



(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 I845699 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 06 月 21 日

(21)申請案號：109119139

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 06 月 08 日

(51)Int. Cl. : H01L21/321 (2006.01)

H01L21/3205(2006.01)

(30)優先權：2019/06/12 美國

62/860,359

(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：伯恩斯 萊恩 BURNS, RYAN (US)；桑末薇拉 馬克 SOMERVELL, MARK
(US)；萊姆利 科里 LEMLEY, COREY (US)

(74)代理人：周良謀；周良吉

(56)參考文獻：

US 2004/0183220A1

US 2006/0115983A1

WO 2018/182637A1

審查人員：李維恩

申請專利範圍項數：21 項 圖式數：9 共 57 頁

(54)名稱

半導體裝置的平坦化

(57)摘要

在某些實施例中，一種基板的處理方法包括將表面處理施加至該基板的選定表面。基板具有不平坦的形貌，該形貌包括界定出凹陷部的結構。該方法更包括藉由旋塗沉積以在該基板上沉積填充材料。該表面處理將填充材料導引至凹陷部，並遠離選定表面以利用填充材料填充凹陷部，而不附著至選定表面。該方法更包括從該基板的選定表面移除該表面處理，並藉由旋塗沉積以在該基板上沉積平坦化膜。該平坦化膜係沉積在選定表面以及沉積材料的頂表面上。

In certain embodiments, a method for processing a substrate includes applying a surface treatment to selected surfaces of the substrate. The substrate has a non-planar topography including structures defining recesses. The method further includes depositing a fill material on the substrate by spin-on deposition. The surface treatment directs the fill material to the recesses and away from the selected surfaces to fill the recesses with the fill material without adhering to the selected surfaces. The method further includes removing the surface treatment from the selected surfaces of the substrate and depositing a planarizing film on the substrate by spin-on deposition. The planarizing film is deposited on the selected surfaces and top surfaces of the fill material.

指定代表圖：

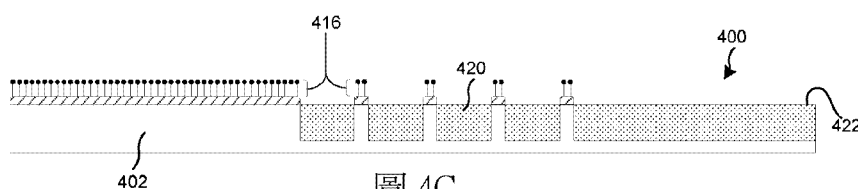


圖 4C

符號簡單說明：

400: 半導體裝置

402: 基板

416: 表面處理

420: 填充材料

422: 頂表面



I845699

【發明摘要】

【中文發明名稱】 半導體裝置的平坦化

【英文發明名稱】 PLANARIZATION OF SEMICONDUCTOR DEVICES

【中文】

在某些實施例中，一種基板的處理方法包括將表面處理施加至該基板的選定表面。基板具有不平坦的形貌，該形貌包括界定出凹陷部的結構。該方法更包括藉由旋塗沉積以在該基板上沉積填充材料。該表面處理將填充材料導引至凹陷部，並遠離選定表面以利用填充材料填充凹陷部，而不附著至選定表面。該方法更包括從該基板的選定表面移除該表面處理，並藉由旋塗沉積以在該基板上沉積平坦化膜。該平坦化膜係沉積在選定表面以及沉積材料的頂表面上。

【英文】

In certain embodiments, a method for processing a substrate includes applying a surface treatment to selected surfaces of the substrate. The substrate has a non-planar topography including structures defining recesses. The method further includes depositing a fill material on the substrate by spin-on deposition. The surface treatment directs the fill material to the recesses and away from the selected surfaces to fill the recesses with the fill material without adhering to the selected surfaces. The method further includes removing the surface treatment from the selected surfaces of the substrate and depositing a planarizing film on the substrate by spin-on deposition. The planarizing film is deposited on the selected surfaces and top surfaces of the fill material.

【指定代表圖】 圖 4C

【代表圖之符號簡單說明】

400: 半導體裝置

402: 基板

416: 表面處理

420: 填充材料

422: 頂表面

【發明說明書】

【中文發明名稱】 半導體裝置的平坦化

【英文發明名稱】 PLANARIZATION OF SEMICONDUCTOR DEVICES

【技術領域】

【0001】 本揭露整體上係關於微加工，且在某些實施例中係關於半導體裝置的平坦化。

[相關申請案的交互參照]

【0002】 本申請案是主張 2019 年 6 月 12 日提交的美國臨時專利申請案第 62/860,359 號之優先權，該申請案係以參照的方法引入。

【先前技術】

【0003】 微加工係包括沉積、圖案化、改質、以及從晶圓移除材料的各種步驟。用以建構積體電路的處理係涉及將複數膜塗層沉積在已圖案化之形貌 (topography) 上，但具有提供平坦頂表面的目標。將膜沉積在具有已圖案化之形貌的表面上係有益於後續的處理。舉例來說，當在光阻的平坦層或是例如抗反射塗層 (ARC) 的平坦下方層上進行曝光時，會使在光阻層中曝光的光微影圖案更加成功。

【發明內容】

【0004】 在某些實施例中，一種基板處理方法包括接收具有不平坦形貌的基板，該不平坦形貌包括界定出凹陷部的結構。該方法更包括將自組裝單層 (self-assembled monolayer, SAM) 沉積在基板之結構的頂表面上，而不將 SAM 沉積在位於該基板之結構的頂表面下方的表面上。SAM 為特

第 1 頁，共 42 頁(發明說明書)

定填充材料提供抗濕潤（dewetting）表面狀態。該方法更包括藉由旋塗沉積以在基板上沉積特定填充材料，使得該特定填充材料填充凹陷部而不附著至 SAM。該方法更包括移除 SAM 並且藉由旋塗沉積以在基板上沉積平坦化膜。平坦化膜係沉積在結構的頂表面上、以及填充凹陷部的特定填充材料的頂表面上。

【圖式簡單說明】

【0005】 為了更加完整理解本揭露及其優點，現在將參照下方的實施方式並結合隨附圖式，其中：

【0006】 圖 1A－1B 繪示將平坦化膜沉積在半導體裝置上之示例性處理的橫截面圖，其中係發生不完全的平坦化；

【0007】 圖 2A－2B 繪示將平坦化膜沉積在半導體裝置上之示例性處理的橫截面圖，其中係發生不完全的平坦化；

【0008】 圖 3A－3E 係根據本揭露的某些實施例所繪示在平坦化膜的沉積處理之各種階段下的示例性半導體裝置之橫截面圖；

【0009】 圖 4A－4E 係根據本揭露的某些實施例所繪示在平坦化膜的沉積處理之各種階段下的示例性半導體裝置之橫截面圖；

【0010】 圖 5A－5E 係根據本揭露的某些實施例所繪示在沉積平坦化膜之各種階段下的示例性半導體裝置之橫截面圖；

【0011】 圖 6A－6B 係根據本揭露的某些實施例所繪示出示例性自組裝單層的示例細節；

【0012】 圖 7 係根據本揭露的某些實施例而繪示形成半導體裝置的示例性方法；

【0013】圖 8 係根據本揭露的某些實施例而繪示形成半導體裝置的示例性方法；

【0014】圖 9 係根據本揭露的某些實施例而繪示形成半導體裝置的示例性方法。

【實施方式】

【0015】在半導體加工處理中，不平坦的表面可能會為後續步驟造成良率的議題。僅作為一個示例，微影成像係廣泛地使用作為處理的一部分，以在加工期間將半導體裝置的表面圖案化。微影術係用以在下方層中創造所需的圖案，並且可包括光微影術、電子束微影術、極紫外光微影術、以及其他類型的微影術。然而，當抗蝕劑圖像位於不平坦層的頂部上時（例如，由於位在該不平坦層下方的層之各種形貌而可能係不平坦的），在顯影後可能會因為抗蝕劑沉積於上的表面產生起伏而導致抗蝕劑圖像的厚度變化，使該圖案變形。這些變形可能會影響臨界尺寸及加工的其他層面。

【0016】當將膜沉積在具有各種形貌的表面上方而導致膜本身具有各種形貌時，要完成平坦化膜係困難的。隨著半導體裝置的縮小，平坦化已變得更加困難，至少部份的原因在於在正進行加工的晶圓之較小區域中所伴隨的增加形貌變化。舉例來說，將技術節點減少至 5 nm 節點甚至更低，會持續加劇平坦化的問題。此外，旋塗式碳、旋塗式介電質、金屬氧化物、底部抗反射塗層的長範圍平坦化（例如，在大於 5 μm 的區域上進行平坦化）係頻繁地在各種形貌上歷經不完全的平坦化，造成膜厚度的變化超出可接受水準。

【0017】用以使形貌平坦化的一種習知技術係使用化學機械研磨（CMP）。雖然 CMP 在微加工的一些階段可能是有用的，但由於 CMP 的粗糙本質或相對高成本而因此在其他階段可能存在某些問題。

【0018】在微加工的一些階段可能需要藉由旋塗沉積（亦稱為旋塗塗佈）進行平坦化。然而，藉由旋塗塗佈進行平坦化可能是非常具有挑戰性的，特別是在某些應用中。沉積在形貌上的旋塗膜之膜厚度變化往往迫使後續處理超出適當的規格，而必須採取行動以控制膜的平坦化。

【0019】由於膜厚度高度的變化所引入具有誤差的單元操作係例如包括由反射率所引起的微影臨界尺寸變化、微影聚焦控制、蝕刻深度、以及後續的沉積處理。此外，新穎的三維應用及處理（例如，圖案翻轉及發掘材料的後間隔物處理），可能要求對形貌上膜厚度水準進行嚴格的控制。

【0020】因此，在合適的情況下，半導體加工處理通常包括複數步驟，該等步驟係設計以在半導體加工處理的一或更多階段時，將半導體的一或更多表面平坦化至期望的程度、或是盡可能的多。

【0021】本揭露的實施例提供改善的技術，用以將在具有各種形貌的基板上所沉積的膜進行平坦化。本揭露的實施例包括將表面處理（例如，自組裝單層）施加至基板的選定表面，其中該基板具有各種形貌（包括界定出凹陷部的結構）。舉例來說，可將該表面處理施加至基板的頂表面，而不施加至位於凹陷部中的基板表面。該表面處理創造一種表面狀態，在該表面狀態中特定的填充材料不太會（或不會）形成在包括該表面處理的基板之選定表面（例如，該基板的頂表面）上，而是被導向並沉積在未施加該表面處理的基板之其他表面（例如，凹陷部中的表面）上。作為示例，可將該表面處理描述成在基板的頂表面上創造抗濕潤（dewetting）的表面

狀態，以將特定填充材料導引至凹陷部，其中所述凹陷部相對於該特定的填充材料為「可濕潤的（wetable）」。

【0022】接著將該特定的填充材料進行沉積並填充該基板內的凹陷部，以在後續沉積平坦化膜之前將所述凹陷部「預先沉積」。可將該特定填充材料進行沉積，使得該基板的該頂表面以及沉積在該等凹陷部中的特定填充材料提供實際上的平坦表面。在某些實施例中，在移除該表面處理以及任何其他合適層（例如，硬遮罩）之後，係在該基板的該實際平坦表面上沉積平坦化膜（例如，使用旋塗沉積處理所沉積的有機膜），其中該基板的該實際平坦表面係由在該等凹陷部中沉積特定填充材料所造成，該平坦化膜相對於使用習知技術所沉積的膜而言係具有改善的平坦化。

【0023】本揭露的實施例包括結合使用表面選擇性單層的旋塗平坦化方法。旋塗表面選擇性單層可具有合理的處理時間、以及相對於未施加表面選擇性單層的表面而控制膜抗濕潤的能力。本揭露的實施例包括將表面選擇性單層附著至硬遮罩表面，以將旋塗膜引導進入給定基板形貌的凹陷部（例如，溝槽區域）中。這種初始的旋塗膜可填充在形貌中直到基板的頂表面。接著，沉積第二旋塗膜以完成基板的平坦化。在本揭露的實施例中可使用多種不同材料。這些技術可藉由旋塗沉積來改善平坦化，且可減低處理成本並提高良率。

【0024】圖 1A－1B 繪示將平坦化膜沉積在半導體裝置 100 上之示例性處理的橫截面圖，其中係發生不完全的平坦化。如圖 1A 所顯示，半導體裝置 100 包括基板 102，該基板 102 可為正進行微加工的大型裝置之基板的一部分（例如，晶圓或半導體晶圓）。

【0025】基板 102 具有不平坦的形貌，該形貌包括界定凹陷部 106 的結構 104。雖然繪示特定數量的結構 104 與凹陷部 106，但本揭露所考量

的基板（像是基板 102）包括任何合適數量之結構 104 與凹陷部 106。在本揭露通篇中，亦可將基板的結構（例如，結構 104、與參照其他圖式而描述於下的結構）稱為突起區域。雖然本揭露主要係描述「凹陷部」，但將能理解的是可使用本揭露的實施例將其他合適的特徵部形成在半導體層中，包括（無論是否被視為「凹陷部」）線、孔洞、開放區域、溝槽、通孔、及/或其他合適的結構。凹陷部（例如，凹陷部 106、或本揭露的其他凹陷部）可例如藉由在下方層上建構結構（例如，結構 104、或本揭露的其他結構）、及/或藉由從一或更多層蝕刻材料而形成。

【0026】基板 102 可包括頂表面 108，亦可將該頂表面 108 稱為基板 102 之結構 104 的頂表面 108。凹陷部 106 可包括表面，例如側壁表面 110a 與底表面 110b。可將凹陷部 106 的表面視為位於基板 102 之結構 104 的頂表面 108 下方。

【0027】基板 102（包括基板 102 的結構 104）可為任何合適的材料，例如有機硬遮罩、氧化物、氮化物、介電質、阻障材料、或導電材料。在特定示例中，基板 102 包括二氧化矽。

【0028】圖 1B 繪示在已將平坦化膜 112 沉積在基板 102 上之後的半導體裝置 100 之橫截面圖。在一示例中，平坦化膜 112 係使用旋塗沉積處理進行沉積；然而本揭露係考量以任何合適方式進行沉積的平坦化膜 112。在某些實施例中，平坦化膜 112 包括有機材料，例如旋塗式碳；然而，本揭露係考量包括任何合適材料的平坦化膜 112。

【0029】利用旋塗平坦化，將特定材料（例如，平坦化膜 112 的材料）沉積在基板（例如，基板 102）上。接著將基板在相對高速下轉動（若尚未轉動，可能會在相對低速下），離心力會使所沉積的材料往基板邊緣移動，從而塗覆該基板。過量的材料通常係會旋轉噴出該基板。

【0030】當給定的形貌或起伏圖案具有密集排列結構的區域（例如，從圖 1A 及 1B 的左方開始的前四個凹陷部 106）時，這種密度可將沉積材料向上推動，並且操縱多少材料的質量分率（mass fraction）可進入凹陷部。在稀疏排列或稀疏分佈的特徵部區域（例如，在具有獨立線路而附近無其他特徵部的地方）（例如，在圖 1A 及 1B 中最右側的凹陷部 106）中，所沉積的材料可沉澱在這些較大的區域中，使得最終沉積的 z -高度將會追隨開放區域的百分率。雖然這些問題可存在於各種尺寸的技術節點，但隨著技術節點的持續縮小，使凹陷部 106 的寬度甚至變得更小並將特徵部更密集地塞入，而甚至在更緊密的空間中產生增多的形貌變化時，這些問題可能會加劇。

【0031】圖 1B 繪示將平坦化膜 112 進行旋塗沉積的示例性結果，伴隨著位於基板 102 之形貌區域上的膜 z -高度變化。舉例來說，平坦化膜 112 的頂表面 114 係不平坦的。應當理解的是，在圖 1B 中所顯示的平坦化膜 112 之變化形貌僅為示例，並且即使利用形貌與基板 102 的形貌相似的基板，在形貌中的實際變化也可因沉積而有所變化。

【0032】圖 2A-2B 繪示將平坦化膜沉積在半導體裝置 200 上之示例性處理的橫截面圖，其中係發生不完全的平坦化。如圖 2A 所顯示，半導體裝置 200 包括基板 202，該基板 202 可為正進行微加工的大型裝置之基板的一部分（例如，晶圓或半導體晶圓）。

【0033】基板 202 具有不平坦的形貌，該形貌包括界定凹陷部 206 的結構 204。雖然繪示特定數量的結構 204 與凹陷部 206，但本揭露所考量的基板（像是基板 202）包括任何合適數量之結構 204 與凹陷部 206。在本揭露通篇中，亦可將結構 204 稱為突起區域。

【0034】所形成之基板 202 的結構 204 與凹陷部 206 可被視為三維特徵部（例如，三維溝槽）。以最少的處理步驟同時地將這樣的結構進行填充與平坦化可能具有困難性。這樣的結構係取決於應用而有所變化，但可能具有相當程度的尺寸變化（可能在微米寬或深的數量級之上）。

【0035】基板 202 可包括頂表面 208，亦可將該頂表面 208 稱為基板 202 之結構 204 的頂表面 208。凹陷部 206 可包括表面，例如側壁表面 210a 與底表面 210b。在所繪示的示例中，側壁表面 210a 產生凹陷部 206 的階狀側壁，該階狀側壁係從凹陷部 206 的底部往凹陷部 206 的頂部逐漸地增加凹陷部 206 的寬度。可將凹陷部 206 的表面視為位在基板 202 之結構 204 的頂表面 208 下方。

【0036】基板 202（包括基板 202 的結構 204）可為與基板 102 相似的材料。

【0037】圖 2B 繪示在已將平坦化膜 212 沉積在基板 202 上之後的半導體裝置 200 之橫截面圖。在一示例中，平坦化膜 212 係使用與上方參照圖 1A－1B 所描述之旋塗處理類似的旋塗沉積處理來進行沉積；然而本揭露係考量以任何合適方式進行沉積的平坦化膜 212。在某些實施例中，平坦化膜 212 包括有機材料，例如旋塗式碳；然而，本揭露係考量包括任何合適材料的平坦化膜 212。

【0038】圖 2B 繪示進行旋塗沉積塗佈的示例性結果，伴隨著形貌區域上的膜 z －高度變化。舉例來說，平坦化膜 212 的頂表面 214 係不平坦的。應當理解的是，在圖 2B 中所顯示的平坦化膜 212 之變化形貌僅為示例，並且即使利用形貌與基板 202 的形貌相似的基板，在形貌中的實際變化也可因沉積而有所變化。雖然這些問題可存在於各種尺寸的技術節點，但隨著技術節點持續縮小至低於 10 nm 的節點尺寸（例如，低至目前可行

的 5 nm 節點尺寸），在該技術節點中凹陷部 206 的寬度甚至變得更小並將特徵部更密集地塞入，而甚至在更緊密的空間中產生增多的形貌變化時，這些問題可能會加劇。

【0039】如從圖 1A－1B 與圖 2A－2B 所示，僅僅是在具有各種形貌的基板上沉積平坦化膜可能會造成膜具有不完全的平坦化，而可能會對加工處理的後續步驟產生負面影響。

【0040】圖 3A－3E 係根據本揭露的某些實施例所繪示在平坦化膜的沉積處理之各種階段下的示例性半導體裝置 300 之橫截面圖。如更詳細描述於下，圖 3A－3E 的示例性處理包括將表面處理施加至半導體裝置 300 之基板的選定表面，並且在複數沉積步驟中沉積平坦化膜。

【0041】如圖 3A 中所顯示，半導體裝置 300 係極度類似於圖 1A 中的半導體裝置 100 並且包括基板 302，該基板 302 可為正進行微加工的大型裝置之基板的一部分（例如，晶圓或半導體晶圓）。基板 302、結構 304、凹陷部 306、頂表面 308、表面 310a 及 310b 整體上係與基板 202、結構 204、凹陷部 206、頂表面 208、及側壁表面 210a 及底表面 210b 類似的，它們的敘述係以參照的方式引入而不再重複。

【0042】圖 3B－3C 繪示在基板 302 上沉積平坦化膜的處理階段，其中係將表面處理施加至基板 302 的選定表面，且其中係利用填充材料將基板 302 的凹陷部 306 進行填充（部分地或完全地）。亦即，不是從在基板 302 上沉積平坦化膜開始進行（如圖 1A－1B 中基板 102 的情況），而是先將表面處理施加至基板 302 的選定表面，並且利用填充材料將基板 302 的凹陷部 306 進行填充（部分地或完全地），以提供比圖 3A－3B 中所繪示的形貌更平坦的下伏形貌。

【0043】在所繪示的示例中，如圖 3B 中所顯示，在基板 302 的頂表面 308 上存在著表面狀態 316，而在凹陷部 306 的表面 310a 及 310b 上存在表面狀態 318。

【0044】具有表面狀態 316 的表面（在所繪示之示例中為基板 302 的頂表面 308）係傾向於將某些填充材料（例如，圖 3C 中待沉積的特定填充材料）排斥、或以其他方式導引遠離具有表面狀態 316 的表面。亦可將表面狀態 316 稱為抗濕潤狀態、或抗濕潤表面狀態。在某些實施例中，表面狀態 316 提供高疏水性的機制，以將某些填充材料導引遠離具有表面狀態 316 的表面。在抗濕潤狀態中，可將表面接觸角與為特定填充材料（例如，圖 3C 中待沉積的填充材料）所用的最佳溶質/溶劑之抗濕潤性進行匹配。

【0045】具有表面狀態 318 的表面（在所繪示之示例中為凹陷部 306 的表面 310a 及 310b）係傾向於將某些填充材料（例如，圖 3C 中所沉積的特定填充材料）接合、或甚至吸引至具有表面狀態 318 的表面。亦可將表面狀態 318 稱為可濕潤狀態。在可濕潤狀態中，表面接觸角可與為特定填充材料（例如，圖 3C 中所沉積的填充材料）所用的最佳溶質/溶劑之可濕潤性進行匹配。

【0046】藉由將表面處理施加至基板 302 的表面，可在表面狀態 316 及表面狀態 318 存在的表面處創造這些狀態的其中一或兩者。亦可將基板 302 之表面的表面狀態稱為表面的表面能量，使得表面之表面狀態的變化改變了表面的表面能量。

【0047】舉例來說，為了對基板 302 的選定表面（例如，頂表面 308）提供表面狀態 316，可將表面處理施加至以具有表面狀態 316 作為目標的基板 302 之表面。該表面處理產生相對於特定填充材料（圖 3C 中待沉積的填充材料）的抗濕潤表面狀態，並可沉積在基板 302 的頂表面 308 上，

以將填充材料導引遠離已施加表面處理的該表面(基板 302 的頂表面 308)。在某些實施例中，將該表面處理施加至基板 302 的頂表面 308 係包括在基板 302 的頂表面 308 上沉積自組裝單層 (SAM)。SAM 係更詳細地描述於下。

【0048】作為另一示例，為了對基板 302 的選定表面(例如，表面 310a 及 310b)提供表面狀態 318，改變該選定表面的表面狀態可能會、或可能不會是合適的。在某些實施例中，可將該選定表面(例如，凹陷部 306 的表面 310a 及 310b)處的材料相對於特定填充材料(圖 3C 中所沉積的填充材料)選擇為可濕潤的；或是可將特定填充材料(圖 3C 中所沉積的填充材料)進行選擇，原因在於在不對基板 302 的表面進行附加處理的情況下，該選定表面(例如，凹陷部 306 的表面 310a 及 310b)處的材料相對於該特定填充材料為可濕潤的。然而，在某些實施例中，可對需要沉積填充材料的基板 302 之表面處進行處理，以便於在這些表面處沉積該填充材料。

【0049】如圖 3C 中所顯示，填充材料 320 係沉積在凹陷部 306 的表面 310a 及 310b 上的凹陷部 306 中，其中所述表面係具有表面狀態 318。隨著填充材料 320 的沉積，基板 302 之頂表面 308 的表面狀態 316 將填充材料 320 導引至凹陷部 306，並且遠離頂表面 308 以利用填充材料 320 填充凹陷部 306，而不附著至具有表面狀態 316 的表面(頂表面 308)。在某些實施例中，位於基板 302 之選定表面(例如，基板 302 之頂表面 308)上的表面狀態 316、與位於基板 302 之其他表面(例如，基板 302 之凹陷部 306 中的表面 310a 及 310b)上的表面狀態 318 之組合促進了填充材料 320 在凹陷部 306 中的沉積，而不將填充材料 320 沉積在基板 302 之選定表面(例如，頂表面 308)上。

【0050】在本揭露通篇中，係關於填充一或更多凹陷部（例如，凹陷部 306、或是參照下方其他圖式所描述的其他凹陷部）的填充材料（例如，填充材料 320、以及參照下方其他圖式所描述的其他填充材料）。本揭露係考量部分填充凹陷部（較確切地係將凹陷部不過溢（overflow）、或欠溢（underflow）地填充）、或是過度填充凹陷部的填充材料。

【0051】填充材料 320 可包括任何合適的材料，並可使用特定溶質/溶劑組合進行沉積。僅舉數個示例，填充材料 320 可為光阻、含矽的抗反射塗層、旋塗式有機碳、或旋塗式介電質。在為光阻的情況下，光阻可包括數種成分，包括但不限於聚合物主鏈、溶劑、光酸產生劑（photo acid generator, PAG）、以及鹼淬滅劑（base quencher）。示例性的基底聚合物可包括酚醛清漆樹脂（Novolac Resin）、聚甲基丙烯酸甲酯、以及聚（苯乙烯）-B-聚（4-羥基苯乙烯）。

【0052】在圖案化處理中可使用旋塗式碳、或有機材料以優化光學反射、平坦化、及/或蝕刻抗性。典型的化學式往往為高度芳香性（AR）且包含交聯成分。聚苯乙烯為一種芳香性、高碳含量的旋塗式聚合物之示例。在旋塗式介電質的示例中，旋塗式介電質可為功能性且含矽的無機聚合物材料。特定的示例性旋塗式介電質為聚矽氮烷（Polysilazane）。在某些實施例中，係使用旋塗沉積處理以沉積填充材料 320。僅作為一示例，填充材料 320 可為使用旋塗沉積處理所沉積的有機材料，例如旋塗式碳。

【0053】如圖 3C 中所顯示，在沉積填充材料 320 之後，填充材料 320 可實質地填充凹陷部 306，使得基板 302 的頂表面 308 與填充材料 320 的頂表面 322 共同提供實質平坦的表面，以用於後續平坦化膜的沉積。為基板 302 的頂表面 308 創造表面狀態 316（例如，抗濕潤表面狀態）的表面處理（例如，所沉積的 SAM）將填充材料 320 引導至凹陷部 306，而不使

填充材料 320 沉積在基板 302 的頂表面 308 上。將填充材料 320 引導至凹陷部 306 允許填充材料 320 減少並可能消除存在於基板 302 中之形貌的至少一部分變化（如圖 3A－3B 中所顯示之形貌中的變化）。凹陷部 306 中所沉積的填充材料 320 提供用於在後續的沉積步驟中沉積平坦化膜的改善（且可能整體為平的）表面，而不是如圖 3A－3B 中所顯示將平坦化膜沉積在基板 302 的各種形貌上。

【0054】如圖 3D 中所顯示，基板 302 的頂表面 308 與填充材料 320 的頂表面 322 兩者均具有表面狀態 318。在某些實施例中，為了達成頂表面 308 與頂表面 322 兩者均具有表面狀態 318（例如，相對於待沉積的平坦化膜為可濕潤狀態），係將圖 3B 中施加至基板 302 之選定表面（基板 302 的頂表面 308）的表面處理移除。任何合適的處理可用以將該表面處理從基板 302 之選定表面移除。

【0055】如圖 3E 中所顯示，將平坦化膜 324 沉積在基板 302 上。平坦化膜 324 可具有任何合適的材料。在某些實施例中，平坦化膜 324 的材料係與填充材料 320 的材料為相同材料；然而，本揭露係考量包括不同材料的填充材料 320 與平坦化膜 324。相對於圖 3A 中所顯示之基板 302 的各種形貌，至少部分由於在沉積填充材料 320 之後而改善基板 302 的平面性（例如，如圖 3C 中所顯示），因此平坦化膜 324 的頂表面 326 具有改善的平面性。舉例來說，相對於圖 1B 中平坦化膜 112 的頂表面 114，平坦化膜 324 的頂表面 326 具有改善的平面性。

【0056】平坦化膜 324 可由任何合適的方法進行沉積。在某些實施例中，平坦化膜 324 係使用旋塗沉積處理而進行沉積。舉例來說，平坦化膜 324 可包括有機材料。作為特定示例，平坦化膜 324 可為旋塗式碳。可將平坦化膜 324 沉積至適合用於特定實行例的期望厚度。

【0057】在沉積具有改善平面特性的平坦化膜 324 後，可在平坦化膜 324 上方或下方的層中形成半導體裝置 300 的附加特徵部。僅舉幾個示例，這些特徵部可包括金屬線、通孔、或其他合適的特徵部。由於平坦化膜 324 的改善平面特性，後續的圖案化特徵部顯示改善的尺寸控制、以及最終改善的下游良率。

【0058】圖 4A－4E 係根據本揭露的某些實施例所繪示在平坦化膜的沉積處理之各種階段下的示例性半導體裝置 400 之橫截面圖。如更詳細描述於下，圖 4A－4E 的示例性處理包括將表面處理施加至半導體裝置 400 之基板的選定表面，並且在複數沉積步驟中沉積平坦化膜。

【0059】如圖 4A 中所顯示，半導體裝置 400 係與圖 3A 中的半導體裝置 300 類似的且極度相似；然而，半導體裝置 400 係包括硬遮罩 409。半導體裝置 400 包括基板 402，該基板 402 係與基板 302 類似的並且可包括類似結構與材料，而因此不重複敘述。基板 402、結構 404、凹陷部 406、頂表面 408、表面 410a 及 410b 大致上係與基板 302、結構 304、凹陷部 306、頂表面 308、表面 310a 及 310b 類似的，它們的敘述係以參照的方式引入而不再重複。

【0060】半導體裝置 400 包括硬遮罩 409，該硬遮罩 409 可包括任何合適的材料，並且可用以形成凹陷部 406。作為示例，硬遮罩 409 可包括光阻層、旋塗式碳層、非晶形碳層（無論是否使用旋塗沉積處理進行沉積）、矽氮化物層、二氧化矽層、含金屬層、或任何其他合適的硬遮罩類型。雖然是描述成硬遮罩，但硬遮罩 409 可為任何合適的沉積膜類型，例如光阻層。

【0061】在某些實施例中，相對於下伏層（例如，基板 402 的下伏部分），硬遮罩 409 係相對薄的，例如為 2 nm 至 20 nm。硬遮罩 409 具有頂

表面 411。在形成凹陷部 406 後，並如圖 4A 中所顯示，硬遮罩 409 可位於基板 402 之結構 404 的頂表面 408 處，亦可將頂表面 408 稱為基板 402 的頂表面 408。雖然在圖 4 中係顯示成分離的層，但硬遮罩 409 可為形成在基板 402 之頂表面 408 上的分離層、或是可被包括在基板 402 中，使得圖 3A－3E 中的基板 302 可包括硬遮罩以作為頂層。因此，出自於本揭露的目的，亦可將硬遮罩 409 的頂表面 411 視為基板 402 的頂表面。

【0062】圖 4B－4C 繪示在基板 402 上沉積平坦化膜的處理階段，其中係將表面處理施加至基板 402 的選定表面，且其中係利用填充材料將基板 402 的凹陷部 406 進行填充（部分地或完全地）。亦即，不是從在基板 402 上沉積平坦化膜開始進行（如圖 1A－1B 中基板 102 的情況），而是先將表面處理施加至基板 402 的選定表面，並且利用填充材料將基板 402 的凹陷部 406 進行填充（部分地或完全地），以提供比圖 4A－4B 中所繪示的形貌更平坦的下伏形貌。

【0063】在圖 4B 所繪示的示例中，將表面處理 416 施加至硬遮罩 409 的頂表面 411（亦可將其視為基板 402 的頂表面），而不將表面處理 416 施加至基板 402 之凹陷部 406 的表面 410a 及 410b。表面處理 416 創造出表面狀態 316，其中具有表面狀態 316 的表面（例如，在所繪示之示例中為硬遮罩 409 的頂表面 411）係傾向於將某些填充材料（例如，圖 4C 中待沉積的特定填充材料）排斥、或以其他方式導引遠離具有表面狀態 316 的表面。

【0064】位於基板 402 之凹陷部 406 中的表面 410a 及 410b 可具有與表面狀態 318 類似的表面狀態，具有表面狀態 318 的表面係傾向將某些填充材料（例如，圖 4C 中待沉積的特定填充材料）接合、或甚至吸引至具有表面狀態 318 的表面。

【0065】在某些實施例中，表面處理 416 為 SAM，該 SAM 係沉積以對於 SAM 沉積於上的表面創造表面狀態 316。舉例來說，為了對基板 402 的選定表面（例如，硬遮罩 409 的頂表面 411）提供表面狀態 316（對於圖 4C 中待沉積的填充材料為抗濕潤狀態），可將表面處理 416 施加至以具有表面狀態 316 作為目標的基板 402 之表面，以將填充材料導引遠離已施加表面處理 416 的該表面。

【0066】在某些實施例中，將表面處理 416 施加至硬遮罩 409 的頂表面 411 包括在硬遮罩 409 的頂表面 411 上沉積 SAM。作為特定示例，SAM 可為液相的自組裝單層。雖然是描述成單層，但本領域中具有通常知識者將可理解的是，可能會、或可能不會達到表面處理 416 的完全覆蓋，而仍可完成本揭露的該實施態樣。換言之，由於可在不具完全單層對準的情況下形成溶質/溶劑的抗濕潤性，因此 SAM（或其他合適的表面處理）的完美對準是非必要的。給定的表面選擇性單層係具有末端分子基團，該末端分子基團係設計以造成旋塗材料的抗濕潤性。

【0067】可利用任何合適的方法施加表面處理 416。在某些實施例中，表面處理 416（例如，SAM）係透過旋塗技術、或低溫化學氣相沉積（CVD）處理所沉積。舉例來說，可將特定表面處理 416（例如，SAM）沉積在基板 402 的選定表面（例如，硬遮罩 409 的頂表面 411）上。所施加的表面處理 416 可對於特定下伏材料具有選擇性，使得該表面處理 416 係施加至特定表面而非其他者。舉例來說，表面處理 416 可對於硬遮罩 409 的材料具有選擇性，使得表面處理 416 係沉積在硬遮罩 409 的頂表面 411 上而不是凹陷部 406 的表面 410a 及 410b 上。用於沉積表面處理的特定處理步驟及化學品係可取決於該表面處理、表面處理所施加的表面、以及沉積技術而有所變化。

【0068】可將包括自組裝單層（SAM）的表面處理施加至純的多結晶表面、以及其他類型的有機材料或液體。表面處理 416 可調整以附著至特定基板，並為各種應用提供特定的功能性（例如，液體的抗濕潤性）。僅舉數個示例，液相 SAM 可選擇性地並且顯著地改變表面的濕潤性質，所述表面例如為金屬（例如，銅）、硬遮罩、氧化物、有機表面、及其他介電質。

【0069】如圖 4C 中所顯示，將填充材料 420 沉積在位於凹陷部 406 的表面 410a 及 410b 上的凹陷部 406 中，其中所述表面係未施加表面處理 416 且整體上係具有與表面狀態 318 類似的表面狀態。隨著填充材料 420 的沉積，硬遮罩 409 之頂表面 411 的表面處理 416 將填充材料 420 導引至凹陷部 406，並且遠離頂表面 411 以利用填充材料 420 填充凹陷部 406，而不附著至已施加表面處理 416 的表面（例如，硬遮罩 409 的頂表面 411）。在某些實施例中，位於基板 402 之選定表面（例如，頂表面 411）上的表面處理 416、與其他表面（例如，凹陷部 406 的表面 410a 及 410b）上缺乏表面處理 416 的組合促進了填充材料 420 在凹陷部 406 中的沉積，而不使填充材料 420 沉積在基板 402 之選定表面上。

【0070】填充材料 420 大致上係與填充材料 320 類似，其細節係以參照的方式引入。

【0071】此外，在某些實施例中，例如取決於基板 402 的形貌（包括凹陷部 406 的深度、以及所選填充材料 420、以及相關的沉積技術），可執行一或複數沉積步驟直到達成所需的填充水準。在某些實施例中，填充材料 420 係使用旋塗沉積處理所沉積。僅作為一示例，填充材料 420 可為使用旋塗沉積處理所沉積的有機材料，例如旋塗式碳。

【0072】如圖 4C 中所顯示，在沉積填充材料 420 之後，填充材料 420 可實質地填充凹陷部 406，使得基板 402 的頂表面 408 與填充材料 420 的頂表面 422 共同提供實質平坦的表面，以用於後續平坦化膜的沉積。如上所述，為硬遮罩 409 的頂表面 411 創造表面狀態 316 的表面處理 416（例如，所沉積的 SAM）將填充材料 420 引導至凹陷部 406，而不使填充材料 420 沉積在硬遮罩 409 的頂表面 411 上。將填充材料 420 引導至凹陷部 406 允許填充材料 420 減少並可能消除在基板 402 中存在的至少一部分形貌變化（如圖 4A－4B 中所顯示之形貌變化）。沉積在凹陷部 406 中的填充材料 420 提供用於在後續的沉積步驟中沉積平坦化膜的改善（且可能大致為平的）表面，而不是如圖 4A－4B 中所顯示將平坦化膜沉積在基板 402 的各種形貌上。

【0073】在特定示例中，利用接合至基板 402 之表面（例如，硬遮罩 409 的頂表面 411）的 SAM，可將特定填充材料 420 的溶質/溶劑用於旋塗沉積。對於旋塗沉積，可將特定填充材料 420 沉積在基板 402 上，並接著可將基板 402 轉動以將特定填充材料 420 散佈在基板 402 的整個表面上（可能為均勻地）。伴隨著 SAM 附著至硬遮罩 409 的頂表面 411，硬遮罩 409 的頂表面 411 具有實質上排斥特定填充材料 420 的表面能量。在進行特定填充材料 420 的旋轉塗佈之後，該特定填充材料 420 填充凹陷部 406，並在不沉積於硬遮罩 409 之頂表面 411 上的情況下創造大致平坦的表面。可基於所選定表面處理 416（例如，SAM）的抗濕潤性質來選擇特定填充材料 420（例如，特定聚合物）、或是可基於所需的填充材料 420（例如，特定聚合物）來選擇特定的表面處理 416（例如，特定的 SAM）。

【0074】如圖 4D 中所顯示，已將表面處理 416 及硬遮罩 409 從半導體裝置 400 移除。在某些實施例中，在一或更多蝕刻停止部中，表面處理

416 及硬遮罩 409 係藉由濕式溶劑剝除、濕式蝕刻、電漿蝕刻、或 UV/O₂ 處理的任何合適組合所移除。本揭露係考量任何合適類型的移除處理，以用於移除表面處理 416 及硬遮罩 409。

【0075】圖 4D 顯示在沉積填充材料 420 並且移除表面處理 416 及硬遮罩 409 之後的半導體裝置 400。用以移除表面處理 416 及硬遮罩 409 的移除處理係在基板 402 的凹陷部 406 中留下填充材料 420。在某些實施例中，在移除表面處理 416 及硬遮罩 409 的一或更多蝕刻步驟中所使用的蝕刻劑係對於表面處理 416 及/或硬遮罩 409 具有選擇性，而不會對填充材料 420 進行蝕刻（或是僅微量蝕刻）。因此，凹陷部 406 係以填充材料 420 填充，使得基板 402 的頂表面 408 與填充材料 420 的頂表面 422 共同形成實質平坦的表面。

【0076】在某些實施例中，因為在圖 4C 中用以沉積填充材料 420 的沉積處理，會使得凹陷部 406 變得有點過度填充。隨著填充材料 420 的填充，這種過度填充的狀況可能顯現為凹陷部 406 上的升起，但從具有表面處理 416 的表面（例如，硬遮罩 409 的頂表面 411）為抗濕潤的。這種微小的過度填充區域可在後續的沉積（例如，如參照圖 4E 而描述於下的平坦化膜沉積期間）中被吸收、或是若有需要可藉由蝕刻步驟或 CMP 以將其移除。這種過度覆蓋的沉積及移除處理可用以減少、或消除填充材料 420 不完全填充凹陷部 406 的情況。

【0077】在圖 4D 中，基板 402 的頂表面 408 與填充材料 420 的頂表面 422 兩者均具有與表面狀態 318（例如，相對於在後續步驟中待沉積的平坦化膜為可濕潤的）類似的表面狀態。

【0078】如圖 4E 中所顯示，將平坦化膜 424 沉積在基板 402 上。圖 4E 大致上係類似於圖 3E，其中對填充材料 320、平坦化膜 324、頂表面

326 的論述係分別替換成填充材料 420、平坦化膜 424、頂表面 426 的論述，伴隨著其他合適的類似元件之同功能替換。因此，上方圖 3E 的敘述及其相關優點係以參照的方式引入並不在此重複。

【0079】伴隨著已利用填充材料 420 填充（或大部分地填充、或稍微過度填充）基板 402 的凹陷部 406，已減少或消除存在於圖 4A 及 4B 中的基板 402 之各種形貌，且由於存在著最小的 z -高度變化，用於沉積平坦化膜 424 的第二旋塗沉積步驟可更有效率地將基板 402 上方平坦化至期望的厚度水準。

【0080】在已將基板 402 平坦化的情況下，可執行附加的微加工步驟。舉例來說，在沉積具有改善平面特性的平坦化膜 424 之後，可在平坦化膜 424 上方或下方的層中形成半導體裝置 400 的附加特徵部。僅舉幾個示例，這些特徵部可包括金屬線、通孔、或其他合適的特徵部。由於平坦化膜 424 改善的平面特性，後續的圖案化特徵部係傾向於具有改善的尺寸控制、以及最終改善的下游良率。

【0081】圖 5A—5E 係根據本揭露的某些實施例所繪示在沉積平坦化膜之各種階段下的示例性半導體裝置 500 之橫截面圖。如更詳細描述於下，圖 5A—5E 的示例性處理包括將表面處理施加至半導體裝置 500 之基板的選定表面，並且在複數沉積步驟中沉積平坦化膜。圖 5A—5E 中的示例性處理係結合表面處理的使用，以修改基板之一或更多部分的表面狀態，可提供改善的能力以將沉積在延伸凹陷區域上的膜（例如，旋塗式碳）進行平坦化，以作為回蝕（etchback）處理的一部分。

【0082】如圖 5A 中所顯示，在所繪示的示例中，半導體裝置 500 包括基板 502，該基板 502 可為正進行微加工的大型裝置之基板的一部分（例如，晶圓或半導體晶圓）。基板 502 具有不平坦的形貌，該形貌包括突起

區域 504 以及具有凹陷部 506 的凹陷區域 505。雖然繪示特定數量的突起區域 504、以及凹陷區域 505/凹陷部 506，但本揭露所考量的基板係像是包括任何合適數量之突起區域 504、與凹陷區域 505/凹陷部 506 的基板 502。亦可將突起區域 504 稱為結構。

【0083】基板 502 可包括頂表面 508，亦可將該頂表面 508 稱為基板 502 之突起區域 504 的頂表面 508。凹陷區域 505/凹陷部 506 可包括表面 510a 及 510b。作為示例，可將表面 510a 視為側壁表面（如圖 5B 中所顯示）並將表面 510b 視為底表面。可將表面 510a 及 510b 視為位在基板 502 的頂表面 508 下方。

【0084】基板 502 可為任何合適的材料，例如有機硬遮罩、氧化物、氮化物、介電質、阻障材料、或導電材料。在特定示例中，基板 502 包括矽、二氧化矽、矽氮化物、及/或矽氮氧化物。

【0085】硬遮罩 512 已沉積於基板 502 上。在某些實施例中，硬遮罩 512 係旋塗式碳、或是已使用旋轉塗佈技術所沉積的其他有機材料。作為示例，硬遮罩 512 可包括光阻層、旋塗式碳層、非晶形碳層（無論是否使用旋塗沉積處理進行沉積）、矽氮化物層、二氧化矽層、含金屬層、或任何其他合適的硬遮罩類型。雖然本揭露主要係將硬遮罩 512 描述成使用特定技術所沉積的特定材料，但本揭露係考量包括任何合適材料且使用任何合適技術所沉積的硬遮罩 512。此外，雖然描述作為硬遮罩，但硬遮罩 512 可為光阻或是其他合適類型的層。

【0086】如圖 5B 中所顯示，已在硬遮罩 512 上執行回蝕，以從基板 502 之突起區域 504 的頂表面 508 上、從凹陷區域 505 之表面 510a 的一部分（使得部分的硬遮罩 512 係位於頂表面 508 之下）、以及從凹陷區域 505

之表面 510b 的部分 511a 將硬遮罩 512 移除。硬遮罩 512 的回蝕係使用濕式溶劑剝除、濕式蝕刻、電漿蝕刻、或 UV/O₂ 處理的任何合適組合所執行。

【0087】在某些實施例中，在執行硬遮罩 512 的回蝕後，可將半導體裝置 500 進行清洗（例如，使用溶劑以移除由硬遮罩 512 的回蝕所造成的氧化表面）以將該回蝕所造成的某些表面成分移除。在特定示例中，用以清洗半導體裝置 500 的溶劑為乙酸正丁酯；然而，本揭露係考量使用任何合適類型的溶劑。

【0088】如箭頭 515 處所示，在執行回蝕後，可能會在硬遮罩 512 中產生落差，代表硬遮罩比預期的還要早終止並且不再具有平坦（或大致上平坦）的表面 513，而可能在隨後的加工步驟中造成問題。

【0089】圖 5C－5D 繪示用於在基板 502 上沉積平坦化膜的處理階段，其中係將表面處理施加至基板 502 的選定表面，且其中係以填充材料填充（部分地或完全地）凹陷區域 505/凹陷部 506。亦即，不是從在基板 502 上沉積平坦化膜開始進行，而是先將表面處理施加至基板 502 的選定表面、及基板的凹陷區域 505/凹陷部 506，並接著以填充材料將凹陷區域 505/凹陷部 506 進行填充（部分地或完全地），以提供例如比圖 5B 中所繪示的形貌更平坦的下伏形貌。

【0090】在所繪示的示例中，如圖 5C 中所顯示，將表面處理 516 施加至基板 502 的頂表面 508、以及凹陷區域 505 之表面 510b 的一部分。在某些實施例中，表面處理 516 所施加至的凹陷區域 505 之表面 510b 的該部分係包括部分 511a 的整體；然而，可將表面處理 516 施加至凹陷區域 505 之表面 510b 的不同部分（例如，小於部分 511a）。在所繪示的示例中，並未將表面處理 516 施加至硬遮罩 512 的表面 513。

【0091】 儘管可將表面處理 516 對於特定基板 502、以及參照圖 5A－5E 所描述之處理所用的填充材料進行調整，但表面處理 516 大致上係相應於上方參照圖 4A－4E 所描述的表面處理 416。表面處理 516 創造表面狀態 316，其中具有表面狀態 316 的表面（例如，頂表面 508、及表面 510b 的部分 511a）係傾向於將某些填充材料（例如，圖 5D 中待沉積的特定填充材料）排斥、或以其他方式導引遠離具有表面狀態 316 的表面。在抗濕潤狀態中，表面接觸角可與為特定填充材料（例如，圖 5D 中待沉積的填充材料）所用的最佳溶質/溶劑之抗濕潤性匹配。

【0092】 位於凹陷區域 505 中的硬遮罩 512 之表面 513 可具有與上述之表面狀態 318 類似的表面狀態，其中具有表面狀態 318 的表面（例如，硬遮罩 512 之表面 513）係傾向將某些填充材料（例如，圖 5D 中待沉積的特定填充材料）接合、或甚至吸引至具有表面狀態 318 的表面。在可濕潤狀態中，表面接觸角可與為特定填充材料（例如，圖 5D 中待沉積的填充材料）所用的最佳溶質/溶劑之可濕潤性匹配。

【0093】 在某些實施例中，表面處理 516 為 SAM，該 SAM 係沉積以對 SAM 沉積於上的表面創造表面狀態 316。舉例來說，為了對基板 502 的選定表面（例如，基板 502 之頂表面 508、以及凹陷區域 505 之表面 510b 的部分 511a）提供表面狀態 316，可將表面處理 516 施加至以具有表面狀態 316 作為目標的基板 502 之表面。表面處理 516 創造相對於特定填充材料（例如，圖 5D 中待沉積的填充材料）的抗濕潤表面狀態，並且可沉積在基板 502 之頂表面 508、以及凹陷區域 505 之表面 510b 的部分 511a 上，以將填充材料導引遠離已施加表面處理 516 的該表面（基板 502 之頂表面 508、以及凹陷區域 505 之表面 510b 的部分 511a）。

【0094】在某些實施例中，將表面處理 516 施加至基板 502 之頂表面 508、以及凹陷區域 505 之表面 510b 的部分 511a 包括在基板 502 之頂表面 508、以及凹陷區域 505 之表面 510b 的部分 511a 上沉積 SAM。作為特定示例，該 SAM 可為液相 SAM。在某些實施例中，取決於基板 502（位於基板 502 的暴露表面處）與硬遮罩 512 的材料，表面處理 516（例如，SAM）係專用於氧化物、氮化物、或其他合適材料。

【0095】雖然是描述成單層，但本領域中具有通常知識者將可理解的是，可能會、或可能不會達到表面處理 516 的完全覆蓋，而仍可完成本揭露的該實施態樣。換言之，由於可在不具完全單層對準的情況下形成溶質/溶劑的抗濕潤性，因此 SAM（或其他合適的表面處理）的完美對準是非必要的。給定的表面選擇性單層係具有末端分子基團，該末端分子基團係設計以造成旋塗材料的抗濕潤性。SAM 係更詳細描述於下。

【0096】可利用任何合適的方法施加表面處理 516。在某些實施例中，表面處理 516 係透過旋塗技術所沉積。舉例來說，可將特定的表面處理 516（例如，SAM）沉積在基板 502 的選定表面（例如，基板 502 之頂表面 508、以及凹陷區域 505 之表面 510b 的部分 511a）上。所施加的表面處理 516 可對於特定下伏材料具有選擇性，使得該表面處理 516 係施加至特定表面而非其他者。舉例來說，表面處理 516 可對於基板 502 的材料具有選擇性，使得表面處理 516 係沉積在基板 502 之頂表面 508、以及凹陷區域 505 之表面 510b 的部分 511a 上，而不是硬遮罩 512 的表面 513 上。

【0097】如圖 5D 中所顯示，填充材料 520 係沉積在位於硬遮罩 512 之表面 513 上的凹陷區域 505 中，其中所述表面係未施加表面處理 516 且大致上係具有與表面狀態 318 類似的表面狀態。隨著填充材料 520 的沉積，基板 502 之頂表面 508、以及凹陷區域 505 之表面 510b 的部分 511a 的表

面處理 516 將填充材料 520 導引至硬遮罩 512 之表面 513，並且遠離基板 502 之頂表面 508、以及表面 510b 的部分 511a 以利用填充材料 520 填充位於硬遮罩 512 之表面 513 上的凹陷區域 505，而不附著至已施加表面處理 516 的表面。在某些實施例中，位於選定表面（例如，基板 502 之頂表面 508、以及凹陷區域 505 之表面 510b 的部分 511a）上的表面處理 516、與其他表面（例如，硬遮罩 512 之表面 513）上缺乏表面處理 516 的組合促進了將填充材料 520 沉積在凹陷區域 505 中的硬遮罩 512 之表面 513 上，而不將填充材料 520 沉積在基板 502 之選定表面上。

【0098】填充材料 520 大致上係與填充材料 320、及填充材料 420 類似，其細節係以參照的方式引入。

【0099】此外，在某些實施例中，例如取決於基板 502 的形貌（包括凹陷區域 505 的深度、以及所選填充材料 520、以及相關的沉積技術），可執行一或複數沉積步驟直到達成所需的填充水準。

【0100】填充材料 520 可能會、或可能不會包括與硬遮罩 512 相同的材料。在某些實施例中，填充材料 520 係使用旋塗沉積處理所沉積。僅作為一示例，填充材料 520 可為使用旋塗沉積處理所沉積的有機材料，例如旋塗式碳。

【0101】如圖 5D 中所顯示，在沉積填充材料 520 之後，填充材料 520 可填充凹陷區域 505 的至少一部分，並可具有實質平坦的頂表面 521。表面處理 516 為基板 502 之頂表面 508、以及凹陷區域 505 之表面 510b 的部分 511a 創造表面狀態 316，以將填充材料 520 引導至凹陷區域 505 中的硬遮罩 512 之表面 513，而不使填充材料 520 沉積在基板 502 之頂表面 508、以及凹陷區域 505 之表面 510b 的部分 511a 上。將填充材料 520 引

導至硬遮罩 512 之表面 513 允許填充材料 520 減少並可能消除硬遮罩 512 中至少一部分可能在延伸區域（例如，凹陷區域 505 中）上所發生的落差。

【0102】在特定示例中，利用接合至基板 502 之表面（例如，基板 502 之頂表面 508、以及凹陷區域 505 之表面 510b 的部分 511a）的 SAM，可將特定填充材料 520 的溶質/溶劑用於旋塗沉積。對於旋塗沉積，可將特定填充材料 520 沉積在基板 502 上，並可接著將基板 502 轉動使特定填充材料 520 散佈在基板 502 的整個表面上（可能為均勻地）。伴隨著 SAM 附著至基板 502 之頂表面 508、以及凹陷區域 505 之表面 510b 的部分 511a，頂表面 508、以及表面 510b 的部分 511a 具有實質上排斥特定填充材料 520 的表面能量。在進行特定填充材料 520 的旋轉塗佈之後，該特定填充材料 520 積聚在硬遮罩 512 的表面 513 上，並且在不沉積於基板 502 之頂表面 508、以及凹陷區域 505 之表面 510b 的部分 511a 之上的情況下，創造出大致平坦的頂表面 521。可基於所選定表面處理 516（例如，SAM）的抗濕潤性質來選擇特定填充材料 520（例如，特定聚合物）、或是可基於所需的填充材料 520（例如，特定聚合物）來選擇特定的表面處理 516（例如，特定的 SAM）。

【0103】在某些實施例中，填充材料 520 會積聚在硬遮罩 512 的表面 513 上，以創造大致上平坦的頂表面 521。沉積在硬遮罩 512 之表面 513 上的填充材料 520 提供改善（且可能大致上平坦）的表面，以用於在後續的沉積步驟中沉積平坦化膜，而不是在圖 5A—5B 中所顯示之基板 502 的各種形貌上、以及在圖 5B 中箭頭 515 處所顯示之硬遮罩 512 中的落差上沉積平坦化膜。

【0104】若合適的話，在沉積填充材料 520 後，可在填充材料 520 上執行短暫的回蝕，以達到期望的填充材料 520 厚度、及/或輪廓。在某些實

施例中，填充材料 520 的回蝕（若有執行）係使用濕式溶劑剝除、濕式蝕刻、電漿蝕刻、或 UV/O₂ 處理的任何合適組合所執行。

【0105】如圖 5E 中所顯示，已從半導體裝置 400 移除表面處理 516，並已沉積平坦化材料 524。在某些實施例中，表面處理 516 係使用一或更多蝕刻步驟並且藉由濕式溶劑剝除、濕式蝕刻、電漿蝕刻、或 UV/O₂ 處理的任何合適組合所移除。本揭露係考量任何適合用於移除表面處理 516 的移除處理類型。用以移除表面處理 516 的移除處理係在硬遮罩 512 的表面 513 上留下填充材料 520。在某些實施例中，在用以移除表面處理 516 的一或更多蝕刻步驟中所使用的蝕刻劑係對於表面處理 516 具有選擇性，並且不會蝕刻（或是僅微量蝕刻）填充材料 520。因此，填充材料 520 的頂表面 521 會保持其相對平坦的特性。

【0106】在移除表面處理 516 後，基板 502 之頂表面 508、以及凹陷區域 505 之表面 510b 的部分 511a 兩者均回到與（例如，圖 3D 的）表面狀態 318 類似的表面狀態。亦即，相對於待沉積的平坦化膜（例如，平坦化膜 524），可將基板 502 之頂表面 508、以及凹陷區域 505 之表面 510b 的部分 511a 視為可濕潤的。

【0107】如圖 5E 中所顯示，平坦化膜 524 係沉積在基板 502 上。平坦化膜 524 的材料可為任何合適的材料。在某些實施例中，平坦化膜 524 的材料係與填充材料 520 的材料（其亦可與硬遮罩 512 為相同材料）為相同材料；然而，本揭露係考量包括不同材料的填充材料 520 與平坦化膜 524。至少部分因為在沉積填充材料 520 後改善了圖 5D 中頂表面 521 的平面性，因此平坦化膜 524 的頂表面 526 具有改善的平面性。

【0108】可利用任何合適的方法來沉積平坦化膜 524。在某些實施例中，係使用旋塗沉積處理來沉積平坦化膜 524。舉例來說，平坦化膜 524 可

包括有機材料。作為特定示例，平坦化膜 524 可為旋塗式碳。可將平坦化膜 524 沉積至適合用於特定實行例的期望厚度。

【0109】在已將基板 502 平坦化的情況下，可執行附加的微加工步驟。舉例來說，在沉積具有改善平面特性的平坦化膜 524 之後，可在平坦化膜 524 上方或下方的層中形成半導體裝置 500 的附加特徵部。僅舉幾個示例，這些特徵部可包括金屬線、通孔、或其他合適的特徵部。由於平坦化膜 524 改善的平面特性，後續的圖案化特徵部係傾向於具有改善的尺寸控制、以及最終改善的下游良率。

【0110】圖 6A－6B 係根據本揭露的某些實施例所繪示出示例性自組裝單層（SAM）600 的示例細節。參照圖 6A－6B 所描述的實施例僅係提供作為示例。本揭露係考量任何合適結構及材料的 SAM。如上所述，可將表面處理 416 及/或 516 實施作為 SAM，而 SAM 600 係提供這種 SAM 的示例。

【0111】圖 6A 繪示附著至基板 604 的示例性自組裝單層（SAM）單元 602。基板 604 可例如為基板 302、基板 402、硬遮罩 409、或基板 502。

【0112】SAM 單元 602 包括三個綜合功能性基團：頭部基團 606a、功能基團 606b、以及尾部基團 606c。在選擇 SAM 單元 602（及因此包括複數 SAM 單元 602 的 SAM 600，如圖 6B 中所顯示）的構成中，可考量這些綜合功能性基團每一者的角色以做出合適的選擇。

【0113】頭部基團 606a（亦可將其稱為配位基團）係適合附著至基板 604，以將 SAM 單元 602 接合或以其他方式附著至基板 604。因此，對於頭部基團 606a，可將頭部基團 606a 的材料選擇以能夠並且適合用於附著至基板 604 的材料。

【0114】此外，對於頭部基團 606a 的材料選擇（結合 SAM 600 打算進行附著的材料選擇、以及 SAM 600 不打算進行附著的材料選擇）係促進 SAM 600 附著至特定層而不是其他的特定層。舉例來說，可將頭部基團 606a 選擇以適合附著至硬遮罩 409 的頂表面 411，但不適合附著至位於凹陷部 406 中的基板 402 之表面 410a 及 410b。作為另一示例，可將頭部基團 606a 選擇以適合附著至基板 502 之突起區域 504 的頂表面 508、以及附著至基板 502 之凹陷區域 505 的表面 510b 之部分 511a，但不適合附著至硬遮罩 512 的表面 513。這種頭部基團 606a 的特性允許 SAM 600 的選擇性沉積。

【0115】在特定示例中，頭部基團 606a 可包括含硫醇的頭部基團（例如，十八烷硫醇（octadecanethiol，ODT））、或是含矽的頭部基團（例如，十八烷基三氯矽烷（octadecyltrichlorosilane，OTS）、或十八烷基矽氧烷（Octadecylsiloxane，ODS））。在某些實施例中，為了附著至含有機物的基板（例如，旋塗式碳、或非晶形碳），頭部基團 606a 可包括含烯烴分子，而可與基板層的 C-H 末端表面位置形成共價鍵。在某些實施例中，為了附著至含矽的基板（例如，Si、SiO₂、SiN、或 SiON），頭部基團 606a 可包括矽，並例如可為 OTS 或 ODS。在某些實施例中，為了附著至含金屬的基板（例如，銅、鈷、鈺、或另一合適金屬），頭部基團 606a 可為含硫醇的頭部基團，例如 ODT。

【0116】功能基團 606b（亦可將其稱為末端基團）係設計成將 SAM 600 所提供的表面狀態 316（例如，抗濕潤表面狀態）進行優化。

【0117】尾部基團 606c（亦可將其稱為間隔物）係將頭部基團 606a 耦接至功能基團 606b，並在頭部基團 606a 與功能基團 606b 之間提供所需的間距。此外，可將尾部基團 606c 的長度進行調節，以調整特定材料（例

如，填充材料 320、420、或 520）的接觸角。在某些實施例中，尾部基團 606c 為分子鏈，例如烷烴鏈。尾部基團 606c 可為有機中間相（organic interphase），並可提供良好界定的 SAM 600 厚度以作為物理阻障物，並改變電導率以及區域光學性質（如果合適的話）。

【0118】尾部基團 606c 可對於待沉積的填充材料（例如，填充材料 320、420、或 520）而優化。舉例來說，在使用旋轉塗佈技術沉積填充材料的情況下，可將尾部基團 606c 對於與待使用之旋轉塗佈技術相關的旋塗溶劑進行優化。作為特定示例，可使用含碳、或含氟的尾部基團。對於有機的旋塗聚合物，溶劑的選擇可能是特別重要的。舉例來說，低蒸氣壓與高接觸角可為有效的。作為特定示例，甲苯可為有效的。

【0119】圖 6B 繪示由附著至基板 604 之表面的複數 SAM 單元 602 所形成的 SAM 600。

【0120】圖 7 係根據本揭露的某些實施例而繪示形成半導體裝置的示例性方法 700。方法 700 的實施例可應用至本揭露中所描述的任何實施例、以及其他合適的實施例。該方法係從步驟 702 開始。

【0121】在步驟 704 處，將表面處理施加至基板上的選定表面，其中該基板具有不平坦的形貌，且該不平坦的形貌係包括界定出凹陷部的結構。舉例來說，該基板可為基板 302，該基板 302 包括界定出凹陷部 306 的結構 304，且所述選定表面可為基板 302 的頂表面 308。作為另一示例，該基板可為基板 402，該基板 402 包括界定出凹陷部 406 的結構 404，且所述選定表面可為硬遮罩 409 的頂表面 411，該頂表面 411 可被視為基板 402 的頂表面。作為又另一示例，該基板可為基板 502，該基板 502 包括突起區域 504 及凹陷區域 505，且所述選定表面可為基板 502 的頂表面 508。參照位在特定晶圓之區域上方的基板 502，該基板 502 可包括複數突起區

域 504 以界定各自的凹陷部 506。在某些實施例中，在步驟 704 處施加表面處理包括將 SAM 沉積至該基板的選定表面。

【0122】在步驟 706 處，例如藉由旋塗沉積以在基板上沉積填充材料。該表面處理將填充材料導引至凹陷部並且遠離所述選定表面，以利用該填充材料填充凹陷部而不附著至所述選定表面。

【0123】舉例來說，如上方參照圖 3A－3E 所描述，可例如藉由旋塗沉積以在基板 302 上沉積填充材料 320，且創造表面狀態 316（例如，與填充材料 320 相關的抗濕潤表面狀態）的表面處理將填充材料 320 導引至凹陷部 306 並遠離基板的頂表面 308（創造表面狀態 316 的表面處理所施加至的表面），以填充凹陷部 306 而不附著至基板 302 的頂表面 308。

【0124】作為另一示例，如上方參照圖 4A－4E 所描述，表面處理 416 創造與表面狀態 316 類似的狀態（例如，與填充材料 420 相關的抗濕潤表面狀態），並將填充材料 420 導引至凹陷部 406 且遠離硬遮罩 409 的頂表面 411（表面處理 416 所施加至的表面），以填充凹陷部 406 而不附著至硬遮罩 409 的頂表面 411。

【0125】在某些實施例中，例如上方參照圖 5A－5E 所描述，在步驟 704 處將表面處理 516 施加至基板 502 的選定表面之前，可將硬遮罩 512 沉積在基板 502 上，並可對硬遮罩 512 進行蝕刻，以移除基板 502 之選定表面上的硬遮罩 512、以及從（凹陷區域 505 的）凹陷部 506 之一部分移除硬遮罩 512，使硬遮罩 512 的一部分係留存在（凹陷區域 505 的）凹陷部 506 中。藉由旋塗沉積以在基板 502 上沉積填充材料 520 可包括將填充材料 520 沉積在（凹陷區域 505 的）凹陷部 506 中所留存的硬遮罩 512 之該部分上方。

【0126】在步驟 708 處，將表面處理從該基板的選定表面移除。該表面處理可藉由濕式溶劑剝除、濕式蝕刻、電漿蝕刻、或 UV/O₂ 處理的任何合適組合所移除。舉例來說，可將創造表面狀態 316 的表面處理從基板 302 的頂表面 308 移除；可將表面處理 416（並有可能將硬遮罩 409）從硬遮罩 409 的頂表面 411 移除；或是可將表面處理 516 從基板 502 之頂表面 508、以及凹陷部 506 之表面 510b 的部分 511a 移除。

【0127】在步驟 710 處，例如藉由旋塗沉積以在基板上沉積平坦化膜。平坦化膜係沉積在基板的選定表面上、以及沉積材料的頂表面上。舉例來說，可將平坦化膜 324、424、或 524 分別沉積在基板 302 上（包括在基板 302 的頂表面 308、以及位於凹陷部 306 中之填充材料 320 的頂表面 322 上）、基板 402 上（包括在基板 402 的頂表面 408、以及位於凹陷部 406 中之填充材料 420 的頂表面 422 上）、或是基板 502 上（包括在基板 502 的頂表面 508、以及位於凹陷部 506 中之填充材料 520 的頂表面 521 上）。

【0128】在沉積具有改善平面特性的平坦化膜之後，可在該平坦化膜上方或下方的層中形成半導體裝置的附加特徵部。僅舉幾個示例，這些特徵部可包括金屬線、通孔、或其他合適的特徵部。由於平坦化膜的改善平面特性，後續的圖案化特徵部係傾向於具有改善的臨界尺寸控制、以及最終改善的下游良率。

【0129】在步驟 712 處，結束方法 700。

【0130】圖 8 係根據本揭露的某些實施例而繪示形成半導體裝置的示例性方法 800。方法 800 的實施例可應用至本揭露中所描述的任何實施例、以及其他合適的實施例。該方法係從步驟 802 開始。

【0131】在步驟 804 處，接收具有不平坦形貌的基板，該不平坦形貌包括界定出凹陷部的結構。在某些實施例中，係將該基板接收於一工具中，

第 32 頁，共 42 頁(發明說明書)

該工具係設計成在後續步驟中在該基板的選定表面上沉積表面處理。舉例來說，該基板可為基板 302（包括界定出凹陷部 306 的結構 304）、基板 402（包括界定出凹陷部 406 的結構 404）、或是基板 502（包括突起區域 504 及凹陷區域 505）。關於位在特定晶圓之區域上方的基板 502，該基板 502 可包括複數突起區域 504 以界定各自的凹陷區域 505/凹陷部 506。在某些實施例中，基板的一些部分係包括硬遮罩，使得基板之所述部分的頂表面為硬遮罩，如圖 4A 中所顯示在基板 402 上具有硬遮罩 409。

【0132】 在步驟 806 處，將自組裝單層（SAM）沉積在基板之結構的頂表面上，而不使 SAM 沉積在位於該基板之所述結構的頂表面下方的表面上。舉例來說，可將提供表面狀態 316（例如，SAM）的表面處理沉積在基板 302 的頂表面 308 上；可將表面處理 416（例如，SAM）沉積在硬遮罩 409 的頂表面 411 上，該頂表面 411 可被視為基板 402 的頂表面；或是可將表面處理 516（例如，SAM）沉積在基板 502 的頂表面 508 上、以及可能在基板 502 的其他表面上，例如凹陷區域 505 之表面 510b 的部分 511a。在某些實施例中，SAM 為特定填充材料（例如，填充材料 320、420、或 520）提供抗濕潤的表面狀態（例如，表面狀態 316），例如在步驟 808 處待沉積的填充材料。在某些實施例中，SAM 包括耦接至該基板的頭部基團（例如，頭部基團 606a）、功能基團（功能基團 606b）、以及尾部基團（例如，尾部基團 606c），該尾部基團將該頭部基團耦接至該功能基團使得該頭部基團係與該功能基團間隔開。

【0133】 在步驟 808 處，例如藉由旋塗沉積以在該基板上沉積特定填充材料，使得該特定填充材料填充凹陷部而不附著至該 SAM。

【0134】 舉例來說，如上方參照圖 3A－3E 所描述，可例如藉由旋塗沉積以在基板 302 上沉積填充材料 320，且創造表面狀態 316（例如，與

第 33 頁，共 42 頁(發明說明書)

填充材料 320 相關的抗濕潤表面狀態) 的表面處理將填充材料 320 導引至凹陷部 306 並遠離基板的頂表面 308 (創造表面狀態 316 的表面處理所施加至的表面), 以填充凹陷部 306 而不附著至創造表面狀態 316 的表面處理。作為另一示例, 如上方參照圖 4A-4E 所描述, 表面處理 416 (例如, SAM) 創造與表面狀態 316 類似的狀態 (例如, 與填充材料 420 相關的抗濕潤表面狀態), 並將填充材料 420 導引至凹陷部 406 且遠離硬遮罩 409 的頂表面 411 (表面處理 416 所施加至的表面), 以填充凹陷部 406 而不附著至表面處理 416。

【0135】在某些實施例中, 例如上方參照圖 5A-5E 所描述, 於步驟 806 處在該基板之結構 (基板 502 的突起區域 504) 的頂表面 (表面 508) 上沉積 SAM (表面處理 516) 之前, 可將硬遮罩 512 沉積在基板 502 上, 並可對硬遮罩 512 進行蝕刻, 以移除位於該基板之結構 (基板 502 的突起區域 504) 的頂表面 (表面 508) 上的硬遮罩 512、以及從凹陷區域 505/凹陷部 506 之一部分移除硬遮罩 512, 使硬遮罩 512 的一部分係留存在凹陷區域 505/凹陷部 506 中。藉由旋塗沉積以將填充材料 520 沉積在基板 502 上, 使得填充材料 520 填充 (凹陷區域 505 的) 凹陷部 506 而不附著至表面處理 516 (例如, SAM) 可包括將填充材料 520 沉積在 (凹陷區域 505 的) 凹陷部 506 中所留存的硬遮罩 512 之該部分。

【0136】在步驟 810 處, 將 SAM 移除。舉例來說, SAM 可藉由濕式溶劑剝除、濕式蝕刻、電漿蝕刻、或 UV/O₂ 處理的任何合適組合所移除。例如, 如上方參照圖 3A-3E 所描述, 將創造表面狀態 316 的表面處理 (例如, SAM) 從基板 302 的頂表面 308 移除。作為另一示例, 如上方參照圖 4A-4E 所描述, 將表面處理 416 (例如, SAM) 從硬遮罩 409 的頂表面 411 移除。在某些實施例中, 步驟 810 包括移除硬遮罩 409。作為另一示

例，如上方參照圖 5A－5E 所描述，將表面處理 516（例如，SAM）從基板 502 之頂表面 508、以及從（凹陷區域 505 的）凹陷部 506 之表面 510b 的部分 511a 移除。

【0137】在步驟 812 處，例如藉由旋塗沉積以在基板上沉積平坦化膜。平坦化膜係沉積在結構的頂表面上、以及填充凹陷部的特定填充材料之頂表面上。舉例來說，可將平坦化膜 324 沉積在基板 302 上（包括在基板 302 的頂表面 308、以及位於凹陷部 306 中之填充材料 320 的頂表面 322 上）；可將平坦化膜 424 沉積在基板 402 上（包括在基板 402 的頂表面 408、以及位於凹陷部 406 中之填充材料 420 的頂表面 422 上）；或是可將平坦化膜 524 沉積在基板 502 上（包括在基板 502 的頂表面 508、以及位於（凹陷區域 505 的）凹陷部 506 中之填充材料 520 的頂表面 521 上）。

【0138】在沉積具有改善平面特性的平坦化膜之後，可在該平坦化膜上方或下方的層中形成半導體裝置的附加特徵部。僅舉幾個示例，這些特徵部可包括金屬線、通孔、或其他合適的特徵部。由於平坦化膜的改善平面特性，後續的圖案化特徵部傾向於具有改善的臨界尺寸控制、以及最終改善的下游良率。

【0139】在步驟 814 處，結束方法 800。

【0140】圖 9 係根據本揭露的某些實施例而繪示形成半導體裝置的示例性方法 900。方法 900 的實施例可應用至本揭露中所描述的任何實施例、以及其他合適的實施例。在此特定示例中，係參照圖 5A－5E 的半導體裝置 500 以對方法 900 進行描述。該方法係從步驟 902 開始。

【0141】在步驟 904 處，接收具有不平坦形貌的基板 502，該不平坦形貌包括突起區域 504 及凹陷區域 505。舉例來說，將該基板 502 接收於一工具中，該工具係用於在後續步驟中沉積硬遮罩，例如旋轉塗佈工具。

第 35 頁，共 42 頁(發明說明書)

【0142】在步驟 906 處，可在基板 502 上沉積硬遮罩 512。

【0143】在步驟 908 處，將硬遮罩 512 進行蝕刻，以移除基板 502 之突起區域 504 的頂表面 508 上的硬遮罩 512、以及從凹陷區域 505 之表面 510b 的部分 511a 移除硬遮罩 512。硬遮罩 512 的一部分係留存在凹陷區域 505 之表面 510b 的部分 511b 上。在某些實施例中，在步驟 908 處，於硬遮罩 512 上執行的蝕刻（可將其稱為回蝕）亦從凹陷區域 505 之表面 510b 的一部分移除硬遮罩 512，使得至少一部份的硬遮罩 512 係位於基板 502 的頂表面 508 下方。在某些實施例中，硬遮罩 512 的蝕刻係使用濕式溶劑剝除、濕式蝕刻、電漿蝕刻、或 UV/O₂ 處理的任何合適組合所執行。

【0144】在步驟 910 處，SAM（或其他表面處理 516）係沉積在突起區域 504 的頂表面 508 上、以及凹陷區域 505 之表面 510b 的部分 511a（或是另一合適部分）上，而不將 SAM（或其他表面處理 516）沉積在凹陷區域 505 之表面 510b 的部分 511b 上所留存的硬遮罩 512 上。SAM（或其他表面處理 516）提供對於填充材料（例如，填充材料 520）的抗濕潤表面狀態（例如，與表面狀態 316 類似）。

【0145】在步驟 912 處，例如藉由旋塗沉積以將填充材料 520 沉積在基板 502 上，使得填充材料 520 填充介於突起區域 504、與凹陷區域 505 之表面 510b 的部分 511a 上的 SAM（或其他表面處理 516）之間的凹陷區域 505，而不附著至該 SAM。在某些實施例中，藉由旋塗沉積以將填充材料 520 沉積在基板 502 上包括在凹陷區域 505 中所留存的硬遮罩 512 上沉積填充材料 520。

【0146】在步驟 914 處，在一或更多移除步驟中將 SAM（或其他表面處理 516）移除。本揭露係考量用於移除表面處理 516 之任何合適類型的移除處理，包括濕式溶劑剝除、濕式蝕刻、電漿蝕刻、或 UV/O₂ 處理的任

何合適組合。用以移除表面處理 516 的移除處理係在硬遮罩 512 的表面 513 上留下填充材料 520。在某些實施例中，用以在一或更多蝕刻步驟中移除表面處理 416 及硬遮罩 409 的蝕刻劑係對於表面處理 516 具有選擇性，並且不會蝕刻（或是僅微量蝕刻）填充材料 520。因此，填充材料 520 的頂表面 521 係保留其相對的平面特性。

【0147】在步驟 916 處，例如藉由旋塗沉積以在基板 502 上沉積平坦化膜 524。可將平坦化膜 524 沉積在基板 502 之突起區域 504 的頂表面 508 上、以及填充材料 520 的頂表面 521 上。至少部分由於在沉積填充材料 520 之後而改善圖 5D 中頂表面 521 的平面性，因此平坦化膜 524 的頂表面 526 具有改善的平面性。平坦化膜 524 的細節係在上方參照圖 5E 所描述。

【0148】在沉積具有改善平面特性的平坦化膜 524 之後，可在該平坦化膜上方或下方的層中形成半導體裝置的附加特徵部。僅舉幾個示例，這些特徵部可包括金屬線、通孔、或其他合適的特徵部。由於平坦化膜的改善平面特性，這些特徵部亦傾向於具有改善的特性，例如臨界尺寸控制、以及最終改善的下游良率。

【0149】在步驟 918 處，結束方法 900。

【0150】本揭露的實施例可提供一或更多技術優勢。舉例來說，某些實施例減少或消除了具有各種形貌的基板上所沉積之平坦化膜缺乏的平面性。藉由利用填充材料以部分地或完全地填充基板中的凹陷部，可減少或消除基板形貌中的變化，而因此在該基板上進行沉積時形成更受控厚度的平坦化膜。此外，藉由在沉積填充材料之前先將表面處理施加至該基板的選定表面（例如，該基板的頂表面），以將該填充材料導引至凹陷部。本揭露的實施例可提供這些優勢中的一些或全部。

【0151】雖然最主要已使用特定的基板類型（例如，類似於基板 102、基板 302、基板 402、及基板 502 的那些）來對本揭露進行描述，但本揭露係考量應用類似的原理及技術以將任何合適之基板類型的形貌平坦化。僅作為一特定示例，可將本揭露的實施例應用在三維結構，例如半導體裝置 200 的基板 202。

【0152】在前面的說明中已闡述特定細節，例如處理系統之特定幾何形狀以及對本文中所使用之各元件及製程的描述。然而，應當理解的是，本技術可在偏離這些特定細節的其他實施例中實行，且這樣的細節係為了說明而非限制的目的。本文中所揭露之實施例已參考隨附圖式而加以說明。同樣地，為了說明的目的，已闡述特定數量、材料、及配置以提供透徹的理解。然而，實施例可在不具此種特定細節下加以實行。具有實質上相同功能構造的元件以相同的元件符號表示，且因此可忽略任何多餘的描述。

【0153】已將各種技術描述為多個分散的操作以協助理解各實施例。敘述的順序不應視為暗指這些操作必須與順序相關。實際上，這些操作不必以所呈現的順序執行。所描述之操作可透過不同於所述之實施例的順序加以執行。在另外的實施例中，可執行各種附加操作、及/或可忽略所述之操作。

【0154】在本揭露通篇中，術語「層」以及「膜」可各自包括在一或更多處理步驟中所沉積的一或更多層或膜。本文中所使用之「基板」或「目標基板」通常指的是根據本發明所進行處理的物件。基板可包含裝置的任何材料部分或結構，特別是半導體或其他電子裝置，且可例如係基礎基板結構（例如半導體晶圓）、光罩、或在基礎基板結構上或上覆的積層（例如，薄膜）。因此，基板並不限於任何特定的基礎基板、下伏層或上覆層、圖案化或未圖案化的，反而預期包括任何這樣的層或基礎結構、以及層和/

或基礎結構的任何組合。說明內容可參照特定類型的基板，但這僅係作為說明性的目的。

【0155】當然，為了清楚起見，已呈現本文中所述不同步驟的討論順序。一般而言，這些步驟可透過任何合適的順序來執行。另外，雖然本文中不同特徵、技術、配置的各者可能在本揭露的不同地方進行討論，但其意旨所述概念的各者可彼此獨立、或彼此結合而執行。因此，可透過許多不同方式來實施及檢視本發明。

【0156】雖然已參照說明性實施例來描述本揭露，但此實施方式章節並不意旨於視為限制性涵義。在參照此實施方式章節後，所述說明性實施例以及本揭露之其他實施例的各種修改及組合對於本領域中具有通常知識者將係顯而易知的。因此，係意旨於隨附申請專利範圍係含括任何這樣的修改或實施例。

【符號說明】

【0157】

100: 半導體裝置

102: 基板

104: 結構

106: 凹陷部

108: 頂表面

110a: 側壁表面

110b: 底表面

112: 平坦化膜

114: 頂表面

200: 半導體裝置

202: 基板

204: 結構

206: 凹陷部

208: 頂表面

210a: 側壁表面

210b: 底表面

212: 平坦化膜

214: 頂表面

300: 半導體裝置

302: 基板

304: 結構

306: 凹陷部

308: 頂表面

310a, 310b: 表面

316, 318: 表面狀態

320: 填充材料

322: 頂表面

324: 平坦化膜

326: 頂表面

400: 半導體裝置

402: 基板

404: 結構

406: 凹陷部

408: 頂表面
409: 硬遮罩
410a, 410b: 表面
411: 頂表面
416: 表面處理
420: 填充材料
422: 頂表面
424: 平坦化膜
426: 頂表面
500: 半導體裝置
502: 基板
504: 突起區域
505: 凹陷區域
506: 凹陷部
508: 頂表面
510a, 510b: 表面
511a, 511b: 部分
512: 硬遮罩
513: 表面
515: 落差
516: 表面處理
520: 填充材料
521: 頂表面
524: 平坦化膜

526: 頂表面

600: 自組裝單層 (SAM)

602: 自組裝單層 (SAM) 單元

604: 基板

606a: 頭部基團

606b: 功能基團

606c: 尾部基團

700: 方法

702, 704, 706, 708, 710, 712: 步驟

800: 方法

802, 804, 806, 808, 810, 812, 814: 步驟

900: 方法

902, 904, 906, 908, 910, 912, 914, 916, 918: 步驟

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種基板平坦化方法，以利用微影術處理進行圖案化，該方法包括：

接收具有一不平坦形貌的一基板，該不平坦形貌包括界定出複數凹陷部的複數結構，該基板包括一硬遮罩；

在該基板的該等結構之複數頂表面上沉積一自組裝單層，而不使該自組裝單層沉積在位於該基板的該等結構之該等頂表面下方的複數表面上，該自組裝單層為一特定填充材料提供一抗濕潤表面狀態，該特定填充材料係光阻、含矽的抗反射塗層、或旋塗式有機碳；

藉由旋塗沉積以在該基板上沉積該特定填充材料，使得該特定填充材料填充該等凹陷部而不附著至該自組裝單層；

移除該自組裝單層；

移除該硬遮罩；以及

在移除該該硬遮罩之後，形成包括一平坦化膜的一平坦層，該形成包括藉由旋塗沉積以在該等結構之該等頂表面及該特定填充材料的複數頂表面上方沉積該平坦化膜，該平坦層具有一平坦表面。

【請求項2】 如請求項 1 之基板平坦化方法，其中該基板之複數部分的該等頂表面為該硬遮罩，該自組裝單層係沉積在該硬遮罩上。

【請求項3】 如請求項 1 之基板平坦化方法，其中該平坦化膜係與該特定填充材料為相同材料。

【請求項4】 如請求項 1 之基板平坦化方法，其中該硬遮罩為旋塗式碳硬遮罩。

【請求項5】 如請求項 1 之基板平坦化方法，更包括，在該基板的該等結構之該等頂表面上沉積該自組裝單層之前：

在該基板上沉積該硬遮罩；以及

蝕刻該硬遮罩以移除該等結構之該等頂表面上方的該硬遮罩、以及從該等凹陷部之一部分移除該硬遮罩，使該硬遮罩的一部分係留存在該等凹陷部中。

【請求項6】如請求項 5 之基板平坦化方法，其中藉由旋塗沉積以在該基板上沉積該特定填充材料，使得該特定填充材料填充該等凹陷部而不附著至該自組裝單層包括將該特定填充材料沉積在該等凹陷部中所留存的該硬遮罩之該部分上。

【請求項7】如請求項 1 之基板平坦化方法，其中該自組裝單層包括：

一頭部基團，耦接至該基板；

一功能基團；以及

一尾部基團，將該頭部基團耦接至該功能基團，使得該頭部基團係與該功能基團間隔開，該尾部基團係一有機物質。

【請求項8】如請求項 1 之基板平坦化方法，其中該自組裝單層包括硫醇或矽。

【請求項9】如請求項 1 之基板平坦化方法，其中該等凹陷部包括複數溝槽或複數孔洞的至少一者，該等溝槽或該等孔洞係由該基板之該不平坦形貌的該等結構所界定。

【請求項10】如請求項 1 之基板平坦化方法，其中沉積該自組裝單層係藉由旋塗處理所執行。

【請求項11】如請求項 1 之基板平坦化方法，其中移除該自組裝單層暴露該等結構之該等頂表面，且該平面化膜實體接觸暴露的該等結構之該等頂表面。

【請求項12】如請求項 1 之基板平坦化方法，其中沉積該自組裝單層係藉由低溫化學氣相沉積處理所執行。

【請求項13】一種基板處理方法，該方法包括：

將一硬遮罩沉積在一基板上，該基板具有一不平坦形貌之複數頂表面，且該不平坦形貌包括界定出複數凹陷部的複數結構；

蝕刻該硬遮罩，以從該基板之該等頂表面及該等凹陷部之一部分移除該硬遮罩，該硬遮罩之一部分在該蝕刻之後留存於該等凹陷部中；

將一表面處理施加至該等頂表面；

藉由旋塗沉積以在該基板上沉積一填充材料，該表面處理將該填充材料導引至填充該等凹陷部而不附著至該等頂表面；

從該等頂表面移除該表面處理；以及

藉由旋塗沉積以在該基板上沉積一平坦化膜，該平坦化膜係沉積在該等頂表面、以及該填充材料之複數頂表面上。

【請求項14】如請求項 13 之基板處理方法，其中該等凹陷部包括複數溝槽或複數孔洞的至少一者，該等溝槽或該等孔洞係由該基板之該不平坦形貌的該等結構所界定。

【請求項15】如請求項 13 之基板處理方法，其中藉由旋塗沉積以在該基板上沉積該填充材料包括將該填充材料沉積在該等凹陷部中所留存的該硬遮罩之該部分上。

【請求項16】如請求項 13 之基板處理方法，其中施加該表面處理包括在該基板之該等頂表面上沉積一自組裝單層。

【請求項17】一種基板處理方法，該方法包括：

接收具有一不平坦形貌的一基板，該不平坦形貌包括一突起區域與一凹陷區域；

在該基板上沉積一硬遮罩；

蝕刻該硬遮罩以移除該突起區域之一頂表面上的該硬遮罩、以及從該凹陷區域之一表面的一第一部分移除該硬遮罩，該硬遮罩之一部分係留存在該凹陷區域之該表面的一第二部分上；

將一表面處理施加至該突起區域之該頂表面、以及施加至該凹陷區域之該表面的一第三部分，而不將該表面處理施加至該凹陷區域之該表面的該第二部分上所留存的該硬遮罩，該表面處理為一填充材料提供一抗濕潤表面狀態；

藉由旋塗沉積以在該基板上沉積該填充材料，使得該填充材料填充介於該突起區域與施加至該凹陷區域之該表面的該第三部分的該表面處理之間的該凹陷區域，而不附著至該表面處理；

移除該表面處理；以及

藉由旋塗沉積以在該基板上沉積一平坦化膜，該平坦化膜係沉積在該突起區域的該頂表面上、以及該填充材料的一頂表面上。

【請求項18】 如請求項 17 之基板處理方法，其中該凹陷區域之該表面的該第三部分包括該凹陷區域之所有該第一部分。

【請求項19】 如請求項 17 之基板處理方法，其中該硬遮罩為旋塗式碳硬遮罩。

【請求項20】 如請求項 17 之基板處理方法，其中藉由旋塗沉積以在該基板上沉積該填充材料包括將該填充材料沉積在該凹陷區域之該表面的該第二部分上所留存的該硬遮罩之該部分上。

【請求項21】 如請求項 17 之基板處理方法，其中將該表面處理施加至該突起區域之該頂表面、以及施加至該凹陷區域之該表面的該第三部分包

括將一自組裝單層沉積在該突起區域之該頂表面上、以及該凹陷區域之該表面的該第三部分上，該自組裝單層為該填充材料提供該抗濕潤表面狀態。

【發明圖式】

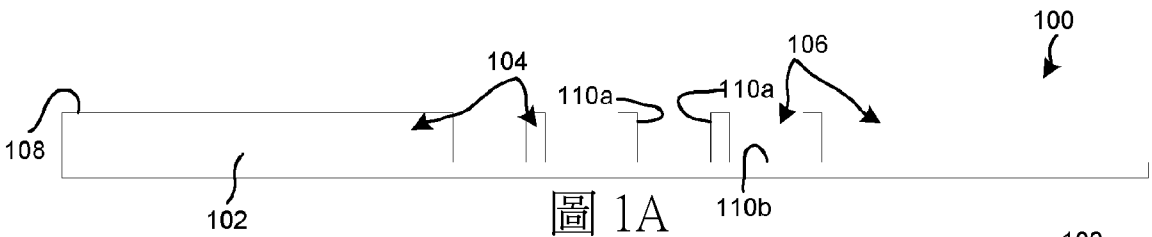


圖 1A

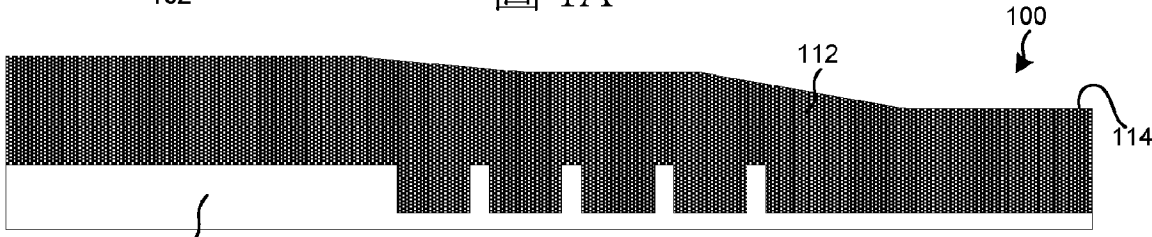


圖 1B

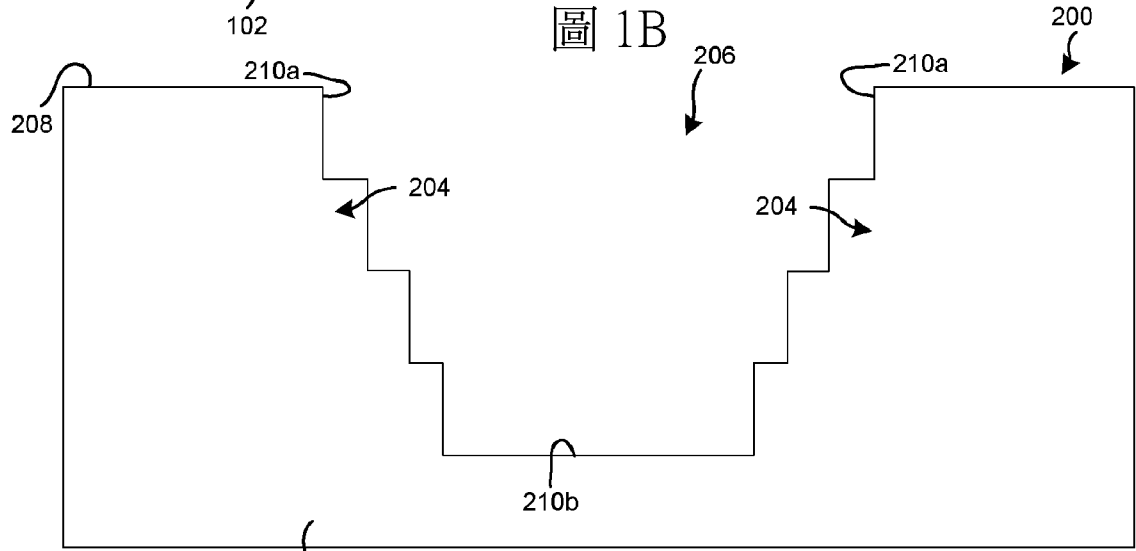


圖 2A

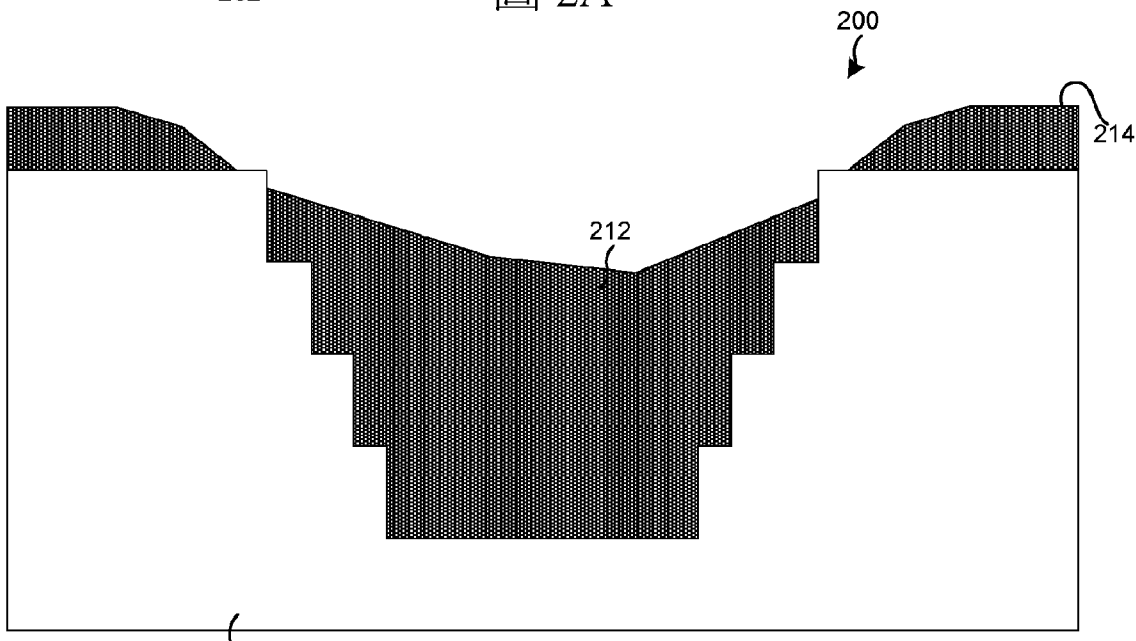


圖 2B

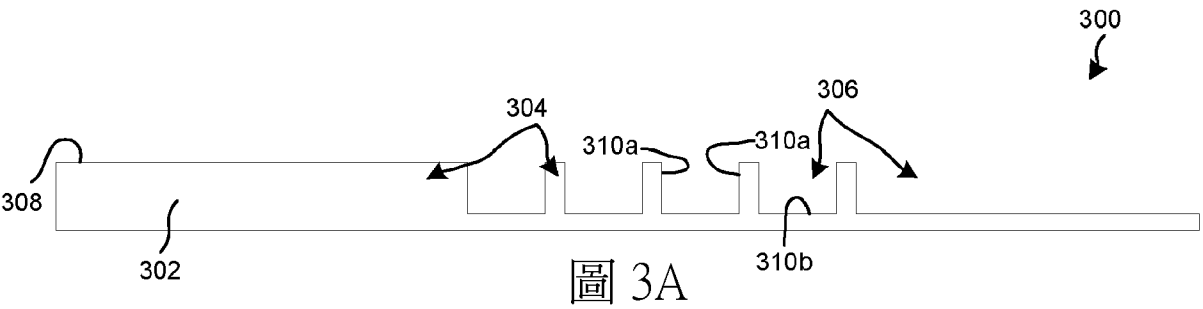


圖 3A

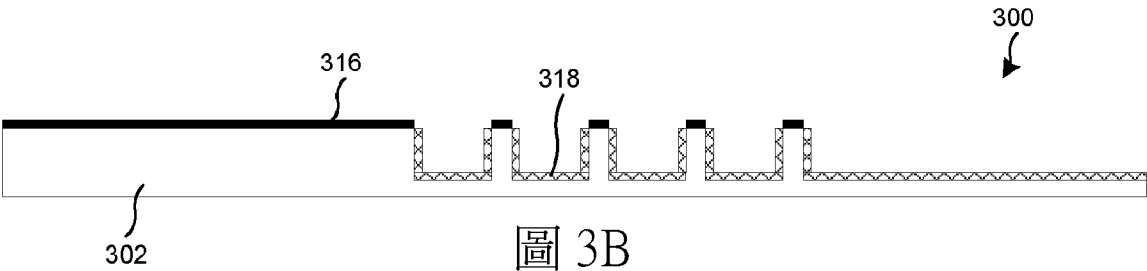


圖 3B

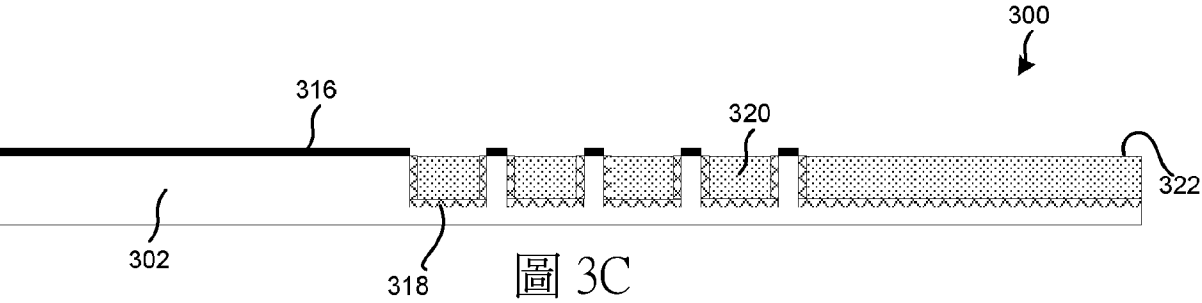


圖 3C

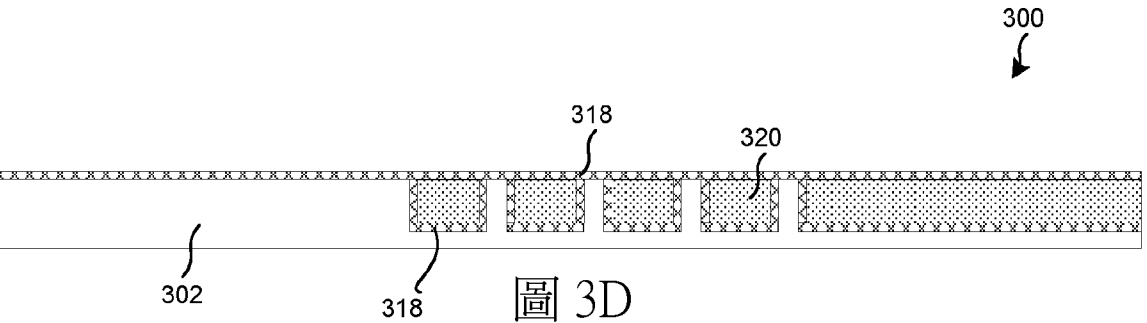


圖 3D

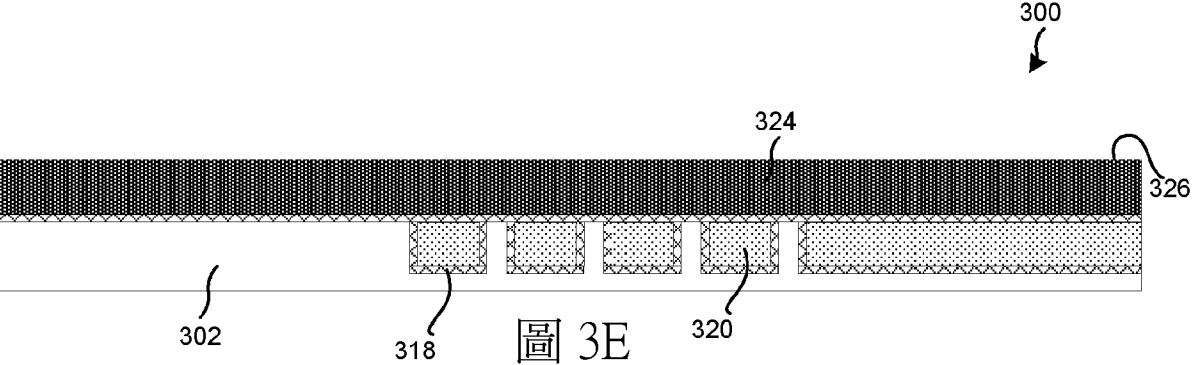
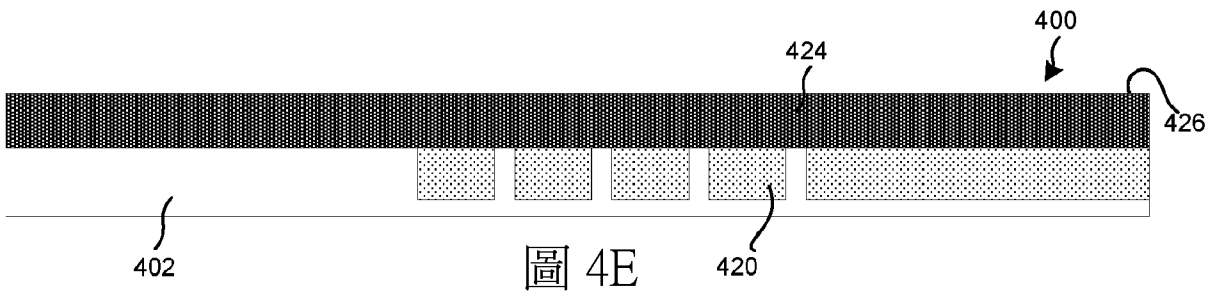
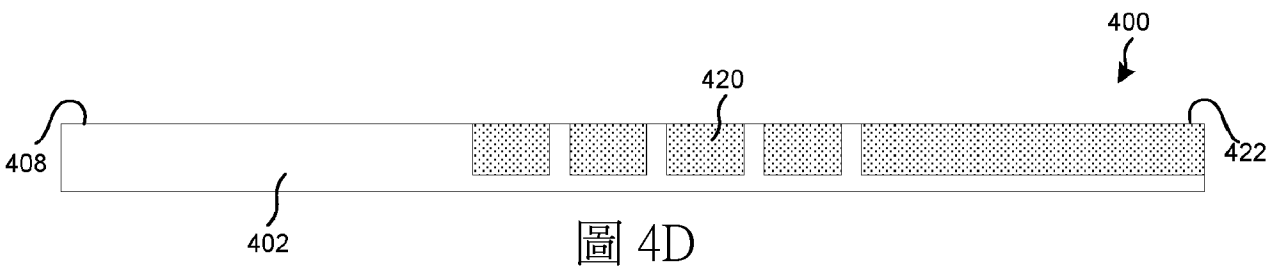
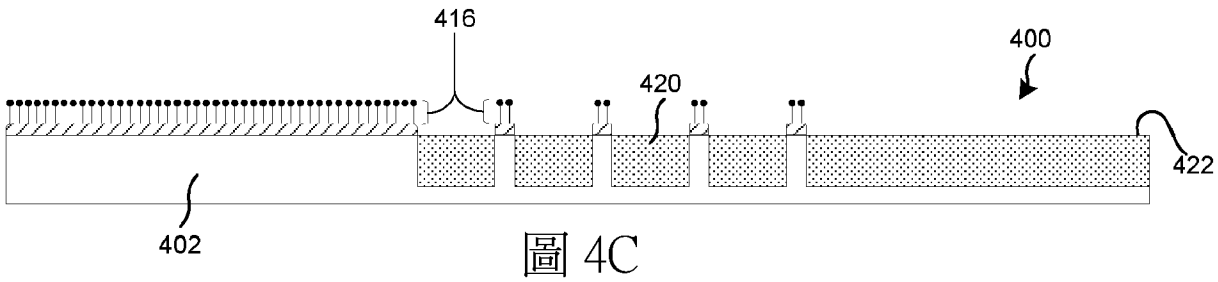
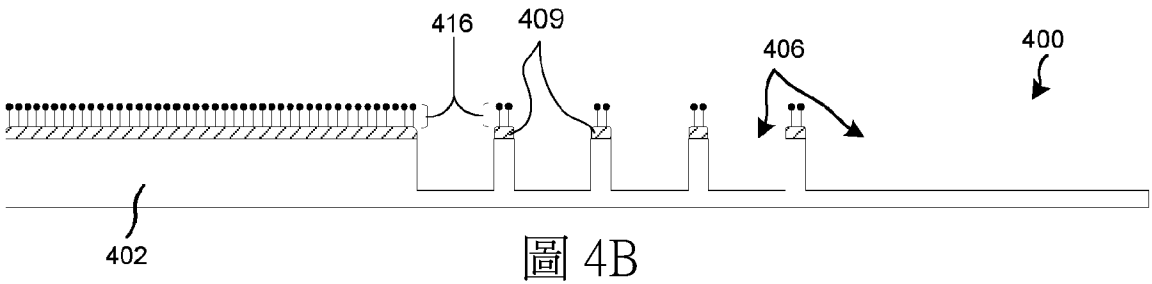
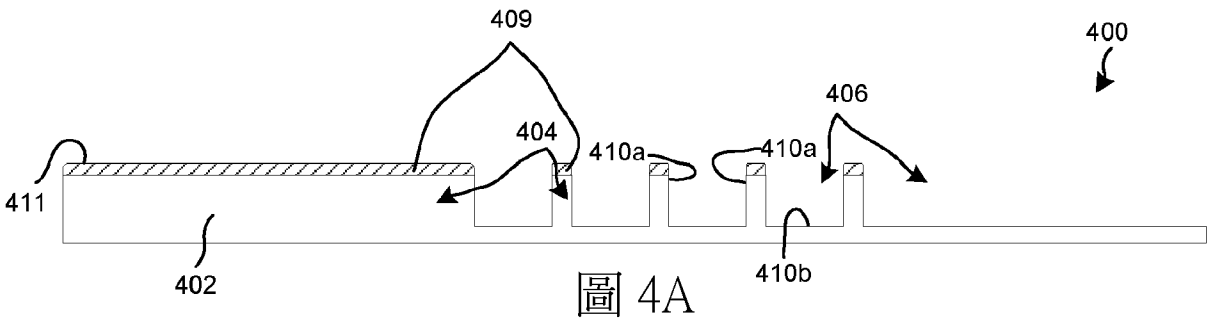


圖 3E



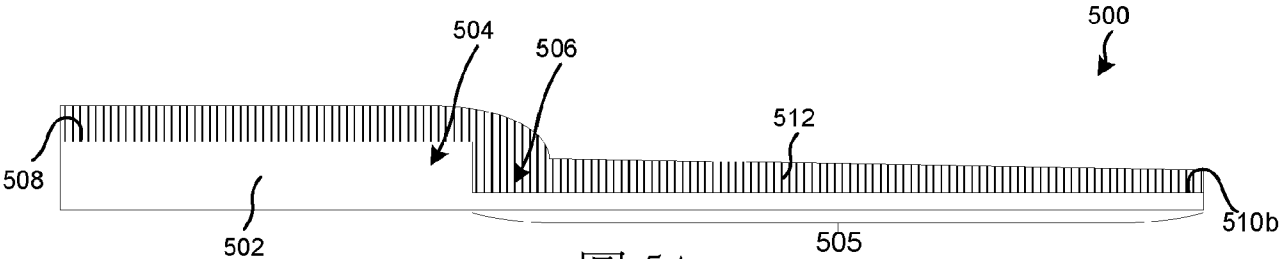


圖 5A

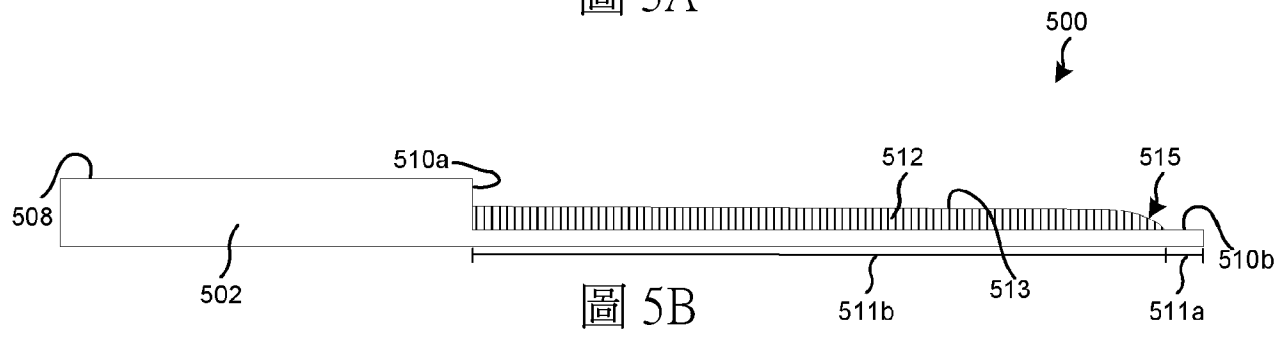


圖 5B

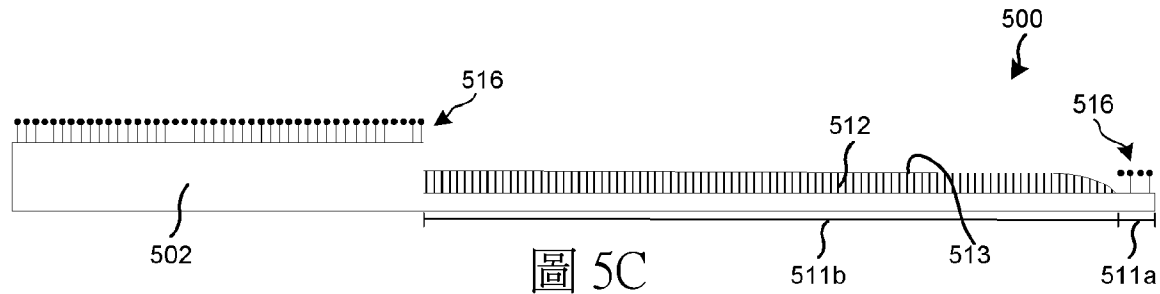


圖 5C

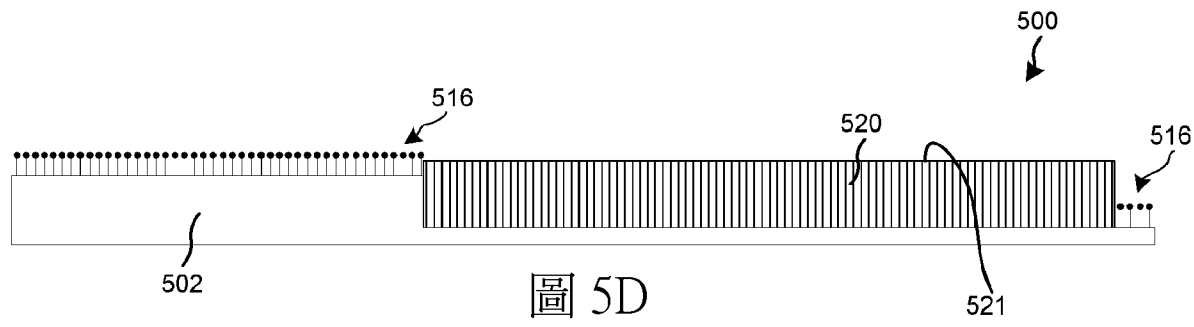


圖 5D

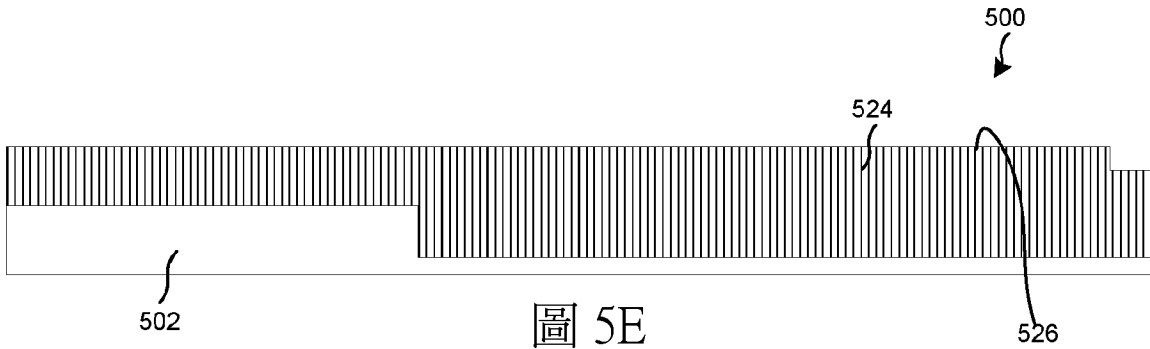


圖 5E

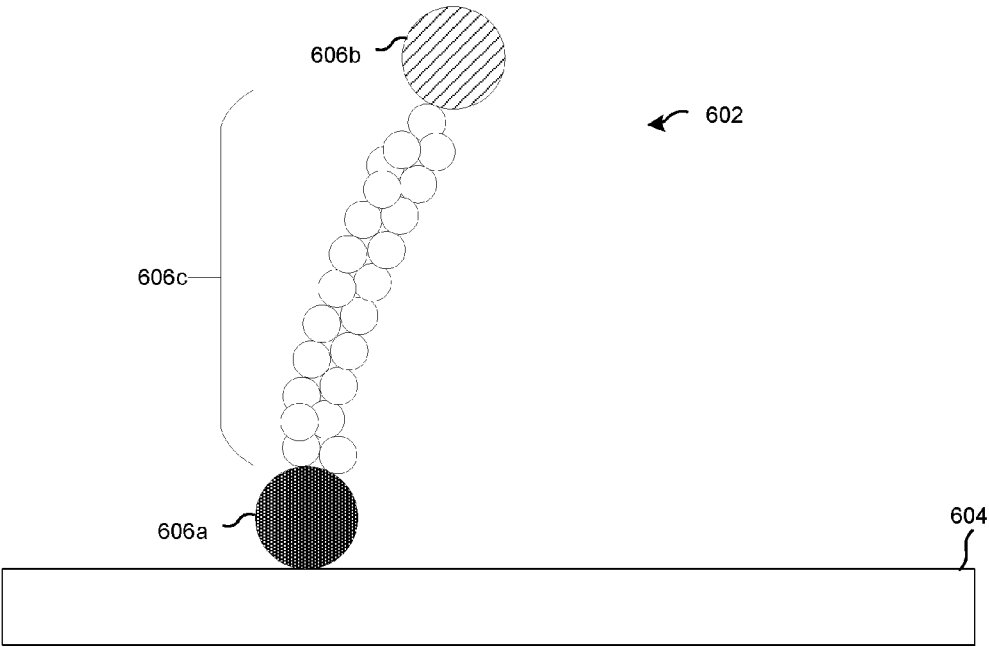


圖 6A

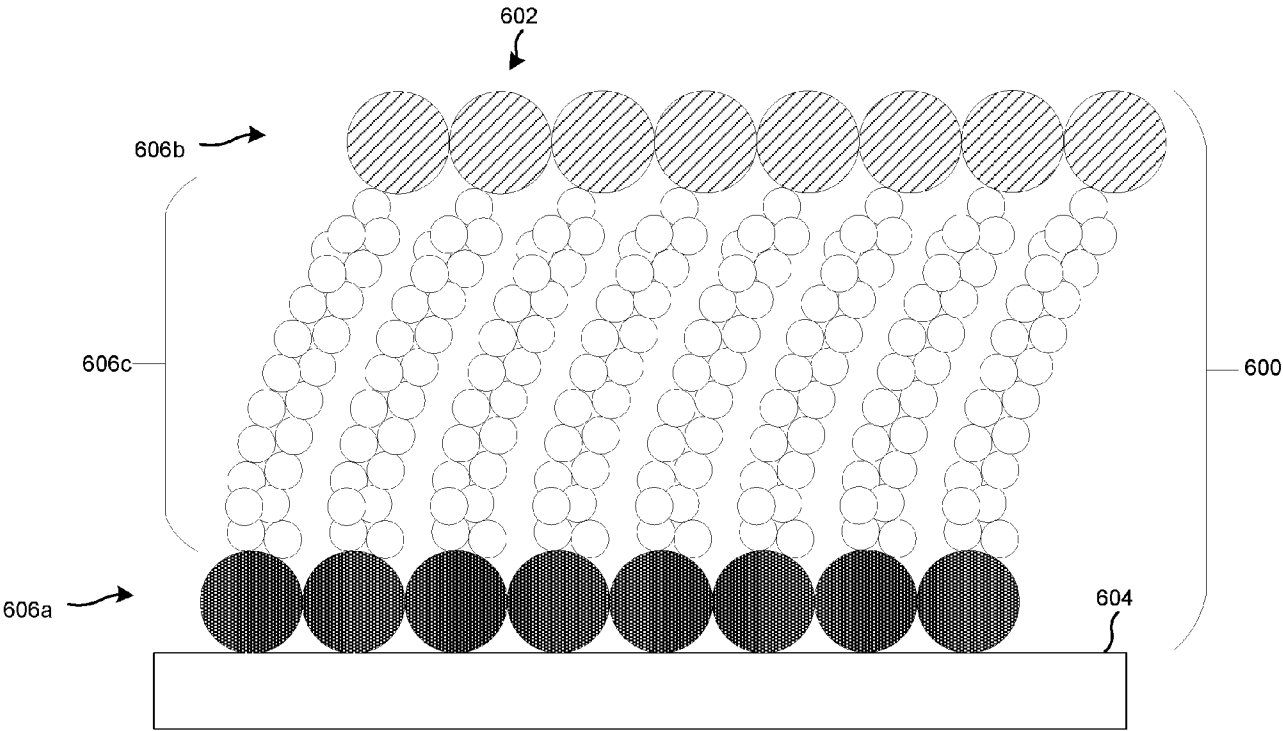


圖 6B

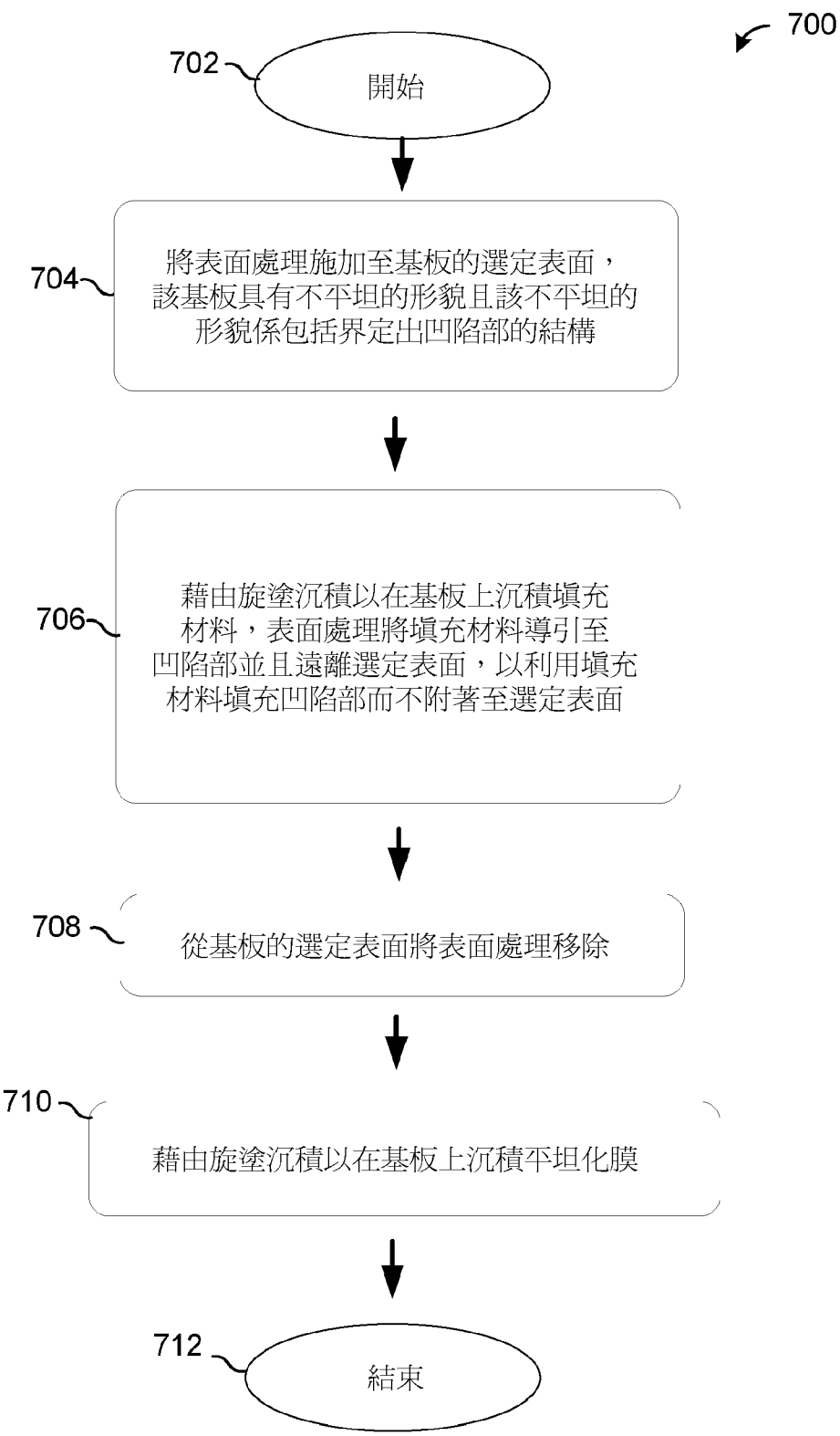


圖 7

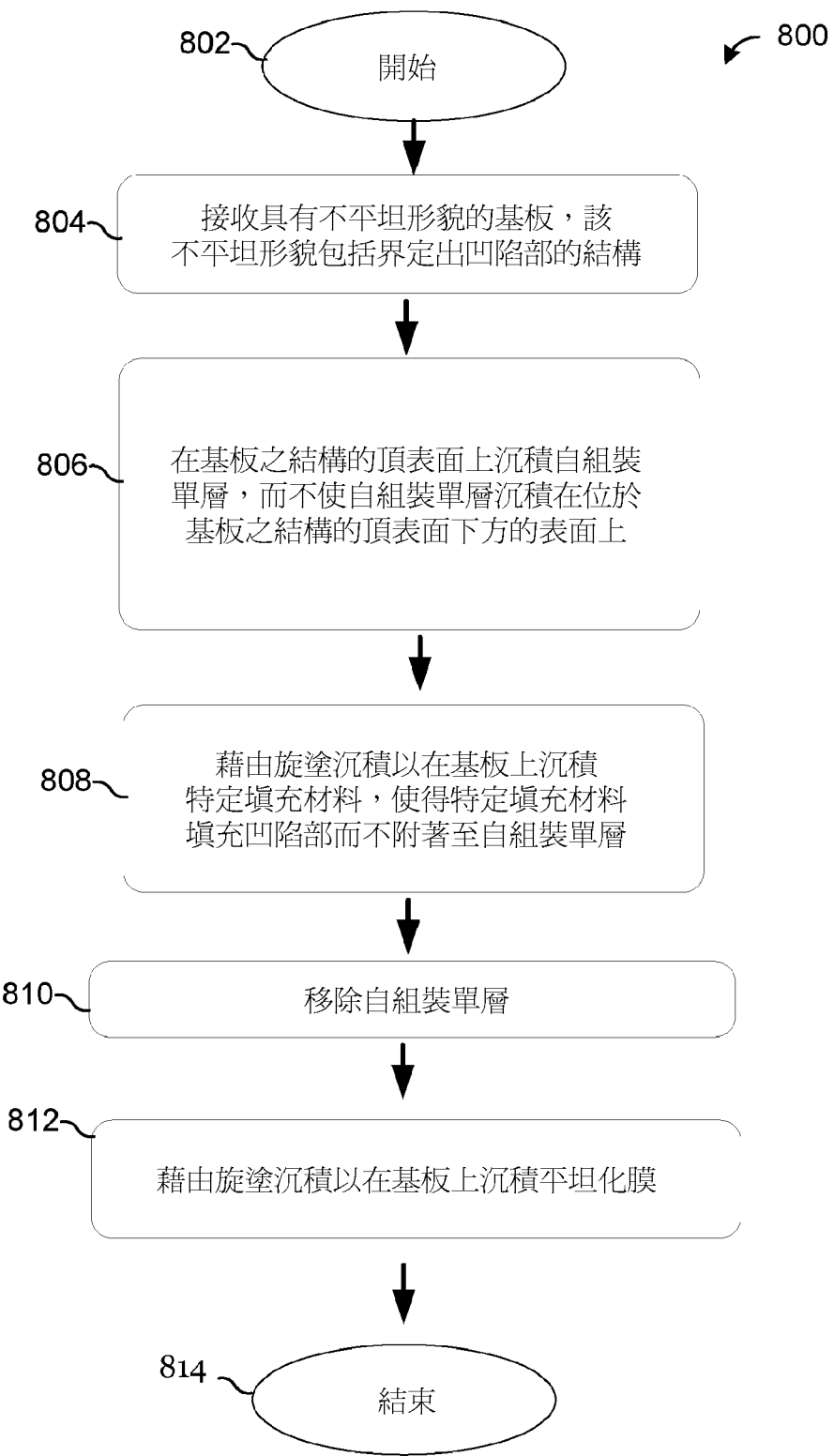


圖 8

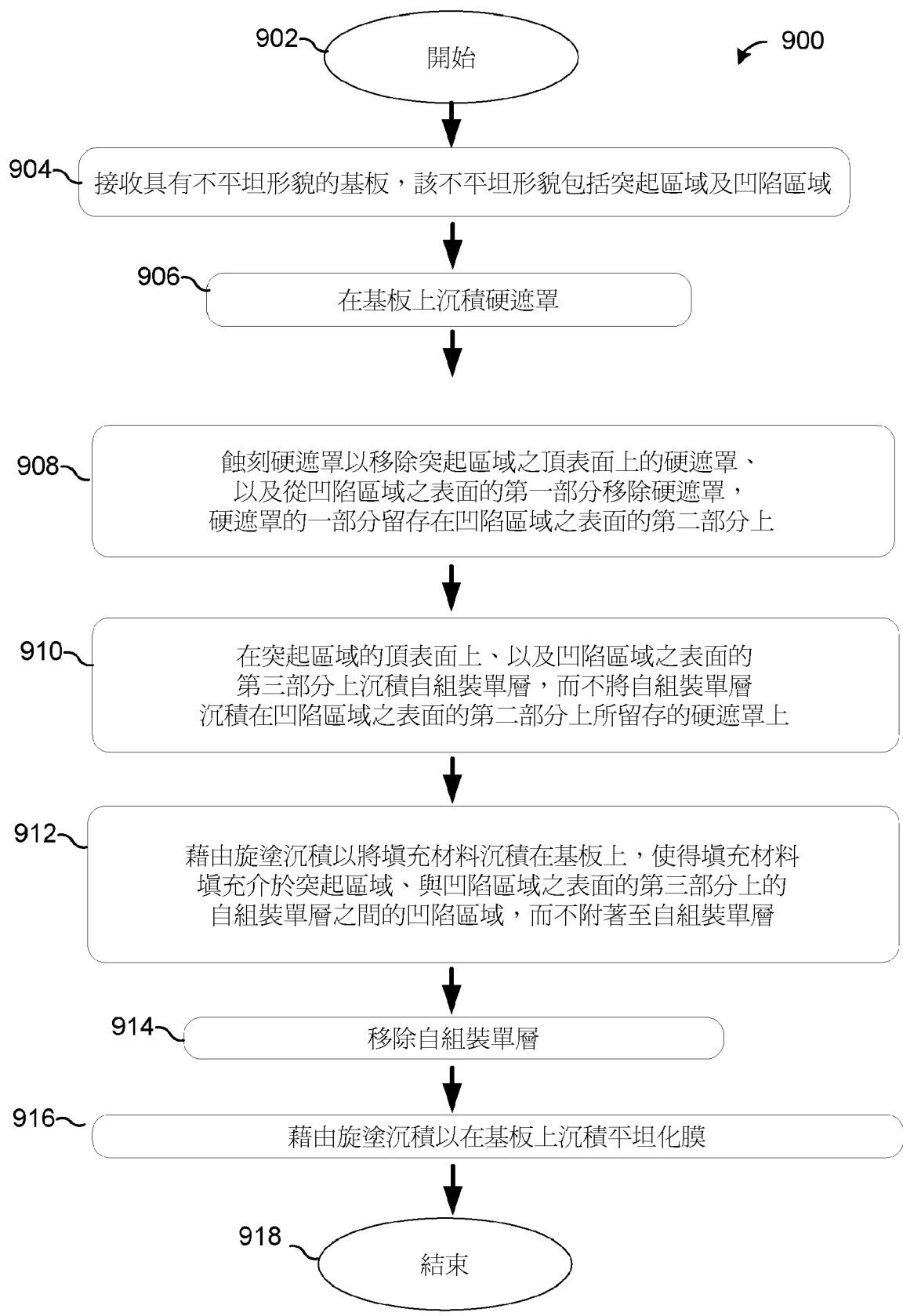


圖 9