

(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 9 月 9 日(09.09.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/140031 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/027 (2006.01) *C08F 297/00* (2006.01)
B82Y 40/00 (2011.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/053988
- (22) 国際出願日: 2016 年 2 月 10 日(10.02.2016)
- (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 2015-043551 2015 年 3 月 5 日(05.03.2015) 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: 村松 誠(MURAMATSU, Makoto); 〒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). 富田 忠利(TOMITA, Tadatoshi); 〒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). 源島 久志(GENJIMA, Hisashi); 〒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). 楊 元(YOU, Gen); 〒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

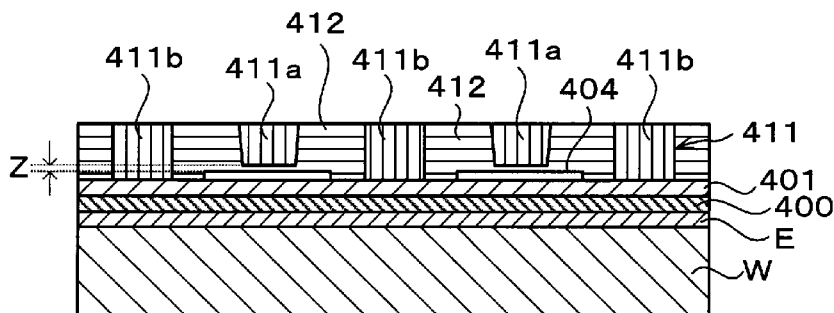
(JP). 北野 高広(KITANO, Takahiro); 〒8611116 熊本県合志市福原 1-1 東京エレクトロン九州株式会社内 Kumamoto (JP). 西 孝典(NISHI, Takanori); 〒8611116 熊本県合志市福原 1-1 東京エレクトロン九州株式会社内 Kumamoto (JP).

- (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), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

[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



(57) Abstract: A substrate-processing method using a block copolymer that includes a hydrophilic polymer (411) and a hydrophobic polymer (412) has a polymer separation step; the proportion of the molecular weight of the hydrophilic polymer in the block copolymer is adjusted to 20-40% so that the hydrophilic polymer (411) is arranged in positions that correspond to a hexagonal close-packed structure in plan view after the polymer separation step; and pillar-shaped first hydrophilic polymers (411a) on a circular pattern (404) based on a hydrophobic coating film are separated in phase from each other during the polymer separation step, pillar-shaped second hydrophilic polymers (411b) are separated in phase between the first hydrophilic polymers (411a), and the diameter of the circular pattern (404) is determined such that the first hydrophilic polymers (411a) and the second hydrophilic polymers (411b) are arranged in positions that correspond to a hexagonal close-packed structure in plan view.

(57) 要約: 親水性ポリマー(411)と疎水性ポリマー(412)とを含むブロック共重合体を用いた基板処理方法はポリマー分離工程を有し、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、ポリマー分離工程後に親水性ポリマー(411)が平面視において六方最密構造に対応する位置に配列するように20%~40%に調整され、ポリマー分離工程においては、疎水性の塗布膜による円形状の各パターン(404)上に円柱状の第1の親水性ポリマー(411a)をそれぞれ相分離させ、各第1の親水性ポリマー(411a)の間に、円柱状の第2の親水性ポリマー(411b)を相分離させて、第1の親水性ポリマー(411a)と第2の親水性ポリマー(411b)が平面視において六方最密構造に対応する位置に配列するように、円形状のパターン(404)の直径が定められている。

WO 2016/140031 A1



ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 添付公開書類:

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).

— 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、2015年3月5日に日本国に出願された特願2015-043551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、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、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工程では、例えば基板としての半導体ウェハ（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。

[0004] ところで、DRAMなどの高容量化のために、DRAM内のキャパシタを構成するホールパターンの高密度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。

[0005] そこで、親水性を有するポリマー（親水性ポリマー）と疎水性を有するポリマー（疎水性ポリマー）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（特許文献1）。かかる方法では、ウェハ上に、例えば平面視において六方最密構造に対応する位置にホールパターンが形成される。具体的には、ウェハ上に、六方最密構造に対応する位置の一部に親水性を有する膜により円形のパターンを下地として形成し、パターン形成後のウェハ上にブロック共重合体を塗布する。そして、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させると、下地として形成していた親水性を有する円形のパターンがガイドとして機能し、当該パターンの上面に接するように円柱状の親水性ポリマーが配列する。それと共に、この円柱状の親水性ポリマーを起点として、六方最密構造に対応する位置に親水性ポリマーが自律的且つ規則的に順次配列する。

[0006] その後、例えば親水性ポリマーを除去することで、ウェハ上に疎水性ポリマーにより微細なホールパターンが形成される。そして、疎水性ポリマー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。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：日本国特開2007-313568

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、例えば親水性を有する膜により形成された円形のパターンをガイドとして用いる場合、ガイドの直径が所望の値から数nmずれると、円柱状の親水性ポリマーが六方最密構造に対応する位置に適切に配列しなくなってしまう。そのため、特許文献1の方法ではガイドの直径を数nmの精度で制御する必要があり、プロセスマージンが非常に小さいという問題がある。

[0009] 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、基板上に所定のパターンを適切に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、本発明の一態様は、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て、基板を処理する方法であって、前記基板上に中性層を形成する中性層形成工程と、前記中性層形成工程後の基板上の所定の位置に、疎水性の塗布膜により円形状のパターンを複数形成する塗布膜パターン形成工程と、前記塗布膜のパターンが形成された基板上に前記ブロック共重合体を塗布するブロック共重合体塗布工程と、前記のブロック共重合体を前記親水性ポリマーと前記疎水性ポリマーに相分離させるポリマー分離工程と、前記相分離したブロック共重合体から、前記親水性ポリマーを選択的に除去するポリマー除去工程を有している。そして前記ブロック共重合体における前記親水性ポリマーの分子量の比率は、前記ポリマー分離工程後に前記親水性ポリマーが平面視において六方最密構造に対応する位置に配列するように20%～40%に調整され、前記ポリマー分離工程において、前記疎水性の塗布膜による円形状の各パターン上に円柱状の第1の親水性ポリマーをそれぞれ相分離させると共に、当該各第1の親水性ポリマーの間に、円柱状の第2の親水性ポリマーを相分離させて、前記第1の親水性ポリマーと前記第2の親水性ポリマーが平面視において六方最密構造に対応する位置に配列するように、前記疎水性の塗布膜による円形状のパターンの直径は、 $2(L_0 - R)$ 以下に設定されている。L₀：隣り合う前記第1の親水性ポリマーと前記第2の親水性ポリマー間のピッチ、R：前記第2の親水性ポリマーの半径

[0011] ブロック共重合体を用いたパターン形成においては、一般に、親水性ポリマー及び疎水性ポリマーのうち、配置を制御したいポリマーとのエネルギー差が小さい膜によって下地にガイドを形成し、その上に塗布したブロック共重合体を相分離することで、ガイドに対応する位置に自律的にポリマーを配

列させる。その一方で本発明者らは、配置させたいポリマーとはエネルギー差が大きい膜によりガイドを形成することによっても、当該ポリマーの配置を制御できるとの知見を得た。具体的には、例えば円柱状の親水性ポリマーの配置を制御する場合、配置させたいポリマーである親水性ポリマーとはエネルギー差が大きい膜、即ち疎水性の膜により円形状のガイドを形成した場合、当該ガイド上には疎水性ポリマーが引き寄せられるが、ブロック共重合体中には一定の割合で親水性ポリマーが存在するため、疎水性ポリマーが引き寄せられた領域の中心部に自律的に親水性ポリマーが配列することがわかった。

[0012] 本発明はこのような知見に基づくものであり、基板上の所定の位置に疎水性の塗布膜による円形状のパターンを形成し、その上に、親水性ポリマーの分子量が所定の比率に調整されたブロック共重合体を塗布して、その後当該ブロック共重合体を相分離させる。その結果、疎水性の塗布膜による円形状のパターンの中心に対応する位置に円柱状の親水性ポリマーが自律的に配列する。そして、かかる方法においては、疎水性の塗布膜による円形状のパターンの直径を所定の値以下とすることで、平面視において六方最密構造に対応する位置に第2の親水性ポリマーを配列させることができるようになる。そのため、疎水性の塗布膜による円形状のパターンを適切な位置に形成することで、所望のパターン、即ち六方最密構造に対応する位置に第1の親水性ポリマーと第2の親水性ポリマーが配列したパターンを形成することができる。そして本発明においては、疎水性の塗布膜による円形状のパターンの直径は、隣り合う第1の親水性ポリマーと第2の親水性ポリマー間のピッチを L_0 、第2の親水性ポリマーの半径を R とすると、 $2(L_0 - R)$ 以下であればよく、特許文献1のように、円柱状の親水性ポリマーの配置を制御するために親水性の膜を用いる場合と比較して、非常に大きなプロセスマージンを確保することができる。したがって本発明によれば、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、基板上に所定のパターンを適切に形成することができる。

[0013] 別の観点による本発明の一態様は、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て、基板を処理する方法であって、前記基板上に中性層を形成する中性層形成工程と、前記中性層形成工程後の基板上の所定の位置に、疎水性の塗布膜により円形状のパターンを複数形成する塗布膜パターン形成工程と、前記塗布膜のパターンが形成された基板上に前記ブロック共重合体を塗布するブロック共重合体塗布工程と、前記のブロック共重合体を前記親水性ポリマーと前記疎水性ポリマーに相分離させるポリマー分離工程と、前記相分離したブロック共重合体から、前記親水性ポリマーを選択的に除去するポリマー除去工程を有し、前記ブロック共重合体における前記親水性ポリマーの分子量の比率は、前記ポリマー分離工程後に前記親水性ポリマーが平面視において六方最密構造に対応する位置に配列するように20%～40%に調整され、前記塗布膜パターン形成工程において形成される円形状のパターンは、以下の(1)～(3)に基づいて定められる。

(1) 前記円形状のパターンの直径は、前記ポリマー分離工程後に配列する親水性ポリマー間の所望のピッチの0.8～1.5倍である。

(2) 隣り合う最も近い前記円形状のパターン間の距離は、前記所望のピッチの2倍である。

(3) 前記円形状のパターンを中心とした、半径が前記所望のピッチの $2\sqrt{3}$ 倍の円周上に、少なくとも1つの前記円形状のパターンが配置される。

[0014] さらに別の観点による本発明の一態様は、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て、基板を処理する方法であって、前記基板上に中性層を形成する中性層形成工程と、前記中性層形成工程後の基板上の所定の位置に、疎水性の塗布膜により円形状のパターンを複数形成する塗布膜パターン形成工程と、前記塗布膜のパターンが形成された基板上に前記ブロック共重合体を塗布するブロック共重合体塗布工程と、前記のブロック共重合体を前記親水性ポリマーと前記疎水性ポリマーに相分離させるポリマー分離工程と、前記相分離したブロック共重合体から、前記親水性ポリマーを選択的に除去するポリマー除去工程を有している。そして前記ブロック

共重合体における前記親水性ポリマーの分子量の比率は、前記ポリマー分離工程後に前記親水性ポリマーが平面視において六方最密構造に対応する位置に配列するように20%～40%に調整され、前記塗布膜パターン形成工程において形成される円形状のパターンは、前記ポリマー分離工程後に配列する親水性ポリマー間の所望のピッチの2倍のピッチを有する正三角形状に配置されている。

[0015] 別な観点による本発明の一態様は、前記した各基板を処理する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る。

[0016] さらに別な観点による本発明の一態様は、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て、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、基板上に形成された露光処理後のレジスト膜を現像してレジストパターンを形成する現像処理装置と、前記レジストパターン形成後の基板に対して疎水性の塗布膜を形成する塗布膜形成装置と、前記塗布膜形成後の基板から前記レジストパターンを除去するレジスト除去装置と、前記レジストパターン除去後の基板に対して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と、前記のブロック共重合体を前記親水性ポリマーと前記疎水性ポリマーに相分離させるポリマー分離装置と、前記相分離したブロック共重合体から、前記親水性ポリマーを選択的に除去するポリマー除去装置を有している。そして前記ブロック共重合体塗布装置で塗布される前記ブロック共重合体における前記親水性ポリマーの分子量の比率は、前記ポリマー分離装置での相分離後に前記親水性ポリマーが平面視において六方最密構造に対応する位置に配列するように調整され、前記塗布膜により形成されるパターンは円形状のパターンであり、当該円形状のパターンは、以下の(1)～(3)に基づいて定められる。

(1) 前記円形状のパターンの直径は、前記ポリマー分離装置での相分離後

に配列する親水性ポリマー間の所望のピッチの0.8～1.5倍である。

(2) 隣り合う最も近い前記円形状のパターン間の距離は、前記所望のピッチの2倍である。

(3) 前記円形状のパターンを中心とした、半径が前記所望のピッチの $2\sqrt{3}$ 倍の円周上に、少なくとも1つの前記円形状のパターンが配置される。

発明の効果

[0017] 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、基板上に所定のパターンを適切に形成することができる。

図面の簡単な説明

[0018] [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正面図である。

[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背面図である。

[図4]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5]ウェハ上に反射防止膜、中性層及び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6]中性層上にレジストパターンが形成された様子を示す平面視の説明図である。

[図7]中性層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8]レジストパターン上にポリスチレン膜が形成された様子を示す縦断面の説明図である。

[図9]中性層上にポリスチレン膜による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]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11]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た様子を示す平面の説明図である。

[図12]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た様子を示す縦断面の説明図である。

[図13]ポリスチレン膜のパターンの直径と親水性ポリマーの配置との関係を示す平面の説明図である。

[図14]従来の方法により円柱状の親水性ポリマーを配列させた様子を示す縦断面の説明図である。

[図15]相分離後のブロック共重合体から親水性ポリマーを選択的に除去した様子を示す縦断面の説明図である。

[図16]被処理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17]中性層上に他の実施の形態にかかるレジストパターンが形成された様子を示す平面視の説明図である。

[図18]中性層上に他の実施の形態にかかるレジストパターンが形成された様子を示す平面視の説明図である。

発明を実施するための形態

[0019] 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、各々基板処理システム1の内部構成の概略を模式的に示す、正面図と背面図である。本実施の形態における基板処理システム1は、例えば塗布現像処理システムであり、本実施の形態では、ウェハWの上面に形成された被処理膜に所定のパターンを形成する場合を例にして説明する。

[0020] 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。

[0021] 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。

[0022] 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。

[0023] 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。

[0024] 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装置 30、ウェハ W 上に有機溶剤を供給する、ポリマー除去装置としての有機溶剤供給装置 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 上に疎水性の塗布液を塗布して疎水性の塗布膜を形成する塗布膜形成装置 35、ウェハ W 上にレジスト膜の除去液を供給してレジスト膜を除去するレジスト除去装置 36、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 37 が下から順に重ねられている。

[0025] 例えば現像装置 30、有機溶剤供給装置 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、塗布膜形成装置 35、レジスト除去装置 36、ブロック共重合体塗布装置 37は、それぞれ水平方向に 3つ並べて配置されている。なお、これら液処理装置の数や配置は、任意に選択できる。

[0026] また、これら液処理装置では、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、塗布液をウェハWの表面に拡散させる。

[0027] なお、ブロック共重合体塗布装置 37でウェハW上に塗布されるブロック共重合体は第1のモノマーと第2のモノマーが直鎖状に重合した、第1のポリマー（第1のモノマーの重合体）と第2のポリマー（第2のモノマーの重合体）とを有する高分子（共重合体）である。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（非極性）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約20%～40%であり、ブロック共重合体における疎水性ポリマーの分子量の比率は約80%～60%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の共重合体を溶剤により溶液状としたものである。

[0028] 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、中性剤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。

[0029] 例えば第2のブロックG2には、図3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に対して紫外線を照射する紫外線照射装置41、ウェハWを疎水化処理するアドヒージョン装置42、ウェハWの外周部を露光する周辺露光装置43、ブロック共重合体塗布装置37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44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、ポリマー分離装置44もウェハWに対して熱処理を施す装置であり、その構成は熱処理装置40と同様である。紫外線照射装置41は、ウェハWを載置する載置台と、載置台上のウェハWに対して、例えば波長が172nmの紫外線を照射する紫外線照射部を有している。熱処理装置40、紫外線照射装置41、アドヒージョン装置42、周辺露光装置43、ポリマー分離装置44の数や配置は、任意に選択できる。

[0030] 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。

[0031] 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。

[0032] 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。

- [0033] 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。
- [0034] 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。
- [0035] 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。
- [0036] 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 におけるウェハ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。
- [0037] 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4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。

[0038] まず、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。

[0039] 次にウェハWは、熱処理装置40に搬送されて温度調節された後、反射防止膜形成装置32に搬送され、図5に示すようにウェハW上に反射防止膜400が形成される（図4の工程S1）。なお、本実施の形態におけるウェハWには、既述の通り予め被処理膜EがウェハWの上面に形成されており、反射防止膜400はこの被処理膜Eの上面に形成される。その後ウェハWは、熱処理装置40に搬送され、加熱され、温度調節される。

[0040] 次にウェハWは、中性層形成装置33に搬送され、ウェハWの反射防止膜400上に中性剤が塗布されて、図5に示すように中性層401が形成される（中性層形成工程。図4の工程S2）。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。

[0041] 次にウェハWは、アドヒージョン装置42に搬送され、アドヒージョン処理される。その後ウェハWは、レジスト塗布装置34に搬送され、ウェハWの中性層401上にレジスト液が塗布されて、図5に示すようにレジスト膜402が形成される。その後ウェハWは、熱処理装置40に搬送されて、プリベーク処理される。その後ウェハWは、周辺露光装置43に搬送され、周辺露光処理される。

[0042] 次にウェハ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。その後ウェハWは、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、現像装置30に搬送され、現像処理される。現像終了後、ウェハWは、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6、図7に示すようにウェハWの中性層401上にレジスト膜402による所定のレ

ジストパターン403が形成される（図4の工程S3）。本実施の形態におけるレジストパターン403は、直径Qの円形状のホール部403aが、平面視において六方最密構造に対応する位置に並んだパターンである。即ち、各ホール部403aの中心間の距離（図6のピッチP）は同一であり、隣り合う3つのホール部403aは正三角形形状に配置されている。本実施の形態におけるピッチPは、例えば約80nmである。なお、ホール部403aの直径QはピッチPの概ね0.4倍～0.75倍程度に設定されており、本実施の形態では、概ねピッチPの0.75倍の60nmである。このホール部403aの直径Qの設定根拠については後述する。

[0043] 次にウェハWは、塗布膜形成装置35に搬送される。塗布膜形成装置35では、レジストパターン403が形成されたウェハW上に塗布液が供給される。塗布液としては、疎水性を有する、換言すれば、ブロック共重合体中の親水性ポリマーと疎水性ポリマーのうち、疎水性ポリマーとのエネルギー差が小さなものが用いられる。なお、本実施の形態において、塗布膜形成装置35で塗布される塗布液は、例えばポリスチレンを溶媒により溶液状としたものである。これにより、図8に示すように、レジストパターン403上に疎水性の塗布膜として、ポリスチレン膜404が形成される（図4の工程S4）。なお、図8では、図7に示す5箇所のホール部403aのうち、2箇所のホール部403aを拡大して描図している。

[0044] 次にウェハWは、レジスト除去装置36に搬送される。レジスト除去装置36では、レジストの除去液がウェハW上に供給され、レジスト膜402によるレジストパターン403が除去される。レジストの除去液としては、例えば有機アミンと極性溶剤の混合溶液が用いられる。レジストパターン403が除去されると、レジストパターン403のホール部403aに形成されていたポリスチレン膜404が中性層401上に残る。その結果、図9に示すように、ウェハWの中性層401上にポリスチレン膜404により、レジストパターン403のホール部403aと同じ直径Q、ピッチPで円形状のパターンが形成される（塗布膜パターン形成工程。図4の工程S5）。した

がって、ポリスチレン膜404による円形状のパターンは、レジストパターン403のホール部403aと同様に、隣り合うポリスチレン膜404間のピッチPが均一な三角形状に配列した状態となる。

[0045] 次にウェハWは、ブロック共重合体塗布装置37に搬送される。ブロック共重合体塗布装置37では、図10に示すように、ウェハW上にブロック共重合体410が塗布される（ブロック共重合体塗布工程。図4の工程S6）。

。

[0046] 次にウェハWは、ポリマー分離装置44に搬送され、所定の温度で熱処理が行われる。これにより、ウェハW上のブロック共重合体410が、親水性ポリマーと疎水性ポリマーに相分離される（ポリマー分離工程。図4の工程S7）。ここで、上述したように、ブロック共重合体410において親水性ポリマーの分子量の比率は20%～40%であり、疎水性ポリマーの分子量の比率は80%～60%である。そうすると、図11に示すように、円柱形状の親水性ポリマー411が等間隔に配列し、親水性ポリマー411の周りを疎水性ポリマー412が取り囲むように相分離する。この際、中性層401上にポリスチレン膜404が形成されているので、相分離後の疎水性ポリマー412は、図12に示すように、中性層401よりもエネルギー差の小さなポリスチレン膜404上に引き寄せられ、当該ポリスチレン膜404と接するように配列する。その一方で、ブロック共重合体410には20%～40%の比率で親水性ポリマー411が存在するので、親水性ポリマー411は、エネルギー的により安定した位置に配列する。その結果、図12に示すように、親水性ポリマー411は、円形状のポリスチレン膜404の中心と対応する位置に配列する。この際、親水性ポリマー411はポリスチレン膜404とのエネルギー差が大きいため、親水性ポリマー411とポリスチレン膜404との間には隙間Zが形成される場合がある。なお、図11、図12では、便宜上、円形状のポリスチレン膜404の中心と対応する位置に配列する親水性ポリマーの符号を「411a」、それ以外の親水性ポリマーの符号を「411b」としている。また、以下では、符号「411a」の親

水性ポリマーを第1の親水性ポリマーと、符号「4 1 1 b」の親水性ポリマーを第2の親水性ポリマーという。

[0047] また、円形状のポリスチレン膜4 0 4以外の領域においても第2の親水性ポリマー4 1 1 bが配列するが、この場合もエネルギー的に安定した位置に配列するため、結果として、図1 1、図1 2に示すように、隣り合う円形状のポリスチレン膜4 0 4の中間の位置に配列する。換言すれば、円形状のポリスチレン膜4 0 4上の各第1の親水性ポリマー4 1 1 aの間の位置に配列する。この際、隣り合う第1の親水性ポリマー4 1 1 aと第2の親水性ポリマー4 1 1 bの間のピッチ L_0 は、ポリスチレン膜4 0 4間のピッチ P の半分となる。その結果、平面視において六方最密構造に対応する位置に、ポリスチレン膜4 0 4パターンのピッチ P の半分のピッチ L_0 で、第1の親水性ポリマー4 1 1 a及び第2の親水性ポリマー4 1 1 bのパターンが配列する。

[0048] なお、ピッチ L_0 や第1の親水性ポリマー4 1 1 a及び第2の親水性ポリマー4 1 1 bの直径は、ブロック共重合体4 1 0を構成する親水性ポリマー4 1 1と疎水性ポリマー4 1 2との間の相互作用パラメータである χ （カイ）パラメータや、各ポリマーの分子量により定まる。したがって、ポリスチレン膜4 0 4パターンのピッチ P 、即ち、レジストパターン4 0 3のホール部4 0 3 aのピッチ P については、予め行われる試験により求められるピッチ L_0 に基づいて定められる。換言すれば、所望のピッチ L_0 が得られるようにブロック共重合体4 1 0における親水性ポリマー4 1 1と疎水性ポリマー4 1 2の比率を決定し、その上で、この所望のピッチ L_0 に基づいてピッチ P を決定する。

[0049] 次に、レジストパターン4 0 3のホール部4 0 3 aの直径 Q 、即ちポリスチレン膜4 0 4による円形状のパターンの直径 Q の設定について説明する。既述の通り、ブロック共重合体4 1 0を相分離させると、ポリスチレン膜4 0 4の上面にはエネルギー差の小さな疎水性ポリマー4 1 2が配列し、エネルギー差の大きな親水性ポリマー4 1 1は、極力ポリスチレン膜4 0 4と接しない位置に配列する。そのため、直径 Q を過大に設定すると、主に第2の

親水性ポリマー 4 1 1 b の配置に影響が生じる。第 2 の親水性ポリマー 4 1 1 b の配置への影響について、図 1 3 を用いて具体的に説明する。

[0050] 既述の通り、第 2 の親水性ポリマー 4 1 1 b は、ポリスチレン膜 4 0 4 の中心上に位置する各第 1 の親水性ポリマー 4 1 1 a の中間の位置に配列する。かかる場合、隣り合う各第 1 の親水性ポリマー 4 1 1 a と距離が等しくなる位置としては、その範囲を 3 つの第 1 の親水性ポリマー 4 1 1 a に限定すると、図 1 3 に示すように、各第 1 の親水性ポリマー 4 1 1 a を結んだ直線の中点 K_1 、 K_2 、 K_3 の他に、3 つの第 1 の親水性ポリマー 4 1 1 a の重心 B の位置があげられる。そして通常は、エネルギー的に安定した中点 K_1 、 K_2 、 K_3 の位置に第 2 の親水性ポリマー 4 1 1 b が配列する。しかしながら、例えば図 1 3 に破線の円で示すように、ポリスチレン膜 4 0 4 のパターンの直径 Q が、平面視において中点 K_1 、 K_3 に位置する第 2 の親水性ポリマー 4 1 1 b と重複するように設定されていると、第 2 の親水性ポリマー 4 1 1 b にとっては中点 K_1 、 K_3 はエネルギー的に安定した位置ではなくなる。そうすると、第 2 の親水性ポリマー 4 1 1 b は、エネルギー差を小さくするために、中点 K_1 、 K_3 に配列するのではなく重心 B の位置に配列する。その結果、親水性ポリマー 4 1 1 は、例えば各中点 K_1 、 K_2 、 K_3 に第 2 の親水性ポリマー 4 1 1 b が配列した図 1 1 に示す場合と比較して、任意の方向に 30 度回転し、且つ、各親水性ポリマー 4 1 1 のピッチ L_0 が $2\sqrt{3}/3$ 倍となる位置に配列する。

[0051] したがって、第 2 の親水性ポリマー 4 1 1 b の半径が R である場合、ポリスチレン膜 4 0 4 のパターンの直径 Q を $2(L_0 - R)$ 以下とすることで、各中点 K_1 、 K_2 、 K_3 に第 2 の親水性ポリマー 4 1 1 b を配列させ、それにより配列後の各親水性ポリマー 4 1 1 のピッチを L_0 とすることができる。その一方で、配列後の各親水性ポリマー 4 1 1 のピッチを L_0 の $2\sqrt{3}/3$ 倍とした場合は、この L_0 の $2\sqrt{3}/3$ 倍のピッチを L_1 とすると、ポリスチレン膜 4 0 4 のパターンの直径 Q を $2(L_0 - R)$ より大きく $2(L_1 - R)$ 以下とすればよい。つまり、直径 Q の設定値により、各親水性ポリマー 4 1 1 を六

方最密構造に対応する位置に配列させつつ、そのピッチをピッチ L_0 とピッチ L_1 の間で変化させることができる。

[0052] なお、各親水性ポリマー411間の所望のピッチが L_0 である場合、上述の通りポリスチレン膜404のパターンの直径 Q は、 $2(L_0 - R)$ 以下とすることが好ましいが、本発明者らが鋭意調査した結果、ブロック共重合体410における親水性ポリマー411の分子量の比率は約20%～40%である場合、安定的にピッチ L_0 で各親水性ポリマー411を配列させるためには、ポリスチレン膜404のパターンの直径 Q は、所望のピッチ L_0 の1.5倍以下、ポリスチレン膜404のパターンのピッチ P を基準とすると、ピッチ P の0.75倍以下とすることがより好ましいことが確認された。したがって、本実施の形態における直径 Q は、では、ピッチ P の0.75倍の60nmに設定されている。

[0053] なお、所望のピッチ L_0 で親水性ポリマー411を配列させるという観点からは、ポリスチレン膜404のパターンの直径 Q については特に下限値を設ける必要はないが、本発明者らによれば、ポリスチレン膜404による円形状のパターンの直径 Q を小さくするほど、図12に示す、第1の親水性ポリマー411aとポリスチレン膜404との間に形成される隙間 Z の値が大きくなることが確認されている。そのため、疎水性ポリマー412をエッチングのマスクとして用いる観点からは、この隙間 Z は極力小さいことが好ましい。そして本発明者らによれば、この隙間 Z を所望の値以下とするには、直径 Q を所望のピッチ L_0 の概ね0.8倍以上、ポリスチレン膜404のパターンのピッチ P を基準とすると、ピッチ P の0.4倍以上とすることが好ましいことが確認されている。この結果から、ホールパターンを形成するためのエッチングマスクを疎水性ポリマー412により形成する場合には、直径 Q は、親水性ポリマー411による円柱状のパターンの所望のピッチ L_0 の概ね0.8倍～1.5倍、またはピッチ P の0.4倍～0.75倍に設定することが好ましいといえる。したがって、本実施の形態のように、所望のピッチ L_0 が40nmである場合、直径 Q は概ね32nm～60nm程度であればよ

く、概ね30nm程度のプロセスマージンを有している。

[0054] その一方、特許文献1に開示されるように、親水性ポリマー411を配列させるためのガイドとして親水性の塗布膜による円形状のパターンを用いた場合、既述のようにパターンの直径Qに対するプロセスマージンが非常に小さい。具体的には、図14に示すように、親水性の塗布膜420によりガイドを形成した場合、相分離後の第1の親水性ポリマー411aはエネルギー差の小さな塗布膜420と接するように配列するため、直径Qが所望の親水性ポリマー411の直径よりも大きな場合は、下に向かって直径が広がる円錐台形状となってしまう。そして、直径Qが過大である場合、第1の親水性ポリマー411aが疎水性ポリマー412の上面に露出しない、略円錐台形状となってしまう。かかる場合、疎水性ポリマー412をマスクとしたエッチングにおいて、所望の寸法で被処理膜Eを加工することができない。したがって、直径Qは相分離後の円柱状の親水性ポリマー411の直径と概ね同じかそれ以下とする必要がある。しかしながら、一般に、レジストパターン403の寸法(CD: Critical Dimension)には5nm程度の避けがたい誤差が存在するが、親水性ポリマー411の直径は概ね20nm~30nm程度であるため、親水性ポリマー411の直径に対しては、この誤差が無視できないほど大きい。そのため、塗布膜420を形成する際、直径Qに対するプロセスマージンがほとんど無く、親水性ポリマー411の直径に合わせて塗布膜420の直径Qを制御することは極めて困難となる。このプロセスマージンの差が、本実施の形態において、第1の親水性ポリマー411aを配列させるためのガイドとして、ポリスチレン膜404を用いる理由である。

[0055] ポリマー分離装置44でブロック共重合体410を相分離させた後、ウェハWは、紫外線照射装置41に搬送される。紫外線照射装置41では、ウェハWに紫外線を照射することで、親水性ポリマー411であるポリメタクリル酸メチルの結合鎖を切断すると共に、疎水性ポリマー412であるポリスチレンを架橋反応させる(図4の工程S8)。

[0056] 次にウェハWは、有機溶剤供給装置31に搬送される。有機溶剤供給装置31では、ウェハWに極性を有する有機溶剤（極性有機溶剤）が供給される。極性有機溶剤としては、例えばIPA（イソプロピルアルコール）などが用いられる。これにより、紫外線照射で結合鎖が切断された親水性ポリマー411が有機溶剤により溶解され、ウェハWから親水性ポリマー411が選択的に除去される（ポリマー除去工程。図4の工程S9）。その結果、図15に示すように、疎水性ポリマー412によりホールパターン430が形成される。

[0057] 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。

[0058] その後、カセットCは基板処理システム1の外部に設けられたエッチング処理装置（図示せず）に搬送され、疎水性ポリマー412をマスクとして、中性層401、反射防止膜400及び被処理膜Eがエッチング処理される。これにより、図16に示すように、被処理膜Eにホールパターン430が転写される（図4の工程S10）。なおエッチングの際、第1の親水性ポリマー411aにより形成されたホールパターン430内には、疎水性ポリマー412及びポリスチレン膜404が残っているが、隙間Zやポリスチレン膜404の厚みを適切に調整することで、第2の親水性ポリマー411bに対応するホールパターン430と差のない加工を行うことができる。エッチング処理装置としては、例えばRIE（Reactive Ion Etching）装置が用いられる。すなわち、エッチング処理装置では、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。

[0059] その後、ウェハWが再度エッチング処理され、ウェハW上の疎水性ポリマー412や中性層401及び反射防止膜400が除去される。その後、ウェハWがエッチング処理装置から搬出されて一連のウェハ処理が終了する。

[0060] 以上の実施の形態によれば、ウェハW上に、疎水性の膜であるポリスチレン膜404による円形状のパターンを形成し、次いでブロック共重合体410を塗布して、その後当該ブロック共重合体410を相分離させるので、ポリスチレン膜404による円形状のパターンの中心に対応する位置に、円柱状の第1の親水性ポリマー411aが自律的に配列する。この際、ポリスチレン膜404のパターンの直径Qを $2(L_0 - R)$ 以下に設定することで、各第1の親水性ポリマー411aの中間の位置には、第2の親水性ポリマー411bが自律的に配列する。その結果、親水性ポリマー411が、ウェハW上に形成した各ポリスチレン膜404のピッチPの半分のピッチ L_0 で、平面視において六方最密構造に対応する位置に配列する。したがって、円柱状の親水性ポリマー411の配置を制御するために親水性の膜を用いる場合と比較して、直径Qの寸法に非常に大きなプロセスマージンを確保しつつ、ウェハW上に所定のパターンを適切に形成することができる。

[0061] また、かかる方法によれば、ポリスチレン膜404による円形状のパターンの直径Qは、ブロック共重合体410の相分離後の親水性ポリマー411間の所望のピッチ L_0 の0.8～1.5倍としてもよい。

[0062] また、ポリスチレン膜404を第1の親水性ポリマー411aのガイドとする場合、ポリスチレン膜404のパターンの直径Qの設定により、各第1の親水性ポリマー411aの間に配列する第2の親水性ポリマー411bの配置を限定できるので、工程S7においてブロック共重合体410を相分離させる際に、速やかに第2の親水性ポリマー411bの配列が決定する。つまり、特許文献1のように、親水性の塗布膜420をガイドとして親水性ポリマー411を配列させる場合、先ず塗布膜420上に第1の親水性ポリマー411aが配列した後、第1の親水性ポリマー411aの間を埋めるように、第2の親水性ポリマー411bが配列する。これは、ブロック共重合体410と接するウェハW面に形成されている膜が、親水性の塗布膜420と中性層401である場合、エネルギー的な観点から、中性層401のいかなる位置にも第2の親水性ポリマー411bが配列することが可能なためであ

る。したがって、第2の親水性ポリマー411bの配列が決定するには、先ず塗布膜420上に円柱状の第1の親水性ポリマー411aが形成される必要がある。そのため、相分離のための熱処理に要する時間も長くなって、結果としてウェハ処理のスループットが低下してしまう。

[0063] それに対して、本実施の形態では、例えば図13に示す、直径Qのポリスチレン膜404による円形状のパターンの内側には、エネルギー差の大きな第2の親水性ポリマー411bは配列しない。即ち、第2の親水性ポリマー411bは、自ずと各中点 K_1 、 K_2 、 K_3 または重心Bのいずれかの位置に配列する。そして、上述のとおり、直径Qを適切に設定することで、第2の親水性ポリマー411bの配置を中点 K_1 、 K_2 、 K_3 に誘導することが可能である。その結果、第2の親水性ポリマー411bの配列が速やかに決定され、それにより、相分離のための熱処理に要する時間を短縮し、結果としてウェハ処理のスループットを向上させることができる。

[0064] なお、以上の実施の形態では、親水性ポリマーの分子量の比率は約20%～40%であったが、本発明者らによれば、第1の親水性ポリマー411aとポリスチレン膜404との間に形成される隙間Zの値を所望の値とするという観点からは、ブロック共重合体410における親水性ポリマー411の分子量の比率を32%～34%とし、疎水性ポリマー412の分子量の比率を68%～66%とすることがより好ましいことが確認されている。具体的に説明すると、ポリスチレン膜404による円形状のパターンをガイドとする場合、相分離のためにブロック共重合体410を熱処理すると、親水性ポリマー411はポリスチレン膜404と接触せず且つエネルギー的に安定な位置である、ポリスチレン膜404の中心部上方に先ず移動する。即ち、図12に示すように、疎水性ポリマー412の海の中に、第1の親水性ポリマー411aの島が浮かんだような状態となる。その一方、中点 K_1 、 K_2 、 K_3 に第2の親水性ポリマー411bが配列すると、ポリスチレン膜404の中心部上方の第1の親水性ポリマー411aは、隣り合う第2の親水性ポリマー411bとの間の距離が一定になるように（エネルギー的に安定するよう

に)、第1の親水性ポリマー411aの上面の直径は縮小し、全体として、略円柱形状に変化する。そして、第1の親水性ポリマー411aの上面の直径が縮小しても、第1の親水性ポリマー411aの島の体積は変化しないので、上面の直径が縮小した分はウェハWの厚み方向の下向きに移動する。つまり、第1の親水性ポリマー411aにおけるウェハWの厚み方向の下向きへの移動の程度により、隙間Zの値が定まる。そして、第1の親水性ポリマー411aの島の体積は、第1の親水性ポリマー411aがウェハWの厚み方向の下向きにどの程度移動するかを決定する要因の一つであり、また、この第1の親水性ポリマー411aの島の体積は、ブロック共重合体410における親水性ポリマーの分子量の比率に依存する。したがって、ブロック共重合体410における親水性ポリマーの分子量の比率を調整することで隙間Zの値を調整することができ、本発明者らによれば、上述のとおり、32%～34%とすることが好ましい。

[0065] また、隙間Zを決定する要因としては、ブロック共重合体410における親水性ポリマーの分子量の比率の他に、工程S6で形成されるブロック共重合体410の膜厚があげられるが、本発明者らによればこの膜厚は、親水性ポリマー411間の所望のピッチ L_0 の概ね0.4～0.6倍程度とすることが好ましいことが確認されている。

[0066] 以上の実施の形態では、ガイドとして機能する円形状のポリスチレン膜404を正三角形形状に配置したが、親水性ポリマー411を平面視において六方最密構造に対応する位置に配列させるにあたって、ポリスチレン膜404の配置は本実施の形態の内容に限定されない。例えば図17に示すように、六方最密構造を構成する隣り合う7つの座標U1～U7のうち、例えばその中心に位置するU7の座標のホール部403aを欠損させることにより、座標U7にポリスチレン膜404が形成されない場合であっても、工程S7においてブロック共重合体410を相分離させると、図11に示す場合と同様に、六方最密構造に対応する位置に所望のピッチ L_0 で親水性ポリマー411が配列する。これは、ブロック共重合体410における親水性ポリマー41

1の分子量の比率を約20%~40%とすることで、互いに隣り合う親水性ポリマー411は、等間隔の位置、即ちエネルギー的に安定した位置に自律的に相分離して配列するためである。

[0067] 同様に、例えば図17の座標U7が属する、X方向に並ぶホール部403aの全部を欠損させて、例えば図18に示すように、Y方向に隣り合うホール部403a間のピッチを、X方向に隣り合うホール部403aのピッチPの $\sqrt{3}$ 倍に設定した矩形状のパターンに従ってポリスチレン膜404を形成しても、図11に示す場合と同様に親水性ポリマー411が六方最密構造状に配列する。したがって、六方最密構造に対応する位置に所望のピッチ L_0 で親水性ポリマー411を配列させるにあたっては、隣り合う最も近いホール部403aとの間のピッチPを、親水性ポリマー411の所望のピッチ L_0 の2倍に設定し、且つ任意のホール部403aを中心とした、半径がピッチ L_0 の $2\sqrt{3}$ 倍の円周上に、少なくとも1つのホール部403aが配置されるようにすればよい。

[0068] 以上の実施の形態では、ホール部403aを有するレジストパターン403を形成した後、レジストパターン403上にポリスチレン膜404を塗布し、その後レジストパターン403を除去することで中性層401上にポリスチレン膜404による円形状のパターンを形成したが、ポリスチレン膜404による円形状のパターンの形成方法は本実施の形態の内容に限定されるものではない。例えば、中性層401上にポリスチレン膜404を塗布し、次いでポリスチレン膜404上にレジストパターン403を形成し、このレジストパターン403をマスクとしてポリスチレン膜404をエッチングすることで、中性層401上にポリスチレン膜404によるパターンを形成してもよい。

[0069] 以上の実施の形態では、ウェハW上の被処理膜Eに対してレジストパターン403を転写する場合を例に説明したが、例えばウェハWに対してエッチングを施し、ウェハW上にボール状のパターンを転写する場合にも適用できる。

[0070] 以上の実施の形態では、工程 S 5 におけるレジストパターン 4 0 3 の除去、及び工程 S 9 における親水性ポリマー 4 1 1 の除去は、いわゆるウェット処理により行ったが、レジストパターン 4 0 3 や親水性ポリマー 4 1 1 を除去する手法は本実施の形態に限定されるものではなく、例えば上述のドライエッチングなどを用いてもよい。即ち、レジスト除去装置 3 6 やポリマー除去装置としての有機溶剤供給装置 3 1 に代えて、ドライエッチングの装置を用いてもよい。

[0071] 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 F P D（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

[0072] 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

- [0073]
- 1 基板処理システム
 - 3 0 現像装置
 - 3 1 有機溶剤供給装置
 - 3 2 反射防止膜形成装置
 - 3 3 中性層形成装置
 - 3 4 レジスト塗布装置
 - 3 5 塗布膜形成装置
 - 3 6 レジスト除去装置

3 7 ブロック共重合体塗布装置
4 0 熱処理装置
4 1 紫外線照射装置
4 2 アドヒージョン装置
4 3 周辺露光装置
4 4 ポリマー分離装置
3 0 0 制御部
4 0 0 反射防止膜
4 0 1 中性層
4 0 2 レジスト膜
4 0 3 レジストパターン
4 0 4 ポリスチレン膜
4 1 0 ブロック共重合体
4 1 1 親水性ポリマー
4 1 2 疎水性ポリマー
W ウェハ

請求の範囲

- [請求項1] 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て、基板を処理する基板処理方法であって、
- 前記基板上に中性層を形成する中性層形成工程と、
- 前記中性層形成工程後の基板上の所定の位置に、疎水性の塗布膜により円形状のパターンを複数形成する塗布膜パターン形成工程と、
- 前記塗布膜のパターンが形成された基板上に前記ブロック共重合体を塗布するブロック共重合体塗布工程と、
- 前記のブロック共重合体を前記親水性ポリマーと前記疎水性ポリマーに相分離させるポリマー分離工程と、
- 前記相分離したブロック共重合体から、前記親水性ポリマーを選択的に除去するポリマー除去工程を有し、
- 前記ブロック共重合体における前記親水性ポリマーの分子量の比率は、前記ポリマー分離工程後に前記親水性ポリマーが平面視において六方最密構造に対応する位置に配列するように20%～40%に調整され、
- 前記ポリマー分離工程において、前記疎水性の塗布膜による円形状の各パターン上に円柱状の第1の親水性ポリマーをそれぞれ相分離させると共に、当該各第1の親水性ポリマーの間に、円柱状の第2の親水性ポリマーを相分離させて、前記第1の親水性ポリマーと前記第2の親水性ポリマーが平面視において六方最密構造に対応する位置に配列するように、前記疎水性の塗布膜による円形状のパターンの直径は、 $2(L_0 - R)$ 以下に設定されている。
- L_0 ：隣り合う前記第1の親水性ポリマーと前記第2の親水性ポリマー間のピッチ
- R ：前記第2の親水性ポリマーの半径
- [請求項2] 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て、基板を処理する基板処理方法であって、

前記基板上に中性層を形成する中性層形成工程と
前記中性層形成工程後の基板上の所定の位置に、疎水性の塗布膜により円形状のパターンを複数形成する塗布膜パターン形成工程と、
前記塗布膜のパターンが形成された基板上に前記ブロック共重合体を塗布するブロック共重合体塗布工程と、
前記のブロック共重合体を前記親水性ポリマーと前記疎水性ポリマーに相分離させるポリマー分離工程と、
前記相分離したブロック共重合体から、前記親水性ポリマーを選択的に除去するポリマー除去工程を有し、
前記ブロック共重合体における前記親水性ポリマーの分子量の比率は、前記ポリマー分離工程後に前記親水性ポリマーが平面視において六方最密構造に対応する位置に配列するように20%～40%に調整され、
前記塗布膜パターン形成工程において形成される円形状のパターンは、以下の(1)～(3)に基づいて定められる。

(1) 前記円形状のパターンの直径は、前記ポリマー分離工程後に配列する親水性ポリマー間の所望のピッチの0.8～1.5倍である。

(2) 隣り合う最も近い前記円形状のパターン間の距離は、前記所望のピッチの2倍である。

(3) 前記円形状のパターンを中心とした、半径が前記所望のピッチの $2\sqrt{3}$ 倍の円周上に、少なくとも1つの前記円形状のパターンが配置される。

[請求項3] 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て、基板を処理する基板処理方法であって、
前記基板上に中性層を形成する中性層形成工程と、
前記中性層形成工程後の基板上の所定の位置に、疎水性の塗布膜により円形状のパターンを複数形成する塗布膜パターン形成工程と、
前記塗布膜のパターンが形成された基板上に前記ブロック共重合体を

塗布するブロック共重合体塗布工程と、
前記のブロック共重合体を前記親水性ポリマーと前記疎水性ポリマーに相分離させるポリマー分離工程と、
前記相分離したブロック共重合体から、前記親水性ポリマーを選択的に除去するポリマー除去工程を有し、
前記ブロック共重合体における前記親水性ポリマーの分子量の比率は、前記ポリマー分離工程後に前記親水性ポリマーが平面視において六方最密構造に対応する位置に配列するように20%～40%に調整され、
前記塗布膜パターン形成工程において形成される円形状のパターンは、前記ポリマー分離工程後に配列する親水性ポリマー間の所望のピッチの2倍のピッチを有する正三角形状に配置される。

[請求項4] 請求項1に記載の基板処理方法において、
前記ブロック共重合体における前記親水性ポリマーの分子量の比率は、32%～34%である。

[請求項5] 請求項1に記載の基板処理方法において、
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。

[請求項6] 請求項1に記載の基板処理方法において、
前記疎水性の塗布膜は、ポリスチレン膜である。

[請求項7] 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、
前記基板上に中性層を形成する中性層形成工程と、
前記中性層形成工程後の基板上の所定の位置に、疎水性の塗布膜により円形状のパターンを複数形成する塗布膜パターン形成工程と、
前記塗布膜のパターンが形成された基板上に前記ブロック共重合体を

塗布するブロック共重合体塗布工程と、
前記のブロック共重合体を前記親水性ポリマーと前記疎水性ポリマーに相分離させるポリマー分離工程と、
前記相分離したブロック共重合体から、前記親水性ポリマーを選択的に除去するポリマー除去工程を有し、
前記ブロック共重合体における前記親水性ポリマーの分子量の比率は、前記ポリマー分離工程後に前記親水性ポリマーが平面視において六方最密構造に対応する位置に配列するように20%～40%に調整され、
前記ポリマー分離工程において、前記疎水性の塗布膜による円形状の各パターン上に円柱状の第1の親水性ポリマーをそれぞれ相分離させると共に、当該各第1の親水性ポリマーの間に、円柱状の第2の親水性ポリマーを相分離させて、前記第1の親水性ポリマーと前記第2の親水性ポリマーが平面視において六方最密構造に対応する位置に配列するように、前記疎水性の塗布膜による円形状のパターンの直径は、 $2(L_0 - R)$ 以下に設定されている。

L_0 ：隣り合う前記第1の親水性ポリマーと前記第2の親水性ポリマー間のピッチ

R ：前記第2の親水性ポリマーの半径

[請求項8]

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、
前記基板上に中性層を形成する中性層形成工程と
前記中性層形成工程後の基板上の所定の位置に、疎水性の塗布膜により円形状のパターンを複数形成する塗布膜パターン形成工程と、
前記塗布膜のパターンが形成された基板上に前記ブロック共重合体を塗布するブロック共重合体塗布工程と、

前記のブロック共重合体を前記親水性ポリマーと前記疎水性ポリマーに相分離させるポリマー分離工程と、
前記相分離したブロック共重合体から、前記親水性ポリマーを選択的に除去するポリマー除去工程を有し、
前記ブロック共重合体における前記親水性ポリマーの分子量の比率は、前記ポリマー分離工程後に前記親水性ポリマーが平面視において六方最密構造に対応する位置に配列するように20%～40%に調整され、
前記塗布膜パターン形成工程において形成される円形状のパターンは、以下の(1)～(3)に基づいて定められる。

(1) 前記円形状のパターンの直径は、前記ポリマー分離工程後に配列する親水性ポリマー間の所望のピッチの0.8～1.5倍である。

(2) 隣り合う最も近い前記円形状のパターン間の距離は、前記所望のピッチの2倍である。

(3) 前記円形状のパターンを中心とした、半径が前記所望のピッチの $2\sqrt{3}$ 倍の円周上に、少なくとも1つの前記円形状のパターンが配置される。

[請求項9]

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、
前記基板上に中性層を形成する中性層形成工程と、
前記中性層形成工程後の基板上の所定の位置に、疎水性の塗布膜により円形状のパターンを複数形成する塗布膜パターン形成工程と、
前記塗布膜のパターンが形成された基板上に前記ブロック共重合体を塗布するブロック共重合体塗布工程と、
前記のブロック共重合体を前記親水性ポリマーと前記疎水性ポリマーに相分離させるポリマー分離工程と、

前記相分離したブロック共重合体から、前記親水性ポリマーを選択的に除去するポリマー除去工程を有し、

前記ブロック共重合体における前記親水性ポリマーの分子量の比率は、前記ポリマー分離工程後に前記親水性ポリマーが平面視において六方最密構造に対応する位置に配列するように20%～40%に調整され、

前記塗布膜パターン形成工程において形成される円形状のパターンは、前記ポリマー分離工程後に配列する親水性ポリマー間の所望のピッチの2倍のピッチを有する正三角形状に配置される。

[請求項10]

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て、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、

基板上に形成された露光処理後のレジスト膜を現像してレジストパターンを形成する現像処理装置と、

前記レジストパターン形成後の基板に対して疎水性の塗布膜を形成する塗布膜形成装置と、

前記塗布膜形成後の基板から前記レジストパターンを除去するレジスト除去装置と、

前記レジストパターン除去後の基板に対して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と、

前記のブロック共重合体を前記親水性ポリマーと前記疎水性ポリマーに相分離させるポリマー分離装置と、

前記相分離したブロック共重合体から、前記親水性ポリマーを選択的に除去するポリマー除去装置を有し、

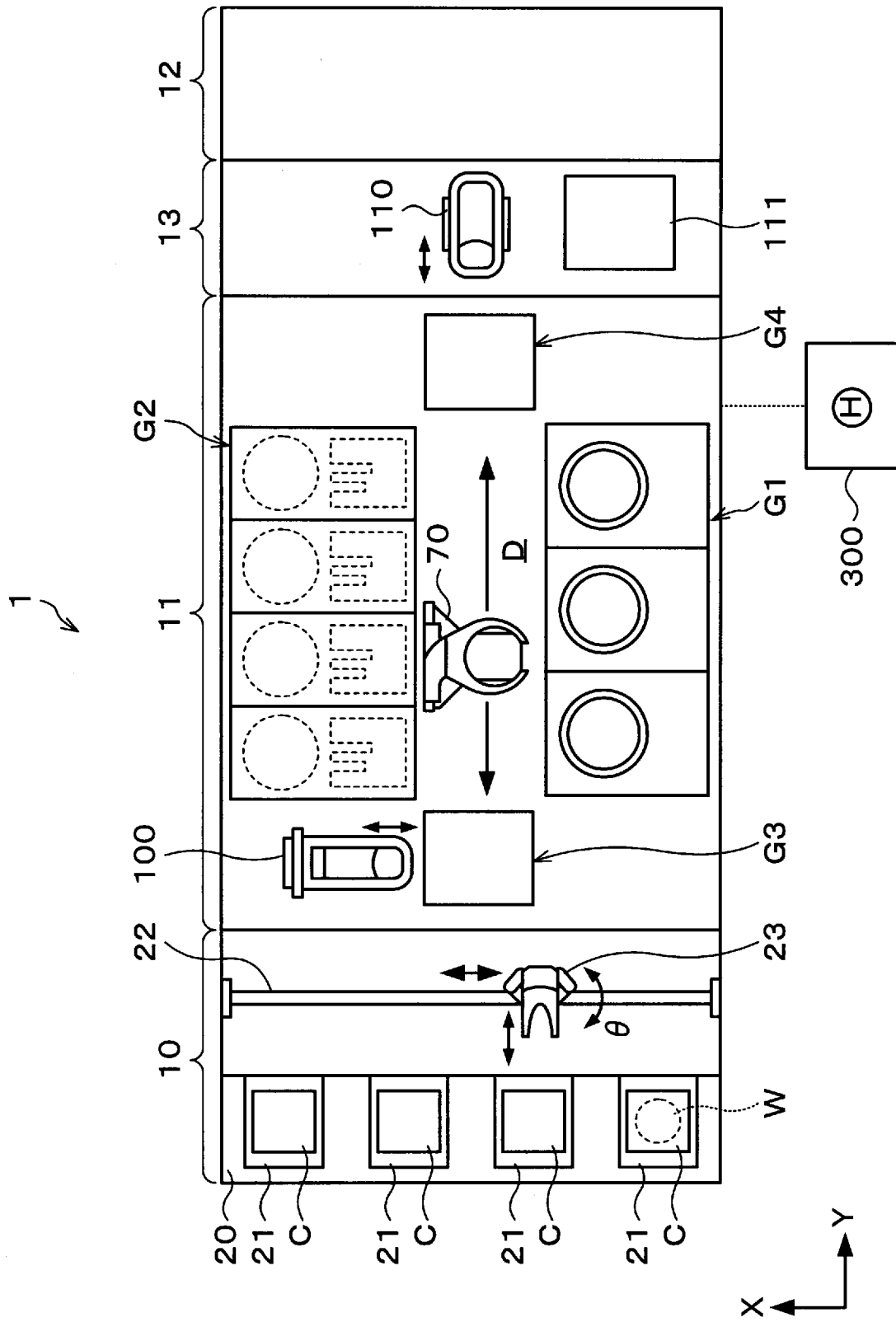
前記ブロック共重合体における前記親水性ポリマーの分子量の比率は、前記ポリマー分離装置での相分離後に前記親水性ポリマーが平面視において六方最密構造に対応する位置に配列するように20%～40%に調整され、

前記ポリマー分離装置において、前記疎水性の塗布膜による円形状の各パターン上に円柱状の第1の親水性ポリマーをそれぞれ相分離させると共に、当該各第1の親水性ポリマーの間に、円柱状の第2の親水性ポリマーを相分離させて、前記第1の親水性ポリマーと前記第2の親水性ポリマーが平面視において六方最密構造に対応する位置に配列するように、前記疎水性の塗布膜による円形状のパターンの直径は、 $2(L_0 - R)$ 以下に設定されている。

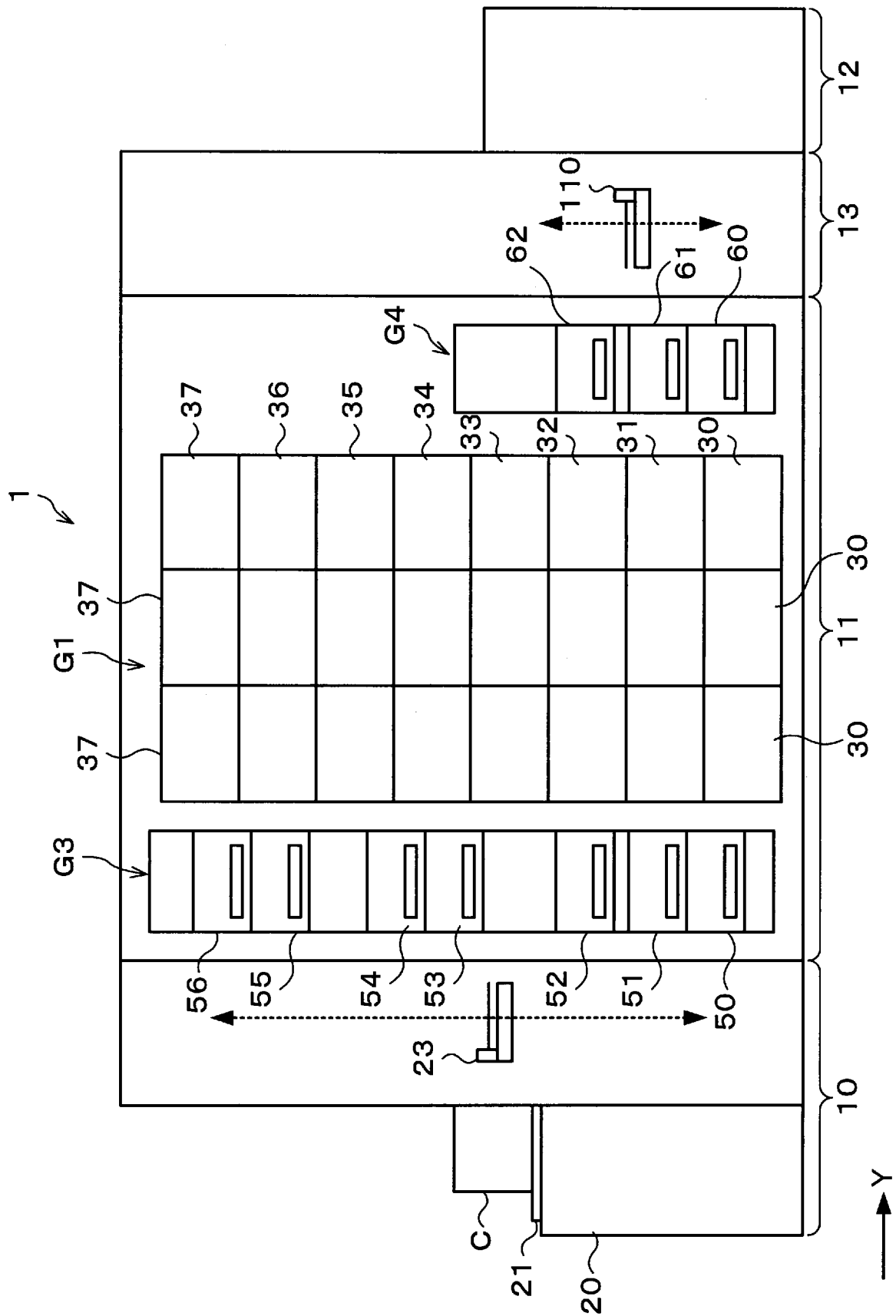
L_0 ：隣り合う前記第1の親水性ポリマーと前記第2の親水性ポリマー間のピッチ

R ：前記第2の親水性ポリマーの半径

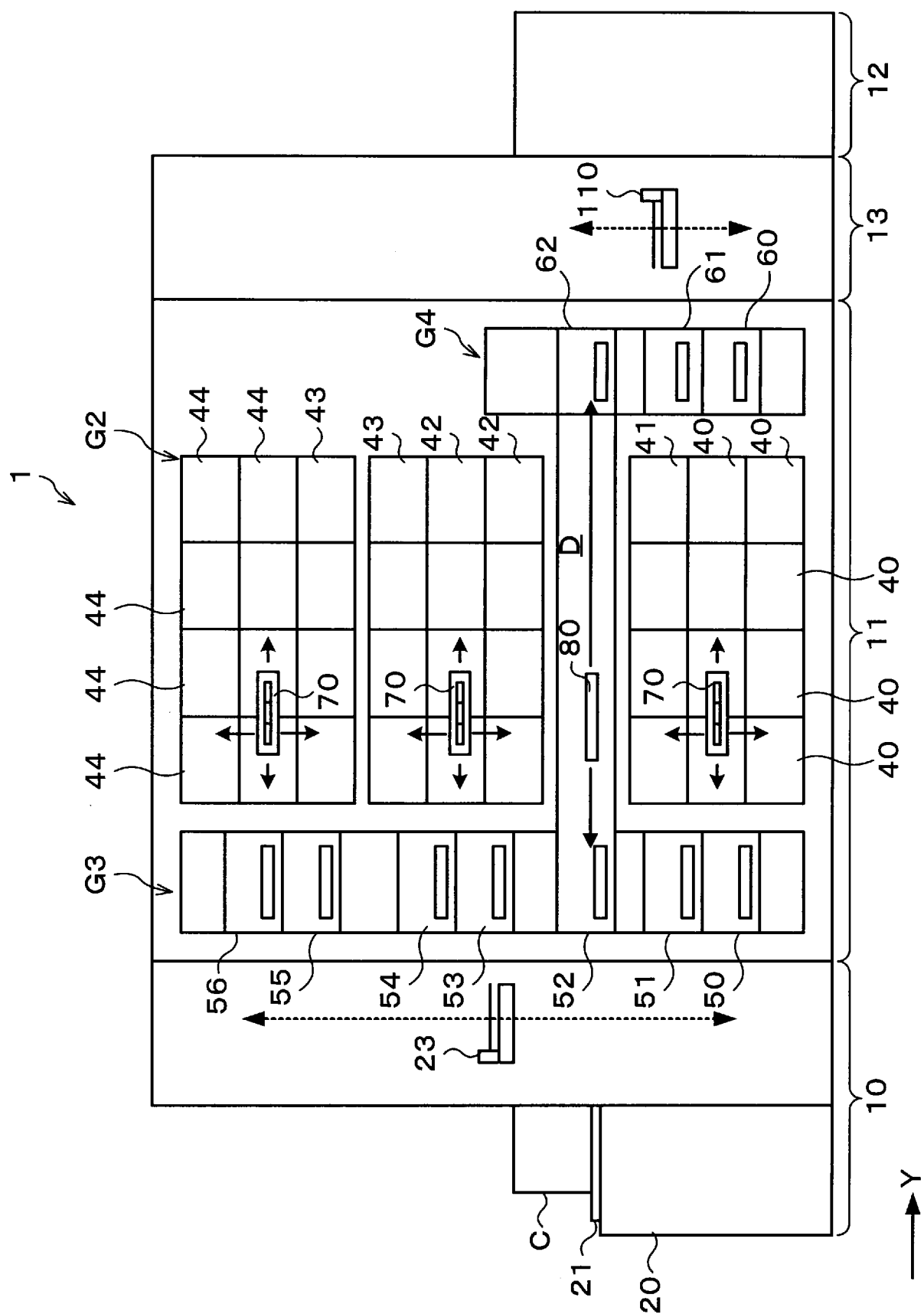
[図1]



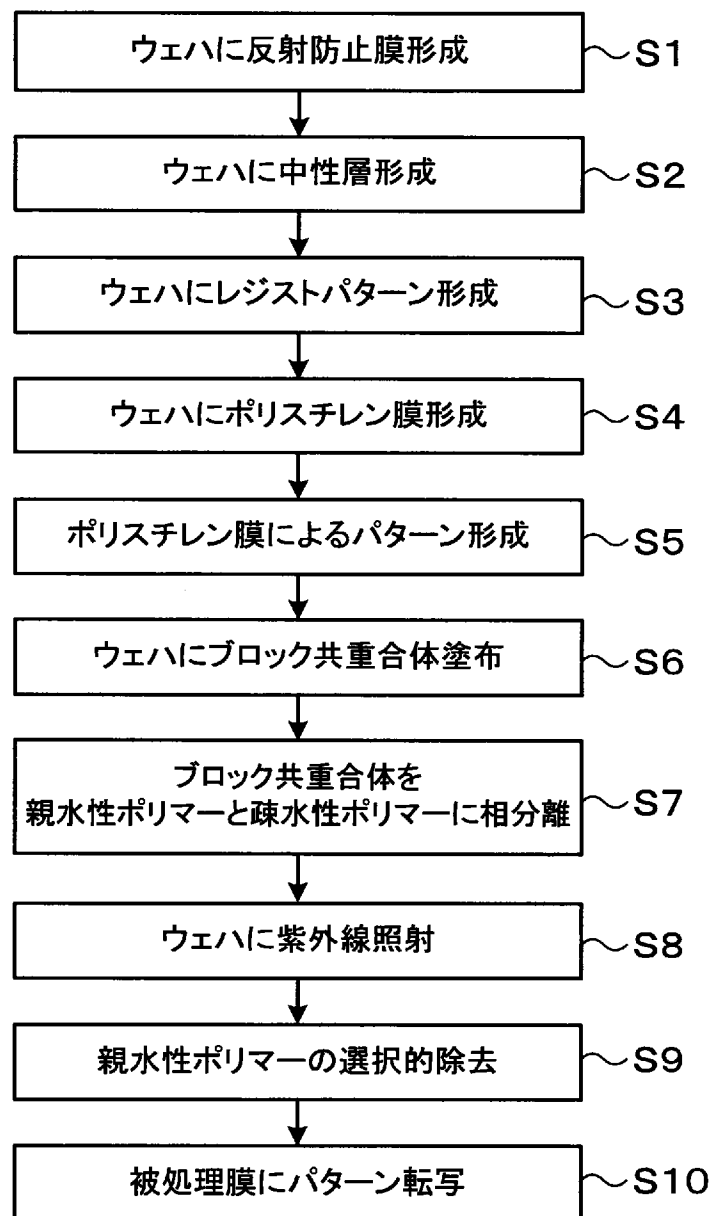
[図2]



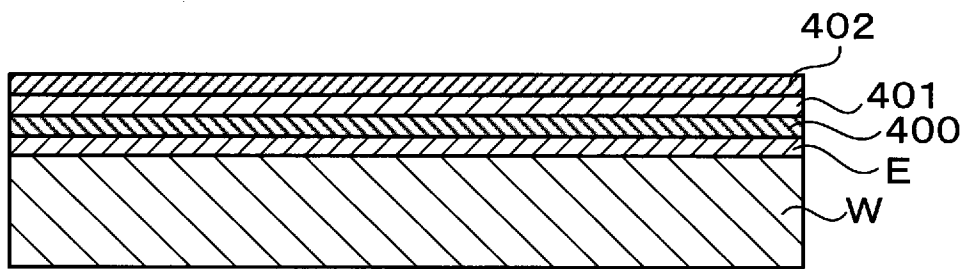
[図3]



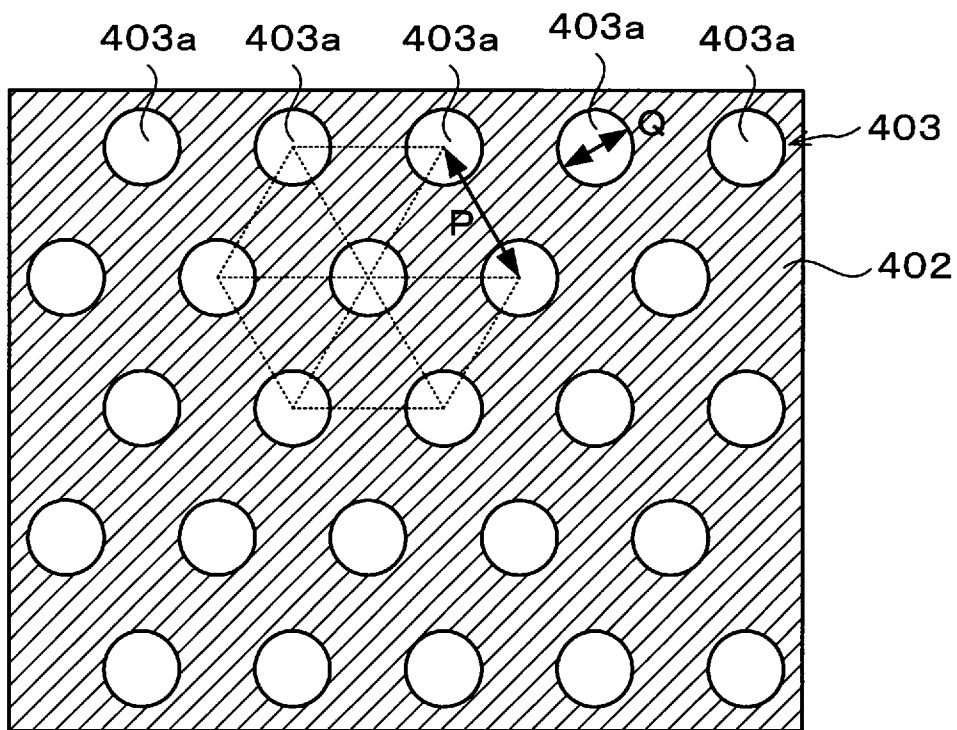
[図4]



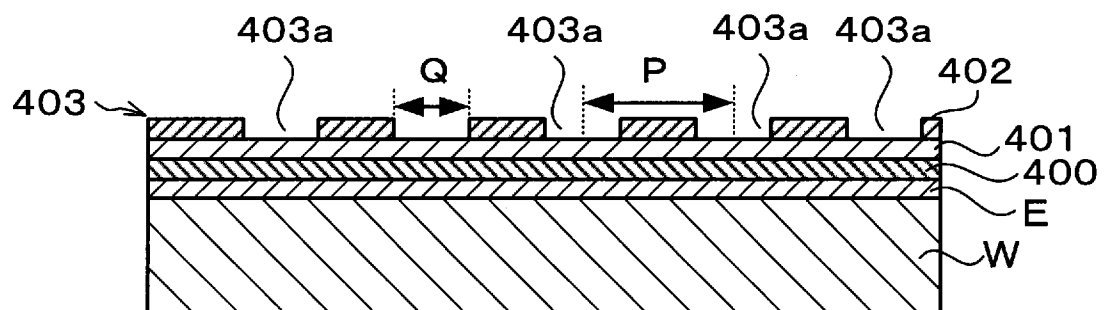
[図5]



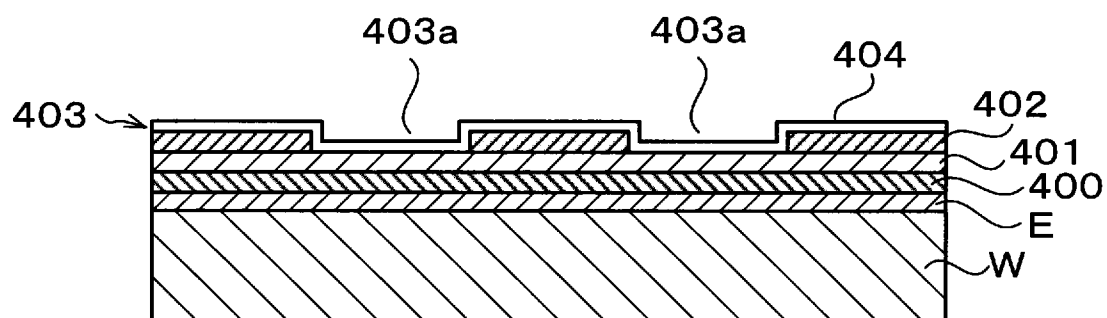
[図6]



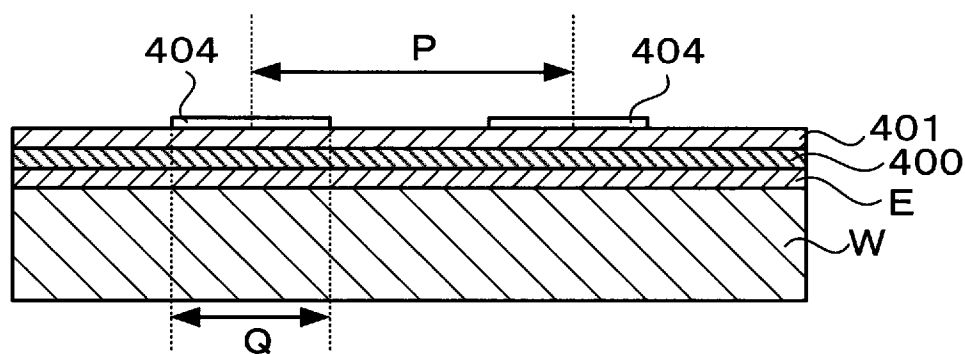
[図7]



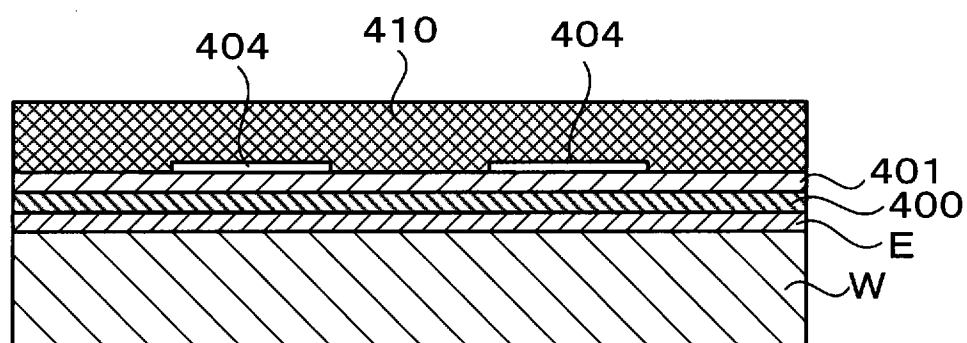
[図8]



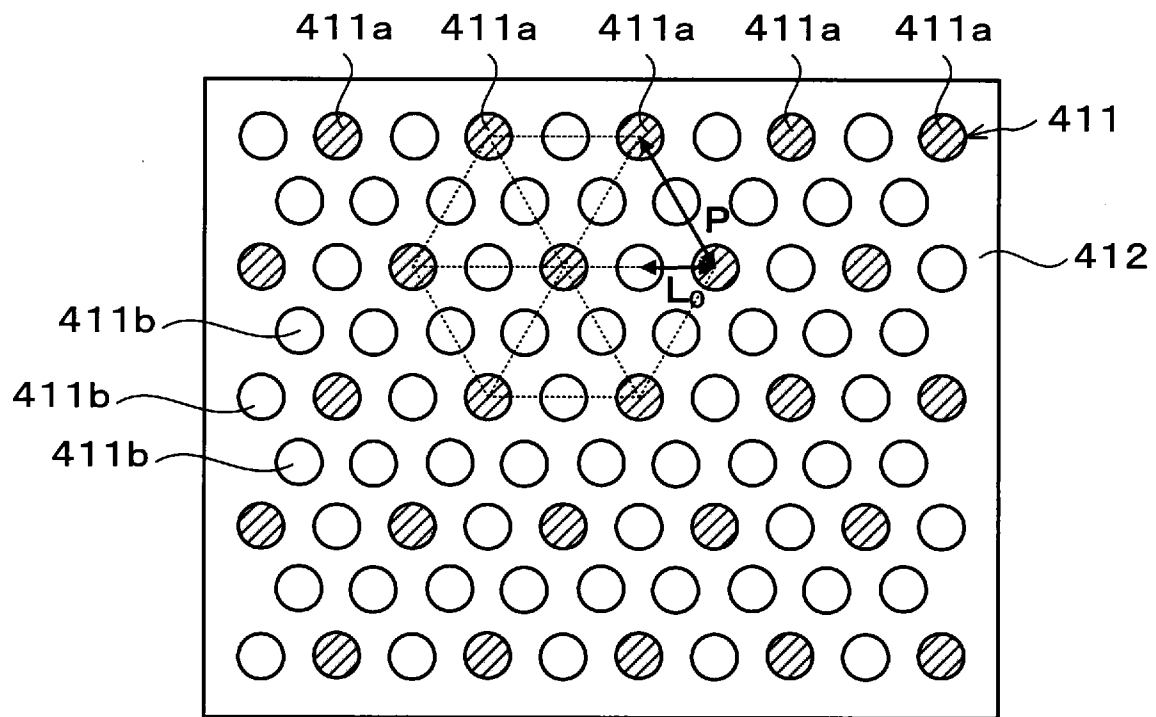
[図9]



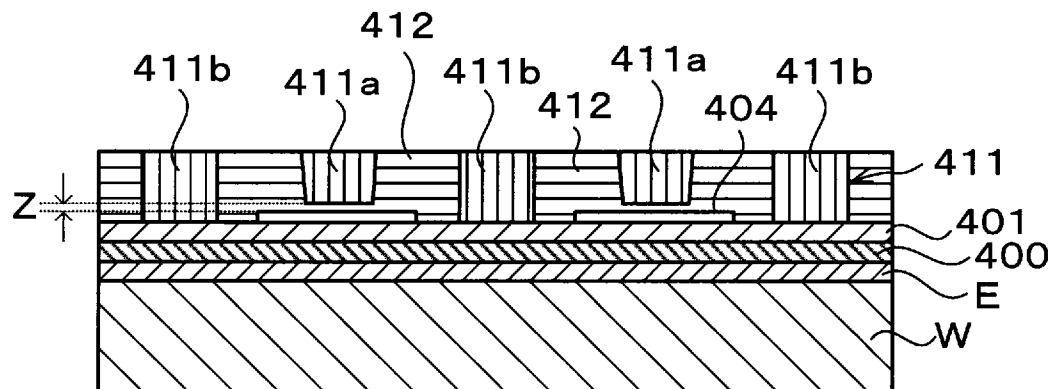
[図10]



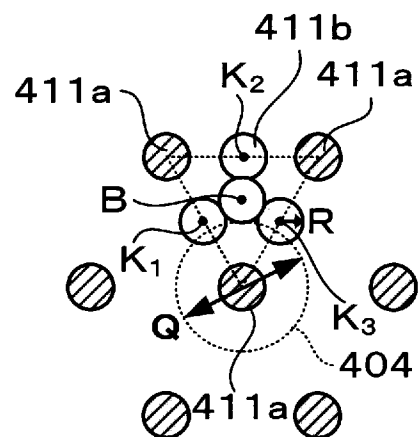
[図11]



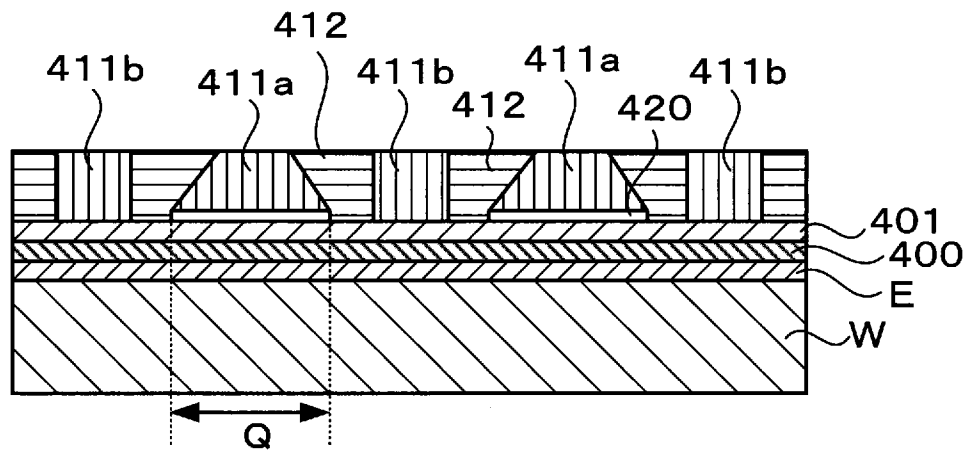
[図12]



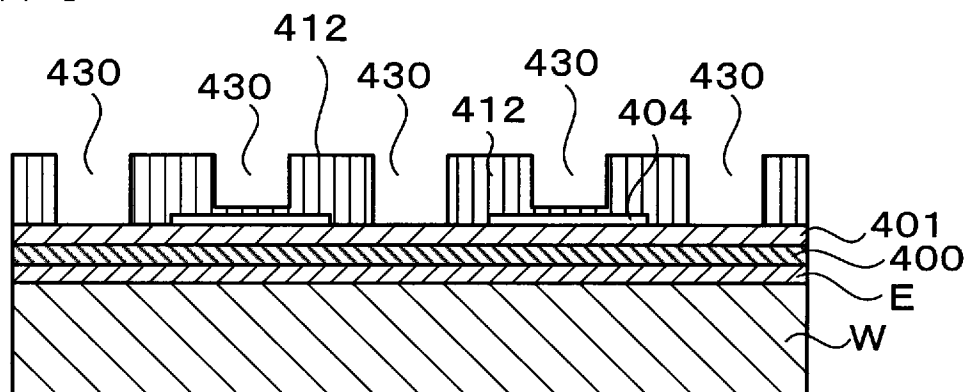
[図13]



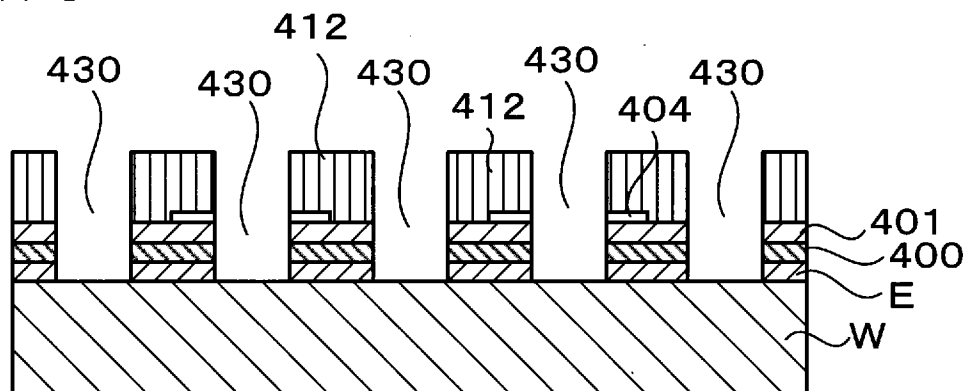
[図14]



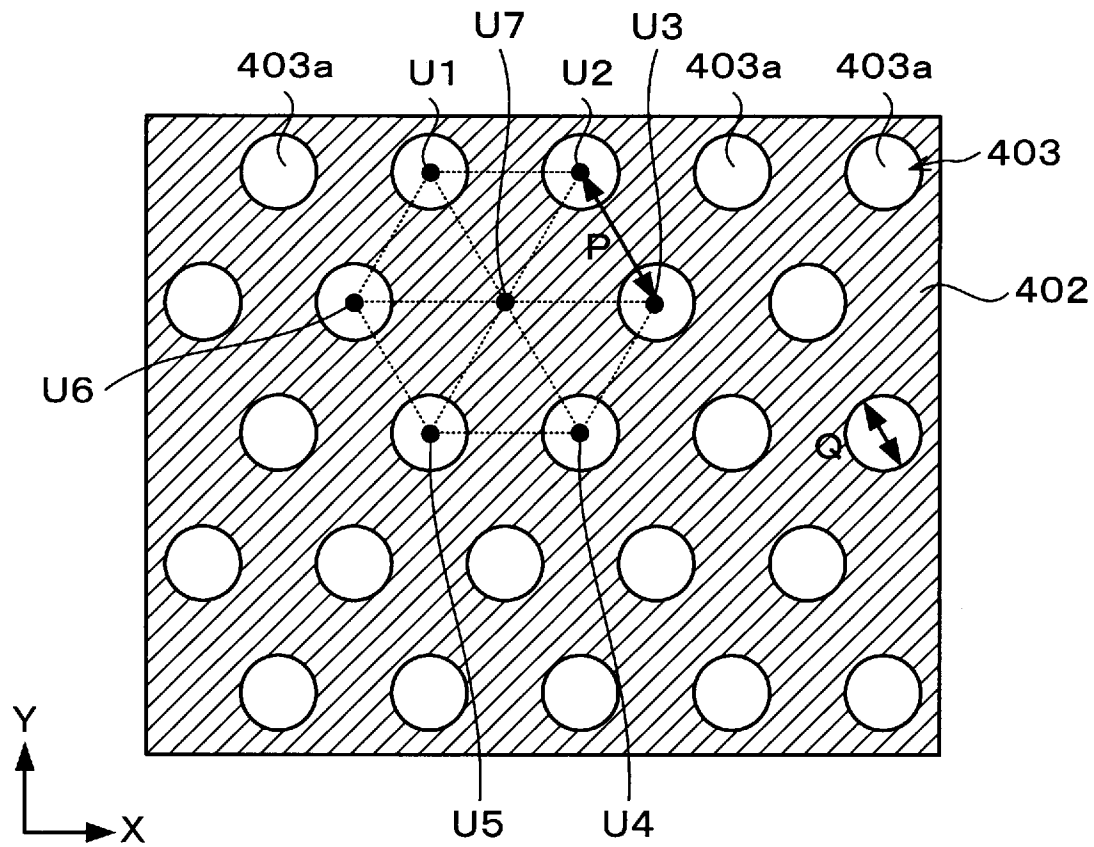
[図15]



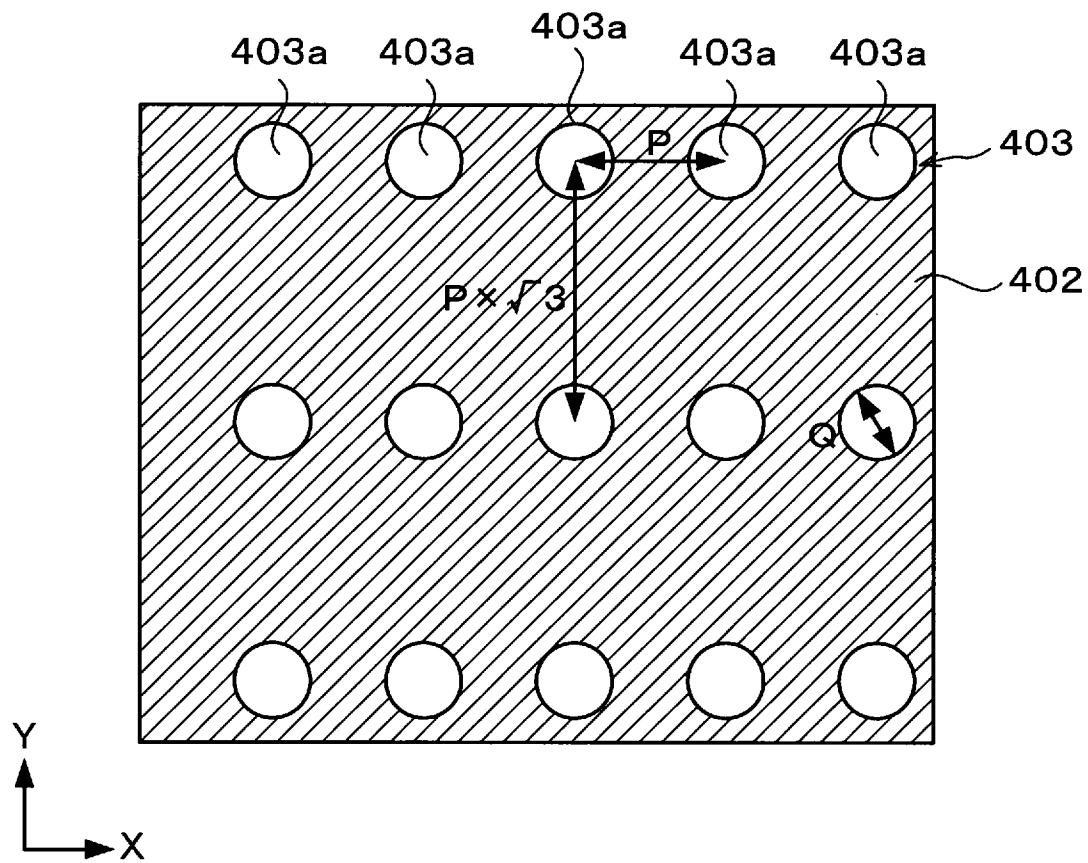
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/053988

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/027(2006.01)i, B82Y40/00(2011.01)i, C08F297/00(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)

H01L21/027-21/033, G03F7/20, B82Y5/00-99/00, C08F297/00, B81B7/04, B81C1/00;99/00

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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	WO 2014/038420 A1 (Tokyo Electron Ltd.), 13 March 2014 (13.03.2014), paragraphs [0023], [0041] to [0049], [0053] to [0061], [0074], [0093] to [0096]; fig. 6 to 8, 16, 17, 26, 27 & JP 2014-53439 A & TW 201426845 A	1-3, 5-10 4
A	JP 2010-056257 A (Hitachi, Ltd.), 11 March 2010 (11.03.2010), entire text; all drawings & US 2011/0143095 A1 entire text; all drawings & WO 2010/024117 A1 & CN 102123941 A	1-10

☒ 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
08 April 2016 (08.04.16)

Date of mailing of the international search report
19 April 2016 (19.04.16)

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/JP2016/053988

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 2010-123239 A (Seagate Technology L.L.C.), 03 June 2010 (03.06.2010), entire text; all drawings & US 2010/0124638 A1 entire text; all drawings & CN 101913554 A	1-10
A	JP 2010-144120 A (Kyoto University), 01 July 2010 (01.07.2010), entire text; all drawings & US 2010/0159214 A1 entire text; all drawings	1-10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L21/027(2006.01)i, B82Y40/00(2011.01)i, C08F297/00(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（IPC））

Int.Cl. H01L21/027-21/033, G03F7/20, B82Y5/00-99/00, C08F297/00, B81B7/04, B81C1/00; 99/00

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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	WO 2014/038420 A1（東京エレクトロン株式会社）2014.03.13, 段落 [0023], [0041]－[0049], [0053]－[0061], [0074], [0093]－[0096]、 図6-8, 16, 17, 26, 27 & JP 2014-53439 A & TW 201426845 A	1-3, 5-10 4
A	JP 2010-056257 A（株式会社日立製作所）2010.03.11, 全文、全図 & US 2011/0143095 A1, 全文、全図 & WO 2010/024117 A1 & CN 102123941 A	1-10

☑ 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

08.04.2016

国際調査報告の発送日

19.04.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/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）

赤尾 隼人

2 G

4 4 5 6

電話番号 03-3581-1101 内線 3226

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 2010-123239 A (シーゲイト テクノロジー エルエルシー) 2010.06.03, 全文、全図 & US 2010/0124638 A1, 全文、全図 & CN 101913554 A	1-10
A	JP 2010-144120 A (国立大学法人京都大学) 2010.07.01, 全文、全 図 & US 2010/0159214 A1, 全文、全図	1-10