



(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 I464825 B

(45)公告日：中華民國 103 (2014) 年 12 月 11 日

(21)申請案號：097137531

(22)申請日：中華民國 97 (2008) 年 09 月 30 日

(51)Int. Cl. : H01L21/68 (2006.01)

H01L21/30 (2006.01)

(30)優先權：2007/09/28 美國

60/976,338

(71)申請人：蘭姆研究公司 (美國) LAM RESEARCH CORPORATION (US)
美國(72)發明人：陳傑克 CHEN, JACK (US)；貝利三世 安祖 D BAILEY III, ANDREW D. (US)；
穆林班 MOORING, BEN (US)；肯史蒂芬 J CAIN, STEPHEN J. (US)

(74)代理人：許峻榮

(56)參考文獻：

US 4860229A

US 5696687A

US 5706201A

US 2006006706A1

US 20050137751A1

審查人員：邱博文

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：23 共 64 頁

(54)名稱

於處理室內設置基板所用之偏移校正技術

OFFSET CORRECTION TECHNIQUES FOR POSITIONING SUBSTRATES WITHIN A
PROCESSING CHAMBER

(57)摘要

提供用以使基板對準支撐機制之處理中心的方法。此方法包括在基板處理之後於複數個指向處與距基板之幾何中心的複數個徑向距離處判定基板厚度。此方法也包括自基板厚度與處理時間中導出一組處理速率值。此方法更包括針對處理速率創造偏心圖，其表示實質同心圓，圓上的點係實質具有此第一處理速率之偏心圖的圓周。此方法也包括應用曲線擬合方程(curve-fitting equation)於此偏心圖以判定一組參數。此方法更包括教導一組機械臂此組參數，從而使此組機械臂將由支撐機制所支撐的另一基板對準處理中心。

A method for aligning a substrate to a process center of a support mechanism is provided. The method includes determining substrate thickness after substrate processing at a plurality of orientations and at a plurality of radial distances from a geometric center of the substrate. The method also includes deriving a set of process rate values from substrate thickness and process duration. The method further includes creating for a process rate an off-centered plot, which represents a substantially concentric circle whose points are a circumference of the off-centered plot having substantially the first process rate. The method yet also includes applying a curve-fitting equation to the off-centered plot to determine a set of parameters. The method yet further includes teaching a set of robot arms the set of parameters, thereby enabling the set of robot arms to align another substrate that is supported by the support mechanism with the process center.

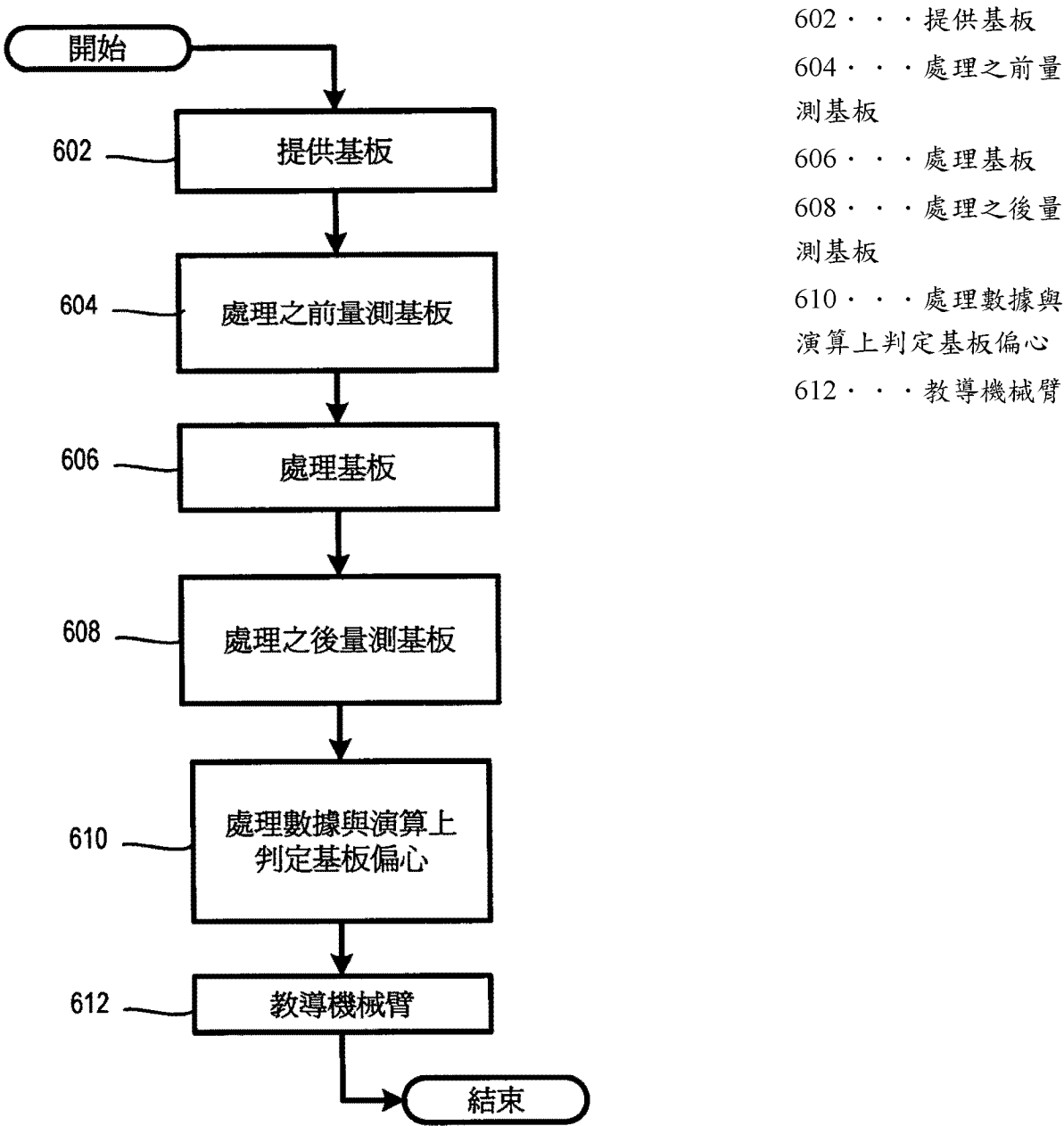


圖 6

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於電漿處理，尤有關於在電漿處理室內設置基板的技術。

【交叉參考之相關申請案】

本申請案與西元 2007 年 9 月 28 日由陳等人申請之共同轉讓的暫時專利申請案第 60/976,338 號(代理人案號為 P1756P/LMRX-P147P1)，名為『於處理室內設置基板所用之偏移校正技術(Offset Correction Techniques For Positioning Substrates Within a Processing Chamber)』相關，且依照美國專利法第 35 條第 119 款第(e)項規定，本申請案對上述共同轉讓的暫時專利申請案第 60/976,338 號主張優先權，其內容併入於本文以供參考。

本申請案與下述申請案相關，其內容皆併入於本文以供參考：

西元 2006 年 12 月 18 日由陳等人申請之共同轉讓的專利申請案第 11/612,355 號(代理人案號為 P1596/P115)，名為『設置基板所用之偏移校正技術(Offset Correction Techniques for Positioning Substrates)』；以及

西元 2006 年 12 月 18 日由陳等人申請之共同轉讓的專利申請案第 11/612,370 號(代理人案號為 P1597/P116)，名為『設置與檢查基板所用之偏移校正方法與配置(Offset Correction Methods and Arrangement for Positioning and Inspecting Substrates)』。

【先前技術】

電漿處理中的進步已促進半導體產業中的成長。一般而言，可自單一已處理基板所切下的晶粒中創造複數個半導體裝置。為處理基板，將此基板放置於電漿處理室內的基板夾頭之頂端上。基板夾頭上之基板的位置可決定此基板的哪一個部分可處理成裝置。

提供用以使基板對準基板夾頭之中心的方法。在一範例中，可於處理模組中放置感測器以判定基板相對於基板夾頭的位置。

在另一範例中，可運用如導向式機械臂的對準裝置而使基板對準於基板夾頭。儘管在一定的精確程度下可執行對準硬體中心(如基板夾頭的中心)，但對準硬體中心不一定總是等同對準處理中心。

如本文所討論的，此硬體中心意指如支撐機構(如基板夾頭)之硬體的 center。此外，如本文所討論的，處理中心意指電漿處理的焦點中心。理想上，離焦點中心之任何既定徑向距離處，處理結果(如蝕刻速率)仍是相同的。例如，離處理中心之 100mm 距離處，可以預期隨著蝕刻速率順著具有離此焦點處理中心之 100mm 半徑的一圓行進，此蝕刻速率實質上仍為常數。因腔室組態特性，此處理中心不一定總是與硬體中心相同。結果表明，於基板處理期間單獨以對準硬體中心為基礎可能引起錯位。由於製造商持續爭取改善量率，所以持續地努力於電漿處理期間使基板更精確地定心於處理中心上以減小由基板錯位所引起的裝置缺陷。

【發明內容】

在一實施例中，本發明與用以使基板對準支撐機制之處理中心的方法相關，其中此處理中心表示用以於電漿處理室中處理基板的焦點中心。此方法包括在基板處理之後於複數個指向處與距基板之幾何中心的複數個徑向距離處判定基板之複數個厚度值。此方法也包括自此複數個厚度值與處理時間中導出一組處理速率值。此方法更包括針對此組處理速率值之第一處理速率創造偏心圖，其中此偏心圖表示實質同心圓，圓上的點係位於實質具有第一處理速率之偏心圖的圓周上。此方法也包括應用曲線擬合方程於此偏心圖以判定一組參數，用以相對於支撐機制補償基板。此方法更包括教導一組機械臂此組參數，從而當此組機械臂於電漿處理室中放置由支撐機制所支撐的另一基板用以處理時，此組機械臂將此另一基板對準此支撐機制的處理中心。

上述概要僅與本文所揭露的發明之眾多實施例中一個相關，且不旨在限制本發明之範圍，而將由本文的專利請求項闡明本發明之範圍。將以本發明之詳細描述與隨附之下列圖式而更詳盡地描述本發明之這些與其它特徵。

【實施方式】

將參照其中隨附之圖式所說明的數個實施例詳盡地描述本發明。於下述的描述中，為提供本發明之徹底了解而闡明眾多的具體描述。然而，對於熟悉本技藝者，明顯的是，不用這些特定細節的部分或全部即可實行本發明。在其他例子中，為了避免非必要地搞混本發明而沒有詳盡地描述眾所皆知的處理操作。

下文描述的各式實施例，包括方法與技術。應銘記於心，本發明也涵蓋包括電腦可讀媒體的製品，此電腦可讀媒體儲存用以實現本發明性技術之實施例的電腦可讀指令。例如，此電腦可讀媒體可包括用以儲存電腦可讀指令之半導體、磁性、光磁性、光學，或其它形式的電腦可讀媒體。此外，本發明也涵蓋用以實施本發明之實施例的設備。如此的設備包括專用與/或可編程的電路以實現附屬於本發明之實施例的工作。如此的設備之例子包括通用電腦與/或適當地編程的專用計算裝置，且可包括適合附屬於本發明之實施例的各式工作之電腦/計算裝置與專用/可編程電路的組合。

在下文揭露中，討論蝕刻以作為運用定心技術而改善的應用。然而，應銘記於心，本發明所揭露的定心技術可用於任何其它形式的處理(例如，沉積與清洗)。此外，此技術係適用於處理實質上係同心(一致與/或非一致)的任何應用。

依據本發明之實施例，提供一種圓形恆定蝕刻速率法，用以計算處理室之基板夾頭的處理中心。在本發明之實施例中，可自測試基板上之蝕刻速率量測推斷基板偏移(即夾頭硬體中心至夾頭處理中心的偏移)，此測試基板於處理期間幾何上一直定心於夾頭上。有了已計算的基板偏移，可利用夾頭處理中心的座標程控傳送模組內的機械臂，以便於使隨後的基板定心於夾頭處理中心上而使處理有改善的均勻性。

通常，可運用機械臂將基板放置於基板夾頭的硬體中心上。然而，如上文提及，因既定工具的特性，硬體中心與處理中心不一定總是相同。假設此基板能更精確地定心於處理中心上，則會

改善處理的均勻性，致使有可能獲得靠近基板邊緣處之滿意的處理結果，及使用基板之更多部分以創造用於裝置的晶粒。在先前技藝中，使用硬體中心的對準方法可能係開環對準(open loop alignment)，其常常不考慮偏移訊號的回饋。不同於先前技藝，運用處理中心的方法可閉環回饋基板位置，從而考慮控制此處理中心。

本發明之實施例提供用以判定處理中心的方法，其係藉由自基板上的一連串量測外推數據而得，此基板於處理期間幾何上一一直定心於夾頭硬體中心上。在一實施例中，於處理之前可收集基板之一組前置處理的量測數據點。在一實施例中，在處理之後可於相同的基板上收集量測位置之一組後置處理的量測數據點。

藉由計算每一數據點之前置與後置處理量測之間的差別，可判定已移除之薄膜層的數量。換言之，可自此組前置與後置處理量測中計算蝕刻深度。儘管於計算基板之厚度中不需要此組前置處理量測數據點，但可藉由包括前置與後置處理量測兩者而計算每一數據點之更精確的蝕刻深度。作為獲得前置處理量測數據點的替代法，例如，關於前置量測厚度可假設其係來自原始基板製造商所提供的規格資料。

例如，考慮到計算蝕刻速率以判定基板偏移的情況。在一實施例中，藉由蝕刻深度除以基板處理時間而計算每一數據點的蝕刻速率。在此記載中，使用蝕刻速率討論各式的實施執行。然而，本發明不限於蝕刻速率且可以蝕刻深度運用之。

在一實施例中，此前置與後置處理量測也可包括每一數據點的半徑(本文中定義為沿著此數據點位置與基板之幾何中心的連線所測得距離)。在一範例中，數據點 1 離基板之中心 148.2 公釐。由於已針對每一數據點計算蝕刻速率，每一數據點的半徑(R)現在係與每一蝕刻速率相關。此外，也可判定每一數據點的指向。作為本文所用之詞，指向意指偏離參考半徑線的角度。因此，數據點的特點可為下述之一或多種：其前置處理蝕刻深度、其後置處理蝕刻深度、其已計算的蝕刻速率、其距基板幾何中心的徑向距

離，與其指向。

在一實施例中，針對每一指向(θ)可判定蝕刻輪廓。如本文所討論的，指向(θ)意指於基板上離固定參考半徑線 0 度至 360 度的角度。指向的例子包括 0 度、45 度、90 度、180 度、270 度，與類似角度，但不限於此。

此外，在一實施例中，可針對每一蝕刻速率判定一或多個實質同心圓。在一實施例中，對於每分 1000 埃(angstroms)的蝕刻速率，於基板上可判定具有每分 1000 埃之蝕刻速率的複數個數據點。這些數據點形成繞著基板之處理中心的實質同心圓。注意到，假設此基板一直定心於夾頭的處理中心上(即假設此基板的幾何中心於處理期間一直與夾頭處理中心共心)，則各式蝕刻速率的同心圓傾向於繞著基板之幾何中心而定心。然而，由於基板的處理中心於此點係未知的，且測試基板一直定心於機械臂幾何中心，各式蝕刻速率之同心圓的中心將偏離基板的幾何中心。本發明之實施例利用此事實以計算夾頭處理中心與機械臂中心之間的偏移。

在一實施例中，於基板上既定蝕刻速率的每一實質同心圓也可圖示為實質正弦曲線。換言之，針對既定蝕刻速率，隨著此既定蝕刻速率所建立之半徑線上的位置與基板幾何中心之間的距離繞著基板幾何中心 360 度轉動，此距離係正弦地變化。相稱此既定蝕刻速率之既定位置之偏心圖上的每一點表示特定指向(θ)之距基板幾何中心的徑向距離(E)。

在一實施例中，針對每一蝕刻速率可創造偏心圖。藉由知道至少一個偏心圖而接著可計算基板偏移。自偏心圖中，可運用曲線擬合方程(如源自傅立葉轉換的傅立葉級數方程、最小二乘方配合等)以算術地計算處理中心距硬體(即幾何)中心之間的偏移。一旦已判定此基板偏移，可利用處理室之基板夾頭之處理中心的新座標程控真空傳送模組的機械臂。

參照下文之圖式與討論可更了解本發明的特徵與優點。在一實施例中，圖 1 顯示典型基板處理系統之概要的方塊圖，可自此處理系統判定處理中心。電漿處理系統 100 可包括複數個基板支

持位置，當基板自常壓傳送模組 102 移至真空傳送模組 104 時，可使基板進到一或多個處理模組(106、108、110，與 112)，最終退出電漿處理系統 100。

例如，考慮到基板受到處理的情況。於處理前，可於基板上不同位置處量測基板 114 的厚度。可藉由量測工具 116 量測基板 114，其可包括折射膜層。於量測基板 114 的厚度時，於不同量測位置處可收集複數個數據點。在一實施例中，可收集二或多個數據點。在另一實施例中，可於基板 114 上不同位置處選取約 100-200 個數據點。

一旦已完成前置處理量測，可將基板 114 放置於前開口式晶圓傳輸匣(FOUP)118。常壓傳送模組 102 內的機械臂 120 可將基板 114 移至對準器 122。在對準器 122 時，基板 114 可適當地定心於夾頭幾何中心上(因為處理中心尚未確定，其係如測試基板之例子)。一旦定心，機械臂 120 可將基板 114 移至氣壓過度艙模組(AL 124 與 AL 126)之一。氣壓過度艙模組適應常壓傳送模組 102 與真空傳送模組 104 之間環境的能力允許基板 114 無損害地於兩加壓環境之間移動。

基板可藉由真空傳送模組 104 內的機械臂 128 自氣壓過度艙模組，如 AL 124，移入處理模組(106、108、110，與 112)之一。一旦已處理(如蝕刻)基板 114，機械臂 128 可將基板 114 自真空傳送模組 104 經過常壓傳送模組 102 移至 FOUP 118。

可自 FOUP 118 中將基板 114 移至量測工具 116 待測。於量測處理後基板 114 的厚度時，可於基板處理後再一次量測處理之前已量測的相同數據點位置之部分或全部。在一範例中，假設前置處理量測期間已於 120 個位置處收集 120 個數據點，則於後置處理量測期間至少針對此相同的 120 個位置再一次收集數據。

在一實施例中，圖 2A 顯示處理前後的基板。基板 202 可有一膜層 204。例如，膜層 204 可為折射材料，允許量測工具量測此基板的厚度。於處理之前，此量測工具可自基板 202 之底端量測至膜層 204(即距離 208)。

除非原始基板有實質缺陷，基板 202 上每一數據點的前置處理量測趨於完全相同。在一範例中，基板於數據點 1 處的厚度幾乎同於基板於數據點 2 處的厚度，其很小的厚度差係歸因於量測此原始基板期間所引入的輕微變異性。在處理之前，此基板趨於實質平坦且此膜層趨於實質地均勻分布於基板的整個表面。

在一實施例中，假設認定基板上的膜層厚度係均勻分布，則可省略前置處理量測。因在增加膜層前/後基板中存有潛在厚度差，在一實施例中，前置處理量測可允許此技術考慮到基板上不同位置處之基板的厚度差。

在處理後，可自基板 202 蝕刻部分膜層 204。現在此膜層 204 係顯示為已蝕刻的膜層 206。作為處理的結果，現在膜層厚度於基板上不同位置處彼此相異。例如，參考數字 210 表示基板上既定位置處基板 202 的新厚度。後置處理量測(基板處理後所執行的)可於不同位置處量測基板的新厚度。

在一實施例中，圖 2B 顯示一簡圖，說明可量測的不同數據點。基板視圖 250 顯示不同指向(如 0 度、45 度、90 度等)的複數個數據點。在前置與後置處理量測兩者中，可收集相同基板位置的厚度數據。在一實施例中，可手動執行數據點的收集。在另一實施例中，可標明與運用一掃描圖案以執行前置與後置處理量測。

在一實施例中，可自此前置與後置處理量測計算蝕刻深度。如本文所討論的，蝕刻深度一詞意指薄膜層疊基板之已蝕刻的部份。換言之，蝕刻深度係針對既定基板位置前置處理量測與後置處理量測之間的差異。

在一實施例中，藉由將蝕刻深度除以基板處理持續時間，可將此蝕刻深度表達為蝕刻速率。在一範例中，基板位置可具有約 0.5 公釐的前置處理量測。一旦已處理此基板，相同位置處基板的厚度現為 0.375 公釐。考慮到蝕刻深度係前置與後置處理量測之間的差異，既定位置(如指向 0 度，半徑 115 公釐)處的蝕刻深度係 0.125 公釐。假設基板 114 的處理時間係 2 分鐘，則此處的蝕刻速率係每分 0.0625 埃。一旦已判定蝕刻速率，基板上每一數據點現

與一蝕刻速率相關。

在一實施例中，除了量測基板的厚度之外，量測工具也可量測所收集的每一數據點距基板幾何中心的徑向距離。在一實施例中，圖 2C 顯示每一數據點的半徑量測。在一範例中，基板視圖 260 顯示數據點 270 與 272。與數據點 270 相關的係半徑 278，而與數據點 272 相關的係半徑 276。針對可收集的每一數據點，可量測距基板幾何中心(其與幾何上定心於基板夾頭之測試基板的硬體中心共心)的徑向距離。

可藉由特定數據點的半徑與特定數據點距參考半徑線的指向而指明其於夾頭上的位置。在一實施例中，圖 3 顯示一簡單曲線圖，說明一指向的蝕刻輪廓。如自圖 2B 與 2C 所見，一指向具有複數個蝕刻速率，其隨距基板幾何中心之距離而變化。圖表視圖 300 顯示針對指向(θ)60 度而將複數個蝕刻速率(η)相對於複數個半徑(R)作圖。在一實施例中，可對於每一指向(如 0 度、45 度、90 度等)繪製蝕刻輪廓。

一旦針對各式指向角度建立各式蝕刻輪廓，可針對每一蝕刻速率判定實質同心圓。在一實施例中，可執行線性內插法或三次樣條函數(cubic spline)以判定具有既定蝕刻速率之數據點的半徑。在一範例中，於指向 60 度處每分 1000 埃的蝕刻速率可具有 145 公釐的半徑(如圖 3 所見)。於不同指向處的相同蝕刻速率可具有不同的半徑。對於每一指向，可針對每分 1000 埃之相同蝕刻速率判定半徑量測。

在一實施例中，圖 4 顯示一恆定蝕刻速率之實質同心圓的簡圖。基板視圖 400 顯示基板 402 與同心圓 404。在一實施例中，對於每一蝕刻速率，可運用自複數個蝕刻輪廓(如圖 3 所見)所外推的複數個半徑(如 R1 406 與 R2 408)以創造實質同心圓 404。

在一實施例中，圖 5 顯示一圖表，顯示徑向位置相對於實質偏心恆定蝕刻速率圓之方位角方向(azimuthal direction)的關係。圖表視圖 500 顯示針對恆定蝕刻速率(如每分 1000 埃)而將複數個半徑(E)相對於複數個指向(θ)作圖，半徑(E)表示具有如此蝕刻速率的

基板位置與基板幾何中心之間的距離。注意到，假設基板幾何中心與基板處理中心共心時，此偏心圖(如圖五所示)則為實質平坦。

針對每一蝕刻速率，可繪製相似於圖 5 的偏心圖。在一實施例中，此偏心圖可具有實質正弦形狀。在一實施例中，可自至少一個偏心圖中計算處理中心。

一旦繪製偏心圖，可運用曲線擬合方程(如源自傅立葉轉換的傅立葉級數方程、最小二乘方配合等)判定方程式 1 的參數。

$$E_n(\theta, \gamma, R) = E_{avg} + \Delta c \cos(\theta - \varphi_1) + \Delta c_2 \cos(2\theta - \varphi_2)$$
 方程式 1

參數	描述
E_{avg}	恆定蝕刻速率之距基板中心的平均距離
$\Delta c \cos(\theta - \varphi_1)$	第一諧函數-指向函數之偏差
$\Delta c_2 \cos(2\theta - \varphi_2)$	第二諧函數
Δc	二中心間的距離量測
R	半徑
θ	指向
φ	偏移所處的角度

在一實施例中，圖 6 顯示簡單流程圖，說明用以計算基板夾頭之處理中心的步驟。

於第一步驟 602，提供一基板。在一實施例中，此基板可具有一膜層(如折射膜層)。

於其次的步驟 604，可在處理之前量測此基板。在一實施例中，可於複數個數據點處量測帶有膜層之基板的厚度。可運用一掃描圖案收集數據點，而不是手動量測此數據點。

於其次的步驟 606，當此基板係幾何上定心於夾頭幾何中心時，可於電漿處理室中處理此基板。在一實施例中，不一定得完全地處理此基板。在一範例中，僅需處理此基板一段時間，使其足以移除部分膜層。

一旦自電漿處理室移除基板，於其次的步驟 608，可量測此基板。在一實施例中，可利用於收集前置處理量測中所運用的相同掃描圖案收集後置處理量測。

於其次的步驟 610，可處理此數據點且演算上可判定處理中心。在一實施例中，圖 7 顯示用以判定此處理中心的演算法。

於第一步驟 702，可計算每一數據點的蝕刻深度。為計算此蝕刻深度，可自數據點之量測位置的前置處理量測減去後置處理量測。

於其次的步驟 704，可計算每一數據點的蝕刻速率。為計算此蝕刻速率，可使數據點的蝕刻深度除以基板處理時間。

於其次的步驟 706，可針對每一指向創造蝕刻輪廓(如蝕刻速率輪廓)。在一範例中，可繪製於特定指向之每一數據點的蝕刻速率以創造蝕刻輪廓。

於其次的步驟 708，藉由曲線擬合蝕刻輪廓，可針對每一具有既定蝕刻速率的指向判定位置(E)。

於其次的步驟 710，可針對每一蝕刻速率繪製偏心曲線。在一範例中，可自蝕刻輪廓外推於特定指向之蝕刻速率的半徑。一旦已針對每一蝕刻輪廓外推恆定蝕刻速率的半徑，可產生實質正弦偏心圖。

於其次的步驟 712，可運用曲線擬合方程(如源自傅立葉轉換的傅立葉級數方程、最小二乘方配合等)判定基板偏移的參數。注意到，假設此基板幾何中心與夾頭處理中心共心時，則此偏心圖(如圖 5 所示)將為實質平坦。熟悉本技藝者因此知悉作為數學逼近的曲線擬合與各式技巧。

回頭參照圖 6，一旦已判定參數，於最終步驟 612，可教導傳送模組(如常壓傳送模組、真空傳送模組等)中的機械臂此參數。結果表明，此機械臂現在可具有正確的座標以補償基板夾頭上的後續基板，而使此基板可於處理期間定心於夾頭處理中心上。

應理解到，儘管方程式 1 與本文的圖式遵循本發明之特定範例實施，但可依據圓形恆定蝕刻速率法以各式等價方式執行本發明。只要自幾何定心測試基板中獲得處理結果量測以便於創造一或多個蝕刻速率同心圓，就可應用各式數學技巧以判定同心圓的中心與夾頭的幾何中心(其與處理期間幾何上定心於夾頭之測試基

板的基板幾何中心共心)之間的偏移。一旦判定此偏移，可提供此偏移資訊給工具以允許後續基板定心於夾頭處理中心上(而非夾頭幾何中心)。

自前述中可理解到，上述的方法不僅可用於不同蝕刻工具(如斜角蝕刻工具、VERSYS 蝕刻系統，與類似工具)，也可用於任何其它系統與/或工具(如沉積工具、清洗系統，與類似工具)，其也可受益於能夠辨別非均勻輪廓。

在本發明之一實施例中，藉由自基板上所作的一組量測外推數據而提供用以計算沉積室內基板夾頭之處理中心的圓形恆定沉積速率法，此基板於處理期間幾何上一直定心於夾頭硬體中心上。相似於圓形恆定蝕刻速率法，可自測試基板上所作的沉積速率量測推論此沉積工具的基板偏移，此測試基板於處理期間幾何上一直定心於夾頭上。相似於圓形恆定蝕刻速率法，針對清洗工具，粒子密度可用以推論基板偏移。有了所計算的基板偏移，可利用夾頭處理中心的座標程控沉積工具之傳送模組內的機械臂，以便於使後續基板定心於夾頭處理中心而改善均勻度。

在一實施例中，圓形恆定沉積速率法可包括於基板上相同數據點處收集一組前置處理量測點與一組後置處理量測點。藉由計算每一數據點之前置與後置處理量測之間的差異，可判定已增加的膜層之量。此圓形恆定沉積速率法相似於圓形恆定蝕刻速率法，然而，藉由自後置處理量測數據減去前置處理量測數據而判定已增加的膜層之量，而不是藉由自前置處理量測數據減去後置處理量測數據而執行計算。

為便於討論，在一實施例中，圖 20 顯示一簡單流程圖，說明用以計算沉積室內基板夾頭之處理中心的步驟。例如，考慮到處理基板 2102(圖 21 中所示)的情況。

在處理之前，於第一步驟 2002，可針對基板 2102 收集前置處理量測。在處理之前，量測工具可自基板 2102 之底端量測至膜層 2106(即距離 2108)。在一實施例中，可於複數個數據點處量測此基板的厚度。可手動收集此數據點或藉由運用掃描圖案而收集之。

通常，基板 2102 上每一數據點的前置處理量測趨於完全相似。在一範例中，於數據點 1 與數據點 2 處基板的厚度應相當相似，其可能的很小厚度差係歸因於量測此原始基板期間所引入的輕微變異性。因此，在處理之前，此基板趨於實質平坦。

在一實施例中，除了量測基板的厚度之外，量測工具也可量測所收集的每一數據點之距基板幾何中心(其與幾何上定心於基板夾頭之測試基板的硬體中心共心)的徑向距離。可藉由特定數據點的半徑與特定數據點距參考半徑線的指向而指明其於夾頭上的位置。一指向常常具有複數個沉積速率，其隨距基板幾何中心之距離而變化。在一實施例中，可對於每一指向(如 0 度、45 度、90 度等)畫出厚度輪廓。

於其次的步驟 2004，可於沉積室中處理此基板。在一實施例中，不一定得完全地處理此基板。相反，例如，可處理此基板至已累積充足材料(如 PECVD 氧化物)的程度。

於其次的步驟 2006，自此沉積室中移除基板用以後置處理量測。在一實施例中，可利用於收集前置處理量測中所運用的相同掃描圖案收集後置處理量測。在一範例中，於處理之後，可使沉積層 2104 加至基板 2102 上。在一範例中，例如，於基板 2102 上可沉積一氧化物，如電漿輔助化學氣相沉積(PECVD)。作為處理的結果，基板 2102 的厚度輪廓現在係不均勻的。例如，參考數字 2110 表示基板上既定位置處之基板 2102 的新厚度。後置處理量測(基板處理後所執行的)可於不同位置處量測基板的新厚度。

於其次的步驟 2008，可處理此數據點且演算上可判定處理中心。

在一實施例中，圖 22 顯示用以判定此處理中心的演算法。

於第一步驟 2202，可計算每一數據點的沉積深度。在前置與後置處理量測兩者中，可收集相同基板位置的厚度數據。在一實施例中，可自前置與後置處理量測計算沉積深度。如本文所討論的，沉積深度一詞意指已增至基板的部份膜層。換言之，沉積深度係既定基板位置之後置處理量測與前處理量測之間的差異。

於其次的步驟 2204，可計算每一數據位置的處理速率(如沉積速率)。在一實施例中，藉由將沉積深度除以基板處理持續時間，可將此沉積深度表達為沉積速率。在一範例中，基板位置可具有約 0.55 公釐的前置處理量測。一旦發生沉積，相同位置處基板的厚度現為 0.72 公釐。考慮到沉積深度係前置與後置處理量測的差異，既定位置(如指向 0 度，半徑 115 公釐)處的沉積深度係 0.17 公釐。假設基板的處理時間係 2 分鐘，則此處的沉積速率係每分 0.085 埃。一旦已判定沉積速率，基板上每一數據點現與一沉積速率相關。

於其次的步驟 2206，可針對每一指向創造厚度輪廓。在一範例中，可繪製於特定指向之每一數據點的沉積速率以創造厚度輪廓。一旦針對各式指向角度建立各式厚度輪廓，可針對每一沉積速率判定實質同心圓。在一實施例中，可執行線性內插法以判定具有既定沉積速率之數據點的半徑。在一範例中，於指向 60 度處每分 1000 埃的沉積速率可具有 145 公釐的半徑。於不同指向處的相同沉積速率可具有不同的半徑。因此，對於每一指向，可針對每分 1000 埃之相同沉積速率判定半徑量測。

於其次的步驟 2208，藉由曲線擬合厚度輪廓，可針對每一具有既定沉積速率的指向判定位置(E)。

於其次的步驟 2210，可針對每一沉積速率繪製偏心曲線。在一範例中，可自厚度輪廓外推於特定指向之沉積速率的半徑。一旦已針對每一厚度輪廓外推恆定沉積速率的半徑，可產生實質正弦偏心圖。

於其次的步驟 2212，可運用曲線擬合方程(如源自傅立葉轉換的傅立葉級數方程、最小二乘方配合等)判定基板偏移的參數。換言之，一旦繪製偏心圖，可運用曲線擬合方程(如源自傅立葉轉換的傅立葉級數方程、最小二乘方配合等)判定前述的方程式 1 的參數。注意到， E_{avg} 現在係指恆定沉積速率(非恆定蝕刻速率)之距基板中心的平均距離。

回頭參照圖 20，一旦已判定參數，於最終步驟 2010，可教導

傳送模組(如常壓傳送模組、真空傳送模組等)中的機械臂此參數。結果表明，此機械臂現在可具有正確的座標以補償基板夾頭上的後續基板，而使此基板可於處理期間定心於夾頭處理中心上。在一實施例中，於進行的生產環境中，提供給機械臂之偏離座標的晶圓定位可為受監視以便統計製程控制的參數。

如前述，上述方法也可應用於清洗系統中修正偏移。在本發明之一實施例中，提供一種圓形缺陷密度法，用以判定清洗室內基板夾頭的處理中心。為便於討論，在一實施例中，圖 23 顯示一簡單流程圖，說明用以計算清洗室內基板夾頭之處理中心的步驟。

於第一步驟 2302，於基板上可收集前置處理量測數據。如前述，可於複數個數據點處量測基板的厚度。此外，也可量測所收集的每一數據點之距基板幾何中心的徑向距離。

於其次的步驟 2304，可於清洗室中清洗此已處理的基板。如前述，不一定得完全地清洗此基板。相反，可處理此基板至已自此基板移除足夠材料之程度。

於其次的步驟 2306，自清洗室中移除基板用以後置處理量測。清洗過後，常常至少可移除若干沈積於基板上的材料。然而，此移除處理無法以均勻的方式移除材料。在一範例中，此清洗室遭受波動，因此，整個基板上所移除的材料量不一定一直係均勻的。為判定此非均勻性，可於如步驟 2302 期間所收集之相同的數據點處記錄後置處理量測。

於其次的步驟 2308，可處理此數據點且演算上可判定處理中心。為演算上判定此處理中心，在一實施例中，可計算每一數據點的密度。如本文所討論的，密度深度一詞意指已自基板移除的部分材料，或留存於基板上之粒子的密度。可藉由自既定基板位置之前置處理量測減去後置處理量測而計算此密度深度。

在判定密度深度之後，在一實施例中，可藉由密度深度除以處理時間而計算每一數據點的處理速率(如密度速率，清洗速率)。在另一實施例中，此前置與後置處理量測也可包括每一數據點的半徑。由於已針對每一數據點計算密度速率，每一數據點之半徑(R)

值現在係與每一密度速率相關。此外，也可判定每一數據點的指向。因此，數據點的特點可為下述之一：其前置處理密度深度、其後置處理密度深度、其已計算的密度速率、其距基板幾何中心的徑向距離，與其指向。

在一實施例中，可繪製於特定指向之每一數據點的密度速率以創造密度輪廓。一旦已針對各式指向角度建立各式密度輪廓，可針對每一密度速率判定實質同心圓與/或實質正弦曲線。換言之，針對既定密度速率，隨著此既定密度速率所建立的半徑線與基板幾何中心之間的距離繞著基板幾何中心 360 度轉動，其係正弦地變化。因此，相稱此既定密度速率之既定位置之偏心圖上的每一點呈現特定指向(θ)之距基板幾何中心的徑向距離(E)。在一實施例中，可藉由曲線擬合(線性內插法、三次樣條函數等)密度輪廓而針對每一具有既定密度速率的指向判定位置(E)。可藉由自密度輪廓外推而針對每一密度速率繪製偏心曲線。

在一實施例中，藉由知悉至少一個偏心圖可接著計算基板偏移。從偏心圖中，可運用曲線擬合方程(如源自傅立葉轉換的傅立葉級數方程、最小二乘方配合等)而算術地計算處理中心距硬體(即幾何)中心之間的偏移。注意到， E_{avg} 現在係指恆定密度速率(非恆定蝕刻速率)之距基板中心的平均距離。

於其次的步驟 2310，一旦已判定參數，可教導電漿處理系統中的機械臂此參數。有了已計算的基板偏移，可利用夾頭處理中心的座標程控此機械臂，以使隨後的基板於處理期間定心於夾頭處理中心而改善均勻性。此外，晶圓定位可為受監視以便統計製程控制的參數。

如自本發明之實施例可理解到，所述的方法(如圓形恆定蝕刻速率法、圓形恆定沉積速率法、圓形恆定缺陷密度法，與類似方法)提供用以判定處理室之基板夾頭之處理中心的演算法。藉由辨別基板夾頭之處理中心，此方法基本上修正可能會發生的錯位，從而降低基板處理期間可能會發生的非均勻性之比率。更者，由於量測工具普遍用於大多生產中，藉由運用現有的量測工具以收

集前置與後置處理量測，此方法不需額外的昂貴採購以完成任務。此外，此方法藉由自方程式中移除基板差異而於處理期間顧及腔室效能之更精確的特性。

先前技藝中使用者面臨的另一問題係故障偵測。自一塊基板中可創造複數個半導體裝置。為確保裝置的品質，整個處理過程中可週期地量測此基板。

通常，故障偵測係基板處理之主要部分。如本文所討論的，故障偵測意指辨別基板中與/或基板處理中之缺陷的過程。故障偵測的例子可包括辨別錯位、辨別基板上的缺陷、辨別基板處理中的缺陷，與辨別膜層潔淨度，但不限於上述。

在先前技藝中有各式用以執行故障偵測的方法。在一範例中，可運用光學量測工具產生基板之影像，其可允許辨別基板上的缺陷。圖 8 顯示藉由先前技藝之光學量測工具而量測一基板的方塊圖。例如，考慮到已處理基板 802 的情況。為執行故障偵測，可運用光學量測工具 804。在獲取影像時，光學量測工具 804 係依靠自表面反射的光線以獲取基板 802 之令人滿意的影像。

在一範例中，於點 806 與 808 處，因為在光線自平坦表面折回時不易多向彈射，光學量測工具 804 能夠獲取基板之令人滿意的影像。然而，由於光線自非平坦(如彎曲的或傾斜的)平面以多向方式反射，光學量測工具 804 沿著基板邊緣(點 810)獲取基板之影像時可能遇到很大的困難。

為獲取基板邊緣之影像，可運用電子顯微鏡。然而，電子顯微鏡係用以獲取基板之影像的昂貴技術，需要昂貴工具與高度技術專業性以完成任務。

首先，由於電子顯微鏡係易受其它電子影響的靈敏儀器，故電子顯微鏡需要於真空中檢視基板。此外，因樣本尺寸限制，電子顯微鏡常需要基板裂成較小的片塊。結果表明，此電子顯微鏡不常用作基板處理期間之線上量測工具。儘管電子顯微鏡可大至足以容納整塊基板，但所有權之成本係極其昂貴。此外，電子顯微鏡通常需要特別的準備，其可能影響基板的組成。

於先前技藝中，通常遠離基板之邊緣而執行基板處理。因此，光學量測工具無法沿著基板之邊緣獲取滿意影像的能力並不會引起問題。然而，因無法沿著基板之邊緣控制處理的能力，一直犧牲基板上寶貴的區域資產。近幾年來，新型工具著眼於沿著基板之邊緣的處理。然而，先前技藝的量測工具與方法不足以提供可為該型工具執行故障偵測的影像類型。

依據本發明之實施例，提供一斜角檢查模組(bevel inspection module, BIM)，用以獲取基板邊緣的清晰且銳利影像。在本發明之實施例中，BIM 可包括一硬體，其可創造有益於獲取基板之斜角邊緣之滿意影像的環境。本發明之實施例也包括操作影像以執行用以處理包含基板邊緣之區域的故障偵測。

例如，考慮沿著或貼近邊緣處理基板的情況。藉由沿著基板之邊緣處理，可使基板之區域資產最大化。然而，最大化僅會發生在假設無實質缺陷地完成處理的狀況下。於先前技藝中，因為難以執行故障偵測，故通常犧牲基板之邊緣周遭的區域。

本發明之實施例提供斜角檢查模組(BIM)以獲取於先前技藝中難以獲取的影像(如沿著基板的邊緣)。於本發明之一實施態樣中，本發明者於此認知到，為創造如此的環境，BIM 的各式元件需要具有彈性以於不同視點與角度獲取影像。在一實施例中，如相機、光學密封件(optics enclosure)、相機座架，與類似物的硬體已經實現可調式定位能力，從而於硬體之定位中提供彈性。在另一範例中，本發明者於此認知到，不充足的光線妨礙獲取清晰且銳利影像的能力。在一實施例中，BIM 設置額外的照明(如背光)，從而提供背景與基板之間的對比。

在一實施例中，BIM 係可依附電漿處理系統的單獨工具。藉著 BIM 依附於電漿處理系統，於基板處理期間可運用此 BIM 作為線上量測工具。

參照下文之圖式與討論可更了解本發明的特徵與優點。在一實施例中，圖 9 顯示帶有斜角檢查模組(BIM)之電漿處理系統之概要的方塊圖。在此記載中，使用電漿處理系統討論各式執行實施。

然而，本發明不限於電漿處理系統，且可隨著欲查看斜角邊緣之任何處理系統而運用之。

電漿處理系統 900 可包括使基板進行處理的複數個基板支持位置，當基板自常壓傳送模組 902 移至真空傳送模組 904 時，可使基板進到一或多個處理模組(906、908、910，與 912)，而最終退出電漿處理系統 900。

可將基板 914 放置於前開口式晶圓傳輸匣(FOUP)918 上。常壓傳送模組 902 內的機械臂 920 可將基板 914 移至對準器 922。在對準器 922 時，基板 914 可適當地定心。一旦定心，機械臂 920 可將基板 914 移至 BIM 916。在一實施例中，BIM 916 可包括對準器。假設對準器作為 BIM 之一部分，則不需要對準器 922。

於 BIM 916 中，可拍取基板 914 的前置處理影像。一旦 BIM 916 完成拍取此前置處理影像，機械臂 920 可將基板 914 移至移至氣壓過度艙模組(AL 924 與 AL 926)之一。氣壓過度艙模組之適應常壓傳送模組 902 與真空傳送模組 904 之間環境的能力允許基板 914 無損害地於兩加壓環境之間移動。

基板 914 可藉由真空傳送模組 904 內的機械臂 928 自氣壓過度艙模組，如 AL 924，移入處理模組(906、908、910，與 912)之一。處理期間，可週期地分析基板 914。在一範例中，於處理模組 906 中完成處理之後，機械臂 928 可將基板 914 自處理模組 906 經過真空傳送模組 904，經過 AL 924 傳送至機械臂 920。機械臂 920 可將基板 914 移至 BIM 916 用以執行線上檢查。一旦完成檢查，基板 914 被移回處理模組中之一以繼續處理。由於 BIM 916 可與電漿處理系統相連，整個處理過程中可週期地執行線上量測而使操作者執行基板 914 上的分析。

在一實施例中，BIM 916 可與電漿處理系統相分離。儘管 BIM 916 仍可提供如其與電漿處理系統相連時相同的支援，但得執行額外的步驟。藉由使 BIM 916 與電漿處理系統 100 相連，可執行線上量測而無需手動介面。

在一實施例中，圖 10 顯示 BIM 的系統簡圖。BIM 1000 可具

有外殼 1002，其使 BIM 1000 直接安裝於常壓傳送模組。在一實施例中，藉由直接與常壓傳送模組相連，BIM 1000 可於基板處理期間做線上量測。

BIM 1000 具有暗門襟(fly opening)1004，可自此將基板放置於基板夾頭 1006 上。BIM 1000 也可包括缺口與晶圓邊緣感測器 1008，其能夠辨別基板與基板缺口。缺口與晶圓邊緣感測器 1008 可表現相似於圖 9 的對準器 922。假設 BIM 1000 中包括缺口與晶圓邊緣感測器 1008，則對準器為可選擇的模組。

BIM 1000 也可包括真空感測器與開關 1010，其可辨別基板何時設置於基板夾頭 1006 之頂端上。在一範例中，當真空感測器與開關 1010 係位於『開』的位置，則基板緊緊地吸附於基板夾頭 1006 上且防止機械臂移動此基板。當真空感測器與開關 1010 係位於『關』的位置，此機械臂能自 BIM 1000 中移除此基板。

BIM 1000 也可包括介面卡 1012，其為輸入/輸出板。介面卡 1012 可作為 BIM 1000 所用的電子控制器。BIM 1000 也可包括電腦 1014，其可與介面卡 1012 相連。

BIM 1000 也可包括可拍照的相機 1016 與光學密封件 1018。光學密封件 1018 可自相機 1016 延伸出。相機 1016 與光學密封件 1018 係安裝於相機座架 1020 上。BIM 1000 也可包括背光 1022，其提供背景照明。

在一實施例中，圖 11 顯示相機座架上的相機與光學密封件之特寫鏡頭的系統簡圖。BIM 1100 可包括光學密封件 1102，其自相機 1104 延伸出。相機 1104 可依附於相機座架 1106 上。

在一實施例中，可如箭頭 1116 所示伸縮相機座架 1106。藉由調整相機座架 1106，可修正相機 1104 與光學密封件 1102 的位置以解決基板的尺寸與/或欲分析之基板區域的大小。在一範例中，隨著基板之尺寸由 200 公釐變為 300 公釐而得調整相機座架 1106。

在一實施例中，如箭頭 1112 所示可在垂直方向上移動相機 1104，使相機 1104 於不同範圍處獲取影像。在另一實施例中，如箭頭 1114 所示可在橫向方向上移動相機 1104，使相機 1104 針對

基板的尺寸與/或欲分析之基板區域的大小進一步調整。在另一實施例中，如箭頭 1110 所示可旋轉相機 1104，使相機 1104 獲取基板的不同視圖(如頂端、底端，與側邊)。在一範例中，可調整相機 1104 以獲取基板之頂端視圖。在另一範例中，可調整相機 1104 以獲取基板之斜角邊緣的直接視圖(如側視圖)。

在一實施例中，也可調整光學密封件 1102。在一範例中，如箭頭 1108 所示可旋轉光學密封件 1102，使光學密封件於不同角度提供照明。

相機 1104、光學密封件 1102，與相機座架 1106 之可調的能力提供 BIM 100 具有彈性以於不同角度、範圍，與位置處獲取影像。因此，可完善所獲取之影像之型式的控制。如前述，採用可調式零件實現 BIM 的硬體，從而在硬體之定位上提供彈性。

在一實施例中，圖 12 顯示 BIM 的橫剖面視圖。考慮拍取基板之影像的狀況。BIM 1200 可包括基板夾頭 1204 之頂端上所放置的基板 1202。基板夾頭 1204 可與旋轉馬達 1206 相連，其可使基板 1202 旋轉。旋轉能力可允許基板夾頭 1204 移動基板 1202 至相機 1208 獲取基板 1202 之影像的位置，以於基板 1202 之不同位置處獲取影像。

BIM 1200 也可包括相機座架 1210。相機 1208 與光學密封件 1212 可依附於相機座架 1210。光學密封件 1212 可包括透鏡 1214、透鏡 1216，與光束分離器 1218。

光源 1222 可提供照明。在一實施例中，光源 1222 可為發光二極體(LED)。在一實施例中，光源 1222 可為三種波長 LED。藉由具有複數個波長，可隨膜厚、輪廓，與/或折射率的改變而改變照明。在一範例中，為獲取較高折射率之膜層的影像，可利用較短波長 LED。光源 1222 可自外部經光束分離器 1218 流入光學密封件 1212，而將光源 1222 向下導向透鏡 1214。

為增加基板邊緣與背景之間的對比，可設置背光 1224。由於基板具有可為圓形的斜角邊緣，光線將撞擊基板後彈開，而妨礙獲取好的影像。在先前技藝中，無裝設背光，導致無法清晰定義

基板之邊緣的影像。在一實施例中，BIM 1200 可包括背光 1224，其可幫助強調基板 1202 的邊緣。藉由增設背光 1224，提供基板的邊緣與背景之間的對比。換言之，可照明基板 1202 的邊緣而使相機 1208 與光學密封件 1212 獲取基板 1202 之邊緣的影像，其係清楚地區隔基板之邊緣與背景。

在一實施例中，可改變透鏡 1214 的視野以增加或減少相機 1208 拍照的區域。此外，可改變透鏡 1214 倍率。在一範例中，較短波長 LED 可能需要更高倍率以產生清晰影像。

圖 10、11，與 12 顯示 BIM 的不同視圖。如所見，BIM 的實施例提供一環境，其有益於提供可用於故障分析之清晰且銳利的影像。在一範例中，此 BIM 包括具有可調整、可移動，與/或可轉動之彈性的元件，從而定位相機、光學密封件，與基板而獲取清晰影像。此外，可裝設額外的照明，從而拍取顯示基板的邊緣與背景之間的對比的影像。

有了 BIM，可顧及沿著基板之邊緣發生的故障偵測而產生更清晰且更銳利的影像。接下來幾張圖片將顯示如何利用 BIM 所獲取的影像執行故障偵測。

在一實施例中，因 BIM 所產生的影像之清晰度，現在可偵測沿著基板之邊緣的缺陷。在一實施例中，圖 13 顯示 BIM 所獲取的影像之例子，其顯示沿著基板之邊緣發生的電弧作用(arcing)。影像 1300 顯示坑疤 1302、1304、1306、1308、1310，與 1312，其係處理期間發生的電弧作用之例子。在先前技藝中，可運用光學量測工具以獲取遠離基板之邊緣發生的電弧作用之影像。然而，先前技藝中的光學量測工具通常不具有沿著基板邊緣獲取清晰影像的能力。為辨別基板處理期間沿著邊緣發生的如電弧作用之缺陷，可運用 BIM 獲取基板之邊緣的銳利清晰影像。

在一實施例中，圖 14 顯示之 BIM 所產生的影像之例子，其係用於辨別錯位。影像 1400 顯示基板邊緣之區域的影像。線 1402 可表示基板之邊緣。線 1404 可表示基板係平坦的終點。線 1406 可表示完全移除膜層之點。曲線 1408 可表示處理期間發生的複數

個干涉紋(如 1410 與 1412)。每一干涉紋可表示離基板之邊緣的距離，其中蝕刻速率係恆定的。

假設自線 1406 至線 1402 的距離於不同指向(θ)處係實質相同，則基板係實質定心於處理室中，且錯位情形係極微的或實質為零。然而，假設離基板之邊緣的距離(自線 1402 至線 1406)於不同指向(θ)處不相同，則存有錯位。藉由繪製離基板之邊緣的複數個距離相對於指向的關係圖，可創造偏心圖。假設額外的偏心圖是所需的，則可藉干涉紋中的一個取代線 1406。在一範例中，可針對離基板之邊緣(自線 1402 至干涉紋 1412)的複數個距離創造偏心圖。

在一實施例中，圖 15 顯示一簡單圖表，說明偏心圖(即距中心的距離相對於恆定蝕刻速率之指向的關係)。

圖表視圖 1500 顯示離基板之邊緣的複數個距離(E)相對於複數個指向(θ)的關係圖。如所見，圖 15 係相似於圖 5。主要的差異係圖 15 中距離係指距基板之邊緣而非距基板之中心。對於每一干涉紋，可繪製偏心圖。在一實施例中，此偏心圖可具有實質正弦形狀。在一實施例中，可自至少一個偏心圖中計算出處理中心。

一旦已繪製偏心圖，可運用曲線擬合方程(如源自傅立葉轉換的傅立葉級數方程、最小二乘方配合等)判定方程式 2 的參數。

$$E_n(\theta) = E_{avg} + \Delta c \cos(\theta - \varphi_1) + \Delta c_2 \cos(2\theta - \varphi_2)$$

方程式 2

參數	描述
E_{avg}	干涉紋之距基板之邊緣的平均距離
$\Delta c \cos(\theta - \varphi_1)$	第一諧函數-指向函數之偏差
$\Delta c_2 \cos(2\theta - \varphi_2)$	第二諧函數
Δc	二中心間的距離量測
θ	指向
φ	偏移所處的角度

在一實施例中，圖 16 顯示一簡單流程圖，說明用以利用 BIM 所獲取的影像計算基板夾頭之處理中心的步驟。

於第一步驟 1602，提供一基板。在一實施例中，此基板可具

有一膜層(如折射膜層)。

於其次的步驟 1604，可於電漿處理室中處理此基板的邊緣區域。在一範例中，所處理的區域不包括超過基板之邊緣 3 公釐的基板部分。

一旦自電漿處理室中移除基板，於其次的步驟 1606，BIM 可獲取基板之處理區的複數個影像。

於其次的步驟 1608，可於不同的指向處量測干涉紋之距基板之邊緣的複數個距離。

於其次的步驟 1610，可相對於指向(θ)繪製距基板之邊緣的複數個距離以產生偏心圖。僅管藉由一偏心圖而判定基板偏移，但可針對每一干涉紋繪製偏心圖。

於其次的步驟 1612，可運用曲線擬合方程(如源自傅立葉轉換的傅立葉級數方程、最小二乘方配合等)判定基板偏移的參數。熟悉本技藝者將通曉曲線擬合方程。因此，無需進一步討論之。於最後的步驟 1614，一旦判定上述方程式 2 的參數，可教導傳送模組(如真空傳送模組、常壓傳送模組，與類似模組)中的機械臂此參數。結果表明，此機械臂現在可具有正確的座標以補償基板夾頭上的基板，而導引此基板至基板夾頭之處理中心。

在一實施例中，圖 17 顯示影像處理流程，用以處理 BIM 所獲取的影像而執行故障偵測。

於第一步驟 1702，BIM 可獲取基板的影像。在一實施例中，此影像可為彩色的。

於其次的步驟 1704，將此影像上傳至電腦系統，而產生影像的數位檔案。

於其次的步驟 1706，可將此影像轉成灰階影像，其通常係 8 位元影像。

於其次的步驟 1708，可執行平滑與坎尼運算(smooth and canny)。平滑與坎尼運算意指過濾技術，可自影像中移除雜訊而強調影像之邊緣。

於其次的步驟 1710，可執行閾值法(threshold)。閾值法意指將

影像自 8 位元影像轉成 1 位元影像。換言之，現在僅可看見影像的邊緣。參閱圖 18，作為 BIM 所獲取之影像之顯示閾值法的例子。區域 1802 可表示處理之前之基板的影像。區域 1804 可顯示已執行閾值法之後的基板影像。如自影像所見，除了干涉紋、膜厚，與斜角邊緣之邊緣外，已消除全部東西。在一實施例中，可執行額外的過濾以移除存於影像的雜訊，直至僅有斜角邊緣的線條與第一干涉紋留存。

於其次的步驟 1712，可萃取線條且計算空隙以判定距基板之邊緣的距離。如本文所討論的，空隙意指基板的邊緣與第一干涉紋之間的距離。可針對不同指向的影像重複步驟 1702 至 1712。在一實施例中，可針對至少四個不同指向萃取空隙數據。

於其次的步驟 1714，可相對於指向繪製複數個空隙以創造偏心圖，其可為正弦曲線。

於其次的步驟 1716，可運用曲線擬合方程(如源自傅立葉轉換的傅立葉級數方程、最小二乘方配合等)判定基板偏移的參數。

於最後的步驟 1718，可教導傳送模組(如常壓傳送模組、真空傳送模組等)中的機械臂已調整之處理中心的參數。

在一實施例中，圖 19 顯示 BIM 所獲取之帶有干涉紋的基板之影像例子。線 1902 可表示基板的邊緣。自線 1904 至線 1906 表示處理期間已將膜層清除。曲線 1908 可表示處理期間發生的複數個干涉紋。如本文所討論的，干涉紋意指反射光之最大或最小振幅。可利用下文的方程式 3 計算兩連續干涉紋之間的厚度變化。

$$\Delta t = \lambda / 2n$$

方程式 3

參數	描述
Δt	兩連續干涉紋之間的厚度變化
λ	波長
n	膜層折射率

因為波長與折射率係已知的變數，故可計算兩連續干涉紋之間的厚度變化。此波長係與可用以於 BIM 中獲取影像之 LED 的波

長相關。此膜層的折射率係已知的且取決於塗佈於基板之膜的型式。在一範例中，此波長係 500 奈米(nanometer)且此折射率係 2.5。此範例的厚度變化為 100 奈米。換言之，干涉紋之間的厚度變化(1910)每個係 100 奈米。

對於每一干涉紋，可計算距基板之邊緣的距離。在一範例中，干涉紋 1914 之距基板之邊緣的距離(1912)約為 1875 公釐。因此，曲線 1908 可表示於特定指向之基板的厚度輪廓。

在一實施例中，可將厚度輪廓轉成蝕刻深度輪廓。由於已知膜層的厚度，可自原始膜厚中減去厚度變化(Δt)而判定蝕刻深度。針對每一厚度變化，可計算蝕刻深度。一旦已辨別蝕刻深度，可運用前述發明的圓形恆定蝕刻速率法判定基板偏移，且最終判定處理室之基板夾頭的處理中心。

如自本發明之實施例可理解，BIM 提供線上量測工具，其能夠獲取基板之斜角邊緣的清晰且銳利影像，而無需犧牲基板。有了清晰且銳利影像，可沿著斜角邊緣執行故障偵測，允許辨別且解決基板中的錯位與缺陷。此外，執行故障偵測的能力可更好控制沿著基板之邊緣發生的處理。更者，此方法藉由自方程式中移除基板，可完成腔室效能之更精確的描述。

雖然已藉由數個較佳實施例敘述本發明，仍可有落入本發明的範圍內的替代、交換、及等價動作。儘管本文已提供各式範例，卻意味著關於本發明的這些範例係說明性而非限制性。

此外，本文因便利性提供標題與概要，不應將其用以理解本文之專利請求項的範圍。此外，以簡潔型式撰寫摘要且因便利性而提供之，因此不應將其用以理解或限制整個發明，而將以專利請求項表達整個發明。假設本文使用『組』一詞，如此的字詞旨在具有通常了解的數學意義，其涵蓋零個、一個，或超過一個構件。也應注意到，有許多實現本發明之方法與設備的替代方式。因此意味著可將下述附加的專利請求項解釋為包括落入本發明的真實精神及範圍內之所有如替代、交換，及等價動作。

【圖式簡單說明】

本發明係藉由例子說明且不限於隨附圖示的圖表中，且其中相似的參照數字代表相似的元件，其圖式為：

圖 1 顯示在一實施例中，典型基板處理系統之概要的方塊圖。

圖 2A 顯示在一實施例中，處理前後的基板。

圖 2B 顯示一簡圖，說明在一實施例中可選取的不同數據點。可於各種角度與距基板中心的各種距離處選取數據點。

圖 2C 顯示在一實施例中，每一數據點的半徑量測。

圖 3 顯示一簡單曲線圖，說明在一實施例中一指向的蝕刻輪廓。

圖 4 顯示在一實施例中，一恆定蝕刻速率之實質同心圓的簡圖。

圖 5 顯示一圖表，顯示在一實施例中徑向位置相對於實質偏心恆定蝕刻速率圓之方位角方向的關係。

圖 6 顯示一簡單流程圖，說明在一實施例中用以計算基板夾頭之處理中心的步驟。

圖 7 顯示在一實施例中用以判定處理中心的演算法。

圖 8 顯示在一實施例中藉由光學量測工具而量測基板的方塊圖。

圖 9 顯示在一實施例中，帶有斜角檢查模組（BIM）之電漿處理系統之概要的方塊圖。

圖 10 顯示在一實施例中 BIM 的系統簡圖。

圖 11 顯示在一實施例中，相機座架上的相機與光學密封件之特寫鏡頭的系統簡圖。

圖 12 顯示在一實施例中 BIM 的橫剖面視圖。

圖 13 顯示在一實施例中 BIM 所獲取的影像之例子，其顯示沿著基板之邊緣發生的電弧作用。

圖 14 顯示在一實施例中之 BIM 所產生的影像之例子，其係用於辨別錯位。

圖 15 顯示一簡單圖表，說明在一實施例中恆定蝕刻速率之距

中心的距離相對於指向之關係。

圖 16 顯示一簡單流程圖，說明在一實施例中用以利用 BIM 所獲取的影像而計算基板夾頭之處理中心的步驟。

圖 17 顯示一實施例中之影像處理流程，用以處理 BIM 所獲取的影像而執行故障偵測。

圖 18 顯示在一實施例中，BIM 所獲取之影像之展現閾值法的例子。

圖 19 顯示在一實施例中，BIM 所獲取之帶有干涉紋的基板之影像例子。

圖 20 顯示一簡單流程圖，說明在一實施例中用以計算沉積室內基板夾頭之處理中心的步驟。

圖 21 顯示在一實施例中，處理前後的基板。

圖 22 顯示在一實施例中，用以判定處理中心的演算法。

圖 23 顯示一簡單流程圖，說明在一實施例中，用以計算清洗室內基板夾頭的處理中心的步驟。

【主要元件符號說明】

100	電漿處理系統
102	常壓傳送模組
104	真空傳送模組
106	處理模組
108	處理模組
110	處理模組
112	處理模組
114	基板
116	量測工具
118	前開口式晶圓傳輸匣/FOUP
120	機械臂
122	對準器
AL 124	氣壓過度艙模組
AL 126	氣壓過度艙模組

128	機械臂
202	基板
204	膜層
206	已蝕刻的膜層
208	距離
210	參考數字
250	基板視圖
260	基板視圖
270	數據點
272	數據點
276	半徑
278	半徑
300	圖表視圖
400	基板視圖
402	基板
404	同心圓
406	半徑
408	半徑
500	圖表視圖
802	基板
804	光學量測工具
806	點
808	點
810	點
900	電漿處理系統
902	常壓傳送模組
904	真空傳送模組
906	處理模組
908	處理模組
910	處理模組

- 912 處理模組
- 914 基板
- 916 斜角檢查模組 /BIM
- 918 前開口式晶圓傳輸匣/FOUP
- 920 機械臂
- 922 對準器
- AL 924 氣壓過度艙模組
- AL 926 氣壓過度艙模組
- 928 機械臂
- 1000 斜角檢查模組 /BIM
- 1002 外殼
- 1004 暗門襟
- 1006 基板夾頭
- 1008 缺口與晶圓邊緣感測器
- 1010 真空感測器與開關
- 1012 介面卡
- 1014 電腦
- 1016 相機
- 1018 光學密封件
- 1020 相機座架
- 1022 背光
- 1100 斜角檢查模組 /BIM
- 1102 光學密封件
- 1104 相機
- 1106 相機座架
- 1108 箭頭
- 1110 箭頭
- 1112 箭頭
- 1114 箭頭
- 1116 箭頭

1200	斜角檢查模組 /BIM
1202	基板
1204	基板夾頭
1206	旋轉馬達
1208	相機
1210	相機座架
1212	光學密封件
1214	透鏡
1216	透鏡
1218	光束分離器
1222	光源
1224	背光
1300	影像
1302	坑疤
1304	坑疤
1306	坑疤
1308	坑疤
1310	坑疤
1312	坑疤
1400	影像
1402	線
1404	線
1406	線
1408	曲線
1410	干涉紋
1412	干涉紋
1500	圖表視圖
1802	區域
1804	區域
1902	線

1904	線
1906	線
1908	曲線
1910	干涉紋之間的膜厚變化
1912	距基板之邊緣的距離
1914	干涉紋
2102	基板
2104	沉積層
2106	膜層
2108	距離
2110	參考數字

發明專利說明書

公告本

(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：97/37531

※ 申請日：97.9.30

※IPC 分類：H01L 21/68(2006.01)
H01L 21/30(2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

於處理室內設置基板所用之偏移校正技術/

OFFSET CORRECTION TECHNIQUES FOR POSITIONING
SUBSTRATES WITHIN A PROCESSING CHAMBER

二、中文發明摘要：

提供用以使基板對準支撐機制之處理中心的方法。此方法包括在基板處理之後於複數個指向處與距基板之幾何中心的複數個徑向距離處判定基板厚度。此方法也包括自基板厚度與處理時間中導出一組處理速率值。此方法更包括針對處理速率創造偏心圖，其表示實質同心圓，圓上的點係實質具有此第一處理速率之偏心圖的圓周。此方法也包括應用曲線擬合方程(curve-fitting equation)於此偏心圖以判定一組參數。此方法更包括教導一組機械臂此組參數，從而使此組機械臂將由支撐機制所支撐的另一基板對準處理中心。

三、英文發明摘要：

A method for aligning a substrate to a process center of a support mechanism is provided. The method includes determining substrate thickness after substrate processing at a plurality of orientations and at a plurality of radial distances from a geometric center of the substrate. The method also includes deriving a set of process rate values from substrate thickness and process duration. The method further includes creating for a process rate an off-centered plot, which represents a substantially concentric circle whose points are a circumference of the off-centered plot having substantially the first process rate. The method yet also includes applying a curve-fitting equation to the

off-centered plot to determine a set of parameters. The method yet further includes teaching a set of robot arms the set of parameters, thereby enabling the set of robot arms to align another substrate that is supported by the support mechanism with the process center.

七、申請專利範圍：

1. 一種用以使一基板對準一支撐機制之一處理中心的方法，其中該處理中心表示用以於一電漿處理室中處理該基板的一焦點中心，包括：

在基板處理之後，於複數個指向處與距該基板之一幾何中心的複數個徑向距離處判定該基板之複數個厚度值；

自該複數個厚度值與一處理時間中導出一組處理速率值；

針對該組處理速率值之一第一處理速率創造一偏心圖，其中該偏心圖表示一實質同心圓，該實質同心圓上的點係位於實質具有該第一處理速率之該偏心圖的一圓周上；

應用一曲線擬合方程於該偏心圖以判定一組參數，用以相對於該支撐機制補償該基板；及

教導一組機械臂該組參數，從而當該組機械臂於該電漿處理室中放置由該支撐機制所支撐的另一基板用以處理時，該組機械臂將該另一基板對準該支撐機制的該處理中心。

2. 如申請專利範圍第1項的用以使一基板對準一支撐機制之一處理中心的方法，其中藉由辨別一組數據點而判定該複數個厚度值，其中該組數據點包括前置處理數據點與後置處理數據點。

3. 如申請專利範圍第1項的用以使一基板對準一支撐機制之一處理中心的方法，其中該電漿處理室係一沉積室與一清洗室其中之一者。

4. 如申請專利範圍第1項的用以使一基板對準一支撐機制之一處理中心的方法，其中該處理速率係一沉積速率與一清洗速率其中之一者。

5. 如申請專利範圍第1項的用以使一基板對準一支撐機制之一處理中心的方法，其中該曲線擬合方程係源自傅立葉轉換的一傅立

葉級數方程。

6. 如申請專利範圍第1項的用以使一基板對準一支撐機制之一處理中心的方法，其中該曲線擬合方程係一正弦曲線上的一最小二乘方配合。

7. 如申請專利範圍第1項的用以使一基板對準一支撐機制之一處理中心的方法，其中該偏心圖係一正弦曲線。

8. 一種用以使一基板對準一支撐機制之一處理中心的方法，其中該處理中心表示用以於一電漿處理室中處理該基板的一焦點中心，包括：

辨別一組數據點，其中該組數據點包括於複數個指向處與距該基板之一幾何中心的複數個徑向距離處之該基板的複數個厚度值；

處理該組數據點以計算一組參數，用以判定該支撐機制之該處理中心；及

教導一組機械臂該組參數，從而當該組機械臂於該電漿處理室中放置由該支撐機制所支撐的另一基板用以處理時，該組機械臂將該另一基板對準該支撐機制的該處理中心。

9. 如申請專利範圍第8項的用以使一基板對準一支撐機制之一處理中心的方法，其中處理該組數據點包括：

藉由判定後置處理數據點與前置處理數據點之間的差異而計算沉積深度值；

自該沉積深度值與一處理時間中導出一組沉積速率值；

產生該複數個指向的厚度輪廓；

自該厚度輪廓外推一組半徑；

針對該組沉積速率值之一第一沉積速率創造一偏心圖，其中該偏心圖表示一實質同心圓，該實質同心圓上的點係位於實質具

有該第一沉積速率之該偏心圖的一圓周上；及

應用一曲線擬合方程於該偏心圖以判定該組參數，用以相對於該支撐機制補償該基板。

10. 如申請專利範圍第8項的用以使一基板對準一支撐機制之一處理中心的方法，其中處理該組量測數據點包括：

藉由判定後置處理數據點與前置處理數據點之間的差異而計算密度深度值；

自該密度深度值與一處理時間中導出一組清洗速率值；

產生該複數個指向的厚度輪廓；

自該厚度輪廓外推一組半徑；

針對該組清洗速率值之一第一清洗速率創造一偏心圖，其中該偏心圖表示一實質同心圓，該實質同心圓上的點係位於實質具有該第一清洗速率之該偏心圖的一圓周上；及

應用一曲線擬合方程於該偏心圖以判定該組參數，用以相對於該支撐機制補償該基板。

11. 如申請專利範圍第8項的用以使一基板對準一支撐機制之一處理中心的方法，其中藉由辨別前置處理數據點與後置處理數據點而判定該複數個厚度值，其中使用一掃描圖案產生該前置處理數據點與該後置處理數據點。

12. 如申請專利範圍第8項的用以使一基板對準一支撐機制之一處理中心的方法，其中運用一量測工具產生距該基板之該幾何中心的該複數個徑向距離。

13. 如申請專利範圍第9項的用以使一基板對準一支撐機制之一處理中心的方法，其中該曲線擬合方程係源自傅立葉轉換的一傅立葉級數方程與一正弦曲線上的一最小二乘方配合其中之一。

14. 如申請專利範圍第 10 項的用以使一基板對準一支撐機制之一處理中心的方法，其中該曲線擬合方程係源自傅立葉轉換的一傅立葉級數方程與一正弦曲線上的一最小二乘方配合其中之一。

15. 一種包括一程式儲存媒體的製品，該程式儲存媒體具有收錄其中的電腦可讀碼，該電腦可讀碼係用以使一基板對準一支撐機制之一處理中心，其中該處理中心表示用以於一電漿處理室中處理該基板的一焦點中心，包括：

第一電腦可讀碼，在基板處理之後，於複數個指向處與距該基板之一幾何中心的複數個徑向距離處判定該基板的複數個厚度值；

第二電腦可讀碼，自該複數個厚度值與一處理時間中導出一組處理速率值；

第三電腦可讀碼，針對該組處理速率值之一第一處理速率創造一偏心圖，其中該偏心圖表示一實質同心圓，該實質同心圓上的點係位於實質具有該第一處理速率之該偏心圖的一圓周上；

第四電腦可讀碼，應用一曲線擬合方程於該偏心圖以判定一組參數，用以相對於該支撐機制補償該基板；及

第五電腦可讀碼，教導一組機械臂該組參數，從而當該組機械臂於該電漿處理室中放置由該支撐機制所支撐的另一基板用以處理時，該組機械臂將該另一基板對準該支撐機制的該處理中心。

16. 如申請專利範圍第 15 項的包括一程式儲存媒體的製品，其中藉由包括用以辨別一組數據點的一電腦可讀碼而判定該複數個厚度值，其中該組數據點包括前置處理數據點與後置處理數據點。

17. 如申請專利範圍第 15 項的包括一程式儲存媒體的製品，其中該電漿處理室係一沉積室與一清洗室其中一者。

18. 如申請專利範圍第 15 項的包括一程式儲存媒體的製品，其中

該處理速率係一沉積速率與一清洗速率其中一者。

19. 如申請專利範圍第 15 項的包括一程式儲存媒體的製品，其中該曲線擬合方程係源自傅立葉轉換的一傅立葉級數方程與一正弦曲線上的一最小二乘方配合其中之一。

20. 如申請專利範圍第 15 項的包括一程式儲存媒體的製品，其中該偏心圖係一正弦曲線。

八、圖式：

圖式

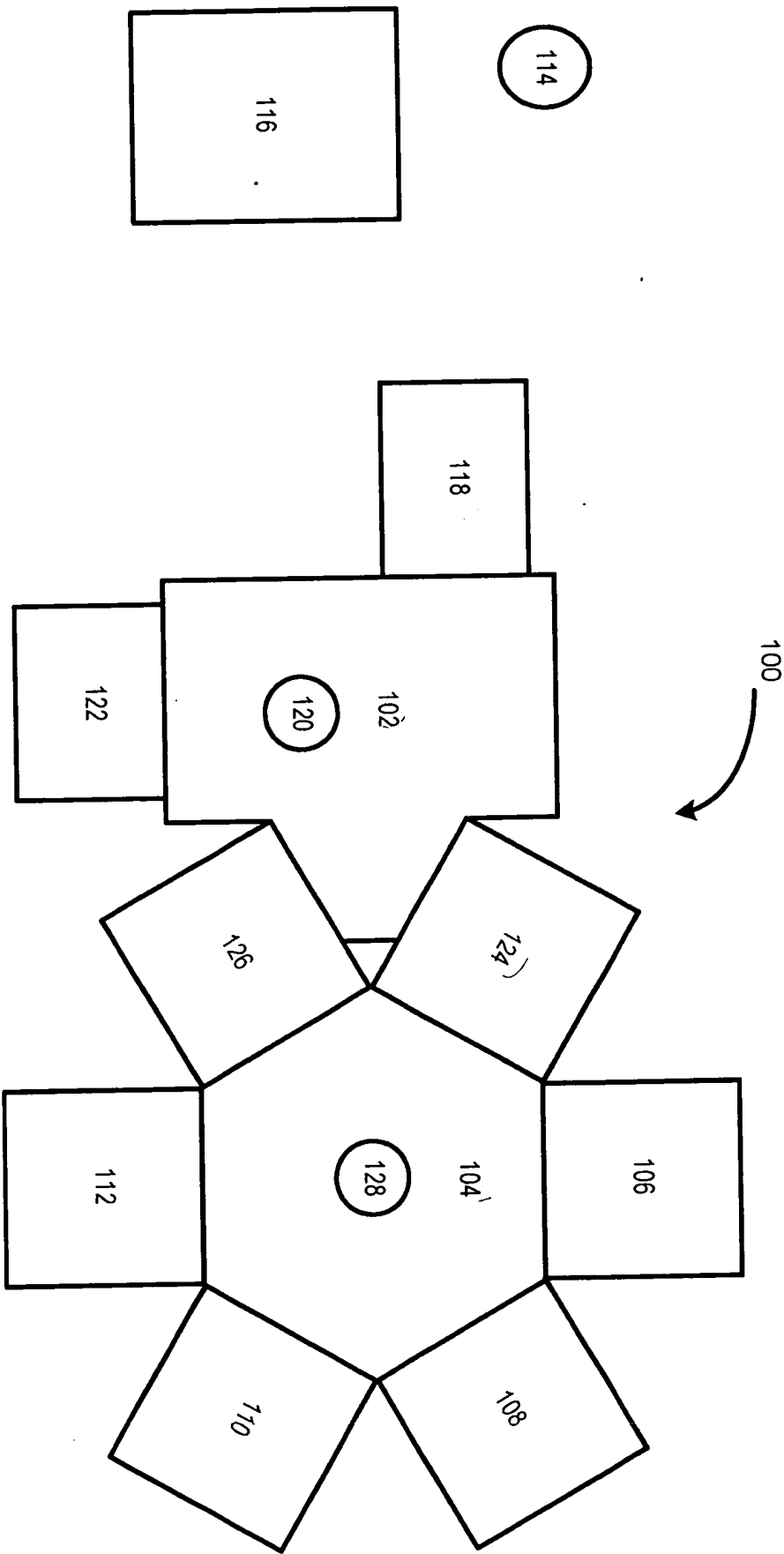


圖 1

圖式

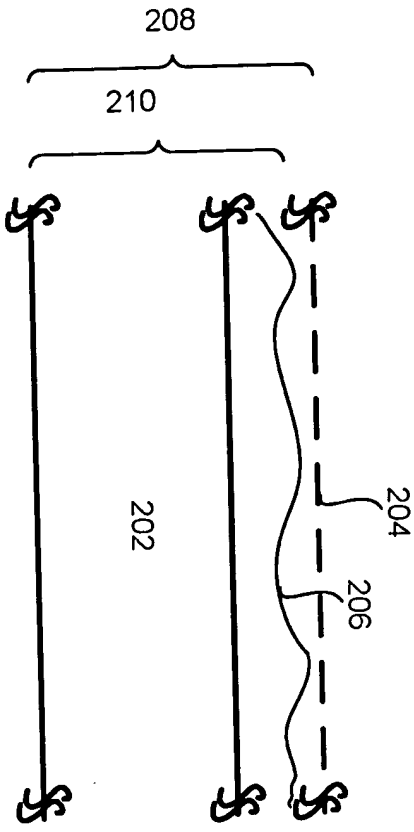


圖 2A

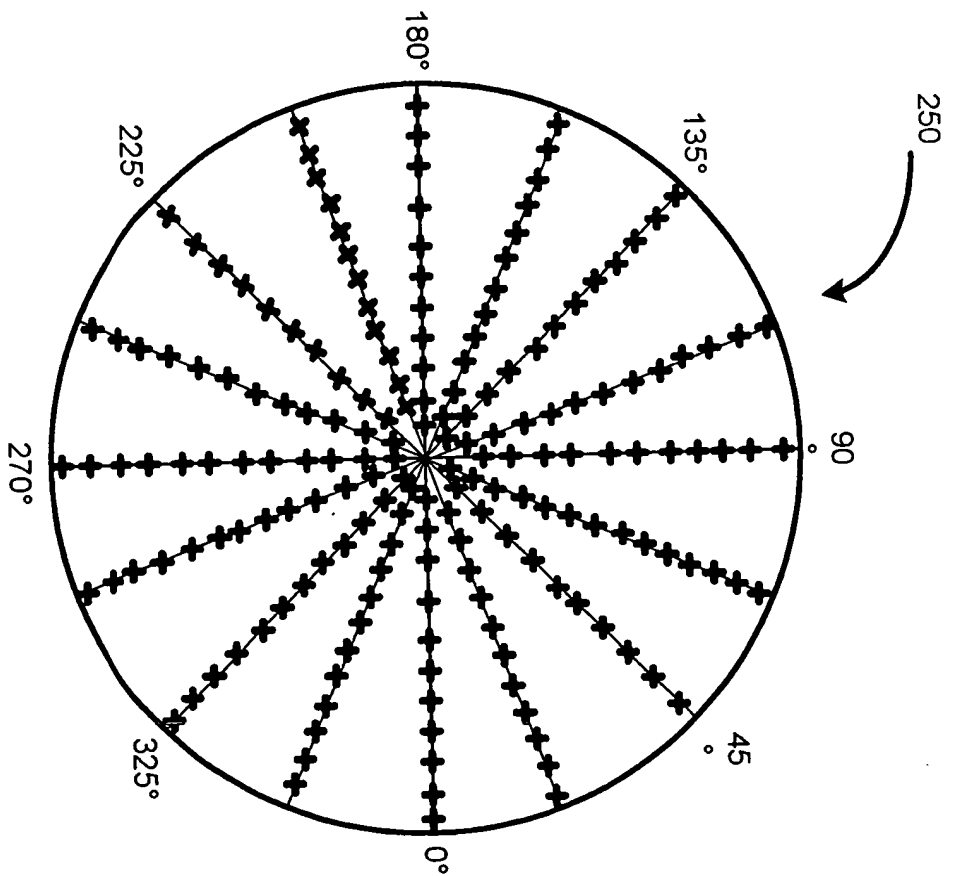


圖 2B

圖式

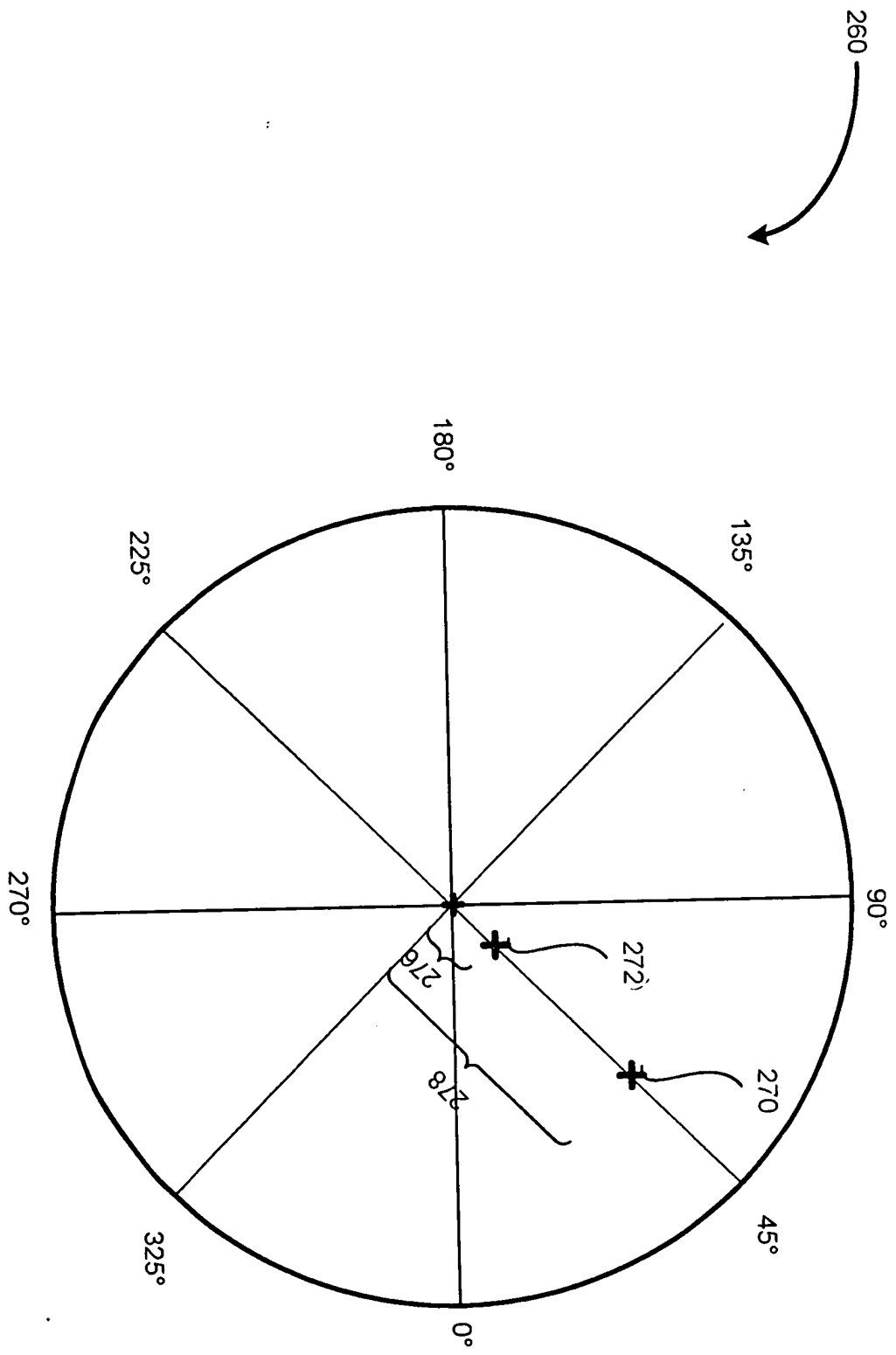


圖 2C

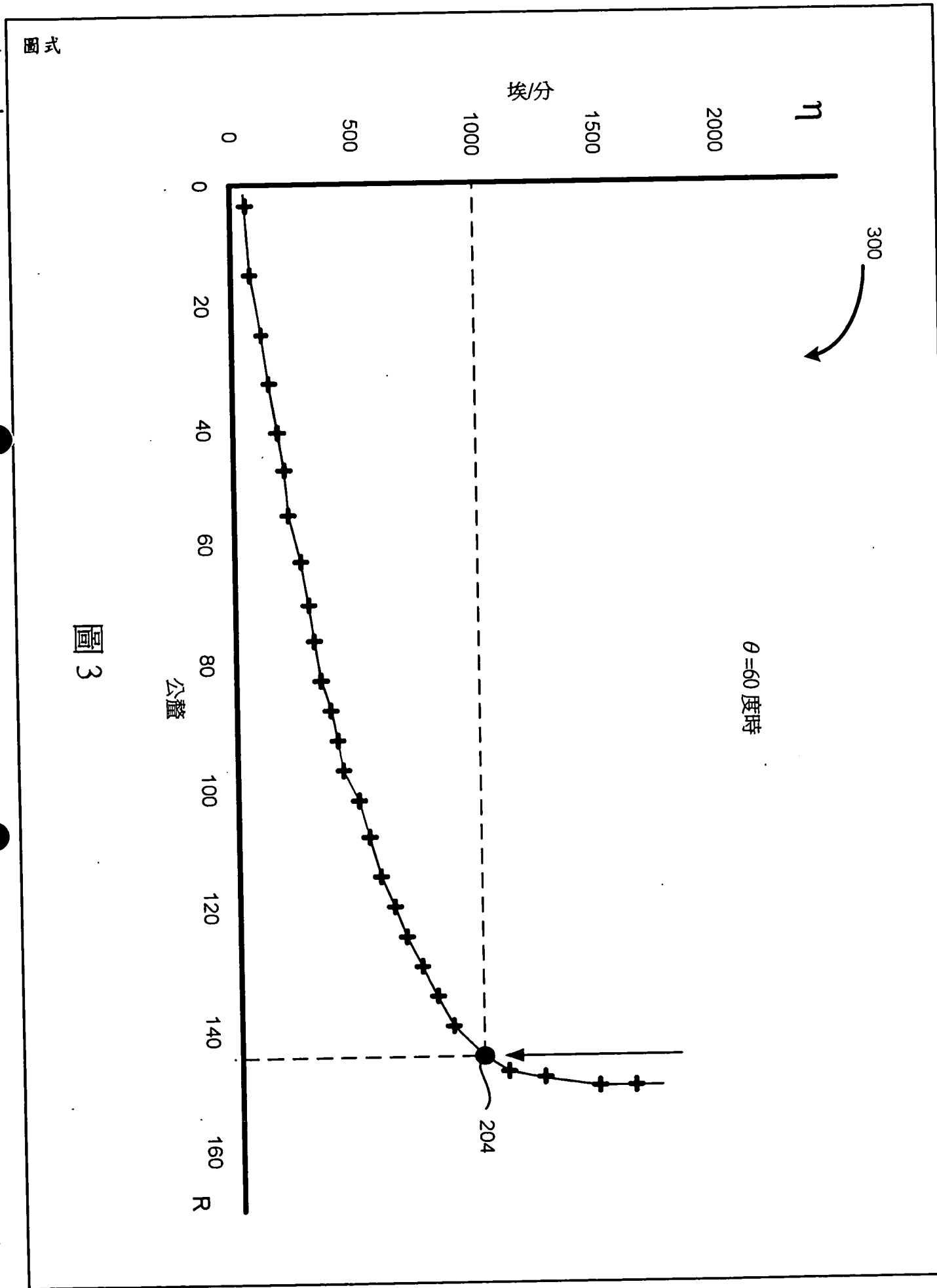


圖 3

圖式

圖式

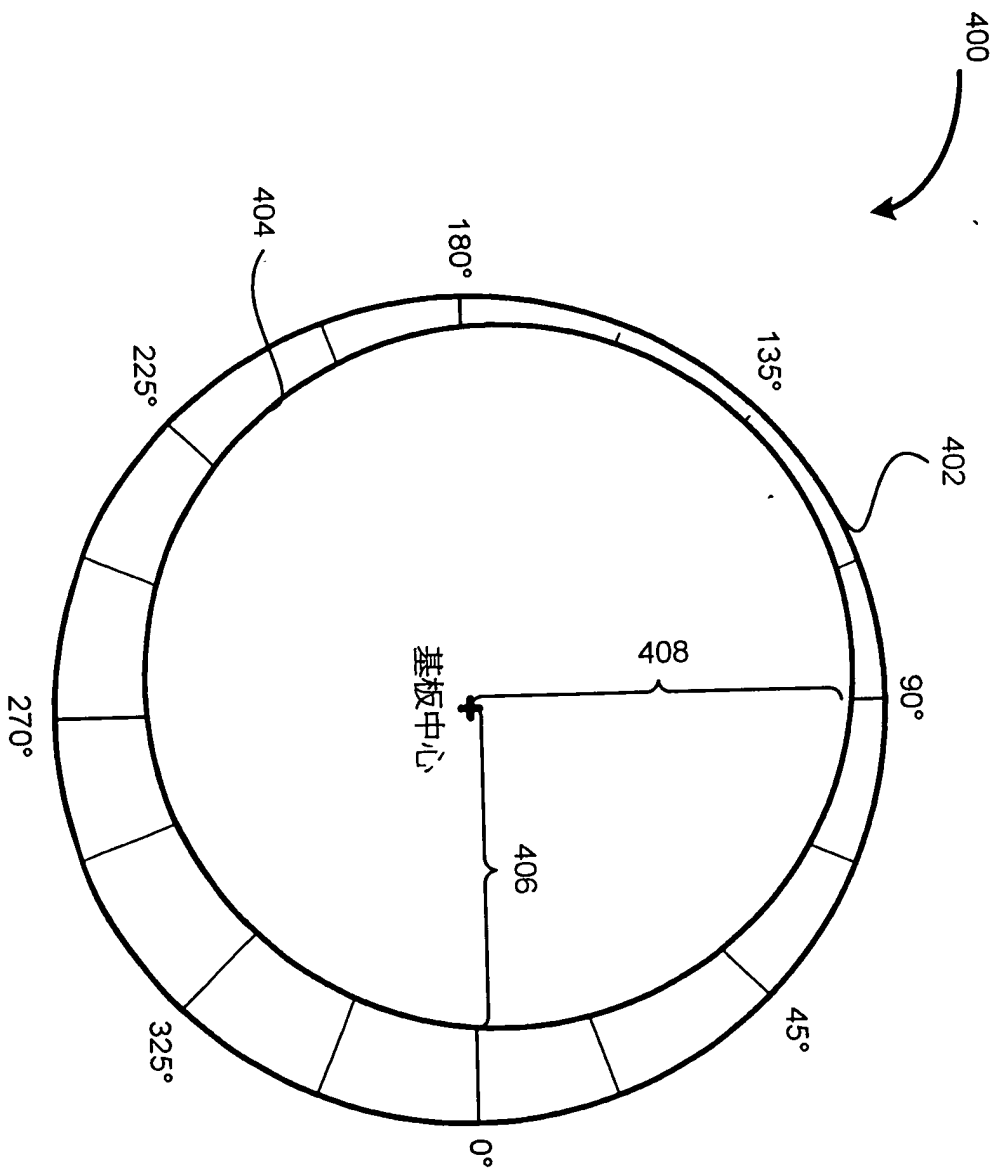


圖 4

圖式

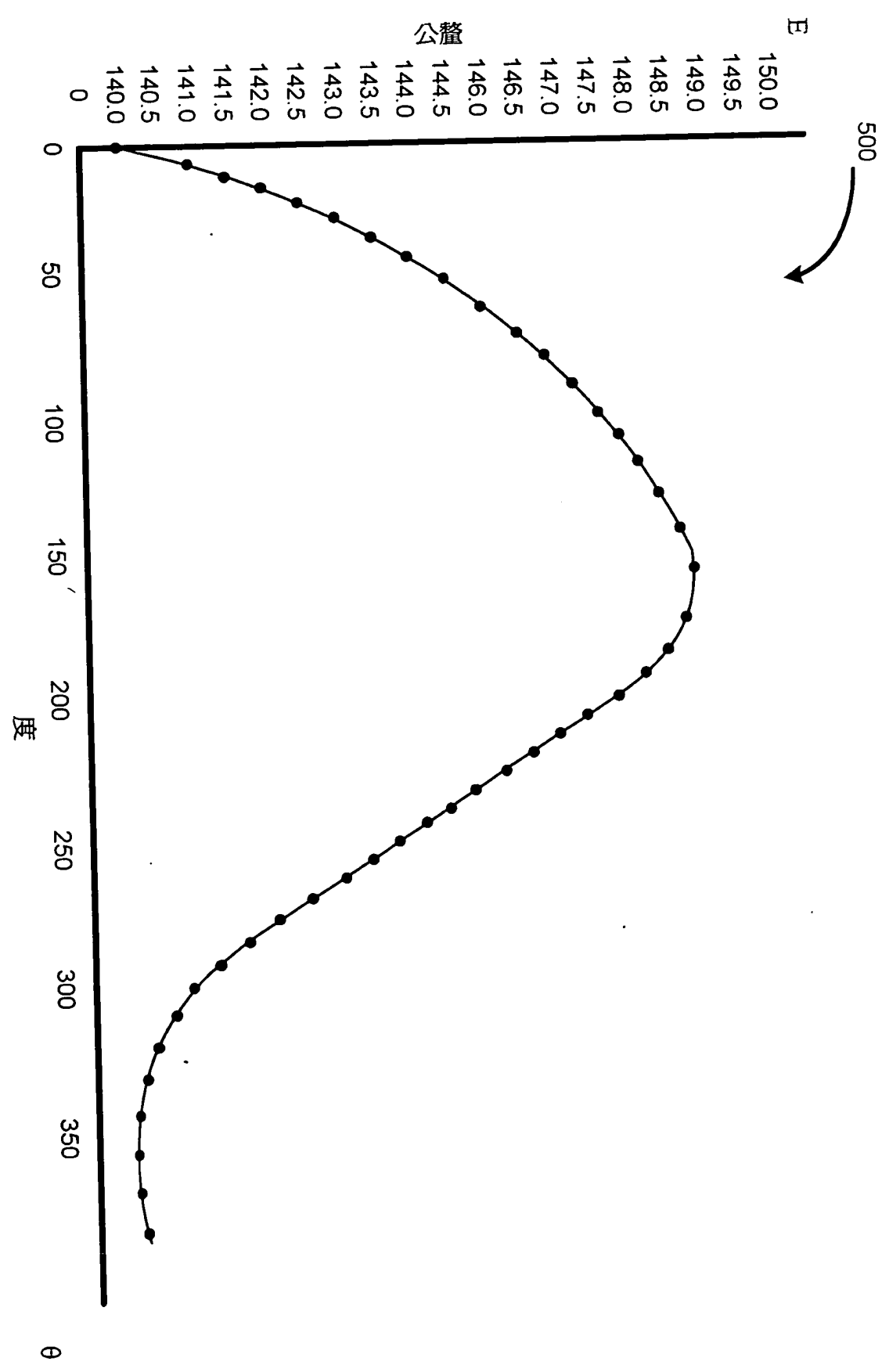


圖 5

圖式

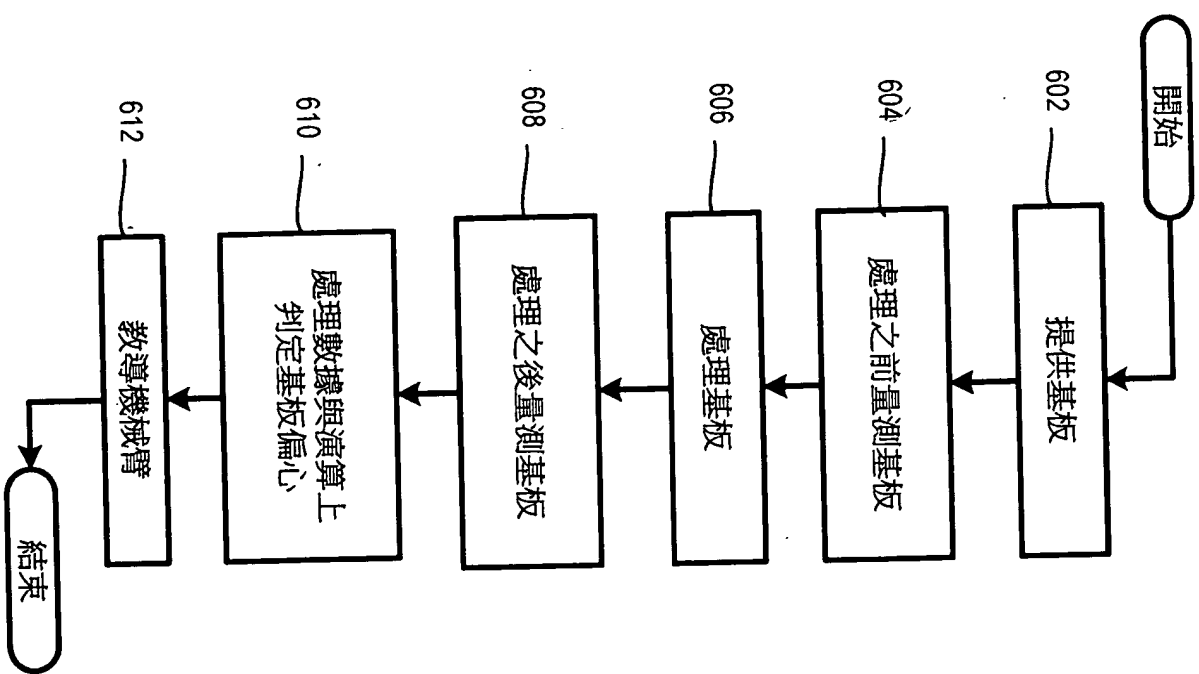


圖 6

圖式

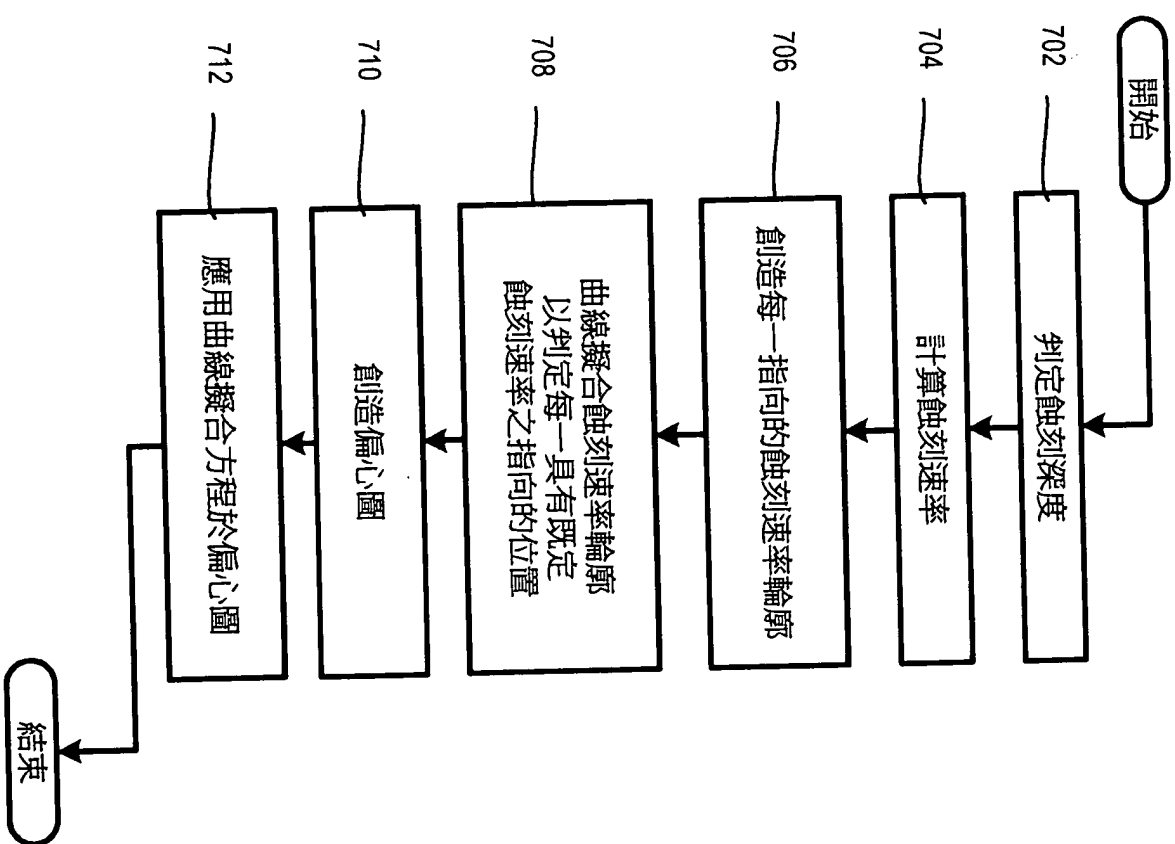


圖 7

圖式

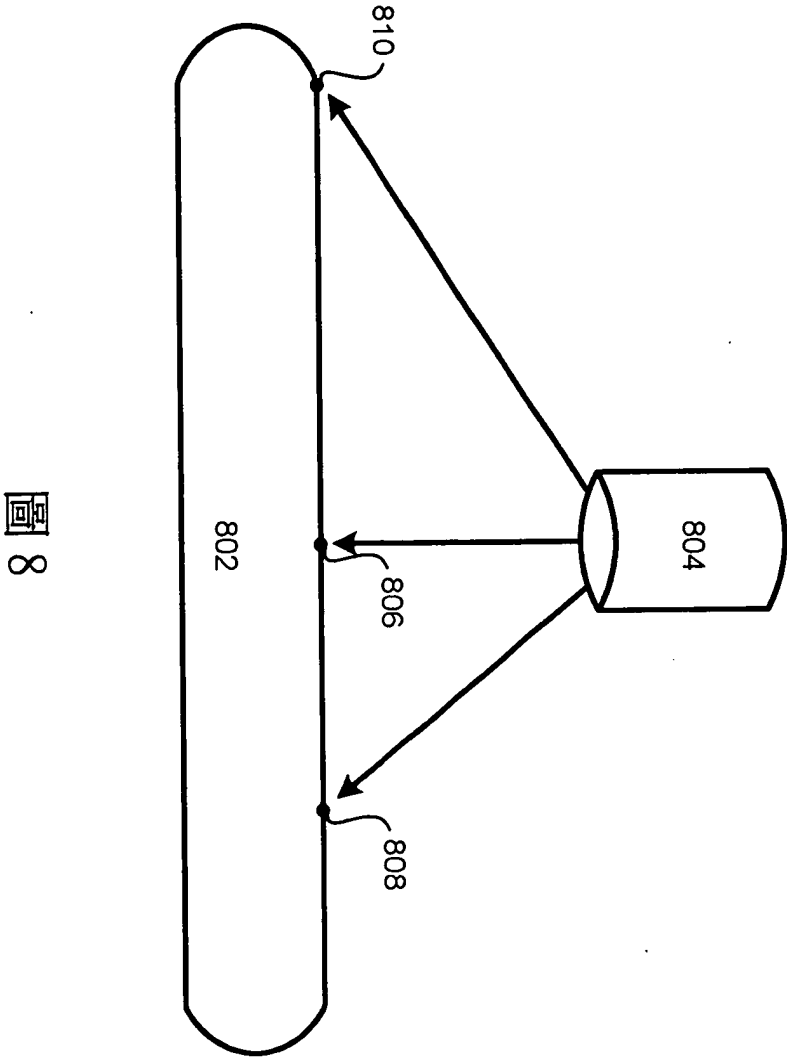


圖 8

圖式

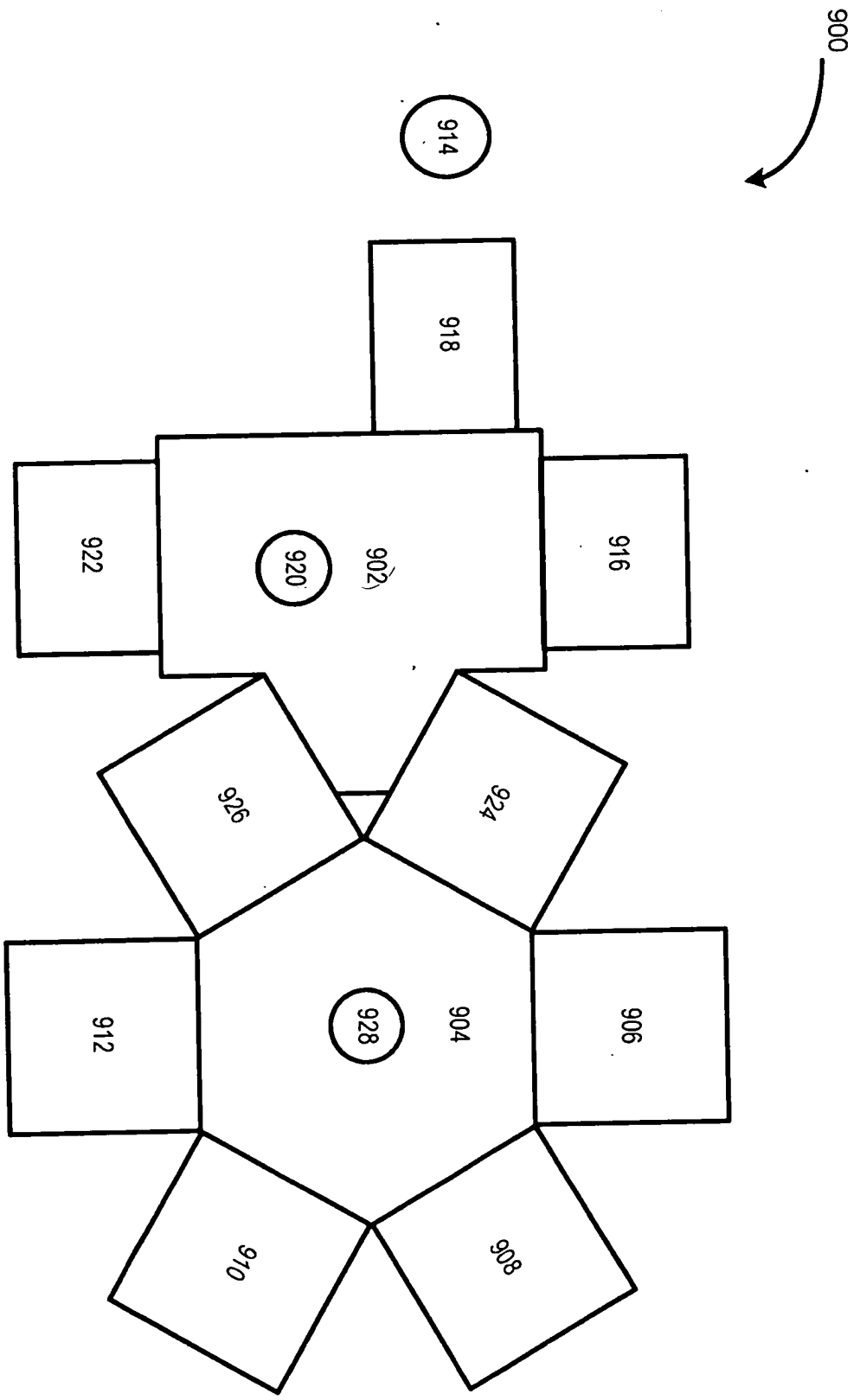
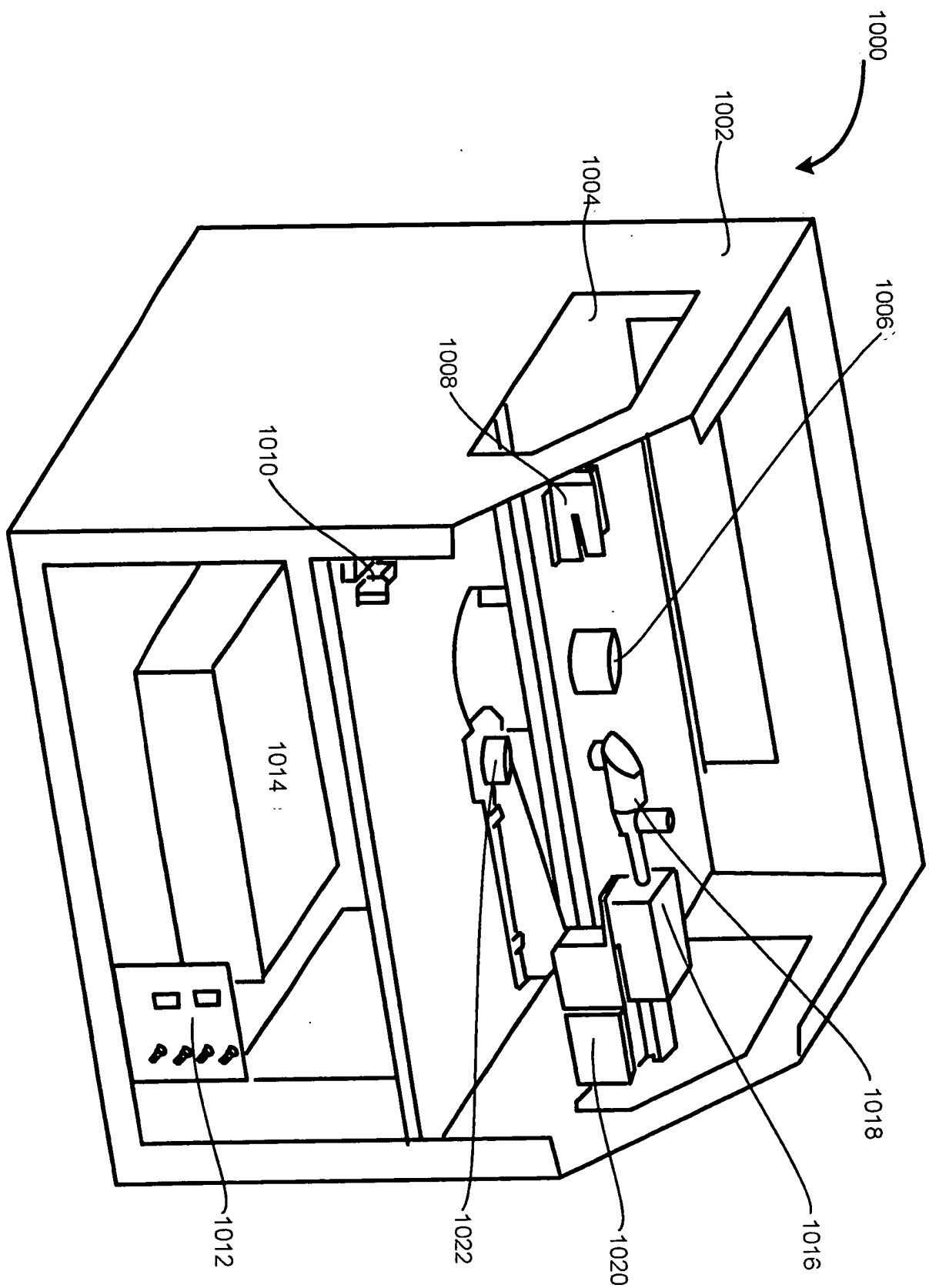


圖 9

圖式

圖 10



圖式

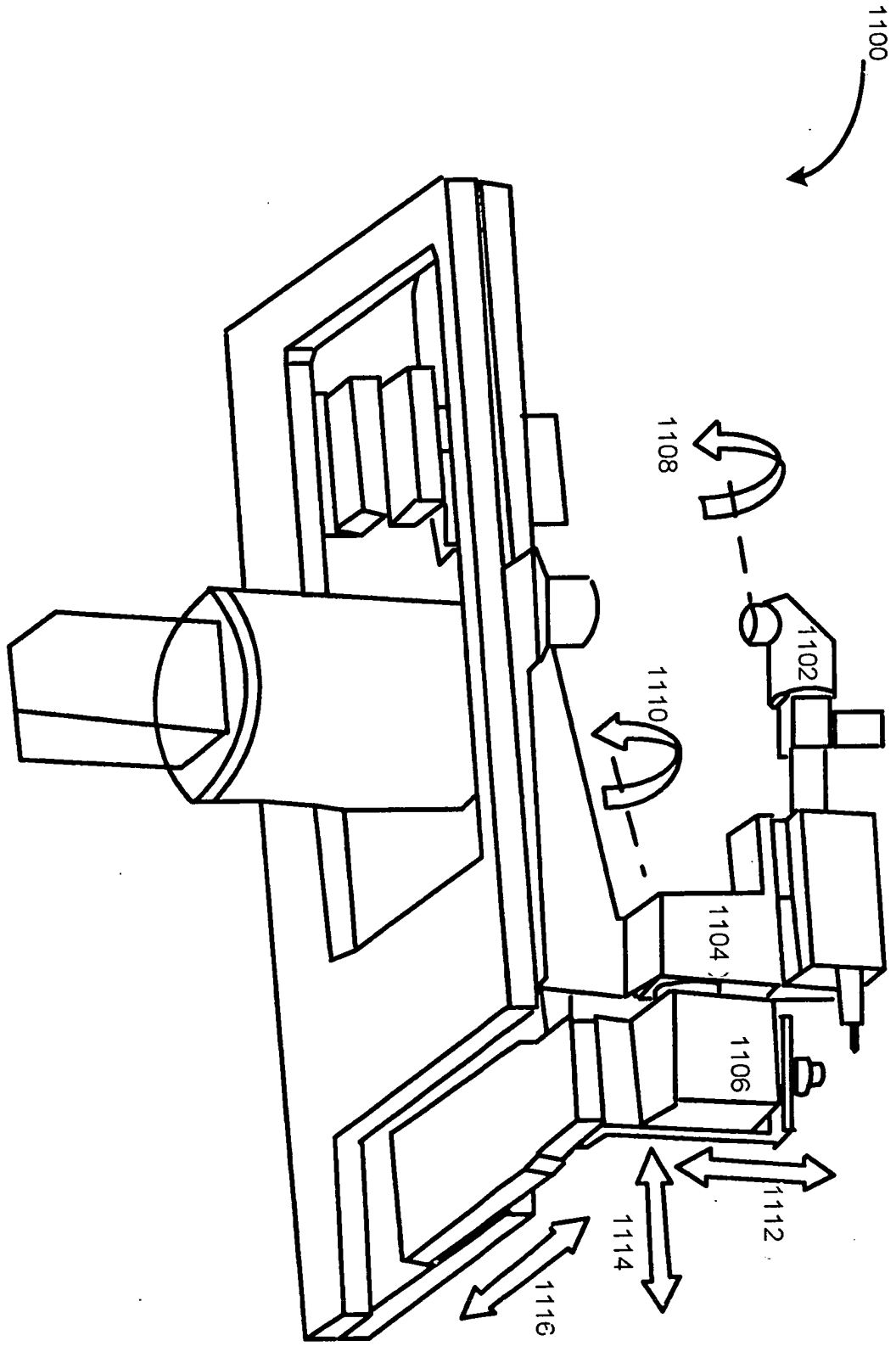


圖 11

圖式

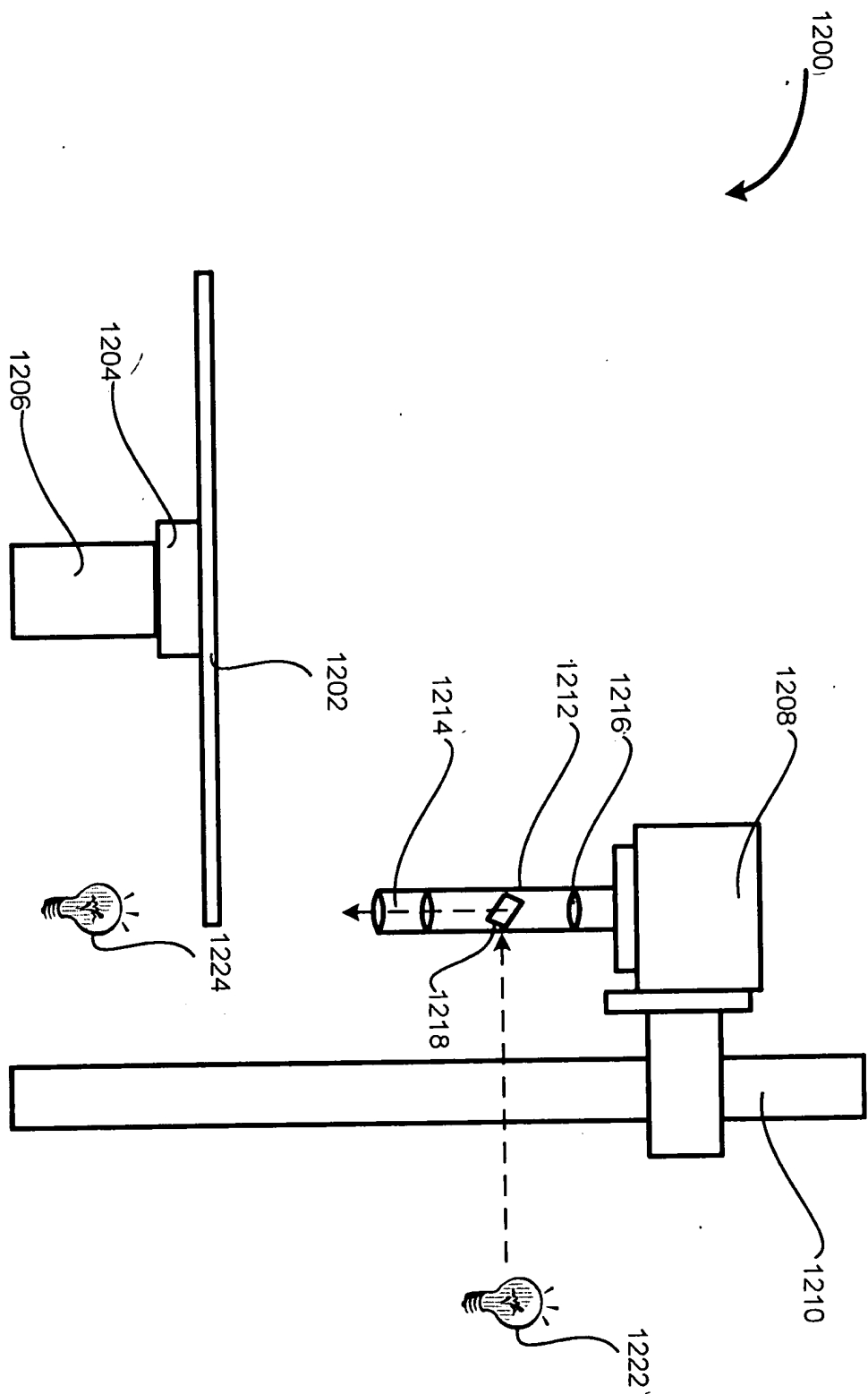


圖 12

圖式

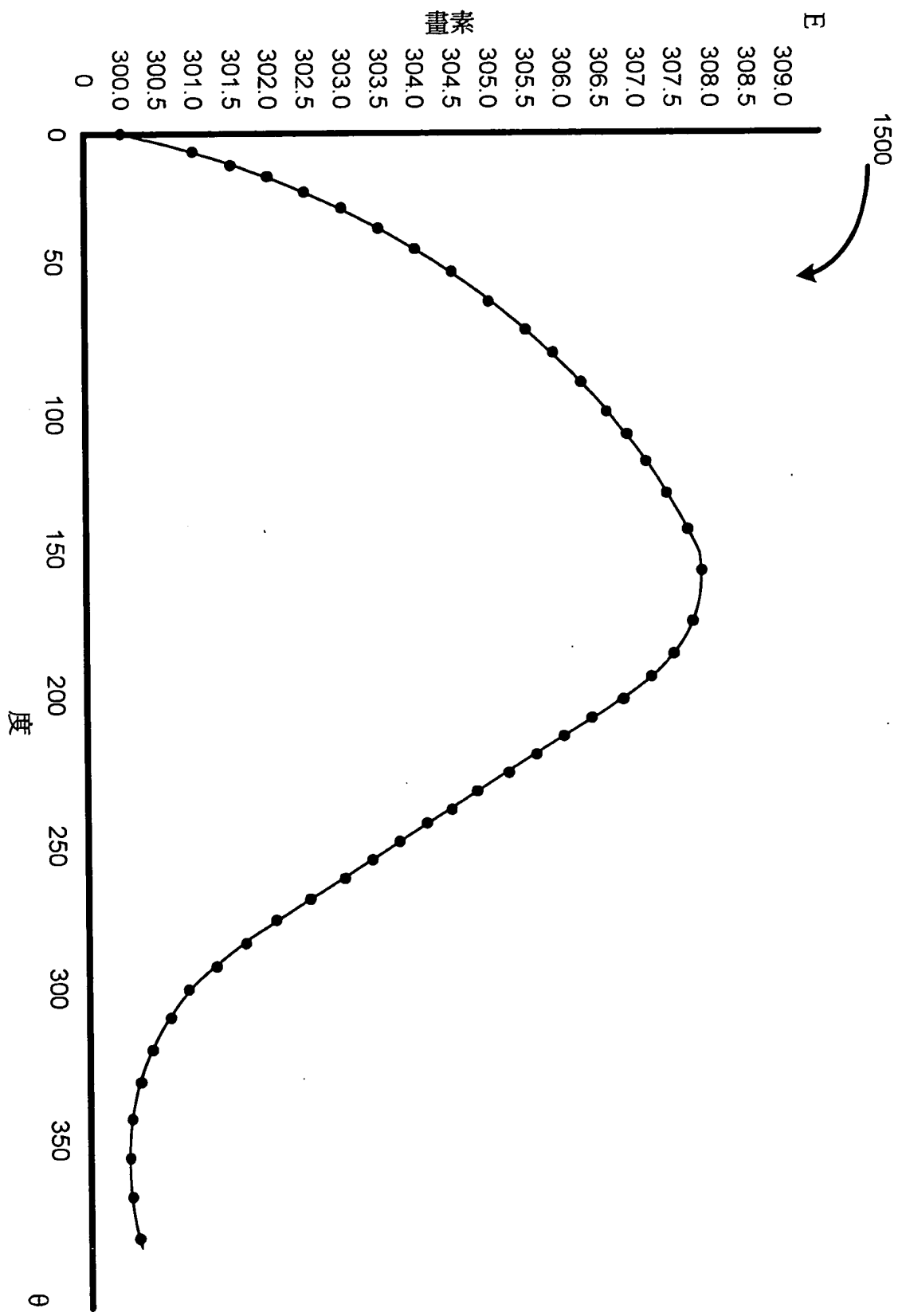
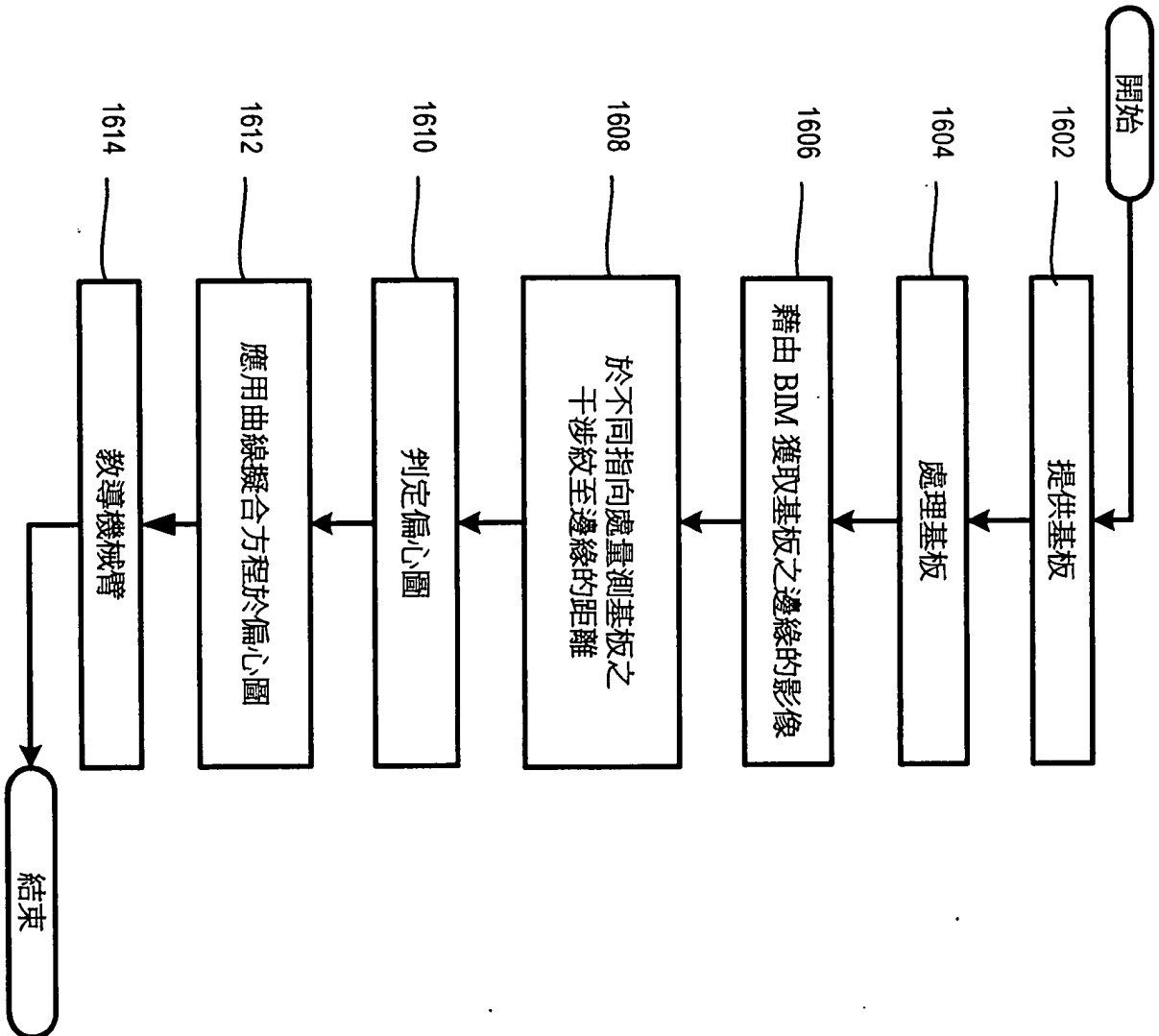


圖 15



圖式

圖 16

圖式

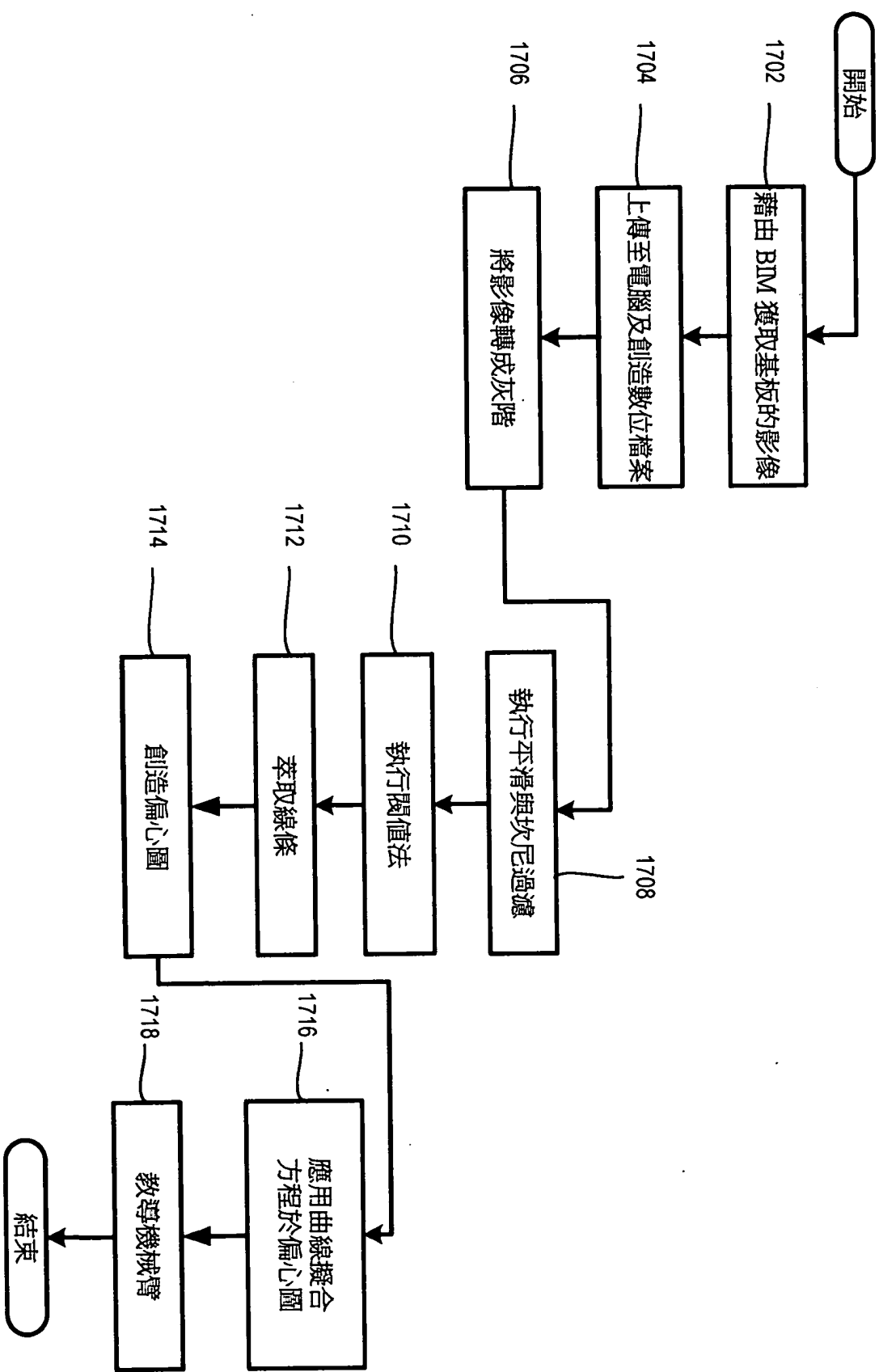


圖 17

圖式

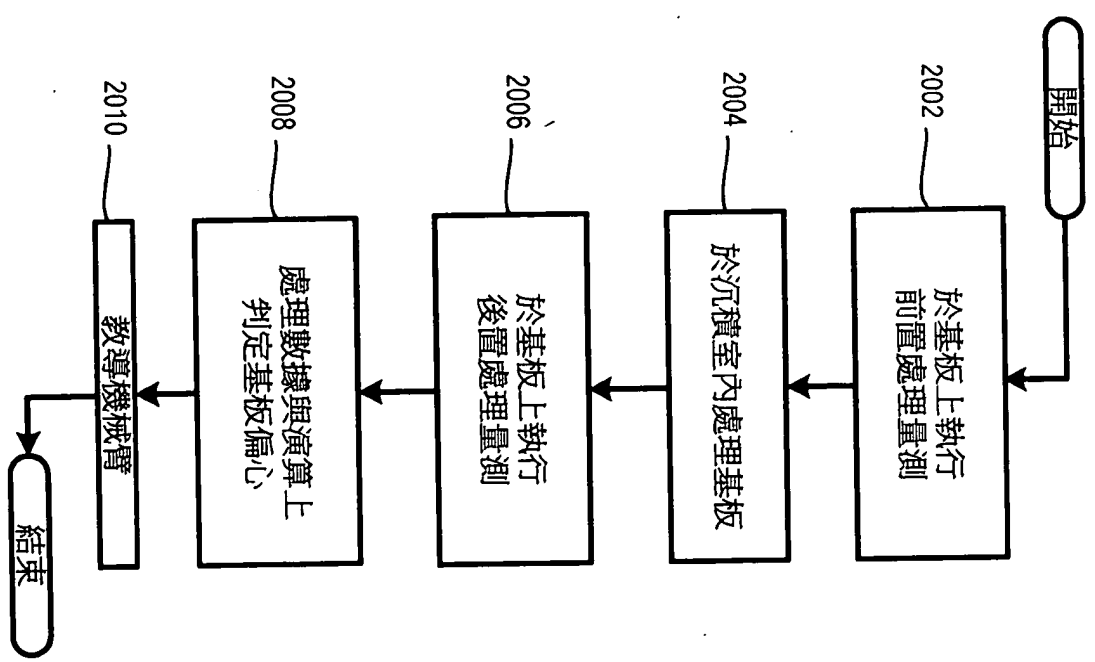


圖 20

圖式

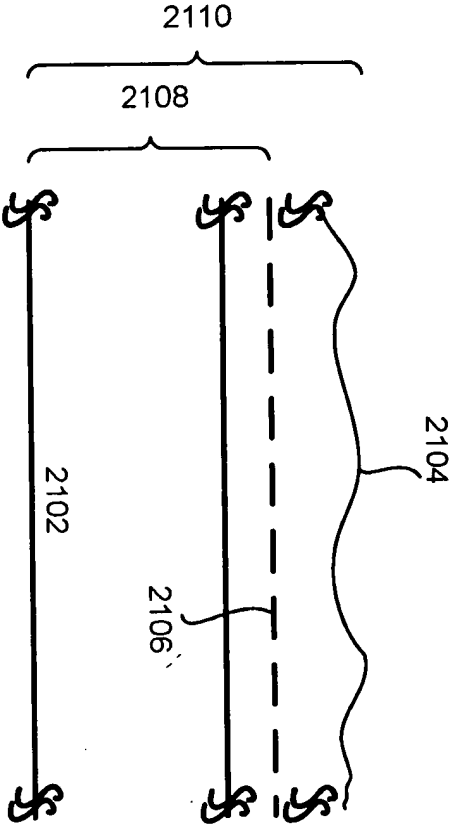
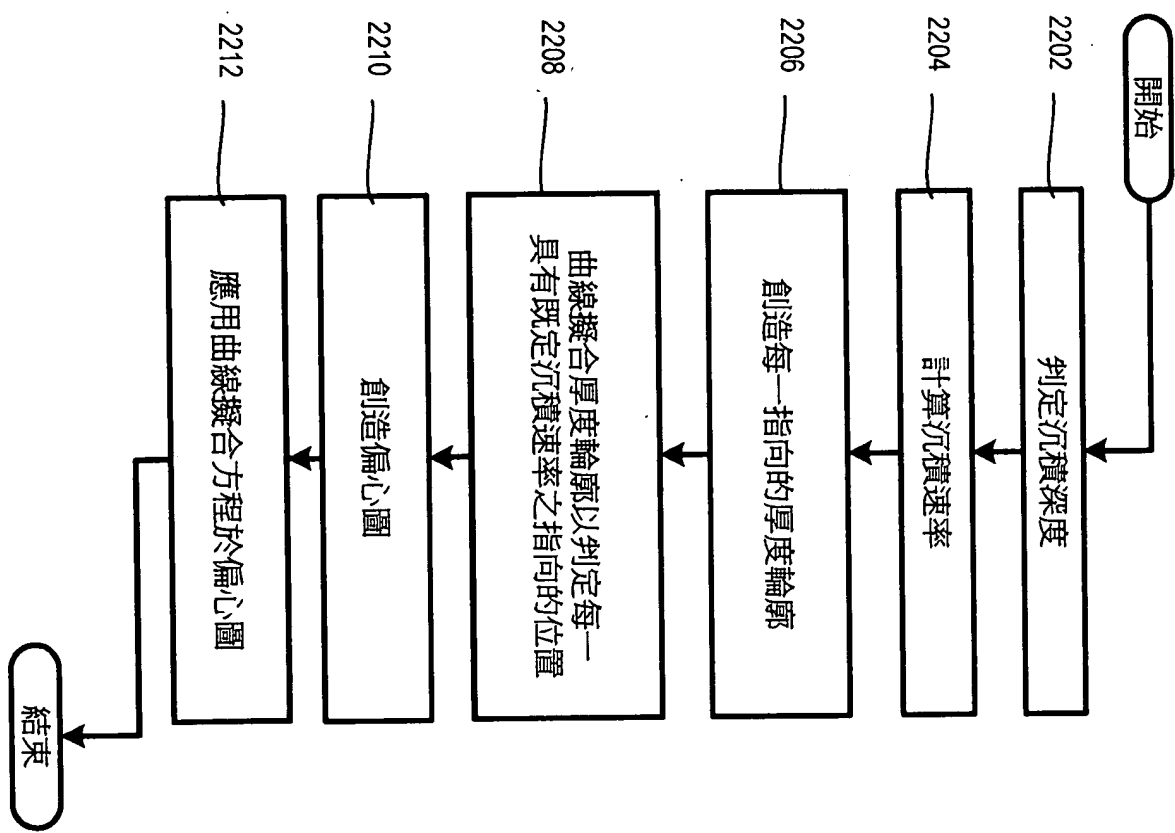


圖 21



圖式

圖 22

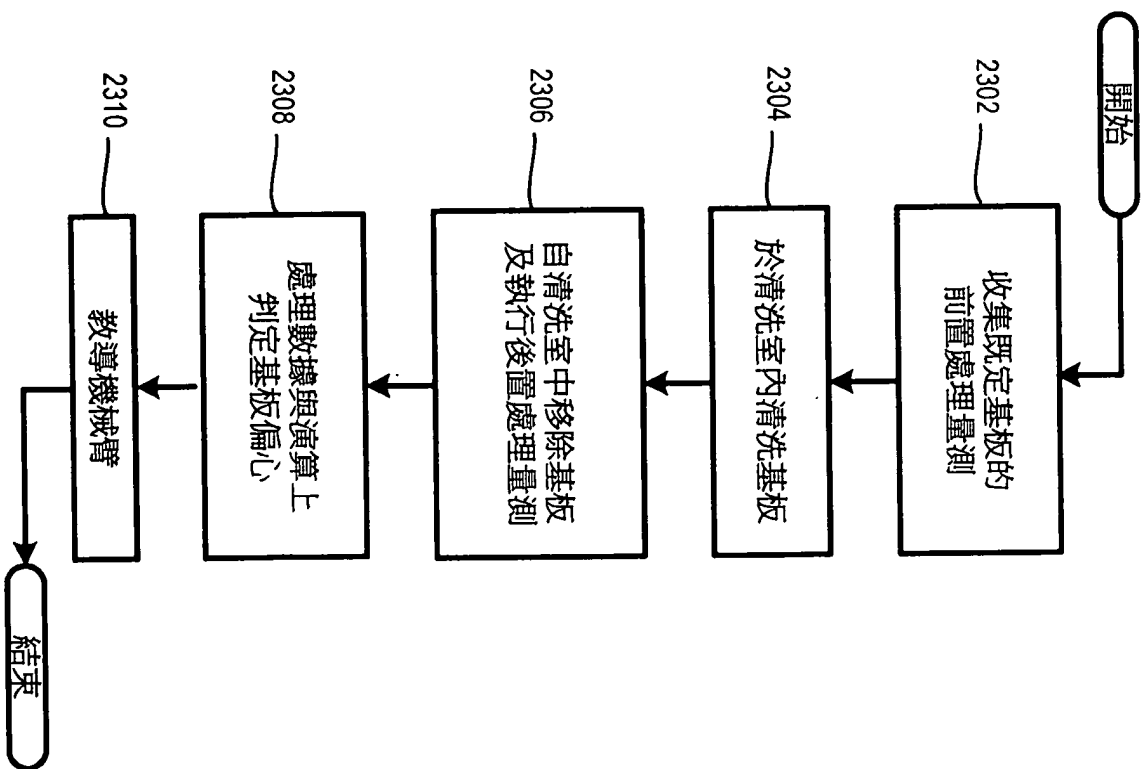


圖 23

圖式

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(6)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

602 提供基板

604 處理之前量測基板

606 處理基板

608 處理之後量測基板

610 處理數據與演算上判定基板偏心

612 教導機械臂

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)