

三、發明人：(共 4 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 亞儂 真 布萊克
BLEEKER, ARON JAN
2. 多明尼克 傑克布斯 比崔斯 安德利那斯 法蘭肯
FRANKEN, DOMINICUS JACOBUS PETRUS ADRIANUS
3. 尼爾森 邁可 L.
NELSON, MICHAEL L.
4. 史蒂芬 露克司
ROUX, STEPHEN

國 籍：(中文/英文)

1. 荷蘭 THE NETHERLANDS
2. 荷蘭 THE NETHERLANDS
3. 美國 U.S.A.
4. 美國 U.S.A.

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 11 月 22 日；10/994,201

2.

☐ 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】

本發明係關於一種微影裝置及一種器件製造方法。

【先前技術】

微影裝置係將所要圖案施加至基板之目標部分上的機器。該微影裝置可用於(例如)積體電路(IC)、平板顯示器及涉及精細結構之其他器件的製造中。在一習知微影裝置中，圖案化構件(其或者稱為光罩(mask)或主光罩(reticle))可用以產生一對應於IC(或其他器件)之個別層的電路圖案，且可將此圖案成像於一具有一層輻射敏感材料(例如，抗蝕劑)之基板(例如，矽晶圓或玻璃板)上之一目標部分(例如，包含一或若干晶粒之一部分)上。替代一光罩，圖案化構件可包含一產生電路圖案之個別可控元件陣列。

一般而言，單一基板將含有連續曝光之鄰近目標部分的網路。已知之微影裝置包括：步進器，其中藉由一次性將整個圖案曝光於目標部分上來照射每一目標部分；及掃描器，其中藉由在一特定方向("掃描"方向)中藉由光束掃描圖案而同時平行或反平行於此方向掃描基板來照射每一目標部分。

在光學無光罩掃描器中，存在稱為微覆蓋(micro overlay)的問題。此問題係與以下事實有關：在無光罩微影中，通常，一光束之兩快閃用以將整體圖案或影像投射於基板上。相反，在光罩式(mask-based)微影中，三十至四十個脈衝用以將圖案或影像投射於基板上，從而引起一平均化效

應，其並不存在於無光罩微影中。因此，雖然微覆蓋出現於光罩式微影中，但是其歸因於此平均化效應而並非一關鍵問題。

如上文所提及，在無光罩微影中通常需要兩脈衝以投射該圖案或影像。光束之第一脈衝或快閃(例如，雷射或其他適當光源)基本上凍結半個代表圖案化構件上之圖案的影像進入基板之抗蝕劑(例如，印記1)。抗蝕劑上相同部分之第二曝光(例如，印記2)稍後發生，以使得整體影像進入該抗蝕劑。

應瞭解，視整個晶圓上之曝光路徑選擇而定，共同充分地將抗蝕劑曝光以獲得整體影像的印記1及2係相隔任意時間量而出現。歸因於框架系統中的小振動，第二脈衝不會將影像投射於抗蝕劑上之與光束之第一脈衝相同的部分上，其暗示著該影像將歸因於該第一與該第二脈衝之間的絕對錯放而失真。因此，抗蝕劑中之第一及第二印記將相對於彼此而錯放，從而引起該抗蝕劑上之失真影像。

慮及空間影像在基板上之一特定部分上之投射，光束之每一脈衝或快閃載運特定空間影像。抗蝕劑將歸因於以上所提及之框架系統中的振動而錯放。因此，框架系統中之振動會引起空間影像與晶圓(例如，晶圓平臺)之實際位置之間的失配。

此情形中之框架系統中的振動為微影裝置開始運行時自該微影裝置之整個機械系統中發出之小機械振動，諸如基底框架、量度框架(metro frame)、晶圓平臺、透鏡框架結構、

光學透鏡元件、平臺定位結構(短及長衝程模組)、干涉量測器件等等中之振動。

因此，所需的為一種降低空間影像相對於基板之主要由振動所引起之位置誤差的系統及方法。

【發明內容】

根據本發明之一實施例，提供一種微影裝置，其具有：一輻射系統，其用於提供脈衝輻射光束；一圖案化器件，其藉由一圖案而圖案化該光束以形成一圖案化輻射光束；及一投射系統，其具有一用於將該圖案化光束投射於一基板之一目標部分上的投射元件。該裝置包含一相對於該投射系統之光軸而移動該投射元件的致動器，其在輻射系統之至少一脈衝期間移位投射於該基板上的圖案化光束，以修正該投射系統與該基板之間的位置誤差。

在一實例中，該微影裝置進一步包含一致動器控制器，其監視關於位置誤差之資訊並將該資訊提供至致動器。該致動器將所提供之資訊轉譯為投射元件之移動以補償位置誤差。

在一實例中，該致動器控制器基於位置誤差訊號之先前值及一相位滯後 P 而預測待前饋至致動器以用於移動投射元件之值。

在一實例中，該投射元件附著至一重力塊，諸如平衡塊或排斥塊。在此實例中，將由移動投射元件所產生之加速力置於該重力塊中。在另一實例中，致動器係重力塊之一部分。

在一實例中，可將透鏡或鏡面元件用作投射元件或其組合。若使用一透鏡元件，則其可繞 z 軸而旋轉。若使用一鏡面元件，則其可沿 x 軸而移動。

在一實例中，該微影裝置為一無光罩裝置，且該圖案化器件為一可控元件陣列，例如，SLM或可程式規劃鏡面陣列。

在一實例中，預測位置誤差訊號之將來行為並前饋至致動器，該致動器將位置誤差訊號之所預測之將來行為轉譯為投射元件之移動。

根據本發明之另一實施例，使用一種方法來基於位置誤差訊號之先前樣本值及連續跟隨之樣本值之間的相位滯後而預測位置誤差訊號之將來行為。

根據本發明之又一實施例，一種投射元件(例如，透鏡或鏡面元件)配置於一投射系統中以用於在一微影裝置中使用。該微影裝置具有：一輻射系統，其用於提供脈衝輻射光束；及一圖案化器件，其給予該光束一圖案以形成一圖案化輻射光束。該投射元件係可移動地配置於該投射系統中以便在輻射系統之至少一脈衝期間移位投射於基板上的圖案化光束。

在一實例中，該投射元件附著至一重力塊，例如，平衡塊或排斥塊，其暗示著將由移動投射元件所產生之加速力置於該重力塊中。

以下參看隨附圖式來詳細地描述本發明之其他實施例、特徵及優勢、以及本發明之各種實施例的結構及運作。

【實施方式】

概述及術語

儘管可在本文中特定參考微影裝置在積體電路(IC)之製造中的使用，但是應瞭解，本文所述之微影裝置可具有其他應用，諸如製造整合光學系統、磁域記憶體之導引及偵測圖案、平板顯示器、薄膜磁頭、微射流及巨射流器件等等。熟習此項技術者應瞭解，在此等替代應用之情形中，可認為本文中術語"晶圓"或"晶粒"之任何使用分別與更一般的術語"基板"或"目標部分"同義。在曝光之前或之後，可以(例如)一軌跡(track)(例如，通常將抗蝕劑層施加至基板並顯影所曝光之抗蝕劑的工具)或一計量或檢測工具來處理本文所參考之基板。在可應用之處，可將本文之揭示應用於該等及其他基板處理工具。另外，例如，可不止一次地處理該基板，以產生一多層IC，使得本文所使用之術語"基板"亦可指已經含有多個處理層的基板。

應將如此處所使用之術語"個別可控元件陣列"廣泛地解釋為指可用以賦予入射輻射光束一圖案化截面、使得可於基板之目標部分中產生所要圖案的任何器件。術語"光閥"及"空間光調變器"(SLM)亦可用於此情形中。下文論述該等圖案化器件之實例。

一可程式規劃鏡面陣列可包含一具有黏彈性控制層之矩陣可定址表面及一反射表面。此裝置所隱含之基本原理在於：例如，反射表面之定址區域反射入射光作為繞射光，而未定址區域反射入射光作為未繞射光。使用適當的空間

濾波器，可將未繞射光自反射光束中濾出，僅留下繞射光以到達基板。以此方式，該光束根據矩陣可定址表面之定址圖案而得以圖案化。

應瞭解，作為一替代實施例，該濾波器可濾出繞射光，留下未繞射光以到達基板。亦可以一對應方式來使用一繞射光學微機電系統(MEMS)器件陣列。每一繞射光學MEMS器件可包括複數個反射帶，其可相對於彼此而變形以形成一反射入射光作為繞射光之格柵。

另一替代實施例可包括一使用微小鏡面矩陣配置的可程式規劃鏡面陣列，每一微小鏡面可藉由施加一適當的區域化電場、或藉由使用壓電致動構件而個別地繞一軸線傾斜。再一次，該等鏡面係矩陣可定址的，使得定址鏡面將在一不同於未定址鏡面之方向中反射入射輻射光束；以此方式，反射光束根據矩陣可定址鏡面之定址圖案而得以圖案化。所需的矩陣定址可使用適當的電子構件來執行。

在以上所述之兩情形中，個別可控元件陣列均可包含一或多個可程式規劃鏡面陣列。可自(例如)以引用的方式全部併入本文中之美國專利5,296,891與5,523,193及PCT專利申請案WO 98/38597與WO 98/33096搜集關於如此處所參考之鏡面陣列的更多資訊。

亦可使用一可程式規劃LCD陣列。以引用的方式全部併入本文中之美國專利5,229,872中給出了該構造之實例。

應瞭解，例如，在使用特徵預偏置、光學接近修正特徵、相位變化技術及多重曝光技術之處，"被顯示"於個別可控

元件陣列上的圖案可大體上不同於最終被轉移至基板之一層或基板上之一層的圖案。類似地，最終產生於基板上之圖案不能對應於任一瞬間形成於個別可控元件陣列上的圖案。此可為以下一配置中的情況：其中，形成於基板之每一部分上的最終圖案係在特定時段或特定數目的曝光內得以建置，在此期間，個別可控元件陣列上的圖案及/或該基板之相對位置會改變。

儘管可在本文中特定參考微影裝置在IC之製造中的使用，但是應瞭解，本文所述之微影裝置可具有其他應用，諸如(例如)製造DNA晶片、MEMS、MOEMS、整合光學系統、磁域記憶體之導引及偵測圖案、平板顯示器、薄膜磁頭等等。熟習此項技術者應瞭解，在該等替代應用之情形中，可認為本文中術語"晶圓"或"晶粒"之任何使用分別與更一般的術語"基板"或"目標部分"同義。在曝光之前或之後，可以(例如)一軌跡(通常將抗蝕劑層施加至基板並顯影所曝光之抗蝕劑的工具)或一計量或檢測工具來處理本文所參考之基板。在可應用之處，可將本文之揭示應用於該等及其他基板處理工具。另外，例如，可不止一次地處理該基板，以產生一多層IC，使得本文所使用之術語"基板"亦可指已經含有多個處理層的基板。

本文中所用之術語"輻射"及"光束"包含：所有類型的電磁輻射，其包括紫外(UV)輻射(例如，具有365、248、193、157或126 nm之波長)及遠紫外(ELTV)輻射(例如，具有5-20 nm範圍內之波長)；以及粒子束，諸如離子束或電子束。

應將本文中所用之術語"投射系統"廣泛地解釋為包含各種類型的投射系統，其包括折射光學系統、反射光學系統及反射折射光學系統，如適當的，例如，用於被使用之曝光輻射、或用於諸如浸沒流體之使用或真空之使用的其他因素。可認為本文中術語"透鏡"的任何使用與更一般的術語"投射系統"同義。

照明系統亦可包含各種類型的光學組件，其包括折射、反射及反射折射光學組件，用於導向、成形或控制輻射光束，且該等組件在下文亦可全體或單獨地稱為"透鏡"。

微影裝置可為具有兩個(例如，雙平臺)或兩個以上之基板台(及/或兩個或兩個以上之光罩台)的類型。在該等"多平臺"機器中，可並行地使用額外台，或可在一或多個臺上執行預備步驟而將一或多個其他台用於曝光。

微影裝置亦可為以下一類型：其中基板係浸沒於一具有相對較高之折射率(例如，水)的液體中，以便填充投射系統之最終元件與該基板之間的空間。亦可將浸沒液體施加至微影裝置中的其他空間，例如，基板與投射系統之第一元件之間。此項技術中熟知用於增加投射系統之數值孔徑的浸沒技術。

另外，該裝置可具有一流體處理單元以允許流體與基板之照射部分之間的相互作用(例如，以選擇性地將化學品附著至該基板或以選擇性地修改該基板之表面結構)。

例示性微影投射工具

圖1示意地描繪根據本發明之一實施例之微影投射裝置

100。裝置100包括至少一輻射系統102、一個別可控元件陣列104、一載物台106(例如，基板台)及一投射系統("透鏡")108。

輻射系統102可用於供應輻射(例如，UV輻射)光束110，其在此特定情況下亦包含一輻射光源112。

一個別可控元件陣列104(例如，可程式規劃鏡面陣列)可用於將一圖案施加至光束110。一般而言，個別可控元件陣列104的位置可相對於投射系統108而固定。然而，在一替代配置中，一個別可控元件陣列104可連接至一用於將其相對於投射系統108進行精確地定位之定位器件(未圖示)。如此處所描繪，個別可控元件104為反射型(例如，具有個別可控元件折射陣列)。

載物台106可具有一用於固持基板114(例如，抗蝕劑塗覆之矽晶圓或玻璃基板)之基板固持器(未明確圖示)，且載物台106可連接至一用於相對於投射系統108而精確地定位基板114之定位器件116。

投射系統108(例如，石英及/或 CaF_2 透鏡系統或包含由該等材料所製成之透鏡元件的反射折射系統、或鏡面系統)可用於將自光束分光器118所接收之圖案化光束投射於基板114之目標部分120(例如，一或多個晶粒)上。投射系統108可將個別可控元件陣列104之影像投射於基板114上。或者，投射系統108可投射二次光源之影像，為此個別可控元件陣列104之元件充當擋閘。投射系統108亦可包含一微透鏡陣列(MLA)以形成該等二次光源並以將微黑子(microspot)投射於基板114上。

光源112(例如，準分子雷射器)可產生輻射光束122。例如，將光束122直接地或在已穿過調節器件126(諸如光束放大器)之後饋入於一照明系統(照明器)124中。照明器124可包含一調整器件128，其用於設定光束122中強度分佈之外部及/或內部徑向範圍(通常分別稱為5-外部及u-內部)。此外，照明器124一般將包括各種其他組件，諸如積光器130及聚光器132。以此方式，照射於個別可控元件陣列104上的光束110在其截面中具有所要的均一性及強度分佈。

關於圖1應注意，光源112可在微影投射裝置100之外殼內(例如，此通常為光源112為汞燈時的情況)。在替代實施例中，光源112亦可遠離於微影投射裝置100。在此情況下，輻射光束122將被導向至裝置100內(例如，借助於適當的導向鏡)。此後者情況通常為光源112為準分子雷射器時的情況。應瞭解，此等兩情況均涵蓋於本發明之範疇內。

光束110在使用光束分光器118而被導向之後隨後與個別可控元件陣列104相交。由於已被個別可控元件陣列104反射，因而光束110穿過投射系統108，該投射系統將光束110聚焦於基板114之目標部分120上。

借助於定位器件116(及視需要為底板136上之干涉量測器件134，其經由光束分光器140而接收干涉光束138)，可精確地移動基板台106，以便將不同的目標部分120定位於光束110之路徑中。在所用之處，用於個別可控元件陣列104之定位器件可用以(例如)在掃描期間精確地修正個別可控元件陣列104相對於光束110之路徑的位置。一般而言，載

物台 106 之移動係借助於一長衝程模組(粗定位)及一短衝程模組(精定位)來實現，其未明確描繪於圖 1 中。一類似系統亦可用以定位個別可控元件陣列 104。應瞭解，光束 110 可或者/另外可移動，而載物台 106 及/或個別可控元件陣列 104 可具有固定位置以提供所需的相對移動。

在該實施例之一替代組態中，基板台 106 可被固定，而基板 114 可於基板台 106 上方移動。在完成此之處，基板台 106 在一平坦最上表面上具有眾多開口，可通過該等開口而饋入氣體以提供一能夠支撐基板 114 之氣墊。此通常稱為空氣軸承配置。基板 114 係使用一或多個致動器(未圖示)而於基板台 106 上方移動，該等致動器能夠相對於光束 110 之路徑而精確地定位基板 114。或者，基板 114 可藉由選擇性地開始與停止氣體通過該等開口的通過而於基板台 106 上方移動。

儘管本文將根據本發明之微影裝置 100 描述為用於在基板上將抗蝕劑曝光，但是應瞭解，本發明並不限於此使用，且裝置 100 可用以投射圖案化光束 110 以用於在無抗蝕劑微影中使用。

可以四種較佳模式來使用所描繪之裝置 100：

1. 步進模式：一次性(意即，單一"快閃")將個別可控元件陣列 104 上的整個圖案投射於一目標部分 120 上。基板台 106 接著在 x 及/或 y 方向中移動至一不同位置以用於待由圖案化光束 110 所照射之不同的目標部分 120。

2. 掃描模式：與步進模式基本上相同，除了未以單一"快

閃"將特定目標部分120曝光。實情為，個別可控元件陣列104以速度 v 於一特定方向(所謂的"掃描方向"，例如， y 方向)中可移動，使得引起圖案化光束110在個別可控元件陣列104上方掃描。同時，基板台106同時以速度 $V=Mv$ 於相同或相反方向中移動，其中 M 係投射系統108之放大率。以此方式，可將相對較大的目標部分120曝光，而不必損害解析度。

3.脈衝模式：個別可控元件陣列104保持基本上固定，且整個圖案係使用脈衝輻射系統102而投射於基板114之目標部分120上。基板台106以基本上恆定之速度而移動，使得引起圖案化光束110跨越基板106掃描一線。個別可控元件陣列104上的圖案係如輻射系統102之脈衝之間所需而更新，且該等脈衝經定時以使得在基板114上所需的位置處將連續的目標部分120曝光。因此，圖案化光束110可跨越基板114掃描以將基板114之一條帶的全部圖案曝光。重複該過程直至已逐線地將全部基板114曝光。

4.連續掃描模式：與脈衝模式基本上相同，除了使用大體上恆定之輻射系統102，且隨著圖案化光束110跨越基板114掃描並將其曝光而更新個別可控元件陣列104上之圖案。

亦可使用對以上所述之有用模式及完全不同之有用模式的組合及/或變化。

圖2為根據本發明之一實施例之微影裝置200的示意圖。此係沿投射系統208之光軸240的視圖，該投射系統插入於一可程式規劃鏡面陣列204與一固持晶圓214之晶圓平臺

206之間。投射系統208具有十六個透鏡元件242-n，其中在此實例中 $n=1$ 至16，該等透鏡元件在平面內於彼此上方對準，且大體上垂直於光軸240以將可程式規劃鏡面陣列204上的影像轉移至晶圓214上。儘管稱為透鏡元件，但是元件242可為任何光學元件，例如，透鏡、鏡面、或其類似物，此對於一般技術者而言將係顯而易見的。z軸平行於投射系統208之光軸240。將投射系統208中的透鏡元件242展示為垂直於y軸。以透視圖來示意地展示可程式規劃鏡面陣列204、晶圓214、輻射系統202及晶圓平臺206。投射系統208中的透鏡元件242彼此分離了固定或可調整之距離，以能夠調整待投射於晶圓214上之空間影像的焦點。此外，將一或多個透鏡元件242不同地成形，以給出所要的放大率及空間影像之焦點。舉例而言，將某些透鏡元件242成形以給出負放大率或正放大率，且將其他透鏡元件242成形以僅改良空間影像之焦點。

應瞭解，透鏡元件242之確切配置係重要的，以便以所要的放大率及焦深獲得晶圓214上影像之正確投射。在一實例中，投射系統208具有1/260之放大因數，其意味著可程式規劃圖案化陣列204上之圖案或影像在投射於晶圓214上時將降低因數260。在一實例中，視投射系統208及/或待投射於基板214上之特徵的尺寸而定，放大因數可在1/50與1/500之間變化。

應瞭解，投射系統208可具有任何所要的放大因數，例如，負(-)4，其通常係用於光罩式系統中。應瞭解，基於投

射系統PL之所要效能，所選定之許多透鏡元件可為任何所要數目。

在此實施例中，配置量度框架244以載運投射系統208及干涉量測器件234。量度框架244及投射系統208係藉由空氣吊架(air mount)248而與一基底框架246分離，以便將投射系統208及量度框架244自外部影響隔離。

晶圓平臺206與投射系統208分別具有配置於其側面上之鏡面250與252，雷射干涉儀234使用該等鏡面來量測投射系統208相對於晶圓平臺206的相對位置。雷射光束自干涉儀234傳輸且逆著鏡面250及252反射回至干涉儀234，以計算投射系統208與晶圓平臺206之間的相對位置。雷射干涉儀234之取樣率為5000 Hz，此意味著藉由干涉儀234將晶圓平臺206及投射系統208之位置每秒量測5000次。

如上文所述，當微影系統200運作時，框架系統會振動。該等振動自微影系統200之所有機械部分中發出。小的振動發生(例如)於量度框架244、投射系統208、透鏡元件242、投射系統208上之干涉儀鏡面250、干涉儀234等等中。舉例而言，基底框架246中之振動係藉由空氣吊架248而轉移至量度框架244及投射系統208，從而放大量度框架/投射透鏡系統中的全部振動。

在一實例中，量測及計算展示到，框架系統中之此等機械振動係低頻。在一實例中，基底框架之主要振動頻率(在下文中被定義為固有頻率)為約100 Hz。投射系統208參照量度框架244之固有頻率為大約150 Hz。干涉儀234與干涉

儀鏡面250及252之固有頻率分別為大約350與500 Hz。

在一實例中，如圖6中可看出，自框架系統中發出之機械振動具有其低於500 Hz之最大含頻量(frequency content)，將在下文中詳細地描述圖6。

在一實例中，框架系統中之機械振動引起晶圓平臺206與投射系統208之間的位置誤差。晶圓平臺206上之晶圓214與投射系統208之間的此位置誤差或失配將意味著空間影像在投射至晶圓214上時將被錯放。投射系統空間影像與晶圓平臺206之間之藉由干涉儀234之雷射254或256而量測的相對位置將歸因於以上所述之振動而含有位置誤差，從而引起投射於晶圓214上之影像的失配。

在另一實例中，此失配係由一基於藉由干涉儀234進行之量測而相對於空間影像將晶圓平臺/晶圓移動至所要位置之晶圓平臺伺服控制的有限效用所引起，將在下文中結合圖4對其進行論述。

例示性影像誤差

圖3A及3B展示根據本發明之一實施例之基板314上的位置影像誤差(例如，失配)。在此實施例中，沿z軸自上看見一投射於晶圓314上之特定目標部分/晶粒320上的影像360。在一實例中，影像360曝光於目標部分/晶粒320之抗蝕劑中且具有一圖案P。

參看圖3A，歸因於框架系統中之振動及晶圓平臺伺服控制之有限效用，圖案P與以粗體形式之印記362及364相對於彼此而在位置上錯放於晶圓抗蝕劑中。

參看圖3B，將圖案P曝光於大約相同的部分上，此允許圖案P之更準確的形成。

返回至圖3A，歸因於機械振動及在某種程度上歸因於伺服控制誤差，晶圓314上影像P與以粗體形式之印記362及/或364之間的錯放或失配為(例如)高達8 nm之距離D。因此，主要歸因於框架系統中之機械振動，藉由一載運待投射於晶圓314之特定區域/部分/晶粒320上之特定空間影像的雷射光源而發射之每一雷射脈衝可於x及y方向中在位置上錯放高達8 nm。

例示性控制系統

圖4展示根據本發明之一實施例包括可移動投射透鏡元件442-2之微影裝置400中的控制系統466。投射系統408中之可移動透鏡元件442(例如，透鏡元件442-2)與用於控制晶圓平臺406相對於投射系統408之移動的控制系統466之間的相互作用。基於投射系統408之空間影像與晶圓平臺406之間的所量測之失配，將藉由致動器468來移位可移動透鏡元件442-2以補償此失配。

在一實例中，透鏡元件442-2可以六個自由度來移動。六個自由度意味著x、y與z方向中之移動亦及繞x、y與z軸之旋轉移動。當在此情形中論述透鏡元件442-2(例如，透鏡或鏡面等等)之移動而不指定特定方向或旋轉時，此總是意味著具有至少六個自由度之移動。

圖5a、5b、6a、6b、6c、7a、7b、8a及8b展示根據本發明之各種實施例之控制系統的控制訊號。在描述圖4中之實

施例時將參看圖5a、5b、6a、6b、6c、7a、7b、8a及8b中所描繪之訊號，其中圖表之y軸代表電壓之振幅。

如上文結合圖2所提及，干涉儀434量測投射系統408相對於晶圓平臺406之相對位置。將藉由圖5a中所示之訊號而代表之此量測訊號I傳輸至一加法器469。晶圓平臺406相對於投射系統408之設定點界定晶圓平臺406相對於投射系統408的所要或標稱移動且被程式化於電腦470中。將藉由圖5b中所示之訊號而代表的設定點之控制訊號II傳輸至加法器469、晶圓平臺控制器471及透鏡致動器控制器472。

在圖5b所示之實例中，設定點為三角波訊號II，其描述晶圓平臺406相對於投射系統408之所要移動。然而，圖5a中之訊號I展示晶圓平臺406相對於投射系統408之藉由干涉儀234而量測的真實移動。如圖5a中可看出，歸因於框架系統中之機械振動及操縱晶圓平臺406之移動的控制系統466中之誤差，藉由漣波及雜訊而重疊三角形訊號I。

圖6a、6b及6c展示一訊號III，其為訊號I與II之間的差值。將訊號I與II一起加入加法器469中以達成該等訊號之減法。訊號III代表投射系統408與晶圓平臺406之間的位置誤差，並將其傳輸至晶圓平臺控制器471及透鏡致動器控制器472。

在此實例中，位置誤差訊號III主要具有低含頻量，此在圖6a中得以說明。在圖6a中，可看出訊號在高達約500 Hz之不同頻率處具有共振。舉例而言，在約100、200、300、400及500 Hz處出現振幅峰值。圖6b說明與圖6a中之訊號相

同的訊號，但是在時域而非頻域內。圖 6b 中將如上文所述之干涉儀樣本展示為橫越位置誤差訊號 III 之線。

基於來自加法器 469 之位置誤差訊號 III 及來自電腦 470 之訊號 II，晶圓平臺控制器 471 計算一被傳輸至長及短衝程模組 473 之控制訊號 IV。晶圓平臺控制器 471 中之訊號處理模組(未圖示)(例如，積光器、微分器、凹口波濾波器(notch filter)及其他彎曲成形演算法)分別處理訊號 II 與 III，且輸出為一晶圓平臺控制訊號 IV，該晶圓平臺控制訊號在 DAC 474 中自一數位訊號轉換成一類比訊號。訊號 IV 主要具有低含頻量，其可於圖 7a 及 7b 中看出，其中在約 100 Hz 處出現振幅峰值。在放大器 475 中放大訊號 IV，並將其轉遞至長及短衝程模組 473 以用於考慮到補償位置誤差訊號 III 而將晶圓平臺 406 移動至所要位置。

藉由干涉儀 234、加法器 469、晶圓平臺控制器 471、DAC 474、放大器 475 與長及短衝程模組 473 而代表之移動晶圓平臺 406 的回饋迴路用以補償投射系統 408 與晶圓平臺 406 之間的失配。然而，框架系統中之振動的影響亦及回饋迴路中歸因於(例如)經由晶圓平臺控制器 471 而回饋至長及短衝程模組 473 之干涉儀量測中之延遲的伺服誤差仍可引起空間影像之間高達約 8 nm 的失配。

因此，在此實例中，致動器控制器 472、致動器 468 及可移動透鏡元件 442-2 之一目的係補償以上所述之回饋迴路中之預測誤差及框架系統中之振動。此補償係藉由移位透鏡元件 442-2 以將空間影像導向至晶圓 414 之正確部分(例

如，如圖 3b 中所描繪)來完成。可將致動器控制器 472、致動器 468 及可移動透鏡元件 442-2 看作一前饋迴路，以下將參考圖 6b、6c、8a 及 8b 中所示之訊號對其進行更詳細地描述。

在一實例中，為前饋補償，將設定點訊號 II 及位置誤差訊號 III 饋入至透鏡致動器控制器 472。基於描述晶圓平臺 406 相對於投射系統 408 之所要移動/位置的設定點及設定點與晶圓平臺 406 相對於投射系統 408 之實際移動之間的誤差訊號，致動器控制器 472 將計算或預測關於應如何於特定時間點時移動透鏡元件 442-2 以補償該時間點時之晶圓平臺誤差的值。

在一實例中，圖 6c 中展示圖 6b 中由虛線圓形 A 所環繞之位置誤差訊號 III 的一部分，其中為清晰之目的已將其放大。如圖 6b 中藉由(例如)橫越位置誤差訊號 III 之線 1 至 7 所示，致動器控制器 472 具有關於過去在干涉儀樣本期間誤差訊號 III 之時間及振幅位置的資訊。

在一實例中，已展示到，如上文所述，位置誤差訊號 III 之含頻量主要低於 500 Hz。因為干涉儀 434 之量測樣本為 5000 Hz，所以相位滯後(圖式中不可見)將不會超出大約 $500/5000 \times 360^\circ = 36^\circ$ 。因此，因為位置誤差訊號 III 具有低含頻量且干涉儀 434 之取樣頻率遠高於位置誤差訊號 III 之最高頻率，所以有可能利用先前樣本處之過去誤差訊號值及關於時間滯後 P1、P2 之知識來外推且近似或預測位置誤差訊號 III。

在圖6c所示之實例中，一訊號處理系統(藉由具有有限取樣頻率之干涉儀434的量測、加法器中的總和、晶圓平臺控制器471中之訊號的處理、經由長衝程及短衝程模組473將電訊號變換成晶圓平臺406的機械移動及系統為數位之純粹事實而代表)總是滯後於由時間軸上T及誤差振幅軸上A所代表之即時當前情形。因此，該訊號處理系統僅具有關於即時當前情形T、A之前幾個樣本之位置誤差訊號III之誤差振幅的資訊。舉例而言，如圖6c中可看出，在一所要情況下，訊號處理系統僅滯後於由時間滯後 ρ_1 、 ρ_2 所代表之一或兩個樣本。

在一實例中，致動器控制器471之一目的係藉由設法預測即時當前時間T時位置誤差訊號III之即時當前振幅A來補償數位訊號處理系統之此缺陷。在時間點T時藉由 $A(pn-d)$ 而代表之位置誤差訊號III的預測行為(見圖6c中的虛線)係源自任意數目之先前樣本1、2、3、4、5、6、7及時間滯後 ρ_1 、 ρ_2 處任意數目之過去誤差訊號值的外推法。

舉例而言，當存在兩個樣本P2之時間滯後時，該外推法係基於在樣本1至7或更多處之誤差值，其中該外推法係藉由起始於樣本1、P2處之誤差值並終止於時間點T時之誤差值 $A_{(pred)}$ 處的虛線而代表。應認識到，當前誤差值A與時間點T時之預測誤差值 $A_{(pred)}$ 之間之誤差振幅的差值代表剩餘的殘餘誤差 δ 。預測誤差值 $A_{(pred)}$ 與樣本1、 ρ_2 處之誤差值之間的差值代表外推法之改良。

應瞭解，若訊號處理系統僅滯後於一樣本 ρ_1 ，則外推法

將更佳，且殘餘誤差 δ 將降低，因為該外推法係基於較短的時間段(僅一樣本時間滯後)及樣本1-7或更多之相同數目的誤差值。

亦應瞭解位置誤差訊號III之較小的主要頻率、較小的相位滯後(圖式中不可見)，其結果給出較佳的預測。舉例而言，若位置誤差訊號之主要頻率為約100 Hz，則相位滯後將為 $100/5000 \times 360^\circ = 7.2^\circ$ ，此慮及甚至更佳於圖6c中所給出之預測的預測。所預測之位置誤差訊號值 $A_{(pred)}$ 係藉由致動器控制器472而前饋至致動器468，以用於操縱可移動透鏡元件442-2以補償當前失配。

在一實例中，對於每一干涉儀樣本或干涉儀樣本群，可於致動器控制器472中預測新預測之位置誤差訊號 $A_{(pred)}$ 並將其前饋至致動器468。舉例而言，若歸因於框架系統中之振動而將空間影像在X方向中錯放幾nm，則致動器468基於自致動器控制器472而前饋之訊號V應在相同或另一方向中移動透鏡元件442-2，使得空間影像更接近於晶圓414上的所要位置來投射(例如，參看圖3b)。

如上文所述，透鏡元件442-2之移動可為在所有六個自由度中的移動。在一實例中，透鏡元件442-2之移動可為繞z軸之旋轉移動，以將光束導向至晶圓414上的所要部分。在另一實例中，移動可為透鏡元件442-2繞y軸或x軸之斜移(tilt)。

在一實例中，致動器控制器472中之訊號處理模組(未圖示)(例如，積分器、微分器、凹口波濾波器及其他彎曲成形

演算法)分別處理訊號II與III，且輸出係一於DAC 476中自數位訊號轉換為類比訊號的預測控制訊號V。

圖8展示根據本發明之一實施例之前饋至致動器468的預測控制訊號V。如圖4中所示，將控制訊號V在放大器478中放大至一適合於致動器468之位準。

在各種實例中，致動器468可為壓電型或勞倫茲(lorentz)型。

在壓電型之情況下，致動器468將由透鏡致動器控制器472所提供之控制訊號V的電壓值轉譯為透鏡元件442-2之機械移動。

在勞倫茲型之情況下，致動器468將由透鏡致動器控制器472所提供之控制訊號V的電壓值轉譯為勞倫茲線圈之磁場中的變化，從而移動勞倫茲磁體及附著於其上之透鏡元件442-2。

在一實例中，將透鏡元件442-2設計為輕的且藉由致動器468而可容易移動。應瞭解，可將若干可移動透鏡元件442及相關聯之致動器468用於投射系統408中。然而，在此實施例中，僅論述一可移動透鏡元件442-2及其相關聯之致動器330。一可移動透鏡元件442-2經設計以於晶圓W焦平面處產生x及y移位而不引起晶圓焦平面處波前像差的顯著增加。

實驗室環境中之實驗已展示到，可達成於晶圓W焦平面處具有不超過約0.05 nm之波前像差增加的此透鏡元件。已展示到，高階任尼克(zernike)項不受小於大約0.05 nm之小

透鏡平移的影響，從而引起小波前像差。已執行了測試，其展示到，透鏡元件442-2約86 nm之移位導致晶圓414上約1.5 nm的x及y移位，從而引起大約0.017之敏感度。因此，為了修正虛線中之影像P與影像P之間之8 nm的x及y錯放，例如，如圖3a中所示，透鏡元件442-2之移位S必須不超過約460 nm。

例示性投射系統

在一實例中，包括在投射系統408上施加力之致動器468、移動透鏡元件442-2及所有其他部分(例如，電纜、冷卻系統、雜訊等等)在內的投射系統408之加速度不應超過 0.5 mm/s^2 。投射系統408之較高的加速度可引起投射元件(例如，元件242)上之變形。若來自(例如)透鏡元件442-2之力將導致過高的加速度，則使用平衡塊或排斥塊將降低被施加於投射系統408上之力。以六個自由度之快速移動投射元件442-2(例如，鏡面元件或透鏡元件)當然將於投射系統408上施加較大的力，從而引起投射系統408之可超過約 0.5 mm/s^2 的總加速度。

在一實例中，此係藉由使用平衡或排斥塊來解決。在此實例中，藉由移動透鏡元件442-2及移動致動器468而產生之加速力將被置於平衡或排斥塊而非投射系統408及量度框架444。

圖9A及9B展示根據本發明之各種實施例的投射系統，其展示(例如)重力塊980與可移動投射元件942-2之間的關係。舉例而言，圖9A及9B揭示具有配置於投射系統908內

部之重力塊980的兩個不同實施例。

圖9A揭示作為一配置於投射系統908內之支撐結構981上之平衡塊的重力塊980。一磁體982附著至透鏡元件942-2。來自致動器控制器472之控制訊號V將改變附著至平衡塊980之線圈983的磁場，從而引起將磁體982及附著至磁體982之透鏡元件942-2移位距離S。同時，平衡塊980經由元件984而相對於磁體982在相反方向中移動於支撐結構981上。因此，將透鏡元件942-2之加速力置於平衡塊980中。

圖9B展示作為一排斥塊的重力塊980'。排斥塊980'係藉由彈簧配置986而附著至投射系統908之壁985。雖然原理與9a中的原理相同，但是在此情況下，磁體982及所附著之透鏡元件942-2之移動將引起排斥塊980'之相反方向中的移動，其壓縮或減壓彈簧配置986。加速力將被置於彈簧配置986及投射系統908之壁985中。

應瞭解，儘管圖9A及/或9B僅展示一移動透鏡元件942-2，但是其他實例允許一或多個其他元件942移動。具有根據圖9A及/或9B之實施例之重力塊的相同原理適用於各種投射元件，包括(但不限於)鏡面元件或透鏡元件。

圖10展示根據本發明之一實施例之具有可移動鏡面元件1042的投射系統1008。圖10係本發明之一替代實施例，其包含(儘管未完全圖示)與圖1及4中所揭示之組件基本上相同的組件。然而，在圖10中，已藉由基於鏡面之可移動透鏡元件1042代替了基於透鏡之可移動透鏡元件942-2。因此，與以上結合先前圖所論述之投射空間影像P且補償振動

及伺服控制誤差之原理相同的原理適用於圖10中所揭示之實施例。

在此實施例中，一致動器1068連接至可移動鏡面元件1042，以與結合先前圖所說明之方式相同的方式來補償框架系統中之振動及晶圓平臺之伺服控制誤差。在一實施例中，如上文所述，鏡面元件1042係以六個自由度而移動。因為鏡面元件1042反射光束110，所以鏡面元件1042之所要移動將為沿x軸之平移/移動，以將光束110導向至晶圓之所要的目標部分。

在一實施例中，若干鏡面元件1042可與其相關聯的致動器一起來使用。

又，在一實施例中，如圖4中所示之可移動透鏡元件442與如圖10中所示之可移動鏡面元件1042兩者之組合可用以達成所要的影像誤差修正。

在一實施例中，具有光學元件之所有投射系統(例如，步進器、掃描器、無光罩系統、用於製造平板顯示器之投射系統等等)可使用以上所論述之移位一投射元件(包括(但不限於)鏡面或透鏡元件)以移位空間影像來補償框架系統中之振動及伺服控制誤差的思想。

結論

儘管以上已描述了本發明之各種實施例，但是應瞭解，其僅係藉由實例而非限制來提供。對於熟習此項技術者而言顯而易見的是，可在其中進行形式及細節上的各種改變而不脫離本發明之精神及範疇。因此，本發明之外延及範

疇不應受到任何以上所描述之例示性實施例的限制，而應僅根據以下申請專利範圍及其均等物而界定。

應瞭解，僅實施方式部分係用以解釋所附申請專利範圍，而非此文獻之發明內容及摘要部分。

【圖式簡單說明】

圖1描繪根據本發明之一實施例的微影裝置。

圖2為根據本發明之一實施例之微影裝置的示意圖。

圖3A及3B展示根據本發明之一實施例之基板上的位置影像誤差。

圖4展示根據本發明之一實施例包括可移動投射透鏡元件之微影裝置中的控制系統。

圖5a、5b、6a、6b、6c、7a、7b、8a及8b展示根據本發明之各種實施例之控制系統的控制訊號。

圖9A及9B展示根據本發明之一實施例之展示重力塊與可移動投射元件之間之關係的投射系統。

圖10展示根據本發明之一實施例之具有可移動鏡面元件的投射系統。

上文已參看隨附圖式描述了本發明。在該等圖式中，相同的參考數字可指示相同的或在功能上類似的元件。

【主要元件符號說明】

100	微影投射裝置
102	輻射系統
104	個別可控元件陣列/個別可控元件
106	載物台/基板台

108	投射系統("透鏡")
110	光束
112	輻射光源
114	基板
116	定位器件
118	光束分光器
120	目標部分
122	輻射光束
124	照明系統/照明器
126	調節器件
128	調整器件
130	積光器
132	聚光器
134	干涉量測器件
136	底板
138	干涉光束
140	光束分光器
200	微影裝置/微影系統
202	輻射系統
204	可程式規劃鏡面陣列/可程式規劃圖案化 陣列
206	晶圓平臺
208	投射系統
214	晶圓

234	干涉量測器件/雷射干涉儀
240	光軸
242	透鏡元件
244	量度框架
246	基底框架
248	空氣吊架
250、252	鏡面
254、256	雷射
330	致動器
314	基板/晶圓
320	目標部分/晶粒/特定區域
360	影像
362、364	印記
400	微影裝置
406	晶圓平臺
408	投射系統
414	晶圓
434	干涉儀
442	透鏡元件
444	量度框架
466	控制系統
468	致動器
469	加法器
470	電腦

471	晶圓平臺控制器
472	透鏡致動器控制器
473	長及短衝程模組
474	DAC
475	放大器
476	DAC
478	放大器
908	投射系統
942-2	可移動投射元件/透鏡元件
980	重力塊/平衡塊
980'	重力塊/排斥塊
981	支撐結構
982	磁體
983	線圈
984	元件
985	壁
986	彈簧配置
1008	投射系統
1042	可移動鏡面元件/可移動透鏡元件
1068	致動器

五、中文發明摘要：

本發明揭示一種微影裝置、一種器件製造方法及一種用於一微影裝置內的投射元件。該微影裝置具有：一輻射系統，其用於提供一脈衝輻射光束；一圖案化器件，其用於給予該光束一圖案以形成一圖案化輻射光束；及一投射系統，其具有一用於將該圖案化光束投射於一基板之一目標部分上的投射元件。該裝置進一步包含一用於移動該投射元件，以用於在該輻射系統之至少一脈衝期間移位投射於該基板上之該圖案化光束的致動器。可完成此，以補償一固持該基板之基板台與該投射系統之一空間影像(aerial image)之間的一位置誤差。該位置誤差可歸因於該微影裝置之框架系統中的機械振動而發生。

六、英文發明摘要：

十一、圖式：

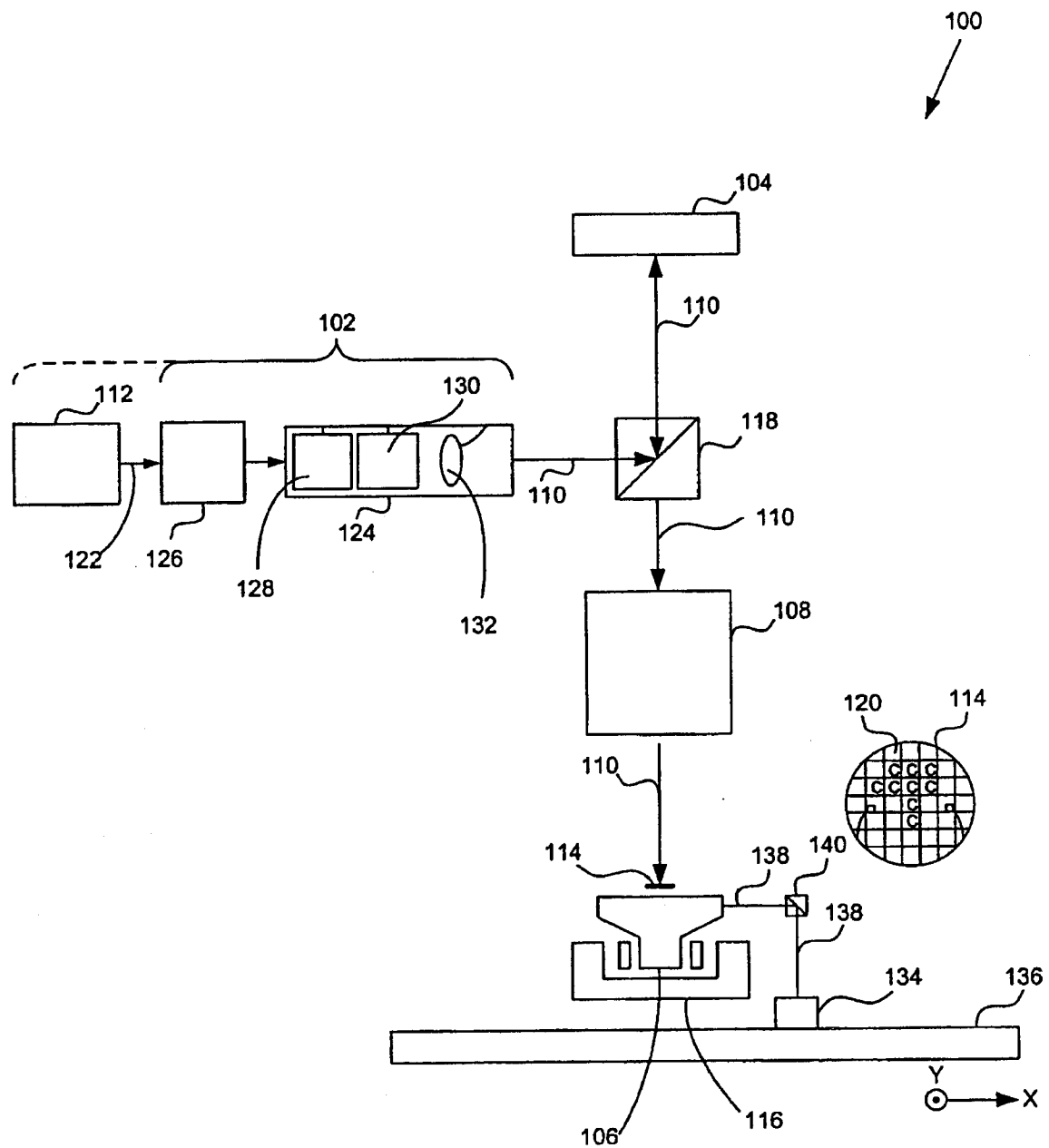


圖 1

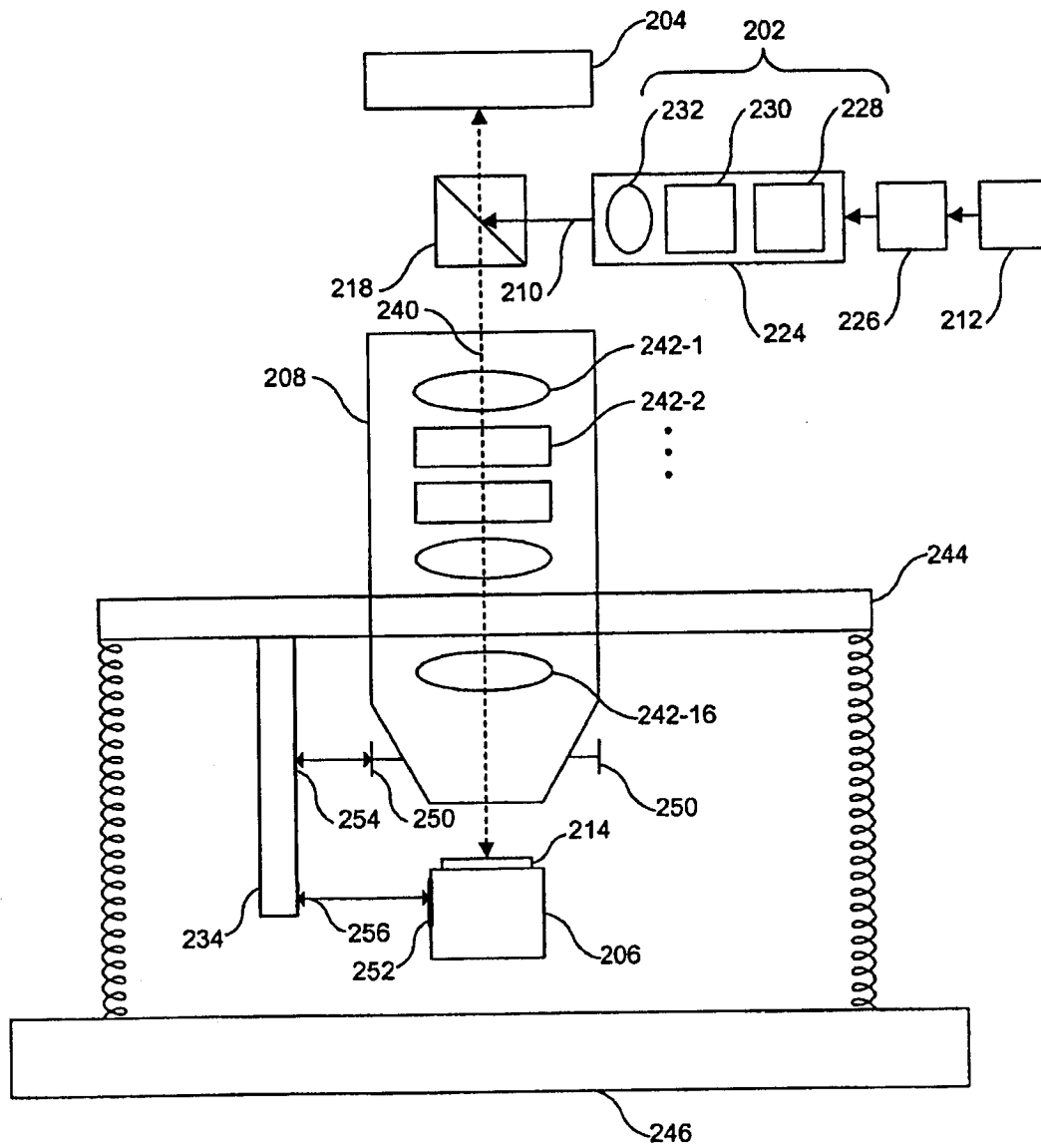


圖2

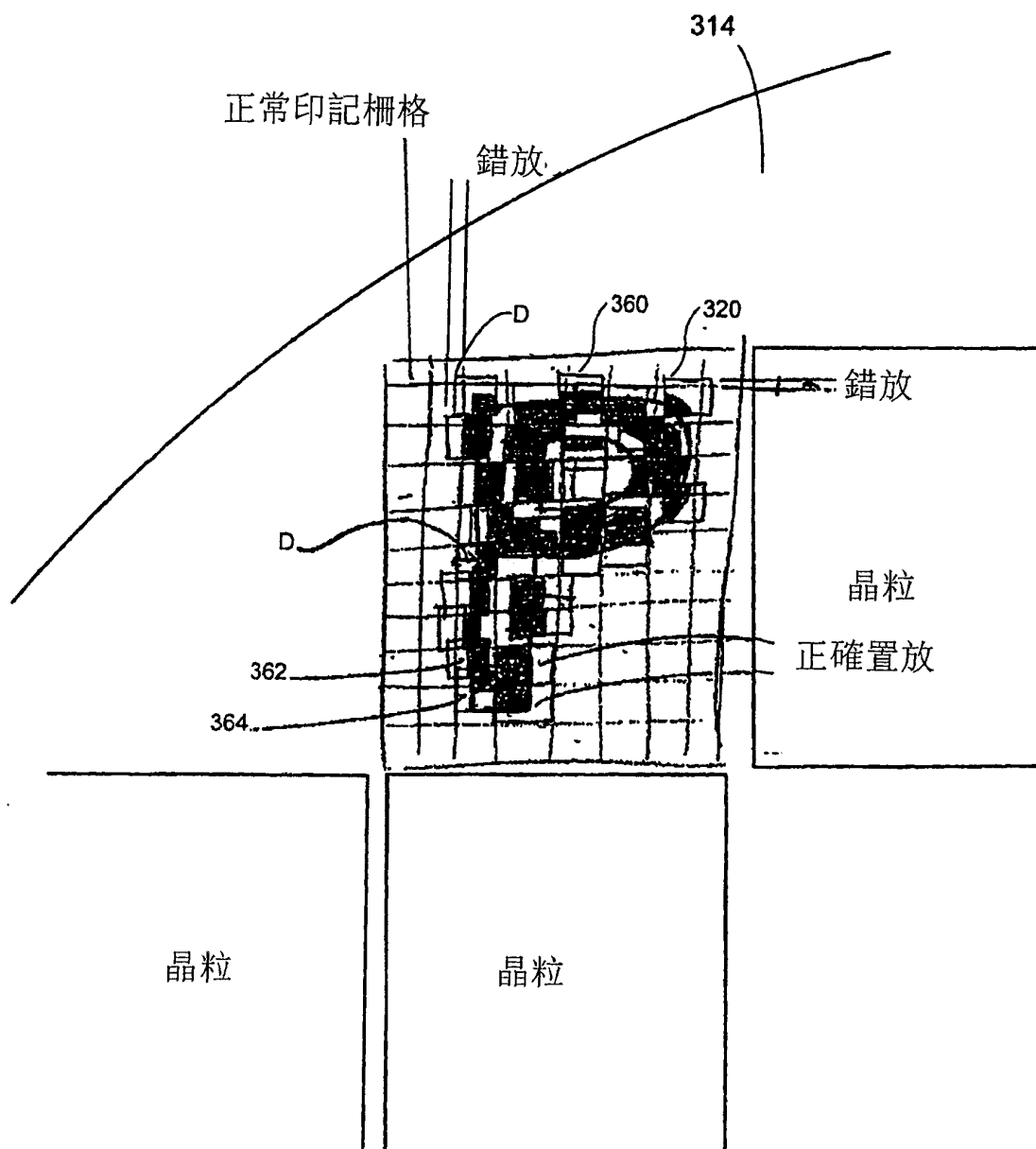


圖3A

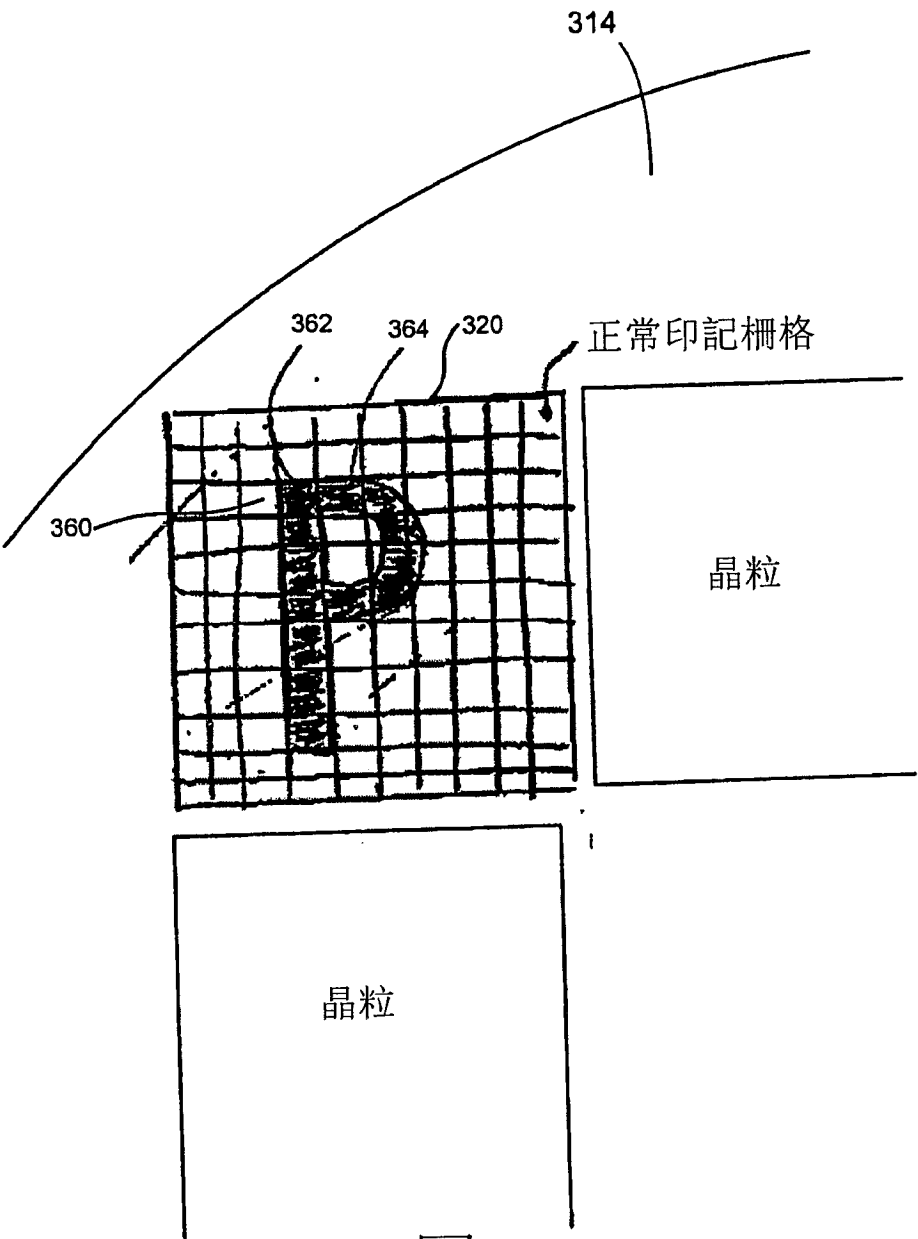


圖3B

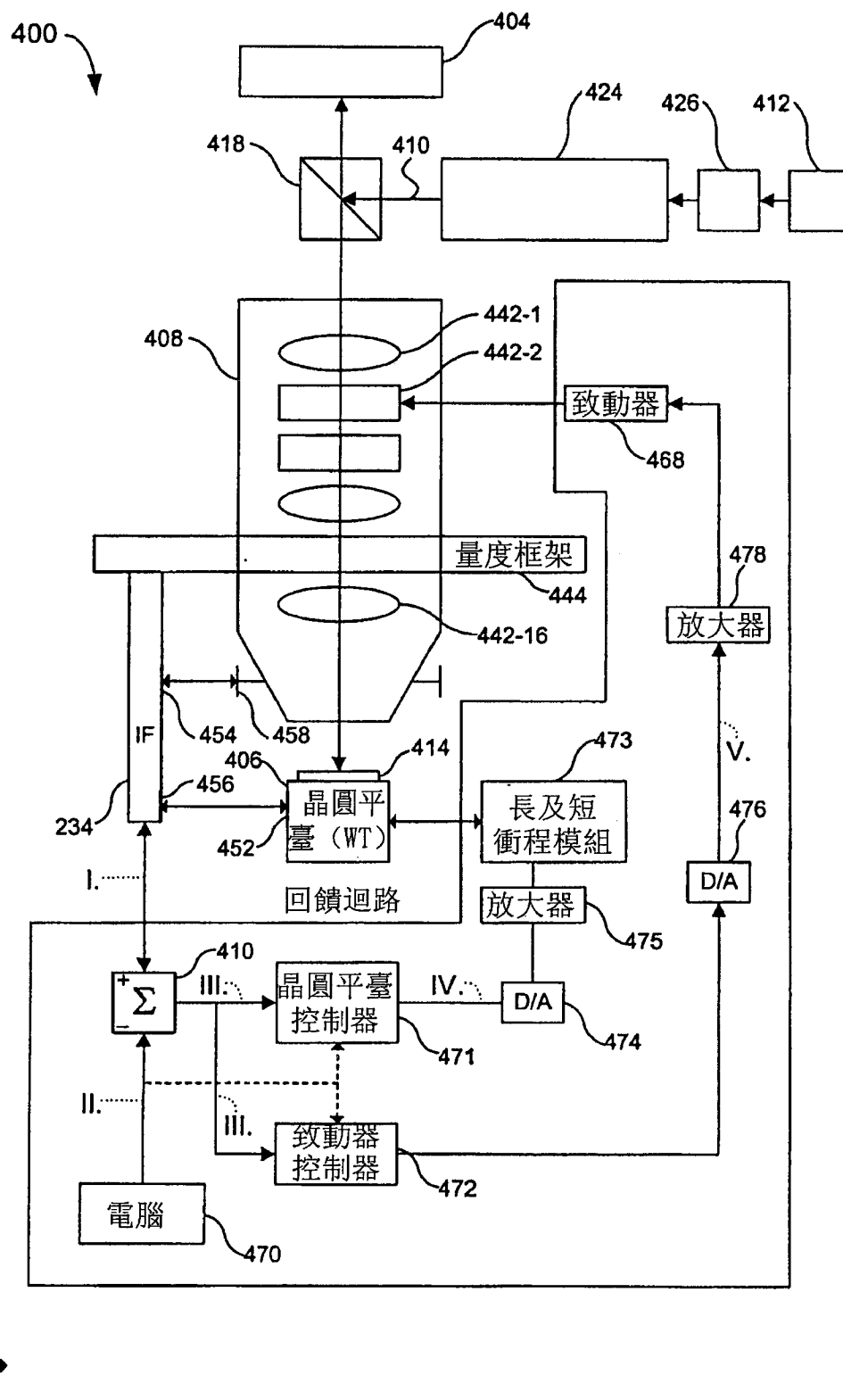


圖4

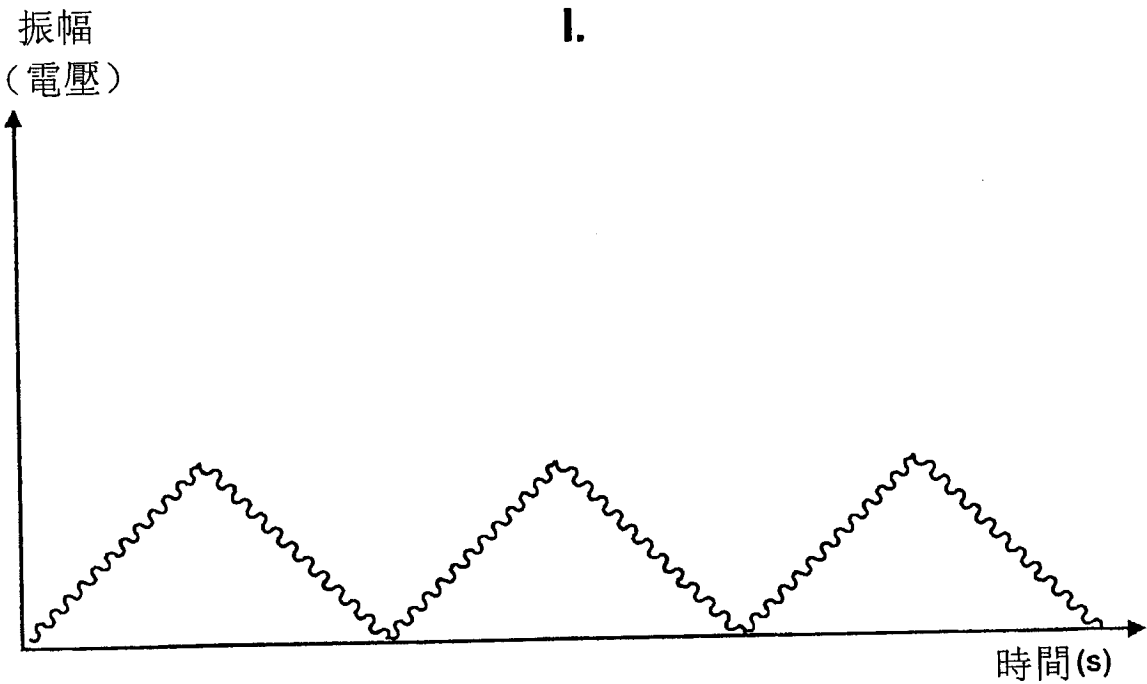


圖5A

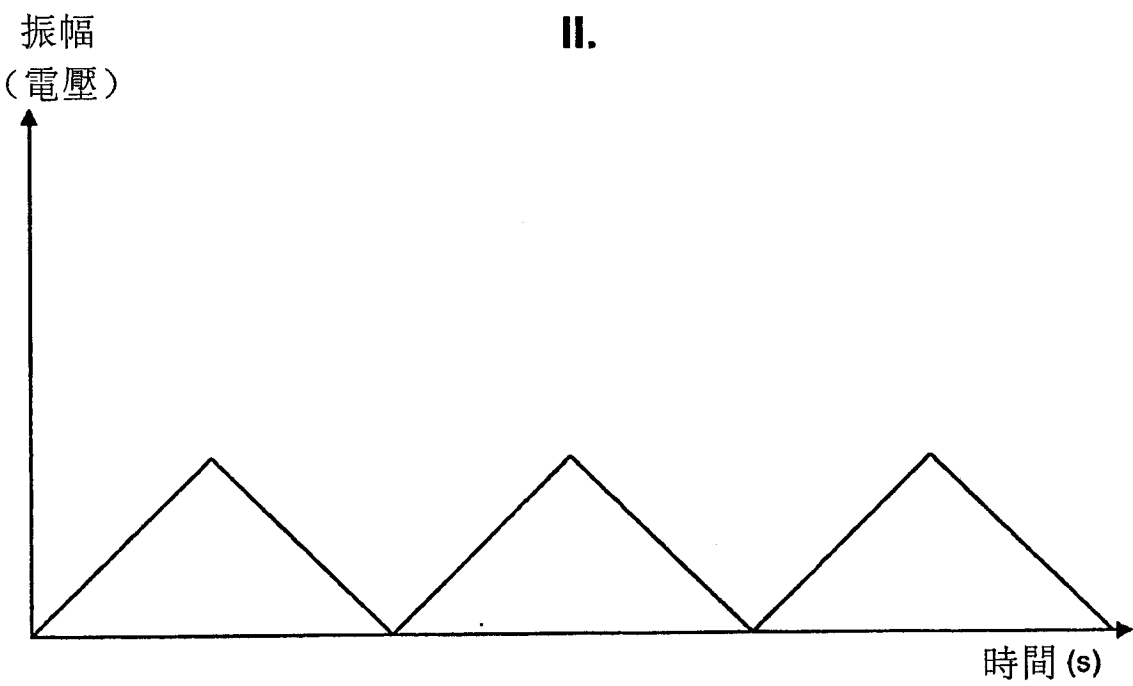


圖5B

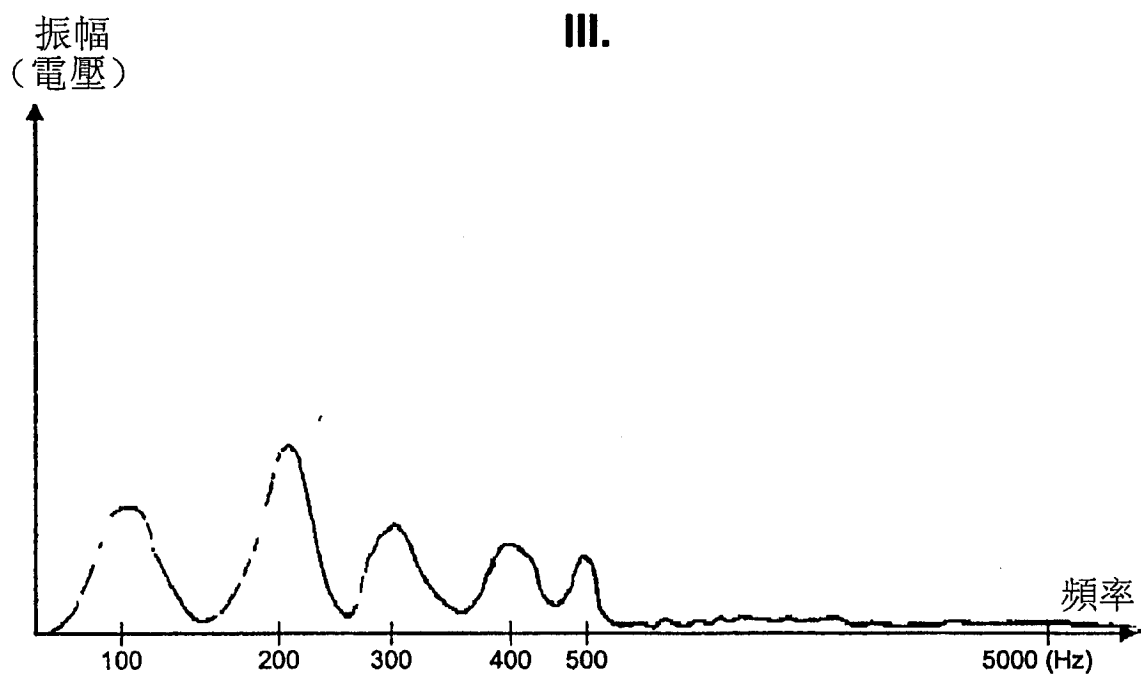


圖6A

IV.

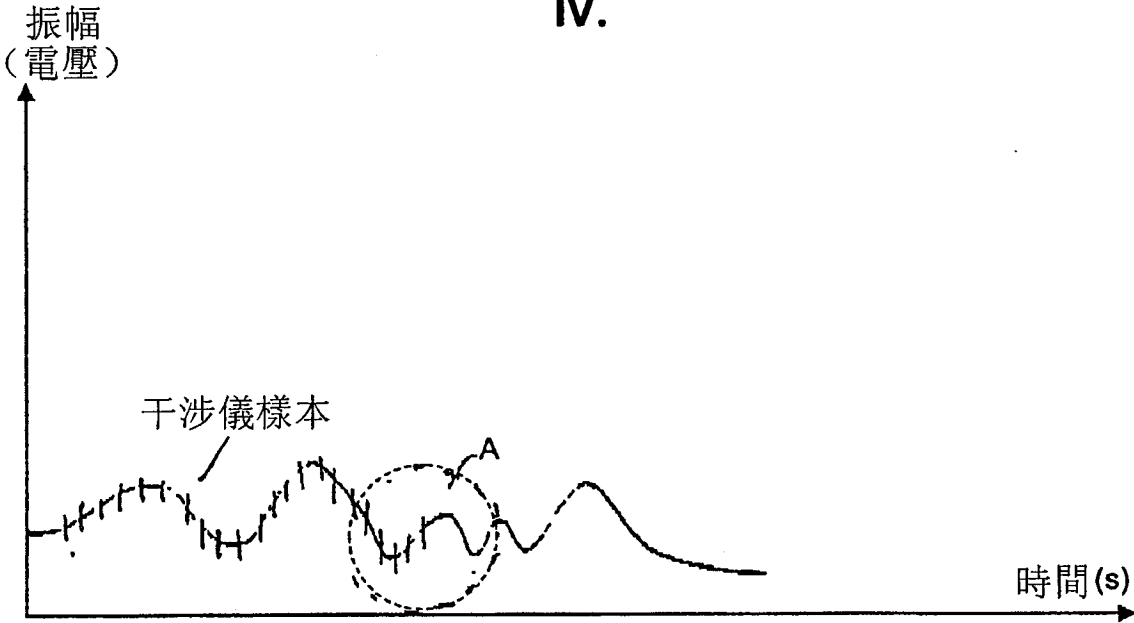


圖6B



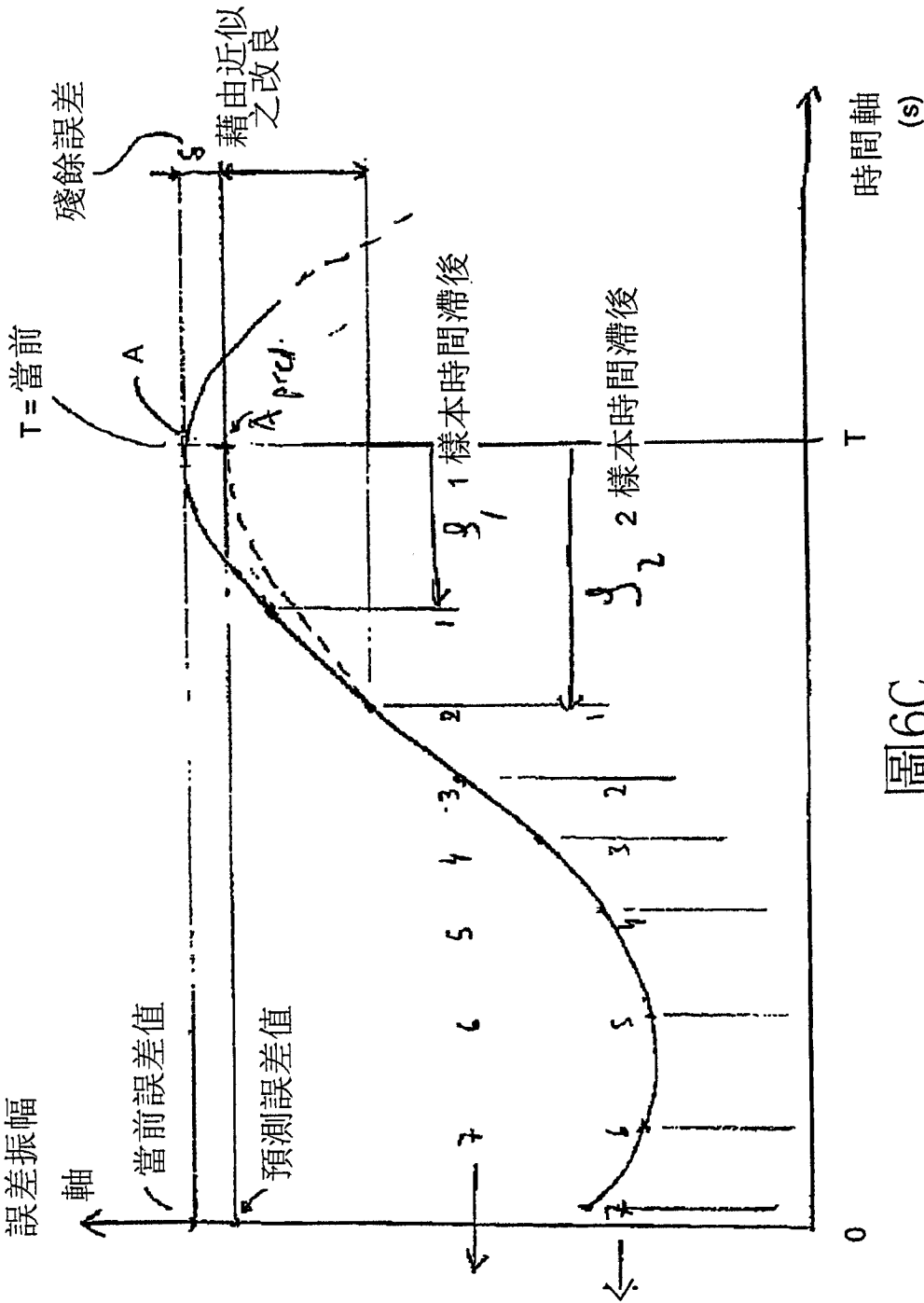


圖6C

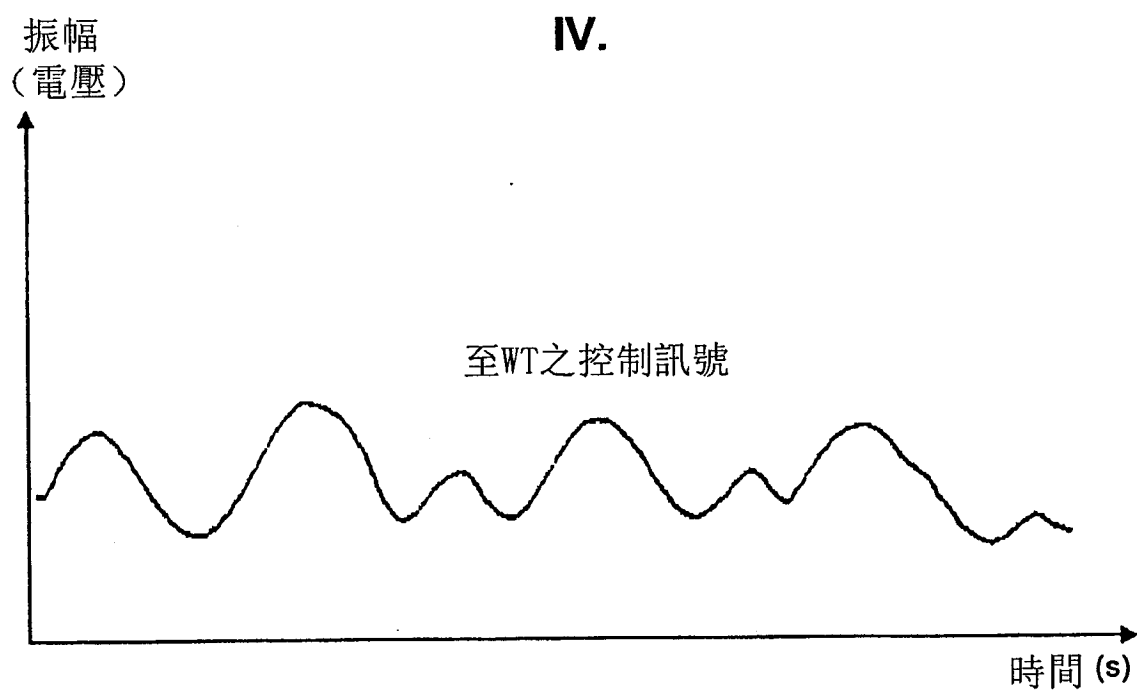


圖 7A

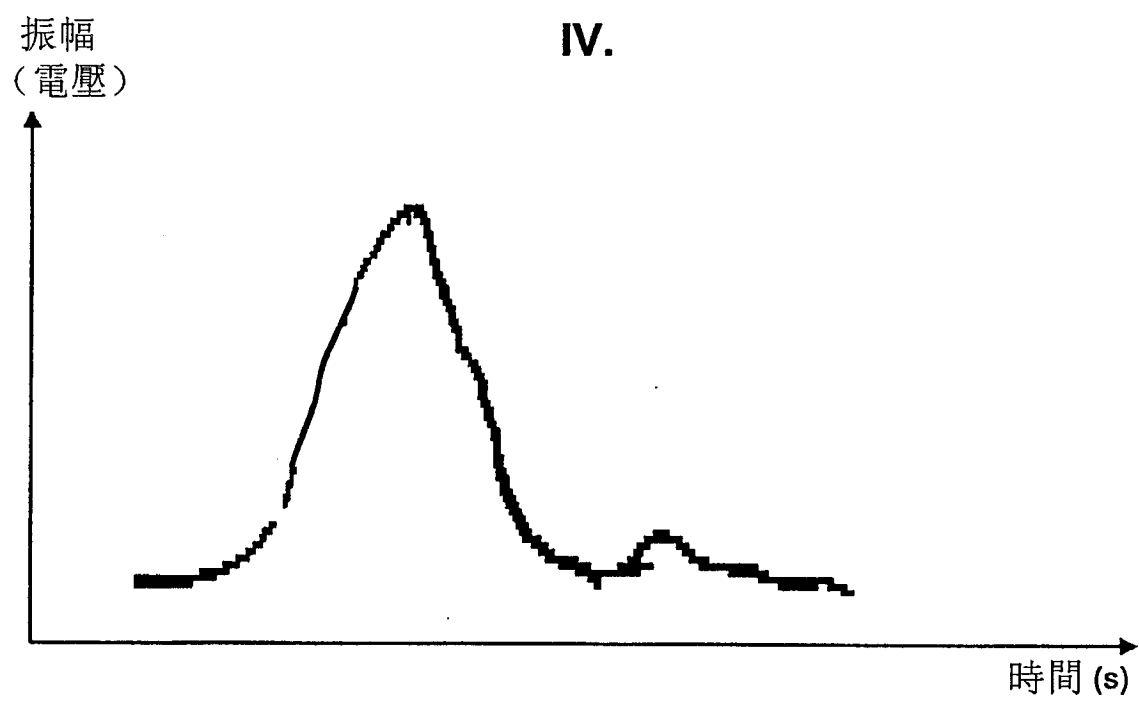


圖7B

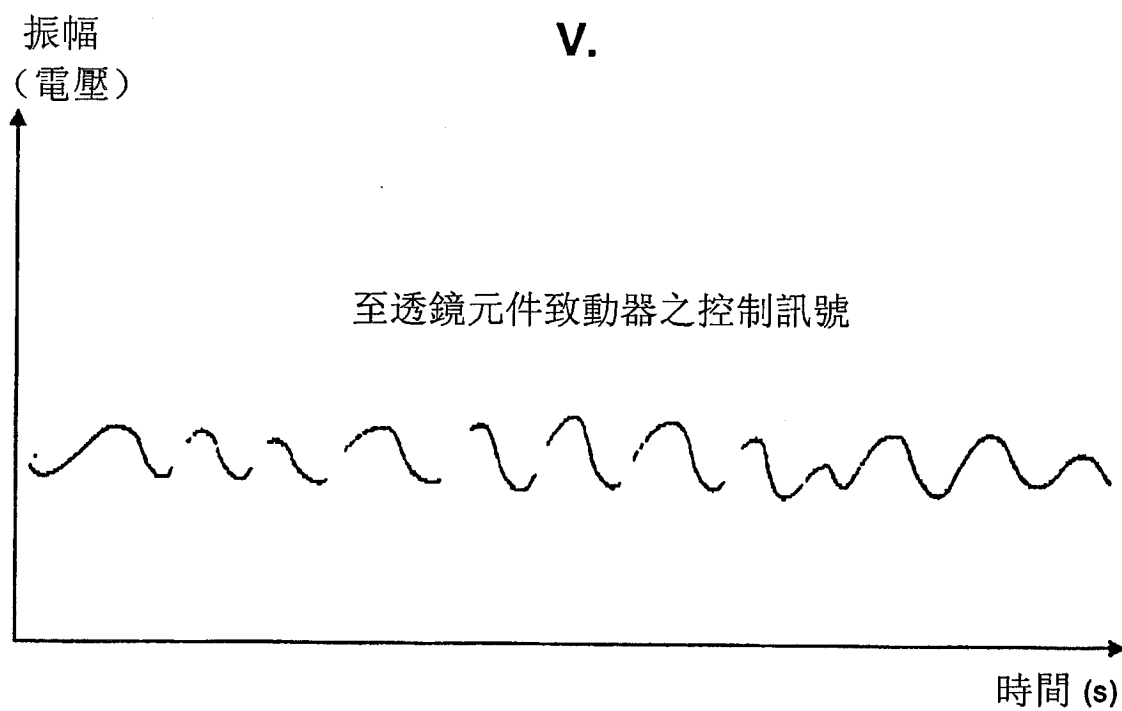
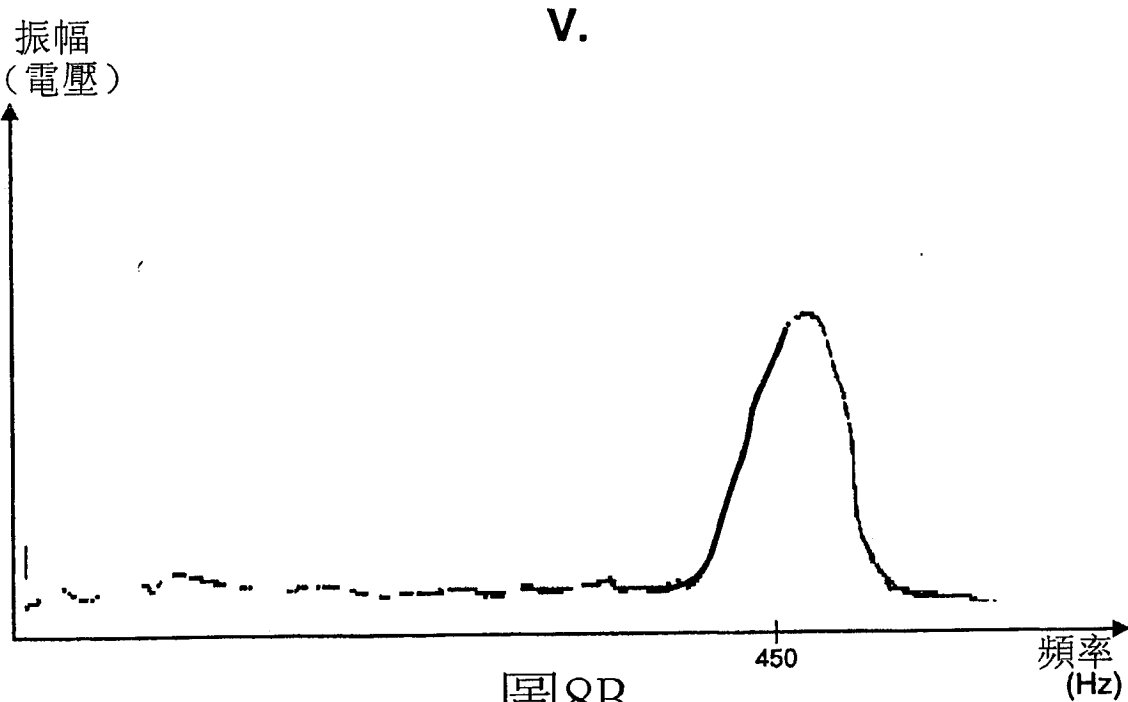


圖8A



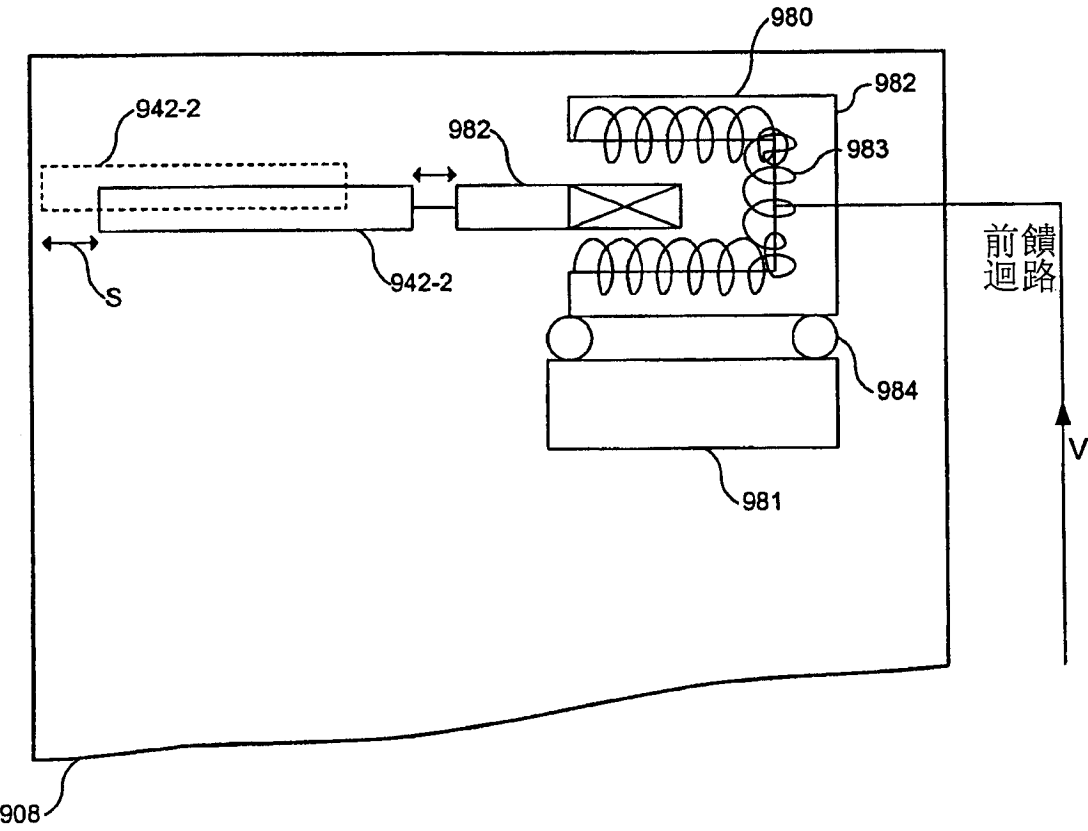


圖9A



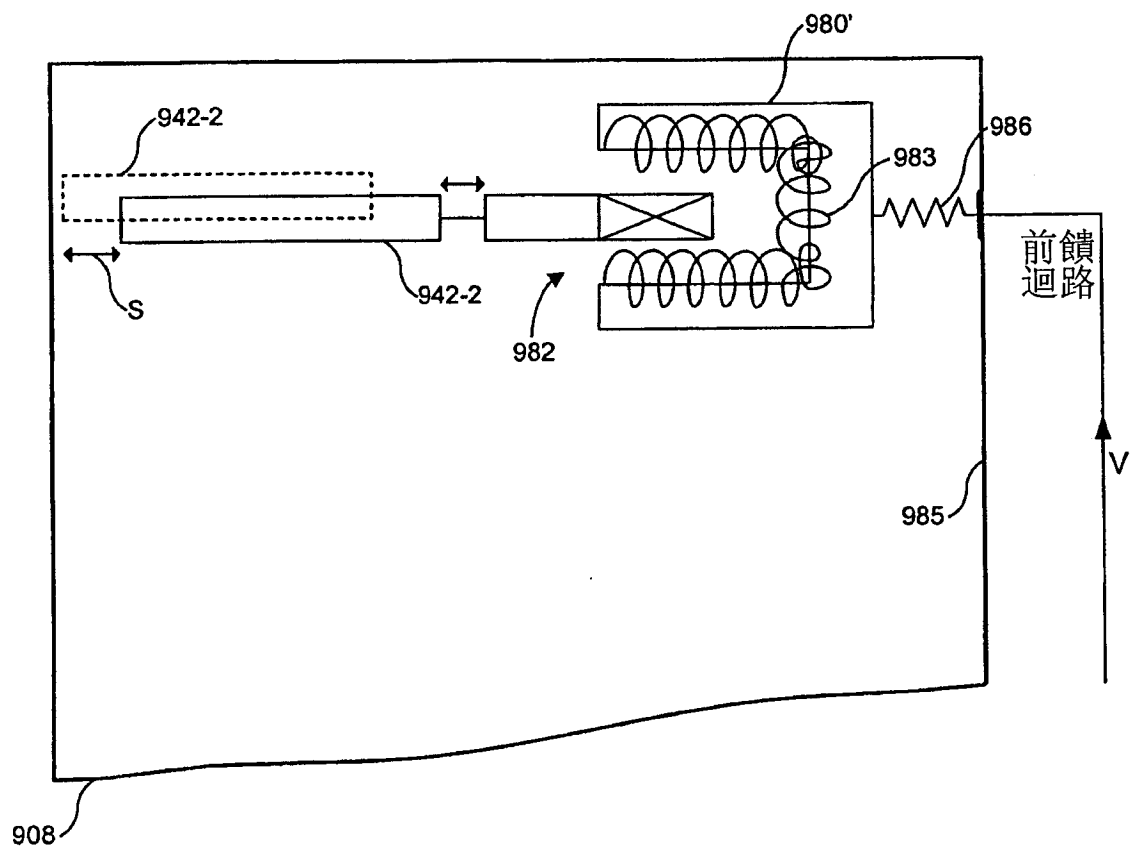


圖9B

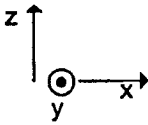
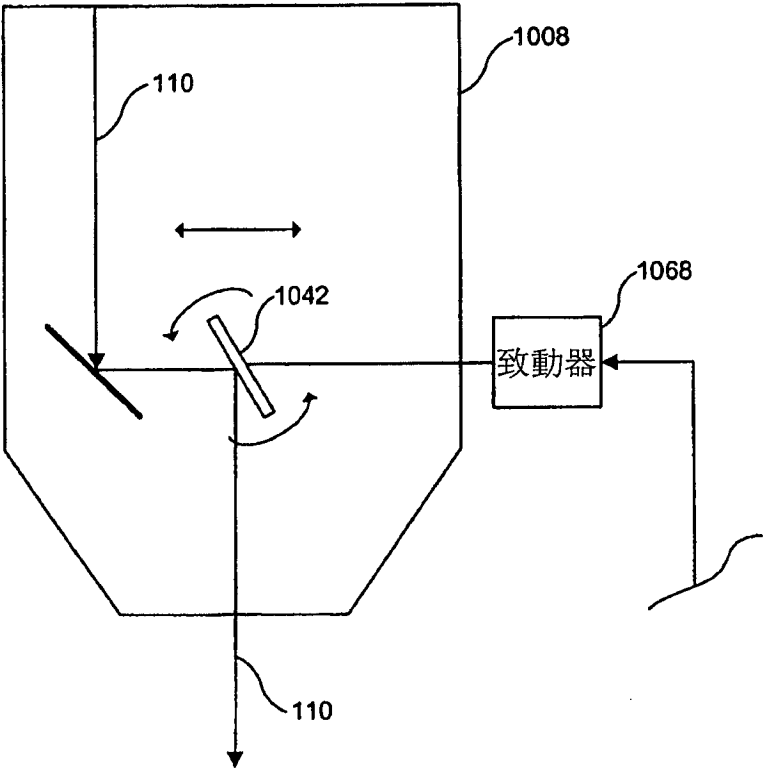


圖10



七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (2) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

202	輻射系統
204	可程式規劃鏡面陣列/可程式規劃圖案化陣列
206	晶圓平臺
208	投射系統
214	晶圓
234	干涉量測器件/雷射干涉儀
240	光軸
242	透鏡元件
244	量度框架
246	基底框架
250、252	鏡面
254、256	雷射

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)

發明專利說明書

中文說明書替換頁(96年4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)

公告本

※申請案號：94139029

※申請日期：94-11-7

※IPC 分類：G03F 7/20 (2006.01)

H01L 21/027 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

微影裝置及關於微結構之器件製造方法

LITHOGRAPHIC APPARATUS AND METHOD OF

MANUFACTURING DEVICE INVOLVING FINE STRUCTURES

二、申請人：(共2人)

姓名或名稱：(中文/英文)

1. 荷蘭商 ASML 荷蘭公司
ASML NETHERLANDS B.V.
2. 荷蘭商 ASML 控股公司
ASML HOLDING N.V.

代表人：(中文/英文)(簽章)

1. A J M 范 赫夫
VAN HOEF, A.J.M.
2. 湯恩 范 赫夫
VAN HOEF, TON

住居所或營業所地址：(中文/英文)

1. 荷蘭維德哈維市魯恩路 6501 號
DE RUN 6501, NL-5504 DR VELDHoven, THE NETHERLANDS
2. 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)

1. 荷蘭 THE NETHERLANDS
2. 荷蘭 THE NETHERLANDS

十、申請專利範圍：

1. 一種微影裝置，其包含：

一輻射系統，其提供一脈衝輻射光束；

一圖案化器件，其藉由一圖案而圖案化該光束以形成一圖案化輻射光束；

一投射系統，其具有一投射元件，該投射系統將該圖案化輻射光束投射至一基板臺上之一基板的一目標部分上；及

一致動器，其移動該投射元件，以在該輻射系統之至少一脈衝期間移位投射於該基板上的該圖案化輻射光束，以補償該基板台與該投射系統之一空間影像之間的一位置誤差；

一致動器控制器，其監視關於該基板台與該投射系統之該空間影像之間之該位置誤差的資訊，且將該資訊作為一位置誤差訊號提供至該致動器，其中該致動器回應於該提供之資訊而移動該投射元件，其中該致動器控制器使用該位置誤差訊號之先前值及一時間滯後，來判定該等隨後位置誤差值，該等隨後位置誤差值被傳輸至該致動器以移動該投射元件。

2. 如請求項1之微影裝置，其中該致動器包含一壓電器件或一勞倫茲器件中之一者。

3. 如請求項1之微影裝置，其進一步包含：

一耦合至該投射元件之重力塊，其中藉由該投射元件之該移動而產生之加速力係藉由該重力塊而吸收。

4. 如請求項3之微影裝置，其中該重力塊形成該致動器之一部分。
5. 如請求項3之微影裝置，其中該重力塊包含一平衡塊或一排斥塊。
6. 如請求項1之微影裝置，其中該投射元件係一透鏡元件。
7. 如請求項6之微影裝置，其中該透鏡元件執行一繞一Z軸之旋轉移動。
8. 如請求項1之微影裝置，其中該投射元件係一鏡面元件。
9. 如請求項8之微影裝置，其中該鏡面元件執行一沿一x軸之平移移動。
10. 如請求項1之微影裝置，其中使用複數個投射元件，且其中該等投射元件包含透鏡元件、或鏡面元件、或其之一組合。
11. 如請求項1之微影裝置，其中該圖案化器件包含一個別可控元件陣列。
12. 如請求項11之微影裝置，其中該個別可控元件陣列為一空間光調變器或一可程式規劃鏡面陣列。
13. 一種關於微結構之器件製造方法，其包含：
 - 使用一圖案化器件來圖案化一輻射光束；
 - 使用一投射系統之一投射元件將該圖案化光束投射至一基板臺上之一基板的一目標部分上；
 - 藉由移動該投射元件以在該輻射光束之至少一脈衝期間移位該圖案化光束，來補償一基板台與該投射系統之一空間影像之間的一位置誤差；

監視對應於該基板台與該投射系統之間之該位置誤差的資訊；

使該資訊與該投射元件之移動相關；

使用該位置誤差訊號之先前樣本值及一時間滯後值，來預測該位置誤差訊號之將來行為；

將該位置誤差訊號之該將來行為前饋至一致動器；及

使該位置誤差訊號之該將來行為與該投射元件之一移動相對應。

14. 如請求項13之器件製造方法，其中歸因於該框架系統中之振動而發生該基板台與該投射系統之該空間影像之間的該位置誤差。