I467126

(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 I467126 B**

(45)公告日： 中華民國 104 (2015) 年 01 月 01 日

(21)申請案號：101141504 (22)申請日： 中華民國 101 (2012) 年 11 月 08 日

(51)Int. Cl.： ***G01B11/04 (2006.01)*** ***G03F7/20 (2006.01)***

(30)優先權：2011/11/09 美國 61/557,609

(71)申請人：賽格股份有限公司 (美國) ZYGO CORPORATION (US)
美國

(72)發明人：巴達米 微微克G BADAMI, VIVEK G. (US)

(74)代理人：洪澄文

(56)參考文獻：

TW 200912557A US 2004/0240513A1

US 2005/0275822A1

審查人員：曾世杰

申請專利範圍項數：15 項 圖式數：17 共 47 頁

(54)名稱

熱穩定光感測器基座

THERMALLY STABLE OPTICAL SENSOR MOUNT

(57)摘要

揭露一種設備，包含一機械參考機座以及一堅硬物體，該堅硬物體藉由二或更多限制件而機械式耦接至該參考機座。至少兩個該等限制件的剛性是不同於彼此，且在該堅硬物體經過一範圍之溫度的熱膨脹期間，該等限制件的相對位置與剛性會導致該堅硬物體上的一指定點相對於該參考機座維持固定。

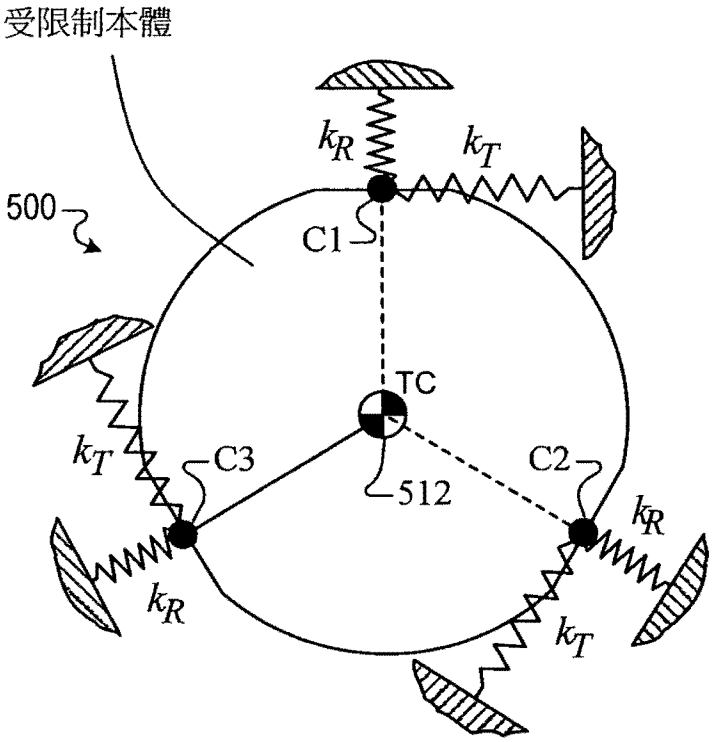
Disclosed is an apparatus including a mechanical reference frame and a rigid object mechanically coupled to the reference frame by two or more constraints. The stiffnesses of at least two of the constraints are different from one another, and the relative locations and stiffnesses of the constraints cause a designated point on the rigid object to remain stationary with respect to the reference frame during thermal expansion of the rigid object over a range of temperatures.

500・・・彎曲件均等物

512・・・熱中心(TC)

C1、C2、C3・・・限制件

k_R 、k_T ・・・剛性



第5A圖

公告本

發明摘要

※ 申請案號：101142150

※ 申請日：101-11-08 ※IPC 分類：G01B 11/04 (2006.01)
G03F 7/20 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

熱穩定光感測器基座/THERMALLY STABLE OPTICAL SENSOR MOUNT

【中文】

揭露一種設備，包含一機械參考機座以及一堅硬物體，該堅硬物體藉由二或更多限制件而機械式耦接至該參考機座。至少兩個該等限制件的剛性是不同於彼此，且在該堅硬物體經過一範圍之溫度的熱膨脹期間，該等限制件的相對位置與剛性會導致該堅硬物體上的一指定點相對於該參考機座維持固定。

【英文】

Disclosed is an apparatus including a mechanical reference frame and a rigid object mechanically coupled to the reference frame by two or more constraints. The stiffnesses of at least two of the constraints are different from one another, and the relative locations and stiffnesses of the constraints cause a designated point on the rigid object to remain stationary with respect to the reference frame during thermal expansion of the rigid object over a range of temperatures.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（5A）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

500 彎曲件均等物

512 熱中心（TC）

C1、C2、C3 限制件

k_R、k_T 剛性

【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

（本說明書格式、順序，請勿任意更動）

【發明名稱】（中文/英文）

熱穩定光感測器基座/THERMALLY STABLE OPTICAL SENSOR MOUNT

【技術領域】

【0001】 本揭露係關於一種熱穩定光感測器基座，例如光學編碼頭，其用於根據編碼器尺規來監視微影機台中之晶圓平台的相對位置改變。

【先前技術】

【0002】 在準確儀器設計領域中常會碰到的問題是要求以此方式來安裝或附接不同熱膨脹係數（CTE, coefficient of thermal expansion）的兩本體：兩本體遇到溫度與伴隨的尺寸改變時，要維持兩本體之相對位置。通常，安裝方法必須調節兩本體之間的相對維度變化以防止變形，且限制所欲點之位置，以防止此點相對於外部參考機座移動。

【0003】 第 1 圖顯示限制件 100 的一種可能配置，其滿足上述要求。本體 105 相對於參考機座的膨脹會導致本體之所有部件與參考機座之間的相對位移，除了已知爲熱中心（TC）的一點以外。此點位於垂直於該等限制線之該等線的相交處。熱中心是重要的，因爲這是儀器中之探針（或機台）所定位的點，以利用此點之維度不變性來獲得所要求的熱不敏感性。

【0004】 第 2 圖顯示限制系統 200，其相對於另一本體來限制一本體，且具有由它們的限制件之幾何形狀所界定的熱中心。該運動基座的兩個範例實施分別爲馬克士威與開爾文夾鉗

（Maxwell and Kelvin clamps）210/215 與 220。馬克士威夾鉗幾何形狀 210/215 通常較優於開爾文夾鉗 220，因爲 TC 重疊於基座的中心，例如在基座未被擋住的部分中。第 3 圖顯示經修改的馬克士威夾鉗幾何形狀 300'、300"，不同於對稱的馬克士威夾鉗 300。藉由改變限制件 C2 與 C3 之幾何形狀（例如兩個 V 溝槽的方向），可以修改 TC 的位置。這些基座仰賴在介面處沿著正交於限制方向的方向滑動，來調節該等本體之間的相對尺寸變化，而僅在介面處沒有摩擦力時才可達到理想性能。當存在有摩擦力時，較無法預測反應，且可以觀察到不同於理想反應的誤差。針對小相對移動，對於所有六個限制點來說，在限制與滑動方向中之剛性（亦即，其回應於一施力來抵抗變形的程度）通常相同。針對較大移動或者消除或最小化滑動方向中之摩擦力的配置，剛性基本上爲零。

【0005】 第 4A 至 4B 圖顯示了另一方法，其通常用於建構運動基座 400，且利用兩本體之間的順應連接元件 C1、C2、C3。順應元件 C1、C2、C3 係設計成提供在限制方向中的高剛性以及在剩餘轉移與旋轉方向中的高順應性。第 3 圖顯示之對稱馬克士威夾鉗之類運動彎曲件均等物係顯示在第 4A 至 4B 圖中。第 4A 圖顯示一種彎曲件配置 C1、C2、C3，其產生馬克士威夾鉗之類運動均等物。第 4B 圖顯示第 4A 圖所示之限制件形態的頂視圖。在第 4A 與 4B 圖每一者中，顯示了個別的熱中心，且熱中心位於（虛）線的交叉處，虛線界定了「滑動方向」或最大順應方向。根據彈性構件 C1、C2、C3 的形狀，藉由個別順應元件 C1、C2、C3 的幾何形狀來決定兩方向中（亦

即，限制方向 k_T 與滑動方向 k_R）的剛性。在傳統的實施中，順應元件 C1、C2、C3 標稱上爲相同且具有相同的剛性性質。此外，當實施中使用了滑動接觸器，TC 的位置是由順應元件 C1、C2、C3 的配置來決定。

【發明內容】

【0006】 通常，在一態樣中，本發明之特徵在於一種設備，其包含一機械參考機座，以及一堅硬物體，該堅硬物體藉由二或更多限制件而機械式耦接至該參考機座。至少兩個該等限制件的剛性是不同於彼此。在該堅硬物體經過一範圍之溫度的熱膨脹期間，該等限制件的相對位置與剛性會導致該堅硬物體上的一指定點相對於該參考機座維持固定。

【0007】 該設備之實施例可包含任何下述特徵。該堅硬物體可支撐一測量探針。該指定點可爲該測量探針的一基準。例如，該等不同剛性可經過選擇而導致該堅硬物體之一熱中心之該位置對準於該測量探針基準。在某些實施例中，該測量探針爲一光學編碼頭（例如干涉式編碼頭），且該參考機座包含一編碼器尺規。該光學編碼頭可配置成光學地監視該參考機座相對於該測量基準的位置變化。該光學編碼頭可另外配置成光學地監視該參考機座沿著多個自由度之每一自由度的位置變化。

【0008】 該等二或更多限制件可包含三或更多限制件。每一限制件之剛性係量化了該限制件沿著多個方向之每一方向的一順應程度。例如，每一限制件可具有沿著一限制方向的一剛性分量，其不同於該限制件沿著一第二限制方向的一剛性分量，該第二限制方向正交於該第一限制方向。

【0009】 該等限制件可包含任何彎曲件、固體接觸器、或其組合。該等彎曲件可包含任何結構，被尺寸化或配置成具有剛性分量是沿著不同的限制維度而改變。例如，該等彎曲件可爲彎曲葉片，其在重疊於該葉片的一限制方向中具有一較高剛性，且在垂直於該葉片的一限制方向中具有一較低剛性。

【0010】 一或更多實施例之細節係提出於所附圖式與下面敘述中。其他特徵與優點將從敘述與圖式以及從該等申請專利範圍而明顯得知。

【圖式簡單說明】

【0011】

第 1 圖例示熱中心（TC）的原理。

第 2 圖顯示運動基座之範例之熱中心。

第 3 圖顯示透過限制件幾何定向來控制 TC 的位置。

第 4A 至 4B 圖顯示馬克士威夾鉗之類運動均等物之態樣。

第 5A 至 5B 圖顯示藉由控制限制件剛性來調整 TC。

第 6 圖顯示一般限制件之示意圖。

第 7 圖顯示編碼頭之基座與測量點的示意圖。

第 8 圖顯示熱變形裝置之熱中心。

第 9 圖顯示對應於第 8 圖之限制件形態的彎曲件均等物。

第 10 圖顯示位移場的標繪圖，其顯示相同剛性之限制件的 TC 的位移。

第 11 圖顯示堅硬本體，其被兩順應限制件支撐。

第 12 圖例示在熱中心位置上之限制件順應性的影響。

第 13 圖顯示用於獲得 TC 位置的參數，其以限制件剛性來

表示。

第 14 圖顯示正規化 TC 位置對於剛性比率之相依性。

第 15 圖顯示在調整彎曲件且加入補償彎曲件之後的 TC 位置。

第 16 圖爲微影機台的實施例的示意圖，其包含干涉計。

第 17A 與 17B 圖是流程圖，描述製造積體電路的步驟。

類似參考符號在各圖式中是表示類似的元件。

【實施方式】

【0012】 在本發明之某些實施例中，藉由控制限制件的剛性，來控制受限制物體之熱中心位置。相反的，許多傳統方式依賴的是控制限制件的幾何形狀配置。

【0013】 第 5A 至五 B 圖顯示熱中心（TC, thermal center）如何可被操控來用於馬克士威夾鉗（Maxwell clamp）的彎曲件均等物 500。在第 5A 圖中，TC 512 的位置是由限制件 C1、C2、C3 的方位與位置來決定，因爲所有三個限制件 C1、C2、C3 在徑向與切線方向的剛性分別同樣是 k_R 與 k_T。不同的，在第 5B 圖中，徑向與切線的剛性 k_{Ri} 與 k_{Ti}（i=1..3）不再相等，且因此，TC 從由限制件幾何形狀所決定的位置 512 移動到由剛性之相對值所決定的某個其他點 514。雖然上面所用的範例具有三個限制件 C1、C2、C3（與六個相關剛性），此方法係普遍的，且可延伸至具有超過限制件之實際數目的情況，例如過分限制（overconstraint）的情況。

【0014】 此性能提供了額外的「旋鈕」給光學感測器基座的設計師，例如在設計問題的解決方案中會要求多個性能要求

的同時最佳化，例如熱穩定、動態性能、無關於基本變形等等。這些要求通常是衝突的，因此，難以同時實現它們。這種情況的範例將是共同遭遇的情況，其中與另一組件或部件的干涉會難以將限制件置於所欲之位置或方位，因此導致無法單獨根據限制件幾何形狀就將 TC 置於所欲之位置。

【0015】 本說明書中所述之實施例係配置來解決在光學編碼器應用之設計中操控熱中心之位置的需求，如同下面所詳細敘述的，以恢復熱中心至所欲之位置，同時也滿足其他設計限制。這導致了一般的概念：故意操控剛性來以可預測之方式改變熱中心的位置。

【0016】 雖然，此處之敘述描述了在二維平面中操控熱中心之位置，相同的原理可延伸至三維。此外，雖然此處敘述的剛性操控是根據藉由改變構成限制件之順應構件（compliant member）的尺寸來調整限制件之剛性，其他機制的剛性控制亦可設想到。例如，赫茲接觸（Hertzian contact）之接觸剛性可藉由操控預壓來調整，順應元件之剛性可藉由下述來調整：改變軸向負載、改變邊界條件（夾鉗、負載位置、材料）、利用彈性係數的熱相依性..等等。

【0017】 現在描述支持上面性質敘述的數學。在此所呈現之數學處理是一般性的，且可用於具有任何數量之限制件的本體。此分析是根據一些假設：(i) 不考慮受限制本體在限制件平面中的變形。此處該假設爲限制件之剛性係明顯低於本體之剛性，藉此允許其處理是作爲堅硬本體。(ii) 該分析係限制於二維限制系統，雖然原則上它可延伸至三維系統。此處所得到

的公式是藉由有限元素模擬來驗證。

【0018】 第 6 圖顯示一般受限制系統 600，包含具有總共 N 個限制件 C1、C2、...、CN 的本體 605。每一限制件「i」的位置是藉由原點在 O 處之全域座標系統中的其座標 (x_i, y_i) 來界定。相似地，熱中心 TC 的座標是由相同座標系統中的 (x_{TC}, y_{TC}) 來給定。每一限制件 i 處的剛性是分別用徑向（或正交）與切線的剛性 k_{Ri} 與 k_{Ti} 來表示。此外，徑向剛性是假設沿著局部座標系統之 x 軸來定向。局部座標系統之定向是藉由角度 θ_i 來敘述，其代表局部座標系統之 x 軸與全域座標系統之對應軸之間的角度。一如慣例，順時鐘方向的旋轉是假設爲正。

【0019】 每一限制件處的剛性 K_i 可用該限制件之局部座標系統中之剛性張量來描述，且由下式給定

$$k_i^{x_i y_i} = \begin{pmatrix} k_{Ri} & 0 \\ 0 & k_{Ti} \end{pmatrix} \qquad (0.1)$$

【0020】 第 i 限制件在全域座標系統中之剛性然後由下式給定

$$k_i^{xy} = R(\theta_i) k_i^{x y_i} R(-\theta_i) \qquad (0.2)$$

其中，旋轉矩陣 $R(\theta_i)$ 是由下式給定

$$R(\theta_i) = \begin{pmatrix} \cos(\theta_i) & \sin(\theta_i) \\ -\sin(\theta_i) & \cos(\theta_i) \end{pmatrix} \qquad (0.3)$$

【0021】 將（0.1）與（0.3）代入到（0.2），得到用局部座標系統中之剛性 k_i^{xy} 來描述在全域座標系統中之剛性 $k_i^{x y_i}$ 的式子，其爲

$$k_i^{xy} = \begin{pmatrix} \cos^2(\theta_i) k_{Ri} + \sin^2(\theta_i) k_{Ti} & \cos(\theta_i)\sin(\theta_i)(k_{Ti} - k_{Ri}) \\ \cos(\theta_i)\sin(\theta_i)(k_{Ti} - k_{Ri}) & \cos^2(\theta_i) k_{Ti} + \sin^2(\theta_i) k_{Ri} \end{pmatrix} \qquad (0.4)$$

【0022】 熱中心之位置(x_{TC}, y_{TC})現在可根據在x與y方向中之力平衡來獲得。每一限制件處在給定方向中所產生的力是該限制件的變形與對應剛性的乘積。該位移因此正比於基座與受限制物體之間的差異溫度的改變ΔT、差異CTE α以及限制件離TC的距離。該位移在x與y方向中之表示（Δx_i與Δy_i）分別是由下式給定

$$\begin{aligned}\Delta x_i &= \alpha\Delta T\left(x_i + x_{TC}\right)\\ \Delta x_i &= \alpha\Delta T\left(y_i + y_{TC}\right)\end{aligned} \qquad (0.5)$$

【0023】 每一限制件處所衍生的力F_i然後就是剛性張量與位移向量的乘積，其由下式給定

$$F_i = \begin{pmatrix} F_{xi} \\ F_{yi} \end{pmatrix} = k_i^{xy} \begin{pmatrix} \Delta x_i \\ \Delta y_i \end{pmatrix} \qquad (0.6)$$

【0024】 將（0.5）代入（0.6）會得到每一限制件處的力分量的表示

$$\begin{pmatrix} F_{xi} \\ F_{yi} \end{pmatrix} = k_i^{xy} \begin{pmatrix} \alpha\Delta T\left(x_i + x_{TC}\right) \\ \alpha\Delta T\left(y_i + y_{TC}\right) \end{pmatrix} \qquad (0.7)$$

【0025】 現在應用兩方向中之力平衡（亦即，$\sum_i F_{xi} = 0$與$\sum_i F_{yi} = 0$），且用未知項x_{TC}與y_{TC}來簡化兩個同時存在的式子，得到

$$\begin{aligned} x_{TC}\sum_{i=1}^{N} k_{11}(\theta_i) + y_{TC}\sum_{i=1}^{N} k_{12}(\theta_i) + \sum_{i=1}^{N} k_{11}(\theta_i)x_i + \sum_{i=1}^{N} k_{12}(\theta_i)y_i = 0 \\ x_{TC}\sum_{i=1}^{N} k_{21}(\theta_i) + y_{TC}\sum_{i=1}^{N} k_{22}(\theta_i) + \sum_{i=1}^{N} k_{21}(\theta_i)x_i + \sum_{i=1}^{N} k_{22}(\theta_i)y_i = 0 \end{aligned} \qquad (0.8)$$

【0026】 其中，$k_{11}(\theta_i)$與$k_{22}(\theta_i)$代表剛性張量k_i^{xy}之對角線的項，且$k_{12}(\theta_i)$與$k_{21}(\theta_i)$代表並非對角線的項。用矩陣符號用$Ax = B$的形式來重寫，得到

$$\underbrace{\begin{pmatrix} \sum_{i=1}^{N} k_{11}(\theta_i) & \sum_{i=1}^{N} k_{12}(\theta_i) \\ \sum_{i=1}^{N} k_{21}(\theta_i) & \sum_{i=1}^{N} k_{22}(\theta_i) \end{pmatrix}}_{A} \underbrace{\begin{pmatrix} x_{TC} \\ y_{TC} \end{pmatrix}}_{x} = \underbrace{\begin{pmatrix} -\left\{\sum_{i=1}^{N} k_{11}(\theta_i) x_i + \sum_{i=1}^{N} k_{12}(\theta_i) y_i\right\} \\ -\left\{\sum_{i=1}^{N} k_{21}(\theta_i) x_i + \sum_{i=1}^{N} k_{22}(\theta_i) y_i\right\} \end{pmatrix}}_{B} \quad (0.9)$$

【0027】 這些式子的解會產生在相同座標系統中熱中心之位置之座標 x_{TC} 與 y_{TC}，其中定義了限制件 C1、C2、...、CN 的位置。可以看出熱中心 TC 之位置如同所預期的是實際上無關於溫度改變與膨脹係數兩者。一些耦接可能發生在非常大的溫度改變時。它是限制件幾何形狀與剛性的第一階函數。上面式子不包含堅硬本體旋轉，其在限制件剛性有不對稱時伴隨任何尺寸改變而發生，但此旋轉通常可能在小溫度改變時是小的。旋轉的大小正比於溫度改變 ΔT 與 CTE α。此旋轉必須列入考量，且其對特定應用之影響要被分析來決定該影響。在許多實際應用中，例如旋轉對稱光學系統之光軸之位置的溫度變化效應(athermalization)，這些旋轉是不重要的。

【0028】 上述分析可延伸至三維實例，亦即，針對控制 TC 在三維中之位置的目的。在此實例中，每一限制件具有三個剛性分量，且通常需要六個式子來求得 TC 之位置與三個堅硬本體旋轉。藉由設定在三個座標方向中之力平衡式子與對於座標軸之力矩平衡式子等於零，可以獲得這些式子。剛性轉換現在亦牽涉到三個旋轉。

【0029】 上述技術可應用至光學編碼頭之基座，光學編碼頭用於根據編碼器尺規來監視微影系統中之晶圓平台之相對位置的改變。多種光學編碼器系統（包含干涉式編碼器系統）係揭露於 Leslie L.Deck 等人的美國專利公開號 NO.

2011/0255096 A1 中，且標題爲「INTERFEROMETRIC ENCODER SYSTEM」，在此藉由參照將其整個內容併入。編碼頭的熱性能是關鍵的性能參數，且此處揭露之技術提供一種方式來控制熱引致之尺寸變化，以達到所欲之性能。

【0030】 編碼頭裝置中的熱不穩定性主要產生自三個來源：光學元件之實體尺寸與光學元件之折射係數的改變所導致的光學路徑長度（OPL）改變、光學元件之總移動以及整個光學裝置之總移動（其導致測量基準之位置的改變）。本說明書所述之技術控制了產生自最後一項因素的熱不穩定性移動。

【0031】 第 7 圖顯示編碼頭裝置 700（也稱爲編碼頭、頭、或編碼器）的示意圖。編碼頭 700 包含兩干涉計裝置（干涉計 1 與干涉計 2），其附接至編碼器基座，編碼器基座接著附接至使用編碼器 700 的機器結構。頭裝置 700 具有對應於干涉計 1 與 2 的兩測量基準 M_1 與 M_2，其分別感測 XZ 方向與 YZ 方向中的位移。（Z 方向垂直於該頁）。干涉計 1 與 2 對於在剩餘正交平面方向中的位移不敏感，例如，干涉計 1 對於 Y 方向中的位移不敏感，且干涉計 2 對於 X 方向中的位移不敏感。通常，基座設計較佳地是同時滿足數個要求。

【0032】 頭裝置 700 的第一要求是關於控制測量基準 M_1 與 M_2 相對於個別感測方向中之機器機座上之固定基準的移動。例如，針對 M_1 與 M_2，應該分別控制 X 與 Y 方向中的移動。

【0033】 第二要求是關於最小化或調節基座與光學元件內部之間的熱引致應變。這是重要的，關於最小化光學元件相對於基座的移動以及因爲應力引致係數改變所導致的 OPL 改

變、連結線之完整性的維持與穩定..等等。

【0034】 第三要求是關於最小化或調節基座與安裝有該裝置之機器機座之間的相對熱應變。這是關鍵的，以防止大應力的建立與基座的因此變形，以及基座的無法判定之移動。

【0035】 第四要求是關於最小化各種光學元件的總移動。這會是此應用中的第二考量，因爲該獨特的測量原理會排除光學元件的共同模式移動，這是 X 與 Y 方向中之位移測量的熱膨脹特性（如同揭露於 Deck 等人的美國專利公開號 NO. 2011/0255096 中，在此藉由參照將其整個內容併入。）此種狀況不適用於平面外（Z）方向。

【0036】 第五要求是關於提供具有合適剛性的基座，以符合動態性能要求。

【0037】 在一些實施中，測量點 M1 與 M2 的要求控制是藉由定位測量點 M1 與 M2 於在溫度改變之下不會改變的位置處以及干涉計 1 與 2 的單方向平面中敏感性（第 7 圖之雙頭箭頭所指示）來解決。這可藉由限制件 C1、C2、與 C3 之預定配置來達成，例如編碼器基座與機器機座之間的連接，一個可能的配置係顯示在第 7 圖中。限制件 C1、C2 與 C3 被描繪爲半圓，沿著直邊緣的影線代表限制件對「地」的附接，在本例中「地」爲機器機座。限制件 C1、C2 與 C3 可想成是抗摩擦軸承裝置，其於所示點處之假設切除部分內接觸該裝置。這些限制件 C1、C2 與 C3 在接觸點處具有高垂直剛性，且在切線方向中實際上是零剛性與摩擦力，亦即，膨脹期間在切線方向中沒有阻力衍生在接觸點處。

【0038】 第 8 圖繪示編碼頭裝置 800 在熱擴張之下的反應。如同第 8 圖所示，編碼器基座 805 上有一個點在擴張之下是沒有改變的。此點稱爲熱中心（TC），且被選擇來重疊於測量點 M_2，藉此實際上消除此點在熱擴張之下對於平面中之移動的熱敏感性。如同第 8 圖另外所示，除了 TC 之外，有兩條單方向無變化的線，其亦由限制件 C1、C2 與 C3 的幾何形狀來決定。這些線是由線 AA'與 BB'來表示，沿著線 AA'與 BB'，膨脹是單方向的並且只沿著個別 X 與 Y 方向發生。另一測量點 M_1 之 Y 方向中之所要求熱不敏感性是藉由配置線 AA'通過此點而達成。因此，干涉計 1 沿著其敏感方向實際上沒有經歷移動，熱引致之移動被限制在重疊於其不敏感方向的方向。

【0039】 上面所揭示之技術可適用於在限制件之點處的切線力缺乏不平衡改變時（因爲熱變形所導致）。切線力係衍生自限制件 C1、C2 與 C3 處的摩擦力或切線剛性。存在有不平衡力時，本體之堅硬本體移動被要求等化該等力且達到靜力平衡，這有效地改變熱中心的位置，如同下述。

【0040】 上述之第一與第三要求可以驅動該設計朝向一種導致不平衡力以及因此熱中心從所欲位置移動的設計。此狀況是因爲需要調節各種介面處的差異熱膨脹而產生，如同下述。必須考量差異膨脹的第一介面是在基座 805 與光學元件之間。這是藉由選擇基座 805 的材料來調節，使得基座 805 與光學組件之間的 CTE 失配被最小化。這可透過選擇具有 8.5-9 ppm/K 之 CTE 的鈦合金（例如 Ti6Al4V）來匹配~8.4 ppm/K 之 BK7 光學元件之 CTE 而達成。上述之第三要求可藉由提供調節相

對應力而非消除相對應力的方式來滿足。這是需要的，因爲鋁機器機座具有~5.4 ppm/K 之 CTE，其明顯不同於鈦的 CTE。此調節可藉由策略性定位的彎曲元件而達成，該等彎曲元件提供所要求方向中的限制，而且同時提供需要來調節熱引致之差異尺寸變化的順應性，且用消除在滑動介面處之摩擦力的無法判定反應的方式而達成。

【0041】 第 9 圖顯示編碼頭裝置 900 之限制件形態的彎曲件均等物。此相等是根據該概念：旋轉元件限制件在與基座 905 接觸之點處具有非常高的剛性，且在垂直於法線的方向中具有零或非常低的剛性。第 9 圖繪示的彎曲葉片 C1、C2 與 C3 配置成使得在限制方向中（其重疊於葉片 C1、C2 與 C3 的平面）具有高的剛性，且在垂直於葉片 C1、C2 與 C3 的方向中具有較低的剛性。此外，很像旋轉元件限制件，彎曲件 C1、C2 與 C3 的配置也允許小的平面中旋轉以及較少程度的平面外旋轉。總結來說，針對小的變形，彎曲件 C1、C2 與 C3 提供與旋轉元件或滑動接觸器相同的限制和自由度，雖然有不同的力特性。

【0042】 但是，選擇使用彎曲元件現在將開啓對於在切線方向中（垂直於限制方向）具有有限剛性且熱中心的位置可能會有非所欲移動的限制件的大門。第 10 圖顯示此預期被實現。位移場的標繪圖 1000 對應於編碼器 900 之限制件形態的簡化有限元素分析，其中所有限制件剛性係假設爲相等。熱中心（真正的 TC）距離限制件之幾何形狀所指定之位置（所欲的 TC）的位移可以在向量標繪圖 1000 之擴張視圖中（真正的）熱中

心附近看見。明顯的，(真正的)熱中心在X與Y方向都移動了。X方向中之移動的主要因素是因爲對於限制件C3的堅硬本體旋轉。換句話說，此移動的主要因素是對於C3所產生的力矩(由於沿著AA'作用的不平衡力)。該不平衡力因此是起因於C1與C2沿著X方向之彎曲的不相等變形。熱變形正比於長度，且因爲距離幾何形狀所實施之熱中心位置的長度(亦即，線BB'沿著AA'到C1與C2之位置)爲不相等，則會產生不平衡力，其導致基座905旋轉，直到該等力達到平衡。因此，(真正的)熱中心移動於X方向中。平衡該等力的任何方法都可防止此移動。在Y方向中從幾何形狀所指定之位置的移動是因爲相似的原因而發生。

【0043】 力的不平衡變化可用數種方式來防止。在一些實施中，接觸器被配置成具有「零」切線剛性，藉此防止力的任何變化。此狀況可藉由如同上述之具有旋轉元件的限制件來大致近似。但是這並不總是實用，特別是在編碼頭應用700、800、900中。在其他實施中，限制件則設置成具有有限且相等的切線剛性，對稱於熱中心。這導致本體上力的平衡變化，藉此防止堅硬本體移動以及因此熱中心的移動。例如，沿著AA'作用的不平衡力可藉由將限制件C1與C2設置成對稱於BB'而消除。這是被其他組件之位置與系統700、800、900之整體允許外形所排除的選項。

【0044】 在一些其他實施中，限制件的剛性被調整來產生零的總力變化。這可包含引入額外的元件來產生補償力。這個對策可用於熱穩定編碼頭的實施例中，舉例來說。在又一些其

他實施中，限制件的幾何形狀被調整來預先補償熱中心的移動。換句話說，限制件係故意相對於理想幾何形狀誤置，以產生所欲的不變化。當限制件的位置已經預先決定來滿足特定介面要求時，這個對策不可用於感測器基座的設計中。此外，力的不平衡變化可藉由使用上述兩種實施的組合來加以防止。

【0045】 第 11 圖顯示矩形堅硬本體 1105 之示圖 1100，堅硬本體 1105 被彈性支撐限制在兩端。示圖 1100 用於說明選擇限制件 C1 與 C2 之合適剛性的技術。在此範例中，彈性支撐係繪示爲彈簧。針對此範例的目的，限制件 C1 與 C2 在 Y 方向中的剛性係假設成對於兩支撐爲相同，且現在可假設成是零。但是，此剛性有可能是高的，以提供此方向中的限制。此剛性目前可被忽略，因爲根據定義它在 X 方向中沒有分量。水平 X 方向中之順應性之目的是提供一種手段來調節堅硬本體 1105 之熱引致尺寸變化。從對稱的觀點來看，簡單可以看出，如果剛性 k_1 與 k_2 相等，則在沿著長軸方向中維持不變的本體 1105 上的點是在兩支撐之間的中間，因爲熱中心重疊於幾何中心。

【0046】 如同第 12A 圖所示，膨脹會導致受限制本體 1205 的尺寸變化，但是本體 1205 並沒有總堅硬本體移動。如果另一方面，剛性不相等，如同第 12B 至 12C 圖所示，則會產生堅硬本體移動，其抵消因爲限制件 C1 與 C2 之間的一位置處之尺寸變化所導致的移動，使得在熱引致尺寸變化之下位置並無改變。藉由堅硬本體移動來抵消熱膨脹可以用來產生相對於外部參考機座爲不變的點。

【0047】 熱中心之正規化（或參數化）位置 β 的表示可從

力平衡式子獲得。如同第 11 圖所示，參數 β 的值範圍從 0 到 1，極端值是對應於在本體 1105 之任一末端處之限制件 C1 與 C2 的位置。熱中心位置在限制件 C1 與 C2 之間的中間（亦即，幾何中心）將對應於 β=0.5。用兩限制件之剛性 k_1 與 k_2 來表示 β 可參照第 13 圖來獲得。讓熱中心位於離具有剛性 k_1 之限制件 C1 某個距離 l_1。然後根據 β 的定義，得到 l_1 爲

$$l_1 = \beta L \qquad (0.10)$$

且

$$l_2 = (1-\beta)L \qquad (0.11),$$

其中，L 是本體 1305 的長度，且 l_2 是熱中心離具有剛性 k_2 之限制件 C2 的距離。此外，假設本體 1305 是由具有 CTE α 的材料製成，且經歷溫度變化 ΔT。溫度變化與 CTE 在此範例中假設是正的。

【0048】 再次參照第 13 圖，且注意到，兩限制件 C1 與 C2 通常變形是 Δ_1 與 Δ_2，且產生力 F_1 與 F_2，其由下式給定

$$\begin{aligned} F_1 &= k_1\Delta_1 = k_1\alpha l_1\Delta T = k_1\alpha\Delta T\beta L \\ F_2 &= k_2\Delta_2 = k_2\alpha l_2\Delta T = k_2\alpha\Delta T(1-\beta)L \end{aligned} \qquad (0.12)$$

靜力平衡需要 $F_1=F_2$。將來自（0.12）之該等力的該等式子相等，且求 β 的解，產生

$$\beta = \frac{k_2}{k_1+k_2} \qquad (0.13)$$

將分子與分母除以 k_1，產生用剛性比率 $\gamma = k_2/k_1$ 來表示的式子，其爲

$$\beta=\frac{\gamma}{1+\gamma} \qquad (0.14)$$

【0049】 式子（0.14）之限制測試之結果係總結於表 1，且作爲剛性比率 γ 之函數的 β 的標繪圖 1400 則顯示在第 14 圖中。

【0050】 注意到，熱中心的位置朝向主要限制件移動，且當剛性比率接近極限值時就無預兆地接近該限制件的位置。這符合物理直覺，如果一個限制件是無限剛性的，則周遭發生膨脹的點將出現在該限制件的位置處，且所有尺寸變化將被較順應的限制件調節。

表 1 式子（0.14）之限制實例測試

Case	$\gamma = k_2/k_1$	β
$k_1 \to \infty$	$\gamma \to 0$	0
$k_2 \to \infty$	$\gamma \to \infty$	1
$k_1 = k_2$	1	0.5

注意到，式子（0.14）無關於溫度變化（如同對於熱中心之要求）以及材料之 CTE 兩者。它純粹是剛性比率的函數。這最後一個因素要再三強調，因爲它提供很多設計自由，特別是具有多個目標的設計方案。例如，系統在 X 方向中的動態性能（共振頻率）係根據（一給定塊之）剛性絕對值，而熱中心位置則根據該比率，因此可以同時達到多個目標。

【0051】 此對策已經有利地用於以兩種不同方式來定位熱中心於編碼頭中之所欲位置處。TC 在 X 方向中的轉移已經藉由增加 C2 之彎曲葉片厚度而大部分達成，當比較個別第 10 與 15 圖中之位移場的標繪圖 1000 與 1500 時就可明顯看出。在第

10 與 15 圖中，控制剛性（對應於連結於第 11 至 13 圖之上面所述的簡單模型中的剛性 k_1 與 k_2）係爲限制件 C1 與 C2 之 X 方向中的剛性。增加剛性會導致 TC 朝向堅硬彎曲件移動，如同第 12 圖之版（b）所示。以此方式，藉由增加 C2 的剛性或減少 C1 的剛性，使 TC 移動於第 10 與 15 圖之正 X 方向中。

【0052】 TC 之位置在 Y 方向中的調整則涉及到更多。在此實例中，控制剛性係爲在堅硬本體之一端處在 Y 方向中 C1 與 C2 的總剛性以及在另一端處 C3 的 Y 方向剛性。原則上，Y 位置應該重疊於線 AA'，因爲這是連結限制件 C1 與 C2 的線（例如如同第 8 圖所示）。但是，因爲 C3 沿著 BB'的有限剛性以及在溫度引致之尺寸改變期間 C3 的較大變形（因爲線 AA'與 C3 之間的較長「距離」），會產生明顯的不平衡力，其導致 TC 在 Y 方向中的移動，因爲 C1 與 C2 彎曲件在 Y 方向中的有限（高但非無限）剛性。不同於前面情況，其中 TC 並不靠近具有 β 爲 0.3 或 0.7（取決於所採用的座標系統）的任一順應構件（在 X 方向中），在此實例中的要求是把 TC 就設置於 Y 方向中的一個彈性限制件處（例如沿著線 AA'），其對應於 β 值非常接近 0 或 1（再次取決於所採用的座標系統）。第 14 圖的檢查顯示出這對應於曲線 1400 的平坦區域，其中甚至剛性比率 γ 的大改變都不會產生 β 的顯著改變。換句話說，增加 C1 與 C2 的 Y 方向剛性或減少 C3 的 Y 方向剛性甚至實質上對於 TC 的位置只有非常小的影響。

【0053】 需要一個替代方法，且此處所採用的該方法是藉由引進額外的補償彎曲件於線 AA'之上，而將 TC 的所欲位置

設於β的有利值處（0.17或0.83），如同第15圖所示。β的這個值是在曲線中具有顯著非零斜率的區域，藉此提供所要求的敏感度來實行所要求的改變。看待此補償彎曲件之作用的另一方式是把它當成一種裝置，其提供一補償力來抵消由C3之撓曲所產生的不平衡力。

【0054】 雖然，此處之敘述描述了熱中心之位置在二維平面中的操控，相同的原理可用簡單的方式延伸至三維。此外，雖然此處所述之剛性操控是根據調整含有順應構件的限制件的剛性（藉由改變它們的尺寸，例如藉由使用彎曲葉片），其他機制的剛性控制亦可設想到。例如，赫茲接觸（Hertzian contact）之接觸剛性可藉由操控預壓來調整，順應元件之剛性可藉由下述來調整：改變軸向負載、改變邊界條件（夾鉗、負載位置、材料）、利用彈性係數的熱相依性..等等。

【0055】 微影機台應用

【0056】 如同前述，此處揭露之技術可用於安裝一或多個編碼頭於例如微影機台中。微影機台在用於製造大型積體電路（例如電腦晶片與類似者）的微影應用中特別有用。微影是半導體製造工業的關鍵技術驅動器。覆蓋改善（Overlay improvement）是降至100 nm線寬及100 nm線寬以下的五個最困難挑戰的其中之一（設計規則），例如參見 the Semiconductor Industry Roadmap, p.82 (1997)。

【0057】 覆蓋直接取決於用於定位晶圓與光罩（或遮罩）平台的測量系統的性能（亦即，準確度與精準度）。因爲微影機台可生產每年5千萬至1億美元的產品，來自改進之測量系

統的經濟值是可觀的。微影機台每 1%的良率增加會導致大約每年 1 百萬美元對於積體電路製造廠的經濟利益，且對於微影機台供應商有很大的競爭優勢。

【0058】 微影機台的功能是導引空間上圖案化的輻射到塗覆有光阻的晶圓上。該程序牽涉到決定晶圓的哪個位置要接收輻射（對準），以及應用輻射到那個位置處的光阻（曝光）。

【0059】 在曝光期間，輻射源照射圖案化的光罩，其散射該輻射來產生空間上圖案化的輻射。光罩亦稱爲遮罩，且這些術語在下面可交換使用。在縮小倍率微影（reduction lithography）的情況中，縮小倍率透鏡收集散射的輻射且形成光罩圖案的縮小影像。替代地，在近接式曝光（proximity printing）的情況中，散射的輻射在接觸晶圓之前行進一小段距離（通常是微米的大小），以產生光罩圖案的 1:1 影像。該輻射初始化光阻中的光化學程序，其將輻射圖案轉換成光阻內的潛在影像。

【0060】 爲了正確地定位晶圓，晶圓包含在晶圓上的對準標記，其可被專屬感測器測量。對準標記之經測量位置界定了機台內的晶圓的位置。此資訊以及晶圓表面之所欲圖案化之規格可導引晶圓相對於空間上圖案化輻射的對準。根據此種資訊，支撐已塗覆光阻之晶圓的可轉移平台將晶圓移動，使得輻射將會曝光晶圓的正確位置。在某些微影機台中（例如微影掃描器），遮罩亦定位在可轉移平台上，其在曝光期間與晶圓一致地移動。

【0061】 編碼器系統（例如那些先前討論的）是控制晶圓

與光罩之位置的定位機構的重要組件，且將光罩影像暫存於晶圓上。如果此種編碼器系統包含上述特徵，系統所測量之距離的準確度可以增加及/或維持較長時期而不用下線維護，由於增加的良率與較少工具的停工期而導致較高產率。

【0062】 通常，微影機台（亦稱爲曝光系統）通常包含照射系統與晶圓定位系統。照射系統包含輻射源，用於提供輻射（例如紫外光、可見光、x射線、電子或離子輻射），以及包含光罩或遮罩，用於將圖案分給輻射，藉此產生空間上圖案化的輻射。此外，針對縮小倍率微影的情況，照射系統可包含透鏡組合，用於將空間上圖案化輻射成像至晶圓上。經成像的輻射將晶圓上塗覆的光阻曝光。照射系統亦包含用於支撐遮罩的遮罩平台，與用於調整遮罩平台相對於被導引通過遮罩之輻射的位置的定位系統。晶圓定位系統包含用於支撐晶圓的晶圓平台，與用於調整晶圓平台相對於經成像之輻射的位置的定位系統。積體電路的製造可包含多個曝光步驟。針對微影的一般參照，可參見例如 J. R. Sheats and B. W. Smith, in Microlithography: Science and Technology (Marcel Dekker, Inc., New York, 1998)，其內容在此藉由參照而併入。

【0063】 上述編碼器系統可用於準確地測量晶圓平台與遮罩平台之每一者相對於曝光系統之其他組件（例如透鏡組合、輻射源、或支撐結構）的位置。在此種實例中，編碼器系統的光學裝置可附接至固定結構，且編碼器尺規可附接至可移動元件（例如遮罩與晶圓平台之一者）。替代地，可反轉該狀況，把光學裝置附接至可移動物件且編碼器尺規附接至固定物件。

【0064】 更一般來說，此種編碼器系統可用於測量曝光系統之任一組件相對於曝光系統之任何其他組件的位置，其中光學裝置可附接至一個組件或被它支撐，且編碼器尺規可附接至另一個組件或被它支撐。

【0065】 使用干涉式系統 1826 的微影機台 1800 的範例係顯示在第 16 圖中。編碼器系統可用於準確地測量曝光系統內晶圓（未示）的位置。在此，平台 1822 用於相對於曝光站來定位及支撐晶圓。掃描器 1800 包含框架 1802，其承載其他支撐結構與承載在那些結構上的各種組件。曝光基座 1804 在其頂部安裝了透鏡殼體 1806，透鏡殼體 1806 頂部安裝了光罩或遮罩平台 1816，平台 1816 用於支撐光罩或遮罩。用於相對於曝光站來定位遮罩的定位系統係由元件 1817 示意地指出。定位系統 1817 可包含例如壓電換能器元件與對應的控制電子系統。雖然它未包含在這個所述實施例中，上述的一或多個編碼器系統亦可用於準確地測量遮罩平台以及其他可移動元件的位置，它們的位置必須在製造微影結構的程序中被準確地監視（參見 supra Sheats and Smith Microlithography: Science and Technology）。

【0066】 懸掛在曝光基座 1804 底下的是支撐基座 1813，其承載晶圓平台 1822。平台 1822 包含測量物體 1828，用於繞射被光學裝置 1826 導向至該平台的測量光束 1854。用於相對於光學裝置 1826 來定位平台 1822 的定位系統係由元件 1819 示意地指出。定位系統 1819 可包含例如壓電換能器元件與對應的控制電子系統。測量物體繞射該測量光束反射回到光學裝

置，光學裝置安裝在曝光基座 1804 上。編碼器系統可爲任何前述實施例。

【0067】 在操作期間，輻射光束 1810（例如來自紫外光（UV）雷射（未示）之紫外光束）通過光束成形光學裝置 1812，且從反射鏡 1814 反射之後，朝下行進。之後，輻射光束通過遮罩平台 1816 所承載之遮罩（未示）。遮罩（未示）透過透鏡殼體 1806 中所承載之透鏡組合 1808 而成像至晶圓平台 1822 上的晶圓（未示）上。基座 1804 與其所支撐的各種組件藉由彈簧 1820 所繪示之阻尼系統而與周遭振動隔離。

【0068】 在一些實施例中，前述的一或多個編碼器系統可用於測量沿著多個軸的位移以及例如（但不限於）與晶圓及光罩（或遮罩）平台相關的角度。此外，除了 UV 雷射光束之外，可使用其他光束來曝光晶圓，包含例如 x 射線光束、電子束、離子束、與可見光束。

【0069】 在某些實施例中，光學裝置 1826 可被定位來測量光罩（或遮罩）平台 1816 或掃描器系統之其他可移動組件的位置變化。最後，除了掃描器之外或並非掃描器，編碼器系統可以相似的方式與含有步進器的微影系統使用。

【0070】 如同本領域中熟知的，微影是用於製造半導體裝置的製造方法的關鍵部分。例如，美國專利號 5,483,343 概述了此種製造方法的步驟。這些步驟參照第 17A 及 17B 圖敘述於下。第 17A 圖是製造半導體裝置的程序的流程圖，例如半導體晶片（例如 IC 或 LSI）、液晶面板或 CCD。步驟 1951 是設計程序，用於設計半導體裝置的電路。步驟 1952 是程序，用

於根據電路圖案設計來製造遮罩。步驟 1953 是程序，用於藉由使用例如矽的材料來製造晶圓。

【0071】 步驟 1954 是晶圓程序，稱爲預先程序，其中藉由使用如此預備的遮罩與晶圓而透過微影將電路形成於晶圓上。爲了形成電路於晶圓上是對應於遮罩上的那些圖案具有的足夠空間解析度，微影機台相對於晶圓的干涉式定位是需要的。在此所述之干涉式方法與系統會特別有用處來改善晶圓程序中所用的微影的效用。

【0072】 步驟 1955 是組合程序，稱爲後續程序，其中步驟 1954 所處理的晶圓被形成爲半導體晶片。此步驟包含組合（切割與接線）與封裝（晶片密封）。步驟 1956 是檢查程序，其中步驟 1955 所產生的半導體裝置的可操作性檢查、耐用度檢查..等等被施行。利用這些程序，完成半導體裝置且裝運它們（步驟 1957）。

【0073】 第 17B 圖是流程圖，顯示晶圓程序的細節。步驟 1961 是氧化程序，用於氧化晶圓的表面。步驟 1962 是 CVD 程序，用於形成絕緣膜於晶圓表面上。步驟 1963 是電極形成程序，用於藉由氣相沉積來形成電極於晶圓上。步驟 1964 是離子佈植程序，用於佈植離子至晶圓。步驟 1965 是光阻程序，用於施加光阻（感光材料）至晶圓。步驟 1966 是曝光程序，用於藉由曝光（例如微影）且透過上述之曝光設備而將遮罩的電路圖案印刷在晶圓上。再次，如同上述，在此所述之干涉式系統與方法的使用會改善此種微影步驟的準確度與解析度。

【0074】 步驟 1967 是顯影程序，用於顯影被曝光的晶圓。

步驟 1968 是蝕刻程序，用於移除並非被顯影之光阻影像的部分。步驟 1969 是光阻分離程序，用於在施行完蝕刻程序之後將殘留在晶圓上的光阻材料加以分離。藉由重覆這些程序，電路圖案可形成且疊加於晶圓上。

【0075】 根據上述技術所安裝之編碼器系統亦可用於其他應用中，其中一物體的相關位置需要被準確地測量。例如，在當基板或光束移動時一寫入光束（例如雷射、x 射線、離子、或電子束）標示一圖案於基板上的應用中，編碼器系統可用於測量基板與寫入光束之間的相對移動。

【0076】 其他實施例亦在下述申請專利範圍的範圍內。

【符號說明】

【0077】

100 限制件

105 本體

200 限制系統

210/215 馬克士威夾鉗

220 開爾文夾鉗

300 馬克士威夾鉗

300’、300” 馬克士威夾鉗幾何形狀

400 基座

500 彎曲件均等物

512 熱中心（TC）

600 受限制系統

605 本體

700 編碼頭裝置（編碼頭、頭、編碼器）

800 編碼頭裝置

805 編碼器基座

900 編碼頭裝置

905 基座

1000 位移場的標繪圖

1100 示圖

1105 堅硬本體

1205、1305 本體

1400 標繪圖

1500 位移場的標繪圖

1800 微影機台（掃描器）

1802 框架

1804 曝光基座

1806 透鏡殼體

1808 透鏡組合

1810 輻射光束

1812 光束成形光學裝置

1813 支撐基座

1814 反射鏡

1816 光罩或遮罩平台

1817 定位系統

1819 定位系統

1820 彈簧

93年10月6日修(更)正替換頁

1822 平台

1826 干涉式系統（光學裝置）

1828 測量物體

1854 測量光束

C1、C2、C3 限制件（彎曲件、順應元件）

k_R、k_T、k_{Ri}、k_{Ti} 剛性

M_1、M_2 測量基準

θ_i 角度

申請專利範圍

1. 一種熱穩定光感測器基座，包含：

a.一機械參考機座；以及

b.一堅硬物體，藉由二或更多限制件而機械式耦接至該參考機座；

c.其中，至少兩個該等限制件的剛性是不同於彼此，且其中，在該堅硬物體經過一範圍之溫度的熱膨脹期間，該等限制件的相對位置與剛性會導致該堅硬物體上的一指定點相對於該參考機座維持固定。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之熱穩定光感測器基座，其中，該堅硬物體支撐一測量探針，且其中，該指定點爲該測量探針的一基準。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之熱穩定光感測器基座，其中，該等不同剛性經過選擇而導致該堅硬物體之一熱中心之該位置對準於該測量探針基準。

4. 如申請專利範圍第 2 項所述之熱穩定光感測器基座，其中，該測量探針爲一光學編碼頭，且該參考機座包含一編碼器尺規。

5. 如申請專利範圍第 4 項所述之熱穩定光感測器基座，其中，該光學編碼頭爲一干涉式編碼頭。

6. 如申請專利範圍第 4 項所述之熱穩定光感測器基座，其中，該光學編碼頭係配置成光學地監視該參考機座相對於該測量基準的位置變化。

7. 如申請專利範圍第 6 項所述之熱穩定光感測器基座，其中，

該光學編碼頭係配置成光學地監視該參考機座沿著多個自由度之每一自由度的位置變化。

8. 如申請專利範圍第 1 項所述之熱穩定光感測器基座，其中，該等二或更多限制件包含三或更多限制件。

9. 如申請專利範圍第 1 項所述之熱穩定光感測器基座，其中，每一限制件之剛性係量化了該限制件沿著多個方向之每一方向的一順應程度。

10. 如申請專利範圍第 1 項所述之熱穩定光感測器基座，其中，每一限制件具有沿著一限制方向的一剛性分量，其不同於該限制件沿著一第二限制方向的一剛性分量，該第二限制方向正交於該第一限制方向。

11. 如申請專利範圍第 1 項所述之熱穩定光感測器基座，其中，該等限制件包含彎曲件。

12. 如申請專利範圍第 11 項所述之熱穩定光感測器基座，其中，該等彎曲件包含彎曲葉片，其在重疊於該葉片的一限制方向中具有一較高剛性，且在垂直於該葉片的一限制方向中具有一較低剛性。

13. 如申請專利範圍第 1 項所述之熱穩定光感測器基座，其中，該等限制件包含固體接觸器。

14. 如申請專利範圍第 1 項所述之熱穩定光感測器基座，其中，該等限制件包含固體接觸器與彎曲件的一組合。

15. 一種微影系統，包含：

一投射物鏡，用於將一物體平面處的一物體成像至一成像平面；

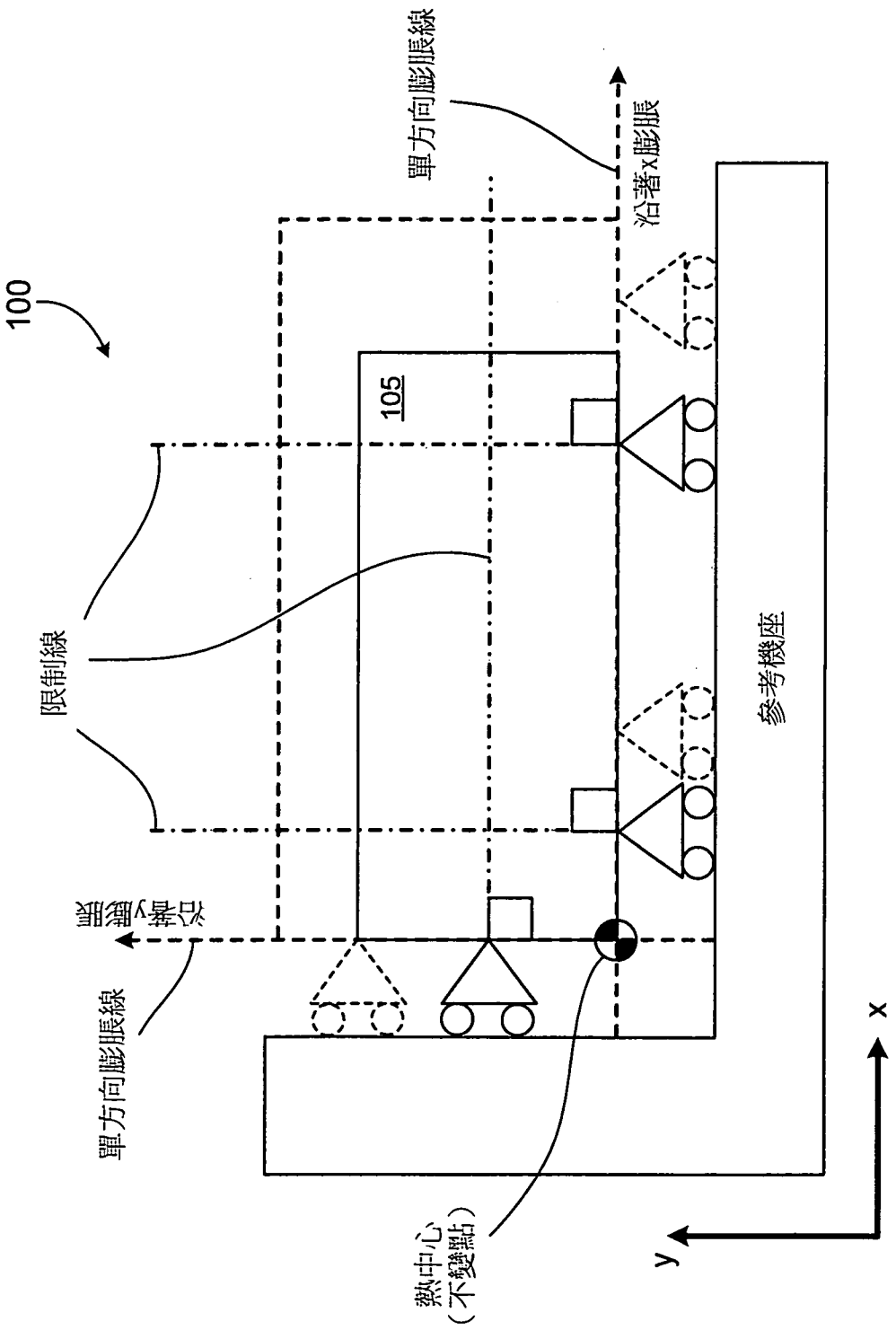
一平台，用於定位一晶圓於該成像平面處，該平台支撐一機械參考機座，該機械參考機座包含一編碼器尺規；

一編碼頭，被定位來導引光至該編碼器尺規且從該編碼器尺規接收光；以及

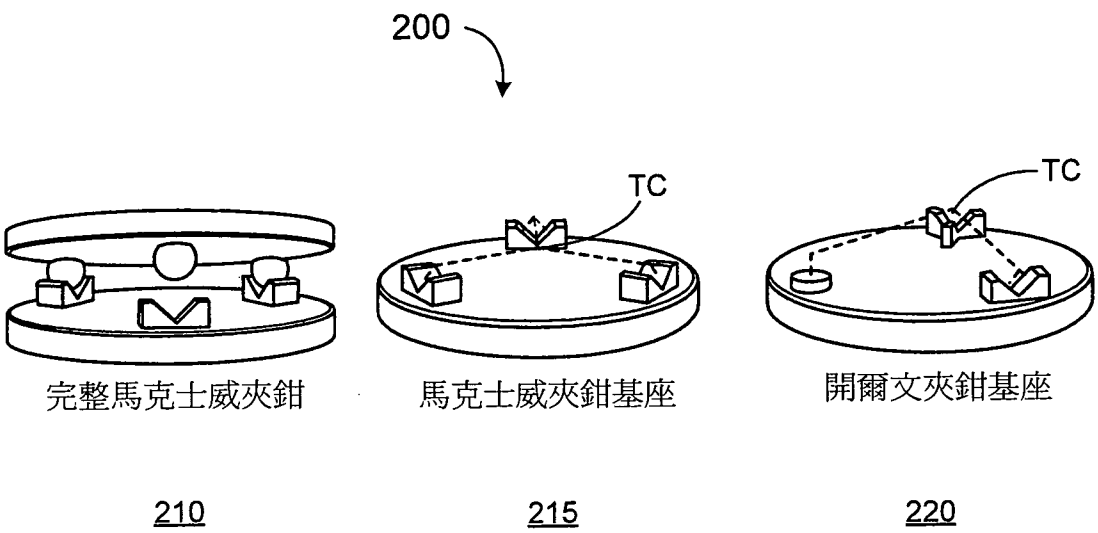
一堅硬物體，藉由二或更多限制件而機械式耦接至該參考機座，該堅硬物體支撐該編碼頭，

其中，至少兩個該等限制件的剛性是不同於彼此，且其中，在該堅硬物體經過一範圍之溫度的熱膨脹期間，該等限制件的相對位置與剛性會導致該堅硬物體上的一指定點相對於該參考機座維持固定。

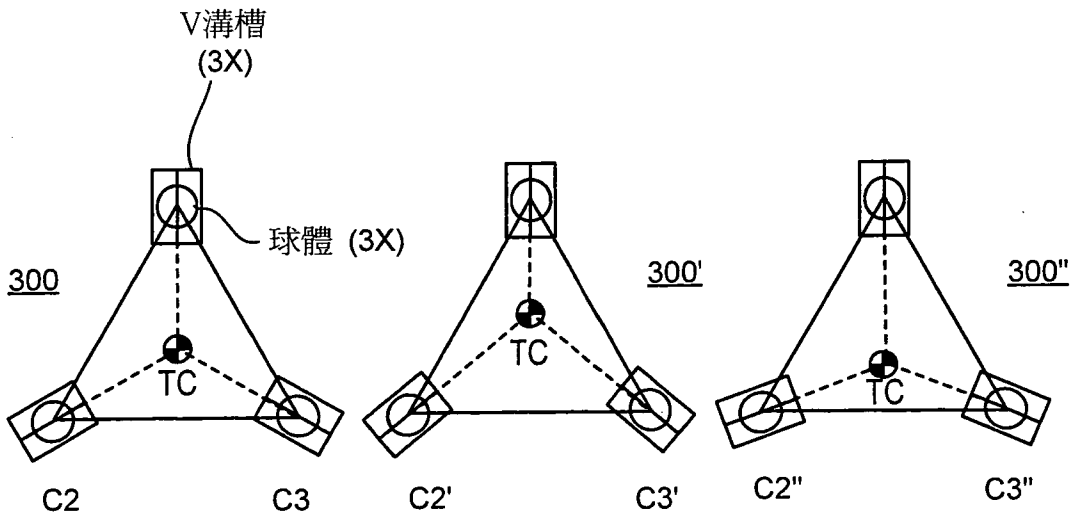
圖式



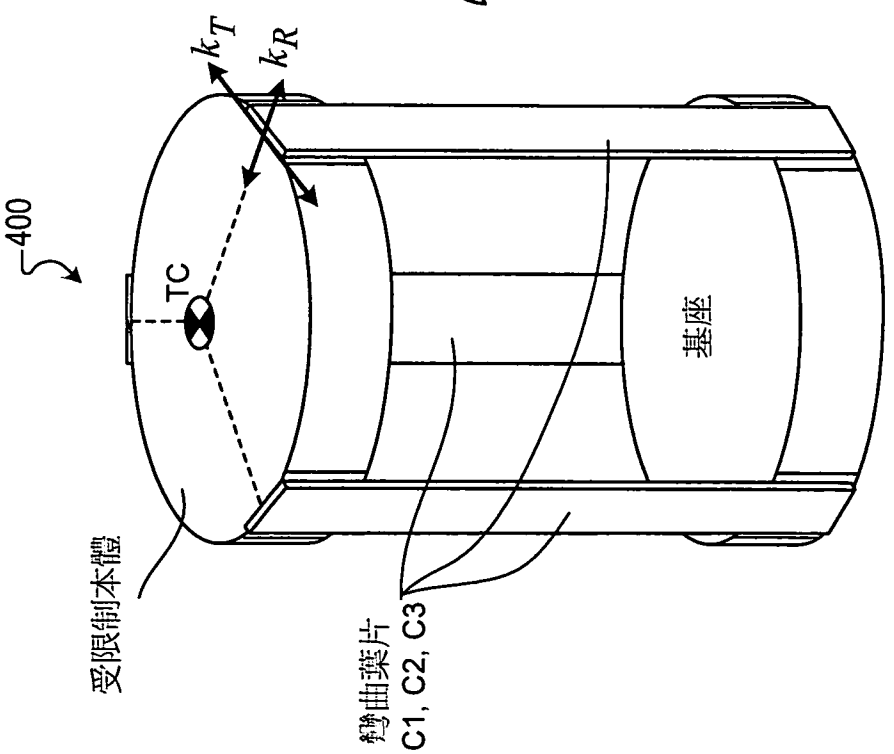
第1圖


200
TC
TC
完整馬克士威夾鉗
馬克士威夾鉗基座
開爾文夾鉗基座
210
215
220

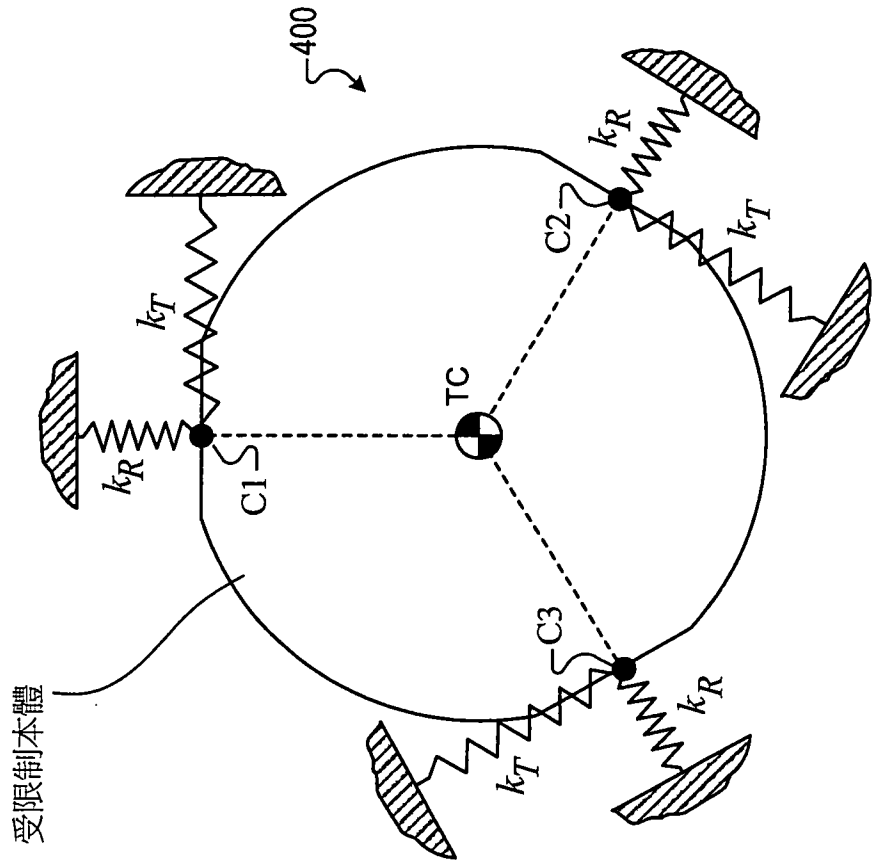
第2圖


V溝槽
(3X)
球體 (3X)
300
300'
300"
TC
TC
TC
C2
C3
C2'
C3'
C2"
C3"

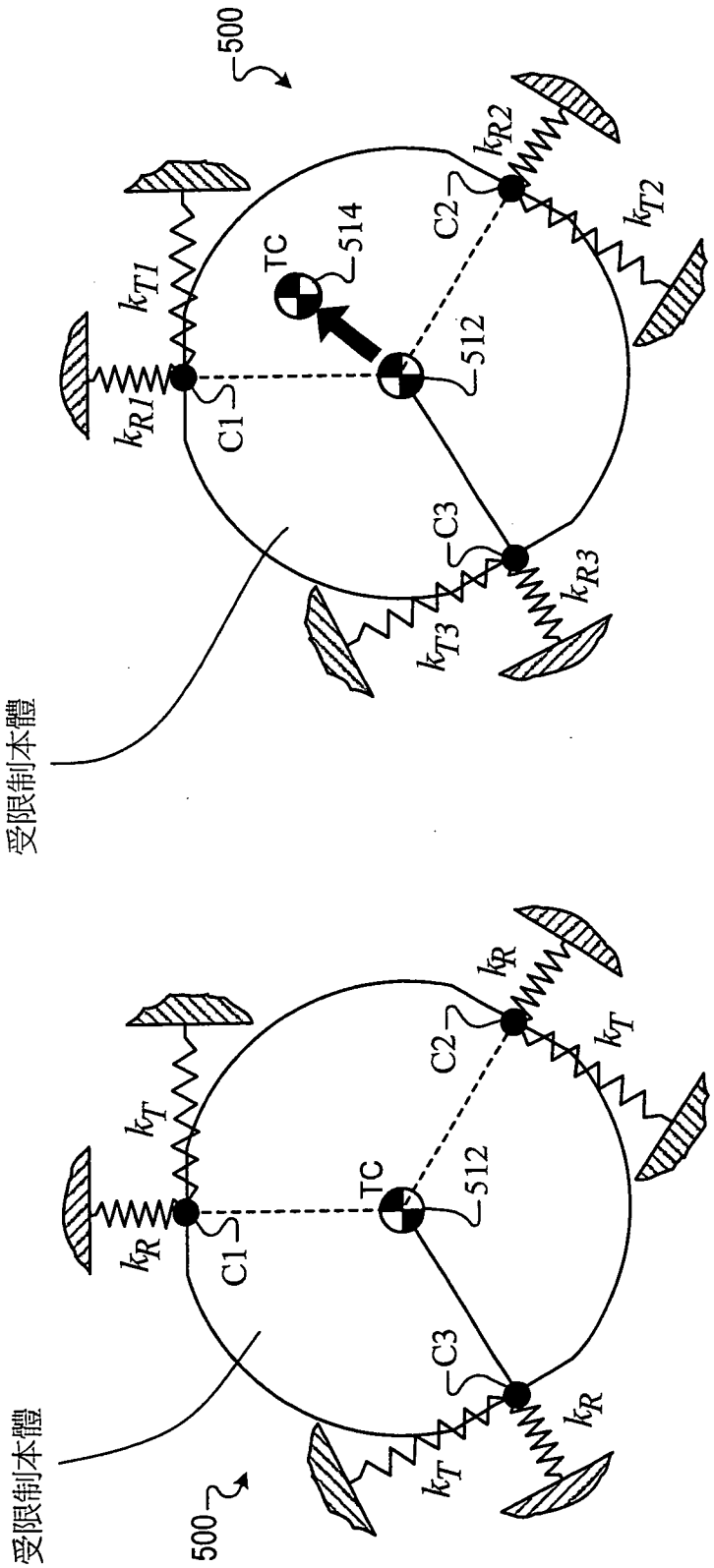
第3圖



第4A圖

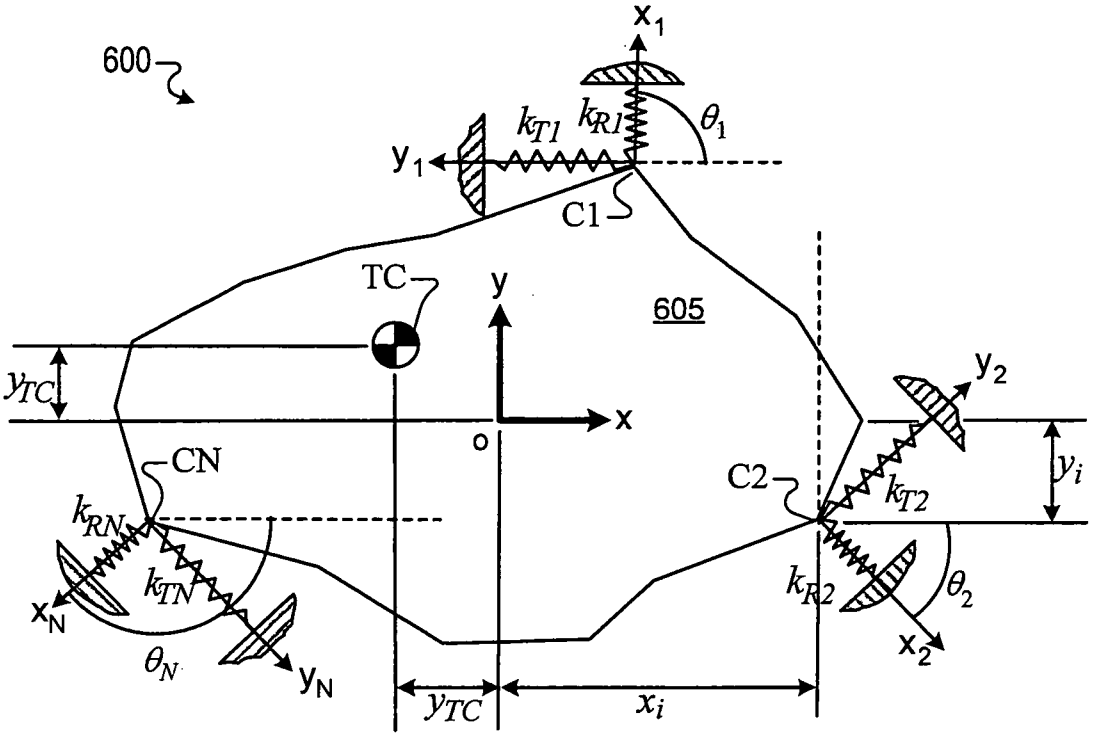


第4B圖

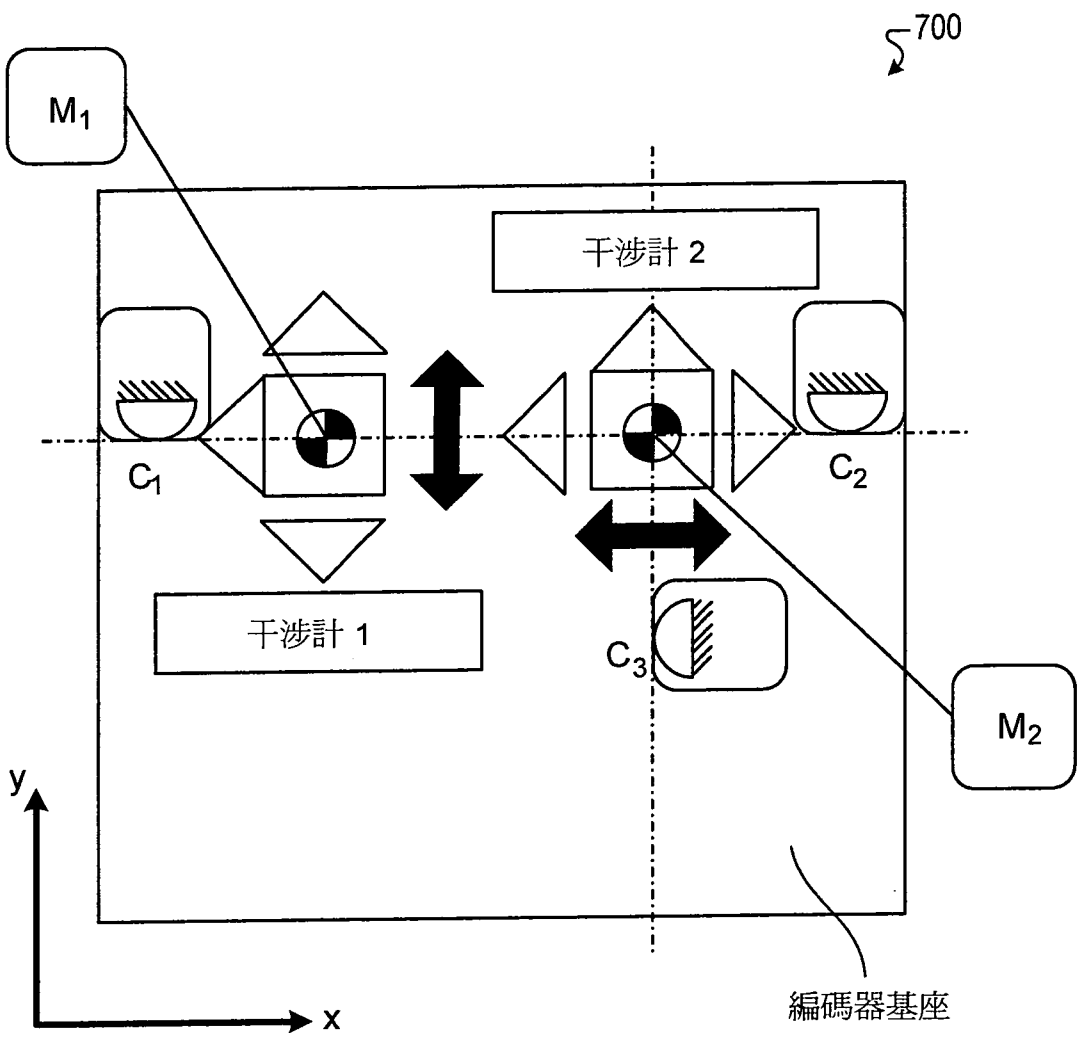

500
受限制本體
k_{T1}
k_{R1}
C1
TC
514
512
C2
k_{R2}
k_{T2}
C3
k_{R3}
k_{T3}
500
受限制本體
k_T
k_R
C1
TC
512
C2
k_R
k_T
C3
k_R
k_T

第5B圖

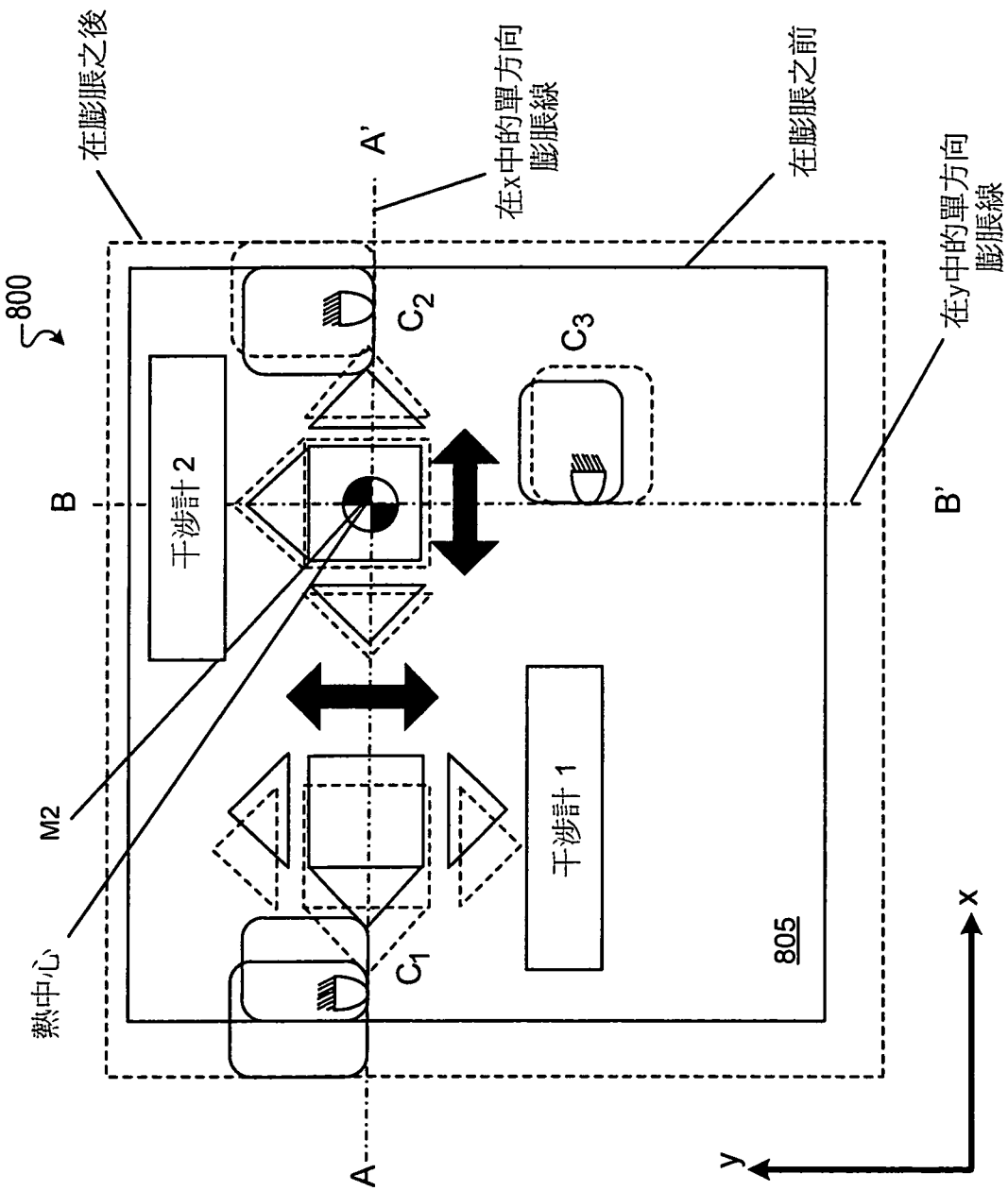
第5A圖


600
x1
kT1
kR1
θ1
y1
C1
TC
y
605
yTC
x
o
y2
CN
C2
yi
kRN
kT2
kTN
kR2
θ2
xN
θN
x2
yN
yTC
xi

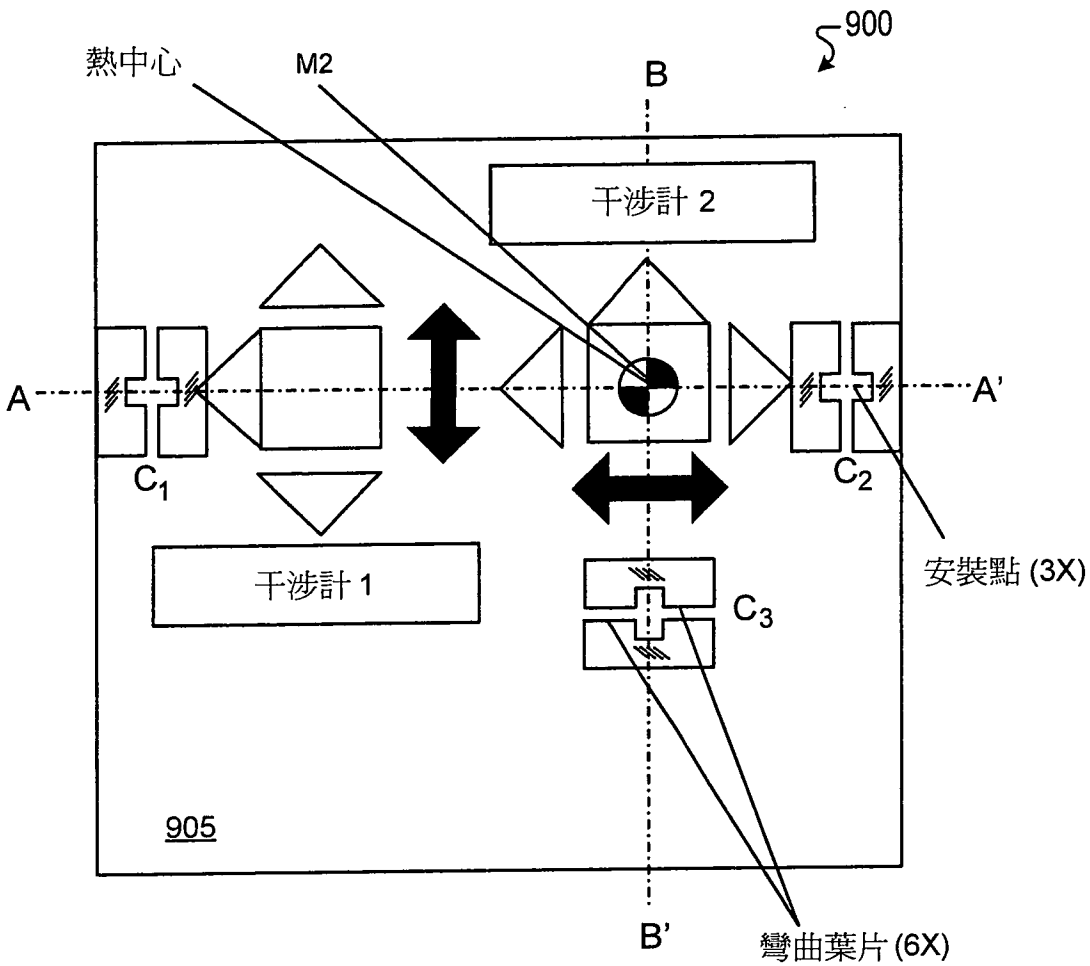
第6圖



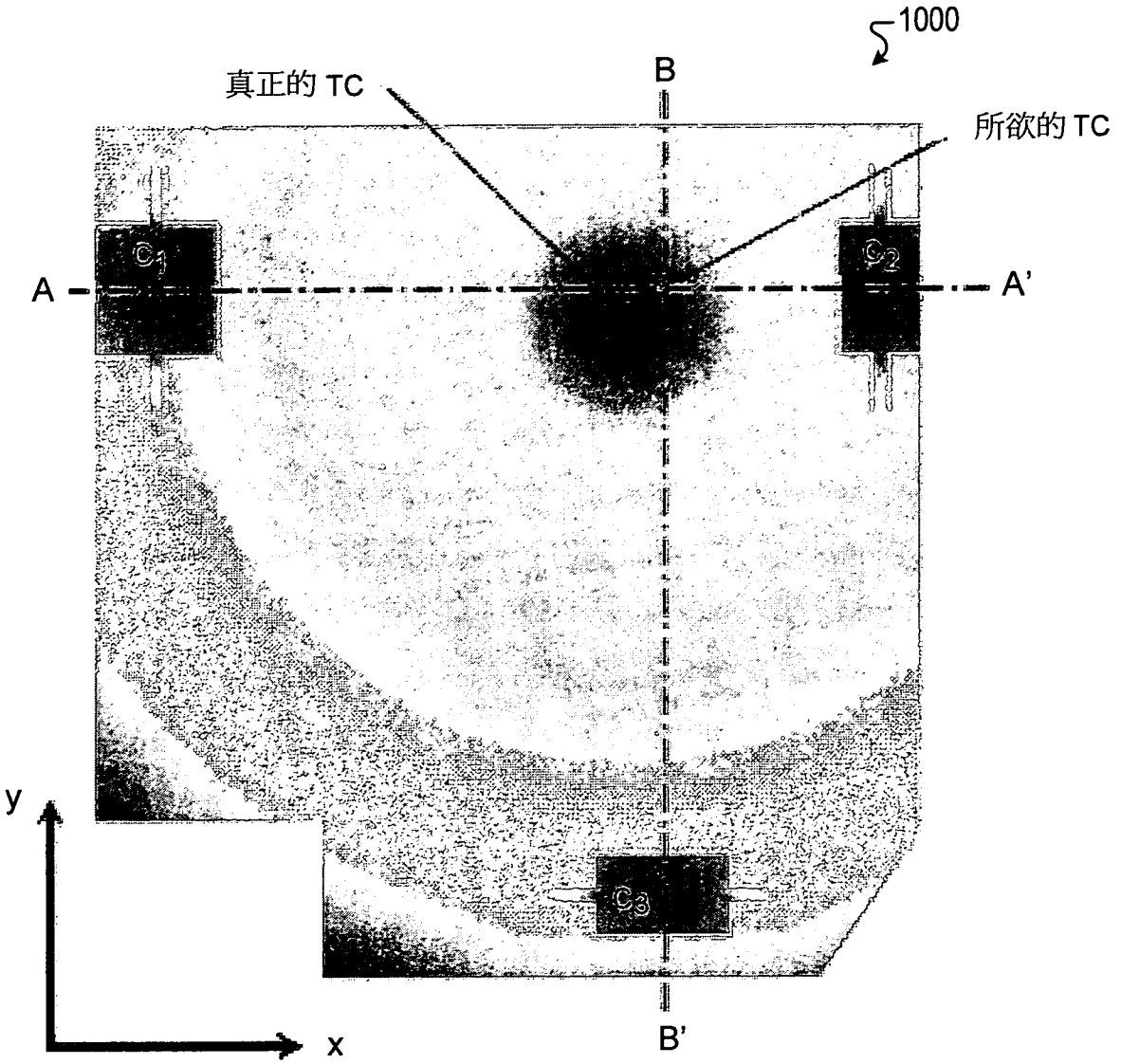
第7圖


800
在膨脹之後
A'
在x中的單方向
膨脹線
在膨脹之前
在y中的單方向
膨脹線
B
B'
M2
熱中心
干涉計 2
干涉計 1
C1
C2
C3
805
A
x
y

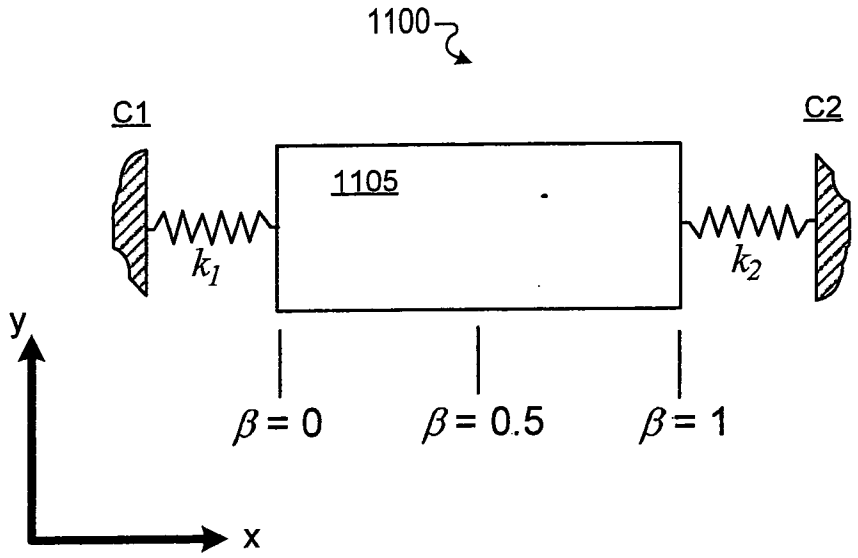
第8圖



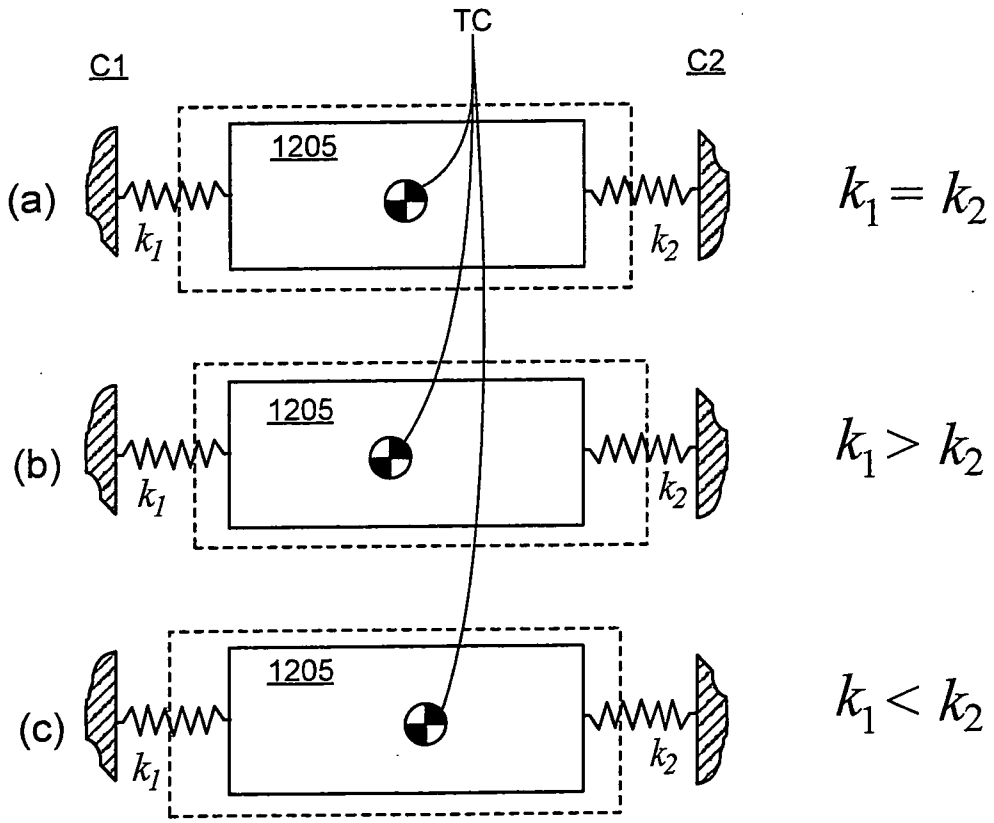
第9圖



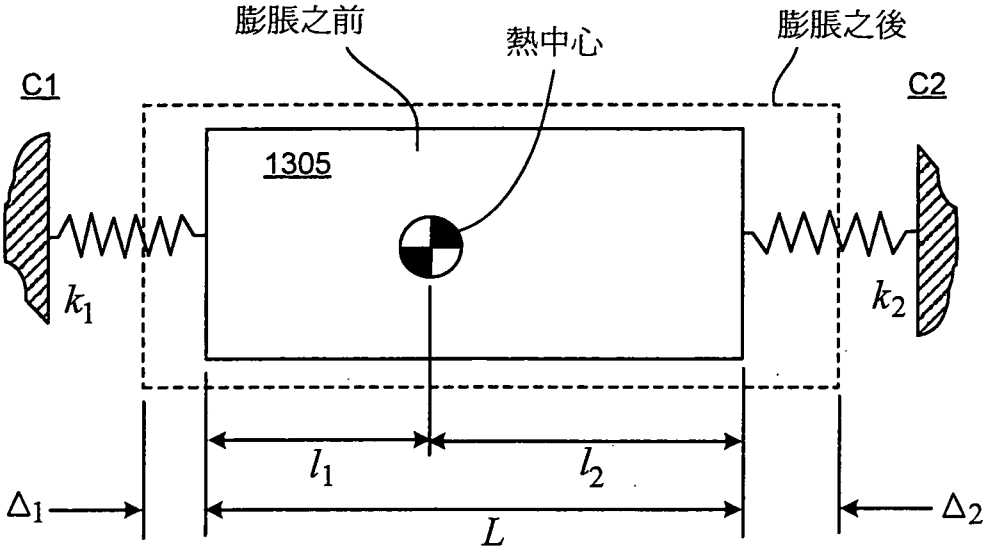
第10圖


1100
C1
C2
1105
k_1
k_2
y
x
$\beta = 0$
$\beta = 0.5$
$\beta = 1$

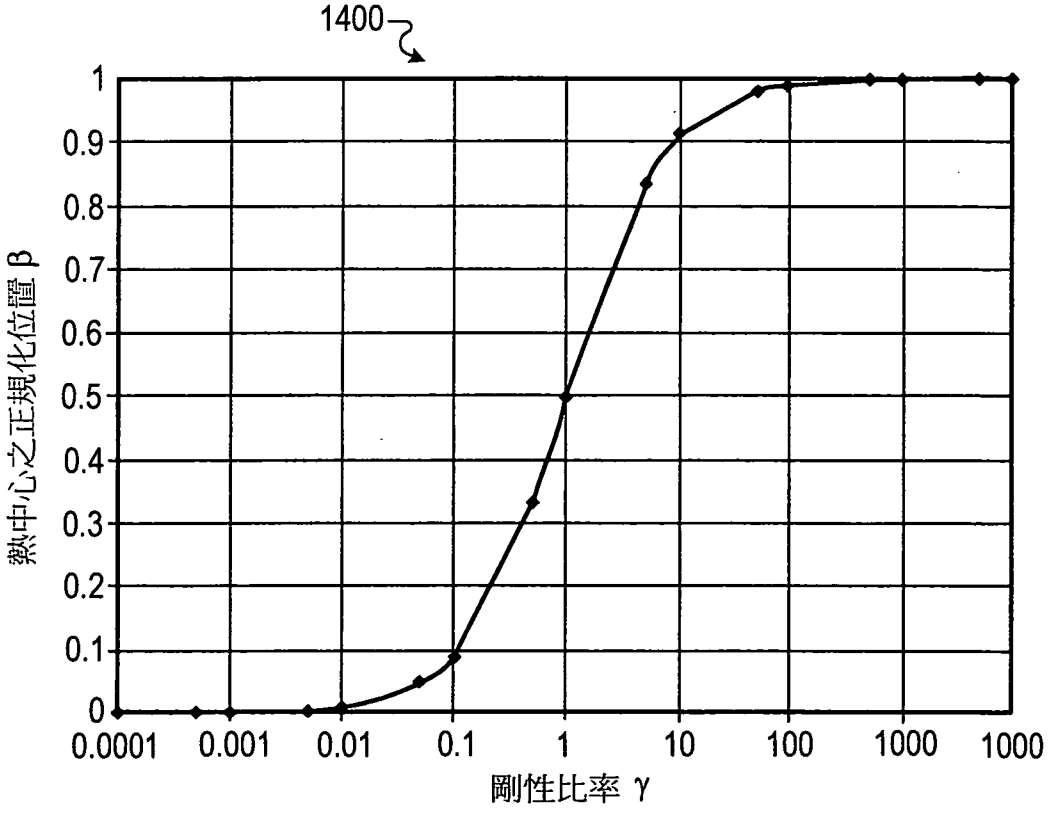
第11圖


TC
C1
C2
1205
(a)
(b)
(c)
k_1
k_2
$k_1 = k_2$
$k_1 > k_2$
$k_1 < k_2$

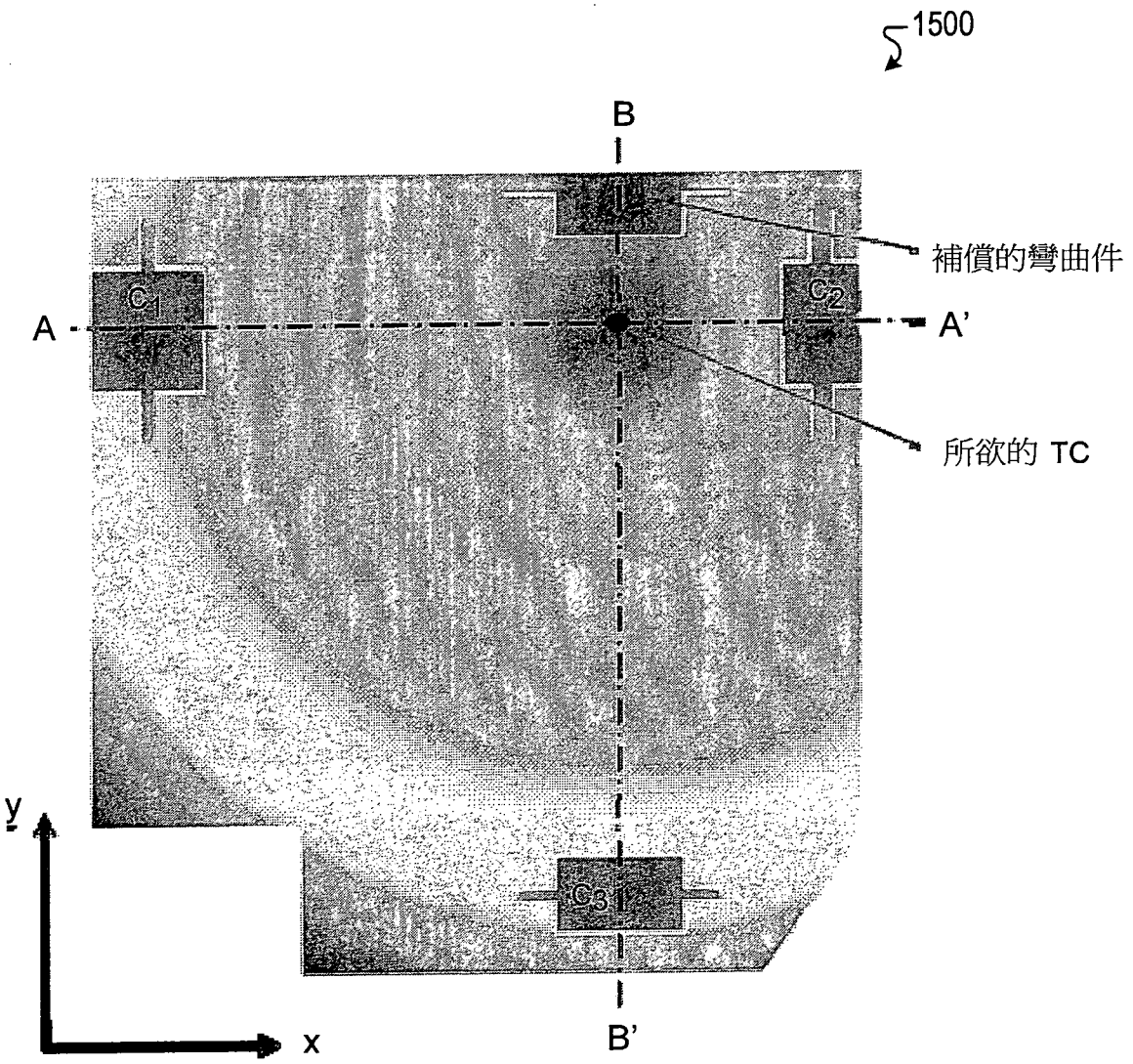
第12圖


膨脹之前
熱中心
膨脹之後
C1
C2
1305
k_1
k_2
l_1
l_2
Δ_1
Δ_2
L

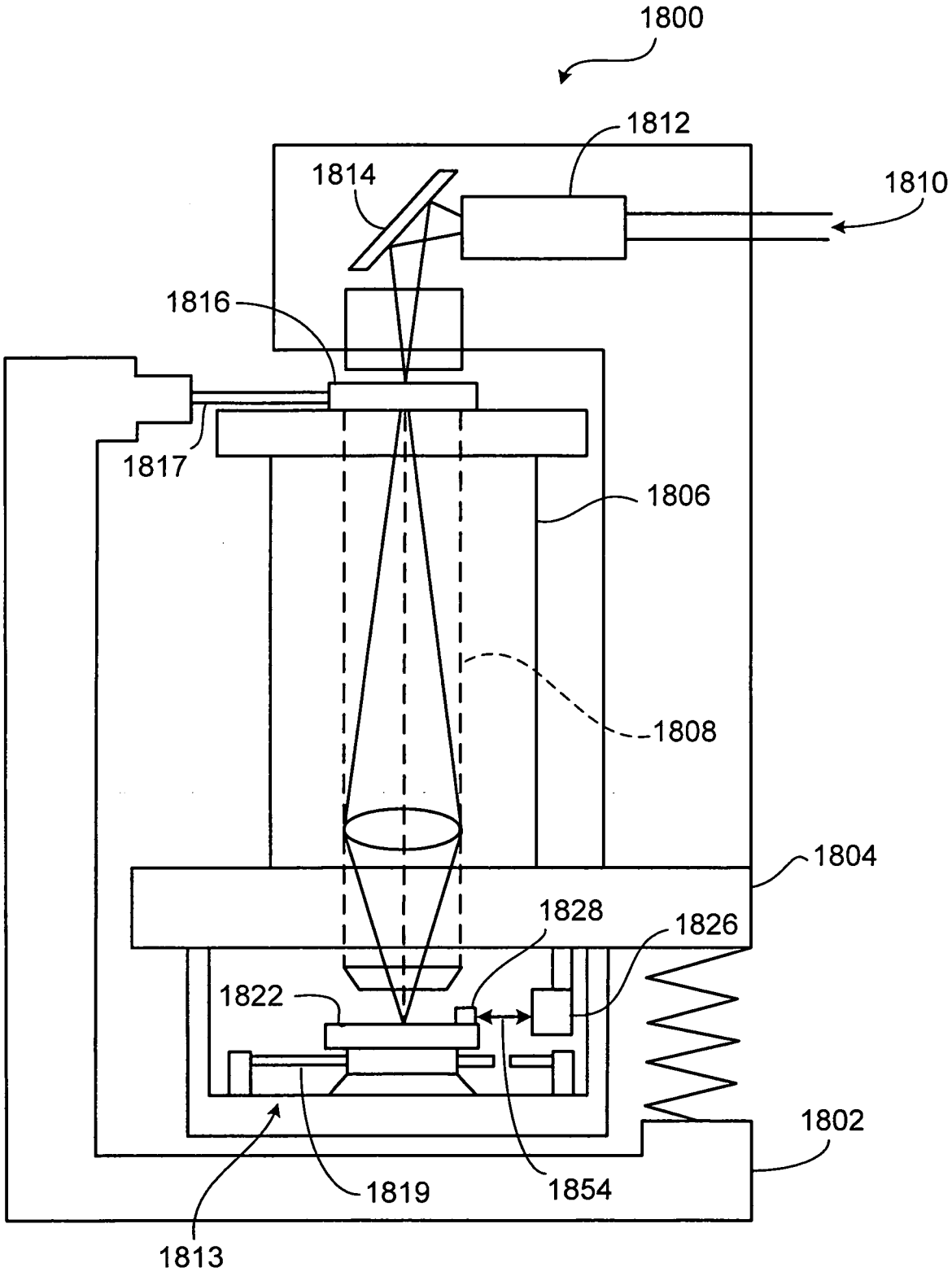
第13圖


1400
熱中心之正規化位置 β
剛性比率 γ
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0.0001
0.001
0.01
0.1
1
10
100
1000
1000

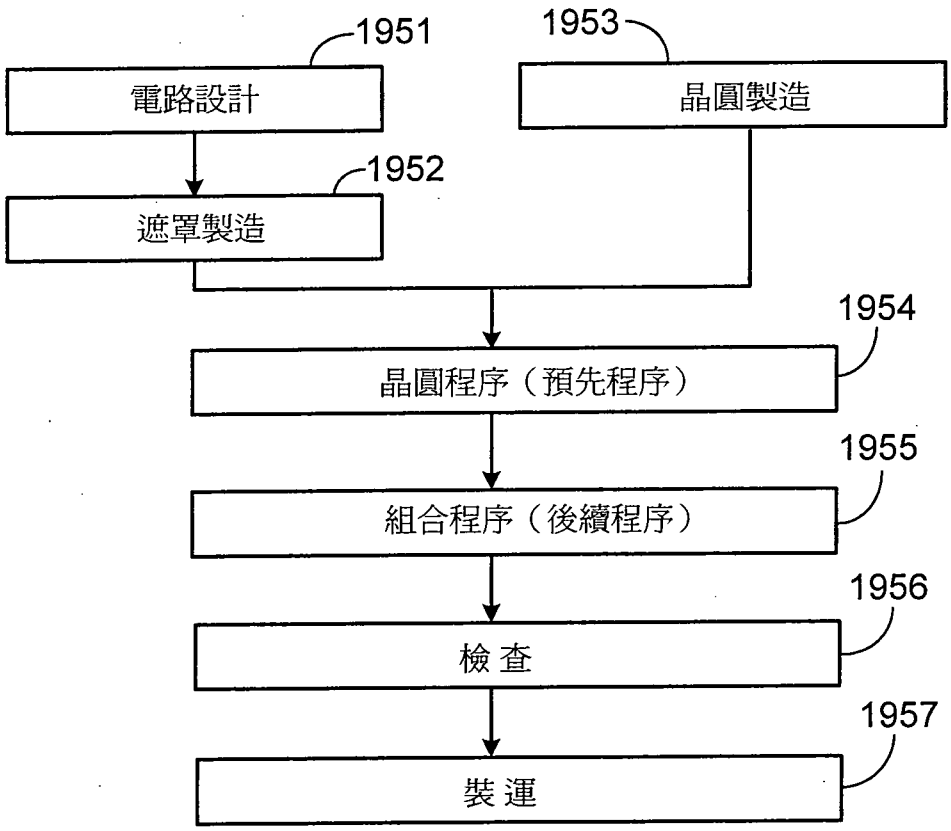
第14圖



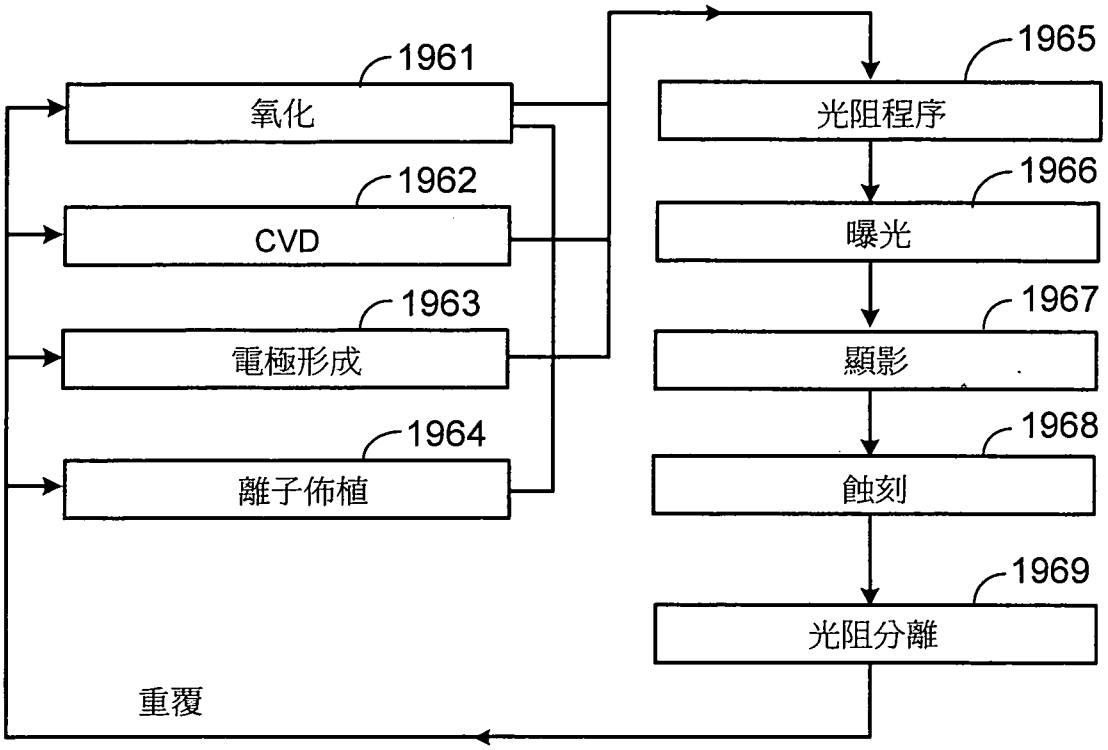
第15圖


1800
1812
1814
1810
1816
1817
1806
1808
1804
1828
1826
1822
1802
1819
1854
1813

第16圖


1951
電路設計
1953
晶圓製造
1952
遮罩製造
1954
晶圓程序（預先程序）
1955
組合程序（後續程序）
1956
檢查
1957
裝運

第17A圖


1961
氧化
1962
CVD
1963
電極形成
1964
離子佈植
1965
光阻程序
1966
曝光
1967
顯影
1968
蝕刻
1969
光阻分離
重覆

第17B圖