



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公開本

(11) 公開編號：TW 202416337 A

(43) 公開日：中華民國 113 (2024) 年 04 月 16 日

(21) 申請案號：112100222

(22) 申請日：中華民國 112 (2023) 年 01 月 04 日

(51) Int. Cl. : H01J37/32 (2006.01)

G01R29/08 (2006.01)

H05H1/46 (2006.01)

(30) 優先權：2022/10/05

美國

17/960,666

(71) 申請人：美商應用材料股份有限公司 (美國) APPLIED MATERIALS, INC. (US)

美國

(72) 發明人：郭岳 GUO, YUE (CN)；楊揚 YANG, YANG (US)；拉馬斯瓦米 卡提克

RAMASWAMY, KARTIK (US)；席門瑞 費南多 SILVEIRA, FERNANDO (US)；

阿札德 A N M 瓦塞科 AZAD, A N M WASEKUL (BD)

(74) 代理人：李世章；彭國洋

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：4 共 48 頁

(54) 名稱

原位電場偵測方法及設備

(57) 摘要

本揭示內容的具體實施例包含一種電場測量系統，包含：第一光源；第一光感測器，經配置以接收該第一光源發送的該電磁能量；電光感測器；以及控制器。電光感測器可包含：封裝，封裝包含設置在主體內的第一電光晶體；以及至少一個光纖。光纖經配置以將從第一光源發送的電磁能量發送至第一電光晶體的表面，並將發送至第一電光晶體的表面且隨後穿過第一電光晶體的至少一部分的電磁能量的至少一部分發送至第一光感測器，第一光感測器經配置以產生信號，信號基於第一光感測器從至少一個光纖接收的電磁能量的屬性而改變。控制器經配置為基於從第一光感測器接收的信號生成命令信號。

Embodiments of the disclosure include an electric field measurement system that includes a first light source, a first light sensor configured to receive electromagnetic energy transmitted from the first light source, an electro-optic sensor, and a controller. The electro-optic sensor may include a package comprising a first electro-optic crystal disposed within a body; and at least one optical fiber. The optical fiber is configured to transmit electromagnetic energy transmitted from the first light source to a surface of the first electro-optic crystal, and transmit at least a portion of the electromagnetic energy transmitted to the surface of the first electro-optic crystal and subsequently passed through at least a portion of the first electro-optic crystal to the first light sensor that is configured to generate a signal based on an attribute of the electromagnetic energy received by the first light sensor from the at least one optical fiber. The controller is configured to generate a command signal based on a signal received from the first light sensor.

指定代表圖：

符號簡單說明：

184:感測組件

250:光纖感測器

290:光電晶體

301:偵測器組件

310:封裝

311:套管

320:第一光纖感測器

321:第二光纖感測器

325:表面

326:表面

341:輸入光纖

342:輸出光纖

343:輸入光纖

344:輸出光纖

350A:第一光學偵測組件

350B:第二光學偵測組件

351:光學發射組件

352:光學偵測器

360:屏蔽元件

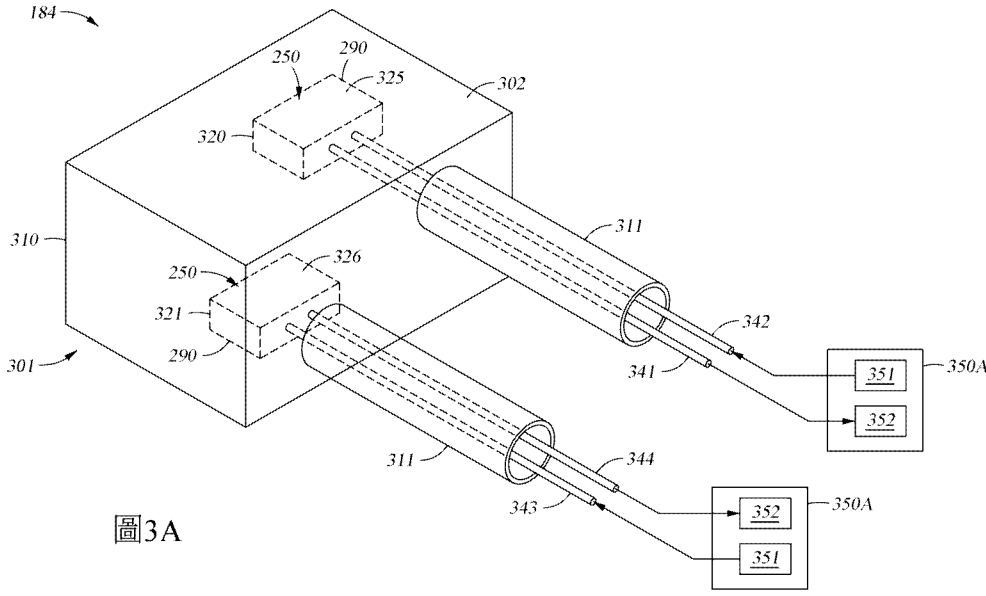


圖3A

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】 原位電場偵測方法及設備

【英文發明名稱】 IN-SITU ELECTRIC FIELD DETECTION METHOD AND APPARATUS

【中文】

本揭示內容的具體實施例包含一種電場測量系統，包含：第一光源；第一光感測器，經配置以接收該第一光源發送的該電磁能量；電光感測器；以及控制器。電光感測器可包含：封裝，封裝包含設置在主體內的第一電光晶體；以及至少一個光纖。光纖經配置以將從第一光源發送的電磁能量發送至第一電光晶體的表面，並將發送至第一電光晶體的表面且隨後穿過第一電光晶體的至少一部分的電磁能量的至少一部分發送至第一光感測器，第一光感測器經配置以產生信號，信號基於第一光感測器從至少一個光纖接收的電磁能量的屬性而改變。控制器經配置為基於從第一光感測器接收的信號生成命令信號。

【英文】

Embodiments of the disclosure include an electric field measurement system that includes a first light source, a first light sensor configured to receive electromagnetic energy transmitted from the first light source, an electro-optic sensor, and a controller. The electro-optic sensor may include a package comprising a first electro-optic crystal disposed within a body; and at least one optical fiber. The optical fiber is configured to transmit electromagnetic energy transmitted from the first light source to a surface of the first electro-optic crystal, and transmit at least a portion of the electromagnetic

energy transmitted to the surface of the first electro-optic crystal and subsequently passed through at least a portion of the first electro-optic crystal to the first light sensor that is configured to generate a signal based on an attribute of the electromagnetic energy received by the first light sensor from the at least one optical fiber. The controller is configured to generate a command signal based on a signal received from the first light sensor.

【指定代表圖】第 ( 3A ) 圖。

【代表圖之符號簡單說明】

1 8 4 : 感測組件

2 5 0 : 光纖感測器

2 9 0 : 光電晶體

3 0 1 : 偵測器組件

3 1 0 : 封裝

3 1 1 : 套管

3 2 0 : 第一光纖感測器

3 2 1 : 第二光纖感測器

3 2 5 : 表面

3 2 6 : 表面

3 4 1 : 輸入光纖

3 4 2 : 輸出光纖

3 4 3 : 輸入光纖

3 4 4 : 輸出光纖

3 5 0 A : 第一光學偵測組件

3 5 0 B : 第二光學偵測組件

3 5 1 : 光 學 發 射 組 件

3 5 2 : 光 學 偵 測 器

3 6 0 : 屏 蔽 元 件

【特徵化學式】

無

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】 原位電場偵測方法及設備

【英文發明名稱】 IN-SITU ELECTRIC FIELD DETECTION METHOD AND APPARATUS

【技術領域】

【0001】 本揭示內容的具體實施例大抵涉及使用在半導體裝置製造過程中的系統與方法。更特定而言，本文提供的具體實施例大抵包括用於測量在電漿處理腔室中產生的電場以診斷和控制電漿處理腔室中形成的產生的電漿的設備和方法。

【先前技術】

【0002】 可靠地形成高深寬比特徵是下一代半導體裝置的關鍵技術挑戰之一。一種形成高深寬比特徵的方法使用電漿輔助蝕刻處理，例如反應離子蝕刻（R I E）電漿處理，以在基板材料層（例如介電層）中形成高深寬比開口。在典型的R I E電漿處理中，電漿在處理腔室中形成並且來自電漿的離子被加速朝向基板的表面，以在佈置在形成於基板表面上的遮罩層下方的材料層中形成開口。

【0003】 典型的反應離子蝕刻（R I E）電漿處理腔室包括一個射頻（R F）偏壓產生器，R F偏壓產生器向功率電極提供R F電壓，功率電極例如為位於「靜電吸盤」（E S C）組件附近的金屬板（更常被稱為「陰極」）。功率電極可以透過作為E S C組件的一部分的厚介電材料層（例如陶瓷材料）電容耦接到處理系統的電漿。在電容耦接氣體放電中，

透過使用耦接至功率電極（或設置在ESC組件外在處理腔室內的分離功率電極）的RF產生器透過RF匹配網路（「RF匹配件」）產生電漿，RF匹配件將視在負載調整為 $50\ \Omega$ ，以最小化反射功率並最大化功率傳輸效率。將RF電壓施加到功率電極導致電子排斥電漿鞘形成在基板的處理表面上方，基板在處理期間定位在ESC組件的基板支撐表面上。電漿鞘層的非線性、類似二極體的性質導致所施加的RF場發生整流，從而在基板和電漿之間出現直流（DC）電壓降或「自偏壓」，使得基板電位相對於電漿電位為負。此電壓降決定了電漿離子向基板加速並因此進行各向異性蝕刻的平均能量。更特定而言，離子方向性、特徵輪廓以及對停止層和遮罩的蝕刻選擇性由離子能量分佈函數（IEDF）控制。在具有RF偏壓的電漿中，IEDF通常具有兩個非離散峰，一個處於低能量，一個處於高能量，以及具有在兩個峰之間延伸的能量範圍的離子群。IEDF兩個峰之間離子群的存在，反映了基板和電漿之間的電壓降在RF偏壓頻率下振盪的事實。當使用較低頻率的RF偏壓產生器來實現較高的自偏壓電壓時，這兩個峰之間的能量差異會導致與處理相關的問題，例如導致在基板表面上形成的蝕刻特徵壁彎曲。與高能離子相比，低能離子到達蝕刻特徵底部角落的效率較低（例如，由於充電效應），但導致遮罩材料的濺射較少。這在高深寬比蝕刻應用中很重要，例如硬遮罩開口或介電質模製蝕刻。隨著特徵尺寸繼續減小和深寬比增加，同時特徵輪廓控制要求變得更加嚴格，在處理期間

在基板表面具有良好控制的基板偏壓和因此的 I E D F 變得更加被期望。

**【0004】** 已經發現，僅向電漿處理腔室中的一個或多個電極傳送包含習知電漿產生偏壓位準的 R F 信號的正弦波形的習知 R F 電漿輔助蝕刻處理，不能充分或理想地控制鞘特性和產生的離子能量，這會導致非期望的電漿處理結果。非期望的處理結果可能包括遮罩層的過度濺射和高深寬比特徵中側壁缺陷的產生。

**【0005】** 此外，基板電位或電漿處理過程中產生的自偏壓是確保可控和理想的電漿處理結果的關鍵參數。在基板的電漿處理期間基板電位的決定，可用於改進在基板和處理腔室中處理的後續基板上實現的電漿處理結果。例如，即時決定基板電位可用於更好地控制由於施加到相鄰定位偏壓電極的波形的電容耦接而在基板處建立的實際偏壓電壓，並補償由於處理環境變化所導致的基板電位中的任何漂移。在其他示例中，基板電位的決定可用於電漿處理診斷和優化，以及用於電漿處理期間基板的靜電吸附和解吸附控制。通常，基板的電位只能透過使用經驗模型來推斷，或者透過使用特別設置的不具生產價值的虛擬基板或實驗探針使用離線不具生產價值診斷處理測試方法來實驗測量。因此，使用習知處理，在包含生產基板的半導體裝置的電漿處理期間，直接即時測量基板電位和基於測量的基板電位的即時控制是不可能的。



**【0006】** 因此，本領域需要至少能夠解決上述問題的電漿處理裝置和偏壓方法。

**【發明內容】**

**【0007】** 本揭示內容的具體實施例包含一種電場測量系統。電場測量系統，亦包含：第一光源，第一光源經配置以由一或多個波長發送電磁能量；第一光感測器，第一光感測器經配置以接收由一或多個波長發送的電磁能量。系統亦包含：至少一個電光感測器，至少一個電光感測器可包含：封裝，封裝可包含主體；第一電光晶體，第一電光晶體設置在主體內；以及至少一個光纖，至少一個光纖經配置以將從第一光源發送的電磁能量發送至第一電光晶體的表面；以及將發送至第一電光晶體的表面且隨後穿過第一電光晶體的至少一部分的電磁能量的至少一部分發送至第一光感測器，其中第一光感測器經配置以產生信號，信號基於第一光感測器從至少一個光纖接收的電磁能量的部分的屬性而改變。系統亦包含控制器，控制器經配置以接收第一光感測器產生的信號，並基於所接收的信號產生命令信號。此態樣的其他具體實施例包含對應的電腦系統、設備、以及在一或更多個電腦儲存裝置上記錄的電腦程式，經配置以執行方法。

**【0008】** 本揭示內容的具體實施例可進一步包含：一種使用電場測量系統執行電場測量的方法，方法可包含以下步驟：透過使用第一電光感測器偵測透過第一部件產生的電場，其中第一電光感測器可包含：封裝，封裝可包含主體；

第一電光晶體，第一電光晶體設置在該主體內並經定位使得產生的電場穿過第一電光晶體的至少一部分；以及至少一個光纖。方法亦包含：在第一部件產生電場的同時透過使用第一光源發送電磁能量透過至少一個光纖至第一電光晶體的表面。方法亦包含：將發送至第一電光晶體的表面且隨後穿過第一電光晶體的至少一部分的電磁能量的至少一部分透過至少一個光纖發送至第一光感測器。方法亦包含：由第一光感測器產生第一測量信號，第一測量信號基於第一光感測器從至少一個光纖接收的電磁能量的部分的屬性而改變。方法亦包含：由控制器基於產生的第一測量信號產生命令信號，命令信號經配置以提供用於調整在電漿處理腔室中執行的電漿處理的處理參數的設置的資訊。此態樣的其他具體實施例包含對應的電腦系統、設備、以及在一或更多個電腦儲存裝置上記錄的電腦程式，經配置以執行方法。

**【0009】** 本揭示內容的具體實施例包含一種使用電場測量系統執行電場測量的方法。方法包含以下步驟：透過使用第一電光感測器偵測透過第一部件產生的電場，其中第一電光感測器包含：封裝，封裝包含主體；第一電光晶體，第一電光晶體設置在主體內並經定位使得產生的電場穿過第一電光晶體的至少一部分；以及至少一個光纖。方法亦包含以下步驟：在第一部件產生電場的同時透過使用第一光源發送電磁能量透過至少一個光纖至第一電光晶體的表面；將發送至第一電光晶體的表面且隨後穿過第一電光晶

體的至少一部分的電磁能量的至少一部分透過至少一個光纖發送至第一光感測器；由第一光感測器產生第一測量信號，第一測量信號基於第一光感測器從至少一個光纖接收的電磁能量的部分的屬性而改變；以及由控制器基於產生的第一測量信號產生命令信號，其中命令信號經配置以提供用於調整在電漿處理腔室中執行的電漿處理的處理參數的設置的資訊。

**【0010】** 本揭示內容的具體實施例包含一種電場測量系統。電場測量系統可包含：第一光源，第一光源經配置以由一或多個波長發送電磁能量；第一光感測器，第一光感測器經配置以接收由一或多個波長發送的電磁能量；至少一個電光感測器；以及控制器。至少一個電光感測器可包含：封裝，封裝包含主體；設置在主體內的第一電光晶體；以及至少一個光纖。光纖經配置以將從第一光源發送的電磁能量發送至第一電光晶體的表面，並將發送至第一電光晶體的表面且隨後穿過第一電光晶體的至少一部分的電磁能量的至少一部分發送至第一光感測器，其中第一光感測器經配置以產生信號，信號基於第一光感測器從至少一個光纖接收的電磁能量的部分的屬性而改變。控制器，控制器經配置以接收第一光感測器產生的信號，並基於所接收的信號產生命令信號。

**【圖式簡單說明】**

**【0011】** 可參考多個具體實施例以更特定地說明以上簡要總結的本揭示內容，以更詳細瞭解本揭示內容的上述特

徵，附加圖式圖示說明了其中一些具體實施例。然而應注意到，附加圖式僅說明示例性具體實施例，且因此不應被視為限制具體實施例的範圍，並可承認其他等效的具體實施例。

**【0012】** 圖 1 是根據一個或多個具體實施例的被配置為實施本文闡述的方法的處理系統的示意性剖視圖。

**【0013】** 圖 2 是根據一個具體實施例的信號偵測組件的一部分的示意圖。

**【0014】** 圖 3 A 是根據一個或多個具體實施例的包括信號偵測組件的感測組件的俯視圖。

**【0015】** 圖 3 B 是根據一個具體實施例的圖 3 A 中所示的感測組件的側剖視圖。

**【0016】** 圖 3 C 是根據一個具體實施例的圖 3 A 中所示的感測組件的替代版本的側剖視圖。

**【0017】** 圖 3 D 是根據一個具體實施例的感測組件的側剖視圖。

**【0018】** 圖 4 是圖示根據一個具體實施例的用於電漿處理系統中的即時晶片電位測量的方法的圖。

**【0019】** 為了協助瞭解，已儘可能使用相同的元件符號標定圖式中共有的相同元件。已思及到，一個具體實施例的元件與特徵，可無需進一步的敘述即可被有益地併入其他具體實施例中。

**【實施方式】**

**【0020】** 本揭示內容的具體實施例大抵涉及製造半導體裝置的系統。更特定而言，本文提供的具體實施例大抵包括用於即時測量和控制在處理過程中在電漿處理腔室內佈置的基板或電漿產生部件上形成的電位的設備和方法。測得的電位可用於電漿處理監控、設備校準、處理和裝置效能診斷、處理腔室設計優化，以及提高電漿處理腔室的安全性。

**【0021】** 已經發現，包括EO感測元件（例如EO晶體）的電光（EO）效應感測裝置與用於偵測電漿處理腔室的一個或多個區域中產生的電位的其他習知技術相比具有顯著優勢。典型的習知測量技術需要包含裝置和導電元件的電路，這些裝置和導電元件通常會改變和/或干擾處理過程中電漿處理腔室中產生的各種電磁場。電磁場通常由於射頻（RF）和/或脈衝直流（DC）電壓信號的傳送而產生，此信號用於在操作期間產生和控制在處理腔室的處理區域中形成的電漿。圖1是配置成執行電漿處理方法的電漿處理系統10和控制器126的示例。圖2是信號偵測組件225的簡化示意圖，信號偵測組件225形成感測組件184的一部分，感測組件184可定位在電漿處理系統10的區域中以感測電場強度E，而可決定區域內產生的電壓（V）（即，電場  $E = -dV/ds$ ，其中「s」是電場延伸的距離）並用於控制電漿處理的一個或多個態樣。信號偵測組件225包括雷射210和光電偵測器211，它們透過使用一根或多根光纖光學耦

接到一個或多個光纖感測器 250（例如，晶體）。一個或多個光纖可以包括第一光纖 213 和第二光纖 214。雷射 210 透過第一光纖纜線 213 耦接到光纖感測器 250。光纖感測器 250 透過第二光纖纜線 214 耦接到光電偵測器 211。當光纖感測器 250 位於第一電極 203 和第二電極 204 之間時，光纖感測器可用於偵測第一電極 203 和第二電極 204 之間形成的電場。光纖感測器 250 包括電光（EO）效應感測元件，例如電光晶體 290，電光晶體 290 被配置為偵測透過電光晶體 290 的電場 E 的大小，例如在電漿處理期間第一電極 203 和第二電極 204 之間所產生的電場 E。在一個具體實施例中，電光（EO）效應感測元件包括使用普克爾效應（Pockel's effect）的晶體，其中晶體的雙折射率與施加到光纖感測器 250 內的光學晶體的電場成比例地變化。在一些具體實施例中，電光晶體 290 包括晶體材料，例如包括鈮酸鋰（ $\text{LiNbO}_3$ ）、 $\text{LiTaO}_3$ 、磷酸二氫鉀（KDP）及其同晶物、 $\beta$ -硼酸鋇（BBO）的晶體、III-V 族半導體或其他非中心對稱媒體，例如電場極化聚合物或玻璃。電場的任何變化都會導致光電偵測器 211 接收到的光的特性發生變化，這是由於電場的變化對電光效應感測元件和雷射 210 產生的光透過那裡的影響。在一些具體實施例中，雷射 210 被配置為傳送波長在大約 200 和 14000 奈米（nm）之間的光。與光電偵測器 211 接收的光的特性變化相關的值，隨後可以被中繼傳至控制器 126 以決定在電漿

處理系統 10 的區域中的電場產生元件之間形成的電位或電壓，其中定位光纖感測器 250。

**【0022】** 然而，已經發現，大多數 EO 效應感測器設計進行的電場強度測量與溫度有關，並且還取決於感測晶體的方向與產生的電場線的方向。因此，本文提供的本揭示內容的具體實施例被配置為補償這些額外的測量變量。圖 3 A 和 3 B 圖示了感測組件 184 的具體實施例，感測組件 184 包括偵測器組件 301，偵測器組件 301 包括複數個光纖感測器 250，例如安裝在封裝 310 內的第一光纖感測器 320 和第二光纖感測器 321。封裝 310 包括主體，主體可以包括能夠支撐和保持複數個光纖感測器 250 中的每一個的介電材料，並且在一些具體實施例中，主體可以包括陶瓷材料、聚合材料、或不會干擾光纖感測器作業且當暴露於高溫、電場或電漿處理環境時不會顯著退化的其他材料。在一個具體實施例中，第一光纖感測器 320 包括一對光纖 341 和 342，每根光纖都與位於光纖一端的電光晶體 290 的表面進行光通訊，並與位於光纖另一端的第一光學偵測組件 350 A 進行光通訊。類似地，第二光纖感測器 321 包括一對光纖 343 和 344，每根光纖都與位於光纖一端的電光晶體 290 的表面進行光通訊，並與位於光纖另一端的第二光學偵測組件 350 B 進行光通訊。光纖 341、342 和 343、344 分別設置在延伸於封裝 310 的本體表面與光學偵測組件 350 A、350 B 之間的支撐套管 311 內，用於保護光纖免受外界環境干擾且避免在安裝和 / 或使用過程中損壞。可以透過使用陶

瓷珠、撓性金屬管或其他可以提供化學和熱絕緣和/或對它們在處理過程中暴露的部件的抵抗力的有用材料來進一步保護套管 3 1 1。

**【0023】** 在操作期間，光學偵測組件 3 5 0 內的光學發射組件 3 5 1 包括雷射 2 1 0，雷射 2 1 0 被配置為將電磁輻射（例如，相干光）傳送到輸入光纖 3 4 1、3 4 3，輸入光纖 3 4 1、3 4 3 將產生的輻射傳輸到電光晶體 2 9 0 並透過電光晶體 2 9 0，在一些配置中，電光晶體 2 9 0 使大部分產生的輻射反射和/或返回輸出光纖 3 4 2、3 4 4，然後輸出光纖 3 4 2、3 4 4 將產生的輻射傳輸到光學偵測器 3 5 2，光學偵測器 3 5 2 被配置為偵測所接收輻射的態樣（例如強度、偏振等），並將與接收到的輻射的偵測態樣有關的資訊傳輸到控制器 1 2 6。光學偵測器 3 5 2 被配置成接收從光學發射組件 3 5 1 提供的電磁輻射，然後提供包括與所接收的電磁輻射的偵測態樣有關的資訊的信號。光學偵測器 3 5 2 可包括光電裝置，例如光電效應型感測器（例如光電二極管、光電倍增管）、光電導型感測器、光折變效應型感測器，或被配置為將電磁能轉換成可以由控制器 1 2 6 使用的信號的其他有用裝置。然後控制器 1 2 6 可以使用從光學偵測器 3 5 2 接收的信號並產生命令信號，以控制在處理腔室 1 0 0 中執行的處理的一些態樣或控制處理腔室 1 0 0 中的一件硬件的使用。控制器 1 2 6 通常將分析和使用從光學偵測器 3 5 2 接收的信號中提供的資訊來監測電漿處理的態樣、幫助校準和/或改進一個或多個處理腔室部件的效能、優化處理腔室設計，



並確保電漿處理腔室是安全的，這將在下面進一步討論。由控制器 126 執行的分析可以包括信號中提供的資訊與存儲在控制器 126 的記憶體中的系統配置資料的比較。系統配置資料可以包括先前從先前處理運行中產生的基準資料和 / 或使用者定義的閾值，這些閾值被定義為確保處理腔室的部分正常運行。

**【0024】** 如圖 3 A 和 3 B 所示，第一光纖感測器 320 和第二光纖感測器 321 在一個方向（例如，X 方向）上間隔開一段距離，使得每個光纖感測器 250 內的每個電光晶體 290 能夠偵測在處理期間穿過偵測器組件 301 內的各種部件的電場 E 的不同部分。通常，希望第一光纖感測器 320 和第二光纖感測器 321 的表面 325、326 分別相對於產生的電場 E 定向在所需方向。在一個示例中，第一光纖感測器 320 和第二光纖感測器 321 的表面 325、326 可以與電光晶體 290 內的特徵（例如，晶面）對齊，電光晶體 290 的定向垂直於主要電場 E 線方向（例如，Z 方向）。在一些具體實施例中，希望偵測器組件 301 包括三個或更多個光纖感測器 250。在一個示例中，封裝 310 包括第一光纖感測器 320、第二光纖感測器 321 和第三光纖感測器（未示出），它們被定向為在三個不同的正交方向上分別測量電場 E，使得每個光纖感測器的每個主表面（例如，表面 325、326）定向成垂直於 X、Y 和 Z 坐標方向中的不同方向。

**【0025】** 為了補償測得的電場強度（且因此，測得的電壓）的溫度漂移或變化，可以透過使用存儲在控制器 126 的記

憶體中的光纖感測器校準資料來調整控制器 126 從光學偵測器 352 接收的信號中提供的測量結果。在一個具體實施例中，溫度對來自每個光纖感測器 320、321 的測量結果的影響，可以以時變公式的形式或作為資料存儲在基於已知處理序列創建的查找表中。在一個示例中，針對在第一電漿處理腔室中執行的多個標準電漿處理序列，電光晶體 290 的光學特性的變化被收集並存儲在記憶體中，並且所存儲的資料被用於隨後的電漿處理序列以幫助調整在類似配置的第二電漿處理腔室中進行的測量，第二電漿處理腔室正在運行多個標準電漿處理序列之一。在另一個具體實施例中，溫度變化對測量結果的影響可以透過在短暫時間段內同步暫停或停止向電極、射頻（RF）線圈或電場產生元件傳送電場產生信號來決定，在此短暫時間段內允許光纖感測器 250 在不存在電場 E 的情況下收集至少一次測量，以便可以透過比較電場 E 停止期間進行的測量與先前電場 E 也不存在時進行的先前測量，來收集電光晶體 290 的光學特性的變化。在一個示例中，電光晶體 290 的光學特性在產生的電場 E 停止時以一個或多個間隔被測量，並且與在電漿處理開始之前的某個時間執行的電光晶體 290 的光學特性進行比較。在一個處理示例中，光學偵測器 352 適於即時向控制器 126 提供測量信號，其中測量信號包括第一部分和第二部分，在第一部分中電場由光纖感測器 250 感測，在第二部分中光纖感測器 250 未感測到電場，因此允許透過比較測量信號的兩個部分來決定溫度的影響。在這

兩種情況中的任何一種情況下，透過使用公式、查找表中的資料或透過比較在不同時間進行的測量而決定的溫度影響補償因子，然後可以用於調整由一個或多個光纖感測器收集的光學資料，以提高導出電壓測量的準確性。

**【0026】** 圖 3 C 圖示了感測組件 184 的具體實施例，感測組件 184 包括偵測器組件 301，偵測器組件 301 包括至少一個光纖感測器 250，至少一個光纖感測器 250 被配置為偵測電場的變化（即，第一光纖感測器 320），至少一個光纖感測器 250（即，第二光纖感測器 321）被類似地配置但是透過使用屏蔽元件 360 被屏蔽而免受電場 E。屏蔽元件 360 可以包括導電層（例如，金屬層），導電層被設定尺寸且定位在封裝 310 的主體內，以便作為屏蔽光纖感測器的法拉第屏蔽。在這種配置中，由於兩個光纖感測器 250 的接近度以及由於它們在封裝 310 內的位置而導致的彼此熱耦接，屏蔽光纖感測器內的電光晶體 290 的測量光學特性（其實質上不受穿過封裝 310 的主體的電場 E 的存在的影響），可以用作基線值來調整由暴露於電場 E 的另一光纖感測器進行的測量。在一個示例中，可以從第一光纖感測器 320 的測量值中減去被屏蔽的第二光纖感測器 321 測量的測量基線值，從而消除溫度變化對其測量結果的影響。

**【0027】** 圖 3 D 圖示了感測組件 184 的具體實施例，感測組件 184 包括偵測器組件 301，偵測器組件 301 包括至少一個光纖感測器 250 和至少一個光學溫度測量組件 370，光纖感測器 250 被配置為偵測電場的變化（即，第一光纖感測器

320)，至少一個光學溫度測量組件370被配置為在光纖感測器250進行電場E測量時測量電光晶體290的溫度。光學溫度測量組件370可以包括光纖371，光纖371定位成在一端收集從電光晶體290發射的輻射，並且將收集的電磁輻射傳輸到佈置在位於相對端的光學偵測組件372內的偵測器。在這種情況下，由於接收到從電光晶體290的表面327發射的輻射而由光學偵測組件372中的電子設備產生的溫度測量信號可以被傳送到控制器126，使得由光纖感測器250收集的測量可以基於存儲在記憶體中的先前校準資料來調整，以補償電光晶體290的溫度變化。傳統的光學溫度測量組件可從美國康涅狄格州諾沃克的Omega Engineering, Inc. 或美國科羅拉多州柯林斯堡的Advanced Energy Inc. 獲得，它們被配置為在電光晶體290暴露的所需溫度範圍內在處理過程中進行測量。

**【0028】** 在一些備選具體實施例中，可以使用在偵測器組件301外部並且不受電場E影響的溫度感測器（例如，光學溫度感測器探針）。在這種情況下，由外部溫度感測器產生的溫度信號被發送到控制器126用於處理和電場補償。

### 測量設備和處理方法

**【0029】** 如上所述，例如，感測組件184包括偵測器組件301和光學偵測組件350A，偵測器組件301包括封裝310，封裝310包含一個或多個光纖感測器250，光學偵測組件350A透過光纖341、342光學耦接到光纖感測器

250。返回參考圖1，每個感測組件184經由通訊線路165通訊地耦接到控制器126。控制器126然後可以使用從每個光學偵測組件接收到的輸出信號來顯示由光纖感測器250執行的結果或測量和/或在處理期間控制處理腔室100的一些部分。如下文進一步詳細解釋，處理腔室100可包括一個或多個感測組件184，感測組件184經定位以偵測電場，且因此偵測處理腔室100的區域中產生的電壓，且向控制器126提供反饋。由光纖感測器250偵測到的感測參數的變化從感測組件184傳輸到控制器126。然後控制器126隨後可以使用從感測組件184接收的輸入來改變一個或多個電漿處理變量，例如改變RF信號或由PV波形產生器175產生的脈衝電壓(PV)波形的特性，和/或者從電流源177提供到處理腔室100內的偏壓電極104的電流量。

**【0030】** 圖1是電漿處理系統10的示意性截面圖，電漿處理系統10可以被配置為執行一種或多種電漿處理方法。在一些具體實施例中，電漿處理系統10被配置用於電漿輔助蝕刻處理，例如反應離子蝕刻(RIE)電漿處理。電漿處理系統10還可使用在其他電漿輔助處理中，例如電漿增強沉積處理，例如電漿增強化學氣相沉積(PECVD)處理、電漿增強物理氣相沉積(PEPVD)處理、電漿增強原子層沉積(PEALD)處理、電漿處理處理或基於電漿的離子注入處理(例如電漿摻雜(PLAD)處理)。在一種配置中，如圖1所示，電漿處理系統10被配置為形成電容耦接電漿(CCP)。然而，在一些具體實施例中，電漿可替代地由

佈置在電漿處理系統10的處理區域上方的電感耦接源產生。在此配置中，RF線圈可以放置在電漿處理系統10的陶瓷蓋（真空邊界）的頂部。

**【0031】** 電漿處理系統10包括處理腔室100、基板支撐組件136、氣體系統182、DC電源系統183、RF電源系統189、一個或多個感測組件184和控制器126。處理腔室100包括腔室主體113，腔室主體113包括腔室蓋123、一個或多個側壁122和腔室基座124。腔室蓋123、一個或多個側壁122和腔室基座124共同界定處理空間129。一個或多個側壁122和腔室基座124通常包括的材料（例如鋁、鋁合金或不銹鋼合金）的尺寸和形狀是設計為形成處理腔室100的元件的結構支撐，並且材料被配置為在處理期間在處理腔室100的處理空間129中保持的真空環境中產生處理電漿101的同時能承受被施加到材料的壓力和增加的能量。基板103透過其中一個側壁122中的開口（未示出）被裝載到處理空間129中和從處理空間129中移除。在基板103的電漿處理期間，開口用狹縫閥（未示出）密封。耦接到處理腔室100的處理空間129的氣體系統182包括處理氣體源119和穿過腔室蓋123佈置的氣體入口128。氣體入口128被配置為將一種或多種處理氣體從複數個處理氣體源119輸送到處理空間129。

**【0032】** 處理腔室100還包括設置在處理空間129中的腔室蓋123、RF線圈181和下電極（例如，基板支撐組件136）。腔室蓋123和下電極定位成面對彼此。如圖1所示，

在一個具體實施例中，射頻（RF）源 171 電耦接到下電極。RF 源 171 被配置成傳送 RF 信號以點燃和維持上電極和下電極之間的電漿（例如，電漿 101）。在一些替代配置中，RF 源也可以電耦接到上電極。例如，RF 源可以電耦接到腔室蓋。在另一個例子中，RF 源也可以電耦接到基板支撐基座 107。

**【0033】** 基板支撐組件 136 包括基板支座 105、基板支撐基座 107、絕緣板 111、接地板 112、複數個升降銷 186 和偏壓電極 104。每個升降銷 186 穿過形成在基板支撐組件 136 中的通孔 185 設置，並且用於協助將基板 103 轉移到基板支座 105 的基板支撐表面 105A 和從基板支座 105 的基板支撐表面 105A 轉移出。基板支座 105 由介電材料形成。介電材料可包括塊狀燒結陶瓷材料、耐腐蝕金屬氧化物（例如氧化鋁（ $Al_2O_3$ ）、氧化鈦（TiO）、氧化釷（ $Y_2O_3$ ）、金屬氮化物材料（例如氮化鋁（AlN）、氮化鈦（TiN））、它們的混合物或它們的組合。

**【0034】** 基板支撐基座 107 由導電材料（例如鋁、鋁合金或不銹鋼合金）形成。基板支撐基座 107 透過絕緣板 111 與腔室基座 124 電絕緣，且接地板 112 介於絕緣板 111 和腔室基座 124 之間。在一些具體實施例中，基板支撐基座 107 經配置以在基板處理期間調節基板支座 105 及安置於基板支座 105 上的基板 103 的溫度。在一些具體實施例中，基板支座 105 包括加熱器（未示出）以加熱基板支座 105 和設置在基板支座 105 上的基板 103。

**【0035】** 偏壓電極 104 嵌入在基板支座 105 的介電材料中。通常，偏壓電極 104 由一個或多個導電部分形成。導電部分通常包括網、箔、板或它們的組合。在此，偏壓電極 104 用作吸附桿（即，靜電吸附電極），吸附桿用於將基板 103 固定（例如，靜電吸附）到基板支座 105 的基板支撐表面 105A。一般而言，平行板狀結構由偏壓電極 104 和設置在偏壓電極 104 與基板支撐表面 105A 之間的介電材料層形成。介電材料通常可以具有介於約 5 nF 和約 50 nF 之間的等效電容  $C_E$ 。通常，介電材料層（例如氮化鋁（AlN）、氧化鋁（Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）等）的厚度在約 0.05 mm 和約 5 mm 之間，例如在約 0.1 mm 和約 3 mm 之間，例如在約 0.1 mm 和約 1 mm 之間，或甚至在約 0.1 mm 和 0.5 mm 之間。偏壓電極 104 電耦接到夾持網路，夾持網路向偏壓電極 104 提供夾持電壓。夾持網路包括耦接到濾波器組件 178 的濾波器 178A 的 DC 電壓源 173（例如，高壓 DC 電源），濾波器 178A 設置在 DC 電壓源 173 和偏壓電極 104 之間。在一個示例中，濾波器 178A 是低通濾波器，濾波器 178A 被配置為在電漿處理期間阻止由處理腔室 100 內的其他偏壓部件提供的 RF 頻率和脈衝電壓（PV）波形信號到達 DC 電壓源 173。在一種配置中，靜態 DC 電壓在大約 -5000 V 和大約 5000 V 之間，並且使用電導體（例如同軸電力傳輸線 160）傳輸。

**【0036】** 在一些配置中，基板支撐組件 136 進一步包括邊緣控制電極 115。邊緣控制電極 115 由一個或多個導電部分形成。導電部分通常包括網、箔、板或它們的組合。邊緣



控制電極 115 位於邊緣環 114 下方且圍繞偏壓電極 104 和 / 或設置成距偏壓電極 104 的中心一定距離。一般而言，對於經配置以處理圓形基板的處理腔室 100，邊緣控制電極 115 為環形形狀，由導電材料製成，且經配置以圍繞偏壓電極 104 的至少一部分。如圖 1 所示，邊緣控制電極 115 位於基板支座 105 的區域內，並透過使用脈衝電壓 (PV) 波形產生器 175 進行偏壓。

**【0037】** DC 電源系統 183 包括 DC 電壓源 173、脈衝電壓 (PV) 波形產生器 175 和電流源 177。RF 功率系統 189 包括射頻 (RF) 波形產生器 171、匹配器 172 和濾波器 174。如前所述，DC 電壓源 173 提供恆定的夾持電壓，而 RF 波形產生器 171 將 RF 信號傳送到處理區域，並且 PV 波形產生器 175 在偏壓電極 104 處建立 PV 波形。將足夠量的 RF 功率施加到電極，例如基板支撐基座 107，使得在處理腔室 100 的處理區域 129 中形成電漿 101。在一種配置中，RF 波形具有介於約 1 MHz 和約 200 MHz 之間的頻率範圍。

**【0038】** 在一些具體實施例中，電源系統 183 進一步包括濾波器組件 178 以電隔離包含在電源系統 183 內的一個或多個部件。如圖 1 所示，電源傳輸線 163 將 RF 波形產生器 171 的輸出電连接到阻抗匹配電路 172、RF 濾波器 174 和基板支撐基座 107。電源傳輸線 160 將電壓源 173 的輸出電连接到濾波器組件 178。電源輸送線 161 將 PV 波形產生器 175 的輸出電连接到濾波器組件 178。電源輸送線 162 將電流源 177 的輸出電连接到濾波器組件 178。在一些具體實施例

中，電流源 177 透過使用設置在傳輸線 162 中的開關（未示出）選擇性地耦接到偏壓電極 104，以允許電流源 177 在由 P V 波形產生器 175 產生的電壓波形的一個或多個階段（例如，離子電流階段）期間將期望的電流傳輸到偏壓電極 104。在一個示例中，從 P V 波形產生器 175 提供的電壓波形可以包括複數個不對稱電壓脈衝，電壓脈衝峰值電壓範圍在  $\pm 5000$  伏特之間，脈衝開啟時間在不對稱電壓脈衝週期的 10% 和 90% 之間，並以介於 100 kHz 和 500 kHz 之間的脈衝重複頻率傳送。如圖 1 所示，濾波器組件 178 可以包括多個單獨的濾波組件（即，分立濾波器 178 A - 178 C），每個組件都透過電源傳輸線 164 電耦接到輸出節點。電源輸送線 160 - 164 包括電導體，電導體包括同軸纜線的組合，例如與剛性同軸纜線串聯連接的撓性同軸纜線、絕緣高壓抗電暈連接線、裸線、金屬棒，電連接器，以上任意組合。

**【0039】** 控制器 126，在本文中也稱為處理腔室控制器，包括中央處理單元（CPU）133、記憶體 134 和支援電路 135。控制器 126 用於控制用於處理基板 103 的處理順序。CPU 是被配置用於工業環境以控制處理腔室的通用電腦處理器以及與其相關的子處理器。本文所述的記憶體 134 大抵為非揮發性記憶體，可以包括隨機存取記憶體、唯讀記憶體、硬碟機、或其他適合形式的本端或遠端的數位記憶體。支援電路 135 被以習知方式耦接至 CPU 133，並可包含快取記憶體、時脈電路、輸入輸出子系統、功率源供應

器等等、以及以上之組合。可以對軟體指令（程式）和資料進行編碼並存儲在記憶體中，以指示CPU內的處理器。系統控制器126中的CPU 133可讀的程式（或電腦指令）決定哪些任務可由處理系統10中的部件執行。

**【0040】** 通常，可由控制器126中的CPU 133讀取的程序包括代碼，當由CPU 133執行時，代碼執行與本文所述的電漿處理方案相關的任務。程式可以包括用於控制處理系統10內的各種硬體和電子部件以執行各種處理任務和用於實施本文所述方法的各種處理序列的指令。在一個具體實施例中，程式包括用於執行下面關於圖4描述的一個或多個操作的指令。

**【0041】** 控制器126與脈衝電壓（PV）波形產生器175和射頻（RF）波形產生器171通訊，使得在處理過程中從控制器126提供的一個或多個命令信號可以用於控制由脈衝電壓（PV）波形產生器或射頻（RF）波形產生器提供的輸出信號的態樣（例如，波形特性）。

#### 處理方法示例

**【0042】** 圖4是圖示用於即時測量設置在電漿處理腔室內的基板或電漿產生部件的晶片電位的方法的圖。方法400包括在處理腔室的處理區域中產生電漿，監測佈置在感測組件184內的偵測器組件301內的感測器的電性特性，基於電性特性形成一組調整參數，以及基於感測器的監測電性特性調整一或多個電漿處理參數。在執行方法400之前，

一個或多個偵測器組件 301 (以及因此, 佈置在每個偵測器組件 301 的封裝 310 的主體內的一個或多個光纖感測器 250) 在處理腔室 100 的一個或多個區域內定位和對準, 以偵測其中形成的電場的一部分。

**【0043】** 在活動 402, 方法 400 包括至少部分地由於從 RF 功率系統 189 的 RF 波形產生器 171 提供的 RF 信號傳送到處理腔室內的電極而在處理腔室 100 中形成電漿 101。在活動 402 的一些具體實施例中, 還從 PV 波形產生器 175 向佈置在處理腔室 100 內的電極 (例如, 偏壓電極 104) 提供不對稱電壓波形。

**【0044】** 在活動 404, 方法 400 包括基於由佈置在處理腔室 100 內的一個或多個感測器收集的測量來測量一個或多個感測參數。一個或多個感測參數可以包括由光纖感測器 250 測量的電場強度、電光晶體 290 的光學特性的變化中的一個或多個, 並且在一些情況下還可以包括由溫度感應器提供的溫度測量。在一些具體實施例中, 感測參數包括透過使用感測組件 184 內的一個或多個光纖感測器 250 中的一個或多個對於在處理腔室 100 的區域內產生的電場 E 的即時測量。活動 404 可以包括測量在 RF 線圈 181 (圖 1) 的區域中產生的電場 E, 以便偵測 RF 線圈 181 的區域, 此區域包括高於或低於預期的電場 E, 因此可能容易產生電弧或電漿不均勻。與正在測量的 RF 線圈 181 的區域相關的測量結果經由通訊線路 165 被中繼到控制器 126 以供分析。在活動 404 期間進行測量之前, 偵測器組件 301 (以及因此, 佈

置在包裝 310 主體內的一個或多個光纖感測器 250 被定位和對準) 被定位和對齊，使得一個或多個光纖感測器 250 的表面(例如，如圖 3A 所示的表面 325、326) 以所需方向對齊，以偵測由 RF 線圈 181 的區域產生的電場 E。

**【0045】** 另外或替代地，在活動 404 期間，執行在 RF 匹配件 172 或濾波器組件 178 的區域中產生的電場 E 的測量，以便偵測 RF 匹配件 172 或濾波器組件 178 中包括高於或低於預期的電場 E 的區域。包含較高或較低電場的區域可能易於產生電弧或者是電場產生部件容易過早失效的信號。在處理過程中測量的與 RF 匹配件 172 和 / 或濾波器組件 178 的區域相關的測量結果經由通訊線路 165 被中繼到控制器 126 以供分析。據信，偵測由 RF 匹配件 172 和濾波器組件 178 內的各種電性組件(例如固定或可變電感器、可變電容器和接地元件(例如接地帶)) 產生的超出所需範圍的電場，可用於防止這些電子元件中的任何一個引起處理結果的變化或損壞處理腔室 100 的部分。

**【0046】** 另外或替代地，在活動 404 期間，透過使用可移動探針組件(未示出) 執行對處理腔室 100 的處理區域 129 中產生的電場 E 的測量，可移動探針組件被配置成在電漿處理期間透過使用鉸接臂(未示出) 可調整地定位在處理腔室 100 的處理區域 129 中，鉸接臂附接至處理腔室 100 的壁。可移動探針組件可用於繪製在處理腔室 100 的各個區域中產生的電場 E。繪製的電場然後可用於調整輸送到電漿產生部件的電性信號的特性或電性功率，和 / 或甚至物理地

調節電漿產生部件，以改變電漿均勻性和 / 或防止電弧或其他不希望的處理腔室設計的屬性。

**【0047】** 附加地或替代地，在活動 404 期間，透過使用儀器化基板執行在基板 103 的表面處產生的電場 E 的測量。儀器化基板包括一個或多個偵測器組件 301，偵測器組件 301 在基板表面上每個區域中以陣列形式對齊、定向和分佈，以便偵測基板表面不同區域上形成的電漿密度的偏斜和 / 或電漿不均勻性。參照圖 1，在一些具體實施例中，支撐套筒 311 及其相關聯的光纖連接到真空相容連接器 137，連接器 137 被配置為傳輸在處理腔室內外的光纖部分之間傳送以及在光纖感測器 250 和光學偵測組件 350 之間傳送的光信號。與正在測量的基板表面的各個區域中的電場 E 相關的測量結果經由通訊線路 165 中繼到控制器 126 以供分析。

**【0048】** 在一些替代配置中，在基板 103 的表面處產生的電場 E 的測量透過使用排列、定向並嵌入基板支座 105 內的光纖感測器 250（未示出）的陣列來執行，例如在偏壓電極 104 和基板支撐表面 105A 之間的區域中。在此配置中，支撐套筒 311 及其相關聯的光纖可被定位成離開基板支撐組件 136 的底部，使得它們可連接到其相關聯的光學偵測組件 350，光學偵測組件 350 被配置成將信號傳送到控制器 126。

**【0049】** 在活動 406，方法 400 包括監測和分析由一個或多個感測組件 184 內的一個或多個光纖感測器 250 和其他感測元件（例如，光學溫度測量組件 370）偵測到的感測

參數的變化。在活動 406 期間，控制器 126 將從一個或多個光纖感測器 250 和其他感測元件接收的資料與存儲在控制器 126 的記憶體中的資訊或其他接收的感測器資料進行比較，以決定補償對於一個或多個光纖感測器 250 經歷的溫度漂移所需的期望校正量。存儲的資訊可包括方程式或查找表，方程式或查找表被配置為基於控制器 126 接收的與使用上述技術之一的溫度變化相關的資料提供校正量。在一個示例中，感測參數是當在處理腔室 100 的區域中不存在電場 E 時，點之間的電場強度隨時間的變化。在另一示例中，感測參數由第一光纖感測器 320 和第二光纖感測器 321 偵測到的電場 E 的差異來決定，第二光纖感測器 321 透過使用屏蔽元件 360 屏蔽自電場 E。控制器 126 隨後分析並使用隨時間接收的資料來決定電場 E 測量所需的調整量以校正溫度變化。

**【0050】** 在活動 408，控制器 126 然後使用決定的調整量和所得調整測量資料來產生命令信號，命令信號用於基於所調整的測量調整一個或多個電漿處理參數。電漿處理參數可以包括將影響在電漿處理期間或之後在基板上看到的處理結果的任何電漿處理變量，並且可以包括但不限於從 RF 源提供的 RF 功率位準、從 PV 源提供的 PV 功率位準、停止電漿處理的行為、氣體流速、處理腔室壓力和基板溫度。在一個示例中，由於調整後的測量資料與存儲的系統配置資料的比較，控制器 126 決定從偵測器組件 301 提供的一組調整後的測量資料高於預期，然後產生命令信號，命令信

號用於由於在處理腔室中可能會發生電弧放電，因此停止在處理腔室中執行的處理。在活動408的一些具體實施例中，控制器還可以基於所決定的調整後的電場E測量值來計算調整後的電壓測量值，並在圖形使用者界面（GUI）上顯示與此測量值相關的資訊或將結果存儲在記憶體中以備後用。在一個示例中，由於調整後的測量資料與存儲的系統配置資料的比較，控制器126決定從電漿處理腔室的區域內的偵測器組件301提供的調整後的一組測量資料高於或低於預期，然後產生命令信號，信號用於向使用者提供腔室區域中的電場E超出所需範圍的資訊，因此一個或多個腔室組件可能需要調整、維修或更換。

**【0051】** 本文描述的本揭示內容的具體實施例可用於即時測量和控制在處理期間在電漿處理腔室內佈置的基板或電漿產生部件上形成的電位。如本文所述，測得的電位可用於電漿處理監控、設備校準、處理和裝置效能診斷、處理腔室設計優化，以及提高電漿處理腔室的安全性。

**【0052】** 雖然前述內容係關於本揭示內容的具體實施例，但可發想其他與進一步的具體實施例而不脫離前述內容的基板範圍，且前述內容的範圍係由下列申請專利範圍判定。

**【符號說明】**

**【0053】**

10：電漿處理系統

100：處理腔室

101：電漿



- 1 0 3 : 基 板
- 1 0 4 : 偏 壓 電 極
- 1 0 5 : 基 板 支 座
- 1 0 7 : 基 板 支 撐 基 座
- 1 1 1 : 絕 緣 板
- 1 1 2 : 接 地 板
- 1 1 3 : 腔 室 主 體
- 1 1 4 : 邊 緣 環
- 1 1 5 : 邊 緣 控 制 電 極
- 1 1 9 : 處 理 氣 體 源
- 1 2 2 : 側 壁
- 1 2 3 : 腔 室 蓋
- 1 2 4 : 腔 室 基 座
- 1 2 6 : 控 制 器
- 1 2 8 : 氣 體 入 口
- 1 2 9 : 處 理 區 域
- 1 3 3 : 中 央 處 理 單 元 ( C P U )
- 1 3 4 : 記 憶 體
- 1 3 5 : 支 援 電 路
- 1 3 6 : 基 板 支 撐 組 件
- 1 3 7 : 真 空 相 容 連 接 器
- 1 6 0 : 同 軸 電 力 傳 輸 線
- 1 6 1 : 電 力 傳 輸 線
- 1 6 2 : 電 力 傳 輸 線

- 1 6 3 : 電力 傳 輸 線
- 1 6 4 : 電力 傳 輸 線
- 1 6 5 : 通 訊 線 路
- 1 7 1 : R F 波 形 產 生 器
- 1 7 2 : 阻 抗 匹 配 電 路
- 1 7 3 : D C 電 壓 源
- 1 7 4 : R F 濾 波 器
- 1 7 5 : P V 波 形 產 生 器
- 1 7 7 : 電 流 源
- 1 7 8 : 濾 波 器 組 件
- 1 8 1 : R F 線 圈
- 1 8 2 : 氣 體 系 統
- 1 8 3 : D C 功 率 系 統
- 1 8 4 : 感 測 組 件
- 1 8 5 : 通 孔
- 1 8 6 : 升 降 銷
- 1 8 9 : R F 功 率 系 統
- 2 0 3 : 第 一 電 極
- 2 0 4 : 第 二 電 極
- 2 1 0 : 雷 射
- 2 1 1 : 光 電 偵 測 器
- 2 1 3 : 第 一 光 纖
- 2 1 4 : 第 二 光 纖
- 2 2 5 : 信 號 偵 測 組 件

- 250: 光纖感測器
- 290: 光電晶體
- 301: 偵測器組件
- 310: 封裝
- 311: 套管
- 320: 第一光纖感測器
- 321: 第二光纖感測器
- 325: 表面
- 326: 表面
- 327: 表面
- 341: 輸入光纖
- 342: 輸出光纖
- 343: 輸入光纖
- 344: 輸出光纖
- 350: 光學偵測組件
- 351: 光學發射組件
- 352: 光學偵測器
- 360: 屏蔽元件
- 370: 光學溫度測量組件
- 371: 光纖
- 372: 光學偵測組件
- 400: 方法
- 402 - 408: 活動
- 105A: 基板支撐表面

178A - 178C : 分立濾波器

350A : 第一光學偵測組件

350B : 第二光學偵測組件

**【生物材料寄存】**

國內寄存資訊（請依寄存機構、日期、號碼順序註記）

無

國外寄存資訊（請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記）

無

**【發明申請專利範圍】**

**【請求項 1】** 一種電場測量系統，包含：

一第一光源，該第一光源經配置以由一或多個波長發送電磁能量；

一第一光感測器，該第一光感測器經配置以接收由該一或多個波長發送的該電磁能量；

至少一個電光感測器，該至少一個電光感測器包含：

一封裝，該封裝包含一主體；

一第一電光晶體，該第一電光晶體設置在該主體內；

以及

至少一個光纖，該至少一個光纖經配置以

將從該第一光源發送的該電磁能量發送至該第一電光晶體的一表面；以及

將發送至該第一電光晶體的該表面且隨後穿過該第一電光晶體的至少一部分的該電磁能量的至少一部分發送至該第一光感測器，

其中該第一光感測器經配置以產生一信號，該信號基於該第一光感測器從該至少一個光纖接收的該電磁能量的該部分的一屬性而改變；以及

一控制器，該控制器經配置以接收該第一光感測器產生的該信號，並基於該所接收的信號產生一命令信號。

**【請求項 2】** 如請求項 1 所述之電場測量系統，該電場測量系統進一步包含：

一第二光源，該第二光源經配置以由一或多個波長發

送電磁能量；以及

一第二光感測器，該第二光感測器經配置以接收由該一或多個波長發送的該電磁能量，

其中該至少一個電光感測器進一步包含：

一第二電光晶體，該第二電光晶體設置在該主體內；

以及

至少一個光纖，該至少一個光纖經配置以

將從該第二光源發送的該電磁能量發送至該第二電光晶體的一表面；以及

將發送至該第二電光晶體的該表面且隨後穿過該第二電光晶體的至少一部分的該電磁能量的至少一部分發送至該第二光感測器，

其中該第二光感測器經配置以產生一信號，該信號基於該第二光感測器從該至少一個光纖接收的該電磁能量的該部分的一屬性而改變；以及

其中該控制器進一步經配置以接收該第二光感測器產生的該信號，並基於從該第一光感測器與該第二光感測器接收的該信號產生該命令信號。

**【請求項 3】** 如請求項 2 所述之電場測量系統，其中該至少一個電光感測器進一步包含：

一屏蔽元件，該屏蔽元件定位在該第二電光晶體上方並經配置以屏蔽該第二電光晶體以不受穿過該主體的一電場 E 影響。

**【請求項 4】** 如請求項 1 所述之電場測量系統，其中該控

制器經配置以與一脈衝電壓 ( P V ) 波形產生器和一射頻 ( R F ) 波形產生器中的至少一個進行通訊，並且該命令信號經配置以引起該脈衝電壓 ( P V ) 波形產生器或該射頻 ( R F ) 波形產生器調整從該脈衝電壓 ( P V ) 波形產生器或該射頻 ( R F ) 波形產生器提供的一輸出信號。

【請求項 5】 如請求項 1 所述之電場測量系統，其中該控制器具有一處理器，該處理器經配置以執行電腦可讀取指令，該電腦可讀取指令使該系統透過使用該至少一個電光感測器來隨著時間測量在一電漿處理腔室的一區域內的一電場的一強度。

【請求項 6】 如請求項 1 所述之電場測量系統，其中該控制器具有一處理器，該處理器經配置以執行電腦可讀取指令，該電腦可讀取指令使該系統：

透過使用一射頻 ( R F ) 產生器施加一第一 R F 波形至一第一電極，

透過使用該至少一個電光感測器隨著時間測量一電漿處理腔室的一區域內的一電場的一強度；以及

基於該測量的電場強度改變該 R F 產生器產生的該第一 R F 波形。

【請求項 7】 如請求項 1 所述之電場測量系統，其中該控制器具有一處理器，該處理器經配置以執行電腦可讀取指令，該電腦可讀取指令使該系統：

透過使用一脈衝電壓 ( P V ) 波形產生器施加一第一電壓波形至一第一電極，

透過使用該至少一個電光感測器隨著時間測量一電漿處理腔室的一區域內的一電場的一強度；以及

基於該測量的電場強度改變該脈衝電壓（PV）波形產生器產生的一脈衝電壓（PV）波形。

【請求項 8】 如請求項 1 所述之電場測量系統，其中該至少一個電光感測器設置在一 RF 匹配件內，該 RF 匹配件具有一輸入與一輸出，該 RF 匹配件的該輸入耦接至一 RF 產生器的一輸出，該 RF 匹配件的一輸出適配於耦接至一電漿處理腔室內的一電極，其中該至少一個電光感測器定位以偵測該 RF 匹配件內一或多個部件產生的一電場。

【請求項 9】 如請求項 1 所述之電場測量系統，其中該至少一個電光感測器定位為鄰接一電漿處理腔室內的一 RF 線圈的一部分，其中該至少一個電光感測器定位以偵測在該電漿處理腔室中執行一處理期間內該 RF 線圈的至少一部分產生的一電場。

【請求項 10】 如請求項 1 所述之電場測量系統，其中該至少一個電光感測器進一步包含一電光感測器陣列，該電光感測器陣列定位在一基板的一表面上，在該電漿處理腔室中執行的一處理期間內該基板經配置以定位在一電漿處理腔室中的一基板支座上。

【請求項 11】 一種使用一電場測量系統執行一電場測量的方法，該方法包含以下步驟：

透過使用一第一電光感測器偵測透過一第一部件產生



的一電場，其中該第一電光感測器包含：

一封裝，該封裝包含一主體；

一第一電光晶體，該第一電光晶體設置在該主體內並經定位使得該產生的電場穿過該第一電光晶體的至少一部分；以及

至少一個光纖；

在一第一部件產生該電場的同時透過使用一第一光源發送電磁能量透過該至少一個光纖至該第一電光晶體的一表面；

將發送至該第一電光晶體的該表面且隨後穿過該第一電光晶體的至少一部分的該電磁能量的至少一部分透過該至少一個光纖發送至一第一光感測器；

由該第一光感測器產生一第一測量信號，該第一測量信號基於該第一光感測器從該至少一個光纖接收的該電磁能量的該部分的一屬性而改變；以及

由一控制器基於該產生的第一測量信號產生一命令信號，其中該命令信號經配置以提供用於調整在一電漿處理腔室中執行的一電漿處理的一處理參數的一設置的資訊。

**【請求項 12】** 如請求項 11 所述之方法，其中該處理參數包含改變一脈衝電壓（P V）波形產生器產生的一第一電壓波形或一射頻（R F）產生器產生的一 R F 波形。

**【請求項 13】** 如請求項 12 所述之方法，其中該第一部件選自由以下部件組成之一群組：一 R F 匹配件中的一部分

件；一濾波器組件中的一部件；以及 R F 線圈的一部分。

【請求項 14】如請求項 12 所述之方法，其中

該產生該第一測量信號之步驟包含以下步驟：

在一第一時間段中產生該第一測量信號的一第一部分；以及

在一第二時間段中產生該第一測量信號的一第二部分，其中在該第一時間段內該第一部件產生該電場，且在該第二時間段內該第一部件不產生電場，以及

該基於該產生的第一測量信號的產生該命令信號之步驟包含以下步驟：

比較該測量信號的該第一部分與該測量信號的該第二部分；以及

基於該比較而改變提供在該命令信號中用於調整一處理參數的一設定的該資訊。

【請求項 15】如請求項 11 所述之方法，該方法進一步包含：

透過使用一第二電光感測器偵測該第一部件產生的一電場；

在一第一部件產生該電場的同時透過使用一第二光源發送電磁能量透過至少一個光纖至設置在該封裝的該主體內的一第二電光晶體的一表面；

將發送至該第二電光晶體的該表面且隨後穿過該第二電光晶體的至少一部分的該電磁能量的至少一部分透過該至少一個光纖發送至一第二光感測器；以及

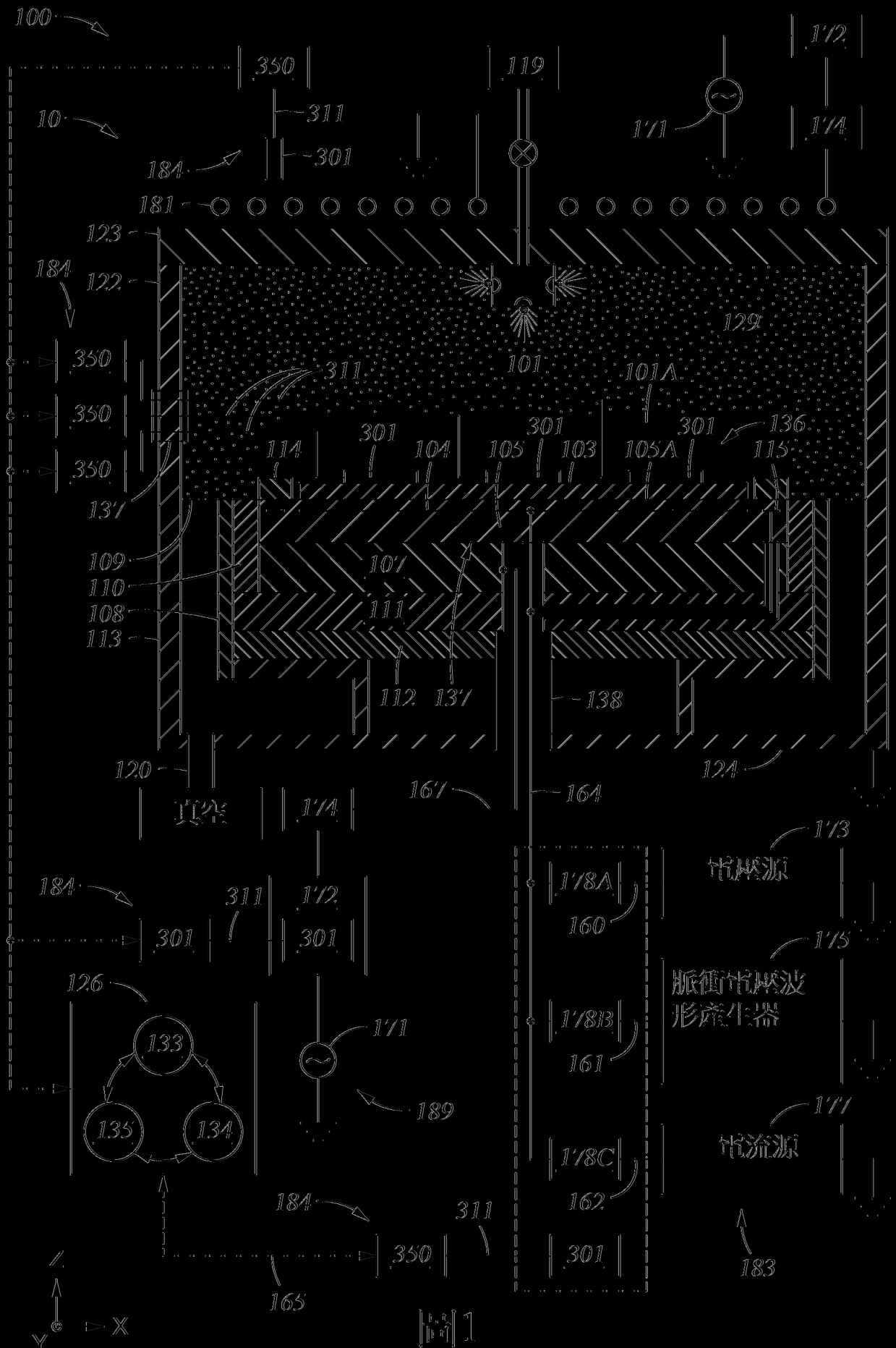
由該第二光感測器產生一第二測量信號，該第二測量信號基於該第二光感測器從該至少一個光纖接收的該電磁能量的該部分的一屬性而改變，

其中該控制器產生該命令信號之步驟進一步包含以下步驟：

比較該第一測量信號與該第二測量信號；以及

基於該比較而改變提供在該命令信號中用於調整一處理參數的一設定的該資訊。

(發明圖式)



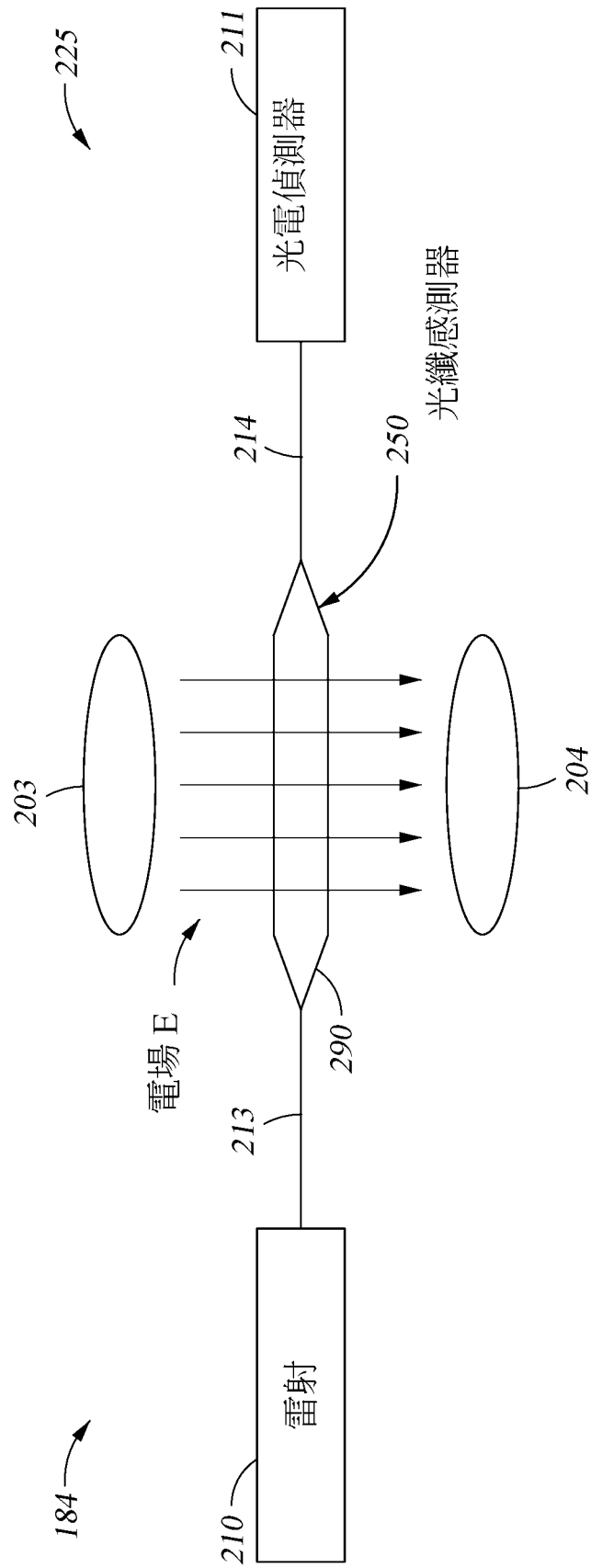


圖2

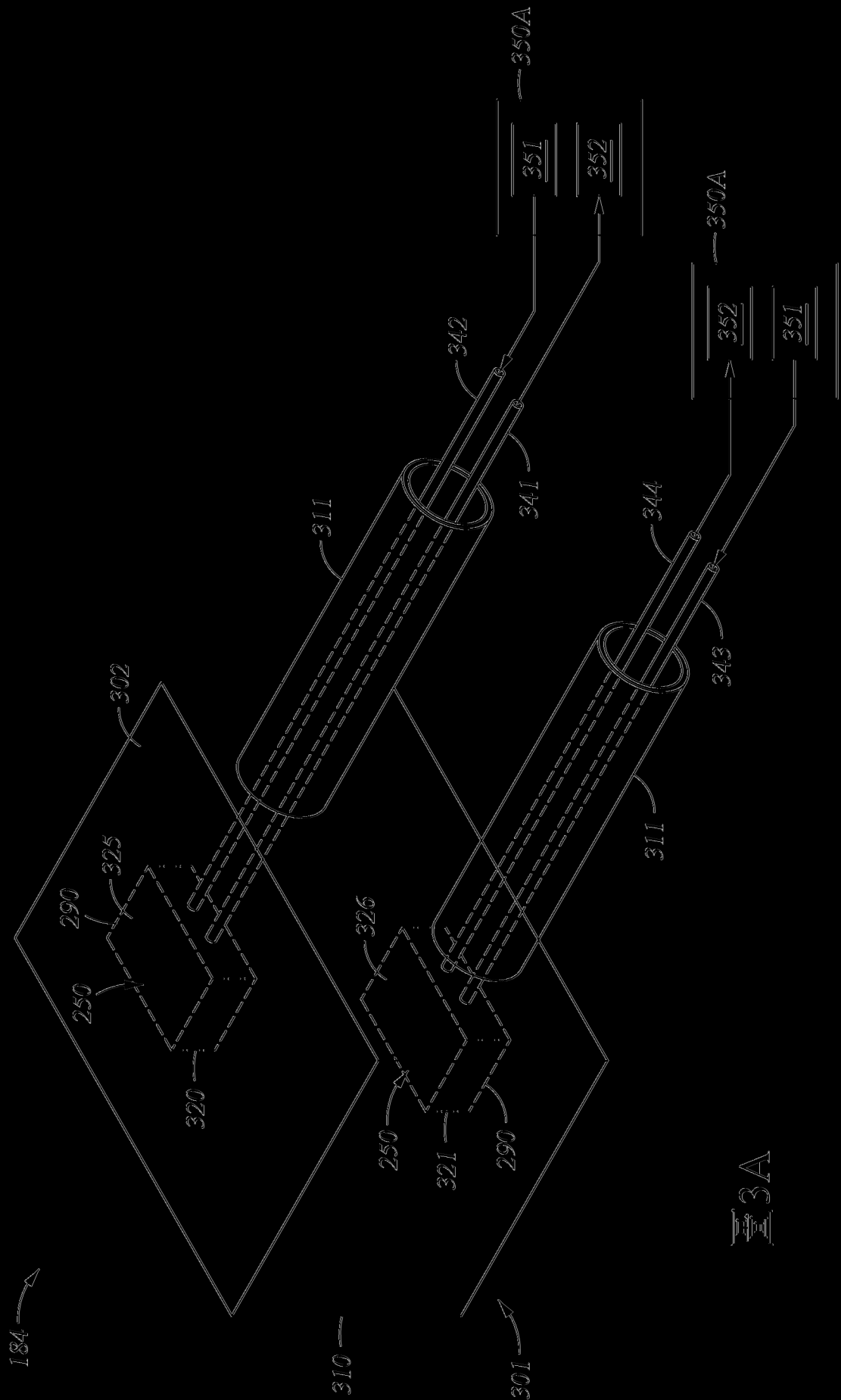
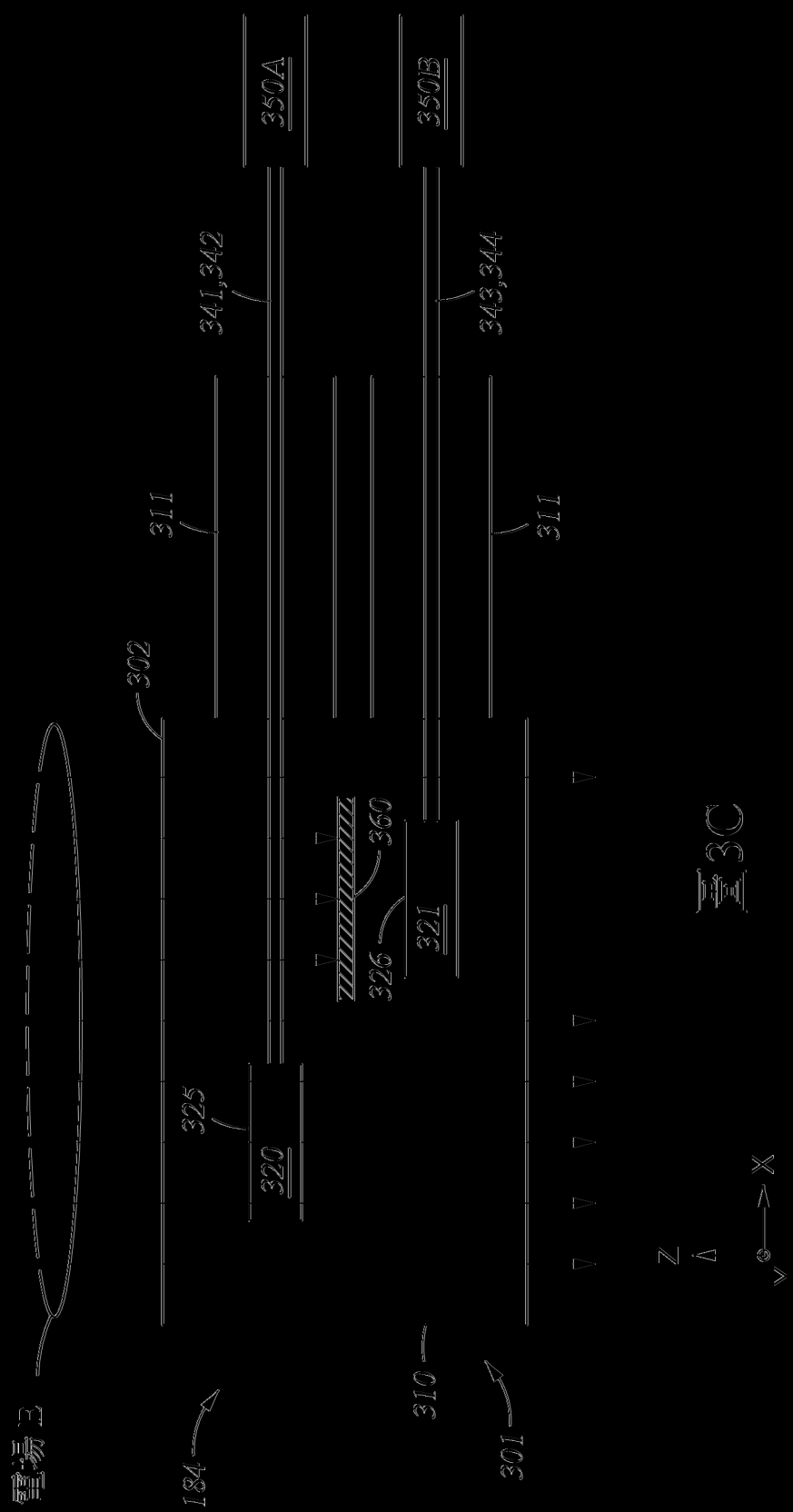


圖 3A







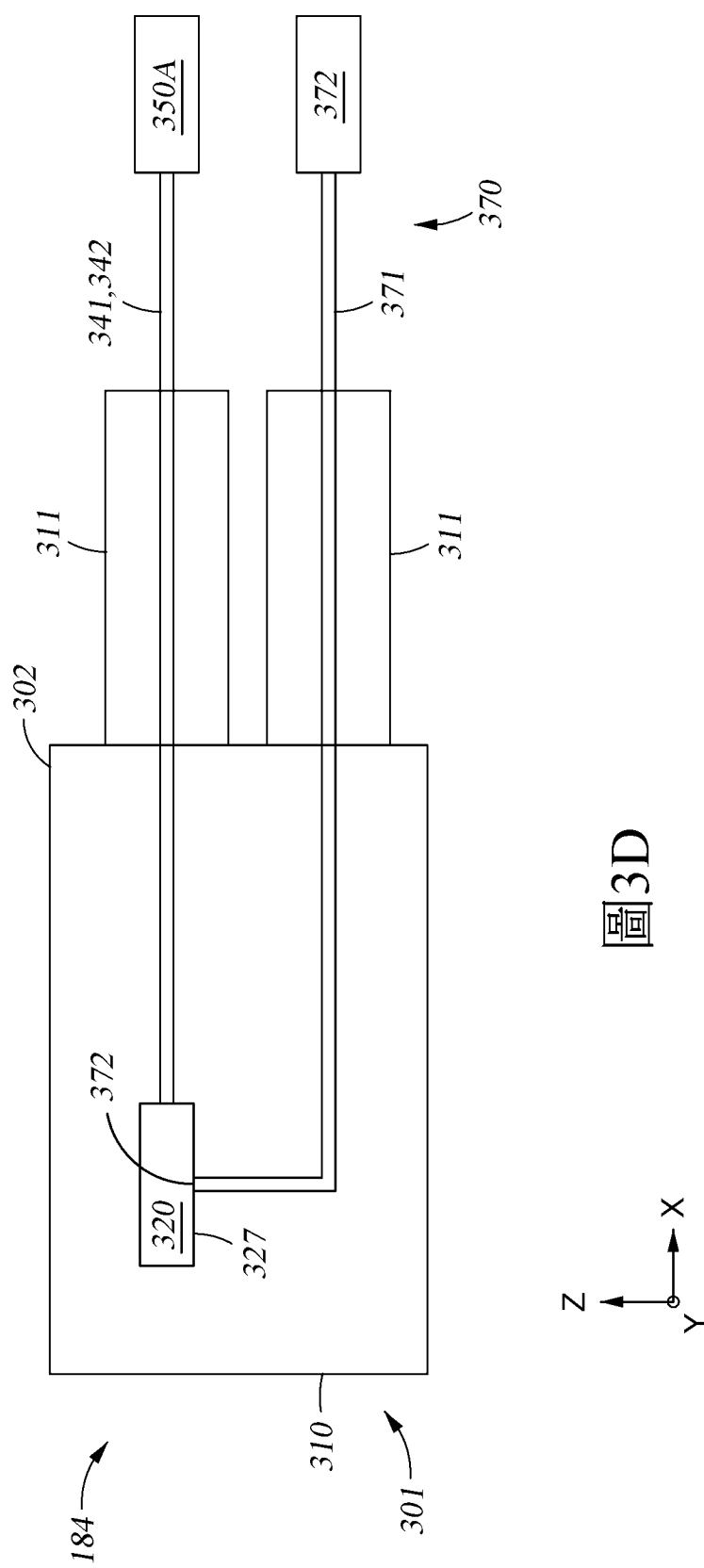


圖3D

