

(21) 申請案號：112139315

(22) 申請日：中華民國 112 (2023) 年 10 月 16 日

(51) Int. Cl. : H01L21/36 (2006.01)

H01L29/165 (2006.01)

(30) 優先權：2022/10/17 美國

17/967,298

(71) 申請人：日商東京威力科創股份有限公司 (日本) TOKYO ELECTRON LIMITED (JP)
日本(72) 發明人：金木俊樹 KANAKI, TOSHIKI (JP)；卡爾 蘇巴迪普 KAL, SUBHADEEP (US)；
莫斯登 艾倫 MOSDEN, AELAN (US)；奧圖四世 伊芙 OTTO IV, IVO (US)；松
本雅至 MATSUMOTO, MASASHI (JP)；入江伸次 IRIE, SHINJI (JP)

(74) 代理人：周良謀；周良吉

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：4 共 21 頁

(54) 名稱

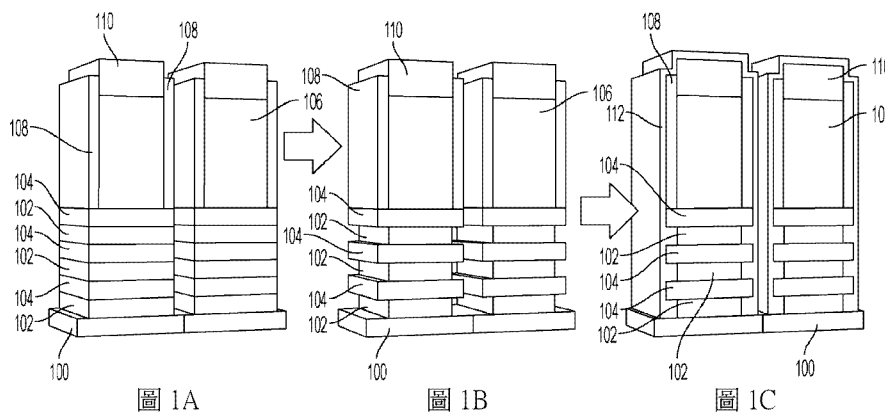
矽鍍合金的選擇性氣相蝕刻

(57) 摘要

用於相對於與其相鄰之另一層或材料而選擇性蝕刻一層或材料之方法。在範例中，選擇性地或相對於另一含矽層而蝕刻 SiGe 層，該另一含矽層不包括鍍或包括鍍之量係小於目標層。

Methods for selective etching of one layer or material relative to another layer or material adjacent thereto. In an example, a SiGe layer is etched relative to or selective to another silicon containing layer which either contains no germanium or germanium in an amount less than that of the target layer.

指定代表圖：



符號簡單說明：

100: 基底

102: 第一層

104: 第二層

106: 元件

108: 閘極間隔物

110: 遮罩

【發明摘要】

【中文發明名稱】 矽鍺合金的選擇性氣相蝕刻

【英文發明名稱】 SELECTIVE GAS PHASE ETCH OF SILICON GERMANIUM ALLOYS

【中文】

用於相對於與其相鄰之另一層或材料而選擇性蝕刻一層或材料之方法。在範例中，選擇性地或相對於另一含矽層而蝕刻 SiGe 層，該另一含矽層不包括鍺或包括鍺之量係小於目標層。

【英文】

Methods for selective etching of one layer or material relative to another layer or material adjacent thereto. In an example, a SiGe layer is etched relative to or selective to another silicon containing layer which either contains no germanium or germanium in an amount less than that of the target layer.

【指定代表圖】：圖 1A

【代表圖之符號簡單說明】

100:基底

102:第一層

104:第二層

106:元件

108:閘極間隔物

110:遮罩

【發明說明書】

【中文發明名稱】 矽鍺合金的選擇性氣相蝕刻

【英文發明名稱】 SELECTIVE GAS PHASE ETCH OF SILICON GERMANIUM ALLOYS

【技術領域】

【0001】 本發明係關於基板之處理，特別是關於基板之材料或層之選擇性蝕刻。

[相關申請案之交互參照]

【0002】 本申請案主張於 2022 年 10 月 17 日提出之美國非臨時專利申請案第 17/967,298 號之優先權，其完整內容係併入本文中之參考資料。

【先前技術】

【0003】 在各種類型的半導體架構中，需要相鄰的層或材料之選擇性蝕刻。在一範例中，進行矽鍺合金（SiGe）目標層相對於另一層之選擇性蝕刻，該另一層包括矽（Si，不含鍺）或 SiGe（與被蝕刻之 SiGe 目標層相比具有不同合金量之 Ge）。目前的方法可能無法令人滿意，因為蝕刻副產物可能與不希望被蝕刻之層進行反應，因此，難以達成期望的選擇性及 / 或選擇性之控制。

【發明內容】

【0004】 本發明提供二不同材料（例如，二含矽材料）之選擇性蝕刻，其中至少一材料亦包含鍺（SiGe）。在較佳範例中，目標層（希望被蝕刻之層）係包

括 SiGe，並且相對於（或選擇性地）不包含鍺、或包含鍺之合金量小於目標層之矽層而蝕刻目標層。

【0005】 在一較佳範例中，蝕刻係不在電漿環境中之氣相蝕刻，且含碳氣體被添加至氣體化學品。含碳氣體與蝕刻劑氣體之副產物進行反應，使得副產物不與不希望被蝕刻之層進行反應（或降低反應）。

【0006】 在一範例中，當氧化物層存在於處理中的材料或層上時，較佳地，在蝕刻之前實施氧化物去除步驟。另外，較佳地，在蝕刻之後實施熱處理，以去除副產物。

【0007】 在一範例中，蝕刻係在內縮（indent）處理中實施，使得目標層相對於相鄰層而內縮。在另一範例中，本發明可使用在通道釋放中，其中被蝕刻之目標層係在元件結構（例如，閘極堆疊）之複數通道之間之層，並且留下未被蝕刻之層以形成閘極結構之通道。應當理解，本文所揭示之處理亦可使用於其它蝕刻應用。

【圖式簡單說明】

【0008】 參考本文中之實施方式及伴隨著圖式，將更佳地體會及理解本發明，其中：

【0009】 圖 1A-1C 繪示出使用本文中所揭示之方法之選擇性蝕刻範例；

【0010】 圖 2 示意性地繪示出處理腔室，可用於本文中所揭示之一或更多處理步驟；

【0011】 圖 3 係選擇性蝕刻範例之流程圖或演算法；及

【0012】 圖 4A-4C 繪示出使用本文中所揭示之方法之另一選擇性蝕刻範例。

【實施方式】

【0013】 根據本文中之示例性實施例及優點之描述，將進一步理解本發明。應當理解，並不需要利用特定範例之每一態樣來實施本發明，因此，可利用特定範例之特徵之子集而不利用其它態樣。類似地，本文中亦描述了本發明可達成之優點，然而，在實施本發明時，可利用某些態樣或優點而不利用其它態樣或優點，或者可達成替代的優點。

【0014】 在本文中，某些範例被描述為不包括一元素或一材料。這應被理解為，其意味著該元素或材料不是故意存在或引入的。然而，取決於所用材料之純度，可能存在微量的這種元素或材料。

【0015】 在本文中所揭示之範例中，提供一含矽層（希望被蝕刻之目標層）相對於另一含矽層之選擇性蝕刻，其中該等材料彼此不同。較佳地，該等層其中至少一者係包含鍺，另一層或第二層不包含鍺、或包含鍺之量小於第一層或目標層之鍺之量。例如，目標層可包括 SiGe，且不希望被蝕刻之層可包括矽（不存在任何鍺）、或可包括 SiGe（其中不希望被蝕刻之層中之鍺之量低於目標層之鍺之量）。例如，SiGe 目標層可包括 25%之鍺，且不希望被蝕刻之層可為，例如，多晶矽或非晶矽。或者，目標層可包含 20%或大於 20%之量之鍺，而不希望被蝕刻之層可包含 20%或低於 20%之鍺之較低合金量（例如，小於 5%）。根據一範例，目標層可包括 SiGe，具有 25%或更多之鍺。做為另一替代方式，目標層可包括 SiGe，具有大於 30%、或例如大於 50%之鍺之量，且不希望被蝕刻之層具有低於 30%（例如，小於 20%）之鍺含量，例如，具有小於 5%之鍺或不含鍺。

【0016】 圖 1A-1C 繪示出可利用本方法之範例而實施之內縮處理之蝕刻順序。在圖 1A 之元件中，提供了基底 100，基底 100 可包括半導體晶圓基底、以及在如本文中所討論之正在處理的層下方之額外層。在基底 100 上方，以交替方式而堆疊複數層以提供閘極堆疊，其中堆疊的層係包括具有不同材料成分之至少

二不同層。例如，在所繪示的配置中，形成複數第一層 102 做為目標層或待蝕刻層（相對於第二層 104）。在一範例中，層 102 包括矽及鍺，而層 104 包括矽且不具有鍺或具有低於層 102 之鍺合金量。做為進一步的替代方式或控制，該等層其中一者可為摻雜的，例如摻雜有硼。例如，在此範例中，目標層 102 可摻雜有硼。

【0017】 由於在處理前之元件所處之環境，在層 102、104 上可能具有氧化物層，例如原生氧化物層。較佳地，在蝕刻之前，實施氧化物去除步驟。氧化物層亦可能由於先前的處理而存在。

【0018】 在氧化物去除中，實施氧化物蝕刻，較佳地使用含鹵素氣體。例如，可使用 HF 及 / 或 NH₃ 以去除氧化物。在替代方案中，可使用包括氟及氧之處理氣體、或含氟氣體與含羥基氣體（例如，H₂O）以實施去除。通常，亦存在載氣，例如 Ar 及 / 或 N₂。氧化物去除可做為在一步驟中去除氧化物之蝕刻處理而實施。或者，氧化物去除可以兩步驟而實施，首先利用處理氣體以處理氧化物，以在層 102 及 / 或 104 上形成經改質的氧化物表面，其接著在熱處理或昇華處理中被去除。在一範例中，可利用包括 HF 及 NH₃ 之蝕刻劑氣體而去除氧化物層。

【0019】 在氧化物去除之後，進行內縮蝕刻，以提供如圖 1B 所示之基板，其中目標層 102 已經相對於層 104 而內縮。在蝕刻包括矽及鍺之目標層 102 時，可使用含鹵素氣體及載氣（例如 Ar 及 / 或 N₂）。然而，根據本方法之一態樣，已經理解到，這樣的蝕刻氣體化學品之副產物可能蝕刻不希望被蝕刻之層（例如，104）。例如，當用於蝕刻之處理氣體包括氟以蝕刻層 102 時，副產物可包括 SiF₄ 及 / 或 GeF₄，且這樣的副產物可能與層 104 起反應並且蝕刻層 104。根據本發明之一態樣，一些或全部的載氣被含碳氣體所取代，且含碳氣體將與層 102 之蝕刻所產生之副產物（SiF₄ 及 GeF₄）起反應，以提供由副產物與含碳氣體之

結合所產生之更複雜的分子，使得更複雜的分子將不與層 104 起反應（或使得反應降低或最小化）。

【0020】 在一範例中，使用非電漿氣相蝕刻，該蝕刻係提供由圖 1A 至圖 1B 之內縮，其中層 102 之外部尺寸被內縮以具有比層 104 更小之外部尺寸。處理溫度可為，例如， -20°C 至 120°C 。在較佳範圍之範例中，溫度係從 0°C 至 80°C 。氣體化學品至少包括含鹵素氣體及含碳氣體。例如，氣體可包括含氟及 / 或含氫氣體以及含碳氣體。氣體可包括一或更多載氣，例如 Ar 及 / 或 N_2 。根據範例，含鹵素或氟的氣體係體積流率之 20%-90%，較佳為 40-80%，更佳為總體積流率之 50-80%。較佳地，含氟氣體為在蝕刻期間之總體積流率之至少 35%。含碳氣體可為，例如，總體積流率之 10-50%，較佳為 10-40%，並且更佳為 10-30%。在一範例中，含碳氣體為體積流率之 10-25%。在另一範例中，含碳氣體為總體積流率之 25-50%。載氣較佳為小於總體積流率之 25%（氫及 / 或氫），更佳為總體積流率之 10-25%。較佳地，載氣之百分比不超過含碳氣體之百分比。壓力可在 0.3 mTorr 至 300 mTorr 之範圍內，較佳在 50-150 mTorr 之範圍內。

【0021】 當氣體化學品包括含鹵素氣體（例如，含氟氣體）及載氣、但沒有含碳氣體時，可能形成非期望的副產物，例如 SiF_4 及 / 或 GeF_4 。這些副產物可能與層 104 起反應而蝕刻層 104，因此可能降低在相對於層 104 而蝕刻層 102 時之選擇性及 / 或降低對選擇性之控制。根據本文中所揭示之方法之範例，含碳氣體將與副產物（例如， SiF_4 及 / 或 GeF_4 ）起反應而形成更複雜或更大的分子副產物，其不會與層 104 起反應（或反應較少），從而提供更好且更可控制的選擇性。

【0022】 根據一範例，蝕刻環境為無水的，且在蝕刻期間不引入含氫氣體。另外，舉例來說，在氣體化學品中或在層 102、104 其中一者或兩者中不包括金屬。在一範例中，目標層 102 係摻雜有硼，且層 104 不摻雜。

【0023】在氣相蝕刻之後，較佳地實施熱處理，熱處理係在高於在蝕刻期間之溫度下實施。例如，可在 100°C 或更高的溫度（且高於在蝕刻期間之溫度）下實施熱處理。在熱處理期間之壓力可為 0.5 Torr 至 5 Torr，較佳為 1 Torr 至 3 Torr，更佳為 1 Torr 至 2 Torr。在熱處理期間之氣體環境可為，例如，100% 氮或氮和氬之組合。在一範例中，蝕刻劑氣體不存在，較佳地沒有鹵素且沒有含氧氣體。

【0024】在熱處理之後，如圖 1C 所示，可在元件上方形成層 112，使得層 112 亦填充藉由相對於層 104 而選擇性蝕刻層 102 所形成之凹陷。間隔物材料 112 可為，例如，低 k 介電質，其係由與閘極間隔物 108 及遮罩 110 不同之材料所形成。閘極間隔物 108 可為，例如，SiN 或低 k 介電質（不同於間隔物層 112）。在所繪示的範例中，元件 110 為遮罩並且可由，例如，SiO₂ 或 SiN 所形成，且該遮罩可為例如硬遮罩，並且亦由與層 112 或閘極間隔物 108 不同之材料所形成。在一範例中，元件 106 可為，例如，由非晶矽（a-Si）所形成之虛擬閘極。

【0025】圖 2 示意性地呈現處理設備，可用於實施如本文中所揭示之一或更多處理操作。設備可包括控制器 300，控制器 300 可包括，例如，一或更多處理器或電腦，並且亦可包括記憶體以儲存，例如，處理命令、配方、配方資料、基板資料、或其它控制資料。控制資訊亦可從與控制器 300 分離之另一裝置或記憶體而提供至控制器。控制及配方資料較佳地係儲存在非暫態電腦可讀媒體中。應當理解，雖然一控制器被標識在 300 處，但該控制器可包括複數控制器，及 / 或可包括一或更多子控制器或分離的控制器，其獨立地或在來自控制器 300 之命令下操作，以控制各種電源、氣體供應、及溫度控制設備及功能，以實施本文所述之處理。氣體源 GS2 304 可供應氣體而在腔室 301 內混合，或氣體可在腔室 301 之上游混合，例如在預混合腔室中或利用合適的閥及管線而在腔室 301 上游之管路中提供混合。氣體源 304 提供至少含鹵素或氟的氣體及含碳氣體之來源，並且較佳地亦提供一或更多載氣，例如氮及 / 或氬。氣體可透過共同的或單獨的

入口而供應至腔室 301 中，且氣體係，例如，在控制器之控制下利用合適的閥件而可控制地供應，以提供如本文先前所討論之體積流率。溫度控制部係表示於 TC2 306 處，並且可包括在支撐基板 322 之基板支撐件 320 中之加熱器。加熱器可為電及 / 或流體加熱器，其提供加熱及 / 或冷卻及 / 或熱交換、被控制以提供期望的溫度。額外地或替代地，溫度控制部 TC2 可在腔室 301 之腔室壁內、及 / 或利用例如輻射加熱裝置而提供加熱。氣體係藉由真空泵 VP2 324 而排出，且對供給至腔室 301 之氣體及排出之氣體之組合控制亦可控制壓力。基板支撐件 320 亦可包括用於固持基板之合適裝置，例如靜電夾盤。因為氣相蝕刻係在非電漿環境中，所以不需要電極及功率源以產生電漿。然而，本文中所揭示之處理亦可在包括一或更多電極以及與其連接之功率源（例如，RF 或射頻、感應、或微波功率源）之設備中實施，以便能夠在腔室內產生電漿、或替代地與其中在不同的腔室中產生遠端電漿以及接著將電漿供給至腔室之配置相結合。儘管非電漿蝕刻為較佳的，但可使用電漿蝕刻。本文中所述之每一主要處理操作（包括氧化物去除、蝕刻、及蝕刻後熱處理）可在同一腔室中實施。然而，該等操作亦可在二腔室或三腔室中進行。例如，熱處理可在特別設計用於在較高溫度下進行熱處理之腔室中實施，使得熱處理在與用於蝕刻之腔室不同之腔室中實施。應當理解，圖 2 之設備係提供做為範例，且修改及變化是可能的。

【0026】圖 3 係可藉由，例如，先前所討論之控制器 300 所實行之流程圖或演算法，並且提供如本文中所述之處理步驟之概述。在第一步驟 S10 中，去除氧化物層。如果氧化物層不存在，則可省略此步驟。在步驟 S12 中，使用含鹵素（較佳為氟）氣體及含碳氣體以及通常亦有載氣（例如氫及 / 或氮），以實施氣相蝕刻。如先前所討論，處理條件及流率係受控的。之後，如 S14 所示，實施熱處理，其中處理條件係受控的，如先前所討論。

【0027】現在參考圖 4A-4C，繪示出可應用本方法之蝕刻操作之另一範例。在圖 4A 中，層 656 係待蝕刻且完全去除之目標層。目標層 656 可由，例如，矽及鍺 (SiGe) 所形成。層 654 係由包含矽且不含鍺或鍺之量小於層 656 之材料所形成。因此，層 654 將在完成的元件中形成通道結構。通道 654 從源極 650 延伸至汲極 652。在去除之前，通道係藉由目標層 656 而分隔開，目標層 656 係選擇性地對於通道層 654 而去除。如果氧化物層不存在於層 654、656 上，則可省略氧化物去除步驟。然而，如果氧化物層存在，則亦可實施氧化物去除。

【0028】在圖 4A 之初始結構中，提供了間隔物 600，間隔物 600 可由，例如，介電材料之層（例如，如圖 1C 中之 112 處所示）所形成，接著層 112 被回蝕以留下間隔物 600 在層 656 之內縮部中並且與層 654 相鄰。在此範例中，層 656 係由 SiGe 所形成，且層 654 係由含矽材料所形成，該含矽材料不包含 Ge、或包含 Ge 之量小於層 656 之量。合金量可如本文中先前所揭示之。

【0029】因此，如在實施先前所述之內縮處理時所使用之，可利用包括含氟氣體、含碳氣體、以及通常亦有載氣（包括氬及 / 或氮）之處理氣體以實施蝕刻處理。條件可如先前所述。通常，壓力將處於先前所討論之壓力範圍之較高部分，且蝕刻之持續時間將更長，使得蝕刻完全地去除層 656 以提供通道釋放，其中所釋放的通道係如圖 4B 所示。

【0030】在通道釋放之後，閘極金屬 670 可沉積在閘極間隔物 608 之間、以及在先前被層 656 所佔據之區域中。

【0031】因此，本文中所述之方法可用於在相對於含矽層而選擇性地去除 SiGe 層中實施通道釋放，其中通道 654 不包含鍺、或包含鍺之量小於待去除之目標層 656 之鍺之量。在避免或減少可能非期望地蝕刻通道 654 之副產物方面，使用含碳氣體是特別有利的。

【0032】 雖然本文中描述了方法及應用之範例，但本方法可使用在蝕刻閘極堆疊之層中或在替代元件中之其它應用。本文中所述之方法可使用在各種結構中，包括但不限於 nfet、pfet、奈米片、GAA、finfet、CFET、及其它元件或元件特徵部。

【0033】 應當理解，可納入與本文中之教示相符合之修改及變化。因此，應當理解，在本申請專利範圍之範圍內，可以其它方式或相對於本文中所揭示之範例進行變化以實踐本發明。

【符號說明】

【0034】

100:基底

102:第一層

104:第二層

106:元件

108:閘極間隔物

110:遮罩

112:層

300:控制器

301:腔室

304:氣體源

306:溫度控制部

320:基板支撐件

322:基板

324:真空泵

600:間隔物

608:閘極間隔物

650:源極

652:汲極

654, 656:層

670:閘極金屬

S10, S12, S14:步驟

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種蝕刻方法，包括：

提供基板，該基板具有與複數第二層交替之複數第一層，該等第一層其中每一者係包含矽及鍺，該等第二層其中每一者係包含矽且不包含鍺或包含鍺之量係小於該等第一層；及

藉由一處理以相對於該等第二層而選擇性蝕刻該等第一層，該處理係包括：

利用氣體化學品以蝕刻該等第一層，該氣體化學品係包括含鹵素氣體及含碳氣體以相對於該等第二層而蝕刻該等第一層。

【請求項2】 如請求項 1 之蝕刻方法，其中該蝕刻係非電漿氣相蝕刻。

【請求項3】 如請求項 2 之蝕刻方法，其中該蝕刻係在從-20°C至 130°C之範圍內之溫度下實施。

【請求項4】 如請求項 3 之蝕刻方法，其中該等第一層及該等第二層係垂直地堆疊。

【請求項5】 如請求項 4 之蝕刻方法，其中該蝕刻係使該等第一層相對於該等第二層而內縮，俾使該等第一層之外部尺寸係小於該等第二層之外部尺寸。

【請求項6】 如請求項 4 之蝕刻方法，其中該等第二層為在閘極堆疊中之通道，在通道釋放中該蝕刻係去除該等第一層。

【請求項7】 如請求項 4 之蝕刻方法，更包括：在該蝕刻之前，從該等第一層及該等第二層而去除原生氧化物層。

【請求項8】 如請求項 1 之蝕刻方法，其中該等第一層每一者係具有 20%或更大之合金量之鍍，該等第二層每一者不具有鍍或具有 5%或更少之鍍。

【請求項9】 如請求項 1 之蝕刻方法，其中該等第一層每一者係具有 20%或更高之合金量之鍍，該等第二層每一者不具有鍍或具有 20%或更低之合金量之鍍；
及

其中在該蝕刻期間，氣體係根據下列之體積流率而供應：

25%或更少之載氣，該載氣係包括 Ar 及 / 或 N₂；

10%至 50%之含碳氣體；及

35%或更多之含氟氣體。

【請求項10】 如請求項 9 之蝕刻方法，其中該蝕刻係在該蝕刻期間不引入含氫氣體之情況下實施，該方法更包括：

在該蝕刻之後，提高該基板之溫度至 100°C或更高以實施熱處理，該熱處理係在一環境中實施，該環境係包括 Ar 及 / 或 N₂且在從 1 Torr 至 3 Torr 之範圍內之壓力下；及

其中該蝕刻係在 0°C至 80°C之範圍之溫度下實施，且該蝕刻係在從 0.3 mTorr 至 300 mTorr 之範圍內之壓力下實施。

【請求項11】 一種蝕刻方法，包括：

提供基板，該基板具有第一層及第二層，該第一層係相鄰於該第二層，該第一層及該第二層係由不同材料所形成，該第一層及該第二層其中每一者係包含矽，該第一層及該第二層係具有氧化物層在側表面上；

由該第一層及該第二層之側表面去除該氧化物層，俾使該第一層係具有第一暴露側表面，該第二層係具有第二暴露側表面；及

相對於該第二暴露側表面而蝕刻該第一暴露側表面，俾使該第一層之外部尺寸係小於該第二層之外部尺寸，及其中該蝕刻係在具有含碳氣體下實施，該含碳氣體係與會蝕刻該第二層之副產物進行反應，以防止或減少該第二層之蝕刻。

【請求項12】 如請求項 11 之蝕刻方法，其中該含碳氣體係與 SiF_4 或 GeF_4 其中至少一者進行反應。

【請求項13】 如請求項 12 之蝕刻方法，其中：

該第一層係由包含矽及鍺之材料所形成；

該第二層係由包含矽且不包含鍺或包含鍺之量係小於該第一層之材料所形成；及

該蝕刻係在具有含氟氣體且在從 -20°C 至 120°C 之範圍內之溫度下實施。

【請求項14】 如請求項 11 之蝕刻方法，其中該第一層係由包含矽及鍺之材料所形成，該第二層係由包含矽且不包含鍺或包含鍺之量係小於該第一層之材料所形成。

【請求項15】 如請求項 11 之蝕刻方法，其中該蝕刻係在從 0°C 至 80°C 之範圍內之溫度下且在從 0.3 mTorr 至 300 mTorr 之範圍內之壓力下實施，該蝕刻係在一環境中之氣相非電漿蝕刻，在該環境中不引入含氫氣體，及其中在該蝕刻期間引入該環境中之氣體之體積流率係包括：

25%或更少之載氣，該載氣係包括 Ar 及 / 或 N_2 ；

10%-50%之該含碳氣體，及其中該載氣之百分比不超過該含碳氣體之百分比；及

35%或更多之含氟氣體；

該方法更包括：在該蝕刻之後，實施熱處理，其中該熱處理係在至少 100°C 之溫度下、在 1 Torr 至 3 Torr 之範圍內之壓力下及在包括氮及 / 或氫且不引入含鹵素氣體之環境中。

【請求項16】 一種蝕刻方法，包括：

提供基板，該基板具有複數元件，該等元件每一者係包括複數第一層及複數第二層；及

相對於該複數第二層而選擇性蝕刻該複數第一層，其中：

該蝕刻係在氣相非電漿環境中實施；

該蝕刻係在具有含氟氣體及含碳氣體下實施；

在該蝕刻期間，形成可蝕刻該等第二層之副產物；及

該含碳氣體係與該副產物進行反應，以防止該副產物蝕刻該等第二層。

【請求項17】 如請求項 16 之蝕刻方法，其中該蝕刻係在包括下列氣體流率之環境中實施：

10-25%之載氣，該載氣係包括 Ar 及 / 或 N₂；

10%至 50%之該含碳氣體；及

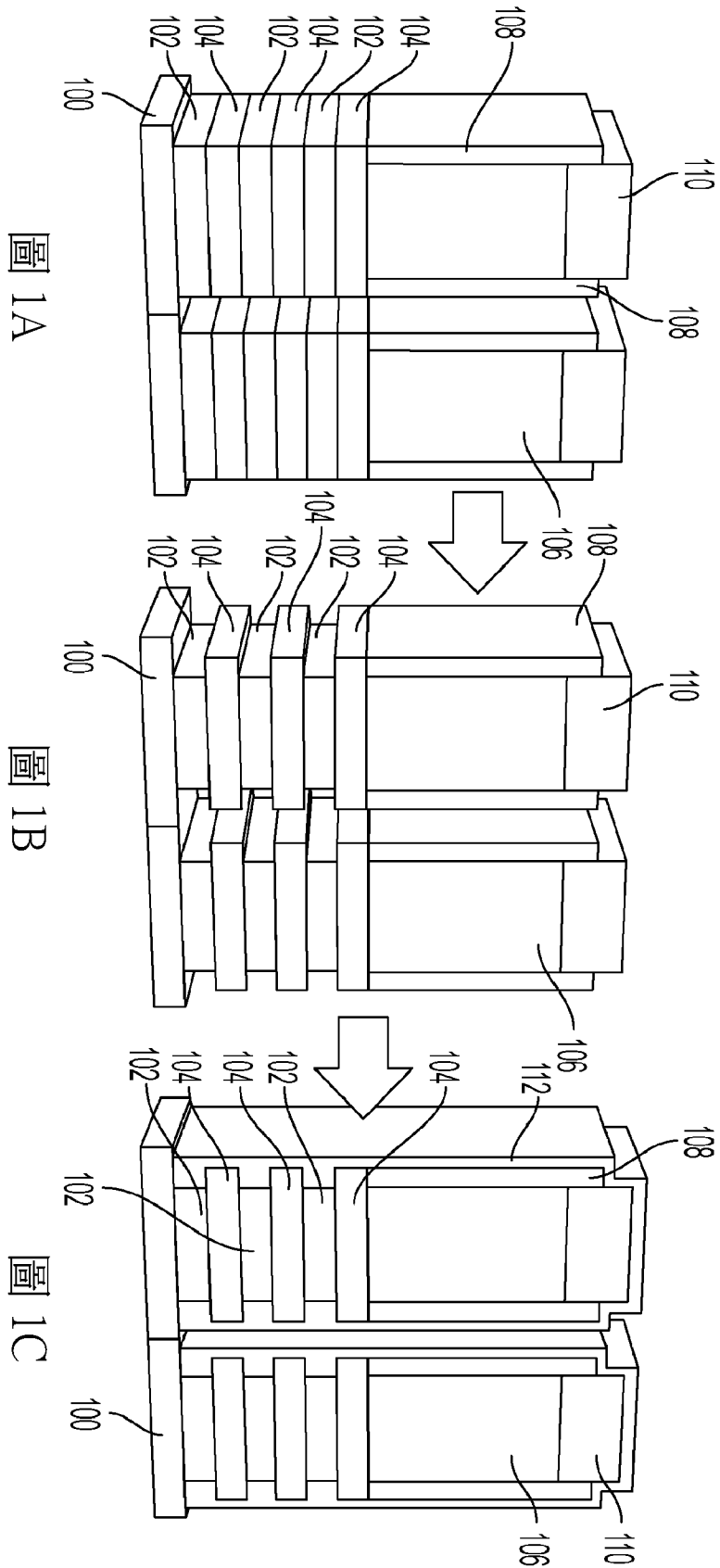
20%或更多之含氟氣體。

【請求項18】 如請求項 17 之蝕刻方法，其中該等第一層及該等第二層係閘極堆疊結構之部分之層，該蝕刻係實施下列其中之一：內縮，使該等第一層之側面相對於該等第二層之側面而內縮；或通道釋放，去除該等第一層，其中該等第二層係形成複數通道。

【請求項19】 如請求項 18 之蝕刻方法，其中該等第一層係包含矽及鍺，該等第二層係包含矽，該等第二層不包含鍺或包含鍺之量係小於該等第一層。

【請求項20】 如請求項 19 之蝕刻方法，其中該等第一層係摻雜有硼，該等第二層不摻雜有硼。

【發明圖式】



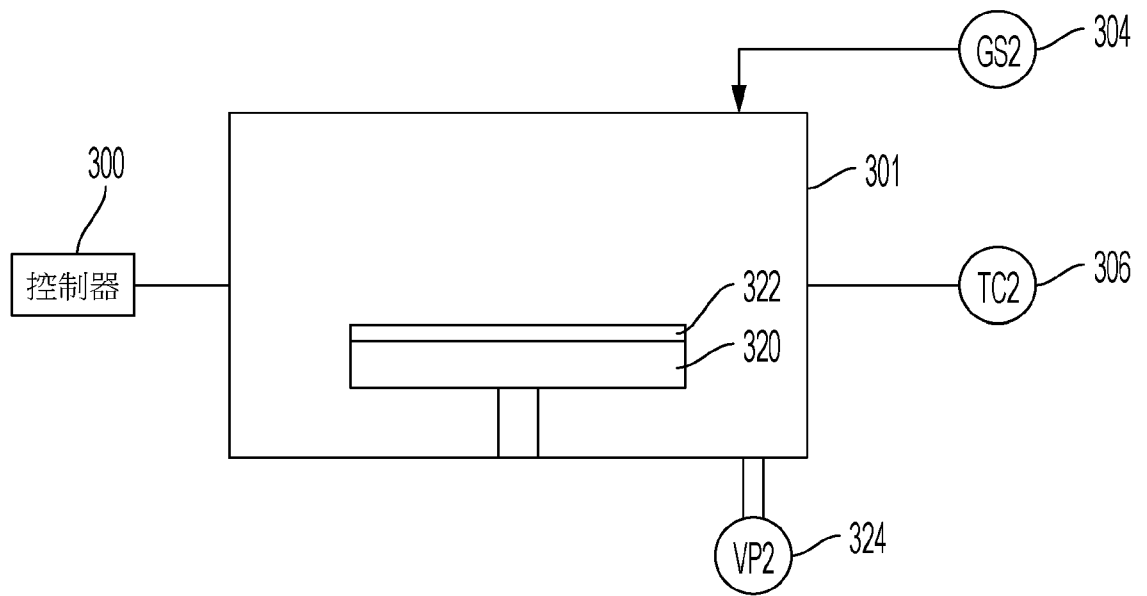


圖 2

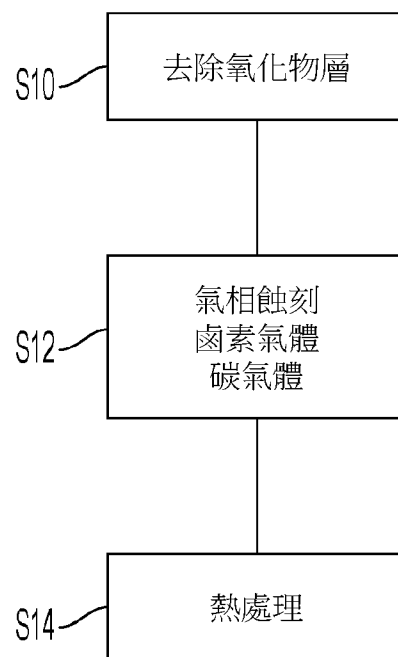


圖 3

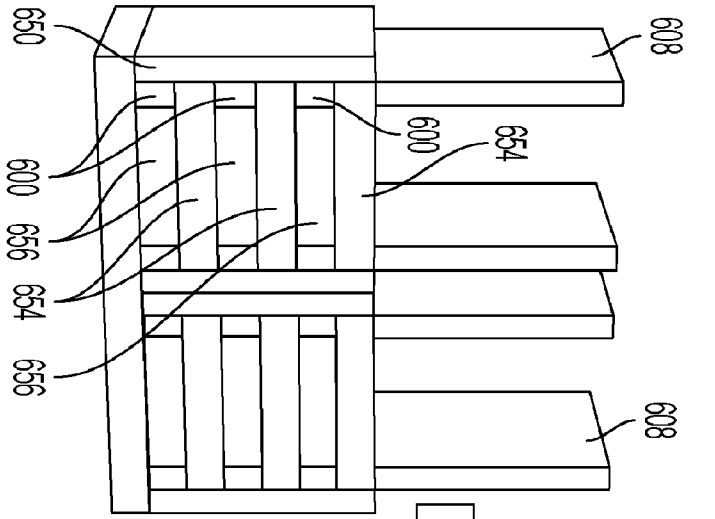


圖 4A

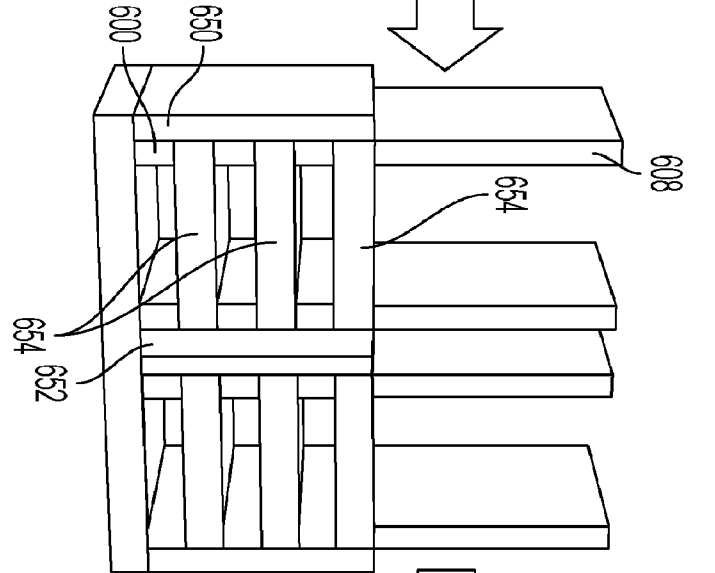


圖 4B

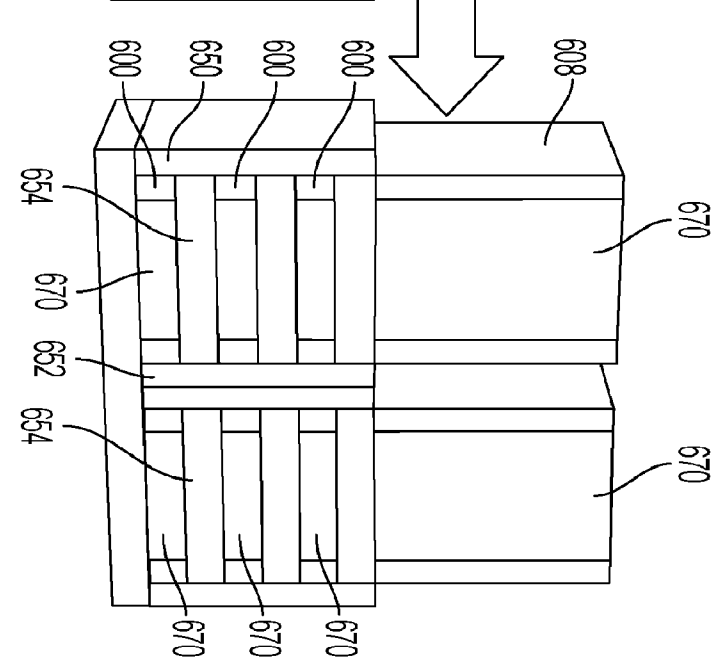


圖 4C