 4B1 、 表 4B2示出了設計例 4的反射折射光學系統 160的結構 。

【 0073 】

【表 4 B 1】

面	typ	R	D	n
OBJ			155	1
1		2000	50	SiO2
2	ASP	-1553.89283	205.3	1
3		-587.50766	-205.3	-1
4	ASP	-1553.89283	-50	SiO2
5		2000	-5	1
6		-560.57916	5	-1
7		2000	50	SiO2
8	ASP	-1553.89283	200.4	1
9	ASP	-2098.19187	-400.3	-1
10		1477.03615	774.4	-1
11		∞	20	SiO2
IMG				

【 0074 】

【表 4 B 2】

面	k	a	b	c	d	e	f	g
2	0	1.75744E-09	1.20660E-14	-1.89024E-22	-3.30179E-27	-7.25895E-32	0	0
4	0	1.75744E-09	1.20660E-14	-1.89024E-22	-3.30179E-27	-7.25895E-32	0	0
8	0	1.75744E-09	1.20660E-14	-1.89024E-22	-3.30179E-27	-7.25895E-32	0	0
9	0	4.30333E-10	-4.78650E-16	-2.96640E-23	1.54127E-29	0	0	0

【 0075 】 面 編 號 2 、 4 、 8 、 9 的 ASP 表 示 非 球 面 ， 其 形 狀 由 前 述 式 (1) 定 義 。 圖 7A 示 出 了 設 計 例 4 的 反 射 折 射 光 學 系 統 160 的 剖 面 圖 。 OBJ 表 示 物 面 ， IMG 表 示 像 面 。 L1 是 具 有 正 的 折 射 力 的 透 鏡 ， 具 有 兩 個 折 射 面 。 該 兩 個 折 射 面 的 折 射 力 的 合 計 具 有 正 的 折 射 力 。 因 而 ， 至 少 1 個 折 射 面 具 有 正 的 折 射 力 。 M1 為 第 1 反 射 鏡 (第 1 反 射 面) ， M2 為 第 2 反 射 鏡 (第 2 反 射 面) ， M3 為 第 3 反 射 鏡 (第 3 反 射 面) ， M4 為 第 4 反 射 鏡 (第 4 反 射 面) 。 M1 、 M3 以 及 M4 為 具 有 正 的 折 射 力 的 反 射 鏡 (反 射 面) ， M2 為 具 有 負 的 折 射 力 的 反 射 鏡 (反 射 面) 。

【 0076 】 從 物 面 OBJ 以 既 定 的 NA 出 來 的 光 束 從 OBJ 起 按 順 序 通 過 L1 (面 編 號 1 、 2) 、 M1 (面 編 號 3) 、 L1 (面 編 號 4 、 5) 、 M2 (面 編 號 6) 、 L1 (面 編 號 7 、 8) 、 M3 (面 編 號 9) 、 M4 (面 編 號 10) 。 然 後 ， 該 光 束 之 後 成 像 在 IMG 。 反 射 折 射 光 學 系 統 160 的 光 瞳 也 可 以 位 於 L1 的 附 近 ， 在 光 瞳 位 置 具 有 孔 徑 光 闌 。

【 0077 】 圖 7B 示 出 了 設 計 例 4 的 反 射 折 射 光 學 系 統 160 的 展 開 圖 。 圖 7C 示 出 了 L1 、 M1 、 M2 、 M3 、 M4 的 3 次 珀 茲 伐 項 、 以 及 反 射 折 射 光 學 系 統 160 的 整 體 的 3 次 珀 茲 伐 和 (SUM) 。 表 4C 示 出 了 設 計 例 4 的 反 射 折 射 光 學 系 統 160 的 全

長 TT、S1、Sk、S1/TT、Sk/S1。

【 0078】

【表 4 C】

光學系統規格 2		
TT	2120.7	mm
S1	155.0	mm
SK	794.4	mm
S1/TT	0.073	
Sk/S1	5.125	

【 0079】表 4D 示出了設計例 4 的反射折射光學系統 160 的光學性能。

【 0080】

【表 4 D】

光學性能		
P(sum)	0.001045	1/mm
P(L1)	-0.0011	1/mm
光點 RMS	1.07	mm
dist	0.2	%
遠心度 (range)	4.5	mrاد

【 0081】設計例 4 的反射折射光學系統 160 相比於設計例 1 的反射折射光學系統 160，全長 TT 短。利用非球面透鏡 L1 以及非球面反射鏡 M3 良好地校正了反射折射光學系統 160 的像差以及遠心性，由此可整體地實現緊湊的折射力配置。

(設計例 5)

表 5A 示出了設計例 5 的光學規格。

【 0082 】

【表 5 A】

光學系統規格 1		
波長	335~405	nm
NAil	0.108	
曝光寬度	750	mm
狹縫寬度	35	mm
圓弧R	415	mm
倍率	2	

【 0083 】 光的波長為 335nm ~ 405nm，NAil 為 0.108。

表 5B1、表 5B2 示出了設計例 5 的反射折射光學系統 160 的結構。

【 0084 】

【表 5 B 1】

面	typ	R	D	n
OBJ			183.6	1
1		∞	50	SiO2
2	ASP	-739.70823	207.7	1
3		-544.37166	-207.7	-1
4	ASP	-739.70823	-50	SiO2
5		∞	-5	1
6		-667.34739	5	-1
7		∞	50	SiO2
8	ASP	-739.70823	176.6	1
9	ASP	2476.59779	-192.3	-1
10		853.05678	417.9	-1
11		∞	20	SiO2
IMG				

【 0085 】

【表 5 B 2】

面	k	a	b	c	d	e	f	g
2	0	-2.23404E-10	8.90172E-14	-7.13365E-19	-3.39191E-24	1.16141E-28	8.93782E-34	-1.59573E-38
4	0	-2.23404E-10	8.90172E-14	-7.13365E-19	-3.39191E-24	1.16141E-28	8.93782E-34	-1.59573E-38
8	0	-2.23404E-10	8.90172E-14	-7.13365E-19	-3.39191E-24	1.16141E-28	8.93782E-34	-1.59573E-38
9	0	-6.37287E-10	6.31814E-15	6.71838E-20	-1.22096E-24	3.45242E-30	2.35166E-35	-1.15500E-40

【 0086 】 面 編 號 2 、 4 、 8 、 9 的 ASP 表 示 非 球 面 ， 其 形 狀 由 前 述 式 (1) 定 義 。 圖 8A 示 出 了 設 計 例 5 的 反 射 折 射 光 學 系 統 160 的 剖 面 圖 。 表 示 光 學 系 統 的 剖 面 圖 。 OBJ 表 示 物 面 ， IMG 表 示 像 面 。 L1 是 具 有 正 的 折 射 力 的 透 鏡 ， 具 有 兩 個 折 射 面 。 該 兩 個 折 射 面 的 折 射 力 的 合 計 具 有 正 的 折 射 力 。 因 而 ， 至 少 1 個 折 射 面 具 有 正 的 折 射 力 。 M1 為 第 1 反 射 鏡 (第 1 反 射 面) ， M2 為 第 2 反 射 鏡 (第 2 反 射 面) ， M3 為 第 3 反 射 鏡 (第 3 反 射 面) ， M4 為 第 4 反 射 鏡 (第 4 反 射 面) 。 M1 以 及 M4 為 具 有 正 的 折 射 力 的 反 射 鏡 (反 射 面) ， M2 以 及 M3 為 具 有 負 的 折 射 力 的 反 射 鏡 (反 射 面) 。

【 0087 】 從 物 面 OBJ 以 既 定 的 NA 出 來 的 光 束 從 OBJ 起 按 順 序 通 過 L1 (面 編 號 1 、 2) 、 M1 (面 編 號 3) 、 L1 (面 編 號 4 、 5) 、 M2 (面 編 號 6) 、 L1 (面 編 號 7 、 8) 、 M3 (面 編 號 9) 、 M4 (面 編 號 10) 而 成 像 在 IMG 。 反 射 折 射 光 學 系 統 160 的 光 瞳 也 可 以 位 於 L1 的 附 近 ， 在 光 瞳 位 置 具 有 孔 徑 光 闌 。

【 0088 】 圖 8B 示 出 了 設 計 例 5 的 反 射 折 射 光 學 系 統 160 的 展 開 圖 。 圖 8C 示 出 了 L1 、 M1 、 M2 、 M3 、 M4 的 3 次 珀 茲 伐 項 以 及 反 射 折 射 光 學 系 統 160 的 整 體 的 3 次 珀 茲 伐 和 (SUM) 。 圖 8B 示 出 了 設 計 例 5 的 反 射 折 射 光 學 系 統 160 的 展 開 圖 。 圖 8C 示 出 了 L1 、 M1 、 M2 、 M3 、 M4 的 3 次 珀 茲 伐

項、以及反射折射光學系統 160 的整體的 3 次珀茲伐和 (SUM)。

【 0089 】 表 5C 示出了設計例 5 的反射折射光學系統 160 的全長 TT、S1、Sk、S1/TT、Sk/S1。

【 0090 】

【表 5 C】

光學系統規格 2		
全長	1565.8	mm
S1	183.6	mm
SK	437.9	mm
S1/TT	0.117	
Sk/S1	2.385	

【 0091 】 表 5D 示出了設計例 5 的反射折射光學系統 160 的光學性能。

【 0092 】

【表 5 D】

光學性能		
P(sum)	0.000909	1/mm
P(L1)	-0.00131	1/mm
光點 RMS	1.17	mm
dist	0.2	%
遠心度 (range)	5	mrاد

【 0093 】 設計例 5 的反射折射光學系統 160 相比於設計例 4 的反射折射光學系統 160，Sk/S1 的值小。這是因為相比於設計例 4，NAi1 的值大，所以為了使在 M3 反射的光與從 M4 朝向像面 IMG 的光分離，使 M4 移動到像面 IMG 側。

(設計例6)

表6A示出了設計例6的光學規格。

【0094】

【表6A】

光學系統規格 1		
波長	335~405	nm
NAil	0.126	
曝光寬度	500	mm
狹縫寬度	20	mm
圓弧R	281	mm
倍率	2	

【0095】光波長為335nm~405nm，NAil為0.126。表6B1、表6B2示出了設計例6的反射折射光學系統160的結構。

【0096】

【表 6 B 1】

面	typ	R	D	n
OBJ			115.19739	1
1		∞	33.33	SiO2
2	ASP	-490.17339	137.52353	1
3		-353.51049	-137.52353	-1
4	ASP	-490.17339	-33.33	SiO2
5		∞	-3.333	1
6		-425.28929	3.333	-1
7		∞	33.33	SiO2
8	ASP	-490.17339	125.87854	1
9	ASP	∞	-141.2866	-1
10		671.25491	240.66053	-1
11		∞	15	SiO2
IMG				

【 0097】

【表 6 B 2】

面	k	a	b	c	d	e	f	g
2	0	9.82544E-10	4.44382E-13	-1.29665E-17	2.29940E-22	9.09303E-27	-3.35412E-32	-4.50930E-36
4	0	9.82544E-10	4.44382E-13	-1.29665E-17	2.29940E-22	9.09303E-27	-3.35412E-32	-4.50930E-36
8	0	9.82544E-10	4.44382E-13	-1.29665E-17	2.29940E-22	9.09303E-27	-3.35412E-32	-4.50930E-36
9	0	-2.18722E-09	4.17035E-14	1.37265E-18	-3.91572E-23	1.21585E-28	4.34299E-33	-3.46322E-38

【 0098】面編號 2、4、8、9 的 ASP 表示非球面，其形狀由前述式(1)定義。圖 9A 示出了設計例 6 的反射折射光學系統 160 的剖面圖。OBJ 表示物面，IMG 表示像面。L1 是具有正的折射力的透鏡，具有兩個折射面。該兩個折射面的折射力的合計具有正的折射力。因而，至少 1 個折射面具有正的折射力。M1 為第 1 反射鏡(第 1 反射面)，M2 為第 2 反射鏡(第 2 反射面)，M3 為第 3 反射鏡(第 3 反射面)，M4 為第 4 反射鏡(第 4 反射面)。M1 以及 M4 為具有正的折射力的反射鏡(反射面)，M2 以及 M3 為具有負的折射力的反射鏡(反射

面)。

【 0099 】 從物面 OBJ以既定的 NA出來的光束從 OBJ起按順序通過 L1(面編號 1、2)、M1(面編號 3)、L1(面編號 4、5)、M2(面編號 6)、L1(面編號 7、8)、M3(面編號 9)、M4(面編號 10)而成像在 IMG。反射折射光學系統 160的光瞳也可以位於 L1的附近，在光瞳位置具有孔徑光闌。

【 0100 】 圖 9B示出了設計例 6的反射折射光學系統 160的展開圖。圖 9C示出了 L1、M1、M2、M3、M4的 3次珀茲伐項以及反射折射光學系統 160的整體的 3次珀茲伐和 (SUM)。

【 0101 】 表 6C示出了設計例 6的反射折射光學系統 160的全長 TT、S1、Sk、S1/TT、Sk/S1。

【 0102 】

【表 6 C】

光學系統規格 2		
TT	920.4	mm
S1	115.2	mm
SK	255.7	mm
S1/TT	0.125	
Sk/S1	2.219	

【 0103 】 表 6D示出了設計例 6的反射折射光學系統 160的光學性能。

【 0104 】

【表 6 D】

光學性能		
P(sum)	0.001205	1/mm
P(L1)	-0.00131	1/mm
光點 RMS	1.21	mm
dist	0.2	%
遠心度(range)	1.96	mrاد

【 0105】設計例 6 的反射折射光學系統 160 相比於設計例 4 的反射折射光學系統 160，Sk/S1 的值小。這是因為相比於設計例 4，NAi1 的值大，所以為了使在 M3 反射的光與從 M4 朝向像面 IMG 的光分離，使 M4 位於更靠像面附近的位置。

(曝光裝置)

圖 10 示出了本發明的 1 個實施方式的曝光裝置 400 的結構。曝光裝置 400 包括照明光學系統 100，利用來自照明光學系統 100 的狹縫光對基板進行掃描曝光。照明光學系統 100 具備可調整開口部的形狀的狹縫機構 181。

【 0106】曝光裝置 400 具有保持原版的原版載台 300、保持基板的基板載台 302 以及將原版的圖案投影到基板的投影光學系統 301。投影光學系統 301 例如是在從物面至像面的光路中依序排列有第 1 凹反射面 71、凸反射面 72、第 2 凹反射面 73 而成的投影光學系統。

【 0107】曝光裝置 400 還可具備計測部 304，該計測部 304 透過就到達基板載台 302 的光的照度分布進行計測，從

而就基板的曝光區域中的照度不均進行計測。另外，狹縫板303位於基板載台302與計測部304之間。狹縫板303可在控制部(未圖示)的控制之下，利用驅動部(未圖示)在圖4D的曝光寬度方向上進行掃描驅動。

【0108】如圖10所示，計測部304可包括感測器305以及用於將通過了狹縫板303的光引導到感測器305的光學系統。計測部304的動作大致如下。

【0109】如圖11所示，針對成像於基板載台302的光的區域401，在X方向上使狹縫板303進行掃描。此時，僅成像於區域401的光中的成像於狹縫板303的開口部306的光入射到計測部304內。入射到計測部304內的光經由光學系統引導到感測器305。透過一邊在X方向上使狹縫板303進行掃描一邊讀取到達感測器305的光的能量，就區域401內的每個位置的照度進行計測。由此可計算照度不均。

【0110】如上所述，透過調節照明光學系統100所具有的狹縫機構181的開口寬度，可降低照度不均。例如，設為由計測部304就如圖12A所示的照度不均進行計測。在該情況下，局部地擴大照度下降的部分的狹縫機構181的寬度，並局部地縮窄照度上升的部分的狹縫機構181的寬度，從而可如圖12B那樣使照度分布變均勻。

【0111】本發明的1個實施方式的物品製造方法可包括利用曝光裝置400對基板進行曝光的曝光程序以及使所述基板進行顯影的顯影程序。在曝光程序中被曝光的基板在表面具有光阻，在曝光程序中，可使原版的圖案的潛像

形成於該光阻。在顯影程序中，能使該潛像顯影而形成抗蝕圖案。在顯影程序之後，例如可經由該抗蝕圖案對基板進行蝕刻、或者對基板注入離子。能這樣形成的物品例如可包括顯示裝置(顯示面板)、半導體裝置(半導體晶片)等。

(設計例7)

表7A示出了設計例7的光學規格。

【0112】

【表7A】

光學系統規格 1		
波長	365~435	nm
NAil	0.09	
曝光寬度	750	mm
狹縫寬度	50	mm
圓弧R	455	mm
倍率	2	

【0113】 光波長為335nm～405nm，NAil為0.09。表7B示出了設計例7的反射折射光學系統160的結構。

【0114】

【表 7 B】

面編號		r	d	n
OBJ			175.4332	1
1		-2210.615	57.5	SiO2
2		-649.807	430.97578	1
3		-887.577	-410.22676	-1
4		-887.157	-57.5	SiO2
5		-23480.432	-57.18638	1
6		-1138.936	57.18638	-1
7		-23480.432	57.5	SiO2
8		-887.157	152.91037	1
9		1937.089	-212.4938	-1
10		1103.352	606.7433	-1
11		∞	15	SiO2
IMG				

【 0115 】 圖 13A 示出了設計例 7 的反射折射光學系統 160 的剖面圖。OBJ 表示物面，IMG 表示像面。L1、L2 分別是具有正的折射力的透鏡，具有兩個折射面。該兩個折射面的折射力的合計具有正的折射力。因而，至少 1 個折射面具有正的折射力。M1 為第 1 反射鏡(第 1 反射面)，M2 為第 2 反射鏡(第 2 反射面)，M3 為第 3 反射鏡(第 3 反射面)，M4 為第 4 反射鏡(第 4 反射面)。M1 以及 M4 為具有正的折射力的反射鏡(反射面)，M2 以及 M3 為具有負的折射力的反射鏡(反射面)。

【 0116 】 從物面 OBJ 以既定的 NA 出來的光束從 OBJ 起按順序通過 L1(面編號 1、2)、M1(面編號 3)、L2(面編號 4、5)、M2(面編號 6)、L2(面編號 7、8)、M3(面編號 9)、M4(面編號 10)而成像在 IMG。反射折射光學系統 160 的光瞳也可以位於 L2 的附近，在光瞳位置具有孔徑光闌。

【 0117 】 圖 13B 示出了設計例 6 的反射折射光學系統 160 的展開圖。圖 13C 示出了 L1、L2、M1、M2、M3、M4 的 3 次珀茲伐項以及反射折射光學系統 160 的整體的 3 次珀茲伐和 (SUM)。

【 0118 】 設計例 7 的 L1、L2 是一個例子，只要分別是具有正的折射力的透鏡即可，不限定於當前的例子。

【 0119 】 表 7C 示出了設計例 7 的反射折射光學系統 160 的全長 TT、S1、Sk、S1/TT、Sk/S1。

【 0120 】

【表 7 C】

光學系統規格 2		
TT	815.8	mm
S1	175.4	mm
SK	621.7	mm
S1/TT	0.215	
Sk/S1	3.544	

【 0121 】 表 7D 示出了設計例 7 的反射折射光學系統 160 的光學性能。

【 0122 】

【表 7 D】

光學性能		
光點 RMS	1.53	mm
dist	0.2	%
遠心度 (range)	13	mrad

【 0123 】 設計例 7 的 L1、L2 是一個例子，只要分別是具有正的折射力的透鏡即可，不限定於當前的例子。

具有正的折射力的透鏡即可，不限定於當前的例子。

(抗反射膜 1)

說明在設計例 4 的反射折射光學系統 160 中所構成的透鏡 L1 的抗反射膜。

【0124】如圖 7A 般，從物面 OBJ 以既定的 NA 出來的光束從 OBJ 起按順序通過 L1(面編號 1、2)、M1(面編號 3)、L1(面編號 4、5)、M2(面編號 6)、L1(面編號 7、8)、M3(面編號 9)、M4(面編號 10)。然後，該光束之後成像在 IMG。

【0125】圖 14A 是從 OBJ 側觀察透鏡 L1 的 R1 面(與 OBJ 側接近的面)而得到的圖。圖 14A 的被虛線包圍的區域 500 是從 OBJ 出來的光束最初入射到 L1 的 R1 面時的有效區域，相當於表 4B1 的面 1。通過區域 500 的光的面入射角度為 $5^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 。另外，圖 14A 的被點劃線包圍的區域 501 是第 2 次入射到 L1 的 R1 面時的有效區域，相當於表 4B1 的面 5。通過區域 501 的光的面入射角度為 $35^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 。圖 14A 所記載的被雙點劃線包圍的區域 502 是第 3 次入射到透鏡 L1 的 R1 面時的有效區域。相當於表 4B1 的面 7。通過區域 502 的光的面入射角度為 $35^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 。圖 14B 的被實線包圍的區域 503 是包括區域 500、501 以及 502 的區域。可在區域 503 設置如表 8A 那樣的光學膜設計例 1 的光學膜。

【0126】

【表 8 A】

	材料名	膜厚 nd[nm]
最上層	air	0
3	MgF2	108.88
2	ZrO2	196.70
1	Al2O5	95.88
基板層	SiO2	0

【 0127 】 光學膜設計例 1 是使用了介電體材料的 3 層結構的抗反射膜。在作為基板層的 SiO_2 之上依序堆疊 Al_2O_5 ， ZrO_2 ， MgF_2 的薄層。各層的膜厚設為表中所記載的值。其中，用與膜種對應的折射率 n 與膜的物理上的厚度 d 之積 nd 表示。

【 0128 】 圖 15A 示出光學膜設計例 1 的反射率特性。具有在波長為 $350\text{nm} \sim 450\text{nm}$ 、入射角度為 $5^\circ \sim 20^\circ$ 以及 $35^\circ \sim 50^\circ$ 時反射率為 2% 以下的特性。

(抗反射膜 2)

也可以在區域 503 設置如表 8B 所示的光學膜設計例 2 的光學膜。

【 0129 】

【表 8 B】

	材料名	膜厚 nd[nm]
最上層	air	0
7	MgF2	110.33
6	ZrO2	227.18
5	Al2O5	57.07
4	ZrO2	69.35
3	Al2O5	25.01
2	ZrO2	295.33
1	Al2O5	107.36
基板層	SiO2	0

【 0130】光學膜設計例2是使用了介電體材料的7層結構的抗反射膜。圖 15B 示出光學膜設計例2的反射率特性。具有在波長為 350nm～450nm、入射角度為 5°～20°以及 35°～50°時反射率為 1%以下的特性。光學膜設計例2由於增加了膜的層數的效果，與3層構造的光學膜設計例1相比，抑制了反射率。

(抗反射膜3以及4)

圖 14C 所記載的被實線包圍的區域 505 是包括區域 500 的區域。另外，圖 14C 的被實線包圍的區域 506 是包括區域 501 以及區域 502 的區域。對區域 505 安裝如表 8C1 那樣的光學膜設計例 3，對區域 505 安裝如表 8C2 那樣的光學膜設計例 4。

【 0131】

【表 8 C 1】

	材料名	膜厚 nd[nm]
最上層	air	0
3	MgF2	95.30
2	ZrO2	169.68
1	Al2O5	66.95
基板層	SiO2	0

【 0132】

【表 8 C 2】

	材料名	膜厚 nd[nm]
最上層	air	0
3	MgF2	112.47
2	ZrO2	178.57
1	Al2O5	73.94
基板層	SiO2	0

【 0133】光學膜設計例 3、4 分別是使用介電體材料的 3 層結構的抗反射膜。圖 15C1 示出光學膜設計例 3 的反射率特性，圖 15C2 示出光學膜設計例 4 的反射率特性。

【 0134】光學膜設計例 3 具有在波長為 350nm～450nm、入射角度為 5°～20°時反射率為 1% 以下的特性。另外，光學膜設計例 4 具有在波長為 350nm～450nm、入射角度為 35°～50°時反射率為 1% 以下的特性。

【 0135】這樣，對透鏡 L1 的 R1 面安裝種類因區域不同而不同的光學膜。抗反射膜 1～4 是一個例子，膜的材料、層數、膜厚等不限定於該例子。

【 0136】關於本說明書所記載的抗反射膜，對透鏡 L1 的 R1 面照射光點而進行了說明，但抗反射膜本來應該被施

加於光學元件的入射面或出射面。因而，在有多個光學元件的情況下，最好以在各個面滿足所期望的光學特性的方式使膜的結構最佳化。另外，關於光學反射構材，最好構成反射膜(如在所期望的波長下反射率變高那樣的膜)而不是構成抗反射膜。

【符號說明】

【 0137 】

160：反射折射光學系統

OBJ：物面

IMG：像面

L1、L2：透鏡

M1～M4：反射鏡

【發明申請專利範圍】

【第 1 項】

一種反射折射光學系統，其係使從物面射出的光朝向像面者，

包含：

第 1 反射面、第 2 反射面、第 3 反射面及第 4 反射面；和配置於前述物面與前述第 1 反射面之間的具有正的折射力的折射面；

從前述物面射出的光通過前述折射面至少一次，同時依序經過前述第 1 反射面、前述第 2 反射面、前述第 3 反射面、及前述第 4 反射面而到達前述像面，

使在前述具有正的折射力的折射面的 3 次的珀茲伐項為 $P(L1)$ ，使前述反射折射光學系統的整體的 3 次的珀茲伐和為 $P(sum)$ 時，符合 $|P(sum)| < |P(L1)|$ 。

【第 2 項】

如申請專利範圍第 1 項的反射折射光學系統，其中，前述反射折射光學系統係僅在前述像面具有成像面的 1 次成像的光學系統。

【第 3 項】

如申請專利範圍第 1 項的反射折射光學系統，其中，前述折射面由一個透鏡構成。

【第 4 項】

如申請專利範圍第 1 項的反射折射光學系統，其中，前述折射面由至少兩個透鏡構成。

【第5項】

如申請專利範圍第1項的反射折射光學系統，其中，在前述物面與前述第1反射面之間，配置包含前述折射面的兩個折射面。

【第6項】

如申請專利範圍第1項的反射折射光學系統，其中，前述具有正的折射力的折射面具有非球面形狀。

【第7項】

如申請專利範圍第1項的反射折射光學系統，其中，前述第1反射面、前述第2反射面、前述第3反射面及前述第4反射面中的至少一者具有非球面形狀。

【第8項】

如申請專利範圍第1項的反射折射光學系統，其中，前述物面之側及前述像面之側為遠心。

【第9項】

如申請專利範圍第8項的反射折射光學系統，其中，前述反射折射光學系統的光瞳位置位於前述第1反射面與前述第2反射面之間。

【第10項】

如申請專利範圍第8項的反射折射光學系統，其中，進一步在前述物面的附近及前述像面的附近中的至少一者具備供於校正遠心性用的非球面透鏡。

【第11項】

如申請專利範圍第1項的反射折射光學系統，其中，

使前述反射折射光學系統的全長為 TT ，使前述物面與最靠近前述物面的折射力面的距離為 $S1$ 時，符合 $S1/TT > 0.1$ 。

【第 12 項】

如申請專利範圍第 1 項的反射折射光學系統，其中，使前述物面至最靠近前述物面的折射力面為止的距離為 $S1$ ，使最終折射力面至前述像面為止的距離為 Sk 時，符合 $Sk/S1 < 3.0$ 。

【第 13 項】

如申請專利範圍第 1 項的反射折射光學系統，其中，形成在配置於前述物面與前述第 1 反射面之間的折射面的光學膜、和形成在配置於前述第 2 反射面與前述第 3 反射面之間的折射面的光學膜種類互不相同。

【第 14 項】

一種照明光學系統，具有如申請專利範圍第 1 至 13 項中任一項的反射折射光學系統。

【第 15 項】

一種曝光裝置，其係包含透過來自光源的光就原版進行照明的照明光學系統、和將前述原版的圖案投影於基板上的投影光學系統者，

前述照明光學系統：具備狹縫，該狹縫具有使來自前述光源的光透射的透射部；經由如申請專利範圍第 1 至 13 項中任一項的反射折射光學系統，使透射過該狹縫的光照明於前述原版。

【第 16 項】

一種物品製造方法，

包含：

透過如申請專利範圍第 15 項的曝光裝置將基板曝光的
程序；和

使前述基板顯影的程序；

從前述基板製造物品。

【發明圖式】

圖 1

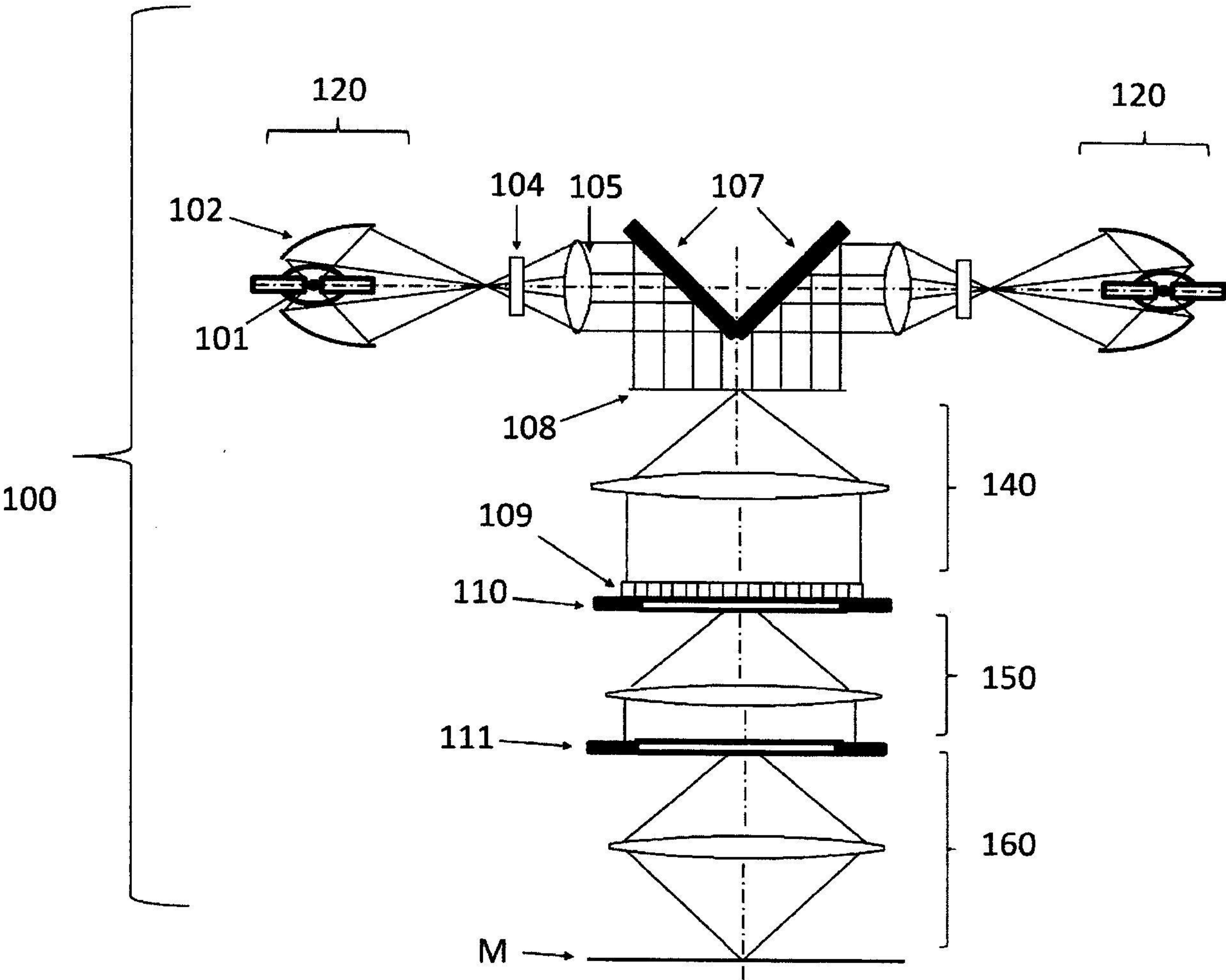


圖 2

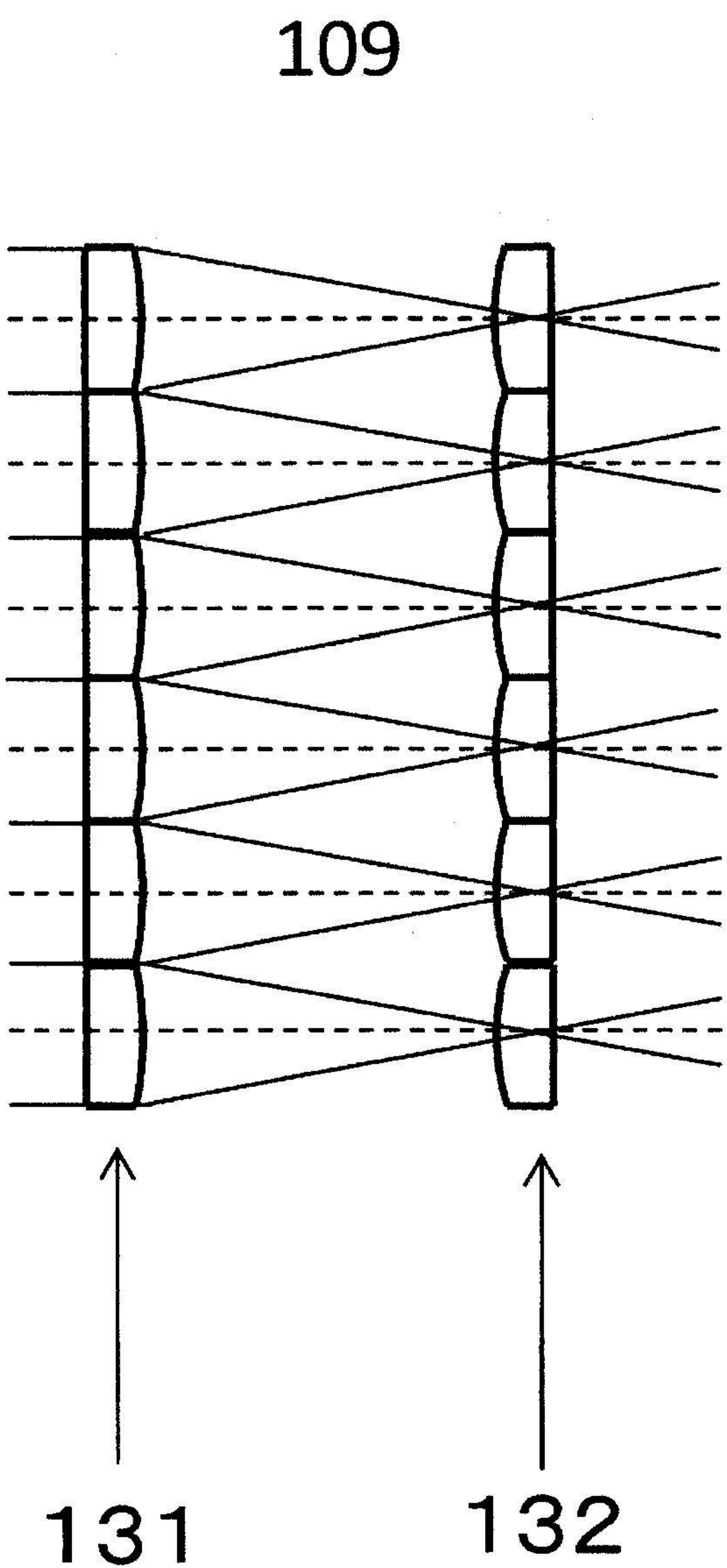


圖 3

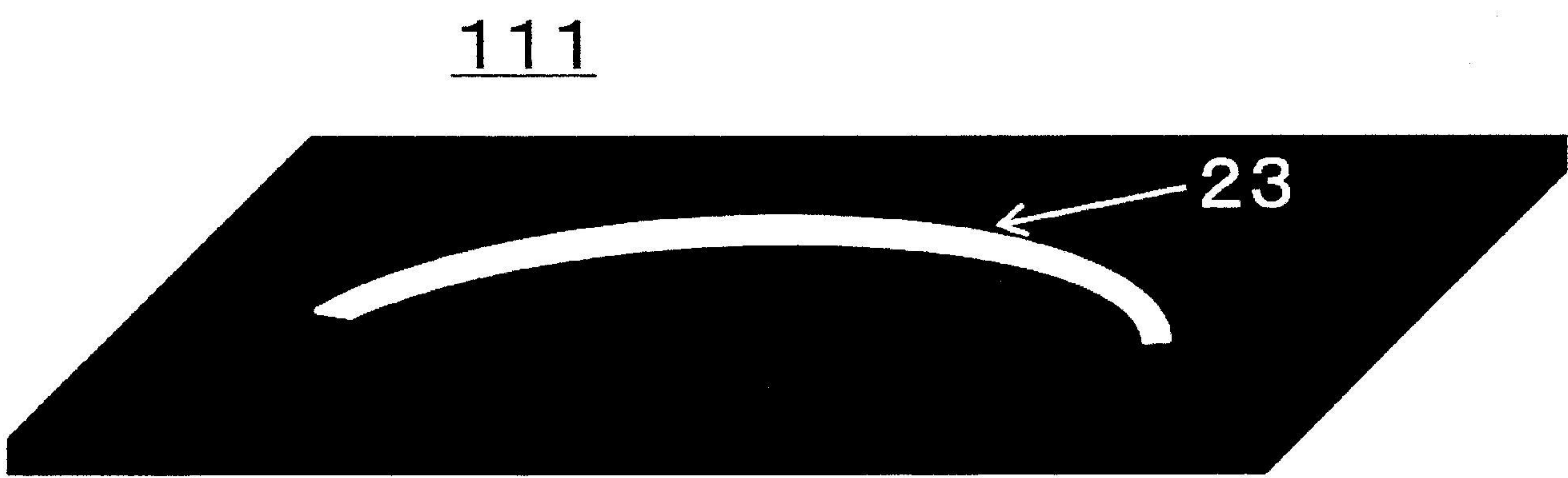


圖 4A

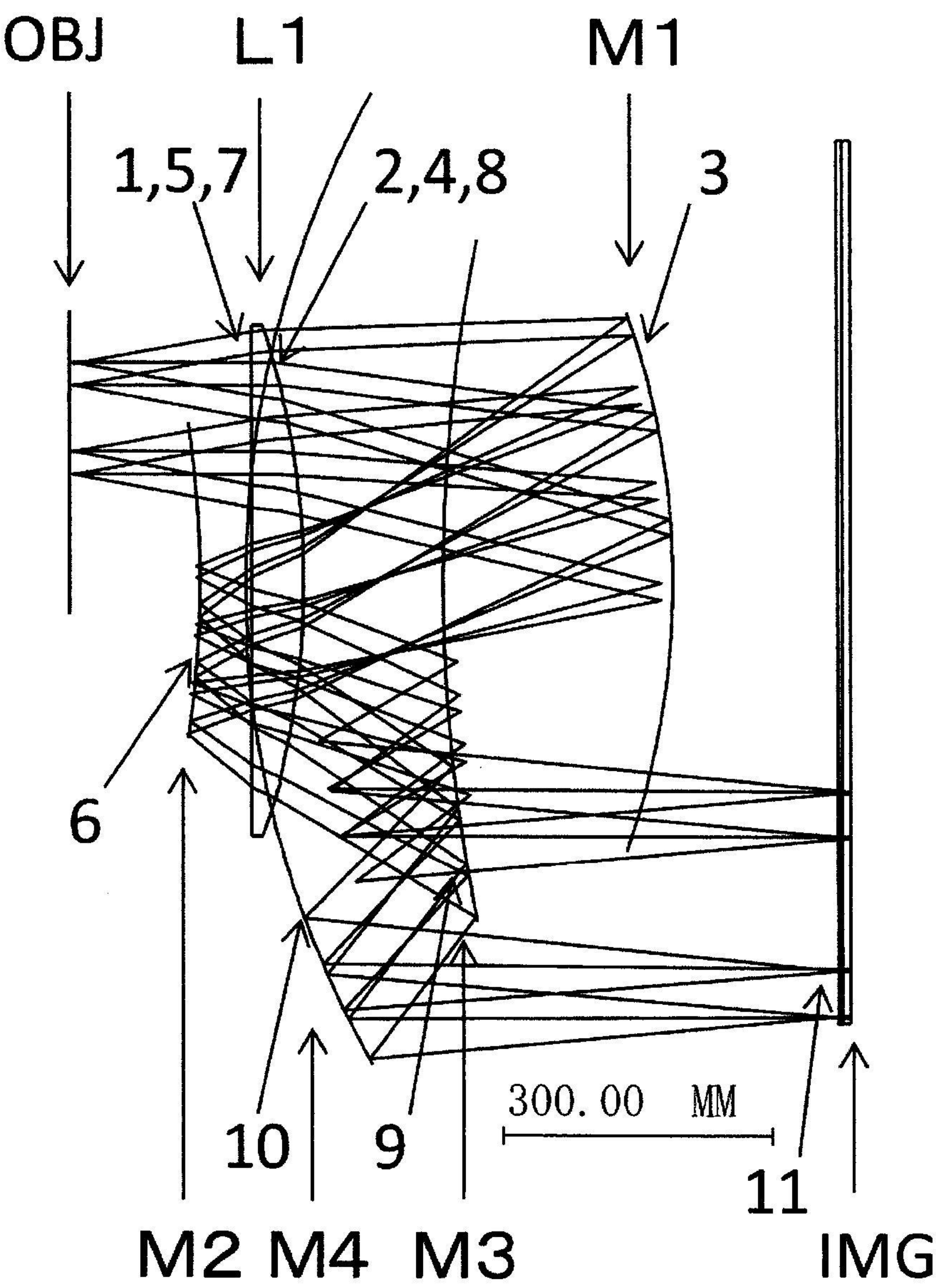


圖 4B

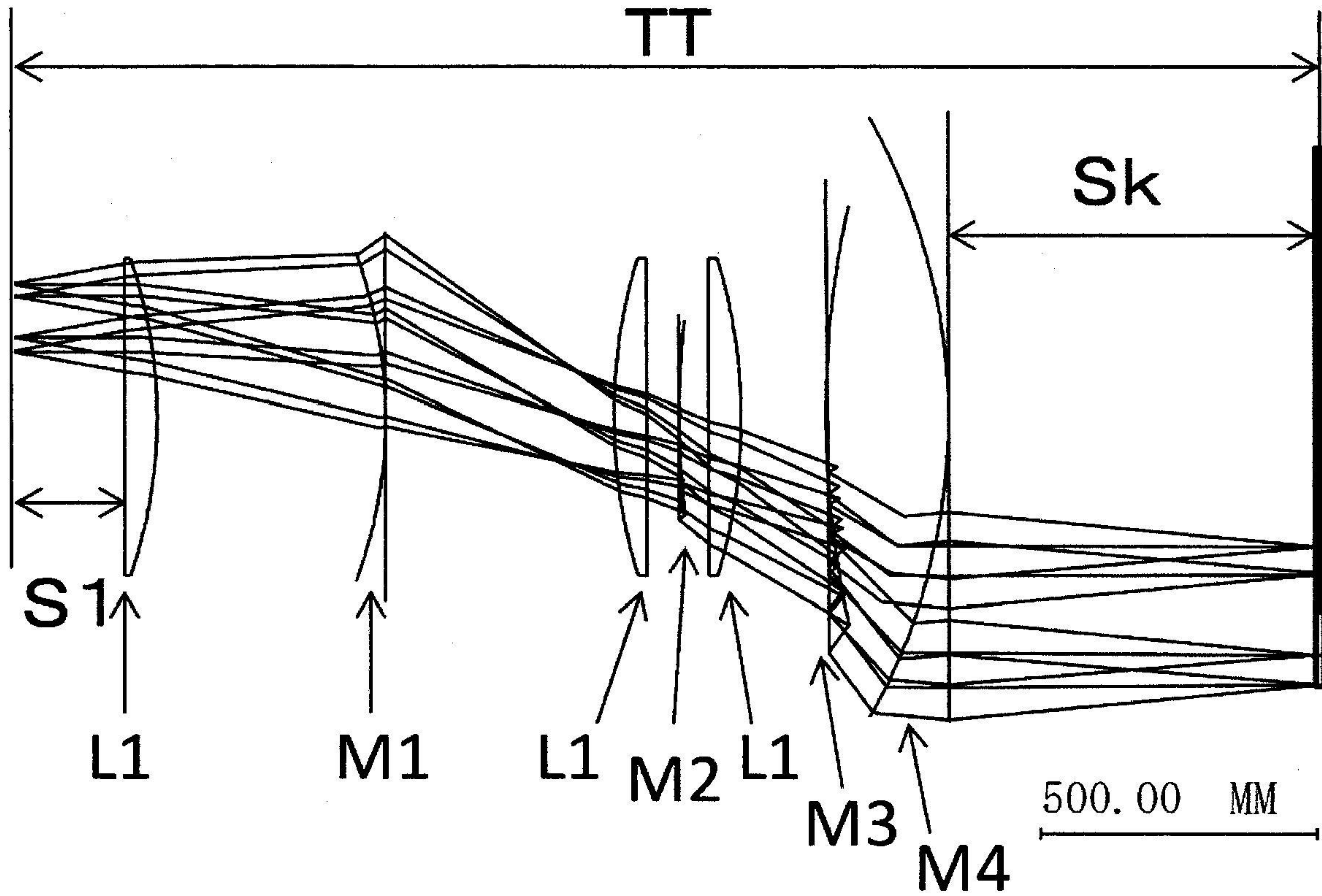


圖 4C

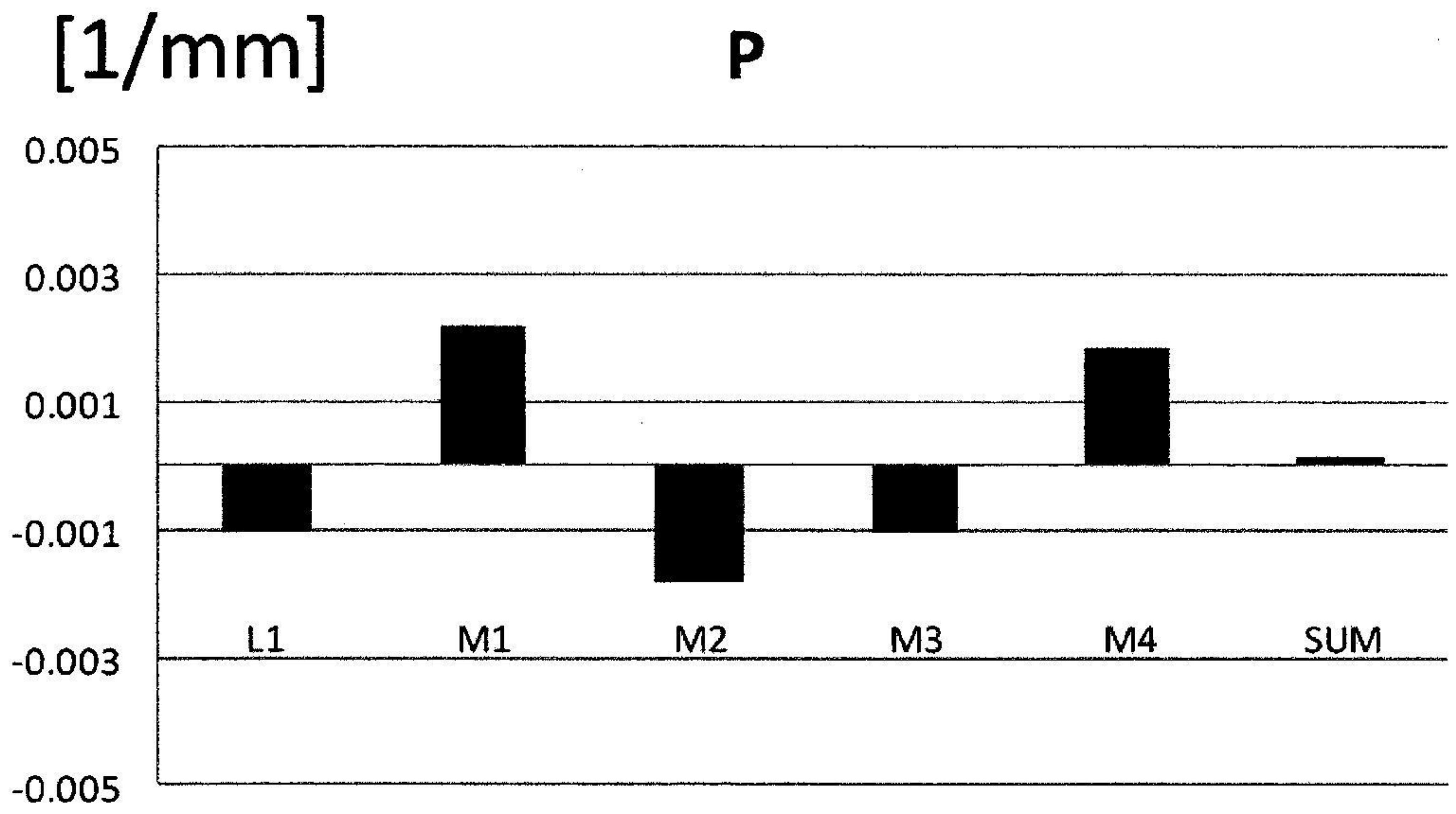


圖 4D

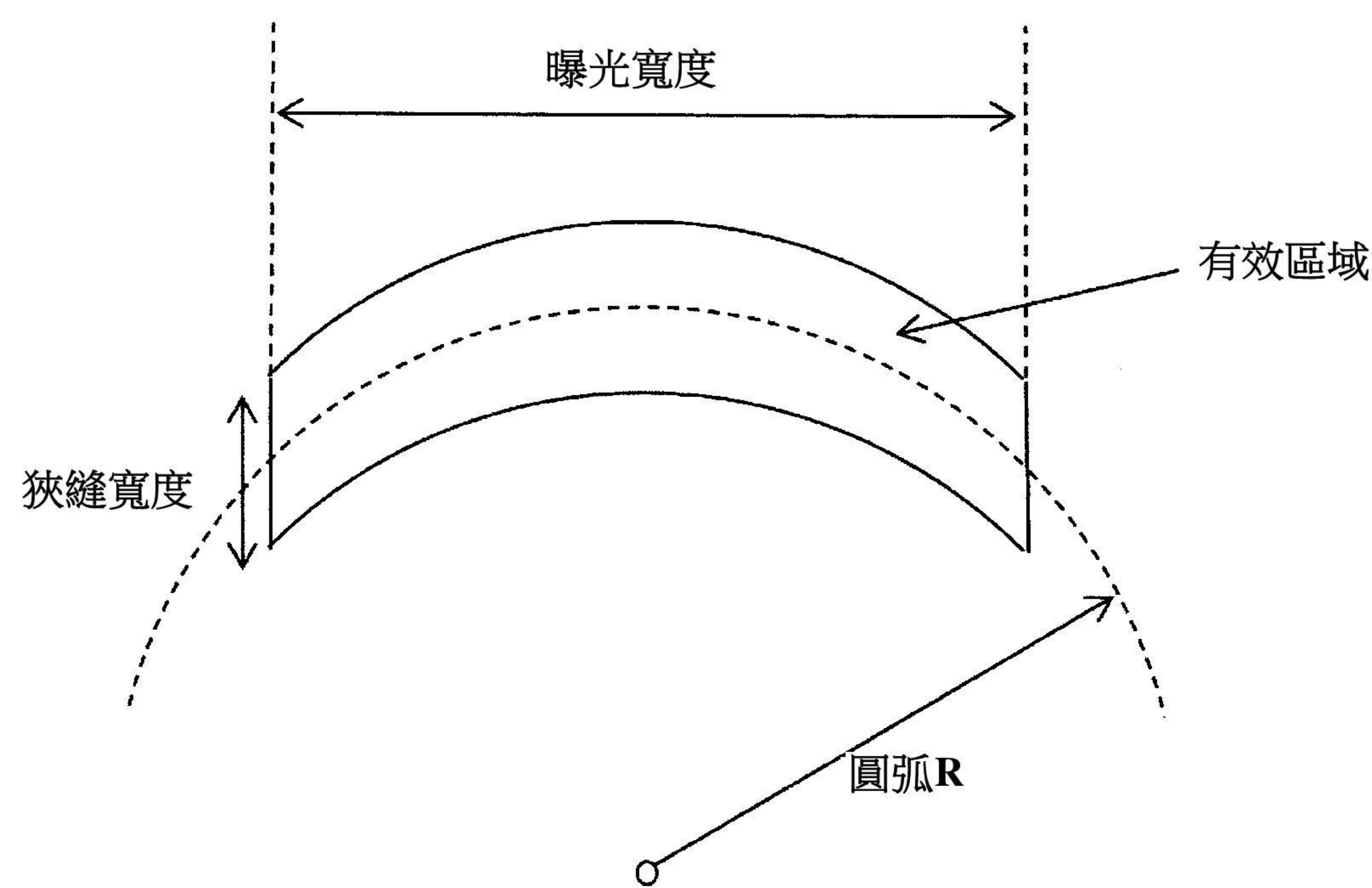


圖 5A

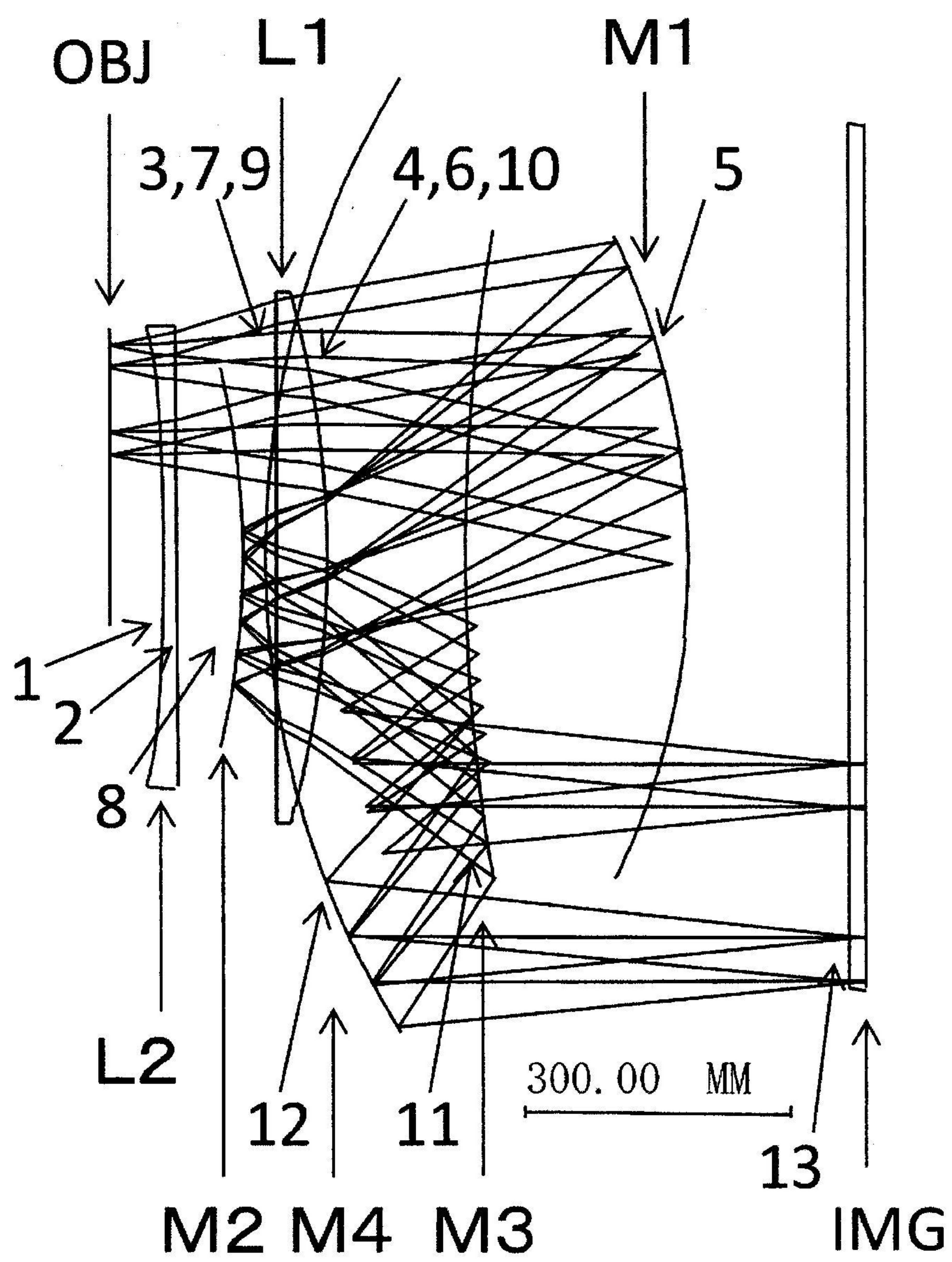


圖 5B

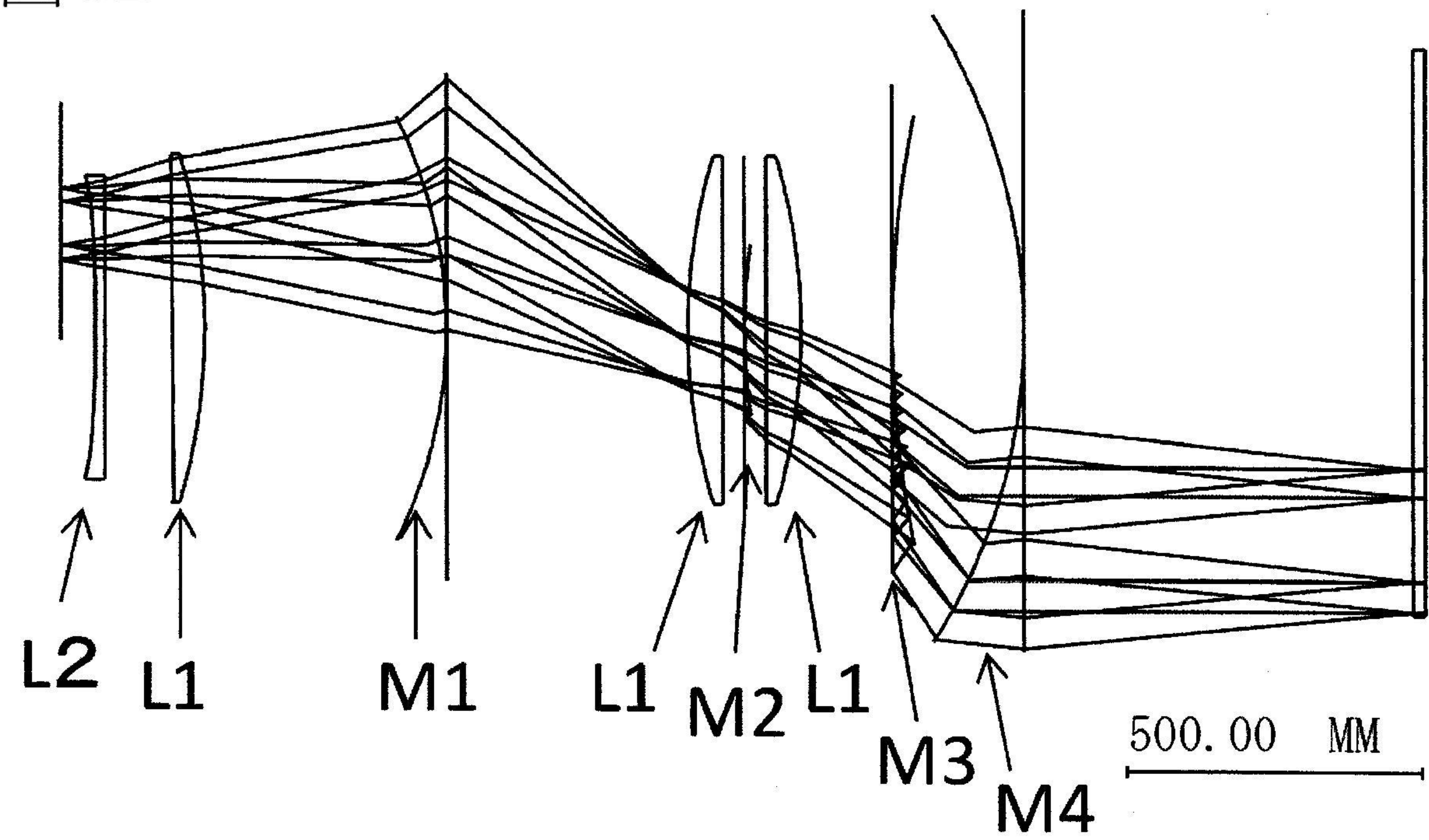


圖 5C

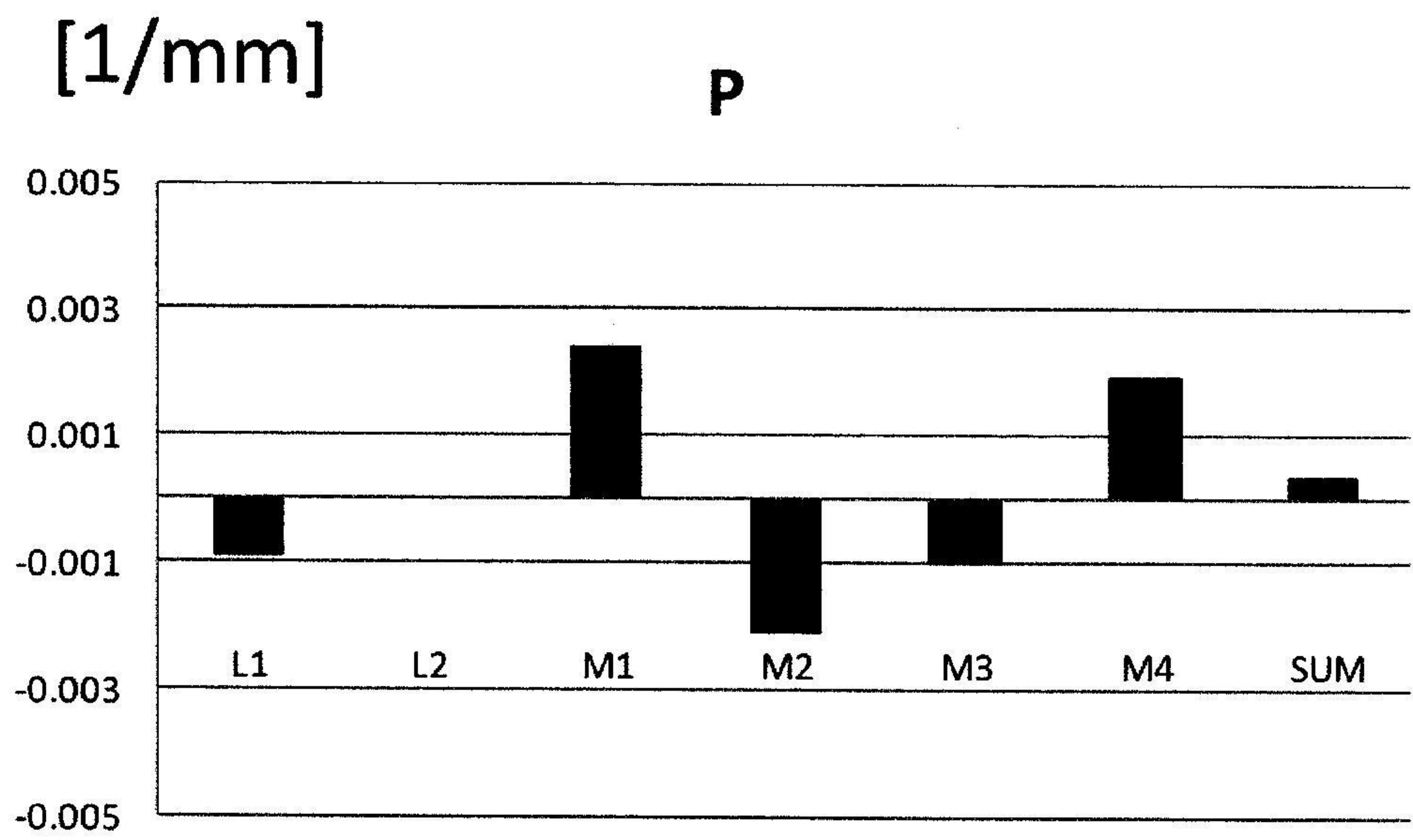


圖 6A

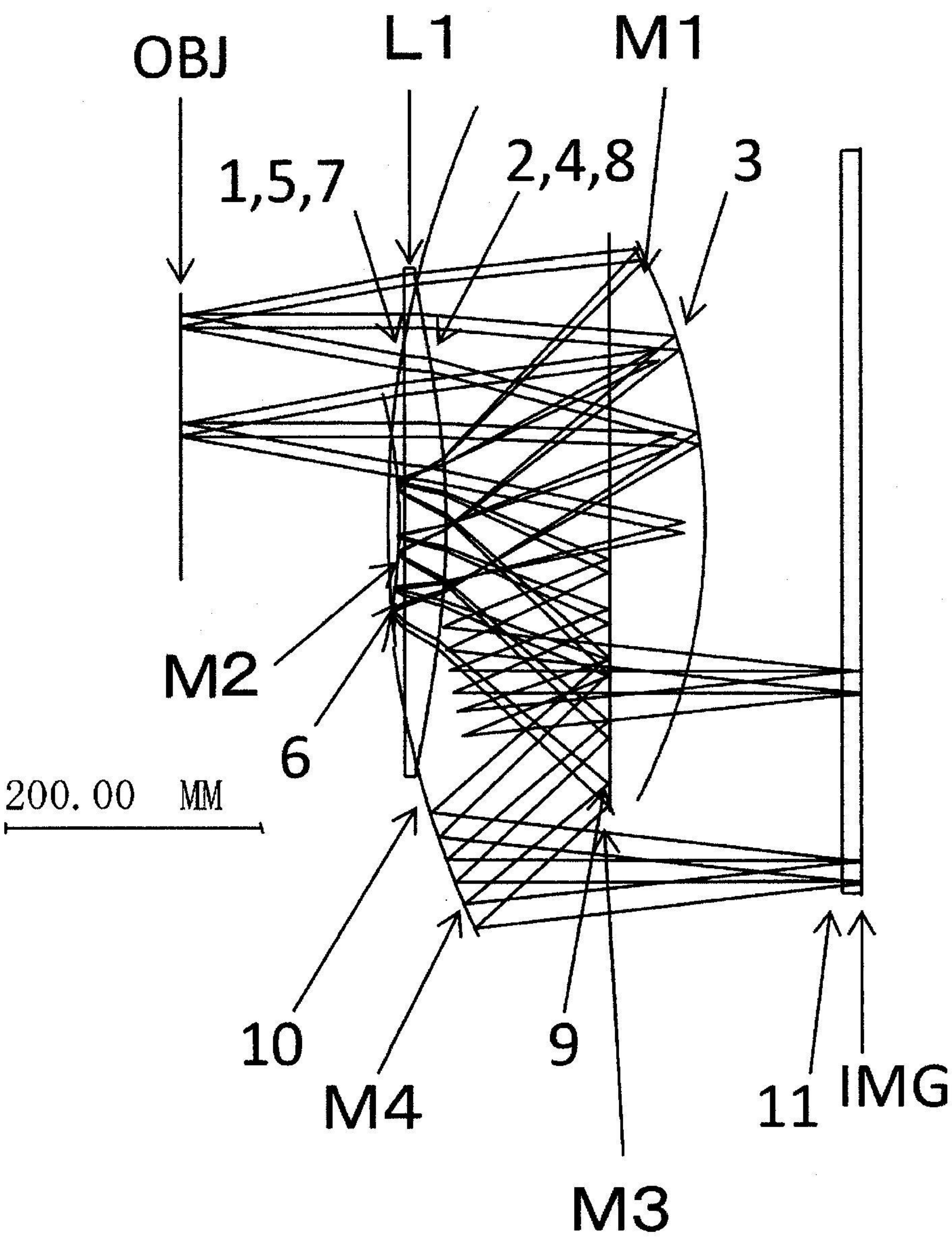


圖 6B

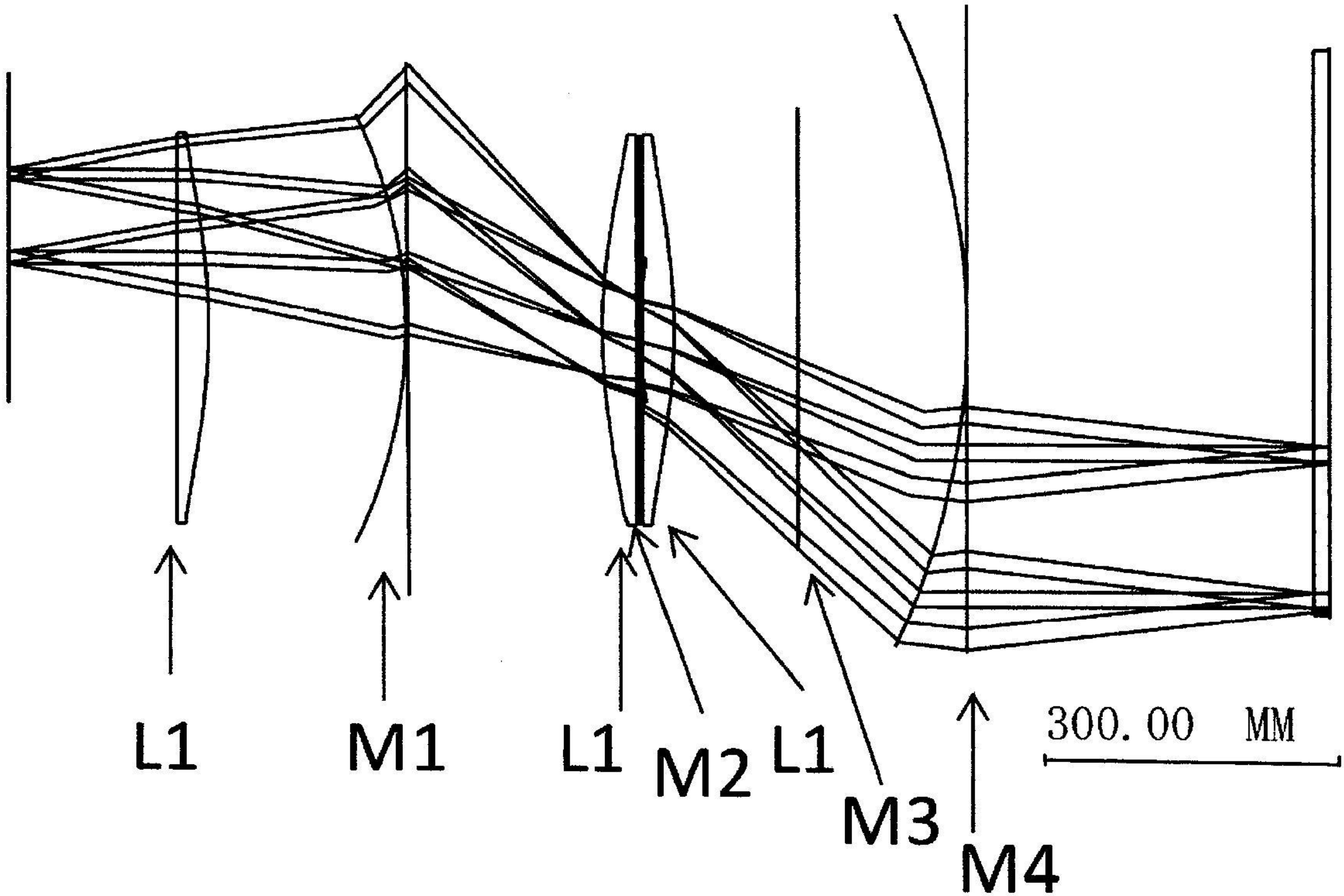


圖 6C

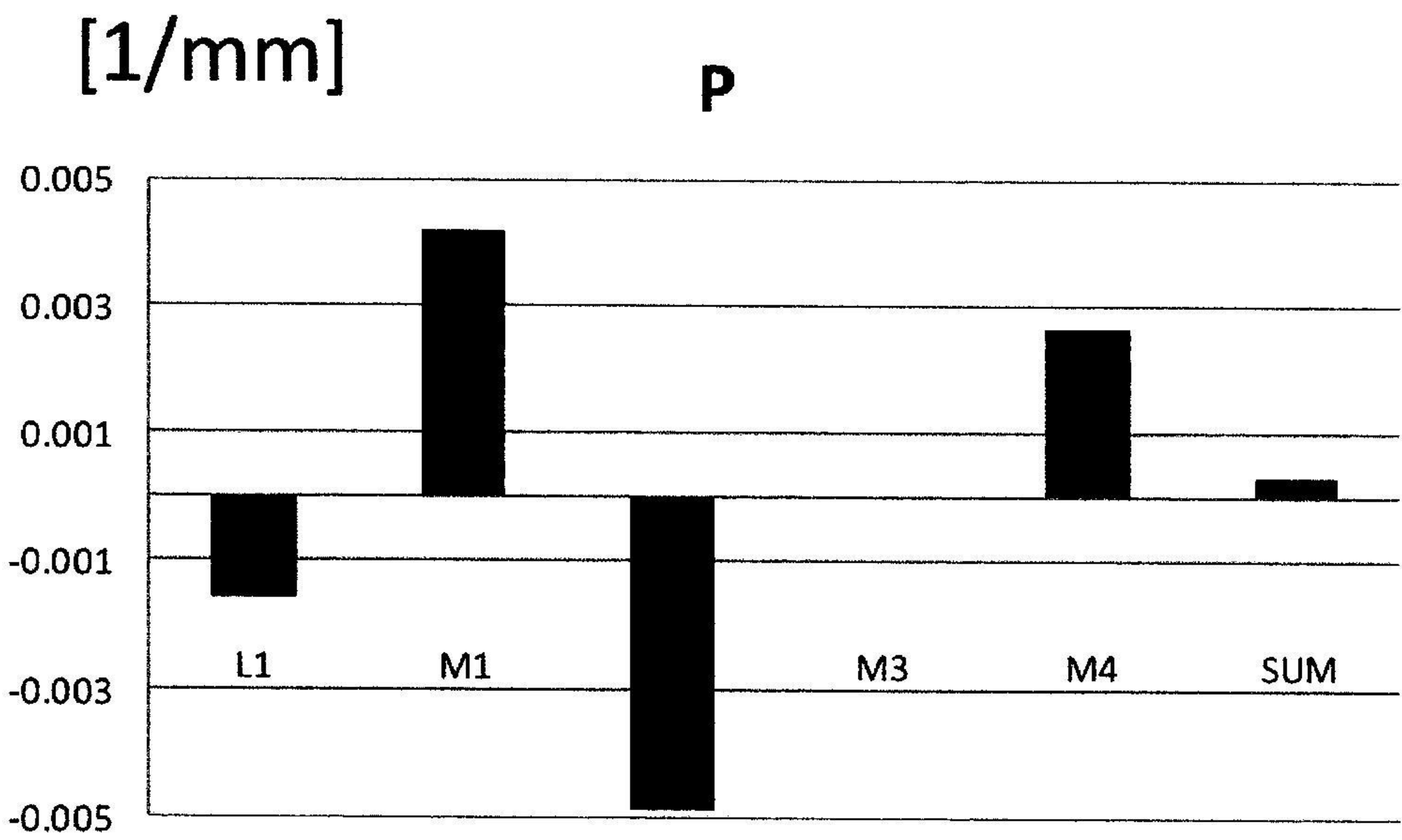


圖 7A

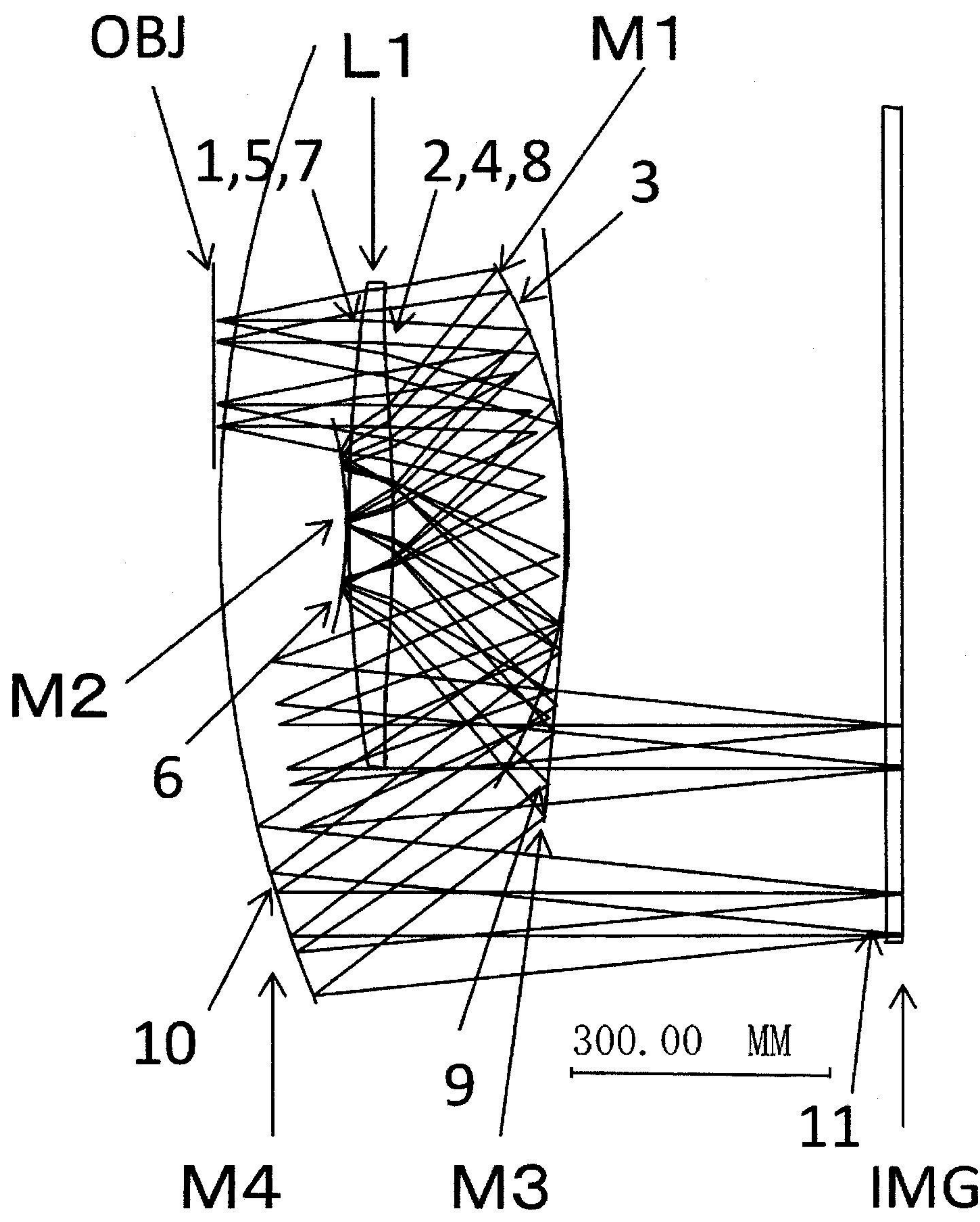


圖 7B

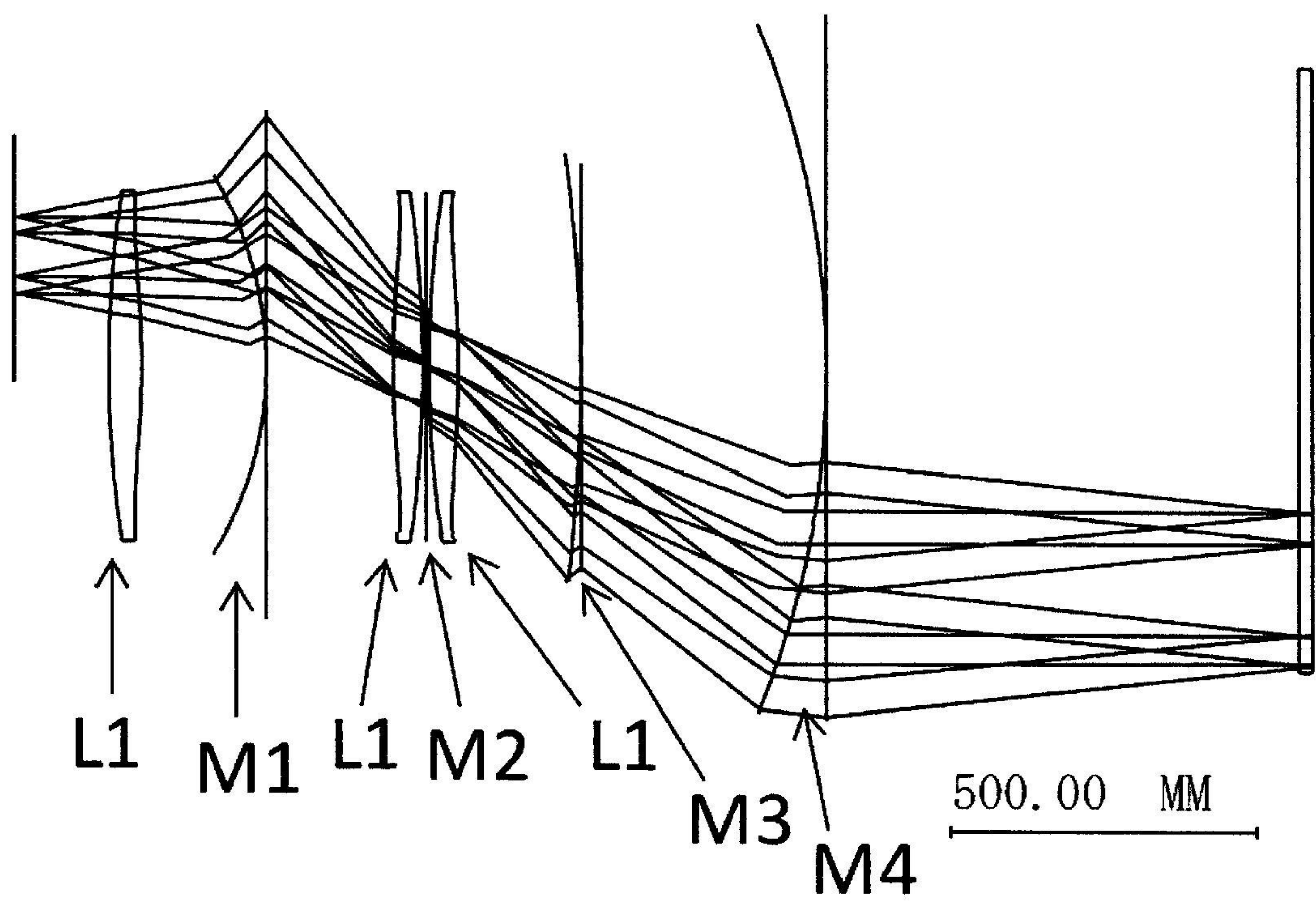


圖 7C

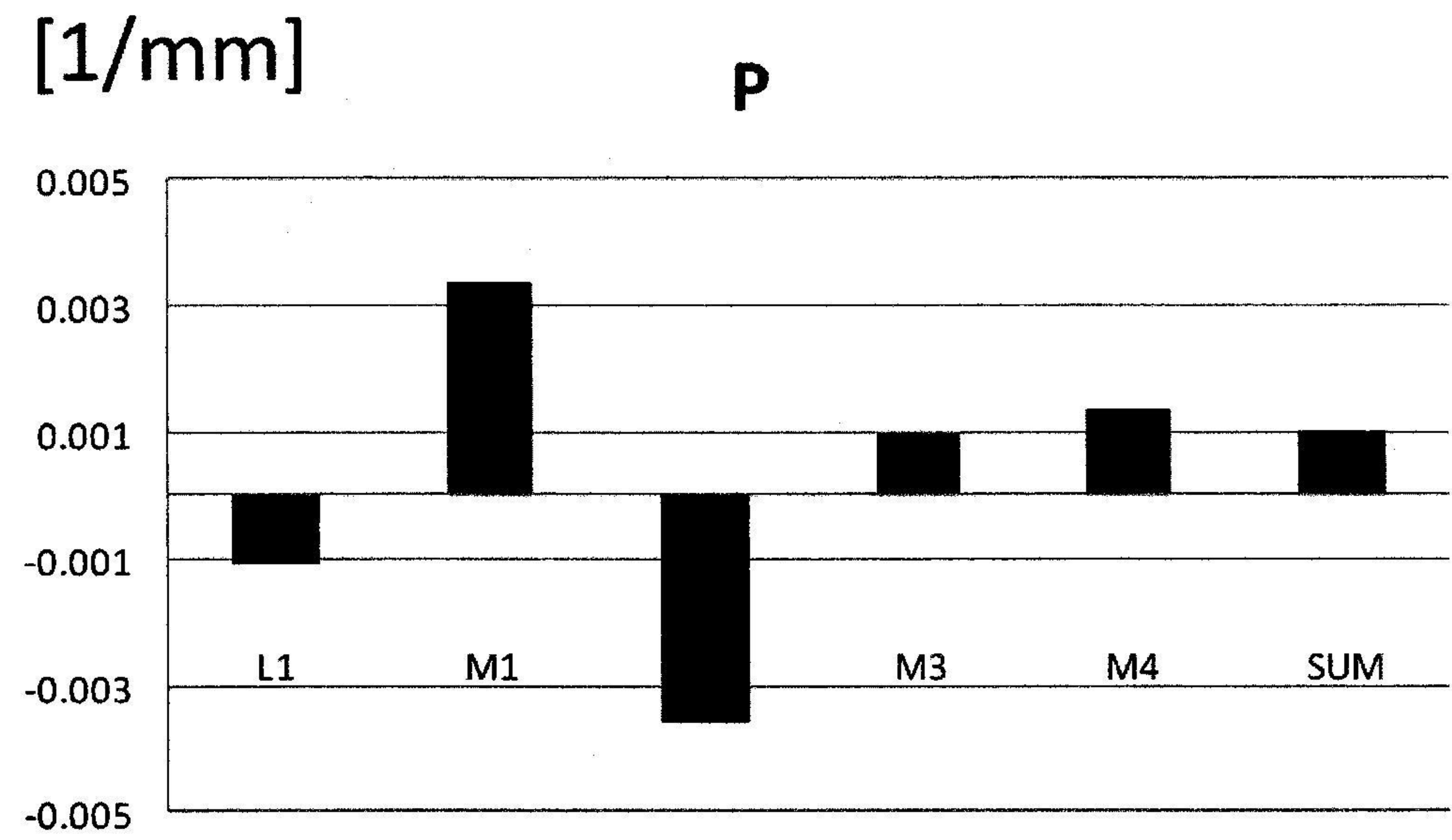


圖 8A

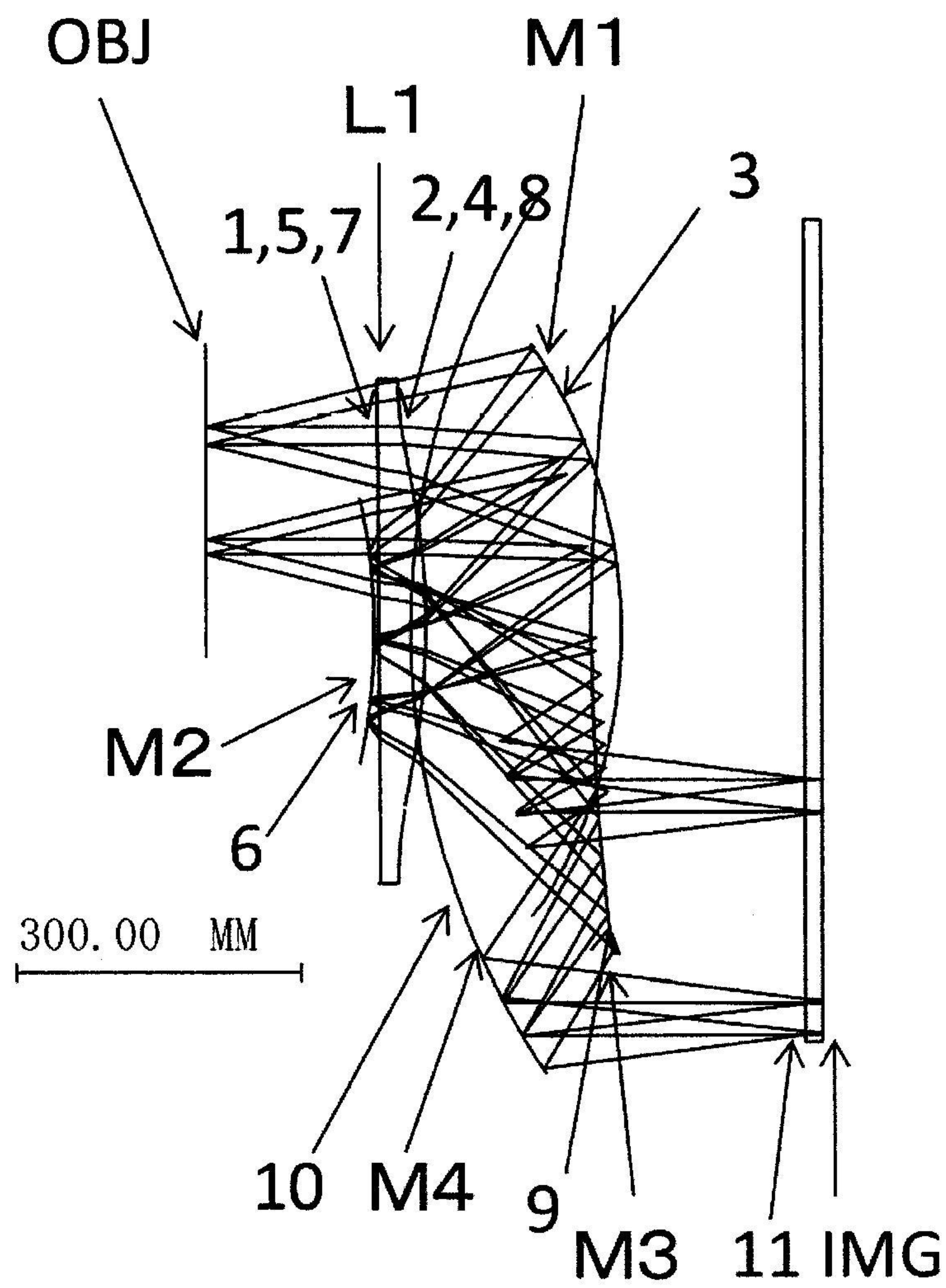


圖 8B

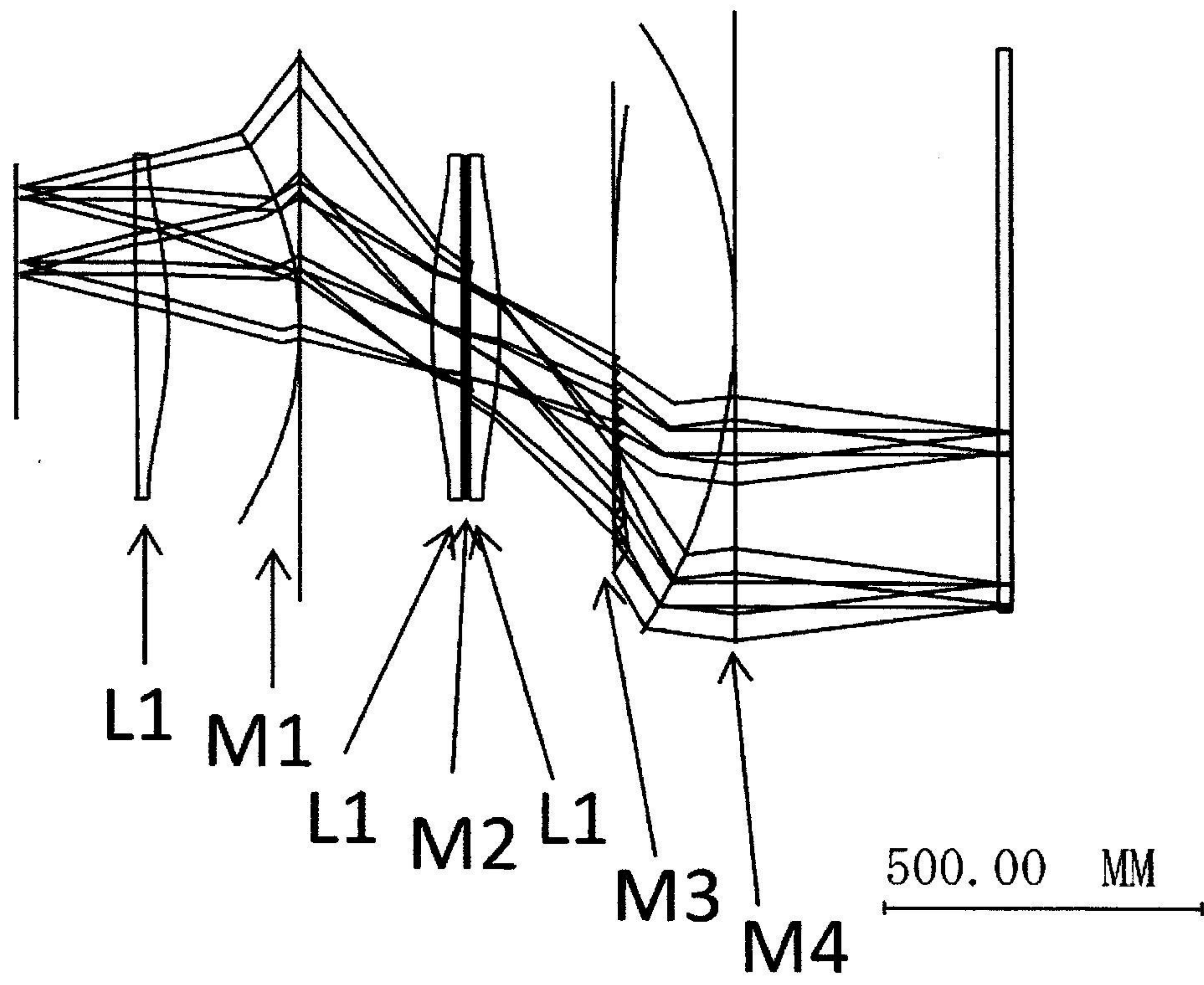


圖 8C

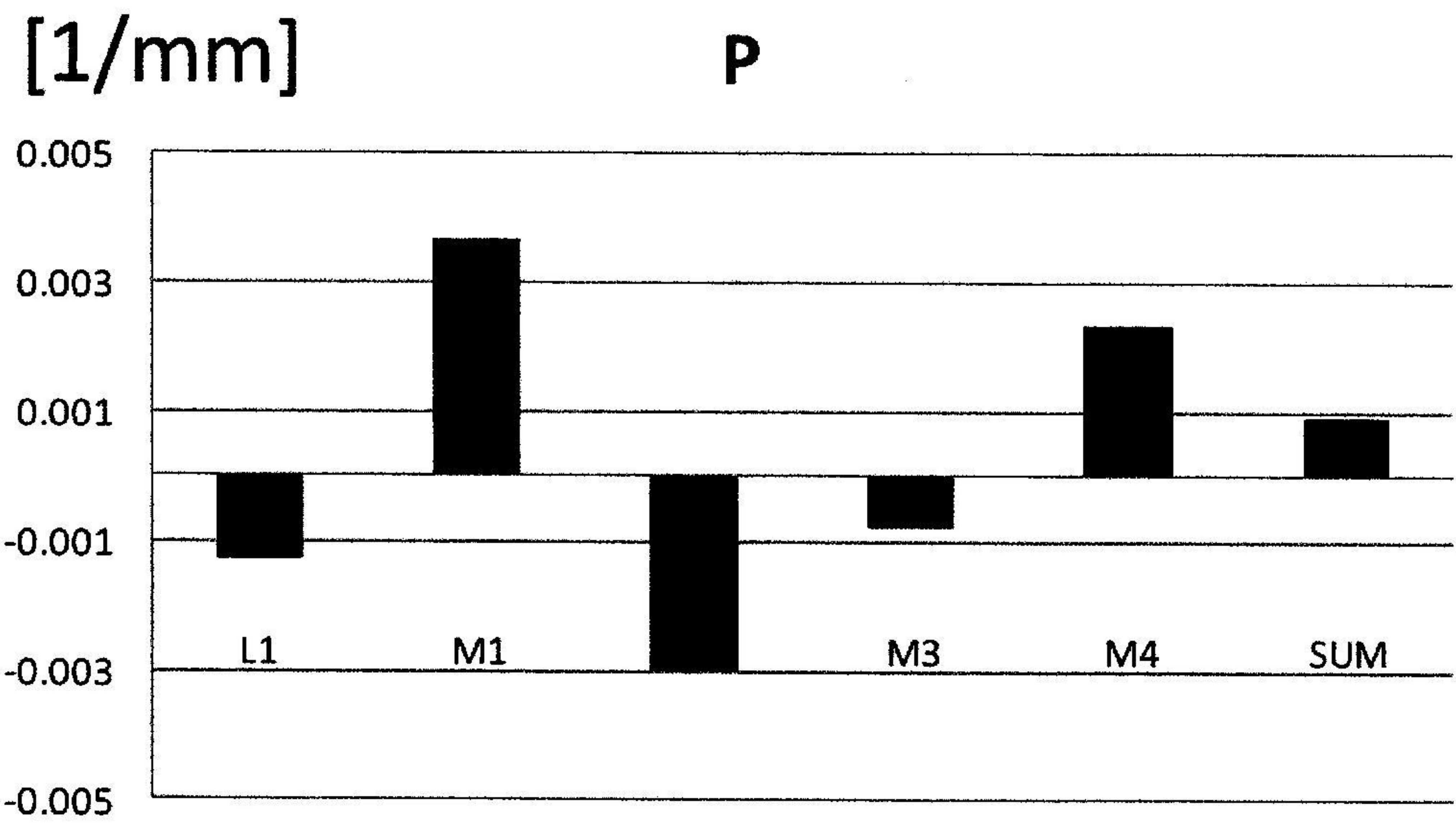


圖 9A

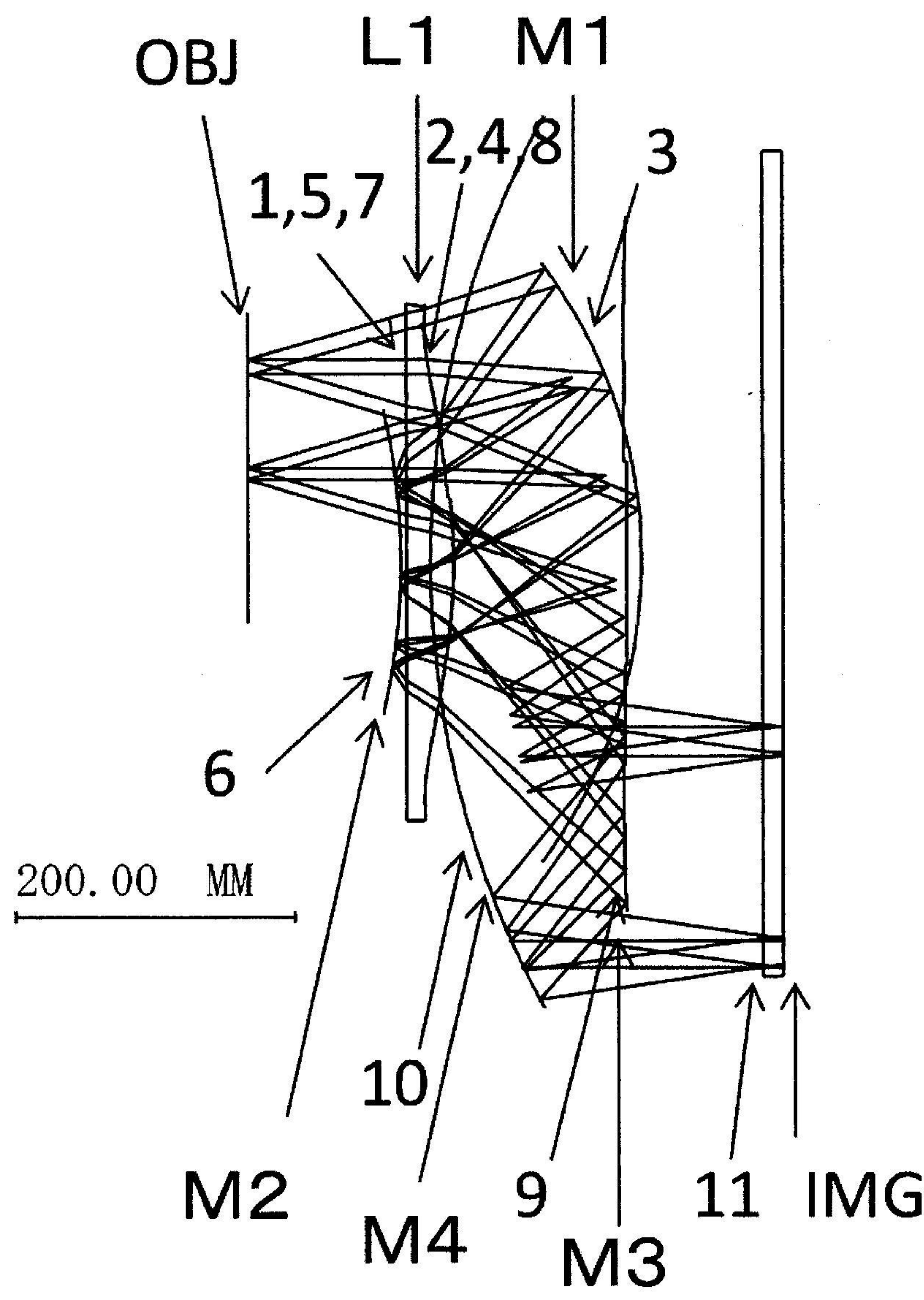


圖 9B

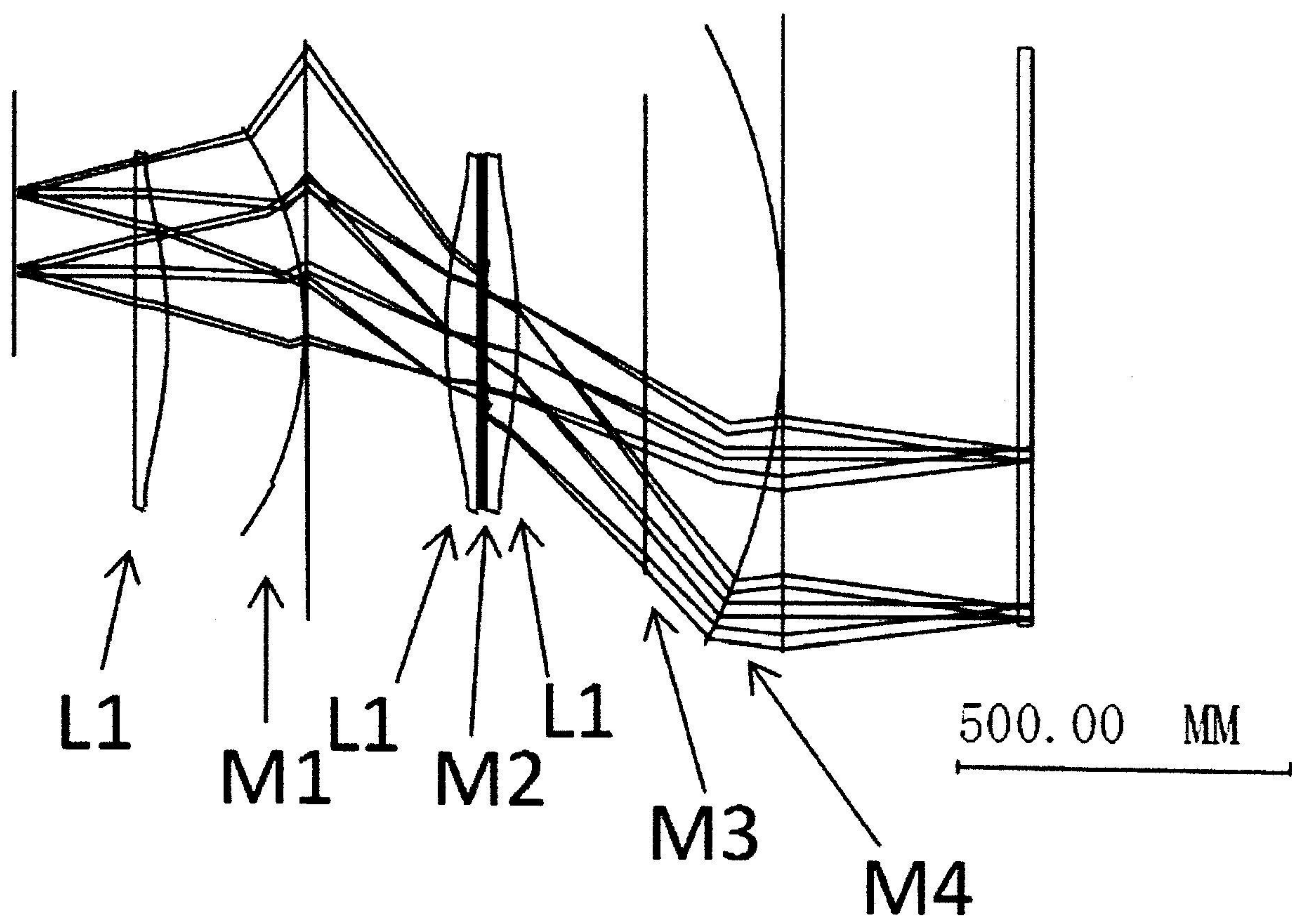


圖 9C

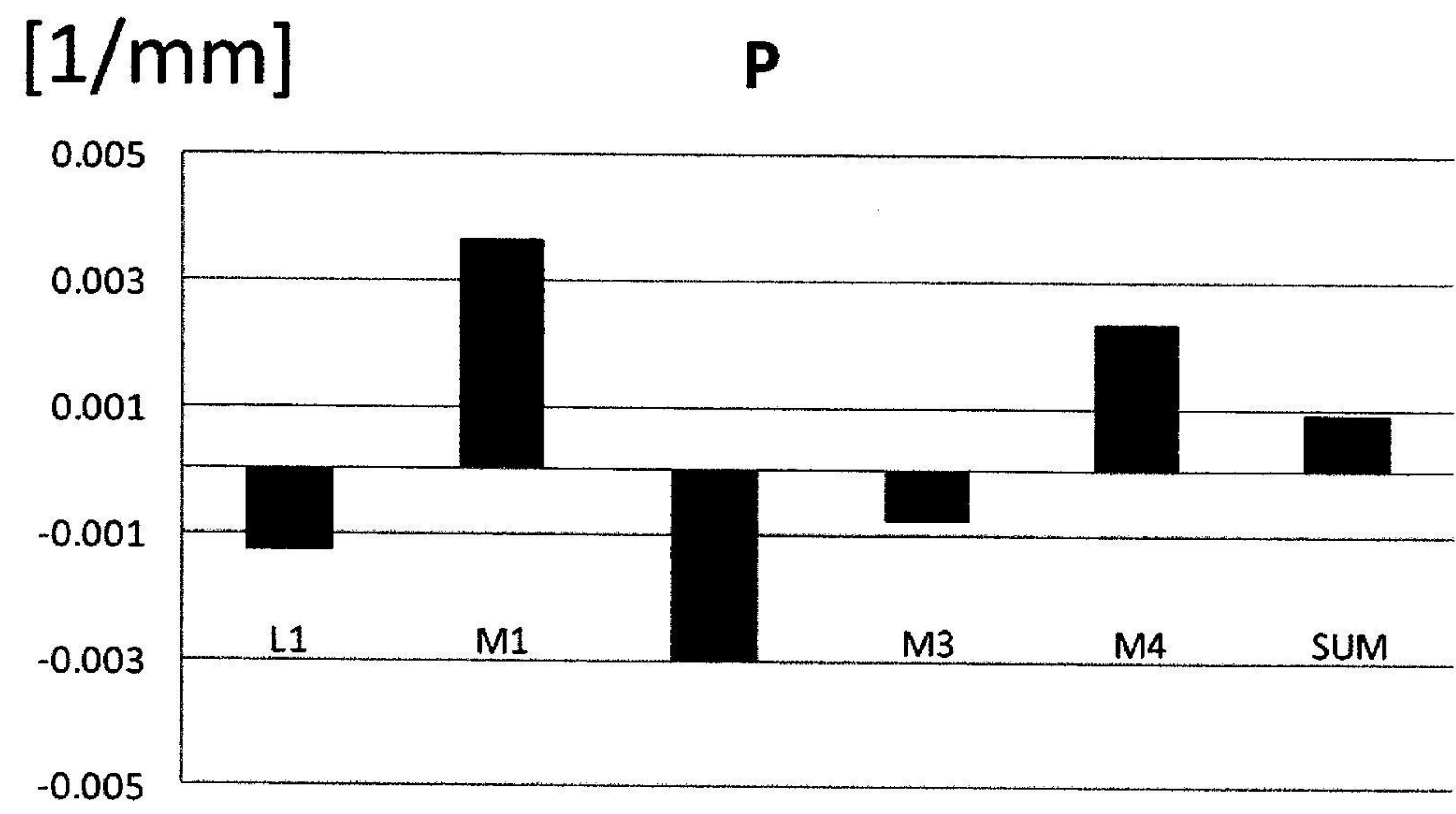


圖 10

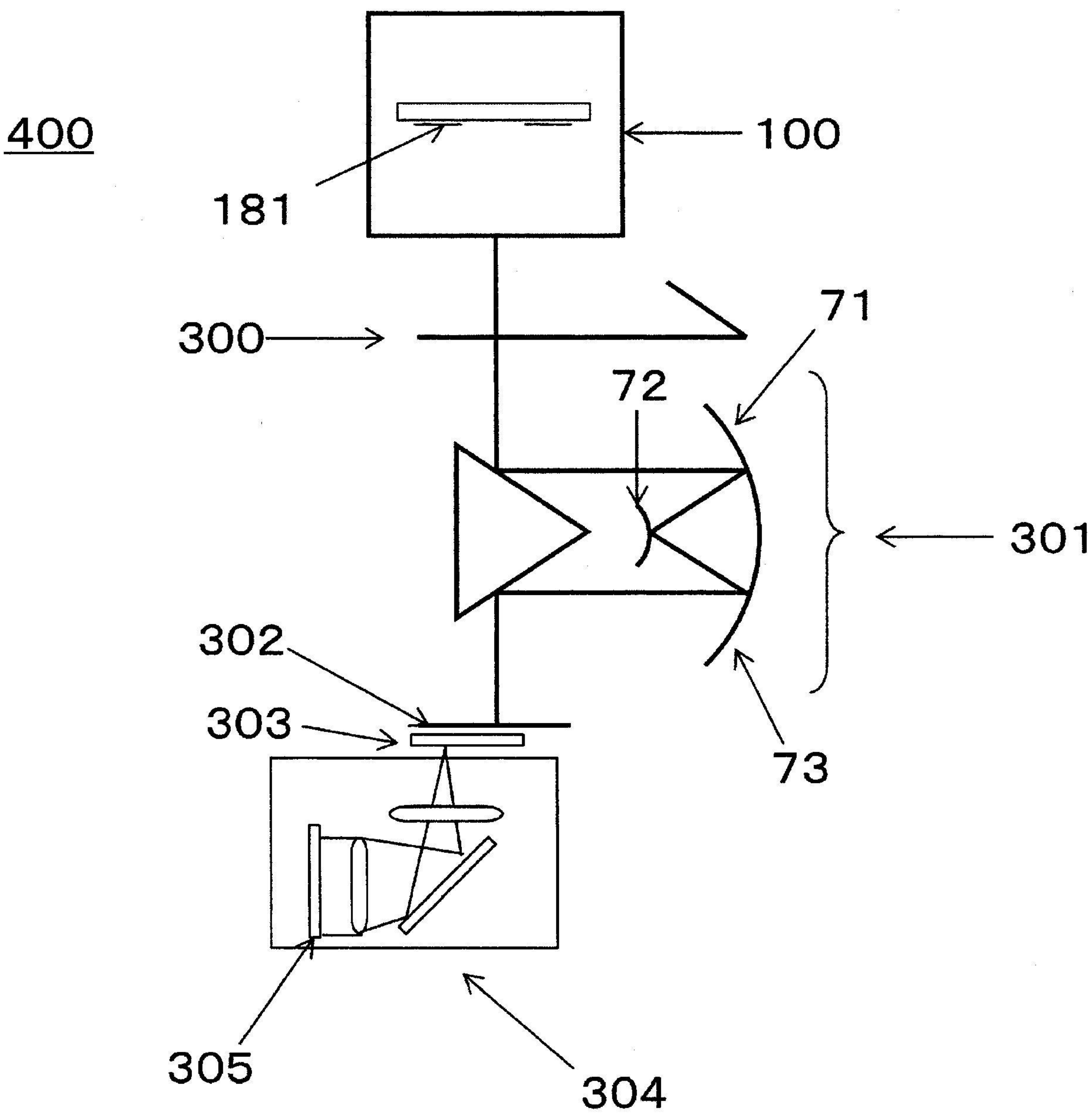


圖 11

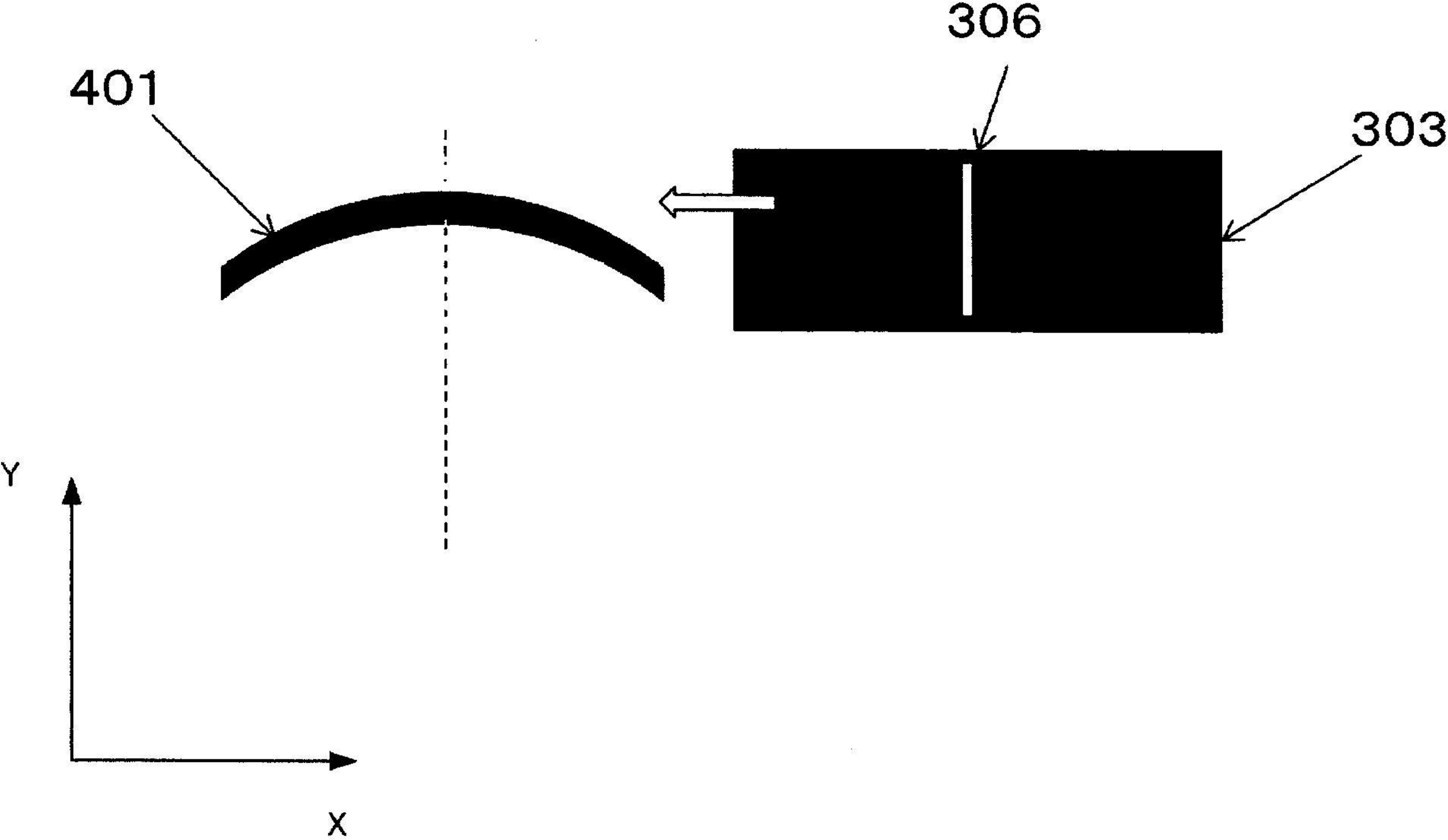


圖 12A

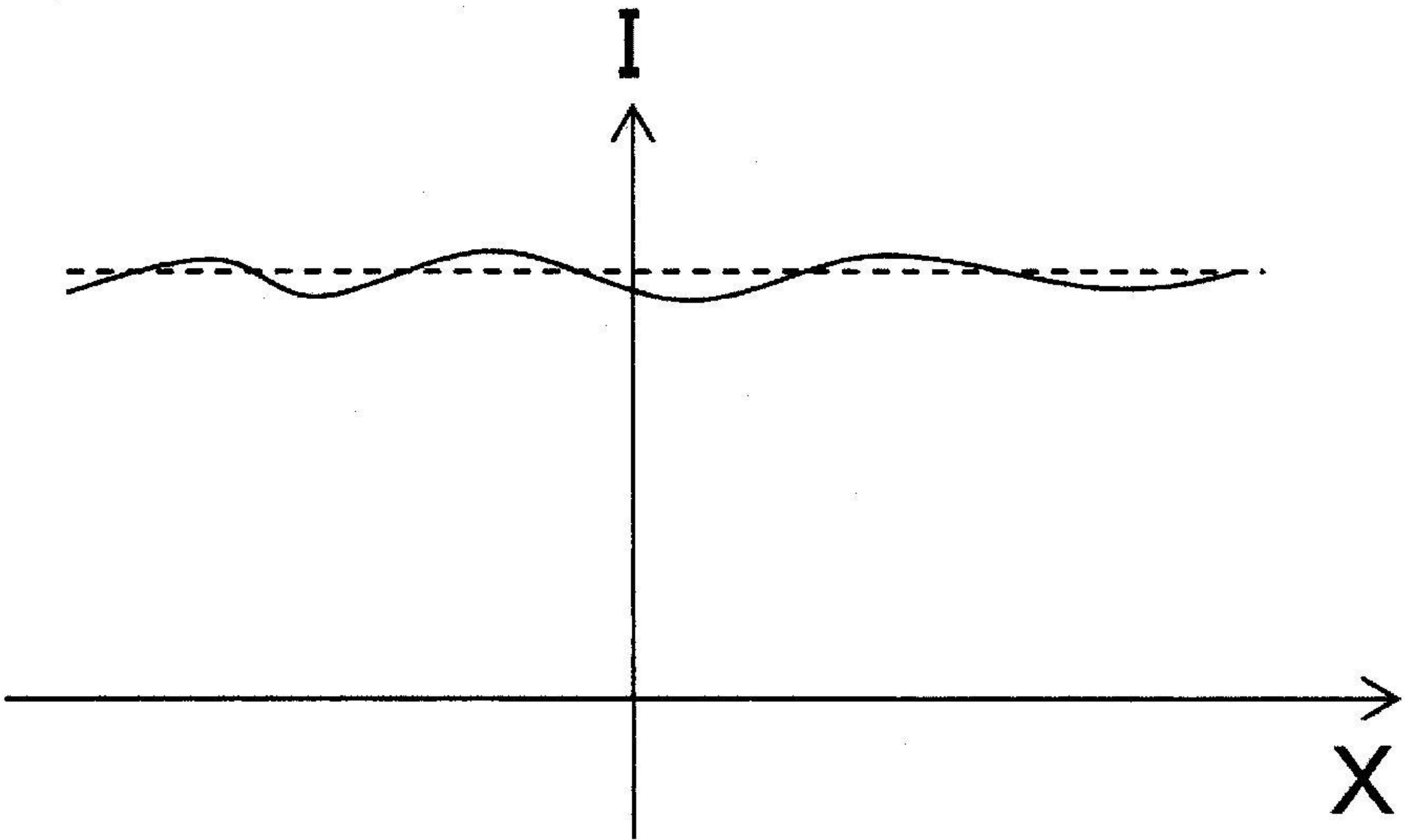


圖 12B

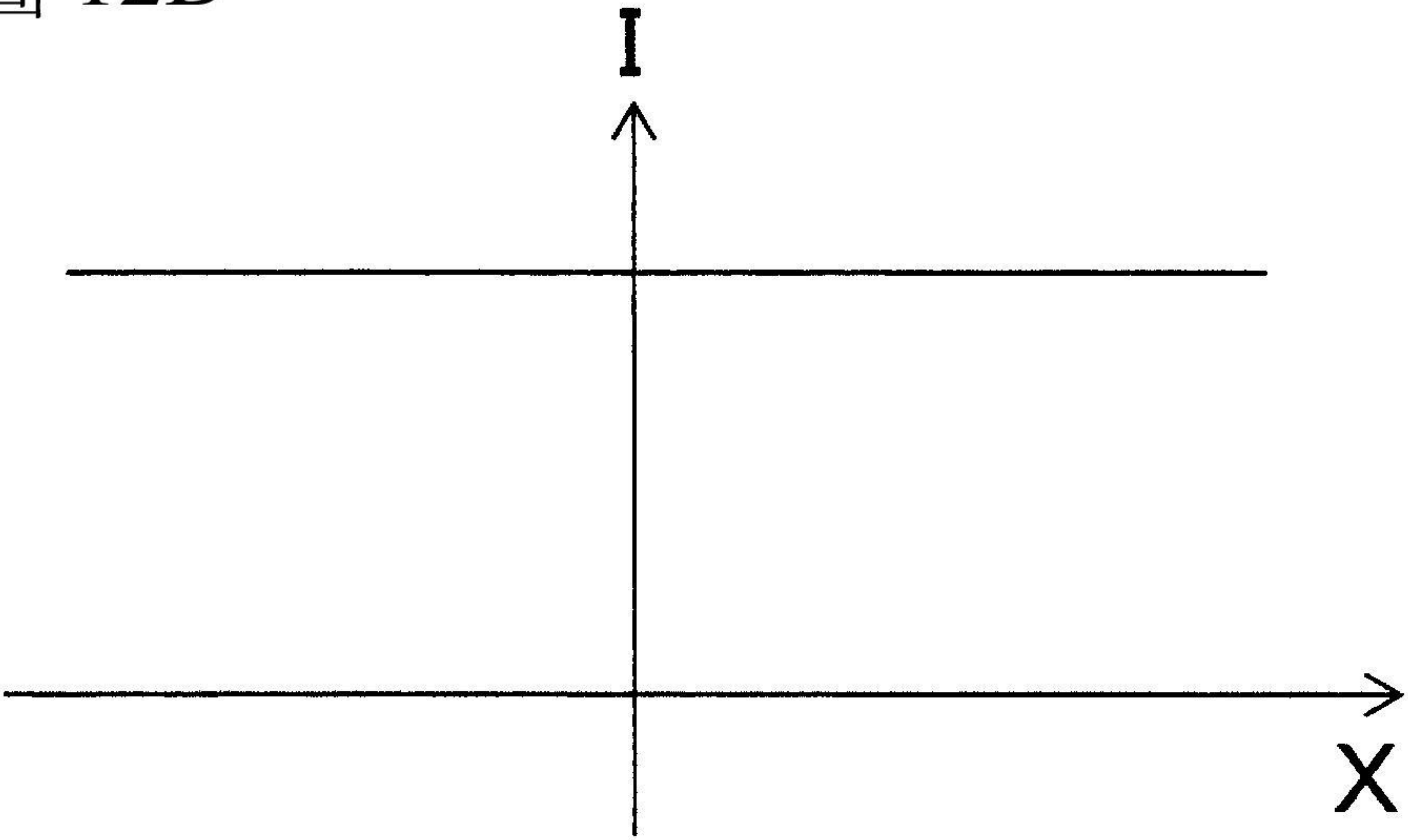


圖 13A

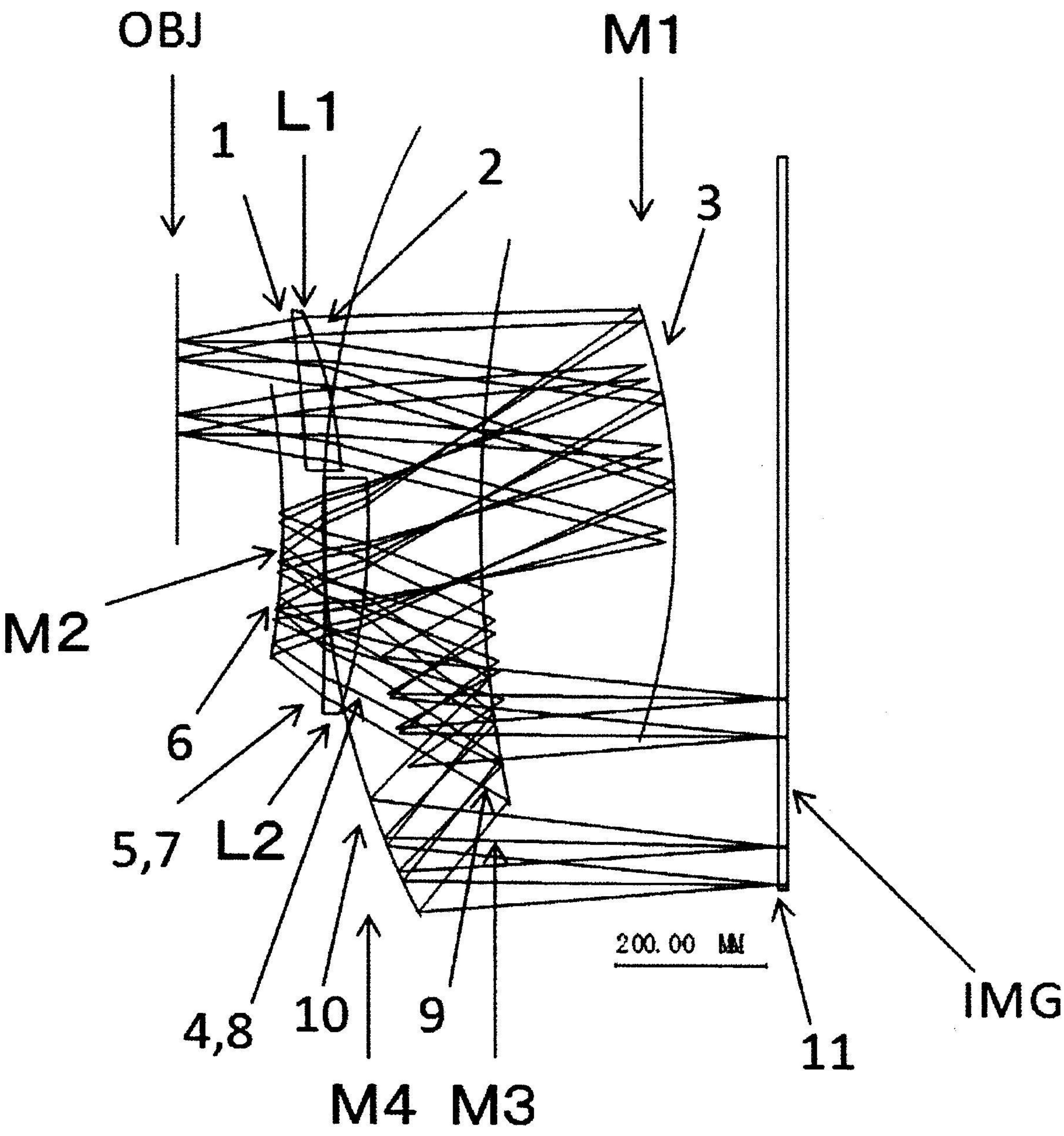


圖 13B

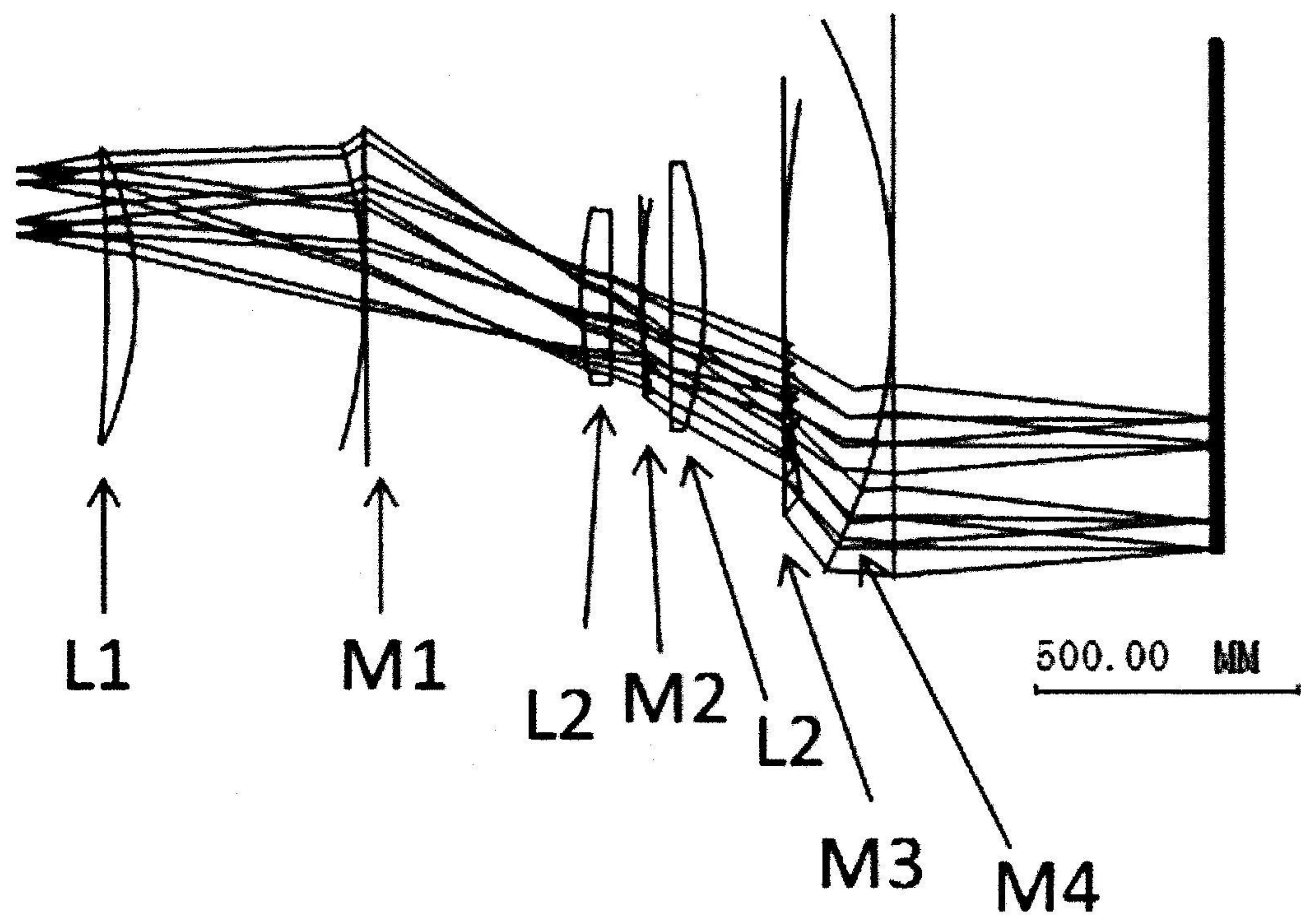


圖 13C

[1/mm]

P

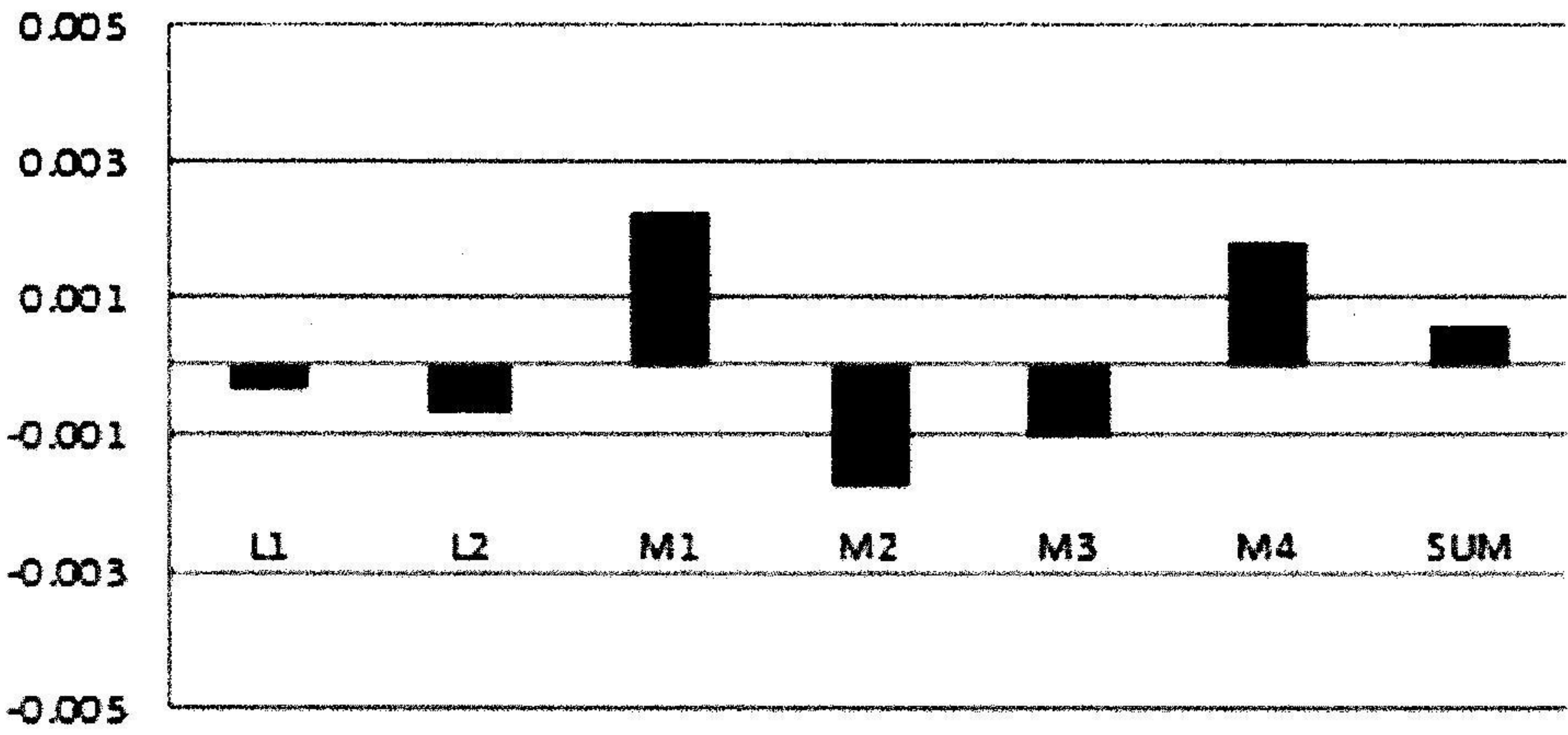


圖 14A

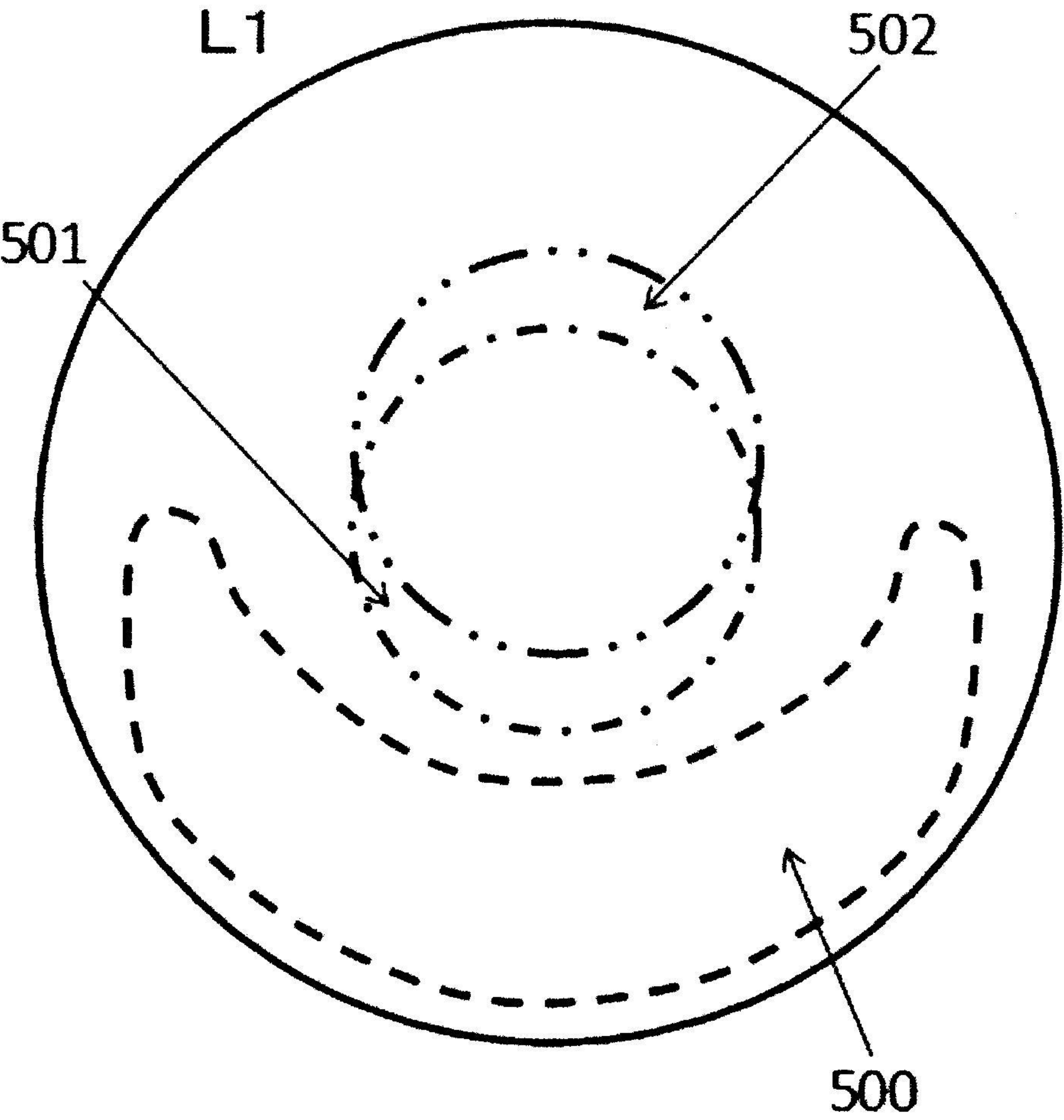


圖 14B

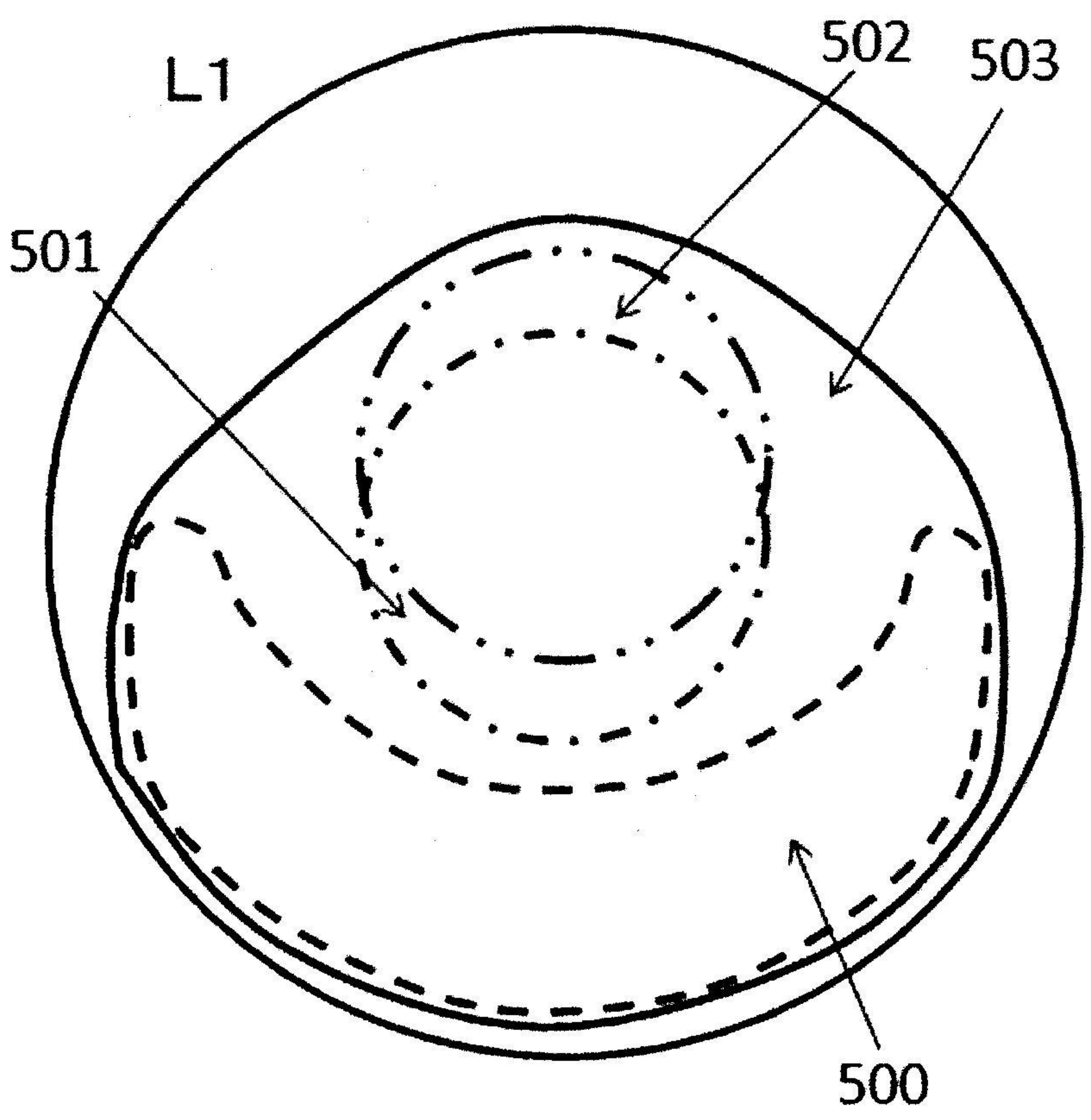


圖 14C

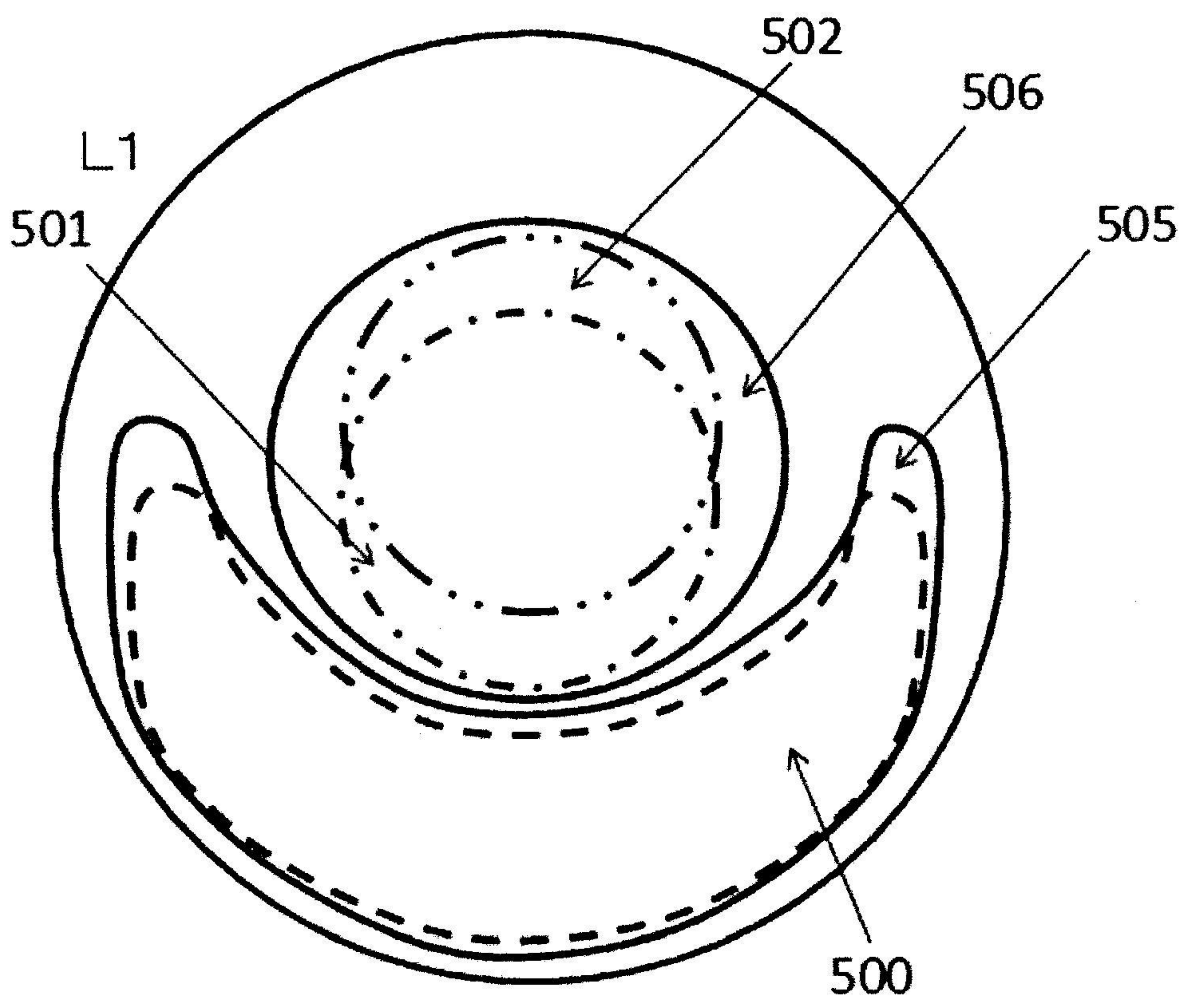


圖 15A

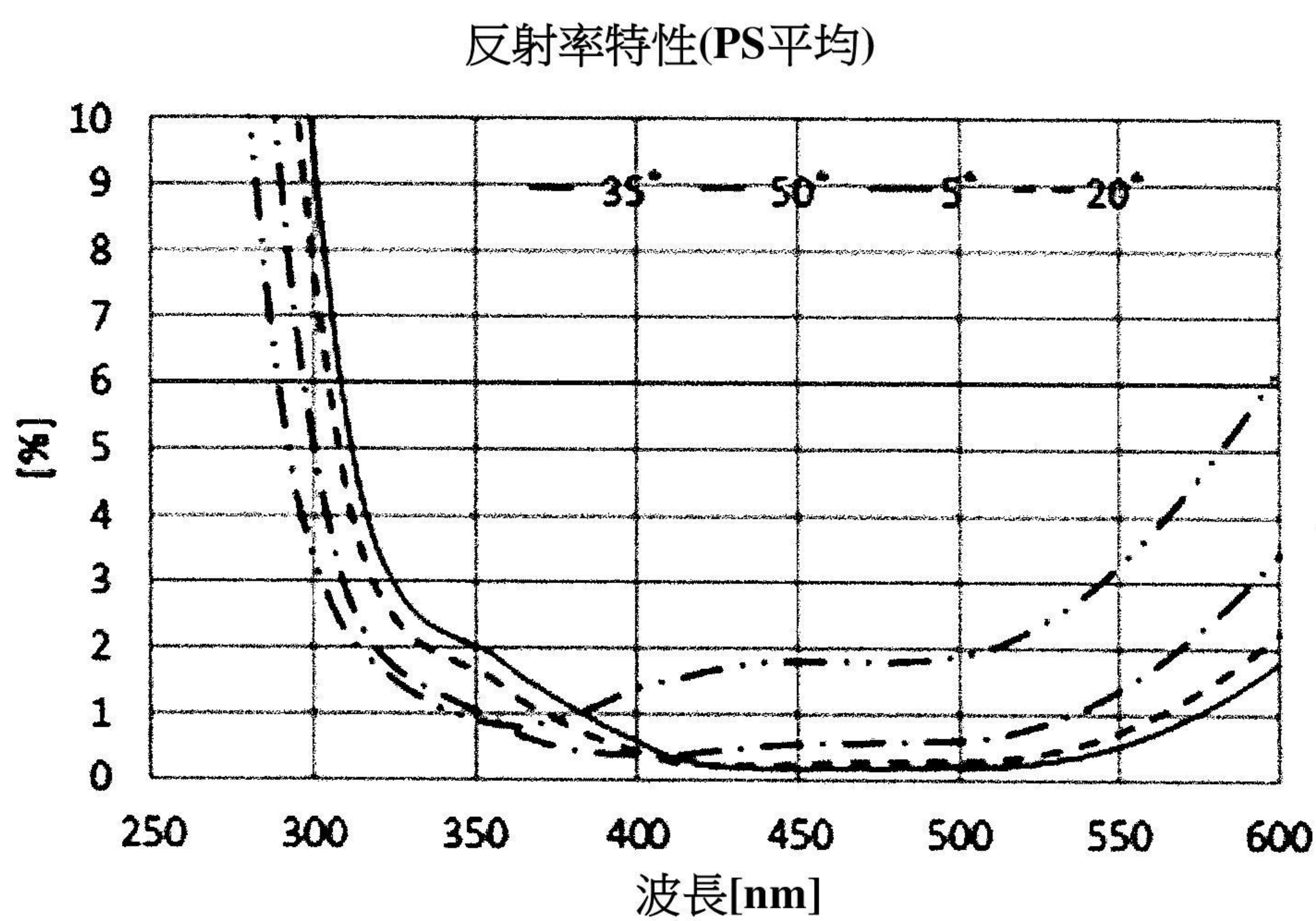


圖 15B

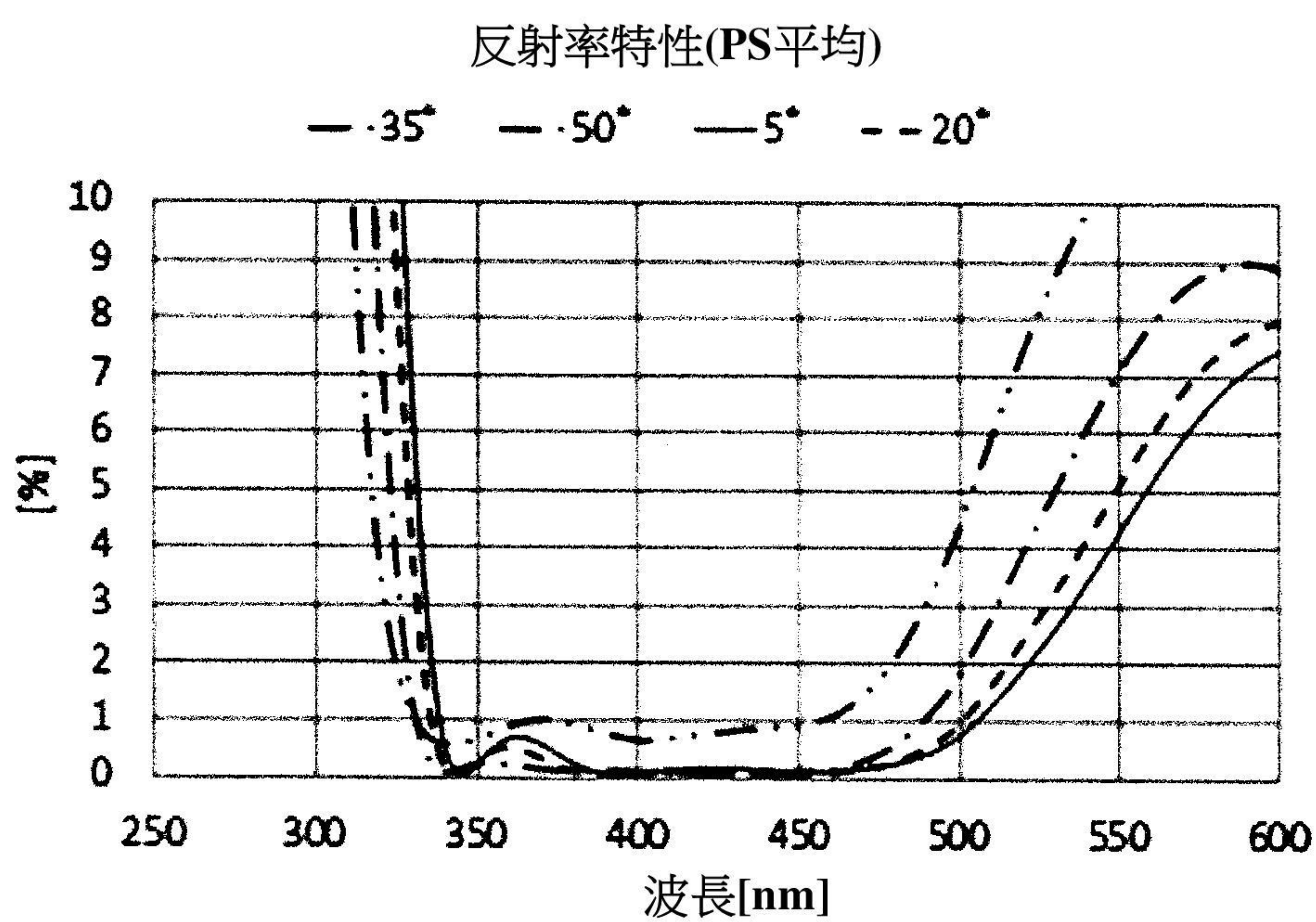


圖 15C

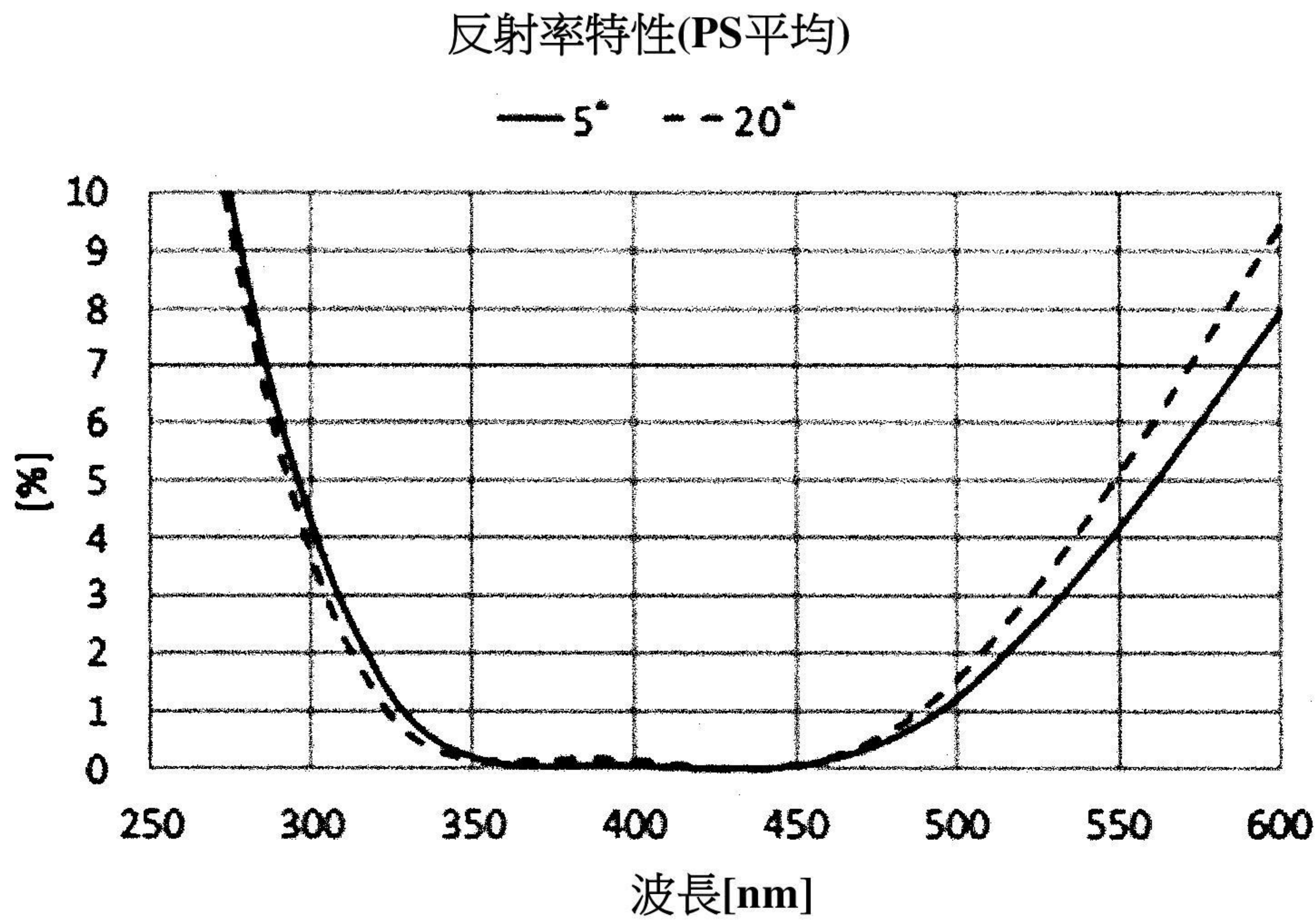


圖 15D

