



(21)申請案號：108141589

(22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 11 月 15 日

(51)Int. Cl. : **H01L21/306 (2006.01)****H01L21/67 (2006.01)****H01L21/687 (2006.01)**

(30)優先權：2018/11/15	美國	62/767,808
2019/02/27	美國	16/287,658
2019/05/03	美國	16/402,611

(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：阿貝爾 保羅 ABEL, PAUL (US)

(74)代理人：周良謀；周良吉

(56)參考文獻：

TW I613731B

TW I662616B

US 2007/0105377A1

審查人員：林育弘

申請專利範圍項數：18 項 圖式數：7 共 39 頁

(54)名稱

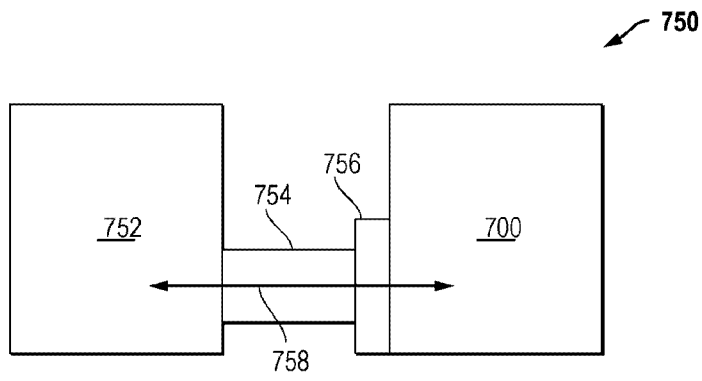
使用自限制及溶解度限制反應之濕式原子層蝕刻用的處理系統及平台

(57)摘要

此處揭露在蝕刻過程中改善材料微觀及巨觀均勻性兩者的處理系統及平台。這些改善可藉由使用濕式原子層蝕刻 (ALE) 技術通過薄的自限制層在材料表面上的形成及溶解而加以達成。對於多晶材料的蝕刻，這些自限制反應可用以防止表面在蝕刻過程中變粗糙。因此，如此處所揭露，濕式 ALE 製程使用依次的、自限制的反應以先將材料的表面層改質，然後將受改質之層選擇性移除。

A processing system and platform for improving both the microscopic and macroscopic uniformity of materials during etching is disclosed herein. These improvements may be accomplished through the formation and dissolution of thin, self-limiting layers on the material surface by the use of wet atomic layer etching (ALE) techniques. For etching of polycrystalline materials, these self-limiting reactions can be used to prevent this roughening of the surface during etching. Thus, as disclosed herein, a wet ALE process uses sequential, self-limiting reactions to first modify the surface layer of a material and then selectively remove the modified layer.

指定代表圖：



符號簡單說明：

700:濕式蝕刻處理系統

750:平台

752:乾式蝕刻處理系統

754:傳送模組

756:隔離轉送模組

758:箭頭

圖 7B



I887218

【發明摘要】

【中文發明名稱】使用自限制及溶解度限制反應之濕式原子層蝕刻用的處理系統及平台

【英文發明名稱】 PROCESSING SYSTEM AND PLATFORM FOR WET ATOMIC LAYER ETCHING USING SELF-LIMITING AND SOLUBILITY-LIMITED REACTIONS

【中文】此處揭露在蝕刻過程中改善材料微觀及巨觀均勻性兩者的處理系統及平台。這些改善可藉由使用濕式原子層蝕刻（ALE）技術通過薄的自限制層在材料表面上的形成及溶解而加以達成。對於多晶材料的蝕刻，這些自限制反應可用以防止表面在蝕刻過程中變粗糙。因此，如此處所揭露，濕式 ALE 製程使用依次的、自限制的反應以先將材料的表面層改質，然後將受改質之層選擇性移除。

【英文】 A processing system and platform for improving both the microscopic and macroscopic uniformity of materials during etching is disclosed herein. These improvements may be accomplished through the formation and dissolution of thin, self-limiting layers on the material surface by the use of wet atomic layer etching (ALE) techniques. For etching of polycrystalline materials, these self-limiting reactions can be used to prevent this roughening of the surface during etching. Thus, as disclosed herein, a wet ALE process uses sequential, self-limiting reactions to first modify the surface layer of a material and then selectively remove the modified layer.

【指定代表圖】圖7B

【代表圖之符號簡單說明】

700:濕式蝕刻處理系統

750:平台

752:乾式蝕刻處理系統

754:傳送模組

756:隔離轉送模組

758:箭頭

【發明說明書】

【中文發明名稱】 使用自限制及溶解度限制反應之濕式原子層蝕刻用的處理系統及平台

【英文發明名稱】 PROCESSING SYSTEM AND PLATFORM FOR WET ATOMIC LAYER ETCHING USING SELF-LIMITING AND SOLUBILITY-LIMITED REACTIONS

【技術領域】

【0001】 本申請案請求以下優先權：於2018年11月15日提交之美國臨時專利申請案第62/767,808號，發明名稱為「Wet Atomic Layer Etching Using Self-Limiting and Solubility-Limited Reactions」；於2019年2月27日提交之美國專利申請案第16/287,658號，發明名稱為「Wet Atomic Layer Etching Using Self-Limiting and Solubility-Limited Reactions」；以及於2019年5月3日提交之美國專利申請案第16/402,611號，發明名稱為「Processing System and Platform for Wet Atomic Layer Etching Using Self-Limiting and Solubility-Limited Reactions」，其揭示內容全部通過引用於此納入。

【0002】 本揭露相關於基板的處理。特別是，本揭露提供在基板上蝕刻層的方法。

【先前技術】

【0003】 在基板處理的過程中，已知在基板上蝕刻各種層的各种技術。電漿蝕刻及濕式蝕刻為兩種廣為人知的技術。濕式蝕刻涉及將化學溶液配給在基

板的表面上或將基板浸沒在化學溶液中。通常，化學溶液包含溶劑、設計來與在基板表面上之材料反應的化學品、以及促使反應產物之溶解的化學品。基板表面暴露於蝕刻劑的結果係從基板將材料移除。蝕刻劑成分及溫度可控制蝕刻速率、專一性、及蝕刻之後在基板表面上的殘餘材料。

【0004】 熱力學及動力學皆在蝕刻劑配方中起作用。對於成功的蝕刻，所欲之反應需要在熱力學上及動力學上都係有利的。對於蝕刻多晶材料，對於成功的需求變得更嚴苛。對於這些材料，期望的是無論微晶形貌或環境如何，每個單獨的微晶面及晶界幾何形狀的移除速率都係基本上相似的。表面粗糙度在奈米尺度特徵部的電性性質及介面品質起很重要的作用。當蝕刻奈米尺度多晶材料時，相較於不同晶面而言，在晶界的不同蝕刻速率導致在蝕刻過程中表面變得粗糙。再者，期望的是，材料移除速率應該在巨觀及微觀層級的情況下均勻，且在與高量製造相容的速率下發生。巨觀的均勻性可以仔細的工程加以處理，但微觀的均勻性取決於蝕刻本身的化學性質。

【0005】 隨著基板結構的幾何形狀持續縮小以及結構類型的演變，蝕刻基板的挑戰已隨之提升。一種已經用以處理這些挑戰的技術係原子層蝕刻(ALE)。ALE 製程一般已知為涉及透過一或更多自限制反應來依序移除薄膜的製程。舉例而言，ALE 一般意指可以原子之精度(一次將材料移除一層單層或一些單層)進行蝕刻的技術。一般來說，ALE 方案仰賴待蝕刻表面的化學改質，接著選擇性移除受改質之層。因此，ALE 製程藉由將蝕刻製程分割成表面改質以及受改質表面之移除的順序步驟來提供改善之效能。這樣的製程通常包含層改質及蝕刻步驟的多個循環系列。改質步驟可將裸露表面改質，而蝕刻步驟可選擇性移除

受改質表面。因此，在一實施例中，可發生一系列自限制反應且可重複執行此循環。在其他實施例中，製程可只使用一個循環。如此處所使用，ALE 製程亦可包含類 ALE 製程。在這樣的製程中，仍可使用一系列的改質及蝕刻步驟循環。然而，由於在移除受改質之層之後，儘管蝕刻可能並不完全停止，但蝕刻會顯著地慢下來，因此移除步驟可能並非完全自限制的。目前已知 ALE 技術已在真空中達成，或者是以氣相達成。這樣的技術利用電漿或高溫熱化學反應以改質材料表面，接著進行化學品或配位基交換反應以將受改質之層揮發。ALE 的本質致使在表面受蝕刻時將其平滑化。

【0006】 其他已知系列蝕刻技術包含使用氧電漿、臭氧、或過氧化氫作為自限制氧化步驟以及酸性濕式蝕刻以選擇性移除該氧化物的 III-V 族半導體蝕刻。然而，儘管先前技術提供順序蝕刻製程，卻由於需要侵蝕性氧化劑而缺乏原子層控制。

【0007】 以已知蝕刻技術來達成微觀及巨觀蝕刻均勻性需求到可接受的程度已隨著受蝕刻之特徵部的尺寸持續縮小而變得越來越困難。因此，將期望的是提供改善的蝕刻製程。

【發明內容】

【0008】 此處揭露在蝕刻過程中改善材料微觀及巨觀均勻性兩者的方法。這些改善可藉由使用濕式 ALE 技術通過薄的自限制層在材料表面上的形成及溶解而加以達成。對於多晶材料的蝕刻，這些自限制反應可用以防止表面在蝕刻過程中變粗糙。因此，如此處所揭露，濕式 ALE 製程使用依次的、自限制的反應

以先將材料的表面層改質，然後將受改質之層選擇性移除。在另一實施例中，揭露一種用於達成所揭示之方法的平台。該平台可包括濕式化學品供應系統，其配置以供應濕式 ALE 製程之化學溶液。再者，該平台可包含濕式蝕刻工具及乾式蝕刻工具兩者，其中基板可從該乾式蝕刻工具移動至該濕式蝕刻工具，其具有環境上分隔的腔室。在一實施例中，該基板可在不暴露於周遭大氣的情況下在乾式及濕式蝕刻工具中受處理。

【0009】 在一實施例中，提供一種蝕刻基板的方法。該方法可包括：接收該基板，該基板具有裸露之一第一材料，該第一材料包括一多晶材料。該方法更包括選擇性蝕刻該多晶材料，該選擇性蝕刻包含：藉由將該多晶材料的一表面暴露於化學溶液來將該表面化學改質，以提供一改質表面層；以及藉由將該改質表面層暴露於液相化學溶液，以將該多晶材料的該改質表面層選擇性移除。

【0010】 在一實施例中，該多晶材料之表面的化學改質包含使用氧化劑將該多晶材料氧化。在一實施例中，該氧化劑包含：含氧氣相環境、包含溶解之氧或其他氧化劑的化學溶液、或是直接參與表面氧化的諸如水的溶劑。在另一實施例中，該氧化劑係氧飽和化學溶液，該氧飽和化學溶液包含：溶解於水、醇類、或丙酮中的氧。

【0011】 在另一實施例中，化學改質更包含使用錯合劑將該多晶材料之該改質層鈍化。在一實施例中，該錯合劑包含檸檬酸鹽。

【0012】 在另一實施例中，該化學改質更包含藉由將該基板暴露於檸檬酸以將該多晶材料中之改質層鈍化。在另一實施例中，化學改質包含將該基板暴露於分子氧及檸檬酸鹽。

【0013】 在另一實施例中，上述之蝕刻基板的方法更包括在化學改質之後以及在選擇性移除之前，以溶劑潤洗該基板。

【0014】 在上述之蝕刻基板的方法的另一實施例中，選擇性移除包含將該多晶材料的該改質層暴露於水溶液以將該改質層溶解。

【0015】 在其他實施例中，利用所述之蝕刻基板的方法，其中化學改質及選擇性移除係依序且交替地進行。在某些實施例中，化學改質及選擇性移除的順序步驟係（1）在時間上部分重疊的、或者（2）持續進行的。在某些實施例中，化學改質及選擇性移除的順序步驟在時間上不重疊。

【0016】 在更進一步的實施例中，在進行上述之選擇性蝕刻之前，可進行藉由將該多晶材料暴露於氣相環境來選擇性乾蝕刻該多晶材料。

【0017】 在一實施例中，多晶材料可為過渡金屬或者可為貴重金屬。在一較佳實施例中，該多晶材料為鈦或鈷。

【0018】 在另一實施例中，描述一種蝕刻基板的方法。該方法可包括：接收該基板，該基板具有由一多晶材料所構成之一第一材料、以及由一不同材料所構成之一第二材料，其中該多晶材料的一裸露表面具有以一第一表面粗糙度值為特徵的一表面粗糙度。該方法更包括藉由以下方式將該表面粗糙度降低

到一第二表面粗糙度值：將該基板暴露於第一濕式化學溶液以將該多晶材料化學改質以產生化學改質層，接著將該基板暴露於第二濕式化學溶液以將該化學改質層溶解。在一實施例中，該多晶材料係過渡金屬。在另一實施例中，該多晶材料的化學改質包含使用氧化劑將該多晶材料氧化。在另一實施例中，該方法更包括使用乾式蝕刻製程將該基板上之該多晶材料蝕刻，其中該第一表面粗糙度值係該乾式蝕刻製程的結果。

【0019】 在另一實施例中，揭露一種在基板上進行濕式蝕刻製程的處理系統。該系統包含：一濕式處理腔室，其係用以進行一濕式化學製程；以及一基板座，其係在該濕式處理腔室內，並用以支撐具有一第一材料及一第二材料的基板。該系統更包含：一化學品供應系統，其係配置以供應一第一化學溶液及一第二化學溶液，該第二化學溶液與該第一化學溶液不同。該系統亦包含：一化學品注射歧管，其係與該濕式處理腔室呈流體耦接，並設置以循環地配給該第一化學溶液及該第二化學溶液。該系統更包含：控制器，其係可程式地設置以進行濕式蝕刻製程，藉由控制用於該第一化學溶液及該第二化學溶液之各配給循環的時間區間，以相對於該第二材料而選擇性移除該第一材料，其中該控制器設置以在各配給循環中進行下列步驟：控制該化學品注射歧管，以將該基板暴露於該第一化學溶液而將該第一材料化學改質，以產生一化學改質層，其中控制該化學品注射歧管以產生該化學改質層之步驟包含控制該化學品注射歧管，以將該第一化學溶液配給至該基板的一表面上，其中該第一化學溶液將該基板的該表面化學改質，以產生該化學改質層；以及控制該化學品注射歧管，以選擇性移除該化學改質層，其中控制該化學品注射歧管以移除該化學改質層之步驟包含將該第二化學溶液配給至該化學改質層上。

【0020】 在上述系統之一實施例中，配置該系統，其中該第一化學溶液包括氧化劑。在另一實施例中，該第一化學溶液包括氧飽和化學溶液。在另一實施例中，該第一化學溶液包括氧飽和化學溶液，該氧飽和化學溶液包含溶解於水、醇類、或丙酮中的氧。可更進一步設置該系統，其中該化學品供應系統更配置以供應一錯合劑。在一實施例中，該錯合劑包含檸檬酸鹽。

【0021】 在上述系統之另一實施例中，該化學品供應系統更配置以供應一溶劑潤洗溶液。在一實施例中，該控制器係可程式地設置以在該表面的化學改質之後以及在該選擇性移除之前，控制該化學品注射歧管以提供該溶劑潤洗溶液。

【0022】 在上述系統之另一實施例中，該控制器係可程式地設置以在時間上部分重疊的方式提供該第一化學溶液及該第二化學溶液的該循環配給。在另一實施例中，該控制器係可程式地設置以在時間上沒有重疊的方式提供該第一化學溶液及該第二化學溶液的該循環配給。

【0023】 在上述系統之另一實施例中，該第一化學溶液包含一錯合劑，而該第二化學溶液包含水。

【0024】 在另一實施例中，揭露一種用以蝕刻具有多晶材料之基板的平台。該平台可包括：一乾式蝕刻裝置，其係用以蝕刻該多晶材料；以及一濕式蝕刻裝置，其係設置以相對於該基板上之另一材料而選擇性蝕刻該多晶材料，其中該濕式蝕刻裝置包含一濕式處理腔室、用以在該濕式處理腔室內支撐該基板的一基板座、一化學品供應系統、一化學品注射歧管、以及設置以至少控制該化學品注射歧管以相對於該另一材料而選擇性蝕刻該多晶材料的一控制器，且該濕式蝕刻裝置係配置以在濕式處理腔室內將一第一化學溶液及一第二化學

溶液供應在該基板上，該第二化學溶液與該第一化學溶液不同，其中該第一化學溶液用以將該多晶材料化學改質以產生一化學改質層，且其中該第二化學溶液用以將該化學改質層選擇性移除。該平台更包括一傳送模組，其係用於將該基板在該乾式蝕刻裝置及該濕式蝕刻裝置之間移動。該平台亦包括一隔離轉送模組，其係設置在該傳送模組及該濕式蝕刻裝置之間，以將該傳送模組的傳送模組環境與該濕式蝕刻裝置的濕式蝕刻裝置環境隔開。

【0025】 在上述平台之另一實施例中，該乾式蝕刻工具係設置以先蝕刻該多晶材料至一第一表面粗糙度值，而該濕式蝕刻工具係設置以接著蝕刻該多晶材料至一第二表面粗糙度值，該第二表面粗糙度值小於該第一表面粗糙度值。在另一實施例中，該平台係設置以當將該基板從該乾式蝕刻工具傳送至該濕式蝕刻工具時，將該基板維持在受控制的環境中而不暴露於周遭條件。在另一實施例中，該第一化學溶液包括氧化劑。在另一實施例中，該濕式蝕刻工具更配置以供應一溶劑潤洗溶液。在另一實施例中，該濕式蝕刻工具係設置以在該化學改質之後以及該選擇性移除之前，提供該溶劑潤洗。

【圖式簡單說明】

【0026】 藉由參考結合隨附圖式（其中相同索引號碼代表相同特徵部）的後續描述，能得到對本發明及其優點之更完整的了解。然而，應注意的是，該隨附圖式只說明所揭露概念之示例性實施例，且由於所揭露之概念可容許其他等效實施例而因此不應視為對其範疇的限制。

【0027】 圖 1A-1C 描繪多晶金屬蝕刻的動力學分析。

【0028】圖 2A-2D 描繪範例濕式 ALE 金屬蝕刻的示例性蝕刻循環。

【0029】圖 3 描繪在諸如圖 2A-2D 中所示之蝕刻循環過程中溶劑潤洗的影響。

【0030】圖 4 描繪可在濕式 ALE 金屬蝕刻製程中發生之峰對峰粗糙度減低。

【0031】圖 5 及 6 顯現根據此處所述之技術處理基板的範例方法。

【0032】圖 7A 描繪用於進行此處所述之技術的示例性濕式蝕刻工具。

【0033】圖 7B 描繪包含圖 7A 之濕式蝕刻工具及乾式蝕刻工具的示例性平台。

【實施方式】

【0034】此處揭露在蝕刻過程中改善材料微觀及巨觀均勻性兩者的方法。這些改善可藉由使用濕式 ALE 技術通過薄的自限制層在材料表面上的形成及溶解而加以達成。對於多晶材料的蝕刻，這些自限制反應可用以防止表面在蝕刻過程中變粗糙。因此，如此處所揭露，濕式 ALE 製程使用依次的、自限制的反應以先將材料的表面層改質，然後將受改質之層選擇性移除。在另一實施例中，揭露一種用於達成所揭示之方法的平台。該平台可包括濕式化學品供應系統，其設置以供應濕式 ALE 製程之化學溶液。再者，該平台可包含濕式蝕刻工具及乾式蝕刻工具兩者，其中基板可從該乾式蝕刻工具移動至該濕式蝕刻工具，其具有環境上分隔的腔室。在一實施例中，該基板可在不暴露於周遭大氣的情況下在乾式及濕式蝕刻工具中受處理。

【0035】如此處所述，提供了使用濕式化學方法實行依次的、自限制的反應的方法。使用該方法的濕式 ALE 製程，在蝕刻溶液中的表面反應係自限制的，因此整體蝕刻量可為每循環之蝕刻量的整數倍。基於此理由，該方法亦可稱為「數位蝕刻」。此處所述之技術可用於在基板處理領域中已知的廣泛類型之材料。這樣的材料可包含多晶材料。在一實施例中，多晶材料可為金屬。在某些實施例中，金屬可為過渡金屬。在其他實施例中，金屬為貴重 (noble) 材料。在某些特定實施例中，金屬可由鈦 (Ru) 或鈷 (Co) 構成。

【0036】在一實施例中，所述之濕式蝕刻技術係由將基板表面依序暴露於二或更多蝕刻劑溶液之操作加以組成。第一蝕刻劑以自限制的方式與基板表面反應。第二蝕刻劑將反應產物溶解並裸露出新的表面，此表面在後續循環中可與第一蝕刻劑反應。對比乾式 ALE (乾式 ALE 係仰賴反應產物揮發的乾式製程)，對於反應產物的移除，此濕式 ALE 仰賴反應產物的溶解度。為了要自限制，表面反應產物期望的是一般而言在第一蝕刻劑中為不可溶的。然而，反應產物在第二蝕刻劑中為易溶的，以將材料以數位蝕刻 (digital etch) 的方式移除。

【0037】此外，待移除之基板表面輕易地 (且以自限制的方式) 與第一蝕刻劑的成分反應，但不與第二蝕刻劑反應。基板反應性及產物可溶性的差異可利用相同溶劑中的不同化學添加物或利用用於兩個蝕刻劑之每一者的不同溶劑來達成。

【0038】所述之方法提供原子層控制。可將該方法推廣為將使用濕式化學品蝕刻的任何類型材料。該方法可放大溶劑選擇在鈍化層溶解度的作用。再者，可將錯合劑用作一種控制反應產物溶解度的方法。

【0039】 此處所述之技術相較於其他蝕刻方法而言能夠提供多種優點。此技術提供 ALE 的益處，諸如整體蝕刻量的精確控制、表面粗糙度的控制、以及在晶圓等級之均勻性的改善。此技術亦提供濕式蝕刻的一些優點，諸如蝕刻腔室的簡單性、大氣蝕刻條件、以及可將其達成的速率。

【0040】 濕式 ALE 係藉由將基板表面依序暴露於多種蝕刻之蝕刻劑而達成。各蝕刻劑通常包含可含有一或更多下列物質的溶劑：與基板表面反應的化學品、與在基板表面形成之產物反應的化學品、促使形成於基板表面上之產物溶解的化學品、或是促使基板表面清潔之化學品。可在暴露於順序蝕刻劑的步驟之間以惰性溶液潤洗基板，以防止蝕刻劑的交叉汙染。亦可在蝕刻劑暴露之間將基板暴露於氣相反應物以驅動額外化學反應。

【0041】 在濕式 ALE 製程中的蝕刻劑一般將與基板表面以自限制的方式反應。蝕刻劑可與基板表面反應以在基板表面上形成化學改質層，該蝕刻劑可與受改質之層反應、該蝕刻劑可將受改質之層溶解、或者該蝕刻劑可進行這些處理的某些組合。一般來說，期望的是蝕刻劑係選擇性且自限制的。亦期望的是，基板表面可受蝕刻劑影響而同時下伏之層則維持不變。自限制反應的厚度通常是在原子等級。儘管並不必要但理想是一個單層。

【0042】 暴露於單一蝕刻劑可以廣泛範圍之技術來達成，該等技術包含藉由：將基板浸漬於浴劑中、將基板暴露於氣溶膠噴霧中、或是在旋轉腔室中將蝕刻劑配給到基板上。在各情況下，較佳是蝕刻劑的劑量足以在遍及整個基板表面驅動該反應到其自限制之值。

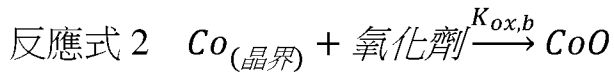
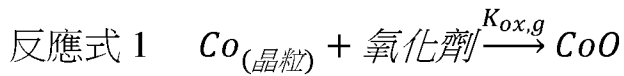
【0043】 此處所述之技術使用的基板可為期望將材料蝕刻的任何基板。舉例而言，在一實施例中，基板可為半導體基板，在該基板上形成有一或更多半導體處理層（其全部一起可構成基板）。在一實施例中，基板可為已經經過多個半導體處理步驟的基板，該等步驟產生各種各樣的結構及層，這些全部在半導體處理領域中皆為已知。在一實施例中，基板可為包含所形成之各種結構及層的半導體晶圓。

【0044】 如上所述，此處所述之技術可用以蝕刻廣泛類型之材料。這樣的材料可包含多晶材料。這樣的材料可包含金屬，包含但不限於：過渡金屬及貴重金屬。在一示例性實施例中，待蝕刻之材料可為多晶鈷材料。如下所提供，此處所述之技術係相關於多晶鈷材料之蝕刻來描述。然而，精於本項技術者將可認知的是，這樣的範例僅為示例性的且可使用其他材料。

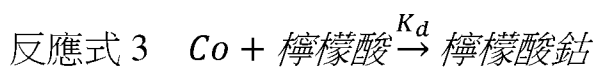
【0045】 許多化學品可蝕刻多晶鈷，但在蝕刻過程中控制表面粗糙度是困難的。在晶界的孔蝕及優先蝕刻係難以防止的。因為零價鈷一般來說是不可溶的，因此必須先將其氧化。如此處所使用，鈷的氧化表示增加鈷的形式電荷。接著氧化的物質能夠溶解進溶液中。一般兩步驟蝕刻製程（氧化然後溶解）的動力學分析顯示三種相關反應速率： $K_{ox,b}$ ，在晶界的氧化速率； $K_{ox,g}$ ，在晶粒表面的氧化速率；以及 K_d ，氧化物溶解速率。這些反應的相關速率決定了蝕刻後的粗糙度。這些反應在圖 1A-1C 中呈現，其描繪了多晶金屬蝕刻的動力學分析。如圖 1A-1C 中所示，例如鈷 105 的（待蝕刻的）多晶金屬係由介電質 110 所圍繞，且氧化金屬區 115A、115B、及 120 係形成於鈷 105 的頂部。如圖 1A 所示，氧化金

屬區 115A 係形成於鈷 105 的晶界 125。氧化金屬區 115B 係形成於晶粒表面上。

反應式 1 及 2 分別顯示在晶界及晶粒表面處之氧化的氧化反應式：



反應式 3 顯示當在反應中使用檸檬酸時氧化鈷的範例溶解反應。



若是 $K_{\text{ox},b}$ （在晶界的氧化速率）大於 $K_{\text{ox},g}$ （在晶粒表面的氧化速率），則優先氧化可在晶界發生。若是氧化反應速率（ K_{ox} ）遠大於溶解反應速率（ K_d ），則表面粗糙度增加可能不會發生，就像如圖 1B 中所示的那樣（圖 1B 描繪在基板表面上具有為氧化鈷之氧化金屬區 120 的結構）。若是氧化反應速率（ K_{ox} ）小於等於溶解反應速率（ K_d ），則表面粗糙度可增加，例如圖 1C 中所示。在上述之反應式中，自然氧化層以氧化鈷呈現。然而，所形成之自然氧化物可包括氧化鈷、氫氧化鈷、羥基氧化鈷、或這些物質的某些組合。

【0046】 具體來說，若是氧化比溶解更快，則呈現於蝕刻溶液的表面將為氧化金屬。氧化層將在厚度上持續成長除非它是自限制的。若它是自限制的，則隨著金屬受蝕刻，有限厚度的氧化層將向下擴展通過鈷。在此情況下，因為在晶界以及在晶粒表面的氧化速率並不重要—溶解才是速率決定步驟，因此將產生平滑蝕刻。然而，若是溶解比氧化更快，因為氧化的鈷一旦形成就會溶解進溶液

中則金屬化表面將與蝕刻溶液接觸。這是蝕刻速率由氧化動力學所控制的情況，因此在晶界較快的氧化速率導致了在晶界的較快蝕刻、孔蝕、及表面粗糙度增加。

【0047】 如下所述，接下來是將蝕刻製程之氧化及溶解步驟在時間上分隔的方法。各反應係在其本身的蝕刻溶液中進行。氧化步驟係自限制的，而溶解步驟係選擇性的，只移除氧化之金屬。若是這些條件大致符合，總蝕刻量將為自限制氧化物厚度的整數倍。這樣的製程將提供濕式 ALE 製程，其隨著蝕刻進程而造成下降之表面粗糙度。

【0048】 為了提供遠比溶解速率更快的氧化速率，氧化步驟可用氧化產物不可溶於其中的溶劑來進行。這允許了在沒有任何材料損失於溶解作用的情況下形成自限制氧化之層。接著可將氧化之表面暴露於一蝕刻劑，其將會溶解氧化之層而不進一步將表面氧化。錯合劑可用以促進氧化之金屬物質的溶解度。若是這些錯合劑存在於氧化之蝕刻劑中，則形成自限制金屬錯合物。若用於溶解的蝕刻劑可溶解該錯合物但無法溶解氧化之金屬，則該蝕刻劑亦可為氧化劑，因為溶解仍是自限制的。亦存在以多個蝕刻劑進行錯合及溶解的可能性。舉例而言，蝕刻劑 1 在表面上形成錯合物 1。蝕刻劑 2 溶解錯合物 1 並在表面上形成錯合物 2。蝕刻劑 1 接著溶解錯合物 2 並藉由再次形成錯合物 1 而繼續此循環。這樣的技術可有利地增加每循環的蝕刻速率。

【0049】 對於蝕刻鈷，在一實施例中，氧係用作為氧化劑且錯合劑包含檸檬酸鹽。在一實施例中，氧化劑包含：含氧氣相環境或氧飽和化學溶液。示例性氧飽和化學溶液包含但不限於：溶於水、醇類或丙酮中的氧。在一實施例中，檸檬酸係用作為錯合劑。檸檬酸與氧化鈷反應以形成在水溶液中可溶解的物質。在

檸檬酸及氧化鈷之間的反應亦為自限制的。產物的單一單層係在氧化鈷表面暴露於檸檬酸時所形成。檸檬酸將不與金屬化鈷反應。暴露於空氣或溶解於溶液中之氧係在鈷上形成自限制的自然氧化層。自然氧化層可包括：氧化鈷、氫氧化鈷、羥基氧化鈷、或這些物質的某些組合。這達成了濕式 ALE 的氧化部分。諸如丙酮或異丙醇的非水溶劑可用於錯合步驟。檸檬酸鈷在這些溶劑中係不可溶的，因此將檸檬酸鈷的單層形成作為自限制鈍化層。檸檬酸的非水溶液可用作為蝕刻浴或是在旋轉腔室中被配給在基板表面上。在此步驟過程中，將自限制檸檬酸鈷層形成。此反應係快速且為自限制的。若是溶液含有溶解之氧及檸檬酸兩者，則氧化及錯合步驟可在相同溶液中達成。由於這兩個反應皆為自限制的且在溶液中之檸檬酸及分子氧之間沒有反應，因此蝕刻劑可皆含有這些成分。

【0050】 在錯合步驟之後，可進行溶劑潤洗以移除過多檸檬酸溶液而不干擾自限制之鈷錯合物。此潤洗可在溶劑浴中達成，或是可藉由在旋轉腔室中將溶劑配給在基板上加以達成。用於錯合步驟的溶劑可用於潤洗步驟，且可使用錯合劑可溶但金屬錯合物不可溶的任何溶劑。此潤洗步驟防止氧化／錯合溶液及溶解溶液的混合。這些溶液的混合物可自發地蝕刻鈷。放棄潤洗步驟可能允許鈷的自發性蝕刻並阻礙許多數位蝕刻的益處。

【0051】 在錯合及溶劑潤洗之後，使用水溶液以將檸檬酸鈷層移除。可將基板浸沒於水浴中，抑或是可在旋轉腔室中將水配給到基板表面上。檸檬酸鈷在水溶液中係易溶的，然而氧化鈷及金屬化鈷並非如此。此製程係顯示於圖 2A-2D 之四個步驟中，該等圖顯示了一個蝕刻循環。

【0052】 如圖 2A 中所示，蝕刻循環的第一步驟涉及將鈷 215 的表面氧化。如圖 2A 中所示，鈷 215 係嵌於介電質 220 中。鈷 215 之表面的氧化可藉由將鈷 215 之表面暴露於大氣、氧環境，或水、醇類、丙酮、或其他溶液的氧飽和溶液中來達成。如圖 2A 中所示，將鈷 215 暴露於在丙酮／異丙醇 225 中之氧 205。因此，如圖 2B 中所示地，自限制鈷氧化層 235 形成於鈷 215 上方。接著，將該表面暴露於以如圖 2B 中之檸檬酸鹽 210 所指示的非水檸檬酸溶液，該非水檸檬酸溶液係將檸檬酸溶解於丙酮或異丙醇而得。自限制鈷-檸檬酸錯合物 245 層係形成於氧化鈷層 235 的暴露，如圖 2C 中所示，其中氧化鈷層 235 的一部分已被消耗。最終，經過錯合的一或更多循環，氧化鈷層 235 將被消耗。接著，自限制鈷-檸檬酸錯合物 245 層係以水潤洗步驟的水 230 加以移除，如在圖 2D 中所顯示，鈷-檸檬酸錯合物 245 移除進溶液中。將注意的是，氧化物消耗／鈷-檸檬酸錯合物形成的自限制率和鈷-檸檬酸錯合物之移除的自限制率不需要相同。在圖 2C 及 2D 之步驟之間可能需要溶劑潤洗以防止若是兩種蝕刻溶液混合而發生的自發性蝕刻。再者，可藉由將在那些步驟中所使用的溶液充氧而將各種步驟結合，然而一般來說在圖 2D 及圖 2B 的步驟之間必須將表面潤洗以防當這些溶液混合時發生的自發性蝕刻。

【0053】 將可認知的是，上述之特定氧化、錯合及溶解溶液僅為示例性的。因此，由於可能適用於特定受蝕刻之材料且此處所述之概念並不限於所描述之特定氧化、錯合及溶解溶液，故可使用廣泛範圍之溶液。舉例而言，可使用諸如氧、臭氧、水、一氧化二氮、或過氧化氫的氧化劑；諸如檸檬酸鹽、醋酸鹽、含羧酸鹽之物質、或含胺之物質的錯合劑；以及諸如乙腈的溶解溶液。

【0054】 在有溶劑潤洗以及沒有溶劑潤洗的情況下之鈷的蝕刻行為顯示於圖 3 中，其將厚度對蝕刻循環數量的圖繪出。具體來說，圖 3 描繪在製程的多個循環中每個循環的蝕刻量。在有溶劑潤洗的情況下，如圖點 310 所示，每個蝕刻循環將約 0.28 奈米的鈷移除。此蝕刻量接近鈷的單一單層。在沒有潤洗步驟的情況下，如圖點 305 所示，每個蝕刻循環將大於兩倍的材料—0.6 奈米的鈷移除，指示了由於蝕刻溶液的混合，自發性蝕刻發生了。

【0055】 自限制氧化物厚度可基於所使用之溶劑及氧化劑而改變。金屬錯合物層的自限制厚度可藉由使用不同錯合劑加以改變。對於分子氧及檸檬酸而言，每蝕刻循環將約 0.28 奈米的鈷移除。較強的氧化劑並不增加每個蝕刻循環所移除的鈷的量，這表示檸檬酸鈷層的厚度決定了每個循環的蝕刻速率。

【0056】 有多種方式來建構順序蝕刻劑暴露以達成相同的蝕刻化學反應。含有溶解之氧或某些其他氧化劑以及檸檬酸的蝕刻劑可用以形成自限制檸檬酸鈷層。替代地，可使用依序暴露於溶液的或氣相的氧化蝕刻劑，接著暴露於含檸檬酸之蝕刻劑的方法。在這兩者情況下，檸檬酸鈷層係由後續水潤洗加以移除。第三種技術係將氧化劑包含於水潤洗中。該潤洗步驟將自限制檸檬酸鈷層移除並且形成自限制氧化鈷層。接著暴露於非水檸檬酸溶液使自限制檸檬酸鈷層再次形成以用於下一個蝕刻循環。

【0057】 所揭露之化學蝕刻反應的使用在蝕刻過程中降低了鈷膜的表面粗糙度。在一實施例中，如所收到的，鈷膜的均方根 (RMS) 粗糙度係~1.5 奈米的 RMS 粗糙度。這在已將 10 奈米的鈷蝕刻之後降低至~0.6 奈米。維持此層級的粗糙度以進行額外蝕刻。在已將 30 奈米的鈷移除之後，RMS 粗糙度維持在

~0.6 奈米。如圖 4 中所示，亦將峰對峰粗糙度降低，圖 4 將輪廓高度對基板位置的圖繪出。更具體來說，圖 4 描繪在不同量之濕式 ALE 之後，鈷膜的峰對峰粗糙度。未蝕刻之基準的初始粗糙度顯示為圖點 405。在僅將 10 奈米之鈷移除之後，如圖點 415 所示地，將此 >5 奈米的初始粗糙度降低為~1.5 奈米。將此改善維持以用於額外蝕刻，如圖點 410 所示，其描繪了 30 奈米的鈷蝕刻。

【0058】 鈷濕式 ALE 可在旋轉腔室中執行，其中在蝕刻溶液配給在基板表面上的同時將基板旋轉。基板的動作將蝕刻劑平均分配在整個基板表面上。各蝕刻劑的配給時間必須夠長，使得在整個基板表面上達到自限制反應厚度。受配給的化學品可在蝕刻成分之間切換以完成數位蝕刻。可在錯合及溶解溶液之間配給潤洗溶液，以防止在溶液之間的過渡時溶液的暫態混合過程中鈷的自發性蝕刻。可將由氧化／錯合接著溶解錯合物所界定的單一蝕刻循環重複直到將合適量的材料移除。

【0059】 將可認知的是，旋轉腔室的使用僅為一實施例，且可使用廣泛範圍之不同處理工具以執行此處所述之技術。例如，作為替代，可將基板浸漬於含有蝕刻劑之化學浴中。可將基板在有中介潤洗浴的情況下依序浸沒在各蝕刻劑浴中以防化學品的交叉汙染。可將此製程重複直到將合適量的材料移除。在另一實施例中，製程可利用各反應物的氣溶膠噴霧、霧或是煙霧。再者，將可認知的是，即使在製程的一個循環內，可使用用以施加反應物的各種所述之工具的組合。

【0060】 因此，如此處所述，提供用於蝕刻層的技術，其中利用自限制製程以提供平滑層。一種這樣之技術的應用可為蝕刻金屬表面以進行用於完全自對準之介層窗的凹槽蝕刻。在這樣的應用中，必須將在介電質材料中的金屬填充

溝槽選擇性地蝕刻而不增加金屬的表面粗糙度。將可認知的是，這樣的應用僅為示例性的且此處所述之技術可用於許多其他應用。

【0061】 在一實施例中，此處所述之濕式蝕刻技術亦可與諸如電漿蝕刻的乾式蝕刻技術結合。舉例而言，在一實施例中，在進行選擇性濕式蝕刻之前，可先藉由將多晶材料暴露於氣相環境中來達成多晶材料選擇性乾式蝕刻。接著可進行此處所述之濕式蝕刻技術。以這樣的方式，可達成乾式及濕式處理的結合，其中濕式處理提供此處所述之濕式 ALE 的好處。因此，舉例而言，可利用濕式蝕刻以降低在乾式蝕刻製程之後存在的表面粗糙度。

【0062】 圖 5-6 描繪此處所述之處理技術的使用的示例性方法。將可認知的是，圖 5-6 的實施例僅為示例性的且額外方法可利用此處所述之技術。再者，由於所述之步驟並不意圖為排他性的，因此可將額外處理步驟添加至圖 5-6 中所示的方法。此外，由於可能發生不同順序及／或各種步驟可結合執行或同時執行，因此步驟的順序並不限於圖中所示的順序。

【0063】 圖 5 描繪蝕刻基板的方法。該方法包括步驟 505：接收基板，該基板具有裸露之第一材料，該第一材料包括多晶材料。接著該方法包含步驟 510：選擇性蝕刻該多晶材料，該選擇性蝕刻包含：藉由將表面暴露於化學溶液來將多晶材料表面化學改質，以提供改質表面層；以及藉由將該改質表面層暴露於液相化學溶液來將多晶材料的改質表面層選擇性移除。

【0064】 圖 6 描繪用於蝕刻基板的方法。該方法包括步驟 605：接收具有由多晶材料所構成之第一材料、以及由不同材料所構成之第二材料的基板，其中

多晶材料的裸露表面具有以第一表面粗糙度值為特徵的表面粗糙度。該方法接著包含步驟 610：藉由以下方式將表面粗糙度降低到第二粗糙度值：將基板暴露於第一濕式化學溶液以將多晶材料化學改質來產生化學改質層；接著將基板暴露於第二濕式蝕刻溶液以將化學改質層溶解。

【0065】更值得注意的是，此處所述之技術可與廣泛範圍之處理系統、儀器、及平台一同使用。舉例而言，該技術可用於如圖 7A 中所示之濕式蝕刻處理系統中，且該濕式蝕刻處理系統可與乾式蝕刻處理系統結合使用，如圖 7B 中之處理平台實施例所示。亦可實施其他變化。

【0066】圖 7A 係濕式蝕刻處理系統 700 之一範例實施例的框圖，濕式蝕刻處理系統 700 可相對於所揭露之技術而加以使用，以將基板 706 之表面上的材料蝕刻（諸如此處所述之濕式 ALE 技術）。濕式蝕刻處理系統 700 包含濕式處理腔室 710。濕式處理腔室 710 可為壓力控制腔室。基板 706（在一範例中為半導體晶圓）固持在諸如靜電夾頭的基板座 708 上。基板座 708 亦可設置以在控制之速率轉動。

【0067】將化學品供應系統 702（諸如濕式化學品供應系統）及濕式蝕刻溶液（例如如此處所述之濕式 ALE 蝕刻）之化學品注射歧管與濕式處理腔室 710 一同使用。化學品供應系統 702 可包含儲液槽以容納各種液體蝕刻溶液及／或與化學供應管線輸入加以連接。化學品注射歧管 704 可與該濕式處理腔室 710 呈流體耦接。在運作過程中，化學品注射歧管可將所欲之化學品例如經由具有位在濕式處理腔室 710 中之分配噴嘴的液體輸送管而選擇性供應至該濕式處理腔室 710。因此，化學品供應系統 702 及化學品注射歧管 704 可用以將液體蝕刻溶液

配給到基板 706 之表面上。如上所述，所執行之濕式蝕刻可為諸如上述的濕式 ALE 蝕刻。舉例而言，化學品供應系統 702 及化學品注射歧管 704 可用以注射濕式化學品，這可提供上述用於濕式 ALE 製程的第一蝕刻劑及第二蝕刻劑。此外，化學品供應系統 702 及化學品注射歧管 704 可用以將其他液體提供至濕式處理腔室 710，例如上述的潤洗液體及／或其他溶劑。

【0068】 濕式蝕刻處理系統 700 的元件可耦接至控制器 712 並受其控制，控制器 712 進而可耦接至對應之記憶儲存單元及使用者介面（未顯示）。可經由使用者介面執行各種處理操作，且各種處理配方及操作可儲存於儲存單元。因此，給定之基板 706 可在濕式處理腔室 710 內以各種技術處理。將可認知的是，控制器 712 可耦接至濕式蝕刻處理系統 700 的各種元件以從該等元件接收輸入以及提供輸出至該等元件。

【0069】 控制器 712 可以各種各樣的方式實施。舉例而言，控制器 712 可為電腦。在另一範例中，控制器可包含編程以提供此處所述之功能性的一或更多可程式積體電路。舉例而言，一或更多處理器（例如微處理器、微控制器、中央處理單元等等）、可程式邏輯裝置（例如複合可程式邏輯裝置（CPLD）、現場可程式閘陣列（FPGA）等等）、及／或其他可程式積體電路可以用軟體或其他程式指令加以編程來實施規定之電漿處理配方的功能性。更值得注意的是，軟體或其他程式指令可儲存於一或更多非暫時電腦可讀之媒體中（例如記憶儲存裝置、快閃記憶體、動態隨機存取記憶體（DRAM）、可再程式化儲存裝置、硬碟、軟碟、DVD、CD-ROM 等等）且當軟體及其他程式指令由可程式積體電路所執行時，軟體及其他程式指令使可程式積體電路進行此處所述之處理、功能、及／或能力。亦可實施其他變化。

【0070】圖 7B 係平台 750 之範例實施例的框圖，其包含濕式蝕刻處理系統 700（諸如在圖 7A 中所述的）以及乾式蝕刻處理系統 752。如此處所述，濕式蝕刻處理系統 700 可將各種液體蝕刻溶液配給到材料上以進行濕式 ALE 製程，一如上方所述。乾式蝕刻處理系統 752 可實行任何所欲之乾式蝕刻製程，其自待處理之基板蝕刻或移除材料。舉例而言，如上所述，可藉由先將多晶材料暴露於乾式蝕刻的氣相環境來達成該多晶材料的選擇性乾式蝕刻。在運作過程中，乾式蝕刻處理系統 752 使用乾式蝕刻化學反應來蝕刻基板上的材料。

【0071】值得注意的是，乾式蝕刻處理系統 752 可實施廣泛範圍之乾式蝕刻製程的任何者，例如電漿蝕刻製程、反應離子蝕刻（RIE）製程、化學氣相蝕刻（CVE）製程、原子層蝕刻（ALE）乾式製程、及／或其他乾式蝕刻製程。再者，乾式蝕刻製程可在濕式蝕刻製程之前或之後進行。舉例而言，乾式蝕刻製程可在乾式蝕刻處理系統 752 之乾式處理腔室中進行，以將材料從基板移除，從而造成第一表面粗糙度。接著將基板傳送（經由傳送模組 754）至濕式蝕刻處理系統 700 之濕式蝕刻處理腔室，以進行濕式蝕刻處理，從而造成第二表面粗糙度，其中第二表面粗糙度比該第一表面粗糙度更低。更值得注意的是，可進行多次乾式蝕刻處理及多次濕式蝕刻處理，其中該基板根據需要而使用傳送模組 754 加以傳送。亦可實施其他變化。

【0072】為了促進在乾式蝕刻處理系統 752 及濕式蝕刻處理系統 700 內之基板的處理，傳送模組 754 及隔離轉送模組 756 亦可耦接在兩個系統 700／752 之間。傳送模組 754 係用於將基板如箭頭 758 所指示地在乾式蝕刻處理系統 752 及濕式蝕刻處理系統 700 之間移動。隔離轉送模組 756 係配置在傳送模組 754 及濕式蝕刻處理系統 700 之間以將傳送模組 754 的周遭環境與濕式蝕刻處理系統

700 的周遭環境隔開。接著可在不將基板暴露於存在於處理系統 700/752 外部之潛在汙染的情況下，將基板在乾式蝕刻處理系統 752 及濕式蝕刻處理系統 700 之間移動。此移動亦可受諸如相關於圖 7A 所描述之控制器 712 的控制器控制。

【0073】 可用於乾式蝕刻處理系統 752、濕式蝕刻處理系統 700、傳送模組 754、及隔離轉送模組 756 的平台的更進一步範例實施例在以下文獻中說明：於 2019 年 1 月 18 日提交之美國臨時申請案第 62/794,315 號，發明名稱為「Platform and Method for Operating for Integrated End-to-End Gate Contact Process」；於 2019 年 1 月 2 日提交之美國臨時申請案第 62/787,607 號，發明名稱為「Self-Aware and Correcting Heterogeneous Platform incorporating Integrated Semiconductor Processing Modules and Method for using same」；於 2019 年 1 月 2 日提交之美國臨時申請案第 62/787,608 號，發明名稱為「Self-Aware and Correcting Heterogeneous Platform incorporating Integrated Semiconductor Processing Modules and Method for using same」；於 2019 年 1 月 4 日提交之美國臨時申請案第 62/788,195 號，發明名稱為「Substrate Processing Tool with Integrated Metrology and Method of using」；以及於 2019 年 3 月 18 日提交之美國專利申請案第 16/356,451 號，發明名稱為「Platform and Method of Operating for Integrated End-to-End Gate Contact Process」，其揭示內容全部通過引用於此納入。

【0074】 本發明的進一步調整及替代實施例將對參閱本說明之精於本項技術者而言顯而易見。因此，此說明應被視為僅為說明性的且係為了教示精於本項技術者執行本發明的方法的目的。應理解的是，此處所述及所示之發明的方法及形式應視為目前較佳實施例。等效技術可取代此處所描述及說明的那些，且本

發明的特定特徵可獨立於其他特徵之使用而加以運用，在得到本發明之說明的益處之後這些全部都將對精於本項技術者而言顯而易見。

【符號說明】

【0075】

105:鈷

110:介電質

115A:氧化金屬區

115B:氧化金屬區

120:氧化金屬區

125:晶界

205:氧

210:檸檬酸鹽

215:鈷

220:介電質

225:丙酮／異丙醇

230:水

235:氧化鈷層

245:鈷-檸檬酸錯合物

305:圖點

310:圖點

405:圖點

410:圖點

415:圖點

700:濕式蝕刻處理系統

702:化學品供應系統

704:化學品注射歧管

706:基板

708:基板座

710:濕式處理腔室

712:控制器

750:平台

752:乾式蝕刻處理系統

754:傳送模組

756:隔離轉送模組

758:箭頭

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種在基板上進行濕式蝕刻製程的處理系統，包含：

一濕式處理腔室，用以進行一濕式化學製程；

一基板座，在該濕式處理腔室內，並用以支撐具有一第一材料及一第二材料的一基板；

一化學品供應系統，設置以供應一第一化學溶液及一第二化學溶液，該第二化學溶液與該第一化學溶液不同；

一化學品注射歧管，與該濕式處理腔室流體地耦接，並設置以循環地配給該第一化學溶液及該第二化學溶液；以及

一控制器，可程式地設置以進行濕式蝕刻製程，藉由控制用於該第一化學溶液及該第二化學溶液之各配給循環的一時間區間，以相對於該第二材料而選擇性移除該第一材料，其中該控制器設置以在各配給循環中進行下列步驟：

控制該化學品注射歧管，以將該基板暴露於該第一化學溶液而將該第一材料化學改質，以產生一化學改質層，其中控制該化學品注射歧管以產生該化學改質層之步驟包含控制該化學品注射歧管，以將該第一化學溶液配給至該基板的一表面上，其中該第一化學溶液將該基板的該表面化學改質，以產生該化學改質層；以及

控制該化學品注射歧管，以選擇性移除該化學改質層，其中控制該化學品注射歧管以移除該化學改質層之步驟包含將該第二化學溶液配給至該化學改質層上，其中，

該第一化學溶液包括氧化劑，

該第一化學溶液包括氧飽和化學溶液，

該第一化學溶液包括氧飽和化學溶液，該氧飽和化學溶液包含溶解於水、醇類、或丙酮中的氧，且

該化學品供應系統更設置以供應一錯合劑。

【請求項2】 如請求項1之在基板上進行濕式蝕刻製程的處理系統，其中該錯合劑包含檸檬酸鹽。

【請求項3】 如請求項1之在基板上進行濕式蝕刻製程的處理系統，其中該化學品供應系統更配置以供應一溶劑潤洗溶液。

【請求項4】 如請求項3之在基板上進行濕式蝕刻製程的處理系統，其中該控制器係可程式地設置以在該表面的化學改質之後以及在該化學改質層的選擇性移除之前，控制該化學品注射歧管以提供該溶劑潤洗溶液。

【請求項5】 如請求項1之在基板上進行濕式蝕刻製程的處理系統，其中該控制器係可程式地設置以在時間上部分重疊的方式提供該第一化學溶液及該第二化學溶液的循環配給。

【請求項6】 如請求項1之在基板上進行濕式蝕刻製程的處理系統，其中該控制器係可程式地設置以在時間上沒有重疊的方式提供該第一化學溶液及該第二化學溶液的循環配給。

【請求項7】如請求項1之在基板上進行濕式蝕刻製程的處理系統，其中該第二化學溶液包含水。

【請求項8】如請求項1之在基板上進行濕式蝕刻製程的處理系統，其中控制該化學品注射歧管以產生該化學改質層之步驟更包含控制該化學品注射歧管，以將該錯合劑配給至該基板的該表面上。

【請求項9】如請求項8之在基板上進行濕式蝕刻製程的處理系統，其中該第一化學溶液包含該錯合劑。

【請求項10】一種用以蝕刻具有多晶材料之基板的平台，包含：

一乾式蝕刻裝置，設置以蝕刻該多晶材料；

一濕式蝕刻裝置，設置以相對於該基板上之另一材料而選擇性蝕刻該多晶材料，

其中該濕式蝕刻裝置包含一濕式處理腔室、用以在該濕式處理腔室內支撐該基板的一基板座、一化學品供應系統、一化學品注射歧管、以及設置以至少控制該化學品注射歧管以相對於該另一材料而選擇性蝕刻該多晶材料的一控制器；

其中該濕式蝕刻裝置係設置以在該濕式處理腔室內將一第一化學溶液及一第二化學溶液供應至該基板上，該第二化學溶液與該第一化學溶液不同；

其中該第一化學溶液用以將該多晶材料化學改質，以產生一化學改質層；且

其中該第二化學溶液用以將該化學改質層選擇性移除；

一傳送模組，用於將該基板在該乾式蝕刻裝置及該濕式蝕刻裝置之間移動；以及

一隔離轉送模組，設置在該傳送模組及該濕式蝕刻裝置之間，以將該傳送模組的傳送模組環境與該濕式蝕刻裝置的濕式蝕刻裝置環境隔開。

【請求項11】 如請求項10之用以蝕刻具有多晶材料之基板的平台，其中該多晶材料係過渡金屬。

【請求項12】 如請求項10之用以蝕刻具有多晶材料之基板的平台，其中該乾式蝕刻裝置係設置以先蝕刻該多晶材料至一第一表面粗糙度值，而該濕式蝕刻裝置係設置以接著蝕刻該多晶材料至一第二表面粗糙度值，該第二表面粗糙度值小於該第一表面粗糙度值。

【請求項13】 如請求項12之用以蝕刻具有多晶材料之基板的平台，其中該平台係設置以當將該基板從該乾式蝕刻裝置傳送至該濕式蝕刻裝置時，將該基板維持在受控制的環境中而不暴露於周遭條件。

【請求項14】 如請求項13之用以蝕刻具有多晶材料之基板的平台，其中該第一化學溶液包括氧化劑。

【請求項15】 如請求項14之用以蝕刻具有多晶材料之基板之平台，其中該濕式蝕刻裝置更配置以供應一溶劑潤洗溶液。

【請求項16】 如請求項15之用以蝕刻具有多晶材料之基板之平台，其中該濕式蝕刻裝置係設置以在該表面的化學改質之後以及在該化學改質層的選擇性移除之前，提供該溶劑潤洗溶液。

【請求項17】 如請求項10之用以蝕刻具有多晶材料之基板之平台，其中該平台係設置以當將該基板從該乾式蝕刻裝置傳送至該濕式蝕刻裝置時，將該基板維持在受控制的環境中而不暴露於周遭條件。

【請求項18】 如請求項10之用以蝕刻具有多晶材料之基板之平台，其中該第一化學溶液包括氧化劑。

【發明圖式】

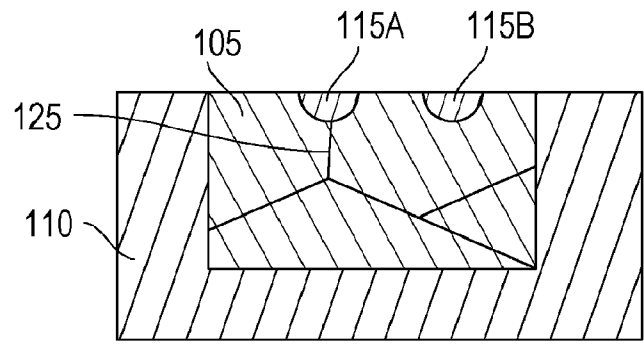


圖 1A

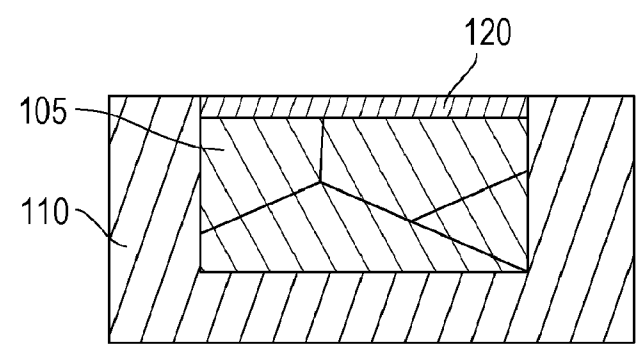


圖 1B

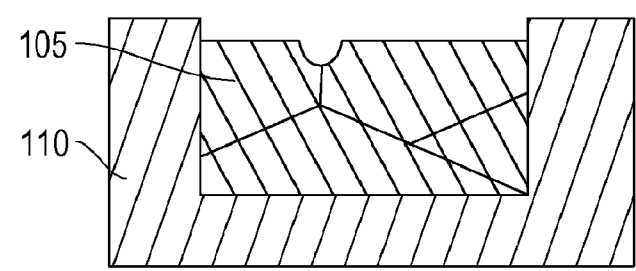


圖 1C

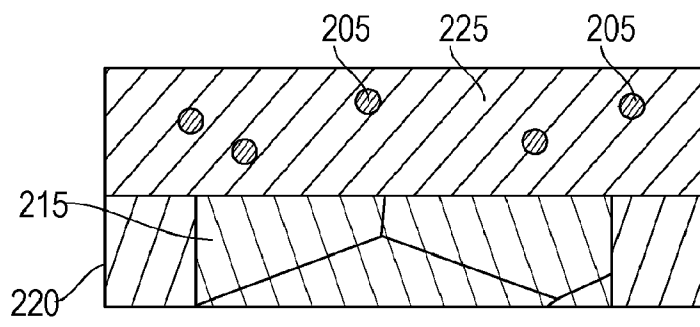


圖 2A



圖 2B

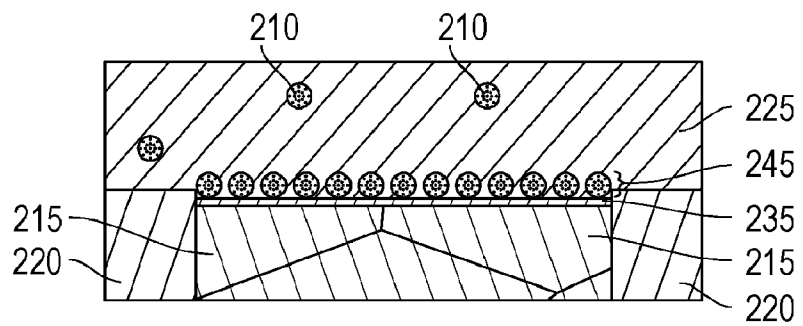


圖 2C

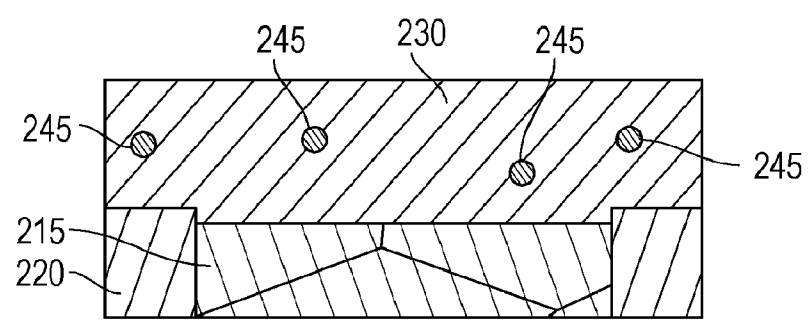


圖 2D

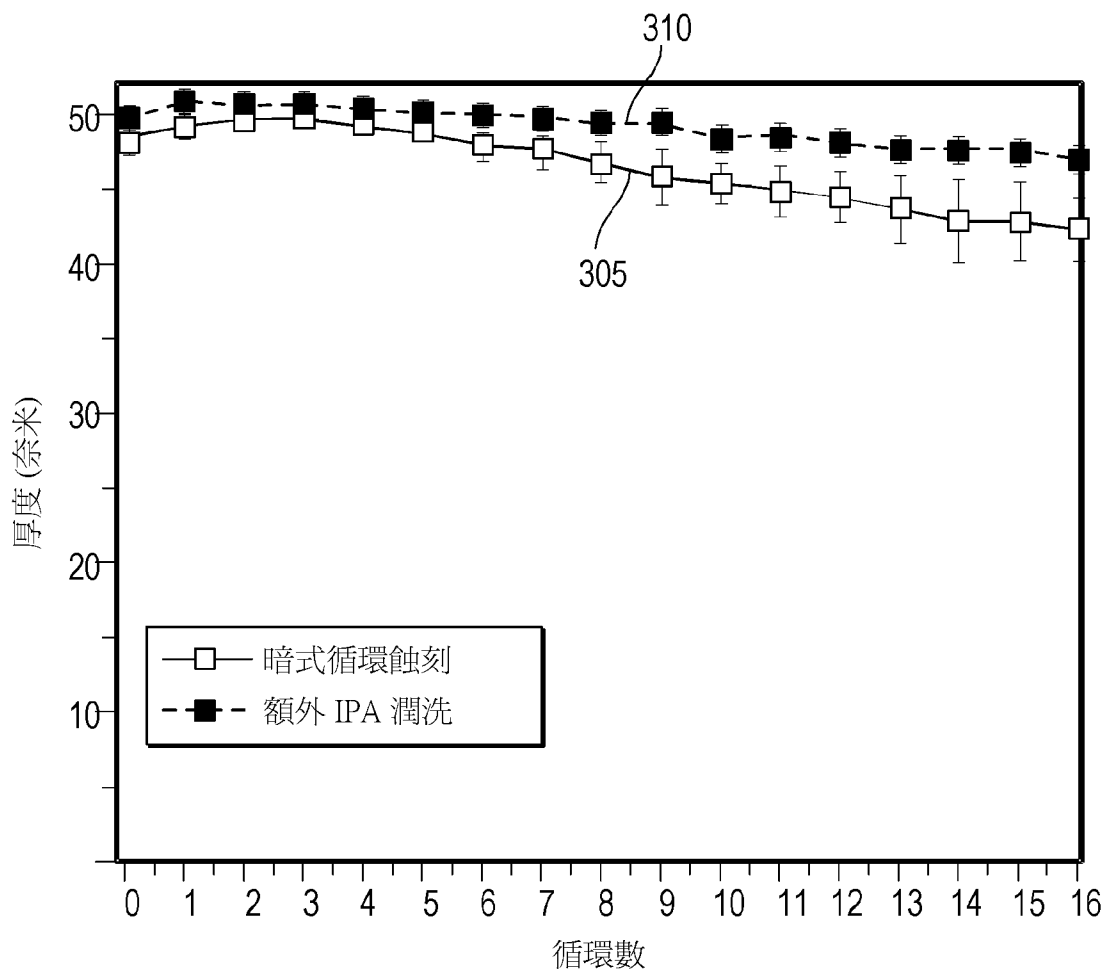


圖 3

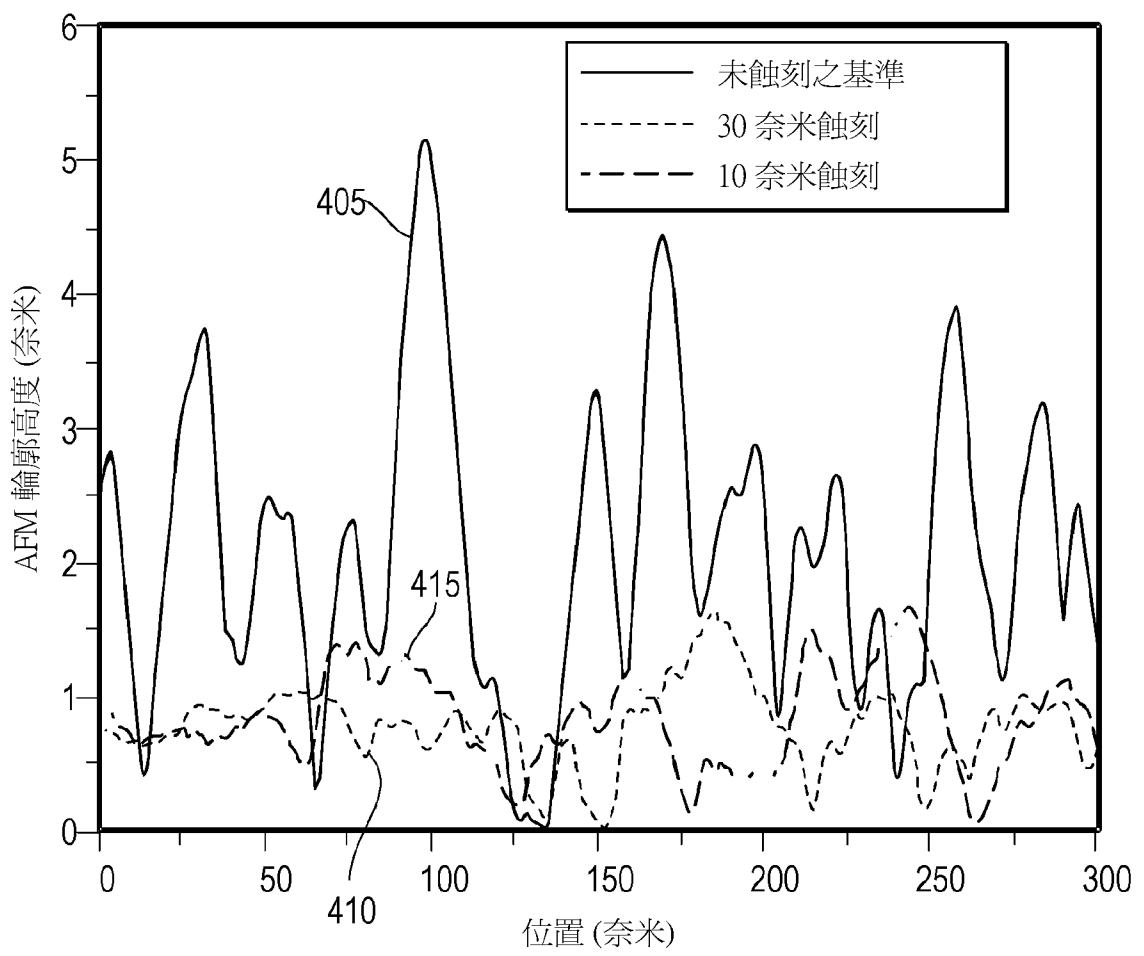


圖 4

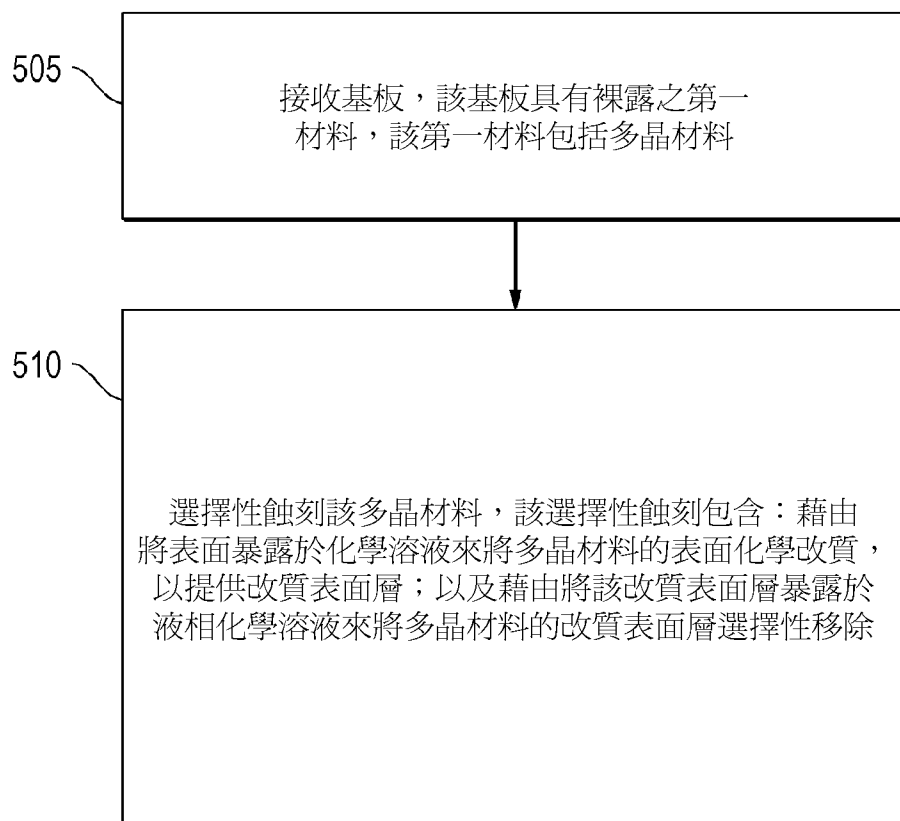


圖 5

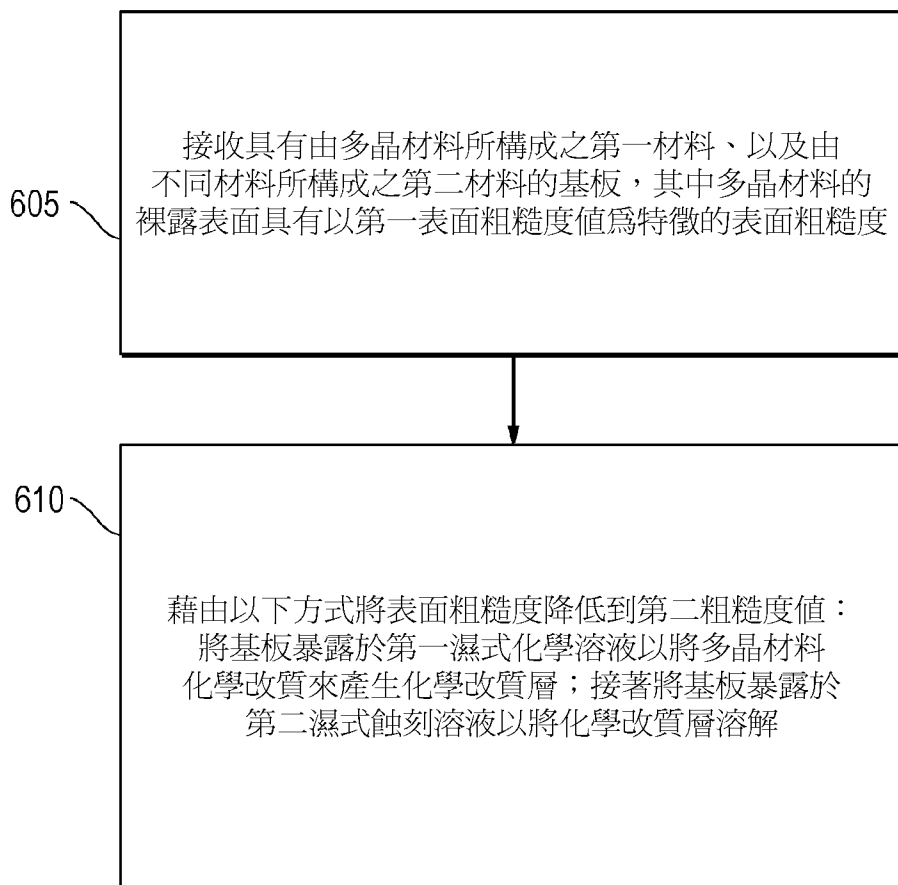


圖 6

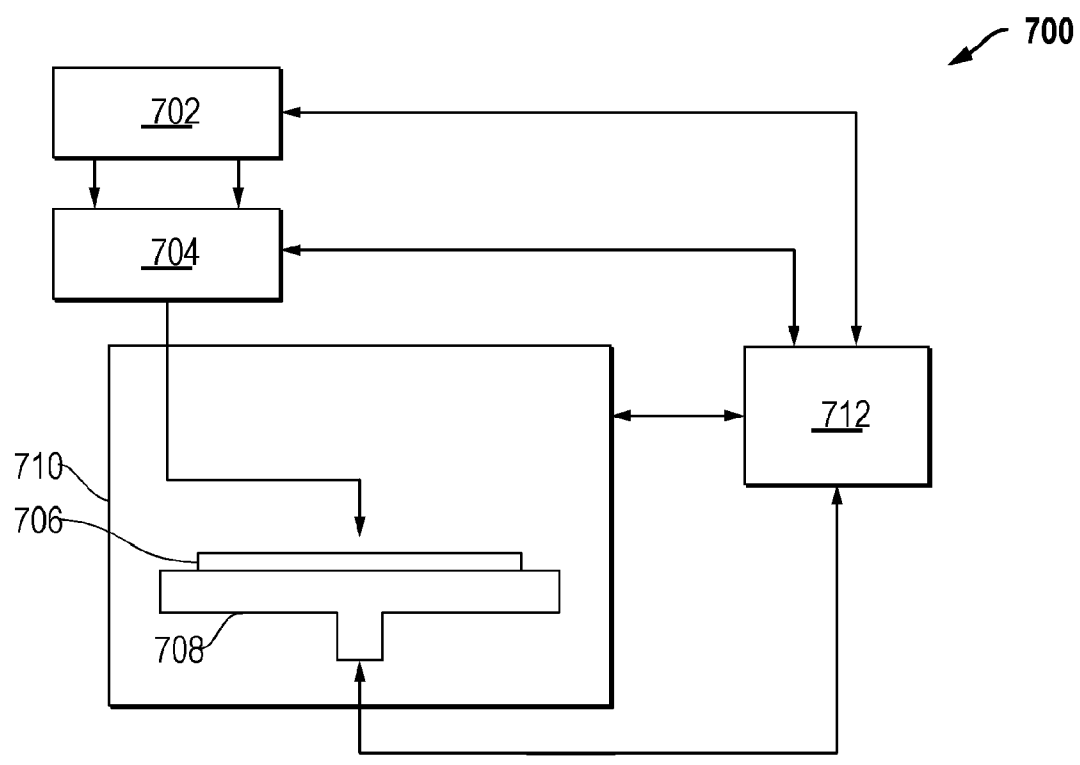


圖 7A

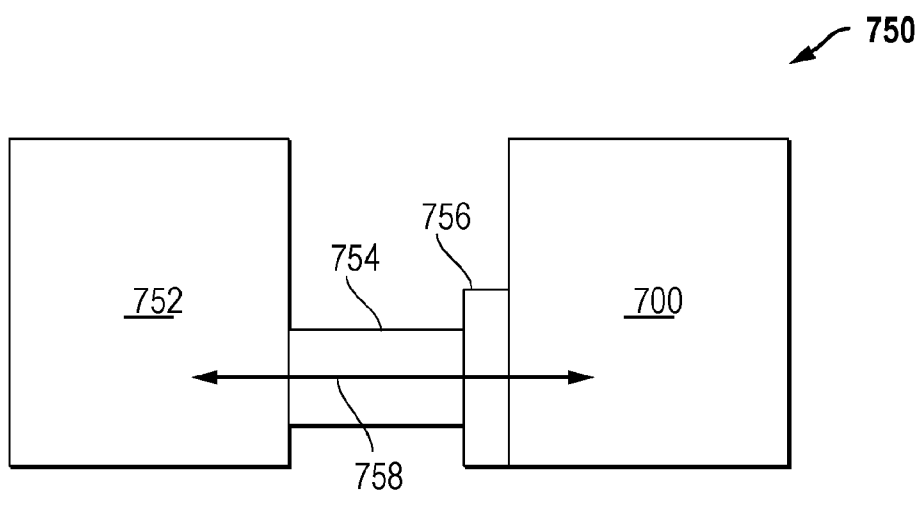


圖 7B