



(21) 申請案號：112134602

(22) 申請日：中華民國 112 (2023) 年 09 月 12 日

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

H01L21/308 (2006.01)

(30) 優先權：2022/09/15 美國

17/945,897

(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：奧蘭 強納森 HOLLIN, JONATHAN (US)；弗勞 馬修 FLAUGH, MATTHEW (US)；卡爾 蘇巴迪普 KAL, SUBHADEEP (US)；莫斯登 艾倫 MOSDEN, AELAN (US)

(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：19 項 圖式數：4 共 31 頁

(54) 名稱

用以達成選擇性等向蝕刻的表面改質

(57) 摘要

對基板之表面進行改質，其中該基板包含不同材料的至少二個不同層或膜。之後在該等層的其中一者上，使改質層選擇性地轉化成保護層，並同時蝕刻另一層。

A surface of a substrate is modified, where the substrate includes at least two different layers or films of different materials. The modified layer is then selectively converted to a protection layer on one of the layers, while the other layer is etched.

指定代表圖：

符號簡單說明：

102: 第二膜

104: 第一膜

108: 遮罩

116a: 保護表面或保護層

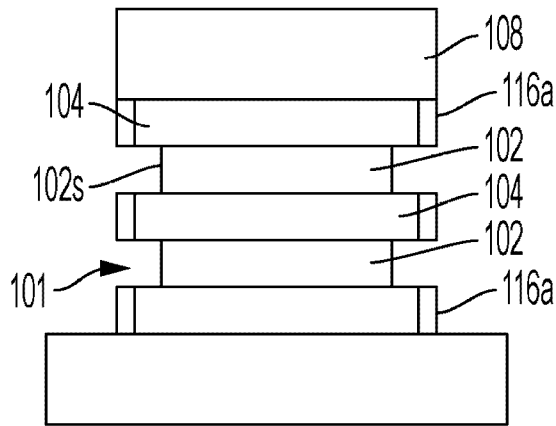


圖 1C

【發明摘要】

【中文發明名稱】 用以達成選擇性等向蝕刻的表面改質

【英文發明名稱】 SURFACE MODIFICATION TO ACHIEVE SELECTIVE

ISOTROPIC ETCH

【中文】

對基板之表面進行改質，其中該基板包含不同材料的至少二個不同層或膜。之後在該等層的其中一者上，使改質層選擇性地轉化成保護層，並同時蝕刻另一層。

【英文】

A surface of a substrate is modified, where the substrate includes at least two different layers or films of different materials. The modified layer is then selectively converted to a protection layer on one of the layers, while the other layer is etched.

【指定代表圖】 圖 1C

【代表圖之符號簡單說明】

102: 第二膜

104: 第一膜

108: 遮罩

116a: 保護表面或保護層

【發明說明書】

【中文發明名稱】 用以達成選擇性等向蝕刻的表面改質

【英文發明名稱】 SURFACE MODIFICATION TO ACHIEVE SELECTIVE
ISOTROPIC ETCH

【技術領域】

【0001】 本發明係關於基板之處理以及相關設備，特別係，於其中將電漿蝕刻或氣相蝕刻用於製程的一部分。

【0002】 [相關專利與申請案之交互參照]本申請案主張美國非臨時專利申請案第17/945,897號之優先權，該優先權基礎案申請於2022年9月15日，其整體內容乃藉由參考文獻方式合併於此。

【先前技術】

【0003】 半導體材料的蝕刻經常需要在兩材料被配置於相同環境(例如電漿或氣相化學蝕刻環境)時選擇性地(或相對於另一材料)蝕刻一材料。選擇性蝕刻可能特別具有挑戰性，因為在製造流程的某些部分期間，可能需要相對於第二材料而選擇性地蝕刻第一材料，而在該製程的不同部分中，可能需要不同的蝕刻選擇性，其包括相對於第一材料而選擇性地蝕刻第二材料、或相對於第一及/或第二材料而選擇性地蝕刻另一材料。此外，由於越來越小之裝置與層尺寸、蝕刻精度之要求、以及避免損壞之需求的挑戰，所以選擇性蝕刻在使整個製程複雜化方面可能存在問題。

【發明內容】

【0004】 本發明提供用於選擇性蝕刻的有利方法與相關設備，其中提供了初始處理製程，且之後，該處理促進對於不同材料與不同材料組合的各種選擇性。在一範例中，在基板上設置第一與第二膜或層，該第一與第二膜係由不同材料所形成，且各自包含矽。在該兩膜上提供該處理，以在該兩膜上提供改質表面。在一範例中，該處理係在非電漿環境中執行，且之後進行熱處理。在該熱處理之後，於後續蝕刻處理中，在該等材料之其中一者的表面上使該改質表面選擇性地轉化成保護層或蝕刻中止層，並同時蝕刻另一材料(在電漿蝕刻化學品或氣相蝕刻化學品中)，藉以提供選擇性蝕刻。可修改該初始處理及/或該蝕刻處理，以產生各種選擇性組合。

【圖式簡單說明】

【0005】 圖1A-1C例示一處理或表面改質與蝕刻方法；

【0006】 圖2為可與本發明一起使用之一設備的一範例；

【0007】 圖3為一流程圖或演算法，其例示一製程的一範例；以及

【0008】 圖4A與4B例示額外的處理。

【實施方式】

【0009】 本發明的實施態樣與優點將從在此之說明內容而變得明顯。吾人應理解，在實踐本發明時，可利用到某些實施態樣或優點，而不使用其他實施態樣或優點。因此，可使用在此所述之範例的特徵與優點的變化及/或子集合來實踐本發明。

【0010】 就內縮(indent)製程來說明一範例，然而，吾人應理解，在其他應用期望兩種不同材料之選擇性蝕刻的情況下亦可利用本發明。舉例而言，本發明方法之實施態樣可用於各種n型與p型場效電晶體(nfet與pfet)操作、SiGe與Si奈米片製造、通道釋放(release)或通道修整(trim)、突破(breakthrough)製程步驟、或氧化物層的移除。在此所述之方法可改善用於後續處理之表面的功能性，例如改善選擇性或賦予選擇性、以及避免或減少損壞。此外，在此所述之方法可使表面具有疏水性，俾能使後續步驟能夠以含氫、氧以及氟氣體(例如以霧化H₂O及含氟氣體)更有效地蝕刻例如矽氧化物。此外，雖然在此說明了材料的範例，但吾人應理解亦可利用替代之材料。又，在某些範例中，元素或材料被描述為不存在。此應被理解為意指此種元素或材料並非被故意引入，然而，取決於所利用之材料的純度、及/或因為在處理期間進行除氣或從其他材料釋放元素而可能微量存在。

【0011】 所揭露之範例可提供不同材料與不同材料組合相對於彼此的選擇性等向蝕刻。

【0012】 在一範例中，對至少二層或二個膜(第一與第二膜)之每一者提供初始表面處理。較佳地，該處理為一非電漿、氣相處理。如在此所使用，氣相(gas phase)係用以意指非電漿處理(除非另有明確說明)，然而，氣相可包括例如霧化成分(如霧化水)，及/或蒸汽相(vapor phase)成分亦可被使用。在初始處理之後，一改質表面產生，並且被提供在該等膜的表面上，例如在該兩膜的側表面上。之後在該等膜之其中一膜上使該改質表面選擇性地轉化成保護表面或保護層，並同時蝕刻另一膜，藉以相對於受保護之膜而提供未受保護之膜的選擇性蝕刻。藉由改變哪個材料被選擇性地轉化或不被保護，可對不同材料提供不同蝕

刻選擇性。此外，在某些範例中，可在利用相同或實質相同的預處理或表面改質步驟時，對不同材料提供不同蝕刻選擇性。可藉由對預處理及/或後續蝕刻處理進行修改而提供一系列進一步的選擇性組合。

【0013】 雖然該等膜係由不同材料所形成，但在一範例中，該等膜之每一者可為含矽膜，於此處，提供不同材料的至少二個膜。例如，第一膜可包括磊晶矽、多晶矽、(不同品質或類型之)矽氧化物、或矽鍺(SiGe)。第二膜可選自於相同群組，但可與第一膜不同。該二個不同膜亦可包括二個不同矽氧化物膜。該等膜之其中一膜亦可為矽氮化物膜。

【0014】 參考圖1A-1C，將說明一實施例的一範例。在圖1A的初始結構中，基板將包含半導體基底100，該半導體基底可包含例如晶圓或基板基底、以及在該基板基底上並且位於如在此描述之所處理之材料下方的額外層。在本範例中，所處理之材料將至少包含以交替方式設置的第一膜104與第二膜102。此外，可存在遮罩108，且該遮罩係例如由SiN、無機材料、或低k材料所形成。雖然在102、104處例示二個膜，但吾人應理解亦可存在其他膜。在該範例中，膜102、104之其中至少一者係垂直地位在該等膜之其中另一膜的上方，並且可以交替排列方式設置多個膜。此外，該等膜將由不同材料所形成，且該等膜或層102、104之每一者為含矽膜。例如，第一膜104可由磊晶矽、多晶矽、矽氧化物、或矽鍺(SiGe)所形成。第二膜102亦可例如由磊晶矽、多晶矽、矽氧化物、或SiGe所形成，於此處，第二膜係由與第一膜不同的材料所形成。在另一範例中，該等膜之其中一膜可為矽氮化物膜。

【0015】 在初始處理步驟中，如圖1B所例示，在第一與第二膜的側表面上形成改質表面116。在一較佳範例中，該改質表面係在氣相、非電漿環境中形

成，於該氣相、非電漿環境中導入包含氫、氟以及氧的氣體。例如，處理氣體可包含HF、霧化H₂O、以及載氣(如氫及/或氮)。在一範例中，由於該處理，該改質表面將包含氫、矽、以及氟。此外，若該等膜之其中一膜包含Ge(例如SiGe)，則在該膜或層的區域中，該改質表面通常亦將包含Ge，以使該改質表面包含氫、矽、氟以及鍺。

【0016】 依照一範例，第一膜可包含磊晶矽，而第二膜可包含矽鍺(SiGe)，以及該處理將在兩個層的側表面上提供改質表面116，且在SiGe層之側表面上的該改質表面包含H、Si、F及Ge，而在磊晶矽層之側表面上的該改質表面將包含H、Si及F。如前所述，處理環境將包含所導入之氣體，其可包含氫、氟與氧、以及載氣(例如氮及/或氫)。氣相處理持續時間可加以變化，但較佳為至少10秒。氣相處理可在從-20°C到200°C之範圍內的溫度下以及在從10 mTorr到4 Torr之範圍內的壓力下進行。例如，在該等膜之其中一膜為磊晶矽且另一膜為SiGe的情況下，溫度可較佳在從0°C到35°C的範圍內，且壓力係在1 Torr到4 Torr的範圍內。氣體流率的範例可為200 sccm到1000 sccm的霧化H₂O、300 sccm到1000 sccm的HF、以及100 sccm到450 sccm的N₂。另一含氟氣體或含鹵素氣體亦可被使用或替代地使用，以及替代的載氣(例如氫)亦可被使用。又，雖然在一較佳範例中提供霧化H₂O，但水可以不同形式被提供，例如以蒸汽形式。亦可利用替代的氣體來提供包含氫與氧的氣體。霧化H₂O目前係優選的。在此處之某些範例中，在處理期間存在的氣體將至少包含氫、氧、以及氟，且通常亦包含載氣，例如氫及/或氮。

【0017】 在進行用以形成改質表面的處理之後，接著亦執行可選擇但為優選的熱處理，以主要移除殘留水或水蒸汽。熱處理較佳係在惰性氣氛(例如包含

氮及/或氫，但不具有反應性氣體，例如不具有鹵素氣體)中被執行。例如，可在從100°C到350°C之範圍內的溫度下(如100°C到300°C，且較佳為100°C到250°C)並偕同在1 Torr到3 Torr之範圍內的壓力以進行熱處理。較佳地，在熱處理期間，中斷包含氮、氟(或另一鹵素)以及氧之氣體的流動。

【0018】 在形成改質表面116並且進行熱處理之後，使該改質表面選擇性地轉化成保護表面，如在116a處所例示。在所例示之範例中，使改質表面116轉化成與第一膜104相鄰的保護表面或保護層116a，且相對於第一膜而選擇性地蝕刻第二膜102，以在第二膜102中提供內縮部，使得第二膜具有比第一膜之外尺寸更小的外尺寸。然而，該改質膜的選擇性轉化以及選擇性蝕刻可被顛倒，舉例而言，使該改質表面在第二膜102之側表面上轉化成保護表面或保護層，並且選擇性地蝕刻第一膜104以使第一膜相對於第二膜而內縮。

【0019】 關於位在待隨後蝕刻之膜或層上的改質表面116，改質表面116可在熱處理步驟(在電漿蝕刻或氣相蝕刻之前)期間被移除或被部分地移除，俾能使僅在電漿蝕刻製程或氣相蝕刻期間保留之膜116的部分為之後將變成保護表面或保護層116a之層116(或改質表面116)的部分。或者，若與待蝕刻之膜或層相鄰之改質表面116的部分在熱處理之後存在的話，則其之後會在電漿或氣相蝕刻製程中被移除，且電漿製程接著會蝕刻所內縮的膜或層。由於表面改質的性質，在待蝕刻之層的區域中，其將於熱處理中昇華(或部分地昇華)或者將於蝕刻中被移除。

【0020】 作為一範例，在所內縮(所蝕刻)之膜包含SiGe且受保護之膜包含磊晶矽的情況下，於氣相蝕刻中，蝕刻氣體化學品可包含氟(F)以及載氣(例如氮)。在一範例中，該氣體化學品不包含氮，且較佳地亦將不包含氮與氫兩者，

因為此種氣體可能在SiGe層或膜的表面上形成氮化物進而可能抑制蝕刻。相反地，若SiGe層待受保護且磊晶矽層將被蝕刻的話，則電漿蝕刻氣體化學品可包含F、N以及H，以及該改質表面可被轉化成將會保護SiGe層或膜的鍍氮化物表面，且磊晶矽可相對於SiGe膜而被選擇性地蝕刻。

【0021】 在其中SiGe層待以表面116a或保護層116a所保護且Si待被蝕刻的一範例中，可執行電漿製程的初始部分(例如經過5到25秒，較佳為8到20秒，更佳為10到15秒)，於其中不導入氟(或另一鹵素)而導入N與H，從而使改質表面116轉化成保護表面或保護層116a，之後在電漿製程的第二部分中，可導入氟(或另一鹵素)且同時繼續導入氮與氫，並且蝕刻含矽層(本範例中的磊晶矽)。該製程的第一部分(或第一電漿)可與第二部分(或第二電漿)連續，差異在於對第二部分導入鹵素(例如氟)。保護表面或保護層116a包含鍍氮化物，其會在蝕刻磊晶矽層期間保護SiGe層。含氫或鹵素氣體的流動可隨著蝕刻的進行而被週期性地中斷一段時間，而其他氣體(例如氮與氫)的流動可繼續，從而提供新露出之表面(隨著形成內縮部，從而露出位在受保護之膜之頂部與底部上且面向內縮部的表面，如圖1C所示)的額外保護或鈍化。例如，在施加不具有鹵素的第一電漿並且接著以包含鹵素的電漿進行處理(第二部分係例如經過5到30秒，較佳為8到25秒)之後，鹵素及/或電漿產生功率的流動可被中斷一段時間(例如經過8到20秒，較佳為10到15秒)，而氫與氮的流動繼續，然後以所導入的鹵素(氟)以及所施加的電漿產生功率來繼續進行處理。

【0022】 亦可使用單一步驟蝕刻(不具有含氟或鹵素氣體的週期中斷)。此外，在使用二步驟蝕刻的情況下，第一與第二步驟可被交替進行一預定

次數，或者基於一或更多感測參數(例如所測量或偵測到的蝕刻量、總蝕刻時間)交替進行多次。又，就一步驟或二步驟蝕刻而言，亦可週期性地重複初始改質。

【0023】 在以上範例中，相同的預處理(氣相)可有利地被使用在相對於SiGe而選擇性地蝕刻磊晶矽(例如使用H、F、以及N電漿蝕刻化學品)、以及反過來相對於磊晶矽而選擇性地蝕刻SiGe(例如在非電漿氣相蝕刻中，例如使用F與Ar蝕刻化學品)，且由於該預處理，對於上述兩者而言，蝕刻會被選擇性地改善。

【0024】 在基板可具有位於基板之不同區域中之不同特徵部或裝置的情況下，此可為有利的。例如，基板可具有第一區域以及第二區域，第一區域包含第一裝置或第一組裝置，於其中磊晶矽或其他矽層形成通道，並且之後使鍍層或SiGe內縮且隨後將其釋放(去除)；第二區域包含第二裝置或第二組裝置，於其中鍍層或SiGe層形成通道，並且使例如磊晶矽的矽層內縮且隨後將其釋放。就本發明之一範例，相同的表面改質可用於基板的兩裝置與兩區域。之後，可將不同的蝕刻步驟使用於不同的裝置或區域，並同時例如以有機材料(如OPL)來覆蓋未被蝕刻的裝置。有利地，藉由預蝕刻處理來改善兩蝕刻的選擇性。

【0025】 雖然在一或二個層包含金屬的情況下可應用目前所揭露的方法，但依照某些範例，膜或層102、104的其中一或兩者並不包含金屬，且較佳地，處理氣體及/或蝕刻處理氣體不包含金屬。

【0026】 在另一範例中，第一與第二膜可為不同的矽氧化物，例如，第一膜可為熱氧化物或TEOS，而第二層可為ALD氧化物(原子層沉積矽氧化物)。這些膜可相對於彼此而使用如在此所述之相同預蝕刻處理加以蝕刻。在蝕刻期間(在如本文先前所論述的預蝕刻改質之後)，導入在從500 sccm到1500 sccm之範圍內的含氟氣體，且蝕刻氣體亦包含在從100 sccm到1000 sccm之範圍內的霧化

H₂O、以及載氣(氮及/或氬，例如50到500 sccm，較佳係在100 sccm到450 sccm的範圍內)。此將在氣相蝕刻中提供相對熱氧化物具有選擇性(相對於熱氧化物)之ALD氧化物的選擇性蝕刻。

【0027】 依照另一範例，第二層或膜可包含矽氧化物，而第一膜可包含矽氮化物或低k介電質。例如，低k介電質(在處理之前)可包含矽、氧、碳以及氫之其中一或更多者(例如SiCOH)。預處理可如先前針對溫度與壓力所述。在一範例中，可導入在500 sccm到1500 sccm之範圍內的含氟氣體、在從100 sccm到500 sccm之範圍內的霧化H₂O、以及在800 sccm到2000 sccm之範圍內的載氣。如前所論述，可接著執行熱處理。在氣相蝕刻中，蝕刻製程可包括含氟氣體(例如，10 sccm到300 sccm)、例如NH₃之含催化劑氣體(例如，20 sccm到300 sccm)、以及例如氬之載氣(50 sccm到500 sccm)，且壓力較佳係在20 mTorr到800 mTorr的範圍內，而溫度較佳係在20°C到140°C的範圍內。

【0028】 在另一範例中，第一膜可為熱氧化物或TEOS，而第二膜可為SiN。在本範例中，可相對於熱氧化物而蝕刻SiN，且預處理較佳包括300 sccm到800 sccm的含氟氣體、從100 sccm到500 sccm的霧化H₂O、以及20 sccm到500 sccm的載氣(例如氮及/或氬)，而溫度與壓力則如在先前範例中所述。熱處理可如前所述。主要蝕刻可為電漿蝕刻，其例如係利用從400瓦特到800瓦特的RF功率，較佳係利用遠端電漿，並且利用包含氫(10 sccm到100 sccm)、氧(100 sccm到600 sccm)、以及含氟氣體(10 sccm到75 sccm)的處理氣體、從50 mTorr到500 mTorr的壓力、以及在從10°C到90°C之範圍內的溫度，從而以預蝕刻處理所提供的改善選擇性來提供相對於熱氧化物之SiN的高選擇性蝕刻。

【0029】 表1進一步概述於其中使用本發明方法的範例1-11。在表1中，膜2係被選擇性地蝕刻的層或膜。換言之，膜2係相對於膜1而優先(或以較高蝕刻速率)被蝕刻。舉例而言，在圖1A-C的範例中，膜2係對應於層102，而膜1係對應於層104。表1辨別用於改質及後續蝕刻的製程條件。如同指示，依照該等範例，改質為氣相(如在括號中所指示)，而蝕刻可為氣相或電漿蝕刻(亦在括號中指示)。在表1中列舉一範例中所使用之氣體的氣體流率，並且亦列出其他(替代或額外)氣體的範例。

表1

| 範例 | 膜1 | 膜2 | 改質 [氣體/電漿] | 蝕刻(膜2：膜1) [氣體/電漿] |
|----|------|------|---|--|
| 1 | Si | SiGe | [氣體] 酸(例如HF、HCl、H ₂ SO ₄ 等等)、氫氧化物(例如H ₂ O、OH等等)、以及中性物(Ar、N ₂) 溫度：10 – 50 °C 壓力：1 – 6 Torr 氣體流量：100 – 1000 sccms H ₂ O、400 – 1000 sccms HF、100 – 500 sccms N ₂ | [氣體] 鹵化氣體(F ₂ 、HF等等)、中性物(Ar、N ₂) 溫度：-20 – 150 °C 壓力：10 – 300 mTorr 氣體流量：500 – 1500 sccms F ₂ 、50 – 250 sccms N ₂ |
| 2 | SiGe | Si | [氣體] 酸(例如HF、HCl、H ₂ SO ₄ 等等)、氫 | [電漿] 鹵素氣體(例如NF ₃ 、F ₂ 等等)、含氮物 |

| | | | | |
|---|------------------|------------------|---|---|
| | | | <p>氧化物(例如H₂O、OH 等等)、以及中性物 (Ar、N₂)</p> <p>溫度：10 – 50 °C</p> <p>壓力：1 – 6 Torr</p> <p>氣體流量：100 – 1000 sccms H₂O、400 – 1000 sccms HF、100 – 500 sccms N₂</p> | <p>種(N₂、NH₃等等)、含 氫物種(H₂、NH₃等 等)、以及中性物(Ar)</p> <p>溫度：-50 – 100 °C</p> <p>功率：200 – 900 W</p> <p>壓力：50 – 750 mTorr</p> <p>氣體流量：10 – 100 sccms NF₃、100 – 750 sccms N₂、20 – 250 sccms H₂、50 – 1000 sccms Ar</p> |
| 3 | Si | SiO _x | <p>[氣體] 酸(例如HF、 HCl、H₂SO₄等等)、氫 氧化物(例如H₂O、OH 等等)、以及中性物 (Ar、N₂)</p> <p>溫度：10 – 50 °C</p> <p>壓力：1 – 6 Torr</p> <p>氣體流量：100 – 1000 sccms H₂O、10 – 200 sccms HF、100 – 500 sccms N₂</p> | <p>[氣體] 酸(例如HF、 HCl、H₂SO₄等等)、氫 氧化物(例如H₂O、OH 等等)、以及中性物 (Ar、N₂)</p> <p>溫度：10 – 50 °C</p> <p>壓力：1 – 6 Torr</p> <p>氣體流量：100 – 1000 sccms H₂O、400 – 1000 sccms HF、100 – 500 sccms N₂</p> |
| 4 | SiO _x | Si | <p>[氣體] 酸(例如HF、 HCl、H₂SO₄等等)、氫</p> | <p>[電漿] 鹵素氣體(例如 NF₃、F₂等等)、含氮物</p> |

| | | | | |
|---|----|-----|--|--|
| | | | 氧化物(例如H ₂ O、OH 等等)、以及中性物 (Ar、N ₂) 溫度：10 – 50 °C 壓力：1 – 6 Torr 氣體流量：100 – 1000 sccms H ₂ O、400 – 1000 sccms HF、100 – 500 sccms N ₂ | 種(N ₂ 、NH ₃ 等等)、含 氫物種(H ₂ 、NH ₃ 等 等)、以及中性物(Ar) 溫度：-50 – 100 °C 功率：200 – 900 W 壓力：50 – 750 mTorr 氣體流量：10 – 100 sccms NF ₃ 、100 – 750 sccms N ₂ 、20 – 250 sccms H ₂ 、50 – 1000 sccms Ar |
| 5 | Si | SiN | [氣體] 酸(例如HF、 HCl、H ₂ SO ₄ 等等)、氫 氧化物(例如H ₂ O、OH 等等)、以及中性物 (Ar、N ₂) 溫度：10 – 50 °C 壓力：1 – 6 Torr 氣體流量：100 – 1000 sccms H ₂ O、400 – 1000 sccms HF、100 – 500 sccms N ₂ | [電漿] 鹵素氣體(例如 NF ₃ 、F ₂ 等等)、含氮物 種(N ₂ 、NH ₃ 等等)、含 氫物種(H ₂ 、NH ₃ 等 等)、含氧物種(O ₂ 、NO 等等)、以及中性物(Ar) 溫度：10 – 100 °C 功率：200 – 1000 W 壓力：100 – 600 mTorr 氣體流量：10 – 100 sccms H ₂ 、100 – 500 sccms O ₂ 、10 – 75 sccms NF ₃ 、100 – 250 |

| | | | | |
|---|-----|------|---|--|
| | | | | sccms Ar |
| 6 | SiN | Si | <p>[氣體] 酸(例如HF、HCl、H₂SO₄等等)、氫氧化物(例如H₂O、OH等等)、以及中性物(Ar、N₂)</p> <p>溫度：10 – 50 °C</p> <p>壓力：1 – 6 Torr</p> <p>氣體流量：100 – 1000 sccms H₂O、400 – 1000 sccms HF、100 – 500 sccms N₂</p> | <p>[電漿] 鹵素氣體(例如NF₃、F₂等等)、含氮物種(N₂、NH₃等等)、含氫物種(H₂、NH₃等等)、以及中性物(Ar)</p> <p>溫度：-50 – 100 °C</p> <p>功率：200 – 900 W</p> <p>壓力：50 – 750 mTorr</p> <p>氣體流量：10 – 100 sccms NF₃、100 – 750 sccms N₂、20 – 250 sccms H₂、50 – 1000 sccms Ar</p> |
| 7 | SiN | SiOx | <p>[氣體] 酸(例如HF、HCl、H₂SO₄等等)、氫氧化物(例如H₂O、OH等等)、以及中性物(Ar、N₂)</p> <p>溫度：10 – 50 °C</p> <p>壓力：1 – 6 Torr</p> <p>氣體流量：100 – 1000 sccms H₂O、10 – 200 sccms HF、100 – 500</p> | <p>[氣體] 酸(例如HF、HCl、H₂SO₄等等)、氫氧化物(例如H₂O、OH等等)、以及中性物(Ar、N₂)</p> <p>溫度：10 – 50 °C</p> <p>壓力：1 – 6 Torr</p> <p>氣體流量：100 – 1000 sccms H₂O、400 – 1000 sccms HF、100 – 500</p> |

| | | | sccms N ₂ | sccms N ₂ |
|---|-------------------------|---------------------------|---|---|
| 8 | SiO _x | SiN | <p>[氣體] 酸(例如HF、HCl、H₂SO₄等等)、氫氧化物(例如H₂O、OH等等)、以及中性物(Ar、N₂)</p> <p>溫度：10 – 50 °C</p> <p>壓力：1 – 6 Torr</p> <p>氣體流量：100 – 1000 sccms H₂O、10 – 200 sccms HF、100 – 500 sccms N₂</p> | <p>[電漿] 鹵素氣體(例如NF₃、F₂等等)、含氫物種(H₂、NH₃等等)、含氧物種(O₂、NO等等)、以及中性物(Ar)</p> <p>溫度：10 – 90 °C</p> <p>功率：200 – 1000 W</p> <p>壓力：100 – 600 mTorr</p> <p>氣體流量：10 – 100 sccms H₂、100 – 500 sccms O₂、10 – 75 sccms NF₃、100 – 250 sccms Ar</p> |
| 9 | SiO _x (熱) | SiO _x (ALD) | <p>[氣體] 酸(例如HF、HCl、H₂SO₄等等)、氫氧化物(例如H₂O、OH等等)、以及中性物(Ar、N₂)</p> <p>溫度：10 – 50 °C</p> <p>壓力：1 – 6 Torr</p> <p>氣體流量：100 – 1000 sccms H₂O、10 – 200 sccms HF、100 – 500</p> | <p>[氣體] 酸(例如HF、HCl、H₂SO₄等等)、氫氧化物(例如H₂O、OH等等)、以及中性物(Ar、N₂)</p> <p>溫度：10 – 50 °C</p> <p>壓力：1 – 6 Torr</p> <p>氣體流量：100 – 1000 sccms H₂O、400 – 1000 sccms HF、100 – 500</p> |

| | | | sccms N ₂ | sccms N ₂ |
|----|------|------|---|---|
| 10 | SiGe | SiOx | <p>[氣體] 酸(例如HF、HCl、H₂SO₄等等)、氫氧化物(例如H₂O、OH等等)、以及中性物(Ar、N₂)</p> <p>溫度：10 – 50 °C</p> <p>壓力：1 – 6 Torr</p> <p>氣體流量：100 – 1000 sccms H₂O、10 – 200 sccms HF、100 – 500 sccms N₂</p> | <p>[氣體] 酸(例如HF、HCl、H₂SO₄等等)、氫氧化物(例如H₂O、OH等等)、以及中性物(Ar、N₂)</p> <p>溫度：10 – 50 °C</p> <p>壓力：1 – 6 Torr</p> <p>氣體流量：100 – 1000 sccms H₂O、400 – 1000 sccms HF、100 – 500 sccms N₂</p> |
| 11 | SiOx | SiGe | <p>[氣體] 酸(例如HF、HCl、H₂SO₄等等)、氫氧化物(例如H₂O、OH等等)、以及中性物(Ar、N₂)</p> <p>溫度：10 – 50 °C</p> <p>壓力：1 – 6 Torr</p> <p>氣體流量：100 – 1000 sccms H₂O、10 – 200 sccms HF、100 – 500 sccms N₂</p> | <p>[氣體] 鹵化氣體(F₂、HF等等)、中性物(Ar、N₂)</p> <p>溫度：-20 – 150 °C</p> <p>壓力：10 – 300 mTorr</p> <p>氣體流量：500 – 1500 sccms F₂、50 – 250 sccms N₂</p> |

【0030】 圖2例示一處理腔室的一範例，於其中可利用在此所揭露之處理操作的其中一或更多者。對於電漿或氣相處理，設置氣體供應部GS 204，其可包含一或更多供應線路以及貯槽或來源，以容納並提供處理氣體的來源。對於形成電漿，較佳設置至少一電源202，其可為例如射頻(RF, radio frequency)電源，以將功率供應至電極218，此可利用從氣體供應部或氣體源GS 204所導入的處理氣體來形成電漿。例如，可透過噴淋頭裝置中的電極218來導入處理氣體，然而，替代地或此外，可在其他位置導入處理氣體。吾人應理解，電極的數量可加以變化，並且亦可利用替代的電漿產生源，例如使用感應或微波功率來產生電漿。此外，對於氣相蝕刻，不需要電極與電漿產生功率。

【0031】 在所例示的範例中，可將電漿形成為遠端電漿，例如，在P1處產生第一電漿以作為代表，並且當在第一腔室或腔室部分210中所產生的電漿通過至第二腔室或第二腔室部分212時，離子係例如藉由篩網或格柵裝置230加以移除，該篩網或格柵裝置移除離子以使得電漿P2中的自由基被主要用在存在於基板支架220上之基板222的電漿處理。然而，亦應理解，電漿可在其中存在有基板的相同腔室或腔室部分中加以產生。因此，雖然在某些範例中可優選使用以自由基處理基板的遠端電漿，但此係可選擇的，並且若需要的話，可略去元件(例如格柵或篩網裝置)230。此外，對於氣相蝕刻，結構230亦為不需要。將基板222安裝在基板支架220上，該基板支架可靜電吸引基板222。當使用遠端電漿或執行氣相蝕刻時，支架220(與區域220)不必具有供應至其的電漿產生功率。然而，當在其中安置有基板的區域中產生電漿時，亦可將偏壓功率及/或電漿產生功率施加至基板支架220或基板支架220的電極。

【0032】 設置控制器200，以控制如在此所述之各種操作與製程。控制器200可包含例如處理器或電腦、以及記憶體，該記憶體可包括非暫態電腦可讀記憶體。應理解，控制器可包括集中式(**centralized**)控制器、以及可控制不同腔室或腔室構件的多個控制器或子控制器。又，控制器可儲存配方資料以及關於基板或晶圓的資料，以控制基板傳送操作，及/或基於先前所處理之基板的反饋或測量資料(或正在被處理或即將被處理之特定基板所特有的資料)而更新或修改製程。

【0033】 設置真空幫浦VP 224，以排放處理氣體，並且與輸入氣體的流量配合，亦可改變腔室或複數腔室內的壓力。溫度控制TC被描繪在206處，並且可包含用於加熱及/或冷卻處理腔室及/或基板支架220的各種溫度、加熱或冷卻手段(**expedients**)。例如，可在基板支架220中提供電加熱，及/或亦可在基板支架220中提供流體加熱或冷卻(或熱交換)。同樣地，可在腔室壁或腔室壁部分214、216中提供加熱及/或冷卻手段，包括電及/或流體冷卻或熱交換元件。

【0034】 參考圖3，提供如在此所揭露之處理的概要，其可被提供為例如用於藉由處理設備之控制器200所控制之處理的演算法。雖然圖3例示該處理的概要，但在控制器之控制下的該處理之進一步細節可如在此所揭露而被提供。

【0035】 如在S10處所指示，首先提供具有例如呈交替堆疊排列之第一與第二層的基板。這些層將由不同材料所形成，較佳係該等材料各自包含矽。舉例而言，如先前所論述，一層可包含選自於包含磊晶矽、多晶矽、**SiGe**、或矽氧化物或者由其所組成之群組的一材料，而另一層可由選自於包含磊晶矽、多晶矽、**SiGe**、或矽氧化物或者由其所組成之群組的不同材料加以形成。該等膜之其中一者亦可包含矽氧化物，而另一者可包含不同的矽氧化物。依照一範例，

該等層或膜之其中一者可包含矽氮化物層或膜。依照另一範例，基板亦可包含在不同區域中的不同裝置(例如不同材料堆疊配置)，例如，一或複數第一裝置各自具有在第一區域中的第一與第二層(或膜)，以及設置在第二區域中的一或複數第二裝置具有第三與第四層或膜。該等裝置可具有需要不同選擇性的不同層，例如在第一裝置中，第一層係相對於第二層(相對第二層具有選擇性)而被蝕刻，而在第二裝置中，第三層係相對於第四層而被蝕刻，且對於不同裝置，所需要的選擇性係不同的。例如，該等裝置之其中一者可能需要相對於Si之SiGe的選擇性蝕刻，而另一裝置需要相對於SiGe之Si的選擇性蝕刻。以在此之方法，可對第一與第二裝置提供相同的初始處理，並且將第一、第二、第三以及第四層曝露至該處理。之後，相較於第二裝置，可將不同的蝕刻製程用於第一裝置，例如，將電漿蝕刻用於第一裝置並且將氣相非電漿蝕刻用於第二裝置，以獲得期望的蝕刻選擇性。依照本發明方法之一優點，兩蝕刻的選擇性係藉由依照在此所揭露之方法的預蝕刻處理而加以改善。在蝕刻一裝置(或複數裝置)期間，可例如以含碳層(如OPL)來覆蓋另一者。

【0036】 如在S12處所指示，首先執行氣相處理，以使改質表面被提供在第一與第二層之每一者的表面上，例如，在第一與第二層的側表面上，如在圖1A-C中例示之116處所指示。接著，如在S14處所指示，執行熱處理，以移除殘留物或殘留水蒸汽。在某些範例中，熱處理亦可移除改質表面116的部分，而改質表面116的其他部分並未藉由昇華移除且隨後變成保護表面或保護層(116a)。當熱處理不移除與待蝕刻之層相鄰的改質表面116之部分時，在電漿或氣相蝕刻製程S16中移除這些部分。在電漿製程中，使將不被蝕刻(或被保護)之層的部分

轉化成保護層116a，並且在蝕刻製程中，例如以含氟或鹵素氣體來蝕刻待蝕刻的層(102)。

【0037】 在蝕刻之後，尤其對於氣相蝕刻，熱處理係優選的，熱處理的溫度係高於在蝕刻期間的溫度，例如在從100°C到250°C的範圍內。

【0038】 圖4A與4B例示可例如在如前述圖1A-C所例示已形成內縮之後進行的額外處理。

【0039】 圖4A與4B之配置包含例如含Ge(或SiGe)層104，含Si層102係位於層104之間，且已如先前所述使含Si層內縮。區域108可為遮罩，例如硬遮罩，而區域107起初可包含隨後被移除的虛擬閘極以及所沉積的閘極金屬。在前述內縮製程之後，沉積間隙壁層110以提供內間隙壁層110。舉例而言，層110可由例如SiN或低k介電質的間隙壁材料所形成。內間隙壁層110之後被部分地移除，以在先前形成為前述內縮或內縮部的部分中留下間隙壁103。層102之後可被移除(通道釋放)，以留下由含Ge或SiGe層所形成的通道104，並且接著可以閘極金屬來填充先前被虛擬閘極107及含Si層102所佔據的區域。此外，在移除或蝕刻內間隙壁層110以留下間隙壁103時，間隙壁103應相對於含Ge或SiGe層或通道104的外表面而內縮，以使間隙壁的外表面103s具有比層104之外表面或外尺寸104s更小的外尺寸。

【0040】 雖然本發明先前已就形成內縮部的蝕刻加以論述，但本發明亦可例如被利用在通道釋放，在移除層102(圖4A與4B)的同時，保護層104(例如SiGe層)。作為另一替代例，可應用本發明，以相對層104具有選擇性或相對於層104而蝕刻間隙壁材料103(並同時保護層104)，以使內間隙壁層110的剩餘部分被蝕刻並且使間隙壁的内縮外表面103s相對於含Ge層(或SiGe)的外表面104s而內縮。

【0041】 應理解，可利用包含如在此所揭露之範例之特徵的其他應用。例如，可將方法應用在襯墊移除、遮罩移除或遮罩修整、通道修整、或期望選擇性蝕刻的其他處理操作。

【0042】 雖然本揭露內容描述了以特定順序進行的特定製程/方法步驟，但本揭露內容預期到以任何合適順序進行的製程步驟。雖然本揭露內容已參考例示性實施例加以說明，但本說明內容並非意欲在限制意義上加以解釋。熟習本項技術者在參考該說明內容後將會明白例示性實施例的各種修改與組合、以及本揭露內容的其他組合。因此，此意指隨附請求項係涵蓋任何此種修改或實施例。

【符號說明】

【0043】

100: 半導體基底

102: 第二膜

103: 間隙壁

103s: 外表面

104: 第一膜

104s: 外表面(外尺寸)

107: 區域

108: 遮罩

110: 內間隙壁層

116: 改質表面

- 116a: 保護表面或保護層
- 200: 控制器
- 202: 電源
- 204: 氣體供應部或氣體源
- 206: 溫度控制
- 210: 第一腔室或腔室部分
- 212: 第二腔室或第二腔室部分
- 214: 腔室壁或腔室壁部分
- 216: 腔室壁或腔室壁部分
- 218: 電極
- 220: 基板支架
- 222: 基板
- 224: 真空幫浦
- 230: 篩網或格柵裝置

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種選擇性蝕刻方法，包含以下步驟：

提供一基板，該基板於其上具有一膜堆疊體，該膜堆疊體包含第一膜與第二膜，其中該第一膜或該第二膜之其中一者係垂直地位在該第一膜或該第二膜之其中另一者的上方；

該第一膜係由與該第二膜不同的材料所形成，且該第一膜與該第二膜各自包含磊晶矽、多晶矽、矽氧化物、矽鍺、或矽氮化物之其中一者，該第一膜與該第二膜各自包含側表面；

對該第一膜與該第二膜的該等側表面進行處理，以在該第一膜上形成第一改質表面並且在該第二膜上形成第二改質表面，其中該處理為利用包含氫、氟以及氧之氣體的氣相非電漿處理；

在該處理之後，執行一蝕刻製程，以使該第一改質表面轉化成一保護表面，並且相對該第一膜具有選擇性而蝕刻該第二膜以移除該第二膜的部分。

【請求項2】如請求項1所述之選擇性蝕刻方法，其中該蝕刻製程為電漿製程，該電漿製程蝕刻該第二膜以在該第二膜中形成內縮部，使得該第二膜的外尺寸小於該第一膜的外尺寸。

【請求項3】如請求項1所述之選擇性蝕刻方法，其中在該處理中的該等氣體包含HF、霧化H₂O以及載氣。

【請求項4】如請求項3所述之選擇性蝕刻方法，其中在從-20°C到200°C之範圍內的溫度下並且在從10 mTorr到4 Torr的壓力下，執行該處理。

【請求項5】如請求項4所述之選擇性蝕刻方法，其中在從0°C到35°C之範圍內的溫度下執行該處理。

【請求項6】如請求項5所述之選擇性蝕刻方法，更包含，在該處理之後並且在該蝕刻之前，在從100°C到350°C之範圍內的溫度下執行熱處理。

【請求項7】如請求項1所述之選擇性蝕刻方法，其中該蝕刻製程為非電漿氣相蝕刻。

【請求項8】如請求項1所述之選擇性蝕刻方法，其中包含該第一膜與該第二膜的該膜堆疊體在該基板之第一區域中形成第一複數裝置之其中一者，該基板在該基板之第二區域中更包含第二複數裝置，且其中該第一複數裝置與該第二複數裝置兩者皆曝露至該處理；

其中該蝕刻製程為在該第一複數裝置上執行但不在該第二複數裝置上執行的電漿蝕刻；且

其中在該處理之後，將該第二複數裝置曝露至氣相非電漿蝕刻。

【請求項9】一種選擇性蝕刻方法，包含以下步驟：

提供一基板，該基板於其上具有第一膜與第二膜，該第一膜與該第二膜之其中一者係垂直地位在該第一膜與該第二膜之其中另一者的上方，其中該第一膜係由與該第二膜不同的材料所形成，且該第一膜與該第二膜之每一者包含矽，該第一膜與該第二膜各自具有側表面；

對該基板進行處理，以在該第一膜的側表面上形成第一改質表面並且在該第二膜的側表面上形成第二改質表面；

執行一蝕刻製程，以使該第一改質表面轉化成一保護層，移除該第二改質表面，並且蝕刻該第二膜，使得該第二膜相對於該第一膜而內縮。

【請求項10】如請求項9所述之選擇性蝕刻方法，其中：

該第一膜係由第一材料所形成，該第一材料係選自於由下者所組成的群組：磊晶矽、多晶矽、矽鍺、矽氮化物以及矽氧化物；且

該第二膜係由與該第一材料不同的第二材料所形成，並且係選自於由下者所組成的群組：磊晶矽、多晶矽、矽鍺、矽氮化物以及矽氧化物。

【請求項11】如請求項9所述之選擇性蝕刻方法，其中該處理係在處於從-20°C到200°C之範圍內之溫度下並且處於從10 mTorr到4 Torr之壓力下的非電漿環境中進行。

【請求項12】如請求項9所述之選擇性蝕刻方法，其中在非電漿環境中，以包含鹵素、氧、以及氫的處理氣體來執行該處理。

【請求項13】如請求項9所述之選擇性蝕刻方法，其中在非電漿環境中，以包含霧化H₂O、HF、以及載氣的處理氣體來執行該處理。

【請求項14】如請求項9所述之選擇性蝕刻方法，更包含在該處理之後並且在該蝕刻製程之前，升高該基板之溫度，以執行熱處理，該熱處理係在100°C到300°C之範圍內的溫度下並且在不導入鹵素的環境中執行。

【請求項15】如請求項14所述之選擇性蝕刻方法，其中在該蝕刻製程期間，導入鹵素與載氣，而不導入氬。

【請求項16】如請求項14所述之選擇性蝕刻方法，其中在該蝕刻製程期間，導入鹵素、氮以及氬。

【請求項17】如請求項9所述之選擇性蝕刻方法，其中以在從300 sccm到1000 sccm之範圍內之HF、以及在從200 sccm到1000 sccm之範圍內之霧化H₂O的氣體流率來執行該處理，且其中亦導入包含氬及/或氮的載氣。

【請求項18】如請求項9所述之選擇性蝕刻方法，其中該基板包含第一複數裝置以及第二複數裝置，並且將該第一複數裝置與該第二複數裝置之每一者曝露至該處理，且在該處理之後，將該第一複數裝置曝露至氣相非電漿蝕刻，並將該第二複數裝置曝露至電漿蝕刻。

【請求項19】一種選擇性蝕刻方法，包含以下步驟：

提供一基板，該基板包含在第一區域中的第一複數裝置以及在第二區域中的第二複數裝置，該第一複數裝置包含第一層與第二層，該第一層係由與該第二層不同的材料所形成，該第二複數裝置包含第三層與第四層，該第三層係由與該第四層不同的材料所形成；

以包含氫、鹵素、以及氧的非電漿氣相化學品來處理該第一複數裝置與該第二複數裝置；

在該處理之後，將該第一複數裝置曝露至電漿蝕刻製程，以相對於該第二層而選擇性地蝕刻該第一層；以及

在該處理之後，將該第二複數裝置曝露至氣相非電漿蝕刻，以相對於該第四層而選擇性地蝕刻該第三層。

【發明圖式】

圖 1A

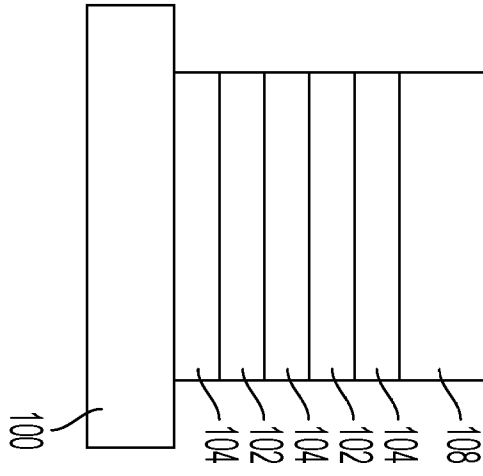


圖 1B

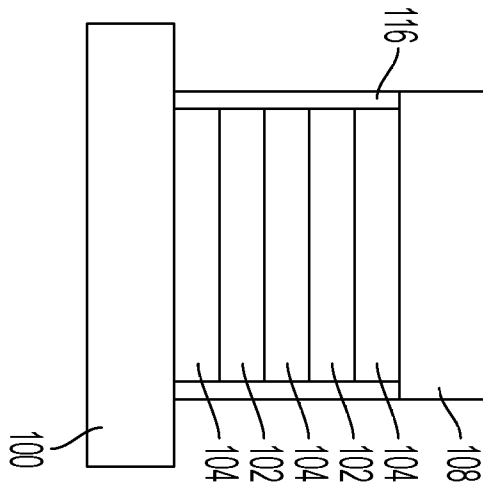
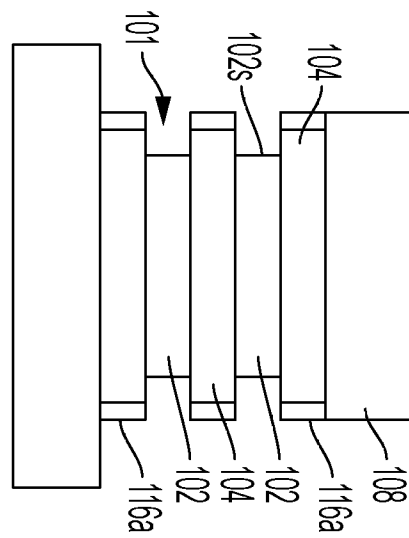


圖 1C



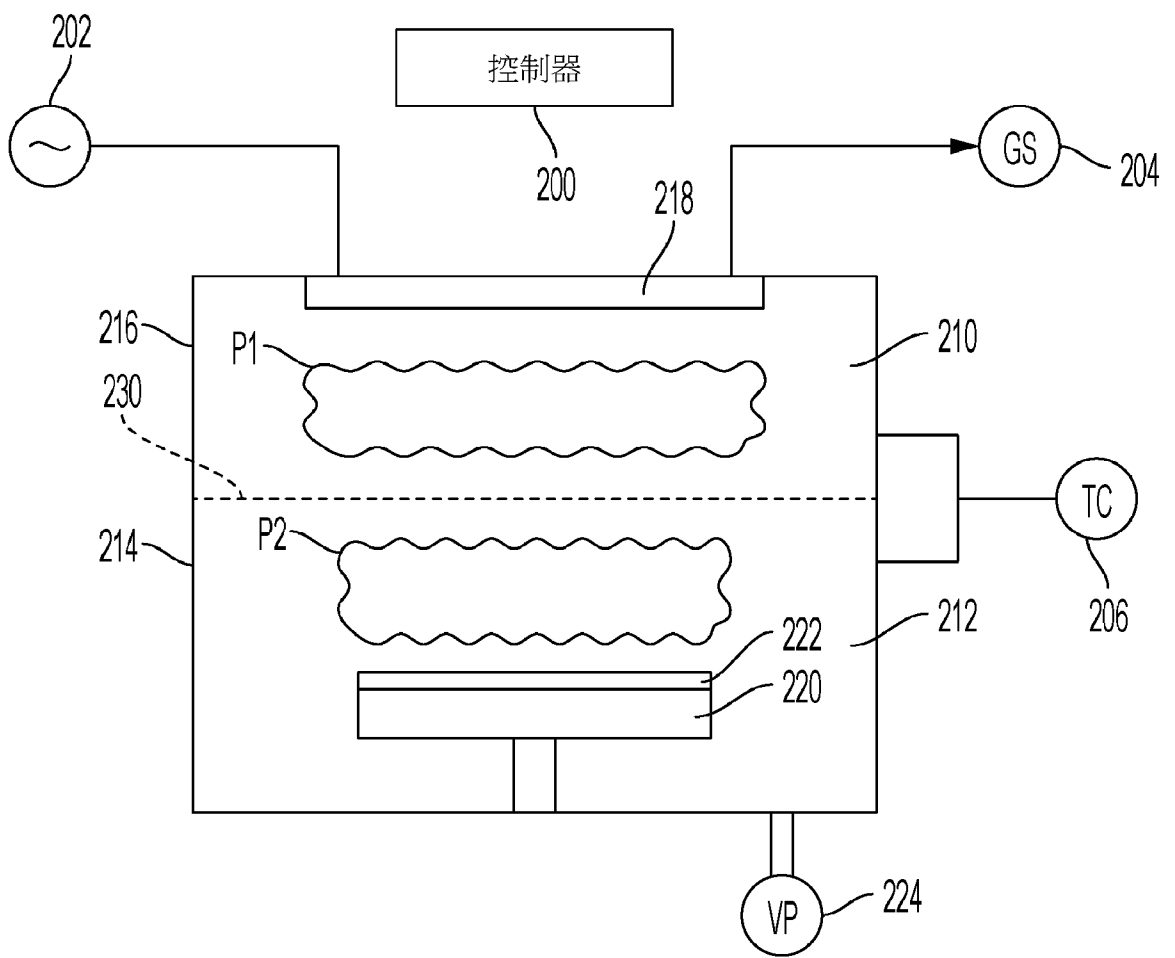


圖 2

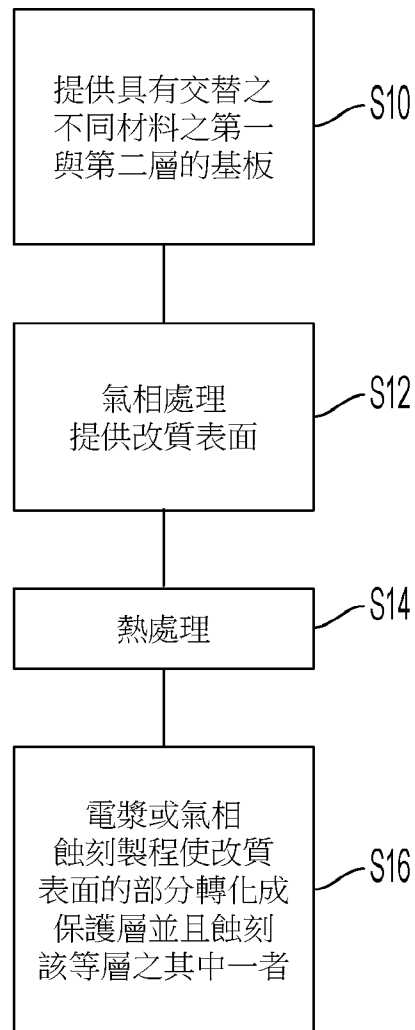


圖 3

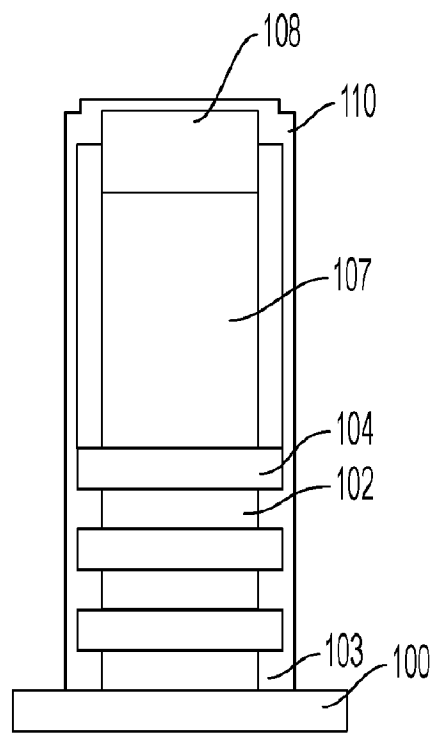


圖 4A

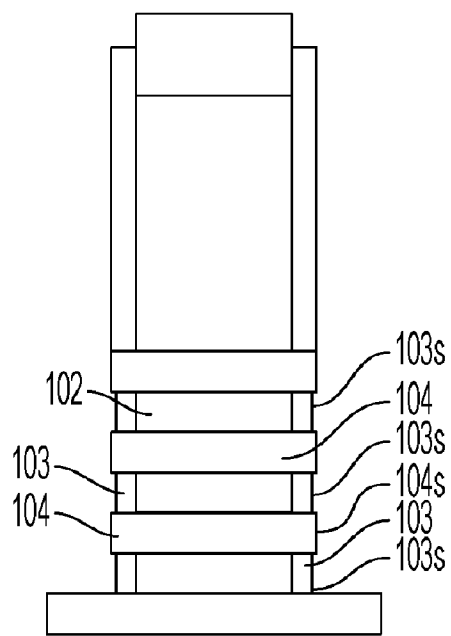


圖 4B