

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7512067号
(P7512067)

(45)発行日 令和6年7月8日(2024.7.8)

(24)登録日 令和6年6月28日(2024.6.28)

(51)国際特許分類		F I	
G 0 3 F	7/32 (2006.01)	G 0 3 F	7/32 5 0 1
H 0 1 L	21/027 (2006.01)	H 0 1 L	21/30 5 6 9 E
H 0 1 L	21/304 (2006.01)	H 0 1 L	21/30 5 6 9 F
		H 0 1 L	21/304 6 4 3 A
請求項の数 10 外国語出願 (全17頁)			
(21)出願番号	特願2020-69466(P2020-69466)	(73)特許権者	000219967
(22)出願日	令和2年4月8日(2020.4.8)		東京エレクトロン株式会社
(65)公開番号	特開2020-173442(P2020-173442 A)		東京都港区赤坂五丁目3番1号
(43)公開日	令和2年10月22日(2020.10.22)	(74)代理人	100107766
審査請求日	令和5年3月27日(2023.3.27)		弁理士 伊東 忠重
(31)優先権主張番号	62/831465	(74)代理人	100070150
(32)優先日	平成31年4月9日(2019.4.9)		弁理士 伊東 忠彦
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)	(74)代理人	100135079
(31)優先権主張番号	16/674124		弁理士 宮崎 修
(32)優先日	令和1年11月5日(2019.11.5)	(72)発明者	リオール フリ
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 2 2
			0 3 , オールバニー, フラー ロード 2
			5 5 , スイート 2 1 4 , ナノファブ 3
			0 0 サウス
		(72)発明者	柴田 直樹
		最終頁に続く	

(54)【発明の名称】 パターン崩壊を緩和するリンス溶液の使用時点での混合

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の異なるタイプのフォトレジストのうちの、パターン化されたフォトレジストに対するパターン崩壊を緩和するために異なる調整された緩和溶液を分配するシステムであって、マイクロエレクトロニクスワークピースのためのプロセスチャンバと、

第1配合を有する緩和溶液を収容するリザーバと、

前記緩和溶液を前記リザーバから受け取り、かつ、少なくとも1つの追加のリザーバから1つ以上の緩和溶液成分を受け取るために結合されたミキサであって、出力として第2配合を有する調整された緩和溶液を混同する、ミキサと、

前記調整された緩和溶液を受け取るように結合されて、前記プロセスチャンバ内に配置されたノズルであって、前記調整された緩和溶液を前記プロセスチャンバ内で処理中の現在のワークピース上に分配する、ノズルと、

パターン化されたフォトレジストの複数の異なるタイプと、前記調整された緩和溶液を作成するための複数の所定の配合とに関連する情報を格納するメモリを含むコントローラであって、前記コントローラは、

前記プロセスチャンバ内で処理中の現在のワークピースに提供される、パターン化された複数の異なるフォトレジストのタイプのうちの1つを決定し、

前記現在のワークピース上に提供されるパターン化されたフォトレジストの決定されたタイプに対応する所定の配合を選択し、

選択された前記所定の配合にしたがって、前記緩和溶液及び前記1つ以上の緩和溶液

成分をミキサに配送して、前記第2配合を有する調整された緩和溶液を混合し、
前記第2配合を有する前記調整された緩和溶液を、前記現在のワークピースの前記パターン化されたフォトレジスト上に分配して、パターン化されたフォトレジストをすぎながらパターン崩壊を緩和する、
ように構成されている、システム。

【請求項2】

前記コントローラは、前記パターン化されたフォトレジスト内に形成された1つ以上のフィーチャに基づいて前記所定の配合を選択するように、さらに構成されている、
請求項1記載のシステム。

【請求項3】

前記調整された緩和溶液は、前記1つ以上の緩和溶液成分を有する界面活性剤リンス溶液を含む、
請求項1記載のシステム。

【請求項4】

前記パターン化されたフォトレジストは、極端紫外線フォトレジスト（EUVフォトレジスト）を含む、
請求項1記載のシステム。

【請求項5】

前記EUVフォトレジストは、異なる物性を有する複数のEUVフォトレジストから選択される、
請求項4記載のシステム。

【請求項6】

前記システムは、
前記プロセスチャンバ内に配置されて、前記マイクロエレクトロニクスワークピースを保持する基板ホルダをさらに有し、
前記基板ホルダは、前記調整された緩和溶液の除去を容易にするために回転可能である、
請求項1記載のシステム。

【請求項7】

前記調整された緩和溶液は、前記緩和溶液中の反応性成分の調整されたレベル又は非反応性成分の調整されたレベルのうちの少なくとも1つのレベルを有する、
請求項1記載のシステム。

【請求項8】

前記調整された緩和溶液は、前記緩和溶液に対する調整されたpHレベルを有する、
請求項1記載のシステム。

【請求項9】

前記コントローラは、
前記パターン化されたフォトレジスト上に脱イオン水（DIW）を初期分配し、
前記パターン化されたフォトレジスト上に前記調整された溶液をその後に分配するようにさらに構成されている、
請求項1記載のシステム。

【請求項10】

前記コントローラは、
前記パターン化されたフォトレジスト上に脱イオン水（DIW）を初期分配し、
前記パターン化されたフォトレジスト上に、前記1つ以上の追加緩和溶液成分のうちの1つとしてDIWを含む前記調整された溶液をその後に分配し、
前記パターン化されたフォトレジスト上に前記緩和溶液をさらに分配する、
ようにさらに構成されている、
請求項1記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

30

40

50

【0001】

関連出願

本出願は、2019年4月9日出願の「POINT-OF-USE BLENDING OF RINSE SOLUTIONS FOR EUV PROCESSING TO MITIGATE PATTERN COLLAPSE」という名称の米国仮特許出願番号62／831,465、及び、2019年11月5日に本出願の「POINT-OF-USE BLENDING OF RINSE SOLUTIONS TO MITIGATE PATTERN COLLAPSE」という名称の、米国特許出願番号16／674,124に基づく優先権を主張し、これらの出願の全体が参照により本明細書に組み込まれる。

【0002】

技術分野

本開示は、マイクロエレクトロニクスワークピース上にパターン化された構造を形成することを含むマイクロエレクトロニクスワークピースの製造方法に関する。

【0003】

マイクロエレクトロニクスワークピース内のデバイス形成は、典型的には、基板上の多数の材料層の形成、パターン化、及び除去に関連する一連の製造技術を含む。現在の及び次世代の半導体デバイスの物理的及び電気的仕様を満たすために、処理フローは、種々のパターン化プロセスに対する構造整合性（structure integrity）を維持しつつ、フィーチャサイズを低減するために要求されている。

【0004】

これらの低減されたフィーチャサイズを達成するために開発された1つの技術は、極端紫外（EUV）リソグラフィである。産業界がEUVリソグラフィに基づいて集積回路製造の限界を押し進め続けるにつれて、パターンの崩壊がますます重要な関心事となっている。リソグラフィにおけるパターン崩壊は、パターン化されたフォトレジストに形成されたフィーチャの変形及びその後の崩壊を意味する。このパターン崩壊は、パターン化された層を形成するために使用される現像プロセスの乾燥ステップ中にしばしば生じる。例えば、パターン崩壊は、しばしば、標準的な現像プロセス中の乾燥ステップ中にフィーチャに作用する不均衡な毛細管力によって引き起こされる。

【0005】

図1（先行技術）は、2つのフィーチャ104の間のリンス溶液110によって引き起こされる、パターン化されたフォトレジストのための2つの隣接するフィーチャ104に関連する毛細管力118を示す代表的な実施形態100の例示図を提供する。2つのフィーチャ104は、処理中のマイクロエレクトロニクスワークピースのための基板102上に形成されており、基板102は、1つ以上の材料層を含むことができる。各例示的なフィーチャ104は、高さ（H）106及び幅（W）108を有し、フィーチャ104は、距離（D）112によって間隔が空けられている。リンス溶液110は、フィーチャ104の間の空間を満たし、リンス溶液110の表面に対してs接触角（θ）116が形成される。

【0006】

図示のように、リンス溶液110に対する表面張力（γ）114は、図示のように、フィーチャ104から内側に作用する毛細管力118を生じさせる。フォトレジストフィーチャ104上の毛細管力118の鍵となるパラメータは、表面張力（γ）114である。毛細管力118は、以下の式で表すことができる：

【数1】

$$\sigma > \frac{6\gamma \cos\theta}{D} \left(\frac{H}{W} \right)$$

この式では、「σ」は、毛細管力118によってパターンフィーチャ104に加えられる

10

20

30

40

50

最大応力を表し、「 γ 」は、リンス液 110 の表面張力 114 を表し、「 θ 」は、接触角 116 を表し、「 H 」は、パターンの高さ 106 を表し、「 D 」は、パターンのフィーチャ 104 の間のピッチ又は距離 112 を表し、「 W 」は、パターンフィーチャ 104 の幅 108 を表し、「 H/W 」は、アスペクト比を表す。このように、毛細管力 (σ) 118 は、リンス溶液 110 の表面張力 (γ) 114、及び、パターンに対するピッチ又は距離 (D) 112 に依存することが分かる。

【0007】

毛細管力 118 は、フィーチャサイズが縮小するにつれて、増大する問題となるパターンの崩壊を生じさせている。第一に、フィーチャサイズの低減は、パターン化されたフォトレジストについて、フィーチャ 104 などのフィーチャの剛性を増大させている。この剛性が毛細管力 118 と組み合わせると、パターン化されたフォトレジストのパターンの崩壊を招く。このパターンの崩壊は、下層に転写されるパターンの欠陥を引き起こす。

【0008】

パターン崩壊の問題を克服するために、緩和溶液が開発されている。これらの緩和溶液には、パターン崩壊を低減し又は排除するのに役立つ 1 つ以上の成分が含まれる。1 つの緩和溶液は、従来の脱イオン水 (DIW) リンスに付随する表面張力によって生じる毛細管力の低減を助ける界面活性剤リンス (a surfactant rinse) である。東京エレクトロンリミテッド (TEL) が提供する界面活性剤リンスの一種は、EUV リソグラフィ用の界面活性剤リンス処理剤である FIRMTM (以下単に FIRM と称する。) である。さらに、異なる配合の FIRM 界面活性剤リンスもまた、FIRM リンス処理に使用することができる。

【0009】

図 2 (先行技術) は、FIRM などの界面活性剤リンス処理が、通常、従来の現像プロセスフローにどのように組み込まれるかを示す例示的な実施形態を示す図である。ブロック 202 では、フォトレジストが処理中のマイクロエレクトロニクスワークピース用の基板に適用され、基板は 1 つ以上の材料層を含むことができる。ブロック 204 では、フォトレジストを EUV 光などの光に露光することによってパターン化されたフォトレジストを形成するためにフォトレジストが現像される。EUV フォトレジスト現像剤の一例は TMAH (テトラメチルアンモニウムヒドロキシド) である。ブロック 206 では、未露光フォトレジストを基板から除去するために、リンスステップが行われる。DIW は、典型的には、このリンスステップに使用される。ブロック 208 では、FIRM などの界面活性剤リンス処理を行い、パターン化されたフォトレジスト内に残存する DIW によって生じる表面張力を低下させる。ブロック 210 では、パターン化されたフォトレジスト及び基板上に残存する溶液を乾燥させるために、ドライアウトステップが続く。その後、現像プロセスが完了し、マイクロエレクトロニクスワークピースがさらに処理される。例えば、FIRM 処理プロセスは、DIW リンス単独と比較して、パターンの崩壊なしに、より広いリソグラフィ処理マージンを達成することが見いだされた。

【0010】

界面活性剤リンス処理は、FIRM 溶液の異なる配合など、異なる配合を有する多様な溶液を使用して行うことができる。特定の FIRM 溶液配合の有効性は、リソグラフィプロセスで使用されるフォトレジストに対するポリマー成分に大きく依存する。したがって、FIRM 溶液に対する好ましい又は最適な配合は、フォトレジストポリマー成分と、例えば、官能基、溶媒タイプ、疎水性、接触角などのフォトレジストの物理的性質、及び／又は他のフォトレジストパラメータと、に大きく依存する。

【0011】

図 3 (先行技術) は、図 3 において、FIRM A、FIRM B、FIRM C、及び FIRM D として示されている、異なる配合を有する FIRM 溶液で処理された特定のフォトレジスト (レジスト A) の臨界寸法 (CD) マージン 310 に関するフォトレジストパターンの例示的なイメージダイアグラムの代表的な実施形態 300 を提供する。列 302 に示されているように、FIRM A がフォトレジストに適用されると、イメージダ

イアグラム 312 に示されているパターン崩壊を伴って、約 21 ナノメートル (nm) の CD マージンが達成された。列 304 に示されるように、フォトレジストに FIRM B を適用すると、イメージダイアグラム 314 に示されるパターン崩壊を伴って、約 21.4 nm の CD マージンが達成された。列 306 に示されるように、フォトレジストに FIRM C を適用すると、イメージダイアグラム 316 に示されるパターン崩壊を伴って、約 20.9 nm の CD マージンが達成された。列 308 に示されるように、FIRM D をフォトレジストに適用すると、イメージダイアグラム 318 に示されるパターン崩壊を伴って、約 22.4 nm の CD マージンが達成された。したがって、示されているように、パターンの崩壊は、異なる FIRM 溶液に対して異なる点において生じ、FIRM D は、フォトレジストに対してより広範な崩壊マージンを示す。CD マージン 310 は、結果として生じるパターンフィーチャが崩壊するのを防止するために許容され得る露光エネルギーの全範囲の指標を表しており、図 3 の実施例については、FIRM D で達成されたように、より高い数が好ましいことに留意されたい。

【0012】

図 3 に示されるようなバリエーションのために、特定の FIRM 処理のための配合などの、溶液の界面活性剤リンス溶液のための 1 つの配合は、典型的には、複数の異なるフォトレジストには適さない。さらに、界面活性剤溶液リンスによるフォトレジストと処理プロセスとの最適化されていない組み合わせは、パターン崩壊欠陥を含むフォトレジストの現像後欠陥を増加させる可能性がある。例えば、フォトレジストと FIRM 溶液との最適化されていない組み合わせは、フォトレジストの膨潤又は融解を引き起こし、パターン崩壊、フォトレジスト残留物、透かし (water marks)、及び／又は他の欠陥などの現像後の欠陥を増加させる可能性がある。

【発明の概要】

【0013】

パターン化されたフォトレジストのためのフォトレジストリンス溶液を使用時点で混合するために、本願明細書において実施形態が記載されている。開示された実施形態は、プロセスチャンバ内に分配される直前に、溶液の配合を調整するために、脱イオン水及び／又は他の化学物質 (chemistries) と緩和溶液を使用時点で可変的に混合すること (point-of-use variable blending) によって、複数の異なるフォトレジストのための異なる緩和溶液を形成する方法及びシステムを部分的に提供する。一実施形態例では、異なる極端紫外線フォトレジストなどの異なるフォトレジストのために異なる界面活性剤リンス溶液が使用される。さらに、緩和溶液中の反応性成分のレベル、非反応性成分のレベル、又はその両方は、調整された緩和溶液を提供するために、この使用時点での混合を用いて調整されることができる。半導体ウエハなどのマイクロエレクトロニクスワークピース上に分配する直前に、溶液の化学成分 (the solution chemistry) を使用時点で調整する能力は、調整された緩和溶液とパターン化されたフォトレジストとの間の相互作用を改善する。異なる又は追加の特徴、変形例、及び実施形態も実装可能であり、関連するシステム及び方法も同様に利用可能である。

【0014】

一実施例のために、パターン化されたフォトレジストに対するパターン崩壊を緩和するためにリンス溶液を分配する方法が開示されており、本方法は、プロセスチャンバに関連するリザーバ内に第 1 配合を有する緩和溶液を提供するステップと、プロセスチャンバ内に配置されるマイクロエレクトロニクスワークピースのための基板上に形成されるパターン化されたフォトレジストのタイプに基づいて第 2 配合を有する調整された緩和溶液を形成するように緩和溶液を調整するステップと、第 2 配合を有する調整された緩和溶液をパターン化されたフォトレジスト上に分配し、パターン崩壊を緩和しながらパターン化されたフォトレジストをすすぐステップと、を含む。

【0015】

付加的な実施形態において、調整された緩和溶液は、1 つ以上の緩和溶液成分を含む。

さらなる実施形態において、調整された緩和溶液は、1つ以上の緩和溶液成分を有する界面活性剤リンス溶液を含む。

【0016】

付加的な実施形態において、方法は、フォトレジストの部分を極端紫外線（EUV）光に曝すことによって、パターン化されたフォトレジストを形成するステップを含む。さらなる実施形態において、フォトレジストは、異なる物性を有する複数のフォトレジストから選択される。

【0017】

付加的な実施形態において、方法は、パターン化されたフォトレジスト内に形成された1つ以上のフィーチャに基づいて緩和溶液をさらに調整するステップを含む。

10

【0018】

付加的な実施形態において、調整するステップは、緩和溶液中の反応性成分のレベル又は非反応性成分のレベルのうちの少なくとも1つのレベルを調整することを含む。さらなる実施形態において、調整するステップは、緩和溶液を有するミキサ内に1つ以上の成分を噴霧して調整された緩和溶液を形成することを含む。

【0019】

付加的な実施形態において、調整するステップは、緩和溶液のpHレベルを調整することを含む。

【0020】

付加的な実施形態において、調整するステップは、緩和溶液を脱イオン水（DIW）又は緩和溶液成分のうちの少なくとも一方と混合することを含む。さらなる実施形態において、前記の混合することは、プロセスチャンバ内に配置された分配ノズルに結合したミキサを用いて行われる。

20

【0021】

付加的な実施形態において、分配するステップは、まず、脱イオン水（DIW）をパターン化されたフォトレジスト上に分配するステップと、その後、調整された緩和溶液をパターン化されたフォトレジスト上に分配するステップと、を含む。

【0022】

付加的な実施形態において、分配するステップは、まず、前記調整された緩和溶液を有さない脱イオン水（DIW）をパターン化されたフォトレジスト上に分配するステップと、緩和溶液をDIWで調整し、調整された緩和溶液を形成する、ステップと、その後（subsequently）、調整された緩和溶液をパターン化されたフォトレジスト上に分配するステップと、さらに、緩和溶液を前記パターン化されたフォトレジスト上に分配するステップと、を含む。

30

【0023】

一実施形態のために、パターン化されたフォトレジストに対するパターン崩壊を緩和するために緩和溶液を分配するシステムが開示されており、本システムは、マイクロエレクトロニクスワークピースのためのプロセスチャンバと、第1配合を有する緩和溶液を収容するリザーバと、緩和溶液をリザーバから受け取り、プロセスチャンバ内に配置されたマイクロエレクトロニクスワークピースのために基板上に形成されたパターン化されたフォトレジストの種類に基づいて1つ以上の緩和溶液成分を受け取るために結合されたミキサであって、出力として第2配合を有する調整された緩和溶液を有するミキサと、調整された緩和溶液を受け取るように結合されたノズルであって、調整された緩和溶液をパターン化されたフォトレジスト上に分配して、パターン崩壊を緩和しながらパターン化されたフォトレジストをすすぐように、プロセスチャンバ内に配置されたノズルと、を有する。

40

【0024】

付加的な実施形態において、システムはリザーバ及び1つ以上の緩和溶液成分を保持する1つ以上の追加のリザーバに結合されたコントローラをさらに有し、コントローラは、調整された緩和溶液のための配合を特定するために構成されている。さらなる実施形態において、コントローラは、パターン化されたフォトレジスト内に形成された1つ以上のフ

50

ィーチャに基づいて配合を特定するように、さらに構成されている。

【0025】

付加的な実施形態において、調整された緩和溶液は、1つ以上の緩和溶液成分を有する界面活性剤リンス溶液を含む。

【0026】

付加的な実施形態において、パターン化されたフォトレジストは、極端紫外線（EUV）フォトレジストを含む。さらなる実施形態において、EUVフォトレジストは、異なる物性を有する複数のEUVフォトレジストから選択される。

【0027】

付加的な実施形態において、システムは、プロセスチャンバ内に配置されて、マイクロエレクトロニクスワークピースを保持する基板ホルダをさらに有し、基板ホルダは、前記調整された緩和溶液の除去を容易にするために回転可能である。

【0028】

付加的な実施形態において、調整された緩和溶液は、緩和溶液中の反応性成分の調整されたレベル又は非反応性成分の調整されたレベルのうちの少なくとも一方のレベルを有する。さらなる実施形態において、調整された緩和溶液は、溶液に対する調整されたpHレベルを有する、

【0029】

付加的な実施形態において、システムは、先ず、パターン化されたフォトレジスト上に脱イオン水（DIW）を分配し、その後、パターン化されたフォトレジスト上に調整された溶液を分配する、ように構成されたコントローラを有する。

【0030】

付加的な実施形態において、システムは、先ず、前記パターン化されたフォトレジスト上に脱イオン水（DIW）を分配し、その後、パターン化されたフォトレジスト上に、1つ以上の追加緩和溶液成分のうちの1つとしてDIWを含む調整された溶液を分配し、さらに、前記パターン化されたフォトレジスト上に前記緩和溶液を分配する、ように構成されたコントローラを有する。

【0031】

異なる又は追加的な特徴、変形例、及び実施形態も実装可能であり、関連するシステム及び方法も同様に利用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0032】

本発明及びその利点のより完全な理解は、添付の図面に関連して以下の説明を参照することによって得ることができ、ここでは、同様の参照符号は、同様の特徴を示す。ただし、添付の図面は、開示された概念の例示的な実施形態を示すだけであり、したがって、開示された概念は、範囲を限定すると見なされず、他の同等に効果的な実施形態を認めることができることに留意されたい。

【図1】図1（先行技術）は、2つのフィーチャの間のリンス溶液によって引き起こされるパターン化されたフォトレジストのための、2つの隣接するフィーチャに関連する毛細管力を示す代表的な実施形態の例示的なダイアグラムを示す図である。

【図2】図2（先行技術）は、FIRMなどの界面活性剤リンス処理が、通常、従来の現像プロセスフローにどのように組み込まれるかを示す例示的な実施形態を示す図である。

【図3】図3（従来技術）は、異なる配合のFIRM溶液で処理された特定のフォトレジストの臨界寸法（CD）マージンに関する例示的なフォトレジストパターンのイメージダイアグラムの代表的な実施形態を示す図である。

【図4】図4は、使用時点での混合を提供するために処理装置内で使用され得る異なる緩和溶液のために、複数の異なるリザーバ及び関連する配送システムが提供される例示的な実施形態を示す図である。

【図5】図5は、プロセスチャンバ内で処理中の基板上のパターン化されたフォトレジストに対するパターン崩壊を緩和するために、調整された緩和溶液を分配するための使用時

10

20

30

40

50

点での混合を提供する処理システムの例示の実施形態を示す図である。

【図6】図6は、複数の異なる種類のフォトレジストと共に使用するための異なる調整された緩和溶液の配送のための例示的な実施形態を示す図である。

【図7】図7は、非反応性成分の反応性成分に対する化学組成比が、処理中のマイクロエレクトロニクスワークピースのための基板に分配ノズルによって分配される直前に、FIRM溶液などの界面活性剤リンス溶液のために調整される例示的な実施形態を示す図である。

【図8】図8は、プロセスチャンバ内で使用されているフォトレジストに基づいて調整された緩和溶液を分配するために、緩和溶液の使用時点での混合を適用する例示的な実施形態のプロセスフローダイアグラムを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0033】

パターン化されたフォトレジストに対するパターン崩壊を緩和するために、リンス溶液を使用時点で混合するための方法及び関連するシステムが開示されている。開示された実施形態は、FIRM溶液などの異なる界面活性剤リンス溶液の単一の供給源のための方法及びシステムを部分的に提供し、それらは、使用時点で可変的に混合することによって、異なる種類のフォトレジストをリンスする又はすすぐ（rinse）ために使用される。任意の特定の用途のために、溶液配合は、反応性成分と非反応性成分との比率が制御された化学的混合物である。本明細書に記載されているように、界面活性剤リンス溶液の非反応性成分対反応性成分の化学組成比は、処理中のマイクロエレクトロニクスワークピースのための基板上に分配される直前に調整される。一実施形態では、化学的配合調整は、プロセスチャンバ内の分配ノズルを通過する前に、ミキサ内での使用時点での混合として行われる。複数の異なるフォトレジストのどれが使用されているかに基づいて、異なる配合を分配するために単一の供給源を使用する能力は、処理効率を改善する。配送システムの複雑さは低減され、関連する処理システムのための製造フロアスペースの要求も低減される。一実施形態では、界面活性剤リンス溶液は、EUVフォトレジストを使用する極端紫外（EUV）リソグラフィのための使用時点で混合される。他の利点及び実装も、本明細書に記載のプロセス技術を利用しながら達成することができる。

【0034】

上述のように、界面活性剤溶液リンスを有するフォトレジストと処理プロセスとの最適化されていない組み合わせは、パターン崩壊欠陥を含むフォトレジストの現像後欠陥を増加させる可能性がある。この問題を克服するために、個々の配合は、典型的には、プロセスフローにおいて使用される特定のフォトレジストに対してユーザによって最適化される。複数の異なるフォトレジストが使用される場合、異なる配合が必要となる。そのように、異なる種類のフォトレジストがそれらのプロセスフローにおいて使用されるユーザによって、多くの異なる配合が典型的に必要とされる。しかし、異なるFIRM溶液の配合などの異なる配合を必要とするこのことは、コストを増加させる。異なるFIRM溶液について、通常、各配合は第三者のベンダーによって調製される。その後、結果的に得られるFIRM溶液はそれぞれエンドユーザーの製造サイトに出荷され、そこで、FIRM溶液は、配合された特定のフォトレジストに必要とされるまで保管される。

【0035】

オペレーション中に、特定のプロセスフローに適用されているフォトレジストに応じて、使用時に適切なFIRM溶液が処理システムにロードされる。これは、処理の非効率性につながる。この効率問題に対する1つの可能な解決策は、処理装置に関して使用される異なる界面活性剤リンス溶液の各々に対して、異なるリザーバ及び関連する配送システムを提供することである。

【0036】

図4は、処理装置内で使用され得る異なる緩和溶液のために、複数の異なるリザーバ及び関連する配送システムが提供される例示的な実施形態400を提供する。例えば、第1リザーバ402は、第1界面活性剤リンス溶液（溶液A）を保持するように設けられ、第

10

20

30

40

50

1 配送システム 4 1 2 は、この第 1 の界面活性剤リンス溶液を第 1 フォトレジスト（レジスト A） 4 2 2 上に分配する。第 2 リザーバ 4 0 4 は、第 2 界面活性剤リンス溶液（溶液 B）を保持するように設けられ、第 2 配送システム 4 1 4 は、この第 2 の界面活性剤リンス溶液を第 2 フォトレジスト（レジスト B） 4 2 4 上に分配する。第 3 のリザーバ 4 0 6 は、第 3 界面活性剤リンス溶液（溶液 C）を保持するために設けられ、第 2 配送システム 4 1 6 は、この第 3 界面活性剤リンス溶液を第 3 フォトレジスト（レジスト C） 4 2 6 上に分配する。第 4 のリザーバ 4 0 8 は、第 4 界面活性剤リンス溶液（溶液 D）を保持するように設けられ、第 4 配送システム 4 1 8 は、この第 1 界面活性剤リンス溶液を第 4 フォトレジスト（レジスト A） 4 2 8 上に分配する。しかしながら、この実施形態 4 0 0 では、各配送システム 4 1 2、4 1 4、4 1 6、及び 4 1 8 は、異なる F I R M 溶液を分配するために、異なるパイプラインと関連するノズルとを必要とする。異なるノズル及びパイプラインに対するこの要求は、コーター／デベロッパー配送トラックの構造を複雑にし、処理装置に必要なクリーンルーム製造フロアスペースを増加させる。従って、図 4 の解決策を実施するためのコストは重要である。

【0037】

図 5～8 は、パターンの崩壊に関連する問題を解決しながら図 4 の効率の問題を回避し、複数の異なるリンス溶液を分配する必要性を回避する実施形態を提供する。これらの実施形態は、緩和溶液の使用時点での混合を提供し、したがって、最適な緩和溶液が、現に選択されておりプロセスフローにおいて使用されているフォトレジストに基づいて、プロセスチャンバ内に分配される直前に調整され得る。以下に記載されるように、第 1 配合を有する緩和溶液は、プロセスチャンバに関連するリザーバ内に格納される。緩和溶液は、1 つ以上の追加成分と混合されて、プロセスチャンバ内に配置されたマイクロエレクトロニクスワークピースのための基板上にパターン化されているフォトレジストの種類に基づく第 2 配合を有する調整された緩和溶液を形成する。第 2 配合を有する調整された緩和溶液は、その後、パターン化されたフォトレジスト上に分配され、パターン崩壊を緩和しながらパターン化されたフォトレジストをすすぐ。一実施形態では、調整された緩和溶液は、F I R M 溶液などの界面活性剤リンス溶液であり、調整された緩和溶液を形成するために、1 つ以上の成分と使用時点での混合を受ける。

【0038】

したがって、本明細書に記載されているように、開示された実施形態は、各特定のプロセスフローに対するフォトレジスト配合及び関連する要件に基づいて、分配プロセス中にリンス溶液配合を調整する現像プロセスフロー用のリンス溶液を分配する方法及びシステムを提供する。開示されたシステム及び方法は、多くの利点を達成する。例えば、単一供給源の F I R M 溶液は、F I R M 溶液の使用時点での可変的な混合を通じて複数の E U V フォトレジストに対して使用することができる。この単一供給源をプラスした使用時点での調整により、緩和溶液の配送システムが簡素化され、必要な製造フロアスペースが低減される。さらに、開示された実施形態は、分配するステップ中の可変滴的混合を提供することを可能にし、したがって、F I R M 溶液の配合のための微調節調整及び変更（fine-tuning adjustments and modifications）が、選択されたフォトレジストの化学的性質に関してより迅速に達成され得る。

【0039】

本明細書に開示されている使用時点での混合がなければ、従来の F I R M 及びフォトレジスト最適化プロセスは、冗長であり（lengthy）、特定の F I R M 配合を提供するために、第三者の材料ベンダーサイトで必要とされる性能であった。この従来の最適化プロセスでは、初期 F I R M 配合のサンプルを、処理装置及びプロセスチャンバが設置されているエンドユーザサイトに送る必要があった。その後、サンプルは所望のフォトレジスト種類でテストされ、結果は、さらなる最適化及びサンプルの再配合のために、材料ベンダーに戻される。最適化プロセスのためのこの配合／テスト／再配合サイクルは、何度も繰り返され、完了するのに数週間、又は数ヶ月を要することがある。したがって、この最適化プロセスは、コストがかかり、結局、エンドユーザサイトでテストされる単一の種

類のフォトレジストに対してのみ有効であった。したがって、最適化プロセス及び関連する配合／テスト／再配合サイクルは、エンドユーザーの処理装置で利用されるすべての新しいフォトレジストに対して繰り返される必要がある。対照的に、本明細書に記載の方法及びシステムは、特定のプロセスフローのための複数の異なる可能性のあるフォトレジストから選択された特定のフォトレジストに基づいて、F I R M 溶液などの緩和溶液に対する配合を使用時点で混合することを可能にすることによって、最適化プロセスを大幅に簡略化し、材料開発コストを低下させる。

【0040】

図5を参照すると、プロセスチャンバ内で処理されている基板506上のパターン化されたフォトレジストに対するパターン崩壊を緩和するために、調整された緩和溶液522を分配するための使用時点での混合を提供する処理システムの例示的实施形態500が提供される。緩和溶液はリザーバ520に貯蔵され、この緩和溶液はミキサ502に配送される。また、ミキサ502は、1つ以上の追加のリザーバ515から異なる溶液成分を受け入れるように結合されている。追加のリザーバ515の各々は、異なる溶液成分をミキサ502に配送することができる。例えば、第1リザーバ516は、ミキサ502に第1溶液成分を提供することができ、第2リザーバ517は、ミキサ502に第2溶液成分を提供することができ、第3リザーバ518は、ミキサ502に第3溶液成分を提供することができ、最後リザーバ519は、ミキサ502に第N番目の溶液成分を提供することができる。リザーバ520からミキサ502への緩和溶液の配送、及び追加のリザーバ515からミキサ502への溶液成分の配送は、コントローラ512によって制御され得る。このように、コントローラ512は、ミキサ502から分配ノズル514に配送される調整された緩和溶液のための使用時点での配合を特定することができる。次いで、この調整された緩和溶液522は、分配ノズル514によって基板506に送達される。リザーバ520内に貯蔵される緩和溶液は、例えば、F I R M 溶液などの選択された配合を有する界面活性剤リンス溶液であり得る。追加のリザーバ515に貯蔵される緩和溶液成分は、D I W、1つ以上の追加の非反応溶液、1つ以上の反応溶液、及び／又は他の所望の溶液成分であり得る。

【0041】

また、例えば、実施形態500に示されるように、基板506は、プロセスチャンバ510内に配置される。さらに、基板506（一実施例では半導体ウェハ）は、静電チャックなどの基板ホルダ508上に保持される。基板ホルダ508はまた、制御された速度で回転し、基板506の表面上のフォトレジスト層の形成を容易にするように構成されることもできる。回転及び回転速度は、例えば、コントローラ512によって制御されることができる。追加の分配ノズル及び関連する配送システム（図示せず）は、基板506上に分配されるフォトレジスト及び／又はデベロッパーのために含まれることもできる。プロセスチャンバ510内には、基板506上に形成されたフォトレジスト層をパターン化されたフォトレジスト層に照射するために、照明システム504も設けられる。

【0042】

また、図5に示され本明細書に記載された使用時点での混合は、顕著なフレキシビリティを提供することにも留意されたい。例えば、単一の分配中の、混合された化学物質又は純粋な化学物質の任意の組み合わせ又はシーケンスは、調整された緩和溶液522の任意の特定の特性を調節するために実施され得る。使用時点での混合によって調節されることができる調整された緩和溶液522の特性は、反応性物質又は反応性成分のレベル、非反応性物質又は非反応性成分のレベル、p H、接触角、疎水性、及び／又は他のパラメータ又は緩和溶液522の調整に関連する物理的特性を含む。

【0043】

さらに、開示された実施形態は、リンス中のパターン化されたフォトレジスト内に形成された特定のフィーチャに基づいた使用時点での混合を用いて、異なる配合の調整された緩和溶液522を形成することを可能にする。例えば、同一の開始緩和溶液は、異なるフォトレジストのフィーチャサイズ及びフィーチャ形状に対して調整され、微調節されるこ

とができる。例えば、コンタクト／ホール（C／H）フィーチャは、残留物及びパターン崩壊型の欠陥を緩和するために、ライン／スペース（L／S）フィーチャと比較して異なる反応物濃度を必要とし得る。従って、FIRM溶液の使用時の可変的混合は、フィーチャサイズ、フィーチャ形状などのフィーチャ特性及び／又は他のフィーチャ特性に基づいて、分配の直前にノズルにおいて配合を変更するために用いられることができる。

【0044】

さらに、処理システムの構成要素は、コントローラ512に結合され、制御され得ることに留意されたい。コントローラ512は、対応するメモリ記憶ユニット及びユーザインタフェース（図示せず）に結合されることもできる。ユーザインタフェースを介して種々の処理操作を実行することができ、種々の処理レシピ及び操作を記憶ユニットに記憶することができる。従って、所与の基板506は、様々な技術を用いて処理チャンバ510内で処理され得る。コントローラ512は、処理システムの種々の構成要素に結合されて、構成要素からの入力を受け取り、構成要素に出力を提供することができることが認識されるであろう。

【0045】

コントローラ512は、広範な方法で実装することができる。例えば、コントローラ512はコンピュータであってもよい。別の例では、コントローラは、本明細書に記載の機能を提供するようにプログラムされた1つ以上のプログラマブル集積回路を含むことができる。例えば、1つ以上のプロセッサ（例えば、マイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、中央処理ユニットなど）、プログラマブル論理デバイス（例えば、複合プログラマブル論理デバイス（CPLD））、フィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）など、及び／又は、他のプログラマブル集積回路を、ソフトウェア又は他のプログラミング命令でプログラムして、除外された（proscribed）プラズマプロセスレシピの機能を実装することができる。さらに、ソフトウェア又は他のプログラミング命令は、1つ以上の非一時的コンピュータ読取可能媒体（例えば、メモリ記憶デバイス、FLASHメモリ、DRAMメモリ、再プログラマブル記憶デバイス、ハードドライブ、フロッピーディスク、DVD、CD-ROMなど）に記憶することができ、ソフトウェア又は他のプログラミング命令は、プログラマブル集積回路によって実行されると、プログラマブル集積回路が本明細書に記載されるプロセス、機能、及び／又は能力を実行させることに留意されたい。他の変形例も実施可能である。

【0046】

図6は、複数の異なるEUVフォトレジストタイプなど、複数の異なるフォトレジストの種類と共に使用するために、図5の処理システムに関連する異なる調整された緩和溶液を配送するための例示的な実施形態600を提供する。本明細書に記載されているように、緩和溶液は、リンス処理のための基準溶液として選択することができ、その後、この溶液は、ミキサ502における使用時点での可変的混合によって調整され、フォトレジストの種類に基づく異なる調整された緩和溶液を達成する。実施形態600では、これらの異なる調整された緩和溶液は、分配ノズル514によって分配される異なる要素番号522A、522B、522C、及び522Dによって表される。これらの調整された緩和溶液522A／522B／522C／522Dのうちの1つのみが、任意の特定の時間に分配されることが理解される。特に、本明細書に記載されるように、分配ノズル514に配送され、そこから分配される調整された緩和溶液522A／522B／522C／522Dは、かっこ602によって示されるように、特定のプロセスフローに使用されるフォトレジスト（PR）の種類に依存する。例えば、この実施形態で示される異なるフォトレジストの種類は、第1フォトレジスト（レジストA）422、第2フォトレジスト（レジストB）424、第3フォトレジスト（レジストC）426、及び第4フォトレジスト（レジストD）428である。異なる調整された緩和溶液522A、522B、522C、及び522Dが、これらの異なるフォトレジストの種類の各々に分配される。異なる数のフォトレジスト種類及び関連する混合配合も使用され得ることに留意されたい。

【0047】

したがって、緩和溶液のための配合を使用時点で混合することは、反応性及び非反応性成分の選択された正確な比率を有する化学的混合物を提供するために使用することができる。さらに、溶液配合は、異なる及び選択されたpHレベル及び／又は他の特性を有するように調整されることもできる。さらに、使用時点での配合調整は、リンス処理に関する現像プロセス／リンスプロセスを改善又は最適化するために、フォトレジスト相互作用に応じて調整された緩和溶液を微調節する能力を提供する。例えば、EUVフォトレジストなどの複数の異なるフォトレジストのために使用時点で混合されるベースFIRM溶液などのベース緩和溶液の単一供給源を使用する能力は、配送システムの複雑さを低減し、製造フロアスペース要求を低減する。

【0048】

図7は、非反応性成分と反応性成分との化学組成比が、処理中のマイクロエレクトロニクスワークピースのための基板に分配ノズル514によって分配される直前に、FIRM溶液などの界面活性剤リンス溶液に対して調整される実施形態700の例を提供する。化学的配合の調整は、本明細書に記載されるように、分配ノズル514を提供するミキサ502における使用時点での混合として実施される。例えば、界面活性剤リンス溶液のような緩和溶液は、処理システムのためのプロセスチャンバに関連するリザーバ520内に提供される。この緩和溶液は、1つ以上の追加のリザーバ515から注入される他の化学物質又はDIWと共にミキサ502内に注入される。これらの緩和溶液及び溶液成分は、図5のコントローラ512などのコントローラからの制御信号702及び704によって制御され、ミキサ502に提供される非反応性成分の反応性成分に対する化学組成比を決定する。調整された緩和溶液522の他の物理的特性も、追加のリザーバ515からの1つ以上の成分を注入することによって調整することができる。ミキサ502は、リザーバ520からの初期緩和溶液と、追加のリザーバ515からのDIW及び／又は他の成分とを混合するように動作し、調整された緩和溶液522は、分配ノズル514を介してマイクロエレクトロニクスワークピースのための基板に分配される。したがって、上述のように、分配ノズル514に配送され、そこから分配される調整された緩和溶液522は、かっこ602によって示されるように、特定のプロセスフローのために使用されるフォトレジスト(PR)の種類に依存する。他のバリエーションも実施可能である。

【0049】

図8は、プロセスチャンバ内で使用されているフォトレジストに基づいて調整された緩和溶液を分配するために、緩和溶液の使用時点での混合を適用する例示的实施形態800のプロセスフローダイアグラムである。ブロック802では、第1配合を有する緩和溶液が、マイクロエレクトロニクスワークピース用のプロセスチャンバに関連付けられたリザーバ内に提供される。ブロック804では、フォトレジストが、プロセスチャンバ内に配置されたマイクロエレクトロニクスワークピースのための基板に適用される。ブロック806において、フォトレジストはパターン化され、現像される。ブロック808では、緩和溶液は、フォトレジストに基づく第2配合を有する調整された緩和溶液を形成するように調整される。ブロック810では、第2配合を有する調整された緩和溶液は、パターン化されたフォトレジスト上に分配され、パターン崩壊を緩和しながらパターン化されたフォトレジストをリンスする。付加的及び／又は異なるプロセスステップも、本明細書に記載された使用時点でのブレンド技術を利用しながら使用することができることに留意されたい。

【0050】

一実施形態では、現像剤リンスプロセスは、単一の分配ステップで実施することができる。例えば、DIWを分配した後にFIRM溶液などの調整された緩和溶液を分配するよりむしろ、調整された緩和溶液の単一分配(single dispense)が用いられる。この単一分配の実施は、全体のプロセス時間を短縮し、ウエハのスループットを改善する利点を有する。

【0051】

他の実施形態では、複数の分配動作が使用される。FIRM溶液を使用する例示的な一

10

20

30

40

50

実施形態では、分配は、D I Wのみの配合から始まり、その後、純粋なF I R M溶液を分配する前に、D I WとF I R M溶液を短時間混合する。この技術は、異なる特性（例えば、P H、表面張力など）を有する化学的性質が変化すること（c h a n g i n g c h e m i s t r i e s）の不所望な効果をあまりにも早く減少させる。

【0052】

開示された実施形態は、1つ以上の緩和溶液成分を有する緩和溶液としてのF I R M界面活性剤リンス溶液の使用を記載しているが、使用時点での混合技術は、他のタイプの界面活性剤リンス化学／溶液などのフォトレジストの現像プロセスで使用される任意の他の緩和溶液、成分、及び化学物質にも使用することができる。さらに、開示された実施形態は、E U Vリソグラフィ及びE U Vフォトレジストの使用を記載しているが、使用時点での混合技術は、光学リソグラフィ（例えば、アルゴンフッ化物（A r F）フォトレジスト、フッ化クリプトン（K r F）フォトレジストを使用する）、X線リソグラフィ、イオンビームリソグラフィ、電子ビームリソグラフィ、及び／又は他のリソグラフィプロセスなどの、フォトレジストの従来の現像プロセスを必要とする、任意の他の露光波長リソグラフィ技術においても使用することができる。他の変形例も、本明細書に記載された技術を利用しながら実施することができる。

【0053】

1つ以上の堆積プロセスを使用して、本明細書に記載される材料層を形成することができることに留意されたい。例えば、1つ以上の堆積は、化学気相堆積（C V D）、プラズマ強化C V D（P E C V D）、物理気相堆積（P V D）、原子層堆積（A L D）、及び／又は他の堆積プロセスを用いて実施することができる。プラズマ堆積プロセスのために、種々の圧力、電力、流動及び温度条件において、1つ以上の希釈ガス（例えば、アルゴン、窒素など）と組み合わせた窒素含有炭化水素、又は、炭化水素、フルオロカーボンを含むが、これらに限定されない、前駆体ガス混合物を使用することができる。P R層に関するリソグラフィプロセスは、光学リソグラフィ、極端紫外（E U V）リソグラフィ、及び／又は他のリソグラフィプロセスを使用して実施することができる。エッチングプロセスは、プラズマエッチングプロセス、放電エッチングプロセス、及び／又は他の所望のエッチングプロセスを用いて実施することができる。例えば、プラズマエッチングプロセスは、フルオロカーボン、酸素、窒素、水素、アルゴン、及び／又は他のガスを含有するプラズマを用いて実施することができる。加えて、プロセスステップの操作変数は、本明細書に記載されるプロセスステップについてターゲットパラメータが達成されることを確実にするために制御されることができる。操作変数は、例えば、チャンバ温度、チャンバ圧力、ガスフローレート、プラズマの発生において電極アセンブリに印加される周波数及び／又は電力、及び／又はプロセスステップのための他の操作変数を含んでもよい。変形例は、本明細書に記載された技術を引き続き利用しながら実施することもできる。

【0054】

本明細書を通じて、「一実施形態」又は「実施形態」は、実施形態に関連して記載される特定のフィーチャ、構造、材料又は特性が、本発明の少なくとも1つの実施形態に含まれることを意味するが、あらゆる実施形態にそれらが存在することを意図するものではない。したがって、本明細書全体を通して、様々な箇所における「一実施形態において」又は「実施形態において」という表現の出現は、必ずしも本発明の同じ実施形態を指しているわけではない。さらに、複数の、特定の特徵、構造、材料又は特性は、1つ以上の実施形態において、任意の適切な方法で組み合わせることができる。種々の追加層及び／又は構造は含まれることができ、及び／又は、記載されている特徴は他の実施形態で省略されることができる。

【0055】

本明細書で使用される「マイクロエレクトロニクスワークピース」とは、本発明に従って処理される物体を包括的に指す。マイクロエレクトロニクスワークピースは、デバイスの、特に半導体デバイス又は他のエレクトロニクスデバイスの、任意の材料部分又は構造を含むことができ、例えば、半導体基板などのベース基板構造であるか、又は、ベース基

10

20

30

40

50

板構造上の若しくはベース基板構造を覆う薄膜のような層でありうる。したがって、ワークピースは、パターン化された又はパターン化されていない、任意の特定のベース構造、下地層又はオーバーレイ層に限定することを意図しておらず、任意のかかる層又はベース構造、及び、層及び／又はベース構造の任意の組み合わせを含むことを意図する。以下の説明は、特定の種類の基板を参照することができるが、これは例示の目的に過ぎず、限定するものではない。

【0056】

本明細書で使用される用語「基板」は、材料がその上に形成されるベース材料又は構造を意味し、それらを含む。基板は、単一の材料、異なる材料の複数の層、異なる材料又は異なる構造の領域を有する層などを含むことができることが理解されよう。これらの材料は、半導体、絶縁体、導体又はそれらの組み合わせを含むことができる。例えば、基板は、半導体基板、支持構造体上のベース半導体層、金属電極であってもよく、又は、一つ以上の層、構造若しくは領域がその上に形成された半導体基板であってもよい。基板は、従来のシリコン基板又は半導電性材料の層を有する他のバルク基板であってもよい。本明細書において、「バルク基板」の用語はシリコンウエハだけでなく、シリコンオンサファイア（「SOS」）基板及びシリコンオンガラス（「SOG」）基板のような、シリコンオン絶縁体（「SOI」）基板、ベース半導体基礎上のシリコン・エピタキシャル層、及び、シリコン・ゲルマニウム、ゲルマニウム、ガリウムヒ素、窒化ガリウム及びリン化インジウムなどの他の半導体を意味し、これらを含む。基板は、ドーピングされてもよく又はドーピングされていなくてもよい。

【0057】

マイクロエレクトロニクスワークピースを処理するためのシステム及び方法は、様々な実施形態で説明される。当業者であれば、様々な実施形態が、特定の詳細の1つ以上を用いることなく、又は、他の置換及び／又は追加の方法、材料、又はコンポーネントを用いて実施され得ることを認識するであろう。他の例では、本発明の様々な実施形態の態様を不明瞭にすることを避けるために、周知の構造、材料、又は動作を詳細に図示又は説明しない。同様に、本発明の完全な理解を提供するために、説明の目的で、特定の数、材料、及び構成が示されている。しかしながら、本発明は特定の詳細なしに実施することができる。

【0058】

さらに、図面に示された様々な実施形態は、例示的なものであり、必ずしも縮尺通りに描かれていないことが理解される。記載されたシステム及び方法のさらなる変更及び代替の実施形態は、この説明に鑑みて当業者には明らかであろう。したがって、記載されたシステム及び方法は、これらの例示的構成によって制限されないことが認識されるであろう。本明細書に示され説明されたシステム及び方法の形態は、例示的な実施形態として解釈されるべきであることが理解されるべきである。実装には、様々な変更を加えることができる。したがって、本発明は、特定の実施形態を参照して本明細書に記載されているが、本発明の範囲から逸脱することなく、種々の修正及び変更を行うことができる。したがって、明細書及び図面は、限定的な意味ではなく例示的な意味でみなされるべきであり、そのような修正は、本発明の範囲内に含まれることが意図されている。さらに、特定の実施形態に関して本明細書に記載されている問題に対する任意の利点又は解決策は、いずれか又は全ての特許請求の範囲の重要な、要求される、又は本質的なフィーチャ又は要素として解釈されることを意図するものではない。

10

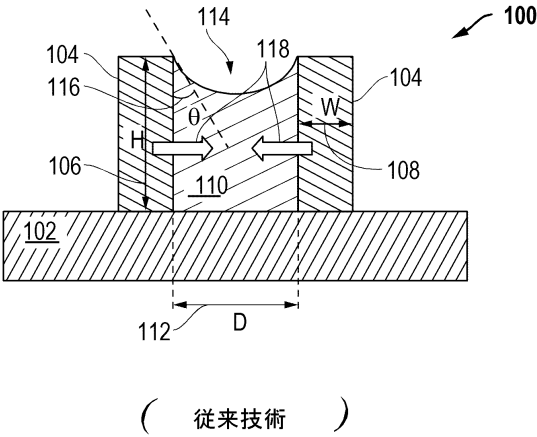
20

30

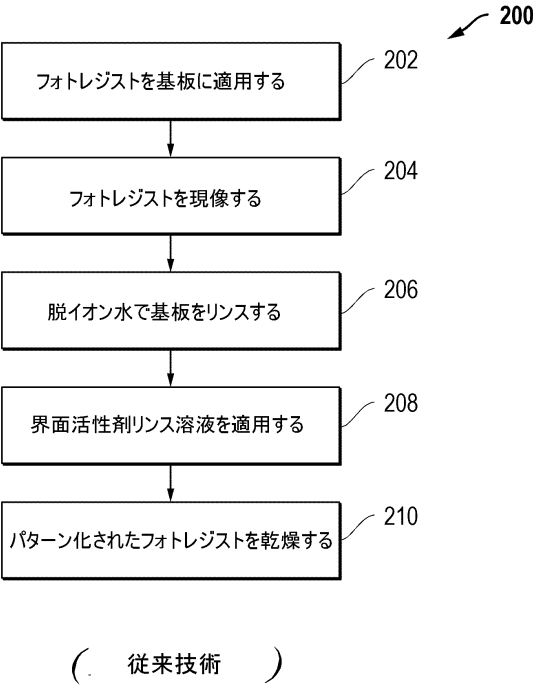
40

50

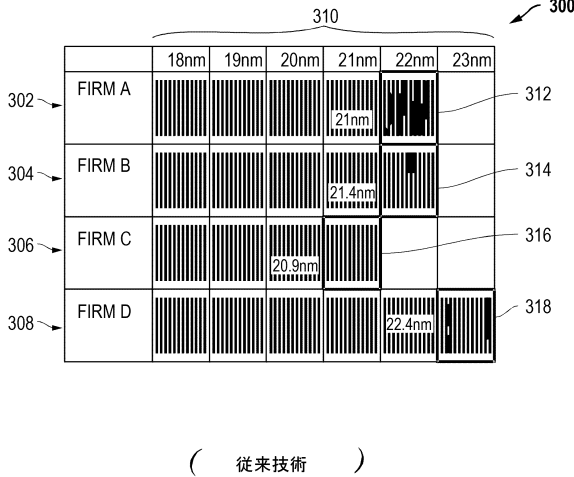
【図面】
【図 1】



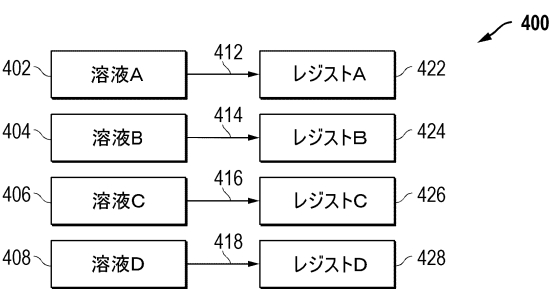
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

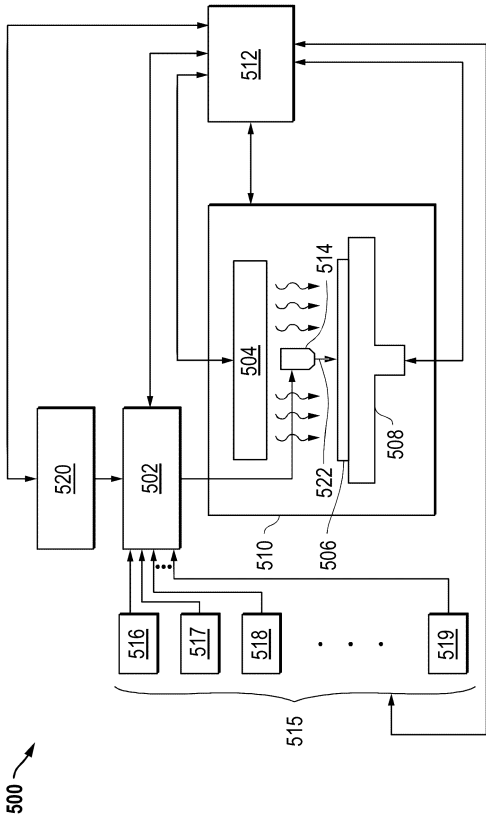
20

30

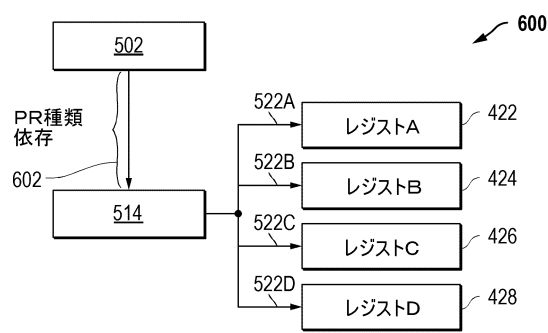
40

50

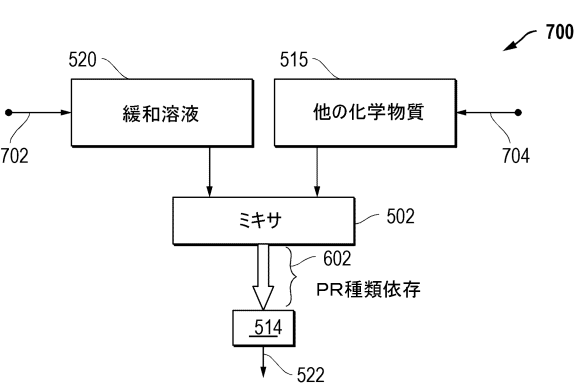
【図 5】



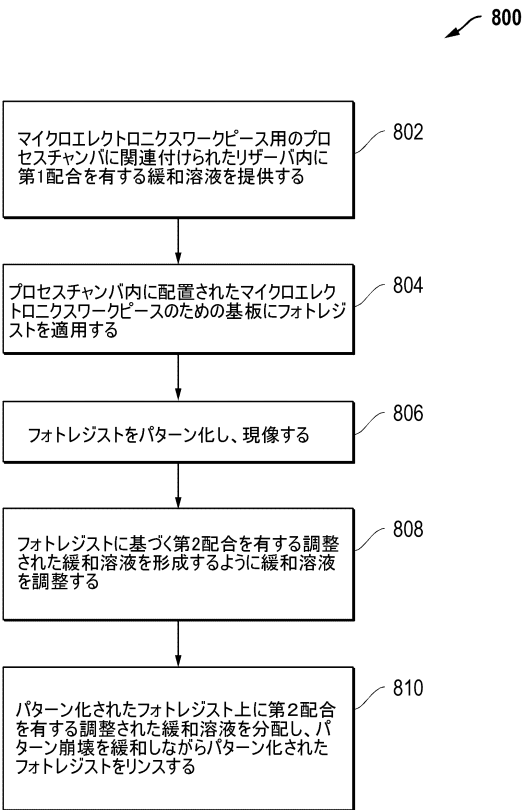
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 12203, オールバニー, フラー ロード 255, スイート
214, ナノファブ 300 サウス

審査官 中村 博之

- (56)参考文献 特開2004-014713 (JP, A)
特開2012-211949 (JP, A)
特開2015-023172 (JP, A)
特開2013-069840 (JP, A)
特開2007-095888 (JP, A)
特開2007-150064 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G03F 7/32
H01L 21/027