



(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 I440991 B

(45)公告日：中華民國 103 (2014) 年 06 月 11 日

(21)申請案號：099134071

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 10 月 06 日

(51)Int. Cl. : **G03F7/20 (2006.01)**

(30)優先權：2009/10/07 美國 12/897,726

(71)申請人：班布努克影像公司 (美國) PINEBROOK IMAGING INC. (US)  
美國

(72)發明人：陳正方 CHEN, JANG FUNG (US) ; 雷迪克 湯瑪士 LAIDIG, THOMAS (US)

(74)代理人：王俊雄

(56)參考文獻：

TW 200406649A

TW 200801833A

TW 200907592A

CN 1639642A

US 7262832B2

US 2003/0206281A1

審查人員：李瑋倫

申請專利範圍項數：59 項 圖式數：37 共 0 頁

(54)名稱

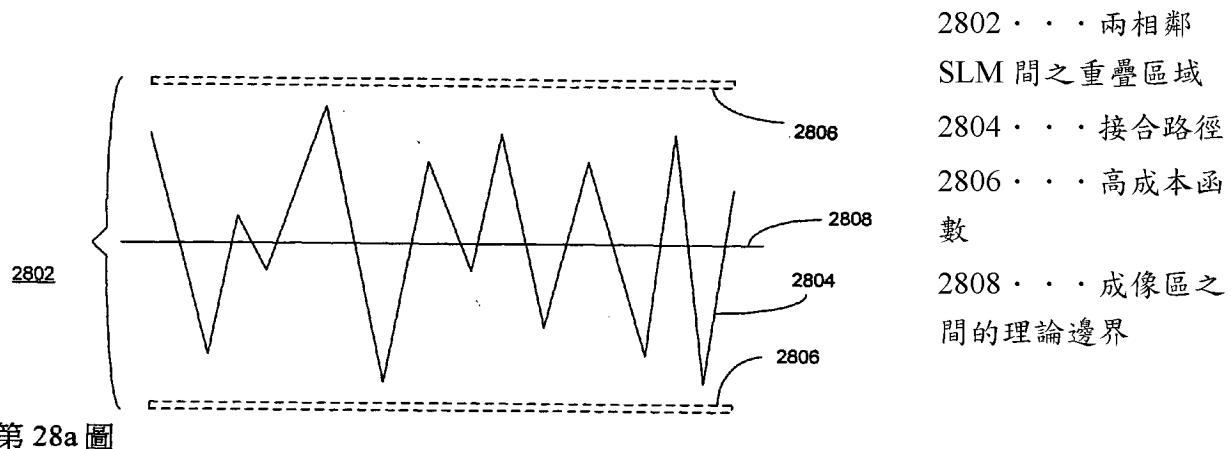
光學圖像寫成系統

AN OPTICAL IMAGING WRITER SYSTEM

(57)摘要

本發明揭露一種在微影製程中處理相鄰成像區之間之影像資料的系統及方法。在一實施例中，該方法包含：提供一具有複數個空間光調變器(SLM)成像單元之平行成像寫入系統，其中該等 SLM 成像單元係排列成一或多個平行陣列；接收一待寫入基版之光罩資料圖案；處理該光罩資料圖案，以形成複數個對應於基板不同區域之分區光罩資料圖案；辨識出相鄰 SLM 成像單元其相鄰成像區之間的重疊區域；根據一組預設之成本函數，決定一用以合併該重疊區域內相鄰成像區之接合路徑；以及控制該等 SLM 成像單元，俾利用該接合路徑，將該等分區光罩資料圖案平行寫入基板。

System and method for processing image data between adjacent imaging areas in a lithography manufacturing process are disclosed. In one embodiment, the method includes providing a parallel imaging writer system which has a plurality of spatial light modulator (SLM) imaging units arranged in one or more parallel arrays, receiving a mask data pattern to be written to a substrate, processing the mask data pattern to form a plurality of partitioned mask data patterns corresponding to different areas of the substrate, identifying an overlapping region between adjacent imaging areas to be imaged by corresponding SLMs, determining a stitching path for merging the adjacent imaging areas in the overlapping region in accordance with a set of predetermined cost functions, and controlling the plurality of SLM imaging units to write the plurality of partitioned mask data patterns to the substrate in parallel using the stitching path.



第 28a 圖

## 六、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明涉及微影製程之領域；詳言之，本發明係關於一種在微影製程中將光罩資料圖案施用於基板之系統及方法。

### 【先前技術】

受惠於半導體積體電路 (IC) 技術之突飛猛進，動態矩陣液晶電視 (AMLCD TV) 及電腦顯示器之製程已有長足進步。近年來，液晶電視及電腦顯示器之尺寸不斷放大，但價格則逐漸大眾化。

就半導體 IC 而言，各技術世代係由電路設計規則中之關鍵尺寸 (CD) 加以定義。隨著技術世代之演進，新世代 IC 之圖徵關鍵尺寸目標值逐漸縮小，誤差容許度亦更趨嚴格。但就平板顯示器 (FPD) 而言，各技術世代係依照製程中所用基板之實體尺寸加以分類。例如，FPD 分別於 2005、2007 及 2009 年進入第六代 (G6)、第八代 (G8) 及第十代 (G10)，其對應之基板尺寸 (公厘 x 公厘) 分別為 1500x1800、2160x2460 及 2880x3080。

無論是半導體 IC 或 FPD 基板，其微影製程所面臨之挑戰均為如何一方面加大產品之尺寸，一方面使產品平價化；但兩者之製程卻截然不同。IC 業界之一主要挑戰，係於直徑 300 公厘之晶圓上形成具有小關鍵尺寸之圖徵，其目標為儘可能提高電晶體之安裝數量，俾使相同大小之晶片具有更佳功能。然而，FPD 業界之一主要挑戰係儘可能加大可處理之矩形基板尺寸，因為生產線上所能處理之 FPD 基板愈大，則所能製造之電視或顯示器愈大，且成本愈低。為提高效能，一般液晶電視及顯示器之設計均採用較為複雜之薄膜電晶體 (TFT)，但 TFT 之關鍵尺寸目標值仍停留在相同之規格範圍內。從某一觀點而言，FPD 製程之一主要挑戰，係使

後續各世代之單位時間產出量均具有合理之成本效益，而其中一項重要之考量因素係令製程良率達到獲利水準，同時維持適當之製程窗口。

習知用於製造 FPD 之微影技術係由製造 IC 之微影製程演變而來。FPD 基板所用之微影曝光工具大多為步進式及／或掃描式投影系統，其中從光罩至基板之投影比例共有二比一（縮小）與一比一兩種。為將光罩圖案投影至基板，光罩本身便須依可接受之關鍵尺寸規格製造。FPD 之光罩製程與半導體 IC 之光罩製程類似，不同之處在於：製造半導體 IC 所用之光罩尺寸約為每邊 150 公厘（約 6 吋），而製造 FPD 所用之光罩，其每邊尺寸在一實例中可為前述每邊尺寸之八倍左右，即每邊超過一公尺。

請參閱第 1 圖，圖中繪示一用以將光罩圖案掃描至 FPD 基板之投影曝光工具習知架構。此架構所用之曝光光源主要為高壓短弧汞 (Hg) 燈。入射之照明光經由反射鏡 102 反射後，依序通過光罩 104 及投影透鏡 106，最後到達 FPD 基板 108。然而，若欲以第 1 圖所示之習知光罩式曝光工具架構為新世代之 FPD 進行微影製程，必須解決光罩尺寸日益加大之問題。以第八代 FPD 為例，其光罩尺寸約為 1080 公厘 x 1230 公厘，而第八代基板之面積則為其四倍。由於 TFT 之關鍵尺寸規格在 3 微米±10% 之範圍內，如何在每邊超過兩公尺之第八代基板上控制 TFT 之關鍵尺寸實乃一大挑戰；相較於在直徑 300 公厘之矽晶圓上微影製印先進 IC 圖案並控制其規格，前者難度更高。FPD 業界所須解決之問題，係如何以符合成本效益之方式建造出適用於新世代 FPD 之光罩式曝光工具，同時保留可接受之微影製程能力區限（又稱製程窗口）。

若欲減少 FPD 曝光區域內關鍵尺寸不一致之情形，方法之一係使用多重曝光法，其中標稱曝光量係由多個依適當比例分配之

曝光分量所組成，而每一曝光分量則使用預選波長之照明，並搭配對應之投影透鏡以完成掃描及步進。此類曝光工具須包含多於一個投影透鏡，但僅配有單一照明光源，其原因在於必須使用以千瓦 (KW) 計之高輸出功率短弧汞燈照明光源。至於選擇曝光波長之方式，係於光源處安裝適當之濾光鏡。在一實例中，此多波長曝光法可降低第八代基板上關鍵尺寸均一性所可能受到之負面影響，故可使用較平價之透鏡及照明設備。

在使用多波長曝光法時，必須為光罩本身訂定較嚴格之關鍵尺寸目標值及關鍵尺寸均一度。在一實例中，TFT 光罩之關鍵尺寸誤差容許值小於 100 奈米，此數值遠小於光罩關鍵尺寸標稱目標值 3 微米所需之誤差容許值。這對於使用現有曝光工具架構的製程方式而言，較易於掌控 FPD 微影製程之製程窗口。然而，對 FPD 光罩關鍵尺寸規格之要求愈嚴，將使原本即所費不貲之光罩組愈加昂貴。在某些情況下，為第八代 FPD 製作關鍵光罩之成本極高，且備貨期甚長。

習知方法之另一問題在於，使用大型光罩時不易進行瑕疵密度管控。以大型光罩進行多重曝光之微影製程時，即使一開始使用全無瑕疵之光罩，最後仍有可能出現有害之瑕疵。若製程有產生瑕疵之虞，不但良率將受到影響，光罩成本亦隨之提高。

第 2 圖繪示一用於製造光罩之曝光工具之習知架構。在此曝光工具架構中，射向分光鏡 204 之照明光 202 將局部反射並穿過傅利葉透鏡 208 以照亮空間光調變器 (SLM) 206。此成像光經反射後，依序通過傅利葉透鏡 208、分光鏡 204、傅利葉濾光鏡 210 及縮小透鏡 212，最後到達空白光罩基板 216。光罩資料 214 係以電子方式傳送至空間光調變器 206，從而設定微鏡像素。反射光在空白光罩基板 216 上產生亮點，而空白光罩基板 216 上無反射光

處則形成暗點。藉由控制及編排反射光，即可將光罩資料圖案轉移至空白光罩基板 216 上。

請注意，在此種曝光工具架構中，照明光程係經折曲以便垂直射入空間光調變器。此折曲之照明光程與曝光成像路徑形成 T 字形。此類曝光系統除使用高功率之照明光源外，亦須使用具有高縮小比率之投影透鏡，藉以提高光罩圖案寫入之準確度與精度。基本上，透鏡縮小比率約為 100 比 1。使用具有高縮小比率之投影透鏡時，單一空間光調變器晶片所產生之曝光區域甚小。空間光調變器之晶片實體尺寸約為一公分，經縮小 100 倍後，空間光調變器之寫入區域約為 100 微米。若欲以此極小之寫入區域寫完一整片第八代 FPD 光罩，其所需時間甚長。

另一習知方法係以多道雷射光束循序照射空間光調變器。此多道光束係由單一照明雷射光源經旋轉式多面反射鏡反射而成。多道照明光束可在特定時間內產生多重曝光，因而提高光罩寫入速度。在一實例中，以此方法寫完一片第八代 FPD 光罩約需 20 小時。由於寫入時間偏長，控制機器並維持其機械及電子運作之成本亦隨之增加，進而拉高其 FPD 光罩成品之成本。若將此曝光工具應用於第十代或更新世代之 FPD 光罩，則製造成本恐將更高。

為降低製作少量原型時之光罩成本，另一習知方法所用之曝光工具架構係以透明之空間光調變器為光罩。此方法係將光罩圖案讀入空間光調變器中，使其顯現所需之光罩圖案，如此一來便不需使用實體光罩。換言之，此透明空間光調變器之功能可取代實體光罩，從而節省光罩成本。就曝光工具之架構而言，此方法基本上與光罩式投影系統並無二致。然而，若與實體光罩相比，此空間光調變器光罩之影像品質較低，不符合 FPD 製程之圖案規格要求。

第 6,906,779 號美國專利（以下簡稱第'779 號專利）則揭露另一種製造顯示器之習知方法，該方法係利用一捲軸式製程對網狀基板進行同步微影曝光。簡言之，第'779 號專利係將光罩圖案曝光至成捲之基板上。另一種習知之捲軸式微影製程可參見 Se Hyun Ahn 等人之專文「用於撓性塑膠基板之高速捲軸式奈米壓模微影術 (Hight-Speed Roll-to-Roll) Nanoimprint Lithography on Flexible Plastic Substrates」(Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 「先進材料 (Advanced Materials)」, 2008, 20, 第 2044-2049 頁) (以下簡稱 Ahn 專文)。

然而，上述兩種習知方法限用預定尺寸之光罩，而光罩尺寸則實質限縮可製造之撓性顯示器之大小。第'779 號專利及 Ahn 專文所述習知方法之另一問題在於，若欲達到適當之微影製印效果，曝光過程中必須將成捲之基板拉平。如此一來，基板表面之平整度將遜於一般液晶電視螢幕所用之硬式玻璃基板。應用此種光罩式微影技術時，焦深 (DOF) 會因基板表面不平而受限，因此，上述習知方法恐難以形成關鍵尺寸 (CD) 為 5 微米或以下之 TFT 圖徵。若欲使 TFT 顯示器之解析度達一定水準，則 TFT 光罩圖徵之關鍵尺寸須為 3 微米左右。

在製造未來世代 FPD 時所可能面臨之上述各種挑戰，乃肇因於 FPD 業界亟須降低成本，而主要動機之一，係令新世代產品之製程具有成本效益。微影技術必須一方面維持產出效率，一方面確保產品良率逐代提升。欲達此目的，必須加大微影製程之製程窗口，並減少製程瑕疵，以因應日益增大之 FPD 基板。一如前述，現有曝光工具架構之缺點甚多，其中一主要缺點係與光罩之使用有關，亦即光罩尺寸過大，導致光罩之製造不符成本效益。由於光罩尺寸勢必持續加大方能滿足未來世代 FPD 之需求，此一缺點

將愈趨嚴重。因此，需有一種經改良之成像寫入系統，以解決習知工具與方法之諸多問題。

### 【發明內容】

本發明係關於一種在微影製程中處理相鄰成像區之間之影像資料的系統及方法。在一實施例中，該方法包含下列步驟：提供一具有複數個空間光調變器（SLM）成像單元之平行成像寫入系統，其中該等 SLM 成像單元係排列成一或多個平行陣列；接收一待寫入基版之光罩資料圖案；處理該光罩資料圖案，以形成複數個對應於基板不同區域之分區光罩資料圖案；辨識出相鄰 SLM 成像單元其相鄰成像區之間的重疊區域；根據一組預設之成本函數，決定一用以合併該重疊區域內相鄰成像區之接合路徑；以及控制該等 SLM 成像單元，俾利用該接合路徑，將該等分區光罩資料組合成單一圖案，平行寫入基板。

在另一實施例中，一種在微影製程中處理相鄰成像區之間之影像資料的方法包含下列步驟：提供一具有複數個 SLM 成像單元之平行成像寫入系統，其中該等 SLM 成像單元係排列成一或多個平行陣列；接收一待寫入基版之光罩資料圖案；處理該光罩資料圖案，以形成複數個對應於基板不同區域之分區光罩資料圖案；辨識出相鄰 SLM 成像單元其相鄰成像區之間的重疊區域；根據一隨機函數，決定一用以合併該重疊區域內相鄰成像區之接合路徑；以及控制該等 SLM 成像單元，俾利用該接合路徑，將該等分區光罩資料圖案平行寫入基板。

在另一實施例中，一種在微影製程中處理相鄰成像區之間之影像資料的系統包含：一具有複數個 SLM 成像單元之平行成像寫入系統，其中該等 SLM 成像單元係排列成一或多個平行陣列；及

一用以控制該等 SLM 成像單元之控制器。該控制器包含：第一邏輯電路，用以接收一待寫入基版之光罩資料圖案；第二邏輯電路，用以處理該光罩資料圖案，以形成複數個對應於基板不同區域之分區光罩資料圖案；第三邏輯電路，用以辨識出相鄰 SLM 成像單元其相鄰成像區之間的重疊區域；第四邏輯電路，用以根據一組預設之成本函數，決定一用以合併該重疊區域內相鄰成像區之接合路徑；以及第五邏輯電路，用以控制該等 SLM 成像單元，俾利用該接合路徑，將該等分區光罩資料圖案平行寫入基板。

### 【實施方式】

本發明提供一種用以在微影製程中將光罩資料圖案施用於基板之系統及方法。以下之說明，係為使熟習此項技藝之人士得以製作及應用本發明。本文有關特定實施例及應用方式之說明僅供例示之用，熟習此項技藝者可輕易思及多種修改及組合該等範例之方式。本文所述之基本原理亦適用於其他實施例及應用而不悖離本發明之精神與範圍。因此，本發明並不限於本文所描述及繪示之範例，而應涵蓋符合本文所述原理及技術特徵之最大範圍。

在以下之詳細說明中，部分內容之呈現係透過流程圖、邏輯方塊圖，及其他可於電腦系統中執行之資訊運算步驟之圖示。在本文中，任一程序、電腦可執行之步驟、邏輯方塊及流程等，均係由一或多道步驟或指令所組成之自相一致之序列，其目的係為達成預定之結果。該等步驟係指實際操控物理量之步驟，而物理量之形式則包含可於電腦系統中儲存、轉移、結合、比較，及其他方式操控之電性、磁性或無線電訊號。在本文中，該些訊號有時以位元、數值、元素、符號、字元、項、號碼或類似名稱稱之。各步驟之執行者可為硬體、軟體、韌體，或以上各項之組合。

本發明之實施例使用以空間光調變器 (SLM) 為基礎之影像投射裝置。可供使用之 SLM 影像投射方式共有兩種，一種係透過數位微鏡裝置 (DMD)，另一種則係透過柵狀光閥 (GLV) 裝置，兩種裝置均可以微機電 (MEM) 製造法製成。

第 3 圖繪示一根據本發明實施例之數位微鏡裝置範例。在此範例中，標號 302 為單一 DMD 晶片，而標號 304 則為該 DMD 晶片之放大簡化圖。若欲將 DMD 用作空間光調變器，可令 DMD 中之微鏡傾斜至固定角度（大多約為  $\pm 10^\circ$  或  $\pm 12^\circ$ ）。DMD 之微鏡鏡面對入射照明光之反射性極高。各微鏡可由下方之電晶體控制器使其傾斜（如標號 306 所示）或維持原本位置不變（如標號 308 所示）。在一實施例中，DMD 之間距可為約 14 微米，而微鏡之間距可為約 1 微米。單一 DMD 晶片上之像素數可為 1920 X 1080 個微鏡像素，此一像素數可與高畫質電視 (HDTV) 之顯示器規格相容。

第 4 圖繪示一根據本發明實施例之 DMD 投影系統。在此範例中，微鏡共有三種狀態：1) 傾角約為  $+10^\circ$  之「啟動」狀態 402；2) 未傾斜之「持平」狀態 404；以及 3) 傾角約為  $-10^\circ$  之「關閉」狀態 406。在第 4 圖中，光源 408 所在位置係與 DMD 形成  $-20^\circ$  之角度，當此光源射出光束時，處於「啟動」狀態（或二進制中之「1」）之微鏡將反射該光束，使其直接穿過投影透鏡 410，因而在顯示器基板上形成亮點。至於「持平」狀態及「關閉」狀態（或二進制中之「0」）之微鏡，其反射光束將有所偏斜（其角度分別為約  $-20^\circ$  及  $-40^\circ$ ），並落在該投影透鏡之聚光錐之外。換言之，後兩種狀態之微鏡之反射光並不會穿過投影透鏡 410，因此，顯示器基板上將形成暗點。由於微鏡之反射光無法以目視方式分解，吾人可將一組投射出之亮點及暗點依適當比例組合，以形成灰階。此方法可利用百萬種灰色調與色彩，投射出逼真之影像。

請注意，來自「持平」狀態微鏡之較高級數繞射光及來自「關閉」狀態微鏡之第二級繞射光仍可進入該投影透鏡之聚光錐，並產生吾人所不樂見之閃光，進而降低影像對比度。根據本發明之實施例，可利用一精確瞄準及聚焦之高強度照明光源提高像素之繞射效率，藉以將 DMD 成像寫入系統之投影光學設計最佳化。

根據本發明之其他實施例，GLV 為另一種投射影像之方法。GLV 裝置之頂層係一呈線性排列之材料層，又稱帶狀元件 (ribbon)，其具有極佳之反射性。在一實施例中，該等帶狀元件之長度可為 100 至 1000 微米，寬度可為 1 至 10 微米，間距可為 0.5 微米。基本上，GLV 之成像機構係利用可操控之動態繞射光柵，其作用如同相位調變器。GLV 裝置可包含一組共六條帶狀元件，其經交替折曲後便形成動態繞射光柵。

第 5 圖為一剖視圖，顯示本發明實施例中一 GLV 裝置之鏡面反射狀態及繞射狀態範例。當 GLV 帶狀元件共面時（如標號 502 所示），入射光將產生鏡面反射，亦即繞射級數為 0。當入射光射至一組交替折曲之帶狀元件（如標號 504 所示）時，強烈之 $\pm 1$  級繞射光及偏弱之 0 級繞射光將形成繞射圖案。若濾除 0 級繞射光與 $\pm 1$  級繞射光其中之一，即可產生高對比之反射影像。換言之，若物鏡重新捕集所有 0 級或 $\pm 1$  級繞射光，將不會形成任何影像。GLV 與 DMD 不同之處在於，GLV 視野中所形成之整個影像係以逐條掃描方式建構而成，因為線性排列之帶狀元件光柵可一次形成一條線狀繞射影像。

吾人可由第 1 圖與第 2 圖之相關說明得知，為達單位時間之產量要求，必須搭配如習知系統所使用之高功率照明光源。在一範例中係使用功率達千瓦範圍之高壓短弧汞燈，而在另一範例中則使用高功率之準分子雷射。由於使用高功率之照明光源，照明

光程須來自遠處以減少所生之熱能，且須經折曲以產生適當之照明效果。此一設計將照明系統與 SLM 成像系統分為兩獨立單元，且光程係與透鏡垂直。

為突破習知系統與方法之限制，本發明經改良之曝光工具架構避免使用高功率之照明光源。本發明提供一光線成像系統，其中各成像單元均包含 SLM、照明光源、定線光源、電子控制器及成像透鏡。此系統若使用低功率之發光二極體（LED）及二極體雷射照明光源，其單位時間之曝光處理量較低，但若增加成像單元之數量即可提高單位時間之曝光處理量。使用小型 SLM 成像單元之一優點在於，可以該等單元構成不同尺寸之陣列以利不同之成像應用。在一應用實例中係以超過 1000 個上述小型 SLM 成像單元排成陣列，其單位時間之寫入處理量高於現有多波長光罩式曝光工具架構。

第 6 圖繪示一根據本發明實施例之小型 SLM 成像單元範例。在此範例中，該小型 SLM 成像單元包含空間光調變器 602、一組微鏡 604、一或多個照明光源 606、一或多個定線光源 608，及投影透鏡 610。照明光源 606 可採用波長小於 450 奈米之藍光或近紫外光 LED 或二極體雷射。定線光源 608 可採用非光化雷射源或 LED 以便穿透透鏡進行對焦及定線調整。投影透鏡 610 可採用縮小比率為 5X 或 10X 之透鏡。如第 6 圖所示，照明光源 606 及定線光源 608 均位於該投影透鏡之聚光錐之外。在此實施例中，可使用數值孔徑 NA 為 0.25 且解像力約為 1 微米之市售透鏡。較低之 NA 值可確保較佳焦深 (DOF)。在一微影製程實例中，光阻關鍵尺寸目標值為 1 微米，透鏡 NA 值為 0.25，則焦深大於 5.0 微米。解析度及焦深之計算係根據雷利準則 (Rayleigh criterion)：

$$\text{最小圖徵解析度} = k_1 (\lambda / \text{NA})$$

$$\text{焦深} = k_2 (\lambda / \text{NA}^2)$$

其中  $k_1$  與  $k_2$  為製程能力因子， $\lambda$  為曝光波長。在一使用酚醛樹脂化學光阻之微影製程實例中， $k_1$  介於 0.5 與 0.7 之間，而  $k_2$  則介於 0.7 與 0.9 之間。

為滿足小形狀因數之要求，照明光源可為藍光、近紫外光 LED 或半導體二極體雷射。另為達足夠之照明強度，本案之一設計實例使用多個照明光源，且該等照明光源係圍繞 SLM 並靠近 SLM 表面。SLM 可為具有適當光學透鏡設計之 DMD 或 GLV。在一範例中，基板處之目標照明強度目標值以有效光化曝光波長計，可達每平方公分 10 至 100 毫瓦。

在此曝光工具架構範例中，各小型成像系統之電子控制板外殼均符合一指定之小形狀因數。為便於通風及散熱，此外殼係位於 SLM 之頂部且遠離照明光源。單一小型 SLM 成像單元之實體尺寸取決於所需之成像效能及可用之市售元件，例如投影透鏡、LED 或二極體雷射照明光源，以及對焦／定線用之二極體雷射，各元件均須有其散熱空間。或者亦可使用訂製元件，以進一步降低單一 SLM 成像單元實體尺寸之形狀因數。一訂製之 SLM 成像單元，其二維剖面尺寸可小至 5 公分 x 5 公分左右；以市售現成元件構成之 SLM 成像單元，其二維剖面尺寸則約為 10 公分 x 10 公分。

就第十代 FPD 製程而言，典型之基板尺寸為 2880 公厘 x 3130 公厘。若使用小型 SLM 成像單元，則整個系統可能包含數百個排列成平行陣列之小型 SLM 成像單元。第 7 圖繪示一根據本發明實

施例之 SLM 成像單元平行陣列範例。在此範例中係由 600 至 2400 個 SLM 成像單元平行陣列（702、704、706、708 等）同時進行成像寫入，且各平行陣列可包含複數個 SLM 成像單元。

根據本發明之實施例，在計算單位時間之曝光處理量時，可以一 SLM 光罩寫入系統之已知單位時間處理量實例（例如以 1300 公厘 x 1500 公厘之光罩曝光 20 小時）作為計算起始點。單位時間處理量取決於基板所在平面之照明強度。在本範例中，若照明強度為每平方公分 50 毫瓦（LED 或二極體雷射光源均可提供此照明強度），標稱曝光能量為 30 毫焦耳／平方公分-秒，則曝光時間為約 0.6 秒。在另一範例中，曝光工具係採高功率照明光源，因此基板處之照明強度為每平方公分至少 200 毫瓦；此光罩式步進／掃描系統之單位時間處理量約為每小時 50 片第八代 FPD 基板。在一範例中，若將高功率與低功率照明光源同時納入考量，則單位時間預估處理量為每小時 25 至 100 片基板，端視各平行陣列中之 SLM 成像單元密度而定。此一陣列式平行曝光架構之經濟性具有競爭優勢。

第 8 圖係第 7 圖所示 SLM 成像單元平行陣列之俯視圖。在此範例中，各列或各行可分別代表一 SLM 成像單元平行陣列，且各平行陣列可包含複數個 SLM 成像單元 802。微影製程之良率與製程窗口息息相關。製程窗口在此係指相互搭配且可製印出符合規格之圖徵關鍵尺寸之焦點設定範圍及曝光量設定範圍。換言之，製程窗口愈有彈性，則其容許之失焦設定值及／或曝光量設定值愈為寬鬆。較大之製程窗口有助於提高產品良率。然而，隨著基板尺寸逐代加大，微影製程之製程窗口則愈變愈小，主要原因在於較大、較薄之基板材料也較容易彎曲及垂陷。為解決此一問題，必須嚴格規範基板材料之厚度及表面均勻度。就光罩式曝光工具而

言，若曝光區域單邊大於約兩公尺，不僅需耗費極大成本方可維持全區之均勻度及焦點控制，在技術上亦有其困難度。曝光工具須能執行焦點及照明之局部及全面最佳化，方可落實製程窗口之設定值。

第 8 圖所示之平行陣列曝光系統即可解決上述問題，因為各小型 SLM 成像單元均可局部最佳化，以便在其個別曝光區域內產生最佳之照明及對焦效果。如此一來便可確保各 SLM 成像單元之曝光區域均有較佳之製程窗口，而各 SLM 成像單元之最佳化則可改善整體之製程窗口。

第 9 圖係對習知單一透鏡投影系統之製程窗口與本發明實施例中陣列式成像系統之局部最佳化製程窗口。第 9 圖左側之習知單一透鏡投影系統 902 必須調整至如點線所示之折衷焦平面 904。圖中實線 906 代表基板表面之實際剖面形狀，雙箭頭線段 908 代表單一透鏡為圖案成像時之最佳焦點設定範圍，雙圓頭線段 910 代表各成像透鏡所對應之基板表面剖面形狀最大變化範圍，而兩條點虛線則分別代表焦點範圍之上下限。

如第 9 圖所示，對習知單一透鏡投影系統而言，圖中大尺寸基板之彎曲幅度可能已超出透鏡之對焦範圍，且焦點設定範圍之中心點可能僅勉強適用於基板彎曲剖面之峰部及谷部，因而限縮整體製程窗口。第 9 圖右側所示之改良式投影系統則使用排成陣列狀之成像單元，其中成像單元 912 之焦點 914 可為個別成像區而單獨調整，因此，各焦點設定範圍（如雙圓頭線段 916 所示）均妥適位於焦點控制之上下限範圍內。除可微調各成像區之焦點外，各成像單元亦可調整其照明，使照明均勻度優於單一透鏡系統調整照明後之效果。是以，使用陣列式之成像單元系統可提供較佳之製程窗口。

第 10 圖繪示本發明實施例中一種將基板局部不平處最佳化之方法。在此範例中已偵測出基板表面形狀不平之區域，如標號 1002 所示。一微調式之最佳化方法係將一焦點平均程序應用於一 SLM 成像單元所對應之局部不平整曝光區域以及該 SLM 成像單元附近之 SLM 成像單元所對應之區域。該不平整區域附近可納入此平均程序之成像單元愈多，則整體最佳化之效果愈佳。熟習此項技藝之人士當知，本發明之成像系統亦可利用其他平均技術以提高整片基板上之影像均勻度。

在一實施例中，以薄膜電晶體（TFT）為基礎之 LCD 顯示器係使用以下所述之光罩資料格式。請注意，吾人雖可利用階層式資料串流格式 GDSII 將光罩資料交予製造業者，但此種光罩資料格式可能不太適用於本案之平行 SLM 成像系統。若欲將階層式之光罩資料扁平化，可使用市售之 CAD 軟體程式，但光罩資料在扁平化之後，尚須進一步處理。本案之陣列式平行成像寫入系統若搭配適當之光罩資料結構，將可形成高品質之影像。

就本案之陣列式平行成像寫入系統而言，光罩資料結構經扁平化之後，尚需分割為預定大小之區塊，方可妥適或均勻傳送至各 SLM 成像單元。光罩資料結構內之資訊不但明訂各光罩資料區塊相對於其對應成像單元之放置位置，亦明訂橫跨多個成像單元之圖徵應如何分割。若欲辨識資料放置位置是否經過微調，可檢視相鄰成像單元所對應之相鄰光罩資料區塊之相關光罩資料結構。第 11 圖繪示本發明實施例中光罩資料結構之一應用方式。在此範例中，先將一包含多層光罩資料實例 1102 之階層式光罩資料敘述扁平化，使其形成扁平化光罩資料 1104。然後將此扁平化光罩資料 1104 分割為多個分區光罩資料圖案，其中一分區光罩資料圖案在圖中係以陰影區域 1106 表示。此陰影區域 1106 亦出現在第 11 圖

下方以點線劃分之九宮格中，成為其正中央之方塊。相鄰成像單元之間須有足夠之光罩圖案重疊部分（即圖中之水平及垂直長條部分 1108），方可確保邊界周圍之圖案能均勻融合。九宮格中之每一方塊分別代表即將由一或多個 SLM 成像單元成像之一分區光罩資料圖案。根據本發明之實施例，分區光罩資料包含第一組辨識元及第二組辨識元，其中第一組辨識元係用於辨識一 SLM 成像單元中微鏡像素過多之狀態 (run-in conditions)，而第二組辨識元則用於辨識一 SLM 成像單元中微鏡像素不足之狀態 (run-out conditions)。若兩 SLM 成像單元間之區域出現過多像素，即為微鏡像素過多之狀態；若兩 SLM 成像單元間之區域出現像素不足現象，則為微鏡像素不足之狀態。各分區光罩資料圖案係傳送至對應之 SLM 成像單元進行處理，再由各 SLM 成像單元將相關之分區光罩資料圖案寫入預定之重疊區域。各 SLM 成像單元在寫入時均以相鄰之 SLM 成像單元為參考依據，俾確保影像融合度及均勻度均符合設計準則。分區光罩資料圖案可經最佳化以便進行平行加總曝光，進而提高圖徵關鍵尺寸之一致性。使用平行加總曝光法可降低不利於關鍵尺寸一致性之各種製程變數。進行加總曝光時，若微鏡像素之曝光數足夠，可去除因使用二極體雷射而產生之高斯斑點。

第 12 圖繪示一根據本發明實施例之平行陣列加總曝光法。此方法先將光罩資料逐列送至各 SLM 成像單元，再依序照亮對應於各列光罩資料之成列微鏡像素，其間係從各列微鏡像素之一端開始，次第照亮至另一端。在一範例中，此方法係從方塊 1201 開始，先照亮其最下方之一列微鏡像素；然後移至方塊 1202，照亮其倒數第二列微鏡像素；接著在方塊 1203 中，照亮其倒數第三列微鏡像素。此方法接續處理方塊 1204、1205、1206 及 1207，並照

亮其對應列之微鏡像素，然後進入方塊 1208，照亮此範例中之最後一列微鏡像素（即方塊 1208 最上方之一列微鏡像素）。此一逐列照亮微鏡像素之程序將周而復始以完成對應之曝光動作，進而將圖案寫入基板。由於照亮微鏡之速度甚快，特徵圖案可經由快速之逐列照亮程序多次曝光，直到達到標稱曝光量為止。質言之，此一圖案寫入程序係由複數個微鏡像素之個別曝光加總而成。吾人可利用相同之加總曝光程序，並以相互協調之速度及方向移動基板平台，從而完成整片基板之寫入作業。

第 12 圖所示之逐列循環方式僅為一範例，若欲使各成像單元依序完成平行加總曝光中之局部或細部曝光，亦可採用其他循環方式。在其他實施例中，亦可以行或斜向之行／列為單位，循序進行，以有效完成平行加總曝光。此外亦可發展出其他加總方式，例如由兩相鄰 SLM 成像單元交錯進行逐列照亮之程序，或同時以多個資料列為起始列，分別沿多個方向進行，藉此提高微影製印之效能，但可能尚需搭配平台之進一步移動。

若在大量生產之情況下使用陣列式平行曝光法，可內建一定之冗餘度或容錯度以防止製程中斷。換言之，曝光控制常式一旦偵測出某一 SLM 成像單元故障，將關閉故障之成像單元，並將其光罩資料重新分配至一或多個相鄰之成像單元，以便由該等相鄰之成像單元完成曝光任務，最後再卸除完成曝光之基板。此一曝光修正程序將持續進行，直到整批基板完成曝光為止。而整個流程亦將持續進行，直到成像效能及單位時間處理量均達到可接受之水準為止。

第 13 圖繪示本發明實施例中一種於成像寫入系統內形成冗餘度之方法。在此範例中，成像單元 212 一經發現故障，隨即關閉。在相鄰之八個成像單元中，可擇一取代成像單元 212。在此情

況下，原本由成像單元 212 負責之區域須待其他區域曝光完畢後才完成寫入。

若因基板彎曲或垂陷導致兩相鄰 SLM 成像單元成像扭曲，該兩 SLM 成像單元之間將形成微尺度之不匹配邊界（局部與局部之間）。此不匹配邊界在第 14 圖中以標號 1402 表示，其中資料圖案有部分超出框線區域外，此時重疊區域內之圖案融合便需最佳化。第 14 圖繪示一根據本發明實施例之楔形邊界融合法。如第 14 圖所示，此方法開啟位於所選邊界末端 1404 之微鏡像素，而此邊界末端 1404 則與相鄰之成像單元寫入區域 1406 重疊，俾使兩區相互匹配。熟習此項技藝之人士應可瞭解，亦可以其他方式選擇性開啟所需位置之微鏡像素，藉此達成邊界融合之目的。

根據本發明之某些實施例，若以交替或互補之方式開啟相鄰重疊邊界間之選定微鏡像素，亦可達融合之效果。根據本發明之其他實施例，若在進行逐行照亮之加總曝光程序時，搭配開啟選定位置之像素，則其融合效果更佳。

此外，為使本案之陣列式平行成像系統達到預定之定線精確度，本案之方法將定線程序依序分為多個精確度等級。第一定線等級強調整體之定線準確度，而次一定線等級則將目標縮小至中階精準度。本案之方法即利用此一由下而上之程序，達成所需等級之精確度。

在一範例中共分三種精確度等級：單元透鏡之放置、透鏡中心之微調，以及微鏡成像資料之操控。第 15 圖繪示本發明實施例中一種將 SLM 成像單元排成陣列之方法。此方法可將複數個 SLM 成像單元 1502 之整體放置準確度控制在數公厘之範圍內。然後再以電子方式調整各 SLM 成像單元中投影透鏡總成之位置，使其達到微米等級之精確度。欲達此一目的，可利用氦氖雷射（或其他

非光化定線光源) 將透鏡中心對準平台上之已知參考位置。最後再控制微鏡，使其達到奈米等級之定線精確度。

根據本發明之實施例，曝光定線程序可包含下列步驟：

(1) 利用平台上之已知參考位置，校準陣列中各 SLM 成像單元之透鏡中心。如此一來便可參照實體透鏡陣列，建立一組數學陣列格點。

(2) 在寫入第一光罩層時，由於基板上尚未印出任何定線記號，基板係以機械方式定線，且主要依賴平台之精確度。

(3) 基板經由先前之光罩層取得遍布基板之定線記號，而這些定線記號可由對應之 SLM 成像單元偵得。如此一來便可參照基板上之實際影像位置，建立一格點圖。

(4) 比較兩格點圖 (SLM 成像單元本身之格點圖以及從基板測得之微影製印定線記號格點圖)，進而建立可引導平台移動之格點圖配對數學模型。

(5) 在一範例中係針對第十代基板建構一包含 2400 個 SLM 成像單元之陣列，而平台之最大水平 (X) 或垂直 (Y) 移動距離約為 120 公厘，此移動距離亦納入格點圖配對之計算中。請注意，此平台移動距離甚短，因此相較於光罩式曝光工具在為第十代基板成像時，其平台之移動距離須達基板之全寬及全長，本案之方法具有技術上之優勢。由於第十代基板重量可觀，若能縮短平台負重移動之距離，將可提高系統運作之精確度。

(6) 為微調至次微米等級之定線精確度，本案之方法將修正因子內建於傳送至對應成像單元之光罩資料中。換言之，各成像單元之修正因子可能互不相同，需視各成像單元在基板上成像之相對位置而定。此外，由於各基板之彎曲狀況不同，修正因子也可能隨基板而變化。各基板之彎曲狀況可於曝光前先行偵得。

第 16 圖繪示本發明實施例中一種製造撓性顯示器之無光罩成像寫入系統範例。如第 16 圖所示，無光罩成像寫入系統 1600 係由一或多個 SLM 成像單元陣列所組成，其中單一 SLM 成像單元以標號 1602 表示。該一或多個 SLM 成像單元陣列可依特定應用之需要，形成特定形狀，如圓形。在另一實施例中，該無光罩成像寫入系統可用於製造非撓性顯示器。

第 17 圖繪示一根據本發明實施例之 SLM 成像單元。該 SLM 成像單元包含藍光及紅光二極體雷射 1702、孔口 1704、透鏡 1706、球面鏡 1708、安裝於印刷電路板 1712 上之 DMD 1710、光束收集裝置 (beam dump) 1714、分光鏡 1716、CCD 攝影機 1718 以及透鏡總成 1720。藍光及紅光二極體雷射 1702 進一步包含一個紅光雷射二極體（非光化性）1722 及四個藍光雷射二極體（光化性）1723、1724、1725 與 1726。該等雷射二極體之排列方式可如第 17 圖所示。位於中央之紅光雷射二極體屬於非光化性，主要係於初始焦點設定時作定線或瞄準之用，至於四個屬於光化性之藍光雷射二極體則用於曝光。該等雷射二極體之數量及排列方式，亦可視雷射二極體之封裝大小而採用不同設計，只要其照明強度均勻即可。在另一範例中，亦可利用光纖束傳輸該光化照明。在此情況下，各雷射二極體係照射於光纖束之一端，再由光纖將光化光線傳送至光纖束之另一端出光。在其他實施例中，亦可以 LED 取代二極體雷射。若採用此一設計，可將多個藍光 LED 緊密靠攏以提供均勻之照明強度，另將多個紅光 LED 分別置於可供定線及初始對焦之位置。在此範例中，藍光及紅光二極體雷射 1702 所發出之光線依序穿過孔口 1704 及透鏡 1706，然後照射至球面鏡 1708，再由球面鏡 1708 反射至 DMD 1710。該 DMD 可利用其不同狀態之微鏡，將光線直接反射至光束收集裝置 1714，抑或使光線經

由透鏡總成 1720 而照射於基板。形成於基板上之影像將向上反射，穿過透鏡 1720 與分光鏡 1716，最後到達 CCD 攝影機 1718。

第 18 圖繪示本發明實施例中一種使用 SLM 成像單元線性陣列之捲軸式無光罩微影法。在此範例中，SLM 成像單元 1802 係排成單一線性陣列，如第 18 圖所示。基板 1804 可在吾人之控制下，沿基板移動方向（X 方向）移動，而 SLM 成像單元 1802 之線性陣列則可在吾人之控制下，於基板 1804 所在之平面上，沿著垂直於該基板移動方向之方向（Y 方向）來回移動。吾人可調整該 SLM 成像單元線性陣列之曝光，使其隨著基板捲動而同步處理基板 1804 之特定區域。如此一來便可控制該 SLM 成像單元線性陣列，使其為大於該 SLM 成像單元線性陣列之基板成像。第 18 圖所示之成像寫入系統不但可控制該等 SLM 成像單元，使其沿基板移動方向移動，亦可使其垂直於基板移動方向而移動，故可突破第'779 號專利及 Ahn 專文所述習知方法對實體光罩尺寸之限制。

第 19 圖繪示本發明實施例中一種使用 SLM 成像單元二維陣列之捲軸式無光罩微影法。第 19 圖係以俯視方式繪示 SLM 成像單元二維陣列 1902，其中每一圓圈代表一 SLM 成像單元。類似於第 18 圖所示之範例，第 19 圖中之基板 1904 可在吾人之控制下沿 X 方向移動，而 SLM 成像單元二維陣列 1902 則可在吾人之控制下，於基板 1904 所在之平面上，沿 Y 方向往復移動。吾人可調整該 SLM 成像單元二維陣列之曝光，使其隨著基板捲動而同步處理基板 1904 之特定區域，如此一來便可控制該 SLM 成像單元二維陣列，使其為大於該 SLM 成像單元二維陣列之基板成像。因此，第 19 圖所示之成像寫入系統可突破第'779 號專利及 Ahn 專文所述習知方法對實體光罩尺寸之限制。請注意，在某些實施例中，該 SLM 成像單元二維陣列可以交錯或非交錯之方式排列。

第 20 圖繪示本發明實施例中一種利用無光罩微影法為多種不同尺寸之基板成像之方法。與第 19 圖所示之方法類似，第 20 圖中之成像寫入系統亦使用一 SLM 成像單元二維陣列 2002。SLM 成像單元二維陣列 2002 可在吾人之控制下，自動連續接收並處理成像資料，因此，此成像寫入系統若以無縫方式載入不同之 TFT 光罩資料，便可切換不同之基板設計；相較之下，第'779 號專利及 Ahn 專文所述之習知方法則須停止運作以便更換不同光罩。在第 20 圖所示範例中，基板包含不同尺寸之基板設計，如標號 2006、2008、2010、2012 及 2014 所示，而當基板捲動時，SLM 成像單元二維陣列 2002 可即時處理該等不同尺寸之基板設計。

第 21 圖繪示本發明實施例中一種依照基板表面局部狀況定位各 SLM 成像單元之方法。此範例之方法係於曝光過程中檢視基板表面 2104 之不平整度，並據此調整 SLM 成像單元線性陣列 2102。第 21 圖係以誇大方式顯示基板 2104 之不平整度，藉此突顯本方法將各 SLM 成像單元調整至最佳高度之優點。透過調整各 SLM 成像單元之最佳高度，自動調焦時便可將焦點調整至預定解析度關鍵尺寸 1 至 5 微米所需之焦深範圍內。本方法之細節容後述。

在一範例中，為微影製印以 TFT 為基礎之太陽能板 (PV panel)，最小圖徵關鍵尺寸可能超過 50 微米。在此微影製印解析度範圍內，吾人往往將噴墨印刷法視為一成本較低之選擇。但噴墨印刷法之一主要缺點在於，墨水霧滴有可能造成瑕疵，此為小滴墨水流之副作用。噴墨印刷法原本即不如微影製程乾淨，或許可用於微影製印光罩圖徵，但不宜以此形成電路驅動線元件；噴墨印刷法主要適用於製印非電路驅動線之資訊讀取。以捲軸微影製印法製造主動式 TFT 元件時，尺寸可縮放之 SLM 成像單元陣列由於元件良率較高，仍為較佳之無光罩式微影技術方案。此方法

係透過放大投影完成無光罩式成像；詳言之，SLM 成像單元之曝光透鏡並非縮小物鏡而係放大物鏡，此放大物鏡可在吾人之控制下，將產品圖徵尺寸從 25 微米放大至數百微米。

為能在未必絕對平整之基板各處維持最佳對焦狀態，方法之一係於曝光過程中監視並調整 SLM 成像單元之焦點。第 22 圖繪示本發明實施例中一種偵測像素焦點之方法。若欲監視焦點，可利用可穿透透鏡之監視攝影機截取曝光中之影像，然後分析所截取之明暗像素影像，並與預期之曝光圖案比較，以取得失焦程度之一相對度量。第 22 圖所示範例為一對明暗像素（2202 與 2204）及其準焦（2206 與 2208）與失焦狀態（2210）。就明暗交界處之過渡圖案而言，該對準焦之明暗像素呈現對比度相對較大之過渡圖案，而該對失焦之明暗像素則呈現模糊之過渡圖案，其中模糊過渡之程度可以測繪方式對應於失焦之程度。在其他範例中，吾人可監視並分析影像中之空間頻率。由於對焦誤差優先降低較高之空間頻率，吾人在截取影像後，僅需比較影像中高頻成分之損失量即可評估失焦之程度。另一方法係監視並分析一組明暗圖案之影像對比度，其中使用最佳焦點設定之影像具有最高對比度，而對比度之損失則對應於失焦之程度。

上述方法雖可有效監視對焦誤差之大小，但卻無法指明誤差之方向。為解決此一問題，本發明之系統可於軟體之控制下，在以目標焦點為中心之一範圍內不斷微幅變化焦點位置，同時更新目標焦點所在位置，以維持最佳對焦狀態。吾人僅需在所述範圍兩端之誤差之間取得平衡，即可靈敏調整至最佳對焦狀態，但最好避免故意使曝光影像失焦。欲達此一目的，可以受控之方式擾動攝影機之焦點，但不改變曝光影像之焦點；例如，若使用可穿透透鏡之監視攝影機，則可改變攝影機與物鏡間之有效光程。就

一階近似而言，改變透鏡在攝影機側之焦距（圖中之  $f_2$ ）與同比例改變  $f_1$  之效果相同。欲使焦點產生此一變化，可將攝影機前後振動、或利用一振動之反射鏡反射影像，或者如第 23a 圖所示，使光線通過一轉盤，其中該轉盤具有複數個厚度及／或折射率不同之扇形部分，俾使有效光程產生所需之變化。上述轉盤即圖式中之第一光程差（OPD）調變器 2316 及第二 OPD 調變器 2326。此外，亦可利用一附有反射鏡之圓盤反射影像，其中該圓盤具有複數個不同高度之扇形部分。

第 23a 圖繪示本發明實施例中一種可即時偵測 SLM 成像單元焦點之裝置範例。如第 23a 圖所示，該裝置包含成像光源 2302、分光鏡 2304、物鏡 2306，以及物鏡 2306 之外殼 2308。成像光源 2302 之一範例如第 17 圖所示，包含元件 1702 至 1714。該裝置亦包含第一攝影感測器 2310（以下亦簡稱攝影機或感測器）、第一馬達 2312、第一折射盤 2314 及第一 OPD 調變器 2316。第一 OPD 調變器 2316 可由一圓形光學裝置 2317 所形成，該圓形光學裝置 2317 可具有複數個扇形部分（如標號 2318 所示）。各扇形部分係以具有不同折射率之材料製成，或者係以具有相同折射率但不同厚度之材料製成，其中該等不同厚度可形成光程差。

另一種判定焦點調整方向之方法係利用兩台攝影機以不同之光程長度截取影像，如第 23b 與 23c 圖所示。第 23b 與 23c 圖繪示本發明實施例中另兩種可即時偵測 SLM 成像單元焦點之裝置範例。除第 23a 圖所示元件外，此兩裝置範例尚包含第二攝影感測器 2322（以下亦簡稱攝影機或感測器）及第二 OPD 調變器 2326。第 23c 圖尚包含第三 OPD 調變器 2330。第二與第三 OPD 調變器 2326、2330 之構造可與第一 OPD 調變器 2316 類似。使用該兩攝影感測器 2310 與 2322 時，可對應置該兩具有不同折射率之 OPD 調

變器 2316 與 2326 以決定焦點調整方向。在另一實施例中，該兩不同 OPD 調變器 2316 與 2326 之實施方式僅係將對應之攝影機 2310 與 2322 設於不同距離處。

第 23b 與 23c 圖所示之範例分別檢查第一攝影感測器與第二攝影感測器之影像，藉以比較並分析焦點調整方向，然後調整焦點設定，以使兩攝影感測器所測得之失焦程度相等，如此一來便可確保最佳對焦狀態係由兩攝影感測器間之一光程差決定。第一及第二攝影感測器係透過互補之焦點偏移量觀測基板，以決定目標焦點之方向。另一方法則不以上下移動物鏡之方式調整焦點，而係將第三 OPD 調變器 2330 置於物鏡 2306 之外殼 2308 上方，進而透過改變有效光程長度之方式調整焦點。

焦點之即時監視與調整包含下列步驟：

- 1) 將基板表面與物鏡之間距設定在對焦範圍內。
- 2) 首先，以非光化照明成像並截取此影像，此步驟不會對曝光用之感光材料造成任何破壞。換言之，利用非光化照明設定初始焦點，然後配合調整物鏡，以達最佳對焦狀態。
- 3) 曝光平台一旦開始沿基板之移動方向 (X 方向) 移動，即開始光化曝光。
- 4) 在光化照明下監視所截取之影像，並配合調整物鏡。
- 5) 請注意，每次調整焦點之動作係以上一個曝光位置之最佳曝光狀態為依據，但卻用於下一個曝光位置。
- 6) 根據  $f_1$  與  $f_2$  之光程差量測值，決定物鏡之調焦幅度。

一如前述，吾人可在曝光過程中利用一或多台攝影機即時監控影像之寫入。透過微鏡像素加總曝光法，每一影像圖案均由多個 DMD 微鏡像素曝光而成。此曝光法在初始曝光階段原本即具有較大之對焦誤差裕度，因為每一微鏡像素所提供之曝光僅為所需

總曝光能量之一小部分；而後在進行像素加總曝光時，尚可即時調整各 SLM 成像單元之焦點。在寫入由暗區包圍之獨立「孔狀」圖案（如第 24 圖所示）或由亮區包圍之獨立「島狀」圖案時，此對焦誤差裕度尤為重要，其原因在於上述兩種特徵圖案在吾人擾動焦點設定之過程中缺少影像之變化，故不易於初始階段設定其最佳對焦狀態，須待多次曝光後方可決定其最佳對焦狀態。

在另一範例中，前述之自動對焦機構可用於「焦點加總曝光」以擴大整體焦深。第 25 圖繪示本發明實施例中一種透過像素加總曝光法改善焦深之方法。在第 25 圖所示範例中，吾人可在像素加總曝光過程中動態調整最佳曝光設定，如此一來便可透過焦深範圍內之不同最佳對焦狀態完成像素加總曝光。經由此一方式，最終之影像圖案係利用多種焦點設定 2502 共同曝光而成，而該等焦點設定 2502 亦將擴大整體之最終焦深 2504。

第 26a 與 26b 圖繪示本發明實施例中利用重疊區域接合相鄰成像區之方法。第 26a 圖顯示兩相鄰成像區 2602、2606 及其對應之 SLM 2604、2608。兩相鄰成像區 2602 與 2606 間之區域定義為重疊區域 2610。SLM 2604 之成像範圍可跨越理論邊界 2612 並延伸至成像區 2606 內之使用者自訂邊界 2614（虛線），而 SLM 2608 之成像範圍同樣可跨越理論邊界 2612 並延伸至成像區 2602 內之另一使用者自訂邊界 2616（虛線）。由於重疊區域 2610 同時涵蓋在 SLM 2604 與 2608 之成像範圍內，此方法可利用該兩相鄰成像區中之某一區補償另一區之不一致性，例如位置上之不匹配或曝光量之差異。

第 26b 圖顯示另兩相鄰成像區 2622、2626 及其對應之 SLM 2624、2628。在此範例中，該兩 SLM 及其對應之成像區均採水平設置，而非如第 26a 圖所示之垂直設置。第 26a 與 26b 圖中重疊

區域之走向雖然不同，但均可應用類似之技術。在其他實施例中，水平重疊區域之處理方式亦可與垂直重疊區域不同。與第 26a 圖類似，兩相鄰成像區 2622、2626 間之區域定義為重疊區域 2630，其中 SLM 2624 之成像範圍可跨越理論邊界 2632 並延伸至成像區 2626 內之使用者自訂邊界 2634（虛線），而 SLM 2628 之成像範圍同樣可跨越理論邊界 2632 並延伸至成像區 2622 內之另一使用者自訂邊界 2636（虛線）。

若欲在重疊區域 2630 內成像，可令兩 SLM 2624 及 2628 之成像強度朝彼此遞減。折線 2638 與折線 2639（虛線）分別概略顯示 SLM 2624 與 2628 之成像強度。在重疊區域 2630 中，SLM 2624 之強度從完整強度漸變至零，而 SLM 2628 之強度則從零漸變至完整強度。請注意，在此範例中，若理論邊界實質對齊成像區之實際漸變段（例如兩者之距離在 50 奈米以內），則可產生良好之成像效果。然而，若理論邊界並未實質對齊成像區之實際漸變段（例如漸變段落在某些狹窄結構中或落在結構之邊緣），則成像效果甚差。欲解決此一問題，可採用第 28 與 29 圖所示之方法，容後述。

第 27a 至 27d 圖繪示本發明實施例中選擇相鄰成像區接合路徑之方法。在許多應用（如平板顯示器及積體電路之製程）中，結構 2702 與其間之間隙通常尺寸互異，且其中尺寸較小者大多較為關鍵。在以下說明中雖以大型結構 2702 搭配小型間隙為例，但熟習此項技藝之人士應可瞭解，以大型間隙分隔小型結構之設計亦適用本文所述之技術。吾人若在重疊區域內選擇一條行經任意位置之接合路徑，可能產生若干問題，如第 27a 圖所示。在第 27a 圖所示範例中，線段 A'B' 2704 及線段 C'D' 2706 係於未對結構進行詳細分析之情況下所任選之接合路徑。該兩接合路徑因過於接近結構 2702 之邊緣，有可能導致誤差（例如邊緣解析度）及／或

增加接合路徑 A'B' 2704 及 C'D' 2706 之相關處理時間及資料處理量。訂定接合路徑之較佳方式如第 27b 圖所示，其中接合路徑係由線段 AB 2708、BC 2710、CD 2712、DE 2714 及 EF 2716 組成。該等線段均穿過結構 2702 之中央（或較寬）區域，儘量避免靠近結構邊緣，且均直接越過狹窄之間隙（如線段 BC 2710）。如此一來既可減少誤差，亦可減少與貫穿結構 2702 之接合路徑相關之處理時間及資料處理量。

請參閱第 27c 圖，在產生穿過不同結構 2720 與 2722 之接合路徑時，應避免圖示之兩種狀況，其中線段 E'F' 2724 通過極為狹窄之結構 2722（或細線條），而線段 G'H' 2726 則斜向貫穿結構 2720 與 2722。線段 E'F' 2724 與 G'H' 2726 均留下極為困難之形狀與邊緣，不利後續處理。在某些情況下，該些線段亦大幅改變結構之寬度，因而導致誤差，而處理上述困難形狀與結構所需之運算時間及資料量亦隨之增加。產生接合路徑之一較佳方式如第 27d 圖所示，其中線段 I-J-K-L 2728 係以乾淨俐落之方式穿過結構 2720 與 2722，如此一來不但可減少誤差，亦可減少第 27d 圖所示接合路徑在處理過程中所需之運算時間及資料量。

請注意，以下將導入兩個成本函數以解決第 27a 與 27c 圖之相關問題，其中第一成本函數係關於接合路徑接近結構邊緣之情形，而第二成本函數則關於接合路徑所穿過之結構之寬度。此外亦請注意，當吾人目視影像處理產物時，直線往往比非直線更容易為肉眼所察覺。本文亦說明產生接合路徑之其他方法。由於本文所揭露之光學成像寫入系統係以無光罩之方式進行成像處理，接合路徑可以隨機方式穿過重疊區域，此為使用固定式光罩與透鏡之習知成像系統所無法實現者。在選擇接合路徑時，若使其通過大而簡單之圖型與間隙，將可減少因相鄰成像區不匹配所造成

之可測得之影響；若欲使其殘餘之影響不易為肉眼察覺，宜選擇隨機繞行之接合路徑。

第 28a 與 28b 圖繪示本發明實施例中接合相鄰成像區之一區塊之方法。詳言之，第 28a 圖繪示一種產生水平接合路徑（如第 27b 圖中之線段 BC、DE 及第 27d 圖中之線段 JK）之方法。在第 28a 圖所示範例中，接合路徑 2804 係穿越兩相鄰 SLM 間之重疊區域 2802。重疊區域 2802 係由一高成本函數 2806 所包圍，以免接合路徑超出該重疊區域外。重疊區域之寬度可為兩 SLM 間距之十分之一。在一實施例中，此寬度約為 8 公厘。此外，接合路徑基本上係以兩相鄰 SLM 其成像區之間的理論邊界 2808 為中心。

如第 28a 圖所示，此方法產生一模擬水平線段之隨機接合路徑 2804，該隨機接合路徑可為一組上下折曲且由一端延伸至另一端之斜線段。在某些實施例中，各斜線段均有其對應之角度（相對於圖中未示之垂直軸），且各斜線段之角度可互不相同。在某些實施例中，為求簡單起見，可使用 30 度之角度（相對於圖中未示之垂直軸）。在其他實施例中亦可使用由使用者自訂之角度，如 45 度、60 度或其他角度。斜線段之走向係相互交錯（亦即上下交錯），至於斜線段之長度則以亂數產生器隨機產生。舉例而言，該亂數產生器可使用如第 28b 圖所示之指數分布函數。

根據第 28b 圖，接合路徑中斜線段之長度係呈指數分布，其中該指數分布係由一平均長度加以定義。利用此指數分布函數及一亂數產生器，即可產生第 28a 圖中不同長度之斜線段。在一範例中，該平均長度之數值可為使用者自訂之參數，如 150 微米。在另一範例中，斜線段之角度亦可為使用者自訂之參數，如 30 度。請注意，本方法可根據來自高成本函數 2806 之輸入資料，將指數分布截斷，以免斜線段穿越重疊區域之邊界。

請注意，產生接合路徑之目的並非連接兩點，而係產生一人為因素較少之影像，此與若干選路演算法之目的不同。此外，由於重疊區域內並無任何可阻止接合路徑從一端延伸至另一端之結構，上述產生接合路徑之方法並不需為了防止路線遭阻擋而有向後或回溯之動作，此又與若干選路演算法不同。再者，接合路徑之目的並非連接一對起點與終點，因此吾人可隨機選擇起點，或選擇可產生最小成本路徑之一點為起點。

第 29a 與 29b 圖繪示本發明實施例中接合相鄰成像區之一區塊之其他方法。與第 28a 圖類似，第 29a 圖繪示一種產生隨機接合路徑 2902 之方法，其中隨機接合路徑 2902 係模擬一垂直線段，且該垂直線段係以兩相鄰成像區之間的理論邊界 2904 為中心。隨機接合路徑 2902 可為一組由邊界線 2906 所包圍之斜線段。在某些實施例中，該等斜線段之方向係相互交錯（亦即左右交錯），且斜線段之長度係以亂數產生器隨機產生。舉例而言，該亂數產生器可使用如第 28b 圖所示之指數分布函數。

第 29b 圖繪示本發明實施例中一種計算各斜線段相關成本之方法。第 29b 圖將接合路徑 2902 之一部分以粗黑線顯示為線段 2908，此線段 2908 係利用網格 2910 產生。在一範例中，本方法係沿著接合路徑所可能經過之格點，逐一計算各格點之相關成本函數。詳言之，本方法係根據一組成本函數，於各格點評估其進行下一步之所有可能選擇，並以可產生最低成本路徑之一點為接合路徑之下一點。在此以第 29b 圖接合路徑最下方之斜線段為例，說明如何透過一系列梯階 2912 計算其成本，其中水平方向之每一步係以  $\Delta x$  表示，而垂直方向之每一步則以  $\Delta y$  表示 (2914)。此計算程序將反覆進行，以求得多條可能成本路徑之前緣。本方法將此前緣持續推進，直到其觸及重疊區域之另一端為止，然後

便可選擇最低成本路徑為接合路徑。

在建構接合路徑時，須評估一組成本函數，並根據其計算結果決定整體最低之成本路徑。在一實施例中，沿接合路徑移動若干長度之成本係以下式表示：

$$Cost = \int C_{ref} \times |(D + D_{min}) / D_{ref}|^p dx$$

其中  $C_{ref}$  係於參考距離處每單位長度之成本； $D$  係一距離量測值，容後述； $D_{min}$  係一可防止此成本函數產生無限解之最小常數； $D_{ref}$  係一參考距離； $p$  係一指數因數； $dx$  係沿  $x$  方向（水平移動，如路徑 2912 之水平梯階）之漸變量。請注意，若為垂直移動，如路徑 2912 之垂直梯階，則以垂直漸變量  $dy$  取代  $dx$ 。在一範例中， $D$  代表量測至第 28a 或 29a 中隨機路線之距離，參數  $C_{ref}=$  每單位長度 10 單位，參數  $D_{ref}=100$  微米，參數  $D_{min}=0$  微米，參數  $p=2$ ，藉此計算遠離該隨機路線之距離之相關成本。選用正指數  $p$ ，代表接合路徑偏離隨機路線時成本增加，故可驅使接合路徑接近隨機路線。

在另一範例中， $D$  代表候選接合路徑所行經之圖案或間隙之寬度，參數  $C_{ref}=$  每單位長度 10 單位，參數  $D_{ref}=50$  微米，參數  $D_{min}=10$  微米，參數  $p=-2$ ，以此計算接合路徑貫穿一狹窄圖案之成本。在另一範例中， $D$  代表候選接合路徑與最近之圖案邊緣之距離，參數  $C_{ref}=$  每單位長度 10 單位，參數  $D_{ref}=5$  微米，參數  $D_{min}=1$  微米，參數  $p=-2$ ，以此計算接合路徑靠近邊緣時之成本。在考量上述各種情況之成本後，本方法可避免接合路徑穿過狹窄圖案或靠近邊緣。請注意，在選擇  $D_{ref}$  之數值時，基本上應確保接合路徑能穿過圖案，而在選擇  $D_{min}$  之數值時，基本上可採

用  $D_{ref}$  十分之一左右之數值。 $D_{min}$  亦可與格眼大小同數量級，例如 5 微米。若在上述成本項中選用負指數  $p$ ，代表圖案寬度遞減時或接合路徑至圖案邊緣之距離遞減時，成本將逆向增加，如此一來便可驅使接合路徑通過寬圖案或寬間隙之中間部位。

在另一範例中，成本係與網格 2910 之單位增量有關，例如可將單位距離之成本設為 1。此成本項係與接合路徑之長度成正比，可避免接合路徑往復移動。在另一範例中，接合路徑每次轉向之相關成本為 0.5，計算此成本有助於減少接合路徑沿隨機路線之斜線段延伸時所產生之梯階數量（如標號 2912 所示）。

本發明之實施例不僅適用且有利於 FPD 及其光罩之微影製程（亦即在玻璃基板上形成獨一無二之原尺寸圖案或其精密複製品），亦適用且有利於積體電路、電腦產生之全像（CGH）、印刷電路板（PCB）等微尺度與中尺度之大型成像顯示應用。

本發明之實施例亦適用且有利於無光罩之微影製程，例如可將預定之光罩資料圖案直接寫入基板，藉以省去光罩成本並免除相關問題。本發明之實施例使曝光工具得以執行無光罩式曝光，並使其單位時間之處理量超越第十代及以上基板所需之水準。更重要者，本發明之設計可改善製程窗口，進而確保微影製程之良率。

以上雖藉由不同之功能單元及處理器闡明本發明之實施例，但所述功能顯然可於不同之功能單元與處理器間以任何適當之方式分配而不悖離本發明之精神與範圍。舉例而言，由不同處理器或控制器執行之功能可改由同一處理器或控制器完成。因此，本文在提及特定功能單元時，係指可提供所述功能之適當手段，而非指特定之邏輯或實體結構或組織。

本發明可以任何適當形式實現，包括硬體、軟體、勒體或其

任一組合。本發明之部分內容可視需要而落實為可由一或多個資料處理器及／或數位訊號處理器執行之電腦軟體。本發明任一實施例中之元件，其實體、功能及邏輯均可以任何適當方式實施。所述功能可以單一單元或複數個單元實現，抑或落實為其他功能單元之一部分。因此，本發明可為單一單元，或將其實體與功能分配至不同之單元與處理器。

熟習此項技藝之人士應可明瞭，本文所揭露之實施例可以多種方式修改及組合，但仍保留本發明之基本機構及方法。為便於解說，前文係針對特定實施例加以說明。然而，以上說明並未窮盡所有可能之實施方式，亦未將本發明限縮於本文所揭示之特定形態。熟習此項技藝之人士在參閱以上說明後，或可思及多種修改及變化之方式。之所以選擇並描述特定實施例，乃為闡釋本發明之原理及其實際應用，使熟習此項技藝之人士得依特定用途進行修改，以善用本發明及各種實施例。

## 【圖式簡單說明】

在一併參閱以上針對本發明多種實施例之詳細說明及附圖後，當可對本發明之技術特徵及優點有更完整之瞭解。附圖中：

第 1 圖繪示一用以將光罩圖案掃描至平板顯示器 (FPD) 基板之投影曝光工具習知架構。

第 2 圖繪示一用以製造光罩之曝光工具習知架構。

第 3 圖繪示一根據本發明實施例之數位微鏡裝置 (DMD) 範例。

第 4 圖繪示一根據本發明實施例之 DMD 投影系統。

第 5 圖繪示一根據本發明實施例之柵狀光閥 (GLV) 裝置，並同時顯示其鏡面反射狀態與繞射狀態之範例。

第 6 圖繪示一根據本發明實施例之小型空間光調變器 (SLM) 成像單元範例。

第 7 圖繪示一根據本發明實施例之 SLM 成像單元平行陣列範例。

第 8 圖係第 7 圖所示 SLM 成像單元平行陣列之俯視圖。

第 9 圖右側繪示如何利用本發明實施例之陣列式成像系統進行局部製程窗口最佳化，而左側與之對照者則為一習知單一透鏡投影系統。

第 10 圖繪示本發明實施例中一種將基板局部不平處最佳化之方法。

第 11 圖繪示本發明實施例中光罩資料結構之一應用方式。

第 12 圖繪示一根據本發明實施例之平行陣列加總曝光法。

第 13 圖繪示本發明實施例中一種於成像寫入系統內形成冗餘度之方法。

第 14 圖繪示一根據本發明實施例之楔形邊界融合法。

第 15 圖繪示本發明實施例中一種將 SLM 成像單元排成陣列之方法。

第 16 圖繪示本發明實施例中一種用以製造撓性顯示器之無光罩成像寫入系統範例。

第 17 圖繪示一根據本發明實施例之 SLM 成像單元。

第 18 圖繪示本發明實施例中一種使用 SLM 成像單元線性陣列之捲軸式無光罩微影法。

第 19 圖繪示本發明實施例中一種使用 SLM 成像單元二維陣列之捲軸式無光罩微影法。

第 20 圖繪示本發明實施例中一種利用無光罩微影法為多種不同尺寸之基板成像之方法。

第 21 圖繪示本發明實施例中一種依照基板表面局部狀況定位各 SLM 成像單元之方法。

第 22 圖繪示本發明實施例中一種偵測像素焦點之方法。

第 23a 至 23c 圖繪示本發明實施例中三種用於即時偵測 SLM 成像單元焦點之裝置範例。

第 24 圖繪示本發明實施例中一適用像素加總曝光法之成像圖案範例。

第 25 圖繪示本發明實施例中一種透過像素加總曝光法改善焦深 (DOF) 之方法。

第 26a 與 26b 圖繪示本發明實施例中利用重疊區域接合相鄰成像區之方法。

第 27a 至 27d 圖繪示本發明實施例中選擇相鄰成像區接合路徑之方法。

第 28a 與 28b 圖繪示本發明實施例中接合相鄰成像區之一區塊之方法。

第 29a 與 29b 圖繪示本發明實施例中接合相鄰成像區之一區塊之其他方法。

**【主要元件符號說明】**

- 102 反射鏡（先前技術）
- 104 光罩（先前技術）
- 106 投影透鏡（先前技術）
- 108 FPD 基板（先前技術）
- 202 照明光（先前技術）
- 204 分光鏡（先前技術）
- 206 空間光調變器（先前技術）
- 208 傅利葉透鏡（先前技術）
- 210 傅利葉濾光鏡（先前技術）
- 212 縮小透鏡（先前技術）
- 212 成像單元
- 214 光罩資料（先前技術）
- 216 空白光罩基板（先前技術）
- 302、304 DMD 晶片
- 306 傾斜之微鏡
- 308 維持原本位置不變之微鏡
- 402 啟動狀態
- 404 持平狀態
- 406 關閉狀態
- 408 光源
- 410 投影透鏡
- 502 共面之 GLV 帶狀元件
- 504 交替折曲之 GLV 帶狀元件

602	空間光調變器
604	微鏡
606	照明光源
608	定線光源
610	投影透鏡
702、704、706、708	SLM 成像單元平行陣列
802	SLM 成像單元
902	單一透鏡投影系統（先前技術）
904	折衷焦平面（先前技術）
906	基板表面之實際剖面形狀（先前技術）
908	單一透鏡為圖案成像時之最佳焦點設定範圍（先前技術）
910	各成像透鏡所對應之基板表面剖面形狀最大變化範圍 （先前技術）
912	成像單元
914	焦點
916	焦點設定範圍
1002	基板表面形狀不平之區域
1102	光罩資料實例
1104	扁平化光罩資料
1106	分區光罩資料圖案
1108	光罩圖案重疊部分
1201 至 1208	方塊
1402	不匹配邊界
1404	邊界末端
1406	成像單元寫入區域
1502	SLM 成像單元

1600	無光罩成像寫入系統
1602	SLM 成像單元
1702	藍光及紅光二極體雷射
1704	孔口
1706	透鏡
1708	球面鏡
1710	DMD
1712	印刷電路板
1714	光束收集裝置
1716	分光鏡
1718	CCD 攝影機
1720	透鏡總成
1722	紅光雷射二極體
1723、1724、1725、1726	藍光雷射二極體
1802	SLM 成像單元
1804	基板
1902	SLM 成像單元二維陣列
1904	基板
2002	SLM 成像單元二維陣列
2006、2008、2010、2012、2014	基板設計
2102	SLM 成像單元線性陣列
2104	基板表面
2202、2204	明暗像素
2206、2208	準焦狀態之明暗像素
2210	失焦狀態之明暗像素
2302	成像光源

2304	分光鏡
2306	物鏡
2308	外殼
2310	第一攝影感測器
2312	第一馬達
2314	第一折射盤
2316	第一光程差調變器
2317	圓形光學裝置
2318	扇形部分
2322	第二攝影感測器
2326	第二光程差調變器
2330	第三光程差調變器
2502	焦點設定
2504	最終焦深
2602	成像區
2604	空間光調變器
2606	成像區
2608	空間光調變器
2610	重疊區域
2612	理論邊界
2614、2616	使用者自訂邊界
2622	成像區
2624	空間光調變器
2626	成像區
2628	空間光調變器
2630	重疊區域

- 2632 理論邊界
- 2634、2636 使用者自訂邊界
- 2638、2639 折線
- 2702 結構
- 2704 線段 A'B'
- 2706 線段 C'D'
- 2708 線段 AB
- 2710 線段 BC
- 2712 線段 CD
- 2714 線段 DE
- 2716 線段 EF
- 2720、2722 結構
- 2724 線段 E'F'
- 2726 線段 G'H'
- 2728 線段 I-J-K-L
- 2802 重疊區域
- 2804 接合路徑
- 2806 高成本函數
- 2808 理論邊界
- 2902 接合路徑
- 2904 理論邊界
- 2906 邊界線
- 2908 線段
- 2910 網格
- 2912 梯階
- 2914 水平或垂直方向之移動

公告本

## 發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號： 99134071

※申請日： 99.10. - 6 ※I P C 分類： G03F 7/00 (2006.01)

## 一、發明名稱：(中文/英文)

光學圖像寫成系統

An Optical Imaging Writer System

## 二、中文發明摘要：

本發明揭露一種在微影製程中處理相鄰成像區之間之影像資料的系統及方法。在一實施例中，該方法包含：提供一具有複數個空間光調變器 (SLM) 成像單元之平行成像寫入系統，其中該等 SLM 成像單元係排列成一或多個平行陣列；接收一待寫入基版之光罩資料圖案；處理該光罩資料圖案，以形成複數個對應於基板不同區域之分區光罩資料圖案；辨識出相鄰 SLM 成像單元其相鄰成像區之間的重疊區域；根據一組預設之成本函數，決定一用以合併該重疊區域內相鄰成像區之接合路徑；以及控制該等 SLM 成像單元，俾利用該接合路徑，將該等分區光罩資料圖案平行寫入基板。

## 三、英文發明摘要：

System and method for processing image data between adjacent imaging areas in a lithography manufacturing process are disclosed. In one embodiment, the method includes providing a parallel imaging writer system which has a plurality of spatial light modulator (SLM) imaging units

arranged in one or more parallel arrays, receiving a mask data pattern to be written to a substrate, processing the mask data pattern to form a plurality of partitioned mask data patterns corresponding to different areas of the substrate, identifying an overlapping region between adjacent imaging areas to be imaged by corresponding SLMs, determining a stitching path for merging the adjacent imaging areas in the overlapping region in accordance with a set of predetermined cost functions, and controlling the plurality of SLM imaging units to write the plurality of partitioned mask data patterns to the substrate in parallel using the stitching path.

## 七、申請專利範圍：

1. 一種在微影製程中處理相鄰成像區之間之影像資料的方法，包含下列步驟：

提供一平行成像寫入系統，其中該平行成像寫入系統包含複數個空間光調變器（SLM）成像單元，且該等 SLM 成像單元係排列成一或多個平行陣列；

接收一待寫入基版之光罩資料圖案；

處理該光罩資料圖案，以形成複數個對應於該基板不同區域之分區光罩資料圖案；

辨識出相鄰 SLM 成像單元其相鄰成像區之間的重疊區域；

根據一組預設之成本函數決定一接合路徑，藉以合併該重疊區域內之相鄰成像區；及

控制該等 SLM 成像單元，俾利用該接合路徑將該等分區光罩資料圖案平行寫入該基板。

2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中辨識該重疊區域之步驟包含：

辨識出一對界定該重疊區域之外邊界；

辨識出一位於該對外邊界內之理論邊界，其中該理論邊界係該接合路徑之一參考中心；

指定與該對外邊界相關之高成本函數；及

利用該等高成本函數選擇該接合路徑，以避免該接合路徑穿過該對外邊界。

3. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中決定該接合路徑之步驟尚包含：

分析待寫入該基版之光罩資料圖案；

選擇該接合路徑，避免使電路結構之邊緣成像；及

選擇該接合路徑，避免使狹窄之電路結構成像。

4. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該組預設之成本函數包含：

第一成本項，其與該接合路徑是否靠近電路結構之邊緣有關。

5. 如申請專利範圍第 4 項之方法，其中該組預設之成本函數尚包含：

第二成本項，其與該接合路徑之總長度有關；及

第三成本項，其與該接合路徑之每次轉向有關。

6. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中決定該接合路徑之步驟尚包含：

利用一目標路徑之成本函數決定該接合路徑，其中該目標路徑乃隨機選取，且包含複數個線段。

7. 如申請專利範圍第 6 項之方法，其中該目標路徑包含：

一隨機起點，其位於該重疊區域之第一端；

一隨機終點，其位於該重疊區域之第二端；及

複數個線段，其係連接於該隨機起點與該隨機終點之間以形成該目標路徑，且各該線段係由下列各項加以定義：

一長度，其係由一亂數決定；

一角度，其係由一或多個預定角度決定；及

一方向，其係以交錯方式決定。

8. 一種在微影製程中處理相鄰成像區之間之影像資料的方法，包含下列步驟：

提供一平行成像寫入系統，其中該平行成像寫入系統包含複數個空間光調變器 (SLM) 成像單元，且該等 SLM 成像單元係排列成一或多個平行陣列；

接收一待寫入基版之光罩資料圖案；

處理該光罩資料圖案，以形成複數個對應於該基板不同區域之分區光罩資料圖案；

辨識出相鄰 SLM 成像單元其相鄰成像區之間的重疊區域；

利用一隨機函數決定一接合路徑，藉以合併該重疊區域內之相鄰成像區；及

控制該等 SLM 成像單元，俾利用該接合路徑將該等分區光罩資料圖案平行寫入該基板。

9. 如申請專利範圍第 8 項之方法，其中辨識該重疊區域之步驟包含：

辨識出一對界定該重疊區域之外邊界；

辨識出一位於該對外邊界內之理論邊界，其中該理論邊界係該接合路徑之一參考中心；

指定與該對外邊界相關之高成本函數；及

利用該等高成本函數選擇該接合路徑，以避免該接合路徑穿過該對外邊界。

10. 如申請專利範圍第 8 項之方法，其中決定該接合路徑之步驟尚包含：

分析待寫入該基版之光罩資料圖案；

選擇該接合路徑，避免使電路結構之邊緣成像；及

選擇該接合路徑，避免使狹窄之電路結構成像。

11. 如申請專利範圍第 8 項之方法，其中決定該接合路徑之步驟尚包含：

決定一組線段以形成該接合路徑，其中各該線段具有一對應之長度、角度及方向；及

針對各該線段：

利用一亂數變化該線段之長度：

利用一或多個預定角度變化該線段之角度；及  
以交錯方式變化該線段之方向。

12. 如申請專利範圍第 11 項之方法，其中決定該接合路徑之步驟尚包含：

決定該接合路徑之一隨機起點，其位於該重疊區域之第一端；及

決定該接合路徑之一隨機終點，其位於該重疊區域之第二端。

13. 如申請專利範圍第 8 項之方法，尚包含：

利用一組預設之成本函數決定該接合路徑，藉以合併該重疊區域內之相鄰成像區，其中該組預設之成本函數至少包含下列其中之一：

第一成本項，其與該接合路徑是否靠近電路結構之邊緣有關；

第二成本項，其與該接合路徑之總長度有關；

第三成本項，其與該接合路徑之每次轉向有關；及

第四成本項，其與一隨機選取之目標路徑有關。

14. 一種在微影製程中處理相鄰成像區之間之影像資料的系統，包含：

一平行成像寫入系統，其中該平行成像寫入系統包含複數個空間光調變器（SLM）成像單元，且該等 SLM 成像單元係排列成一或多個平行陣列；及

一用以控制該等 SLM 成像單元之控制器，其中該控制器包含：

邏輯設計用以接收一待寫入基版之光罩資料圖案；

邏輯設計用以處理該光罩資料圖案，以形成複數個對應於該基板不同區域之分區光罩資料圖案；

邏輯設計用以辨識出相鄰 SLM 成像單元其相鄰成像區之間的重疊區域；

邏輯設計用以根據一組預設之成本函數決定一接合路徑，藉以合併該重疊區域內之相鄰成像區；及

邏輯設計用以控制該等 SLM 成像單元，俾利用該接合路徑將該等分區光罩資料圖案平行寫入該基板。

15. 如申請專利範圍第 14 項之系統，其中用以辨識該重疊區域之邏輯設計包含：

邏輯設計用以辨識出一對界定該重疊區域之外邊界；

邏輯設計用以辨識出一位於該對外邊界內之理論邊界，其中該理論邊界係該接合路徑之一參考中心；

邏輯設計用以指定與該對外邊界相關之高成本函數；及

邏輯設計其可利用該等高成本函數選擇該接合路徑，以避免該接合路徑穿過該對外邊界。

16. 如申請專利範圍第 14 項之系統，其中用以決定該接合路徑之邏輯設計尚包含：

邏輯設計用以分析待寫入該基版之光罩資料圖案；

邏輯設計用以選擇該接合路徑，避免使電路結構之邊緣成像；及

邏輯設計用以選擇該接合路徑，避免使狹窄之電路結構成像。

17. 如申請專利範圍第 14 項之系統，其中該組預設之成本函數包含：

第一成本項，其與該接合路徑是否靠近電路結構之邊緣有關。

18. 如申請專利範圍第 17 項之系統，其中該組預設之成本函數尚包含：

第二成本項，其與該接合路徑之總長度有關；及

第三成本項，其與該接合路徑之每次轉向有關。

19. 如申請專利範圍第 14 項之系統，其中用以決定該接合路徑之邏輯設計尚包含：

邏輯設計其可利用一目標路徑之成本函數決定該接合路徑，其中該目標路徑乃隨機選取，且包含複數個線段。

20. 如申請專利範圍第 19 項之系統，其中該目標路徑包含：

一隨機起點，其位於該重疊區域之第一端；

一隨機終點，其位於該重疊區域之第二端；及

複數個線段，其係連接於該隨機起點與該隨機終點之間以形成該目標路徑，且各該線段係由下列各項加以定義：

一長度，其係由一亂數決定；

一角度，其係由一或多個預定角度決定；及

一方向，其係以交錯方式決定。

21. 一種在微影製程中將光罩資料圖案施用於基板之方法，包含下列步驟：

提供一平行成像寫入系統，其中該平行成像寫入系統包含複數個空間光調變器（SLM）成像單元，且該等 SLM 成像單元係排列成一或多個平行陣列；

接收一待寫入該基版之光罩資料圖案；

處理該光罩資料圖案，以形成複數個對應於該基板不同區域之分區光罩資料圖案；

指派一或多個所述 SLM 成像單元負責處理各該分區光罩資料圖案；及

控制該等 SLM 成像單元，俾將該等分區光罩資料圖案平行寫入該基板。

22. 如申請專利範圍第 21 項之方法，其中處理該光罩資料圖案之步驟包含：

接收一扁平化光罩資料圖案；

將該扁平化光罩資料圖案分割為複數個所述分區光罩資料圖案，其中各該分區光罩資料圖案具有一預定尺寸；及

將各該分區光罩資料圖案傳送至對應之所述 SLM 成像單元以進行處理。

23. 如申請專利範圍第 21 項之方法，其中指派一或多個所述 SLM 成像單元之步驟尚包含：

偵測一故障之所述 SLM 成像單元；

終止該故障 SLM 成像單元之運作；及

將該故障 SLM 成像單元之相關分區光罩資料圖案分配至一或多個相鄰之所述 SLM 成像單元以進行處理。

24. 如申請專利範圍第 21 項之方法，其中控制該等 SLM 成像單元之步驟包含：

根據該基板局部曝光區域之實際狀況，將各該 SLM 成像單元之照明最佳化。

25. 如申請專利範圍第 21 項之方法，其中控制該等 SLM 成像單元之步驟尚包含：

根據該基板局部曝光區域之實際狀況，將各該 SLM 成像單元之焦點最佳化。

26. 如申請專利範圍第 25 項之方法，其中將各該 SLM 成像單元之焦點最佳化包含：

將一焦點平均程序應用於各該 SLM 成像單元所對應之局部不平整曝光區域及該基板之鄰近區域。

27. 如申請專利範圍第 21 項之方法，其中控制該等 SLM 成像單元之步驟尚包含：

藉由該等 SLM 成像單元之個別貢獻，將整個製程窗口之照明最佳化。

28. 如申請專利範圍第 21 項之方法，其中控制該等 SLM 成像單元之步驟尚包含：

藉由該等 SLM 成像單元之個別貢獻，將整個製程窗口之焦點最佳化。

29. 如申請專利範圍第 21 項之方法，其中控制該等 SLM 成像單元之步驟尚包含：

應用一平行加總程序，藉以減少會影響所述分區光罩資料圖案之關鍵尺寸一致性之製程變數，其中該平行加總程序包含加總複數個微鏡像素之曝光。

30. 如申請專利範圍第 29 項之方法，其中該平行加總程序至少包含下列其中之一：

依序記錄各列所述分區光罩資料圖案之貢獻；

依序記錄各欄所述分區光罩資料圖案之貢獻；及

依序記錄各斜排所述分區光罩資料圖案之貢獻。

31. 如申請專利範圍第 21 項之方法，其中該方法係以電腦程式產品之名義儲存在一包含可執行之程式碼之媒體中，且一旦執行該電腦程式產品，該電腦程式產品便執行申請專利範圍第 21 項之方法。

32. 一種平行成像寫入系統，包含：

複數個空間光調變器（SLM）成像單元，其中各該 SLM 成像單元包含一或多個照明光源、一或多個定線光源、一或多個投影透

鏡及複數個微鏡，該等微鏡係用於將該一或多個照明光源之光投射至相對應之該一或多個投影透鏡；及

一用以控制該等 SLM 成像單元之控制器，其中當該等 SLM 成像單元於一微影製程中將光罩資料寫入基板時，該控制器可分別調整各該 SLM 成像單元。

33. 如申請專利範圍第 32 項之平行成像寫入系統，其中各該 SLM 成像單元係一數位微鏡裝置，其中該數位微鏡裝置可以預定之角度傾斜，因而分別呈現開啟、關閉及持平狀態。

34. 如申請專利範圍第 32 項之平行成像寫入系統，其中各該 SLM 成像單元係一可以鏡面方式反射入射光之柵狀光閥裝置。

35. 如申請專利範圍第 32 項之平行成像寫入系統，其中：

該等 SLM 成像單元係排列成一平行陣列，且該等 SLM 成像單元間之精密度可達公厘等級；且

該等微鏡經控制後可達奈米等級之精密度。

36. 如申請專利範圍第 35 項之平行成像寫入系統，其中該等投影透鏡係以電子方式調整，以達微米等級之精密度。

37. 如申請專利範圍第 32 項之平行成像寫入系統，其中該光罩資料包含：

第一組辨識元，用於辨識一所述 SLM 成像單元中微鏡像素過多之狀態；及

第二組辨識元，用於辨識一所述 SLM 成像單元中微鏡像素不足之狀態。

38. 一種在微影製程中將光罩資料圖案施用於基板之方法，包含下列步驟：

提供一平行成像寫入系統，其中該平行成像寫入系統包含複數個空間光調變器（SLM）成像單元，且該等 SLM 成像單元係排列成一或多個平行陣列；

接收一待寫入該基版之光罩資料圖案；

處理該光罩資料圖案，以形成複數個對應於該基板不同區域之分區光罩資料圖案；

指派一或多個所述 SLM 成像單元負責處理各該分區光罩資料圖案；

控制該等 SLM 成像單元，俾將該等分區光罩資料圖案平行寫入該基板；

控制該等 SLM 成像單元之移動，使其涵蓋該基板之不同區域；及

控制該等 SLM 成像單元之移動，使其與該等分區光罩資料圖案之連續寫入作業同步。

39. 如申請專利範圍第 38 項之方法，其中控制該等 SLM 成像單元之步驟包含：

處理該等分區光罩資料圖案，其間不需更換光罩即可從待寫入該基板之第一設計自動切換至第二設計。

40. 如申請專利範圍第 38 項之方法，其中控制該等 SLM 成像單元之步驟尚包含：

監視各該 SLM 成像單元之焦點；及

在曝光過程中即時調整各該 SLM 成像單元之焦點。

41. 如申請專利範圍第 40 項之方法，其中監視各該 SLM 成像單元之焦點包含：

截取曝光中之影像；及

比較所截取之影像之圖案與預期之曝光圖案，藉此判定失焦程度。

42. 如申請專利範圍第 40 項之方法，其中監視各該 SLM 成像單元之焦點尚包含：

截取曝光中之影像之空間頻率；及

比較所截取之影像之高頻成分以判定失焦程度。

43. 如申請專利範圍第 40 項之方法，其中監視各該 SLM 成像單元之焦點尚包含：

決定焦點調整方向，其作法係在一以目標焦點位置為中心之範圍內變化一所述 SLM 成像單元之焦點；及

更新該目標焦點位置，藉以平衡該範圍兩端之誤差。

44. 如申請專利範圍第 40 項之方法，其中監視各該 SLM 成像單元之焦點尚包含：

決定焦點調整方向，其作法係以不同之光程長度截取影像；及

將各該 SLM 成像單元調整至一對應於預定關鍵尺寸之焦深 (DOF) 範圍。

45. 如申請專利範圍第 44 項之方法，其中決定焦點調整方向包含：

利用一加總程序控制該基板某一區域之曝光量，此控制係以複數個對應之光罩資料圖案之各別曝光為依據。

46. 如申請專利範圍第 45 項之方法，其中各該光罩資料圖案包含：

由暗區包圍之獨立孔狀圖案；及

由亮區包圍之獨立島狀圖案。

47. 如申請專利範圍第 40 項之方法，其中調整各該 SLM 成像單元之焦點包含：

調整焦點設定以修正焦點過遠之情形；及

調整焦點設定以修正焦點過近之情形。

48. 如申請專利範圍第 38 項之方法，其中該等 SLM 成像單元之實體尺寸小於該基板之實體尺寸。

49. 如申請專利範圍第 38 項之方法，尚包含下列步驟：

使該基板包含不同尺寸之不同設計；及

根據該等不同設計分割該基板。

50. 一種平行成像寫入系統，包含：

複數個空間光調變器（SLM）成像單元，其中各該 SLM 成像單元包含一或多個照明光源、一或多個定線光源、一或多個投影透鏡及複數個微鏡，該等微鏡係用於將該一或多個照明光源之光投射至相對應之該一或多個投影透鏡；及

一用以控制該等 SLM 成像單元之控制器，其中當該等 SLM 成像單元於一微影製程中將光罩資料寫入基板時，該控制器可使該等 SLM 成像單元之移動與該基板之移動同步。

51. 如申請專利範圍第 50 項之平行成像寫入系統，其中該一或多個照明光源包含一或多個光化光源，其可將一光罩資料圖案寫入該基板；該一或多個定線光源則包含一非光化光源，其可將一所述 SLM 成像單元聚焦於該基板之一對應區域。

52. 如申請專利範圍第 51 項之平行成像寫入系統，其中該非光化光源包含一紅光雷射二極體，該一或多個光化光源則包含四個藍光雷射二極體。

53. 如申請專利範圍第 51 項之平行成像寫入系統，其中該非光化光源包含一紅光發光二極體 (LED)，該一或多個光化光源則包含四個藍光 LED。

54. 如申請專利範圍第 50 項之平行成像寫入系統，其中該一或多個投影透鏡包含一或多個放大物鏡。

55. 如申請專利範圍第 50 項之平行成像寫入系統，其中該一或多個投影透鏡包含一或多個縮小物鏡。

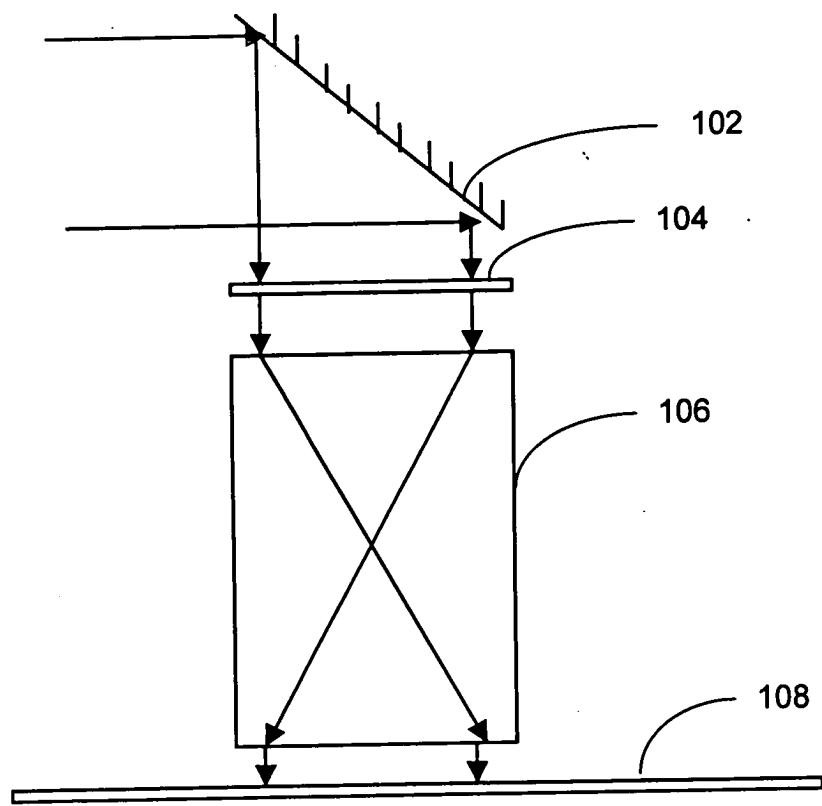
56. 如申請專利範圍第 50 項之平行成像寫入系統，其中各該 SLM 成像單元尚包含第一攝影感測器，其可即時觀測該基板之失焦狀態。

57. 如申請專利範圍第 56 項之平行成像寫入系統，其中各該 SLM 成像單元尚包含第一馬達、第一折射盤及第一光程差 (OPD) 調變器，其中該第一攝影感測器、該第一馬達、該第一折射盤及該第一 OPD 調變器係用於將該第一攝影感測器之焦點即時調整至該基板。

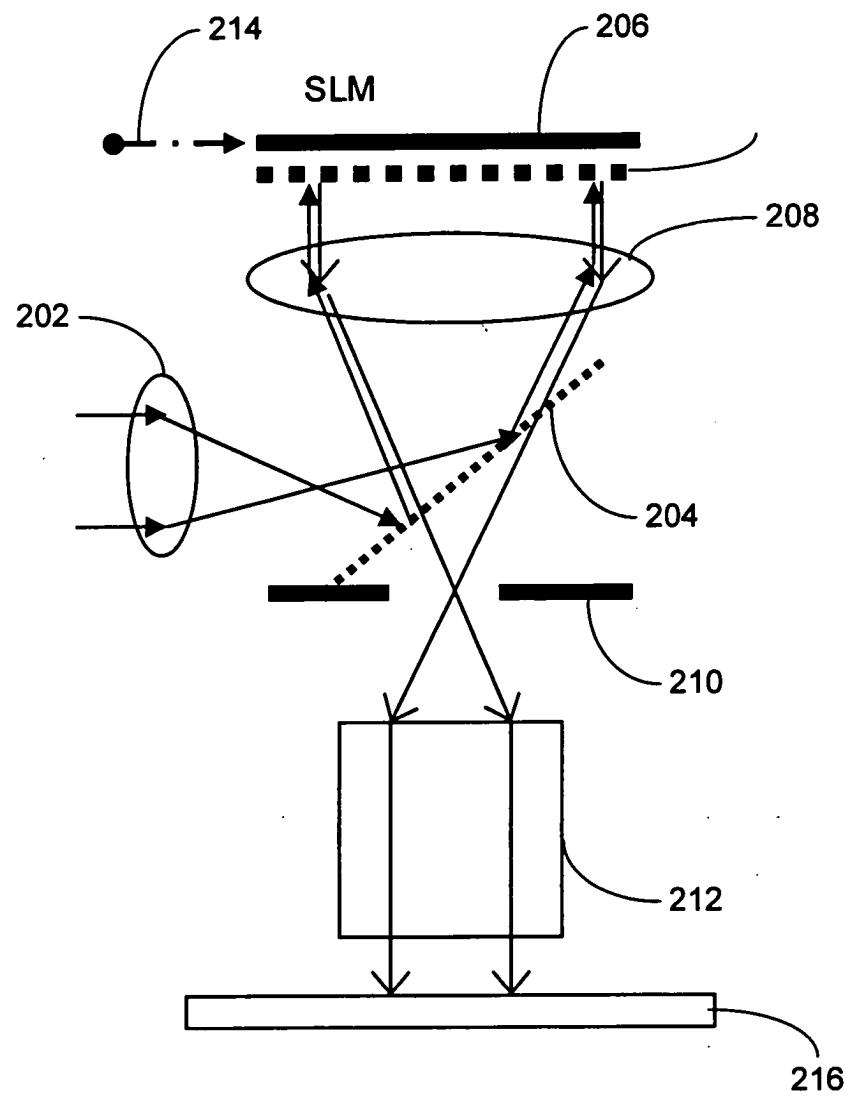
58. 如申請專利範圍第 57 項之平行成像寫入系統，其中各該 SLM 成像單元尚包含第二攝影感測器，其中該第一與第二攝影感測器係用於以互補之焦點偏移量觀測該基板，藉以決定目標焦點之方向。

59. 如申請專利範圍第 58 項之平行成像寫入系統，其中各該 SLM 成像單元尚包含第三 OPD 調變器，其中該第三 OPD 調變器不需改變該一或多個投影透鏡與該基板間之距離即可將該 SLM 成像單元之焦點即時調整至該基板。

I440991

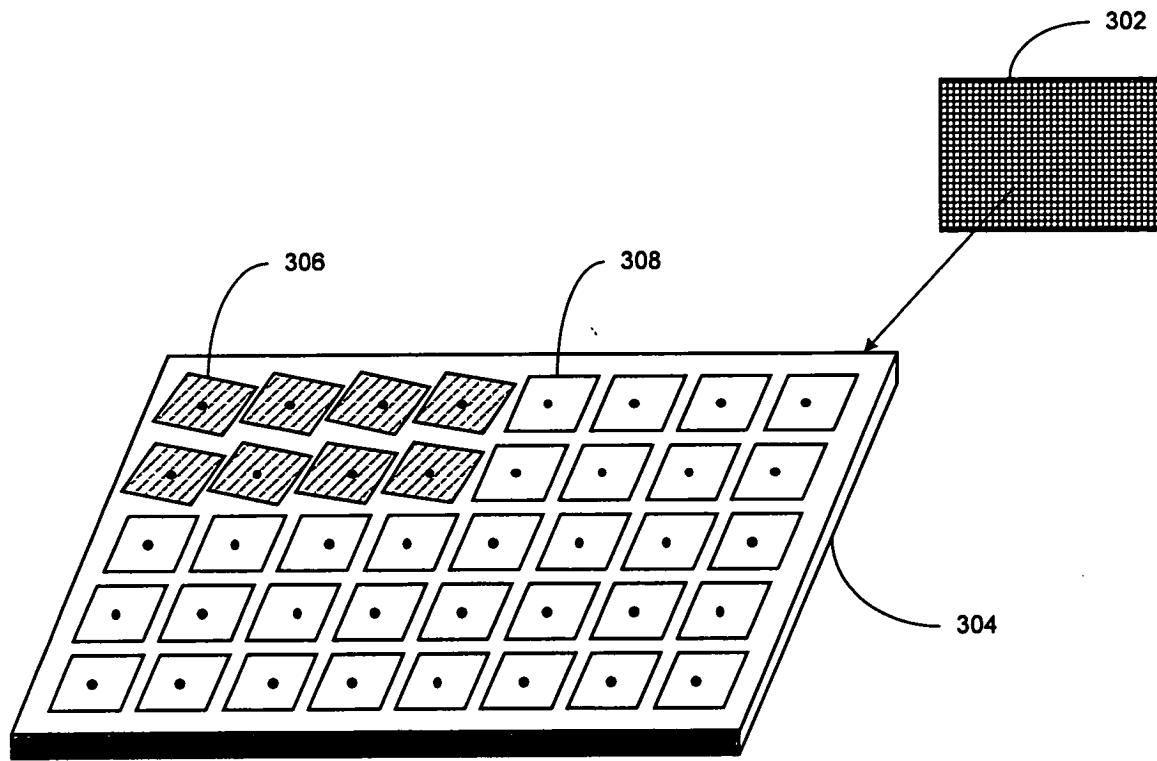


第 1 圖

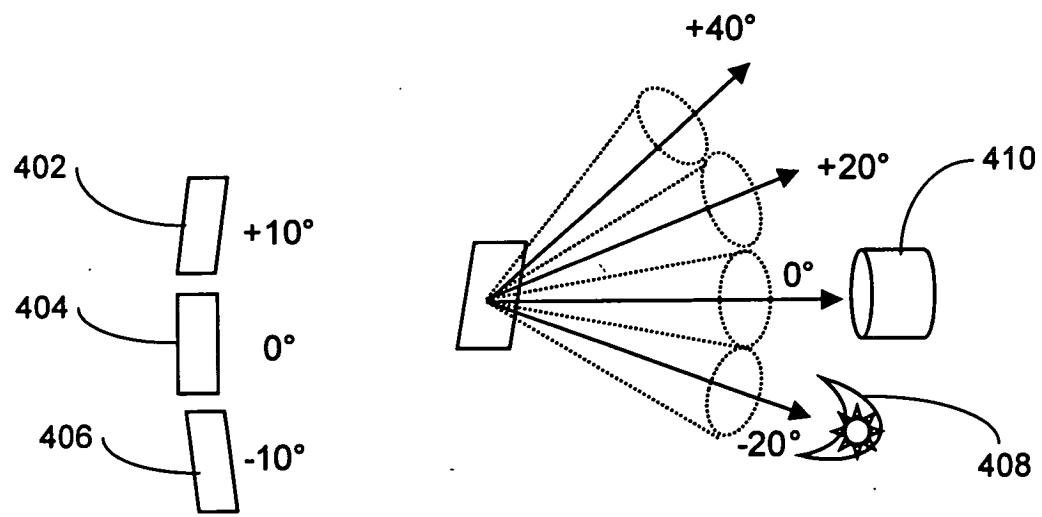


第 2 圖

I440991

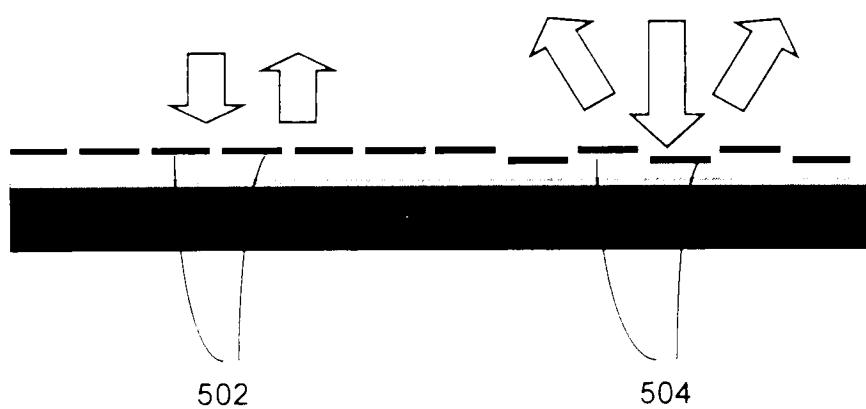


第3圖



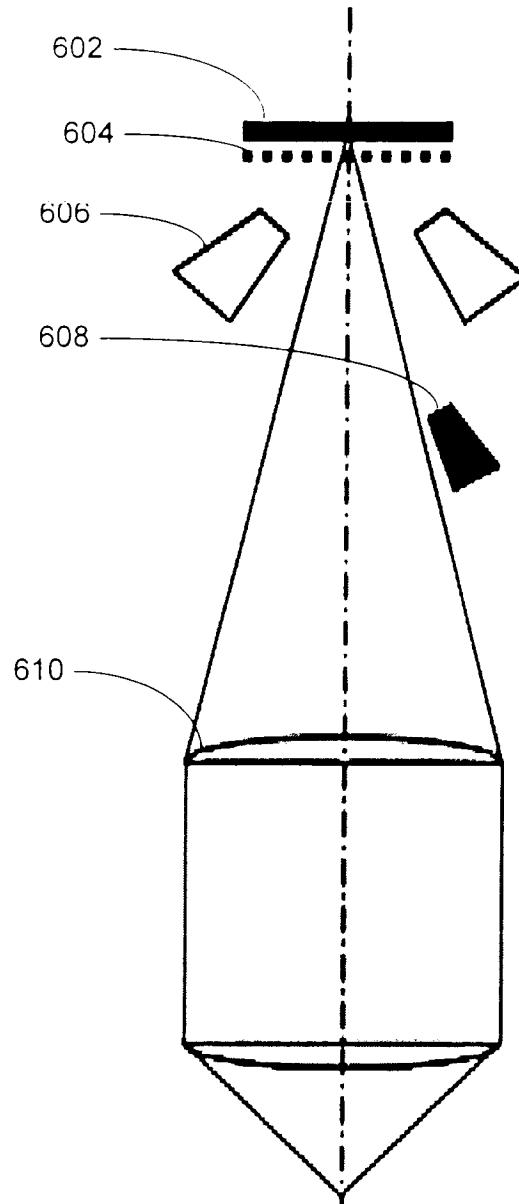
第 4 圖

I440991



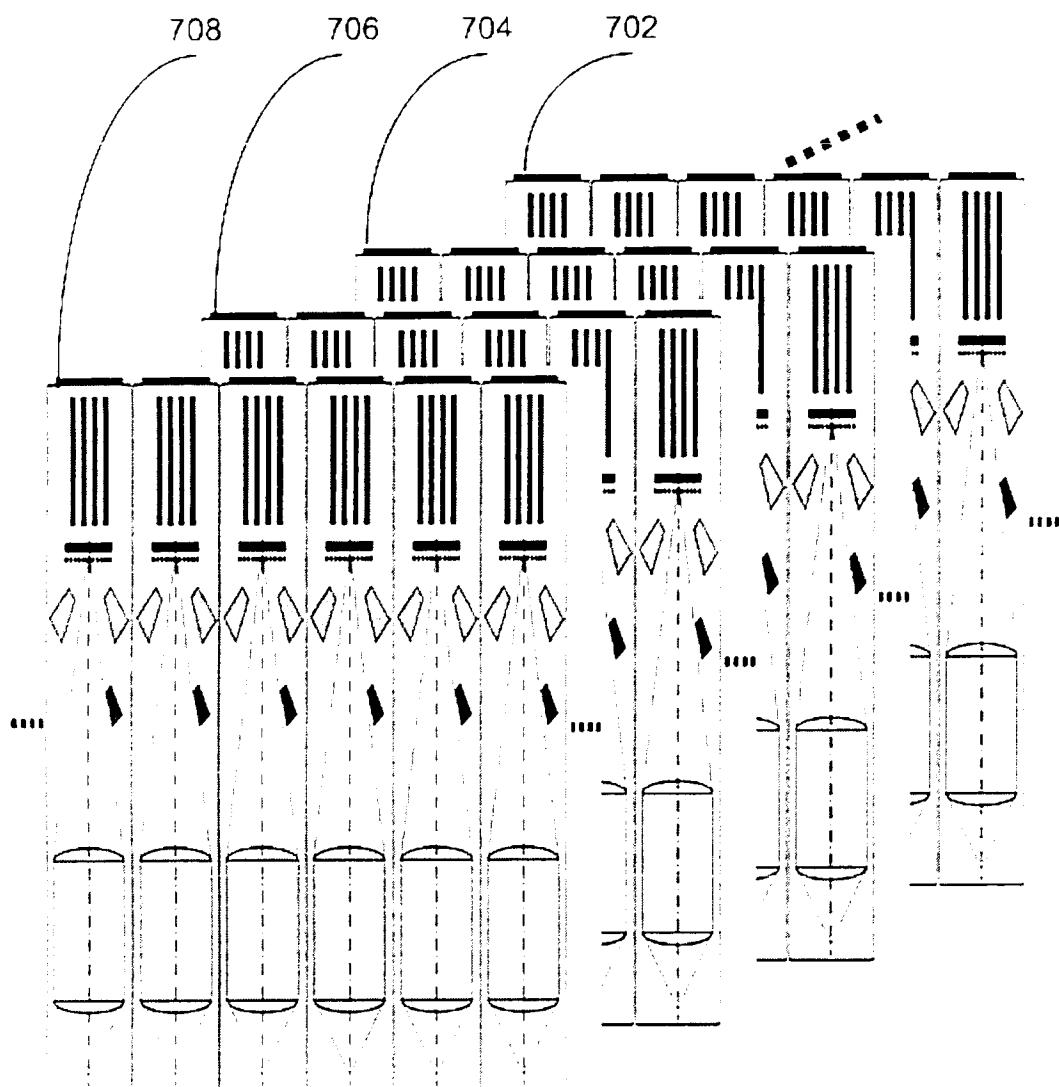
第 5 圖

I440991

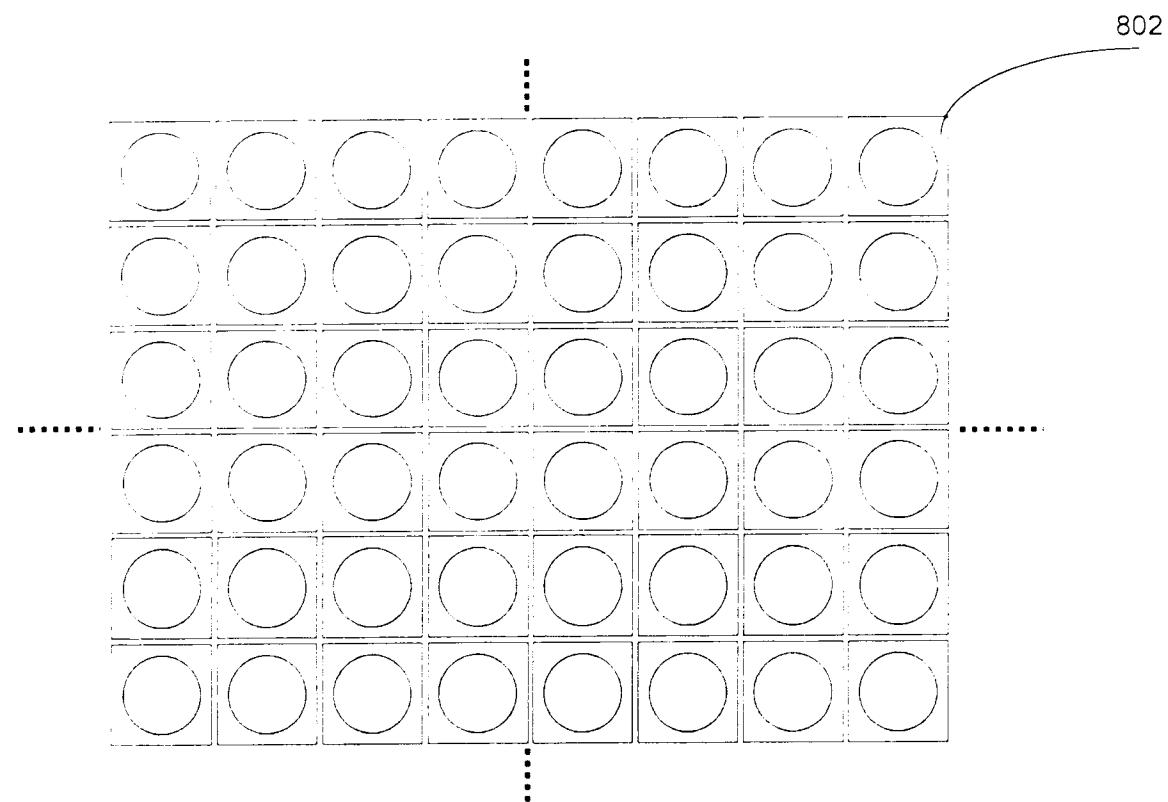


第 6 圖

I440991



第 7 圖



第 8 圖

I440991

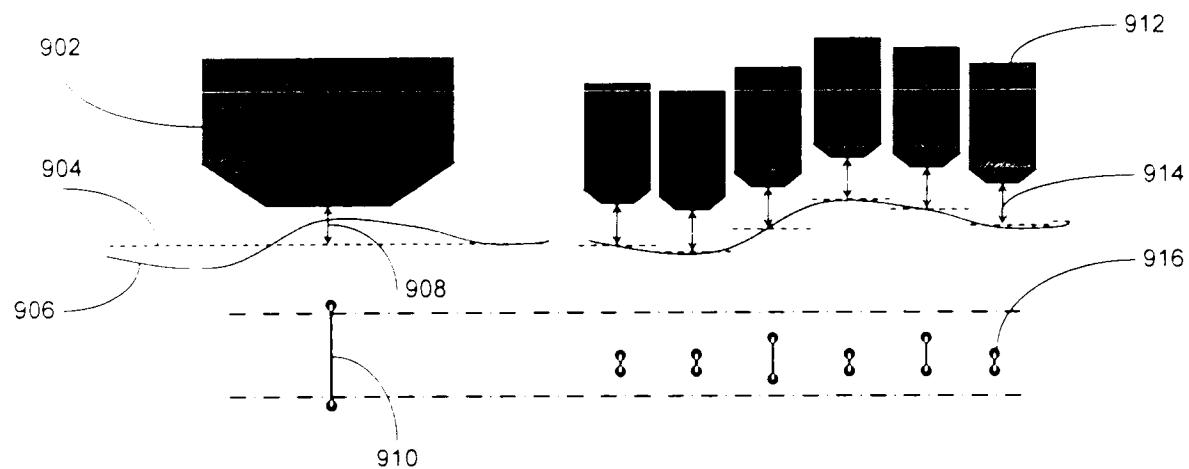
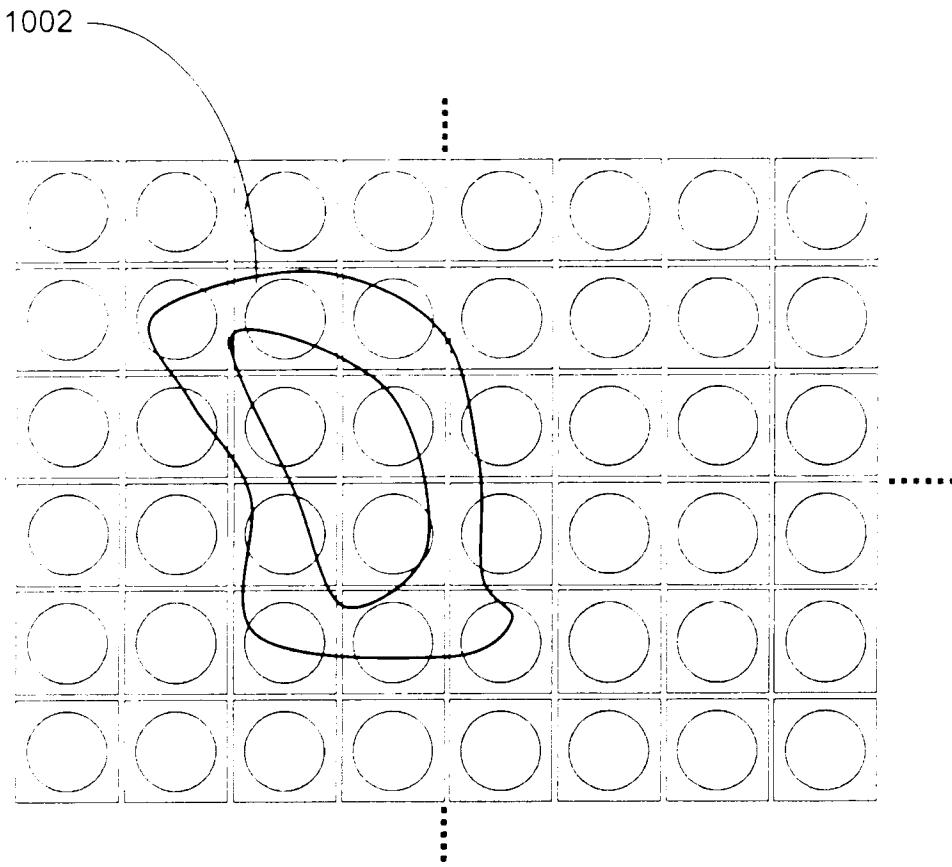


FIG 9 [E]

I440991



第 10 圖

I440991

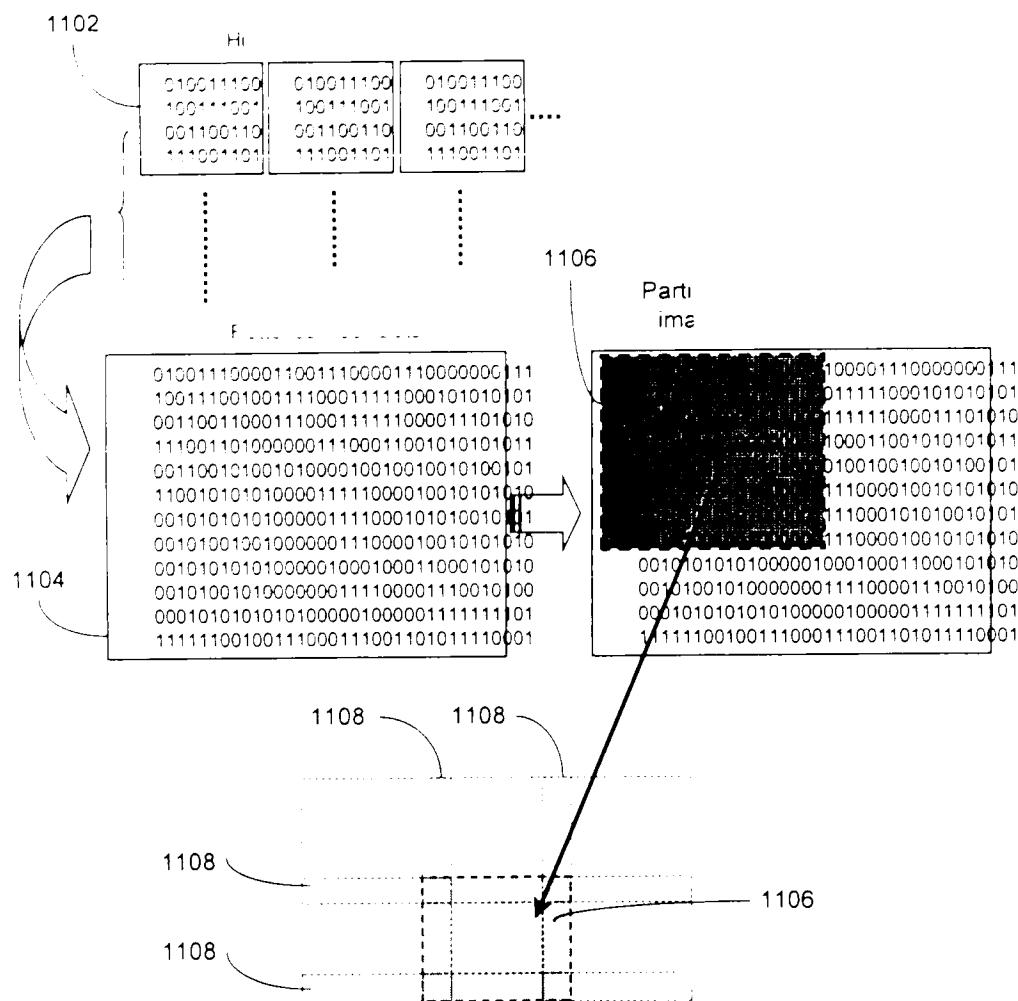
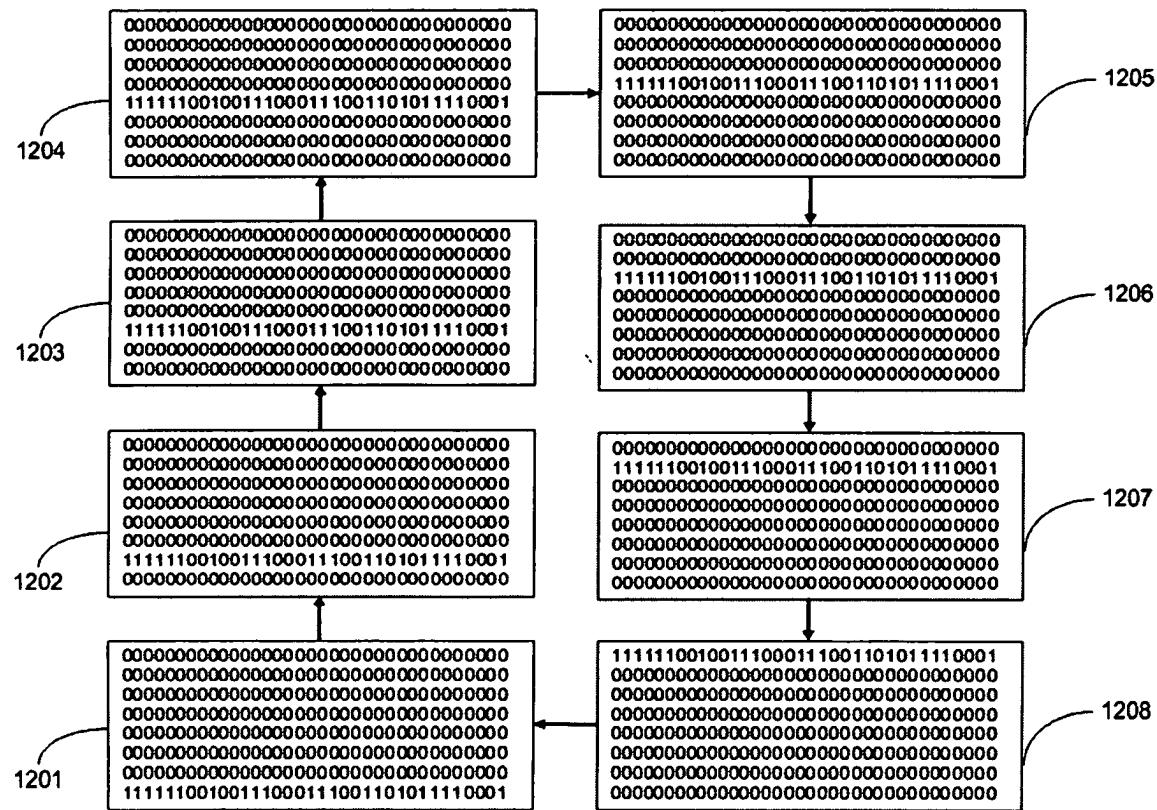
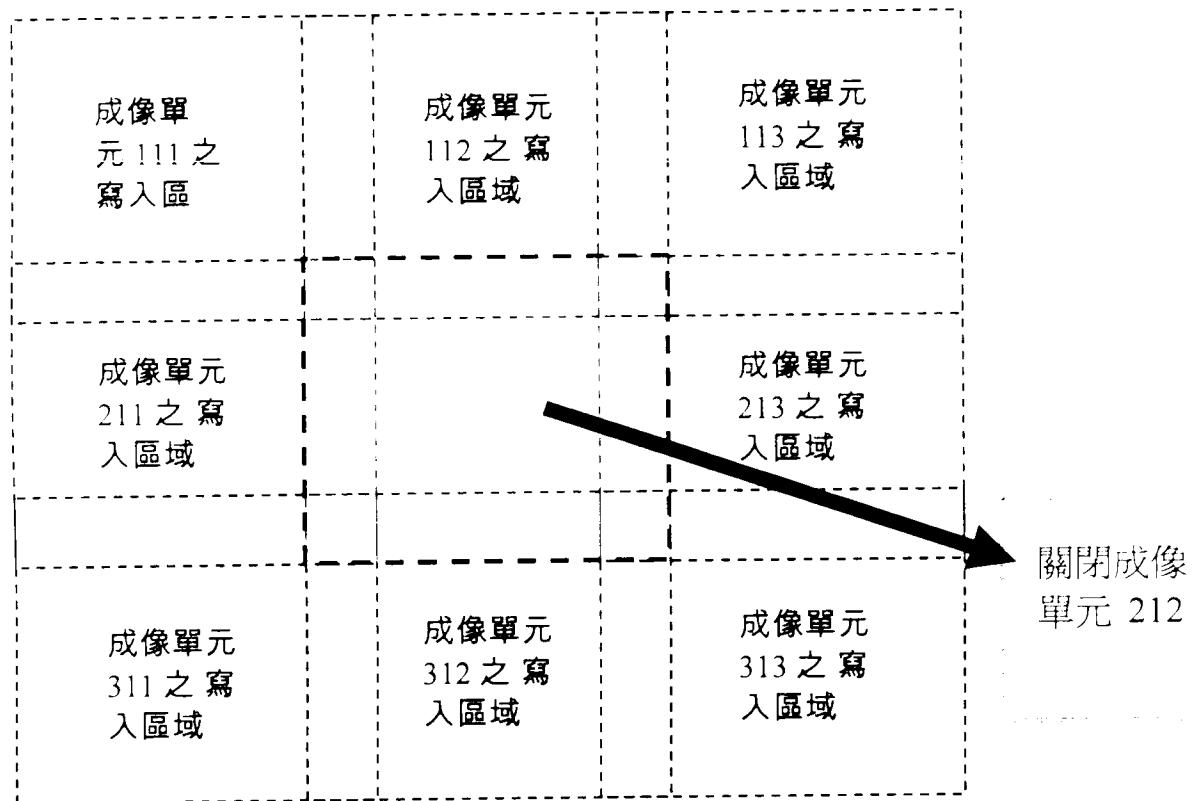


Fig1

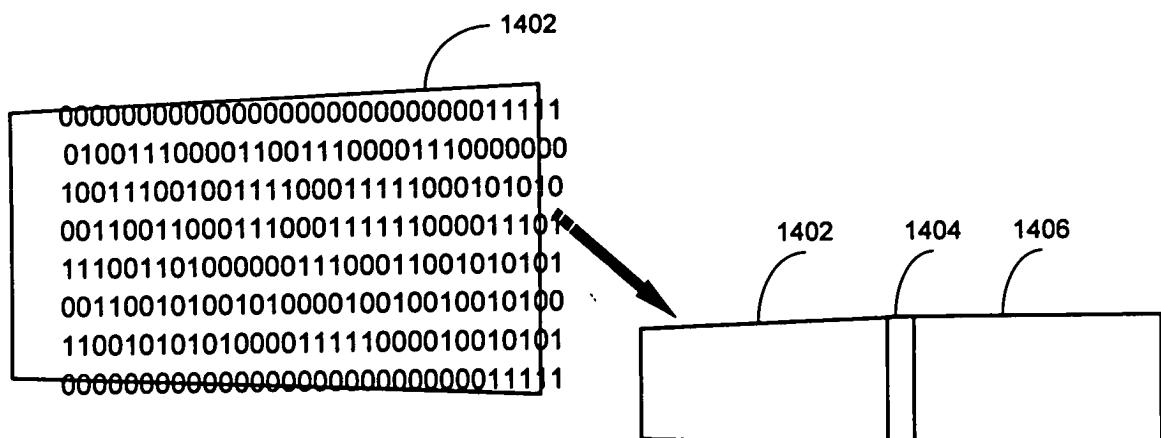
第 11 圖



第 12 圖

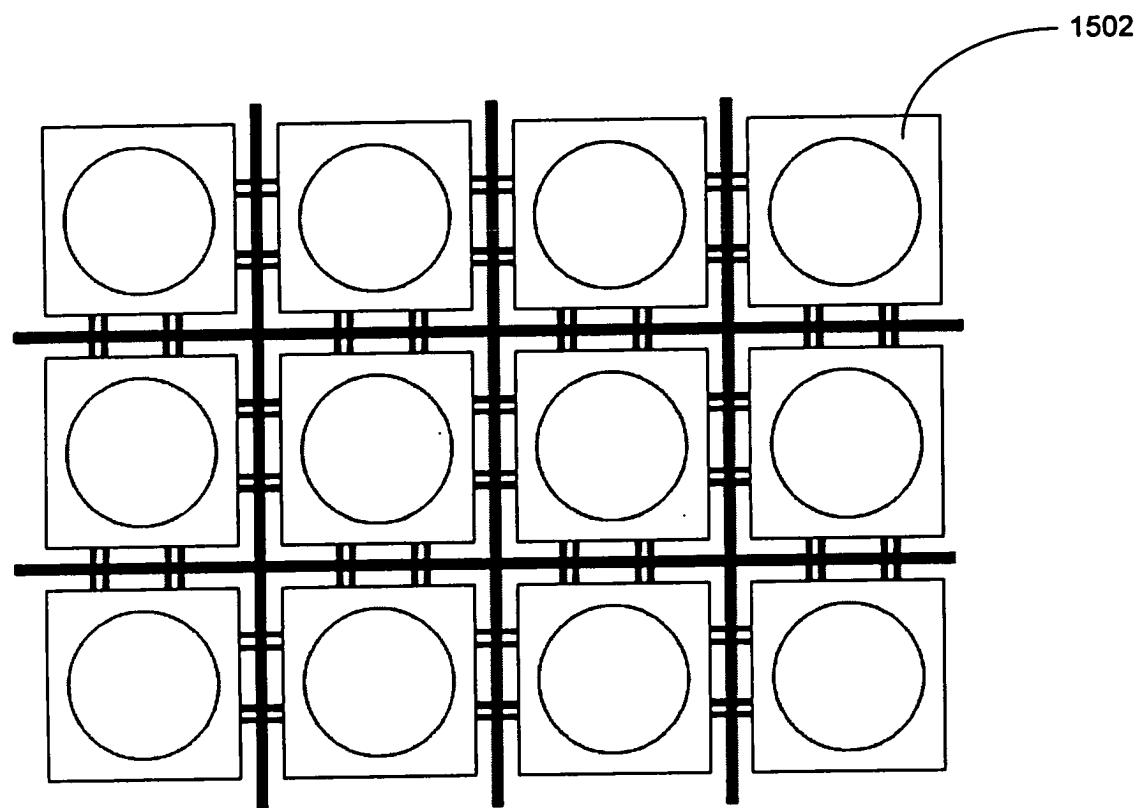


第 13 圖



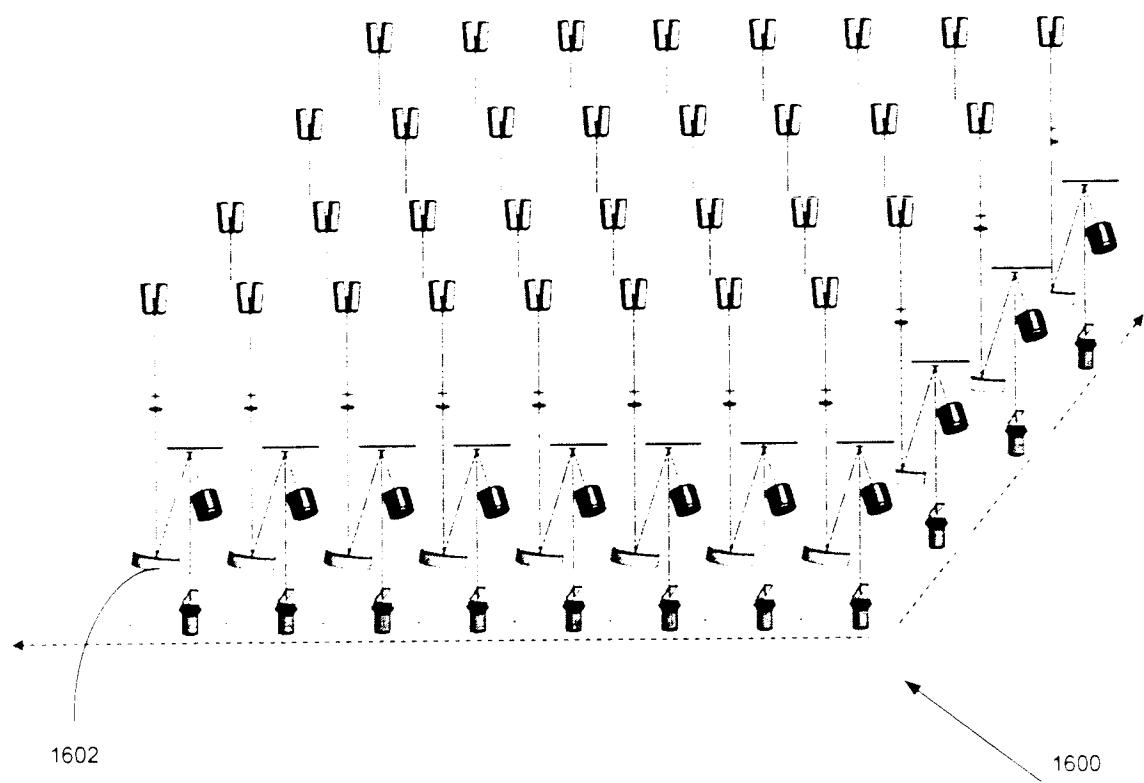
第 14 圖

I440991

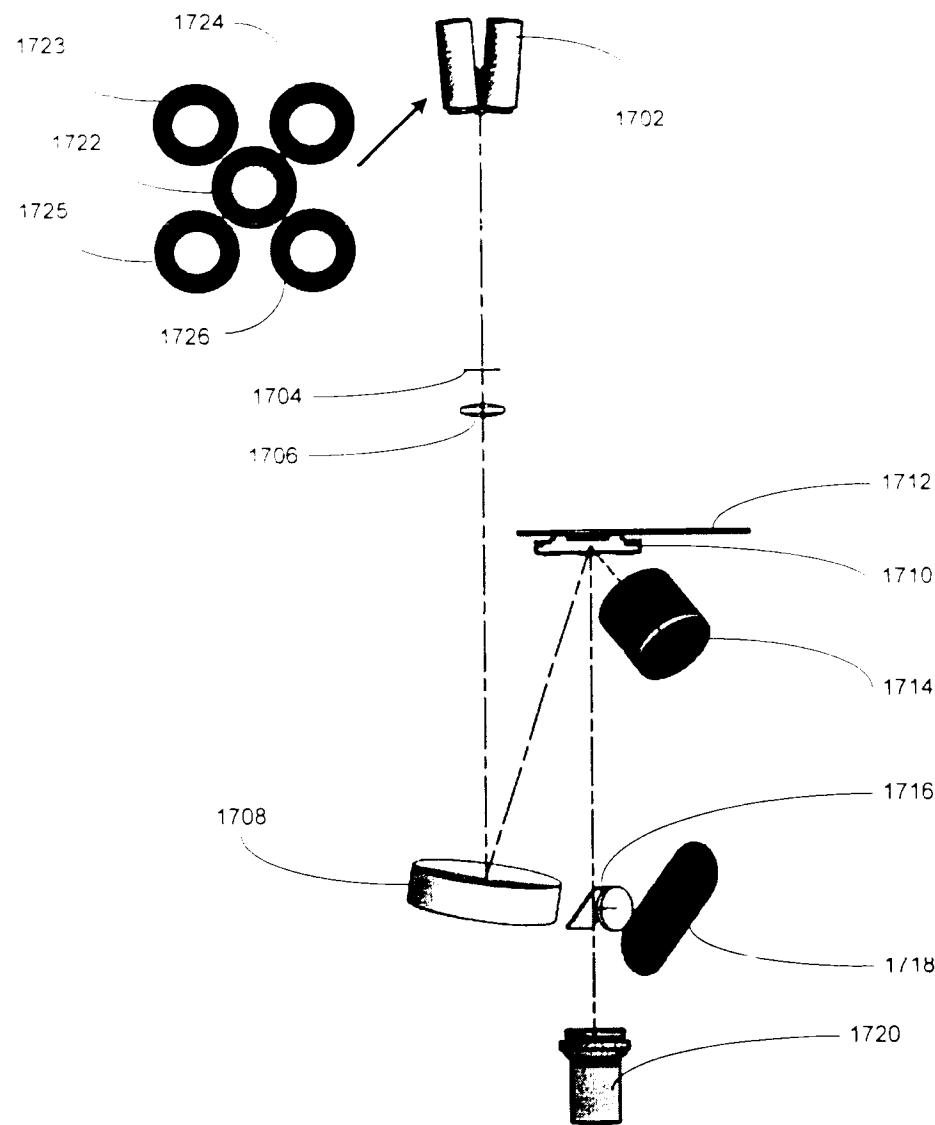


第 15 圖

I440991

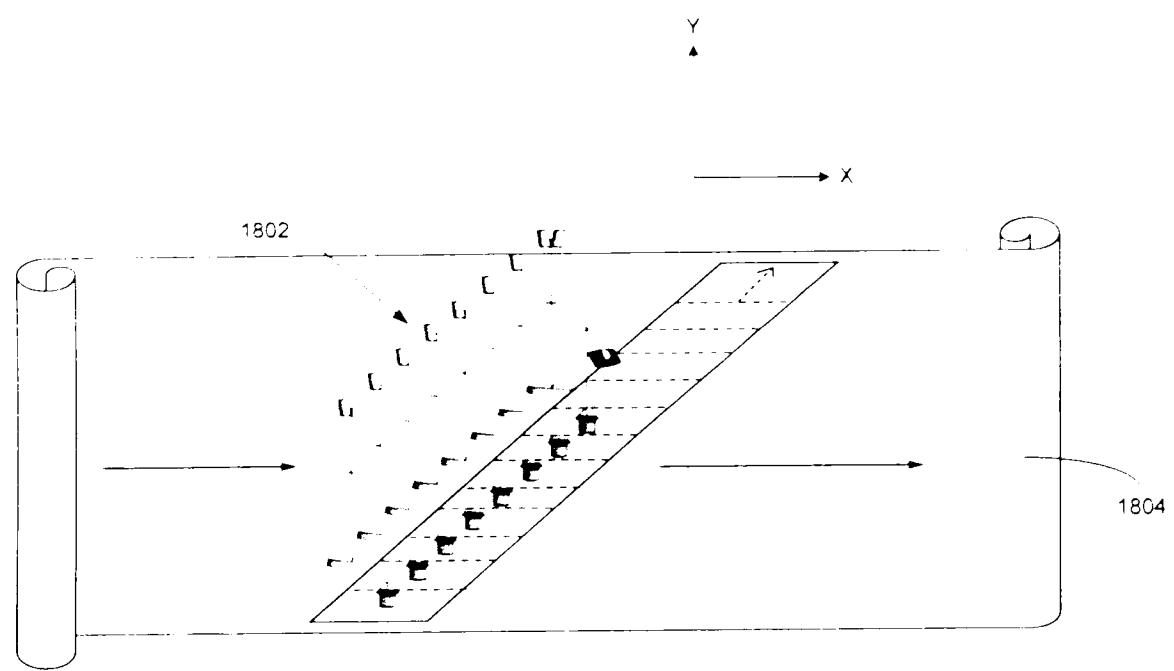


第 16 圖



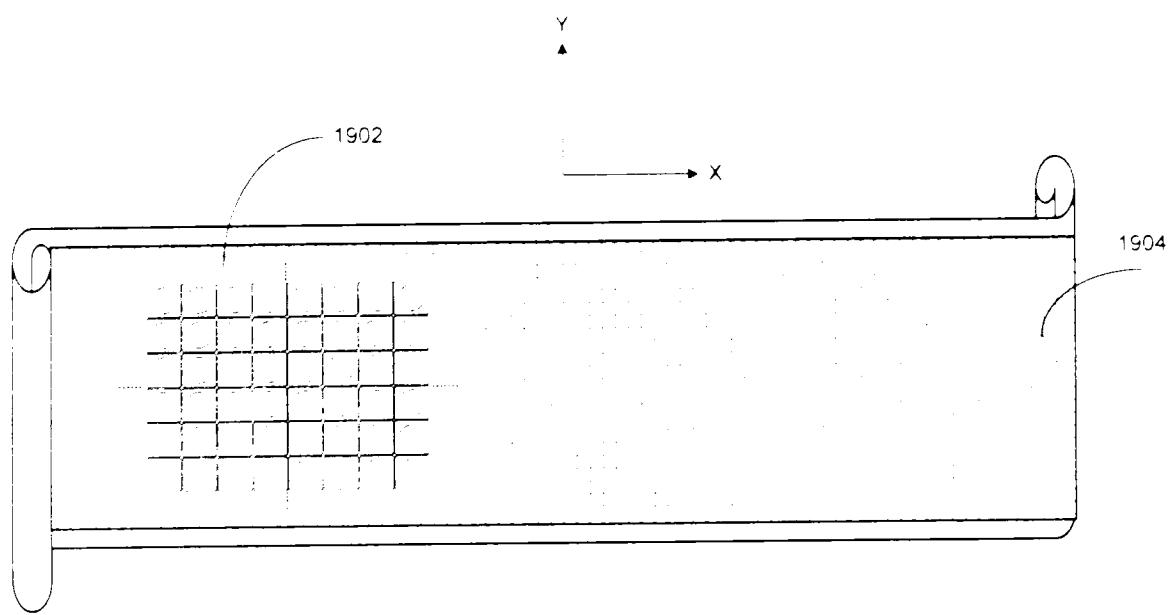
第 17 圖

I440991



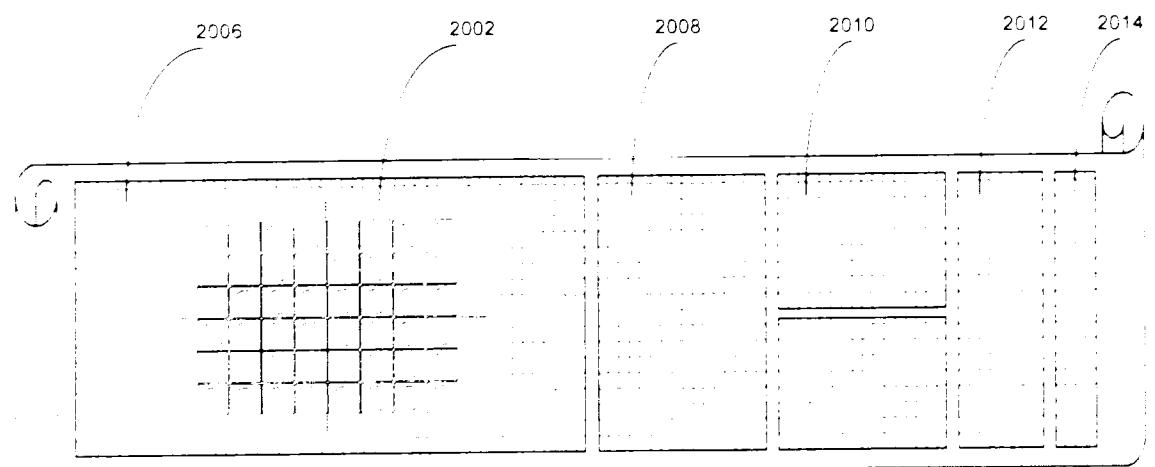
第 18 圖

I440991



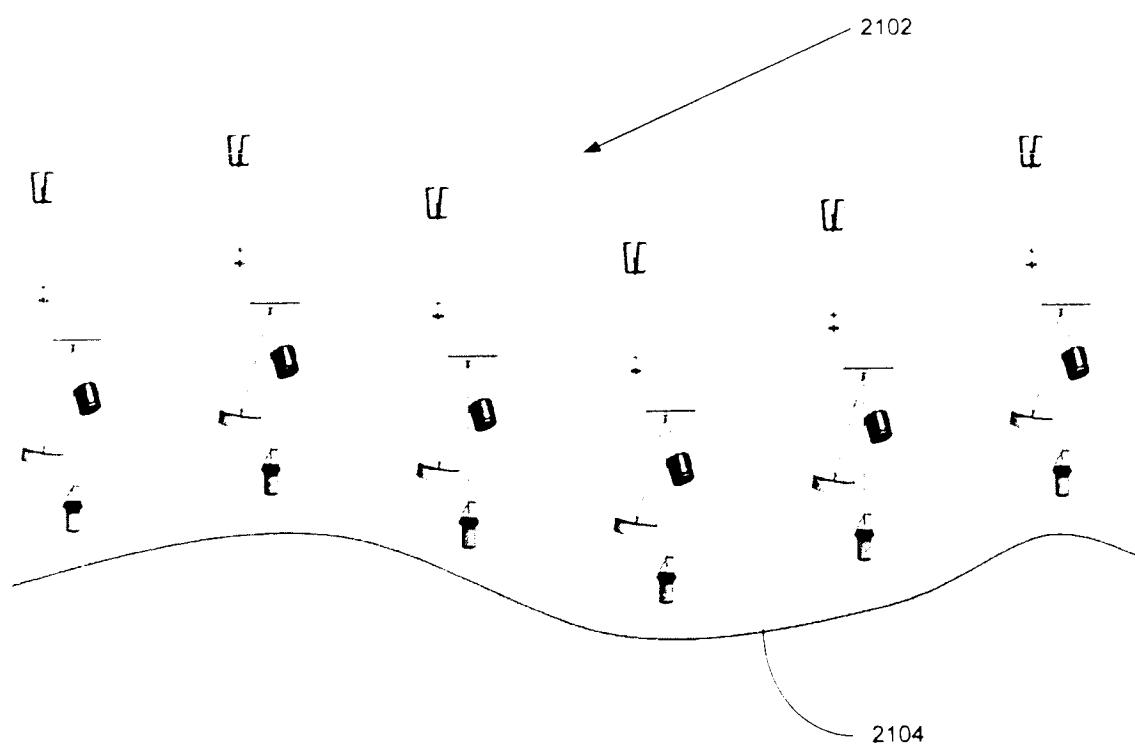
第 19 圖

I440991

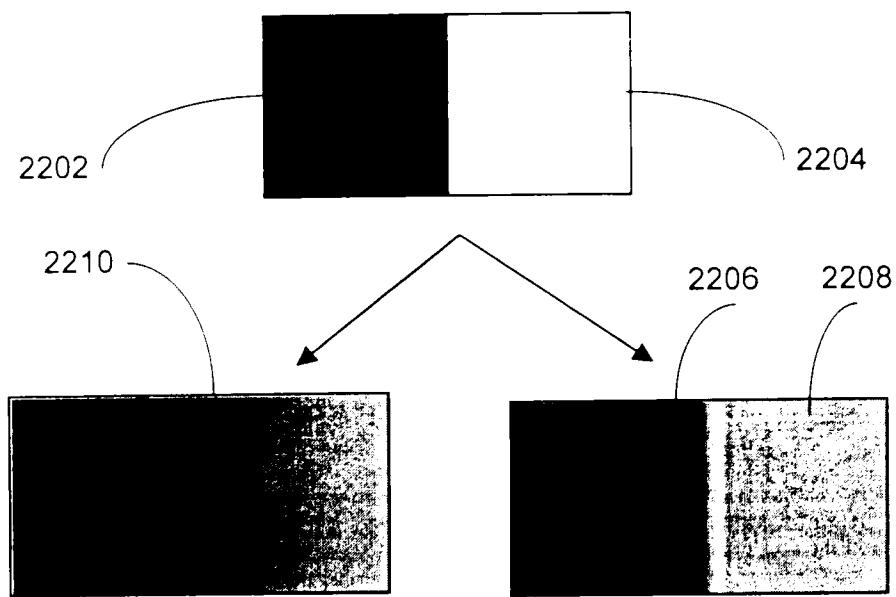


第 20 圖

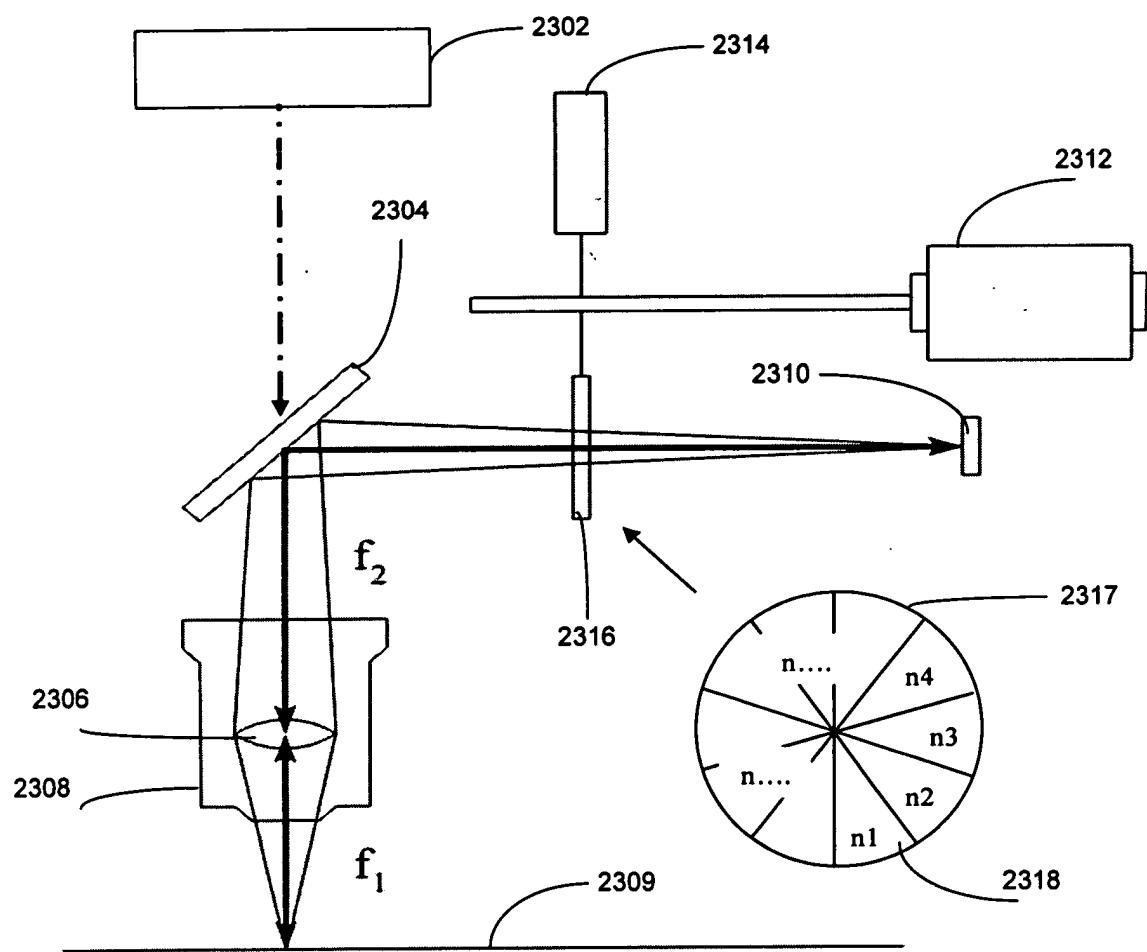
I440991



第 21 圖

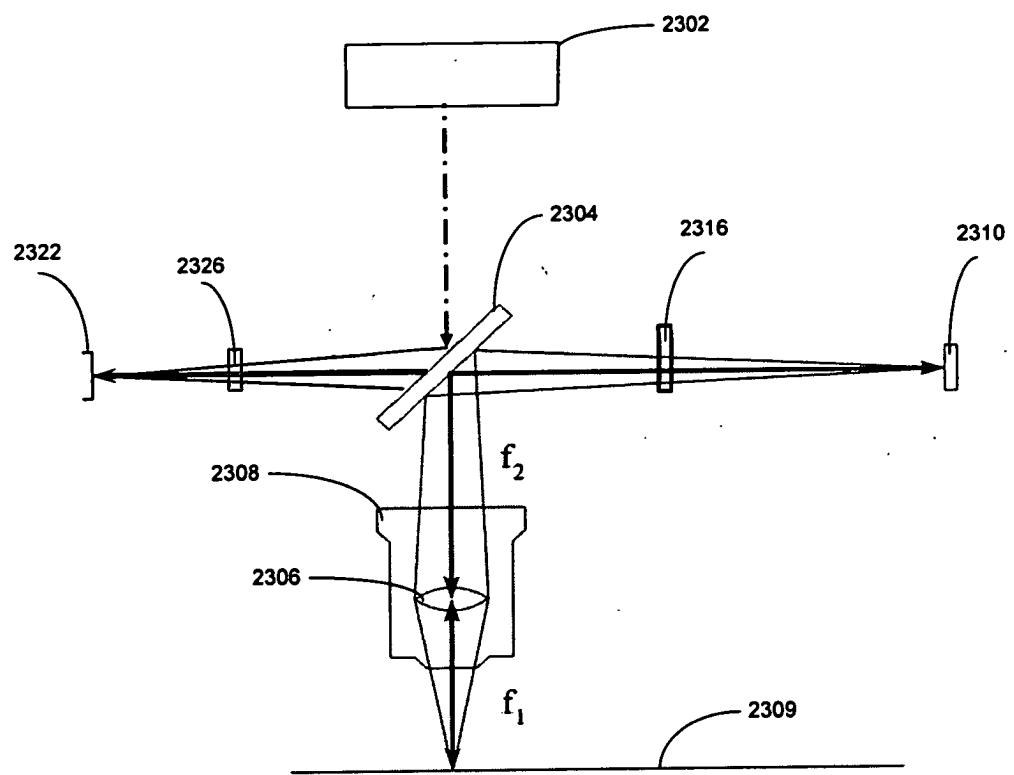


第 22 圖

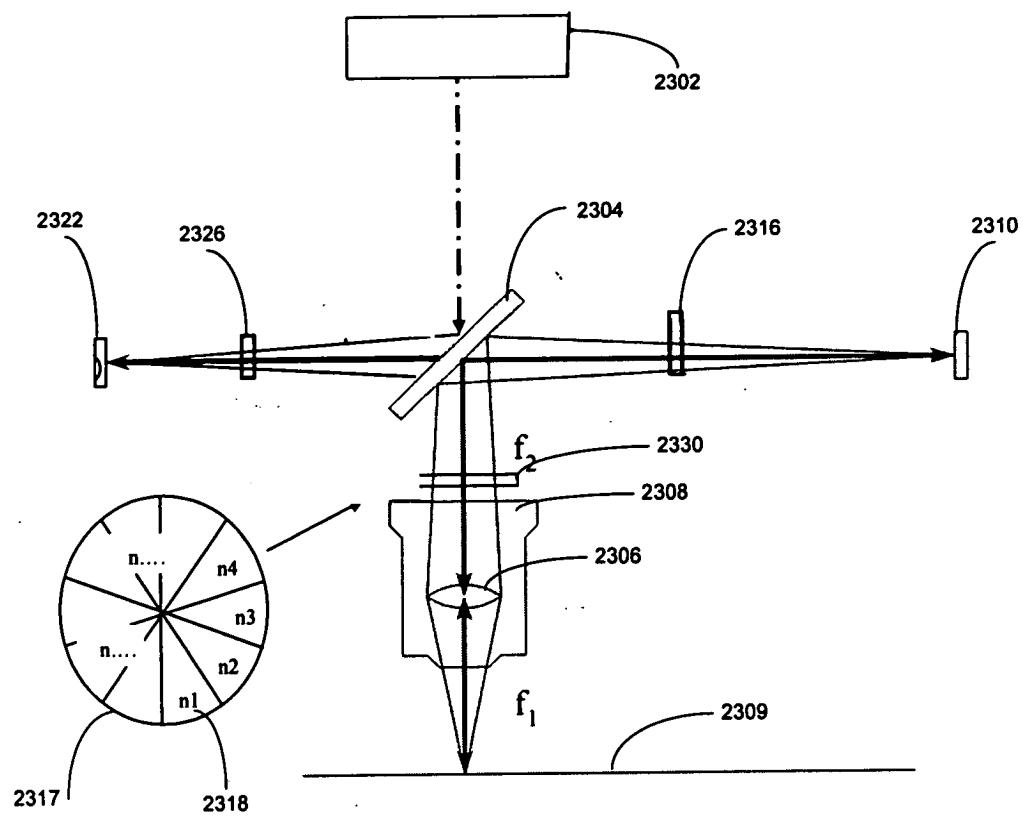


第 23a 圖

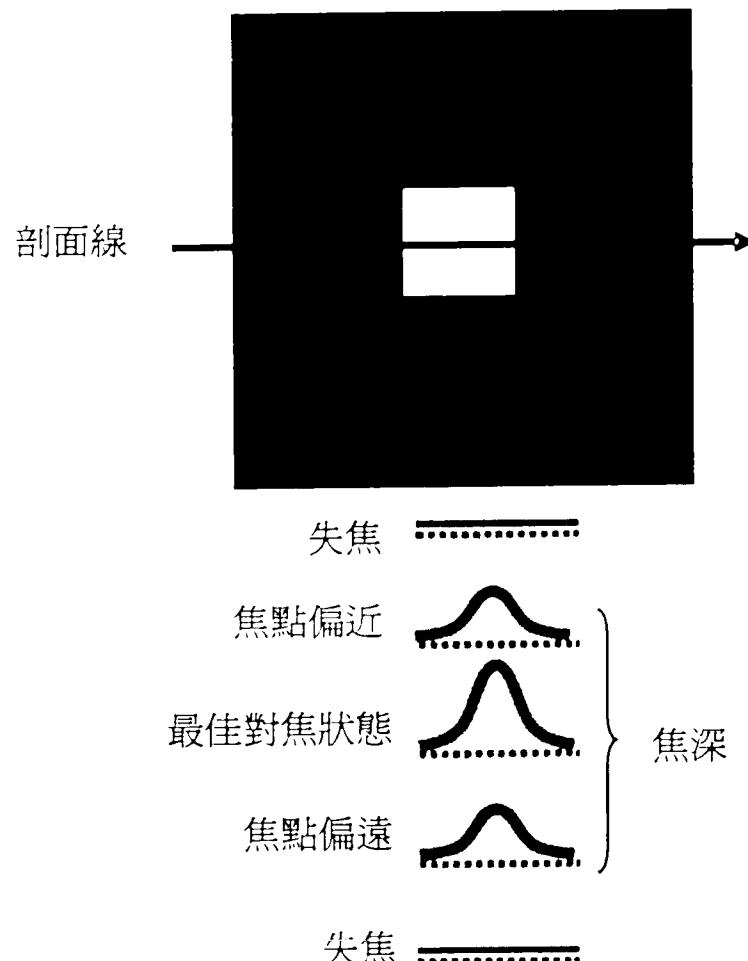
I440991



第 23b 圖

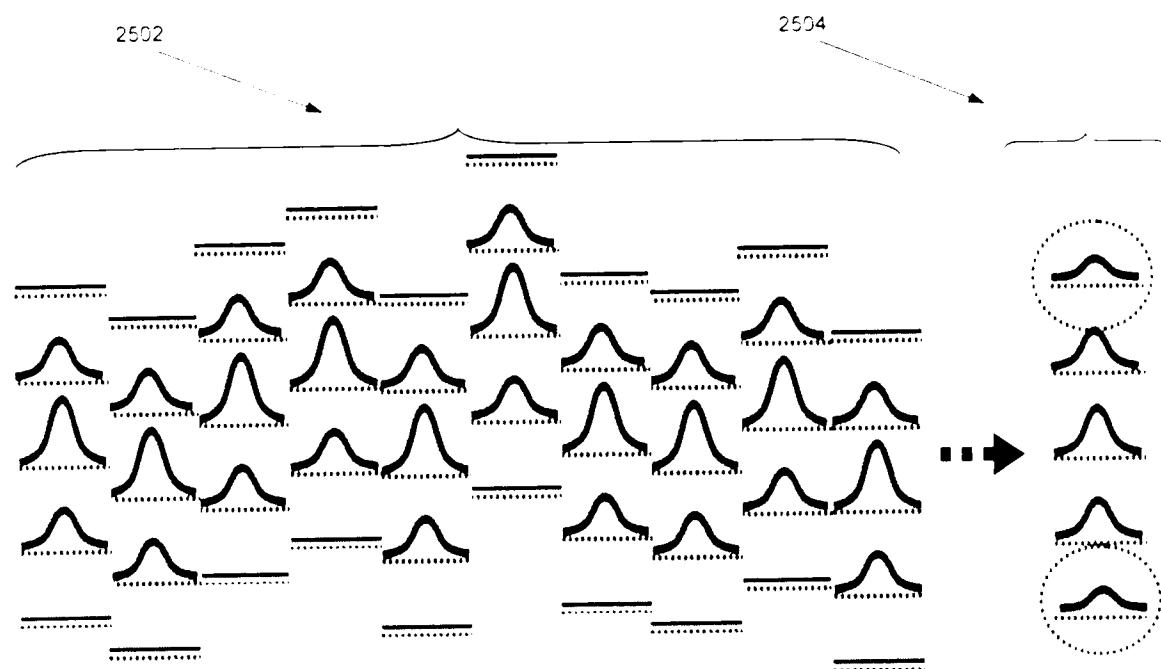


第 23c 圖

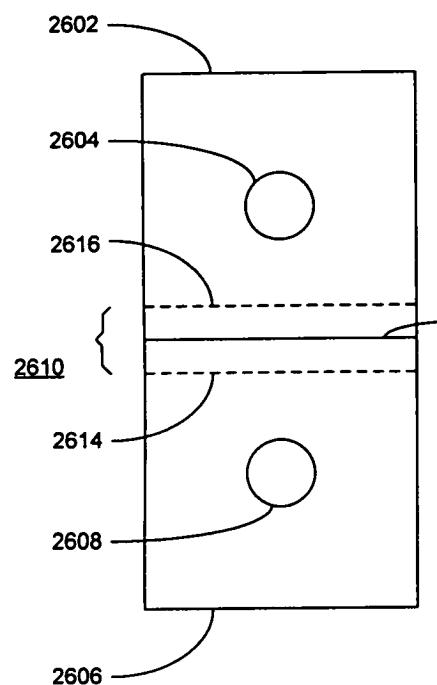


第 24 圖

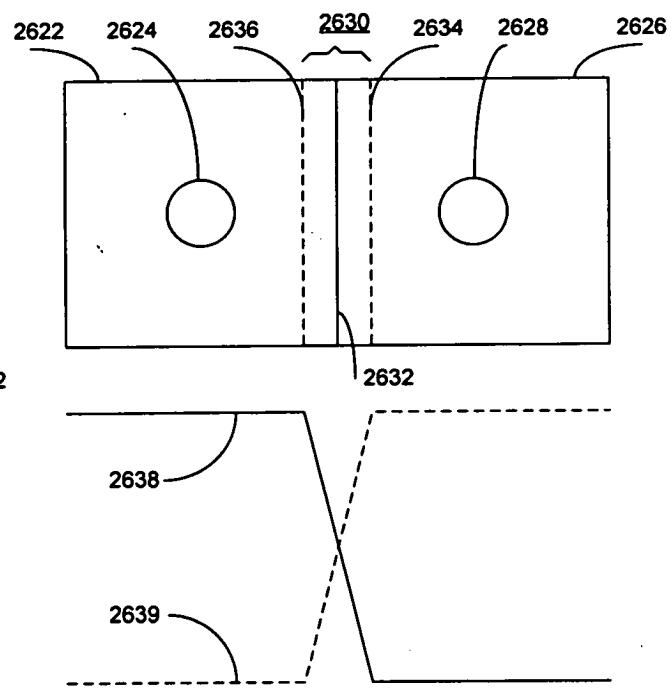
I440991



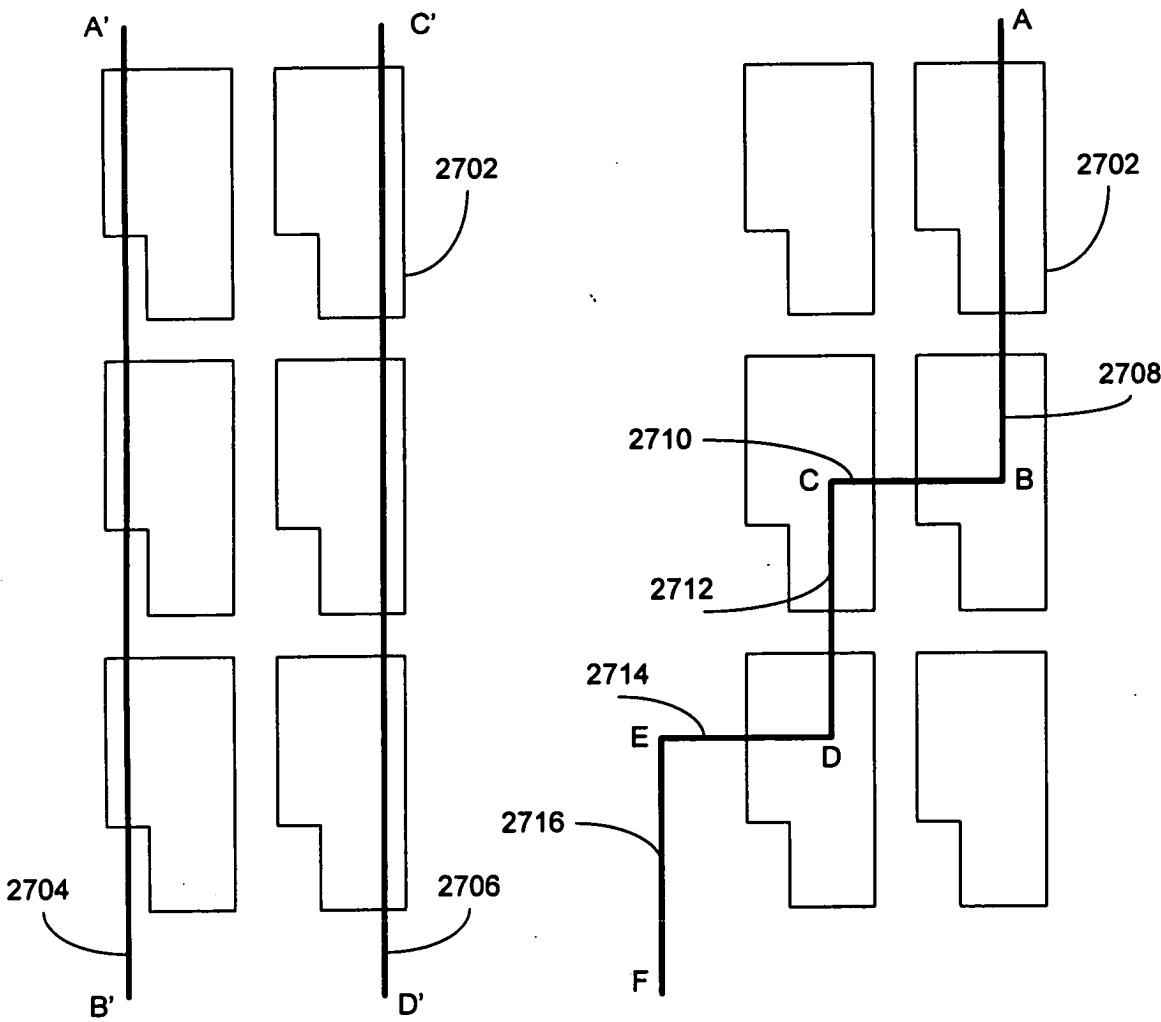
第 25 圖



第 26a 圖

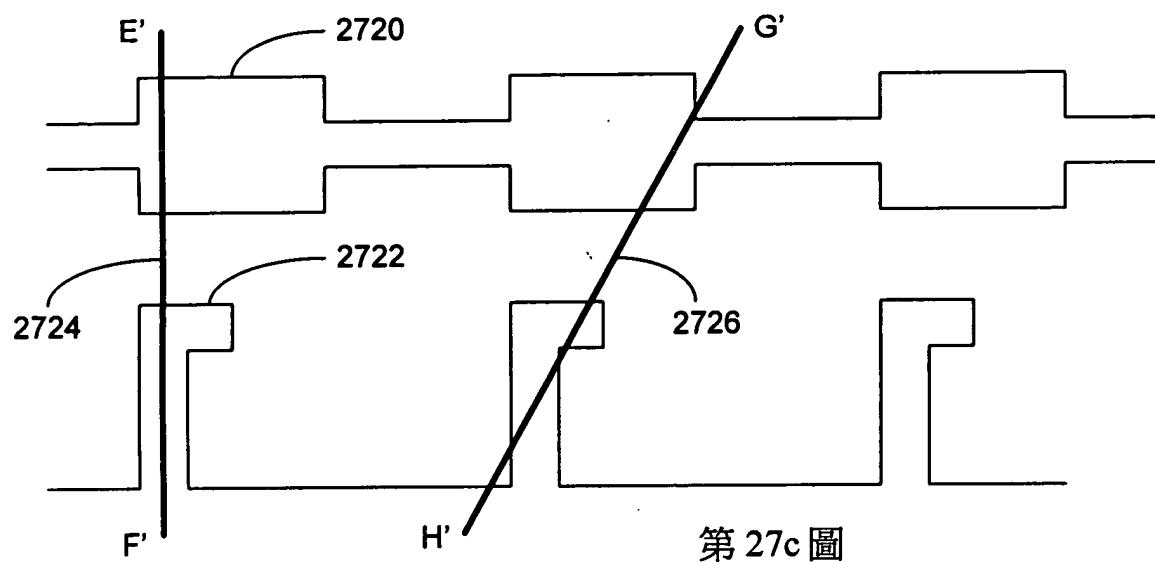


第 26b 圖

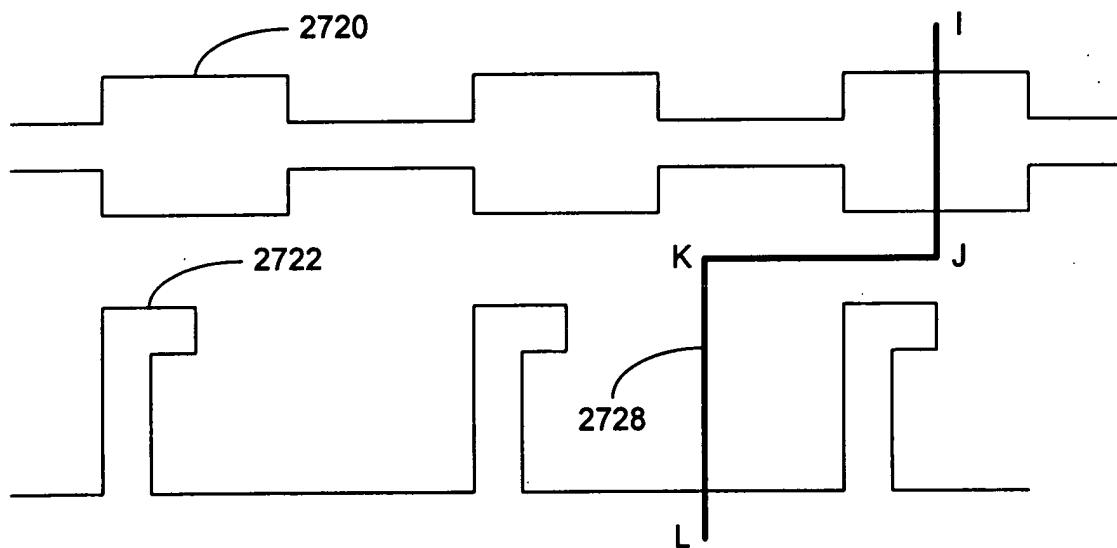


第 27a 圖

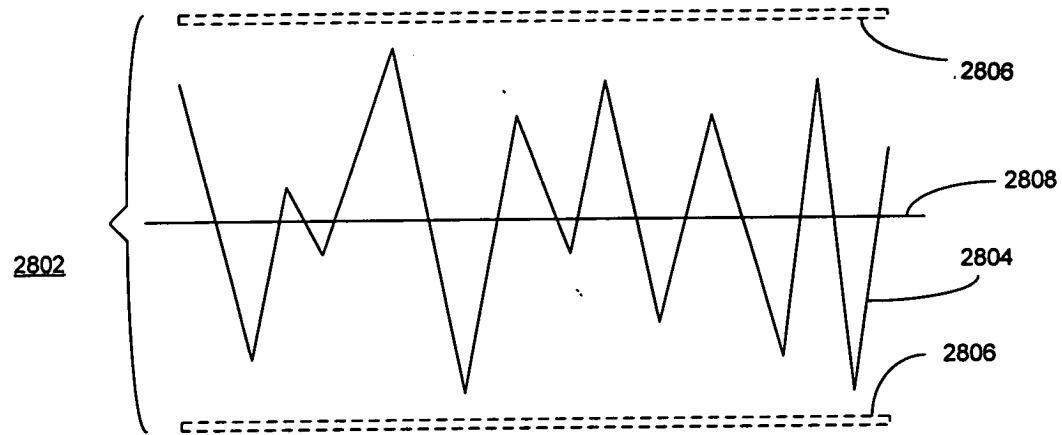
第 27b 圖



第 27c 圖

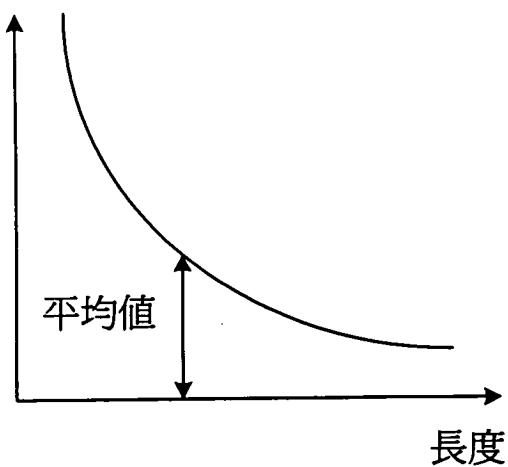


第 27d 圖

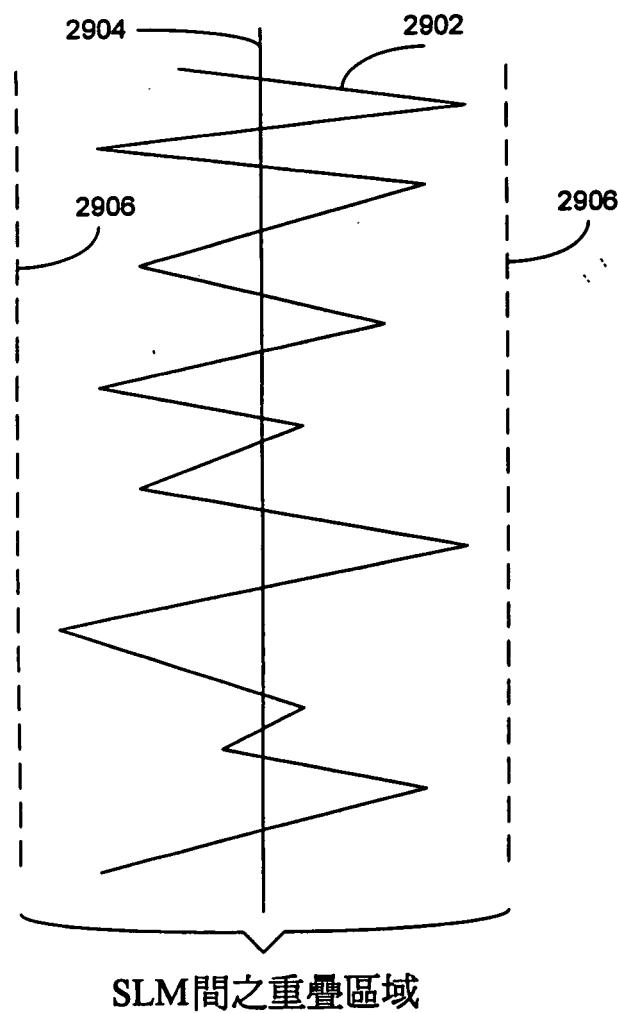


第 28a 圖

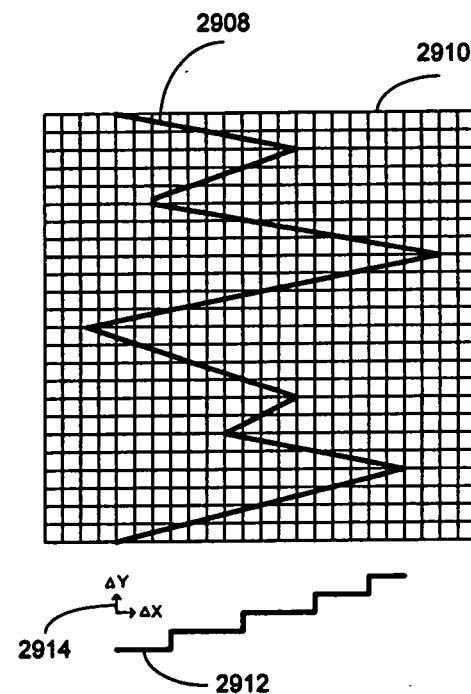
機率



第 28b 圖



第 29a 圖



第 29b 圖

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 28a 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

2802 兩相鄰 SLM 間之重疊區域，

2804 接合路徑，

2806 高成本函數，

2808 成像區之間的理論邊界。

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：