

(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
2012年7月12日(12.07.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/093683 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/027 (2006.01) G03F 7/11 (2006.01)
B05C 9/08 (2006.01) G03F 7/16 (2006.01)
B05C 13/00 (2006.01) H01L 21/31 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/050079
- (22) 国際出願日: 2012年1月5日(05.01.2012)
- (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 2011-000438 2011年1月5日(05.01.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 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; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 石川 拓(ISHIKAWA, Hiraku) [JP/JP]; 〒9813137 宮城県仙台市泉区大沢3-2-1 東京エレクトロン技術研究所株式会社内 Miyagi (JP). 林 輝幸(HAYASHI, Teruyuki) [JP/JP]; 〒4070192 山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢650 東京エレクトロン株式会社内 Yamanashi (JP). 松岡 孝明(MATSUOKA, Takaaki) [JP/JP]; 〒1076325 東京都港区赤坂5-3

ー1 赤坂Bizタワー 東京エレクトロン株式会社内 Tokyo (JP). 小野 裕司(ONO, Yuji) [JP/JP]; 〒0231101 岩手県奥州市江刺区岩谷堂字松長根52 東京エレクトロン東北株式会社内 Iwate (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, 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, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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.

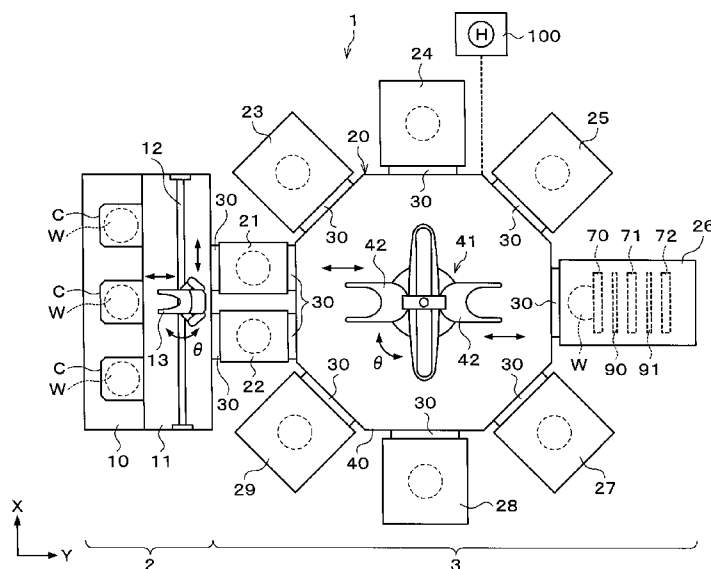
(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[続葉有]

(54) Title: DEVICE FOR DEPOSITING MOLECULAR RESIST COMPOSED OF LOW-MOLECULAR-WEIGHT COMPOUND

(54) 発明の名称: 低分子化合物の分子レジストの蒸着装置

[図1]



(57) Abstract: A substrate-processing system for forming a resist pattern from a molecular resist composed of a low-molecular-weight compound on a substrate comprises a film formation device for forming a resist film on the substrate, an exposure device for exposing the formed resist film, and a developing device for developing the exposed resist film. The film formation device has: a processing container for accommodating the substrate; a holding platform for holding the substrate, the platform being disposed in the processing container; a resist film deposition head for feeding the vaporized molecular resist to the substrate held on the holding platform; and a pressure reduction mechanism for reducing the ambient pressure in the processing container to a vacuum atmosphere.

(57) 要約: 基板上に低分子化合物の分子レジストからなるレジストパターンを形成する基板処理システムは、基板上にレジスト膜を成膜する成膜装置と、前記成膜されたレジスト膜を露光する露光装置と、前記露光されたレジスト膜を現像する現像装置と、を備える。前記成膜装置は、基板を収容する処理容器と、前記

処理容器内に設けられ、基板を保持する保持台と、前記保持台に保持された基板に対して、前記分子レジストの蒸気を供給するレジスト膜用蒸着ヘッドと、前記処理容器内の雰囲気気を真空雰囲気に減圧する減圧機構と、を有する。

WO 2012/093683 A1



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, 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： 低分子化合物の分子レジストの蒸着装置

技術分野

[0001] 本発明は、基板上に低分子化合物の分子レジストからなるレジスト膜を成膜する成膜装置、基板処理システム、基板処理方法及び半導体装置の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 例えば半導体装置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。）上にレジスト液を塗布し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。

[0003] 上述したレジストパターンを形成する際、半導体装置のさらなる高集積化を図るため、近年、当該レジストパターンの微細化が求められている。このため、露光処理に用いられる光を短波長化することが進められている。具体的には、従来、露光光源として例えばKrFレーザ（波長248nm）やArFレーザ（波長193nm）、F2レーザ（波長157nm）などを出力する光源を用いていたが、これらレーザよりさらに短波長、例えば13nm～14nmの極紫外線（EUV；Extreme Ultra Violet）を出力する光源を用いることが検討されている。

[0004] しかしながら、レジスト塗布処理を容易に行うという観点から、従来より、レジスト液中の分子レジストには高分子化合物が用いられていた。この高分子化合物は分子サイズが大きく、分子鎖の絡まり合いが強いため、露光処理工程において微細なパターン通りに解像し難い。この結果、特にレジストパターンのLER（Line Edge Roughness）やLWR（Line Width Roughness）が増大する。

[0005] そこで、例えばEUVなどの短波長の光を出力する露光装置に対応した、低分子化合物の分子レジスト（以下、「低分子レジスト」という場合がある。）が提案されている（特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：日本国特開2009-198605号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] ところで、上述したレジスト塗布処理では、回転中のウェハの中心部にノズルからレジスト液を供給し、遠心力によりウェハ上でレジスト液を拡散することによってウェハ上にレジスト液を塗布する、いわゆるスピン塗布法が多く用いられている。

[0008] しかしながら、このスピン塗布法を用いて、特許文献1の低分子レジストを溶媒に溶解させたレジスト液をウェハ上に塗布する場合、下記のような懸念がある。

[0009] すなわち、スピン塗布法を用いた場合、ウェハ上でレジスト液を均一に拡散させるのが困難であり、特にウェハ上にレジスト膜を薄膜状に形成する場合、膜厚を均一に制御することが困難になる。また、低分子レジストは分子鎖の絡まり合いが弱いため、ウェハ上に塗布すると結晶化し易い。この結果、レジストパターンのLERやLWRが増大する。さらに、レジスト液をウェハ上に塗布した後、当該ウェハを熱処理しても、ウェハ上にレジスト液の溶媒が残存する場合がある。かかる場合、後続の露光処理において、残った溶媒によって処理雰囲気の真空度が悪化して、露光処理を適切に行うことができない。

[0010] 本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、基板上に低分子化合物の分子レジストからなるレジスト膜を適切に成膜することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0011] 前記の目的を達成するため、本発明は、基板上に低分子化合物の分子レジストからなるレジスト膜を成膜する成膜装置であって、基板を収容する処理容器と、前記処理容器内に設けられ、基板を保持する保持台と、前記保持台に保持された基板に対して、前記分子レジストの蒸気を供給するレジスト膜用蒸着ヘッドと、前記処理容器内の雰囲気気を実質真空雰囲気気に減圧する減圧機構と、を有する。なお、低分子化合物とは、例えば分子量が2000以下の低分子量の化合物をいう。

[0012] 本発明によれば、真空雰囲気下で、基板上に前記分子レジストの蒸気を供給し、当該分子レジストを基板上に蒸着させてレジスト膜を成膜することができる。かかる場合、分子レジストの蒸気の供給量を調節することで、基板上のレジスト膜の膜厚を調節することができ、当該レジスト膜の膜厚を基板面内で均一にすることができる。また、真空雰囲気下で基板上に蒸気を供給するので、分子レジストがアモルファス状態で供給される。このため、分子レジストが低分子化合物であっても、当該分子レジストが結晶化し難い。したがって、基板上のレジスト膜をパターニングしても、レジストパターンのLERやLWRを抑えることができる。さらに、基板上に供給される蒸気には分子レジストを溶解させるための溶媒が含まれていないので、従来のように基板上に溶媒が残存することがない。したがって、後続の露光処理において、残った溶媒によって処理雰囲気の実質真空度が悪化することがなく、当該露光処理を適切に行うことができる。以上のように本発明によれば、基板上に低分子化合物の分子レジストからなるレジスト膜を適切に成膜することができる。

[0013] 別な観点による本発明は、基板上に低分子化合物の分子レジストからなるレジストパターンを形成する基板処理システムであって、基板上にレジスト膜を成膜する成膜装置と、前記成膜されたレジスト膜を露光する露光装置と、前記露光されたレジスト膜を現像する現像装置と、を備え、前記成膜装置は、基板を収容する処理容器と、前記処理容器内に設けられ、基板を保持する保持台と、前記保持台に保持された基板に対して、前記分子レジストの蒸

気を供給するレジスト膜用蒸着ヘッドと、前記処理容器内の雰囲気気を真空雰囲気に減圧する減圧機構と、を有する。

[0014] また別な観点による本発明は、基板上に低分子化合物の分子レジストからなるレジストパターンを形成する基板処理方法であって、真空雰囲気下で、基板上に前記分子レジストの蒸気を供給し、当該分子レジストを基板上に蒸着させてレジスト膜を成膜する成膜工程と、その後、前記レジスト膜を熱処理する第1の熱処理工程と、その後、前記レジスト膜を露光する露光工程と、その後、前記レジスト膜を熱処理する第2の熱処理工程と、その後、前記レジスト膜を現像する現像工程と、その後、前記レジスト膜を熱処理する第3の熱処理工程と、を有する。

[0015] さらに別な観点による本発明は、半導体装置の製造方法であって、真空雰囲気下で、基板上に低分子化合物の分子レジストの蒸気を供給し、当該分子レジストを基板上に蒸着させてレジスト膜を成膜する成膜工程と、その後、前記レジスト膜を熱処理する第1の熱処理工程と、その後、前記レジスト膜を露光する露光工程と、その後、前記レジスト膜を熱処理する第2の熱処理工程と、その後、前記レジスト膜を現像する現像工程と、その後、前記レジスト膜を熱処理する第3の熱処理工程と、を有する基板処理方法を行って、基板上に前記分子レジストからなるレジストパターンを形成した後、前記レジストパターンをマスクとして基板上の被処理膜をエッチングして、半導体装置を製造する。

発明の効果

[0016] 本発明によれば、基板上に低分子化合物の分子レジストからなるレジスト膜を適切に成膜することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本実施の形態にかかるウェハ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成膜装置の構成の概略を示す縦断面図である。

[図3]犠牲膜用蒸着ヘッドの斜視図である。

[図4]ウェハ処理の各工程におけるウェハの状態を示した説明図であり、（a）は予めウェハ上に被処理膜が形成された様子を示し、（b）は被処理膜上に犠牲膜が形成された様子を示し、（c）は犠牲膜上に反射防止膜が形成された様子を示し、（d）は反射防止膜上にレジスト膜が形成された様子を示し、（e）はレジスト膜にレジストパターンが形成された様子を示す。

[図5]他の実施の形態にかかるウェハ処理システムの構成の概略を示す平面図である。

[図6]他の実施の形態にかかるウェハ処理システムの構成の概略を示す平面図である。

[図7]他の実施の形態にかかる成膜装置の構成の概略を示す縦断面図である。

発明を実施するための形態

[0018] 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システムとしてのウェハ処理システム1の構成の概略を示す平面図である。実施の形態のウェハ処理システム1では、基板としてのウェハW上にフォトリソグラフィー処理を行い、ウェハW上にレジストパターンを形成する。また、ウェハ処理システム1で処理されるウェハW上には、後述するように予め被処理膜、例えばシリコン窒化膜（SiN）とシリコン酸化膜（SiO₂）が形成されている。

[0019] なお、本実施の形態で用いられるレジストは、いわゆる化学増幅型のレジストであって、感光性を有している。また、本実施の形態で用いられるレジストは、後述するように例えば分子量が2000以下、より好ましくは分子量が1000以下の低分子化合物の分子レジスト（以下、「低分子レジスト」という場合がある。）である。

[0020] ウェハ処理システム1は、図1に示すように例えば複数のウェハWをカセット単位で外部とウェハ処理システム1との間で搬入出したり、カセットCや後述する主搬送室20に対してウェハWを搬入出したりする基板搬入出部としての搬入出ステーション2と、ウェハWに対して枚葉式に所定の処理を行う複数の処理装置を備えた処理ステーション3とを一体に接続した構成を

有している。

[0021] 搬入出ステーション 2 には、カセット載置台 10 が設けられている。カセット載置台 10 は、複数のカセット C を X 方向（図 1 中の上下方向）に一列に載置自在になっている。すなわち、搬入出ステーション 2 は、複数のウェハ W を保有可能に構成されている。

[0022] 搬入出ステーション 2 において、カセット載置台 10 の Y 方向正方向（図 1 中の右方向）側には、搬送室 11 が隣接されている。搬送室 11 には、X 方向に延伸する搬送路 12 上を移動可能なウェハ搬送体 13 が設けられている。ウェハ搬送体 13 は、水平方向に伸縮自在、且つ鉛直方向及び鉛直周り（ θ 方向）にも移動自在であり、カセット C と後述する処理ステーション 3 のロードロック室 21、22 との間でウェハ W を搬送できる。

[0023] 処理ステーション 3 の中央部には、内部を減圧可能な基板搬送部としての主搬送室 20 が設けられている。主搬送室 20 は、例えば平面視において略多角形状（図示の例では八角形状）に形成され、その周囲にロードロック室 21、22 と、例えば 7 つの処理装置 23、24、25、26、27、28、29 が接続されている。ロードロック室 21、22 と、処理装置 23、24、25、26、27、28、29 は、平面視において、主搬送室 20 の周囲に時計回転方向にこの順で並ぶように配置されている。

[0024] 搬送室 11 とロードロック室 21、22 との間、主搬送室 20 と各ロードロック室 21、22 及び各処理装置 23～29 との間には、これらの間を気密にシールし、かつ開閉可能に構成されたゲートバルブ 30 がそれぞれ設けられている。

[0025] 主搬送室 20 は、内部を密閉可能な構造の搬送室チャンバ 40 を有している。搬送室チャンバ 40 内には、ウェハ W を搬送するウェハ搬送機構 41 が設けられている。ウェハ搬送機構 41 は、ウェハ W を略水平に保持する 2 つの搬送アーム 42、42 を有している。各搬送アーム 42 は、水平方向に伸縮自在、且つ鉛直方向及び鉛直周り（ θ 方向）に移動自在に構成されている。そして、ウェハ搬送機構 41 は、主搬送室 20 の周囲のロードロック室 2

1、22及び処理装置23～29に対してウェハWを搬送することができる。

[0026] ロードロック室21、22は、主搬送室20と搬入出ステーション2との搬送室11の間に配置され、主搬送室20と搬送室11を接続している。ロードロック室21、22は、ウェハWの載置部（図示せず）を有し、室内を減圧雰囲気維持できる。なお、以下において、ロードロック室21を「第1のロードロック室21」といい、ロードロック室22を「第2のロードロック室22」という場合がある。

[0027] 処理装置23は、ウェハWの表面（被処理膜が形成された表面）を洗浄する前処理装置23である。前処理装置23では、例えばウェハWの表面に紫外線を照射する。そして、この紫外線によってウェハW上の有機物等が除去され、当該ウェハWの表面が洗浄される。なお、ウェハWの表面の洗浄は、例えばアルゴンガス等の処理ガスをプラズマ化し、当該プラズマをウェハWの表面に供給して行ってもよい。

[0028] 処理装置24、25は、ウェハWを熱処理する熱処理装置24、25である。熱処理装置24、25は、例えばウェハWを載置して加熱する熱板（図示せず）と、ウェハWを載置して冷却する冷却板（図示せず）を有し、加熱処理と冷却処理の両方を行うことができる。また、熱処理装置24、25における熱処理温度は、例えば後述する制御装置100により制御される。

[0029] 処理装置26は、ウェハW上にレジスト膜を成膜する成膜装置26である。成膜装置26の構成については後述する。

[0030] 処理装置27は、ウェハW上のレジスト膜を露光処理する露光装置27である。露光装置27は、EUV（波長13nm～14nm）を出力する光源（図示せず）を有している。そして、露光装置27では、ウェハW上のレジスト膜にEUVが照射され、当該レジスト膜に所定のパターンが選択的に露光される。

[0031] 処理装置28は、ウェハW上のレジスト膜を現像処理する現像装置28である。現像装置28では、例えば露光装置27で露光されたウェハW上のレ

ジスト膜に現像液を供給する。そして、この現像液によってレジスト膜が現像され、ウェハW上にレジストパターンが形成される。なお、現像装置28では、上述した現像液によるウェット現像に代えて、例えばプラズマ状の現像液を用いたドライ現像を行ってもよい。すなわち、現像装置28内の現像処理は、大気雰囲気下で行われる場合もあれば、所定の真空雰囲気下で行われる場合もある。したがって、現像処理が大気雰囲気下で行われる場合には、必ずしもウェハWを真空雰囲気下で搬送する必要はなく、当該現像処理をウェハ処理システム1の外部で行ってもよい。

[0032] 処理装置29は、ウェハW上のレジストパターンの寸法を測定する寸法測定装置29である。寸法測定装置29では、例えばスキャトロメトリ (Scatterometry) 法を用いてレジストパターンの寸法を測定する。スキャトロメトリ法は、測定対象のウェハWのレジストパターンに光を照射することで検出されるウェハ面内の光強度分布と、予め記憶されている仮想の光強度分布とをマッチングし、光強度分布が適合した仮想のレジストパターンの寸法を実際のレジストパターンの寸法と推定する方法である。なお、本実施の形態においては、レジストパターンの寸法として、例えばレジストパターンの高さが測定される。

[0033] 次に、上述した成膜装置26の構成について説明する。成膜装置26は、図2に示すようにウェハWを収容し、内部を密閉可能な構造の処理容器50を有している。処理容器50の主搬送室20側の側面には、ウェハWを搬入出するための搬入出口51が形成されている。搬入出口51には、上述したゲートバルブ30が設けられている。

[0034] 処理容器50の底面には、当該処理容器50の内部の雰囲気を所定の真空雰囲気まで減圧するための吸気口52が形成されている。吸気口52には、例えば真空ポンプ53に連通する吸気管54が接続されている。なお、本実施の形態においては、吸気口52、真空ポンプ53及び吸気管54が本発明の減圧機構を構成している。

[0035] 処理容器50の内部には、ウェハWを水平に保持する保持台60が設けら

れている。保持台60は、例えば静電吸着によってウェハWを保持する。また、ウェハWは、被処理膜が形成された表面を上に向けたフェースアップの状態保持台60に保持される。保持台60の下方には、例えばモータ等を内蔵した駆動部61が設けられている。駆動部61は、処理容器50の底面に設けられ、Y方向に沿って延伸するレール62に取り付けられている。この駆動部61により、保持台60はレール62に沿って移動し、ウェハWを搬送できる。なお、本実施の形態では、レール62が延伸するY方向がウェハWの搬送方向Lとなる。また、本実施の形態においては、駆動部61とレール62が本発明の搬送機構を構成している。

[0036] 処理容器50の天井面には、3つの蒸着ヘッド70、71、72が、ウェハWの搬送方向Lにこの順で並べて配置されている。

[0037] 蒸着ヘッド70は、キャリアガスを用いて、ウェハW上の被処理膜をエッチングする際のマスクとなる犠牲膜を形成する成膜材料（以下、「犠牲膜用材料」という場合がある。）の蒸気を、被処理膜上に供給する犠牲膜用蒸着ヘッド70である。犠牲膜用材料には、犠牲膜用蒸着ヘッド70からウェハW上に供給できる程度に低分子量の化合物であって、且つ被処理膜に対して良好なエッチング選択比を確保できる材料が用いられ、例えばベンゼン環を有する分子化合物が用いられる。なお、本実施の形態では、成膜装置26で成膜されるレジスト膜の膜厚が薄いため、当該レジスト膜に形成されるレジストパターンをマスクとすると、被処理膜を適切にエッチングできない場合がある。このため、レジストパターンを補完して被処理膜のマスクとして用いるために、本実施の形態では犠牲膜を別途形成している。

[0038] 犠牲膜用蒸着ヘッド70には、当該犠牲膜用蒸着ヘッド70に犠牲膜用材料の蒸気を供給する蒸気供給源73が、蒸気供給管74を介して接続されている。蒸気供給管74には、犠牲膜用材料の蒸気の流れを制御するバルブや供給量調節部等を含む供給機器群75が設けられている。なお、蒸気供給源73には、当該蒸気供給源73内にキャリアガスを供給するためのキャリアガス供給管73aが接続されている。キャリアガスには、例えば不活性ガス

が用いられる。そして、キャリアガス供給管 7 3 a から蒸気供給源 7 3 内に供給されたキャリアガスは犠牲膜用材料の蒸気と所定の濃度で均一に混合される。またこのキャリアガスによって、犠牲膜用材料の蒸気は、犠牲膜用蒸着ヘッド 7 0 に供給され、さらに犠牲膜用蒸着ヘッド 7 0 から被処理膜上に供給される。

[0039] 蒸着ヘッド 7 1 は、キャリアガスを用いて、露光処理時の光の反射を防止するための反射防止膜を形成する成膜材料（以下、「反射防止膜用材料」という場合がある。）の蒸気を犠牲膜上に供給する反射防止膜用蒸着ヘッド 7 1 である。反射防止膜用蒸着ヘッド 7 1 には、当該反射防止膜用蒸着ヘッド 7 1 に反射防止膜用材料の蒸気を供給する蒸気供給源 7 6 が、蒸気供給管 7 7 を介して接続されている。蒸気供給管 7 7 には、反射防止膜用材料の蒸気の流れを制御するバルブや供給量調節部等を含む供給機器群 7 8 が設けられている。なお、蒸気供給源 7 6 には、当該蒸気供給源 7 6 内にキャリアガスを供給するためのキャリアガス供給管 7 6 a が接続されている。キャリアガスには、例えば不活性ガスが用いられる。そして、キャリアガス供給管 7 6 a から蒸気供給源 7 6 内に供給されたキャリアガスは反射防止膜用材料の蒸気と所定の濃度で均一に混合される。またこのキャリアガスによって、反射防止膜用材料の蒸気は、反射防止膜用蒸着ヘッド 7 1 に供給され、さらに反射防止膜用蒸着ヘッド 7 1 から犠牲膜上に供給される。

[0040] 蒸着ヘッド 7 2 は、キャリアガスを用いて、低分子レジストの蒸気を反射防止膜上に供給するレジスト膜用蒸着ヘッド 7 2 である。低分子レジストは、上述したように例えば分子量が 2 0 0 0 以下、より好ましくは分子量が 1 0 0 0 以下の低分子量の化合物である。レジスト膜用蒸着ヘッド 7 2 には、当該レジスト膜用蒸着ヘッド 7 2 に低分子レジストの蒸気を供給する蒸気供給源 7 9 が、蒸気供給管 8 0 を介して接続されている。蒸気供給管 8 0 には、低分子レジストの蒸気の流れを制御するバルブや供給量調節部等を含む供給機器群 8 1 が設けられている。なお、蒸気供給源 7 9 には、当該蒸気供給源 7 9 内にキャリアガスを供給するためのキャリアガス供給管 7 9 a が接続

されている。キャリアガスには、例えば不活性ガスが用いられる。そして、キャリアガス供給管 79a から蒸気供給源 79 内に供給されたキャリアガスは低分子レジストの蒸気と所定の濃度で均一に混合される。またこのキャリアガスによって、低分子レジストの蒸気は、レジスト膜用蒸着ヘッド 72 に供給され、さらにレジスト膜用蒸着ヘッド 72 から反射防止膜上に供給される。

[0041] 蒸着ヘッド 70、71、72 は、図 2 及び図 3 に示すように略直方体形状を有し、ウェハ W の搬送方向 L と垂直方向（図中の X 方向）にそれぞれ延伸している。また、蒸着ヘッド 70、71、72 の下面には、ウェハ W 上に成膜材料（犠牲膜材料、反射防止膜用材料、低分子レジスト）の蒸気を供給する供給口 82 がそれぞれ形成されている。各供給口 82 は、ウェハ W の搬送方向 L と垂直方向（図中の X 方向）にウェハ W の X 方向の幅以上に長く延伸している。かかる構成により、蒸着ヘッド 70、71、72 から成膜材料の蒸気がウェハ W の幅方向に均一に供給される。なお、図 3 では犠牲膜用蒸着ヘッド 70 を図示したが、反射防止膜用蒸着ヘッド 71 とレジスト膜用蒸着ヘッド 72 も同様の構成を有している。

[0042] そして、保持台 60 に保持したウェハ W を搬送方向 L に沿って搬送しながら、蒸着ヘッド 70、71、72 から犠牲膜用材料の蒸気、反射防止膜用材料の蒸気、低分子レジストの蒸気をウェハ W 上に順次供給することにより、ウェハ W の被処理膜上に犠牲膜、反射防止膜、レジスト膜がこの順で成膜される。このとき、蒸着ヘッド 70、71、72 はキャリアガスを用いて成膜材料の蒸気を供給しているので、当該成膜材料の蒸気はウェハ W 上に均一に供給される。したがって、ウェハ W の被処理膜上に犠牲膜、反射防止膜、レジスト膜をそれぞれ均一に成膜することができる。なお、蒸着ヘッド 70、71、72 とウェハ W との間の距離を短くすることにより、成膜材料の蒸気を効率よく使用することができる。

[0043] 処理容器 50 の天井面には、図 2 に示すように犠牲膜用蒸着ヘッド 70 と前記反射防止膜用蒸着ヘッド 71 との間において、ウェハ W 上の犠牲膜を架

橋させるため、当該犠牲膜に電子ビームを照射する第１の架橋手段としての第１の電子ビーム照射部９０が設けられている。また、反射防止膜用蒸着ヘッド７１とレジスト膜用蒸着ヘッド７２との間には、ウェハＷ上の反射防止膜を架橋させるため、当該反射防止膜に電子ビームを照射する第２の架橋手段としての第２の電子ビーム照射部９１が設けられている。第１の電子ビーム照射部９０と第２の電子ビーム照射部９１は、それぞれウェハＷの搬送方向Ｌと垂直方向（図中のＸ方向）にウェハＷのＸ方向の幅以上に長く延伸している。かかる構成により、第１の電子ビーム照射部９０及び第２の電子ビーム照射部９１からの電子ビームがウェハＷの幅方向に均一に照射される。なお、本実施の形態では、第１の電子ビーム照射部９０と第２の電子ビーム照射部９１からそれぞれ犠牲膜と反射防止膜に電子ビームを照射していたが、犠牲膜と反射防止膜を架橋させることができれば、電子ビーム以外の他の手段を用いることができる。例えば犠牲膜と反射防止膜に対して、紫外線を照射してもよいし、他の電子線等の荷電粒子線などを照射してもよい。

[0044] 以上のウェハ処理システム１には、図１に示すように制御装置１００が設けられている。制御装置１００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、ウェハ処理システム１におけるウェハ処理を実行するプログラムが格納されている。なお、このプログラムは、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から制御装置１００にインストールされたものであってもよい。

[0045] 次に、以上のように構成されたウェハ処理システム１で行われるウェハ処理について説明する。図４は、ウェハ処理の主な工程におけるウェハＷの状態を示している。なお、図４（ａ）に示すようにウェハ処理システム１で処理されるウェハＷ上には、予め被処理膜Ｆが形成されている。被処理膜Ｆは、上述したように例えばシリコン窒化膜（ＳｉＮ）とシリコン酸化膜（Ｓｉ

O₂)である。

[0046] 先ず、ウェハ搬送体13によって、搬入出ステーション2のカセット載置台10上のカセットCからウェハWが取り出され、第1のロードロック室21に搬送される。その後、第1のロードロック室21の搬入出ステーション2側のゲートバルブ30を閉じる。そして、第1のロードロック室21内を排気して、内部を所定の真空雰囲気まで減圧する。

[0047] その後、主搬送室20と第1のロードロック室21との間のゲートバルブ30を開き、ウェハ搬送機構41によって第1のロードロック室21内のウェハWが主搬送室20に搬送される。このとき、主搬送室20内の雰囲気は、所定の真空雰囲気に維持されている。

[0048] ウェハWが主搬送室20内に搬送されると、主搬送室20と第1のロードロック室21との間のゲートバルブ30を閉じる。なお、その後、各処理装置23～29においてウェハWに所定の処理が行われるが、これら処理装置23～29へのウェハWの搬送はウェハ搬送機構41によって行われる。そして、ウェハ搬送機構41が各処理装置23～29に対してウェハWを搬入出する際には、その都度、ゲートバルブ30の開閉が行われる。以下においては、主搬送室20と各処理装置23～29との間のゲートバルブ30の開閉の説明を省略する。

[0049] その後、ウェハ搬送機構41によって、主搬送室20内のウェハWが前処理装置23に搬送される。前処理装置23では、ウェハWの表面に紫外線が照射される。そして、ウェハW上、すなわちウェハWの被処理膜F上の有機物等が除去され、当該ウェハWの表面が洗浄される。

[0050] その後、ウェハ搬送機構41によって、前処理装置23内のウェハWが主搬送室20を通過して成膜装置26に搬送される。成膜装置26に搬送されたウェハWは、被処理膜Fが形成された表面を上に向けた状態で保持台60に保持される。そして、保持台60に保持されたウェハWは、搬送方向Lに沿って搬送される。なお、成膜装置26においてウェハWを処理する間、当該成膜装置26の処理容器50内の雰囲気は、真空ポンプ53によって所定の

真空雰囲気中に維持されている。

[0051] 成膜装置 26 では、先ず、搬送中のウェハ W の被処理膜 F 上に、犠牲膜用蒸着ヘッド 70 から犠牲膜用材料の蒸気が供給される。そして、図 4 (b) に示すように犠牲膜用材料が被処理膜 F 上に蒸着して犠牲膜 H が形成される。続いて、犠牲膜 H に第 1 の電子ビーム照射部 90 から電子ビームが照射され、当該犠牲膜 H 中の犠牲膜用材料が架橋する。こうして、被処理膜 F 上に犠牲膜 H が適切に形成される。

[0052] 続いて、ウェハ W の犠牲膜 H 上に、反射防止膜用蒸着ヘッド 71 から反射防止膜用材料の蒸気が供給される。そして、図 4 (c) に示すように反射防止膜用材料が犠牲膜 H 上に蒸着して反射防止膜 B が形成される。続いて、反射防止膜 B に第 2 の電子ビーム照射部 91 から電子ビームが照射され、当該反射防止膜 B 中の反射防止膜用材料が架橋する。こうして、犠牲膜 H 上に反射防止膜 B が適切に形成される。

[0053] その後、ウェハ W の反射防止膜 B 上に、レジスト膜用蒸着ヘッド 72 から低分子レジストの蒸気が供給される。そして、図 4 (d) に示すように低分子レジストが反射防止膜 B 上に蒸着してレジスト膜 R が形成される。

[0054] なお、成膜装置 26 において、蒸着ヘッド 70、71、72 から供給される蒸気の供給量は、犠牲膜 H の膜厚、反射防止膜 B の膜厚、レジスト膜 R の膜厚がそれぞれ所定の膜厚になるように調節されている。

[0055] ウェハ W 上にレジスト膜 R が形成されると、ウェハ搬送機構 41 によって、成膜装置 26 内のウェハ W が主搬送室 20 を通って熱処理装置 24 に搬送される。熱処理装置 24 では、ウェハ W が加熱処理され、いわゆるプリベーキング処理 (PAB 処理) が行われる。

[0056] その後、ウェハ搬送機構 41 によって、熱処理装置 24 内のウェハ W が主搬送室 20 を通って露光装置 27 に搬送される。露光装置 27 では、ウェハ W 上のレジスト膜 R に EUV が照射され、当該レジスト膜 R に所定のパターンが選択的に露光される。

[0057] その後、ウェハ搬送機構 41 によって、露光装置 27 内のウェハ W が主搬

送室 20 を通って熱処理装置 25 に搬送される。熱処理装置 25 では、ウェハ W が加熱処理され、いわゆるポストエクスポージャーベーキング処理（PEB 処理）が行われる。

[0058] その後、ウェハ搬送機構 41 によって、熱処理装置 25 内のウェハ W が主搬送室 20 を通って現像装置 28 に搬送される。現像装置 28 では、露光されたレジスト膜 R に現像液が供給され、当該レジスト膜 R が現像される。こうして、図 4（e）に示すようにウェハ W の反射防止膜 B 上にレジストパターン P が形成される。

[0059] その後、ウェハ搬送機構 41 によって、現像装置 28 内のウェハ W が主搬送室 20 を通って熱処理装置 25 に搬送される。熱処理装置 25 では、ウェハ W が加熱処理され、いわゆるポストベーキング処理（POST 処理）が行われる。

[0060] その後、ウェハ搬送機構 41 によって、熱処理装置 25 内のウェハ W が主搬送室 20 を通って寸法測定装置 29 に搬送される。寸法測定装置 29 では、スキャトロメトリ法によりウェハ W 上のレジストパターン P の高さが測定される。

[0061] 寸法測定装置 29 の測定結果は、制御装置 100 に出力される。制御装置 100 では、測定されたレジストパターン P の高さが所望の高さになっていない場合に、当該測定結果に基づいて、成膜装置 26 の処理条件を補正する。具体的には、レジスト膜用蒸着ヘッド 72 から供給される低分子レジストの蒸気の温度と供給量が補正される。なお、低分子レジストの蒸気の温度又は供給量のいずれか一方のみを補正してもよい。こうして成膜装置 26 の処理条件がフィードバック制御される。そして、補正後の処理条件で後続のウェハ W が処理されて、当該ウェハ W 上にレジスト膜 R が適切な膜厚で成膜される。

[0062] その後、ウェハ搬送機構 41 によって、寸法測定装置 29 内のウェハ W が主搬送室 20 を通って第 2 のロードロック室 22 に搬送される。このとき、第 2 のロードロック室 22 の内部は、所定の真空雰囲気まで減圧されている

。その後、ウェハ搬送体 13 によって、搬入出ステーション 2 のカセット載置台 10 上のカセット C にウェハ W が搬送される。こうして、ウェハ処理システム 1 における一連のウェハ処理が終了する。

[0063] 以上の実施の形態によれば、成膜装置 26 において、真空雰囲気下で、レジスト膜用蒸着ヘッド 72 からウェハ W 上に低分子レジストの蒸気を供給し、当該低分子レジストをウェハ W 上に蒸着させてレジスト膜 R を成膜することができる。かかる場合、低分子レジストの蒸気の供給量を調節することで、ウェハ W 上のレジスト膜 R の膜厚を調節することができ、当該レジスト膜 R の膜厚をウェハ面内で均一にすることができる。また、レジスト用蒸着ヘッド 72 の供給口 82 がウェハ W の幅以上に長く延伸しているので、低分子レジストの蒸気がウェハ W の幅方向に均一に供給される。したがって、レジスト膜 R の膜厚をウェハ面内でより均一にすることができる。

[0064] また、成膜装置 26 において、真空雰囲気下でウェハ W 上に低分子レジストの蒸気を供給するので、低分子レジストがアモルファス状態で供給される。このため、分子レジストが低分子化合物であっても、当該低分子レジストが結晶化し難い。したがって、その後ウェハ W 上に形成されるレジストパターン P のLERやLWRを抑えることができる。

[0065] さらに、成膜装置 26 において、ウェハ W 上に供給される低分子レジストの蒸気には分子レジストを溶解させるための溶媒が含まれていないので、従来のようにウェハ W 上に溶媒が残存することがない。したがって、後続の露光装置 27 における露光処理において、残った溶媒によって処理雰囲気の真空度が悪化することがなく、当該露光処理を適切に行うことができる。

[0066] また、成膜装置 26 では、ウェハ W の被処理膜 F 上に犠牲膜 H、反射防止膜 B、レジスト膜 R が順次形成される。このように一の装置で異なる種類の膜を形成することができるので、ウェハ処理のスループットを向上させることができる。しかも、これら犠牲膜 H、反射防止膜 B、レジスト膜 R は、それぞれ犠牲膜用材料の蒸気、反射防止膜用材料の蒸気、低分子レジストの蒸気を用いて形成される。すなわち、これらの膜を成膜するために、成膜材料

の溶媒が用いられない。したがって、一の膜の成膜材料の溶媒が他の膜にダメージを与えることが無く、犠牲膜H、反射防止膜B、レジスト膜Rを適切に積層することができる。また、これら犠牲膜H、反射防止膜B、レジスト膜Rの層間の界面も明確にできる。

[0067] また、成膜装置26では、ウェハW上の犠牲膜Hと反射防止膜Bに電子ビームを照射するので、これら犠牲膜Hと反射防止膜Bを架橋させることができる。したがって、犠牲膜Hと反射防止膜Bを適切に成膜することができる。

[0068] また、ウェハ処理システム1は、上述した成膜装置26を有しているので、ウェハW上にレジストパターンPを適切に形成できる。さらに、ウェハ処理システム1は、ウェハ処理を行う各種処理装置23～29を主搬送室20に接続した構成を有しているので、当該ウェハ処理を効率よく行うことができる。

[0069] また、ウェハ処理システム1では、当該ウェハ処理システム1でウェハW上に形成されたレジストパターンPの高さに基づき、成膜装置26の処理条件をフィードバック制御しているので、後続のウェハWを適切に処理することができる。これによって、製品である半導体装置の歩留まりを向上させることができる。

[0070] 以上の実施の形態では、寸法測定装置29において、ウェハW上のレジストパターンPの高さを測定していたが、レジストパターンPの他の寸法を測定してもよい。例えばレジストパターンPの線幅、レジストパターンPのサイドウォールアングル、コンタクトホール径などを測定してもよい。いずれのレジストパターンの寸法を測定しても、当該測定結果に基づいて、成膜装置26の処理条件をフィードバック制御できる。

[0071] また、以上の実施の形態では、寸法測定装置29におけるレジストパターンPの寸法の測定結果に基づいて、成膜装置26の処理条件を補正していたが、例えば熱処理装置24、25の処理条件や露光装置29の処理条件を補正してもよい。熱処理条件24、25の処理条件とは、例えばウェハWの熱

処理温度や熱処理時間等である。また、露光装置 29 の処理条件とは、例えば露光量（露光光源の光のドーズ量）や露光処理時のフォーカス値等である。また、これら成膜装置 26 の処理条件、熱処理装置 24、25 の処理条件、露光装置 29 の処理条件のうち、いずれか一つの処理条件を補正してもよい、複数の処理条件を補正してもよい。

[0072] 以上の実施の形態のウェハ処理システム 1 は、ウェハ W 上のレジストパターン P の寸法を測定する寸法測定装置 29 を有していたが、図 5 に示すようにウェハ W 上のレジスト膜 R の膜厚を測定する膜厚測定装置 110 を有していてもよい。なお、図示の例においては、寸法測定装置 29 に代えて膜厚測定装置 110 を配置したが、ウェハ処理システム 1 内に寸法測定装置 29 と膜厚測定装置 110 を両方設けてもよい。

[0073] 膜厚測定装置 110 は、例えばエリプソメトリ（Ellipsometry）法を用いてレジスト膜 R の寸法を測定する。エリプソメトリ法は、測定対象のウェハ W のレジスト膜 R に光を照射して、光が反射する際の入射と反射の偏光状態の変化を測定し、当該測定結果からレジスト膜 R の膜厚を算出する方法である。

[0074] そして、成膜装置 26 でウェハ W 上にレジスト膜 R が形成されると、膜厚測定装置 110 においてレジスト膜 R の膜厚が測定される。この膜厚測定装置 110 の測定結果は、制御装置 100 に出力される。制御装置 100 では、測定されたレジスト膜 R の膜厚が所望の膜厚になっていない場合に、当該測定結果に基づいて、成膜装置 26 の処理条件を補正する。具体的には、レジスト膜用蒸着ヘッド 72 から供給される低分子レジストの蒸気の少なくとも温度又は供給量が補正される。あるいは、成膜装置 26 の処理条件として、低分子レジストの蒸気を搬送するための供給流量を補正してもよい。こうして成膜装置 26 の処理条件がフィードバック制御される。そして、補正後の処理条件で後続のウェハ W が処理されて、当該ウェハ W 上にレジスト膜 R が適切な膜厚で成膜される。

[0075] 以上の実施の形態のウェハ処理システム 1 の搬入出ステーション 2 は、処

理ステーション 3 に対してウェハ W を搬入出していたが、処理ステーション に対するウェハ W の搬入部と搬出部を分離し、ウェハ W を一方向に搬送しながらウェハ処理を行ってもよい。

[0076] かかる場合、図 6 に示すようにウェハ処理システム 200 は、複数のウェハ W を外部からウェハ処理システム 200 に搬入したり、後述する主搬送室 210 にウェハ W を搬入したりする基板搬入部としての搬入ステーション 201 と、ウェハ W に対して枚葉式に所定の処理を行う複数の処理装置を備えた処理ステーション 202 と、複数のウェハ W をウェハ処理システム 200 から外部に搬出したり、後述する主搬送室 210 からウェハ W を搬出したりする基板搬出部としての搬出ステーション 203 と、を Y 方向に一体に接続した構成を有している。

[0077] 搬入ステーション 201 の構成と搬出ステーション 203 の構成は、それぞれ上記実施の形態の搬入出ステーション 2 と同様の構成であるので説明を省略する。

[0078] 処理ステーション 202 には、内部を減圧可能な基板搬送部としての主搬送室 210 が設けられている。主搬送室 210 は、例えば平面視において略長方形に形成されている。主搬送室 210 と搬入ステーション 201 との間には第 1 のロードロック室 21 が設けられ、主搬送室 210 と搬出ステーション 203 との間には第 2 のロードロック室 22 が設けられている。また、主搬送室 210 の X 方向正方向（図 6 中の上方向）側には、前処理装置 23、成膜装置 26、露光装置 27、現像装置 28 が搬入ステーション 201 側からこの順で設けられている。主搬送室 210 の X 方向負方向（図 6 中の下方向）側には、熱処理装置 24、25、25、寸法測定装置 29 が搬入ステーション 201 側からこの順で設けられている。搬送室 11 とロードロック室 21、22 との間、主搬送室 210 と各ロードロック室 21、22 及び各処理装置 23～29 との間には、これらの間を気密にシールし、かつ開閉可能に構成されたゲートバルブ 30 がそれぞれ設けられている。なお、これらロードロック室 21、22 と処理装置 23～29 の構成は上記実施の形態と

同様であるので説明を省略する。

[0079] 主搬送室210は、内部を密閉可能な構造の搬送室チャンバ211を有している。搬送室チャンバ211内には、ウェハWを搬送するウェハ搬送機構212が設けられている。ウェハ搬送機構212は、例えば水平方向に伸縮自在、且つ鉛直方向及び鉛直周り（ θ 方向）に移動自在な搬送アームを有している。そして、ウェハ搬送機構212は、搬送室チャンバ211内を移動し、主搬送室20の周囲のロードロック室21、22及び処理装置23～29に対してウェハWを搬送することができる。

[0080] 以上の構成を有するウェハ処理システム200では、先ず、搬入ステーション201のウェハ搬送体13によって、カセット載置台10上のカセットCからウェハWが取り出され、第1のロードロック室21に搬送される。続いて、ウェハ搬送機構212によって、第1のロードロック室21内のウェハWが主搬送室210内に搬送される。

[0081] 主搬送室210に搬送されたウェハWには各処理装置23～29において所定の処理が行われ、当該ウェハW上にレジストパターンPが形成される。なお、これら処理装置23～29における所定の処理は上記実施の形態のウェハ処理と同様であるので説明を省略する。

[0082] その後、ウェハ搬送機構212によって、主搬送室210内のウェハWが第2のロードロック室22に搬送される。続いて、搬出ステーション203のウェハ搬送体13によって、カセット載置台10上のカセットCにウェハWが搬送される。こうして、ウェハ処理システム1における一連のウェハ処理が終了する。

[0083] 本実施の形態のウェハ処理システム200においても、ウェハW上にレジスト膜Rを適切に成膜できると共にレジストパターンPを適切に形成することができ、上記実施の形態と同様の効果を享受できる。

[0084] なお、以上の実施の形態のウェハ処理システム1、200において、処理装置の配置や数は任意に設定することができる。例えば処理ステーション3、202では、各処理に要する処理時間に応じて各処理装置の数を変更して

もよい。また、処理ステーション 3、202において、精度の高い温度管理下でウェハWの温度を調節する高精度温度調節装置などの他の処理装置を配置してもよい。

[0085] また、成膜装置 26の構成は上記実施の形態の構成に限定されず、真空雰囲気下で低分子レジストを蒸着させるものであればよい。例えば図7に示すように成膜装置 250は、ウェハWを収容し、内部を密閉可能な構造の処理容器 260を有している。処理容器 260の主搬送室 20側の側面には、ウェハWを搬入出するための搬入出口 261が形成されている。搬入出口 261には、上述したゲートバルブ 30が設けられている。

[0086] 処理容器 260の天井面には、当該処理容器 260の内部の雰囲気を所定の真空雰囲気まで減圧するための吸気口 262が形成されている。吸気口 262には、例えば真空ポンプ 263に連通する吸気管 264が接続されている。

[0087] また、処理容器 260内の天井面には、ウェハWを水平に保持する保持台 270が設けられている。保持台 270は、例えば静電吸着によってウェハWを保持する。また、ウェハWは、被処理膜Fが形成された表面を下に向けたフェースダウンの状態では保持台 270に保持される。

[0088] 保持台 270の下方には、いわゆるポイントソース型の蒸着ヘッド 280が設けられている。蒸着ヘッド 280には、当該蒸着ヘッド 280に低分子レジストの蒸気を供給する蒸気供給源 281が、蒸気供給管 282を介して接続されている。蒸気供給管 282には、低分子レジストの蒸気の流れを制御するバルブや供給量調節部等を含む供給機器群 283が設けられている。

[0089] そして、成膜装置 250において、保持台 270にウェハWが保持されると、処理容器 260内の雰囲気が真空ポンプ 263によって所定の真空雰囲気に維持される。その後、蒸着ヘッド 280からウェハWに低分子レジストの蒸気が供給される。そして、低分子レジストがウェハW上に蒸着してレジスト膜Rが形成される。

[0090] なお、成膜装置 250ではウェハWが保持台 270にフェースダウンの状

態で保持されるため、ウェハ処理システム 1、200 にはウェハ W の表裏面を反転させる反転機構が設けられる。

[0091] また、本実施の形態では、成膜装置 250 においてウェハ W 上にレジスト膜 R を形成したが、上記実施の形態と同様にウェハ W 上に犠牲膜 H と反射防止膜 B を形成する場合には、成膜装置 250 と同様の構成の成膜装置が別途設けられる。すなわち、犠牲膜 H を成膜するための成膜装置と反射防止膜 B を成膜するための成膜装置が別途設けられる。

[0092] なお、以上のようにウェハ処理システム 1、200 では、ウェハ W 上にレジストパターン P が形成される。その後、ウェハ処理システム 1 の外部において、レジストパターン P をマスクとしてウェハ W 上の被処理膜 F がエッチングされる。こうして、半導体装置が製造される。

[0093] 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、特許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。

符号の説明

- [0094]
- 1 ウェハ処理システム
 - 2 搬入出ステーション
 - 3 処理ステーション
 - 20 主搬送室
 - 21 第 1 のロードロック室
 - 22 第 2 のロードロック室
 - 23 前処理装置
 - 24、25 熱処理装置

- 2 6 成膜装置
- 2 7 露光装置
- 2 8 現像装置
- 2 9 寸法測定装置
- 5 0 処理容器
- 5 2 吸気口
- 5 3 真空ポンプ
- 5 4 吸気管
- 6 0 保持台
- 6 1 駆動部
- 6 2 レール
- 7 0 犠牲膜用蒸着ヘッド
- 7 1 反射防止膜用蒸着ヘッド
- 7 2 レジスト膜用蒸着ヘッド
- 8 2 供給口
- 9 0 第 1 の電子ビーム照射部
- 9 1 第 2 の電子ビーム照射部
- 1 0 0 制御装置
- 1 1 0 膜厚測定装置
- 2 0 0 ウェハ処理システム
- 2 0 1 搬入ステーション
- 2 0 2 処理ステーション
- 2 0 3 搬出ステーション
- 2 1 0 主搬送室
- B 反射防止膜
- F 被処理膜
- H 犠牲膜
- R レジスト膜

P レジストパターン

W ウェハ

請求の範囲

- [請求項1] 基板上に低分子化合物の分子レジストからなるレジスト膜を成膜する成膜装置であって、
基板を収容する処理容器と、
前記処理容器内に設けられ、基板を保持する保持台と、
前記保持台に保持された基板に対して、前記分子レジストの蒸気を供給するレジスト膜用蒸着ヘッドと、
前記処理容器内の雰囲気気を真空雰囲気気に減圧する減圧機構と、を有する。
- [請求項2] 請求項1に記載の成膜装置であって、
基板上の被処理膜と前記レジスト膜との間に形成され、当該被処理膜をエッチングする際のマスクとなる犠牲膜を形成する成膜材料の蒸気を、前記被処理膜上に供給する犠牲膜用蒸着ヘッドと、
前記犠牲膜と前記レジスト膜との間に反射防止膜を形成する成膜材料の蒸気を、前記犠牲膜上に供給する反射防止膜用蒸着ヘッドと、
前記保持台に保持された基板を搬送する搬送機構と、を有し、
前記犠牲膜用蒸着ヘッド、前記反射防止膜用蒸着ヘッド及び前記レジスト膜用蒸着ヘッドは、基板の搬送方向にこの順で配置されている。
- [請求項3] 請求項2に記載の成膜装置であって、
前記レジスト膜用蒸着ヘッド、前記犠牲膜用蒸着ヘッド及び前記反射防止膜用蒸着ヘッドは、キャリアガスを用いて基板上に蒸気を供給する。
- [請求項4] 請求項2に記載の成膜装置であって、
前記レジスト膜用蒸着ヘッド、前記犠牲膜用蒸着ヘッド及び前記反射防止膜用蒸着ヘッドには、基板の搬送方向と垂直方向に基板の幅以上に長く延伸し、基板上に蒸気を供給する供給口がそれぞれ形成されている。
- [請求項5] 請求項2に記載の成膜装置であって、

前記犠牲膜用蒸着ヘッドと前記反射防止膜用蒸着ヘッドとの間に設けられ、前記犠牲膜を架橋させる第1の架橋手段と、
前記反射防止膜用蒸着ヘッドと前記レジスト膜用蒸着ヘッドとの間に設けられ、前記反射防止膜を架橋させる第2の架橋手段と、を有する。

[請求項6] 基板上に低分子化合物の分子レジストからなるレジストパターンを形成する基板処理システムであって、
基板上にレジスト膜を成膜する成膜装置と、
前記成膜されたレジスト膜を露光する露光装置と、
前記露光されたレジスト膜を現像する現像装置と、を備え、
前記成膜装置は、
基板を収容する処理容器と、
前記処理容器内に設けられ、基板を保持する保持台と、
前記保持台に保持された基板に対して、前記分子レジストの蒸気を供給するレジスト膜用蒸着ヘッドと、
前記処理容器内の雰囲気を実圧雰囲気に減圧する減圧機構と、を有する。

[請求項7] 請求項6に記載の基板処理システムであって、
前記成膜装置は、
基板上的被処理膜と前記レジスト膜との間に形成され、当該被処理膜をエッチングする際のマスクとなる犠牲膜を形成する成膜材料の蒸気を、前記被処理膜上に供給する犠牲膜用蒸着ヘッドと、
前記犠牲膜と前記レジスト膜との間に反射防止膜を形成する成膜材料の蒸気を、前記犠牲膜上に供給する反射防止膜用蒸着ヘッドと、
前記保持台に保持された基板を搬送する搬送機構と、を有し、
前記犠牲膜用蒸着ヘッド、前記反射防止膜用蒸着ヘッド及び前記レジスト膜用蒸着ヘッドは、基板の搬送方向にこの順で配置されている。

[請求項8] 請求項7に記載の基板処理システムであって、

前記レジスト膜用蒸着ヘッド、前記犠牲膜用蒸着ヘッド及び前記反射防止膜用蒸着ヘッドは、キャリアガスを用いて基板上に蒸気を供給する。

[請求項9] 請求項7に記載の基板処理システムであって、
前記レジスト膜用蒸着ヘッド、前記犠牲膜用蒸着ヘッド及び前記反射防止膜用蒸着ヘッドには、基板の搬送方向と垂直方向に基板の幅以上に長く延伸し、基板上に蒸気を供給する供給口がそれぞれ形成されている。

[請求項10] 請求項7に記載の基板処理システムであって、
前記成膜装置は、
前記犠牲膜用蒸着ヘッドと前記反射防止膜用蒸着ヘッドとの間に設けられ、前記犠牲膜を架橋させる第1の架橋手段と、
前記反射防止膜用蒸着ヘッドと前記レジスト膜用蒸着ヘッドとの間に設けられ、前記反射防止膜を架橋させる第2の架橋手段と、を有する。

[請求項11] 請求項6に記載の基板処理システムであって、
基板を熱処理する熱処理装置と、
前記現像装置における現像処理後、基板上の前記レジストパターンの寸法を測定する寸法測定装置と、
前記寸法測定装置での測定結果に基づいて、少なくとも前記成膜装置の処理条件、前記露光装置の処理条件又は前記熱処理装置の処理条件を補正する制御装置と、を有する。

[請求項12] 請求項6に記載の基板処理システムであって、
前記成膜装置における成膜処理後、基板上の前記レジスト膜の膜厚を測定する膜厚測定装置と、
前記膜厚測定装置での測定結果に基づいて、前記成膜装置の処理条件を補正する制御装置と、を有する。

[請求項13] 請求項11に記載の基板処理システムであって、

前記成膜装置の処理条件は、前記分子レジストの蒸気の少なくとも温度又は供給量である。

[請求項14] 請求項11に記載の基板処理システムであって、
前記成膜装置の条件は、前記分子レジストの蒸気を搬送するキャリアガスの供給流量である。

[請求項15] 請求項6に記載の基板処理システムであって、
前記成膜装置、前記露光装置及び前記現像装置に基板を搬送するための基板搬送部と、
前記基板搬送部に対して基板を搬入出する基板搬入出部と、を有する。

[請求項16] 請求項6に記載の基板処理システムであって、
前記成膜装置、前記露光装置及び前記現像装置に基板を搬送するための基板搬送部と、
前記基板搬送部に基板を搬入する基板搬入部と、
前記基板搬送部から基板を搬出する基板搬出部と、を有する。

[請求項17] 請求項6に記載の基板処理システムであって、
前記成膜装置において成膜処理を行う前に、基板の表面を洗浄する前処理装置を有する。

[請求項18] 基板上に低分子化合物の分子レジストからなるレジストパターンを形成する基板処理方法であって、
真空雰囲気下で、基板上に前記分子レジストの蒸気を供給し、当該分子レジストを基板上に蒸着させてレジスト膜を成膜する成膜工程と、
その後、前記レジスト膜を熱処理する第1の熱処理工程と、
その後、前記レジスト膜を露光する露光工程と、
その後、前記レジスト膜を熱処理する第2の熱処理工程と、
その後、前記レジスト膜を現像する現像工程と、
その後、前記レジスト膜を熱処理する第3の熱処理工程と、を有する。

- [請求項19] 請求項 18 に記載の基板処理方法であって、
前記成膜工程において、
真空雰囲気下で、基板の被処理膜上に所定の成膜材料の蒸気を供給し、
当該成膜材料を前記被処理膜上に蒸着させて犠牲膜を形成し、
その後、真空雰囲気下で、前記犠牲膜上に所定の成膜材料の蒸気を供給し、
当該成膜材料を前記犠牲膜上に蒸着させて反射防止膜を形成し、
その後、前記反射防止膜上に前記レジスト膜を成膜する。
- [請求項20] 請求項 19 に記載の基板処理方法であって、
前記成膜工程において、キャリアガスを用いて基板上に蒸気を供給する。
- [請求項21] 請求項 19 に記載の基板処理方法であって、
前記成膜工程において、
前記犠牲膜を形成した後であって前記反射防止膜を形成する前に、前記犠牲膜を架橋させ、
前記反射防止膜を形成した後であって前記レジスト膜を形成する前に、
前記反射防止膜を架橋させる。
- [請求項22] 請求項 18 に記載の基板処理方法であって、
前記第3の熱処理工程後、基板上の前記レジストパターンの寸法を測定し、
当該測定結果に基づいて、少なくとも前記成膜工程の処理条件、
前記露光工程の処理条件、前記第1の熱処理工程の処理条件、前記第2の熱処理工程の処理条件又は前記第3の熱処理工程の処理条件を補正する。
- [請求項23] 請求項 18 に記載の基板処理方法であって、
前記成膜工程後、基板上の前記レジスト膜の膜厚を測定し、
当該測定結果に基づいて、前記成膜工程の処理条件を補正する。
- [請求項24] 請求項 22 に記載の基板処理方法であって、
前記成膜工程の処理条件は、前記分子レジストの蒸気の少なくとも温

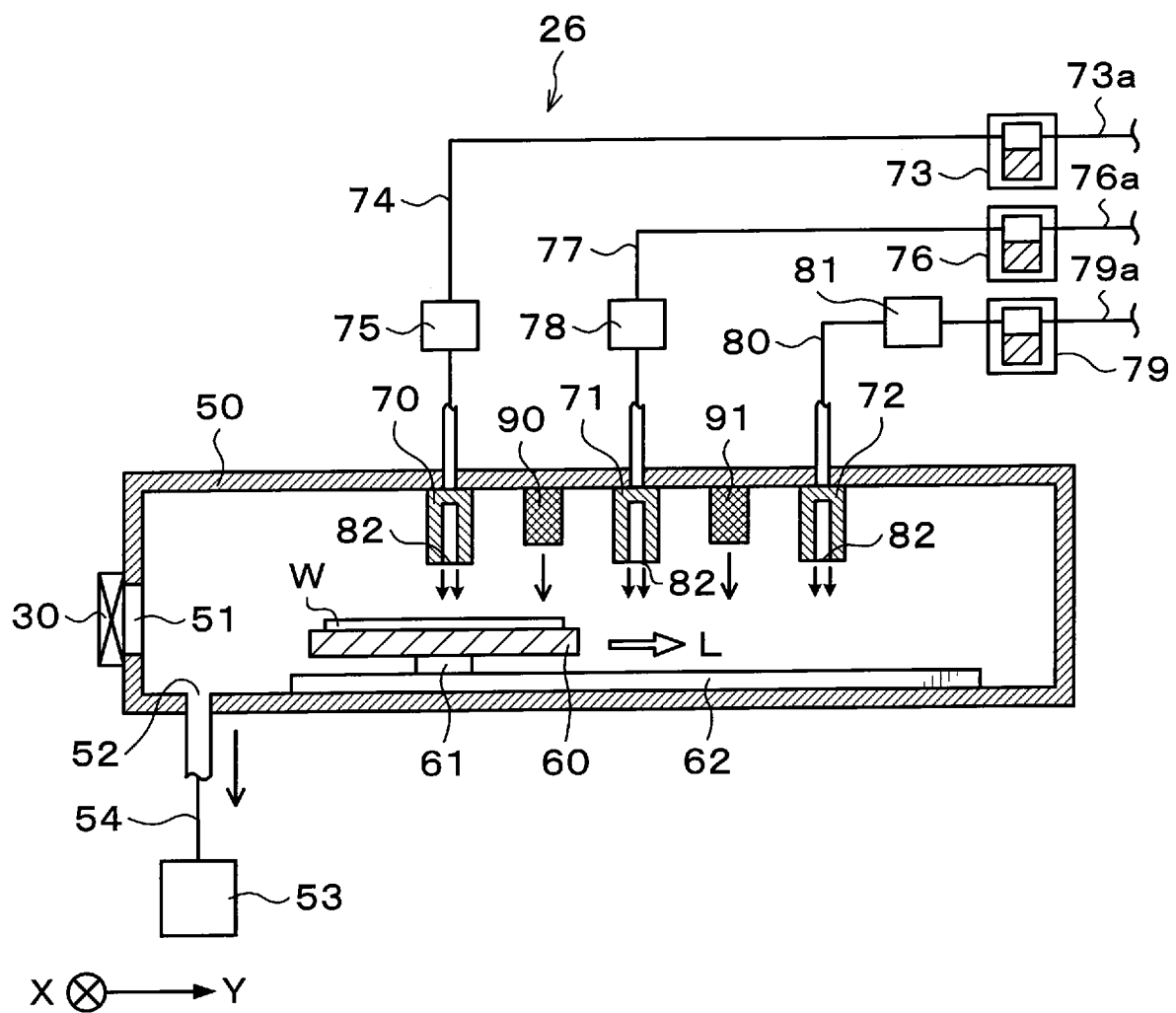
度又は供給量である。

[請求項25] 請求項 2 2 に記載の基板処理方法であって、
前記成膜工程の条件は、前記分子レジストの蒸気を搬送するキャリア
ガスの供給流量である。

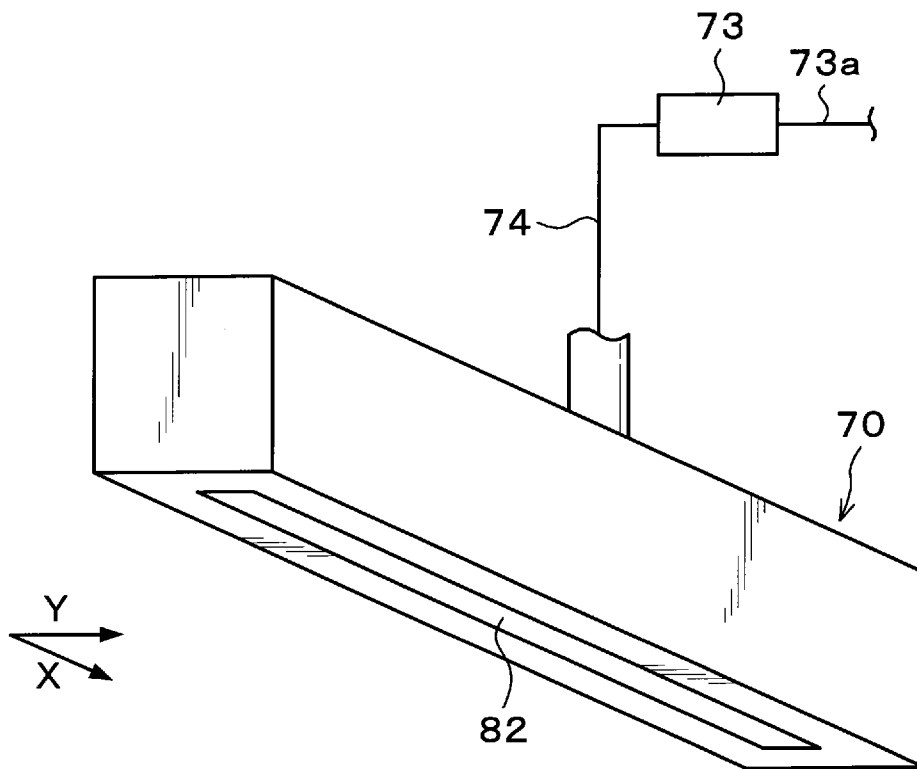
[請求項26] 請求項 1 8 に記載の基板処理方法であって、
前記成膜工程の前に、基板の表面を洗浄する前処理工程を有する。

[請求項27] 半導体装置の製造方法であって、
真空雰囲気下で、基板上に低分子化合物の分子レジストの蒸気を供給
し、当該分子レジストを基板上に蒸着させてレジスト膜を成膜する成
膜工程と、
その後、前記レジスト膜を熱処理する第 1 の熱処理工程と、
その後、前記レジスト膜を露光する露光工程と、
その後、前記レジスト膜を熱処理する第 2 の熱処理工程と、
その後、前記レジスト膜を現像する現像工程と、
その後、前記レジスト膜を熱処理する第 3 の熱処理工程と、を有する
基板処理法方法を行って、基板上に前記分子レジストからなるレジス
トパターンを形成した後、
前記レジストパターンをマスクとして基板上の被処理膜をエッチング
して、半導体装置を製造する。

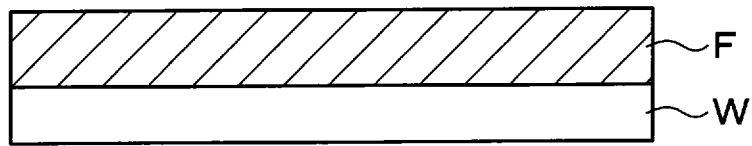
[図2]



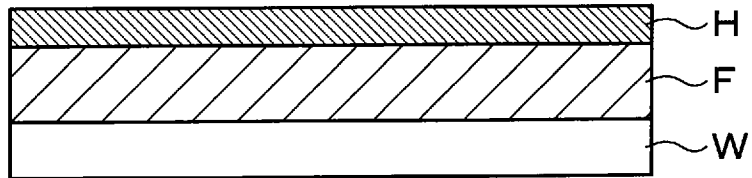
[図3]



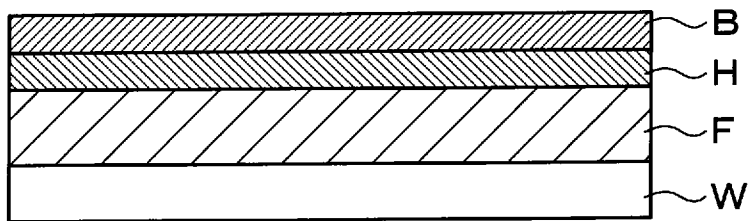
[図4]



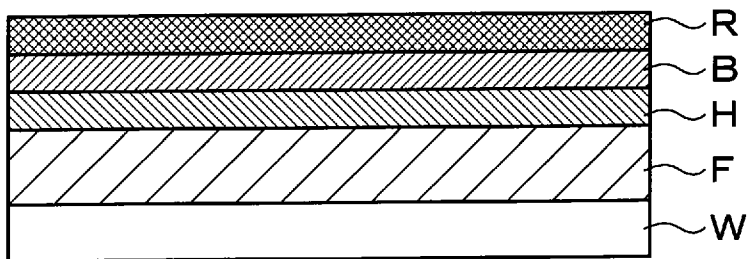
(a)



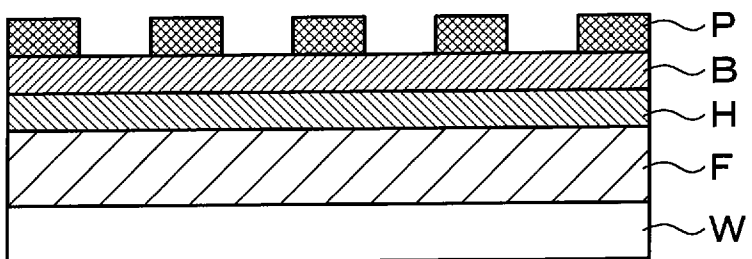
(b)



(c)

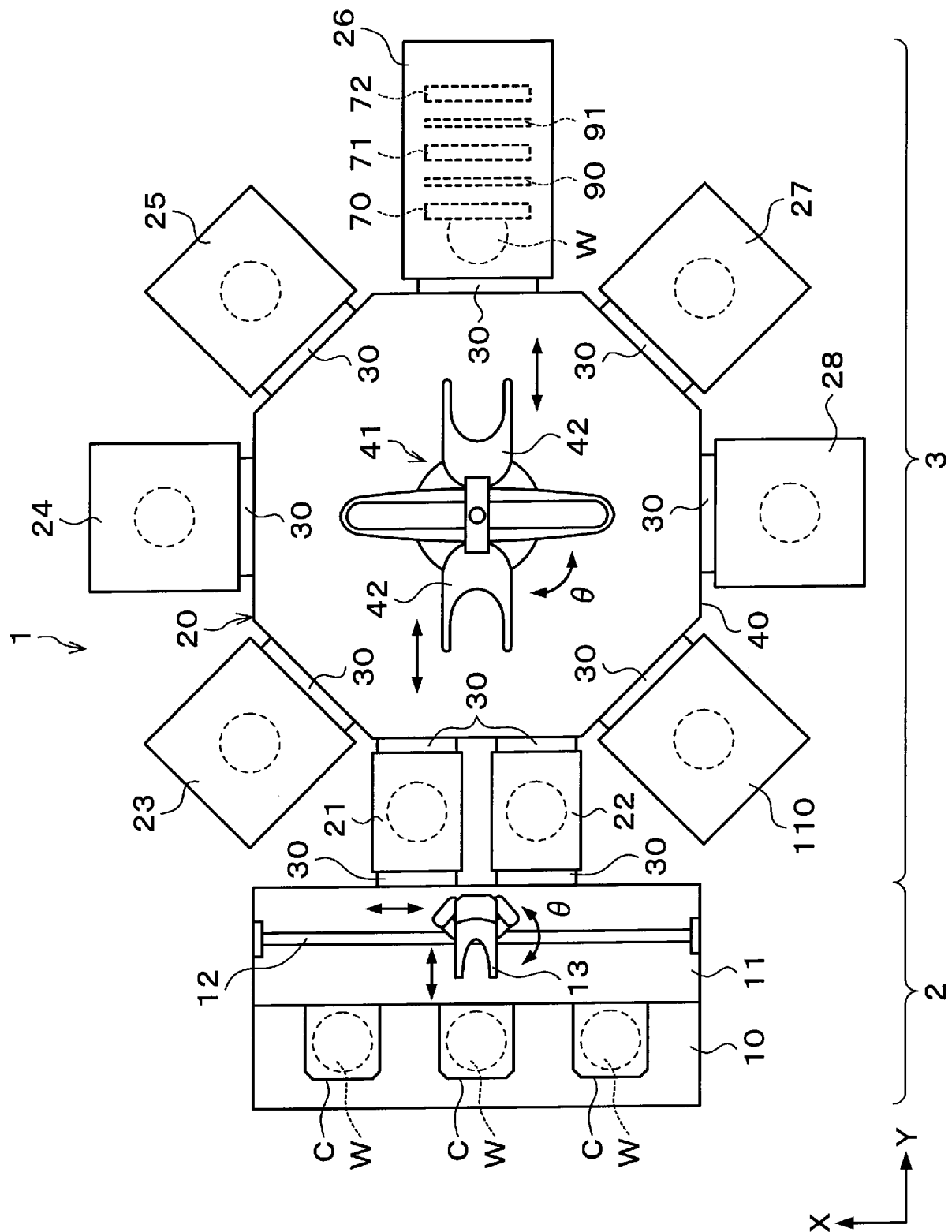


(d)

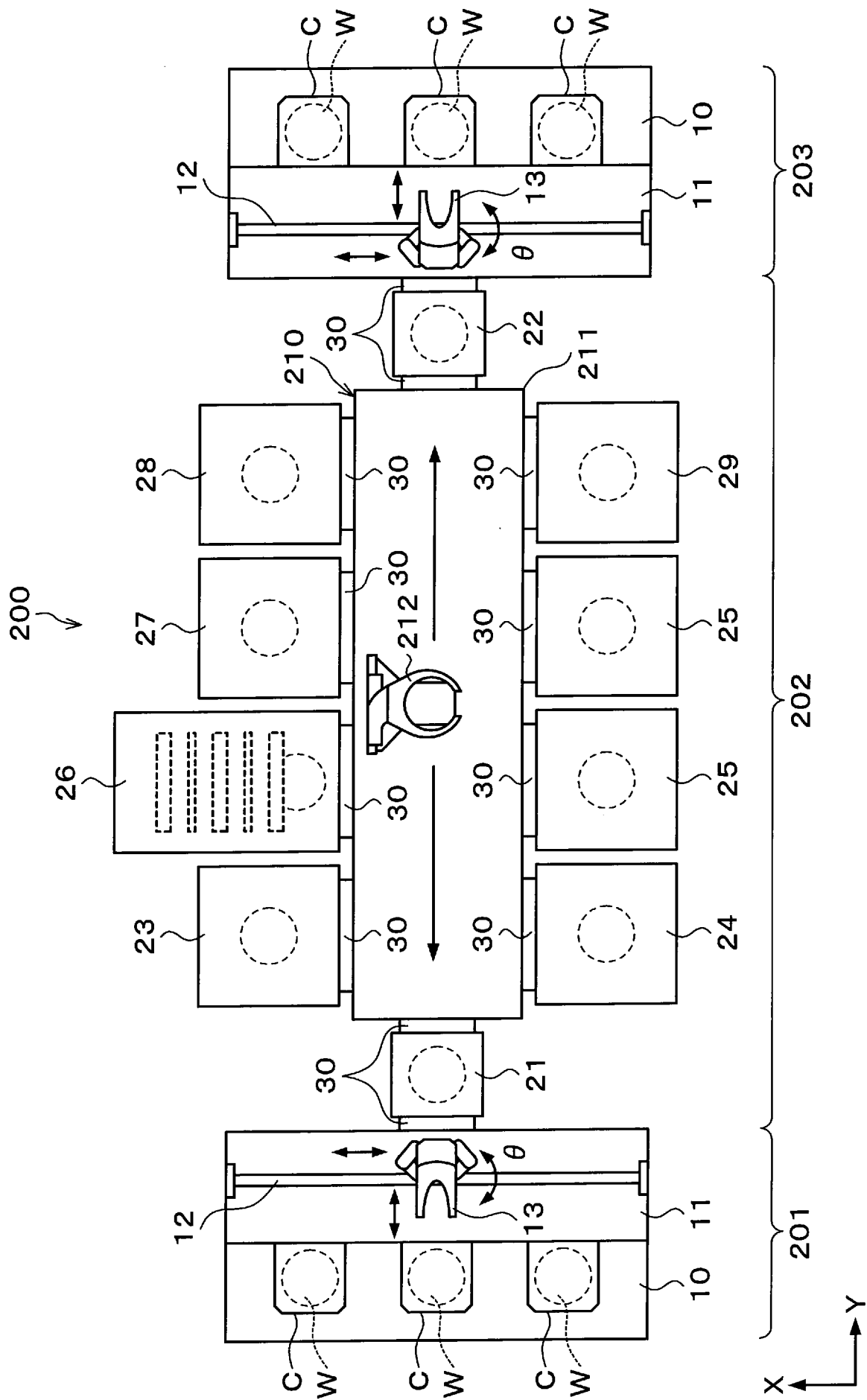


(e)

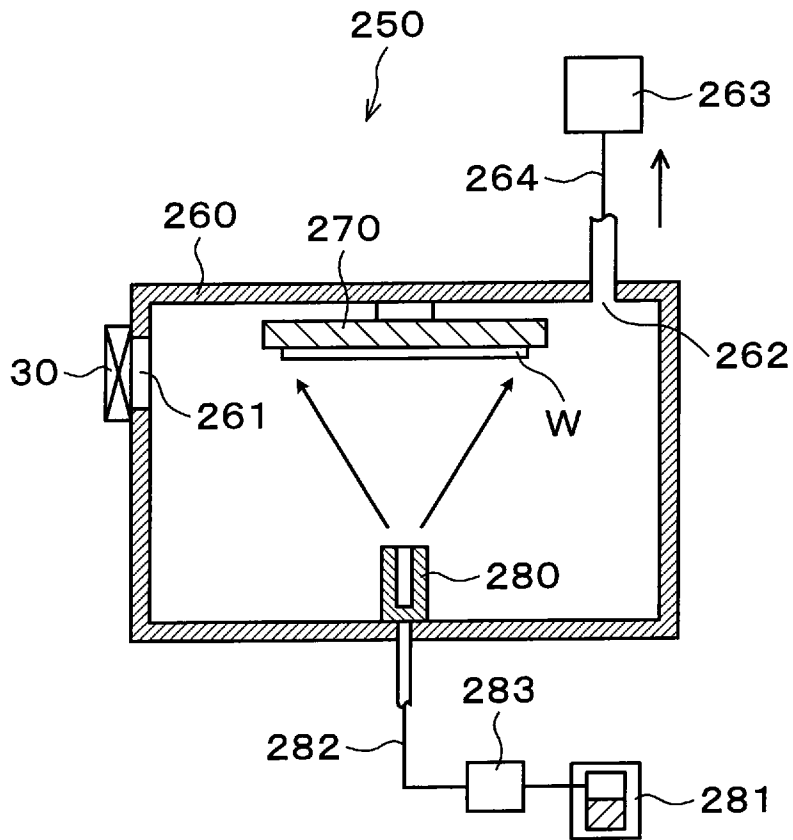
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/050079

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/027(2006.01)i, B05C9/08(2006.01)i, B05C13/00(2006.01)i, G03F7/11(2006.01)i, G03F7/16(2006.01)i, H01L21/31(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, B05C9/08, B05C13/00, G03F7/11, G03F7/16, H01L21/31

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
A	JP 2009-224653 A (SAT Co., Ltd.), 01 October 2009 (01.10.2009), paragraphs [0018] to [0027], [0081] to [0093] & WO 2009/116180 A1	1-27
A	JP 2006-350039 A (Fujitsu Ltd.), 28 December 2006 (28.12.2006), entire text; all drawings & US 2007/0003862 A1 & EP 1734406 A1 & KR 10-2006-0131593 A	1-27
A	JP 2007-039381 A (Tokyo Ohka Kogyo Co., Ltd.), 15 February 2007 (15.02.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-27

☒ 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
26 January, 2012 (26.01.12)

Date of mailing of the international search report
07 February, 2012 (07.02.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/050079

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 2009-198605 A (Toshiba Corp.), 03 September 2009 (03.09.2009), entire text; all drawings & US 2009/0208866 A1 & KR 10-2009-0089807 A	1-27
A	JP 2006-310682 A (Dainippon Screen Mfg. Co., Ltd.), 09 November 2006 (09.11.2006), paragraphs [0016] to [0033] (Family: none)	1-27
A	JP 2002-334825 A (Tokyo Electron Ltd.), 22 November 2002 (22.11.2002), entire text; all drawings (Family: none)	1-27

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, B05C9/08(2006.01)i, B05C13/00(2006.01)i, G03F7/11(2006.01)i, G03F7/16(2006.01)i, H01L21/31(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, B05C9/08, B05C13/00, G03F7/11, G03F7/16, H01L21/31

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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
A	JP 2009-224653 A (株式会社 S A T) 2009. 10. 01, 段落 0 0 1 8 乃至 0 0 2 7 及び 0 0 8 1 乃至 0 0 9 3 & WO 2009/116180 A1	1-27
A	JP 2006-350039 A (富士通株式会社) 2006. 12. 28, 全文全図 & US 2007/0003862 A1 & EP 1734406 A1 & KR 10-2006-0131593 A	1-27

☒ 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

の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

2 6 . 0 1 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

0 7 . 0 2 . 2 0 1 2

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 1 0 0 - 8 9 1 5
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)

佐野 浩樹

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 4

2 M

4 0 7 1

C (続き) . 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
A	JP 2007-039381 A (東京応化工業株式会社) 2007. 02. 15, 全文全図 (ファミリーなし)	1-27
A	JP 2009-198605 A (株式会社東芝) 2009. 09. 03, 全文全図 & US 2009/0208866 A1 & KR 10-2009-0089807 A	1-27
A	JP 2006-310682 A (大日本スクリーン製造株式会社) 2006. 11. 09, 段落 0 0 1 6 乃至 0 0 3 3 (ファミリーなし)	1-27
A	JP 2002-334825 A (東京エレクトロン株式会社) 2002. 11. 22, 全文全図 (ファミリーなし)	1-27