(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)公表番号
特表2025-515636
(P2025-515636A)
(43)公表日　令和7年5月20日(2025.5.20)

(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	5F131

審査請求　未請求　予備審査請求　未請求　（全20頁）

(21)出願番号　特願2024-564837(P2024-564837)
(86)(22)出願日　令和5年4月7日(2023.4.7)
(85)翻訳文提出日　令和6年11月1日(2024.11.1)
(86)国際出願番号　PCT/US2023/017875
(87)国際公開番号　WO2023/215069
(87)国際公開日　令和5年11月9日(2023.11.9)
(31)優先権主張番号　63/337,708
(32)優先日　令和4年5月3日(2022.5.3)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
(31)優先権主張番号　18/171,989
(32)優先日　令和5年2月21日(2023.2.21)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
(81)指定国・地域　AP(BW,CV,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ
最終頁に続く

(71)出願人　000219967
東京エレクトロン株式会社
東京都港区赤坂五丁目３番１号
(71)出願人　514028776
トーキョー エレクトロン ユーエス ホールディングス，インコーポレーテッド
Ｔｏｋｙｏ Ｅｌｅｃｔｒｏｎ Ｕ．Ｓ．Ｈｏｌｄｉｎｇｓ，Ｉｎｃ．
アメリカ合衆国 テキサス州 ７８７０４ オースティン サウス １スト ストリート ４０１ スイート ９００
４０１ Ｓ １ｓｔ．Ｓｔ．，Ｓｕｉｔｅ ９００，Ａｕｓｔｉｎ，Ｔｅｘａｓ ７８７０４，Ｕ．Ｓ．Ａ．
(74)代理人　110004381
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　ヒートゾーンを使用する局所的応力処理調整によるインサイチュリソグラフィパターン強化

(57)【要約】
本開示の態様は、ウェハ形状を最適化するためのウェハ加工装置を提供する。例えば、ウェハ加工装置は、第一のホットプレートと、第二のホットプレートと、コントローラとを含むことができる。第一のホットプレートはウェハを加熱するように構成できる。例えば、第一のホットプレートは、第一のホットプレートの表面全体で均一な加熱を提供できる。第二のホットプレートは複数の加熱ゾーンを含み、各加熱ゾーンは個別に制御可能であり、それによって各加熱ゾーンは他の加熱ゾーンとは独立して、ある温度値に設定できる。コントローラは、均一な加熱を提供するように第一のホットプレートを制御し、ウェハのウェハたわみ測定値からの反り測定値を受け取り、第二のホットプレートの複数の加熱ゾーンを反り測定値に対応するそれらのそれぞれの温度値に設定するように構成される。

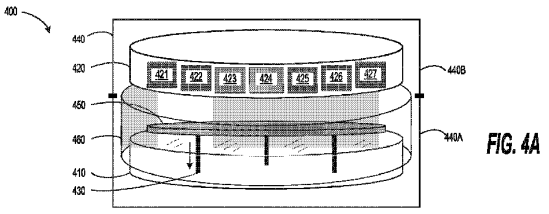

FIG. 4A

【特許請求の範囲】
【請求項１】
ウェハ加工装置において、
ウェハを加熱するように構成された第一のホットプレートであって、前記第一のホットプレートの表面全体で均一な加熱を生成する第一のホットプレートと、
前記ウェハを加熱するように構成された第二のホットプレートであって、複数の加熱ゾーンを有し、各加熱ゾーンは個別に制御可能であり、各加熱ゾーンを他の加熱ゾーンとは独立してある温度値に設定できる第二のホットプレートと、
前記第一のホットプレートを前記均一な加熱を生成するように制御し、前記ウェハのウェハたわみ測定値からの反り測定値を受け取り、前記第二のホットプレートの前記複数の加熱ゾーンを前記反り測定値に対応するそれらのそれぞれの温度値に設定するように構成されたコントローラと、
を含む、ウェハ加工装置。
【請求項２】
前記第二のホットプレートは前記第一のホットプレートに隣接して、前記第一のホットプレートと前記第二のホットプレートが相互に接触するように位置付けられる、請求項１に記載のウェハ加工装置。
【請求項３】
その上に設置されることになるウェハのためのウェハ支持体をさらに含み、前記コントローラはさらに、ウェハ支持体を、前記第一のホットプレートより前記第二のホットプレートに近くなるように制御するように構成される、請求項２に記載のウェハ加工装置。
【請求項４】
その上に設置されることになるウェハのためのウェハ支持体をさらに含み、前記コントローラはさらに、ウェハ支持体を、前記第二のホットプレートより前記第一のホットプレートに近くなるように制御するように構成される、請求項２に記載のウェハ加工装置。
【請求項５】
前記第二のホットプレートは前記第一のホットプレートの反対側に位置付けられて、前記ウェハは前記第一のホットプレートと前記第二のホットプレートとの間に位置付けられる、請求項１に記載のウェハ加工装置。
【請求項６】
前記第二のホットプレートは、
第一の前記加熱ゾーンに対応する複数のチャネルと、
前記チャネル内を流れ、その温度が前記コントローラによって前記ウェハの前記反り測定値に基づいて制御される熱交換流体と、
を含む、請求項１に記載のウェハ加工装置。
【請求項７】
前記コントローラは前記熱交換流体を制御して、液体状態から気体状態への相転移を生じさせる、請求項６に記載のウェハ加工装置。
【請求項８】
前記コントローラは、前記熱交換流体の温度をその圧力を変化させることによって制御する、請求項６に記載のウェハ加工装置。
【請求項９】
ウェハ加工システムにおいて、
ウェハを測定して前記ウェハの反り測定値を特定するように構成された計測モジュールと、
前記ウェハの上に応力制御膜を形成するように構成された膜形成モジュールであって、前記応力制御膜は熱に反応して、前記熱が前記応力制御膜の内部応力を変更する膜形成モジュールと、
前記応力制御膜を前記反り測定値に対応して差別的に加熱するための複数の加熱ゾーンを有するベークモジュールと、

を含む、ウェハ加工システム。
【請求項１０】
前記膜形成モジュールは、前記応力制御膜をスピンオン成膜プロセスによって形成するように構成される、請求項９に記載のウェハ加工システム。
【請求項１１】
前記ベークモジュールは、
第一のホットプレートの表面全体で均一な加熱を提供するように構成された第一のホットプレートと、
複数の加熱ゾーンを含む第二のホットプレートと、
を含む、請求項９に記載のウェハ加工システム。
【請求項１２】
前記第二のホットプレートは、
前記複数の加熱ゾーンに対応する複数のチャネルと、
前記チャネル内を流れ、その温度が前記ウェハの前記反り測定値に基づいて制御される熱交換流体と、
を含む、請求項１１に記載のウェハ加工システム。
【請求項１３】
前記熱交換流体は液体状態から気体状態への相転移を生じる、請求項１２に記載のウェハ加工システム。
【請求項１４】
前記熱交換流体の温度は、その圧力を変化させることによって制御される、請求項１３に記載のウェハ加工システム。
【請求項１５】
前記ウェハは加工面と加工面の反対の裏面を有し、前記応力制御膜は前記ウェハの前記裏面に形成される、請求項９に記載のウェハ加工システム。
【請求項１６】
方法であって、
加工面と加工面の反対の裏面を有するウェハを受けることと、
前記ウェハを測定して前記ウェハの反り測定値を特定することと、
前記ウェハの前記裏面上に応力制御膜を形成することであって、前記応力制御膜は熱に反応し、前記熱が前記応力制御膜の内部応力を変化させる、ことと、
前記応力制御膜の内部応力を、複数の加熱ゾーンを有するホットプレートを介して加えられる熱のパターンを使って変更することであって、前記熱のパターンは前記ウェハの前記反り測定値に対応する、ことと、
を含む、方法。
【請求項１７】
前記ウェハの前記加工面は少なくとも部分的に加工されたデバイスを有する、請求項１６に記載の方法。
【請求項１８】
前記ウェハは、１つ以上の微細加工ステップから生じたある量のウェハの反りを有する、請求項１６に記載の方法。
【請求項１９】
前記ホットプレートは前記複数の加熱ゾーンに対応する複数のチャネルを含み、
熱交換流体を注入して前記チャネル内に流すことをさらに含み、前記熱交換流体の温度は前記ウェハの前記反り測定値に基づいて制御される、請求項１６に記載の方法。
【請求項２０】
前記熱交換流体は流体状態から気体状態への相転移を生じる、請求項１９に記載の方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】

【０００１】
参照による援用
本開示は、２０２２年５月３日に出願された米国仮特許出願第６３／３３７，７０８号、及び２０２３年２月２１日に出願された米国特許出願第１８／１７１，９８９号の利益を主張するものであり、これらの全体を参照により本明細書に援用する。
【０００２】
本開示は、半導体製造に関し、より具体的には、ウェハのたわみ、反り、及び全体的なウェハ形状に関する。
【背景技術】
【０００３】
本明細書で提供される背景の説明は、本開示の背景を一般的に提示することを目的とする。この背景の項で説明される範囲における本願の発明者らの研究及び出願時に先行技術として本来であれば認定されないであろう記載の態様は、本開示に対する先行技術として明示的にも暗示的にも認められない。
【０００４】
半導体製造は、複数の様々な工程及びプロセスを含む。典型的な製造プロセスの１つは、フォトリソグラフィ（マイクロリソグラフィとも呼ばれる）として知られる。フォトリソグラフィでは、紫外光又は可視光等の放射線を使用して、半導体デバイス設計で微細パターンを生成する。ダイオード、トランジスタ及び集積回路等の様々な半導体デバイスが、フォトリソグラフィ、エッチング、成膜、表面洗浄、メタライゼーション等を含む半導体製造技術を用いて構築可能である。
【０００５】
フォトリソグラフィ技術の実装には、露光システム（露光ツールとも呼ばれる）が使用される。露光システムは、典型的には、照明システムと、回路パターンを作成するレチクル（フォトマスクとも呼ばれる）又は空間光変調器（ＳＬＭ）と、投影システムと、感光レジストで覆われた半導体ウェハをアライメントするウェハアライメントステージとを含む。照明システムは、レチクル又はＳＬＭの一領域を（好ましくは）矩形スロットの照明フィールドで照明する。投影システムは、レチクルパターンの照明された領域の像をウェハ上に投影する。正確な投影のために、好ましくは高さの偏差が１０マイクロメートル未満である比較的平坦であるか又は平面であるウェハを光のパターンに露光することが重要である。
【発明の概要】
【課題を解決するための手段】
【０００６】
本開示の態様は、ウェハ形状を最適化するためのウェア加工装置を提供する。例えば、ウェハ加工装置は第一のホットプレートと、第二のホットプレートと、コントローラとを含むことができる。第一のホットプレートはウェハを加熱するように構成できる。例えば、第一のホットプレートは、第一のホットプレートの表面全体で均一な加熱を提供できる。第二のホットプレートは複数の加熱ゾーンを有し、各加熱ゾーンは個別に制御可能であり、それによって各加熱ゾーンを他の加熱ゾーンとは独立して、ある温度値に設定できる。コントローラは、第一のホットプレートを制御して均一な加熱を提供し、ウェハのウェハたわみ測定値からの反り測定値を受け取り、第二のホットプレートの複数の加熱ゾーンを反り測定値に対応するそれらのそれぞれの温度値に設定するように構成できる。
【０００７】
ある実施形態において、第二のホットプレートは第一のホットプレートに隣接して、第一のホットプレートと第二のホットプレートが相互に接触するように位置付けることができる。例えば、ウェハ加工装置は、その上に設置されることになるウェハのためのウェハ支持体をさらに含み、コントローラはさらに、ウェハ支持体を、第一のホットプレートより第二のホットプレートに近くなるように制御するように構成される。他の例として、ウェハ加工装置は、その上に設置されることになるウェハのためのウェハ支持体をさらに含

み、コントローラはさらに、ウェハ支持体を、第二のホットプレートより第一のホットプレートに近くなるように制御するように構成される。他の実施形態において、第二のホットプレートを第一のホットプレートの反対側に位置付けて、ウェハが第一のホットプレートと第二のホットプレートとの間に位置付けられるようにすることができる。

【０００８】

ある実施形態において、第二のホットプレートは複数の加熱ゾーンに対応する複数のチャネルと、チャネル内を流れ、コントローラによってウェハの反り測定値に基づいて制御される熱交換流体とを含むことができる。ある実施形態において、コントローラは流体状態から気体状態への相転移を生じるように熱交換流体を制御できる。例えば、コントローラは熱交換流体の温度を、その圧力を変化させることによって制御できる。

【０００９】

本開示の態様は、ウェハ形状を最適化するためのウェハ加工システムも提供する。例えば、ウェハ加工システムは、計測モジュールと、膜形成モジュールと、ベークモジュールとを含むことができる。計測モジュールは、ウェハを測定してウェハの反り測定値を特定するように構成できる。膜形成モジュールは、ウェハ上に応力制御膜を形成するように構成できる。応力制御膜は熱に反応し、熱によって応力制御膜の内部応力が変更される。ベークモジュールは、反り測定値に対応する応力制御膜を差別的に加熱するための複数の加熱ゾーンを有する。ウェハは、加工面と加工面の反対の裏面を有し得て、応力制御膜はウェハの裏面に形成できる。

【００１０】

ある実施形態において、膜形成モジュールはスピンオン成膜プロセスにより応力制御膜を形成するように構成できる。他の実施形態において、ベークモジュールは、その表面全体で均一な加熱を発生させるように構成された第一のホットプレートと、複数の加熱ゾーンを含む第二のホットプレートとを含むことができる。

【００１１】

本開示の態様は、ウェハ形状を最適化するための方法も提供する。例えば、方法は、加工面と加工面の反対の裏面を有するウェハを受けることと、ウェハを測定してウェハの反り測定値を特定することと、ウェハの裏面に応力制御膜を形成することとを含むことができる。応力制御膜は熱に反応して、熱によって応力制御膜の内部応力が変更されるようにすることができる。方法は、複数の加熱ゾーンを有するホットプレートを介して加えられる熱のパターンを使って応力制御膜の内部応力を変更することをさらに含むことができる。熱のパターンは、ウェハの反り測定値に対応する。

【００１２】

ある実施形態において、ウェハの加工面は少なくとも部分的に加工されたデバイスを有し得る。他の実施形態において、ウェハは１つ以上の微細加工ステップから生じたある量のウェハの反りを有し得る。

【００１３】

この概要の項には、本開示又は特許請求される本発明の全ての実施形態及び／又は段階的に新規な態様が明記されているわけではないことに留意されたい。むしろ、この概要は、様々な実施形態及びそれに対応する、従来の技術に対して新規である点についての予備的な考察を提供しているにすぎない。本発明及び実施形態の追加の詳細及び／又は予想される観点について、読者は、以下でさらに議論されるような本開示の詳細な説明の項及び対応する図面を参照されたい。

【００１４】

例として提案される本開示の様々な実施形態について、下記のような図面を参照して詳細に説明するが、図中、類似の番号は類似の要素を指す。

【図面の簡単な説明】

【００１５】

【図１】本開示の幾つかの実施形態による、ウェハの反りを補正又は修正するための例示的な方法を示すフローチャートである。

【図２Ａ】図１に示される例示的な方法で使用されるハードウェアを示す。
【図２Ｂ】図１に示される例示的な方法で使用されるハードウェアを示す。
【図２Ｃ】図１に示される例示的な方法で使用されるハードウェアを示す。
【図３】本開示の幾つかの実施形態による、ウェハの反りを補正又は修正するための例示的なウェハ加工システムの平面図である。
【図４Ａ】本開示の幾つかの実施形態による、図３に示されるウェハ加工システムの例示的なベークモジュールの側面図である。
【図４Ｂ】本開示の幾つかの実施形態による、図３に示されるウェハ加工システムの例示的なベークモジュールの側面図である。
【図５Ａ】本開示の幾つかの実施形態による、図４Ａ及び４Ｂに示されるベークモジュールの３つの例示的な第一のホットプレートの概略図である。
【図５Ｂ】本開示の幾つかの実施形態による、図４Ａ及び４Ｂに示されるベークモジュールの３つの例示的な第一のホットプレートの概略図である。
【図５Ｃ】本開示の幾つかの実施形態による、図４Ａ及び４Ｂに示されるベークモジュールの３つの例示的な第一のホットプレートの概略図である。
【図６Ａ】本開示の幾つかの実施形態による、図４Ａ及び４Ｂに示されるベークシステムの６つの例示的な第二のホットプレートの概略図である。
【図６Ｂ】本開示の幾つかの実施形態による、図４Ａ及び４Ｂに示されるベークシステムの６つの例示的な第二のホットプレートの概略図である。
【図６Ｃ】本開示の幾つかの実施形態による、図４Ａ及び４Ｂに示されるベークシステムの６つの例示的な第二のホットプレートの概略図である。
【図６Ｄ】本開示の幾つかの実施形態による、図４Ａ及び４Ｂに示されるベークシステムの６つの例示的な第二のホットプレートの概略図である。
【図６Ｅ】本開示の幾つかの実施形態による、図４Ａ及び４Ｂに示されるベークシステムの６つの例示的な第二のホットプレートの概略図である。
【図６Ｆ】本開示の幾つかの実施形態による、図４Ａ及び４Ｂに示されるベークシステムの６つの例示的な第二のホットプレートの概略図である。
【発明を実施するための形態】
【００１６】
以下の開示では、提示される主題の様々な特徴を実施するための多様な実施形態又は例を提供する。本開示を簡略化するために、構成要素及び構成の具体例を以下で説明する。当然のことながら、これらは単なる例にすぎず、限定することを意図するものではない。例えば、以下に続く説明の中の第二の特徴の上方又は上の第一の特徴という構成は、第一の特徴と第二の特徴とが直接接触して形成される実施形態を含んでもよく、また、第一の特徴と第二の特徴とが直接接触し得ないように、第一の特徴と第二の特徴との間に追加の特徴が形成され得る実施形態を含んでもよい。加えて、本開示は、様々な実施例において参照番号及び／又は文字を繰り返す場合がある。この繰り返しは、簡素化及び明確化を目的としており、これ自体が論じられている様々な実施形態及び／又は構成間の関係を指示するものではない。さらに、本明細書では、「上部」、「下部」、「下」、「下方」、「下側」、「上方」、「上側」等の空間的に相対的な用語が、本明細書中、図面に示される１つの要素又は特徴の、別の要素又は特徴に対する関係を説明しやすくするために使用されている場合がある。これらの空間的に相対的な用語は、図面中に示されている向きのほかに、それとは異なる使用中又は動作中のデバイスの向きも包含することを意図している。装置は、他の方向（９０度回転その他の向き）に向けられるかもしれず、本明細書中で使用されている空間的に相対的な記述子も同様にしかるべく解釈されてよい。
【００１７】
本明細書に記載の異なる工程の説明の順序は、分かりやすさを目的として示されている。一般に、これらの工程は何れの適当な順序でも実行できる。加えて、本明細書中の様々な特徴、技術、構成その他のそれぞれを本開示の別々の箇所で説明している場合があるが、それぞれの概念は、互いに独立して又は互いに組み合わせて実行され得るものとする。

したがって、本発明は、多くの異なる方法で具現化及び検討され得る。

【００１８】

半導体製造は、複数の様々な工程及びプロセスを含む。１つの典型的な製造プロセスは、ベーキングとして知られている。典型的に、何れの半導体製造プロセスの前にも、基板又はウェハをセットし、スタックを標的温度まで加工するためのベークプロセスがある。この温度は一般的にできるだけ均一であり、これは、加工中、多くのプロセスがウェハの温度により影響を受けるからである。例えば、スピンオン成膜プロセスにおいて、ウェハはベークモジュール内に設置され、冷却されてウェハの温度が３２℃に安定するようにされ、ウェハの温度が安定した後にさらに加工される。スピンオン成膜プロセスの実行後、膜又はフォトレジストがその上に堆積した状態のウェハは再び９０℃に安定化させる別のホットプレート上でベークされて、堆積した膜が安定化するか、露光したフォトレジストが架橋するようにされる。ホットプレートは、低温ホットプレート（＜５０℃）、ホットプレート（＜４００℃）、超高温ホットプレート（＜９００℃）として特徴付けることができる。

【００１９】

半導体構造の微細加工は、平坦基板又はウェハから始まる。半導体構造の微細加工中、ウェハ上への材料の堆積、材料の除去、ドーパントの打ち込み、アニーリング、ベーキングを含み得る複数の加工工程が実行される。このようにして形成される異なる材料及び構造的構成はウェハ内の内部応力の原因となり得、その結果、半導体構造に反りが生じ、それが今度はオーバレイに影響を与え、典型的には様々な程度のオーバレイ誤差を発生させる。単純な反り補正又は修正（例えば、一次補正）は、ウェハの裏面に応力制御膜を堆積させることによって実現できる。この手法は、すり鉢状のウェハを補正又は修正するのに役立ち得る。これには典型的に、その後の加工を行う前にウェハを蒸着ツールに移す必要がある。

【００２０】

本願で開示される技術は、ウェハの加工面上で使用されるフォト工程の前に（半導体ウェハ格子の局所的応力処理を使用して）最適なウェハ形状を達成するためのプロセスフロー並びにウェハ加工装置及びシステムを定義する。本願で開示されるプロセスフローは、１つのオプションとして、ウェハの裏面又は加工面の何れかの上の使い捨ての格子調整膜を含む。別のオプションは、格子調整膜をその後の加工ステップのために所定の位置に残すことである。

【００２１】

本願で開示される技術は、標的の熱シグネチャを生じさせるために使用される複数の加熱ゾーンを有するホットプレートを含む。プロセスフローは、標的の熱シグネチャを使って調整／変更できる。プロセスフローでは、独立した加工工程として使用されるホットプレートを使用する。複数の加熱ゾーンを有するホットプレートによるウェハのこのような応力変更は、スピンオンによる応力制御膜で使用できる。応力制御材料はスピンオン成膜法により堆積させることができ、その後、ヒータアレイを使って、リソグラフィ露光やエッチングを一切使用せずにコータデベロッパを用いて応力材料又は応力シグネチャを応力制御膜に架橋させる。したがって、ウェハ形状変更は、スピンコーティング、その後のベーク、その後の現像により実現できる。フォトリソグラフィによる補正を行わない場合、ある補正シグネチャは応力変更の分解能が低いものの、一次補正及び二次補正にはこの低い分解能で十分であることが理解できるであろう。

【００２２】

また、プロセスフローは、リソグラフィを必要とする全ての加工位置において最適なウェハ形状を保持するために同じ工程又は後続の加工工程において反復され得る。本願の１つの特徴は、このインサイチュパターン強化技術ではマスクが不要であることである。

【００２３】

異なるゾーンにおいて加熱され得るウェハの裏面又は加工面の応力調整膜を使用して（いくつかの例としてウェハチャック又はレーザの何れかによって）、堆積状態から初期内

部応力を変更することによって。これが可能であるのは、入手可能なウェハチャックを、ウェハの裏面上に５０を超える精密温度位置を有するように変更できるからである。１つの独自の態様は、ウェハの裏面上に堆積された応力制御膜が、堆積状態において圧縮応力、中立応力、引張応力の何れかになり得、次いで、様々な精密温度領域において変更されて、局所的応力（圧縮応力、引張応力、中立応力）を発生させることによりウェハの反りを低減してリソグラフィ精度を向上させる（最適なウェハ形状が達成されるため）ことである。

【００２４】

図１は、本開示の幾つかの実施形態による、ウェハの反りを補正又は修正するための例示的な方法１００のフローチャートである。図２Ａ～２Ｃは、例示的な方法１００で使用されるハードウェア、例えば計測モジュール及びベークモジュールを示す。方法１００は、ウェハの一次、二次、若しくはそれより高次の、又は複雑な反りを補正又は修正できる。方法１００は工程Ｓ１１０から始まり、そこでは裏面２３０と裏面２３０の反対の加工面（図示せず）を有するウェハ２１０（図２Ａに示される）が受け（取）られる。加工面は、少なくとも部分的に加工されたデバイスを有していてよく、その微細加工工程の結果としてウェハ２１０にある量のウェハの反りが生じているかもしれない。

【００２５】

工程Ｓ１２０で、ウェハ２１０が測定され、ウェハ２１０の反り測定値が特定される。例えば、ウェハ２１０の反り測定値、例えば相対的ｚ方向高さ偏差値を特定するために計測モジュール２２０（図２Ａに示される）が使用される。

【００２６】

工程Ｓ１３０で、応力制御膜２４０（又は応力変更膜）（図２Ｂに示される）がウェハ２１０の裏面２３０に形成される。例えば、ウェハ２１０を裏面２３０が上向きになるように裏返すことができ、応力制御膜２４０スピンオン成膜プロセス中に膜形成モジュール（又はコータ）２５０により裏面２３０に形成でき、その中ではウェハ２１０を回転させながらある量の応力制御材料２４０がウェハ２１０の裏面２３０に堆積させられ、そのようにして応力制御材料２４０中の溶媒が蒸発して応力制御膜２４０が形成される。応力制御膜２４０は熱に反応し、加えられた熱によって応力制御膜２４０の内部応力が変更される。応力制御膜２４０で使用するために各種の材料を選択でき、例えばカーボンナノチューブ窒化ホウ素がある。

【００２７】

工程Ｓ１４０で、応力制御膜２４０の内部応力が、反り測定値に対応する熱のパターンを使って補正又は変更される。例えば、応力制御膜２４０をベークモジュール２６０（図２Ｃに示される）に移動させることができ、これは均一なベーキングプロセスを実行するための１つ以上のチャネルを有する第一のホットプレートと、ウェハ２１０の反り測定値に対応する差別的熱シグネチャベーキングプロセスを実行するための複数の加熱ゾーンを有する第二のホットプレートとを含む。複数の加熱ゾーンは個別に制御できる。選択された材料に応じて、差別的熱シグネチャベーキングプロセスは、ウェハ２１０の点位置における内部圧縮応力又は引張応力を増大又は低減させることができ、それによってウェハ２１０の全体的形状が変化する。工程Ｓ１２０～Ｓ１４０は、ウェハ２１０の平均ｚ方向高さ偏差値が閾値、例えば１０マイクロメートル未満であり、本願でのオーバレイの改善のために平坦に近い、又は平坦と考えられるようになるまで繰り返すことができる。すると、ウェハ２１０を裏返して、加工面への処理を続けることができる。その内部応力が変更された応力制御膜は、続いて行われる処理中に除去し、又はその場に残すことができる。

【００２８】

図３は、本開示の幾つかの実施形態による、ウェハの反りを補正又は修正するための例示的なウェハ加工システム３００、例えばトラックリソグラフィツールの平面図である。ウェハ加工システム３００は、各種のウェハハンドリング構成要素又はキャリアを幾つかのステージ、例えばキャリアステージ３１０及び処理ステージ３２０と共に含む。キャリアステージ３１０は１つ以上のポッドアセンブリ３１１を含み、これらは、ウェハ加工シ

ステム３００で加工されることになる１つ以上のウェハ２９０、例えば図２Ａに示されるウェハ２１０を収容するように構成された１つ以上のウェハカセット３１２を受け（入れ）るように構成される。ドア３１３は、ウェハカセット３１２内に収容されたウェハ２９０にアクセスするために開けることができる。キャリア移動ロボット３１４は、上下に移動して、ウェハ２９０をウェハカセット３１２から処理ステージ３２０内にウェハ２９０を一時的に保管するために取り付けられたシェルフユニット３２１に移すことができる。

【００２９】

処理ステージ３２０は様々な処理モジュール、例えば処理モジュール３２３～３２８及び処理輸送ロボット３２２を含むことができる。処理輸送ロボット３２２は、シェルフユニット３２１及び処理モジュール３２３～３２８にアクセスして、ウェハ２９０を各種の加工のために処理モジュール３２３～３２８の中で移動させるように構成される。ある実施形態において、処理輸送ロボット３２２はウェハ２９０を裏返して回転させることができる。モジュール３２３～３２８は１つ以上の計測モジュール３２３を含むことができ、これは例えばウェハ２９０のウェハ反り量を測定して、ウェハ加工システム３００に反り測定値を提供するように構成された、図２Ａに示される計測モジュール２２０である。反り測定は、突出度又は陥凹度を測定すること、又は１つ以上の参照ｚ方向高さ偏差値に関するウェハ２９０上のｚ方向高さ偏差値をマッピングすることを含むことができる。換言すれば、ｚ方向高さ偏差値は例えば座標位置で空間的にマッピングされて、ウェハ２９０の表面全体のｚ方向高さ偏差値が特定される。ｚ方向高さ偏差値は、使用される計測機器の種類及び／又は所望の分解能に応じて、様々な分解能でマッピングできる。

【００３０】

反り測定値は、生の反りデータを含むことができ、又は相対的なｚ方向高さ偏差値による反りシグネチャとして表現できる。多くの実施形態において、参照ｚ方向高さ偏差値は全てがゼロに近く、それゆえ平坦であることに近いウェハを表し得ることに留意されたい。例えば、本願でのオーバレイ改善のために平坦であることに近い、又は平坦であると考えられるウェハは、その平均ｚ方向高さ偏差値が１０マイクロメートル未満のウェハとすることができる。幾つかの実施形態において、参照ｚ方向偏差値は、その形状が、それにもかかわらず特に微細加工の特定のステージのオーバレイ誤差補正に有益であるような、ある非平坦形状を表すことができる。本願の技術により、１０マイクロメートルより大きい反りの補正が可能である。計測モジュール３２３は、加工面と加工面の反対の裏面を有するウェハ２９０を測定するように構成される。ウェハ２９０は、ウェハ２９０の加工面上に半導体デバイスの少なくとも一部を加工するために実行された１つ以上の微細加工処理工程から生じた初期ウェハ反り値を有しているかもしれない。例えば、電界効果トランジスタ（ＦＥＴ）がウェハ２９０の加工面上に完成されているか、一部のみ完成されているかもしれない。

【００３１】

処理モジュール３２３～３２８はまた、１つ以上の膜形成モジュール３２４も含むことができ、これは例えば、加工中のウェハ２９０の表面上に１つ以上の膜を形成するように構成された、図２Ｂに示される膜形成モジュール２５０である。膜形成モジュール３２４は、ウェハ２９０の裏面に、気相化学蒸着、原子層堆積、スピンオン成膜プロセス、又はその他の堆積法を使って応力制御膜、例えば図２Ｂに示される応力制御膜２４０を堆積させるように構成できる。例えば、スピンオン成膜では、ウェハ２９０の回転中に、ある量の応力制御材料がウェハ２９０の裏面上に堆積させられ、それによって応力制御材料中の溶媒が蒸発し、堆積させられた応力制御材料の特性が変化してウェハ２９０の裏面への応力制御材料の接着が促進される。膜形成モジュール３２４及び計測モジュール３２３は共通のプラットフォーム上に据え付けることができ、これはウェハ２９０を計測モジュール３２３から膜形成モジュール３２４に自動的に移動させる自動ウェハハンドリングシステムを有する。

【００３２】

処理モジュール３２３～３２８はまた、１つ以上のベークモジュール３２５を含むこと

ができ、これは例えばウェハ２９０を標的温度までベークするように構成された、図２Ｃに示されるベークモジュール２６０である。例えば、ベークモジュール３２５はウェハ２９０を３２℃又は９０℃でベークし、安定させることができる。他の例として、ベークモジュール３２５は、その上に応力制御膜が形成されたウェハ２９０を、応力制御膜の内部応力を補正又は変更するためにウェハ２９０の反り測定値に対応する熱のパターンを使ってベークできる。

【００３３】

ウェハ加工システム３００はコントローラ３８０をさらに含む。コントローラ３８０は、ウェハ加工システム３００内に配置された、又は離れた場所に配置されるがウェハ加工システム３００の構成要素、例えば計測モジュール３２３、膜形成モジュール３２４、及びベークモジュール３２５と通信するコンピュータプロセッサとすることができる。ある実施形態において、コントローラ３８０は、ウェハ２９０を測定してウェハ２９０の反り測定値を特定するように計測モジュール３２３を制御し、その測定値を計測モジュール３２３から受け取り、ウェハ２９０の裏面に応力制御膜を形成するように膜形成モジュール３２４を制御し、その上に応力制御膜が形成されているウェハ２９０を、反り測定値に対応する熱のパターンを使って差別的にベークして、応力制御膜の内部応力を補正又は変更するようにベークモジュール３２５を制御するように構成される。膜形成モジュール３２４、ベークモジュール３２５、及びコントローラ３８０は、ウェハ加工デバイスと呼ばれる。ウェハ加工システム３００はまた、他のステージ又は構成要素、例えばステッパ／スキャナ３３０も含むことができる。ステッパ／スキャナ３３０は処理ステージ３２０から切り離すことができるが、これは、ステッパ／スキャナ３３０のスループットがキャリアステージ３１０及び処理ステージ３２０のスループットより何倍も大きいことが多く、それゆえ、ステッパ／スキャナ３３０を１つの処理ステージに専属させると、ステッパ／スキャナの余剰のスループット能力が無駄になるからである。

【００３４】

図４Ａ及び４Ｂは、本開示の幾つかの実施形態による、例示的なベークモジュール（又はウェハ加工デバイス）４００、例えばベークモジュール３２５の側面図である。ベークモジュール４００は、その加工面及び／又は裏面上に層及び／又は膜、例えば応力制御膜が形成されたウェハ、例えばウェハ２９０をベークするように構成される。ベークモジュール４００は、第一のホットプレート（又は全体的ホットプレート）４１０、第二のホットプレート（又は局所的ホットプレート）４２０、及びその上に設置されてベークされることになるウェハのためのウェハ支持体（又はホルダ）４５０を含む。第二のホットプレート４２０は複数の加熱ゾーン４２１～４２７を含む。第一のホットプレート４１０及び第二のホットプレート４２０は、アルミニウム、黒鉛、窒化アルミニウム、又はその他の熱伝導材料で製作できる。第一のホットプレート４１０、第二のホットプレート４２０、及びウェハ支持体４５０はハウジング４４０内に格納される。ハウジング４４０は、ベークモジュール４００内で行われるプロセスを周囲環境から隔離するように構成される。例えば、ハウジング４４０は、ベークモジュール４００を断熱し、周囲環境からの汚染を最小限にすることができる。ある実施形態において、ハウジング４４０は、第一のホットプレート４１０を取り付けることのできる下側部分４４０Ａと、第二のホットプレート４２０を取り付けることのできる上側部分（例えば、蓋）４４０Ｂとを含むことができる。上側部分４４０Ｂは、縦方向に移動してベークモジュール４００を開閉できる。例えば、ウェハがベークモジュール４００内でベークされるとき、上側部分４４０Ｂは、ハウジング４４０が閉じて、第二のホットプレート４２０が上側部分４４０Ｂと一体化されている場合はそれが固定されるまで、下側部分４４０Ａに向かって縦方向に下方に移動させることができる。

【００３５】

例えば３つのリフトピンを含むリフトアセンブリ４３０は、ウェハ支持体４５０を昇降させるように構成される。例えば、リフトアセンブリ４３０はウェハ支持体４５０を下げて、図４Ａに示されるように全体的加熱プロセス中にその上に設置されたウェハ２９０が

第一のホットプレート４１０に近付くようにすることができる。他の例では、リフトアセンブリ４３０は、例えばウェハ支持体４５０を様々な高さまで上昇させて、図４Ｂに示されるように局所的加熱プロセス中にその上に設置されたウェハ２９０が第二のホットプレート４２０に近付くようにすることができる。

【００３６】

この例示的実施形態において、ウェハ支持体４５０は、ウェハ２９０を第一のホットプレート４１０と第二のホットプレート４２０との間に配置できるように配置される。他の実施形態において、第二のホットプレート４２０は第一のホットプレート４１０の上方に配置でき、ウェハ２９０は第二のホットプレート４２０の上方に配置される。また別の実施形態では、第一のホットプレート４１０は第二のホットプレート４２０の上方に配置でき、ウェハ２９０は第一のホットプレート４１０の上方に配置される。他の幾つかの実施形態において、２組の第一のホットプレート４１０及び第二のホットプレート４２０をそれぞれウェハ２９０の上及び下に配置できる。

【００３７】

ウェハ２９０は第一のホットプレート４１０又は第二のホットプレート４２０の表面に埋め込まれたピン又は突起（図示せず）の上に、ウェハ２９０と第一のホットプレート４１０又は第二のホットプレート４２０との間に小さなギャップしか残らず、粒子生成が削減されるように載せることができる。生成される粒子数を減らす一方で、ピンはウェハ２９０と第一のホットプレート４１０又は第二のホットプレート４２０との間の熱結合も低減させる傾向がある。したがって、多くの場合、第一のホットプレート４１０又は第二のホットプレート４２０の表面からのピンの高さ、すなわちギャップを小さくして熱結合を改善しながら、他方で確実にウェハ２９０が第一のホットプレート４１０又は第二のホットプレート４２０の表面と接触しないようにすることが望ましい。

【００３８】

ある実施形態において、ベークモジュール４００はシャッタリング４６０をさらに含むことができる。シャッタリング４６０は、縦方向に移動して、ウェハがベークモジュール４００へと移動してベークモジュール４００を外部環境からシールできるように制御することができる。例えば、シャッタリング４６０とリフトアセンブリ４３０は、共通のリフトシリンダ（図示せず）によって縦方向に上下に同時に移動するように制御できる。

【００３９】

図５Ａ～５Ｃは、本開示の幾つかの実施形態による３つの例示的な第一のホットプレート５００Ａ、５００Ｂ、及び５００Ｃ、例えば第一のホットプレート４１０の概略図である。第一のホットプレート５００Ａ～５００Ｃの各々は、ウェハ２９０を全体的に加熱し、第一のホットプレート５００Ａ～５００Ｃの表面全体で均一な加熱を生成するように構成される。第一のホットプレート５００Ａは１つの円形チャネル５１０Ａを有し、第一のホットプレート５００Ｂは２つの同心円チャネル５１０Ｂ及び５２０Ｂを有し、第一のホットプレート５００Ｃは３つの同心円チャネル５１０Ｃ、５２０Ｃ、及び５３０Ｃを有する。第一のホットプレート５００Ａ～５００Ｃは各々、何れの数、何れの形状のチャネルも有することができる。熱交換流体（図示せず）はチャネル内を連続的に流れる。流体温度コントローラ、例えばコントローラ３８０は、熱交換流体の温度、ひいては第一のホットプレート５００Ａ～５００Ｃの温度を制御するように構成できる。熱交換流体は、例えばパーフルオロポリエーテルであってよく、これは約３０℃～約２５０℃の温度に制御できる。熱交換流体はまた、温度制御ガス、例えばアルゴン又は窒素であってもよい。

【００４０】

図６Ａ～６Ｆは、本開示の幾つかの実施形態による６つの例示的な第二のホットプレート６００Ａ、６００Ｂ、６００Ｃ、６００Ｄ、６００Ｅ、及び６００Ｆ、例えば第二のホットプレート４２０の概略図である。第二のホットプレート６００Ａ～６００Ｆは、ウェハ２９０を局所的に加熱するように構成され、各々がコントローラ、例えばコントローラ３８０によって個別に制御可能な複数の加熱ゾーンを含み、各加熱ゾーンは他の加熱ゾーンからは独立してある温度値に設定できる。幾つかの実施形態において、コントローラ、

例えばコントローラ３８０は各加熱ゾーンの温度変化率も個別に制御できる。例えばコントローラ３８０は計測モジュール３２３により特定されたウェハ２９０の反り測定値を受け取って、第二のホットプレート６００Ａ～６００Ｆの各々の加熱ゾーンを個別に制御することができ、それによって第二のホットプレート６００Ａ～６００Ｆの各々は反り測定値に対応する空間熱シグネチャを有する。複数の加熱ゾーンは、１次元又は２次元で１つ以上の長方形又はその他の形状のストリップ状に配置できる。例えば、第二のホットプレート６００Ａは長方形の加熱ゾーン６１０Ａと、加熱ゾーン６２０Ａを挟む加熱ゾーン６２０Ａとを含む。他の例として、第二のホットプレート６００Ｆは複数の加熱ゾーンを含み、これらは列状に配置され、５つの加熱グループ６１０Ｆ、６２０Ｆ、６３０Ｆ、６４０Ｆ、及び６５０Ｆに分けられ、各々が１つ以上の加熱ゾーンを含んでいる。

【００４１】

ある実施形態において、第二のホットプレート６００Ａ～６００Ｆの各々は、それらの複数の加熱ゾーンに対応する複数のチャネルを含む。熱交換流体（図示せず）はここでもチャネル内を連続的に流れ、コントローラ３８０によって制御できる。したがって、第二のホットプレート６００Ａ～６００Ｆの空間熱シグネチャは、計測モジュール３２３により特定されたウェハ２９０の反り測定値に基づいてコントローラ３８０によって制御できる。熱交換流体は、水等の液体又は不活性ガス、空気、窒素、二酸化炭素等の気体とすることができ、所定の温度に到達した後、イジェクタ６６０を使って各チャネルにその入口から進入できる。例えば第二のホットプレート６００Ｅの内部を通って流れた後、流体はイジェクタ６６０によってチャネルの出口から排出される。ある実施形態において、水等の液体は沸点まで加熱されて、液体状態から気体状態への相転移を生じることができる。水と期待との間の相転移は、温度及び／又は圧力の影響により得る。ある実施形態において、気体状態の熱交換流体の所定の温度は、所定の圧力を加えることによって実現できる。

【００４２】

第一及び第二の加熱プレートのそれぞれの加熱ゾーンの各々の中の温度及び／又は温度変化率は、流体の温度、流体の流速、流体の圧力を変化させることによって、及び／又は他の既知の温度制御方法によって個別に制御され得る。さらに、第一及び第二の加熱プレートは「加熱」という用語で呼ばれているが、本願の実施形態により加熱ゾーンの個別の温度制御を実現するために、各種の「冷却」技術も使用され得ると理解されたい。幾つかの実施形態では、熱電気加熱冷却、輻射熱加熱、及びその他の温度制御技術を使って第一及び第二の加熱プレートのゾーンの個別の制御を容易にし得る。

【００４３】

これまでの説明では、加工システムの特定の幾何学的形状や使用される様々な構成要素及びプロセスの説明等、具体的な詳細を記した。しかしながら、本明細書に記載の技術は、これらの具体的な詳細と異なる他の実施形態でも実施可能であり、そのような詳細は、限定ではなく、説明を目的としたものであることを理解されたい。本願で開示された実施形態について添付図面を参照して説明した。同様に、説明を目的として、十分な理解が得られるように具体的な数値、材料及び構成を記した。しかしながら、実施形態は、そのような具体的な詳細なしに実施可能である。実質的に同一の機能的構造を有する構成要素が同様の参照符号で示されているため、冗長な記述は省略されている場合がある。

【００４４】

当然のことながら、本明細書に記載の様々な工程の説明の順序は、説明を分かりやすくするために提示されたものである。一般に、これらの工程は、何れの適当な順序でも実行できる。加えて、本明細書に記載の様々な特徴、技術、構成等のそれぞれを本開示の別々の箇所で説明している場合があるが、それぞれの概念は、互いに独立して又は互いに組み合わせて実行できるものとする。したがって、本発明は、多くの異なる方法で具現化及び検討できる。

【００４５】

様々な実施形態の理解を支援するために、様々な技術を複数の別個の動作として説明し

た。その説明の順序は、これらの動作が必然的に順序に依存することを示唆すると解釈されてはならない。実際、これらの動作は、提示の順序で実行される必要はない。説明した動作は、説明した実施形態とは異なる順序で実行され得る。追加の実施形態では、様々な追加の動作が実行され得て、且つ／又は説明した動作が省略され得る。

【００４６】

本明細書で用いる「基板」又は「対象基板」とは一般に、本発明に従って加工される物体を指す。基板は、デバイス、特に半導体又は他の電子デバイスの何れかの材料部分又は構造を含んでいてよく、例えば、半導体ウェハ、レチクル等のベース基板構造、又は薄膜等のベース基板構造上の、若しくはその上に重ねられた層を含み得る。それゆえ、基板は、パターニングされているか否かに依らず、いかなる特定のベース構造、下層又は上層にも限定されず、そのような層又はベース構造、並びに層及び／又はベース構造のあらゆる組み合わせを含むものとする。本明細書は特定の種類の基板に言及する場合があるが、説明目的にすぎない。

【００４７】

当業者には、本発明の同じ目的を達成しながら、上で説明した技術の動作に多くの変更が可能であることも理解されよう。このような変更は、本開示の範囲に含まれるものと意図されている。このように、本発明の実施形態に関する上述の説明は限定を意図していない。むしろ、本発明の実施形態に対する限定は全て以下の請求項に示されている。

【図面】

【図１】

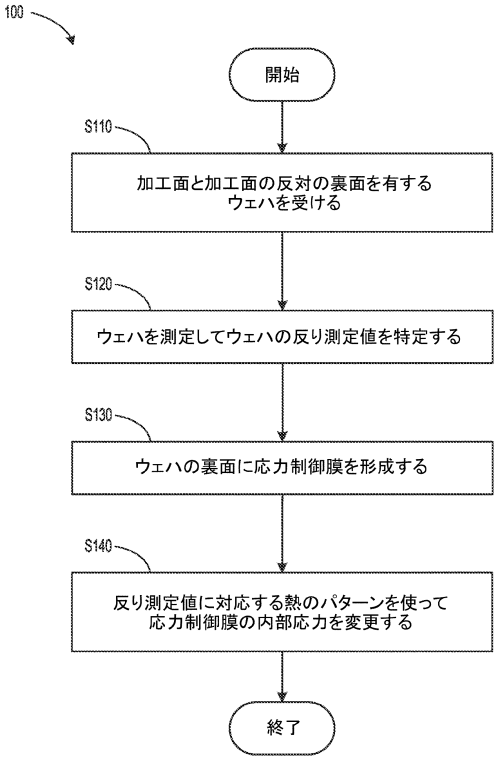

図1

【図２Ａ】

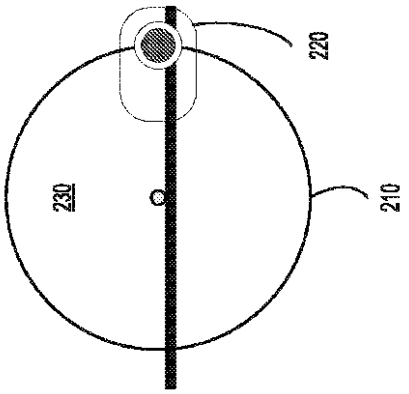

FIG. 2A

【図２Ｂ】

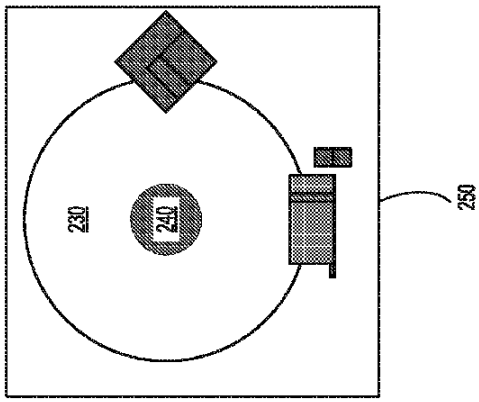

FIG. 2B

【図２Ｃ】

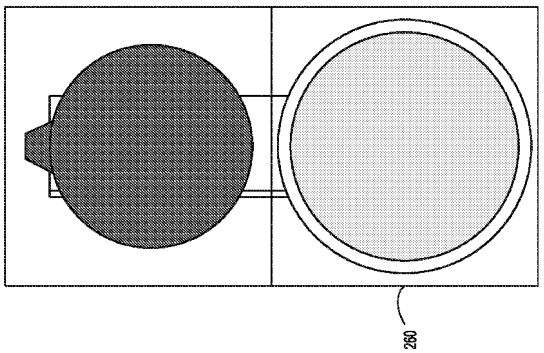

FIG. 2C

【図３】

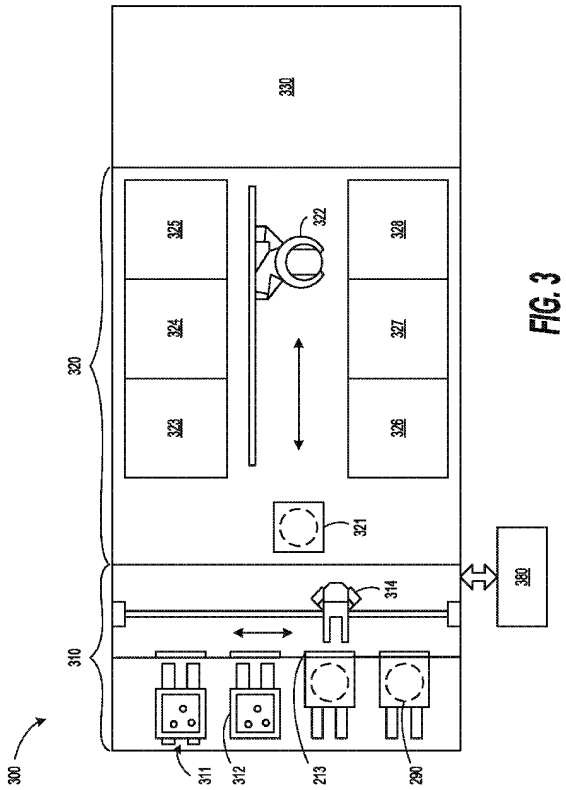

FIG. 3

【図４Ａ－４Ｂ】

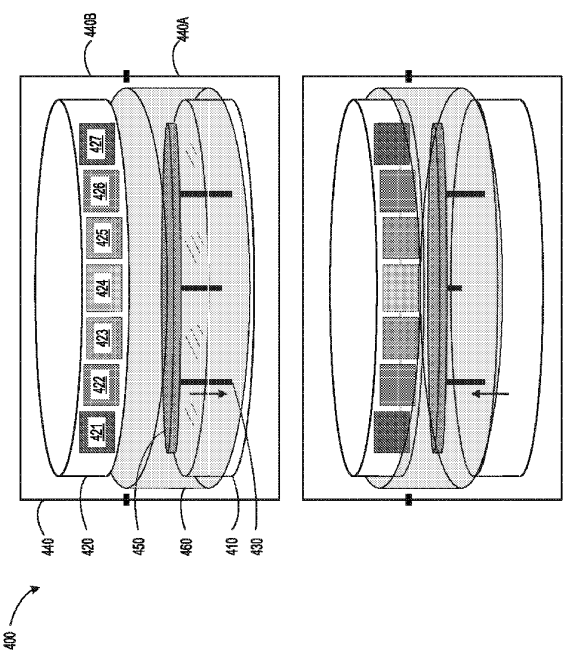

FIG. 4A

FIG. 4B

【図５Ａ】

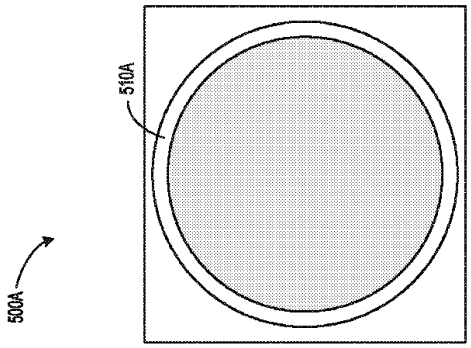

FIG. 5A

【図５Ｂ】

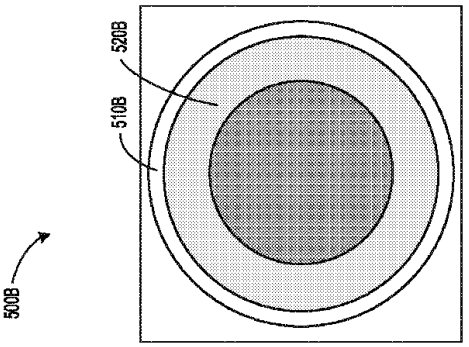

FIG. 5B

【図５Ｃ】

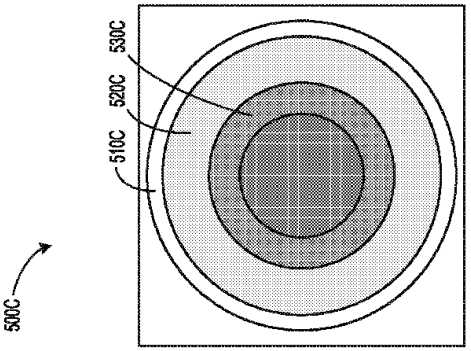

FIG. 5C

【図６Ａ】

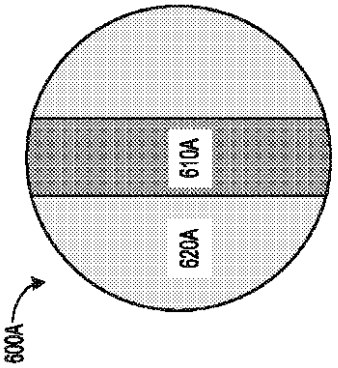

FIG. 6A

【図６Ｂ】

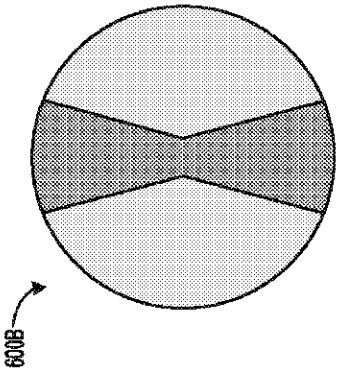

FIG. 6B

【図６Ｃ】

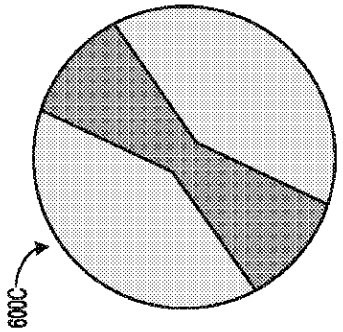

FIG. 6C

【図６Ｄ】

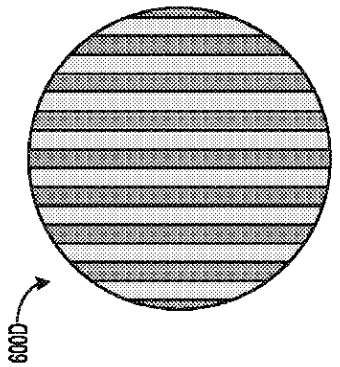

FIG. 6D

【図６Ｅ】

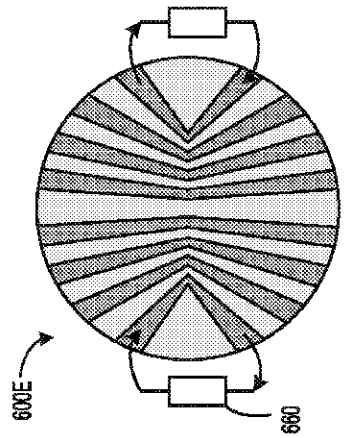

FIG. 6E

【図６Ｆ】

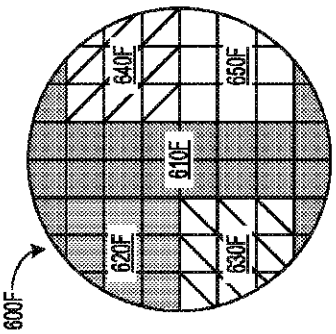

FIG. 6F

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US2023/017875

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 21/67(2006.01)i; **H01L 21/302**(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)

H01L 21/67(2006.01); B05C 9/14(2006.01); C23C 16/52(2006.01); C30B 25/10(2006.01); H01L 21/00(2006.01); H01L 21/302(2006.01); H01L 21/66(2006.01); H01L 21/687(2006.01); H01L 21/762(2006.01); H01L 27/12(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: heat, stress, flim, second hot plate, bow measurment

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2020-209780 A1 (EPILUVAC AB) 15 October 2020 (2020-10-15) paragraphs [0016]-[0019], claims 1-7 and figures 1-4	1-2,5
Y		3-4,6-20
Y	US 2021-0035850 A1 (MICRON TECHNOLOGY, INC.) 04 February 2021 (2021-02-04) paragraphs [0033]-[0040] and figures 1A-1B	3-4,6-8,12-14,19-20
Y	US 2018-0068860 A1 (TOKYO ELECTRON LIMITED) 08 March 2018 (2018-03-08) paragraphs [0041]-[0064] and figures 3-9	9-20
A	US 2019-0355768 A1 (OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH) 21 November 2019 (2019-11-21) claims 1-6 and figures 5A-6F	1-20
A	US 2012-0006263 A1 (SHIN HASHIMOTO et al.) 12 January 2012 (2012-01-12) cliams 1-5 and figures 1-3	1-20

☐ 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
24 July 2023	**24 July 2023**
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 **PARK, Hye Lyun** Telephone No. **+82-42-481-3463**

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2022)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/US2023/017875

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2020-209780	A1	15 October 2020	EP	3931369	A1	05 January 2022
				JP	2022-528476	A	10 June 2022
				SE	1930124	A1	13 October 2020
				SE	543143	C2	13 October 2020
				US	2022-0136109	A1	05 May 2022
US	2021-0035850	A1	04 February 2021	CN	112309910	A	02 February 2021
				US	11450552	B2	20 September 2022
				US	2023-0005785	A1	05 January 2023
US	2018-0068860	A1	08 March 2018	CN	107799451	A	13 March 2018
				CN	107799451	B	02 May 2023
				CN	110807273	A	18 February 2020
				JP	2018-041080	A	15 March 2018
				JP	2020-021076	A	06 February 2020
				JP	2022-000917	A	04 January 2022
				JP	7118928	B2	16 August 2022
				JP	7164289	B2	01 November 2022
				JP	7216785	B2	01 February 2023
				KR	10-2018-0027382	A	14 March 2018
				KR	10-2020-0015426	A	12 February 2020
				KR	10-2467979	B1	16 November 2022
				TW	201826036	A	16 July 2018
				TW	202025235	A	01 July 2020
				TW	202234176	A	01 September 2022
				TW	I776817	B	11 September 2022
				TW	I790391	B	21 January 2023
				US	10157747	B2	18 December 2018
				US	10431468	B2	01 October 2019
				US	10453692	B2	22 October 2019
				US	10475657	B2	12 November 2019
				US	10622233	B2	14 April 2020
				US	10811265	B2	20 October 2020
				US	2018-0067403	A1	08 March 2018
				US	2018-0068859	A1	08 March 2018
				US	2018-0068861	A1	08 March 2018
				US	2018-0342410	A1	29 November 2018
				US	2020-0058509	A1	20 February 2020
US	2019-0355768	A1	21 November 2019	CN	107394581	A	24 November 2017
				CN	113991426	A	28 January 2022
				DE	102017109809	A1	16 November 2017
				JP	2017-208543	A	24 November 2017
				JP	6676578	B2	08 April 2020
				US	10396106	B2	27 August 2019
				US	11004876	B2	11 May 2021
				US	2017-0330757	A1	16 November 2017
US	2012-0006263	A1	12 January 2012	CN	102473607	A	23 May 2012
				KR	10-2012-0052287	A	23 May 2012
				WO	2011-016121	A1	10 February 2011

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2022)

フロントページの続き

,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,ME,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,CV,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IQ,IR,IS,IT,JM,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,MG,MK,MN,MU,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,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

弁理士法人ＩＴＯＨ

(72)発明者　ウェローズ，アンドリュー
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 １２２０３，オールバニー，フラー ロード ２５５，スイート ２１４，ナノファブ ３００ サウス

(72)発明者　マーフィー，マイケル
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 １２２０３，オールバニー，フラー ロード ２５５，スイート ２１４，ナノファブ ３００ サウス

(72)発明者　フルフォード，ダニエル
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 １２２０３，オールバニー，フラー ロード ２５５，スイート ２１４，ナノファブ ３００ サウス

(72)発明者　ゲチ，スティーヴン
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 １２２０３，オールバニー，フラー ロード ２５５，スイート ２１４，ナノファブ ３００ サウス

(72)発明者　コンクリン，デヴィッド
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 １２２０３，オールバニー，フラー ロード ２５５，スイート ２１４，ナノファブ ３００ サウス

Ｆターム（参考）　5F131　AA02 BA11 BA17 BA24 BA35 BA37 BA39 BB03 CA07 DA22
DA32 DA33 DA36 EA04 EA05 EA10 EA22 EB72 EB81