

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2005-521871

(P2005-521871A)

(43) 公表日 平成17年7月21日(2005.7.21)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
GO 1 K 1/12	GO 1 K 1/12	2 F O 5 6
GO 1 K 1/14	GO 1 K 1/14	L
GO 1 K 1/18	GO 1 K 1/18	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2003-580816 (P2003-580816)	(71) 出願人	500266634 アクセリス テクノロジーズ インコーポ レーテッド アメリカ合衆国 マサチューセッツ O 1 9 1 5 ベバリー チェリー ヒル ドラ イブ 1 0 8
(86) (22) 出願日	平成15年3月31日 (2003. 3. 31)	(74) 代理人	100068618 弁理士 粵 経夫
(85) 翻訳文提出日	平成16年9月10日 (2004. 9. 10)	(74) 代理人	100104145 弁理士 宮崎 嘉夫
(86) 国際出願番号	PCT/US2003/009867	(74) 代理人	100109690 弁理士 小野塚 薫
(87) 国際公開番号	W02003/083422	(74) 代理人	100131266 弁理士 ▲高▼ 昌宏
(87) 国際公開日	平成15年10月9日 (2003. 10. 9)		
(31) 優先権主張番号	10/113, 554		
(32) 優先日	平成14年3月29日 (2002. 3. 29)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

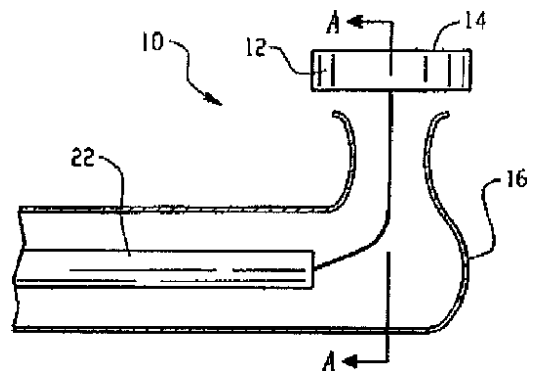
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 接触温度測定プローブとその方法

(57) 【要約】

【課題】 処理環境において、基板の温度を測定するための装置及び方法を提供すること。

【解決手段】 処理環境内で基板の温度を測定する接触温度測定プローブ10は、基板に接触するためにセラミック材料または高分子材料で作られた接触面14を有するプローブヘッド12と、前記プローブから出て、処理環境からシールドするためにシールド16内を通過するリードワイヤを有する温度センサとを備え、プローブヘッド12が温度センサのリードワイヤによってのみ支持され、かつ前記シールド16が前記プローブヘッド12に接触しないようにしたことを特徴とする。このプローブ10は、イオン源を含む処理環境における電気バイアス作用の影響を取り除き、温度測定においてより正確でかつ再現性を有する。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

処理環境内の基板の温度を測定するための接触温度測定プローブであって、  
基板に接触するためにセラミック材料で作られた接触面を有するプローブヘッドと、  
前記プローブから出て、処理環境からシールドするためにシールド内を通過するリード  
ワイヤを有する温度センサと、を備え、

前記プローブヘッドが温度センサのリードワイヤによってのみ支持され、かつ前記シールドが前記プローブヘッドに接触しないようにしたことを特徴とする接触測定プローブ。

## 【請求項 2】

前記セラミック材料は、 $AlN$ 、 $Al_2O_3$ 、 $BaTiO_3$ 、 $BeO$ 、 $BN$ 、 $CaO$ 、  
 $LaB_6$ 、 $MgO$ 、 $MoSi_2$ 、 $Si_3N_4$ 、 $SiO_2$ 、 $Ta_2O_3$ 、 $TiB_2$ 、 $TiN$ 、  
 $TiO_2$ 、 $TiSi_2$ 、 $VB_2$ 、 $W_2B_3$ 、 $WSi_2$ 、 $ZrB_2$ 、 $ZrO_2$ からなるグループおよび  
これらのセラミック材料の少なくとも1つを含む組み合わせから選択されることを特徴  
とする請求項1記載の接触測定プローブ。

10

## 【請求項 3】

前記プローブヘッドは、モノリス型セラミック材料からなることを特徴とする請求項2  
記載の接触測定プローブ。

## 【請求項 4】

前記セラミック材料は、約  $1 \times 10^6$  - cm に等しいかまたはそれ以上の電気抵抗を  
有し、かつ 100 で約  $100 W/m - K$  に等しいかまたはそれ以上の熱伝導率を有する  
ことを特徴とする請求項1記載の接触測定プローブ。

20

## 【請求項 5】

セラミック材料は、約  $1 \times 10^{10}$  - cm に等しいかまたはそれ以上の電気抵抗を有し  
、かつ 100 で約  $150 W/m - K$  に等しいかまたはそれ以上の熱伝導率を有するこ  
とを特徴とする請求項1記載の接触測定プローブ。

## 【請求項 6】

前記セラミック材料は、約  $1 \times 10^{12}$  - cm に等しいかまたはそれ以上の電気抵抗を  
有し、かつ 100 で約  $200 W/m - K$  に等しいかまたはそれ以上の熱伝導率を有する  
ことを特徴とする請求項1記載の接触測定プローブ。

## 【請求項 7】

前記接触面は、 $AlN$  からなることを特徴とする請求項1記載の接触測定プローブ。

30

## 【請求項 8】

前記接触面は、 $BeO$  からなることを特徴とする請求項1記載の接触測定プローブ。

## 【請求項 9】

処理環境内の基板の温度を測定するための接触測定プローブであって、  
セラミック材料の単一モノリスからなるプローブヘッドと、  
前記プローブヘッドと熱的に連通し、前記処理環境からワイヤをシールドするためのシ  
ールド内を通過するリードワイヤを有する温度センサと、を備え、

前記プローブヘッドが温度センサのリードワイヤによってのみ支持され、かつ前記シールドが前記プローブヘッドに接触しないようにしたことを特徴とする接触測定プローブ。  
処理環境を特徴とする接触測定プローブ。

40

## 【請求項 10】

前記セラミック材料は、 $AlN$ 、 $Al_2O_3$ 、 $BaTiO_3$ 、 $BeO$ 、 $BN$ 、 $CaO$ 、  
 $LaB_6$ 、 $MgO$ 、 $MoSi_2$ 、 $Si_3N_4$ 、 $SiO_2$ 、 $Ta_2O_3$ 、 $TiB_2$ 、 $TiN$ 、  
 $TiO_2$ 、 $TiSi_2$ 、 $VB_2$ 、 $W_2B_3$ 、 $WSi_2$ 、 $ZrB_2$ 、 $ZrO_2$ からなるグループおよび  
これらのセラミック材料の少なくとも1つを含む組み合わせから選択されることを特徴  
とする請求項9記載の接触測定プローブ。

## 【請求項 11】

前記セラミック材料は、約  $1 \times 10^6$  - cm に等しいかまたはそれ以上の電気抵抗を  
有し、かつ 100 で約  $100 W/m - K$  に等しいかまたはそれ以上の熱伝導率を有する

50

ことを特徴とする請求項 9 記載の接触測定プローブ。

【請求項 12】

セラミック材料は、約  $1 \times 10^{10}$  - cm に等しいかまたはそれ以上の電気抵抗を有し、かつ 100 で約 200 W/m - K に等しいかまたはそれ以上の熱伝導率を有することを特徴とする請求項 9 記載の接触測定プローブ。

【請求項 13】

前記セラミック材料は、約  $1 \times 10^{12}$  - cm に等しいかまたはそれ以上の電気抵抗を有し、かつ 100 で約 200 W/m - K に等しいかまたはそれ以上の熱伝導率を有することを特徴とする請求項 9 記載の接触測定プローブ。

【請求項 14】

前記接触面は、AIN からなることを特徴とする請求項 9 記載の接触測定プローブ。

【請求項 15】

前記接触面は、BeO からなることを特徴とする請求項 9 記載の接触測定プローブ。

【請求項 16】

電気伝導体パッドと、

前記パッドの接触面上に配置されるセラミック材料または高分子材料とを備える、接触温度プローブ用のプローブヘッドであって、

前記セラミック材料は、AIN、BeO からなるグループ及び前記 AIN、BeO の少なくとも 1 つのセラミック材料を含む組み合わせから選択され、前記高分子材料は、ポリイミドとポリエーテルエーテルケトンからなるグループから選択されることを特徴とする

【請求項 17】

約  $1 \times 10^6$  - cm に等しいかまたはそれ以上の電気抵抗を有し、かつ 100 で約 100 W/m - K に等しいかまたはそれ以上の熱伝導率を有する、セラミック材料または高分子材料から作られる接触面を含んでいるプローブヘッドと、

処理環境からワイヤをシールドするためのシールド内を通過するリードワイヤを有する前記プローブと接触する温度センサと、を備え、

前記プローブヘッドが温度センサのリードワイヤによってのみ支持され、かつ前記シールドが前記プローブヘッドに接触しないようにしたことを特徴とする接触温度測定プローブ。

【請求項 18】

前記セラミック材料は、AIN、BeO からなるグループ及び前記 AIN、BeO の少なくとも 1 つのセラミック材料を含む組み合わせから選択されることを特徴とする請求項 17 記載の接触温度測定プローブ。

【請求項 19】

前記高分子材料は、ポリイミドとポリエーテルエーテルケトンからなるグループから選択されることを特徴とする請求項 17 記載の接触温度測定プローブ。

【請求項 20】

イオン源を含む処理環境内の電気バイアスを取り除くための接触温度測定方法であって

セラミック材料または高分子材料から作られた接触面と、プローブヘッドから伸びて処理環境から保護するためのシールド内を通過するリードワイヤを有する温度センサと、を備える前記プローブヘッドを、所定の電圧ポテンシャルを有する荷電された基板に接触させ、

前記プローブヘッドが前記温度センサのリードワイヤによってのみ支持され、かつ前記シールドが前記プローブヘッドに接触しないように配置されており、

さらに、荷電された基板の温度の関数として、前記温度センサ内に熱電気による電圧を発生させ、この電圧は、前記荷電された基板内の電圧ポテンシャルから電氣的に分離され、

前記熱電気による電圧を、前記荷電された基板の温度に変換する、各工程を有すること

10

20

30

40

50

を特徴とする方法。

【請求項 2 1】

セラミック材料は、A I N からなることを特徴とする請求項 2 0 記載の方法。

【請求項 2 2】

セラミック材料は、B e O からなることを特徴とする請求項 2 0 記載の方法。

【請求項 2 3】

前記プローブヘッドは、モノリス型セラミック材料からなることを特徴とする請求項 2 0 記載の方法。

【請求項 2 4】

前記高分子材料は、ポリイミドとポリエーテルエーテルケトンからなるグループから選択されることを特徴とする請求項 2 0 記載の方法。 10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、半導体基板の温度を測定するための接触温度測定プローブに関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

半導体素子の製造中に、基板は、処理中の高い温度にしばしば晒される。このような処理の例としては、フォトレジストのプラズマアッシング、化学蒸着法、アニーリング等が含まれる。これらの処理のいくつかは、処理中、基板表面にイオンビームを導くイオン源を含んでいる。温度は、処理の品質及び成功率に影響を与えるので、これらの処理及び他の処理中に温度を監視することは望ましいことである。さらに、温度を監視するために用いる測定機器は、最小の時間で、即ち、遅れることなく、正確でかつ再現可能な読み取りを提供しなければならない。 20

【0 0 0 3】

接触温度測定は、処理中に半導体基板の温度を監視するのに用いる技術の 1 つである。接触温度の測定技術は、一般的に温度センサを含む 1 つのプローブを用いて基板に接触することを含んでいる。このプローブは、一般的にアルミニウム等の高い熱伝導率を有する材料から作られる。接触測定における多くの改良が、温度読取値の正確さとともにその応答時間を改善することに向けられている。 30

【0 0 0 4】

ウォッテン(Wooten)氏等に付与された特許文献 1 及びブルク(Burke)氏等に付与された特許文献 2 において、半導体基板の重量下で接点の閉路を維持しながら回転するプローブヘッドを有する接触温度測定プローブが開示されている。この回転プローブヘッドは、基板間の接触抵抗を減じると共に、より正確な温度測定をもたらす。プローブヘッドから伸びる熱的に分離された温度センサワイヤは、さらなる改良を与える。

【特許文献 1】米国特許明細書第 5, 791, 782 号

【特許文献 2】米国特許明細書第 6, 332, 709 号 40

【0 0 0 5】

このような特許及び他の特許に記載された方法および装置において、正確な温度測定は、処理環境に多くの影響を与えることができる。しかし、イオン源を含む処理環境において、温度測定の不正確さが発生する。半導体製造処理では、イオン源を含み、このイオン源は、処理中に基板を荷電する性質を有している。即ち、イオンは、基板に接触でき、基板内に低い電位を形成する。接触温度測定プローブは、十分な熱伝導を与えるのに適当であり、また導電性を有するアルミニウム等の熱伝導性材料から作られる。

【0 0 0 6】

その結果、イオンによって基板内に形成された低電圧ポテンシャルが、表示された温度読取値において偏差を作り出す温度センサによって記録される。こうして、これらの方法 50

および装置は、基板表面にイオン束を与え、かつこの基板表面の温度を正確に監視する半導体製造処理にとっては、好ましいものではない。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

以下に開示されるものは、処理環境において、基板の温度を測定するための装置及び方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の接触温度測定プローブの一実施形態によれば、基板に接触するためにセラミック材料で作られた接触面を有するプローブヘッドと、前記プローブから出て、処理環境からシールドするためにシールド内を通過するリードワイヤを有する温度センサと、を備え、前記プローブヘッドが温度センサのリードワイヤによってのみ支持され、かつ前記シールドが前記プローブヘッドに接触しないようにしたことを特徴とする。

10

【0009】

好ましくは、セラミック材料は、AlN, BeOからなるグループおよびこれらのセラミック材料の少なくとも1つを含む組み合わせから選択される。

【0010】

別の実施形態では、セラミック材料の単一モノリスからなるプローブヘッドと、前記プローブヘッドと熱的に連通し、前記処理環境からワイヤをシールドするためのシールド内を通過するリードワイヤを有する温度センサとを備えている。温度センサのリードワイヤは、シールド内を通過して、ワイヤを処理環境からシールドし、プローブヘッドが温度センサのリードワイヤによってのみ支持され、かつ前記シールドが前記プローブヘッドに接触しないようにしたことを特徴としている。

20

【0011】

他の実施形態では、電気伝導体パッドと、前記パッドの接触面上に配置されるセラミック材料または高分子材料とを備える、接触温度プローブ用のプローブヘッドであって、前記セラミック材料は、AlN、BeOからなるグループ及び前記AlN、BeOの少なくとも1つのセラミック材料を含む組み合わせから選択され、前記高分子材料は、ポリイミドとポリエーテルエーテルケトンからなるグループから選択されることを特徴としている。

30

【0012】

更なる実施形態では、約 $1 \times 10^6$  - cmに等しいかまたはそれ以上の電気抵抗を有し、かつ100 で約100 W/m - Kに等しいかまたはそれ以上の熱伝導率を有する、セラミック材料または高分子材料から作られる接触面を含んでいるプローブヘッドと、

処理環境からワイヤをシールドするためのシールド内を通過するリードワイヤを有する前記プローブと接触する温度センサと、を備え、前記プローブヘッドが温度センサのリードワイヤによってのみ支持され、かつ前記シールドが前記プローブヘッドに接触しないようにしたことを特徴としている。

【0013】

また、イオン源を含む処理環境内の電気バイアスを取り除くための接触温度測定方法は、

40

セラミック材料または高分子材料から作られた接触面と、プローブヘッドから伸びて処理環境から保護するためのシールド内を通過するリードワイヤを有する温度センサと、を備える前記プローブヘッドを、所定の電圧ポテンシャルを有する荷電された基板に接触させ、

前記プローブヘッドが前記温度センサのリードワイヤによってのみ支持され、かつ前記シールドが前記プローブヘッドに接触しないように配置されており、

さらに、荷電された基板の温度の関数として、前記温度センサ内に熱電気による電圧を発生させ、この電圧は、前記荷電された基板内の電圧ポテンシャルから電氣的に分離され

50

前記熱電気による電圧を、前記荷電された基板の温度に変換する、各工程を有することを特徴とする。

【0014】

上記に記載された及び他の特徴は、以下の特徴及び詳細な記載によって例証される。例示する図面において、同一の構成要素は、いくつかの図面において同一の参照符号が用いられる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

図1および図2において、半導体素子の製造において用いられる処理中の温度を監視する際に用いる例示的な接触温度測定プローブ10が示されている。この例示する接触温度測定プローブ10は、電気的に絶縁されかつ温度測定時に半導体基板に接触するための熱伝導性の接触面を有するプローブヘッド12と、温度センサのワイヤ(リードワイヤ)18, 20を処理環境からシールドするための石英シールド16とを含む。好ましくは、接触面は、接触時、半導体接触面の形状表面、即ち平坦面と一致する。さらに有利なことに、電気絶縁性で熱伝導性の接触面14は、処理環境において温度測定の正確さを与え、イオン源によって生じるバイアス作用の影響を取り除く。ここに開示する接触温度測定プローブ10は、また、プラズマを介在した処理、アニーリング処理、化学蒸着処理等のようにイオン源を含まない処理環境内においても正確な温度測定を与える。

10

【0016】

接触温度測定プローブ10のプローブヘッドは、温度センサのワイヤ18, 20によって支持され、石英シールド16に対して熱的に分離されている。プローブヘッドの熱的な分離は、影響を与える熱量を減少させ、温度センサが、より密接に半導体基板の温度に近づくようにさせる。同時に、この測定プローブ10は、半導体基板の重量の下で回転し、これによって、接触温度測定プローブ10の接触面14と半導体表面との間の接触がより密になる。

20

【0017】

石英シールド16は、ステンレスチューブ22を覆って、外部電気信号から温度センサのワイヤ18, 20を保護する。ステンレスチューブ22内には、ワイヤ18, 20が通過する2つの長手方向に伸びる開口を有するセラミックチューブ24を含んでいる。このセラミックチューブは、サーモカップルワイヤ18, 20を熱的に絶縁し、ワイヤ18, 20が互いに接触しないようにする。付加的なサーモカップルの接合は、望ましくない結果をもたらすことになり、ワイヤ18, 20が接触すると、不正確な温度測定を生じる。

30

【0018】

好ましい実施形態では、温度センサはサーモカップル型である。当業者にはよく知られているように、サーモカップルは、2つの異種の金属が互いに接合したもので、リードワイヤが接合部の各半面に接続されている。

【0019】

サーモカップルは、熱電気による電圧を発生し、この電圧は、接合温度と、接合部を形成する特定金属の選択とによって与えられる。温度に応じて発生した電圧は、特定のサーモカップル接合に対して測定されるので、電圧測定器を用いて、接合電圧を測定し、この電圧測定値を、単純な電圧を介して、温度変換アルゴリズムに対して対応する温度情報に変換することができる。サーモカップル接合体は、その利用に応じて多様な異種金属が用いられてきた。サーモカップル型の一般的な選択パラメータは、測定利用の予期された温度範囲と、要求される測定精度とがある。E型、J型、及びK型のサーモカップルが、一般的に利用可能なサーモカップルの例であり、これらは、産業界において、温度範囲及び正確度に対してよく知られた特性を有する。

40

【0020】

サーモカップルプローブを用いる温度測定器具として、一般的にE型、J型、及びK型のサーモカップルが受け入れられ、測定された接合部電圧を標準温度及び電圧の表に従う

50

温度読取値に変換する。

【0021】

図3は、プローブヘッド12の横断面図である。このプローブヘッド12は、一般的にディスク形状で示され、本体部分15に配置された平坦な接触面14を有する。1つの実施形態では、プローブヘッド12の接触面14は、セラミック材料からなる。このセラミック材料は、電気抵抗及び熱伝導を同時に与えるのに効果的な厚さが望ましい。好ましい実施形態では、セラミック製の接触面14は、平坦である。本体部分15は、セラミック材料が配置されるときに平坦面を有していることが示されているが、この本体部分15及びその表面は、特定の形状に制限されるものではない。本体部分15は、平坦面又は不揃いな形状面であってもよい。さらに、セラミック材料は、その利用性から逸脱しない非接触面上に配置することもできる。

10

【0022】

他の実施形態では、電気絶縁性および熱伝導性の接触面14は、高分子材料からなる。この高分子材料は、本体部分15に被覆又は接着固定することができる。

【0023】

本体部分15は、熱伝導性材料、例えば、セラミック、金属等から製造することができる。好ましい実施形態では、本体部分は、アルミニウム、金、銅、銀、等の金属、及びこれら金属の少なくとも1つを含む組み合わせから製造される。これらのうち、アルミニウム金属は、その費用及び機械加工の簡便性から最も好ましい。アルミニウムの熱伝導率は、100で約235W/m-Kである。金属本体部分の場合、中央に軸方向に穴あけされた盲孔26が、本体部分15の下側表面28から好ましくは伸びている。温度センサ、例えば、サーモカップル接合は、この孔26内に挿入される。孔26は、参考として上記参考文献1に記載されているように、サーモカップルの回りにクリンピング作業によってへこむようになる。これにより、2つのワイヤ18,20間の接合部での間の電気接触が良好となり、プローブヘッド12と温度センサとの間の良い熱的接触を作り出す。

20

【0024】

図3に示すプローブヘッド12との組み合わせにおいて、センサのワイヤ18,20は、プローブヘッド12における頂点を有する三角形の2本の脚部を形成する。このワイヤ18,20は、適当な硬さを有してそれ自体でプローブヘッド12を支持し、一方、半導体基板の重量の下でサーモカップル接合の回りにヘッド12を回転できる。

30

【0025】

図4に示した別の実施形態では、プローブヘッド30が、好ましくは、セラミック材料のモノリス、たとえば、接触面34を有するソリッドディスクから作られている。プローブヘッドを形成するために適した多くのセラミック材料は、本来的にもろいものであるが、サーモカップル接合体は、2つのワイヤ18,20の間の良好な電気接触とプローブヘッド30と温度センサとの間の熱接触を与えるために接合部で溶接されていることが望ましい。

【0026】

この方法では、金属製のペーストまたはインクが先ずプローブヘッド30の非接触面に塗布され、さらに、プローブヘッドの下側表面38、即ち、接触面に反対側の非接触面に塗布されることが望ましい。そして、金属製のペーストまたはインクは、十分に加熱されて、塗布された面を金属化させ、セラミック表面に金属を付着させる。温度センサ、即ちサーモカップル接合体は、金属製のペーストまたはインクによって形成された金属表面に溶接される。

40

【0027】

選択的に、溶接された領域は、アルミニウム等の薄い層で選択的に被覆され、処理環境に対して保護される。その結果、有害な金属汚染をもたらす溶接による金属部分は、基板に注入されることがない。

【0028】

金属製インクは、導電性および熱伝導性を有し、温度センサとプローブヘッドの間を接

50

続する。適当な金属ペースト及びインクとしては、銅、金、銀、マンガン、モリブデン、アルミニウム、パラジウム、プラチナ、およびこれらの金属等の少なくとも1つを含む組み合わせを含んでいる。好ましい実施形態では、金属製ペーストまたはインクは、マンガンおよびモリブデンの混合物からなる。

#### 【0029】

図5は、プローブヘッド40の別の実施形態を示す。この実施形態では、異なる材料からなる2つのワイヤ41, 42が絡み合ってサーモカップル接合体を形成している。アルミニウム等の金属材料のウエルド43は、絡み合ったワイヤを取り囲んでいる。ウエルド43の頂部表面44は、平らに作られている。この平坦な表面44は、上述した方法で、セラミック材料又は高分子材料で被覆されている。プローブヘッド40の接触面44は、

10

#### 【0030】

半導体基板を接触面14, 34, 44に接触させて、イオン源を用いる処理中に発生する電気バイアス作用を効果的に取り除く。言い替えれば、イオンに晒された時、半導体基板に形成された低電圧ポテンシャルは、セラミックの接触面14, 34, 44によって与えられた電気固有抵抗によってプローブヘッドに伝達されない。これにより、温度センサ、即ちサーモカップル接合体を、半導体基板の低電圧ポテンシャルから絶縁する。さらに、好ましくは、接触面が熱伝導性を有するので、正確で再現可能な温度読取りが最小の応答時間、即ち、遅れることなく得ることができる。ある環境のもとでは、セラミック材料または高分子材料の使用により、実際のウエハ温度と、サーモカップルによって測定された温度との間のオフセットを生じさせる。このような場合、独立した温度測定または校正手順を用いて、このオフセットを温度コントローラソフトウェアに追跡及びエンコードすることができる。

20

#### 【0031】

好ましくは、セラミック材料または高分子材料は、約 $1 \times 10^6$  - cm以上の電気抵抗を有するように選択される。さらに、好ましくは、約 $1 \times 10^{10}$  - cm以上に、最も好ましくは、約 $1 \times 10^{16}$  - cm以上に選択される。電気固有抵抗特性との組み合わせにより、セラミック材料または高分子材料は、好ましくは100で約100 W/m - K以上の熱伝導率、さらに好ましくは100で約150 W/m - K以上の熱伝導率、最も好ましくは100で約200 W/m - K以上の熱伝導率を有するように選択される。接

30

#### 【0032】

適当なセラミック材料としては、ここで制限されるものではないが、AlN, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, BaTiO<sub>3</sub>, BeO, BN, CaO, LaB<sub>6</sub>, MgO, MoSi<sub>2</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, SiO<sub>2</sub>, Ta<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiB<sub>2</sub>, TiN, TiO<sub>2</sub>, TiSi<sub>2</sub>, VB<sub>2</sub>, W<sub>2</sub>B<sub>3</sub>, WSi<sub>2</sub>, ZrB<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>からなるグループおよびこれらのセラミック材料の少なくとも1つを含む組み合わせを含んでいる。他の適当なセラミック材料は、この開示内容により、当業者によって明らかとなるであろう。好ましい実施形態では、このセラミック材料は、AlN、BeOからなるセラミック材料のグループおよびAlN、BeOの少なくとも1つのセラミック材料を含む組み合わせから選択される。このセラミック材料は、多結晶体または単一結晶体とすることができる。

40

#### 【0033】

適当な高分子材料は、ポリイミドまたはポリエーテルエーテルケトン等を含んでいる。適当な高分子材料は、イー・アイ・デュポン ドゥ ヌムール アンド カンパニーから市販されているフィルム、登録商標カプトン (KAPTON) が商業的に利用可能である。

#### 【0034】

このセラミック材料は、プラズマ溶射、蒸着、物理蒸着、化学蒸着、スパッタリング等を含む多くの方法によってプローブヘッド上に付着させることができる。セラミック材料

50



のモノリスは、粉末圧縮法および焼結法を用いて製造することができる。

【0035】

プラズマ溶射は、基本的に表面に溶融した熱で柔らかくなった材料をスプレーして、被膜を形成することである。粉末形状の材料が非常に高い温度のプラズマ炎の中に噴射され、そこで、材料は急速に加熱され、高速度に加速される。この高温の材料基板表面に衝突して急速に冷却されて被膜を形成する。

【0036】

蒸着は、一般的に、真空内で物質を加熱し蒸発させ、この物質を処理されるべき基板の表面に付着させる。これにより、薄い膜を形成する。たとえば、プラズマ蒸着は、一般的に、ある固体を高温度加熱または蒸発させ、そして、化学作用を伴うことなく強制的に、この固体を圧縮して薄い膜を形成する。化学蒸着法は、一般的に、ガス相内で金属の蒸気または揮発性混合物を反応させることによって薄い膜を形成することを含む。

10

【0037】

スパッタリングは、一般的に比較的低い真空度内でイオン化したプラズマを発生し、イオン化したアルゴンを加速し、そして、ターゲット（加速した粒子を衝突させる目標物である固体材料）にアルゴンを衝突させて、ターゲット原子をスパッタする各工程を含み、これにより、処理すべき材料の表面を覆う。

【0038】

単一構造のセラミック製プローブヘッドは、型を用いて成形することができる。このセラミック材料は、ペースト状の形で、型内に充填される。型は、プローブヘッド、たとえば、約2mmの直径で厚さが約1mmのディスク形状に一致するように選択される。サーモカップル接合体は、好ましくは、セラミックペーストを充填した硬い型内に挿入されることが望ましい。たとえば、セラミックペーストを充填したモールドは、セラミックペーストを硬化させるのに十分な温度に加熱することができる。これにより、サーモカップル接合体を硬化したセラミック内に固定する。有利なことに、このモノリシックプローブヘッドを製造する工程は、表面を金属化し、さらにサーモカップルをモノリシックのセラミック製プローブヘッドに溶接する、各ステップを避けることができる。さらに、この方法で形成されるサーモカップルは、処理環境に露出されている間、金属汚染に影響を受ける溶接工程がないので、保護層、たとえば、蒸発したアルミニウムで被覆する必要がない。

20

【0039】

次の例は、例示的な目的のために提供されるものであり、この開示範囲に限定されるものではない。

30

【0040】

実施例 1

この実施例では、接触温度測定プローブが作られた。プローブヘッドは、最初ディスク形状のアルミニウムから加工された。このプローブヘッドは、直径が2.03mm、厚さが0.635mmである。下側表面の中央に軸方向孔が穴あけされ、その深さは、約1.0mmである。K型のサーモカップルがこの穴に挿入され折り曲げられる。酸化ベリリウム（BeO）の層が上部表面上に真空下で積層され、その厚さは、約2,000~8,000 である。BeOの電気固有抵抗は、約 $1 \times 10^{14}$  ohm-cmよりも大きく、そして熱伝導率は、100 で約210 W/m - Kであった。サーモカップルからのリードワイヤは、ステンレスチューブ内に挿入された。ステンレスチューブ内には、リードワイヤが通過する2つの長手方向に伸びる開口を有するセラミックチューブがある。石英シールドは、ステンレスチューブの回りに配置され、そしてこのシールド内にリードワイヤが露出する。リードワイヤは、それ自体でプローブヘッドを支持し、また、半導体基板の重量下でサーモカップル接合体の回りにプローブヘッドを旋回させることができる。同様な方法で、サーモカップルのリードが内部に折り畳まれたアルミニウムパッドの上部表面にAINを付着させて、接触温度測定プローブが製造された。

40

【0041】

実施例 2

50

この実施例では、BeOからなるモノリシックのプローブヘッドを有する接触温度測定プローブが作られた。このプローブヘッドは、ディスク形状で、直径が約2.0mm、厚さが約0.9mmである。マンガン-モリブデンを含有するインクが、プローブヘッドの平坦面に塗布され、そして、約1000の温度に熱せられて金属表面を形成する。K型のサーモカップルが、高温端のはんだを用いる金属表面に溶接される。この溶接の前に、サーモカップルの接合部が、金属表面にほぼ一致させて平らにされ、接合部とプローブヘッドとの間の接触面積を増加させる。窒化アルミニウムのペーストが溶接中に形成された溶接接合部に付加される。溶接接合部が蒸着アルミニウムの薄い層で被覆された同様のプローブが製造された。サーモカップルからのリードワイヤは、ステンレスチューブ内に挿入された。ステンレスチューブ内には、リードワイヤが通過する2つの長手方向に伸びる開口を有するセラミックチューブがある。石英シールドは、ステンレスチューブの回りに配置され、そしてこのシールド内にリードワイヤが露出する。

10

## 【0042】

## 実施例3

この実施例では、イオン源に晒される処理環境内において、基板温度が監視される。接触温度測定プローブは、アルミニウムのプローブヘッドを用いて作られる。この接触温度測定プローブは、登録商標KAPTONのフィルムが接触面を覆うものとそうでないものとがあり、半導体基板に接触するように配置された。基板表面にイオン束を含む処理中に、時間に対応して温度が監視された。約20秒間、イオン源をオンさせてイオンが処理室内に供給された。約140秒間、イオン源はスイッチオフされた。

20

## 【0043】

図6に示すように、イオン束がウエハに衝突するとき、登録商標KAPTONのフィルムがない接触温度測定プローブは、ワトロー温度コントローラによって入力された電気信号で偽の温度上昇を示す。このワトロー温度コントローラは、半導体基板に制御された加熱を与えるための一組のハロゲンランプへの電力を制御する閉ループコントローラである。イオン源がスイッチオフされると、登録商標KAPTONのフィルムがない接触温度測定プローブに対する信号は、「フォールスフォール(false fall)」を生じて減少する。反対に、登録商標KAPTONのフィルムを用いる接触温度測定プローブは、イオン源からのイオンが導入された時に誤った読取値を示さない。このように、イオン束によってウエハに加えられる低電圧は、温度測定プローブ内の温度センサに影響を与えない。同様の結果は、本発明の開示に従ってセラミック接触面に用いる接触温度測定プローブにおいても得られることが予想される。

30

## 【0044】

ここで記載されたように、セラミックまたは高分子の接触面を有するプローブヘッドを含む接触温度測定プローブを用いることにいくつかの利点がある。セラミックまたは高分子の接触面は、図6に例示されるように、イオン源を含む処理環境において、正確にかつ再生可能な温度測定を与える。さらに、セラミックまたは高分子材料は、温度に関する拡張された作動範囲を可能にする。アルミニウムの溶融点は、約600である。約300又はそれ以上の温度で作動させると、アルミニウムパッドが柔らかくなり、パッドから基板に、またはその逆に金属の流れをもたらす。この有害な「残留ガスの除去」作用により、基板に金属汚染を生じさせ、アルミニウムパッドの寿命を減少させる。

40

## 【0045】

セラミックは、一般的に高い溶融点を有し、たとえば、BeOは、約2500の溶融点を有し、アルミニウムとは異なり硬い材料である。さらに、アルミニウムベースのプローブを用いると、半導体基板の接触面をだめにする。このスクラップ化現象または他の劣化は、セラミックまたは高分子材料の接触面を用いる接触温度測定プローブでは観測されない。さらに、ここで記載したセラミック及び高分子材料は、一般的に耐酸化性もある。対照的に、アルミニウムは容易に酸化し、ウエハ及びサーモカップルリードとの間の熱接触を次第に劣化させることが知られている。これにより、測定誤差をまねく。

## 【0046】

50

本発明は、好ましい実施形態に関して記載してきたが、種々の変更が可能であり、かつ本発明の範囲から逸脱しない構成要素の等価物に置き換えることも可能であることは当業者であれば、理解できるであろう。たとえば、本発明の例示は、特定の接触温度測定プローブとしてつくられているが、他の形式のプローブを用いることができ、半導体基板と接触する部分は、上述したように、セラミック材料で電氣的に絶縁されている。さらに、多くの修正が、本発明の主たる範囲を逸脱しないで、本発明の技術的思想において、特定の状況または材料を用いて、多くの修正が可能である。それゆえ、本発明は、本発明で実行できるとされる最良の形態を開示した特定の実施形態に限定されるものではなく、ここに添付する特許請求の範囲で示される全ての実施形態が含まれる。

【図面の簡単な説明】

10

【0047】

【図1】図1は、接触用サーモカップルプローブの側面図である。

【図2】図2は、図1のA-A線に沿って見た接触用サーモカップルプローブの垂直断面図である。

【図3】図3は、セラミック接触面を含むプローブヘッドの横断面図である。

【図4】図4は、リードワイヤを溶接した単一プローブヘッドの斜視図である。

【図5】図5は、溶接されたプローブヘッドの斜視図である。

【図6】図6は、時間に対応した測定において、イオン源の影響を説明する図である。

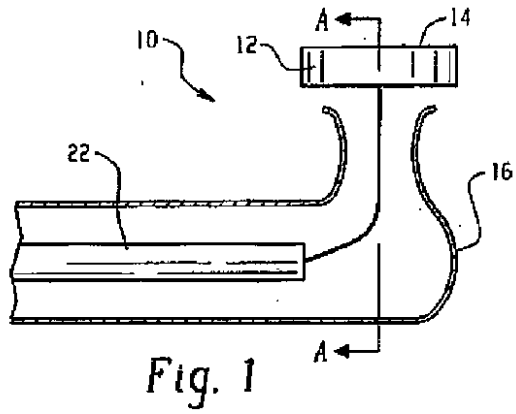
【符号の説明】

【0048】

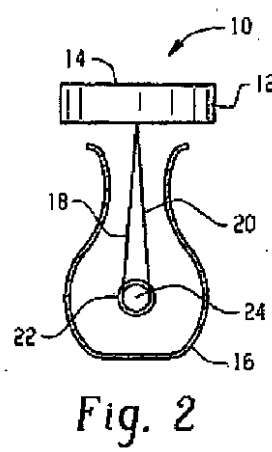
20

- 10 接触温度測定プローブ
- 12、30、40 プローブヘッド
- 14、34 接触面
- 16 石英シールド
- 18、20 ワイヤ

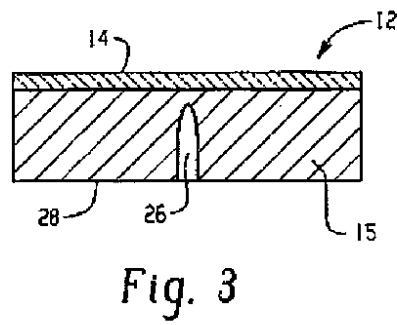
【図1】



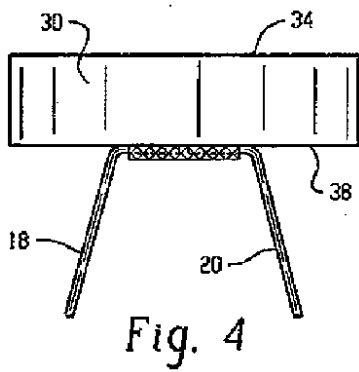
【図2】



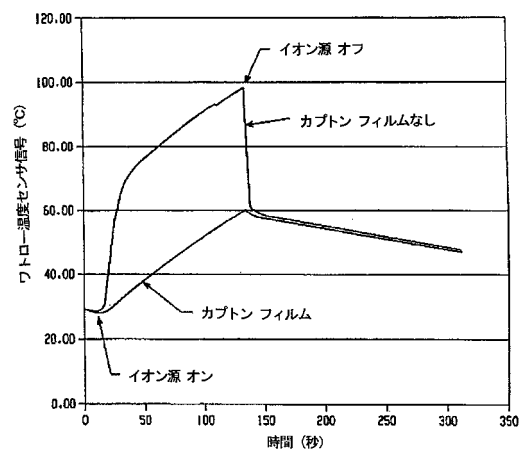
【図3】



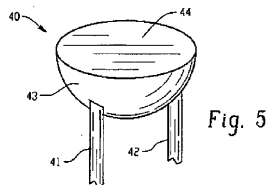
【図4】



【図6】



【図5】



## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International Application No  
 PCT/US 03/09867

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC 7 G01K1/14		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 G01K		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, PAJ		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 6 332 709 B1 (CARDOSO ANDRE B ET AL) 25 December 2001 (2001-12-25) cited in the application the whole document	1,20
Y	US 6 311 016 B1 (BLERSCH WERNER ET AL) 30 October 2001 (2001-10-30)	1,4,20
A	column 5, line 60 -column 6, line 2	3
Y	US 2001/002918 A1 (TATOH NOBUYOSHI) 7 June 2001 (2001-06-07)	1,4,20
A	claim 17	2,5-7, 16,17,21
A	US 5 664 885 A (BUNTIN ROY E ET AL) 9 September 1997 (1997-09-09) column 4, line 49 - line 58	1,16
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents :		
*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *&* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search  3 July 2003		Date of mailing of the international search report  16/07/2003
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HW Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Ramboer, P

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International Application No  
PCT/US 03/09867

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 10, 31 August 1999 (1999-08-31) & JP 11 125566 A (SUMITOMO ELECTRIC IND LTD), 11 May 1999 (1999-05-11) abstract -----	1, 4

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/US 03/09867

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 6332709	B1	25-12-2001	EP 1026489 A1 JP 2000227363 A	09-08-2000 15-08-2000
US 6311016	B1	30-10-2001	JP 10239165 A DE 19880398 T0 WO 9838673 A1	11-09-1998 01-04-1999 03-09-1998
US 2001002918	A1	07-06-2001	JP 3327277 B2 JP 2001159568 A	24-09-2002 12-06-2001
US 5664885	A	09-09-1997	US 5769542 A	23-06-1998
JP 11125566	A	11-05-1999	NONE	

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT, BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IT,LU,MC,NL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA, GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ, EC,EE,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,M W,MX,MZ,NI,NO,NZ,OM,PH,PL,PT,RO,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(74)代理人 100093193

弁理士 中村 壽夫

(74)代理人 100104385

弁理士 加藤 勉

(74)代理人 100093414

弁理士 村越 祐輔

(74)代理人 100131141

弁理士 小宮 知明

(72)発明者 コルソン、 マイケル

アメリカ合衆国 メリーランド州 2 1 7 9 4 ウッドパイン ウッドパイン ロード 7 4 4 1

(72)発明者 スリバスタバ、 アシーム

アメリカ合衆国 メリーランド州 2 0 8 7 9 ガイザースバーグボーイゼンベリー ナンバー  
1 3 4 1 8 5 0 1

Fターム(参考) 2F056 BP04 CL00 DA02