



(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 I520202 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 02 月 01 日

(21)申請案號：100110457

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 03 月 25 日

(51)Int. Cl. : H01L21/304 (2006.01)

H01L21/66 (2006.01)

(30)優先權：2010/03/26 美國

61/317,919

(71)申請人：MEMC 電子材料公司 (美國) MEMC ELECTRONIC MATERIALS, INC. (US)
美國(72)發明人：巴哈格維特 桑米特 S BHAGAVAT, SUMEET S. (IN)；凡達米 羅蘭 R
VANDAMME, ROLAND R. (US)；小村朋美 KOMURA, TOMOMI (JP)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 200539335A

TW 200800493A

審查人員：詹利澤

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：32 共 93 頁

(54)名稱

在一同步雙面晶圓研磨器中之流體靜力墊壓力調變

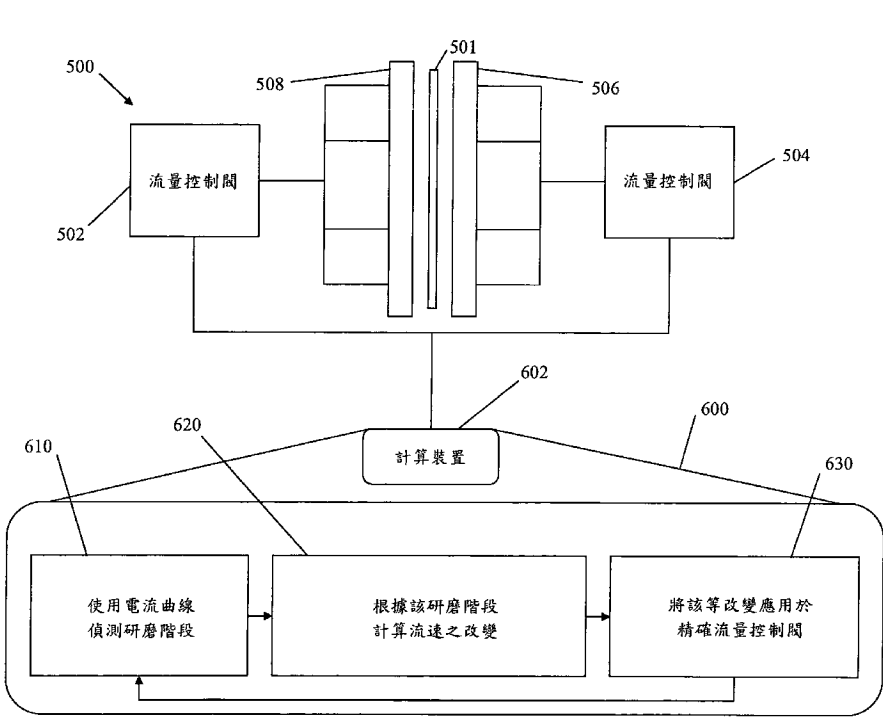
HYDROSTATIC PAD PRESSURE MODULATION IN A SIMULTANEOUS DOUBLE SIDE WAFER
GRINDER

(57)摘要

本發明揭示用於調變具有一對研磨輪之一雙面晶圓研磨器中之流體靜力壓力之系統及方法。該等系統及方法使用一處理器量測該等研磨輪所汲取之電流量。模式偵測軟體用於基於該經量測電流預測一研磨階段。在每一階段處藉由流量控制閥改變該流體靜力壓力以改變施加至該晶圓之夾持壓力且藉此改良被處理晶圓中之奈米拓撲。

Systems and methods are disclosed for modulating the hydrostatic pressure in a double side wafer grinder having a pair of grinding wheels. The systems and methods use a processor to measure the amount of electrical current drawn by the grinding wheels. pattern detection software is used to predict a grinding stage based on the measured electrical current. The hydrostatic pressure is changed by flow control valves at each stage to change the clamping pressure applied to the wafer and to thereby improve nanotopology in the processed wafer.

指定代表圖：



- 符號簡單說明：
- 500 . . . 晶圓研磨器
 - 501 . . . 晶圓
 - 502 . . . 第二流量控制閥
 - 504 . . . 第一流量控制閥
 - 506 . . . 第一流體靜力墊
 - 508 . . . 第二流體靜力墊
 - 600 . . . 控制系統
 - 602 . . . 計算裝置

圖29

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本揭示內容大體而言係關於半導體晶圓之同步雙面研磨，且更特定而言係關於用於改良晶圓奈米拓撲之雙面研磨設備及方法。

【先前技術】

半導體晶圓通常用於製造電路印刷於其上之積體電路(IC)晶片中。首先以微型化之形式將電路印刷至該等晶圓之表面上，然後將該等晶圓斷裂為若干電路晶片。但此較小電路需要晶圓表面應為極其平坦且平行以確保該電路可適當地印刷在該晶圓之整個表面上方。為實現此要求，在自一錠切削晶圓之後，通常使用一研磨過程改良該等晶圓之某些特徵(例如，平坦度及平行度)。

同步雙面研磨在晶圓之兩個面上同時操作且產生具有高度平面化之表面之晶圓。因此，其係一期望研磨過程。可用來實現此過程之雙面研磨器包含由 Koyo Machine Industries股份有限公司製造之彼等研磨器。此等研磨器在研磨期間使用一晶圓夾持裝置來固持該半導體晶圓。該夾持裝置通常包括一對流體靜力墊及一對研磨輪。該等墊及輪以對置關係定向以便以一垂直定向將該晶圓固持於其間。該等流體靜力墊有利地在各別墊與晶圓表面之間產生一流體阻擋以在研磨期間在無需剛性墊實體接觸該晶圓之情形下夾持該晶圓。此減少可由實體夾持造成之對該晶圓之損壞且允許該晶圓在較少摩擦下相對於墊表面沿切線方

向移動(旋轉)。儘管此研磨過程明顯改良被研磨晶圓表面之平坦度及平行度，但其亦可造成該等晶圓表面之拓撲及奈米拓撲(NT)之降級。

不佳奈米拓撲導致稍後拋光(CMP)過程中之不均勻氧化物層移除。對於晶圓使用者(例如IC製造商)而言，此可導致重大良率損失。隨著IC製造商朝向22奈米製程技術發展，預計對奈米拓撲之容限變得更嚴格。

為識別並解決拓撲降級問題，裝置及半導體材料製造商考量晶圓表面之奈米拓撲。奈米拓撲已定義為一晶圓表面在約0.2 mm至約20 mm之一空間波長內之偏差。此空間波長極緊密地對應於被處理半導體晶圓之納米尺度之表面特徵。前述定義已由半導體設備與材料國際組織(SEMI)(一半導體產業全球貿易協會)提出(SEMI文檔3089)。與傳統平坦度量測一樣，奈米拓撲量測晶圓之一個表面之高程偏差而不考量該晶圓之厚度變化。已開發出數種度量方法來偵測及記錄此等種類之表面變化。舉例而言，反射光自入射光之量測偏差允許偵測極小表面變化。此等方法用來量測波長內之峰穀(PV)變化。

雙面研磨係決定成品晶圓之奈米拓撲(NT)之一個過程。如C標記(PV值通常在中心之0至50 mm之一半徑內)及B環(PV值通常在中心之100至150 mm之一半徑內)之NT缺陷在研磨過程期間成形且可導致重大良率損失。此等係由於NT導致重大良率損失之兩個缺陷。由於NT導致損失之一第三缺陷係在線鋸切分期間在晶圓上產生之進入標記。若

研磨輪相對於晶圓有利地定向，則雙面研磨可潛在地減少該進入標記。在當前實務中，在研磨之後立即使用如Kobelco SBW 330之一電容工具量測晶圓之翹曲及TTV，然後使用例如Wafercom之一基於雷射之工具蝕刻及量測該晶圓。在此之後，晶圓經受如邊緣拋光、雙面拋光及精拋光之各種下游過程以及在藉由一奈米繪圖儀檢查NT之前對平坦度及邊緣缺陷之量測。

當前控制NT之方法嘗試藉由對研磨器作出調整來解決該問題，但此等解決方案沒有令人滿意地解決NT降級之原因。NT降級之至少一個原因據認為係由該等墊之流體靜力分佈與引入晶圓之間的相互作用支配之夾持狀態。

在將一晶圓裝載至該研磨器中之後，藉由該晶圓相對側上之該等墊所產生之流體靜力壓力夾持該晶圓。該晶圓在一初始夾持狀態中可基於引入晶圓之形狀與該等流體靜力墊之流體靜力壓力分佈之間的相互作用而發生彈性變形。在該輪開始接觸該晶圓之後，存在其中該輪試圖夾緊該晶圓而不移除大量材料之一時間週期。在此時間週期期間，相依於該輪之傾斜及移位與初始夾持狀態之間的相互作用，該晶圓經受進一步彈性變形。一旦達到一穩定狀態，該等輪開始研磨該晶圓且自該晶圓移除材料。由於該材料係在該穩定狀態中被移除，因此認為該晶圓之NT隨該輪與該晶圓之穩定狀態之間的幾何結構相互作用而變。

在已移除一設定量材料之後，該等輪縮回且晶圓之彈性變形反轉。該等輪縮進之後彈性變形之反轉進一步降級

NT。NT降級之兩個引起因素(輪與晶圓之穩定狀態之間的幾何結構相互作用及彈性變形之反轉)之組合效應係難以控制。先前方法在控制因晶圓之彈性變形產生之NT降級方面產生令人不滿意的結果。

在圖1及2中示意性展示先前技術之一雙面研磨器之一典型晶圓夾持裝置1'。研磨輪9'及流體靜力墊11'彼此不相依地固持晶圓W。其分別界定夾持平面71'及73'。研磨輪9'在晶圓W上之一夾持壓力以該等輪之一旋轉軸67'為中心，而流體靜力墊11'在該晶圓上之一夾持壓力之中心在該晶圓之一中心WC附近。只要在研磨期間保持夾持平面71'與73'重合(圖1)，該晶圓便保持在平面內(亦即，不彎折)且由輪9'均勻研磨。可在第6,652,358號美國專利中發現關於夾持平面對準之一大體論述。然而，若兩個平面71'及73'變成錯位，則研磨輪9'及流體靜力墊11'之夾持壓力在晶圓W中產生一彎折力矩或流體靜力夾持力矩，此造成該晶圓在大體毗鄰研磨輪開口39'之周邊邊緣41'處急劇彎折(圖2)。此在晶圓W中產生高局部應力之若干區。

夾持平面71'與73'之錯位在雙面研磨操作中係常見且通常係由研磨輪9'相對於流體靜力墊11'之移動造成(圖2)。在圖2及3中示意性圖解說明可能的錯位模式。此等模式包含三個相異模式之一組合。在第一模式中，在沿研磨輪之一旋轉軸67'之平移中存在研磨輪9'相對於流體靜力墊11'之一橫向移位S(圖2)。一第二模式特徵在於輪9'圍繞穿過各別研磨輪之中心之一水平軸X之一垂直傾斜VT(圖2及3)。圖2

圖解說明該第一模式與第二模式之一組合。在一第三模式中，存在輪9'圍繞穿過各別研磨輪之中心之一垂直軸Y之一水平傾斜HT(圖3)。在圖式中極大地誇張此等模式以圖解說明概念；實際錯位可係相對小。另外，輪9'中之每一者能夠不相依於另一者移動以使得左輪之水平傾斜HT可不同於右輪之水平傾斜，且對於兩個輪之垂直傾斜VT同樣如此。

由夾持平面71'與73'之錯位造成之流體靜力夾持力矩之量值與流體靜力墊11'之設計相關。舉例而言，較高力矩通常由以下各項造成：夾持晶圓W之一較大面積之墊11'(例如，具有一大工作表面積之墊)、其中墊夾持之一中心位於與研磨輪旋轉軸67'分隔一相對大距離處之墊，將一高流體靜力墊夾持力施加在該晶圓上(亦即，極牢固地夾持該晶圓)之墊，或展示此等特徵之一組合之墊。

在使用先前技術墊11'(圖4中展示一個先前技術墊之一實例)之夾持裝置1'中，當夾持平面71'與73'錯位時，由於晶圓W被墊11'極緊且牢固地夾持，因此該晶圓中之彎折力矩係相對大，包含研磨輪開口39'之周邊邊緣41'附近。該晶圓不能根據研磨輪9'之移動調整且該晶圓在開口邊緣41'附近急劇彎折(圖2)。該等晶圓W未得到均勻研磨且其產生不可由後續處理(例如，拋光)移除之不期望奈米拓撲特徵。夾持平面71'與73'之錯位亦可造成研磨輪9'不均衡磨損，此可進一步引起在被研磨晶圓W上產生不期望奈米拓撲特徵。

圖 5A 及 5B 圖解說明當研磨操作期間夾持平面 71' 與 73' 錯位且被研磨晶圓 W 彎折時可在該晶圓之表面上形成之不期望奈米拓撲特徵。該等特徵包含中心標記 (C 標記) 77' 及 B 環 79' (圖 5A)。該等中心標記 (C 標記) 77' 通常係由研磨輪 9' 之橫向移位 S 與垂直傾斜 VT 之一組合造成，而 B 環 79' 通常係由該等輪之橫向偏移 S 與水平傾斜 HT 之一組合造成。如圖 5B 中所示，兩種特徵 77' 及 79' 具有與其相關聯之相對大的峰穀變化。因此，其指示不佳晶圓奈米拓撲且可明顯影響在晶圓表面上印刷微型化電路之能力。

本章節意欲向讀者介紹此項技術之各個態樣，該等態樣可係關於本發明之各個態樣，將在下文闡述並/或主張該等態樣。據信，本論述有助於向讀者提供背景資訊，以便更佳地理解本發明之各個態樣。因此，應理解，應以此種觀點來閱讀此等敘述，而非作為對先前技術之認可。

【發明內容】

一個態樣係一種使用一雙面研磨器處理一半導體晶圓之方法，該雙面研磨器係將該晶圓固持在一對研磨輪及一對流體靜力墊之間的類型，該對流體靜力墊中具有一流體靜力壓力。該研磨器包含一處理器，該處理器包含用以偵測該等研磨輪所汲取之電流之模式偵測軟體。該方法包括複數個階段，該複數個階段包含夾持該晶圓、研磨該晶圓及移除該晶圓以使其不與該等研磨輪接觸。該方法亦包括使用該軟體來偵測每一階段且在每一階段改變該流體靜力壓力以改變施加至該晶圓之夾持力從而藉此改良被處理晶圓

中之奈米拓撲。

另一態樣係一種使用一雙面研磨器處理一半導體晶圓之方法，該雙面研磨器係在一研磨操作期間將該晶圓固持於一對研磨輪及一對流體靜力墊之間的類型。該方法包含在該研磨操作之一第一階段期間在該等流體靜力墊中建立一流體靜力壓力以初始夾持該晶圓。在研磨該晶圓期間於該研磨操作之一第二階段中將該流體靜力壓力減小至低於該第一壓力之一第二流體靜力壓力。在該研磨操作之一第三階段期間將該流體靜力壓力增加至一第三壓力以夾持該晶圓且藉此改良該被處理晶圓中之奈米拓撲。

又另一態樣係一種雙面研磨器，其包括一對研磨輪、一處理器及一對流體靜力墊。該等研磨輪及流體靜力墊可操作以將一大體平坦晶圓固持於一平面中，其中該晶圓之一第一部分定位在該等研磨輪之間且其第二部分定位在該等流體靜力墊之間。該等流體靜力墊包含穿過其流動以維持一流體靜力壓力之水。該研磨器進一步包括用於控制穿過該等墊之水流速且藉此控制該流體靜力壓力之流量控制閥。該等流量控制閥係由該處理器控制。

存在與上文所提及態樣相關闡述之特徵之各種改進形式。進一步特徵亦可同樣地併入上文所提及態樣中。此等改進形式及額外特徵可個別地或以任一組合形式存在。舉例而言，下文與所圖解說明實施例中之任一者相關論述之各種特徵可單獨地或以任一組合形式併入上文所提及態樣中之任一者中。

【實施方式】

在該等圖式之所有若干視圖中，對應參考字符指示對應部分。

再次參考該等圖式，圖6及7示意性展示根據本發明之一晶圓夾持裝置，其大體以參考編號1標示。該夾持裝置能夠用於一雙面研磨器中，其在圖6中大體以參考編號3標示。其中可使用晶圓夾持裝置1之一雙面研磨器之一實例包含由Koyo Machine Industries股份有限公司製造之型號DXSG320及型號DXSG300A。晶圓夾持裝置1以一垂直位置將該等圖式中大體以W標示之一單個半導體晶圓(廣義上，「一工件」)固持在研磨器3內以使得可同時均勻地研磨該晶圓之兩個表面。此在拋光及電路印刷之步驟之前改良晶圓之表面之平坦度及平行度。應瞭解一研磨器可具有固持除半導體晶圓以外之工件之一夾持裝置，此並不背離本發明之範疇。

亦如圖6及7中所示，晶圓夾持裝置1包含左右研磨輪(其大體分別用參考編號9a及9b標示)及左右流體靜力墊(其分別用參考編號11a及11b標示)。稱為左右僅係易於說明而並非要求輪9a及9b及墊11a及11b之任何特定定向。字母「a」及「b」用來區分左輪9a及左墊11a之零件與右輪9b及右墊11b之彼等零件。研磨輪9a及9b及流體靜力墊11a及11b藉由熟悉此項技術者已知之方法安裝在研磨器3中。

亦如此項技術中已知，兩個研磨輪9a及9b大致相同，且每一輪係大體平坦的。如圖6及7中所見，研磨輪9a及9b通

常經定位以朝向該晶圓W之一較低中心與該晶圓研磨啮合。每一輪9a及9b之一周邊延伸至低於晶圓W在該晶圓之底部處之周邊，且延伸至高於該晶圓之在該晶圓的中心處之一中心軸WC。此確保在操作期間研磨每一晶圓W之整個表面積。另外，該等研磨輪中之至少一者9a或9b可相對於其配對研磨輪移動。此促成將半導體晶圓W裝載在研磨器3之夾持裝置1中研磨輪9a與9b之間的適當位置中。同樣在所圖解說明夾持裝置1中，左流體靜力墊11a可相對於對應左研磨輪9a移動且亦可相對於保持固定之右流體靜力墊11b移動，以進一步促成將半導體晶圓W裝載至裝置1中。其中兩個墊可相對於對應研磨輪移動或其中在晶圓裝載期間兩個墊皆係固定之一晶圓夾持裝置或其中在晶圓裝載期間一流體靜力墊及對應研磨輪一起移動之一晶圓夾持裝置並不背離本發明之範疇。

仍參考圖6及7中所示晶圓夾持裝置1，在研磨操作期間，晶圓夾持裝置之兩個研磨輪9a及9b及兩個流體靜力墊11a及11b以對置關係配置以將半導體晶圓W固持於其間。研磨輪9a及9b及流體靜力墊11a及11b分別界定垂直夾持平面71及73，且在晶圓W上產生幫助將該晶圓固持在其垂直位置中之夾持壓力。此將在後文中進行更詳細地闡述。

特定參考圖6，流體靜力墊11a及11b在操作期間保持靜止，而一驅動環(大體用參考編號14標示)使晶圓W相對於該等墊及研磨輪9a及9b旋轉。如此項技術中已知，驅動環14之一掣子或附連塊15大體在形成於晶圓W之一周邊中之

一凹口 N(圖 6 中藉由間斷線圖解說明)處嚙合該晶圓以使該晶圓圍繞其中心軸 WC 旋轉(中心軸 WC 通常對應於墊 11a 及 11b 之水平軸 44a 及 44b(參見圖 8 及 12))。同時，研磨輪 9a 及 9b 嚙合晶圓 W 且沿彼此相反之方向旋轉。輪 9a 及 9b 中之一者沿與晶圓 W 相同之方向旋轉且另一者沿與該晶圓相反之方向旋轉。

現在參考圖 8 至圖 13B，更詳細地展示本發明之流體靜力墊 11a 及 11b。圖 8 至圖 11 圖解說明左流體靜力墊 11a，且圖 12 至圖 13B 圖解說明對置右流體靜力墊 11b。如可見到，兩個墊 11a 及 11b 係大致相同且通常係彼此之鏡像。因此，在理解對右墊 11b 之說明係相同之情形下，將僅闡述左墊 11a。

如圖 8 至 9B 中所示，左流體靜力墊 11a 通常薄且為圓形並具有類似於正被處理之晶圓 W 之一大小。在圖 9A 及 9B 中以虛影方式圖解說明晶圓 W 以展示此關係。所圖解說明流體靜力墊 11a 具有大約 36.5 cm (14.4 in) 之一直徑及在操作期間面向晶圓 W 之大約 900 cm^2 (139.5 in^2) 之一工作表面積。因此，其能夠用來研磨具有(例如)大約 300 mm 之直徑之標準晶圓。但應瞭解一流體靜力墊可具有一不同直徑及表面積，此並不背離本發明之範疇。舉例而言，可在一減小之尺度上確定一墊之大小以用於研磨 200 mm 之晶圓。

如圖 8 及 9A 中最佳所見，流體靜力墊 11a 之一本體 17a 包含在研磨操作期間與晶圓 W 直接相對之一晶圓側面 19a。形成於晶圓側面 19a 中之 6 個流體靜力凹穴 21a、23a、

25a、27a、29a及31a各自圍繞墊11a之一研磨輪開口(大體用參考編號39a指示)大體徑向定位。與晶圓側面19a相對的墊本體17a之一背側35a通常係平坦且沒有流體靜力凹穴，但亦可包含凹穴，此並不背離本發明之範疇。另外，具有多於或少於6個流體靜力凹穴(例如四個凹穴)之一流體靜力墊並不背離本發明之範疇。

6個流體靜力凹穴21a、23a、25a、27a、29a及31a各自為弓形且沿一大體圓周方向圍繞墊11a伸長。每一凹穴21a、23a、25a、27a、29a及31a凹進晶圓側面19a之一凸起表面32a中，且各自包含相對平坦的垂直側壁37a及圓形周長隅角。該等凹穴係藉由在墊11a之面19a中切削或鑄造淺腔來形成。藉由不同製程形成之流體靜力凹穴並不背離本發明之範疇。

仍參考圖8及9A，可看到凹穴對21a與23a、25a與27a及29a與31a中之每一者大致係相同大小及形狀。此外，在所圖解說明墊11a中，凹穴21a及23a各自具有大約 $14.38 \text{ cm}^2 (2.23 \text{ in}^2)$ 之一表面積；凹穴25a及27a各自具有大約 $27.22 \text{ cm}^2 (4.22 \text{ in}^2)$ 之一表面積；且凹穴29a及31a各自具有大約 $36.18 \text{ cm}^2 (5.61 \text{ in}^2)$ 之一表面積。墊11a之一總凹穴表面積為大約 $155.56 \text{ cm}^2 (24.11 \text{ in}^2)$ 且總凹穴表面積對該墊之工作表面積之一比為大約0.17。此比可係不同於0.17之值且仍在本發明之範疇內。舉例而言，該比可係大約0.26或更小。相比較，在先前技術墊11'(圖4)中，凹穴21'及23'中之每一者之一表面積為大約 $31.82 \text{ cm}^2 (4.93 \text{ in}^2)$ ；凹穴25'

及27'中之每一者之一表面積為大約 $36.47 \text{ cm}^2 (5.65 \text{ in}^2)$ ；且凹穴29'及31'中之每一者之一表面積為大約 $47.89 \text{ cm}^2 (7.42 \text{ in}^2)$ 。先前技術墊11'之一總凹穴表面積為大約 $232.36 \text{ cm}^2 (36.02 \text{ in}^2)$ ，且總凹穴表面積對墊工作表面積之一比為大約0.26(墊11'之工作表面積為大約 $900 \text{ cm}^2 (139.5 \text{ in}^2)$)。

凹穴21a與23a、25a與27a及29a與31a亦分別對稱地位於晶圓側面19a之相對半體(如由墊11a之垂直軸43a所分離)上。凹穴21a及23a通常在墊11a之水平軸44a下面，而凹穴25a、27a、29a及31a通常在軸44a上面。凹穴29a及31a通常在凹穴25a及27a上面且不位於毗鄰研磨輪開口39a處，但藉由位於其間之凹穴25a及27a與該開口間隔開。在此凹穴定向中，總凹穴表面積之大約15%位於水平軸44a下面。此百分比可係23%或更小，此並不背離本發明之範疇。相比較，在先前技術墊11'中，總凹穴表面積之至少大約24%位於該墊之水平軸44'下面。應瞭解，增加之軸44'下面之凹穴面積增加藉由墊11'朝向研磨輪開口39'之側施加於該晶圓上之夾持力且引起B環形成。

圖8及圖9A展示圓形研磨輪開口39a，其形成於流體靜力墊11a之本體17a之一下部分中且經確定大小及成形以用於透過該墊接納研磨輪9a且使其與晶圓W之下中心啮合(在圖9A中以虛影形式圖解說明研磨輪及晶圓)。當接納於開口39a中時，該開口之一中心通常對應於研磨輪9a(及9b)之旋轉軸67。在所圖解說明墊11a中，研磨輪開口39a之一半徑

R1為大約87 mm(3.43 in)且研磨輪9a之周邊邊緣與該研磨輪開口之徑向對置邊緣41a之間的一距離係相對均勻且通常在大約5 mm(0.20 in)之數量級上。此等距離可係不同，此並不背離本發明之範疇。

亦如所示，墊11a之凸起表面32a包括圍繞每一凹穴21a、23a、25a、27a、29a及31a之周長延伸之共延高臺34a。各自用參考編號36a標示之排放通道形成於凸起表面32a中凹穴21a、23a、25a、27a、29a及31a之每一高臺34a之間。一大概月牙形空閒區60a凹進該凸起表面中研磨輪開口周邊邊緣41a與凹穴21a、23a、25a及27a之高臺34a之內部分之邊緣38a之間。實際上，晶圓W上之夾持力在空閒區60a處為零。後文中將進一步闡釋此等特徵。

現在參考圖10，流體靜力凹穴21a、23a、25a、27a、29a及31a各自包含一流體注入口61a以用於將流體引入該等凹穴中。墊本體17a內之通道63a(藉由隱藏線所圖解說明)將流體注入口61a互連且將來自一外部流體源(圖中未展示)之流體供應至該等凹穴。在操作期間在相對恆定壓力下將流體壓入凹穴21a、23a、25a、27a、29a及31a中以使在研磨期間該流體而非墊面19a接觸晶圓W。以此方式，凹穴21a、23a、25a、27a、29a及31a處之流體將晶圓W垂直地固持在墊夾持平面73內(參見圖6及7)，但仍提供一潤滑的承載區域或滑動屏障，其允許晶圓W在研磨期間在極低摩擦阻力下相對於墊11a(及11b)旋轉。墊11a之夾持力主要提供於凹穴21a、23a、25a、27a、29a及31a處。

圖 11 展示墊 11a 之晶圓側面 19a 之一左半體更詳細地展示凹穴 21a、25a 及 29a 之定向。徑向距離 RD1、RD2 及 RD3 分別指示凹穴 21a、25a 及 29a 距研磨輪開口之中心的最近垂直側壁 37a (最近垂直側壁 37a 係指最靠近研磨輪開口 39a 之邊緣 41a 之垂直側壁) 之周邊邊緣之位置，該研磨輪開口中心理想地對應於研磨輪旋轉軸 67。如所圖解說明，距離 RD1 圍繞凹穴 21a 之最近垂直側壁 37a 係不恆定的以使得凹穴 21a 之一底部端比一頂部端距開口 39a 更進一步。具體而言，距離 RD1 在自朝向該凹穴之底部端之大約 104 mm (4.1 in) 至朝向頂部端之大約 112 mm (4.4 in) 之範圍中 (此等值對於凹穴 23a 係相同的)。分別至凹穴 25a 及 29a 之最近垂直壁 37a 之徑向距離 RD2 及 RD3 係相對恆定的，其中 RD2 具有大約 113 mm (4.4 in) 之一值且 RD3 具有大約 165 mm (6.5 in) 之一值 (此等值分別對於凹穴 27a 及 31a 係相同的)。徑向距離 RD1 可係恆定的且徑向距離 RD2 及 RD3 可係不恆定的，此並不背離本發明之範疇。

圖 11 亦展示自研磨輪旋轉軸 67 至凹穴 21a 及 25a 之高臺 34a 之徑向最內邊緣 38a 徑向量測之徑向距離 RD11。邊緣 38a 界定零壓力 (空閒) 區 60a 之端或邊界。如可見，至邊緣 38a 之徑向距離 RD11 係不恆定的，且在所圖解說明墊 11a 中在垂直軸 43a 附近之大約 108 mm (4.25 in) 至凹穴 21a 之底部端附近之大約 87 mm (3.43 in) 之範圍中，在凹穴 21a 之底部端處邊緣 38a 與研磨輪開口邊緣 41a 匯合。當自研磨輪 9a (當接納於開口 39a 中時) 之周邊邊緣至邊緣 38a 之一徑向對置

最內部分進行量測時，此等相同量測在自垂直軸43a附近之大約26 mm(1.02 in)至凹穴21a之底部端附近之大約5 mm(0.20 in)之範圍中且與研磨輪開口39a之半徑R1形成在大約0.30至大約0.057之範圍中之比。相比較，先前技術流體靜力墊11'(圖4)中之對應距離係恆定的，此乃因凸起表面32'之最內周邊邊緣38'與研磨輪開口邊緣41'重合(亦即，在先前技術墊11'中不存在零壓力(空閒)區)。在此墊11'中，徑向距離RD11'係大約87 mm(3.43 in)且自研磨輪9'之周邊邊緣至邊緣38'之相同量測係大約5 mm(0.20 in)。

與先前技術流體靜力墊11'相比較，本發明之流體靜力墊11a及11b具有至少以下有利特徵。總流體靜力凹穴表面積減小。此實質上減小由該等墊施加於晶圓W上之總夾持力，此乃因操作期間接納於流體靜力凹穴21a、23a、25a、27a、29a、31a、21b、23b、25b、27b、29b及31b中之流體之體積減小。另外，位於水平軸44a下面之凹穴表面積減小。此尤其降低在研磨輪開口39a及39b之左右側處之夾持力。此外，內凹穴21a、23a、25a、27a、21b、23b、25b及27b經移動而遠離研磨輪開口邊緣41a及41b，其中零壓力之空閒區60a及60b形成於其間。此尤其降低圍繞研磨輪開口39a及39b之邊緣41a及41b之夾持力。

在研磨操作期間晶圓W由流體靜力墊11a及11b較不牢固地固持以使得其可更容易地順形於研磨輪9a及9b之移位及/或傾斜移動。此減少當研磨輪9a及9b移動時所形成之流體靜力夾持力矩之量值(亦即，在該晶圓之彎折區中較少應

力形成)。另外，在毗鄰研磨輪開口邊緣41a處並未緊緊地固持晶圓W。當該等輪移動時，晶圓W在毗鄰研磨輪開口邊緣41a處可仍彎折，但不如先前技術研磨裝置中那樣急劇。因此，流體靜力墊11a及11b促進在晶圓W之表面上方之更均勻研磨，且減少或消除被研磨晶圓之納米拓撲降級，例如B環及中心標記(C標記)之形成。此可藉由比較圖5A與14看到。圖5A圖解說明使用先前技術流體靜力墊11'研磨之一晶圓W而圖14圖解說明使用本發明之墊11a及11b研磨之一晶圓W。圖14中所示之晶圓大致沒有B環及中心標記(C標記)。

圖15A至圖19圖解說明藉由本發明之墊11a及11b及藉由先前技術墊11'固持之一晶圓W中之應力。圖15A及圖15B視覺上圖解說明當研磨輪與流體靜力墊夾持平面對準時之此等應力。在兩個晶圓W中，在研磨輪開口39及39'內應力係可忽略不計的(該墊沒有在此等區中夾持該晶圓)。圖15A展示當藉由墊11a及11b固持時晶圓W中所形成之較低應力。其特定指示晶圓W之整個表面上方毗鄰研磨輪開口邊緣41a及41b處之較低應力(以98及99指示之淺色區)。其亦指示遍佈該晶圓之更均勻分佈之應力。形成對比且如圖15B中所示，藉由墊11'固持之晶圓W中之最大應力97極接近於開口39'-之周邊邊緣(亦即，不存在零壓力(空閒)區)。

亦可藉由比較圖15A與15B看到，大應力97之集中區域在使用墊11a及11b研磨期間不如當使用墊11'(圖15B)時那樣廣泛。優點係晶圓W在彎折區域中(例如毗鄰研磨輪開口

邊緣41a處)之較小局部變形及研磨輪9a及9b之更均勻磨損兩者。均勻輪磨損確保該等輪在研磨期間不改變形狀(亦即,無差分輪磨損)。此亦確保該研磨器能夠維持較低奈米拓撲設定達較長時間週期。此外,若該等輪確實移位或傾斜,由該移動造成之應力實質上遍佈晶圓W分佈而較不明顯形成中心標記(C標記)及B環。期望地,此使研磨奈米拓撲對該等研磨輪之移位及傾斜較不敏感。

圖16至圖19以圖形方式圖解說明在使用流體靜力墊11a及11b之研磨操作期間當研磨輪9a及9b發生移位及/或傾斜時晶圓W中之較低應力。所圖解說明之應力係發生於晶圓W中毗鄰研磨輪開口邊緣41a及41b處且在圍繞邊緣41a及41b開始於一大約7點鐘位置(0 mm之弧長度)且圍繞周長邊緣順時針方向移動(至大約400 mm之弧長度)之若干位置處所量測之彼等應力。藉由先前技術流體靜力墊11'固持之晶圓W中之應力係大體用參考編號91標示且藉由墊11a及11b固持之晶圓中之應力係大體用參考編號93標示。

圖16圖解說明當研磨輪發生移位時之應力91及93。如可看到,應力93顯著小於應力91,且圍繞研磨輪開口39a及39b之整個周邊比應力91更近乎恆定,包含在晶圓W之中心WC(對應於大約200 mm之一弧長度)處。因此,在本發明中,當研磨輪9a及9b發生移位時,與在先前技術裝置中研磨之晶圓相比,晶圓W在其中心附近不那樣急劇地彎折。

圖17圖解說明當研磨輪發生移位及垂直傾斜時晶圓W中

之應力91及93。再次，與墊11a及11b相關聯之應力93沿研磨輪開口邊緣39a及39b之整個周邊係大體恆定的。另外，在藉由墊11a及11b固持之晶圓W中之應力93中在對應於晶圓中心WC之位置處存在一顯著較少增加。因此，當研磨輪9a及9b發生移位及垂直傾斜時，晶圓W在毗鄰研磨輪開口39a及39b之周邊處不那樣急劇地彎折且中心標記(C標記)之形成減少。

圖18圖解說明當該等輪發生移位及水平傾斜時晶圓W中之應力91及93。如可看到，晶圓W左側處之應力93不如應力91那樣急劇地增加。因此，藉由墊11a及11b固持之晶圓W在輪9a及9b發生移位及水平傾斜時在其周邊處不那樣急劇地彎折且B環及/或C標記之形成減少。圖19中展示當晶圓W中之應力91及93係由研磨輪之移位、垂直傾斜及水平傾斜之組合效應造成時之類似結果。

圖20標繪使用先前技術之流體靜力墊11'及本發明之流體靜力墊11a及11b研磨之晶圓之上0.05個百分位數之奈米拓撲值的圖。使用墊11'研磨之晶圓之奈米拓撲值係大體用參考編號72指示，且使用墊11a及11b研磨之晶圓之值係大體用參考編號74指示。使用本發明之墊11a及11b研磨之該等晶圓具有一貫低於先前技術之值72之納米拓撲值74。

本發明之流體靜力墊11a及11b可用來在一單個操作設置中研磨一組晶圓中之多個晶圓W。舉例而言，一組晶圓可包括至少400個晶圓。其可包括大於400個晶圓，此並不背離本發明之範疇。通常將一單個操作設置認為係對研磨輪

9a及9b之手動調整之間的連續操作。該組中之每一被研磨晶圓W通常具有改良之奈米拓撲(例如，減少或消除之中心標記(C標記)及B環之形成)。特定而言，其各自具有小於大約12 nm之平均峰穀變化。舉例而言，該等晶圓之平均峰穀變化可係大約8 nm。平均峰穀變化表示在每一晶圓W之一平均徑向掃描上之變化。圍繞晶圓W在該晶圓之多個半徑下之一圓周確定峰穀變化，且求彼等值之一平均值來確定該平均變化。

圖21示意性圖解說明根據本發明之一第二實施例之一左流體靜力墊。該墊係大體用參考編號111a標示，且此墊對應於第一實施例之墊11a之零件之零件係用相同參考編號加上「100」來標示。此流體靜力墊111a大致與先前所述流體靜力墊11a相同，但具有不同於墊11a中之對應凹穴21a、23a、25a、27a、29a及31a成形及定向之流體靜力凹穴121a、123a、125a、127a、129a及131a。類似於墊11a，凹穴121a、123a、125a、127a、129a及131a圍繞墊111a之研磨輪開口139a徑向定位，其中凹穴121a與123a、凹穴125a與127a及凹穴129a與131a係類似且對稱地位於晶圓側面119a之相對半體上。額外地，凹穴121a及123a沿一圓周方向圍繞墊111a伸長。然而，在此墊111a中，凹穴125a、127a、129a及131a遠離研磨輪開口139a徑向伸長。此等墊111a及111b在所有其他態樣中與墊11a及11b係相同的。

額外地，預期可藉由控制施加至流體靜力墊之凹穴之水的壓力影響該等流體靜力墊之一夾持中心。此將降低夾持

中心，使其更靠近一品圓夾持裝置之研磨輪之一旋轉軸移動。更具體而言，每一凹穴(或某一子組凹穴)中之流體壓力可在研磨之過程期間變化及/或不相依於其他凹穴進行控制。一種改變數個凹穴當中之壓力之方法係藉由使通向該等凹穴之孔之大小不同。此外，與每一凹穴相關聯之區之勁度在該等凹穴當中可藉由使該等凹穴之深度不同而改變。較深凹穴在該較深凹穴之區中將比較淺凹穴導致在晶圓W上之一更順形固持，較淺凹穴在該較淺凹穴之區中將僵硬地固持該晶圓。

已將本文中所圖解說明及闡述之流體靜力墊11a、11b、111a及111b闡述為用於具有大約300 mm之一直徑之一晶圓W。如先前所陳述，可在一減小之尺度上確定一流體靜力墊之大小以用於研磨一200 mm晶圓，此並不背離本發明之範疇。此適用於本文所述流體靜力墊尺寸中之每一者。

本發明之流體靜力墊11a及11b係由能夠在研磨操作期間支撐晶圓W且忍受重複研磨使用之一適合剛性材料製成，例如金屬。由其他類似剛性材料製成之流體靜力墊並不背離本發明之範疇。

根據本發明之另一態樣，用於評估奈米拓撲之一系統在晶圓在雙面研磨器中時開始提供關於該晶圓奈米拓撲之回饋。該奈米拓撲評估系統包括至少一個感測器，其經組態以在工件固持於該雙面研磨器中時收集關於該工件之位置及/或變形之資訊。該感測器可操作以進行用於界定供在對該晶圓之一有限元素結構分析中使用之一個或多個邊界

條件之一個或多個量測。應瞭解，該系統可具有僅一單個感測器，該感測器進行用於界定一單個邊界條件之一單個量測，此並不背離本發明之範疇(只要存在足夠的邊界條件來執行該有限元素分析，包含可不藉助使用感測器界定或呈現之任何邊界條件)。然而，在某些實施例中，一個或多個感測器進行用於界定多個邊界條件之複數個量測，從而辨識到常常期望(需要)界定用於對該晶圓之有限元素結構分析之額外邊界條件。

舉例而言，在圖22及圖23中示意性展示本發明之一奈米拓撲評估系統之一個實施例，其大體標示為301。儘管此實施例係結合具有一特定流體靜力墊組態(如下文所論述圖25A及圖25B中展而易見)之一雙面研磨器進行闡述，但應瞭解該奈米拓撲評估系統適合用於其他雙面研磨器(具有不同工件夾持系統)，此並不背離本發明之範疇。此外，本發明並不限於該奈米拓撲系統本身，而係亦囊括裝備有本發明之一奈米拓撲評估系統之一雙面研磨設備。

一個或多個感測器303(例如，複數個感測器)定位在流體靜力墊305之內表面處。在該等圖式中所示之特定實施例中，舉例而言，複數個感測器303(例如，四個)沿流體靜力墊305中之每一者之內工作表面定位(圖23)。可使用能夠收集可用來界定用於對該晶圓之一有限元素結構分析之一邊界條件之資訊之任一類型之感測器。舉例而言，在一個實施例中，感測器303包括動態氣動壓力感測器，其藉由量測自一噴嘴出來撞擊於晶圓上之經加壓氣流所面對之阻

力來量測該流體靜力墊與晶圓W之間的距離(例如，由MARPOSS Model E4N製造)。將經加壓空氣排出至空氣中。此等噴嘴可牢固地附接至流體靜力墊305或以其他方式相對於該等流體靜力墊固定。如熟悉此項技術者將辨識到，來自此等動態壓力感測器303之量測係指示流體靜力墊305與晶圓W之表面之間的間隔。因此，藉由一動態氣動壓力感測器之壓力量測對應於感測器303與晶圓W之表面之間的距離。

奈米拓撲評估系統之與流體靜力墊305中之每一者相關聯之感測器303沿一x、y、z正交座標系統(圖22及23)之一x方向及一y方向中之至少一者與和彼流體靜力墊相關聯之其他感測器間隔開，該正交座標系統經界定以使得晶圓W固持於x、y平面中。以此方式將感測器303間隔開促成使用一個感測器來進行對應於晶圓W之表面上之一個位置之一量測，而另一感測器進行對應於該晶圓之該表面上之一不同位置之一量測。

此外，該等圖式中所示該實施例之流體靜力墊305中之每一者具有相同數目個感測器303且感測器在該等墊中之一者中之分佈大致係感測器在另一墊中之分佈之鏡像。因此，兩個流體靜力墊305具有沿x、y、z座標系統之x方向及y方向中之至少一者間隔開之感測器303。此外，當流體靜力墊305如圖23中所示彼此相對地定位時(例如，當該研磨器處於使用中時)，感測器303成對配置，其中一個流體靜力墊中之每一感測器與另一流體靜力墊中之一感測器配

對。一感測器對中之感測器303通常沿x、y、z座標系統之x及y方向與彼此對準，沿大致僅z方向彼此間隔開。一感測器對中之感測器303定位在藉由流體靜力墊305固持之晶圓W之相對面上，此促進在該晶圓之相對面上在相同位置處進行同步量測。此允許同步地確定晶圓W之兩個面上之表面在彼位置處之位置。

感測器303之數目及配置可改變。一般而言，熟悉此項技術者將辨識到具有較大數目個感測器303可存在一優點，此乃因其可用於獲得較多個量測且界定較大數目個邊界條件，藉此減少對該等邊界條件之間的區域處晶圓變形之有限元素分析之結果之不確定性。然而，亦存在對感測器303之數目之一實務限制。舉例而言，可期望感測器303對流體靜力墊305之夾持工具具有最小影響且反之亦然。舉例而言，在該等圖式中所示之奈米拓撲評估系統301中，感測器303定位在流體靜力墊305之高臺311處而非流體靜力凹穴313處。(在圖25A上展示對應於高臺311及流體靜力凹穴313之位置，圖25A係自晶圓夾持條件得出之邊界條件之一圖)。此提供感測器303與晶圓W之由流體靜力凹穴313夾持之區域之間的某一分離，由於該分離可自對該等夾持條件之知識得出邊界條件。感測器303與凹穴313之間的分離亦可減少流體靜力凹穴之局部作用對感測器量測之影響。

如上文所述，感測器303經定位以在晶圓W之不同部分處進行量測。舉例而言，某些感測器303經定位以進行可

與晶圓W之中心部分相關之量測，而其他感測器可經定位以在該晶圓之容易發生B環及/或C標記缺陷之部分處進行量測。參考圖22及23中所示之特定感測器組態，感測器303經定位以在距晶圓W之中心之複數個不同距離處進行量測。至少一個感測器(例如，標示為C之感測器對中之該複數個感測器)在研磨期間定位在晶圓W之中心附近，其中該至少一個感測器可進行與該晶圓之中心部分之變形有關之量測。至少一個其他感測器(例如，標示為R及L之感測器對中之該複數個感測器)在研磨期間定位在晶圓W之周邊部分附近(亦即，距該晶圓之中心相對遠)。又另一感測器(例如，標示為U之感測器對中之該複數個感測器)相對於定位在晶圓W之周邊附近之該至少一個感測器及定位在該晶圓之中心附近(例如，該晶圓之容易發生B環及/或C標記缺陷之部分附近)之該至少一個感測器定位在距該晶圓之中心之一中間距離處。

當晶圓W在該研磨器中旋轉時，該晶圓可回應於彎折力矩而彎曲。因此，晶圓W在該晶圓上之一給定位位置處之變形可隨著該晶圓在該研磨器中旋轉而變化。感測器303不僅經定位以在距晶圓W之中心之不同距離處進行量測，而且其定位在自該晶圓之中心延伸之不同徑向線323、325、327上。舉例而言，感測器對R及L經定位距該晶圓之中心大約相同距離，但其位於不同徑向線上。感測器對R中之該等感測器通常在一個徑向線323上且感測器對L中之該等感測器通常在自晶圓W之中心沿一不同方向延伸之另一徑

向線325上。此外，感測器對C及U中之該等感測器通常定位在自晶圓W之中心沿又另一方向延伸之一第三徑向線327上。在該等圖式中所示之該實施例中，徑向線323、325、327距彼此大致等距。因此，徑向線323、325、327彼此形成大約120度之角。然而，徑向線相對於彼此之間隔及感測器沿其定位之不同徑向線之數目可改變，此並不背離本發明之範疇。

此外，感測器303相對於研磨設備之組件定位在不同位置處。舉例而言，感測器對L中之該等感測器在研磨輪9之與感測器對R中之該等感測器相對之側上。此係顯而易見的，此乃因含有感測器對R中之該等感測器中之一者及感測器對L中之該等感測器中之一者且垂直於座標系統(上文所界定)之x，y平面之一虛平面331(圖22中所示)與研磨輪9相交。由於定位了感測器對R及L中之該等感測器，因此其距晶圓W之中心大約相同距離，該晶圓之正經受藉由該等感測器對中之一者之量測之一部分可稍後在晶圓之旋轉將該晶圓之彼部分帶到另一感測器對之後經受藉由該另一感測器對之量測。然而，藉由感測器對R中之該等感測器之量測可不同於藉由感測器對L中之該等感測器之對應量測，此乃因晶圓W在其於該研磨器中旋轉時可彎曲。

此外，至少一個感測器(例如，感測器對R及L中之該複數個感測器)經定位大致在該晶圓之水平中心線341(圖22)下面，而至少一個其他感測器(例如，感測器對U中之該複數個感測器)經定位大致在該晶圓之該水平中心線上面。另

一感測器(例如，感測器對C中之該複數個感測器)可經定位相對靠近晶圓W之水平中心線341。在該等圖式中所示之該實施例中，舉例而言，感測器對C中之該等感測器稍微高於晶圓W之水平中心線341。

此外，至少一個感測器(例如，感測器對R、C及L中之該複數個感測器)定位在流體靜力墊305中用於接納研磨輪9之開口345中之一者附近，且因此經定位在操作期間毗鄰該等研磨輪。類似地，至少一個感測器(例如，感測器對R、C及L中之該複數個感測器)比流體靜力墊313中之任一者靠近研磨輪9定位。如上文所論述，某些研磨器中之研磨器錯位可使晶圓W在藉由研磨輪9夾持與藉由流體靜力墊305夾持之間的過渡處經受相對較高應力，在此情況下，可認為比流體靜力凹穴313中之任一者靠近該等研磨輪定位及/或經定位在操作期間毗鄰該等研磨輪之任何感測器303經定位以獲得來自該晶圓之在研磨器錯位時經受一相對較高應力之一部分之量測。在此意義上，使用其中流體靜力凹穴313遠離研磨輪9移動以將夾持力之中心遠離該等研磨輪移動(如上文所述)之流體靜力墊305可存在某一額外優點，此乃因，流體靜力凹穴之此組態允許更多空間供納米拓撲評估系統301之感測器303定位在該等流體靜力凹穴與該等研磨輪之間(例如，在大致零夾持壓力之空間區中)。

至少一個其他感測器(例如，感測器對U中之該複數個感測器)經定位距流體靜力墊305中之開口345較遠，且因此

經定位在操作期間距研磨輪9較遠。彼至少一個感測器(例如，感測器對U中之該複數個感測器)亦比流體靜力凹穴313中之至少某些流體靜力凹穴距研磨輪9遠。此外，可認為彼至少一個感測器(例如，感測器對U中之該複數個感測器)經定位以獲得來自晶圓W之在彼等研磨器中之研磨器錯位時經受相對較低應力之一部分之量測，彼等研磨器在存在錯位時使該晶圓在藉由該等研磨輪夾持與藉由該等流體靜力墊夾持之間的過渡處經受一相對較高應力。

如已經闡述，感測器303可操作以偵測關於自該感測器至晶圓W表面之距離之資訊。感測器303與一處理器351(圖22)信號連接，該處理器可操作以接收來自該等感測器之感測器資料輸出。處理器351可距研磨設備遙遠，但並不要求如此。儘管圖22繪示硬接線353將處理器351連接至該等感測器，但應瞭解，該處理器及感測器可進行無線通信，此並不背離本發明之範疇。

可使用一電腦工作站之CPU用作處理器351。此外，可在多個處理單元之間共享處理來自感測器303之資料及/或自其得出之資訊355，在此情況下，字「processor(處理器)」囊括所有此等處理單元。在本發明之一個實施例中，處理器351在研磨操作期間監視來自感測器303之感測器資料輸出。出於資訊聚集之目的及/或為研究該等研磨設備之操作可記入來自感測器303之輸出。若期望，可在研磨操作期間及/或其之後以圖形形式展示來自感測器303之輸出，如圖24中所示。

在本發明之一個實施例中，處理器351可操作以使用所監視的來自感測器303之感測器資料執行對晶圓W之一有限元素結構分析。處理器351在研磨操作中在時間357處收集感測器資料，較佳地的主研磨階段結束附近(例如，在起始研磨之精整階段之前)，如圖24中所指示。主研磨循環對應於圖24中所指示之第二個步驟。圖24中所示之完整研磨循環由5個步驟組成：步驟361=快速進給；步驟363=主研磨循環；步驟365=慢速研磨循環；步驟367=無火花磨削循環；及步驟369=輪縮進循環。處理器351可操作以根據感測器資料確定一個或多個邊界條件且使用自該感測器資料得出之一個或多個邊界條件執行對晶圓W之有限元素分析。用自對該等流體靜力墊產生之夾持條件之知識得出之額外邊界條件補償自感測器資料得出之邊界條件。研磨循環及處理器351收集資料以用於有限元素結構分析之時間可變化，此並不背離本發明之範疇。

圖25A展示可針對其自對夾持條件之知識得出邊界條件的一組位置之一個實例。在圖25A中，圍繞流體靜力墊305之周邊且亦圍繞流體靜力凹穴313之周邊界定邊界條件。圖25B展示適合執行對晶圓W之一有限元素結構分析之一網格。注意圖25A及25B中所示實例中所使用之流體靜力墊305具有一稍微不同於上文所述流體靜力墊11a、11b之流體靜力凹穴組態。然而，熟悉此項技術者將知曉如何界定邊界條件及形成適合任何研磨設備中正使用之特定流體靜力墊之一網格。

結合自夾持條件得出之邊界條件使用自感測器資料得出之邊界條件及晶圓W之特性(例如，矽之材料特性)，處理器351執行對該晶圓之一有限元素分析以預測該晶圓之形狀，包含晶圓奈米拓撲之一預測。在該有限元素分析中由處理器351預測之晶圓W之形狀係原始晶圓輪廓。由於該研磨過程通常導致展現徑向對稱之納米拓撲特徵，因此就變形而言該原始晶圓輪廓可表達為距該晶圓之中心之距離之一函數。在圖26A中展示藉由有限元素分析使用感測器資料預測之一原始晶圓輪廓之一個實例。

在一個實施例中，如下計算使用有限元素分析之變形的晶圓形狀。針對此分析識別使用殼體元素之一網格。在圖25A中圖解說明一個網格之細節。應記住相依於晶圓夾持角度、輪傾斜及移位，晶圓變形可能在R或LB環感測器處較大。較高變形趨勢與NT降級具有一較強的相關性。因此，為捕獲此效應，在兩個位置處應用兩個讀數R及L中之較高者。使用一基礎勁度邊界條件模擬由於流體靜力墊之晶圓夾持。通常在小於10秒內計算後拋光NT。考量沿研磨輪之周邊(圖25B中弧ABC)之晶圓位移。對於自該晶圓之中心延伸之每一半徑 r ，沿該弧存在兩個點。此等兩個點處之位移可係基於有限元素分析之結果確定且對其求平均以產生彼半徑處之一平均位移。可將平均位移繪製為一原始輪廓曲線(圖26A)。然後，使來自該原始輪廓曲線之讀數通過空間濾波器以產生經濾波輪廓曲線(圖26B)。

熟悉此項技術者將瞭解，在研磨之後通常存在額外晶圓

處理步驟。舉例而言，常見地在研磨之後拋光晶圓。此外，奈米拓撲良率不係由研磨之後之奈米拓撲確定，而係由完成下游處理步驟(其通常改變該晶圓之奈米拓撲)之後之奈米拓撲確定。因此，在本發明之一個實施例中，處理器351可操作以使用該有限元素分析中得出之原始晶圓輪廓預測在一個或多個下游處理步驟之後晶圓奈米拓撲可能係如何。

舉例而言，可將一空間濾波器應用於該原始晶圓輪廓以預測一個或多個下游處理步驟(例如，拋光)之後之晶圓輪廓。熟悉此項技術者將熟知可用來執行此類型之空間濾波之各種晶圓缺陷/良率管理軟體工具。某些實例包含：來自加利福尼亞、聖克拉拉之SiGlaz之智慧缺陷分析軟體；來自加利福尼亞、帕洛阿爾托之Zenpire之iFAB軟體；來自Galaxy Semiconductor公司(美國、麻省、沃爾瑟姆)之檢查器軟體；及來自加利福尼亞、桑尼維爾之Knights Technology之良率管理器軟體。經濾波晶圓輪廓代表該奈米拓撲在進一步處理之後可能係如何。在圖26b中展示一經濾波晶圓輪廓之一個實例。藉由針對若干個晶圓比較自有限元素分析得出之該原始晶圓輪廓與下游處理之後(例如，拋光之後)之實際奈米拓撲量測(例如，來自一Nanomapper®)，可精調該有限元素分析中所使用之該等參數(例如，與流體靜力夾持有關之邊界條件)以達成更佳相關性。

此外，處理器351可操作以接收來自該等感測器之感測

器資料且根據該感測器資料評估工件奈米拓撲。在一個實施例中，該處理器可視情況操作以提供資訊355(例如，工件之所預測NT)以回應於一負奈米拓撲評估(例如，如該處理器在一個或多個晶圓輪廓無法滿足規定或其他預定準則時所確定)實施補救行動。在其最簡單形式中，針對補救行動之資訊355可包括輸出針對一個或多個操作人員(例如，一處理工程師)的應作出一調整及/或該研磨過程需要注意之一信號。回應於來自處理器351之信號，該等操作人員可調整研磨器之對準(例如，對應於研磨輪之一水平傾斜之一角度、對應於研磨輪之一垂直傾斜之一角度及研磨輪之間的一移位中之至少一者)及/或供應至流體靜力墊之凹穴之流體之壓力以改良研磨器效能。另一選擇或另外，該操作人員可藉由調整研磨器之初始設定調整該對準(例如，針對設定之經驗法則)。處理器351亦可提供其他資訊355來實施某些補救行動，包含調整一研磨過程變數。舉例而言，處理器351可操作以提供用於指示回應於感測器資料之對研磨輪及/或流體靜力墊中之至少一者之一位置或施加之一調整及/或藉由調整供應至凹穴313之流體之壓力的對該晶圓上之夾持力之中心之一調整之資訊355。同樣地，處理器351可回應於操作人員輸入以控制用於調整研磨輪9及流體靜力墊305中之至少一者之位置以使該研磨器重新對準之一組致動器(圖中未展示)。

在根據本發明處理一半導體晶圓之方法之一個實施例中，將一半導體晶圓W裝載至具有上文所述奈米拓撲評估

系統301之一雙面研磨器中。晶圓W之實際研磨以一習用方式進行，除本文中所述之處以外。在該研磨過程期間，一個或多個感測器303收集指示晶圓W變形且可用於得出用於對該晶圓之一有限元素結構分析之一個或多個邊界條件之資料。舉例而言，上文所述奈米拓撲評估系統301之感測器303收集晶圓W之表面與該等感測器之間的複數個距離量測。此外，如上文所述，評估系統301之感測器303自該晶圓之不同部分且在相對於研磨器組件之各種位置處同步地收集資料。

在一個實施例中，該等感測器量測該等工件之兩個表面在該工件的與B環缺陷相關聯之一部分中之距離偏差，且處理器351可操作以接收來自該等感測器之此距離資料且根據所接收感測器資料評估該工件奈米拓撲中之B環缺陷。在另一實施例中，該等感測器量測工件之兩個表面在該工件的與C標記缺陷相關聯之一部分中之距離偏差，且處理器351可操作以接收來自該等感測器之此距離資料且根據所接收感測器資料評估工件奈米拓撲中之C標記缺陷。

感測器303將感測器資料發射至處理器351，該處理器接收並處理該感測器資料。視情況記入及/或如圖24中所示以圖形形式展示(在研磨期間及/或研磨之後)來自感測器303之輸出。該感測器資料係用於評估晶圓W之奈米拓撲。在該方法之一個實施例中，處理器351記錄自該研磨過程中之一時間起之感測器資料以評估晶圓W之奈米拓

撲。舉例而言，圖24展示繪製在一雙面研磨過程循環之步驟361、363、365、367、369旁的該等感測器中之每一者之時變輸出。處理器351記錄在該過程循環中之一點(例如，圖24中用箭頭357指示之時間)處來自感測器303之輸出以獲得來自該等感測器中之每一者之一組同時資料。處理器351使用彼組資料得出用於執行對晶圓W之有限元素結構分析之邊界條件。

處理器351使用感測器得出之邊界條件及任何其他邊界條件(例如自對夾持條件之知識得出之邊界條件(圖25A))執行對該晶圓之一有限元素分析。該有限元素分析用來產生一原始奈米拓撲晶圓輪廓(圖26B)。視情況，將上文所述空間濾波器應用於原始晶圓輪廓以預測晶圓W在一下游處理步驟之後(例如，在拋光之後)之可能奈米拓撲。

處理器351審查原始晶圓輪廓及/或經濾波晶圓輪廓以相對於奈米拓撲要求估計該研磨器之效能。此估計可考量一個批次中之其他晶圓之原始晶圓輪廓及/或經濾波晶圓輪廓以確定研磨器奈米拓撲效能是否滿足預定準則。若處理器351確定該研磨器不滿足奈米拓撲準則，則該處理器起始補救行動。在一個實施例中，補救行動包括發出信號告知一個或多個操作人員該研磨設備需要注意。一操作人員然後調整研磨設備之對準及/或調整夾持中心，如上文所述。在另一實施例中，處理器351回應於一負奈米拓撲評估及操作人員輸入實施補救行動。舉例而言，處理器351可調整施加至晶圓W之一個或多個部分之流體靜力壓力之

量以調整夾持中心及/或回應於操作人員輸入使用在該處理器控制下之一個或多個致動器調整該研磨器之對準。

在另一實施例中，補救行動包括調整後續工件之研磨。舉例而言，該研磨器可操作以研磨一第一工件且然後在研磨該第一工件之後研磨一第二工件。處理器351可操作以接收來自該等感測器之資料且根據該感測器資料評估該第一工件之奈米拓撲。此後，處理器351可操作以提供用於指示回應於該感測器資料的對該等研磨輪及/或流體靜力墊中之至少一者之位置之一調整之資訊355以供在研磨一後續工件(例如第二工件)時使用。在其中該工件係一數個晶圓之卡匣之情形下，可針對該卡匣中之每一晶圓執行一有限元素分析且不需要等待直至研磨完整個晶圓卡匣為止。若設定係不恰當且若在該等晶圓中之一者或多者中偵測到一NT缺陷，則該卡匣中之其他晶圓可能將具有一類似或相同缺陷，此在無某一形式之干涉之情形下導致較大良率損失。根據本發明之一個實施例，操作人員不必等待獲得來自該卡匣中之所有晶圓之回饋且避免大量良率損失。因此，提供在研磨期間對後拋光NT缺陷之一可靠預測。此一預測幫助操作人員最佳化用於後續晶圓及卡匣之研磨器設定以使得在拋光後續晶圓之後之奈米拓撲缺陷係最小。

圖27係圖解說明一特定晶圓的根據本發明一個實施例之經預測輪廓且圖解說明彼同一晶圓在拋光之後之平均徑向位移輪廓(由一奈米繪圖儀確定)之一圖表。實線圖解說明

根據本發明一個實施例基於有限元素分析的晶圓之一經預測輪廓之一個實例。虛線圖解說明基於來自分析該晶圓之一奈米繪圖儀之資料之輪廓。圖28係圖解說明若干個晶圓之繪製於水平軸上之經預測B環值與繪製於垂直軸上之實際B環值之間的相關性之一圖表，相關性係數為 $R=0.9$ 。

本發明之方法提供關於該研磨器之奈米拓撲效能之快速回饋。舉例而言，對晶圓奈米拓撲之估計可開始於完成晶圓研磨循環之前。此外，可在拋光之前獲得奈米拓撲回饋。相反，諸多習用奈米拓撲回饋系統使用雷射檢驗來量測晶圓奈米拓撲。此等系統通常不可兼容用於缺少一反射性表面之一未拋光晶圓。鑒於此揭示內容熟悉此項技術者將辨識到可透過本發明之方法獲得之諸多其他優點。

在上文所述該方法中，感測器303在該研磨操作期間大致連續地收集資料。然而，應瞭解，可在研磨完成之後而晶圓仍在研磨器中之時自感測器收集資料。此外，感測器303可間斷地或在一單個時間點處進行量測，此並不背離本發明之範疇。同樣地，處理感測器資料可在研磨操作完成之後及/或在自該研磨器移除該晶圓之後開始或繼續，此並不背離本發明之範疇。

此外，儘管上文所述奈米拓撲系統之實施例展示為當一晶圓垂直地固持於一雙面研磨器中之同時評估該晶圓之奈米拓撲，但應瞭解，該奈米拓撲評估系統可用來評估以不同定向(例如，水平)固持之晶圓之奈米拓撲，此並不背離本發明之範疇。

儘管本文中所述奈米拓撲評估系統之實施例針對每一晶圓執行有限元素分析以評估其奈米拓撲，但熟悉此項技術者將辨識到來自若干個此等有限元素分析之經驗資料可用來形成允許該處理器在不實際執行一有限元素結構分析之情形下評估奈米拓撲之準則。舉例而言，若在研磨器中之一晶圓之感測器資料充分類似於針對其已執行過一有限元素分析之另一晶圓之感測器資料，則先前有限元素分析之結果可用來在不實際執行對在該研磨器中之該晶圓之一有限元素分析之情形下評估該研磨器中之該晶圓之奈米拓撲。資料庫及學習常式可用來強化此過程，藉此減少或消除該處理器執行一有限元素分析之例項。亦預期該奈米拓撲評估系統之有經驗的操作人員可形成藉由觀察感測器輸出之一圖形或其他顯示來辨識指示奈米拓撲缺陷之標誌且手動實施補救行動之能力，此並不背離本發明之範疇。

此外，針對每一晶圓實行一奈米拓撲評估並不係必需的。若期望，可如本文中所述針對一研磨器中所研磨晶圓之一子組(例如，用於品質控制之一樣本)評估奈米拓撲，此並不背離本發明之範疇。

參考示意性圖29，展示並大體以500指示一晶圓研磨器之另一實施例。該晶圓研磨器通常包含一第一流體靜力墊506及與該第一流體靜力墊相對定位之一第二流體靜力墊508。一晶圓501(廣義上，一工件)定位在流體靜力墊506、508之間。該晶圓研磨器中亦包含一對研磨輪(圖中未展示)。該晶圓研磨器可類似於上文所述彼等實施例。然

而，圖29之該晶圓研磨器包含額外組件以有助於減少由該晶圓研磨器處理之晶圓之NT降級。

一第一流量控制閥504控制至第一流體靜力墊506之水之流量且一第二流量控制閥502控制至第二流體靜力墊508之水之流量。在此實施例中，該等墊中之流體靜力壓力係由水流量控制，但亦預期其他模式。

流量控制閥502、504係能夠控制水之流量或壓力之任何適合閥。舉例而言，流量控制閥502、504可係球閥、球形閥、閘閥、隔膜閥、針形閥或其任一組合。流量控制閥502、504可由任一適合致動器(圖中未展示)控制，且其可係單獨控制。

一控制系統600控制該晶圓研磨器及流量控制閥502、504之操作。控制系統600包含一計算裝置602，其具有一處理器、一種或多種形式之電腦可讀媒體及一輸入/輸出裝置。在某些實施例中，計算裝置602之處理器可操作以控制流量控制閥502、504。控制系統600可操作以量測該等研磨輪所使用之電流量。控制系統600可直接量測該等研磨輪所使用之電流或其可自量測該等研磨輪所使用之電流之一單獨監視裝置(圖中未展示)接收一信號或其他通信。

該等研磨輪所使用之電流量指示研磨操作之目前階段。舉例而言且如圖30中所示，當該等研磨輪首先觸碰晶圓501時，與以540指示之一剩餘狀態相比，在以550指示之一初始狀態時，該等研磨輪所汲取之電流稍微增加。圖30

展示該研磨操作期間每一研磨輪所汲取之電流。電流汲取隨著研磨輪試圖夾緊晶圓501而繼續增加，如沿以560指示之區段所展示。在此階段期間，自晶圓501移除相對少之材料。當該電流汲取在以570所指示之區段處達到其峰值時，自晶圓501移除之材料之量增加。在研磨輪自晶圓501移除大部分材料時，該電流汲取停留在此峰值位準處。在以580指示之一無火花磨削階段期間(當該等研磨輪開始縮進時)，電流汲取快速下降。在該等研磨輪完全縮進之後，電流汲取下降回至以590指示之剩餘位準。

計算裝置602使用所監視或所感測的研磨輪之電流汲取預測(亦即，偵測或確定)研磨操作之當前階段。計算裝置602在一模式偵測軟體程式之幫助下進行此預測。該模式偵測軟體程式包含儲存於計算裝置602上之一種或多種形式之電腦可讀媒體上之電腦可執行指令。電腦可執行指令係由計算裝置602之處理器執行。

控制系統600可操作以基於由模式偵測軟體所確定之研磨階段使用流量控制閥502、504控制流體靜力墊506、608中之壓力。為最小化NT降級，控制系統600在該等研磨階段期間在該研磨過程之開始及結束時增加流體靜力墊中之壓力。在此等研磨階段處，該等研磨輪之電流汲取處於其最低位準。控制系統600因此控制流量控制閥502、504以使得該等閥增加輸入至流體靜力墊506、508之水之流速且因此增加該等流體靜力墊中之壓力。

在自晶圓501移除大部分材料之該(該等)研磨階段期

間，控制系統600控制流量控制閥502、504以降低輸入至流體靜力墊506、508之水之流速且因此降低該等流體靜力墊中之壓力。在此研磨階段期間，該等研磨輪支撐晶圓501且將該晶圓夾緊於該等研磨輪之間。藉由在此研磨階段期間降低流體靜力墊506、508中之壓力，該晶圓經受之彈性變形之量劇烈下降或消除。此減少或消除晶圓501中之彈性變形導致晶圓501之表面上之NT減少。

操作中，控制系統600因此執行一方法，其中在方塊610中，使用模式偵測軟體偵測(亦即，確定)研磨階段。在方塊620中，根據在方塊610中藉由模式偵測軟體所偵測之研磨階段計算流速之改變。控制系統600然後在方塊630中藉由控制流量控制閥502、504應用此等改變。控制系統600因此可操作以調變流體靜力壓力。

控制系統600亦可操作以執行另一方法，其中在流體靜力墊506、508中建立一第一流體靜力壓力以將晶圓501初始地夾持於該等墊之間。在此方法中，將晶圓501固持於一大致垂直平面中。然後在研磨晶圓501期間，藉助流量控制閥502、504減小流體靜力墊506、508中之流體靜力壓力至低於該第一壓力之一第二流體靜力壓力。在研磨晶圓501期間，晶圓501可大致藉由該等研磨輪夾持。然後，增加該流體靜力壓力至一第三流體靜力壓力以夾持該晶圓且藉此改良晶圓501中之奈米拓撲。該第三流體靜力壓力可大致等於該第一流體靜力壓力。

根據另一方法，控制系統600執行包含夾持該晶圓、研

磨該晶圓且移除該晶圓使其不與該等研磨輪接觸之階段之一方法。將該晶圓固持於一大致垂直平面中。該模式偵測軟體用來偵測研磨操作之每一階段且改變每一階段處之流體靜力壓力以改變施加至該晶圓之夾持壓力，藉此改良被處理晶圓中之奈米拓撲。此實施例之流體靜力壓力係藉由透過流量控制閥502、504改變流速而改變，但預期改變該壓力之其他方法。在該實例性實施例中，在該研磨階段中降低該壓力。在其他實施例中，在該研磨階段期間增加該壓力。

實例

藉由量測一第一組晶圓及一第二組晶圓之表面獲得兩個資料組。被測試晶圓沒有進入及出離標記或其他類似缺陷。根據在研磨階段期間不變更流體靜力壓力之一習用過程(亦即，一記錄或POR之過程)研磨該第一組晶圓。根據在研磨階段期間增加流體靜力壓力之圖29之實施例研磨該第二組晶圓。被測試晶圓之表面係根據該等表面之若干區段(例如，10 mm×10 mm區段)之臨限高度平均值來量測(亦即，一THA1010量測標準)。根據THA1010量測標準進行之量測指示該晶圓之該表面之一區段內之最大峰穀垂直距離。橫跨該晶圓之該表面在不同區段處進行多次此等量測(但該等區段可重疊)。THA1010量測標準係用來評估晶圓表面之奈米拓撲之一已知量測標準。使用該標準，數越低，晶圓表面之奈米拓撲越佳。

圖31係繪示兩個資料組的THA1010量測之經正規化分佈

之一圖表。該第一資料組稱為經正規化THA1010 POR且該第二資料組稱為經正規化THA1010低Pr。對每一資料組之量測進行正規化(亦即，用一公因數相除)。該圖表上若干資料點中之每一者之y座標指示等於或小於各別資料點之x座標之量測之百分比。此外，實線指示第一資料組的一95%信賴區間之界限。虛線指示第二資料組的一95%信賴區間之界限。

圖32係繪示被測試晶圓之表面上之經正規化臨限高度區域量測之一方框圖標圖。該標圖繪示圖31之兩個資料組之方框圖，且針對每一資料組，該標圖展示各別最小值、第一四分位值、中值、第三四分位值及最大值。

圖31及32因此展示根據圖29之實施例研磨之晶圓之表面具有明顯低於根據POR研磨之彼等晶圓之峰穀量測。與根據POR研磨之晶圓之表面相比，根據圖29之實施例研磨之該等晶圓之表面因此具有改良之奈米拓撲。舉例而言，根據圖29之過程研磨之晶圓具有0.6346之一經正規化平均數THA1010，而根據POR研磨之彼等晶圓具有0.6738之一經正規化平均數THA1010。與根據POR研磨之彼等晶圓相比 (std. dev.=0.09956)，對於根據圖29研磨之晶圓 (std. dev.=0.09826)，標準偏差同樣減小。

此外，與POR之彼等晶圓相比，圖32之方框圖標圖展示根據圖29研磨之晶圓之經正規化峰穀量測分佈在一較狹窄範圍內。如所清晰顯示，第二資料組(亦即，低Pr)之該第一及第三四分位值比該第一資料組(亦即，POR Pr)之彼等

四分位值緊密間隔開。此外，該第二資料組之最大值及最小值具有低於該第一資料組之最大值及最小值之值。

在介紹本發明之要素及其較佳實施例時，「一」、「一個」、「該」等冠詞意指存在一個或多個該等要素。片語「包括」、「包含」及「具有」意欲具有包含性，且意指除所列舉要素外可尚有額外要素。

由於可在不背離本發明範疇之情形下可對上文作出各種改動，因此以上說明書所含及附圖中所示之所有標的物皆應闡釋為具有說明性而不具有限制意義。

【圖式簡單說明】

圖1係先前技術之一晶圓夾持裝置之一示意性側視圖，該裝置包含流體靜力墊及研磨輪，其中一半導體晶圓定位於其間且以剖面形式展示流體靜力墊；

圖2係類似於圖1之一示意性側視圖，但該等研磨輪橫向移位且垂直傾斜；

圖3係其一示意性正視圖，其圖解說明一研磨輪之水平傾斜及垂直傾斜；

圖4係圖1之先前技術流體靜力墊中之一者之一晶圓側之示意圖；

圖5A係使用圖1之晶圓夾持裝置研磨且隨後拋光之一半導體晶圓之奈米拓撲表面特徵之一圖片表示；

圖5B係圖5A晶圓之表面之徑向輪廓之一圖形表示；

圖6係併入本發明之一晶圓夾持裝置之一研磨器之一示意性側視圖，其中以剖面形式展示流體靜力墊；

圖7係其晶圓夾持裝置之一放大示意性側視圖，其包含流體靜力墊及研磨輪，其中一半導體晶圓定位於其間；

圖8係本發明之一左流體靜力墊之一透視圖，其展示該墊在研磨操作期間與該晶圓對置之一面之流體靜力凹穴組態；

圖9A係圖8之左流體靜力墊之一晶圓側正視圖，其以虛影展示一研磨輪及該晶圓以圖解說明其與該墊之位置關係；

圖9B係圖9A之流體靜力墊之一仰視平面圖，其中再次以虛影展示該晶圓；

圖10係類似於圖9A之一晶圓側正視圖，其展示連接該墊之流體靜力凹穴內之流體注入口的通道；

圖11係圖9A之流體靜力墊之一放大片斷正視圖，其圖解說明流體靜力凹穴相對於該墊之一研磨輪開口之位置；

圖12係一右流體靜力墊之類似於圖8之一透視圖，其在研磨操作期間與該左流體靜力墊對置以使得可將一晶圓固持於兩個墊之間；

圖13A係右流體靜力墊之類似於圖9A之一正視圖；

圖13B係其一仰視平面圖；

圖14係類似於圖5A之一圖片表示，但其展示使用圖6之晶圓夾持裝置研磨且隨後拋光之一半導體晶圓；

圖15A係當該晶圓由根據本發明之流體靜力墊固持時在研磨期間施加至一半導體晶圓之一表面之夾持應力之一圖片表示；

圖 15B 係由先前技術之流體靜力墊固持之一晶圓上之夾持應力之類似於圖 15A 之一圖片表示；

圖 16 係展示研磨期間當研磨輪發生橫向移位時半導體晶圓中毗鄰該等研磨輪之一周邊處之應力且比較由根據本發明之流體靜力墊固持之晶圓與由先前技術之流體靜力墊固持之晶圓之一圖表；

圖 17 係類似於圖 16 之一圖表，其比較晶圓中由該等研磨輪之橫向移位及垂直傾斜產生之應力；

圖 18 係類似於圖 16 之一圖表，其比較晶圓中由該等研磨輪之橫向移位結合水平傾斜產生之應力；

圖 19 係類似於圖 16 之一圖表，其比較晶圓中由該等研磨輪之橫向移位、垂直傾斜與水平傾斜之組合效應產生之應力；

圖 20 係比較在一先前技術晶圓夾持裝置中研磨之晶圓與在本發明之一晶圓夾持裝置中研磨之晶圓之上 0.05 個百分位數的奈米拓撲值之一圖表；

圖 21 係根據本發明之一第二實施例之一流體靜力墊之一示意性圖解說明，其展示該墊在研磨期間與一半導體晶圓對置之一面之流體靜力凹穴組態；

圖 22 係本發明之一奈米拓撲系統之部分呈方塊圖形式之一示意性正視圖；

圖 23 係奈米拓撲評估系統之一示意性側視圖；

圖 24 係展示來自該奈米拓撲評估系統之複數個感測器之輸出之一圖表；

圖 25A 係可自對晶圓夾持條件之知識得出用於有限元素分析之邊界條件之位置之一個實例之一示意圖；

圖 25B 係適合於對一晶圓之有限元素結構分析之一網格；

圖 26A 及 26B 係藉助該奈米拓撲評估系統獲得的一晶圓之奈米拓撲輪廓；

圖 27 係圖解說明一晶圓之根據本發明一個實施例之經預測輪廓且圖解說明彼晶圓在拋光之後之平均徑向輪廓之一圖表，該平均徑向輪廓係自一奈米繪圖儀獲得；

圖 28 係圖解說明圖 27 之晶圓之經預測 B 環值與圖 27 之晶圓之實際 B 環值之間的相關性之一圖表，該相關性係數為 $R=0.9$ ；

圖 29 係一晶圓研磨器之另一實施例之一示意圖；

圖 30 係圖 29 之研磨器之研磨輪所汲取之電流之一圖表；

圖 31 係繪示針對一先前研磨過程及圖 29 中所述之過程一晶圓之表面上之臨限高度區域量測之經正規化分佈；及

圖 32 係繪示針對一先前研磨過程及圖 29 中所述過程一晶圓之表面上之經正規化臨限高度區域量測之一方框圖標圖。

【主要元件符號說明】

- | | |
|----|--------|
| 1 | 晶圓夾持裝置 |
| 1' | 晶圓夾持裝置 |
| 3 | 雙面研磨器 |
| 9' | 研磨輪 |

9a	左 研 磨 輪
9b	右 研 磨 輪
11'	流 體 靜 力 墊
11a	左 流 體 靜 力 墊
11b	右 流 體 靜 力 墊
14	驅 動 環
15	掣 子 或 附 連 塊
17a	本 體
19a	晶 圓 側 面
21'	流 體 靜 力 凹 穴
21a	流 體 靜 力 凹 穴
21b	流 體 靜 力 凹 穴
23'	流 體 靜 力 凹 穴
23a	流 體 靜 力 凹 穴
23b	流 體 靜 力 凹 穴
25'	流 體 靜 力 凹 穴
25a	流 體 靜 力 凹 穴
25b	流 體 靜 力 凹 穴
27'	流 體 靜 力 凹 穴
27a	流 體 靜 力 凹 穴
27b	流 體 靜 力 凹 穴
29'	流 體 靜 力 凹 穴
29a	流 體 靜 力 凹 穴
29b	流 體 靜 力 凹 穴

31'	流體靜力凹穴
31a	流體靜力凹穴
31b	流體靜力凹穴
32'	凸起表面
32a	凸起表面
34a	共延高臺
35a	背側
36a	排放通道
37a	垂直側壁
38'	最內周邊邊緣
38a	邊緣
39'	研磨輪開口
39a	研磨輪開口
39b	研磨輪開口
41'	研磨輪開口邊緣
41a	研磨輪開口邊緣
41b	研磨輪開口邊緣
43a	垂直軸
44'	墊之水平軸
44a	水平軸
44b	水平軸
60a	空閒區
60b	空閒區
61a	流體注入口

63a	通道
67	研磨輪旋轉軸
67'	旋轉軸
71	夾持平面
71'	夾持平面
73	夾持平面
73'	夾持平面
77'	中心標記
79'	B環
111a	流體靜力墊
119a	晶圓側面
121a	流體靜力凹穴
123a	流體靜力凹穴
125a	流體靜力凹穴
127a	流體靜力凹穴
129a	流體靜力凹穴
131a	流體靜力凹穴
139a	研磨輪開口
301	奈米拓撲評估系統
303	感測器
305	流體靜力墊
311	高臺
313	流體靜力凹穴
323	徑向線

325	徑向線
327	徑向線
331	虛平面
341	晶圓之水平中心線
345	開口
351	處理器
353	硬接線
500	晶圓研磨器
501	晶圓
502	第二流量控制閥
504	第一流量控制閥
506	第一流體靜力墊
508	第二流體靜力墊
600	控制系統
602	計算裝置
RD11'	徑向距離
C	感測器對
L	感測器對
N	凹口
R	感測器對
R1	半徑
RD1	徑向距離
RD2	徑向距離
RD3	徑向距離

RD11	徑向距離
U	感測器對
W	晶圓
WC	晶圓之中心

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：10011045

※申請日：100.3.25

※IPC 分類：H01L 21/30X 2006.01

H01L 21/66 2006.01,

一、發明名稱：(中文/英文)

在一同步雙面晶圓研磨器中之流體靜力墊壓力調變

HYDROSTATIC PAD PRESSURE MODULATION IN A
SIMULTANEOUS DOUBLE SIDE WAFER GRINDER

二、中文發明摘要：

本發明揭示用於調變具有一對研磨輪之一雙面晶圓研磨器中之流體靜力壓力之系統及方法。該等系統及方法使用一處理器量測該等研磨輪所汲取之電流量。模式偵測軟體用於基於該經量測電流預測一研磨階段。在每一階段處藉由流量控制閥改變該流體靜力壓力以改變施加至該晶圓之夾持壓力且藉此改良被處理晶圓中之奈米拓撲。

三、英文發明摘要：

Systems and methods are disclosed for modulating the hydrostatic pressure in a double side wafer grinder having a pair of grinding wheels. The systems and methods use a processor to measure the amount of electrical current drawn by the grinding wheels. Pattern detection software is used to predict a grinding stage based on the measured electrical current. The hydrostatic pressure is changed by flow control valves at each stage to change the clamping pressure applied to the wafer and to thereby improve nanotopology in the processed wafer.

八、圖式：

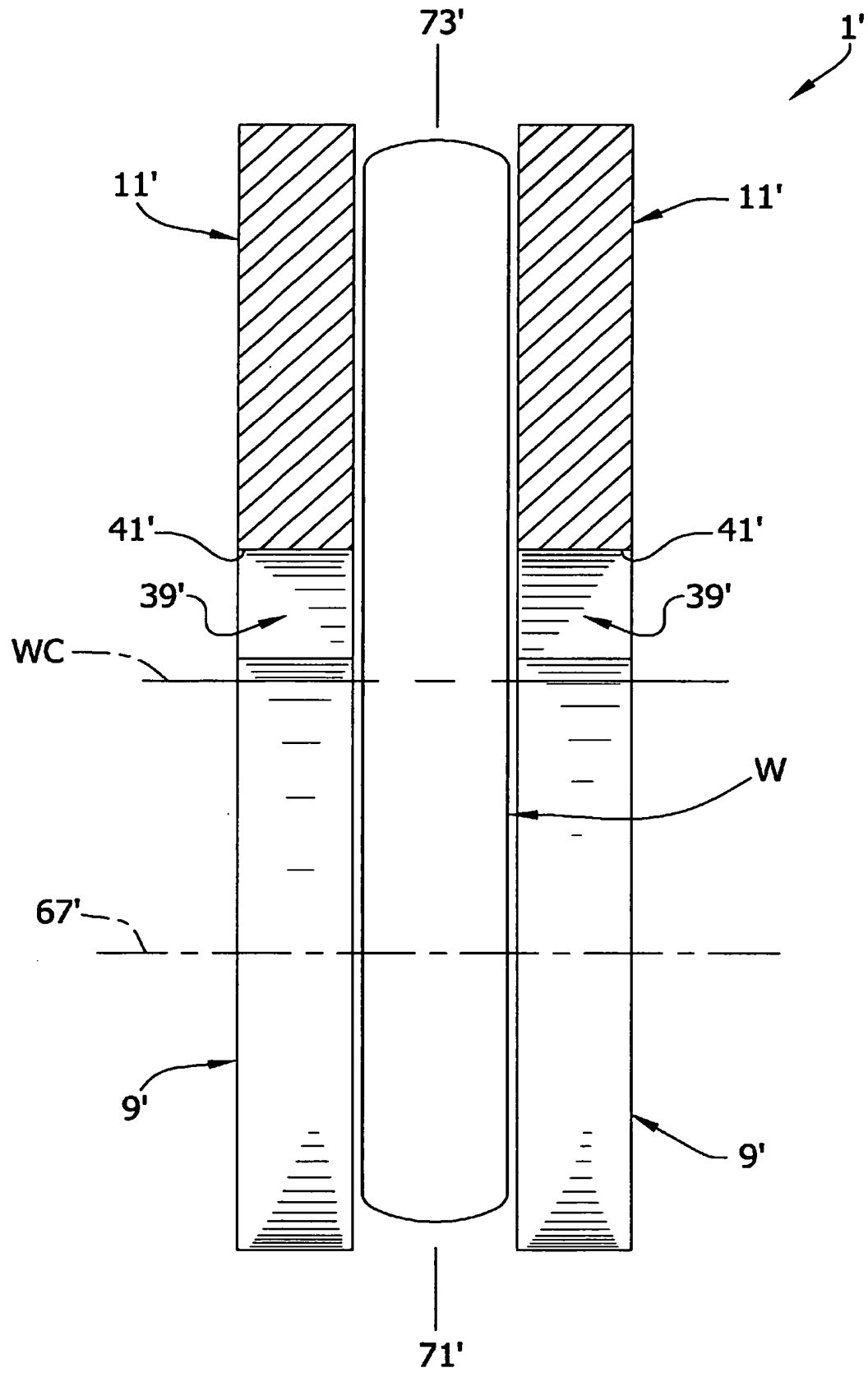


圖 1

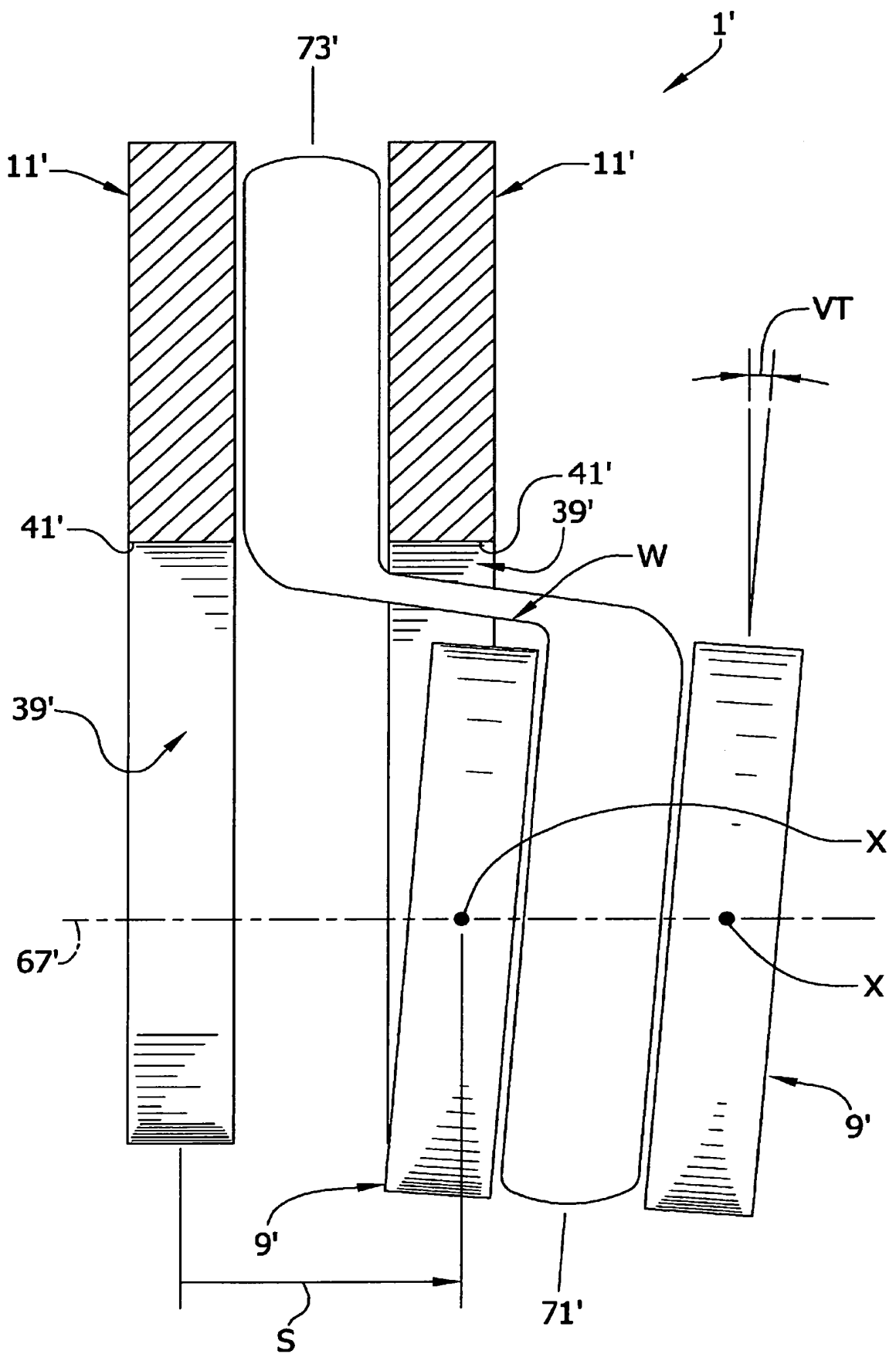


圖2

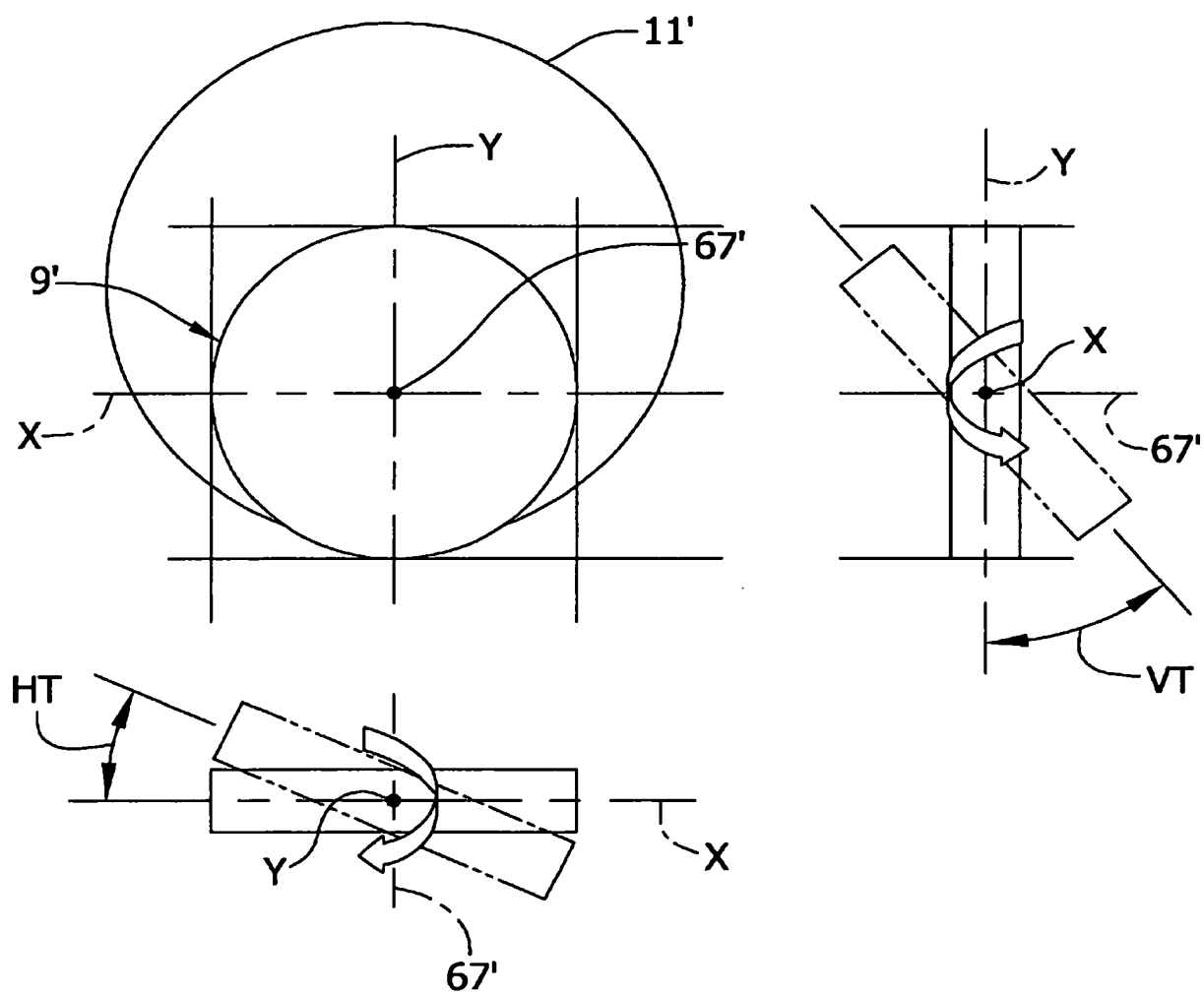


圖 3

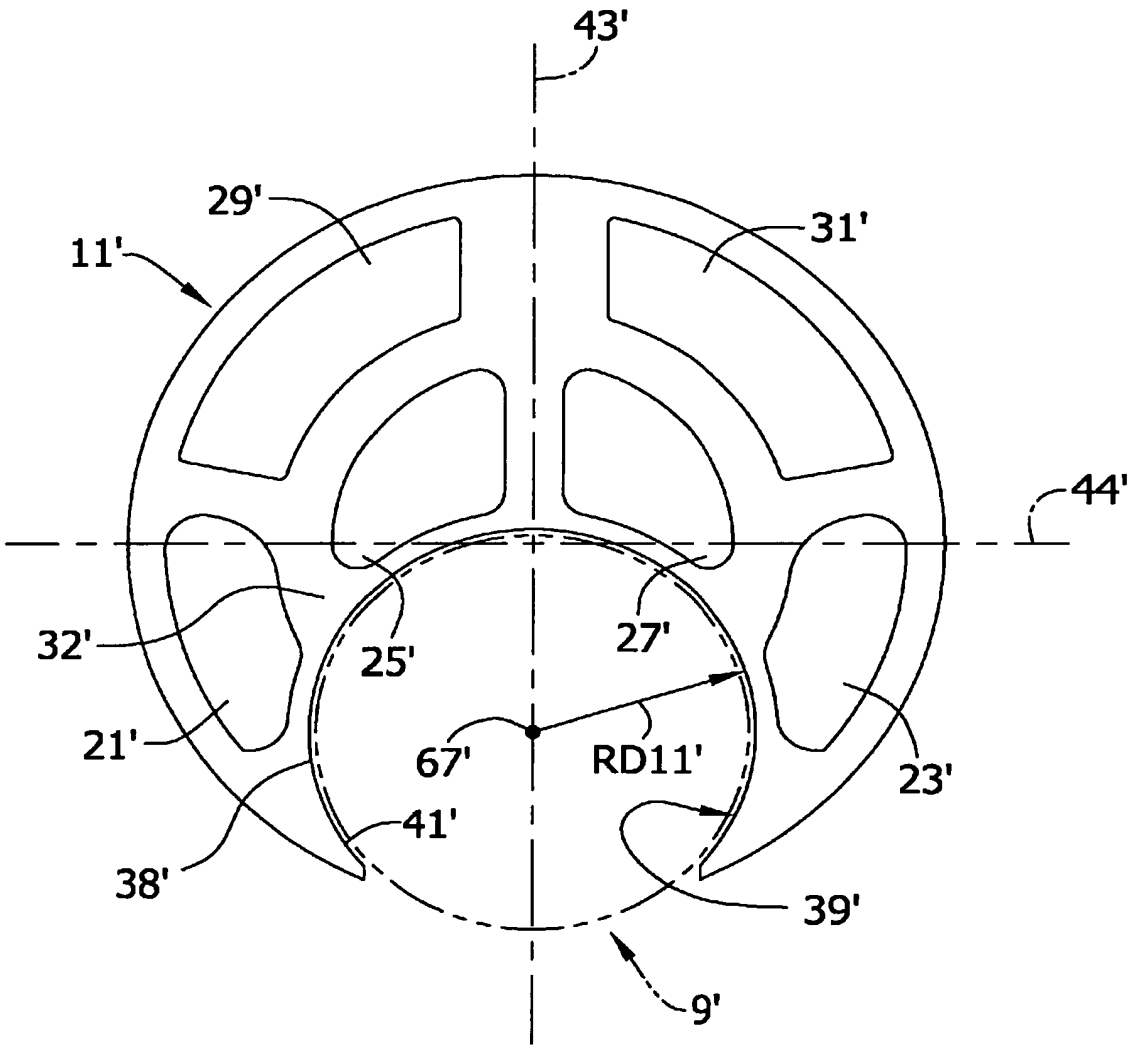


圖4

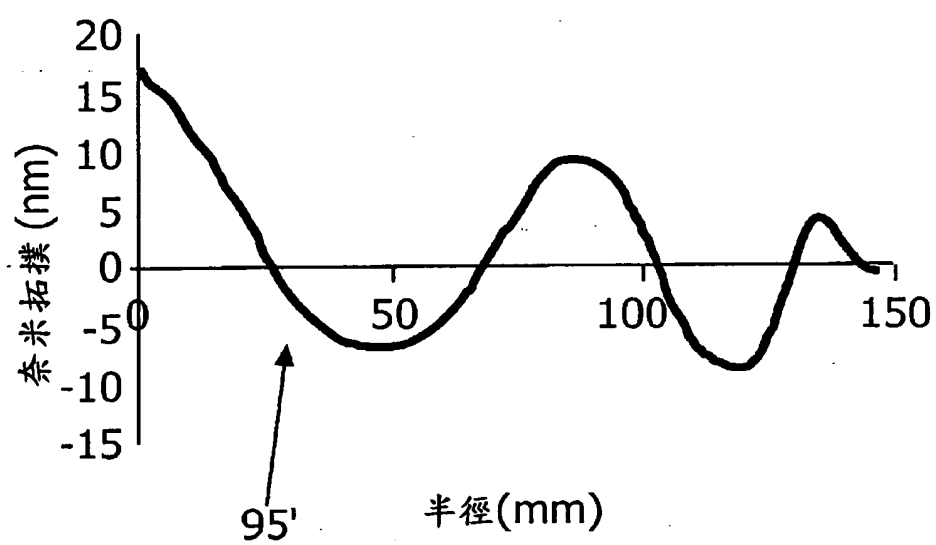


圖 5B

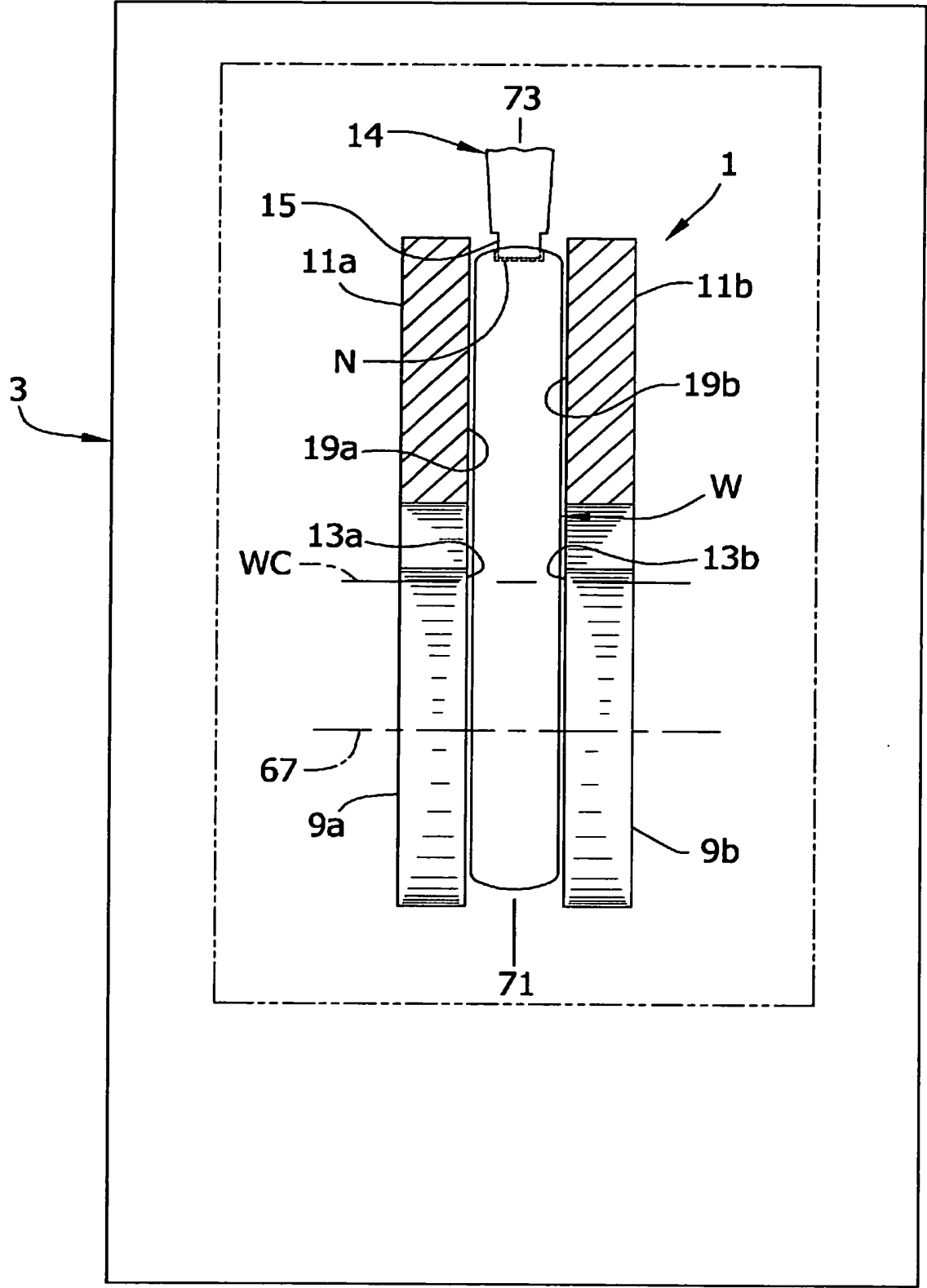


圖6



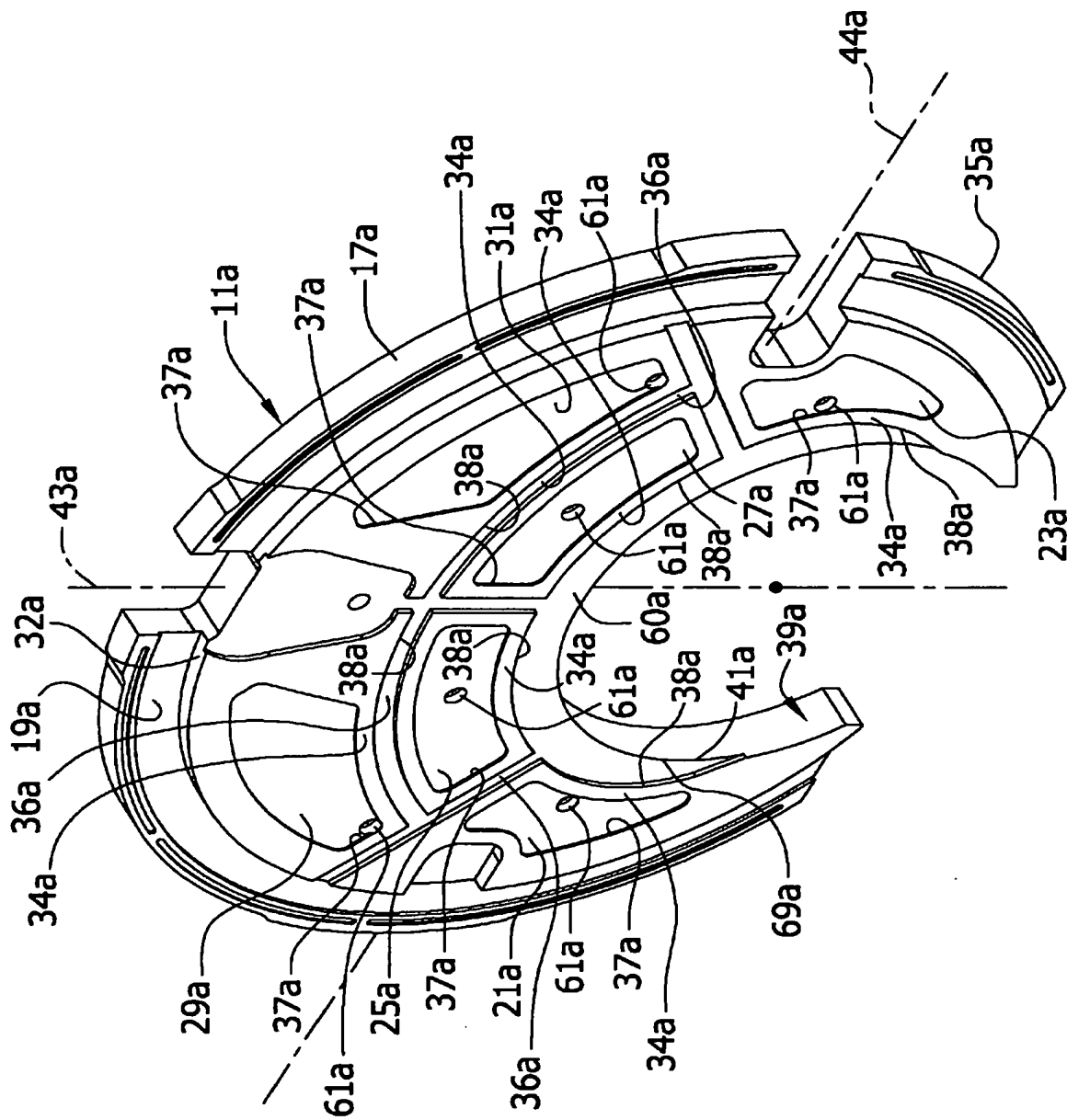


圖 8

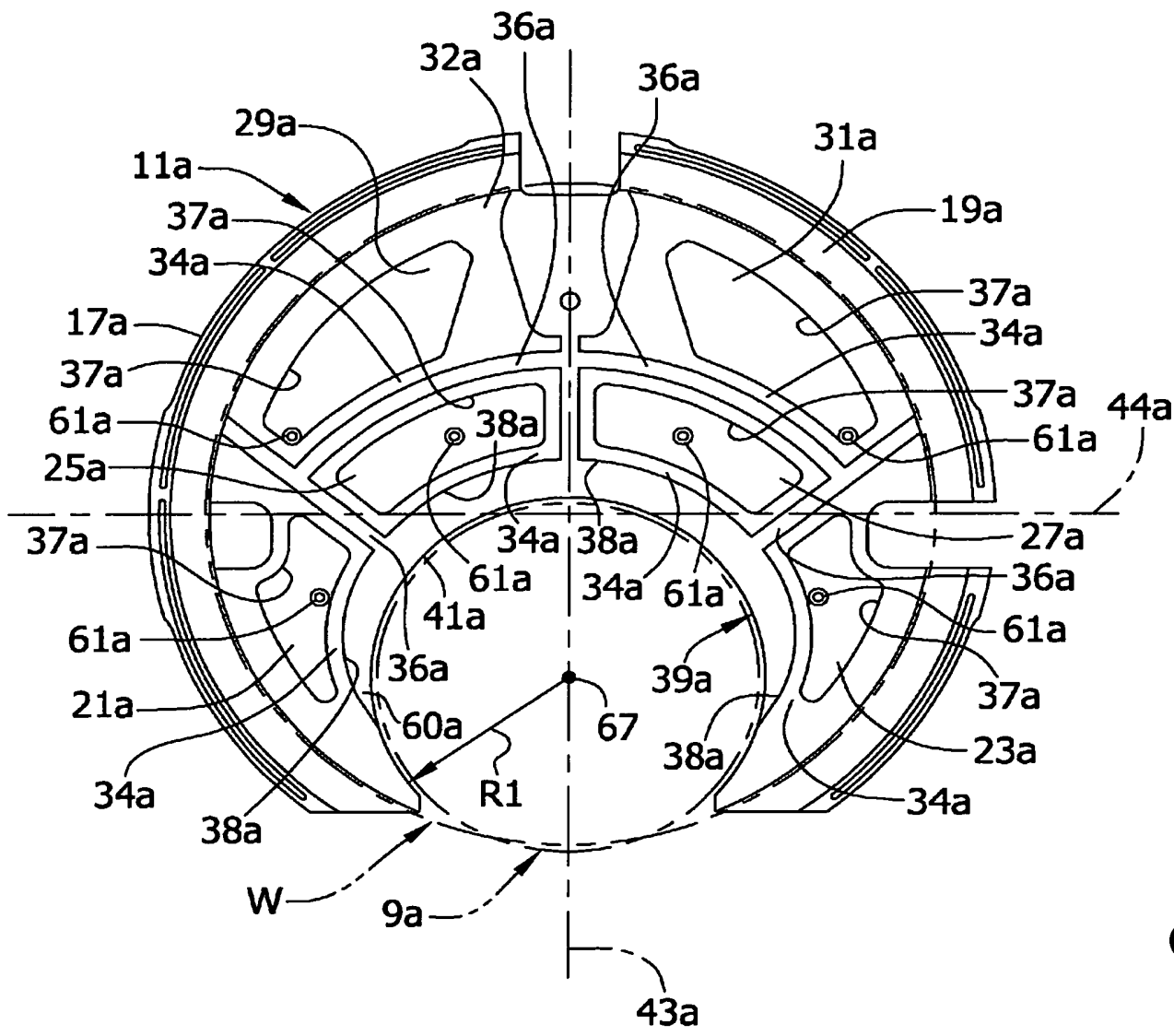


圖9A

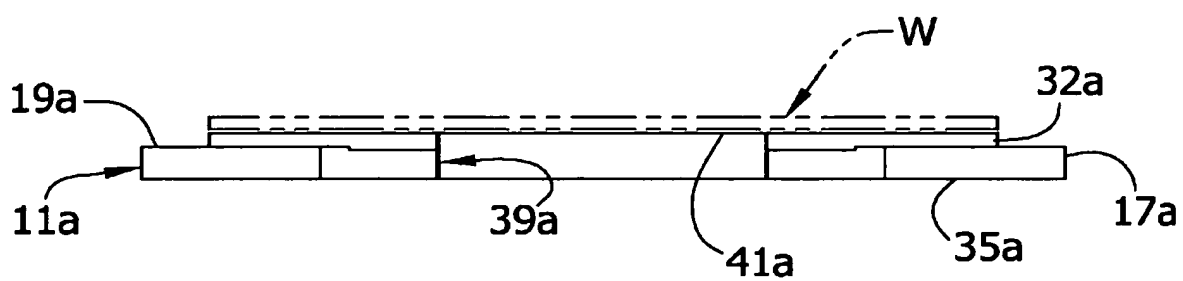


圖 9B

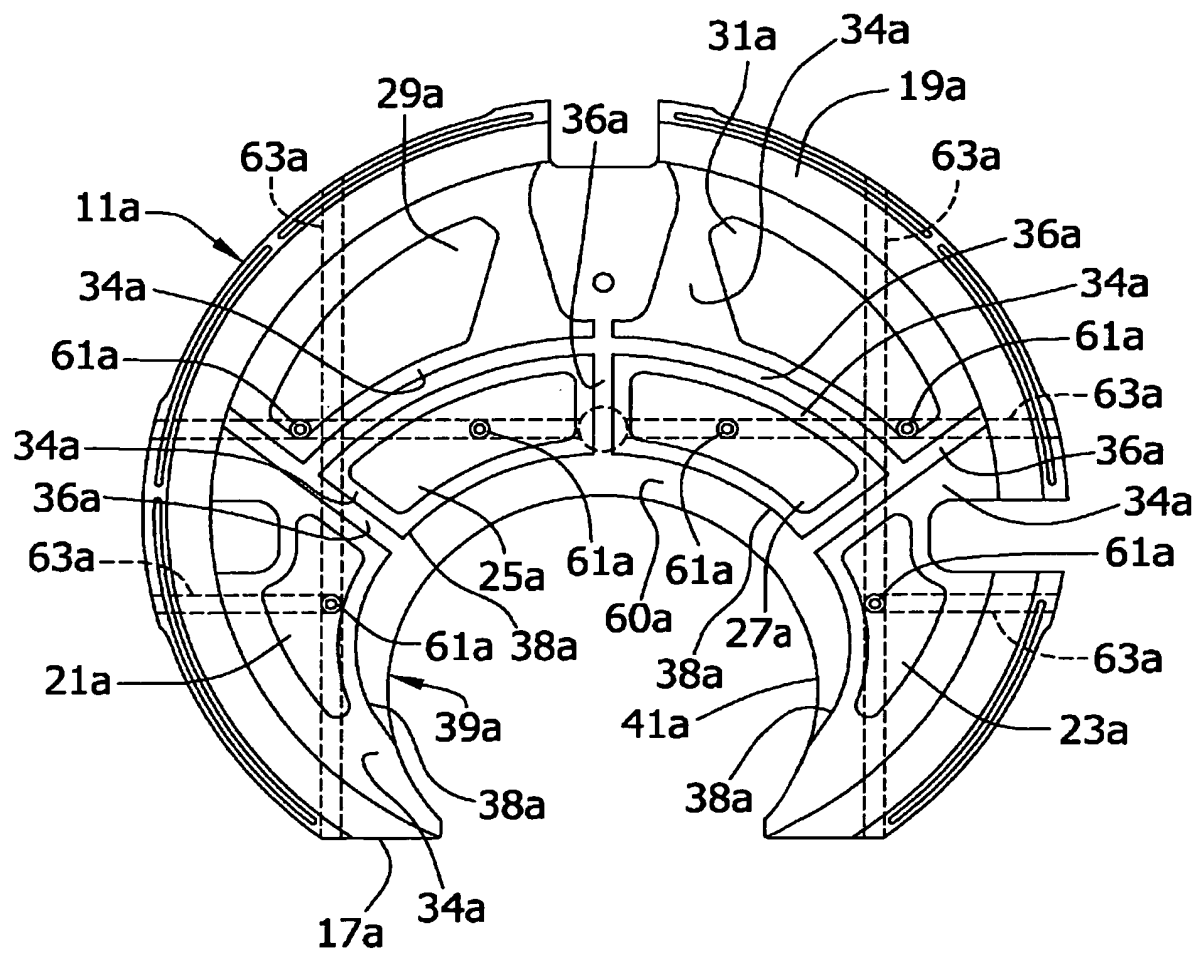


圖 10

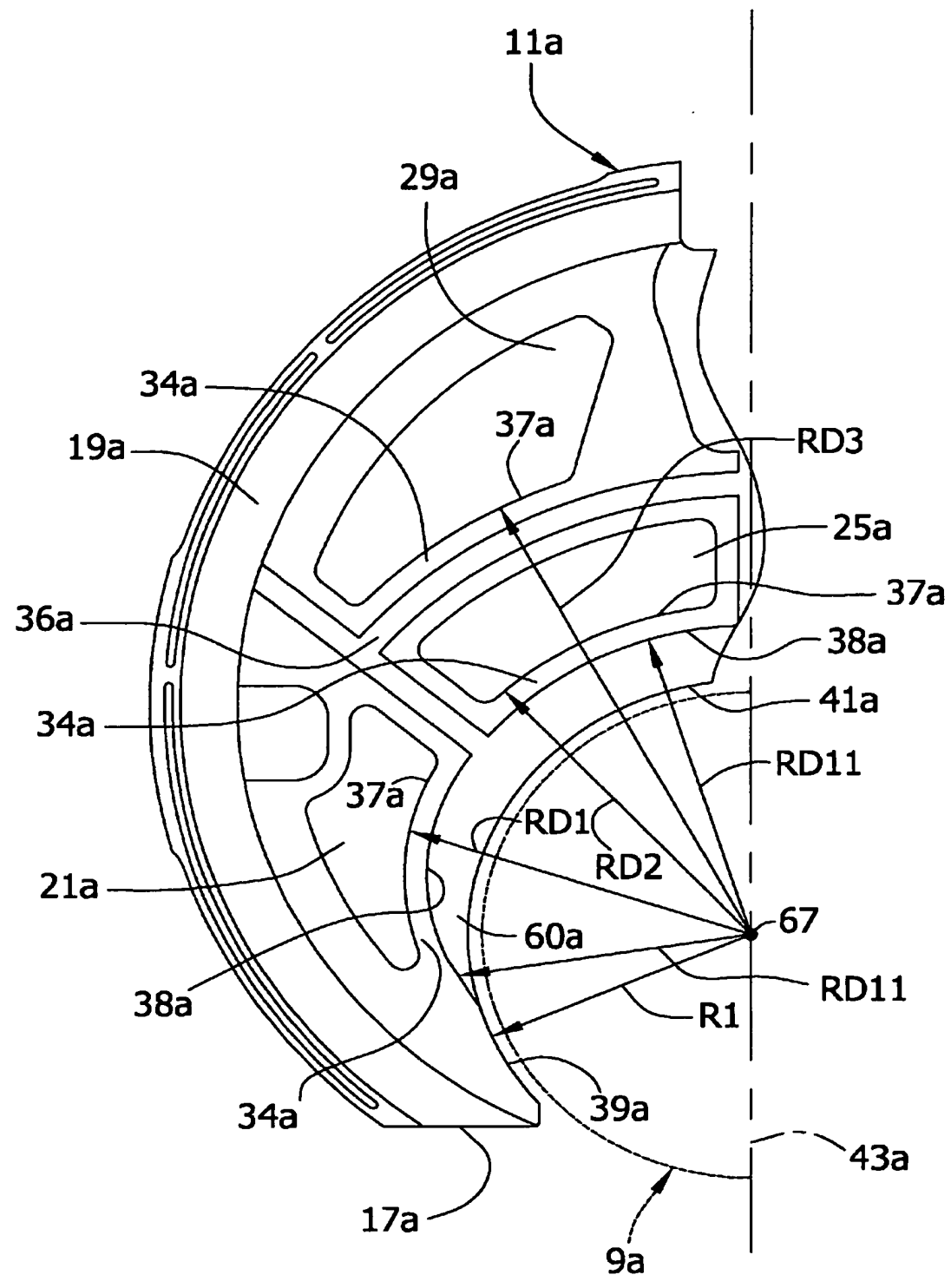


圖 11

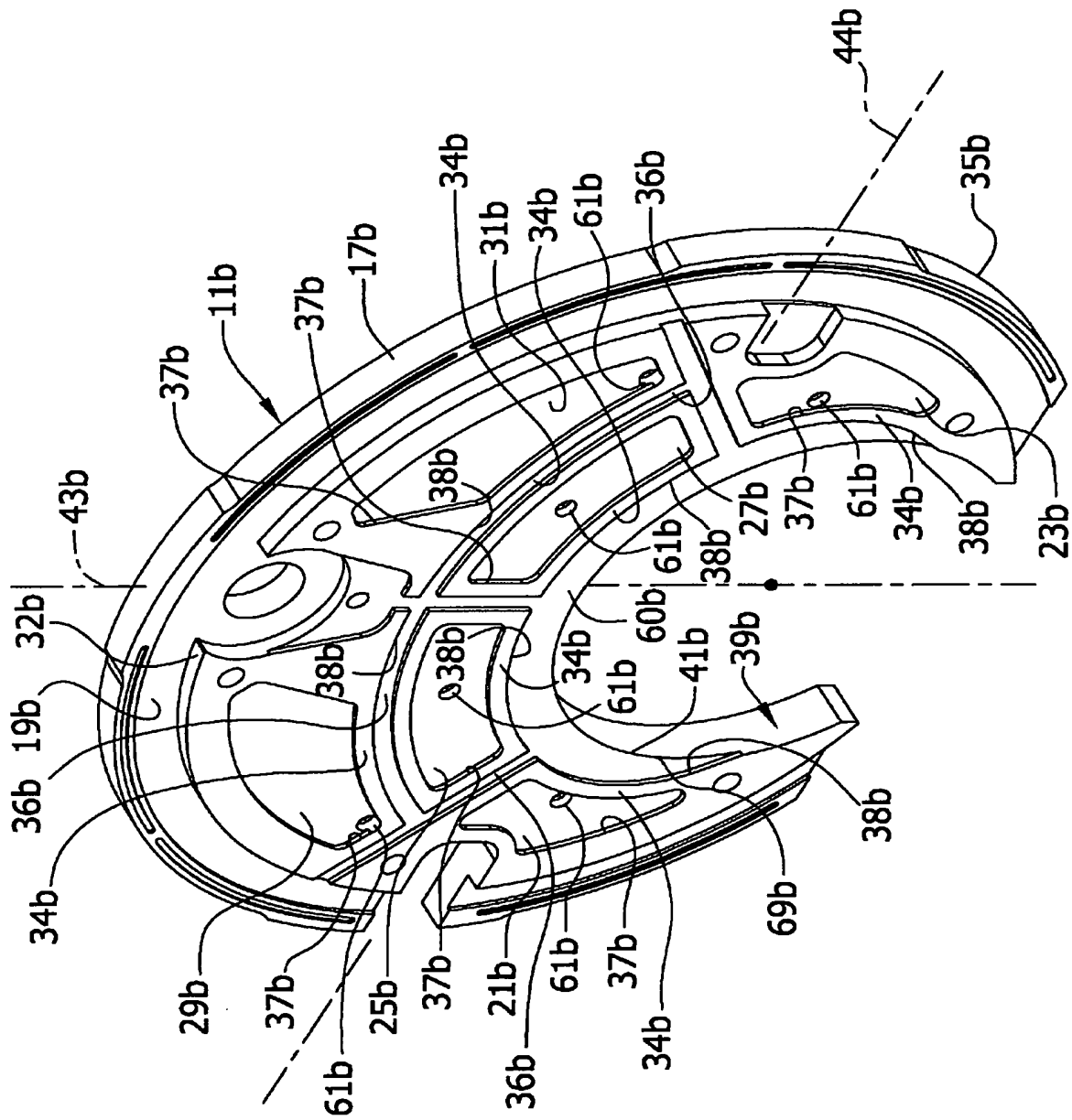


圖12

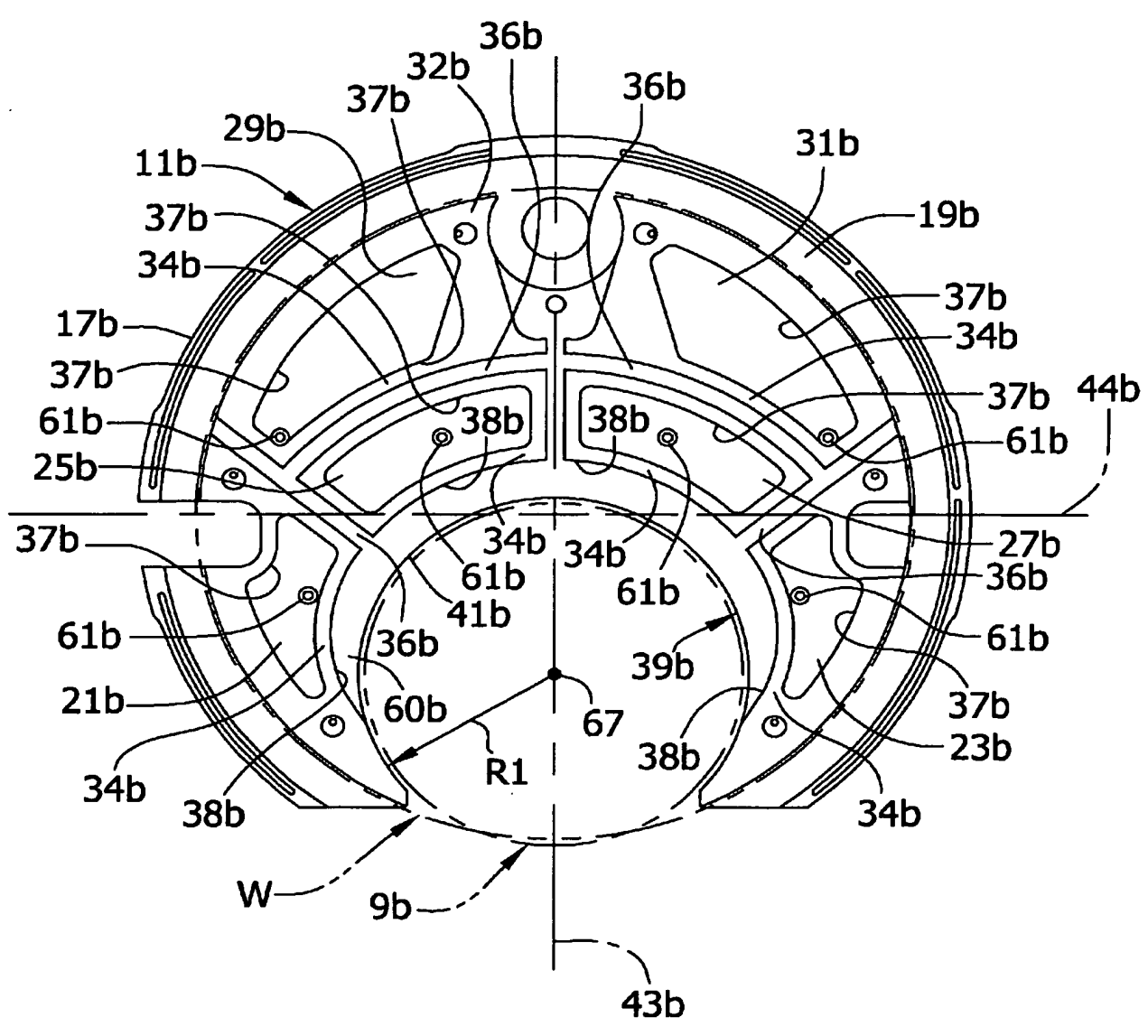


圖 13A

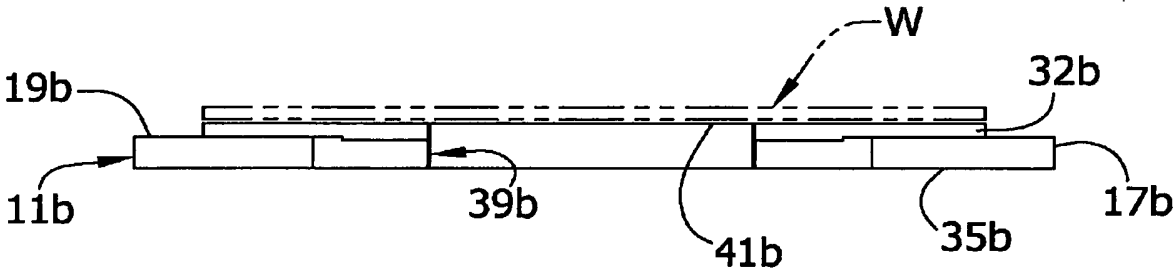


圖 13B

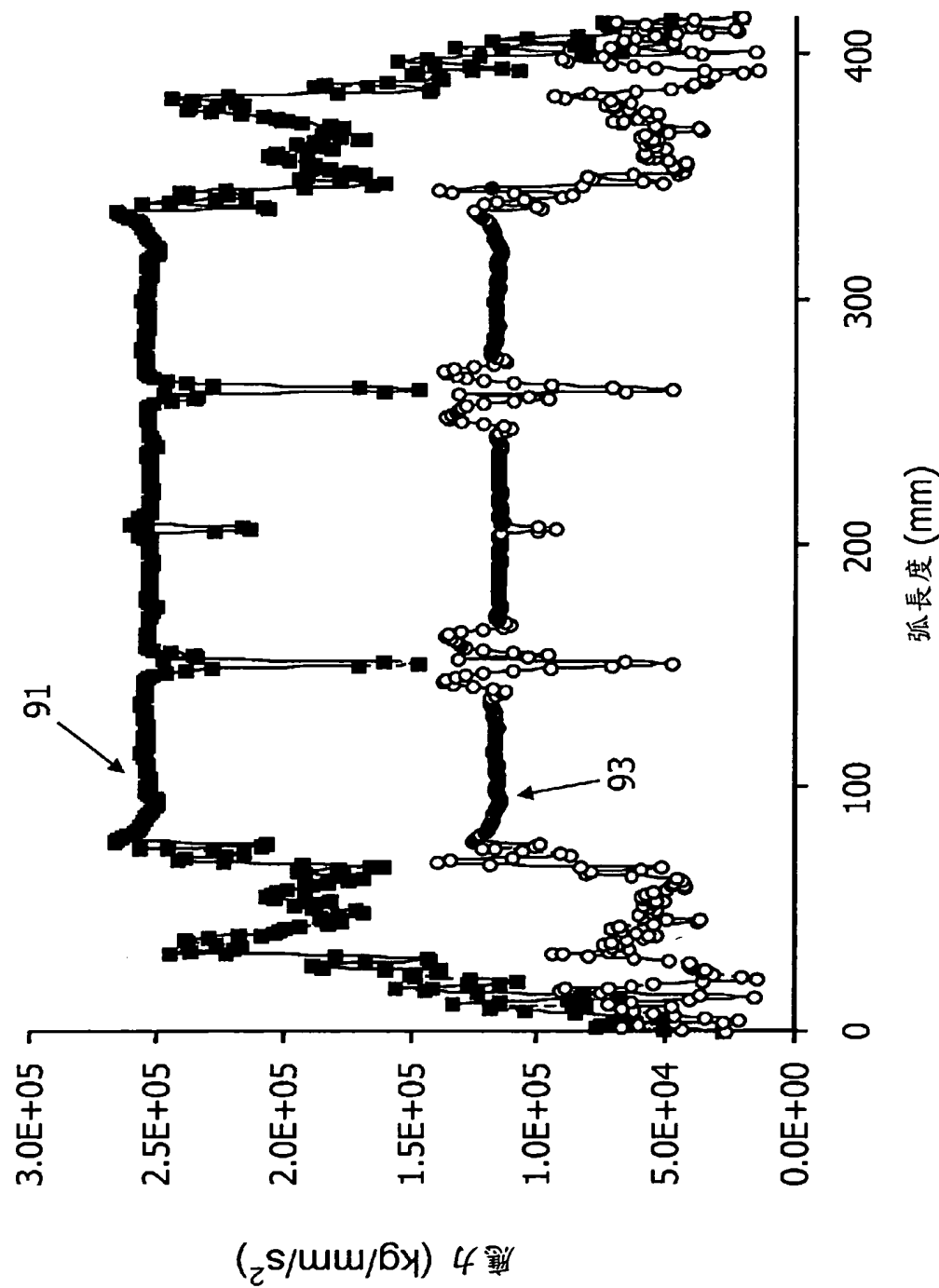


圖16

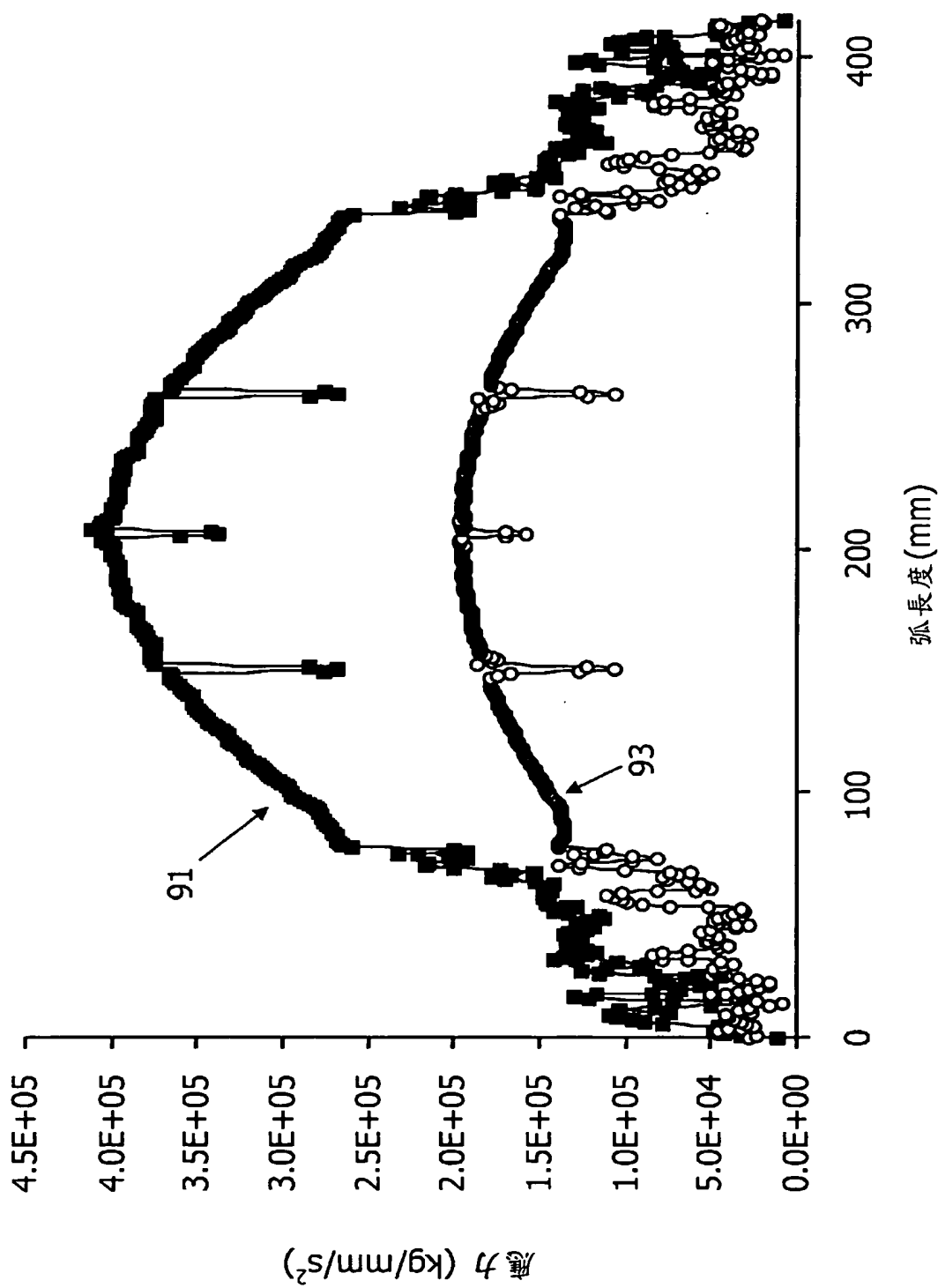


圖17

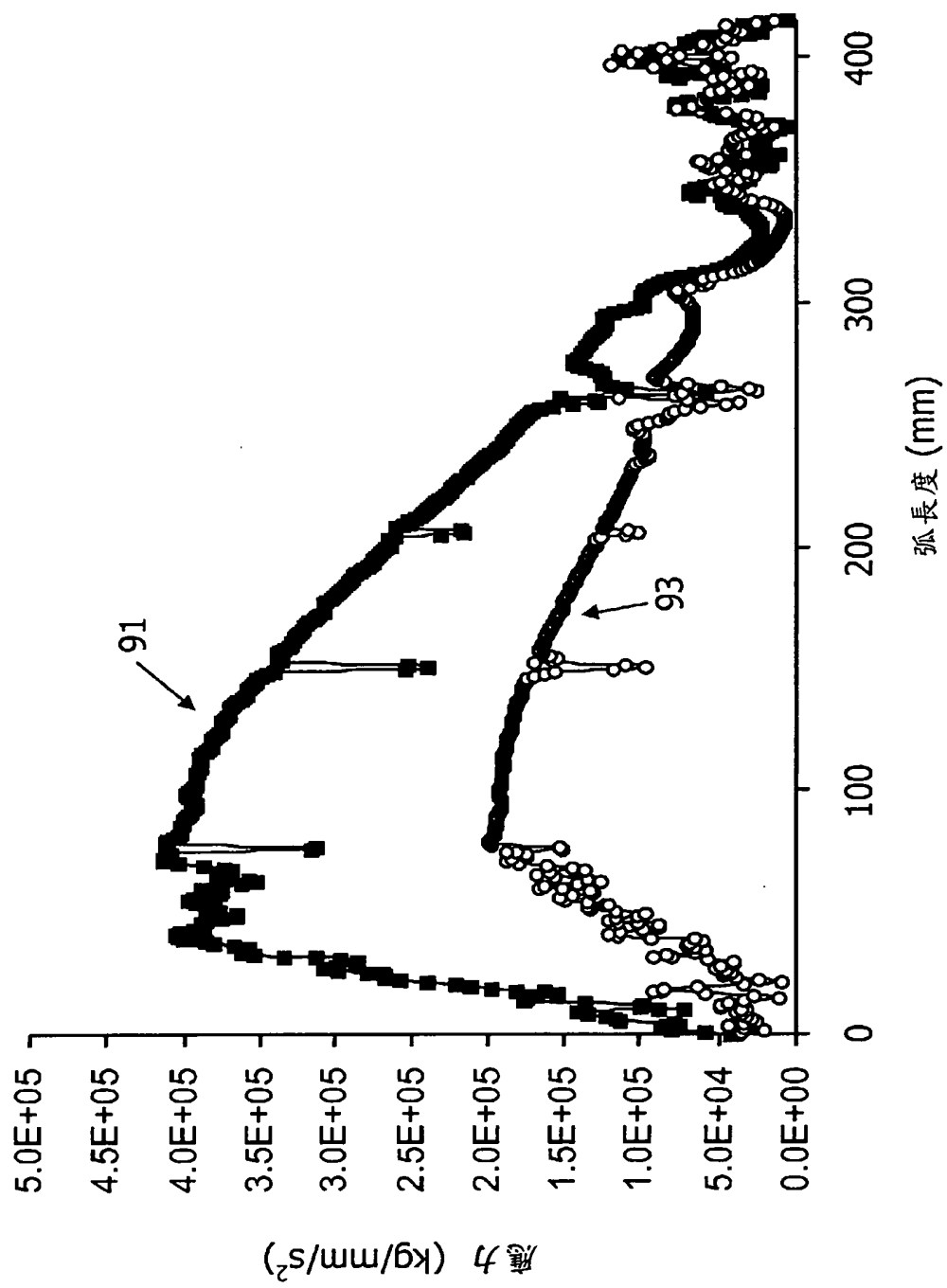


圖18

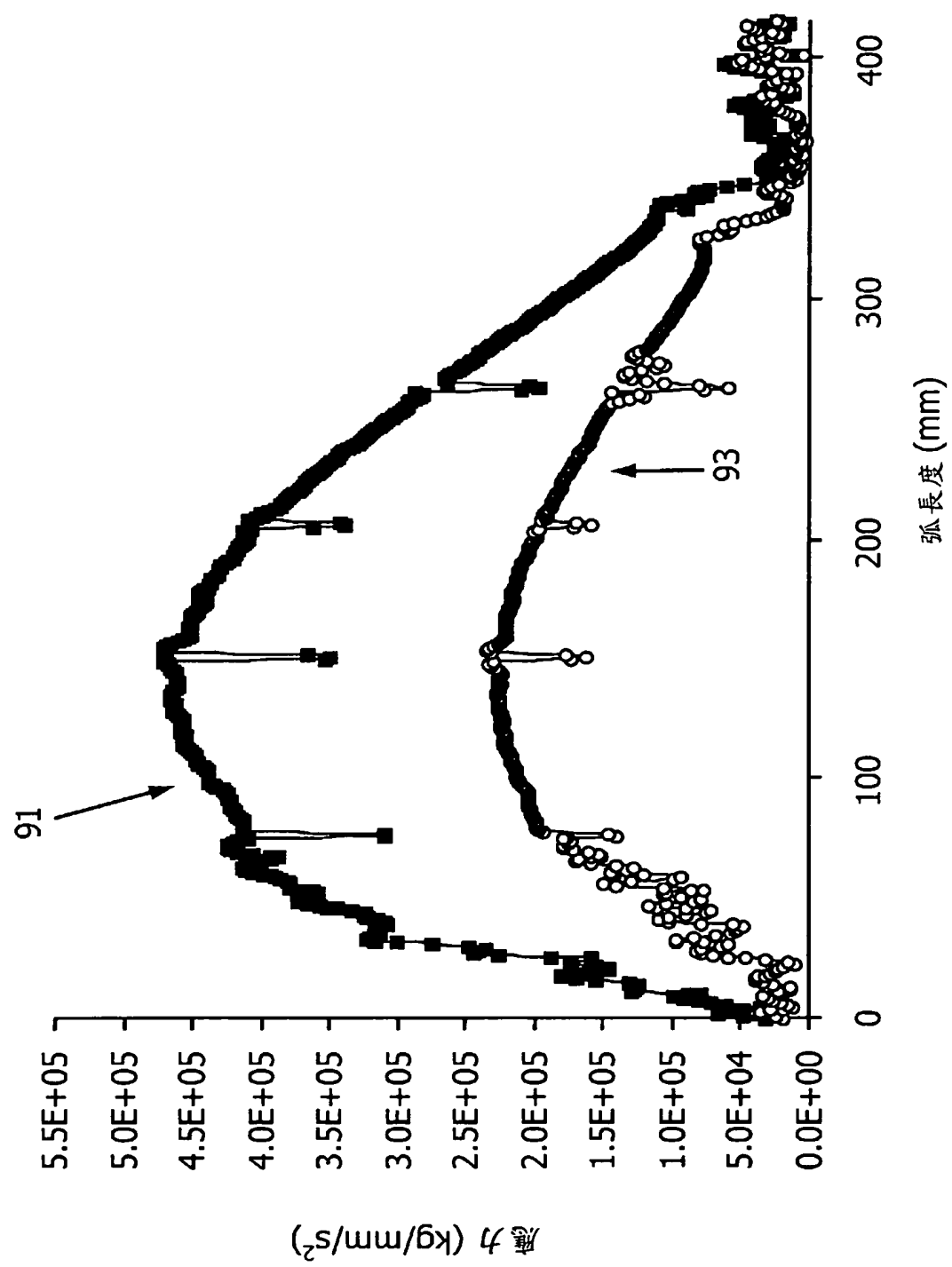


圖19

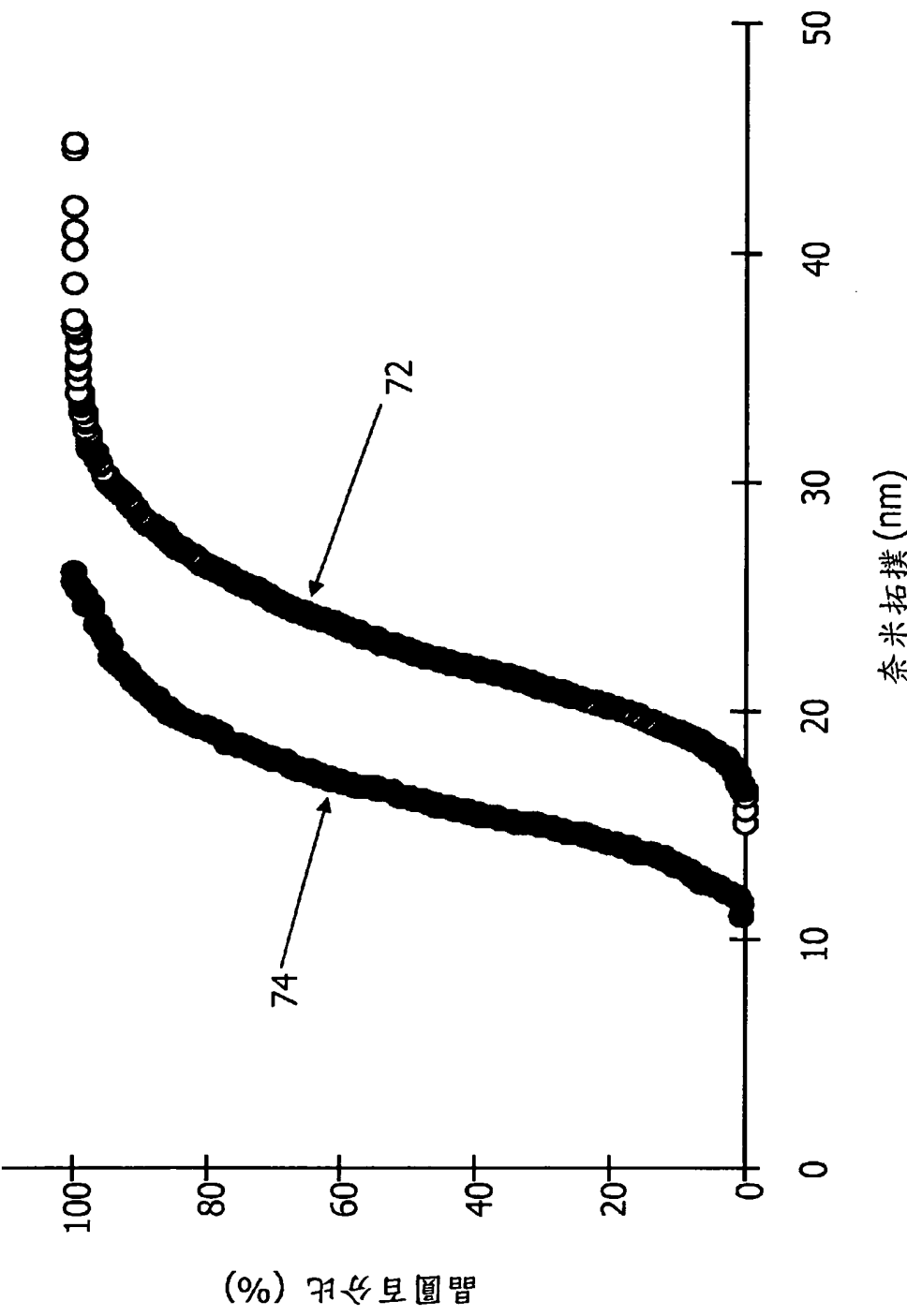


圖20

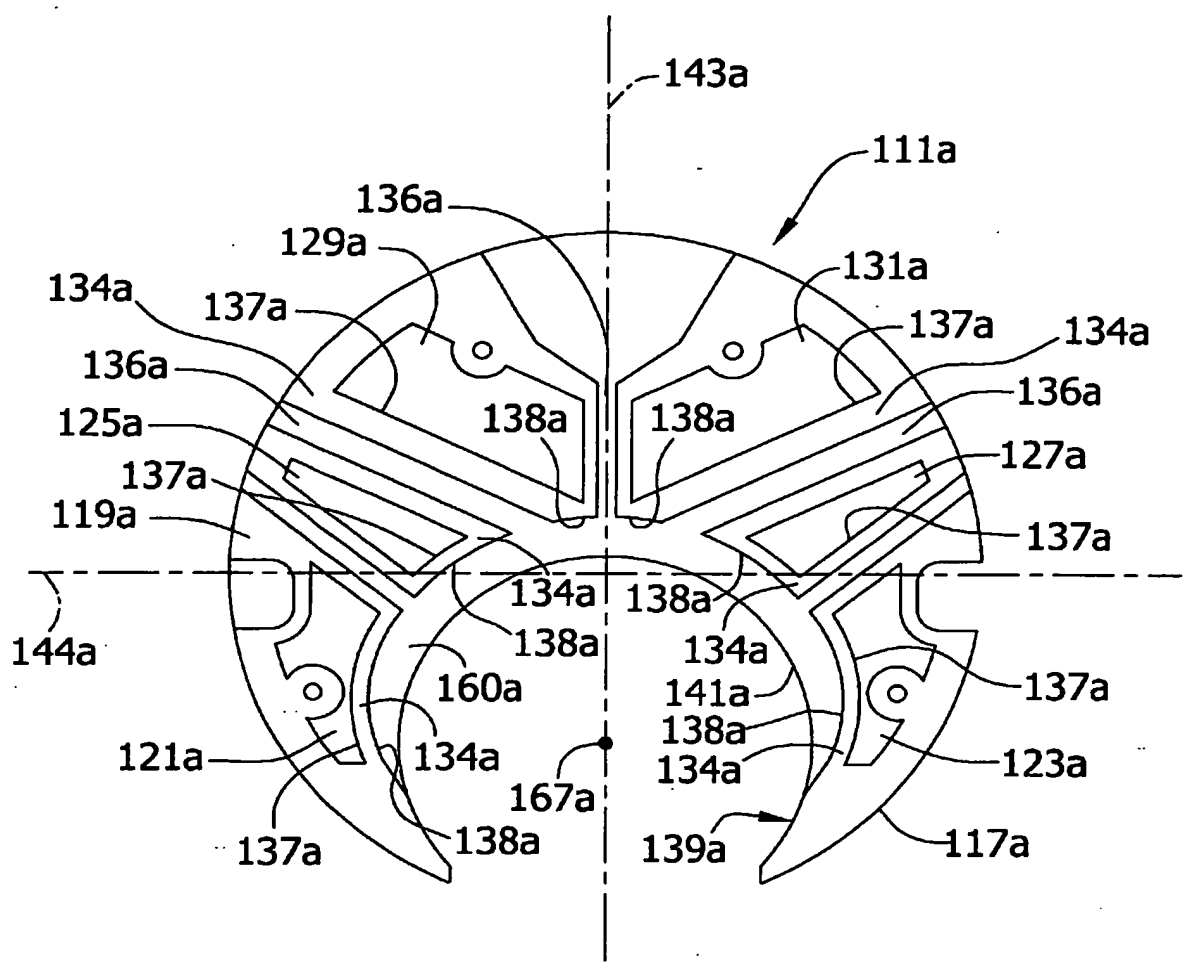


圖21

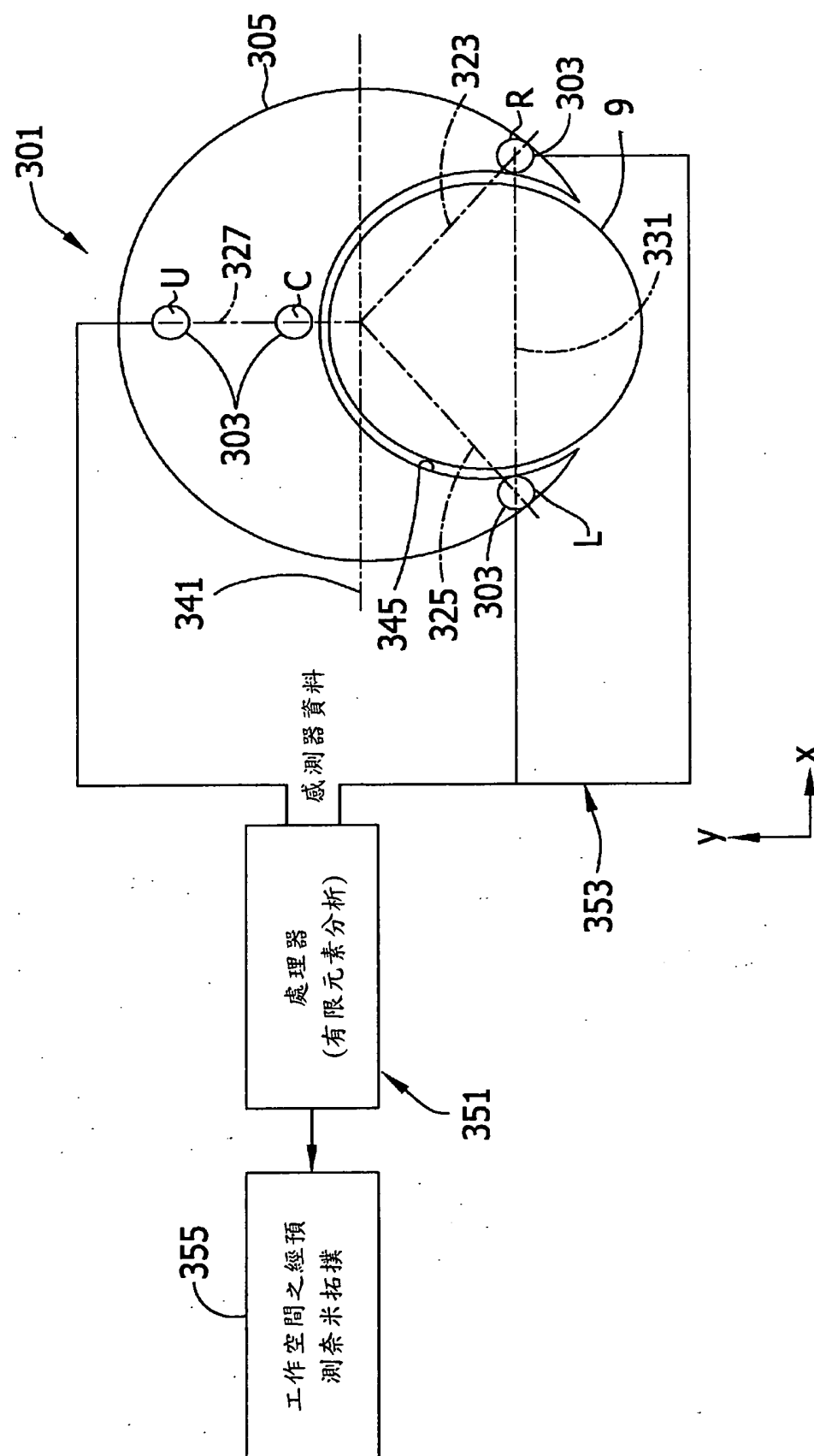


圖22

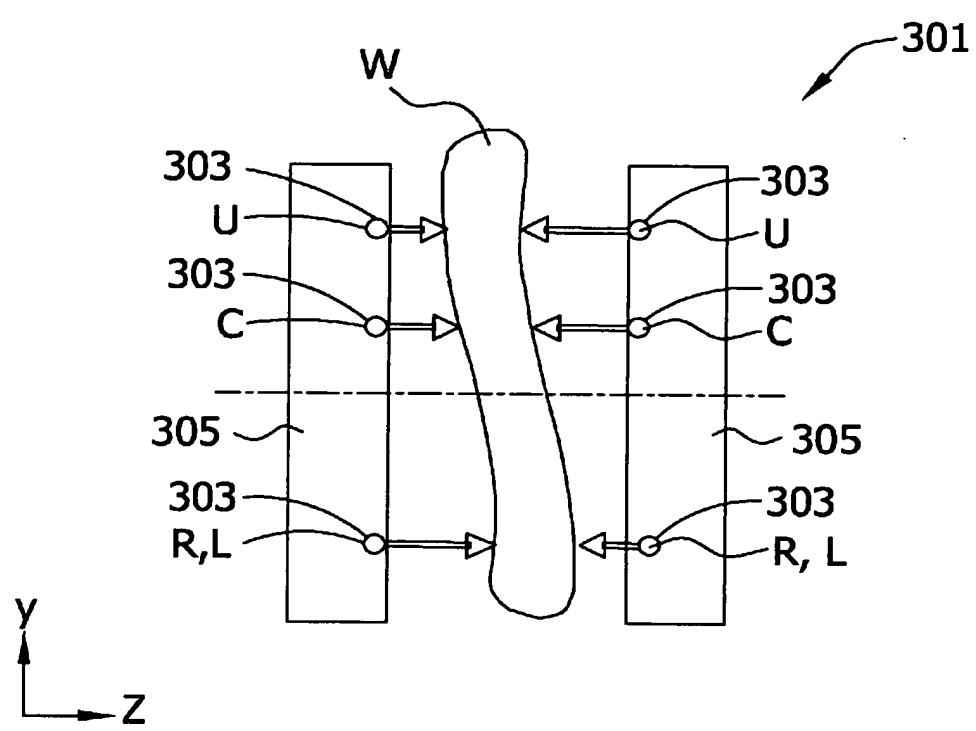


圖 23

獲得此瞬時處之讀數以用於有限元素分析

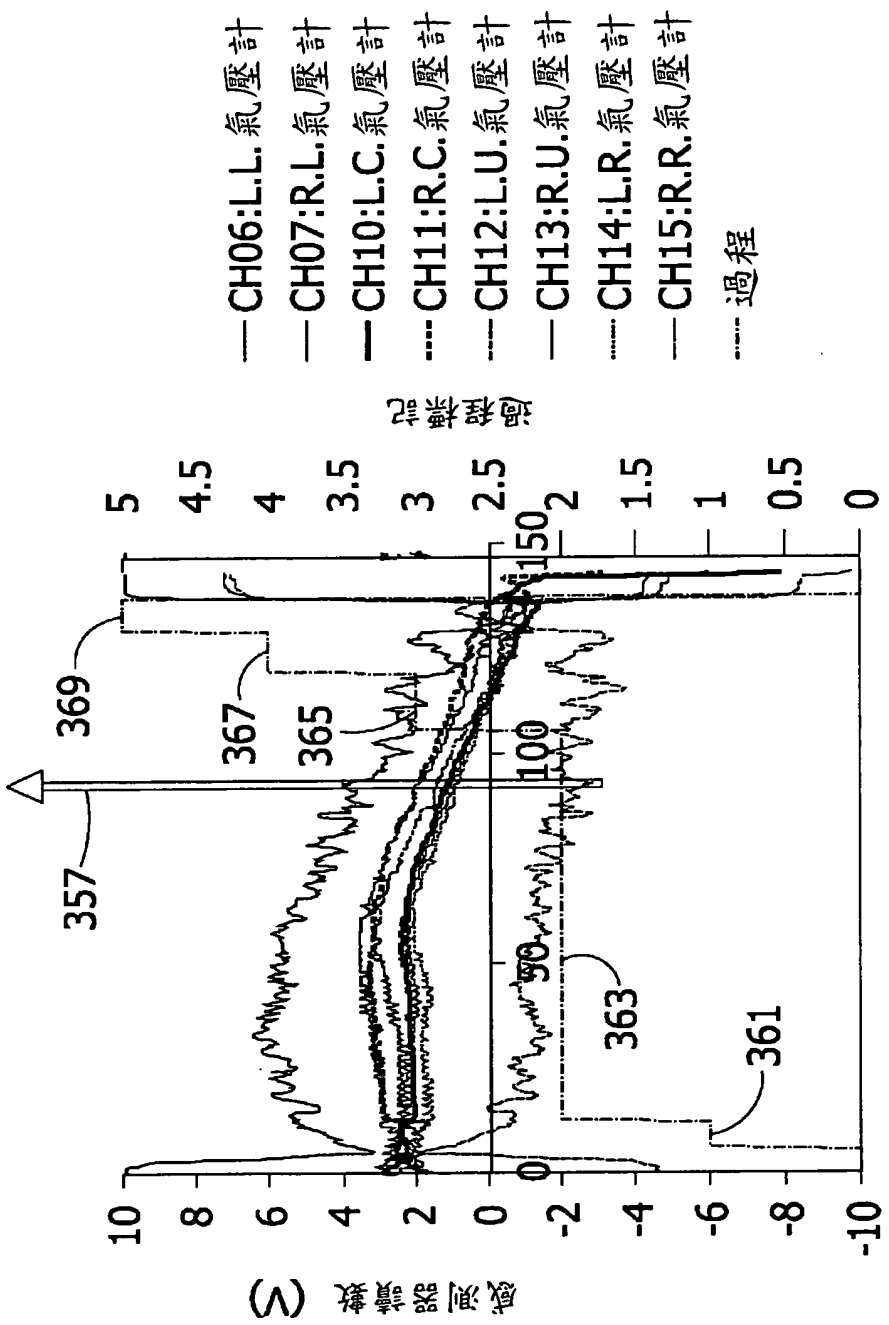


圖24

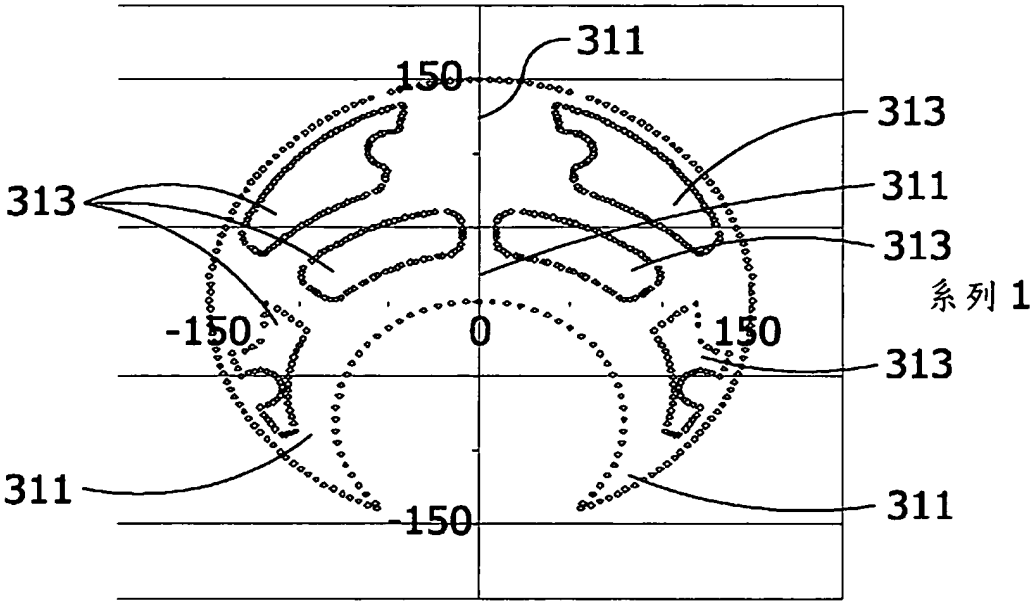


圖25A

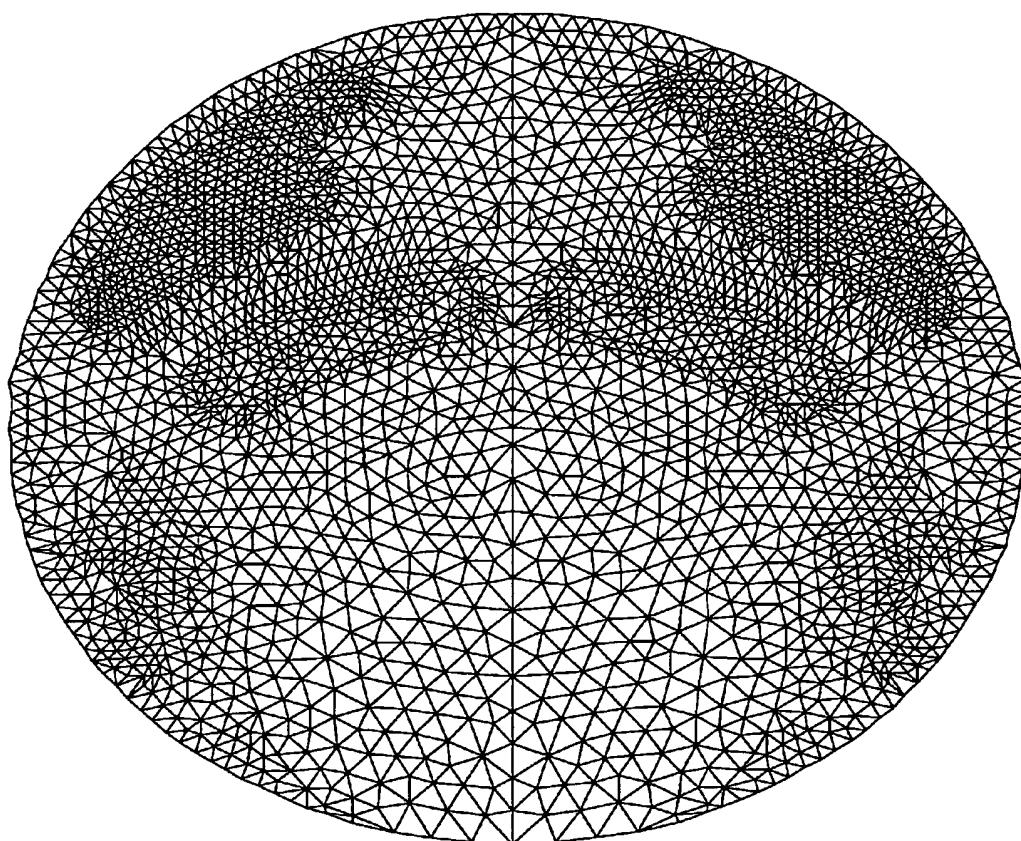


圖 25B

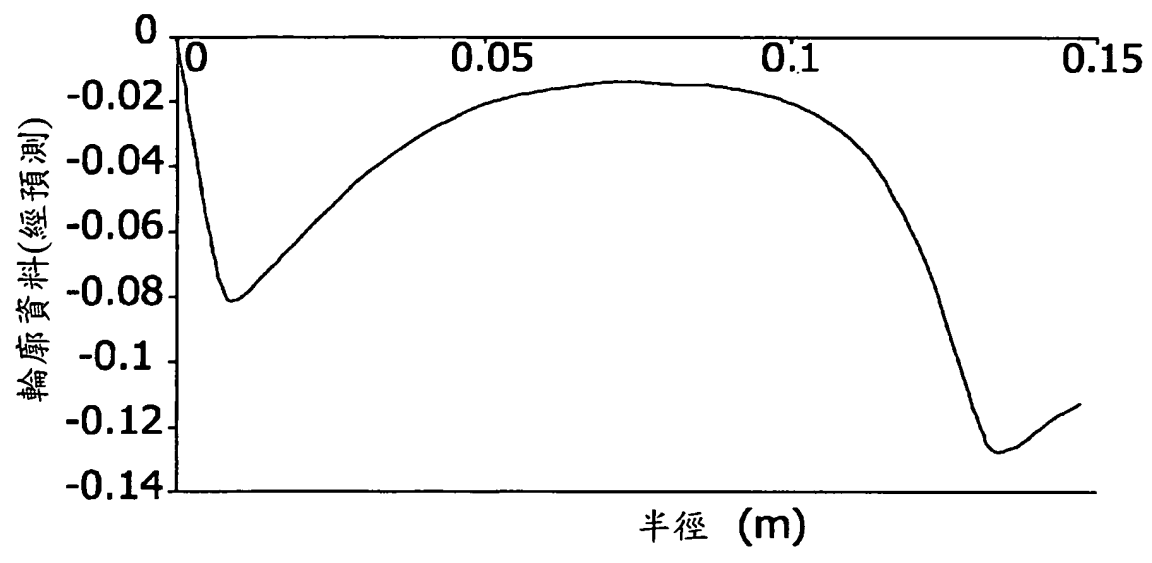


圖26A

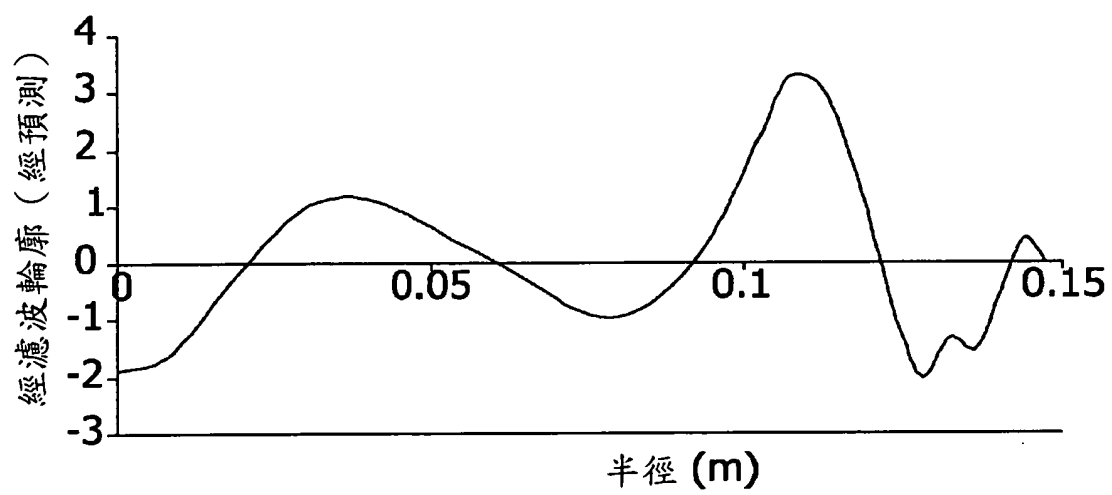


圖 26B

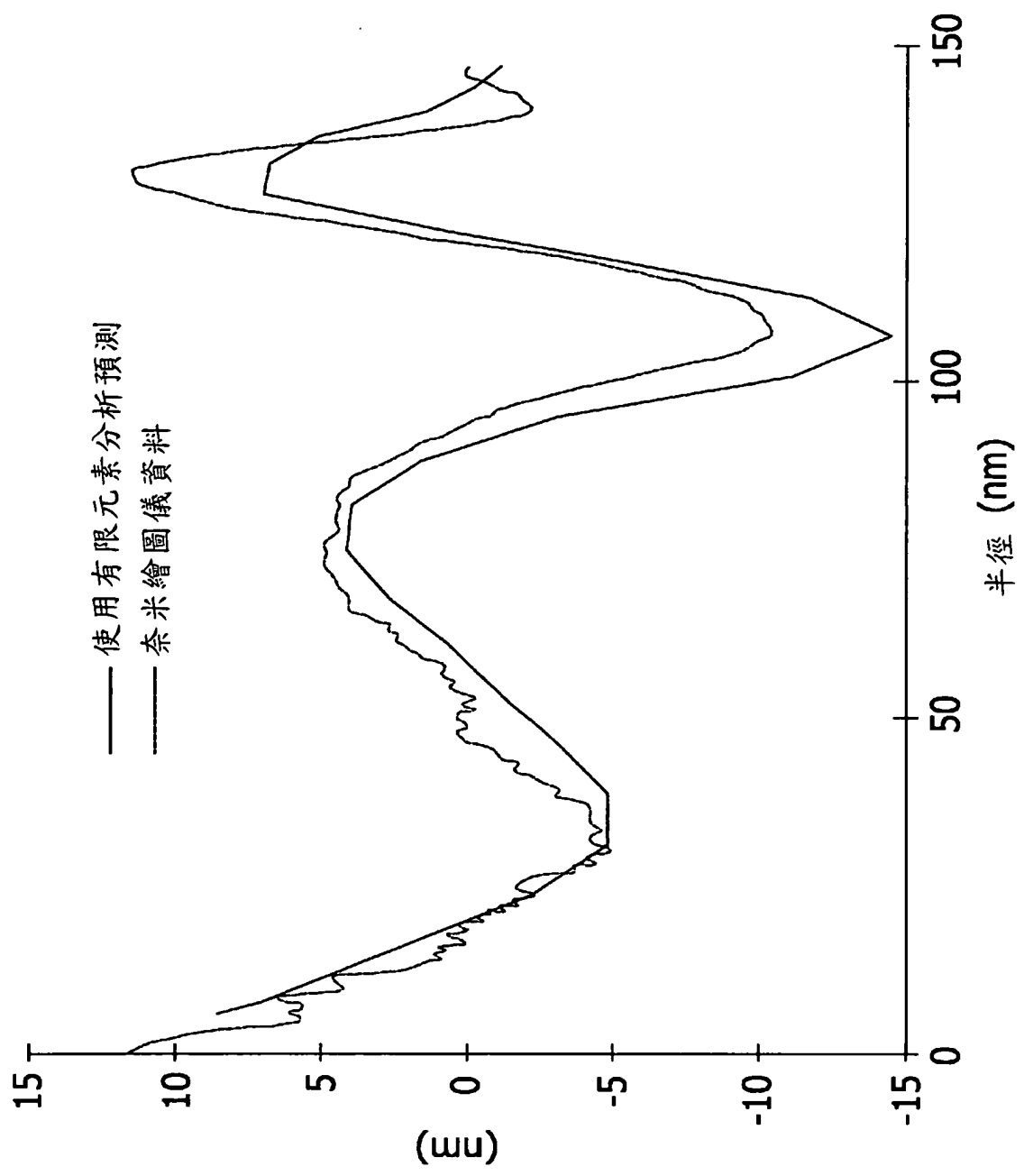


圖27

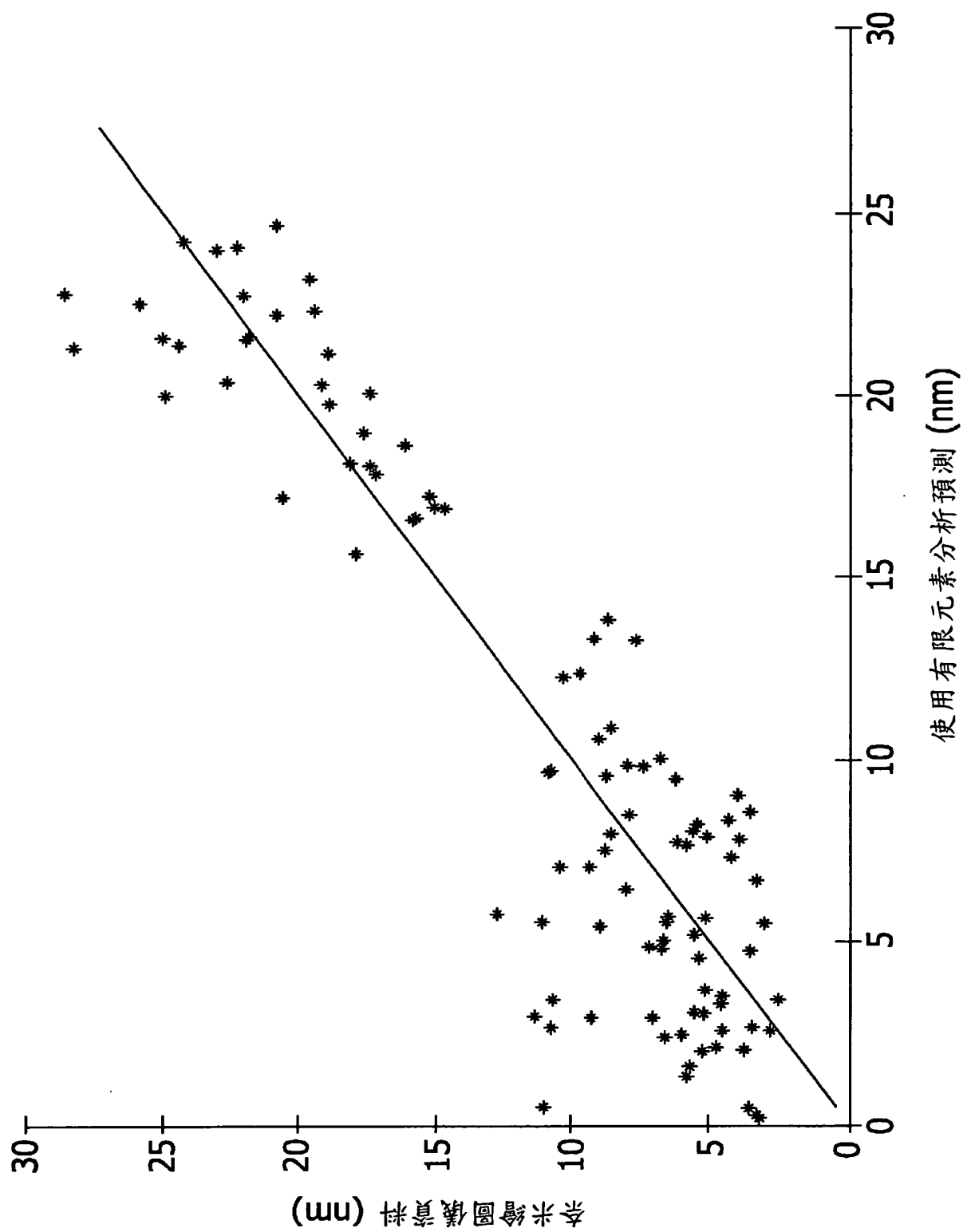


圖28

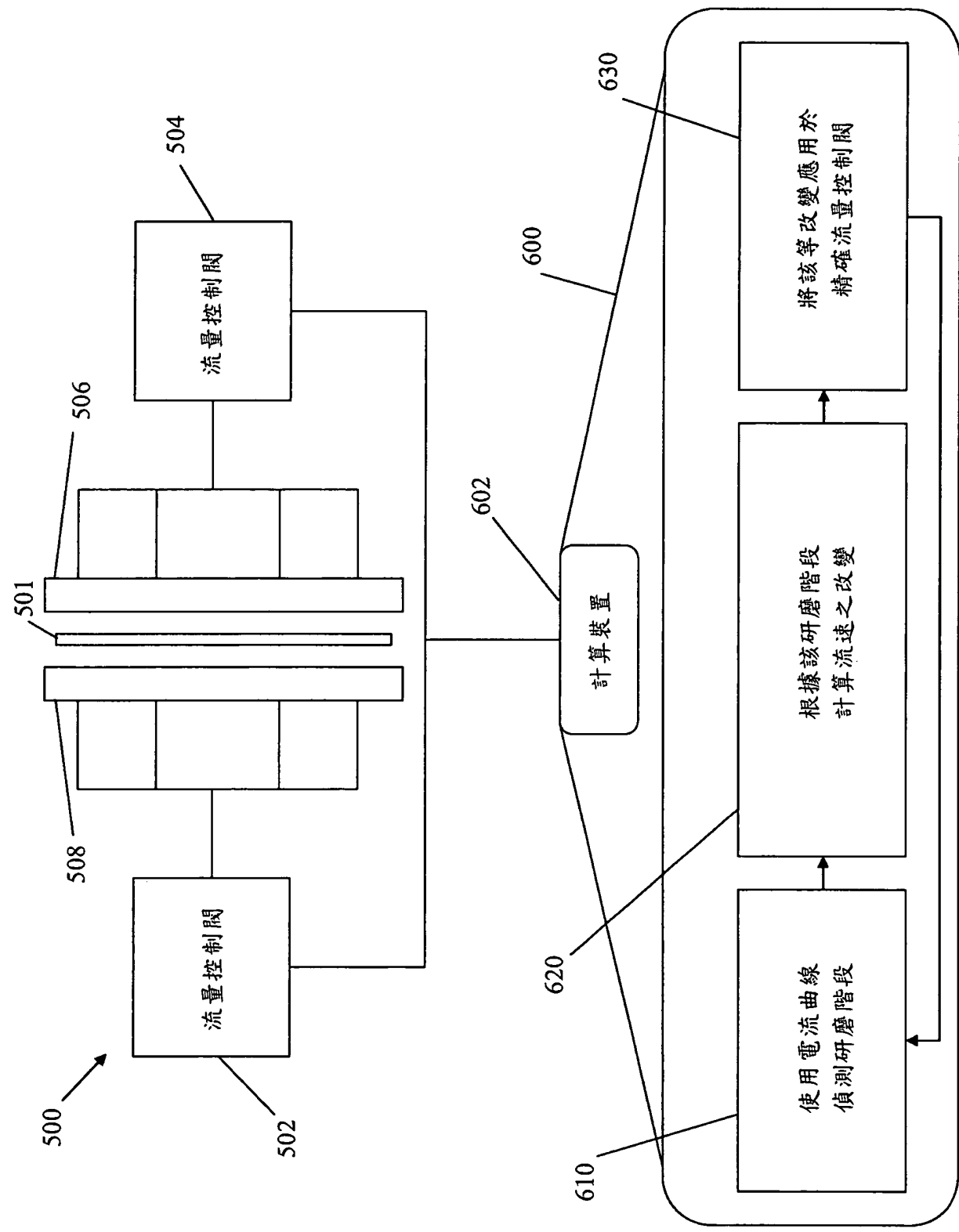


圖29

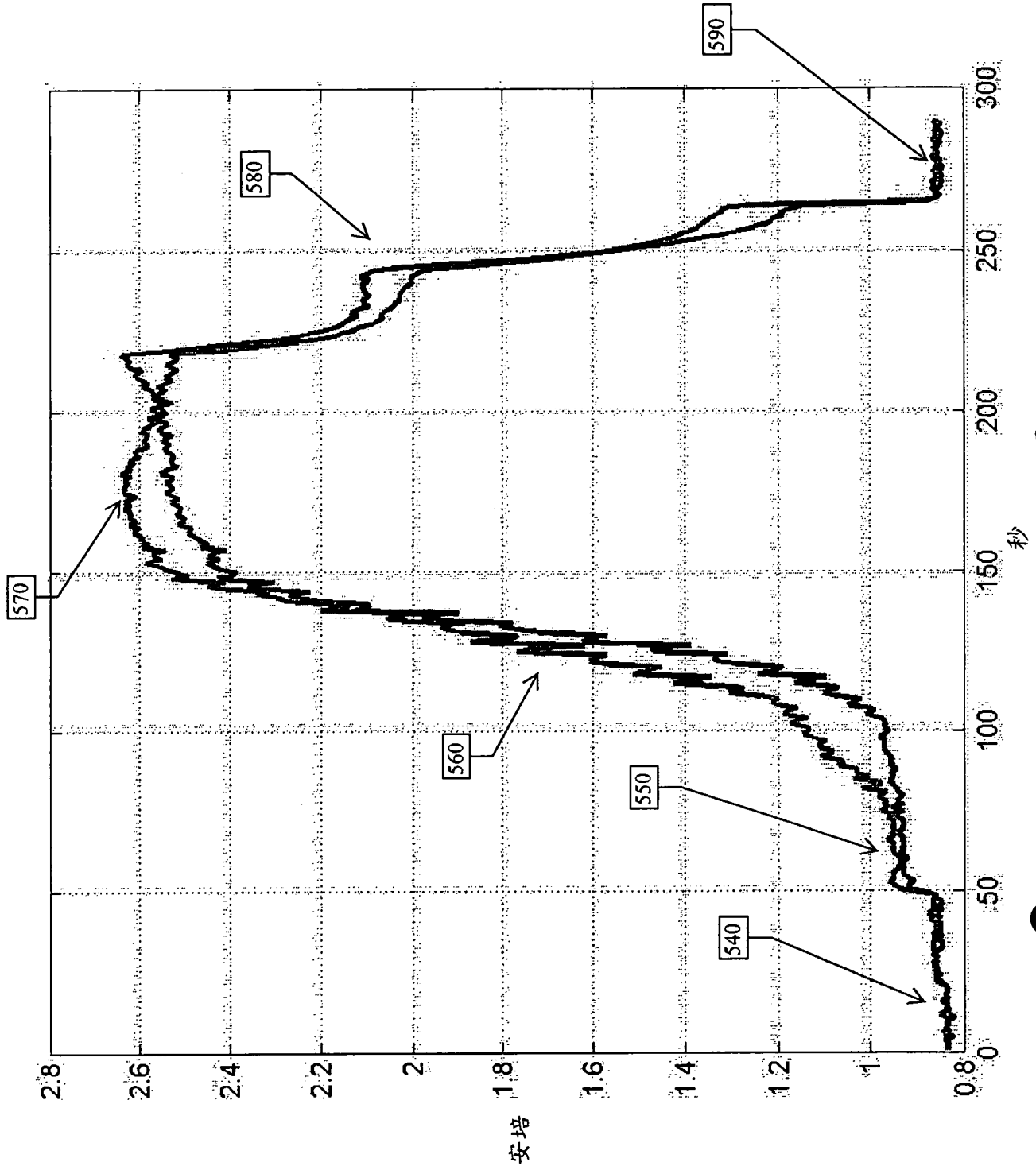


圖 30

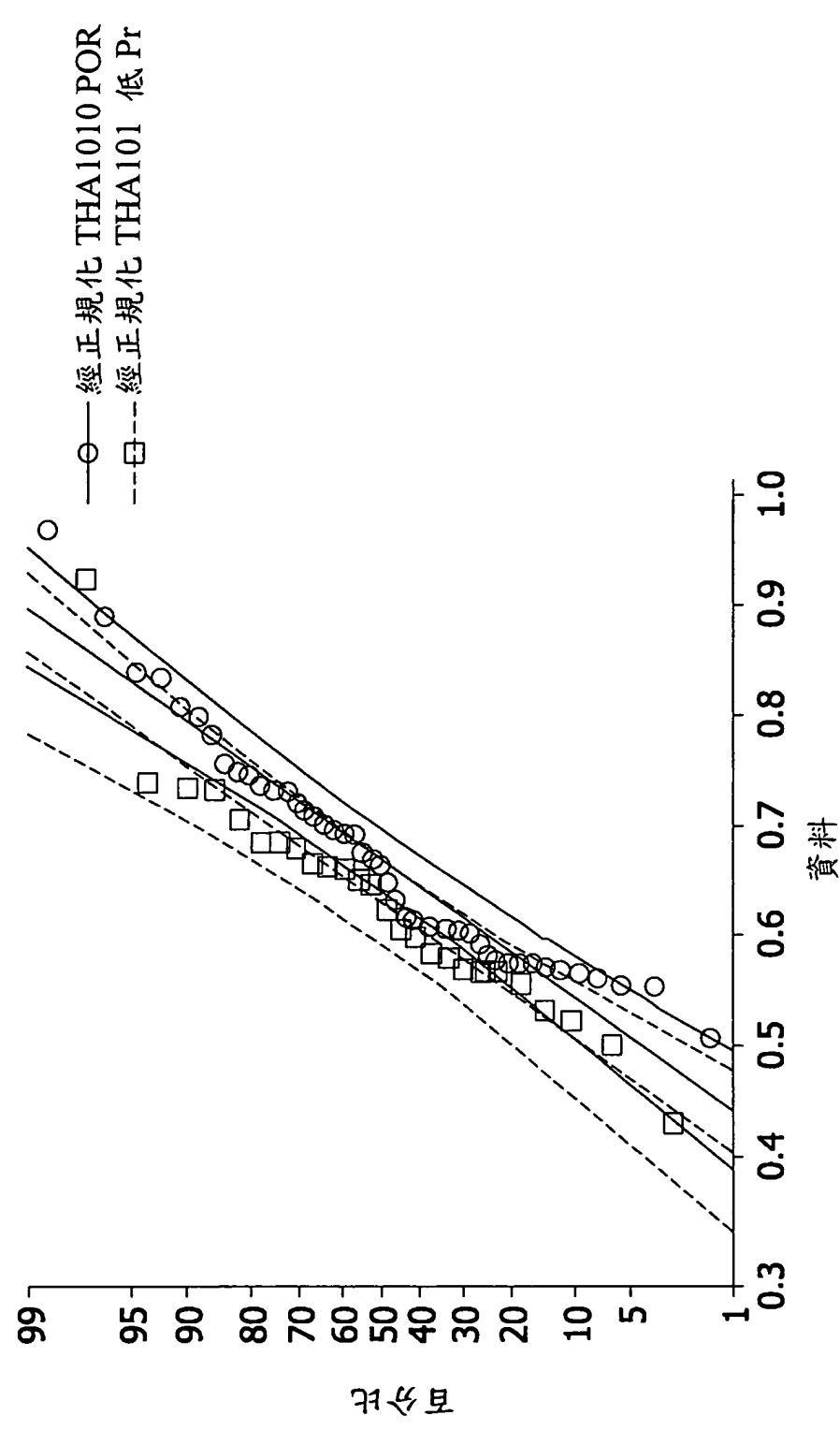


圖 31

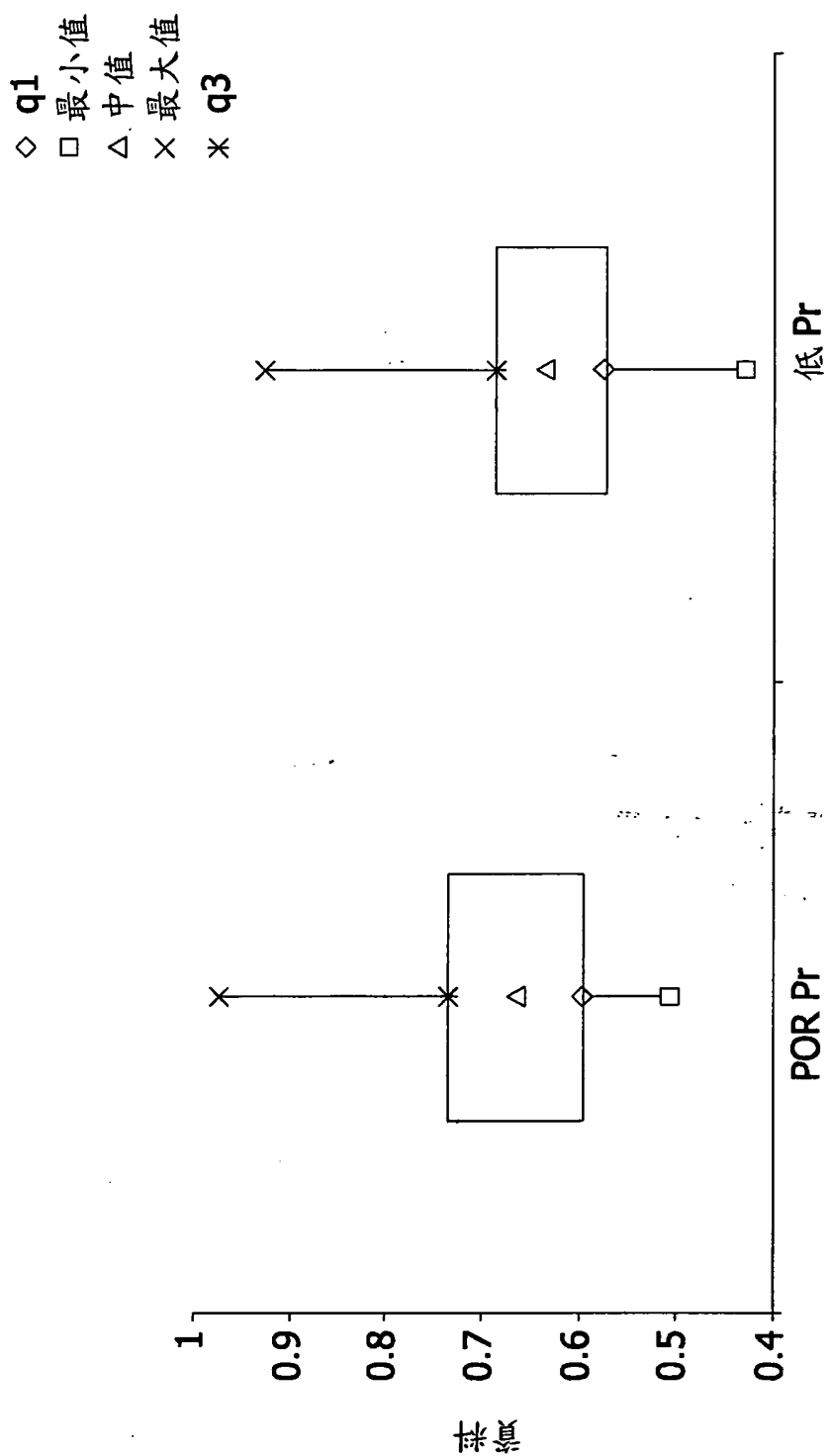


圖 32

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(29)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

500	晶圓研磨器
501	晶圓
502	第二流量控制閥
504	第一流量控制閥
506	第一流體靜力墊
508	第二流體靜力墊
600	控制系統
602	計算裝置

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)

七、申請專利範圍：

1. 一種使用一雙面研磨器處理一半導體晶圓之方法，該雙面研磨器係在一研磨操作期間將該晶圓固持於一對研磨輪及一對流體靜力墊之間的類型，該方法包括：

在該等流體靜力墊中建立一第一流體靜力壓力以在該研磨操作之一第一階段期間初始地夾持該晶圓，

量測該雙面研磨器之該等研磨輪所使用之電流量，

基於該經量測之該雙面研磨器之該等研磨輪所使用之電流量來確定該研磨操作之階段，

在該晶圓之研磨期間於該研磨操作之一第二階段中將該流體靜力壓力減小至低於該第一壓力之一第二流體靜力壓力，及

在該研磨操作之一第三階段期間將該流體靜力壓力增加至一第三流體靜力壓力以夾持該晶圓且藉此改良該被處理晶圓中之奈米拓撲。

2. 如請求項 1 之方法，其中該第三流體靜力壓力係大致等於該第一流體靜力壓力。
3. 如請求項 1 之方法，其中在該晶圓之研磨期間藉由該等研磨輪大致夾持該晶圓。
4. 如請求項 1 之方法，其中藉由使用流量控制閥來改變該流體靜力壓力。
5. 如請求項 1 之方法，其中將該晶圓固持於一大致垂直平面中。
6. 如請求項 1 之方法，其進一步包括當該經量測電流自一

剩餘狀態增加至一初始狀態時確定該研磨操作之階段係該第一階段。

7. 如請求項1之方法，其進一步包括當該經量測電流處於其峰值位準時確定該研磨操作之階段係該第二階段。
8. 如請求項7之方法，其進一步包括當該經量測電流自其峰值位準下降時確定該研磨操作之階段係該第三階段。
9. 一種雙面研磨器，其包括一對研磨輪、一處理器、一對流體靜力墊、及流量控制閥，

該等研磨輪及流體靜力墊可操作以將一大體平坦晶圓固持於一平面中，其中該晶圓之一第一部分定位於該等研磨輪之間且該晶圓之一第二部分定位於該等流體靜力墊之間，

該處理器可操作以量測該等研磨輪中使用之電流量，

該等流體靜力墊包含穿過其流動以維持一流體靜力壓力之水，

該等流量控制閥可操作以控制穿過該等墊之水流速且藉此控制該流體靜力壓力，

該處理器包含模式偵測軟體，其係基於該所量測之該等研磨輪所使用之電量以偵測一研磨過程之各種階段，

該處理器可操作以回應於該模式偵測軟體所偵測到之階段而透過該等流量控制閥控制水流速。

10. 如請求項9之研磨器，其中當該模式偵測軟體偵測到該研磨過程之一研磨階段時，該處理器控制該等流量控制閥以增加穿過該等閥之該水流速。