(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)公表番号
特表2024-509727
(P2024-509727A)
(43)公表日　令和6年3月5日(2024.3.5)

(51)国際特許分類		FI			テーマコード（参考）
H01L 21/027 (2006.01)		H01L	21/30	568	2H196
G03F 7/20 (2006.01)		G03F	7/20	521	2H197
G03F 7/38 (2006.01)		G03F	7/38	511	3L113
F26B 3/20 (2006.01)		F26B	3/20		5F146

審査請求　未請求　予備審査請求　未請求　（全54頁）

(21)出願番号　特願2023-548335(P2023-548335)
(86)(22)出願日　令和4年2月3日(2022.2.3)
(85)翻訳文提出日　令和5年10月6日(2023.10.6)
(86)国際出願番号　PCT/US2022/015146
(87)国際公開番号　WO2022/173655
(87)国際公開日　令和4年8月18日(2022.8.18)
(31)優先権主張番号　17/176,108
(32)優先日　令和3年2月15日(2021.2.15)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
(31)優先権主張番号　63/149,617
(32)優先日　令和3年2月15日(2021.2.15)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
(31)優先権主張番号　63/149,618
最終頁に続く

(71)出願人　390040660
アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド
ＡＰＰＬＩＥＤ ＭＡＴＥＲＩＡＬＳ，ＩＮＣＯＲＰＯＲＡＴＥＤ
アメリカ合衆国 カリフォルニア ９５０５４， サンタ クララ， バウアーズ アヴェニュー ３０５０
３０５０ Ｂｏｗｅｒｓ Ａｖｅｎｕｅ Ｓａｎｔａ Ｃｌａｒａ ＣＡ ９５０５４ Ｕ．Ｓ．Ａ．
(74)代理人　110002077
園田・小林弁理士法人
(72)発明者　ブッフバーガー， ダグラス エー．， ジュニア
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　フォトレジストの露光後ベークのための装置

(57)【要約】
本明細書では、フォトリソグラフィプロセス中に空隙を介在させることなく、電界及び／又は磁界をフォトレジスト層に印加するための方法及び装置が提供される。方法及び装置の各々は、まとめて密封して処理空間を形成するように構成される電極アセンブリとベースアセンブリとを含む。電極アセンブリは、透過性電極を含む。ベースアセンブリは、基板を支持し、露光後のベーク工程中に基板を加熱するように構成される。１つ又は複数の処理流体チャネルは、処理空間を処理流体で満たすように構成される。電極アセンブリは、露光後のベーク工程中、処理空間内に配置された基板に電界を印加するように構成される。
【選択図】図３

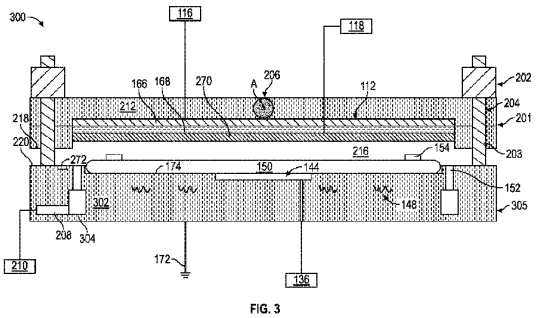


FIG. 3

【特許請求の範囲】
【請求項１】
ペデスタル、
基板支持面を有する基板支持体、
リザーバ空間を形成するリザーバ、
前記リザーバ空間内に少なくとも部分的に配置されたピストンアセンブリ、及び
処理空間と前記リザーバとの間に配置された流体通路
を備えるベースアセンブリと、
透過性電極、及び
前記透過性電極の一部の周囲に配置されたフード
を備える電極アセンブリと
を備える、基板処理装置。
【請求項２】
前記透過性電極は、前記基板支持面に平行に配置された電極メッシュである、請求項１に記載の基板処理装置。
【請求項３】
前記流体通路は、前記基板支持面の周囲に配置され且つ前記リザーバと流体連結している１つ又は複数の円弧状開口部である、請求項１に記載の基板処理装置。
【請求項４】
前記ピストンは、前記リザーバ内で前記ピストンを昇降させるように構成されたアクチュエータに接続される、請求項１に記載の基板処理装置。
【請求項５】
前記電極アセンブリは、
前記透過性電極の上方に配置されたモニタ電極と、
前記モニタ電極と前記透過性電極との間に配置されたセラミックスペーサとを更に備える、請求項１に記載の基板処理装置。
【請求項６】
前記処理空間内にあり、且つ前記基板支持面の外側に配置された１つ又は複数のクランプを更に備える、請求項１に記載の基板処理装置。
【請求項７】
前記ベースアセンブリは、約$1\times10^{-3}\Omega\cdot m$未満の電気抵抗を有する高導電性材料から製造される、請求項１に記載の基板処理装置。
【請求項８】
前記フードは、約$1\times10^{-3}\Omega\cdot m$未満の電気抵抗を有する、請求項１に記載の基板処理装置。
【請求項９】
ペデスタル、
基板支持面がその上に配置された基板支持体、
リザーバ空間を形成するリザーバ、及び
処理空間と前記リザーバとの間に配置された流体通路
を備えるベースアセンブリと、
電極、及び
前記電極に接続された電極ハウジング
を備える電極アセンブリと、
前記ベースアセンブリと前記電極アセンブリとを接続し、且つ前記ベースアセンブリと前記電極アセンブリとを開位置と閉位置との間で移動させるように構成された２つ以上のリニアアクチュエータと、
前記ベースアセンブリ又は前記電極アセンブリの一方に接続され、且つ前記ベースアセンブリと前記電極アセンブリとを軸を中心に回転させるように構成された回転アクチュエータと

を備える、基板処理装置。
【請求項１０】
前記２つ以上のリニアアクチュエータは、空気圧シリンダである、請求項９に記載の基板処理装置。
【請求項１１】
前記回転アクチュエータは、前記電極ハウジングに接続される、請求項９に記載の基板処理装置。
【請求項１２】
前記ベースアセンブリは、
前記基板支持体の周囲に配置されたベースシール面
を更に備え、
前記電極アセンブリは、前記ベースシール面に平行に配置され且つ前記電極の周囲に配置されたハウジングシール面を更に備える、請求項９に記載の基板処理装置。
【請求項１３】
前記流体通路は、前記基板支持体の周囲に配置され且つ前記リザーバと流体連結している１つ又は複数の円弧状開口部を備える、請求項９に記載の基板処理装置。
【請求項１４】
前記ベースアセンブリは、
前記リザーバ空間に流体接続された流体入口と、
前記リザーバ空間に流体接続された流体出口と
を更に備える、請求項９に記載の基板処理装置。
【請求項１５】
前記リザーバ空間内に少なくとも部分的に配置されたピストンアセンブリを更に備える、請求項９に記載の基板処理装置。
【請求項１６】
ペデスタル、
前記ペデスタルの基板支持面、及び
ベースアセンブリを通って配置された１つ又は複数の流体通路
を備えるベースアセンブリと、
電極、及び
前記電極に接続された電極ハウジング
を備える電極アセンブリと、
前記ベースアセンブリと前記電極アセンブリとを接続し、且つ前記ベースアセンブリと前記電極アセンブリとを開位置と閉位置との間で移動させるように構成された２つ以上のリニアアクチュエータと、
前記ベースアセンブリ又は前記電極アセンブリの一方に接続され、且つ前記ベースアセンブリと前記電極アセンブリとを軸を中心に回転させるように構成された回転アクチュエータと
を備える、基板処理装置。
【請求項１７】
前記流体通路は、前記基板支持面の周囲に配置され且つ流体供給部と流体連結している１つ又は複数の円弧状開口部を備える、請求項１６に記載の基板処理装置。
【請求項１８】
前記ベースアセンブリは、
前記基板支持面の周囲に配置されたベースシール面
を更に備え、
前記電極アセンブリは、前記ベースシール面に平行に配置され且つ前記電極の周囲に配置されたハウジングシール面を更に備える、請求項１６に記載の基板処理装置。
【請求項１９】
前記ベースアセンブリは、１つ又は複数の加熱要素を更に備える、請求項１６に記載の

基板処理装置。
【請求項２０】
前記回転アクチュエータは、前記基板処理装置の質量の中心を通って配置された軸を中心に前記ベースアセンブリと前記電極アセンブリとを回転させるように構成される、請求項１６に記載の基板処理装置。
【請求項２１】
ヘッド本体と、
前記ヘッド本体の下面に配置された支持面と、
前記支持面の中央領域と流体連結する１つ又は複数の第１の開口部を有する、前記ヘッド本体を通って配置された１つ又は複数の第１の流体導管と、
前記支持面の外側領域と流体連結する１つ又は複数の第２の開口部を有する、前記ヘッド本体を通って配置された１つ又は複数の第２の流体導管と、
前記支持面に接続された透過性電極と
を備える、浸漬ベークヘッドアセンブリ。
【請求項２２】
前記ヘッド本体の下面に接続されたクランプを更に備える、請求項２１に記載の浸漬ベークヘッドアセンブリ。
【請求項２３】
前記クランプは機械的クランプである、請求項２２に記載の浸漬ベークヘッドアセンブリ。
【請求項２４】
前記ヘッド本体は移送アームに接続されている、請求項２１に記載の浸漬ベークヘッドアセンブリ。
【請求項２５】
前記透過性電極は導電性メッシュである、請求項２１に記載の浸漬ベークヘッドアセンブリ。
【請求項２６】
前記透過性電極は、約５×１０$^{-4}$Ω・ｍ未満の抵抗を有する導電性材料である、請求項２１に記載の浸漬ベークヘッドアセンブリ。
【請求項２７】
前記導電性材料は、銅、アルミニウム、白金、鋼、又はドープされた炭化ケイ素のうちの１つ又は組み合わせである、請求項２６に記載の浸漬ベークヘッドアセンブリ。
【請求項２８】
ヘッド本体と、
前記ヘッド本体の下面に配置された支持面と、
前記支持面の中央領域と流体連結する１つ又は複数の流体入口開口部を有する、前記ヘッド本体を通って配置された１つ又は複数の流体入口導管と、
前記支持面の外側領域と流体連結する１つ又は複数の流体除去開口部を有する、前記ヘッド本体を通って配置された１つ又は複数の流体除去導管と、
前記支持面に接続され且つ前記１つ又は複数の流体入口開口部及び前記１つ又は複数の流体除去開口部に重なる透過性電極であって、約５×１０$^{-4}$Ω・ｍ未満の抵抗を有する導電性材料である透過性電極と
を備える、浸漬ベークヘッドアセンブリ。
【請求項２９】
前記支持面の前記外側領域は、前記支持面の前記中央領域の周囲に配置された環状リングである、請求項２８に記載の浸漬ベークヘッドアセンブリ。
【請求項３０】
前記ヘッド本体の下面に接続されたクランプを更に備える、請求項２８に記載の浸漬ベークヘッドアセンブリ。
【請求項３１】

前記クランプは機械的クランプである、請求項３０に記載の浸漬ベークヘッドアセンブリ。
【請求項３２】
前記１つ又は複数の流体除去開口部は、前記支持面内に配置された円弧状又は円形の開口部である、請求項２８に記載の浸漬ベークヘッドアセンブリ。
【請求項３３】
前記ヘッド本体が、約$10\times10^{19}\Omega\cdot m$より大きい抵抗を有する絶縁材料である、請求項２８に記載の浸漬ベークヘッドアセンブリ。
【請求項３４】
ヘッド本体、
前記ヘッド本体の下面に配置された支持面、
前記支持面の中央領域と流体連結する１つ又は複数の第１の開口部を有する、前記ヘッド本体を通って配置された１つ又は複数の第１の流体導管、
前記支持面の外側領域と流体連結する１つ又は複数の第２の開口部を有する、前記ヘッド本体を通って配置された１つ又は複数の第２の流体導管、及び
前記支持面に接続された透過性電極
を備える浸漬ベークヘッドアセンブリと、
１つ又は複数の冷却要素がその中に配置された冷却ペデスタルと、
１つ又は複数の加熱要素がその中に配置された加熱ペデスタルと
を備える、浸漬フィールドガイド式の露光後ベークモジュール。
【請求項３５】
前記１つ又は複数の冷却要素は、その中に配置された１つ又は複数の冷却チャネルを備える、請求項３４に記載の浸漬フィールドガイド式の露光後ベークモジュール。
【請求項３６】
前記冷却ペデスタルは、その中に配置された複数のリフトピンを更に含む、請求項３５に記載の浸漬フィールドガイド式の露光後ベークモジュール。
【請求項３７】
前記１つ又は複数の加熱要素は、複数の抵抗加熱要素を含む、請求項３４に記載の浸漬フィールドガイド式の露光後ベークモジュール。
【請求項３８】
前記透過性電極は、前記１つ又は複数の流体入口開口部及び前記１つ又は複数の流体除去開口部に重なる、請求項３４に記載の浸漬フィールドガイド式の露光後ベークモジュール。
【請求項３９】
前記透過性電極は導電性メッシュである、請求項３４に記載の浸漬フィールドガイド式の露光後ベークモジュール。
【請求項４０】
前記ヘッド本体は移送アームに接続される、請求項３４に記載の浸漬フィールドガイド式の露光後ベークモジュール。
【請求項４１】
リフト面、及び
複数のリフトピン
を含む第１のモジュールと、
加熱ペデスタル、
前記加熱ペデスタルと第２のモジュールフードとの間に第２のモジュール処理空間を形成する第２のモジュールフード、及び
電極
を含む第２のモジュールと、
冷却ペデスタル、及び
前記冷却ペデスタルと第３のモジュールフードとの間に第３のモジュール処理空間を形

成する第３のモジュールフード
を含む第３のモジュールと、
　複数の開口部を含む移送デバイスであって、前記リフト面、前記加熱ペデスタル、及び前記冷却ペデスタルの上に第１の開口部を選択的に位置決めするように回転可能な移送デバイスと
を備える、浸漬リソグラフィカルーセルアセンブリ。
【請求項４２】
　前記加熱ペデスタルは、その中に配置された複数の加熱要素を備え、前記加熱ペデスタルは、少なくとも部分的に前記第１の開口部を通過するように動作可能である、請求項４１に記載の浸漬リソグラフィカルーセルアセンブリ。
【請求項４３】
　前記冷却ペデスタルは、その中に配置された１つ又は複数の冷却要素を含み、前記冷却ペデスタルは、少なくとも部分的に前記第１の開口部を通過するように動作可能である、請求項４２に記載の浸漬リソグラフィカルーセルアセンブリ。
【請求項４４】
　前記複数のペデスタル開口部が、中心軸を中心として等間隔に配置された３つの開口部を含む、請求項４１に記載の浸漬リソグラフィカルーセルアセンブリ。
【請求項４５】
　前記電極が、約５×１０$^{-4}$Ω・ｍ未満の電気抵抗を有する、請求項４１に記載の浸漬リソグラフィカルーセルアセンブリ。
【請求項４６】
　前記加熱ペデスタルが、約５×１０$^{-4}$Ω・ｍ未満の電気抵抗を有する、請求項４１に記載の浸漬リソグラフィカルーセルアセンブリ。
【請求項４７】
　前記第２のモジュールフードは、約１０×１０^{19}Ω・ｍより大きい電気抵抗を有する、請求項４１に記載の浸漬リソグラフィカルーセルアセンブリ。
【請求項４８】
　前記第２のモジュールは、
　前記電極の上方に配置されたモニタ電極と、
　前記モニタ電極と前記電極との間に配置されたセラミックスペーサと
更に備える、請求項４１に記載の浸漬リソグラフィカルーセルアセンブリ。
【請求項４９】
　処理流体入口が前記第２のモジュール処理空間と流体連結している、請求項４１に記載の浸漬リソグラフィカルーセルアセンブリ。
【請求項５０】
　リフト面、及び
　複数のリフトピンホルダ
を含む第１のモジュールと、
　加熱ペデスタル、
　前記加熱ペデスタルと第２のモジュールフードとの間に第２のモジュール処理空間を形成する第２のモジュールフード、及び
　前記第２のモジュールフードに接続された電極
を含む第２のモジュールと、
　冷却ペデスタル、及び
　前記冷却ペデスタルと第３のモジュールフードとの間に第３のモジュール処理空間を形成する第３のモジュールフード
を含む第３のモジュールと、
　複数のペデスタル開口部がそこを通って配置されたカルーセルアセンブリであって、前記複数のペデスタル開口部の各々が、前記リフト面、前記加熱ペデスタル、及び前記冷却ペデスタルの各々の上で作動するように構成され、前記加熱ペデスタル及び前記冷却ペデ

スタルの各々は、前記複数のペデスタル開口部を少なくとも部分的に通過するように動作可能である、カルーセルアセンブリと
を備える、浸漬リソグラフィカルーセルアセンブリ。
【請求項５１】
前記第２のモジュールフードを通して配置され且つ前記第２のモジュール処理空間と流体連結している処理流体入口を更に備える、請求項５０に記載の浸漬リソグラフィカルーセルアセンブリ。
【請求項５２】
前記冷却ペデスタルを通して配置され且つ前記第２のモジュール処理空間と流体連結している処理流体入口を更に備える、請求項５０に記載の浸漬リソグラフィカルーセルアセンブリ。
【請求項５３】
前記カルーセルアセンブリ上に配置され、前記第１のモジュール、前記第２のモジュール、及び前記第３のモジュールの各々の間を移動するように構成された分離可能な基板支持体を更に備える、請求項５２に記載の浸漬リソグラフィカルーセルアセンブリ。
【請求項５４】
前記複数のペデスタル開口部のうちの前記ペデスタル開口部の各々の周囲に配置されたシール溝を更に備える、請求項５０に記載の浸漬リソグラフィカルーセルアセンブリ。
【請求項５５】
前記加熱ペデスタルに接続され且つ前記加熱ペデスタルを昇降させるように構成された加熱ペデスタルアクチュエータと、
前記冷却ペデスタルに接続され且つ前記冷却ペデスタルを昇降させるように構成された冷却ペデスタルアクチュエータと
を更に備える、請求項５０に記載の浸漬リソグラフィカルーセルアセンブリ。
【請求項５６】
前記第２のモジュールは、
前記電極の上方に配置されたモニタ電極と、
前記モニタ電極と前記電極との間に配置されたセラミックスペーサと
を更に備える、請求項５０に記載の浸漬リソグラフィカルーセルアセンブリ。
【請求項５７】
前記電極は、穿孔電極又は電極メッシュである、請求項５０に記載の浸漬リソグラフィカルーセルアセンブリ。
【請求項５８】
第１のステーションでカルーセル上に基板をローディングすることと、
前記基板を前記カルーセル上で前記第１のステーションから第２のステーションに移送することと、
処理位置で前記基板の裏側に接触させるために、前記第２のステーションの加熱ペデスタルを上昇させることと、
前記加熱ペデスタルを上昇させた後に、前記加熱ペデスタルを使用して前記基板を加熱することと、
前記加熱ペデスタルと電極アセンブリのフードとの間に配置される第２のモジュール処理空間に、処理流体を充填することと、
前記第２のモジュール処理空間に前記処理流体を充填した後に、前記電極アセンブリ内に配置された電極を使用して前記基板に電界を印加することと、
前記加熱ペデスタルを移送位置まで下降させることと、
前記基板を前記カルーセル上で前記第２のステーションから第３のステーションに移送することと、
冷却位置で前記基板の裏側に接触させるために、前記第３のステーションの冷却ペデスタルを上昇させることと、
前記冷却ペデスタルを使用して前記基板を冷却することと、

前記冷却ペデスタルを前記移送位置に下降させることと
を含む、露光後ベークプロセスを実行する方法。
【請求項５９】
前記電界は、約１０×１０^{6}Ｖ／ｍ未満の強度を有する、請求項５８に記載の露光後ベークプロセスを実行する方法。
【請求項６０】
前記電界を印加し、前記第２のモジュール処理空間から前記処理流体を排出した後に、前記加熱ペデスタルを使用して前記基板を前記カルーセルから上昇させることと、
前記加熱ペデスタルを使用して前記カルーセルから前記基板を上昇させた後に、前記基板を前記カルーセル上に下降させることと
を更に含む、請求項５８に記載の露光後ベークプロセスを実行する方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
［０００１］本開示は、概して、基板を処理するための方法及び装置に関し、より具体的には、フォトリソグラフィプロセスを改善するための方法及び装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
［０００２］集積回路は、単一のチップ上に数百万の構成要素（例えば、トランジスタ、キャパシタ及び抵抗器）を含みうる複雑なデバイスに進化してきた。フォトリソグラフィは、チップ上に構成要素を形成するために使用されうるプロセスである。概して、フォトリソグラフィのプロセスにはいくつかの基本的な段階が含まれる。最初に、基板上にフォトレジスト層が形成される。化学的増幅型フォトレジストは、レジスト樹脂と光酸発生剤とを含みうる。光酸発生剤は、その後の露光段階で電磁放射に露光されると、現像プロセスにおけるフォトレジストの溶解度を変化させる。電磁放射は、任意の適切な波長を有し、例えば、１９３ｎｍのＡｒＦレーザ、電子ビーム、イオンビーム、又は他の適切な放射源からのものでありうる。
【０００３】
［０００３］露光段階において、基板の特定の領域を選択的に電磁放射に露光させるために、フォトマスク又はレチクルが使用されうる。他の露光方法は、マスクレス露光法でありうる。光酸発生剤は光への露光によって分解されうるため、それによって酸が生成され、レジスト樹脂内に潜在的な酸の画像がもたらされる。露光後、基板は、露光後ベークプロセスにおいて加熱されうる。露光後ベークプロセスの間、光酸発生剤によって生成された酸は、レジスト樹脂と反応し、この後の現像プロセスの間のレジストの溶解度を変化させる。
【０００４】
［０００４］露光後ベークの後に、基板、特にフォトレジスト層が現像され、すすがれる。使用されるフォトレジストのタイプに応じて、電磁放射線に露光された基板の領域は、除去に対する耐性を有するか、又はより除去され易くなるかのどちらかである。現像とすすぎの後に、マスクのパターンは、ウェット又はドライのエッチングプロセスを使用して、基板に転写される。
【０００５】
［０００５］チップ設計の進化には、より高速な回路及びより高い回路密度が継続的に必要になる。回路密度の向上が求められているため、集積回路構成要素の寸法を縮小することが望まれる。集積回路部品の寸法が縮小するにつれて、半導体集積回路上の所与のエリア内に、より多くの要素が載置される。それに応じて、リソグラフィ処理は、更により小さなフィーチャを基板上に転写しなければならず、リソグラフィは、精密に、正確に、かつ損傷なく行われなければならない。フィーチャを精密かつ正確に基板上に転写するために、高解像度リソグラフィは、短波長の放射を提供する光源を使用しうる。短波長は、基板又はウエハ上の最小プリント可能サイズを縮小することに役立つ。しかし、短波長リ

ソグラフィは、低スループット、ラインエッジラフネスの増大、及び／又はレジスト感度の低下といった問題に悩まされる。

【０００６】

［０００６］リソグラフィの露光／現像解像度の向上のため、電磁放射が伝達されるフォトレジスト層の一部分の化学的特性を修正するように、露光プロセスの前又は後に基板上に配置されたフォトレジスト層に電界を生成するために、電極アセンブリが利用されうる。しかしながら、そのようなシステムを実装する際の課題は、まだ十分に克服されていない。

【０００７】

［０００７］したがって、浸漬フィールドガイド式の露光後ベーク処理を改良するための改良された方法及び装置が必要とされる。

【発明の概要】

【０００８】

［０００８］本開示は、概して、基板処理装置に関する。具体的には、本開示の実施形態は、ベースアセンブリ及び電極アセンブリを含む基板処理装置に関する。ベースアセンブリは、ペデスタル、基板支持面を有する基板支持体、リザーバ空間（ｒｅｓｅｒｖｏｉｒ　ｖｏｌｕｍｅ）を形成するリザーバ、リザーバ空間内に少なくとも部分的に配置されたピストンアセンブリ、及び処理空間（ｐｒｏｃｅｓｓ　ｖｏｌｕｍｅ）とリザーバとの間に配置された流体通路を含む。電極アセンブリは、透過性電極と、透過性電極の一部の周囲に配置されたフードとを含む。

【０００９】

［０００９］別の実施形態では、基板処理装置は、ベースアセンブリ、電極アセンブリ、２つ以上のリニアアクチュエータ、及び回転アクチュエータを含む。ベースアセンブリは、ペデスタルと、基板支持面がその上に配置された基板支持体と、リザーバ空間を形成するリザーバと、処理空間とリザーバとの間に配置された流体通路とを含む。電極アセンブリは、電極と、電極に接続された電極ハウジングとを含む。２つ以上のリニアアクチュエータは、ベースアセンブリと電極アセンブリを接続し、ベースアセンブリと電極アセンブリを開位置と閉位置との間で動かすように構成される。回転アクチュエータは、ベースアセンブリ又は電極アセンブリの一方に接続され、軸を中心にベースアセンブリ及び電極アセンブリを回転させるように構成される。

【００１０】

［００１０］更に別の実施形態では、基板処理装置は、ベースアセンブリと、電極アセンブリと、２つ以上のリニアアクチュエータと、回転アクチュエータとを含む。ベースアセンブリは、ペデスタルと、ペデスタルの基板支持面と、ベースアセンブリを通して配置された１つ又は複数の流体通路とを含む。電極アセンブリは、電極と、電極に接続された電極ハウジングとを含む。２つ以上のリニアアクチュエータは、ベースアセンブリと電極アセンブリを接続し、ベースアセンブリと電極アセンブリを開位置と閉位置との間で動かすように構成される。回転アクチュエータは、ベースアセンブリ又は電極アセンブリの一方に接続され、軸を中心にベースアセンブリ及び電極アセンブリを回転させるように構成される。

【００１１】

［００１１］更に別の実施形態では、浸漬ベークヘッドアセンブリのような基板処理装置について説明する。浸漬ベークヘッドアセンブリは、ヘッド本体と、ヘッド本体の下面に配置された支持面とを含む。１つ又は複数の第１の流体導管が、支持面の中央領域と流体連結している１つ又は複数の第１の開口部を有するヘッド本体を通して配置される。１つ又は複数の第２の流体導管は、支持面の外側領域と流体連結した１つ又は複数の第２の開口部を有して、ヘッド本体を通して配置される。支持面には、透過性電極が接続される。

【００１２】

［００１２］更に別の実施形態では、浸漬ベークヘッドアセンブリは、ヘッド本体と、

ヘッド本体の下面に配置された支持面とを含む。１つ又は複数の流体入口開口部が支持面の中央領域と流体連結したヘッド本体を貫通して、１つ又は複数の流体入口導管が配置される。支持面の外側領域と流体連結する１つ又は複数の流体除去開口部を有する、１つ又は複数の流体除去導管が、ヘッド本体を貫通して配置される。支持面には透過性電極が接続され、１つ又は複数の流体入口開口部と１つ又は複数の流体除去開口部に重なる。透過性電極は、抵抗率が約５×１０$^{-4}$Ω・ｍ未満の導電性材料である。

【００１３】

［００１３］更に別の実施形態では、浸漬フィールドガイド式の露光後ベークモジュールは、浸漬ベークヘッドアセンブリと、冷却ペデスタルと、加熱ペデスタルとを含む。浸漬ベークヘッドアセンブリは、ヘッド本体と、ヘッド本体の下面に配置された支持面と、支持面の中央領域と流体連結する１つ又は複数の第１の開口部を有する、ヘッド本体を通って配置された１つ又は複数の第１の流体導管と、支持面の外側領域と流体連結する１つ又は複数の第２の開口部を有する、ヘッド本体を通って配置された１つ又は複数の第２の流体導管と、支持面に接続された透過性電極とを含む。冷却ペデスタルは、その中に配置された１つ又は複数の冷却要素を含む。加熱ペデスタルは、その中に配置された１つ又は複数の加熱要素を含む。

【００１４】

［００１４］更に別の実施形態では、浸漬リソグラフィカルーセルアセンブリについて説明する。浸漬リソグラフィカルーセルアセンブリは、第１のモジュールと、第２のモジュールと、第３のモジュールと、移送デバイスとを含む。第１のモジュールは、リフト面と複数のリフトピンとを含む。第２のモジュールは、加熱ペデスタルと、加熱ペデスタルと第２のモジュールフードとの間に第２のモジュール処理空間を形成する第２のモジュールフードと、電極とを含む。第３のモジュールは、冷却ペデスタルと、冷却ペデスタルと第３のモジュールフードとの間に第３のモジュール処理空間を形成する第３のモジュールフードとを含む。移送デバイスは、複数の開口部を含む。移送デバイスは、リフト面、加熱ペデスタル、及び冷却ペデスタルの上に選択的に第１の開口部を位置決めするように回転可能である。

【００１５】

［００１５］更に別の実施形態では、浸漬リソグラフィカルーセルアセンブリは、第１のモジュールと、第２のモジュールと、第３のモジュールと、カルーセルアセンブリとを含む。第１のモジュールは、リフト面と、複数のリフトピンホルダとを含む。第２のモジュールは、加熱ペデスタルと、加熱ペデスタルと第２のモジュールフードとの間に第２のモジュール処理空間を形成する第２のモジュールフードと、第２のモジュールフードに接続された電極とを含む。第３のモジュールは、冷却ペデスタルと、冷却ペデスタルと第３のモジュールフードとの間に第３のモジュール処理空間を形成する第３のモジュールフードとを含む。カルーセルアセンブリは、それを通して配置された複数のペデスタル開口部を含む。複数のペデスタル開口部の各々は、リフト面、加熱ペデスタル、及び冷却ペデスタルの各々の上で作動するように構成され、加熱ペデスタル及び冷却ペデスタルの各々は、複数のペデスタル開口部を少なくとも部分的に通過するように動作可能である。

【００１６】

［００１６］露光後ベークプロセスを実行する方法も記載されている。この方法は、第１のステーションでカルーセル上に基板をローディングすることと、基板をカルーセル上で第１のステーションから第２のステーションに移送することと、処理位置で基板の裏側に接触させるために、第２のステーションの加熱ペデスタルを上昇させることとを含む。加熱ペデスタルを上昇させた後に、加熱ペデスタルを使用して基板を加熱し、第２のモジュール処理空間に処理流体を充填する。第２のモジュール処理空間は、加熱ペデスタルと電極アセンブリのフードとの間に配置される。第２のモジュール処理空間に処理流体を充填した後に、電極アセンブリ内に配置された電極を用いて基板に電界を印加する。加熱ペデスタルは移送位置まで下降し、基板は、カルーセル上で第２のステーションから第３のステーションへ移送される。第３のステーションの冷却ペデスタルを、冷却位置にある基

板の裏側に接触するように上昇させる。冷却ペデスタルを使って基板を冷却し、冷却ペデスタルを移送位置まで下降させる。

【００１７】

［００１７］本開示の上述の特徴を詳しく理解しうるように、上記で簡単に要約された本開示のより詳細な説明が、実施形態を参照することによって得られ、一部の実施形態が添付する図面に示されている。しかし、添付する図面は、例示的な実施形態のみを示しており、したがってその範囲を限定すると見なすべきではなく、他の等しく有効な実施形態を許容しうることに留意されたい。

【図面の簡単な説明】

【００１８】

【図１Ａ】［００１８］本明細書に記載される１つの実施形態による浸漬フィールドガイド式の露光後ベークチャンバ（ｉｍｍｅｒｓｉｏｎ　ｆｉｅｌｄ　ｇｕｉｄｅｄ　ｐｏｓｔ　ｅｘｐｏｓｕｒｅ　ｂａｋｅ　ｃｈａｍｂｅｒ）の概略断面図である。

【図１Ｂ】本明細書に記載される１つの実施形態による浸漬フィールドガイド式の露光後ベークチャンバの概略断面図である。

【図１Ｃ】［００１９］本明細書に記載される図１Ａ及び図１Ｂの実施形態による浸漬フィールドガイド式の露光後ベークチャンバの断面平面図である。

【図２Ａ】［００２０］本明細書に記載される別の実施形態による浸漬フィールドガイド式の露光後ベークチャンバの概略断面図である。

【図２Ｂ】［００２１］本明細書に記載される更に別の実施形態による、浸漬フィールドガイド式の露光後ベークチャンバの概略断面図である。

【図３】［００２２］本明細書に記載される更に別の実施形態による浸漬フィールドガイド式の露光後ベークチャンバの概略断面図である。

【図４Ａ】［００２３］異なる処理位置における、図２Ａ、図２Ｂ、及び図３の浸漬フィールドガイド式の露光後ベークチャンバの概略断面図である。

【図４Ｂ】異なる処理位置における、図２Ａ、図２Ｂ、及び図３の浸漬フィールドガイド式の露光後ベークチャンバの概略断面図である。

【図４Ｃ】異なる処理位置における、図２Ａ、図２Ｂ、及び図３の浸漬フィールドガイド式の露光後ベークチャンバの概略断面図である。

【図５】［００２４］本明細書に記載される、図２Ａ、図２Ｂ、及び図３の実施形態による、浸漬フィールドガイド式の露光後ベークチャンバの断面平面図である。

【図６Ａ】［００２５］本明細書に記載される実施形態による浸漬露光後のベークプロセスを実行するための方法の工程を示す。

【図６Ｂ】［００２６］本明細書に記載される別の実施形態による浸漬露光後のベークプロセスを実行するための方法の工程を示す。

【図７】［００２７］本明細書に記載される実施形態による、浸漬フィールドガイド式の露光後ベークモジュールの概略平面図である。

【図８Ａ】［００２８］本明細書に記載される実施形態による、図７の浸漬フィールドガイド式の露光後ベークモジュール内の冷却ペデスタル上に配置された浸漬ベークヘッドの概略断面図である。

【図８Ｂ】［００２９］本明細書に記載される実施形態による、図７の浸漬フィールドガイド式の露光後ベークモジュール内の加熱ペデスタル上に配置された浸漬ベークヘッドの概略断面図である。

【図８Ｃ】本明細書に記載される実施形態による、図７の浸漬フィールドガイド式の露光後ベークモジュール内の加熱ペデスタル上に配置された浸漬ベークヘッドの概略断面図である。

【図９】［００３０］本明細書に記載される更に別の実施形態による浸漬露光後のベークプロセスを実行するための別の方法の工程を示す。

【図１０】［００３１］本明細書に記載される実施形態による、浸漬リソグラフィカルーセルアセンブリの概略平面図である。

【図１１】［００３２］本明細書に記載される実施形態による、図１０の浸漬リソグラフィカルーセルアセンブリの第１のモジュールの概略断面図である。
【図１２Ａ】［００３３］本明細書に記載される実施形態による、図１０の浸漬リソグラフィカルーセルアセンブリの第２のモジュール及び第３のモジュールの概略断面図である。
【図１２Ｂ】本明細書に記載される実施形態による、図１０の浸漬リソグラフィカルーセルアセンブリの第２のモジュール及び第３のモジュールの概略断面図である。
【図１２Ｃ】本明細書に記載される実施形態による、図１０の浸漬リソグラフィカルーセルアセンブリの第２のモジュール及び第３のモジュールの概略断面図である。
【図１２Ｄ】本明細書に記載される実施形態による、図１０の浸漬リソグラフィカルーセルアセンブリの第２のモジュール及び第３のモジュールの概略断面図である。
【図１３】［００３４］本明細書に記載される別の実施形態による、図１０の浸漬リソグラフィカルーセルアセンブリの第１のモジュールの概略断面図である。
【図１４】［００３５］本明細書に記載される別の実施形態による、図１０の浸漬リソグラフィカルーセルアセンブリの第２のモジュール及び第３のモジュールの概略断面図である。
【図１５】［００３６］本明細書に記載される実施形態による浸漬露光後のベークプロセスを実行するための別の方法の工程を示す。
【発明を実施するための形態】
【００１９】
［００３７］理解を容易にするため、可能な場合、図に共通する同一の要素を指し示すために同一の参照番号が使用されている。１つの実施形態の要素及び特徴は、更なる記述がなくとも、他の実施形態に有益に組み込まれ得ると想定されている。
【００２０】
［００３８］本開示は、概して、露光後ベークプロセスのための方法及び装置に関する。本明細書に開示される方法及び装置は、半導体製造用途のためのフォトリソグラフィプロセスにおいて、ラインエッジ／幅ラフネス（ｌｉｎｅ　ｅｄｇｅ／ｗｉｄｔｈ　ｒｏｕｇｈｎｅｓｓ）を低減し、露光解像度を高めることに役立つ。
【００２１】
［００３９］本明細書で開示される方法及び装置は、フォトリソグラフィプロセスのフォトレジスト感度及び生産性を改善する。露光後のベーク手順中に光酸発生剤により生成される荷電種のランダムな拡散は、ラインエッジ／幅ラフネス及びレジスト感度の低下に寄与する。本明細書で説明するような電極アセンブリは、フォトリソグラフィプロセス中に電界及び／又は磁場をフォトレジスト層に印加するために利用される。電界及び／又は磁界の印加は、光酸発生剤により生成される荷電種の拡散を制御する。更に、フォトレジスト層と電極アセンブリとの間には、その間に発生する電界を向上させるために、中間媒体が利用される。
【００２２】
［００４０］フォトレジスト層と電極アセンブリとの間に画定された間隙により、電極アセンブリに印加される電圧が降下する。フォトレジスト層と電極アセンブリとの間の間隙が空気で満たされている場合、間隙にわたる電圧の降下が高まり、基板のフォトレジスト層に対する電界効果の強度が低下する。空気よりも抵抗の低い中間媒体を使用すると、間隙にわたる電圧降下が低くなり、フォトレジストにわたる電圧降下が高くなり、フォトレジスト層の電界強度が高くなる。高い強度の電界は、処理中のフォトレジスト層内での光化学（ｐｈｏｔｏｃｈｅｍｉｓｔｒｙ）の効果を高める。フォトレジスト層における電界のレベルが不正確であると、結果的に、フォトレジスト層に荷電種を特定の所望の方向に駆動又は生成するための電圧電力が不十分又は不正確になり、よって、フォトレジスト層に対するラインエッジプロファイル制御の低下につながりうる。従って、フォトレジスト層と相互作用する電界のレベルをある所望のレベルに維持するために、フォトレジスト層と電極アセンブリとの間に中間媒体が載置され、その間に空隙が生じるのを防止する。

そうすることで、電界によって生成された荷電種は、ライン及び間隔方向に沿って所望の方向に導かれ、不正確でランダムな拡散に起因するラインエッジ／幅ラフネスを実質的に防止する。こうして、生成された電界の制御されたレベル又は所望のレベルにより、フォトレジスト層の露光プロセス及び／又は現像プロセスに対する精度及び感度が向上する。１つの例では、中間媒体は、スラリ、ゲル、溶液、又は固体媒体といった、電極アセンブリから基板上に配置されたフォトレジスト層に伝達する際に決められた範囲で印加される電圧レベルを効率的に維持する、非気相媒体である。

【００２３】

［００４１］中間媒体を使用している間でさえ、フォトレジスト層と電極アセンブリとの間には、電圧降下がなおも存在する。この電圧降下は、フォトレジスト層と電極アセンブリとの間の距離に直接関係している。したがって、フォトレジスト層と電極アセンブリとの間の距離を短縮することは、フォトレジスト層と電極アセンブリとの間の電界の均一性を向上させることに役立つ。中間媒体を使用する間に考慮すべきもう１つの点は、フォトレジスト層と電極アセンブリとの間のバブリング（ｂｕｂｂｌｉｎｇ）である。フォトレジスト層と電極アセンブリとの間でのバブリング及びエアポケット（ａｉｒ　ｐｏｃｋｅｔ）の形成により、電界内が不均一になるため、露光後ベークプロセス後のフォトレジスト内の欠陥及び不正確さの数が増加する。フォトレジストと電極アセンブリとの間の距離を短縮するための本明細書に記載の本装置及び方法は、有益には、フォトレジスト層と電極アセンブリとの間の気泡又はエアポケットの数を低減する。

【００２４】

［００４２］本明細書で提供される実施形態は、更に、露光後ベーク装置への基板の水平搬入を可能にする。露光後ベーク装置への基板の水平搬入は、モジュールの既存の移送モジュール及び装置との集積化を容易に許容するが、気泡の量が増え、処理の均一性に悪影響を与えることがわかっている。したがって、本明細書に記載される実施形態は、これらの課題を克服するように構成される。

【００２５】

［００４３］図１Ａ及び図１Ｂは、本明細書に記載される１つの実施形態による、浸漬フィールドガイド式の露光後ベークチャンバ１００の概略断面図である。浸漬フィールドガイド式の露光後ベークチャンバ１００は、基板処理装置と、モジュール本体１０２とを含む。基板処理装置は、ベースアセンブリ１１０と、電極アセンブリ１１５とを含む。モジュール本体１０２は、基板処理装置を取り囲み、モジュール空間１９０を形成する。ベースアセンブリ１１０及び電極アセンブリ１１５は、モジュール空間１９０内に配置される。ベースアセンブリ１１０は、基板１５０などの基板を受けるように構成される。電極アセンブリ１１５は、ベースアセンブリ１１０の反対側に配置され、基板１５０に電場を印加し、その上に配置された基板１５０を処理するように構成される。電極アセンブリ１１５と基板１５０との間の空間が処理空間１１４であり、処理空間には、処理中に、本明細書で議論される中間媒体のような、処理流体が充填される。

【００２６】

［００４４］ベースアセンブリ１１０は、基板支持面１７４を有する基板支持体１７６を備えたペデスタル１０６を含む。基板支持面１７４は、ペデスタル１０６の上面を形成する。ベースアセンブリ１１０は、リザーバ空間１２２を形成するリザーバ１２１、リザーバ空間１２２内に少なくとも部分的に配置されたピストンアセンブリ１２４、及び処理空間１１４とリザーバ１２１との間に配置された流体吐出通路（ｆｌｕｉｄ　ｄｉｓｐｅｎｓｅ　ｐａｓｓａｇｅ）１５２を更に含む。ペデスタル１０６は、支持部分１２６とシャフト１２８を含む。支持部分１２６は、リザーバ１２１と、その中に配置されたリザーバ空間１２２を含む。

【００２７】

［００４５］支持部分１２６は、その上面に配置された基板支持面１７４を更に含む。基板支持面１７４は、基板１５０のような基板を受けるようにサイズ決めされる。基板支持面１７４は平面の表面であり、支持部分１２６の上部内のディボット（ｄｉｖｏｔ）で

ある。１つ又は複数のシール溝１５６が基板支持面１７４の周囲に配置される。１つ又は複数のシール溝１５６は、電極アセンブリ１１５のフード１０４のシール部分１５８を受けるように形成された溝である。１つ又は複数のシール溝１５６は、基板支持面１７４を取り囲み、リングを形成する単一の溝でありうる。

【００２８】

［００４６］基板支持面１７４内に、インデクサ凹部（ｉｎｄｅｘｅｒ　ｄｅｐｒｅｓｓｉｏｎ）１４４が配置される。インデクサ凹部１４４は、ロボットアームが基板１５０を基板支持面１７４の上部に堆積させることができるように構成される。インデクサ凹部１４４は、基板支持面１７４から支持部分１２６の内側に向かって形成された窪みである。ガス導管１４６が、インデクサ凹部１４４とガスポンプ１３６を接続する。ガスポンプ１３６は、裏側のガスをインデクサ凹部１４４に供給するか、又は真空を基板１５０の裏面に供給しうる。これにより、処理中に基板１５０を所定の位置に保持するのを補助する。いくつかの実施形態では、インデクサ凹部１４４は利用されないが、ガス導管１４６及びガスポンプ１３６は、基板支持面１７４に裏側のガス又は真空力のいずれかを供給するために利用される。

【００２９】

［００４７］シャフト１２８は、支持部分１２６の底面に接続される。シャフト１２８は、モジュール本体１０２の壁内の開口部を通ってモジュール空間１９０から延びうる。シャフト１２８により、ペデスタル１０６は開位置と閉位置との間を往復動する（ｏｓｃｉｌｌａｔｅ）ことができる。図１Ａは、閉位置にあるペデスタル１０６を示し、図１Ｂは、開位置にあるペデスタル１０６を示す。

【００３０】

［００４８］ペデスタル１０６は、接地１７２に取り付けられ、接地される。ペデスタル１０６を接地することにより、電極アセンブリ１１５と基板１５０との間の電界をより良好に制御できるようになる。接地１７２は、ペデスタル１０６のシャフト１２８に取り付けられる。ペデスタル１０６は、導電性材料であり、電気抵抗が約$1\times10^{-3}\Omega\cdot m$未満、例えば$1\times10^{-4}\Omega\cdot m$未満、例えば$1\times10^{-5}\Omega\cdot m$未満である。ペデスタル１０６と基板１５０との間の接触抵抗は、ペデスタル１０６自体の抵抗よりも、ペデスタル１０６が基板１５０を電気的に接地する能力に大きな影響を与える。本明細書に記載される実施形態では、ペデスタル１０６と基板１５０との間の接触抵抗は、約$1\times10^{-3}\Omega$未満、例えば約$1\times10^{-3}\Omega$未満である。いくつかの実施形態では、ペデスタル１０６は、アルミニウム、炭化ケイ素、ドープされた炭化ケイ素、又はドープされたケイ素材料である。

【００３１】

［００４９］１つ又は複数の加熱要素１４８が、リザーバ空間１２２と基板支持面１７４との間の基板支持体１７６内に配置される。１つ又は複数の加熱要素１４８は、抵抗加熱要素でありうるか、又は伝熱流体を流すためのチャネルでありうる。加熱要素１４８は、基板支持面１７４に隣接して配置され、抵抗加熱要素と基板１５０との間の熱質量を低減する。加熱要素と基板１５０との間の熱質量を低減することにより、抵抗加熱要素が処理中に基板１５０を加熱する速度を高め、加熱応答時間が改善され、より正確に調整が行われうる。

【００３２】

［００５０］流体排気通路１６０は、リザーバ空間１２２と第１の流体ポンプ１４２とを流体接続する。第１の流体ポンプ１４２は、リザーバ１２１から処理流体を供給及び／又は除去するように構成される。いくつかの実施形態では、第１の流体ポンプ１４２は、処理流体を除去し、リザーバ１２１に供給する。流体排気通路１６０及び第１の流体ポンプ１４２は、更に、ピストンアセンブリ１２４が作動する際に、ピストンアセンブリ１２４の両側の圧力差を低下させるのを補助しうる。流体排気通路１６０により、ピストンアセンブリ１２４の位置に応じて、ピストンアセンブリ１２４のいずれかの側に流体を圧送する（ｐｕｍｐ）ことができるようになる。したがって、ピストンアセンブリ１２４の下

方に真空が形成される場合、圧力差を減少させ、リザーバ１２１内でピストンアセンブリ１２４を上方及び下方に動かすように構成されるピストンアクチュエータ１３８の負担を軽減するために、ピストンアセンブリ１２４の後方に流体が圧送されうる。

【００３３】

［００５１］ピストンアセンブリ１２４は、リザーバ空間１２２の一部内に配置される。ピストンアセンブリ１２４は、ピストン１２５とピストンシャフト１３０を含む。ピストン１２５がリザーバ１２１と類似する形状及びサイズの断面を有することにより、ピストン１２５がリザーバ１２１の上面とリザーバ１２１の下面との間で作動するとき、ピストンアセンブリ１２４がリザーバ空間１２２と処理空間１１４との間で流体を作動させる。

【００３４】

［００５２］ピストンシャフト１３０は、ペデスタル１０６のシャフト１２８を貫通して配置される。ピストンシャフト１３０は、それを貫通して配置されたピストン流体通路１３２を更に含む。ピストン流体通路１３２は、第２の流体ポンプ１３４に接続され、ピストンシャフト１３０及びピストン１２５を通過することによって、第２の流体ポンプ１３４とリザーバ空間１２２とを連結する。ピストン流体通路１３２は、ピストン１２５及び第２の流体ポンプ１３４の上方にあるリザーバ空間１２２との一定の流体連結を可能にする。ピストン流体通路１３２は、リザーバ空間１２２への流体の供給及び／又はリザーバ空間１２２からの流体の除去を行うために使用される。いくつかの実施形態では、ピストン流体通路１３２は、処理流体が交換される際に、基板間のリザーバ空間１２２からの流体の供給と除去の両方に使用される。

【００３５】

［００５３］基板支持面１７４の周囲には、１つ又は複数のクランプ１５４が配置される。基板１５０がロボットによって基板支持面１７４に載置されると、１つ又は複数のクランプ１５４がクランプ位置に作動され、基板１５０を基板支持面１７４に固定する。１つの例では、１つ又は複数のクランプ１５４は、基板支持面１７４の外側エッジの周りに均等に配置された３つのクランプを含み、クランプ１５４の各々が、互いに約１２０度の角度で配置される。各個々のクランプ１５４は、対応するディボット１０７内に配置される（図１Ｃ）。各ディボット１０７は、ペデスタル１０６の上面内に形成される小さな凹部である。いくつかの実施形態では、基板１５０を基板支持面１７４の内側に固定するために、より多くの又はより少ないクランプ１５４が存在しうる。いくつかの実施形態では、単一のクランプ１５４、２つのクランプ１５４、又は４つ以上のクランプ１５４が存在しうる。利用されるクランプ１５４の数は、基板１５０のサイズ及び利用されるクランプの種類に依存する。いくつかの実施形態では、クランプ１５４は、開位置と閉位置との間で往復動する機械的に作動するクランプであり、クランプ１５４は、開位置にある間は基板１５０と接触せず、閉位置にある間は基板１５０の上面と接触する。他の実施形態では、クランプ１５４は、基板１５０の周囲に配置された空気圧（ｐｎｅｕｍａｔｉｃ）アセンブリ又はブラダーアセンブリである。空気圧アセンブリ又はブラダーアセンブリは、膨張可能なリング又は基板１５０周囲の複数の膨張可能な袋（ｓａｃｋ）でありうる。閉位置に作動すると、空気圧アセンブリ又はブラダーアセンブリは、ガスを使用して膨張し、基板１５０のエッジに圧力を加える。クランプ１５４は、処理流体が処理空間１１４内にある間、液が基板の下に流れるのを防止するのに役立つ。いくつかの実施形態では、クランプ１５４は、真空クランプ又は静電クランプであり、基板の背面に真空を印加するか、電界を使用して基板をチャックする。

【００３６】

［００５４］電極アセンブリ１１５は、電極１７０と、電極１７０の少なくとも一部の周囲に配置されたフード１０４とを含む。電極１７０は、導電性メッシュ又は微細穿孔電極板である。電極１７０は透過性であり、例えば、穿孔、メッシュ、ポア、又は他の流体透過性構造を通して、流体がそこを通過できるようになる。電極アセンブリ１１５が処理流体に浸漬される際に電極アセンブリ１１５の下に捕捉される気泡又はガスポケットの量

を減少させるために、電極１７０が利用される。いくつかの実施形態では、電極１７０は、ドープされた炭化ケイ素といった炭化ケイ素のメッシュなどの非金属メッシュである。他の実施形態では、電極１７０は、銅、アルミニウム、白金、鋼鉄のメッシュといった導電性金属のメッシュである。電極１７０は、第１の電源１１８に電気的に接続される。第１の電源１１８は、電極１７０に電力を印加するように構成される。いくつかの実施形態では、４０００Ｖ未満、例えば３０００Ｖ未満など、最大５０００Ｖの電位が、第１の電源１１８によって電極１７０に印加される。

【００３７】

［００５５］フード１０４は電気絶縁性である。例えば、フード１０４は、そこを通る電界の流れを減少させる電気絶縁材料から作られる。基板１５０に印加される電界がより容易に制御されるように、フード１０４がフード１０４の外側に存在する電界から基板１５０を遮蔽するという点で、フード１０４が絶縁材料から製造されることは、有益である。フード１０４は、電極１７０の上面及び側面を囲むように形成される。フード１０４はまた、モニタ電極１６６、スペーサ１６８、電極ホルダ１６４を少なくとも部分的に囲んでいる。いくつかの実施形態では、フード１０４は、約1×10^{-3}Ω・ｍ未満、例えば1×10^{-4}Ω・ｍ未満、例えば1×10^{-5}Ω・ｍ未満の電気抵抗を有する導電性材料である。いくつかの実施形態では、金属、金属合金、又は炭化ケイ素材料フード１０４が利用される。フード１０４は電極１７０、モニタ電極１６６、及びスペーサ１６８から電気的に絶縁されている。

【００３８】

［００５６］モニタ電極１６６及びスペーサ１６８は、電極１７０と平行に配向される。モニタ電極１６６は、電極１７０と平行に配置される。モニタ電極１６６は、電極１７０と同様のサイズと形状を有しうる。モニタ電極１６６は、電極１７０とは異なる材料で製造される。モニタ電極１６６は、第２の電源１１６に電気的に接続される。第２の電源１１６は、第１の電源１１８と同様であり、モニタ電極１６６に電力を印加するように構成される。いくつかの実施形態では、例えば４０００Ｖ未満、例えば３０００Ｖ未満など、最大５０００Ｖの電位が、第２の電源１１６によってモニタ電極に印加される。モニタ電極１６６は、電極１７０から間隔をあけて配置され、ユーザ又はコントローラが電極１７０の電界をモニタできるようにする。電極１７０の電界をモニタすることで、基板処理中に電界内の不一致を分析することができる。この不一致は、バブリングか、処理全体の処理流体特性の変化かのどちらかによって引き起こされうる。モニタ電極１６６は、処理流体を通して基板１５０に印加される電界を評価するために使用できる一定のフィードバック源を提供する。モニタ電極１６６は、その上、穿孔電極又は導電性メッシュである。モニタ電極１６６は気泡が通過できるように構成される。

【００３９】

［００５７］スペーサ１６８はモニタ電極１６６と電極１７０との間に配置される。スペーサ１６８は、セラミック材料などの絶縁材料である。本明細書に記載される実施形態では、スペーサ１６８は、電極１７０とモニタ電極１６６との間に配置されたディスクであり、基板処理中に電極１７０によって生成される電界に対するモニタ電極１６６の影響を低減する。スペーサ１６８は、モニタ電極１６６及び／又は電極１７０と同様に透過性である。スペーサ１６８は、気泡及び処理流体を通過させることができるようにするために、内部に配置された複数の通路を含む。スペーサ１６８の直径は、電極１７０及びモニタ電極１６６の直径と同じか、それよりも大きい。いくつかの実施形態では、スペーサ１６８は、電極１７０の上面及びモニタ電極１６６の底面に連結される。

【００４０】

［００５８］電極ホルダ１６４は、基板処理中に電極１７０、モニタ電極１６６、及びスペーサ１６８の各々を所定の位置に保持するように構成される。電極ホルダ１６４は、フード１０４内に配置され、接続部分及びシャフトを含む。電極ホルダ１６４は、モニタ電極１６６の上面に取り付けられる。電極ホルダ１６４は、更に、気泡がそこを通過できるように、内部に穿孔を含みうる。電極ホルダ１６４は、電極アクチュエータ１２０に接

続されうる。電極アクチュエータ１２０は、図１Ａに示すような処理位置と、図１Ｂに示すような基板受取位置との間で、電極アセンブリ１１５を上下に動かすように構成される。電極ホルダ１６４は、更にフード１０４に接続される。電極１７０、スペーサ１６８、モニタ電極１６６、及び電極ホルダ１６４を通って泡立つガスは、電極ホルダ１６４とフード１０４との間の中間空間１１２に進入する。気泡は、電極１７０と基板１５０との間に配置されず、電極１７０によって形成される電界に影響を与えないので、真空ポンプによって中間空間１１２から除去されても、中間空間１１２内に残されてもよい。

【００４１】

［００５９］モジュール本体１０２は、それを貫通して配置される流体除去通路１６２を含む。流体除去通路１６２は、除去ポンプ１４０及びモジュール空間１９０に接続される。流体除去通路１６２は、モジュール本体１０２の底面を通して配置され、除去ポンプ１４０によってモジュール空間１９０から除去される前に、処理空間１１４から流出してモジュール空間１９０にこぼれる余分な流体を除去できるようにする。図１Ｃに示すように、モジュール本体１０２は、モジュール本体１０２の側壁を通して配置された基板移送通路１８０を更に含む。基板移送通路１８０は、基板とロボットアーム（図示せず）が通過できるようにサイズ決めされる。基板移送通路１８０は、基板を水平配向でモジュール空間１９０に移送できるようにする。

【００４２】

［００６０］本明細書で論じるように、図１Ａは、処理位置にある間の電極アセンブリ１１５とベースアセンブリ１１０を示す。処理位置にある間、フード１０４のシール部分１５８は、ベースアセンブリ１１０の電極アセンブリにある１つ又は複数のシール溝１５６に挿入される。電極アセンブリ１１５とベースアセンブリ１１０との間には、処理空間１１４をモジュール空間１９０又は他の外部空間から密封するためのシールが形成される。シールにより、リザーバ空間１２２内に配置された処理流体が処理空間１１４を満たすことができる。ピストンアセンブリ１２４が上に向かって作動すると、リザーバ空間１２２内の処理流体が処理空間１１４を満たす。処理流体は、基板１５０及び基板支持面１７４の周囲に配置された流体吐出通路１５２を通って流れる。ピストンアセンブリ１２４を反対方向に動かすと、処理流体を処理空間１１４から除去し、処理流体をリザーバ空間１２２に戻すことができる。基板１５０の上面と電極１７０の底面との間の距離は、第１の高さH_1（図１Ａ）である。第１の高さH_1は、約７ｍｍ未満、例えば約５ｍｍ未満、例えば約４ｍｍ未満、例えば約１ｍｍ～約４ｍｍである。第１の高さH_1は、基板１５０に印加される電界の均一性を向上させるために、より小さいものとなる。本明細書で説明する装置は、流体吐出通路１５２の位置とサイズが２つの表面間の距離を制限しないので、電極と基板との間の距離をより小さくすることができる。

【００４３】

［００６１］図１Ｂは、移送位置にある間の電極アセンブリ１１５及びベースアセンブリ１１０を示している。移送位置にある間、フード１０４は、フード１０４のシール部分１５８がベースアセンブリ１１０のシール溝１５６の外側に配置されるように、ベースアセンブリ１１０から間隔を置いて配置される。移送位置は、インデクサ又はロボットアームによって、フード１０４とベースアセンブリ１１０との間の処理空間１１４から基板を挿入し、取り外すことができるようにする。電極アセンブリ１１５は電極アクチュエータ１２０によって上昇し、ベースアセンブリ１１０はベースアクチュエータ（図示せず）によって下降し、又は電極アセンブリ１１５とベースアセンブリ１１０の動きの組み合わせが実行されうる。電極アセンブリ１１５及びベースアセンブリ１１０が移送位置にあるとき、処理流体は処理空間１１４を満たしていない。いくつかの実施形態では、電極アセンブリ１１５とベースアセンブリ１１０を互いに離れるように作動させることによって処理空間１１４を開放することは、使用済み処理流体の除去方法とみなされ、よって、処理流体がモジュール空間１９０に流入し、流体除去通路１６２を介して除去されるようになる。

【００４４】

［００６２］明細書に記載される図１Ａ及び図１Ｂの実施形態による浸漬フィールドガイド式の露光後ベークチャンバ１００の断面平面図である。断面図は、インデクサ凹部１４４、基板移送通路１８０、１つ又は複数のシール溝１５６、１つ又は複数のクランプ１５４、及び流体吐出通路１５２の位置を示している。

【００４５】

［００６３］図１Ｃに示すように、インデクサ凹部１４４は、ベースアセンブリ１１０のエッジまで延び、１つ又は複数のシール溝１５６の一部を含む。いくつかの実施形態では、１つ又は複数のシール溝１５６は、インデクサ凹部１４４よりも深く、よって、基板処理中に処理空間１１４が封止される。本明細書では、１つ又は複数のシール溝１５６は、ベースアセンブリ１１０の周囲に配置された単一の溝として示されている。１つ又は複数のシール溝１５６は、基板支持面１７４、１つ又は複数のクランプ１５４、及び流体吐出通路１５２の外に向かって配置される。

【００４６】

［００６４］１つ又は複数のクランプ１５４は、基板１５０の一部と基板支持面１７４に、半径方向に重なるように配置される。クランプ１５４は、基板支持面１７４周囲に、且つ流体吐出通路１５２の少なくとも一部の間に、均等に配置される。

【００４７】

［００６５］流体吐出通路１５２は、基板支持面の周囲に配置された１つ又は複数の円弧状開口部として示されている。円弧状の開口部は、処理流体が処理空間１１４に出入りする速度を下げるために使用される。円弧状開口部は、２つ以上の円弧状開口部、例えば３つ以上の円弧状開口部、例えば４つ以上の円弧状開口部を含みうる。円弧状の開口部の各々は、共通の中心と同じ円弧半径を有する円弧である。円弧半径は、基板支持面１７４の半径よりも大きい。各円弧は、基板支持面１７４の外周の約１０度から約１８０度を囲む。流体吐出通路１５２の各円弧は、リザーバ空間１２２と流体連結している。流体吐出通路１５２の全円弧長は、基板支持面１７４の外側部分の外周の５０％以上、例えば基板支持面１７４の外側部分の外周の６０％以上、例えば基板支持面１７４の外側部分の外周の７０％以上である。

【００４８】

［００６６］図２Ａは、本明細書に記載される別の実施形態による、浸漬フィールドガイド式の露光後ベークチャンバの基板処理装置２００ａの概略断面図である。基板処理装置２００ａは、ベースアセンブリ２０５と電極アセンブリ２０１とを含む。２つ以上のリニアアクチュエータ２０４がベースアセンブリ２０５と電極アセンブリ２０１をまとめて接続し、ベースアセンブリ２０５と電極アセンブリ２０１の互いの分離と密閉を可能にする。回転アクチュエータ２０６は、ベースアセンブリ２０５又は電極アセンブリ２０１の一方に接続される。図２Ａに示すように、回転アクチュエータ２０６は電極アセンブリ２０１に接続される。

【００４９】

［００６７］ベースアセンブリ２０５は、ペデスタル２１４を含む。図１Ａ～１Ｃの実施形態と同様に、ペデスタル２１４は、ペデスタル２１４の上面に配置された基板支持体１７６と、リザーバ空間１２２を形成するリザーバ１２１と、処理空間２１６とリザーバ１２１との間に配置された流体吐出通路１５２とを含む。基板支持体１７６は、基板支持面１７４を有する。少なくとも基板支持体１７６、基板支持面１７４、リザーバ１２１、及び流体吐出通路１５２は、図１Ａ～１Ｃを参照して説明したものと同様である。図２Ａの実施形態のリザーバ１２１は、リザーバ空間１２２内に配置されたペデスタルを含まない。基板支持面１７４、リザーバ１２１、及び流体吐出通路１５２は、ペデスタル２１４内に配置される。ペデスタル２１４は、基板処理装置２００ａの下部であり、処理中に基板１５０などの基板を支持し、処理流体を処理空間２１６に供給するように構成される。

【００５０】

［００６８］ペデスタル２１４は、接地１７２に接続される。ペデスタル２１４は、基板１５０が基板支持体１７６の基板支持面１７４上に配置されるときに、基板支持体１７

６を通して基板１５０を接地可能にするように接地される。１つ又は複数の加熱要素１４８が、リザーバ１２１と基板支持面１７４との間のベースアセンブリ２０５内に配置される。１つ又は複数のクランプ１５４が、ペデスタル２１４の上面に且つ基板支持面１７４の周囲に配置される。クランプ１５４は、処理流体が処理空間２１６内にある間、液が基板の下に流れるのを防止するのに役立つ。本明細書で説明するように、基板支持面１７４内にインデクサ凹部１４４が配置される。

【００５１】

［００６９］基板支持面１７４及び流体吐出通路１５２の周囲に、シール溝２７２が配置される。シール溝２７２は、Ｏリンググランド（ｏ－ｒｉｎｇ　ｇｌａｎｄ）などのシールリンググランドであり、ベースシール面２２０内に配置される。ベースシール面２２０は、基板支持面１７４及び流体吐出通路１５２を囲む表面である。ベースシール面２２０は平面の表面であり、電極アセンブリ２０１のハウジングシール面２１８と平行に配置される。２つ以上のリニアアクチュエータ２０４は、ベースシール面２２０に連結され、ベースシール面２２０の一部を通して配置されうる。

【００５２】

［００７０］ペデスタル２１４は、第１の流体ポンプ２３４に連結された第１の流体通路２３２を含む。第１の流体通路２３２は、第１の流体ポンプ２３４とリザーバ空間１２２を連結する。第１の流体通路２３２及び第１の流体ポンプ２３４は、図１Ａ～１Ｂのピストン流体通路１３２及び第２の流体ポンプ１３４に類似しているが、第１の流体通路２３２は、ピストンではなく、ペデスタル２１４の本体を通過する。

【００５３】

［００７１］第２の流体通路２０８及び第２の流体ポンプ２１０は、更に、リザーバ空間１２２からの処理流体の供給又は除去を補助する。第２の流体通路２０８は、リザーバ１２１の側壁を通って配置され、第２の流体ポンプ２１０に流体接続している。第２の流体ポンプ２１０は、リザーバ空間１２２から処理流体を供給及び／又は除去するように構成される。いくつかの実施形態では、第２の流体ポンプ２１０は、第２の流体通路２０８を通してリザーバ空間１２２に処理流体を供給するように構成され、一方、第１の流体ポンプ２３４は、第１の流体通路２３２を通してリザーバ空間１２２から処理流（ｐｒｏｃｅｓｓ　ｆｌｏｗ）を除去するように構成される。第２の流体ポンプ２１０からリザーバ空間１２２内への処理流体の流量は、流体が処理空間２１６に進入する速度を決定する。図２Ａの実施形態において、リザーバ空間１２２は、気泡を低減しつつ、流体吐出通路１５２を通って処理空間２１６への均一に分配される処理流体の流れを提供するのを支援する。第１の流体通路２３２がリザーバ１２１の底部を通って配置されていることにより、ペデスタル２１４が水平位置にある間、処理動作と処理動作との間にリザーバ空間１２２から処理流体を完全に除去することができる。

【００５４】

［００７２］電極アセンブリ２０１は、電極２７０と、電極２７０に接続された電極ハウジング２１２とを含む。電極２７０は、電極１７０に類似するが、すべての実施形態において穿孔され又は透過性であるわけではない。基板処理装置２００ａが回転アクチュエータ２０６を中心に回転する能力は、電極２７０の下に捕捉される気泡の量を減少させるため、いくつかの実施形態では、穿孔電極又は導電性メッシュが利用されないこともある。いくつかの実施形態では、電極２７０は、炭化ケイ素メッシュなどの非金属メッシュである。他の実施形態では、電極２７０は、銅、アルミニウム、白金、鋼鉄のメッシュといった導電性金属のメッシュである。電極２７０は、第１の電源１１８に電気的に接続される。第１の電源１１８は、電極２７０に電力を印加するように構成される。いくつかの実施形態では、４０００Ｖ未満、例えば３０００Ｖ未満など、最大５０００Ｖの電位が、第１の電源１１８によって電極２７０に印加される。

【００５５】

［００７３］モニタ電極１６６とスペーサ１６８が電極２７０の上に配置される。モニタ電極１６６とスペーサ１６８が、図１Ａ－１Ｃを参照して説明される。いくつかの実施

形態では、図２Ａ～２Ｃのモニタ電極１６６とスペーサ１６８は透過性ではない。モニタ電極１６６は、本明細書で説明するように、第２の電源１１６に接続される。いくつかの実施形態では、モニタ電極１６６と電極ハウジング２１２との間に配置された中間空間１１２が存在する。

【００５６】

［００７４］電極ハウジング２１２は、電極２７０、モニタ電極１６６、及びスペーサ１６８を支持するように構成される。電極ハウジング２１２は、基板処理装置２００ａが水平位置にあるとき、電極２７０、モニタ電極１６６及びスペーサ１６８の全体の上方に配置されるように、電極２７０、モニタ電極１６６及びスペーサ１６８の少なくとも一部の周囲に配置される。電極ハウジング２１２は、電極２７０、モニタ電極１６６、スペーサ１６８の側面の少なくとも一部の周囲に更に配置される。ハウジングシール面２１８は、電極２７０、モニタ電極１６６、及びスペーサ１６８の半径方向外側且つこれらの周囲に配置される。ハウジングシール面２１８は、リングを形成し、ベースシール面２２０と平行である。ハウジングシール面２１８は、電極２７０の底面と平行で、電極２７０の底面からオフセットしており、よって、ハウジングシール面２１８は、電極２７０の底面を貫通して配置される平面よりもベースシール面２２０に近い平面に配置される。

【００５７】

［００７５］リニアアクチュエータ２０４は、電極ハウジング２１２を貫通して電極２７０から半径方向外側に配置される。図２Ａ～２Ｃに示すように、互いに反対側に配置された２つのリニアアクチュエータ２０４が存在する。リニアアクチュエータ２０４は、ガイド２０３とアクチュエータ２０２を含む。ガイド２０３は電極ハウジング２１２を貫通して配置され、ベースシール面２２０内に連結及び配置される。ガイド２０３は、機械的締め具又は接着剤を使用してベースシール面２２０に連結される。いくつかの実施形態では、ベースシール面２２０内にガイド２０３を受けるための孔が形成される。ガイド２０３は、電極ハウジング２１２を貫通し、ハウジングシール面２１８を貫通する。各ガイド２０３は、アクチュエータ２０２の１つに連結される。各アクチュエータ２０２は電極ハウジング２１２に連結され、ガイド２０３の一部を囲みうる。アクチュエータ２０２は、ガイド２０３に接続し、電極ハウジング２１２又はベースアセンブリ２０５の一方を動かすように構成される。アクチュエータ２０２は、空気圧シリンダである。油圧式アクチュエータや電気機械式アクチュエータなど、他のタイプのアクチュエータ２０２も利用されうる。アクチュエータ２０２は、電極ハウジング２１２に接続されたままガイド２０３を上に向かって作動させ、ベースアセンブリ２０５を電極ハウジング２１２及び電極アセンブリ２０１に向かって持ち上げる。いくつかの実施形態では、ガイド２０３はガイドロッド又はガイドピンである。

【００５８】

［００７６］回転アクチュエータ２０６は、電極ハウジング２１２に接続される。いくつかの実施形態では、回転アクチュエータ２０６は、電極ハウジング２０２を通して配置される。回転アクチュエータ２０６は、電極ハウジング２０２（又はいくつかの実施形態では、ベースアセンブリ２０５）に連結されたシャフトを含む。回転アクチュエータ２０６は、その内部に配置された回転軸Ａを含む。回転軸Ａは、基板処理装置２００ａを回転させる軸である。回転アクチュエータ２０６は、シャフトと、シャフトを回転させるための回転アクチュエータとを含む。いくつかの実施形態では、回転アクチュエータは基板処理装置２００ａに接続され、基板処理装置２００ａをモジュール本体２０２（図４Ａ～４Ｃ）に接続するためにシャフトが貫通して配置される。回転アクチュエータ２０６は、基板支持面１７４の直径と、電極１７０が円盤である場合には電極１７０の直径に沿って中心が設定される。回転アクチュエータ２０６を基板支持面１７４及び電極１７０の直径と同じ平面に沿って配置することにより、基板処理装置２００ａを水平又は角度付けされた位置に保持するために使用されるモーメントが低減される。

【００５９】

［００７７］他の実施形態では、回転アクチュエータ２０６は、ベースアセンブリ２０

５を貫通したり、アームによって電極ハウジング２１２に連結されるなど、基板処理装置２００ａの他の部分を通って配置されうる。回転アクチュエータ２０６の回転軸Ａが、基板処理装置２００ａの重心の中心に近接するように、回転アクチュエータ２０６は、基板処理装置２００ａを回転させるために使用されるモーメントを低減する位置に配置される。回転アクチュエータは、軸Ａを中心に電極アセンブリ２０１とベースアセンブリ２０５に回転を与えるように動作可能な電気、空気圧、油圧又はその他のデバイスでありうる。

【００６０】

［００７８］図２Ｂは、浸漬フィールドガイド式の露光後ベークチャンバの別の基板処理装置２００ｂの概略断面図である。基板処理装置２００ｂは、図２Ａの基板処理装置２００ａに類似するが、ピストンアセンブリ２２４を含む。ピストンアセンブリ２２４は、図１Ａ～１Ｃのピストンアセンブリ１２４に類似するが、ピストン１２５に取り付けられた制限シャフト２３０を含む。

【００６１】

［００７９］制限シャフト２３０は、ペデスタル２１４を完全に貫通せず、代わりにペデスタル２１４の一部のみを通って配置される。制限シャフト２３０は、ピストンアクチュエータ２３８に接続される。ピストンアクチュエータ２３８は、制限シャフト２３０に接続され、かつこれと接触する。ピストンアクチュエータ２３８は、リザーバ空間１２２内でピストンアセンブリ２２４を移動させるための空気圧シリンダのようなリニアアクチュエータである。ピストンアセンブリ２２４の制限シャフト２３０は、制限ベースシャフト２２８内に部分的に配置される。制限ベースシャフト２２８は、ペデスタル２１４の底部に配置され、これに連結された短いシャフトであり、ピストンアクチュエータ２３８をその中に保持する。ピストンアセンブリ２２４は、処理流体を処理空間内に均一に分配する助けとなる点で有益であるが、追加の機械的複雑さとコストが加わる。制限シャフト２３０を制限ベースシャフト２２８内に収容することにより、基板処理装置２００ｂが軸Ａを中心に回転している間でも、制限シャフト２３０を動かすことができる。

【００６２】

［００８０］図３は、本明細書に記載される更に別の実施形態による、浸漬フィールドガイド式の露光後ベークチャンバの更に別の基板処理装置３００の概略断面図である。図３の基板処理装置３００は、図２Ａの基板処理装置２００ａ及び図２Ｂの基板処理装置２００ｂと類似の電極アセンブリ２０１を含む。図３の基板処理装置３００は、図３のベースアセンブリ３０５がリザーバ１２１又はリザーバ空間１２２（図２Ａ～２Ｂ）を含まない点で、図２Ａ及び図２Ｂの実施形態と異なる。

【００６３】

［００８１］ベースアセンブリ３０５は、流体通路２０８と流体吐出通路１５２を接続する流体分配導管３０４を有するペデスタル３０２を含む。クランプ１５４、基板支持面１７４、インデクサ凹部１４４、ベースシール面２２０、及び加熱要素１４８はそれぞれ、本明細書で既に説明したものと同様である。

【００６４】

［００８２］流体分配導管３０４は、ペデスタル３０２を通して配置されたリングである。流体分配導管３０４は、流体通路２０８と同様に、流体吐出通路１５２の各々に連結されている。流体分配導管３０４は、基板支持面１７４の外周周囲に１つ又は複数の流体通路２０８から流体を循環させるように構成される。流体分配導管３０４は、基板支持面１７４の直径よりも大きな内径及び／又は外径を有しうる。

【００６５】

［００８３］流体通路２０８との交差部に近い流体分配導管３０４の断面と比較して、流体通路２０８との交差部から遠い流体分配導管３０４の断面が大きくなるように、流体分配導管３０４がペデスタル３０２を通って延びる際に、流体分配導管３０４のサイズは変化しうる。これは、流体吐出通路１５２を通して流体と圧力をより均一に分配できるようにするために行われる。

【００６６】

［００８４］図４Ａ～４Ｃは、モジュール本体１０２内の異なる処理位置における、図２Ａ、図２Ｂ、及び図３の浸漬フィールドガイド式の露光後ベークチャンバの基板処理装置２００ａ、２００ｂ、３００の概略断面図である。図４Ａに示すように、電極アセンブリ２０１とベースアセンブリ２０５、３０５は基板移送位置にあり、基板１５０を基板処理装置２００ａ、２００ｂ、３００に出し入れすることができる。移送位置にある間、電極アセンブリ２０１とベースアセンブリ２０５、３０５は分離され、密閉された処理空間を形成しない。

【００６７】

［００８５］基板処理装置２００ａ、２００ｂ、３００は、回転アクチュエータ２０６によって水平位置に保持され、ベースアセンブリ２０５、３０５上に基板１５０を水平に配置することができる。リニアアクチュエータ２０４は開位置に配置され、ガイド２０３がアクチュエータ２０２によって延び、電極アセンブリ２０１とベースアセンブリ２０５、３０５との間が分離するようになる。

【００６８】

［００８６］図４Ｂは、閉位置にある間の基板処理装置２００ａ、２００ｂ、３００を示す。基板処理装置２００ａ、２００ｂ、３００を閉位置にするには、ガイド２０３を上に向かって作動させ、シール面とシール面との間の距離をゼロまで低減するように、アクチュエータ２０２を使用する。ベースアセンブリ２０５、３０５を上に向かって持ち上げ、電極アセンブリ２０１に合わせるか、電極アセンブリ２０１を下に向かって下降させ、ベースアセンブリ２０５、３０５に合わせると、電極アセンブリ２０１とベースアセンブリ２０５、３０５との間にシール（ｓｅａｌ）が形成される。電極アセンブリ２０１とベースアセンブリ２０５、３０５との間のシールは、図２Ａ、図２Ｂ、及び図３の処理空間２１６のような処理空間を形成する。閉位置にある間、基板１５０の上部と電極２７０の底部との間の距離は、第２の高さH_2である。第２の高さH_2は、約７ｍｍ未満、例えば約５ｍｍ未満、例えば約４ｍｍ未満、例えば約１ｍｍ～約４ｍｍである。第２の高さH_2は、基板１５０に印加される電界の均一性を向上させるためにより小さい。本明細書で説明する装置は、流体吐出通路１５２の位置及びサイズによって２つの表面間の距離が制限されないため、電極２７０と基板１５０との間の距離をより小さくすることができる。

【００６９】

［００８７］図４Ｃは、処理位置にある間の基板処理装置２００ａ、２００ｂ、３００を示す。回転アクチュエータ２０６は、電極アセンブリ２０１及びベースアセンブリ２０５、３０５を水平から第１の角度θ_1に回転させる。第１の角度θ_1は、約３５度～約９０度、例えば約４５度～約９０度、例えば約６０度～約９０度、例えば約７５度～約９０度である。いくつかの実施形態では、第１の角度θ_1は、水平から約９０度である。

【００７０】

［００８８］電極アセンブリ２０１を９０度の垂直配向まで完全に回転させると、他の角度と比較して、回転アクチュエータ２０６への応力が低減し、気泡が除去され、基板１５０と電極２７０との間に配置される気泡の数が減少しうる。基板処理装置２００ａ、２００ｂ、３００が回転すると、処理空間は処理流体で満たされる。回転は、基板処理装置２００ａ、２００ｂ、３００が閉じられた後に行われ、基板１５０が確実に固定され、処理空間が処理流体で満たされることを保証する。

【００７１】

［００８９］図５は、本明細書に記載される図２Ａ、図２Ｂ、及び図３の実施形態による浸漬フィールドガイド式の露光後ベークチャンバの基板処理装置２００ａ、２００ｂ、３００の断面平面図である。断面図は、インデクサ凹部（ｉｎｄｅｘｅｒ　ｄｅｐｒｅｓｓｉｏｎ）１４４、基板移送通路１８０、シール溝２７２、１つ又は複数のクランプ１５４、及び流体吐出通路１５２の位置を示している。

【００７２】

［００９０］図５に示すように、インデクサ凹部１４４は、ベースアセンブリ２０５／３０５のエッジまで延び、シール溝２７２の一部を含む。いくつかの実施形態では、１つ

又は複数のシール溝２７２は、基板処理中に処理空間２１６が密封されるように、インデクサ凹部１４４よりも深い。シール溝２７２は、本明細書では、ベースアセンブリ２０５／３０５の周囲に配置された単一の溝として示されている。シール溝２７２は、基板支持面１７４、１つ又は複数のクランプ１５４、及び流体吐出通路１５２の外側に配置される。

【００７３】

［００９１］１つ又は複数のクランプ１５４は、基板１５０の一部と基板支持面１７４に、半径方向に重なるように配置される。クランプ１５４は、基板支持面１７４周囲に、且つ流体吐出通路１５２の少なくとも一部の間に、均等に配置される。

【００７４】

［００９２］流体吐出通路１５２は、基板支持面の周囲に配置された１つ又は複数の円弧状開口部として示されている。円弧状の開口部は、処理流体が処理空間１１４に出入りする速度を下げるために使用される。円弧状開口部は、２つ以上の円弧状開口部、例えば３つ以上の円弧状開口部、例えば４つ以上の円弧状開口部を含みうる。円弧状の開口部の各々は、共通の中心と同じ円弧半径を有する円弧である。円弧半径は、基板支持面１７４の半径よりも大きい。各円弧は、基板支持面１７４の外周の約１０度から約１８０度を囲む。流体吐出通路１５２の各円弧は、リザーバ空間１２２と流体連結している。

【００７５】

［００９３］リニアアクチュエータ２０４は、シール溝２７２及び流体吐出通路１５２の半径方向外側に配置される。リニアアクチュエータ２０４は、基板支持面１７４の反対側に配置され、基板支持面１７４に対して垂直に延びる。

【００７６】

［００９４］図６Ａは、本明細書に記載される実施形態による浸漬露光後のベークプロセスを実行するための方法６００の工程を示す。方法６００は、特に図１Ａ～１Ｃの装置を用いて実施することができる。方法６００は、基板１５０などの基板をペデスタル１０６などのペデスタル上にローディングする第１の工程６０２を含む。ペデスタル上への基板のローディングは、電極アセンブリ１１５とベースアセンブリ１１０とが分離され開位置（例えば、移送位置）にある間に実行される。基板は、例えばロボットによって、基板支持面１７４に載置される。第１の工程６０２の間に基板をローディングした後に、第２の工程６０４で、基板がペデスタルに固定される。基板は、基板を固定するためのクランプ１５４などの１つ又は複数のクランプを作動させることによって固定されうる。いくつかの実施形態では、基板は、真空チャック又は潜在的な静電チャックを用いてクランプされる。他の実施形態では、基板は、機械的クランプを用いてクランプされる。機械的クランプは、処理流体が基板の裏側から真空チャックラインに漏れることに関する問題を回避することができる。機械的クランプはまた、方法６００の後半で発生する電界への影響も少ない。

【００７７】

［００９５］第２の工程６０４の後、電極アセンブリ１１５などの電極アセンブリと、ベースアセンブリ１１０などのベースアセンブリとが、第３の工程６０６の間に閉位置に移動され、基板処理装置を閉じる。電極アセンブリとベースアセンブリを閉じることは、電極アセンブリとベースアセンブリの間に密封を形成することを含む。電極アセンブリとベースアセンブリとの間に密封を形成することにより、第４の工程６０８の間、処理流体が電極アセンブリとベースアセンブリとの間の処理空間１１４などの処理空間を充填することができる。

【００７８】

［００９６］第４の工程６０８の間、プランジャ１２４などのプランジャが、処理空間を処理流体で充填するために、リザーバ１２１などのリザーバから処理空間内に処理流体を押し込むように作動される。処理流体は処理空間に注入され、４秒未満、例えば３秒未満、例えば２秒未満で、処理空間を充填する。処理空間を充填するために、処理流体は、約１０Ｌ／分～約２０Ｌ／分、例えば約１３Ｌ／分～約１８Ｌ／分、例えば約１５Ｌ／分

の速度で、処理空間に注入される。本明細書に記載される実施形態では、処理空間は、約０．４Ｌ～約０．６Ｌ、例えば約０．５Ｌの体積を有する。処理流体は、電極アセンブリから基板上に配置されたフォトレジスト層に伝達する際に、決定された範囲で印加される電圧レベルを効率的に維持しうる、非気相媒体、スラリ、ゲル、液体溶液、又は固体媒体などの中間媒体である。

【００７９】

［００９７］第４の工程６０８で処理空間を処理流体で満たした後、第５の工程６１０の間に電極アセンブリを用いて基板に電界を印加し、電力露光ベークプロセスが実行される。電界は、第１の電圧にある基板と、第１の電圧とは異なる第２の電圧にある電極との間に分布する。電界は、最大約５０００Ｖ、例えば最大約３５００Ｖ、例えば最大約３０００Ｖの電圧差を印加することによって、生成されうる。電極と基板との間の電界は、約１０×１０^{7}Ｖ／ｍ未満、例えば１×１０^{6}Ｖ／ｍ未満、例えば１×１０^{5}Ｖ／ｍ未満である。電界は、約１×１０^{5}Ｖ／ｍ～約１×１０^{7}Ｖ／ｍ、例えば約１×１０^{5}Ｖ／ｍ～約１×１０^{6}Ｖ／ｍでありうる。電界の強さは、処理空間内に配置された媒体の破壊電圧によって制限される。いくつかの実施形態では、処理空間内に配置された流体の破壊電圧は約１．４×１０^{7}Ｖ／ｍである。電界は、露光後のベーク工程が完了するまで、基板に印加される。第５の工程６１０の間、基板及びペデスタルは、約８０℃～約２５０℃、例えば約９０℃～約２３０℃、例えば約９０℃～約１３０℃の温度まで加熱される。

【００８０】

［００９８］第５の工程６１０の露光後ベークプロセスの後、第６の工程６１２の間に処理空間から処理流体を除去するために、プランジャが作動される。プランジャを元の位置まで作動させると、リザーバ内に真空が形成され、処理流体が流体吐出通路を通ってリザーバ内に引き戻される。処理流体はまた、１つ又は複数の流体導管及び流体ポンプを通してリザーバから除去されてもよい。第６の工程６１２の間に処理流体を除去した後、第７の工程６１４の間にベースアセンブリ及び電極アセンブリが開放位置に作動される。電極アセンブリ及びベースアセンブリを開くことは、電極アセンブリとベースアセンブリとの間の密封を破壊することを含む。電極アセンブリとベースアセンブリとを分離した後、残りの処理流体は、電極アセンブリとベースアセンブリとの間の処理空間から排出される。

【００８１】

［００９９］第７の工程６１４の後、基板は、第８の工程６１６の間にペデスタルから取り外される。基板を取り外す前に、基板をペデスタルから離す。基板はインデクサ又はロボットアームを使用して取り外され、別の処理モジュール又は処理ステーションに移送される。

【００８２】

［０１００］図６Ｂは、本明細書に記載される別の実施形態による浸漬露光後のベークプロセスを実行するための方法６５０の工程を示す。方法６５０は、特に図２Ａ、図２Ｂ、及び図３の装置を用いて実行されうる。方法６５０は、基板１５０などの基板をペデスタル２１４、３０２などのペデスタル上にローディングする第１の工程６５２を含む。電極アセンブリ２０１などの電極アセンブリと、ベースアセンブリ２０５、３０５などのベースアセンブリとが分離され、開位置にある間に、ペデスタル上への基板のローディングが実行される。基板は、基板支持面１７４上に載置される。基板をペデスタル上にローディングする間、電極アセンブリとベースアセンブリは、水平位置に配置される。電極アセンブリとベースアセンブリが水平位置にあることで、基板が水平に配向される間に、基板をベースアセンブリ内にローディングすることができる。

【００８３】

［０１０１］第１の工程６５２の間に基板をローディングした後、第２の工程６５４で基板がペデスタルに固定される。基板を固定するためにクランプ１５４などの１つ又は複数のクランプを作動させることによって、基板が固定される。いくつかの実施形態では、基板は、真空チャック又は潜在的な静電チャックを用いてクランプされる。処理流体が基

板の裏側から真空チャックラインに漏れるトラブルを避けるために、一般的に機械的クランプが利用される。機械的クランプはまた、方法６５０の後半で発生する電界への影響も少ない。

【００８４】

［０１０２］第２の工程６５４の後、電極アセンブリとベースアセンブリは、基板処理装置を閉じるための第３の工程６５６の間、閉位置に移動される。電極アセンブリとベースアセンブリを閉じることは、電極アセンブリとベースアセンブリの間に密封を形成することを含む。電極アセンブリとベースアセンブリとの間に密封を形成することにより、第４の工程６５８の間、処理流体が電極アセンブリとベースアセンブリとの間の処理空間２１６などの処理空間を充填することができる。第４の工程６５８中、処理流体は、図２Ａ、図２Ｂ、又はＣの装置のいずれかを使用して処理空間内に分配される。したがって、処理流体は、リザーバ１２１などのリザーバ又は流体分配導管３０４のいずれかから、流体吐出通路１５２などの流体吐出通路を通って処理空間に進入する。処理空間には処理流体が充填される。処理流体は処理空間に注入され、４秒未満、例えば３秒未満、例えば２秒未満で、処理空間を充填する。処理空間を充填するために、処理流体は約５Ｌ／分～約２０Ｌ／分、例えば約１０Ｌ／分～約１５Ｌ／分の速度で処理空間に注入される。本明細書に記載される実施形態では、処理空間は、約０．４Ｌ～約０．６Ｌ、例えば約０．５Ｌの体積を有する。処理流体は、電極アセンブリから基板上に配置されたフォトレジスト層に伝達する際に、決定された範囲で印加される電圧レベルを効率的に維持しうる、非気相媒体、スラリ、ゲル、液体溶液、又は固体媒体などの中間媒体である。

【００８５】

［０１０３］第４の工程６５８と同時に又はその後に、電極アセンブリとベースアセンブリは、第５の工程６６０の間、角度のついた位置まで回転させられる。電極アセンブリとベースアセンブリは、回転アクチュエータ２０６などの回転アクチュエータを用いて回転される。ベースアセンブリと電極アセンブリは、水平から第１の角度θ_1に作動される。第１の角度θ_1は、約１５度～約９０度、例えば約３５度～約９０度、例えば約４０度～約９０度、例えば約７５度～約９０度である。いくつかの実施形態では、第１の角度θ_1は、水平から約１５度以上、例えば水平から約３０度以上、例えば水平から約９０度以上である。

【００８６】

［０１０４］ベースアセンブリと電極アセンブリを９０度の垂直配向まで完全に作動させると、他の角度に比べて回転アクチュエータへの応力が減少し、気泡が除去され、基板と電極との間に配置される気泡の数が減少する。電極アセンブリとベースアセンブリが回転すると、処理空間には処理流体が充填される。しかし、ベースアセンブリと電極アセンブリの回転角度をより小さくすると、アセンブリの高さが短縮され、なおも基板と電極との間のバブリングを軽減しつつ、基板処理装置を積み重ねることが可能になりうる。

【００８７】

［０１０５］第５の工程６６０の間に電極アセンブリとベースアセンブリが第１の角度θ_1に作動された後、第６の工程６６２の間に基板に熱が加えられる。基板に熱を加えることは、基板を約８０℃～約２５０℃、例えば約９０℃～約２３０℃、例えば約９０℃～約１３０℃に加熱することを含む。熱は、１つ又は複数の加熱要素、例えば１つ又は複数の加熱要素１４８を使用して加えられる。

【００８８】

［０１０６］第６の工程６６２の後又はその最中に、電極アセンブリを使用して基板に電界が印加され、第７の工程６６４の間に電力露光ベークプロセスが実行される。電界は、第１の電圧にある基板と、第１の電圧とは異なる第２の電圧にある電極との間に分布する。電界は、最大約５０００Ｖ、例えば最大約３５００Ｖ、例えば最大約３０００Ｖの電圧差を印加することによって、生成されうる。電極と基板との間の電界は、約10×10^7Ｖ／ｍ未満、例えば1×10^6Ｖ／ｍ未満、例えば1×10^5Ｖ／ｍ未満である。電界は、約1×10^5Ｖ／ｍ～約1×10^7Ｖ／ｍ、例えば約1×10^5Ｖ／ｍ～約1×10

^{6}Ｖ／ｍでありうる。電界の強さは、処理空間内に配置された媒体の破壊電圧によって制限される。いくつかの実施形態では、処理空間内に配置された流体の破壊電圧は約１．４×１０^{7}Ｖ／ｍである。電界は、露光後のベーク工程が完了するまで、基板に印加される。露光後のベーク工程が完了すると、加熱が停止する。

【００８９】

［０１０７］第７の工程６６４の後、電極アセンブリとベースアセンブリは、第８の工程６６６の間に、第１の角度θ_1から水平位置まで回転して戻される。電極アセンブリとベースアセンブリを水平位置まで回転させた後又は回転させる間のどちらかで、処理流体は、第９の工程６６８の間に処理空間から除去される。処理流体の除去は、処理流体を流体吐出通路１５２を通して引き戻すことによって実行される。あるいは、処理流体の除去は、別の流体導管と流体ポンプを用いて実行されるか、第１０の工程６７０の間に電極アセンブリとベースアセンブリが開かれる際に処理流体が除去される。

【００９０】

［０１０８］第１０の工程６７０は、第９の工程６６８と同時に又はその後に実行される。第１０の工程６７０は、電極アセンブリとベースアセンブリを開位置に戻すよう作動させることを含む。電極アセンブリとベースアセンブリを開放位置に作動させるには、電極アセンブリとベースアセンブリのシール面を分離させ、電極アセンブリとベースアセンブリを作動させることを含む。

【００９１】

［０１０９］第１０の工程６７０の後、第１１の工程６７２において、基板がペデスタルから取り外される。基板はインデクサ又はロボットアームを使用して取り外され、別の処理モジュール又は処理ステーションに移送される。インデクサ又はロボットアームによって基板を取り外す前に、基板がペデスタルから放される。

【００９２】

［０１１０］本明細書で説明する実施形態は、基板が、水平姿位置にある間に、処理ステーション装置に挿入できる点で有益である。また、本明細書における処理ステーションは、露光後ベークプロセスへのバブリングの影響を低減し、処理中に電極と基板をより近くに配置できるようにし、電界不均一性の影響を低減する。基板の周囲に配置された分配通路から処理空間に流体を分配すると、処理流体が処理空間に流入する際に処理流体の速度が低下し、処理流体を均一に分配することができる。

【００９３】

［０１１１］図７は、本明細書で説明する実施形態による浸漬フィールドガイド式の露光後ベークモジュール７００の概略平面図である。浸漬フィールドガイド式の露光後ベークモジュール７００は、モジュール本体７０２と、モジュール本体７０２内に配置された冷却ペデスタル７１０と、モジュール本体７０２内に配置された加熱ペデスタル７２０と、モジュール本体７０２内に配置された浸漬ベークヘッド７０６とを含む。冷却ペデスタル７１０、加熱ペデスタル７２０、及び浸漬ベークヘッド７０６の各々は、モジュール本体７０２によって画定されるモジュール空間７３０内に配置される。

【００９４】

［０１１２］浸漬ベークヘッド７０６は、浸漬フィールドガイド式の露光後ベークヘッドである。浸漬ベークヘッド７０６は、冷却ペデスタル７１０から基板を持ち上げ（ｐｉｃｋ　ｕｐ）、基板を加熱ペデスタル７２０に移送し、基板が加熱ペデスタル７２０上に配置されている間に、基板に電界を与えるように構成される。基板は、基板と、浸漬ベークヘッド７０６により供給される処理流体と、の間のクランプと表面張力の組み合わせによって、所定の位置に保持される。

【００９５】

［０１１３］モジュール本体７０２の壁を貫通して、基板移送通路７０４が配置される。基板移送通路７０４は、基板が通過できるように構成される。基板移送通路７０４は、基板が水平配向で通路７０４を通過できるように、水平方向に細長い。基板移送通路７０４は、モジュール空間７３０と別のモジュール又は処理チャンバの外部空間（ｏｕｔｓｉ

ｄｅ　ｖｏｌｕｍｅ）とを連結する。基板移送通路７０４は、基板が冷却ペデスタル７１０から持ち上げられるように構成されるため、冷却ペデスタル７１０に隣接して配置される。基板移送通路７０４は、加熱ペデスタル７２０よりも冷却ペデスタル７１０に近い。基板移送通路７０４には、基板移送通路７０４を開閉するためのバルブ（図示せず）が接続される。

【００９６】

［０１１４］浸漬ベークヘッド７０６は、移送アーム７５０によって冷却ペデスタル７１０と加熱ペデスタル７２０との間を移送される。移送アーム７５０は、浸漬ベークヘッド７０６に接続され、作動ベース７１２及びアーム７０８を含む。アーム７０８は、作動ベース７１２と浸漬ベークヘッド７０６を連結する。作動ベース７１２は、冷却ペデスタル７１０と加熱ペデスタル７２０との間に配置される。作動ベース７１２は、回転アクチュエータであり、処理工程と処理工程との間に、冷却ペデスタル７１０の上方の位置と、加熱ペデスタル７２０と、の間で、浸漬ベークヘッド７０６を揺動させる（ｓｗｉｎｇ）。いくつかの実施形態では、複数の浸漬ベークヘッド７０６及び移送アーム７５０とともに、モジュール本体７０２内に追加の加熱ペデスタル７２０及び冷却ペデスタル７１０が存在しうる。

【００９７】

［０１１５］浸漬ベークヘッド７０６は、制御パネル７４０に接続される。制御パネル７４０は、以下により詳細に説明されるが、ガスパネル、流体パネル、コントローラ、及び電源の組み合わせを含む。いくつかの実施形態では、単一の制御パネル７４０は存在せず、代わりに制御パネル７４０は、複数のガスパネル、流体パネル、コントローラ、及び電源を表す。制御パネル７４０は、移送アーム７５０に接続されており、流体と電力ラインがアーム７０８を通過して浸漬ベークヘッド７０６に流体と電力を供給するようになっている。

【００９８】

［０１１６］図８Ａは、本明細書に記載される実施形態による、図７の浸漬フィールドガイド式の露光後ベークモジュール７００内の冷却ペデスタル７１０上に配置された浸漬ベークヘッド７０６の概略断面図である。浸漬ベークヘッド７０６は、基板８５０などの基板を冷却ペデスタル７１０から持ち上げ又は放す位置に示されている。基板８５０は、図１Ａ～図５の基板１５０と同様である。浸漬ベークヘッド７０６は、表面張力とクランプの一方又はこれらの組み合わせを使用して基板８５０を把持する前に、基板８５０に向かって下降するように構成される。

【００９９】

［０１１７］浸漬ベークヘッド７０６は、ヘッド本体８１０と、ヘッド本体８１０の下面８２１に配置された支持面８５６とを含む。１つ又は複数の第１の流体導管８１４が、支持面８５６の中央領域R_1においてヘッド本体８１０を貫通して配置される。１つ又は複数の第２の流体導管８１２が、支持面８５６の外側領域R_2でヘッド本体８１０を貫通して配置される。支持面８５６に電極８１８が接続される。

【０１００】

［０１１８］支持面８５６は、ヘッド本体８１０の下面８２１の一部である。支持面８５６は、下面８２１の平面の部分であり、いくつかの実施形態では、ヘッド本体８１０内に配置され、下面８２１の他の部分からオフセットされている。支持面８５６は、基板８５０などの基板がその上に配置できるようにサイズ決定され、支持面８５６は、約２００ｍｍより大きい、例えば約２５０ｍｍより大きい、例えば約３００ｍｍより大きい直径を有する。ヘッド本体８１０は、セラミックなどの絶縁材料で形成される。いくつかの実施形態では、ヘッド本体８１０は、約$10\times10^{19}\Omega\cdot m$より大きい、例えば約$10\times10^{20}\Omega\cdot m$より大きい抵抗を有する材料で形成される。いくつかの実施形態では、ヘッド本体８１０は、ポリテトラフルオロエチレン（ＰＴＦＥ）、フッ素ポリマー材料、テフロン、ポリエーテルエーテルケトン（ＰＥＥＫ）、又はAl_2O_3で形成される。

【０１０１】

［０１１９］１つ又は複数の第１の流体導管８１４は、ヘッド本体８１０を通って配置され、処理流体を基板８５０の上面に供給するように構成される。１つ又は複数の第１の流体導管８１４は、１つ又は複数の流体入口導管である。１つ又は複数の第１の流体導管８１４は、支持面８５６に配置された流体入口開口部８１３を有する単一の流体導管として示されている。１つ又は複数の第１の流体導管８１４は、処理流体供給部（ｐｒｏｃｅｓｓ ｆｌｕｉｄ ｓｕｐｐｌｙ）８０６に流体接続されている。処理流体供給部８０６は、処理空間８５２が、流体空間又は処理流体空間として説明されているいくつかの実施形態では、１つ又は複数の第１の流体導管８１４に処理流体を供給する（Ｔｈｅ ｐｒｏｃｅｓｓ ｆｌｕｉｄ ｓｕｐｐｌｙ ８０６ ｓｕｐｐｌｉｅｓ ｐｒｏｃｅｓｓ ｆｌｕｉｄ ｔｏ ｔｈｅ ｏｎｅ ｏｒ ｍｏｒｅ ｆｉｒｓｔ ｆｌｕｉｄ ｃｏｎｄｕｉｔｓ ８１４ ａｎｄ ｔｈｅｒｅｆｏｒｅ ｔｏ ａ ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ ｖｏｌｕｍｅ ８５２ ｉｎ ｓｏｍｅ ｅｍｂｏｄｉｍｅｎｔｓ ｉｓ ｄｅｓｃｒｉｂｅｄ ａｓ ａ ｆｌｕｉｄ ｖｏｌｕｍｅ ｏｒ ａ ｐｒｏｃｅｓｓ ｆｌｕｉｄ ｖｏｌｕｍｅ）。処理流体は、露光後のベーク工程中に、電極８１８と基板８５０との間の電界の均一性を向上させるために使用される中間媒体である。処理流体は、スラリ、ゲル、溶液、又は固体媒体といった、電極アセンブリから基板上に配置されたフォトレジスト層に伝達する際に決められた範囲で印加される電圧レベルを効率的に維持する、非気相媒体である。

【０１０２】

［０１２０］流体入口開口部８１３は、電極８１８に隣接して配置され、処理流体を中央領域R_1に供給するように構成される。中央領域R_1は、ヘッド本体８１０の支持面８５６の内側３０ｍｍとして画定され、中央領域R_1は、半径１５ｍｍの円盤（ｄｉｓｋ）となる。中央領域R_1は、基板８５０のほぼ中心３０ｍｍに相当する。

【０１０３】

［０１２１］１つ又は複数の第２の流体導管８１２は、ヘッド本体８１０を通って配置され、処理空間８５２及び基板８５０の上面から処理流体を除去するように構成される。１つ又は複数の第２の流体導管８１２は、１つ又は複数の流体除去導管である。１つ又は複数の第２の流体管路８１２は、支持面８５６に配置された流体除去開口部８１５を有する２つの鏡映関係にある（ｍｉｒｒｏｒｅｄ）流体導管として示されている。１つ又は複数の第２の流体導管８１２は、流体除去ポンプ８０２に流体接続されている。流体除去ポンプ８０２は、１つ又は複数の第２の流体導管８１２を通して、処理空間８５２から処理流体を除去する。いくつかの実施形態では、１つ又は複数の第２の流体導管８１２は、単一の導管であるか、又は複数の導管に分割される単一の導管である。

【０１０４】

［０１２２］流体除去開口部８１５は、環状の開口部であり、支持面８５６に配置されている。流体除去開口部８１５は、電極８１８の一部に隣接して配置され、処理流体を外側領域R_2から除去するように構成される。外側領域R_2は、ヘッド本体８１０の支持面８５６の外側３５ｍｍとして画定され、外側領域R_2が約２５ｍｍの厚さを有する環状リングであるようにする。外側領域R_2は、支持面８５６の中心から約１２５ｍｍ～約１５０ｍｍに配置される。外側領域R_2は、基板８５０の外側約２５ｍｍに相当する。流体除去開口部８１５は、流体入口開口部８１３の半径方向外側に配置され、流体除去開口部８１５が基板８５０のエッジ近傍の処理流体を除去する一方、流体入口開口部８１３が基板８５０の中心に処理流体を供給するようになっている。いくつかの実施形態では、１つ又は複数の流体除去開口部８１５は、支持面内に配置された円弧状開口部又は円形開口部であり、環状開口部が、同じ曲率中心及び同じ半径を有する複数の円弧を形成するように部分的に破断されている。いくつかの実施形態では、流体除去開口部８１５は、図１Ａ～図３の流体吐出通路１５２と同様の形状である。

【０１０５】

［０１２３］電極８１８は、支持面８５６に接続され、平面の底面８５４を含む。電極８１８は透過性であり、例えば、穿孔、メッシュ、ポア、又は他の流体透過性構造を通し

て、流体がそこを通過できるようになる。電極８１８は、気体、処理流体、又は気体と処理流体の両方のいずれかがそこを通過できるように配置された複数の微細な開口部を含む。いくつかの実施形態では、電極８１８は導電性メッシュである。電極８１８は、電極８１８が処理流体中に浸漬される際に電極アセンブリ支持面８５６の下に捕捉される気泡又はガスポケットの量を減少させるために利用される。いくつかの実施形態では、電極８１８は、ドープされた炭化ケイ素といった炭化ケイ素のメッシュなどの非金属メッシュである。他の実施形態では、電極８１８は、銅、アルミニウム、白金、鋼鉄のメッシュといった導電性金属のメッシュである。電極８１８は、約５×１０$^{-4}$Ω・ｍ未満、例えば５×１０$^{-5}$Ω・ｍ未満、例えば５×１０$^{-6}$Ω・ｍ未満の電気抵抗を有する材料で形成される。電極８１８は、電極電源８０４に電気的に接続される。電極電源８０４は、電極８１８に電力を印加するように構成される。いくつかの実施形態では、例えば４０００Ｖ未満、例えば３０００Ｖ未満など、最大５０００Ｖの電位が、電極電源８０４によって電極８１８に印加される。

【０１０６】

［０１２４］電極電源８０４、流体除去ポンプ８０２、及び処理流体供給部８０６のそれぞれは、制御パネル７４０の一部として配置されている。制御パネル７４０は、流体除去ポンプ８０２と処理流体供給部８０６の流量を制御する。制御パネル７４０は、更に電極電源８０４によって印加される電圧を制御する。

【０１０７】

［０１２５］ヘッド本体８１０の下面８２１には、１つ又は複数のクランプ８１６が配置されている。１つ又は複数のクランプ８１６は、本明細書では、クランプ８１６が開位置と閉位置との間を移動するような機械的クランプとして示されている。クランプ８１６は、基板８５０と接触しないときは開位置にあり、基板８５０の底面に接触するときは閉位置にある。１つ又は複数のクランプ８１６は、電極８１８と支持面８５６の半径方向外側で、ヘッド本体８１０に取り付けられる。１つ又は複数のクランプ８１６は、露光後ベーク工程中に基板８５０を支持するのを補助するために、基板８５０のエッジをクランプするように構成される。クランプ８１６はまた、真空クランプでもよい。機械的クランプは、基板８５０の側面又は底面のどちらかをクランプし、基板８５０の上面のより多くの量が処理流体中に浸漬され、露光後のベーク動作を受けることができるため、本明細書では機械的クランプが使用される。いくつかの実施形態では、機械的クランプを使用する場合、３つ以上のクランプ８１６が存在する。

【０１０８】

［０１２６］冷却ペデスタル７１０は、ペデスタル本体８２２と、ペデスタル本体８２２の上部に配置された基板冷却支持面８６４と、複数のリフトピン８２６と、１つ又は複数の冷却要素８３０とを含む。基板冷却支持面８６４は、基板８５０を受け取り、処理工程と処理工程との間に基板８５０を支持体することを目的とする平面である。浸漬ベークヘッド７０６は、基板冷却支持面８６４から基板８５０を持ち上げる。いくつかの実施形態では、基板冷却支持面８６４は、クランプ８１６が基板８５０を把持できるように、基板８５０よりわずかに小さい直径を有している。冷却ペデスタル７１０は、約１×１０$^{-3}$Ω・ｍ未満、例えば１×１０$^{-4}$Ω・ｍ未満、例えば１×$^{10-5}$Ω・ｍ未満の電気抵抗を有する高導電性材料である。冷却ペデスタル７１０と基板８５０との間の接触抵抗は、冷却ペデスタル７１０自体の抵抗よりも、冷却ペデスタル７１０が基板８５０を電気的に接地する能力に大きな影響を与える。本明細書に記載される実施形態では、冷却ペデスタル７１０と基板８５０との間の接触抵抗は、約１×１０$^{-3}$Ω未満、例えば約１×１０$^{-4}$Ω未満である。いくつかの実施形態では、冷却ペデスタル７１０は、アルミニウム、ドープされた炭化ケイ素、又はドープケイ素材料である。

【０１０９】

［０１２７］リフトピン８２６は、ペデスタル本体８２２を貫通して配置され、ロボットアーム又はインデクサ（図示せず）がモジュール本体７０２から基板８５０を取り外すことができるように、基板８５０を上げたり下げたりするように構成される。リフトピン

８２６は、ペデスタル本体８２２のリフトピン孔８２４内に配置されている。リフトピン孔８２４は、ペデスタル本体８２２を貫通して配置された円筒形の孔である。３つのリフトピン孔は、合計８２４個ある。

【０１１０】

［０１２８］ペデスタル本体８２２を貫通して配置された１つ又は複数の冷却要素８３０は、冷却流体導管である。冷却流体導管は、ペデスタルを貫通して配置された冷却パイプである。１つ又は複数の冷却要素８３０は、冷却剤供給ライン８２０によって冷却剤源８３２に接続される。冷却剤源８３２は、水又は他の冷却剤流体をペデスタル本体８２２に供給しうる。

【０１１１】

［０１２９］冷却ペデスタル７１０は、接地ライン８０８によって接地されている。冷却ペデスタル７１０を接地することは、電極８１８と基板８５０との間に電圧差を与えることに役立つ。

【０１１２】

［０１３０］図８Ｂ～８Ｃは、本明細書に記載される実施形態による、図７の浸漬フィールドガイド式の露光後ベークモジュール７００内の加熱ペデスタル７２０上に配置された浸漬ベークヘッド７０６の概略断面図である。加熱ペデスタル７２０は、１つ又は複数の加熱要素８６６が内部に配置されたペデスタル本体８２３を含む。

【０１１３】

［０１３１］１つ又は複数の加熱要素８６６は、抵抗加熱要素、加熱パイプ、又はランプアセンブリでありうる。図８Ｂ及び図８Ｃに示すように、１つ又は複数の加熱要素８６６は、抵抗加熱要素である。１つ又は複数の加熱要素は、電力ライン８２７によって加熱電源８５８に接続される。加熱要素８６６は、基板８５０の温度を約８０℃～約２５０℃、例えば約９０℃～約２３０℃、例えば約９０℃～約１３０℃の温度まで上昇させるように構成される。

【０１１４】

［０１３２］加熱ペデスタル７２０は、約1×10^{-3}Ω・ｍ未満、例えば1×10^{-4}Ω・ｍ未満、例えば1×10^{-5}Ω・ｍ未満の電気抵抗を有する高導電性材料である。加熱ペデスタル７２０と基板８５０との間の接触抵抗は、加熱ペデスタル７２０自体の抵抗よりも、加熱ペデスタル７２０が基板８５０を電気的に接地する能力に大きな影響を与える。本明細書に記載される実施形態では、加熱ペデスタル７２０と基板８５０との間の接触抵抗は、約1×10^{-3}Ω未満、例えば約1×10^{-4}Ω未満である。いくつかの実施形態では、加熱ペデスタル７２０は、アルミニウム、ドープされた炭化ケイ素、又はドープケイ素材料である。加熱ペデスタル７２０は、冷却ペデスタル７１０の接地ラインに類似した接地ライン８０８によって接地される。

【０１１５】

［０１３３］ペデスタル本体８２２の上面８６２は、基板８５０のような基板を受けるように構成される。上面８６２は平面であり、基板受け面である。上面８６２は、電界印加中に基板８５０と接触し、基板８５０を接地するように構成される。

【０１１６】

［０１３４］図８Ｂは、浸漬ベークヘッド７０６によって把持されている間、且つ基板８５０を加熱ペデスタル７２０に載置する前の基板８５０を示す。基板８５０は、１つ又は複数のクランプ８１６と処理流体空間８６０の表面張力によって把持される。図示されるように、処理流体は、１つ又は複数の第１の流体導管８１４から流れ出し、基板８５０の上面上に出て、１つ又は複数の第２の流体導管８１２を介して除去される。処理流体は、電極８１８を通って流れうる。いくつかの実施形態では、処理流体空間８６０内の処理流体の表面張力は、追加のクランプ８１６を使用せずに、基板８５０を保持しうる。

【０１１７】

［０１３５］図８Ｃは、浸漬ベークヘッド７０６に接続された基板８５０を示すが、加熱ペデスタル７２０のペデスタル本体８２２の上面８６２の上部にも載置される。基板８

５０を加熱ペデスタル７２０の上部に載置すると、予熱されたペデスタルの上で基板８５０を急速に加熱することができる。基板８５０が浸漬ベークヘッド７０６に接続されている間、基板８５０の上面は、電極８１８の底面から高さH_3である。高さH_3は、約４ｍｍ以下、例えば約３ｍｍ以下、例えば約２ｍｍ以下、例えば約１ｍｍ以下である。基板８５０に印加される電界の均一性を向上させるために、高さH_3はより小さい。流体移送通路の位置及びサイズによって２つの表面間の距離が制限されず、基板８５０を移送及び固定する同じ装置によって基板８５０が処理されるため、本明細書で説明する装置は、電極８１８と基板８５０との間の距離をより小さくすることができる。電極８１８と基板８５０との間の距離を縮めることにより、電界を形成するために使用される電極８１８と基板８５０との間の電圧差を縮めることが更に可能になる。

【０１１８】

［０１３６］図９は、本明細書に記載される実施形態による浸漬露光後のベークプロセスを実行するための方法９００の工程を示す。方法９００は、基板８５０などの基板を冷却ペデスタル７１０などの第１のペデスタル上にローディングする第１の工程９０２を含む。基板を第１のペデスタル上にローディングすることは、基板移送通路７０４などの基板移送通路に基板を通すことを含む。基板は、ロボット（図示せず）によって第１のペデスタル上に位置決めされる。第１のペデスタルは、基板を冷却するように構成される。基板を第１のペデスタルに位置決めした後、浸漬ベークヘッド７０６などの浸漬ベークヘッドを、第２の工程９０４の間、持ち上げ位置（ｐｉｃｋ－ｕｐ　ｐｏｓｉｔｉｏｎ）まで基板に向かって下降させる。持ち上げ位置は、浸漬ベークヘッドが基板の真上に、且つ基板から２ｍｍ以内、例えば基板から１ｍｍ未満、例えば基板から０．５ｍｍ未満、例えば基板から０．２５ｍｍ未満に配置されることを含む。第２の工程９０４の後、処理流体で流体空間を満たすために、第３の工程９０６が実行される。処理流体は、中間媒体である。中間媒体は、スラリ、ゲル、溶液、又は固体媒体といった、電極アセンブリから基板上に配置されたフォトレジスト層に伝達する際に決められた範囲で印加される電圧レベルを効率的に維持しうる、非気相媒体である。

【０１１９】

［０１３７］第３の工程９０６と同時に又はその直後に、第４の工程９０８で、基板が浸漬ベークヘッドに固定される。基板の固定は、クランプ８１６のような１つ又は複数のクランプを用いて実行される。クランプは閉位置まで移動し、基板のエッジを固定する。いくつかの実施形態では、基板の底部エッジは、基板に支持を提供するためにクランプされる。いくつかの実施形態では、流体空間に処理流体を充填することにより、基板は処理流体と表面張力によって把持される。いくつかの実施形態では、表面張力は、基板を持ち上げて異なる場所間を移送する間、基板を所定の位置に保持するほど十分に大きい。

【０１２０】

［０１３８］第４の工程９０８の後、基板は、第５の工程９１０の間に、第２のペデスタルに移送される。第２のペデスタルは、加熱ペデスタル７２０のような加熱ペデスタルである。基板は、浸漬ベークヘッド装置によって第２ペデスタルに移送される。基板を移送することは、基板を第１のペデスタルから持ち上げることと、基板を第２のペデスタルの上方に移動させることと、第２のペデスタルに接触させるために基板を下降させることとを含む。第２のペデスタルは、加熱ペデスタルであるため、基板は次いで、第６の工程９１２の間に加熱される。第６の工程９１２の間、基板は、約８０℃～約２５０℃、例えば約９０℃～約２３０℃、例えば約９０℃～約１３０℃の温度まで加熱される。温度の急激な上昇は、露光後のベークプロセスを補助する。本明細書に記載される実施形態では、第２のペデスタルは予熱されており、基板は予熱された基板上に置かれるため、基板の温度を急速に上昇させることができる。

【０１２１】

［０１３９］第６の工程９１２の間に基板を加熱した後及び／又は加熱している間に、第７の工程９１４の間に、電極８１８などの電極を用いて基板に電界を印加する。電極は更に浸漬ベークヘッドに接続され、その上で露光後ベークプロセスを実行するように構成

される。電極電源によって電極に最大５０００Ｖ、例えば４０００Ｖ未満、例えば３０００Ｖ未満の電位を加えることによって、電界が印加される。本明細書に記載される実施形態では、本明細書に記載される装置によって可能になる基板と電極との間の距離の短縮によって、基板の処理に使用される電位が大幅に低減される。いくつかの実施形態では、１０００Ｖ未満、例えば５００Ｖ未満、例えば２５０Ｖ未満、例えば１００Ｖ未満、例えば１０Ｖ未満の電位が電極に加えられる。電界を形成するために利用される電位は、電極と基板との間の間隙サイズに少なくとも部分的に依存する。電極と基板との間の電界は、約1×10^{7}Ｖ／ｍ未満、例えば1×10^{6}Ｖ／ｍ未満、例えば1×10^{5}Ｖ／ｍ未満である。電界は、約1×10^{5}Ｖ／ｍ～約1×10^{7}Ｖ／ｍ、例えば約1×10^{5}Ｖ／ｍ～約1×10^{6}Ｖ／ｍでありうる。電界の強さは、処理空間内に配置された媒体の破壊電圧によって制限される。いくつかの実施形態では、処理空間内に配置された流体の破壊電圧は約1.4×10^{7}Ｖ／ｍである。いくつかの実施形態では、電界は、約10×10^{6}Ｖ／ｍと約1×10^{4}Ｖ／ｍとの間である。電界は、露光後のベーク工程が完了するまで、基板に印加される。

【０１２２】

［０１４０］第７の工程９１４の間に電界を印加した後、第８の工程９１６の間に基板を第１のペデスタルに戻す。基板を第１のペデスタルに戻すことは、浸漬ベークヘッドを用いて基板を第２のペデスタルから持ち上げることと、基板を第１のペデスタルの上方に移動させることと、第１のペデスタルの上面に接触させるために基板を下降させることとを含む。

【０１２３】

［０１４１］第１のペデスタルに基板を載置した後、第９の工程９１８の間に基板を浸漬ベークヘッドから放す。浸漬ベークヘッドを解すことは、中央の処理流体供給口から基板への処理流体の流れを停止することを含む。処理流体は、外側の処理流体供給開口部によって除去され、浸漬ベークヘッドから分離される。また、クランプを解除して、基板を放すこともできる。その後、浸漬ベークヘッドを上方に移動させ、基板から中間位置まで離してもよい。基板が第１のペデスタルに載置された後、第１０の工程９２０で基板が第１のペデスタルから取り外される。第１０の工程９２０は、第１の工程９０２と類似しているが、逆に、リフトピンを移動させ、インデクサ又はロボットアームを使用して基板を除去することを含む。

【０１２４】

［０１４２］本明細書で説明する実施形態は、基板が、水平姿位置にある間に、処理ステーション装置に挿入できる点で有益である。また、本明細書における処理ステーションは、露光後ベークプロセスへのバブリングの影響を低減し、処理中に電極と基板をより近くに配置できるようにし、電界不均一性の影響を低減する。処理流体の表面張力を利用して、少なくとも部分的に基板を支持する。電極と基板との間に配置された表面張力を利用することで、電極と基板との間の距離を更に縮め、露光後ベークプロセスの信頼性と性能を向上させる。電極と基板との間の距離を縮めると、適切な電界強度が得られるように電極に供給される電圧が更に低下する。熱いペデスタルと冷たいペデスタルを交互に使用することで、基板を予熱されたペデスタルの上に置いて急速に加熱することもできる。過熱はしばしば基板のオーバーベークを引き起こすため、本明細書に記載される実施形態は、処理される基板のオーバーベークを低減するのに役立つ。

【０１２５】

［０１４３］図１０は、本明細書に記載される実施形態による浸漬リソグラフィカルーセルアセンブリ１０００の概略平面図である。浸漬リソグラフィカルーセルアセンブリ１０００は、移送デバイス１０５０、第１のモジュール１０３０、第２のモジュール１０２０、及び第３のモジュール１０１０を含む。第１のモジュール１０３０、第２のモジュール１０２０、及び第３のモジュール１０１０のそれぞれは、カルーセルアセンブリ１０００の中心軸Ｂを中心として均等に分布する。第１のモジュール１０３０の上部は、第１のモジュールフード１００６によって形成される。第２モジュール１０２０の上部は、第２

モジュールフード１００４によって形成される。第３のモジュール１０１０の上部は、第３のモジュールフード１００４によって形成される。

【０１２６】

［０１４４］移送デバイス１０５０、第１のモジュール１０３０、第２のモジュール１０２０、及び第３のモジュール１０１０の各々は、ユニット本体１０４０内に配置される。ユニット本体１０４０は、移送デバイス１０５０、第１のモジュール１０３０、第２のモジュール１０２０、及び第３のモジュール１０１０を取り囲み、第１のモジュール１０３０、第２のモジュール１０２０、及び第３のモジュール１０１０のいずれかに外部の大気が進入するのを防止する。基板移送通路１００８は、ユニット本体１０４０を貫通して形成される。基板移送通路１００８には、基板移送通路１００８を開閉するためのバルブ（図示せず）が接続される。基板は、基板移送通路１００８を通ってユニット本体１０４０に出し入れされる。

【０１２７】

［０１４５］基板移送通路１００８は、基板が水平配向で通路１００８を通過できるように水平方向に細長い。基板移送通路１００８は、ユニット本体１０４０内の空間と、別のモジュール又は処理チャンバの外部の空間とを接続する。基板移送通路１００８は、第１のモジュール１０３０に隣接して配置され、バルブが開いているときに基板を基板移送通路１００８に通すために、基板はロボットアーム又はインデクサ（図示せず）によって第１のモジュールから持ち上げられ、第１のモジュール上に堆積されるように構成される。基板移送通路１００８は、第２のモジュール１０２０及び第３のモジュール１０１０のいずれよりも第１のモジュール１０３０に近い。第２のモジュール１０２０は、基板を加熱し、電界を印加して露光後ベークプロセスを実行するように構成される。第３のモジュール１０１０は、露光後ベークプロセス後に基板を冷却するように構成される。第１のモジュール１０３０、第２のモジュール１０２０、及び第３のモジュール１０１０のそれぞれについて、以下でより詳細に説明する。

【０１２８】

［０１４６］移送デバイス１０５０は、複数のペデスタル開口部がその中に配置された円盤（ｄｉｓｋ）として示されている。しかし、移送デバイスは、別の構成を有していてもよい。移送デバイス１０５０は、カルーセルアセンブリであり、複数の基板を軸Ｂの周りに回転させるように構成され、これにより、基板を第１のモジュール１０３０、第２のモジュール１０２０、及び第３のモジュール１０１０のそれぞれの間で移送する。

【０１２９】

［０１４７］図１１は、図１０の浸漬リソグラフィカルーセルアセンブリ１０００の第１のモジュール１０３０の概略断面図である。第１のモジュール１０３０は、リフトアセンブリ１１０８の上部に配置された複数のリフトピン１１１４を含む。リフトアセンブリ１１０８は移送デバイス１０５０の下方に配置されている。第１のモジュールフード１００６は、移送デバイス１０５０の上に配置され、第１のモジュール１０３０の上部を形成する。第１のモジュールフード１００６は、移送デバイス１０５０を通って配置された複数のペデスタル開口部１１３２ａ、１１３２ｂ、１１３２ｃのうちの第１のペデスタル開口部１１３２ａと位置合わせして示されている。ペデスタル開口部１１３２ａ、１１３２ｂ、１１３２ｃの各々は、大きさと形状が類似する。ペデスタル開口部１１３２ａ、１１３２ｂ、１１３２ｃの各々は、本明細書で説明するようなペデスタルが貫通できるように構成される。

【０１３０】

［０１４８］移送デバイス１０５０は、ペデスタル開口部１１３２ａ、１１３２ｂ、１１３２ｃ周囲に配置された内側シール溝１１１８及び外側シール溝１１２０を更に含む。内側シール溝１１１８は、移送デバイス１０５０の上面１１１２に形成され、各ペデスタル開口部１１３２ａ、１１３２ｂ、１１３２ｃの周囲に形成された環状溝である。内側シール溝１１１８は、Ｏリングのような環状シールリングを受け、基板１１５０の底面１１１６と接触するようにサイズ決定される。内側シール溝１１１８に配置されたシールリン

グは、基板１１５０と移送デバイス１０５０の上面１１１２との間にシールを形成するように構成される。このシールにより、第１のモジュール処理空間１１２６からのガス又は流体が基板１１５０の下の空間と相互作用することなく、第１のモジュール処理空間１１２６を基板１１５０の上に形成することができる。

【０１３１】

［０１４９］基板１１５０と移送デバイス１０５０との間のシール形成を補助するために、１つ又は複数のクランプ１１２８が、ペデスタル開口部１１３２ａ、１１３２ｂ、１１３２ｃの周囲に、且つ内側シール溝１１１８の半径方向外側に配置される。１つ又は複数のクランプ１１２８は、本明細書では、クランプ１１２８が開位置と閉位置との間を移動するような機械的クランプとして示されている。クランプ１１２８は、基板１１５０と接触しないときは開位置にあり、基板１１５０の上面に接触するときは閉位置にある（図１１及び図１２Ａに示すように）。１つ又は複数のクランプ１１２８は、移送デバイス１０５０の上面１１１２に取り付けられている。１つ又は複数のクランプ１１２８は、基板１１５０を支持し、露光後ベーク工程中に基板１１５０を所定の位置に保持するのを補助するために、基板１１５０のエッジをクランプするように構成される。クランプ１１２８はまた、いくつかの実施形態では真空クランプであってもよく、内側シール溝１１１８の半径方向内側の位置で基板１１５０のエッジの周囲に配置された複数の真空開口部（図示せず）を用いて、基板１１５０が移送デバイス１０５０の上面１１１２にクランプされるようにする。複数の真空開口部は、真空ポンプ（図示せず）に接続され、基板１１５０の底面に吸引力を加えるように構成されるだろう。機械的クランプは、基板１１５０の側面又は上面のいずれかをクランプすることができ、処理ガス又は処理流体が基板１１５０の上方の処理空間から漏れるのを防止するため、本明細書では機械的クランプが使用される。機械的クランプが電界を発生させず、機械的クランプの有効性は液体やスラリの使用による影響を受けないという点でまた、機械的クランプは有益である。いくつかの実施形態では、機械的クランプを使用する場合、３つ以上のクランプ１１２８が存在する。

【０１３２】

［０１５０］複数の外側シール溝１１２０の各々は、外側シール溝１１２０が内側シール溝１１１８と同心になるように、内側シール溝１１１８の１つの周囲に配置される。外側シール溝１１２０は、ペデスタル開口部１１３２ａ、１１３２ｂ、１１３２ｃの周囲に配置されている。外側シール溝１１２０は、移送デバイス１０５０の上面１１１２に、且つ各ペデスタル開口部１１３２ａ、１１３２ｂ、１１３２ｃの周囲に形成された環状溝である。外側シール溝１１２０は、Ｏリングのような環状シールリングを受け、第１のモジュールフード１００６、第２のモジュールフード１００４、及び第３のモジュールフード１００２のうちの１つの底面と接触するようにサイズ決定される。外側シール溝１１２０に配置されたシールリングは、移送デバイス１０５０の上面１１１２と、第１のモジュールフード１００６、第２のモジュールフード１００４（底面１２７８）、及び第３のモジュールフード１００２（底面２８０）のうちの１つの底面１１２２との間にシールを形成するように構成される。本明細書で説明するように、シールリングは、Ｏリングシール、クワドシール（ｑｕａｄ　ｓｅａｌ）、カップシール、角型ガスケットなどを含むシールである。シールにより、第１のモジュール処理空間１１２６からのガス又は流体が第１のモジュールフード１００６の外側の空間と相互作用することなく、第１のモジュール処理空間１１２６を基板１１５０の上に形成できるようになる。

【０１３３】

［０１５１］第１のモジュールフード１００６は、移送デバイス１０５０の上方に配置され、第１のモジュール１０３０の上部を形成する。第１のモジュールフード１００６は、第１のモジュール処理空間１１２６を形成するように成形される。第１のモジュールフード１００６は、基板１１５０及びペデスタル開口部１１３２ａ、１１３２ｂ、１１３２ｃのうちの１つの上に配置された本体１１０６を含む。本体１１０６は、円筒形であり、第１のモジュール処理空間１１２６を更に画定する側壁１１０４を含む。本体１１０６は、ユニット本体１０４０の壁を貫通して配置されるシャフト１１０２に接続される。第１

のモジュールフード１００６は、第１のフードアクチュエータ１１７０に接続される。第１のフードアクチュエータ１１７０は、第１のモジュール処理空間１１２６内及びリフトピン１１１４上に基板１１５０を配置可能にするために、第１のモジュールフード１００６を昇降させるように構成される。底面１１２２は、第１のモジュールフード１００６が中空半円筒を形成するように、側壁１１０４の底部に配置される。第１のモジュールフード１００６の他の有効な形状も考えられる。第１のモジュールフード１００６は、約５×１０$^{-4}$Ω・ｍ未満、例えば５×１０$^{-5}$Ω・ｍ未満、例えば５×１０$^{-6}$Ω・ｍ未満の抵抗を有する導電性材料で形成される。いくつかの実施形態では、ヘッド本体１１１０は、金属、金属合金、又は炭化ケイ素材料で形成される。第２のモジュールフード１００４及び第３のモジュールフード１００２の各々は、第１のモジュールフード１００６に類似の材料でありうる。第２のモジュールフード１００４及び／又は第３のモジュールフード１００２のいずれかは、約５×１０$^{-4}$Ω・ｍ未満、例えば５×１０$^{-5}$Ω・ｍ未満、例えば５×１０$^{-6}$Ω・ｍ未満の抵抗を有する材料で形成される。

【０１３４】

［０１５２］リフトアセンブリ１１０８は、移送デバイス１０５０の下方に配置され、第１のモジュール１０３０の下部を形成する。リフトアセンブリ１１０８は、その上に配置され、基板１１５０の底面１１１６に接触するように構成された複数のリフトピン１１１４を含む。リフトピン１１１４は、リフトアセンブリ１１０８の本体の上部か又はその本体を部分的に貫通して配置される。リフトアセンブリ１１０８は、これに接続されたシャフト１１１０を含む。シャフト１１１０は、ユニット本体１０４０の底壁を貫通して配置される。リフトアセンブリ１１０８は、アクチュエータ１１２４及び接地ライン１１３０に接続される。アクチュエータ１１２４は、図１１に示すように、リフトピン１１１４が基板１１５０を受ける受取位置と、基板１１５０が移送デバイス１０５０の上面１１１２上に配置される移送位置との間で、リフトアセンブリ１１０８及びリフトピン１１１４を昇降させるように構成される。リフトアセンブリ１１０８は、接地ライン１１３０によって接地される。

【０１３５】

［０１５３］図１２Ａ～１２Ｄは、本明細書に記載される実施形態による、図１０の浸漬リソグラフィカルーセルアセンブリ１０００の第２のモジュール１０２０及び第３のモジュール１０１０の概略断面図である。第２のモジュール１０２０は、第２モジュールフード１００４を含み、第３のモジュール１０１０は、第３のモジュールフード１００２を含む。第２のモジュールフード１００４は、第２のモジュール本体１２１０を含む。第２のモジュール本体１２１０及び第３のモジュール本体１２２８は、形状が第１のモジュールフード１００６の本体１１０６に類似している。

【０１３６】

［０１５４］図１２Ａ～１２Ｄに示すように、各ペデスタル開口部１１３２ａ、１１３２ｂ、１１３２ｃは、別個の内側シール溝１１１８、１つ又は複数のクランプ１１２８、及び別個の外側シール溝１１２０によって囲まれている。ここに示すように、各ペデスタル開口部１１３２ａ、１１３２ｂ、１１３２ｃは、加熱ペデスタル１２４８及び冷却ペデスタル１２８４がそこを通過し、基板１１５０の裏面１１１６と接触することができるようにサイズ決定される。

【０１３７】

［０１５５］本明細書に示すように、第２のモジュール１０２０は、第２のモジュールフード１００４、電極１２５０、及び加熱ペデスタル１２４８を含む。電極１２５０は、第２のモジュールフード１００４に接続される。第２のモジュール処理空間１２０２は、図１２Ｂに示すように、基板が移送デバイス１０５０にシールされ、第２のモジュールフード１００４の底面１２７８が移送デバイス１０５０の上面１１１２にシールされるとき、第２のモジュールフード１００４と基板１１５０との間に配置される。加熱ペデスタル１２４８は、基板１１５０に接触し、それを加熱するように上昇する。

【０１３８】

［０１５６］第２のモジュールフード１００４は、その中に配置された１つ又は複数の流体入口１２０６を含む。１つ又は複数の流体入口１２０６は、第２のモジュール本体１２１０の内側の側壁に配置される。１つ又は複数の流体入口１２０６は、導管によって流体供給部１２１８に接続される。流体供給部１２１８は、処理流体を、１つ又は複数の流体入口１２０６を通して第２の処理空間１２０２に供給するように構成される。処理流体は、露光後のベーク工程中に、電極１２５０と基板１１５０との間の電界の均一性を向上させるために使用される中間媒体である。中間媒体は、スラリ、ゲル、溶液、又は固体媒体といった、電極アセンブリから基板上に配置されたフォトレジスト層に伝達する際に決められた範囲で印加される電圧レベルを効率的に維持しうる、非気相媒体である。いくつかの実施形態では、第２のモジュール本体１２１０の内側エッジの周りに配置された複数の流体入口がある。

【０１３９】

［０１５７］第２のモジュールフード１００４に連結された電極１２５０は、基板１１５０及び加熱ペデスタル１２４８の上面に平行に配置される。電極１２５０は、流体が通過できるように透過性である。例えば、電極１２５０は、穿孔、メッシュ、ポア、又は他の流体透過性構造の１つ又は組み合わせを含む。電極１２５０は、気体、処理流体、又は気体と処理流体の両方のいずれかがそこを通過できるように配置された複数の微細な開口部を含む。いくつかの実施形態では、電極１２５０は導電性メッシュである。電極１２５０は、電極１２５０が処理流体中に浸漬される際に電極１２５０の下に捕捉される気泡又はガスポケットの量を減少させるために利用される。いくつかの実施形態では、電極１２５０は、ドープされた炭化ケイ素といった炭化ケイ素のメッシュなどの非金属メッシュである。他の実施形態では、電極１２５０は、銅、アルミニウム、白金、鋼鉄のメッシュといった導電性金属のメッシュである。電極１２５０は、電極電源１２１６に電気的に接続される。電極電源１２１６は、電極１２５０に電力を印加するように構成される。いくつかの実施形態では、例えば４０００Ｖ未満、例えば３０００Ｖ未満など、最大５０００Ｖの電位が、電極電源１２１６によって電極１２５０に印加される。電極１２５０は、約５×１０$^{-4}$Ω・ｍ未満、例えば５×１０$^{-5}$Ω・ｍ未満、例えば５×１０$^{-6}$Ω・ｍ未満の電気抵抗を有する材料で形成される。

【０１４０】

［０１５８］電極１２５０の上に、モニタ電極１２１４とスペーサ１２１５が配置される。モニタ電極１２１４は、電極１２５０と平行に配向される。モニタ電極１２１４は、電極１２５０と同様のサイズと形状を有しうる。モニタ電極１２１４は、電極１２５０とは異なる材料で製造される。モニタ電極１２１４は、第２の電源１２８８に電気的に接続される。第２の電源１２８８は、電極電源１２１６と同様であり、モニタ電極１２１４に電力を印加するように構成される。いくつかの実施形態では、例えば４０００Ｖ未満、例えば３０００Ｖ未満など、最大５０００Ｖの電位が、第２の電源１２８８によってモニタ電極１２１４に印加される。モニタ電極１２１４は、電極１２５０から間隔をあけて配置され、ユーザ又はコントローラが電極１２５０の電界をモニタできるようにする。電極１２５０の電界をモニタすることで、基板処理中に電界内の不一致を分析することができる。この不一致は、バブリングか、処理全体の処理流体特性の変化かのどちらかによって引き起こされうる。モニタ電極１２１４は、処理流体を通して基板１１５０に印加される電界を評価するために使用できる一定のフィードバック源を提供する。モニタ電極１２１４は、穿孔電極又は導電性メッシュなどの透過性電極である。モニタ電極１２１４は気泡が通過できるように構成される。

【０１４１】

［０１５９］スペーサ１２１５はモニタ電極１２１４と電極１２５０との間に配置される。スペーサ１２１５は、セラミック材料などの絶縁材料である。本明細書に記載される実施形態では、スペーサ１２１５は、電極１２５０とモニタ電極１２１４との間に配置されたディスクであり、基板処理中に電極１２５０によって生成される電界に対するモニタ電極１２１４の影響を低減する。スペーサ１２１５は、モニタ電極１２１４及び／又は電

極１２５０と同様に透過性である。スペーサ１２１５は、気泡及び処理流体を通過させることができるようにするために、内部に配置された複数の通路を含む。スペーサ１２１５の直径は、電極１２５０及びモニタ電極１２１４の直径と同じか、それよりも大きい。いくつかの実施形態では、スペーサ１２１５は、電極１２５０の上面及びモニタ電極１２１４の底面に連結される。電極１２５０と第２のモジュール本体１２１０の中央部分の下面との間には、小さな間隙が残されている。モニタ電極１２１４は更に、第２のモジュール本体１２１０の中央部分の下面から間隔をあけて配置される。電極１２５０とモニタ電極１２１４は、気泡が、電極１２５０とモニタ電極１２１４の上方に集まる前に、電極１２５０とモニタ電極１２１４を通過できるよう間隔をあけて配置される。電極１２５０と基板１１５０との間に配置されない場合、電極１２５０と基板１１５０との間で電極１２５０によって生成される電界に対する気泡の影響は低減される。

【０１４２】

［０１６０］１つ又は複数の電気アイソレータ１２１７が、電極１２５０と第２のモジュール本体１２１０を分離する。１つ又は複数の電気アイソレータ１２１７は、約１０×10^{19}Ω・ｍより大きい、例えば約１０×10^{20}Ω・ｍより大きい導電率を有している。いくつかの実施形態において、電気アイソレータ１２１７は、ポリテトラフルオロエチレン（ＰＴＦＥ）又はフルオロポリマー材料である。電気アイソレータ１２１７は、モニタ電極１２１４とスペーサ１２１５だけではなく電極１２５０を第２のモジュール本体１２１０から分離するように構成されており、電極１２５０とモニタ電極１２１４は、第２のモジュール本体１２１０から電気的に絶縁される。

【０１４３】

［０１６１］第２のモジュールフード１００４は、第２のフードシャフト１２１２に接続される。第２のフードシャフトは、ユニット本体１０４０の上壁を貫通して配置される。第２のフードアクチュエータ１２７５は、第２のモジュールフード１００４に連結される。第２のフードアクチュエータ１２７５は、第２のモジュールフード１００４を昇降させ、移送デバイス１０５０が基板１１５０を第２のモジュール処理空間１２０２内及び電極１２５０の下方に移送できるように構成される。第２のモジュール本体１２１０の底面１２７８は、第２のモジュール本体１２１０の側壁の底部に配置され、外側のシール溝１１２０に接触するときにシール空間を形成するように構成される。

【０１４４】

［０１６２］加熱ペデスタル１２４８は、１つ又は複数の加熱要素１２４６が内部に配置されたペデスタル本体を含む。１つ又は複数の加熱要素１２４６は、抵抗加熱要素、加熱パイプ、又はランプアセンブリでありうる。図１２Ａ～１２Ｄに示されるように、１つ又は複数の加熱要素１２４６は、抵抗加熱要素である。１つ又は複数の加熱要素１２４６は、電力ライン（図示せず）によって加熱電源（図示せず）に接続される。加熱要素１２４６は、基板１１５０の温度を約８０℃～約２５０℃、例えば約９０℃～約２３０℃、例えば約９０℃～約１３０℃の温度まで上昇させるように構成される。

【０１４５】

［０１６３］加熱ペデスタル１２４８は、約５×10^{-4}Ω・ｍ未満、例えば５×10^{-5}Ω・ｍ未満、例えば５×10^{-6}Ω・ｍ未満の電気抵抗を有する高導電性材料である。いくつかの実施形態では、加熱ペデスタル１２４８は、アルミニウム、ドープされた炭化ケイ素、又はドープケイ素材料である。加熱ペデスタル１２４８は、接地ライン１２２１によって接地される。

【０１４６】

［０１６４］加熱ペデスタル１２４８の上面は、基板１１５０などの基板を受けるように構成される。上面は平面であり、基板受け面である。上面は、電界印加中に基板１１５０と接触し、基板１１５０を接地するように構成される。加熱ペデスタルシャフト１２１０は、加熱ペデスタル１２４８の底部に接続され、ユニット本体１０４０の底部壁を貫通して配置される。加熱ペデスタル１２４８は更に、加熱ペデスタルアクチュエータ１２２０に連結される。加熱ペデスタルアクチュエータ１２２０は、ペデスタル開口部を通して

加熱ペデスタル１２４８を昇降させるように構成される。

【０１４７】

［０１６５］第３のモジュール１０１０は、第３のモジュールフード１００２と冷却ペデスタル１２８４を含む。第３のモジュールフード１００２は、第３のモジュール１０１０の上部を形成し、移送デバイス１０５０の上方に配置される一方で、冷却ペデスタル１２８４は、第３のモジュール１０１０の下部を形成し、第３のモジュールフード１００２及び基板１１５０の下方に配置される。図１２Ｂに示すように、基板が移送デバイス１０５０にシールされ、第３のモジュールフード１００２の底面１２８０が移送デバイス１０５０の上面１１１２にシールされるとき、第３のモジュールフード１００２と基板１１５０との間に、第３のモジュール処理空間１２０４が配置される。動作中、基板１１５０を冷却するために、冷却ペデスタル１２８４を、基板１１５０に接触するように、ペデスタル開口部を通して上昇させる。

【０１４８】

［０１６６］第３のモジュールフード１００２は、シャフト１２３０に接続された第３のモジュール本体１２２８を含む。第３のモジュール本体１２２８は、側壁の底面１２８０を含む。第３のモジュール本体１２２８は、第３のフードアクチュエータ１２７６に接続される。第３のフードアクチュエータ１２７６は、第３のモジュールフード１００２を昇降させ、移送デバイス１０５０が基板１１５０を第３のモジュール処理空間１２０４内及び第３のモジュール本体１２２８の下方に移送できるように構成される。

【０１４９】

［０１６７］冷却ペデスタル１２８４は、ペデスタル開口部を通して上昇し、基板１１５０の底面１１１６と接触するように構成される。冷却ペデスタル１２８４は、冷却ペデスタル１２８４の上部に冷却基板支持面を含む。冷却ペデスタル１２８４は、冷却ペデスタルシャフト１２８６に接続される。冷却ペデスタルシャフト１２８６は、ユニット本体１０４０の底壁を貫通して配置される。冷却ペデスタル１２８４は、接地ライン１２２２を通して接地されている。冷却ペデスタル１２８４は、更に冷却ペデスタルアクチュエータ１２２２に接続される。冷却ペデスタルアクチュエータ１２２２は、冷却ペデスタル１２８４をペデスタル開口部を通して昇降させるように構成される。いくつかの実施形態では、冷却ペデスタルアクチュエータ１２２２及び加熱ペデスタルアクチュエータ１２２０が接続され、冷却ペデスタル１２８４又は加熱ペデスタル１２４８の一方が動かされると、冷却ペデスタル１２８４又は加熱ペデスタル１２４８のもう一方が同時に同じ量だけ動かされるようになっている。

【０１５０】

［０１６８］冷却ペデスタル１２８４は、約１×１０$^{-3}$Ω・ｍ未満、例えば１×１０$^{-4}$Ω・ｍ未満、例えば１×１０$^{-5}$Ω・ｍ未満の電気抵抗を有する高導電性材料である。冷却ペデスタル１２８４と基板１１５０との間の接触抵抗は、冷却ペデスタル１２８４自体の抵抗よりも、冷却ペデスタル１２８４が基板１１５０を電気的に接地する能力に大きな影響を与える。本明細書に記載される実施形態では、冷却ペデスタル１２８４と基板１１５０との間の接触抵抗は、約１×１０$^{-3}$Ω未満、例えば約１×１０$^{-3}$Ω未満である。いくつかの実施形態では、冷却ペデスタル１０１０は、アルミニウム、ドープされた炭化ケイ素、又はドープケイ素材料である。冷却ペデスタル１２８４は、１つ又は複数の冷却要素１２３２を含む。冷却ペデスタル１２８４の本体を貫通して配置された１つ又は複数の冷却要素１２３２は、冷却流体導管である。冷却流体導管は、ペデスタルを貫通して配置された冷却管路（ｃｏｏｌｉｎｇ　ｐｏｐｅ）である。１つ又は複数の冷却要素１２３２は、冷却剤供給ラインによって冷却剤源１２２４に接続される。冷却剤源１２２４は、水又は他の冷却剤流体を冷却ペデスタル１２８４に供給しうる。

【０１５１】

［０１６９］図１２Ａに示すように、加熱ペデスタル１２４８及び冷却ペデスタル１２８４が処理位置に配置される一方で、第２のモジュールフード１００４及び第３のモジュールフード１００２は移送位置にある。図１２Ｂに示すように、加熱ペデスタル１２４８

及び冷却ペデスタル１２８４が処理位置に配置される一方で、第２のモジュールフード１００４及び第３のモジュールフード１００２も処理位置に配置される。処理位置にある間、第２のモジュール処理空間１２０２と第３のモジュール処理空間１２０４の一方又は両方がシールされる。第２のモジュール処理空間１２０２をシールすることで、処理流体が第２のモジュール処理空間１２０２を満たし、処理流体空間１２５２を形成することができる。処理流体は、基板１１５０、電極１２５０、スペーサ１２１５、及びモニタ電極１２１４を浸漬する。加熱ペデスタル１２４８及び第２のモジュールフード１００４のそれぞれが処理位置に配置されている間、第４の高さH_4は、電極１２５０の底面と基板１１５０の上面とを分離する。第４の高さH_4は、約７ｍｍ未満、例えば約５ｍｍ未満、例えば約４ｍｍ未満、例えば約１ｍｍ～約４ｍｍである。第４の高さH_4は、基板１１５０に印加される電界の均一性を向上させるために、より小さい。本明細書に記載された装置は、流体入口１２０６の位置とサイズが２つの表面間の距離を制限しないので、電極と基板との間の距離をより小さくすることができる。

【０１５２】

［０１７０］本明細書では図示しないが、１つ又は複数のガス入口は、第３のモジュール処理空間１２０４と流体連結しうる。１つ又は複数のガス入口は、基板１１５０の冷却中に第３のモジュール処理空間１２０４に不活性ガスを供給するように構成されうる。

【０１５３】

［０１７１］図１２Ｃに示すように、加熱ペデスタル１２４８と冷却ペデスタル１２８４は、排出位置に配置される。排出位置は、追加のポンプ及び導管を使用することなく、流体を第２のモジュール処理空間１２０２から排出できるようにする。排出位置にある間、加熱ペデスタル１２４８及び冷却ペデスタル１２８４は、処理位置から、約７ｍｍ未満、例えば約５ｍｍ未満、例えば約４ｍｍ未満、例えば約１ｍｍ～約４ｍｍほど上に向かって動かされる。排出位置は、基板１１５０を上昇させるが、基板１１５０を電極１２５０に接触させない。また、１つ又は複数のクランプ１１２８は開放位置にあるものとして図示されており、この解放位置では、基板１１５０が排出位置に移動される前に、クランプ１１２８から開放される。処理流体を排出した後、加熱ペデスタル１２４８と冷却ペデスタル１２８４は、図１２Ｄに示すように、移送位置まで下降する。移送位置にある間、加熱ペデスタル１２４８及び冷却ペデスタル１２８４は、基板１１５０から分離され、移送デバイス１０５０の下方に位置する。

【０１５４】

［０１７２］図１３は、本明細書に記載される別の実施形態による、図１０の浸漬リソグラフィカルーセルアセンブリ１０００の第１のモジュール１０３０の概略断面図である。図１３の第１のモジュール１０３０は、図１３で基板１１５０が分離可能な基板支持体１３００の上部に配置されているという点で、図１１の第１のモジュール１０３０とは異なる。分離可能な基板支持体１３００は、移送デバイス１０５０上に配置され、その上に配置される基板１１５０とともに、第１のモジュール１０３０、第２のモジュール１０２０、及び第３のモジュール１０１０のそれぞれの間を移動するように構成される。分離可能な基板支持体１３００を使用することで、基板支持体１３００が接触する回数を最小限にすることによって、基板１１５０の裏側に与えられる損傷が低減される。分離可能な基板支持体１３００を使用することで、更に、ペデスタルを通して分離可能な基板支持体１３００に電力又は流体が供給される。いくつかの実施形態では、分離可能な基板支持体１３００は、キャリアとして説明され、異なるモジュール位置の間で基板を移送するために利用されうる。

【０１５５】

［０１７３］分離可能な基板支持体１３００は、上面１３０６及び底面１３０２を有する分離可能な支持体本体を含む。上面１３０６は、基板１１５０を受けるように構成される。上面１３０６は、約２００ｍｍ以上、例えば約３００ｍｍ以上の直径を有する平面の表面である。底面１３０２は、移送デバイス１０５０の上面１１１２に接続するように構成される。底面１３０２は更に、第１の連結部１３１０、第２の連結部１３１２、及び第

３の連結部１３０４を含む。第１の連結部１３１０、第２の連結部１３１２、及び第３の連結部１３０４の各々は、１つ又は複数の電源、流体源、又はガス源をそれに接続するように構成される。第２の連結部１３１２は、分離可能な基板支持体１３００の本体内の流体分配チャネル１３１５、及び分離可能な基板支持体１３００の外周上に配置された１つ又は複数の支持流体入口（ｓｕｐｐｏｒｔ　ｆｌｕｉｄ　ｉｎｌｅｔ）１３１６に接続される。

【０１５６】

［０１７４］図１０の第１のモジュール１０３０と図１３に関して説明した第１のモジュール１０３０との間のもう１つの相違点は、処理中のリフトピン１１１４の位置である。図１、図２Ａ～２Ｄの実施形態では、リフトピン１１１４は、第１のモジュール１０３０内に留まっていた。しかしながら、図１３などの実施形態では、リフトピン１１１４は、第１のモジュール１０３０、第２のモジュール１０２０、及び第３のモジュール１０１０の間で移送される。これは、リフトピン１１１４が分離可能な支持ピン孔（ｓｕｐｐｏｒｔ　ｐｉｎ　ｈｏｌｅ）１３２０内で分離可能な基板支持体１３００内に配置されているためである。更に、Ｏリングなどのシールリングが内側シール溝１１１８に配置され、図１３及び図１４の実施形態における基板１１５０の底面１１１６ではなく、分離可能な基板支持体１３００の底面１３０２とシールを形成するように構成される。１つ又は複数のクランプ１１２８はまた、分離可能な基板支持体１３００をクランプするように調整される。１つ又は複数のクランプ１１２８は、本明細書に開示されるように、分離可能な基板支持体１３００の上面１３０６をクランプするように構成されるが、いくつかの実施形態では、分離可能な基板支持体１３００のエッジ又は底部のいずれかを接続することができる。

【０１５７】

［０１７５］図１４は、本明細書に記載される別の実施形態による、図１０の浸漬リソグラフィカルーセルアセンブリ１０００の第２のモジュール１０２０及び第３のモジュール１０１０の概略断面図である。図１４は、分離可能な基板支持体１３００がその中に組み込まれている場合の、第２のモジュール１０２０及び第３のモジュール１０１０を示す。図１４の第２のモジュール１０２０及び第３のモジュール１０１０が、図１２Ａ～１２Ｄの第２のモジュール１０２０及び第３のモジュール１０１０と異なる点は、加熱ペデスタル１２４８及び冷却ペデスタル１２８４が、分離可能な基板支持体１３００に接続するように構成されることである。これには、第２のモジュール１０２０及び第３のモジュール１０１０の上面を分離可能な基板支持体１３００の底面１３０２に接続するための１つ又は複数のコネクタが含まれる。

【０１５８】

［０１７６］図１４の加熱ペデスタル１２４８は、それを貫通して配置された複数のリフトピン孔１４０８を含む。複数のリフトピン孔１４０８は、リフトピン１１１４が通過できるようにする。リフトピン１１１４は、第１のモジュール１０３０と同じリフトピンであり、基板１１５０及び分離可能な基板支持体１３００とともに、第１のモジュール１０３０と第２のモジュール１０２０との間を移動している。加熱ペデスタル１２４８は、第３の連結部１３０４において分離可能な基板支持体１３００の底面１３０２に機械的に接続するように更に構成される。第３の連結部１３０４は、開口部に挿入される突起、又は分離可能な基板支持体１３００を加熱ペデスタル１２４８に接続するクランプなどの機械的連結部である。

【０１５９】

［０１７７］ペデスタル処理流体源１４０４を第２の連結部１３１２と流体接続させるために、処理流体ラインが加熱ペデスタル１２４８を通って配置され、この第２の連結部１３１２は、ペデスタル処理流体源１４０４を支持流体入口１３１６を介して第２のモジュール処理空間１２０２に流体接続させる。第１の連結部１３１０は、加熱ペデスタル電源１４０２に電気的に接続される。加熱ペデスタル電源１４０２は、基板１１５０を分離可能基板支持体１３００の上面１３０６にチャックするか、又は分離可能基板支持体１３

００内の１つ又は複数の加熱デバイスに電力を供給するように構成される。いくつかの実施形態では、加熱ペデスタル電源１４０２は利用されない。いくつかの実施形態では、ガスラインを介して第１の連結部１３１０に流体連結される真空ポンプが、処理中に基板１１５０を分離可能な基板支持体１３００に真空チャックするために利用される。

【０１６０】

［０１７８］図１４の冷却ペデスタル１２８４は、それを貫通して配置された複数のリフトピン孔１４１０を含む。複数のリフトピン孔１４１０は、リフトピン１１１４が通過できるように冷却ペデスタル１２８４を貫通して配置される。リフトピン１１１４は、第１のモジュール１０３０と同じリフトピンであり、基板１１５０及び分離可能な基板支持体１３００とともに第２のモジュール１０２０と第３のモジュール１０１０との間を移動している。冷却ペデスタル１２８４は、第３の連結部１３０４において分離可能な基板支持体１３００の底面１３０２に機械的に接続するように更に構成される。第３の連結部１３０４は、開口部に挿入される突起、又は分離可能な基板支持体１３００を加熱ペデスタル１２４８に接続するクランプなどの機械的連結部である。

【０１６１】

［０１７９］加熱ペデスタル電源１４０２と同様に、別の分離可能基板支持体１３００の第１の連結部１３１０は、冷却ペデスタル電源１４０６に電気的に接続される。冷却ペデスタル電源１４０６は、静電チャックを用いて基板１１５０を分離可能な基板支持体１３００の上面１３０６にチャックする（ｃｈｕｃｋ）ように構成される。いくつかの実施形態では、冷却ペデスタル電源１４０６は利用されない。更に他の実施形態では、冷却ペデスタル電源１４０６は、真空ポンプに置き換えられ、この真空ポンプはガスラインを介して第１の連結部１３１０に流体連結される。真空ポンプは、冷却中に基板１１５０を分離可能な基板支持体１３００に真空チャックするのを補助する。

【０１６２】

［０１８０］図１５は、浸漬露光後のベークプロセスを実行するための方法１５００の工程を示す。方法１５００は、特に、図１０、図１１、図１２Ａ～図１２Ｄ、図１３、及び図１４の装置と類似する装置を利用して実行することができる。方法１５００は、第１のモジュール１０３０のような第１のステーションにおいて、移送デバイス１０５０などのカルーセル上に基板１１５０などの基板をローディングする第１の工程１５０２を含む。第１のモジュールフード１００６などの第１のモジュールフードと、リフトアセンブリ１１０８などのリフトアセンブリが移送位置にある間に、基板はカルーセル上にロードされる。第１のモジュールフードの移送位置は上昇位置であり、第１のモジュールフードはカルーセルに接触していない。リフトアセンブリ１１０８の移送位置は上昇位置であり、リフトピン１１１４などの複数のリフトピンの上部は、カルーセルの上面の上方に配置される。この位置にある間に、基板は、基板移送通路１００８などの基板移送通路を通って、ユニット本体１０４０などのユニット本体内に、且つ第１のモジュールのリフトピン上に移送される。その後、リフトアセンブリとリフトピンを下げることにより基板を下降させ、基板をカルーセルの上部に載置する。基板をカルーセル上に載置した後、基板は、クランプ１１２８などの１つ又は複数のクランプによってカルーセルにクランプされうる。基板をカルーセルにクランプすることで、モジュール間の移送中に基板がスライドするのを抑える。

【０１６３】

［０１８１］第１の工程１５０２の後、基板は、第２の工程１５０４の間に、第２のモジュール１０２０などの第２のモジュールに移送される。基板を第２のモジュールに移送することは、中心軸Ｂを中心にカルーセルを回転させることを含む。基板は、第２のモジュールに対して中心軸Ｂの周りで約１２０度作動されうる。第２の工程１５０４の後に、加熱ペデスタル１２４８などの加熱ペデスタルが、第３の工程１５０６の間に上昇する。図１２Ａに示すように、基板がカルーセルにクランプされる間に、加熱ペデスタル１２４８の上面が基板１１５０の底面と接触するように、加熱ペデスタルが、第３の工程１５０６の間に処理位置まで上昇する。

【０１６４】
［０１８２］電極１２５０などの電極を下降させ、第２の処理空間１２５２などの処理空間を形成する第４の工程１５０８は、第３の工程１５０６の前、最中、又は後のいずれかに実行される。電極を下げて基板に近づける。第２モジュールフード１００４などの第２モジュールフードを下げることによって、電極が下げられる。第２のモジュールフードを下げると、第２のモジュールフードとカルーセルとの間にシールを形成することによって、シールされた第２のモジュール処理空間が更に形成される。下降位置にある間、電極と第２のモジュールフードは処理位置にあると言える。
【０１６５】
［０１８３］第４の工程１５０８の後、第５の工程１５１０の間、第２のモジュール処理空間が処理流体で満たされる。処理流体は、流体入口１２０６及び／又は支持体流体入口１３１６などの１つ又は複数の流体入口によって、第２のモジュール処理空間に流入される。基板と電極が完全に浸漬するまで、処理流体が第２のモジュール処理空間に流入される。
【０１６６】
［０１８４］第５の工程１５１０の後、第６の工程１５１２の間に、基板が加熱ペデスタルによって加熱される。基板を加熱することは、加熱要素１２４６のような１つ又は複数の加熱要素に電力を印加することを含む。加熱要素は、基板の温度を約８０℃～約２５０℃、例えば約９０℃～約２３０℃、例えば約９０℃～約１３０℃の温度まで上昇させる。
【０１６７】
［０１８５］第６の工程１５１２と同時に又はその後、第７の工程１５１４の間に、電極を使用して、電界が基板に印加される。電界を印加することで、基板への露光後のベーク工程の実行を助ける。電極電源によって電極に最大５０００Ｖ、例えば４０００Ｖ未満、例えば３０００Ｖ未満の電位を加えることによって、電界が印加される。本明細書に記載される実施形態では、本明細書に記載される装置によって可能になる基板と電極との間の距離の短縮によって、基板の処理に使用される電位が大幅に低減される。いくつかの実施形態では、５０００Ｖ未満、例えば４０００Ｖ未満、例えば３０００Ｖ未満、例えば１０００Ｖ未満の電位が電極に印加される。電極と基板との間の距離が大きいほど、電極と基板との間の間隙にわたる電圧降下を克服するために、より大きな電位が使用される。電極と基板との間の電界は、約1×10^{7}Ｖ／ｍ未満、例えば1×10^{6}Ｖ／ｍ未満、例えば1×10^{5}Ｖ／ｍ未満である。いくつかの実施形態では、電界は、約10×10^{6}Ｖ／ｍと約1×10^{4}Ｖ／ｍとの間である。電界は、約1×10^{5}Ｖ／ｍ～約1×10^{7}Ｖ／ｍ、例えば約1×10^{5}Ｖ／ｍ～約1×10^{6}Ｖ／ｍでありうる。電界の強さは、処理空間内に配置された媒体の破壊電圧によって制限される。いくつかの実施形態では、処理空間内に配置された流体の破壊電圧は約1.4×10^{7}Ｖ／ｍである。電界は、露光後のベーク工程が完了するまで、基板に印加される。
【０１６８】
［０１８６］第７の工程１５１４の後、第８の工程１５１６の間に第２のモジュール処理空間から処理流体が排出される。処理流体の排出には、加熱ペデスタルを排出位置に移動させることが含まれる。排出位置において、加熱ペデスタルは、約７ｍｍ未満、例えば約５ｍｍ未満、例えば約４ｍｍ未満、例えば約１ｍｍ～約４ｍｍほど処理位置の上方に位置付けられる。排出位置内の加熱ペデスタルは、基板を上昇させるが、基板と電極は接触しない。また、加熱ペデスタル上に配置された基板を排出位置に移動させる前に、基板をクランプから解放するために、１つ又は複数のクランプが開かれる。処理流体は、加熱ペデスタルとカルーセルを貫通して配置されたペデスタル開口部との間の間隙を通って加熱ペデスタルの周囲に排出される。
【０１６９】
［０１８７］第８の工程１５１６の間に処理流体を排出した後、加熱ペデスタルは図１２Ｄに示すように移送位置まで下げられ、第９の工程１５１８の間に第２のモジュールフ

ードが（電極と共に）移送位置まで上げられる。移送位置にある間、加熱ペデスタルは基板から分離され、カルーセルの下にある。第２のモジュールフードと電極を上昇させ、第２のモジュールフードとカルーセルの間のシールが破壊される。加熱ペデスタルと第２のモジュールフードの両方が移送位置にあると、基板は、第１０の工程１５２０の間に、カルーセルによって第３のモジュール１０１０などの第３のモジュールに移送される。第１０の工程１５２０の間、基板が冷却ペデスタル１２８６などの冷却ペデスタルの上方に配置されるまで、カルーセルは中心軸Ｂを中心に回転する。基板は、第２のモジュール内の位置から第３のモジュール内の位置まで、カルーセル上で約１２０度回転する。

【０１７０】

［０１８８］第１０の工程１５２０の後、冷却ペデスタルを、基板の底面に接触するように上昇させ、第１１の工程１５２２の間に基板が冷却される。第１１の工程１５２２の間、冷却ペデスタルは、冷却要素１２３２などの１つ又は複数の冷却要素によって、冷却される。その後、冷却ペデスタルは、接触を通して（ｔｈｒｏｕｇｈ　ｃｏｎｔａｃｔ）基板を冷却する。この工程の間、第２のモジュール処理空間１２０２がシールされる方法と類似する方法で、シールされた第３の処理空間１２０４を形成するために、第３のモジュールフード１００２を下げた後に、１つ又は複数のガスはまた、第３の処理空間１２０４などの第３のモジュール処理空間に流入されうる。処理ガスは、基板の冷却を促進したり、基板上の副生成物を除去するために使用されうる。冷却ペデスタルは、基板を約４０℃未満、例えば約３５℃未満、例えば約３２℃未満の温度まで冷却する。

【０１７１】

［０１８９］第１１の工程１５２２の後、冷却ペデスタルは、第１２の工程１５２４の間に、移送位置まで再び下げられる。冷却ペデスタルは、カルーセルの下方まで下げられる。第３のモジュールフード１００２は、第１１の工程１５２２の後、移送位置まで持ち上げられる。冷却ペデスタルが下降し、第３のモジュールのフードが上昇すると、第１３の工程１５２６中に、基板はカルーセルによって第１のモジュールまで戻される。基板が第１のモジュールに戻された後、基板は静止しうるか、又は基板移送通路を通ってカルーセルから取り出されうる。

【０１７２】

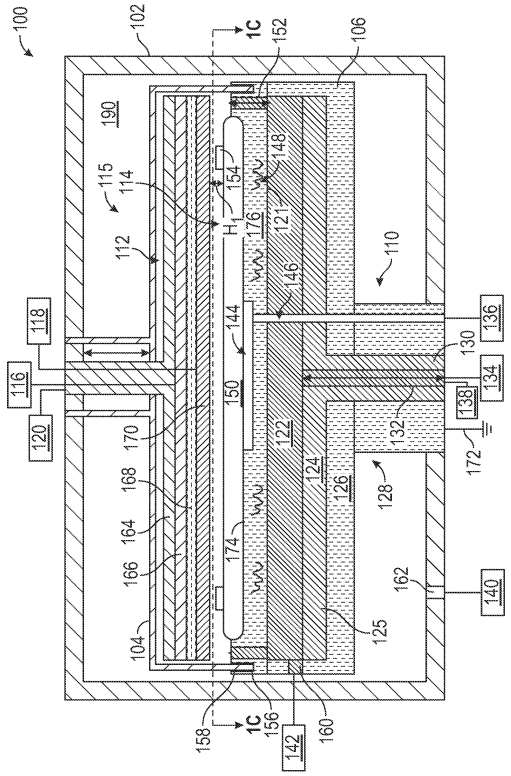
［０１９０］本明細書に記載される実施形態は、露光後ベークプロセスにおけるバブリング（ｂｕｂｂｌｉｎｇ）の影響を低減しつつ、基板が水平に処理されうる点で有益である。また、本明細書に記載される実施形態により、処理中に電極と基板をより近接して配置できるようになり、電界不均一性の影響が低減される。ペデスタルのための複数の開口部を有する移送デバイスを使用することにより、更に、複数の基板を共有される装置で一度に処理することが可能になる。複数の基板を同時に処理することで、システムのスループットが向上し、所有コストが削減される。

【０１７３】

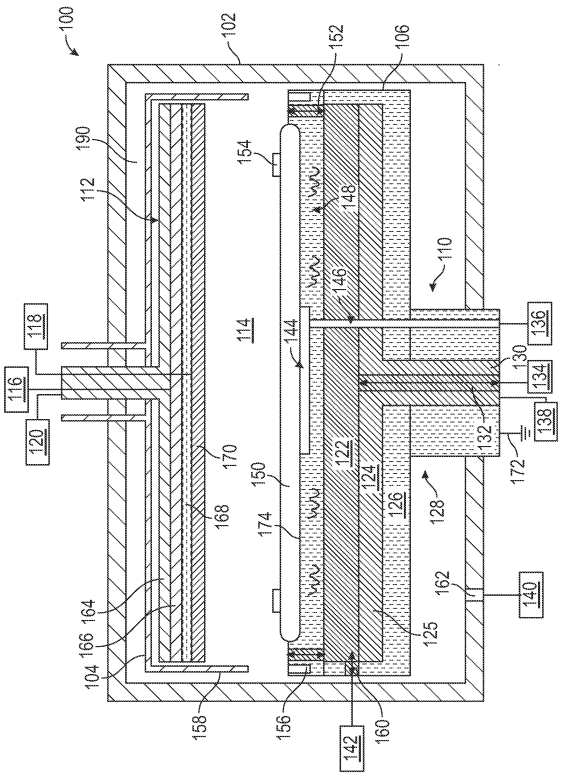
［０１９１］以上の記述は本開示の実施形態を対象としているが、本開示の基本的な範囲から逸脱することなく、本開示の他の実施形態及び追加の実施形態を考案してもよい。本開示の範囲は、下記の特許請求の範囲によって決定される。

【図面】

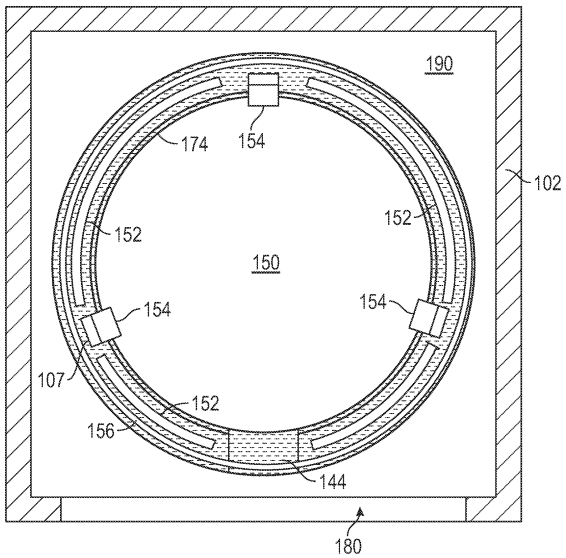
【図１Ａ】



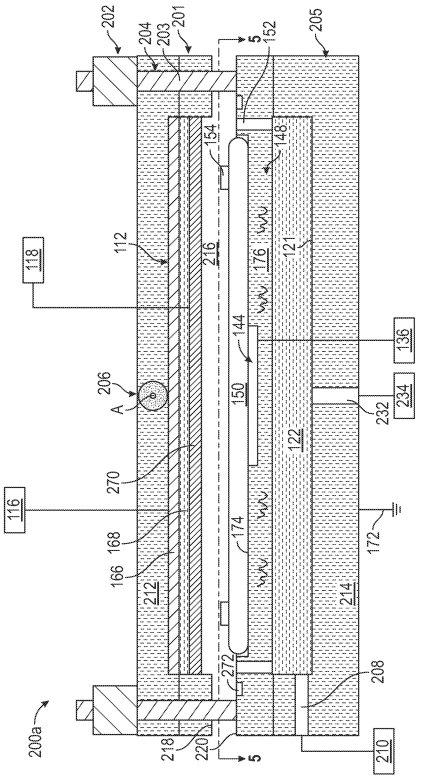
【図１Ｂ】



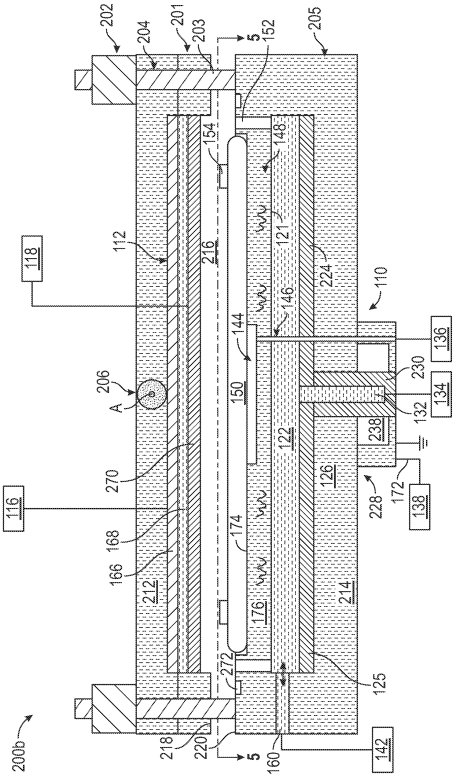
【図１Ｃ】



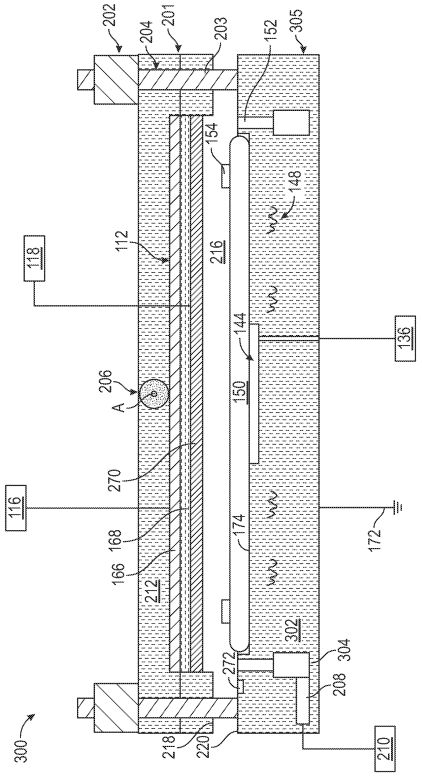
【図２Ａ】



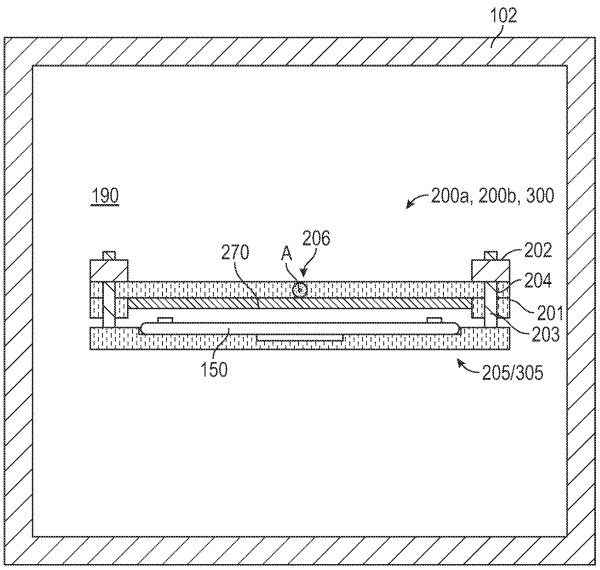
【図２Ｂ】



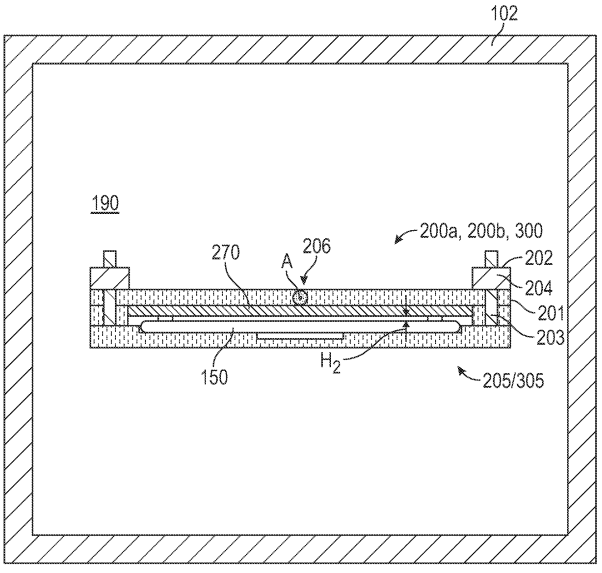
【図３】



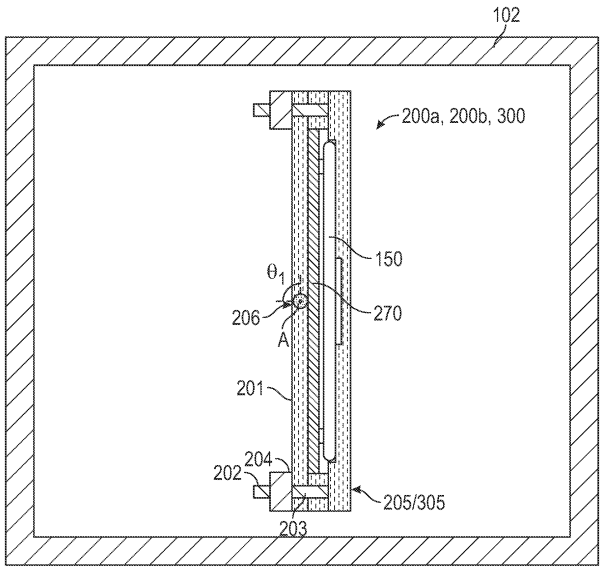
【図４Ａ】



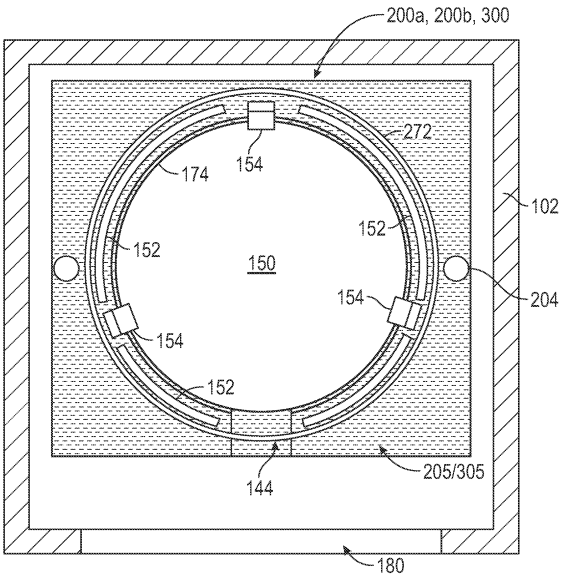
【図４Ｂ】



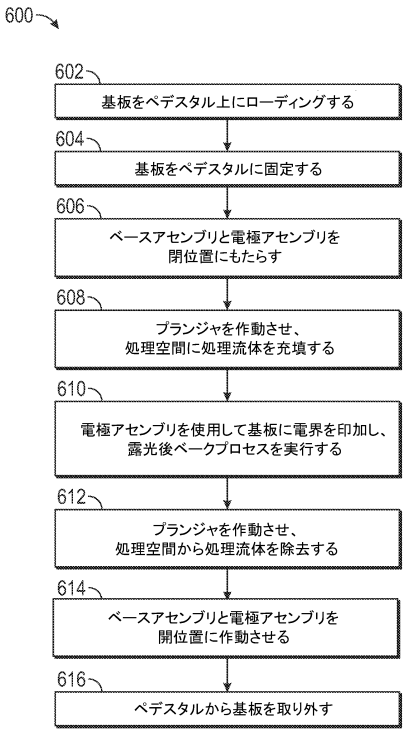
【図４Ｃ】



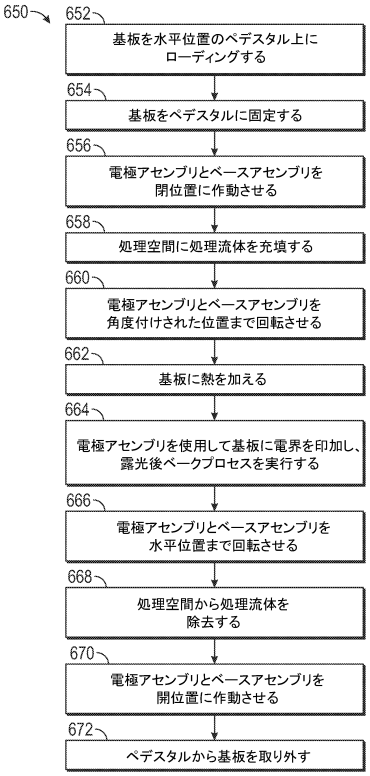
【図５】



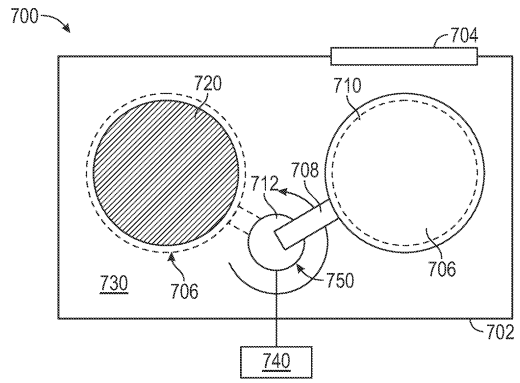
【図６Ａ】



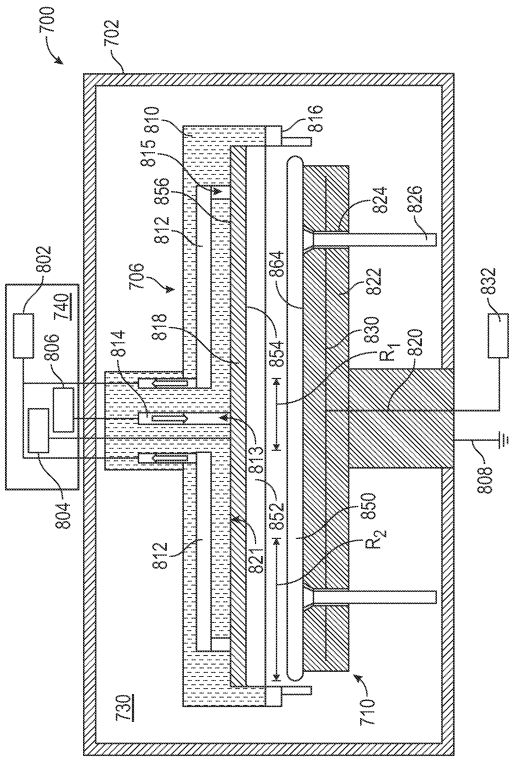
【図６Ｂ】



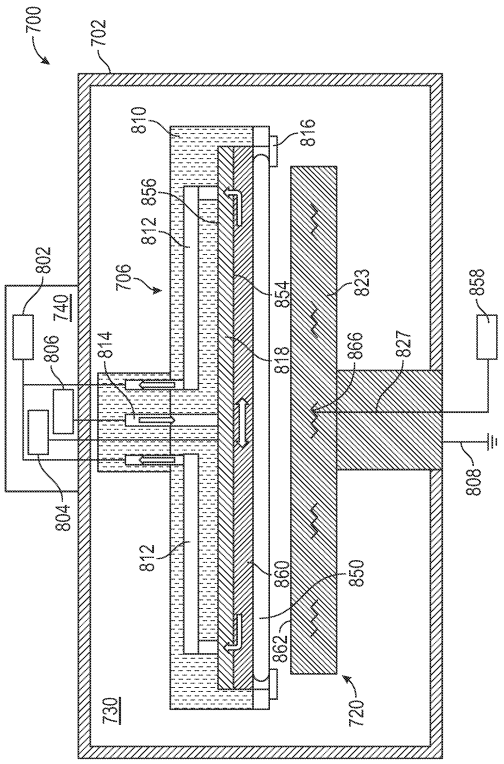
【図７】



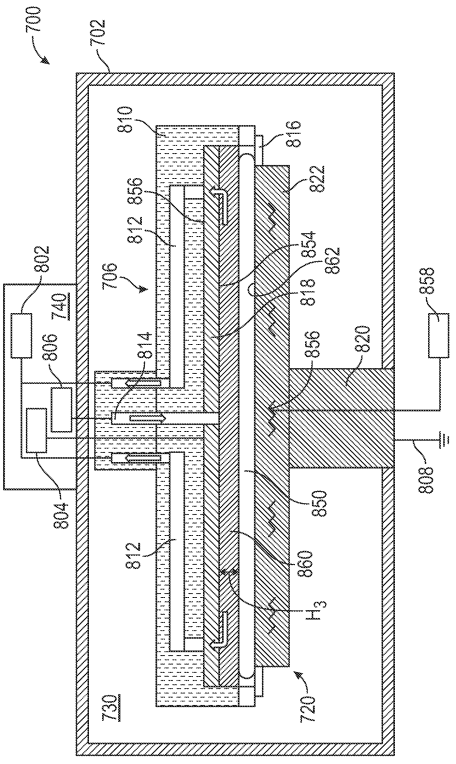
【図８Ａ】



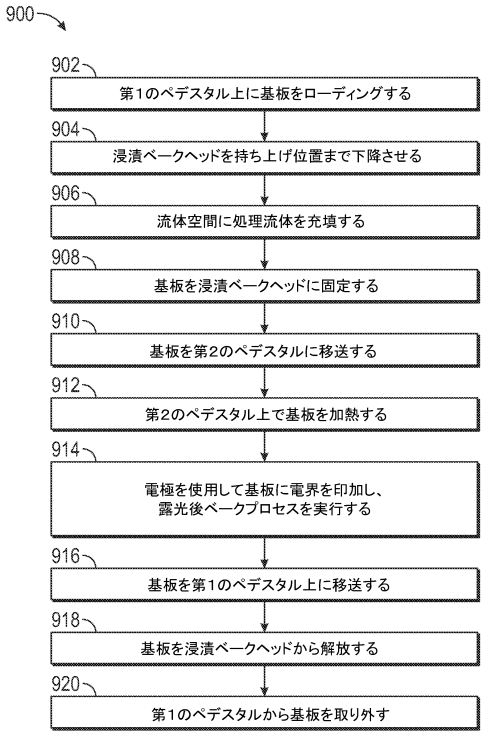
【図８Ｂ】



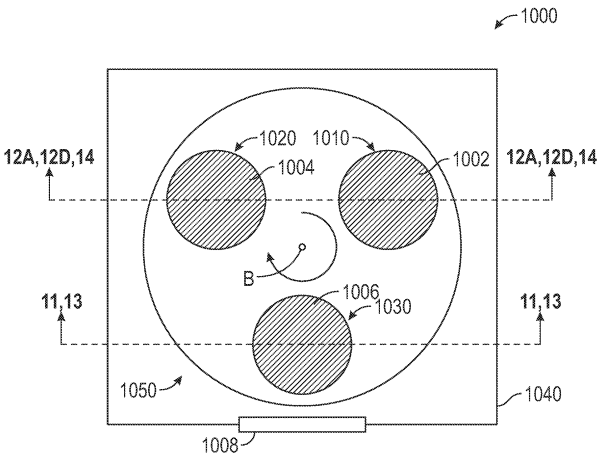
【図８Ｃ】



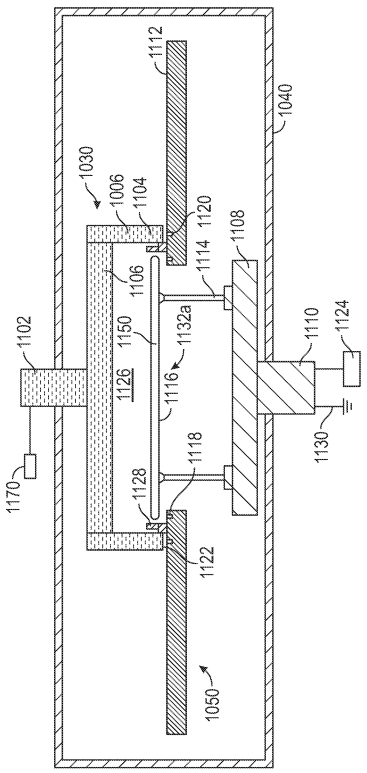
【図９】



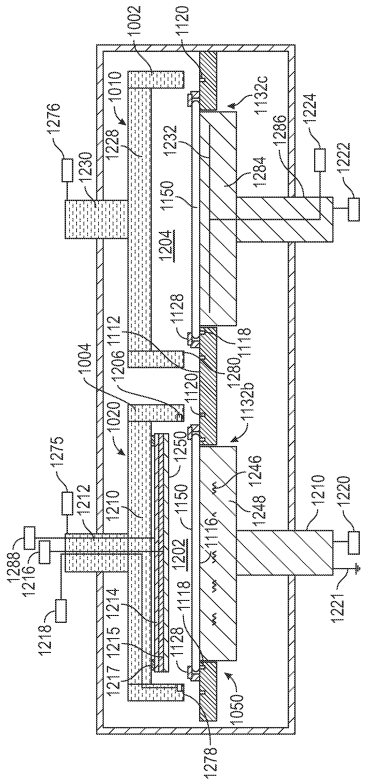
【図１０】



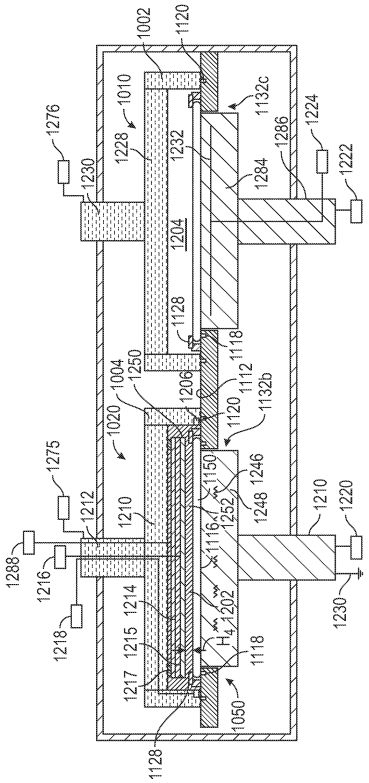
【図１１】



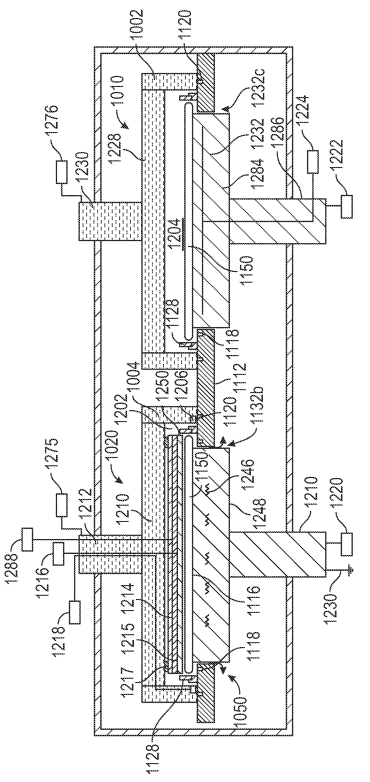
【図１２Ａ】



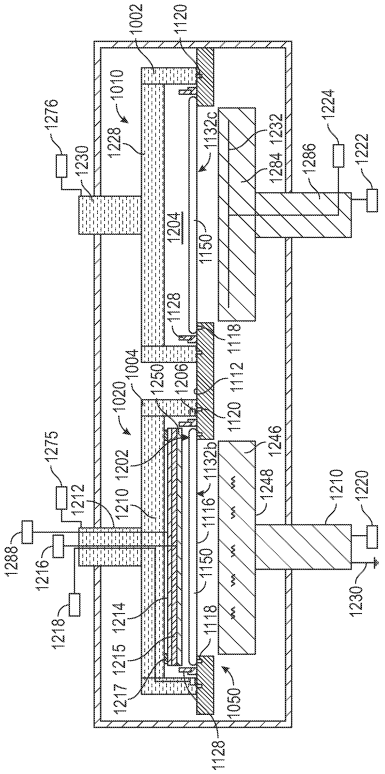
【図１２Ｂ】



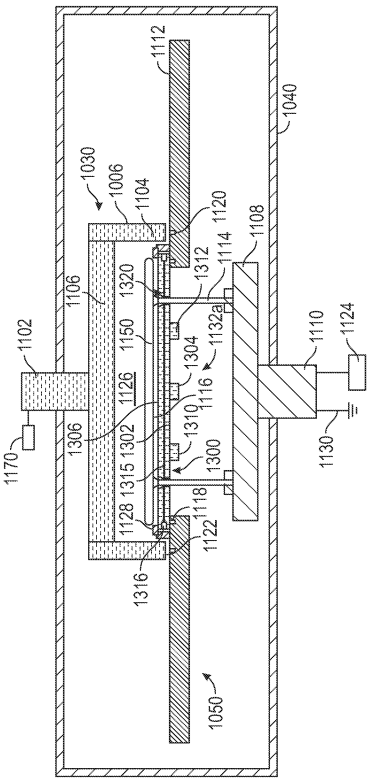
【図１２Ｃ】



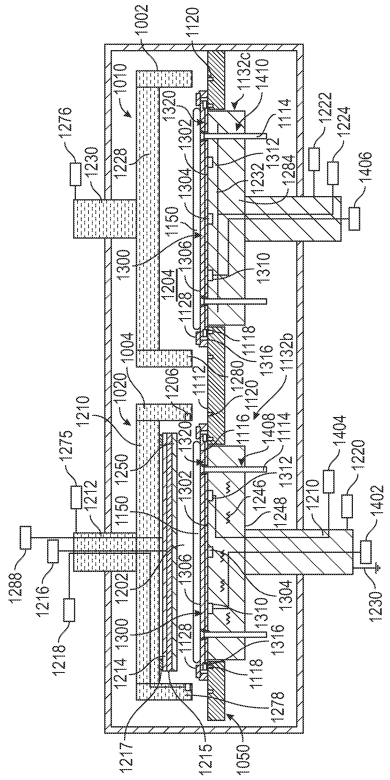
【図１２Ｄ】



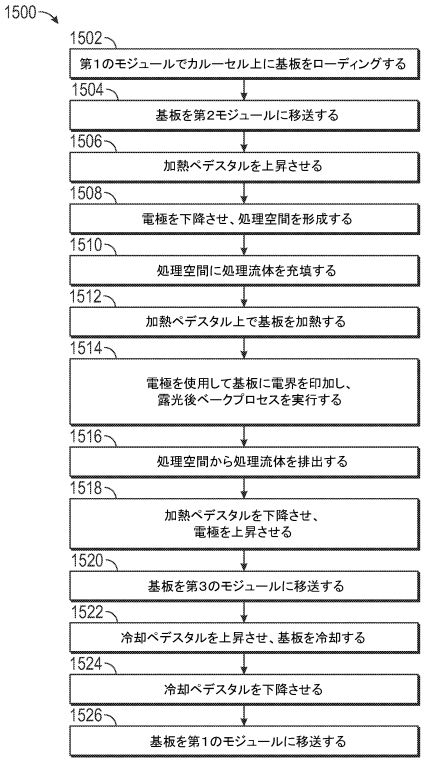
【図１３】



【図１４】


1002
1120
1010
1132c
1410
1276
1320
1114
1222
1224
1230
1302
1312
1228
1304
1232
1284
1406
1150
1300
1306
1310
1204
1128
1118
1004
1316
1132b
1280
1112
1206
1120
1020
1210
1116
1408
1114
1404
1275
1320
1220
1250
1312
1212
1302
1246
1210
1402
1150
1248
1288
1306
1216
1202
1310
1304
1230
1218
1300
1128
1316
1214
1118
1278
1217
1215
1050

【図１５】


1500
1502
第1のモジュールでカルーセル上に基板をローディングする
1504
基板を第2モジュールに移送する
1506
加熱ペデスタルを上昇させる
1508
電極を下降させ、処理空間を形成する
1510
処理空間に処理流体を充填する
1512
加熱ペデスタル上で基板を加熱する
1514
電極を使用して基板に電界を印加し、
露光後ベークプロセスを実行する
1516
処理空間から処理流体を排出する
1518
加熱ペデスタルを下降させ、
電極を上昇させる
1520
基板を第3のモジュールに移送する
1522
冷却ペデスタルを上昇させ、基板を冷却する
1524
冷却ペデスタルを下降させる
1526
基板を第1のモジュールに移送する

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US2022/015146

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G03F 7/38(2006.01)i; **H01L 21/67**(2006.01)i; **H01L 21/687**(2006.01)i; **G03F 7/20**(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 7/38(2006.01); C23C 16/54(2006.01); G03F 7/20(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) & Keywords: immersion, lithography, post-exposure bake, lift pin, electric field

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2016-0357107 A1 (APPLIED MATERIALS, INC.) 08 December 2016 (2016-12-08) paragraphs [0022]-[0063] and figures 1-7	1-60
A	US 2019-0187563 A1 (APPLIED MATERIALS, INC.) 20 June 2019 (2019-06-20) paragraphs [0028]-[0062] and figures 1-5	1-60
A	US 2019-0369499 A1 (APPLIED MATERIALS, INC.) 05 December 2019 (2019-12-05) paragraphs [0034]-[0035] and figures 2A-2B	1-60
A	US 2020-0201196 A1 (ASML NETHERLANDS B.V.) 25 June 2020 (2020-06-25) paragraph [0053] and figures 1A-1B	1-60
A	US 2020-0387074 A1 (APPLIED MATERIALS, INC.) 10 December 2020 (2020-12-10) the entire document	1-60
A	US 2015-0355549 A1 (APPLIED MATERIALS, INC.) 10 December 2015 (2015-12-10) the entire document	1-60

☐ 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
17 May 2022	**18 May 2022**
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 **HEO, Joo Hyung** Telephone No. **+82-42-481-5373**

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/US2022/015146

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2016-0357107	A1	08 December 2016	CN	106249554	A	21 December 2016
				CN	106249554	B	02 April 2021
				CN	206057801	U	29 March 2017
				JP	2017-034233	A	09 February 2017
				JP	2021-040139	A	11 March 2021
				KR	10-2016-0144329	A	16 December 2016
				TW	201643562	A	16 December 2016
				TW	I716410	B	21 January 2021
				US	9829790	B2	28 November 2017
US	2019-0187563	A1	20 June 2019	CN	106814556	A	09 June 2017
				CN	106814556	B	19 October 2021
				CN	113835299	A	24 December 2021
				JP	2017-152679	A	31 August 2017
				JP	2021-057596	A	08 April 2021
				JP	6791732	B2	25 November 2020
				KR	10-2017-0066248	A	14 June 2017
				TW	201729014	A	16 August 2017
				TW	202119140	A	16 May 2021
				TW	I717423	B	01 February 2021
				US	10203604	B2	12 February 2019
				US	10474033	B2	12 November 2019
				US	11112697	B2	07 September 2021
				US	2017-0154797	A1	01 June 2017
				US	2017-0363960	A1	21 December 2017
				US	2022-0004104	A1	06 January 2022
US	2019-0369499	A1	05 December 2019	CN	112204707	A	08 January 2021
				JP	2021-526237	A	30 September 2021
				KR	10-2021-0005293	A	13 January 2021
				TW	202013551	A	01 April 2020
				TW	I714048	B	21 December 2020
				US	10928743	B2	23 February 2021
				WO	2019-231518	A1	05 December 2019
US	2020-0201196	A1	25 June 2020	CN	113195930	A	30 July 2021
				EP	3670958	A1	24 June 2020
				EP	3918223	A1	08 December 2021
				KR	10-2021-0093978	A	28 July 2021
				TW	202041793	A	16 November 2020
				TW	I722723	B	21 March 2021
				US	11131937	B2	28 September 2021
				WO	2020-126759	A1	25 June 2020
US	2020-0387074	A1	10 December 2020	CN	109416517	A	01 March 2019
				EP	3479172	A1	08 May 2019
				EP	3479172	B1	14 July 2021
				JP	2019-523549	A	22 August 2019
				JP	2021-064798	A	22 April 2021
				JP	6816171	B2	20 January 2021
				KR	10-2019-0011823	A	07 February 2019
				KR	10-2021-0111268	A	10 September 2021
				KR	10-2284018	B1	30 July 2021

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/US2022/015146

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
				TW	201809891	A	16 March 2018
				TW	202004350	A	16 January 2020
				TW	I681257	B	01 January 2020
				TW	I709000	B	01 November 2020
				US	10754252	B2	25 August 2020
				US	2018-0004094	A1	04 January 2018
				US	2018-0107119	A1	19 April 2018
				US	2018-0217504	A1	02 August 2018
				US	9958782	B2	01 May 2018
				WO	2018-004815	A1	04 January 2018
US	2015-0355549	A1	10 December 2015	CN	106463355	A	22 February 2017
				JP	2017-525131	A	31 August 2017
				JP	2018-164076	A	18 October 2018
				JP	6306747	B2	04 April 2018
				JP	6582081	B2	25 September 2019
				KR	10-1780407	B1	21 September 2017
				KR	10-2017-0013275	A	06 February 2017
				KR	10-2017-0107592	A	25 September 2017
				KR	10-2194191	B1	22 December 2020
				TW	201546571	A	16 December 2015
				TW	201812481	A	01 April 2018
				TW	I603164	B	21 October 2017
				TW	I645263	B	21 December 2018
				US	9377692	B2	28 June 2016
				WO	2015-191209	A1	17 December 2015

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

フロントページの続き

(32)優先日　令和3年2月15日(2021.2.15)
(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,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

（特許庁注：以下のものは登録商標）
１．テフロン

アメリカ合衆国 カリフォルニア ９５０５４， サンタ クララ， バウアーズ アヴェニュー ３０５０， エム／エス １２６９， シー／オー アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド，ロー デパートメント
(72)発明者　ルボミルスキー， ドミトリー
アメリカ合衆国 カリフォルニア ９５０５４， サンタ クララ， バウアーズ アヴェニュー ３０５０， エム／エス １２６９， シー／オー アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド，ロー デパートメント
(72)発明者　デュコヴィッチ， ジョン オー．
アメリカ合衆国 カリフォルニア ９５０５４， サンタ クララ， バウアーズ アヴェニュー ３０５０， エム／エス １２６９， シー／オー アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド，ロー デパートメント
(72)発明者　ネマニ， シュリニヴァス ディ．
アメリカ合衆国 カリフォルニア ９５０５４， サンタ クララ， バウアーズ アヴェニュー ３０５０， エム／エス １２６９， シー／オー アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド，ロー デパートメント

Ｆターム（参考）　2H196　AA25 BA11 FA01
2H197　JA13
3L113　AA01 AB05 AC08 AC67 BA34 CB05 DA24
5F146　KA04 KA10