

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号
特願2024-4456
(P2024-4456A)

(43)公開日 令和6年1月16日(2024.1.16)

(51)国際特許分類		F I		テーマコード (参考)	
H 0 1 L	21/027(2006.01)	H 0 1 L	21/30	5 0 2 D	5 F 0 5 7
B 3 3 Y	10/00 (2015.01)	H 0 1 L	21/30	5 7 8	5 F 1 4 6
B 3 3 Y	80/00 (2015.01)	B 3 3 Y	10/00		
H 0 1 L	21/304(2006.01)	B 3 3 Y	80/00		
		H 0 1 L	21/304	6 2 2 J	
		審査請求	未請求	請求項の数	20 O L (全21頁)

(21)出願番号	特願2023-75812(P2023-75812)	(71)出願人	000001007
(22)出願日	令和5年5月1日(2023.5.1)		キヤノン株式会社
(31)優先権主張番号	17/809,414		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(32)優先日	令和4年6月28日(2022.6.28)	(74)代理人	110003281
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		弁理士法人大塚国際特許事務所
		(72)発明者	クスナトディノフ ニャーズ
			アメリカ合衆国 78758 テキサス州
			オースティン ウェスト・ブレイカー・
			レーン1807 ビルディング シー－3
			00
		(72)発明者	ウェイジュン リウ
			アメリカ合衆国 78758 テキサス州
			オースティン ウェスト・ブレイカー・
			レーン1807 ビルディング シー－3
			00

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 本体及び層を含むスーパーストレート、及び、それを形成及び使用する方法

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 インクジェットベースアダプティブ平坦化に使用することができるスーパーストレートを提供する。

【解決手段】 スーパーストレートは、本体と、第1層と、第2層と、を含み、第1層は、本体と第2層との間に配置される。第1及び第2層のそれぞれは、近位表面と、近位表面の反対側の遠位表面と、を有し、本体は、遠位表面よりも近位表面に近い。第2層の遠位表面のRaは、第1層の遠位表面のRaよりも小さい。スーパーストレートを製造する方法において、第1層の遠位表面の相対的に高いRaは、第1層を形成するのに使用されるプロセス又は機器に関連していてもよい。第2層は、別のスーパーストレートを用いて形成することができ、第2層の遠位表面のRaは、実質的に、他のスーパーストレートの接触面と同一である。

【選択図】 図1

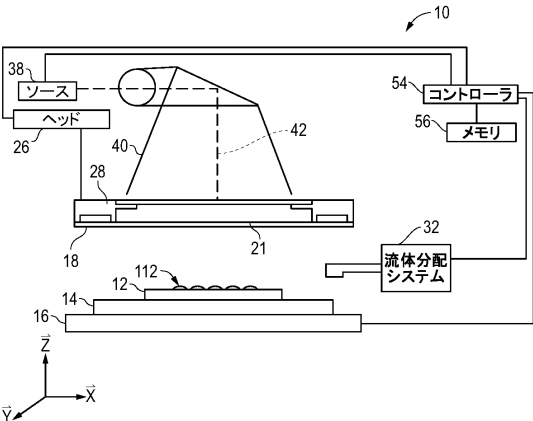


FIG. 1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

スーパーストレートであって、
スーパーストレートの本体と、
近位表面と、前記近位表面の反対側の遠位表面と、を有する第 1 層であって、前記本体は、前記第 1 層の前記遠位表面よりも前記第 1 層の前記近位表面に近い第 1 層と、
近位表面と、前記近位表面の反対側の遠位表面と、を有する第 2 層であって、前記本体は、前記第 2 層の前記遠位表面よりも前記第 2 層の前記近位表面に近い第 2 層と、
を備え、
前記第 1 層は、前記本体と前記第 2 層との間に配置され、前記第 2 層の前記遠位表面の R_a は、前記第 1 層の前記遠位表面の R_a よりも小さく、前記 R_a は、算術平均表面粗さである、
ことを特徴とするスーパーストレート。

10

【請求項 2】

第 3 層を更に備え、前記第 3 層は、前記第 1 層と前記第 2 層との間に配置されている、
ことを特徴とする請求項 1 に記載のスーパーストレート。

【請求項 3】

前記第 3 層は、近位表面と、前記近位表面の反対側の遠位表面と、を有し、
前記本体は、前記第 3 層の前記遠位表面よりも前記第 3 層の前記近位表面に近く、
前記第 3 層の前記遠位表面の R_a は、前記第 1 層の前記遠位表面の前記 R_a よりも小さい、
ことを特徴とする請求項 2 に記載のスーパーストレート。

20

【請求項 4】

前記第 3 層は、重合性化合物を備える、ことを特徴とする請求項 2 に記載のスーパーストレート。

【請求項 5】

前記第 2 層は、酸化物、窒化物、酸窒化物又はフルオロポリマーを備える、ことを特徴とする請求項 1 に記載のスーパーストレート。

【請求項 6】

前記第 1 層は、スピンオンカーボン、ポリマー、化学蒸着又は物理蒸着カーボン膜を備える、ことを特徴とする請求項 1 に記載のスーパーストレート。

30

【請求項 7】

前記第 1 層の前記遠位表面に沿って、前記第 1 層は、凹部又は凸部のインテンショナルパターンを有していない、ことを特徴とする請求項 1 に記載のスーパーストレート。

【請求項 8】

前記第 2 層の前記遠位表面の前記 R_a は、最大で 0.20 nm である、ことを特徴とする請求項 1 に記載のスーパーストレート。

【請求項 9】

前記第 2 層の前記遠位表面のナノトポグラフィは、前記第 1 層の前記遠位表面のナノトポグラフィよりも小さい、ことを特徴とする請求項 1 に記載のスーパーストレート。

40

【請求項 10】

前記第 2 層の前記遠位表面のナノトポグラフィは、 2 mm のラテラルスケールにおいて、最大で 5.9 nm である、ことを特徴とする請求項 9 に記載のスーパーストレート。

【請求項 11】

第 1 スーパーストレートを製造する方法であって、
第 1 スーパーストレートの本体の表面に沿って第 1 層を形成することであって、前記第 1 層は、近位表面と、前記近位表面の反対側の遠位表面を有し、前記本体は、前記第 1 層の前記遠位表面よりも前記第 1 層の前記近位表面に近いことと、
前記第 1 層の前記遠位表面に沿って第 2 層を形成することであって、前記第 2 層は、近位表面と、前記近位表面の反対側の遠位表面を有し、前記本体は、前記第 2 層の前記遠位

50

表面よりも前記第 2 層の前記近位表面に近いことと、
を備え、

前記第 2 層の前記遠位表面の R_a は、前記第 1 層の前記遠位表面の R_a よりも小さく、
前記 R_a は、算術平均表面粗さである、
ことを特徴とする方法。

【請求項 1 2】

前記第 2 層を形成することは、
前記第 1 層の上に前記第 2 層の前駆体を配置することと、
前記前駆体を第 2 スーパーストレートに接触させることと、
前記前駆体を硬化して前記第 2 層を形成することと、
を備え、
前記第 2 スーパーストレートは、硬化中に前記前駆体と接触する、
ことを特徴とする請求項 1 1 に記載の方法。

10

【請求項 1 3】

前記第 2 層を形成することは、
第 2 スーパーストレートの表面に沿って前記第 2 層の前駆体を配置することと、
前記前駆体を前記第 1 層に接触させることと、
前記前駆体を硬化させて前記第 2 層を形成することと、
を備え、
前記第 2 スーパーストレートは、硬化中に前記前駆体と接触する、
ことを特徴とする請求項 1 1 に記載の方法。

20

【請求項 1 4】

前記第 1 層を形成することは、
前記本体の前記表面に沿って前記第 1 層の前駆体を配置することであって、前記前駆体
は、前記本体の反対側に露出面を有することと、
硬化エネルギーを用いて前記前駆体を硬化させて前記第 1 層を形成することであって、
硬化中、固形物体は、前記前駆体の前記露出面に接触しないことと、
を備える、ことを特徴とする請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 5】

前記第 1 層を形成することは、
前記本体の前記表面に沿って前記第 1 層の前駆体を配置することと、
硬化エネルギーを用いて前記前駆体を硬化させて前記第 1 層を形成することであって、
硬化中、前記前駆体は、前記硬化エネルギーに均一に曝露されないことと、
を備えることを特徴とする請求項 1 1 に記載の方法。

30

【請求項 1 6】

前記第 1 スーパーストレートは、少なくとも 70% の紫外線透過率を有し、前記第 2 スーパーストレートは、シリコンウエハである、ことを特徴とする請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 7】

前記第 2 層の前記遠位表面に沿って第 3 層を形成することを更に備え、
前記第 3 層は、近位表面と、前記近位表面の反対側の遠位表面を有し、
前記本体は、前記第 3 層の前記遠位表面よりも前記第 3 層の前記近位表面に近く、
前記第 3 層の前記遠位表面の R_a は、前記第 1 層の前記遠位表面の前記 R_a よりも小さい、
ことを特徴とする請求項 1 1 に記載の方法。

40

【請求項 1 8】

前記第 3 層の前記遠位表面の前記 R_a は、最大で 0.20 ミクロンである、ことを特徴とする請求項 1 7 に記載の方法。

【請求項 1 9】

物品を製造する方法であって、

50

ワークピースのパターン層の上に成形可能材料を配置することであって、前記ワークピースは、基板を含み、前記パターン層は、前記基板の上に位置することと、

前記成形可能材料を請求項 1 に記載のスーパーストレートに接触させることと、

前記スーパーストレートの前記第 2 層の前記遠位表面が前記成形可能材料に接触して平坦化層を形成している間に、前記成形可能材料を化学線に曝露して平坦化層を形成することと、

前記ワークピースを加工して前記物品の形成を完了させることと、

を備える、ことを特徴とする方法。

【請求項 20】

前記スーパーストレートは、第 3 層を更に備え、

10

前記第 3 層は、前記第 1 層と前記第 2 層の間に配置され、

前記第 3 層は、近位表面と、前記近位表面の反対側の遠位表面と、を有し、

前記本体は、前記第 3 層の前記遠位表面よりも前記第 3 層の前記近位表面に近く、

前記第 3 層の前記遠位表面の R_a は、前記第 1 層の前記遠位表面の前記 R_a よりも小さい、

ことを特徴とする請求項 19 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、本体及び層を含むスーパーストレート、及び、スーパーストレートを製造及び使用する方法に関する。

20

【背景技術】

【0002】

スーパーストレートは、インクジェットベースアダプティブ平坦化に使用することができる。スーパーストレートは、本体と、本体上の層と、を含み、スーパーストレートの接触面は、層の露出面に沿って位置する。理論的には、平坦化層を形成するのに使用されるスーパーストレートは、完全に平坦な接触面を有するべきである。実際には、完全に平坦な接触面を実現することはできない。スーパーストレートの接触面の平坦性を更に改善することが望まれている。

【発明の概要】

30

【課題を解決するための手段】

【0003】

1つの側面において、スーパーストレートは、スーパーストレートの本体と、第 1 層と、第 2 層と、を含む。前記第 1 層は、近位表面と、前記近位表面の反対側の遠位表面と、を有し、前記本体は、前記第 1 層の前記遠位表面よりも前記第 1 層の前記近位表面に近い。前記第 2 層は、近位表面と、前記近位表面の反対側の遠位表面と、を有し、前記本体は、前記第 2 層の前記遠位表面よりも前記第 2 層の前記近位表面に近い。前記第 1 層は、前記本体と前記第 2 層との間に配置され、前記第 2 層の前記遠位表面の R_a は、前記第 1 層の前記遠位表面の R_a よりも小さく、前記 R_a は、算術平均表面粗さである。

【0004】

40

1つの実施形態において、前記スーパーストレートは、第 3 層を更に備え、前記第 3 層は、前記第 1 層と前記第 2 層との間に配置されている。

【0005】

別の実施形態において、前記第 3 層は、近位表面と、前記近位表面の反対側の遠位表面と、を有し、前記本体は、前記第 3 層の前記遠位表面よりも前記第 3 層の前記近位表面に近く、前記第 3 層の前記遠位表面の R_a は、前記第 1 層の前記遠位表面の前記 R_a よりも小さい。

【0006】

特定の実施形態において、前記第 3 層は、重合性化合物を含む。

【0007】

50

更に別の実施形態において、前記第2層は、酸化物、窒化物、酸窒化物又はフルオロポリマーを含む。

【0008】

更に別の実施形態において、前記第1層は、スピンオンカーボン、ポリマー、化学蒸着又は物理蒸着カーボン膜を含む。

【0009】

更なる実施形態において、前記第1層の前記遠位表面に沿って、前記第1層は、凹部又は凸部のインテンショナルパターンを有していない。

【0010】

別の実施形態において、前記第2層の前記遠位表面の前記Raは、最大で0.20nmである。

10

【0011】

更なる実施形態において、前記第2層の前記遠位表面のナノトポグラフィは、前記第1層の前記遠位表面のナノトポグラフィよりも小さい。

【0012】

特定の実施形態において、前記第2層の前記遠位表面のナノトポグラフィは、2mmのラテラルスケールにおいて、最大で5.9nmである。

【0013】

別の側面において、第1スーパーストレートを製造する方法は、第1スーパーストレートの本体の表面に沿って第1層を形成することを含み、前記第1層は、近位表面と、前記近位表面の反対側の遠位表面を有し、前記本体は、前記第1層の前記遠位表面よりも前記第1層の前記近位表面に近い。

20

前記方法は、前記第1層の前記遠位表面に沿って第2層を形成することを更に含み、前記第2層は、近位表面と、前記近位表面の反対側の遠位表面を有し、前記本体は、前記第2層の前記遠位表面よりも前記第2層の前記近位表面に近い。前記第2層の前記遠位表面のRaは、前記第1層の前記遠位表面のRaよりも小さく、前記Raは、算術平均表面粗さである。

【0014】

1つの実施形態において、前記第2層を形成することは、前記第1層の上に前記第2層の前駆体を配置することと、前記前駆体を第2スーパーストレートに接触させることと、前記前駆体を硬化して前記第2層を形成することと、を含み、前記第2スーパーストレートは、硬化中に前記前駆体と接触する。

30

【0015】

別の実施形態において、前記第2層を形成することは、第2スーパーストレートの表面に沿って前記第2層の前駆体を配置することと、前記前駆体を前記第1層に接触させることと、前記前駆体を硬化させて前記第2層を形成することと、を含み、前記第2スーパーストレートは、硬化中に前記前駆体と接触する。

【0016】

更に別の実施形態において、前記第1層を形成することは、前記本体の前記表面に沿って前記第1層の前駆体を配置することであって、前記前駆体は、前記本体の反対側に露出面を有することと、硬化エネルギーを用いて前記前駆体を硬化させて前記第1層を形成することであって、硬化中、固形物体は、前記前駆体の前記露出面に接触しない。

40

【0017】

更に別の実施形態において、硬化エネルギーを用いて前記前駆体を硬化させて前記第1層を形成することであって、硬化中、前記前駆体は、前記硬化エネルギーに均一に曝露されないことと、を含む。

【0018】

更なる実施形態において、前記第1スーパーストレートは、少なくとも70%の紫外線透過率を有し、前記第2スーパーストレートは、シリコンウエハである。

【0019】

50

別の実施形態において、前記方法は、前記第2層の前記遠位表面に沿って第3層を形成することを更に含み、前記第3層は、近位表面と、前記近位表面の反対側の遠位表面を有し、前記本体は、前記第3層の前記遠位表面よりも前記第3層の前記近位表面に近く、前記第3層の前記遠位表面のRaは、前記第1層の前記遠位表面の前記Raよりも小さい。

【0020】

特定の実施形態において、前記第3層の前記遠位表面の前記Raは、最大で0.20ミクロンである。

【0021】

更なる側面において、物品を製造する方法は、ワークピースのパターン層の上に成形可能材料を配置することであって、前記ワークピースは、基板を含み、前記パターン層は、前記基板の上に位置することと、前記成形可能材料を請求項1に記載のスーパーストレートに接触させることと、前記スーパーストレートの前記第2層の前記遠位表面が前記成形可能材料に接触して平坦化層を形成している間に、前記成形可能材料を化学線に曝露して平坦化層を形成することと、前記ワークピースを加工して前記物品の形成を完了させることと、を含む。

【0022】

実施形態において、前記スーパーストレートは、第3層を更に含む。前記第3層は、前記第1層と前記第2層との間に配置され、前記第3層は、近位表面と、前記近位表面の反対側の遠位表面と、を有し、前記本体は、前記第3層の前記遠位表面よりも前記第3層の前記近位表面に近い。前記第3層の前記遠位表面のRaは、前記第1層の前記遠位表面の前記Raよりも小さい。

【図面の簡単な説明】

【0023】

実施例は、例として示され、添付図面に限定されない。

【図1】図1は、実施例における装置の側面図を含み、かかる装置は、スーパーストレートを含む。

【図2】図2は、スーパーストレートの本体の表面に沿ってバッファ層を形成した後のワークピースの断面図を含む。

【図3】図3は、バッファ層の上に前駆体を分配した後の図2のワークピースの断面図を含む。

【図4】図4は、前駆体を硬化して補償層を形成する間の図3のワークピースの断面図を含む。

【図5】図5は、補償層を形成する際に使用された平坦化スーパーストレートを取り外した後の図4のワークピースの断面図を含む。

【図6】図6は、補償層の上に保護層を形成した後の図5のワークピースの断面図を含む。

【図7】図7は、別の実施形態における平坦化スーパーストレートの接触面の上に前駆体を分配した後のスーパーストレートの断面図を含む。

【図8】図8は、バッファ層が下を向くように図2におけるワークピースを回転させた後、前駆体をバッファ層に接触させ、前駆体を硬化して補償層を形成する間の図7のワークピースの断面図を含む。

【図9】図9は、平坦化スーパーストレートを取り外した後、補償層が上を向くように図2におけるワークピースを回転させ、補償層の上に保護層を形成した後の図8のワークピースの断面図を含む。

【図10】図10は、成形可能材料の分配オペレーション中のワークピースの一部分の断面図を含む。

【図11】図11は、スーパーストレートを用いた平坦化オペレーション中の図10のワークピースの断面図を含む。

【図12】図12は、成形可能材料の化学線への曝露中の図11のワークピースの断面図を含む。

10

20

30

40

50

【図 1 3】図 1 3 は、スーパーストレートが取り外された後の図 1 2 のワークピースの断面図を含む。当業者は、図面における要素が単純化及び明確化のために示され、必ずしもスケール通りに描かれていないことを理解するであろう。例えば、図面における要素の幾つかの寸法は、発明の実施例の理解を深めるのに役立つように、他の要素に対して誇張されていることもある。

【発明を実施するための形態】

【0024】

図面と組み合わせた以下の説明は、ここに開示される教示の理解を助けるために提供される。以下の議論は、教示の特定の実施例及び実施例にフォーカスされる。このフォーカスは、教示を説明するのを助けるために提供され、教示の範囲又は適用性に対する限定として解釈されるべきではない。

10

【0025】

特に定義しない限り、ここで使用される全ての技術的及び科学的用語は、本発明が属する技術分野の当業者によって一般的に理解されるのと同じの意味を有する。材料、方法及び例は、例示だけのものであり、限定することを意図するものではない。ここに記載されていない範囲で、特定の材料及び処理行為に関する多くの詳細は、従来のものであり、当技術分野のテキスト及び他のソースに見出すことができる。

【0026】

マイクロエレクトロニクスデバイスの製造業者は、大きな直径を備えた基板の上に、より小さな寸法を備えた物理的構造を設計している。寸法の縮小及び基板の大型化は、マイクロエレクトロニクスデバイスの製造業者の期待を満たすための装置を製造する際のマイクロエレクトロニクス装置の製造業者の課題を増加させる。多くの当業者は、スーパーストレートの接触面の表面粗さ及びナノトポグラフィは、実質的に、スーパーストレートの本体の表面の表面粗さ及びナノトポグラフィと同一であると仮定する。例えば、スーパーストレートは、本体と、本体の上の 1 つ以上の層と、を含む。本体は、1 つ以上の層の層と接触する表面を有する。本体は、ガラスベース材料で構成され、本体の表面は、0.16 nm の算術平均表面粗さ R_a 、及び、2 mm のラテラルスケールにおいて、3.8 nm のナノトポグラフィを有する。本体の表面は、許容可能な表面粗さ及びナノポトグラフィを有する。スーパーストレートの接触面は、1 つ以上の層の層の遠位表面である。当業者は、本体の表面が許容可能な表面粗さ及びナノポトグラフィを有するため、層の遠位表面であるスーパーストレートの接触面は、許容可能な表面粗さ及びナノポトグラフィを有すると仮定する。

20

30

【0027】

本発明者らは、スーパーストレートの接触面がスーパーストレートの本体の表面と実質的に同一の表面粗さ及びナノトポグラフィを有するという仮定が何度も不適切であることを発見した。本体の表面に沿って形成された層は、近位表面と、反対側の遠位表面と、を有し、近位表面は、本体により近く、遠位表面は、近位表面の反対側である。層の遠位表面は、本体の表面と比較して、著しく低下した表面粗さ及びナノトポグラフィを有する。バッファ層が、ポリメチルメタクリレート (PMMA) であり、スピンコーティング及び熱硬化プロセスを用いて形成される場合、バッファ層の遠位表面は、0.3 nm の R_a 、及び、2 mm のラテラルスケールにおいて、6 nm から 8 nm の範囲のナノトポグラフィを有する。バッファ層の遠位表面に沿って形成される保護層であり、保護層の遠位表面は、スーパーストレートの接触面であることができる。保護層の遠位表面は、バッファ層の遠位表面と実質的に同一の R_a 及びナノポトグラフィを有し、PMMA が 0.3 nm の R_a を有する場合、僅かに大きな R_a 、例えば、0.4 nm を有することがある。保護層の遠位表面は、実質的に、バッファ層の遠位表面の表面粗さ及びナノトポグラフィを有する。従って、保護層の遠位表面は、スーパーストレートの本体の表面と比較して、著しく低下した表面粗さ及びナノポトグラフィを有する。

40

【0028】

スーパーストレートの接触面に沿った低い表面粗さ及びナノポトグラフィに関する問題

50

を低減するために、スーパーストレートの露出面の表面粗さ、ナノトポグラフィ、又は、表面粗さ及びナノトポグラフィの両方を改善するために、下にある層の比較的粗く平坦でない表面の上に別の層を形成することができる。例えば、スーパーストレートの本体の上にバッファ層を形成することができる。バッファ層は、近位表面と、遠位表面と、を有し、近位表面は、本体により近く、遠位表面は、近位表面の反対側である。バッファ層の遠位表面は、本体の表面よりも著しく低下した表面粗さ及びナノトポグラフィを有する。バッファ層の上に補償層を形成することができる。補償層は、近位表面と、遠位表面と、を有し、近位表面は、バッファ層により近く、遠位表面は、近位表面の反対側である。補償層の遠位表面は、バッファ層の遠位表面の表面粗さ及びナノトポグラフィよりも著しく良好である表面粗さ、ナノトポグラフィ、又は、表面粗さ及びナノトポグラフィの両方を有する。補償層の遠位表面は、スーパーストレートの本体の表面の表面粗さ及びナノトポグラフィと実質的に同一又はより良好である表面粗さ及びナノトポグラフィを有する。例えば、補償層の遠位表面は、 0.08 nm の R_a 、及び、 2 mm のラテラルスケールにおいて、 3.0 nm のナノトポグラフィを有することができる。新規のスーパーストレート、及び、かかるスーパーストレートを製造及び使用する方法は、以下により詳細に説明される。

10

【0029】

図1を参照するに、装置10は、基板12の上に液体前駆体を含む層を成形するのに助けるために使用することができる。基板12は、基板チャック14に結合することができる。図示するように、基板チャック14は、真空チャックであるが、他の実施例において、基板チャック14は、真空、ピン型、溝型、静電、電磁などを含む任意のチャックであってもよい。基板12及び基板チャック14は、ステージ16によって更に支持されてもよい。ステージ16は、X、Y又はZ方向に沿った並進運動又は回転運動を提供することができる。

20

【0030】

基板12から離間しているのは、基板12の上に平坦化層を形成するのに使用することができるスーパーストレート18である。スーパーストレート18に関する更なる詳細は、本明細書において後で説明される。スーパーストレート18は、スーパーストレートチャック28に結合することができる。スーパーストレートチャック28は、真空、ピン型、溝型、静電、電磁又は別の同様のチャックタイプとして構成することができる。1つの実施例において、スーパーストレートチャック28は、スーパーストレートチャック28又はヘッド26がスーパーストレート18の移動を容易にすることができるように、ヘッド26に結合することができる。

30

【0031】

装置10は、基板12の上に成形可能材料112を配置するために使用される流体分配システム32を更に含むことができる。例えば、成形可能材料112は、(モノマーと、光開始剤又は熱開始剤などの他の構成要素との混合物であってもよい) フォトリジストなどの重合性材料を含むことができる。成形可能材料112は、基板12の上に配置され、ドロップレットディスペンス、スピンコーティング、ディップコーティング、押し出しコーティング又はそれらの組み合わせなどの技術を用いて形成される。成形可能材料112は、設計検討に依存して、所望の体積がスーパーストレート18と基板12との間に規定される前又は後に、基板12の上に分配することができる。例えば、成形可能材料112は、紫外線や熱などを用いて硬化されるモノマー混合物を含むことができる。

40

【0032】

装置10は、エネルギーソース38を更に含むことができ、エネルギーソース38からのエネルギーは、ゾーン40内のパス42に沿って導かれる。ヘッド26及びステージ16は、スーパーストレート18と基板12とを、パス42と重ね合わせて位置決めするように構成することができる。スーパーストレート18は、エネルギーソース38からのエネルギーを透過することができる膜部分21を含む。装置10は、ステージ16、ヘッド26、流体分配システム32又はエネルギーソース38と通信するコントローラ54によ

50

って調整することができ、メモリ56に随意に記憶されたコンピュータ可読プログラム上で動作することができる。コントローラ54は、プロセッサ（例えば、マイクロプロセッサ又はマイクロコントローラの中央処理装置）、フィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）、特定用途向け集積回路（ASIC）などを含むことができる。コントローラ54は、装置内にあることができる。別の実施例（不図示）において、コントローラ54は、装置10の外部のコンピュータの少なくとも一部であることができ、このようなコンピュータは、装置10に双方向に結合される。

【0033】

スーパーストレート18を製造する方法に注目されたい。かかる方法は、図2に示すように、ワークピース200の本体220の表面222に沿ってバッファ層240を形成することを含むことができる。バッファ層240は、近位表面242と、近位表面242の反対側の遠位表面244と、を有する。

【0034】

本体220は、ワークピース200に対する機械的なサポートを提供する。本体220は、（図1における）成形可能材料112を硬化するのに使用される化学線に対して、少なくとも70%、少なくとも80%、少なくとも85%又は少なくとも90%の透過率を有する。本体220は、ガラスベース材料、シリコン、有機ポリマー、シロキサンポリマー、フルオロカーボンポリマー、サファイア、スピネル、別の同様な材料、又は、それらの任意の組み合わせを含むことができる。ガラスベース材料は、ソーダ石灰ガラス、ホウケイ酸ガラス、アルカリバリウムケイ酸ガラス、アルミノケイ酸ガラス、石英、合成溶融シリカなどを含むことができる。本体220のための材料の選択は、成形可能材料112を硬化するのに使用されるエネルギーのタイプに依存する。1つの実施形態において、エネルギーは、紫外線放射であることができ、本体220は、少なくとも70%の紫外線透過率を有する。このような実施形態において、ガラスベース材料は、本体220に使用することができる。本体220は、30ミクロンから2000ミクロンの範囲の厚さを有することができる。

【0035】

本体220の表面222は、基板12の面積の少なくとも90%である面積を有することができ、基板12と同一又は基板12よりも大きい面積を有することができる。1つの実施形態において、表面の面積は、少なくとも110cm²、少なくとも300cm²、少なくとも700cm²又はそれよりも大きく、同一又は別の実施形態において、表面の面積は、最大で32,000cm²であってもよい。範囲の関係において、表面の面積は、110cm²から22,000cm²、300cm²から9000cm²、又は、800cm²から1300cm²の範囲であることができる。

【0036】

本体の表面222は、円形、楕円形、（正方形を含む）長方形、六角形などを含む2次元形状を有する。表面222は、実質上には、平面であり、凹部及び凸部を有しておらず、ブランクと称される。表面222は、原子間力顕微鏡（AFM）によって決定されるRaを有することができる。SEMI M40標準に従ってRaを決定するために、512点×128点の計測を備える3ミクロン×0.75ミクロンの面積が使用された。表面222は、Large Area__Zygo Verifire干渉計ツール、又は、New View Zygo干渉計ツール（Zygo Corporation, Middlefield, CTから入手可能）を用いることによって決定することができるナノトポグラフィを有することができる。計測の設定は、632.8nmの計測波長、計測タイプは表面、計測モードはコヒーレンス走査干渉法、干渉縞除去はオン、FDA解像度はHigh 2G、走査長は20マイクロメートル、Large Area__Zygo Verifireでは視野は最大で50mm×50mm、New View Zygoでは視野は最大で8.38mm×8.38mmである。SEMI標準M49によれば、ナノトポグラフィは、2mmのラテラルスケールにおいて、ピークバレー（PV）値として計測される。我々は、ナノトポグラフィを決定するために、2mmの直径の分析エリアを備えた

10

20

30

40

50

本体の表面に沿った9から144の箇所を使用した。表面粗さについては、スーパーストレート18のエッジに近すぎると計測が正確にできない可能性があるため、AFMは、スーパーストレートのエッジから3mmのエッジ除外で利用される。同様なことがナノトポグラフィの計測にも当てはまる。ナノトポグラフィの計測のための9から144の全ての箇所は、除外エリアの外に位置する。1つの実施形態において、本体220の表面222のRaは、最大で0.20nm、又は、より具体的には、0.04nmから0.20nmの範囲であることができる。同一又は更なる実施形態において、本体220の表面222のナノトポグラフィは、2mmのラテラルスケールにおいて、最大で5.9nm、又は、より具体的には、1.7nmから5.9nm又は2.0nmから4.0nmの範囲であることができる。本体220が合成溶融シリカで構成される1つの実施形態において、表面222は、0.16nmのRa、及び、2mmのラテラルスケールにおいて、3.8nmのナノトポグラフィを有することができる。

10

【0037】

バッファ層240は、パーティクルがワークピース200の本体220に到達する可能性を低減するのに役立ち、パーティクルが表面222に到達すると、パーティクルは本体220の表面222を引っ掻くことがある。バッファ層240は、本体220の表面222の上に形成することができる。バッファ層240は、本体220と比較して、異なる組成を有する。従って、バッファ層240は、本体220と比較して、選択的に除去することができる。

20

【0038】

バッファ層240は、本体220と比較して、比較的低いヤング率を有することができる。有機化合物を含むことができる。1つの実施形態において、バッファ層240は、スピンオンカーボン、ポリマー、化学蒸着又は物理蒸着カーボン膜などを含む。特定の実施形態において、バッファ層240は、PMMAなどのアクリルポリマーを含むことができる。バッファ層240は、前駆体をコーティングし、硬化エネルギーを用いて前駆体を硬化することによって形成することができる。硬化エネルギーは、紫外線、光又は赤外線、又は、熱であることができる。硬化中、固体物体は、前駆体の露出面と接触しない。バッファ層240は、同一のチャックの上でコーティングして硬化させることができ、又は、コーターチャックの上でコーティングして分離チャックの上で硬化させてもよい。

30

【0039】

本発明者らは、バッファ層240の遠位表面244がスーパーストレート18の本体220の表面222のRa及びナノトポグラフィよりも著しく低下したRa及びナノトポグラフィを有することを発見した。遠位表面244に沿った箇所280、282、284、286及び288は、本体220の表面222の上の異なる高さに位置することができる。バッファ層240の遠位表面244に沿ったRaは、0.32nmであることができ、バッファ層240の遠位表面244に沿ったナノトポグラフィは、2mmのラテラルスケールにおいて、6nmから8nmの範囲であることができる。粗さRaは、MAのBillERICAのBrukerから入手可能なScanAsyst AFMを備えたIcon Dimensionを用いて、以下の設定で計測した。スタイラスは、ダイヤモンドライクカーボン(DLC)材料でコーティングされたD-TESPA-V2であり、先端高さは、10ミクロンから15ミクロンで、25°の前角、17.5°の後角、20°の側角であり、先端半径は、7nmから10nmであり、ばね定数は、0.4ニュートン/メートルであり、サンプリング間隔は、5.86nmであり、ScanAsystのノイズ閾値は、0.5nmに設定され、評価エリアは、3ミクロン×0.75ミクロンであり、ナノトポグラフィを粗さから分離するために、2次平坦化オペレーション(2nd order flattening operation)が実行された。

40

【0040】

理論に束縛されるものではないが、本発明者らは、バッファ層240の遠位表面244に沿った低い表面粗さ及びナノトポグラフィは、バッファ層240を形成するのに利用される装置、バッファ層240を形成するプロセス、又は、装置及びプロセスの両方に関連

50

している可能性が高いと考える。硬化中、バッファ層 240 を形成するために硬化される前駆体は、スーパーストレート 240 の本体 220 の表面 222 に沿って不均一な硬化エネルギーを受ける。バッファ層 240 の遠位表面 244 は、バッファ層 240 の厚さの変動を考慮して、バッファ層 240 を形成する際に使用されるチャックに対応するシグネチャを示す。厚さの変動は、バッファ層 240 が熱によって硬化される際に、本体 220 に沿った不均一な温度分布に起因する溶媒の不均一な蒸発によって引き起こされる。別のメカニズムは、少なくとも部分的に、バッファ層 240 の厚さの変動を引き起こす。補償層は、バッファ層 240 の遠位表面 244 に沿った高さの変化の影響に対抗するために、バッファ層 240 の上に形成することができる。

【0041】

非限定的な実施形態において、補償層は、インクジェットベースアダプティブ平坦化 (IAP) を用いて形成することができる。かかる方法は、図 3 に示すように、バッファ層 240 の遠位表面 244 の上に前駆体材料 320 を分配することを含むことができる。前駆体材料 320 は、重合性化合物と、光重合開始剤と、を含むことができる。特定の実施形態において、前駆体材料は、アクリル化合物を含むことができる。前駆体材料 320 は、非重合性化合物又は溶媒を含んでいてもよいし、含んでいなくてもよい。非重合性化合物は、増感剤、水素供与体、内部離型剤 (例えば、界面活性剤)、酸化防止剤又はそれらの組み合わせのうちの 1 つ以上を含むことができる。前駆体材料 320 は、界面活性剤を含んでいてもよいし、含んでいなくてもよい。界面活性剤は、Chemguard からの離型剤 Captone FS-3100、FC-4432 (3M)、S-222N 及び S-554-100、Megafac DIC 界面活性剤 (F444、F470、F552、F554、F557、F563 など) 及びフルオロエーテル化合物などの非イオン性フッ素化合物を含むことができる。また、界面活性剤は、Si 含有化合物や炭化水素界面活性剤などの非フッ素化界面活性剤を含むことができる。半導体デバイスの製造中に前駆体材料が使用される場合、かかる前駆体材料は、1 重量% から 2 重量% の界面活性剤を含んでいてもよい。前駆体材料 320 は、マイクロエレクトロニクスデバイスの製造で平坦化層を形成する際に使用される前駆体材料と比較して、同一容量の界面活性剤を含んでいてもよい。別の実施形態において、前駆体材料 320 は、界面活性剤を含まない、或いは、最大で 100 ppm の界面活性剤を含む。

【0042】

前駆体材料 320 は、液滴として分配することができる。前駆体材料 320 は、実質的に等しい間隔を有する実質的に等しい体積の液滴として図 3 に示されているが、実際には、前駆体材料 320 の分配は、バッファ層 240 の遠位表面 244 に適合させることができる。例えば、液滴の局所的に高い面密度は、バッファ層 240 の遠位表面 244 が相対的に低い高さにある箇所 (例えば、図 2 における箇所 282 及び 284) に形成され、液滴の局所的に低い面密度は、バッファ層 240 の遠位表面 244 が相対的に高い高さにある箇所 (例えば、図 2 における箇所 280、286 及び 288) に形成される。前駆体材料 320 の総体積は、前駆体材料 320 の有効厚さ (分配される前駆体材料 320 の総体積を本体 220 の表面 222 の面積で割ったもの) がバッファ層 240 の遠位表面 244 に対応する Ra に前駆体材料のオーバーバーデン厚さを加えた値の少なくとも 2 倍となるように、少なくとも十分な量であることができる。典型的な実施形態において、オーバーバーデン厚さは、3 nm から 100 nm の範囲であるが、Ra は、典型的には、1 nm 未満である。従って、Ra が使用される前駆体材料 320 の量に影響を与えるのは、粗さが高い極端な場合のみである。例えば、遠位表面 244 の Ra が 0.32 nm であれば、前駆体材料 320 の有効厚さは、少なくとも 0.32 nm である。また、前駆体材料 320 の有効厚さは、少なくともバッファ層 240 の遠位表面 244 に対応するナノトポグラフィの値である。例えば、遠位表面 244 のナノトポグラフィが 8 nm であれば、前駆体材料 320 の有効厚さは、少なくとも 8 nm である。前駆体材料 320 の総体積は、補償層を形成するのに使用される異なるスーパーストレートがバッファ層 240 と接触しないことを保証するのに少なくとも十分でなければならない。

10

20

30

40

50

【0043】

図3及び図4を参照するに、方法は、前駆体材料320をスーパーストレート480と接触させることと、前駆体材料320を硬化させて、前駆体材料320から補償層460を形成することと、を更に含むことができる。1つの実施形態において、エネルギーソース38は、前駆体材料320を硬化させるための放射線を発生させるのに使用することができる。スーパーストレート480は、ワークピース200から製造されるスーパーストレート18とは異なる。スーパーストレート480は、本体220に関して前述したような材料のいずれかを含むことができる。スーパーストレート480は、本体220と比較して、同一の組成又は異なる組成を有することができる。スーパーストレート480の接触面482の面積関係及び面積は、本体220及び基板12に対する本体の面積関係と比較して、同一又は異なる組成を有することができる。スーパーストレート480は、前駆体材料320を硬化させるのに使用される放射線に対して、少なくとも70%、少なくとも80%、少なくとも85%又は少なくとも90%の透過率を有する。特定の実施形態において、紫外線放射は、前駆体材料320を硬化させるのに使用することができ、スーパーストレート480は、ガラスベース材料で構成することができる。

10

【0044】

スーパーストレート480の接触面482は、バッファ層240の遠位表面244と比較して、良好であるRa、ナノトポグラフィ、又は、Ra及びナノトポグラフィの両方を有することができる。スーパーストレート480の接触面482は、本体220の表面222に関して前述したようなRa及びナノトポグラフィの値のいずれかを有することができる。スーパーストレート480の接触面482は、本体220の表面222と比較して、同一の値又は異なる値のRaを有することができる。スーパーストレート480の接触面482は、本体220の表面222と比較して、同一の値又は異なる値のナノトポグラフィを有することができる。スーパーストレート480が合成溶融シリカで構成される場合、接触面482は、0.16nmのRa、及び、2mmのラテラルスケールにおいて、3.8nmのナノトポグラフィを有することができる。

20

【0045】

スーパーストレート480とスーパーストレート18との間の距離が減少するにつれて、前駆体材料320は、スーパーストレート480の接触面482と接触する。前駆体材料320の液滴は、融合して、バッファ層240の遠位表面244の上に連続膜を形成する。前駆体材料320は、硬化エネルギーによって硬化され、近位表面462と、近位表面462の反対側の遠位表面464と、を含む補償層460を形成する。前駆体材料320の製造業者は、前駆体材料320とともに使用される特定のタイプのエネルギーに関する情報を提供する。硬化エネルギーは、熱、又は、10nmから1000nmの範囲の波長を有する化学線を含むことができる。1つの実施形態において、化学線は、紫外線、可視光又は赤外線とすることができる。補償層460は、ポリマー、例えば、ポリアクリレートとすることができる。

30

【0046】

補償層460の厚さは、バッファ層240の遠位表面244に沿った低い高さの箇所を充填するのに十分である。補償層460は、少なくとも0.3nm、少なくとも1.1nm又は少なくとも20nmの厚さを有することができる。同一又は別の実施形態において、厚さは、最大で2000nmであってもよい。範囲に関して、補償層460は、0.3nmから2000nm、1.1nmから950nm、又は、20nmから500nmの範囲の厚さを有することができる。補償層460を形成した後、図5に示すように、スーパーストレート480が取り外される。

40

【0047】

補償層460の遠位表面464は、実質的に、スーパーストレート480の接触面482と同一なRa、ナノトポグラフィ、又は、Ra及びナノトポグラフィの両方を有することができる。1つの実施形態において、補償層460の遠位表面464のRaは、最大で0.20nm、又は、より具体的には、0.04nmから0.20nmの範囲であり、同

50

一又は異なる実施形態において、補償層 460 の遠位表面 464 のナノトポグラフィは、2 mm のラテラルスケールにおいて、最大で 5.9 nm、又は、より具体的は、1.7 nm から 5.9 nm、又は、2.0 nm から 4.0 nm の範囲である。

【0048】

図 6 に示すように、保護層 680 は、補償層 460 の遠位表面 464 に沿って形成される。保護層は、近位表面 682 と、近位表面 682 の反対側の遠位表面 684 と、を有する。保護層 680 は、酸化物、窒化物、酸窒化物、フルオロポリマーなどを含むことができる。特定の実施形態において、保護層 680 は、二酸化ケイ素、酸化アルミニウム、アモルファスフルオロポリマーなどを含む。1 つの実施形態において、フルオロポリマーは、ペルフルオロジオキソール-テトラフルオロエチレン共重合体 (perfluorodioxole tetrafluoroethylene copolymer) を含むことができる。同一又は異なる実施形態において、フルオロポリマーは、ジオキソラン環を含むことができる。米国特許第 10892167 号は、かかる特許において層 210 に関して記載されたフルオロポリマーに関して、参照により本明細書に組み込まれる。特定の実施形態において、フルオロポリマーは、USA の Pennsylvania の Extol AGC Chemicals Americas, Inc. から入手可能な Cytos (登録商標) ブランドのフルオロポリマーである。

【0049】

保護層 680 のために選択される材料に応じて、保護層 680 は、化学蒸着 (プラズマアシストの有無にかかわらず)、原子層堆積、物理蒸着 (例えば、スパッタリング)、スピコーティングなどによって形成することができる。

【0050】

保護層 680 は、少なくとも 11 nm、少なくとも 50 nm 又は少なくとも 200 nm の厚さを有することができ、同一又は別の実施形態において、厚さは、最大で 10000 nm、最大で 3000 nm 又は最大で 950 nm である。範囲に関して、保護層 680 は、11 nm から 10000 nm、50 nm から 3000 nm、又は、200 nm から 950 nm の範囲の厚さを有することができる。

【0051】

保護層 680 の表面 682 及び 684 のいずれか又は両方は、補償層 460 の遠位表面 464 と実質的に同一である Ra 及びナノトポグラフィを有することができる。1 つの実施形態において、保護層 680 の表面 682 及び 684 のそれぞれの Ra は、0.04 nm から 0.20 nm の範囲とすることができる。同一又は異なる実施形態において、保護層 680 の表面 682 及び 684 のナノトポグラフィは、2 mm のラテラルスケールにおいて、最大で 5.9 nm、又は、より具体的には、1.7 nm から 5.9 nm、又は、2.0 nm から 4.0 nm の範囲である。

【0052】

保護層 680 は、剥離化合物 (不図示) で処理され、スーパーストレート 18 を用いて形成された平坦化層からのスーパーストレート 18 の分離を容易にすることができる。1 つの実施形態において、例示的な剥離化合物は、米国特許出願公開第 2010/0109195 号に記載され、剥離化合物に関するその教示について参照により本明細書に組み込まれる。剥離化合物は、保護層 680 の厚さを著しく増加させず、例えば、10 nm 未満である。剥離化合物は、スーパーストレート 18 の接触面の Ra 及びナノトポグラフィに有意に影響を与えない。

【0053】

バッファ層 240、補償層 460 及び保護層 680 は、プロセスガスを透過させることができる。透過性は、スーパーストレート 18 が平坦化前駆体材料と接触する際に捕捉されるガスを除去するのに役立つ。バッファ層 240、補償層 460、保護層 680、又は、いずれか又は全ては、本体 220 と比較して、プロセスガスに対してより透過性を有する。1 つの実施形態において、プロセスガスは、ヘリウムである。

【0054】

10

20

30

40

50

プロセスのこの時点でのワークピース200は、実質的に、完成したスーパーストレート18である。保護層680の遠位表面684、又は、剥離化合物が使用されるならば、剥離化合物の露出面は、スーパーストレート18の接触面である。スーパーストレート18の接触面は、最大で0.20nm、又は、より具体的には、0.04nmから0.20nmの範囲のRa、及び、2mmのラテラルスケールにおいて、最大で5.9nm、又は、より具体的には、1.7nmから5.9nm、又は、2.0nmから4.0nmの範囲のナノトポグラフィを有することができる。

【0055】

図2、図7乃至図9を参照して、スーパーストレート18を製造する別の方法が説明される。この実施形態において、前駆体材料320は、前の実施形態において説明したようなバッファ層240の遠位表面244ではなく、異なるスーパーストレート（製造されるスーパーストレートではない）の接触面に沿って形成される。以下により詳細に説明するように、かかる方法は、異なるスーパーストレートの材料のより広い選択を可能とし、異なるスーパーストレートの接触面は、スーパーストレート480の接触面482と比較して、より良好なRa及びナノトポグラフィ特性を有する。

【0056】

方法は、図2に示すようなワークピース200から開始することができる。ワークピースは、前述したように、本体220と、バッファ層と、を含むことができる。

【0057】

前駆体材料320は、図7に示されるように、スーパーストレート780の接触面782に沿って形成され、前駆体材料320は、バッファ層240の遠位表面244に沿って前駆体材料320を形成するのに関して前述したような任意の技術及び事項を用いて形成することができる。

【0058】

スーパーストレート780は、スーパーストレート480に関して前述したような任意の材料を含むことができる。スーパーストレート780は、スーパーストレート18の本体220と比較して、同一の組成又は異なる組成を有することができる。1つの実施形態において、スーパーストレート780の接触面782のRaは、本体220の表面222と比較して、同一又は異なる実施形態であることができ、同一又は異なる実施形態において、スーパーストレート780の接触面782のナノトポグラフィは、本体220の表面222と比較して、同一又は異なる実施形態であることができる。

【0059】

前の実施形態とは異なり、スーパーストレート780は、前駆体材料320を硬化させるのに使用される硬化放射線の最小透過率を有していない。従って、本体220と比較して、スーパーストレート780には、より多様な材料が使用されてもよい。特定の実施形態において、スーパーストレート780は、シリコンウエハである。合成溶融シリカと比較して、スーパーストレート780の接触面782は、Ra、ナノトポグラフィ、又は、Ra及びナノトポグラフィの両方について、より低い値を有することができる。1つの実施形態において、スーパーストレート780の接触面782は、0.08のRa、及び、2mmのラテラルスケールにおいて、3.8nmのナノトポグラフィを有する。接触面782を平坦化する際の積極的な制御によって、0.04のRa、及び、ラテラルスケールにおいて、1.7nmのナノトポグラフィが実現される。

【0060】

バッファ層240（図2）を形成した後、ワークピース200は、バッファ層240の遠位表面244が下を向くように、180°回転される。ワークピース200とスーパーストレート780との間の距離が減少するにつれて、前駆体材料320は、バッファ層240の遠位表面244と接触する。前駆体材料320の液滴は、融合して、スーパーストレート780の接触面782の上に連続膜を形成する。前駆体材料320は、図8に示されるように、本体220及びバッファ層240を透過する硬化エネルギーによって硬化され、補償層860を形成する。1つの実施形態において、エネルギーソース38は、前駆

10

20

30

40

50

体材料 320 を硬化させるための放射線を発生させるのに使用することができる。補償層 860 は、近位表面 862 と、近位表面 862 の反対側の遠位表面 864 と、を有する。1つの実施形態において、硬化エネルギーは、紫外線の形態であることができる。紫外線は、本体 220 及びバッファ層 240 を透過するが、スーパーストレート 780 を透過しない。補償層 860 は、ポリマー、例えば、ポリアクリレートとすることができる。補償層 860 は、補償層 460 に関して前述したように、任意の厚さの事項及び厚さを有することができる。

【0061】

補償層 860 の遠位表面 864 は、スーパーストレート 780 の接触面 782 と実質的に同一な Ra、ナノポトグラフィ、又は、Ra 及びナノポトグラフィの両方を有することができる。1つの実施形態において、補償層 860 の遠位表面 864 の Ra は、最大で 0.20 nm、又は、より具体的には、0.04 nm から 0.20 nm の範囲であり、同一又は異なる実施形態において、補償層 860 の遠位表面 864 のナノポトグラフィは、2 mm のラテラルスケールにおいて、最大で 5.9 nm、又は、より具体的には、1.7 nm から 5.9 nm、又は、2.0 nm から 4.0 nm の範囲である。1つの実施形態において、スーパーストレート 780 は、単結晶シリコンで構成され、補償層 860 の遠位表面 864 は、0.08 nm の Ra、及び、ラテラルスケールにおいて、3.0 nm のナノポトグラフィを有することができる。従って、補償層 860 の遠位表面 864 は、補償層 460 の遠位表面 464 と比較して、より良好な Ra 及びナノポトグラフィを有することができ、補償層 460 は、溶融シリカで構成されたスーパーストレート 480 を用いて形成された。

【0062】

補償層 860 を形成した後、スーパーストレート 780 が取り外され、補償層 860 を含むワークピース 200 は、遠位表面 864 が上を向くように、180°回転される。回転は、スーパーストレート 780 が取り外される前又は後に行われる。

【0063】

保護層 980 は、図 9 に示されるように、補償層 860 の遠位表面 864 に沿って形成される。保護層 980 は、保護層 680 に関して前述したように、任意の材料及び厚さを有することができる。保護層 980 は、近位表面 982 と、近位表面 982 の反対側の遠位表面 984 と、を有する。図 6 における保護層 680 の遠位表面 684 と比較して、図 9 における保護層 980 の遠位表面 984 は、スーパーストレート 780 の接触面 782 が、スーパーストレート 480 の接触面 482 と比較して、より良好な Ra 及びナノポトグラフィを有するため、より良好な Ra、ナノポトグラフィ、又は、Ra 及びナノポトグラフィの両方を有することができる。

【0064】

保護層 680 と同様に、保護層 980 は、剥離化合物（不図示）で処理され、スーパーストレート 18 を用いて形成された平坦化層からのスーパーストレート 18 の剥離を容易にすることができる。剥離化合物は、保護層 680 に関して前述した任意の材料を含むことができる。剥離化合物は、保護層 980 の厚さを著しく増加させず、例えば、10 nm 未満である。剥離化合物は、スーパーストレート 18 の露出面の Ra 及びナノポトグラフィに有意に影響を与えない。

【0065】

プロセスのこの時点でのワークピース 200 は、実質的に、完成したスーパーストレート 18 である。保護層 980 の遠位表面 984、又は、剥離化合物が使用されるならば、剥離化合物の露出面は、スーパーストレート 18 の接触面である。スーパーストレート 18 の接触面は、最大で 0.20 nm、又は、より具体的には、0.04 nm から 0.20 nm の範囲の Ra、及び、2 mm のラテラルスケールにおいて、最大で 5.9 nm、又は、より具体的には、1.7 nm から 5.9 nm、又は、2.0 nm から 4.0 nm の範囲のナノポトグラフィを有することができる。

【0066】

10

20

30

40

50

別の実施形態において、前駆体材料 320 は、図 3 に示されるように、バッファ層 240 の遠位表面 244 に沿って形成することができる。図 4 を参照するに、スーパーストレート 480 は、スーパーストレート 780 によって置換されている。図 4 とは異なり、硬化エネルギーは、硬化エネルギーが前駆体材料 320 によって受け取られて補償層 860 を形成するように、本体 220 及びバッファ層 240 を介して上方に向けられてもよい。また、スーパーストレート 780 が前駆体材料 320 に接触した後、構造体は、本体 220 が上にあり、スーパーストレート 780 が下にあるように、180°回転させることができる。硬化エネルギーは、硬化エネルギーが前駆体材料 360 によって受け取られて補償層 860 を形成するように、構造体の上部に沿って与えられてもよい。硬化後、スーパーストレート 780 は、ワークピース 200 の補償層 860 から剥離される。補償層 860 の遠位表面 864 が上を向いていない場合、ワークピース 200 は、遠位表面 864 が上を向くように、回転することができる。保護層 980 は、図 9 に関して前述したように、補償層 860 の遠位表面 864 に沿って形成される。保護層 980 は、前述したように、剥離化合物で処理することができる。

10

20

30

40

50

【0067】

図 10 乃至図 13 は、スーパーストレート 18 を使用して基板の上にアダプティブ平坦化層を形成することができる方法を示す。平坦化プロセスは、物品を製造する製造方法の一部として統合することができる。物品は、電気回路素子、光学素子、マイクロエレクトロメカニカルシステム (MEMS)、記録素子、センサ、モールドなどであることができる。電気回路素子の例は、ダイナミックランダムアクセスメモリ (DRAM)、スタティックランダムアクセスメモリ (SRAM)、フラッシュメモリ、磁気抵抗メモリ (MRAM) などの半導体メモリ、マイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、グラフィックスプロセッシングユニット、デジタルシグナルプロセッサ、フィールドプログラマブルゲートアレイ (FPGA)、又は、半導体素子、パワートランジスタ、電荷結合素子 (CCD)、画像センサなどである。

【0068】

図 10 乃至図 13 におけるフィーチャは、理解を平易にするために誇張されている。図 1 及び図 10 は、半導体ウエハなどの基材 100 及びパターン層 104 を含む基板 12 の上に、流体分配システム 32 から分配される成形可能材料 112 の断面図を含む。基材 100 は、完全には平坦ではない表面 102 を有する。パターン層 104 は、基板 12 の表面 102 の上に位置する。パターン層 104 は、前に形成されたデバイス層又はレジスト層とすることができる。パターン層 104 は、マスクを用いて規定することができ、そのため、スーパーストレート 18 のバッファ層 240 の遠位表面 244 とは異なり、パターン層 104 は、意図的にパターン化され、凸部 106 及び凹部 108 を含む。

【0069】

後で形成される平坦化層は、凹部 108 などの低い高さに位置する表面 102 の部分にわたって著しく厚い厚さを備えた部分と、高い高さに位置する表面 102 の凸部 106 などの他の部分にわたって著しく薄い厚さを備えた他の部分と、を有する。アダプティブ平坦化は、層の上面が表面 102 のトポロジーにより近く一致する層を形成することを可能にする。成形可能材料 112 の液滴の相対的に低い面密度は、凸部 106 の上に分配され、成形可能材料 112 の液滴の相対的に高い面密度は、凹部 108 に分配される。

【0070】

図 1 及び図 11 を参照するに、スーパーストレート 18 は、成形可能材料 112 と接触させられる。スーパーストレート 18 は、任意の物理的設計を有することができ、前述した方法によって形成される。スーパーストレート 18 が成形可能材料 112 と接触すると、成形可能材料 112 は、広がり、スーパーストレート 18 とパターン層 104 との間の空間を充填する。

【0071】

図 1 及び図 12 を参照するに、成形可能材料 112 は、エネルギーソース 38 を用いて硬化され、平坦化層 124 を形成する。平坦化層 124 が形成された後、図 13 に示すよ

うに、スーパーストレート 18 は、平坦化層 124 から分離される。

【0072】

平坦化層 124 の遠位表面 126 は、スーパーストレート 18 の接触面と実質的に同一な R_a、ナノポトグラフィ、又は、R_a 及びナノポトグラフィの両方を有することができる。図 6 及び図 9 を参照するに、保護層 680 (図 6) の遠位表面 684 及び保護層 980 (図 9) の遠位表面 984 に沿った R_a 及びナノポトグラフィは、補償層 460 (図 6) の遠位表面 464 及び補償層 860 (図 9) の遠位表面 864 が、バッファ層 240 及び保護層を含むが補償層を含まないスーパーストレートと比較して、著しく良好な R_a、ナノポトグラフィ、又は、R_a 及びナノポトグラフィの両方を有するため、非常に良好である。

10

【0073】

ここに記載したような実施形態は、従来のスーパーストレートと比較して、より滑らか、且つ、より平坦な接触面を有するスーパーストレートを形成するのに有用である。補償層は、補償層を形成するのに使用される別のスーパーストレートの接触面の表面粗さ及びナノポトグラフィと実質的に同一となるように形成することができる。このように、補償層は、バッファ層の遠位表面の相対的に低い表面粗さ及びナノポトグラフィに関する問題を低減するのに役立つことができる。保護層は、補償層の遠位表面の上に形成することができる。保護層の遠位表面は、製造されるスーパーストレートの接触面とすることができる。従って、スーパーストレートの接触面は、スーパーストレートの本体の表面と比較して、同一又は良好な表面粗さ及びナノポトグラフィを有することができる。

20

【0074】

なお、一般的な説明又は例において上述したアクティビティの全てが必要ではなく、特定のアクティビティの一部が必要とされなくてもよく、説明されたそれらに加えて、1つ以上の更なるアクティビティを行うことができることに留意されたい。更に、アクティビティが列挙されている順序は、必ずしも、それらが実行される順序ではない。

【0075】

恩恵、その他の利点及び課題に対する解決策は、特定の実施例に関して上述されている。但し、恩恵、利点、課題に対する解決策、及び、任意の恩恵、利点、又は、解決策を生じさせる又はより顕著となる任意のフィーチャは、特許請求の範囲のいずれか又は全てのクリティカルな、必要な、又は、本質的なフィーチャとしてとして解釈されるべきではない。

30

【0076】

ここで説明された実施例の明細書及び図は、種々の実施例の構成の一般的な理解を提供することを意図している。明細書及び図は、ここに記載された構成又は方法を使用する装置及びシステムの要素及びフィーチャの全てを網羅的、且つ、包括的に説明するものではない。別個の実施例は、単一の実施例において組み合わせて提供することもでき、反対に、簡潔にするために、単一の実施例のコンテキストで説明された様々なフィーチャは、個別に、又は、任意のサブコンビネーションで提供することもできる。更に、範囲で記載された値への言及は、その範囲内のそれぞれ及び全ての値を含む。この明細書を読んだ後、当業者には、多くの他の実施例が明らかとなるだろう。本開示の範囲から逸脱することなく、構造的置換、論理的置換又は別の変更を行うことができるように、他の実施例を使用し、本開示から導き出すことができる。従って、本開示は、限定的ではなく、例示的であるとみなされるべきである。

40

【図面】
【図 1】

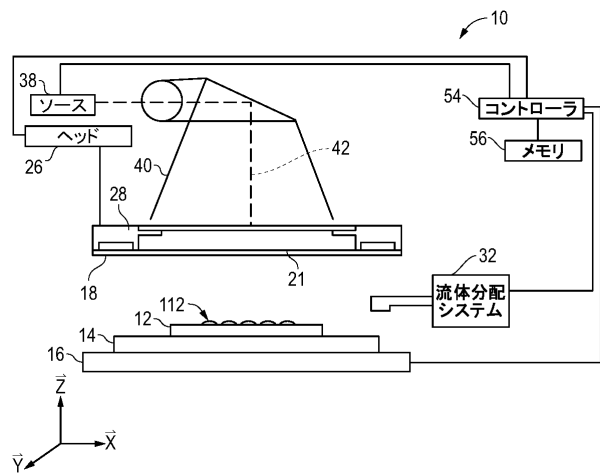


FIG. 1

【図 2】

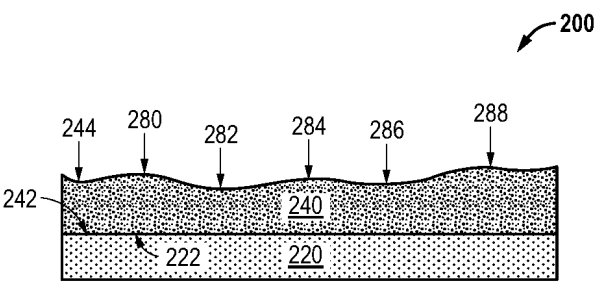


FIG. 2

【図 3】

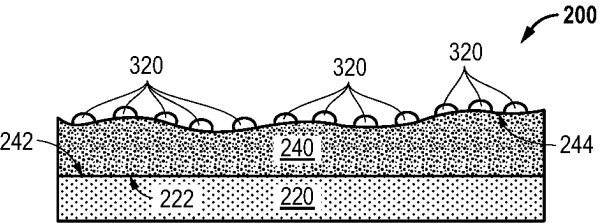


FIG. 3

【図 4】

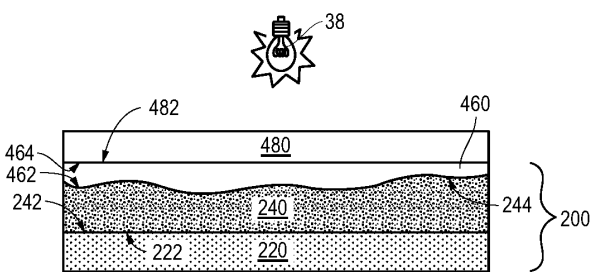


FIG. 4

10

20

30

40

50

【図 5】

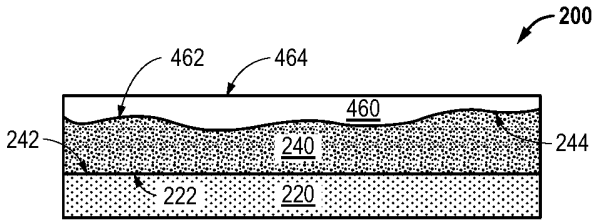


FIG. 5

【図 6】

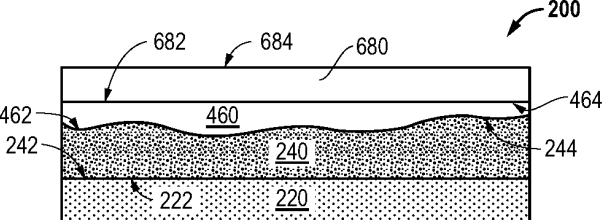


FIG. 6

10

【図 7】

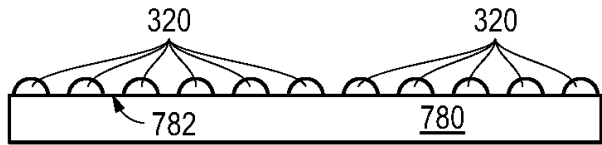


FIG. 7

【図 8】

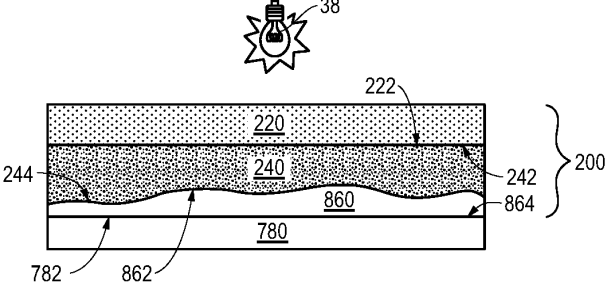


FIG. 8

20

【図 9】

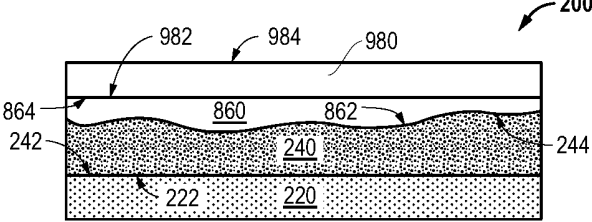


FIG. 9

【図 10】

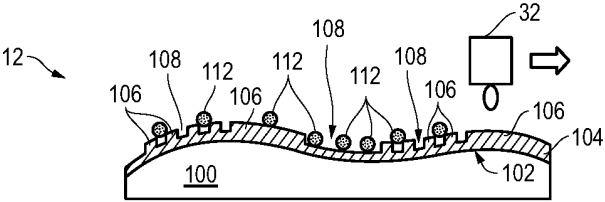


FIG. 10

30

40

50

【図 1 1】

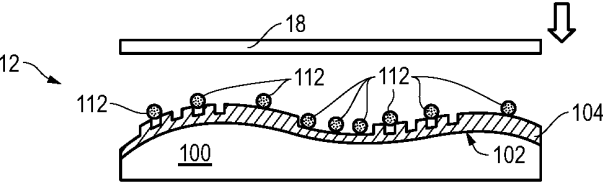


FIG. 11

【図 1 2】

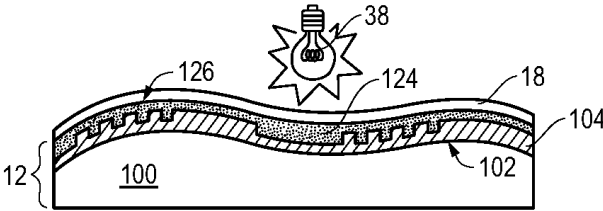


FIG. 12

10

【図 1 3】

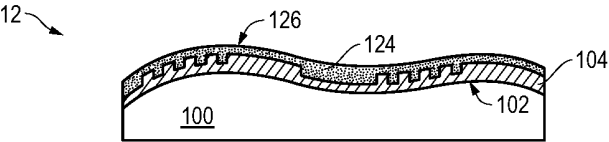


FIG. 13

20

30

40

50

フロントページの続き

(72)発明者 ジェームス ダブリュー アーヴィング
 アメリカ合衆国 7 8 7 5 8 テキサス州 オースティン ウェスト・ブレイカー・レーン 1 8 0 7
 ビルディング シー ー 3 0 0
F ターム (参考) 5F057 AA01 AA31 BA11 BB03 BC03 BC10 FA30 GA21
 5F146 AA32