



(21) 申請案號：106100691 (22) 申請日：中華民國 106 (2017) 年 01 月 10 日
 (51) Int. Cl. : **G03F1/80 (2012.01)** **H01L21/033 (2006.01)**
 (30) 優先權：2016/01/20 美國 62/281,046
 (71) 申請人：應用材料股份有限公司 (美國) APPLIED MATERIALS, INC. (US)
 美國
 (72) 發明人：鄺 湯姆士容萬 KWON, THOMAS JONGWAN (US)；程睿 CHENG, RUI (CN)；
 馬禮克 亞伯希吉特巴蘇 MALLICK, ABHIJIT BASU (IN)；平 爾萱 PING, ER-
 XUAN (US)；安在洙 AHN, JAESOO (KR)
 (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：20 項 圖式數：4 共 22 頁

(54) 名稱

用於橫向硬光罩凹槽減小的混合碳硬光罩

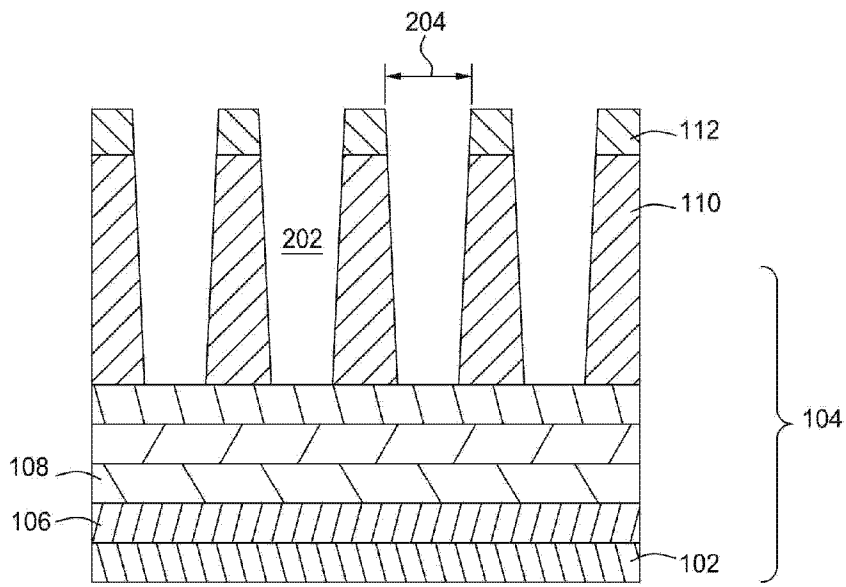
HYBRID CARBON HARDMASK FOR LATERAL HARDMASK RECESS REDUCTION

(57) 摘要

本申請案之實施與改善之用於基板之圖案化及蝕刻的硬光罩材料及方法相關。複數個硬光罩可與圖案化及蝕刻處理結合使用以實現進階的裝置架構。在一實施中，第一硬光罩及第二硬光罩經設置於基板上，該基板具有各種設置於該基板上的材料層。在第一蝕刻處理期間可使用第二硬光罩以圖案化第一硬光罩。可在第一硬光罩上及第二硬光罩上沉積第三硬光罩，且可使用第二蝕刻處理以形成溝槽於材料層中。

Implementations of the present disclosure relate to improved hardmask materials and methods for patterning and etching of substrates. A plurality of hardmasks may be utilized in combination with patterning and etching processes to enable advanced device architectures. In one implementation, a first hardmask and a second hardmask disposed on a substrate having various material layers disposed thereon. The second hardmask may be utilized to pattern the first hardmask during a first etching process. A third hardmask may be deposited over the first and second hardmasks and a second etching process may be utilized to form channels in the material layers.

指定代表圖：



符號簡單說明：

102 . . . 基板

104 . . . 材料層

106 . . . 第一材料層

108 . . . 第二材料層

110 . . . 第一硬光罩

112 . . . 第二硬光罩

202 . . . 凹槽

圖 2



【發明摘要】

IPC分類: *G03F 1/80* (2012.01)
H01L 21/033 (2006.01)

【中文發明名稱】用於橫向硬光罩凹槽減小的混合碳硬光罩

【英文發明名稱】HYBRID CARBON HARDMASK FOR LATERAL

HARDMASK RECESS REDUCTION

【中文】

本申請案之實施與改善之用於基板之圖案化及蝕刻的硬光罩材料及方法相關。複數個硬光罩可與圖案化及蝕刻處理結合使用以實現進階的裝置架構。在一實施中，第一硬光罩及第二硬光罩經設置於基板上，該基板具有各種設置於該基板上的材料層。在第一蝕刻處理期間可使用第二硬光罩以圖案化第一硬光罩。可在第一硬光罩上及第二硬光罩上沉積第三硬光罩，且可使用第二蝕刻處理以形成溝槽於材料層中。

【英文】

Implementations of the present disclosure relate to improved hardmask materials and methods for patterning and etching of substrates. A plurality of hardmasks may be utilized in combination with patterning and etching processes to enable advanced device architectures. In one implementation, a first hardmask and a second hardmask disposed on a substrate having various material layers disposed thereon. The second hardmask may be utilized to pattern the first hardmask during a first etching process. A third hardmask may be deposited over the first and second hardmasks and a second etching process may be utilized to form channels in the material layers.

【指定代表圖】第(2)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

1 0 2 基板

1 0 4 材料層

1 0 6 第一材料層

1 0 8 第二材料層

1 1 0 第一硬光罩

1 1 2 第二硬光罩

2 0 2 凹槽

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】用於橫向硬光罩凹槽減小的混合碳硬光罩

【英文發明名稱】HYBRID CARBON HARDMASK FOR LATERAL
HARDMASK RECESS REDUCTION

【技術領域】

【0001】 本申請案之實施大體上係與基板之圖案化及蝕刻中所利用的方法及材料相關。更確切地說，本文所描述之實施係與混合碳硬光罩相關。

【先前技術】

【0002】 積體電路已發展成可在單一晶片上包含數百萬個電晶體、電容器及電阻器的複雜裝置。晶片設計的發展持續需要更快的電路及更大的電路密度。對具有更大電路密度的更快電路之需求施加相應要求於用來製造此類積體電路的材料上。尤其是隨著積體電路元件的尺寸減小到亞微米級，通常需要使用低電阻率導電材料及低介電常數絕緣材料以獲得用於此類元件的合適電性。

【0003】 隨著積體裝置圖案的特徵尺寸減小，特徵的臨界尺寸(CD)要求變成用於穩定及可重複裝置效能的越來越重要的標準。跨越基板之可允許的CD變化也隨著特徵CD的縮放而縮放。由於橫向縮放比縱向縮放快及因裝置電容問題，高長寬比(HAR)目前在半導體工業內是普遍的。

【0004】 當此類要求的長寬比及CD控制與高蝕刻選擇性、側壁平滑度及高工具產量的要求相結合時，用於任何

硬體配置的處理裕度可變得非常小。在眾多情況下，當將多個處理氣體結合至與極端的硬體設定(如非常高的RF偏壓功率)結合之複雜的蝕刻劑氣體混合物時，小的處理裕度出現，以實現側壁鈍化、蝕刻速度及光罩選擇性間的脆弱平衡。然而，此種小的處理裕度通常遭受到性能限制，該等性能限制係不能使用當前可用的處理及材料來調整蝕刻處理。

【0005】 因此，本領域需要改善的硬光罩材料及方法。

【發明內容】

【0006】 在一實施中，提供基板處理方法。方法包含以下步驟：沉積第一硬光罩於經設置於基板上的一或多個材料層上，及沉積第二硬光罩於該第一硬光罩上。可圖案化該第二硬光罩，及可執行第一蝕刻處理以蝕刻該第一硬光罩及該第二硬光罩。保形地沉積第三硬光罩於該一或多個材料層、該第一硬光罩及該第二硬光罩上，及執行第二蝕刻處理以蝕刻該一或多個材料層以形成溝槽於該一或多個材料層中。

【0007】 在另一實施中，提供基板處理方法。方法包含以下步驟：沉積第一硬光罩於經設置在基板上的一或多個含氧及氮材料層上，及沉積第二硬光罩於該第一硬光罩上。執行第一蝕刻處理以蝕刻該第一硬光罩及該第二硬光罩，及保形地沉積碳氮化硼硬光罩於該一或多個含氧及氮材料層、該第一硬光罩及該第二硬光罩上。執行第二蝕刻處理以蝕刻該一或多個含氧及氮材料層以形成溝槽於該

一或多個含氧及氮材料層中，及該第二蝕刻處理為使用由 CH_4 、 N_2 及 O_2 組成的群組所選出的先驅物及富含氟的先驅物的基於電漿的蝕刻處理。

【0008】 在另一實施中，提供基板處理方法。方法包含以下步驟：沉積碳質硬光罩於經設置在基板上的一或多個含氧及氮材料層上，及沉積含矽的介電硬光罩於該碳質硬光罩上。執行第一蝕刻處理以蝕刻該碳質硬光罩及該含矽的介電硬光罩，及保形地沉積碳氮化硼硬光罩於該一或多個含氧及氮材料層、該碳質硬光罩及該含矽的介電硬光罩上。執行第二蝕刻處理以蝕刻該一或多個含氧及氮材料層以形成溝槽於該一或多個含氧及氮材料層中，及該第二蝕刻處理為使用由 CH_4 、 N_2 及 O_2 組成的群組所選出的先驅物及富含氟的先驅物的基於電漿的蝕刻處理。

【圖式簡單說明】

【0009】 上文所簡短總結之本申請案之更具體的描述可參考實施(該等實施中的一些實施係經圖示說明於附加圖式中)，以可更詳細地理解本申請案之上述特徵所述的方法。然而，應注意到附加圖式僅圖示說明示例性的實施，因而不該被視為是對其範圍的限制；可允許其他等效的實施。

【0010】 圖1圖示說明基板之部分之示意性的橫截面圖，該基板具有各種根據本文所描述之實施而在該基板上形成的材料。

【0011】圖2圖示說明根據本文所描述之實施之在第一蝕刻處理後之基板之部分之示意性的橫截面圖。

【0012】圖3圖示說明根據本文所描述之實施之在保形地沉積硬光罩後之基板之部分之示意性的橫截面圖。

【0013】圖4圖示說明根據本文所描述之實施之在執行第二蝕刻處理後之基板之部分之示意性的橫截面圖。

【0014】為了助於理解，已盡可能地使用相同的元件符號，以指派圖式中共同之相同元素。預期一實施之元素及特徵可有利地併入至其他實施中而無須進一步的敘述。

【實施方式】

【0015】本申請案之實施與改善之用於基板之圖案化及蝕刻的硬光罩材料及方法相關。複數個硬光罩可與圖案化及蝕刻處理結合使用以實現進階的裝置架構。在一實施中，第一硬光罩及第二硬光罩經設置於基板上，該基板具有各種設置於該基板上的材料層。在第一蝕刻處理期間可使用第二硬光罩以圖案化第一硬光罩。可在第一硬光罩上及第二硬光罩上沉積第三硬光罩，且可使用第二蝕刻處理以形成溝槽於材料層中。

【0016】圖1圖示說明基板102之部分之示意性的橫截面圖，該基板具有各種根據本文所描述之實施而在該基板上形成的材料。基板102通常可被認為是下層，該下層係具有沉積於該下層上或以其他方式形成於該下層上的各種材料。基板102的合適範例包含矽基板、碳摻雜氧化矽絕緣層上矽(SOI)基板、氮化矽、碳化矽、摻雜矽、鍺、

砷化鎵、玻璃、藍寶石及如金屬、金屬氮化物、金屬碳化物、金屬合金及其它導電材料的任何其它材料(取決於應用)。材料層104可沉積於基板102上。材料層104可包含一或多個第一材料層106及一或多個第二材料層108。第一材料層106及第二材料層108可沉積於替代布置中以形成層堆疊。可自各種氧化物材料及氮化物材料(如氧化矽材料及氮化矽材料)形成第一材料層106及第二材料層108。在一實施中，第一材料層106可為氮化矽材料及第二材料層108可為氧化矽材料。在另一實施中，第一材料層106可為氧化矽材料及第二材料層108可為氮化矽材料。

【0017】 材料層104通常由適於形成三維(3D)NAND裝置之布置中的材料製成。在一實施中，材料層104可包含大於約24個材料層、大於約32個材料層、大於約48個材料層、大於約54個材料層或大於約64個材料層。在某些實施中，本文所提供的揭示內容可針對具有大於約48個材料層的先進3D NAND裝置來實施。

【0018】 第一硬光罩110可沉積於材料層104上。第一硬光罩110可包含碳質材料，該等碳質材料適於藉由各種基於電漿的蝕刻處理的蝕刻。可用於第一硬光罩110的合適材料包含摻雜及未摻雜的無定形碳材料，該等摻雜及未摻雜的無定形碳材料可從加州聖塔克拉拉市的應用材料公司購得，其商品名稱為先進曝光圖樣薄膜(Advanced Patterning FilmTM，APF)。第一硬光罩110的厚度

114 可為約 $1\ \mu\text{m}$ 與約 $2\ \mu\text{m}$ 之間 (如約 $1.5\ \mu\text{m}$)。然而，可以設想到厚度 114 可取決於利用下層材料層 104 的所期望的蝕刻及圖案化特徵。舉例而言，第一硬光罩 110 可形成或沉積的厚度取決於材料對處理化學及條件的抵抗力，該等處理化學及條件係用於隨後蝕刻材料層 104 且同時保持第一硬光罩 110 及 / 或材料層 104 之合適的結構完整性的處理化學及條件。

【0019】 第二硬光罩 112 可沉積於第一硬光罩 110 上。第二硬光罩 112 可為介電材料及可具有約 $20\ \mu\text{m}$ 與約 $200\ \mu\text{m}$ 之間的厚度 116；例如，約 $50\ \mu\text{m}$ 與約 $100\ \mu\text{m}$ 之間 (如約 $80\ \mu\text{m}$)。與第一硬光罩 110 相似，在隨後的蝕刻處理期間，可取決於期望效能來選擇第二硬光罩 112 的厚度 116。在一實施中，第二硬光罩 112 可作為介電抗反射層 (DARC) 及 / 或改善由旋塗技術施加的隨後施加的有機膜的黏著性，否則該等隨後施加的有機膜可能不會良好地黏著至第一硬光罩 110。第二硬光罩 112 可為單一膜或由至少一矽材料組成的多層膜堆疊。第二硬光罩 112 亦可包含氮及 / 或氧以形成二氧化矽材料、氮化矽材料或氮氧化矽材料。亦可調整第二硬光罩 112 的組成及厚度以為在裝置特徵的光刻圖案化期間採用的期望波長提供最小反射及高對比度。

【0020】 光阻劑層 118 可沉積在第二硬光罩 112 上。光阻劑層 118 經圖示為預先圖案化。取決於將在基板 102 上形成的裝置特徵的期望間距及 CD，合適的圖案化技術包

含 193 nm 光刻、193 nm 浸潤式微影術及極紫外光 (EUV) 微影術。亦可設想可利用如自對準雙圖案法 (SADP) 及自對準四重圖案法 (SAQP) 處理的雙圖案處理來圖案化光阻劑層 118。可用於光阻劑層 118 的合適材料包含聚合物及諸如此類，如有機聚合物等。

【0021】 圖 2 圖示說明根據本文所描述之實施之在第一蝕刻處理後之基板 102 之部分之示意性的橫截面圖。預先圖案化的光阻劑層 118 通常提供由第一蝕刻處理所利用的圖案。在經圖示說明的實施中，第一蝕刻處理可蝕刻第二硬光罩 112 及第一硬光罩 110 以形成第一硬光罩 110 之相鄰部分間的凹槽 202。第一蝕刻處理可為使用適於蝕刻第一硬光罩 110 及第二硬光罩 112 的化學物質的電漿蝕刻處理。舉例而言，如任何已知的 $C_xH_yF_z$ (例如， CHF_3 、 CH_2F_2 及 CHF_3 等) 及 / 或任何已知的 C_xF_y (例如， CF_4 、 C_2F_6 、 C_4F_8 、 C_4F_6 及 C_5F_8 等) 之碳氟化合物先驅物可被激發成電漿以移除第一光罩 110 及第二光罩 112 的部分以形成凹槽 202。可在電漿形成期間提供如 N_2 之攜帶氣體或惰性氣體。

【0022】 取決於期望的電漿特性及硬體實施，可藉由電感耦合電漿技術、電容耦合電漿技術及 / 或遠端電漿技術來形成電漿。通常來說，可用低頻偏壓功率 RF 產生器來激發先驅物，該低頻偏壓功率 RF 產生器具有低於約 50 MHz 的頻率 (如約 13.56 MHz)。設想到第一蝕刻處理

可為時間相依的，且可執行該第一蝕刻處理足以用於凹槽和暴露材料層104的時間量。

【0023】 圖3圖示說明根據本文所描述之實施之在保形地沉積第三硬光罩302後之基板102之部分之示意性的橫截面圖。在某些實施中，第三硬光罩302可沉積有大於約98%的保形性。如本文所使用地，術語「保形」或「保形地」係意指黏著至及均勻地覆蓋具有厚度304之暴露表面的層，該厚度304係具有相對於膜的平均厚度而言小於1%的變化。舉例而言，1000 Å厚的膜的厚度變化小於10 Å。此厚度及變化包含凹槽的邊緣、角、側面及底部。

【0024】 在某些實施中，第三硬光罩302的厚度304可在約5 nm與約15 nm間(如約10 nm)。因第三硬光罩302的保形性，第三硬光罩302可沉積於不同的材料上，如第二硬光罩112、第一硬光罩110及材料層104。由凹槽202所定義的第一硬光罩特徵及第二硬光罩特徵的結果CD 306可在約20 nm與約100 nm間(如約50 nm與約80 nm間)。因此，可藉由將第一硬光罩110及第二硬光罩112與第三硬光罩302結合使用來實現減小的CD。

【0025】 在某些實施中，第三硬光罩302可為摻雜硼的無定形碳材料。如本文所使用地，摻雜硼的無定形碳材料包含由至少1 wt%的硼及至少20 wt%的碳所組成的材料。此類材料中包含富含硼的無定形碳，該富含硼的無定形碳通常由大於約25 wt%的硼及約50 wt%的碳所組成。

【0026】 可用熱沉積處理(CVD)或電漿增強沉積處理(PECVD)利用噴塗/旋塗方法來形成第三硬光罩302。在一實施中，給定膜特性為那些典型的熱解石墨、石墨及類金剛石碳的混合物，則第三硬光罩302用CVD或PECVD沉積，以形成由至少50 wt%之具有sp¹、sp²及sp³鍵結狀態的碳所組成的碳材料。在某些實施中，可用使用烴先驅物的PECVD處理來形成第三硬光罩302，該等烴先驅物如甲烷、丙烯、丙炔、丙烷、丁烷、丁烯、丁二烯、乙炔、甲苯及上述與硼源(如乙硼烷)的混合物及諸如此類。在某些實施中，第三硬光罩302亦可包含氮或其他添加物。示例性的第三硬光罩材料可從加州聖塔克拉拉市的應用材料公司購得，其商品名稱為先進曝光圖樣薄膜(Advanced Patterning FilmTM，APF)；更具體來說，係為稱為APFc之APF所屬材料的一種材料，該材料摻雜硼。

【0027】 在第三硬光罩302包含氮的實施中，材料可被稱作碳氮化硼材料。如本文中所使用地，術語「碳氮化硼」係意指包含硼、碳及氮的膜。在一些實施中，碳氮化硼膜基本上由硼、碳及氮組成，其係意謂硼、碳及氮組成膜的至少約80原子百分比。在一些實施中，碳氮化硼膜基本上由硼、碳及氮(及可選地，與氫原子)組成。

【0028】 在一範例中，可藉由熱CVD處理來沉積碳氮化硼材料，該熱CVD處理係使用二甲胺基硼烷[(CH₃)₂NH·BH₃](DMAB)先驅物。可在熱罐中加熱DMAB

以提高蒸氣壓，且可使用超高純度(UHP)Ar攜帶氣體將該DMAB輸送到處理腔室。熱罐溫度可在室溫至約150℃的範圍內。Ar攜帶氣體可在約100 sccm至約20000 sccm的範圍內。為了控制碳氮化硼膜的元素組成，可將NH₃、H₂及C₃H₆共反應物氣體輸送到CVD腔室。腔室溫度可在約300℃至約550℃的範圍內。處理腔室的壓力可以在約100 mTorr至約100 Torr的範圍內。用於沉積第三硬光罩302的合適處理腔室之範例為可從加州聖塔克拉拉市的應用材料公司獲得的處理設備的PRODUCER®家族。然而，可以設想到來自其他製造商之經配置來沉積APF膜的其他腔室亦可用於保形地沉積第三硬光罩302。

【0029】 圖4圖示說明根據本文所描述之實施之在執行第二蝕刻處理後之基板102之部分之示意性的橫截面圖。一般來說，第二蝕刻經配置以蝕刻材料層104，以在材料層104中形成溝槽402。亦可在第二蝕刻處理期間或在該第二蝕刻處理後移除第二硬光罩112及第三硬光罩302。亦可藉由將第一硬光罩110與第三硬光罩302結合使用來實現在第二蝕刻處理期間改善材料蝕刻選擇性。相信亦可藉由將光罩彼此結合使用來維持硬光罩移除特性。

【0030】 舉例而言，由於將材料層104的蝕刻速度與第三硬光罩302的蝕刻速度相比較，故可改善溝槽402的垂直度分布以用於先進特徵堆疊。在某些實施中，可以設想到材料層104的蝕刻速度可比第三硬光罩302的蝕刻速

度大於約3.5倍至約4.0倍。因此，在移除第三硬光罩302時，可實現溝槽402之適當深度及垂直度分布。

【0031】 第二蝕刻處理可為基於電漿的蝕刻處理，該基於電漿的蝕刻處理可具有 $\text{CH}_4/\text{N}_2/\text{O}_2$ 先驅物之結合及富含氟的先驅物，如 CHF 、 CF_4 、 SF_6 及 C_2F_6 等諸如此類。添加富含氟的源可助於移除第三硬光罩302中的硼，而 CH_4 （及一定程度的碳氟化合物先驅物）先驅物可主要地促進材料層104之氧化物材料/氮化物材料的移除。 N_2 及 O_2 先驅物亦可助於第三硬光罩302的灰化，使得不需要隨後的灰化處理。換句話說，第三硬光罩302（及第二硬光罩112）的灰化可在形成材料層104中之溝槽402之第二蝕刻處理期間原位進行。用於執行第二蝕刻處理之合適設備包含ENABLER[®]蝕刻腔室、AdvantEdge G3蝕刻腔室及C3蝕刻腔室，上述之所有腔室皆可自加州聖塔克拉市的應用材料公司獲得。可以設想到來自其他製造商之其他經合適配置的腔室亦可用於執行如本文所描述的第二蝕刻處理。

【0032】 總之，可利用圖案化處理來圖案化第二硬光罩112，且可利用第一蝕刻處理來蝕刻第一硬光罩110及第二硬光罩112之一者或兩者。在第一蝕刻處理期間在形成凹槽202於第一硬光罩110後，第三硬光罩302可保形地沉積在材料層104、第一硬光罩110及第二硬光罩112上。然後可執行第二蝕刻處理以在材料層104中形成通道402，以從基板102移除第二硬光罩112及第三硬光罩

302。因此，可藉由利用本文所述之實施來實現經改善的溝槽特性，如CD及垂直度分布及如選擇性的蝕刻特性。

【0033】 儘管上述內容係針對本申請案的實施，但在不脫離本申請案之基本範疇的情況下係可設計本申請案之其他及進一步的實施，及本申請案之範疇係由後文的申請專利範圍所決定。

【符號說明】

【0034】

102 基板

104 材料層

106 第一材料層

108 第二材料層

110 第一硬光罩

112 第二硬光罩

114 厚度

116 厚度

118 光阻劑層

202 凹槽

302 第三硬光罩

304 厚度

306 CD

402 溝槽

【生物材料寄存】

【 0 0 3 5 】 國內寄存資訊 (請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

【 0 0 3 6 】 國外寄存資訊 (請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記)

無

【序列表】(請換頁單獨記載)

無

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種基板處理方法，包含以下步驟：

沉積一第一硬光罩於經設置於一基板上的一或多個材料層上；

沉積一第二硬光罩於該第一硬光罩上；

圖案化該第二硬光罩；

執行一第一蝕刻處理以蝕刻該第一硬光罩及該第二硬光罩；

保形地沉積一第三硬光罩於該一或多個材料層、該第一硬光罩及該第二硬光罩上；及

執行一第二蝕刻處理以蝕刻該一或多個材料層以形成溝槽於該一或多個材料層中。

【第2項】 如請求項 1 所述之方法，其中該一或多個材料層包含氮化矽材料及氧化矽材料。

【第3項】 如請求項 1 所述之方法，其中該氮化矽材料及該氧化矽材料經沉積於替代層中以形成一層堆疊。

【第4項】 如請求項 3 所述之方法，其中該層堆疊具有大於 48 個材料層。

【第5項】 如請求項 1 所述之方法，其中該第一硬光罩為一含碳材料。

【第6項】 如請求項 5 所述之方法，其中沉積該第一硬光罩至 1 μm 與 2 μm 之間的一厚度。

- 【第7項】如請求項1所述之方法，其中該第二硬光罩為一介電材料。
- 【第8項】如請求項7所述之方法，其中該介電材料為一含矽材料。
- 【第9項】如請求項8所述之方法，其中該含矽材料為一二氧化矽材料、一氮化矽材料、一氮氧化矽材料或上述之結合。
- 【第10項】如請求項7所述之方法，其中沉積該第二硬光罩至 $50\ \mu\text{m}$ 與 $200\ \mu\text{m}$ 之間的一厚度。
- 【第11項】如請求項1所述之方法，其中該第一蝕刻處理為使用碳氟化合物先驅物的一電漿蝕刻處理。
- 【第12項】如請求項1所述之方法，其中保形地沉積該第三硬光罩至 $5\ \text{nm}$ 與 $15\ \text{nm}$ 之間的一厚度。
- 【第13項】如請求項1所述之方法，其中該第三硬光罩由一摻雜硼的碳質材料組成，該摻雜硼的碳質材料由大於 $25\ \text{wt}\%$ 的硼及 $50\ \text{wt}\%$ 的碳組成。
- 【第14項】如請求項13所述之方法，其中該摻雜硼的碳質材料為一包括氮的碳氮化硼材料。
- 【第15項】如請求項14所述之方法，其中自硼、碳及氮形成該碳氮化硼材料的至少 80% 。
- 【第16項】如請求項15所述之方法，其中透過使用二甲胺基硼烷作為先驅物的熱化學氣相沉積處理來沉積

該碳氮化硼材料。

【第17項】 一種基板處理方法，包含以下步驟：

沉積一第一硬光罩於經設置在一基板上的一或多個含氧及氮材料層上；

沉積一第二硬光罩於該第一硬光罩上；

執行一第一蝕刻處理以蝕刻該第一硬光罩及該第二硬光罩；

保形地沉積一碳氮化硼硬光罩於該一或多個含氧及氮材料層、該第一硬光罩及該第二硬光罩上；及

執行一第二蝕刻處理以蝕刻該一或多個含氧及氮材料層以形成溝槽於該一或多個含氧及氮材料層中，其中該第二蝕刻處理為使用由 CH_4 、 N_2 及 O_2 組成的群組所選出的先驅物及一富含氟的先驅物的一基於電漿的蝕刻處理。

【第18項】 如請求項17所述之方法，其中該第二蝕刻處理移除該第二硬光罩及該第三硬光罩。

【第19項】 一基板處理方法，包含以下步驟：

沉積一碳質硬光罩於經設置在一基板上的一或多個含氧及氮材料層上；

沉積一含矽的介電硬光罩於該碳質硬光罩上；

執行一第一蝕刻處理以蝕刻該碳質硬光罩及該含矽的介電硬光罩；

保形地沉積一碳氮化硼硬光罩於該一或多個含氧及氮材料層、該碳質硬光罩及該含矽的介電硬光罩上；
及

執行一第二蝕刻處理以蝕刻該一或多個含氧及氮材料層以形成溝槽於該一或多個含氧及氮材料層中，其中該第二蝕刻處理為使用由 CH_4 、 N_2 及 O_2 組成的群組所選出的先驅物及一富含氟的先驅物的一基於電漿的蝕刻處理。

【第20項】 如請求項 19 所述之方法，其中在該第二蝕刻處理期間，該等含氧及氮材料層之一蝕刻速度比該碳氮化硼硬光罩的一蝕刻速度大 3.5 倍至 4.0 倍。

【發明圖式】

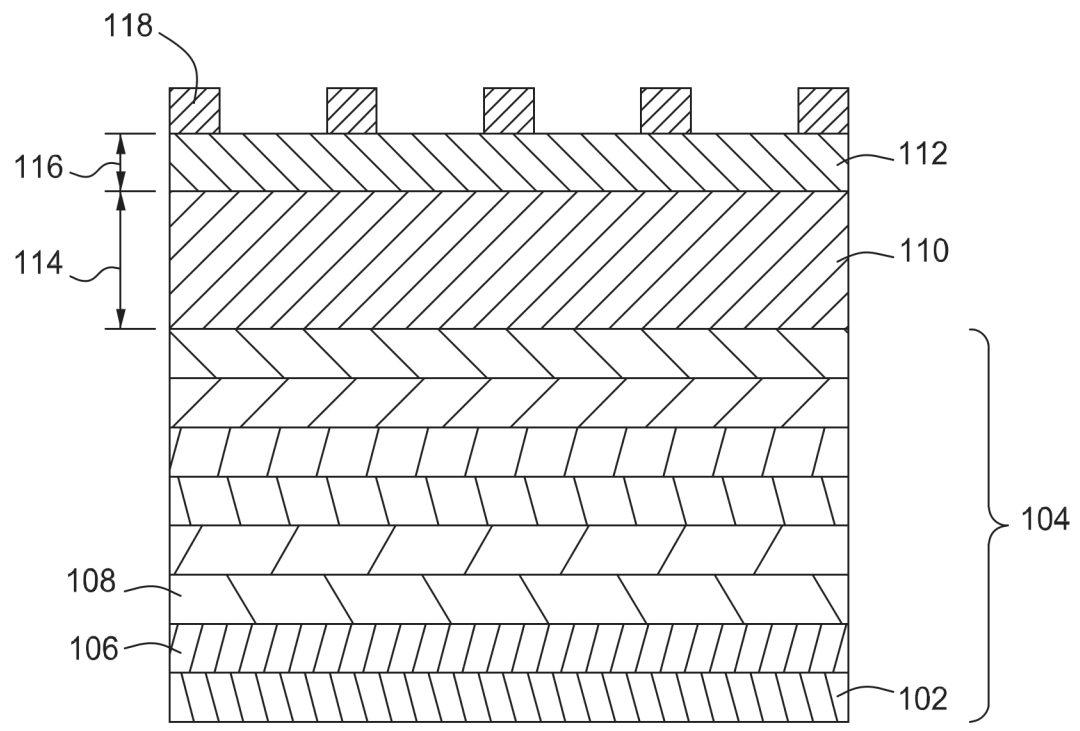


圖 1

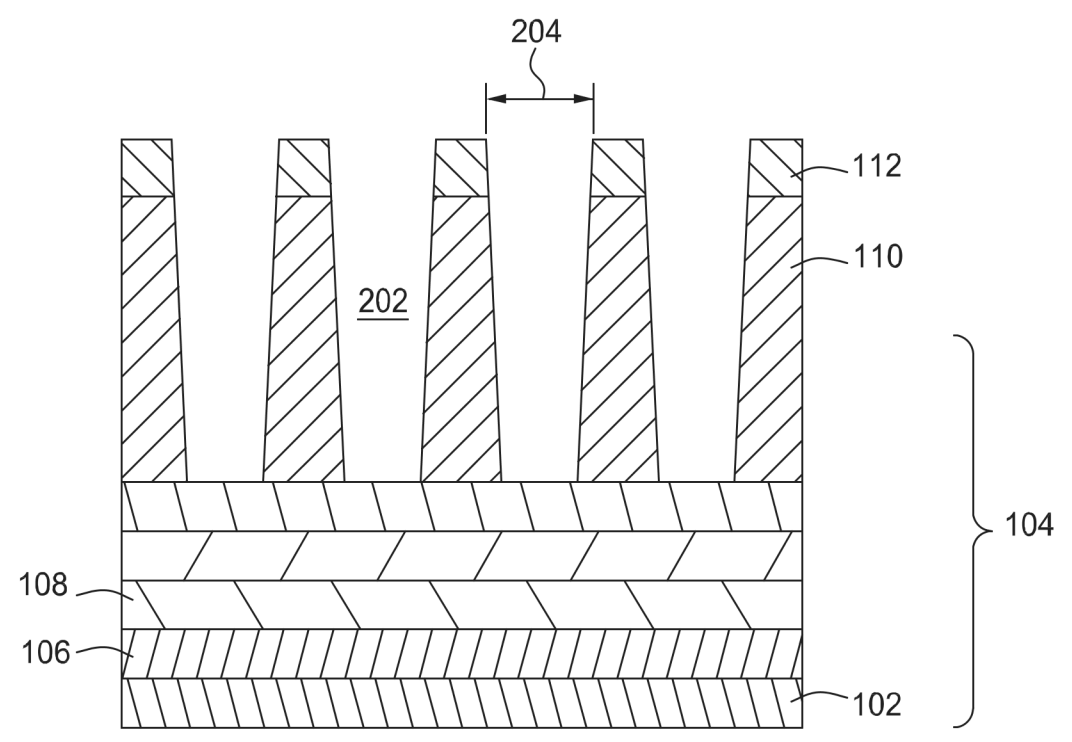


圖 2

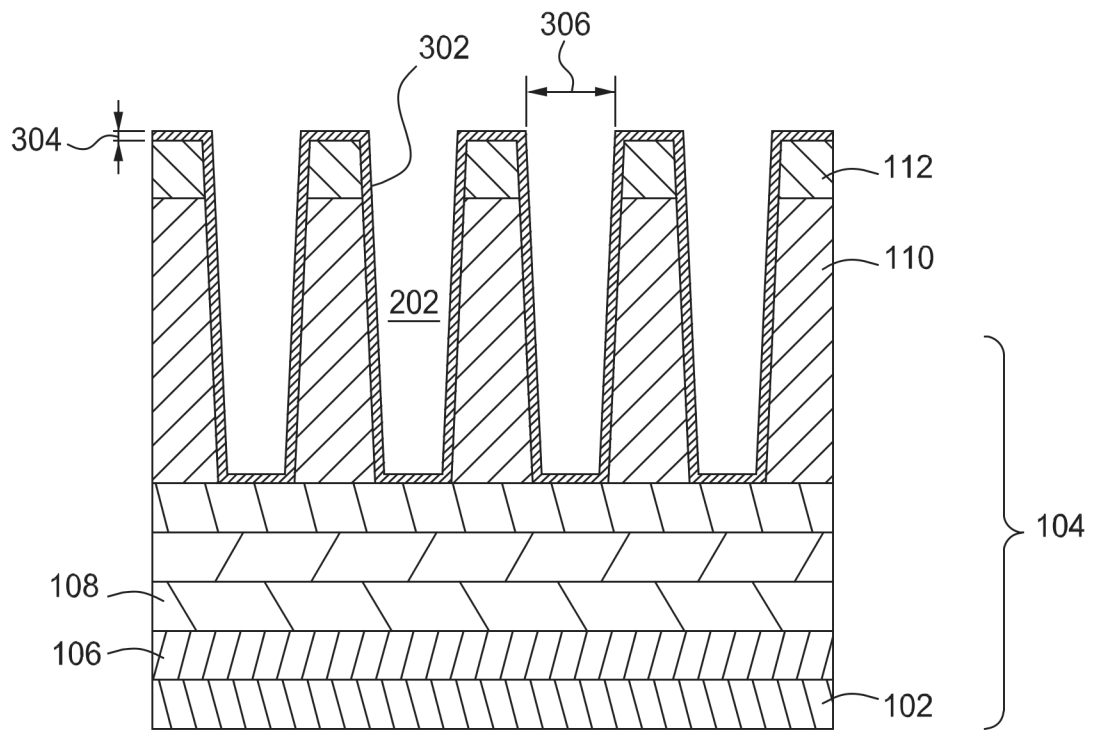


圖 3

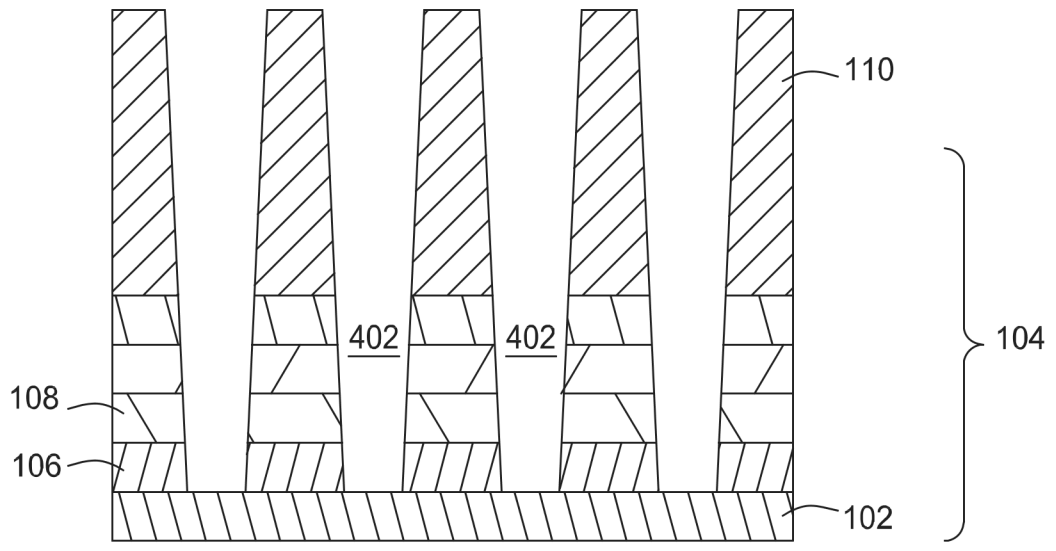


圖 4