

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2004-251789  
(P2004-251789A)

(43) 公開日 平成16年9月9日(2004.9.9)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
GO 1 K 1/14	GO 1 K 1/14	2 F 0 5 6
GO 1 K 7/16	GO 1 K 7/16	5 F 0 4 6
HO 1 L 21/027	HO 1 L 35/28	
HO 1 L 35/28	HO 1 L 35/32	
HO 1 L 35/32	HO 1 L 21/30 5 6 7	
審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 20 頁)		

(21) 出願番号	特願2003-43210 (P2003-43210)	(71) 出願人	000001236
(22) 出願日	平成15年2月20日 (2003.2.20)		株式会社小松製作所
			東京都港区赤坂二丁目3番6号
		(74) 代理人	100095371
			弁理士 上村 輝之
		(74) 代理人	100089277
			弁理士 宮川 長夫
		(74) 代理人	100104891
			弁理士 中村 猛
		(72) 発明者	齋尾 克男
			神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所研究所内
		Fターム(参考)	2F056 CL07
			5F046 KA04 KA10

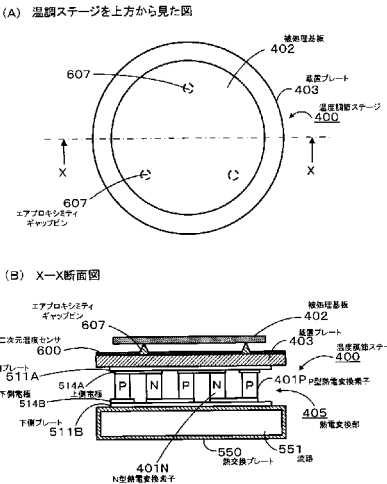
(54) 【発明の名称】 温度測定装置及び被処理基板

(57) 【要約】

【課題】被処理基板又は温度調節ステージの温度を正確に測定することができるようにする。

【解決手段】温度調節ステージ(400)に基板(402)を設置して処理するプロセス中で、前記基板(402)又は前記温度調節ステージ(400)の温度を測定する温度測定装置は、前記基板(402)表面若しくはその近傍、又は前記温度調節ステージ(400)表面若しくはその近傍に、有意な面積を持った二次元温度センサ(600)を備え、前記二次元温度センサ(600)の面積に対応する前記基板(402)又は前記温度調節ステージ(400)の領域の温度を測定できるようにしている。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

温度調節ステージ(400)に基板(402)を設置して処理するプロセス中で、前記基板(402)又は前記温度調節ステージ(400)の温度を測定する装置において、前記基板(402)表面若しくはその近傍、又は前記温度調節ステージ(400)表面若しくはその近傍に、有意な面積を持った二次元温度センサ(600)を備え、前記二次元温度センサ(600)の面積に対応する前記基板(402)又は前記温度調節ステージ(400)の領域の温度を測定できるようになっている温度測定装置。

## 【請求項 2】

前記二次元温度センサ(600)が、フィルム状又は板状の基体(601)に担持されたものであって、前記温度調節ステージ(400)の表面上に配置されていることを特徴とする請求項 1 記載の温度測定装置 10

## 【請求項 3】

温度調節ステージ(400)上で温度調節されつつ処理される被処理基板であって、前記被処理基板の表面又は内部に、有意な面積を持った二次元温度センサ(600)を備え、前記二次元温度センサ(600)の面積に対応した前記被処理基板の領域の温度を測定できるようになっている被処理基板。

## 【請求項 4】

温度調節ステージ(400)に基板(402)を設置して処理するプロセス中で、前記基板(402)又は前記温度調節ステージ(400)の温度を測定する装置において、前記温度調節ステージ(400)表面上に配置された温度センサ(600)と、前記温度調節ステージ表面(400)と前記温度センサ(600)との間に介在する断熱材(605)とを備える温度測定装置。 20

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、温度調節ステージに基板を設置して処理するプロセス中で、基板又は温度調節ステージの温度を測定する温度測定装置、及び、温度調節ステージ上で温度調節されつつ処理される被処理基板に関する。 30

## 【0002】

## 【従来の技術】

例えば半導体製品の製造工程では、半導体ウエハの温度を調節しつつ、その半導体ウエハにレジスト液を塗布してコーティングしたりその後にエッチングを施したり等の処理が行われる。従来、半導体ウエハ等のように何らかの処理が施される基板(以下、「被処理基板」と言う)の温度調節ステージとして、例えば、その被処理基板を載置するための載置プレートと、ペルチェ効果を利用して被処理基板を加熱又は冷却する半導体熱電変換モジュール(以下、「熱電モジュール」と言う)と、熱電モジュールが放った熱を放散するための熱交換プレートとを備えたものが考えられる。この温度調節ステージは、載置プレートと熱交換プレートとの間に、熱電モジュールを挟んだ構成となっている。熱電モジュールは、一般に、2枚の矩形状セラミックス板の間に、電極によってパイ型に結合され且つ電気的には直列に接続された多数の直方体形の P 型半導体素子と N 型半導体素子との 2 次元配列を挟み込んだものである。熱電モジュールに電流を流すと、ペルチェ効果によって一方のセラミックス板の表面(熱交換面)で吸熱をし、他方のセラミックス板の表面(熱交換面)で放熱をする。 40

## 【0003】

このような温度調節ステージに被処理基板を載置して温度調節する際、被処理基板の温度をなるべく正確に測定することが大事である。従来、被処理基板の温度を測定するための方法として、載置プレートに熱電対を直接埋め込みその熱電対を用いて測定する第 1 の方法がある(特許文献 1 参照)。また、RTD(白金測温抵抗体)が直接埋め込まれそれに 50

リードが接着されたプローブウエハ（非特許文献 1 参照）を温度調節ステージに載置し、RTDを介してリードを流れる電流値に基づいてプローブウエハの温度を測定し、そのプローブウエハの温度測定の結果から、被処理基板の温度を推定する第 2 の方法が考えられる。

【0004】

【特許文献 1】

特開 2001 - 118662 号公報。

【0005】

【非特許文献 1】

<http://www.sensarray.com/public/docs/brochures/1840A-2001.pdf> 10

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

第 1 の方法では、温度センサとなる熱電対は載置プレート内に埋め込まれているので、載置プレートそれ自体の温度を測定することはできても、被処理基板の温度を測定することは実質的に無理である。また、載置プレート内に点状温度センサを挿入するため、その温度センサを挿入するための穴をどこに設けたら良いか、どの程度の深さで穿てば良いか等、温度センサの位置決めが難しい。また、局所的にしか温度を測定することができないため、或る同一の領域内に温度センサが備えられても、その点状温度センサの実装位置によっては、例えば個々の熱電変換素子の吸熱又は発熱の能力差等によって、温度測定結果に著しい差が生じることがある。そのため、温度調節ステージを複数台製作した場合には、機体毎に温度測定精度にばらつきが出る可能性があり好ましくない（これは、上述したプローブウエハについても同様である）。 20

【0007】

一方、第 2 の方法では、温度センサとなる RTD がプローブウエハに直接埋め込まれているので、プローブウエハそれ自体の温度測定は可能ではあるが、RTD は、プローブウエハ内に離散的に点状に分布しているため、局所的にしか温度を測定することができない。このため、RTD が配置されていない箇所の温度は、複数箇所それぞれ測定された複数の温度を統計的手法で補間処理した温度（以下、「補間温度」と言う）として求めるしかないが、これでは、例えば RTD が配置されていない箇所で動的な温度差が存在している場合には、その求められた補間温度は実際の温度を正確に反映していないことになる。従って、プローブウエハの温度を正確に測定することは難しい。 30

【0008】

以上の問題点を解消するために、RTD を密に分布させれば良いと考えられるかもしれないが、そうすると、例えば（１）～（４）、

（１）多数の温度データが生じその処理に時間がかかる、及び／又は、複数箇所の温度計測時点に差が生じてしまい、計測の同時性が損なわれる、

（２）リードの本数の増加によって、プローブウエハの熱がリードに移動してしまう等、プローブウエハの温度に影響を及ぼす、

（３）RTD の数の増加でコストが高くなる、 40

（４）RTD とリードとの接着は半田付け或いは溶接であり、物理的又は機械的な外力（例えば、手で触れる、風を当てる、薬品で洗浄する等）に対して脆弱である、

といった問題が生じてしまい得策ではない。

【0009】

また、第 2 の方法では、予めプローブウエハの温度を測定しておき、その温度測定結果に基づいて実際の被処理基板の温度を推定するというものなので、被処理基板それ自体の温度を測定しているわけではない。それならば、被処理基板それ自体に RTD を埋め込み、その RTD にリードを接着すれば良い、つまり、被処理基板を上述したプローブウエハのようにすれば良いと考えられるかもしれないが、そうすると、例えば以下の（Ａ）～（Ｃ）、 50

(A) 被処理基板の表面に R T D が実装されるので、被処理基板の表面に特定の処理を施すこと(例えば、レジスト膜を形成すること)ができない、  
(B) 被処理基板からリードが伸び出ているので、被処理基板の表面に特定の処理を施すことができない、  
(C) 複数のリードが被処理基板の表面を這っているので、被処理基板上方の気流を乱し被処理基板の温度に影響を与える、  
の問題が生じてしまうので得策ではない。

【0010】

また、第2の方法では、R T D は2mm程度の厚さを有し、プローブウエハ表面又はその表面に設けられた凹みの底にその R T D が接着されるようになっているので、プローブウエハの厚み方向の温度差を考慮した計測ができない。また、プローブウエハに凹みを設けると、プローブウエハの表面と裏面との間で急激に温度差が生じたとき、その温度差に起因する熱膨張又は収縮に伴うストレスによってプローブウエハが破損してしまう可能性がある。

10

【0011】

以上のような問題は、被処理基板のみならず、温度調節ステージそれ自体(例えば載置プレートそれ自体)の温度を測定したい場合にも生じ得るものである。

【0012】

従って、本発明の目的は、被処理基板又は温度調節ステージの温度を正確に測定することができるようにすることにある。

20

【0013】

本発明の別の目的は、被処理基板に所定の処理を施している最中でも、被処理基板それ自体の温度を測定することができるようにすることにある。

【0014】

本発明のまた別の目的は、温度調節ステージ又は被処理基板を複数個製作した場合に、機体毎に温度測定精度にばらつきが出る可能性を少なくすることにある。

【0015】

本発明の更なる目的は、後述する実施の形態の記載から明らかになるであろう。

【0016】

【課題を解決するための手段】

30

この欄の記述において、カッコ内の数字は、添付の図面に記載の要素との対応関係を例示するものであるが、これは、単なる説明のための例示にすぎず、本発明の技術的範囲を限定する趣旨ではない。

【0017】

本発明の第1の側面に従う温度測定装置は、温度調節ステージ(400)に基板(402)を設置して処理するプロセス中で、前記基板(402)又は前記温度調節ステージ(400)の温度を測定する装置であって、前記基板(402)表面若しくはその近傍、又は前記温度調節ステージ(400)表面若しくはその近傍に、有意な面積を持った二次元温度センサ(600)を備え、前記二次元温度センサ(600)の面積に対応する前記基板(402)又は前記温度調節ステージ(400)の領域の温度を測定できるようになっている。

40

【0018】

この温度測定装置によれば、二次元温度センサ(600)の面積に対応する領域の温度を測定する、つまり面状に温度を測定することができる。このため、例えば、その領域内において局所的に温度差が生じても、測定される温度は、その領域内の代表温度(例えば領域内の平均温度)となるので、温度調節ステージ(400)又は基板(402)を複数個製作しても機体毎に温度測定精度に差が出てしまう可能性を少なくすることができる。

【0019】

上記温度測定装置の好適な実施形態では、前記二次元温度センサ(600)が、フィルム状又は板状の基体(601)に担持されたものであって、前記温度調節ステージ(400)

50

）の表面上に配置されている。

#### 【0020】

この実施形態によれば、フィルム状又は板状の基体（601）に担持された二次元温度センサ（600）が温度調節ステージ（400）表面に備えられるので、点状温度センサを埋め込む従来の方法に比べて、接触或いは接着状態や温度測定位置が管理し易くなる。

#### 【0021】

本発明の第2の側面に従う被処理基板は、温度調節ステージ（400）上で温度調節されつつ処理される被処理基板であって、前記被処理基板の表面（例えば裏面）又は内部に、有意な面積を持った二次元温度センサ（600）を備え、前記二次元温度センサ（600）の面積に対応した前記被処理基板の領域の温度を測定できるようになっている。

10

#### 【0022】

この被処理基板によれば、表面（例えば裏面）又は内部に、有意な面積を持った二次元温度センサ（600）を備えるので、被処理基板それ自体の温度を正確に測定することができる。

#### 【0023】

本発明の第3の側面に従う温度測定装置は、温度調節ステージ（400）に基板（402）を設置して処理するプロセス中で、前記基板（402）又は前記温度調節ステージ（400）の温度を測定する装置であって、前記温度調節ステージ（400）表面上に配置された温度センサ（600）と、前記温度調節ステージ表面（400）と前記温度センサ（600）との間に介在する断熱材（605）（例えば空気）とを備える。

20

#### 【0024】

この温度測定装置によれば、温度センサ（600）が温度調節ステージ（400）の熱の影響を実質的に受けずに被処理基板（402）の温度を測定することができる。

#### 【0025】

#### 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

#### 【0026】

図1は、本発明の一実施形態に係る温度調節ステージの一例を示す。具体的には、図1（A）は、温度調節ステージの平面図（上方から見た図）であり、図1（B）は、その温度調節ステージのX-X断面図である。

30

#### 【0027】

温度調節ステージ400は、半導体ウエハ等の被処理基板402を載置するための載置プレート403と、多数の熱電変換素子を有しペルチェ効果によって載置プレート403側及び後述の熱交換プレート550側を加熱又は冷却する熱電変換部405と、熱電変換部405から発生した熱を放散するための熱交換プレート550とを備える。

#### 【0028】

載置プレート403は、表面、裏面及び側面を有し、表面に、被処理基板402を載置するための複数の突起（以下、これを「エアプロキシミティギャップピン」と言う）607、607、...が設けられている。これら複数のエアプロキシミティギャップピン607、607、...に被処理基板402が載置されるので、被処理基板402と載置プレート403との間には一定距離（例えば50～150μm）の間隙が存在する。

40

#### 【0029】

熱電変換部405は、1又は複数の熱電変換モジュールを有する（図1（B）には一つの熱電変換モジュールを例示している）。各熱電モジュールは、2次元配列された複数の熱電変換素子と、それら複数の熱電変換素子（401N、401P）を電氣的に接続して両側の熱交換面を構成している複数の電極（514A、514B）とを持ち、それらが2枚の平板511A、511Bの間に挟まれた構成となっている。具体的に言うと、上側の薄型の平板（例えば厚さ0.1mm程度のセラミックス又はポリイミド樹脂から成る接着剤シート）511Aの裏面上に備えられている上側の各電極（例えば銅板又は銅箔）514Aに、1つのP型半導体素子401Pと1つのN型半導体素子401Nが半田付けされた

50

パイ型のユニット形成されており、更に、各パイ型ユニットのP型半導体素子401Pとその隣のパイ型ユニットのN型半導体素子401Nとが、下側の平板511Bの表面に備えられている下側の各電極514Bに半田付けされている。こうして、複数のP型半導体素子401Pと複数のN型半導体素子401Pが上側と下側の電極(514A、514B)によって電氣的に直列に接続されている。そして、このP型半導体素子401PとN型半導体素子401Nの直列接続体に直流電流を流すと、電流の方向に応じて、上側の面(上側熱交換面)で吸熱し、下側の面(下側熱交換面)で放熱をするか、又は下側熱交換面で吸熱し、上側熱交換面で放熱をする。

#### 【0030】

熱交換プレート550は、内部に熱媒流体(例えば冷却水)を流すための流路551を有する。その流路551は、単純な形状をしたもの(例えば直方体状の空間)であっても良いし、熱交換プレート550の実質的全面に亘ってサーペントイン状に巡っていても良い。なお、特に図示しないが、この熱交換プレート550の下方に、又は熱交換プレート550に代えて、空冷フィンが備えられていても良い。

#### 【0031】

本実施形態では、図1(B)に示すように、例えば載置プレート403の表面に、有意な面積を有する二次元温度センサ600が備えられる。二次元温度センサ600は、例えば図2に示すように、1枚の基板(例えばポリイミド樹脂等のような絶縁体)又は重ね合わされた複数枚の基板であるフィルム状又は板状の基体601(厚さは例えば数 $\mu\text{m}$ ~数十 $\mu\text{m}$ )の表面、裏面又は内部に、所定の抵抗パターン55(膜厚は例えば数 $\mu\text{m}$ )を有するものである。抵抗パターン55は、基体601の全域又は所定の一部領域の実質的全域に亘ってサーペントイン状に密に巡っている。そして、その抵抗パターン55の長さ方向の所定箇所には、所定の機器(例えば電子回路)と電氣的に接続するための接続端子が備えられている。

#### 【0032】

抵抗パターン55は、温度によって抵抗率が変化する材料(例えば銅等の金属)から構成されている。そのため、抵抗パターン55に一定電流を流した場合、抵抗パターン55の両端子間電圧は、抵抗パターン55の温度によって異なる。そのため、この二次元温度センサ600は、抵抗パターン55の両端子間電圧の測定結果と、抵抗パターン55の材料の温度と抵抗率との関係に基づいて、温度を測定することができるようになっている。

#### 【0033】

以上のように、二次元温度センサ600は、有意な面積を有しているため、その温度センサ600を、後に詳述する態様で温度調節ステージ400又は被処理基板402に備えることによって、二次元温度センサ600の有意な面積に対応した領域の代表温度(例えば、載置プレート403又は被処理基板402の全領域又は所定の一部領域の平均温度)を測定することができる。なお、この二次元温度センサ600は、例えば数 $\mu\text{m}$ ~数百 $\mu\text{m}$ (例えば25 $\mu\text{m}$ )程度の厚さである。また、二次元温度センサ600は、必ずしも図2に示したような構成である必要はなく、点状の温度センサが有し得る面積(例えば約4平方ミリメートル)よりも大きい有意な所定面積(例えば、1つの半導体チップと実質的に同じ面積又はそれ以上の面積)を有していれば良い。

#### 【0034】

なお、抵抗パターン55は、上述したものに限る必要はなく、種々のバリエーションが考えられる。例えば、抵抗パターン55は、以下の(a)~(d)の抵抗パターン、  
(a) 曲がりくねった細長い抵抗パターンであって、その抵抗パターンの電流経路に沿った長さ方向の複数箇所の各々に、外部回路と接続するための端子が備えられたもの、  
(b) 曲がりくねった細長い抵抗パターンであって、その抵抗パターンの電流経路に沿った長さ方向の複数箇所の各々に、他の箇所と電氣的に接続して短絡するための短絡用端子が備えられたもの、  
(c) 梯子型の抵抗パターンであって、その梯子型の抵抗パターンを流れる電流の入口と出口が対角の位置になっている、

(d) 領域を有する抵抗パターン、

の少なくとも1つ、すなわち、抵抗パターンを所定の又は所望の箇所を削る又は短絡させることによって抵抗値の調節が可能な抵抗パターンであっても良い。

【0035】

以上、上述した実施形態によれば、有意な面積を有する二次元温度センサ600によって温度測定を行うため、温度測定対象領域の温度を点ではなく面で捕らえることができる。そのため、局所的に温度差が生じても温度測定結果に大きな影響は生じず、同一の条件で温度測定を行ったときには同一の温度測定結果が得られやすい。それ故、温度調節ステージ400を複数台製作した場合、機体毎に温度測定精度に差が出てしまうといったことを抑えることができる。

10

【0036】

また、上述した実施形態によれば、有意な面積を有する二次元温度センサ600によって温度測定を行うため、比較的広いエリアの代表温度を測定する場合であっても、必要なセンサの数を点状温度センサで温度測定を行う従来に比べて少なくすることができる。そのため、被処理基板402又は温度調節ステージ400の製造コストを抑えることができる。また、各地点の計測時点に時間差が大きく生じることはなく、計測の同時性が損なわれない。また、従来のように、特別に統計的な温度補間処理をしなくても、ウエハ温度の平面的プロファイルを、面温度計測データ値から直感的にイメージすることができる。

【0037】

また、上述した実施形態によれば、電流が流れる信号線自体はフィルム状又は板状の基体に備えられているため、寄生熱容量を小さくすることができる(例えば、フォトリソグラフィやスクリーン印刷などの技術で、配線の微細加工(例えば数 $\mu\text{m}$ オーダー)で信号線を作成することができる)。

20

【0038】

また、上述した実施形態によれば、二次元温度センサ600は薄いので(例えば、厚さが $\mu\text{m}$ オーダーなので)、二次元温度センサ600が被処理基板402の表面に貼付されても、被処理基板402上の気流を乱すことがない(つまり、被処理基板402の温度に悪影響を及ぼすことがない)。

【0039】

また、上述した実施形態によれば、二次元温度センサ600は、その全域又は一部領域を、被処理基板402の外表面若しくは内部、又は、温度調節ステージ600の外表面又は内面に密着させることができるので、従来よりも、物理的または機械的外力に対して強い。

30

【0040】

さて、上述した二次元温度センサ600の実装態様(例えば二次元温度センサ600の実装位置や形状)には幾つかのバリエーションが考えられる。以下、図3以降を参照して説明する。

【0041】

図3は、二次元温度センサ600の実装態様の第1のバリエーションを示す。なお、以下、同一の構成要素には同一の参照番号を付し、重複した説明をなるべく省略する。

40

【0042】

二次元温度センサ600の実装態様の第1のバリエーションは、二次元温度センサ600が所定の方法で載置プレート403の表面に貼付されることである(なお、エアプロキシミティギャップピン607の図示は省略している)。具体的には、例えば、接着剤又は樹脂系接着フィルムを用いて二次元温度センサ600と載置プレート403表面とが接着される、又は、載置プレート403の表面に孔を設けてその孔から吸引が行われることによって二次元温度センサ600が載置プレート403表面に吸い付けられることである。

【0043】

なお、熱応答性の妨げとならないように、接着剤又は接着フィルムは、熱伝導性の高いものが好ましい。

50

## 【 0 0 4 4 】

また、図 3 では、二次元温度センサ 6 0 0 の抵抗パターンや、外部機器と電氣的に接続するための端子の図示は省略してあるが（これは図 4 以降も同様）、これは当業者の実施を妨げるものにはならない。当業者であれば、図 2 を参照する等によって二次元温度センサ 6 0 0 の設計や製造は可能である。

## 【 0 0 4 5 】

また、二次元温度センサ 6 0 0 の面積は、図示のように、載置プレート 4 0 3 表面上の被処理基板 4 0 2 に対応した領域の面積と実質的に同一であっても良いし、それ以上でもそれ以下であっても良い。

## 【 0 0 4 6 】

また、図 3 では、1 個の二次元温度センサ 6 0 0 が備えられているが、複数個の二次元温度センサ 6 0 0 が、載置プレート 4 0 3 表面の複数のゾーンにそれぞれ備えられても良い（これは、図 4 以降でも同様である）。

## 【 0 0 4 7 】

また、二次元温度センサ 6 0 0 の基体がポリイミド樹脂等の接着性を有する材料で構成されている場合には、その基体に例えば所定量の熱を加えることで、二次元温度センサ 6 0 0 と載置プレート 4 0 3 とが接着されても良い。

## 【 0 0 4 8 】

図 4 は、二次元温度センサ 6 0 0 の実装態様の第 2 のバリエーションを示す。

## 【 0 0 4 9 】

二次元温度センサ 6 0 0 の実装態様の第 2 のバリエーションは、二次元温度センサ 6 0 0 が所定の方法で載置プレート 4 0 3 の裏面に貼付されることである（なお、エアプロキシミティギャップピン 6 0 7 の図示は省略している）。貼付の方法は、上記第 1 のバリエーションと同様である。二次元温度センサ 6 0 0 の面積は、図示のように、載置プレート 4 0 3 裏面上の被処理基板 4 0 2 に対応した領域の面積と実質的に同一であっても良いし、それ以上でもそれ以下であっても良い。

## 【 0 0 5 0 】

図 5 は、二次元温度センサ 6 0 0 の実装態様の第 3 のバリエーションを示す。

## 【 0 0 5 1 】

二次元温度センサ 6 0 0 の実装態様の第 3 のバリエーションは、二次元温度センサ 6 0 0 が所定の方法で載置プレート 4 0 3 の側面に貼付されることである。貼付の方法は、上記第 1 のバリエーションと同様である。二次元温度センサ 6 0 0 の幅は、載置プレート 4 0 3 の厚み以下になるように帯状になっていても良いし、一部分を折って載置プレート 4 0 3 の表面又は裏面に接着剤等で貼れるようになっていても良い。また、二次元温度センサ 6 0 0 の長さは、載置プレート 4 0 3 の外縁を略 1 周することができる程度の長さであっても良いし、それ以上でもそれ以下であっても良い。

## 【 0 0 5 2 】

図 6 は、二次元温度センサ 6 0 0 の実装態様の第 4 のバリエーションを示す。

## 【 0 0 5 3 】

二次元温度センサ 6 0 0 の実装態様の第 4 のバリエーションは、載置プレート 4 0 3 の裏面と、熱電変換部 4 0 5 の表面（具体的には、例えば、熱電変換モジュールの上側プレート 5 1 1 A の上面）との間に、二次元温度センサ 6 0 0 が挟み込まれることである。この場合、二次元温度センサ 6 0 0 は、単に挟み込まれるだけであっても良いし、載置プレート 4 0 3 の裏面及び熱電変換部 4 0 5 の上面の少なくとも一方に貼付されても良い。

## 【 0 0 5 4 】

図 7 は、二次元温度センサ 6 0 0 の実装態様の第 5 のバリエーションを示す。

## 【 0 0 5 5 】

二次元温度センサ 6 0 0 の実装態様の第 5 のバリエーションは、二次元温度センサ 6 0 0 を載置プレート 4 0 3 表面に備える場合に、載置プレート 4 0 3 内部からその表面を突き出て被処理基板 4 0 2 を持ち上げる 1 又は複数のウエハリフトピン（図示せず）や、エア

10

20

30

40

50



プロキシミティギャップピン 607 (図示せず) の邪魔にならないように、二次元温度センサ 600 に所定の孔を設けることである。具体的には、二次元温度センサ 600 を載置プレート 403 表面に貼付した際にウエハリフトピンが位置する二次元温度センサ 600 上の各箇所に、ウエハリフトピンが通過可能なウエハリフトピン用の孔 701 が備えられ、且つ、エアプロキシミティギャップピン 607 が位置する二次元温度センサ 600 上の各箇所に、エアプロキシミティギャップピン 607 が通過可能なエアプロキシミティギャップピン用の孔 703 が備えられる。孔 701、703 の太さは、各種ピンよりも太いものとなっている。また、二次元温度センサ 600 が有する抵抗パターンは、各孔 701、703 を避けるように設計される。

【0056】

10

図 8 は、二次元温度センサ 600 の実装態様の第 6 のバリエーションを示す。

【0057】

二次元温度センサ 600 の実装態様の第 6 のバリエーションは、載置プレート 403 の表面に、二次元温度センサ 600 の一部分 (例えば、ハッチングで示したように、二次元温度センサ 600 の外縁) のみを貼付し、他の部分は貼付されないことである。このため、図 9 に示すように、載置プレート 403 表面と、二次元温度センサ 600 の上記貼付されない部分との間には、所定の断熱材 (例えば空気) 605 を介在することができる。これにより、二次元温度センサ 600 は載置プレート 403 の熱の影響を受けづらくなって、二次元温度センサ 600 の全域を載置プレート 403 表面に貼り付ける場合と比べて、被処理基板 402 の温度変化を応答性良く捕らえる事が可能である。

20

【0058】

図 10 は、二次元温度センサ 600 の実装態様の第 7 のバリエーションを示す。

【0059】

二次元温度センサ 600 の実装態様の第 7 のバリエーションは、被処理基板 402 の表面又は裏面の実質的に全域又は一部領域に、二次元温度センサ 600 が貼付されることである。

【0060】

図 11 は、二次元温度センサ 600 の実装態様の第 8 のバリエーションを示す。

【0061】

二次元温度センサ 600 の実装態様の第 8 のバリエーションは、被処理基板 402 の表面又は裏面の複数のゾーンのそれぞれに、複数個の二次元温度センサ 600、600、... が貼付されることである。なお、図 11 の例では、被処理基板 402 の裏面の中心に、1 つの円形のゾーン、その外縁の外に、同心円レイヤの一部分となった扇形の 3 つのゾーンが備えられるが、被処理基板 402 のゾーンの態様 (例えば数又は形状) はこれに限られず、処理目的等に応じて、ゾーンの数、各ゾーンの形状及び面積を決定することができる。また、どのゾーンに二次元温度センサ 600 が貼付されるかに基づいて、その二次元温度センサ 600 の抵抗パターンの形態や抵抗値を調節することができる (なお、このことは、載置プレート 403 表面、裏面又は側面に備える場合にも同様である)。

30

【0062】

図 12 は、二次元温度センサ 600 の実装態様の第 9 のバリエーションを示す。

40

【0063】

二次元温度センサ 600 の実装態様の第 9 のバリエーションは、被処理基板 402 の表面又は裏面に設けられた複数のゾーンが扇形になっており、それら複数のゾーンのそれぞれに、扇形の複数個の二次元温度センサ 600、600、... が貼付されることである。なお、このバリエーションでは、各ゾーン及び各温度センサ 600 が、扇形になっていれば良く、ゾーン及び温度センサ 600 の数は、図示のように 4 つに限らずそれ以上でも以下でも良い。

【0064】

図 13 は、二次元温度センサ 600 の実装態様の第 10 のバリエーションを示す。

【0065】

50

二次元温度センサ 600 の実装態様の第 10 のバリエーションは、被処理基板 402 上に備えられる 1 又は複数の任意の物体（例えば、半導体ウエハに備えられる半導体チップ）に対応した被処理基板 402 裏面上の 1 又は複数の領域の全域又は一部に、二次元温度センサ 600 が貼付されることである。二次元温度センサ 600 は、図示のように、複数の任意の物体にそれぞれ対応した複数の領域の全てに設けられても良いし、任意に選択された 1 又は 2 以上の物体に対応した領域のみの温度を測定することができるように設けられても良い。

【0066】

図 14 は、二次元温度センサ 600 の実装態様の第 11 のバリエーションを示す。

【0067】

二次元温度センサ 600 の実装態様の第 11 のバリエーションは、被処理基板 402 の裏面の複数のゾーンに、それぞれ複数の二次元温度センサ 600 が貼付され、且つ、各二次元温度センサ 600 には、図 15 に示すように、外部機器に電氣的に接続するための複数の端子（以下、「センサターミナル」と言う）711 が備えられることである（図示の例では、被処理基板 402 の中心に円形のゾーン、その外縁の外に、その円形のゾーンの同心円レイヤの一部分となった扇形のゾーンといった 2 つのゾーンが備えられているが、ゾーンの態様はこれに限られない）。

【0068】

センサターミナル 711 は、二次元温度センサ 600 内に存在する抵抗パターンを流れる電流の入口である入力端子又はその電流の出口である出力端子である。各センサターミナル 711 は、外部機器に設けられている端子に電氣的に接続可能である。

【0069】

この被処理基板 402 は、例えば以下のような基板回転装置のステージに載せることができる。

【0070】

図 16 は、基板回転装置を示す。具体的には、図 16 (a) は、基板回転装置の平面図（上方から見た図）であり、図 17 (b) は、基板回転装置の側面図である。

【0071】

この基板回転装置 713 は、例えば後述のレジスト膜形成処理で使用されるものであり、被処理基板 402 が載置される円形の平板状ステージ（以下、「基板ステージ」と言う）715 と、基板ステージ 715 の中心に接続された基板ステージ 715 の回転軸（以下、「ステージ回転軸」と言う）714 とを有している。ステージ回転軸 714 が、モーターとギヤとを備えたステージ回転軸駆動部（図示せず）によって所定方向（例えば反時計周りに軸周りに回転することによって、基板ステージ 715 を円周方向に回転させることができる）。

【0072】

基板ステージ 715 の表面には、図 16 (a) 及び図 17 に示すように、複数の端子（以下、この端子を「回転装置ターミナル」と言う）717 が備えられる。回転装置ターミナル 717 の数は、被処理基板 402 の裏面に備えられたセンサターミナル 711 の数と同等であり、複数の回転装置ターミナル 717 は、裏面が下に向いた図 14 の被処理基板 402 が基板ステージ 715 の所定位置に載置したときに、その被処理基板 402 が有する複数のセンサターミナル 711 と接触するような位置に備えられている。従って、裏面に 1 又は複数の二次元温度センサ 600 が備えられた被処理基板 402 を、裏面を下に向けて基板ステージ 715 上の所定位置に載置すれば、複数の回転装置ターミナル 717 がそれぞれ複数のセンサターミナル 711 に接触して電氣的に接続する。それにより、被処理基板 402 裏面にある各二次元温度センサ 600 に電流を流して、各二次元温度センサ 600 に対応した被処理基板 402 の各ゾーンの温度を測定することができる。

【0073】

なお、この状態において、被処理基板 402 の表面には、従来技術のように、温度測定に必要な部材（例えば R T D やリード）等のような無駄な物体は備えられていない。そのた

10

20

30

40

50

め、被処理基板 402 の温度測定を行いつつ、被処理基板 402 の表面に対して、所定の処理、例えばレジスト膜形成処理を施すことが可能である。それについて、図 18 を参照して説明する。

【0074】

二次元温度センサ 600 が裏面に備えられた被処理基板 402 が、裏面が下に向いた状態で基板ステージ 715 表面上の所定位置に載置されることにより、被処理基板 402 裏面上の複数のセンタターミナル 711 が、それぞれ、基板ステージ 715 表面上の複数の回転装置ターミナル 717 に接触して、被処理基板 402 の温度測定が可能な状態になる。被処理基板 402 は、所定の方法（例えば、基板ステージ 715 の表面に設けられる図示しない 1 又は複数の孔から吸引が行われること）によって、基板ステージ 715 表面に固

10

【0075】

そして、基板ステージ 715 に固定された被処理基板 402 の表面には、レジスト滴下ノズル 718 より適量のレジスト液が滴下される。その後、ステージ回転軸 714 が高速に回転することによって、基板ステージ 715 と共に、それに固定された被処理基板 402 が高速に回転し、遠心力によって、滴下されたレジスト液が被処理基板 402 の全域に拡散されて、レジスト膜が形成される。その際、被処理基板 402 表面における各地点の回転速度は、中心からの距離と角速度との積で決定されるため、被処理基板 402 の外周側の回転速度は中心側の回転速度よりも大きくなる。したがって、レジスト液が揮発する速度が外周側の方が大きくなりレジスト液の粘度が上昇する。その結果、形成されるレジスト膜は、中心側の膜厚が小さく、外周側の膜厚は大きくなり易い。レジスト膜の膜厚をリアルタイムで計測しながら回転数を変動調節し、均一な膜厚を得ることができればそうすることが望ましいかもしれないが、現実には困難である。本実施形態では、粘度の差を蒸発潜熱による被処理基板 402 の温度差としてモニタし、その温度差のデータを用いて、均一な膜厚が得られるように回転数を変動調節することにより、レジスト膜の膜厚のコントロールが行われる。これが可能なのは、温度測定しつつ、被処理基板 402 それ自体の表面に対して処理を施すことができるようになってきているからである。

20

【0076】

なお、上記説明では、被処理基板 402 が電氣的に接続することができる外部機器として基板回転装置 713 を例に採ったが、それに限らず、例えば、温度調節ステージ 400 の載置プレート 403 の表面上に、基板ステージ 715 と同様に複数のターミナルを備え、それら複数のターミナルにそれぞれ複数のセンタターミナル 711 を半田付け等の方法で電氣的に接続することも可能である。なお、その際、被処理基板 402 の裏面（例えば二次元温度センサ 600）と載置プレート 403 との間に、断熱材を介在させても良い。

30

【0077】

以上、上述した第 11 のバリエーションによれば、二次元温度センサ 600 が被処理基板 402 の裏面に備えられ、被処理基板 402 の表面には格別凹凸は形成されない。そのため、被処理基板 402 の温度測定を行いつつ、被処理基板 402 表面に所定の処理（例えばレジスト膜の形成処理）を施すことができる。その際、被処理基板 402 の表面に無駄な凹凸はないので、被処理基板 402 上空に気流の乱れを生じさせることがない。また、被処理基板 402 の温度測定を行いつつ表面にレジスト膜の形成が可能なので、レジストの蒸発潜熱を考慮した温度履歴の計測が可能である。また、レジスト膜が形成される被処理基板 402 の表面には、格別凹凸は形成されないの、形成されたレジスト膜を薬液で剥離して、被処理基板 402 を再利用することができる。

40

【0078】

図 19 は、二次元温度センサ 600 の実装態様の第 12 のバリエーションを示す。

【0079】

二次元温度センサ 600 の実装態様の第 12 のバリエーションは、第 11 のバリエーションと同様に、被処理基板 402 の裏面に二次元温度センサ 600 及びセンタターミナル 711 を備えるものであるが、以下の点で異なったものである。

50

## 【0080】

すなわち、被処理基板402の裏面には、被処理基板402よりも広い二次元温度センサ600が固定される。その二次元温度センサ600には、被処理基板402に対応した中心エリア732内であって、被処理基板402の複数のゾーン（例えば図示のように扇形ゾーン）にそれぞれ対応した複数の領域の各々に、独立した配線パターン731が備えられる。そして、各配線パターン731には、複数のセンサターミナル711が備えられ、各センサターミナル711は、被処理基板402に対応したエリア732の外、つまり、二次元温度センサ600の外周エリア734上に備えられる。

## 【0081】

なお、被処理基板402に対応したエリア732の外に備えられるセンサターミナル711は、必ずしもリング状の外周エリア734を用意してそこに備えなければならないわけではなく、例えばフランジのような態様で二次元温度センサ600の基体の一部分のみを被処理基板402に対応したエリア732の外に張り出し、そこに、センサターミナル711が備えられても良い。

## 【0082】

図20は、二次元温度センサ600の実装態様の第13のバリエーションを示す。

## 【0083】

二次元温度センサ600の実装態様の第13のバリエーションは、被処理基板402の表面と裏面の両方に、二次元温度センサ600が貼付されることである。その際、表面に貼付された二次元温度センサ600が温度測定する領域と、裏面に貼付された二次元温度センサ600が温度測定する領域は、例えば、同一形状且つ同一面積であって、互いに対向した位置にある。換言すれば、二次元温度センサ600は、被処理基板402の表面と、それに対向する同位相の裏面に貼付される。これは、被処理基板402の表面（又は裏面）に備える温度センサ600の数が1個であっても複数個であっても同様である。

## 【0084】

この第13のバリエーションによれば、被処理基板402の任意領域について、表面と裏面との温度差を計測すること、つまり厚さ方向の温度差を計測することができる。その際、二次元温度センサ600は薄いので（例えば厚さは $\mu\text{m}$ オーダーなので）、被処理基板402上の気流を乱すことがない。

## 【0085】

図21は、二次元温度センサ600の実装態様の第14のバリエーションを示す。

## 【0086】

二次元温度センサ600の実装態様の第14のバリエーションは、被処理基板402が、多層状になり、多層の被処理基板402の内部にレイヤとして二次元温度センサ600が備えられることである。この被処理基板402は、例えば薄厚ウエハであり、例えばハンドリングの裏打ち材となり得る保護シート（例えばPET（ポリエチレンテレフタレート）やガラス基板）777に、ポリイミド樹脂等から作られた接着シート775を介して二次元温度センサ600が接着され、更に、その二次元温度センサ600に、接着シート773を介して、レジスト膜形成処理等の所定の処理が施される表面を持った被処理シート（例えばシリコン等の半導体）771が接着されて積層状になったものである。保護シート777は、接着剤シート775から剥離することができるようになっている。

## 【0087】

この被処理シート771は、例えば直径200mmで厚さが25～300 $\mu\text{m}$ 程度であり、被処理基板402の総厚は、被処理シート771の平坦性を損なわない厚さ、例えば1mm程度である。この被処理基板402は、例えば、実際の半導体製造工程で集積回路を形成する実ワークとして用いリアルタイムで温度測定されても良いし、特定のプロセスの温度プロファイルを検査するダミーウエハとして使用されても良い。また、二次元温度センサ600の数は、1個でも良いし複数個でも良い。二次元温度センサ600が複数個備えられる場合は、二次元温度センサ600同士の隙間には、接着剤等の所定部材で埋められても良いし、空いたままになっていても良い。また、二次元温度センサ600は、被処

理基板 402 内部ではなく裏面に貼付されても良い。

【0088】

この第14のバリエーションによれば、二次元温度センサ600は薄いため、多層状の薄厚ウエハ内にレイヤとして組み込むことができ、それにより、薄厚ウエハの処理中に、薄厚ウエハの全域又は一部領域の代表温度を測定することができる。

【0089】

なお、この第14のバリエーションにおいて、二次元温度センサ600の基体が、例えばハンドリングの裏打ち材となり得る材料で構成されていれば（つまり、二次元温度センサ600が保護シートの役割を兼ねることができれば）、図22に示すように、保護シート777及びその上層にある接着剤シート775はなくても良い。これにより、被処理基板402をより薄くすることができる。

10

【0090】

以上、本発明の好適な実施形態を説明したが、これらは本発明の説明のための例示であって、本発明の範囲をこれらの実施例にのみ限定する趣旨ではない。本発明は、その要旨を逸脱することなく、他の種々の形態でも実施することができる。

【0091】

例えば、上述の説明では、ペルチェ効果により加熱又は冷却を実行する温度調節ステージ400を例に挙げたが、それに限らず、別種の温度調節ステージ、例えば、（1）抵抗発熱体（例えば、ニクロム線状体やステンレス等の薄膜抵抗体）及び冷却装置（例えば、空冷フィンを備えた冷却機構や、冷却液の流路を備えた冷却機構）のどちらか一方又は両方を有するステージ、（2）シリコンラバーヒータ、マイカヒータ、シーズヒータ、フォイルヒータ等の発熱体を有する加熱用ステージ、（3）複雑な冷却回路（例えば冷却のための熱媒流体が流れる流路であってサーペンタイン状になった流路を有する熱交換部）を有する冷却用ステージへの適用も同様の理由（すなわち、所定領域内における多数の箇所が平均化された代表温度が測定できるという理由）で可能である。

20

【0092】

また、例えば、上述の説明では、載置プレート403も被処理基板402も図示の例では円形であるが、必ずしも円形である必要なく、例えば方形等別の形状をしていても良い。その場合、二次元温度センサ600の形状も、載置プレート403や被処理基板402の形状に応じてデザインすることができる。

30

【0093】

更に、例えば、被処理基板402又は温度調節ステージ400の温度変化を応答性良く検知するという観点から考えれば、温度センサは、上述したような有意な面積を持った二次元温度センサ以外のセンサ、例えば点状センサであっても良い。温度センサは、例えば以下のように、温度調節ステージ400（又は被処理基板402）に実装することができる。

【0094】

図23は、温度センサの温度調節ステージ400への実装例を示す。なお、この図では、載置プレート403より下方の要素（例えば熱交換部405）の図示は省略してある。

【0095】

載置プレート403表面に、ポリイミド樹脂等の断熱材シート805が供えられ、断熱材シート805の上には、1又は複数個の温度センサ780が備えられる。このように、載置プレート403と温度センサ780との間には、断熱材が介在するので、温度センサ780が載置プレート403の熱の影響を受けづらくなり、被処理基板402の温度変化を応答性良く検知することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【図1】（A）は、本発明の一実施形態に係る温度調節ステージの平面図。（B）は、その温度調節ステージのX-X断面図である。

【図2】二次元温度センサの一例を示す図。

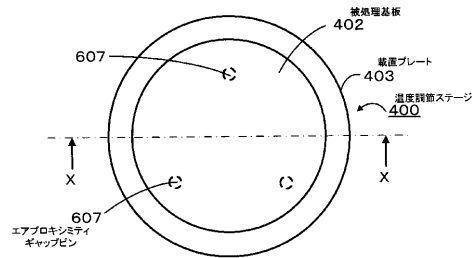
【図3】二次元温度センサの実装態様の第1のバリエーションを示す。

50

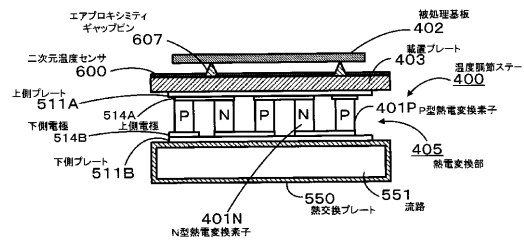
- 【図 4】二次元温度センサの実装態様の第 2 のバリエーションを示す。
- 【図 5】二次元温度センサの実装態様の第 3 のバリエーションを示す。
- 【図 6】二次元温度センサの実装態様の第 4 のバリエーションを示す。
- 【図 7】二次元温度センサの実装態様の第 5 のバリエーションを示す。
- 【図 8】二次元温度センサの実装態様の第 6 のバリエーションを示す。
- 【図 9】載置プレート表面と二次元温度センサとの間に断熱材が介在する様子を示す図。
- 【図 10】二次元温度センサの実装態様の第 7 のバリエーションを示す。
- 【図 11】二次元温度センサの実装態様の第 8 のバリエーションを示す。
- 【図 12】二次元温度センサの実装態様の第 9 のバリエーションを示す。
- 【図 13】二次元温度センサの実装態様の第 10 のバリエーションを示す。 10
- 【図 14】二次元温度センサの実装態様の第 11 のバリエーションを示す。
- 【図 15】被処理基板の裏面上の、センサターミナルが備えられる部分の拡大図。
- 【図 16】(A) は、センサターミナルを備えた被処理基板が載置される基板回転装置の平面図。(B) は、その基板回転装置の側面図。
- 【図 17】基板ステージ上の、回転装置ターミナルが備えられる部分の拡大図。
- 【図 18】レジスト膜形成処理の様子を示す図。
- 【図 19】二次元温度センサの実装態様の第 12 のバリエーションを示す。
- 【図 20】二次元温度センサの実装態様の第 13 のバリエーションを示す。
- 【図 21】二次元温度センサの実装態様の第 14 のバリエーションを示す。
- 【図 22】第 14 のバリエーションにおいて、二次元温度センサが保護シートの役割を兼 20  
ねる場合の被処理基板を示す図。
- 【図 23】温度センサの温度調節ステージへの実装例を示す図。
- 【符号の説明】
- 400 ... 温度調節ステージ、401N ... N 型熱電変換素子、401P ... P 型熱電変換素子、402 ... 被処理基板、403 ... 載置プレート、405 ... 熱電変換部、511A ... 上側プレート、511B ... 下側プレート、514A ... 上側電極、514B ... 下側電極、550 ... 熱交換プレート、551 ... 流路、600 ... 二次元温度センサ、607 ... エアプロキシミティギャップピン

【図 1】

(A) 温調ステージを上方から見た図

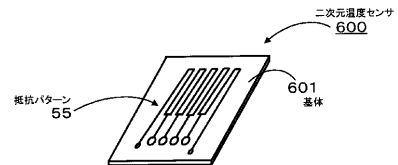


(B) X-X断面図



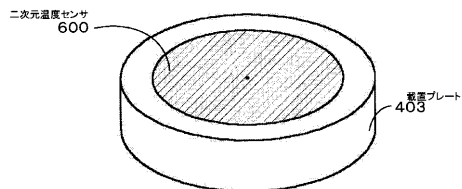
【図 2】

二次元温度センサの一例を示す図



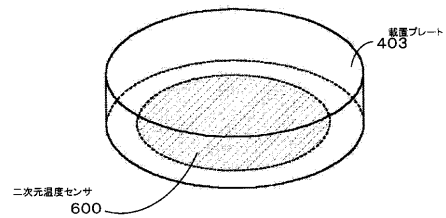
【図 3】

二次元温度センサ 600 の実装態様の第 1 のバリエーション

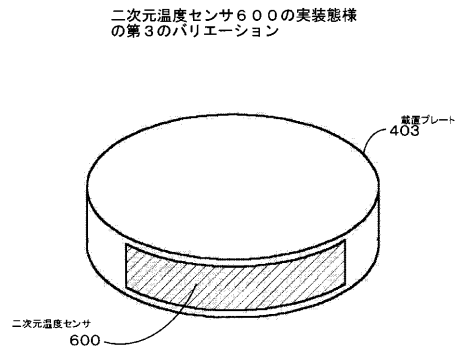


【図 4】

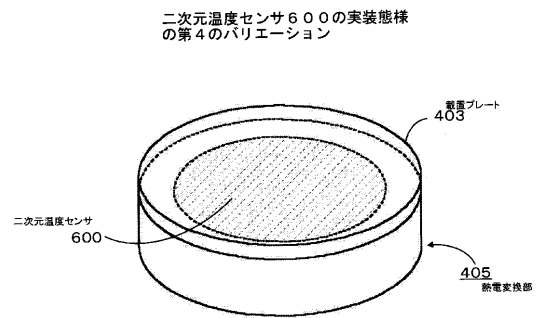
二次元温度センサ 600 の実装態様の第 2 のバリエーション



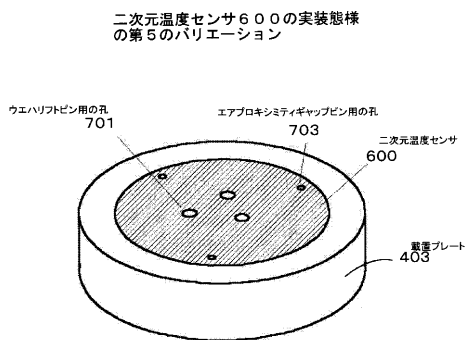
【図 5】



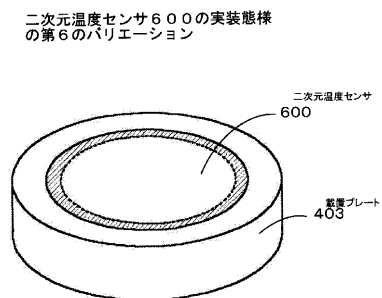
【図 6】



【図 7】

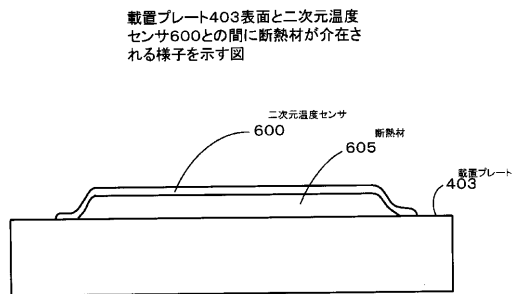


【図 8】

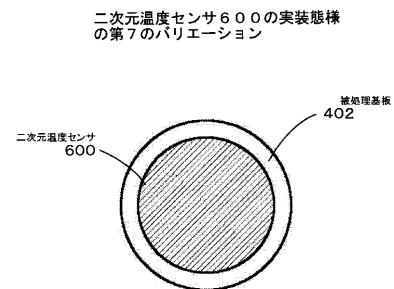




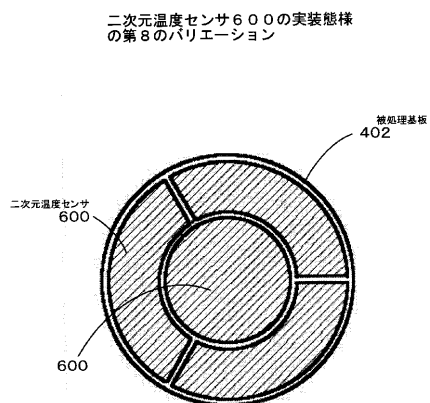
【図 9】



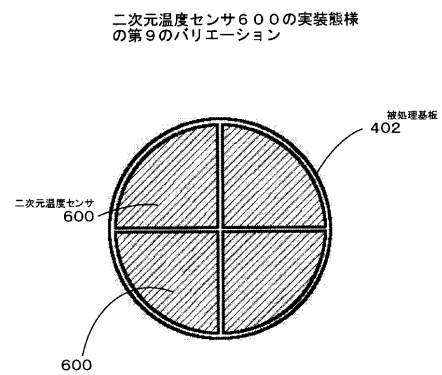
【図 10】



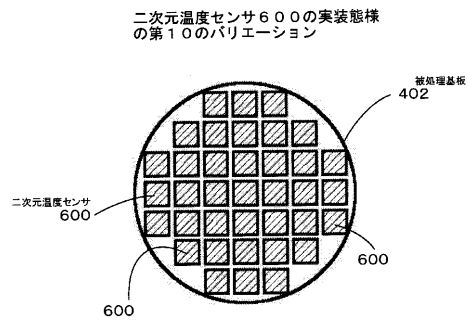
【図 11】



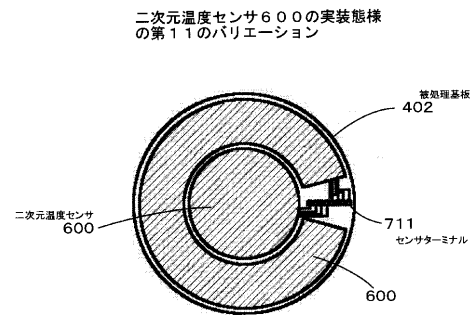
【図 12】



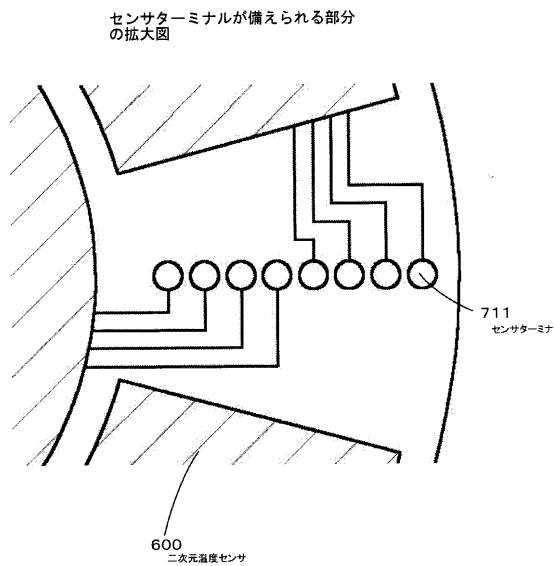
【図 13】



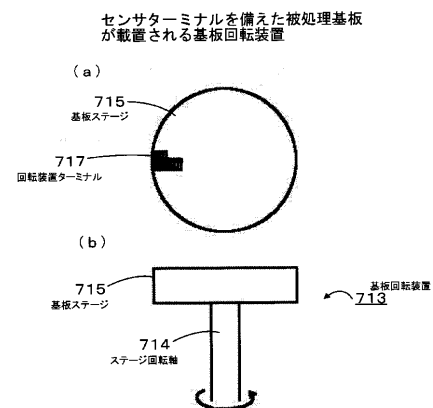
【図 14】



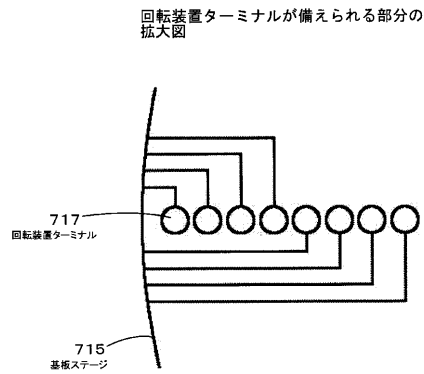
【図 15】



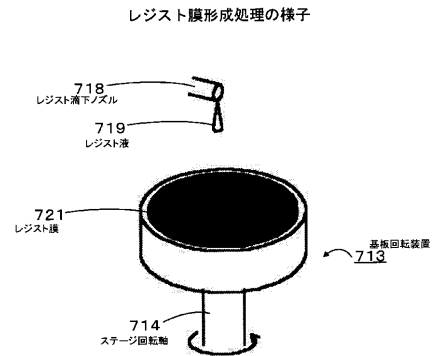
【図 16】



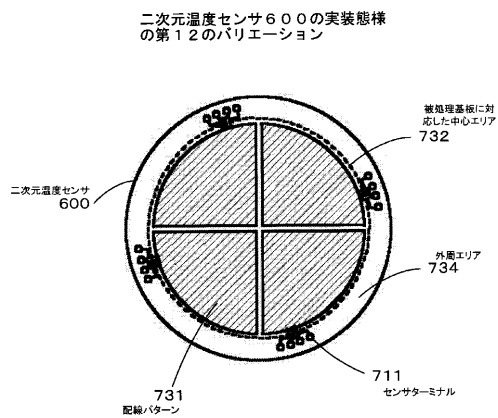
【図 17】



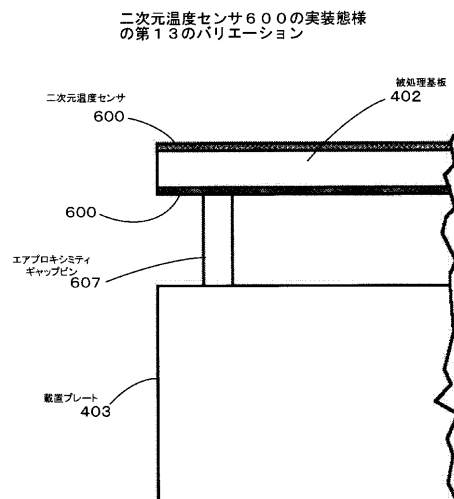
【図 18】



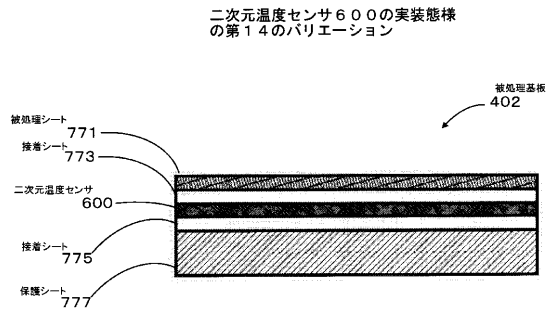
【図 19】



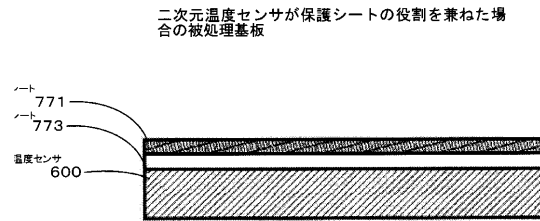
【図 20】



【図 2 1】



【図 2 2】



【図 2 3】

