(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)公表番号
特表2023-536819
(P2023-536819A)
(43)公表日　令和5年8月30日(2023.8.30)

(51)国際特許分類		FI			テーマコード（参考）
Ｈ０１Ｌ　21/683 (2006.01)		Ｈ０１Ｌ	21/68	Ｎ	４Ｊ００２
Ｈ０１Ｌ　21/304 (2006.01)		Ｈ０１Ｌ	21/304	６２２Ｊ	５Ｆ０５７
Ｈ０１Ｌ　21/301 (2006.01)		Ｈ０１Ｌ	21/78	Ｍ	５Ｆ０５８
Ｈ０１Ｌ　21/312 (2006.01)		Ｈ０１Ｌ	21/312	Ａ	５Ｆ０６３
Ｃ０８Ｌ　101/00　(2006.01)		Ｃ０８Ｌ	101/00		５Ｆ１３１

審査請求　未請求　予備審査請求　未請求　（全58頁）

(21)出願番号　特願2023-505859(P2023-505859)
(86)(22)出願日　令和3年7月23日(2021.7.23)
(85)翻訳文提出日　令和5年3月27日(2023.3.27)
(86)国際出願番号　PCT/US2021/042978
(87)国際公開番号　WO2022/026323
(87)国際公開日　令和4年2月3日(2022.2.3)
(31)優先権主張番号　62/706,035
(32)優先日　令和2年7月28日(2020.7.28)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
(81)指定国・地域　AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,
最終頁に続く

(71)出願人　592010081
ラム リサーチ コーポレーション
ＬＡＭ ＲＥＳＥＡＲＣＨ ＣＯＲＰＯＲＡＴＩＯＮ
アメリカ合衆国，カリフォルニア ９４５３８，フレモント，クッシング パークウェイ ４６５０
(74)代理人　110000028
弁理士法人明成国際特許事務所
(72)発明者　シラード・スティーブン・エム．
アメリカ合衆国 カリフォルニア州９４５３８ フレモント，クッシング・パークウェイ，４６５０
(72)発明者　ブラシュート・グレゴリー
アメリカ合衆国 カリフォルニア州９４
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　環境に敏感な基板用の犠牲保護層としての低天井温度ホモポリマー

(57)【要約】
【解決手段】本開示は、ホモポリマーを含む刺激応答性ポリマー（ＳＲＰ）に関するものである。ＳＲＰを採用した方法、フィルム、及び製剤も、本明細書に記載される。
【選択図】図１Ａ

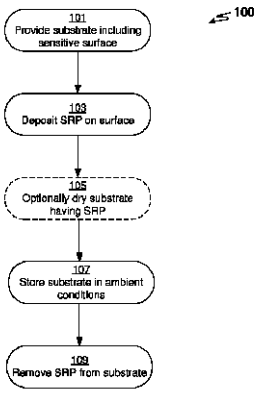


FIG. 1A

【特許請求の範囲】
【請求項１】
刺激応答性ポリマー（ＳＲＰ）を基板上に堆積することを含み、前記ＳＲＰがホモポリマーを含み、前記ホモポリマーが、約２５０ｇ／ｍｏｌから約１５００ｋｇ／ｍｏｌの分子量及び約３００℃未満の天井温度を含み、それによって前記基板の表面上にフィルムを形成する、方法。
【請求項２】
請求項１に記載の方法であって、前記堆積することが、前記ＳＲＰを含む製剤を堆積することを含み、前記製剤が、溶媒、可塑剤、ｐＫａが１以上である有機酸、光酸発生剤、熱酸発生剤、及び／又は染料を含む、方法。
【請求項３】
請求項１に記載の方法であって、前記ホモポリマーの前記分子量が約５００ｇ／ｍｏｌ～１０００ｋｇ／ｍｏｌの重量平均分子量である、方法。
【請求項４】
請求項１に記載の方法であって、前記天井温度が、約６０℃未満、約５０℃未満、約４０℃未満、約３０℃未満、又はそれ以下である、方法。
【請求項５】
請求項１に記載の方法であって、前記堆積することの後に、
前記フィルムを周囲条件で保管することであって、前記フィルムが保管中に前記基板の前記表面の保護を提供する、ことと、
前記基板の前記表面から前記フィルムを除去することと
をさらに含む、方法。
【請求項６】
請求項５に記載の方法であって、前記除去することが、前記フィルムを熱に曝露することを含む、方法。
【請求項７】
請求項５に記載の方法であって、前記除去することが、約１℃／分から約２００℃／秒の温度傾斜に前記フィルムを曝露することを含む、方法。
【請求項８】
請求項５に記載の方法であって、前記除去することが、約０．１ｍＷ／ｃｍ^{2}から約１５Ｗ／ｃｍ^{2}の線量で紫外線又は真空紫外線に前記フィルムを曝露することを含む、方法。
【請求項９】
請求項８に記載の方法であって、前記除去することが、約３０℃から約７００℃の温度で前記フィルムを曝露することをさらに含む、方法。
【請求項１０】
請求項５に記載の方法であって、前記除去することが、前記フィルムを貴ガスプラズマからの準安定中性物質に曝露することを含む、方法。
【請求項１１】
請求項５に記載の方法であって、前記除去することが、約２０℃から約２００℃の温度で酸性蒸気又は塩基性蒸気に前記フィルムを曝露することを含む、方法。
【請求項１２】
請求項１に記載の方法であって、前記基板がトレンチ又は間隙を含む、方法。
【請求項１３】
請求項１２に記載の方法であって、前記堆積することが、前記トレンチ又は前記間隙を前記ＳＲＰで充填することを含む、方法。
【請求項１４】
請求項１に記載の方法であって、前記基板が、第１の溶媒を有する複数の高アスペクト比構造を含む、方法。
【請求項１５】

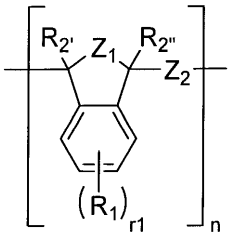
請求項１４に記載の方法であって、前記堆積することが、前記第１の溶媒を、前記ＳＲＰを含む溶液に置き換えることをさらに含む、方法。

【請求項１６】

請求項１から１５のいずれか一項に記載の方法であって、前記ホモポリマーが、式（Ｉ）～（ＸＩＩＩ）のいずれか１つの構造、

【化３５】

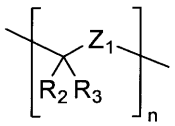
[Chem. 35]



(I)

【化３６】

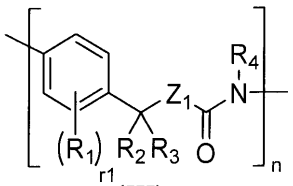
[Chem. 36]



(II)

【化３７】

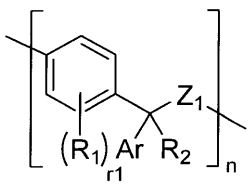
[Chem. 37]



(III)

【化３８】

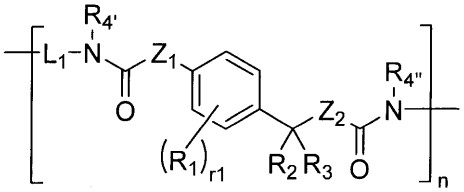
[Chem. 38]



(IV)

【化３９】

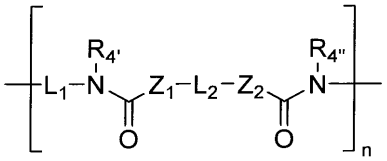
[Chem. 39]



(V)

【化４０】

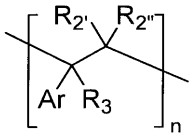
[Chem. 40]



(VI)

【化４１】

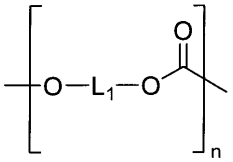
[Chem. 41]



(VII)

【化４２】

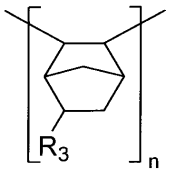
[Chem. 42]



(VIII)

【化４３】

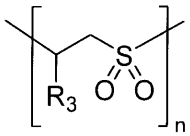
[Chem. 43]



(IX)

【化４４】

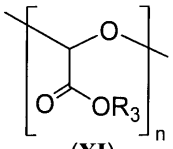
[Chem. 44]



(X)

【化４５】

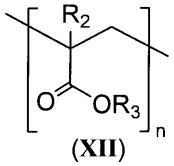
[Chem. 45]



(XI)

【化４６】

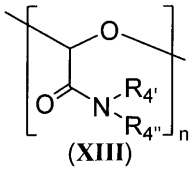
[Chem. 46]



(XII)

【化４７】

[Chem. 47]



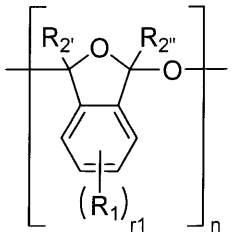
(XIII)

又はその塩を含み（式中、

各R_1は、独立に、Ｈ、置換されていてもよいアルキル、置換されていてもよいアルコキシ、置換されていてもよいアルケニル、置換されていてもよいアリール、又はハロであ

り、
　R_2、$R_{2'}$、$R_{2''}$及びR_3の各々は、独立に、Ｈ、置換されていてもよいアルキル、置換されていてもよいヘテロアルキル、又は置換されていてもよいアリールであり、
　R_4、$R_{4'}$、及び$R_{4''}$の各々は、独立に、Ｈ、置換されていてもよいアルキル、置換されていてもよいアミノアルキル、置換されていてもよいヘテロアルキルであり、あるいは$R_{4'}$及び$R_{4''}$は、それぞれが結合する窒素原子と共に、ここに定義されるようなヘテロシクリル基を形成し、
　Ａｒは、置換されていてもよいアリール、置換されていてもよいアルキル、又は置換されていてもよいアラルキルであり、
　L_1及びL_2の各々は、独立に、共有結合、置換されていてもよいアルキレン、置換されていてもよいヘテロアルキレン、置換されていてもよいアリレン、又は置換されていてもよいシクロアルキレンであり、
　Z_1及びZ_2の各々は、独立に、－Ｏ－、－Ｓ－、$-CR_2R_3O-$、$-OCR_2R_3O-$、$-OCR_2R_3-$、$-CR_2R_3S-$、$-SCR_2R_3S-$、又は$-SCR_2R_3-$であり、
　ｒ１は、１～４の整数であり、かつ
　ｎは、約３から約１００，０００である）、かつ
　前記ホモポリマーが、線状ポリマー又は環状ポリマーを含む、
　方法。
【請求項１７】
　請求項１に記載の方法であって、前記ホモポリマーが式（Ｉａ）の構造、
【化４８】

[Chem. 48]

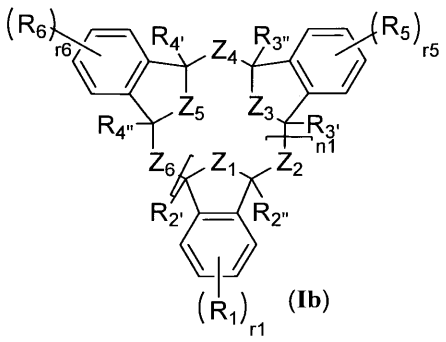


(Ia)

　又はその塩を含み（式中、
　各R_1は、独立に、Ｈ、置換されていてもよいアルキル、置換されていてもよいアルコキシ、置換されていてもよいアルケニル、置換されていてもよいアリール、又はハロであり、
　R_2及び$R_{2'}$の各々は、独立に、Ｈ、置換されていてもよいアルキル、又は置換されていてもよいアリールであり、
　ｒ１は、１～４の整数であり、かつ
　ｎは４～１００，０００である）、かつ
　前記ホモポリマーが、線状ポリマー又は環状ポリマーを含む、
　方法。
【請求項１８】
　請求項１に記載の方法であって、前記ホモポリマーが式（Ｉｂ）の構造、

【化４９】

[Chem. 49]



(Ib)

又はその塩を含む、方法（式中、

R_1、R_5、及びR_6の各々は、独立に、Ｈ、置換されていてもよいアルキル、置換されていてもよいアルコキシ、置換されていてもよいアルケニル、置換されていてもよいアリール、又はハロであり、

R_2、$R_{2'}$、R_3、$R_{3'}$、R_4、及び$R_{4'}$の各々は、独立に、Ｈ、置換されていてもよいアルキル、又は置換されていてもよいアリールであり、

Z_1、Z_2、Z_3、Z_4、Z_5、及びZ_6の各々は、独立に、－Ｏ－、－Ｓ－、$-CR_2R_3O-$、$-OCR_2R_3O-$、$-OCR_2R_3-$、$-CR_2R_3S-$、$-SCR_2R_3S-$、又はSCR_2R_3-であり、ここでR_2及びR_3の各々は、独立に、Ｈ、置換されていてもよいアルキル、又は置換されていてもよいアリールであり、

ｒ１、ｒ５、及びｒ６の各々は、独立に、１～４の整数であり、かつ

ｎ１は１～１００である）。

【請求項１９】

請求項１に記載の方法であって、前記フィルムが、前記基板の上面又は下面上に保護フィルムを含む、方法。

【請求項２０】

請求項１３に記載の方法であって、前記堆積することの後に、

前記基板の前記表面からギャップフィルを除去すること

をさらに含む、方法。

【請求項２１】

請求項１５に記載の方法であって、前記堆積することの後に、

前記基板を乾燥させて、前記ＳＲＰを含むフィルムを形成することと、

前記基板から前記フィルムを除去することと

をさらに含む、方法。

【請求項２２】

請求項１、２０、及び２１に記載の方法であって、前記除去することが、前記基板を刺激に曝露して前記ＳＲＰを除去することを含む、方法。

【請求項２３】

請求項２２に記載の方法であって、前記刺激が、熱、紫外線、準安定中性物質、酸性／塩基性の化学的構造、及び／又はプラズマを含む、方法。

【請求項２４】

請求項１９から２１に記載の方法であって、前記ホモポリマーが、式（Ｉ）～（ＸＩＩＩ）、（Ｉａ）、（Ｉｂ）のいずれか１つの構造、又はその塩を含む、方法。

【請求項２５】

請求項１に記載の方法であって、前記堆積することの前に、

試薬の存在下でモノマーを反応させることと、
前記モノマーの重合を停止させて前記ＳＲＰを提供することと
をさらに含む、方法。
【請求項２６】
上面及び下面を有する半導体基板と、
ホモポリマーを含む刺激応答性ポリマー（ＳＲＰ）の層と
を含み、
前記層が前記半導体基板の前記上面及び／又は前記下面の上に配置され、かつ前記ホモポリマーが、約２５０ｇ／ｍｏｌから約１５００ｋｇ／ｍｏｌの分子量及び約３００℃未満の天井温度を含む、
構造。
【請求項２７】
請求項２６に記載の構造であって、前記ホモポリマーの前記分子量が約５００ｇ／ｍｏｌ～１０００ｋｇ／ｍｏｌである、構造。
【請求項２８】
請求項２６に記載の構造であって、前記層が、前記基板の表面への１つ又は複数の反応性空気中分子の浸透を減少させ、かつ／又は前記基板の表面上に配置された１つ又は複数の反応性部位を遮断するように構成されている、構造。
【請求項２９】
請求項２６に記載の構造であって、
前記基板の前記上面上に配置された複数の高アスペクト比（ＨＡＲ）構造をさらに含み、前記ＨＡＲ構造の少なくとも２つの間に間隙が存在し、前記層が前記間隙を実質的に充填する、
構造。
【請求項３０】
請求項２９に記載の構造であって、前記間隙が、約０．５：１から約３００：１のアスペクト比を有する、構造。
【請求項３１】
ホモポリマーを含む約０．１重量％から約５０重量％の刺激応答性ポリマー（ＳＲＰ）であって、前記ホモポリマーが約２５０ｇ／ｍｏｌから約１５００ｋｇ／ｍｏｌの分子量及び約３００℃未満の天井温度を含む、刺激応答性ポリマー（ＳＲＰ）と、
溶媒と
を含む、製剤。
【請求項３２】
請求項３１に記載の製剤であって、
可塑剤、ｐＫａが１以上の有機酸、光酸発生剤、熱酸発生剤、及び／又は染料から選択される添加剤を約０．００１重量％から約２５重量％さらに含む、
製剤。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
参照による援用
ＰＣＴ出願願書が、本出願の一部として、本明細書と同時に提出されている。同時に提出されたＰＣＴ出願願書に特定され、本出願がその利益又は優先権を主張する各出願は、その全体が全ての目的のために、参照により本明細書に組み込まれる。本出願は、２０２０年７月２８日に出願された米国仮特許出願第６２／７０６，０３５号の利益を主張し、その全体が参照により本明細書に組み込まれる。
【０００２】
本開示は、ホモポリマーを含む刺激応答性ポリマー（ＳＲＰ）に関するものである。ＳＲＰを採用した方法、フィルム、及び製剤もまた、本明細書に記載される。

【背景技術】
【０００３】
半導体製造中、多くの表面は周囲環境の空気中の分子状汚染物質（ＡＭＣ）に敏感である。待ち行列時間は、ＡＭＣへの曝露、並びに酸化、腐食、及びハロゲン化等の望ましくない相互作用をもたらす可能性がある。解決策としては、部分的に製造された半導体基板を窒素（N_2）充填された保管カセット又は保管室に保管すること、及び基板上で真空を壊すことなく複数のプロセスをサポートする統合ツールを使用することが挙げられる。これらの解決策の実装は困難かつ高価であり、安全性及び信頼性に懸念をもたらす。
【０００４】
ここで提供される背景技術の説明は、本技術の文脈を大まかに提示することを目的とする。現時点で名前を挙げられている発明者らによる研究は、この背景技術の欄で説明される範囲内において、出願時に先行技術として別途みなされ得ない説明の態様と同様に、明示又は暗示を問わず、本技術に対抗する先行技術として認められない。
【発明の概要】
【０００５】
本開示は、ホモポリマーを含む、又はホモポリマーである刺激応答性ポリマー（ＳＲＰ）に関する。特定の実施形態において、ＳＲＰの化学的特性は、例えば、特定のフィーチャサイズ内での最適化された堆積、残留物のない除去、及び／又はさほど攻撃的でない解重合を提供するように設計及び調整可能である。非限定的な例では、ＳＲＰは、従来の半導体プロセスで対処することが困難な最小限のサイズを有する間隙、トレンチ、又はフィーチャの充填を可能にする特徴的な分子量（ＭＷ）を有する。別の例では、ＳＲＰは、敏感な基板及び表面を傷つけない温和な条件下で、残留物のない除去を可能にする。
【０００６】
したがって、第１の態様において、本開示は、ＳＲＰを基板上に堆積することを含む方法を特徴とする。特定の実施形態において、ＳＲＰはホモポリマーを含む。他の実施形態において、ホモポリマーは、約２５０ｇ／ｍｏｌから約１５００ｋｇ／ｍｏｌのＭＷ（例えば、重量平均ＭＷ）及び／又は約３００℃未満の天井温度を含む。さらに他の実施形態において、前記堆積することによって基板の表面上にフィルム又は層を形成する。フィルム又は層は、基板の上面及び／又は下面上、並びにそれらの一部に設けることができる。他の実施形態において、フィルム又は層は、基板のフィーチャ（例えば、トレンチ、間隙、構造等）の内部又はそれに近接して設けることができる。
【０００７】
いくつかの実施形態において、前記堆積することは、ＳＲＰを含む製剤を堆積することを含む。他の実施形態において、製剤は、１つ又は複数の添加剤を含む。特定の実施形態において、１つ又は複数の添加剤は、それぞれ約０．００１重量％から約２５重量％の量で存在する。他の実施形態において、複数の添加剤の組み合わせは、約０．００１重量％から約２５重量％の量で存在する。非限定的な添加剤は、溶媒、可塑剤、ｐＫａが１以上である有機酸、光酸発生剤、熱酸発生剤、及び／又は染料の１つ又は複数を含む。
【０００８】
いくつかの実施形態において、方法は、（例えば、前記堆積することの後に）フィルムを周囲条件で保管することをさらに含み、フィルムは保管中に基板の表面の保護を提供する。
【０００９】
他の実施形態において、方法は、（例えば、前記保管することの後に）基板の表面からフィルムを除去することをさらに含む。除去のための非限定的な動作は、熱への曝露（例えば、連続熱）、温度傾斜（例えば、約１℃／分から約２００℃／秒の傾斜、このような傾斜は、温度の下降又は上昇を含み得る）、紫外線（例えば、真空の有無に関わらず、任意選択で約３０℃から約７００℃の温度で、かつ／又は任意選択で約０．１ｍＷ／ｃｍ^{2}から約１５Ｗ／ｃｍ^{2}の線量）、準安定中性物質（例えば、貴ガスプラズマからの原子）、酸性蒸気又は塩基性蒸気（例えば、約２０℃から約２００℃の温度で）、及び／又はプ

ラズマ等の、１つ又は複数の刺激にフィルムを曝露することを含み得る。

【００１０】

いくつかの実施形態において、基板は、トレンチ、間隙、又は他のフィーチャを含む。特定の実施形態において、前記堆積することは、トレンチ又は間隙をＳＲＰで充填することを含む。

【００１１】

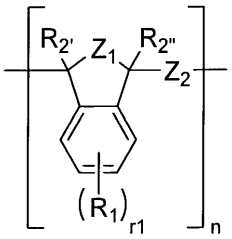
他の実施形態において、基板は、第１の溶媒を有する複数の高アスペクト比構造を含む。特定の実施形態において、前記堆積することは、第１の溶媒を、ＳＲＰを含む溶液に置き換えることをさらに含む。

【００１２】

いくつかの実施形態において、ホモポリマーは、式（Ｉ）～（ＸＩＩＩ）のいずれか１つの構造、

【化１】

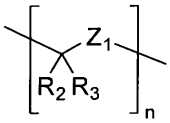
[Chem. 1]



(I)

【化２】

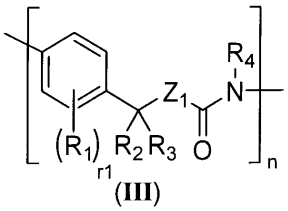
[Chem. 2]



(II)

【化３】

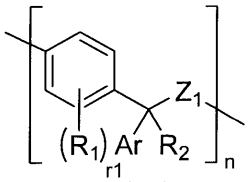
[Chem. 3]



(III)

【化４】

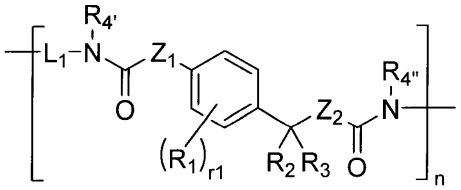
[Chem. 4]



(IV)

【化５】

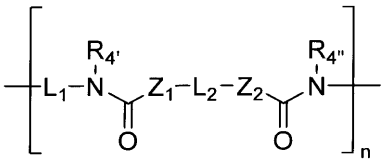
[Chem. 5]



(V)

【化６】

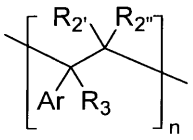
[Chem. 6]



(VI)

【化７】

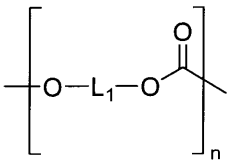
[Chem. 7]



(VII)

【化８】

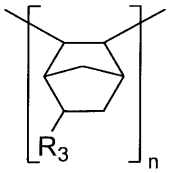
[Chem. 8]



(VIII)

【化９】

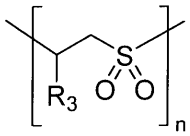
[Chem. 9]



(IX)

【化１０】

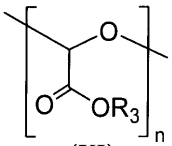
[Chem. 10]



(X)

【化１１】

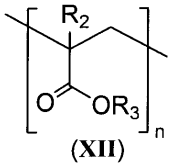
[Chem. 11]



(XI)

【化１２】

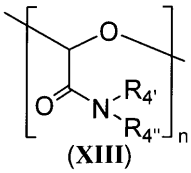
[Chem. 12]



(XII)

【化１３】

[Chem. 13]



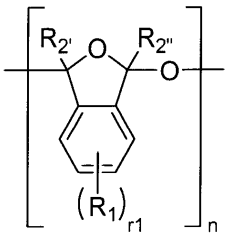
(XIII)

又はその塩を含み（式中、

各R_1は、独立に、Ｈ、置換されていてもよいアルキル、置換されていてもよいアルコキシ、置換されていてもよいアルケニル、置換されていてもよいアリール、又はハロであ

り、
R_2、$R_{2'}$、$R_{2''}$及びR_3の各々は、独立に、Ｈ、置換されていてもよいアルキル、置換されていてもよいヘテロアルキル、又は置換されていてもよいアリールであり、
R_4、$R_{4'}$、及び$R_{4''}$の各々は、独立に、Ｈ、置換されていてもよいアルキル、置換されていてもよいアミノアルキル、置換されていてもよいヘテロアルキルであり、あるいはR_4及び$R_{4'}$は、それぞれが結合する窒素原子と共に、本明細書に定義されるようなヘテロシクリル基を形成し、
Ａｒは、置換されていてもよいアリール、置換されていてもよいアルキル、又は置換されていてもよいアラルキルであり、
L_1及びL_2の各々は、独立に、共有結合、置換されていてもよいアルキレン、置換されていてもよいヘテロアルキレン、置換されていてもよいアリレン、又は置換されていてもよいシクロアルキレンであり、
Z_1及びZ_2の各々は、独立に、－Ｏ－、－Ｓ－、－CR_2R_3O－、－OCR_2R_3O－、－OCR_2R_3－、－CR_2R_3S－、－SCR_2R_3S－、又は－SCR_2R_3－であり、
ｒ１は、１～４の整数であり、かつ
ｎは、約１から約１００，０００である（例えば、２～１００，０００、３～１００，０００、又は４～１００，０００））かつ
ホモポリマーは、線状ポリマー又は環状ポリマーを含む。
【００１３】
いくつかの実施形態において、ホモポリマーは、式（Ｉａ）の構造、
【化１４】

[Chem. 14]

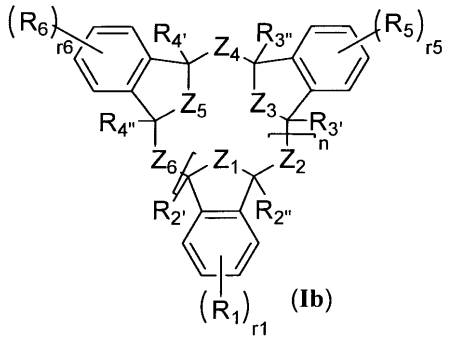


(Ia)

又はその塩を含む（式中、R_1、R_2、$R_{2'}$、$R_{2''}$、ｒ１、及びｎは、本明細書に記載される任意のものであり得る（例えば、式（Ｉ）に関するもの等））。特定の実施形態において、ホモポリマーは、線状ポリマー又は環状ポリマーを含む。
【００１４】
他の実施形態において、ホモポリマーは、式（Ｉｂ）の構造、

【化１５】

[Chem. 15]



(Ib)

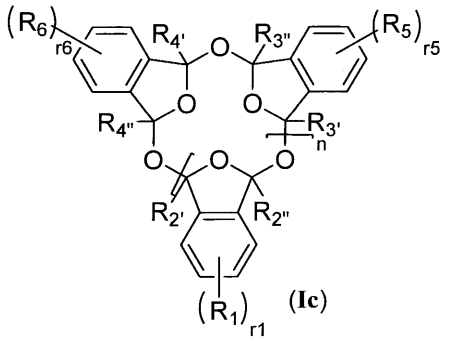
又はその塩を含む（式中、
Ｒ１、Ｒ５、及びＲ６の各々は、独立に、Ｈ、置換されていてもよいアルキル、置換されていてもよいアルコキシ、置換されていてもよいアルケニル、置換されていてもよいアリール、又はハロであり、
Ｒ２’、Ｒ２’’、Ｒ３’、Ｒ３’’、Ｒ４’、及びＲ４’’の各々は、独立に、Ｈ、置換されていてもよいアルキル、又は置換されていてもよいアリールであり、
Ｚ１、Ｚ２、Ｚ３、Ｚ４、Ｚ５、及びＺ６の各々は、独立に、－Ｏ－、－Ｓ－、－ＣＲ２Ｒ３Ｏ－、－ＯＣＲ２Ｒ３Ｏ－、－ＯＣＲ２Ｒ３－、－ＣＲ２Ｒ３Ｓ－、－ＳＣＲ２Ｒ３Ｓ－、又は－ＳＣＲ２Ｒ３－であり、ここでＲ２及びＲ３の各々は、独立に、Ｈ、置換されていてもよいアルキル、又は置換されていてもよいアリールであり、
ｒ１、ｒ５、及びｒ６の各々は、独立に、１～４の整数であり、かつ
ｎは２～１００である）。

【００１５】

さらに他の実施形態において、ホモポリマーは、式（Ｉｃ）の構造、

【化１６】

[Chem. 16]



(Ic)

又はその塩を含む（式中、Ｒ１、Ｒ２’、Ｒ２’’、Ｒ３’、Ｒ３’’、Ｒ４’、Ｒ４’’、Ｒ５、Ｒ６、ｒ１、ｒ５、ｒ６、及びｎは、本明細書に記載される任意のものであり得る（例えば、式（Ｉｂ）に関するもの等））。

【００１６】

いくつかの実施形態において、フィルムは、基板の上面又は下面上に保護フィルムを含む。保護フィルムを上面に設け、それによって基板の敏感な表面又は基板上に配置された任意のフィーチャを（例えば、空気中の種等の反応種、又は他の汚染から）保護できる。また、保護フィルムを下面に設け、それによって基板の裏面を（例えば、粒子又は機械に

よる傷から）保護するための裏面コーティングとして作用させることができる。特定の実施形態において、方法は、（例えば、前記堆積することの後に）保護フィルム及び基板を周囲条件で保管することをさらに含む。他の実施形態において、方法は、（例えば、前記保管することの後に）基板の表面から保護フィルムを除去することをさらに含む。

【００１７】

いくつかの実施形態において、基板は間隙を含む。特定の実施形態において、前記堆積することは、ＳＲＰを堆積して基板の表面上の間隙を充填し、それによって間隙内にギャップフィルを形成することを含む。他の実施形態において、方法は、（例えば、前記堆積することの後に）基板の表面からギャップフィルを除去することをさらに含む。

【００１８】

特定の実施形態において、基板は、基板上に配置された複数の高アスペクト比（ＨＡＲ）構造を含む。任意選択で、複数のＨＡＲ構造間に存在する間隙内に溶媒が提供され得る。いくつかの実施形態において、前記堆積することは、ＳＲＰを堆積して、基板上に配置された複数のＨＡＲ構造からの第１の溶媒を置き換えることを含む。いくつかの実施形態において、方法は、（例えば、前記堆積することの後に）基板を乾燥させて、ＳＲＰを含むフィルムを形成することをさらに含む。さらに他の実施形態において、方法は、（例えば、前記乾燥の後に）基板からフィルムを除去することを含む。

【００１９】

第２の態様において、本開示は、試薬の存在下でモノマーを反応させることと、モノマーの重合を停止させてＳＲＰ（例えば、本明細書に記載される任意のもの）を提供することとを含む、（例えば、ＳＲＰを作成する）方法を包含する。特定の実施形態において、モノマーは、式（Ｉ）～（ＸＶ）、（Ｉａ）、（Ｉｂ）、（Ｉｃ）のいずれか１つの構造、又はその塩（例えば、ここでｎは１である）を含む。他の実施形態において、方法は、（例えば、前記停止の後に）基板又はフィーチャ（例えば、本明細書に記載される任意のもの）にＳＲＰを堆積することをさらに含む。

【００２０】

第３の態様において、本開示は、上面及び下面を有する半導体基板と、半導体基板の上面及び／又は下面の上に配置されたＳＲＰの層とを含む構造を特徴とする。特定の実施形態において、層は、基板によって提供されるフィーチャ上にさらに配置される。非限定的なフィーチャは、トレンチ、間隙、ピラー、デバイス、高アスペクト比（ＨＡＲ）構造等を含む。

【００２１】

いくつかの実施形態において、層は、基板の表面への１つ又は複数の汚染又は反応性空気中分子の浸透（例えば、吸着及び／又は拡散）を減少させ、かつ／又は基板の表面上に配置された１つ又は複数の反応性部位を遮断するように構成されている。非限定的な汚染は、酸素、水、及びハロゲン（例えば、フッ素）を含む。

【００２２】

他の実施形態において、基板は、基板の上面に配置された複数のＨＡＲ構造をさらに含む。特定の実施形態において、間隙は、ＨＡＲ構造の少なくとも２つの間に存在し、かつ層は間隙を実質的に充填する。いくつかの実施形態において、間隙は、約０．５：１から約３００：１のアスペクト比を有する。

【００２３】

第４の態様において、本開示は、約０．１重量％から約５０重量％のＳＲＰ（例えば、本明細書の任意のもの）と、溶媒とを含む製剤を特徴とする。いくつかの実施形態において、製剤は、可塑剤、ｐＫａが１以上の有機酸、光酸発生剤、熱酸発生剤、及び／又は染料から選択される添加剤を約０．００１重量％から約２５重量％さらに含む。

【００２４】

本明細書における任意の実施形態では、ＳＲＰは、約２５０ｇ／ｍｏｌから約１５００ｋｇ／ｍｏｌ（例えば、約２５０ｇ／ｍｏｌ～５００ｇ／ｍｏｌ、２５０ｇ／ｍｏｌ～１０００ｇ／ｍｏｌ、２５０ｇ／ｍｏｌ～２ｋｇ／ｍｏｌ、２５０ｇ／ｍｏｌ～１０ｋｇ／

ｍｏｌ、２５０ｇ／ｍｏｌ～５０ｋｇ／ｍｏｌ、２５０ｇ／ｍｏｌ～１００ｋｇ／ｍｏｌ、２５０ｇ／ｍｏｌ～２５０ｋｇ／ｍｏｌ、２５０ｇ／ｍｏｌ～５００ｋｇ／ｍｏｌ、２５０ｇ／ｍｏｌ～７５０ｋｇ／ｍｏｌ、２５０ｇ／ｍｏｌ～１０００ｋｇ／ｍｏｌ、５００ｇ／ｍｏｌ～１０００ｇ／ｍｏｌ、５００ｇ／ｍｏｌ～２ｋｇ／ｍｏｌ、５００ｇ／ｍｏｌ～１０ｋｇ／ｍｏｌ、５００ｇ／ｍｏｌ～５０ｋｇ／ｍｏｌ、５００ｇ／ｍｏｌ～１００ｋｇ／ｍｏｌ、５００ｇ／ｍｏｌ～２５０ｋｇ／ｍｏｌ、５００ｇ／ｍｏｌ～５００ｋｇ／ｍｏｌ、５００ｇ／ｍｏｌ～７５０ｋｇ／ｍｏｌ、５００ｇ／ｍｏｌ～１０００ｋｇ／ｍｏｌ、５００ｇ／ｍｏｌ～１５００ｋｇ／ｍｏｌ、１ｋｇ／ｍｏｌ～２ｋｇ／ｍｏｌ、１ｋｇ／ｍｏｌ～１０ｋｇ／ｍｏｌ、１ｋｇ／ｍｏｌ～５０ｋｇ／ｍｏｌ、１ｋｇ／ｍｏｌ～１００ｋｇ／ｍｏｌ、１ｋｇ／ｍｏｌ～２５０ｋｇ／ｍｏｌ、１ｋｇ／ｍｏｌ～５００ｋｇ／ｍｏｌ、１ｋｇ／ｍｏｌ～７５０ｋｇ／ｍｏｌ、１ｋｇ／ｍｏｌ～１０００ｋｇ／ｍｏｌ、及び１ｋｇ／ｍｏｌ～１５００ｋｇ／ｍｏｌ）のＭＷ（例えば、重量平均ＭＷ）を有する。

【００２５】

本明細書における任意の実施形態では、ＳＲＰは、３００℃未満の天井温度を有する。特定の実施形態において、天井温度は、約３００℃、２５０℃、２００℃、１５０℃、１００℃、９０℃、８０℃、７５℃、６０℃、５０℃、４０℃、３０℃、２５℃、２０℃、１５℃、１０℃、５℃、０℃、－１０℃、－２０℃、－３０℃、－４０℃、－５０℃未満、又はより低い温度である。

【００２６】

本明細書における任意の実施形態では、ＳＲＰは、約－５０℃から約３００℃の天井温度を有する。特定の実施形態において、天井温度は、約－５０℃から２５０℃、－５０℃から２００℃、－５０℃から１５０℃、－５０℃から１００℃、－５０℃から５０℃、－５０℃から３０℃、－５０℃から１０℃、－５０℃から０℃、－５０℃から－１０℃、－５０℃から－２０℃、－５０℃から－３０℃、－５０℃から－４０℃、－４０℃から２５０℃、－４０℃から２００℃、－４０℃から１５０℃、－４０℃から１００℃、－４０℃から５０℃、－４０℃から３０℃、－４０℃から１０℃、－４０℃から０℃、－４０℃から－１０℃、－４０℃から－２０℃、－４０℃から－３０℃、－３０℃から２５０℃、－３０℃から２００℃、－３０℃から１５０℃、－３０℃から１００℃、－３０℃から５０℃、－３０℃から３０℃、－３０℃から１０℃、－３０℃から０℃、－３０℃から－１０℃、－３０℃から－２０℃、－２０℃から２５０℃、－２０℃から２００℃、－２０℃から１５０℃、－２０℃から１００℃、－２０℃から５０℃、－２０℃から３０℃、－２０℃から１０℃、－２０℃から０℃、－２０℃から－１０℃、－１０℃から２５０℃、－１０℃から２００℃、－１０℃から１５０℃、－１０℃から１００℃、－１０℃から５０℃、－１０℃から３０℃、－１０℃から１０℃、及び－１０℃から０℃である。

【００２７】

本明細書における任意の実施形態では、ＳＲＰは、式（Ｉ）～（ＸＩＩＩ）、（Ｉａ）、（Ｉｂ）、（Ｉｃ）のいずれか１つの構造、又はその塩を含むホモポリマーである。

【００２８】

本明細書における任意の実施形態では、ＳＲＰは、式（Ｉ）～（ＸＶ）、（Ｉａ）、（Ｉｂ）、（Ｉｃ）のいずれか１つの構造、又はその塩を含むコポリマーである。

【００２９】

本明細書における任意の実施形態では、ＳＲＰ、ＳＲＰ層、又はＳＲＰフィルムは、１つ又は複数の刺激への曝露によって除去され得る。非限定的な刺激は、熱への曝露、温度傾斜（例えば、約１℃／分から約２００℃／秒の傾斜、このような傾斜は、温度の下降又は上昇を含み得る）、紫外線（ＵＶ）光（例えば、真空の有無に関わらず、任意選択で約３０℃から約７００℃の温度で、かつ／又は任意選択で約０．１ｍＷ／ｃｍ^{2}から約１５Ｗ／ｃｍ^{2}の線量）、１つ又は複数の準安定中性物質（例えば、貴ガスプラズマからの原子）、酸性又は塩基性の化学的構造（例えば、蒸気として、かつ任意選択で約２０℃から約２００℃の温度で）、及び／又はプラズマを含み得る。特定の実施形態において、熱へ

の曝露は、一定の温度を含み得る。他の実施形態において、熱への曝露は、（例えば、温度の上昇又は下降の）任意の有用な温度ランプレートと任意の有用な温度保持とを有する任意の有用な温度プロファイルを含み得る。ＵＶ光への曝露は、任意選択で真空を含み、かつ任意の有用な温度を含み得る（例として、約２０℃から約７００℃、例えば、約２０℃から１００℃、２０℃から２００℃、２０℃から３００℃、２０℃から４００℃、２０℃から５００℃、２０℃から６００℃、３０℃から１００℃、３０℃から２００℃、３０℃から３００℃、３０℃から４００℃、３０℃から５００℃、３０℃から６００℃、３０℃から７００℃、４０℃から１００℃、４０℃から２００℃、４０℃から３００℃、４０℃から４００℃、４０℃から５００℃、４０℃から６００℃、４０℃から７００℃、５０℃から１００℃、５０℃から２００℃、５０℃から３００℃、５０℃から４００℃、５０℃から５００℃、５０℃から６００℃、又は５０℃から７００℃）。

【００３０】

本明細書における任意の実施形態では、ＳＲＰ、ＳＲＰ層、又はＳＲＰフィルムは、フィーチャ又は基板の表面への１つ又は複数の反応性空気中分子の浸透を減少させるように構成されている。

【００３１】

本明細書における任意の実施形態では、ＳＲＰ、ＳＲＰ層、又はＳＲＰフィルムは、フィーチャ又は基板の表面上に配置された１つ又は複数の反応性部位を遮断するように構成されている。さらなる実施形態については後述する。

【００３２】

定義

「アルケニル」は、１つ又は複数の二重結合を有する置換されていてもよいC_{2-24}アルキル基を意味する。アルケニル基は、環状（例えば、C_{3-24}シクロアルケニル）又は非環状であり得る。アルケニル基はまた、置換又は非置換であり得る。例えば、アルケニル基は、アルキルに関して本明細書に記載されるように、１つ又は複数の置換基で置換され得る。

【００３３】

「アルコキシ」は－ＯＲを意味し、ここでＲは、本明細書に記載されるような、置換されていてもよいアルキル基である。例示的アルコキシ基として、メトキシ、エトキシ、ブトキシ、トリハロアルコキシ、例えばトリフルオロメトキシ等が挙げられる。アルコキシ基は、置換又は非置換であり得る。例えば、アルコキシ基は、アルキルに関して本明細書に記載されるように、１つ又は複数の置換基で置換され得る。例示的な非置換アルコキシ基として、C_{1-3}、C_{1-6}、C_{1-12}、C_{1-16}、C_{1-18}、C_{1-20}、又はC_{1-24}アルコキシ基が挙げられる。

【００３４】

「アルキル」及び接頭辞「ａｌｋ」は、炭素数１～２４の分岐状又は非分岐状の飽和炭化水素基、例えば、メチル、エチル、ｎ－プロピル、イソプロピル、ｎ－ブチル、イソブチル、ｓ－ブチル、ｔ－ブチル、ｎ－ペンチル、イソペンチル、ｓ－ペンチル、ネオペンチル、ヘキシル、ヘプチル、オクチル、ノニル、デシル、ドデシル、テトラデシル、ヘキサデシル、アイコシル、テトラコシル等を意味する。アルキル基は、環状（例えば、C_{3-24}シクロアルキル）又は非環状であり得る。アルキル基は、分岐状又は非分岐状であり得る。また、アルキル基は、置換又は非置換であり得る。例えば、アルキル基は、以下からなる群より独立に選択される１つ、２つ、３つ、又は炭素数２以上のアルキル基の場合には４つの置換基で置換され得る：（１）C_{1-6}アルコキシ（例えば、－Ｏ－Ａｋ、ここでＡｋは置換されていてもよいC_{1-6}アルキルである）、（２）C_{1-6}アルキルスルフィニル（例えば、－Ｓ（Ｏ）－Ａｋ、ここでＡｋは置換されていてもよいC_{1-6}アルキルである）、（３）C_{1-6}アルキルスルホニル（例えば、－SO_2－Ａｋ、ここでＡｋは置換されていてもよいC_{1-6}アルキルである）、（４）アミノ（例えば、－$NR^{N1}R^{N2}$、ここでR^{N1}及びR^{N2}の各々は、独立に、Ｈ又は置換されていてもよいアルキルであり、あるいはR^{N1}及びR^{N2}は、それぞれが結合している窒素原子と共にヘテロシクリル基を形

成する）、（５）アリール、（６）アリールアルコキシ（例えば、－Ｏ－Ｌ－Ａｒ、ここでＬは、置換されていてもよいアルキルの二価形態であり、Ａｒは置換されていてもよいアリールである）、（７）アリロイル（例えば、－Ｃ（Ｏ）－Ａｒ、ここでＡｒは置換されていてもよいアリールである）、（８）アジド（例えば、－N_3）、（９）シアノ（例えば、－ＣＮ）、（１０）カルボキシアルデヒド（例えば、－Ｃ（Ｏ）Ｈ）、（１１）C_{3-8}シクロアルキル（例えば、一価の飽和又は不飽和の非芳香族環状C_{3-8}炭化水素基）、（１２）ハロ（例えば、Ｆ、Ｃｌ、Ｂｒ、又はＩ）、（１３）ヘテロシクリル（例えば、特に指定しない限り、窒素、酸素、リン、硫黄、又はハロ等の１つ、２つ、３つ、又は４つの非炭素ヘテロ原子を含む５員環、６員環、又は７員環）、（１４）ヘテロシクリロキシ（例えば、－Ｏ－Ｈｅｔ、ここでＨｅｔは、本明細書に記載されるようなヘテロシクリルである）、（１５）ヘテロシクリロイル（例えば、－Ｃ（Ｏ）－Ｈｅｔ、ここでＨｅｔは、本明細書に記載されるようなヘテロシクリルである）、（１６）ヒドロキシル（例えば、－ＯＨ）、（１７）Ｎ－保護アミノ、（１８）ニトロ（例えば、－NO_2）、（１９）オキソ（例えば、＝Ｏ）、（２０）C_{3-8}スピロシクリル（例えば、アルキレン又はヘテロアルキレンジラジカル、その両端が親基の同じ炭素原子に結合している）、（２１）C_{1-6}チオアルコキシ（例えば、－Ｓ－Ａｋ、ここでＡｋは置換されていてもよいC_{1-6}アルキルである）、（２２）チオール（例えば、－ＳＨ）、（２３）－CO_2R^A、ここでR^Aは、（ａ）水素、（ｂ）C_{1-6}アルキル、（ｃ）C_{4-18}アリール、及び（ｄ）（C_{4-18}アリール）C_{1-6}アルキル（例えば、－Ｌ－Ａｒ、ここでＬは置換されていてもよいアルキル基の二価形態であり、Ａｒは置換されていてもよいアリールである）からなる群より選択される、（２４）－Ｃ（Ｏ）NR^BR^C、ここでR^B及びR^Cの各々は、独立に、（ａ）水素、（ｂ）C_{1-6}アルキル、（ｃ）C_{4-18}アリール、及び（ｄ）（C_{4-18}アリール）C_{1-6}アルキル（例えば、－Ｌ－Ａｒ、ここでＬは置換されていてもよいアルキル基の二価形態であり、Ａｒは置換されていてもよいアリールである）からなる群より選択される、（２５）－SO_2R^D、ここでR^Dは、（ａ）C_{1-6}アルキル、（ｂ）C_{4-18}アリール、及び（ｃ）（C_{4-18}アリール）C_{1-6}アルキル（例えば、－Ｌ－Ａｒ、ここでＬは置換されていてもよいアルキル基の二価形態であり、Ａｒは置換されていてもよいアリールである）からなる群より選択される、（２６）－$SO_2NR^ER^F$、ここでR^E及びR^Fの各々は、独立に、（ａ）水素、（ｂ）C_{1-6}アルキル、（ｃ）C_{4-18}アリール、及び（ｄ）（C_{4-18}アリール）C_{1-6}アルキル（例えば、－Ｌ－Ａｒ、ここでＬは置換されていてもよいアルキル基の二価形態であり、Ａｒは置換されていてもよいアリールである）からなる群より選択される、及び（２７）－NR^GR^H、ここでR^G及びR^Hの各々は、独立に、（ａ）水素、（ｂ）Ｎ－保護基、（ｃ）C_{1-6}アルキル、（ｄ）C_{2-6}アルケニル（例えば、１つ又は複数の二重結合を有する置換されていてもよいアルキル）、（ｅ）C_{2-6}アルキニル（例えば、１つ又は複数の三重結合を有する置換されていてもよいアルキル）、（ｆ）C_{4-18}アリール、（ｇ）（C_{4-18}アリール）C_{1-6}アルキル（例えば、Ｌ－Ａｒ、ここでＬは置換されていてもよいアルキル基の二価形態であり、Ａｒは置換されていてもよいアリールである）、（ｈ）C_{3-8}シクロアルキル、及び（ｉ）（C_{3-8}シクロアルキル）C_{1-6}アルキル（例えば、－Ｌ－Ｃｙ、ここでＬは、本明細書に記載されるような、置換されていてもよいアルキル基の二価形態であり、Ｃｙは、置換されていてもよいシクロアルキルである）からなる群より選択される。一実施形態において、カルボニル基又はスルホニル基を介して窒素原子に結合される２つの基は存在しない。アルキル基は、１つ又は複数の置換基（例えば、１つ又は複数のハロ又はアルコキシ）で置換された第１級、第２級、又は第３級アルキル基であり得る。いくつかの実施形態では、非置換アルキル基は、C_{1-3}、C_{1-6}、C_{1-12}、C_{1-16}、C_{1-18}、C_{1-20}、又はC_{1-24}アルキル基である。

【００３５】

「アルキレン」は、本明細書に記載されるような、アルキル基の多価（例えば、二価）形態を意味する。例示的アルキレン基として、メチレン、エチレン、プロピレン、ブチレン等が挙げられる。いくつかの実施形態では、アルキレン基は、C_{1-3}、C_{1-6}、C_{1-12}

、C_{1-16}、C_{1-18}、C_{1-20}、C_{1-24}、C_{2-3}、C_{2-6}、C_{2-12}、C_{2-16}、C_{2-18}、C_{2-20}、又はC_{2-24}アルキレン基である。アルキレン基は、分岐状又は非分岐状であり得る。また、アルキレン基は、置換又は非置換であり得る。例えば、アルキレン基は、アルキルに関して本明細書に記載されるように、１つ又は複数の置換基で置換され得る。

【００３６】

「アルキニル」は、１つ又は複数の三重結合を有する置換されていてもよいC_{2-24}アルキル基を意味する。アルキニル基は環状又は非環状であり得、エチニル、１－プロピニル等により例示される。また、アルキニル基は、置換又は非置換であり得る。例えば、アルキニル基は、アルキルに関して本明細書に記載されるように、１つ又は複数の置換基で置換され得る。

【００３７】

「アミノ」は、－$NR^{N1}R^{N2}$を意味し、ここでR^{N1}及びR^{N2}の各々は、独立に、Ｈ、置換されていてもよいアルキル、又は置換されていてもよいアリールであり、あるいはR^{N1}及びR^{N2}は、それぞれが結合している窒素原子と共に、本明細書に定義されるようなヘテロシクリル基を形成する。

【００３８】

「アミノアルキル」は、本明細書に定義されるようなアミノ基で置換された、本明細書に定義されるようなアルキル基を意味する。

【００３９】

「アラルキル」又は「アリールアルキル」は、本明細書に定義されるようなアルキレン基を介して親分子基に結合された、本明細書に定義されるようなアリール基を意味する。いくつかの実施形態では、アラルキル基は－Ａｋ－Ａｒであり、ここでＡｋは、本明細書に定義されるような、置換されていてもよいアルキレンであり、Ａｒは、本明細書に定義されるような、置換されていてもよいアリールである。アラルキル基は、置換又は非置換であり得る。例えば、アラルキル基は、アリール及び／又はアルキルに関して本明細書に記載されるように、１つ又は複数の置換基で置換され得る。例示的な非置換のアラルキル基は、炭素数７～１６のもの（C_{7-16}アラルキル）、並びに炭素数４～１８のアリール基及び炭素数１～６のアルキレン基（すなわち、（C_{4-18}アリール）C_{1-6}アルキル）を有するものである。

【００４０】

「アリール」は、例えば、インダニル、テトラヒドロナフチル、フルオレニル等の縮合ベンゾC_{4-8}シクロアルキルラジカル（例えば、本明細書において定義されるもの）を含む、限定されないが、フェニル、ベンジル、アントラセニル、アントリル、ベンゾシクロブテニル、ベンゾシクロオクテニル、ビフェニリル、クリセニル、ジヒドロインデニル、フルオランテニル、インダセニル、インデニル、ナフチル、フェナントリル、フェノキシベンジル、ピケニル、ピレニル、テルフェニル等を含む任意の炭素系芳香族基を含む基を意味する。アリールという用語は、「ヘテロアリール」も含み、これは、芳香族基の環内に組み込まれた少なくとも１つのヘテロ原子を有する芳香族基を含む基として定義される。ヘテロ原子の例として、窒素、酸素、硫黄、及びリンが挙げられるが、これらに限定されない。同様に、非ヘテロアリールという用語は、アリールという用語に包含されるが、ヘテロ原子を含まない芳香族基を含む基を定義する。アリール基は、置換又は非置換であり得る。アリール基は、アルキルに関して本明細書に記載された任意のもの等の、１つ、２つ、３つ、４つ、又は５つの置換基で置換され得る。特定の実施形態では、非置換のアリール基は、C_{4-18}、C_{4-14}、C_{4-12}、C_{4-10}、C_{6-18}、C_{6-14}、C_{6-12}、又はC_{6-10}アリール基である。

【００４１】

「アリレン」は、本明細書に記載される場合、アリール基の多価（例えば、二価）形態を意味する。例示的アリレン基として、フェニレン、ナフチレン、ビフェニレン、トリフェニレン、ジフェニルエーテル、アセナフテニレン、アントリレン、又はフェナントリレンが挙げられる。いくつかの実施形態では、アリレン基は、C_{4-18}、C_{4-14}、C_{4-12}、

C_{4-10}、C_{6-18}、C_{6-14}、C_{6-12}、又はC_{6-10}アリレン基である。アリレン基は、分岐状又は非分岐状であり得る。また、アリレン基は、置換又は非置換であり得る。例えば、アリレン基は、アリールに関して本明細書に記載されるように、１つ又は複数の置換基で置換され得る。

【００４２】

「（アリール）（アルキル）ｅｎｅ」は、本明細書に記載されるようなアルキレン又はヘテロアルキレン基に結合した、本明細書に記載されるようなアリレン基を含む二価形態を意味する。いくつかの実施形態では、（アリール）（アルキル）ｅｎｅ基は、－Ｌ－Ａｒ－又は－Ｌ－Ａｒ－Ｌ－又は－Ａｒ－Ｌ－であり、ここでＡｒはアリレン基であり、各Ｌは、独立に、置換されていてもよいアルキレン基又は置換されていてもよいヘテロアルキレン基である。

【００４３】

「アジド」は、$-N_3$基を意味する。

【００４４】

「アジドアルキル」は、本明細書に定義されるようなアルキル基を介して親分子基に結合したアジド基を意味する。

【００４５】

「カルボキシアルデヒド」は、－Ｃ（Ｏ）Ｈ基を意味する。

【００４６】

「カルボキシアルキル」は、本明細書に定義されるようなカルボキシル基で置換された、本明細書に定義されるようなアルキル基を意味する。

【００４７】

「カルボキシル」は、$-CO_2H$基を意味する。

【００４８】

「シアノ」は、－ＣＮ基を意味する。

【００４９】

「シクロアルケニル」は、３～１０個の炭素原子からなり、かつ少なくとも１つの二重結合、すなわちＣ＝Ｃを含む非芳香族炭素系環を意味する。シクロアルケニル基の例としては、シクロプロペニル、シクロブテニル、シクロペンテニル、シクロペンタジエニル、シクロヘキセニル、シクロヘキサジエニル等が挙げられるが、これらに限定されない。

【００５０】

「シクロアルキル」は、特に指定しない限り、炭素数３～８の一価の飽和又は不飽和の非芳香族環状炭化水素基を意味し、シクロプロピル、シクロブチル、シクロペンチル、シクロヘキシル、シクロヘプチル、ビシクロ［２．２．１．］ヘプチル等により例示される。シクロアルキル基はまた、置換又は非置換であり得る。例えば、シクロアルキル基は、アルキルに関して本明細書に記載されたものを含む１つ又は複数の基で置換され得る。

【００５１】

「シクロアルキレン」は、本明細書に記載されるようなシクロアルキル基の多価（例えば、二価）形態を意味する。例示的シクロアルキレン基として、シクロプロピレン、シクロブチレン、シクロペンチレン、シクロヘキシレン、シクロヘキセニレン、シクロヘキサジエニレン等が挙げられる。いくつかの実施形態では、シクロアルキレン基は、C_{3-6}、C_{3-12}、C_{3-16}、C_{3-18}、C_{3-20}、又はC_{3-24}シクロアルキレン基である。シクロアルキレン基は、分岐状又は非分岐状であり得る。また、シクロアルキレン基は、置換又は非置換であり得る。例えば、シクロアルキレン基は、アルキルに関して本明細書に記載されるように、１つ又は複数の置換基で置換され得る。

【００５２】

「フルオロ酸」は、A^1CO_2Hを意味し、ここでA^1は、１つ又は複数のフルオロ（Ｆ）で置換された、置換されていてもよいアルキル又は置換されていてもよいアリールである。

【００５３】

本明細書で使用される「エステル」は、－ＯＣ（Ｏ）Ａ^{1}又は－Ｃ（Ｏ）ＯＡ^{1}を意味し、ここでＡ^{1}は、本明細書に記載されるような、アルキル、アルケニル、アルキニル、アリール、ヘテロアリール、シクロアルキル、シクロアルケニル、ヘテロシクロアルキル、又はヘテロシクロアルケニル基であり得る。

【００５４】

本明細書で使用される「エーテル」は、Ａ^{1}ＯＡ^{2}を意味し、ここでＡ^{1}及びＡ^{2}は、独立に、本明細書に記載されるような、アルキル、アルケニル、アルキニル、アリール、ヘテロアリール、シクロアルキル、シクロアルケニル、ヘテロシクロアルキル、又はヘテロシクロアルケニル基であり得る。

【００５５】

「ハロ」は、Ｆ、Ｃｌ、Ｂｒ、又はＩを意味する。

【００５６】

「ハロアルキル」は、１つ又は複数のハロで置換された、本明細書に定義されるようなアルキル基を意味する。

【００５７】

「ヘテロアルキル」は、１つ、２つ、３つ、又は４つの非炭素ヘテロ原子（例えば、窒素、酸素、リン、硫黄、セレン、又はハロからなる群より独立に選択される）を含む、本明細書に定義されるようなアルキル基を意味する。

【００５８】

「ヘテロアルキレン」は、１つ、２つ、３つ、４つ、又はそれ以上の非炭素ヘテロ原子（例えば、窒素、酸素、リン、硫黄、セレン、又はハロからなる群より独立に選択される）を含む、本明細書に定義されるようなアルキレン基を意味する。いくつかの実施形態では、ヘテロアルキレン基は、－Ａｋ－Ｘ－、－Ｘ－Ａｋ－、－（Ａｋ－Ｘ）$_{h1}$－Ａｋ－、又は－Ｘ－（Ａｋ－Ｘ）$_{h1}$－であり、ここでＡｋは、本明細書に定義されるような置換されていてもよいアルキレンであり、Ｘは非炭素ヘテロ原子（例えば、－Ｏ－、－Ｓ－、又は－ＮＲ^{N1}－、ここでＲ^{N1}は、Ｈ、任意選択でアルキル、又は置換されていてもよいアリールである）であるか、そのような非炭素ヘテロ原子を含み、かつｈ１は１～５の整数である。ヘテロアルキレン基は、置換又は非置換であり得る。例えば、ヘテロアルキレン基は、アルキルに関して本明細書に記載されるように、１つ又は複数の置換基で置換され得る。ヘテロアルキレン基は、直鎖状又は環状、例えば、本明細書に記載されるような、ヘテロシクリル基から水素を除去することによって形成されるヘテロシクリル基の二価形態等であり得る。例示的な環状ヘテロアルキレン基として、ピペルジイリデン、キノリンジイル等が挙げられる。

【００５９】

用語「ヘテロシクロアルケニル」は、環の炭素原子の少なくとも１つがＯ、Ｓ、Ｎ、又はＮＨで置換されている、本明細書に定義されるようなシクロアルケニル基の一種である。シクロアルケニル基及びヘテロシクロアルケニル基は、置換又は非置換であり得る。シクロアルケニル基及びヘテロシクロアルケニル基は、限定されないが、本明細書に記載されるような、アルキル、アルコキシ、アルケニル、アルキニル、アリール、ヘテロアリール、カルボキシアルデヒド、アミノ、カルボキシル、スルホン酸、スルフィン酸、フルオロ酸、ホスホン酸、エステル、エーテル、ハロ、ヒドロキシル、ケトン、ニトロ、シアノ、アジド、シリル、スルホニル、スルフィニル、又はチオールを含む、１つ又は複数の基で置換され得る。

【００６０】

用語「ヘテロシクロアルキル」は、炭素原子及びその結合水素原子の少なくとも１つが、存在する場合には、Ｏ、Ｓ、Ｎ、又はＮＨによって置換されている、本明細書に定義されるようなシクロアルキル基の一種である。ヘテロシクロアルキル基及びヘテロシクロアルケニル基は、置換又は非置換であり得る。シクロアルキル基及びヘテロシクロアルキル基は、限定されないが、本明細書に記載されるような、アルキル、アルコキシ、アルケニル、アルキニル、アリール、ヘテロアリール、カルボキシアルデヒド、アミノ、カルボキ

シル、スルホン酸、スルフィン酸、フルオロ酸、ホスホン酸、エステル、エーテル、ハロ、ヒドロキシル、ケトン、ニトロ、シアノ、アジド、シリル、スルホニル、スルフィニル、又はチオールを含む、１つ又は複数の基で置換され得る。

【００６１】

「ヘテロシクリル」は、特に指定しない限り、１つ、２つ、３つ、又は４つの非炭素ヘテロ原子（例えば、窒素、酸素、リン、硫黄、セレン、又はハロからなる群より独立に選択される）を含む、３員環、４員環、５員環、６員環、又は７員環（例えば、５員環、６員環、又は７員環）を意味する。３員環は０～１つの二重結合を有し、４員環及び５員環は０～２つの二重結合を有し、６員環及び７員環は０～３つの二重結合を有する。用語「ヘテロシクリル」はまた、二環式、三環式、及び四環式基を含み、ここで、上記の複素環のいずれかは、アリール環、シクロヘキサン環、シクロヘキセン環、シクロペンタン環、シクロペンテン環、及び他の単環式複素環、例えば、インドリル、キノリル、イソキノリル、テトラヒドロキノリル、ベンゾフリル、ベンゾチエニル等、からなる群より独立に選択される１つ、２つ、又は３つの環と縮合する。複素環は、アクリジニル、アデニル、アロキサジニル、アザアダマンタニル、アザベンゾイミダゾリル、アザビシクロノニル、アザシクロヘプチル、アザシクロオクチル、アザシクロノニル、アザヒポキサンチニル、アザインダゾリル、アザインドリル、アゼシニル、アゼパニル、アゼピニル、アゼチジニル、アゼチル、アジリジニル、アジリニル、アゾカニル、アゾシニル、アゾナニル、ベンゾイミダゾリル、ベンゾイソチアゾリル、ベンゾイソオキサゾリル、ベンゾジアゼピニル、ベンゾジアゾシニル、ベンゾジヒドロフリル、ベンゾジオキセピニル、ベンゾジオキシニル、ベンゾジオキサニル、ベゾジオキソシニル、ベンゾジオキソリル、ベンゾジチエピニル、ベンゾジチイニル、ベンゾジオキソシニル、ベンゾフラニル、ベンゾフェナジニル、ベンゾピラノニル、ベンゾピラニル、ベンゾピレニル、ベンゾピロニル、ベンゾキノリニル、ベンゾキノリジニル、ベンゾチアジアゼピニル、ベンゾチアジアゾリル、ベンゾチアゼピニル、ベンゾチアゾシニル、ベンゾチアゾリル、ベンゾチエニル、ベンゾチオフェニル、ベンゾチアジノニル、ベンゾチアジニル、ベンゾチオピラニル、ベンゾチオピロニル、ベンゾトリアゼピニル、ベンゾトリアジノニル、ベンゾトリアジニル、ベンゾトリアゾリル、ベンゾオキサチイニル、ベンゾトリオキセピニル、ベンゾオキサジアゼピニル、ベンゾオキサチアゼピニル、ベンゾオキサチエピニル、ベンゾオキサチオシニル、ベンゾオキサゼピニリル、ベンゾオキサジニル、ベンゾオキサゾシニル、ベンゾオキサゾリノニル、ベンゾオキサゾリニル、ベンゾオキサゾリル、ベンジルスルタミル、ベンジルスルチミル、ビピラジニル、ビピリジニル、カルバゾリル（例えば、４Ｈ－カルバゾリル）、カルボリニル（例えば、β－カルボリニル）、クロマノニル、クロマニル、クロメニル、シンノリニル、クマリニル、シトジニル、シトシニル、デカヒドロイソキノリニル、デカヒドロキノリニル、ジアザビシクロオクチル、ジアゼチル、ジアジリジンチオニル、ジアジリジノニル、ジアジリジニル、ジアジリニル、ジベンゾイソキノリニル、ジベンゾアクリジニル、ジベンゾカルバゾリル、ジベンゾフラニル、ジベンゾフェナジニル、ジベンゾピラノニル、ジベンゾピロニル（キサントニル）、ジベンゾキノキサリニル、ジベンゾチアゼピニル、ジベンゾチエピニル、ジベンゾチオフェニル、ジベンゾキセピニル、ジヒドロアゼピニル、ジヒドロアゼチル、ジヒドロフラニル、ジヒドロフリル、ジヒドロイソキノリニル、ジヒドロピラニル、ジヒドロピリジニル、ジヒドロイピリジル、ジヒドロキノリニル、ジヒドロチエニル、ジヒドロインドリル、ジオキサニル、ジオキサジニル、ジオキシンドリル、ジオキシラニル、ジオキセニル、ジオキシニル、ジオキソベンゾフラニル、ジオキソリル、ジオキソテトラヒドロフラニル、ジオキソチオモルホリニル、ジチアニル、ジチアゾリル、ジチエニル、ジチイニル、フラニル、フラザニル、フロイル、フリル、グアニニル、ホモピペラジニル、ホモピペリジニル、ヒポキサンチニル、ヒダントイニル、イミダゾリジニル、イミダゾリニル、イミダゾリル、インダゾリル（例えば、１Ｈ－インダゾリル）、インドレニル、インドリニル、インドリジニル、インドリル（例えば、１Ｈ－インドリル又は３Ｈ－インドリル）、イサチニル、イサチル、イソベンゾフラニル、イソクロマニル、イソクロメニル、イソインダゾイル、イソインドリニル、イソインドリル

、イソピラゾロニル、イソピラゾリル、イソキサゾリジニル、イソキサゾリル、イソキノリニル、イソキノリニル、イソチアゾリジニル、イソチアゾリル、モルホリニル、ナフチンダゾリル、ナフチンドリル、ナフチリジニル（ｎａｐｈｔｈｉｒｉｄｉｎｙｌ）、ナフトピラニル、ナフトチアゾリル、ナフトチオキソリル、ナフトトリアゾリル、ナフトオキシンドリル、ナフチリジニル（ｎａｐｈｔｈｙｒｉｄｉｎｙｌ）、オクタヒドロイソキノリニル、オキサビシクロヘプチル、オキサウラシル、オキサジアゾリル、オキサジニル、オキサジリジニル、オキサゾリジニル、オキサゾリドニル、オキサゾリニル、オキサゾロニル、オキサゾリル、オキセパニル、オキセタノニル、オキセタニル（ｏｘｅｔａｎｙｌ）、オキセチル、オキセタニル（ｏｘｔｅｎａｙｌ）、オキシンドリル、オキシラニル、オキベンゾイソチアゾリル、オキソクロメニル、オキソイソキノリニル、オキソキノリニル、オキソチオラニル、フェナントリジニル、フェナントロリニル、フェナジニル、フェノチアジニル、フェノチエニル（ベンゾチオフラニル）、フェノキサチイニル、フェノキサジニル、フタルアジニル、フタルアゾニル、フタリジル、フタルイミジニル、ピペラジニル、ピペリジニル、ピペリドニル（例えば、４－ピペリドニル）、プテリジニル、プリニル、ピラニル、ピラジニル、ピラゾリジニル、ピラゾリニル、ピラゾロピリミジニル、ピラゾリル、ピリダジニル、ピリジニル、ピリドピラジニル、ピリドピリミジニル、ピリジル、ピリミジニル、ピリミジル、ピロニル、ピロリジニル、ピロリドニル（例えば、２－ピロリドニル）、ピロリニル、ピロリジジニル、ピロリル（例えば、２Ｈ－ピロリル）、ピリリウム、キナゾリニル、キノリニル、キノリジニル（例えば、４Ｈ－キノリジニル）、キノキサリニル、キヌクリジニル、セレナジニル、セレナゾリル、セレノフェニル、スクシンイミジル、スルホラニル、テトラヒドロフラニル、テトラヒドロフリル、テトラヒドロイソキノリニル、テトラヒドロイソキノリル、テトラヒドロピリジニル、テトラヒドロピリジル（ピペリジル）、テトラヒドロピラニル、テトラヒドロピロニル、テトラヒドロキノリニル、テトラヒドロキノリル、テトラヒドロチエニル、テトラヒドロチオフェニル、テトラジニル、テトラゾリル、チアジアジニル（例えば、６Ｈ－１，２，５－チアジアジニル又は２Ｈ，６Ｈ－１，５，２－ジチアジニル）、チアジアゾリル、チアントレニル、チアニル、チアナフテニル、チアゼピニル、チアジニル、チアゾリジンジオニル、チアゾリジニル、チアゾリル、チエニル、チエパニル、チエピニル、チエタニル、チエチル、チイラニル、チオカニル、チオクロマノニル、チオクロマニル、チオクロメニル、チオジアジニル、チオジアゾリル、チオインドキシル、チオモルホリニル、チオフェニル、チオピラニル、チオピロニル、チオトリアゾリル、チオウラゾリル、チオキサニル、チオキソリル、チミジニル、チミニル、トリアジニル、トリアゾリル、トリチアニル、ウラジニル、ウラゾリル、ウレチジニル、ウレチニル、ウリシル、ウリジニル、キサンテニル、キサンチニル、キサンチオニル等、並びにそれらの修飾形態（例えば、１つ又は複数のオキソ及び／又はアミノを含む）及びそれらの塩を含む。ヘテロシクリル基は、置換又は非置換であり得る。例えば、ヘテロシクリル基は、アリールに関して本明細書に記載されるように、１つ又は複数の置換基で置換され得る。

【００６２】

「ヒドロキシル」は、－ＯＨを意味する。

【００６３】

「ヒドロキシアルキル」は、１～３つのヒドロキシル基によって置換された、本明細書に定義されるようなアルキル基を意味し、ただし、１つのヒドロキシル基のみがアルキル基の単一炭素原子に結合してもよく、ヒドロキシメチル、ジヒドロキシプロジル等によって例示される。

【００６４】

「ケトン」は、$A^1C(O)A^2$を意味し、ここでA^1及びA^2は、独立に、本明細書に記載されるような、アルキル、ハロアルキル、アルケニル、アルキニル、アリール、ヘテロアリール、シクロアルキル、シクロアルケニル、ヘテロシクロアルキル、又はヘテロシクロアルケニル基であり得る。

【００６５】

「ニトロ」は、－NO_2基を意味する。

【００６６】

「オキシ」は、－Ｏ－を意味する。

【００６７】

「ホスホン酸」は、－Ｐ（Ｏ）（ＯＨ）$_2$を意味する。

【００６８】

「シリル」は、－Ｓｉ$A^1A^2A^3$を意味し、ここでA^1、A^2、及びA^3の各々は、独立に、本明細書に記載されるような、アルキル、ハロアルキル、アルケニル、アルキニル、アリール、ヘテロアリール、シクロアルキル、シクロアルケニル、ヘテロシクロアルキル、又はヘテロシクロアルケニル基であり得る。

【００６９】

「スルフィン酸」は、－Ｓ（Ｏ）ＯＨを意味する。

【００７０】

「スルフィニル」は、－Ｓ（Ｏ）A_1を意味し、ここでA_1は、本明細書に記載されるような、水素、アルキル、ハロアルキル、アルケニル、アルキニル、アリール、ヘテロアリール、シクロアルキル、シクロアルケニル、ヘテロシクロアルキル、又はヘテロシクロアルケニル基であり得る。

【００７１】

「スルホン酸」は、－Ｓ（Ｏ）$_2$ＯＨを意味する。

【００７２】

「スルホニル」は、－Ｓ（Ｏ）$_2A^1$を意味し、ここでA^1は、本明細書に記載されるような、水素、アルキル、ハロゲン化アルキル、アルケニル、アルキニル、アリール、ヘテロアリール、シクロアルキル、シクロアルケニル、ヘテロシクロアルキル、又はヘテロシクロアルケニル基であり得る。

【００７３】

「チオ」は、－Ｓ－基を意味する。

【００７４】

「チオール」は、－ＳＨ基を意味する。

【００７５】

本明細書で使用される場合、用語「約」は、任意の列挙された値の±１０％を意味する。本明細書で使用される場合、この用語は、任意の列挙された値、値の範囲、又は、１つ又は複数の範囲のエンドポイントを修飾する。

【００７６】

本明細書で使用される場合、用語「上部（ｔｏｐ）」、「下部（ｂｏｔｔｏｍ）」、「上（ｕｐｐｅｒ）」、「下（ｌｏｗｅｒ）」、「上（ａｂｏｖｅ）」、及び「下（ｂｅｌｏｗ）」は、構造間の相対的関係を提供するために使用される。これらの用語の使用は、特定の構造が装置内の特定の場所に配置されなければならないことを示すものでも、要求するものでもない。

【００７７】

本明細書では、本開示の特定の実施形態について詳細に言及する。具体的な実施形態の例は、添付の図面に例示されている。本開示は、これらの具体的な実施形態と関連して説明されるが、本開示をそのような具体的な実施形態に限定することを意図していないことが理解されよう。むしろ、本開示の精神及び範囲内に含まれ得る代替物、変形、及び等価物を包含することが意図されている。以下の説明では、本開示の徹底的な理解を提供するために、多数の具体的詳細が記載される。本開示は、これらの具体的詳細の一部又は全てがなくとも、実施され得る。他の例では、周知のプロセス動作は、本開示を不必要に曖昧にすることのないように、詳細には説明されない。

【００７８】

本発明の他の特徴及び利点は、以下の説明及び特許請求の範囲から明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】
【００７９】
【図１Ａ】図１Ａは、刺激応答性ポリマー（ＳＲＰ）を使用する半導体製造プロセスの例における特定の動作を示すフロー図を示す。敏感な表面上に堆積する方法１００が提供される。
【図１Ｂ】図１Ｂは、刺激応答性ポリマー（ＳＲＰ）を使用する半導体製造プロセスの例における特定の動作を示すフロー図を示す。堆積してトレンチ又は間隙を充填する方法１２０が提供される。
【図１Ｃ】図１Ｃは、刺激応答性ポリマー（ＳＲＰ）を使用する半導体製造プロセスの例における特定の動作を示すフロー図を示す。高アスペクト比（ＨＡＲ）構造上に堆積する方法１４０が提供される。
【００８０】
【図２Ａ】図２Ａは、様々な構造の側面断面図を示す。ＳＲＰフィルム２０３を含む構造２００が提供される。
【図２Ｂ】図２Ｂは、様々な構造の側面断面図を示す。充填されたトレンチ２２２を有する別の構造２２０が提供される。
【図２Ｃ】図２Ｃは、様々な構造の側面断面図を示す。複数の高アスペクト比（ＨＡＲ）構造２４２の間に配置されたＳＲＰフィルム２４３を有するさらに別の構造２４０が提供される。
【００８１】
【図３Ａ】図３Ａは、ＳＲＰを除去する非限定的な方法に関するプロセスフロー図を示す。
【図３Ｂ】図３Ｂは、ＳＲＰを除去する非限定的な方法に関するプロセスフロー図を示す。
【００８２】
【図４】図４は、本開示に係る複数の基板処理ツール及び保管バッファを含む基板処理システムの一例の機能ブロック図である。
【発明を実施するための形態】
【００８３】
刺激応答性ポリマー（ＳＲＰ）は、後で除去できる犠牲層として、半導体製造プロセスで使用されることがある。低い天井温度のＳＲＰは、温和な高温又は酸性蒸気等の刺激に曝露されると自然に除去され、基板表面を傷つけることもある攻撃的な湿式又は乾式の除去化学構造を回避できる。ＳＲＰを除去する他のプロセスも本明細書に記載されている。対照的に、他のコーティング（例えば、窒化ケイ素）は、気密封入を提供できるが、除去のために攻撃的な化学的構造を必要とする。
【００８４】
半導体製造の間、多くの表面は周囲の環境に敏感であり、これは望ましくない相互作用につながり、待ち行列時間管理ソリューションの必要性を余儀なくされる可能性がある。これらの相互作用には、不要な酸化、腐食、及び／又はハロゲン化が含まれる。ＳＲＰ層は、環境に敏感な表面及び基板を化学修飾から保護できる。例えば、ＳＲＰは空気中の分子状汚染物質（ＡＭＣ）から表面を保護し、基板上に配置された反応部位を遮断できる。敏感な表面には、集積回路（ＩＣ）製造等の半導体処理中の基板が含まれる。
【００８５】
そのような犠牲フィルムは、待ち行列時間延長を提供できる。一例では、ＳＲＰフィルムは、材料が外部の脅威に対して脆弱である場合に、敏感な薄膜を延長期間の間、保護するように構成された薄い犠牲ポリマーであり得る。犠牲表面保護層は、適切な刺激（例えば、熱及び／又は電磁気）を用いてその天井温度を超える保護層の自然な解重合及び蒸発を誘発することによって最終的に除去でき、したがって、敏感な表面への影響を最小限にする。環境的な待ち行列時間効果に敏感であり得る表面の例として、シリコン、シリコン／ゲルマニウム（Ｓｉ／Ｇｅ）、銅、タングステン、コバルト、及び窒化チタン（ＴｉＮ

）が挙げられるが、これらに限定されない。

【００８６】

さらに、ＳＲＰは、処理中にＨＡＲ構造をブレースで補強するために使用でき、それによって、そのようなフィーチャの崩壊を最小限にする。低い天井温度のホモポリマーをＨＡＲ構造上に堆積させると、表面を改質から保護すると共に、フィーチャを機械的にブレースで補強することによって溶媒乾燥中の毛管力からの崩壊を防止できる。ホモポリマーブレースが適切に除去されると、高アスペクト比構造の崩壊のない乾燥も可能になる。

【００８７】

特に、ＳＲＰは、室温で熱力学的に不安定な低い天井温度（T_c）のホモポリマーであり得る。T_cは、ポリマーとそのモノマーの両方が平衡状態で存在する温度である。T_cより低いとポリマーであり、T_cより高いとモノマーである。このような低T_cポリマーは、T_cよりかなり高い温度で保管寿命に優れたポリマーとして動力学的に捕捉され得る。例えば、ポリ（フタルアルデヒド）（ＰＰＨＡ）のT_cは－４０℃であるが、室温で２．５年間安定である。安定性は、解重合のメカニズムを動力学的に阻害することによって達成される。いくつかの非限定的な実施形態では、ＳＲＰとしてホモポリマーを採用することの利点として、フィルムを形成するための簡略化された、かつ／又はより安価な重合、並びにより少ない変動による簡略化された合成が挙げられる。

【００８８】

ＳＲＰは、任意の有用な方法で堆積できる。例えば、ホモポリマー保護層の湿式堆積は、スピンコーティングを含むことができ、スピンコーティング溶液の製剤及び最終的な保護層は、その性能にとって重要であり得る。スピンコーティング製剤に使用する溶媒の選択は、ホモポリマー薄膜に残る残留溶媒の量に影響を与え得る。残留溶媒はホモポリマーを可塑化し、そのガラス転移温度を低下させ得る。ホモポリマーを可塑化することで、ホモポリマーの分解温度より低い温度で、ＨＡＲフィーチャをよりよく充填し、かつスピンコーティングプロセスによる応力を緩和できる。

【００８９】

さらに、ホモポリマーには弱有機酸（例えば、ｐＫａ≧１）を配合できる。これらの弱有機酸は、フィルムの安定性を損なわずにＳＲＰの分解を触媒することができる。ホモポリマーの分解を触媒することで、分解開始温度を下げ、分解速度を上げることができる。

【００９０】

犠牲ＳＲＰの使用を含むプロセスの例を、図１Ａ～１Ｃを参照して以下に説明し、除去プロセスのさらなる詳細を、図３Ａ～３Ｂを参照して提供する。図１Ａに目を向けると、敏感な表面を保護する方法１００の一例が示されている。まず動作１０１で、敏感な表面を含む基板が提供される。

【００９１】

次に動作１０３で、ＳＲＰが表面上に堆積され、ここでＳＲＰは製剤として堆積され得る。任意選択で、その後、基板を動作１０５で乾燥させる。ＳＲＰは、液体部分溶液が除去されると固化し、それによってフィルムを形成する。ＳＲＰを有する基板は、動作１０７で保管され得る。基板２０１上に配置されたこのようなフィルム２０３を有する非限定的な構造２００が、図２Ａに提供されている。

【００９２】

次に、基板を刺激に曝露してＳＲＰの全て又は一部のみを分解し、それによって動作１０９で基板からＳＲＰを除去する。分解されたポリマーからの揮発性モノマー又はフラグメントを除去できる。以下にさらに説明するように、動作１０９は、条件、化合物、又は反応してＳＲＰを分解する化合物を形成する２つの反応物への制御された曝露を含んでもよい。刺激は、ＳＲＰの結合を切断してそれを分解する任意のものであり得る。いくつかの実施形態では、刺激は、熱又は照射を含む。他の実施形態では、化合物は、比較的強い酸又は塩基である。

【００９３】

図１Ｂにおいて、トレンチ又は間隙を充填する方法１２０の一例が示されている。まず

動作１２１で、トレンチ又は間隙を含む基板が提供される。次に動作１２３において、ＳＲＰを表面に堆積してトレンチ又は間隙を充填する。任意選択で、その後、基板を動作１２５で乾燥させる。ＳＲＰは固化してフィルムを形成し、基板２２１上のトレンチ２２２内に配置されたそのようなフィルム２２３を有する非限定的構造２２０が、図２Ｂに提供される。その後、フィルムは動作１２７で保管でき、かつ除去は動作１２９で行われる。

【００９４】

基板を刺激に曝露してＳＲＰの全て又は一部のみを分解し、それによって動作１０９で基板からＳＲＰを除去する。分解されたポリマーからの揮発性モノマー又はフラグメントを除去できる。基板からＳＲＰを除去することは、ＳＲＰフィルム全体又はその一部の制御された分解を含むことができる。

【００９５】

以下にさらに説明するように、動作１０９は、条件、化合物、又は反応してＳＲＰを分解する化合物を形成する２つの反応物への制御された曝露を含んでもよい。刺激は、ＳＲＰの結合を切断してそれを分解する任意のものであり得る。いくつかの実施形態では、刺激は、熱又は照射を含む。他の実施形態では、化合物は、比較的強い酸又は塩基である。

【００９６】

図１Ｃに目を向けると、ＳＲＰを使用してＨＡＲ構造をブレースで補強する方法１４０の一例が示されている。まず動作１４１で、溶媒を有するＨＡＲ構造を含む基板が提供される。ＨＡＲ構造は、高アスペクト比（ＡＲ）、例えば、少なくとも８、１０、２０、３０、４０、又は８０を有する構造である。基板は、例えば、ウェットエッチング又は洗浄動作の後に提供され、かつ先行する動作に関連する溶媒を有してもよい。いくつかの実施形態では、動作１４１における溶媒は、先行する溶媒がＳＲＰ溶液と化学的に適合しない場合、暫定的な溶媒であってもよい。

【００９７】

次に動作１４３において、溶媒は、ＳＲＰを含む溶液で置き換えられる。その後、任意選択の動作１４５で基板を乾燥させる。ＳＲＰは、液体部分溶液が除去されると固化し、ＳＲＰはＨＡＲ構造を充填する。溶媒乾燥中に発生する毛管力による構造の崩壊を防ぐために、機械的なブレースがＨＡＲ構造に形成される。基板２４１上に配置された複数のＨＡＲ構造２４２上及びそれらの間にこのようなフィルム２４３を有する非限定的構造２４０が、図２Ｃに提供される。

【００９８】

ＳＲＰを有する基板は、動作１４７で保管できる。次に、基板を刺激に曝露してＳＲＰの全て又は一部のみを分解し、それによって、動作１４９において基板からＳＲＰを除去する。

【００９９】

敏感な基板を改質することなく残留物なしにＳＲＰの除去を達成するために、いくつかの方法が開発されてきた。材料を解重合するための１つの方法は、真空条件下でポリマーを高温に曝露することを含む。この方法は、ポリマーの急速な揮発につながる可能性があるが、チャーと残留モノマーから構成されるオングストロームレベルの残留物がしばしば表面上に残る。

【０１００】

ＳＲＰは、光又は温和な温度等の、さほど攻撃的でないトリガを用いることで除去できる。これらの犠牲ポリマーは、表面を攻撃的なプラズマ又は湿式化学溶液に曝露することなく、敏感な表面の保護及びその後のバリアフィルムの除去を可能にし得る。ある種の困難な用途では、基板が曝露され得る温度への制限、又は汚染やスループットの極端に厳しい要件があることもある。ＳＲＰとそのフィルムは、このような用途に対応できるように設計できる。いくつかの非限定的な例では、ＳＲＰとしてホモポリマーを採用することの利点には、コポリマーと比較して、解重合のためのより強い駆動力及び／又はアンジッピング中に副反応を有する可能性がより低いことが含まれる場合がある。

【０１０１】

別のホモポリマー除去プロセスは、より低い汚染レベルを提供できる。いくつかの例では、ＳＲＰ除去プロセスは、窒化ケイ素除去のための条件よりも温和な除去条件で、より低い汚染レベルを提供する。このようなプロセスの１つでは、ホモポリマーは、真空下の高温で、希ガスプラズマからの長寿命準安定種に曝露される。別のプロセスでは、ホモポリマーは、真空下にある間、高温で赤外線（ＩＲ）又は紫外線（ＵＶ）照射に曝露される。他のプロセスは、真空条件下（例えば、＜７６０Ｔｏｒｒ）で、限られた曝露時間での高温曝露（例えば、約５０℃から約８００℃）を含む。別のプロセスは、真空下で行われる、高温曝露と、ＵＶ又はＩＲのいずれかによる照射曝露とを同時に含むことができる。さらに別のプロセスは、真空下で行われる、高温曝露と希ガス準安定曝露を同時に含むことができる。特定の実施形態では、これらの除去プロセスは、敏感な基板の表面改質を増加させることなく、低汚染性をも示す。

【０１０２】

図３Ａ～３Ｂは、ＳＲＰを分解するための刺激への制御された曝露の方法のさらなる例を示すプロセスフロー図である。図３Ａを参照すると、動作３０１において基板にＳＲＰフィルムが提供される。動作３０２～３０６は、様々な種類の刺激への曝露を提供し、ここで動作３０２～３０６は、単独で又は組み合わせて使用されてもよい。基板が提供され得る装置の例は、図４を参照して後述する。いくつかの実施形態では、動作３０１は、基板を処理チャンバに提供することを含む。他の実施形態では、基板は、先行する処理動作からチャンバ内にある。ＳＲＰは、様々な形態で提供されてもよく、例えば、構造のフィーチャ間の間隙内に、又は基板の全て又は一部にブランケットフィルムとして提供されてもよい。

【０１０３】

チャンバ内で、基板は動作３０２において熱に曝露され得る。熱は、一定の温度保持として提供できる。あるいは、熱は、温度保持の間に上昇又は下降する温度傾斜を使用できる傾斜温度として提供できる。このような熱エネルギーは、T_cを超える温度で熱を提供することによって、ＳＲＰを解重合するのに十分なエネルギーを提供できる。このような条件は、４００℃未満であるT_cを有するＳＲＰのための最高４００℃までの温度への曝露を含むことができ、この場合、ＳＲＰはT_c未満で動力学的に捕捉される。他の実施形態では、熱曝露は、約５０℃から約８００℃（例えば、約５０℃～１５０℃、５０℃～３００℃、５０℃～５００℃、１５０℃～３００℃、１５０℃～４００℃、１５０℃～５００℃、２００℃～４００℃、２００℃～５００℃、２００℃～６００℃、２５０℃～５００℃、２５０℃～６００℃、３００℃～５００℃、３００℃～５５０℃、３００℃～６００℃等）の温度を含むことができる。特定の実施形態では、熱曝露は、約３００℃から約５００℃を含む（例えば、純粋なＳＲＰを含むフィルムを除去するために）。他の実施形態では、熱曝露は、速いランプレート及びより短い時間での高温（例えば、最高８００℃まで）への曝露を含む。添加剤（例えば、光酸発生剤（ＰＡＧ）又は本明細書の任意のもの）が使用される場合、添加剤を有益に活性化できる他の刺激への曝露（例えば、ＰＡＧを活性化するためのＵＶ曝露）に加えて、除去のための温度は、約５０℃から約１２５℃の間とすることができる。

【０１０４】

表面保護フィルムの基本的な熱除去（例えば、ホットプレート上に基板を提供すること）の場合、曝露時間は約２０秒から約４００秒（例えば、約３０秒から３００秒）とすることができる。より厚いフィルムは、より薄いフィルムと比較して、ＳＲＰ除去のための熱への曝露をより長く必要とし得る。必要なフィルムの厚さは、用途に依存する。例えば、いくつかの除去熱プロセス（例えば、ラピッドサーマルプロセッサ（ＲＴＰ）を使用）は、非常に短い時間（例えば、ＲＴＰでは１～２秒の曝露、並びにフラッシュランプ型プロセスではミリ秒の曝露時間）でのより高い温度（例えば、約４００℃より高温）を含み得る。サーマルバジェットに敏感な用途では、ＲＴＰタイプの条件を採用できるが、他のプロセスでは、真空下でホットプレートを採用してもよい。

【０１０５】

あるいは、ＳＲＰは、動作３０３において、真空の有無に関わらず、照射（例えば、ＵＶ照射又はＩＲ照射）への曝露によって除去できる。いくつかの例では、プロセス条件は、真空下で、約２．５Ｗ／ｃｍ^{2}のＵＶ線量率で約４００℃に曝露することを含む。他の例では、プロセス条件（例えば、光酸発生剤と共に採用されるＳＲＰの場合）は、真空下で、約０．０５ｍＷ／ｃｍ^{2}のＵＶ線量率で、約１１０℃に曝露することを含む。これらのプロセス条件のいずれかにおいて、曝露は、約１００秒から約４００秒（例えば、約３００秒）を含むことができる。

【０１０６】

表面保護フィルム（例えば、純粋なＳＲＰ）の照射除去のために、曝露時間は約２０秒から約４００秒（例えば、約３０秒から約３００秒）とすることができる。より厚いフィルムは、より薄いフィルムと比較して、ＳＲＰ除去のために照射（例えば、ＵＶ）へのより長い曝露を必要とし得る。必要なフィルムの厚さは、用途に依存する。酸発生添加剤（例えば、ＰＡＧ）を有するフィルムでは、曝露時間は２分から１０分の範囲であってもよい。曝露時間は、添加剤の添加量、ウェハ温度、ＵＶ線量率、及び膜厚を含む多くの条件に依存し得る。これらの条件は、同様に、用途に依存する（例えば、フィーチャの寸法、アスペクト比、パターン密度等に依存）。

【０１０７】

照射の線量は、例えば、ＵＶの場合、約０．１ｍＷ／ｃｍ^{2}から約１５Ｗ／ｃｍ^{2}とすることができる。分解の速度制御が望まれ得るブレース補強用途では、より低い線量率、例えば、約０．０１から約０．０７ｍＷ／ｃｍ^{2}を採用できる。ブランケット表面から純粋なＳＲＰフィルムを除去する場合は、より高い線量率、例えば、約２．５Ｗ／ｃｍ^{2}を採用できる。一般に、線量率が高いほど、きれいに除去できる。もちろん、照射曝露も用途に依存し、基板損傷を軽減するために過度の照射は避けることができる。

【０１０８】

照射曝露の間、基板は、高温（例えば、約４００℃を含む約３００℃から約５００℃）で維持できる。製剤が酸発生添加剤（例えば、ＰＡＧ）を含む場合、その後、より低い温度をＵＶ曝露と組み合わせて、制御された分解速度（例えば、約５０℃から約１２５℃又は約１００℃から約１１０℃の温度範囲）を提供できる。

【０１０９】

準安定原子は、別の動作３０４において採用される。準安定原子を希ガスプラズマから発生させて残留物を基板から除去でき、希ガスは、ヘリウム（Ｈｅ）、ネオン（Ｎｅ）、アルゴン（Ａｒ）、クリプトン（Ｋｒ）、及びキセノン（Ｘｅ）の１つ又は複数である。いくつかの実施形態において、準安定種は、化学的に反応性ではなく、下層の表面にそれほど影響しない。希ガスプラズマからの準安定種は、熱等の他の刺激に曝露した後に残る残留物を除去するのに有効であり得る。

【０１１０】

本明細書に記載の方法において、ＳＲＰを除去することは、希ガスプラズマ中で発生した高エネルギー準安定種に、高温で曝露することを含む。準安定種は、ポリマー又は他の残留物上の結合を切断するのに十分なエネルギー及び寿命を有する。天井温度より高い温度では、結合切断が起こると揮発性モノマーに戻る強い熱力学的な駆動力が存在する。準安定種は化学的に反応性ではなく、下層の表面にそれほど影響しない。準安定種は、熱等の他の刺激への曝露後に残る残留物を除去するのに有効である。この残留物は、重合又は架橋したままのいくつかのＳＲＰ、及び／又はエリプソメトリーで検出可能な炭化した破片である場合もある。ＳＲＰの大部分は、上述の刺激によって除去できるが、この残留物は、それらの方法によって完全に除去するのは困難な可能性がある。特定の理論に束縛されることなく、準安定物質は、副産物形成により早期に停止した可能性のある鎖切断を再開することによって、解重合プロセス中に形成した可能性のあるチャーを分解することによって、かつモノマー脱離を支援することによって、残留物を除去してもよい。

【０１１１】

いくつかの実施形態では、ＳＲＰの大部分は、基板を準安定原子に曝露する前に除去さ

れる。いくつかの実施形態では、基板は、ＳＲＰの大部分が除去される前に、準安定原子に曝露される。いくつかの実施形態では、プラズマ圧力は、約１０ｍＴｏｒｒから１０Ｔｏｒｒの間である。いくつかの実施形態では、プラズマ圧力は、約１００ｍＴｏｒｒから１Ｔｏｒｒの間である。いくつかの実施形態では、ＳＲＰは、ＨＡＲ構造間に提供される。いくつかの実施形態では、ＳＲＰは、基板上の保護コーティングとして提供される。いくつかの実施形態では、プラズマは、誘導結合プラズマ（ＩＣＰ）源において生成される。いくつかのそのような実施形態では、ＩＣＰ源は、シャワーヘッド又は他のフィルタによって基板から分離される。いくつかの実施形態では、プラズマは、容量結合プラズマ（ＣＣＰ）源において生成される。任意の他の種類のプラズマ源を使用してもよい。いくつかの実施形態では、基板を刺激に曝露することと、基板を準安定原子に曝露することは、同じチャンバで行われる。

【０１１２】

処理及びプラズマ源チャンバ圧力は、プラズマベースの除去を制御するために使用されてもよい。圧力は、準安定原子の密度を制御するために重要である。圧力が低すぎる場合、準安定原子の密度は、表面を効率的に洗浄するのに十分高くないことがある。圧力が高すぎると、準安定種が衝突によって失われる場合がある。圧力例は、１０ｍＴｏｒｒから１０Ｔｏｒｒ、１００ｍＴｏｒｒから１Ｔｏｒｒ、１００ｍＴｏｒｒから７００ｍＴｏｒｒ、２００ｍＴｏｒｒから１Ｔｏｒｒ、又は２００ｍＴｏｒｒから２Ｔｏｒｒの範囲であってもよい。

【０１１３】

基板温度及びプラズマ電力もまた、除去を制御するために使用されてもよい。温度は、ポリマーの天井温度を超えるように、十分に高い。より高い温度は、デバイスのサーマルバジェット又は基板上の他の材料によって制限された最高温度で除去を支援する。温度の例は、１５０℃から１０００℃又は１５０℃から４００℃の範囲であってもよい。プラズマ電力は、準安定原子を発生させるのに十分な高さである。電力の例は、５００Ｗから５０００Ｗ、又は８００Ｗから５０００Ｗの範囲であってもよく、例えば３００ｍｍウェハでは２５００Ｗであり、基板面積に対して直線的にスケールしてもよい。曝露時間の例は、１０秒から３００秒、又は１０秒から１８０秒の範囲であってもよい。

【０１１４】

図３Ａに見られるように、さらに他の条件は、動作３０５における酸性又は塩基性蒸気への曝露、又は動作３０６におけるプラズマへの曝露を含む。そのような蒸気は、酸（例えば、７未満、いくつかの実施形態では４未満、又は２未満のｐＫａを有する）又は塩基（例えば、７未満、いくつかの実施形態では４未満、又は２未満のｐＫｂを有する）等の反応物によって提供され得る。非限定的な反応物として、亜硫酸、硝酸、炭酸、又は水酸化アンモニウムが挙げられる。

【０１１５】

酸、塩基、又は酸若しくは塩基を形成する反応物と共に、触媒を使用できる。非限定的な触媒として、臭化水素（ＨＢｒ）、塩化水素（ＨＣｌ）、フッ化水素（ＨＦ）、ヨウ化水素（ＨＩ）、硝酸（HNO_3）、ギ酸（CH_2O_2）、酢酸（CH_3COOH）、ギ酸ニトリル（ＨＣＮ）、亜硫酸（H_2SO_3）、炭酸（H_2CO_3）、亜硝酸（HNO_2）、又はアンモニア（NH_3）が挙げられ、メチル若しくはエチルアミンガス又は蒸気が使用されてもよい。いくつかの例において、ＨＢｒ蒸気が使用される場合、基板は、１ｍＴｏｒｒから５０００ｍＴｏｒｒの範囲（例えば、５ｍＴｏｒｒから５０００ｍＴｏｒｒ）の圧力及び０℃から２００℃の範囲（例えば、０℃から１００℃）の温度に維持される。いくつかの例では、基板は、７５０ｍＴｏｒｒから１５００ｍＴｏｒｒの範囲の圧力、及び３５℃から７０℃の範囲の温度で維持される。いくつかの例では、基板の温度は、１０００ｍＴｏｒｒの圧力及び６０℃の温度で維持される。酸性の蒸気又は他の化合物の蒸気の量は、拡散を制限するために制御される。曝露時間は、酸又は塩基の強さ、並びに膜厚及び曝露温度（例えば、約２０℃から約１２５℃又は約１００℃から約１２５℃）に依存し得る。非限定的な曝露時間は、約６０秒未満又は数分のオーダーを含むことができる。

【０１１６】
除去は、単一のステップで、又は複数のステップで行うことができる。図３Ｂに見られるように、方法３２０は、動作３２１で基板にＳＲＰフィルムを提供することを含むことができる。次に、ＳＲＰを分解する刺激が、動作３２３においてチャンバ内でパルス状にされる。そのような刺激は、化合物（例えば、酸、塩基、酸又は塩基を形成する化合物、プラズマ、準安定化合物等）又は反応条件（例えば、ＵＶ照射、ＩＲ照射、熱等）への曝露を含むことができる。いくつかの実施形態では、除去は、熱及び／又は照射への曝露を含み、したがって、保護される必要のある敏感な表面を改質するプラズマ及び／又は厳しい湿式の化学的構造の必要性を排除する。

【０１１７】
化合物が使用される場合、蒸気の分圧及び／又はパルス時間を制御して、蒸気への全体的な曝露及び拡散深さを制御できる。動作３２５において、チャンバをパージすることができる。パージは、チャンバを排気すること、及び／又はチャンバを通して掃き出されることになる不活性ガスを流すことを含むことができる。そのようなガスは、例えば、動作３２３中を含めて連続的に流れていてもよいし、それ自体をチャンバ内でパルス状にしてもよい。動作３２５の間、揮発したモノマー又はＳＲＰフラグメントは、チャンバからポンプで送り出され又はパージされてもよい。動作３２３及び３２５は、動作３２７でＳＲＰが除去されるまで繰り返される。上述したように、いくつかの実施形態では、ＳＲＰは、各サイクルにおいて順次反応物に曝露される。これは、プロセスに対する追加の制御を提供でき、かつ様々な方法で実施されてもよい。

【０１１８】
他の実施形態では、除去は、反応して、ＳＲＰの分解を引き起こすことができる酸又は塩基を形成する２つの反応物への曝露を含むことができる。曝露は、より正確なトップダウン制御を提供するために、順次行われる。いくつかの実施形態では、方法は、化合物、又は反応して化合物を形成する反応物を、ＳＲＰの最上部分にのみ拡散させることを含む。その後、最上部分は分解されて除去され、残りのＳＲＰは無傷のまま残る。曝露と除去のサイクルは繰り返すことができる。任意選択で、曝露動作に続いてパージ動作を行い、チャンバから化合物又は反応物を除去できる。

【０１１９】
非限定的な反応物（例えば、酸又は塩基を形成するもの）は、水蒸気と反応して酸性又は塩基性の種になるアンモニア（NH_3）又はガス状酸化物のうちの１つと共に、水蒸気を含むことができる。例えば、NH_3と水が反応して、水酸化アンモニウム（NH_4OH）を形成することができる。ガス状酸化物の例として、二酸化窒素（NO_2、水と反応して硝酸、HNO_3を形成することができる）、二酸化硫黄（SO_2、水と反応して亜硫酸、H_2SO_3を形成することができる）、及び二酸化炭素（CO_2、水と反応して炭酸、H_2CO_3を形成することができる）が挙げられる。その他の酸化物は、水又は他の反応物と反応して酸又は塩基を形成することがある。

【０１２０】
様々な実施形態によれば、反応は触媒又は無触媒であってもよい。いくつかの実施形態では、触媒（例えば、熱活性化触媒）が、ＳＲＰに提供されてもよく、反応物とともに送達されてもよく、又は別個のパルスとして導入されてもよい。しかしながら、多くの実施形態では、ＳＲＰが触媒なしで提供されるように、反応は無触媒である。これは、ＳＲＰの除去を容易にすることができる。いくつかの実施形態では、反応は、副産物をもたらさない。

【０１２１】
ＳＲＰ及びＳＲＰを使用する方法の追加の例は、米国特許第９，４６６，５１１号、第９，６６６，４２７号、第１０，００８，３９６号、及び第１０，０６８，７８１号に記載されており、これらの各々は、参照によりその全体が本明細書に組み込まれる。

【０１２２】
ＳＲＰ

多くの実施形態において、ＳＲＰは、低い天井温度（T_c）のポリマーである。T_cは、ポリマーとそのモノマーとの間の平衡温度である。本明細書で使用される場合、低いT_cという用語は、除去温度より低いT_c値を指す。いくつかの実施形態において、T_cは、ポリマーが室温で熱力学的に不安定であるように、室温より低い。その代わりに、低T_cポリマーは動力学的に捕捉されて、室温での長期の保管を可能にする。いくつかの例では、安定な保管期間は数ヶ月から数年のオーダーである。低T_cポリマーは、末端基又は主鎖の結合が切断されると、急速に解重合してそのモノマー成分になる。そのため、ポリマーは、紫外線（ＵＶ）光、熱、熱触媒、光触媒、又は酸性／塩基性触媒等の刺激に応答して解重合する。モノマー生成物は揮発性であり、表面及びチャンバから離れ、又は容易に除去可能である。

【０１２３】

いくつかの実施形態では、T_cは室温未満であるが、半導体処理の文脈では、低いT_cは、室温よりも高い天井温度を指すこともある。例えば、最高４００℃までの除去温度が使用されてもよく、これは天井温度が４００℃未満であることを意味する。

【０１２４】

ＳＲＰの例を以下に提供する。ただし、本明細書に記載される方法は、任意のＳＲＰと共に使用されてもよい。いくつかの実施形態では、ＳＲＰは、ポリ（アルデヒド）を含むホモポリマーである。特定の実施形態では、２０１８年６月７日に公開され、その全体が参照により本明細書に組み込まれる米国特許公開第２０１８／０１５５４８３号に記載される自己犠牲ポリマーであってもよい。

【０１２５】

ＳＲＰは、線状又は環状形態の任意の適切なホモポリマーであり得る。非限定的なＳＲＰとして、ポリ（フタルアルデヒド）、ポリ（アルデヒド）、ポリ（ベンジルカルバマート）、ポリ（ベンジルエーテル）、ポリ（α－メチルスチレン）、ポリ（カーボネート）、ポリ（ノルボルネン）、ポリ（オレフィンスルホン）、ポリ（グリオキシレート）、ポリ（グリオキシルアミド）、ポリ（エステル）、又はポリ（メチルメタクリレート）、並びにそれらの誘導体が挙げられる。このような誘導体は、本明細書に定義されるように、置換されていてもよいヘテロアルキレンでオキシ（－Ｏ－）を置換すること、並びにアルキルに関して本明細書に記載されるように、１つ又は複数の置換基での置換を含み得る。

【０１２６】

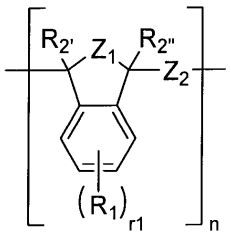
さらに他のＳＲＰは、式（Ｉ）～（ＸＶ）、（Ｉａ）、（Ｉｂ）、又は（Ｉｃ）のいずれか１つの構造を有するものを含むことができる。そのようなＳＲＰは、線状ポリマー又は環状ポリマーであり得る。線状である場合、ポリマーは、分子を終端させる任意の有用な末端基を含むことができる。そのような末端基は、ポリマーを合成するために採用されたモノマー上に存在する反応性末端基に依存し得る。特定の実施形態において、末端基は、アニオン性開始剤（例えば、アルキルアニオン等のフラグメント、例えば、ｎ－ＢｕＬｉ、ｓ－ＢｕＬｉ等に存在）の使用から、アシル化又はアルキル化試薬（例えば、ホルミル、アセチル、ベンゾイル、メチル、エチル等の、アシル又は置換されていてもよいアルカノイルのフラグメント）の使用から、共役アルキレンモノマー（例えば、キノンメチドモノマー等）の使用から、又はアルコール停止剤（例えば、置換されていてもよいアルコキシ等のフラグメント）の使用から形成されたそれらのフラグメントを含み得る。末端基は、任意の有用な結合基又は反応性基（例えば、置換されていてもよいトリアルキルシロキシ、置換されていてもよいアルケニル、置換されていてもよいアリール等を含むもの）を含み得る。

【０１２７】

ＳＲＰは、ポリ（フタルアルデヒド）又はその誘導体を含むことができ、これは、線状又は環状であるホモポリマーであり得る。一実施形態では、ＳＲＰは、式（Ｉ）の構造又はその塩であるか、そのような構造又はその塩を含む。

【化１７】

[Chem. 17]



(I)

（式中、
各R_1は、独立に、Ｈ、置換されていてもよいアルキル、置換されていてもよいアルコキシ、置換されていてもよいアルケニル、置換されていてもよいアリール、又はハロであり、
R_2及び$R_{2'}$の各々は、独立に、Ｈ、置換されていてもよいアルキル、置換されていてもよいヘテロアルキル、又は置換されていてもよいアリールであり、
Z_1及びZ_2の各々は、独立に、－Ｏ－、－Ｓ－、又は置換されていてもよいヘテロアルキレンであり、
ｒ１は、１～４の整数であり、かつ
ｎは約２から約１００，０００である。）

【０１２８】

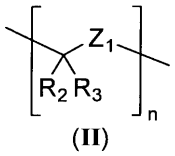
特定の実施形態（例えば、式（Ｉ）のもの）では、R_2及び$R_{2'}$の各々は、独立に、Ｈ、又は置換されていてもよいアルキルである。いくつかの実施形態では、Z_1及びZ_2の各々は－Ｏ－である。

【０１２９】

ＳＲＰは、ポリ（アルデヒド）又はその誘導体を含むことができ、これは、線状又は環状であるホモポリマーであり得る。一実施形態では、ＳＲＰは、式（ＩＩ）の構造又はその塩であるか、そのような構造又はその塩を含む。

【化１８】

[Chem. 18]



(II)

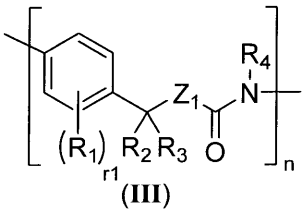
（式中、
R_2及びR_3の各々は、独立に、Ｈ、置換されていてもよいアルキル、置換されていてもよいヘテロアルキル、又は置換されていてもよいアリールであり、
Z_1は、－Ｏ－、－Ｓ－、又は置換されていてもよいヘテロアルキレンであり、かつ
ｎは約２から約１００，０００である。）

【０１３０】

ＳＲＰは、ポリ（ベンジルカルバマート）又はその誘導体を含むことができ、これは、線状又は環状であるホモポリマーであり得る。一実施形態では、ＳＲＰは、式（ＩＩＩ）の構造又はその塩であるか、そのような構造又はその塩を含む。

【化１９】

[Chem. 19]



(III)

（式中、
各R_1は、独立に、Ｈ、置換されていてもよいアルキル、置換されていてもよいアルコキシ、置換されていてもよいアルケニル、置換されていてもよいアリール、又はハロであり、
R_2及びR_3の各々は、独立に、Ｈ、置換されていてもよいアルキル、置換されていてもよいヘテロアルキル、又は置換されていてもよいアリールであり、
R_4は、Ｈ、又は置換されていてもよいアルキルであり、
Z_1は、－Ｏ－、－Ｓ－、又は置換されていてもよいヘテロアルキレンであり、
ｒ１は、１～４の整数であり、かつ
ｎは約２から約１００，０００である。）

【０１３１】

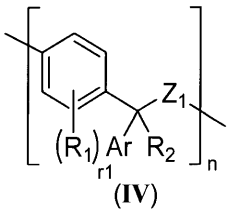
特定の実施形態（例えば、式（ＩＩＩ）のもの）では、R_1は、置換されていてもよいアルコキシである。他の実施形態では、ｎは約２から約１００（例えば、２～１０、２～１５、２～２０、２～２５、２～３０、２～４０、２～５０、２～７５、４～１０、４～１５、４～２０、４～２５、４～３０、４～４０、４～５０、４～７５、及び４～１００）である。

【０１３２】

ＳＲＰは、ポリ（ベンジルエーテル）又はその誘導体を含むことができ、これは、線状又は環状であるホモポリマーであり得る。一実施形態では、ＳＲＰは、式（ＩＶ）の構造又はその塩であるか、そのような構造又はその塩を含む。

【化２０】

[Chem. 20]



(IV)

（式中、
各R_1は、独立に、Ｈ、置換されていてもよいアルキル、置換されていてもよいアルコキシ、置換されていてもよいアルケニル、置換されていてもよいアリール、又はハロであり、
R_2は、Ｈ、置換されていてもよいアルキル、置換されていてもよいヘテロアルキル、又は置換されていてもよいアリールであり、
Ａｒは、置換されていてもよいアリール、置換されていてもよいアルキル、又は置換されていてもよいアラルキルであり、

Ｚ$_1$は、－Ｏ－、－Ｓ－、又は置換されていてもよいヘテロアルキレンであり、
ｒ１は、１～４の整数であり、かつ
ｎは約２から約１００，０００である。）

【０１３３】

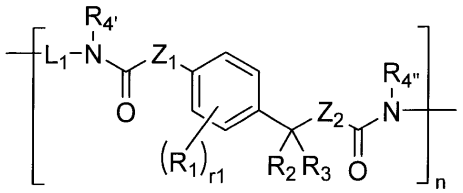
特定の実施形態（例えば、式（ＩＶ）のもの）では、Ｒ$_1$は、置換されていてもよいアルキルである。他の実施形態では、Ａｒは、置換されていてもよいフェニルである。他の実施形態では、ｎは約２から約５０００である。

【０１３４】

ＳＲＰは、ポリ（ベンジルジカルバマート）又はその誘導体を含むことができ、これは、線状又は環状であるホモポリマーであり得る。一実施形態では、ＳＲＰは、式（Ｖ）の構造又はその塩であるか、そのような構造又はその塩を含む。

【化２１】

[Chem. 21]



(V)

（式中、
各Ｒ$_1$は、独立に、Ｈ、置換されていてもよいアルキル、置換されていてもよいアルコキシ、置換されていてもよいアルケニル、置換されていてもよいアリール、又はハロであり、
Ｒ$_2$及びＲ$_3$の各々は、独立に、Ｈ、置換されていてもよいアルキル、置換されていてもよいヘテロアルキル、又は置換されていてもよいアリールであり、
Ｒ$_4$'及びＲ$_4$''の各々は、独立に、Ｈ、又は置換されていてもよいアルキルであり、
Ｌ$_1$は、置換されていてもよいアルキレン、置換されていてもよいヘテロアルキレン、置換されていてもよいアリレン、又は置換されていてもよいシクロアルキレンであり、
Ｚ$_1$及びＺ$_2$の各々は、独立に、－Ｏ－、－Ｓ－、又は置換されていてもよいヘテロアルキレンであり、
ｒ１は、１～４の整数であり、かつ
ｎは約２から約１００，０００である。）

【０１３５】

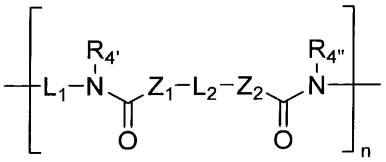
特定の実施形態（例えば、式（Ｖ）のもの）では、Ｒ$_1$は、置換されていてもよいアルキルである。他の実施形態では、Ａｒは、置換されていてもよいフェニルである。他の実施形態では、ｎは約２から約５０００である。他の実施形態（例えば、式（Ｖ）のもの）では、Ｒ$_4$'及びＲ$_4$''の各々は、独立に、置換されていてもよいアルキルである。いくつかの実施形態では、Ｌ$_1$は、置換されていてもよいアルキレンである。他の実施形態では、Ｚ$_1$及びＺ$_2$は－Ｏ－である。

【０１３６】

ＳＲＰは、ポリ（ジカルバマート）又はその誘導体を含むことができ、これは、線状又は環状であるホモポリマーであり得る。一実施形態では、ＳＲＰは、式（ＶＩ）の構造又はその塩であるか、そのような構造又はその塩を含む。

【化２２】

[Chem. 22]



(VI)

（式中、
Ｒ４’及びＲ４’’の各々は、独立に、Ｈ、又は置換されていてもよいアルキルであり、
Ｌ１及びＬ２の各々は、独立に、置換されていてもよいアルキレン、置換されていてもよいヘテロアルキレン、置換されていてもよいアリレン、又は置換されていてもよいシクロアルキレンであり、ここでＬ２は、任意選択的に共有結合であり得、
Ｚ１及びＺ２の各々は、独立に、－Ｏ－、－Ｓ－、又は置換されていてもよいヘテロアルキレンであり、かつ
ｎは約２から約１００，０００である。）

【０１３７】

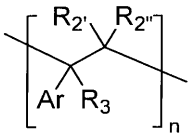
特定の実施形態（例えば、式（ＶＩ）のもの）では、Ｒ４’及びＲ４’’の各々は、独立に、置換されていてもよいアルキルである。いくつかの実施形態では、Ｌ１及びＬ２の各々は、独立に、置換されていてもよいアルキレンである。他の実施形態では、Ｚ１及びＺ２の各々は、独立に、－Ｏ－又は－Ｓ－である。

【０１３８】

ＳＲＰは、ポリ（α－メチルスチレン）又はその誘導体を含むことができ、これは、線状又は環状であるホモポリマーであり得る。一実施形態では、ＳＲＰは、式（ＶＩＩ）の構造又はその塩であるか、そのような構造又はその塩を含む。

【化２３】

[Chem. 23]



(VII)

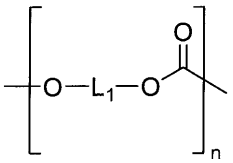
（式中、
Ｒ２’、Ｒ２’’及びＲ３の各々は、独立に、Ｈ、置換されていてもよいアルキル、置換されていてもよいヘテロアルキル、又は置換されていてもよいアリールであり、
Ａｒは、置換されていてもよいアリール、置換されていてもよいアルキル、又は置換されていてもよいアラルキルであり、かつ
ｎは約２から約１００，０００である。）

【０１３９】

ＳＲＰは、ポリ（カーボネート）又はその誘導体を含むことができ、これは、線状又は環状であるホモポリマーであり得る。一実施形態では、ＳＲＰは、式（ＶＩＩＩ）の構造又はその塩であるか、そのような構造又はその塩を含む。

【化２４】

[Chem. 24]



(VIII)

（式中、
L_1は、置換されていてもよいアルキレン、置換されていてもよいヘテロアルキレン、置換されていてもよいアリレン、又は置換されていてもよいシクロアルキレンであり、かつ
ｎは約２から約１００，０００である。）

【０１４０】

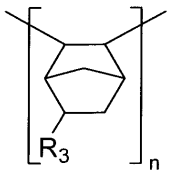
特定の実施形態（例えば、式（ＶＩＩＩ）のもの）では、L_1は、置換されていてもよいアルキレン、置換されていてもよいヘテロアルキレン、又は置換されていてもよいシクロアルキレンである。いくつかの実施形態では、置換されていてもよいヘテロアルキレンは、－Ｘ－Ａｋ－Ｘ－であり、ここでＸはオキシであり、かつＡｋは置換されていてもよいアルキレンである。非限定的なＳＲＰは、ポリ（エチレンカーボネート）、ポリ（プロピレンカーボネート）（ＰＰＣ）、ポリ（ブチレンカーボネート）（ＰＢＣ）、ポリ（シクロヘキセンカーボネート）（ＰＣＨＣ）、ポリ（ノルボルネンカーボネート）（ＰＮＣ）、及びポリ（シクロヘキセンプロピレンカーボネート）（ＰＣＰＣ）を含み得る。

【０１４１】

ＳＲＰは、ポリ（ノルボルネン）又はその誘導体を含むことができ、これは、線状又は環状であるホモポリマーであり得る。一実施形態では、ＳＲＰは、式（ＩＸ）の構造又はその塩であるか、そのような構造又はその塩を含む。

【化２５】

[Chem. 25]



(IX)

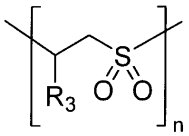
（式中、
R_3は、Ｈ、置換されていてもよいアルキル、置換されていてもよいヘテロアルキル、又は置換されていてもよいアリールであり、かつ
ｎは約２から約１００，０００である。）

【０１４２】

ＳＲＰは、ポリ（オレフィンスルホン）又はその誘導体を含むことができ、これは、線状又は環状であるホモポリマーであり得る。一実施形態では、ＳＲＰは、式（Ｘ）の構造又はその塩であるか、そのような構造又はその塩を含む。

【化２６】

[Chem. 26]



(X)

（式中、
R_3は、Ｈ、置換されていてもよいアルキル、置換されていてもよいヘテロアルキル、又は置換されていてもよいアリールであり、かつ
ｎは約２から約１００，０００である。）

【０１４３】

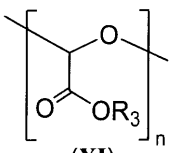
特定の実施形態（例えば、式（Ｘ）のもの）では、R_3は、置換されていてもよいヘテロアルキル、例えば、－ＯＣ（Ｏ）－R^{O1}、－NR^{N1}－Ｃ（Ｏ）－R^{O1}、－ＯＣ（Ｏ）$NR^{N1}R^{N2}$、－（Ａｋ－Ｏ）$_{h1}R^{O1}$、又は－Ａｋ－$NR^{N1}R^{N2}$等であり、ここでＡｋは、置換されていてもよいアルキレンであり、ｈ１は１～５であり、かつR^{O1}、R^{N1}、及びR^{N2}の各々は、独立に、Ｈ、又は置換されていてもよいアルキル（例えば、ヒドロキシアルキル、カルボキシアルキル、アミノアルキル、又はアジドアルキル）である。

【０１４４】

ＳＲＰは、ポリ（グリオキシラート）又はその誘導体を含むことができ、これは、線状又は環状であるホモポリマーであり得る。一実施形態では、ＳＲＰは、式（ＸＩ）の構造又はその塩であるか、そのような構造又はその塩を含む。

【化２７】

[Chem. 27]



(XI)

（式中、
R_3は、Ｈ、置換されていてもよいアルキル、置換されていてもよいヘテロアルキル、又は置換されていてもよいアリールであり、かつ
ｎは約２から約１００，０００である。）

【０１４５】

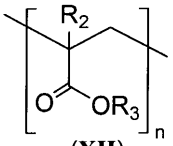
特定の実施形態（例えば、式（ＸＩ）のもの）では、R_3は、置換されていてもよいアルキル又は置換されていてもよいヘテロアルキル、例えば、－（Ａｋ－Ｏ）$_{h1}R^{O1}$、又は－Ａｋ－$NR^{N1}R^{N2}$等であり、ここでＡｋは、置換されていてもよいアルキレンであり、ｈ１は１～５であり、かつR^{O1}、R^{N1}、及びR^{N2}の各々は、独立に、Ｈ、又は置換されていてもよいアルキルである。

【０１４６】

ＳＲＰは、ポリ（メチルメタクリラート）又はその誘導体を含むことができ、これは、線状又は環状であるホモポリマーであり得る。一実施形態では、ＳＲＰは、式（ＸＩＩ）の構造又はその塩であるか、そのような構造又はその塩を含む。

【化２８】

[Chem. 28]



(XII)

（式中、
R_2及びR_3の各々は、独立に、Ｈ、置換されていてもよいアルキル、置換されていてもよいヘテロアルキル、又は置換されていてもよいアリールであり、かつ
ｎは約２から約１００，０００である。）

【０１４７】

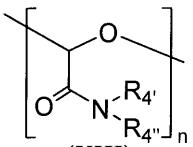
特定の実施形態（例えば、式（ＸＩＩ）のもの）では、R_2は、置換されていてもよいアルキルである。他の実施形態では、R_3は、置換されていてもよいヘテロアルキル、例えば、－（Ａｋ－Ｏ）$_{h1}R^{O1}$、又は－Ａｋ－Ｎ$R^{N1}R^{N2}$等であり、ここでＡｋは、置換されていてもよいアルキレンであり、ｈ１は１～５であり、かつR^{O1}、R^{N1}、及びR^{N2}の各々は、独立に、Ｈ、又は置換されていてもよいアルキルである。

【０１４８】

ＳＲＰは、ポリ（グリオキシルアミド）又はその誘導体を含むことができ、これは、線状又は環状であるホモポリマーであり得る。一実施形態では、ＳＲＰは、式（ＸＩＩＩ）の構造又はその塩であるか、そのような構造又はその塩を含む。

【化２９】

[Chem. 29]



(XIII)

（式中、
R_4'及びR_4''の各々は、独立に、Ｈ、置換されていてもよいアルキル、置換されていてもよいアミノアルキル、置換されていてもよいヘテロアルキルであり、あるいはR_4'及びR_4''は、それぞれが結合している窒素原子と共に、本明細書に定義されるようなヘテロシクリル基を形成し、かつ
ｎは約２から約１００，０００である。）

【０１４９】

特定の実施形態（例えば、式（ＸＩＩＩ）のもの）では、R_4'及び／又はR_4''の各々は、置換されていてもよいアルキル、置換されていてもよいヘテロアルキル、又は置換されていてもよいアミノアルキル、例えば、－（Ａｋ－Ｏ）$_{h1}R^{O1}$、又は－Ａｋ－Ｎ$R^{N1}R^{N2}$等であり、ここでＡｋは、置換されていてもよいアルキレンであり、ｈ１は１～５であり、かつR^{O1}、R^{N1}、及びR^{N2}の各々は、独立に、Ｈ、又は置換されていてもよいアルキルである。他の実施形態では、R_4''は、Ｈ、又はアルキルであり、かつR_4'は、置換されていてもよいアルキル、置換されていてもよいヘテロアルキル、又は置換されていてもよいアミノアルキル（例えば上記のもの）である。さらに他の実施形態では、R_4'及びR_4''は、それぞれが結合している窒素原子と共に、本明細書に定義されるようなヘテロシクリル基を形成する。非限定的なヘテロシクリル基として、ピロリジニル、ピペリ

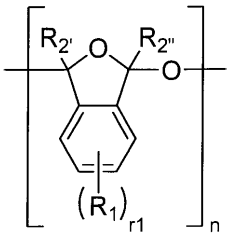
ジニル、モルホリニル、オキサゾリル、イソオキサゾリル、ピロリル、ピラゾリル等が挙げられる。

【０１５０】

式（Ｉ）及び（ＩＩ）に見られるように、ＳＲＰは、ポリ（オキシメチレン）を含む、ポリ（フタルアルデヒド）又は炭素と酸素が交互になった骨格を有する一般的なポリ（アルデヒド）を含むポリ（アルデヒド）であり得る。このようなＳＲＰは、線状又は環状ホモポリマーであり得る。ＳＲＰは、式（Ｉａ）の構造、

【化３０】

[Chem. 30]



(Ia)

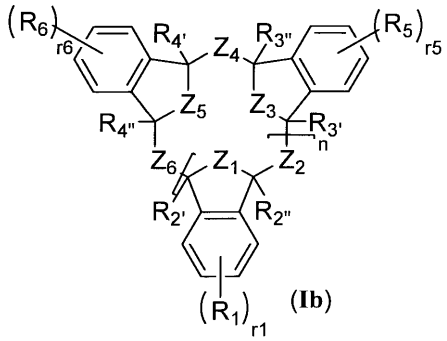
又はその塩を含むポリマー等の、ポリ（フタルアルデヒド）又はその誘導体であり得、R_1、R_2、$R_{2'}$、$r1$、及びｎは、本明細書に記載の任意のものである。いくつかの例では、ｎは、４～１００，０００の整数である。

【０１５１】

他の実施形態では、ポリ（フタルアルデヒド）は環状である。いくつかの例では、ポリマーは式（Ｉｂ）又は（Ｉｃ）の構造、

【化３１】

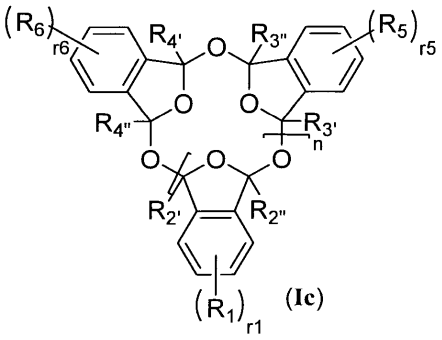
[Chem. 31]



(Ib)

【化３２】

[Chem. 32]



(Ic)

又はその塩を有し、あるいはR_1、R_5、R_6、R_2〜、R_2'〜、R_3〜、R_3'〜、R_4〜、R_4''、Z_1、Z_2、Z_3、Z_4、Z_5、Z_6、ｒ１、ｒ５、ｒ６及びｎ１は、本明細に記載の任意のものである。いくつかの例では、ｎ１は、１～１００の整数である。

【０１５２】

本明細書の任意の実施形態（例えば、式（Ｉ）～（ＶＩ）及び（Ｉｂ））では、Z_1～Z_6、L_1、及びL_2は、存在する場合、独立に、－CR_2R_3O－、－OCR_2R_3－、－OCR_2R_3O－、－$(CR_2R_3S)_{h1}CR_2R_3$－、－$S(CR_2R_3S)_{h1}$－、－CR_2R_3S－、－SCR_2R_3－、－SCR_2R_3S－、－$(CR_2R_3S)_{h1}CR_2R_3$－、及び－$S(CR_2R_3S)_{h1}$－から選択される置換されていてもよいヘテロアルキレンであり、ここでR_2及びR_3の各々は、独立に、Ｈ、置換されていてもよいアルキル、又は置換されていてもよいアリールであり、かつｈ１は、１～５の整数である。他の実施形態では、Z_1～Z_6、L_1、及びL_2は、存在する場合、独立に、－Ｏ－、又は置換されていてもよいヘテロアルキレンである。

【０１５３】

本明細書の任意の実施形態（例えば、式（Ｉ）～（Ｖ）、及び（ＸＩＩ））では、R_2、R_2〜、及びR_2'の各々は、存在する場合、独立に、Ｈ、又は置換されていてもよいアルキル（例えば、C_{1-6}アルキル）である。

【０１５４】

本明細書の任意の実施形態（例えば、式（ＩＩ）、（ＩＩＩ）、（Ｖ）、（ＶＩＩ）、（ＩＸ）、（Ｘ）、（ＸＩ）、及び（ＸＩＩ））では、R_3は、置換されていてもよいアリールである。

【０１５５】

本明細書の任意の実施形態（例えば、式（ＩＩ）、（ＩＩＩ）、（Ｖ）、（ＶＩＩ）、（ＩＸ）、（Ｘ）、（ＸＩ）、及び（ＸＩＩ））では、R_3は、置換されていてもよいヘテロアルキル、例えば、－ＯＣ（Ｏ）－R^{O1}、－NR^{N1}－Ｃ（Ｏ）－R^{O1}、－ＯＣ（Ｏ）$NR^{N1}R^{N2}$、－（Ａｋ－Ｏ）$_{h1}R^{O1}$、又は－Ａｋ－$NR^{N1}R^{N2}$等であり、ここでＡｋは、置換されていてもよいアルキレンであり、ｈ１は１～５であり、かつR^{O1}、R^{N1}、及びR^{N2}の各々は、独立に、Ｈ、又は置換されていてもよいアルキル（例えば、ヒドロキシアルキル、カルボキシアルキル、アミノアルキル、又はアジドアルキル）である。

【０１５６】

本明細書の任意の実施形態において、ポリマーはホモポリマーである。このようなポリマーは、任意の有用な数n個のモノマーを有することができ、例えば、ｎは約２から約１００，０００等である（例えば、約２～５０、２～１００、２～２００、２～３００、２～４００、２～５００、２～１，０００、２～２，０００、２～５，０００、２～１０，０００、２～２０，０００、２～５０，０００、２～１００，０００、３～５０、３～１

００、３～２００、３～３００、３～４００、３～５００、３～１，０００、３～２，０００、３～５，０００、３～１０，０００、３～２０，０００、３～５０，０００、３～１００，０００、４～５０、４～１００、４～２００、４～３００、４～４００、４～５００、４～１，０００、４～２，０００、４～５，０００、４～１０，０００、４～２０，０００、４～５０，０００，４～１００，０００、５～５０、５～１００、５～２００、５～３００、５～４００、５～５００、５～１，０００、５～２，０００、５～５，０００、５～１０，０００、５～２０，０００、５～５０，０００、５～１００，０００、１０～５０、１０～１００、１０～２００、１０～３００、１０～４００、１０～５００、１０～１，０００、１０～２，０００、１０～５，０００、１０～１０，０００、１０～２０，０００、１０～５０，０００、１０～１００，０００、５０～１００、５０～２００、５０～３００、５０～４００、５０～５００、５０～１，０００、５０～２，０００、５０～５，０００、５０～１０，０００、５０～２０，０００、５０～５０，０００、５０～１００，０００、１００～２００、１００～３００、１００～４００、１００～５００、１００～１，０００、１００～２，０００、１００～５，０００、１０～１０，０００、１００～２０，０００、１００～５０，０００、及び１００～１００，０００）。他の実施形態では、ポリマーは環状であり、ここで、ｎは約３から約１００である。他の実施形態では、環状ポリマーは、任意の有用な数のｎ１＋２のモノマーを含み、ｎ１は、例えば約１から約１００等である。

【０１５７】

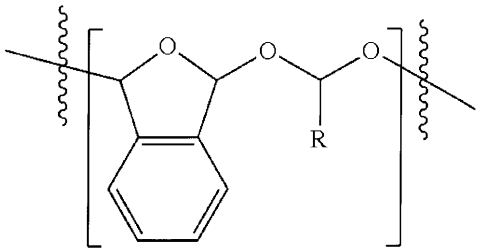
特定の実施形態では、ＳＲＰはまた、純フタルアルデヒドホモポリマー、ポリ（４，５－ジクロロフタルアルデヒド）等のポリ（フタルアルデヒド）誘導体のホモポリマー、又はポリ（アルデヒド）誘導体のホモポリマーを含む、任意の適切な線状又は環状のコポリマーであってもよい。ＳＲＰは、式（Ｉ）～（ＸＩＩＩ）、（Ｉａ）、（Ｉｂ）、（Ｉｃ）のいずれか１つの構造又はその塩を含むコポリマー、並びに本明細書に記載される任意のコポリマー（例えば、式（ＸＩＶ）又は（ＸＶ）の１つ）を含むことができる。

【０１５８】

ＳＲＰのさらなる例を以下に提供する。いくつかの実施形態では、ＳＲＰは、ポリ（アルデヒド）を含むコポリマーである。特定の実施形態では、それらは、２０１８年６月７日に公開され、その全体が参照により本明細書に組み込まれる米国特許公開第２０１８／０１５５４８３号に記載される自己犠牲ポリマーであってもよい。この参照文献におけるコポリマーの例には、式（ＸＩＶ）のものが含まれる。

【化３３】

[Chem. 33]

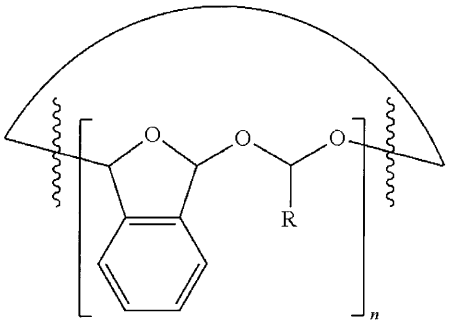


(XIV)

（式中、Ｒは、置換又は非置換のC_{1-20}アルキル、C_{1-20}アルコキシ、C_{2-20}アルケニル、C_{2-20}アルキニル、C_{6-10}ヘテロアリール、C_{3-10}シクロアルキル、C_{3-10}シクロアルケニル、C_{3-10}ヘテロシクロアルキル、又はC_{3-10}ヘテロシクロアルケニルであり、置換の場合は、Ｒは、C_{1-20}アルキル、C_{1-20}アルコキシ、C_{2-20}アルケニル、C_{2-20}アルキニル、C_{6-10}アリール、C_{6-10}ヘテロアリール、カルボキシアルデヒド、アミノ、スルホン酸、スルフィン酸、フルオロ酸、ホスホン酸、エーテル、ハロ、ヒドロキシル、ケトン、ニトロ、シアノ、アジド、シリル、スルホニル、スルフィニル、又はチオ

ールで置換される。）
【０１５９】
特定の実施形態では、ＳＲＰは、エタナール、プロパナール、又はブタナール等の第２のアルデヒドを有するフタルアルデヒドモノマーの環状コポリマーである。そのようなコポリマーの例は、米国特許公開第２０１８／０１５５４８３号に、式（ＸＶ）として提供される。
【化３４】

[Chem. 34]



（式中、ｎは１～１００，０００の整数であり、かつＲは、（例えば、式（ＸＩＶ）等について）本明細書に記載されている任意のものであり得る。）
【０１６０】
米国特許公開第２０１８／０１５５４８３号の具体例は、フタルアルデヒドのコポリマー、アセトアルデヒド、プロパナール、ブタナール、ペンタナール、ヘキサナール、ヘプタナール、オクタナール、ノナナール、デカナール、アンデカナール、プロペナール、ブテナール、ペンテナール、ヘキセナール、ヘプタナール、オクテナール、ノネナール、デセナール、ウンデセナールの１つ又は複数、及びこれらの任意の組み合わせを含む。
【０１６１】
ＳＲＰはまた、純フタルアルデヒドホモポリマーを含む任意の適切な線状又は環状コポリマーであってもよい。また、ポリ（４，５－ジクロロフタルアルデヒド）等のポリ（フタルアルデヒド）誘導体のホモポリマーであってもよい。
【０１６２】
他の実施形態では、ＳＲＰは、低いＭＷを有するホモポリマーであり、それによって間隙を充填するための低粘性ポリマーを提供する。
【０１６３】
本明細書の任意の実施形態において、ＳＲＰは、式（Ｉ）～（ＸＶ）、（Ｉａ）のいずれかの構造又はその塩であるか、そのような構造又はその塩を有し（ここでｎは１である）、これは次にリンカーによって別のモノマーに連結される。非限定的なリンカーは、置換されていてもよいアルキレン、置換されていてもよいヘテロアルキレン、置換されていてもよい（アリール）（アルキル）ｅｎｅ、置換されていてもよいアリレン、置換されていてもよいシクロアルキレン、オキシ、又はチオを含む。他の実施形態では、リンカーは、－Ａｋ－、－Ａｋ－Ｘ－、－Ｘ－Ａｋ－、－（Ａｋ－Ｘ）$_{h1}$－Ａｋ－、－Ｘ－（Ａｋ－Ｘ）$_{h1}$－、－Ａｋ－Ａｒ－、－Ａｋ－Ａｒ－Ａｋ－、－Ａｒ－Ａｋ－、－（Ａｋ－Ｘ）$_{h1}$－Ａｒ－、－（Ａｋ－Ｘ）$_{h1}$－Ａｒ－（Ａｋ－Ｘ）$_{h1}$－、－Ａｒ－（Ａｋ－Ｘ）$_{h1}$－、－Ｘ－（Ａｋ－Ｘ）$_{h1}$－Ａｒ、－Ｘ－（Ａｋ－Ｘ）$_{h1}$－Ａｒ－Ｘ－（Ａｋ－Ｘ）$_{h1}$－、及び－Ａｒ－Ｘ－（Ａｋ－Ｘ）$_{h1}$－であり得、ここでＡｋは置換されていてもよいアルキレンであり、Ａｒは置換されていてもよいアリレンであり、Ｘは非炭素ヘテロ原子であり（例えば、－Ｏ－、－Ｓ－、又は－ＮＲ^{N1}－であり、ここでＲ^{N1}は、Ｈ、任意選択でアルキル、又は置換されていてもよいアリールである）、及びｈ１は１～５の整数である。

【０１６４】
本明細書の任意の実施形態において、ＳＲＰは、溶媒可溶性のままである非晶質ポリマーであり得る。
【０１６５】
ＳＲＰは、任意の対応するモノマーを使用して合成することができる。例えば、モノマーは、式（Ｉ）～（ＸＶ）、（Ｉａ）のいずれかの構造又はその塩であるか、そのような構造又はその塩を有し得る。ここでｎは１である。モノマーは、このような構造のいずれかの端部に配置された任意の有用な末端基を有し得る。他の実施形態では、モノマーは揮発性であり、かつ２０℃以下の融点を有し得る。
【０１６６】
特定の実施形態では、ＳＲＰは、不要な副産物なしに形成される。このようにして、副産物を除去する必要がないため、残留物無しにポリマーの蒸発を達成できる。除去に関して、ＳＲＰ内の１つ（又は数個）の化学結合の切断により、ポリマーの完全で急速な解重合が伝播される。すべての結合が同じである（不用意な不純物がない）ので、残留物はほとんど又は全くないと予想される。
【０１６７】
ＳＲＰ又はその製剤は、任意の有用な方法で堆積できる。例えば、ＳＲＰは、スピンコート又は蒸着可能である。
【０１６８】
溶媒及び添加剤を含む製剤
ＳＲＰは、溶媒又は溶媒の組み合わせを有する製剤として提供できる。一実施形態では、製剤は、約０．１重量％から約５０重量％の１つ又は複数のＳＲＰ（例えば、約５重量％から約２０重量％）を含み、残りは溶媒である。溶媒の例としては、ジグリム、テトラヒドロフラン、Ｎ－メチル－ピロリドン、ジメチルホルムアミド、炭酸プロピレン、シクロペンタノン、アニソール、ジクロロベンゼン、及びプロピレングリコールメチルエーテルアセテートが挙げられる。
【０１６９】
製剤は、可塑剤、ｐＫａが１以上の有機酸、光触媒（例えば、光酸発生剤又は光塩基発生剤）、熱触媒（例えば、熱酸発生剤又は熱塩基発生剤）、及び／又は染料から選択される１つ又は複数のさらなる添加剤を含み得る。添加剤の量は、約０．００１重量％から約２５重量％の単一の添加剤、並びに約０．００１重量％から約２５重量％の量の添加剤の組み合わせを含み得る。
【０１７０】
いくつかの実施形態では、ＳＲＰ及び添加剤（例えば、本明細書の任意のもの）は、別々の溶液として配合され、保管されるが、ウェハ上への堆積の時点、又は比較的すぐ直前のある時点で共に混合されてもよい。いくつかの実施形態では、ＳＲＰ及び添加剤（複数可）は、スピンコーティングの前に溶媒に混合される粉末として提供されてもよい。ＳＲＰ及び添加剤（単独又は一緒に）は、少なくとも５：１のＳＲＰ：添加剤、又は少なくとも１０：１、又は２０：１の相対的な重量％で提供されてもよい。
【０１７１】
可塑剤は、フィルムの可塑性又は柔軟性を促進するために採用できる。非限定的な可塑剤は、アジピン酸塩、アルキレングリコールジベンゾアート、ジアルキルフタレート、トリメリット酸トリアルキル、第三級アミン、第四級アンモニウム化合物、アゼラート、シトラート、エーテル－エステル、ポリエーテル、グルタラート、グリコール、イソブチラート、マレイン酸塩、リン酸塩、ホスホニウム化合物、有機リン酸塩、セバシン酸塩、スルホンアミド、スルホニウム化合物、並びにイオン液体、界面活性剤、及び酸増幅剤、又はそれらの組み合わせを含み得る。
【０１７２】
低T_cホモポリマーは、溶媒中の純粋な未配合のホモポリマーと比較して、周囲条件下で安定なフィルムを作成し、さらに加速分解特性を示す弱い酸を配合できる。このような

挙動を有する酸の具体例としては、弱有機酸（例えば、ｐＫａが１以上のもの）が挙げられる。さらに他の酸としては、酒石酸、シュウ酸、及び酢酸が挙げられる。

【０１７３】

他の例としては、直鎖アルキルカルボン酸、$C_XH_{2X}O_2$（式中、Ｘは整数である）、及び対応するジカルボン酸バリアントが挙げられる。特定の例として、メタン酸（Ｘ＝１）及び酢酸（Ｘ＝２）等が挙げられる。ジカルボン酸の特定の例としては、エタン二酸及びプロパン二酸が挙げられる。有機弱酸もまた、追加のアルコール置換及び／又は不飽和結合を有するこれらのいずれかのバリアントであってもよい。例えば、オキソエタン酸、２－ヒドロキシエタン酸、プロプ－２－エン酸、２－プロピン酸、２－ヒドロキシプロパン二酸、オキソプロパン二酸、２，２－ジヒドロキシプロパン二酸、２－オキソプロパン酸、２－ヒドロキシプロパン酸、３－ヒドロキシプロパン酸、２，３－ジヒドロキシプロパン酸等を用いてもよい。

【０１７４】

さらに他の有機酸も同様の能力を示し得る。低T_cホモポリマーは、ツールの設置前に適切な酸を予め配合し、その後、犠牲ブレース補強又は表面保護用途用に基板上にスピンコーティングされてもよい。あるいは、スピンコーティングの直前に、低T_cポリマーを使用時に酸と混合してもよい。ホモポリマー製剤はフィルム形態（固体状態）では安定であるが、酸と接触すると溶液中では安定でない場合があるので、この方法は、ホモポリマー製剤の保存期間を延長するために使用されてもよい。いくつかの実施形態では、製剤は、約５～２０重量％のＳＲＰ及び＜１重量％の有機弱酸として提供され、残りは溶媒である。

【０１７５】

製剤、ひいては結果として得られるフィルムは、光酸発生剤（ＰＡＧ）を含むことができ、ＳＲＰの電磁放射への曝露により酸が生成される。このようにして、エネルギー光（例えば、ＵＶ光、ＩＲ光、又はＸ線）の曝露は、酸を生成してフィルムのインサイチュ分解を促進する。非限定的な光酸発生剤としては、オニウム塩、例えば全フッ素置換アニオンを有するヨードニウム塩及びスルホニウム塩（例えば、ジアリールヨードニウム塩及びトリアリールスルホニウム塩）等、ビススルホニルジアゾメタン化合物、Ｎ－スルホニルオキシジカルボキシイミド化合物、及びＯ－アリールスルホニルオキシム化合物が挙げられる。光酸発生剤は、任意選択で、光増感剤（例えば、修飾された多環芳香族炭化水素又は縮合芳香族環を有するもの）を含んでもよい。

【０１７６】

他の酸発生剤、例えば熱への曝露に際し酸性部位を放出する熱酸発生剤等を使用できる。このようにして、ＳＲＰの解重合は、熱プロセス及び酸プロセスの両方を含むことができる。非限定的な熱酸発生剤は、アンモニウム塩、スルホニルエステル、及び酸増幅剤を含む。

【０１７７】

基板及びフィーチャ

ＳＲＰ及び本明細書の方法は、ＨＡＲフィーチャ及び関連するプロセスと共に使用できる。例えば、全体のプロセスフローの２５％より多くを占めることがあるエッチング及び洗浄等のウェットプロセスは、乾燥中に発生する毛管力のために、ＨＡＲフィーチャ上では特に困難であり得る。これらの毛管力の強さは、乾燥させているエッチング液、洗浄液、又はリンス液の表面張力及び接触角、並びにフィーチャの間隔及びアスペクト比に依存し得る。乾燥中に発生する力が大きすぎると、ＨＡＲフィーチャが互いに崩壊し、スティクションが発生することもある。フィーチャの崩壊及びスティクションは、デバイスの歩留まりを著しく低下させる。したがって、一態様では、本明細書におけるＳＲＰは、このような構造の崩壊を低減するために採用できる。

【０１７８】

一例では、ＳＲＰを使用してＨＡＲ構造をブレースで補強する方法は、ＨＡＲ構造に溶媒を提供することを含む。基板は、例えば、ウェットエッチング又は洗浄動作の後に提供

され、先行する動作に関連する溶媒を有してもよい。いくつかの実施形態では、溶媒、すなわちＳＲＰによって処分される溶媒は、先行する溶媒がＳＲＰ溶液と化学的に適合しない場合、暫定的な溶媒であってもよい。

【０１７９】

ＳＲＰは、任意の有用な基板又は表面上に配置できる。表面は、平面であってもよいし、ＨＡＲ構造を含む１つ又は複数のピラー、孔、間隙、及びトレンチを含んでもよい。さらに他の表面は、電子部品、プリント回路基板、パッケージ等のデバイス上のものを含むことができる。基板表面の例としては、シリコン、シリコンゲルマニウム、及びフィンやナノワイヤ等のゲルマニウム構造、限定されないが、銅、コバルト、チタン、窒化チタン、タングステン、又はモリブデンを含む金属表面、並びに／又は他の構造及び材料が挙げられる。

【０１８０】

装置

記載した除去プロセスは、基板処理システムの一部であり得るチャンバ内で実施されてもよい。基板処理システムは、ＳＲＰの堆積、並びに上流及び下流処理を含む基板の処理に使用される１つ又は複数の追加の基板処理ツールをさらに含んでもよい。ここで図４を参照すると、基板処理システム４００は、１つ又は複数の基板処理ツール４０２（基板処理ツール４０２ａ及び４０２ｂは例示を目的として示される）及び基板バッファ４３０又は他の基板保管室を含む。基板処理ツール４０２ａ及び４０２ｂの各々は、複数の処理チャンバ４０４ａ、４０４ｂ、４０４ｃ等（まとめて処理チャンバ４０４）を含む。単なる例であるが、処理チャンバ４０４の各々は、基板処理を実行するように構成されてもよい。いくつかの例では、基板は、処理チャンバ４０４の１つに入れられ、処理され、その後、処理チャンバ４０４の１つ又は複数の他のものに移動され、かつ／又は基板処理ツール４００から取り出されてもよい（例えば、すべてが同じ処理を実行する場合）。

【０１８１】

処理される基板は、ＡＴＶ（大気から真空）搬送モジュール４０８のローディングステーションのポートを介して基板処理ツール４０２ａ及び４０２ｂに入れられる。いくつかの例では、ＡＴＶ搬送モジュール４０８は、ＥＦＥＭ（ｅｑｕｉｐｍｅｎｔ　ｆｒｏｎｔ　ｅｎｄ　ｍｏｄｕｌｅ）を含む。次いで、基板は、１つ又は複数の処理チャンバ４０４に搬送される。例えば、搬送ロボット４１２は、基板をローディングステーション４１６からロードロック４２０に搬送するように配置される。真空搬送モジュール４２８の真空搬送ロボット４２４は、ロードロック４２０から様々な処理チャンバ４０４に基板を搬送するように配置される。

【０１８２】

基板処理ツール４０２ａ及び４０２ｂの１つ又は複数での処理後、基板は、真空環境の外に運ばれてもよい。例えば、基板は、保管のための場所（基板バッファ４３０等）に移動されてもよい。他の例では、基板は、さらなる処理のために基板処理ツールから別の基板処理ツールに直接移動されてもよく、又はさらなる処理のために保管バッファ４３０から別の基板処理ツールに移動されてもよい。

【０１８３】

基板を周囲条件に曝露すると、欠陥が発生したり、下流処理に悪影響を及ぼすことがある。ＳＲＰを含む犠牲保護層は、周囲条件への曝露の前に基板に追加され得る。いくつかの例では、犠牲保護層は、基板を保管のために基板バッファに、又は別の基板処理ツールに搬送する前に、基板処理ツール内で塗布される。他の例では、犠牲保護層は、別の処理チャンバ（基板処理ツールに関連しない）内で塗布される。

【０１８４】

基板に別の処理を行う前に、本明細書に記載の通り、犠牲保護層を除去する。例えば、基板は、保管バッファ４３０での保管期間後、又は基板処理ツール４０２ａでの処理後に、基板処理ツール４０２ｂに搬送されてもよい。犠牲保護層は、基板処理ツール４０２ｂ内の処理チャンバの１つ、又は（基板処理ツール４０２ｂと関連しない）別の処理チャン

バで除去されてもよい。いくつかの実施形態では、犠牲保護層は、ロードロック４２０内で除去される。

【０１８５】

いくつかの例では、犠牲保護層は、周囲条件への曝露の前に、（基板処理が行われた）同じ基板処理ツール内の処理チャンバによって塗布される。基板処理ツールは真空で動作するため、周囲条件への基板の曝露が防止される。いくつかの例では、犠牲層は、ウェット洗浄プロセスの後に堆積される。この場合、酸化物及び残留物は、ウェット洗浄プロセスによって除去されてもよく、犠牲層は、ウェハを乾燥させる前に、又はウェハを乾燥させた直後に、順次堆積される。いくつかの例では、このプロセスは、真空下で行われず、乾燥した清潔な表面を周囲に曝露することなく行われる。他の例では、基板は、基板処理ツールから、犠牲保護層を追加する基板処理ツールの外側に位置する別の処理チャンバに搬送される。この方法を用いると、基板が周囲条件に曝露される期間が制限又は短縮される。曝露は、基板処理ツールから犠牲保護層が塗布される処理チャンバへの搬送の短時間に制限される。基板の保管は、周囲条件へのさらなる曝露を伴わずに、より長い期間行われてもよい。その後、犠牲保護層は、さらなる処理の前に除去されてもよい。いくつかの例では、犠牲保護層は、同じ基板処理ツールの処理チャンバでの基板処理の前に、真空条件下で別の基板処理ツール内で除去される。他の例では、基板は、犠牲保護層を除去する処理チャンバに搬送され、その後、さらなる処理のために基板処理ツールに搬送される。この方法はまた、処理チャンバと基板処理ツールの間での周囲条件又は他の環境への曝露を制限する。一例では、犠牲保護層は、エッチング、堆積、又は他のプロセスの直後に、表面上で凝縮してフィルムを形成する低分子蒸気に基板を曝露することによって形成される。これは、エッチング又は堆積が行われたツール（例えば、基板処理ツール４０２ａ）の内部で直接行うことができ、エッチング又は堆積が行われたのと同じ処理チャンバ内で行われてもよい。その後、基板は、処理のために次のツール（例えば、基板処理ツール４０２ｂ）に運ばれる。再び基板が周囲条件に曝露されることがなくなると（例えば、基板を真空又は不活性ガスでパージされた雰囲気下に置くことによって）、上述のように真空及び化合物、並びに場合によっては他の刺激が適用されて、フィルムが分解されて基板から除去されるように誘導する。これは、上述したように処理チャンバ（例えば、基板処理チャンバ４０２ｂの処理チャンバ４０４ａ）の内部で行われてもよい。

【０１８６】

様々な実施形態において、ＳＲＰ除去中を含む処理中のプロセス条件を制御するために、システムコントローラが採用される。コントローラは、典型的には、１つ又は複数のメモリデバイス及び１つ又は複数のプロセッサを含む。プロセッサは、ＣＰＵ又はコンピュータ、アナログ及び／又はデジタル入力／出力接続、ステッピングモータコントローラボード等を含んでもよい。

【０１８７】

コントローラは、除去装置の全ての活動を制御してもよい。システムコントローラは、タイミング、ガスの混合、チャンバ圧力、チャンバ温度、ウェハ温度、ウェハチャック又は台座の位置、プラズマ電力、及び特定のプロセスの他のパラメータを制御するための命令のセットを含むシステム制御ソフトウェアを実行する。コントローラに関連づけられたメモリデバイスに記憶された他のコンピュータプログラムが、いくつかの実施形態において採用されてもよい。

【０１８８】

典型的には、コントローラに関連づけられたユーザインタフェースが存在する。ユーザインタフェースは、ディスプレイスクリーン、装置及び／又はプロセス条件のグラフィカルソフトウェアディスプレイ、並びにポインティングデバイス、キーボード、タッチスクリーン、マイクロフォン等のユーザ入力デバイスを含んでもよい。

【０１８９】

システム制御論理は、任意の適切な方法で構成されてもよい。一般に、論理は、ハードウェア及び／又はソフトウェアで設計又は構成できる。駆動回路を制御するための命令は

、ハードコーディングされてもよいし、ソフトウェアとして提供されてもよい。命令は「プログラミング」によって提供されてもよい。このようなプログラミングは、デジタル信号プロセッサ、特定用途向け集積回路、及び特定のアルゴリズムをハードウェアとして実装した他のデバイスにおいて、ハードコーディングされた論理を含む、任意の形式の論理を含むと理解される。プログラミングはまた、汎用プロセッサ上で実行され得るソフトウェア又はファームウェア命令を含むと理解される。システム制御ソフトウェアは、任意の適切なコンピュータ可読プログラミング言語でコーディングされてもよい。

【０１９０】

反応パルス、パージガス流、及びプロセスシーケンス内の他のプロセスを制御するためのコンピュータプログラムコードは、任意の従来のコンピュータ可読プログラミング言語、例えば、アセンブリ言語、Ｃ、Ｃ＋＋、Ｐａｓｃａｌ、Ｆｏｒｔｒａｎ等で書くことができる。コンパイルされたオブジェクトコード又はスクリプトは、プロセッサによって実行され、プログラム内で特定されたタスクを実行する。また、示したように、プログラムコードはハードコーディングされていてもよい。

【０１９１】

コントローラパラメータは、例えば、プロセスガス組成及び流量、温度、圧力、基板温度、並びにプラズマ電力等のプロセス条件に関するものである。これらのパラメータは、レシピの形態でユーザに提供され、ユーザインタフェースを利用して入力されてもよい。

【０１９２】

プロセスを監視するための信号は、システムコントローラのアナログ及び／又はデジタル入力接続によって提供されてもよい。プロセスを制御するための信号は、システムのアナログ及びデジタル出力接続で出力される。

【０１９３】

システムソフトウェアは、多様な方法で設計又は構成されてもよい。

【０１９４】

例えば、開示された実施形態に従って堆積プロセスを実行するのに必要なチャンバコンポーネントの動作を制御するために、様々なチャンバコンポーネントのサブルーチン又は制御オブジェクトが書かれてもよい。この目的のためのプログラム又はプログラムのセクションの例として、基板位置決めコード、プロセスガス制御コード、圧力制御コード、及びヒータ制御コードが挙げられる。

【０１９５】

いくつかの実施態様では、コントローラはシステムの一部であり、システムは上述の例の一部であり得る。このようなシステムは、１つ又は複数の処理ツール、１つ又は複数のチャンバ、１つ又は複数の処理用プラットフォーム、及び／又は特定の処理コンポーネント（ウェハ台座、ガス流システム等）を含む半導体処理装置を含むことができる。これらのシステムは、半導体ウェハ又は基板の処理前、処理中、及び処理後にそれらの動作を制御するための電子機器と統合されてもよい。電子機器は「コントローラ」と呼ばれることもあり、１つ又は複数のシステムの様々なコンポーネント又は子部品を制御してもよい。コントローラは、処理要件及び／又はシステムの種類に応じて、処理ガスの送達、温度設定（例えば、加熱及び／又は冷却）、圧力設定、真空設定、電力設定、流量設定、液体送達設定、位置及び動作設定、ツールへのウェハの搬入出、並びに、特定のシステムに接続又は連動する他の搬送ツール及び／又はロードロックへのウェハの搬入出を含む、本明細書に開示されるプロセスのいずれかを制御するようにプログラムされてもよい。

【０１９６】

大まかに言えば、コントローラは、命令を受信し、命令を発行し、動作を制御し、洗浄動作を可能にし、エンドポイント測定を可能にする等の、様々な集積回路、論理、メモリ、及び／又はソフトウェアを有する電子機器として定義され得る。集積回路は、プログラム命令を記憶するファームウェアの形態のチップ、デジタル信号プロセッサ（ＤＳＰｓ）、特定用途向け集積回路（ＡＳＩＣｓ）として定義されるチップ、及び／又はプログラム命令（例えば、ソフトウェア）を実行する１つ又は複数のマイクロプロセッサ若しくはマ

イクロコントローラを含んでもよい。プログラム命令は、半導体ウェハに対して、半導体ウェハのために、又はシステムに対して、特定のプロセスを実行するための動作パラメータを定義する、様々な個々の設定（又はプログラムファイル）の形態でコントローラに通信される命令であってもよい。動作パラメータは、いくつかの実施形態において、１つ又は複数の層、材料、金属、酸化物、シリコン、二酸化シリコン、表面、回路、及び／又はウェハのダイの製造中に１つ又は複数の処理ステップを達成するためにプロセスエンジニアによって定義されるレシピの一部であってもよい。

【０１９７】

コントローラは、いくつかの実施態様において、システムに統合された、システムに接続された、そうでなければシステムにネットワーク接続された、又はそれらの組み合わせであるコンピュータの一部であってもよく、又はそのようなコンピュータに接続されていてもよい。例えば、コントローラは、「クラウド」、すなわちファブホストコンピュータシステムの全体又は一部であってもよく、これによりウェハ処理の遠隔アクセスが可能になる。コンピュータは、製造動作の現在の進行状況を監視し、過去の製造動作の履歴を調査し、複数の製造動作から傾向又は性能基準を調査し、現在の処理のパラメータを変更し、処理ステップを設定して現在の処理を追跡し、又は新たなプロセスを開始するために、システムへの遠隔アクセスを可能にしてもよい。いくつかの例では、遠隔コンピュータ（例えば、サーバ）は、ネットワークを介してシステムにプロセスレシピを提供でき、ネットワークはローカルネットワーク又はインターネットを含んでもよい。遠隔コンピュータは、パラメータ及び／又は設定の入力又はプログラミングを可能にするユーザインタフェースを含んでもよく、パラメータ及び／又は設定は次いで遠隔コンピュータからシステムへと伝達される。いくつかの例では、コントローラは、１つ又は複数の動作中に実施される処理ステップのそれぞれのパラメータを指定する、データの形式の命令を受け取る。パラメータは、実施されるプロセスの種類及びコントローラがインタフェース接続する又は制御するように構成されたツールの種類に特有のものであってもよい。したがって、上述したように、コントローラは、共にネットワーク化され、本明細書に記載のプロセス及び制御等の共通の目的にむけて動作する１つ又は複数の個別のコントローラを含むこと等により、分散されてもよい。そのような目的のための分散型コントローラの一例は、遠隔地に設置され（プラットフォームレベルで、又は遠隔コンピュータの一部として等）、チャンバでのプロセスを協同で制御する１つ又は複数の集積回路と通信するチャンバ上の１つ又は複数の集積回路である。

【０１９８】

システムの例は、プラズマエッチングチャンバ又はモジュール、成膜チャンバ又はモジュール、スピンリンスチャンバ又はモジュール、金属メッキチャンバ又はモジュール、洗浄チャンバ又はモジュール、ベベルエッジエッチングチャンバ又はモジュール、物理蒸着（ＰＶＤ）チャンバ又はモジュール、化学蒸着（ＣＶＤ）チャンバ又はモジュール、ＡＬＤチャンバ又はモジュール、原子層エッチング（ＡＬＥ）チャンバ又はモジュール、イオン注入チャンバ又はモジュール、トラックチャンバ又はモジュール、並びに半導体ウェハの製作及び／又は製造に関連し得る、又は使用し得る、任意の他の半導体処理システムを含んでもよいが、これらに限定されない。

【０１９９】

上述のように、ツールによって実行される１つ又は複数のプロセスステップに応じて、コントローラは、他のツール回路又はモジュール、他のツールコンポーネント、クラスタツール、他のツールインタフェース、隣接ツール、近隣ツール、工場全体に配置されたツール、メインコンピュータ、別のコントローラ、又は半導体製造工場内のツール位置及び／又はロードポートへウェハの容器を搬入出する材料搬送に用いられるツールの、１つ又は複数と通信してもよい。

【０２００】

コントローラは種々のプログラムを含んでもよい。基板位置決めプログラムは、基板を台座又はチャックに搭載し、かつ基板とガス入口及び／又はターゲット等のチャンバの他

の部分との間の間隔を制御するために用いられるチャンバコンポーネントを制御するためのプログラムコードを含んでもよい。プロセスガス制御プログラムは、ガス組成、流量、及びパルス時間を制御するためのコード、及び任意選択でガスをチャンバに流すためのコードを含んでもよい。圧力制御プログラムは、例えば、チャンバの排気システムの絞り弁を調節することによって、チャンバ内の圧力を制御するためのコードを含んでもよい。ヒータ制御プログラムは、基板を加熱するために使用される加熱ユニットへの電流を制御するためのコードを含んでもよい。代替的に、ヒータ制御プログラムは、ヘリウム等の熱伝達ガスのウェハチャックへの送達を制御してもよい。プラズマ電力プログラムは、プラズマ電力を制御してもよい。

【０２０１】

除去中に監視され得るチャンバセンサの例として、マスフローコントローラ、マノメータ等の圧力センサ、及び台座又はチャックに配置された熱電対が挙げられる。適切にプログラムされたフィードバック及び制御アルゴリズムは、所望のプロセス条件を維持するために、これらのセンサからのデータと共に使用されてもよい。

【０２０２】

上記では、単一チャンバ又はマルチチャンバの半導体処理ツールでの開示された実施形態の実施を説明した。本明細書に記載された装置及びプロセスは、例えば、半導体デバイス、ディスプレイ、ＬＥＤ、太陽電池パネル等の製造又は生産のために、リソグラフィパターニングツール又はプロセスと共に使用されてもよい。典型的には、必ずしもそうではないが、このようなツール／プロセスは、共通の製造設備で一緒に使用され、又は実施される。フィルムのリソグラフィパターニングは、典型的には、以下のステップの一部又は全てを含み、各ステップにはいくつかの可能なツールが提供される：（１）スピンオンツール又はスプレーオンツールを用いて、ワークピース、すなわち基板上にフォトレジストを塗布すること、（２）ホットプレート、炉、又はＵＶ硬化ツールを用いて、フォトレジストを硬化させること、（３）ウェハステッパ等のツールを用いて、フォトレジストを可視光、ＵＶ光、又はＸ線光に曝露すること、（４）ウェットベンチ等のツールを用いて、レジストを現像してレジストを選択的に除去し、それによってパターニングすること、（５）ドライエッチング又はプラズマアシストエッチングツールを用いて、レジストパターンを下層フィルム又はワークピースに転写すること、及び（６）ＲＦ又はマイクロ波プラズマレジストストリッパ等のツールを用いて、レジストを除去すること。

【０２０３】

結論

前述の実施形態は、理解を明確にする目的である程度詳細に説明されたが、添付の特許請求の範囲の範囲内で特定の変更及び変形が実施されてもよいことは明らかであろう。本明細書に開示された実施形態は、これらの具体的詳細の一部又は全てを用いずに実施されてもよい。他の例では、周知のプロセス動作は、開示された実施形態を不必要に曖昧にすることのないように、詳細には説明されない。さらに、開示された実施形態が具体的な実施形態と共に説明される一方で、具体的な実施形態を開示された実施形態に限定することを意図していないことが理解されよう。本実施形態のプロセス、システム、及び装置を実施する多くの代替的な方法があることに留意されたい。したがって、本実施形態は、例示的なものであって制限的なものではないとみなされ、かつ本実施形態は、本明細書で与えられる詳細に限定されるものではない。

【図面】

【図１Ａ】

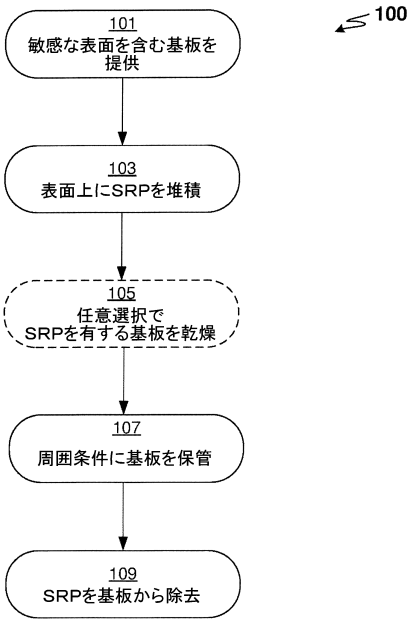


FIG. 1A

【図１Ｂ】

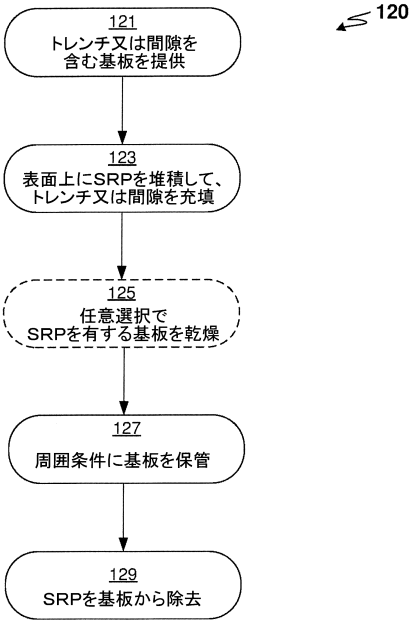


FIG. 1B

【図１Ｃ】

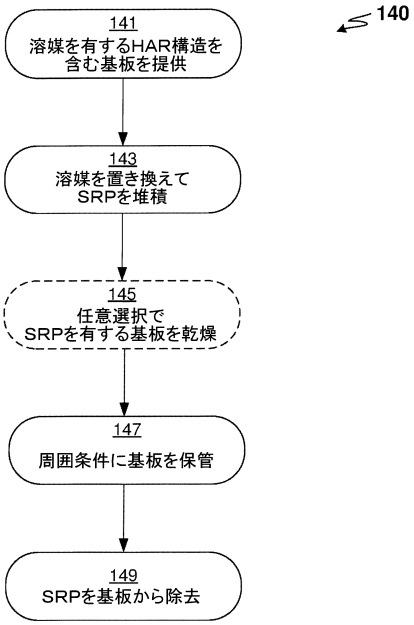


FIG. 1C

【図２Ａ】

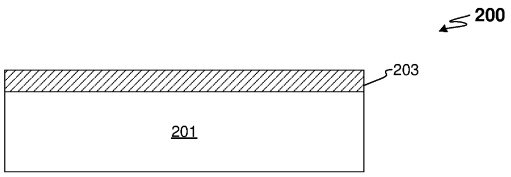


FIG. 2A

【図２Ｂ】

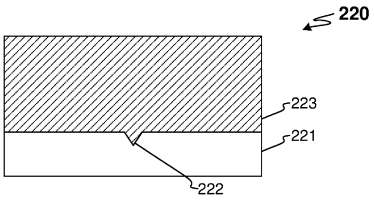


FIG. 2B

【図２Ｃ】

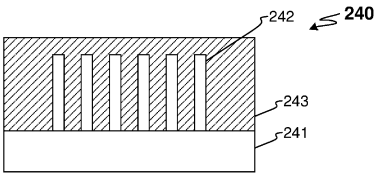


FIG. 2C

【図３Ａ】

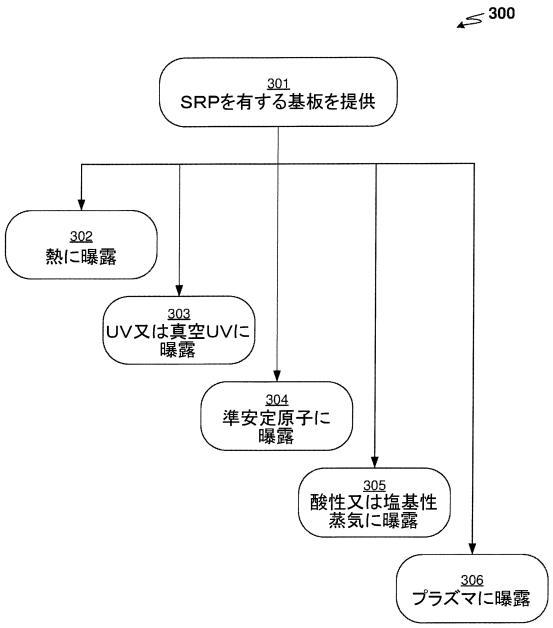


FIG. 3A

【図３Ｂ】

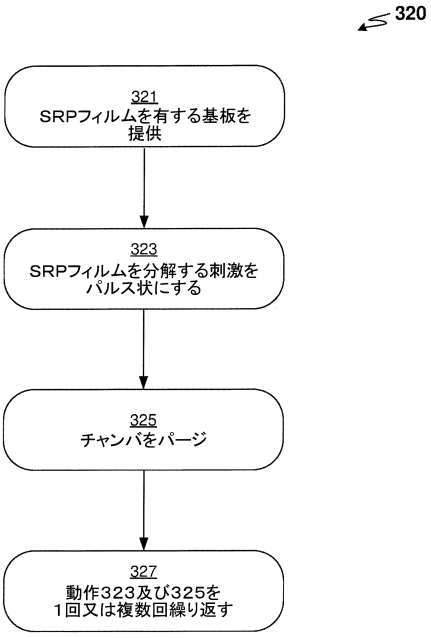


FIG. 3B

【図４】

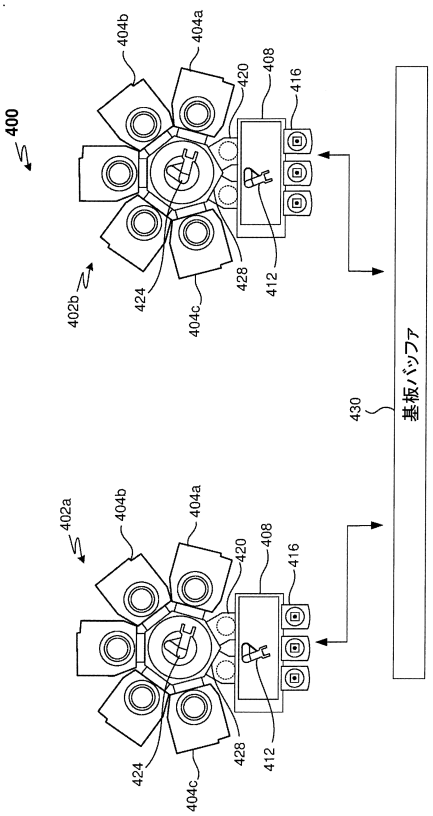

400
402b
404b
404a
420
408
416
424
404c
428
412
430
基板/バッファ
402a
404b
404a
420
408
416
424
404c
428
412

FIG. 4

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US2021/042978

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G03F 7/004(2006.01)i; **G03F 7/105**(2006.01)i; **G03F 7/20**(2006.01)i; **G03F 7/26**(2006.01)i; **G03F 7/36**(2006.01)i; **C08L 65/00**(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)

G03F 7/004(2006.01); A61K 9/70(2006.01); A61L 15/24(2006.01); C08L 61/02(2006.01); H01L 21/02(2006.01); H01L 21/67(2006.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models
Japanese utility models and applications for utility models

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS(KIPO internal), STN(Registry, Caplus) & Keywords: stimulus responsive polymer(SRP), substrate, film, homopolymer, solvent

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2016-0086829 A1 (LAM RESEARCH CORPORATION) 24 March 2016 (2016-03-24) claim 1 ; paragraphs [0003], [0004], [0010], [0011], [0013], [0015], [0019], [0020], [0022], [0028], [0037]-[0039], [0043], [0044], [0046], [0047], [0050], [0052]; figures 2C, 2E, 5B	1-17,19-21,25-32
Y		18
Y	KAITZ, J. A. et al., "End group characterization of poly(phthalaldehyde): surprising discovery of a reversible, cationic macrocyclization mechanism", Journal of the american chemical society, 2013, Vol. 135, pp. 12755-12761 abstract; page 12755; table 1; figure 2	18
A	WO 2020-033015 A2 (GEORGIA TECH RESEARCH CORPORATION) 13 February 2020 (2020-02-13) abstract; claims 1, 6, 8, 34, 52	1-21,25-32
A	SCHWARTZ, J. M. et al., "Stable, high-molecular-weight poly(phthalaldehyde)", Journal of polymer science, part A: polymer chemistry, 2016, Vol. 55, pp. 1166-1172 abstract; pages 1166, 1170; scheme 2	1-21,25-32

☑ 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
"D" document cited by the applicant in the international application
"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	Date of mailing of the international search report
18 November 2021	**18 November 2021**
Name and mailing address of the ISA/KR **Korean Intellectual Property Office** **189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon** **35208, Republic of Korea** Facsimile No. **+82-42-481-8578**	Authorized officer **Jung, Da Won** Telephone No. **+82-42-481-5373**

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2019)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US2021/042978

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☑ Claims Nos.: **23**
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

Claim 23 is regarded to be unclear because it refers to claim 22 which does not comply with PCT Rule 6.4(a).

3. ☑ Claims Nos.: **22,24**
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Form PCT/ISA/210 (continuation of first sheet) (July 2019)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US2021/042978

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2014-161036 A1 (UNIVERSITY OF SOUTH AUSTRALIA) 09 October 2014 (2014-10-09) abstract; claims 1, 11, 13, 15, 16, 27	1-21,25-32

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2019)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/US2021/042978

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2016-0086829	A1	24 March 2016	CN	105448778	A	30 March 2016
				CN	105448778	B	19 October 2018
				KR	10-2016-0033624	A	28 March 2016
				TW	201635406	A	01 October 2016
				TW	202029385	A	01 August 2020
				TW	I693652	B	11 May 2020
				US	9466511	B2	11 October 2016
WO	2020-033015	A2	13 February 2020	CN	112166153	A	01 January 2021
				JP	2021-519844	A	12 August 2021
				US	2021-0163731	A1	03 June 2021
				WO	2020-033015	A3	16 April 2020
WO	2014-161036	A1	09 October 2014	AU	2014-246657	A1	19 November 2015
				AU	2018-202280	A1	26 April 2018
				AU	2018-202280	B2	19 December 2019

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2019)

フロントページの続き

MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),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,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,IT,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,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,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

５３８ フレモント，クッシング・パークウェイ，４６５０
(72)発明者 リマリー・ラッチャナ
アメリカ合衆国 カリフォルニア州９４５３８ フレモント，クッシング・パークウェイ，４６５０
(72)発明者 ハイムズ・ダイアン
アメリカ合衆国 カリフォルニア州９４５３８ フレモント，クッシング・パークウェイ，４６５０
(72)発明者 パン・ヤン
アメリカ合衆国 カリフォルニア州９４５３８ フレモント，クッシング・パークウェイ，４６５０

Ｆターム（参考） 4J002 AA001 BG031 CE001 CF001 CH011 CL001 CN031 FD030 FD090 FD200 GQ01
5F057 EC13 EC14
5F058 AA10 AF04 AH01 AH03
5F063 EE42 EE43
5F131 EC31 EC34 GB03 GB14