

# 發明專利說明書

公告本

(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：93122350

※申請日期：930727

※IPC 分類：

G05B 23/00 (2006.01)

H01L 21/00 (2003.01)

## 一、發明名稱：(中文/英文)

監控制程中之基底上不同位置之圖案的尺寸

MONITORING DIMENSIONS OF FEATURES AT DIFFERENT  
LOCATIONS IN THE PROCESSING OF SUBSTRATE

## 二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

應用材料股份有限公司

APPLIED MATERIALS, INC.

指定 為應受送達人

代表人：(中文/英文) 貝瑞 關/BARRY, QUAN

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國加州 95054 聖塔克拉爾，鮑爾斯大道 3050 號

3050 BOWERS AVENUE, SANTA CLARA, CALIFORNIA 95054, U.S.A.

國 籍：(中文/英文) 美國/USA

## 三、發明人：(共 11 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 巴訥斯 麥可/MICHAEL, BARNES

2. 后蘭 約翰/HOLLAND, JOHN

3. 杉 宏清/SHAN, HONGQING

4. 布瑞恩 Y./PU, BRYAN Y.

5. 傑恩 摩喜特/JAIN, MOHIT

6. 蘇 立范/SUI, ZHIFENG

7. 阿馬寇斯特 麥可 D./ ARMACOST, MICHAEL D.
8. 韓森 奈爾 E./ HANSON, NEIL E.
9. 瑪莉黛歐並 黛安娜/ MA, DIANA XIAOBING
10. 信哈 阿修克 K./ SINHA, ASHOK K.
11. 麥登 丹/ MAYDAN, DAN

國 籍 : (中文/英文) 1-11. 美國/ USA

#### 四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項  第一款或  第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國；2003/08/21；10/646,943

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

## 九、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明是有關於一種監測和控制基底之製造流程。

### 【先前技術】

先進的電子電路技術所需要的基底圖案的尺寸愈來愈細、小，例如較窄的內連線和較高之高寬比之介層窗，典型的基底是一半導體或是介電層，其在進行製程之後可在基底上形成多個圖案，而圖案的材質例如是介電材料、半導體材料或是導體材料。圖案的尺寸較小，可在較小的面積上容納較多的圖案並且可在較高的頻率下操作。例如，含金屬之內連線的尺寸通常約小於 0.18nm，且有時候甚至小於 0.15nm。然而，要製造如此小的圖案而其尺寸和形狀在整個基底上又具有一致性，特別是圖案尺寸愈來愈小的時候，其製程愈來愈困難。在這種製程中，基底表面之製程變量中無法預測的變化可能來自於基底表面的不同區域上之圖案具有不同的尺寸。由於圖案的電性或其他的特性隨著基底位置而改變，這將難以適當地設計電路或是顯示器。

製造微細圖案的問題是微細圖案的容忍度範圍遠小於習知之圖案，其製程相當困難。基底上之圖案的尺寸或形狀的變異量，原來是習知較大尺寸之圖案可以接受的，然而，在製造微細圖案時卻無法再被接受。當圖案的關鍵尺寸隨著所在之基底表面的位置而有所不同時，圖案的形狀的改變是一個特殊問題。關鍵尺寸係指對於圖案的電性

有重大影響的尺寸。例如，內連線的線寬即是一種關鍵尺寸，因為如果部分的內連線被過度蝕刻，線寬特別窄的部分會有較高的阻值。甚至，內連線圖案其在尺寸上或是側壁的傾斜角度上有微小的改變，亦可能造成電性超過可容忍的範圍。因此，相較於習知之電路，具有微細尺寸之圖案的電路將因為無法符合尺寸的可容忍範圍而報廢無法使用。

因此，目前需要可以在基底上形成微小尺寸之圖案，且圖案之形狀和尺寸一致之製程方法和製程裝置。而且，亦需要一種能確保所形成之圖案具有均勻的關鍵尺寸而與圖案所在之基底表面的位置無關之製程方法或裝置。另外，亦需要一種可以蝕刻超細圖案且製程產量和產率皆佳的製程方法和裝置。

#### 【發明內容】

本發明提出一種基底處理裝置，其包括一製程腔室，此製程腔室包括一基底支座、一氣體配管以及一氣體增能器。其中基底支座係用以承載基底，而基底具有一第一區域和一第二區域。一氣體配管係用以將一氣體導入該製程腔室中。氣體增能器係用以使該氣體增能，以在該基底上形成多數個圖案。氣體排出口，係用以排出該氣體。此裝置亦具有一製程監測器，用以監測該基底之該第一區域上所形成之一間隔開之圖形的尺寸並監測分離開的多數個圖案，並產生一第一訊號，並且監測該基底之該第二區域上所形成之一間隔開之圖形的尺寸並監測分離開的多數個圖

案，並產生一第二訊號。此裝置更包括一腔室控制裝置，用以接收該第一訊號與該第二訊號，並操作該基底支座、該氣體配管、該氣體增能器或該氣體排出口，以設定多數個製程參數，其中該些製程參數包括一個或多個氣體流率、氣體壓力、氣體增能電源之水平以及基底溫度，以對該些第一區域與第二區域之圖案進行製程，補償形成在該些第一和第二區域上之圖案其尺寸上的差異。

本發明亦提出一種基底之製程方法，此方法係將一基底置於一製程腔室之一製程區(process zone)中，該基底具有一第一區域和第二區域，並在製程區中通入一製程氣體，然後使製程氣體增能，以在基底上形成一間隔開之圖形(pattern)與分離開的圖案(feature)，之後再排出製程氣體。接著，監測基底之第一區域上所形成之一間隔開之圖形的尺寸並監測分離開的多數個圖案，並產生一第一訊號，並且監測該基底之該第二區域上所形成之一間隔開之圖形的尺寸，並監測分離開的多數個圖案，並產生一第二訊號。然後，評估第一訊號和第二訊號，並設定製程區之多個製程參數，以處理第一區域和第二區域之圖案，補償圖案之尺寸的差異性，其中製程參數包括一個或多個氣體流率、氣體壓力、氣體增能電源之水平以及基底溫度。

本發明再提出一種蝕刻基底之裝置，此裝置具有一蝕刻腔室，此蝕刻腔室具有一基底支座、一氣體配管、一氣體增能器與一氣體排出口。其中基底支座係用以承載一基底，基底具有一中心區域和一周邊區域，且中心區域係暴

露於蝕刻腔室之一第一製程區塊中；而周邊區域係暴露於該蝕刻腔室之一第二製程區塊中。氣體配管係用以將一氣體導入製程腔室中。氣體增能器係用以使氣體增能，以蝕刻基底上之多個圖案；而氣體排出口則是用以排出該氣體。此基底蝕刻裝置亦具有一第一光監測裝置與一第二光監測裝置，其中第一光監測裝置係用以監測該基底之該中心區域上所形成之多個被蝕刻之圖案，並產生一個與所測量之該圖案之尺寸成比例的第一訊號；而第二光監測裝置係用以監測基底之周邊區域上所形成之多個被蝕刻之圖案，並產生一個與所測量之圖案之尺寸成比例的第二訊號。此基底蝕刻裝置更具有一腔室控制裝置，用以接收並評估該第一訊號與該第二訊號，並操作蝕刻腔室，以將第一製程區塊上之一製程參數設定在一可控制的第一水平，該第一水平係依照該第一訊號來選擇，並將第二製程區塊上之製程參數設定在一可控制的第二水平，該第二水平係依照該第二訊號來選擇，藉以分別監測和控制基底之中心區域和周邊區域上那些被蝕刻之圖案的尺寸。

本發明另提出一種蝕刻基底之方法，此方法包括將一基底置於一製程腔室之一製程區中，此基底具有一中心區域和一周邊區域，其中中心區域係暴露於製程腔室之一第一製程區塊中，該周邊區域係暴露於製程腔室之一第二製程區塊中，接著在製程區中通入一蝕刻氣體，並且使蝕刻氣體增能，以蝕刻基底上之多數個圖案，之後，再排出蝕刻氣體。然後，監測基底之中心區域上所形成之多個被蝕

刻之圖案的反射光，並產生一個與該圖案之關鍵尺寸成比例的第一訊號，並再監測基底之周邊區域上所形成之多個被蝕刻之圖案，並產生一個與該圖案之關鍵尺寸成比例的第二訊號。之後，評估第一訊號該第二訊號，並操作蝕刻腔室，以將該第一製程區塊上之一製程參數設定在一可控制的第一水平，該第一水平係依照該第一訊號來選擇，並將第二製程區塊上之製程參數設定在一可控制的第二水平，該第二水平係依照該第二訊號來選擇，藉以分別監測和控制基底之中心區域和周邊區域上之那些被蝕刻之圖案的尺寸。

本發明更提出一種蝕刻基底之裝置，此裝置具有一腔室，其包括一基底支座、一氣體配管、一氣體增能器以及一氣體排出口。其中基底支座係用以承載一基底，此基底具有一第一區域和一第二區域。氣體配管係用以將一蝕刻氣體導入腔室中。氣體增能器，係用以使蝕刻氣體增能，以蝕刻基底上之多個圖案。氣體排出口則是用以排出蝕刻氣體。此蝕刻基底的裝置亦包括一第一光監測裝置與一第二光監測裝置，其中第一光監測裝置係用以監測基底之該中心區域上所形成之多數個被蝕刻之圖案，並產生一個與所測量之該圖案之尺寸成比例的第一訊號；第二光監測裝置係用以監測基底之周邊區域上所形成之多個被蝕刻之圖案，並產生一個與所測量之該圖案之尺寸成比例的第二訊號。此外，此蝕刻基底的裝置更包括一腔室控制裝置，用以評估第一訊號與第二訊號，並依據第一訊號和第二訊號



選擇一蝕刻製程處方，並依據此蝕刻製程處方操作腔室，藉以分別監測和控制該第一區域和該第二區域上之被蝕刻之圖案。

本發明更提出一種蝕刻基底的方法，此方法係將一基底置於一腔室之一製程區中，此基底具有一第一區域與一第二區域。接著，在製程區中通入一蝕刻氣體，然後使蝕刻氣體增能，以蝕刻基底上之多個圖案，之後，再排出蝕刻氣體。其後，監測基底之第一區域之多個圖案，並產生一第一訊號，並監測基底之第二區域上之多個圖案，並產生一第二訊號。之後，評估第一訊號與第二訊號，並依據第一訊號和第二訊號來選擇一蝕刻製程處方，然後，再依據蝕刻製程處方來設定腔室之多個製程參數，藉以分別監測和控制第一區域和第二區域上之那些圖案之蝕刻。

為讓本發明之上述和其他目的、特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下。

### 【實施方式】

本發明實施例之基底製程裝置 100，如圖 1A-1D 所示，其包括一製程腔室 104a-c 與一製程監測器 180，其中製程腔室 104a-c 係用以對基底 102 進行製程；製程監測器 180 係用以以監測基底 102 上不同區域上的圖案 85。基底例如是半導體晶圓和顯示器。基底製程裝置 100，係用以說明本發明，本發明之範圍並不限於此或等於此。通常，裝置 100 包括一具有電子連接器之基座 101，其可垂直載

入加載互鎖真空室(load lock chamber)103a、103b、基底製程腔室 104a-c 及測量室 105 之中，如圖 1A 所示。加載互鎖真空室 103a、103b 係用以接收含有一批基底 102 的晶盒。加載互鎖真空室 103a、103b 中的基底 102 可藉由機器手臂 107 傳送到基底製程腔室 104a-c。基底 102 再依序於製程腔室 104a-c 進行製程，製程腔室 104a-c 例如是蝕刻室、沉積室或清洗室。測量室 105 係用以單獨測量每一批基底中的各個基底，例如一批基底中的第一片基底或初始的基底(initial substrate)。雖然，以上係以不同的腔室作為說明，然而裝置 100 的腔室的位置或排列的方式並未特別限制，而且，裝置 100 亦可以是僅具有單一腔室者。

製程腔室 104a 具有數面圍牆，包括一頂面 106、側壁 108 和底面 110，其定義出一製程區(processing zone)112，以使得具有能量之氣體保持在基底 102 之上，如圖 1B 所示。製程腔室 104 的頂面 106 和側壁 108 可以具有一個或多個窗口 113a、113b 以使輻射例如是光透入。基底支座(substrate support)114 具有一基底承載表面 116，其可承載基底 102，此基底 102 可以藉由機器手臂 107 傳送到製程區 112。有一種變化是基底支座 114 具有一介電質 118，此介電質 118 至少覆蓋一部份的電極 120，而電極 120 係可充電產生靜電荷以電性固定住基底 102。熱傳送氣體供應器 121 係用以供應熱傳送氣體例如是氬到基底 102 的背面。

製程中所使用的氣體，例如是可以蝕刻基底 102 上之材料層的蝕刻氣體，其係以氣體配管 122 通入製程腔室 104

中。製程腔室 104 也可包括一排氣裝置 156，以排出製程腔室 104 中的氣體，並調整製程腔室 104 中氣體的壓力。排氣裝置 156 包括一排出口 158，其係位於基底基座 114 的上方，可由排氣管 162 將氣體傳送到抽氣泵 164。排氣管 162 中的節流閥 163 可控制製程腔室 104 所排出之氣體的流量。典型的泵 164 包括低真空泵和高真空型泵。

氣體增能器(gas energizer)165 可將射頻 RF 或微波能量耦合至製程氣體中以使製程腔室 104 之製程區 112 的製程氣體或是製程腔室 104 外部的遠端區(未繪示)的製程氣體增能。有一種變化是，氣體增能器 165 包括一對電極，其中電極 120 係位於基底支座 114 之中，而另一個電極則由製程腔室 104 的側壁 108 或頂面 106 所形成。當頂面 106 和側壁 108 均是接地或是浮置時，可藉由電極電源供應器 166 透過射頻電源供應器 169 和射頻匹配網路 168 將射頻電源供應到電極 120 上。或者，直流電壓供應器 167 可將直流電壓供應到電極 120 上，以產生靜電荷固定住基底 102。另一種變化是，氣體增能器 165 包括天線 174，其可藉由天線電源供應器 175 經由射頻匹配網路 177 以產生電源，如圖 1C 所示。天線 174 可包括電感線圈 179a、179b，其係覆蓋在製程腔室 104 的頂面 106 上，其可在製程腔室 104 中產生感應電場，以使製程腔室中的氣體增能。製程腔室 104 頂面 106 之材質為介電材料，例如是氧化鋁，以使感應的能量從天線滲入其中。製程腔室 104 頂面 106 的材質亦可採用半導體材料，例如是矽，以作為製程腔室 104

中與電極 120 耦合的電極。氣體增能器 165 亦可同時使用電極 120 和天線 174。或者，製程腔室 104 亦可包括一磁場產生器 170，如圖 1f 所示，其可將具能量的氣體混合或是限制在一個區域中，其詳細說明如後。

製程監測器 180 係用以監測基底 102 之第一區域 144 上之圖案 85 的尺寸並產生一第一訊號，並且監測基底 102 之第二區域 146 上之圖案 85 的尺寸並產生第二訊號。圖案 85 是不連續的結構，其彼此之間具有不同的間隙，例如基底 102 上的突起或凹陷，其係排列成重複的圖案以形成圖案結構陣列，如圖 1D 所示。測量圖案尺寸包括測量圖案 85 的寬度、深度、開口的大小或傾斜角度。圖案 85，例如是介層窗開口或是接觸窗開口，其尺寸的測量包括開口的大小、深度或高寬比(aspect ratio)。內連線尺寸的測量則包括圖案的寬度、高度或厚度的測量。典型的測量係表示少數個別圖案 85 的平均值，然而，亦可以單一的圖案 85 亦可單獨測量之。其他不連接的圖案 85，例如是 n 型或是 p 型的區域亦可測量其摻雜的濃度、型態或覆蓋的區域。

在監測基底 102 上之圖案 85 的尺寸時，係監測基底 102 上至少兩個不同的位置 144、146 上的圖案 85。測量的區域可以選擇整個基底 102，例如，可藉由製程測試基底 102 來決定其圖案的差異性，進而決定整個基底 102 上圖案的差異性。例如，在一個蝕刻製程中實際測量進行蝕刻製程之後的基底，若發現基底 102 的第一個中心區域 144 上的圖案 85 在進行蝕刻之後的形狀與基底 102 的第二周邊

區域 146 上的圖案 85 在進行蝕刻之後的形狀有所不同，則以製程監測器 180 測量基底 102 其中心處 144 和周邊處 146 的圖案的尺寸。然而，亦可在基底的其他位置上進行測量，例如基底的相對應的邊緣處，如製程腔室 104 其氣體入口和出口處之基底的邊緣處。製程監測器 180 可用來測量基底 102 上整個網點上的圖案 85，例如，基底上水平線和垂直線所形成之格子的交叉點上的圖案。亦可以測量基底 102 上相似區域，例如同一系列區域，如基底 102 的周邊區域上的圖案，以及由各個單一訊號平均而得的訊號，如基底周邊附近的環狀區域。

製程監測器 180 所產生的訊號係傳送到腔室控制裝置 300。腔室控制裝置 300 則依據由製程監測器 180 所得的訊號，操作製程腔室 104，以形成一個封閉的控制迴路(closed control loop)來調整製程腔室 104 的製程條件。腔室控制裝置 300 由製程監測器 180 接收到圖案尺寸的訊號之後，會進行評估，並發出控制訊號，以操作製程腔室 104 設定製程腔室 104a、104b 的製程條件，進而讓基底 102 上形成所需的圖案，例如是控制或是改善基底 102 不同區域上之圖案 85 的尺寸和均勻度。在進行訊號評估程序時，腔室控制裝置 300 可由查詢表(look-up table)，或是由製程監測器 180 所傳送的第一個和第二個訊號之準位，經由數學方式計算所需的製程條件，以決定出製程腔室 104a、104b 之適當的製程條件。

在一實施例中，腔室控制裝置 300 會依據圖案測量訊

號的強弱，操作腔室的組件，以將製程腔室 104 其製程區 112 之中不同製程區塊(processing sector)136、138 設定成不同水平的製程的參數。製程區塊 136、138 的製程條件可得知所處理之基底 102 中特定區域上的圖案 85 為何。例如，腔室控制裝置 300 可以接收第一訊號和第二訊號，並設定製程腔室 104a、104b 的製程參數，以處理第一區域和第二區域上的圖案 85，補償(compensate)其尺寸上的差異。製程區塊 136、138 是製程區 112 中相鄰的兩個區域，此二區塊上的製程條件可設定成不一樣。例如，第一製程區塊 136 係位於基底 102 之第一區域 144 的上方；而第二製程區塊 138 係位於第一區域 144 外圍之第二區域 146 的上方。在此例中，第一區域 144 是基底 102 的中心處；而第二區域 146 則是基底 102 的周邊處。在另一例中，第一區域 144 可以是位於製程腔室 104a、104b 之氣體入口處的附近，例如是氣體配管 122 之出口 142 附近；而第二區域 144 係位於氣體出口處的附近，例如是氣體排出口 158 的附近。

在各個製程區塊中，腔室控制裝置會將所選定的製程參數設定在一個特定的水平(particular level)。在相似的區塊 136、138 之基底 102 暴露於加能的氣體後，可將此二區塊 136、138 製程參數區域化的水平設定成不連續或不同的數值，以控制此二區塊 136、138 之基底 102 上之圖案 85 的製程特性。例如，區域的製程參數可包括氣體流率或氣體流速、位在區塊邊界如基底 102 內環和外環邊界之基底

102 區域的溫度、施加在氣體增能器 165 的氣體增能電源的大小-其可依據另一個區塊而單獨將一區塊的氣體增能到一特定的水平及製程腔室之區塊中的平均磁場強度。將各區塊 136、138 的製程參數設定成不同，可以分別控制進行製程之基底 102 其不同區域 144、146 上的圖案 85，以維持預定的第一和第二製程速率或達到預定的製程水平。例如，可控制進行製程之圖案 85，以使得基底 102 上不同區域 144、146 之圖案 85 在進行處理之後具有大致相同的尺寸或達成所要的不同特性。例如，腔室控制裝置 300 可將製程腔室 104a、104b 之第一製程區塊 136 的區域製程參數設定在一個可控制的第一水平(first level)，以以第一製程速率處理基底 102 上第一區域 144 上的圖案 85，並且同時將第二製程區塊 138 的區域製程參數設定在一個可控制的第二水平，以以第二製程速率處理第二區域 146 上的圖案 85，以在製程的終點時使得最終的圖案 85 具有相同尺寸或具有所預定的不同尺寸。

在另一個實施例中，腔室控制裝置 300 可以從具有多組製程處方(process recipe)的查詢表中選出一種特定的製程處方。選擇製程處方的方法，係依據製程監測器 180 偵測基底上不同區域 144、146 之圖案 85 尺寸所得到的第一訊號和第二訊號來選定的。各個製程處方可依據兩個測量區域 144、146 其製程的屬性量身設定，以使得圖案 85 在進行蝕刻之後具有大致相同的尺寸或是具有所控制的不同尺寸。製程處方可包含訂定的基底溫度水平、氣體組成、

流經不同氣體出口的氣體流率、氣體增量電源範圍或磁場強度。一種變化例如是，製程處方是採用一種氣體組成，其可增加基底 102 其第一區域 144 之圖案的製程速率，使得其在製程最後的製程速率與第二區域 146 之圖案的製程速率相同。查詢表中有第一、第二訊號準位之集合，或是第一訊號和第二訊號的數學運算元 (mathematical operand)，且其連結具有一組製程參數水平的製程處方。例如，各查詢表的各項目是有序的數字集合，最前面的兩位數是第一和第二訊號準位，第三位數則是所連結之製程處方的號碼。在另一例中，查詢表可包含一有規則的字串，此字串包括最前面的一位數是第一訊號和第二訊號的數學運算元，例如是第一和第二訊號準位的比值、第一和第二訊號準位之差值或是第一和第二訊號準位之間的其他種代數關係，而第二位數則是所連結之製程處方的號碼，其中製程處方號碼係含有一組製程參數水平。

製程處方可以從一批已進行製程的基底中選擇一片基底 102 來進行測試。例如，將一個晶盒中的基底(未繪示)置於加載互鎖真空室 103a、103b 之中，接著，利用機器手臂 107 選擇一片基底 102，並將其傳送到測量室 105 之中，之後，再於測量室 105 中測量基底 102 中不同區域 144、146 上的圖案 85 的尺寸或特性，例如是以製程監測器 180 如量測工具(metrology tool)400 來進行測試。其後，將測試所得之訊號傳送給腔室控制裝置 300，腔室控制裝置 300 再由查詢表中選擇一個製程處方，以藉由此製程處方中合



適的製程參數處理晶盒中具有相同測量屬性的一整批的基底 102。例如，所測量的圖案 85 的尺寸大於平均值，則必須調整製程條件，以修正圖案 85 被過度蝕刻的問題，而相反的情況亦可採用之。單一晶片的製程步驟之間亦可進行此種測量，其係將基底 102 上移出製程腔室 104 並將其送入測量室 105 中以進行測量，然後再重回製程腔室 104 之中，依據所測得的訊號選擇製程處方，再經由製程處方之製程條件進行製程。

在另一實施例中，腔室控制裝置 300 可用以改變製程腔室 104 之中的參數，將參數由處理單一個初始基底的初始製程參數，改變成處理一整批初始基底的製程參數，其中整批初始基底係與單一個初始基底具有相似的屬性。一種變化是，從晶盒中的一整批基底中取出一片初始基底或是第一片基底，並將其傳送到製程腔室 104 之中以進行製程。在進行製程之前或之後，或是在進行製程期間，測量基底 102 上多個區域上的圖案 85 的尺寸，並在完成製程之後，測量基底上不同區域上的圖案的尺寸。腔室控制裝置可以用來評估基底的不同區域上的圖案 85 的原始尺寸之間的差值，以及/或基底在進行製程之後其圖案 85 在尺寸上的改變量，且從查詢表中可決定特定集合之批次製程參數或製程處方，以減少基底在進行後續製程時其圖案之尺寸的差異性。其後，在一批基底中選出與初始基底具有相似屬性的另一個基底，並以所決定之製程處方或批次製程參數進行製程，以進一步減少整批基底其不同區域上之圖

案 85 在關鍵尺寸上的差異。此方法可以彌補處理不同批次之基底其製程上的變化或是不規則的情形。

### 製程監測器

以下將詳述各種的製程監測器。一種變化是，製程監測器 180 括數個干涉儀(interferometer)181a、181b，其係用來偵測光線，例如是可見光或紫外光，也就是從基底 102 不同區域 144、146 上之圖案 85 反射的光線來決定在特定時間各區域上之圖案 85 的狀態，如圖 1b 所示。例如，第一干涉儀 181a 具有一第一光源 184a，其可將一第一光束 186a 導向基底的第一中心區域，以產生一反射的光束 186b，此光束 186b 再被第一偵測器 182a 所接收，而再產生一個與反射光束強度有關的第一訊號。第二干涉儀 181b 包括一第二光源 184b，其可將第二光束 188a 導向基底的第二周邊區域 146，以反射形成光束 188b，此光束 188b 再被第二偵測器 182b 所接收，而再產生一第二訊號。各光源 184a、184b 可以是單色光源，例如是氦-氖或 ND-YAG 雷射，或是多色光源，例如是氬或汞鎘燈。多色光源可以被過濾而成可提供具有選擇性波長的光束，或者可在偵測器的前面設置一濾光器(light filter)。干涉儀 181a、181b 的光源可採用製程腔室中的電漿所產的光。典型的光偵測器 182a、182b 包括感光型感測器(light sensitive sensor)，例如光電倍增管、光電電池、光二極體或光電晶體(phototransistor)，其可依據基底 102 反射所測得的反射光束 186b、188b 的強度和相位而形成一個電性強度訊號。光

束聚焦透鏡(focusing lense)190a、190b 可使光束 186、188 聚焦到基底 102 上的不同點，或將反射光聚焦到背面的光偵測器 182a、182b。或者，可以使用光束定位器(light beam positioner) 192a、192b，例如是旋轉鏡，將光束引導到適當的位置上，以使得反射光可以直接反射到光偵測器 182a、182b，或以光束 186a、186b 掃描整個基底上的光柵圖案。

當基底 102 上所形成的圖案 85 的面積小於周圍尚未進行製程的區域時，則必須增加所測得的圖案 85 尺寸的訊號雜訊比。一種變化是，使用光偏振器(light polarizer)196a、196b，以在光束從基底 102 反射之前或反射之後極化，藉此增加基底上之圖案 85 所反射之反射光的訊號雜訊比，例如是 Sui 等人揭露於美國專利第 09/695,577 號之專利，此專利之名稱爲「以反射的輻射光監測基底之製程」，其全部之內容併入本案參考。極化角度與基底 102 上進行過製程之圖案的主方向有關，其包括一個與主方向大致平行的第一極化角和一個與主方向大致垂直的第二極化角。具有大致平行的極化角的反射光分量，其強度大於其他方向之極化角之反射光成分的強度。因此，所測得的平行反射光成分和其他方向之反射光成分，可用來增加圖案 85 之反射光的強度(此反射光的強度與其他區域，例如是基底 102 上相鄰區域或是光阻區域所反射出來的反射光有關)，以增加反射光的訊號雜訊比。監測反射的極化光可得知基底 102 上之圖案 85 的蝕刻深度或蝕刻速率。因此，

基底 102 上所形成的圖案 85 的蝕刻深度，可計算反射的極化光的破壞性/建設性干涉之訊號的最大值和最小值而得知。

干涉儀 181a、181b 也可以具有濾波器(filter)194a、194b，例如是帶通濾波器(bandpass filter)，以選擇性過濾掉光源偵測器 182a、182b 所產生的訊號，增加訊號頻率或波長之所選擇之帶通其相對於反射光之其他頻率的相對強度。帶通可與基底 102 上所形成之圖案 85 之反射光的強度調變頻率有關，以減少基底 102 上其他位置所反射之任何光訊號的強度。帶通濾波器可以是光學訊號處理器(optical signal processor)例如是經塗佈的透鏡或材料，或是電子訊號處理器例如是數位訊號處理器，數位訊號處理器可將光偵測器 182a、182b 所接收的光訊號數位化並將數位化的訊號過濾掉。一種變化是，所選擇的通帶範圍是可以提供一種非同調光源之同調長度，其可例如是具有多波長、多相位之電漿放射(plasma emission)。同調長度是指光源的干涉效應可以觀測得的長度。一種變化是，對於以 254 奈米波長為中心的電漿放射，帶通濾波器的通帶範圍可以是 1.5 奈米。

另一種變化是，製程監測器 180 包括一個電漿放射分析儀，以從所進行製程之圖案之電漿的放射光譜的改變情形定量測量圖案的尺寸。電漿放射分析儀包括一第一偵測器 182a 與一第二偵測器 182b，其中第一偵測器 182a 可偵測基底 102 第一區域 144 上方之第一區塊 136 之電漿所放

射出來的光；第二偵測器 182b，可偵測基底 102 第二區域 146 上方之第二區塊 138 之電漿所放射出來的光，如圖 1C 所示。從預定之電漿位置上所放射的各種光線，係用以產生一個單獨的訊號(separate signal)，其可輸出成各種的訊號或組成一個訊號。電漿放射分析儀可分析不同電漿區域的放射光譜，以決定該區上之圖案 85 其化學組成的改變或其他屬性的改變。例如，放射光譜是會隨著蝕穿一層材料層到另一層具有不同化學組成的材料層而有所不同。光束定位器 192a、192b 可用來移動偵測器 182a、182b 的偵測位置或聚焦透鏡 190a、190b 觀測方向。

另一種變化是，製程監測器 180 包括一個反射計(reflectometer)(未繪示)，其可將光束導向基底 102，並偵測反射之光束的振幅，例如美國專利第 6,462,817 號和第 6,297,880 號所揭露者，其二者之內容併入本案參考。反射計可用來決定各種屬性，例如形成在基底 102 上之圖案 85 的厚度或反射指數(index of refraction)。反射計包括一雷射或其他的光源，以將光束引導到基底 102 特定的位置上，並且包括一光偵測器，以測量反射之光束的強度。反射計也可包括一個可調式濾波器，以控制入射或反射光束的波長。或者，反射計可以是可同時測量波長之頻帶者。反射計也可包括一個裝置，以調整入射到基底 102 之角度。另一種變化是，反射計可以使用極化的入射光束，且包括一偏光板和相位減速器(phase retarder)或調變器，如前所述者。例如，當反射計是用來判斷圖案 85 的厚度時，而圖案

85 具有一已知的反射的波長相關指數，並且其消光係數 (extinction coefficient) 為零，反射計可在法線的入射角使用非極化光，並且測量反射光束和入射光束之間的強度比，且此強度比為波長的函數。由反射強度和波長的關係圖以及已知的反射的指數，可以利用 Maxwell 關係式計算出圖案 85 的厚度。例如，圖案 85 上之一單材料層的反射，其反射強度主要是與圖案材料(其與波長和角度有關)的反射指數以及圖案 85 的厚度有關。由於已知波長與反射的指數有關，而且入射的角度不變，因此，所收集的資料可以用來解釋圖案 85 的厚度。另一種變化是，入射的角度是可以改變的，且入射光束的極化率也是可以改變，以產生一些資料，例如所測量的反射強度可以做成角度和極化率的函數以及波長的函數，以解釋複合層圖案 85。

另一種變化是，製程監測器 180 包括一個橢圓測厚儀 (ellipsometer，未繪示)，其可將一極化光束導向基底 102，並可同時偵測從基底 102 所反射之光束的相位和強度的改變情形。光束被極化成與基底之表面平行的平行光(p 分量)和與基底之表面垂直的垂直光(s 分量)。反射的 s 分量和 p 分量之強度比以及相位比，可依照已知的數學式表示成與橢圓的參數  $\Psi$  和  $\Delta$  有關的參數。例如，美國專利第 3,874,797 號以及第 3,824,017 號所揭露的橢圓測厚儀，其內容併入本案參考。

另一種變化是，製程監測器 180 是一個量測工具 (meterology tool)400，其可在製程腔室 104 中原位(in-situ)

或是在基底製程裝置 100 之製程線中位於製程腔室 104 外部之測量腔室 105 中監測基底上進行製程後之圖案 85 的尺寸。基底 102 可由製程腔室 104 傳送至測量室 105，再以量測工具測量基底 102。量測工具 400 亦可以架設在一個單獨的腔室之中，例如加載互鎖真空室 103a、103b 或是傳送室之中。以測量基底 102 所得的測量資料調整製程參數，藉以改善另一個基底的製程，其說明如下。量測工具 400 可用來測量基底 102 的性質，例如是在基底 102 進行製程之前或進行製程之後，測量基底 102 上圖案 85 的關鍵尺寸(CD)、線輪廓或其他的形狀特徵。量測工具 400 之實施例如圖 11，其包括一個光學測量元件，其可測量圖案 85 在進行製程之後的圖形尺寸，例如是圖案的寬度、高度、間隙、形狀或圖案邊緣的傾斜角度。例如，一種變化是，量測工具 400 是一個繞射線輪廓儀 (diffractive line profilometer)，其可將一極化的寬頻光束導向基底 102。圖案 85 將在基底 102 上形成一個繞射光柵 (diffraction grating)。典型的是，在一個區域上的圖案 85 是呈週期性的，例如是陣列線。量測工具 400 包括一週期性圖案 85 模型，其具有可決定圖案 85 形狀之可調參數。圖案 85 的初始圖案評估值係輸入於量測工具 400 之中，測量工具 400 將由此初始圖案評估值計算其繞射光譜，例如精密耦合波分析儀 (Rigorous Coupled Wave Analysis, RCWA)。若是所計算的繞射光譜和所偵測的繞射光譜之間不一致，可以以非線性回歸的方式使輪廓的評估值最適化。此最佳化的步

驟可重複施行，直到輪廓評估值所計算的繞射光譜和所偵測之繞射光譜之間在期望的容忍度之內。合適的測量工具 400 係包括一繞射線輪廓儀，其實例如加州 Nanometric Milpitas 所製造之 NanoOCD 模型。以繞射之方式來判斷一區域中重複圖案 85 之線形輪廓的方法如 Conrad 等人之美國專利第 5,963,329 號所述者，其內容併入本案參考。

在另一實施例中，製程監測器 180 也可是一個散射儀 (scatterometer)(未繪示)，其可以進行  $2-\theta$  散射測量，其中所測量之散射光的強度是入射角的函數。依照光柵方程式，光被基底 102 上的週期圖案 85 繞射，其中光柵方程式為  $\sin\theta_i + \sin\theta_r = m\lambda/d$ ，其中  $\theta_i$  是入射角； $\theta_r$  是反射角； $m$  是繞設階； $\lambda$  是光的波長； $d$  是基底上所評估之圖案的周期。光柵的週期小對應的圖案的尺寸小，而一般  $m=0$  對應的入射角等於反射角，是較容易被觀察到繞射級。在散射測量中，入射光和反射光可被極化成  $s$  分量和  $p$  分量，以利於測量。決定要被處理的基底特性的資料分析，可以使用依據收集的資料或是收集的資料與預先計算的答案比較，去解一個數學模型，以決定出最佳的匹配。例如，使用將觀察值與答案 (solution) 之間的均方根值最小化的演算法。

圖 11 所繪示的測量工具 400 包括可以產生入射光束 415 的光源 410。部分反射鏡 420 可將入射光束 415 導向基底 102，以照射基底 102，並從基底 102 反射而產生一反射光束 425。反射光束 425 通過部分反射鏡 420，並射入具有感光元件的光偵測器 430 之中。在光源 410、部分反射鏡



420、基底 102 及光偵測器 430 之間可裝設光學元件 435a-c，以使入射光束和反射光束 415、425 聚焦，或藉由控制開口大小來修正其寬度(aperture)，或是修正其形狀(stigmat)或直接進行更改(modify)。例如，光學元件 435a-c 可包括透鏡以及可調整的裝置。光學元件 435a-c 可藉由測量控制系統 440 來予以控制，並且基底支座 114 可以使得基底 102 的測量具有高精確度。在一實施例中，光偵測器 430 可用來測量反射光束 425 之頻譜上的多重振幅(multiple amplitude)，以評估基底 102 之目標圖案的關鍵尺寸(CD)。例如，光偵測器 430 可包括一個單一的感光電子元件，例如是感光光電感測器陣列，例如是 CCD 偵測器。圖像處理器(image processor)445 可接收光偵測器 430 的圖像，並進行處理，以決定基底 102 上之圖案 85 的關鍵尺寸。與基底 102 上之高低圖案相對應之圖像邊界，可藉由電子圖像之強度範圍之間的差異而具有數位化的輪廓。目標圖案的關鍵尺寸可測量目標圖案之邊緣所對應之圖像邊界之間的距離來予以計算。

在另一實例中，光偵測器 430 可藉由橢圓儀(spectroscopic ellipsometry)來判斷基底 102 上之圖案 85 的厚度。進入光偵測器 430 的反射光束 425 會具有一個極化角，偵測此極化角可計算出圖案 85 其在厚度上的改變。例如，基底 102 上具有第一厚度之圖案 85，可測得反射光束 425 之極化角。而基底 102 上具有第二厚度之圖案 85，亦可測得反射光束 425 之極化角。第一厚度和第二厚度之間

的差值可由下述方式計算而得：將極化角的改變除以沿著反射光束 425 行進距離的極化角度的預定改變率。

## 控制器

請參照圖 2A，典型的腔室控制裝置 300 包括一個電腦 308，其具有一中央處理器(CPU)312，例如是 Pentium 處理器，其可由美國加州的 Intel 公司購得，此中央處理器係與一記憶體 316 以及電腦周邊元件耦接。記憶體 316 可包括一可抽取之儲存裝置 320 例如是 CD 或是磁碟機、一非抽取式儲存裝置 324 例如是硬碟、動態隨機存取記憶體(RAM)328。腔室控制器 300 可再包括一硬體介面 304，其包括類比或數位的輸入和輸出板以及馬達控制板(motor controller board)。操作人員可由顯示器或是資料輸入元件 336 來瞭解、掌握腔室控制裝置 300。操作人員可透過資料輸入元件 336，例如是鍵盤或光筆來選擇特定的螢幕或功用。

腔室控制裝置 300 亦包括一電腦可讀取程式 348，其係儲存在記憶體 316 之中，且包括可控制、監測在腔室 104 中所進行之製程的程式化編碼(program code)。電腦可讀取程式 348 可以任何習知的電腦可讀取程式語言寫入資料。適合的程式編碼係以習知的文字編輯器，輸入到單一或多個檔案中，並且是儲存在或嵌入於記憶體之電腦可用媒體 316 之中。若所輸入的編碼文字是高階語言，該編碼便被編譯，最終的編譯碼被連結到一個預先編譯的函式庫程式的物件碼。要執行此連結、編譯的物件碼，使用者運用該

物件碼，促使 CPU 312 去讀取並執行此編碼，以完成程式 348 中所指定的工作。圖 2B 繪示一實施例之電腦可讀取程式 348 之控制結構。

使用者利用資料輸入元件 336 回應顯現在顯示器 332 上且由製程選擇指令集 352 所產生的選單或螢幕，將一組製程參數和腔室的編號 104a、104b 輸入電腦可讀取程式 348。製程序列指令集 356 包括可程式編碼，以接受腔室型式以及製程選擇器 352 之製程參數集，並計算其操作時間。製程序列指令集 356 藉由把特定的製程參數傳給腔室管理指令集 360，以啟動製程集合的執行，其中腔室管理指令集 360 控制腔室 104a、104b 中的多個製程工作。例如，腔室管理指令集 360 可以包含各種不同的腔室構件指令集合，諸如下述：

(1) 基底定位指令集 364，用以控制腔室構件去載入基底 102 至基底支座 114，並且選擇性地在腔室中把基底 102 上升到需要的高度；

(2) 氣流控制指令集 368，用以控制導引到腔室 104a、104b 中的蝕刻氣體之組成、經過不同氣體出口 140、142 的流率與速度；

(3) 氣體壓力控制指令集 372，藉由調整節流閥的開口大小，控制腔室 104 內的壓力；

(4) 溫度控制指令集 376，例如操作基座 114 中的加熱器(未繪出)、熱轉移氣體的流率、或輻射能源燈(也是未顯示)，控制基底 102 之不同區域 144、146 的溫度；

(5) 氣體增能器控制指令集 380，控制施加到腔室 104a、104b 的氣體增能器 165 的功率水平；

(6) 磁場控制指令集 392，用以操作一個做為選擇性構件的磁場產生器 170；

(7) 製程監測指令集 384，監控要在腔室 104 進行的製程；以及

(8) 製程回授控制指令集 388，做為製程監測指令集 384 與其他腔室構件指令集之間的回授控制回路。

雖然在此被描述成分離的指令集，以執行一組工作，但是這些指令集的每一個都可以被彼此整合，或可以被重疊；因此，在此描述的腔室控制裝置 300 與電腦可讀取程式 348 不應該限定為上述功能性程式的特定版本。

製程監測指令集 384 包括如 (i) 第一偵測器指令集 385，以接收及/或評估來自基底 102 的第一區域 144 被反射的光束 186a 其被第一偵測器 182a 偵測後所產生的第一訊號，以及 (ii) 第二偵測器指令集 386，以接收及/或評估來自基底 102 的第二區域 146 被反射的光束 186b 其被第二偵測器 182b 偵測後所產生的第二訊號，藉以決定在不同區域 144、146 的製程狀態的比較資訊。評估每一個訊號，以決定在基底區域中要進行製程的圖案 85 的屬性，而訊號是從這個區域產生的。例如，當製程監測器 180 包括干涉儀 181a、181b，製程監測指令集 384 可以計數兩個訊號中各個的干涉邊緣的數目，或者是即時地把訊號強度與儲存的特性波形、量測的或計算的代表性資料圖形、或儲存在查

詢表中的資料。製程監測指令集 384 也可以包括控制光源 184a、184b 的程式碼、帶通濾波器 194a、194b、光束定位器 192a、192b、聚焦透鏡 190a、190b 或光偏振器 196a、196b。

偵測參數指令集 387 包括與偵測參數相關的編碼，如選擇的波長、反射或放射光的特性屬性、時序資料、干涉邊緣的預定數目、查詢表、把資料模型化的演算法以及其他資料形式與圖形。資料參數可以在腔室 104a、104b 中，一次一個去處理具有預定圖案的尺寸的測試基底的方式來決定。例如，被在基底 102 上具有不同尺寸的圖案 85 所反射的一連串光跡，以及/或腔室 104 中從電漿的不同區域放射出來的一連串光跡均被記錄下來。評估這些光跡，以確認出在一光跡的可辨識且可偵測的改變情形，其以演算法、查詢表、儲存的參數、或其他適合用來評估在基底上要被處理的圖案尺寸的判斷基準等等的形式，以輸入到並程式化到偵測參數指令集 387 中。

製程回授控制指令集 388 在製程監測指令集 384 與其他腔室構件指令集之間形成回授控制回路。製程回授控制指令集 388 依據來自製程監測指令集 384 的訊號，產生並傳送訊號去指示腔室構件指令集，來設定在基底 102 上不同區域的不同區域化水平的參數。例如，製程回授控制指令集 388 可以從腔室控制裝置 300 的記憶體 316 去取回查詢表，並且從查詢表確認出對於腔室 104a、104b 較適合的處方或區域化製程參數值的集合，其中前述查詢表與從製

程監測指令集 384 接收到的製程監測訊號的值有關連。在另一個例子，腔室控制裝置 300 可以根據從製程監測器 180 所接收到的第一與第二訊號的準位，以數學方式去計算出一或多個區域化製程參數等級。

### 控制氣體流以調整圖案之尺寸

在此例中，基底 102 之第一區域 144 和第二區域 146 上的圖案 85 在進行製程之後，偵測其尺寸以得到第一訊號和第二訊號，並控制流入第一和第二製程區域 136、138 之製程氣體的氣體流率。設定兩個不同的局部氣體流率，調整腔室控制裝置，以偵測不同基底區域 144、146 上的圖案尺寸的差異性，補償尺寸上的差異。

一種變化是，氣體配管 122 係藉由導管 126a-c 與氣體供應管 124a-c 連接，導管 126a-c 具有氣體流動控制閥 128a-c，其可控制流經混合支管 130 的氣體組成，如圖 1B 所示。混合支管 130 可將各種氣體混合，以形成製程氣體。製程氣體再送入流體分流器(flow splitter)132，並經不同的氣體出口 140、142 或氣體配管 134 而分成數個氣體流。氣體出口 140、142 可將不同氣體流率之製程氣體導入腔室 104 之製程區 112 的製程區塊 136、138 之中，以使得不同氣體流之氣體送到基底 102 的不同區域 144、146 上。然而，氣體出口 140、142 亦可設置在可將氣體導入於腔室 104 其他區域的位置上。氣體出口 140、142 可以延伸穿過腔室的頂面 106(未繪示)、側壁 108 或支座 114(未繪示)。

氣體配管 134 亦具有流體分流器 132，其具有單一的

輸入通道(input channel)，可接收預先混合的蝕刻氣體，以及一個分支閥(bifurcated valve)，其可引導兩個輸出通道以使中心或周邊之氣體出口 140、142 之同一種製程氣體變成兩種輸出氣體流。分支閥可同時在第一和第二輸出通道設定第一流率和第二流率。由於設定一種流率可自動設定其他的部分以達到期望值，而不需要將兩個分離的氣體流閥彼此校準。因此，單一的輸入通道可提供較可控制的流率比，以流經輸出通道。然而，流體分流器 132 亦可在分離的管道上設置單獨的氣體流閥，其可將流體從混合支管 130 分別導入到中心處或是周邊處的氣體出口 140、142。例如，當需要調整其中之一的流率，而不改變其他的流率時，後者可以依照所需獨立控制各個閥。

氣體配管 134 亦可具有多個氣體出口 140、142，其彼此相隔一距離，以在腔室 104 中產生非均等分配的製程氣體，改善整個基底 102 的製程均勻度。由氣體流分流器之氣體出口 140、142 的排列方式可以經由流體動力學的計算或是測試基板的實驗研究來決定。例如，中心或周邊處的氣體出口 140、142 係位於可提供氣體流入口點的位置上，氣體流入口點可產生共點但分離的氣體流圖案，而分送在不同的製程區塊 136、138 上，以控制基底 102 之不同區域 144、146 上局部氣體的分佈或氣體的駐留時間。周邊的氣體出口 142 係彼此分離而呈一個徑向向外的環狀；中心處的出口 140 係與周邊的氣體出口 142 共軸，並且係在內環且彼此分離，如圖 1E 所示。開口 113a 係在中心氣體出口

140 的環內，其可讓光通過製程監測器 180。氣體出口 140、142 亦可設在相同半徑線上或是在間隔在半徑線上。一種變化是，氣體配管 122 具有 12 個中心出口 140 以及 12 個環繞在其周圍的周邊氣體出口 142。

氣體出口 140、142，其開口尺寸亦可不相同，以注入不同速度之氣體。例如，中心氣體出口 140 之開口尺寸係可以提供第一種氣體速度；而周邊氣體出口 142 之開口則是另一種尺寸，其可以提供第二種速度。在一實施例中，所選擇之開口尺寸係可以提供第一種速度，其至少比第二種速度高出一倍。不同的速率可以使得氣體流具有不同的駐留時間，氣體流可在腔室 104 產生一流向分佈，其係與其他非控制的製程變數相當。例如，氣體流速較高的區域可以藉由添加具有較高速率之製程氣體而提供不同的蝕刻特性，並藉此改善其蝕刻特性，例如是在該區域的化學反應或等向性蝕刻特性，以控制該區域之圖案在進行製程之後的形狀。

氣體出口 140、142 亦可用來導引氣體，使氣體沿著不同角度的流動方向 148、150 流動。例如，氣體出口 140 係設在可以將氣體導引成垂直的方向 148 的位置上，其係大致上與基底支座 114 的承載表面 116 垂直，如圖 1C 所示。或者，氣體出口 142 亦可設在可以將氣體的流動方向 150 導引成傾斜於承載表面 116 而具有一角度，如圖 1B 所示。垂直的第一流動方向之製程氣體，可在基底 102 的中心區域 144 上方提供垂直的氣體流；而具有角度的第二流



動方向的製程氣體則可以提供在基底 102 之周邊區域 146 上方提供傾斜的氣體流。氣體出口 140、142 亦可引導氣體流呈水平，並與基底支座 114 平行(未繪示)。兩種氣體流之指向角度的差異，亦可控制基底 102 上不同區域 146、148 之新鮮的製程氣體的流率和傾斜的角度。

在此種變化中，腔室控制裝置 300 的製程回授控制指令集 388 係將指令傳送到氣流控制指令集 368，以依據第一和第二監測訊號控制流經氣體出口 140、142 的氣體流率。氣流控制指令集 368 亦可包括，例如是控制閥指令集 369，其包括可程式化編碼，以設定不同之氣體供應閥 124a-c 之氣體流動控制閥 128a-c 的位置，藉以獲得一垂直的製程氣體組成。氣流控制指令集 368 亦可包括一流體分流器指令集 370，其具有一可程式化編碼，以調整流體分流器 132 流經中心氣體出口 140、142 之製程氣體的第一體積流率以及流經周邊氣體出口 140、142 之製程氣體的第二體積流率，以使氣體出口 140、142 二者或其中之一具有所需的體積流率。例如，若是基底上之圖案 85 被蝕刻到關鍵尺寸時，基底 102 之第一中心區域 144 的速率較高於第二周邊區域 146，則製程回授控制指令集 388 將指示氣流控制指令集 368 操作流體分流器 132，以減少蝕刻氣體流經中心氣體出口 142 的流率。此例中，製程參數包括局部的氣體流率，其係由不同的製程區塊 136、138 所控制，以控制基底 102 之不同區域 144、146 上所蝕刻之圖案 85 的特性。同樣地，氣流控制指令集 368 可以改變氣體出口 140、

140、142 之流率或開口的尺寸，以控制流經氣體出口之氣體的速率。局部氣體流率或速度亦可經由設定而符合基底 102 之中心或周邊區域 144、146 上之蝕刻後之圖案 85 的特性，以使區域 144、146 上之圖案 85 的尺寸大致相同，也就是其差異小於 5%。

在另一例中，製程回授控制指令集 388 可以由製程監測器 180 所接收之第一和第二訊號的水平，經由數學的方式來估算局部製程參數的水平。例如，第一訊號水平為  $S_1$  和第二訊號水平為  $S_2$ ，第一和第二製程氣體流率的差為  $\Delta F$ ， $\Delta F$  可由數式： $\Delta F = k(C_1 S_1 - C_2 S_2)$  計算而得，其中  $C_1$ 、 $C_2$ 、 $k$  對特定製程處方和數式為實驗所決定之常數。然後，腔室控制裝置 300 可以以  $\Delta F$  指示氣體分流器指令集 370 設定氣體分流氣之開口位置，以使得流經氣體出口 140、142 之製程氣體具有所需要的流率。第一和第二流率可依據第一和第二訊號來設定，以使得第一流率之值和第一訊號的水平成比例；第二流率之值和第二訊號的水平成比例。例如基底 102 之第二區域 146 上的圖案 85 被蝕刻之後，其關鍵尺寸不同時，可將第一流率之水平設定成一較高於第二流率，以在基底 102 之第一區域 144 上提供較多的蝕刻氣體，減少蝕刻速率和關鍵尺寸上的差異性。

### 實例

以下的實例將說明在 DPS 型腔室中，基底 102 上不同區域 144、146 上被蝕刻之圖案 85 之蝕刻尺寸的製程控制，其部分示意圖如圖 1C 和圖 1E 所示。製程監測器 180 包括

一干涉儀，其係用來偵測從基底 102 反射的光以及通過頂面 106 中心之開口 113a 的光。蝕刻氣體係通入腔室 104，其可(i)僅通過周邊的氣體出口 142、(ii)僅通過中心的氣體出口 140、或(iii)以不同的流率同時通過中心和周邊的氣體出口 140、142。中心的氣體出口 140 可將氣體垂直導入腔室 104 之中，其和基底 102 平面之法線的夾角為 0 度；而周邊氣體出口 142 亦可將氣體導入腔室 104 之中，其係以和基底 102 平面之法線的夾角為 45 度或是 90 度的方向導入。在進行蝕刻製程時，腔室控制裝置 300 係依據製程監測器所偵測得的訊號來設定流經氣體出口 140、142 之蝕刻氣體組成和流率。

以蝕刻氣體蝕刻矽晶圓上毯覆式的多晶矽層中圖案 85，其中蝕刻氣體包括 HBr 和 He-O<sub>2</sub>，且可選擇性包括 Cl<sub>2</sub>，或是 Cl<sub>2</sub>、O<sub>2</sub> 和 N<sub>2</sub>。進行主要的蝕刻步驟的壓力約為 4 mTorr；而最後階段之蝕刻步驟係在較高的壓力下進行，其壓力約為 30 mTorr。典型的天線源功率水平(antenna source power level)係維持在 200 至 800 瓦，電極偏壓功率水平(electrode bias power level)係維持在 40 至 400 瓦。在進行蝕刻之後，所蝕刻之圖案 85 的特性係由掃描式電子顯微鏡來判斷與鑑定。

圖 3 係繪示控制流經中心和周邊氣體出口 140、142 之氣體流率，以使基底之直徑上不同區域 140、142 的圖案具有均勻之蝕刻率。Y 軸為沿著基底直徑-從中心處到圓周所測量之圖案的蝕刻率。X 軸是從 300 mm 之基底的中心

處沿著直徑的距離，其中 0 mm 表示基底 102 之中心處，(-150 mm)表示第一個圓周處，(150 mm)表示與其相對的另一個圓周處。當所通入的蝕刻氣體流經周邊的氣體出口 142 時，位於基底 102 中心區域 144 之圖案 85 的蝕刻的速率向下凹且比位於基底 102 其兩個周邊區域 146 之圖案 85 的蝕刻的速率緩慢。當所通入的蝕刻氣體僅流經中心的氣體出口 140 時，位於基底 102 中心區域 144 之圖案 85 的蝕刻的速率大於位於基底 102 其兩個周邊區域 146 之圖案 85 的蝕刻的速率。當氣體流同時流經中心和周邊的氣體出口 140、142 時，位於基底 102 中心區域 144 和周邊區域 146 之圖案 85 的蝕刻速率的差異性較低，約為 1150 至 1275 埃/分鐘。此期望例顯示以具有中心和周邊氣體出口 140、142 的氣體配管 134 控制不同氣體流的閉控制迴路可減少蝕刻率的差異性，並且可以明顯的增進基底 102 之蝕刻率的均勻性。

圖 4 係繪示設定氣體配管 134 的流體分流器 132，將氣體流提供在(i)僅在周邊氣體出口 142 或(ii)僅在中心氣體出口 140，或是(iii)同時在全開(1:1)之中心和周邊氣體出口 140、142 或(iv)同時在半開 50%(0.5:0.5)之中心和周邊氣體出口 140、142 之情形。氣體流僅通過中心氣體出口 140 時，基底 102 之中心區域 144 的蝕刻率較高，其值高達 6200 埃/分鐘，而周邊區域 146 則具有較低的蝕刻率，其值約為 5800。氣體流僅通過周邊氣體出口 142 時，基底 102 之中心區域 144 的蝕刻率較低，其值約為 4500 至 5000

埃/分鐘，而周邊區域 146 則具有較高的蝕刻率，其值約為 6000 埃/分鐘。氣體流同時通過中心和周邊氣體出口 140、142 時，其蝕刻率在 5200 至 6000 埃/分鐘之間變化。蝕刻率可測量尺寸而得知，例如是測量圖案 85 的厚度或深度。

圖 5 係繪示另一尺寸之基底在一半徑區域之蝕刻圖案 85 之預定之傾斜角隨著流經周邊氣體出口 142 和中心氣體出口 140 之間之流率的增加的變化情形，其中半徑區域係指從基底 102 之中心區域 144 的區域至周邊區域 146。其中，0 表示僅有中心氣體流，而 1 表示僅有周邊氣體流。所蝕刻之圖案 85 的傾斜角，係模擬在半徑區域上線寬為 0.18 微米且彼此分離之圖案 85 進行蝕刻之後的結果。此圖顯示控制氣體流分佈對蝕刻圖案 85 之傾斜角有很大的影響，控制氣體流分佈的方法係控制流經中心和周邊之氣體出口 140、142 之蝕刻氣體的流率。當蝕刻氣體僅通過中心氣體出口 140 時，基底 102 之中心區域 144 上圖案 85 在蝕刻後的傾斜角大於 84 度；而基底 102 之周邊區域 146 之上的圖案 85 的傾斜角則接近所期望的 82 度。相反地，當所有的蝕刻氣體係流經周邊之氣體出口 142 時，圖案 85 之傾斜角較小，為 77 度至小於 80 度，且位在周邊區域 146 之圖案的傾斜角高於位在中心區域 144 者。將周邊氣體流率和中心氣體流率的比值設在約為 2:1 至 4:1，較佳的是約為 3:1 時，可獲得良好的傾斜角均勻度。因此，基底 102 中圖案密集區之圖案 85 在進行蝕刻之後可具有相似的圖案。

圖 6 係依據傾斜蝕刻模擬模型所繪示之預測之傾斜角均勻度和周邊氣體出口之氣體流率以及中心氣體流率之比值的關係圖。當流率比約為 75% 時，也就是流經周邊氣體出口和中心氣體出口 142、140 之蝕刻氣體的流率比為 3:1 時，具有理想的傾斜角範圍，約為 1，其表示孤立區和密集區之圖案(isolated and dense feature)的傾斜角相同，為最佳的傾斜角均勻度。流率比為 3:1 時，整個基底 102 上之蝕刻圖案之傾斜角的差異性最小。

圖 7 顯示以新製程和基線製程(baseline process)進行蝕刻，其基底 102 半徑上不同點之蝕刻圖案 85 所測量之傾斜角的比較圖。在此例中腔室 104 中的氣體配管 122 包括第一氣體出口 140 或稱為中心氣體出口 140 以及第二氣體出口 142 或稱為周邊氣體出口 142。中心氣體出口 140 可以將所導入的蝕刻氣體與基底 102 平面之法線夾 10 度角；而周邊氣體出口 142 可以將所導入的蝕刻氣體與基底 102 平面之法線夾 30 度角。氣體出口 140、142 係鑽入直徑寬為 10 英吋且由石英製成的氣體配管 134 之中。流率比為 3:1 之製程，其傾斜角可增加至 84 至 86 度；而基線製程所得到的傾斜角則為 82 度至 84 度。傾斜角之平均值增加，表示其比基線製程所得之傾斜角增加 1 至 5 度。傾斜角的範圍(range of taper angle)亦可窄到約為 2 至 2.5 度，特別是必須考慮到所增加之傾斜角的大小時，其應顯示出較高的變異性，而不是較低的變異性。所蝕刻之圖案 85 的平均深度增加到約為 2800 埃至 2900 埃， $1\sigma$  統計偏差減少為

44 至 69。此結果表示可以改進進行基線製程中基底 102 上不同區域 144、146 之圖案之較低的平均傾斜角以及較高的傾斜角變異範圍。

### 控制磁場以調整圖案尺寸

從基底 102 上不同區域 144、146 所測得的製程監測訊號亦可用來控制不同區域之圖案 85 之製程，其可將製程區 112 之不同區塊 136、138 的磁場強度設定成不同水平或是多重的強度水平。具有磁場產生器 170 時，腔室控制裝置 300 包括一磁場控制指令集 392，以控制腔室 104 中局部製程區塊 136、138 之磁場強度。例如，磁場強度控制指令集 392 可提供一指令給磁場產生器 170，以產生一磁場，其在製程區塊 136、138 之磁場強度為第一磁場強度和第二磁場強度，以使基底 102 之第一和第二區域 144、146 暴露在強度不同的磁場中。製程回授控制指令集 388 可評估製程監測指令集 384，並送出一指令給磁場控制指令集 392，以操作磁場產生器 170，依據所評估之訊號設並設並不同的磁場強度。可調變之磁場強度可用來控制基底 102 其不同區域 144、146 之電漿鞘之密度，並施加一旋轉或可變之磁場以激化電漿離子，或維持電漿並減少散佈的電漿進入到排出口 158 之中。磁場強度可獨立控制，以調整基底 102 其不同區域之磁場，使其具有特定之強度。然而，在一製程中，若是兩個磁場強度之間的差為一定值，磁場產生器 170 可採用製程處方，將腔室 104 中兩個不同區域設定成兩個定值之磁場強度。例如在基底 102 的中心區域 144 設

定成一第一定值之磁場強度；將基底 102 之周邊區域 146 設定成第二定值之磁場強度。

以不同的磁場強度來控制基底 102 之不同區域 144、146 所通過的電漿物種或其運動，可控制不同區域之製程特性。例如，為符合基底 102 之中心和周邊區域 144、146 上被蝕刻之圖案 85 之特性，可在基底 102 上徑向的第二周邊區域 146 上施加第一磁場強度；而在基底 102 之第一中心區域 144 施加第二磁場強度，其中第一磁場強度高於第二磁場強度，例如是至少約高出 20%，甚至 40%。調整施加在磁場產生器 170 之電流的頻率等等，可設定不同區域 144、146 之磁場強度，以在內部區域之外圍的外部區域 146 上提供較多的激化電漿離子。

一種位在腔室 104a 上之磁場產生器 170 的變化例，例如是一美國加州之美商應材的 MxP+ 或 eMax 型腔室，如圖 1F 和 1G 所示。磁場產生器 170 可在腔室 104a 之製程區 112 產生一可控制的磁場。磁場產生器可包括永久磁場或電磁，如 1989 年 6 月 27 日申請之美國專利第 4,842,683 號所述之實例，此專利之內容併入本案參考。在一實施例中，如圖 1F 所示，磁場產生器 170 包括一同心電磁對組件 202a-h，在其產生一個與基底 102 之平面平行的旋轉磁場時，可控制半徑空間之電漿的分佈密度。旋轉磁場具有一角度方向，且其大小隨著時間而改變，且是電磁 202a-h 所產生之磁場的向量和。電磁對 200a、200b 包括兩個電磁 200a、200b，其係同心共面，可產生一個具有中心磁場強



度和周邊之磁場強度的磁場。同心電磁 202a-h 係設置在腔室 104a 附近，且係以電磁電源 204 供應電源，其係分別供應電源給電磁 202a-h，並且可藉由腔室控制裝置 300 來調整施加在電磁 202a-h 上的電流，以分別獨立控制中心和周邊之磁場強度。電磁電源 204 亦可將能量供給電磁對，以產生旋轉且多方向的磁場。

電磁 200a-h 的位置，係設置在可以在腔室 104a 之不同蝕刻區塊 136、138 中產生第一和第二磁場強度向量  $B_B$ 、 $B_C$  的位置上。磁場強度向量  $B_B$ 、 $B_C$  具有彼此垂直的兩個磁向量  $B_x$ 、 $B_y$ ，其與基底之承載表面 116 係大致平行，如美國專利第 5,215,619 號所揭露者，其內容併入本案參考。電磁電源 204 具有數個習知的電磁電源系統 202a-h，以依據腔室控制裝置 300 所提供之指令來控制施加在電磁 200a-h 之電流的大小和方向。相關的電流決定了線圈所產生之磁場的方向和大小。或者，腔室控制裝置 300 可以控制被定位在電樞中的鐵電材料的一組永久磁鐵的振盪運動，此電樞可以圓形/橢圓形形式被轉動，或者在線性的方向震盪。電磁場產生器 170 產生的互相垂直的磁場向量  $B_y$  與  $B_x$ ，可由函數  $B_x = B \cos \theta$ ， $B_y = B \sin \theta$  來定義。給定磁場  $B$  的值以及他的角度方向  $\theta$ ，便可以從此方程式解出相關聯的磁場向量  $B_y$  與  $B_x$ ，以在每一個蝕刻區塊 136、138 提供所需要的場強度與方向。

而且，旋轉磁場的角度方向和大小，可以藉由電磁 200a-h 或是磁鐵的旋轉裝置的改變而快速或慢速地改變。

腔室控制裝置 300 可隨著時間改變，使其磁場在各個角度的方向上、角度漸增函數的方向上、磁場強度上。因此，可以以所選擇方向和時間的增量來將磁場環繞在基底 102 周圍。如有需要，若是製製程的條件或是腔室的構造需要定值的磁場強度，磁場  $B_B$  的大小可予以改變。較佳的是，磁場係以 2 至 5 秒/轉之緩慢速率旋轉，其可藉由依序改變電磁 200a-h 之電流或是旋轉永久磁場來使其旋轉。這種以緩慢的速度將多階段之磁場施加在基底 102 的不同區域 144、146 上可增加整個基底 102 的均勻度，而不是僅增加單一方向之基底 102 的均勻度。基底上旋轉的磁場可增加基底 102 之帶電電漿物種的循環和激化的程度。

圖 9 係繪示在一蝕刻製程磁場產器所施加之磁場強度和基底 102 之中心區域 144 與周邊區域 146 之蝕刻率的關係圖。曲線 197(方形線)表示周邊區域 146 在不同的磁場強度下的蝕刻率；曲線(菱形線)表示中心區域 144 之蝕刻率。在未施加磁場時，位於中心之圖案的蝕刻率係高於基底 102 周邊處之蝕刻率。然而，隨著磁場強度的增加，在約為 10 高斯時，周邊的蝕刻率將會高於中心的蝕刻率。在約為 27 高斯時，中心蝕刻率具有一局部最大值，在約為 42 高斯時，周邊蝕刻率具有一局部最大值，且在中心蝕刻率和周邊蝕刻率之間具有一局部最大的不均勻。當兩條曲線交叉在磁場強度為 10 高斯時，具有較佳的蝕刻均勻度。此圖顯示圖案 85 可以藉由磁場產生器 170 所產生之可控制的磁場來加以控制。

或者，請參照圖 1G，在控制電漿在半徑空間之密度分佈時，電磁 200i、200j 可以設置在可以使得所產生之磁場大致與基底 102 之平面垂直的位置上。典型的磁場產生器 170，可在基底 102 周邊或周邊之外產生高強度的磁場。如圖 1G 所示，當離子 201 試圖以徑向向外之速度離開限制的區域時，增加磁場將產生一個  $E \times B$  力，而使離子繞行再拉回到限制的區域。磁場產生器 170 可包括一個或多個電磁 200i、200j，其大致呈徑向對稱，係設置在製程腔室 104 上。例如，電磁可以徑向同心設置在相同或不同的平面上。磁場產生電源供應裝置 202i、202j 可由腔室控制裝置 300 來獨立控制。這些電流可控制成各種的大小或方向，以產生一磁場，使電漿在徑向空間的密度分佈具有所期望的形狀。

腔室控制裝置 300，可依據一密閉回授電路之製程監測器 180 之資料來調整電源供應裝置 202i、202j，以產生一個具有所需向量之磁場圖形的磁場。例如，腔室控制裝置 300 可在一開始時產生一個預定的磁場，其係用來產生一可靠的電漿密度分佈。製程監測器 180 將回授資料傳給腔室控制裝置 300，以以半徑函數顯示製程之屬性。製程監測器 180 可以以半徑函數顯示整個基底的製程屬性，腔室控制裝置 300 可以藉由維持靜止狀態之磁場來回應。或者，製程監測器 180 可顯示出製程屬性係偏離了預先選擇的所需圖案，並且腔室控制裝置 300 可調整電源供應裝置 202i、202j，以修正偏離的情形。

腔室控制裝置300可由需要的狀態來過度調整將來的磁場，以補償過去的偏差，進而在經過一段所需要的時間後得到整合屬性之圖形。例如，在蝕刻基底102時，期望可以在蝕刻製程結束時得到預期的半徑淨蝕刻分佈(radial net etch distribution)。若是製程有暫時偏離所期望之分佈時，腔室控制裝置300會立刻調整磁場進行即時補償，以暫時產生一個與所期望之分佈相反的結果。例如，有一段時間發生偏離，則可在腔室控制裝置300將磁場控制回所需的靜止狀態之前，在同樣的一段時間裡使其產生相反的偏離來進行修正，或者，較佳的可以在更短的時間內使其產生明顯的相反的偏離以進行修正。

請參照圖1G，在一實施例中，磁場產生裝置170包括兩個同心電磁200i、200j。依照施加在這一些電磁200i、200j之電流的大小和方向，磁場強度將垂直於基底102之表面。圖8A-8C係繪示三種磁場強度之曲線實例，其磁場強度為基底之半徑的函數。圖8A係繪示一種電流僅通過外電磁200i，而沒有通過內電磁200j之磁場強度。製程氣體通常係存在於曲線的“谷底”處，其二次微分為正值。例如，在此實施例中，電漿係存在於基底102之中心區域136上方的碟形區中。圖8B係繪示一種電流以同方向同時通過外電磁200i和內電磁200j之磁場強度。此例中，電漿係存在於基底102之周邊區域138上方的窄圓環中以及基底102之中心區域136的碟形區中。圖8C係繪示電流以反方向同時通過外電磁200i和內電磁200j之磁場強度。在此例中，電漿

係存在於基底102之周邊區域138上方的寬圓環中。因此，電漿的徑向密度分佈可藉由磁場強度(其為半徑之函數)的控制來加以控制。

請參照圖1B，腔室控制裝置300可調整氣體配管134和磁場產生裝置170，以產生一所需之電漿徑向分佈和溢流圖形(overall flow pattern)。例如腔室控制裝置300可包括一查詢表394，繪示於圖2B，其係依據所設定之氣體流率以及電磁電流來表示，以有效塑造電漿流和電漿分佈。查詢表394也可依照現場的電漿狀態來表示，以達成電漿所需之磁場狀態。在一實例中，可能需要立刻改變電漿流，使其由一現有之磁場狀態改變成所需的磁場狀態，但是，亦可能需要控制排出節流閥(exhaust throttle valve)163和氣體配管134以達成所需之磁場狀態，腔室控制裝置300亦可以快速改變在製程區112的磁場，以重新調整電漿分佈，更快速達到所需的磁場狀態，並且減少製程氣體的消耗。

#### **控制氣體增能電源之水平以調整圖案之尺寸**

腔室控制裝置300亦可包括一可程式化編碼，其包括一氣體增能器控制指令集380，以控制腔室104之局部製程區中的感應磁場。例如，氣體增能器控制指令集380可提供指令給天線174的不同線圈179a、179b，以產生一感應磁場，此感應磁場在基底102之第一區域144和第二區域146上方分別具有一可控制之第一強度和第二強度。製程回授控制指令集388會評估由製程監測指令集384所發出之訊號，並送出一指令給氣體增能器控制指令集380，以分別

操作天線174之線圈179a、179b，並依據訊號設定不同的磁場強度。各感應之磁場強度可獨立控制，使得基底之該區可以調整到所需之特定強度值。此外，氣體增能器控制指令集380亦可採用一製程處方，使天線174調整到一訊號電源水平，以在基底102上產生所需的感應磁場強度，使基底102之圖案85的蝕刻較均勻或一致。

以下實例顯示在圖1C所示之DPS型腔室中，在天線174之線圈179a、179b所施加之電流的電源水平之結果。圖10係繪示在天線上施加不同水平之電源時，基底102之中心區域144到周邊區域146之圖案蝕刻率的改變情形。當電源為800瓦時，圖案的蝕刻率為4500-6000埃/分鐘；當電源變小到550瓦時，圖案的蝕刻率則變小為5000-5500埃/分鐘。圖案蝕刻率的變異由 $\Delta 1500$ 減少到 $\Delta 500$ 埃/分鐘，其結果表示蝕刻率的變異減少三倍。因此，在基底102之中心區域136和周邊區域138設定特定的或是不同的電源水平，可增進整個基底102上之圖案85的蝕刻均勻度。

### 控制基底區域之溫度以調整圖案之製程

一種變化是，以腔室控制裝置操作腔室，以使基底其不同的區域維持不同的溫度。例如，腔室可具有輻射加熱元件(未繪示)，例如是遠紅外線燈源或電阻線，其可設置在同心圓中或是基底支座114的正上方或正下方。各組同心燈源或電阻線之線圈可單獨供電，以控制其溫度。因此，腔室控制裝置可在各製程區塊中產生不同的溫度。例如，在同心的製程區中可以產生環狀的溫度範圍以控制暴

露在不同區之圖案85的製程速率。

一種變化是，支座114具有多個溫度控制區。例如支座14可具有兩個同心區，其可接收並維持基底102背部之徑向內部區域和外部區域的熱傳送氣體。例如，如圖1H和1I所示，基座的114的承載表面116可至少包括一氣體輸入口115和一氣體排出口117，其中氣體輸入口115可將熱輸送到基底102下方；氣體排出口117可將氣體排出或再利用。一種變化如圖1H和1I所示，其氣體排出口117係位於之座114的中心處；氣體輸入口115其包括多個輸入口115，係與氣體排出口117同心。氣體輸入口115可將所熱傳送氣體通入基底102的背部和支座114的承載表面116之間的空間之中。氣體輸入口115所供應的熱傳送氣體例如是非反應性氣體如氦氣和氮氣。氣體輸入115中所通入的熱傳送氣體流經承載表面116，在經由最小的流動阻力之路徑流到氣體排出口117。

熱傳送氣體所經過的路徑的流體力學流阻(hydrodynamic flow resistance)，決定了路徑末端之各區125a、125b之熱傳送氣體之壓力的差異性。氣體輸入口115和氣體排出口117之間的流動阻力可由一非密封的突起物119來加以控制。突起物119係環繞並且至少是部份環繞在氣體輸入口115(未繪示)或是氣體排出口117(如所示)之周圍，以作為氣體阻障(gas barrier)，藉以阻擋或減少氣體輸入口115和氣體排出口117之間氣體的流動。非密封突起物119不會與下層基底102形成一不透水或不透氣的密封結

構。非密封的突起物119的形狀係選自於可以使得流體所通過之承載表面116之區域具有所需之流動阻力者。

流體所通過之承載表面116之區域的流動阻力增加，將導致該區域125b的氣體壓力增加，並減少區域125a的氣體壓力。氣體壓力較大，基底102的熱傳送速率較高；氣體壓力較小，則熱傳送速率較低。支座114亦可包括一密封的突起物123，其係在環繞在基底102之周邊區下方之支座114的周邊，其和基底102接觸，並且與基底102形成一大體上不透氣之密封物，以減少熱傳送氣體在送入腔室104時漏氣的現象。或者，亦可監測這兩個區域之基底背部的溫度，並且可以恆溫裝置(未繪示)來調整熱傳送氣體之流率，以使基底背部達成所需之溫度分布。

雖然本發明以較佳的變化詳細說明如上，然而，亦可能還有其他的變化。例如，本發明之裝置可用於其他的腔室中或其他的製程中，例如是在基底102上形成圖案85之沉積製程。因此，本發明之申請專利範圍不限定於上述較佳變化之內容。

雖然本發明已以較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

#### 【圖式簡單說明】

圖 1A 係繪示基底製程裝置之部份上視圖，其繪示一具有加載互鎖真空室之基座、製程腔室和測量室。



圖 1B 係繪示具有監測裝置和製程控制裝置之製程腔室之側視圖。

圖 1C 係繪示具有一氣體增能器之製程腔室之側視圖，其包括一天線且在頂面具有一局部的中心製程監測器。

圖 1D 係繪示具有一將進行製程之基底之製程腔室之部分側視圖，其中基底的不同區域上具有相似圖案。

圖 1E 係繪示圖 1C 所示之氣體配管之下視圖，其顯示同心的中心氣體出口和周邊氣體出口。

圖 1F 係繪示圖 1B 之製程腔室之磁場產生器的示意圖。

圖 1G 係繪示適用於圖 1B 之另一實施例之磁場產生器的示意圖。

圖 1H 係繪示具有兩個熱傳送氣體壓力區之基底支座的示意圖。

圖 1I 係繪示圖 1H 之基底支座之上視圖。

圖 2A 係繪示一種用以操作圖 1A-1D 之製程腔室之腔室控制裝置的示意圖。

圖 2B 係繪示圖 2A 之腔室控制裝置之電腦可讀取程式之階層式(hierarchical)控制結構之方塊圖。

圖 3 係繪示調整製程氣體流僅通過中心氣體出口、周邊氣體出口或同時通過中心和周邊之氣體出口，以控制基底之不同區域上之圖案之蝕刻率的圖形。

圖 4 係繪示蝕刻氣體僅提供在周邊氣體出口或在中心氣體出口或是同時提供在不同開口大小之氣流閥之中心氣

體出口和周邊氣體出口，其相對應之蝕刻均勻度的圖形。

圖 5 係繪示調整中心和周邊之氣體出口之開口大小(0 表示僅有中心氣體出口打開，而 1 表示周邊氣體出口全開)，以控制基底上之蝕刻圖案之傾斜角改變之圖形。

圖 6 係繪示各種通過周邊氣體出口和中心氣體出口之蝕刻氣體之流率，其對孤立圖案和密集圖案之傾斜角均勻度的關係圖。

圖 7 顯示以不同蝕刻氣體組成進行蝕刻，其基底之中心至圓周周緣之圖案的傾斜角。

圖 8A-8C 係繪示圖 1G 之磁場產生裝置所產生之磁場強度的圖形，其磁場強度為基底之半徑的函數。

圖 9 係繪示基底之中心區域和周邊區域之蝕刻率和各種磁場強度的關係圖。

圖 10 係繪示在天線上施加不同水平之電源時，基底之中心區域到周邊區域之圖案之蝕刻率的圖形。

圖 11 係繪示一種用以測量基底上進行製程之圖案之尺寸的測量工具的示意圖。

#### 【主要元件符號說明】

85：圖案

100：裝置

102：基底

104a、104b、104c：腔室的編號

103a、103b：加載互鎖真空室(load lock chamber)

105：測量室

- 106：頂面
- 108：側壁
- 110：底面
- 112：製程區
- 113a、113b：窗口
- 114：支座
- 115：氣體入口
- 116：承載表面
- 117：氣體出口
- 118：介電質
- 119：非密封突起物
- 120：電極
- 121：氣體供應器
- 122：氣體配管
- 123：突起物
- 125a、125b：區
- 124a-c：氣體供應管
- 126a-c：導管
- 128a-c：氣體流動控制閥
- 130：混合支管
- 132：流體分流器
- 134：氣體配管
- 136、138：製程區塊
- 140、142：氣體出口

- 144、146：區域
- 148、150：流動方向
- 156：排氣裝置
- 158：排出口
- 162：排氣管
- 163：節流閥
- 164：抽氣泵
- 165：氣體增能器
- 166：電極電源供應器
- 167：直流電壓供應器
- 168：射頻匹配網路
- 169：射頻電源供應器
- 170：磁場產生器
- 174：天線
- 175：天線電源供應器
- 177：射頻匹配網路
- 179a、179b：線圈
- 180：製程監測器
- 181a、181b：干涉儀
- 182a、182b：偵測器
- 184a、184b：光源
- 186a、186b、188a、188b：光束
- 190a、190b：聚焦透鏡
- 192a、192b：光束定位器

- 194a、194b：帶通濾波器
- 196a、196b：光偏振器
- 201：離子
- 200a-j：電磁
- 202a-j：磁場產生電源供應裝置
- 204：電磁電源
- 300：腔室控制裝置
- 304：硬體介面
- 308：電腦
- 312：CPU
- 316：電腦可用媒體
- 320：可抽取之儲存裝置
- 324：非抽取式儲存裝置
- 328：動態隨機存取記憶裝體
- 332：顯示器
- 336：資料輸入元件
- 348：電腦可讀取程式
- 352：製程選擇指示集
- 356：製程序列指令集
- 360：腔體管理指令集
- 364：基底定位指令集
- 368：氣流控制指令集
- 369：控制閥指令集
- 370：流體分流器指令集

- 372：氣體壓力控制指令集
- 376：溫度控制指令集
- 380：氣體增能器控制指令集
- 384：製程監測指令集
- 385：偵測器指令集
- 387：偵測參數指令集
- 388：製程回授控制指令集
- 392：磁場控制指令集
- 394：查詢表
- 400：量測工具
- 415：光束
- 420：反射鏡
- 425：反射光束
- 430：光偵測器
- 435a-c：光學元件
- 440：測量控制系統
- 445：圖像處理器(image processor)

## 五、中文發明摘要：

一種基底製程裝置，其包括一製程腔室，此製程腔室具有一基底支座、一氣體配管、一氣體增能器、一氣體排出口。此裝置亦具有一製程監測器，係用以監測基底之第一區域上之圖案，並產生一第一訊號，並用以監測基底之第二區域上之圖案，並產生一第二訊號。此裝置更包括一腔室控制裝置，係用以接收並評估該第一訊號與該第二訊號，並依據該第一訊號和該第二訊號操作腔室。例如，腔室控制裝置可依據該些訊號值選擇一製程處方(process recipe)。腔室控制裝置亦可設定一製程參數，其係將製程腔室之第一製程區塊設定在第一水平，而將製程腔室之第二製程區塊設定在第二水平。此裝置可提供一密閉控制迴路以分別監測、控制基底不同區域上之圖案所進行之製程。

## 六、英文發明摘要：

A substrate processing apparatus has a chamber having a substrate support, gas distributor, gas energizer, and gas exhaust port, A process monitor is provided to monitor features in a first region of the substrate and generate a corresponding first signal, and to monitor features in a second region of the substrate and generate a second signal. A chamber controller receives and evaluates the first and second signals, and operates the chamber in relation to the signals. For example, the chamber controller can select a

process recipe depending upon the signal values. The chamber controller can also set a process parameter at a first level in a first processing sector and at a second level in a second processing sector. The apparatus provides a closed control loop to independently monitor and control processing of features at different regions of the substrate.



## 十、申請專利範圍：

1. 一種基底製程裝置，包括：

(a) 一製程腔室，包括：

(i) 一基底支座，用以承載一基底，該基底具有一第一區域和一第二區域；

(ii) 一氣體配管，用以將一氣體導入該製程腔室中；

(iii) 一氣體增能器，以使該氣體增能，以在該基底上形成多數個圖案；以及

(iv) 一氣體排出口，用以排出該氣體；

(b) 一製程監測器，用以：

(i) 監測該基底之該第一區域上所形成之一間隔開之圖形的尺寸並監測分離開的多數個圖案，並產生一第一訊號；以及

(ii) 監測該基底之該第二區域上所形成之一間隔開之圖形的尺寸並監測分離開的多數個圖案，並產生一第二訊號；以及

(c) 一腔室控制裝置，用以接收該第一訊號與該第二訊號，並操作該基底支座、該氣體配管、該氣體增能器或該氣體排出口，以設定多數個製程參數，其中該些製程參數包括一個或多個氣體流率、氣體壓力、氣體增能電源之水平以及基底溫度，以對該些第一區域與第二區域之圖案進行製程，補償形成在該些第一和第二區域上之圖案其尺寸上的差異。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之基底製程裝置，其中該腔室控制裝置包括程式化編碼，以選擇並設定多數個製程參數，以一第一製程速率處理該第一區域之該些圖案，並同時以一第二製程速率處理該第二區域之該些圖案，以在製程結束時，該第一區域之該些圖案的尺寸與該第二區域之該些圖案的尺寸大致相同。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之基底製程裝置，其中該製程腔室包括：

一第一製程區塊，位於該基底之該第一區域上方；

以及

一第二製程區塊，位於該基底之該第二區域上方；

且

其中該製程控制裝置包括一可程式化編碼，以選擇並設定一製程參數，其係在該第一製程區塊上設定在一可控制的第一水平，並在該第二製程區塊上設定在一可控制的第二水平。

4. 一種如申請專利範圍第 1 項所述之基底製程裝置，其中該腔室控制裝置包括一可程式化編碼，用以：

(1) 將該製程參數設定在該可控制的第一水平，其係與該第一訊號的大小成比例，並將該製程參數設定在該可控制的第二水平，其係與該第二訊號的大小成比例；

(2) 操作該氣體配管，以設定一氣體流率，其係在該第一製程區塊上設定在一第一流率，並在該第二製程區塊上設定在一第二流率；

(3) 操作該氣體增能器，以設定一氣體增能電源水平，其係在該第一城區塊設定一第一電源水平，並再該第二製程區塊上設定一第二電源水平；或

(4) 操作位在該製程腔室上方之一磁場產生器，以設定一可控制之磁場強度，其係在該第一製程區塊設定一第一磁場強度，並在該第二製程區塊設定一第二磁場強度。

5. 一種如申請專利範圍第 1 項所述之基底製程裝置，其中該腔室控制裝置係依據該第一訊號和該第二訊號，以由該製程控制裝置之一記憶體中所儲存之一查詢表中選擇一製程處方，該查詢表包括多數個製程處方，所選擇之製程處方係與該第一訊號和該第二訊號對有關或是與該第一訊號和該第二訊號對之數學運算有關。

6. 一種如申請專利範圍第 1 項所述之基底製程裝置，其中該腔室控制裝置係包括一可程式化編碼，以改變該製程腔室之該製程參數，使其從處理一初始基底之初始製程參數改變為處理一批次基底之批次製程參數，其中該批次基底與該初始基底具有相似之特性。

7. 一種如申請專利範圍第 1 項所述之基底製程裝置，其中形成在該基底之該些圖案包括一主方向，其中該製程監測器包括：

一第一干涉儀，用以偵測該基底之該第一區域所形成之該些圖案的反射光，以產生該第一訊號；以及

一第二干涉儀，用以偵測該基底之該第二區域所形成之該些圖案的反射光，以產生該第二訊號。

8. 一種基底之製程方法，包括：

(a) 將一基底置於一製程腔室之一製程區(process zone)中，該基底具有一第一區域和第二區域；

(b) 在該製程區中通入一製程氣體；

(c) 將該製程氣體增能，以在該基底上形成一間隔開之圖形(pattern)與分離開的圖案(feature)；

(d) 排出該製程氣體；

(e) 監測該基底之該第一區域上所形成之一間隔開之圖形的尺寸並監測分離開的多數個圖案，並產生一第一訊號；以及

(f) 監測該基底之該第二區域上所形成之一間隔開之圖形的尺寸，並監測分離開的多數個圖案，並產生一第二訊號；以及

(g) 評估該第一和第二訊號，並設定該製程區之多數個製程參數，以處理該第一區域和該第二區域之該些圖案，補償該些圖案之尺寸的差異性，其中該製程參數包括一個或多個氣體流率、氣體壓力、氣體增能電源之水平以及基底溫度。

9. 如申請專利範圍第 8 項所述之基底之製程方法，包括設定在該製程區塊之該製程參數，以以一第一製程速率處理該第一區域之該些圖案，並同時以一第二製程速率處理該第二區域之該些圖案，以在製程結束時，該第一區域之該些圖案的尺寸與該第二區域之該些圖案的尺寸大致相同。

10. 如申請專利範圍第 8 項所述之基底之製程方法，其中該製程區包括：

- 一 第一製程區塊，位於該基底之該第一區域上方；
  - 以及
  - 一 第二製程區塊，位於該基底之該第二區域上方；
- 且

該方法包括設定一製程參數，其係在該第一製程區塊上設定一可控制的第一水平，並在該第二製程區塊上設定一可控制的第二水平。

11. 如申請專利範圍第 8 項所述之基底之製程方法，至少包括下列其中之一：

(1) 將該製程參數設定在該可控制的第一水平，其係與該第一訊號的大小成比例，並將該製程參數設定在該可控制的第二水平，其係與該第二訊號的大小成比例；

(2) 設定一氣體流率，其係在該第一製程區塊上設定一第一流率，並在該第二製程區塊上設定一第二流率；

(3) 設定一氣體增能電源水平，其係在該第一製程區塊設定一第一電源水平，並在該第二製程區塊上設定一第二電源水平；或

(4) 設定一可控制之磁場強度，其係在該第一製程區塊上設定一第一磁場強度，並在該第二製程區塊上設定一第二場強度。

12. 如申請專利範圍第 8 項所述之基底之製程方法，包括改變該製程腔室之製程參數，使其從處理一初始基底

之初始製程參數改變為處理一批次基底之批次製程參數，其中該批次基底與該初始基底具有相似之特性。

13. 如申請專利範圍第 8 項所述之基底之製程方法，包括：

偵測該基底之該第一區域之反射光，以產生該第一訊號；以及

偵測該基底之該第二區域的反射光，以產生該第二訊號。

14. 一種蝕刻基底之裝置，包括：

(a) 一蝕刻腔室，包括：

(i) 一基底支座，用以承載一基底，該基底具有一中心區域和一周邊區域，其中該中心區域係暴露於該蝕刻腔室之一第一製程區塊中，該周邊區域係暴露於該蝕刻腔室之一第二製程區塊中；

(ii) 一氣體配管，用以將一氣體導入該製程腔室中；

(iii) 一氣體增能器，以使該氣體增能，以蝕刻該基底上之多數個圖案；以及

(iv) 一氣體排出口，用以排出該氣體；

(b) 一第一光監測裝置，用以監測該基底之該中心區域上所形成之多數個被蝕刻之圖案，並產生一個與所測量之該圖案之尺寸成比例的第一訊號；以及

(c) 一第二光監測裝置，用以監測該基底之該周邊區域上所形成之多數個被蝕刻之圖案，並產生一個與所測量

之該圖案之尺寸成比例的第二訊號；以及

(d) 一腔室控制裝置，用以接收並評估該第一訊號與該第二訊號，並操作該蝕刻腔室，以：

(i) 將該第一製程區塊上之一製程參數設定在一可控制的第一水平，該第一水平係依照該第一訊號來選擇；以及

(ii) 將該第二製程區塊上之該製程參數設定在一可控制的第二水平，該第二水平係依照該第二訊號來選擇，

藉以分別監測和控制該基底之該中心區域和該周邊區域上之該些被蝕刻之圖案的尺寸。

15. 一種蝕刻基底之方法，包括：

(a) 將一基底置於一製程腔室之一製程區中，該基底具有一中心區域和一周邊區域，其中該中心區域係暴露於該製程腔室之一第一製程區塊中，該周邊區域係暴露於該製程腔室之一第二製程區塊中；

(b) 在該製程區中通入一蝕刻氣體；

(c) 使該蝕刻氣體增能，以蝕刻該基底上之多數個圖案；

(d) 排出該蝕刻氣體；

(e) 監測該基底之該中心區域上所形成之多數個被蝕刻之圖案的反射光，並產生一個與該圖案之關鍵尺寸成比例的第一訊號；

(f) 監測該基底之該周邊區域上所形成之多數個被蝕刻之圖案的反射光，並產生一個與該圖案之關鍵尺寸成

比例的第二訊號；以及

(d) 評估該第一訊號與該第二訊號，並操作該製程腔室，以：

(i) 將該第一製程區塊上之一製程參數設定在一可控制的第一水平，該第一水平係依照該第一訊號來選擇；以及

(ii) 將該第二製程區塊上之該製程參數設定在一可控制的第二水平，該第二水平係依照該第二訊號來選擇，藉以分別監測和控制該基底之該中心區域和該周邊區域上之該些圖案的關鍵尺寸。

16. 一種蝕刻基底之裝置，包括：

(a) 一腔室，包括：

(i) 一基底支座，用以承載一基底，該基底具有一第一區域和一第二區域；

(ii) 一氣體配管，用以將一蝕刻氣體導入該腔室中；

(iii) 一氣體增能器，使該蝕刻氣體增能，以蝕刻該基底上之多數個圖案；以及

(iv) 一氣體排出口，用以排出該蝕刻氣體；

(b) 一第一光監測裝置，用以監測該基底之該中心區域上所形成之多數個被蝕刻之圖案，並產生一個與所測量之該圖案之尺寸成比例的一第一訊號；

(c) 一第二光監測裝置，用以監測該基底之該周邊區域上所形成之多數個被蝕刻之圖案，並產生一個與所測量



之該圖案之尺寸成比例的一第二訊號；以及

(d) 一腔室控制裝置，用以：

(i) 評估該第一訊號與該第二訊號，並依據該第一訊號和該第二訊號選擇一蝕刻製程處方；

(ii) 依據該蝕刻製程處方操作該腔室，

藉以分別監測和控制該第一區域和該第二區域上之被蝕刻之圖案。

17. 如申請專利範圍第 16 項所述之蝕刻基底之裝置，其中該腔室控制裝置適於選擇一製程處方，該製程處方包括：

一第一水平之一製程參數，其係適用於該基底之第一區域上方之一第一製程區塊上；以及

一第二水平之該製程參數，其係適用於該基底之第二區域上方之一第二製程區塊上。

18. 如申請專利範圍第 16 項所述之蝕刻基底之裝置，其中該腔室控制裝置包括一記憶體，該記憶體有一查詢表，該查詢表包括多數個製程處方，各製程處方係與該第一訊號和該第二訊號對有關或是與該第一訊號和該第二訊號對之數學運算有關。

19. 一種蝕刻基底之方法，包括：

(a) 將一基底置於一腔室之一製程區中，該基底具有一第一區域與一第二區域；

(b) 在該製程區中通入一蝕刻氣體；

(c) 使該蝕刻氣體增能，以蝕刻該基底上之多數個

圖案；

(d) 排出該蝕刻氣體；

(e) 監測該基底之該第一區域之多數個圖案，並產生一第一訊號；

(f) 監測該基底之該第二區域上之多數個圖案，並產生一第二訊號；

(g) 評估該第一訊號與該第二訊號，並依據該第一訊號和該第二訊號來選擇一蝕刻製程處方；以及

(h) 依據該蝕刻製程處方設定該腔室之多數個製程參數，

藉以分別監測和控制該第一區域和該第二區域上之該些圖案之蝕刻。

20. 如申請專利範圍第 19 項所述之蝕刻基底之方法，其中所選擇之製程處方包括：

(i) 一第一水平之一製程參數，其係適用於該基底之第一區域上方之一第一製程區塊上；以及

(ii) 一第二水平之該製程參數，其係適用於該基底之第二區域上方之一第二製程區塊上。

21. 如申請專利範圍第 19 項所述之蝕刻基底之方法，其中該製程處方係選自一查詢表，該查詢表包括多數個製程處方，各製程處方係與該第一訊號和該第二訊號對有關或是與該第一訊號和該第二訊號對之數學運算有關。

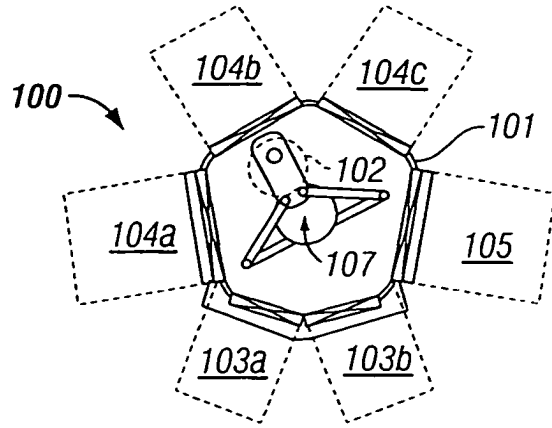


圖 1A

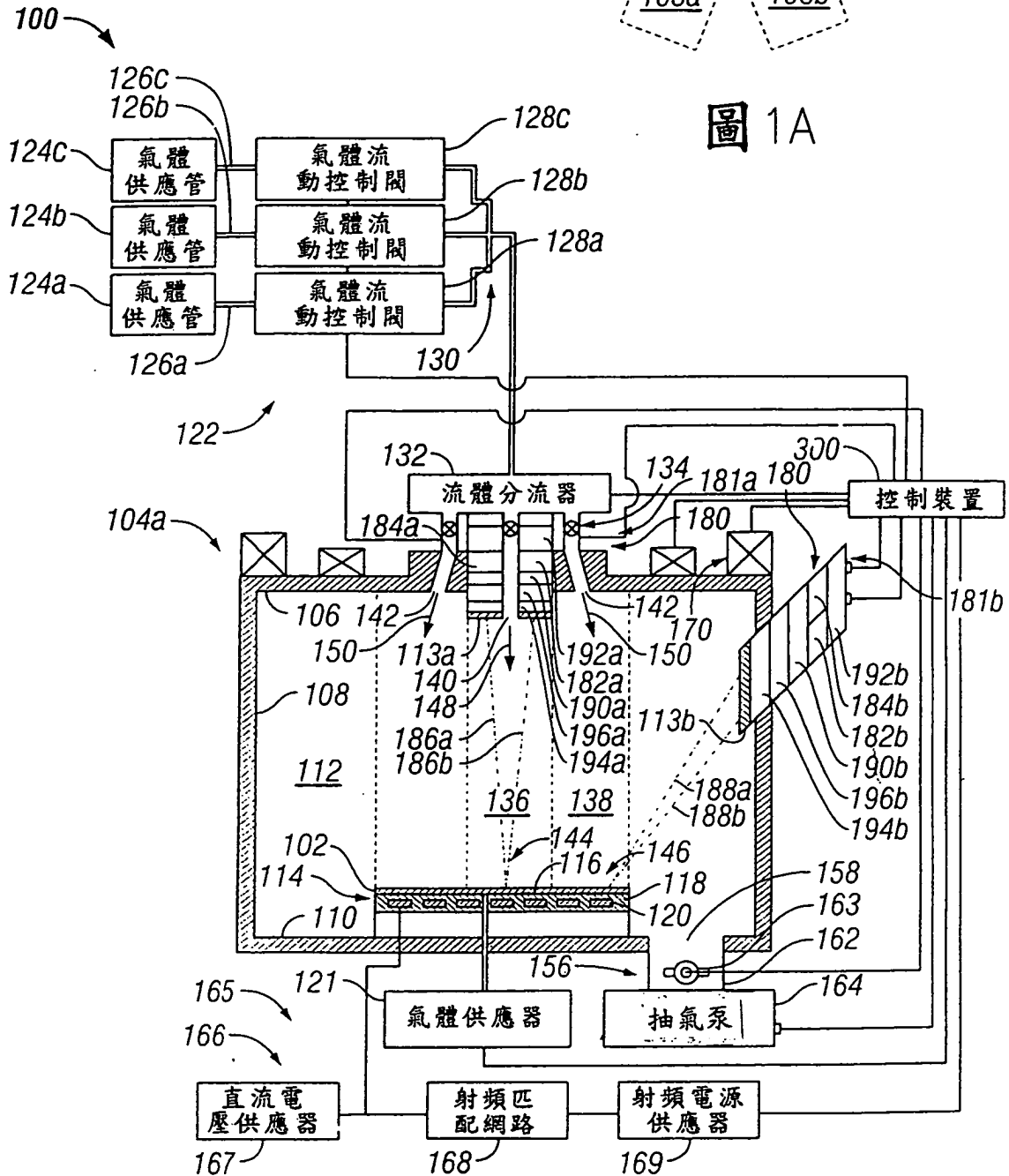


圖 1B

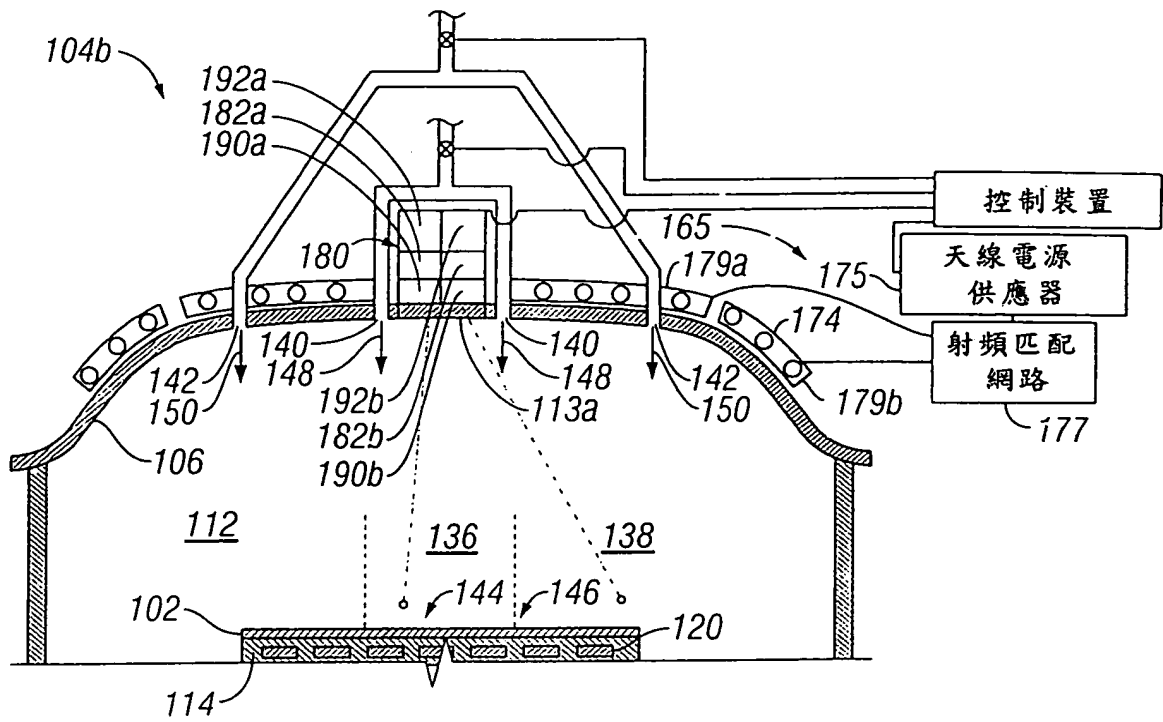


圖 1C

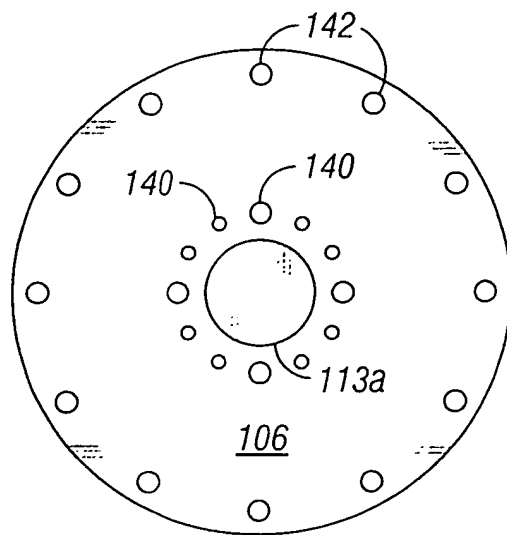


圖 1E

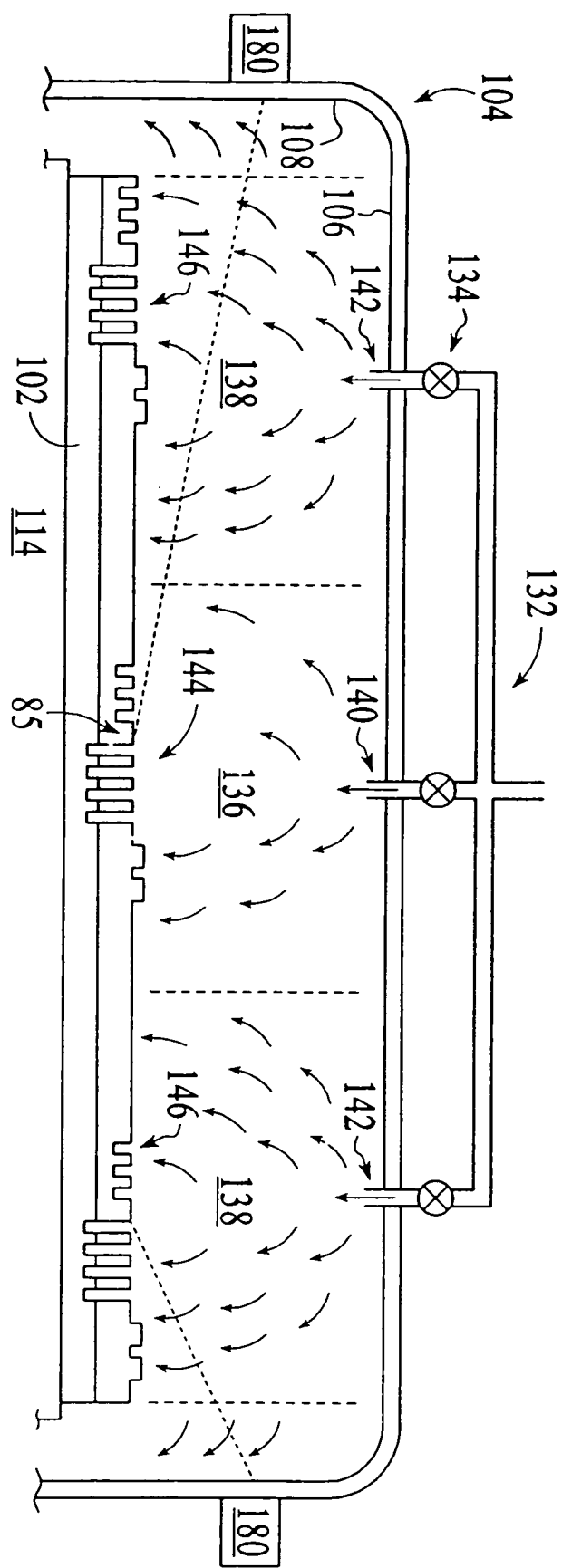


圖 1D

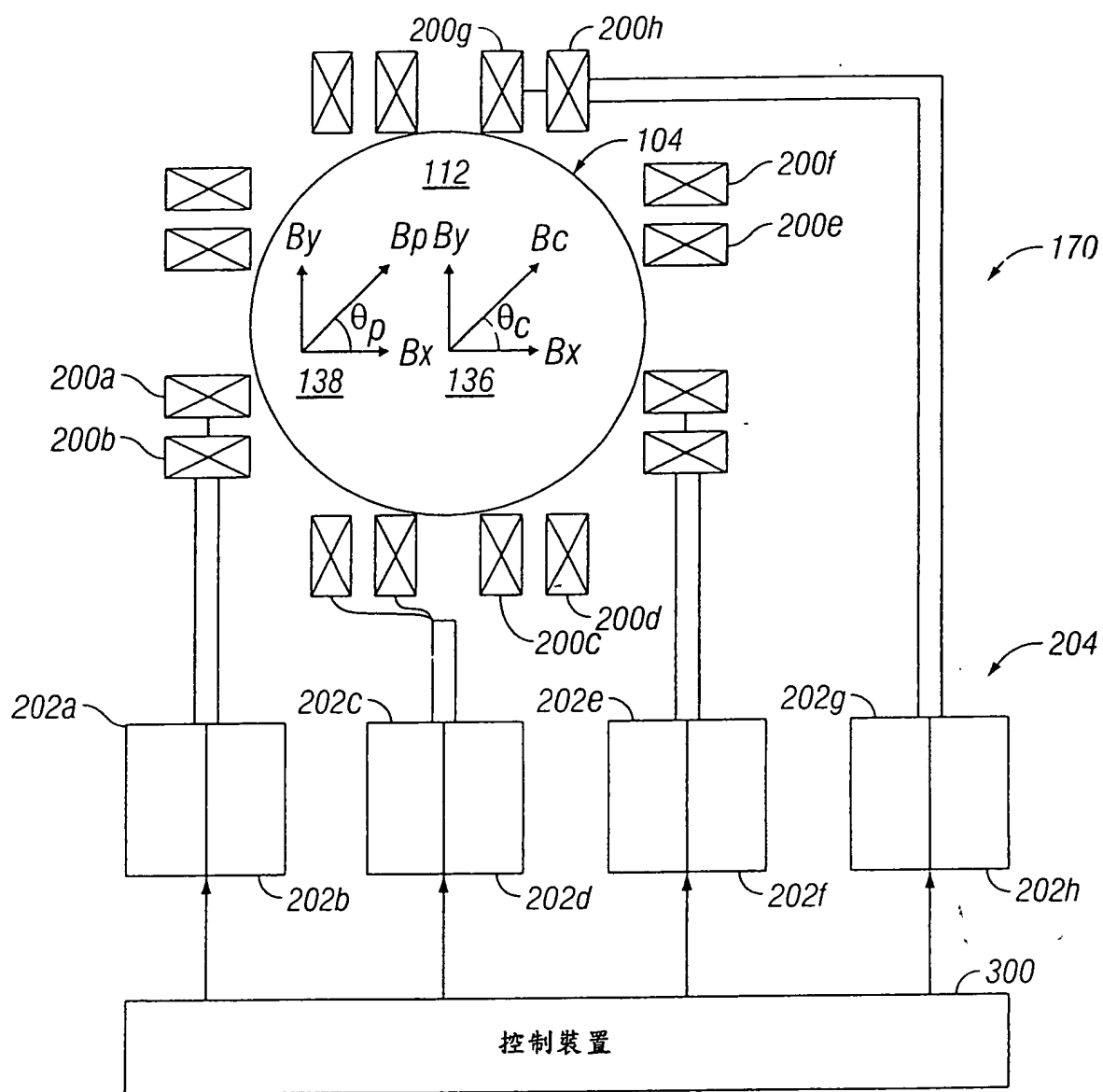


圖 1F

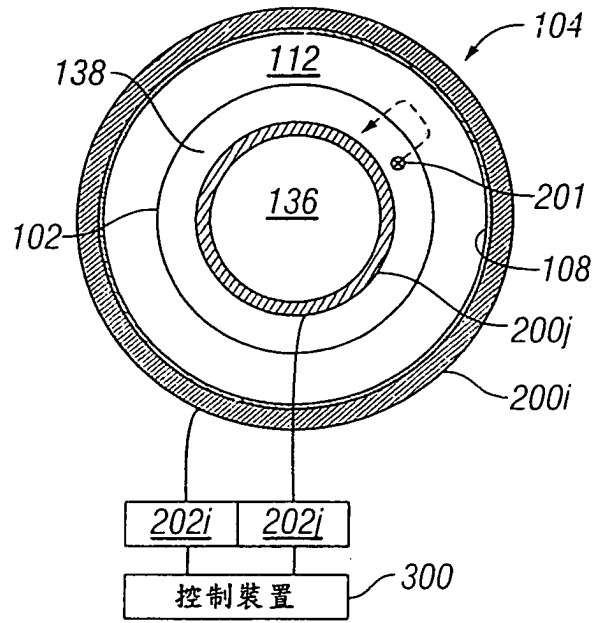


圖 1G

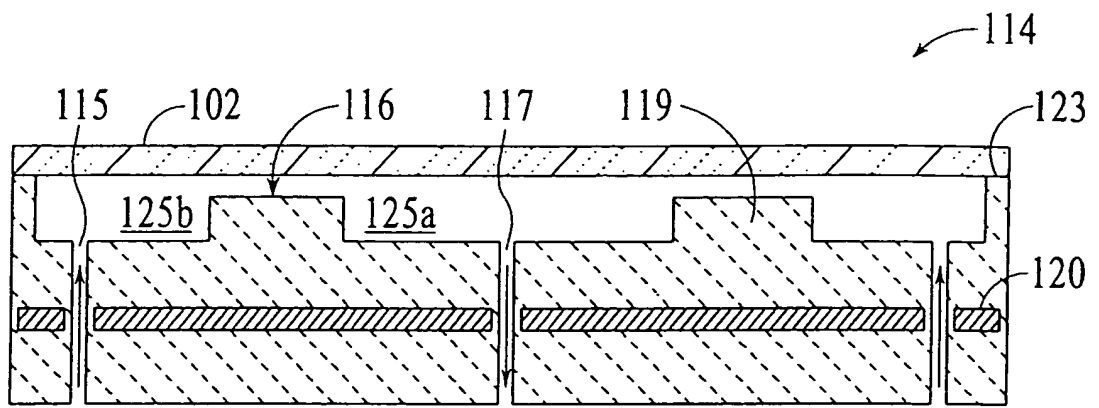


圖 1H

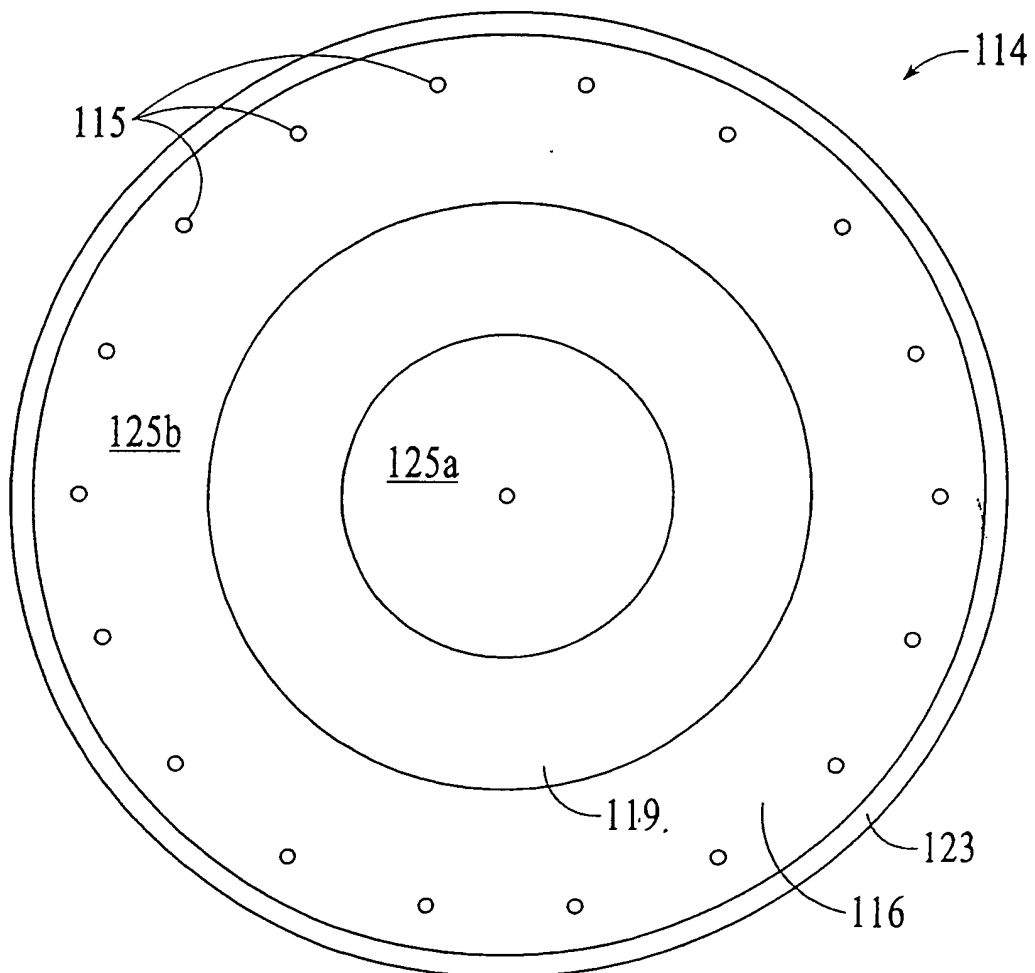


圖 1I



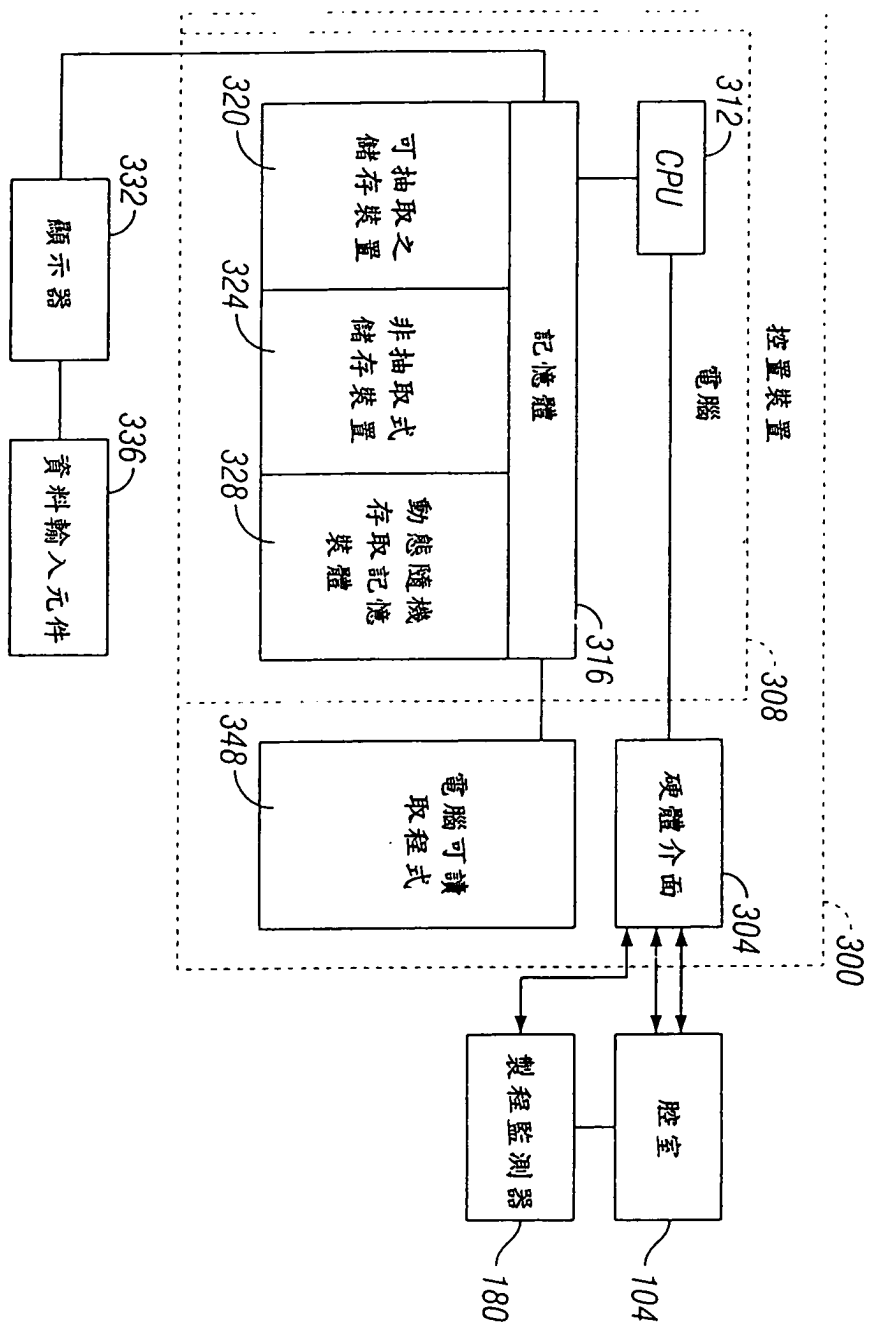


圖 2A

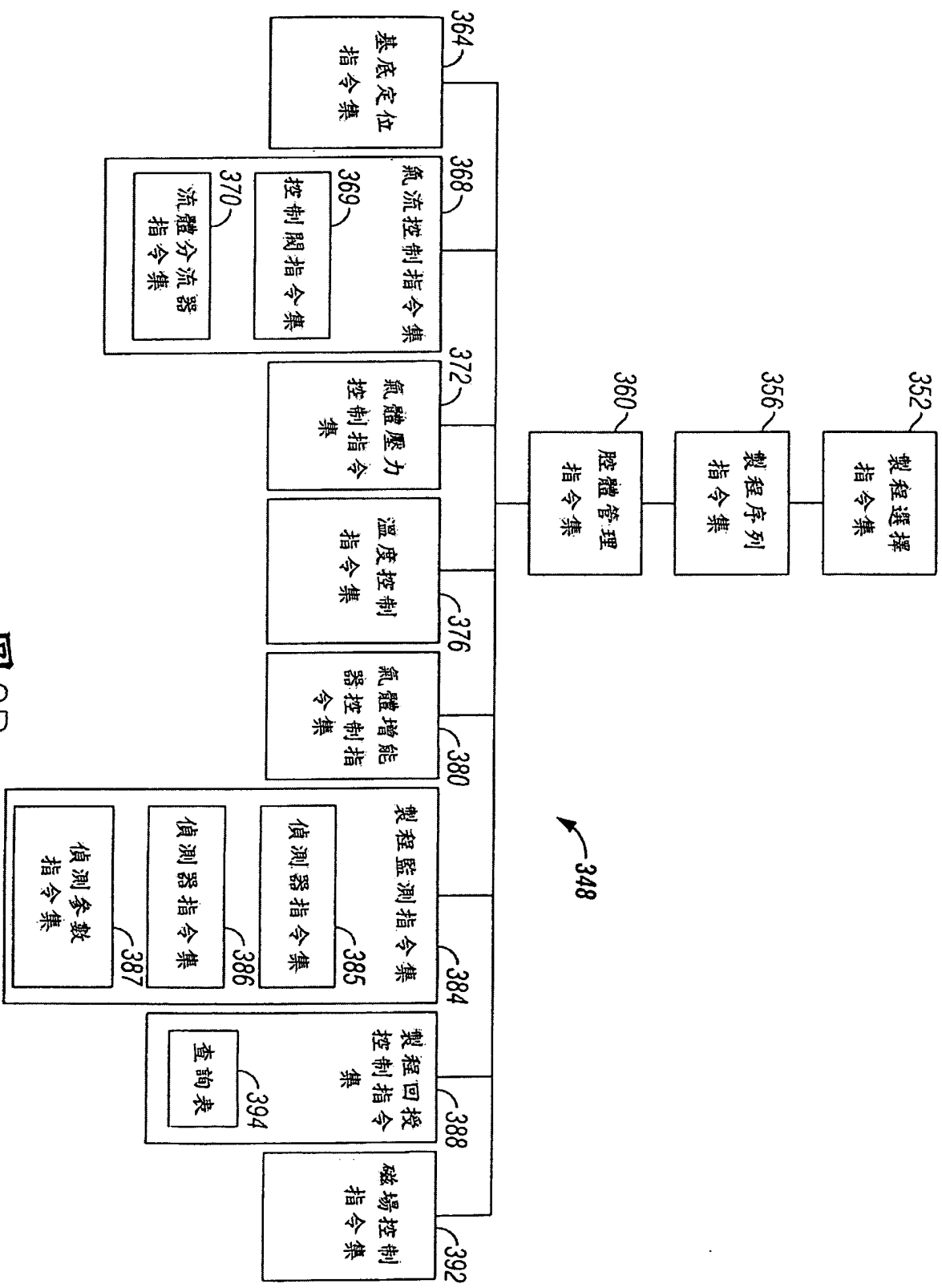


圖 2B

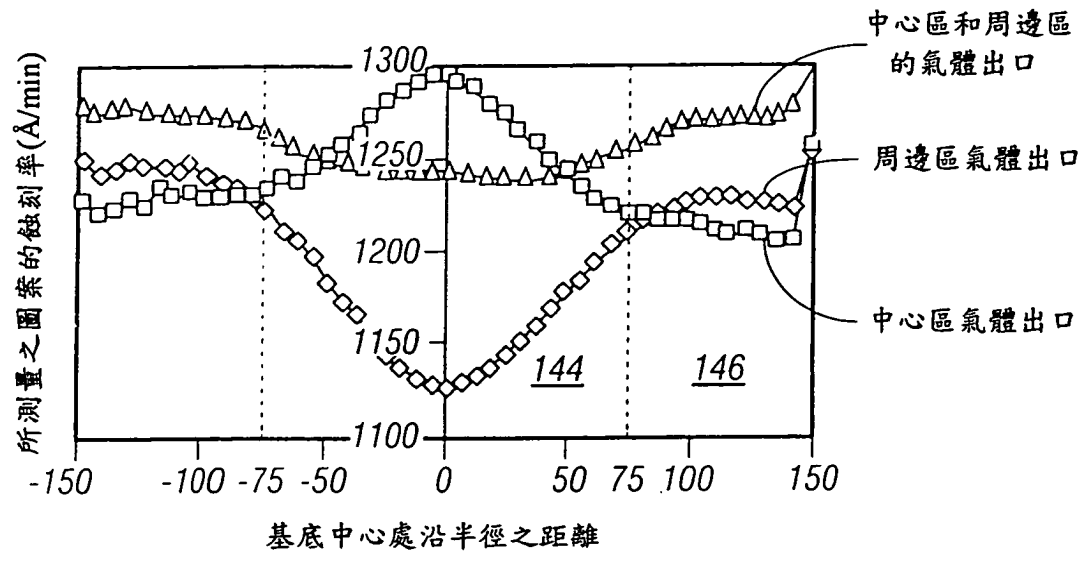


圖 3

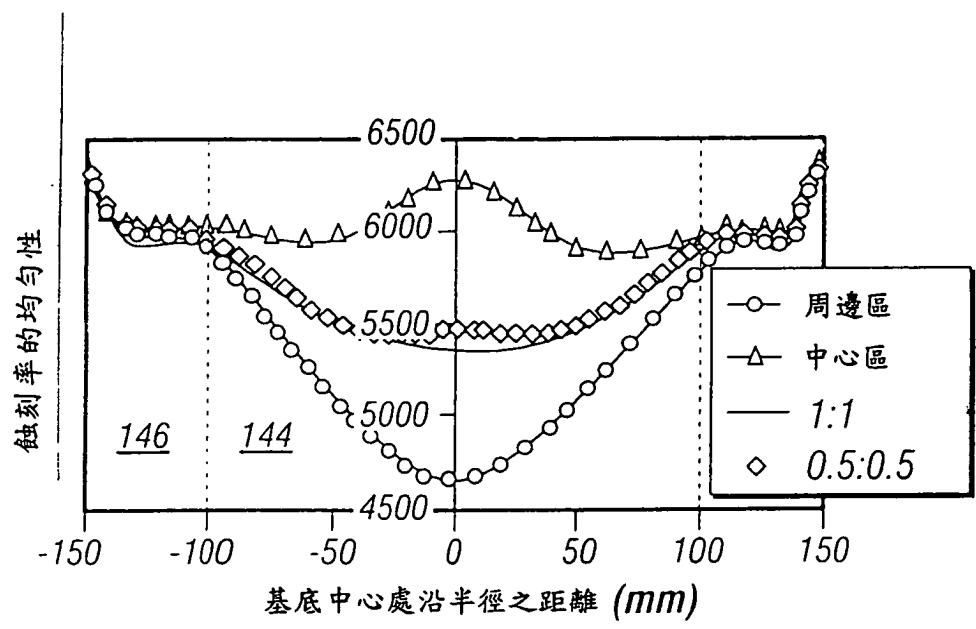


圖 4

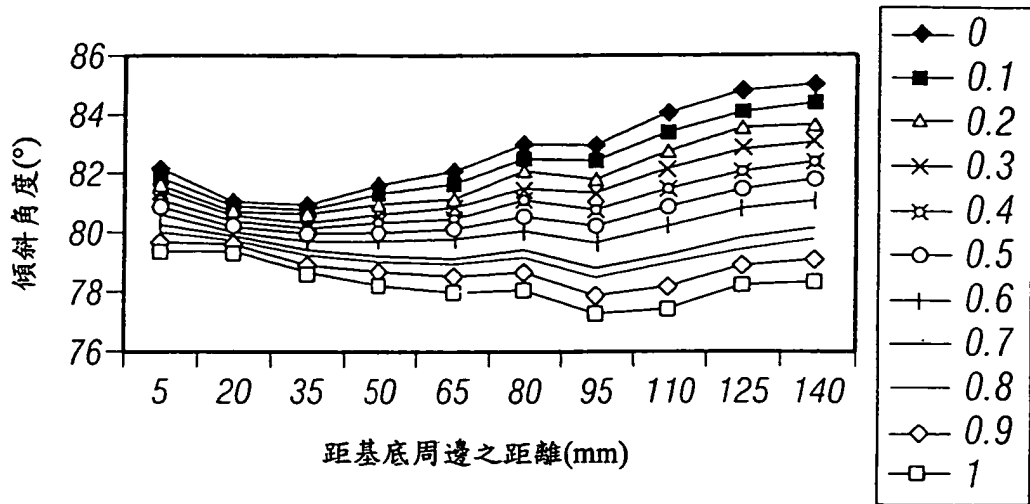


圖 5

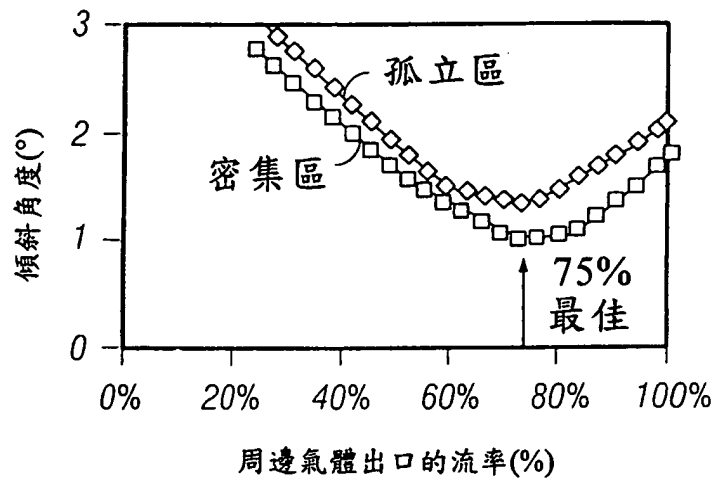


圖 6

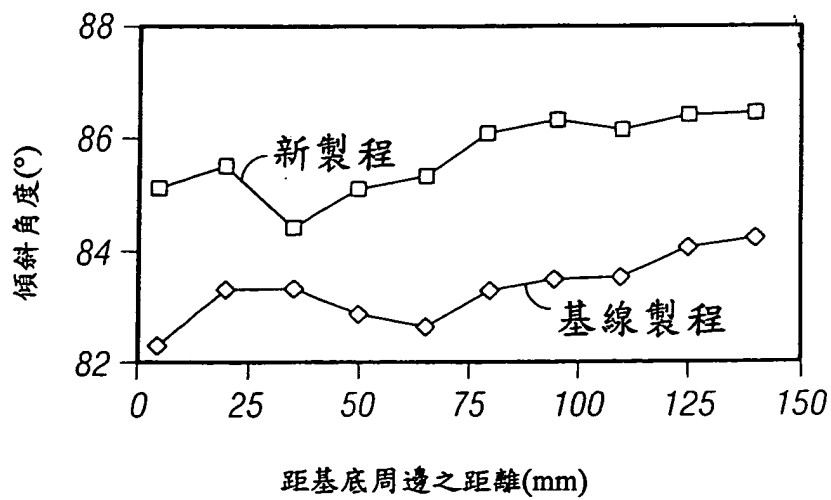


圖 7

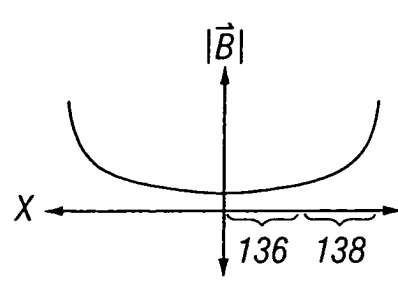


圖 8A

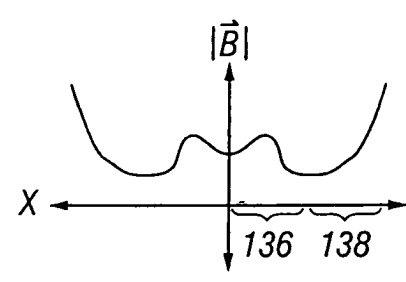


圖 8B

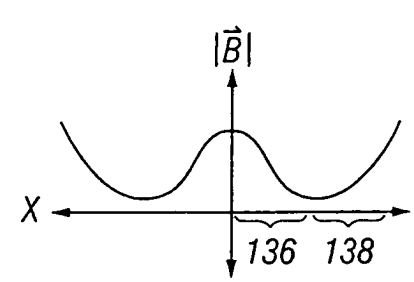


圖 8C

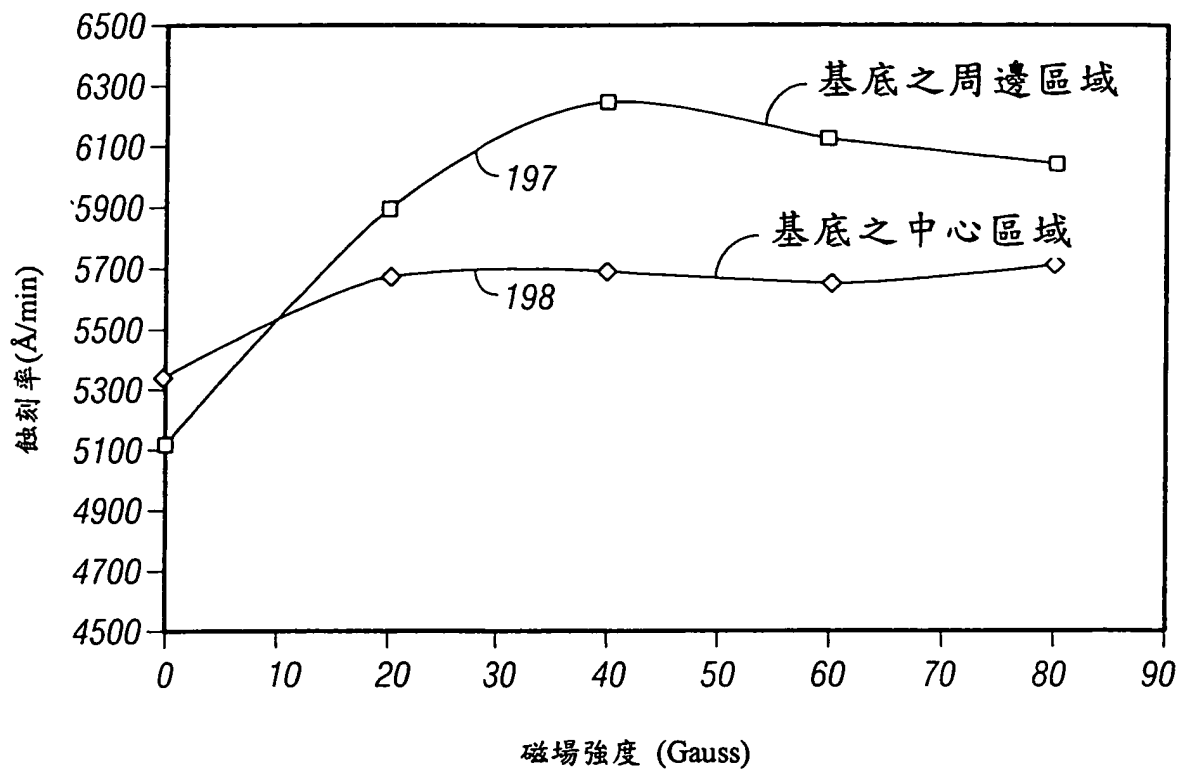


圖 9

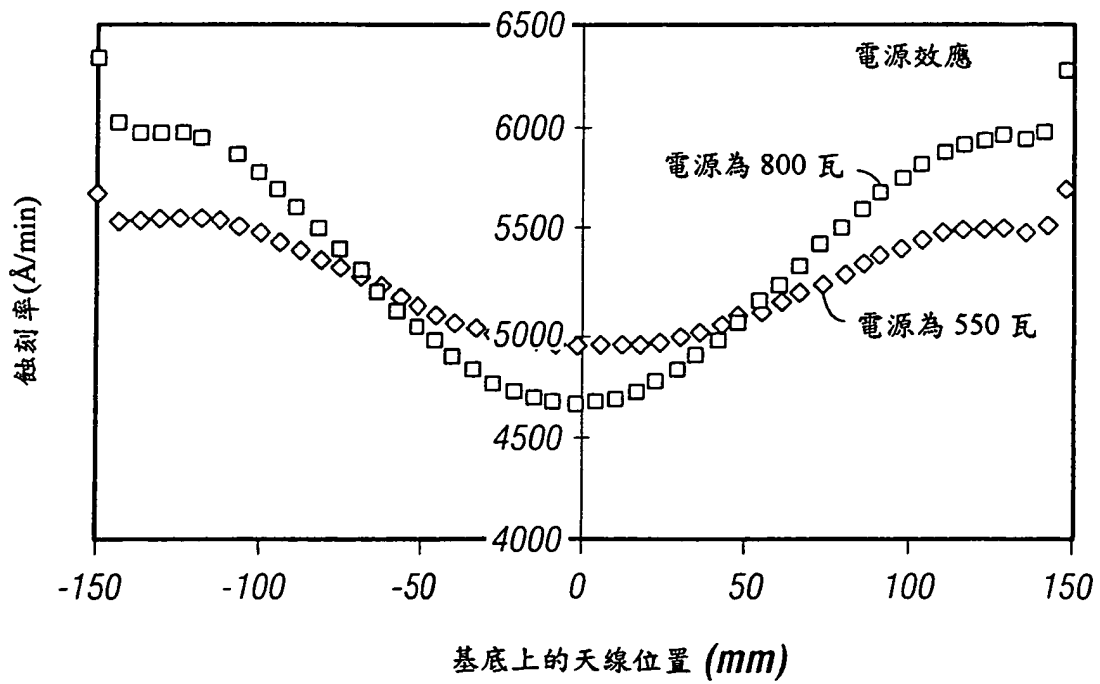


圖 10

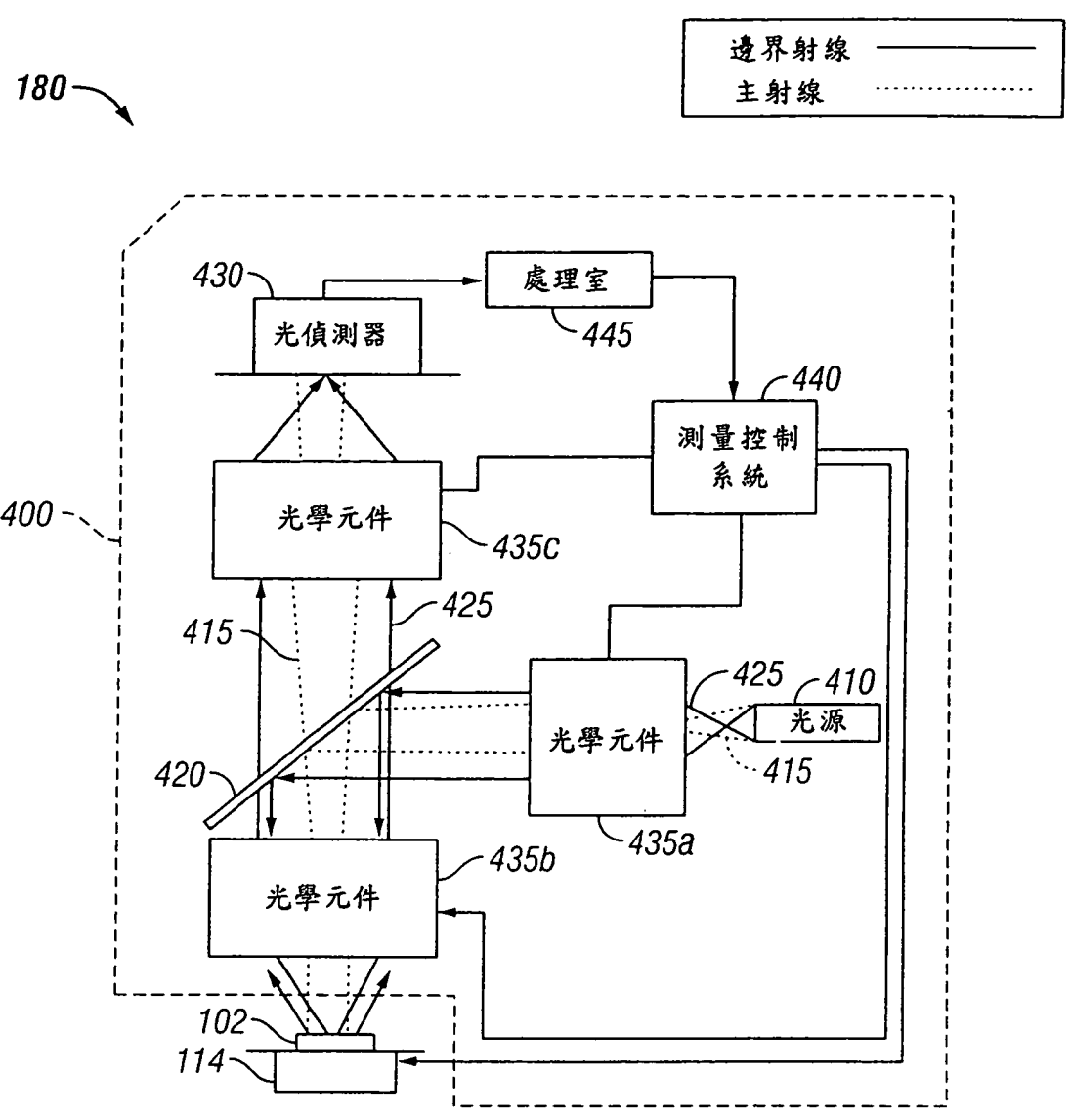


圖 11

## 七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖 1B

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

100：裝置

102：基底

104a：腔室的編號

106：頂面

108：側壁

110：底面

112：製程區

113a、113b：窗口

114：支座

116：承載表面

118：介電質

120：電極

121：氣體供應器

122：氣體配管

124a-c：氣體供應管

126a-c：導管

128a-c：氣體流動控制閥

130：混合支管

132：流體分流器

134：氣體配管

136、138：製程區塊



- 140、142：氣體出口
- 144、146：區域
- 148、150：流動方向
- 156：排氣裝置
- 158：排出口
- 162：排氣管
- 163：節流閥
- 164：抽氣泵
- 165：氣體增能器
- 166：電極電源供應器
- 167：直流電壓供應器
- 168：射頻匹配網路
- 169：射頻電源供應器
- 170：磁場產生器
- 180：製程監測器
- 181a、181b：干涉儀
- 182a、182b：偵測器
- 184a、184b：光源
- 186a、186b、188a、188b：光束
- 190a、190b：聚焦透鏡
- 192a、192b：光束定位器
- 194a、194b：帶通濾波器
- 196a、196b：光偏振器
- 300：腔室控制裝置

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無