

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4476622号
(P4476622)

(45) 発行日 平成22年6月9日(2010.6.9)

(24) 登録日 平成22年3月19日(2010.3.19)

(51) Int.Cl.

H01L 21/027 (2006.01)

F 1

H01L 21/30 503C

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2003-502868 (P2003-502868)
 (86) (22) 出願日 平成14年4月24日 (2002.4.24)
 (65) 公表番号 特表2004-531067 (P2004-531067A)
 (43) 公表日 平成16年10月7日 (2004.10.7)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2002/013170
 (87) 國際公開番号 WO2002/099853
 (87) 國際公開日 平成14年12月12日 (2002.12.12)
 審査請求日 平成17年4月25日 (2005.4.25)
 (31) 優先権主張番号 09/871,854
 (32) 優先日 平成13年5月31日 (2001.5.31)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 504199127
 フリースケール セミコンダクター イン
 コーポレイテッド
 アメリカ合衆国 78735 テキサス州
 オースティン ウィリアム キャノン
 ドライブ ウエスト 6501
 (74) 代理人 100116322
 弁理士 桑垣 衡
 (72) 発明者 マルタベス、ジョン ジー。
 アメリカ合衆国 78728 テキサス州
 オースチン ゲイロード ドライブ 1
 610

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 温度制御チャック

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ほぼ平坦な物体を保持するための温度制御チャックであって、

前記物体を保持するための複数の保持ピンと、

物体支持面および裏面を有するチャック本体であって、前記物体支持面は、前記複数の保持ピンを介して、表面および裏面を有するほぼ平坦な物体を該物体の裏面で保持しているチャック本体と、

前記平坦な物体の温度分布を測定するために前記物体支持面に分散している複数の温度感知部材と、

前記平坦な物体の裏面に面して該物体支持面に分散している複数の別個の温度作用要素であって、前記各温度作用要素は、前記物体の裏面の一部領域の温度に所望のように作用するように配置されている温度作用要素とを備え、

前記温度作用要素は、個別に制御可能であり、

前記保持ピンは、前記物体支持面から突出すると共に、前記物体支持面上において前記複数の温度作用要素間に配置されるよう均一に分散している温度制御チャック。

【請求項 2】

ほぼ平坦な物体を保持するための温度制御チャックであって、

前記物体を保持するための複数の保持ピンと、

物体支持面および裏面を有するチャック本体であって、前記物体支持面は、前記複数の保持ピンを介して、表面および裏面を有するほぼ平坦な物体を該物体の裏面で保持してい

10

20

るチャック本体と、

前記平坦な物体の温度分布を測定するために前記物体支持面に分散している複数の温度感知部材と、

前記平坦な物体の裏面に面して該物体支持面に分散している複数の別個の温度作用要素であって、前記各温度作用要素は、前記物体の裏面の一部領域の温度に所望のように作用するように配置されている温度作用要素とを備え、

前記温度作用要素は、光ファイバからなり、

該光ファイバは、赤外線により照射され、

前記保持ピンは、前記物体支持面から突出すると共に、前記物体支持面上において前記複数の温度作用要素間に配置されるよう均一に分散している温度制御チャック。

10

【請求項3】

前記光ファイバは、前記物体の裏面から離間されている請求項2に記載の温度制御チャック。

【請求項4】

ほぼ平坦な物体を保持するための温度制御チャックであって、

前記物体を保持するための複数の保持ピンと、

物体支持面および裏面を有するチャック本体であって、前記物体支持面は、前記複数の保持ピンを介して、表面および裏面を有するほぼ平坦な物体を該物体の裏面で保持しているチャック本体と、

前記平坦な物体の温度分布を測定するために前記物体支持面に分散している複数の温度感知部材と、

20

前記平坦な物体の裏面に面して該物体支持面に分散している複数の別個の温度作用要素であって、前記各温度作用要素は、前記物体の裏面の一部領域の温度に所望のように作用するように配置されている温度作用要素とを備え、

前記温度作用要素は、ヒートシンクピン及び加熱素子からなり、

前記保持ピンは、前記物体支持面から突出すると共に、前記物体支持面上において前記複数の温度作用要素間に配置されるよう均一に分散している温度制御チャック。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本発明は一般に、ほぼ平坦な物体の一部領域の温度制御に関する。本発明は、より詳細には、ほぼ平坦な物体を保持するための温度制御チャックに関する。この種の温度制御チャックでは、ほぼ平坦な物体の温度分布を感知または測定することが可能であり、温度作用要素によって前記物体の裏面の一部領域の温度を変えて、均一な温度分布を得ることが可能である。さらに、本発明は、温度制御ウェハチャックと、ウェハ等のほぼ平坦な物体の温度制御方法とに関する。最後に、本発明は、温度制御ウェハチャックを有するウェハ用露光装置のプリアライン部にも関するほか、ウェハの温度を測定し、所望のように作用するウェハチャックを備えた、ウェハ用露光装置の露光ウェハチャックに関する。

【背景技術】

【0002】

40

集積回路は、通常、所定の材料の個々の層を、ウェハ形状の半導体基板（「ウェハ」）に堆積することによって製造される。集積回路の個々の層は、一連の製造工程によって形成される。例えば、予め回路層が形成されているウェハに回路層を形成する場合、予め形成されている回路層に二酸化シリコンなどの酸化物を堆積して、絶縁層を形成する。続いて、フォトレジストと呼ばれる、照射によって性質が変わる材料を使用して、ウェハに次の回路層のパターンを形成する。

【0003】

フォトレジスト材料は一般に、有機樹脂、感光剤および溶媒の混合物からなる。感光剤はジアゾナフサキノンなどの化合物であり、可視光および紫外光などの放射エネルギーに曝されると化学変化を受ける。感光剤材料は、照射を受けると、種々の溶媒に対する溶解

50

性が照射を受けていない場合と比べて変化するため、フォトレジストの選択的除去が可能となる。樹脂は、フォトレジストに機械的強度を付与するために用いられており、溶媒は、フォトレジストをウェハ表面に均一に塗布できるように、フォトレジストの粘度を低下させる作用を有する。

【0004】

フォトレジスト層をウェハ表面に塗布した後に、通常はウェハを熱処理して、溶媒を気化させ、フォトレジスト層を硬化させる。次に、放射 (radiation) を透過させないマスクを使用して、フォトレジスト層に選択的に照射する。マスクには、放射を透過させる箇所があり、この箇所が次の回路層のパターンを画定している。マスクをフォトレジスト層の上部に置いて、透明な部分の下にあるフォトレジストが照射を受ける。ウェハを取り出して、現像液と呼ばれる加工液をフォトレジスト層に作用させる。現像液は、照射を受けたフォトレジストか、照射を受けていないフォトレジストを選択的に溶解させて除去し、下層にある絶縁層を露出させる。

【0005】

絶縁層の露出した部分を、エッチャントを使用して選択的に除去して、その下層の回路層を露出させる。このプロセスにおいては、絶縁層の部分のみがエッチャントの攻撃を受けるように、エッチャントに対する耐性は、フォトレジストのほうが絶縁層よりも高くなければならない。または、イオンを露出させた下地層に注入して、フォトレジスト層には注入せずに、フォトレジストに被覆されていない下地層にのみ選択的に注入してもよい。残ったフォトレジストは、溶媒を使用するか、強力な酸化剤であるプラズマ状態の液体または気体を使用して除去する。続いて、次の層を堆積し、上記プロセスを半導体デバイスの製造が完了するまで繰り返す。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

リソグラフィーの露光時に、ウェハに熱勾配が生じ、膨張または収縮による線状パターンのトランスファー効果 (linear pattern transfer effect) が生じる。前の工程のフォトレジストのトラックのホットプレートのために、ウェハの温度にばらつきが生じることがある。このベークが均一ではないか、露光装置に搬送する前にウェハの冷却が不十分であると、非線状効果 (non-linear effect) が生じることがある。トラックから露光装置にウェハを搬送中に、露光前にウェハが熱的に安定するための十分な時間がないことがある。この効果によって、オーバーレイまたは格子歪み (grid distortion) などのパターンのトランスファー誤差、およびチップの倍率誤差が生じる。非線形誤差の別の発生源は、リソグラフィープロセス以外にもあり得る。このような発生源には、アニール (RTA) 等の急速熱処理 (拡散または化学気相成長 [CVD] 等)、化学的機械的研磨 (CMP) などがある。このような非線状誤差はウェハ全体にさまざまに生じ、誤差が大きい場合は補正が困難となる。

【0007】

わずか0.1の温度差であっても、オーバーレイに影響を与えることがある。ウェハは、露光装置の環境との伝導が起こるか、いわゆるチャックと呼ばれる、温度制御がされていない表面に接触したときにのみ平衡に達する。リソグラフィー処理中に「バナナ効果 (banana effect)」と呼ばれる欠陥が発生する。ウェハがトラックのホットプレートの温度が不均一な表面に接触すると、ウェハに大きな温度勾配が生じ、この領域でオーバーレイが生ずる。バナナ効果による非線状誤差は、典型的にはウェハのエッジ部に存在し、形状がバナナに似た半円形のパターンにおいて発生する。この非線状誤差の大きさは、場所によって大きくばらつき、このため通常のリソグラフィー処理によって補正することが困難である。

【0008】

このように、ウェハ等のほぼ平坦な物体を保持するための改良されたチャック、ならびにプリアライン部または露光装置においてウェハの温度を制御する方法に対するニーズが

10

20

30

40

50

存在することが明らかである。これらは、何にも増して、上記の問題を解消して、ウェハの表面全体の温度分布を均一化する。

【0009】

さらに、ウェハ全体の大きな温度勾配を低減させるか、ウェハの局所的な領域における所定の温度ピークまたは温度深度 (temperature depth) を使用して、ウェハグリッド (wafer grid) の歪みを低減または防止するために、ほぼ平坦な物体、特にウェハの局所的な領域の温度に、所望の方法で作用することが可能な改良されたチャックを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記の目的およびその他の目的は、本発明による温度制御チャック、ならびに半導体ウェハなどのほぼ平坦な物体の温度制御方法によって達成される。本発明による温度制御チャックは、物体支持面と裏面とを有するチャック本体と、表面および裏面を有するほぼ平坦な物体を該物体の裏面で保持する前記物体支持面とを有する。前記物体の温度分布を測定するために、複数の温度感知部材が前記物体支持面に分散している。複数の別個の温度作用要素が前記平坦な物体の裏面に面して前記物体支持面に分散しており、前記温度作用要素の各々は前記物体の裏面一部領域の温度に所望のように作用するように配置されている。

【0011】

本発明による温度制御チャックは、所望の方法によってウェハ、特にウェハの裏面の一部領域の温度に作用する機能を提供する。例えば、本発明による温度制御チャックを使用すると、温度を摂氏1の10分の1の精度で変え、全体として±1内に制御することができる。このため、ウェハ全体にわたって良好な温度均一性が得られる。また、ウェハのプロセス歪みを補正するように部分的に変えることも可能である。例えば、ウェハの一部領域の温度を正確に制御することができる場合、レンズ交換またはハウジング圧を変更するか倍率調整用の視野レンズを別途設ける代わりに、チャック温度を変えることによって、チップ倍率誤差を調整することも可能である。また、電流によるレンズ倍率補正系と併用し、チップ倍率を温度調整によって粗く補正することも、最新の高精度の補正方法によって調整することも可能にすることができる。本発明の好適な実施形態を使用すれば、露光装置のレンズ設計を簡略化することが可能となり、これによって露光装置の製造コストを低減することができる。

【0012】

本発明による温度制御チャックの好適な実施形態は複数の圧電部材を有しており、各圧電部材が局所的な領域または物体の裏面の一部領域に作用できるように、圧電部材の各々は個別に制御可能である。圧電部材に付与される電流および電圧の少なくともいずれかを変えることによって、物体の裏面の温度を所望の方法で制御することが可能である。

【0013】

本発明による温度制御チャックのさらに別の実施形態は、上記の温度作用圧電部材を有する。これらの圧電部材の少なくとも一部は、ウェハなどの平坦な物体の裏面に接触できるように配置されている。圧電部材と前記平坦な物体の裏面とが接触することにより、前記平坦な物体の裏面の温度に対する作用が改善される。

【0014】

本発明の別の実施形態においては、複数の支持ピン部材が前記物体支持面に分散し、前記平坦な物体の裏面に接触するように構成される。本発明のこのような実施形態においては、ウェハは支持ピン部材の上に保持され、支持ピン部材の間に分散している圧電部材は温度を測定または感知する働きと共に、所望の方法で温度に作用する働きをする。

【0015】

本発明の別の実施形態は、物体の裏面の局所的な領域の温度に作用するため、赤外線を照射された別個の光ファイバを有する。

光ファイバが上記のように物体の裏面の局所的な領域の温度に作用するために使用され

10

20

30

40

50

た場合、本発明の好適な実施形態においては、これら温度作用光ファイバは、物体の裏面から離間されるように配置されている。

【0016】

本発明の別の好適な実施形態は、温度作用要素として、赤外線を照射された複数の光ファイバと複数の圧電部材とを有する。光ファイバと圧電部材との組み合わせによって、物体の裏面の温度分布と、温度分布に対する作用とが良好なものとなる。

【0017】

また、本発明の別の実施形態は、温度作用要素としてヒートシンクピンと加熱素子とを有する。このため、このような実施形態においては、物体の裏面の局所的な領域は、加熱のみならず冷却すること可能である。

10

【0018】

前記平坦な物体の裏面の近くに選択的に移動可能な温度作用要素を使用することによって、物体の裏面の局所的な領域の温度に対する作用が良好なものとなる。

本発明の別の実施形態は、所望の方法で前記平坦な物体の温度分布を制御するために、前記複数の別個の温度作用要素に接続された温度制御装置を有する。

【0019】

本発明の好適な実施形態は、ウェハ支持面と該ウェハ支持面に対向する裏面とを有するチャック本体とを有し、前記ウェハ支持面は表面および裏面を有するウェハを物体の裏面に保持するように適合されている温度制御ウェハチャックに言及している。複数の温度感知部材が前記ウェハ支持面に分散しており、該温度感知部材の各々は前記ウェハ裏面の一部領域の温度を感知するように配置されている。複数の別個の温度作用要素が前記ウェハ支持表面に分散しており、前記各温度作用要素は前記ウェハ裏面の一部領域の温度に作用するように配置されている。温度制御装置が、前記複数の温度感知部材と前記複数の別個の温度作用要素とに接続されており、前記平坦な物体の温度分布を所望の方法によって制御または調整する。

20

【0020】

この種の温度制御ウェハチャックの好適な実施形態は、少なくとも1つの温度検出装置と、該少なくとも1つの温度検出装置に接続され、前記温度作用要素を制御している制御ユニットとを有する温度制御装置を備える。

【0021】

30

表面と裏面とを有し、前記裏面上に支持されるほぼ平坦な物体の本発明による好適な温度制御方法は、前記平坦な物体の一部領域の裏面温度を感知する工程と、前記温度感知工程において測定された温度に基づいて物体の温度分布を判定する工程と、前記平坦な物体の裏面の一部領域の少なくとも一部の温度を所望の方法によって変更する工程とからなる。

【0022】

上記方法は、特にウェハチャックに保持されたウェハの温度を制御するためのものである。

本発明による好適な方法においては、前記平坦な物体の一部領域の温度は、前記平坦な物体の裏面にわたって分散している複数の温度感知部材のうちの温度感知部材によって測定される。

40

【0023】

好適な実施形態においては、これらの温度感知部材は圧電部材からなる。

本発明による好適な方法においては、前記平坦な物体の一部領域の温度は、前記平坦な物体の裏面にわたって分散している複数の温度作用要素のうちの温度作用要素による作用を受ける。

【0024】

好適な実施形態においては、各温度作用要素は赤外光ファイバーである。

本発明による方法の別の好適な実施形態においては、各温度作用要素はヒートシンクピンである。

50

【0025】

本発明による方法の別法による実施形態においては、圧電部材は温度作用要素として使用される。

本発明による方法の別の実施形態は、温度作用要素として赤外光ファイバ、圧電部材およびヒートシンクピンを含む。

【0026】

ウェハ用露光装置のプリアライン部の好適な実施形態は、ウェハ支持面と該ウェハ支持面に対向する裏面とを有するチャック本体であって、前記ウェハ支持面は表面および裏面を有するウェハを物体の裏面に保持するように適合されている。複数の温度感知部材が前記ウェハ支持面に分散しており、該温度感知部材の各々は前記ウェハ裏面の一部領域の温度を感知するように配置されている。複数の別個の温度作用要素が前記ウェハ支持表面に分散しており、前記温度作用要素の各々は前記ウェハ裏面の一部領域の温度に作用するように配置されている。温度制御装置が、前記複数の温度感知部材と前記複数の温度作用要素とに接続されており、前記平坦な物体の温度分布を所望のように制御する。

10

【0027】

ウェハ用露光装置の露光チャックの好適な実施形態は、ウェハ支持面と該ウェハ支持面に対向する裏面とを有するチャック本体を備え、前記ウェハ支持面は表面および裏面を有するウェハを物体の裏面に保持するように適合されている。複数の温度感知部材が前記ウェハ支持面に分散しており、各前記温度感知部材は前記ウェハ裏面の一部領域の温度を感知するように配置されている。複数の別個の温度作用要素が前記ウェハ支持表面に分散しており、前記温度作用要素の各々は前記ウェハ裏面の一部領域の温度に作用するように配置されている。温度制御装置は、前記複数の温度感知部材と前記複数の温度作用要素とに接続され、前記平坦な物体の温度分布を所望のように制御する。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

本発明の種々の好適な実施形態を、添付の図面を参照して詳細に記載する。添付の図面においては、同一の要素に対して同一の参照符号が用いられている。

本発明は、ウェハチャックの改良、特にリソグラフィー用ウェハチャックの改良を提供し、これは特に小口径ウェハのほか、例えば、直径300mmの大口径ウェハを保持するために有用である。

30

【0029】

図1に、ウェハ支持面21と前記ウェハ支持面に対向する裏面22とを有するウェハチャック本体20の側面図の模式図を示す。ウェハ支持面21には、複数の圧電ピン要素4が分散している。圧電ピン4は、ウェハ1の裏面3を支持するための上面5を有する。また、ウェハ1は、ウェハの裏面3に対向する表面2を有し、表面2は露光装置において露光を受ける。

【0030】

各圧電ピン4は、ウェハチャック本体20のウェハ支持面21から突出しており、図2に示すようにウェハ支持面21に均一に分散している。必要であれば、圧電部材4を不均一に分散して配置することも可能である。圧電部材の間には、赤外光ファイバ6が配置されている。これらの光ファイバ6は、チャック本体20のウェハ支持面21から突出しているが、光ファイバの上端は、圧電部材4の上端ほど高くはない。このため、光ファイバ6の上端はウェハの裏面3に接触しない。図1に示すように、温度制御装置30は、リード線31を介して各圧電部材4と各赤外光ファイバ6とに接続されている。

40

【0031】

図2に、ウェハチャック本体20の一部領域の上面図を示す。本図に、圧電部材4の上端と赤外光ファイバ6の上端が示されている。図1, 2に示したウェハチャックの動作は以下のとおりである。ウェハの裏面3が圧電ピン4の上面5に接してウェハ1が置かれるように、ウェハ1が圧電ピン4の上面5に配置される。各圧電ピン4のV(電圧差)を感じまたは測定することによって、ウェハの裏面のTを測定することが可能である。こ

50

のため、ウェハの裏面3の温度分布を得ることができる。図1, 2に示す好適な実施形態においては、赤外光ファイバ6を使用して温度が調整される。温度制御装置30により、ウェハの裏面3の一部領域の温度に所望の方法によって作用することができる。本例においては、温度を上げることができるように、各赤外光ファイバを制御することが可能である。赤外放射のパルスおよび強度を変えることによって、光ファイバ6を伴って一部領域の温度を上げることが可能である。

【0032】

ここでも、ウェハの分布状態は、圧電部材4によって測定する。この例でも、必要であれば少なくとも1つの光ファイバ6を作動させて、温度分布を所望の温度範囲（例えば0.1などに）に制御することができる。

10

【0033】

圧電ピンの代わりに、保持ピンを使用することも可能である。このような実施形態においては、温度は通常の温度感知部材によって測定される。

本発明によるウェハチャックの第2実施形態を図3, 4に示す。この例は、図1, 2に示した第1実施形態とは異なり、赤外光ファイバ8は圧電ピン4の中心に配置されている。図4には、圧電ピン4の分布と、圧電ピン4の中心に配置された赤外光ファイバ8が示される。このような構成においては、圧電部材と温度作用光ファイバ8とを密に配置することが可能となる。このため、ウェハの裏面3の温度分布を、ウェハの裏面3の部分的な領域のより多くにおいて測定することが可能である。

【0034】

20

図3, 4による第2実施形態の動作は、第1実施形態と同じである。

本発明によるウェハチャックの第3実施形態を図5, 6に示す。図3, 4に示した第2実施形態とは異なり、ヒートシンクピン9が、中央に光ファイバ8が入った圧電ピン4の間に分散している。ここでも、上記の要素の分布が、図6に模式的に示されている。本例では、ウェハの裏面3の一部領域の温度に作用して、温度を上昇または低下させることがあり得る。少なくとも1つの光ファイバ要素とヒートシンクピン9とを別々に作動させることによって、ウェハの裏面3の一部領域の温度を上昇または低下させることが可能である。この場合も、制御装置は、ヒートシンクピン9、赤外光ファイバ要素8および圧電部材4を制御するように配置されている。

【0035】

30

ヒートシンクピン9の上面10は、ウェハの裏面3に接触していない。必要であれば、表面10がウェハの裏面3に接触して、ウェハの裏面3から熱を奪うようにしてもよい。

図7, 8に示す別の好適な実施形態においては、光ファイバ8を圧電部材4の中心に配置する代わりに、別の要素として配置している。これ以外の特徴は、図5, 6に示した実施形態と類似している。図8では、圧電部材4、ヒートシンクピン9、および赤外光ファイバ要素8の分布が模式的に示されている。

【0036】

図9に示す例のように、ウェハの裏面3に、ウェハ1の平均温度よりも低い局所的な領域11がある場合、ウェハ1の局所的な領域11に対向する温度作用要素4, 8, 9を作動させて、ウェハの裏面3の温度分布を均一にすることが可能である。

40

【0037】

図10のフロー図に、本発明による方法の工程を示す。工程S1において、ウェハの裏面の温度差Tを測定する。必要であれば、ウェハの温度分布をさらに均一にするために、工程S2において、圧電部材の少なくとも1つの赤外光ファイバ、ヒートシンク、赤外光ファイバとヒートシンクとの組み合わせまたは圧電部材の組み合わせを作動させることによって、温度を調整する。TがT_{MAX}以下である場合、工程S4において、ウェハを露光させる。TがT_{MAX}を超える場合、再度ウェハの裏面の温度差Tを測定し、工程S2において温度を調整する。ここで、T_{MAX}は約0.1か、または0.1~1の範囲の値となる。

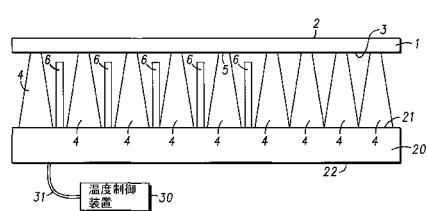
【図面の簡単な説明】

50

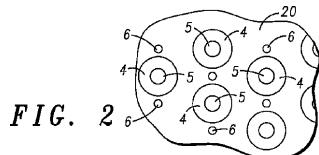
【0038】

- 【図1】本発明の第1実施形態によるウェハチャックの模式側面図。
- 【図2】図1のウェハチャック圧電部材および赤外光ファイバの分布を示す模式上面図。
- 【図3】本発明の第2実施形態によるウェハチャックの模式側面図。
- 【図4】図3に示したウェハチャックの第2実施形態の模式上面図。
- 【図5】本発明の第3実施形態によるウェハチャックの模式側面図。
- 【図6】本発明の第3実施形態によるウェハチャックの模式上面図。
- 【図7】本発明の第4実施形態によるウェハチャックの模式側面図。
- 【図8】図7に示した本発明の第4実施形態によるウェハチャックの模式上面図。
- 【図9】ウェハの裏面の平均温度より温度が低い局所的な領域を示す、局所的な領域を有するウェハの裏面模式上面図。
- 【図10】本発明による方法の好適な実施形態模式フロー図。

【図1】



【図2】



【図3】

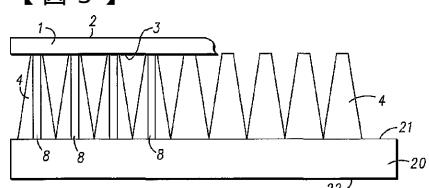


FIG. 3

【図4】

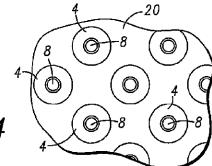


FIG. 4

【図5】

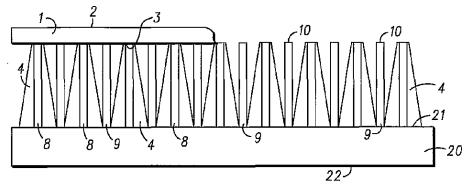


FIG. 5

【図6】

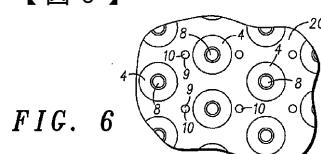


FIG. 6

【図7】

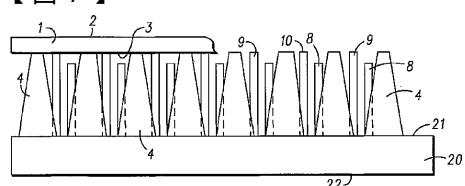
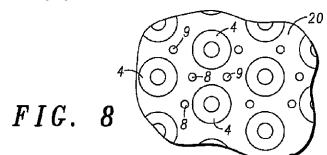
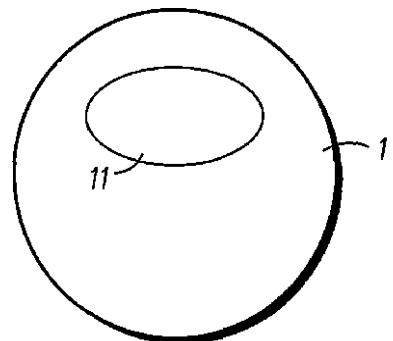


FIG. 7

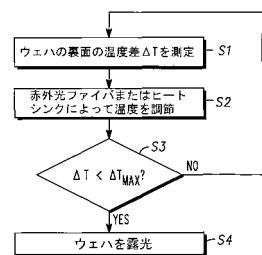
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 シャルル、アラン ピー .

シンガポール国 パウヒニア コート メイプルウッズ 03-20 ブキット ティマ ロード
985

(72)発明者 マウツ、カール イー .

アメリカ合衆国 78681 テキサス州 ラウンドロック ウッドウェイ ノース 2306

審査官 岩本 勉

(56)参考文献 米国特許第5802856 (U.S., A)

特開平11-083874 (JP, A)

特開平07-283090 (JP, A)

欧州特許出願公開第633608 (EP, A1)

特開平11-219888 (JP, A)

特開平11-045878 (JP, A)

特開平05-021308 (JP, A)

国際公開第00/031777 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/027