



- (21)申請案號：097148598 (22)申請日：中華民國 97 (2008) 年 12 月 12 日
- (51)Int. Cl. : *C11D3/37 (2006.01)* *C11D3/43 (2006.01)*
H01L21/302 (2006.01)
- (30)優先權：2007/12/14 美國 61/013,950
 2008/06/02 美國 12/131,654
- (71)申請人：蘭姆研究公司(美國) LAM RESEARCH CORPORATION (US)
 美國
- (72)發明人：梅世禮 MUI, DAVID S. L. (US)；史琳瓦森 撒第斯 SRINIVASAN, SATISH (IN)；
 彭 葛倫特 PENG, GRANT (US)；朱濟 ZHU, JI (CN)；龔世中 KON, SHIH CHUNG
 (TW)；帕德蘭斯尼克 追哥 PODLESNIK, DRAGAN (US)；曼第瑞塔 雅真
 MENDIRATTA, ARJUN (US)
- (74)代理人：許峻榮
- (56)參考文獻：
 US 2007/0186485A1
- 審查人員：簡昭莢
- 申請專利範圍項數：29 項 圖式數：29 共 0 頁

(54)名稱

利用單相及雙相介質移除粒子的材料

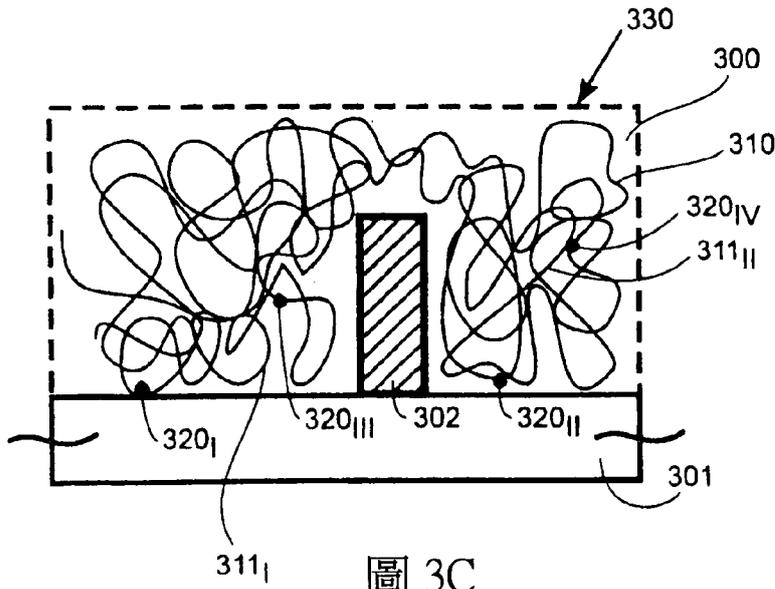
MATERIALS FOR PARTICLE REMOVAL BY SINGLE-PHASE AND TWO-PHASE MEDIA

(57)摘要

本發明之實施例提供了用以清潔具有細微特徵部之圖型化基板的改良材料。此清洗材料具有可清洗包含細微特徵部的圖型化基板而實質上不損壞該特徵部的優點。該清洗材料係為液相、或液/氣相之流體，且可於裝置特徵部周圍變形，因此清洗材料實質上不會損壞裝置特徵部或可降低對其所有的破壞。包含高分子量聚合化合物之高分子的清洗材料捕獲基板上的污染物。此外，清洗材料截留污染物而不使其返回基板表面。一或多個此高分子量聚合化合物之高分子形成聚合物長鏈，其亦可交聯而形成網狀構造(或聚合物網)。相較於習知清洗材料，此聚合物長鏈及/或聚合物網顯示了捕獲及截留污染物之優異能力。

The embodiments of the present invention provide improved materials for cleaning patterned substrates with fine features. The cleaning materials have advantages in cleaning patterned substrates with fine features without substantially damaging the features. The cleaning materials are fluid, either in liquid phase, or in liquid/gas phase, and deform around device features; therefore, the cleaning materials do not substantially damage the device features or reduce damage all together. The cleaning materials containing polymers of a polymeric compound with large molecular weight capture the contaminants on the substrate. In addition, the cleaning materials entrap the contaminants and do not return the contaminants to the substrate surface. The polymers of one or more polymeric compounds with large molecular weight form long polymer chains, which can also be cross-linked to form a network (or polymeric network). The long polymer chains

and/or polymer network show superior capabilities of capturing and entrapping contaminants, in comparison to conventional cleaning materials.



- 300 . . . 清洗材料
- 301 . . . 基板
- 302 . . . 裝置結構
- 305 . . . 清洗溶液
- 310 . . . 聚合物
- 311_I、311_{II} . . . 聚合物鏈
- 320_I~320_{IV} . . . 污染物
- 330 . . . 清洗容積

圖 3C

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：97148598

※申請日：97. 12. 12

※IPC 分類：

C11D 3/27 (2006.01)

C11D 3/43 (2006.01)

H01L 21/302 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

利用單相及雙相介質移除粒子的材料/

MATERIALS FOR PARTICLE REMOVAL BY SINGLE-PHASE
AND TWO-PHASE MEDIA

二、中文發明摘要：

本發明之實施例提供了用以清潔具有細微特徵部之圖型化基板的改良材料。此清洗材料具有可清洗包含細微特徵部的圖型化基板而實質上不損壞該特徵部的優點。該清洗材料係為液相、或液/氣相之流體，且可於裝置特徵部周圍變形，因此清洗材料實質上不會損壞裝置特徵部或可降低對其所有的破壞。包含高分子量聚合化合物之高分子的清洗材料捕獲基板上的污染物。此外，清洗材料截留污染物而不使其返回基板表面。一或多個此高分子量聚合化合物之高分子形成聚合物長鏈，其亦可交聯而形成網狀構造（或聚合物網）。相較於習知清洗材料，此聚合物長鏈及/或聚合物網顯示了捕獲及截留污染物之優異能力。

三、英文發明摘要：

The embodiments of the present invention provide improved materials for cleaning patterned substrates with fine features. The cleaning materials have advantages in cleaning patterned substrates with fine features without substantially damaging the features. The cleaning materials are fluid, either in liquid phase, or in liquid/gas phase, and deform around device features; therefore, the cleaning materials do not substantially damage the device features or reduce damage all together. The cleaning materials containing polymers of

a polymeric compound with large molecular weight capture the contaminants on the substrate. In addition, the cleaning materials entrap the contaminants and do not return the contaminants to the substrate surface. The polymers of one or more polymeric compounds with large molecular weight form long polymer chains, which can also be cross-linked to form a network (or polymeric network). The long polymer chains and/or polymer network show superior capabilities of capturing and entrapping contaminants, in comparison to conventional cleaning materials.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(3C)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 300 清洗材料
- 301 基板
- 302 裝置結構
- 305 清洗溶液
- 310 聚合物
- 311_I、311_{II} 聚合物鏈
- 320_I~320_{IV} 污染物
- 330 清洗容積

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於利用單相及雙相介質移除粒子的材料。

【優先權主張】

依照美國法典第 35 條第 119 項第 (e) 款規定，本申請案主張西元 2007 年 12 月 14 日申請的美國臨時專利申請案第 61/013950 號之優先權，其案名為「Materials and Methods for Particle Removal by Single-Phase and Two-Phase Media」。此臨時申請案於此併入參考。

【交叉參考之相關申請案】

本申請案係關於與本案同日提申之美國專利申請案第()號(代理人案號為 LAM2P628C)，其案名為「Methods for Particle Removal by Single-Phase and Two-Phase Media」。本申請案亦關於與本案同日提申之美國專利申請案第()號(代理人案號為 LAM2P628G)，其案名為「Apparatus for Particle Removal by Single-Phase and Two-Phase Media」。本申請案亦關於西元 2006 年 9 月 15 日提申之美國專利申請案第(11/532491)號(代理人案號為 LAM2P548B)，其案名為「Method and Material for Cleaning a Substrate」、西元 2006 年 9 月 15 日提申之美國專利申請案第(11/532,493)號(代理人案號為 LAM2P548C)，其案名為「Apparatus and System for Cleaning a Substrate」、以及西元 2006 年 12 月 18 日提申之美國專利申請案第(11/641,362)號(代理人案號為 LAM2P581)，其案名為「Substrate Preparation Using Stabilized Fluid Solutions and Methods for Making Stable Fluid Solutions」。上述各篇相關申請案的揭露內容併入於本文以供參考。

【先前技術】

在製造半導體裝置如積體電路、記憶體單元及其類似者之期

間，施行一系統的製造操作以將特徵部形成於半導體晶圓(晶圓)上。該些晶圓(或基板)包含了以多層結構之形式形成於矽基板上的積體電路裝置。在基板層級，形成具有擴散區的電晶體裝置。在隨後的層級中，圖型化內連線金屬線並使其電連接至電晶體裝置，以形成所欲之積體電路裝置。又，經圖型化之導電層係藉由介電材料來與其他導電層絕緣。

在一系列的製造操作期間，晶圓表面會暴露至各種類型的污染物中。基本上，任何存在於製造操作中的材料皆為潛在的污染源。例如，污染源尤其可包含處理氣體、化學品、沈積材料及液體。各種污染物可以微粒形式而沈積至晶圓表面上。若未移除微粒污染，則在污染區域內的裝置將很可能會無法操作。因此，需要在不損害形成在晶圓上之特徵部的情況下，以實質上完全的方式自晶圓表面清除污染物。然而，微粒污染的尺寸等級通常為在晶圓上所製造出之特徵部的臨界尺寸。要移除此類小微粒污染物卻又不對晶圓上的特徵部產生不良影響可能會是極困難的任務。

習知的晶圓清洗方法大多倚賴機械力以自晶圓表面移除微粒污染。當特徵部尺寸持續縮小並且變得更脆弱時，因施加機械力至晶圓表面而對特徵部產生損害的機率大為增加。例如，具有高縱橫比之特徵部在受到足夠的機械力衝擊時，容易倒塌或斷裂。除了更進一步地使清洗問題複雜化之外，朝著更小特徵部尺寸前進亦會造成微粒污染的尺寸縮小。尺寸充分小的微粒污染可能會難以到達晶圓表面上之區域，例如被高縱橫比之特徵部包圍的溝槽部。因此在現代半導體製造期間中，將污染物有效並以無損害的方式移除代表著晶圓清洗技術的持續進步中會不斷遭遇到之困難。應注意：平面顯示器用之製造操作遭受到與上述之積體電路製造相同的缺點。

因此，需要用以清洗圖型化晶圓的設備與方法，其可有效移除污染物而不損害圖型化晶圓上的特徵部。

【發明內容】

大體而言，本發明之實施例提供了用以清洗晶圓表面（特別是圖型化晶圓或基板的表面）的改良材料、設備、及方法。此處所討論的清洗材料、方法、及設備具有可清洗包含細微特徵部的圖型化基板而不實質損壞該特徵部的優點。該清洗材料係為液相、或液/氣相之流體，且可於裝置特徵部周圍變形，因此清洗材料實質上不會損壞裝置特徵部或可降低對其所有的破壞。清洗材料捕獲基板上的污染物，清洗材料包含一或多個高分子量聚合化合物之高分子。對於由一種單體組成的高分子而言，該高分子包含一聚合化合物。對於由超過一種單體組成的高分子（如共聚物或高分子的混合物）而言，該高分子包含超過一之聚合化合物。此外，清洗材料截留污染物而不使其返回基板表面。

此高分子量聚合化合物之高分子形成聚合物長鏈，其亦可交聯而形成網狀構造（或聚合物網）。實質未交聯或幾乎不交聯的高分子之聚合物鏈長度可藉著將高分子的分子量除以單體物種的分子量來估計（長度 \sim (高分子的分子量)/(單體重量)）。相較於習知清洗材料，此聚合物長鏈及/或聚合物網顯示了捕獲及截留污染物之優異能力。因此，包含此種高分子之流體形式的清洗材料顯示了優異的顆粒移除效能。所捕獲或截留的污染物接著自基板表面移除。

如上所述，高分子可進行交聯。然而，交聯程度受到相當的限制，以避免使高分子太硬或太堅固，此將妨礙高分子溶解於溶劑中以及於基板表面上的裝置特徵部周圍變形。

應注意：可以數種方式來施行本發明，包含如系統、方法、以及腔室。以下將闡述本發明的數個創新實施例。

在一實施例中，提供一種清洗材料，施加於一用以定義積體電路裝置之圖型化基板之表面上，以自該表面移除污染物。該清洗材料包含一溶劑，及一緩衝劑，用以改變該清洗材料之 pH 值。該緩衝劑與該溶劑形成一清洗溶液。該清洗材料也包含分子量大於 10000 g/mol 之聚合化合物的高分子。該高分子可溶於該清洗溶液中而形成該清洗材料。溶解的高分子具有聚合物長鏈，俾可自

用以定義積體電路裝置之該圖型化基板表面捕獲並截留至少若干污染物。該清洗材料係界定為液相。當一外力作用在覆蓋該圖型化基板的清洗材料時，該清洗材料在該圖型化基板表面上之裝置特徵部周圍變形。該清洗材料係施加於該圖型化基板之表面上以自該表面移除污染物，而實質上不破壞該表面上之裝置特徵部。在將該清洗材料施加於該圖型化基板表面上之前，該清洗材料實質上不含有研磨顆粒。

在另一實施例中，提供一種清洗材料，施加於一用以定義積體電路裝置之圖型化基板之表面上，以自該表面移除污染物。該清洗材料包含一溶劑；以及高分子，具有一足夠大之分子量，俾當該高分子溶於該溶劑中時形成膠體形式之聚合物鏈與聚合物網。該溶劑與溶解的高分子形成該清洗材料。該清洗材料在施加於該圖型化基板表面上之前所包含的金屬污染物少於 1 ppb (十億分之一)。具有聚合物鏈與聚合物網之該高分子自用以定義積體電路裝置之該圖型化基板表面捕獲並截留污染物。當一外力作用在覆蓋該圖型化基板表面的清洗材料時，該清洗材料在該圖型化基板表面上之裝置特徵部周圍變形。該清洗材料係施加於該基板之表面上以自該表面移除污染物，而實質上不破壞該表面上之裝置特徵部。在將該清洗材料施加於該圖型化基板表面上之前，該清洗材料實質上不含有研磨顆粒。

在另一實施例中，提供一種清洗材料，施加於一用以定義積體電路裝置之圖型化基板之表面上，以自該表面移除污染物。該清洗材料包含一溶劑，及一緩衝劑，用以改變該清洗材料之 pH 值。該緩衝劑與該溶劑形成一清洗溶液。該清洗材料也包含分子量大於等於 500000 g/mol 之聚丙烯醯胺(PAM)的高分子。該高分子可溶於該清洗溶液中而形成該清洗材料。該清洗材料在施加於該圖型化基板表面上之前所包含的金屬污染物少於 1 ppb，且其 pH 值介於約 7 至 12 之間。

溶解的高分子具有聚合物長鏈，俾可自用以定義積體電路裝置之該圖型化基板表面捕獲並截留至少若干污染物。該清洗材料

係界定為液相。當一外力作用在覆蓋該圖型化基板的清洗材料時，該清洗材料在該圖型化基板表面上之裝置特徵部周圍變形。該清洗材料係施加於該圖型化基板之表面上以自該表面移除污染物，而實質上不破壞該表面上之裝置特徵部。在將該清洗材料施加於該圖型化基板表面上之前，該清洗材料實質上不含有研磨顆粒。

在更另一實施例中，提供一種清洗材料，施加於一用以定義積體電路裝置之圖型化基板之表面上，以自該表面移除污染物。該清洗材料包含一溶劑，及一緩衝劑，用以改變該清洗材料之 pH 值，其中該緩衝劑與該溶劑形成一清洗溶液。該清洗材料也包含分子量大於等於 500000 g/mol 之 Carbopol 940TM 的高分子。該高分子可溶於該清洗溶液中而形成該清洗材料。該清洗材料在施加於該圖型化基板表面上之前所包含的金屬污染物少於 1 ppb。

溶解的高分子具有聚合物長鏈，俾可自用以定義積體電路裝置之該圖型化基板表面捕獲並截留至少若干污染物。該清洗材料係界定為液相。當一外力作用在覆蓋該圖型化基板的清洗材料時，該清洗材料在該圖型化基板表面上之裝置特徵部周圍變形。該清洗材料係施加於該圖型化基板之表面上以自該表面移除污染物，而實質上不破壞該表面上之裝置特徵部。在將該清洗材料施加於該圖型化基板表面上之前，該清洗材料實質上不含有研磨顆粒。

【實施方式】

接下來將描述用於清洗晶圓表面而不破壞表面特徵部之材料、方法、及設備的實施例。此處所討論的清洗材料、方法、及設備具有可清洗包含細微特徵部的圖型化基板而不損壞該特徵部的優點。該清洗材料係為液相、或液/氣相之流體，且可於裝置特徵部周圍變形，因此清洗材料不會損壞裝置特徵部。清洗材料捕獲基板上的污染物，其包含高分子量聚合化合物之高分子。此外，清洗材料截留污染物而不使其返回基板表面。此高分子量聚合化

合物之高分子形成聚合物長鏈，其亦可交聯而形成網狀構造（或聚合物網）。相較於習知清洗材料，此聚合物長鏈及/或聚合物網顯示了捕獲及截留污染物之優異能力。

然而熟知此項技藝者應瞭解：可在脫離部分或全部該些具體細節的情況下施行本發明。在其他情況下便不再贅述習知之處理操作，以免不必要地模糊本發明之焦點。

此處所述之實施例提供了清洗材料及清洗方法，其可有效的移除污染物而不破壞圖型化晶圓上的特徵部，而其中某些晶圓可包含高縱橫比的特徵部。雖然此些實施例提供關於半導體清洗應用的具體實例，但該些清洗應用可延伸至需要自基板移除污染物的任何技術。

圖 1 係根據本發明之一實施例，顯示具有基板本體 101 之基板 100。在基板 101 上，裝置結構 102 及顆粒 103 位於表面 105 附近。顆粒 103 具有一近似直徑 107，其可具有與裝置結構 102 之寬度 104 相同的數量級。

對於先進的技術而言，如 65 nm、45 nm、32 nm、22 nm、及 16 nm 技術點，裝置結構 102 之寬度 104 係等於或小於 65 nm。裝置結構的寬度（如裝置結構 102 之寬度 104）隨著各技術點而不斷縮小，以將更多元件設置於晶片的有限表面積上。由於電阻率之考量，裝置結構的高度（如裝置結構 102 之高度 106）通常不與裝置結構的寬度成比例的縮小。對於導電結構而言，如多晶矽線與金屬內連線，縮短結構的寬度與高度會大幅提高電阻率，因而造成明顯的 RC 延遲現象並對導電結構產生過多的熱。因此，如結構 102 之裝置結構具有高縱橫比，此將使得其易於被施加於結構上的力量 111 所破壞。在一實施例中，裝置結構的縱橫比可在約 2 以上的範圍。施加力量 112 於顆粒 103 上以助於移除顆粒 103。力量 111 與 112 藉著清洗材料（圖未示）而施於裝置結構 102 附近的基板表面，以移除如顆粒 103 的表面微粒。在一實施例中，由於力量 111 與 112 係位於彼此的鄰近區域中，因此其強度非常接近。施加於基板表面上的力量 111 與 112 可來自清洗材料與基板表面

間之任何相對運動。例如，其可來自於清洗材料之施予或清洗材料的沖洗。

裝置結構 102 之縮減寬度 104 與裝置結構 102 相對高的縱橫比，使得裝置結構 102 在施加力量 111 下易於損壞或在施加力量 111 下累積能量。破壞的裝置結構 102 變成顆粒來源而降低良率。此外，破壞的裝置結構 102 亦會因破壞而變得無法運作。

圖 2A 係根據本發明之一實施例，顯示關於將清洗材料施加於圖型化基板上之 3 條反應曲線。曲線 201 顯示藉由清洗材料施予基板表面上之強度相對於能量（由力量所造成）的情形。由清洗材料所施予之清洗能量的強度在 E_P 達到高峰。曲線 202 顯示顆粒移除效率，其為清洗材料施加於基板上之能量的函數。此顆粒移除速率在 E_R 附近達到高峰。當清洗材料施予的能量到達 E_R 時，清洗材料係以最佳效率自基板表面移除顆粒。曲線 203 顯示由清洗材料所引起之裝置結構的破壞數量，其為清洗材料施加於基板上之能量的函數。裝置結構在 E_S 會被破壞，其係大於清洗材料施加於基板上之能量的較高端點 E_N 。由於裝置結構破壞曲線 203 係位於清洗材料施加於圖型化基板上之能量曲線 201 以外，因此圖型化基板上之裝置結構不會被破壞。顆粒移除曲線 202 顯示清洗材料可自基板表面移除顆粒（或接觸物），而不破壞基板上的結構。

圖 2B 顯示關於將清洗材料施加於圖型化基板上之 3 條反應曲線。曲線 201' 顯示藉由清洗材料施予圖型化基板上的強度相對於能量的情形。由清洗材料所施予之強度在 E_P 達到高峰。曲線 202' 顯示顆粒移除速率相對於施加於基板上之能量的情形。此顆粒移除速率在 E_R 附近達到高峰。當清洗材料施予的能量到達 E_R 時，清洗材料係以最佳效率自基板表面移除顆粒。曲線 203' 顯示由清洗材料所引起之裝置結構的破壞數量，其為清洗材料施加於基板表面上之能量的函數。基板上的裝置結構在 E_S 會被破壞，其係小於清洗材料所施加能量之能量分布的較高端點 E_N 。由於裝置結構破壞曲線 203' 係位於清洗材料施加於圖型化基板上之能量曲線 201' 內，因此圖型化基板上之裝置結構會受到清洗材料的破壞而增

加顆粒（或缺陷）。

如上所述，在清洗處理期間，破壞的裝置結構會使該裝置無法運作，且破壞的裝置結構會留置於基板表面上而降低裝置良率。因此，圖 2B 中清洗曲線 201' 與破壞曲線 203' 之間的關係為非理想的。相反的，圖 2A 中清洗曲線 201 與破壞曲線 203 之間的關係則為理想的。

習知的基板清洗設備與方法包含刷子與襯墊，其利用機械力以將微粒自基板表面移除。對於具有寬度窄且縱橫比高的裝置結構之先進技術而言，刷子和襯墊所施加的機械力會破壞裝置結構。此外，粗糙的刷子和襯墊亦會造成基板表面上的刮傷。利用空泡（cavitation bubble）與聲流（acoustic streaming）來清洗基板的清洗技術，如百萬週波超音波（megasonic）清洗及超音波清洗技術，亦會破壞脆弱的結構。利用噴射與噴灑的清洗技術會造成薄膜的腐蝕，亦會破壞脆弱的結構。

圖 2C 係根據本發明之一實施例，顯示以習知方法（如百萬週波超音波清洗技術）施加習知清洗材料的清洗曲線 201''。對於三個技術點 90nm、65 nm、以及 45 nm 分別有破壞曲線 203_I、203_{II}、以及 203_{III}。對於 90nm 技術點之圖型化晶圓的曲線 203_I 而言，破壞係開始於能量 E_{SI} 。 E_{SI} 大於圖型化基板上之清洗材料的能量分布之較高端點 E_N'' 。因此不會對裝置結構產生破壞。圖 2C 中之習知清洗材料對於 65 nm 技術點仍可作用，此係因其破壞開始於 E_{SII} ，而其大於 E_N'' 。隨著技術進展到更窄的寬度，破壞會開始於更低的能量層級。當技術點變成 45 nm 以下時，曲線 201'' 之習知清洗材料及方法會對裝置結構造成破壞。45 nm 技術點之破壞起始點 E_{SIII} 係小於 E_N'' 。圖 2C 顯示雖然某些清洗材料與方法適用於習知技術，但它們卻不再適用於具較窄之特徵部寬度的先進技術。因此，需要發展一適用於先進技術之清洗機制，其使用對裝置結構溫和且可有效自基板表面移除顆粒的清洗材料。

圖 3A 係根據本發明之一實施例之液態清洗材料 300，其含有清洗溶液 305 以及溶解於清洗溶液 305 中的高分子量聚合物 310。

在一實施例中，液態清洗材料 300 為凝膠體 (gel)。在另一實施例中，液態清洗材料 300 為溶膠 (sol)。在又另一實施例中，液態清洗材料 300 為液態溶液。當施加於基板 (基板表面上帶有顆粒) 時，液態清洗材料 300 可移除基板表面上的顆粒。在一實施例中，如圖 3B 所示，被移除的顆粒 320 附著於聚合物 310 上。高分子量 (如大於 10000 g/mol 或 100000 g/mol) 聚合化合物之高分子形成聚合物長鏈及聚合物網以捕獲及截留被移除的顆粒，如此避免顆粒返回至基板表面。聚合物溶解於清洗溶液中，清洗溶液含有會影響 pH 值並可增進聚合物之溶解度的元素。溶解於清洗溶液中的聚合物可為軟凝膠、或成為懸浮於清洗溶液中的膠狀微滴。在一實施例中，當聚合物分子靠近污染物附近時，基板表面上的污染物會藉著離子力、凡得瓦力、靜電力、疏水作用、立體交互作用、或化學鍵結而附著於溶解的聚合物上。聚合物捕獲及截留污染物。

在一實施例中，高分子量聚合化合物之高分子在清洗溶液 305 中形成網狀物。此外，高分子量聚合化合物之高分子分散在液態清洗溶液 305 中。在清洗處理期間，液態清洗材料 300 對於基板上的裝置結構係溫和的。清洗材料 300 中的聚合物 310 可於裝置結構 (如圖 3C 之清洗容積 330 中所示的結構 302) 周圍滑動，而不會對裝置結構 302 產生強大衝擊。相反的，如上所述的堅硬刷子及襯墊會與裝置結構產生剛性接觸並破壞裝置結構。在百萬週波超音波清洗中由空化作用 (cavitation) 所產生的力 (或能量)，以及在噴流噴灑期間液體所產生的高速衝擊亦會破壞結構。另一方面，超過一種聚合物可溶解於清洗溶液中以配製清洗材料。例如，清洗材料中的聚合物可包含「A」聚合化合物以及「B」聚合化合物。

高分子量聚合化合物之高分子形成聚合物長鏈，其交聯或未交聯以形成聚合物網。如圖 3C 所示，聚合物 310 與圖型化 (或未圖型化) 基板表面上的污染物 (如污染物 320_I、320_{II}、320_{III}、320_{IV}) 接觸，並捕獲污染物。在聚合物捕獲污染物之後，污染物附著於聚合物上，並懸浮於清洗材料中。圖 3C 顯示分別附著於聚合物鏈

311_I及311_{II}上的污染物320_{III}及320_{IV}。污染物320_I及320_{II}附著於其他的聚合物鏈上。或者，污染物320_I、320_{II}、320_{III}、320_{IV}可個別附著於多個聚合物鏈上，或附著於聚合物網。當清洗材料300中的聚合物例如藉著沖洗而從基板表面移除時，附著於聚合物鏈上的污染物會隨著聚合物鏈而從基板表面移除。

圖3C所示的實施例僅示出一個裝置結構302。依據本發明一實施例，在一基板上（如基板301），可如圖3D所示聚集多個裝置結構（302_I、302_{II}、302_{III}、302_{IV}）且其彼此靠近。類似於圖3C，在清洗處理期間，清洗容積330'中的液態清洗材料300對於基板上的裝置結構係為溫和的。清洗材料300中的聚合物310可於裝置結構302_I、302_{II}、302_{III}、302_{IV}周圍滑動，而不會對裝置結構產生強大衝擊。類似於圖3C中附著於聚合物鏈的污染物320_I、320_{II}、320_{III}、320_{IV}，污染物325_I、325_{II}、325_{III}、325_{IV}亦附著於聚合物鏈上。

除了清洗具有細微特徵部之基板（如圖3C及3D中之基板）外，亦可利用本發明所描述的材料與方法來清洗具有其他圖型化特徵部的基板。圖3E係根據本發明之一實施例，顯示具有結構302'的基板301'，結構302'形成介層孔315及渠溝316。藉由以上圖3C及3D所討論的機制，污染物326_I、326_{II}、326_{III}、326_{IV}亦可利用清洗材料300來移除。在一實施例中，聚合物作為一絮凝劑，可使來自基板表面的顆粒（或污染物）成為絮凝體（floc），其係藉由細微懸浮顆粒聚集所形成的塊體。在另一實施例中，聚合物並不作為絮凝劑。

如上所述，高分子量聚合化合物之高分子分散於清洗溶液中。高分子量聚合化合物之實例包含但不限於：丙烯酸聚合物，如聚丙烯醯胺(PAM)、聚丙烯酸(PAA)，如 Carbopol 940TM 及 Carbopol 941TM、聚-(N,N-二甲基-丙烯醯胺) (PDMAAm)、聚-(N-異丙基-丙烯醯胺) (PIPAAm)、聚甲基丙烯酸(PMAA)、聚甲基丙烯醯胺(PMAAm)；聚亞胺及氧化物，如聚乙烯亞胺(PEI)、聚氧化乙烯(PEO)、聚氧化丙烯(PPO)等；乙烯聚合物，如聚乙烯醇(PVA)、

聚乙烯磺酸(PESA)、聚乙烯胺(PVAm)、聚乙烯吡咯烷酮(PVP)、聚-(4-乙炔-吡啶)(P4VP)等；纖維素衍生物，如甲基纖維素(MC)、乙基纖維素(EC)、羥乙基纖維素(HEC)、羧甲基纖維素(CMC)等；多醣體，如阿拉伯樹膠(Gum Arabic)、洋菜及洋菜糖、肝素、關華豆膠、三仙膠等；蛋白質，如卵白蛋白、膠原蛋白、麩質等。舉例說明數個聚合物結構的例子，聚丙烯醯胺為丙烯酸酯聚合物 $(-\text{CH}_2\text{CHCONH}_2-)_n$ ，由丙烯醯胺子單元形成。聚乙烯醇為聚合物 $(-\text{CH}_2\text{CHOH}-)_m$ ，由乙烯醇子單元形成。聚丙烯酸為聚合物 $(-\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}-)_o$ ，由丙烯酸子單元形成。其中『 n 』、『 m 』、『 o 』為整數。高分子量聚合化合物之高分子也可溶解於水溶液之中，或為高度吸水以便在水溶液中形成軟凝膠。在一實施例中，聚合化合物之分子量大於 100000 g/mol。在另一實施例中，聚合化合物之分子量範圍約在 0.1M g/mol~100M g/mol 之間。在另一實施例中，聚合化合物之分子量範圍約在 1M g/mol~20M g/mol 之間。在又另一實施例中，聚合化合物之分子量範圍約在 15M g/mol~20M g/mol 之間。在一實施例中，在清洗材料中的聚合物之重量百分比範圍約在 0.001%~20%之間。在另一實施例中，重量百分比範圍約在 0.001%~10%之間。在另一實施例中，重量百分比範圍約在 0.01%~10%之間。在又另一實施例中，重量百分比範圍約在 0.05%~5%之間。聚合物可溶解於清洗溶液之中，在清洗溶液中完全分散，形成液滴(乳化)或形成塊狀於清洗溶液中。

另一方面，聚合物可為共聚物，衍生自二個以上之單體物質。例如，共聚物可包含 90%聚丙烯醯胺(PAM)及 10%聚丙烯酸(PAA)，且由 PAM 與 PAA 之單體組成。此外，聚合物可為兩種以上聚合物之混合物。例如，聚合物可於溶劑中混合兩種聚合物而製成，如 90%聚丙烯醯胺(PAM)及 10%聚丙烯酸(PAA)。

在圖 3A-3C 之實施例中，高分子量聚合化合物之高分子可均勻溶解於清洗溶液之中。清洗溶液之基本液體或溶劑可為非極性液體(如松節油)，或極性液體(如水(H_2O))。溶劑的其他實例包含異丙醇(IPA)、二甲基亞砷(DMSO)、及二甲基甲醯胺(DMF)。在一實

施例中，溶劑包含超過一種液體且為兩種以上液體之混合物。對具有極性之聚合物(如 PAM、PAA、或 PVA)而言，清洗溶液的適合溶劑為極性液體(如水(H₂O))。

在另一實施例中，清洗溶液除了溶劑(如水)外還包含化合物，以便於改變藉著將聚合物混合於清洗溶液中而形成之清洗材料的性質。例如，清洗溶液可包含一緩衝劑(可為弱酸或弱鹼)，以調整清洗溶液及由清洗溶液所形成的清洗材料之 pH 值。弱酸之例為檸檬酸；弱鹼之例為銨(NH₄OH)。清洗材料之 pH 值範圍約在 1~12 之間。在一實施例中，對前端應用(在銅及金屬間介電層沉積之前)而言，清洗材料為鹼性。在一實施例中，前端應用之 pH 值範圍約在 7~12 之間；在另一實施例中，前端應用之 pH 值範圍約在 8~11 之間；在又另一實施例中，前端應用之 pH 值範圍約在 8~10 之間。在一實施例中，對後端製程(在銅及金屬間介電層沉積之後)而言，清洗溶液為微鹼性、中性、或酸性。具有銨(其會侵蝕銅)之鹼性溶液不適用於後端內連線中的銅。在一實施例中，後端應用之 pH 值範圍約在 1~7 之間；在另一實施例中，後端應用之 pH 值範圍約在 1~5 之間；在又另一實施例中，後端應用之 pH 值範圍約在 1~2 之間。在一實施例中，清洗溶液包含界面活性劑，如十二烷基硫酸銨(ADS)，以協助聚合物散佈在清洗溶液中。在一實施例中，界面活性劑亦可輔助在基板表面上之清洗材料之濕潤性。在基板表面上之清洗材料之濕潤性容許清洗材料與基板表面及基板表面上之微粒有密切接觸。濕潤性也增進清潔效率。此外，可添加其他添加物以增進表面濕潤性、基板清潔、沖洗、及其他相關性質。

緩衝清洗溶液(或清洗溶液)之例子包含緩衝銨溶液(BAS)，其在溶液中包含鹼性及酸性的緩衝劑，如 0.44 wt%(重量百分比)的銨(NH₄OH)與 0.4 wt%的檸檬酸。此外，緩衝溶液(如 BAS)可包含些許界面活性劑(如 1 wt%的 ADS)，以協助聚合物懸浮及散佈於清洗溶液之中。一包含 1 wt% ADS、0.44 wt% NH₃、及 0.4 wt%檸檬酸的溶液稱為溶液『100』。溶液『100』及 BAS 之 pH 值皆約為 10。

圖 3A-3E 中所示的實施例提供了液態清洗材料 300，其具有均勻分散（或溶解）於清洗溶液 305 中之高分子量聚合物 310。如上所述，此處所利用之高分子量聚合物完全溶解於可為水性之清洗溶液中。聚合物可為高度吸水性以在水溶液中形成軟凝膠。圖 3F 顯示一液態清洗材料 300' 之實施例，其具有乳化於清洗溶液 305' 中之膠狀聚合物微滴 340。此清洗溶液 305' 也可包含小且孤立的聚合物 306。一界面活性劑(如 ADS)可添加至清洗溶液，以協助膠狀聚合物微滴 340 均勻散佈於清洗溶液 305' 之中。在圖 3F 所示之實施例中，於清洗溶液 305' 及膠狀聚合物微滴 340 之間存在邊界 341。膠狀聚合物微滴 340 為軟性，其在基板表面上之裝置特徵部附近會變形。由於膠狀聚合物微滴 340 在裝置特徵部附近會變形，因此它們並不會對裝置特徵部施加強大能量（或力）而破壞它們。在一實施例中，微滴之直徑範圍約在 $0.1\mu\text{m}$ (微米)~ $100\mu\text{m}$ 之間。

在另一實施例中，如圖 3G 所示，高分子量聚合化合物之高分子溶解於清洗溶液中而形成膠狀聚合物團塊 350，其和清洗溶液 305'' 沒有明顯邊界。清洗溶液 305'' 也可包含小且孤立的聚合物 306。膠狀聚合物團塊 350 為軟性，其在基板表面上之裝置特徵部附近會變形，並不會對基板表面上之裝置特徵部施加大量能量（或力）而破壞它們。在一實施例中，聚合物團塊之直徑範圍約在 $0.1\mu\text{m}$ ~ $100\mu\text{m}$ 之間。

以上討論之清洗材料皆為液態。在又另一實施例中，可攪拌清洗材料，如上述之液態清洗材料 300、300'、300''，經由增加氣體(如氮氣，惰性氣體)或氣體混合物(如空氣)使清洗材料變成泡沫，如圖 3H 所示。在圖 3H 中，清洗材料 300* 具有氣泡 360 散佈於清洗溶液 305 中。聚合物 310 亦散佈於清洗溶液 305 中。在其他實施例中，圖 3H 中的聚合物 310 可為圖 3F 及 3G 中所述之聚合物微滴 340 或聚合物團塊 350。清洗材料 300* 包含氣相及液相。

上述清洗材料可藉著許多機制施於基板表面上。如圖 2A 與 2B 中所討論，為了避免破壞圖型化基板上的裝置特徵部，清洗材

料施加於圖型化表面上的能量必須小於最小力量 E_s 或 E_s' ，以避免破壞裝置特徵部。清洗材料（如上述之清洗材料 300、300'、300''、及 300*）係為液相或氣/液相。液體或泡沫可於基板表面上流動，並可在基板表面上之裝置特徵部附近變形（或流動）。因此，可將清洗材料施加於圖型化基板上而不會對基板表面上的裝置特徵部施加強大能量。

圖 4A 係根據本發明之一實施例之簡化示意圖，其顯示用於清洗基板之系統 400 之俯視圖。晶圓（或基板）420 以線性方向朝清洗機頭 410（或清洗近接機頭）移動。清洗機頭被支撐結構 450（可為臂桿）所支持。清洗機頭 410 提供（或施加）上述之清洗材料。在一實施例中，清洗機頭 410 的長度 440 大於晶圓 420 的直徑 451。晶圓 420 僅於清洗機頭下方移動一次。在另一實施例中，清洗機頭 410 的長度 440 小於晶圓 420 的直徑 451。晶圓 420 於清洗機頭 410 下方移動數次以確保整個晶圓 420 已被清洗。

在一實施例中，清洗材料由可被加壓之儲槽 470 輸送通過供應管線 460。此外，清洗機頭 410 可於晶圓 420 上方移動，而晶圓 420 係為靜止或移動。如上所述，清洗材料可為液態溶液、泡沫、或乳化液的形式。如果儲槽 470 被加壓，則清洗溶液或乳化液在輸送至清洗機頭之前會暴露於空氣中並成為泡沫。在儲槽未加壓的情況下，可透過其他熟知的手段來泵抽或輸送清洗溶液。

在一實施例中，清洗機頭亦連接至一容器 423，其係用於自基板表面真空抽取之使用過的清洗材料，並連接至提供該真空的真空泵 425。

圖 4B 係根據本發明之一實施例之清洗機頭 410 之例示性底視圖，其具有數個用以施加清洗材料的分配孔 411。或者，分配孔 411 可以長且窄的分配狹縫來取代。在一實施例中，分配孔 411（或其列）係被真空孔 414 所圍繞，真空孔 414 自基板表面移除清洗材料。

圖 4C 顯示一實施例之清洗機頭 410 之側視圖，其於清洗機頭 410 下將清洗材料之清洗主體 430 施加於晶圓 420 之表面 421 上，

以清洗表面 421。藉由供應管線 460 來提供清洗材料。清洗材料藉由真空管線 465 所提供的真空而自基板表面移除。晶圓 420 以箭頭 422 所示之方向在清洗機頭 410 下方移動。清洗材料的清洗主體 430 形成一『彎液面』。此處所使用之『彎液面』一詞係指在某種程度上被液體的表面張力所限制與控制之液體的清洗主體（或體積）430。彎液面亦可控制，並可在表面上以受控形狀移動。在特定實施例中，彎液面可藉著將流體輸送至表面且同時移除流體來維持，俾使該彎液面保持可控制的狀態。此外，彎液面形狀可藉由精準的流體輸送及移除系統來控制，該流體輸送及移除系統部分與可被網路化之計算系統的控制器鄉接合。在基板表面上形成彎液面之分配機頭的細節描述於西元 2006 年 12 月 18 日提申之美國專利申請案第(11/641,362) 號(代理人案號 LAM2P581)，其案名為“Substrate Preparation Using Stabilized Fluid Solutions and Methods for Making Stable Fluid Solutions”。上述相關申請案之內容於此併入參考。

在一實施例中，當晶圓 420 於清洗機頭 410 下方移動時，清洗主體 430 會在表面 421 上留下一清洗材料之薄層（圖未示）。此清洗材料之薄層係由於清洗材料未完全被真空移除所致。清洗機頭 410 被臂桿 450 支持於晶圓 420 之表面 421 附近。因此，清洗機頭 410 稱為近接機頭。在一實施例中，由清洗機頭 410 所分配之清洗材料在清洗主體 430 下方之基板表面 421 上施予一剪力 432。

在另一實施例中，由清洗機頭 410 所分配之清洗材料亦在清洗主體 430 下方之基板表面 421 上施予一下壓力（圖未示）。在一實施例中，此下壓力及剪力幫助聚合物與污染物接觸，以使污染物得以附著於聚合物鏈及/或網。在一實施例中，污染物藉由凡德瓦力附著於聚合物。在另一實施例中，污染物被聚合物網所截留。在另一實施例中，使清洗溶液中的聚合物與污染物接觸不需要下壓力或剪力。當清洗材料散佈於基板表面上時，分散於清洗材料中的聚合物便會與基板表面上的污染物相接觸。在進行沖洗步驟

以將清洗材料由基板表面移除期間，附著及/或截留於聚合物之污染物會隨著清洗材料一起自基板表面移除。

圖 4D 顯示將清洗材料施於基板 420 上之清洗機頭 410'' 的剖面圖。清洗材料透過連接至清洗材料供應管線 460 之分配孔而施加，並藉著連接至真空管線 465 之真空孔而自基板 420 表面移除。清洗材料在清洗機頭 410'' 與基板 420 之間形成彎液面 430'。此外，亦具有表面張力降低氣體之分配孔（圖未示），其連接至表面張力降低氣體之供應管線 467，並用以降低基板 420 表面之表面張力。在一實施例中，表面張力降低氣體包含異丙醇(IPA)及氮氣的混合物。

圖 4E 顯示具有清洗材料分配組件 418 之清洗系統 400' 的實施例，其包含上清洗機頭（或近接機頭）410，下清洗機頭（或近接機頭）410'、及支撐結構 419。上清洗機頭 410 係為下清洗機頭 410' 之鏡像。清洗材料分配組件 418 被控制器 416 所控制。被基板支架 424 所支持的基板 420 以方向 466 通過上與下清洗機頭 410 及 410'。藉著上與下清洗機頭 410 及 410'，可同時清洗基板的正面與背面。

各清洗機頭包含複數個分配孔（或噴嘴），透過此等分配孔而提供清洗材料以形成彎液面 430 及 430'，如圖 4C 及 4D 所示。液體可為去離子水、清洗溶液、或其他用以處理、清潔、或沖洗基板 420 之液體。複數個真空口 466 在彎液面 430 及 430' 周圍提供真空。真空口 466 自彎液面 430 及 430' 吸取液體及周圍的流體。在某些實施例中，噴嘴 468 環繞真空口 466，並提供異丙醇蒸氣、氮氣、其混合物、或其他氣體或雙相之氣/液流體。噴嘴 468 及由其所提供之流體有助於在彎液面 430' 的表面維持連貫的液/氣介面。更多關於近接機頭之結構與操作係描述於上述【交叉參考之相關申請案】中，並於此併入參考。具體而言，其他關於近接機頭之結構與操作之細節請參照美國專利申請案第 10/261,839、10/330,843、及 10/330,897 號。

使用近接機頭施加清洗材料之清洗設備的細節係描述於西元

2006年9月15日提申之美國專利申請案第11/532,491號(代理人案號LAM2P548B),其案名為“Method and Material for Cleaning a Substrate”、西元2006年9月15日提申之美國專利申請案第11/532,493號(代理人案號LAM2P548C),其案名為“Apparatus and System for Cleaning a Substrate”、以及西元2006年12月18日提申之美國專利申請案第11/641,362號(代理人案號LAM2P581),其案名為“Substrate Preparation Using Stabilized Fluid Solutions and Methods for Making Stable Fluid Solutions”。上述相關申請案之揭露內容於此併入參考。

上述實施例僅係例示性。用於將清洗材料施加於基板表面上並自基板表面移除清洗材料之清洗機頭的其他實施例亦為可行。圖4F係依據本發明一實施例,顯示含有清洗材料481之清洗槽480與含有沖洗液491之沖洗槽490。首先將基板載具424所支持的基板420'浸入槽480之清洗材料481中,以使清洗材料與基板表面上的污染物相接觸。藉著一機械機構(圖未示)將基板420'降至清洗槽480內之清洗材料481中,並自其中升起。其後,將基板載具426所支持的基板420'浸入沖洗槽490之沖洗液491中,以沖去清洗材料。利用一機械機構(圖未示)將基板降下及升起而進出沖洗槽490。當清洗材料在沖洗槽490中離開基板420'表面時,污染物會隨著清洗材料一起自基板表面移除。藉著一機械機構(圖未示)將基板420'降至沖洗槽490內之沖洗液491中。雖然圖4F中所示之基板方向係為垂直,但是其他方向亦為可行。舉例而言,基板可以水平方向浸入清洗槽及/或沖洗槽中。

圖4G顯示用以自基板表面清除污染物之清洗設備499的另一實施例。清洗設備499具有包含基板支座483之清洗槽485。將基板420*放置於清洗處理期間會旋轉的基板支座483上。清洗設備499具有清洗材料分配機頭497,其將清洗材料施於基板420*之表面上。清洗材料分配機頭497(或分配噴嘴)連接至清洗材料之儲槽470。清洗設備499也具有沖洗液分配機頭498(或分配噴嘴),其將沖洗液噴灑於基板420*之表面上。沖洗液分配機頭498連接

至沖洗液之儲槽 496。旋轉的基板 420*使清洗材料與沖洗液得以覆蓋整個基板表面。清洗材料施於基板表面上，而後施加沖洗液以自基板表面移除清洗材料。

在將清洗材料自圖型化基板表面沖去之後，藉著以相當高的速度旋轉（或轉動）基板來使圖型化基板乾燥。在旋轉期間，基板係藉著一裝置（或機構）而固定，其未示於圖 4G 之中。在一實施例中，可在圖型化基板的表面施加表面張力降低氣體，以幫助移除沖洗及可能殘留的清洗材料。在一實施例中，表面張力降低氣體包含異丙醇(IPA)及氮氣的混合物。亦可使用其他表面張力降低氣體。

清洗槽 485 可容納清洗處理之廢料。清洗處理之廢料包含廢棄的清洗材料及廢棄的沖洗液。在一實施例中，清洗槽 485 具有連接至廢料管線 404 之排水口 403。廢料管線 404 連接至閥 405，其控制來自清洗槽 485 之清洗廢料的排放。清洗廢料可被導引至回收處理器 406 或廢料處理器 407。

上述清洗材料在清洗具有細微特徵部或佈局（如基板表面上的多晶矽線或金屬內連線(具有渠溝及/或介層孔)）之基板時特別具有優勢。此等細微特徵部的最小寬度（或臨界尺寸）可為 45 nm、32 nm、25 nm 或更小。對於利用上述清洗材料之先進清洗技術而言，清洗材料在製備時其金屬及/或微粒污染物應盡可能的少。在一實施例中，對所有的金屬污染物而言，在施加於基板表面上之前，所製備之清洗材料中的金屬污染物係指定為少於 100 ppb（十億分之一）。在另一實施例中，所製備之清洗材料中的金屬污染物係指定為少於 10 ppb（十億分之一）。在又另一實施例中，針對先進清洗技術所製備之清洗材料中的金屬污染物係指定為少於 1 ppb。在一實施例中，在施加於基板表面上之前，所製備之清洗材料中針對顆粒尺寸大於 65 nm 之顆粒規範為少於 50。在另一實施例中，針對顆粒尺寸大於 65 nm 之顆粒規範為少於 20。在另一實施例中，針對顆粒尺寸大於 50 nm 之顆粒規範為少於 10。在又另一實施例中，針對顆粒尺寸大於 30 nm 之顆粒規範為少於 5。對於

具有更細微（或更小）之特徵部尺寸的更先進技術而言，其對金屬污染物與顆粒的規範更為嚴苛。

可使用許多方法與系統來製造（或純化）滿足金屬污染物規範的清洗材料。例如，可利用分餾法移除清洗材料中的金屬污染物（或純化清洗材料）。在一實施例中，將醇類加入聚合物的水溶液中。由於聚合物在醇類中遠較水中不易溶解，因此較純之聚合物會沉澱。除了醇類之外，亦可在聚合物的水溶液中添加酸以輔助將金屬與聚合物分離。酸可提供 H^+ 以取代與聚合物結合之金屬離子（如 Na^+ ），此可幫助將金屬與聚合物分離。另一個移除金屬污染物的方法係利用離子交換法。清洗材料通過填充有微小樹脂顆粒之管柱，俾使清洗材料中的金屬離子與管柱所提供的氫離子交換。管柱係充滿酸，其可提供氫離子以取代金屬離子（如 Na^+ ）。 Na^+ 僅係用以作為一實例。其他金屬離子亦可藉此等方法與系統來移除。其他方法亦可用來純化清洗材料。

圖 4H 係根據本發明一實施例，用於清洗基板之系統 475 的示意圖。清洗機頭 410（或清洗近接機頭）類似圖 4A 中所示者。基板 420 被基板支架（或基板載具）424 所支持。清洗機頭 410 連接至清洗材料（如上所述之清洗材料 300）的儲槽 470。清洗機頭 410 亦連接至使用過之清洗材料的容器 472，其又連接至真空泵 425。在一實施例中，系統 475 具有沖洗機頭 417，其施加沖洗液以自基板 420 之表面上移除清洗材料。沖洗機頭 417 連接至沖洗液之儲槽 471。在一實施例中，沖洗機頭 417 之結構類似於清洗機頭，具有沖洗液分配孔以及真空孔。沖洗機頭 417 連接至使用過之沖洗液的容器 408，其又連接至真空泵 425'。再另一實施例中，系統 475 具有真空機頭 412，其可移除任何殘留在基板表面上的清洗材料及/或沖洗液。真空機頭連接至使用過之清洗材料及沖洗液的廢料容器 409。廢料容器 409 又連接至真空泵 425''。

圖 4I 係根據本發明一實施例之另一清洗系統 400* 之俯視圖。晶圓（或基板）420 以線性方向朝清洗機頭 410*（或清洗近接機頭）移動。清洗機頭被支撐結構 450（可為臂桿）所支持。清洗機

頭 410* 連接至清洗材料的儲槽 470。清洗機頭 410* 提供 (或施加) 上述之清洗材料。在一實施例中，清洗機頭 410* 的長度 440 大於晶圓 420 的直徑 451。晶圓 420 僅於清洗機頭下方移動一次。在另一實施例中，清洗機頭 410* 的長度 440 小於晶圓 420 的直徑 451。晶圓 420 於清洗機頭 410* 下方移動數次以確保整個晶圓 420 已被清洗。

在圖 4I 之實施例中，緊鄰著清洗機頭 410* 具有一沖洗機頭 417*。類似於清洗機頭 410*，沖洗機頭 417* 的長度 440' 可大於或小於晶圓的直徑 451。晶圓 420 首先於清洗機頭 410* 下方移動，接著再於沖洗機頭 417* 下方移動。清洗機頭 410* 包含用以施加清洗材料的狹縫 411*。圖 4J 包含具有狹縫 411* 之清洗機頭 410* 的底視圖。沖洗機頭 417* 連接至沖洗液之儲槽 471。在一實施例中，沖洗機頭 417* 之結構類似於圖 4A 和 4B 之清洗機頭 410，具有沖洗液分配孔 401 以及真空孔 402。圖 4J 包含沖洗機頭 417* 之底視圖，其具有多個沖洗液分配孔 401 被多個真空孔 402 所圍繞。沖洗機頭 417* 連接至使用過之沖洗液的容器 408，其又連接至真空泵 425'。

當晶圓 420 於清洗機頭 410* 及沖洗機頭 417* 下方移動，清洗機頭 410* 將清洗材料施於基板表面上，且沖洗機頭 417* 將清洗材料自晶圓 420 表面沖去。沖洗機頭 417* 也移除清洗廢料，其包含晶圓 420 表面上的顆粒和污染物、清洗材料、以及沖洗液。

圖 4K 係根據本發明一實施例之清洗材料製備系統 482。系統 482 具有聚合物容器 484，儲存用於清洗材料中的聚合物。聚合物容器 484 連接至分配控制器 488，其控制被分配到系統 482 之預混合容器 493 中的聚合物量。系統 482 亦具有溶劑容器 486，儲存用於清洗材料中的溶劑。溶劑容器 486 連接至分配控制器 489，其控制被分配到預混合容器 493 中以及清洗材料調整容器 495 (將在以下詳述) 的溶劑量。此外，系統 482 具有緩衝劑與添加物容器 487，儲存用於清洗材料中的緩衝劑與添加物 (如界面活性劑)。緩衝劑與添加物容器 487 連接至分配控制器 492，其控制被分配到預混合

容器 493 中以及清洗材料調整容器 495 的緩衝劑與添加物量。再另一實施例中，清洗材料中不需要添加物，並且在緩衝劑與添加物容器 487 中沒有添加物。再又另一實施例中，緩衝劑與添加物係位於不同的容器中，並由不同的控制器所控制。

在一實施例中，聚合物、溶劑、緩衝劑、與添加物先在預混合容器 493 中混合。其後，來自容器 493 的混合物被供應至純化器（或純化系統）494，以自混合物中移除金屬污染物或其他污染物。在一實施例中，純化器 494 亦具有過濾的功能，以從混合物中濾除任何顆粒（軟性或研磨性）。再另一實施例中，僅聚合物與溶劑在預混合容器 493 中混合。緩衝劑及添加物並未在預混合容器 493 中與聚合物及溶劑一起混合。

在移除金屬污染物之後，將混合物移動至調整容器 495，以加入製備清洗材料之最終混合物所需之額外溶劑、緩衝劑、及添加物。所製備之清洗材料儲存於供清洗基板所使用之容器 427。或者，由純化器 494 輸出之混合物即可使用，因此不需要在清洗材料之調整容器 495 中進一步處理。在此狀況下，由純化器 494 輸出之混合物即為最終清洗材料並供應至清洗材料之容器 427。再另一實施例中，來自預混合容器 493 之混合物即可使用，因此不需要通過純化器 494。在此情況下，將混合物（即清洗材料）供應至容器 427。

系統 482 不具有純化器 494 及調整容器 495，且預混合容器係為一混合容器。在此情況下，混合的清洗材料直接供應至容器 427。在一實施例中，圖 4A、4E、4G、4H、4I 之清洗材料儲槽 470 中的清洗材料係來自清洗材料的容器 427。

表 I 針對不同重量百分比之 Carbopol 941TM PAA 在 BAS 中的黏度、沖洗時間、顆粒移除效率（PRE）進行比較。黏度係在 500 s^{-1} 的應變率下進行測量。沖洗時間係測量將清洗材料自基板表面沖去所需時間。PRE 則利用顆粒監測基板來進行測量，顆粒監測基板係刻意沉積有不同尺寸之氮化矽顆粒。在此研究中，僅測量介於 90 nm 與 $1\text{ }\mu\text{m}$ 之間的顆粒尺寸。PRE 藉著下列式(1)來計算：

$$\text{PRE} = (\text{清洗前總數} - \text{清洗後總數}) / \text{清洗前總數} \dots \dots \dots (1)$$

表 I：不同濃度之 Carbopol 941™ PAA 聚合物之清洗材料的比較

濃度 (wt%)	聚合物分子量 (g/mol)	黏度 @ 500 s ⁻¹ (cP)	沖洗時間 (秒)	PRE
0.2%	1.25 M	26	<5	74%
0.5%	1.25M	198	5-10	89%
1%	1.25M	560	8-10	87%

表 I 之清洗材料係藉著將市售的 Carbopol 941™ PAA 混合於上述的 BAS 中而製得。所使用的 Carbopol 941™ PAA 具有 1250000 (或 1.25M)g/mol 的分子量。表 I 中的結果顯示 PRE 隨著 Carbopol 941™ PAA 的重量百分比(直到約 0.5%)而增加。聚合物介於 0.5% 與 1% 之間的 PRE 並無明顯差異。其結果亦顯示清洗材料的黏度隨著聚合物的重量百分比而增加。此外，沖掉清洗材料所需的沖洗時間隨著清洗材料的黏度而增加。使用水來沖洗基板。

表 II 係比較不同清洗材料將顆粒截留或懸浮在清洗材料中的能力。刻意將氮化矽顆粒加入清洗材料中。在加入氮化矽顆粒之後，將清洗材料施於乾淨的基板上。接著將清洗材料自基板沖掉，然後測量其表面上的顆粒（氮化矽）數目。

表 II：添加氮化矽顆粒之不同清洗材料的顆粒總數比較

清洗材料 具 1X SiN 顆粒	沖洗後顆粒 總數	清洗材料 具 50X SiN 顆粒	沖洗後顆粒 總數
DIW	飽和	DIW	飽和
DIW+銨 (pH>10)	6002	DIW+銨 (pH>10)	飽和
"100"	4238	"100"	飽和

0.2% Carbopol 940™ 溶解於 “100” 中	1137	0.2% Carbopol 940™ 溶解於 “100” 中	15689
0.5% PAM 溶解於 “100” 中	53	0.5% PAM 溶解於 “100” 中	104

使用五種溶液作為清洗材料。第一種清洗材料「DIW」為去離子水。第二種清洗材料為加入銨以將 pH 值調整至大於 10 的 DIW。第三種為溶液「100」，其為加入 1 wt% ADS 的 BAS。如上所述，溶液「100」之 pH 值為 10。第四種清洗材料為 0.2 wt% 之 Carbopol 940™ PAA 溶解於溶液「100」中。Carbopol 940™ PAA 的分子量為 4M（或 4 百萬）g/mol。第五種為 0.5 wt% 之 PAM 溶解於溶液「100」中。PAM 的分子量為 18M g/mol。第五種清洗材料的 pH 值約為 10。此五種清洗材料與兩個數量的氮化矽顆粒混合（即 1X 與 50X）。50X 之氮化矽顆粒數目為 1X 之顆粒數目的五十倍。1X 氮化物顆粒代表氮化物顆粒重量%為 0.00048%，而 50X 氮化物顆粒代表氮化物顆粒重量%為 0.024%。

結果顯示 DIW 將氮化矽顆粒懸浮與保留於 DIW 中的效果並不好。大量（飽和）的氮化矽顆粒留在基板表面上。表 II 中所使用的「飽和」一詞係說明顆粒（或缺陷）總數超過 75000。相對來說，0.2% Carbopol 940™ PAA 溶解於“100”中與 0.5% PAM 溶解於“100”中之清洗材料，將氮化矽顆粒懸浮於清洗材料中的效果好的多。0.5% PAM 溶解於“100”中之清洗材料截留或懸浮清洗材料中所加入的氮化矽顆粒之效果特別好。僅有少量（對於 1X 氮化矽顆粒為 53，而對於 50X 氮化矽顆粒為 104）清洗材料中的氮化矽（或 Si_3N_4 ）顆粒留在基板表面上。

清洗材料中所使用的聚合物之分子量會影響顆粒移除效率（PRE）。圖 5A 顯示利用清洗材料將基板上大於 90 nm 之氮化矽顆粒移除之 PRE 圖表，清洗材料係在溶液「100」中具有 1%（重量%）的 PAA，以及在溶液「100」中具有 1%（重量%）的羥乙

基纖維素(HEC)，PRE 係為此二聚合物 (PAA 與 HEC) 之分子量的函數。圖 5A 中的資料顯示 PRE 隨著介於 100000 g/mol 與 1M(或 1000000) g/mol 之間的 HEC 之分子量而增加。圖 5A 中的資料亦顯示 PRE 隨著介於 500000 g/mol 與 1M g/mol 之間的 PAA 之分子量而增加。然而，對於 1M g/mol 與 1.25M g/mol 之間的 PAA 而言，PRE 並未大幅改變。圖 5B 顯示利用清洗材料將基板上大於 90 nm 之氮化矽顆粒移除之 PRE 圖表，清洗材料係在溶液「100」中具有 1% (重量%) 的 PAM，PRE 係為 PAM 之分子量的函數。圖 5B 中的資料顯示 PRE 隨著介於 500000 g/mol 與 18M g/mol 之間的 PAM 之分子量而增加。兩圖表中的資料均顯示分子量對於 PRE 的效果。

如上所述，清洗材料之黏度會影響自基板表面移除清洗材料之沖洗時間。圖 5C 顯示將氯化銨(NH_4Cl)加入清洗材料之結果，清洗材料具有溶解於去離子水中之 0.2 wt% 至 1 wt% 的 PAM。PAM 具有 18M g/mol 之分子量。添加的氯化銨在清洗溶液中離子化而對清洗材料提供額外的離子，以增加清洗材料的離子強度。增加的離子強度降低了清洗材料的黏度。舉例來說，對於具有 1 wt% PAM 之清洗材料而言，1.5 wt% 的氯化銨可將其黏度從約 100 cP 降至 60 cP。對於具有 0.5 wt% PAM 之清洗材料而言，1.5 wt% 的氯化銨亦可將其黏度從約 50 cP 降至 25 cP。降低黏度可縮短從基板表面沖掉清洗材料所需的時間。在一實施例中，清洗材料的黏度低於 500 cP 以確保可在合理的時間框架內完成基板清潔，從而達成生產目標。

圖 6A 係根據本發明一實施例之利用清洗材料來清洗圖型化基板的流程圖 600，清洗材料含有高分子量聚合化合物之高分子。清洗材料係如上述。在步驟 601 中，將圖型化基板放置於清洗設備中。在步驟 602 中，將清洗材料施於圖型化基板的表面上。在步驟 603 中，將沖洗液施於圖型化基板的表面上以沖去清洗材料。沖洗液係如上述。在一實施例中，在將沖洗液施加於基板表面上之後，可藉著真空將基板表面上的沖洗液、清洗材料、以及污染

物自圖型化基板的表面移除。

圖 6B 係根據本發明一實施例之製備用以清洗圖型化基板之清洗材料的流程圖 650。含有高分子量聚合化合物之高分子的清洗材料係如上述。在步驟 651 中，將材料，如聚合物、溶劑、與添加物（如緩衝劑、及/或界面活性劑）混合在一起以形成清洗材料或清洗材料的預混物。在步驟 653 中，純化清洗材料（或其預混物）以使其金屬污染物少於 1 ppb。在純化處理之後，亦可能需要加入些許的添加物、溶劑、及/或緩衝劑，以使清洗材料恢復至所需的配方。在此情況下，加入添加物、溶劑、及/或緩衝劑以製備清洗材料的最終產物。

如上所述，有許多用以純化清洗材料而將清洗材料的金屬污染物清除的方法。或者，可在清洗材料製備過程期間進行純化。圖 6C 係根據本發明另一實施例之製備用以清洗圖型化基板之清洗材料的流程圖 670。在步驟 671 中，將聚合化合物與些許溶劑混合在一起以形成一混合物。在步驟 672 中，純化聚合物與溶劑的混合物以使其金屬污染物少於 1 ppb。在步驟 673 中，將聚合物與溶劑的混合物與其餘成分混合而形成清洗材料。其他純化清洗材料的實施例亦為可行。

上述清洗材料、設備、與方法有利於清洗具有細微特徵部之圖型化基板而不破壞其特徵部。清洗材料係為流態（液相或液/氣相(泡沫)），且可於裝置特徵部周圍變形；因此清洗材料不會損壞裝置特徵部。液相之清洗材料可為液體、溶膠、或凝膠體的形式。含有高分子量聚合化合物之高分子的清洗材料捕獲基板上的污染物。此外，清洗材料截留污染物，而不使其返回基板表面。高分子量聚合化合物之高分子形成聚合物長鏈，其亦可交聯而形成聚合物網。相較於習知清洗材料，此聚合物長鏈及/或聚合物網顯示了捕獲及截留污染物之優異能力。

在將清洗材料施加於基板表面上以自基板表面移除污染物或顆粒之前，清洗材料實質上並不含有非可變形顆粒（或研磨顆粒）。非可變形顆粒係堅硬顆粒（如泥漿或沙地中的顆粒），且會

破壞圖型化基板上之細微裝置特徵部。在基板清洗處理期間，清洗材料自基板表面收集污染物或顆粒。然而，在將清洗材料施加於基板表面上以清潔基板之前，並不會刻意將非可變形顆粒混合於清洗材料中。

雖然上述實施例描述用於清洗圖型化基板的材料、方法、及系統，但此等材料、方法、及系統亦可用於清洗未圖型化（空白）基板。

雖然以上討論係集中於自圖型化晶圓清除污染物，但此清洗設備及方法亦可用於自未圖型化晶圓清除污染物。此外，上述圖型化晶圓上的示範性圖案係為突出線路，如多晶矽線或金屬線。然而，本發明之概念可應用於具有凹陷特徵部之基板。例如，CMP之後的凹陷介層孔可形成晶圓上的圖案，並且可利用通道之最適設計法來達到最佳的污染物移除效率。

此處所提及作為實例之基板表示（但不限於）半導體晶圓、硬碟、光碟、玻璃基板、平面顯示器表面、液晶顯示器表面等等，其在製造或處理作業期間可能受到污染。依實際基板的不同，其表面可能以不同的方式受到污染，並且污染可忍受的程度係由處理基板之特定產業所定義。

雖然僅以數個實施例之方式來闡述本發明，但應注意：熟知此項技藝者在閱讀前述之說明書及研讀圖示時，當可體會出本發明之各種變化、添加、變更及等效物。因此，本發明應包含所有落在本發明之真實精神與範疇內之此類變化、添加、變更及等效物。在申請專利範圍中，除非申請專利範圍之項次中有明確記載，否則其中的元件及/或步驟並未暗示任何特定的操作順序。

【圖式簡單說明】

藉著上述詳細說明並結合隨附圖示，本發明將更易於了解，相似的參考符號代表相似的結構元件。

圖 1 係根據本發明之一實施例，顯示基板上之缺陷與裝置特徵部。

圖 2A 係根據本發明之一實施例，顯示關於將清洗材料施加於圖型化基板上之 3 條反應曲線。

圖 2B 顯示關於將清洗材料施加於圖型化基板上之 3 條反應曲線。

圖 2C 係根據本發明之一實施例，顯示不同技術點之 3 條破壞曲線以及清洗材料的力量強度曲線。

圖 3A 係根據本發明之一實施例之清洗材料，其含有溶解於清洗溶液中的高分子量聚合化合物之高分子。

圖 3B 係根據本發明之一實施例，顯示圖 3A 之清洗材料截留污染物。

圖 3C 係根據本發明之一實施例，顯示圖 3A 之清洗材料施於圖型化晶圓上以自基板表面清洗污染物。

圖 3D 係根據本發明之一實施例，顯示圖 3A 之清洗材料施於圖型化晶圓上以自基板表面清洗污染物。

圖 3E 係根據本發明之一實施例，顯示圖 3A 之清洗材料施於帶有渠溝與介層孔之圖型化晶圓上以自基板表面清洗污染物。

圖 3F 係根據本發明之一實施例之清洗材料，其含有乳化於清洗溶液中的膠狀聚合物微滴。

圖 3G 係根據本發明之一實施例之清洗材料，其含有懸浮於清洗溶液中的膠狀聚合物團塊。

圖 3H 係根據本發明之一實施例之泡沫清洗材料。

圖 4A 係根據本發明之一實施例之簡化示意圖，其顯示用於清洗基板之系統之俯視圖。

圖 4B 係根據本發明之一實施例，顯示圖 4A 之清洗機頭之底視圖。

圖 4C 係根據本發明之一實施例之清洗機頭之側視圖，其於清洗機頭下將清洗材料之清洗主體施加於基板表面上。

圖 4D 係根據本發明一實施例之位於基板上之清洗機頭的剖面圖。

圖 4E 係根據本發明一實施例之基板清洗系統。

圖 4F 係依據本發明一實施例，顯示利用含有高分子量聚合化合物之高分子之清洗材料來清洗基板之清洗設備，以及用以沖掉清洗材料之之沖洗設備。

圖 4G 係依據本發明一實施例，顯示利用含有高分子量聚合化合物之高分子之清洗材料來清潔基板之清洗與沖洗設備。

圖 4H 係依據本發明一實施例之清洗系統。

圖 4I 係根據本發明之一實施例之簡化示意圖，其顯示用於清洗基板之系統之俯視圖。

圖 4J 係根據本發明一實施例，圖 4I 之清洗機頭及沖洗機頭之底視圖。

圖 4K 係根據本發明一實施例之用於製備清洗材料的系統。

圖 5A 係根據本發明一實施例，顯示顆粒移除效率(PRE)作為聚丙烯酸(PAA)與羥乙基纖維素(HEC)之分子量的函數。

圖 5B 係根據本發明一實施例，顯示 PRE 作為聚丙烯醯胺(PAM)之分子量的函數。

圖 5C 係根據本發明一實施例，顯示使用氯化銨來降低以聚丙烯醯胺(PAM)聚合物所製得之清洗材料之黏度的實驗結果。

圖 6A 係根據本發明一實施例之利用清洗材料來清洗圖型化基板的流程圖，清洗材料含有高分子量聚合化合物之高分子。

圖 6B 係根據本發明一實施例之純化清洗材料的流程圖。

圖 6C 係根據本發明另一實施例之純化清洗材料的流程圖。

【主要元件符號說明】

100	基板
101	基板本體
102	裝置結構
103	顆粒
104	裝置結構的寬度
105	表面
106	裝置結構的高度

- 107 顆粒之近似直徑
- 111 力量
- 112 力量
- 201~203 曲線
- 201'~203' 曲線
- 201'' 曲線
- 203_I~203_{III} 曲線
- 300、300'、300''、300* 清洗材料
- 301、301' 基板
- 302 裝置結構
- 302_I~302_{IV} 裝置結構
- 302' 結構
- 305、305'、305'' 清洗溶液
- 306 小且孤立的聚合物
- 310 聚合物
- 311_I、311_{II} 聚合物鏈
- 315 介層孔
- 316 渠溝
- 320 顆粒
- 320_I~320_{IV} 污染物
- 325_I~325_{IV} 污染物
- 326_I~326_{IV} 污染物
- 330、330'、330'' 清洗容積
- 340 聚合物微滴
- 341 邊界
- 350 聚合物團塊
- 360 氣泡
- 400 清洗基板之系統
- 401 沖洗液分配孔
- 402 真空孔

- 403 排水口
- 404 廢料管線
- 405 閥
- 406 回收處理器
- 407 廢料處理器
- 408 使用過之沖洗液的容器
- 409 廢料容器
- 410 清洗機頭
- 411* 狹縫
- 411 分配孔
- 412 真空機頭
- 414 真空孔
- 416 控制器
- 417 沖洗機頭
- 418 清洗材料分配組件
- 419 支撐結構
- 420 基板
- 421 表面
- 422 箭頭
- 423 容器
- 424 基板支架 (基板載具)
- 425 真空泵
- 426 基板載具
- 427 容器
- 430 清洗主體
- 430' 彎液面
- 432 剪力
- 440 清洗機頭的長度
- 450 支撐結構 (臂桿)
- 451 晶圓的直徑

- 460 供應管線
- 465 真空管線
- 466 真空口
- 467 供應管線
- 468 噴嘴
- 470 儲槽
- 471 沖洗液之儲槽
- 472 容器
- 475 清洗基板之系統
- 480 清洗槽
- 481 清洗材料
- 482 清洗材料製備系統
- 483 基板支座
- 484 聚合物容器
- 485 清洗槽
- 486 溶劑容器
- 487 緩衝劑與添加物容器
- 488 聚合物分配控制器
- 489 溶劑分配控制器
- 490 沖洗槽
- 491 沖洗液
- 492 緩衝劑與添加物分配控制器
- 493 預混合容器
- 494 純化器
- 495 調整容器
- 496 沖洗液之儲槽
- 497 清洗材料分配機頭
- 498 沖洗液分配機頭
- 499 清洗設備

七、申請專利範圍：

1. 一種清洗材料，施加於一用以定義積體電路裝置之圖型化基板之表面上，以自該表面移除污染物，該清洗材料包含：

一溶劑；

一緩衝劑，用以改變該清洗材料之 pH 值，其中該緩衝劑為弱酸或弱鹼，且該緩衝劑與該溶劑形成一清洗溶液；

一離子提供化合物，其於該清洗溶液中離子化而為該清洗材料提供較高之離子強度，以降低該清洗材料的黏度，其中該離子提供化合物包含氯化銨 (NH_4Cl)；以及

分子量大於 10000 g/mol 之聚合化合物的高分子，其中該高分子可溶於該清洗溶液中而形成該清洗材料，溶解的高分子具有聚合物長鏈，俾可自用以定義積體電路裝置之該圖型化基板表面捕獲並截留至少若干污染物，該清洗材料係界定為液相，其中當一外力作用在覆蓋該圖型化基板的清洗材料時，該清洗材料在該圖型化基板表面上之裝置特徵部周圍變形，該清洗材料係施加於該圖型化基板之表面上以自該表面移除污染物，而實質上不破壞該表面上之裝置特徵部，在將該清洗材料施加於該圖型化基板表面上之前，該清洗材料實質上不含有研磨顆粒。

2. 如申請專利範圍第 1 項之清洗材料，其中該溶劑係選自於由水、異丙醇(IPA)、二甲基亞砷(DMSO)、二甲基甲醯胺(DMF)、或其組合所構成之群組。

3. 如申請專利範圍第 1 項之清洗材料，其中該聚合化合物係選自於由丙烯酸聚合物、聚亞胺及氧化物、乙烯聚合物、纖維素衍生物、多醣體、與蛋白質所構成之群組。

4. 如申請專利範圍第 3 項之清洗材料，其中該丙烯酸聚合物為聚丙稀醯胺(PAM)、聚丙稀酸(PAA)、PAM 與 PAA 的共聚物、聚-(N,N-二甲基-丙稀醯胺) (PDMAAm)、聚-(N-異丙基-丙稀醯胺)

(PIPAAm)、聚甲基丙烯酸(PMAA)、或聚甲基丙烯醯胺(PMAAm)。

5. 如申請專利範圍第4項之清洗材料，其中該聚丙烯酸(PAA)為 Carbopol 940TM 或 Carbopol 941TM。
6. 如申請專利範圍第3項之清洗材料，其中該聚亞胺及氧化物為聚乙炔亞胺(PEI)、聚氧化乙烯(PEO)、或聚氧化丙烯(PPO)。
7. 如申請專利範圍第3項之清洗材料，其中該乙烯聚合物為聚乙烯醇(PVA)、聚乙烯磺酸(PESA)、聚乙烯胺(PVAm)、聚乙烯吡咯烷酮(PVP)、或聚-(4-乙炔-吡啶)(P4VP)。
8. 如申請專利範圍第3項之清洗材料，其中該纖維素衍生物為甲基纖維素(MC)、乙基纖維素(EC)、羥乙基纖維素(HEC)、或羧甲基纖維素(CMC)。
9. 如申請專利範圍第3項之清洗材料，其中該多醣體為阿拉伯樹膠、洋菜及洋菜糖、肝素、關華豆膠、或三仙膠。
10. 如申請專利範圍第3項之清洗材料，其中該蛋白質為卵白蛋白、膠原蛋白、或麩質。
11. 如申請專利範圍第1項之清洗材料，其中該分子量介於約0.1M g/mol 至 100M g/mol 之間。
12. 如申請專利範圍第1項之清洗材料，其中該高分子在該清洗材料中的重量百分比係介於約0.001%至10%之間。
13. 如申請專利範圍第1項之清洗材料，更包含：
一界面活性劑，用以促進該高分子散佈或濕潤於該清洗溶液

中。

14. 如申請專利範圍第 13 項之清洗材料，其中該界面活性劑為十二烷基硫酸銨(ADS)。

15. 如申請專利範圍第 1 項之清洗材料，其中該清洗材料為流體，其為液體、溶膠、或凝膠體之形式。

16. 如申請專利範圍第 15 項之清洗材料，其中該清洗材料為液相之乳化液，其具有溶解於該清洗溶液中之高分子微滴。

17. 如申請專利範圍第 1 項之清洗材料，更包含：

一氣體，其中該清洗材料為具有兩相的泡沫，其包含液相及氣相。

18. 如申請專利範圍第 1 項之清洗材料，其中對於前端應用而言，該 pH 值介於約 7 至 12 之間。

19. 如申請專利範圍第 1 項之清洗材料，其中對於後端應用而言，該 pH 值介於約 1 至 7 之間。

20. 如申請專利範圍第 1 項之清洗材料，其中高分子係至少部分形成聚合物鏈，且受到離子力、靜電力、凡得瓦力、疏水作用、立體交互作用、或化學鍵結之影響而捕獲及截留污染物。

21. 如申請專利範圍第 1 項之清洗材料，其中該清洗材料的黏度小於 500 cP。

22. 如申請專利範圍第 1 項之清洗材料，其中該裝置特徵部之特徵部大小具有小於或等於約 45 nm 之臨界尺寸。

23. 如申請專利範圍第 1 項之清洗材料，其中部分的聚合物長鏈係交聯而形成聚合物網，其協助捕獲及截留污染物。
24. 如申請專利範圍第 1 項之清洗材料，其中該清洗材料之金屬污染物少於 1 ppb。
25. 如申請專利範圍第 1 項之清洗材料，其中對於顆粒尺寸大於等於 65 nm 之微粒污染物而言，該清洗材料之微粒污染物的數量少於 20 顆。
26. 如申請專利範圍第 1 項之清洗材料，其中該聚合化合物為聚丙烯醯胺(PAM)，且 PAM 之分子量大於等於 500000 g/mol。
27. 一種清洗材料，施加於一用以定義積體電路裝置之圖型化基板之表面上，以自該表面移除污染物，該清洗材料包含：
- 一溶劑；
 - 一離子提供化合物，其於該清洗溶液中離子化而為該清洗材料提供較高之離子強度，以降低該清洗材料的黏度，其中該離子提供化合物包含氯化銨 (NH_4Cl)；以及
- 高分子，具有一足夠大之分子量，俾當該高分子溶於該溶劑中時形成膠體形式之聚合物鏈與聚合物網，該溶劑與溶解的高分子形成該清洗材料，該清洗材料在施加於該圖型化基板表面上之前所包含的金屬污染物少於 1 ppb (十億分之一)，具有聚合物鏈與聚合物網之該高分子自用以定義積體電路裝置之該圖型化基板表面捕獲並截留污染物，其中當一外力作用在覆蓋該圖型化基板表面的清洗材料時，該清洗材料在該圖型化基板表面上之裝置特徵部周圍變形，該清洗材料係施加於該基板之表面上以自該表面移除污染物，而實質上不破壞該表面上之裝置特徵部，在將該清洗材料施加於該圖型化基板表面上之前，該清洗材料實質上不含研磨顆粒。

28. 一種清洗材料，施加於一用以定義積體電路裝置之圖型化基板之表面上，以自該表面移除污染物，該清洗材料包含：

一溶劑；

一緩衝劑，用以改變該清洗材料之 pH 值，其中該緩衝劑為弱酸或弱鹼，且該緩衝劑與該溶劑形成一清洗溶液；

一離子提供化合物，其於該清洗溶液中離子化而為該清洗材料提供較高之離子強度，以降低該清洗材料的黏度，其中該離子提供化合物包含氯化銨 (NH_4Cl)；以及

分子量大於等於 500000 g/mol 之聚丙烯醯胺(PAM)的高分子，其中該高分子可溶於該清洗溶液中而形成該清洗材料，該清洗材料在施加於該圖型化基板表面上之前所包含的金屬污染物少於 1 ppb，且其 pH 值介於約 7 至 12 之間，溶解的高分子具有聚合物長鏈，俾可自用以定義積體電路裝置之該圖型化基板表面捕獲並截留至少若干污染物，該清洗材料係界定為液相，其中當一外力作用在覆蓋該圖型化基板的清洗材料時，該清洗材料在該圖型化基板表面上之裝置特徵部周圍變形，該清洗材料係施加於該圖型化基板之表面上以自該表面移除污染物，而實質上不破壞該表面上之裝置特徵部，在將該清洗材料施加於該圖型化基板表面上之前，該清洗材料實質上不含有研磨顆粒。

29. 一種清洗材料，施加於一用以定義積體電路裝置之圖型化基板之表面上，以自該表面移除污染物，該清洗材料包含：

一溶劑；

一緩衝劑，用以改變該清洗材料之 pH 值，其中該緩衝劑為弱酸或弱鹼，且該緩衝劑與該溶劑形成一清洗溶液；

一離子提供化合物，其於該清洗溶液中離子化而為該清洗材料提供較高之離子強度，以降低該清洗材料的黏度，其中該離子提供化合物包含氯化銨 (NH_4Cl)；以及

分子量大於等於 500000 g/mol 之 Carbopol 940TM 的高分子，其中該高分子可溶於該清洗溶液中而形成該清洗材料，該清洗材

料在施加於該圖型化基板表面上之前所包含的金屬污染物少於 1 ppb，溶解的高分子具有聚合物長鏈，俾可自用以定義積體電路裝置之該圖型化基板表面捕獲並截留至少若干污染物，該清洗材料係界定為液相，其中當一外力作用在覆蓋該圖型化基板的清洗材料時，該清洗材料在該圖型化基板表面上之裝置特徵部周圍變形，該清洗材料係施加於該圖型化基板之表面上以自該表面移除污染物，而實質上不破壞該表面上之裝置特徵部，在將該清洗材料施加於該圖型化基板表面上之前，該清洗材料實質上不含有研磨顆粒。

八、圖式：

圖式

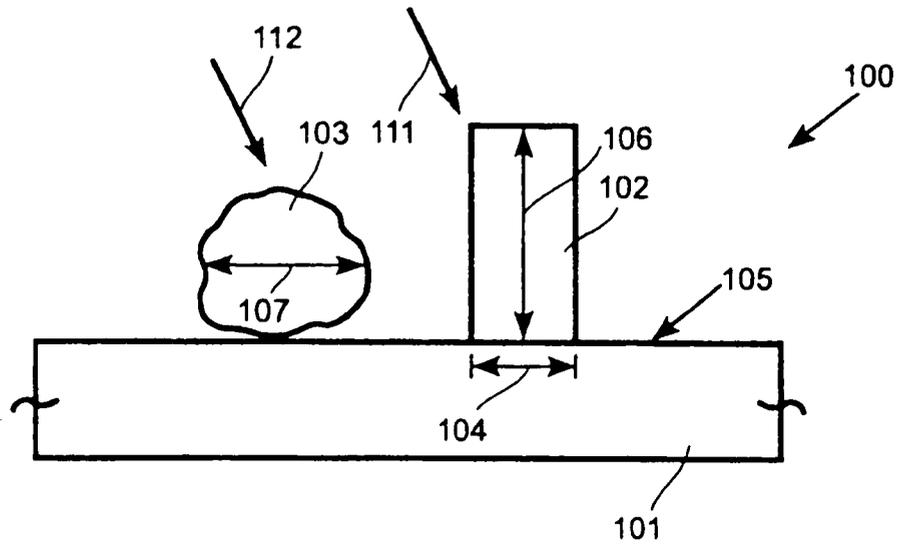


圖 1

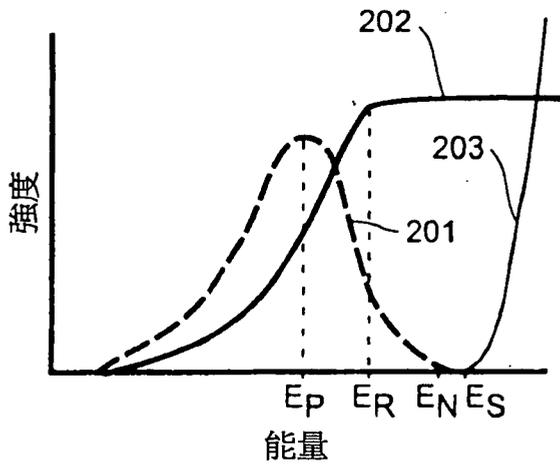


圖 2A

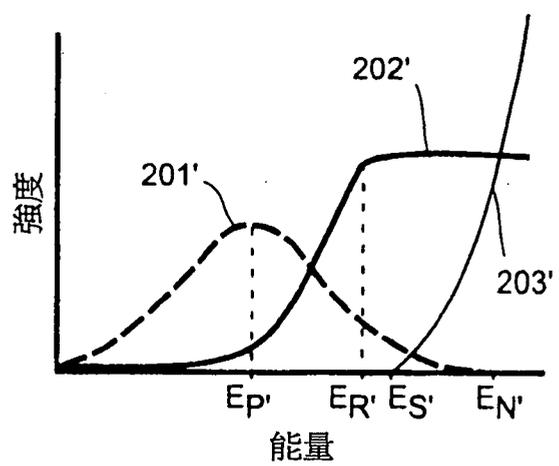


圖 2B

圖式

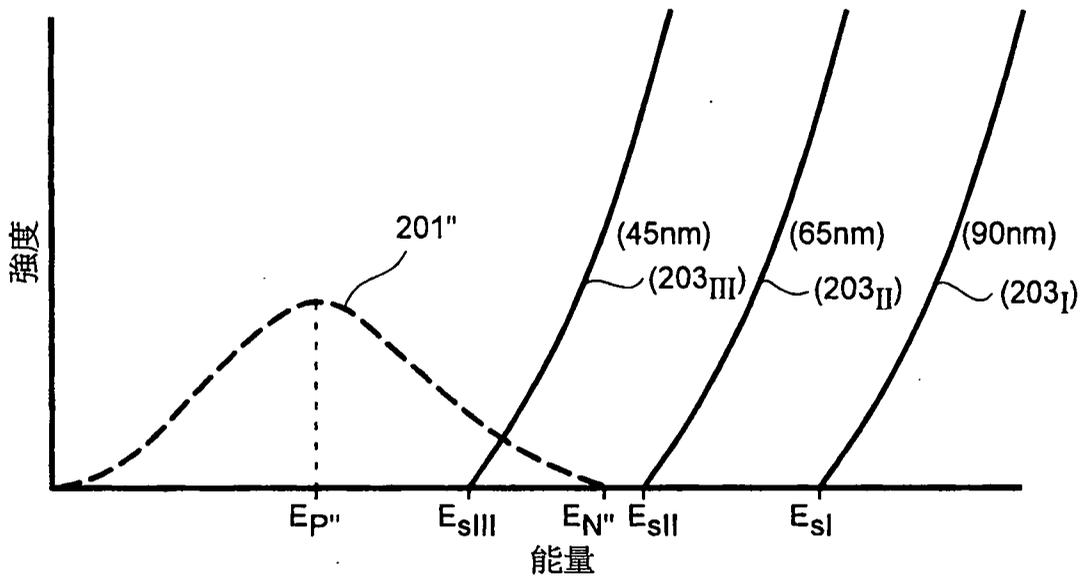


圖 2C

圖式

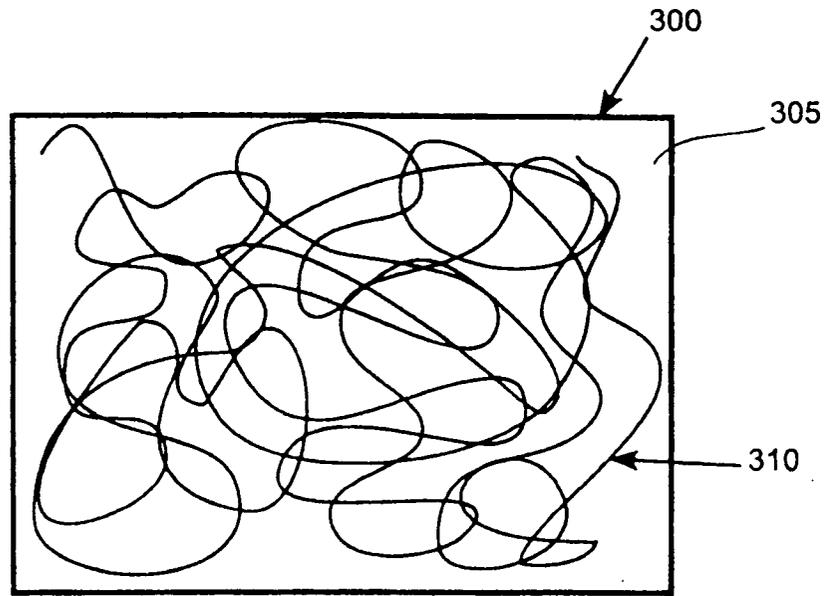


圖 3A

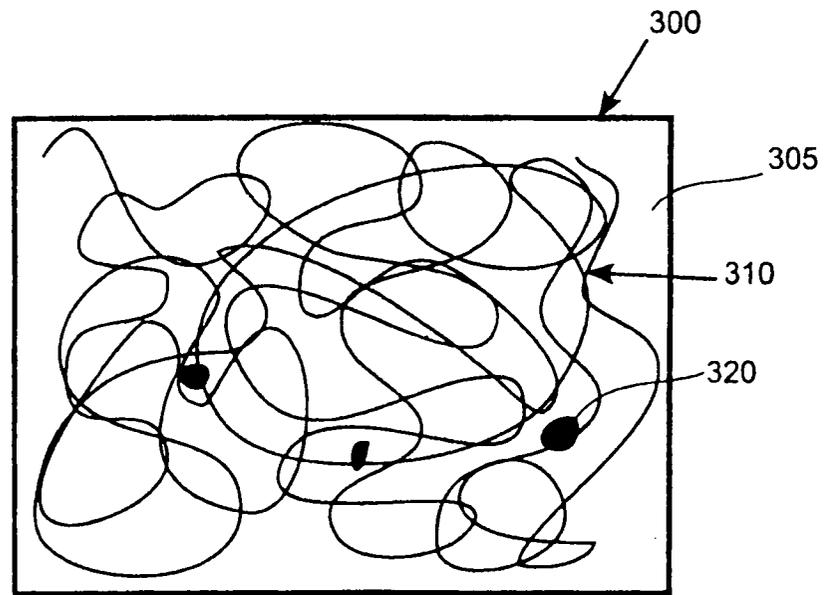


圖 3B

圖式

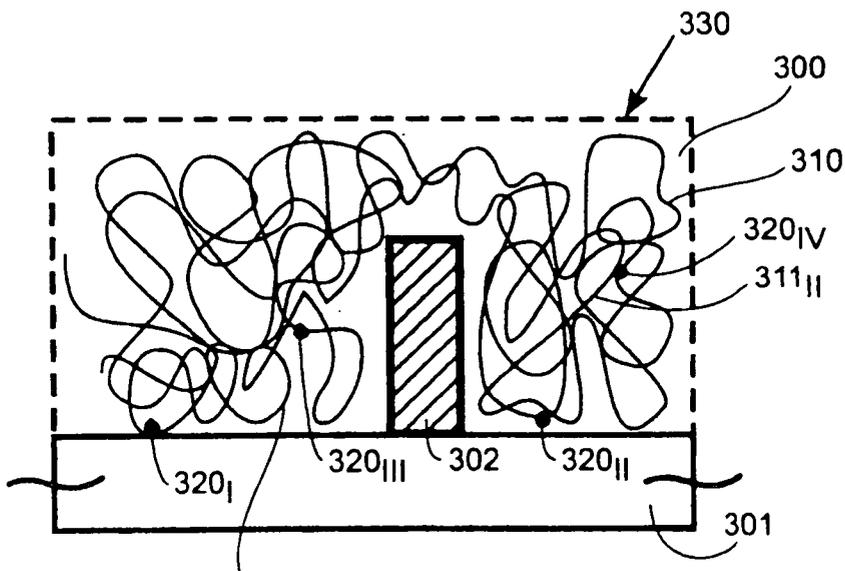


圖 3C

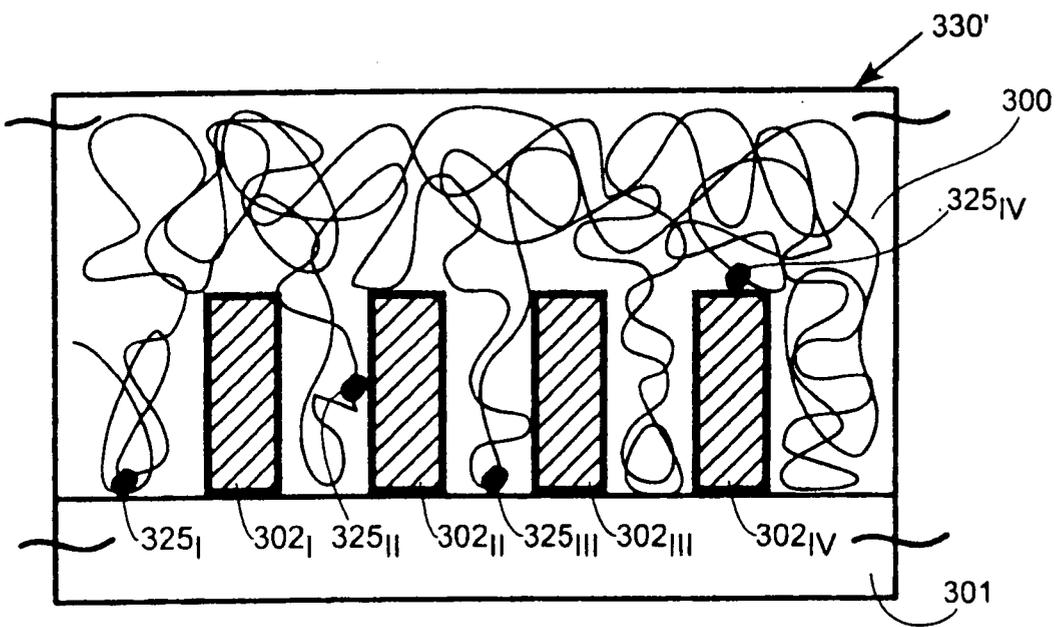


圖 3D

圖式

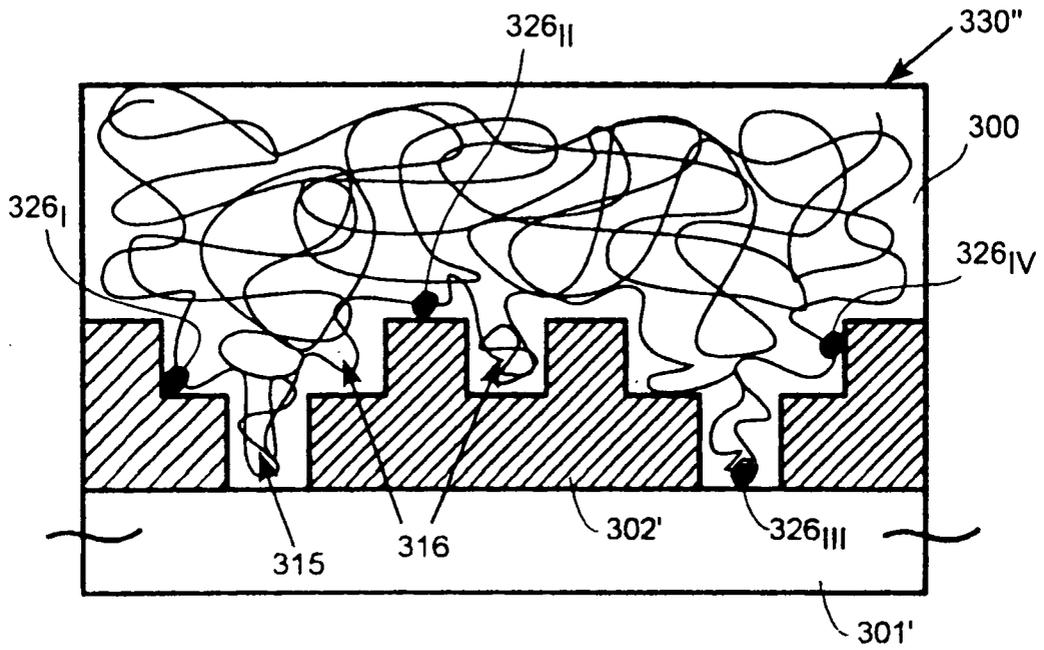


圖 3E

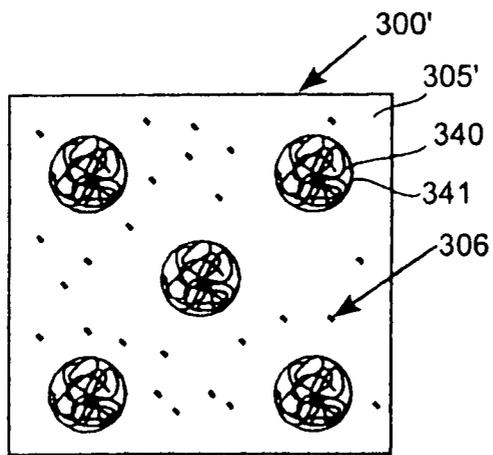


圖 3F

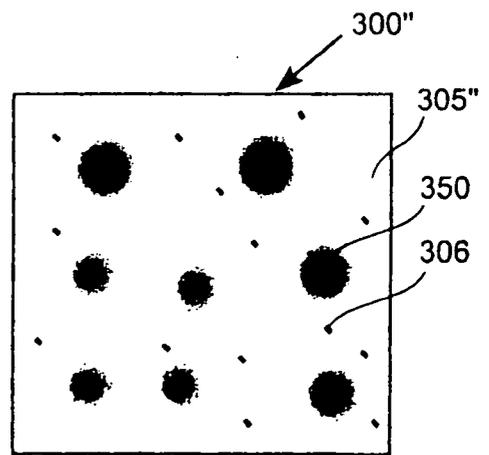


圖 3G

圖式

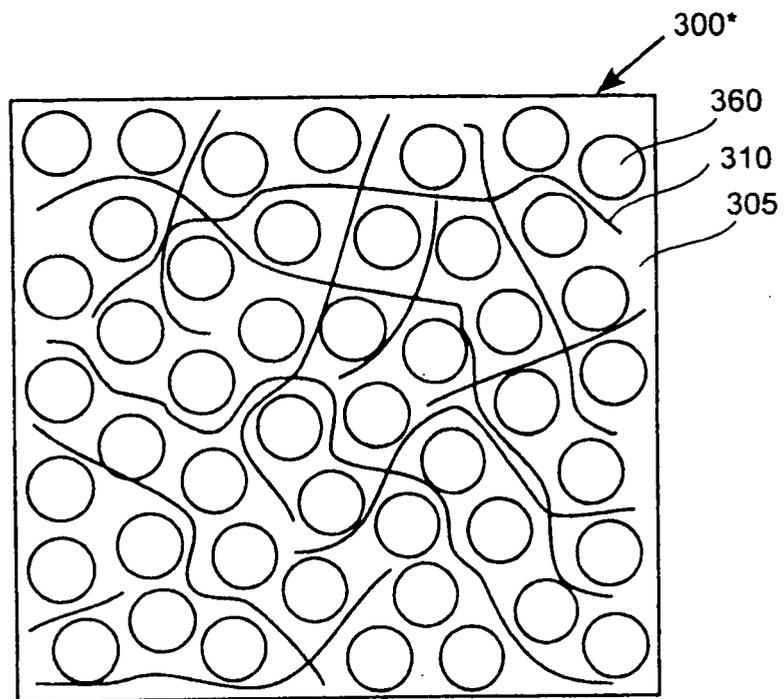


圖 3H

圖式

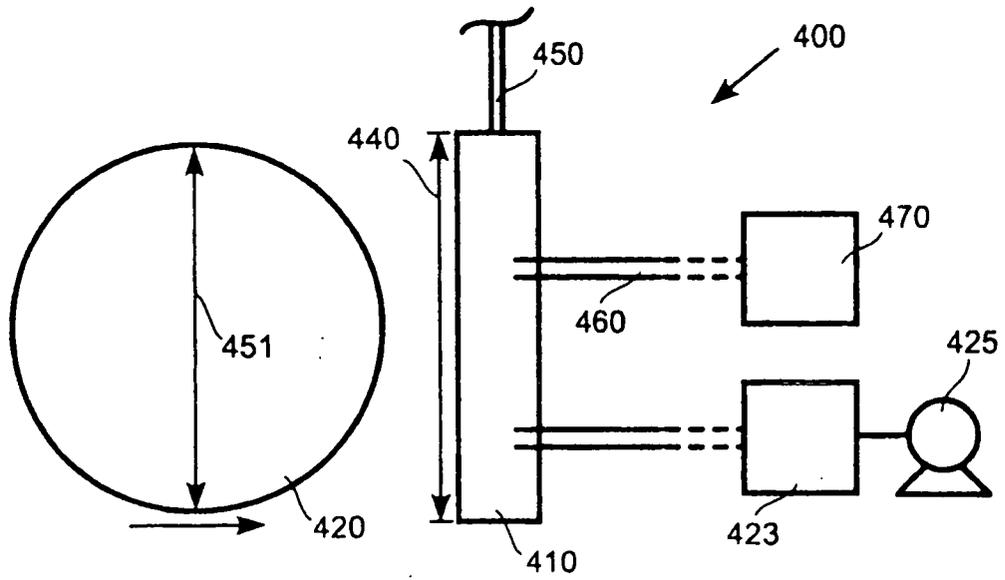


圖 4A

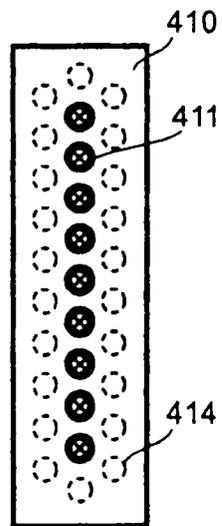


圖 4B

圖式

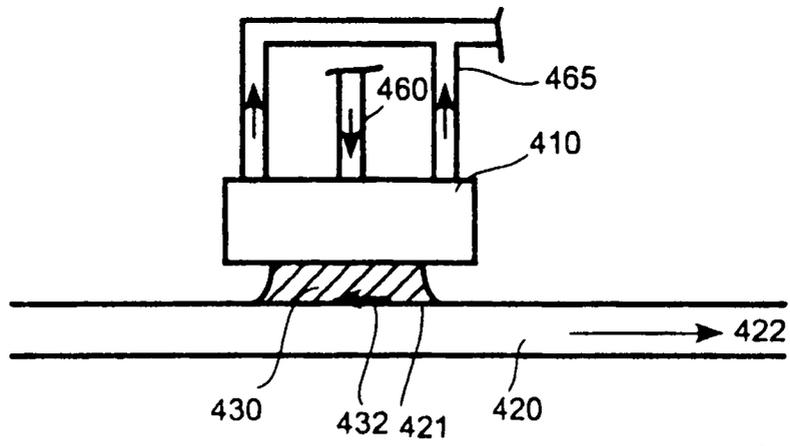


圖. 4C

圖式

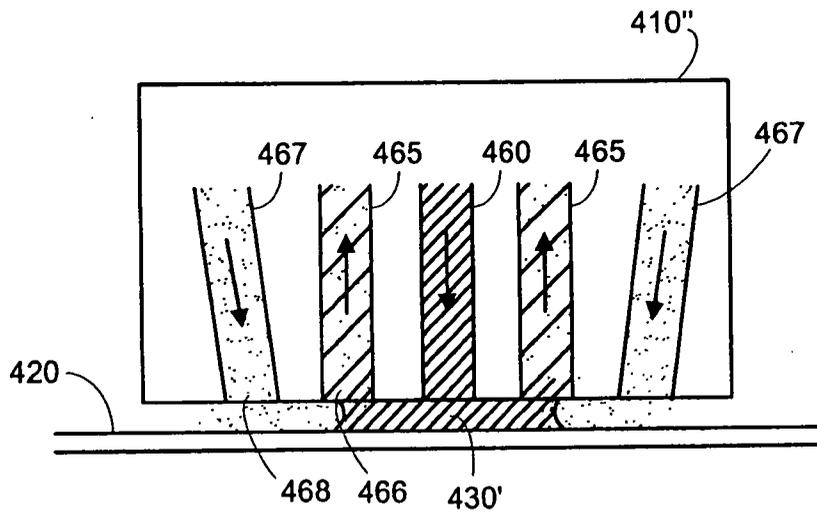


圖 4D

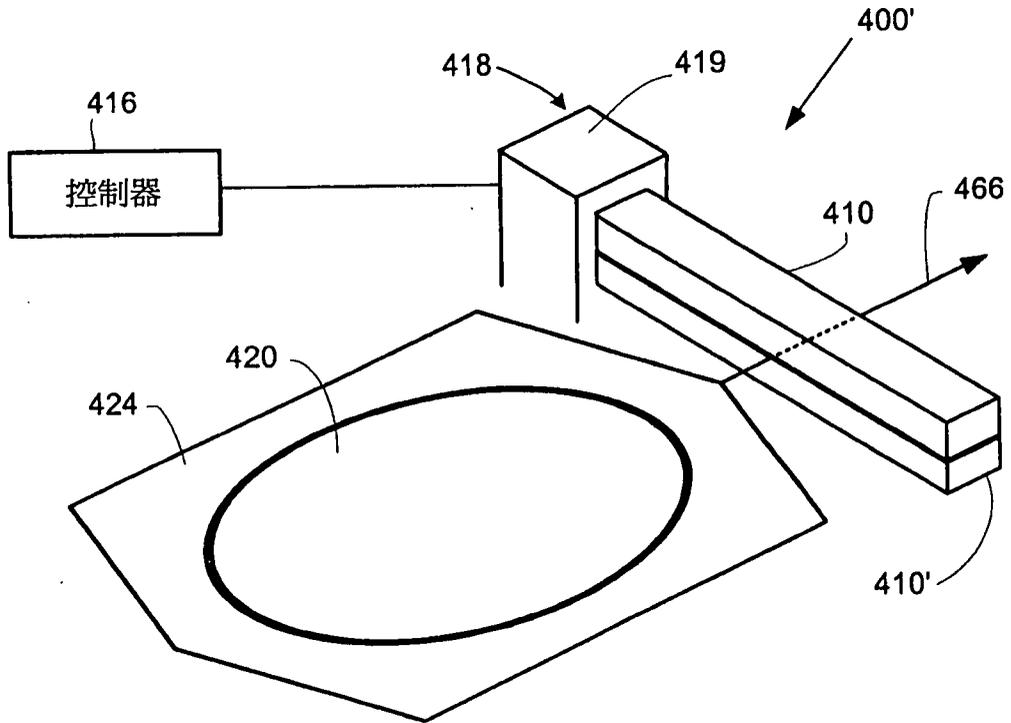


圖 4E

圖式

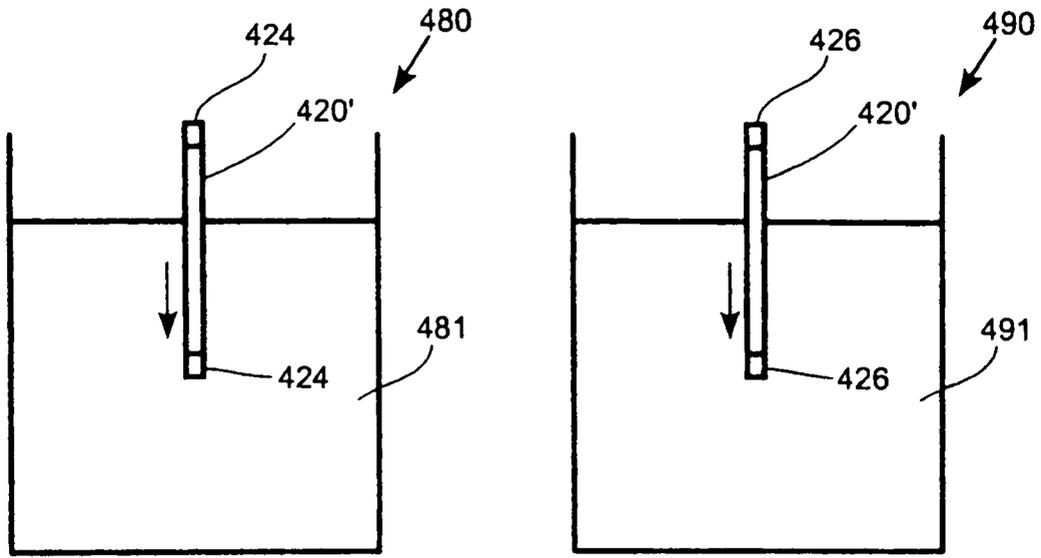


圖 4F

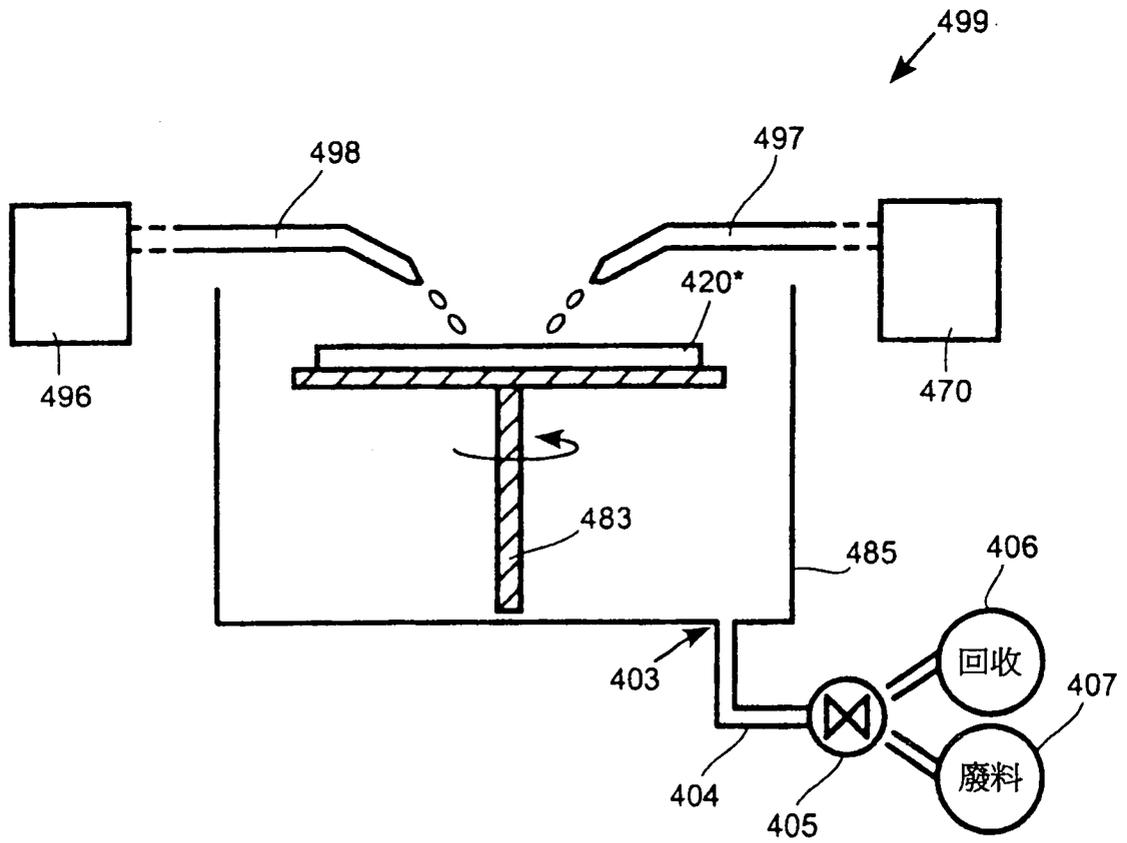


圖 4G

圖式

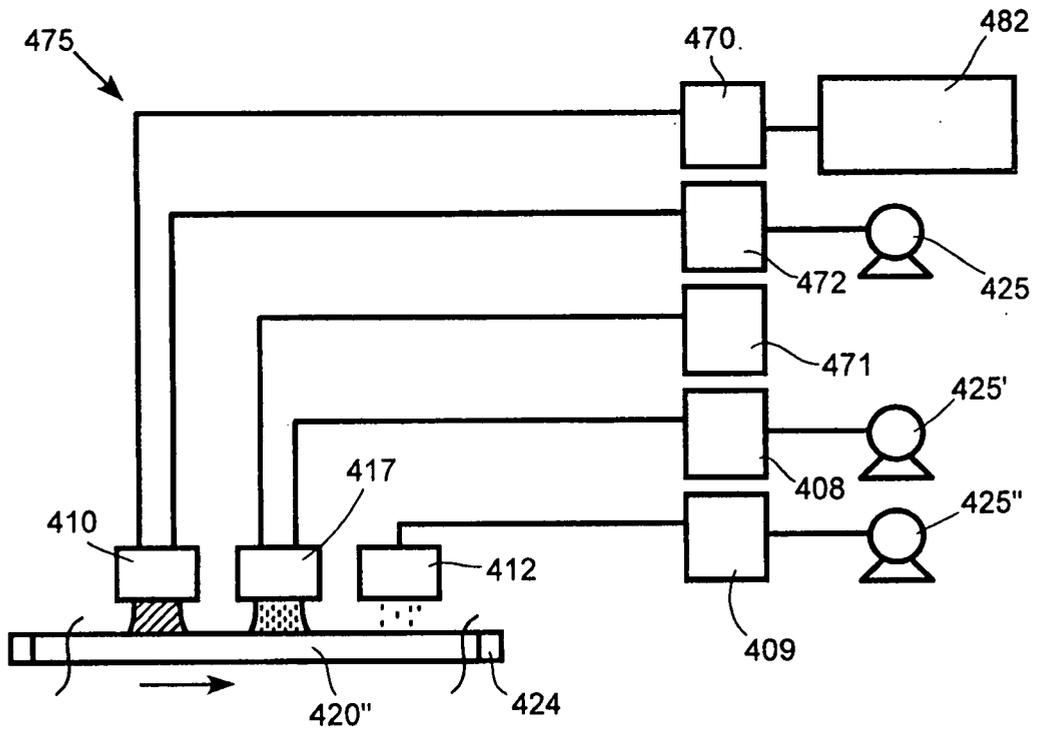


圖 4H

圖式

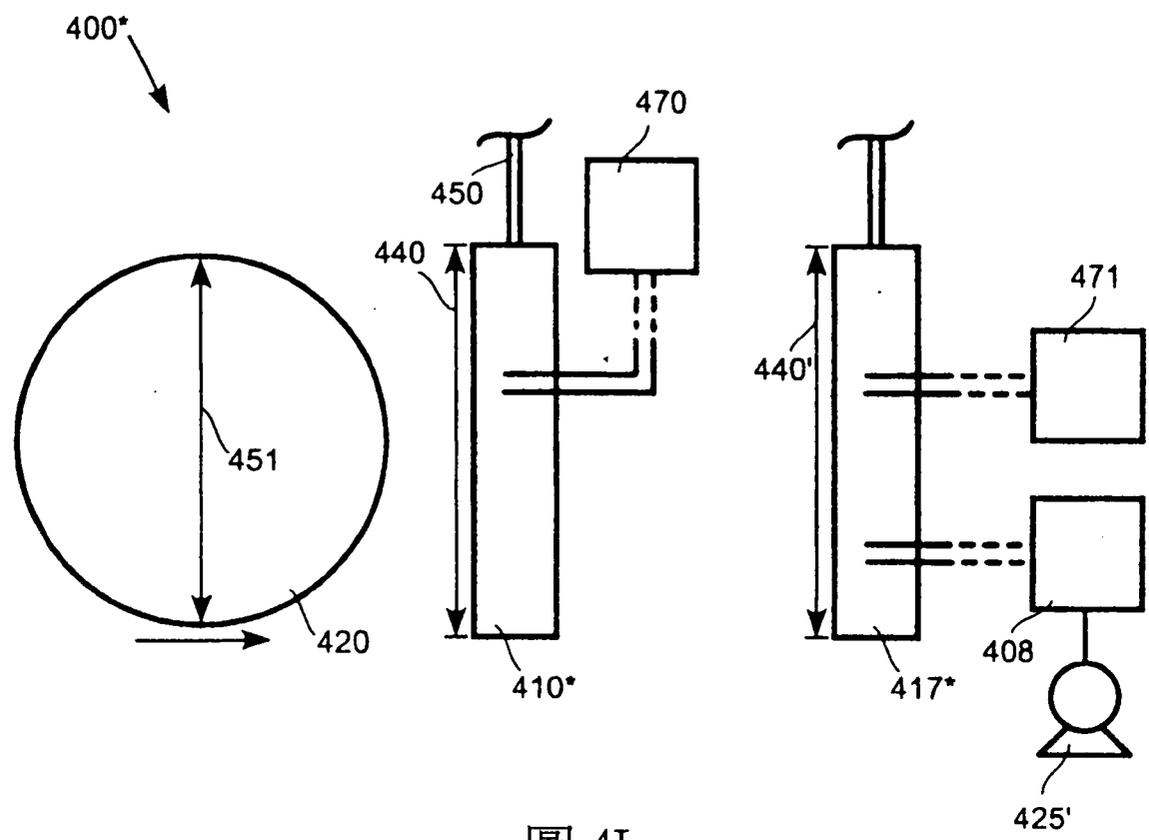


圖 4I

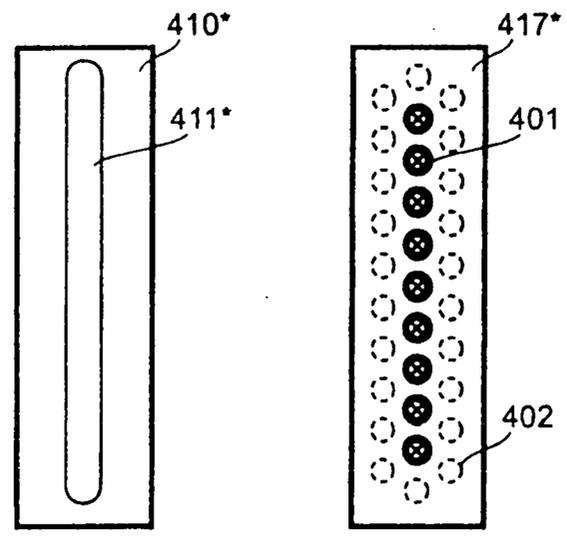


圖 4J

圖式

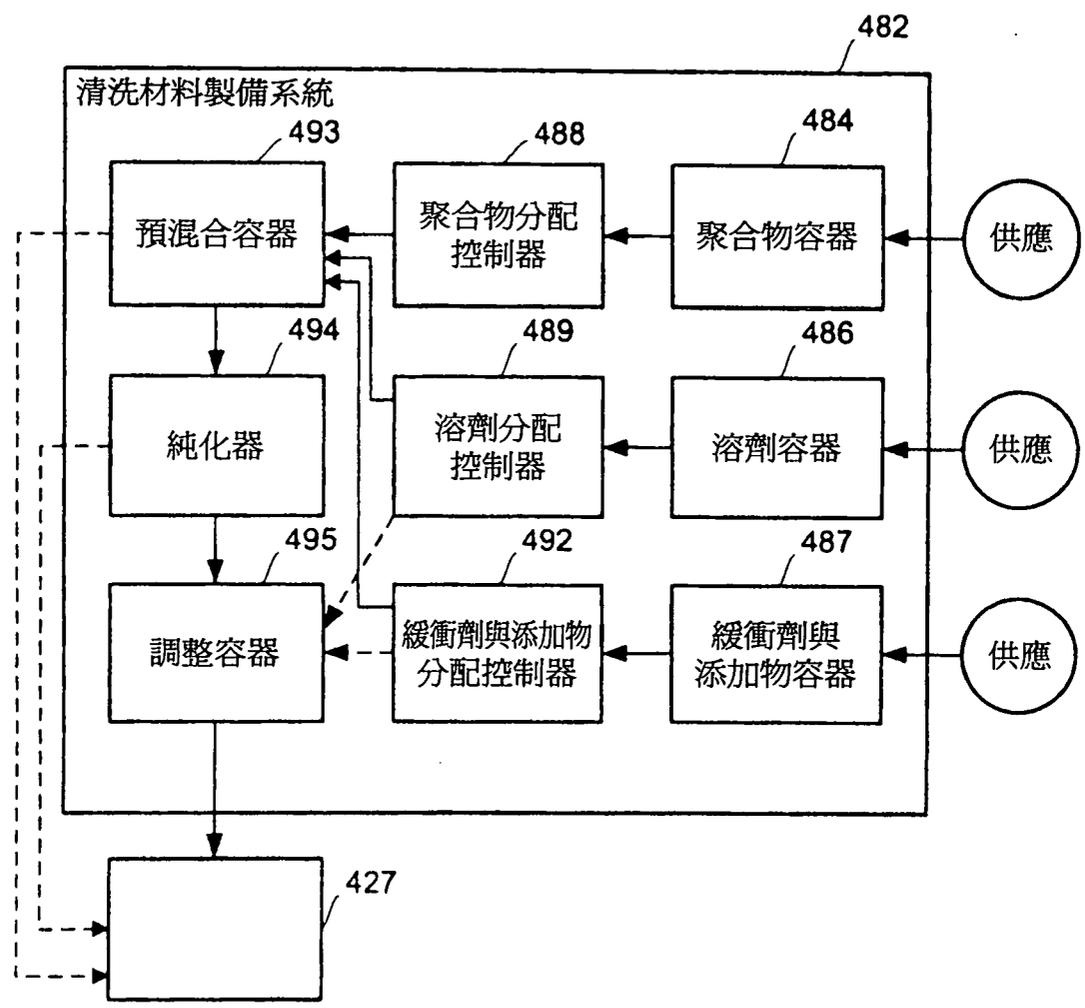


圖 4K

圖式

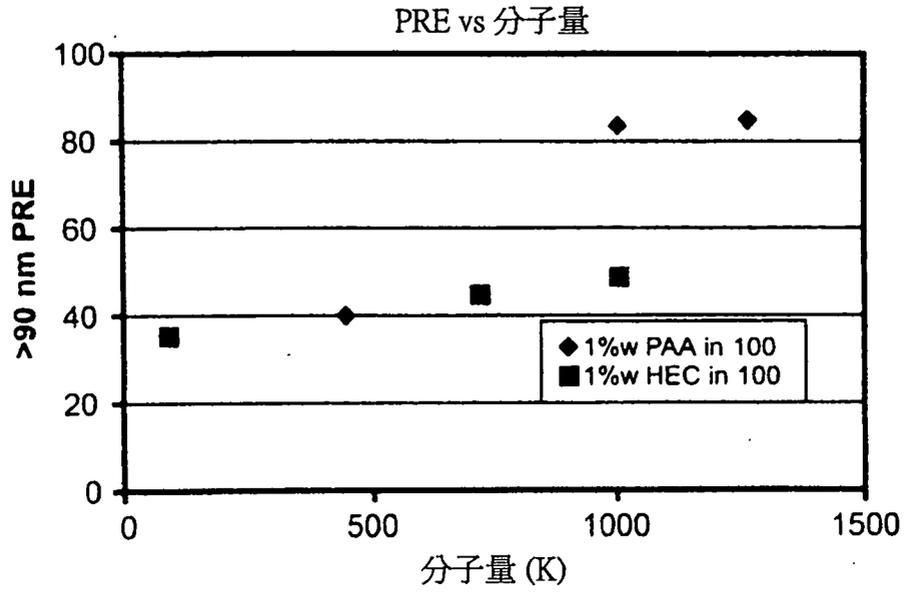


圖 5A

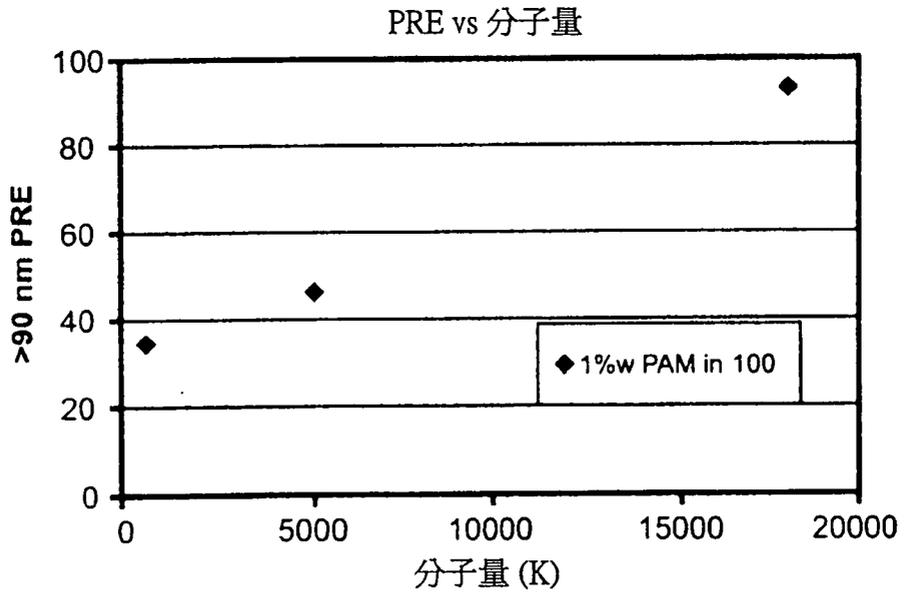


圖 5B

圖式

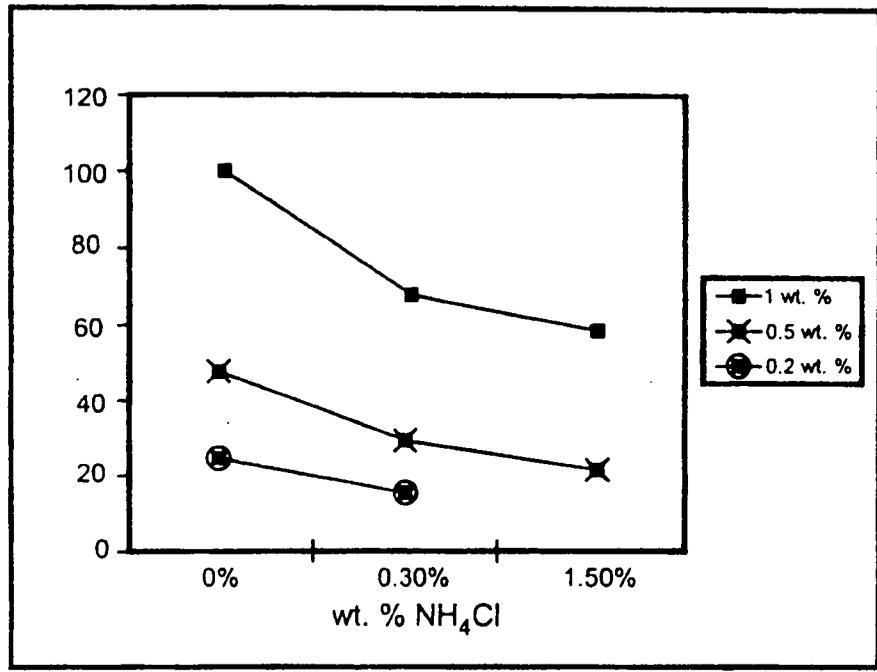


圖 5C

圖式

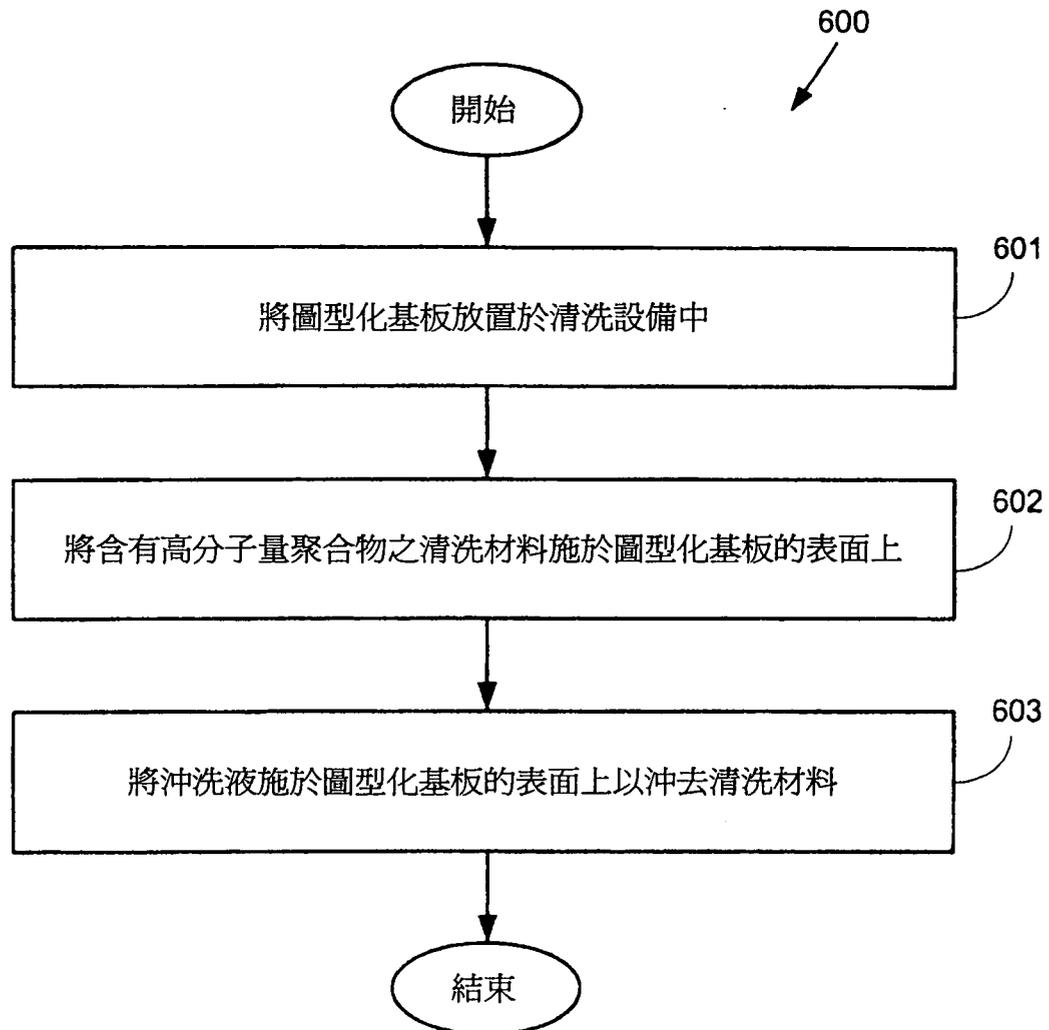


圖 6A

圖式

