



(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 I856167 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 09 月 21 日

(21)申請案號：109129085

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 08 月 26 日

(51)Int. Cl. : G03F7/30 (2006.01)

G03F7/40 (2006.01)

H01L21/027 (2006.01)

(30)優先權：2019/09/02 日本

2019-159472

(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：甲斐亜希子 KAI, AKIKO (JP) ; 一之宮博 ICHINOMIYA, HIROSHI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 201526075A

TW 201840764A

JP 2018-56553A

審查人員：呂燦

申請專利範圍項數：11 項 圖式數：9 共 55 頁

(54)名稱

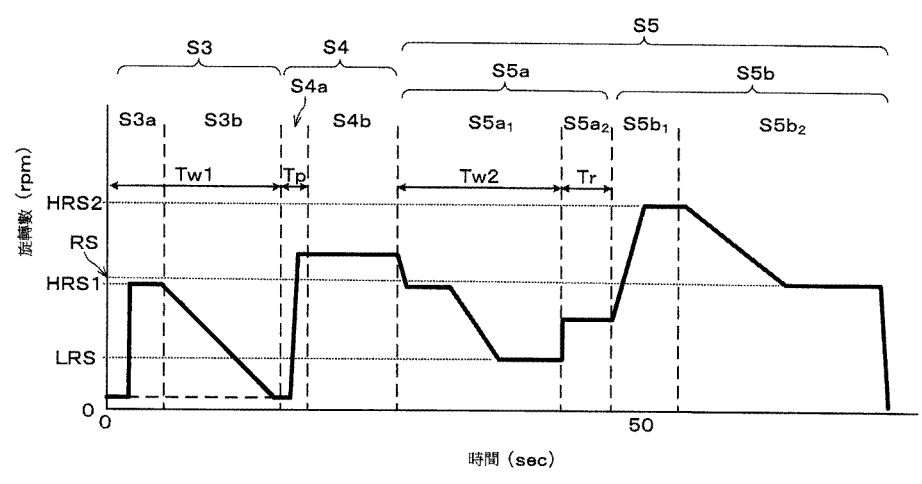
顯像處理方法及顯像處理裝置

(57)摘要

[課題]使形成了對於水的接觸角大之光阻膜的情況下之缺陷數降低。

[解決手段]一種對基板上之光阻膜進行顯像處理的顯像處理方法，該顯像處理方法，其特徵係，包含有：(A)將顯像液供給至前述基板且對前述光阻膜進行顯像而形成光阻圖案的工程；(B)將水系洗淨液供給至經顯像之前述基板且以該水系洗淨液來洗淨該基板的工程；(C)將水溶性聚合物之水溶液塗佈於經前述水系洗淨液洗淨過之前述基板，在前述基板之表面形成具有親水性之親水性層的工程；及(D)以沖洗液來洗淨形成有前述親水性層之基板的工程，前述(B)工程，係包含有：(a)使前述基板之旋轉數加速的工程；及(b)前述(a)工程後，直至前述(C)工程開始為止之期間，使前述基板之旋轉數減速的工程，前述(b)工程中之減速度小於前述(a)工程中之加速度。

指定代表圖：



【圖 4】



I856167

【發明摘要】**【中文發明名稱】**

顯像處理方法及顯像處理裝置

【中文】

[課題]使形成了對於水的接觸角大之光阻膜的情況下之缺陷數降低。

[解決手段]一種對基板上之光阻膜進行顯像處理的顯像處理方法，該顯像處理方法，其特徵係，包含有：(A)將顯像液供給至前述基板且對前述光阻膜進行顯像而形成光阻圖案的工程；(B)將水系洗淨液供給至經顯像之前述基板且以該水系洗淨液來洗淨該基板的工程；(C)將水溶性聚合物之水溶液塗佈於經前述水系洗淨液洗淨過之前述基板，在前述基板之表面形成具有親水性之親水性層的工程；及(D)以沖洗液來洗淨形成有前述親水性層之基板的工程，前述(B)工程，係包含有：(a)使前述基板之旋轉數加速的工程；及(b)前述(a)工程後，直至前述(C)工程開始為止之期間，使前述基板之旋轉數減速的工程，前述(b)工程中之減速度小於前述(a)工程中之加速度。

【指定代表圖】第(4)圖。

【代表圖之符號簡單說明】無

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

顯像處理方法及顯像處理裝置

【技術領域】

【0001】本揭示，係關於顯像處理方法及顯像處理裝置。

【先前技術】

【0002】在專利文獻1，係揭示有如下述內容：為了在形成線&空間之光阻圖案時防止圖案倒毀發生，從而在光阻圖案顯像時之沖洗工程中，使用2種以上的沖洗液。在專利文獻1所揭示之方法中，係將受到了顯像液之處理的光阻表面曝露於沖洗工程之前半工程中使用的沖洗液，促進該光阻表面之改質，並將後半工程使用之沖洗液與該光阻表面的接觸角調整成所期望者。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0003】

[專利文獻1]日本特開平5-29936號公報

【發明內容】

[本發明所欲解決之課題]

【0004】本揭示之技術，係使形成了對於沖洗液的接

觸角大之光阻膜的情況下之缺陷數降低。

[用以解決課題之手段]

【0005】 本揭示之一態樣，係一種對基板上之光阻膜進行顯像處理的顯像處理方法，該顯像處理方法，其特徵係，包含有：(A)將顯像液供給至前述基板且對前述光阻膜進行顯像而形成光阻圖案的工程；(B)將水系洗淨液供給至經顯像之前述基板且以該水系洗淨液來洗淨該基板的工程；(C)將水溶性聚合物之水溶液塗佈於經前述水系洗淨液洗淨過之前述基板，在前述基板之表面形成具有親水性之親水性層的工程；及(D)以沖洗液來洗淨形成有前述親水性層之基板的工程，前述(B)工程，係包含有：(a)使前述基板之旋轉數加速的工程；及(b)前述(a)工程後，直至前述(C)工程開始為止之期間，使前述基板之旋轉數減速的工程，前述(b)工程中之減速度小於前述(a)工程中之加速度。

[發明之效果]

【0006】 根據本揭示，可使形成對於沖洗液的接觸角大之光阻膜的情況下之缺陷數降低。

【圖式簡單說明】

【0007】

[圖1]表示第1實施形態之顯像處理裝置的構成之概略

的縱剖面圖。

[圖 2]表示第 1 實施形態之顯像處理裝置的構成之概略的橫剖面圖。

[圖 3]表示圖 1 的顯像處理裝置中之顯像處理之一例的流程圖。

[圖 4]表示洗淨工程以後的顯像處理中之各時間點之晶圓旋轉數的圖。

[圖 5]表示顯像處理時的晶圓之態樣的部分放大剖面圖。

[圖 6]表示顯像處理的後述乾燥工程中之晶圓之態樣的剖面圖。

[圖 7]用以說明第 1 實施形態之效果的圖。

[圖 8]表示第 2 實施形態之顯像處理裝置的構成之概略的橫剖面圖。

[圖 9]表示圖 8 的顯像處理裝置之顯像處理中之洗淨工程以後的各時間點之晶圓旋轉數的圖。

【實施方式】

【0008】在半導體元件等的製造程序之光微影工程中，係為了在半導體晶圓(以下，稱為「晶圓」。)上形成預定的光阻圖案，從而進行一連串處理。在上述一連串處理，係例如含有將光阻液供給至晶圓上而形成光阻膜的光阻塗佈處理、對光阻膜進行曝光的曝光處理、將顯像液供給至經曝光之光阻膜且進行顯像的顯像處理等。

【0009】在上述顯像處理中，係例如顯像液被供給至晶圓上，在晶圓表面上形成顯像液的液膜，晶圓被顯像。其後，純水等的洗淨液被供給至晶圓上，使晶圓高速旋轉而被洗淨。藉由該洗淨，去除顯像時被生成於晶圓上之顯像液中的溶解生成物。

【0010】然而，近年來，半導體元件之微細化因曝光技術等的進步而更進展，出現微細且高縱橫比的光阻圖案。在微細之光阻圖案或縱橫比高的光阻圖案中，係於上述顯像之際，當洗淨液殘留於晶圓上時產生問題。例如，在光阻圖案為線&空間圖案的情況下，係洗淨液殘存於圖案間時，因該殘留之洗淨液而發生所謂的圖案倒毀。

【0011】在專利文獻1，係如前述般，揭示有如下述內容：為了防止線&空間圖案之圖案倒毀的發生，從而在光阻圖案之顯像時，在藉由沖洗液進行洗淨的工程中，使用2種以上的沖洗液。在專利文獻1所揭示之方法中，係將受到了顯像液之處理的光阻表面曝露於沖洗工程之前半工程中使用的沖洗液，促進光阻表面之改質，並將後半工程使用之沖洗液與該光阻表面的接觸角調整成所期望者。

另外，殘留於圖案間之沖洗液所產生的應力 σ 亦即與藉由殘留於其間之洗淨液而產生於圖案之基板呈平行方向的力，係與光阻膜對沖洗液之接觸角 θ 及洗淨液的表面張力 γ 具有以下關係。

$$\sigma \propto \gamma \cos \theta \dots (\text{式 } 1)$$

【0012】然而，有時使用撥水性高之材料來作為光阻

膜的材料。

但是，專利文獻1之技術，係關於與作為沖洗液之水的接觸角為 0° 之光阻膜亦即撥水性低之光阻膜的技術。

又，即便使用撥水性高之光阻膜，當發展微細化時，於顯像之際，在沖洗液殘留於線&空間圖案的圖案間時亦發生圖案倒毀。

而且，當沖洗液殘留於圖案間亦即晶圓上時，則沖洗液所含有之溶解生成物亦殘留於晶圓上。殘留於晶圓上之溶解生成物，係造成缺陷的原因。因殘留於晶圓上之溶解生成物而引起的缺陷，係即便在光阻圖案為線&空間圖案以外的情況下(例如孔圖案或柱圖案的情況)亦為共通問題，又，無關於圖案之密集度，亦即無關於某一面積中之圖案的凹部及凸部之存在數而成為問題。

【0013】 因此，本揭示之技術，係降低使用了撥水性高之光阻膜的情況下之缺陷數，亦即使形成了對於沖洗液的接觸角大之光阻膜的情況下之缺陷數降低。

【0014】 以下，參閱圖面，說明關於本實施形態之顯像處理方法及顯像處理裝置。另外，在本說明書及圖面中，針對實質上具有相同機能構成之要素，係賦予相同符號而省略重複說明。

【0015】

(第1實施形態)

圖1及圖2，係表示第1實施形態之顯像處理裝置1的構成之概略的縱剖面圖及橫剖面圖。

【0016】顯像處理裝置1，係如圖1所示般，具有可密閉內部的處理容器10。在處理容器10之側面，係形成有作為基板之晶圓W的搬入搬出口(未圖示)。

【0017】在處理容器10內，係設置有保持晶圓W而使其繞垂直軸旋轉的旋轉夾盤20。旋轉夾盤20，係被構成為藉由作為旋轉機構之夾盤驅動部21(例如馬達等)，以各速度旋轉自如。又，在夾盤驅動部21，係設置有未圖示之汽缸等的升降驅動機構，旋轉夾盤20，係被構成為藉由升降驅動機構升降自如。

【0018】以包圍被保持於旋轉夾盤20的晶圓W之周圍的方式，設置罩杯22。罩杯22，係接取並回收從晶圓W飛散或落下的液體者。

【0019】如圖2所示般，在罩杯22之X方向負方向(圖2之下方方向)側，係形成有沿著Y方向(圖2之左右方向)延伸的軌道30A、30B。軌道30A、30B，係例如從罩杯22之Y方向負方向(圖2之左方向)側的外方形成至Y方向正方向(圖2之右方向)側的外方。軌道30A、30B，係安裝有分別對應的臂體31、32。

【0020】在第1臂體31，係支撐有供給顯像液的顯像液供給噴嘴33。第1臂體31，係藉由作為移動機構之噴嘴驅動部34，在軌道30A上移動自如。藉此，顯像液供給噴嘴33，係可從被設置於罩杯22之Y方向負方向側的外側之待機部35，移動至罩杯22內之晶圓W的中央部上方。又，第1臂體31，係藉由噴嘴驅動部34升降自如，可調節顯像

液供給噴嘴33的高度。作為顯像液，係例如使用氫氧化四甲基銨(TMAH)。

【0021】在第2臂體32，係支撐有DIW供給噴嘴36、水溶液供給噴嘴37、混合液供給噴嘴38、氣體供給噴嘴39。

第2臂體32，係藉由作為移動機構之噴嘴驅動部40，在軌道30B上移動自如。藉此，噴嘴36~39，係可從被設置於罩杯22之Y方向正方向側的外側之待機部41，移動至罩杯22內之晶圓W的中央部上方。又，第2臂體32，係藉由噴嘴驅動部40升降自如，可調節噴嘴36~39的高度。

【0022】DIW供給噴嘴36，係供給DIW(Deionized Water)。DIW，係使用來作為水系洗淨液或沖洗液。亦即，DIW供給噴嘴36，係作為洗淨液供給噴嘴或沖洗液供給噴嘴而發揮功能。

【0023】水溶液供給噴嘴37，係供給水溶性聚合物之水溶液。水溶性聚合物之水溶液，係用以減少藉由顯像液使光阻膜顯像而形成之光阻圖案對於水的接觸角。

【0024】水溶性聚合物之水溶液所含有的水溶性聚合物，係例如包含親水性基之單體的同元聚合物抑或共聚合體或具有親水性基的聚縮合物等。水溶性聚合物之具體例，可列舉出丙烯酸、甲基丙烯酸、氟丙烯酸、全氟烷基酸、乙烯醇、乙烯基吡咯烷酮、丙烯酸酯、甲基丙烯酸酯、聚乙烯醇(包含部分皂化產物)、聚丙烯酸、聚甲基丙烯酸、聚乙烯基甲基醚、聚乙烯吡咯烷酮、聚乙二醇、聚

乙烯醇縮醛(包含部分縮醛化物)、聚乙烯亞胺、聚環氧乙烷、苯乙烯-馬來酸酐共聚物、聚乙烯胺、聚丙烯胺、含噁唑啉基水溶性樹脂、水溶性三聚氰胺樹脂、水溶性尿素樹脂、醇酸樹脂或磺醯胺及該些所製成的鹽。又，亦可使用聚甘油來作為水溶性聚合物。該些水溶性聚合物，係亦可單獨使用，或亦可組合2種以上而使用。上述水溶液中之水溶性聚合物的濃度，係10%未滿為較佳，且5%未滿為更佳。

【0025】 在上述水溶液中，係亦可添加界面活性劑。界面活性劑之具體例，係可列舉出去水山梨醇單油酸酯、甘油 α -單油酸酯、聚乙二醇去水山梨醯脂肪酸酯、聚乙二醇直鏈烷基醚、聚乙二醇苯基醚直鏈烷基加成型、支鏈烷基加成型、乙炔二醇、陰離子系月桂酸鈉、硬脂酸鈉、油酸鈉、十二烷基硫酸鈉或十二烷基苯磺酸鈉等。該些界面活性劑，係亦可單獨使用，或亦可組合2種以上而使用。上述水溶液中之界面活性劑的濃度，係5%未滿為較佳。

【0026】 而且，上述水溶液，係酸性為較佳，具體而言，上述水溶液之pH值，係3~6為較佳。

【0027】 混合液供給噴嘴38，係供給混合了界面活性劑溶液與純水的混合液。上述混合液，係使用來作為沖洗液。亦即，混合液供給噴嘴38，係作為沖洗液供給噴嘴而發揮功能。由於使用來作為該沖洗液之混合液，係混合有界面活性劑，因此，對於晶圓W的接觸角小於水系沖洗液。熔融於界面活性劑溶液之界面活性劑的具體例，係與

上述相同。另外，在以下中，係有時將混合了界面活性劑溶液與純水之混合液稱為「含界面活性劑沖洗液」。

【0028】氣體供給噴嘴39，係供給氣體。具體而言，氣體供給噴嘴39，係在使晶圓W上的沖洗液乾燥之際，將氣體(例如N₂氣體)供給至該晶圓W。

【0029】在顯像液供給噴嘴33、DIW供給噴嘴36、水溶液供給噴嘴37及混合液供給噴嘴38，係連接有對各噴嘴供給所對應之液體的液供給機構100。液供給機構100，係在每一噴嘴具有壓送各液體的泵(未圖示)或切換各液體之供給及供給停止的供給閥(未圖示)等。

又，在氣體供給噴嘴39，係連接有對該噴嘴供給氣體的氣體供給機構110。氣體供給機構110，係具有切換氣體之供給及供給停止的供給閥(未圖示)等。

【0030】在以上顯像處理裝置1，係如圖1所示般，設置有控制部200。控制部200，係例如具備有CPU或記憶體等的電腦，且具有程式儲存部(未圖示)。在程式儲存部，係儲存有控制顯像處理裝置1中之各種處理的程式。又，在程式儲存部，係亦儲存有用以控制上述噴嘴驅動部34、40、液供給機構100、氣體供給機構110等且使後述顯像處理實現的程式。另外，上述程式，係亦可為被記錄於電腦可讀取的記憶媒體者，且亦可為從該記憶媒體安裝於控制部200者。程式之一部分或全部，係亦可由專用硬體(電路基板)來實現。

【0031】在此，使用圖3~圖5，說明關於顯像處理裝

置1中之顯像處理的一例。圖3，係表示顯像處理之一例的流程圖。圖4，係表示顯像處理中之各時間點的晶圓W之旋轉數(以下，稱為「晶圓旋轉數」。)的圖，且針對後述洗淨工程以後加以表示。圖5，係表示顯像處理時的晶圓W之態樣的部分放大剖面圖。圖6，係表示顯像處理的後述乾燥工程中之晶圓W之態樣的剖面圖。

另外，在以下說明中，在被搬入處理容器10內之晶圓W的表面，係形成有SiARC(Silicon-containing Anti-Reflective Coating)等的下層膜，在該下層膜上，係預先形成有光阻膜。又，假定對該光阻膜之曝光處理及其後的加熱處理已完成，並假定在上述曝光處理中進行了線&空間圖案形成用之曝光。另外，晶圓W之下層膜上所形成的光阻膜，係對於水的接觸角大。又，以下的各工程中之各液體的流量，係DIW為350ml/min、水溶性聚合物的水溶液及混合液為80ml/min。另外，DIW之流量，係只要為250~450ml/min即可，水溶性聚合物之水溶液及混合液的流量，係只要為50ml/min~100ml/min即可，且75-90ml/min為較佳。

【0032】

(步驟S1：顯像液覆液(paddle)形成工程)

在顯像處理中，係首先，如圖3所示般，在晶圓W整面形成顯像液覆液(步驟S1)。具體而言，係晶圓W被搬入處理容器10內，且被載置而吸附於旋轉夾盤20上。其次，顯像液供給噴嘴33朝晶圓W之上方移動，從該顯像液供給

噴嘴 33 帶狀地吐出顯像液，並使晶圓 W 例如旋轉 1 次，藉此，在晶圓 W 整面形成顯像液覆液。

【0033】

(步驟 S2：靜止顯像工程)

在形成顯像液覆液後，停止顯像液之供給，並進行使晶圓 W 靜止預先設定時間的靜止顯像(步驟 S2)。藉由該工程，進行晶圓 W 上之光阻膜的顯像，如圖 5(A)所示般，在晶圓 W 的下層膜 U 上形成光阻圖案 R。另外，在該靜止顯像期間，顯像液供給噴嘴 33，係退避至罩杯 22 外，取而代之，使 DIW 供給噴嘴 36 朝晶圓 W 的中央部上方移動。

【0034】

(步驟 S3：洗淨工程)

在靜止顯像後，使晶圓 W 旋轉，從 DIW 供給噴嘴 36 對該晶圓 W 供給作為水系洗淨液的 DIW，洗淨晶圓 W(步驟 S3)。藉由該工程，顯像液及溶解生成物被去除。又，如圖 5(A)及圖 5(B)所示般，光阻圖案 R 上之顯像液的膜 D 被 DIW 置換而成為形成有 DIW 之膜 E 的狀態，且維持液體所致之被覆狀態。該步驟 S3 之洗淨工程，係如圖 4 所示般，包含有以下的加速工程(步驟 S3a)與減速工程(步驟 S3b)。

【0035】

(步驟 S3a：加速工程)

在洗淨工程中，係首先，朝旋轉之晶圓 W 供給 DIW，並在該 DIW 之供給期間，使晶圓旋轉數加速至預先設定的旋轉數(步驟 S3a)。具體而言，如圖 4 所示般，在開始 DIW

之供給不久後，係使晶圓旋轉數維持於低旋轉數(例如 50~200rpm)，其後，加速至預先設定的高旋轉數 HRS1(例如 700rpm 以上 1800rpm 以下)。藉此，DIW 被面內均勻地擴散於晶圓 W 上。而且，在加速後，晶圓旋轉數，係在上述高旋轉數下，維持預先設定的時間。藉此，有效率地排出晶圓 W 上的顯像液或溶解生成物。另外，在本例中，加速工程中之加速度為固定。

【0036】

(步驟 S3b：減速工程)

步驟 S3a 之加速工程後，直至接續於步驟 S3 的洗淨工程之步驟 S4 的親水性層形成工程開始為止之期間，使晶圓旋轉數減速(步驟 S3b)。在減速工程之前的步驟 S3a 之加速工程中，係為了顯像液等的排出，從而需要高晶圓旋轉數。對此，在減速工程不久後之步驟 S4 的親水性層形成工程中，係如後述般，為了面內均勻地形成水溶性聚合物之水溶液的膜，從而需要親水性層形成工程之開始不久後的低晶圓旋轉數。因此，設置該減速工程，並在步驟 S3a 之加速工程結束後，減速至步驟 S4 的親水性層形成工程開始時之預先設定的低旋轉數(例如 50~200rpm)。另外，在本例中，減速工程中之減速度為固定。

又，步驟 S3b 的減速工程中之減速度被設成為比步驟 S3a 的加速工程中之加速度更小，具體而言，係被設成為 200rpm/s 以下。為了防止在晶圓 W 之周緣部產生未被 DIW 的膜 E 被覆之部分。

在減速工程結束時，係在停止來自DIW供給噴嘴36之DIW的供給後，使水溶液供給噴嘴37朝晶圓W的中央部上方移動。

【0037】

(步驟S4：親水性層形成工程)

洗淨工程後，對旋轉中之晶圓W塗佈水溶性聚合物的水溶液(以下，有時省略為「聚合物水溶液」)，在包含光阻圖案之表面的晶圓W之表面形成具有親水性的層(步驟S4)。該步驟S4之親水性層形成工程，係如圖4所示般，包含有水溶液供給工程(步驟S4a)與旋轉維持工程(步驟S4b)。

又，從步驟S3的洗淨工程中之停止DIW的供給起至該步驟S4的工程中之開始聚合物水溶液的供給為止之時間，係例如0.7秒以下。

【0038】

(步驟S4a：水溶液供給工程)

在親水性層形成工程中，係首先，從水溶液供給噴嘴37朝旋轉中之晶圓W供給聚合物水溶液，換言之，一面使聚合物水溶液供給至晶圓W，一面使該晶圓W旋轉。藉由該工程，光阻圖案R上之DIW的膜E被聚合物水溶液置換，如圖5(C)所示般，成為形成有聚合物水溶液之膜F的狀態。

在該工程中，在開始聚合物水溶液之供給不久後，係使晶圓旋轉數維持於低旋轉數(例如50~200rpm)，其後，

加速至預先設定的高旋轉數(例如1000~2000rpm)。藉此，聚合物水溶液被面內均勻地擴散於晶圓W上，從而面內均勻地形成該液體的膜。上述加速後，停止來自水溶液供給噴嘴37之聚合物水溶液的供給。

另外，步驟S3的洗淨工程中之DIW的供給時間 T_{w1} 比該水溶液供給工程中之聚合物水溶液的供給時間 T_p 長。

【0039】

(步驟S4b：旋轉維持工程)

步驟S4a之水溶液供給工程後，在不供給聚合物水溶液的狀態下，使晶圓旋轉預先設定的時間(步驟S4b)。藉由該工程，如圖5(D)所示般，在包含光阻圖案R之表面的晶圓W之表面形成親水性層F1。

在該工程中，晶圓旋轉數，係例如維持於步驟S4a的水溶液供給工程中之上述高旋轉數(例如1000~2000rpm)。因此，可防止晶圓周緣部之液膜被吸引至晶圓中央部而發生晶圓周緣部露出的拉回。

而且，旋轉維持工程之執行時間，係被設定為比步驟S4a之水溶液供給工程的執行時間長。又，旋轉維持工程之執行時間，係例如6秒以上。

另外，在旋轉維持工程期間，DIW供給噴嘴36朝晶圓W的中央部上方移動。

【0040】

(步驟S5：沖洗工程)

親水性層形成工程後，對旋轉中之晶圓W供給沖洗

液，洗淨晶圓W(步驟S5)。該步驟S5之沖洗工程，係如圖4所示般，包含有沖洗液供給工程(步驟S5a)與乾燥工程(步驟S5b)。而且，沖洗液供給工程包含有：第1沖洗液供給工程(步驟S5a1)；及第2沖洗液供給工程(步驟S5a2)，乾燥工程包含有：第1乾燥工程(步驟S5b1)；及第2乾燥工程(步驟S5b2)。

【0041】

(步驟S5a：沖洗液供給工程)

步驟S5a之沖洗液供給工程，係一面將沖洗液供給至形成有親水性層的晶圓W，一面使該晶圓W旋轉的工程。

【0042】

(步驟S5a1：第1沖洗液供給工程)

而且，在沖洗液供給工程之最初的工程即步驟S5a1的第1沖洗液供給工程中，係從DIW供給噴嘴36對旋轉中之晶圓W供給作為第1沖洗液的DIW(步驟S5a1)。藉由該工程，光阻圖案R上之聚合物水溶液被DIW置換，如圖5(E)所示般，成為形成有DIW之膜G的狀態。在該第1沖洗液供給工程中，係為了聚合物水溶液的排出等，從而需要高晶圓旋轉數。對此，在該工程不久後之步驟S5a2的第2沖洗液供給工程中，係為了面內均勻地形成含界面活性劑沖洗液的膜，從而需要第2沖洗液供給工程之開始不久後(亦即，開始含界面活性劑沖洗液之供給不久後)的低晶圓旋轉數。具體而言，係在第2沖洗液供給工程之開始不久後，需要將晶圓旋轉數設成為第1乾燥工程中之低於最高

旋轉數的旋轉數(500rpm以上1000rpm以下)。因此，第1沖洗液供給工程，係在晶圓旋轉數維持於預先設定之高旋轉數(例如1000~1500rpm)一預先設定的時間後被減速。具體而言，係晶圓旋轉數直至第1沖洗液供給工程結束為止被減速，且低於第1乾燥工程中之最高旋轉數HRS2，並被設成為第2沖洗液供給工程開始時之預先設定的低旋轉數LRS(500rpm以上1000rpm以下)。在該減速後，停止來自DIW供給噴嘴36之DIW的供給，以混合液供給噴嘴38代替該噴嘴36朝晶圓W的中央部上方移動。

另外，由於在該第1沖洗液供給工程中，係已在光阻圖案R之表面形成親水性層，因此，可使晶圓旋轉數之減速度大於步驟S3b的減速工程，亦即，急速地降低晶圓旋轉數。如此一來，使第2沖洗液供給工程中之晶圓旋轉數的減速度大於步驟S3b的減速工程，藉此，可縮短第1沖洗液供給工程所需的時間。

【0043】

(步驟S5a2：第2沖洗液供給工程)

第1沖洗液供給工程後，從混合液供給噴嘴38對旋轉中之晶圓W供給作為第2沖洗液的含界面活性劑沖洗液(步驟S5a2)。藉由該工程，光阻圖案R上之DIW的水溶液被含界面活性劑沖洗液置換，如圖5(F)所示般，成為形成有該沖洗液之膜H的狀態。在該工程中，晶圓W之旋轉數，係在開始含界面活性劑沖洗液之供給不久後，被設成為低旋轉數LRS(例如500rpm以上1000rpm以下)，其後，在被加速

至預先設定的高旋轉數(例如1000rpm)後，以該高旋轉數維持預先設定的時間。藉此，含界面活性劑沖洗液被面內均勻地擴散於晶圓W上，從而面內均勻地形成該沖洗液的膜。在形成上述膜後，停止來自混合液供給噴嘴38之供給，以氣體供給噴嘴39代替該噴嘴38朝晶圓W的中央部上方移動。

另外，第1沖洗液供給工程中之DIW的供給時間 T_{w2} 比該第2沖洗液供給工程中之含界面活性劑沖洗液的供給時間 T_r 長。

【0044】

(步驟S5b：乾燥工程)

步驟S5b之乾燥工程，係指「在步驟S5a之沖洗液供給工程後不供給沖洗液的狀態下，使晶圓旋轉」的工程。藉由該工程，使晶圓W上之沖洗液乾燥，如圖5(G)所示般，光阻圖案R露出。

【0045】

(步驟S5b₁：第1乾燥工程)

而且，在乾燥工程之最初的工程即步驟S5b₁的第1乾燥工程中，係如圖6(A)所示般，在晶圓W之中央部，以在上述沖洗液之膜形成凹部M的方式，一面供給氣體，一面加速晶圓旋轉數，使上述凹部M擴大。上述凹部M，係成為乾燥的起點。在該工程中，晶圓旋轉數，係例如被加速至該工程中之最高旋轉數HRS2，其後，維持於該最高旋轉數HRS2一預先設定的時間。上述最高旋轉數，係例如

700rpm以上1800rpm以下，更佳為800rpm以上1500rpm以下。又，在該工程中，晶圓旋轉數，係亦可以固定的加速度被加速至上述最高旋轉數HRS2，或亦可階段性地加速。

另外，第1乾燥工程結束時，停止氣體供給，氣體供給噴嘴39退避至罩杯22外。又，該工程中之氣體供給噴嘴39的位置，係固定在晶圓W的中央部上方。

【0046】

(步驟S5b₂：第2乾燥工程)

第1乾燥工程後，如圖6(B)所示般，因應於凹部M擴大，晶圓旋轉數被減速至預先設定的旋轉數RS(步驟S5b₂)。在該工程中，晶圓旋轉數，係例如被減速至600rpm以上之預先設定的旋轉數為較佳。上述預先設定之旋轉數，係較佳為1500rpm以下。減速後，晶圓旋轉數維持於該旋轉數RS一預先設定的時間，其後，停止晶圓W之旋轉。

另外，第2乾燥工程中之晶圓旋轉數的減速，係亦可以固定的減速度進行，或亦可階段性地進行。

【0047】步驟S5之沖洗工程後，晶圓W從處理容器10被搬出，顯像處理便結束。

【0048】如以上般，本實施形態之顯像處理方法，係包含有：將顯像液供給至晶圓W且對光阻膜進行顯像而形成光阻圖案的工程；將DIW供給至經顯像之晶圓且以DIW來洗淨晶圓W的工程；將聚合物水溶液塗佈於經DIW洗淨過的晶圓W，在晶圓W之表面形成具有親水性層的工程；

及以沖洗液來洗淨形成有親水性層之晶圓W的工程。根據該顯像處理方法，即便為在晶圓W形成了對於水的接觸角大之光阻膜的情況下，亦在晶圓W形成親水性層，且晶圓W對於水的接觸角降低。因此，在使晶圓旋轉而乾燥時不易產生沖洗液的液體碎裂，亦即，沖洗液不易殘留於晶圓W上。因此，不易產生因殘留於晶圓W上的沖洗液所致之圖案倒毀或因殘留的沖洗液所含有之溶解生成物而引起的缺陷。

【0049】在此，與本實施形態不同，假定不進行步驟S3b之減速工程，使步驟S4的親水性層形成工程開始時之晶圓旋轉數維持為高旋轉數。在該情況下，由於圖案表面為高接觸角等，因此，在步驟S4之親水性層形成工程中，聚合物水溶液不易在晶圓面內整個區域擴散，故由聚合物水溶液所形成之親水性層的形成狀態產生不均。對此，在本實施形態中，係進行步驟S3b之減速工程，並在步驟S4的親水性層形成工程開始時，使晶圓W的旋轉數從上述高旋轉數減速。因此，可將聚合物水溶液暫時蓄積於晶圓W之中央部，又，其後，使旋轉數上升，藉此，可使聚合物水溶液擴散於晶圓W的整面。因此，可使親水性層之形成狀態在晶圓面內成為均勻。

又，與本實施形態不同，假設使步驟S3b的減速工程中之減速度與步驟S3a的加速工程中之加速度相等。在該情況下，急遽之減速與DIW之表面張力會導致覆蓋至晶圓周緣部的DIW靠近晶圓中央側，並在晶圓周緣部產生未被

DIW被覆的部分。如此一來，在接續於DIW且步驟S4之親水性被膜形成工程中，當塗佈聚合物水溶液之際，該水溶液無法被充分擴散至晶圓周緣部而親水性層的形成狀態產生不均。對此，由於在本實施形態中，係將步驟S3b的減速工程中之減速度設成為小於步驟S3a的加速工程中之加速度，因此，在接續於DIW且塗佈聚合物水溶液之際，晶圓W整體被DIW被覆，故可使親水性層之形成狀態在晶圓面內成為均勻。

亦即，根據本實施形態，由於晶圓W上預先設成為被DIW均勻被覆的狀態，且對以低旋轉數而旋轉之晶圓W開始塗佈聚合物水溶液，因此，可在晶圓面內更均勻地形成親水性層，並抑制沖洗時的液體碎裂。其結果，可使缺陷降低。

而且，有鑑於DIW之被覆性，預先使步驟S3b的減速工程中之減速度減小，且與本實施形態不同，假設使步驟S3a的加速工程中之加速度與該減速度相等或更低。在該情況下，導致步驟S3的洗淨工程中之處理效率(溶解性生物之排出效率及從顯像液的膜置換成DIW之膜的效率)下降，且上述洗淨工程所需的時間變長。在本實施形態中，係由於步驟S3a的加速工程中之加速度大於步驟S3b的減速工程中之減速度，因此，可兼顧DIW之被覆狀態的維持與防止步驟S3的洗淨工程之時間的長期化。

【0050】又，在本實施形態中，係步驟S5b之乾燥工程，係包含有：第1乾燥工程，在晶圓W之中央部，以在

沖洗液之膜形成凹部的方式，一面供給氣體，一面加速晶圓旋轉數，使上述凹部擴大。又，步驟 S5b 之乾燥工程，係包含有：第 2 乾燥工程，一面維持氣體之供給，一面因應於凹部擴大，使晶圓旋轉數減速。藉由在晶圓 W 之中央部形成凹部的方式，減少離心力較小之晶圓 W 的中央部之沖洗液的量。又，由於在其後之藉由旋轉來排出沖洗液並使晶圓 W 乾燥時，凹部成為乾燥的起點，且容易施加有離心力且液體容易被排出，因此，可使液體殘留產生的風險降低。

又，在線 & 空間圖案的情況下，藉由形成上述凹部的方式，可在將線圖案夾於其間的空間之間，防止產生沖洗液的殘留者之較大的差。產生上述「較大的差」之狀態，係指例如如圖 7 所示般，如「在線 & 空間圖案之鄰接於某一線圖案 P1 的一側面之空間 P2 殘存有較多的沖洗液 L，且在鄰接於另一側面之空間 P3 完全不殘存沖洗液」般的狀態。當產生上述「在將線圖案夾於其間的空間之間之沖洗液的殘留者之較大的差」時，則作用於該線圖案之表面張力在該線圖案的一側面與另一側面產生較大的差，從而成為圖案倒毀的原因。根據本實施形態，如上述般，由於可防止產生上述沖洗液的殘留者之較大的差，因此，可防止產生上述表面張力之較大的差，並可防止圖案倒毀的發生。

而且，在本實施形態中，係由於凹部擴大至外側某一程度後，以使對於凹部與其外側之界面附近的圖案之離心

力不過大的方式，使旋轉數減速，因此，不易產生圖案倒毀。

另外，在供給氣體且形成凹部後，亦可在停止了氣體之供給的狀態下，使晶圓W旋轉而擴大凹部。

【0051】另外，第1乾燥工程及第2乾燥工程中之氣體的流量，係不大至足以引起「噴吹了氣體之部分的含界面活性劑沖洗液被噴吹而光阻圖案露出」為較佳。原因在於，當越露出則流量越高時，存在有「在上述凹部之界面附近產生上述沖洗液的殘留者之較大的差而容易產生圖案倒毀，又，因氣體本身之壓力而產生圖案倒毀」的風險。

【0052】又，在本實施形態中，第1乾燥工程中之晶圓W的最高旋轉數HRS2，係700rpm以上1800rpm以下。

本發明者們，係改變第1乾燥工程中之晶圓W之最高旋轉數HRS2的條件，並重覆進行顯像處理。在已進行之顯像處理中，其他處理條件，係設成為關於本實施形態的以上說明之範圍內的條件。根據本發明者們之檢討結果，在最高旋轉數未滿700rpm的情況下，係晶圓整體會產生較多缺陷，當超過1800rpm時，雖然晶圓中央部缺陷較少，但晶圓周緣部會產生較多缺陷。對此，在最高旋轉數為700rpm以上1800rpm以下的情況下，係至少在藉由氣體供給而凹部被形成於沖洗液的膜之晶圓W的中央部，缺陷較少。吾人認為，作為「在未滿700rpm的情況下，晶圓整體會產生較多缺陷」之理由，係由於晶圓旋轉數低，因此，作用於晶圓W上之沖洗液的離心力小且該沖洗液大多殘留

於晶圓上。又，吾人認為，作為「在超過了1800rpm的情況下，晶圓周緣部會產生較多缺陷」之理由，係在晶圓周緣部會產生沖洗液的液體碎裂，且該沖洗液殘留於晶圓周緣部上。

【0053】而且，在本實施形態中，係在第2乾燥工程中，使晶圓旋轉數從第1乾燥工程中之上述最高旋轉數減速至600rpm以上之預先設定的速度(以下，最終到達晶圓旋轉數)。

本發明者們，係為了檢討第2乾燥工程中之最終到達晶圓旋轉數的範圍，從而使上述最終到達晶圓旋轉數不同且重覆進行顯像處理。在已進行之顯像處理中，係將第1乾燥工程中之最高旋轉數設成為1800rpm，其他處理條件，係設成為關於本實施形態的以上說明之範圍內的條件。根據本發明者們之檢討結果，在第2乾燥工程中之最終到達晶圓旋轉數未滿600rpm的情況下，係晶圓整體會產生較多缺陷，當600rpm以上時，則缺陷較少。吾人認為原因在於，作為「在未滿600rpm的情況下，晶圓整體會產生較多缺陷」之理由，係在第2乾燥工程中，被形成於沖洗液的膜之凹部的邊界雖擴大至外側，但由於當晶圓旋轉數低時，作用於沖洗液之離心力小，因此，該沖洗液大多殘留於晶圓W上。

另外，在第2乾燥工程中，使晶圓旋轉數從第1乾燥工程中之最高旋轉數減速的理由，係原因在於當不減速的情況下，在晶圓周緣部會產生沖洗液的液體碎裂，且該沖洗

液殘留於晶圓周緣部上而成為缺陷。另外，第2乾燥工程中之最終到達晶圓旋轉數，係1500rpm以下為較佳。根據本發明者們之檢討結果，原因在於，當最終到達晶圓旋轉數超過1500rpm時，在晶圓外周部產生較多缺陷。

【0054】再者，本實施形態之顯像處理方法，係具有：第1沖洗液供給工程，一面將DIW供給至形成有親水性層之晶圓W，一面使晶圓W旋轉；及第2沖洗液供給工程，其後，一面將含界面活性劑沖洗液供給至晶圓，一面使晶圓W旋轉。而且，在第1沖洗液供給工程中，在以預先設定之旋轉數使晶圓W旋轉後，使晶圓W的旋轉數減速直至第1沖洗液工程結束為止，並設成為比第1乾燥工程中之最高旋轉數低的第2沖洗液供給工程開始時之預先設定的低旋轉數。藉此，可維持DIW之被覆狀態，切換成供給低表面張力的含界面活性劑沖洗液。

【0055】上述第2沖洗液供給工程開始時之預先設定的低旋轉數，係例如500rpm以上1000rpm以下。

本發明者們，係為了檢討第2沖洗液供給工程開始時之預先設定之低旋轉數的範圍，從而使上述低旋轉數不同且重覆進行顯像處理。在已進行之顯像處理中，其他處理條件，係設成為關於本實施形態的以上說明之範圍內的條件。但是，在第2沖洗液供給工程中，晶圓旋轉數，係設成為固定而不加速。根據本發明者們之檢討結果，只要第2沖洗液供給工程中之旋轉數為500~1000rpm，則缺陷較少。在未滿500rpm的情況下，雖產生較多缺陷，但吾人認

為其原因在於，由於晶圓旋轉數低，因此，含界面活性劑沖洗液未擴散於晶圓面內整體。又，在超過1000rpm的情況下，雖產生較多缺陷，但吾人認為其原因在於，由於晶圓旋轉數高，因此，在晶圓周緣部會產生沖洗液的液體碎裂，且該沖洗液殘留於晶圓周緣部上。

另外，第2沖洗液供給工程中之晶圓旋轉數，係始終1000rpm以下為較佳。根據本發明者們的評估，原因在於，在第2沖洗液擴散於晶圓W上之際，當晶圓旋轉數過大時，可觀察到因液體碎裂而造成被覆不良的情形，相對於此，只要為100rpm以下，則不存在成為其被覆不良的情形且可毫無問題地進行處理。

【0056】又，在本實施形態中，步驟S4之親水性層形成工程包含有：水溶液供給工程，一面將聚合物水溶液供給至經DIW洗淨過的晶圓W，一面使該晶圓W旋轉；及旋轉維持工程，其後，在不供給聚合物水溶液的狀態下，使晶圓W旋轉。

在形成親水性層之際，當將聚合物水溶液之供給設成為長時間時，則水溶性聚合物之絕對量變多，且存在有該水溶性聚合物殘存為殘渣的風險。但是，當停止水溶性聚合物之供給並停止直至晶圓W旋轉時，則導致產生拉回而有損聚合物水溶液所致之被覆的面內均勻性。對此，在本實施形態中，係由於停止聚合物水溶液之供給後，亦持續晶圓W的旋轉，因此，可使上述殘渣之風險降低，又，可防止拉回的發生並在晶圓面內均勻地形成親水性層。

而且，雖存在有為了提高洗淨性而大多將含界面活性劑沖洗液調整成酸性，且聚合物水溶液與此配合地亦被調整成酸性的情形，但在該情況下，當持續供給聚合物水溶液時，則亦有圖案變細之進行的擔憂。如本實施形態般，亦可藉由停止聚合物水溶液之供給的方式，防止該圖案變細。

【0057】又，在本實施形態中，係步驟S3的洗淨工程中之DIW的供給時間 T_{w1} 比步驟S4a的水溶液供給工程中之聚合物水溶液的供給時間 T_p 長。步驟S3的洗淨工程中之DIW，係使用於排出顯像液或溶解生成物，但吾人亦考慮以聚合物水溶液來進行上述排出的方法。但是，在該情況下，聚合物水溶液之供給變得過多，從而存在有產生與前述相同之殘渣的風險或聚合物水溶液為酸性時之圖案變細的情形。對此，在本實施形態中，係由於延長DIW之供給時間 T_{w1} 且以DIW進行上述排出，因此，無需延長聚合物水溶液之供給時間 T_p 且不會增加上述之殘渣的風險等。又，為了下一工程，藉由延長DIW之供給時間的方式，可由與其他液體之反應性低之DIW的液膜來被覆晶圓整體。

【0058】另外，在本實施形態中，係第1沖洗液供給工程中之DIW的供給時間 T_{w2} 比該第2沖洗液供給工程中之含界面活性劑沖洗液的供給時間 T_r 長。當含界面活性劑沖洗液之供給時間 T_r 較長時，則該沖洗液之供給變得過多，從而在該沖洗液為酸性的情況下，存在有產生圖案變細的情形。根據本實施形態，可防止該圖案變細。

【0059】又，在本實施形態中，從步驟S3的洗淨工程中之DIW的供給停止起至步驟S4的親水性層形成工程中之聚合物水溶液的供給開始為止之時間(以下，有時稱為「切換成水溶液的時間」)，係被設成為0.7秒以下。

而且，從第1沖洗液供給工程中之DIW的供給停止起至第2沖洗液供給工程中之含界面活性劑沖洗液的供給開始為止之時間(以下，稱為「沖洗液切換時間」)亦設成為0.7秒以下為較佳。

本發明者們，係為了檢討上述沖洗液切換時間的範圍，從而使上述沖洗液切換時間不同且重覆進行顯像處理。在已進行之顯像處理中，其他處理條件，係設成為關於本實施形態的以上說明之範圍內的條件。根據本發明者們之檢討結果，只要上述沖洗液切換時間為0.7秒以下，則缺陷較少。在超過0.7秒的情況下，雖晶圓周緣部會產生較多缺陷，但吾人認為其原因在於，由於上述沖洗液切換時間長，因此，晶圓周緣部之DIW乾燥且含界面活性劑沖洗液未擴散至晶圓周緣部。

該沖洗液切換時間之檢討結果，係亦可應用於上述切換成水溶液的時間。這是因為「無論在沖洗液之切換或水溶液之切換的情況下，切換前所使用之液體共通為DIW，且切換後之晶圓W的旋轉數相同」之緣故。

【0060】又，在本實施形態中，步驟S3的洗淨工程之步驟S3a的加速工程中之晶圓W的最高旋轉數，係700rpm以上1800rpm以下。

本發明者們，係為了檢討步驟 S3a 的加速工程中之晶圓 W 的最高旋轉數之範圍，從而使上述最高旋轉數不同且重覆進行顯像處理。在已進行之顯像處理中，其他處理條件，係設成為關於本實施形態的以上說明之範圍內的條件。根據本發明者們之檢討結果，只要加速工程中之最高旋轉數為 700rpm 以上 1800rpm 以下，則缺陷較少。在未滿 700rpm 的情況下，雖產生較多缺陷，但吾人認為其原因在於，由於晶圓旋轉數低，因此，作用於 DIW 等的離心力小且溶解生成物未被排出。又，在超過 1800rpm 的情況下，雖產生較多缺陷，但吾人認為其原因在於，由於晶圓旋轉數高，因此，在晶圓周緣部會產生未被 DIW 被覆的部分而無法面內均勻地形成親水性層。

【0061】

(第 2 實施形態)

圖 8，係表示第 2 實施形態之顯像處理裝置 1a 的構成之概略的橫剖面圖。

圖 8 之顯像處理裝置 1a，係省略圖 2 等的第 1 實施形態之顯像處理裝置 1 的混合液供給噴嘴 38 者。在第 1 實施形態之顯像處理裝置 1 中，雖係使用 DIW 與含界面活性劑沖洗液的 2 種類作為沖洗液，但在顯像處理裝置 1a 中，係僅使用 DIW 的 1 種類作為沖洗液。

【0062】接著，使用圖 9，說明關於顯像處理裝置 1a 中之顯像處理的一例。圖 9，係表示洗淨工程以後的顯像處理中之各時間點之晶圓旋轉數的圖。

另外，以下，係僅說明顯像處理裝置 1a 之顯像處理中，與圖 2 等的顯像處理裝置 1 中之顯像處理不同的部分，具體而言，係僅說明沖洗工程。

【0063】在顯像處理裝置 1a 之顯像處理中，係在依序進行前述步驟 S1 的顯像液覆液形成工程、步驟 S2 的靜止顯像工程、步驟 S3 的洗淨工程及步驟 S4 的親水性層形成工程後，進行以下的沖洗工程(步驟 S10)。

【0064】

(步驟 S10：沖洗工程)

在步驟 S10 之沖洗工程中，係在步驟 S4 的親水性層形成工程後，對旋轉中之晶圓 W 供給沖洗液，洗淨晶圓 W。該沖洗工程，係如圖 9 所示般，包含有：沖洗液供給工程(步驟 S10a)；及乾燥工程(步驟 S10b)。而且，乾燥工程包含有：第 1 乾燥工程(步驟 S10b₁)；及第 2 乾燥工程(步驟 S10b₂)。

【0065】

(步驟 S10a：沖洗液供給工程)

步驟 S10a 之沖洗液供給工程，係一面將沖洗液供給至形成有親水性層的晶圓 W，一面使該晶圓 W 旋轉的工程。具體而言，係從 DIW 供給噴嘴 36 對旋轉中之晶圓 W 供給作為沖洗液的 DIW。在該工程中，晶圓旋轉數，係例如被維持於與步驟 S4b 之旋轉維持工程相同的旋轉數(例如 1000~2000rpm)。在從沖洗液供給開始起經過預先設定的時間後，停止來自 DIW 供給噴嘴 36 之沖洗液的供給，以氣體供

給噴嘴39代替該噴嘴36朝晶圓W的中央部上方移動。

【0066】

(步驟S10b：乾燥工程)

步驟S10b之乾燥工程，係指「在步驟S10a之沖洗液供給工程後不供給沖洗液的狀態下，使晶圓旋轉」的工程。藉由該工程，使晶圓W上之沖洗液乾燥。

【0067】

(步驟S10b₁：第1乾燥工程)

而且，在乾燥工程之最初的工程即步驟S10b₁的第1乾燥工程中，係與前述步驟S5b₁之第1乾燥工程相同地，在晶圓W之中央部，以在DIW之膜形成凹部的方式，一面供給氣體，一面加速晶圓旋轉數，使上述凹部擴大(步驟S10b₁)。在該工程中，晶圓旋轉數，係例如從沖洗液供給工程中之晶圓旋轉數(例如1000~2000rpm)加速，被設成為該工程中之最高旋轉數HRS2(例如1500rpm以上)，其後，維持於該最高旋轉數HRS2一預先設定的時間。另外，在該工程中，晶圓旋轉數，係亦可以固定的加速度被加速至上述最高旋轉數HRS2，或亦可階段性地加速。

另外，第1乾燥工程結束時，停止氣體供給，氣體供給噴嘴39退避至罩杯22外。又，該工程中之氣體供給噴嘴39的位置，係固定在晶圓W的中央部上方。

【0068】

(步驟S10b₂：第2乾燥工程)

第1乾燥工程後，與前述步驟S5b₂之第2乾燥工程相同

地，因應被形成於晶圓W上的DIW之膜的上述凹部擴大，使晶圓旋轉數減速至預先設定的旋轉數RS(步驟S10b₂)。在該工程中，晶圓旋轉數，係例如被減速至800以上1800rpm以下為較佳，且被減速至800rpm以上1500rpm以下為更佳。減速後，晶圓旋轉數維持於該旋轉數RS一預先設定的時間，其後，停止晶圓W之旋轉。

另外，第2乾燥工程中之晶圓旋轉數的減速，係亦可以固定的減速度進行，或亦可階段性地進行。

【0069】 在本實施形態中，係雖不進行含界面活性劑沖洗液之供給，但與第1實施形態相同地，即便為在晶圓W形成了對於水的接觸角大之光阻膜的情況下，亦在晶圓W形成親水性層，且晶圓W對於水的接觸角降低。因此，即便在本實施形態中，亦在使晶圓旋轉而乾燥時不易產生沖洗液的液體碎裂，且不易產生缺陷。

又，即便在本實施形態中，由於亦進行步驟S3b之減速工程，並將該工程的減速度設成為小於步驟S3a的加速工程中之加速度，因此，可在晶圓面內更均勻地形成親水性層，並抑制沖洗時的液體碎裂。其結果，可使缺陷降低。

【0070】 又，在本實施形態中，係進行與步驟S5b的乾燥工程相同之步驟S10的乾燥工程。因此，可使量較多之沖洗液殘留部產生的風險降低，而且，在光阻圖案為線&空間圖案的情況下，可防止圖案倒毀的發生。再者，在本實施形態中，係由於凹部擴大至外側某一程度後，以使

對於凹部與其外側之界面附近的圖案之力不過大的方式，使旋轉數減速，因此，不易產生圖案倒毀。

【0071】在以上說明中，光阻圖案，係設成為線&空間圖案。但是，以上實施形態，係亦可應用於孔圖案等的其他光阻圖案。

【0072】又，以上，係採用了靜止顯像方式作為顯像方式，該靜止顯像方式，係在形成顯像液之覆液後，停止顯像液的供給及晶圓W的旋轉。本揭示之技術，係亦可應用於「一面使晶圓W旋轉，一面持續供給顯像液」的旋轉顯像方式(亦稱為無覆液顯像)。

【0073】另外，在以上說明中，係使用了DIW作為水系洗淨液或第1沖洗液亦即水系沖洗液。但是，亦可使用純水作為水系洗淨液或水系沖洗液，又，亦可使用純水中稍微添加有其他物質者，且只要是以水作為主成分者(例如，水之含有率為50質量%以上)即可。

【0074】本次所揭示之實施形態，係在所有方面皆為例示，吾人應瞭解該等例示並非用以限制本發明。上述之實施形態，係亦可在不脫離添附之申請專利範圍及其主旨的情況下，以各種形態進行省略、置換、變更。

【0075】另外，如以下般之構成亦屬於本揭示的技術範圍。

【0076】(1)一種對基板上之光阻膜進行顯像處理的顯像處理方法，該顯像處理方法，其特徵係，包含有：

(A)將顯像液供給至前述基板且對前述光阻膜進行顯

像而形成光阻圖案的工程；

(B)將水系洗淨液供給至經顯像之前述基板且以該水系洗淨液來洗淨該基板的工程；

(C)將水溶性聚合物之水溶液塗佈於經前述水系洗淨液洗淨過的前述基板，在前述基板之表面形成具有親水性之親水性層的工程；及

(D)以沖洗液來洗淨形成有前述親水性層之基板的工程，

前述(B)工程，係包含有：

(a)使前述基板之旋轉數加速的工程；及

(b)前述(a)工程後，直至前述(C)工程開始為止之期間，使前述基板之旋轉數減速的工程，

前述(b)工程中之減速度小於前述(a)工程中之加速度。

根據前述(1)，即便為在基板形成了對於水的接觸角大之光阻膜的情況下，亦在使基板旋轉且排出沖洗液而乾燥之際，不易產生沖洗液的液體碎裂，亦即，沖洗液不易殘留於基板上。因此，不易產生因殘留於基板上之沖洗液而引起的缺陷。

又，可在基板面內更均勻地形成親水性層，並可抑制沖洗時的液體碎裂。其結果，可使缺陷降低。

【0077】(2)如前述(1)之顯像處理方法，其中，

前述(D)工程，係包含有：

(c)一面使前述沖洗液供給至形成有前述親水性層之基

板，一面使該基板旋轉的工程；及

(d)前述(c)工程後，在不供給前述沖洗液的狀態下，使前述基板旋轉而乾燥的工程，

前述(d)工程，係包含有：

(m)在基板上中央處，以在前述沖洗液之膜形成凹部的方式，一面供給氣體，一面使前述基板之旋轉數加速而擴大前述凹部的工程；及

(n)前述(m)工程後，因應前述凹部擴大，使前述基板之旋轉數減速的工程。

根據前述(2)，可使量較多之沖洗液殘留部產生的風險降低，而且，在光阻圖案為線&空間圖案的情況下，可防止圖案倒毀的發生。再者，根據前述(2)，由於凹部擴大至外側某一程度後，以使對於凹部與其外側之界面附近的圖案之力不過大的方式，使旋轉數減速，因此，不易產生圖案倒毀。

【0078】(3)如前述(2)之顯像處理方法，其中，

前述(m)工程之前述基板的最高旋轉數，係700rpm以上1800rpm以下，

前述(n)工程，係使前述基板的旋轉數從前述(m)之前述基板的最高旋轉數減速至600rpm以上之預先設定的旋轉數。

【0079】(4)如前述(2)或(3)之顯像處理方法，其中，

前述(D)工程之前述(c)工程，係包含有：

(x)一面使水系沖洗液供給至形成有前述親水性層之

基板，一面使該基板旋轉的工程；及

(y)前述(x)工程後，一面將含界面活性劑沖洗液供給至前述基板，一面使該基板旋轉的工程，

在前述(x)工程中，在以預先設定之旋轉數使前述基板旋轉後，使前述基板的旋轉數減速直至該(x)工程結束為止，並設成為比前述(m)工程中之最高旋轉數低的前述(y)工程開始時的旋轉數。

根據前述(4)，可維持水系沖洗液之被覆狀態，切換成供給低表面張力的含界面活性劑沖洗液。

【0080】(5)如前述(1)~(4)中任一項之顯像處理方法，其中，

前述(C)工程，係包含有：

(e)一面使前述水溶性聚合物之水溶液供給至經前述水系洗淨液洗淨過的前述基板，一面使該基板旋轉的工程；及

(f)前述(e)工程後，在不供給前述水溶性聚合物之水溶液的狀態下，使前述基板旋轉的工程。

根據前述(5)，可使水溶性聚合物殘留為殘渣之風險降低，又，可防止拉回的發生並在基板面內均勻地形成親水性層。而且，可防止水溶性聚合物之水溶液被調整為酸性時之圖案變細。

【0081】(6)如前述(1)~(5)中任一項之顯像處理方法，其中，

前述(B)工程中之前述水系洗淨液的供給時間，係比

前述(C)工程中之前述水溶性聚合物之水溶液之供給時間長。

根據前述(6)，不會增加水溶性聚合物殘留為殘渣的風險或產生水溶性聚合物之水溶液為酸性時之圖案變細的風險。又，為了下一工程，藉由延長水系洗淨液之供給時間的方式，可由與其他液體之反應性低之水系洗淨液的液膜來被覆基板整體。

【0082】(7)如前述(1)~(6)中任一項之顯像處理方法，其中，

前述(B)工程中之停止前述水系洗淨液的供給起至前述(C)工程中之開始前述水溶性聚合物之水溶液的供給為止之時間，係0.7秒以下。

【0083】(8)如前述(1)~(7)中任一項之顯像處理方法，其中，

前述(B)工程的前述(a)工程中之前述基板的最高旋轉數，係700rpm以上1800rpm以下。

【0084】(9)一種對基板上之光阻膜進行顯像處理的顯像處理裝置，該顯像處理裝置，其特徵係，具有：

基板保持部，保持前述基板；

旋轉機構，使前述基板保持部旋轉；

顯像液供給噴嘴，將顯像液供給至前述基板保持部所保持的前述基板；

水系洗淨液供給噴嘴，將水系洗淨液供給至前述基板保持部所保持的前述基板；

水溶液供給噴嘴，將水溶性聚合物之水溶液供給至前述基板保持部所保持的前述基板；

沖洗液供給噴嘴，將沖洗液供給至前述基板保持部所保持的前述基板；

移動機構，使前述顯像液供給噴嘴、前述水系洗淨液供給噴嘴、前述水溶液供給噴嘴及前述沖洗液供給噴嘴移動；及

控制部，被構成為進行「前述旋轉機構、來自前述顯像液供給噴嘴之供給、來自前述水系洗淨液供給噴嘴之供給、來自前述水溶液供給噴嘴之供給、來自前述沖洗液供給噴嘴之供給及前述移動機構」的控制，

前述控制部，係執行：

(A)將顯像液供給至前述基板且對前述光阻膜進行顯像而形成光阻圖案的工程；

(B)將水系洗淨液供給至經顯像之前述基板且以該水系洗淨液來洗淨該基板的工程；

(C)將水溶性聚合物之水溶液塗佈於經前述水系洗淨液洗淨過的前述基板，在前述基板之表面形成具有親水性之親水性層的工程；及

(D)以沖洗液來洗淨形成有前述親水性層之基板的工程，

在前述(B)工程中，執行：

(a)使前述基板之旋轉數加速的工程；及

(b)前述(a)工程後，直至前述(C)工程開始為止之期

間，使前述基板之旋轉數減速的工程，

並被構成為以使前述(b)工程中之減速度小於前述(a)工程中之加速度的方式，進行控制。

【0085】(10)如前述(9)之顯像處理裝置，其中，具有：

氣體供給噴嘴，將氣體供給至前述基板保持部所保持的前述基板；

前述移動機構，係使前述氣體供給噴嘴移動，

前述控制部，係被構成為控制來自前述氣體供給噴嘴之供給，並被構成為以下述方式進行控制，

在前述(D)工程中，執行：

(c)一面使前述沖洗液供給至形成有前述親水性層之基板，一面使該基板旋轉的工程；及

(d)前述(c)工程後，在不供給前述沖洗液的狀態下，使前述基板旋轉而乾燥的工程，

在前述(d)工程中，執行：

(m)在基板上中央處，以在前述沖洗液之膜形成凹部的方式，一面供給氣體，一面使前述基板之旋轉數加速而擴大前述凹部的工程；及

(n)前述(m)工程後，因應前述凹部擴大，使前述基板之旋轉數減速的工程。

【0086】(11)如前述(10)之顯像處理裝置，其中，具有：

前述控制部，係被構成為在前述(D)工程之前述(c)工

程中，執行：

(x)一面使水系沖洗液供給至形成有前述親水性層之基板，一面使該基板旋轉的工程；及

(y)前述(x)工程後，一面將含界面活性劑沖洗液供給至前述基板，一面使該基板旋轉的工程，

在前述(x)工程中，在以預先設定之旋轉數使前述基板旋轉後，以使前述基板的旋轉數減速直至該(x)工程結束為止，並成為比前述(m)工程中之最高旋轉數低的前述(y)工程開始時之旋轉數的方式，進行控制。

【符號說明】

【0087】

1,1a:顯像處理裝置

20:旋轉夾盤

21:夾盤驅動部

33:顯像液供給噴嘴

36:DIW供給噴嘴

37:水溶液供給噴嘴

38:混合液供給噴嘴

40:噴嘴驅動部

200:控制部

F1:親水性層

R:光阻圖案

W:晶圓

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】一種顯像處理方法，係對基板上之光阻膜進行顯像處理，該顯像處理方法，其特徵係，包含有：

(A)將顯像液供給至前述基板且對前述光阻膜進行顯像而形成光阻圖案的工程；

(B)將水系洗淨液供給至經顯像之前述基板且以該水系洗淨液來洗淨該基板的工程；

(C)將水溶性聚合物之水溶液塗佈於經前述水系洗淨液洗淨過之前述基板，在前述基板之表面形成具有親水性之親水性層的工程；及

(D)以沖洗液來洗淨形成有前述親水性層之基板的工程，

前述(B)工程，係包含有：

(a)使前述基板之旋轉數加速的工程；及

(b)前述(a)工程後，直至前述(C)工程開始為止之期間，使前述基板之旋轉數減速的工程，

前述(b)工程中之減速度小於前述(a)工程中之加速度，

前述(D)工程，係包含有：

(c)一面使前述沖洗液供給至形成有前述親水性層之基板，一面使該基板旋轉的工程；及

(d)前述(c)工程後，在不供給前述沖洗液的狀態下，使前述基板旋轉而乾燥的工程，

前述(d)工程，係包含有：

(m)在基板上中央處，以在前述沖洗液之膜形成凹部的方式，一面供給氣體，一面使前述基板之旋轉數加速而擴大前述凹部的工程；及

(n)前述(m)工程後，因應前述凹部擴大，使前述基板之旋轉數減速的工程。

【請求項2】如請求項1之顯像處理方法，其中，
前述(m)工程中之前述基板的最高旋轉數，係700rpm以上1800rpm以下，

前述(n)工程，係使前述基板的旋轉數從前述(m)之前述基板的最高旋轉數減速至600rpm以上之預先設定的旋轉數。

【請求項3】如請求項1之顯像處理方法，其中，
前述(D)工程之前述(c)工程，係包含有：

(x)一面使水系沖洗液供給至形成有前述親水性層之基板，一面使該基板旋轉的工程；及

(y)前述(x)工程後，一面將含界面活性劑沖洗液供給至前述基板，一面使該基板旋轉的工程，

在前述(x)工程中，在以預先設定之旋轉數使前述基板旋轉後，使前述基板的旋轉數減速直至該(x)工程結束為止，並設成為比前述(m)工程中之最高旋轉數低的前述(y)工程開始時的旋轉數。

【請求項4】一種顯像處理方法，係對基板上之光阻膜進行顯像處理，該顯像處理方法，其特徵係，包含有：

(A)將顯像液供給至前述基板且對前述光阻膜進行顯

像而形成光阻圖案的工程；

(B)將水系洗淨液供給至經顯像之前述基板且以該水系洗淨液來洗淨該基板的工程；

(C)將水溶性聚合物之水溶液塗佈於經前述水系洗淨液洗淨過之前述基板，在前述基板之表面形成具有親水性之親水性層的工程；及

(D)以沖洗液來洗淨形成有前述親水性層之基板的工程，

前述(B)工程，係包含有：

(a)使前述基板之旋轉數加速的工程；及

(b)前述(a)工程後，直至前述(C)工程開始為止之期間，使前述基板之旋轉數減速的工程，

前述(b)工程中之減速度小於前述(a)工程中之加速度，

前述(D)工程之前述(c)工程，係包含有：

(x)一面使水系沖洗液供給至形成有前述親水性層之基板，一面使該基板旋轉的工程；及

(y)前述(x)工程後，一面將含界面活性劑沖洗液供給至前述基板，一面使該基板旋轉的工程，

在前述(x)工程中，在以預先設定之旋轉數使前述基板旋轉後，使前述基板的旋轉數減速直至該(x)工程結束為止，並設成為比前述(m)工程中之最高旋轉數低的前述(y)工程開始時的旋轉數。

【請求項5】如請求項1~4中任一項之顯像處理方法，

其中，

前述(C)工程，係包含有：

(e)一面使前述水溶性聚合物之水溶液供給至經前述水系洗淨液洗淨過的前述基板，一面使該基板旋轉的工程；及

(f)前述(e)工程後，在不供給前述水溶性聚合物之水溶液的狀態下，使前述基板旋轉的工程。

【請求項6】如請求項1~4中任一項之顯像處理方法，其中，

前述(B)工程中之前述水系洗淨液的供給時間，係比前述(C)工程中之前述水溶性聚合物的水溶液之供給時間長。

【請求項7】如請求項1~4中任一項之顯像處理方法，其中，

前述(B)工程中之停止前述水系洗淨液的供給起至前述(C)工程中之開始前述水溶性聚合物之水溶液的供給為止之時間，係0.7秒以下。

【請求項8】如請求項1~4中任一項之顯像處理方法，其中，

前述(B)工程的前述(a)工程中之前述基板的最高旋轉數，係700rpm以上1800rpm以下。

【請求項9】一種顯像處理裝置，係對基板上之光阻膜進行顯像處理，該顯像處理裝置，其特徵係，具有：

基板保持部，保持前述基板；

旋轉機構，使前述基板保持部旋轉；

顯像液供給噴嘴，將顯像液供給至前述基板保持部所保持的前述基板；

水系洗淨液供給噴嘴，將水系洗淨液供給至前述基板保持部所保持的前述基板；

水溶液供給噴嘴，將水溶性聚合物之水溶液供給至前述基板保持部所保持的前述基板；

沖洗液供給噴嘴，將沖洗液供給至前述基板保持部所保持的前述基板；

移動機構，使前述顯像液供給噴嘴、前述水系洗淨液供給噴嘴、前述水溶液供給噴嘴及前述沖洗液供給噴嘴移動；及

控制部，被構成為進行「前述旋轉機構、來自前述顯像液供給噴嘴之供給、來自前述水系洗淨液供給噴嘴之供給、來自前述水溶液供給噴嘴之供給、來自前述沖洗液供給噴嘴之供給及前述移動機構」的控制，

前述控制部，係執行：

(A)將顯像液供給至前述基板且對前述光阻膜進行顯像而形成光阻圖案的工程；

(B)將水系洗淨液供給至經顯像之前述基板且以該水系洗淨液來洗淨該基板的工程；

(C)將水溶性聚合物之水溶液塗佈於經前述水系洗淨液洗淨過的前述基板，在前述基板之表面形成具有親水性之親水性層的工程；及

(D)以沖洗液來洗淨形成有前述親水性層之基板的工程，

在前述(B)工程中，執行：

(a)使前述基板之旋轉數加速的工程；及

(b)前述(a)工程後，直至前述(C)工程開始為止之期間，使前述基板之旋轉數減速的工程，

並被構成為以使前述(b)工程中之減速度小於前述(a)工程中之加速度的方式，進行控制，

前述(D)工程，係包含有：

(c)一面使前述沖洗液供給至形成有前述親水性層之基板，一面使該基板旋轉的工程；及

(d)前述(c)工程後，在不供給前述沖洗液的狀態下，使前述基板旋轉而乾燥的工程，

前述(d)工程，係包含有：

(m)在基板上中央處，以在前述沖洗液之膜形成凹部的方式，一面供給氣體，一面使前述基板之旋轉數加速而擴大前述凹部的工程；及

(n)前述(m)工程後，因應前述凹部擴大，使前述基板之旋轉數減速的工程。

【請求項10】如請求項9之顯像處理裝置，其中，具有：

氣體供給噴嘴，將氣體供給至前述基板保持部所保持的前述基板；

前述移動機構，係使前述氣體供給噴嘴移動，

前述控制部，係被構成為控制來自前述氣體供給噴嘴之供給，並被構成為以下述方式進行控制，

在前述(D)工程中，執行：

(c)一面使前述沖洗液供給至形成有前述親水性層之基板，一面使該基板旋轉的工程；及

(d)前述(c)工程後，在不供給前述沖洗液的狀態下，使前述基板旋轉而乾燥的工程，

在前述(d)工程中，執行：

(m)在基板上中央處，以在前述沖洗液之膜形成凹部的方式，一面供給氣體，一面使前述基板之旋轉數加速而擴大前述凹部的工程；及

(n)前述(m)工程後，因應前述凹部擴大，使前述基板之旋轉數減速的工程。

【請求項11】如請求項10之顯像處理裝置，其中，前述控制部，係被構成為：

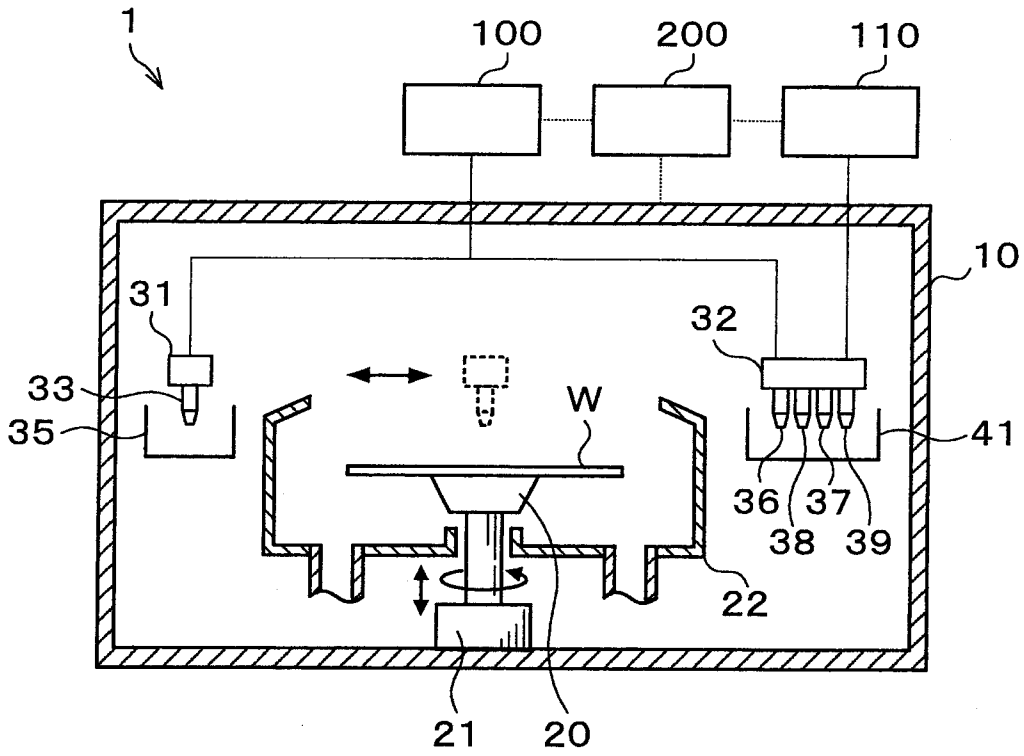
在前述(D)工程之前述(c)工程中，執行：

(x)一面使水系沖洗液供給至形成有前述親水性層之基板，一面使該基板旋轉的工程；及

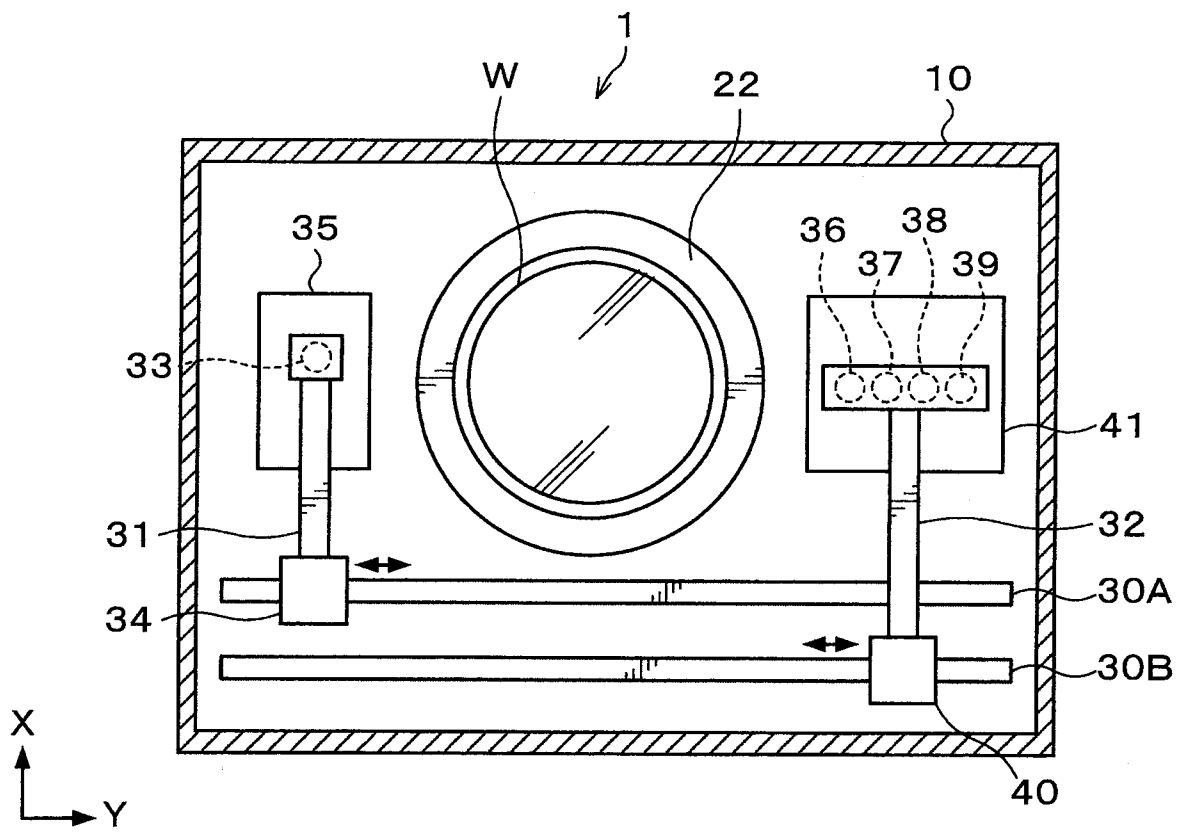
(y)前述(x)工程後，一面將含界面活性劑沖洗液供給至前述基板，一面使該基板旋轉的工程，

在前述(x)工程中，在以預先設定之旋轉數使前述基板旋轉後，以使前述基板的旋轉數減速直至該(x)工程結束為止，並成為比前述(m)工程中之最高旋轉數低的前述(y)工程開始時之旋轉數的方式，進行控制。

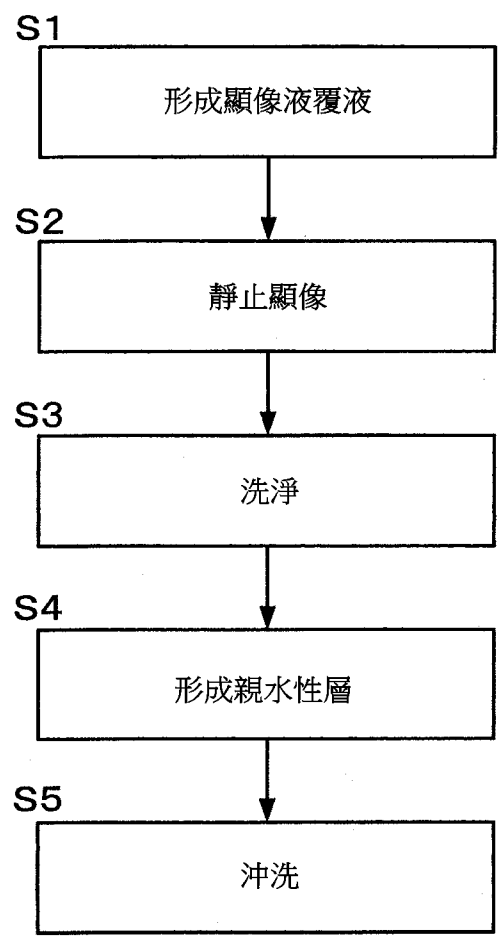
【發明圖式】



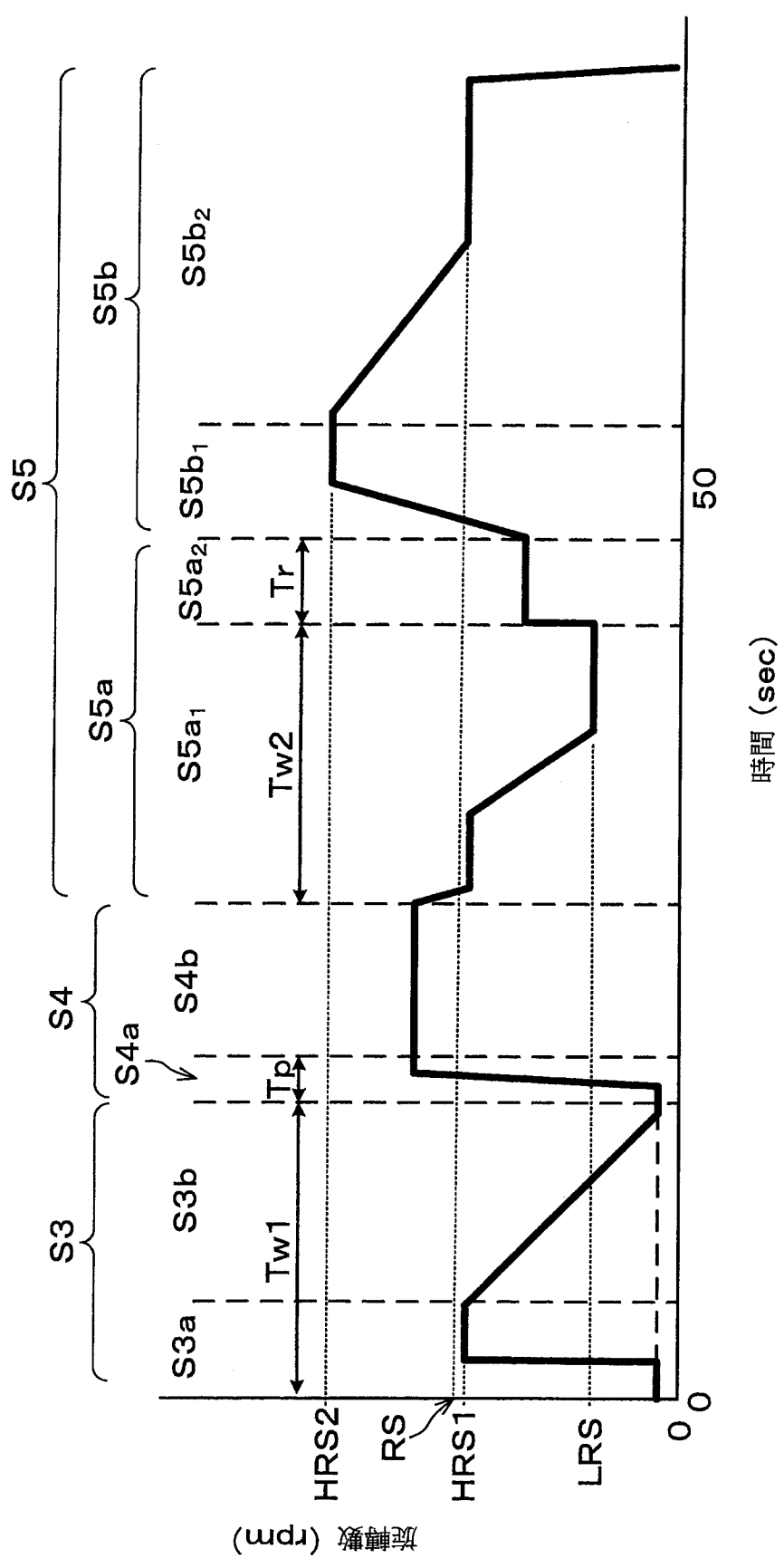
【圖 1】



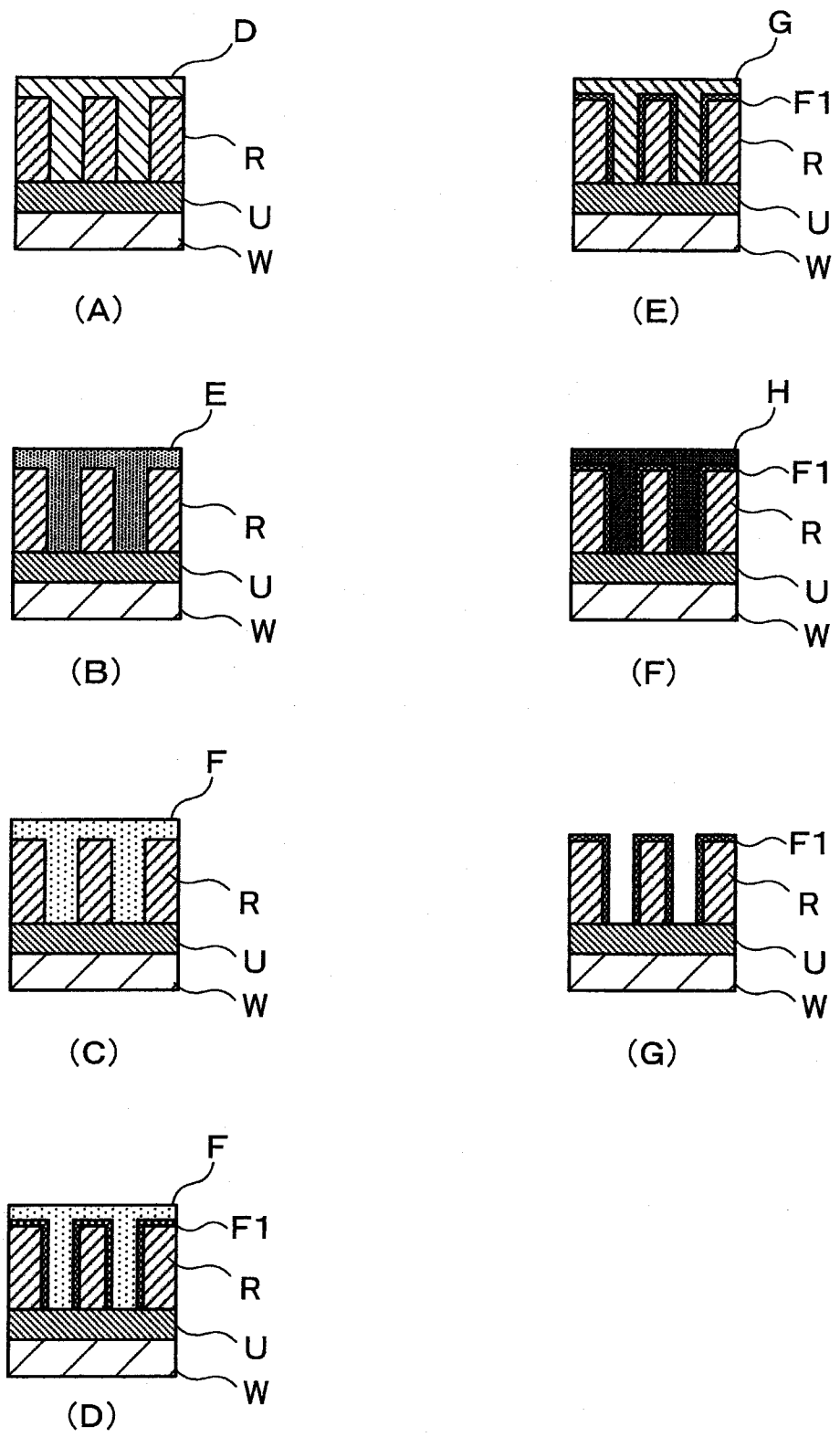
【圖 2】



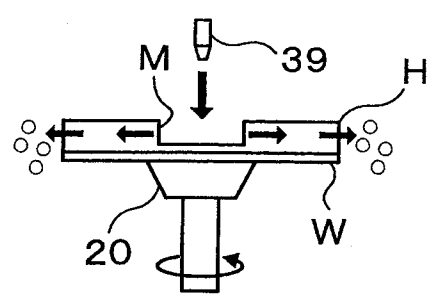
【圖 3】



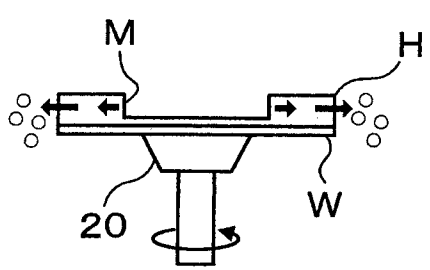
【圖 4】



【圖 5】

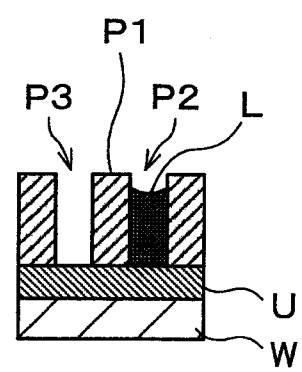


(A)

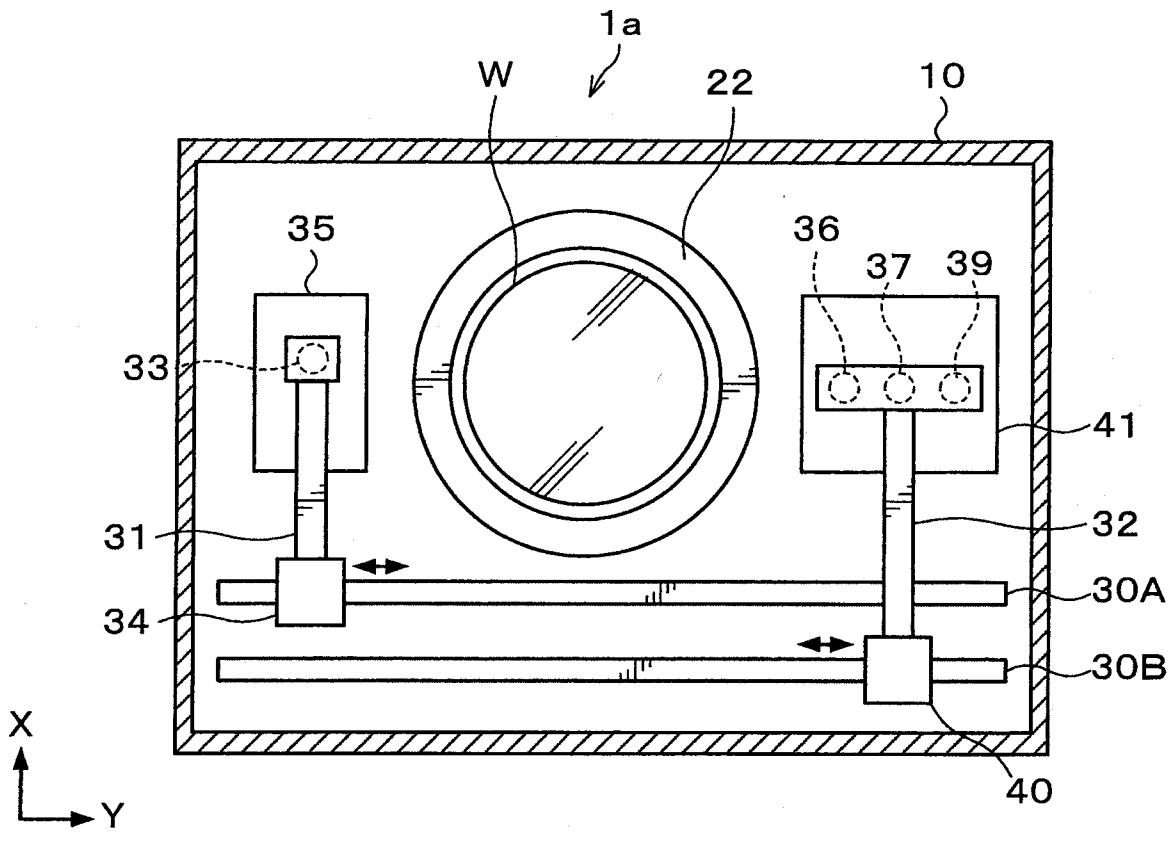


(B)

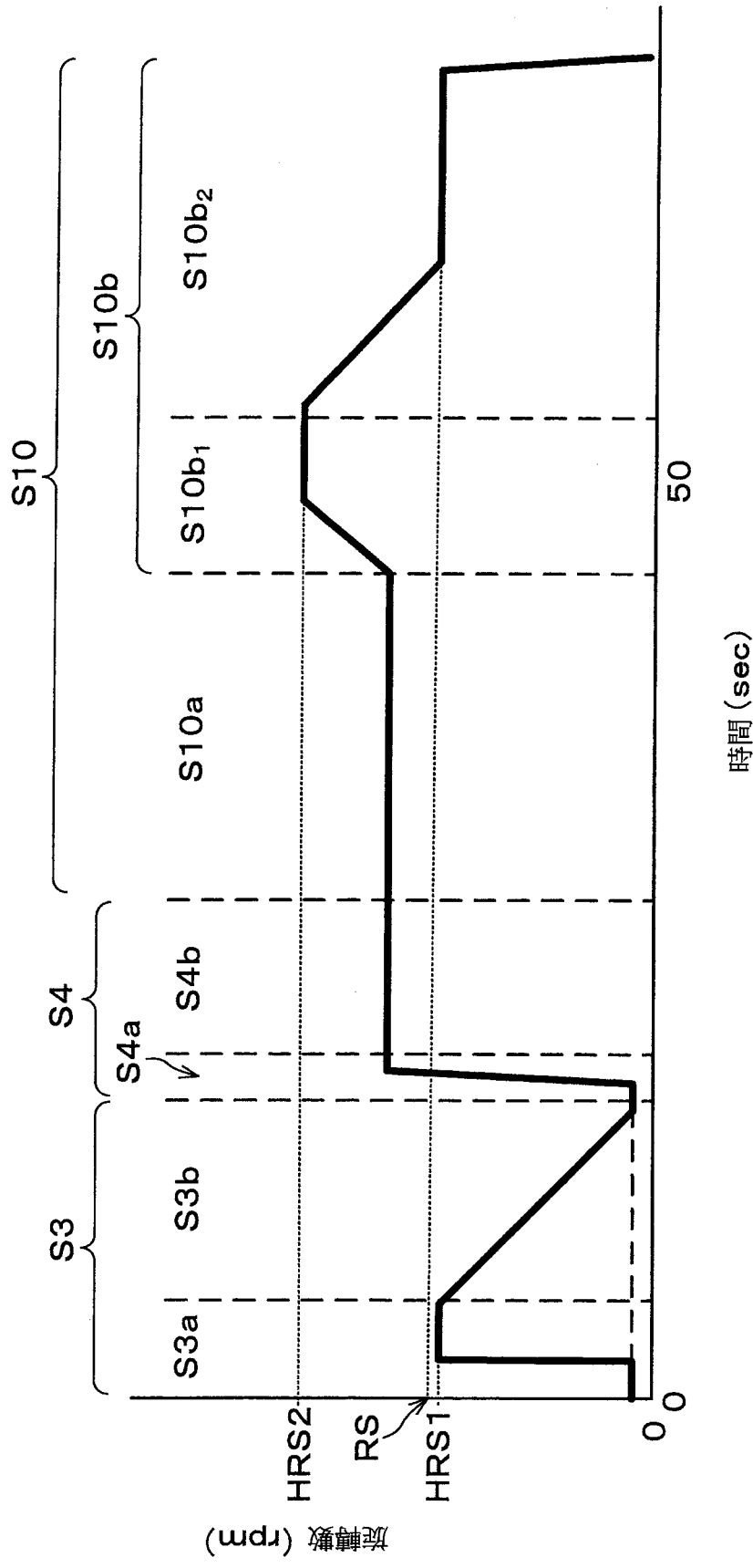
【圖 6】



【圖 7】



【圖 8】



【圖9】