

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5630935号
(P5630935)

(45) 発行日 平成26年11月26日(2014.11.26)

(24) 登録日 平成26年10月17日(2014.10.17)

(51) Int.Cl.

F 1

HO 1 L 21/26 (2006.01)
HO 1 L 21/683 (2006.01)HO 1 L 21/26
HO 1 L 21/68
HO 1 L 21/68Q
G
N

請求項の数 24 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2006-544191 (P2006-544191)
(86) (22) 出願日	平成16年12月17日 (2004.12.17)
(65) 公表番号	特表2007-519232 (P2007-519232A)
(43) 公表日	平成19年7月12日 (2007.7.12)
(86) 国際出願番号	PCT/CA2004/002155
(87) 国際公開番号	W02005/059991
(87) 国際公開日	平成17年6月30日 (2005.6.30)
審査請求日	平成19年12月17日 (2007.12.17)
審判番号	不服2012-13639 (P2012-13639/J1)
審判請求日	平成24年7月17日 (2012.7.17)
(31) 優先権主張番号	10/742, 575
(32) 優先日	平成15年12月19日 (2003.12.19)
(33) 優先権主張国	米国 (US)
(31) 優先権主張番号	60/568, 685
(32) 優先日	平成16年5月7日 (2004.5.7)
(33) 優先権主張国	米国 (US)

(73) 特許権者	513011661 マツソン テクノロジー、インコーポレイ テッド アメリカ合衆国 94538 カリフォル ニア、フレモント、ベイサイド パークウ エイ 47131
(74) 代理人	110000855 特許業務法人浅村特許事務所
(72) 発明者	カム、デーヴィッド、マルコム カナダ国、ブリティッシュ コロムビア、 バンクーバー、ウエスト フォーティー ンス アベニュー 3755

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】工作物の熱誘起運動を抑制する機器及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

a) 工作物の熱伝導時間より短い継続時間の照射フラッシュを該工作物に照射するための少なくとも一つの照射フラッシュ装置を含む工作物加熱システムであって、前記照射フラッシュを照射することにより前記工作物の中心領域と外周領域とが互いに相対的に垂直方向に変位する振動運動を含む熱誘起運動を該工作物に生じさせるようになっている工作物加熱システム、および

b) 前記工作物の静止位置から 0 . 5 mm を超え、 3 mm 未満の離間距離だけ離間して配置された減衰部材であって、該減衰部材と該工作物との間のガス圧が該工作物の振動運動に抗して該振動運動を減衰させる減衰力を該工作物に印加する減衰部材を含み、

前記工作物は半導体ウエハを含み、前記減衰部材は、前記ウエハから離間した減衰プレートを含み、

前記減衰プレートは、その表面に画定された環状陥凹部を備え、熱誘起した前記振動運動中に、前記ウエハの外縁を前記環状陥凹部内に収容するように構成される、機器。

【請求項 2】

前記減衰プレートは、 1 mm を超える距離だけ前記ウエハの静止位置から離間している、請求項 1 に記載の機器。

【請求項 3】

前記減衰プレートの上で前記ウエハを支持するように構成された支持システムをさらに備える、請求項 1 に記載の機器。

10

20

【請求項 4】

前記減衰プレートの下で前記ウエハを支持するように構成された支持システムをさらに備える、請求項 1 に記載の機器。

【請求項 5】

前記減衰部材は、第 1 及び第 2 の減衰部材を含み、前記機器はさらに、前記第 1 減衰部材の上で、且つ、前記第 2 減衰部材の下で前記工作物を支持するように構成された支持システムを備え得る、請求項 1 に記載の機器。

【請求項 6】

前記減衰部材は石英の窓を備える、請求項 1 に記載の機器。

【請求項 7】

前記減衰部材に補助熱エネルギーを供給するように構成された補助加熱器をさらに備える、請求項 1 に記載の機器。

【請求項 8】

前記工作物加熱システムはさらに、前記照射フラッシュに先立つ事前加熱段階中に前記工作物を事前加熱するように構成された事前加熱システムを備える、請求項 1 に記載の機器。

【請求項 9】

前記減衰部材と前記工作物の間の離間距離は、前記減衰力を調節するために調節可能である、請求項 8 に記載の機器。

【請求項 10】

前記減衰部材と前記工作物の間の離間距離は、前記事前加熱段階中に採用可能な少なくとも第 1 の距離と、前記第 1 の距離よりも短く、前記照射フラッシュ及び後続の運動減衰の段階中に採用可能な第 2 の距離との間で調節可能である、請求項 8 に記載の機器。

【請求項 11】

前記減衰部材と前記工作物の間の前記距離は、前記第 1 の距離と、前記第 2 の距離と、前記第 2 の距離よりも長く、前記運動減衰段階後の冷却段階中に採用可能な第 3 の距離との間で調節可能である、請求項 10 に記載の機器。

【請求項 12】

前記減衰部材は、複数の陥凹部が画定された平面プレートを含み、それによって、各陥凹部の近傍では、前記陥凹部から離れたところよりも前記減衰力が小さくなる、請求項 1 に記載の機器。

【請求項 13】

a) 工作物に、該工作物の熱伝導時間より短い継続時間の照射フラッシュを照射して、該工作物の中心領域と外周領域が相対的に垂直に変位する振動運動を含む熱誘起運動を該工作物に誘起させる段階、

b) 減衰部材を準備し、該減衰部材を前記工作物の静止位置から 0 . 5 mm を超え、3 mm 未満の所定離間距離を保って前記減衰部材を前記工作物から隔置させて、該減衰部材と前記工作物との間のガス圧力が該工作物の前記振動運動に抗して該振動運動に減衰力を与えて該振動運動を減衰させる段階と、を含み、

前記工作物は半導体ウエハを含み、前記減衰部材は、前記ウエハから離間した減衰プレートを含み、前記振動運動の際に、前記減衰プレートの表面に画定された環状陥凹部に前記ウエハの外縁を収容することをさらに含む、方法。

【請求項 14】

前記離間距離が、前記ウエハの静止位置から 1 mm を超える、請求項 13 に記載の方法。

【請求項 15】

前記減衰プレートの上で前記ウエハを支持して保持する、請求項 13 に記載の方法。

【請求項 16】

前記減衰プレートの下で前記ウエハを支持して保持する、請求項 13 に記載の方法。

【請求項 17】

10

20

30

40

50

前記減衰部材は、第1及び第2の減衰部材を含み、前記第1減衰部材の上で、且つ、前記第2減衰部材の下で前記工作物を支持して保持する、請求項1_3に記載の方法。

【請求項18】

前記減衰部材は石英の窓を備える、請求項1_3に記載の方法。

【請求項19】

前記減衰部材に補助熱エネルギーを供給することをさらに含む、請求項1_3に記載の方法。

【請求項20】

前記照射フラッシュの照射に先立つ事前加熱段階中に前記工作物を事前加熱することをさらに含む、請求項1_3に記載の方法。

10

【請求項21】

前記減衰部材と前記工作物の間の距離を調節することをさらに含む、請求項2_0に記載の方法。

【請求項22】

前記事前加熱段階中に前記減衰部材と前記工作物の間の第1の離間距離を維持することと、前記照射フラッシュ及び後続の運動減衰の段階中に前記第1の離間距離よりも短い前記減衰部材と前記工作物の間の第2の離間距離を維持することとをさらに含む、請求項2_0に記載の方法。

【請求項23】

前記運動減衰段階後の冷却段間に前記減衰部材と前記工作物の間で前記第2の離間距離よりも長い第3の離間距離を維持することをさらに含む、請求項2_2に記載の方法。

20

【請求項24】

前記減衰部材は、複数の陥凹部が画定された平面プレートを含み、前記ガス圧力の変化に起因する前記減衰力が、各陥凹部近傍では、前記陥凹部から離れたところの前記減衰力よりも小さい、請求項1_3に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願は、2004年5月7日出願の米国特許出願第60/568685号及び2003年12月19日出願の米国特許出願第10/742575号の優先権を主張する。

30

【0002】

本発明は、工作物の熱誘起運動を抑制する方法及び機器に関する。

【背景技術】

【0003】

多くの応用例が工作物の熱誘起運動に関わる。例えば、マイクロプロセッサなどの半導体チップの製作では、工作物は典型的には、アニールその他の熱処理のために熱処理チャンバ内で支持される半導体ウエハを含む。米国特許出願第10/742575号（公開番号U.S. 2004/0178553 A1号）は、このような半導体ウエハをアニールする熱処理技術の実施例を論じている。この実施例では、まずウエハを中間温度に事前加熱し、次いで、上部すなわちデバイス側の表面をアニール温度に急速に加熱する。初期事前加熱段階は、ウエハを貫通する熱伝導時間よりもかなりゆっくりした速度で行われる。これは、アーク・ランプでウエハの裏面すなわち基板側を照射して、例えば400/秒未満の傾斜速度でウエハを加熱することによって実現し得る。後続の表面加熱段階は、ウエハを貫通する熱伝導時間よりもはるかに急速に行われ、そのため、デバイス側表面だけが最終アニール温度に加熱され、ウエハの大部分は中間温度に近い温度のままである。このような表面加熱は、1つ又は複数のフラッシュ・ランプからの高出力照射フラッシュにデバイス側表面を露出することによって実現し得る。このフラッシュの継続時間は、例えば1ミリ秒という比較的短いものである。この場合、ウエハの大部分はより温度が低く、それがヒート・シンクとして働き、そのため、デバイス側表面の急速冷却が容易に行われる。

40

。

50

【0004】

ウエハの大部分よりもかなり高い温度にウエハのデバイス面を急速に加熱することを必要とするこのようなアニール法では、デバイス面は、ウエハの残りの部分よりも大きな割合で熱膨張する。本発明者ら及び上記米国出願の発明者らは、このことにより、デバイス面温度とウエハの大部分の温度との温度差の大きさに応じて、通常は平面のウエハが変形して熱変形形状になる「熱による反り」が生じる傾向があり得ることに気づいた。デバイス面加熱段階の規模及び速度に応じて、熱変形形状は、ウエハの中心がその縁部領域に対して相対的に急速に持ち上がる傾向があるドーム形状の性質を有することがある。熱による反りにより、工作物の外周又は縁部（例えば、30cmウエハの外側の1~2cm）が急峻に下向きに湾曲することもあり、そのため、この熱変形形状は、FRISBEE（商標）飛行円板の性質を有することもある。実際には、ある種の応用例では、後者の工作物の外周における湾曲作用は、前者の工作物全体としてのドーム形状の湾曲よりも顕著になる傾向があることがわかっているが、これは、対象とする熱サイクルの物理的なパラメータに依存し得る。この熱変形形状は、ウエハの最小応力構成を表し、そのため、デバイス面とウエハの大部分の間の温度勾配に起因する熱応力が最小限に抑えられている。しかし、ウエハのデバイス面が加熱される速度が極端に速いために（例えば、1ミリ秒のフラッシュの過程では、ウエハ内の典型的な熱伝導時間よりもはるかに速い）、ウエハの変形は、チャンバ内でウエハを支持する支持ピンに、ウエハの縁部が下向きの大きな力を加えるほど急速に生じることがある。従来型の支持ピンは典型的には剛体であり、それによって生じるピンとウエハの縁部との間の反力により、ウエハが損傷を受けることがある。このような力により、ウエハが支持ピンから垂直上向きに飛び出し、その結果、ウエハが下向きに落下してピンに当たるときにウエハがさらに損傷を受けることがある。また、従来型の支持ピンは、このような力に耐えるように設計されていないので、これらの支持ピンは破壊される傾向があり、その結果、ウエハがチャンバ内に落下し、損傷を受けるか、又は破壊される。さらに、このような熱による反りが急激に生じるために、ウエハの様々な領域に与えられる初速度により、ウエハが平衡最小応力形状を通り越し、発振又は振動する傾向があり、その結果、追加の応力が生じ、ウエハが損傷を受ける潜在的な可能性がある。

【0005】

上記米国出願公開US 2004/0178553 A1号は、生じる熱応力の影響下で工作物が動いてそれ自体の内部応力を最小限に抑えることができるよう工作物を支持し、それによって、ウエハが損傷又は破壊する確率を小さくすることによって、このような難点を克服するための多くの手法を開示している。ウエハの振動又は発振を抑制する手法も開示されているが、このような振動により、対象とする特定のアニール法の周辺状況によっては、ウエハの損傷又は破壊が生じる傾向があり得るので、さらに抑制することが望ましい。

【0006】

先に述べたアニール法の最近提案された変形形態は、事前加熱段階中に、アーチ・ランプの代わりにホット・プレートを使用することに関わるものである。後続のデバイス側表面加熱段階では、一群のフラッシュ・ランプを使用して、高出力照射フラッシュを生成する。ウエハは、ホット・プレートを貫通して画定されたガスの流路又は通路を含む真空チャックと、ウエハの裏面の直下の、ガスをポンプ輸送して通路から出して通路内に真空を生成する圧縮機とによって、ホット・プレートに緊密に接触して保持される。事前加熱段階及び後続のデバイス側表面加熱段階の両方の間、チャネル内の真空により効果的に、ウエハはホット・プレートの表面に当たった状態で緊密に吸引される。しかし、デバイス側表面加熱段階中、この真空チャックにより、ウエハは熱により反ることが妨げられ、そのため、ウエハ自体の内部応力が最小限に抑えられるようにウエハが変形することが妨げられる。その結果、特に「急上昇」（すなわち、中間温度と最終デバイス面温度の差）の大きさが大きい場合には、ウエハが破壊される傾向がある。そのため、ウエハの動き又は振動を抑制するこのような締付け型の手法は望ましくない。

10

20

30

40

50

【0007】

したがって、工作物の熱誘起運動を抑制する改善されたやり方が求められている。

【発明の開示】**【課題を解決するための手段】****【0008】**

本発明は、本発明の一態様による工作物の熱誘起運動を抑制する機器を提供することによって上記の必要に対処する。この機器は、工作物の動きを熱により誘起するように構成された工作物加熱システムを備える。この機器はさらに、工作物から離間し、減衰力を加えて工作物の動きを減衰させるように構成された減衰部材を備える。

【0009】

有利には、この減衰部材は工作物から離間しているので、減衰部材と工作物が直接、機械的に接触することがなく、そのため、工作物の破壊又は損傷の確率が減少する。

【0010】

好ましくは、この減衰部材は、減衰部材と工作物の間のガス圧が工作物の動きを妨げるのに十分に短い距離だけ工作物の静止位置から離間している。例えば、工作物が、減衰部材よりも短い距離だけ上で支持される半導体ウエハである場合、照射フラッシュにより、ウエハの中央部分が減衰部材から離れて上向きに急激に持ち上がることがある。これにより、ウエハと減衰部材の隙間に低ガス圧ゾーンが生成される。そのため、ウエハの上のより高い周囲圧力と、ウエハの下の隙間の低圧との間に圧力差が形成され、それによって、ウエハの上向きの動きが妨げられる傾向がある。逆に、ウエハの中央部分が下向きに戻り、その平面均衡位置を通り越す場合、これにより、ウエハと減衰部材の隙間に、ウエハの上の周囲圧力よりも高い圧力が生成され、その結果、この圧力差により、ウエハが発振又は振動するときのウエハの動きが継続して妨げられる。そのため、損傷を与える潜在的な可能性があるウエハと減衰部材の物理的な接触を必要とせずに、ウエハの動き及び振動が減衰する。

【0011】

工作物は半導体ウエハを含み、減衰部材は、ウエハから離間した減衰プレートを含み得る。例えば、この減衰プレートは、1mm程度の距離だけウエハの静止位置から離間し得る。より具体的には、この減衰プレートは、0.5mmよりも長く、且つ又は3mmよりも短い距離だけウエハの静止位置から離間し得る。例えば、大気圧でのウエハ処理に関する特定の実施例では、この減衰プレートは、0.5mm～3mmの距離だけウエハの静止位置から離間し得る。

【0012】

この機器はさらに、減衰プレートの上でウエハを支持するように構成された支持システムを備え得る。或いは、この機器は、減衰プレートの下でウエハを支持するように構成された支持システムを備え得る。

【0013】

或いは、別の代替形態として、減衰部材は、第1及び第2の減衰部材を含み、この機器はさらに、第1減衰部材の上で、且つ、第2減衰部材の下で工作物を支持するように構成された支持システムを備え得る。

【0014】

この減衰プレートは、その表面に画定された環状陥凹部を含み得る。この環状陥凹部は、熱誘起湾曲中に、ウエハの外縁を収容するように構成することができる。このような陥凹部は、工作物が半導体ウエハであり、熱誘起運動が、ウエハの外縁の熱誘起湾曲を含む実施例で特に有利なことがある。このような陥凹部は、工作物の支持方法によっては他の実施例でも有利なことがある。

【0015】

工作物加熱システムは、工作物を中間温度に事前加熱するように構成された事前加熱システムと、工作物の表面領域だけを中間温度よりも高い所望の温度に加熱するように構成された表面加熱システムとを含み得る。この場合、事前加熱システム及び表面加熱システ

10

20

30

40

50

ムはそれぞれの照射システムを含み得る。例えば、事前加熱システムは直流アーク・ランプを含み、表面加熱システムは、照射フラッシュに工作物を露出させるように構成された少なくとも1つの照射フラッシュ装置を含み得る。この照射フラッシュ装置は、例えば、フラッシュ・ランプ又はマイクロ波パルス発生器を含み得る。減衰部材は、少なくとも照射フラッシュ装置と工作物の間に挿入し、照射フラッシュの少なくとも一部の波長に対して透明とし得る。

【0016】

減衰部材は窓を含み得る。この窓は、例えば石英の窓を含み得る。

【0017】

この機器はさらに、窓の温度を制御するように構成された温度制御システムを備え得る 10
。

【0018】

この機器はさらに、工作物の外周領域の近傍で、減衰部材に補助熱エネルギーを供給するように構成された補助加熱器を備え得る。この補助加熱器は、工作物の外周領域の近傍に配設された電気抵抗器式加熱器を含み得る。或いは、この補助加熱器は、工作物の外周領域の近傍に、工作物の中央近傍の減衰部材の材料よりも放射率が大きい材料を含み得る。
。

【0019】

照射システムはさらに、照射フラッシュに先立つ事前加熱段階中に工作物を事前加熱するように構成された事前加熱システムを含み得る。 20

【0020】

減衰部材と工作物の間の距離は、減衰力を調節するために調節可能とし得る。例えば、減衰部材と工作物の間の距離は、事前加熱段階中に採用可能な第1の距離と、第1の距離よりも短く、照射フラッシュ及び後続の運動減衰の段階中に採用可能な第2の距離の間で調節可能とし得る。第1の距離は、少なくとも2mmとし得る。別の実施例として、第1の距離は1cm程度とし得る。有利には、事前加熱段階で用いる第1の距離は、照射フラッシュ及び後続の運動減衰の段階で用いる第2の距離よりも長いので、事前加熱段階中の熱結合作用が減少する。第2の距離は、照射フラッシュ及び運動減衰の段階中に、減衰部材と工作物の間のガス圧が工作物の動きを妨げるのに十分に短くするようにし得る。例えば、第2の距離は約1mmとし得る。別の実施例として、第2の距離は約0.5mmとし得る。第1及び第2の距離に加えて、この距離はさらに、第2の距離よりも長く、運動減衰段階後の冷却段階中に採用可能な第3の距離に調節可能とし得る。有利には、冷却段階で用いる第3の距離は、照射フラッシュ及び運動減衰の段階で用いる第2の距離よりも長いので、冷却段階中の熱結合作用も減少する。例えば、第3の距離は少なくとも2mmとし得る。したがって、有利には、本明細書で論じるように、このような調節性により、事前加熱段階及び後続の冷却段階中の工作物と減衰部材の間の熱結合作用が減少するのと同時に、減衰部材が、照射フラッシュ及び後続の運動減衰の段階中の工作物の熱誘起運動を抑制することができる。 30

【0021】

減衰部材は、空間的に変化する減衰力を加えるように構成し得る。例えば、減衰部材は、複数の陥凹部が画定された平面プレートを含み、それによって、各陥凹部の近傍では、陥凹部から離れたところよりも減衰力が小さくなる。

【0022】

減衰部材は、工作物の動きに応答して工作物に静電気力を加えるように構成された静電チャックを含み得る。この機器はさらに、工作物の動きを検出するように構成された検出器を備え得る。

【0023】

この静電チャックは、複数の可変静電気力発生器を含み得る。各発生器は、工作物の熱誘起運動の前に、静電気により工作物を所望の形状に変形させるように選択的に制御可能とし得る。 50

【0024】

本発明の別の態様によれば、工作物の動きを熱により誘起させる手段と、減衰力を加えて工作物の動きを減衰させる手段とを備え、前記加える手段は工作物から離間している機器が提供される。

【0025】

本発明の別の態様によれば、工作物の動きを熱により誘起させることと、工作物から離間した減衰部材によって減衰力を加えて、工作物の動きを減衰させることとを含む方法が提供される。

【0026】

減衰力を加えることは、減衰部材と工作物の間の距離を、減衰部材と工作物の間のガス圧が工作物の動きを妨げるのに十分に短く維持することを含み得る。 10

【0027】

工作物は半導体ウエハを含み、減衰部材は、ウエハから離間した減衰プレートを含み得る。

【0028】

維持することは、ウエハの静止位置から 1 mm 程度の距離のところに減衰プレートを維持することを含み得る。これは、ウエハの静止位置から 0.5 mm よりも長い距離のところに減衰プレートを維持することを含み得る。或いは、維持することは、例えば、ウエハの静止位置から 3 mm 未満の距離のところに減衰プレートを維持することを含み得る。そのため、維持することは、ウエハの静止位置から 0.5 mm ~ 3 mm の距離のところに減衰プレートを維持することを含み得る。 20

【0029】

維持することは、減衰プレートの上でウエハを支持し、また、減衰プレートの下でウエハを支持することを含み得る。

【0030】

減衰部材は、第 1 及び第 2 の減衰部材を含み得る。この場合、維持することは、第 1 減衰部材の上で、且つ、第 2 減衰部材の下で工作物を支持することを含み得る。

【0031】

この方法はさらに、熱誘起運動中に、減衰プレートの表面に画定された環状陥凹部にウエハの外縁を収容することを含み得る。 30

【0032】

動きを熱により誘起することは、工作物を照射することを含み得る。これは、例えばフラッシュ・ランプ又はマイクロ波パルス発生器によって生成し得る照射フラッシュに工作物を露出させることを含み得る。減衰部材は、照射フラッシュの少なくとも一部の波長に對して透明とすることができます、照射することは、減衰部材を貫通して工作物に照射フラッシュの少なくとも一部を伝達することを含み得る。

【0033】

減衰部材は、石英の窓などの窓を含み得る。この方法はさらに、窓の温度を制御することを含み得る。

【0034】

この方法はさらに、工作物の外周領域の近傍で減衰部材に補助熱エネルギーを供給することを含み得る。これは、工作物の外周領域の近傍に配設された電気抵抗器式加熱器に電流を供給することを含み得る。或いは、これは、工作物の外周の近傍で、工作物の中央近傍の減衰部材の材料よりも放射率が大きい材料を照射することを含み得る。 40

【0035】

この方法はさらに、照射フラッシュに先立つ事前加熱段階中に工作物を事前加熱することを含み得る。

【0036】

この方法は、減衰部材と工作物の間の距離を調節することを含み得る。これは、事前加熱段階中に減衰部材と工作物の間の第 1 の距離を維持することと、照射フラッシュ及び後 50

続の運動減衰の段階中に第1の距離よりも短い減衰部材と工作物の間の第2の距離を維持することとを含み得る。第1の距離を維持することは、事前加熱段階中に減衰部材と工作物の間で少なくとも2mmの距離を維持することとを含み得る。第2の距離を維持することは、照射フラッシュ及び運動減衰の段階中に減衰部材と工作物の間のガス圧が工作物の動きを妨げるのに十分に短い距離を維持することとを含み得る。これは、照射フラッシュ及び運動減衰の段階中に、減衰部材と工作物の間で約1mmの距離を維持することとを含み得る。或いは、これは、照射フラッシュ及び運動減衰の段階中に、減衰部材と工作物の間で約0.5mmの距離を維持することとを含み得る。この方法はさらに、運動減衰段階後の冷却段階中に減衰部材と工作物の間で第2の距離よりも長い第3の距離を維持することとを含み得る。第3の距離を維持することは、冷却段階中に減衰部材と工作物の間で少なくとも2mmの距離を維持することとを含み得る。有利には、第1及び第3の距離が第2の距離よりも長いので、事前加熱段階及び冷却段階の間に熱結合作用が減少するのと同時に、照射フラッシュ及び運動減衰の段階中に動きが十分に減衰する。

【0037】

減衰力を加えることは、空間的に変化する減衰力を加えることを含み得る。例えば、減衰部材は、複数の陥凹部が画定された平面プレートを含み、その結果、ガス圧の変化に起因する減衰力が、各陥凹部近傍では、陥凹部から離れたところの減衰力よりも小さくなる。

【0038】

減衰力を加えることは、工作物の動きに応答して静電チャックによって加えられる力を変化させることとを含み得る。この方法はさらに、工作物の動きを検出することとを含み得る。静電チャックは、複数の可変静電気力発生器を含み、工作物の動きが熱により誘起される前に、静電気力発生器を選択的に制御して静電気により工作物を所望の形状に変形させることとを含み得る。

【0039】

本発明の他の態様及び特徴は、本発明の特定の実施例の以下の説明を添付の図と併せ読めば当業者には明らかになるであろう。

【実施例】

【0040】

図1及び図2を参照すると、本発明の第1実施例による工作物の熱誘起運動を抑制する機器が全体的に100で示されている。この実施例では、機器100は、全体的に102で示す工作物加熱システムを備える。この工作物加熱システムは、工作物104の動きを熱により誘起するように構成され、これは、この実施例では、このような動きが熱により誘起されるように工作物を熱処理することによって実現される。本実施例では、機器100はさらに、工作物104から離間し、減衰力を加えて工作物の動きを減衰させるように構成された減衰部材106を備える。

【0041】

この実施例では、加熱システム102は、工作物を中間温度に事前加熱するように構成された事前加熱システムと、工作物の表面領域だけを中間温度よりも高い所望の温度に加熱するように構成された表面加熱システムとを備える。この実施例では、事前加熱システム及び表面加熱システムは、それぞれの照射システムを含む。より具体的には、この実施例では、事前加熱システムは、直流アーク・ランプ108を含み、表面加熱システムは、照射フラッシュに工作物104を露出させるように構成された少なくとも1つの照射フラッシュ装置を含む。さらに具体的には、この実施例では、照射フラッシュ装置は、主に可視及び赤外の波長からなる照射フラッシュを生成するように構成されたフラッシュ・ランプ110を含む。或いは、照射フラッシュ装置は、主にマイクロ波波長からなる照射フラッシュを生成するように構成されたマイクロ波パルス発生器を含み得る。より一般には、他の適当な事前加熱システム及び表面加熱システムを代わりに使用してもよい。

【0042】

この実施例では、工作物104は半導体ウエハを含み、減衰部材106は、ウエハから

10

20

30

40

50

離間した減衰プレートを含む。この実施例では、減衰部材 106 は、アーク・ランプ 108 と工作物 104 の間に挿入される。この実施例では、減衰部材は窓を含む。より具体的には、この実施例では、減衰部材は石英の窓を含む。さらに具体的には、この実施例では、減衰部材は、超高純度且つ高品質でソラリゼーションのない石英を含むが、他の適切な材料を代わりに使用することもできる。この実施例では、減衰部材 106 は、アーク・ランプ 108 又はフラッシュ・ランプ 110 のいずれかによって生成される大部分の波長に対して透明である。

【0043】

本実施例では、アーク・ランプ 108 及びフラッシュ・ランプ 110 は、例えば米国特許第 6,621,199 号又は 2004 年 2 月 12 日出願の米国特許出願第 10/777995 号に記載のものなど、カナダ国バンクーバー所在の Mattson Technology Canada 社製の高強度アーク・ランプを含む。この実施例では、アーク・ランプ 108 を使用して、工作物を貫通する熱伝導時間よりも遅い速度で工作物の裏面又は基板面 112 を照射することによって、工作物 104 を中間温度に事前加熱する。この実施例では、アーク・ランプ 108 は、約 100 / 秒 ~ 約 400 / 秒の速度で工作物を、約 600 ~ 1250 の範囲の所望の中間温度に事前加熱するが、これらの値は単なる例であり、或いは、他の事前加熱速度及び中間温度を代わりに用いてもよい。

【0044】

工作物 104 が中間温度に達すると、アーク・ランプ 108 は非活動状態にされ、フラッシュ・ランプ 110 を使用して、工作物 104 のデバイス面 114 に入射する高強度照射フラッシュを生成する。この照射フラッシュの継続時間は、工作物 104 を貫通する熱伝導時間よりもはるかに短い（後者の熱伝導時間は典型的には、10 ~ 15 ミリ秒程度である）。そのため、この照射フラッシュは、工作物を貫通する熱伝導時間よりもはるかに速い速度で実質的に高温のアーナー温度にデバイス面 114 を加熱し、その結果、工作物 104 のデバイス側表面領域だけが最終アーナー温度に加熱され、工作物の大部分は比較的低い中間温度に近い温度のままである。この最終アーナー温度は、1050 からシリコンの融点に近い温度、例えば 1410 までの範囲のより高い温度を含み得る。これを実現するために、本実施例では、照射システム、より具体的にはフラッシュ・ランプ 110 は、比較的継続時間が短い、好ましくは、例えば約 1 ミリ秒程度又はそれ未満の高出力フラッシュでデバイス面 114 を照射して、10⁵ / 秒よりも速い加熱速度でデバイス面 114 を加熱するように動作可能である。この実施例では、照射フラッシュの高強度及び短い継続時間により、工作物の残りの部分又は大部分よりもデバイス面 114 の熱膨張が大きいために、工作物 104 の熱による急激な反りが生じ、デバイス面 114 の中央領域が上向きに急激に動こうとし、また、工作物 104 の外縁が下向きに動こうとし、その結果、工作物がわずかにドーム形状になり、工作物の外縁が急峻に湾曲すると仮定する。さらに、このような熱による反りは、工作物が熱変形したその初期形状から平衡平面位置に戻るときに、この平衡位置を通り越し、その付近で発振し始める傾向を示すほどに急激に生じると仮定する。

【0045】

先に述べたように、この実施例では、減衰部材 106 は、工作物 104 から離間した減衰プレートを含む。より具体的には、この実施例では、この減衰プレートは、減衰部材 106 と工作物 104 の間のガス圧が工作物の動きを妨げるのに十分な短い距離だけ工作物の静止位置から離間している。

【0046】

この点で、減衰部材と工作物の間隔は概ね、減衰力の所望の大きさによって決まることがある。この実施例では、工作物 104 が、急速高強度照射フラッシュに露出され、上記で説明したようにまず熱により曲がり、デバイス面 114 の中央領域が急激に上向きに上がるとき、工作物は外縁が下向きに湾曲した初期ドーム形状をとるので、工作物 104 の裏面 112 と減衰部材 106 の間の隙間 120 に、工作物のデバイス面 114 の上の周囲ガス圧よりもかなり低い低ガス圧ゾーン生じる。この圧力差により、工作物が動く方向と

10

20

30

40

50

反対の下向きの減衰力が工作物の中央領域に加わる傾向がある。次いで、工作物がその比較的平坦な初期構成に戻り、それを通り過ぎるとき（すなわち、中央領域が減衰部材に向かって下向きに反るとき）、隙間 120 内の圧力は、デバイス面 114 の上の周囲ガス圧よりも高い圧力に上昇し、その結果、圧力差が生じ、それによって工作物の中央領域に、この場合もそれが動く方向と反対の上向きの減衰力が加わる傾向がある。工作物がその初期平面位置付近で発振し続ける場合、この圧力差により、工作物の動きと反対の減衰力が継続して生成される。この圧力差（したがって、得られる減衰力）の大きさは、工作物と減衰部材の隙間 120 のサイズによって決まる。隙間が狭いほど、隙間内の圧力変化の割合が大きくなる傾向があり、そのため、より大きな復元力又は減衰力が生じる。しかし、この隙間が狭すぎる場合、減衰力が大きくなりすぎることがあり、それによって生じる応力により、工作物が損傷を受け、また破壊されることがある。逆に、この隙間が広すぎる場合、減衰力は、工作物の動きを十分に減衰させるには小さすぎることがある。これらの考察の釣合いをとり、本実施例では、減衰プレート 106 は、1 mm 程度の距離だけ工作物の静止位置から離間している。より具体的には、この実施例では、隙間 120 は、0.5 mm よりも広く、3 mm よりも狭い。というのは、0.5 mm ~ 3 mm の間隔の範囲が、本実施例では最適な減衰力をもたらす傾向があることがわかっているからである。或いは、他の適切な隙間を代わりに用いてもよく、それは、対象とする特定の機器の構成及び所望の減衰力によって決まることになる。

【0047】

この実施例では、機器 100 はさらに、アーク・ランプ 108 と工作物 104 の裏面 12 の間に挿入された第 1 の窓 116 と、フラッシュ・ランプ 110 と工作物のデバイス面 114 の間に挿入された第 2 の窓 118 を備える。この実施例では、窓 116 及び 118 は、減衰部材 106 と同様に、アーク・ランプ 108 及びフラッシュ・ランプ 110 からの放射エネルギーの大部分が生成される波長に対して透明である。より具体的には、この実施例では、窓 116 及び 118 は、米国特許出願公開 US 2002/0102098 号に記載のものに類似の、それぞれの水冷石英窓を含む。この実施例では、減衰部材 106 は、冷却又はその他の方法で温度制御されないが、所望の場合には、適切な温度制御システム 150 を設けることができる。例えば、この温度制御システムは、減衰部材 106 を通して適切な冷却流体（気体又は液体）を循環させるように構成された冷却システムを含み得る。所望の場合には、経済的な効率のために、減衰部材 106 並びに窓 116 及び 118 の両方に共通の冷却流体システムを使用することができるが、このようなシステムが望ましいかどうかは、所与の実施例で採用される測定又は診断用の波長の選択によって決まり得る。例えば、一実施例では、工作物 104 からの熱放出は、例えば 1450 nm などの 1.4 μm よりも長い診断波長で測定されることがある、窓 116 及び 118 を水冷とすることがある。このような実施例では、水の冷却剤は、アーク・ランプ及びフラッシュ・ランプからの診断波長 1450 nm の放射を実質的にすべて吸収し、そのため、アーク・ランプ又はフラッシュ・ランプによって放出される放射が工作物からの熱放出の測定に影響を及ぼすことを防ぐ。したがって、このような実施例では、減衰部材が工作物と測定装置の間に挿入される場合、工作物によって熱放出される 1450 nm の診断波長の放射を、それが検出又は測定される前に水の冷却剤が吸収することになるので、減衰部材 106 をも水冷することは望ましくない。そのため、所望の場合には、水以外の適切な冷却剤を代わりに使用し得る。或いは、冷却システムではなく、又はそれに加えて、減衰部材 106 の所望の高い温度又は温度範囲を維持するように温度制御システム 150 を構成することができる。

【0048】

依然として図 1 及び図 2 を参照すると、この実施例では、機器 100 はさらに、減衰プレート 106 の上で工作物を支持するように構成された支持システムを備える。より具体的には、この実施例では、この支持システムは、例えば図 2 の 130 及び 132 で示すものなど、複数の支持ピンを含む。この実施例では、これらの支持ピンはそれぞれ、超高純度且つ高品質でソラリゼーションのない石英を含むが、或いは、他の適切な材料を代わり

10

20

30

40

50

に使用してもよい。本実施例では、これらの支持ピンはそれぞれ、減衰部材 106 に装着され、（この実施例では厚さ 5 mm である）減衰部材 106 の内部を深さ 3 mm まで延びる。これらの支持ピンはそれぞれ、工作物 104 をひっかき傷又は損傷を与える確率を最小限に抑え、且つ、熱接触を減少させるために、減衰部材 106 から上向きに突出する丸い上側先端部を有する。減衰部材 106 の上面の上に出るこれら支持ピンの高さは、減衰部材 106 と工作物 104 の隙間 120 の所望の高さに対応し、これは、この実施例では、好ましくは 0.5 mm ~ 3 mm の範囲である。

【0049】

この実施例では、これらの支持ピンは、減衰部材 106 の中心から共通の径方向距離のところで、工作物 104 の外周縁部から径方向内向きの場所のところに配設される。この点で、本実施例では、これら支持ピンの場所は、事前加熱中の温度の均一性及び照射フラッシュ中の工作物の生存率という 2 つの競合するファクタの釣合いがとれるように選択される。工作物の外周の外側除外ゾーンの近傍にこれらのピンを位置決めすると、事前加熱中に温度の均一性が改善される傾向があるが、照射フラッシュ中に工作物の応力が大きくなる傾向がある。逆に、これらの支持ピンをさらにある程度内向きに位置決めすると、工作物内の応力が小さくなり、工作物の重心の動きが最小限に抑えられることによってフラッシュ中の工作物の生存率が改善される傾向があるが、事前加熱中の温度の均一性が悪化する傾向がある。これらのファクタが釣合う支持ピンの適切な位置は、事前加熱及びフラッシュ加熱の速度を含めて、対象とする特定の熱サイクルによって決まる傾向がある。この実施例では、このような支持ピンを 4 本、減衰部材 106 の周りの、その中心から所望の径方向距離のところに 90° の間隔で配設する。或いは、例えば 8 本のピンを使用するなど、ピンの数を変えてよい。或いは、別の代替形態として、先に述べた米国特許出願公開 U.S. 2004/0178553 A1 号で開示されているもののいずれかに類似の支持システムによって、工作物 104 を減衰部材に対して相対的な所望の静止位置で支持することができる。

【0050】

この実施例では、減衰部材 106 自体は、（先に述べた米国出願公開 U.S. 2004/0178553 A1 号で開示されている様々なプレートに類似の）工作物面プレート 124 の内向きに突出した環状の支持縁部 122 によって支持される。工作物面プレート 124 は、それを貫通して画定された中空の円筒開口を有し、その中で減衰部材 106 及び工作物 104 が支持される。

【0051】

動作時に、上記で論じたように工作物 104 から最適な間隔のところの減衰部材 106 の存在により、熱誘起運動の初期振幅が約 1 衍減少する傾向があり、同様に照射フラッシュ直後の工作物の発振又は振動の大きさ及び継続時間が大きく減少する傾向があることがわかっている。そのため、工作物の損傷又は破壊の確率が大きく減少する。

【0052】

再度図 1 を参照すると、減衰部材 106 は、照射システムによって生成される大部分の波長に透明なものとして説明したが、或いは、減衰部材 106 は、一部又は全部を不透明にしてもよい。例えば、所望の場合には、アーク・ランプその他の事前加熱装置を、図 1 に示す機器の上部のフラッシュ・ランプ 110 の近くに移動させることもできるし、或いは、（連続直流モードの）事前加熱装置として、且つ（図示しない帶電コンデンサ群を放電することによる）照射フラッシュ装置としてフラッシュ・ランプ 110 を使用することもでき、その結果、工作物 104 は上からのみ照射される。或いは、別の代替形態として、減衰部材 106 自体がホット・プレートを含み、したがって、工作物を事前加熱する事前加熱装置として働くことができる。このような実施例では、工作物を、このホット・プレートの上の一定の距離のところで支え、機器 100 内の周囲ガスを介して伝導により事前加熱することもできるし、或いは、事前加熱段階中はホット・プレートに接触させて配置し、次いで、照射フラッシュ中及びその直後は、減衰部材 106 の上で所望の隙間距離に持ち上げて熱誘起運動を減衰させることもできる。

10

20

30

40

50

【0053】

図3を参照すると、減衰部材106は、工作物104の下にある必要はなく、所望の場合には、工作物の上とし得る。例えば、図3に、本発明の第2実施例による工作物の熱誘起運動を抑制する機器を全体的に300で示す。機器300は、減衰部材の下で工作物を支持するように構成された支持システムとして働くように改変された工作物面プレート302を備える。工作物面プレート302は、先に述べた米国出願公開U.S. 2004/0178553 A1号で開示されているように、304で示すものなどの複数の可撓性石英ファイバ支持部を使用して工作物104を支持する。工作物面プレート302はさらに、工作物104の静止位置の上の所望の隙間距離のところで減衰部材106を支持する内向きに突出した環状の支持縁部を含む。この実施例では、減衰部材106がこのようにフラッシュ・ランプ110と工作物104の間に挿入されているので、減衰部材106は、フラッシュ・ランプ110からの放射エネルギーの大部分が生成される波長に対して透明である。

【0054】

図1～図4を参照すると、図4に、本発明の第3実施例による熱誘起運動を抑制する機器が全体的に400で示されている。機器400は、図1に示す実施例に類似のやり方で減衰部材106を支持するための、内向きに突出する下部環状支持縁部404を有する工作物面プレート402を備える。ただし、この実施例では、機器400はさらに、工作物面プレート402の内向きに突出する上部環状支持縁部408によって支持される第2の減衰部材406を備える。この実施例では、第1減衰部材106から上向きに突出する支持ピンは、第1減衰部材の上、且つ第2減衰部材の下で工作物を支持するように構成された支持システムとして働く。この実施例では、工作物の裏面112と減衰部材106の隙間120は、前の実施例のものと同様であり、すなわち、好ましくは0.5mm～3mm程度である。同様に、この実施例では、工作物のデバイス面114と第2減衰部材406の隙間420も、概ね同じ桁のものである。工作物がデバイス面114を有する半導体ウエハである本実施例では、デバイス面114が第2減衰部材406に物理的に接触することは望ましくない。というのは、このような接触により、デバイス面114上のデバイスが損傷を受けることがあるからである。そのため、所望の場合には、隙間420は、隙間120よりも広くすることもできるし、或いは、隙間120及び420を共に、前に説明した実施例よりもわずかに広くしてもよい。というのは、これらの組合せ効果により、孤立したいずれか一方によって形成される減衰力が減少しても、十分な減衰力が得られるからである。減衰力を高めることに加えて、ウエハに近接した第1及び第2の減衰部材が共に存在することにより、ウエハ近傍全体にわたってガスが減少する傾向があり、それによって、対流及び汚染の問題が緩和される傾向がある。

【0055】

図1、図2、及び図5を参照すると、図5に、本発明の第4実施例による減衰部材が全体的に500で示されている。この実施例では、減衰部材500は、図2に示す減衰部材106に概ね類似しており、アーク・ランプ108及びフラッシュ・ランプ110によって生成される大部分の波長に対して透明である。ただし、この実施例では、減衰部材500は、工作物の外周領域近傍の減衰部材に補助熱エネルギーを供給するように構成された補助加熱器502を含む。より具体的には、この実施例では、補助加熱器502は、工作物の外周領域近傍に配設された電気抵抗器式加熱器を含む。さらに具体的には、この実施例では、この電気抵抗器式加熱器は、工作物104よりも周囲長が長い環状の形状を有し、減衰部材500の上部の、工作物の外周から径方向外向きの場所に装着される。この点で、本実施例では、減衰部材500の主加熱源は、工作物からの熱放射性放出及び隙間120の周囲ガスを介した伝導による工作物104自体である。幾何学的な配置のために、減衰部材500の中心は、減衰部材500の外周領域よりもこれら的作用からの加熱をより多く受け取る。したがって、この減衰部材は、その中心でより温度が高くなり、工作物104の中央領域に、工作物の外周領域よりも多くの熱を戻そうとする。さらに、エッジ効果のために、工作物は、その中央領域よりも外周領域のところでより多くのエネルギー

を放出する傾向があることを理解されたい。というのは、外周領域では表面積と体積の比がより大きいからである。これらの作用を補償して工作物の温度の均一性を改善するために、(図示しない)システム・コントローラによって補助加熱器502に電流を供給し、それによって補助加熱器502は、追加の熱エネルギーを工作物の外周領域近傍の減衰部材500に伝える。補助加熱器に与えられる電流の量、したがって、補助加熱器によって減衰部材に与えられる熱エネルギーの量は、好ましくは制御可能とし、それによって、可変熱サイクルにおける温度の均一性の改善を実現する柔軟性が得られる。このように、減衰部材に補助熱エネルギーを制御可能なやり方で供給することによって、減衰部材の温度の均一性が改善され、それによって、減衰部材が工作物に不均一に熱を戻す傾向が減少する。

10

【0056】

或いは、電気抵抗器式加熱器ではなく、補助加熱器502は、工作物の外周近傍に、工作物の中央近傍の減衰部材の材料よりも放射率が大きい材料を含み得る。例えば、このような材料は、工作物104自体のものに類似のシリコン材料の層を含み、減衰部材500の上面に環状リングの形で装着し得る。そのため、このような材料は、その放射率がより高いために、(アーク・ランプ108及びフラッシュ・ランプ110を含む)照射システムによって、減衰部材の周囲の材料よりも速い速度で加熱される。照射システムによって加熱されることに加えて、このような材料は、(その放射率がより高いために)工作物からの比較的小さな量の熱放出も、減衰部材500の残りの部分よりも大きな割合で吸収する。そのため、このような実施例では、減衰部材の外側の領域における補助加熱器502の材料は、減衰部材500の中央領域の温度よりも高い温度のままになる傾向があり、中央領域に匹敵するか、それよりも多量の熱エネルギーを工作物に戻そうとし、それによって、上記の作用が補償され、工作物の温度の均一性が改善される。補助加熱器としてこのような材料を使用することは、ある種の応用例には適することがあるが、他の応用例では、電気抵抗器による加熱の制御性に起因する柔軟性が好ましいことがある。

20

【0057】

図5に示した補助加熱器502と減衰部材500の残りの部分の間には不連続性があるが、或いは、所望の場合には、減衰部材500自体の内部に補助加熱器502を形成することができる。例えば、補助加熱器502は、減衰部材自体の内部に形成された電気抵抗器式加熱器を含み得る。同様に、補助加熱器502が、工作物の外周近傍に工作物の中央近傍の減衰部材の材料よりも放射率が大きい材料を含む実施例では、減衰部材の外面にこのような材料を設けるのではなく、減衰部材500自体の内部にこのような材料を一体化して設けることができる。このような実施例では、減衰部材500(この実施例では石英)の材料に適切なドーパントを追加することによって、この材料の放射率を空間的に連続して、又は離散的に変化させて、減衰部材全体にわたって所望の放射率プロフィールを生成することができる。

30

【0058】

所望の場合には、工作物の外周から径方向外向きに、且つ工作物の外周よりも垂直方向上方に、補助加熱器502の上で位置決めされた遮蔽部材503を設けることができる。遮蔽部材503は反射面を含み、それによって、フラッシュ・ランプ110により生成される照射フラッシュから補助加熱器502が保護され、且つ、工作物の縁部領域からの追加の熱放出が反射されて工作物に戻り得る。

40

【0059】

図1及び図6を参照すると、本発明の第5実施例による機器の工作物面プレートが全体的に600で示されている。この実施例では、減衰部材606と工作物104の間の距離又は隙間620は調節可能である。この点で、得られる減衰力を調節する(或いは、大気圧の変化を補償する)ことができるだけでなく、熱結合の難点に対処することができる隙間の調節性は有利であり、それによって、以下で論じるように、事前加熱、表面加熱、及び冷却中に工作物支持部の位置決めを最適化することができる。

【0060】

50

熱結合の難点は主に、急速照射フラッシュ自体中ではなく、事前加熱段階及び後続の冷却段階中の問題である傾向がある。（図1で企図されるように）アーク・ランプ108で裏面112を照射することによって工作物104を事前加熱する場合、工作物104が事前加熱される速度によっては、裏面112は、デバイス面114よりもわずかに高い温度になる傾向があることがあり、その結果、裏面112の熱膨張が、デバイス面114の熱膨張よりも大きくなり、それによって、工作物が熱によりわずかに反り、工作物の中央領域が比較的温度が低い減衰部材106に向かって下向きに動く。工作物から隙間120の周囲ガスを介して減衰部材106に至る熱伝導速度は、減衰部材から工作物までの距離に反比例するので、工作物の下向きに反った中央領域では、工作物の外側の領域よりも速い速度で減衰部材に熱が伝達され、その結果、工作物の中央領域は、外側の領域よりも温度が低くなる。このような温度の不均一性は、それによって生じる工作物内の温度勾配及び応力のために望ましくないことを理解されたい。10

【0061】

逆に、工作物104が（例えば、工作物を事前加熱するために図1に示すフラッシュ・ランプ110を連続モード、すなわち直流モードで使用し、次いで、フラッシュ・ランプ110を介してコンデンサ群を放電してフラッシュを行うことによって）上から事前加熱される場合、それによって生じる熱による反りは、反対方向に生じる傾向がある。すなわち、工作物の中央領域は、わずかに上向きに動き、減衰部材から離れ、工作物の外縁は、減衰部材106により近づくように動く。この状況では、デバイス面114は、フラッシュ・ランプ110による事前加熱中に受け取る照射のために、工作物の裏面112よりも既にわずかに高い温度になっている。裏面112の外縁は、このような熱による反りの下で減衰部材106に近づくように動くので、裏面112の外縁から減衰部材106への熱伝導速度は速くなり、その結果、デバイス面と裏面の温度差はさらに大きくなり、それによって、熱による反りの作用がさらに悪化する。さらに、この外縁は、工作物の残りの部分に対して相対的に低い温度になるときに収縮する傾向があり、それによって、工作物の伸びた高温の中心が熱によりさらに反ることになる。このように、工作物が大きく反るほど、工作物の縁部から減衰部材への伝導は大きくなり、それによってさらに反りが大きくなり、縁部における伝導熱の損失がさらに大きくなる。この状況では、熱暴走が生じることがあり、その結果、工作物内での温度の不均一性が望ましくないほど大きくなることがある。このような不均一性により、その大きさによっては、工作物が損傷を受け、さらには破壊があることがある。このような熱結合及び熱暴走の作用は、照射フラッシュ後の冷却段階中に生じることもある。20

【0062】

このような熱結合及び熱暴走の作用は典型的には、比較的ゆっくりと生じることがわかっている。例えば、ある特定の応用例では、このような熱結合及び熱暴走の作用は、 1×10^2 ミリ秒程度の時間尺度では感知できるほどには生じない傾向があるが、 1×10^3 ミリ秒程度又はそれよりも長い時間尺度では感知できる程度に生じ始めることがわかっている。そのため、これらの作用は主に、照射フラッシュに先立つ事前加熱段階中及び後続の冷却段階中の問題である。というのは、フラッシュ自体によって誘起される工作物の急速な動きはあまりにも急激に生じ、このような作用が生じることはないからである。30

【0063】

このような熱結合及び熱暴走の難点に対処するために、本実施例では、図6に示す工作物104と減衰部材606の間の距離が調節可能である。より具体的には、この実施例では、減衰部材と工作物の間の距離は、事前加熱段階中に採用可能な第1の距離と、照射フラッシュ及び後続の運動減衰段階中に採用可能な、第1の距離よりも短い第2の距離の間で調節可能である。この実施例では、第1の距離は少なくとも2mmである。より具体的には、この実施例では、第1の距離は約1cmである。また、この実施例では、第2の距離は、照射フラッシュ及び運動減衰の段階中の減衰部材と工作物の間のガス圧が工作物の動きに妨げるのに十分に短い。この実施例では、第2の距離は約0.5mmである。或い40

は、例えば約1mmなどの他の距離を代わりに用いてもよい。この実施例では、減衰部材と工作物の間の距離はさらに、運動減衰段階後の冷却段階中に採用可能な、第2の距離よりも長い第3の距離に調節可能である。本実施例では、第3の距離は少なくとも2mmである。この場合も、第3の距離は第2の距離よりも長いので、減衰部材と工作物の熱結合の作用は、冷却段階中も減少する。この点で、照射フラッシュ及び運動減衰の段階中に減衰部材が工作物に近接していることが望ましく、それによって、照射フラッシュ中及びその直後に十分な減衰力が得られるが、このような減衰力は、事前加熱段階又は冷却段階中には必要とされない。したがって、この実施例では、事前加熱及び後続の冷却中は、照射フラッシュ中及びその直後よりも、工作物104は、減衰部材606からより離れた距離のところで維持され、そのため、隙間620を介する伝導速度が遅くなることによって事前加熱及び冷却中の熱結合の作用が減少する。

【0064】

これを実現するために、この実施例では、図6の602で示すものなど、複数の調節可能な支持部材によって工作物104をまず支持する。工作物104と減衰部材606の間隔を調節するために、工作物面プレート600は、この実施例ではステップ・モータであるモータ604を含む。モータ604は、概ね円板形状であるが、高さが連続して変化する3次元カム608に連結される。この高さは、カム608の一方の側における最大高さから、このカムの反対側の最小高さまでの範囲をとる。カム608の縁部は、調節可能な支持部材602に連結されるカム・フォロワ612の軸受け610に接触し、それを支持する。そのため、モータ604の回転運動は、カム608によって、カム・フォロワ612の、したがって、支持部材602及び工作物104の垂直運動に変換される。

【0065】

そのため、この実施例では、照射フラッシュ及び運動減衰の段階中よりも、事前加熱段階中には、工作物104は、減衰部材606の上のかなり高い高さで支持され、それによって、事前加熱中の熱結合作用が減少する。より具体的には、この実施例では、工作物104は、事前加熱段階中、減衰部材の上の第1距離のところで支持される。この実施例では、第1距離は2mmよりも長い。さらに具体的には、この実施例では、第1の距離は1cm程度である。照射フラッシュの直前に、モータ604が作動されて、工作物104を減衰部材606の上における下側の高さ、すなわち、この実施例では0.5mm程度である第2の距離に下げ、それによって、フラッシュ中及びその直後の熱誘起運動を妨げる所望の減衰力が得られる。具体的には、この第2の距離は、運動減衰段階の継続時間全体にわたって、すなわち、フラッシュの後で、フラッシュによって誘起された工作物の動きが十分に減衰され、さらなる減衰が必要とされなくなるほど十分な時間が経過するまで維持される。この実施例では、運動減衰段階は、フラッシュ後、1/10秒程度、さらにはフラッシュ後、1秒の継続時間にわたって継続することがあるが、熱結合作用が過剰に展開しないように、フラッシュ後、1秒よりもあまり長くないことが好ましい。運動減衰段階の終了時に、モータ604を再度作動させて、工作物104を減衰部材の上の第3の距離に持ち上げる。この実施例では、これは第1の距離と同じであり、1cm程度である。あるいは、所望の場合には、第3の距離は、第1の距離と異なるものとし得る。同様に、所望の場合には、対象とする応用例に応じて、第1、第2、及び第3の距離はすべて、連続的又は離散的に変更することができる。この実施例では、第1及び第3の距離は、好ましくは、過剰な熱結合作用及び熱暴走の作用を防ぐために十分に長くし、第2の距離は、好ましくは、可能な限り短くなる（それによって、最大の運動減衰力が得られる）ように、したがって、工作物が物理的に減衰部材に当たらず、また、過剰な減衰力のために破壊されないようにする必要以上には長くならないように選択する。

【0066】

有利には、このような方法により、利用可能な運動減衰力を最大にすると同時に、望ましくない熱結合作用を最小限に抑えることの釣合いが最適化されるように支持距離を選択することができる。例えば、本実施例では、事前加熱段階中に、動きを減衰させる必要はなく、そのため、この段階中は減衰部材の上の少なくとも2mmのところで工作物を支持

10

20

30

40

50

することにより、望ましくない熱結合及び熱暴走の作用が減少する。逆に、照射フラッシュ及び後続の運動減衰段階中は、動きを強く減衰させることが望まれるが、熱結合及び熱暴走の作用は、この段階の継続時間が短いために、主な問題ではない。そのため、減衰部材の上で0.5mm程度の距離に工作物を下げるフラッシュ及び運動減衰の段階を行うことにより、熱結合及び熱暴走の作用の欠点を被ることなく、フラッシュにより誘起される工作物の動きを減衰させるかなり大きな減衰力が得られる。最後に、後続の冷却段階中は、動きを減衰させる必要はなく、そのため、減衰部材の上での距離が2mmよりも長いところに工作物を再度持ち上げることにより、過剰な熱結合及び熱暴走の作用がなくなる。実質的に、事前加熱段階及び冷却段階中には、照射フラッシュ及び運動減衰の段階中よりも減衰部材の上での距離がより長いところで工作物を支持することにより、運動減衰段階の分離又は隙間の距離を、その理想的な運動減衰効果が得られるように単独で選択することができる。そのため、工作物と減衰部材の間で単一の固定分離距離しか採用しない実施例と比べて、分離距離を調節可能とするこのような実施例では、照射フラッシュ及び運動減衰の段階中により短い分離距離を用いることができ、その結果、この段階中に、固定距離実施例で生じる傾向がある過剰な熱結合及び熱暴走の作用の欠点を被ることなく、より大きな運動減衰力が得られる。

【0067】

図2及び図6を参照すると、事前加熱及びフラッシュ中は共に支持部材602及び類似の支持部材で工作物104を支持することができるが、好ましくは、減衰部材606は、例えば630及び632で示す支持ピンなどの複数の支持部を含み、照射フラッシュの直前にこれらの減衰部材支持部上に工作物104を下げる。これらの支持ピン630及び632は概ね、図2に示す支持ピン130及び132に類似しているが、この実施例では、支持ピン630及び632の場所は、支持ピン130及び132の場所と異なる。支持ピン130及び132の場所は、事前加熱中の温度の均一性（この場合、支持ピンが工作物の外縁にあると有利である）と、フラッシュ中及びその直後の工作物の生存率（この場合、工作物の重心の動きが最小限に抑えられるように、支持ピンの場所がさらに内側にあると有利である）との釣合いを実現するように選択されることを想起されたい。ただし、この実施例では、工作物104は、事前加熱中は調節可能な支持部材602及び類似の支持部材によって支持され、支持ピン630、632及び類似のピン上に下げられてフラッシュが行われる。そのため、この実施例では、支持ピン630及び632の場所は、フラッシュ中及びその直後に工作物の生存率が最大になるように単独で選択し得る。この実施例では、支持ピン630、632及び類似のピンに工作物104を下げるなどを容易にするために、この実施例では、減衰部材606は、調節可能な支持部材602が下向きに動いて減衰部材606の面内に入ることができるように、640で示すものなどの複数の陥凹部を含む。

【0068】

図7を参照すると、本発明の第6実施例による工作物面プレートが全体的に700で示されている。前の実施例の場合と同様に、工作物104と改変された減衰部材706の間の隙間720は調節可能である。これを実現するために、工作物面プレート700は、アクチュエータ702を含む。アクチュエータ702は、この実施例では制御可能な2ステップ式リニア・アクチュエータを含む。より具体的には、アクチュエータ702は、例えばボイス・コイル・アクチュエータ又は超小型筋肉（nanomuscle）アクチュエータ（形状記憶合金アクチュエータ）を含み得るが、他のタイプのアクチュエータを代わりに使用してもよい。アクチュエータ702は、直線リンク機構704を介して、この実施例では石英ロッドを含む支持部材708に連結される。直線リンク機構704は、アクチュエータの概ね水平の運動を、支持部材708の遠位端の垂直運動に変換する。改変された減衰部材706は、730及び732で示すものなどの支持ピン及び740で示すものなどの複数の陥凹部を含む。これらは、図6に示す支持ピン及び陥凹部630、632、及び640に類似のものである。

【0069】

10

20

30

40

50

或いは、又はそれに加えて、工作物と減衰部材の隙間は、減衰部材を移動させることによって調節し得る。例えば、図8を参照すると、本発明の第7実施例による工作物面プレート及び減衰部材が全体的にそれぞれ800及び806で示されている。減衰部材806は、本明細書で前に説明した減衰部材に類似の石英プレートを含むが、この実施例では、減衰部材806は、(図示しない)移動ゲートに取り付けられ、それによって、減衰部材806は垂直上向き及び垂直下向きに移動することができる。また、この実施例では、工作物104自身が、802で示すものなどの複数の支持部材によって支持されているので移動可能である。この実施例では、支持部材802は、石英ロッドを含み、連結アーム808を介してソレノイド・アクチュエータ804に連結され、それによって、旋回点810の周りで支持部材802が制御可能に旋回運動することができる。この実施例では、減衰部材806はさらに、840で示すものなどの複数の陥凹部を含む。これらは、図6及び図7の640及び740で示すものと類似のものである。

【0070】

図6～図8を再度参照すると、602、708、及び802で示すものなどの移動可能な支持部材と、630、632、730、732、830、及び832で示すものなどの固定支持部材との組合せを採用する実施例では、工作物104が、固定支持部材で支持されながら照射フラッシュにかけられるとき、工作物104がこれらの移動可能な支持部材に物理的に当たらないようにすることができる。これを実現するために、図6～図8に示す陥凹部640、740、及び840は、好ましくは、その中にこれらの移動可能な部材を収容するのに十分に深く、それぞれ工作物面プレート600、700、及び800の上面と同一面であるか、或いは、わずかにそれらの下に引っ込んでいる。或いは、これらの陥凹部の代わりに、工作物面プレートを貫通して画定される垂直スロットを使用することができ、それによって、移動可能な支持部材は、工作物面プレートを完全に貫通して下向きに移動し得る。

【0071】

或いは、又はそれに加えて、所望の場合には、移動可能な支持部材は、照射フラッシュの前に水平外向きに後退し得るように、(図示しない)水平後退コンポーネントを設けることができる。このような実施例では、工作物は、事前加熱中には移動可能な支持部材上で支持し、次いで、固定支持部材上に下げることができ、その時点で、照射フラッシュ直前にこれらの移動可能な支持部材を水平外向きに後退させることができる。その後、工作物を照射フラッシュにかけることができ、それによって生じる熱誘起運動が十分に減衰した後で、これらの移動可能な支持部材を径方向内向きに延ばして、工作物の下面と係合させ、工作物を固定支持部材から持ち上げることができる。このように照射フラッシュの直前に移動可能な支持部材を後退させることにより、フラッシュによって誘起される熱による反りの最中に工作物の縁部が移動可能な支持部材に当たらなくなり、そのため、工作物及び移動可能な支持部材の損傷が防止される。

【0072】

図6～図8で説明した実施例では、移動可能な支持部材(602、708、及び802で示すものなど)と固定支持部材(630、632、730、732、830、及び832で示すものなど)の組合せを使用して減衰部材と工作物の隙間の調節性を実現したが、或いは、このような調節性を実現する他のやり方を代わりに用いてもよい。例えば、(図示しない)1組の細長い支持部材は、減衰部材自体を貫通して延びることができ、工作物が支持される減衰部材の上の高さが変化するように延長可能、且つ後退可能とし得る。

【0073】

さらに、所望の場合には、(図示しない)工作物再中心出しコンポーネントを設けることができる。この点で、照射フラッシュの強度及び継続時間、並びに、フラッシュ段階中の工作物と減衰部材の隙間によっては、フラッシュの結果として、工作物がその元の位置から水平に移動する可能性がある。このことが、(事前加熱段階用の)減衰部材からの第1の距離から、(照射フラッシュ及び運動減衰の段階用の)第2の距離まで工作物を移動させるために、移動可能な支持部材を採用する実施例で生じる場合、工作物のこのような

水平移動により、移動可能な支持部材が、元のところに移動して工作物と再係合して工作物を（冷却段階用の）その第3の距離に移動させると、工作物と移動可能な支持部材の位置合わせ不良が生じ得る可能性がある。したがって、工作物と移動可能な支持部材が適切に位置合わせされ、それによって、固定支持部材から工作物が持ち上げられるようにするために、（図示しない）1つ又は複数の工作物再中心出しコンポーネントを設けることができる。例えば、これらの工作物再中心出しコンポーネントは、垂直の向きの3つの石英ロッドを含み得るが、この数は異なってもよい。これらの石英ロッドは、照射フラッシュ及び運動減衰の段階の後で、工作物面プレートから径方向内向きに移動して、工作物の外周と係合し、工作物の中心を出し直す。或いは、先に述べた米国特許出願公開U.S. 2004/0178553 A1号で開示されているものなどの横方向支持部材を設け、それによって、所望の水平位置範囲で工作物を維持することができる。このような横方向支持が設けられる場合には、これらの部材は、好ましくは、工作物の破壊を防ぐために、工作物と過度に激しく衝突しないように選択され構成される。例えば、可撓性の光ファイバによる横方向支持部材を選択し、それらを工作物の縁部から径方向外向きに離間させることができるが、他のタイプ及び構成の横方向支持部材を代わりに用いてもよい。

【0074】

図1及び図9を参照すると、本発明の第8実施例による減衰部材が全体的に900で示されている。この実施例では、減衰部材900は、図1に示す減衰部材106に概ね類似しており、石英プレートを含む。ただし、この実施例では、減衰部材900は、空間的に変化する減衰力を加えるように構成される。これを実現するために、この実施例では、この減衰部材は、その中に画定された複数の陥凹部904を有する平面プレートを含み、そのため、各陥凹部近傍では、陥凹部から離れたところよりも減衰力が小さくなる。この点で、工作物104が減衰部材900に向かって、又は減衰部材900から離れるように急に動くと、このような陥凹部の近傍では、陥凹部自体に追加される周囲ガスの体積により、陥凹部のごく近傍での圧力変化の割合が小さくなることを理解されたい。そのため、陥凹部904などの陥凹部は、わずかに低い減衰力が望まれる任意の場所に配置し得る。

【0075】

或いは、空間的に変化する、又は時間的に変化する減衰力をもたらす他のやり方を代わりに用いてもよい。例えば、本発明の別の実施例では、改変された減衰部材は、（図示しない）静電チャック式減衰プレートを含み得る。この減衰プレートは、その上面に誘電体材料層を有する。より具体的には、この実施例では、この誘電体材料はAl₂O₃を含み、適切なドーパントによりそれを半導体にする（例えば、SiC粒子を充填したAl₂O₃など）が、或いは、他の誘電体材料を代わりに用いてもよい。この実施例では、この静電チャック式減衰プレートは不透明であり、工作物の事前加熱は、上から工作物を照射することによって、或いは、減衰プレート自体をホット・プレートとして働かせることによって実現し得る。この静電チャック式減衰プレートは、複数の可変静電気力発生器を含む。より具体的には、この力発生器は、誘電体材料内の様々な場所に装着された複数の電極対を含み、各電極への電圧は別々に制御可能である。さらに具体的には、この実施例では、各電極対は、バイポーラ・ジョンソン・ラーベック静電チャック力発生器として働くように構成される。或いは、例えばバイポーラ・クーロン静電チャック構成などの他の適切な静電チャック電極構成を代わりに用いてもよい。工作物104は、減衰部材から上向きに延びる複数の支持ピンによって減衰部材の上で支持され、各電極によって工作物に加えられる下向きの静電気力は、電極に供給される電圧を制御することによって別々に制御可能である。この実施例では、これらの電極対の少なくとも一部は、これらの支持ピンから径方向内向きに配設され、少なくともいくつかの電極対は、これらの支持ピンから径方向外向きに配設される。

【0076】

このような静電チャック式減衰部材は、有利には、工作物の動きに応答して工作物に静電気力を加えるように構成される。このような実施例による機器は、好ましくは、工作物の動きを検出するように構成された検出器を含む。そのため、事前加熱中にわずかな熱に

10

20

30

40

50

よる反りその他の変形が生じると、減衰プレートから最も遠く離れた工作物の部分の下の電極対への電圧が、工作物のより近い部分の下の電極対への電圧に対して相対的に増加し、それによって、工作物を平坦化させようとし、そうしない場合に、減衰プレートと変形した工作物の最も近い部分との間の熱結合が増加することに起因する温度の不均一性が減少する。

【0077】

一般に、この実施例では、各可変静電気力発生器は選択的に制御可能であり、それによつて、工作物の熱誘起運動の前に、静電気により工作物を所望の形状に変形させる。前に論じた実施例では、所望の形状を平面形状として熱結合を減少させたが、或いは、所望の形状は非平面とすることができる。例えば、フラッシュに起因する応力を減少させるための中心が持ち上がった反り形状、或いは、フラッシュに起因する熱誘起運動の大きさを小さくするための中心が下がった反り形状など、所望の形状に工作物をあらかじめ変形させるために、フラッシュの直前に電極対を選択的に制御することができる。

10

【0078】

さらに、フラッシュ及びその直後の運動減衰の段階中に、工作物104が熱により反り、発振し始めるときに、電極対を継続して選択的に制御し、それによつて支持ピンから径方向内向きの電極対への電圧を増加させて、工作物の中心が持ち上がっているときにそこにより大きな下向きの減衰力を与えることができ、逆に、支持ピンから径方向外向きの電極対への電圧を増加させて、工作物の中心が下がっているときに工作物の縁部により大きな下向きの減衰力を与えることができる。このような制御は、工作物運動検出器と通信するコンピュータによって閉制御ループで実施し得る。

20

【0079】

図2及び図10を参照すると、図10に、本発明の第9実施例による減衰部材が全体的に1000で示されている。この実施例では、減衰部材1000は、減衰部材1000の表面に画定された全体的に1004で示す環状陥凹部を含む。環状陥凹部1004は、熱誘起運動中に、その中に工作物104の外縁を収容するように構成される。この点で、本実施例では、工作物104の熱誘起運動は、本明細書で前に論じたように、工作物の外周領域（例えば、外側の1～2cm）の急峻な下向きの初期湾曲など、工作物の外縁の熱により誘起される湾曲を含み得る。したがって、環状陥凹部1004は、工作物の湾曲した外縁を収容する働きをする。この実施例では、減衰部材1000は、図2に示す減衰部材106に概ね類似しているが、減衰部材1000の上面1006に画定された環状陥凹部1004を含むように改変されている。この実施例では、工作物104の外縁のこのような縁部湾曲が生じる場合、工作物104の外周又は縁部は、減衰部材1000自体に物理的に当たることなく、下向きに湾曲して環状陥凹部1004に入ることができる。このような物理的な接触を防ぐことによって、工作物が損傷する潜在的な可能性がなくなる。さらに、環状陥凹部1004により、減衰部材1000と工作物104の間のスペース又は隙間120の高さを狭めてより狭い間隔にしてより大きな減衰力をもたらし、それによつて、工作物のその後の振動及び発振を減衰させることができる。

30

【0080】

減衰部材が透明であり、事前加熱装置から減衰部材を貫通して照射を伝達することによつて工作物を事前加熱する本実施例の変形形態では、環状陥凹部1004の物理的な寸法及び曲率は、所望の光学効果が実現されるように選択し得る。例えば、環状陥凹部1004のサイズ、形状その他の特性（例えば、反射率、透過率、放射率）は、工作物の外周領域に追加の照射を送るためのレンズ効果が得られるように構成され、それによつて、エッジ効果、すなわち、工作物が、その外縁近傍では表面積と体積の比がより大きいために、照射を介してより多くの熱エネルギーを失う傾向が補償される。この目的のために、環状陥凹部1004のサイズ及び形状を設計する際に、例えば、環状陥凹部の深さ及び構成の変化が、減衰部材と工作物の外周領域との間の熱伝導速度に及ぼす影響を含めて、他の関連する熱伝達の態様を考慮に入れることが好ましい。

40

【0081】

50

この実施例では、環状陥凹部1004は、1～5mm程度の深さを有し、1～2cm程度の距離にわたって工作物の外周又は縁部から径方向内向きに延びる。或いは、工作物の熱誘起運動に対応するために、又は所望のレンズ効果を実現するために、或いはその両方のために他の寸法及び構成を代わりに用いてもよい。

〔 0 0 8 2 〕

より一般には、本発明の特定の実施例を説明し例示してきたが、このような実施例は本発明の単なる例とみなすべきであり、添付の特許請求の範囲に従って解釈される本発明を限定するとみなすべきではない。

【図面の簡単な説明】

〔 0 0 8 3 〕

【図1】本発明の第1実施例による工作物の熱誘起運動を抑制する機器の断面図である。

【図2】図1に示す減衰部材及び工作物の断面図である。

【図3】本発明の第2実施例による工作物の熱誘起運動を抑制する機器の断面図である。

【図4】本発明の第3実施例による工作物の熱誘起運動を抑制する機器図である。

【図5】本発明の第4実施例による減衰部材及び工作物の断面図である。

【図 6】本発明の第 5 実施例による減衰部材、工作物、及び工作物面プレートの断面図である。

【図7】本発明の第6実施例による減衰部材、工作物、及び工作物面プレートの断面図である。

【図8】本発明の第7実施例による減衰部材、工作物、及び工作物面プレートの断面図で

【図9】本発明の第8実施例による減衰部材の上面図である。

【図10】本発明の第9実施例による減衰部材及び工作物の断面図である。

【図1】

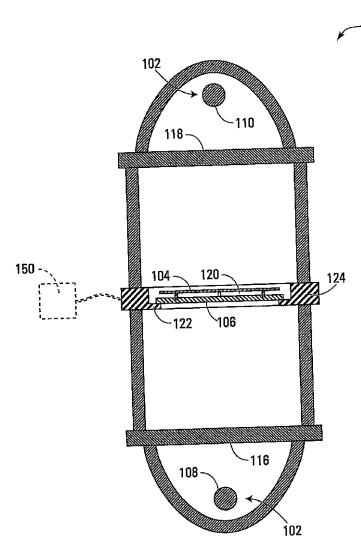


FIG. 1

【 図 3 】

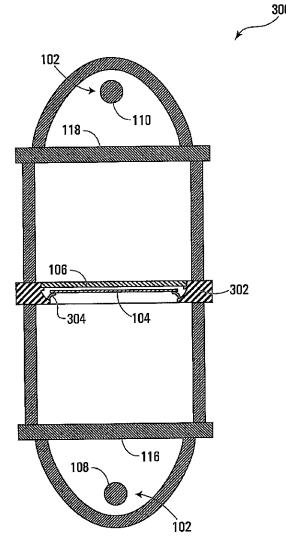


FIG. 3

【図2】

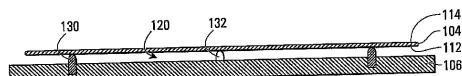


FIG. 2

【図4】

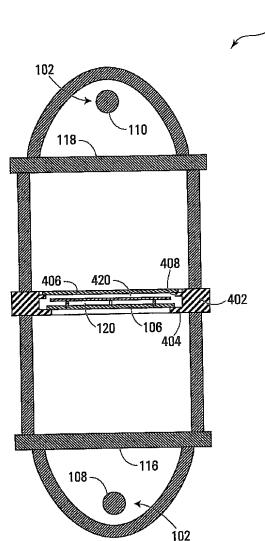


FIG. 4

【図6】

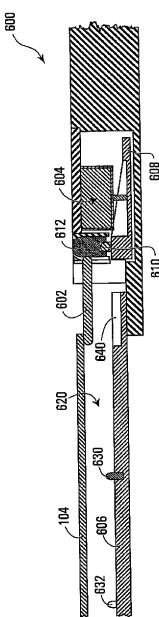


FIG. 6

【図5】

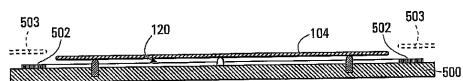


FIG. 5

【図7】

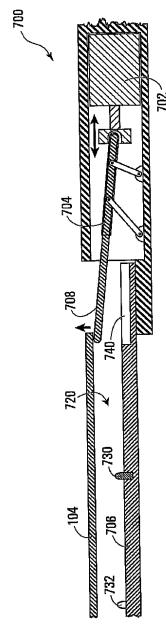


FIG. 7

【図8】

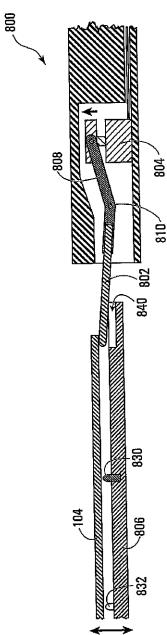


FIG. 8

【図9】

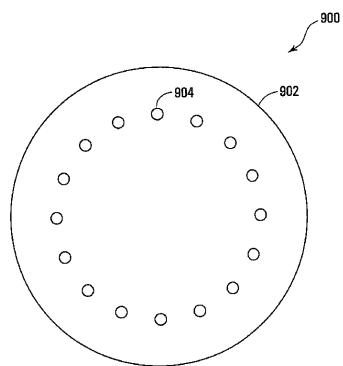


FIG. 9

【図10】

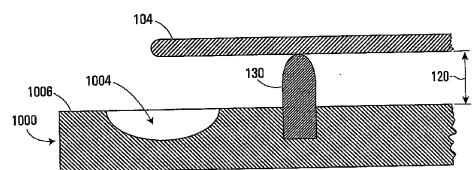


FIG. 10

フロントページの続き

(72)発明者 バンブロヴィク、ムラデン
カナダ国、ブリティッシュ コロムビア、バンクーバー、マリーナサイド クレセント ナンバ
- 7 0 1 - 1 2 8 8

(72)発明者 シベレ、ジョセフ
カナダ国、ブリティッシュ コロムビア、バーナビー、リッジローン ドライブ 4 8 9 0

(72)発明者 エリオット、キーファー、ジェイ .
カナダ国、ブリティッシュ コロムビア、バンクーバー、ケベック ストリート 5 0 3 - 1 1
2 8

(72)発明者 マッコイ、スティーブ
カナダ国、ブリティッシュ コロムビア、バーナビー、サウスオーラス クレセント ナンバー
2 3 - 6 5 7 7

(72)発明者 ステュアート、グレッグ
カナダ国、ブリティッシュ コロムビア、バーナビー、ウィリングドン アベニュー ナンバー
9 0 5 - 6 4 5 5

合議体

審判長 鈴木 匠明
審判官 加藤 浩一
審判官 松本 貢

(56)参考文献 国際公開第02/47123 (WO, A1)
特表2004-515085 (JP, A)
特開平8-55898 (JP, A)
特表2001-522142 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L21/26
H01L21/324
H01L21/68