

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5584241号
(P5584241)

(45) 発行日 平成26年9月3日(2014.9.3)

(24) 登録日 平成26年7月25日(2014.7.25)

(51) Int.Cl. F I
 H O 1 L 21/027 (2006.01) H O 1 L 21/30 5 O 2 D
 B 2 9 C 59/02 (2006.01) H O 1 L 21/30 5 O 3 G
 B 2 9 C 59/02 Z

請求項の数 6 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2012-40209 (P2012-40209)	(73) 特許権者	000003078 株式会社東芝
(22) 出願日	平成24年2月27日(2012.2.27)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(65) 公開番号	特開2013-175656 (P2013-175656A)	(74) 代理人	100108062 弁理士 日向寺 雅彦
(43) 公開日	平成25年9月5日(2013.9.5)	(72) 発明者	幡野 正之 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
審査請求日	平成26年2月12日(2014.2.12)	(72) 発明者	徳江 寛 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
		審査官	佐野 浩樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体製造装置及び半導体デバイスの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

半導体を含む基板がセットされる基板ステージと、
 凹凸状のパターンが転写面に設けられたテンプレートを着脱可能に保持し、転写材が塗布された前記基板の主面に前記転写面を接触させ、前記転写材を硬化させることにより前記主面に前記パターンを転写させる転写部と、

前記パターンを転写させる前の前記基板の前記主面上の異物の個数に関する情報を入手し、前記転写部により前記パターンが転写される複数の基板の、前記異物の前記個数を加算し、前記異物の前記個数の加算値が上限値未満のときに前記転写部に前記パターンの転写を実施させ、前記加算値が前記上限値に達したときに前記転写部に前記パターンの転写を実施させない制御部と、

前記主面上の前記異物を検知し、前記異物の個数に関する情報として前記制御部に供給する異物検知部と、

を備え、

前記制御部は、前記加算値が前記上限値に達したときに、前記テンプレートに向けて紫外線を照射する光源を含み前記テンプレートの洗浄を行う洗浄部に、洗浄の実行を指示する半導体製造装置。

【請求項2】

半導体を含む基板がセットされる基板ステージと、

凹凸状のパターンが転写面に設けられたテンプレートを着脱可能に保持し、転写材が塗

布された前記基板の主面に前記転写面を接触させ、前記転写材を硬化させることにより前記主面に前記パターンを転写させる転写部と、

前記パターンを転写させる前の前記基板の前記主面上の異物の個数に関する情報を入手し、前記転写部により前記パターンが転写される複数の基板の、前記異物の前記個数を加算し、前記異物の前記個数の加算値が上限値未満のときに前記転写部に前記パターンの転写を実施させ、前記加算値が前記上限値に達したときに前記転写部に前記パターンの転写を実施させない制御部と、

を備えた半導体製造装置。

【請求項 3】

前記制御部は、前記加算値が前記上限値に達したときに、前記テンプレートの洗浄を行う洗浄部に、洗浄の実行を指示する請求項 2 記載の半導体製造装置。

10

【請求項 4】

前記主面上の前記異物を検知し、前記異物の個数に関する情報として前記制御部に供給する異物検知部を、さらに備えた請求項 2 または 3 に記載の半導体製造装置。

【請求項 5】

前記洗浄部は、前記テンプレートに向けて紫外線を照射する光源を含む請求項 2 ~ 4 のいずれか 1 つに記載の半導体製造装置。

【請求項 6】

基板ステージに半導体を含む基板をセットする工程と、

前記パターンを転写させる前の前記基板の主面上の異物の個数に関する情報を入手する工程と、

20

前記パターンが転写される複数の基板の前記異物の前記個数を加算する工程と、

前記異物の前記個数の加算値が上限値に達したか否かを判定し、前記上限値未満のときに、転写材が塗布された前記基板の前記主面に、凹凸状のパターンが設けられたテンプレートの転写面を接触させ、前記転写材を硬化させることにより前記主面に前記パターンを転写させる処理を実施し、前記加算値が前記上限値に達したときに前記パターンを転写させる処理を実施しない工程と、

を備えた半導体デバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明の実施形態は、半導体製造装置及び半導体デバイスの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

ナノインプリント技術を用いて半導体デバイスを製造する半導体製造装置において、半導体基板上の異物が、テンプレートの凹凸パターンに詰まることがある。テンプレートに詰まった異物は、形成するパターンの精度を低下させる。このため、テンプレートの洗浄が、一定の処理回数毎に行われる。しかしながら、異物は、不規則に現れる。一定の処理回数毎に洗浄を行う場合では、まだ使用可能なテンプレートを無駄に洗浄してしまうことがある。無駄な洗浄は、半導体製造装置の処理効率を低下させる。反対に、異物が高頻度に発生した場合に、パターンの精度が低下した状態のテンプレートを使い続けてしまうこともある。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2011 - 17914 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明の実施形態は、高効率かつ高精度にナノインプリントの処理を行うことができる

50

半導体製造装置及び半導体デバイスの製造方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の実施形態によれば、基板ステージと、転写部と、制御部と、を備えた半導体製造装置が提供される。前記基板ステージには、半導体を含む基板がセットされる。前記転写部は、凹凸状のパターンが転写面に設けられたテンプレートを着脱可能に保持する。前記転写部は、転写材が塗布された前記基板の主面に、前記転写面を接触させ、前記転写材を硬化させることにより、前記主面に前記パターンを転写させる。前記制御部は、前記パターンを転写させる前の前記基板の前記主面上の異物の個数に関する情報を入手する。前記制御部は、前記転写部により前記パターンが転写された複数の基板の前記異物の前記個数を加算する。前記制御部は、前記異物の前記個数の加算値が上限値未満のときに前記転写部に前記パターンの転写を実施させる。前記制御部は、前記加算値が前記上限値に達したときに前記転写部に前記パターンの転写を実施させない。

10

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1】第1の実施形態に係る半導体製造装置の構成を例示する模式図である。

【図2】第1の実施形態に係る半導体製造装置の半導体デバイスの製造方法を例示するフローチャートである。

【図3】第1の実施形態に係る半導体製造装置の別の半導体デバイスの製造方法を例示するフローチャートである。

20

【図4】第2の実施形態に係る半導体製造装置の構成を例示する模式図である。

【図5】第2の実施形態に係る半導体製造装置の半導体デバイスの製造方法を例示するフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0007】

以下に、各実施の形態について図面を参照しつつ説明する。

なお、図面は模式的または概念的なものであり、各部分の厚みと幅との関係、部分間の大きさの比率などは、必ずしも現実のものとは限らない。また、同じ部分を表す場合であっても、図面により互いの寸法や比率が異なって表される場合もある。

なお、本願明細書と各図において、既出の図に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は適宜省略する。

30

【0008】

(第1の実施形態)

図1は、第1の実施形態に係る半導体製造装置の構成を例示する模式図である。

図1に表したように、半導体製造装置210は、半導体を含む基板20がセットされる基板ステージ120と、基板20の主面20aにパターンを転写させる転写部100と、半導体製造装置210の各部と電気的に接続され、半導体製造装置210の各部の動作を制御する制御部150と、を備える。半導体製造装置210は、いわゆるナノインプリント処理を基板20に施す。半導体製造装置210は、例えば、トランジスタやメモリなどの半導体デバイスの製造に用いられる。半導体デバイスは、例えば、半導体部品と機械部品とが組み合わされたMEMS(Micro Electro Mechanical Systems)でもよい。

40

【0009】

基板20は、例えば、シリコンを含む。例えば、基板20において、シリコンの上にハードマスク層が設けられる。主面20aは、例えば、ハードマスク層によって形成される。ハードマスク層には、例えば、 SiO_2 が用いられる。基板20は、例えば、図示を省略したカセットに複数収納された状態で、半導体製造装置210にセットされる。

【0010】

転写部100は、例えば、凹凸状のパターン10pが転写面10aに設けられたテンプレート10を着脱可能に保持するテンプレート保持部110と、基板ステージ120にセットされた基板20の主面20aの上に転写材を滴下して、主面20aに転写材を塗布す

50

る滴下部 130 と、テンプレート 10 の転写面 10 a を基板 20 の主面 20 a に接触させる位置と、転写面 10 a を主面 20 a から離間させた位置と、の間で、テンプレート保持部 110 を移動させる移動機構 140 と、転写材を硬化させるための光照射部 160 と、主面 20 a の上に形成された液滴の径を測定する測定部 170 と、を含む。

【0011】

テンプレート保持部 110 は、転写面 10 a を基板 20 の主面 20 a に対向させてテンプレート 10 を保持する。転写材には、例えば、光硬化性樹脂などが用いられる。光照射部 160 は、例えば、光硬化性樹脂を含む転写材の硬化が進行する光を主面 20 a に向けて照射する。光照射部 160 は、例えば、300 nm 以上 400 nm 以下の紫外光を主面 20 a に向けて照射する。光照射部 160 から放出された光は、テンプレート 10 を透過して主面 20 a に入射する。このため、テンプレート 10 には、光透過性を有する材料が用いられる。テンプレート 10 には、例えば、石英などが用いられる。これにより、光照射部 160 から放出された光によって、転写材が硬化する。なお、転写材は、例えば、熱の印加によって硬化する熱硬化性樹脂でもよい。この場合、光照射部 160 に変えて、ヒータなどを用いて転写材を硬化させればよい。

10

【0012】

転写部 100 は、例えば、テンプレート保持部 110 にテンプレート 10 を保持させる。転写部 100 は、例えば、滴下部 130 によって主面 20 a に転写材を塗布する。転写部 100 は、例えば、移動機構 140 を駆動させ、転写材が塗布された主面 20 a に転写面 10 a を接触させる。転写部 100 は、例えば、主面 20 a に転写面 10 a を接触させた状態で、光照射部 160 によって転写材を硬化させる。転写部 100 は、例えば、再び移動機構 140 を駆動させ、転写面 10 a を主面 20 a から離間させる。これにより、転写部 100 は、テンプレート 10 のパターン 10 p を基板 20 の主面 20 a に転写させる。

20

【0013】

滴下部 130、光照射部 160 及び測定部 170 は、必要に応じて設ければよく、省略してもよい。例えば、滴下部 130、光照射部 160 及び測定部 170 は、半導体製造装置 210 とは別体として設けてもよい。

【0014】

ここで、基板ステージ 120 にセットされた基板 20 の主面 20 a から、テンプレート保持部 110 に保持されたテンプレート 10 の転写面 10 a に向かう方向を Z 軸方向とする。Z 軸の正の方向が上方向であり、負の方向が下方向である。Z 軸方向に対して垂直な 1 つの方向を X 軸方向とする。Z 軸方向と X 軸方向とに対して垂直な方向を Y 軸方向とする。

30

【0015】

基板ステージ 120 は、ステージ定盤 123 の上に設けられ、例えば、X 軸方向に沿って移動できる。基板ステージ 120 は、基板吸着部 121 と、基準マーク台 122 と、を含む。基板吸着部 121 は、基板 20 を吸着させることにより、基板 20 を着脱可能に保持する。基板 20 は、基板吸着部 121 に吸着させることにより、基板ステージ 120 の上にセットされる。基準マーク台 122 は、例えば、基板ステージ 120 の位置の制御に用いられる。

40

【0016】

基板ステージ 120 は、例えば、図示を省略した搬送機構などによってカセットから取り出された基板 20 を受け取る位置と、基板 20 の主面 20 a をテンプレート 10 の転写面 10 a に対向させる位置と、の間で、X 軸方向に移動する。これにより、カセットに収納された基板 20 が、テンプレート 10 と対向した状態になる。

【0017】

半導体製造装置 210 は、例えば、カセットから取り出された基板 20 に対してパターン 10 p を転写させた後、その処理後の基板 20 を再びカセットに戻す。そして、次の基板 20 を取り出し、同じ処理を順次繰り返すことにより、カセットに収納された複数の基

50

板 2 0 のそれぞれに対して連続的にパターン転写の処理を行う。このように、半導体製造装置 2 1 0 は、例えば、カセット単位で複数の基板 2 0 を連続的に処理する。

【 0 0 1 8 】

滴下部 1 3 0 は、例えば、基板ステージ 1 2 0 のカセットとテンプレート保持部 1 1 0 との間の搬送経路上に配置される。滴下部 1 3 0 は、例えば、基板ステージ 1 2 0 が X 軸方向に沿って移動し、基板 2 0 が滴下部 1 3 0 の下方に配置された際に、基板 2 0 の主面 2 0 a に転写材を滴下する。滴下部 1 3 0 には、例えば、ピエゾ素子などを用いたインクジェット方式などの液滴滴下装置を用いることができる。

【 0 0 1 9 】

テンプレート保持部 1 1 0 は、ベース 1 1 1 に連結されている。ベース 1 1 1 は、移動機構 1 4 0 に連結されている。移動機構 1 4 0 は、例えば、テンプレート保持部 1 1 0 を Z 軸方向に移動させる。移動機構 1 4 0 は、例えば、テンプレート 1 0 の転写面 1 0 a と、基板 2 0 の主面 2 0 a と、の距離を変化させることにより、転写面 1 0 a を主面 2 0 a に接触させる。なお、移動機構 1 4 0 は、テンプレート 1 0 の転写面 1 0 a と、基板 2 0 の主面 2 0 a と、の相対的な位置を変更できればよい。移動機構 1 4 0 は、例えば、基板ステージ 1 2 0 を Z 軸方向に沿って移動させる構成でもよい。

10

【 0 0 2 0 】

ベース 1 1 1 には、例えば、アライメントセンサ 1 1 2 が設けられている。アライメントセンサ 1 1 2 は、例えば、テンプレート保持部 1 1 0 と基板ステージ 1 2 0 との X - Y 平面内における位置を調整する。これにより、テンプレート 1 0 と基板 2 0 との X - Y 平面内における位置が適切に制御される。

20

【 0 0 2 1 】

測定部 1 7 0 は、基板 2 0 上に設けられた液滴を撮像する撮像部 1 7 1 と、撮像部 1 7 1 で撮像された画像を処理する画像処理部 1 7 2 と、を有する。測定部 1 7 0 は、例えば、基板 2 0 の主面 2 0 a の上に形成された液滴の径を測定する。測定部 1 7 0 は、例えば、テンプレート 1 0 と基板 2 0 との位置合わせ (アライメント) のための位置合わせマークの認識に用いてもよい。撮像部 1 7 1 には、例えば、CCDカメラなどを用いることができる。

【 0 0 2 2 】

半導体製造装置 2 1 0 は、パターン 1 0 p を転写させる前の主面 2 0 a 上の異物 5 を検知する異物検知部 1 8 0 と、テンプレート 1 0 の洗浄を行う洗浄部 1 9 0 と、をさらに備える。なお、異物検知部 1 8 0 及び洗浄部 1 9 0 は、必要に応じて設ければよく、省略してもよい。例えば、異物検知部 1 8 0 及び洗浄部 1 9 0 は、半導体製造装置 2 1 0 とは別体として設けてもよい。

30

【 0 0 2 3 】

異物検知部 1 8 0 は、例えば、発光部 1 8 1 と、受光部 1 8 2 と、を含む。発光部 1 8 1 は、主面 2 0 a に向けて斜めに光を入射させる。受光部 1 8 2 は、主面 2 0 a と対向する受光面 1 8 2 a を有する。受光面 1 8 2 a は、例えば、二次元マトリクス状に配置された複数のフォトダイオードによって形成される。受光部 1 8 2 は、例えば、受光面 1 8 2 a において光電変換機能を有する。異物検知部 1 8 0 は、例えば、基板ステージ 1 2 0 のカセットとテンプレート保持部 1 1 0 との間の搬送経路上に配置される。異物検知部 1 8 0 は、この例では、例えば、カセットと滴下部 1 3 0 との間の搬送経路上に配置される。

40

【 0 0 2 4 】

主面 2 0 a 上に異物 5 が無い場合、発光部 1 8 1 から放出された光は、平滑な主面 2 0 a で正反射する。このため、主面 2 0 a 上に異物 5 が無い場合には、発光部 1 8 1 から放出された光は、受光部 1 8 2 に入射しない。一方、主面 2 0 a に異物 5 が有る場合、発光部 1 8 1 から放出された光は、異物 5 で乱反射する。このため、主面 2 0 a に異物 5 が有る場合には、発光部 1 8 1 から放出された光の一部が、散乱光となって受光部 1 8 2 の受光面 1 8 2 a に入射する。

【 0 0 2 5 】

50

異物検知部 180 は、例えば、発光部 181 から放出された光が、受光部 182 に受光されるか否かによって、異物 5 を検知する。異物検知部 180 は、例えば、発光部 181 から光を放出させ、その光を受光部 182 が受光した場合に、主面 20a 上に異物 5 が有ると検知する。半導体製造装置 210 においては、例えば、基板ステージ 120 を移動させ、主面 20a と異物検知部 180 との相対的な位置を変化させながら、異物検知部 180 に検知を行わせる。これにより、主面 20a 全体の異物 5 の検知が行われる。なお、異物検知部 180 が検知する異物 5 は、例えば、半導体デバイスの製造過程で生成される SiO₂ の粒子や、半導体製造装置 210 などから発生するダストメタル（例えばステンレスやアルミニウム）などである。

【0026】

異物検知部 180 は、例えば、受光部 182 に入射した光の受光面 182a 上の位置と、主面 20a と異物検知部 180 との相対的な位置と、を基に、主面 20a 上の異物 5 の位置を検知する。また、異物検知部 180 は、例えば、受光部 182 に受光された光の面積により、異物 5 の大きさを検知する。異物検出部 180 は、例えば、0.1 μm 以上の最大幅を有するものを異物 5 として検出する。

【0027】

異物検知部 180 は、1つの基板 20 に対する異物 5 の検知を行った後、例えば、検知した異物 5 の個数、検知した異物 5 のそれぞれの位置及び大きさに関する情報を、パターン 10p を転写させる前の主面 20a 上の異物 5 を検知した異物情報として制御部 150 に供給する。

【0028】

異物検知部 180 は、上記の構成に限ることなく、例えば、パターン 10p を転写させる前の主面 20a を撮像し、画像処理によって異物 5 を検知する構成でもよい。異物情報は、例えば、主面 20a 全体の異物 5 を検知した際の受光部 182 の電気信号でもよい。この場合、前記電気信号を基に、異物 5 の個数や大きさを、制御部 150 に判断させればよい。

【0029】

洗浄部 190 は、例えば、洗浄ユニット 191 と、搬送アーム 192 と、を含む。洗浄ユニット 191 は、例えば、テンプレート 10 を収容する筐体 193 と、筐体 193 に収容されたテンプレート 10 に向けて紫外線を照射する光源 194 と、を含む。光源 194 は、例えば、真空紫外線 (Vacuum Ultra Violet: VUV) を照射する。光源 194 は、例えば、10 nm 以上 200 nm 以下の波長の光を真空紫外線として照射する。洗浄ユニット 191 は、真空紫外線をテンプレート 10 に照射し、テンプレート 10 に付着した有機物を真空紫外線によって分解、酸化揮発除去させることにより、テンプレート 10 を洗浄する。この際、洗浄ユニット 191 は、酸素による真空紫外線の吸収を抑制させるため、例えば、筐体 193 内を真空状態にするか、または、筐体 193 内に窒素を充填させる。なお、テンプレート 10 の洗浄は、例えば、超音波洗浄などでもよい。

【0030】

搬送アーム 192 は、テンプレート保持部 110 と洗浄ユニット 191 との間で、テンプレート 10 を搬送する。搬送アーム 192 は、例えば、テンプレート 10 の洗浄を行う場合に、テンプレート保持部 110 から取り外されたテンプレート 10 を受け、そのテンプレート 10 を洗浄ユニット 191 に搬送する。搬送アーム 192 は、例えば、洗浄ユニット 191 で洗浄されたテンプレート 10 を、洗浄ユニット 191 からテンプレート保持部 110 に搬送し、そのテンプレート 10 を再びテンプレート保持部 110 に保持させる。

【0031】

制御部 150 は、例えば、転写部 100、基板ステージ 120、異物検知部 180 及び洗浄部 190 に電氣的に接続され、これらの動作を制御する。

制御部 150 は、異物検知部 180 から異物情報を処理する基板 20 毎に入手する。制御部 150 は、異物情報を入手すると、その異物情報に基づいて、異物 5 の個数の累積加

10

20

30

40

50

算を行い、その累積値（加算値）を記憶する。異物5の累積加算は、新しいテンプレート10に交換された時点、または、テンプレート10の洗浄が行われた時点に基づき、その時点からの累積値がカウントされる。なお、制御部150における異物情報の入手は、処理する全ての基板20毎に限ることなく、例えば、数枚おきに入手してもよい。

【0032】

制御部150は、例えば、未使用のテンプレート10がテンプレート保持部110に保持された際に、累積値を「0」とする。制御部150は、基板20に対するパターン転写の処理を行う毎に、異物検知部180から異物情報を入手し、その異物情報に含まれる異物5の個数を加算していく。

【0033】

例えば、未使用のテンプレート10がテンプレート保持部110に保持された後、最初に処理する基板20から例えば2個の異物5が検知された場合、制御部150は、累積値を「2」とする。そして、次に処理する基板20から例えば1個の異物5が検知された場合、制御部150は、「2」に「1」を累積加算し、累積値を「3」とする。

【0034】

制御部150は、例えば、テンプレート10が新たなテンプレート10に交換された場合、及び、テンプレート10が洗浄部190によって洗浄された場合に、累積値をクリアする。なお、テンプレート10が交換されたか否か、または、テンプレート10が洗浄されたか否か、を判定するための情報は、制御部150によって内部的に生成される情報でもよいし、外部から供給される情報でもよい。

【0035】

制御部150には、異物5の個数の累積値の上限値が記憶されている。累積値の上限値は、例えば、60個（例えば50個以上100個以下）である。制御部150は、異物5の個数の累積加算を行った後、異物5の個数の累積値が、上限値に達したか否かを判定する。制御部150は、上限値に達していないと判定した場合、転写部100によるパターン10pの転写の処理を実行させる。一方、制御部150は、上限値に達したと判定した場合、転写部100によるパターン10pの転写の処理を停止させる。このように、制御部150は、異物5の個数の累積値が上限値未満のときに転写部100にパターン10pの転写を実施させ、累積値が上限値に達したときに転写部100にパターン10pの転写を実施させない。

【0036】

制御部150は、転写部100によるパターン10pの転写の処理を停止させた場合、洗浄部190に洗浄の実行を指示する。制御部150は、洗浄部190にテンプレート10を洗浄させた後、転写部100の停止を解除させ、転写の処理を再開させる。また、制御部150は、転写部100の停止の解除とともに、異物5の個数の累積値をクリアする。

【0037】

また、制御部150は、異物情報を入手すると、その異物情報に基づいて、検知された異物5のそれぞれの大きさが、所定値以上か否かを判定する。制御部150は、例えば、異物5に含まれる最大の幅において、1 μ mを所定値として判定を行う。制御部150は、1 μ m以上の大きさの異物5が、基板20に1つでも含まれる場合、当該基板20に対する処理を中止する。一方、制御部150は、基板20に含まれる全ての異物5の大きさが、1 μ m未満である場合、当該基板20に対する処理を継続させる。処理が中止された基板20は、例えば、パターン10pが転写されることなくカセットに戻される。そして、処理が中止された基板20は、例えば、ハードマスク層などの下地を再処理する工程に回される。

【0038】

このように、この例では、例えば、基板20に含まれる異物5の大きさが1 μ m未満で、かつ異物5の個数の累積値が60個未満である場合に、その基板20に対するパターン10pの転写が正常に実行される。基板20に含まれる異物5の大きさが1 μ m未満で、

10

20

30

40

50

異物 5 の個数の累積値が 60 個以上である場合、洗浄部 190 によるテンプレート 10 の洗浄が行われた後、その基板 20 に対するパターン 10 p の転写が実行される。そして、基板 20 に含まれる異物 5 の大きさが $1\ \mu\text{m}$ 以上である場合、その基板 20 に対するパターン 10 p の転写が中止され、次の基板 20 に対する処理が開始される。

【0039】

図 2 は、第 1 の実施形態に係る半導体製造装置の半導体デバイスの製造方法を例示するフローチャートである。

図 2 に表したように、半導体製造装置 210 によって半導体デバイスの製造を行う場合には、まずテンプレート 10 をテンプレート保持部 110 に保持させる（ステップ S110）。また、複数の基板 20 を収納したカセットを半導体製造装置 210 にセットする。制御部 150 に処理の開始を指示する。

10

【0040】

制御部 150 は、処理の開始が指示されると、基板ステージ 120 を駆動し、基板 20 を受け取る位置に基板ステージ 120 を移動させる。制御部 150 は、カセットから取り出された基板 20 を基板吸着部 121 に吸着させることにより、基板 20 を基板ステージ 120 にセットする（ステップ S111）。

【0041】

制御部 150 は、基板ステージ 120 を X 軸方向に移動させ、基板 20 の主面 20 a を異物検知部 180 に対向させる。制御部 150 は、基板 20 の主面 20 a と異物検知部 180 とが対向した状態で、異物検知部 180 に検知の実行を指示することにより、処理を行う基板 20 に関する異物情報を異物検知部 180 から入手する（ステップ S112）。

20

【0042】

制御部 150 は、入手した異物情報を基に、検知された異物 5 のそれぞれの大きさが、所定値以上か否かを判定する（ステップ S113）。例えば、検知された異物 5 のそれぞれの大きさが、 $1\ \mu\text{m}$ 以上か否かを判定する。制御部 150 は、 $1\ \mu\text{m}$ 以上の大きさの異物 5 が、基板 20 に 1 つでも含まれる場合、当該基板 20 に対する処理を中止する。制御部 150 は、処理を中止した場合、その基板 20 に対するパターン 10 p の転写を行うことなく、次の基板 20 に対する処理を開始する。これにより、ナノインプリントの処理を行う際に、転写面 10 a と主面 20 a との間に、過度に大きな異物 5 が挟み込まれ、テンプレート 10 や基板 20 が破損してしまうことを抑制することができる。

30

【0043】

制御部 150 は、基板 20 に含まれる全ての異物 5 の大きさが、 $1\ \mu\text{m}$ 未満である場合、当該基板 20 に対する処理を継続させる。制御部 150 は、処理を継続させた場合、異物情報を基に、異物 5 の個数の累積加算を行い、その累積値を記憶する（ステップ S114）。

【0044】

制御部 150 は、異物 5 の個数の累積加算を行った後、異物 5 の個数の累積値が、上限値に達したか否かを判定する（ステップ S115）。例えば、異物 5 の個数の累積値が、60 個に達したか否かを判定する。

【0045】

制御部 150 は、上限値に達していないと判定した場合、当該基板 20 に対するパターン 10 p の転写の処理を転写部 100 に実行させる（ステップ S116）。すなわち、制御部 150 は、累積値が上限値未満のときに転写部 100 にパターン 10 p の転写を実施させる。転写部 100 によるパターン 10 p の転写の処理では、基板ステージ 120 を X 軸方向に移動させ、基板 20 の主面 20 a を滴下部 130 に対向させる。滴下部 130 によって主面 20 a に転写材を塗布する。基板ステージ 120 を X 軸方向に移動させ、基板 20 の主面 20 a をテンプレート 10 の転写面 10 a に対向させる。移動機構 140 を駆動させ、転写材が塗布された主面 20 a に転写面 10 a を接触させる。主面 20 a に転写面 10 a を接触させた状態で、光照射部 160 から主面 20 a に向けて光を照射し、転写材を硬化させる。移動機構 140 を駆動させ、転写面 10 a を主面 20 a から離間させる

40

50

。これにより、テンプレート 10 のパターン 10 p が、基板 20 の主面 20 a に転写される。

【0046】

制御部 150 は、ステップ S 115 において上限値に達したと判定した場合、転写部 100 によるパターン 10 p の転写の処理を停止させる（ステップ S 121）。すなわち、制御部 150 は、累積値が上限値に達したときに、転写部 100 にパターン 10 p の転写を実施させない。制御部 150 は、転写部 100 の転写の処理を停止させた後、洗浄部 190 に洗浄の実行を指示する（ステップ S 122）。洗浄部 190 は、洗浄の実行を指示されると、テンプレート保持部 110 に保持されたテンプレート 10 の洗浄を行い、洗浄後のテンプレート 10 をテンプレート保持部 110 に戻す。

10

【0047】

制御部 150 は、洗浄部 190 にテンプレート 10 を洗浄させた後、転写部 100 の停止を解除させる（ステップ S 123）。また、制御部 150 は、転写部 100 の停止の解除とともに、異物 5 の個数の累積値をクリアする。制御部 150 は、転写部 100 の停止を解除させ、基板 20 に対するパターン 10 p の転写の処理を転写部 100 に実行させる（ステップ S 116）。

【0048】

主面 20 a の上に異物 5 が有る状態でナノインプリントの処理を行うと、異物 5 がパターン 10 p に詰まり、パターン 10 p に欠陥を生じさせてしまう場合がある。半導体製造装置 210 においては、パターン 10 p を転写させる前の主面 20 a 上の異物 5 を検知し、その異物 5 の累積値に基づいてテンプレート 10 の洗浄を行うので、テンプレート 10 の無駄な洗浄の発生を抑えることができる。従って、半導体製造装置 210 においては、ナノインプリントの処理を効率良く行うことができる。また、半導体製造装置 210 では、異物 5 の累積値に基づいてテンプレート 10 の洗浄を行うので、パターン 10 p の精度が低下した状態のテンプレート 10 を使い続けてしまうことも抑えることができる。従って、半導体製造装置 210 においては、ナノインプリントの処理を高精度に行うこともできる。

20

【0049】

制御部 150 は、パターン 10 p の転写の処理を実行させた場合、及び、検知された異物 5 のそれぞれの大きさを所定値以上と判定した場合に、カセットに含まれる全ての基板 20 に対して処理が終了したか否かを判定する。終了していない場合には、次の基板 20 の基板ステージ 120 へのセットを行い、上記の処理を繰り返す。終了した場合には、処理を停止させる。

30

以上により、半導体製造装置 210 において、高効率かつ高精度にナノインプリントの処理を行うことができる。

【0050】

異物情報は、例えば、半導体製造装置 210 の外部に設けられた異物検知部から入手してもよいし、他の装置から入手してもよい。ステップ S 122 における洗浄の実行の指示は、半導体製造装置 210 の内部に設けられた洗浄部 190 に対する指示のみならず、半導体製造装置 210 とは別の洗浄部に対する指示でもよい。例えば、転写部 100 によるパターン 10 p の転写を停止させる処理までを行い、停止解除の指示の入力に応じて、転写部 100 の停止を解除させる構成としてもよい。停止解除の指示は、例えば、別の装置から入力される構成とすることができる。または、停止解除ボタン（停止解除操作部）を半導体製造装置 210 に設け、停止解除ボタンの操作に応じて制御部 150 に停止解除指示が入力される構成でもよい。

40

【0051】

図 3 は、第 1 の実施形態に係る半導体製造装置の別の半導体デバイスの製造方法を例示するフローチャートである。

図 3 に表したように、ステップ S 115 において上限値に達したと判定され、ステップ S 121 において転写部 100 によるパターン 10 p の転写の処理を停止させた後に、使

50

用中のテンプレート 10 の洗浄回数が、所定値以上か否かの判定を行ってもよい（ステップ S 1 2 4）。

【 0 0 5 2 】

テンプレート 10 を繰り返し使用していると、例えば、洗浄では除去することができない異物 5 がパターン 10 p に詰まったり、異物 5 との接触などによってパターン 10 p の一部が破損したりする。そこで、例えば制御部 1 5 0 に、使用中のテンプレート 10 に対し、洗浄部 1 9 0 で何回洗浄を行ったかを記憶しておく。そして、ステップ 1 2 4 の判定を制御部 1 5 0 に行わせる。制御部 1 5 0 は、使用中のテンプレート 10 の洗浄回数が所定値未満である場合、ステップ S 1 2 2 に進み、洗浄部 1 9 0 に洗浄の実行を指示する。一方、制御部 1 5 0 は、使用中のテンプレート 10 の洗浄回数が所定値以上である場合、例えば、転写部 1 0 0 にテンプレート 10 の交換を指示する（ステップ S 1 2 5）。転写部 1 0 0 は、例えば、交換の指示に応答して、図示を省略したアームなどにより、テンプレート 10 を交換する。テンプレート 10 の交換は、手動で行ってもよい。すなわち、テンプレート 10 の交換の指示は、ユーザなどに対する報知でもよい。

10

【 0 0 5 3 】

制御部 1 0 0 は、テンプレート 10 の交換が終了した後、ステップ S 1 2 3 に進み、転写部 1 0 0 の停止を解除させる。このように、使用中のテンプレート 10 の洗浄回数に応じてテンプレート 10 を交換させるようにすれば、ナノインプリントの処理をより高精度に行うことができる。なお、図 2 に表した製造方法の工程において、ステップ S 1 2 2 をテンプレート 10 の交換の指示に置き換えてもよい。すなわち、異物 5 の個数の累積値が、上限値に達した場合に、毎回テンプレート 10 を交換させるようにしてもよい。

20

【 0 0 5 4 】

（第 2 の実施形態）

図 4 は、第 2 の実施形態に係る半導体製造装置の構成を例示する模式図である。

図 4 に表したように、半導体製造装置 2 2 0 は、テンプレート検査部 2 2 2 を、さらに備える。テンプレート検査部 2 2 2 は、例えば、搬送アーム 1 9 2 の搬送経路上に配置され、洗浄後のテンプレート 10 のパターン 10 p の検査を行う。テンプレート検査部 2 2 2 は、例えば、テンプレート 10 の転写面 1 0 a を撮像し、画像処理によってパターン 1 0 p の検査を行う。

【 0 0 5 5 】

テンプレート検査部 2 2 2 は、例えば、画像処理により、洗浄後のテンプレート 10 のパターン 10 p の欠陥の個数を入手する。テンプレート検査部 2 2 2 は、例えば、制御部 1 5 0 に電氣的に接続される。テンプレート検査部 2 2 2 は、例えば、パターン 10 p の検査を行った後、入手した欠陥の個数を含む情報を、パターン 10 p の検査結果を示すパターン検査情報として制御部 1 5 0 に供給する。ここで、パターン 10 p の欠陥とは、例えば、パターン 10 p に詰まった異物 5 などである。また、パターン 10 p の欠陥の最大幅は、例えば、0 . 1 μ m 以上 1 . 0 μ m 以下とする。

30

【 0 0 5 6 】

制御部 1 5 0 は、例えば、洗浄部 1 9 0 に洗浄を行かせた後、テンプレート検査部 2 2 2 にパターン 10 p の検査を実行させ、テンプレート検査部 2 2 2 からパターン検査情報を入手する。制御部 1 5 0 は、パターン検査情報を入手した後、異物 5 の個数の累積値の判定に用いる上限値の更新を行う。制御部 1 5 0 は、例えば、基の上限値を U L 1、更新後の上限値を U L 2、パターン検査情報に含まれるパターン 10 p の欠陥の個数を としたとき、下式（1）によって上限値を更新する。

40

$$U L 2 = U L 1 - \dots \quad (1)$$

すなわち、制御部 1 5 0 は、基の上限値 U L 1 から、洗浄によって除去することができなかったパターン 10 p の欠陥の個数 を減算することによって、更新後の上限値 U L 2 を求める。

【 0 0 5 7 】

図 5 は、第 2 の実施形態に係る半導体製造装置の半導体デバイスの製造方法を例示する

50

フローチャートである。

図5に表したように、半導体製造装置220の制御部150は、ステップS115で上限値に達したと判定され、ステップS121で転写部100によるパターン10pの転写の処理を停止させ、ステップS122で洗浄部190に洗浄の実行を指示した後、テンプレート検査部222にパターン10pの検査の実行を指示する(ステップS131)。そして、制御部150は、テンプレート検査部222からパターン検査情報を入手する。

【0058】

制御部150は、入手したパターン検査情報を基に、(1)式により、上限値の更新を行う(ステップS132)。制御部150は、更新した上限値が、所定値以上か否かの判定を行う(ステップS133)。制御部150は、更新した上限値が所定値以上である場合、ステップS123に進み、転写部100の停止を解除させる。一方、制御部150は、更新した上限値が所定値以下である場合、テンプレート10の交換を指示する(ステップS134)。制御部150は、テンプレート10の交換が行われた後、ステップS123に進み、転写部100の停止を解除させる。

【0059】

このように、半導体製造装置220においては、洗浄後のパターン10pを検査し、洗浄で取り除くことができなかつた欠陥の個数に応じて上限値を更新する。こうすれば、パターン10pの精度が低下した状態のテンプレート10を使い続けてしまうことを、より適切に抑えることができる。従って、半導体製造装置220では、ナノインプリントの処理をより高精度に行うことができる。さらには、更新した上限値が、所定値以上か否かの判定により、テンプレート10の交換のタイミングを、より適切に把握することができる。なお、テンプレート検査部222は、半導体製造装置220とは別に設けてもよい。制御部150は、半導体製造装置220と別に設けられたテンプレート検査部222からパターン検査情報を入手してもよい。

【0060】

実施形態によれば、高効率かつ高精度にナノインプリントの処理を行うことができる半導体製造装置及び半導体デバイスの製造方法が提供される。

【0061】

なお、本願明細書において、「垂直」及び「平行」は、厳密な垂直及び厳密な平行だけではなく、例えば製造工程におけるばらつきなどを含むものであり、実質的に垂直及び実質的に平行であれば良い。

【0062】

以上、具体例を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明した。しかし、本発明の実施形態は、これらの具体例に限定されるものではない。例えば、半導体製造装置に含まれる、基板ステージ、転写部、制御部、洗浄部、異物検知部及び光源などの各要素の具体的な構成に関しては、当業者が公知の範囲から適宜選択することにより本発明を同様に実施し、同様の効果を得ることができる限り、本発明の範囲に包含される。

また、各具体例のいずれか2つ以上の要素を技術的に可能な範囲で組み合わせたものも、本発明の要旨を包含する限り本発明の範囲に含まれる。

【0063】

その他、本発明の実施の形態として上述した基板保持装置及びパターン転写装置並びにパターン転写方法を基にして、当業者が適宜設計変更して実施し得る全ての半導体製造装置及び半導体デバイスの製造方法も、本発明の要旨を包含する限り、本発明の範囲に属する。

【0064】

その他、本発明の思想の範疇において、当業者であれば、各種の変更例及び修正例に想到し得るものであり、それら変更例及び修正例についても本発明の範囲に属するものと解される。

【0065】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したも

10

20

30

40

50

のであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

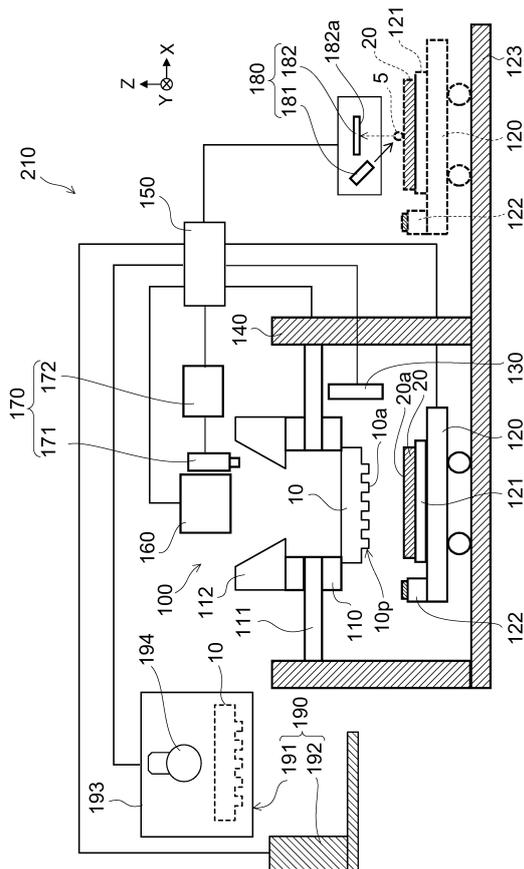
【符号の説明】

【0066】

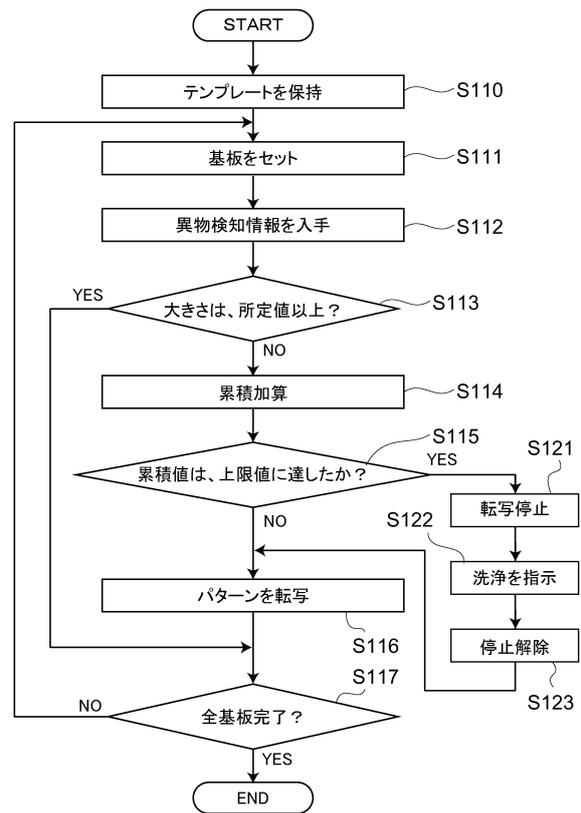
5 ... 異物、 10 ... テンプレート、 10a ... 転写面、 10p ... パターン、 20 ... 基板、 20a ... 主面、 110 ... テンプレート保持部、 111 ... ベース、 112 ... アライメントセンサ、 120 ... 基板ステージ、 121 ... 基板吸着部、 122 ... 基準マーク台、 123 ... ステージ定盤、 130 ... 滴下部、 140 ... 移動機構、 150 ... 制御部、 160 ... 光照射部、 170 ... 測定部、 171 ... 撮像部、 172 ... 画像処理部、 180 ... 異物検知部、 181 ... 発光部、 182 ... 受光部、 182a ... 受光面、 190 ... 洗浄部、 191 ... 洗浄ユニット、 192 ... 搬送アーム、 193 ... 筐体、 194 ... 光源、 210、 220 ... 半導体製造装置、 222 ... テンプレート検査部

10

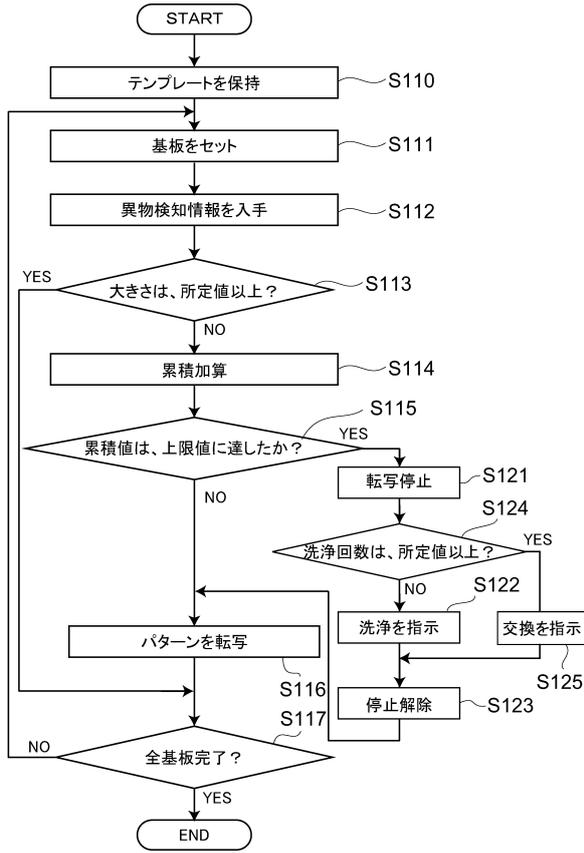
【図1】



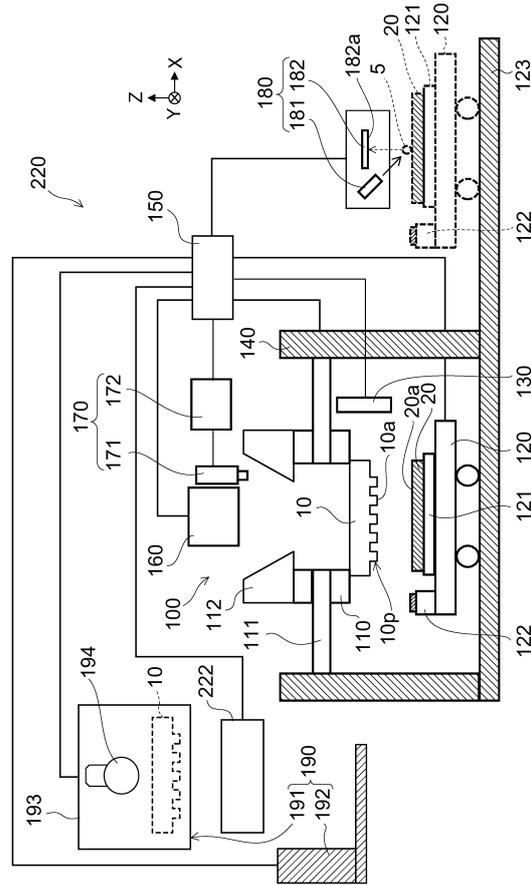
【図2】



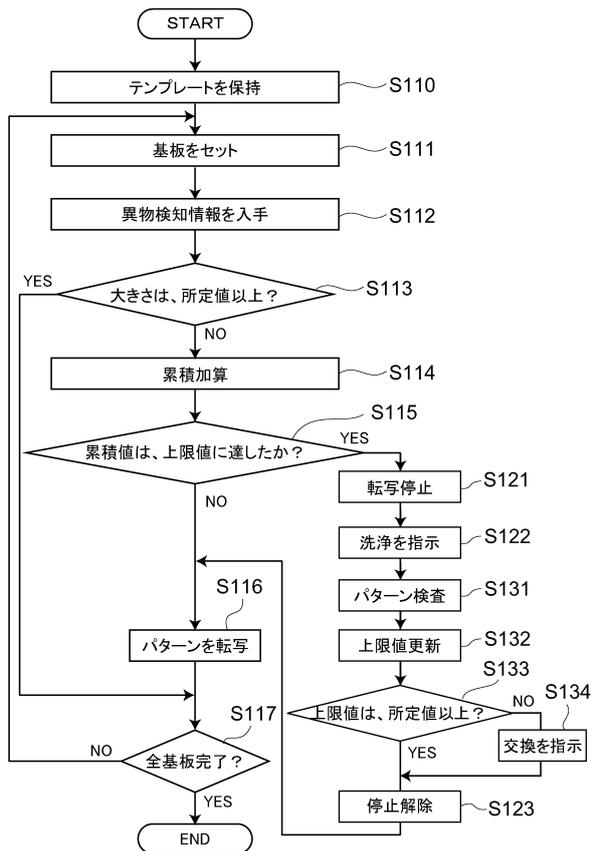
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2010-149469(JP,A)
特開2011-017914(JP,A)
特開2003-234265(JP,A)
特開2011-000805(JP,A)
特開2009-013277(JP,A)
特開2012-243805(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B29C53/00-53/84
57/00-59/18
H01L21/027
21/30