



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公開本

(11) 公開編號：TW 202321505 A

(43) 公開日：中華民國 112 (2023) 年 06 月 01 日

(21) 申請案號：111135278

(22) 申請日：中華民國 111 (2022) 年 09 月 19 日

(51) Int. Cl. : C23C16/513 (2006.01)

C23C16/455 (2006.01)

H05H1/42 (2006.01)

(30) 優先權：2021/11/29 英國

2117193.9

(71) 申請人：英商 S P T S 科技公司 (英國) SPTS TECHNOLOGIES LIMITED (GB)
英國

(72) 發明人：伍德 亞歷克斯 胡 WOOD, ALEX HUW (GB)；瑞德爾 凱文 RIDDELL, KEVIN (GB)；哈許拉夫 乎瑪 ASHRAF, HUMA (GB)；霍普金斯 珍娜 HOPKINS, JANET (GB)

(74) 代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：21 項 圖式數：8 共 27 頁

(54) 名稱

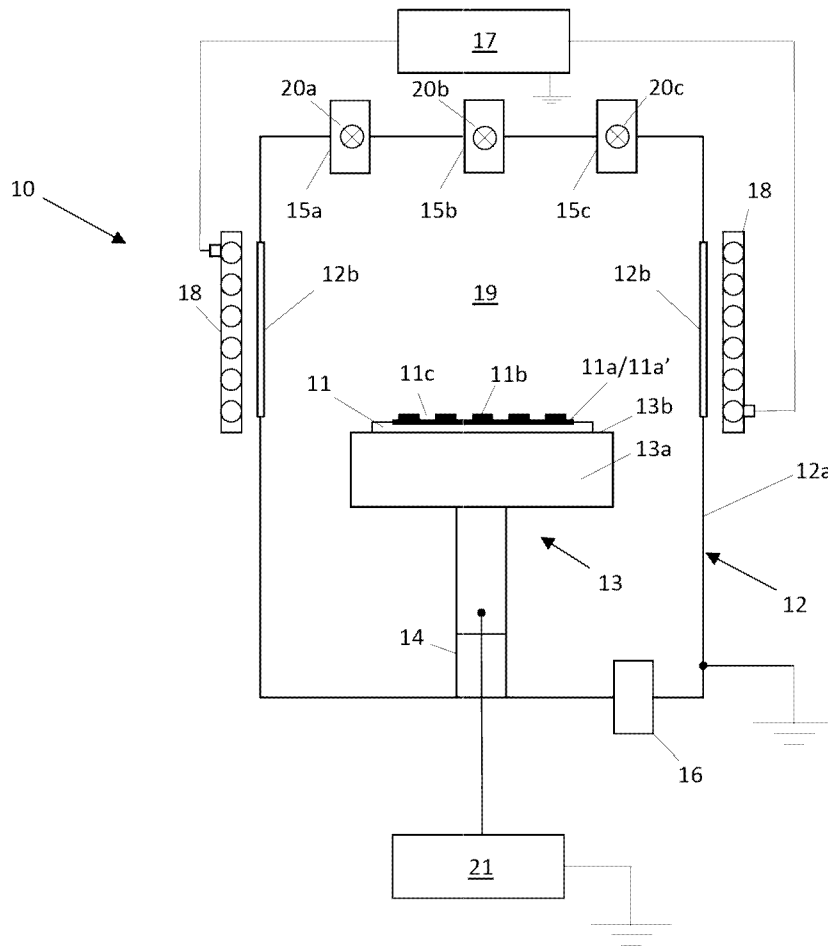
一種電漿蝕刻方法

(57) 摘要

本發明揭示一種對一含添加劑之氮化鋁膜進行電漿蝕刻之方法，該含添加劑之氮化鋁膜含有選自鈮、釷或鉕之一添加劑元素。該方法包括將一工件放置在一電漿腔室內之一壓板上，該工件包括具有經沉積於其上之一含添加劑之氮化鋁膜之一基板及經安置在該含添加劑之氮化鋁膜上之一遮罩，該遮罩界定至少一個溝槽。該方法進一步包括將一第一蝕刻氣體以一第一流率引入該腔室，將一第二蝕刻氣體以一第二流率引入該腔室，及在該腔室內建立一電漿以蝕刻於該溝槽內曝露之該含添加劑之氮化鋁膜。該第一蝕刻氣體包括三氯化硼，且該第二蝕刻氣體包括氯，且該第一流率與該第二流率之一比率係大於或等於 1:1。

A method of plasma etching an additive-containing aluminium nitride film is disclosed, the additive-containing aluminium nitride film containing an additive element selected from scandium, yttrium or erbium. The method comprises placing a workpiece upon a platen within a plasma chamber, the workpiece comprising a substrate having an additive-containing aluminium nitride film deposited thereon and a mask disposed upon the additive-containing aluminium nitride film, which defines at least one trench. The method further comprises introducing a first etching gas into the chamber with a first flow rate, introducing a second etching gas into the chamber with a second flow rate, and establishing a plasma within the chamber to etch the additive-containing aluminium nitride film exposed within the trench. The first etching gas comprises boron trichloride and the second etching gas comprises chlorine, and a ratio of the first flow rate to the second flow rate is greater than or equal to 1:1.

指定代表圖：



【圖1】

符號簡單說明：

- 10:設備
- 11:工件
- 11a:基板/AlScN 膜
- 11a':經濺射 Mo 膜
- 11b:壓電 AlScN 膜/遮罩
- 11c:溝槽
- 12:程序腔室
- 12a:腔室壁
- 12b:介電窗口區段
- 13:壓板總成
- 13a:主體
- 13b:支撐表面
- 14:陶瓷斷口
- 15a:第一氣體入口
- 15b:第二氣體入口
- 15c:第三氣體入口
- 16:出口
- 17:產生器
- 18:天線
- 19:電漿區
- 20a:流調節器
- 20b:流調節器
- 20c:流調節器
- 21:電壓產生器

【發明摘要】

【中文發明名稱】

一種電漿蝕刻方法

【英文發明名稱】

A METHOD OF PLASMA ETCHING

【中文】

本發明揭示一種對一含添加劑之氮化鋁膜進行電漿蝕刻之方法，該含添加劑之氮化鋁膜含有選自釷、鈮或鉕之一添加劑元素。該方法包括將一工件放置在一電漿腔室內之一壓板上，該工件包括具有經沉積於其上之一含添加劑之氮化鋁膜之一基板及經安置在該含添加劑之氮化鋁膜上之一遮罩，該遮罩界定至少一個溝槽。該方法進一步包括將一第一蝕刻氣體以一第一流率引入該腔室，將一第二蝕刻氣體以一第二流率引入該腔室，及在該腔室內建立一電漿以蝕刻於該溝槽內曝露之該含添加劑的氮化鋁膜。該第一蝕刻氣體包括三氯化硼，且該第二蝕刻氣體包括氟，且該第一流率與該第二流率之一比率係大於或等於1:1。

【英文】

A method of plasma etching an additive-containing aluminium nitride film is disclosed, the additive-containing aluminium nitride film containing an additive element selected from scandium, yttrium or erbium. The method comprises placing a workpiece upon a platen within a plasma chamber, the workpiece comprising a substrate having an additive-containing aluminium nitride film deposited thereon and a mask disposed upon the additive-containing aluminium nitride film, which

defines at least one trench. The method further comprises introducing a first etching gas into the chamber with a first flow rate, introducing a second etching gas into the chamber with a second flow rate, and establishing a plasma within the chamber to etch the additive-containing aluminium nitride film exposed within the trench. The first etching gas comprises boron trichloride and the second etching gas comprises chlorine, and a ratio of the first flow rate to the second flow rate is greater than or equal to 1:1.

【指定代表圖】

圖1

【代表圖之符號簡單說明】

- 10: 設備
- 11: 工件
- 11a: 基板/AlScN膜
- 11a': 經濺射Mo膜
- 11b: 壓電AlScN膜/遮罩
- 11c: 溝槽
- 12: 程序腔室
- 12a: 腔室壁
- 12b: 介電窗口區段
- 13: 壓板總成
- 13a: 主體
- 13b: 支撐表面

- 14: 陶瓷斷口
- 15a: 第一氣體入口
- 15b: 第二氣體入口
- 15c: 第三氣體入口
- 16: 出口
- 17: 產生器
- 18: 天線
- 19: 電漿區
- 20a: 流調節器
- 20b: 流調節器
- 20c: 流調節器
- 21: 電壓產生器

【發明說明書】

【中文發明名稱】

一種電漿蝕刻方法

【英文發明名稱】

A METHOD OF PLASMA ETCHING

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種電漿蝕刻程序，且特定而言，係關於一種對一含添加劑之氮化鋁膜進行電漿蝕刻之方法，其中該添加劑元素包括選自鈦(Sc)、釔(Y)或鉺(Er)之一元素。

【先前技術】

【0002】 舉例而言，氮化鋁(AlN)及氮化鋁鈦(AlScN)壓電裝置廣泛應用於體聲波(BAW)裝置及壓電微機械超聲換能器(PMUT)中。行動電話通常併入若干AlN及AlScN BAW裝置，且更高操作頻率之產生需要使用更薄之BAW裝置。隨著容限變得愈加嚴格以及此等裝置在電路板上之整合變得愈加複雜，改良較薄裝置之壓電效能係一主要之挑戰。已知Sc之添加改良BAW裝置之壓電性質，然而，在AlN晶格中併入Sc可導致沉積之壓電膜之缺陷率增加，且Sc之不揮發性質可產生殘留物，該等殘留物需要在電漿蝕刻程序期間移除。

【0003】 隨著Sc在摻雜AlN中之百分比增加，蝕刻速率通常在使用標準氯(Cl₂)/氬(Ar)基化學品時降低。此降低導致AlScN對遮罩(諸如光阻劑或SiO₂遮罩)之選擇性降低，此減小臨界尺寸(CD)，且因此導致AlScN溝槽內之側壁角更淺。控制側壁輪廓之常用方法包含調整預蝕刻遮罩之斜率、改變壓板偏壓、蝕刻劑氣體流量或程序壓力。此等方法通常對Sc含量

較低之AlScN有效，但在較高Sc百分比下，蝕刻變得愈加物理，從而降低此等方法之整體有效性。對於AlYN及AlErN膜，觀察到類似之效應。

【0004】 AlScN蝕刻速率之降低亦減少對金屬底層之選擇性，導致底層損耗之增加，此可損害一些裝置(諸如BAW濾波器)之效能。與BAW裝置之較低電觸點通常係鉬(Mo)、鎢(W)或鉑(Pt)，且若由於AlScN之蝕刻速率降低而移除過量之金屬，則觸點之電阻將增加，從而導致裝置效能降級。增加AlScN蝕刻速率之典型變化(諸如壓板偏壓增加或Cl₂流量增加)可最終對側壁角或底層選擇性幾乎無影響，或在一些情況下甚至可加劇該問題。

【0005】 本發明尋求解決上述問題中之至少一些。

【發明內容】

【0006】 根據本發明之一態樣，提供一種對一含添加劑之氮化鋁膜進行電漿蝕刻之方法，該含添加劑之氮化鋁膜含有選自釷(Sc)、釷(Y)或鉺(Er)之一添加劑元素，程序包括：

- 將一工件放置在一電漿腔室內之一壓板上，該工件包括具有沉積在其上之一含添加劑之氮化鋁膜之一基板及安置在該含添加劑之氮化鋁膜上之一遮罩，該遮罩界定至少一個溝槽；

- 將一第一蝕刻氣體以一第一流率引入該腔室；

- 將一第二蝕刻氣體以一第二流率引入該腔室；及

- 在該腔室內建立一電漿以蝕刻在該溝槽內曝露之該含添加劑之氮化鋁膜；

- 其中該第一蝕刻氣體包括三氯化硼且該第二蝕刻氣體包括氬，且

- 其中該第一流率與該第二流率之一比率大於或等於1:1。

【0007】 本發明在蝕刻含添加劑之氯化鋁膜時，使用 $\geq 1:1$ 之三氯化硼(BCl_3)與氯(Cl_2)流率比率以允許產生更陡之側壁輪廓。另外， $\geq 1:1$ 之 BCl_3 與 Cl_2 之流率比率可增加含添加劑之氯化鋁膜對底部電極之選擇性，從而降低當蝕刻至此等底層電極膜中之一者時之底層損耗。

【0008】 在一實施例中，該方法進一步包括將一第三蝕刻氣體(諸如氫氣)引入該腔室。該第三蝕刻氣體以一第三流率引入該腔室，該第一流率與該第三流率之一比率大於 $2:1$ 。

【0009】 在一實施例中，電漿蝕刻之該方法包括一一次蝕刻階段及一二次蝕刻階段。該二次蝕刻階段可緊接在該一次蝕刻階段之後進行。在該一次蝕刻階段與二次蝕刻階段期間，進入該腔室之該第一蝕刻氣體之第一流率實質上相同，且在該一次蝕刻階段與二次蝕刻階段期間，進入該腔室之該第二蝕刻氣體之第二流率實質上相同。

【0010】 在一實施例中，該第一流率包括實質上 60 sccm ，且該第二流率包括實質上 40 sccm 。該第三蝕刻氣體以在 20 sccm 至 25 sccm 範圍內之一第三流率引入該腔室。

【0011】 在一實施例中，在該一次蝕刻階段期間該腔體內之氣體壓力包括在該二次蝕刻階段期間該氣體壓力之大約 50% 。該腔室內之該氣體壓力在該一次蝕刻階段維持在實質上 2 mTorr 至 4 mTorr ，且在該二次蝕刻階段維持在實質上 5 mTorr 。

【0012】 在一實施例中，使用一電感耦合電漿產生裝置在該腔室內建立該電漿。與該一次蝕刻階段相比，在該二次蝕刻階段期間該電漿產生裝置以大約 50% 之電功率被供電。

【0013】 在一實施例中，在該二次蝕刻階段期間，用小於在該一次

蝕刻階段期間使用之一電功率之50%之電功率對該壓板供電。當朝向基板之與其上沉積該含添加劑之氮化鋁膜之一側對置之一側穿過該含添加劑之氮化鋁膜蝕刻一溝槽時，使用該二次蝕刻階段，且在一實施例中，在該溝槽自基板延伸出之前開始該二次蝕刻階段。

【0014】 在一實施例中，該工件包括一金屬膜，諸如鉬，其安置在該基板之與其上沉積該含添加劑之氮化鋁膜之側對置之側上。

【0015】 在一實施例中，該遮罩包括一光阻劑遮罩。

【圖式簡單說明】

【0016】

現在僅藉由實例且參考附圖來描述本發明，其中：

圖1係用於蝕刻一含添加劑之氮化鋁膜之一電漿蝕刻設備之示意性繪示；

圖2係概述與根據本發明之一實施例之對一含添加劑之氮化鋁膜進行電漿蝕刻之方法相關聯之步驟之一流程圖；

圖3係繪示隨著 BCl_3 與 Cl_2 流率比率增加，在5 μm CD溝槽中AlScN對光阻劑選擇性增加之一曲線圖；

圖4係繪示隨著 BCl_3 與 Cl_2 流率比率增加，5 μm 溝槽之頂部及底部CD之降低之一曲線圖；

圖5係繪示隨著 BCl_3 與 Cl_2 流率比率增加，5 μm 及100 μm CD溝槽中之側壁角之增加之一曲線圖；

圖6係一矽基板上之一500 nm厚之 $\text{Al}_{0.7}\text{Sc}_{0.3}\text{N}$ 膜上之一回流光阻劑的一掃描電子顯微鏡影像。圖6a繪示不存在 BCl_3 之情況下之一5 μm 溝槽的側壁角，且圖6b繪示使用 BCl_3 之情況下之5 μm 溝槽的側壁角。

圖7係一Si基板上之500 nm厚 $\text{Al}_{0.7}\text{Sc}_{0.3}\text{N}$ 膜上之一回流光阻劑遮罩的一掃描電子顯微鏡影像。圖7a繪示不含 BCl_3 之一100 μm CD溝槽中的側壁角，且圖7b繪示使用 BCl_3 之情況下的側壁角。100 μm CD溝槽具有比5 μm 溝槽更淺之一預蝕刻輪廓。

圖8係繪示隨著 BCl_3 與 Cl_2 比之流率比率增加， $\text{Al}_{0.7}\text{Sc}_{0.3}\text{N}$ 對Mo (底部電極)選擇性之增加之一曲線圖。就Si晶圓上之光阻劑圖案化覆層Mo來計算Mo蝕刻速率。

【實施方式】

【0017】 參考圖式之圖1，提供用於對一工件11進行電漿蝕刻之一設備10之一示意性繪示，且設備10包括一程序腔室12，在程序腔室12內執行對工件11之電漿蝕刻。

【0018】 設備10進一步包括一壓板總成13，壓板總成13亦可由經安置於腔室12內之諸如鋁之一金屬形成，但壓板總成13係藉由諸如陶瓷斷口14之習知方法與腔室壁12a電隔離。壓板總成13包括具有用於接納工件11之一支撐表面13b之一主體13a，且使用一射頻(RF)電壓產生器來進行電偏壓。例如，向壓板總成13提供一負偏壓電壓可幫助控制電漿之對工件11之表面之帶正電荷的離子轟擊。

【0019】 程序腔室12包括腔室壁12a，腔室壁12a可係由諸如鋁之一金屬形成，且其等通常係電接地的。腔室12進一步包括一第一氣體入口15a、第二氣體入口15b，及一第三氣體入口15c，經由該等氣體入口，一第一、第二及第三蝕刻氣體(未展示)之一源可分別經流體耦合以用於將氣體引入腔室12。腔室12進一步包括一出口16，氣體及蝕刻程序之任何副產物可經由該出口自腔室12排出。

【0020】 在一實施例中，藉由將來自一RF電壓產生器17之一RF電壓施加至一或多個天線18來產生電漿，該等天線18安置在腔室12周圍且鄰近形成在腔室壁12a中之一各自介電窗口區段12b定位。例如，一或多個天線18可包括一實質上平面之螺線構形、一螺旋線圈構形或一環形構形，且如同標準實踐，執行來自產生器17之RF信號與天線18之阻抗匹配，以最小化自天線18之電功率反射。天線18放置在腔室12周圍，且電功率透過介電窗口區段12b電感耦合至腔室12中。

【0021】 在腔室12之安置在工件11上方之一區19中產生一電漿，使得工件11變得曝露於電漿。氣體經由與各自入口15a、15b、15c耦合之一各自流調節器20a、20b、20c引入腔室12，且腔室12之入口15a、15b、15c及出口16安置在電漿區19之對置側上，使得蝕刻氣體需要經由區19並越過工件11而穿過腔室12，從而傳遞至出口16。

【0022】 參考圖式之圖2，繪示概括根據本發明之一實施例之與用於對一含添加劑之氮化鋁膜進行電漿蝕刻之一方法100相關聯之步驟之一流程圖。本方法將參考一AlScN膜來演示，但熟習之讀者將認識到方法同樣可適用於AlYN膜及AlErN膜。

【0023】 方法包括在步驟101將一工件11放置在電漿腔室12內之一壓板13上。工件11包括一基板11a，諸如一矽晶圓基板，在其上使用例如一脈衝DC濺射技術沉積一壓電AlScN膜11b。在一實施例中，膜包括 $\text{Al}_{0.7}\text{Sc}_{0.3}\text{N}$ ，即包括70%組分之鋁及一30%組分之鈦之一膜。膜組合物判定通常係透過使用X射線能量色散分析(EDAX)來達成的。工件11進一步包括一遮罩11b，遮罩11b在回流之前使用4至4.4 μm 之光阻劑用在膜11a上形成之5 μm 至100 μm 之溝槽11c圖案化。

【0024】在工件11被定位於腔室12內之壓板13上的情況下，在步驟102，使用各自流調節器20a至20c，經由各自入口15a至15c，將第一、第二及第三蝕刻氣體引入腔室12，且藉由一壓力調節器(未展示)將腔室12內之壓力維持在大約2 mTorr至5 mTorr或實質上3 mTorr。一旦腔室12已經用蝕刻氣體進行適當之調節，在步驟103，經由產生器17向天線18施加一RF電位，以將電功率電感耦合至蝕刻氣體中，且因此引發一電漿且開始蝕刻 $\text{Al}_{0.7}\text{Sc}_{0.3}\text{N}$ 膜。在步驟104，亦透過使用電壓產生器21 (通常以13.56 MHz操作)將一偏壓電壓施加至壓板總成13，以在步驟105提供對 AlScN 膜11b之一蝕刻。

【0025】天線18係以大約1000 W之一電功率供電，且壓板13係以大約1025 W之一電功率供電。第一蝕刻氣體包括三氯化硼(BCl_3)，且流調節器20a係配置成以實質上60 sccm之一流率將 BCl_3 遞送至腔室12中。第二蝕刻氣體包括氯(Cl_2)，且此 Cl_2 氣體係以由流調節器20b判定之實質上40 sccm之一速率遞送至腔室12中。第三蝕刻氣體包括氬(Ar)，且此 Ar 氣體係以由流調節器20c判定之實質上25 sccm之一速率遞送至腔室12中。在此態樣中，進入腔室12之 BCl_3 氣體與 Cl_2 氣體的流率比率約為3:2，即大於1:1之一比率，且進入腔室12之 BCl_3 氣體與 Ar 氣體的流率比率約為3:1，即大於2:1之一比率。

【0026】發現增加 $\text{BCl}_3:\text{Cl}_2$ 流量比率增加壓板13與腔室12之間的峰值-峰值電壓，已知此增加 AlScN 之蝕刻速率。為了抵消此增加且獲得 BCl_3 之化學及濺射組分之一更準確的表示，使用產生器21來調整壓板偏壓以確保峰值-峰值電壓在所有資料點上近乎匹配。然而，當調整偏壓以補償此效應時，仍然觀察到 AlScN 蝕刻速率增加，此表明 BCl_3 之濺射組分

增加係原因。

【0027】 據信，在一 Cl_2 基 AlScN 蝕刻程序期間加入 BCl_3 促進硼氮基聚合物之形成。此等聚合物可凝結在遮罩11b (光阻劑、 SiO_2 等)上，從而降低遮罩蝕刻速率(見圖3)，而額外硼之存在增加蝕刻之濺射組分，導致 AlScN 蝕刻速率增加。另外，據信，與 Cl_2 相比， BCl_3 不太容易分解成反應性 Cl^- 離子及中性離子，藉此隨著 $\text{BCl}_3:\text{Cl}_2$ 比率增加而減少蝕刻之化學組分。通常，隨著 Cl_2 之流量減少， AlScN 膜11a及光阻劑兩者之蝕刻速率降低一相似之百分比，導致一不變的選擇性。然而，隨著 Cl^- 之存在自增加之 $\text{BCl}_3:\text{Cl}_2$ 流率比率中減少， AlScN 蝕刻速率之下降由 BCl_3 之濺射組分之增加抵消，從而導致對遮罩11b之選擇性增加。

【0028】 一B-N基聚合物與 BCl_3 之不同分解性質的複合效應導致 AlScN 對遮罩11b的選擇性增加。降低之光阻劑蝕刻速率及增加之濺射組分亦可適用於比所展示之 $\text{Al}_{0.7}\text{Sc}_{0.3}\text{N}$ 資料之更低及更高的鈦百分比，此意謂在一鈦百分比範圍內可獲得一更陡之側壁溝槽輪廓及增加之選擇性。對於 $\text{Al}_{1-x}\text{Y}_x\text{N}$ 及 $\text{Al}_{1-x}\text{Er}_x\text{N}$ 膜，將預期類似之結果。氯化鈮及氯化釷之沸點約為 1500°C ，而氯化鈦之沸點約為 960°C 。蝕刻前端將含有需要濺射/物理移除之殘留物。因此，預期 $\text{Al}_{1-x}\text{Y}_x\text{N}$ 及 $\text{Al}_{1-x}\text{Er}_x\text{N}$ 膜亦需要類似之物理/化學程序條件以達到與 AlScN 相似之結果，該等結果亦具有溫度非常高之 Cl 化合物。

【0029】 參考圖式之圖4，展示對 $5\ \mu\text{m}$ CD遮罩11b之增加之選擇性降低遮罩之橫向蝕刻速率，藉此減少臨界尺寸(CD)中之損失。減少之CD損失藉此允許更陡之側壁輪廓，如圖5及圖6a、圖6b、圖7a及圖7b中展示。 $100\ \mu\text{m}$ CD溝槽具有比 $5\ \mu\text{m}$ 溝槽之預蝕刻遮罩輪廓更淺之一預蝕刻

遮罩輪廓，此表明與Cl₂流率相比有所增加之BCl₃流率可影響特徵之一輪廓範圍及CD。

【0030】 控制對工件11之底層之選擇性之一常用方法係透過使用一「軟著陸」步驟，該步驟通常利用一較低之壓板偏壓來降低底層蝕刻速率及隨後之損失。上文已經報告BCl₃提高AlScN蝕刻之效率，但由於硼之濺射組分之增加，假設其使用亦會降低底層之蝕刻速率並增加對此等膜之選擇性係違背直覺的。

【0031】 因此，在另一實施例中，使用一Si晶圓基板形成一類似之工件，但在此實施例中，Al_{0.7}Sc_{0.3}N壓電膜11a用包括一相同遮罩11b之一經濺射Mo膜11a'取代，以演示BCl₃:Cl₂流率比率對Mo膜11a'之蝕刻速率之影響。接著，將具有Mo膜11a'之基板放置在程序腔室中，且蝕刻Mo膜；下文與壓電膜蝕刻之程序條件一起展示Mo蝕刻之程序條件以供比較：

參數	主蝕刻(壓電膜)	軟著陸(Mo膜蝕刻)
壓力(mTorr)	3	5
源功率(W)	1000	500
壓板功率(W)	1025	450
BCl ₃ 流率(sccm)	60	60
Cl ₂ 流率(sccm)	40	40
Ar流率(sccm)	25	20

表1

【0032】 自上表明顯可見，與二次(軟著陸)蝕刻相比，在一次(主)蝕刻期間電漿產生裝置17以大約兩倍之電功率被供電。類似地，與一次蝕刻相比，在二次蝕刻期間用大約50%之電功率對壓板13供電。然而，在二次蝕刻期間，腔室內之壓力幾乎係一次蝕刻之兩倍。

【0033】 發現 $\text{BCl}_3:\text{Cl}_2$ 流率比率 $\geq 1:1$ 對於降低Mo膜11a'之蝕刻速率且類似地增加AlScN對Mo膜11a'之選擇性係最佳的。對於容易在諸如Mo之一氯基化學品中蝕刻之電極，即形成在基板11之與壓電膜11a相對之側上之底層，減少 Cl_2 之存在會降低底層蝕刻速率。與AlScN:PR選擇性類似，隨著 Cl_2 流率降低，AlScN蝕刻速率亦降低，導致底層選擇性變化最小。然而，AlScN:Mo選擇性可藉由與先前針對光阻劑描述之相同之機制增加。增加之 $\text{BCl}_3:\text{Cl}_2$ 流率比率減少 Cl_2 之存在，降低Mo之蝕刻速率，而增加之濺射組分增加AlScN之蝕刻速率，導致對電極之選擇性增加。最終，此在向下蝕刻AlScN至此金屬膜時減少電極之損耗，如圖8中演示。在1.5及2.125 $\text{BCl}_3:\text{Cl}_2$ 流率比率測試中(右側兩個資料點)降低壓板功率，以最小化增加峰值-峰值電壓對結果之影響。

【0034】 因此，蝕刻包括一側上之一AlScN膜11a及下側上之一Mo膜11a'之一工件11之程序包括用於穿過AlScN膜11a及Si基板11之大部分蝕刻一溝槽之一一次蝕刻階段100，及緊接在一次蝕刻階段100之後發生且在溝槽自Si基板延伸出之前開始之二次蝕刻階段200。二次蝕刻階段200包括在步驟201增加腔室12中之壓力，在步驟202減小提供至天線之電功率，及在步驟203減小至壓板之電偏壓。一旦達成用於二次蝕刻階段之特定程序條件(如表1中展示)，在步驟204蝕刻Mo膜11a'以使溝槽有效地延伸穿過工件11。

【0035】 由於 $\text{BCl}_3:\text{Cl}_2$ 流率比率 $\geq 1:1$ ，上文已經演示可達到一較高之AlScN (及AlYN及AlErN)蝕刻速率(對於100 μm 溝槽 >170 nm/min，且對於5 μm 溝槽 >250 nm/min)，且可改良對光阻劑及下電極金屬之選擇性。 $\geq 1:1$ 之流率比率將可適用於所有Al:Sc比，但歸因於隨著摻雜銦之百

分比提高，蝕刻AlN之蝕刻速率降低且蝕刻難度增加，方法變得愈加有利。

【符號說明】

【0036】

10: 設備

11: 工件

11a: 基板/AlScN膜

11a': 經濺射Mo膜

11b: 壓電AlScN膜/遮罩

11c: 溝槽

12: 程序腔室

12a: 腔室壁

12b: 介電窗口區段

13: 壓板總成

13a: 主體

13b: 支撐表面

14: 陶瓷斷口

15a: 第一氣體入口

15b: 第二氣體入口

15c: 第三氣體入口

16: 出口

17: 產生器

18: 天線

- 19: 電漿區
- 20a: 流調節器
- 20b: 流調節器
- 20c: 流調節器
- 21: 電壓產生器
- 100: 方法
- 101: 步驟
- 102: 步驟
- 103: 步驟
- 104: 步驟
- 105: 步驟
- 200: 二次蝕刻階段
- 201: 步驟
- 202: 步驟
- 203: 步驟
- 204: 步驟

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種對一含添加劑之氮化鋁膜進行電漿蝕刻之方法，該含添加劑之氮化鋁膜含有選自鈦(Sc)、釔(Y)或鉺(Er)之一添加劑元素，程序包括：

將一工件放置在一電漿腔室內之一壓板上，該工件包括具有經沉積於其上之一含添加劑之氮化鋁膜之一基板及經安置在該含添加劑之氮化鋁膜上之一遮罩，該遮罩界定至少一個溝槽；

將一第一蝕刻氣體以一第一流率引入該腔室；

將一第二蝕刻氣體以一第二流率引入該腔室；及

在該腔室內建立一電漿以蝕刻在該溝槽內曝露之該含添加劑的氮化鋁膜；

其中該第一蝕刻氣體包括三氯化硼，且該第二蝕刻氣體包括氟，且

其中該第一流率與該第二流率之一比率係大於或等於1:1。

【請求項2】

如請求項1之電漿蝕刻方法，其一步包括將一第三蝕刻氣體引入該腔室。

【請求項3】

如請求項2之電漿蝕刻方法，其中該第三蝕刻氣體包括氫氣。

【請求項4】

如請求項2或3之電漿蝕刻方法，其中該第三蝕刻氣體係以一第三流率引入該腔室，且其中該第一流率與該第三流率之一比率大於2:1。

【請求項5】

如請求項1至3中任一項之電漿蝕刻方法，其包括一一次蝕刻階段及一二次蝕刻階段。

【請求項6】

如請求項5之電漿蝕刻方法，其中該二次蝕刻階段緊接在該一次蝕刻階段之後進行。

【請求項7】

如請求項5之電漿蝕刻方法，其中在該一次蝕刻階段與該二次蝕刻階段期間，進入該腔室之該第一蝕刻氣體之該流率係實質上相同。

【請求項8】

如請求項5之電漿蝕刻方法，其中在該第一蝕刻階段與該二次蝕刻階段期間，進入該腔室之該第二蝕刻氣體之該流率係實質上相同。

【請求項9】

如請求項5之電漿蝕刻方法，其中在該一次蝕刻階段期間該腔體內之氣體壓力係在該二次蝕刻階段期間之該氣體壓力的大約50%。

【請求項10】

如請求項5之電漿蝕刻方法，其中該氣體壓力在該一次蝕刻階段期間係維持在實質上2 mTorr至4 mTorr。

【請求項11】

如請求項5之電漿蝕刻方法，其中在該二次蝕刻階段期間，該腔室內之該氣體壓力係維持在實質上5 mTorr。

【請求項12】

如請求項5之電漿蝕刻方法，其中與該一次蝕刻階段相比，在該二次蝕刻階段期間該電漿產生裝置係以大約50%之電功率供電。

【請求項13】

如請求項5之電漿蝕刻方法，其中在該二次蝕刻階段期間，用小於在該一次蝕刻階段期間使用之該電功率之50%之一電功率對該壓板供電。

【請求項14】

如請求項1至3中任一項之電漿蝕刻方法，其中進入該腔室之該第一蝕刻氣體之該流率包括實質上60 sccm，且進入該腔室之該第二蝕刻氣體之該流率包括實質上40 sccm。

【請求項15】

如請求項2之電漿蝕刻方法，其中該第三蝕刻氣體係以在20 sccm至25 sccm範圍內之一第三流率引入該腔室。

【請求項16】

如請求項5之電漿蝕刻方法，其中當朝向該基板之與其上沉積該含添加劑之氮化鋁膜之側對置的一側，穿過該含添加劑之氮化鋁膜來蝕刻一溝槽時，使用該二次蝕刻階段。

【請求項17】

如請求項16之電漿蝕刻方法，其中在該溝槽自該基板延伸出之前，開始該二次蝕刻階段。

【請求項18】

如請求項16之電漿蝕刻方法，其中該工件包括一金屬膜，該金屬膜係安置在該基板之與其上沉積該含添加劑之氮化鋁膜之該側對置的該側上。

【請求項19】

如請求項17之電漿蝕刻方法，其中該金屬膜包括鋁。

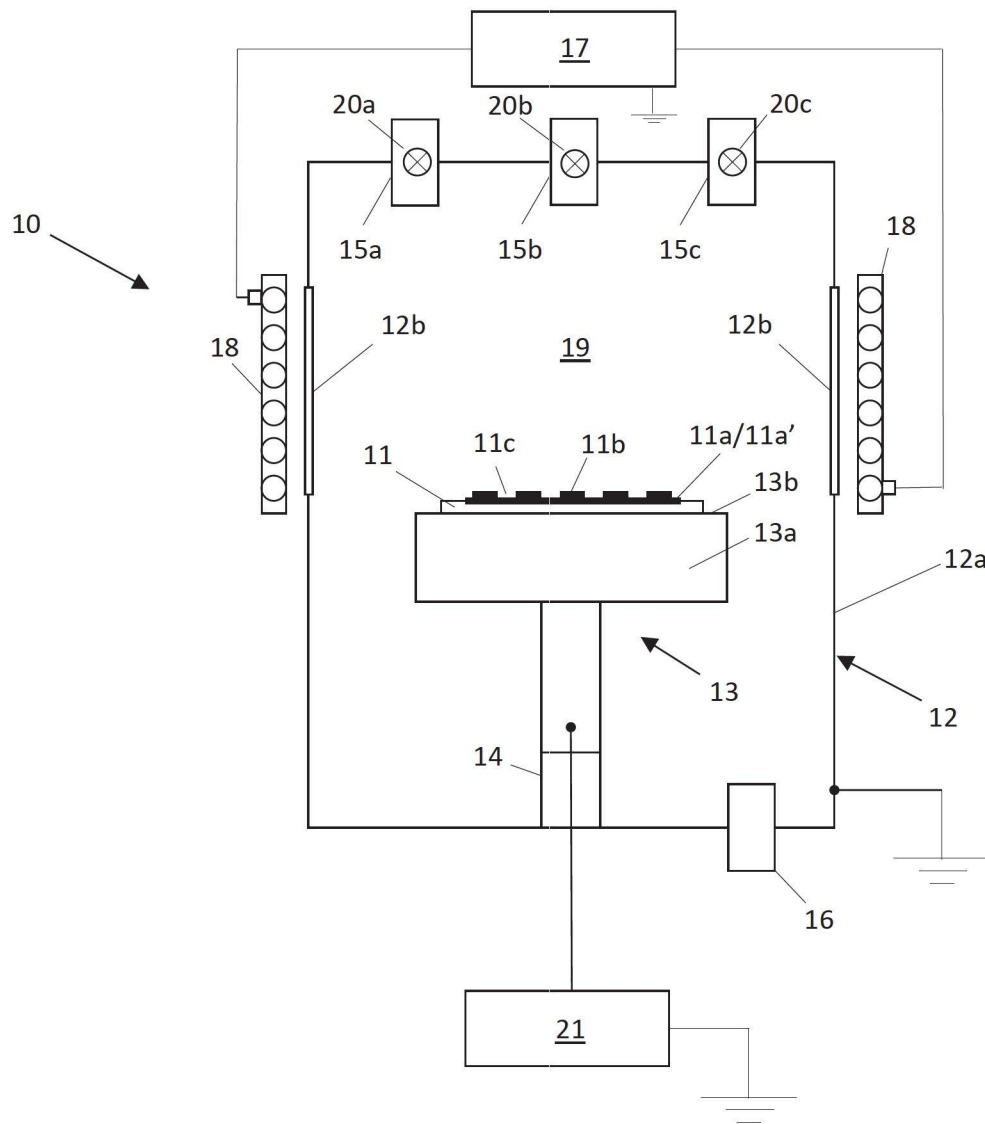
【請求項20】

如請求項1至3中任一項之電漿蝕刻方法，其中使用一電感耦合電漿產生裝置在該腔室內建立該電漿。

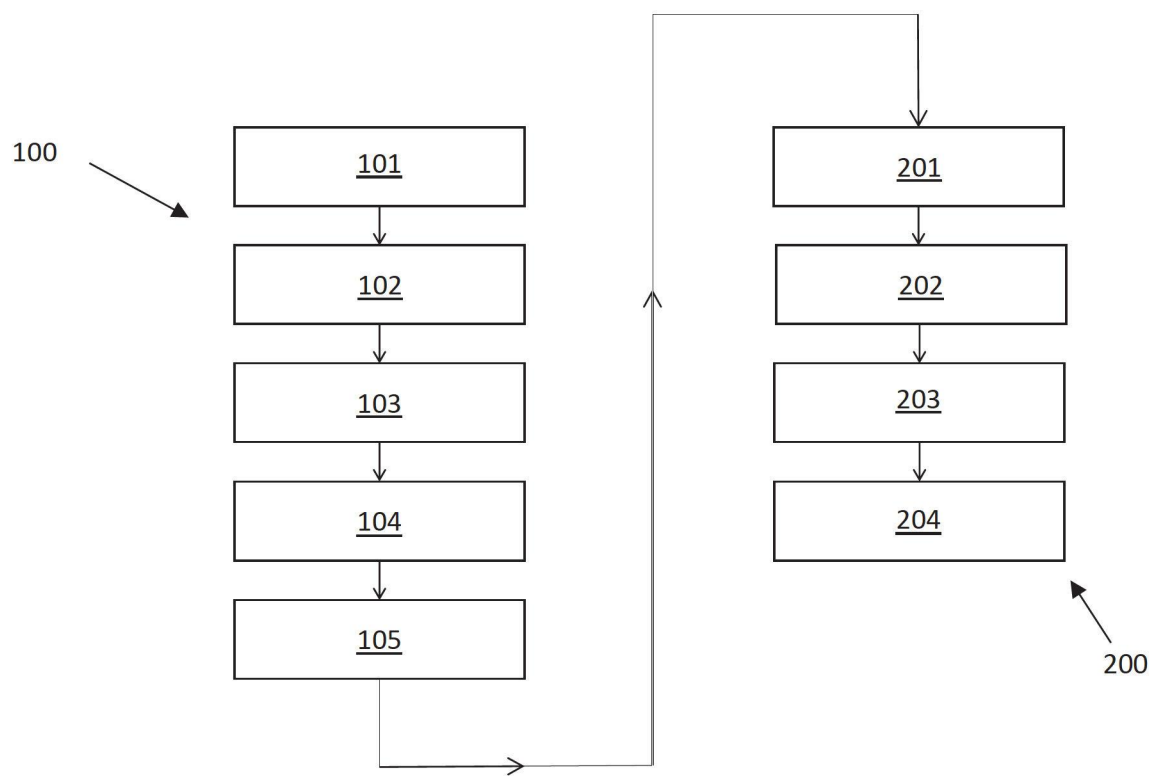
【請求項21】

如請求項1至3中任一項之電漿蝕刻方法，其中該遮罩包括一光阻劑。

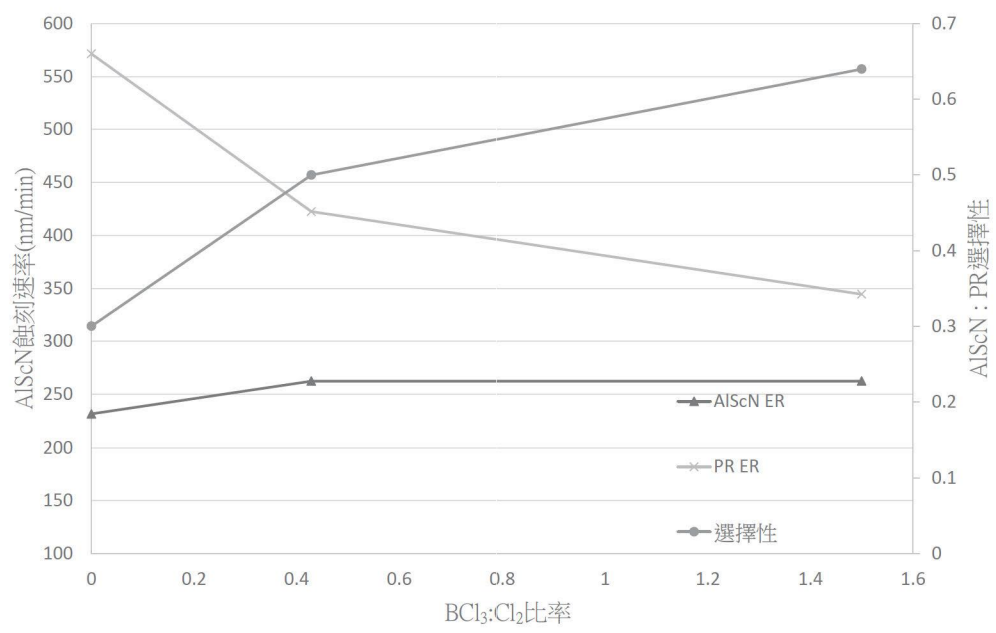
【發明圖式】



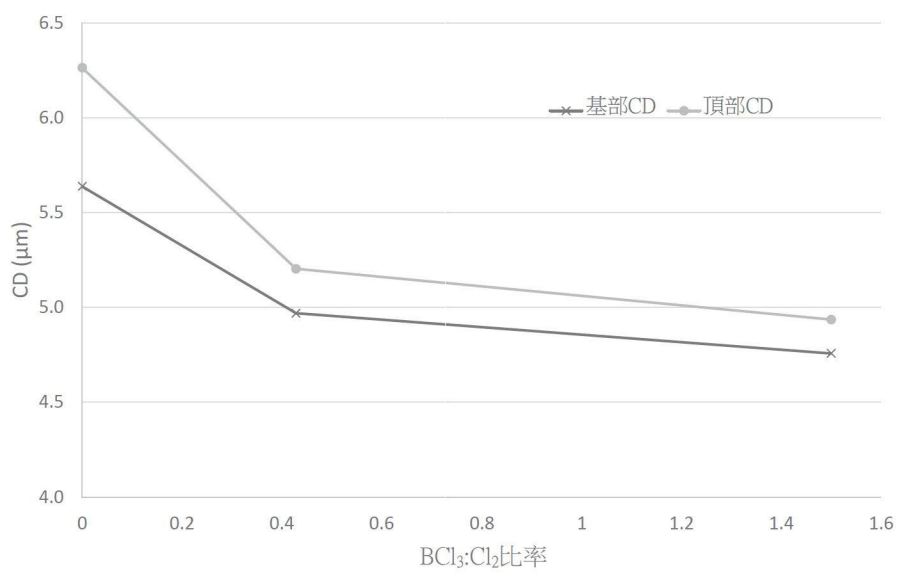
【圖1】



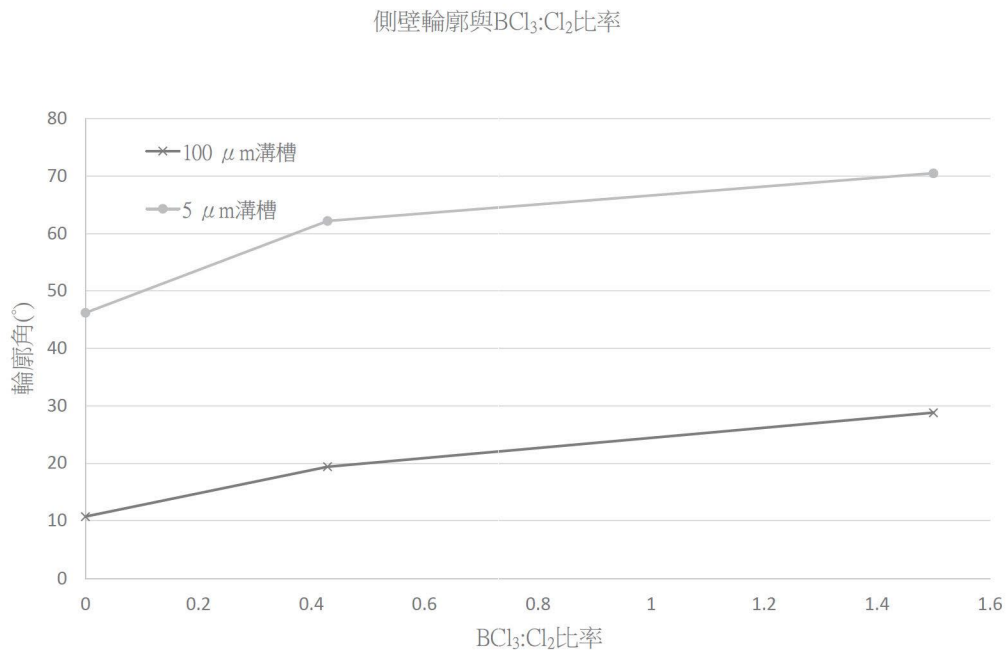
【圖2】



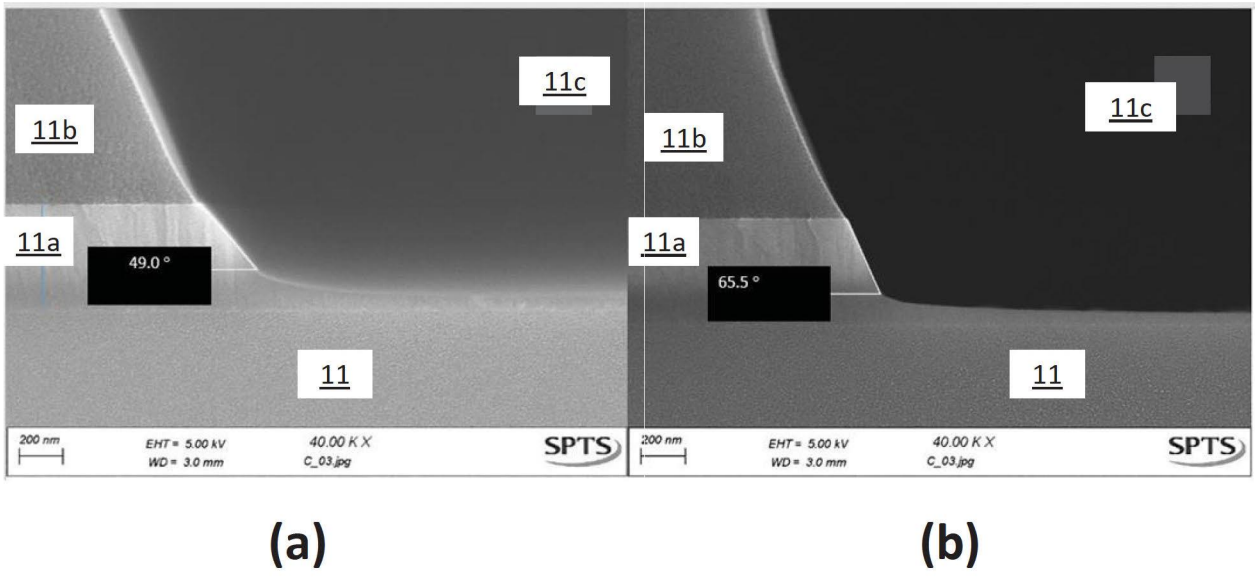
【圖3】



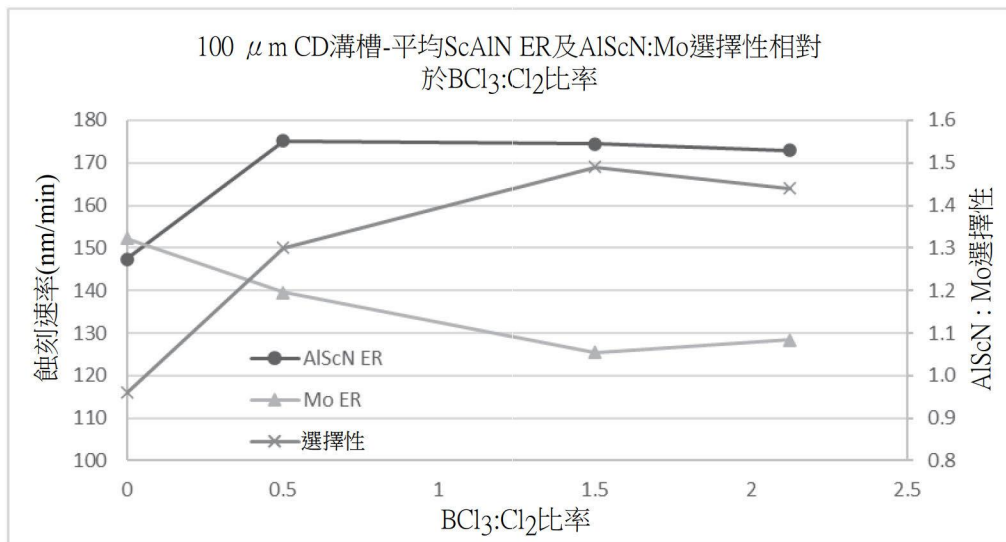
【圖4】



【圖5】



【圖6】



【圖8】