



(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 I667707 B

(45)公告日：中華民國 108 (2019) 年 08 月 01 日

(21)申請案號：103122642

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 07 月 01 日

(51)Int. Cl. : **H01L21/3065(2006.01)**

(30)優先權：2013/10/08 日本

2013-210656

(71)申請人：日立全球先端科技股份有限公司 (日本) HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORPORATION (JP)

日本

(72)發明人：申贖 SHEN, ZE (CN)；小野哲郎 ONO, TETSUO (JP)；安並久夫 YASUNAMI, HISAO (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

US 2008/0073635A1

US 2013/0119018A1

US 2013/0153970A1

審查人員：邱青松

申請專利範圍項數：4 項 圖式數：6 共 23 頁

(54)名稱

乾蝕刻方法

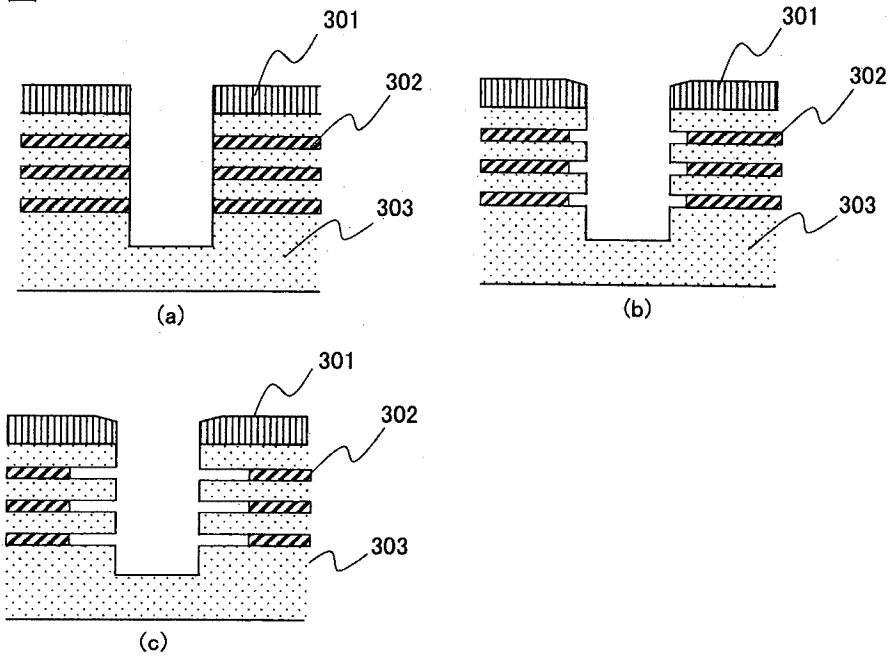
(57)摘要

本發明的課題是在電漿蝕刻具有交替重複層疊 Si 層及 SiGe 層的構造之試料的乾蝕刻方法中，提供一種相對於各 Si 層可選擇性地各向同性蝕刻各 SiGe 層之乾蝕刻方法。

本發明的乾蝕刻方法，係相對於各 Si 層，選擇性地各向同性蝕刻交替重複層疊 Si 層與 SiGe 層的層疊膜的各 SiGe 膜之乾蝕刻方法，其特徵為：使用 NF₃ 氣體，藉由被脈衝調變的電漿來電漿蝕刻前述各 SiGe 膜。

指定代表圖：

圖 3



符號簡單說明：

301 . . . 氧化膜

302 . . . SiGe 層

303 . . . Si 層

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

乾蝕刻方法

【技術領域】

[0001] 本發明是有關乾蝕刻方法，特別是有關層疊膜之選擇性側面蝕刻為可能的乾蝕刻方法。

【先前技術】

[0002] 近年來，隨著場效電晶體的高速化，使用矽（以下記載成 Si）以外的新材料的半導體元件的必要性變高，新材料之一有矽鍺（記載成 SiGe）。並且，作為使用此 SiGe 的半導體元件構造，有如圖 3（a）所示那樣，在 22nm 世代以後的半導體元件適用預定的 Si 層與 SiGe 層的層疊構造，在此 Si 層與 SiGe 層的層疊構造中，被要求相對於各 Si 層選擇性地各向同性蝕刻各 SiGe 層。

[0003] 作為 SiGe 層相對於 Si 層的的選擇性各向同性蝕刻，在專利文獻 1 中是揭示在除去未被基板的遮罩覆蓋的部分的 SiGe 膜之 SiGe 膜的蝕刻方法中，使用將氫原子與氟原子所結合的氣體與氫氣體及氧氣體混合的混合氣體，作為反應性氣體，乾蝕刻 SiGe 膜之方法。在此蝕刻中進行藉由化學乾蝕刻來蝕刻 SiGe 而止於底層的 Si 之加工。

[0004] 又，作為 SiGe 層相對於 Si 層的的選擇性各向同性蝕刻，在專利文獻 2 中是揭示一種蝕刻包含 SiGe（矽鍺）層及形成於 SiGe（矽鍺）層上的 Si（矽）層的異質構造體之微波電漿蝕刻方法，只使用氟化物氣體作為反應氣體，將其流量設為 10~800sccm，處理壓力設為 266Pa 以下，微波功率設為 150~400W，處理溫度設為 5~25℃，選擇性地各向同性蝕刻 SiGe（矽鍺）層之方法。

[先行技術文獻]

[專利文獻]

[0005]

[專利文獻 1] 日本特開 2003-77888 號公報

[專利文獻 2] 日本特開 2007-214390 號公報

【發明內容】

（發明所欲解決的課題）

[0006] 但，使用任一先行技術的方法，在圖 3（a）所示的 Si 層與 SiGe 層的層疊構造中，嘗試各向同性蝕刻時，SiGe 蝕刻相對於 Si 蝕刻的選擇比不夠充分。而且，此蝕刻有以下所述的 2 個課題。

[0007] 第 1 個課題是各 Si 層及各 SiGe 層的厚度雙方的層皆約 20nm 以下，因此，此構造的蝕刻是隨 SiGe 層的蝕刻的進展而被上下的 Si 層所夾，產生必須蝕刻比

以往的蝕刻還窄的空間。

[0008] 第 2 個課題是為了形成上述狹窄的空間，必須藉由側面蝕刻來形成上述狹窄的空間，但由於側面蝕刻，離子的射入困難。就通常的垂直方向的蝕刻而言，因為施加高頻偏壓，所以即使狹窄，還是可使離子射入至蝕刻面，即使產生反應生成物的再附著，還是可予以濺射而使蝕刻進展。但，就圖 3 (a) 所示那樣的 Si 層與 SiGe 層的層疊構造之側面蝕刻而言，因為離子的射入困難，所以再附著的反應生成物的除去比以往構造更難。

[0009] 本發明是為了取得該等的課題，而在電漿蝕刻具有交替重複層疊 Si 層及 SiGe 層的構造之試料的乾蝕刻方法中，提供一種相對於各 Si 層可選擇性地各向同性蝕刻各 SiGe 層之乾蝕刻方法。

(用以解決課題的手段)

[0010] 為了解決上述課題，本發明的乾蝕刻方法，係相對於各 Si 層，選擇性地各向同性蝕刻交替重複層疊 Si 層與 SiGe 層的層疊膜的各 SiGe 膜之乾蝕刻方法，其特徵為：使用 NF_3 氣體，藉由被脈衝調變的電漿來電漿蝕刻前述各 SiGe 膜。

[0011] 又，本發明的乾蝕刻方法，係相對於各 Si 層，選擇性地各向同性蝕刻交替重複層疊 Si 層與 SiGe 層的層疊膜的各 SiGe 膜之乾蝕刻方法，其特徵為：使用碳氟化合物氣體，藉由被脈衝調變的電漿來電漿蝕刻前述各

SiGe 膜。

[0012] 又，本發明的乾蝕刻方法，係相對於各 Si 層，選擇性地各向同性蝕刻交替重複層疊 Si 層與 SiGe 層的層疊膜的各 SiGe 膜之乾蝕刻方法，其特徵為：

藉由連續電漿，在前述層疊膜形成預定的深度的溝，

前述預定深度的溝形成後，使用 NF_3 氣體或碳氟化合物氣體，藉由被脈衝調變的電漿來電漿蝕刻前述各 SiGe 膜。

[發明的效果]

[0013] 本發明是在電漿蝕刻具有交替重複層疊 Si 層及 SiGe 層的構造之試料的乾蝕刻方法中，相對於各 Si 層可選擇性地各向同性蝕刻各 SiGe 層。

【圖式簡單說明】

[0014]

圖 1 是本發明的電漿蝕刻裝置的概略剖面圖。

圖 2 是表示被脈衝調變的微波電力的圖。

圖 3 是表示本發明的電漿蝕刻結果的圖。

圖 4 是說明本發明的效果的圖。

圖 5 是表示 SiGe 側面蝕刻相對於 Si 側面蝕刻之脈衝調變的負載比的依存性的圖。

圖 6 是表示實施例 3 的本發明之電漿蝕刻結果的圖。

【實施方式】

[0015] 利用圖 1~6 來說明本發明的實施形態。圖 1 是表示用以實施本發明的電漿蝕刻裝置之一例的概略剖面圖，將微波及磁場利用在電漿產生手段的電子迴旋共振（Electron Cyclotron Resonance：ECR，以下簡稱 ECR）方式微波電漿蝕刻裝置。

[0016] 此 ECR 方式微波電漿蝕刻裝置是具備：可將內部真空排氣的腔室 101，及配置試料的晶圓 102 之試料台 103，及設在腔室 101 的上面之石英等的微波透過窗 104，及設在其上方的導波管 105，及磁控管 106，及設在腔室 101 的周圍之螺線線圈 107，及連接至試料台 103 的靜電吸附電源 108，及高頻電源 109。

[0017] 晶圓 102 是從晶圓搬入口 110 搬入至腔室 101 內之後，藉由靜電吸附電源 108 來靜電吸附至試料台 103。其次，蝕刻氣體會被導入至腔室 101。腔室 101 內是藉由真空泵（圖示省略）來減壓排氣，例如調整成 0.1Pa~50Pa 的範圍的預定的壓力。其次，從磁控管 106 振盪頻率 2.45GHz 的微波，經由導波管 105 來傳播至腔室 101 內。

[0018] 並且，上述的微波是亦可藉由從脈衝產生器（圖示省略）產生的脈衝來使脈衝調變。例如，如圖 2 所示般，使從磁控管 106 振盪的微波峰值電力週期性地變化而令電漿的電場強度週期性地變化。在像圖 2（a）那樣微波峰值電力小的期間，或像圖 2（b）那樣未施加微波

峰值電力的期間，電漿密度變小。

[0019] 藉由與利用微波及螺線線圈 107 所產發的磁場的相互作用來激發蝕刻氣體，在晶圓 102 上部的空間形成電漿 111。另一方面，在試料台 103 藉由高頻電源 109 來施加高頻偏壓，電漿 111 中的離子會在晶圓 102 上被垂直加速射入。晶圓 102 是藉由來自電漿 111 的自由基與離子的作用來各向異性地蝕刻。

[0020] 以下說明有關使用上述 ECR 方式微波電漿蝕刻裝置之本發明的各實施形態。

[實施例 1]

[0021] 首先將藉由本發明來電漿蝕刻的晶圓 102 的薄膜構造顯示於圖 3 (a)。晶圓 102 是具有在蝕刻用的遮罩之氧化膜 301 下交替層疊 Si 層 303 及 SiGe 層 302 的層疊構造，預先形成有預定深度的溝。在此，Si 層 303 及 SiGe 層 302 是分別藉由磊晶成長法來形成之結晶 Si 及結晶 SiGe 所構成的層。

[0022]

[表1]

	氣體流量(ml/min)		壓力 (Pa)	微波			偏壓 (W)	時間 (s)
	N ₂	NF ₃		電力 (W)	脈衝頻率 (Hz)	負載比 (%)		
比較例	20	80	0.5	400	-	100	0	30
本發明	20	80	0.5	400	1000	20	0	30

[0023] 如在表 1 所示的比較例的蝕刻條件般，使用

80ml/min 的三氟化氮（以下記載為 NF_3 ）氣體及 20ml/min 的氮（以下記載為 N_2 ）氣體，為了降低離子對 Si 的衝擊且使離子確實到達小的溝或孔的側壁，而將壓力設為 0.5Pa，將微波電力設為 400W，將施加於晶圓 102 的高頻偏壓設為 0W，蝕刻具有圖 3（a）所示的層疊構造之晶圓 102。

[0024] 另外， NF_3 氣體是供給用以蝕刻 SiGe 層的氟， N_2 氣體是產生堆積成分。並且，上述的微波電力是設為被連續輸出的電力。以上述比較例的蝕刻條件蝕刻的結果，如圖 3（b）所示般，在 Si 層 303 與 SiGe 層 302 的層疊膜中，相對於 Si 層 303 可選擇性地側面蝕刻 SiGe 層 302。另外，在此的側面蝕刻與各向同性蝕刻是相同者。

[0025] 其次，以表 1 所示之本發明的蝕刻條件來蝕刻具有圖 3（a）所示的層疊構造之晶圓 102 的結果，相對於 Si 層 303 可選擇性地側面蝕刻 SiGe 層 302。而且，本發明的蝕刻條件之 SiGe 層 302 的側面蝕刻速度是比上述比較例的蝕刻條件還增加約 4 倍。亦即，本發明的蝕刻條件之 SiGe 層相對於 Si 層的選擇比提升近 4 倍。並且，本發明的蝕刻條件是只將比較例的蝕刻條件的 400W 的微波電力變更成脈衝調變。另外，本實施例的脈衝調變的重複頻率及負載比是分別設為 1000Hz，20%。在此，負載比是 ON 期間相對於脈衝的一週期之比例。

[0026] 藉由本發明，可提升 SiGe 層相對於 Si 層的選擇性側面蝕刻的理由是可思考成以下般。

[0027] 圖 4 是擴大交替重複層疊 Si 層 401 與 SiGe 層 402 的層疊膜的一部分的剖面模式圖。由於來自電漿的離子 403 是對於層疊膜垂直方向射入，因此在 Si 層 401 及 SiGe 層 402 的側壁是離子 403 不會射入。並且，蝕刻是藉由氟等的反應性自由基 404 與反應性更高的 SiGe 反應來進展。如圖 4 (a) 所示般，由於蝕刻的初期是蝕刻的寬高比小，因此反應生成物 405 是不衝突地從溝排氣。

[0028] 一旦蝕刻進展而 SiGe 層 402 的被蝕刻面後退，則如圖 4 (b) 所示般溝的內側的反應生成物 405 的密度會變高，因此衝突而再射入至 SiGe 層 402 的反應性生成物 405 會增加。於是 SiGe 層 402 的側面蝕刻會被抑制，而與 Si 層 401 的選擇比會降低。

[0029] 另一方面，在本發明中，藉由週期性地減弱電漿強度或停止電漿，產生反應性自由基 404 的供給休止的期間。一旦停止反應性自由基的供給，則反應生成物 405 的生成會停止，因此像圖 4 (c) 那樣反應生成物 405 會從狹窄的溝充分地排氣而可降低再附著量。其次，供給自由基時的蝕刻速度不會被抑制，因此可取得比連續進行蝕刻更大的蝕刻速度。此效果可取得以往射入離子之垂直方向的蝕刻以上的效果。加上可連續性地控制附著於 Si 層與 SiGe 層的層疊膜的側壁之堆積物的量及質，因此可利用 Si 及 SiGe 的蒸氣壓等的物理化學特性的差來使 Si 停止蝕刻而蝕刻 SiGe。另外，堆積性自由基是在圖 4 中省略。

[0030] 亦即，當微波為連續輸出時，隨著蝕刻進展，SiGe 蝕刻表面漸漸往上下的 Si 層間的深處移動而傳導變小，因此 SiGe 蝕刻的生成物的表面附近的密度會增加，而在反應生成物的蝕刻表面再附著量會增加，因此 SiGe 的蝕刻速度降低。另一方面，脈衝放電時，在微波為 OFF 的期間，自由基的產生會停止，蝕刻會停止，期間反應生成物會往溝外排氣，因此 SiGe 的蝕刻速度要比連續放電還增加，藉此可想像選擇性會提升。

[0031] 並且，相對於本發明的效果之作用，可想像如其次般。使相對於離子的自由基比增加，在進行選擇性的側面蝕刻特別有效。在脈衝放電的 OFF 期間，因為離子的衰減量要比自由基的衰減量大，所以在 OFF 期間，相對於離子的自由基比增加。因此，可想像具有 OFF 期間的脈衝放電要比連續放電更能選擇性的側面蝕刻。而且，由此可想像也暗示可藉由能控制 OFF 期間的負載比的控制來控制 SiGe 相對於 Si 的選擇比。

[0032] 其次，說明有關 SiGe 側面蝕刻相對於 Si 側面蝕刻的選擇比之脈衝調變的負載比的依存性。如圖 5 所示般，隨著脈衝調變的負載比的減少，選擇比會增加，特別是一旦脈衝的負載比形成 50% 以下，則選擇比會大幅度增加。負載比相對於此選擇比的特性是可思考成以下般。

[0033] 首先，使脈衝調變的負載比減少於 100%~50% 的範圍時，在 ON 時間長形成 OFF 時間之前，堆積物會

堆積於 SiGe 表面，即使短的 OFF 時間經過，堆積物還是會某程度留下，因此即使降低脈衝調變的負載比，照樣 SiGe 的蝕刻進展效果少。

[0034] 另一方面，使脈衝調變的負載比減少於 50%~20% 的範圍時，藉由 ON 時間的減少，在反應生成物的再附著到達妨礙蝕刻的濃度之前成為 OFF 時間。為此，OFF 時間的反應生成物的濃度減低是對於 SiGe 的蝕刻進展有大的效果，選擇比是急劇地增加。但，若使脈衝調變的負載比減少至未滿 20%，則 ON 時間的自由基產生的減少會因上述反應生成物的蝕刻抑制改善而瓶頸，所以可想像選擇比大致飽和。

[0035] 或，如上述般相對於離子的自由基比是大概隨脈衝放電的 OFF 時間的增加而增加，因此藉由使脈衝調變的負載比減少，可想像 SiGe 相對於 Si 的選擇比會提升，特別是脈衝調變的負載比為 50% 以下，相對於離子的自由基比的增加所產生的效果會顯著地出現。

[0036] 亦即，藉由放電的脈衝化，SiGe 相對於 Si 的側面蝕刻的選擇比是可控制在溝那樣的狹窄場所的自由基的蝕刻時間及反應生成物的再附著量，且可使相對於離子的自由基比增加，因此可使提升，藉由使脈衝調變的負載比減少，可更提升選擇比。特別是本發明藉由將脈衝調變的負載比設為 50% 以下，可大幅度提升 SiGe 相對於 Si 的側面蝕刻的選擇比。

[0037] 在本實施例中是使用 N₂ 氣體作為添加氣體，

但亦可取代 N_2 氣體，而使用 O_2 氣體， CO_2 氣體， CO 氣體的任一氣體。

[0038] 其次，說明有關以 2 步驟來蝕刻具有圖 3 (a) 所示的層疊構造之晶圓 102 的實施形態。

[實施例 2]

[0039] 以實施例 1 所示的蝕刻條件來蝕刻時，顯示 SiGe 的側面蝕刻量會與蝕刻時間一起增加的傾向，並且，蝕刻的初期是寬高比小，反應生成物也容易從溝的內側排氣，因此按照 SiGe 的側面蝕刻量來改變蝕刻條件較可取得更高選擇比。

[0040] 為此，如表 2 所示般，在步驟 1 中，使用 CF_4 氣體，將微波的脈衝調變的負載比設為 50%，在步驟 2 中，為了抑制溝的角部的切削，而在 CF_4 氣體中混合 O_2 氣體，以微波的脈衝調變的負載比 20% 的蝕刻條件蝕刻的結果，可比實施例 1 的蝕刻條件更改善選擇比或溝的角部的切削。

並且，本實施例的步驟不限於 2 個，亦可為增加步驟數，或使脈衝調變的負載比從 50% 至 20% 在處理時間內連續地降低之類的蝕刻條件。

[0041]

[表2]

步驟	氣體流量(ml/min)		壓力 (Pa)	微波			偏壓 (W)	時間 (s)
	O ₂	CF ₄		電力 (W)	脈衝頻率 (Hz)	負載比 (%)		
1	0	190	2	800	1000	50	0	5
2	5	190	2	800	1000	20	0	25

[0042] 在本實施例中是以使用 CF₄ 氣體的例子來說明，但本發明並非限於此，亦可為 CHF₃ 氣體，CH₂F₂ 氣體，CH₃F 氣體等的碳氟化合物氣體。並且，在本實施例中是使用 O₂ 氣體作為添加氣體，但亦可取代 O₂ 氣體，而使用 N₂ 氣體，CO₂ 氣體，CO 氣體的任一氣體。

[0043] 在實施例 1 及 2 中是說明蝕刻如圖 3 (a) 所示般具有預先形成溝的構造之晶圓的例子，但其次說明有關一氣呵成進行溝形成及 SiGe 層相對於 Si 層的選擇性側面蝕刻的實施形態。

[實施例 3]

[0044] 圖 6 (a) 是在本實施例蝕刻的晶圓的構造的剖面圖，圖 6 (a) 所示的晶圓的構造是在溝圖案的遮罩之氧化膜 301 下交替層疊 Si 層 303 及 SiGe 層 302 的構造。

[0045] 首先，以表 3 所示的步驟 1 的條件，除去未以遮罩的氧化膜 301 所覆蓋的 Si 層 303 的表面的自然氧化膜，如圖 6 (b) 所示般，以表 3 所示的步驟 2 的條件，形成預定的深度的溝。接著，以表 3 所示的步驟 3 的

條件，除去在溝形成時堆積於溝的側壁的 Br 等的堆積物，然後，以表 3 所示的步驟 4 之使用脈衝放電的條件，相對於 Si 層 303 選擇性地側面蝕刻 SiGe 層 302，而可取得如圖 6 (c) 所示那樣的所望蝕刻形狀。

[0046] 另外，上述步驟 3 是為了除去 Br 等的堆積物為目的之步驟，並非是一定需要的步驟。並且，不實施步驟 3 時，亦可使用實施例 1 的蝕刻條件作為步驟 4。

[0047] 以上，如表 3 所示般，藉由組合連續放電及脈衝放電的蝕刻，可對如圖 6 (a) 所示那樣交替層疊 Si 層 303 及 SiGe 層 302 的構造一氣呵成進行溝形成及 SiGe 相對於 Si 的選擇性側面蝕刻。

[0048]

[表3]

步驟	氣體流量(ml/min)			壓力 (Pa)	微波			偏壓 (W)	時間 (s)
	O ₂	CF ₄	HBr		電力(W)	脈衝頻率(Hz)	負載比(%)		
1	0	0	150	0.8	600	-	100	100	5
2	3	0	150	0.8	600	-	100	100	20
3	0	190	0	2	800	1000	50	0	5
4	5	190	0	2	800	1000	20	0	25

[0049] 以上，作為 SiGe 相對於 Si 的選擇性側面蝕刻，在實施例 1 中是以使用 NF₃ 氣體的例子進行說明，在實施例 2 中是以使用 CF₄ 氣體的例子進行說明，但本發明並非限於此，亦可為 CHF₃ 氣體，CH₂F₂ 氣體，CH₃F 氣體等的碳氟化合物氣體。

[0050] 並且，在上述的實施例 1~3 中是說明有關使

用 ECR 方式微波電漿蝕刻裝置的情況，但在電容耦合型電漿蝕刻裝置或感應耦合型電漿蝕刻裝置等其他的電漿產生方式的電漿蝕刻裝置中也可取得與本發明同樣的效果。

【符號說明】

[0051]

- 101：腔室
- 102：晶圓
- 103：試料台
- 104：微波透過窗
- 105：導波管
- 106：磁控管
- 107：螺線線圈
- 108：靜電吸附電源
- 109：高頻電源
- 110：晶圓搬入口
- 111：電漿
- 301：氧化膜
- 302：SiGe 層
- 303：Si 層
- 401：Si 層
- 402：SiGe 層
- 403：離子
- 404：反應性自由基
- 405：反應生成物

I667707

發明摘要

※申請案號：103122642

※申請日：103 年 07 月 01 日

※IPC 分類：H01L 21/3065 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

乾蝕刻方法

【中文】

本發明的課題是在電漿蝕刻具有交替重複層疊 Si 層及 SiGe 層的構造之試料的乾蝕刻方法中，提供一種相對於各 Si 層可選擇性地各向同性蝕刻各 SiGe 層之乾蝕刻方法。

本發明的乾蝕刻方法，係相對於各 Si 層，選擇性地各向同性蝕刻交替重複層疊 Si 層與 SiGe 層的層疊膜的各 SiGe 膜之乾蝕刻方法，其特徵為：使用 NF_3 氣體，藉由被脈衝調變的電漿來電漿蝕刻前述各 SiGe 膜。

【英文】

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(3)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

301：氧化膜

302：SiGe 層

303：Si 層

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：
無

圖式

圖 1

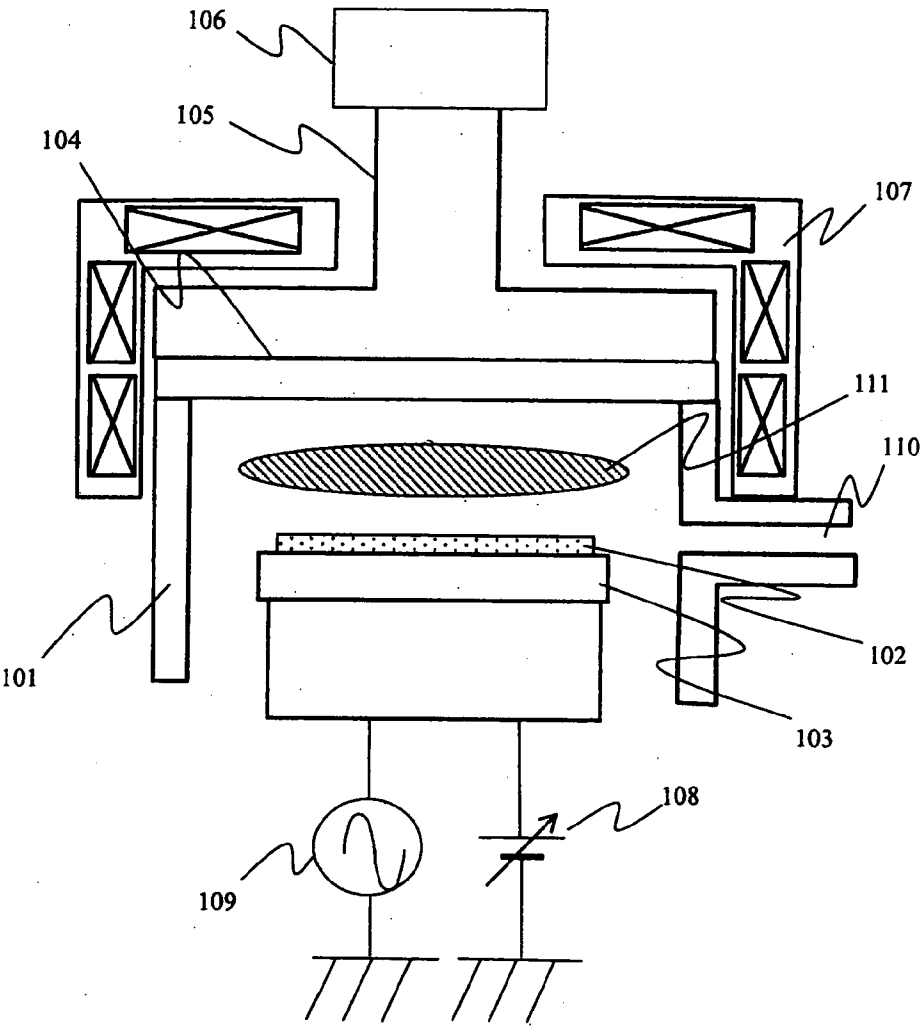


圖 2

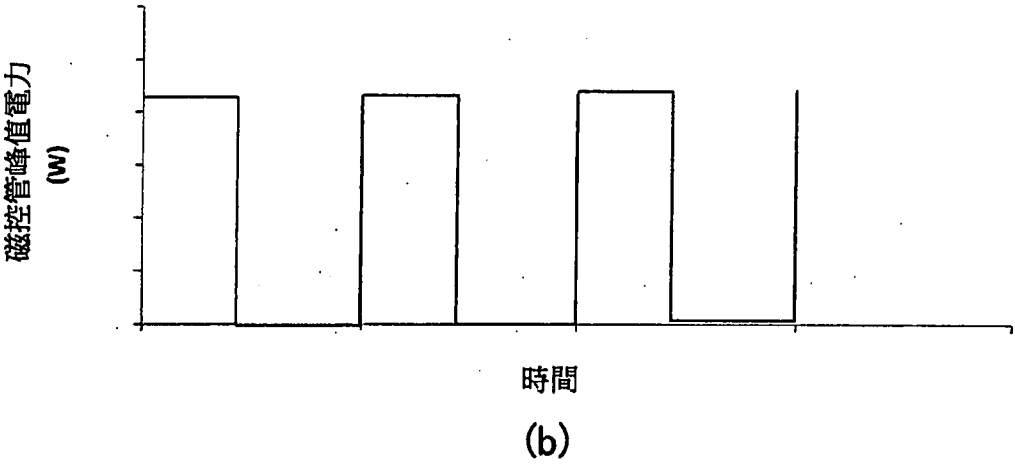
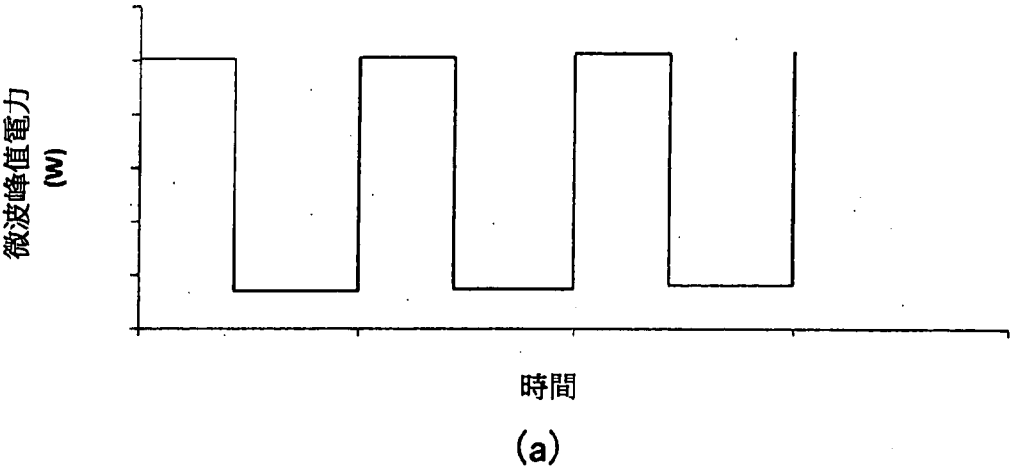


圖 3

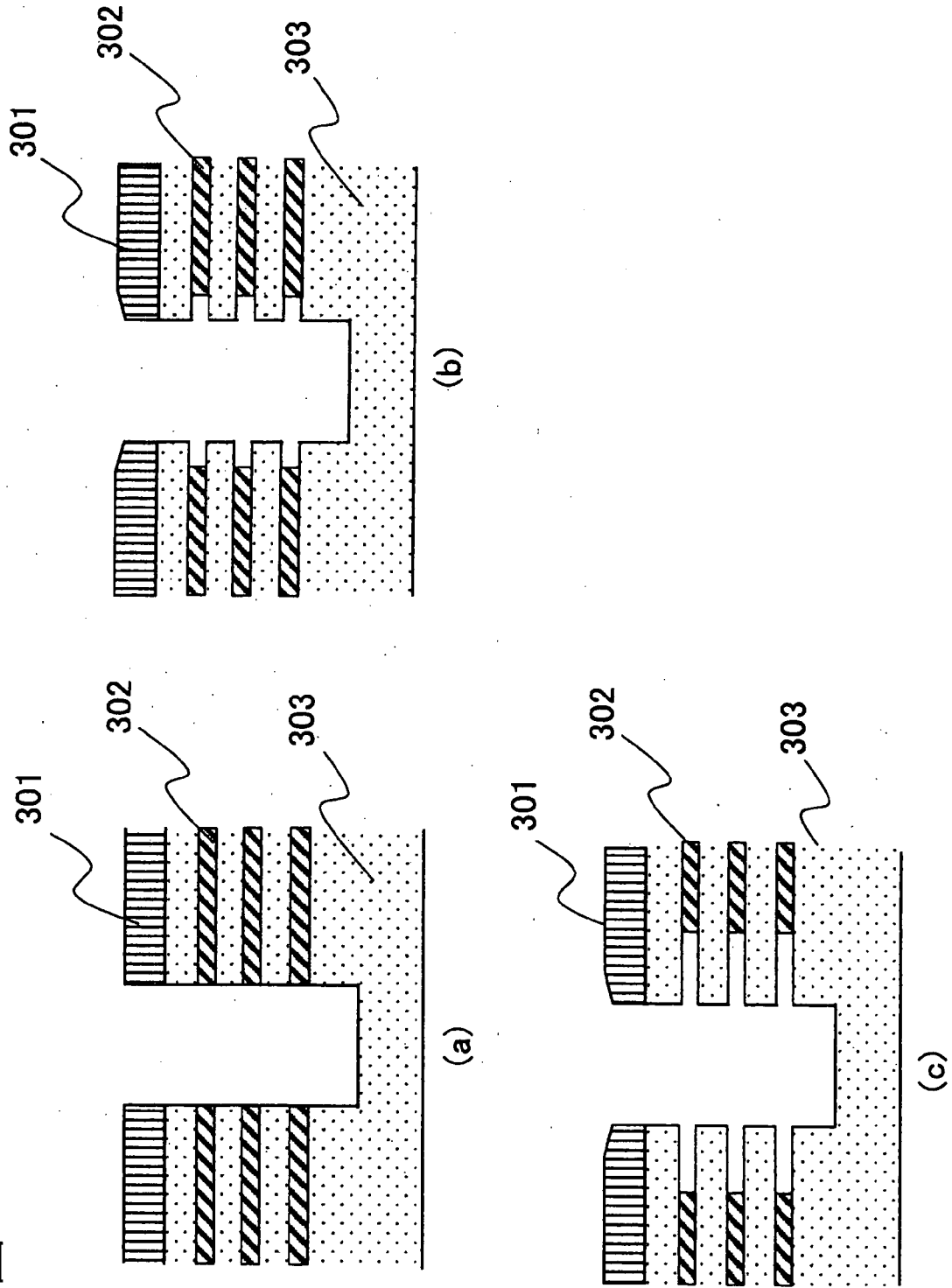


圖 4

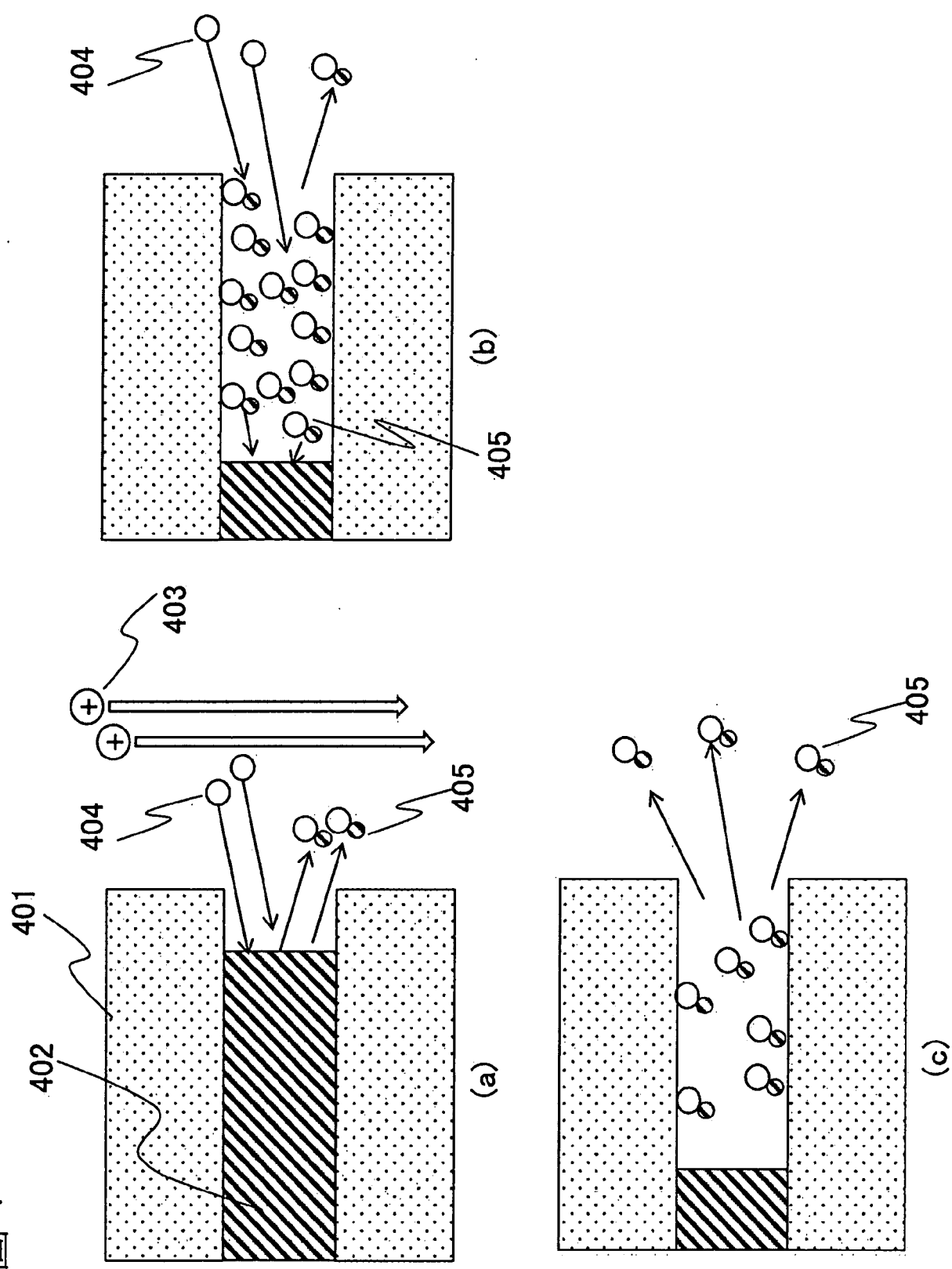


圖 5

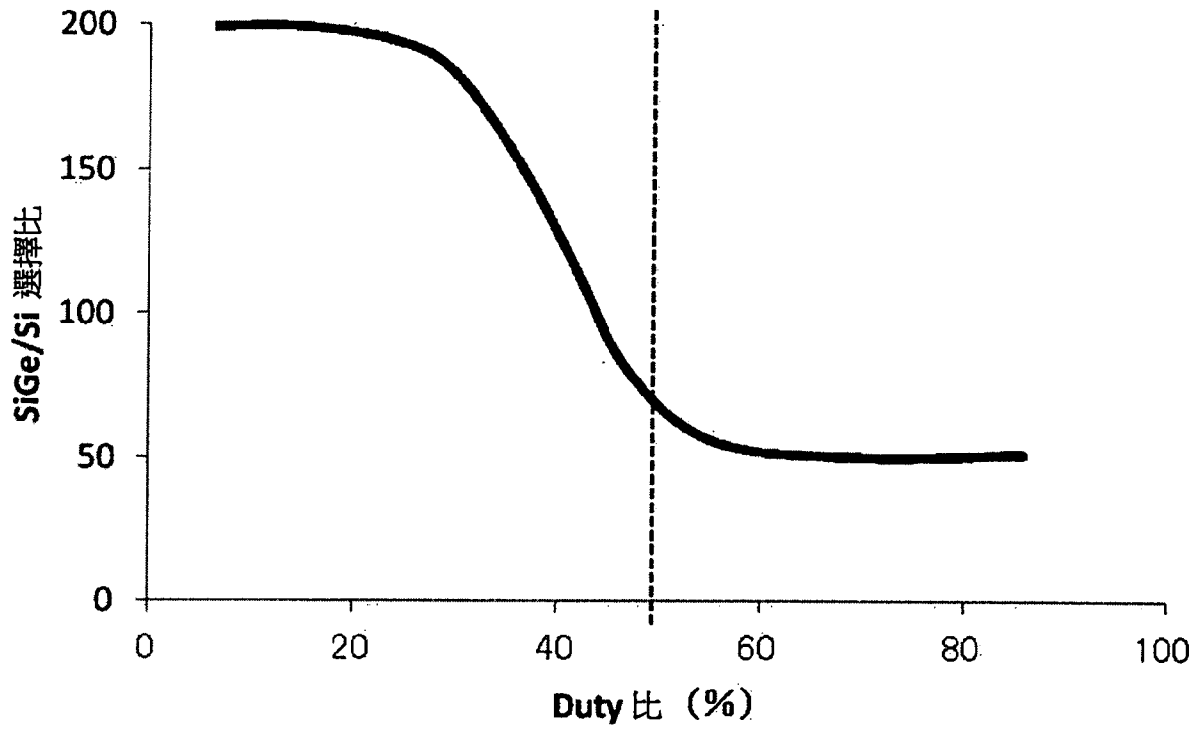
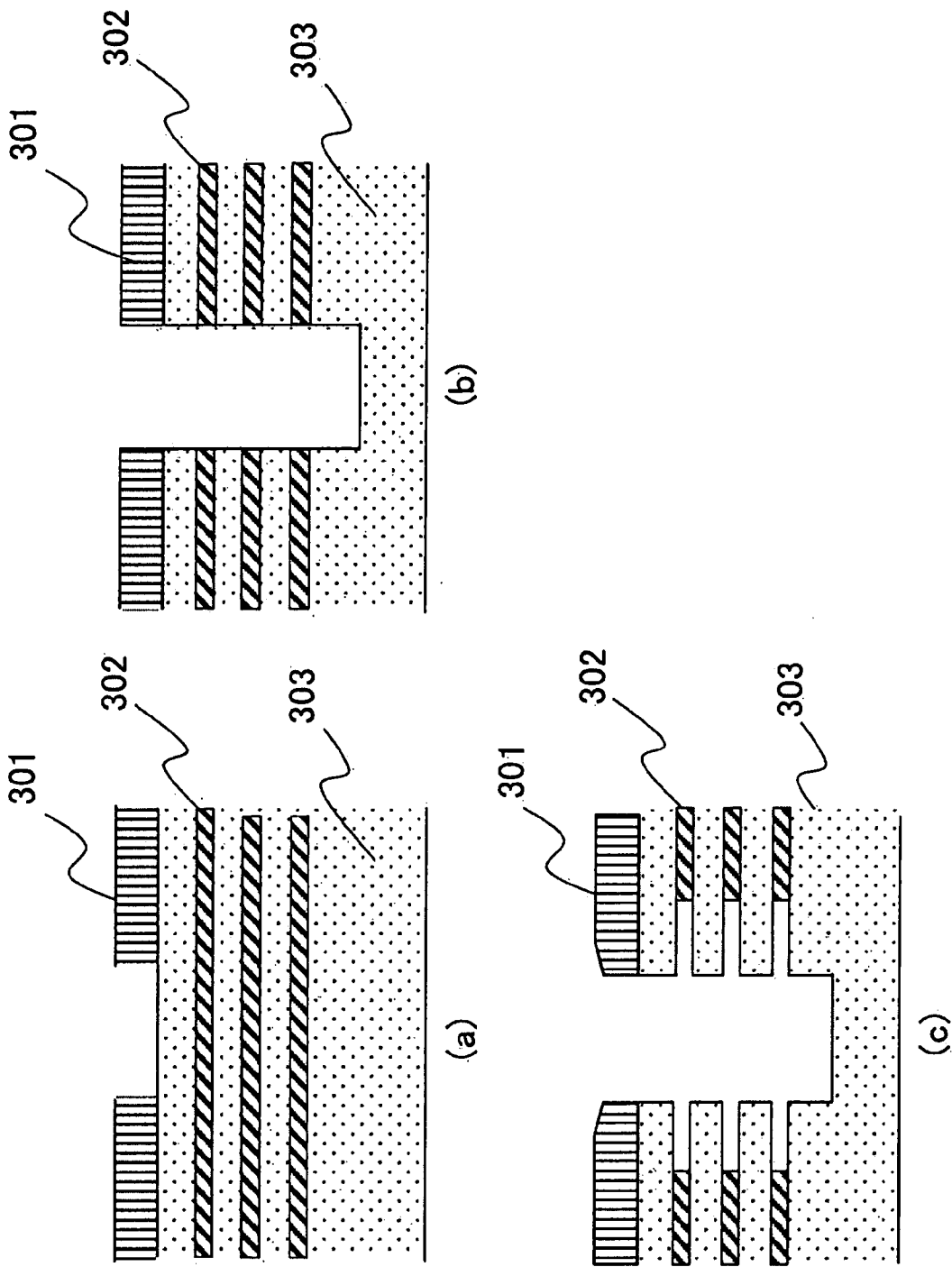


圖 6



申請專利範圍

1. 一種乾蝕刻方法，係對於 Si 膜，選擇性地各向同性蝕刻交替層疊 Si 膜與 SiGe 膜的層疊膜的前述 SiGe 膜之乾蝕刻方法，其特徵為：

利用藉由 NF_3 氣體與 N_2 氣體的混合氣體所產生且藉由被脈衝調變的高頻電力所產生之電漿的同時，一邊對載置被配置有前述層疊膜的試料之試料台施加 0W 的高頻偏壓，一邊電漿蝕刻前述 SiGe 膜。

2. 如申請專利範圍第 1 項之乾蝕刻方法，其中，藉由前述被脈衝調變的高頻電力所產生的電漿為只藉由 NF_3 氣體與 N_2 氣體的混合氣體所產生且藉由被脈衝調變的高頻電力所產生的電漿。

3. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之乾蝕刻方法，其中，將前述脈衝調變的負載比設為 50% 以下。

4. 一種乾蝕刻方法，係對於 Si 膜，選擇性地各向同性蝕刻交替層疊 Si 膜與 SiGe 膜的層疊膜的前述 SiGe 膜之乾蝕刻方法，其特徵為：

連續藉由電漿在前述層疊膜形成預定的深度的溝，

形成前述預定深度的溝之後，利用藉由 NF_3 氣體與 N_2 氣體的混合氣體所產生且藉由被脈衝調變的高頻電力所產生之電漿的同時，一邊對載置被配置有前述層疊膜的試料之試料台施加 0W 的高頻偏壓，一邊電漿蝕刻前述 SiGe 膜。