

(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2007-171047

(P2007-171047A)

(43) 公開日 平成19年7月5日(2007.7.5)

(51) Int.CI.	F 1	GO 1 K	7/32	S	2 F O 5 6
<b>GO 1 K</b>	<b>7/32</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>GO 1 K</b>	<b>7/32</b>	<b>2 F O 5 6</b>
<b>GO 1 K</b>	<b>1/14</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>GO 1 K</b>	<b>1/14</b>	<b>2 F O 7 3</b>
<b>GO 1 K</b>	<b>1/02</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>GO 1 K</b>	<b>1/02</b>	<b>4 M 1 0 6</b>
<b>GO 8 C</b>	<b>17/00</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>GO 8 C</b>	<b>17/00</b>	<b>A</b>
<b>HO 1 L</b>	<b>21/66</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>HO 1 L</b>	<b>21/66</b>	<b>T</b>

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2005-370811 (P2005-370811)	(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6号
(22) 出願日	平成17年12月22日 (2005.12.22)	(74) 代理人	100091409 弁理士 伊藤 英彦
		(74) 代理人	100096792 弁理士 森下 八郎
		(74) 代理人	100091395 弁理士 吉田 博由
		(72) 発明者	左田 信幸 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内
		(72) 発明者	北野 高広 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内 最終頁に続く

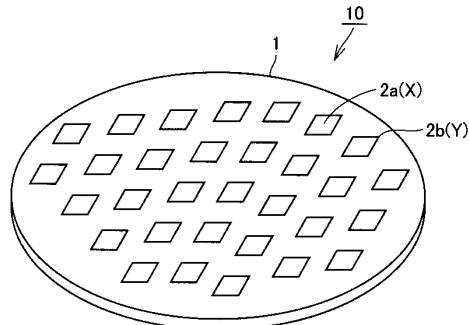
(54) 【発明の名称】 ウェハ型温度センサとこれを用いた温度測定装置、温度測定機能を有する熱処理装置および温度測定方法

## (57) 【要約】

【課題】電源を供給する必要がなく自動化に適し、耐熱性を高め、簡単な回路でウェハの温度分布を測定できるウェハ型温度センサとこれを用いた温度測定装置、温度測定機能を有する熱処理装置および温度測定方法を提供する。

【解決手段】ウェハ1と、ウェハ1の上面を複数の領域に区分し、区分された各領域に配置された複数の温度センサ2a, 2b...とを備えてウェハ型温度センサ10を構成し、各温度センサ2a, 2b...は、高周波信号が入力されたことに応じて、各領域ごとに異なる周波数帯域内で対応する領域の温度に基づく周波数信号を送り返す表面弹性波素子を備える。

【選択図】図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

ウェハと、

前記ウェハ上面を複数の領域に区分し、区分された各領域に配置された複数の温度センサとを備え、

前記各温度センサは、高周波信号が入力されたことに応じて、前記各領域ごとに異なる周波数帯域内で対応する領域の温度に基づく周波数信号を送り返す表面弹性波素子を備える、ウェハ型温度センサ。

**【請求項 2】**

前記表面弹性波素子は、

圧電基板と、

前記圧電基板上に形成される1対の櫛型電極を対向させた励振電極と、

前記圧電基板上に前記励振電極から所定の距離を隔てて配置される反射電極とを含み、

前記所定の距離は、前記各領域に配置される表面弹性波素子ごとに異なっている、請求項1に記載のウェハ型温度センサ。

**【請求項 3】**

前記表面弹性波素子は、前記1対の櫛型電極の一方電極に接続され、前記高周波信号を受ける素子アンテナを含む、請求項2に記載のウェハ型温度センサ。

**【請求項 4】**

ウェハと、前記ウェハ上面を複数の領域に区分し、区分された各領域に配置され、高周波信号が入力されたことに応じて、前記各領域ごとに異なる周波数帯域内で対応する領域の温度に基づく周波数信号を送り返す複数の表面弹性波素子とを備えるウェハ型温度センサと、

前記ウェハ型温度センサから空間を隔てて設けられ、前記ウェハ上の複数の表面弹性波素子のそれぞれに対して所定の周波数帯域幅を有する高周波信号を送信し、周波数帯域内のいずれかの高周波信号に応答して送り返されてくる温度に基づく周波数信号を受信する通信手段と、

前記通信手段で受信した周波数信号に基づいて、その周波数信号が含まれている周波数帯域を判別し、その周波数帯域に対応する前記ウェハの領域を特定し、その周波数信号に基づいてその領域の温度を判別する判別手段とを備える、温度測定装置。

**【請求項 5】**

前記通信手段は、

アンテナと、

前記アンテナを介して、前記所定の周波数帯域幅を有する高周波信号を送信し、前記複数の表面弹性波素子から前記所定の周波数帯域幅のいずれかの高周波信号に応答して送り返されてくる周波数信号を受信する送受信手段とを含む、請求項4に記載の温度測定装置。

**【請求項 6】**

前記送受信手段は、

前記アンテナに前記高周波信号を送信する送信手段と、

前記送信手段から送信される高周波信号を前記所定の帯域幅内で掃引するための周波数掃引手段と、

前記アンテナを介して前記送り返されてくる周波数信号を受信する受信手段とを含む、請求項5に記載の温度測定装置。

**【請求項 7】**

温度測定機能を有する熱処理装置であって、

周囲全体が囲まれた筐体と、

前記筐体内でウェハを加熱または冷却するステージと、

ウェハと、前記ウェハ上面を複数の領域に区分し、区分された各領域に配置され、高周波信号が入力されたことに応じて、前記各領域ごとに異なる周波数帯域内で対応する領域

10

20

30

40

50

の温度に基づく周波数信号を送り返す複数の表面弹性波素子とを含むウェハ型温度センサと、

前記筐体内に配置され、前記ウェハ型温度センサに高周波信号を放射し、前記表面弹性波素子から送り返される周波数信号を捕らえるアンテナとを備える、温度測定機能を有する熱処理装置。

#### 【請求項 8】

前記ステージは、前記ウェハを加熱処理する加熱板と、前記加熱板で加熱処理されたウェハを冷却する冷却板とを含み、

前記アンテナは、前記筐体内の前記加熱板と、前記冷却板との間の前記筐体の天井に配置される、請求項 7 に記載の温度測定機能を有する熱処理装置。

10

#### 【請求項 9】

前記ステージは、前記ウェハを加熱処理する加熱板と、前記加熱板で加熱処理されたウェハを冷却する冷却板とを含み、

さらに、前記加熱板を覆う開閉可能なカバー部材を含み、

前記アンテナは、前記冷却板の上方に設けられ、さらに前記カバー部材内に配置される補助アンテナを含む、請求項 7 に記載の温度測定機能を有する熱処理装置。

#### 【請求項 10】

ウェハを載置して加熱または冷却するステージを備えた熱処理装置内において、前記ウェハの温度を測定する温度測定方法であって、

前記ウェハ上面を複数の領域に区分し、区分された各領域に表面弹性波素子が配置され、高周波信号が入力されたことに応じて、前記各領域ごとに異なる周波数帯域内で対応する領域の温度に基づく周波数信号を送り返すウェハ型温度センサを前記ステージ上に搬送して位置決めする工程と、

前記ステージを加熱または冷却する工程と、

前記ウェハ型温度センサに対して所定の周波数帯域幅を有する高周波信号を送信し、いずれかの周波数の高周波信号に基づいて前記表面弹性波素子から送り返された周波数信号を受信する工程と、

前記受信した周波数信号に基づいて、その周波数信号が含まれている周波数帯域を判別して前記ウェハの領域を特定し、その周波数信号に基づいてその領域の温度を判別する工程と、

前記ステージから前記ウェハ型温度センサを取出して搬送する工程とを備える、温度計測方法。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【0001】

この発明は、ウェハ型温度センサとこれを用いた温度測定装置、温度測定機能を有する熱処理装置および温度測定方法に関し、例えばウェハを加熱する加熱板の温度を測定する装置および方法に関する。

#### 【背景技術】

#### 【0002】

半導体デバイスの製造におけるフォトリソグラフィー工程においては、半導体ウェハ（以下、「ウェハ」）の表面にレジスト液を塗布した後の加熱処理（プリベーキング）や、パターンの露光を行った後の加熱処理（ポストエクスピージャーベーキング）、各加熱処理後に行われる冷却処理などの種々の熱処理が、例えばウェハを所定温度に維持された加熱・冷却装置により行われている。

#### 【0003】

図 9 は、従来の加熱・冷却装置 60 の縦断面図であり、図 10 は図 9 の線 A - A に沿う横断面図である。

#### 【0004】

図 9 において、加熱・冷却装置 60 の筐体 90 内には、冷却用の冷却板 61 と加熱用の

20

30

40

50

加熱板 6 2 が並べられて設けられている。冷却板 6 1 および加熱板 6 2 は、厚みのある円盤状に形成されている。冷却板 6 1 には、図示しない例えはペルチェ素子等が内蔵されており、冷却板 6 1 を所定温度に冷却することができる。

#### 【 0 0 0 5 】

また、冷却板 6 1 の下方には、ウェハを冷却板 6 1 上に載置する際に、ウェハを支持して昇降させるための昇降ピン 6 3 が設けられている。この昇降ピン 6 3 は、昇降駆動機構 6 4 により上下に移動自在であり、冷却板 6 1 の下方から冷却板 6 1 を貫通し、冷却板 6 1 上に突出できるように構成されている。

#### 【 0 0 0 6 】

一方、加熱板 6 2 には、ヒータ 6 5 と加熱板温度センサ 6 2 a が内蔵されており、加熱板 6 2 の温度は、コントローラ 6 6 が加熱板温度センサ 6 2 a の温度に基づいて、ヒータ 6 5 の発熱量を制御することによって設定温度に維持される。加熱板 6 2 の下方には、冷却板 6 1 と同様に昇降ピン 6 7 と昇降駆動機構 6 8 とが設けられており、この昇降ピン 6 7 によって、ウェハを加熱板 6 2 上に載置自在になっている。

#### 【 0 0 0 7 】

また、図 1 0 に示すように冷却板 6 1 と加熱板 6 2との間には、ウェハを加熱板 6 2 に搬送し、またウェハを加熱板 6 2 から冷却板 6 1 に搬送するための搬送装置 6 9 が設けられている。加熱・冷却装置 6 0 の筐体 9 0 の冷却板 6 2 側には、ウェハを加熱・冷却装置 6 0 内に搬入出するための搬送口 7 0 が設けられている。

#### 【 0 0 0 8 】

また、この搬送口 7 0 には、加熱・冷却装置 6 0 内の雰囲気を所定の雰囲気に維持するためのシャッタ 7 1 が設けられている。シャッタ 7 1 に対向するように搬送アーム 8 0 が設けられており、シャッタ 7 1 が開かれたときに、この搬送アーム 8 0 によりウェハが搬送口 7 0 から搬送され、搬送装置 6 9 により加熱板 6 2 上に搬送される。

#### 【 0 0 0 9 】

このような加熱・冷却装置 6 0 を用いて、加熱板 6 2 上に載置されるウェハの温度分布を事前に測定して加熱板 6 2 上での温度特性を把握し、その結果に基づいて適宜補正して、加熱板 6 2 上のウェハを均一に加熱することが重要である。従来そのような加熱板 6 2 上のウェハの温度分布を測定するために、温度測定装置を用いて、実際のウェハの処理前にウェハの温度分布を把握し、ウェハの温度分布を修正するようになっていた。

#### 【 0 0 1 0 】

図 1 1 ( A ) ~ ( C ) は、従来の温度測定装置の各種例を示す図である。図 1 1 ( A ) に示した例は、実際のウェハと同じ材質で同じ形状の温度測定用ウェハ K と、その温度測定用ウェハ K に分散されて設けられた熱電対などを用いた温度検出用の複数の温度センサ 1 0 1 と、各温度センサ 1 0 1 を接続するケーブル 1 0 2 とを設け、ケーブル 1 0 2 による有線で温度センサ 1 0 1 で検出したデータを加熱・冷却装置 6 0 から取出すものである。

#### 【 0 0 1 1 】

しかし、図 1 1 ( A ) に示した例はケーブル 1 0 2 が接続されているため、図 1 0 に示した搬送装置 6 9 および搬送アーム 8 0 による搬送が困難であり、搬送作業を作業員の手作業で行わなければならない。しかしながら、このように作業員によって温度測定用ウェハ K の搬送を行うと、ケーブル 1 0 2 を切断しないように気を付けながら、各装置間の狭い場所を運搬する必要があるため、作業効率が悪くなる。

#### 【 0 0 1 2 】

また、例えば加熱用の加熱板 6 2 で温度測定が行われた際には、温度測定用ウェハ K が高温に熱せられており、作業員が温度測定用ウェハ K を運搬することは、安全性の面からも好ましくない。さらに、作業員が過って温度測定用ウェハ K を落としたりして、高額の温度測定用ウェハ K を破損させる危険性も否定できない。

#### 【 0 0 1 3 】

そこで、図 1 1 ( B ) に示すように、温度測定用ウェハ K 上に送信装置 1 0 3 を設け、

10

20

30

40

50

各温度センサ101と送信装置103とをケーブル102で接続し、各温度センサ101で検出したデータを無線で送信し、加熱・冷却装置60内あるいは外に受信装置を設けて、無線で送信されたデータを受信するように構成することが考えられる。各温度センサ101で検出される温度のデータはアナログ値であるため、送信装置103にはアナログの温度のデータをデジタルのデータに変換するためにA/Dコンバータを内蔵する必要がある。しかし、A/Dコンバータは温度が上昇すると変換精度が悪くなるという特性を有しているため、150くらいまでの温度の測定は可能であっても、250まで温度が上昇する雰囲気中では使用することができない。

#### 【0014】

特開2002-124457号公報（特許文献1）には、図11（C）に示すように、図11（B）に示した送信装置103を温度測定用ウェハKとは別個に設けた円盤Sに設け、温度測定用ウェハKの各温度センサ101をケーブル102で送信装置103に接続する例が示されている。この例では、温度測定用ウェハKのみを加熱板62上に載置し、円盤Sを温度測定用ウェハKよりも離した上に位置させることで、加熱板62から離すことが可能であるため、送信装置103に内蔵されているA/Dコンバータが高温によって変換精度が劣化することはない。

#### 【0015】

しかし、温度測定用ウェハKの上側に円盤Sを配置した状態で、図10に示した搬送装置69および搬送アーム80で搬送するのは困難であり、搬送装置69および搬送アーム80として特殊なものを用意する必要がある。

#### 【0016】

一方、温度計測装置の他の例として、特開2004-150860号公報（特許文献2）には、表面弹性波素子（以下、SAW（Surface Acoustic Wave Filter）素子）と称する。を利用して例について示されている。この例は、図12に示すように、誘電体材料のパッケージ本体110にアンテナ部111と、アンテナ部111に励振電極112を接続したSAW素子113を備えた例が示されている。この特許文献1には、SAW素子113は温度によって伝播速度が変化するため、返信波が返ってくる時間を測定することにより、基地局の演算回路においてSAW素子113の温度遅延から温度を算出すると記載されている。

【特許文献1】特開2002-124457号公報

30

【特許文献2】特開2004-150860号公報

20

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0017】

図9に示した加熱・冷却装置60によりウェハを均一に加熱するためには、加熱板62に載置したウェハの温度の分布を自動化して測定する必要がある。しかし、図12に示したSAW素子113を使用した例では、ウェハのある領域の温度を測定できても、ウェハの各領域における温度の分布を測定することはできない。SAW素子113を図11（B）、（C）に示した温度センサ102に置き換えても互いに返信波周波数が干渉してしまうため、同じウェハ上の各領域における温度の測定は不可能である。

#### 【0018】

そこで、この発明の目的は、電源を供給する必要がなく、自動化に適し、耐熱性を高めてウェハ上面における複数の領域の温度を測定できるウェハ型温度センサと、これを用いた温度測定装置、温度測定機能を有する熱処理装置および温度測定方法を提供することである。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0019】

この発明は、ウェハと、ウェハ上面を複数の領域に区分し、区分された各領域に配置された複数の温度センサとを備え、各温度センサは、高周波信号が入力されたことに応じて、各領域ごとに異なる周波数帯域内で対応する領域の温度に基づく周波数信号を送り返す

40 50

表面弹性波素子を備える。

【0020】

このように、各領域に配置された表面弹性波素子に所定の周波数帯域幅の高周波信号を与えることにより、ウェハの領域ごとに異なる帯域内での温度に応じた周波数信号を送り返すことができるので、各周波数信号を受信することにより、ウェハの各領域を特定しながら温度を測定できる。

【0021】

表面弹性波素子の具体的な実施形態は、圧電基板と、圧電基板上に形成される1対の櫛型電極を対向させた励振電極と、圧電基板上に励振電極から所定の距離を隔てて配置される反射電極とを含み、所定の距離は、各領域に配置される表面弹性波素子ごとに異なっている。このように、励振電極と反射電極との距離を異ならせることで、各表面弹性波素子から送り返される周波数信号を異ならせることができる。

【0022】

より好ましくは、複数の表面弹性波素子は、1対の櫛型電極の一方電極に接続され、高周波信号を受ける素子アンテナを含む。素子アンテナを介して所定の帯域幅の高周波信号を受信できる。

【0023】

この発明の他の局面は、温度測定装置であって、ウェハと、ウェハ上面を複数の領域に区分し、区分された各領域に配置され、高周波信号が入力されたことに応じて、各領域ごとに異なる周波数帯域内で対応する領域の温度に基づく周波数信号を送り返す複数の表面弹性波素子とを備えるウェハ型温度センサと、ウェハ型温度センサから空間を隔てて設けられ、ウェハ上の複数の表面弹性波素子のそれぞれに対して所定の周波数帯域幅を有する高周波信号を送信し、周波数帯域内のいずれかの高周波信号に応答して送り返されてくる温度に基づく周波数信号を受信する通信手段と、通信手段で受信した周波数信号に基づいて、その周波数信号が含まれている周波数帯域を判別し、その周波数帯域に対応するウェハの領域を特定し、その周波数信号に基づいてその領域の温度を判別する判別手段とを備える。

【0024】

このように構成された温度測定装置により、各領域に配置された表面弹性波素子に、通信手段から所定の周波数帯域幅の高周波信号を与えることにより、ウェハの領域ごとに異なる帯域内での温度に応じて送り返される周波数信号を受信して判別することにより、ウェハの各領域を特定しながら温度を測定できる。

【0025】

通信手段の具体的な実施形態は、熱処理装置内に設置されるアンテナと、アンテナを介して、所定の周波数帯域幅を有する高周波信号を送信し、周波数帯域内のいずれかの高周波信号に応答して送り返されてくる周波数信号を受信する送受信手段とを含む。アンテナを介して高周波信号を送受信することにより、有線のケーブルを不要にできるので、搬送装置などによりウェハの搬送が可能になる。

【0026】

送受信手段の具体的な構成は、アンテナに高周波信号を送信する送信手段と、送信手段から送信される高周波信号を所定の帯域幅内で掃引するための周波数掃引手段と、アンテナを介して送り返されてくる温度に基づく周波数信号を受信する受信手段とを含む。送信される高周波信号を所定の帯域幅を有するように掃引することで、広い帯域幅の高周波信号を送信することができるので、それぞれの周波数信号が異なる多くの表面弹性波素子を使用することができる。

【0027】

この発明のさらに他の局面は、温度測定機能を有する熱処理装置であって、周囲全体が囲まれた筐体と、筐体内でウェハを加熱または冷却するステージと、ウェハ上面を複数の領域に区分し、区分された各領域に配置され、高周波信号が入力されたことに応じて、各領域ごとに異なる周波数帯域内で対応する領域の温度に基づく周波数信号を送り返す複数

10

20

30

40

50

の表面弹性波素子とを含むウェハ型温度センサと、筐体内に配置され、ウェハ型温度センサに高周波信号を放射し、表面弹性波素子から送り返される周波数信号を捕らえるアンテナとを備える。

#### 【0028】

熱処理装置のステージは、ウェハを加熱処理する加熱板と、加熱板で加熱処理されたウェハを冷却する冷却板とを含み、アンテナは、筐体の天井に配置することにより、ウェハ型温度センサを加熱板に載置したとき、および加熱板から冷却板に移動しているときも温度の測定が可能になる。

#### 【0029】

より具体的な実施形態では、熱処理装置のステージは、ウェハを加熱処理する加熱板と、加熱板で加熱処理されたウェハを冷却する冷却板と、加熱板を覆う開閉可能なカバー部材を含み、アンテナは、冷却板の上方に配置され、さらにカバー部材内に配置される補助アンテナを含む。

#### 【0030】

この発明のさらに他の局面は、ウェハを載置して加熱または冷却するステージを備えた熱処理装置内において、ウェハの温度を測定する温度測定方法であって、ウェハ上面を複数の領域に区分し、区分された各領域に表面弹性波素子が配置され、高周波信号が入力されたことに応じて、各領域ごとに異なる周波数帯域内で対応する領域の温度に基づく周波数信号を送り返すウェハ型温度センサをステージ上に搬送して位置決めする工程と、ステージを加熱または冷却する工程と、ウェハ型温度センサに対して所定の周波数帯域幅を有する高周波信号を送信し、いずれかの周波数の高周波信号に基づいて表面弹性波素子から送り返された周波数信号を受信する工程と、受信した周波数信号に基づいて、その周波数信号が含まれている周波数帯域を判別してウェハの領域を特定し、その周波数信号に基づいてその領域の温度を判別する工程と、ステージからウェハ型温度センサを取出して搬送する工程とを備える。

#### 【発明の効果】

#### 【0031】

この発明によれば、各領域に配置された表面弹性波素子に所定の周波数帯域幅の高周波信号を与えることにより、ウェハの領域ごとに異なる帯域内の温度に応じた周波数信号を送り返し、各周波数信号を受信することにより、ウェハの各領域を特定しながら温度を測定できるので、自動化に適し、耐熱性を高めてウェハ上面における複数の領域の温度を測定できる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0032】

図1は、この発明の一実施形態におけるウェハ型温度センサを示す外観斜視図であり、図2は、図1に示したウェハ型温度センサを構成するSAW素子を示す図である。

#### 【0033】

図1において、ウェハ型温度センサ10は、ウェハ1と、ウェハ1の上面を複数の領域に区分し、区分された各領域X, Y...に配置された複数の温度センサ2a, 2b...とを含む。ウェハ型温度センサ10は、図7に示した加熱板62上に載置されて加熱板62上に載置される処理用のウェハの温度分布を事前に検出して加熱板62上の温度特性を把握し、その結果に基づいて適宜補正して、加熱板62上の処理用のウェハを均一に加熱する温度を測定するために設けられている。より好ましくは、温度センサ2a, 2b...は、ウェハ型温度センサ10の表面に貼り付けるかあるいは密封して埋め込まれている。

#### 【0034】

温度センサ2a, 2bは、図2に示すようなSAW素子2からなる。SAW素子2は、弹性材料である長方形状の圧電基板21を含み、圧電基板21上には励振電極22と反射電極29とが長手方向に所定の距離を隔てて配列されている。圧電基板21は、例えばLa<sub>3</sub>Ga<sub>5</sub>SiO<sub>14</sub>(Langasite:ランガサイト)単結晶で形成されている。圧電基板

21をランガサイトで形成することにより、融点(1480)まで相転移の発生はなく、安定な圧電性を保持するので、より高い温度測定が可能になる。

#### 【0035】

励振電極22は1対の櫛型電極23,24を含む。SAW素子2は、例えば50MHz~950MHzの高周波信号が与えられると、圧電基板21の圧電効果により1対の櫛型電極23,24の間に一定周期の機械歪を生じ、弾性表面波を励起する。この弾性表面波が圧電基板21の表面を伝播して反射電極29に到達すると、反射電極29が圧電基板21の表面にわずかな変位を起こすので、機械的歪と温度の両方に関する自然周波数を持つ定在波を発生する。

#### 【0036】

したがって、複数のSAW素子2のそれぞれの励振電極22と反射電極29との間隔を異ならせておけば、電源を供給することなく、所定の帯域幅を有する高周波信号を与えることにより、ウェハ型温度センサ10の各領域ごとの温度に応じた定在波の自然周波数信号を送り返すことができる。

#### 【0037】

一方の櫛型電極23は、整合回路25を介して素子アンテナ27に接続されており、他方の櫛型電極24は、整合回路26を介して接地ライン28に接続されている。素子アンテナ27は金属導体で形成されており、接地ライン28は圧電基板21の裏面に全面電極として形成されている。整合回路25で素子アンテナ27とインピーダンスマッチングを取ることができるので、効率を高めることができる。

#### 【0038】

したがって、図2に示したSAW素子2は、小型化に適しており、図1に示したウェハ型温度センサ10上の予め定める複数の領域に配列することが可能になる。また、SAW素子2は、ウェハ型温度センサ10の表面に密封して埋め込んでおくことで、測定環境の雰囲気ガスなどによって劣化することがなく、高い信頼性を得ることができる。

#### 【0039】

このように構成されたウェハ型温度センサ10を用いて温度を測定する方法について説明する。図1に示したウェハ型温度センサ10上の領域Xに配置されている温度センサ2aの測定温度範囲内の周波数変化の範囲をf1~f2とし、領域Yに配置されている温度センサ2bの測定温度範囲内の周波数変化の範囲をf3~f4というように測定しようとする領域に応じて周波数帯域を異ならせておく。f1< f2 < f3 < f4とすると、f1~f4の周波数帯域の高周波信号を送信し、f1~f2の周波数帯域が検出されれば、ウェハ型温度センサ10における領域Xを特定でき、f1~f2の周波数帯域内のいずれの周波数であるかを判別できれば、領域Xにおける温度を測定できる。また、f3~f4の周波数帯域が検出されれば、ウェハ型温度センサ10における領域Yを特定でき、f3~f4の周波数帯域内のいずれの周波数であるかを判別できれば領域Yにおける温度を測定できる。

#### 【0040】

図3は、図1に示したウェハ型温度センサ10を加熱・冷却装置60aに配置して温度を測定する温度測定装置を示す図であり、図4は図3に示したロガー12の具体的なプロック図である。

#### 【0041】

図3において、加熱・冷却装置60aは、図6および図7に示した加熱・冷却装置60とほぼ同様にして構成されている。筐体60b内には、図7で説明したステージとしての加熱板62が配置されており、冷却板61は図示を省略している。加熱板62には加熱板温度センサ62aが内蔵されている。筐体60bの天井部にはアンテナ11が配置されている。アンテナ11は、例えば導体を渦巻き状に巻回したコイルなどで構成される。アンテナ11は、送受信手段としてのロガー12から所定の帯域幅を有する高周波信号を筐体60b内に送信し、SAW素子2で発生された周波数信号を受信してロガー12に与える。ロガー12は受信した周波数信号に基づいて温度を算出して表示し、算出した温度デー

10

20

30

40

50

タをコンピュータ13に出力する。コントローラ14は加熱板62の図示しないヒータを制御する。

#### 【0042】

次に、図4を参照して、ロガー12の構成について説明する。図3に示したアンテナ11は切換回路121に接続されている。切換回路121は制御回路122の制御により、高周波信号の送信時には送信手段としての高周波信号発生回路123側に切換えられ、SAW素子2からの周波数信号の受信時には受信手段としての受信回路124側に切換えられる。高周波信号発生回路123は周波数掃引手段としての周波数掃引回路125からの掃引信号に応じて、例えば前述のf1～f4の高周波信号を掃引してアンテナ11に出力する。

10

#### 【0043】

このように周波数掃引回路125で高周波信号発生回路123から発生される高周波信号を所定の帯域幅を有するように掃引することで、広い帯域幅を有する高周波信号を送信することが可能になるので、それぞれの周波数信号が異なる多くのSAW素子2を使用することが可能になる。

#### 【0044】

受信回路124は、アンテナ11を介してSAW素子2から返されてくる周波数信号を受信し、測定温度の測定データを抽出してサンプリング回路126に出力する。サンプリング回路126は測定温度のデータをサンプリング時間ごとにサンプリングして時系列のデータにし、その時系列のデータを記憶回路127に記憶する。制御回路122は記憶回路127に記憶したデータに基づいて、例えば平均値や偏差値などの数値加工を行って表示器129に表示する。また、制御回路122はデータを出力端子128から出力して、図3に示したコンピュータ13に与える。

20

#### 【0045】

図5(A)～(C)は、この発明の一実施形態の温度測定機能を有する温度測定装置によって加熱板と冷却板の温度を測定する一例を説明するための図である。図5(A)において、筐体60b内には、図7の説明と同様にして、冷却板61と加熱板62とが配置されている。なお、冷却板61と加熱板62には、図7で説明した駆動昇降機構が設けられているが、図示を省略している。加熱板62上には開閉可能なカバー部材としてのチャンバーカバー71が設けられている。

30

#### 【0046】

筐体60bの冷却板61と加熱板62との間の天井部には、図3で説明したアンテナ11が配置されている。アンテナ11を加熱板62の真上に設けていないので、アンテナ11の温度上昇を避けることができる。チャンバーカバー71には、図示しないが電波の透過窓が形成されている。なお、図3に示したロガー12と、コンピュータ13と、コントローラ14は、加熱板62から離れた常温雰囲気中に置かれている。

40

#### 【0047】

次に、図5(A)～(C)を参照して、温度の測定方法について説明する。まず、図8で説明した搬送アームにより、図5(A)に示すように、ウェハ型温度センサ10が筐体60bの図示しない搬送口から搬送され、加熱板62上のチャンバーカバー71が上昇して開かれ、図8で説明した搬送装置により、ウェハ型温度センサ10が加熱板62上に搬送され、領域がアライメントされる。その後、チャンバーカバー71が下降して加熱板62の上部が閉じられて、図3で説明したように、アンテナ11から所定の帯域幅の高周波信号が放射され、ウェハ型温度センサ10上のSAW素子2から、周波数信号がアンテナ11に返されてくる。加熱処理が終了すると、図5(B)に示すように、チャンバーカバー71が上昇して、搬送装置によりウェハ型温度センサ10が加熱板62上から冷却板51方向へ移動される。

#### 【0048】

この搬送途中においてもアンテナ11からウェハ型温度センサ10には所定の帯域幅の高周波信号が放射されており、ウェハ型温度センサ10の各領域に応じた周波数信号が送

50

り返されている。さらに、図5(C)に示すように、ウェハ型温度センサ10が冷却板51上に搬送された後も、アンテナ11から所定の周波数帯域幅の高周波信号を送信することができるので、ウェハ型温度センサ10の各領域に応じた周波数信号が送り返されている。したがって、ウェハ型温度センサ10により冷却後の温度の検出も可能になる。その後、ウェハ型温度センサ10が搬送アームにより取出される。

#### 【0049】

このように図5(A)～(C)に示した例においては、加熱板62による加熱中および冷却板61による冷却中においてもアンテナ11により高周波信号の送受信が可能になるので、加熱温度および冷却温度の測定を継続して行うことができる。

#### 【0050】

図6(A)～(C)は、この発明の一実施形態の温度測定機能を有する温度測定装置によって加熱板と冷却板の温度を測定する他の例を説明するための図である。

#### 【0051】

この例は、筐体60bの冷却板61の上の天井部にアンテナ11を配置し、チャンバー・カバー71内に補助アンテナ15を配置したものである。補助アンテナ15は、チャンバー・カバー71内に複数設けてよい。チャンバー・カバー71が開かれて、ウェハ型温度センサ10が加熱板62上に搬送される。図6(A)に示すように、補助アンテナ15から所定の周波数帯域幅の高周波信号が放射され、ウェハ型温度センサ10の各領域に応じた周波数信号が送り返される。

#### 【0052】

加熱処理が終了すると、図6(B)に示すように、チャンバー・カバー71が開かれ、ウェハ型温度センサ10が加熱板62上から冷却板61側に移動される。この時点において、高周波信号の送信が補助アンテナ15から冷却板61上のアンテナ11に切換られ、搬送中のウェハ型温度センサ10に高周波信号が放射されるので、ウェハ型温度センサ10から周波数信号がアンテナ11に返される。図6(C)に示すように冷却板61上にウェハ型温度センサ10が搬送された後は、アンテナ11から所定の周波数帯域幅の高周波信号が送信され、ウェハ型温度センサ10の各領域に応じた周波数信号が送り返される。その後、ウェハ型温度センサ10が取出される。

#### 【0053】

なお、この例においては、補助アンテナ15として200以上の高熱に耐える特性を有する金属材料で形成されており、図3に示したロガー12と、コンピュータ13と、コントローラ14は、加熱板62から離れた常温雰囲気中に置かれている。

#### 【0054】

このように図6(A)～(C)に示した例においては、加熱板62による加熱中は補助アンテナ15により高周波信号を介して送受信を行い、冷却板61による冷却中においてはアンテナ11を介して高周波信号の送受信が可能になるので、加熱温度および冷却温度の測定を継続して行うことができる。

#### 【0055】

図7(A)～(C)は、この発明の一実施形態の温度測定機能を有する温度測定装置によって加熱板と冷却板の温度を測定するさらに他の例を説明するための図である。

#### 【0056】

前述の図5および図6に示した例は、図10に示したように冷却板61と搬送装置69とを別個に設けていたのに対し、図7に示した例は、冷却板63が搬送機能を有するように構成したものである。それ以外の構成は図5と同じである。

#### 【0057】

まず、チャンバー・カバー71が上昇して開かれ、冷却板63が搬送口に搬送されたウェハ型温度センサ10を加熱板62上に搬送し、チャンバー・カバー71を下降させて加熱板62を閉じ、アンテナ11から所定の帯域幅の高周波信号が放射され、ウェハ型温度センサ10上のSAW素子2から、周波数信号がアンテナ11に返されてくる。加熱処理が終了すると、図7(B)に示すように、チャンバー・カバー71が上昇して、冷却板63が加

10

20

30

40

50

熱板 6 2 上に移動し、ウェハ型温度センサ 1 0 が加熱板 6 2 から引き出される。

#### 【0058】

この搬送途中においてもアンテナ 1 1 からウェハ型温度センサ 1 0 には所定の帯域幅の高周波信号が放射されており、ウェハ型温度センサ 1 0 の各領域に応じた周波数信号が送り返されている。さらに、図 7 (C) に示すように、冷却板 6 3 が搬送を停止する。この状態においてもウェハ型温度センサ 1 0 がアンテナ 1 1 から所定の周波数帯域幅の高周波信号を送信することができるので、ウェハ型温度センサ 1 0 の各領域に応じた周波数信号が送り返されている。その後、ウェハ型温度センサ 1 0 が搬送アームにより取出される。

#### 【0059】

図 8 (A) ~ (C) は、この発明の一実施形態の温度測定機能を有する温度測定装置によって加熱板と冷却板の温度を測定するさらに他の例を説明するための図である。 10

#### 【0060】

この例は、図 6 と同様にして筐体 6 0 c の冷却板 6 1 の上の天井部にアンテナ 1 1 を配置し、チャンバーカバー 7 1 内に補助アンテナ 1 5 を配置したものであり、冷却板 6 3 は搬送機能を有するようにしたものである。搬送動作、加熱動作および冷却動作は図 7 と同様であり、ウェハ型温度センサ 1 0 とアンテナ 1 1 , 1 5 との信号のやり取りは図 6 と同じであるため、説明を省略する。

#### 【0061】

以上、図面を参照してこの発明の実施形態を説明したが、この発明は、図示した実施形態のものに限定されない。図示された実施形態に対して、この発明と同一の範囲内において、あるいは均等の範囲内において、種々の修正や変形を加えることが可能である。 20

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0062】

この発明のウェハ型温度センサとこれを用いた温度測定装置、温度測定機能を有する熱処理装置および温度測定方法法は、加熱・冷却装置における冷却板や加熱板上に載置されるウェハの表面温度を測定するのに利用される。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0063】

【図 1】この発明の一実施形態におけるウェハ型温度センサを示す外観斜視図である。

【図 2】図 1 に示したウェハ型温度センサを構成する SAW 素子を示す図である。 30

【図 3】図 1 に示したウェハ型温度センサを加熱・冷却装置に配置してウェハの温度を測定する温度測定装置を示す図である。

【図 4】図 3 に示したロガーの具体的なブロック図である。

【図 5】この発明の一実施形態の温度測定機能を有する温度測定装置によって加熱板と冷却板の温度を測定する一例を説明するための図である。

【図 6】この発明の一実施形態の温度測定機能を有する温度測定装置によって加熱板と冷却板の温度を測定する他の例を説明するための図である。

【図 7】この発明の一実施形態の温度測定機能を有する温度測定装置によって加熱板と冷却板の温度を測定するさらに他の例を説明するための図である。

【図 8】この発明の一実施形態の温度測定機能を有する温度測定装置によって加熱板と冷却板の温度を測定するさらに他の例を説明するための図である。 40

【図 9】従来の加熱・冷却装置の縦断面図である。

【図 10】図 9 の線 A - A に沿う横断面図である。

【図 11】従来の温度測定装置の各種例を示す図である。

【図 12】従来の温度測定装置の SAW 素子を用いた例を示す図である。

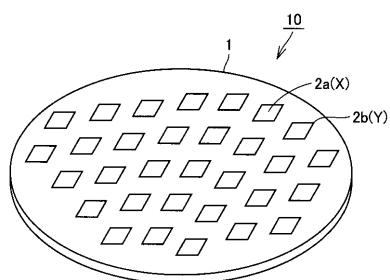
#### 【符号の説明】

#### 【0064】

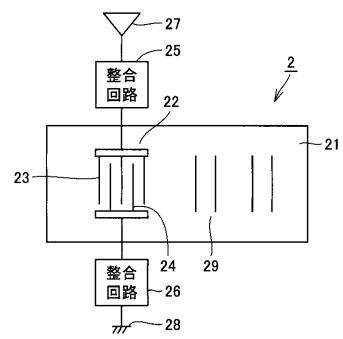
1 ウェハ、2 SAW 素子、2 a , 2 b 温度センサ、1 0 ウェハ型温度センサ、  
1 1 アンテナ、1 2 ロガー、1 3 コンピュータ、1 4 コントローラ、1 5 補助  
アンテナ、2 1 圧電基板、2 2 励振電極、2 3 , 2 4 櫛型電極、2 5 , 2 6 整合

回路、27 素子アンテナ、28 接地ライン、29 反射電極、60a 加熱・冷却装置、60b, 60c 筐体、61, 63 冷却板、62 加熱板、62a 加熱板温度センサ、71 チャンバーカバー、121 切換回路、122 制御回路、123 高周波信号発生回路、124 受信回路、125 周波数掃引回路、126 サンプリング回路、127 記憶回路、128 出力端子、129 表示器。

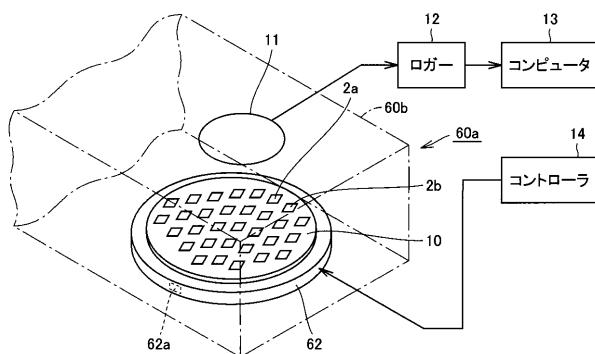
【図1】



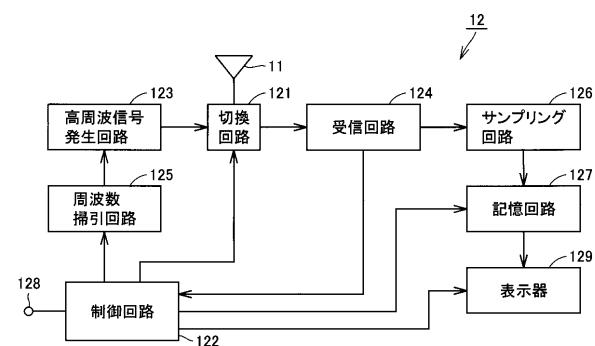
【図2】



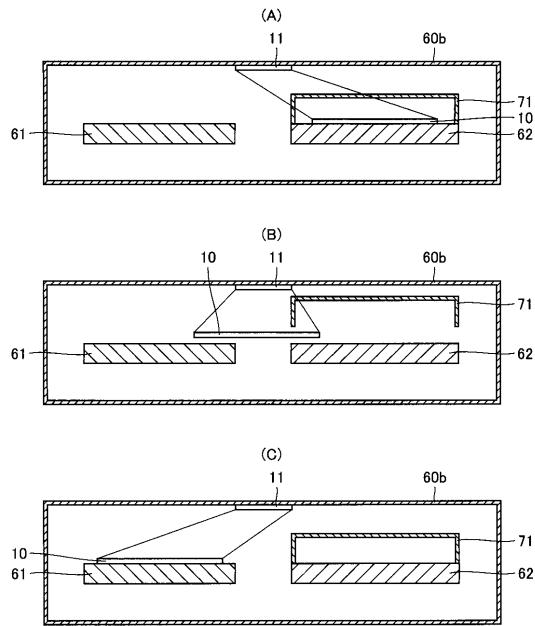
【図3】



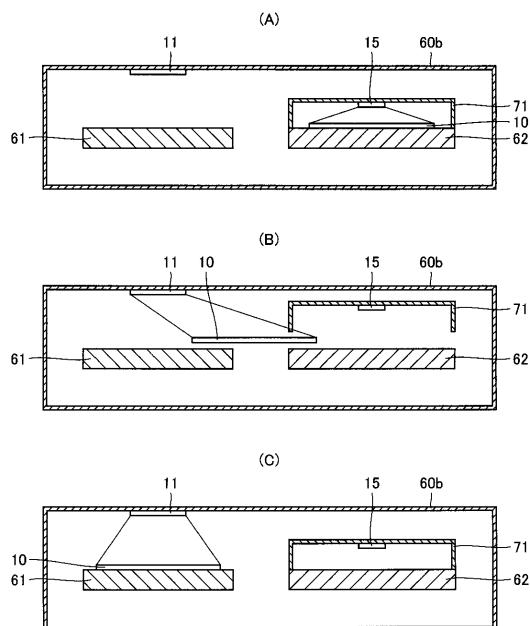
【図4】



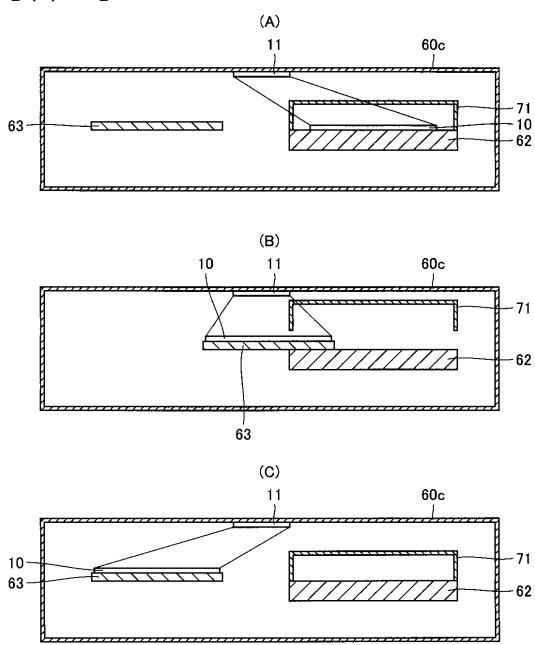
【図5】



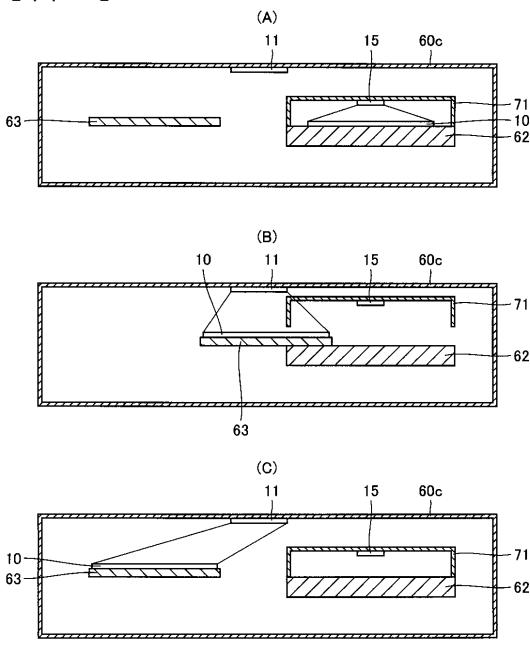
【図6】



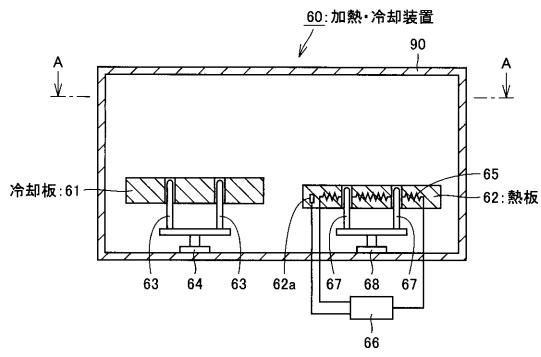
【図7】



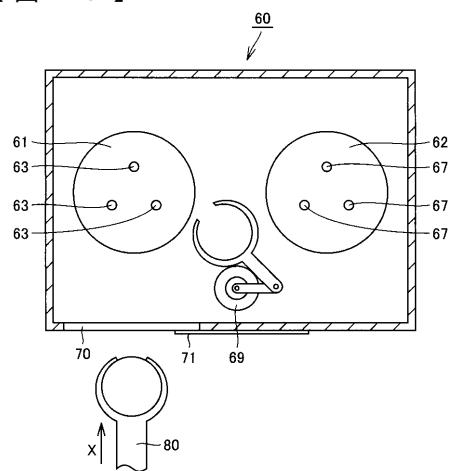
【図8】



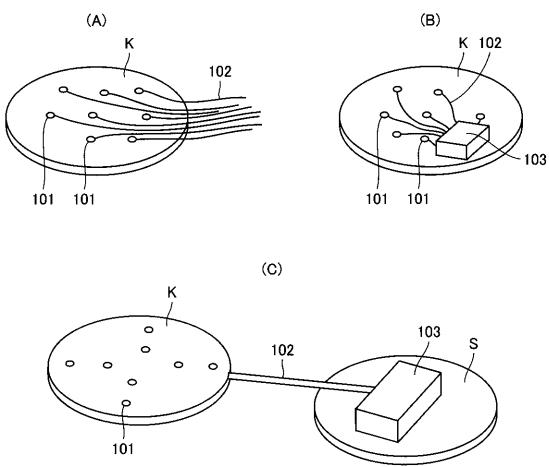
【図9】



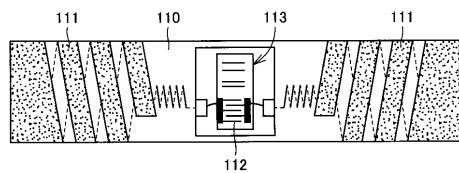
【図10】



【図11】



【図12】



---

フロントページの続き

(72)発明者 福岡 哲夫

東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内

(72)発明者 松本 俊行

東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内

(72)発明者 南 朋秀

東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内

F ターム(参考) 2F056 AE03 AE05 AE07 CL01 CL12

2F073 AA02 AB01 AB02 AB12 BB01 BC02 CC02 CC11 CD04 DD02

DE11 EE12 FF01 FG01 GG01 GG04 GG05

4M106 AA01 CA31 DH14 DH18