



(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 I861087 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 11 月 11 日

(21)申請案號：109111717

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 04 月 08 日

(51)Int. Cl. : **B08B3/08 (2006.01)****H01L21/027 (2006.01)****G03F7/40 (2006.01)**

(30)優先權：2019/04/09 美國

62/831,465

2019/11/05 美國

16/674,124

(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：修里 里歐 HULI, LIOR (US)；柴田直樹 SHIBATA, NAOKI (JP)

(74)代理人：周良謀；周良吉

(56)參考文獻：

TW I519910B

TW 201638679A

US 9551936B2

US 2017/0255101A1

審查人員：江國埤

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：8 共 33 頁

(54)名稱

減輕圖案崩塌用的使用點清洗溶液混合

(57)摘要

實施例提供用於圖案化光阻之使用點光阻清洗溶液混合。揭示之方法及系統透過緩解溶液與去離子水及/或其他化學物之使用點可變混合，以在即將分配於製程腔室內之前調整溶液的配方，從而形成用於多個不同光阻之不同緩解溶液。對於一示例實施例，不同界面活性劑清洗溶液係用於不同光阻，例如不同極紫外光光阻。另外，緩解溶液中之反應性成分含量、非反應性成分含量或兩者可利用此使用點混合來進行調整，以提供調整後緩解溶液。在即將分配於微電子工件(例如半導體晶圓)上之前對溶液化學物進行使用點調整的能力得以改善調整後緩解溶液與圖案化光阻之間的相互作用。

Embodiments provide point-of-use blending of photoresist rinse solutions for patterned photoresists. Disclosed methods and systems form different mitigation solutions for multiple different photoresists through point-of-use variable blending of a mitigation solution with de-ionized water and/or other chemistries to adjust the formulation of the solution just prior to dispense within a process chamber. For one example embodiment, different surfactant rinse solutions are used for different photoresists, such as different extreme ultraviolet photoresists. In addition, the level of reactive components, the level of nonreactive components, or both within a mitigation solution can be adjusted using this point-of-use blending to provide an adjusted mitigation solution. The ability to make point-of-use adjustments to the solution chemistry just before dispense on a microelectronic workpiece, such as a semiconductor wafer, improves interactions between the adjusted mitigation solution and the patterned photoresist.

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 800:實施例
- 802:方塊
- 804:方塊
- 806:方塊
- 808:方塊
- 810:方塊

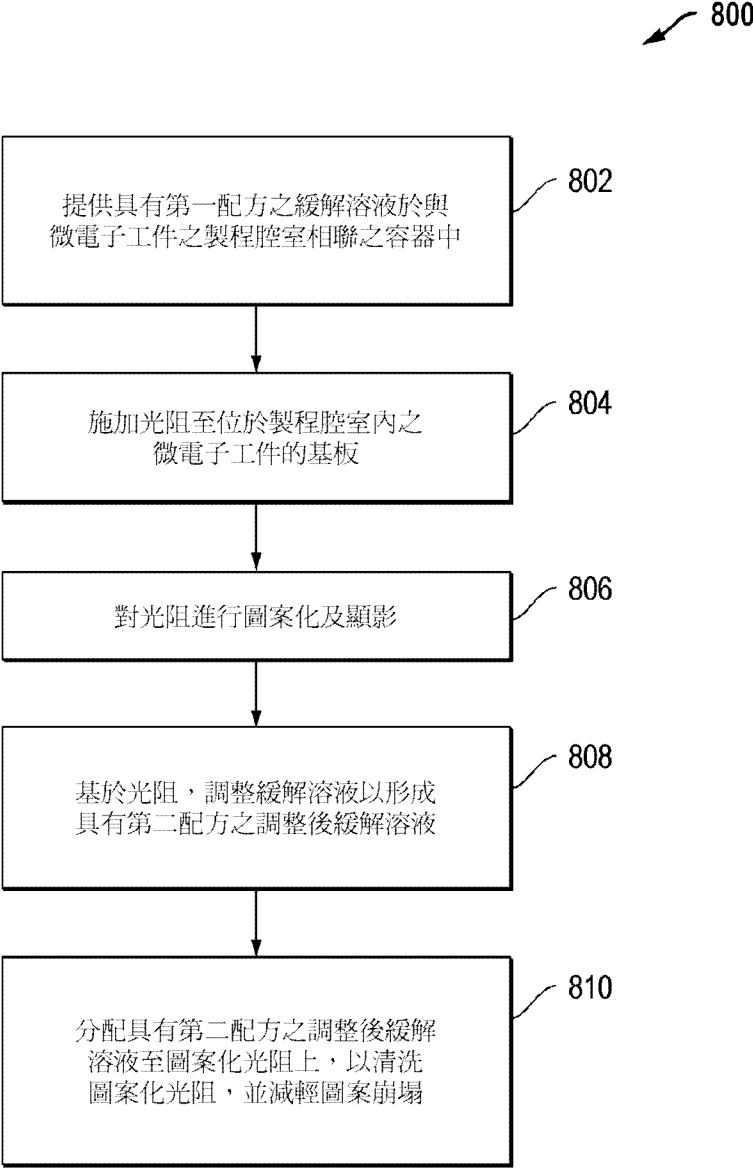


圖 8



I861087

【發明摘要】

公告本

【中文發明名稱】減輕圖案崩塌用的使用點清洗溶液混合

【英文發明名稱】POINT-OF-USE BLENDING OF RINSE SOLUTIONS

TO MITIGATE PATTERN COLLAPSE

【中文】

實施例提供用於圖案化光阻之使用點光阻清洗溶液混合。揭示之方法及系統透過緩解溶液與去離子水及/或其他化學物之使用點可變混合，以在即將分配於製程腔室內之前調整溶液的配方，從而形成用於多個不同光阻之不同緩解溶液。對於一示例實施例，不同界面活性劑清洗溶液係用於不同光阻，例如不同極紫外光光阻。另外，緩解溶液中之反應性成分含量、非反應性成分含量或兩者可利用此使用點混合來進行調整，以提供調整後緩解溶液。在即將分配於微電子工件(例如半導體晶圓)上之前對溶液化學物進行使用點調整的能力得以改善調整後緩解溶液與圖案化光阻之間的相互作用。

【英文】

Embodiments provide point-of-use blending of photoresist rinse solutions for patterned photoresists. Disclosed methods and systems form different mitigation solutions for multiple different photoresists through point-of-use variable blending of a mitigation solution with de-ionized water and/or other chemistries to adjust the formulation of the solution just prior to dispense within a process chamber. For one example embodiment, different surfactant rinse solutions are used for different photoresists, such as different extreme ultraviolet photoresists. In addition, the

第 1 頁，共 2 頁(發明摘要)

level of reactive components, the level of nonreactive components, or both within a mitigation solution can be adjusted using this point-of-use blending to provide an adjusted mitigation solution. The ability to make point-of-use adjustments to the solution chemistry just before dispense on a microelectronic workpiece, such as a semiconductor wafer, improves interactions between the adjusted mitigation solution and the patterned photoresist.

【指定代表圖】 圖8

【代表圖之符號簡單說明】

800 : 實施例

802 : 方塊

804 : 方塊

806 : 方塊

808 : 方塊

810 : 方塊

【發明說明書】

【中文發明名稱】減輕圖案崩塌用的使用點清洗溶液混合

【英文發明名稱】 POINT-OF-USE BLENDING OF RINSE SOLUTIONS
TO MITIGATE PATTERN COLLAPSE

【技術領域】

【0001】 本發明係關於用於製造微電子工件之方法，包括在微電子工件上形成圖案化結構。

[相關申請案之交互參照]

【0002】 本申請案主張以下申請案之優先權：2019 年 4 月 9 日申請之美國臨時專利申請案第 62/831,465 號，標題為「POINT-OF-USE BLENDING OF RINSE SOLUTIONS FOR EUV PROCESSING TO MITIGATE PATTERN COLLAPSE」，以及 2019 年 11 月 05 日申請之美國臨時專利申請案第 16/674,124 號，標題為「POINT-OF-USE BLENDING OF RINSE SOLUTIONS TO MITIGATE PATTERN COLLAPSE」，其全部揭示內容皆併於此作為參考。

【先前技術】

【0003】 微電子工件內之裝置形成通常涉及與基板上若干材料層之形成、圖案化及去除有關之一系列製造技術。為了滿足當前及下一代半導體裝置

之物理及電性規格，正要求製程流程要減小特徵部尺寸，並對諸多圖案化製程保持結構完整性。

【0004】已發展來實現此些減小特徵部尺寸之一技術是極紫外光(EUV)微影。隨著產業基於 EUV 微影繼續推動積體電路製造之極限，圖案崩塌已逐漸成為一相關問題。微影中之圖案崩塌是指圖案化光阻中所形成之特徵部的變形及隨後崩塌。此圖案崩塌經常發生在用以形成圖案化層之顯影製程的乾燥步驟期間。例如，圖案崩塌經常是由標準顯影製程中乾燥步驟期間作用在特徵部上之不平衡毛細作用力所引起。

【0005】圖 1(先前技術)提供代表性實施例 100 之示例圖，其示出與圖案化光阻之兩相鄰特徵部 104 有關的毛細作用力 118，其係由兩特徵部 104 之間的清洗溶液 110 所引起。兩特徵部 104 已形成在用於被處理之微電子工件的基板 102 上，且基板 102 可包括一或更多材料層。示例特徵部 104 之每一者具有高度(H)106 及寬度(W)108，且特徵部 104 係以距離(D)112 隔開。清洗溶液 110 填於特徵部 104 之間的空間，且相對於清洗溶液 110 之表面形成接觸角(θ)116。

【0006】清洗溶液 110 之表面張力(γ)114 造成從特徵部 104 向內施力之毛細作用力 118，如所示。光阻特徵部 104 上之毛細作用力 118 的關鍵參數為表面張力(γ)114。毛細作用力 118 可由以下方程式表示：

$$\sigma > \frac{6\gamma \cos \theta}{D} \left(\frac{H}{W} \right)$$

對於此方程式，“ σ ”代表毛細作用力 118 施加至圖案特徵部 104 之最大應力；“ γ ”代表清洗溶液 110 之表面張力 114；“ θ ”代表接觸角 116；“H”

代表圖案之高度 106；“D”代表圖案之特徵部 104 之間的間距或距離 112；

“W”代表圖案特徵部 104 之寬度 108；“H/W”代表深寬比。因此，得以見得毛細作用力(σ)118 係取決於清洗溶液 110 之表面張力(γ)114 以及圖案之間距或距離(D)112。

【0007】隨著特徵部尺寸微縮，毛細作用力 118 已造成圖案崩塌變成越來越嚴重的問題。首先，特徵部尺寸之減小已增加圖案化光阻之特徵部(例如特徵部 104)的剛性。此剛性結合毛細作用力 118 導致圖案化光阻中之圖案崩塌。此圖案崩塌造成圖案中的缺陷轉移至底層。

【0008】已發展緩解溶液以克服圖案崩塌之問題。此些緩解溶液包括有助於降低或消除圖案崩塌之一或更多成分。緩解溶液是界面活性劑清洗液，其有助於降低伴隨傳統去離子水(DIW)清洗液之表面張力所引起的毛細作用力。東京威力科創(Tokyo Electron Limited, TEL)所提供之一種類型的界面活性劑清洗液為 FIRM™，其為用於 EUV 微影之界面活性劑清洗處理劑。此外，FIRM™界面活性劑清洗液之不同配方亦可用於 FIRM™清洗處理。

【0009】圖 2(先前技術)提供展示界面活性劑清洗處理(例如 FIRM™)通常是如何結合至傳統顯影製程流程中之示例實施例 200。在方塊 202 中，將光阻施加至用於被處理之微電子工件的基板上，且該基板可包括一或更多材料層。在方塊 204 中，透過將光阻暴露於光(例如 EUV 光)中，使光阻顯影以形成圖案化光阻。EUV 光阻顯影劑之一示例為 TMAH(四甲基氫氧化銨)。在方塊 206 中，執行清洗步驟，以從基板去除未曝光的光阻。DIW 通常用於此清洗步驟。在方塊 208 中，執行界面活性劑清洗處理，例如 FIRM™，以降低殘留於圖案化光阻內之任何 DIW 所引起的表面張力。在方塊 210 中，進行乾燥步驟以

乾燥圖案化光阻及基板上之殘留溶液。接著完成顯影製程，並進一步處理微電子工件。已發現，例如，相較於單獨 DIW 清洗，FIRM™處理製程達到更寬之微影製程寬容度(margin)，而不會發生圖案崩塌。

【0010】 界面活性劑清洗處理可使用具有不同配方之多種溶液來進行，例如 FIRM™溶液之不同配方。任何特定 FIRM™溶液配方之功效高度依賴於用於微影製程中之光阻的聚合物成分。如此，FIRM™溶液之較佳或最佳配方高度取決於光阻聚合物成分及光阻物理性質，例如官能團、溶劑類型、疏水性、接觸角及/或其他光阻參數。

【0011】 圖 3(先前技術)提供示例光阻圖案之圖像圖的代表性實施例 300，其係關於用不同配方之 FIRM™溶液(在圖 3 中標為 FIRM A、FIRM B、FIRM C 及 FIRM D)進行處理之特定光阻(阻劑 A)的臨界尺寸(CD)寬容度 310。當 FIRM A 施加至光阻時，如列 302 所示，達到約 21 奈米(nm)之 CD 寬容度，其有如圖像圖 312 所指之圖案崩塌。當 FIRM B 施加至光阻時，如列 304 所示，達到約 21.4 nm 之 CD 寬容度，其有如圖像圖 314 所指之圖案崩塌。當 FIRM C 施加至光阻時，如列 306 所示，達到約 20.9 nm 之 CD 寬容度，其有如圖像圖 316 所指之圖案崩塌。當 FIRM D 施加至光阻時，如列 308 所示，達到約 22.4 nm 之 CD 寬容度，其有如圖像圖 318 所指之圖案崩塌。如所示，因此，對於不同 FIRM™溶液，圖案崩塌發生在不同點，且 FIRM D 對光阻顯示較寬的崩塌寬容度。要注意的是，CD 寬容度 310 代表可被容許以防止所得圖案特徵部崩塌之曝光能量總範圍的指標，且較高數字為較佳，例如用於圖 3 中示例之 FIRM D 所達到的。

【0012】因圖 3 所表示之變化，用於界面活性劑清洗溶液之一配方(例如用於特定 FIRM™處理之配方)通常不適用於多個不同光阻。此外，光阻與界面活性劑溶液清洗及處理製程之非最佳化組合會造成光阻之顯影後缺陷增加，包括圖案崩塌缺陷。例如，光阻與 FIRM™溶液之非最佳化組合會造成光阻膨脹或熔化，且會增加顯影後缺陷，例如圖案崩塌、光阻殘留、水痕及/或其他缺陷。

【發明內容】

【0013】本文描述用於圖案化光阻之使用點光阻清洗溶液混合的實施例。揭示之實施例部分地提供形成用於多個不同光阻之不同緩解溶液的方法及系統，其透過緩解溶液與去離子水及/或其他化學物之使用點可變混合以在分配於製程腔室內之前調整溶液的配方。對於一示例實施例，不同界面活性劑清洗溶液係用於不同光阻，例如不同極紫外光光阻。另外，緩解溶液內之反應性成分含量、非反應性成分含量或兩者可利用此使用點混合來進行調整，以提供調整後緩解溶液。在即將分配於微電子工件(例如半導體晶圓)上之前對溶液化學物進行使用點調整的能力得以改善調整後緩解溶液與圖案化光阻之間的相互作用。亦可實施不同或附加特徵、變化及實施例，並且亦可利用相關的系統及方法。

【0014】對於一實施例，其揭示分配清洗溶液以減輕圖案化光阻之圖案崩塌的方法，其包括提供帶有一第一配方之一緩解溶液於與一製程腔室相聯之一容器中；基於位於該製程腔室內之一微電子工件之一基板上所形成之一圖案化光阻的類型，調整該緩解溶液以形成帶有一第二配方之一調整後緩解溶液；

以及分配帶有該第二配方之該調整後緩解溶液至該圖案化光阻上，以清洗該圖案化光阻並減輕圖案崩塌。

【0015】在額外實施例中，調整後緩解溶液包括一或更多緩解溶液成分。在進一步實施例中，調整後緩解溶液包括一界面活性劑清洗溶液，其具有該一或更多緩解溶液成分。

【0016】在額外實施例中，該方法包括透過將一光阻之部份暴露至極紫外(EUV)光來形成該圖案化光阻。在進一步實施例中，該光阻係選自具有不同物理性質之複數光阻。

【0017】在額外實施例中，該方法包括基於形成於該圖案化光阻內之一或更多特徵部，進一步調整該緩解溶液。

【0018】在額外實施例中，該調整包括調整該緩解溶液內反應性成分之含量與非反應性成分之含量中的至少一者。在進一步實施例中，該調整包括使一或更多成分與該緩解溶液注入至一混合器中，以形成該調整後緩解溶液。

【0019】在額外實施例中，該調整包括調整該緩解溶液之pH位準。

【0020】在額外實施例中，該調整包括使該緩解溶液與去離子水(DIW)或一緩解溶液成分其中至少一者混合。在進一步實施例中，該混合係使用耦接至位於製程腔室內之一分配噴嘴的一混合器來執行。

【0021】在額外實施例中，該分配包括首先分配去離子水(DIW)至該圖案化光阻上；以及隨後分配該調整後緩解溶液至該圖案化光阻上。

【0022】在額外實施例中，該分配包括首先在無該調整後緩解溶液之情況下分配去離子水(DIW)至該圖案化光阻上；利用DIW調整該緩解溶液，以形成該調整後緩解溶液；隨後分配該調整後緩解溶液至該圖案化光阻上；以及進一步分配該緩解溶液至該圖案化光阻上。

【0023】對於一實施例，其揭示分配緩解溶液以減輕圖案化光阻之圖案崩塌的系統，其包括一製程腔室，其用於一微電子工件；一容器，其含有帶有一第一配方之一緩解溶液；一混合器，其耦接成基於位於該製程腔室內之一微電子工件之一基板上所形成之一圖案化光阻的類型而從該容器接收該緩解溶液，並接收一或更多緩解溶液成分，其中該混合器具有呈第二配方之調整後緩解溶液作為一輸出；以及一噴嘴，其耦接成接收該調整後緩解溶液，並位於該製程腔室內，以分配該調整後緩解溶液至該圖案化光阻上，以清洗該圖案化光阻並減輕圖案崩塌。

【0024】在額外實施例中，該系統包括一控制器，其耦接至該容器及容納一或更多緩解溶液成分之一或更多額外容器，且該控制器係配置以決定該調整後緩解溶液之配方。在進一步實施例中，該控制器進一步配置以基於該圖案化光阻內所形成之一或更多特徵部來決定該配方。

【0025】在額外實施例中，該調整後緩解溶液包括一界面活性劑清洗溶液，其具有該一或更多緩解溶液成分。

【0026】在額外實施例中，該圖案化光阻包括極紫外光(EUV)光阻。在進一步實施例中，該EUV光阻係選自具有不同物理性質之複數EUV光阻。

【0027】在額外實施例中，該系統包括一基板固持件，其位於該製程腔室內，以固持該微電子工件，該基板固持件為可旋轉，以促進該調整後緩解溶液之去除。

【0028】在額外實施例中，該調整後緩解溶液包括該緩解溶液內反應性成分之調整後含量與非反應性成分之調整後含量中的至少一者。在進一步實施例中，該調整後緩解溶液包括該溶液之調整後pH位準。

【0029】在額外實施例中，該系統包括一控制器，其配置成引起以下操作：首先分配去離子水(DIW)至該圖案化光阻上；以及隨後分配該調整後緩解溶液至該圖案化光阻上。

【0030】在額外實施例中，該系統包括一控制器，其配置成引起以下操作：首先分配去離子水(DIW)至該圖案化光阻上；隨後分配該調整後緩解溶液至該圖案化光阻上，其中該調整後緩解溶液包括DIW作為該一或更多額外緩解溶液成分之一者；以及進一步分配該緩解溶液至該圖案化光阻上。

【0031】亦可實施不同或額外特徵、變化及實施例，並且亦可利用相關的系統及方法。

【圖式簡單說明】

【0032】通過參考以下結合附圖之描述，可對本發明及其優點獲得更完整的理解，其中相似元件符號表示相似特徵。然而，應當注意，附圖僅示出揭示概念之示例性實施例，因此不應被視為對範圍的限制，因為所揭示之概念可允許其他等效的實施例。

【0033】圖1(先前技術)提供代表性實施例的示例圖，其示出與圖案化光阻之兩相鄰特徵部有關的毛細作用力，其係由兩特徵部之間的清洗溶液所引起。

【0034】圖2(先前技術)提供展示界面活性劑清洗處理(例如FIRM™)通常是如何結合至傳統顯影製程流程中之示例實施例。

【0035】圖3(先前技術)提供示例光阻圖案之圖像圖的代表性實施例300，其係關於用不同配方之FIRM™溶液進行處理之特定光阻的臨界尺寸(CD)寬容度。

【0036】圖4提供示例實施例，其中針對可在處理設備內使用之不同緩解溶液提供了多個不同容器及相關聯輸送系統，以提供使用點混合。

【0037】圖5為處理系統之示例實施例，其提供使用點混合以分配調整後緩解溶液，以減輕製程腔室內被處理之基板上之圖案化光阻的圖案崩塌。

【0038】圖6提供輸送與多個不同光阻類型一起使用之不同調整後緩解溶液之示例實施例。

【0039】圖7提供一示例實施例，其中在即將用分配噴嘴將其分配至被處理之微電子工件的基板上之前，對界面活性劑清洗溶液(例如FIRM™溶液)進行非反應性成分與反應性成分之化學組成比調整。

【0040】圖8為示例實施例之製程流程圖，其應用使用點緩解溶液混合以基於製程腔室內所使用之光阻來分配調整後緩解溶液。

【實施方式】

【0041】揭示了方法及相關系統用於減輕圖案化光阻之圖案崩塌通過參考以下結合附圖之描述，可對本發明及其優點獲得更完整的理解，其中相似元件符號表示相似特徵。然而，應當注意，附圖僅示出揭示概念之示例性實施例，因此不應被視為對範圍的限制，因為所揭示之概念可允許其他等效的實施例用的使用點清洗溶液混合。揭示之實施例部分地提供用於不同界面活性劑清洗溶液之單一來源(例如FIRM™溶液)的方法及系統，其用以透過使用點可變混合來清洗不同類型的光阻。對於任何特定應用，溶液配方是具有受控比例之反應性及非反應性成分的化學混合物。如本文所述，界面活性劑清洗溶液之非反應性與反應性成分的化學組成比係在其即將分配至用於被處理之微電子工件之基板上之前進行調整。對於一實施例，化學配方調整係在通過製程腔室內之分

配噴嘴之前於混合器內以使用點混合來進行。基於多個不同光阻中之何者正被使用而利用單一來源來分配不同配方之能力得以改善處理效率。輸送系統之複雜度降低了，且相關處理系統之製造占用空間(manufacturing floor space)要求亦降低了。對於一實施例，界面活性劑清洗溶液係以使用點進行混合，用於使用EUV光阻之極紫外光(EUV)微影。在仍利用本文所述之製程技術時亦可達到其他優點及實施方式。

【0042】如上所述，光阻與界面活性劑溶液清洗及處理製程之非最佳化組合會造成光阻之顯影後缺陷增加，包括圖案崩塌缺陷。為了克服此問題，使用者通常會就製程流程中所使用之特定光阻來對個別配方進行最佳化。若正使用多個不同光阻，則需不同配方。如此，在其製程流程中使用不同類型光阻之情況下，使用者通常需要若干不同的配方。然而，對不同配方(例如不同FIRM™溶液配方)之需求增加了成本。對於不同FIRM™溶液，每一配方通常是由第三方供應商準備。每一所得之FIRM™溶液接著被運送至終端使用者製造現場，其中FIRM™溶液係貯存到特定光阻有需要為止，溶液係針對此光阻被配製成。

【0043】在操作期間，取決於特定製程流程所應用之光阻，在使用時將適當的FIRM™溶液載入處理系統中。此導致處理沒效率。解決此效率問題之一有用方案是為用於處理設備之每一不同界面活性劑清洗溶液提供不同的容器及相關輸送系統。

【0044】圖4提供示例實施例400，其中針對可在處理設備內使用之不同緩解溶液提供了多個不同容器及相關聯輸送系統。例如，提供第一容器402以容納第一界面活性劑清洗溶液(溶液A)，且第一輸送系統412將此第一界面活性劑清洗溶液分配於第一光阻(阻劑A)422上。提供第二容器404以容納第二界面活

性劑清洗溶液(溶液B)，且第二輸送系統414將此第二界面活性劑清洗溶液分配於第二光阻(阻劑B)424上。提供第三容器406以容納第三界面活性劑清洗溶液(溶液C)，且第三輸送系統416將此第三界面活性劑清洗溶液分配於第三光阻(阻劑C)426上。提供第四容器408以容納第四界面活性劑清洗溶液(溶液D)，且第四輸送系統418將此第四界面活性劑清洗溶液分配於第四光阻(阻劑D)428上。然而，對於此實施例400，每一輸送系統412、414、416及418將需要不同管線及相關噴嘴以分配不同FIRM™溶液。此對於不同噴嘴及管線的要求使得塗佈機/顯影劑輸送軌道的結構複雜化，並且增加處理設備所需之潔淨室製造占用空間。如此，實施圖4之解決方案的成本相當大。

【0045】圖5-8提供避免圖4之效率問題並解決圖案崩塌及分配多個不同清洗溶液要求之相關問題的實施例。此些實施例提供使用點緩解溶液混合，使得最佳緩解溶液可在即將分配於製程腔室內之前基於實際選定並用於製程流程中之光阻進行調整。如下所述，具有第一配方之緩解溶液係儲於與處理腔室相聯之容器內。基於位於處理腔室內之微電子工件之基板上圖案化的光阻類型，該緩解溶液與一或更多額外成分混合，以形成具有第二配方之調整後緩解溶液。具有第二配方之調整後緩解溶液接著被分配於圖案化光阻上，以清洗圖案化光阻，並減輕圖案崩塌。對於一實施例，調整後緩解溶液為界面活性劑清洗溶液，例如FIRM™溶液，其與一或更多成分進行使用點混合，以形成調整後緩解溶液。

【0046】因此，如本文所述，揭示之實施例提供分配用於顯影製程流程之清洗溶液的方法及系統，其基於光阻配方及每一特定製程流程之相關要求以在分配製程期間調整清洗溶液配方。揭示之系統及方法達到若干優點。例如，

可透過使用點FIRM™溶液可變混合，使單一來源FIRM™溶液類型可用於多個 EUV 光阻。此單一來源加上使用點調整法簡化了緩解溶液之輸送系統，並降低製造占用空間要求。另外，揭示之實施例允許在分配步驟內提供可變混合，以相對於選定之光阻化學更快地實現對FIRM™溶液配方之微調調整及修改。

【0047】 在沒有本文所揭示之使用點混合下，先前FIRM™及光阻最佳化製程係冗長的，且需要在第三方材料供應商處執行以提供特定FIRM™配方。此先前最佳化製程要求將初始FIRM™配方之樣品送至處理設備及製程腔室所在之終端使用者現場。樣品接著再用所欲光阻類型進行測試，並將結果返回至材料供應商，以進一步最佳化並重新配製樣品。該最佳化製程之此配製/測試/重新配製循環會重複很多次，且花費數週甚至數月來完成。如此，此最佳化製程所費不貲，且最終僅適於在終端使用者現場測試之單一類型的光阻。因此，對於要在終端使用者處理設備中使用之每一新的光阻，必須重複最佳化製程及相關配製/測試/重新配製循環。相比之下，本文所述之方法及系統可基針對特定製程流程而選自於多個不同可能光阻之特定光阻，透過允許進行緩解溶液(例如 FIRM™溶液)之使用點配方混合，大幅簡化最佳化製程並降低材料開發成本。

【0048】 現見圖5，示出用於處理系統之示例實施例500，其提供使用點混合來分配調整後緩解溶液522以減輕在處理腔室510內被處理之基板506上圖案化光阻之圖案崩塌。緩解溶液儲於容器520中，且此緩解溶液被輸送至混合器502。混合器502亦被耦接成從一或更多額外容器515接收不同溶液成分。額外容器515之每一者可輸送不同溶液成分至混合器502。例如，第一容器516可提供第一溶液成分至混合器502；第二容器517可提供第二溶液成分至混合器502；第三容器518可提供第三溶液成分至混合器502；且最後一容器519可提供

第N溶液成分至混合器502。緩解溶液從容器520至混合器502之輸送以及溶液成分從額外容器515至混合器502之輸送可由控制器512控制。如此，控制器512可確定從混合器502輸送至分配噴嘴514之調整後緩解溶液的使用點配方。此調整後緩解溶液522接著透過分配噴嘴514輸送至基板506。儲於容器520中之緩解溶液可為例如具有選定配方之界面活性劑清洗溶液，例如FIRM™溶液。儲於額外容器515中之緩解溶液成分可為DIW、一或更多額外非反應物溶液、一或更多反應物溶液及/或其他所欲溶液成分。

【0049】亦如對示例實施例500所示，基板506位於製程腔室510內。此外，基板506(在一示例中為半導體晶圓)係固持於基板固持件508上，例如靜電吸盤。基板固持件508亦可配置成在受控速度下旋轉以促進光阻層形成於基板506之表面上。旋轉及旋轉速度可被例如控制器512控制。對於分配在基板506上之光阻及/或顯影劑，亦可包括額外分配噴嘴及相關輸送系統(圖未示)。照射系統504亦提供於製程腔室510內，以將形成在基板506上之光阻照射成圖案化光阻。

【0050】還要注意的是，圖5中所述及本文所述之使用點混合提供顯著的靈活性。例如，可實施單一分配內之混合或純化學物的任何組合或順序，以調控調整後緩解溶液522之任何特定性質。可用使用點混合進行調控之調整後緩解溶液522的性質包括反應物或反應性成分的含量、非反應物或非反應性成分的含量、pH、接觸角、疏水性及/或與調整後緩解溶液522相關之其他參數或物理性質。

【0051】更進一步地，揭示之實施例允許利用使用點混合以基於特定特徵部(形成於被清洗之圖案化光阻內)來形成不同配方之調整後緩解溶液522。例

如，相同的起始緩解溶液可針對不同光阻特徵部尺寸及幾何形狀進行調整及微調。例如，相較於線/空間(L/S)特徵部，接觸/孔(C/H)特徵部可能需要不同的反應物濃度，以減輕殘留物及圖案崩塌型缺陷。因此，使用點FIRM™溶液可變混合可基於特徵部特徵(例如特徵部尺寸、特徵部幾何形狀及/或其他特徵部特徵)而在即將分配之前用於改變分配噴嘴處的配方。

【0052】 要進一步注意的是，處理系統之構件可耦接至控制器512並由其控制。控制器512亦可耦接至對應記憶體儲存單元及使用者界面(圖未示)。諸多處理操作可經由使用者界面來執行，且諸多處理配方及操作可儲存於儲存單元中。據此，可用諸多技術在製程腔室510內處理給定基板506。將知悉，控制器512可耦接至處理系統之諸多構件，以從構件接收輸入並向其提供輸出。

【0053】 控制器512可用多種方式實施。例如，控制器512可為電腦。在另一示例中，控制器可包括一或更多可程式化之積體電路，其程式化成提供本文所述之功能。例如，一或更多處理器(例如微處理器、微控制器、中央處理單元等)、可程式化邏輯裝置(例如複雜可程式化邏輯裝置(CPLD))、場可程式化陣列(FPGA)等)、及/或其它可程式化積體電路可利用軟體或其它程式化指令而加以程式化，以實施指定電漿製程配方之功能。更要注意的是，軟體或其它程式化指令可儲存在一或更多非暫態電腦可讀媒體(例如記憶體儲存裝置、FLASH記憶體、DRAM記憶體、可再程式化儲存裝置、硬碟、軟碟、DVD、CD-ROM等)中，且當由可程式化積體電路執行時，軟體或其它程式化指令使得可程式化積體電路執行本文中所述之製程、功能、及/或性能。亦可實施其它變化。

【0054】 圖6提供示例實施例600，用於輸送與圖5之處理系統相關之不同調整後緩解溶液，以與多個不同光阻類型(例如多個不同EUV光阻類型)一起使

用。如本文所述，可選擇緩解溶液作為用於清洗處理之標稱溶液，且此溶液接著透過在混合器502中之使用點可變混合來調整，以基於光阻類型獲得不同調整後緩解溶液。對於實施例600，此些不同調整後緩解溶液係以不同元件符號522A、522B、522C及522D表示，其由分配噴嘴514分配。要理解的是，此些調整後緩解溶液522A/522B/522C/522D中只有一者將在任何特定時間被分配。尤其如本文所述，輸送至分配噴嘴514且從分配噴嘴514分配之調整後緩解溶液522A/522B/522C/522D取決於用於特定製程流程之光阻(PR)類型，如括弧602所指。例如，針對此實施例所示出之不同光阻類型為第一光阻(阻劑A)422、第二光阻(阻劑B)424、第三光阻(阻劑C)426及第四光阻(阻劑D)428。不同調整後緩解溶液522A、522B、522C及522D係分配至此些不同光阻類型中的每一者。要注意的是，亦可使用不同數量的光阻類型及相關混合配方。

【0055】因此，用於緩解溶液之使用點配方混合可用於提供具選定且精確比例之反應性與非反應性成分的化學混合物。此外，溶液配方亦可調整至具有不同且選定之pH位準及/或其他性質。再者，使用點配方調整提供了根據光阻相互作用來微調調整後緩解溶液之能力，以對關於清洗處理之顯影劑/清洗製程進行改善或最佳化。例如，使用單一來源之基礎緩解溶液(例如基礎FIRM™溶液，其接著以使用點進行混合，用於多個不同光阻，例如EUV光阻)的能力得以降低輸送系統複雜度並降低製造佔用空間要求。

【0056】圖7提供示例實施例700，其中在即將用分配噴嘴514將其分配至被處理之微電子工件的基板上之前，對界面活性劑清洗溶液(例如FIRM™溶液)進行非反應性成分與反應性成分之化學組成比調整。化學配方調整係在混合器502(其供應分配噴嘴514)中以使用點混合來執行，如本文所述。例如，緩解溶

液(例如界面活性劑清洗溶液)係提供於與用於處理系統之製程腔室相聯的容器520內。此緩解溶液與從一或更多額外容器515注入之DIW或其他化學物一起注入混合器502。此些緩解溶液與溶液成分係由來自控制器(例如圖5中控制器512)之控制信號702及704控制，以確定提供至混合器502之非反應性成分與反應性成分的化學組成比。調整後緩解溶液522之其他物理性質亦可透過從額外容器515注入一或更多成分來調整。混合器502操作以混合來自容器520之初始緩解溶液與來自額外容器515之DIW及/或其他成分，且調整後緩解溶液522透過分配噴嘴514分配至用於微電子工件的基板。因此，如上所述，輸送至分配噴嘴514並從分配噴嘴514分配之調整後緩解溶液522取決於用於特定製程流程之光阻(PR)類型，如括弧602所指。亦可實施其他變化。

【0057】圖8為示例實施例800之製程流程圖，其應用使用點緩解溶液混合以基於製程腔室內所使用之光阻來分配調整後緩解溶液。在方塊802中，針對微電子工件，將具有第一配方之緩解溶液提供於與製程腔室相聯之容器中。在方塊804中，將光阻施加至位於製程腔室內之微電子工件的基板。在方塊806中，光阻進行圖案化及顯影。在方塊808中，基於光阻，調整緩解溶液以形成具有第二配方之調整後緩解溶液。在方塊810中，將具有第二配方之調整後緩解溶液分配至圖案化光阻上，以清洗圖案化光阻，並減輕圖案崩塌。要注意的是，在仍利用本文所述之使用點混合技術時亦可使用額外及/或不同製程步驟。

【0058】對於一實施例，顯影劑清洗製程可在單一分配步驟中實施。例如，不是分配DIW隨後再分配調整後緩解溶液(諸如FIRM™溶液)，而是利用調整後緩解溶液之單一次分配。此單一分配實施方式的好處是減少總處理時間並改善晶圓產量。

【0059】 在其他實施例中，使用多個分配操作。對於使用FIRM™溶液之一示例實施例，以僅有DIW配方開始進行分配，隨後是在分配純FIRM™溶液之前進行DIW加上FIRM™溶液之短暫混合。此技術降低過快改變具有不同性質(例如PH、表面張力等)之化學品所造成的不良影響。

【0060】 雖然揭示之實施例係描述使用FIRM™界面活性劑清洗溶液作為具有一或更多緩解溶液成分之緩解溶液，但使用點混合技術亦可用於光阻之顯影製程中所使用之任何其他緩解溶液、成分及化學物，例如其他類型的界面活性劑清洗化學物/溶液。更進一步，雖然揭示之實施例係描述使用EUV微影及EUV光阻，但使用點混合技術亦可用於需要光阻之傳統顯影製程的任何其他曝光波長微影技術中，例如光學微影(例如，使用氟化氬(ArF)光阻、氟化氬(KrF)光阻)、X射線微影、離子束微影、電子束微影及/或其他微影製程。在仍利用本文所述之技術時亦可實施其他變化。

【0061】 要注意的是，可使用一或更多沉積製程來形成本文所述之材料層。例如，可使用化學氣相沉積(CVD)、電漿增強CVD(PECVD)、物理氣相沉積(PVD)、原子層沉積(ALD)及/或其他沉積製程來實施一或更多沉積。對於電漿沉積製程，可使用前驅物氣體混合物，包括但不限於，烴、碳化氟或含氮烴，其在多種壓力、功率、流量及溫度條件下與一或更多稀釋氣體(例如，氬、氮等)結合使用。可使用光學微影、極紫外光(EUV)微影及/或其他微影製程來實施關於PR層之微影製程。可使用電漿蝕刻製程、放電蝕刻製程及/或其他所欲蝕刻製程來實施蝕刻製程。例如，可使用含有碳化氟、氧、氮、氫、氬及/其他氣體之電漿來實施電漿蝕刻製程。此外，可控制製程步驟之操作變量，以確保本文所述之製程步驟達到目標參數。操作變量可包含例如電漿產生時之腔室溫

度、腔室壓力、氣體的流率、及/或施加至電極組件之頻率及/或功率、及/或用於製程步驟之其他操作變量。在仍利用本文所述之技術時亦可實施變化。

【0062】 要注意的是，在整篇本說明書中所提及的「一實施例」意指與實施例結合說明之特定特徵、結構、材料、或特性被包含在本發明之至少一實施例中，但不表示其存在於每一實施例中。因此，在整篇本說明書中之諸多地方所出現的「在一實施例中」詞語不一定係關於本發明的同一個實施例。再者，該等特定特徵、結構、材料、或特性可在一或更多實施例中以任何適當方式結合。在其他實施例中，可包含諸多額外的層及/或結構，及/或可省略所述的特徵。

【0063】 如本文所使用之「微電子工件」一般係關於依照本發明所處理的物體。該微電子工件可包含裝置(尤其係半導體或其他電子裝置)的任何材料部分或結構，以及可例如為基底基板結構(例如半導體基板)、或基底基板結構上或上覆於基底基板結構的層(例如薄膜)。因此，工件並非用以限制於已圖案化或未圖案化之任何特定基底結構、底層或上覆層，而係意圖使其包含任何此等層或基底結構、以及層及/或基底結構的任何組合。以下說明內容可參照特定類型的基板，但此僅係為了示例目的而非限制。

【0064】 如本文中所使用之術語「基板」意指並包含基底材料或其上方形成有材料的結構。將知悉，基板可包含單一材料、複數層的不同材料、其中具有不同材料區或不同結構區的(複數)層等。該等材料可包含半導體、絕緣體、導體、或其組合。例如，基板可為半導體基板、支撐結構上的基底半導體層、金屬電極，或其上形成有一或更多層、結構、或區域的半導體基板。基板可為習知的矽基板、或包含半傳導材料層的其他塊材基板。如本文中所使用，

術語「塊材基板」不僅意指並包含矽晶圓，也意指並包含矽絕緣體(「SOI」，silicon-on-insulator)基板(例如，矽藍寶石(「SOS」，silicon-on-sapphire)基板、及矽玻璃(「SOG」，silicon-on-glass)基板)、基底半導體基底上的矽磊晶層、以及其他半導體或光電材料，例如矽-鍺、鍺、砷化鎵、氮化鎵、及磷化銦。基板可為摻雜的或非摻雜的。

【0065】 用以處理微電子工件的系統與方法係描述於諸多實施例中。熟習相關技藝者將可知悉，在不具有其中一或更多具體細節的情況下或者在具有其他替代及/或額外方法、材料、或元件的情況下，可實施諸多實施例。在其他情況下，不詳細顯示或說明眾所周知之結構、材料、或操作，以避免混淆本發明之諸多實施例的態樣。同樣地，為了解釋目的，提出具體的數量、材料、以及構造，以提供對本發明的徹底瞭解。然而，本發明可在不具有具體細節的情況下被實施。再者，要理解的是，圖式中所顯示的諸多實施例為例示性的圖像並且不一定要按照尺寸繪製。

【0066】 本技術領域技術人員將可鑒於本說明內容而明白所述之系統與方法的進一步修改與替代實施例。因此，將知悉，所述之系統與方法不受此些示例配置所限制。應瞭解到，將在此所示與所述之系統與方法的形態作為示例性實施例。在實現過程中可做出諸多變更。因此，雖然本發明在此係參考具體實施例來進行說明，但在不背離本發明之範圍的情況下可做出諸多修改與變更。據此，認為說明書與圖式係具有說明性意義而非限制性意義，並且意指此等修改係包含在本發明的範圍內。又，並非意指將在此所述之關於具體實施例的任何益處、優點、或問題解決方案理解為任何或所有請求項之關鍵的、所需要的、或必要的特徵或要素。

【符號說明】

【0067】

100 : 實施例

102 : 基板

104 : 特徵部

106、H : 高度

108、W : 寬度

110 : 清洗溶液

112、D : 距離

114、 γ : 表面張力

116、 θ : 接觸角

118 : 毛細作用力

200 : 實施例

202 : 方塊

204 : 方塊

206 : 方塊

208 : 方塊

210 : 方塊

300 : 實施例

302 : 列

304 : 列

306 : 列

308 : 列

310 : 臨界尺寸寬容度

312 : 圖

314 : 圖

316 : 圖

318 : 圖

400 : 實施例

402 : 第一容器

404 : 第二容器

406 : 第三容器

408 : 第四容器

412 : 第一輸送系統

414 : 第二輸送系統

416 : 第三輸送系統

418 : 第四輸送系統

422 : 第一光阻

424 : 第二光阻

426 : 第三光阻

428 : 第四光阻

500 : 實施例

502 : 混合器

504 : 照射系統

506 : 基板

508 : 基板固持件

510 : 製程腔室

512 : 控制器

514 : 分配噴嘴

515 : 額外容器

516 : 第一容器

517 : 第二容器

518 : 第三容器

519 : 最後一容器

520 : 容器

522 : 調整後緩解溶液

522A : 調整後緩解溶液

522B : 調整後緩解溶液

522C : 調整後緩解溶液

522D : 調整後緩解溶液

600 : 實施例

602 : 括弧

700 : 實施例

702 : 控制信號

704 : 控制信號

- 800 : 實施例
- 802 : 方塊
- 804 : 方塊
- 806 : 方塊
- 808 : 方塊
- 810 : 方塊

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種分配緩解溶液以減輕圖案化光阻之圖案崩塌的系統，包括：

一製程腔室，其用於一微電子工件；

一容器，其含有帶有一第一配方之一緩解溶液；

一混合器，其耦接成從該容器接收該緩解溶液，並從至少一額外容器接收一或更多緩解溶液成分，以混合帶有一第二配方之一調整後緩解溶液作為一輸出；

一噴嘴，耦接成接收該調整後緩解溶液，並位於該製程腔室內，以分配該調整後緩解溶液至在該製程腔室內被處理的一當前工件上；以及

一控制單元，包括一記憶體，該記憶體儲存有與複數預先定義之圖案化光阻類型以及複數預定之配方相關而用於產生該調整後緩解溶液的資訊，其中該控制器係配置以：

決定在該製程腔室內被處理的一當前工件上設置哪一種該預先定義之圖案化光阻類型，

選擇與所決定之在該當前工件上設置之該圖案化光阻類型對應的一預定之配方，

依照所選擇的該預定之配方，將一定量的該緩解溶液與該一或更多緩解溶液成分輸送至該混合器，以混合具有該第二配方的該調整後緩解溶液，以及

將具有該第二配方的該調整後緩解溶液分配至該當前工件之圖案化光阻上，以清洗該圖案化光阻並減輕圖案崩塌。

【請求項2】 如請求項1所述之分配清洗溶液以減輕圖案化光阻之圖案崩塌的系統，其中該控制器進一步配置以基於該圖案化光阻內所形成之一或更多特徵部來選擇該預定之配方。

【請求項3】 如請求項1所述之分配清洗溶液以減輕圖案化光阻之圖案崩塌的系統，其中該調整後緩解溶液包括一界面活性劑清洗溶液，其具有該一或更多緩解溶液成分。

【請求項4】 如請求項1所述之分配清洗溶液以減輕圖案化光阻之圖案崩塌的系統，其中該圖案化光阻包括極紫外光(EUV)光阻。

【請求項5】 如請求項4所述之分配清洗溶液以減輕圖案化光阻之圖案崩塌的系統，其中該EUV光阻係選自具有不同物理性質之複數EUV光阻。

【請求項6】 如請求項1所述之分配清洗溶液以減輕圖案化光阻之圖案崩塌的系統，更包括一基板固持件，位於該製程腔室內，以固持該微電子工件，該基板固持件為可旋轉，以促進該調整後緩解溶液之去除。

【請求項7】 如請求項1所述之分配清洗溶液以減輕圖案化光阻之圖案崩塌的系統，其中該調整後緩解溶液包括該緩解溶液內反應性成分之調整後含量或非反應性成分之調整後含量中的至少一者。

【請求項8】 如請求項1所述之分配清洗溶液以減輕圖案化光阻之圖案崩塌的系統，其中該調整後緩解溶液包括該緩解溶液之調整後pH位準。

【請求項9】 如請求項1所述之分配清洗溶液以減輕圖案化光阻之圖案崩塌的系統，其中該控制器更配置成引致以下操作：

首先分配去離子水(DIW)至該圖案化光阻上；以及

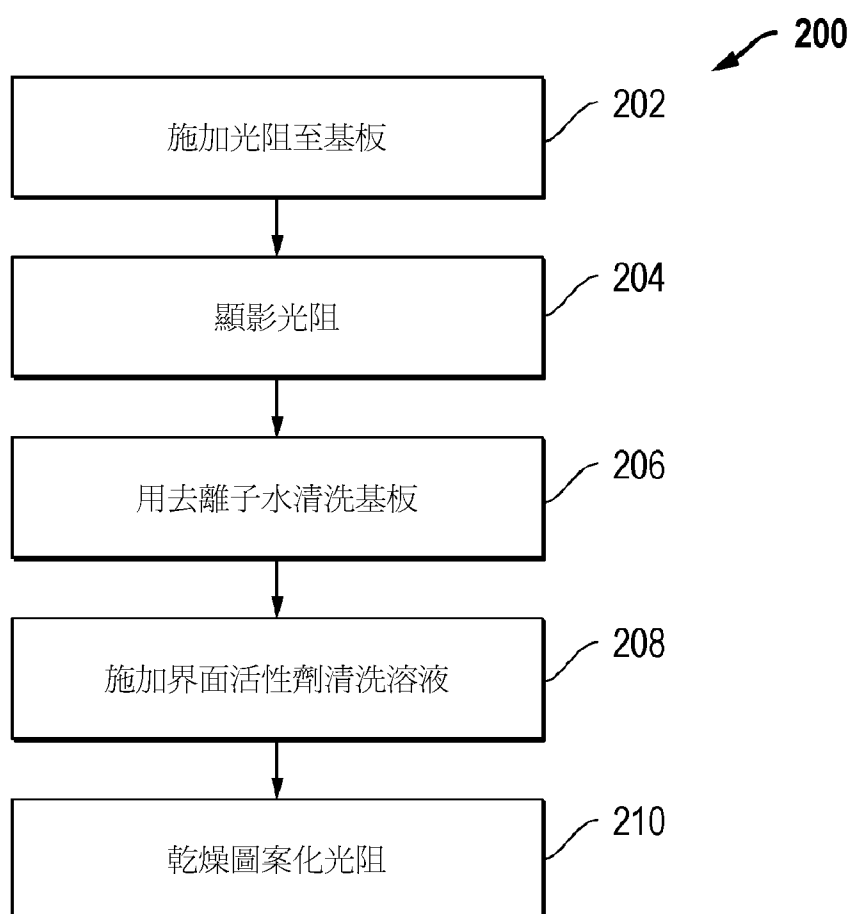
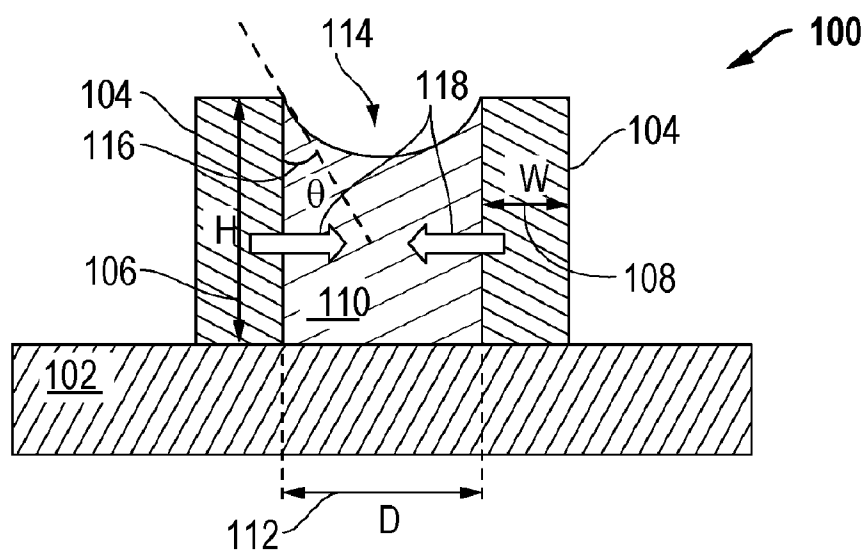
隨後分配該調整後緩解溶液至該圖案化光阻上。

【請求項10】 如請求項1所述之分配清洗溶液以減輕圖案化光阻之圖案崩塌的系統，其中該控制器更配置成引致以下操作：

首先分配去離子水(DIW)至該圖案化光阻上；

隨後分配該調整後緩解溶液至該圖案化光阻上，該調整後緩解溶液包括DIW作為該一或更多額外緩解溶液成分之其中一者；以及

進一步分配該緩解溶液至該圖案化光阻上。



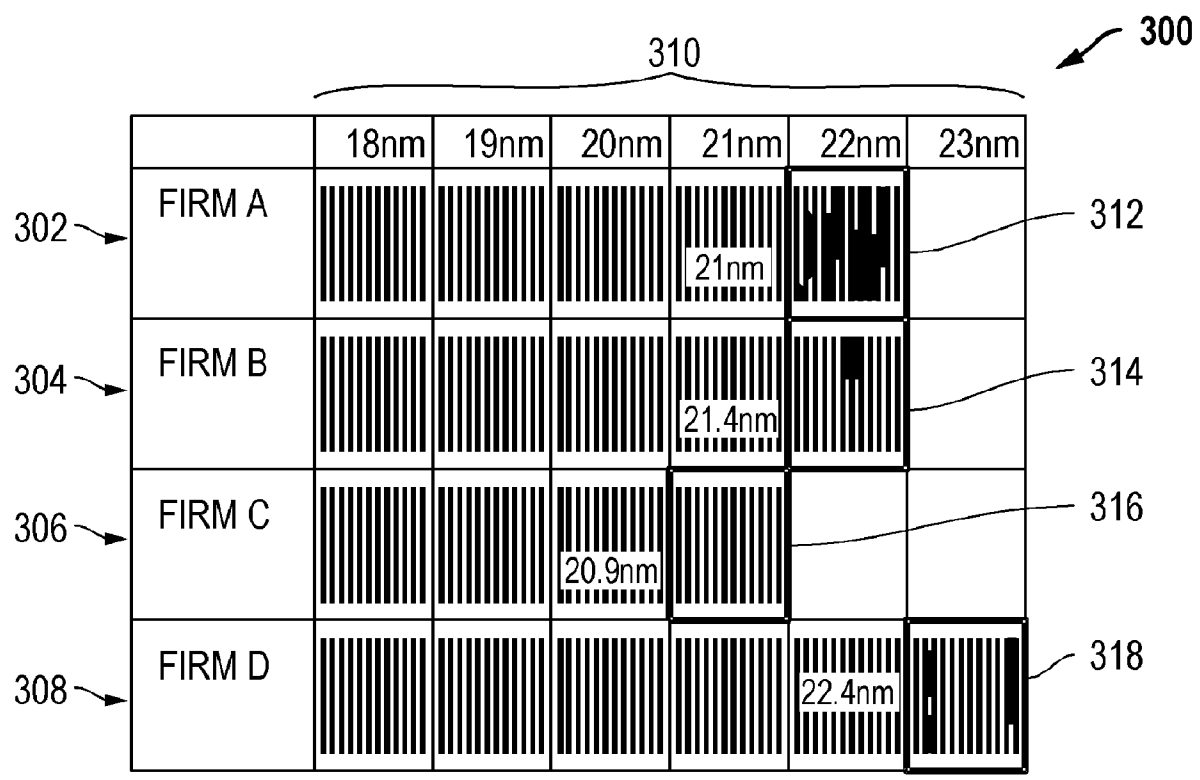


圖 3

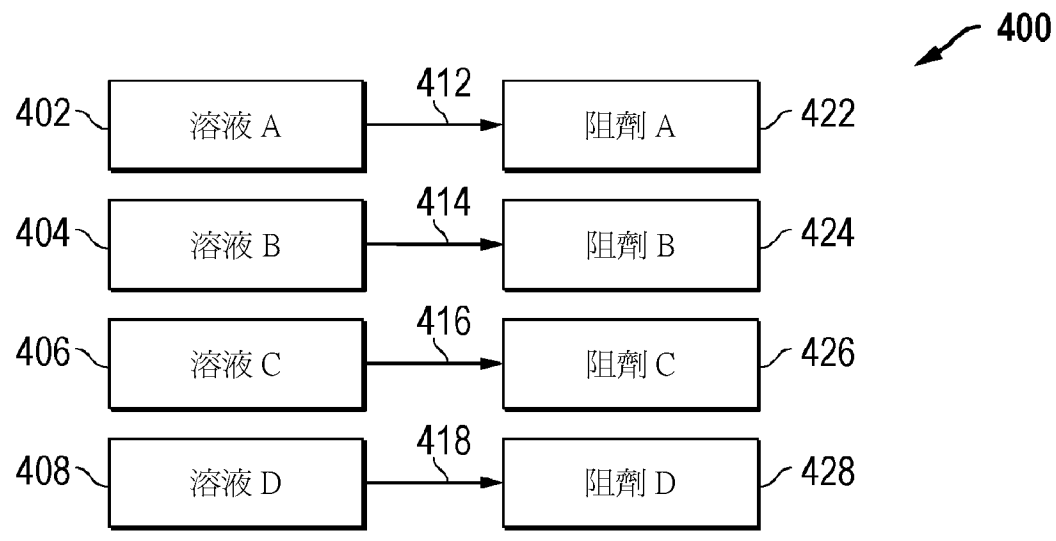


圖 4

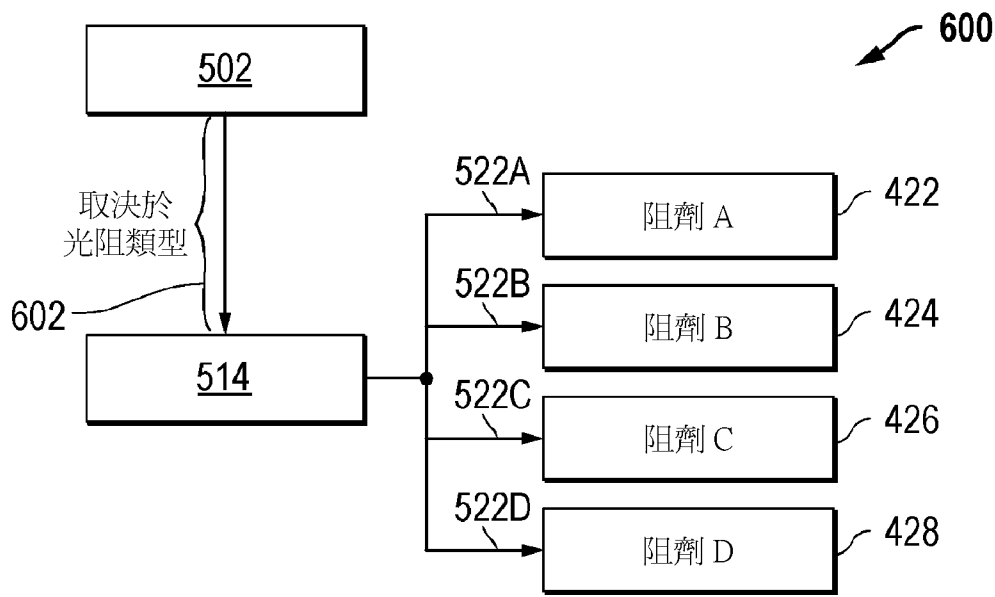


圖 6

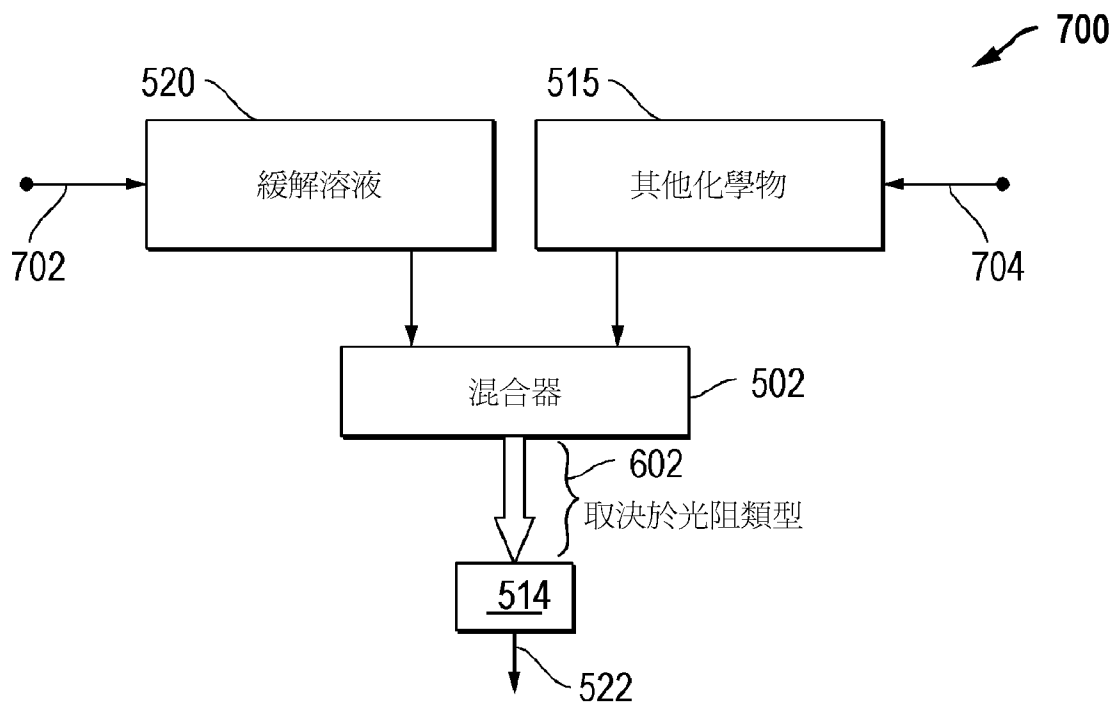


圖 7

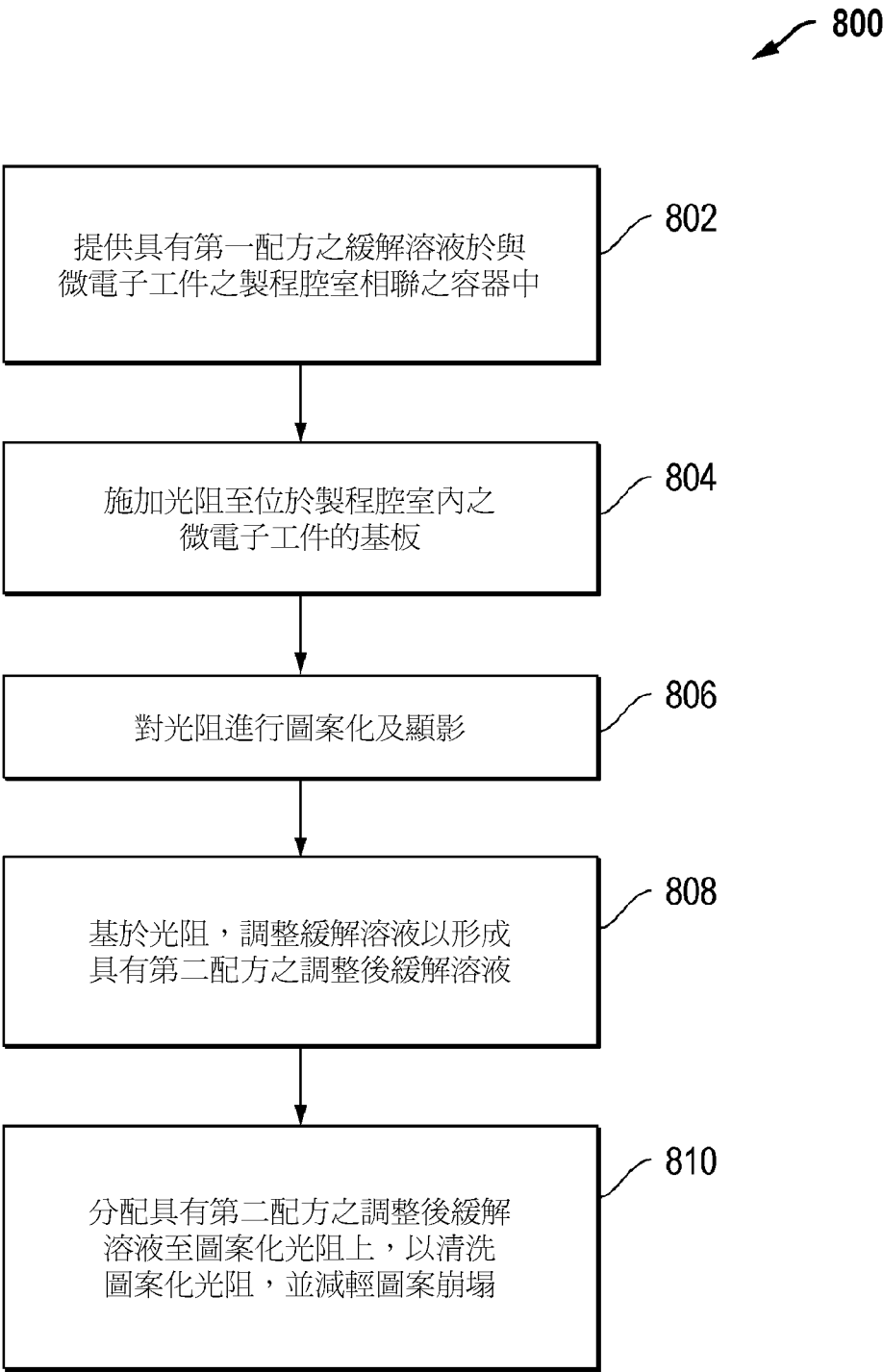


圖 8