

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5847738号
(P5847738)

(45) 発行日 平成28年1月27日(2016. 1. 27)

(24) 登録日 平成27年12月4日(2015. 12. 4)

(51) Int.Cl.	F I
H O 1 L 21/027 (2006.01)	H O 1 L 21/30 5 O 2 D
	H O 1 L 21/30 5 7 O
	H O 1 L 21/30 5 7 2 B
	H O 1 L 21/30 5 7 3

請求項の数 10 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2013-15301 (P2013-15301)	(73) 特許権者	000219967
(22) 出願日	平成25年1月30日(2013. 1. 30)		東京エレクトロン株式会社
(65) 公開番号	特開2014-146740 (P2014-146740A)		東京都港区赤坂五丁目3番1号
(43) 公開日	平成26年8月14日(2014. 8. 14)	(74) 代理人	100096389
審査請求日	平成27年1月28日(2015. 1. 28)		弁理士 金本 哲男
		(74) 代理人	100095957
			弁理士 亀谷 美明
		(74) 代理人	100101557
			弁理士 萩原 康司
		(74) 代理人	100167634
			弁理士 扇田 尚紀
		(72) 発明者	村松 誠
			東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i zタワー 東京エレクトロン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板処理方法、プログラム及びコンピュータ記憶媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1のポリマーと第2のポリマーとを含むブロック共重合体を用いて、基板を処理する方法であって、

アルカリ溶液に可溶な塗布膜を基板上に形成する塗布膜形成工程と、

前記塗布膜上にレジスト膜によってレジストパターンを形成するレジストパターン形成工程と、

前記レジストパターンをマスクとして、前記基板上に所定のパターンを形成するパターン処理工程と、

その後、アルカリ溶液により前記塗布膜を除去することで前記レジストパターンを除去する塗布膜除去工程と、

前記ブロック共重合体を、前記塗布膜及びレジストパターン除去後の基板上に塗布するブロック共重合体塗布工程と、

前記ブロック共重合体を前記第1のポリマーと前記第2のポリマーに相分離させるポリマー分離工程と、を有することを特徴とする、基板処理方法。

【請求項2】

前記塗布膜は、耐熱温度以上に加熱することで脱保護した他のレジスト膜であり、

前記レジストパターン形成工程前に、前記他のレジスト膜を加熱して脱保護させる加熱工程をさらに有していることを特徴とする、請求項1に記載の基板処理方法。

【請求項3】

10

20

前記塗布膜形成工程前に下地膜を基板上に形成する下地膜形成工程を有し、
前記パターン処理工程においては、前記下地膜に所定のパターンを形成することを特徴とする、請求項 1 または 2 のいずれかに記載の基板処理方法。

【請求項 4】

前記下地膜は、前記第 1 のポリマー、前記第 2 のポリマー、または前記第 1 のポリマーと前記第 2 のポリマーに対して中間の親和性を有する中性層のいずれかであることを特徴とする、請求項 3 に記載の基板処理方法。

【請求項 5】

前記相分離したブロック共重合体から、前記第 1 のポリマー又は前記第 2 のポリマーのいずれかを選択的に除去するポリマー除去工程を有していることを特徴とする、請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の基板処理方法。

10

【請求項 6】

前記レジストパターンは、平面視において直線状のライン部と直線状のスペース部を有するパターンであり、
前記ブロック共重合体における前記第 1 のポリマーの分子量の比率は、40%～60%であることを特徴とする、請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の基板処理方法。

【請求項 7】

前記第 1 のポリマーは親水性を有する親水性ポリマーであり、前記第 2 のポリマーは、疎水性を有する疎水性ポリマーであることを特徴とする、請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の基板処理方法。

20

【請求項 8】

前記親水性ポリマーはポリメタクリル酸メチルであり、
前記疎水性ポリマーはポリスチレンであることを特徴とする、請求項 7 に記載の基板処理方法。

【請求項 9】

請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載の基板処理方法を基板処理システムによって実行させるために、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。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の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。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、親水性（極性）を有する親水性（有極性）ポリマーと疎水性を有する（極性を有さない）疎水性（無極性）ポリマーとを含むブロック共重合体を用いた基板処理方法、基板処理方法、プログラム及びコンピュータ記憶媒体に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば半導体デバイスの製造工程では、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、露光されたレジスト膜を現像する現像処理などを順次行うフォトリソグラフィ処理が行われ、ウェハ上に所定のレジストパターンが形成される。そして、このレジストパターンをマスクとして、ウェハ上の被処理膜のエッチング処理が行われ、その後レジスト膜の除去処理などが行われて、被処理膜に所定のパターンが形成される。

40

【0003】

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、例えばフォトリソグラフィ処理における露光処理の光を短波長化することが進められている。しかしながら、露光光源の短波長化には技術的、コスト的な限界があり、光

50

の短波長化を進める方法のみでは、例えば数ナノメートルオーダーの微細なレジストパターンを形成するのが困難な状況にある。

【0004】

そこで、2種類のポリマーから構成されたブロック共重合体を用いたウェハ処理方法が提案されている（非特許文献1）。かかる方法では、まず、ウェハの反射防止膜上にレジストパターンを形成した後、反射防止膜とレジストパターン上に、親水性ポリマーと疎水性ポリマーに対して中間の親和性を有する中性層を形成する。その後、レジストパターンをマスクとして、当該レジストパターン上の中性層を除去し、その後レジストパターンそのものも除去する。これにより、図18に示すようにウェハWの反射防止膜600上に中性層601のパターンを形成する。その後、図19に示すように反射防止膜600とパターン形成された中性層601上にブロック共重合体610を塗布し、ブロック共重合体610から親水性ポリマー611と疎水性ポリマー612を相分離する。このとき、反射防止膜600が親水性を有するので、反射防止膜600上には、例えば疎水性ポリマー612、親水性ポリマー611、疎水性ポリマー612がこの順で並べて分離される。そして、中性層601上では、図19に示すように、反射防止膜600上の並び順に続いて親水性ポリマー611と疎水性ポリマー612が交互に規則的に配列する。この場合、反射防止膜600上に所定のパターンで形成された中性層601は、親水性ポリマー611と疎水性ポリマー612を規則的に配列させるためのガイドとして機能する。

10

【0005】

その後、例えば親水性ポリマー611を除去することで、ウェハW上に疎水性ポリマー612の微細なパターンが形成される。そして、疎水性ポリマー612のパターンをマスクとして被処理膜のエッチング処理が行われ、被処理膜に所定のパターンが形成される。

20

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献1】 "Cost-EffectiveSub-20nm Lithography: Smart Chemicals to the Rescue", Ralph R. Dammel, Journal of Photopolymer Science and Technology Volume 24, Number 1 (2011) 33-42

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0007】

ところで、ブロック共重合体を用いたパターン形成には上記以外にも様々な方法があり、例えば親水性ポリマー611と疎水性ポリマー612を配列させる際のガイドとして、上述の反射防止膜600と中性層601に変えて、例えば疎水性ポリマー612とレジストを用いることもできる。かかる場合の工程の一例としては、まずウェハWの反射防止膜600上に疎水性ポリマー612を塗布し、疎水性ポリマー612上にレジストパターンを形成する。次いで、レジストパターンをマスクとして疎水性ポリマー612をエッチングし、その後レジストパターンを除去することで、例えば図20に示すように疎水性ポリマー612によるパターンを形成する。

【0008】

40

しかしながら、本発明者らによれば、疎水性ポリマー612によるパターンを形成する際にレジストパターンの除去がうまくいかず、その後のブロック共重合体によるパターン形成に影響することがあることが確認された。これは、疎水性ポリマー612のエッチングが、例えばプラズマ処理による、いわゆるドライエッチングにより行われるところ、レジストパターンがドライエッチングの際に炭化してしまうことがレジストパターンの除去を困難にしている原因と考えられる。

【0009】

レジストパターンを除去するためには、強力な有機溶剤を用いたり、ドライアッシングを行うことも考えられるが、その場合、疎水性ポリマー612も同時に剥離してしまったり、疎水性ポリマー612が親水性に変化してしまうため、そのような手法も用いること

50

ができない。また、レジストパターンを、ドライエッチングの際に炭化しにくいレジスト膜により形成することも可能であるが、その場合、特殊なレジスト液が必要となり、汎用性が著しく低下してしまう。

【0010】

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、親水性ポリマーと疎水性ポリマーとを含むブロック共重合体を用いた基板処理において、基板上にガイドを適切に形成することで、親水性ポリマーと疎水性ポリマーを所望のパターンに配列させ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、第1のポリマーと第2のポリマーとを含むブロック共重合体を用いて、基板を処理する方法であって、アルカリ溶液に可溶な塗布膜を基板上に形成する塗布膜形成工程と、前記塗布膜上にレジスト膜によってレジストパターンを形成するレジストパターン形成工程と、前記レジストパターンをマスクとして、前記基板上に所定のパターンを形成するパターン処理工程と、その後、アルカリ溶液により前記塗布膜を除去することで前記レジストパターンを除去する塗布膜除去工程と、前記ブロック共重合体を、前記塗布膜及びレジストパターン除去後の基板のパターン上に塗布するブロック共重合体塗布工程と、前記ブロック共重合体を前記第1のポリマーと前記第2のポリマーに相分離させるポリマー分離工程と、を有することを特徴としている。

【0012】

本発明によれば、アルカリ溶液に可溶な塗布膜上にレジストパターンを形成し、当該レジストパターンをマスクとして基板上に所定のパターンを形成した後に、アルカリ溶液により塗布膜を除去することでレジストパターンを除去する。したがって、強力な有機溶剤や特殊なレジスト液を用いることなく容易にレジストパターンを除去することができ、基板上に親水性ポリマーと疎水性ポリマーを配列させるためのガイドを適切に形成することができる。その結果、親水性ポリマーと疎水性ポリマーを所望のパターンに配列させることができる。

【0013】

前記塗布膜は、耐熱温度以上に加熱することで脱保護した他のレジスト膜であり、前記レジストパターン形成工程前に、前他のレジスト膜を加熱して脱保護させる加熱工程をさらに有していてもよい。

【0014】

前記塗布膜形成工程前に下地膜を基板上に形成する下地膜形成工程を有し、前記パターン処理工程においては、前記下地膜に所定のパターンを形成してもよい。

【0015】

前記下地膜は、前記第1のポリマー、前記第2のポリマー、または前記第1のポリマーと前記第2のポリマーに対して中間の親和性を有する中性層のいずれかであってもよい。

【0016】

前記相分離したブロック共重合体から、前記第1のポリマー又は前記第2のポリマーのいずれかを選択的に除去するポリマー除去工程を有していてもよい。

【0017】

前記レジストパターンは、平面視において直線状のライン部と直線状のスペース部を有するパターンであり、前記ブロック共重合体における前記第1のポリマーの分子量の比率は、40%～60%であってもよい。

【0018】

前記第1のポリマーは親水性を有する親水性ポリマーであり、前記第2のポリマーは、疎水性を有する疎水性ポリマーであってもよい。

【0019】

前記親水性ポリマーはポリメタクリル酸メチルであり、前記疎水性ポリマーはポリスチ

10

20

30

40

50

レンであってもよい。

【0020】

別な観点による本発明によれば、前記基板処理方法を基板処理システムによって実行させるために、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が提供される。

【0021】

また別な観点による本発明によれば、前記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が提供される。

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、親水性ポリマーと疎水性ポリマーとを含むブロック共重合体を用いた基板処理において、基板上にガイドを適切に形成することで、親水性ポリマーと疎水性ポリマーを所望のパターンに配列させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【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説明図である。

【図2】塗布現像処理装置の構成の概略を示す平面図である。

【図3】塗布現像処理装置の内部構成の概略を示す側面図である。

【図4】塗布現像処理装置の内部構成の概略を示す側面図である。

【図5】エッチング処理装置の構成の概略を示す平面図である。

【図6】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7】ウェハ上に中性層と第1のレジスト膜が形成された様子を示す縦断面の説明図である。

【図8】加熱処理後の第1のレジスト膜上に反射防止膜と第2のレジスト膜が形成された様子を示す縦断面の説明図である。

【図9】第2のレジスト膜により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10】第2のレジスト膜をマスクとして反射防止膜がエッチング処理された様子を示す縦断面の説明図である。

【図11】第2のレジスト膜をマスクとして第1のレジスト膜及び中性層がエッチング処理された様子を示す縦断面の説明図である。

【図12】アルカリ溶液により第1のレジスト膜が除去された様子を示す縦断面の説明図である。

【図13】ウェハ上にブロック共重合体が塗布された様子を示す縦断面の説明図である。

【図14】ブロック共重合体を親水性ポリマーと疎水性ポリマーに相分離した様子を示す縦断面の説明図である。

【図15】ブロック共重合体を親水性ポリマーと疎水性ポリマーに相分離した様子を示す平面の説明図である。

【図16】エッチング処理されたウェハ上に中性層が形成された様子を示す縦断面の説明図である。

【図17】親水性ポリマーを除去した様子を示す縦断面の説明図である。

【図18】従来のウェハ処理においてウェハ上に中性層のパターンを形成した様子を示す縦断面の説明図である。

【図19】従来のウェハ処理においてブロック共重合体を親水性ポリマーと疎水性ポリマーに相分離した様子を示す縦断面の説明図である。

【図20】従来のウェハ処理においてウェハ上に疎水性ポリマーのパターンを形成した様子を示す縦断面の説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

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

10

20

30

40

50

システム１の構成の概略を示す説明図である。

【００２５】

基板処理システム１は、図１に示すように基板としてのウェハにフォトリソグラフィ処理を行う塗布現像処理装置２と、ウェハにエッチング処理を行うエッチング処理装置３とを有している。なお、基板処理システム１で処理されるウェハ上には、予め被処理膜（図示せず）が形成されている。

【００２６】

塗布現像処理装置２は、図２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。

10

【００２７】

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、塗布現像処理装置２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、例えば４つのカセット載置板２１が設けられている。

【００２８】

カセットステーション１０には、図２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。

20

【００２９】

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２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２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２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。

30

【００３０】

例えば第１のブロックＧ１には、図３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装置３０、ウェハＷ上にアルカリ溶液を供給するアルカリ溶液供給装置３１、ウェハＷ上に反射防止膜を形成する反射防止膜形成装置３２、ウェハＷ上に中性剤を塗布して中性層を形成する中性層形成装置３３、ウェハＷ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装置３４、ウェハＷ上にブロック共重合体を塗布するブロック共重合体塗布装置３５が下から順に重ねられている。なお、アルカリ溶液供給装置３１で用いられるアルカリ溶液としては、例えばテトラメチルアンモニウムヒドロキシド（ＴＭＡＨ）が用いられる。

【００３１】

例えば現像装置３０、アルカリ溶液供給装置３１、反射防止膜形成装置３２、中性層形成装置３３、レジスト塗布装置３４、ブロック共重合体塗布装置３５は、それぞれ水平方向に３つ並べて配置されている。なお、これら現像装置３０、アルカリ溶液供給装置３１、反射防止膜形成装置３２、中性層形成装置３３、レジスト塗布装置３４、ブロック共重合体塗布装置３５の数や配置は、任意に選択できる。

40

【００３２】

これら現像装置３０、アルカリ溶液供給装置３１、反射防止膜形成装置３２、中性層形成装置３３、レジスト塗布装置３４、ブロック共重合体塗布装置３５では、例えばウェハＷ上に所定の塗布液を塗布するスピンコーティングが行われる。スピンコーティングでは、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、

50

塗布液をウェハWの表面に拡散させる。

【0033】

なお、ブロック共重合体塗布装置35でウェハW上に塗布されるブロック共重合体は、第1のポリマーと第2のポリマーとを有する。第1のポリマーとしては、親水性（極性）を有する親水性ポリマーが用いられ、第2のポリマーとしては、疎水性（極性）を有する疎水性ポリマーが用いられる。本実施の形態では、親水性ポリマーとして例えばポリメタクリル酸メチル（PMMA）が用いられ、疎水性ポリマーとしては例えばポリスチレン（PS）が用いられる。また、ブロック共重合体における親水性ポリマーの分子量の比率は40%～60%であり、ブロック共重合体における疎水ポリマーの分子量の比率は60%～40%である。そして、ブロック共重合体は、これら親水性ポリマーと疎水性ポリマーが、直線的に化合した高分子である。

10

【0034】

また、中性層形成装置33でウェハW上に形成される中性層は、親水性ポリマーと疎水性ポリマーに対して中間の親和性を有する。本実施の形態では、中性層として例えばポリメタクリル酸メチルとポリスチレンとのランダム共重合体や交互共重合体が用いられる。以下において、「中性」という場合は、このように親水性ポリマーと疎水性ポリマーに対して中間の親和性を有することを意味する。

【0035】

例えば第2のブロックG2には、図4に示すようにウェハWの熱処理を行う熱処理装置40、ウェハWを疎水化処理するアドヒージョン装置41、ウェハWの外周部を露光する周辺露光装置42が上下方向と水平方向に並べて設けられている。熱処理装置40は、ウェハWを載置して加熱する熱板と、ウェハWを載置して冷却する冷却板を有し、加熱処理と冷却処理の両方を行うことができる。なお、複数の熱処理装置40のうち、一部の熱処理装置40は、ブロック共重合体塗布装置35でウェハW上に塗布されたブロック共重合体を親水性ポリマーと疎水性ポリマーに相分離させるポリマー分離装置として機能する。また、熱処理装置40、アドヒージョン装置41、周辺露光装置42の数や配置は、任意に選択できる。

20

【0036】

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。

30

【0037】

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。

【0038】

また、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。

40

【0039】

シャトル搬送装置80は、例えばY方向に直線的に移動自在になっている。シャトル搬送装置80は、ウェハWを支持した状態でY方向に移動し、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。

【0040】

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

50

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。

【0041】

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。

【0042】

エッチング処理装置3は、図5に示すようにエッチング処理装置3に対するウェハWの搬入出を行うカセットステーション200、ウェハWの搬送を行う共通搬送部201、ウェハW上で相分離したブロック共重合体にエッチング処理を行い、親水性ポリマーまたは疎水性ポリマーのいずれかを選択的に除去するポリマー除去装置としてのエッチング装置202、203、ウェハW上の被処理膜を所定のパターンにエッチングするエッチング装置204、205を有している。

【0043】

カセットステーション200は、ウェハWを搬送するウェハ搬送機構210が内部に設けられた搬送室211を有している。ウェハ搬送機構210は、ウェハWを略水平に保持する2つの搬送アーム210a、210bを有しており、これら搬送アーム210a、210bのいずれかによってウェハWを保持しながら搬送する構成となっている。搬送室211の側方には、ウェハWを複数枚並べて収容可能なカセットCが載置されるカセット載置台212が備えられている。図示の例では、カセット載置台212には、カセットCを複数、例えば3つ載置できるようになっている。

【0044】

搬送室211と共通搬送部201は、真空引き可能な2つのロードロック装置213a、213bを介して互いに連結させられている。

【0045】

共通搬送部201は、例えば上方からみて略多角形状（図示の例では六角形状）をなすように形成された密閉可能な構造の搬送室チャンバー214を有している。搬送室チャンバー214内には、ウェハWを搬送するウェハ搬送機構215が設けられている。ウェハ搬送機構215は、ウェハWを略水平に保持する2つの搬送アーム215a、215bを有しており、これら搬送アーム215a、215bのいずれかによってウェハWを保持しながら搬送する構成となっている。

【0046】

搬送室チャンバー214の外側には、エッチング装置202、203、204、205、ロードロック装置213b、213aが、搬送室チャンバー214の周囲を囲むように配置されている。エッチング装置202、203、204、205、ロードロック装置213b、213aは、例えば上方からみて時計回転方向においてこの順に並ぶように、また、搬送室チャンバー214の6つの側面部に対してそれぞれ対向するようにして配置されている。

【0047】

なお、エッチング装置202～205としては、例えば例えばRIE（Reactive Ion Etching）装置が用いられる。すなわち、エッチング装置202～205では、反応性の気体（エッチングガス）やイオン、ラジカルによって、親水性ポリマーや反射防止膜といった被処理膜をエッチングするドライエッチングが行われる。

【0048】

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300が設けられている。制御部300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、上述の各種処理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における後述の剥離処理を実現させる

10

20

30

40

50

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に記録されていたものであって、その記憶媒体から制御部300にインストールされたものであってもよい。

【0049】

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6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。

【0050】

まず、複数のウェハWを収納したカセットCが、塗布現像処理装置2のカセットステーション10に搬入され、所定のカセット載置板21に載置される。その後、ウェハ搬送装置23によりカセットC内の各ウェハWが順次取り出され、処理ステーション11の受け渡し装置53に搬送される。

10

【0051】

次にウェハ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、温度調節される。その後ウェハWは、ウェハ搬送装置70によって中性層形成装置33に搬送され、図7に示すようにウェハW上の全面に中性層400が形成される（図6の工程S1）。なお、図示はしていないが、中性層400形成前のウェハWの表面はシリコン酸化膜により覆われており、ウェハWの表面は親水性を有している。その後ウェハWは、熱処理装置40に搬送され、加熱され、温度調節され、その後受け渡し装置53に戻される。

20

【0052】

その後ウェハWは、ウェハ搬送装置70によってレジスト塗布装置34に搬送され、ウェハWの中性層400上にレジスト液が塗布されて、図7に示すように、ウェハWの全面に第1のレジスト膜401が形成される（図6の工程S2）。なお、本実施の形態におけるレジスト液には、例えばArFレジストが用いられる。

【0053】

その後ウェハWは、ウェハ搬送装置70によって熱処理装置40に搬送される。熱処理装置40では、第1のレジスト膜401が耐熱温度以上、換言すれば、第1のレジスト膜401が脱保護する以上の温度で加熱される（図6の工程S3）。その結果、ArFレジストである第1のレジスト膜401は、ウェハWの全面にわたって脱保護する。これにより、加熱後の第1のレジスト膜401は、アルカリ溶液であるテトラメチルアンモニウムヒドロキシサイド（TMAH）に可溶な塗布膜となる。

30

【0054】

なお、第1のレジスト膜401が例えばArFレジストにより形成される場合、ArFレジストは200℃以上で脱保護するので、第1のレジスト膜401が形成されたウェハWを熱処理装置40で加熱する際の温度は200℃以上となる。ただし、第1のレジスト膜401の下層に形成されている中性層400の耐熱温度は240℃程度であり、この耐熱温度を超えると中性層400の物性が変化してしまう。したがって、第1のレジスト膜401を脱保護させる際のウェハWの加熱温度は、第1のレジスト膜401の耐熱温度以上で、且つ中性層400の耐熱温度未満とする必要がある。そのため、第1のレジスト膜401が例えばArFレジストである場合は、ウェハWの加熱温度は200℃以上、240℃未満であり、より好ましくは210℃～230℃である。

40

【0055】

次にウェハWは、ウェハ搬送装置70によって反射防止膜形成装置32に搬送され、図8に示すように、加熱処理により脱保護した第1のレジスト膜401上に反射防止膜402が形成される（図6の工程S4）。その後ウェハWは、熱処理装置40に搬送され、加熱され、温度調節される。次にウェハWは、ウェハ搬送装置100によって受け渡し装置54に搬送される。その後ウェハWは、ウェハ搬送装置70によってアドヒージョン装置41に搬送され、アドヒージョン処理される。

【0056】

50

その後ウェハWは、ウェハ搬送装置70によって再びレジスト塗布装置34に搬送される。そして、ウェハWの反射防止膜402上にレジスト液が塗布されて、図8に示すように、第2のレジスト膜403が形成される。その後ウェハWは、ウェハ搬送装置70によって熱処理装置40に搬送されて、プリベーク処理される。このプリベーク処理の際の加熱温度は、第2のレジスト膜403が脱保護しないようにArFレジストの耐熱温度未満の温度である点が、第1のレジスト膜401の加熱処理とは異なる。その後ウェハWは、ウェハ搬送装置70によって受け渡し装置55に搬送される。

【0057】

次にウェハWは、ウェハ搬送装置70によって周辺露光装置42に搬送され、周辺露光処理される。その後ウェハWは、ウェハ搬送装置70によって受け渡し装置56に搬送される。次にウェハWは、ウェハ搬送装置100によって受け渡し装置52に搬送され、シャトル搬送装置80によって受け渡し装置62に搬送される。その後ウェハWは、インターフェイスステーション13のウェハ搬送装置110によって露光装置12に搬送され、露光処理される。

【0058】

次にウェハWは、ウェハ搬送装置110によって露光装置12から受け渡し装置60に搬送される。その後ウェハ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、露光後ベーク処理される。その後ウェハWは、ウェハ搬送装置70によって現像装置30に搬送され、現像される。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。こうして、図9に示すように第2のレジスト膜403により所定のレジストパターンが形成される（図6の工程S5）。本実施の形態では、第2のレジスト膜403によるレジストパターンは、平面視において直線状のライン部403aと直線状のスペース部403bを有する、いわゆるラインアンドスペースのレジストパターンである。なお、スペース部403bの幅は、後述するようにスペース部403bに親水性ポリマーと疎水性ポリマーが交互に奇数層に配置されるように設定される。

【0059】

その後ウェハWは、ウェハ搬送装置70によって受け渡し装置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。

【0060】

塗布現像処理装置2においてウェハWに第2のレジスト膜403により所定のレジストパターンが形成されると、ウェハWを収納したカセットCは、塗布現像処理装置2から搬出され、次にエッチング処理装置3に搬入される。

【0061】

エッチング処理装置3では、まず、ウェハ搬送機構210によって、カセット載置台212上のカセットCから1枚のウェハWが取り出され、ロードロック装置213a内に搬入される。ロードロック装置213a内にウェハWが搬入されると、ロードロック装置213a内が密閉され、減圧される。その後、ロードロック装置213a内と所定の真空度に排気された搬送室チャンバー214内とが連通させられる。そして、ウェハ搬送機構215によって、ウェハWがロードロック装置213aから搬出され、搬送室チャンバー214内に搬入される。

【0062】

搬送室チャンバー214内に搬入されたウェハWは、次にウェハ搬送機構215によってエッチング装置202に搬送される。エッチング装置202では、第2のレジスト膜403のレジストパターンをマスクとしてウェハWにエッチング処理を行い、図10に示すように先ず反射防止膜402がエッチング処理される（図6の工程S6）。

【0063】

その後ウェハWは、ウェハ搬送機構215によってエッチング装置204に搬送される。エッチング装置204では、引き続き第2のレジスト膜403のレジストパターン及び

反射防止膜 402 のパターンをマスクとして、ウェハ W 上の第 1 のレジスト膜 401 及び中性層 400 が図 11 に示すようにエッチングされる（図 6 の工程 S7）。

【0064】

その後ウェハ W は、ウェハ搬送機構 215 によって再び搬送室チャンバー 214 内に戻される。そして、ロードロック装置 213b を介してウェハ搬送機構 210 に受け渡され、カセット C に収納される。その後、ウェハ W を収納したカセット C がエッチング処理装置 3 から搬出され、塗布現像処理装置 2 に再び搬入される。

【0065】

塗布現像処理装置 2 に搬入されたウェハ W は、ウェハ搬送装置 70 によってアルカリ溶液供給装置 31 に搬入される。アルカリ溶液供給装置 31 では、ウェハ W 上にアルカリ溶液が供給され、加熱処理により脱保護してアルカリ溶液に可溶となった第 1 のレジスト膜 401 がウェハ W から除去される。これにより、第 1 のレジスト膜 401 と共に、反射防止膜 402 及び第 2 のレジスト膜 403 が、図 12 に示すようにウェハ W から除去される（図 6 の工程 S8）。その結果、ウェハ W 上には中性層 400 のパターンのみが残る。なお、第 2 のレジスト膜 403 は、エッチング装置 204 で第 1 のレジスト膜 401 及び中性層 400 をエッチング処理する際に同時にエッチングされるため、第 2 のレジスト膜 403 の膜厚の設定によっては、当該エッチング処理の段階ですべて除去される場合があるが、第 2 のレジスト膜 403 が除去された後も反射防止膜 402 がマスクとして機能するため、第 2 のレジスト膜 403 の膜厚は中性層 400 が適正にエッチング処理されるものであれば任意に設定が可能である。

【0066】

次にウェハ W は、ブロック共重合体塗布装置 35 に搬送される。ブロック共重合体塗布装置 35 では、図 13 に示すようにウェハ W 上の中性層 400 のパターン上にブロック共重合体 404 が塗布される（図 6 の工程 S9）。

【0067】

次にウェハ W は、ウェハ搬送装置 70 によってポリマー分離装置としての熱処理装置 40 に搬送される。熱処理装置 40 では、ウェハ W に所定の温度の熱処理が行われる。そうすると、図 14 及び図 15 に示すようにウェハ W 上のブロック共重合体 404 が、親水性ポリマー 405 と疎水性ポリマー 406 に相分離される（図 6 の工程 S10）。

【0068】

ここで、上述したようにブロック共重合体 404 において、親水性ポリマー 405 の分子量の比率は 40%～60% であり、疎水性ポリマー 406 の分子量の比率は 60%～40% である。そうすると、工程 S10 において、図 14 及び図 15 に示すように親水性ポリマー 405 と疎水性ポリマー 406 はラメラ構造に相分離される。また、上述した工程 S3 において第 2 のレジスト膜 403 のパターンのスペース部 403b の幅が所定の幅に形成されているので、ウェハ W 上の中性層 400 と中性層 400 の間の領域には、親水性ポリマー 405 と疎水性ポリマー 406 が交互に奇数層、例えば 3 層に配置される。本実施の形態では、例えばウェハ W の表面が親水性であるため、中性層 400 と中性層 400 の真ん中に疎水性ポリマー 406 が配置され、その両側に親水性ポリマー 405、405 が配置される。そして、中性層 400 のその他の領域上にも、親水性ポリマー 405 と疎水性ポリマー 406 が交互に配置される。

【0069】

その後ウェハ W は、ウェハ搬送装置 70 によって受け渡し装置 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。

【0070】

塗布現像処理装置 2 においてウェハ W に所定の処理が行われると、ウェハ W を収納したカセット C は、塗布現像処理装置 2 から搬出され、再びエッチング処理装置 3 に搬入される。

【0071】

次いで、カセットCから取り出されたウェハWはエッチング装置202に搬送される。エッチング装置202では、エッチング処理により、図16に示すように親水性ポリマー405が選択的に除去され、疎水性ポリマー406の所定のパターンが形成される（図6の工程S11）。

【0072】

その後ウェハWは、ウェハ搬送機構215によってエッチング装置204に搬送される。エッチング装置204では、ウェハW上の疎水性ポリマー406をマスクとして、ウェハW上の被処理膜がエッチングされる。その後、疎水性ポリマー406及び反射防止膜が除去されて、被処理膜に所定のパターンが形成される。

【0073】

その後ウェハWは、カセットCに収納され、ウェハWを収納したカセットCがエッチング処理装置3から搬出されて一連のウェハ処理が終了する。

【0074】

以上の実施の形態によれば、工程S2において塗布した第1のレジスト膜401を、工程S3で加熱処理することで脱保護してアルカリ溶液に可溶な塗布膜を形成している。そして、当該アルカリ溶液に可溶な塗布膜上に第2のレジスト膜403によりレジストパターンを形成し、このレジストパターンをマスクとして、ウェハW上に所定のパターンを形成した後に、アルカリ溶液により第1のレジスト膜401を除去することで、第2のレジスト膜403を除去する。したがって、強力な有機溶剤や特殊なレジスト液を用いることなく容易に第2のレジスト膜403を除去することができ、ウェハW上に親水性ポリマー405と疎水性ポリマー406を配列させるためのガイドを適切に形成することができる。その結果、親水性ポリマー405と疎水性ポリマー406を所望のパターンに配列させることができる。

【0075】

また、従来のブロック共重合体404を用いたパターン形成においては、例えば中性層400の下面に反射防止膜402をする手法が一般的であり、ウェハWに例えば中性層400のパターンを形成した後に、別途反射防止膜402を除去する工程が必要であったが、本実施の形態のように、中性層400の上面に形成された脱保護した第1のレジスト膜401上、即ちアルカリ溶液に可溶な塗布膜上に反射防止膜402することで、当該反射防止膜402を第1のレジスト膜401と共にアルカリ溶液により容易に除去できる。したがって、ウェハWにブロック共重合体404を用いて所定のパターンを形成するにあたり、工程を簡略化することができる。

【0076】

以上の実施の形態では、第1のレジスト膜401をArFレジストにより形成した場合の一例について説明したが、第1のレジスト膜401としては、ArFレジスト以外にも、脱保護することでアルカリ溶液に可溶となるレジスト、例えばKrFレジストなどを用いることができ、本実施の形態に限定されるものではない。なお、以上の実施の形態では、第1のレジスト膜401と第2のレジスト膜403を共にArFレジストで形成したが、第1のレジスト膜401と第2のレジスト膜403を異なるレジストにより形成してもよい。アルカリ溶液に可溶な膜としては、中性層400形成時の熱処理から第2のレジスト膜403によるレジストパターン形成の過程の熱処理によっても、アルカリ溶液に可溶であるという物性が変化しないものであれば、任意に選択が可能である。

【0077】

以上の実施の形態では、脱保護した第1のレジスト膜401の除去にアルカリ溶液としてテトラメチルアンモニウムヒドロキシドを用いたが、第1のレジスト膜401を除去できるものであれば、アルカリ溶液としては本実施の形態に限定されるものではなく、任意に選択が可能である。また、アルカリ溶液としては、テトラメチルアンモニウムヒドロキシドにイソプロピルアルコール（IPA）を添加したものであってもよい。イソプロピルアルコールを添加することで、工程S8において、より確実に第1のレジスト膜401を除去することができる。

【0078】

なお、以上の実施の形態では、第1のレジスト膜401の下面に、親水性ポリマー405と疎水性ポリマー406を配列させるためのガイド機能を有する下地膜として中性層400が形成されていたが、このガイドとして機能する下地膜は中性層400に限定されるものではなく任意に設定が可能である。他の下地膜としては、例えばポリスチレンなどを用いることができる。また、ガイドとして機能する下地膜は必ずしも必要ではなく、例えばウェハWの上面に直接第1のレジスト膜401を形成し、工程S7においてウェハWそのものをエッチングすることでウェハWにパターン形成を行ってもよい。かかる場合、ウェハWそのものをガイドとして用いたり、例えば図17に示すように、エッチング後のウェハWの窪みに中性層400を形成してウェハWを平坦面とし、この中性層400とウェハWとによりガイドを形成したりしてもよい。

10

【0079】

以上の実施の形態では、現像装置30とアルカリ溶液供給装置31を別の装置としていたが、例えば現像装置30において供給する現像液がテトラメチルアンモニウムヒドロオキサイドである場合は、アルカリ溶液供給装置31を省略して、現像装置30において工程S8の第1のレジスト膜401の除去をおこなってもよい。

【0080】

なお、工程S8におけるアルカリ溶剤による第1のレジスト膜401の除去を適正に行うことを考慮すると、第1のレジスト膜401の膜厚は、20nm～100nmとすることが好ましく、より好ましくは40nm～60nmである。

20

【0081】

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。

【産業上の利用可能性】

【0082】

30

本発明は、例えば親水性を有する親水性ポリマーと疎水性を有する疎水性ポリマーとを含むブロック共重合体を用いて、基板を処理する際に有用である。

【符号の説明】

【0083】

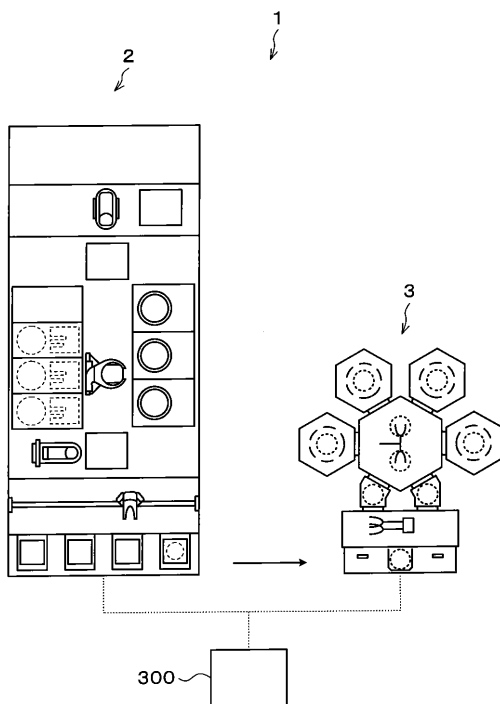
- 1 基板処理システム
- 2 塗布現像処理装置
- 3 エッチング処理装置
- 30 現像装置
- 31 アルカリ溶液供給装置
- 32 反射防止膜形成装置
- 33 中性層形成装置
- 34 レジスト塗布装置
- 35 ブロック共重合体塗布装置
- 40 熱処理装置
- 202～205 エッチング装置
- 300 制御部
- 400 中性層
- 401 第1のレジスト膜
- 402 反射防止膜
- 403 第2のレジスト膜

40

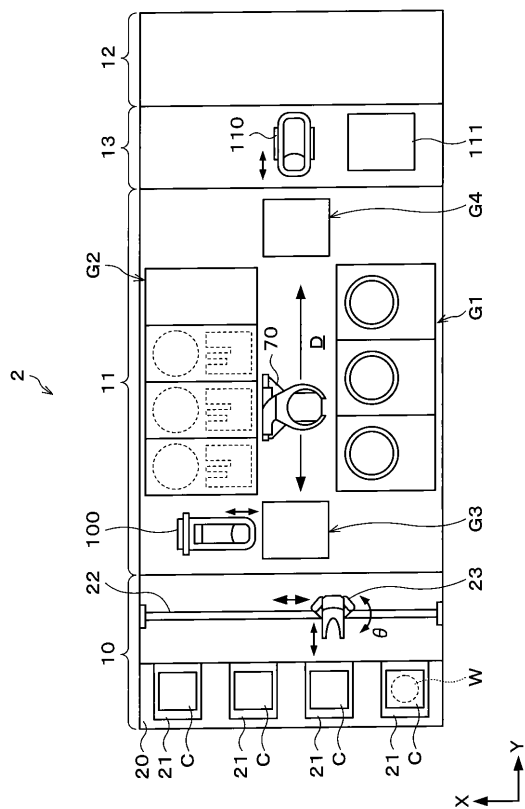
50

404 ブロック共重合体
W ウェハ

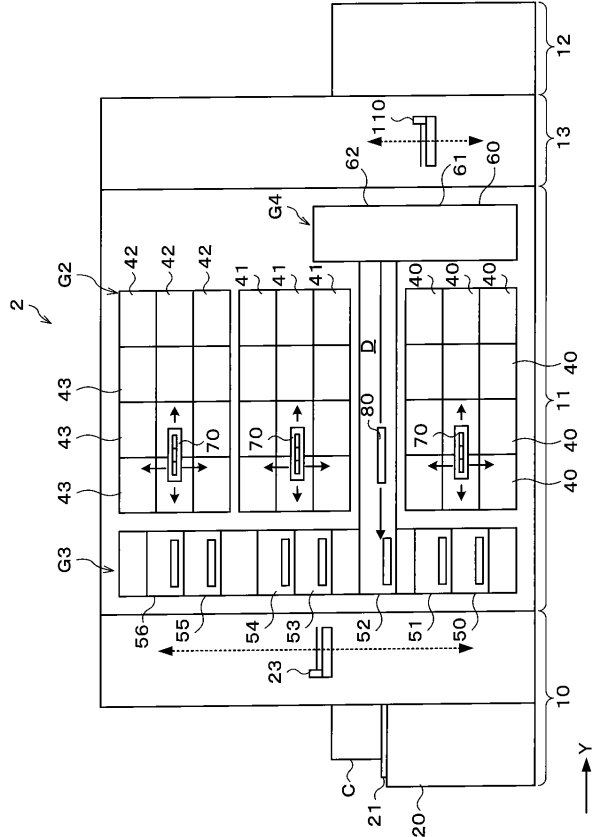
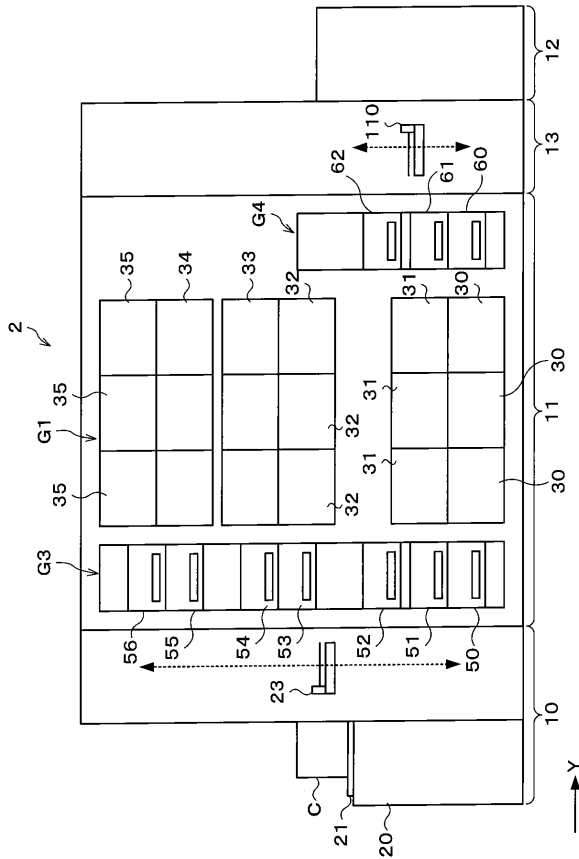
【図 1】



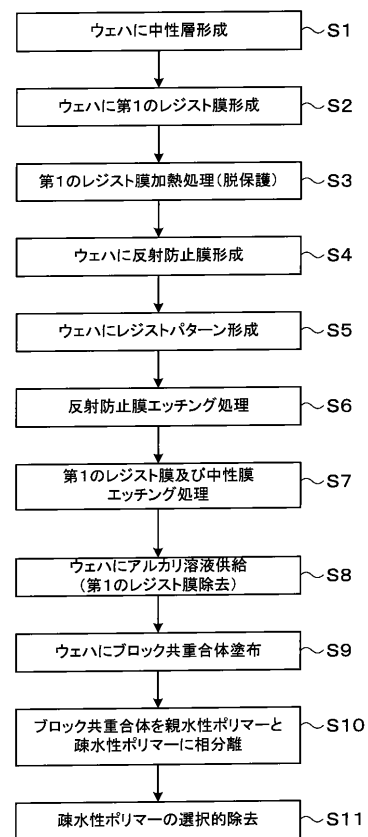
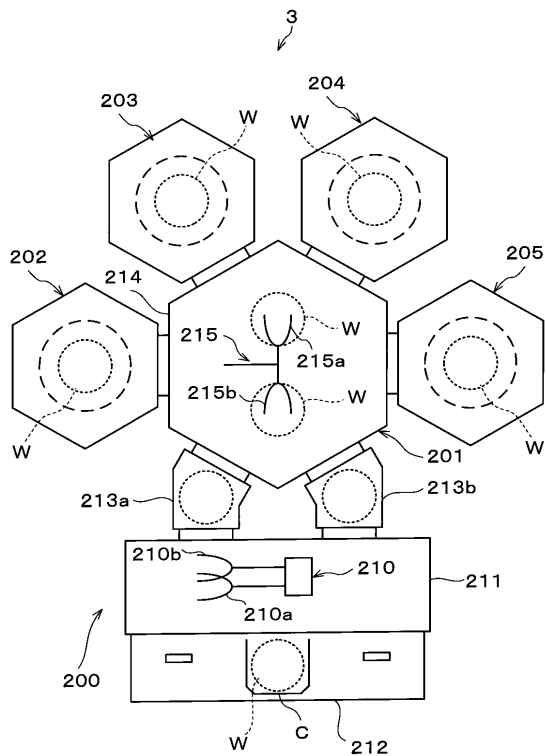
【図 2】



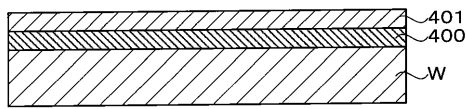
【図 4】



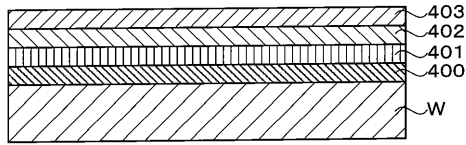
【图 6】



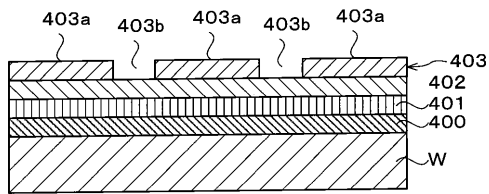
【図 7】



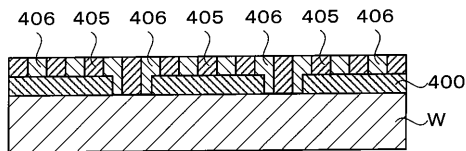
【図 8】



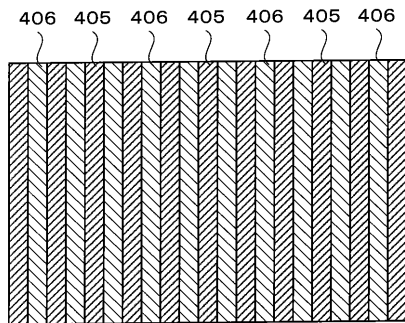
【図 9】



【図 14】



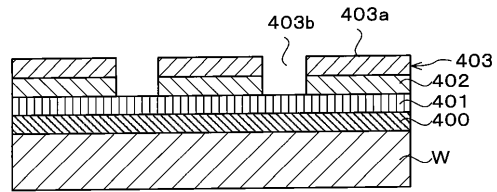
【図 15】



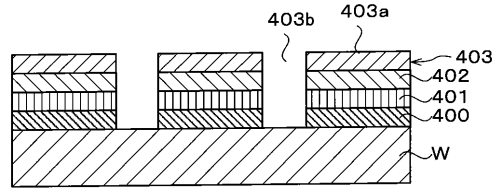
【図 16】



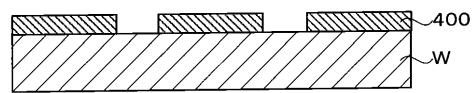
【図 10】



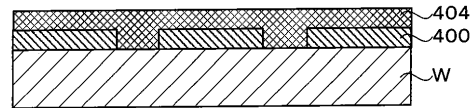
【図 11】



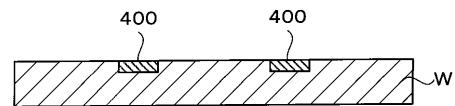
【図 12】



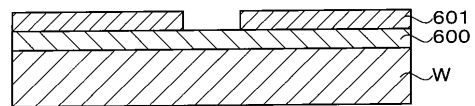
【図 13】



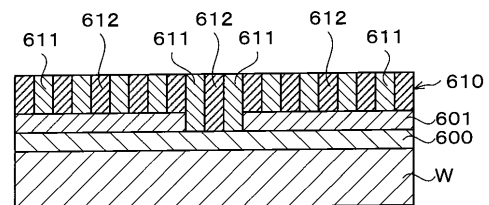
【図 17】



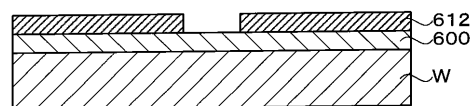
【図 18】



【図 19】



【図 20】



フロントページの続き

- (72)発明者 北野 高広
東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂Bizタワー 東京エレクトロン株式会社内
- (72)発明者 富田 忠利
東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂Bizタワー 東京エレクトロン株式会社内
- (72)発明者 田内 啓士
東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂Bizタワー 東京エレクトロン株式会社内
- (72)発明者 岡田 聡一郎
東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂Bizタワー 東京エレクトロン株式会社内

審査官 赤尾 隼人

- (56)参考文献 特開2008-036491 (JP, A)
国際公開第2012/014700 (WO, A1)
特開昭62-136028 (JP, A)
国際公開第2012/046770 (WO, A1)
特開2012-061531 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|----------------------|
| H01L | 21/027; 21/302 |
| B82Y | 30/00-40/00 |
| B82B | 1/00-3/00 |
| G03F | 7/00-7/18; 7/26-7/42 |
| B29D | 9/00 |
| B32B | 1/00-65/00 |