

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001年5月3日 (03.05.2001)

PCT

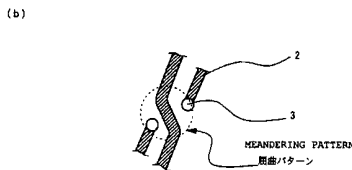
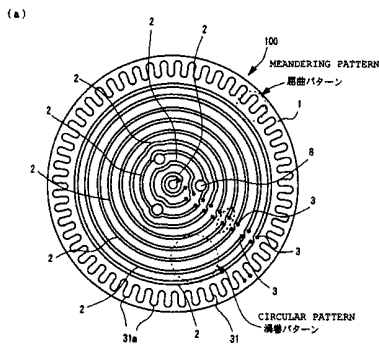
(10) 国際公開番号
WO 01/31978 A1

(51) 国際特許分類:	H05B 3/20, 3/10	特願平2000-2870 2000年1月11日 (11.01.2000) JP 特願平 PCT/JP00/00816
(21) 国際出願番号:	PCT/JP00/05462	2000年2月15日 (15.02.2000) JP
(22) 国際出願日:	2000年8月14日 (14.08.2000)	(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): イビデン株式会社 (IBIDEN CO., LTD.) [JP/JP]; 〒501-0601 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1-1 Gifu (JP).
(25) 国際出願の言語:	日本語	(72) 発明者; および
(26) 国際公開の言語:	日本語	(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 伊藤康隆 (ITO, Yasutaka) [JP/JP]; 〒501-0601 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1-1 イビデン株式会社内 Gifu (JP).
(30) 優先権データ:		(74) 代理人: 上野 登 (UENO, Noboru); 〒460-0008 愛知県名古屋市中区栄三丁目21番23号 ケイエスイセヤビル8階 Aichi (JP).
特願平 11/300880	1999年10月22日 (22.10.1999) JP	
特願平 11/335640	1999年11月26日 (26.11.1999) JP	

[続葉有]

(54) Title: CERAMIC HEATER

(54) 発明の名称: セラミックヒータ



(57) Abstract: The invention provides a ceramic heater superior in the uniformity of temperature using a heater substrate made of high-heat-conductivity ceramic. A discoid ceramic heater (100) has circular heater patterns (2) of substantially equal width formed on or in the surface of a ceramic substrate (1).

(57) 要約:

本発明は、熱伝導率の高いセラミック材料をヒータ基板として用いて、温度の均一性に優れたセラミックヒータを提供することを目的とする。円板形状のセラミックヒータ100は、セラミック基板1の表面又は内部にアールを描いて屈曲する発熱体パターン2がそのパターン幅が略一定となるように配設される。



WO 01/31978 A1



(81) 指定国 (国内): US.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

1

明細書

セラミックヒータ

技術分野

- 5 本発明は、主として半導体産業において用いられるセラミックヒータに関し、更に詳しくは、温度が低下した特異点が生じない発熱体パターンを備えた乾燥用のセラミックヒータに関するものである。

背景技術

- 10 半導体応用製品は種々の産業において必要とされる極めて重要な製品であり、その代表的製品である半導体チップは、例えば、シリコン単結晶を所定の厚さにスライスしてシリコンウエハを作製した後、このシリコンウエハ上に種々の回路等を形成することにより製造される。

- この種々の回路等を形成するには、シリコンウエハ上に導電性薄膜等を形成したのち、感光性樹脂等からなるエッチングレジストを、回路パターンを有するマスクを介して塗布し、パターンエッチングする。このエッチングレジストを塗布する場合、感光性樹脂は粘液状であるので、塗布後に乾燥する必要があり、感光性樹脂が塗布されたシリコンウエハをヒータ上に載置して加熱乾燥硬化することが通常行われている。また、プラズマエッチングやスパッタリング等の際にウエハを加熱する必要があった。
- 15
- 20

- かかるシリコンウエハ等の半導体ウエハをヒータ上に載置して加熱乾燥するためのこの種のヒータとしては、従来、アルミニウム製の基板の裏面側に電気抵抗体等の発熱体を備えたものが多用されていたが、アルミニウム製の基板は厚さ15mm程度を要するので、重量が大きくて嵩張るため取扱いの便が必ずしも良好でないばかりか、電氣的抵抗体による加熱であるので、通電電流に対する温度追従性という観点での温度制御性が不十分であり、均一な加熱を得ることが容易ではなかった。
- 25

そこで、特開平 1 1 - 4 0 3 3 0 号公報のように、窒化物セラミック等からなる板状体の表面に金属粒子等を焼結して形成した線条状の発熱体を設けたセラミックヒータが提案されている。

ところが、このようなセラミックヒータに発熱体を形成する際、屈曲部を有するパターンで発熱体を形成すると、屈曲部の温度が低下してしまい、表面温度にむらができるという課題があり、なおも改良の余地があった。

このような表面温度むらは、窒化物セラミックのような熱伝導率の高いセラミック程顕著であった。

本発明は、熱伝導率の高いセラミック材料をヒータ基板として用いて、温度の均一性に優れたセラミックヒータを提供することを目的とする。

発明の開示

上記課題を解決するために、請求項 1 に記載のセラミックヒータは、円板形状のセラミック基板の表面に発熱体パターンが形成されてなるものであって、前記セラミックは、窒化物セラミックまたは炭化物セラミックからなり、前記発熱体パターンは、アールを描いて屈曲する屈曲部を有することを要旨とするものである。

また、請求項 2 に記載のセラミックヒータは、円板形状のセラミック基板の内部に発熱体パターンが形成されてなるものであって、前記セラミックは、窒化物セラミックまたは炭化物セラミックからなり、前記発熱体パターンとセラミック基板は、一体的に形成されてなるとともに、前記発熱体パターンは、アールを描いて屈曲する屈曲部を有することを要旨とするものである。

また、請求項 3 に記載のセラミックヒータは、円板形状のセラミック基板の表面に発熱体パターンが形成されてなるものであって、前記発熱体パターンは、アールを描いて屈曲する屈曲部を有し、その曲率半径は、0.1 ~ 20 mmであることを要旨とするものである。

また、請求項 4 に記載のセラミックヒータは、円盤形状のセラミック基板

の内部に発熱体パターンが一体的に形成されてなるものであって、前記発熱体パターンが、アールを描いて屈曲する屈曲部を有し、その曲率半径は、0.1～20 mmであることを要旨とするものである。

5 かかる構成により、発熱体の配設パターン（発熱体パターンということがある）の屈曲部の温度低下がない。屈曲部がアールを描かない場合、例えば直角に屈曲する場合は、この直角部分の温度が下がってしまう。なお、以下の説明において、発熱体パターンは上面視形状によって表現しているが、発熱体を配設するセラミック基板厚さ方向位置は同一平面上でなくともよく、該厚さ方向で上下位置となる部分を含んでもよい。

10 従来技術にかかる問題の原因について本発明者らは鋭意研究した結果、以下のような原因を発見するに至った。

図5は、従来のセラミックヒータに用いられていた発熱体32を示したものであるが、かかる発熱体は、図示されるようにその一部が直角に屈曲している。そしてこの直角屈曲部（矢示32a）の温度は、他の部分の温度よりも下がってしまう。その原因は、略直線部のパターン幅 h_1 、 h_3 と、直角屈曲部のパターン幅 h_2 とが異なるからである。図5に示した場合には、パターン幅 h_2 は、パターン幅 h_1 、 h_3 よりも大きいため、パターン幅 h_2 の部分の抵抗値が低下するが、これにより、該当部分に温度が低下した特異点（スポット）が発生してしまうのである。

20 特に円板形状のセラミックヒータの場合は、四角形状のセラミックヒータとは異なり、温度分布の均一性が要求される。四角形状のセラミックヒータは、熱の伝搬が同心円状であるから四隅の表面温度が低下してしまうため、もともと温度分布の均一性は要求されていない。このことは、図7、図8から明らかである。図7は、四角形状のセラミックヒータであり、図8は40
25 0℃まで昇温し、ウエハ等被加熱物の加熱面の表面をサーモビューアで観察した図である。結局、四隅の部分は温度が低くなっており、四角形状のセラミックヒータでは、温度分布の均一性など本来要求されていない特性であるこ

とが判る。ところが円板形状の場合は、温度分布を均一にできるため、温度分布の均一性が要求され、その均一性故に半導体ウエハを載置できるのである。このため、このような円板形状では温度が低下した特異点（スポット）の発生を防ぐ必要がある。

5 そこで、本発明者らは、図3のように発熱体の配設パターンを、アールを描いて屈曲する屈曲部を備えたものとするにより、概ね $k_1 = k_2 = k_3$ とすることができ、抵抗値の低下を防止し、温度の低下した特異点（スポット）の発生を防止できることを知見して本発明を完成させたのである。

10 上記構成を有するセラミックヒータによれば、発熱体パターンの屈曲部は、アールを描いて屈曲しているため、当該パターン幅が略一定になり、局所的な温度の低下が起こらない。そのため、セラミックヒータの温度の均一化が実現される。

15 なお、特開平9-289075号公報、実用新案公開平3-19292号公報、実用新案公開昭54-128945号公報には、四角形状のセラミックヒータの屈曲パターン部分に丸みを形成したものが開示されているが、これは、四角形状のヒータであり、本発明のような円板形状ではない。このため四隅の温度が低下し、温度均一性など全く達成できない。また、特開平9-82786号公報には、発熱体バルクとセラミック基板との間に空間を形成したヒータを開示するが、これは本発明のようにセラミック基板と発熱体
20 が一体化しているものではない。このため、空間部分で熱が伝わらないのだから本発明のように加熱面の温度を均一化することなどできない。また、特開昭53-6936号公報には、セラミック製熱板の片面に発熱体を配した電熱器具を開示している。しかしながら、これは電子レンジや電気コンロに使用するものであり、人体に対する影響やセラミックの反応性を考慮すると、
25 アルミナ、シリカなどの耐水性があり、無毒のセラミック、すなわち酸化物のセラミックを使用しなければならず、本発明のような窒化物や炭化物のセラミックは使用できない。このような酸化物セラミックでは温度追従性（昇

温してもすぐに温度が上がらない)が悪い。

また、これらの文献には、屈曲の曲率半径は記載、示唆ともなく、これらの文献により、本発明の特許性が阻却されることがないことを付記しておく。

5 ちなみに、本発明に係るセラミックヒータは、用途に合わせて150℃～800℃で使用可能である。

本発明でいう屈曲とは、図1(b)のように、発熱体パターンの屈曲部の前後でパターンが概ね平行である場合や図3に示すように、発熱体パターンの屈曲部の前後でパターンが直角、鋭角、鈍角を形成する場合をいうが、後者のように屈曲部の前後でパターンが角度を持った場合の方が、温度降下し
10 やすいため、本発明の構成が特に有利である。

図面の簡単な説明

図1(a)は、本発明の一実施の形態に係るセラミックヒータの主要部分を示した平面図、同図(b)は、(a)の点線囲の部分拡大図である。

15 図2は、本発明の一実施の形態に係るセラミックヒータの発熱体パターンの例を示した平面図である。

図3は、本発明の一実施の形態に係るセラミックヒータの発熱体パターンの一部を拡大して示した部分拡大図である。

20 図4は、本発明の一実施の形態に係るセラミックヒータの構造を示した部分断面図である。

図5は、従来のセラミックヒータの発熱体パターンの一部を拡大して示した部分拡大図である。

図6は、比較例として用いたセラミックヒータの主要部分を示した平面図である。

25 図7は、四角形状のセラミックヒータの図面代用写真である。

図8は、サーモビューアで観察した図面代用写真である。

図9(a)及び(b)は、発熱体が内部に一体的に形成された場合の構成

を示した図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について詳細に説明する。

- 5 図1(a)は、本発明の実施の形態に係るセラミックヒータ100の主要部分を示した平面図であり、同図(b)は、同図(a)の点線部分を拡大して示したものである。図2は、セラミックヒータ100に配設される発熱体パターンを拡大して示したものの、図3は、発熱体パターンの一部分を拡大して示したものである。図4は、セラミックヒータ100の構造を示した部分
10 断面図である。

- これらの図において、セラミックヒータ100は、絶縁性の窒化物セラミックス又は炭化物セラミックスからなる板状セラミック基板1を用い、このセラミック基板1の一主面に特定の幅を持ち、その断面が扁平状の発熱体パターン2を、例えば図1に示したごとく形成し、他の主面にシリコンウエハ
15 等を載置して加熱するようにしたものである。

発熱体パターンの形態は、線条状、または有幅の概ね直線または曲線によって構成される。発熱体の断面の形状は、扁平であれば限定されず、方形、楕円形等でもよい。また、線条状の発熱体がらせん形状になっていてもよい。

- 20 発熱体パターン2の断面のアスペクト比(発熱体の幅/発熱体の厚さ)は、10~5000であることが望ましい。この範囲に調整することにより、発熱体パターン2の抵抗値を大きくすることができるとともに、加熱面の温度の均一性を確保することができるからである。

- 25 ちなみに、発熱体パターン2の厚さを一定とした場合、アスペクト比が上記範囲より小さいと、セラミック基板1のウエハ加熱方向への熱の伝搬量が小さくなり、当該発熱体パターン2に近似した熱分布が加熱面に発生してしま
う。逆にアスペクト比が大きすぎると発熱体パターン2の中央の直上部分が高温となっ
てしまい、結局、当該発熱体パターン2に近似した熱分布が加

熱面に発生してしまう。従って、温度分布を考慮すると、断面のアスペクト比は、10～5000であることが好ましいのである。

セラミック基板1の表面に発熱体パターン2を形成する場合には、発熱体パターン2の厚さは、1～30 μm が好ましく、1～10 μm がより好ましい。また、セラミック基板1の内部に発熱体パターン2を形成する場合には、その厚さは、1～50 μm が好ましい。また、セラミック基板1の表面に発熱体パターン2を形成する場合には、発熱体パターン2の幅は、0.1～20mmが好ましく、0.1～5mmがより好ましい。また、セラミック基板1の内部に発熱体パターン2を形成する場合には、当該発熱体パターン2の幅は、5～20 μm が好ましい。

図1に示した発熱体パターン2は、渦巻きパターンと屈曲パターンとの混成であるが、外周寄り端縁部に屈曲パターンを配置することが望ましい。屈曲パターンは、配線密度を高くすることができるため、温度が低下しやすい外周寄り端縁付近の温度低下を抑制できるからである。また、発熱体パターン2は、図2に示したように、屈曲パターンのみで構成してもよい。

図1及び図2に示した発熱体パターン2は、図3にその屈曲部の一例を示すが、同図に示したように、所定の幅を有している。従って、発熱体パターン2は、そのパターン幅 k_1 、 k_2 、 k_3 が、 $k_1 = k_2 = k_3$ となるように構成され、且つその屈曲部が曲率半径 r を有するように構成されている。そのため、発熱体パターン2は、パターン幅の差による抵抗値の低下、及びこれに起因する温度の低下した特異点（スポット）の発生が防止された構成になっている。

ここで、前記セラミック基板の材質は、窒化アルミニウム焼結体が好適であるが、これに限定されるものではなく、その他にも炭化物セラミック、酸化物セラミック、及び窒化アルミニウム以外の窒化物セラミック等が好適である。

例えば、炭化物セラミックの例としては、炭化ケイ素、炭化ジルコニウム、

炭化チタン、炭化タンタル、炭化タングステン等の金属炭化物セラミックを挙げることができ、酸化物セラミックの例としては、アルミナ、ジルコニア、コージェライト、ムライト等の金属酸化物セラミックを挙げるができる。さらに、窒化物セラミックの例としては、窒化アルミニウムのほか窒化ケイ素、窒化ホウ素、窒化チタン等の金属窒化物セラミックを挙げるができる。

これらのセラミック材料のうち、一般的に窒化物セラミック、炭化物セラミックは、高い熱伝導率を示す点で酸化物セラミックよりも好ましい。また、これらの材料は、単独でも2種以上を併用してもよい。

例えば、窒化物セラミックに酸化物セラミックや炭化物セラミックを添加してもよく、炭化物セラミックに酸化物セラミックや炭化物セラミックを添加してもよい。

熱伝導率が高いセラミックの方が屈曲部の温度低下が著しく、本発明の効果が大きい。

本発明のセラミック基板は、その厚さは、50mm以下、特に18mm以下が望ましい。特にセラミック基板の厚さが18mmを超えると、セラミック基板の熱容量が大きくなり、特に温度制御手段を設けて加熱、冷却すると、熱容量の大きさに起因して温度追従性が低下してしまうからである。

また、本発明のセラミック基板が解決する温度の不均一の問題は、厚さが18mmを超えるような厚いセラミック基板では発生しにくいからである。

特に5mm以下が最適である。なお、厚みは、1mm以上が望ましい。本発明のセラミック基板の直径は200mm以上が望ましい。特に12インチ(300mm)以上であることが望ましい。次世代のシリコンウエハの主流となるからである。また、本発明が解決する温度不均一の問題は、直径が200mm以下のセラミック基板では発生しにくいからである。

本発明のセラミック基板においては、セラミック基板中に5~5000ppmのカーボンを含有していることが望ましい。カーボンを含有させること

により、セラミック基板を黒色化することができ、セラミックヒータとして使用する際に輻射熱を十分に利用することができるからである。

カーボンは、非晶質のものであっても、結晶質のものであってもよい。非晶質のカーボンを使用した場合には、高温における体積抵抗率の低下を防止
5 することができ、結晶質のものを使用した場合には、高温における熱伝導率の低下を防止することができるからである。従って、用途によっては、結晶質のカーボンと非晶質のカーボンの両方を併用してもよい。また、カーボンの含有量は、50～2000ppmがより好ましい。

セラミック基板にカーボンを含有させる場合には、その明度がJIS Z
10 8721の規定に基づく値でN4以下となるようにカーボンを含有させることが望ましい。この程度の明度を有するものが輻射熱量、隠蔽性に優れるからである。ここで、明度のNは、理想的な黒の明度を0とし、理想的な白の明度を10とし、これらの黒の明度と白の明度との間で、その色の明るさの知覚が等歩度となるように各色を10分割し、N0～N10の記号で表示
15 したものである。

実際の明度の測定は、N0～N10に対応する色票と比較して行う。この場合の小数点1位は0または5とする。

なお、本発明のセラミック基板では、シリコンウエハをセラミック基板のウエハ載置面に接触させた状態で載置するほか、シリコンウエハを支持ピン
20 などで支持し、図4に示すようにセラミックス基板との間に一定の間隔を保って保持する場合もある。

図4では、貫通孔8に支持ピン7が挿通されてシリコンウエハ9を保持している。支持ピン7を上下することにより、搬送機からシリコンウエハ9を受け取ったり、シリコンウエハ9をセラミック基板上に載置したり、図示しないピン上にシリコンウエハ9を支持したまま加熱したりできる。また、セラミック基板の底面には、発熱体2が形成され、その発熱体2の表面には金属被覆層が設けられている。また、有底孔が設けられているが、ここには熱
25

電対を挿入する。

この形態では、発熱体はセラミック基板表面に形成されており、抵抗値を調整したり、冷却する際に冷却ガスを吹きつけることができ、急速冷却が可能である。

- 5 また、セラミック基板の厚さ方向全ての領域を熱拡散板として使用できるため、内部に発熱体を設けた場合よりもセラミック基板を薄くでき、熱容量を小さくできることから急速昇温降温が可能になる。シリコンウエハ9は、発熱体形成面の反対側のウエハ加熱面側で加熱される。

次に、本発明に係るセラミックヒータ100の製造方法について説明する。

- 10 以下の説明においては、工程条件は、あくまで一例を示すものであり、この実施形態に限定されるものではない。従って、工程条件は、試料の大きさや処理量等によって適宜の変更を伴って設定される。

- 15 まず、窒化アルミニウム粉末（平均粒径1.1 μm ）100重量部、イットリア（平均粒径0.4 μm ）4重量部、アクリル系樹脂バインダ12重量部、及び、アルコールを混合混練したのち、スプレードライヤ法によって顆粒状粉末とした。

- 20 また、炭化珪素を使用する場合も炭化珪素粉末（平均粒径1.0 μm ）100重量部、CまたはB₄C0.5重量部、アクリル系樹脂バインダ12重量部、及び、アルコールを混合混練したのち、スプレードライヤ法によって顆粒状粉末とした。

なお、後述する試験例等でアルミナを使用しているが、この場合はアルミナ粉末（平均粒径1.0 μm ）と、アクリル系樹脂バインダ12重量部、及び、アルコールを混合混練したのち、スプレードライヤ法によって顆粒状粉末とした。

- 25 次に、この顆粒状粉末を成形用金型に投入し、平板状に成形して生成形体を得た。この生成形体に、半導体ウエハ支持ピンを挿入するための貫通孔と、熱電対を埋め込むための凹部とをドリル加工によって穿設した。

前記貫通孔及び凹部を穿設した生成形体を約1800℃、圧力200kg/cm²でホットプレスし、厚さ3mmの窒化アルミニウムまたは炭化珪素板状焼結体を得た。これを直径210mmの円板状に切り出してセラミックヒータ100用のセラミック基板1とした。

- 5 このセラミック基板の表面に酸化膜などの絶縁膜を形成した後、後述する発熱体を印刷することが望ましい。

具体的には、ガラスペーストを塗布して1000℃以上に加熱して溶融させる方法やセラミック基板の表面を酸化雰囲気中で500～1000℃で焼成する方法がある。

- 10 特に炭化物セラミックの場合は、純度が低い場合電氣的導電性があるため、絶縁膜の形成が望ましい。

絶縁膜としては、0.1～1000μmがよい。

- このセラミック基板1に、図1に示したパターン状に発熱体パターン2を配設するようにスクリーン印刷法により導電ペーストを印刷した。ここで用いた導電ペーストは、徳力化学研究所製のソルベストPS603D（商品名）であり、この導電ペーストは、酸化鉛、酸化亜鉛、シリカ、酸化ホウ素、及びアルミナの混合物からなる金属酸化物（重量比は、この順に、5/55/10/25/10）を銀の量に対して7.5重量%含有する、いわゆる鉛含有銀ペーストである。ちなみに銀の平均粒径は4.5μmであり、形状は
- 20 鱗片状のものが主体であった。

- このように導電ペーストを印刷したセラミック基板を780℃で加熱焼成して導電ペースト中の銀や鉛を焼結させるとともに、セラミック基板に焼き付けた。このとき、鉛含有銀焼結体による発熱体パターンは、その厚さが約5μm、幅2.4mm、面積抵抗が7.7mΩ/□であった。発熱体パターンは、外周寄り端縁部位にアールを描きながら屈曲するパターンを有する。アールの曲率半径は、0.1mm～20mmが望ましい。小さすぎると直角になり、大きすぎると発熱体パターン密度を高くできないからである。なお、

曲率半径は、発熱体パターンの中心線（図3の符号L）で定義する。

次に、それぞれ1リットルあたりの濃度が、硫酸ニッケル80g/l、次亜リン酸ナトリウム24g/l、酢酸ナトリウム12g/l、ほう酸8g/l、塩化アンモニウム6g/lの濃度の各水溶液を含有してなる無電解ニッケルメッキ浴に前記セラミック基板を浸漬して前記鉛含有銀焼結体の表面に厚さ約1μmのニッケルの金属層を析出させて発熱体パターンを形成した。

図1(a)に示したように、発熱体パターン2, 31, 31aは、セラミック基板1上に、同図に示すような所定のパターン状に形成し、形成した状態で焼成して金属微粒子や金属酸化物微粒子同士を互いに融着させる程度に焼結させて得ることができる。そして、発熱体パターンの形態は、図1

(b)に示したように、有幅の略直線又は曲線であればよい。従って、幾何学的に厳密な直線や曲線であることを要しない。

最後に、図4に示したように、発熱体パターン2と電源との接続を確保するための端子ピン3を取付ける部分にスクリーン印刷法により銀含有鉛半田ペースト（田中貴金属工業（株）製）を印刷してはんだ層6を配設し、さらに、このはんだ層の上にコパール製の端子ピン3を載置して420℃で加熱リフローし、端子ピン3を発熱体パターン2の表面に取り付けた。

また、温度制御のための熱電対（図示せず）をセラミック基板1に埋め込み、本発明に係るセラミックヒータ100を得た。図4において、符号7は半導体ウエハ9を支持する支持ピンを示し、支持ピン7が、セラミック基板1に穿設された貫通孔8に挿通されることを示す。そして、発熱体パターン2は所定の抵抗値を有していることから、発熱体パターン2は、当該発熱体パターン2に通電するための端子ピン3の取付けられる位置から通電され、発熱体パターン2は、ジュール熱による発熱を生じて半導体ウエハ9を加熱する。

さらに発熱体が内部に形成されたセラミックヒータ（図9）の製造方法について説明する。

(1) まず、窒化物セラミックまたは炭化物セラミックのセラミックの粉体をバインダおよび溶剤と混合してグリーンシートを得る。

前述したセラミック粉体としては、例えば、窒化アルミニウムなどを使用することができ、必要に応じて、イットリアなどの焼結助剤などを加えてもよい。焼結助材は、0.1～10重量%で調整できる。また、セラミック粉の平均粒子径は、0.1～10 μm である。

また、バインダとしては、アクリル系バインダ、エチルセルロース、ブチルセロソルブ、ポリビニルアルコールから選ばれる少なくとも1種が望ましい。

さらに、溶媒としては、 α -テルピネオール、グリコールから選ばれる少なくとも1種が望ましい。

これらを混合して得られるペーストをドクターブレード法でシート状に成形してグリーンシートを作製する。なお、アルミナ粉末でも同様の条件で製造できる。

グリーンシートに、必要に応じてシリコンウエハの支持ピンを挿通する貫通孔や熱電対を埋め込む凹部を設けておくことができる。貫通孔や凹部は、パンニングなどで形成することができる。

グリーンシートの厚さは、0.1～5mm程度が好ましい。

次に、グリーンシートに抵抗発熱体となる導体ペーストを印刷する。印刷は、グリーンシートの収縮率を考慮して所望のアスペクト比が得られるように行う。

これらの導電性ペースト中に含まれる導電性セラミック粒子としては、タングステンまたはモリブデンの炭化物が最適である。酸化しにくく、熱伝導率が低下しにくいからである。

また、金属粒子としては、例えば、タングステン、モリブデン、白金、ニッケルなどを使用することができる。

導電性セラミック粒子、金属粒子の平均粒子径は0.1～5 μm が好まし

い。これらの粒子は、大きすぎても小さすぎても導体用ペーストを印刷しにくいからである。

このようなペーストとしては、金属粒子または導電性セラミック粒子 85
~ 97 重量部、アクリル系、エチルセルロース、ブチルセロソルブおよびポ
5 リビニルアルコールから選ばれる少なくとも 1 種のバインダ 1.5 ~ 10 重
量部、 α -テルピネオール、グリコール、エチルアルコールおよびブタノ
ールから選ばれる少なくとも 1 種の溶媒を 1.5 ~ 10 重量部混合して調製し
た導体用ペーストが最適である。

さらに、パンチング等で形成した孔に、導体用ペーストを充填してスルー
10 ホール印刷体を得る。

次に、印刷体を有するグリーンシートと、印刷体を有さないグリーンシー
トとを積層する。抵抗発熱体形成側に印刷体を有さないグリーンシートを積
層するのは、スルーホールの端面が露出して、抵抗発熱体形成の焼成の際に
酸化してしまうことを防止するためである。もしスルーホールの端面が露出
15 したまま、抵抗発熱体形成の焼成を行うのであれば、ニッケルなどの酸化し
にくい金属をスパッタリングする必要があり、さらに好ましくは、Au-Ni
の金ろうで被覆してもよい。

(2) 次に、積層体の加熱および加圧を行い、グリーンシートおよび導体ペ
ーストを一体的に焼結させる。

20 加熱温度は、1000 ~ 2000 °C、加圧は 100 ~ 200 kg/cm²
が好ましく、これらの加熱および加圧は、不活性ガス雰囲気下で行う。不活
性ガスとしては、アルゴン、窒素などを使用することができる。

(3) 次に、外部端子接続のための袋孔を設ける。袋孔の内壁は、その少な
くともその一部が導電化され、導電化された内壁は、抵抗発熱体 5 等と接続
25 されていることが望ましい (図 9 (b))。

(4) 最後に、袋孔に金ろうを介して外部端子を設ける。さらに、必要に応
じて、有底孔を設け、その内部に熱電対を埋め込むことができる。

半田は銀-鉛、鉛-スズ、ビスマス-スズなどの合金を使用することができる。

なお、半田層の厚さは、 $0.1 \sim 50 \mu\text{m}$ が望ましい。半田による接続を確保するに十分な範囲だからである。

- 5 このような方法で図9 (a) に示すセラミックヒータ200を製造できる。このセラミックヒータ200は、抵抗発熱体20がセラミック基板10内部にセラミック基板10と一体的に形成されており、抵抗発熱体20の周囲はセラミック基板10と完全に接触している。このため、熱が均一に伝達する。このセラミック基板10の加熱面10a側にはウエハ9が直接載置または離
- 10 間支持ピンSPを介して一定の距離離間 ($5 \sim 5000 \mu\text{m}$) 離間して配置されて加熱される。発熱体20は、開口によりセラミック基板から露出される。発熱体20には、スルーホールSが接続している。また、スルーホールSは、導電化された孔の内壁40と接続し、さらに内壁40は金ろう50を介してピン30と接続する。
- 15 セラミック基板には支持ピン (リフターピン) 80を挿通する貫通孔70が形成されている。

(評価試験)

- 本発明品として、窒化アルミニウムと炭化珪素セラミックで発熱体パターンが表面に形成されたもので、それぞれ屈曲パターンの曲率を変えたものを
- 20 4種類ずつ製造し、これをそれぞれ実施例1~8とした。また、窒化アルミニウムセラミック、炭化珪素セラミックで発熱体パターンが内部に形成されたもので、屈曲パターンの曲率を変えたものを4種類ずつ製造し、これをそれぞれ実施例9~16とした。

- また、比較品として、図6のような略直角の屈曲パターンを持つ発熱体パ
- 25 ターンを表面および内部に持つセラミックヒータを窒化アルミニウムと炭化珪素でそれぞれ製造し、比較例1~4とした。また、別の比較品として窒化アルミニウムと炭化珪素のセラミックヒータで曲率半径25mmのアールを

持つパターンを表面および内部に形成し試験例 1～4 とした。さらに、発熱体パターンが表面および内部に形成されたアルミナ基板を使用したセラミックヒータを製造し、試験例 5～16 とした。

5 さらに、四角形状のセラミックヒータを窒化アルミニウムセラミックと炭化珪素セラミックで製造し（いずれも表面にパターン形成）比較例 5、6 とし、300℃まで昇温して四隅の温度と中心の温度差を測定した。

評価試験に際しては、実施例、比較例それぞれについて、電圧を印加して300℃まで加熱し、JIS-C-1602(1980) K型熱電対で、屈曲パターンの屈曲部付近の温度と渦巻きパターン近傍の温度とを測定し、その差を調べた。また300℃までの昇温時間を測定した。その結果を表1に示す。

10 また、セラミックヒータを200℃まで昇温し、これを水中に投下して屈曲部にクラックが進展するか否か調べた。

15

20

25

表 1

	セラミック	発熱体	曲率半径	温度差	昇温時間	クラック
実施例 1	ALN	表面	1 (mm)	5 (°C)	4 5 秒	無
実施例 2	ALN	表面	5 (mm)	3 (°C)	4 5 秒	無
実施例 3	ALN	表面	1 0 (mm)	1 (°C)	4 0 秒	無
実施例 4	ALN	表面	1 5 (mm)	1 (°C)	4 0 秒	無
比較例 1	ALN	表面	0 (mm)	1 0 (°C)	4 5 秒	有
試験例 1	ALN	表面	2 5 (mm)	8 (°C)	4 5 秒	無
実施例 5	SiC	表面	1 (mm)	5 (°C)	5 5 秒	無
実施例 6	SiC	表面	5 (mm)	4 (°C)	5 5 秒	無
実施例 7	SiC	表面	1 0 (mm)	2 (°C)	5 0 秒	無
実施例 8	SiC	表面	1 5 (mm)	2 (°C)	5 0 秒	無
比較例 2	SiC	表面	0 (mm)	1 5 (°C)	5 5 秒	有
試験例 2	SiC	表面	2 5 (mm)	9 (°C)	5 5 秒	無
実施例 9	ALN	内部	1 (mm)	5 (°C)	5 0 秒	無
実施例 10	ALN	内部	5 (mm)	4 (°C)	5 0 秒	無
実施例 11	ALN	内部	1 0 (mm)	2 (°C)	4 5 秒	無
実施例 12	ALN	内部	1 5 (mm)	2 (°C)	4 5 秒	無
比較例 3	ALN	内部	0 (mm)	1 2 (°C)	5 0 秒	有
試験例 3	ALN	内部	2 5 (mm)	9 (°C)	5 0 秒	無
実施例 13	SiC	内部	1 (mm)	5 (°C)	4 5 秒	無
実施例 14	SiC	内部	5 (mm)	3 (°C)	4 5 秒	無
実施例 15	SiC	内部	1 0 (mm)	1 (°C)	4 0 秒	無
実施例 16	SiC	内部	1 5 (mm)	1 (°C)	4 0 秒	無
比較例 4	SiC	内部	0 (mm)	1 2 (°C)	5 0 秒	有
試験例 4	SiC	内部	2 5 (mm)	8 (°C)	5 0 秒	無
試験例 5	アルミナ	表面	0 (mm)	7 (°C)	1 5 分	有
試験例 6	アルミナ	表面	1 (mm)	4 (°C)	1 0 分	無
試験例 7	アルミナ	表面	5 (mm)	4 (°C)	9 分	無
試験例 8	アルミナ	表面	1 0 (mm)	3 (°C)	9 分	無
試験例 9	アルミナ	表面	1 5 (mm)	4 (°C)	9 分	無
試験例 10	アルミナ	表面	2 5 (mm)	7 (°C)	1 5 分	無
試験例 11	アルミナ	内部	0 (mm)	7 (°C)	1 5 分	有
試験例 12	アルミナ	内部	1 (mm)	4 (°C)	1 0 分	無
試験例 13	アルミナ	内部	5 (mm)	4 (°C)	9 分	無
試験例 14	アルミナ	内部	1 0 (mm)	3 (°C)	9 分	無
試験例 15	アルミナ	内部	1 5 (mm)	4 (°C)	9 分	無
試験例 16	アルミナ	内部	2 5 (mm)	7 (°C)	1 5 分	無
比較例 5	ALN	四角	5 (mm)	1 5 (°C)	—	—
比較例 6	ALN	四角	5 (mm)	1 5 (°C)	—	—

この結果から明らかなように、本発明に係るセラミックヒータによれば、アールを描く屈曲パターン付近の温度と渦巻パターン近傍の温度との差は、5℃以内に収まっているが、比較例として用いたセラミックヒータによれば、直角屈曲パターン付近の温度と渦巻パターン近傍の温度との差は、10℃～15℃となった。従って、本発明に係るセラミックヒータによれば、セラミック基板の温度の均一化が図られることが判明した。この結果によれば、上記構成を備えたセラミックヒータの場合には、曲率半径は、1～15mm程度が最適である。

また、実施例では熱衝撃試験でもクラックは発生しなかったのに対して比較例では、クラックが見られた。

さらに、以下の内容が考察される。曲率半径は、20mmを越えると、逆に温度差が大きくなる。これは、パターン形成密度が下がるためである。従って、曲率半径は、0.1～20mmの範囲で本発明の効果が顕著である。また、この効果はアルミナよりも窒化アルミニウムや炭化珪素で著しい。これは、窒化アルミニウムや炭化珪素の方が温度追従性に優れている（つまり昇温時間が短い）分発熱量のバラツキに敏感なためである。

以上本発明の一実施の形態について説明したが、本発明は、上記実施の形態に限定されるものではない。

なお、本発明に係るセラミックヒータは、そのセラミック基板に電極を埋設すれば静電チャックとして使用することができる。また、本発明に係るセラミックヒータは、そのセラミック基板の表面に導体層を、内部に電極を埋設すればウエハプローバとして使用することができる。

産業上の利用可能性

本発明に係るセラミックヒータは、主として窒化物セラミック、炭化物セラミックからなる円板形状のセラミック基板の表面又は内部にアールを描いて屈曲する屈曲部を有するものであるから、前記屈曲部に温度低下部分が発

生せず温度の均一性に優れたものとなる。特に円板形状のセラミックヒータの場合に好適である。

5

10

15

20

25

請求の範囲

1. 円板形状のセラミック基板の表面に発熱体パターンが形成されてなるセラミックヒータであって、

5 前記セラミックは、窒化物セラミック、炭化物セラミックの単独または2種以上からなり、

前記発熱体パターンは、アールを描いて屈曲する屈曲部を有することを特徴と

するセラミックヒータ。

10

2. 円板形状のセラミック基板の内部に発熱体パターンが形成されてなるセラミックヒータであって、

前記セラミックは、窒化物セラミック、炭化物セラミックの単独または2種以上からなり、

15 前記発熱体パターンとセラミック基板は、一体的に形成されてなるとともに、

前記発熱体パターンは、アールを描いて屈曲する屈曲部を有することを特徴とするセラミックヒータ。

20 3. 円板形状のセラミック基板の表面に発熱体パターンが形成されてなるセラミックヒータであって、

前記発熱体パターンは、アールを描いて屈曲する屈曲部を有し、その曲率半径は、0.1～20mmであることを特徴とするセラミックヒータ。

25 4. 円板形状のセラミック基板の内部に発熱体パターンが一体的に形成されてなるセラミックヒータであって、

前記発熱体パターンは、アールを描いて屈曲する屈曲部を有し、その曲率

半径は、0.1～20 mmであることを特徴とするセラミックヒータ。

5

10

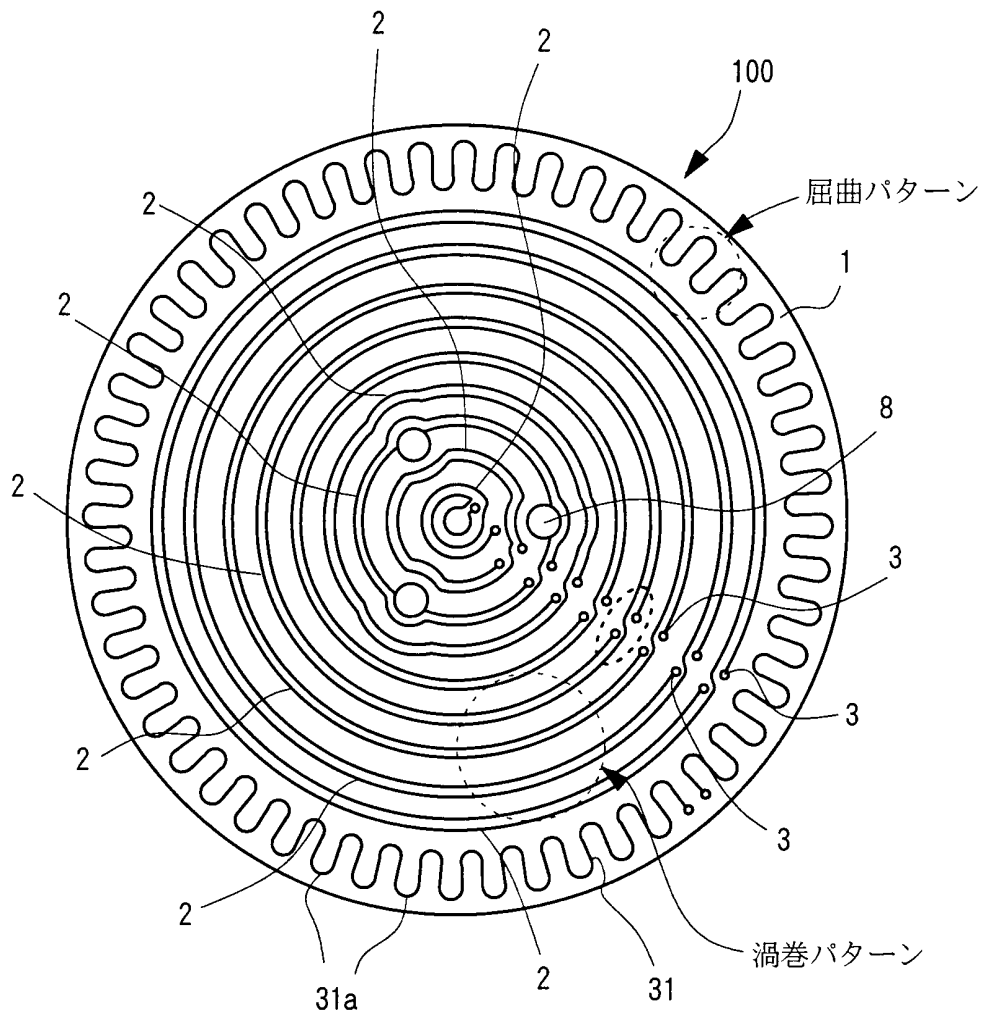
15

20

25

図 1

(a)



(b)

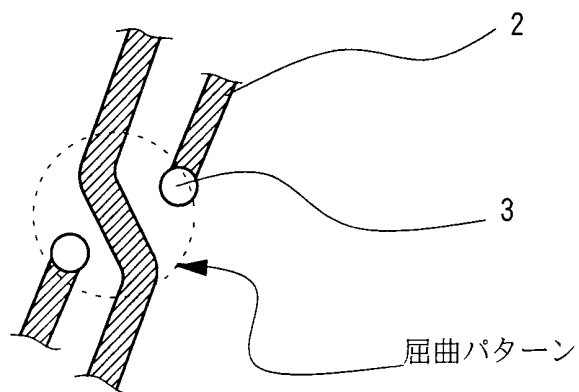
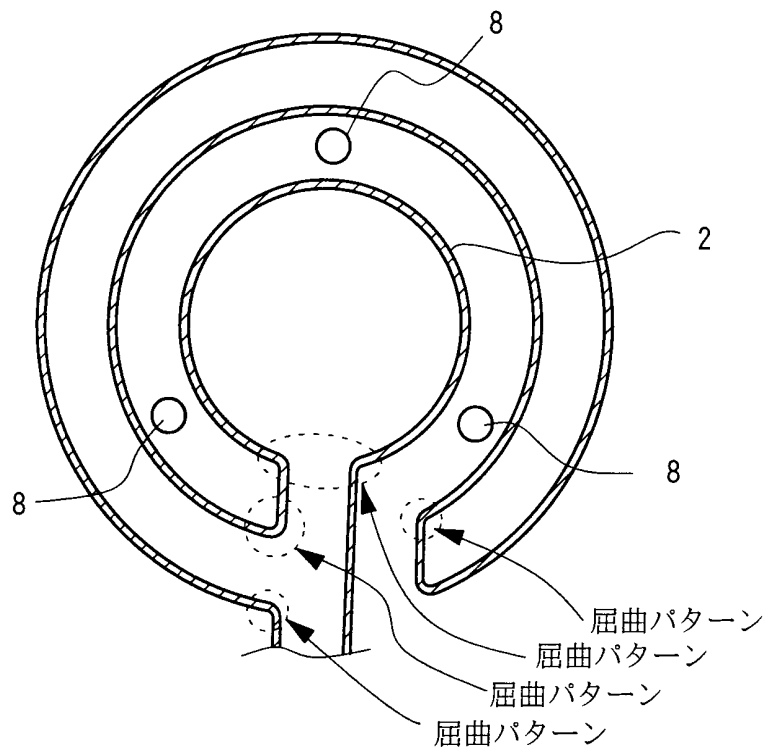
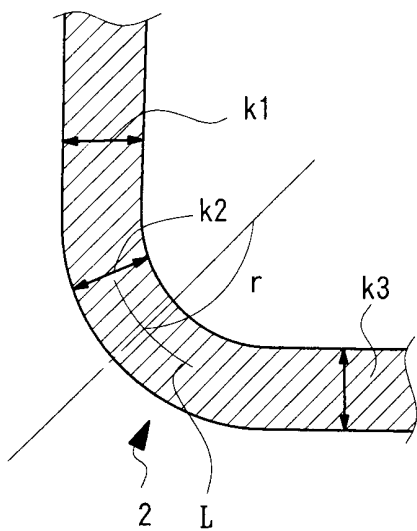


図 2



☒ 3



☒ 4

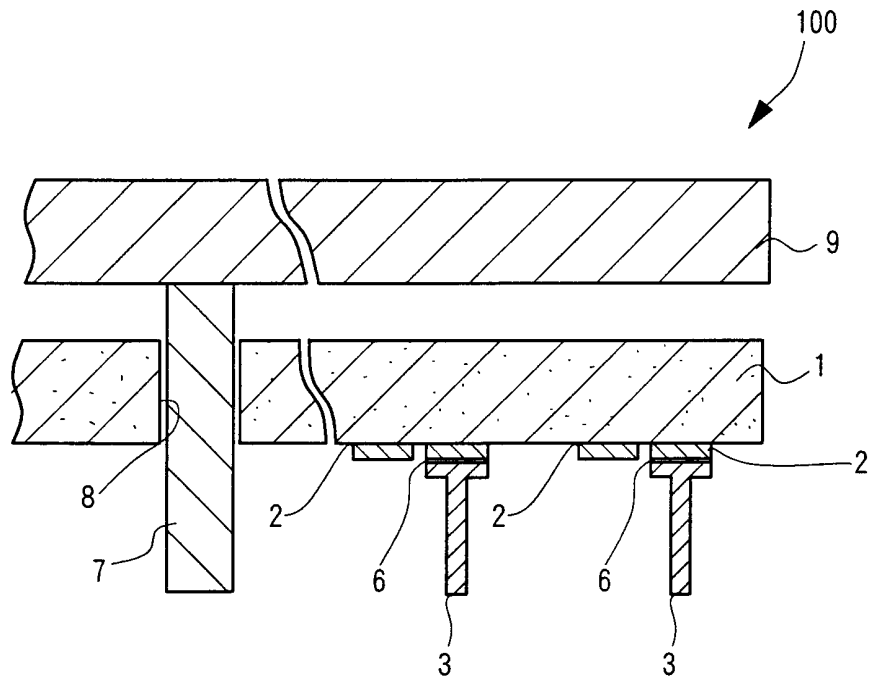


図 5

従来品

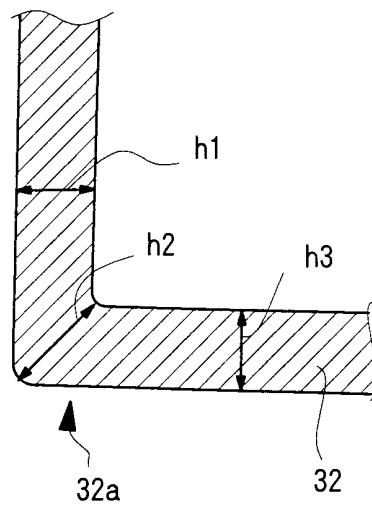


図 6

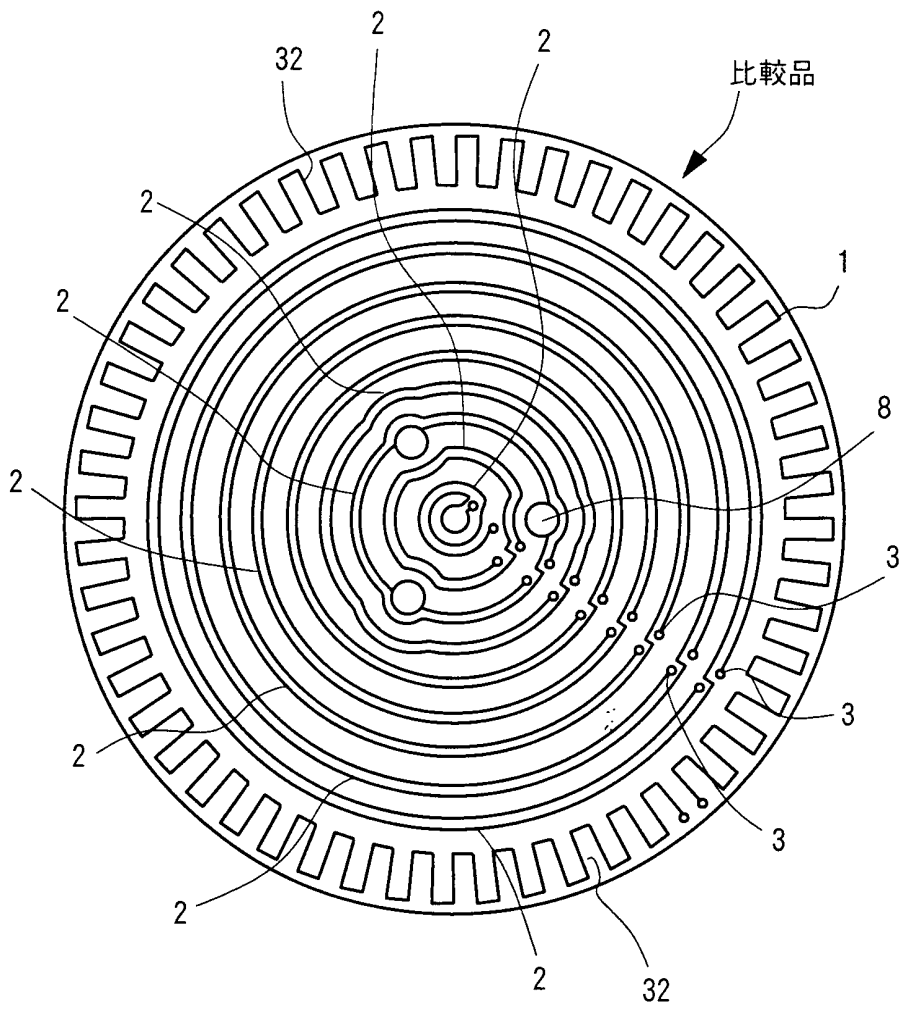
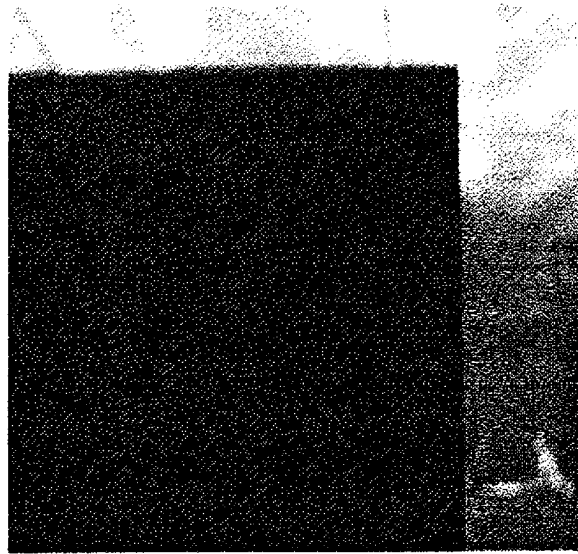


図 7

図面代用写真

面取りなし



面取りあり



図 8

サーモビューア

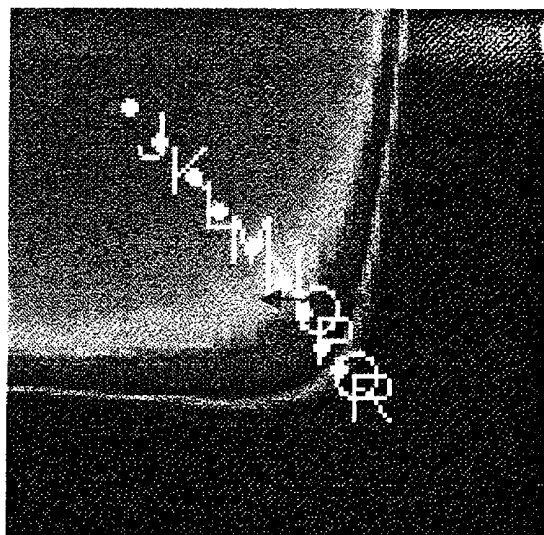
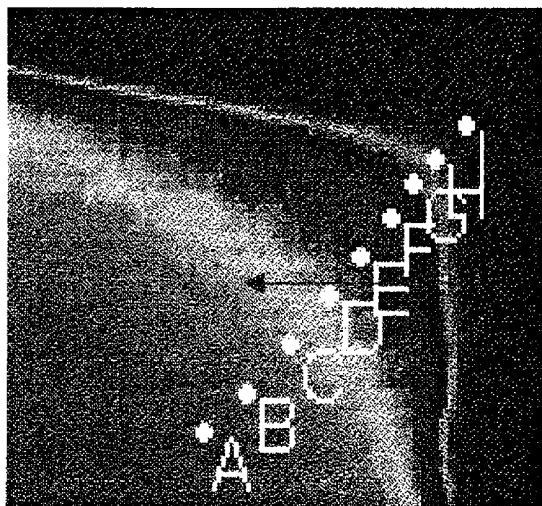
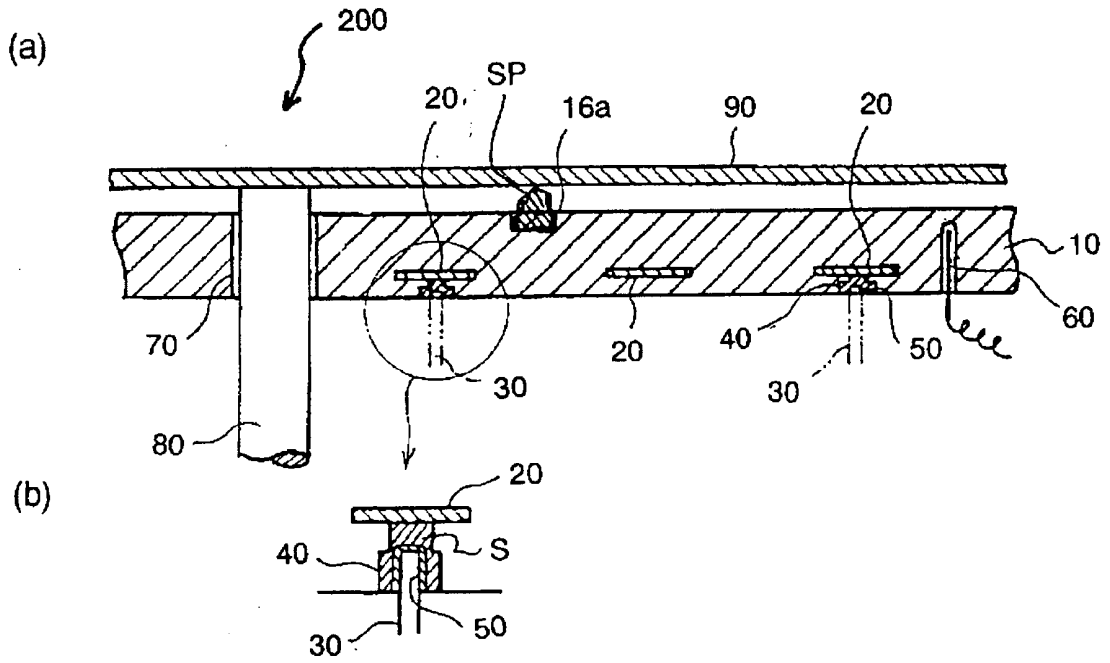


図 9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/05462

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl ⁷ H05B 3/20, 3/10		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl ⁷ H05B 3/20, 3/10		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 11-40330, A (IBIDEN CO., LTD.), 12 February, 1999 (12.02.99), (Family: none)	1-4
Y	JP, 9-289075, A (Sakaguchi dennetsu K.K.), 04 November, 1997 (04.11.97), (Family: none)	1-4
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 80358 /1989 (Laid-open No. 19292 /1991) (Kabushiki Kaisha Sansha Denki Seisakusho), 26 February, 1991 (26.02.91) (Family: none)	1-4
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 25749 /1978 (Laid-open No. 128945 /1979) (Matsushita Electric Works, Ltd.), 07 September, 1979 (07.09.79) (Family: none)	1-4
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 18 October, 2000 (18.10.00)		Date of mailing of the international search report 31 October, 2000 (31.10.00)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) <p style="text-align: center;">Int. Cl⁷ H05B 3/20, 3/10</p>		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) <p style="text-align: center;">Int. Cl⁷ H05B 3/20, 3/10</p>		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1926年-1996年 日本国公開実用新案公報 1971年-1996年 日本国登録実用新案公報 1994年-2000年 日本国実用新案登録公報 1996年-2000年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
参考文献の カテゴリー*	参考文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP, 11-40330, A (イビデン株式会社), 12. 2月. 1999 (12. 02. 99) (パテントファミリーなし)	1-4
Y	JP, 9-289075, A (坂口電熱株式会社), 4. 11月. 1997 (04. 11. 97) (パテントファミリーなし)	1-4
Y	日本国実願平1-80358号 (実開平3-19292号) の願書 に添付した明細書又は図面の内容を撮影したマイクロフィルム (株式会社三社電機製作所), 26, 2月. 1991 (26. 02. 91) (パテントファミリーなし)	1-4
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 参考文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		
の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 <p style="text-align: center;">18. 10. 00</p>	国際調査報告の発送日 <p style="text-align: center; font-size: 1.2em; font-weight: bold;">31.10.00</p>	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 新海 岳 印	
電話番号 03-3581-1101 内線 3335		3L 8111

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	日本国実願昭53-25749号 (実開昭54-128945号) の願書に添付した明細書又は図面の内容を撮影したマイクロフィルム (松下電工株式会社) , 7. 9月. 1979 (07. 09. 79) , (パテントファミリーなし)	1-4