



(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 I856077 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 09 月 21 日

(21)申請案號：109109539

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 03 月 23 日

(51)Int. Cl. : C23C16/26 (2006.01)

C23C16/505 (2006.01)

H01J37/32 (2006.01)

(30)優先權：2019/03/25 美國

62/823,211

(71)申請人：美商蘭姆研究公司 (美國) LAM RESEARCH CORPORATION (US)

美國

(72)發明人：薛君 XUE, JUN (CN)；馬楠皮爾 瑪利 安 MANUMPIL, MARY ANNE (US)；李
世凱 LEE, SHIH-KED (US)；陳 暹華 TAN, SAMANTHA SIAMHWA (US)

(74)代理人：許峻榮

(56)參考文獻：

TW 201144475A

CN 104513973A

審查人員：謝文瑜

申請專利範圍項數：31 項 圖式數：7 共 32 頁

(54)名稱

高蝕刻選擇性之低應力可灰化碳硬遮罩

(57)摘要

用於沉積碳可灰化硬遮罩層於基板上之方法包括：a) 佈設一基板於一處理腔室中；b) 設定腔室壓力於一預定壓力範圍內；c) 設定一基板溫度於-20 °C 至 200 °C 之一預定溫度範圍內；d) 供應包含有煙前驅物及一或更多其他氣體之一氣體混合物；以及 e) 透過供應 RF 電漿功率達一第一預定時段來引燃電漿，以沉積碳可灰化硬遮罩層於該基板上。

A method for depositing a carbon ashable hard mask layer on a substrate includes a) arranging a substrate in a processing chamber; b) setting chamber pressure in a predetermined pressure range; c) setting a substrate temperature in a predetermined temperature range from -20°C to 200°C; d) supplying a gas mixture including hydrocarbon precursor and one or more other gases; and e) striking plasma by supplying RF plasma power for a first predetermined period to deposit a carbon ashable hard mask layer on the substrate.

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 600:方法
- 610:步驟
- 614:步驟
- 618:步驟
- 622:步驟
- 628:步驟
- 632:步驟
- 640:步驟
- 644:步驟
- 648:步驟
- 652:步驟
- 656:步驟
- 660:步驟

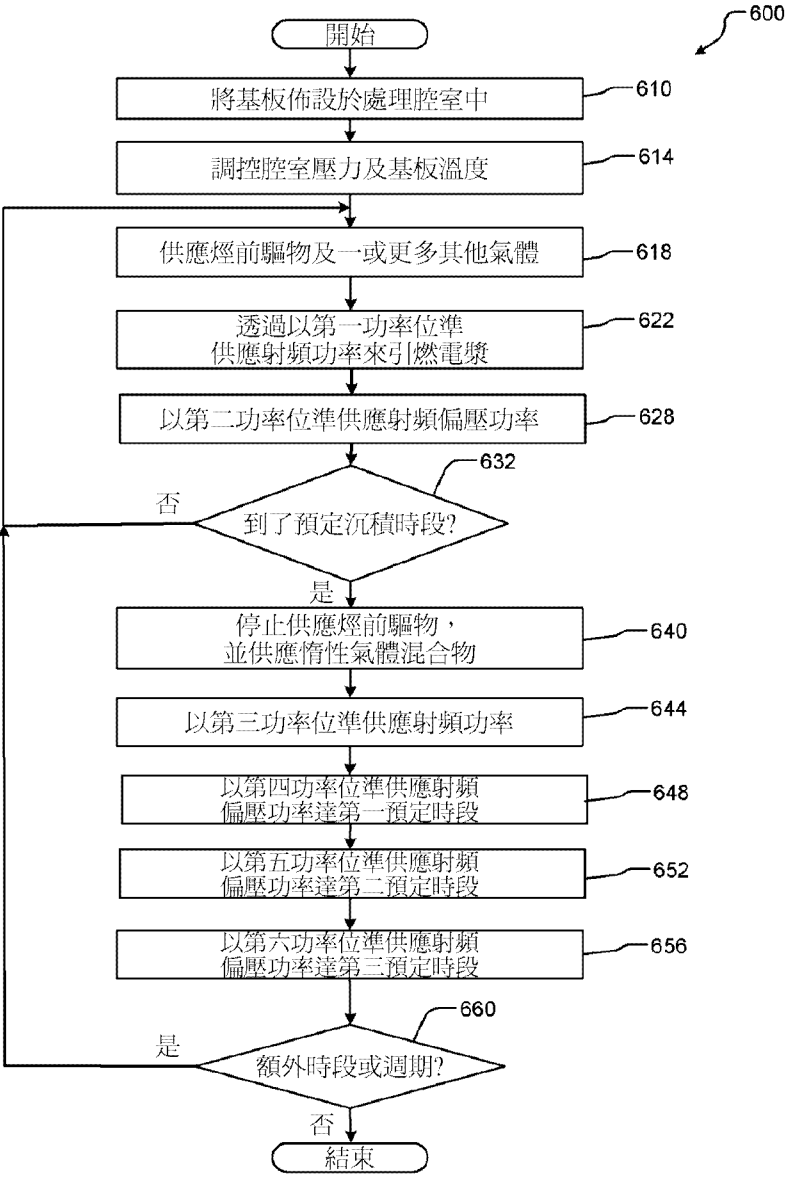


圖 6



I856077

【發明摘要】

【中文發明名稱】高蝕刻選擇性之低應力可灰化碳硬遮罩

【英文發明名稱】HIGH ETCH SELECTIVITY, LOW STRESS ASHABLE
CARBON HARD MASK

【中文】

用於沉積碳可灰化硬遮罩層於基板上之方法包括：a) 佈設一基板於一處理腔室中；b) 設定腔室壓力於一預定壓力範圍內；c) 設定一基板溫度於-20 °C至200 °C之一預定溫度範圍內；d) 供應包含有烴前驅物及一或更多其他氣體之一氣體混合物；以及e) 透過供應RF電漿功率達一第一預定時段來引燃電漿，以沉積碳可灰化硬遮罩層於該基板上。

【英文】

A method for depositing a carbon ashable hard mask layer on a substrate includes a) arranging a substrate in a processing chamber; b) setting chamber pressure in a predetermined pressure range; c) setting a substrate temperature in a predetermined temperature range from -20°C to 200°C; d) supplying a gas mixture including hydrocarbon precursor and one or more other gases; and e) striking plasma by supplying RF plasma power for a first predetermined period to deposit a carbon ashable hard mask layer on the substrate.

【指定代表圖】 圖6

【代表圖之符號簡單說明】

- 600 : 方法
- 610 : 步驟
- 614 : 步驟
- 618 : 步驟
- 622 : 步驟
- 628 : 步驟
- 632 : 步驟
- 640 : 步驟
- 644 : 步驟
- 648 : 步驟
- 652 : 步驟
- 656 : 步驟
- 660 : 步驟

【發明說明書】

【中文發明名稱】高蝕刻選擇性之低應力可灰化碳硬遮罩

【英文發明名稱】HIGH ETCH SELECTIVITY, LOW STRESS ASHABLE
CARBON HARD MASK

【技術領域】

【0001】本發明總體上是關於基板處理系統，尤其是用於沉積可灰化碳硬遮罩之系統及方法。

[相關申請案之交互參照]

【0002】本申請為2019年3月25日申請之美國專利申請案第62/823,211號的PCT國際申請案。上述參考申請案之全部揭示內容皆併於此作為參考。

【先前技術】

【0003】本文所提供的先前技術係為了概述本揭示內容上下文之目的。本案發明人的成果(在此先前技術段落中所述之範圍內)、以及在申請時可能未以其他方式認定為先前技術之描述態樣，並未明示或默示地被承認為是相對於本發明的先前技術。

【0004】基板處理系統在基板(例如半導體晶圓)上執行處理。基板處理之示例包括沉積、灰化、蝕刻、清潔及/或其他製程。蝕刻通常包括濕式化學蝕刻或乾式蝕刻。乾式蝕刻可使用感應耦合式電漿(ICP)或電容耦合式電漿(CCP)所產生之電漿來執行。

【0005】 ICP 系統透過供應 RF 電漿功率至佈設於處理腔室外部而與介電窗相鄰之線圈來產生電漿。流於處理腔室內部之製程氣體混合物被磁場激燃以產生電漿。

【0006】 CCP 系統使用佈設於處理腔室中之電極來產生電漿。例如，一電極可佈設於基板下方之基板支座中，而另一電極(例如噴淋頭)則佈設於基板上方。RF 電漿功率被供應穿過電極，以激燃位於電極之間的氣體。

【發明內容】

【0007】 用於沉積碳可灰化硬遮罩層於基板上之方法包括：a) 佈設一基板於一處理腔室中；b) 設定腔室壓力於一預定壓力範圍內；c) 設定一基板溫度於-20 °C至200°C之一預定溫度範圍內；d) 供應包含有烴前驅物及一或更多其他氣體之一氣體混合物；以及e) 透過供應RF電漿功率達一第一預定時段來引燃電漿，以沉積一碳可灰化硬遮罩層於該基板上。

【0008】 於其他特徵中，該處理腔室為感應耦合式電漿腔室。e)中之該RF電漿功率係以30 W至3000 W範圍內之一第一功率位準傳送。該方法包括在該第一預定時段期間以大於0 W至1000 W範圍內之一第二功率位準供應RF偏壓功率。

【0009】 於其他特徵中，該方法包括：f) 於該第一預定時段後，停止該烴前驅物之流動；以及g) 在該基板上執行基板處理，以降低應力。該方法包括執行一或更多額外次之該碳可灰化硬遮罩之該沉積及該基板處理。

【0010】於其他特徵中，該碳可灰化硬遮罩之該沉積包括沉積/處理時段之30%至95%，而該基板處理包括該沉積/處理時段之70%至5%。該碳可灰化硬遮罩之該沉積及該基板處理係以0.05 Hz至1000 Hz範圍內之頻率重複進行。

【0011】於其他特徵中，g)包括：g1) 供應一惰性氣體混合物；g2) 以小於該第一功率位準之一第三功率位準來供應該RF電漿功率；以及g3) 以小於該第二功率位準之一第四功率位準來供應該RF偏壓功率。

【0012】於其他特徵中，g)更包括：g4) 於該第四功率位準下之一第二預定時段之後，以大於該第四功率位準之一第五功率位準來供應該RF偏壓功率達一第三預定時段；以及g5) 於該第三預定時段之後，以小於該第四功率位準之一第六功率位準來供應該RF偏壓功率達一第四預定時段。

【0013】於其他特徵中，該方法更包括重複進行一或更多次之c)至g5)。該第三功率位準於0 W至500 W之範圍內。該第四功率位準於30 W至1000 W之範圍內。該第五功率位準於100 W至1500 W之範圍內。該第六功率位準於30 W至1000 W之範圍內。

【0014】於其他特徵中，該預定溫度範圍為0 °C至80 °C。該預定壓力範圍為5 mT至450 mT。該預定壓力範圍為5 mT至35 mT。該處理腔室為電容耦合式電漿腔室。

【0015】用於沉積碳可灰化硬遮罩層於基板上之方法包括：a) 佈設一基板於一處理腔室中；b) 設定腔室壓力於一預定壓力範圍內；c) 設定一基板溫度於一預定溫度範圍內；d) 供應包含有烴前驅物及一或更多氣體之一氣體混合物；e) 透過供應RF電漿功率達一第一預定時段來引燃電漿，以沉積一碳可灰化硬遮罩層；f) 於該第一預定時段後，停止該烴前驅物之流動；以及g) 在該基板上執行基板處理，以降低應力。

【0016】於其他特徵中，該方法包括執行一或更多額外次之該碳可灰化硬遮罩之該沉積及該基板處理。執行該碳可灰化硬遮罩之該沉積達沉積/處理時段之30%至95%，且執行該基板處理達該沉積/處理時段之70%至5%。該碳可灰化硬遮罩之該沉積及該基板處理係以0.05 Hz至1000 Hz範圍內之頻率重複進行。

【0017】於其他特徵中，g)包括：g1) 供應一惰性氣體混合物；g2) 以小於該第一功率位準之一第三功率位準來供應該RF電漿功率；以及g3) 以小於該第二功率位準之一第四功率位準來供應該RF偏壓功率。

【0018】於其他特徵中，g)更包括：g4) 於該第四功率位準下之一第二預定時段之後，以大於該第四功率位準之一第五功率位準來供應該RF偏壓功率達一第三預定時段；以及g5) 於該第三預定時段之後，以小於該第四功率位準之一第六功率位準來供應該RF偏壓功率達一第四預定時段。e)中之該RF電漿功率係以30 W至3000 W範圍內之一第一功率位準傳送，並更包括在該第一預定時段期間以大於0 W至1000 W範圍內之一第二功率位準供應RF偏壓功率。

【0019】於其他特徵中，該方法包括重複進行一或更多次之c)至g5)。該第三功率位準於0 W至500 W之範圍內。該第四功率位準於30 W至1000 W之範圍內，該第五功率位準於100 W至1500 W之範圍內，以及該第六功率位準於30 W至1000 W之範圍內。

【0020】於其他特徵中，該預定溫度範圍為0 °C至80 °C。該預定壓力範圍為5 mT至450 mT。該預定壓力範圍為5 mT至35 mT。該處理腔室為電容耦合式電漿腔室。

【0021】透過詳細描述、申請專利範圍及圖式，本發明之其他應用領域將變得顯而易見。詳細描述及特定示例僅為了說明目的，其用意不在於限制該揭示內容之範圍。

【圖式簡單說明】

【0022】 透過詳細描述及附圖，將更加全面地理解本發明，其中：

【0023】 圖1為根據本發明用於沉積可灰化硬遮罩之感應耦合式電漿(ICP)基板處理系統之示例的功能方塊圖；

【0024】 圖2為說明根據本發明之RF電漿功率、RF偏壓功率及氣體流之時序示例的圖；

【0025】 圖3為說明根據本發明之諸多膜之 sp^3/sp^2 比率示例的圖；

【0026】 圖4為說明膜應力為處理功率函數之示例的圖；

【0027】 圖5為說明根據本發明之諸多AHM膜之蝕刻速率示例的圖；

【0028】 圖6為根據本發明用於沉積碳AHM膜之方法示例的流程圖；以及

【0029】 圖7為根據本發明用於沉積可灰化硬遮罩之電容耦合式電漿(CCP)基板處理系統之示例的功能方塊圖。

【0030】 在圖式中，參考符號可被重複使用以標識相似及/或相同的元件。

【實施方式】

【0031】 基板(例如半導體記憶體)正增加對於更多數目之記憶體單元對的需求，以改善記憶體容量。為了增加記憶體對，執行高深寬比(HAR)蝕刻。硬遮罩係用於蝕刻期間，以防止一些曝光材料在蝕刻其他曝光材料時產生蝕刻。需要高選擇性且低應力可灰化硬遮罩(AHM)來達成HAR蝕刻。

【0032】 供選擇之AHM膜包括高選擇性透明(HST)膜、類鑽碳(DLC)膜、及可灰化碳延伸(ACE)膜。然而，此些膜之每一者皆有缺點。此些膜具低密

度、高氫(H)含量及/或高應力。低密度及高H降低蝕刻抗性。高應力則引起膜剝離。

【0033】 根據本發明之碳基AHM膜具相對高的蝕刻抗性及低應力。碳基AHM膜係利用烴前驅物與一或更多其他氣體在相對較低溫度下來沉積。低溫下執行之沉積保留了 sp^3 鍵。電漿處理可於沉積後執行，以減少應力並將H組成降至最少。

【0034】 例如，烴前驅物包含 C_xH_y ，其中x為1至10之整數，而y為2至24之整數。例如，烴前驅物可包括甲烷(CH_4)、乙炔(C_2H_2)或其他烴氣體。一或更多其他氣體係選自由氦(He)、氬(Ar)、氪(Kr)、氖(Ne)、分子氮(N_2)及分子氫(H_2)所組成之群組。

【0035】 在一些示例中，執行沉積及處理直到達到所欲膜厚。在一些示例中，執行循環沉積或脈衝沉積。若沉積速率低，則使用循環沉積模式。若沉積速率較高，則使用脈衝沉積模式。在一些示例中，該處理包括使用惰性電漿氣體混合物，以處理沉積膜，因而降低膜應力並將H組成降至最少。在一些示例中，惰性電漿氣體混合物包括一或更多氣體，其選自由氦(He)、氬(Ar)、氪(Kr)及氖(Ne)所組成之群組。

【0036】 現參考圖1，其示出根據本發明之基板處理系統110的示例。該基板處理系統110包括線圈驅動電路111。在一些示例中，線圈驅動電路111包括RF源112、脈衝電路114及調諧電路113。脈衝電路114在操作期間控制RF信號之TCP包絡並使TCP包絡之工作週期於1%與99%之間變化。可知悉，脈衝電路114與RF源112可被組合或分離。

【0037】調諧電路113可直接連接至一或更多感應線圈116。調諧電路113將RF源112之輸出調諧至所欲頻率及/或所欲相位，匹配線圈116之阻抗及/或分配線圈116之間的功率。儘管示出包含多個線圈之示例，但可使用包括單一導體或多個導體之單一線圈。

【0038】介電窗124沿著處理腔室128之一側佈設。處理腔室128更包括用於支撐基板134之基板支座(或基座)132。基板支座132可包括靜電吸盤(ESC)、機械吸盤或其他類型的吸盤。製程氣體係供應至處理腔室128，且電漿140產生於處理腔室128之內部。RF偏壓驅動電路152可用於在操作期間供應RF偏壓至基板支座132，以控制離子能量。RF偏壓驅動電路152可包括RF源及阻抗匹配電路(未示出)。

【0039】氣體輸送系統156可用於供應製程氣體混合物至處理腔室128。氣體輸送系統156可包括氣體源157(例如，前驅物、蒸氣、一或更多其他氣體、惰性氣體)，例如閥及質量流量控制器之氣體計量系統158、及歧管159。氣體注入器(未示出)可佈設於介電窗124之中心(或其他位置)，並用於將氣體混合物從氣體輸送系統156注入至處理腔室128中。

【0040】加熱器/冷卻器164可用加熱/冷卻基板支座132至預定溫度。排出系統165包括閥166及泵167，以控制處理腔室中之壓力及/或透過沖洗或抽空從處理腔室128中去除反應物。

【0041】控制器154可用於控制製程。該控制器154監測系統參數並控制氣體混合物之輸送、引燃、保持並熄滅電漿、反應物之去除、冷卻氣體之供應等。

【0042】 現參考圖2，其示出用於輸送氣體混合物(包括烴前驅物及一或更多其他氣體)、惰性氣體混合物、RF電漿功率及RF偏壓功率之時序圖的示例。碳可灰化硬遮罩係透過供應氣體混合物並透過供應RF電漿功率及/或RF偏壓功率來沉積。在一些示例中，一些或所有沉積步驟隨後是使用惰性電漿氣體混合物(無前驅物)之電漿處理。在一些示例中，在沉積之後且處理之前，反應物從腔室中被沖除或抽除。在其他示例中，前驅物之流動在處理步驟之前被停止而不進行沖洗或抽空。

【0043】 在一些示例中，沉積及處理步驟係以0.05 Hz至1000 Hz範圍內之頻率來執行。在一些示例中，沉積及處理步驟係以0.1 Hz至200 Hz範圍內之頻率來執行。沉積可包括每一時段或週期之30%至95%，而處理可包括每一時段或週期之70%至5%。在一示例中，在12秒時段之10秒內執行沉積，並在12秒時段或週期之2秒內執行處理，但可使用其他長度之時段或週期。

【0044】 在該時段或週期之沉積步驟期間，包含有烴前驅物氣體及一或更多其他氣體之氣體混合物係供應至處理腔室。RF電漿功率係以第一功率位準輸送，而RF偏壓功率則以第二功率位準輸送。在一些示例中，第一功率位準在30 W至3000 W之範圍內，而第二功率位準在0 W至1000 W之範圍內。

【0045】 在該時段或週期之處理步驟期間，停止烴前驅物之輸送，並開始或繼續(若在先前沉積步驟中使用了惰性氣體混合物)惰性氣體混合物之輸送。若繼續，則惰性氣體混合物之流量可增加、減少或持續不改變。電漿可維持或熄滅。在處理期間，RF電漿功率以小於第一功率位準之第三功率位準輸送。在一些示例中，第三功率位準在0 W至500 W之範圍內。

【0046】 RF偏壓功率可在沉積及處理期間作變化。例如，RF偏壓最初以第四功率位準輸送，增加至高於第二功率位準之第五功率位準，接著返回至第六功率位準(小於第二功率位準，並可相同或不同於與第四功率位準)。在一些示例中，RF偏壓功率減小，接著在沉積期間脈衝至RF偏壓功率之上，而後在沉積期間返回至RF偏壓功率之下。在一些示例中，第四功率位準在30 W至1000 W之範圍內，第五功率位準在100 W至1500 W之範圍內，而第六功率位準在30 W至1000 W之範圍內。儘管示出特定RF偏壓曲線之示例作說明，但可使用其他RF偏壓曲線。

【0047】 在一些示例中，沉積及處理係在-20°C至200°C之溫度範圍內執行。在其他示例中，沉積及處理係在-20°C至100°C之溫度範圍內執行。在另其他示例中，沉積及處理係在0°C至80°C之溫度範圍內執行。

【0048】 在一些示例中，沉積及處理係在5 mT至450 mT之壓力下進行。在其他示例中，沉積及處理係在5 mT至150 mT之壓力下進行。在另其他示例中，沉積及處理係在5 mT至35 mT之壓力下進行。

【0049】 現參考圖3，其示出諸多不同硬遮罩之 sp^3/sp^2 比率。示例包括HST、在20°C沉積之碳AHM(未經處理)、在80°C沉積之碳AHM(未經處理)及在20°C沉積之碳AHM(經處理)。如下將進一步描述，在20°C下沉積之碳AHM(經處理)是在低溫下以低膜應力產生。

【0050】 現參考圖4，碳AHM之應力調整可透過在每一時段或週期之處理部分期間調控功率來執行。由此可見，隨著功率增加，膜應力減小。碳AHM之應力在未經處理下最高，約為-2350 MPa，而經處理下則應力減小。

【0051】 現參考圖5，其示出在蝕刻諸多膜類型(包括氮化矽(Si_xN_y)、二氧化矽(SiO_2)、矽(Si)及鎢(W))期間諸多硬遮罩(HST、經處理之基於 CH_4 的AHM以及經處理之基於 C_2H_2 的AHM)之蝕刻速率。在此示例中，相較於HST，基於 C_2H_2 之AHM具有稍較低之蝕刻速率。在此示例中，相較於HST，基於 CH_4 之AHM具有稍較高之蝕刻速率。

【0052】 現參考圖6，其示出用於沉積碳AHM之方法600。在610，將基板佈設於一處理腔室中，例如圖1之處理腔室。在614，將腔室壓力及基板溫度調至預定壓力及溫度範圍。在618，將包含有烴前驅物及一或更多其他氣體之氣體混合物供應至處理腔室。在622，透過以第一功率位準供應RF電漿功率，在處理腔室中引燃電漿。在628，以第二功率位準供應RF偏壓功率。

【0053】 在632，該方法確定是否到了預定時段。若632為否，則該方法返回到618。否則，該方法在640處繼續並停止供應烴前驅物，並開始或繼續供應惰性氣體混合物。

【0054】 在644，以第三功率位準供應RF電漿功率。在648，以第四功率位準供應RF偏壓功率。在一些示例中，RF偏壓功率在處理時段期間繼續處於第四功率位準。

【0055】 在其他示例中，RF偏壓功率在處理期間短暫地脈衝化。例如，RF偏壓功率以第四功率位準持續第一預定時間段。在652，以第五功率位準供應RF偏壓功率達第二預定時段。在656，以第六功率位準供應RF偏壓功率達第三預定時段。在一些示例中，第五功率位準大於第二功率位準、第四功率位準及第六功率位準。在一些示例中，第四功率位準與第六功率位準相同。

【0056】 在660，該方法確定是否需執行額外時段或週期。若660為是，則該方法在618處繼續。否則，該方法結束。

【0057】 現參考圖7，其示出根據本發明之基板處理系統720的另一示例。該基板處理系統720包括處理腔室722，其包圍基板處理系統720之其他構件並包含RF電漿(若使用的話)。基板處理系統720包括上電極724及基板支座726，例如靜電卡盤(ESC)。在操作期間，基板728係佈設於基板支座726上。

【0058】 僅作為示例，上電極724可包括氣體分佈裝置729，例如噴淋頭，其引入並分佈製程氣體。該氣體分佈裝置729可包括桿部，其包括連接至處理腔室之頂表面的一端。基部一般為圓柱形，且在與處理腔室之頂表面隔開之位置處從桿部之相對端朝外徑向延伸。噴淋頭之基部之面向基板的表面或面板包括複數孔，前驅物、反應物、蝕刻氣體、惰性氣體、載氣、其他製程氣體或沖洗氣體流過該等孔。替代地，上電極724可包括導電板，且製程氣體可用另一方式引入。

【0059】 基板支座726包括用作下電極之底板730。底板730支撐加熱板732，其可對應於陶瓷多區域加熱板。熱阻層734可佈設於加熱板732與底板730之間。底板730可包括一或更多通道736，用於使冷卻劑流過底板730。

【0060】 RF產生系統740產生RF電壓，並輸出RF電壓至上電極724與下電極(例如，ESC 726之底板730)中之一者。上電極724與底板730中之另一者可為DC接地、AC接地或浮動。僅作為示例，RF產生系統740可包括RF產生器742，其產生由匹配且分佈網路744送至上電極724或底板730之RF電漿功率。在其他示例中，電漿可感應地或遠端地產生。

【0061】 氣體輸送系統750包括一或更多氣體源752-1、752-2、...及752-N(統稱為氣體源752)，其中N為大於零之整數。氣體源752透過閥754-1、754-2、...及754-N(統稱為閥754)及質量流量控制器(MFC) 756-1、756-2、...及756-N(統稱為MFC 756)連接至歧管760。可在MFC 756與歧管760之間使用輔助閥。儘管示出單一氣體輸送系統750，但可使用兩個或更多氣體輸送系統。

【0062】 溫度控制器763可連接至佈設於加熱板732中之複數熱控制元件(TCE)764。溫度控制器763可用於控制該複數TCE 764，以控制基板支座726及基板728之溫度。溫度控制器763可與冷卻劑組件766連通，以控制冷卻劑流過通道736。例如，冷卻劑組件766可包括冷卻劑泵、貯存器及/或一或更多溫度感測器。溫度控制器763操作冷卻劑組件766，以使冷卻劑選擇性地流過通道736，以冷卻基板支座726。閥770及泵772可用於從處理腔室722中排出反應物。系統控制器780可用於控制基板處理系統720之構件。

【0063】 在一些示例中，RF產生器742包括高頻(HF)源784及低頻(LF)源786。HF源784在13 MHz至800 MHz之頻率範圍內操作。例如，HF源784以27 MHz或60 MHz操作。在一些示例中，HF源784輸出50 W至3000 W範圍內之功率。LF源786在200 kHz至13 MHz之頻率範圍內操作。例如，LF源786以400 kHz、2 MHz或12.5 MHz操作。在一些示例中，LF源786輸出100 W至3000 W範圍內之功率。可知悉，沉積可用HF與LF、HF或LF之RF功率來執行。

【0064】 在一些示例中，RF功率可在一或更多位準之間呈連續或脈衝。若使用脈衝操作，可在1Hz至1 MHz範圍內之頻率下執行脈衝。在一些示例中，腔室壓力維持在5 mT至450 mT之範圍內的預定壓力。在其他示例中，沉積及處理係在5 mT至150 mT之壓力下執行。在另其他示例中，沉積及處理係在5

mT至35 mT之壓力下執行。如上所述，可執行使用惰性氣體之電漿處理，如上所述，以降低膜應力。

【0065】 以上所述在本質上僅用以說明且絕非意欲限制本揭示內容、其應用、或使用。本揭示內容的廣泛教示可以多種方式加以執行。因此，雖然本揭示內容包含特殊示例，但本揭示內容之真實範圍應不被如此限制，因為其他的變化將在研讀圖式、說明書及以下申請專利範圍後變得顯而易見。應理解方法中之一或更多步驟可以不同順序(或同時)加以執行而不改變本發明之原理。此外，雖然各個實施例係如上所述為具有某些特徵，但關於本揭示內容之任何實施例描述的此等特徵中之任何一或更多者可結合任何其他實施例的特徵加以執行，即使並未明確描述該結合。換句話說，描述的實施例並非互斥，且一或更多實施例彼此的置換仍在此揭示內容的範圍內。

【0066】 元件之間(例如：模組、電路元件、半導體層等之間)的空間及功能關係係使用諸多術語加以描述，包含：「連接」、「接合」、「耦接」、「相鄰」、「旁邊」、「在上方」、「上方」、「下方」、及「設置」。當於上述揭示內容中描述第一與第二元件之間的關係時，除非明確描述為「直接」，否則該關係可為沒有其他中介元件存在於該第一與第二元件之間的直接關係，但亦可為有一或更多中介元件(空間地或功能地)存在於該第一與第二元件之間的間接關係。如本文中所使用，片語「A、B、及C之至少一者」應被理解為意指使用非排他邏輯「或」之邏輯(A或B或C)，且不應理解為意指「A之至少一者、B之至少一者、及C之至少一者」。

【0067】 在一些實施方式中，控制器為系統之一部分，其可為上述實施例之一部分。此等系統可包括半導體處理設備，而半導體處理設備包含一處理

工具或複數工具、一腔室或複數腔室、一處理平台或複數平台、及/或特定處理構件(晶圓基座、氣流系統等)。該些系統可與電子設備結合，以控制半導體晶圓或基板處理前、處理期間及處理後之操作。此等電子設備可指”控制器”，其可控制該系統或複數系統之諸多構件或次部件。例如，決定於處理需求及/或系統類型之控制器可程式化，以控制本文所揭示之任何製程，包括處理氣體之輸送、溫度設定(如加熱及/或冷卻)、壓力設定、真空設定、功率設定、射頻(RF)產生器設定、射頻匹配電路設定、頻率設定、流速設定、流體傳送設定、位置及操作設定、晶圓轉移(進出與特定系統相連接或相接合之工具及其他轉移工具、及/或裝載室)。

【0068】 廣泛地講，控制器可定義為具有用以接收指令、發佈指令、控制操作、啟動清洗操作、啟動終點量測以及類似者之諸多積體電路、邏輯、記憶體、及/或軟體的電子設備。積體電路可包含：儲存程式指令之韌體形式的晶片、數位訊號處理器(DSP，digital signal processor)、定義為特殊應用積體電路(ASIC，application specific integrated circuit)的晶片、及/或一或更多微處理器、或執行程式指令(例如，軟體)的微控制器。程式指令可為以諸多各別設定(或程式檔案)之形式而傳送至控制器或系統的指令，該各別設定(或程式檔案)為實行(半導體晶圓上，或針對半導體晶圓，或對系統之)特定的製程而定義操作參數。在一些實施例中，操作參數可為由製程工程師為了在一或更多以下者的製造期間實現一或更多處理步驟而定義之配方的一部分：層、材料、金屬、氧化物、矽、二氧化矽、表面、電路、及/或晶圓的晶粒。

【0069】 在一些實施方式中，控制器可為電腦的一部分，或耦接至電腦，該電腦係與系統整合、耦接至系統、以其他網路的方式接至系統、或其組

合。舉例而言，控制器可在能容許遠端存取晶圓處理之「雲端」或廠房主機電腦系統的全部、或部分中。電腦可使系統能夠遠端存取，以監控製造操作的目前進度、檢查過去製造操作的歷史、自複數的製造操作而檢查其趨勢或效能度量，以改變目前處理的參數、設定目前處理之後的處理步驟、或開始新的製程。在一些示例中，遠端電腦(例如，伺服器)可通過網路而提供製程配方至系統，該網路可包含局域網路或網際網路。遠端電腦可包含能夠進行參數及/或設定輸入或程式設計之使用者介面，接著該參數及/或設定可自遠端電腦傳送至系統。在一些示例中，控制器接收數據形式指令，該指令為即將於一或更多操作期間進行之每一處理步驟指定參數。應當理解，參數可特定針對待執行之製程類型、及控制器與之接合或加以控制之工具類型。因此，如上所述，控制器可為分散式，例如藉由包含以網路方式接在一起、且朝向共同目的(例如，本文所描述之製程及控制)運作之一或更多分離的控制器。用於此目的之分散式控制器舉例為，腔室上與位於遠端的一或更多積體電路(例如，於平臺水平處、或作為遠端電腦的一部分)進行通訊的一或更多積體電路，兩者相結合以控制腔室上的製程。

【0070】 示例性系統可包含，但不限於，電漿蝕刻腔室或模組、沉積腔室或模組、旋轉清洗腔室或模組、金屬電鍍腔室或模組、清洗腔室或模組、斜角緣部蝕刻腔室或模組、物理氣相沉積(PVD)腔室或模組、化學氣相沉積(CVD)腔室或模組、原子層沉積(ALD)腔室或模組、原子層蝕刻(ALE)腔室或模組、離子植入腔室或模組、軌道腔室或模組、及可在半導體晶圓的製造及/或加工中相關聯的、或使用的任何其他半導體處理系統。

【0071】如上所述，取決於待藉由工具而執行之製程步驟或複數步驟，控制器可與半導體製造工廠中的一或更多以下者進行通訊：其他工具電路或模組、其他工具元件、叢集工具、其他工具介面、鄰近的工具、相鄰的工具、遍及工廠而分布的工具、主電腦、另一控制器、或材料輸送中使用之工具，該材料輸送中使用之工具攜帶晶圓容器往返工具位置及/或裝載埠。

【符號說明】

【0072】

110：基板處理系統

111：線圈驅動電路

112：射頻源

113：調諧電路

114：脈衝電路

116：感應線圈

120：氣室

124：介電窗

128：處理腔室

132：基板支座

134：基板

140：電漿

152：RF偏壓驅動電路

154：控制器

156：氣體輸送系統

157 : 氣體源

158 : 氣體計量系統

159 : 歧管

161 : 閥

162 : 氣體

164 : 加熱器/冷卻器

165 : 排出系統

166 : 閥

167 : 泵

600 : 方法

610 : 步驟

614 : 步驟

618 : 步驟

622 : 步驟

628 : 步驟

632 : 步驟

640 : 步驟

644 : 步驟

648 : 步驟

652 : 步驟

656 : 步驟

660 : 步驟

720 : 基板處理系統

722 : 處理腔室

724 : 上電極

726 : 基板支座

728 : 基板

729 : 氣體分佈裝置

730 : 底板

732 : 加熱板

734 : 熱阻層

736 : 通道

740 : 射頻產生系統

742 : 射頻產生器

744 : 網路

750 : 氣體輸送系統

752-1 : 氣體源

752-2 : 氣體源

752-N : 氣體源

754-1 : 閥

754-N : 閥

756-1 : 質量流量控制器

756-N : 質量流量控制器

760 : 歧管

763 : 溫度控制器

764 : 熱控制元件

766 : 冷卻劑組件

770 : 閥

772 : 泵

780 : 系統控制器

784 : 高頻源

786 : 低頻源

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種用於沉積碳可灰化硬遮罩層於基板上之方法，包括：

- a) 佈設該基板於一處理腔室中的一基板支座上；
- b) 設定腔室壓力於一預定壓力範圍內；
- c) 設定一基板溫度於-20°C至200°C之一預定溫度範圍內；
- d) 供應包含有烴前驅物及一或更多其他氣體之一氣體混合物；以及
- e) 透過供應射頻電漿功率至在該基板支座上方的一介電窗上佈設的一線圈達一第一預定時段來引燃電漿，以沉積該碳可灰化硬遮罩層於該基板上，且更包含在該第一預定時段期間供應RF偏壓功率至該基板支座。

【請求項2】 如請求項1所述之用於沉積碳可灰化硬遮罩層於基板上之方法，其中該處理腔室為感應耦合式電漿腔室。

【請求項3】 如請求項1所述之用於沉積碳可灰化硬遮罩層於基板上之方法，其中e)中之該射頻電漿功率係以30 W至3000 W範圍內之一第一功率位準傳送，並更包括在該第一預定時段期間以大於0 W至1000 W範圍內之一第二功率位準供應射頻偏壓功率。

【請求項4】 如請求項3所述之用於沉積碳可灰化硬遮罩層於基板上之方法，更包括：

- f) 於該第一預定時段後，停止該烴前驅物之流動；以及
- g) 在該基板上執行基板處理，以降低應力。

【請求項5】 如請求項4所述之用於沉積碳可灰化硬遮罩層於基板上之方法，更包括執行一或更多額外次之該碳可灰化硬遮罩層之沉積及該基板處理。

【請求項6】 如請求項4所述之用於沉積碳可灰化硬遮罩層於基板上之方法，其中該碳可灰化硬遮罩層之沉積包括沉積/處理時段之30%至95%，而該基板處理包括該沉積/處理時段之70%至5%。

【請求項7】 如請求項4所述之用於沉積碳可灰化硬遮罩層於基板上之方法，其中該碳可灰化硬遮罩層之沉積及該基板處理係以0.05 Hz至1000 Hz範圍內之頻率重複進行。

【請求項8】 如請求項4所述之用於沉積碳可灰化硬遮罩層於基板上之方法，其中g)包括：

g1) 供應一惰性氣體混合物；

g2) 以小於該第一功率位準之一第三功率位準來供應該射頻電漿功率；以及

g3) 以小於該第二功率位準之一第四功率位準來供應該射頻偏壓功率。

【請求項9】 如請求項8所述之用於沉積碳可灰化硬遮罩層於基板上之方法，其中g)更包括：

g4) 於該第四功率位準下之一第二預定時段之後，以大於該第四功率位準之一第五功率位準來供應該射頻偏壓功率達一第三預定時段；以及

g5) 於該第三預定時段之後，以小於該第四功率位準之一第六功率位準來供應該射頻偏壓功率達一第四預定時段。

【請求項10】 如請求項9所述之用於沉積碳可灰化硬遮罩層於基板上之方法，更包括重複進行一或更多次之c)至g5)。

【請求項11】 如請求項10所述之用於沉積碳可灰化硬遮罩層於基板上之方法，其中：

該第三功率位準於0 W至500 W之範圍內；

該第四功率位準於30 W至1000 W之範圍內；

該第五功率位準於100 W至1500 W之範圍內；以及

該第六功率位準於30 W至1000 W之範圍內。

【請求項12】 如請求項1所述之用於沉積碳可灰化硬遮罩層於基板上之方法，其中該預定溫度範圍為0 °C至80 °C。

【請求項13】 如請求項1所述之用於沉積碳可灰化硬遮罩層於基板上之方法，其中該預定壓力範圍為5 mT至450 mT。

【請求項14】 如請求項1所述之用於沉積碳可灰化硬遮罩層於基板上之方法，其中該預定壓力範圍為5 mT至35 mT。

【請求項15】 如請求項1所述之用於沉積碳可灰化硬遮罩層於基板上之方法，其中該處理腔室為電容耦合式電漿腔室。

【請求項16】 如請求項4所述之用於沉積碳可灰化硬遮罩層於基板上之方法，其中g)包含在該基板上執行該基板處理時保持該電漿。

【請求項17】 如請求項4所述之用於沉積碳可灰化硬遮罩層於基板上之方法，其中g)包含在該基板上執行該基板處理時熄滅該電漿。

【請求項18】 如請求項4所述之用於沉積碳可灰化硬遮罩層於基板上之方法，其中g)包含：

g1) 供應一惰性氣體混合物；

g2) 熄滅該電漿；以及

g3) 供應該RF偏壓功率。

【請求項19】 一種用於沉積碳可灰化硬遮罩層於基板上之方法，包括：

第 3 頁，共 6 頁(發明申請專利範圍)

- a) 佈設該基板於一處理腔室中的一基板支座上；
- b) 設定腔室壓力於一預定壓力範圍內；
- c) 設定一基板溫度於一預定溫度範圍內；
- d) 供應包含有烴前驅物及一或更多氣體之一氣體混合物；
- e) 透過供應RF電漿功率至在該基板支座上方的一介電窗上佈設的一線圈達一第一預定時段來引燃電漿，以沉積該碳可灰化硬遮罩層於該基板上，且更包含在該第一預定時段期間供應RF偏壓功率至該基板支座；
- f) 於該第一預定時段後，停止該烴前驅物之流動；以及
- g) 在該基板上執行基板處理，以降低應力。

【請求項20】 如請求項19所述之用於沉積碳可灰化硬遮罩層於基板上之方法，更包括執行一或更多額外次之該碳可灰化硬遮罩層之沉積及該基板處理。

【請求項21】 如請求項20所述之用於沉積碳可灰化硬遮罩層於基板上之方法，其中執行該碳可灰化硬遮罩層之沉積達沉積/處理時段之30%至95%，並且執行該基板處理達該沉積/處理時段之70%至5%。

【請求項22】 如請求項20所述之用於沉積碳可灰化硬遮罩層於基板上之方法，其中該碳可灰化硬遮罩層之沉積及該基板處理係以0.05 Hz至1000 Hz範圍內之頻率重複進行。

【請求項23】 如請求項19所述之用於沉積碳可灰化硬遮罩層於基板上之方法，其中e)中之該射頻電漿功率係以30 W至3000 W範圍內之一第一功率位準傳送，並更包括在該第一預定時段期間以大於0 W至1000 W範圍內之一第二功率位準供應射頻偏壓功率。

【請求項24】 如請求項23所述之用於沉積碳可灰化硬遮罩層於基板上之方法，其中g)包括：

g1) 供應一惰性氣體混合物；

g2) 以小於該第一功率位準之一第三功率位準來供應該射頻電漿功率；以及

g3) 以小於該第二功率位準之一第四功率位準來供應該射頻偏壓功率。

【請求項25】 如請求項24所述之用於沉積碳可灰化硬遮罩層於基板上之方法，其中g)更包括：

g4) 於該第四功率位準下之一第二預定時段之後，以大於該第四功率位準之一第五功率位準來供應該射頻偏壓功率達一第三預定時段；以及

g5) 於該第三預定時段之後，以小於該第四功率位準之一第六功率位準來供應該RF偏壓功率達一第四預定時段。

【請求項26】 如請求項25所述之用於沉積碳可灰化硬遮罩層於基板上之方法，更包括重複進行一或更多次之c)至g5)。

【請求項27】 如請求項25所述之用於沉積碳可灰化硬遮罩層於基板上之方法，其中：

該第三功率位準於0 W至500 W之範圍內；

該第四功率位準於30 W至1000 W之範圍內；

該第五功率位準於100 W至1500 W之範圍內；以及

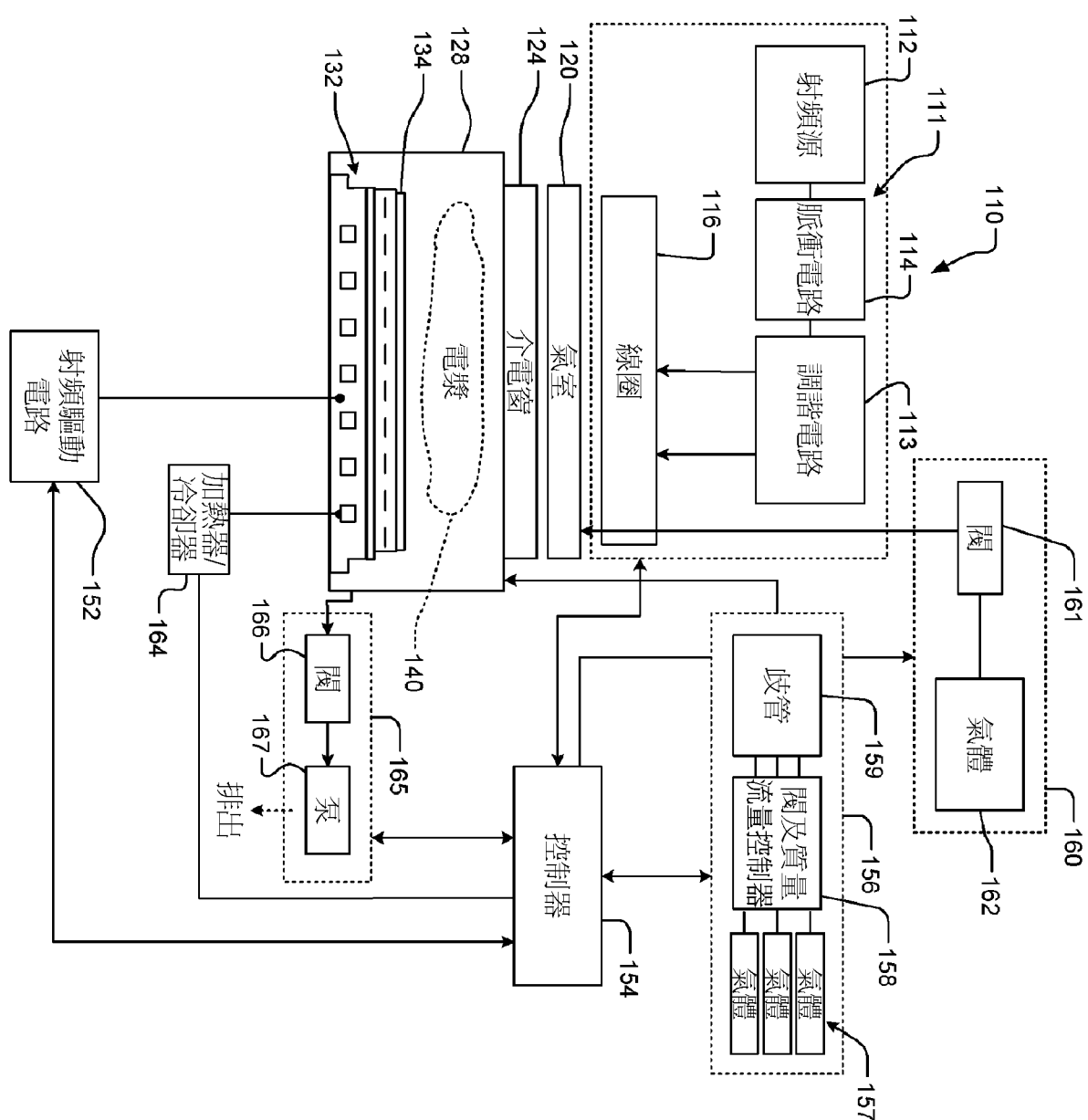
該第六功率位準於30 W至1000 W之範圍內。

【請求項28】 如請求項19所述之用於沉積碳可灰化硬遮罩層於基板上之方法，其中該預定溫度範圍為0 °C至80 °C。

【請求項29】 如請求項19所述之用於沉積碳可灰化硬遮罩層於基板上之方法，其中該預定壓力範圍為5 mT至450 mT。

【請求項30】 如請求項19所述之用於沉積碳可灰化硬遮罩層於基板上之方法，其中該預定壓力範圍為5 mT至35 mT。

【請求項31】 如請求項19所述之用於沉積碳可灰化硬遮罩層於基板上之方法，其中該處理腔室為電容耦合式電漿腔室。



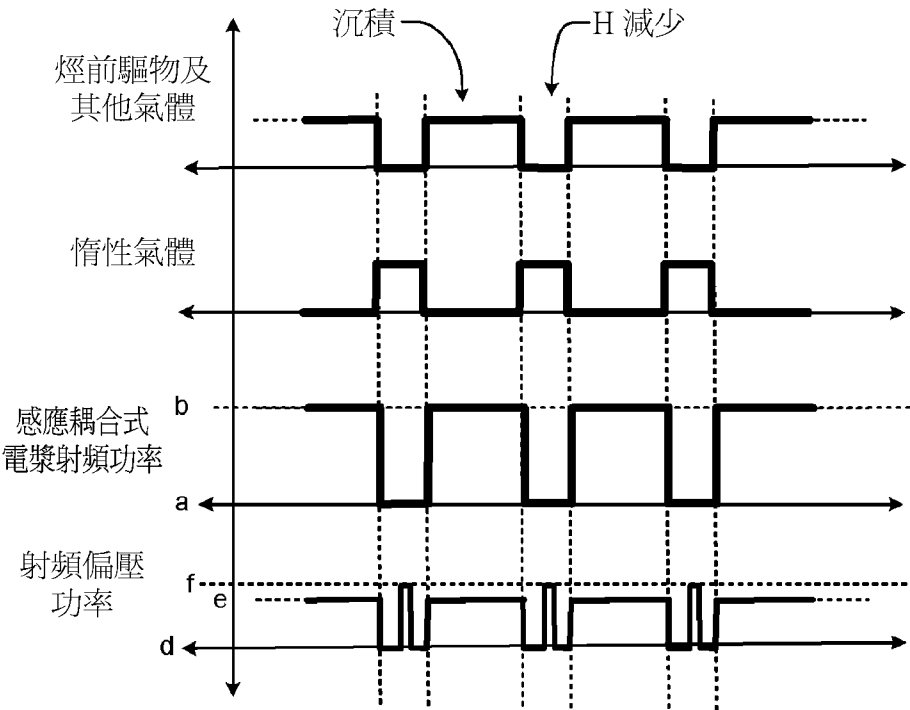


圖 2

75

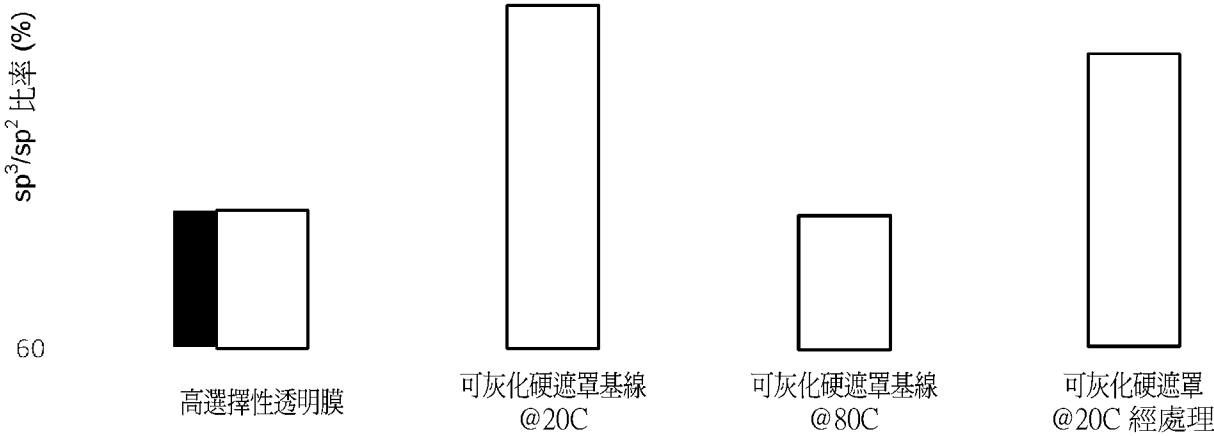


圖 3

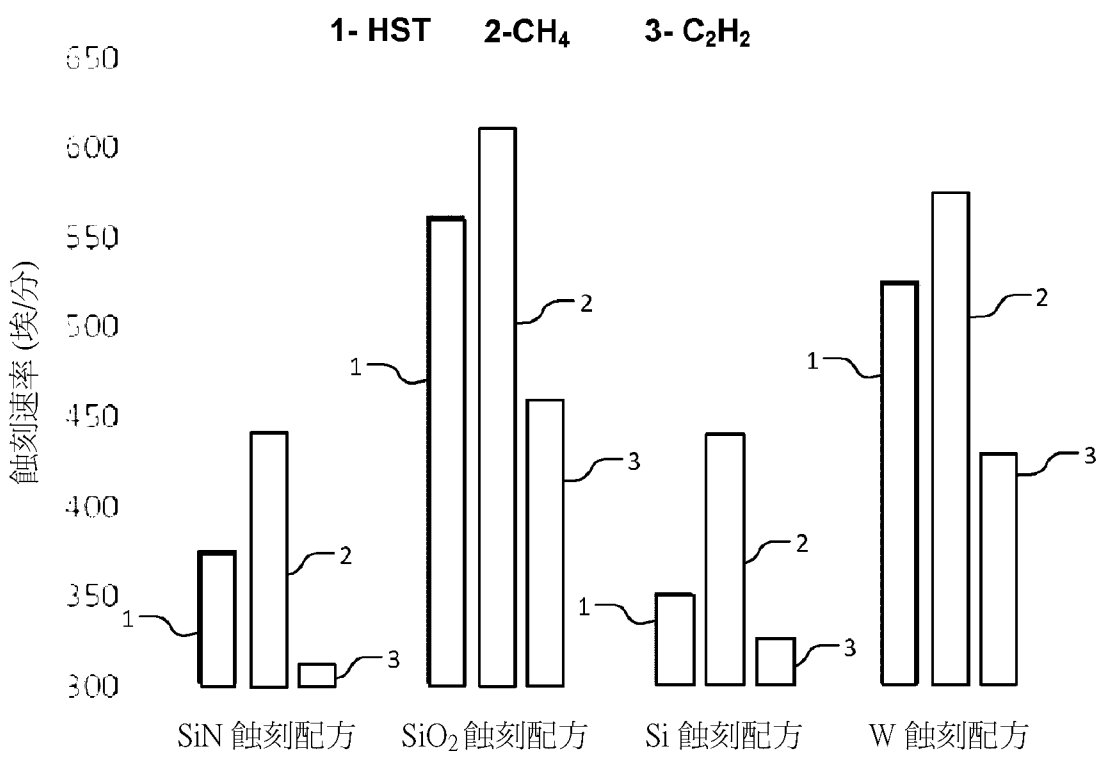
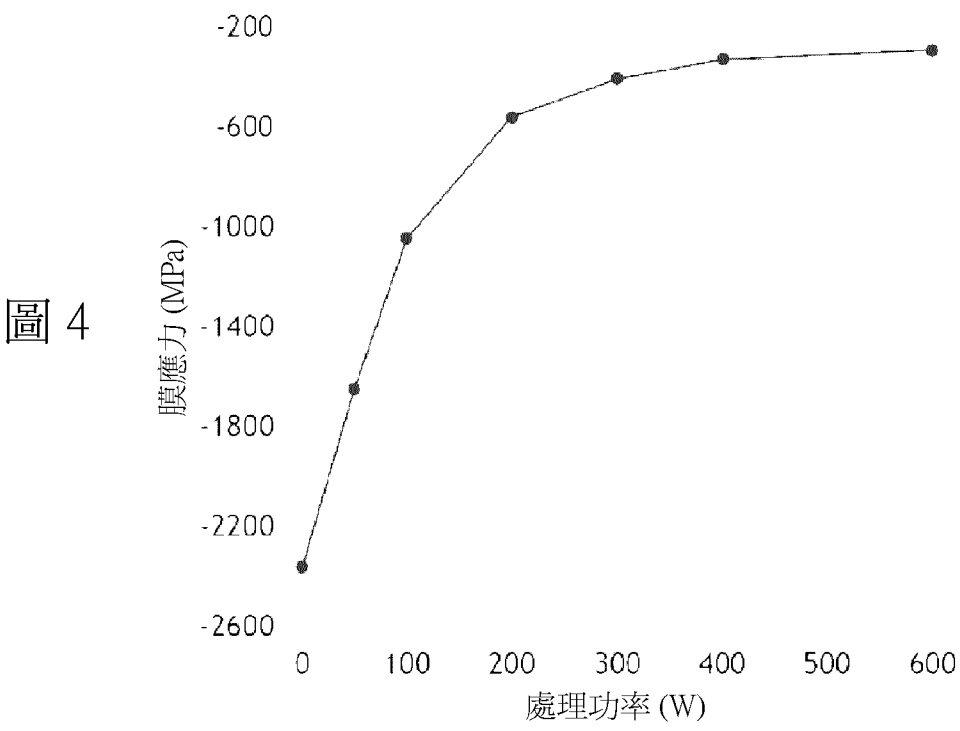


圖 5

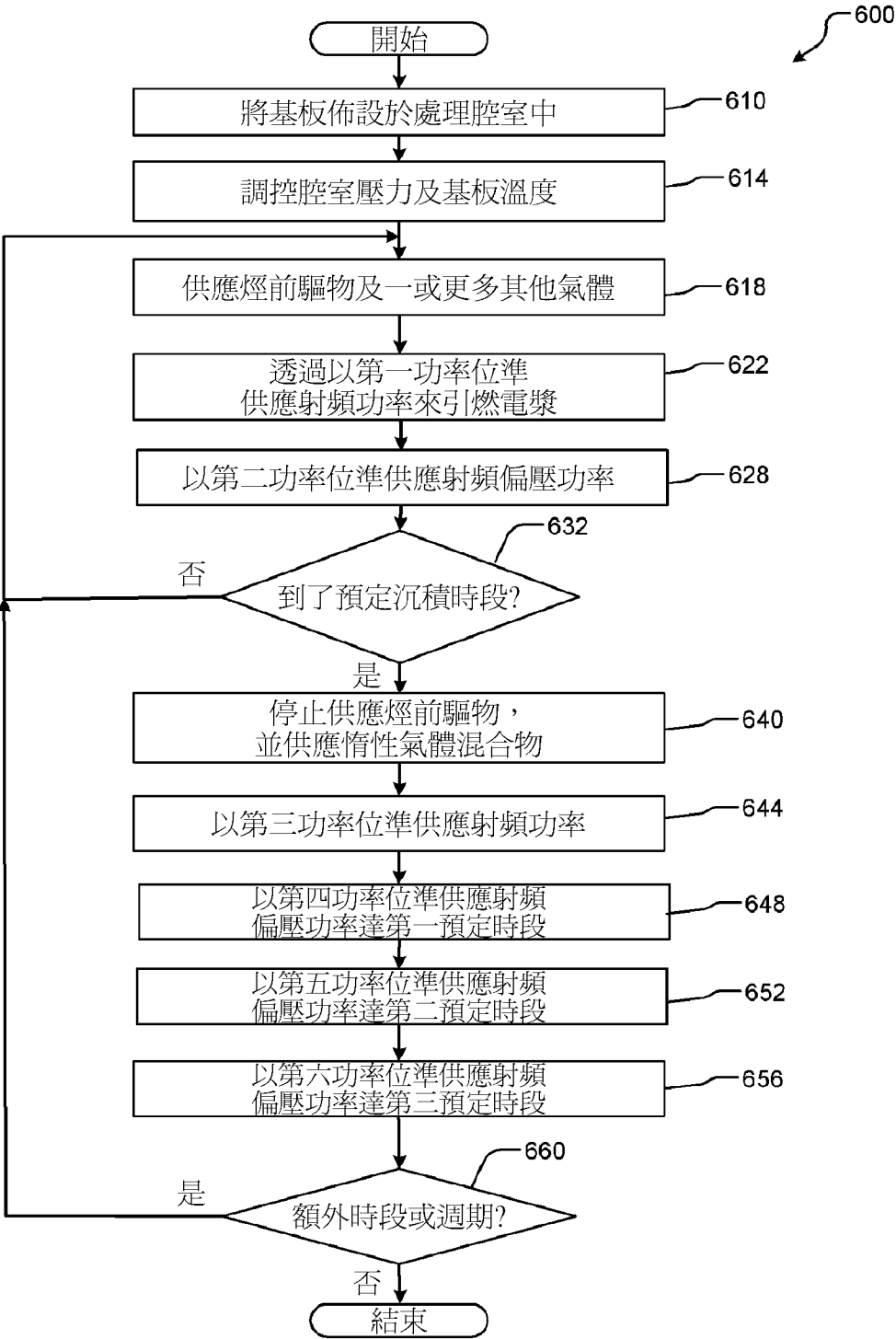


圖 6

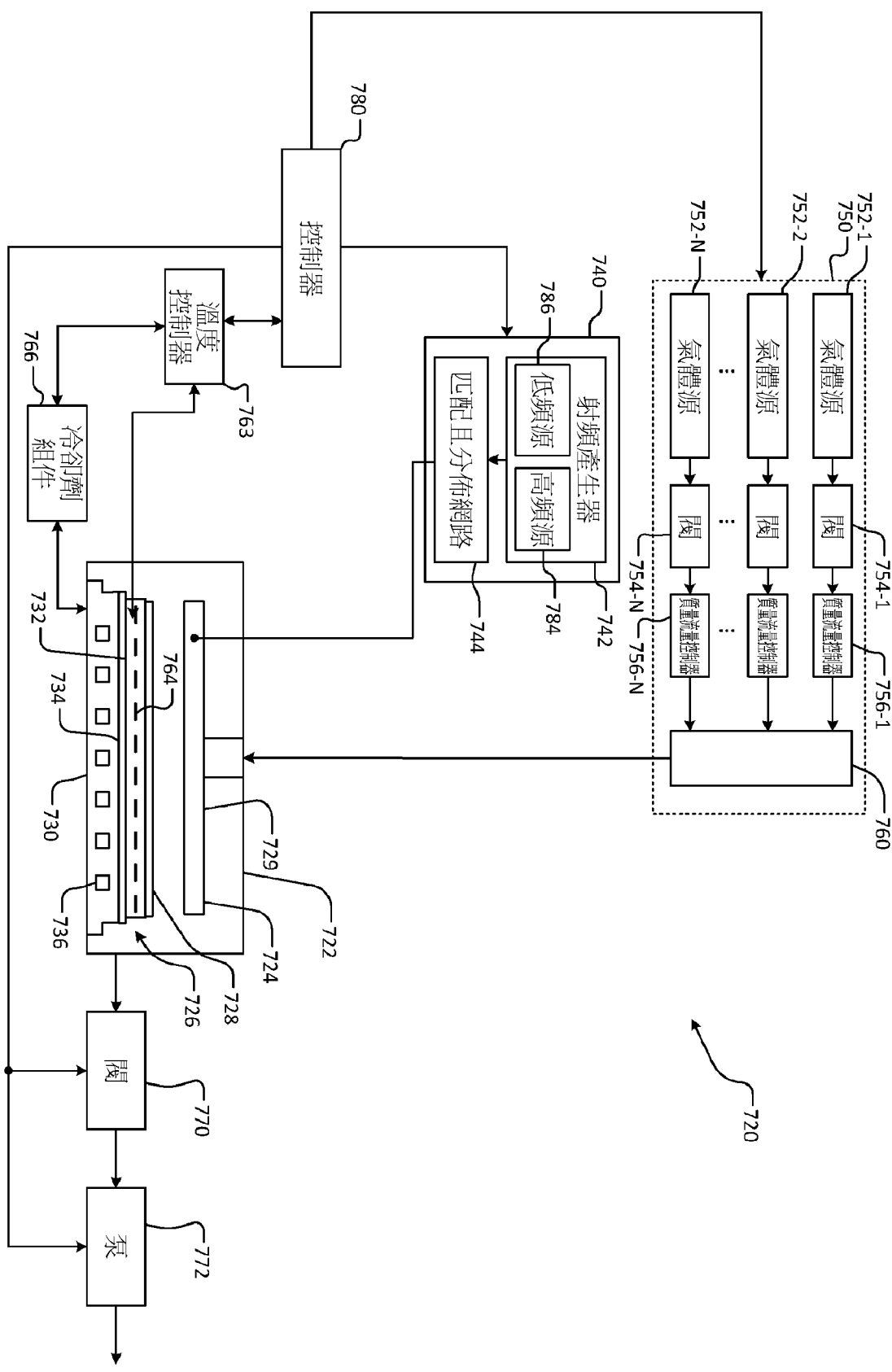


圖 7