

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 2 月 4 日(04.02.2016)



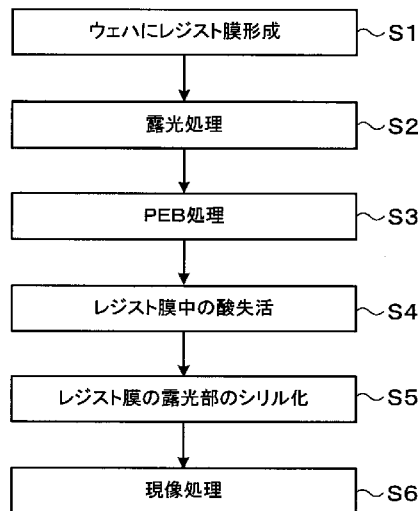
(10) 国際公開番号
WO 2016/017415 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/027 (2006.01) *G03F 7/38* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/070146
- (22) 国際出願日: 2015 年 7 月 14 日(14.07.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-157705 2014 年 8 月 1 日(01.08.2014) JP
- (71) 出願人: 東京エレクトロン株式会社 (TOKYO ELECTRON LIMITED) [JP/JP]; 〒1076325 東京都港区赤坂五丁目 3 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: ▲鶴▼田 豊久(TSURUDA, Toyohisa); 〒8611116 熊本県合志市福原 1-1 東京エレクトロン九州株式会社内 Kumamoto (JP). 井関 智弘(ISEKI, Tomohiro); 〒8611116 熊本県合志市福原 1-1 東京エレクトロン九州株式会社内 Kumamoto (JP). 吉原 孝介(YOSHIHARA, Kousuke); 〒8611116 熊本県合志市福原 1-1 東京エレクトロン九州株式会社内 Kumamoto (JP).
- (74) 代理人: 金本 哲男, 外 (KANEMOTO, Tetsuo et al.); 〒1620065 東京都新宿区住吉町 1-20 角張ビル はづき国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー

[続葉有]

(54) Title: SUBSTRATE PROCESSING METHOD, COMPUTER STORAGE MEDIUM AND SUBSTRATE PROCESSING SYSTEM

(54) 発明の名称: 基板処理方法、コンピュータ記憶媒体及び基板処理システム



- S1 Form resist film on wafer
S2 Light exposure
S3 PEB
S4 Deactivation of acid in resist film
S5 Silylation of light-exposed part of resist film
S6 Development

(57) Abstract: This substrate processing method comprises: a resist film formation step for forming a resist film on a substrate; a light exposure step for subjecting the resist film on the substrate to patterned light exposure; a PEB step for heating the substrate after the light exposure step, thereby eliminating protective groups from the resist film by means of an acid in the resist film; an acid deactivation step for deactivating the acid in the resist film by supplying an alkaline gas and/or a mist of an alkaline solution to the resist film on the substrate after the PEB step; and a development step for developing the resist film by supplying a developer liquid to the substrate after the acid deactivation step.

(57) 要約: 基板処理方法は、基板上にレジスト膜を形成するレジスト膜形成工程と、基板上のレジスト膜にパターンの露光を行う露光工程と、前記露光工程後の基板を加熱し、レジスト膜中の酸により当該レジスト膜を脱保護させる PEB 処理工程と、この PEB 処理工程後の基板上のレジスト膜に対してアルカリ性のガスまたはアルカリ溶液のミストの少なくともいずれかを供給し、レジスト膜中の酸を失活させる酸失活工程と、この酸失活工程後に現像液を基板に対して供給し、レジスト膜の現像処理を行う現像処理工程と、を有している。

WO 2016/017415 A1



ロツパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

基板処理方法、コンピュータ記憶媒体及び基板処理システム

技術分野

[0001] (関連出願の相互参照)

本願は、2014年8月1日に日本国に出願された特願2014-157705号に基づき、優先権を主張し、その内容をここに援用する。

[0002] 本発明は、本発明は、レジスト膜が形成された基板を処理する基板処理方法、コンピュータ記憶媒体及び基板処理システムに関する。

背景技術

[0003] 例えば半導体デバイスの製造プロセスにおけるフォトリソグラフィ工程では、例えば半導体ウェハ（以下、「ウェハ」という。）表面の被処理膜上にレジスト液を塗布してレジスト膜を形成するレジスト塗布処理、当該レジスト膜に所定のパターンを露光する露光処理、露光後にレジスト膜内の化学反応を促進させる加熱処理（ポストエクスポージャーベーキング）、露光されたレジスト膜を現像する現像処理などが順次行われ、ウェハ上に所定のレジストパターンが形成される。

[0004] ところで、近年、半導体デバイスのさらなる高集積化を図るため、上述した被処理膜のパターンの微細化が求められている。このため、レジストパターンの微細化が進められており、当該微細化に対応するレジストとして例えば光酸発生剤を含むレジスト（化学増幅型レジスト）が用いられている。（特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：日本国特開2012-165000号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上述したような化学増幅型レジストは、露光処理により露光した箇所では酸発生剤が光分解して酸が発生する。そして、露光後にポストエクスポージャーベーキング（以下、「PEB処理」という）を行うことで、露光部に発生した酸によりレジストの脱保護反応がおこる。

[0007] ところが、露光部に発生した酸は、PEB処理により脱保護反応を起こすだけではなく、熱エネルギーにより未露光部まで拡散する。未露光部まで酸が拡散すると、現像処理の際に当該拡散した酸の影響により未露光部が完全に除去されず、現像後に形成されるレジストパターンの線幅が所望の寸法にならないおそれがある。特に、レジストパターンの微細化が進んだ近年では、この未露光部の酸による寸法変化は無視できないものとなっている。

[0008] また、ポストエクスポージャーベーキング後であって現像処理前にウェハがなんらかの理由により加熱雰囲気中に曝された場合は、未露光部の酸の拡散が一段と進行して、さらなるパターン寸法の悪化を招いてしまうおそれもある。

[0009] 本発明は、この点に鑑みてなされたものであり、現像処理前にレジスト中の酸を失活させることで現像処理を適切に行い、所望の寸法でレジストパターンを形成することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0010] 前記の目的を達成するため、本発明は、基板を処理する基板処理方法であって、基板上にレジスト膜を形成するレジスト膜形成工程と、基板上のレジスト膜にパターンの露光を行う露光工程と、前記露光工程後の基板を加熱し、前記レジスト膜中の酸により当該レジスト膜を脱保護させるPEB処理工程と、前記PEB処理工程後の基板上のレジスト膜に対してアルカリ性のガスまたはアルカリ溶液のミストの少なくともいずれかを供給し、前記レジスト膜中の酸を失活させる酸失活工程と、前記酸失活工程後に現像液を基板に対して供給し、前記レジスト膜の現像処理を行う現像処理工程と、を有する。

[0011] 本発明によれば、PEB処理工程後であって現像処理工程前に行われる酸

失活工程によりレジスト膜中の酸を失活させるので、現像処理の際にはレジストパターンの線幅の変動要因である酸が存在しない。そのため、酸の影響を受けることなく現像処理を行い、それにより所望の寸法のレジストパターンを形成することができる。また、酸失活後であって現像処理前にウェハが加熱雰囲気中に曝されたとしても、レジストには既に酸が存在しないため、酸の拡散が進行することによるパターン寸法の悪化が生じることもない。

[0012] 別の観点による本発明は、前記基板処理方法を基板処理装置によって実行させるように、当該基板処理装置を制御する制御部のコンピュータ上で動作するプログラムを格納した読み取り可能なコンピュータ記憶媒体である。

[0013] さらに、別な観点による本発明は、基板を処理する基板処理システムであって、基板上にレジスト膜を塗布するレジスト塗布装置と、前記基板処理システムの外部に設けられた露光装置により露光が行われた基板を加熱し、前記レジスト膜中の酸により当該レジスト膜を脱保護させるPEB処理装置と、前記レジスト膜に対してアルカリ性のガスまたはアルカリ溶液のミストの少なくともいずれかを供給してレジスト膜中の酸を失活させる酸失活処理装置と、基板上に現像液を供給して前記レジスト膜の現像処理を行う現像処理装置と、を有する。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、現像処理前にレジスト中の酸を失活させることで現像処理を適切に行い、所望の寸法でレジストパターンを形成することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本実施の形態にかかる基板処理システムの構成の概略を示す平面図である。

[図2]本実施の形態にかかる基板処理システムの構成の概略を示す側面図である。

[図3]本実施の形態にかかる基板処理システムの構成の概略を示す側面図である。

[図4]酸失活処理装置の構成の概略を示す縦断面図である。

[図5]ウェハ処理の主な工程を説明したフローチャートである。

[図6]レジスト膜の露光部に酸が発生した状態を示す縦断面の説明図である。

[図7]熱処理によりレジスト膜の露光部の酸が未露光部まで拡散した状態を示す縦断面の説明図である。

[図8]ウェハ上にレジストパターンが形成された様子を示す縦断面の説明図である。

[図9]レジスト膜の露光部がシリル化により膨張する様子を示す縦断面の説明図である。

[図10]シリル化後のレジスト膜にポジ型現像を行って形成されたレジストパターンの様子を示す縦断面の説明図である。

[図11]他の実施の形態にかかる基板処理システムの構成の概略を示す側面図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、本発明の実施の形態について説明する。図1は、本実施の形態にかかる基板処理方法を実施する基板処理システム1の構成の概略を示す説明図である。図2及び図3は、基板処理システム1の内部構成の概略を示す側面図である。なお、本実施の形態では、基板処理システム1がウェハWに対してフォトリソグラフィー処理を行う塗布現像処理システムであり、PEB処理後であって現像処理前にウェハWに改質処理を行うことにより、ウェハWが加熱雰囲気中に曝される場合を一例として説明する。

[0017] 基板処理システム1は、図1に示すように複数枚のウェハWを収容したカセットCが搬入出されるカセットステーション10と、ウェハWに所定の処理を施す複数の各種処理装置を備えた処理ステーション11と、処理ステーション11に隣接する露光装置12との間でウェハWの受け渡しを行うインターフェイスステーション13とを一体に接続した構成を有している。

[0018] カセットステーション10には、カセット載置台20が設けられている。カセット載置台20には、基板処理システム1の外部に対してカセットCを搬入出する際に、カセットCを載置するカセット載置板21が複数設けられ

ている。

[0019] カセットステーション 10 には、図 1 に示すように X 方向に延びる搬送路 22 上を移動自在なウェハ搬送装置 23 が設けられている。ウェハ搬送装置 23 は、上下方向及び鉛直軸周り (θ 方向) にも移動自在であり、各カセット載置板 21 上のカセット C と、後述する処理ステーション 11 の第 3 のブロック G3 の受け渡し装置との間でウェハ W を搬送できる。

[0020] 処理ステーション 11 には、各種装置を備えた複数例えば 4 つのブロック G1、G2、G3、G4 が設けられている。例えば処理ステーション 11 の正面側 (図 1 の X 方向負方向側) には、第 1 のブロック G1 が設けられ、処理ステーション 11 の背面側 (図 1 の X 方向正方向側) には、第 2 のブロック G2 が設けられている。また、処理ステーション 11 のカセットステーション 10 側 (図 1 の Y 方向負方向側) には、第 3 のブロック G3 が設けられ、処理ステーション 11 のインターフェイスステーション 13 側 (図 1 の Y 方向正方向側) には、第 4 のブロック G4 が設けられている。

[0021] 例えば第 1 のブロック G1 には、図 2 に示すように複数の液処理装置、例えばウェハ W を現像処理する現像処理装置 30、ウェハ W のレジスト膜の下層に反射防止膜 (以下「下部反射防止膜」という) を形成する下部反射防止膜形成装置 31、ウェハ W にレジスト液を塗布してレジスト膜を形成するレジスト塗布装置 32、ウェハ W のレジスト膜の上層に反射防止膜 (以下「上部反射防止膜」という) を形成する上部反射防止膜形成装置 33 が下からこの順に配置されている。

[0022] 第 1 のブロック G1 の現像処理装置 30、下部反射防止膜形成装置 31、レジスト塗布装置 32、上部反射防止膜形成装置 33 は、処理時にウェハ W を収容するカップ F を水平方向に複数有し、複数のウェハ W を並行して処理することができる。これら液処理装置では、カップ F 内でウェハ W 上に所定の塗布液を塗布するスピナーコーティングが行われる。スピナーコーティングでは、例えば塗布ノズルからウェハ W 上に塗布液を吐出すると共に、ウェハ W を回転させて、塗布液をウェハ W の表面に拡散させる。

[0023] 第2のブロックG2には、図3に示すようにウェハWの加熱処理や冷却処理を行う熱処理装置40、ウェハWにHMD Sガスを供給して疎水化処理する疎水化処理装置41、ウェハWの外周部を露光する周辺露光装置42、ウェハWに対して紫外線を照射する紫外線照射装置43、ウェハWに対してアルカリ性のガスまたはアルカリ溶液のミストの少なくともいずれかを供給してレジスト膜中の酸を失活させる酸失活処理装置44、レジスト膜を改質処理する改質処理装置45が上下方向と水平方向に並べて設けられている。これら熱処理装置40、疎水化処理装置41、周辺露光装置42、紫外線照射装置43、酸失活処理装置44、改質処理装置45の数や配置は、任意に選択できる。なお、酸失活処理装置44の構成については後述する。また、本実施の形態では、改質処理装置45で行われる改質処理が、レジスト膜のシリル化である場合を例に説明する。

[0024] 例えば第3のブロックG3には、複数の受け渡し装置50、51、52、53、54、55、56が下から順に設けられている。また、第4のブロックG4には、複数の受け渡し装置60、61、62が下から順に設けられている。

[0025] 図1に示すように第1のブロックG1～第4のブロックG4に囲まれた領域には、ウェハ搬送領域Dが形成されている。ウェハ搬送領域Dには、例えばY方向、X方向、 θ 方向及び上下方向に移動自在な搬送アームを有する、ウェハ搬送装置70が複数配置されている。ウェハ搬送装置70は、ウェハ搬送領域D内を移動し、周囲の第1のブロックG1、第2のブロックG2、第3のブロックG3及び第4のブロックG4内の所定の装置にウェハWを搬送できる。

[0026] ウェハ搬送領域Dには、第3のブロックG3と第4のブロックG4との間で直線的にウェハWを搬送するシャトル搬送装置80が設けられている。シャトル搬送装置80は、例えば図3のY方向に直線的に移動自在になっており、第3のブロックG3の受け渡し装置52と第4のブロックG4の受け渡し装置62との間でウェハWを搬送できる。

[0027] 図1に示すように第3のブロックG3のX方向正方向側の隣には、ウェハ搬送装置100が設けられている。ウェハ搬送装置100は、例えばX方向、 θ 方向及び上下方向に移動自在な搬送アームを有している。ウェハ搬送装置100は、ウェハWを支持した状態で上下に移動して、第3のブロックG3内の各受け渡し装置にウェハWを搬送できる。

[0028] インターフェイスステーション13には、ウェハ搬送装置110と受け渡し装置111が設けられている。ウェハ搬送装置110は、例えばY方向、 θ 方向及び上下方向に移動自在な搬送アームを有している。ウェハ搬送装置110は、例えば搬送アームにウェハWを支持して、第4のブロックG4内の各受け渡し装置、受け渡し装置111及び露光装置12との間でウェハWを搬送できる。

[0029] 次に、上述した酸失活処理装置44の構成について説明する。図4は、酸失活処理装置44の構成の概略を示す縦断面図である。

[0030] 酸失活処理装置44は、上部が開口する有底の略U字状の処理容器120と、処理容器120の開口を覆う蓋体121とを有している。処理容器120の底面上部には、ウェハWを載置する載置台122が設けられている。載置台122の内部には、ウェハWを加熱するためのヒータ123が設けられている。

[0031] 蓋体121は、水平な天板130と、天板130の外周縁部から鉛直下方に延伸して設けられた側板131を備えている。側板131の下端部131aは、処理容器120の上端部120aに対向している。これにより、処理容器120と蓋体121との間に処理空間Sが形成されている。

[0032] 蓋体121は、当該蓋体121を処理容器120に対して相対的に昇降動させる昇降機構124を備えている。なお、昇降機構124は、蓋体121と処理容器120とを互いに相対的に昇降自在に移動させることができれば、処理容器120側に設けられていてもよい。また、昇降機構124により、側板131の下端部131aと処理容器120の上端部120aとの間に、所定の隙間Gが形成されるように、蓋体121の処理容器120に対する

高さ方向の位置が調整されている。なお、本実施の形態においては、所定の隙間Gは例えば3mm～10mm程度に設定されている。

[0033] 蓋体121下面の中央部には、ウェハWの上方から当該ウェハWに対して処理ガスを供給するガス供給部132が設けられている。ガス供給部132は、図4に示すように、縦断面形状が、下底側が狭い台形状に形成された、略円錐台形状を有している。ガス供給部132には蓋体121の内部に形成されたガス流路133が連通している。

[0034] 図4に示すように、ガス流路133には、ガス供給管135が接続されている。ガス供給管135におけるガス流路133の反対側の端部には、アルカリ性のガスとしてのHMDSガスを供給するHMDSガス供給源140と、パージガスとして例えば窒素ガスを供給する窒素ガス供給源141がそれぞれ接続されている。ガス流路133におけるHMDSガス供給源140の下流側と窒素ガス供給源141の下流側には、開閉機能及び流量調整機能を備えたバルブ142、143がそれぞれ設けられている。これにより、ウェハWに対して供給するガスを、HMDSガスと窒素ガスとに交互に切替えることができる。なお、ガス供給部132からは、アルカリ性のガスに代えて、アルカリ溶液のミストを供給してもよい。本実施の形態においては、HMDSガスに代えて、例えばHMDSのミストを供給してもよい。また、アルカリ性のガスとしては、本実施の形態のHMDSガスのように常温で液相のものを蒸気化したものや、例えばアンモニアガスのように常温で気相のもののいずれを用いてもよい。

[0035] 蓋体121の下面であってガス供給部132の外側には、中心排気部150が形成されている。中心排気部150は、ウェハWの中央部に対向する位置であってガス供給部132の外側に、例えばガス供給部132に同心円状に形成された複数の排気孔151により構成されている。

[0036] 蓋体121の内部には、各排気孔151に連通する中心排気路152が形成されている。中心排気路152には中心排気管153が接続されている。中心排気管153は、当該中心排気管153と後述する外周排気管163と

に共通して設けられた排気母管 154 を介して、例えば真空ポンプなどの排気装置 155 に接続されている。これにより、中心排気部 150 から処理空間 S 内の雰囲気気を排気することができる。排気母管 154 には、開閉機能を備えたバルブ 156 が設けられている。

[0037] 蓋体 121 の側板 131 の下端部 131a には、載置台 122 上のウェハ W より外方から処理空間 S 内の雰囲気気を排気する外周排気部 160 が形成されている。外周排気部 160 は、蓋体 121 の下端部 131a の周方向に沿って、例えば環状に等間隔に設けられた複数の排気孔 161 により構成されている。各排気孔 161 は、蓋体 121 の内部に形成された外周排気路 162 に連通している。

[0038] 外周排気路 162 は、外周排気管 163 を介して排気母管 154 に接続されている。外周排気管 163 の排気母管 154 側の端部は、中心排気管 153 に設けられたバルブ 156 と排気装置 155 との間に接続されている。外周排気管 163 には、当該外周排気管 163 を流れる流体の流量を制限する流量制限機構 164 が設けられている。流量制限機構 164 は、中心排気管 153 のバルブ 156 を開操作したときに、外周排気管 163 を流れる流体の流量が中心排気管 153 を流れる流体の流量と同じかまたは少なくなるように構成されている。流量制限機構 164 としては、例えばオリフィスなどを使用することができるが、流量制限機構 164 には最低限の機能として流量を制限する機能が備わっていればよく、例えば流量制限の機能に加えて開閉機能も有するニードル弁などの弁体をオリフィスに代えて用いてもよい。

[0039] 疎水化処理装置 41 は、酸失活処理装置 44 と同一の構成を有している。また、本実施の形態における改質処理装置 45 は、ガス供給部 132 から供給されるガスが、レジスト膜のシリル化のためのシリコン含有の低分子化合物である、TMSDMA（N-トリメチルシリルジメチルアミン）ガスである点を除いて、酸失活処理装置 44 と同一の構成を有している。

[0040] 以上の基板処理システム 1 には、図 1 に示すように制御部 200 が設けられている。制御部 200 は、例えばコンピュータであり、プログラム格納部

(図示せず)を有している。プログラム格納部には、基板処理システム1におけるウェハWの処理を制御するプログラムが格納されている。また、プログラム格納部には、上述の各種装置や搬送装置などの駆動系の動作を制御して、基板処理システム1における塗布現像処理を実現させるためのプログラムも格納されている。なお、前記プログラムは、例えばコンピュータ読み取り可能なハードディスク(HD)、フレキシブルディスク(FD)、コンパクトディスク(CD)、マグネットオプティカルディスク(MO)、メモリーカードなどのコンピュータに読み取り可能な記憶媒体Hに記録されていたものであって、その記憶媒体Hから制御部200にインストールされたものであってもよい。

[0041] 次に、以上のように構成された基板処理システム1を用いて行われるウェハ処理について説明する。図5は、かかるウェハ処理の主な工程の例を示すフローチャートである。なお、本実施の形態においては、改質処理装置45で行われる改質処理は、上述の通りレジスト膜のシリル化である。

[0042] 先ず、複数のウェハWを収納したカセットCが、基板処理システム1のカセットステーション10に搬入され、ウェハ搬送装置23によりカセットC内の各ウェハWが順次処理ステーション11の受け渡し装置53に搬送される。

[0043] 次にウェハWは、ウェハ搬送装置70によって第2のブロックG2の熱処理装置40に搬送され温度調節処理される。その後、ウェハWは、ウェハ搬送装置71によって例えば第1のブロックG1の下部反射防止膜形成装置31に搬送され、ウェハW上に下部反射防止膜が形成される。その後ウェハWは、第2のブロックG2の熱処理装置40に搬送され、熱処理が行われる。

[0044] その後ウェハWは、ウェハ搬送装置70によって第2のブロックG2の疎水化処理装置41に搬送される。疎水化処理装置41では、ウェハWを例えば約90℃で加熱した状態でHMDSガスを供給し、疎水化処理が行われる。次にウェハWは、ウェハ搬送装置70によって第1のブロックG1のレジスト塗布装置32に搬送され、ウェハW上にレジスト膜が形成される(図5

の工程 S 1)。その後ウェハ W は、熱処理装置 4 0 に搬送され、プリベーク処理される。なお、本実施の形態では、レジストとして例えばネガ型の E U V レジストが用いられる。

[0045] 次にウェハ W は、第 1 のブロック G 1 の上部反射防止膜形成装置 3 3 に搬送され、ウェハ W 上に上部反射防止膜が形成される。その後、ウェハ W は第 2 のブロック G 2 の熱処理装置 4 0 に搬送され、加熱処理が行われる。

[0046] 次にウェハ W は、ウェハ搬送装置 7 0 によって上部反射防止膜形成装置 3 3 に搬送され、ウェハ W 上に上部反射防止膜が形成される。その後ウェハ W は、ウェハ搬送装置 7 0 によって熱処理装置 4 0 に搬送されて、加熱され、温度調節される。その後、ウェハ W は、周辺露光装置 4 2 に搬送され、周辺露光処理される。

[0047] その後、ウェハ W は、露光装置 1 2 に搬送され、所定のパターンで露光処理される（図 5 の工程 S 2）。

[0048] 次にウェハ W は、ウェハ搬送装置 7 0 によって熱処理装置 4 0 に搬送され、例えば約 9 5 °C で加熱されて P E B 処理される（図 5 の工程 S 3）。これにより、例えば図 6 に示すように、レジスト膜 3 0 0 の露光部 3 0 1 において発生した酸 3 0 2 により、当該レジスト膜 3 0 0 の露光部 3 0 1 を脱保護反応させる。なお、本実施の形態では、熱処理装置 4 0 が、本発明の P E B 処理装置として機能する。その後ウェハ W は、ウェハ搬送装置 7 0 によって酸失活処理装置 4 4 に搬送される。

[0049] 酸失活処理装置 4 4 においては、先ず、昇降機構 1 2 4 により蓋体 1 2 1 を所定の位置まで上昇させた状態で載置台 1 2 2 上にウェハ W が載置される。

[0050] 次に、蓋体 1 2 1 の下端部 1 3 1 a と処理容器 1 2 0 の上端部 1 2 0 a との間に所定の隙間 G が形成される位置まで蓋体 1 2 1 を下降させ、処理空間 S を形成する。

[0051] 次に、ヒータ 1 2 3 によりウェハ W を P E B 処理の温度よりも低い温度、本実施の形態では例えば 5 0 °C に加熱した後、バルブ 1 4 2 を所定の開度で

開き、ガス供給部 132 から例えば濃度が概ね 1% の HMD S ガスを処理空間 S 内に所定の流量で供給する。また、HMD S ガスの供給と共に排気装置 155 を起動し、外周排気部 160 から所定の流量で HMD S ガスを排気する。なお、この際、排気母管 154 のバルブ 156 は閉止した状態にしており、処理空間 S 内の排気は外周排気部 160 のみから行われる。これにより、ウェハ W の中央上方から供給された HMD S ガスは、ウェハ W の上方をウェハ W の外周縁部に向かって均一に拡散するように流れる。これにより、HMD S ガスがウェハ W 上のレジスト膜 300 内に浸透し、露光部 301 で発生した酸 302 が中和され、失活する（図 5 の工程 S4）。

[0052] HMD S ガスを所定の時間供給してレジスト膜 300 中の酸 302 を失活させた後、バルブ 142 を閉じて HMD S ガスの供給を停止する。そして、バルブ 143 を所定の開度で開き、ガス供給部 132 から窒素ガスを所定の流量で供給して、処理空間 S 内に残存する HMD S ガスを例えば 10 秒間パージする。また、窒素ガスの供給と共にバルブ 156 を開操作し、中心排気部 150 から処理空間 S 内の排気を行う。これにより、処理容器 120 内の HMD S ガスがパージされる。

[0053] 処理容器 120 内のパージが完了した後、各バルブ 143、156 を閉止すると共に排気装置 155 を停止させる。次いで、昇降機構 124 により蓋体を所定の高さまで上昇させ、酸失活処理が完了したウェハ W が処理容器 120 の外部に搬出される。

[0054] その後、ウェハ W は、ウェハ搬送装置 70 によって改質処理装置 45 に搬送される。改質処理装置 45 ではレジスト膜 300 のシリル化が行われる。改質処理装置 45 では、ウェハ W がシリル化温度以上、レジスト膜 300 の溶解温度以下、本実施の形態では、例えば 130℃ で加熱した後、レジスト膜 300 に対して TMSDMA ガスを供給する。これにより、露光部 301 のカルボキシル基にシラノール基が付加してレジスト膜 300 の露光部 301 がシリル化する（図 5 の工程 S5）。なお、改質処理装置 45 において TMSDMA ガスを供給する際の手順については、酸失活処理装置 44 におい

てHMD S ガスを供給する際の手順と同様である。

[0055] ここで、現像処理前にレジスト膜中の酸を失活させていない場合、P E B 処理後のレジスト膜300では、例えば図7に示すように、露光部301で発生した酸302がP E B 処理の熱エネルギーにより未露光部303まで拡散した状態となっている。また、このように酸302が失活していない状態で例えば加熱処理を伴う改質処理を行うと、改質処理の際の熱エネルギーによりさらに酸302を拡散させると共に、本来は脱保護されるべきでない未露光部303でも脱保護が進行してしまう。この点、本実施の形態においては、酸失活処理装置44により既にレジスト膜300中の酸302を失活させているので、改質処理装置45でP E B 処理の温度以上の温度で加熱しても、酸302がレジスト膜300内に拡散し、未露光部303を脱保護させるようなことがない。換言すれば、レジスト膜300中の脱保護された領域が、P E B 処理後に変動することがない。

[0056] その後、ウェハWは、ウェハ搬送装置70によって現像処理装置30に搬送され、例えば酢酸ブチルがウェハW上に供給されてネガ型の現像処理（（図5の工程S6））が行われる。その結果、図8に示すように、未露光部303が除去されて所定のレジストパターン310が形成される。この際、レジスト膜300にはレジストパターン310の線幅の変動要因である酸302が存在しないため、酸302の影響を受けることなく現像処理を行うことができる。また、P E B 処理後、直ちに酸302を失活させることで、レジスト膜300中の脱保護された領域は酸失活工程後に変動することがないので、例えばシリル化のような、ウェハWが加熱雰囲気曝される改質処理を行った場合であっても、所望の線幅のレジストパターン310を得ることができる。

[0057] また、露光部301がシリル化することで当該露光部301が硬化し、酢酸ブチルに対してより溶解しにくくなるため、ネガ現像の際の露光部301と未露光部303との間の酢酸ブチルに対する溶解コントラストが向上する。その結果、レジストパターン310のラインエッジラフネス（LER）や

面内均一性（CDU）が向上し、より精度の高いレジストパターン310を得ることができる。

[0058] 現像終了後、ウェハWは、ウェハ搬送装置70によって熱処理装置40に搬送され、ポストベーク処理される。その後、ウェハWは、ウェハ搬送装置70によって第3のブロックG3の受け渡し装置50に搬送され、その後カセットステーション10のウェハ搬送装置23によって所定のカセット載置板21のカセットCに搬送される。こうして、一連のフォトリソグラフィ工程が終了する。

[0059] 以上の実施の形態によれば、PEB処理（図5の工程S3）後のウェハWに酸失活処理装置44でアルカリ性のガスとしてHMD Sガスを供給し、レジスト膜300中の酸302を中和して失活させている（図5の工程S4）ので、現像処理の際にはレジストパターン310の線幅の変動要因である酸302が既に存在しないため、酸302の影響を受けることなく現像処理を行うことができる。したがって、当該レジストパターン310の線幅を所望なものとすることができる。また、レジスト膜300中の脱保護された領域は酸失活工程後に変動することがないので、現像処理前に、例えばシリル化のような熱処理を伴う処理を行ったとしても、所望の線幅のレジストパターン310を得ることができる。

[0060] また、現像処理前にレジスト膜300のシリル化を行うことで、レジスト膜300の露光部301と未露光部303の酢酸ブチルに対する溶解コントラストが向上するため、レジストパターン310のラインエッジラフネス（LER）や面内均一性（CDU）が向上し、より精度の高いレジストパターン310を得ることができる。

[0061] また、従来レジストパターン310のシリル化を行う場合は、シリル化に伴う熱処理により酸302が拡散するのを避けるために、現像処理によりレジストパターン310を形成した後に当該レジストパターン310のシリル化を行っていた。しかしながらその場合、熱処理に伴うレジストパターン310への応力などによりレジストパターン310が倒れるいわゆるパターン

倒れが生じるという問題があった。この点について、本実施の形態のように現像処理前のレジスト膜300に対してシリル化を行う場合、シリル化の時点では現像処理後にレジストパターン310となる未露光部303に露光部301が未だ隣接して存在した状態にあり、例えばシリル化の際の熱処理などに伴う応力が作用しても、未露光部303が倒れるスペースが存在しない。そのため、現像処理後にシリル化を行う際に問題となっていた、パターン倒れについてもその問題を解消することができる。

[0062] なお、以上の実施の形態では、PEB処理後であって現像処理前に、レジストの改質処理としてシリル化を行っていたが、改質処理は必ずしも行う必要はなく、酸失活処理工程後に直ちに現像処理を行った場合でも、酸302の影響を受けることなく現像処理を行うことでレジストパターン310の線幅を所望なものとすることができるという本発明の効果は、当然に得ることができる。

[0063] なお、以上の実施の形態では、PEB処理後に酸を失活させ、レジスト膜をシリル化した後にネガ型現像によりレジスト膜300を現像したが、現像処理に際してはポジ型現像を行ってもよい。既述のように、露光部301がシリル化することにより、当該露光部301が硬化する。その際、例えば図9に示すように、露光部301が未露光部303を押しよけるように膨張する。したがって、例えば図10に示すように、ポジ型現像を行った後にレジストパターン320として残る未露光部303は、露光部301に押されることで表面の凹凸が均される。その結果、現像処理後のレジストパターン320に、いわゆるスムージング処理を行った場合と同様の効果を得ることができる。なお、ポジ型現像を行う場合、例えば図5に示す工程S6の現像処理において、酢酸ブチルに代えてTMAH（テトラメチルアンモニウムヒドロキシド）などのアルカリ溶液が供給される。

[0064] また、以上の実施の形態では、レジストとしてネガ型のEUVレジストを用いた場合を例に説明したが、レジストとしてポジ型のEUVレジストを用いてもよい。ポジ型のレジストを用いる場合、露光処理においてはポジ型の

マスクが用いられ、現像処理においてはアルカリ溶液である例えばTMAHが用いられる点を除いて、ネガ型のEUVレジストを用いた場合と同様である。なお、上述のネガ型レジストに対してポジ型現像を用いる場合と同様に、ポジ型レジストに対してネガ型現像を用いてもよい。

[0065] 以上の実施の形態では、酸失活処理装置44において、例えば50℃でウェハWを加熱した状態でHMDSガスを供給したが、ウェハWの加熱温度については、本実施の形態の内容に限定されるものではなく、例えば常温（23℃）程度であっても、レジスト膜300中の酸302を失活させられることが本発明者らにより確認されている。したがって、酸失活処理装置44でのウェハWの温度は、HMDSガスによりレジスト膜300中の酸302を失活させられる程度の温度であればよい。その一方、ウェハW処理のスループットの観点からは、ウェハWの温度が高いほど酸の中和が促進するが、PEB処理の際の温度以上に加熱すると、レジスト膜300中の酸302の拡散、及びそれに伴う脱保護反応が進んでしまうため、酸失活工程におけるウェハ加熱の上限温度は、PEB処理温度よりも、例えば30℃程度低い温度とすることが好ましい。

[0066] なお、以上の実施の形態では、改質処理装置45でレジスト膜300のシリル化を行っていたが、改質処理の内容については本実施の形態の内容に限定されるものではなく、シリル化の他に、例えばレジストパターン320に金属含有液を浸潤させた後にウェハWを加熱処理して、当該レジストパターン320を硬化（ハードニング）するといった、熱処理を伴う処理を行ってもよい。また、当然に、熱処理を伴わない処理を行ってもよい。

[0067] レジストパターン320のハードニングにおいては、既述の工程S1～S4を実施してレジスト膜300中の酸302を失活させた後、レジスト膜300上に液体状の金属含有液を供給する。金属含有液としては、例えばアルコールに金属を溶解させた溶液が用いられ、アルコールとしては、例えばIPA（イソプロピルアルコール）、エタノール、ブタノール、MIBC（メチルイソブチルカルビノール）等が用いられる。また金属としては、例えば

Zr（ジルコニウム）、Ti（チタン）、W（タングステン）等が用いられる。なお、この金属は微小な直径を有し、例えば5 nm以下の直径のナノパーティクルである。

[0068] レジスト膜300上に金属含有液が塗布されると、金属含有液中のアルコールは、レジスト膜300の露光部301中のOH基等、親和性の良い官能基をターゲットにして露光部301中に進入する。この露光部301中へのアルコールの進入に伴い、当該アルコールを進入経路として金属も露光部301中に進入する。そして、金属は露光部301中のOH基と結合して露光部301中に浸潤する。なおこのとき、未露光部303中には金属が進入せず、当該未露光部303の表面には金属が堆積する。その後、ウェハW上に洗浄液を供給して、未露光部303上に堆積した金属を除去し、次いでウェハWを熱処理装置40で熱処理する。これにより、露光部301のハードニングが行われ、その後、現像処理（工程S6）を行うことで、硬化したレジストパターン320がウェハW上に形成される。

[0069] このような金属含有液の供給や洗浄液の供給は、スピンコーティングにより行われる。したがって、酸失活工程（工程S4）の後に金属含有液によるレジストパターン320のハードニングを行う場合は、例えば図11に示すように、基板処理システム1に、ウェハWに対して金属含有液や洗浄液を供給する液処理装置として、塗布処理装置400を設けてもよい。

[0070] なお、シリル化等の、PEB処理後、現像処理前に行われる改質処理においては、既述のとおり、レジスト膜300中の酸302が既に失活しているため、レジストパターン310の線幅に影響を与えることなくPEB温度以上の加熱を行うことができるが、酸失活後であってもレジスト膜300中には光酸発生剤が残存しており、この光酸発生剤が加熱により分解し、酸302が発生する可能性がある。

[0071] したがって、PEB処理後に、例えばレジスト膜300に対して紫外線を照射して、レジスト膜300中の光酸発生剤を失活させる紫外線照射工程を実施してもよい。紫外線照射工程の実施にあたっては、例えばPEB処理後

であって、酸失活処理前にウェハWを紫外線照射装置43に搬送する。そして、紫外線照射装置43において、ウェハWに対して例えば波長が193nm又は248nmの紫外線が照射される。これにより、レジスト膜300中の光酸発生剤が失活し、その後の改質処理においてウェハWを加熱しても、光酸発生剤から酸302が発生したり、発生した酸302によりレジスト膜300が脱保護したりすることがない。したがって、安定した改質処理を行うことができる。なお、照射する紫外線の波長としては、193nm又は248nmに限定されるものではなく、他の波長の紫外線も適宜使用可能であるが、193nmよりも短い、例えば波長172nmの紫外線の場合、エネルギーが高過ぎてレジスト膜300中の保護基の結合も切断される可能性があるため、紫外線の波長は193nm以上であることが好ましい。

[0072] 以上の実施の形態では、ウェハWの疎水化を疎水化処理装置41で、レジスト膜300中の酸302の失活処理を酸失活処理装置44で行ったが、既述の通り疎水化処理装置41と酸失活処理装置44は同一の構成を有しており、疎水化処理の際のウェハWの加熱温度と酸失活処理の際のウェハWの加熱温度が異なるのみである。したがって、基板処理システム1には、疎水化処理装置41と酸失活処理装置44の少なくともいずれかを設け、疎水化処理と酸失活処理との際に、ウェハWを加熱するヒータ123の設定温度を変更して使用するようにしてもよい。

[0073] 以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施の形態について説明したが、本発明はかかる例に限定されない。当業者であれば、請求の範囲に記載された思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。本発明はこの例に限らず種々の態様を採りうるものである。本発明は、基板がウェハ以外のFPD（フラットパネルディスプレイ）、フォトマスク用のマスクレチクルなどの他の基板である場合にも適用できる。

産業上の利用可能性

[0074] 本発明は、基板にレジストパターンを形成する際に有用である。

符号の説明

- [0075]
- 1 基板処理システム
 - 30 現像処理装置
 - 31 下部反射防止膜形成装置
 - 32 レジスト塗布装置
 - 33 上部反射防止膜形成装置
 - 40 熱処理装置
 - 41 疎水化処理装置
 - 42 周辺露光装置
 - 43 紫外線照射装置
 - 44 酸失活処理装置
 - 45 改質処理装置
 - 300 レジスト膜
 - 301 露光部
 - 302 酸
 - 303 未露光部
 - 310 レジストパターン
 - 320 レジストパターン
 - W ウェハ

請求の範囲

- [請求項1] 基板を処理する基板処理方法であって、
基板上にレジスト膜を形成するレジスト膜形成工程と、
基板上のレジスト膜にパターンの露光を行う露光工程と、
前記露光工程後の基板を加熱し、前記レジスト膜中の酸により当該レジスト膜を脱保護させる P E B 処理工程と、
前記 P E B 処理工程後の基板上のレジスト膜に対してアルカリ性のガスまたはアルカリ溶液のミストの少なくともいずれかを供給し、前記レジスト膜中の酸を失活させる酸失活工程と、
前記酸失活工程後に現像液を基板に対して供給し、前記レジスト膜の現像処理を行う現像処理工程と、を有する。
- [請求項2] 請求項 1 に記載の基板処理方法において、
前記酸失活工程後であって前記現像処理工程前に、前記レジスト膜を改質処理する改質処理工程をさらに有する。
- [請求項3] 請求項 2 に記載の基板処理方法において、
前記改質処理では、前記レジスト膜をシリコン含有の化合物と反応させて当該レジスト膜をシリル化する。
- [請求項4] 請求項 1 に記載の基板処理方法において、
前記 P E B 処理工程後であって前記酸失活工程前に、前記 P E B 処理工程後のレジスト膜に対して波長 1 9 3 n m 又は波長 2 4 8 n m の紫外線を照射して当該レジスト膜中の光酸発生剤を失活させる、紫外線照射工程をさらに有する。
- [請求項5] 請求項 2 に記載の基板処理方法において、
前記 P E B 処理工程後であって前記酸失活工程前に、前記 P E B 処理工程後のレジスト膜に対して波長 1 9 3 n m 又は波長 2 4 8 n m の紫外線を照射して当該レジスト膜中の光酸発生剤を失活させる、紫外線照射工程をさらに有する。
- [請求項6] 請求項 3 に記載の基板処理方法において、

前記 P E B 処理工程後であって前記酸失活工程前に、前記 P E B 処理工程後のレジスト膜に対して波長 1 9 3 n m 又は波長 2 4 8 n m の紫外線を照射して当該レジスト膜中の光酸発生剤を失活させる、紫外線照射工程をさらに有する。

[請求項7] 請求項 1 に記載の基板処理方法において、
前記レジスト膜は、E U V レジストの膜である。

[請求項8] 請求項 2 に記載の基板処理方法において、
前記レジスト膜は、E U V レジストの膜である。

[請求項9] 請求項 3 に記載の基板処理方法において、
前記レジスト膜は、E U V レジストの膜である。

[請求項10] 請求項 4 に記載の基板処理方法において、
前記レジスト膜は、E U V レジストの膜である。

[請求項11] 請求項 5 に記載の基板処理方法において、
前記レジスト膜は、E U V レジストの膜である。

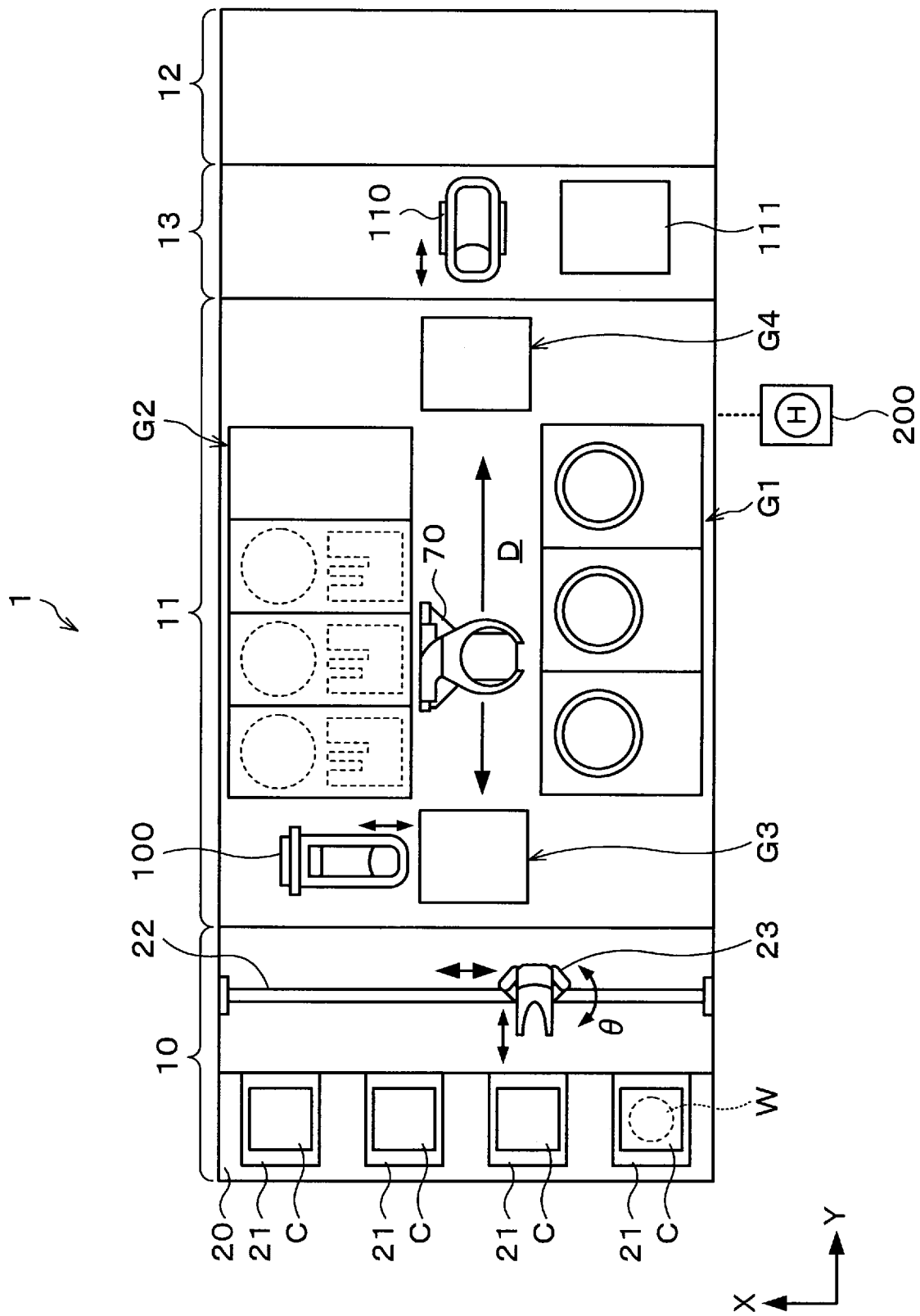
[請求項12] 請求項 6 に記載の基板処理方法において、
前記レジスト膜は、E U V レジストの膜である。

[請求項13] 基板を処理する基板処理方法を基板処理システムによって実行させるように、当該基板処理システムを制御する制御部のコンピュータ上で動作するプログラムを格納した読み取り可能なコンピュータ記憶媒体であって、
前記基板処理方法は、
基板上にレジスト膜を形成するレジスト膜形成工程と、
基板上のレジスト膜にパターンの露光を行う露光工程と、
前記露光工程後の基板を加熱し、前記レジスト膜中の酸により当該レジスト膜を脱保護させる P E B 処理工程と、
前記 P E B 処理工程後の基板上のレジスト膜に対してアルカリ性のガスまたはアルカリ溶液のミストの少なくともいずれかを供給し、前記レジスト膜中の酸を失活させる酸失活工程と、

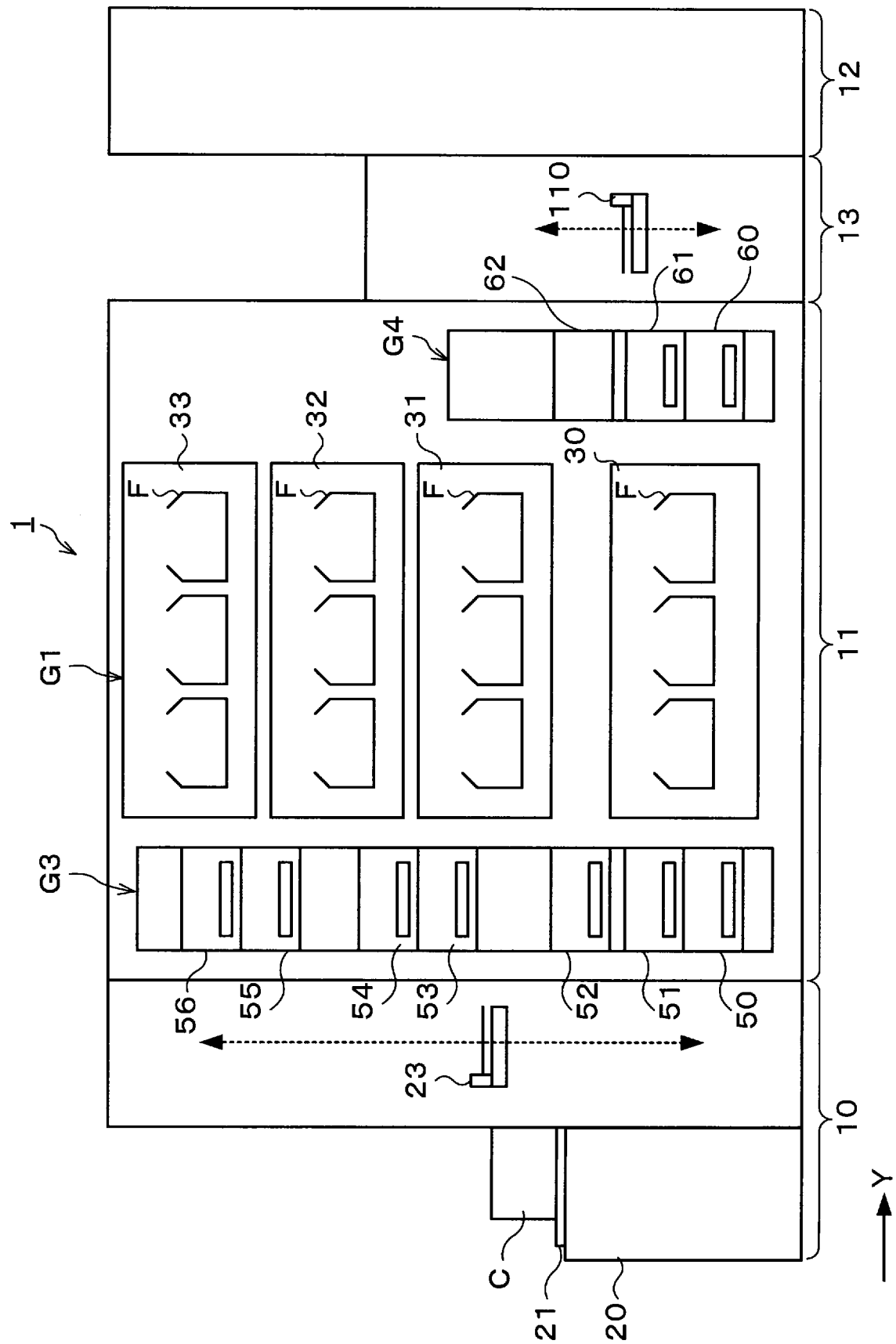
前記酸失活工程後に現像液を基板に対して供給し、前記レジスト膜の現像処理を行う現像処理工程と、を有する。

- [請求項14] 基板を処理する基板処理システムであって、
- 基板上にレジスト膜を塗布するレジスト塗布装置と、
- 前記基板処理システムの外部に設けられた露光装置により露光が行われた基板を加熱し、前記レジスト膜中の酸により当該レジスト膜を脱保護させるP E B処理装置と、
- 前記レジスト膜に対してアルカリ性のガスまたはアルカリ溶液のミストの少なくともいずれかを供給してレジスト膜中の酸を失活させる酸失活処理装置と、
- 基板上に現像液を供給して前記レジスト膜の現像処理を行う現像処理装置と、
- を有する。

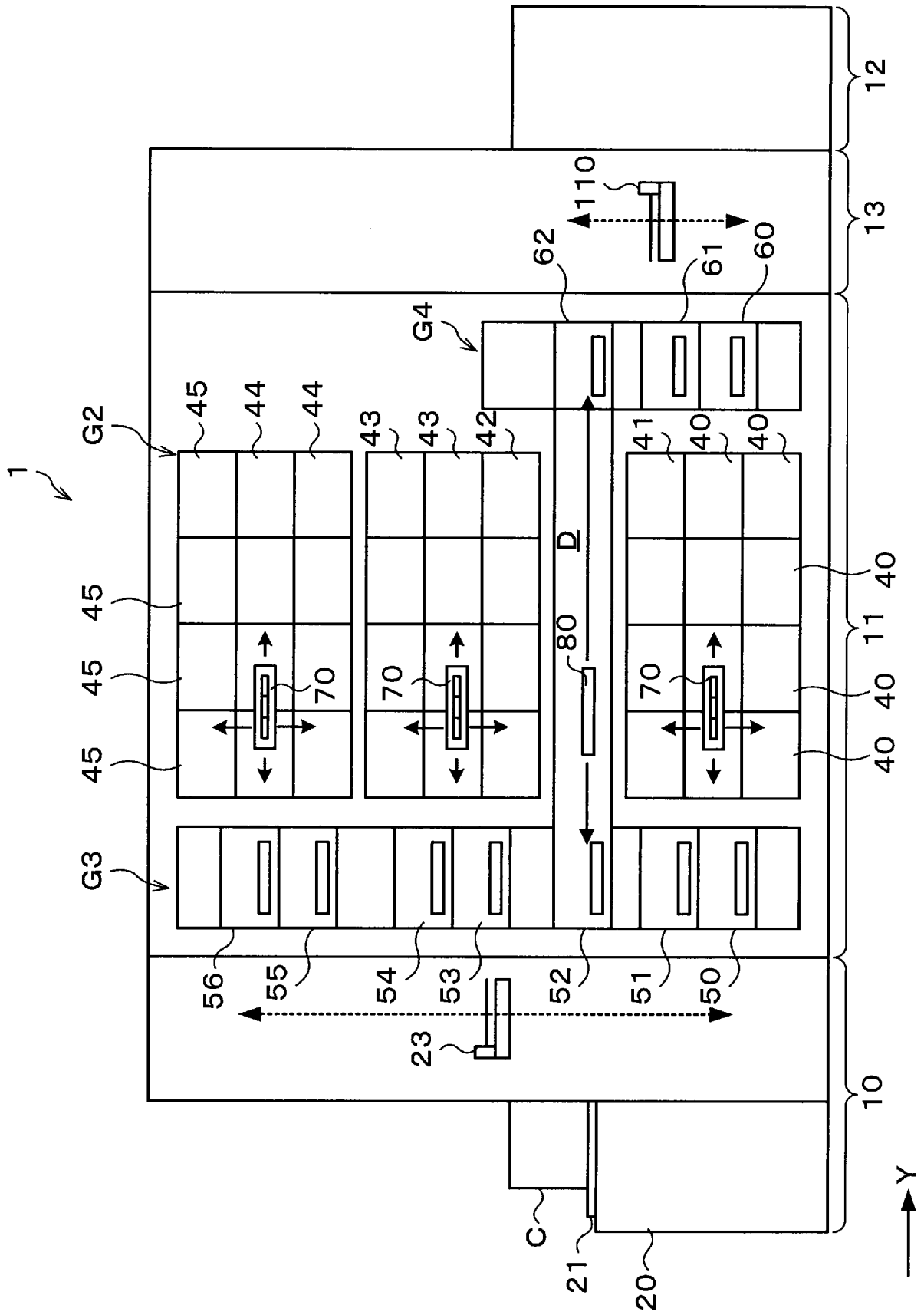
[図1]



[図2]



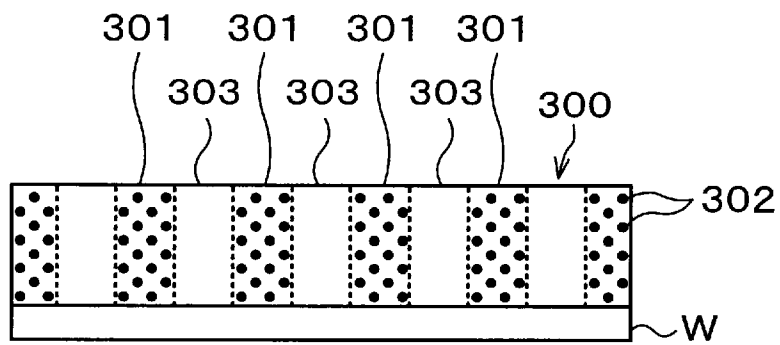
[図3]



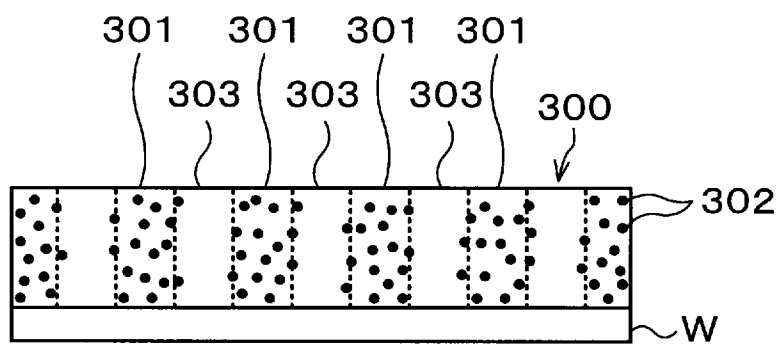
```

graph TD
    S1[ウェハにレジスト膜形成] --> S2[露光処理]
    S2 --> S3[PEB処理]
    S3 --> S4[レジスト膜中の酸失活]
    S4 --> S5[レジスト膜の露光部のシリル化]
    S5 --> S6[現像処理]
  
```

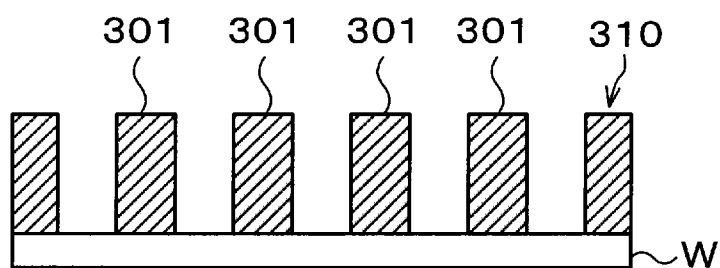
[図6]



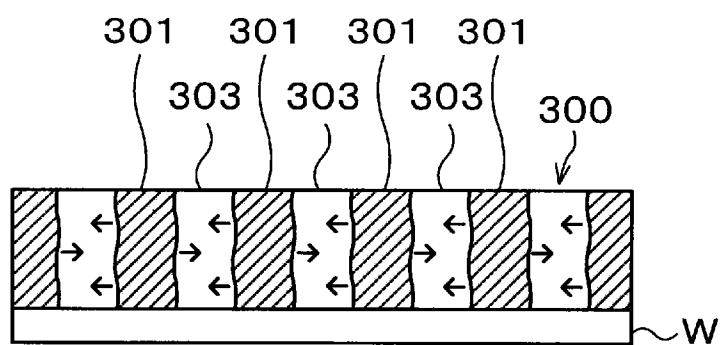
[図7]



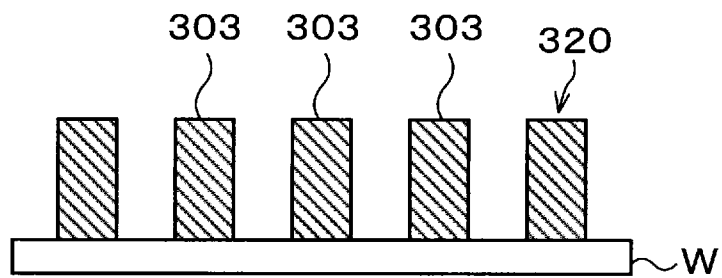
[図8]



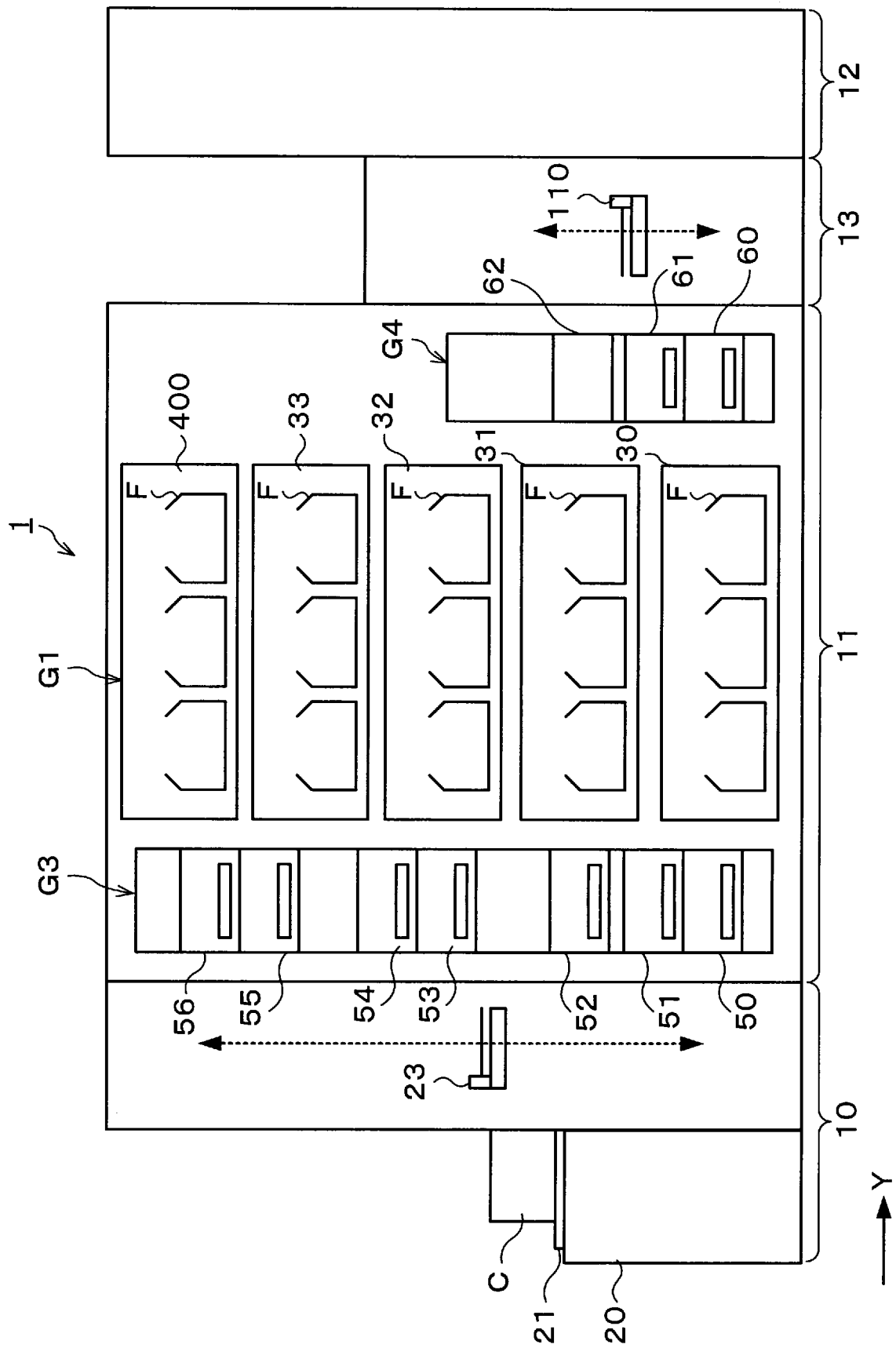
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/070146

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/027(2006.01)i, G03F7/38(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L21/027, G03F7/38

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 06-084783 A (Hitachi, Ltd.), 25 March 1994 (25.03.1994), claims 1, 2; paragraph [0006] (Family: none)	1, 7, 13-14 2-6, 8-12
X A	JP 2011-086724 A (Tokyo Electron Ltd.), 28 April 2011 (28.04.2011), paragraphs [0057] to [0066]; fig. 9 & KR 10-2011-0040659 A	1, 7, 13-14 2-6, 8-12
A	JP 2013-021152 A (Dainippon Printing Co., Ltd.), 31 January 2013 (31.01.2013), entire text; all drawings (Family: none)	1-14



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
18 September 2015 (18.09.15)

Date of mailing of the international search report
06 October 2015 (06.10.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/070146

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-047782 A (Taiwan Semiconductor Manufacturing Co., Ltd.), 22 February 2007 (22.02.2007), entire text; all drawings & US 2007/0031760 A1 & DE 102006045459 A & FR 2891630 A & NL 1032276 A & CN 1916766 A & TW 00I338820 B & KR 10-2007-0037303 A & SG 131049 A & IL 178318 A & NL 1032276 A1	1-14
A	JP 10-063001 A (Sony Corp.), 06 March 1998 (06.03.1998), entire text; all drawings (Family: none)	1-14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. H01L21/027(2006.01)i, G03F7/38(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. H01L21/027, G03F7/38			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2015年 日本国実用新案登録公報 1996-2015年 日本国登録実用新案公報 1994-2015年			
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
X A	JP 06-084783 A（株式会社日立製作所）1994.03.25, [請求項1]、 [請求項2]、[0006]（ファミリーなし）	1, 7, 13-14 2-6, 8-12	
X A	JP 2011-086724 A（東京エレクトロン株式会社）2011.04.28, [0 057] - [0066]、[図9] & KR 10-2011-0040659 A	1, 7, 13-14 2-6, 8-12	
A	JP 2013-021152 A（大日本印刷株式会社）2013.01.31, 全文、全図 （ファミリーなし）	1-14	
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 18.09.2015		国際調査報告の発送日 06.10.2015	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官（権限のある職員） 関口 英樹 電話番号 03-3581-1101 内線 3274	

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2007-047782 A (台湾積體電路製造股▲ふん▼有限公司) 2007.02.22, 全文、全図 & US 2007/0031760 A1 & DE 102006045459 A & FR 2891630 A & NL 1032276 A & CN 1916766 A & TW 00I338820 B & KR 10-2007-0037303 A & SG 131049 A & IL 178318 A & NL 1032276 A1	1-14
A	JP 10-063001 A (ソニー株式会社) 1998.03.06, 全文、全図 (ファ ミリーなし)	1-14