

公告本

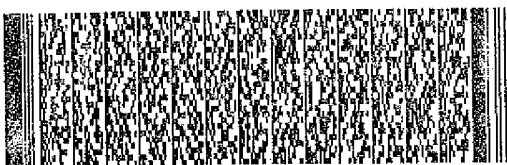
申請日期:	89. 6. 9	案號:	89111236
類別:	B08B1/00		

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

453904

一、 發明名稱	中文	一種清洗半導體晶片表面的方法
	英文	
二、 發明人	姓名 (中文)	1. 張慶裕
	姓名 (英文)	1. Ching-Yu, Chang
	國籍	1. 中華民國
	住、居所	1. 宜蘭縣員山鄉同樂村新城路6鄰17號
三、 申請人	姓名 (名稱) (中文)	1. 旺宏電子股份有限公司
	姓名 (名稱) (英文)	1. Macronix International Co. Ltd.
	國籍	1. 中華民國
	住、居所 (事務所)	1. 新竹科學園區力行路十六號
	代表人 姓名 (中文)	1. 胡 定 華
	代表人 姓名 (英文)	1.



本案已向

國(地區)申請專利

申請日期

案號

主張優先權

無

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼

無

五、發明說明 (1)

發明之領域

本發明提供一種清洗半導體晶片表面的方法，尤指一種有效清洗製程線寬小於0.15微米之半導體晶片表面的方法。

背景說明

由於在半導體製程中，半導體晶片常須反覆地經過各種化學氣相沈積 (chemical vapor deposition, CVD)、乾蝕刻 (dry etch)、或化學機械研磨 (chemical mechanical polishing, CMP) 等製程，使得半導體晶片表面往往會殘留有金屬或有機物等污染微粒 (particle)，而且半導體晶片的矽基底表面也非常容易氧化形成自然氧化層 (native oxide)，進而影響到半導體產品的品質。因此半導體晶片在製造的過程中需要經過多次清洗 (clean) 製程，以去除這些外界污染物以及自然氧化層，維持半導體晶片的表面潔淨度 (surface cleanliness)。

一般來說，半導體晶片清洗製程可分為乾式及濕式清洗法兩種，其中又以濕式清洗法為較常用的清洗方法。濕式清洗法基本上是利用 RCA 清洗方法 (RCA cleaning technique)，其基本上包括有：

(1) 標準清洗溶液 -1 (RCA standard clean I, 簡稱為 SC-1)，用來清除殘留於半導體晶片表面上之微粒子，一般是以體積比 $\text{NH}_4\text{OH} : \text{H}_2\text{O}_2 : \text{H}_2\text{O} = 1 : 1 : 5$ 之混合溶液於



五、發明說明 (2)

70°C 溫度下進行約 5分鐘之浸泡清洗；

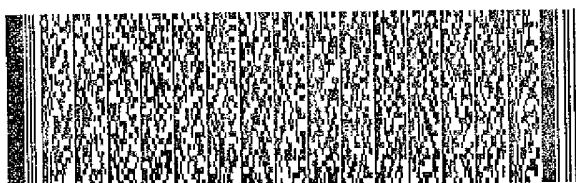
(2)標準清洗溶液 -2(RCA standard clean II, 簡稱為 SC-2), 用來清除去除殘留於半導體晶片表面上之金屬離子, 一般是以體積比 $\text{HCl} : \text{H}_2\text{O}_2 : \text{H}_2\text{O} = 1 : 1 : 6$ 之混合溶液於 70°C 溫度下進行約 5分鐘至 10分鐘之浸泡清洗；

(3)皮拉罕 (Piranha)清洗溶液 (簡稱為 SPM), 用來去除殘留於半導體晶片上之有機物, 一般是以體積比約為 $\text{H}_2\text{SO}_4 : \text{H}_2\text{O}_2 = 5 : 1$ 之混合溶液於 120°C 溫度下進行約 10分鐘至 15分鐘之浸泡清洗；以及

(4)稀釋氫氟酸溶液 (diluted hydrofluoric acid clean, 簡稱為 DHF), 用來清除半導體晶片表面自然生成之二氧化矽層, 一般是以體積比 $\text{HF} : \text{H}_2\text{O} = 1 : 50$ 之混合溶液於室溫下進行約 10秒至 30秒之浸泡清洗。

目前為了節省清洗溶液的使用量, 並且提高清洗效果, 陸續又有其他改良的清洗溶液被發展出來, 例如利用一溶有臭氧之水溶液 ($\text{O}_3/\text{H}_2\text{O}$) 的強氧化力於室溫下去除有機污染物以及金屬離子, 以取代 SPM 需在 120°C 高溫下的清洗方法。此外, 界面活性劑 (surfactant) 以及超音波震盪技術也常被用來搭配傳統的清洗製程, 以達到所需的清洗效果。

請參閱圖一, 圖一為習知於室溫下清洗半導體晶片的流程 10 示意圖。如圖一所示, 習知半導體晶片之清洗流程



五、發明說明 (3)

10包含有下列步驟：

步驟 12：將半導體晶片浸泡於一溶有臭氧之水溶液 (O_3/H_2O) 中，利用臭氧的強氧化力去除碳氫化合物 (hydrocarbons) 或其他有機物以及 Au、Ag 等惰性金屬離子。

步驟 14：將半導體晶片浸泡於 HF/H_2O 水溶液中，以去除一般金屬離子以及自然氧化層，再利用界面活性劑降低微粒子在半導體晶片表面的附著力，接著利用超音波震盪技術以去除附著於半導體晶片表面上的微粒子。

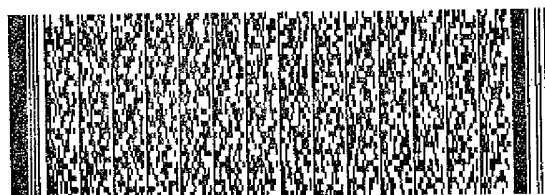
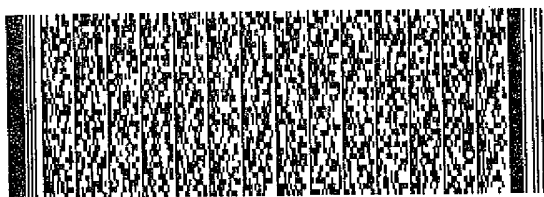
步驟 16：利用超高純度純水 (ultra-pure water, 簡稱為 UPW) 沖洗半導體晶片表面，以去除步驟 14 中殘留於半導體晶片表面上之無機物。

步驟 18：將半導體晶片浸泡於溶有臭氧之水溶液中，以去除步驟 14 中殘留於半導體晶片表面上的界面活性劑。

步驟 20：利用 DHF 溶液去除半導體晶片表面上於步驟 18 中所生成之自然氧化層。

步驟 22：利用 UPW 對半導體晶片表面作最後的清洗。

然而隨著半導體晶片表面元件積集度的需求以及微影技術的進步，形成於半導體晶片表面上的接觸洞 (contact hole)、介質窗 (via) 或溝渠 (trench) 的寬度也越來越小，而高寬比 (aspect ratio) 卻越來越大。以寬度為 0.15 微米且高寬比為 10 之接觸洞為例，其深度幾達 1.5 微米。如此一來，清洗溶液將會因為毛細現象而不易到達接觸洞的底



五、發明說明 (4)

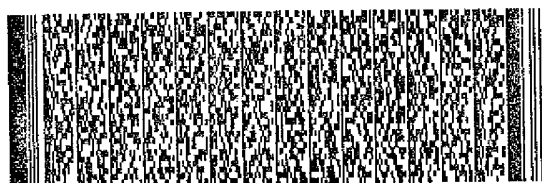
部，造成清洗製程上的死角，進而降低清洗效率並影響到後續的製程以及半導體產品的良率。

請參閱圖二，圖二為習知半導體晶片 100 於清洗製程過程中的剖面示意圖。如圖二所示，半導體晶片 100 係浸泡於一清洗液 200 中，且半導體晶片 100 表面包含有一寬度約為 0.15 微米之接觸洞 102、寬度約為 0.18 微米之接觸洞 104、寬度約為 0.3 微米之接觸洞 106 以及一寬度約為 0.5 微米之接觸洞 108，而其高寬比分別為 6、10、3 以及 1。相較於接觸洞 106 以及接觸洞 108，由於接觸洞 102 以及接觸洞 104 的寬度小於 0.2 微米，所以接觸洞 102 以及接觸洞 104 的底部將會因為毛細現象的影響而各形成有一氣室 202，造成阻障，使得清洗液 200 無法接觸到接觸洞 102 以及接觸洞 104 的底部，進而降低半導體晶片 100 的清洗效果。

發明概述

本發明之主要目的在於提供一種表面具有寬度小於 0.2 微米之接觸洞、介質窗或溝渠的半導體晶片的清洗方法。

本發明方法係先將一半導體晶片置於一密閉式清洗槽 (cleaning vessel) 中，接著於該清洗槽中注入一預定深度之清洗液 (cleaning agent)，並使該半導體晶片完全浸入該清洗液中。然後利用一真空泵浦 (vacuum pump) 於數



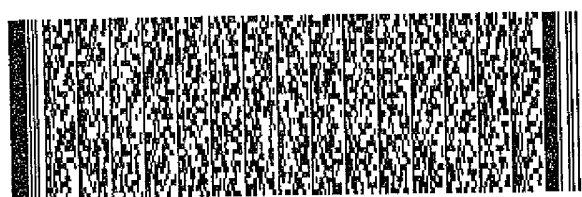
五、發明說明 (5)

秒內將該清洗槽的壓力降至一介於 0.1 大氣壓力至 0.5 大氣壓力的次常壓 (sub-atmospheric) 狀態。最後將該清洗槽的壓力恢復至常壓。其中該清洗液可為稀釋氫氟酸 (dilute hydrofluoric acid, DHF) 溶液、超高純度純水 (ultra-pure water, UPW)、RCA 標準清洗溶液 -1 (RCA standard clean 1, SC-1)、RCA 標準清洗溶液 -2 (RCA standard clean 1, SC-2)、溶有臭氧之水溶液 (O_3/H_2O)、 HF/H_2O 水溶液、二氧化矽蝕刻緩衝液 (buffered oxide etchant, BOE) 或熱磷酸溶液。

本發明利用於數秒內將該清洗槽的壓力降至一次常壓狀態，因此能夠有效潤濕具有高高寬比的接觸洞或溝渠之半導體晶片表面，進而達到清洗或蝕刻半導體晶片表面的效果。此外，由於本發明方法可以快速潤濕半導體晶片表面上高高寬比的接觸洞，因此能夠精確控制清洗的時間以及蝕刻的品質。

發明之詳細說明

請參閱圖三，圖三為本發明半導體晶片 300 清洗裝置 400 的示意圖。如圖三所示，清洗裝置 400 包含有一可於真空狀態下操作之密閉式清洗槽 410、一真空泵浦 420、一超高純度純水供應單元 (UPW supply unit) 430、一清洗液 (cleaning agent) 供應單元 440、一清洗液供應單元 450、一清洗液供應單元 460、一排氣閥 (vent valve) 421、一



五、發明說明 (6)

排放閥 422、以及控制閥 431、441、451、461。清洗槽 410 係用來放置半導體晶片 300，而真空泵浦 420 係用來將清洗槽 410 的壓力於 2 至 5 秒內降至 0.1 大氣壓力至 0.5 大氣壓力。

控制閥 431、441、451、461 係分別用來控制超高純度純水供應單元 430、清洗液供應單元 440、清洗液供應單元 450 以及清洗液供應單元 460 所提供的清洗液注入清洗槽 410 的時間與流量。排氣閥 421 係用來使清洗槽 410 的壓力恢復至常壓，而排放閥 422 則被用來將使用完之清洗液排出清洗槽 410。在本最佳實施例中，清洗液供應單元 440 所提供之清洗液係為溶有臭氧之水溶液 (O_3/H_2O)，清洗液供應單元 450 所提供之清洗液係為 HF/H_2O 水溶液，而清洗液供應單元 460 所提供之清洗液係為 DHF 溶液。

請參閱圖四，圖四為本發明利用圖三中之清洗裝置 400 清洗半導體晶片 300 的流程 520 示意圖。如圖四所示，習知半導體晶片 300 之清洗流程 520 包含有下列步驟：

步驟 522：開始半導體晶片 300 的清洗製程，將半導體晶片 300 置於清洗槽 410 中。

步驟 524：將清洗液，例如溶有臭氧之水溶液，注入清洗槽 410 中一足夠的高度，使半導體晶片 300 完全浸泡於清洗液中。

步驟 526：利用真空泵浦 420 將清洗槽 410 中的壓力於 3



五、發明說明 (7)

秒內降至 0.5 大氣壓力。

步驟 528：開啟排氣閥 421，使清洗槽 410 的壓力恢復至常壓。

步驟 530：使半導體晶片 300 於清洗液中浸泡一段時間。

步驟 532：判斷是否更換清洗槽 410 中之清洗液。若要更換清洗液，則重複步驟 524 至步驟 530，若不更換清洗液，則繼續進行步驟 534。

步驟 534：結束半導體晶片 300 的清洗製程。

請參閱圖五，圖五為本發明半導體晶片 300 於清洗流程 520 過程中進行步驟 524 時的剖面示意圖。如圖五所示，半導體晶片 300 表面包含有一寬度約為 0.15 微米之接觸洞 302、寬度約為 0.18 微米之接觸洞 304、寬度約為 0.3 微米之接觸洞 306 以及一寬度約為 0.5 微米之接觸洞 308，而其高寬比分別為 6、10、3 以及 1。當半導體晶片 300 浸泡於清洗液 340 時，由於接觸洞 302 以及接觸洞 304 的寬度小於 0.2 微米，所以接觸洞 302 以及接觸洞 304 的底部會因為毛細現象而形成氣室 312，使得清洗液 340 無法直接接觸到接觸洞 302 以及接觸洞 304 的底部。

請參閱圖六，圖六為本發明半導體晶片 300 進行步驟 526 時的剖面示意圖。如圖六所示，當清洗槽 410 的壓力被快速降低至 0.5 大氣壓力時，原先存在於氣室 312 內的空氣



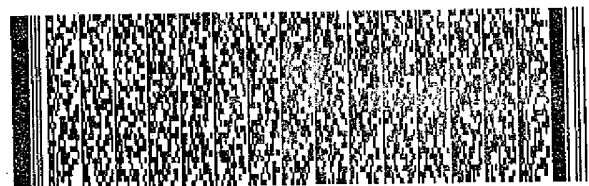
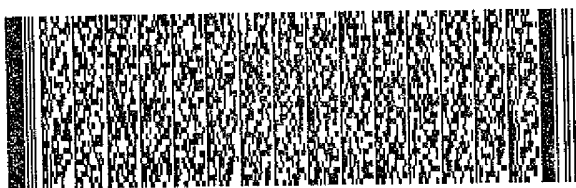
五、發明說明 (8)

會破碎形成許多微小氣泡 350，並且藉由浮力作用快速地被清洗液 340趕出接觸洞 302以及接觸洞 304。如此一來，清洗液 340即可以填滿接觸洞 302以及接觸洞 304。

請參閱圖七，圖七為本發明半導體晶片 300進行步驟 528時的剖面示意圖。如圖七所示，當清洗槽 410的壓力恢復至常壓後，清洗液 340內的微小氣泡 350已經消失，並且恢復平衡狀態。此時清洗液 340便能夠完全潤濕接觸洞 302以及接觸洞 304，達到清洗或蝕刻半導體晶片 300表面的目的。此外，當清洗槽 410壓力恢復至常壓之後，半導體晶片 300需再浸泡於該清洗液中約 10至 30秒左右，用來蝕刻該半導體晶片 300表面以及接觸洞 302、304、306、308底部約 10埃 (angstrom)左右的自然氧化層 (native oxide)。

由於本發明方法是將清洗槽 410的壓力於數秒內降至一介於 0.1大氣壓力至 0.5大氣壓力的次常壓狀態，再將清洗槽 410的壓力恢復至常壓。如此一來，累積於高高寬比接觸洞 302、304底部之氣體分子便可完全地被趕出來，使得清洗液 340能夠完全潤濕接觸洞的底部。

本發明方法可應用於清洗液 340為稀釋氫氟酸 (DHF)溶液、超高純度純水 (UPW)、RCA標準清洗溶液 -1(SC-1)、RCA標準清洗溶液 -2(SC-2)、溶有臭氧之水溶液、 $\text{HF}/\text{H}_2\text{O}_2$ 水溶液、二氧化矽蝕刻緩衝液 (BOE)或熱磷酸溶液。此

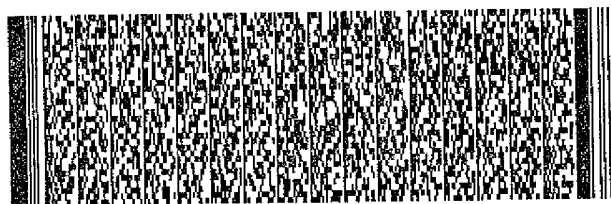


五、發明說明 (9)

外，本發明方法亦可以應用於化學機械研磨後清洗製程 (post-CMP cleaning) 中，甚至半導體晶片表面的任何塗佈製程。

相較於習知的方法，由於本發明之方法是於數秒內將該清洗槽的壓力降至一次常壓狀態，因此能夠快速而有效地潤濕具有高高寬比的接觸洞或溝渠之半導體晶片表面，進而達到清洗或蝕刻半導體晶片表面的效果。此外，由於本發明方法可以快速潤濕半導體晶片表面上高高寬比的接觸洞，因此能夠精確控制清洗的時間以及蝕刻的品質，提高半導體製程的產能 (throughput)。

以上所述僅為本發明之較佳實施例，凡依本發明申請專利範圍所做之均等變化與修飾，皆應屬本發明專利之涵蓋範圍。



圖式簡單說明

圖示之簡單說明

圖一為習知於室溫下清洗半導體晶片的流程示意圖。

圖二為習知半導體晶片於清洗製程過程中的剖面示意圖。

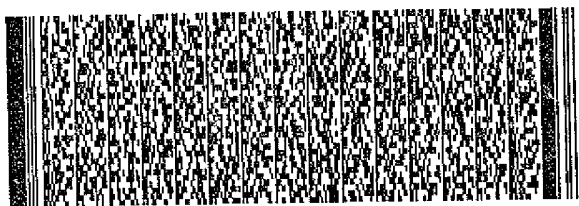
圖三為本發明清洗半導體晶片裝置的示意圖。

圖四為本發明清洗半導體晶片的流程示意圖。

圖五至圖七為本發明半導體晶片於清洗製程過程中的剖面示意圖。

圖示之符號說明

10	習知清洗方法流程	12	步驟 12
14	步驟 14	16	步驟 16
18	步驟 18	20	步驟 20
22	步驟 22	100	半導體晶片
102、104、106、108	接觸洞	202	氣室
200	清洗液		
300	半導體晶片		
302、304、306、308	接觸洞		
312	氣室	340	清洗液
350	微小氣泡	400	清洗裝置
410	清洗槽	420	真空泵浦
421	排氣閥	422	排放閥
430	UPW供應單元		
431、441、451、461	控制閥		



453904

圖式簡單說明

440、450、460

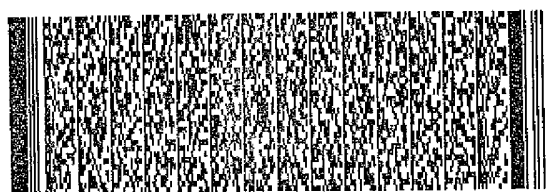
清洗液供應單元



四、中文發明摘要 (發明之名稱：一種清洗半導體晶片表面的方法)

本發明係提供一種清洗半導體晶片表面的方法。首先將一半導體晶片置於一密閉式清洗槽 (cleaning vessel) 中，接著於該清洗槽中注入一預定深度之清洗液 (cleaning agent)，並使該半導體晶片完全浸入該清洗液中。隨後利用一真空泵浦 (vacuum pump) 於數秒內將該清洗槽的壓力降至一介於 0.1 大氣壓力至 0.5 大氣壓力的次常壓 (sub-atmospheric) 狀態。最後再將該清洗槽的壓力恢復至常壓，完成清洗製程。

英文發明摘要 (發明之名稱：)



六、申請專利範圍

1. 一種於一密閉式清洗槽 (cleaning vessel) 中清洗一半導體晶片表面的方法，包含有下列步驟：

於該清洗槽中注入一預定深度之清洗液 (cleaning agent)，並使該半導體晶片完全浸入該清洗液中；

將該清洗槽壓力降至一次常壓 (sub-atmospheric) 狀態；以及

使該清洗槽壓力恢復至常壓。

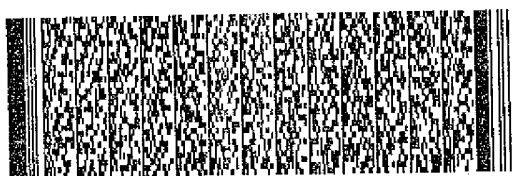
2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該次常壓狀態係為一壓力介於 0.1 atm 至 0.5 atm 之低壓。

3. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中降低該清洗槽壓力的方法係利用一真空泵浦 (vacuum pump) 於數秒內將該清洗槽壓力降至該次常壓狀態。

4. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該清洗液係為一稀釋氫氟酸溶液 (dilute hydrofluoric acid, DHF)。

5. 如申請專利範圍第 4 項之方法，其中該稀釋氫氟酸溶液係由體積比約為 $\text{HF} : \text{H}_2\text{O} = 1 : 50$ 之氫氟酸以及水所混合而成。

6. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該清洗槽壓力恢復至常壓之後，該半導體晶片需再浸泡於該清洗液中一預定



六、申請專利範圍

時間，用來蝕刻該半導體晶片表面一預定厚度之自然氧化層 (native oxide)。

7. 如申請專利範圍第 6 項之方法，其中該預定時間係介於 10 秒至 30 秒之間

8. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該清洗液係為一超高純度純水 (ultra-pure water, UPW)。

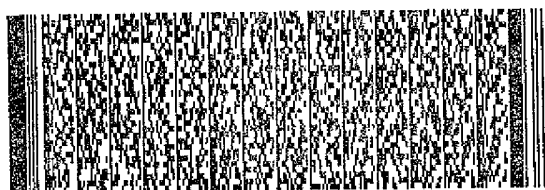
9. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該清洗液係為一 RCA 標準清洗溶液 -1 (RCA standard clean 1, SC-1)。

10. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該清洗液係為一 RCA 標準清洗溶液 -2 (RCA standard clean 1, SC-2)。

11. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該清洗液係為一溶有臭氧之水溶液 (O_3/H_2O)。

12. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該清洗液係為一 HF/H_2O 水溶液。

13. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該清洗液係為一蝕刻溶液，用來蝕刻該半導體晶片表面。

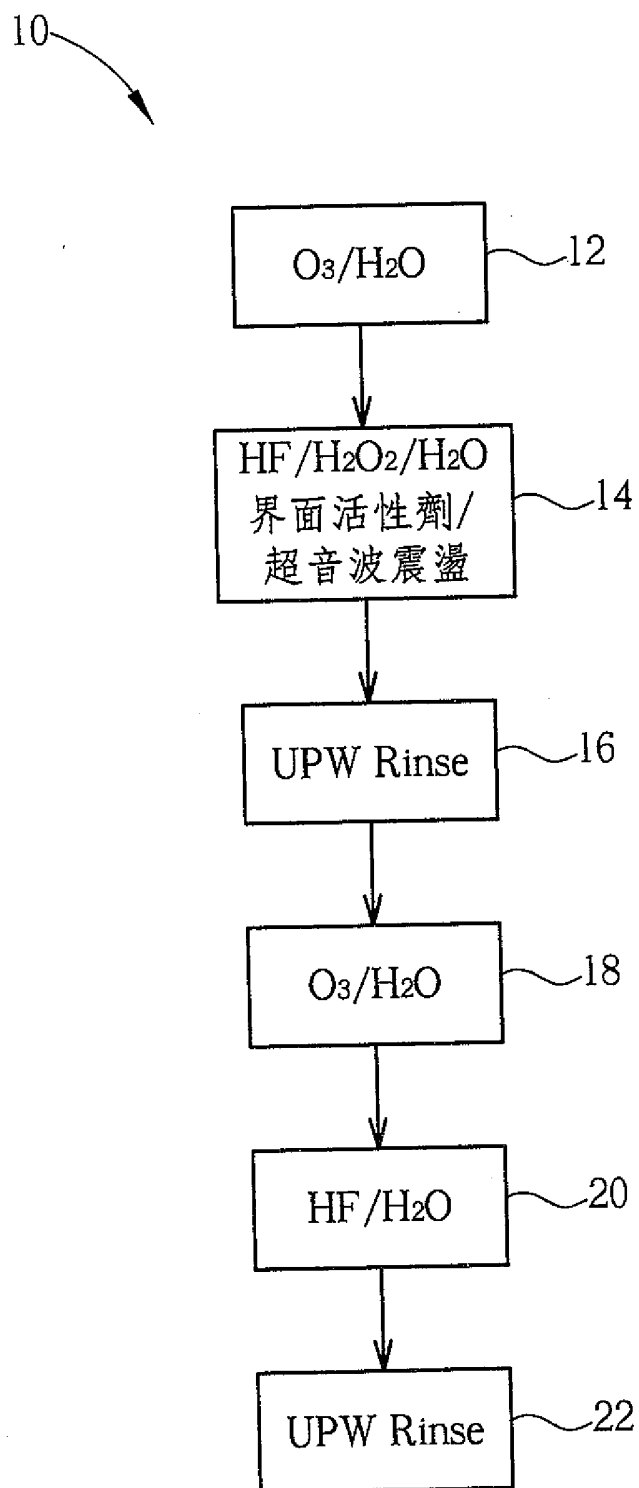


六、申請專利範圍

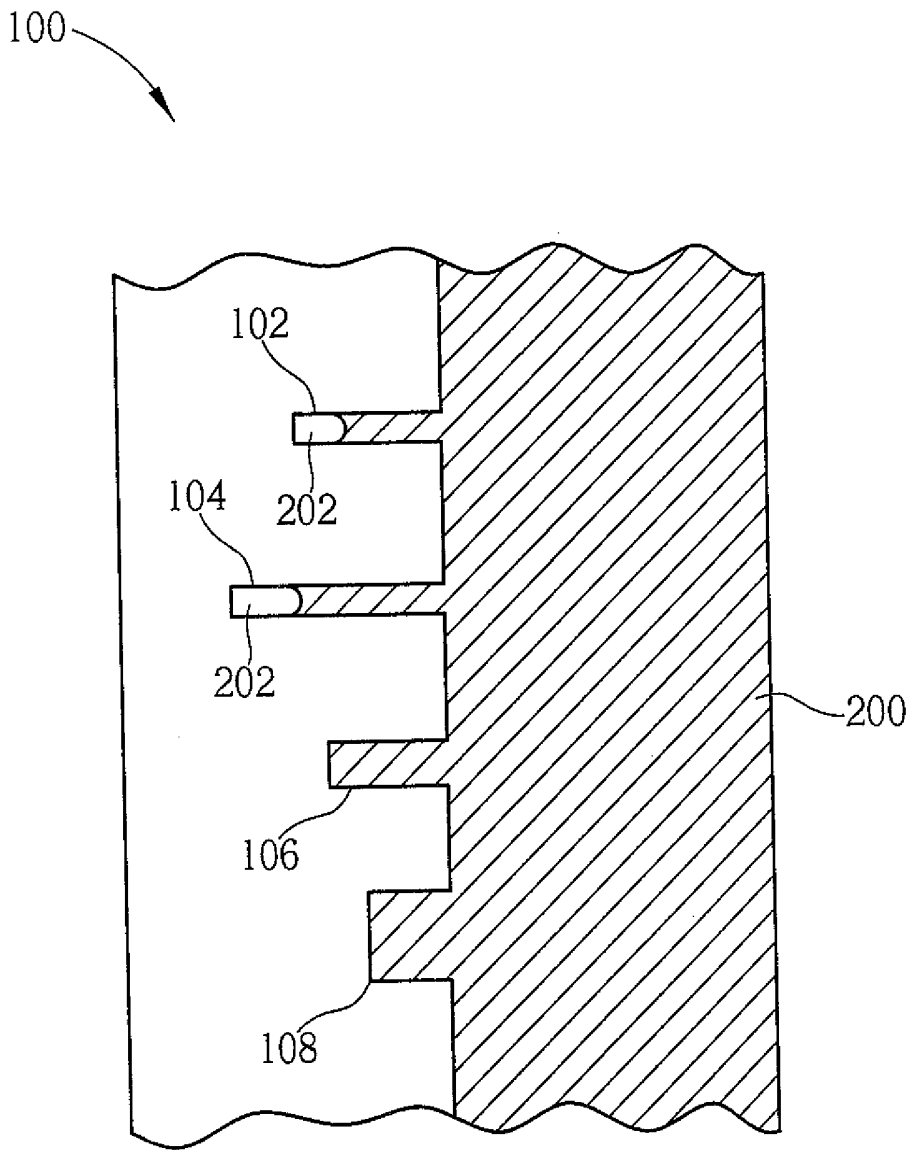
14. 如申請專利範圍第13項之方法，其中該蝕刻溶液係為一由氫氟酸以及氟化銨 ($\text{HF}/\text{NH}_4\text{F}$) 所混合而成之二氧化矽蝕刻緩衝液 (buffered oxide etchant, BOE)。

15. 如申請專利範圍第13項之方法，其中該蝕刻溶液係為一熱磷酸溶液。

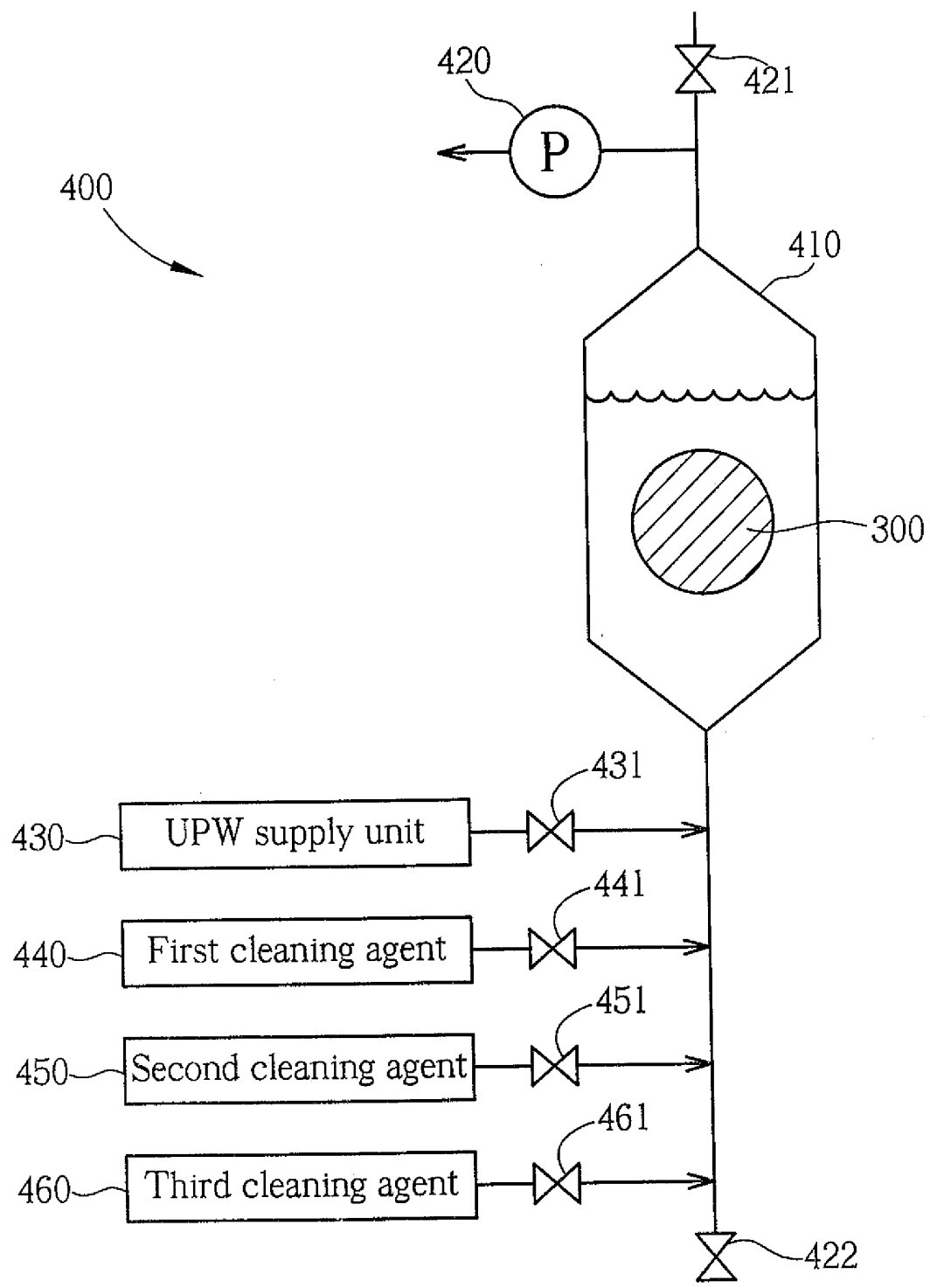




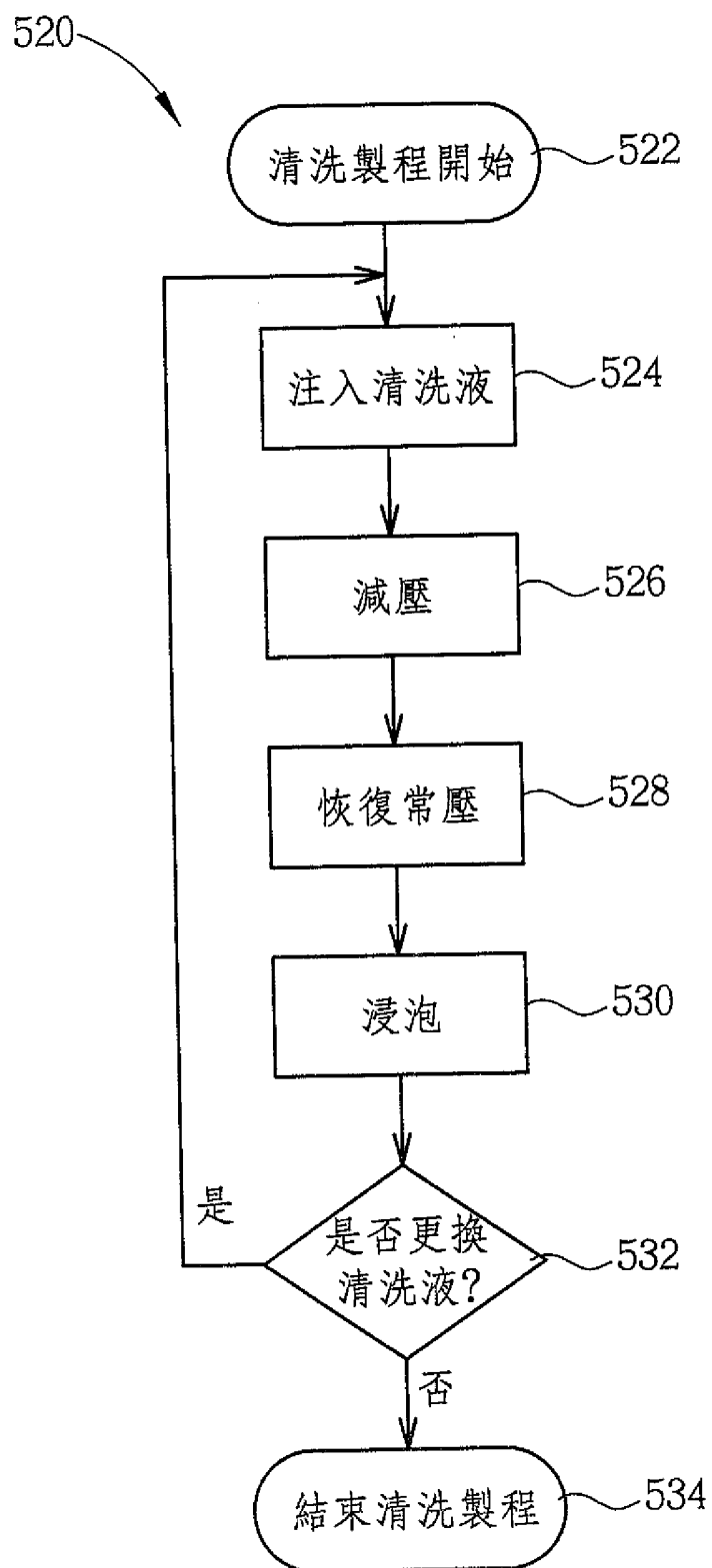
圖一 習知技術



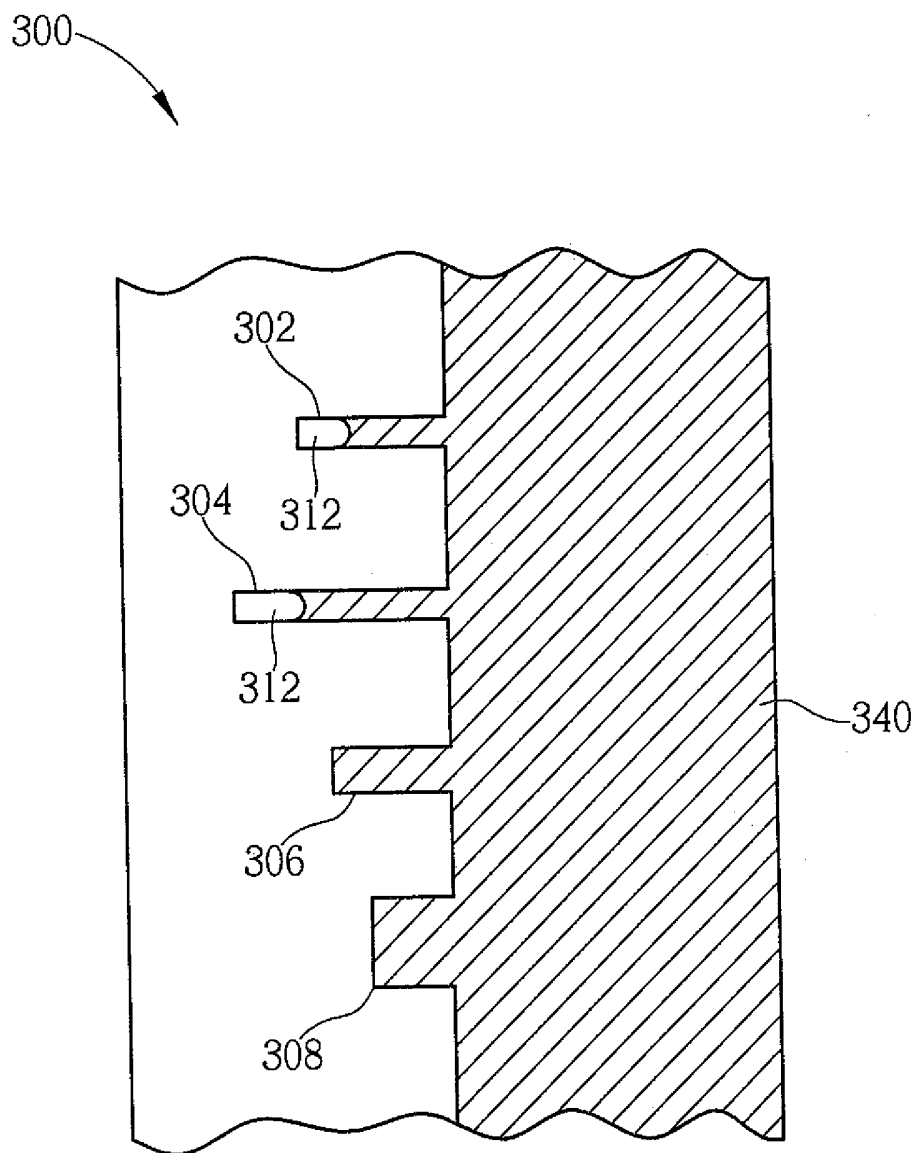
圖二 習知技術



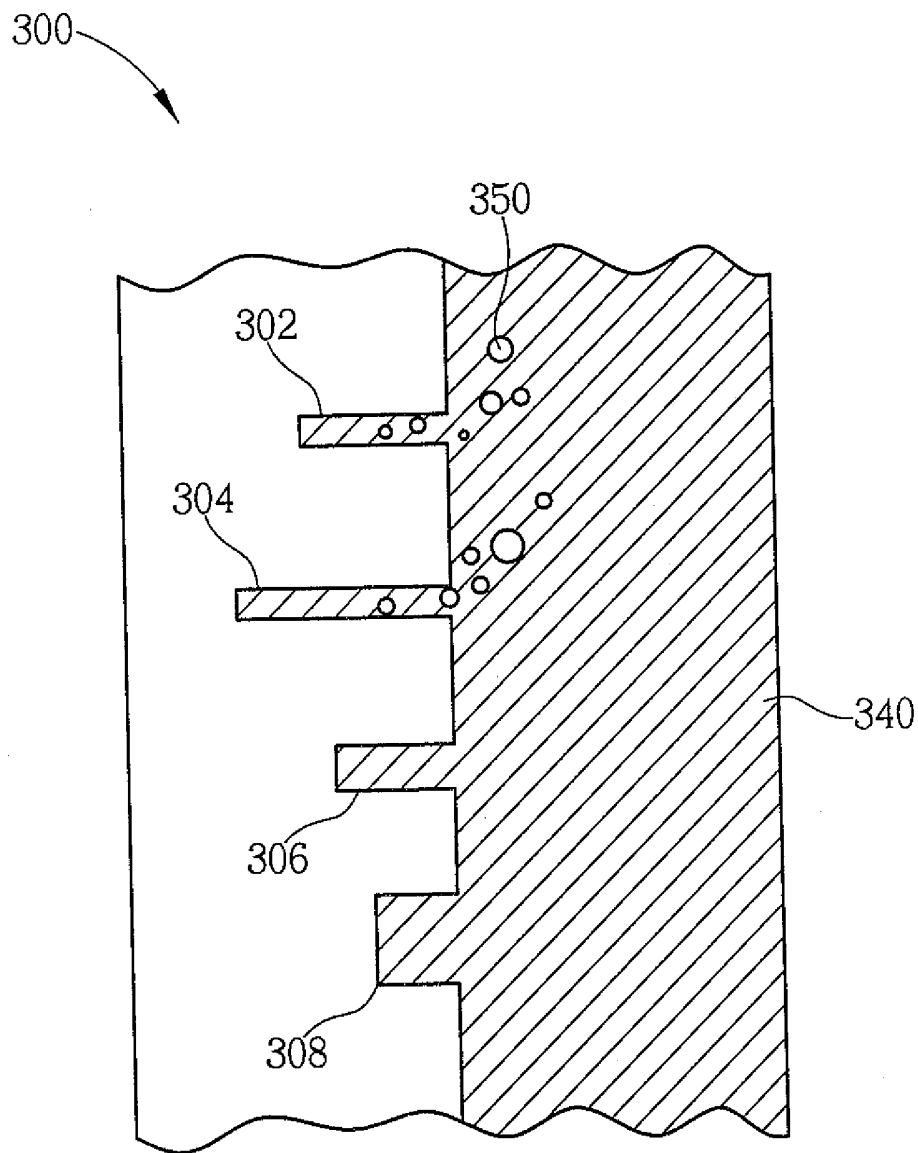
圖三



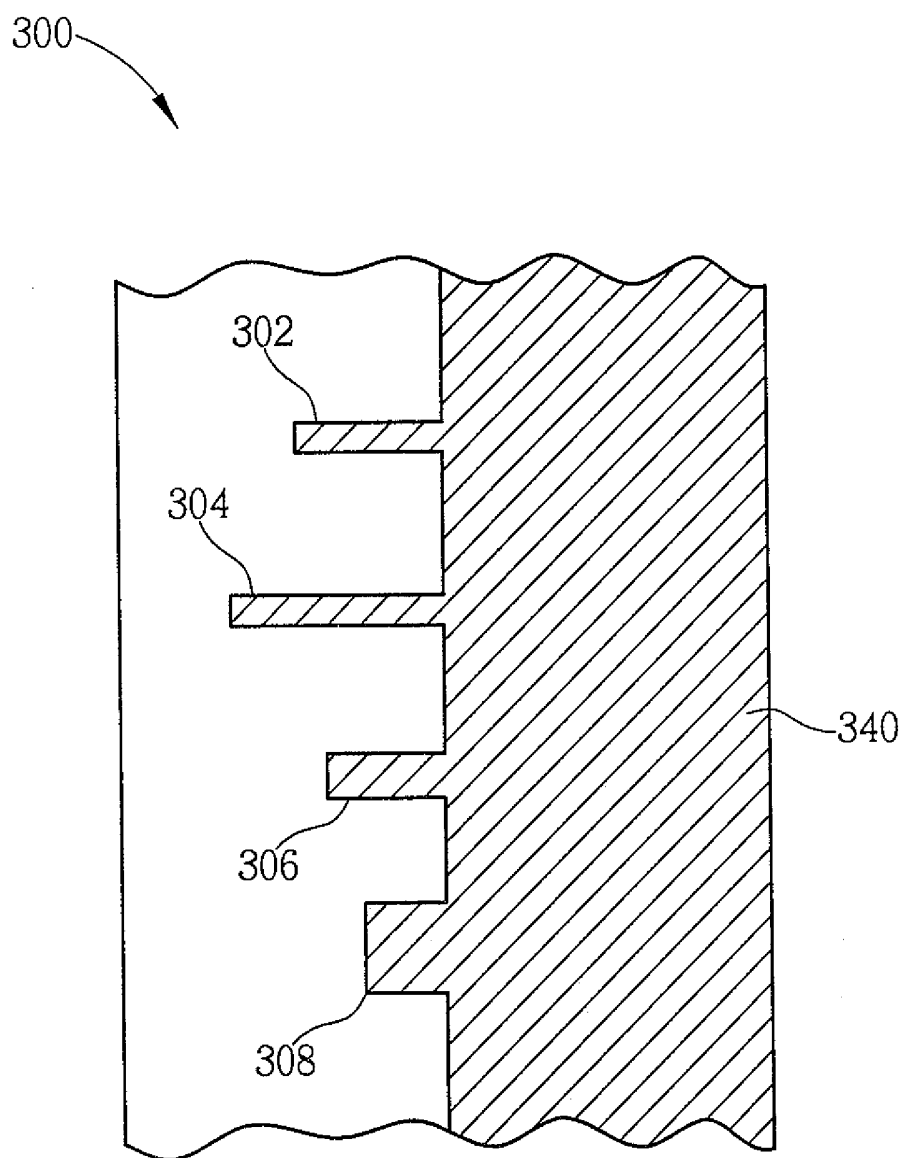
圖四



圖五



圖六



圖七