

圖 1A

習知技術

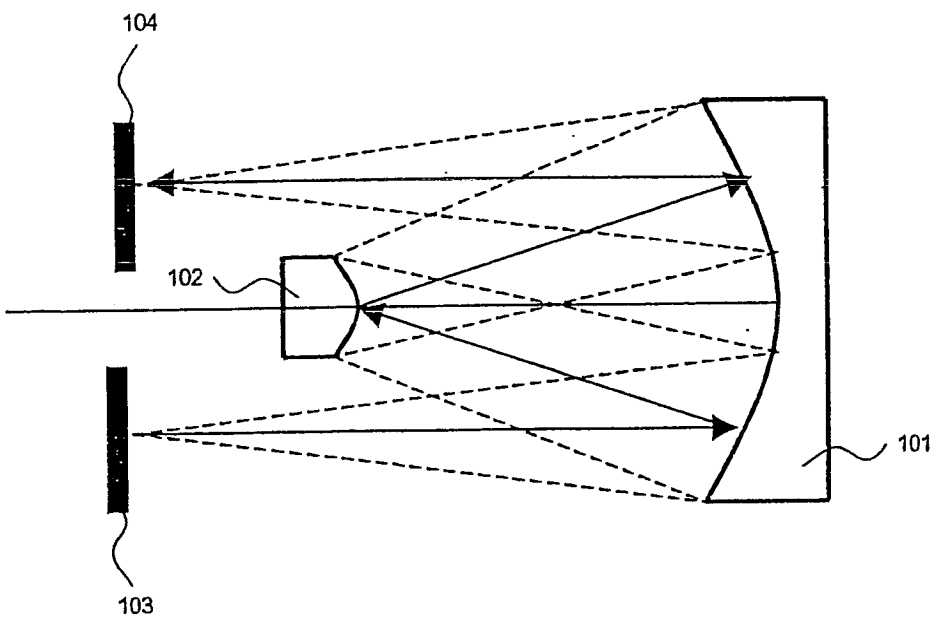


圖 1B

習知技術

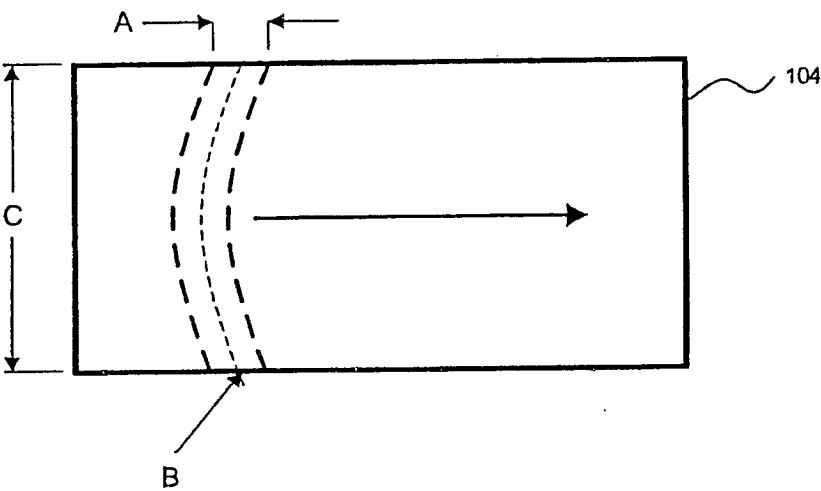


圖2

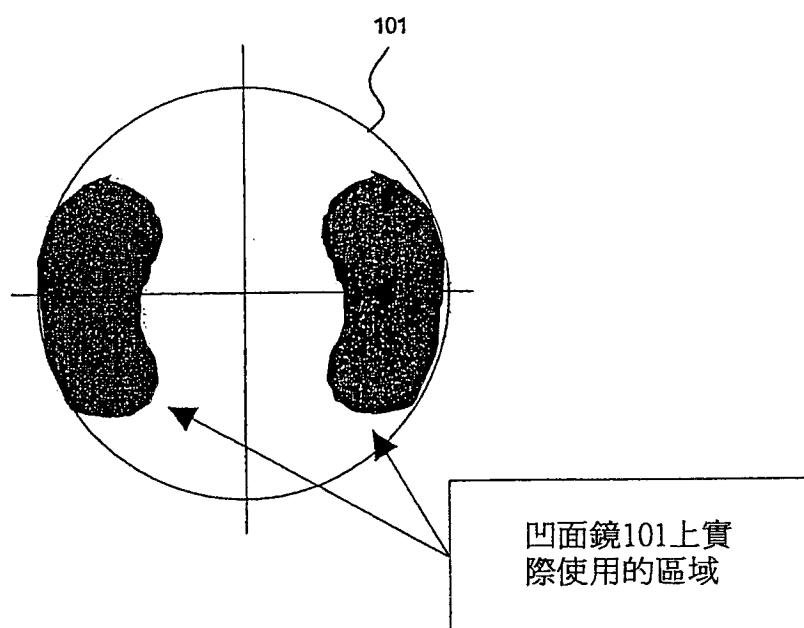


圖 3

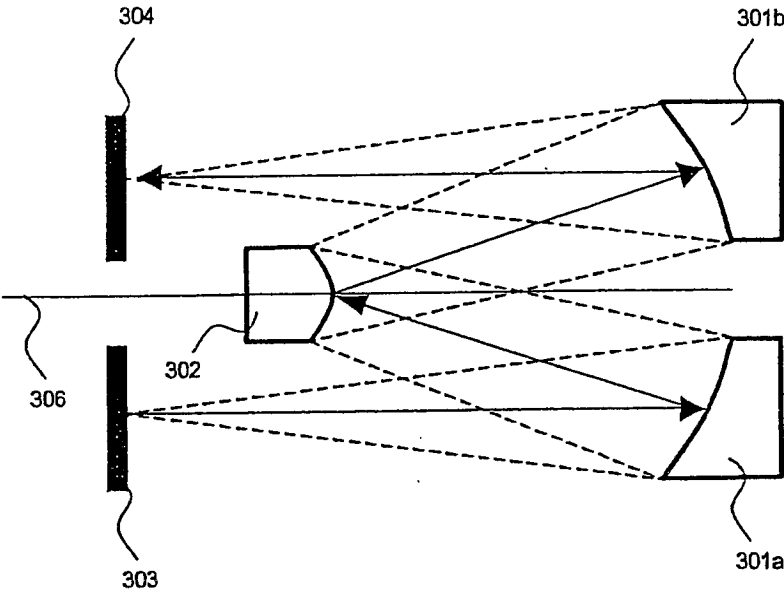


圖 4

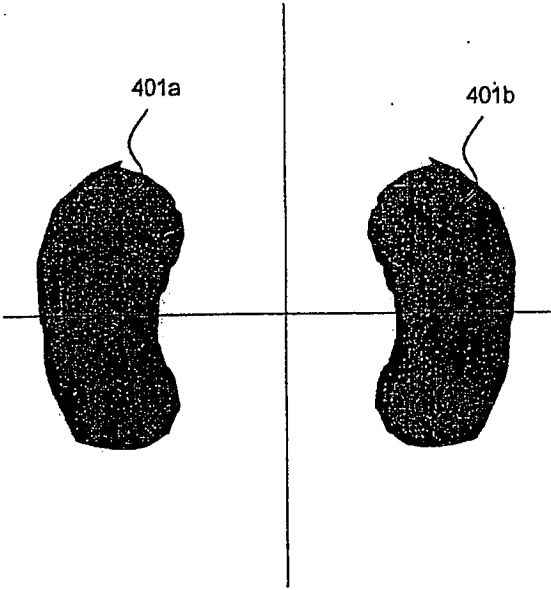


圖5

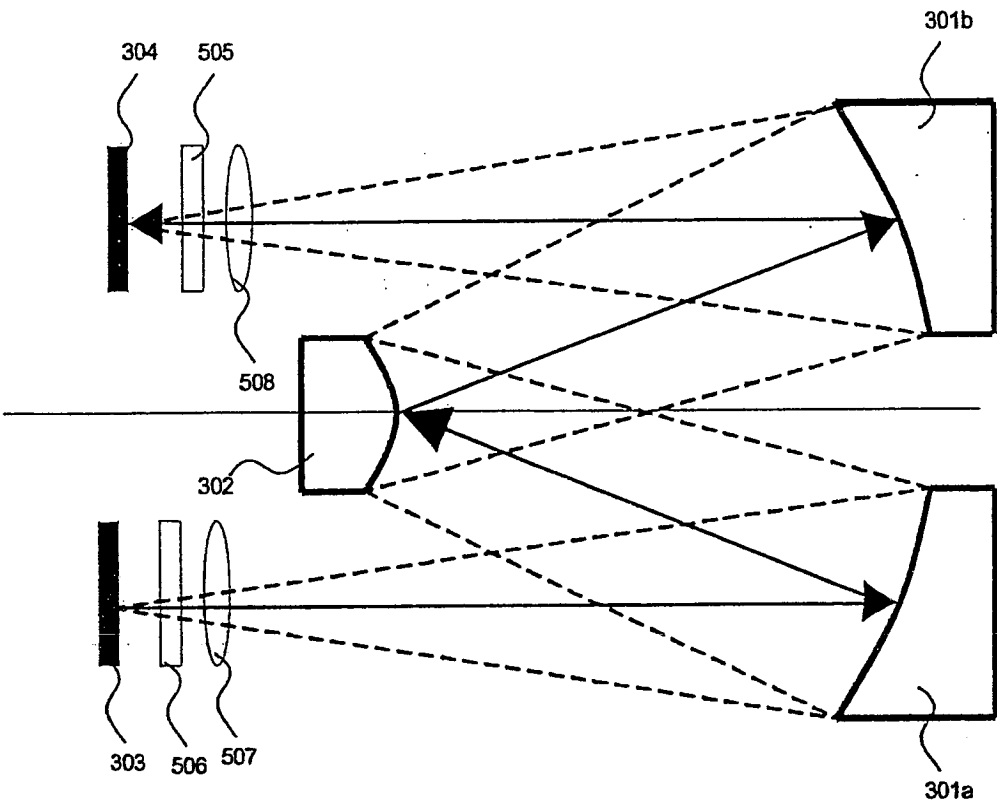


圖 6

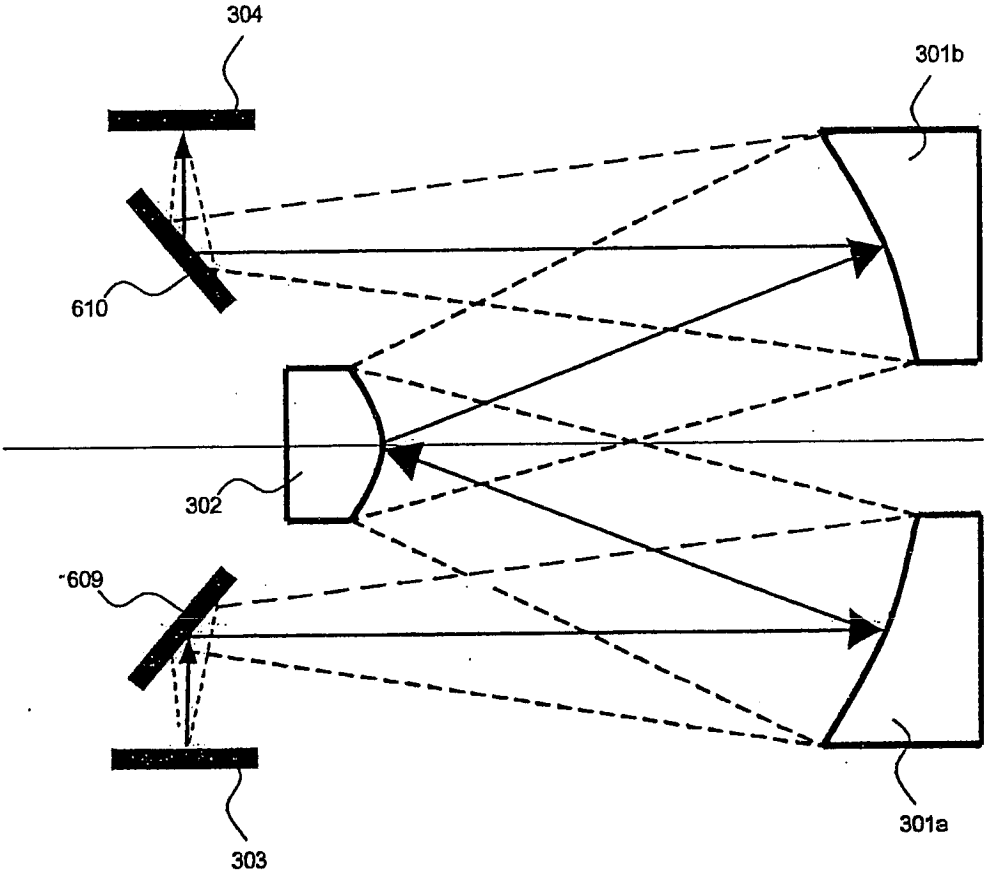


圖 7

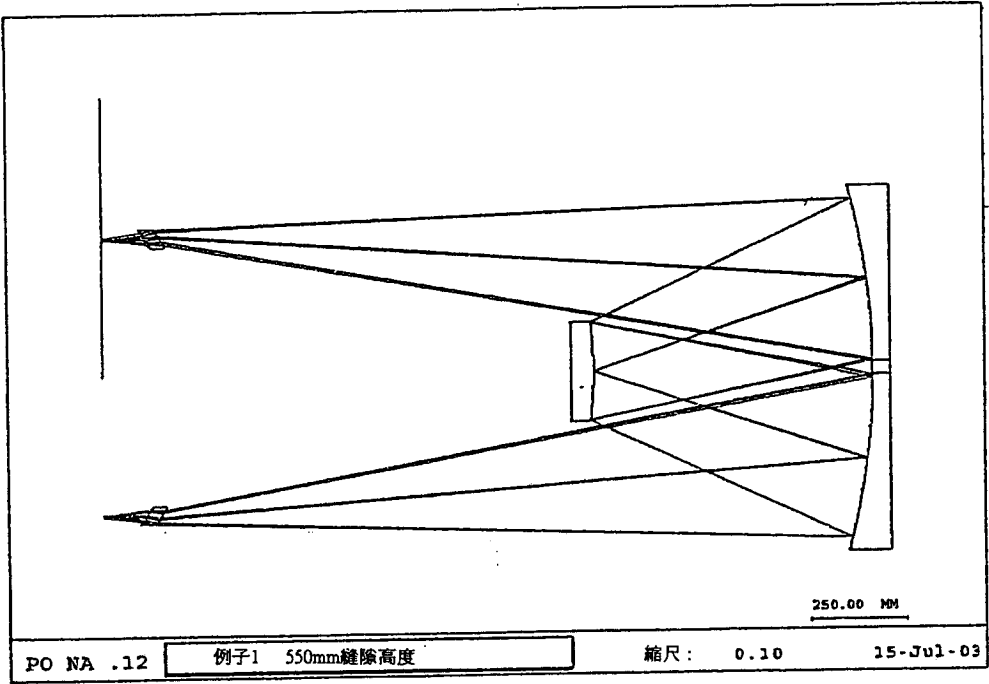


圖 8

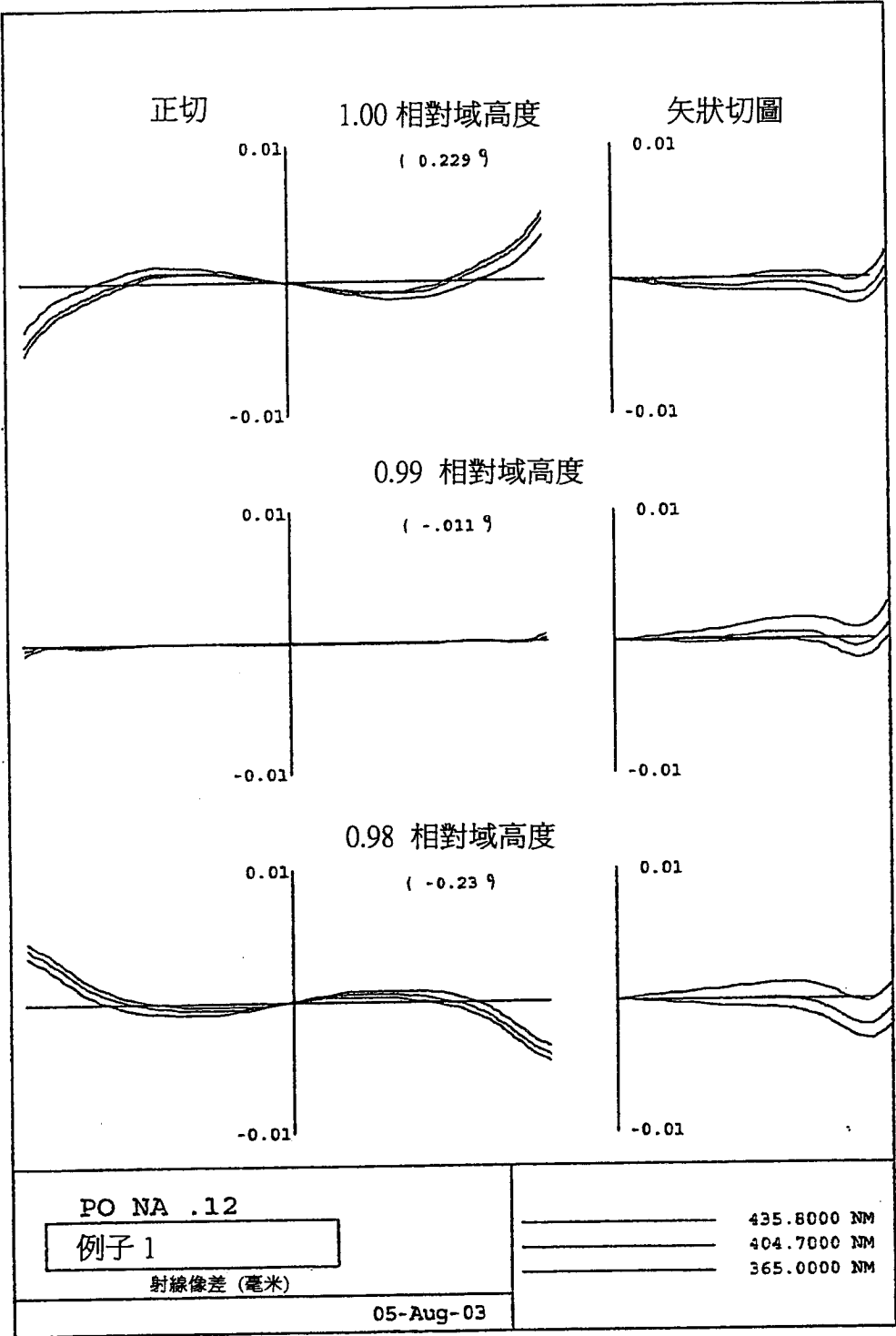


圖 9

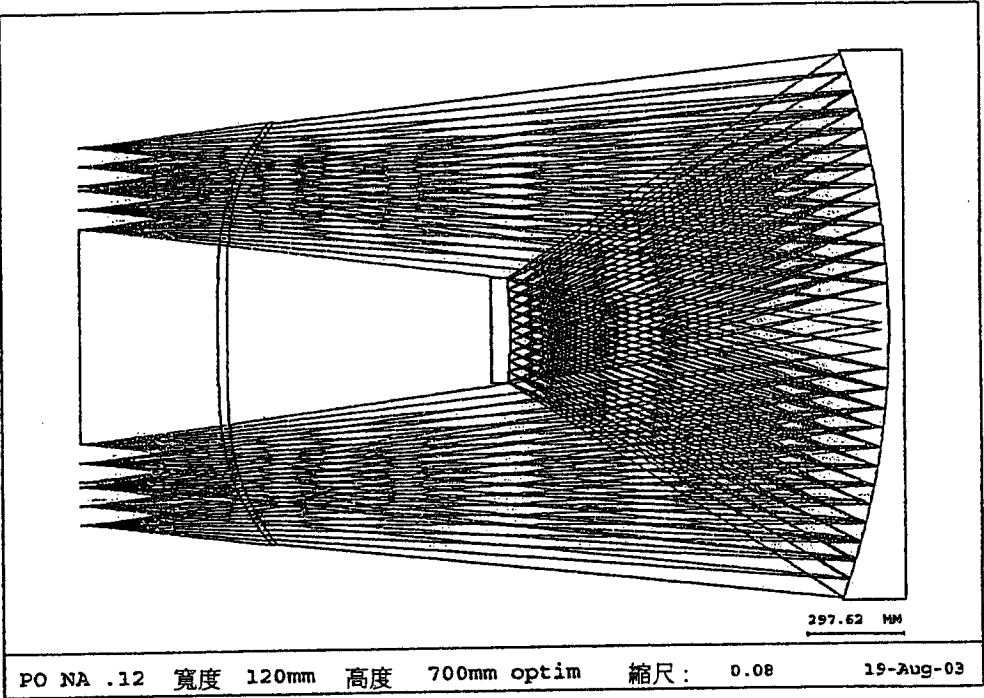
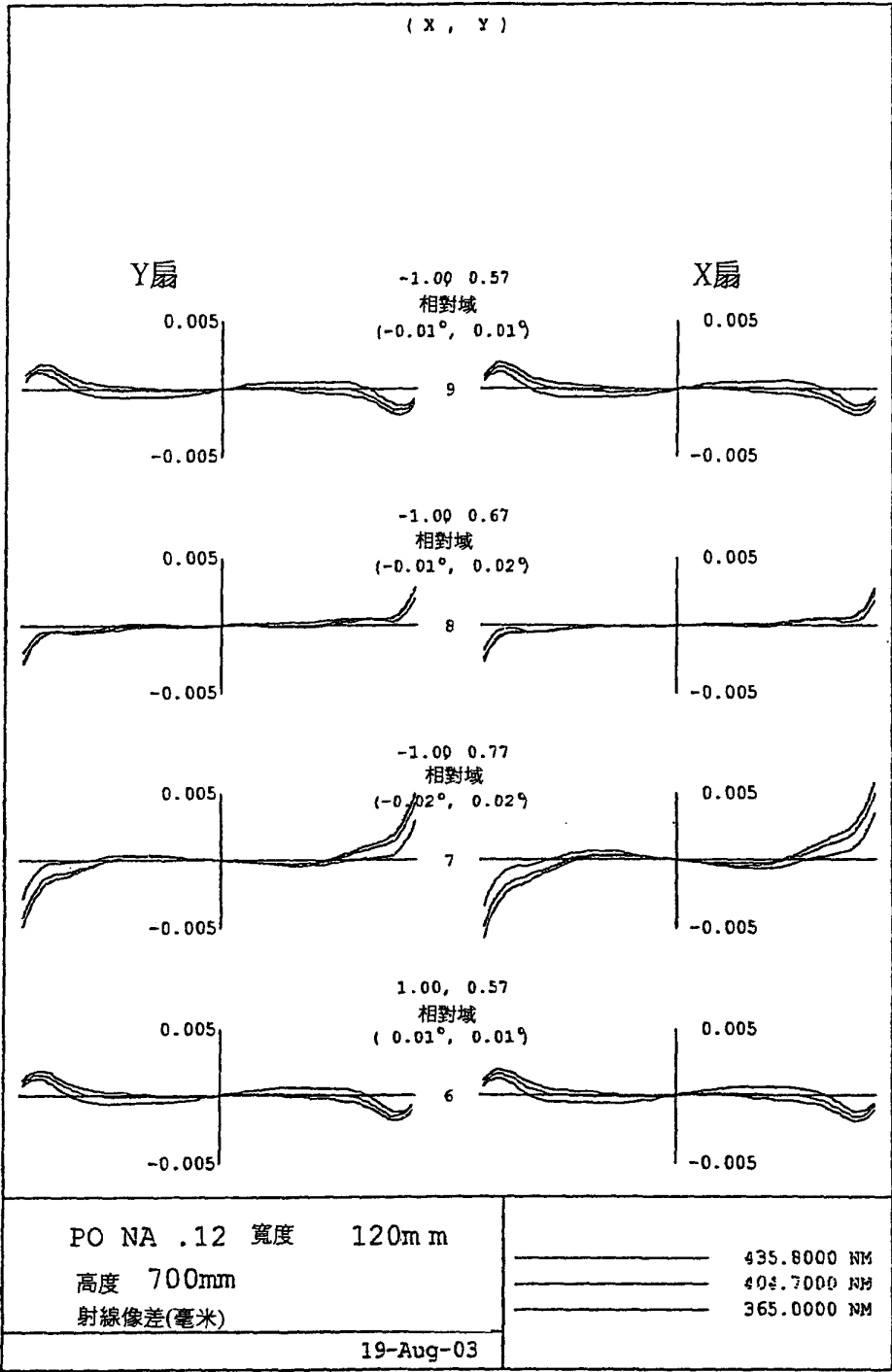


圖10



發明專利說明書

公告本

中文說明書替換本(97年11月)

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：093118842

※ 申請日期：93.06.28.

※IPC 分類：G03F 7/20 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

用於平板顯示器之具有像差校正的大視域投射光學系統

LARGE FIELD OF VIEW PROJECTION OPTICAL SYSTEM WITH
ABERRATION CORRECTABILITY FOR FLAT PANEL DISPLAYS

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

荷蘭商ASML控股公司

ASML HOLDING N.V.

代表人：(中文/英文)

湯恩 范 赫夫

VAN HOEF, TON

住居所或營業所地址：(中文/英文)

荷蘭維德哈維市魯恩路6501號

DE RUN 6501, NL-5504 DR VELDHoven, THE NETHERLANDS

國 籍：(中文/英文)

荷蘭 THE NETHERLANDS

三、發明人：（共 3 人）

姓 名：（中文/英文）

1. 羅伯特 哈尼得

HARNED, ROBERT D.

2. 派翠克 傑格

DE JAGER, PATRICK

3. 桂欽昆

GUI, CHENG-QUN

國 籍：（中文/英文）

1. 美國 U.S.A.

2. 荷蘭 THE NETHERLANDS

3. 荷蘭 THE NETHERLANDS

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國；2004年04月26日；10/831,210

2. 美國；2003年06月30日；60/483,220

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明系相關於在製造大型平板顯示器(FPD)時用於印刷電路圖型之投射光學系統，尤其是相關於極為精巧並且提供像差及放大倍數校正與有助於FPD生產率提高之光學設計形式。

【先前技術】

液晶顯示器或平板顯示器(FPD)的製造包含類似於用於生產電腦晶片的積體電路(IC)工業之製造流程。曝光系統用於投射含電路圖型的光柵影像，以便露出光致抗蝕劑塗層基板。在使用標準的微平版印刷處理處理露出的基板之後產生實際的電路。依據特定的FPD設計，可使用具有不同電路設計的光柵在一基板上將此曝光處理重複許多次。當已完成所有曝光和微平版印刷處理步驟，產生想要的電路圖型時，基板被整合有其他元件以產生平板顯示幕幕。

雖然自1980s晚期已生產FPDs，但是FPDs的電流尺寸需求達到對角線42英吋，而發展中的對角線則為54和60英吋。此使得在用於投射光學系統的光學上有嚴厲的需求。尤其是，若尺寸達到42英吋(或更大)的FPD製造尺寸，則尤其是各自從光學製造和封裝角度而言，許多既存的光學設計形式會變得大的不合理。

習知上，有兩種不同的成像處理用於平板顯示幕幕上之平版印刷的印刷電路。U. S.專利號碼5,625,436、U. S.專利號碼5,530,516、U. S.專利號碼4,769,680、及U. S.專利

號碼5,710,619所說明的平版印刷術器具藉由將小區域的FPD電路設計影像編結在一起產生全部的電路。儘管已使用編結成像技術生產達到18英吋之可接受品質和成本的FPD螢幕，但是編結中固有的誤差導致製造大型顯示器時的產量極低，並且品質僅達到可接受的勉強邊緣。因為產量低，所以從FPD製造商的行銷觀點看來，大型FPD電視的生產成本高的令人無法接受。剩餘編結誤差的結果，對消費者而言，FPD電視的品質水準無法合理化FPD電視的高成本。

編結所遇到的主要問題系產生全部FPD電路圖型的相鄰小影像未能彼此校準。光學成像配置中有許多圖型校準誤差的來源。但是，大部分誤差系相關於需要使用多透鏡系統和光罩的成像處理。校準不當的誤差導致FPD電路的電連接問題及/或導致螢幕上的影像有看得見的令人不舒服的中斷。至今還沒有發現良好對策完全排除與編結有關的問題。結果，FPD製造偏好全域成像或掃描系統勝過利用編結的任何光學設計配置。

可與生產42英吋全域掃描器相容的以1X或一些其他放大倍數操作之光學設計需要非常大的透鏡及/或鏡。為了印刷42英吋FPDs，平版印刷器具必須具有大約525 mm的最小縫隙高度。(需注意在美國通常使用英國系統具體指定螢幕尺寸，光學設計和器具尺寸通常以公制加以製造。)光學設計形式是遠心的需求導致光學設計中的至少一元件的直徑是525 mm或更多，典型上就FPD製造商偏好的光學

設計形式而言至少要1,200 mm。

就1X折射和向下屈光設計外形而言，需要最少一打和幾打之多的透鏡和鏡。由於折射元件中的色像差和透鏡材料中的折射均勻率問題，不但難以使用具有折射元件的光學設計達到印刷42英吋及大型FPD需要的光學性能並且成本龐大。即使最小化色像差以光學設計最佳，但是在源頭的合用光譜頻帶寬度上有實際上的限制。減弱的合用光譜頻帶寬度會產生較弱的曝光光致抗蝕劑之有效光線。結果，比起不會有色像差的光學設計形式，折射和向下屈光製造器具每小時生產較少的FPDs。就FPD電視而言，較低的生產率導致較高的成本。

除了成本上的不利點之外，反射和大部分向下屈光設計形式的影像品質和失真還被降低影像品質和引起失真的透鏡材料之不均勻性連累。儘管可在玻璃生產期間或在透鏡光學製造處理中部分補償透鏡材料不均勻性誤差，但是二者都增加許多成本。在光學設計中，最小化透鏡實體尺寸的最佳系統具有許多元件，同時只具有一些元件的最佳設計將具有非常大的元件。然而，在其中一方案中，兩設計中需要的玻璃總厚度將導致不能接受且與不均勻性有關的問題。結果，大量使用折射材料的用於生產大約24英吋或較大的FPDs之器具的光學設計形式製造起來相當昂貴或因為不容易取得符合品質水準的玻璃而無法建造。

以1X放大倍數操作的反射光學設計形式成功地被用於包含生產FPDs的微平版印刷工業。圖示於圖1A之首先說明

於U. S.專利號碼3,748,015的ASML Micralign設計形式已用於製造32英吋FPD。圖1A中的設計具有兩球面鏡，主要凹面鏡101和次要凸面鏡102。需注意，如圖1A所示，使用主要鏡當作反射鏡兩次。具有想要的FPD電路圖型畫在其上之光柵103位元在有關光學系統的光軸之軸外。光柵103的影像投射在對稱地位在與光柵相反的光軸側上之基板104上。在此設計形式中，兩球面鏡被配置成在環狀域上具有良好的影像品質及低失真(U. S.專利號碼3,821,763說明環狀域光學設計概念)。藉由使用同中心的光學表面、選擇具有特定關係的表面曲率半徑、及具有和光學系統有關地對稱配置的光柵和FPD基板加以校正此設計中的像差。尤其是，凸面鏡的曲率半徑是凹面鏡的曲率半徑的一半。(需注意也可使用兩凸面鏡和一凹面鏡取代兩凹面鏡和一凸面鏡，但是此種設計更加困難。

使用這些光學設計原理使得光學系統自然地校正像差球面、尾迹、及失真。此設計形式可能有大量的像散現象，其量依據作業系統的光柵尺寸和數值孔徑。校正像散現象的能力相當重要，因為就此光學設計形式而言，像散現象可限制合用的縫隙寬度、因此決定FPD基板的生產率。藉由來自共中心集中的表面之小偏差或藉由凸面鏡曲率半徑的小變化可校正像散現象到一定範圍。

儘管此設計形式能夠符合用以印刷32英吋FPDs的光學性能需求，但是當與典型上42英吋顯示器所需的特定解析度和基本需求比較時，其影像品質和失真充其量是最低限度

的。因為當成像42英吋顯示器時，像散現象大幅增加，從生產率觀點而言，合用的縫隙寬度小的無法接受，下段文章中將討論此點。並且，規劃32英吋設計以印刷42英吋FPD將導致光學系統中的其中一鏡直徑最少是1.2米。從其實體尺寸觀點和其大約700 kg重而言，此尺寸的鏡帶來光學製造的挑戰並且非常難以封裝的問題。而且，利用此尺寸和重量的光學儀器，通常會遇到裝設、校準、及地心引力引發的失真之問題。比較之下，用於製造32英吋FPD的器具中之最大鏡直徑大約800 mm及重量為200 kg。

在圖1A的兩鏡方法中，如圖1B所示，光柵上的拱形區形成在FPD基板上。在圖1B中，A是合用的縫隙寬度。在縫隙寬度A內的任一點光學性能都可以接受。B是縫隙中心。光學性能在中心線B的另一側上變糟。性能的下降率通常隨著具縫隙中心線B的距離增加成指數方式增加。C是縫隙高度。FPD具有42到60英吋的對角線尺寸。寬高比(高對寬)通常為16:9的工業標準。較大的FPD對角線尺寸導致縫隙高度增加。42英吋對角線的縫隙高度範圍是550 mm，而60英吋對角線的縫隙高度範圍是775 mm。在操作中，縫隙自左到右(或反之亦然)被掃描以印刷FPD電路圖型。此時在任一點上，只有縫隙所界定的區域暴露在FPD上。

為了成像FPD基板的全部電路圖型，遍及光柵的全部寬度各處掃描拱形視域。此在光致抗蝕劑塗層基板上產生電路圖型的影像。拱形的高度被設計成與FPD螢幕的垂直軸

相同，42英吋螢幕大約是525 mm。此使得電路圖型可以單一掃描成像在基板上。就42英吋FPD而言，螢幕寬度大約是930 mm。

拱形表面的寬度視最佳光學設計的剩餘像差而定。爲了達到高的生產率，大的縫隙寬度是理想的。較大的縫隙寬度產生更多每一單位時間到達光致抗蝕劑的光子。當印刷電路圖型時，每一單位時間較多數目的光子使曝光時間較短，如此，每一小時可印刷更多的FPD基板。依據FPD器具源頭系統中的典型電力水準，至少5 mm的拱形寬度是理想的。

重要的是需注意當FPD尺寸增加時，在任一1X光學系統中的剩餘像差增加。不僅剩餘像差的數值隨著FPD尺寸增加，而且先前本來因爲其尺寸小可忽視的像差現在達到在光學設計理想化處理中必須考慮到的數值。像差增加並非與FPD尺寸成一直線增加。像差隨著FPD尺寸的平方、四次方、六次方增加。

爲了符合印刷FPD電路圖型所需的影像品質和失真需求，這些像差數值必須被減少到可接受的水準。調整諸如光學表面曲率、表面形狀、光學元件間隔、孔徑停止位置等各種參數可控制像差的數值。就光學設計技術中的那些類似者而言，可被校正的不同像差數目直接相關於對調整有用的參數數目和自由度是衆所皆知的原則。例如，六自由度使六像差可被校正("校正"意指可改良的像差數值)。然而，需要這些相同自由度以控制光學設計的其他方面，

諸如第一階設計特徵放大倍數、焦距、反向工作距離等。結果在說明控制第一階設計特徵所需的自由度之後，從原有的六自由度裏只有一或兩自由度可用於校正像差。不幸地是，一些被視作"自由度"的光學設計變數對像差相關數值只有極小的影響力。儘管光學系統具有六自由度，但是只有那些變數中的四個可用有意義的方式影響像差的數值。因為此，所已自由度的數目是光學設計形式的重要因素。從像差校正觀點看來，與只具有一些自由度的設計形式比較，具有許多自由度的光學設計形式將可達到較佳的光學性能。

在U. S.專利號碼3,748,015所說明的設計習知兩鏡系統中，只有9自由度：勿體面和凹面鏡101之間的間隔；凹面鏡101和凸面鏡102的曲率半徑；凹面鏡101的x及y傾斜；凹面鏡101到凸面鏡102的距離；凸面鏡102的x及y傾斜；及凹面鏡101到影像面的距離。(就球面鏡而言，橫向移位或偏心等於傾斜表面。)在光學設計處理期間，需要這些自由度的其中六個以控制數值孔徑、放大倍數、焦距、及校準相關誤差。此留下不能夠控制所有像差和諸如遠心等任何其他光學性能考慮的三變數。

因此，就製造大規模FPD而言，需要有使極小的光學儀器可用於設計中並且具有可用於校正所有緊要像差和相關的光學性能考慮之足夠的自由度之光學設計形式。

【發明內容】

本發明系相關於用於大型平板顯示器製造之具有放大倍

數和像差校正的大視域投射光學系統，該系統實際上排除一或多個相關技術的問題和不利點。

因此，設置有用以製造含適用於支撐光柵的光柵台之平板顯示器(FPDs)的曝光系統。基板台適用於支撐基板。反射光學系統適用於成像光柵到基板上。反射光學系統包括分成第一鏡和第二鏡的主要鏡及次要鏡。當藉由第一鏡、次要鏡、第二鏡的反射投射光柵的影像到基板上時，反射光學系統具有足夠的自由度用以校準和校正第三階像差。

在另一觀點中，設置有用以製造含適用於支撐FPD基板的基板台之FPDs的曝光系統。適用於成像光柵到FPD基板上的反射光學系統只包括第一鏡、第二鏡、及次要鏡當作其彎曲的反射元件。反射光學系統具有至少14自由度。

在另一觀點中，設置有用於包括具有FPD電路圖型的光罩之FPD製造的單元放大環域光學系統。用於投射光罩的影像到基板上之投射光學系統包括第一凹面鏡和第二凹面鏡、及凸面鏡。凹面鏡具有實際上與凹面鏡相符的曲率中心，並且實際上對稱地位在有關凸面鏡的中心。凸面鏡的曲率半徑是凹面鏡的曲率半徑的一半。在這些設計形式中，鏡是具有實際上相符的鏡曲率半徑之非球面，並且凸面鏡曲率半徑標稱上是凹面鏡的曲率半徑之一半。與先前說明的兩非球面鏡設計形式比較，此反射光學系統形式具有10以上的自由度。與U. S.專利號碼3,728,015中的兩球面鏡設計比較，使用這些額外的自由度改良投射光學性能。當在使用光學系統時需要調整物體及/或影像面位置和放

大倍數，所以由於將單一凹面鏡分成兩鏡而得到的額外自由度是非常重要的。任何對物體及/或影像和放大倍數的調整也將導致不想要的像差。藉由使用由劃分凹面鏡所得到的一或多個額外自由度可校正這些像差。

在另一觀點中，設置有用於包括具有FPD電路圖型的光罩之FPD製造的單元放大環域光學系統。用於投射光罩的影像到基板上之投射光學系統包括第一凸面鏡、第二凸面鏡、及凹面鏡。第一和第二凸面鏡具有實際上與凹面鏡的曲率中心符合之曲率中心。第一和第二凸面鏡實際上與凹面鏡的中心軸對稱。凹面鏡的曲率半徑是凸面鏡的曲率半徑的一半。

在另一觀點中，設置有用以製造包括電磁輻射線的源頭、裝設在光柵臺上的光柵、及適用於成像光柵到裝設在基板臺上之基板上的反射光柵系統之FPDs的曝光系統。反射光學系統只包括含第一鏡和第二鏡、及次要鏡之三供電反射表面。反射光學系統具有足夠的自由度用於第三階像差的校準和校正。

接下來的說明將陳述本發明的其他特徵及優點。藉由在說明中特別指出的結構將實現和獲得本發明的優點。

應明白前面的一般說明和下面的詳細說明都是範例說明用，並且用於對本發明提供更進一步說明。

【實施方式】

現在將詳細參照本發明的實施例，這些實施例的例子圖解在附圖中。相同的參照號碼用於表示不同圖式中的相同

的元件。

在圖1之習知兩鏡投射系統中，現在圖2只圖解實際上使用的一小部分主要鏡101。只有被使用之一小部分的鏡101的事實提供用以將鏡101分成小於單一主要鏡的兩分開鏡之基本理由。在本發明中，利用將主要鏡分成兩個，可以調整影像特性，卻不會影響物體特性。

用於1X平版印刷器具之新光學設計形式被說明在電流光學系統，尤其是用於印刷對角線尺寸是42英吋及例如較大對角線54和60之平板顯示器(FPDs)的那些具有顯著的優勢。新的設計形式具有優於習知設計之尺寸、重量、光學可製造性、機械裝設、光學系統校準、補償調整選擇、封裝、及成本的優勢。

新光學設計形式利用非球面光學表面。與習知技術球面光學設計形式比較，非球面表面可具有較佳的解析度、光學失真、及遠心。新設計使用三鏡：兩凹面鏡和一凸面鏡，它們被彼此校準，以便它們的曲率中心是標稱上相符的。光柵和基板標稱上在鏡的曲率中心位置中位在沿著垂直於光軸的平面。藉由使鏡的曲率中心實際上相符，為除了只在環狀域的其中一位置上校正之像散現象之外的所有第三階像差在環狀視域上校正三鏡設計。在想要的環狀域上之第三階像散現象，可使用在使用非球面表面時所獲得的額外自由度校正較高階的像差和遠心。可使用諸如Code5TM或ZemaxTM等商業用光學設計程式以藉由非球面項的技術中類似者容易地計算以校正像差到可接受的程

度。

儘管只有一組鏡專用的非球面項將產生最佳的光學性能，但是有許多將產生可接受的光學性能之非球面項的組合。

也可在用以計算非球面項之光學設計處理期間調整個別鏡的曲率半徑、鏡之間的間隔、及同中心的曲率中心條件。增加這些自由度將減少達成需要的光學性能所需的非球面項數目。減少非球面向數目將使更多的光學製造公司能夠製造鏡和降低鏡成本。

光學設計處理重複添加此元件可用得上的設計變數。儘管藉由添加校正鏡到只使用三鏡的最佳設計可以達成較佳的性能，但是此系統將無法達成如同使用所有自由度同時具有重要優勢之可獲得的最佳化設計一般之良好性能。

可以在曲率中心的相關位置中大約調整1-2 mm以校正像差。雖然凹面鏡對稱地位在有關凸面徑的中心軸位置，但是此處也可大約調整1-2 mm以校正額外的像差。

此外，藉由稍微改變其中一凹面鏡的曲率半徑，可校正第五階像散現象，同時仍具有有著使解析度需求可達到遍及想要的視域各處之Petzval曲率位元准的系統。

就全域掃描而言，比較于習知設計形式，新光學設計形式至少具有10額外自由度。可使用額外的自由度以補償系統中的其他誤差，諸如塗層誤差、地心引力引發的光學儀器失真、光學裝設引發的失真等。若想要的話，也可使用額外的自由度放寬用於光學系統中的元件之某些光學規

格。

雖然非球面可使用可用數學說明的任何表面形狀，但是典型上使用偶數或奇數高階多項式。下面等式用於說明非球面的偶數高階多項式例子：

$$z = \frac{Cy^2}{1 + [1 - (1 + K)C^2y^2]} + Ay^4 + By^6 + Cy^8 + Dy^{10}$$

其中z為非球面表面距基本球面表面矢狀切面的偏移；C為球面表面曲率半徑的倒數；y為在表面上的位置；K為非球面偏移項，通常稱作錐形常數；A, B, C, D通常稱作多項式的每一高階項之係數。

上述等式是"偶數"高階多項式的例子。除了鏡表面曲率半徑是光學設計處理期間設計變數自由度之外，偶數階多項式所說明的每一表面都可具有添加的自由度K, A, B, C, D等。與U. S.專利號碼3,748,015所說明的1X光學設計形式比較，具有這些額外的自由度可校正更多像差。

用於設計中的非球面項數目視可以接受的光學設計剩餘而定。錐形常數K及四較高階非球面係數A, B, C,及D連同想要的物體及影像位置、放大倍數及拱形縫隙寬度一起為用於印刷42英吋FPD電路的投射光學產生可以接受的性能。

因為兩凹面鏡可各自獨立移動，所以可以進行習知技術中無法做到的系統放大倍數調整。

在此設計形式中，凹面鏡和凸面鏡的曲率中心實際上相

符，並且凸面鏡曲率半徑標稱上是凹面鏡曲率半徑的一半。如同在U. S.專利號碼3,748,015的兩鏡設計一般，除了每一鏡的曲率半徑是變數之外，在投射光學的光學設計中，添加非球面元件到凹面鏡。可添加不同的非球面形式和種類到每一表面上。添加到每一反射表面的每一非球面項是另一光學設計變數。結果，在光學設計處理中可以合理地添加5額外變數到凹面表面。用於設計中的非球面項數目視可以接受的光學設計剩餘而定。錐形常數和四較高階非球面係數為用於印刷42英吋FPD電路的投射光學系統產生可以接受的性能。鏡曲率半徑、非球面表面、間隔、及傾斜的組合使得想要的物體和影像位置、放大倍數、及像差的校正可到可以接受的水準。

習知上，使用具有直徑800 mm球面鏡之平版印刷器具印刷32英吋FPDs。新光學設計形式使42英吋FPDs可利用直徑800 mm的鏡印刷。

雖然新基線設計具有與目前用於製造32英吋顯示器之兩鏡設計相同的光學性能，但是只具有相當小的鏡。鏡尺寸是用以印刷42英吋FPDs的平版印刷器具中相當重要的問題。兩鏡設計需要系統中的其中一鏡 > 1.1 米，而本發明的三鏡設計具有大約750 mm的最大鏡尺寸(按對角線54及60英吋的FPDs做大略線性比例規劃)。

因此，用以製造平板顯示器(FPDs)之標稱上1X平版印刷曝光系統包括適用於支撐光柵的光柵台。基板台支托將印刷FPD電路圖型在其上之基板。具有大量自由度之反射光

學系統成像光柵到基板上。反射光學系統包括凹面主要鏡、凸面次要鏡、及有著一或多個具有非球面表面的這些鏡之凹面第三鏡。

在基線設計形式中，兩凹面鏡具有標稱上是完全相同的曲率半徑和非球面輪廓，凸面鏡曲率半徑標稱上是凹面鏡曲率半徑的一半，及所有鏡的曲率中心實際上相符。圖3圖解此光學設計形式。鏡表面上的精確曲率半徑和非球面表面種類視在操作的縫隙寬度上所需之FPD光柵尺寸和光學性能而定。添加非球面表面到光學設計的好處系增加光學設計處理期間可用得到的自由度數目。

藉由將習知光學設計中單一凹面鏡分成兩鏡加以執行本發明。圖3圖解如何完成此工作並且產生比習知設計小的鏡。藉由將設計中一大的凹面球面鏡分成兩鏡301a, 301b，光學設計中的鏡301a, 301b尺寸明顯減少。將一光學表面分成兩光學表面並且減少元件尺寸具有光學製造上的優勢，平版印刷器具尺寸上的優勢即在校正光學系統校準誤差上提供更多的彈性。

如圖3所示，本發明的投射光學系統包括主要凹面鏡301a、次要(凸面鏡)鏡302及第三凹面鏡301b。光柵303被定位在軸外(即軸外306)。光柵303的影像被投射到基板304上。

在圖3的系統中，凹面鏡301a, 301b是非球面的，並且對稱地位在有關次要鏡302的中心。凹面鏡301a, 301b典型上具有相同的曲率半徑(雖然無需總是如此)。次要鏡302的曲

率半徑大約是凹面鏡301a, 301b曲率半徑的一半。

圖3的配置可使用比同等單元放大系統更少的鏡，使得兩鏡301a, 301b取代單一大凹面鏡。可移開凹面鏡301a, 301b的曲率中心，以便補償因任何放大倍數調整、剩餘光學製造誤差、塗層誤差、或裝設引發的誤差所產生的像差。換句話說，得到的額外自由度有利於補償額外的像差。

除了依據上述非球面等式具有比圖1A中的設計形式更好的光學性能之設計配置之外，圖3中的設計形式具有凹面鏡尺寸和重量比圖1A中的凹面鏡小之其他優點。較小尺寸鏡的好處包括減少光學製造成本、鏡表面形狀上較少不想要的地心引力引發的失真、及較容易裝設在平版印刷器具中。

圖4圖解用於凹面鏡上的實際區域及圖解兩凹面鏡301a, 301b為何可取代單一凹面鏡。

就每一自由度而言，可校正像差。需注意在設計中增加用於說明非球面表面的鏡數目或非球面項數目直接相關於在光學設計和校準中可獲得的自由度數目。

而且，鏡301a, 301b的非球面化無需完全相同。當拋光凸面鏡302時，凸面鏡302具有某種程度的像散現象。可以將凹面鏡301a, 301b塑形，以便引起相對的像散現象，抵銷整個像散現象。另一選擇是，只有凹面鏡301a, 301b中其中之一故意校準不當，以便抵銷由於製造誤差所引起的像散現象。使用圖3的三鏡設計又可校正兩鏡設計中難以

執行之地心引力引發的失真。

除了鏡301a, 301b之外，次要鏡302也可以是非球面的。

就光學製造觀點而言，較小鏡301a, 301b具有幾個比圖1A的單一大鏡設計重要的優點：

總體積和基板的尺寸影響基板價格(由於處理、設備和製造時間)；

一般而言，研磨拋光時間較少，因為較小的基板其總表面機較少；及

鏡的尺寸和重量與標準的商業用光學製造設備相容。

在平版印刷器具中，減少的鏡尺寸和矩形形狀較容易裝設、較少地心引力引發的失真、及較少需要調整機構。

藉由將凹面鏡分成兩鏡301a, 301b和具有非球面表面所獲得的其他好處包括能夠調整可改變系統焦距之三鏡之間的間隔。在兩鏡設計中，調整焦距會引起球面像差。然而，在三鏡設計中，藉由調整兩鏡間隔，在已改變焦距之後可去除大部分的球面像差。若光學塗層處理引起球面像差及/或像散現象，則重新間隔和傾斜鏡301a, 301b將可校正這些誤差。

若任一鏡上的熱負載導致鏡表面具有低階像差的失真，則重新間隔和傾斜變化可校正誤差。

藉由改變光柵距離調整兩鏡系統中的放大倍數。然而，此引起像差。重新間隔鏡可校正大部分的波前像差。

若鏡裝設引發的表面圖形誤差是低階像差，則大部分可校正之。

藉由三鏡之間的間隔改變可大部分補償導致鏡的錯誤曲率半徑之光學製造誤差。

如同精於本技藝之人士所知一般，若因為大縫隙寬度的需求，決定需要一折射或反射校正鏡，則可使用商業用光學設計程式計算光學規定。此外，就將產生可以接受的光學性能之校正鏡而言，有許多曲率半徑和非球面係數的組合。如此，折射校正透鏡可添加在光罩和主要鏡之間及/或第三鏡和光致抗蝕劑塗層基板之間的其中之一或二者。如同精于本技藝之人士所知一般，這些校正鏡產生比兩非球面鏡設計更好的影像品質和失真及更寬的操作縫隙。

校正鏡可被設計成位在不產生虛光照(影像朝影像的邊緣逐漸變暗淡)的光柵和主要鏡之間及第三鏡和基板之間的任何距離。然而，校正鏡最好的位置是在實際考慮到光學系統的機械封裝之下盡可能接近光柵和基板。在基線設計形式中，兩凹面鏡具有標稱上完全相同的曲率半徑和非球面輪廓，凸面鏡曲率半徑標稱上是凹面鏡曲率半徑的一半，及所有鏡的曲率中心實際上相符。折射校正透鏡可使用平坦並且平行表面、一表面平坦而另一表面具有添加到平坦表面上的非球面輪廓、兩表面都具有非球面表面、彎月形透鏡、具有非球面表面在其一或兩表面上的彎月形透鏡之形式。光柵和基板側上的校正元件標稱上具有相同的光學設計規定。校正元件的精確光學規定視光柵尺寸、操作波長、及光學解析度和失真需求而定。

圖5圖解圖3之系統的修正。如圖5所示，可添加極薄且

平坦的玻璃板 505, 506, 其中一個接近光柵 303 或接近基板 304, 或二者。就 42 英吋 FPD 製造系統而言, 玻璃板 505, 506 的厚度典型上是 5-10 mm (大約按 FPD 尺寸做線性比例規劃)。如同精于本技藝之人士所知一般, 可使用玻璃板 505, 506 補償光學系統中的各種像差。玻璃板 505, 506 的厚度視整座系統設計及需要校正的像差數值和種類而定。

此外, 如圖 5 所示, 可使用彎月形透鏡 508 或 507 更進一步校正像差。可使用一或兩個彎月形透鏡 508, 507 (及也可連同玻璃板 505, 506 一起使用)。就 42 英吋 FPD 製造系統而言 (即直徑大約 525 mm), 彎月形透鏡 508, 507 的厚度大約是 1-2 cm。

也可添加反射校正鏡在光罩和主要鏡之間及/或第三鏡和光致抗蝕劑塗層基板之間的其中之一或二者。校正鏡可被設計成位在不產生虛光照 (影像朝影像的邊緣逐漸變暗淡) 的光柵和主要鏡之間或第三鏡和基板之間的任何距離。然而, 校正鏡最好的位置是在實際考慮到光學系統的機械封裝之下盡可能接近光柵和基板。這些校正鏡產生比三非球面鏡設計更好的影像品質和失真及更寬的操作縫隙。

圖 6 圖解此光學設計形式。在基線設計形式中, 兩凹面鏡具有標稱上完全相同的曲率半徑和非球面輪廓, 凸面鏡曲率半徑標稱上是凹面鏡曲率半徑的一半, 及所有鏡的曲率中心實際上相符。反射校正鏡具有添加想要的非球面規定在其上之平坦表面。光柵和基板側上的校正元件標稱上

具有相同的光學設計規定。校正元件的精確光學規定視光柵尺寸、操作波長、及光學解析度和失真需求而定。

如圖6所示，可使用標稱上平坦鏡610，609當作反射校正鏡。鏡609,610可具有非球面性，及可定位在與其非球面性一致的45度角或一些其他角度。可使用鏡609或鏡610或二者。另一選擇是，鏡609或鏡610或二者可以是供電的鏡。

雖然將利用兩例子圖解本發明，但是應明白依據如何定義光學系統的指標功能可有相當多的例子。精于本技藝之人士應明白本發明並不局限於下面使用電腦及已知的光學設計軟體產生之光學規定。

例子 1

下表指定例子 1 的示範性光學規定：

減少體積最適用的1X光學設計例子#1								
表面	半徑 (mm)	距離 (mm)	材料	錐形常數	非球面係數			
					Y ⁴	Y ⁶	Y ⁸	Y ¹⁰
物體	∞	228.3	空氣	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
L1	-460.7	30.0	熔融 矽土	0.0	2.1201 x 10 ⁻⁹	3.8746 x 10 ⁻¹⁴	-3.5049 x 10 ⁻¹⁹	1.1333 x 10 ⁻²⁴
L2	-687.3	1583.3	空氣	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
M1	-1186.8	-721.8	反射	-0.9452	-1.1717 x 10 ⁻¹¹	-2.2769 x 10 ⁻¹⁹	1.7648 x 10 ⁻²⁴	-1.0603 x 10 ⁻³⁰
M2	1065.0	721.8	反射	-0.3065	6.6519 x 10 ⁻¹¹	1.4057 x 10 ⁻²¹	5.6254 x 10 ⁻²¹	-1.3690 x 10 ⁻²⁵
M3	-1186.8	-1583.3	反射	-0.9452	-1.1717 x 10 ⁻¹¹	-2.2769 x 10 ⁻¹⁹	1.7648 x 10 ⁻²⁴	-1.0603 x 10 ⁻³⁰
L3	-687.3	-30.0	熔融 矽土	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
L4	-460.7	-228.3	空氣	0.0	2.1201 x 10 ⁻⁹	3.8746 x 10 ⁻¹⁴	-3.5049 x 10 ⁻¹⁹	1.1333 x 10 ⁻²⁴
影像								

圖 7 為射線追蹤圖，及圖 8 為圖解形式之例子 1 的光學系統之光學性能圖。

例子 2

下表指定使用折射校正元件之例子 2 的示範性光學規定：

最大縫隙寬度最適用的 1X 光學設計例子 #2								
表面	半徑 (mm)	距離 (mm)	材料	錐形常數	非球面係數			
					Y^4	Y^6	Y^8	Y^{10}
物體	∞	420.531	空氣	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
L1	- 207,468.9	30.0	熔融 矽土	0.0	1.2258 $\times 10^{-9}$	-1.0071 $\times 10^{-15}$	5.7191 $\times 10^{-22}$	2.3165 $\times 10^{-28}$
L2	- 161,733.8	2,049.470	空氣	0.0	1.1629 $\times 10^{-9}$	-6.9811 $\times 10^{-15}$	1.2524 $\times 10^{-22}$	0.0
M1	-2,481.5	- 1,171.368	反射	0.0	8.4439 $\times 10^{-13}$	-6.9104 $\times 10^{-21}$	3.5714 $\times 10^{-26}$	0.0
M2	1065.0	1,171.368	反射	0.0	2.4939 $\times 10^{-12}$	-3.0738 $\times 10^{-17}$	1.8895 $\times 10^{-21}$	-3.2975 $\times 10^{-26}$
M3	-2,481.5	- 2,049.470	反射	0.0	8.4439 $\times 10^{-13}$	-6.9104 $\times 10^{-21}$	3.5714 $\times 10^{-26}$	0.0
L3	- 161,733.8	-30.0	熔融 矽土	0.0	1.1629 $\times 10^{-9}$	-6.9811 $\times 10^{-15}$	1.2524 $\times 10^{-22}$	0.0
L4	- 207,468.9	-420.531	空氣	0.0	1.2258 $\times 10^{-9}$	-1.0071 $\times 10^{-15}$	5.7191 $\times 10^{-22}$	2.3165 $\times 10^{-28}$
影像								

圖 9 為射線追蹤圖，及圖 10 為圖解形式之例子 2 的光學系統之光學性能圖。

利用建議的1X光學設計形式可達到之光學性能的例子						
設計	數值孔徑	合用的縫隙寬度 (mm)	波前品質 (λ rm)	失真 (μ m)	遠心 (mrad)	批註
需求	>0.10	>9.0	<0.07	<0.6	<0.4	
例子1	0.12	10.0	0.07	0.01	0.2	減少系統 體積最適 用的設計
例子2	0.12	120.0	0.07			最寬縫隙 寬度最適 用的設計

下面表格圖示藉由非球面表面所達到的光學性能改良：

藉由使用1X光學設計形式中的非球面表面所獲得的光學性能改良						
設計	數值孔徑	合用的縫隙寬度 (mm)	波前品質 (λ rm)	失真 (μ m)	遠心 (mrad)	批註
需求	>0.10	>9.0	<0.07	<0.6	<0.4	見下面*
例子1 (具有非球 面表面)	0.12	10.0	0.07	0.01	0.2	
例子1 (只使用球 面表面)	0.12	0.0	0.37	0.01	50.0	此設計無法 為FPDs印 刷需要的特 徵尺寸
*需求符合能夠使 2.5μ m特徵在大約 $= 10 \mu$ m的焦距深度上成功地造像成具有 $a k_1 = 0.7$ 。 k_1 是微平版印刷術中的處理相關因數。						

需注意精確的光學設計隨FPD尺寸而加以變化。換言之，若想要大兩倍的FPD，則並不需要所有原有設計參數只乘上二。

精于本技藝之人士應明白只要不違背附錄於後的申請專利範圍所定義之本發明的精神和範圍，可對形式和細節進行各種變化。如此，不應以上述任一示範性實施例局限本發明的廣泛性和範圍，而只根據下面申請專利範圍和其同等物定義本發明。

【圖式簡單說明】

圖1A為用於FPD製造的習知兩鏡投射光學系統。

圖1B為形成在FPD結構上的光柵上之拱形區。

圖2為圖1之環狀域光學設計形式之拱形縫隙形狀特徵。

圖3為本發明的投射光學系統。

圖4為用在凹面鏡上的實際區域。

圖5為新光學設計形式中的縮小鏡尺寸。

圖6為具有校正透鏡之本發明的投射光學系統。

圖7為本發明的一光學系統例子之射線追蹤圖。

圖8為圖解形式之圖7的光學系統之光學性能。

圖9為本發明的一光學系統例子之射線追蹤圖。

圖10為圖解形式之圖9的光學系統之光學性能。

【主要元件符號說明】

101	主要凹面鏡
102	次要凸面鏡
103	光柵
104	基板
301a	主要凹面鏡
301b	次要凹面鏡

302	次要鏡
302	凸面鏡
303	光柵
304	基板
306	軸外
505	玻璃板
506	玻璃板
507	彎月形透鏡
508	彎月形透鏡
609	標稱上平坦鏡
610	標稱上平坦鏡
A	縫隙寬度
B	縫隙中心
C	縫隙高度

五、中文發明摘要：

用以製造平板顯示器 (FPDs) 之曝光系統包括適用於支撐光柵的光柵台。基板台適用於支撐基板。反射光學系統適用於成像光柵到基板上。反射光學系統包括具有第一鏡和第二鏡之主要鏡及次要鏡。當藉由第一鏡、次要鏡、及第二鏡反射投射光柵的影像到基板上時，反射光學系統具有足夠的自由度用以校準和校正第三階像差。

六、英文發明摘要：

An exposure system for manufacturing flat panel displays (FPDs) includes a reticle stage adapted to support a reticle. A substrate stage is adapted to support a substrate. A reflective optical system is adapted adapted to image the reticle onto the substrate. The reflective optical system includes a primary mirror including a first mirror and a second mirror, and a secondary mirror. The reflective optical system has sufficient degrees of freedom for both alignment and correction of third order aberrations when projecting an image of the reticle onto the substrate by reflections off the first mirror, the secondary mirror, and the second mirror.

十、申請專利範圍：

1. 一種曝光系統，包含：

光柵台，適用於支撐光柵，該光柵經組態以圖案化一輻射光束；

基板台，適用於支撐基板；

反射光學系統，適用於引導經圖案化之輻射光束到該基板上，該反射光學系統包含具有第一鏡和第二鏡之主要鏡及次要鏡；

一第一光學裝置，其包含一平行玻璃板、一平行玻璃板與一彎月形透鏡對、一具有非球面輪廓之標稱上平坦鏡、或一介於該光柵台與該主要鏡之間的功率鏡；及

一第二光學裝置，其包含一平行玻璃板、一平行玻璃板與一彎月形透鏡對、一具有非球面輪廓之標稱上平坦鏡、或一介於該基板台與該主要鏡之間的功率鏡。

2. 根據申請專利範圍第1項之曝光系統，其中該反射光學系統具有1X放大倍數。

3. 根據申請專利範圍第1項之曝光系統，其中該反射光學系統具有1X和10X之間的放大倍數。

4. 根據申請專利範圍第1項之曝光系統，其中該第一鏡是非球面的。

5. 根據申請專利範圍第1項之曝光系統，其中該第一和第二鏡是凹面的，及該次要鏡是凸面的。

6. 根據申請專利範圍第1項之曝光系統，其中該第二鏡是非球面的。
7. 根據申請專利範圍第1項之曝光系統，其中該第一、第二、及次要鏡是非球面的。
8. 根據申請專利範圍第1項之曝光系統，其中該次要鏡是非球面的。
9. 根據申請專利範圍第1項之曝光系統，其中該反射光學系統至少具有10自由度。
10. 根據申請專利範圍第1項之曝光系統，其中該次要鏡的曲率半徑是該第一和第二鏡的曲率半徑之一半。
11. 根據申請專利範圍第1項之曝光系統，其中該次要鏡和該第一和第二鏡的曲率中心標稱上是相符的。
12. 根據申請專利範圍第1項之曝光系統，其中曝光於該曝光系統的該基板具有一大約高至42英吋的對角量測。
13. 根據申請專利範圍第1項之曝光系統，其中曝光於該曝光系統的該基板具有一大約高至54英吋的對角量測。
14. 根據申請專利範圍第1項之曝光系統，其中曝光於該曝光系統的該基板具有一大約高至60英吋的對角量測。
15. 根據申請專利範圍第1項之曝光系統，其中曝光於

該曝光系統的該基板具有大約40和60英吋之間的對角量測。

16. 根據申請專利範圍第1項之曝光系統，其中該第一和第二鏡的該曲率中心可移位以提供細微的放大倍數調整。

17. 根據申請專利範圍第1項之曝光系統，其中該第一和第二鏡的該曲率中心可移位以最小化因放大倍數調整所產生的像差。

18. 根據申請專利範圍第1項之曝光系統，其中該第一和第二鏡的該曲率中心可移位以校正剩餘光學製造、塗層和裝設引發的誤差任一種。

19. 根據申請專利範圍第1項之曝光系統，其中該第一和第二鏡具有該實際上相同的曲率。

20. 根據申請專利範圍第1項之曝光系統，其中只有該第一光學裝置包含該平行玻璃板。

21. 根據申請專利範圍第20項之曝光系統，其中該平行玻璃板包括光學玻璃、熔融矽土、及光學晶體材料任一種。

22. 根據申請專利範圍第20項之曝光系統，其中該玻璃板具有球面輪廓、非球面輪廓、平坦表面和球面表面、兩球面表面、球面表面和非球面表面、及兩非球面表面任一種。

23. 根據申請專利範圍第22項之曝光系統，其中球面及非球面表面任一種具有凹面曲率。

24. 根據申請專利範圍第22項之曝光系統，其中球面及非球面表面任一種具有凸面曲率。
25. 根據申請專利範圍第1項之曝光系統，其中該第二光學裝置只有包含該平行玻璃板。
26. 根據申請專利範圍第25項之曝光系統，其中該平型玻璃板具有球面輪廓、非球面輪廓、平坦表面和球面表面、兩球面表面、球面表面和非球面表面、及兩非球面表面任一種。
27. 根據申請專利範圍第25項之曝光系統，其中該平行玻璃板補償剩餘像差。
28. 根據申請專利範圍第1項之曝光系統，其中該第一光學裝置與該第二光學裝置包括該等平行玻璃板。
29. 根據申請專利範圍第28項之曝光系統，其中該等平行玻璃板具有球面輪廓、非球面輪廓、平坦表面和球面表面、兩球面表面、球面表面和非球面表面、及兩非球面表面任一種。
30. 根據申請專利範圍第1項之曝光系統，其中該第一光學裝置包括該彎月形透鏡及該平行玻璃板。
31. 根據申請專利範圍第30項之曝光系統，其中該彎月形透鏡在其一或兩表面上具有非球面輪廓。
32. 根據申請專利範圍第1項之曝光系統，其中該第一光學裝置包括該標稱上平坦鏡，該標稱上平坦鏡具有以一角度定位到該光柵的該非球面輪廓。

33. 根據申請專利範圍第1項之曝光系統，其中該第二光學裝置包括該標稱上平坦鏡，該標稱上平坦鏡具有以一角度定位到該基板和接近該基板的該非球面輪廓。
34. 根據申請專利範圍第33項之曝光系統，其中非球面輪廓在垂直和水平軸上是不同的。
35. 根據申請專利範圍第1項之曝光系統，其中該第一光學裝置與該第二光學裝置包括該等標稱上平坦鏡，每一標稱上平坦鏡具有非球形輪廓，並且以一角度定位到該光柵及以一角度定位到該基板。
36. 根據申請專利範圍第1項之曝光系統，其中該第一光學裝置包括具有以一角度定位到該光柵的非球面輪廓之該功率鏡。
37. 根據申請專利範圍第1項之曝光系統，其中該第二光學裝置包括該功率鏡，該功率鏡具有以一角度定位到該基板和接近該基板的非球面輪廓。
38. 根據申請專利範圍第1項之曝光系統，其中該第一光學裝置與該第二光學裝置包括該等功率鏡，每一功率鏡具有非球面輪廓，且分別相對該光柵以一角度定位及相對該基板以一角度定位的非球面輪廓。
39. 根據申請專利範圍第1項之曝光系統，其中該系統是單元放大環狀光學系統。
40. 根據申請專利範圍第1項之曝光系統，其中該第一

和 第 二 鏡 具 有 實 際 上 與 該 次 要 鏡 相 符 的 曲 率 中 心 。

41. 根 據 申 請 專 利 範 圍 第 1 項 之 曝 光 系 統 ， 其 中 該 第 一 和 第 二 鏡 實 際 上 對 稱 地 位 在 有 關 該 次 要 鏡 的 中 心 。

42. 根 據 申 請 專 利 範 圍 第 1 項 之 曝 光 系 統 ， 其 中 當 投 影 該 光 柵 之 一 影 像 至 該 基 板 時 ， 藉 由 反 射 離 開 該 第 一 鏡 、 該 次 要 鏡 與 該 第 二 鏡 ， 該 反 射 光 學 系 統 具 有 足 夠 的 自 由 度 用 以 校 準 和 校 正 像 差 。

43. 一 種 用 以 製 造 平 板 顯 示 器 (FPDs) 之 曝 光 系 統 ， 包 含 ：

基 板 台 ， 適 用 於 支 撐 FPD 基 板 ；

反 射 光 學 系 統 ， 適 用 於 成 像 光 柵 到 該 FPD 基 板 上 ， 該 反 射 光 學 系 統 包 括 第 一 鏡 、 第 二 鏡 、 及 第 三 鏡 當 作 其 供 電 反 射 元 件 ，

其 中 當 藉 由 第 一 鏡 、 第 二 鏡 、 及 第 三 鏡 的 反 射 投 射 光 柵 的 影 像 到 FPD 基 板 上 時 ， 該 反 射 光 學 系 統 至 少 具 有 10 自 由 度 。

44. 根 據 申 請 專 利 範 圍 第 43 項 之 曝 光 系 統 ， 其 中 該 反 射 光 學 系 統 具 有 1X 放 大 倍 數 。

45. 根 據 申 請 專 利 範 圍 第 43 項 之 曝 光 系 統 ， 其 中 該 第 一 鏡 是 非 球 面 的 。

46. 根 據 申 請 專 利 範 圍 第 43 項 之 曝 光 系 統 ， 其 中 該 第 三 鏡 是 非 球 面 的 。

47. 根據申請專利範圍第43項之曝光系統，其中該第一、第二、及第三鏡是非球面的。
48. 根據申請專利範圍第43項之曝光系統，其中該第二鏡是非球面的。
49. 根據申請專利範圍第43項之曝光系統，其中該第二鏡的曲率半徑是該第一和第三鏡的曲率半徑之一半。
50. 根據申請專利範圍第43項之曝光系統，其中該反射光學系統具有足夠的自由度用以校準和校正第三階像差。
51. 根據申請專利範圍第43項之曝光系統，其中該反射光學系統具有足夠的自由度用以校準和校正像差。
52. 根據申請專利範圍第43項之曝光系統，其中該第一和第三鏡的曲率中心可移位以提供細微的放大倍數調整及最小化因放大倍數調整所產生的該像差。
53. 根據申請專利範圍第43項之曝光系統，其中該第一和第三鏡具有實際上相同的曲率。
54. 根據申請專利範圍第43項之曝光系統，另外包括接近該光柵和該基板的至少其中之一的平行玻璃板。
55. 根據申請專利範圍第53項之曝光系統，其中該平行玻璃板具有非球面輪廓。

56. 根據申請專利範圍第43項之曝光系統，另外包括光學校準於該光柵和該第一鏡之間的第一平行玻璃板及光學校準於該基板和該第三鏡之間的第二平行玻璃板。
57. 根據申請專利範圍第43項之曝光系統，另外包括接近該平行玻璃板及該平行玻璃板和該第一凹面鏡之間的彎月形透鏡。
58. 根據申請專利範圍第57項之曝光系統，其中該彎月形透鏡具有非球面輪廓。
59. 根據申請專利範圍第43項之曝光系統，另外包括具有被定位成折疊系統的光軸及被定位接近該光柵和該基板的至少其中之一非球面輪廓之標稱上平坦鏡。
60. 根據申請專利範圍第43項之曝光系統，另外包括具有被定位成折疊系統的光軸及接近該光柵和該基板的至少其中之一非球面輪廓之功率鏡。
61. 一種曝光系統，包含：
- 一光罩，其圖案化一輻射光束；
 - 投射光學系統，用以投射該經圖案化之光束到基板上，該投射光學系統包括第一凹面鏡、第二凹面鏡及凸面鏡；
 - 一第一光學裝置，其包含一平行玻璃板、一平行玻璃板與一彎月形透鏡對、一具有非球面輪廓之標稱上平坦鏡、或一介於該光柵台與該投影光

學系統之間的功率鏡；及

一第二光學裝置，其包含一平行玻璃板、一平行玻璃板與一彎月形透鏡對、一具有非球面輪廓之標稱上平坦鏡、或一介於該基板台與該投影光學系統之間的功率鏡

。

62. 根據申請專利範圍第61項之曝光系統，其中該第一凹面鏡是非球面的。

63. 根據申請專利範圍第61項之曝光系統，其中該第二凹面鏡是非球面的。

64. 根據申請專利範圍第61項之曝光系統，其中該凸面鏡是非球面的。

65. 根據申請專利範圍第61項之曝光系統，其中該反射光學系統至少具有10自由度。

66. 根據申請專利範圍第61項之曝光系統，其中該次要鏡的曲率半徑是該第一和第二鏡的曲率半徑之一半。

67. 根據申請專利範圍第61項之曝光系統，其中該第一光學裝置該平行玻璃板。

68. 根據申請專利範圍第67項之曝光系統，其中該平行玻璃板具有非球面輪廓。

69. 根據申請專利範圍第61項之曝光系統，其中該第二光學裝置只包括該平行玻璃板。

70. 根據申請專利範圍第69項之曝光系統，其中該平

行玻璃板具有非球面輪廓。

71. 根據申請專利範圍第61項之曝光系統，其中該第一光學裝置只包括該平行玻璃板與該彎月形透鏡。

72. 根據申請專利範圍第71項之曝光系統，其中該彎月形透鏡具有非球面輪廓。

73. 根據申請專利範圍第61項之曝光系統，其中該第一光學裝置包括具有被定位成折疊系統的光軸之該非球面輪廓的該標稱上平坦鏡。

74. 根據申請專利範圍第61項之曝光系統，其中該第二光學裝置包括具有被定位成折疊系統的光軸之該非球面輪廓的該標稱上平坦鏡。

75. 根據申請專利範圍第61項之曝光系統，其中該第一光學裝置包括具有被定位成折疊系統的光軸之非球面輪廓的該功率鏡。

76. 根據申請專利範圍第61項之曝光系統，其中該第二光學裝置包括具有被定位成折疊系統的光軸之非球面輪廓的該功率鏡。

77. 根據申請專利範圍第61項之曝光系統，其中該經圖案化之光束經過該第一光學裝置、反射離開該第一凹面鏡、該第二凹面鏡、然後通過該第二光學裝置，而被投影至該基板上。

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (5) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

301a	主要凹面鏡
301b	次要凹面鏡
302	次要鏡(凸面鏡)
303	光柵
304	基板
505	玻璃板
506	玻璃板
507	彎月形透鏡
508	彎月形透鏡

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)