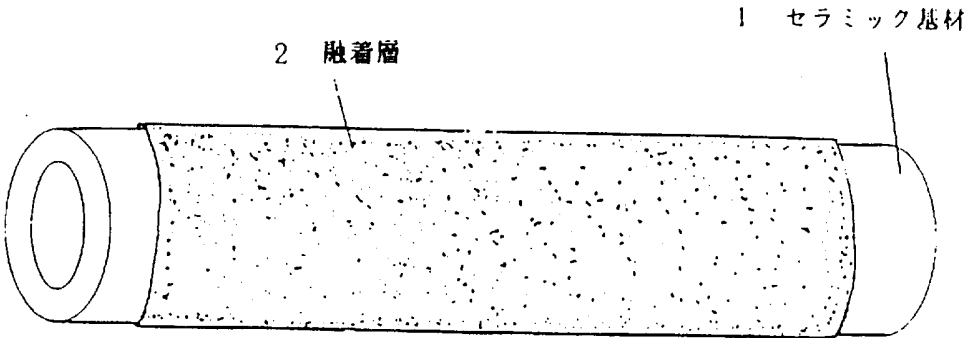


(51) 国際特許分類6 H05B 3/20	A1	(11) 国際公開番号 WO97/42792 (43) 国際公開日 1997年11月13日(13.11.97)																		
(21) 国際出願番号 PCT/JP97/01529 (22) 国際出願日 1997年5月6日(06.05.97) (30) 優先権データ <table border="0"> <tr> <td>特願平8/146408</td> <td>1996年5月5日(05.05.96)</td> <td>JP</td> </tr> <tr> <td>特願平8/152823</td> <td>1996年5月9日(09.05.96)</td> <td>JP</td> </tr> <tr> <td>特願平8/163577</td> <td>1996年5月20日(20.05.96)</td> <td>JP</td> </tr> <tr> <td>特願平8/204088</td> <td>1996年6月29日(29.06.96)</td> <td>JP</td> </tr> <tr> <td>特願平8/279832</td> <td>1996年9月12日(12.09.96)</td> <td>JP</td> </tr> <tr> <td>特願平9/94330</td> <td>1997年3月8日(08.03.97)</td> <td>JP</td> </tr> </table> (71) 出願人 ; および (72) 発明者 宮田征一郎(MIYATA, Seiichiro)[JP/JP] 〒752 山口県下関市長府中土居本町9-10 Yamaguchi, (JP) (74) 代理人 弁理士 角田嘉宏, 外(SUMIDA, Yoshihiro et al.) 〒650 兵庫県神戸市中央区東町123番地の1 貿易ビル3階 Hyogo, (JP)		特願平8/146408	1996年5月5日(05.05.96)	JP	特願平8/152823	1996年5月9日(09.05.96)	JP	特願平8/163577	1996年5月20日(20.05.96)	JP	特願平8/204088	1996年6月29日(29.06.96)	JP	特願平8/279832	1996年9月12日(12.09.96)	JP	特願平9/94330	1997年3月8日(08.03.97)	JP	(81) 指定国 CA, CN, IL, KR, MX, SG, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). 添付公開書類 国際調査報告書
特願平8/146408	1996年5月5日(05.05.96)	JP																		
特願平8/152823	1996年5月9日(09.05.96)	JP																		
特願平8/163577	1996年5月20日(20.05.96)	JP																		
特願平8/204088	1996年6月29日(29.06.96)	JP																		
特願平8/279832	1996年9月12日(12.09.96)	JP																		
特願平9/94330	1997年3月8日(08.03.97)	JP																		
(54)Title: ELECTRIC HEATING ELEMENT AND ELECTROSTATIC CHUCK USING THE SAME (54)発明の名称 通電発熱体及びそれを用いた静電チャック  1 ... ceramic substrate 2 ... fused layer (57) Abstract In order to eliminate the drawback of an electric heating element formed on an insulating ceramic substrate so that the element is brittle and becomes soft at a high temperature, an electrically heat-generating material having a microstructure composed of a silicide alone, a mixture of a silicide and Si, or Si alone is fused to the surface of a nitride or carbide ceramic insulating substrate. In order to provide an electrostatic chuck by which the temperature of an electrostatically chucked object to be treated, such as a semiconductor substrate, is quickly and precisely controlled, a heating mechanism is coupled with the bottom face of an electrostatically chucking mechanism provided with a dielectric ceramic and electrodes formed on the bottom face of the ceramic, and a cooling mechanism is coupled with the bottom face of the heating mechanism. The heating mechanism has a fusible electric-heating material film between two ceramic insulating substrates having the same or nearly the same coefficients of thermal expansion. The film is fused to the substrates.																				

(57) 要約

セラミック絶縁基材の上に形成された通電発熱体の脆さと高温で軟化するという欠点を解消するため、電気絶縁性で、窒化物系あるいは炭化物系セラミック基材の表面に、マイクロ組織が珪化物単体組織あるいは珪化物とSiの混在組織あるいはSi単体組織からなる抵抗発熱材料の被膜を溶融融着させた構造を採用する。

また、静電吸着した半導体基板等の被処理物の温度を急速制御、精密制御できる静電チャックを提供するため、誘電体セラミックと該セラミックの底面に形成された電極を備えてなる静電吸着機構底面に加熱機構を結合し、該加熱機構の底面に冷却機構を結合した構造を採用し、該加熱機構は、電気絶縁性で、線膨張係数が同じあるいは近似した二枚のセラミック基材の間に該セラミックに融着性の電熱材料の膜を挟み、該膜が該二枚の基材に焼結あるいは溶融融着した構造とする。

参考情報

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に記載されたPCT加盟国を特定するために使用されるコード

AL	アルバニア	ES	スペイン	LR	リベリア	SG	シンガポール
AM	アルメニア	FI	フィンランド	LS	レソト	SI	スロヴェニア
AT	オーストリア	FR	フランス	LT	リトアニア	SK	スロヴァキア共和国
AU	オーストラリア	GA	ガボン	LU	ルクセンブルグ	SL	シエラレオネ
AZ	アゼルバイジャン	GB	英国	LV	ラトヴィア	SN	セネガル
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GE	グルジア	MC	モナコ	SZ	スワジランド
BB	バルバドス	GH	ガーナ	MD	モルドヴァ共和国	TD	チャード
BE	ベルギー	GM	ガンビア	MG	マダガスカル	TG	トーゴ
BF	ブルキナ・ファソ	GN	ギニア	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国	TJ	タジキスタン
BG	ブルガリア	GR	ギリシャ	ML	マリ	TM	トルクメニスタン
BJ	ベナン	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	TR	トルコ
BR	ブラジル	ID	インドネシア	MR	モーリタニア	TT	トリニダード・トバゴ
BY	ベラルーシ	IE	アイルランド	MW	マラウイ	UA	ウクライナ
CA	カナダ	IL	イスラエル	MX	メキシコ	UG	ウガンダ
CF	中央アフリカ共和国	IS	アイスランド	NE	ニジェール	US	米国
CG	コンゴ	IT	イタリア	NL	オランダ	UZ	ウズベキスタン
CH	スイス	JP	日本	NO	ノルウェー	VN	ヴィエトナム
CI	コート・ジボアール	KE	ケニア	NZ	ニュージーランド	YU	ユーゴスラビア
CM	カメルーン	KG	キルギスタン	PL	ポーランド	ZW	ジンバブエ
CN	中国	KR	朝鮮民主主義人民共和国	PT	ポルトガル		
CU	キューバ	KZ	カザフスタン	RO	ルーマニア		
CZ	チェッコ共和国	LC	セントルシア	RU	ロシア連邦		
DE	ドイツ	LI	リヒテンシュタイン	SD	スーダン		
DK	デンマーク	LK	スリランカ	SE	スウェーデン		
EE	エストニア						

明 細 書

通電発熱体及びそれを用いた静電チャック

5 〔技術分野〕

本発明は、通電発熱体にかかわり、さらに詳しくは、セラミック絶縁基材の表面に抵抗発熱材料の被膜が溶融融着した構造の通電発熱体に係わるものである。

- 1 0 また、本発明は、静電チャックの構造に係わり、さらに詳しくは、静電吸着した半導体基板等の被処理材の温度を急速制御、精密制御できる静電チャックの構造に係わるものである。

〔技術背景〕

- 1 5 通電発熱体の分野に於いては、伝熱性の良いセラミック板にヒーター回路を焼き付けると温度むらの小さい面状発熱体を得られることが知られている。セラミックヒーターと称せられるこの種のヒーターには次のような特性が求められている。

- ①回路とセラミックの密着強度が高い。
- ②ヒーター回路材が耐酸化性に優れ、高温でも使用できること。
- 2 0 ③ヒーターの発熱密度の大きなこと。つまりヒーター回路の電気抵抗が高いこと。そして最も重要なことは安価に大型品を製造できることである。

- しかしながら現状では次の二つのタイプがあるに過ぎない。すなわち、
- (1) あらかじめ焼結されたセラミック板に電熱金属の回路を焼き付けたタイプ。
- 2 5

このタイプは白金や白金合金あるいは銀等の貴金属の粉末にガラスを

混合したペーストを回路模様焼結した構造である。欠点は、

①セラミックの片面に焼き付けるタイプ（片面焼付け）に限られる。つまり回路を焼き付けられた面はむき出しになっているので、用途によってはこの部分を絶縁する必要がある。

5 ②電熱回路の密着強度が弱く剥がれやすい欠点がある。

③最高使用温度はバインダーに使ったガラスの融点に制限され、せいぜい400～500℃で、1000℃以上の様な高温使用は不可能である。

（2）セラミック焼結時に電熱回路を一体的に焼き付けるタイプ。

10 このタイプはセラミックのグリーンシートにタングステン等の高融点金属の粉末ペーストを回路模様に印刷し、印刷回路の上にさらにグリーンシートを重ね、加圧して一体的に焼結した構造である。最終的な構造はセラミックの板の中に電熱回路が内蔵された構造（両面焼付け）で、電熱回路の両面はセラミック板である。

15 （1）の欠点、つまり電熱回路がむき出しになる欠点は解消されるが、

①逆に回路をセラミックでくるむ必要があるために、周端部まで回路を形成できず、周端部の温度が下がる欠点がある。均一な温度分布を得難い。

②薄肉の平板状のものは、焼成時ソリが発生する。ソリのないもの得る

20 ためには加圧焼結が必要。

この方法にはセラミックの焼成時に発生する変形の問題が根源的に存在する。変形のない大型寸法のものは得難い。また三次元形状体も不可能。金型が必要なために、少量品ではコストが極めて高くなる。

③電熱金属はセラミックの焼成温度で溶融しないタングステン、モリブデン等の高融点金属に限定される。タングステン、モリブデンは酸化に弱い欠点があり、電熱回路を包むセラミックには無欠陥、完全機密性が

25

要求される。大気中での高温長時間使用に問題がある。また、タングステン、モリブデン等は電気抵抗が小さく、発熱密度も小さいという問題もある。セラミックヒーターには以上のような問題がある。

5 一方、二珪化モリブデン (MoSi_2) に代表される珪化物は、耐酸化性に極めて優れ、大気中、高温まで通電発熱できる材料としてよく知られるところである。

10 これら珪化物発熱体の最大の欠点は非常に脆いことである。この脆さゆえに通常ガラス粉末を混ぜてある程度の強度を持つ板や棒に焼結して使用しているが、バインダーとしてガラスを使用しているために、耐熱性にも問題がある。また、珪化物そのものが高温で軟化する性質があり、発熱体が垂れて変形する問題がある。

一方、静電チャックの分野に於いては、半導体のプラズマ加工は集積度が高くなるほど、より極細化し、より厳しい精度が要求される。

15 プラズマ加工の極細化、高精度化を達成する上でプラズマ処理温度は極めて重要なファクターになるが、現状設備では、処理するシリコンウエハーの過昇温防止のために冷却するだけ（エッチング処理）、成膜処理（CVD）では、設定温度よりも低めに設定して処理中の自然昇温は放任されているのが実情である。

20 現実には以上のような状況であるが、これは温度管理の重要さが認識されていないためではなくて、現実、経済的なスピードで温度管理できる機構が存在しないためである。実験室的に生産性を無視すれば、精密な温度管理は可能であるが、現状の生産ラインの中で、例えば処理する薄膜の材質に応じて、膜ごとに、生産性を落とすことなく素早くその膜質に最適な温度に変えて処理する様な、クイック制御、精密制御できる機構が存在しないためである。

25 この問題を解決するには現実の処理スピードに対応して迅速に温度を

調節できる機構が必要となる。つまり処理スピードを落とすことなく迅速かつ連続的に温度調節できる機構が必要となる。

一方プラズマ処理以外でも、装置の稼働率を上げるために、設定した温度に素早く加熱したり、あるいは加熱後、素早く冷やしたりする要求も多い。

ここでも迅速かつ連続的に温度調節できる機構が求められている。

一方真空処理の場合、非処理物の表面には湿分が付着しており、所定の真空度に早く到達させるためには、非処理物は加熱したほうがよいが、現実、非処理物だけを速やかに加熱する方法はない。

10 本発明は、かかる状況に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、①基材として予め焼結されたセラミックを使用し、目的に応じて電熱回路の片面焼付け、両面焼付けのいずれにも適用でき、②加圧も必要とせず、上記したセラミック焼成時の歪みの問題も解消でき、③回路とセラミックの密着強度が高く、④耐酸化性に優れ、大気中高温でも使用でき、⑤大型品、三次元形状体でも安価に製造でき、⑥抵抗が高く、
15 ワット密度の高いヒーターも可能な新しい構造の通電発熱体を提供せんとするものである。

また、半導体基板やその他の被処理物を吸着固定すると共に、所定温度に急速加熱あるいは急速昇降温させて速やかに設定温度に精密調節できる新しい構造の静電チャックを提供せんとするものである。

20

〔発明の開示〕

通電発熱体に関する上記問題は、次の手段によって解決できる。すなわち、本発明の通電発熱体は、電気絶縁性の窒化物系あるいは炭化物系
25 セラミック基材の表面に、ミクロ組織が珪化物単体組織あるいは珪化物とSiの混在組織あるいはSi単体組織からなる抵抗発熱材料の被膜が

融着した構造からなることを特徴とする。

また、本発明の通電発熱体は、電気絶縁性のセラミック基材の表面に、
0.5%以上の活性金属を含有し、かつマイクロ組織が珪化物単体組織あ
るいは珪化物とSiの混在組織からなる抵抗発熱材料の被膜が融着した
5 構造からなることを特徴とする。

上記通電発熱体の構成に於いて、セラミック基材が窒化アルミニウム
系セラミックであり、抵抗発熱材料のマイクロ組織が珪化物とSiの混在
する組織である構成が好ましい。

また、セラミック基材が窒化ケイ素系セラミックであり、抵抗発熱材
10 料のマイクロ組織が珪化物とSiの混在する組織である構成も好ましい。

加えて、セラミック基材が炭化ケイ素系セラミックであり、抵抗発熱
材料のマイクロ組織が珪化物とSiの混在する組織である構成も好ましい。

また、上記電気絶縁性のセラミック基材の表面に0.5%以上の活性
金属を含有する構成に於いては、セラミック基材が酸化物系セラミック
15 である構成が好ましい。

また、上記酸化物系セラミックがアルミナ系セラミックであり、抵抗
発熱材料のマイクロ組織が珪化物組織である構成が好ましい。

静電チャックに関する上記問題は、次の構造の静電チャックによって
解決される。

20 すなわち、本発明の静電チャックは、

1. 誘電体セラミックと該セラミックの底面に形成された電極を備えて
なる静電吸着機構の底面に加熱機構を結合した構造からなり、該加熱機
構は、電気絶縁性で、線膨張係数が同じあるいは近似した二枚のセラミ
ック基材の間に該セラミックに融着性の電熱材料の膜を挟み、該膜が該
25 二枚の基材に溶融融着した構造からなることを特徴とする。

2. 誘電体セラミックと該セラミックの底面に形成された電極を備えて

- なる静電吸着機構底面に加熱機構を結合し、該加熱機構の底面に冷却機構を結合した構造からなり、該加熱機構は、電気絶縁性で、線膨張係数が同じあるいは近似した二枚のセラミック基材の間に該セラミックに融着性の電熱材料の膜を挟み、該膜が該二枚の基材に溶融融着した構造からなることを特徴とする。

上記構成に於いて、

3. 上記誘電体セラミックと加熱機構の二枚のセラミック基材が窒化アルミニウム系セラミックであることを特徴ともしている。

更に、

- 10 4. 上記電熱材料が、ミクロ組織が珪化物とSiの混在組織の金属である構成とすることもできる。

図面の簡単な説明

- 図1は本発明の通電発熱体の実施の一形態を説明した図である。
- 15 図2は本発明の通電発熱体の他の実施形態を説明した図である。
- 図3は本発明の通電発熱体の更に他の実施の形態を説明した図である。
- 図4は本発明の通電発熱体の実施例の説明図である。
- 図5は本発明の通電発熱体の融着金属のヒーター回路の一例を示した図である。
- 20 図6は図5のA-A断面図である。
- 図7は図6の構造の製造工程の一例を示した図である。
- 図8はヒーター回路の短絡防止の構造の説明図である。
- 図9はセラミック端面の封止構造の説明図である。
- 図10はヒーター回路の端末に端子を接続した構造の説明図である。
- 25 図11はヒーター回路の端末に端子を接続した構造の説明図である。
- 図12はヒーター回路の端末にリード線を接続した構造の説明図であ

る。

図 1 3 は本発明の通電発熱体の実施例の説明図である。

図 1 4 は本発明の通電発熱体の実施例の説明図である。

図 1 5 は実施例の説明図である。

5 図 1 6 は実施例の説明図である。

図 1 7 は本発明の静電チャックの基本的な構造の説明図（誘電体セラミックが焼結体）である。

図 1 8 は本発明の静電チャックの基本的な構造の説明図（誘電体セラミックが成膜形成）である。

1 0 図 1 9 は本発明の静電チャックの基本的な構造の説明図（図 1 7 の構造に冷却機構が接合されたもの）である。

図 2 0 は、本発明の静電チャックの基本的な構造の説明図（図 1 8 の構造に冷却機構が接合されたもの）である。

1 5 図 2 1 は、誘電体セラミックが焼結体の場合の電極の構造の説明図である。

図 2 2 は、誘電体セラミックが焼結体の場合の電極の構造の説明図である。

図 2 3 は、誘電体セラミックが焼結体の場合の電極の構造の説明図である。

2 0 図 2 4 は、本発明の静電チャックの実施例の構造の説明図である。

図 2 5 は、本発明の静電チャックの実施例の構造の説明図である。

図 2 6 は、本発明の静電チャックの実施例の構造の説明図である。

〔発明を実施するための最良の形態〕

2 5 まず、本発明の通電発熱体について説明する。

電気絶縁性の窒化物系、炭化物系セラミックの代表的なものとして窒

- 化アルミニウムセラミック、窒化ケイ素セラミック、炭化ケイ素セラミックがある。本発明の電気絶縁性の窒化物系、炭化物系セラミックとは、これら窒化アルミニウムセラミック、窒化ケイ素セラミック、炭化ケイ素セラミック単体、およびこれらのセラミックと他の窒化物、炭化物、
5 ホー化物、酸化物セラミックとの複合セラミックを包含する。

これら窒化物、炭化物セラミックの中で、窒化アルミニウム、炭化ケイ素、およびこれらの複合セラミックは熱伝導性に優れているので、通電発熱体の基材として最も好適に使用できる。

- 基材として二枚のセラミックを用い、この二枚のセラミックの間に抵抗発熱材料の膜を挟み、二枚のセラミックの両面に融着させた構造の、
10 いわゆる両面焼付けタイプの通電発熱体の場合、二枚のセラミックは必ずしも同じセラミックである必要はないが、線膨張係数は近似したセラミックを選定する方がよい。

- S i と全率固溶体を作る元素、例えばG eを除いて、S iはほとんどの金属と珪化物を作る。
15

XはS i と珪化物を作る元素とすると、X-S i合金のS iの変化によるマイクロ組織の基本的な変化は次のようになる。

- ①S iが徐々に増えていくと、ある組成のところで最初の珪化物を形成する。その組成をS i (1)とする。S i < S i (1)の区域では、X
20 なる金属のマトリックスにXなる金属の珪化物相が混在する組織、あるいはS iが多少固溶したXなる金属のマトリックスにXなる金属の珪化物相が混在する組織となる。

- ②S i (1)からさらにS iが増加すると、組成のことなる珪化物が次々と現れ、ある組成S i (2)を過ぎたところから珪化物とS iの混在
25 する共晶が現れる。S i (1)はX元素の最もリッチな珪化物、S i (2)はS iの最もリッチな珪化物である。S i (1) ≤ S i ≤ S i

(2) の区域では、この区域は、一種あるいは二種以上の珪化物の混在組織。

③ Si (2) を過ぎて Si (100%) 未満までの間

$$\text{Si (2)} < \text{Si} < \text{Si (100\%)}$$

5 この区域は、Si と珪化物の混在する組織である。

④ Si = 100% では Si の多結晶組織となる。

ここで、上記した X-Si の二元系に第3, 第4, 第5, …元素が添加されても、組織そのものの基本的な骨格、つまりマトリックスに珪化物が存在するという基本的な骨格は変わらない。つまり第3, 第4, 第

10 5, …元素はマトリックスに固溶されるか、珪化物に固溶されて複珪化物を形成するか、あるいは、ほかの化合物を形成してマトリックスに晶出、あるいは析出するかであり、少なくとも珪化物 (あるいは複珪化物) がマトリックスから消滅することはない。

15 なお、本発明では「珪化物」なる表現は、本来の珪化物と複珪化物を含めた総称として使用した。

①の一部 (Si ≥ 5%)、②、③、④の組成範囲は溶融すると窒化物系、炭化物系セラミックに濡れて融着する。

20 通電発熱体としては、①の融着する組成 (Si ≥ 5%)、および②、③、④の組成範囲が使用できる。とりわけ②、③、④の組成範囲が好適である。

②、③、④の組成は、上記した電気絶縁性の窒化物、炭化物セラミックに対して融着性がある上に、

1. 線膨張係数が $4 \sim 8 \times 10^{-6}$ (とくに③、④の組成範囲は $4 \sim 6 \times 10^{-6}$) で、必要に応じて、ミクロ組織の中の珪化物の量を調整することによって線膨張係数を調整でき、基材のセラミックと整合させることができ、融着界面での熱応力を極小に抑制し、高温まで安定し、発熱体

- の剥離防止に対して極めて有利である。また③、④の組成範囲は、融点も低いので融着温度を低くできる利点がある。そして珪化物は高温（おおむね1000℃以上）では軟化、変形するという発熱体として欠点があるが、セラミックに融着させることによって変形は防止され、しかも融着界面で応力緩和がなされるので、欠点はむしろ有利な性質になる。
- 5 つまり珪化物、あるいは珪化物を含む組織の金属は高温使用のヒーターを目的としてセラミックに融着させる被膜としては極めて好適である。
2. 大気中、高温（1000℃以上）での耐酸化性に優れている。

- 大気中、高温使用を考えた場合、①の区域より②、③、④の組成範囲が耐酸化性に優れ、しかも
- 10 3. 電気抵抗が大きいので抵抗回路の長さを短くでき、単位面積当たりのワット密度の大きいヒーターが得られる。

以上の様な理由で、通電発熱体としては①の区域より②、③、④の組成範囲、とりわけ③、④の組成範囲が好ましい。

- 15 ①の区域は熱膨張係数が大きく、かつ電気抵抗が小さいので、熱応力を小さくし、電気抵抗を大きくするために被膜厚さを薄くする必要がある。好ましくは、膜厚は20μm以下、最も好ましくは10μm以下がよい。融着膜が20μmを越えると剥離しやすくなる。

- 上記したX-Si合金のX元素としては、Cr, Mo, W, Fe, Ni, Co, B, Pおよび活性金属、およびPt, Pd, Rh, Ir, Cu, Agおよびその他の珪化物形成元素等を目的に応じて適宜選択できる。また、これらの元素は目的に応じて一種あるいは二種以上を適宜混ぜて使用してよい。例えば二種以上の元素の添加はマイクロ組織の珪化物の微細化に効果がある。
- 20

- 25 添加量は、上記②、③のマイクロ組織を形成する範囲、つまり珪化物生成範囲、珪化物とSiを形成する範囲であれば適宜選択できるが、最も

好ましい範囲は、③のマイクロ組織になる範囲、つまり珪化物とSiの混在する組成範囲である。③の範囲はマイクロ組織の中の珪化物の量を調整することによって線膨張係数と電気抵抗を適宜調整でき、しかも融点が低く、低い温度でセラミックに融着させることができるので、この点でも有利である。

以上より、これらの元素の中でとくに好ましいのは、活性金属元素である。

また、上記元素以外の元素でもマイクロ組織を変えない範囲なら添加してもよい。たとえばSiに固溶してSiの電気抵抗を下げる元素、あるいは珪化物の中に侵入してその珪化物の特性（電気抵抗、線膨張係数、融点等）を変化させる元素は目的に応じて適宜添加してよい。

不純物半導体の製造で、P型半導体、N型半導体を作るために高純度Siに3価、5価の金属を極微量（ppm～ppb単位の量）添加して電気抵抗を低下させることが行われているが、これは本発明でも有効であり、これは前者の場合に相当する。すなわち、マイクロ組織の一部を構成するSiの中に3価、5価の元素を微量含有させることによってその電気抵抗を変える方法は、本発明に於ける融着膜の電気抵抗の調節法としても有効な方法である。なお、その他、電気抵抗を下げる方法としては、使用するSiの原料素材に微量元素（Fe, P, Al, C等）が含有されている鑄造用Si原料を使用するのも効果的であり、また、高純度シリコン原料にB, Al, P等の3価、5価の元素、あるいはその他の元素を微量添加して電気抵抗を調整するのも勿論有効である。なお、B, Pは共にSiに微量固溶もされ同時に珪化物も形成する。

Siは本来半導体で極めて高抵抗であるが、不純物として見做される微量元素はSiの導電性を著しく改良するので、本発明Si原料には上記したような微量元素が含まれるSiがむしろ好適である。また、珪化

物の中に侵入してその珪化物の特性（電気抵抗、線膨張係数、融点等）を変える元素の好例は、 MoSi_2 の中に侵入して $(\text{Mo}_3\text{Al}_3)\text{Si}_2$ なる複珪化物を形成するAlの場合がある。この場合、 MoSi_2 の融点 2060°C が 1800°C に下がる。

- 5 GeはSiと同じような性質の元素で、Siと珪化物を作らず、すべての割合で全率固溶体を作ることができるので、目的、用途に応じて適宜添加できる。融点、電気抵抗の調節元素として有効である。

- 10 活性金属とはセラミックに対して濡れ、拡散を促進する元素で、本発明では、V, Nb, Ta, Ti, Zr, Hf, Y, Mn, Ca, Mg, 希土類元素およびアルミニウム等々を活性金属と表現した。

Siに活性金属が添加されると、濡れが著しく促進され、濡れ角が小さくなる。この結果、融着させる融着膜の厚さを薄くして薄膜化が可能になり、電気抵抗を大きくさせるのに顕著な効果がある。また融着強度も向上する。

- 15 濡れ性の改善は、0.1%程度の微量添加から効果が現れてくるが、実用的な効果を得るためには、0.5%以上の添加がよい。

- 20 Si-活性金属の二元合金の場合、活性金属の量が増えると相対的にSiの量が減る。大気中の耐酸化性を考慮した場合、Siは少なくとも3%以上、最も好ましくは、②、③の領域、つまり珪化物領域以上、添加した方がよい。

- 25 因みに、Si-Ti合金の場合、84%近傍で、 Ti_3Si の組成の珪化物が生成される。Ti:46%付近で TiSi_2 なる珪化物が生成される。Tiが46%未満つまりSiが54%を越えると TiSi_2 とSiの共晶が現れる。したがって、①の区域は、Ti:84%を越えて100%までの範囲。②の区域はTi:46~84%、③の区域は、0.5%以上46%未満までの範囲である。したがってSi-Ti二元合金で大

気中の耐酸化を考慮した場合、Tiの上限はおおむね84%である。なお、もちろん第3、第4、…の元素が添加されれば当然上限値は変化する。また、もちろんSiをCr等の耐酸化性付与元素で置き換えるようにしてもよい。

- 5 Siと活性金属が共存する組成では、前記した窒化物、炭化物以外、酸化物セラミック一般に融着するようになる。したがって基材に酸化物セラミックを選択できる。

酸化物セラミックの種類は、融着させる金属の線膨張係数に応じてその線膨張係数が整合するように適宜選択すればよい。概ね $3 \sim 9 \times 10^{-6}$ の範囲の線膨張係数を持つ酸化物の中から、適宜その種類を選択すればよい。

- 10 基材にアルミナ系、ジルコニア系、クロミア系等を使用したとき、融着金属の組成は、②の珪化物組成が最も好ましい。珪化物の線膨張係数は概ね $5 \sim 9 \times 10^{-6}$ の範囲に分布するので、これらの中から基材セラミックのそれに近似したものを選択することができ、線膨張係数の整合を図ることができる。

- 20 融着層には、主に電気抵抗等の調整のために必要に応じて融着材料に不溶解のセラミック発熱体(SiC, ZrO₂等)あるいはその他絶縁セラミックの粉末、繊維、あるいは融着金属に難溶解性の、例えば高融点珪化物、ホー化物等の金属間化合物の発熱体の粉末、繊維、あるいは高融点金属粉末、繊維等を適宜混合させてもよい。あるいは融着材料をバインダーとしてこれら発熱体の粉末、繊維を結合させ、同時に基材セラミックに融着させてもよい。

- 25 融着材料はろう材としても使用でき、セラミック基材にセラミック、金属、金属間化合物の発熱抵抗体の箔、板、線を接合して使用できる。

例えば金属箔使用の場合、二枚のセラミックにW, Mo等の金属箔を

挟み、全面ろう材でくるむ様にロー付すると、W, Moの耐酸化性の問題も同時に解消できる。

5 基材セラミックに融着させる融着膜の厚さは、薄いほど有利である。薄いほど電気抵抗が大きくなるので発熱回路の長さを短くできる利点がある。また、融着界面での熱応力が小さくなり、高温、長期間使用が可能になる。融着膜の厚さはおおむね数 μm ~500 μm の範囲が好ましい。

10 本発明の抵抗発熱膜は、一枚のセラミック基材の片面に融着させる片面融着タイプ、二枚のセラミックの間に挟んで両方のセラミックに融着させる両面融着タイプのいずれにも適用できる。

両面融着タイプでは、回路と回路の間の隙間に溶融金属が浸透して回路が短絡する場合がある。

この問題に対しては、回路と回路の間、二枚のセラミックの隙間を融着金属膜の厚さよりも広く開けておくと短絡防止に効果がある。

15 具体的には、融着する前に回路と回路の間部分にあらかじめ溝を形成して重ね合わせて融着するとよい。

20 抵抗発熱膜の融着は、所定の成分組成に調整した金属粉末をセラミック融着面に塗着して、あるいは所定成分に調整した金属箔を回路模様に貼着し、これを加熱、溶融、融着させる。また融着面に溶射、スパッタリング、PVD, CVD等の成膜手段で融着させる金属の膜を成膜しておき、これを加熱、溶融、融着させるようにしてもよい。また、成分の一部を成膜しておき、ほかの元素は粉末塗着、金属箔貼着して溶融、融着させてもよい。融着するときの雰囲気は、真空、還元、不活性雰囲気がよい。

25 抵抗発熱膜をセラミック基材の片面に融着させる片面融着タイプと二枚のセラミックに挟んで融着させる両面融着タイプでは、抵抗発熱膜の

- 厚さの均一性、平坦性、均一融着性は両面融着タイプが優れている。また片面融着タイプではセラミック基材と抵抗発熱膜の線膨張係数に違いがあると融着後セラミックが多少変形することもある。また加熱時セラミック面が多少変形することもある。一方線膨張係数が同じあるいは近似した二枚のセラミックに挟んで融着させると、抵抗発熱膜とセラミック基材の線膨張係数に多少の違いがあっても融着後変形が発生しない、また加熱時に変形が発生しない特徴がある。均一加熱、温度分布の均一性の観点からは、両面融着構造が好ましい。
- 5

- また、両面融着構造では、発熱回路の外にむき出しの部分は融着膜の厚さに相当する部分（端面）だけであるので、耐触、耐酸化に関しては極めて好適な構造である。さらに厚さに相当する部分のむきだしになった部分はゾルーゲル法でセラミック膜を被覆したり、あるいは無機接着剤を隙間に埋めたり、あるいはガラス封着したり、あるいはセラミック基材の周囲を融着金属で封止したりして外部から保護できる。
- 10

- 融着させる温度は少なくとも融液の出現する温度、つまり固相線温度以上が必要で、最も好ましくは液相温度以上がよい。
- 15

融着金属のSi原料としては、半導体用途のSiから、金属鋳物で成分調整に使用するSiまで適宜選択使用できる。

- 鋳物用途ではFe, C, P, Al等の微量元素が含有されており、これら微量元素はSiの導電性をよくするので、本発明には有効である。また半導体用途の不純物が添加されたSi（P型半導体、N型半導体）も本発明では有効である。
- 20

- 次に本発明の構造を図面によって説明する。図1～3は本発明の片面融着構造の実施の形態を説明した図である。図1はパイプ状のセラミック基材の表面全面に珪化物あるいは、珪化物+Si、あるいはSiの膜を融着させた構造、図2はセラミックの丸棒に螺旋状に珪化物あるいは、
- 25

珪化物+Si、あるいはSiの膜を融着させた構造、図3は板状のセラミック基材に回路模様を融着させた構造を説明した図である。

図1で、1は窒化アルミ、窒化ケイ素、アルミナ、クロミア等のセラミックパイプからなる基材、2は基材に融着した珪化物、あるいは珪化物+Si、あるいはSiの融着層である。

融着層の両端は、機械的あるいは冶金的手段で、外部電源に連結された導体と接続される。

図2は丸棒の基材に螺旋状の融着膜が形成された例、図3は板状基材に配線回路模様の融着膜が形成された例である。これらの模様の形成は、融着金属の粉末を模様状に塗布して融着させるような方法でもよいし、いったん全面に融着膜を形成し、エッチング、ブラスト等の除去加工によって不要な部分を除去して目的の模様を形成するようにしてもよい。

図5～16は本発明の両面融着構造の実施の形態を説明した図である。図5は融着金属のヒーター回路の一例を示した図であり、実際の構造は、このヒーター回路が二枚のセラミック基材に挟まれ、セラミックの両面に融着した構造である。

図6はこの様なヒーター回路が二枚のセラミック基材に挟まれた構造のものであり、その、A-A断面図である。図7は図6の構造の製造工程の一例を示した図である。図8は、ヒーター回路の短絡防止の構造を説明した図である。

図6で、融着金属のヒーター回路3は二枚のセラミック基材4、5の間に挟まれ、融着している。融着金属はヒーター回路であると同時に、二枚のセラミックを接合するろう材の役割も果たしている。

回路の形成は、例えば次のような方法でなされる。

① 二枚のセラミックの一方、あるいは両方に融着金属の組成に調整した金属粉末を回路模様塗着して、二枚のセラミックを重ね合わせて加

熱、溶解して融着させる。あるいは、

② 二枚のセラミックの一方、あるいは両方に融着金属の膜を回路模様
に被覆し、二枚のセラミックを重ね合わせて加熱、溶解して融着させる。
融着金属の膜はスパッタリング、PVD, CVD等の方法で形成する。

5 ③ ①と②を折衷した方法、つまり成膜と粉末の塗布の両方を使って回
路模様を描き、加熱、溶解して融着させる。あるいは、

④ それぞれのセラミックの接合面にあらかじめ金属を融着させて融着
膜を形成しておき、この膜をショットブラスト等の方法で除去加工して
回路模様を形成する。模様を形成された二枚のセラミックを位置をよく

1 0 合わせて重ね合わせ、加熱、再熔融して二枚のセラミックを接合する。
等のような方法である。

図7のように、それぞれのセラミックの接合面にあらかじめ金属を融
着させて融着膜6を形成しておき、この膜をショットブラスト、エッチ
ング等の方法で除去加工して回路模様を形成した後、重ね合わせて、加
1 5 熱して（必要に応じて加圧加熱して）融点以下の温度で焼結する方法で
もよい。

図6, 7の構造のように二枚のセラミックにヒーター回路を挟んで融
着させる構造では、融着金属が横に浸透し、回路が短絡する場合がある。
金属膜が厚くなるほど短絡が起こりやすくなる。

2 0 短絡に対しては、図8のように、回路と回路の間の隙間に溝7を形成
して、セラミック板の間隙を広くするよい。

二枚のセラミックにヒーター回路を挟んで融着させた場合、二枚のセ
ラミックの間には融着金属のヒーター回路の厚さに相当する隙間が残る。

隙間があると、用途によっては異物が混入して回路の短絡が起こるこ
2 5 ともある。端面の隙間の封止は重要な問題になることがある。

端面封止には、セラミック端面の周りを図9のような融着金属の帯で

囲って、閉回路 8 を形成し、この閉回路 8 をセラミックの両面に融着させることによって封止することも有効な方法である。

- 封止閉回路 8 の融着はヒーター回路を融着させるときに同時に行い、ヒーター回路の融着金属と同じ金属を融着させてもよいし、あるいはヒーター回路の融着金属と同じ融着条件で融着できる材料を使用すればよい。

また、他の封止方法としては、セラミック接着剤を含浸させて固化させてもよい。また、ガラスを融着させてもよい。

[図 9 の説明]

- 図 9 は、二枚のセラミックの一方あるいは両方のヒーター回路形成面にヒーター回路の融着金属を図のように塗着し、同時に金属閉回路 8 模様にヒーター回路の融着金属と同じ金属あるいはヒーター回路の融着金属と同じ融着条件で融着できる材料を塗着し、重ね合わせて同時に加熱、融着させた構造を示した図である。ヒーター回路、閉回路 8 共にセラミックの中に隠され表には出てこないの点線で表示した。ヒーター回路と閉回路は互いに電氣的に絶縁されている。

ヒーター回路の端末と外部電源との接続には次のような接続構造が有効である。①使用したセラミック基材の線膨張係数と近似した線膨張係数を有する金属の端子をロー付して、該金属端子とリード線を接続する。

- 図 10 ～ 11 の構造。

- 図 10 は回路の端末に直接端子金属をロー付した構造であり、図 11 は回路の端末をセラミック基材の外表面まで引き出し、外表面でロー付した構造である。すなわちセラミック基材の一方に回路引き出し用の二つの孔（单相の場合）、三つの孔（三相の場合）を穿孔し、孔の内面に沿って融着金属でメタライズして外まで回路を引き出し、引き出したところでロー付する。あるいは引き出し用の孔に近似した線膨張係数を有

する金属（Mo，W等）のリード線を直接差し込みリード線と孔の隙間もロー材で埋めて回路の端末と直接ロー付した構造でもよい。あるいは孔を細径孔にし、融着金属で孔を埋めてしまい、外に導通させ、リード線とロー付する。

- 5 片面融着構造では、回路端末にセラミック基材と線膨張係数が近似した金属のリボン端子をロー付し、リボン端子と外部リード線を電氣的に接続する方法もよい。また、図12のようにセラミック小片9をヒーター回路の上に接合しておき、小片9の孔にリード線を差し込み、ロー付けして固定するようにしてもよい。

- 10 ろう付けは、融着金属そのものを使用して回路形成時、端子も同時にロー付してもよいし、あるいは回路形成後耐酸化性の優れた高温ろう、たとえばNiろう等を使用してロー付してもよい。

- セラミック基材が窒化アルミニウム系セラミック、窒化ケイ素系セラミック、炭化ケイ素系セラミックの場合、端子材料はMo，W、あるいは窒化アルミニウム系セラミック、窒化ケイ素系セラミック、炭化ケイ素系セラミックの多孔体に融着金属を含浸させて作った複合材料の端子等も好適である。金属端子、リード線は、中実材のほか、線を束ねたもの、箔を重ねたもの、あるいは織布状等、適宜選定してよい。
- 15

次に、本発明の静電チャックについて説明する。

- 20 本発明の加熱機構は、電気絶縁性で、線膨張係数が同じあるいは近似した二枚のセラミック基材の間に、このセラミックに融着性の電熱材料の膜を挟み、該二枚の基材に溶融融着させた構造のセラミックヒーターからなる。

溶融、融着させる電熱合金としてSi基合金が好ましい。

- 25 Siと全率固溶体を作る元素、例えばGeを除いて、Siはほとんどの金属と珪化物を作る。

XはSiと珪化物を作る元素とすると、X-Si合金のSiの変化によるミクロ組織の基本的な変化は次のようになる。

- ①Siが徐々に増えていくと、ある組成のところで最初の珪化物を形成する。その組成をSi(1)とする。Si < Si(1)の区域では、X
5 なる金属のマトリックスにXなる金属の珪化物相が混在する組織、あるいはSiが多少固溶したXなる金属のマトリックスにXなる金属の珪化物相が混在する組織となる。
 - ②Si(1)からさらにSiが増加すると、組成のことなる珪化物が次々と現れ、ある組成Si(2)を過ぎたところから珪化物とSiの混在
10 する共晶が現れる。Si(1)はX元素の最もリッチな珪化物、Si(2)はSiの最もリッチな珪化物である。Si(1) ≤ Si ≤ Si(2)の区域では、この区域は、一種あるいは二種以上の珪化物の混在組織。
 - ③Si(2)を過ぎてSi(100%)未満までの間
15 Si(2) < Si < Si(100%)
この区域は、Siと珪化物の混在する組織である。
 - ④Si = 100%ではSiの多結晶組織となる。
- ここで、上記したX-Siの二元系に第3, 第4, 第5, …元素が添加されても、組織そのものの基本的な骨格、つまりマトリックスに珪化物が存在するという基本的な骨格は変わらない。つまり第3, 第4, 第
20 5, …元素はマトリックスに固溶されるか、珪化物に固溶されて複珪化物を形成するか、あるいは、ほかの化合物を形成してマトリックスに晶出、あるいは析出するかであり、少なくとも珪化物（あるいは複珪化物）がマトリックスから消滅することはない。
- 25 なお、本発明では「珪化物」なる表現は、本来の珪化物と複珪化物を含めた総称として使用した。

電熱合金としては、②、③の組成範囲、とりわけ③の組成範囲が好適である。

セラミック基材としては、③の組成範囲では窒化アルミ系、窒化ケイ素系セラミックが好適で、とりわけ窒化アルミ系セラミックが好適である。②の組成範囲ではアルミナ系セラミックが好適である。

④のSi単体組織は電気抵抗が高すぎるので電熱合金としては好ましくない。

③の組成は、窒化アルミ系セラミックに対して融着性がある上に、線膨張係数が $4 \sim 7 \times 10^{-6}$ で、珪化物の量を調整することにより線膨張係数を窒化アルミ系セラミックのそれに整合させることができるので、融着界面での熱応力を極小にでき融着膜は高温まで安定して使用できる。また融点も低いので融着温度を低くできる利点がある。またマトリックス中の珪化物の量を調整することによって電気抵抗を調整できる。

②の組成は、線膨張係数が $7 \sim 8 \times 10^{-6}$ でアルミナセラミック基材の線膨張係数に近似しているので、基材としてアルミナ系セラミックが使用できる。

②、③共、大気中、高温（ 1000°C 以上）での耐酸化性に優れている。

②、③共、とりわけ③は、電気抵抗が大きいので抵抗回路の長さを短くでき、単位面積当たりのワット密度の大きいヒーターが得られる。

電熱合金として②、③、とりわけ③を選択するのは以上のような理由による。

電熱合金を融着させる基材として窒化アルミ系、窒化ケイ素系、アルミナ系を選ぶのは、それぞれ②、③の線膨張係数がアルミナ、窒化アルミ、窒化ケイ素のそれに近似しており、融着界面での熱応力を極小にできるからである。

上記したSi-X合金のX元素としては、Cr, Mo, W, Fe, Ni, Co, B, Pおよび活性金属、およびPt, Pd, Rh, Ir, Cu, Agおよびその他の珪化物形成元素等を目的に応じて適宜選択できる。また、これらの元素は目的に応じて一種あるいは二種以上を適宜混ぜて使用してよい。

これらの元素の中で特に好ましいのは、活性金属元素である。

活性金属とはセラミックに対して濡れ、拡散を促進する元素で、本発明では、V, Nb, Ta, Ti, Zr, Hf, Y, Mn, Ca, Mg, 希土類元素およびアルミニウム等々を活性金属と表現した。

Siに活性金属が添加されると、濡れが著しく促進され、濡れ角が小さくなる。この結果、融着させる融着膜の平滑化と平坦化と薄膜化が可能になり、均一でかつ電気抵抗の大きな被膜が得られるようになり、また融着強度も向上する。

濡れ性の改善は、0.1%程度の微量添加から効果が現れてくるが、実用的な効果を得るためには、0.5%以上の添加がよい。

Si-X合金でXがTiのとき、③の区域は、 $0\% < \text{Ti} < 46\%$

②の区域は、 $46\% (\text{TiSi}_2) \leq \text{Ti} \leq 75\% (\text{Ti}_5\text{Si}_3)$ 。

③の区域の珪化物はTiSi₂で、Si+TiSi₂のマイクロ組織。

XがZrのとき、③の区域は、 $0\% < \text{Ti} < 40\%$ 、

②の区域は、 $40\% (\text{ZrSi}_2) \leq \text{Ti} \leq 93\% (\text{Zr}_4\text{Si})$

③の区域の珪化物はZrSi₂で、Si+ZrSi₂のマイクロ組織。

最も好ましい範囲は、Si-Ti合金で、Ti:10~25%、Si-Zr合金で、Zr:10~30%である。なお、いずれも重量%である。

本発明の静電チャックの吸着機構部底面には上記したセラミックヒーターが一体的に接合されており、吸着した半導体基板等の被処理物を速

やかに加熱することができる。また加熱機構の底面にさらに冷却機構を一体的に接合することによって、冷却機能も付加され、加熱、冷却併用することによって精密な温度制御が可能になる。

- 5 静電吸着機構に加熱機構、冷却機構を一体的に結合させる際、冷却機構－加熱機構－静電吸着機構の順が必須条件となる。

- 1 0 順序が逆、つまり加熱機構－冷却機構－静電吸着機構の場合、加熱機構と静電吸着機構の間に冷却機構が入り、冷却機構の冷媒循環路の空隙部分が断熱層になり、加熱機構から静電吸着機構への熱移動を阻害するために、基板加熱時、昇温速度が遅くなる問題がある。つまり、現実の処理に際しては、低温→高温、高温→低温に温度変化している時間は完全にロスタイムであるので、このロスタイムが大きくなることは生産性の低下を招く。順序が逆になることによって加熱時のロスタイムが大きくなり、生産性の著しい低下を招く。

- 1 5 ここで、静電吸着機構、加熱機構、冷却機構の「一体的結合」なる表現は以下のようなことを意味するものである。

①冶金的な接合による結合

静電吸着機構とセラミックヒーター、冷却機構がロー付される場合に相当する。②膜の積層による結合

- 2 0 溶射、PVD、CVD、スパッタリング等の成膜処理によって膜を積層させて基材と密に結合させる場合。具体的には誘電体セラミックがセラミックヒーターの上に成膜によって形成される場合に相当する。つまりセラミックヒーターの上に電極金属が膜生成され、この上にさらに誘電体セラミックが膜生成される場合、あるいはセラミックヒーターの上に電極金属の板が接合され、この板の上に誘電体セラミックが膜生成される場合。

③焼結、あるいは焼成による結合

金属－金属は冶金的な接合の範疇にいるが、金属－セラミック、セラミック－セラミックの組合わせで冶金的接合の範疇に入らないものの焼結、あるいは焼成による結合。

〔静電吸着機構部〕

- 5 本発明の静電吸着機構部とは、いわゆる静電チャックの静電吸着機構部を意味する。

静電吸着機構部は誘電体セラミックと、このセラミック背面に形成された静電誘導電極を含んだ構造を主要部とする構造体の総称である。すなわち、単極方式の静電チャックにあつては、誘電体セラミックと、このセラミック背面に形成された静電誘導電極を併せた構造体を主要部とし、双極方式にあつては誘電体セラミックと、このセラミック背面に形成された静電誘導電極、およびこの電極の背面を裏打ちするセラミック絶縁板からなる構造体を主要部とする構造体が吸着機構部となる。

- 15 誘電体セラミックは、誘電体セラミックの焼結体を、あるいは誘電体セラミックの膜、つまり溶射によって誘電体セラミックの被膜を形成したもの、あるいはスパッタリング、CVD等の薄膜処理によって形成したもの、あるいはその他の成膜処理によって形成されたもの、いずれでも選択できる。ここで誘電体セラミックとは誘電率が特に高いセラミックのみに限定されるものではない。通常の電気絶縁セラミックでも厚さを薄くすると吸着力は大きくなる現象に鑑み、本発明では誘電率の高い通常の電気絶縁体セラミック全般もこの「誘電体セラミック」の範疇に含まれる。チタン酸アルミナ、チタン酸バリウム等の高誘電率セラミックから、窒化ケイ素、窒化アルミ、アルミナ、サファイア、炭化ケイ素、成膜形成されたダイヤモンド、CBN等、絶縁体セラミックがこの範疇にはいる。

なお接合時の歪をなくすために、誘電体セラミックの材質はセラミッ

クヒーターと同じセラミックを使用するか、あるいは線膨張係数が同じあるいは近似したものを選択するほうが好ましい。つまりセラミックヒーターが窒化アルミ系の場合、同じ窒化アルミ系のセラミックあるいは線膨張係数が同じあるいは近似したものを選択するほうが好ましい。なお誘電率の高くない通常の電気絶縁体セラミックを誘電体セラミックとして使用する際（例えば窒化アルミを誘電体セラミックとして使用する際）、誘電率を高くする目的で、高誘電率セラミック（チタニア）成分を添加するのも効果がある。

10 静電吸着機構部背面には加熱機構（セラミックヒーター）が結合されるが、双極の場合、加熱機構つまりセラミックヒーターのセラミック面を静電吸着機構部背面の絶縁体として代用してもよい。

また、吸着機構部背面に加熱機構（セラミックヒーター）を結合するに当たり、結合面に応力緩衝の目的で異種材料の層をインサートする場合もある。本発明の「静電吸着機構部」はこれらインサートされる層の部分まで含めて総称するものである。

[冷却機構]

基材に冷媒循環路を設け、この中に液体、気体冷媒を循環させて冷却する。

20 循環路は、基材に溝加工して、あるいは基材に管路の埋め込み、あるいは仕切り板を渦巻状に巻回し、両端面にめくら板を接合して渦巻状の循環路形成、あるいは管路を内蔵する構造を鋳造金属、あるいは溶接で形成、あるいは管路を内蔵する構造をセラミック焼結体で形成等々、種々の方法で形成する。

25 循環路を形成する基材の材料は、良熱伝導性の金属、セラミックあるいは金属セラミックの複合材料等、いずれを採用してもよい。特に金属／セラミック複合材料はその割合を変えることによって線膨張係数を自

在に調節できるので、接合部の残留応力軽減の点で有利である。また、セラミックヒーターと冷却機構の接合に際して、残留応力緩和の目的で、異種材料の層をインサートして接合するのは効果的である。

5 (実施例)

実施例によって本発明を説明する。

実施例 1 (両面融着タイプ)

セラミック基材：窒化アルミニウム、窒化ケイ素、炭化ケイ素、アルミ
1 0 ナの 4 種類の基材使用。炭化ケイ素は電気抵抗 $10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ のものを使用。

基材の寸法 : $10 \times 30 \times 0.6 \text{ mm}$ の板。

融着金属 : 上記セラミック基材 (窒化アルミニウム、窒化ケイ素、炭化ケイ素、アルミナ) の上に、図 13 に示すように、2 mm 幅で 22
1 5 mm の長さで下記組成 (表 1) に調合した金属粉末をポリビニルアルコールのエタノール溶液と混ぜてペースト状となし、これを塗布した後、図 14 に示した両端に孔 ($\phi 1 \text{ mm}$) の開いた同じセラミック基材を重ね合わせ、乾燥後、加熱溶融して図 15 のように融着させた。孔間の距離は 20 mm である。

2 0 Si の原料は、半導体基板を破砕して粉にしたものと、99.999 % 純度 ($\text{Al}, \text{Mg}, \text{Ca}, \text{Na} \leq 1 \text{ ppm}$) の粉末使用。半導体基板を破砕して粉にしたものは B ドープした P 型 Si である。

B ドープした P 型 Si の抵抗値は $0.0 \sim 0.1 \Omega \cdot \text{cm}$ である。B ドープした P 型 Si を使用した試料は「P 型 Si」と表示し、表示のない試料は 99.999 % 純度の粉末を使用した。
2 5

加熱雰囲気は、真空 ($5 \times 10^{-5} \text{ Torr}$) 及びアルゴンである。融

着金属のミクロ組織は、上記した②、③、④のミクロ組織になる範囲、つまり珪化物生成範囲、珪化物とSi混在組織を形成する範囲、Si単体組織の三つの組成成分を選んだ。

[表1]

番号	粉末の組成	基材	融着温度(°C)	ミクロ組織	膜厚(μm)
1	Si 電気抵抗: 80 (Ω)	ALN	1460	Si多結晶 P型Si (Bドーパ) アルゴン雰囲気	100 μm
2	Si-25%Ti 電気抵抗: 8.5 (Ω)	ALN	1400	Si+珪化物	50 μm
3	Si-50%Ti 電気抵抗: 2.0 (Ω)	ALN	1520	珪化物	10 μm
4	Si-25%Cr 電気抵抗: 8.0 (Ω)	SiC	1550	Si+珪化物	45 μm
5	Si-10%Mo 電気抵抗: 6.0 (Ω)	SiC	1460	Si+珪化物	60 μm
6	Si-37%Hf 電気抵抗: 6.0 (Ω)	ALN	1400	Si+珪化物	55 μm
7	Si-20%Zr	ALN	1480	Si+珪化物	60 μm

電気抵抗： 7.0 (Ω)

8 Si-18Ti SiN 1430 Si+珪化物 50 μ m

電気抵抗： 20.0 (Ω)

番号	粉末の組成	基材	融着温度($^{\circ}$ C)	膜厚 (μ m)
----	-------	----	---------------------	---------------

9	Si-6%Nb-4%Fe	SiC	1480	20 μ m
---	--------------	-----	------	------------

電気抵抗：16.0 (Ω) ミクロ組織： Si+珪化物

10	Si-18%Nb-12%Ni	SiC	1500	30 μ m
----	----------------	-----	------	------------

電気抵抗：13.0 (Ω) ミクロ組織： Si+珪化物

11	Si-15%Ta	ALN	1450	70 μ m
----	----------	-----	------	------------

電気抵抗： 5.0 (Ω) ミクロ組織： SI+珪化物

12	Si-10%V	SiC	1480	60 μ m
----	---------	-----	------	------------

電気抵抗：7.0 (Ω) ミクロ組織： Si+珪化物

13	Si-15%Ti-10%Zr	ALN	1450	50 μ m
----	----------------	-----	------	------------

電気抵抗：7.0 (Ω) ミクロ組織： Si+珪化物

14	Si-15%Y	SiC	1480	60 μ m
----	---------	-----	------	------------

電気抵抗：5.0 (Ω) ミクロ組織： Si+珪化物

15	Si-5%Cr-5%Ni	SiC	1450	30 μ m
----	--------------	-----	------	------------

電気抵抗：11.0 (Ω)		マイクロ組織： Si + 珪化物	
16	Si-10%Co	ALN 1450	20 μm
電気抵抗：15.0 (Ω)		マイクロ組織： Si + 珪化物	
雰囲気：アルゴン雰囲気			
17	Si-50%Ti	Al ₂ O ₃ 1550	10 μm
電気抵抗：1.8 (Ω)		マイクロ組織： 珪化物	
18	(Mo ₅ Al ₃) Si ₂	Al ₂ O ₃ 1900	10 μm
電気抵抗：0.8 (Ω)		アルゴン雰囲気	
マイクロ組織：複珪化物			

基材：ALNは窒化アルミ

SiCは炭化ケイ素

SiNは窒化ケイ素

Al₂O₃は高純度アルミナ

雰囲気は、番号1，18がアルゴン雰囲気、他は真空雰囲気

電気抵抗は、図15の二つの孔に抵抗測定用の電極を差し込んで測定した。

実施例2 (加熱テスト)

実施例1の試料に交流電圧を印加して加熱テストした。5分で500℃まで加熱し、常温まで放冷した。これを100回繰り返した。いずれの試料にもヒーターの剥離、割れはなかった。

- 25 次に融着金属の耐酸化性テストした。実施例1の試料を1000℃に5時間加熱した。融着被膜の酸化による電気抵抗の変化も認められな

った。

実施例 3 (被膜の均一融着性の比較)

ヒーター回路をセラミック基材の片面だけに融着させたもの（片面融着構造）と、二枚の基板に挟んで両方のセラミックに融着させた構造（両面融着構造）のものについて被膜の厚さムラ（凹凸、平坦性），幅のムラ、表面性状について比較をした。

セラミック基材：窒化アルミニウム基材の寸法 $100 \times 100 \times 0.6$ mmの板。

10 融着金属 : 融着金属としては濡れ性の異なる二つの成分を選択
高純度 Si (99.999%)、Si-25%Ti を
選択して比較することとした。

Si 粉末（粒度 325 メッシュアンダー）をポリビニルアルコールのエタノール溶液と混ぜてペースト状となし、これを上記窒化アルミニウム基材の表面に図 16 の回路模様印刷した。回路の幅は 10 mm、回路と回路の間隔は 5 mm である。

片面融着試料は、片面に印刷した試料を乾燥後、真空中 (5×10^{-5} Torr) で加熱、融着させた。

両面融着試料は、印刷した上に、さらに同じセラミックの板を位置を整合させて重ね合せ、乾燥後、真空中 (5×10^{-5} Torr) で加熱、融着させた。

高純度 Si の試料は 1450°C に加熱して融着させた。Si-25%Ti の試料は 1400°C に加熱して融着させた。

結果

25 [片面融着試料]

高純度 Si の試料は、被膜が盛上がり、凹凸のある被膜となった。ま

た、回路パターンの幅も当初の印刷された幅よりも狭くなることが観察された。

5 Si-25%Tiの試料は、凹凸がほとんどない平坦な被膜が形成された。回路パターンの幅も当初の印刷された幅とほぼ同じ回路が形成された。

片面融着試料は融着させる金属の濡れ性の違いにより被膜の平坦度、凹凸の程度に違いが生ずることが観察された。

[両面融着試料]

10 一方、二枚のセラミックに挟んで融着させた両面融着試料は、高純度Siの試料、Si-25%Tiの試料共、両面からセラミック板で挟んでいるために、被膜の盛り上りもなく完全融着し、平坦で、凹凸起伏のない被膜が形成された。また回路パターンの幅も当初の印刷された幅とほぼ同程度の幅で融着していた。

15 両面融着試料は融着させる金属の濡れ性に違いがあっても、平坦で凹凸起伏のない被膜が融着することが観察された。

両面融着タイプは、被膜の平坦性、つまり厚さの均一性、回路幅の均一性の点では片面融着タイプよりも優れていることが確認できた。

実施例4（融着構造と加熱時の変形量の比較テスト）

20 セラミック基材：窒化アルミニウム

基材の寸法 : 10×110×0.6mmの板。

融着金属 : Si-25%Ti

Si原料 : 99.999%純度 (Al, Mg, Ca, Na ≤ 1 ppm)

25 上記組成に調合した粉末金属をポリビニルアルコールのエタノール溶液と混ぜてペースト状と成し、これを上記セラミックの板（下板）の片

面全面に塗布し、乾燥後、両端に直径1 mmの孔（孔間の距離：100 mm）を開けた同じセラミック板（上板）を重ね合わせ、真空中（ 5×10^{-5} Torr）で1400℃に加熱溶融して、二枚のセラミックを融着させた。

- 5 また、比較のために上記セラミックの板の片面全面に塗布し、乾燥後、真空中（ 5×10^{-5} Torr）で1400℃に加熱溶融して融着させた片面融着の試料も作成した。

[結果]

- 二種類の試料（両面融着、片面融着試料）を融着後、両端に交流電圧を印加して500℃に5分で昇温した。

この時、片面融着試料は200ミクロンの反りが発生した。一方両面融着タイプの反りはほぼ皆無であった。

両面融着構造は片面融着構造に比較して加熱時の変形防止に著効があることが判明した。

15

実施例5

セラミック基材：窒化アルミニウム、炭化ケイ素、窒化ケイ素の3種類の基材使用。炭化ケイ素は、電気抵抗 $10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ のものを使用。

- 20 基材の寸法 : 10×30×0.6 mmの板。

融着金属 : 上記セラミック基材の片面に、図4に示すように、2 mm幅、22 mmの長さで、下記組成（表2）に調合した金属粉末をポリビニルアルコールのエタノール溶液と混ぜてペースト状となし、これを極く薄く塗布し、乾燥後、加熱、溶融して融着させた。

25

Siの原料は、半導体基板を破碎して粉にしたものと、99.999

%純度の粉末を使用した。半導体基板を破碎して粉にしたものはBドーブしたP型Siである。

BドーブしたP型Siの抵抗値は、0.0~0.1 $\Omega \cdot \text{cm}$ である。

BドーブしたP型Si使用した試料は「P型Si」と表示した。表示の
5 ない試料は99.999%純度の粉末を使用した。

加熱雰囲気は、真空 ($5 \times 10^{-5} \text{ Torr}$) とアルゴンである。

融着金属のマイクロ組織は、上記した②、③、④のマイクロ組織になる範囲、つまり珪化物生成範囲、珪化物とSi混在組織を形成する範囲、Si単体組織、の三つの組成を選んだ。電気抵抗は20mmの距離で測定した。

[表2]

番号	粉末の組成	基材	融着温度(°C)	マイクロ組織	膜厚 (μm)
1	Si 電気抵抗: 200 (Ω)	ALN	1460 P型Si (Bドーブ) アルゴン雰囲気	Si多結晶	50 μm
2	Si-25%Ti 電気抵抗: 7.0 (Ω)	ALN	1400	Si+珪化物	50 μm
3	Si-50%Ti 電気抵抗: 1.5 (Ω) アルゴン雰囲気	ALN	1520	珪化物	20 μm
番号	粉末の組成	基材	融着温度(°C)	膜厚 (μm)	
4	Si-25%Cr-1%Ti	ALN	1550	40 μm	

	電気抵抗： 10 (Ω)	ミクロ組織： Si+珪化物		
5	Si-10%Mo-0.5%Ti	SiN	1460	50 μm
	電気抵抗： 7.5 (Ω)	ミクロ組織： Si+珪化物		
6	Si-37%Hf	ALN	1400	70 μm
	電気抵抗： 6.0 (Ω)	ミクロ組織： Si+珪化物		
7	Si-20%Zr	ALN	1480	60 μm
	電気抵抗： 8.0 (Ω)	ミクロ組織： Si+珪化物		
8	Si-15%Ta	ALN	1450	50 μm
	電気抵抗： 6.0 (Ω)	ミクロ組織： Si+珪化物		
9	Si-10%V	SiC	1480	80 μm
	電気抵抗： 6.0 (Ω)	ミクロ組織： Si+珪化物		
10	Si-15%Ti-10%Zr	ALN	1450	70 μm
	電気抵抗： 8.0 (Ω)	ミクロ組織： Si+珪化物		
11	Si-15%Y	SiN	1480	40 μm
	電気抵抗： 6.0 (Ω)	ミクロ組織： Si+珪化物		
12	Si-5%Cr-5%Ni	SiC	1450	50 μm
	電気抵抗： 7.0 (Ω)	ミクロ組織： Si+珪化物		

13 Si-10%Co ALN 1450 60 μ m
 電気抵抗：6.0 (Ω) ミクロ組織： Si+珪化物 アルゴン雰囲気

基材：ALNは窒化アルミ、SiCは炭化ケイ素、SiNは窒化ケイ素、
 雰囲気は、番号1, 3, 13がアルゴン、他は真空。

電気抵抗は、20mm長さ間の抵抗を測定した。

実施例6 (加熱テスト)

実施例5の試料に交流電圧を印加して加熱テストした。

10 5分で500℃まで加熱し、常温まで放冷した。これを100回繰り返した。

いずれの試料にもヒーターの剥離、割れはなかった。

次に融着金属の耐酸化性テストを行った。実施例5の試料を1000℃に5時間加熱した。

15 融着被膜の酸化による剥落、および電気抵抗の変化も認められなかった。

実施例7

セラミック基材： 窒化アルミニウム

20 基材の寸法 : 10×25×0.6mmの板。

融着金属 :

上記セラミックの板(下板)の片面に幅2mm、長さ22mmの範囲で、Ti0.5 μ m、Tiの上に更にSiを4 μ mスパッタリングした。

図14に示した両端に直径1mmの孔(孔間の距離：20mm)を開けた同じセラミック板(上板)の片面にも幅2mm、長さ22mmの範囲で、Tiを0.5 μ m、Tiの上にさらにSiを4 μ mスパッタリン

グした。

スパッタリングした面を重ね合わせ、真空中 (5×10^{-5} Torr) で 1400°C に加熱溶融して、図 15 に示すように、二枚のセラミックを融着させた。

5 [結果]

融着させた試料の直径 1 mm の孔から電極端子を差し込み、電気抵抗を測定した。その結果、 $10\ \Omega$ であった。

次に、加熱テストを行った。

5 分で 500°C まで加熱し、常温まで放冷した。これを 100 回繰り返した。

その結果、融着した二枚のセラミックに剥離および割れは認められなかった。

次に、 1000°C に 10 時間加熱し、耐酸化性テストを行った。

二枚のセラミックに剥離および割れは認められなかった。また、融着被膜の電気抵抗の変化は認められなかった。

次に、静電チャックの実施例を図面によって説明する。

本発明は基本的には 4 つの構造に大別できる。

一つは誘電体セラミックが焼結体で形成された構造 (図 17)、一つは誘電体が成膜手法、例えば溶射、CVD, PVD, スパッタリング、その他の成膜手法で形成された構造 (図 18)、そしてそれぞれについて加熱機構に冷却機構が接合された構造 (図 19, 20) である。図 17 ~ 20 はこれらの状況を説明した図である。

図 17 は静電吸着機構部の誘電体セラミックが焼結体、図 18 は静電吸着機構部の誘電体セラミックが成膜形成されたもの、図 19 は図 17 の構造に冷却機構が接合されたもの、図 20 は図 18 の構造に冷却機構が接合されたものである。

誘電体セラミックが焼結体の場合、電極の形成の仕方で二つの構造に別れる。

一つは図21のようにセラミックと電極を一体焼結した構造。電極はセラミックの中にくるまれる。もう一つは図22のように焼結体をヒーターにロー付し、ロー付層が電極を兼ねる構造である。

図21の構造の場合、セラミックヒーターの電熱合金を誘電体セラミックの片面に直接融着させてもよい。つまり図23の様にヒーターの片面のセラミックを誘電体セラミックの片面で代用させてもよい。

次に実施例を示す。

10

実施例8（構造：図24の構造）

誘電吸着機構部：窒化アルミ円板（ $\phi 50 \times 0.2$ mm厚さ）を使用
加熱機構： $\phi 50 \times 1$ tの窒化アルミ板、2枚使用。

電熱合金はSi+TiSi₂のマイクロ組

15 織の合金使用。

(Si-25%Ti合金)

二枚の窒化アルミ板（ $\phi 50 \times 1$ t）の片面にそれぞれSi-25%Ti合金の粉末を電熱回路模様に印刷し、仮焼結後、二枚を重ね合せ、真空中、1430℃で熔融、融着させた。電熱合金膜の厚さは100ミクロンであった。

20

[接合]

誘電吸着機構部の窒化アルミニウム板とヒーターの接合も、電熱合金と同じSi-25%Ti合金使用した。接合はヒーターの接合時同時に接合した。

25 接合金属を電極として使用した（単極）。

[テスト]

静電吸着：電極とシリコンウエハーの間に 700 V の直流電圧を印加して誘電体セラミックの表面に 2 インチシリコンウエハーを吸着させた。

加熱

常温 (20°C) から加熱開始し、ヒーターに通電し、ウエハー表面は、
5 60 秒で 700°C に加熱できた。

保持

ヒーター加熱を ON-OFF 制御してシリコンウエハー表面温度を 700°C ± 5°C の範囲に保持できた。

本発明はシリコンウエハーを急速加熱でき、かつ均一に保持できること
10 とが確認できた。

実施例 9 (構造：図 25 の構造)

実施例 8 の構造に冷却機構を接合した構造

誘電吸着機構部、セラミックヒーターは実施例 8 と同じ方法で製造し
15 た。電熱合金は、Si-20%Zr 合金を使用した。真空中 1430°C で接合した。電熱合金の厚さは、100 μm であった。電極は接合金属層を単極として利用した。

冷却機構の構造：

幅 10 mm、厚さ 0.5 mm のタングステンの帯を渦巻き状に巻回し、
20 これを二枚の φ50 × 1 t のタングステンの円板の間に挟み端面を二枚のタングステン円板と銀ロー付した構造。冷却は水冷、空冷

[冷却機構との接合]

窒化アルミヒーターと冷却機構は Ti 入りの銀ろうで直接ロー付した。

ロー付の際、窒化アルミヒーターとタングステンの冷却機構の間に応
25 力緩衝 目的として 50%W-50%窒化アルミ (体積%) の複合焼結体の円板 (φ50 × 1 mm) を間に挟んで接合した。

[テスト]

静電吸着：電極とシリコンウエハーの間に700Vの直流電圧を印加して誘電体セラミックの表面に2インチシリコンウエハーを吸着させた。

加熱：0℃から加熱開始。ヒーターに通電、ウエハー表面は、2
5 5秒で100℃に過熱できた。

冷却

ヒーターを切った後、水冷開始。ウエハー表面は40秒で15℃まで冷却できた。

保持

10 ヒーター加熱と同時に水冷を併用してシリコンウエハー表面温度を50℃±1℃の範囲に保持できた。

本発明はシリコンウエハーを急速昇降温でき、かつ均一温度に保持できることが確認できた。

15 実施例10（構造：図26の構造）

誘電吸着機構部：タングステンの電極膜をセラミックの内部に同時焼成した窒化アルミ円板（φ50×2mm厚さ）を使用

加熱機構：

上記電極膜内蔵窒化アルミ円板の裏面（非吸着側）の窒化アルミ面に
20 電熱合金（Si-15%Ti合金）の電熱回路を印刷し、印刷面にさらに窒化アルミ板（φ50×1t）を重ね合せ、真空中、1430℃で溶融して、電極膜内蔵窒化アルミ円板と窒化アルミ板を融着させた。電熱合金膜の厚さは概ね100ミクロンであった。

冷却機構の構造：

25 アルミニウム板（φ50×25mm厚さ）の片面に渦巻き状の冷媒循環用の溝を加工し、アルミニウムの板（φ50×5mm厚さ）を裏当し

てろう付（アルミニウムろう付）した構造の冷却ジャケット使用した。

〔冷却機構との接合〕

- 窒化アルミヒーターと冷却機構の間に応力緩衝を目的としてMo板（ $\phi 50 \times 1 \text{ mm}$ ）を挟み、窒化アルミヒーターとMo，Moと冷却機構、共にインジウム半田で半田付した。

〔テスト〕

静電吸着：電極とシリコンウエハーの間に700Vの直流電圧を印加して誘電体セラミックの表面に2インチシリコンウエハーを吸着させた。

加熱

- 10 0℃から加熱開始。ヒーターに通電、ウエハー表面は、25秒で100℃に加熱できた。

冷却

ヒーターを切った後、アルミジャケットに水を循環開始。ウエハー表面は50秒で15℃まで冷却できた。

- 15 保持

ヒーター加熱と同時に水冷併用してシリコンウエハー表面温度を50℃ $\pm$ 1℃の範囲に保持できた。

本発明の静電チャックは、シリコンウエハーを急速昇降温でき、かつ均一温度に保持できることが確認できた。

- 20

〔産業上の利用の可能性〕

- 25 以上で詳記したように、本発明の通電発熱体は、珪化物、Siあるいは珪化物とSiの混合組織の電熱材料の膜をセラミック基材に融着させた複合構造の電熱材料であって、電熱材料の脆さと高温で軟化するという欠点が改良され、しかも薄膜化されたもので、ヒーター被膜の密着強度、耐剥離性、大気中での耐酸化性に優れ、急加熱、高温加熱に耐え、

耐久性に優れ、構造が簡単で安価に製造できる利点も有し、産業上極めて有意義な発明である。

- また、本発明の静電チャックは、半導体基板表面を極めて短い温度サイクルで昇降温できるという特徴があり、生産性の向上、プラズマ処理
- 5 や成膜処理等の品質向上に多大の貢献が期待できるものである。

請求の範囲

1. 電気絶縁性の窒化物系あるいは炭化物系セラミック基材の表面に、
ミクロ組織が珪化物単体組織あるいは珪化物と Si の混在組織あるいは
5 Si 単体組織からなる抵抗発熱材料の被膜が融着した構造からなること
を特徴とする通電発熱体。

2. 電気絶縁性のセラミック基材の表面に、0.5%以上の活性金属
を含有し、かつミクロ組織が珪化物単体組織あるいは珪化物と Si の混
在組織からなる抵抗発熱材料の被膜が融着した構造からなることを特徴
10 とする通電発熱体。

3. 上記セラミック基材が窒化アルミニウム系セラミック、抵抗発熱
材料のミクロ組織が珪化物と Si の混在する組織である請求項 1 あるいは
は 2 のいずれかに記載の通電発熱体。

4. 上記セラミック基材が窒化ケイ素系セラミック、抵抗発熱材料の
15 ミクロ組織が珪化物と Si の混在する組織である請求項 1 あるいは 2 の
いずれかに記載の通電発熱体。

5. 上記セラミック基材が炭化ケイ素系セラミック、抵抗発熱材料の
ミクロ組織が珪化物と Si の混在する組織である請求項 1 あるいは 2 の
いずれかに記載の通電発熱体。

20 6. 上記セラミック基材が酸化物系セラミックである請求項 2 に記載
の通電発熱体。

7. 上記酸化物系セラミックがアルミナ系セラミック、抵抗発熱材料
のミクロ組織が珪化物組織である請求項 6 に記載の通電発熱体。

8. 誘電体セラミックと該セラミックの底面に形成された電極を備え
25 てなる静電吸着機構の底面に加熱機構を結合した構造からなり、該加熱
機構は、電気絶縁性で、線膨張係数が同じ又は近似した二枚のセラミッ

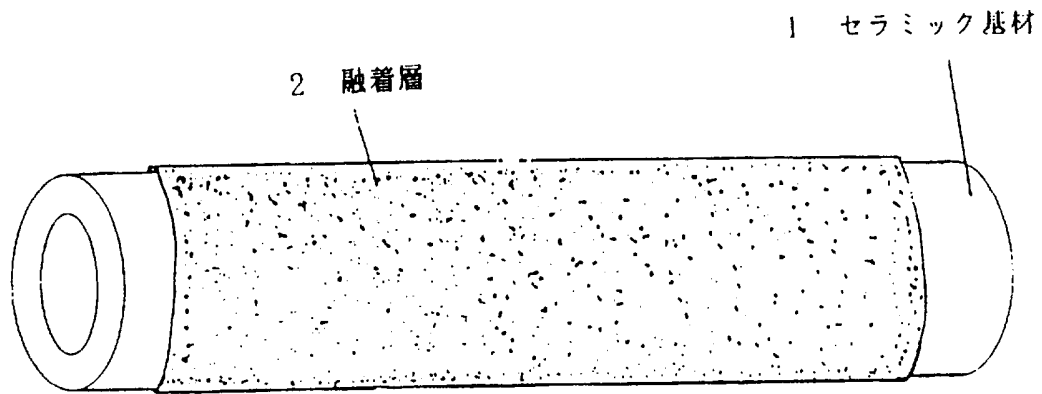
ク基材の間に該セラミックに融着性の電熱材料の膜を挟み、該膜が該二枚の基材に溶融融着した構造からなることを特徴とする静電チャック。

9. 誘電体セラミックと該セラミックの底面に形成された電極を備えてなる静電吸着機構底面に加熱機構を結合し、該加熱機構の底面に冷却機構を結合した構造からなり、該加熱機構は、電気絶縁性で、線膨張係数が同じあるいは近似した二枚のセラミック基材の間に該セラミックに融着性の電熱材料の膜を挟み、該膜が該二枚の基材に溶融融着した構造からなることを特徴とする半導体基板の静電チャック。

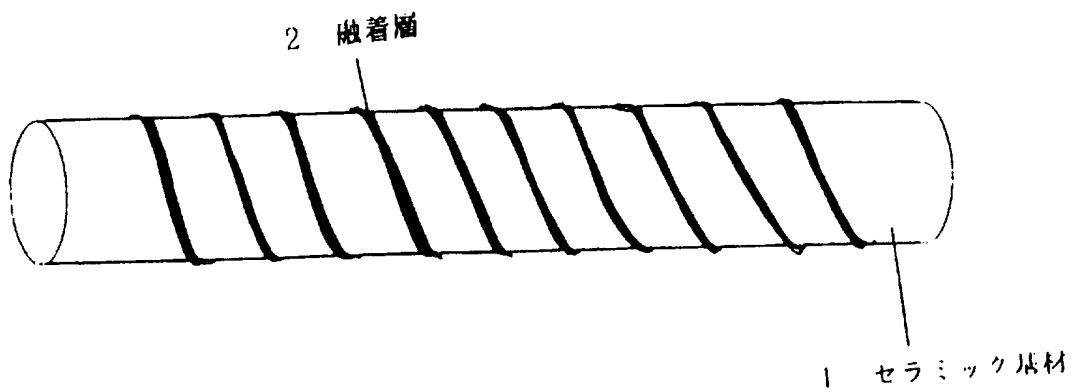
10. 上記誘電体セラミックと加熱機構の二枚のセラミック基材が窒化アルミニウム系セラミックである請求項8～9のいずれかに記載の静電チャック。

11. 上記電熱材料が、マイクロ組織が珪化物とSiの混在組織の金属である請求項10に記載の静電チャック。

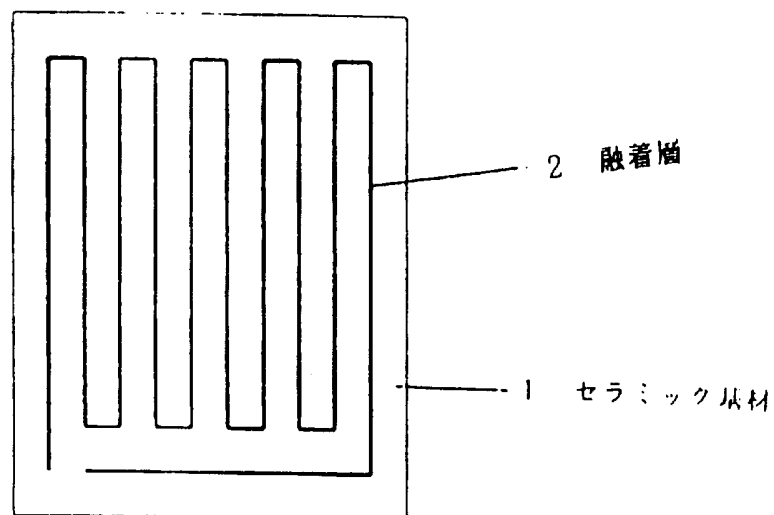
第1図



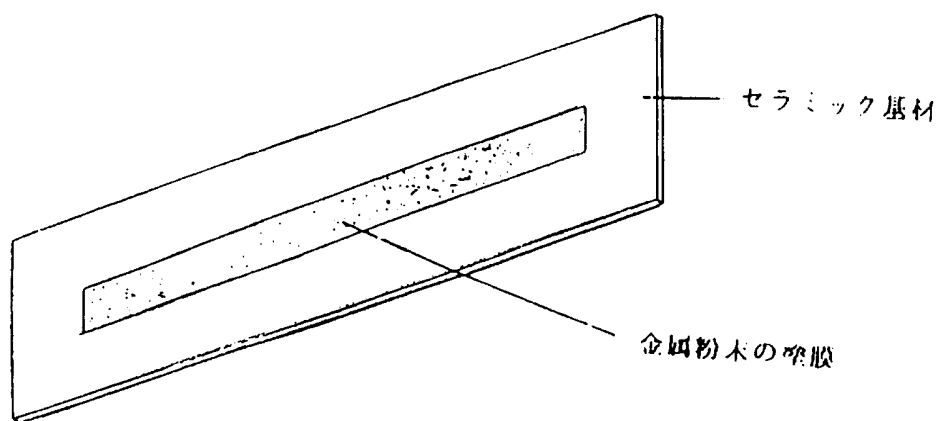
第2図



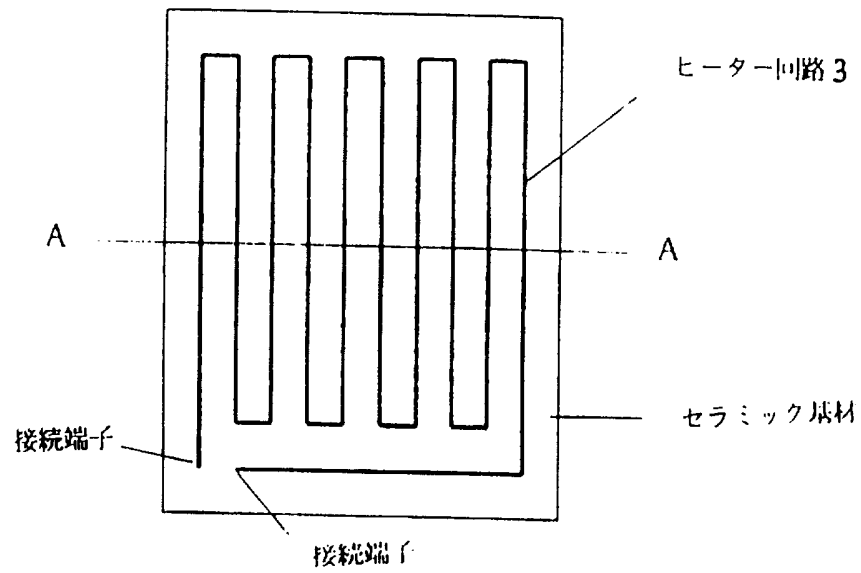
第3図



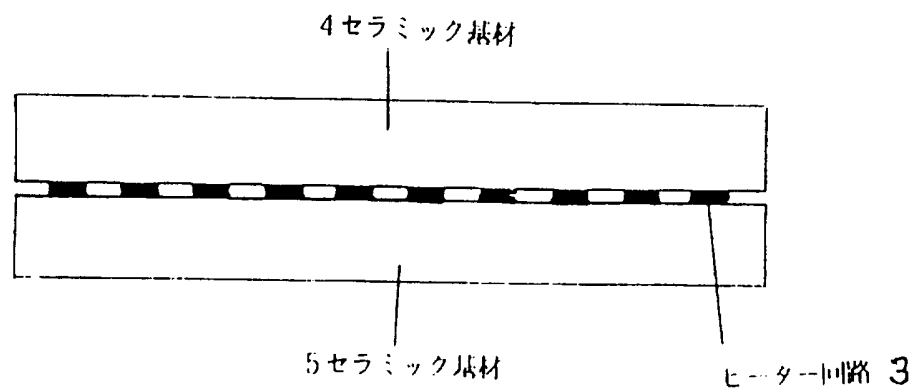
第4図



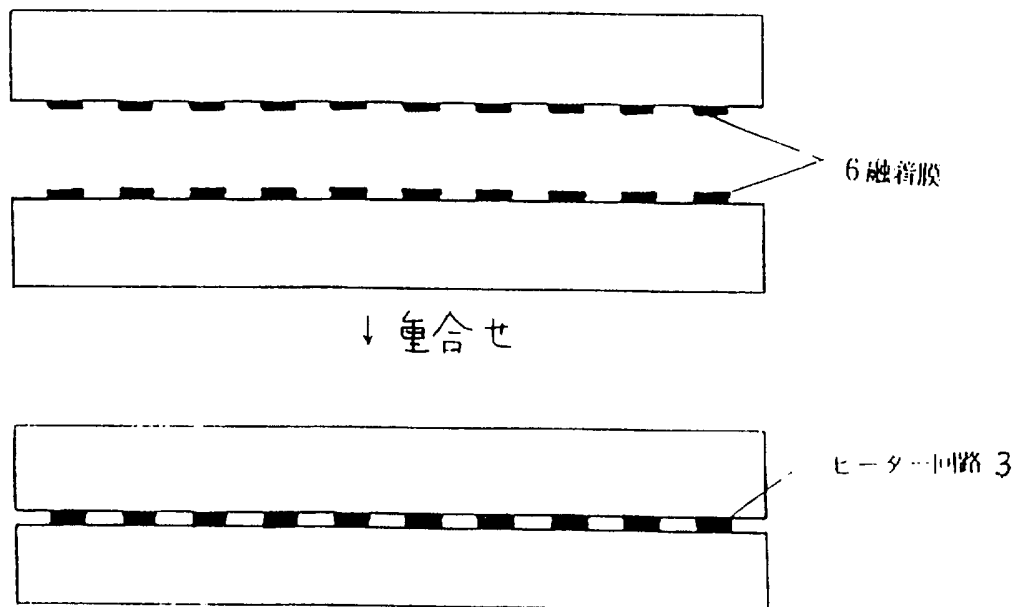
第5図



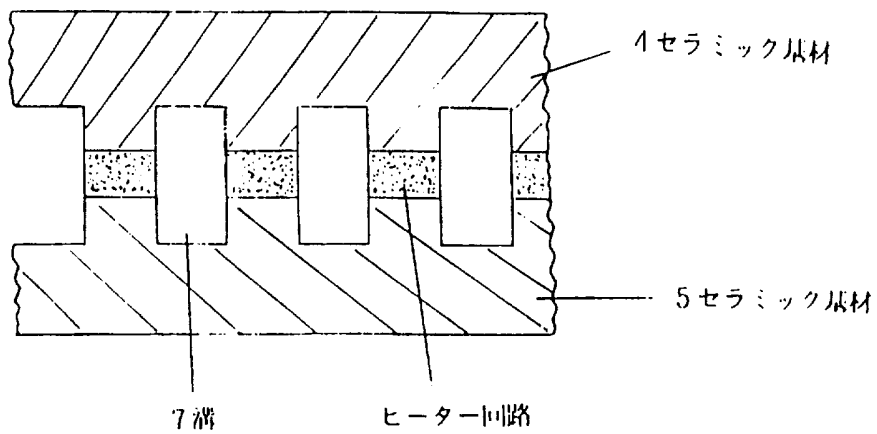
第6図



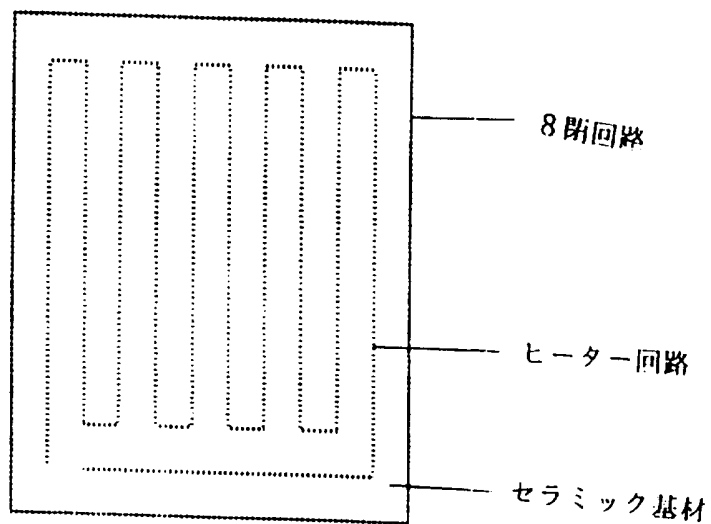
第7図



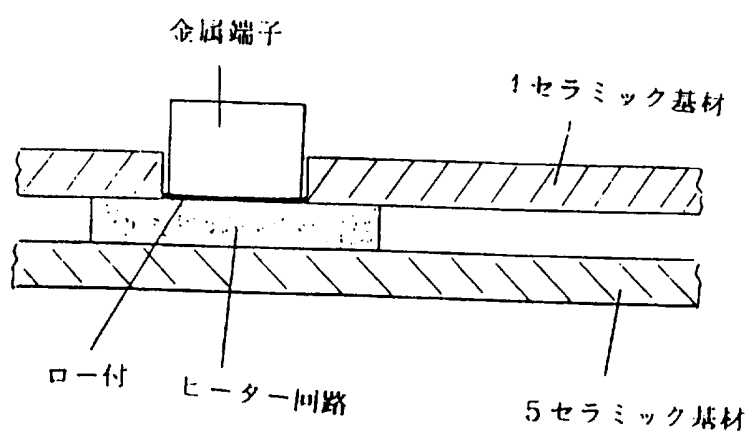
第8図



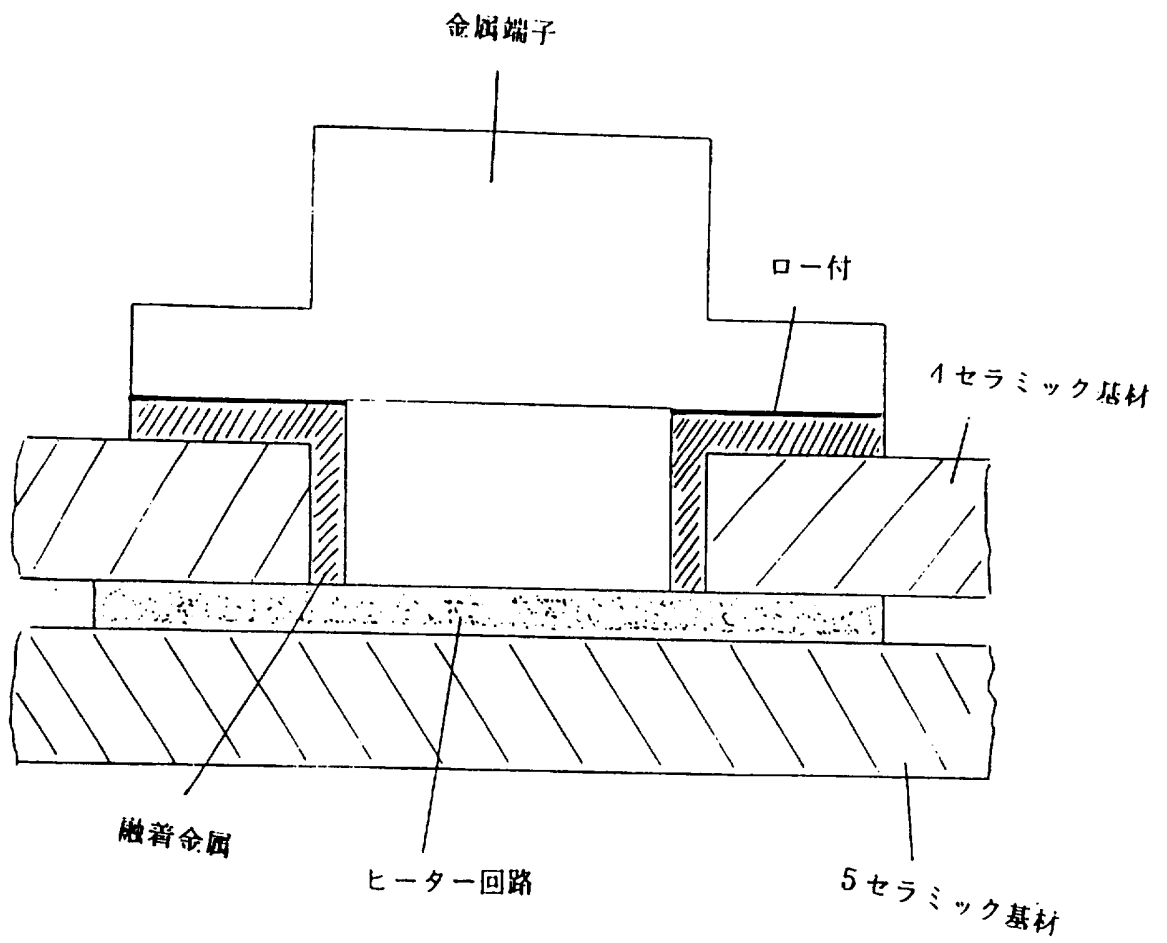
第9図



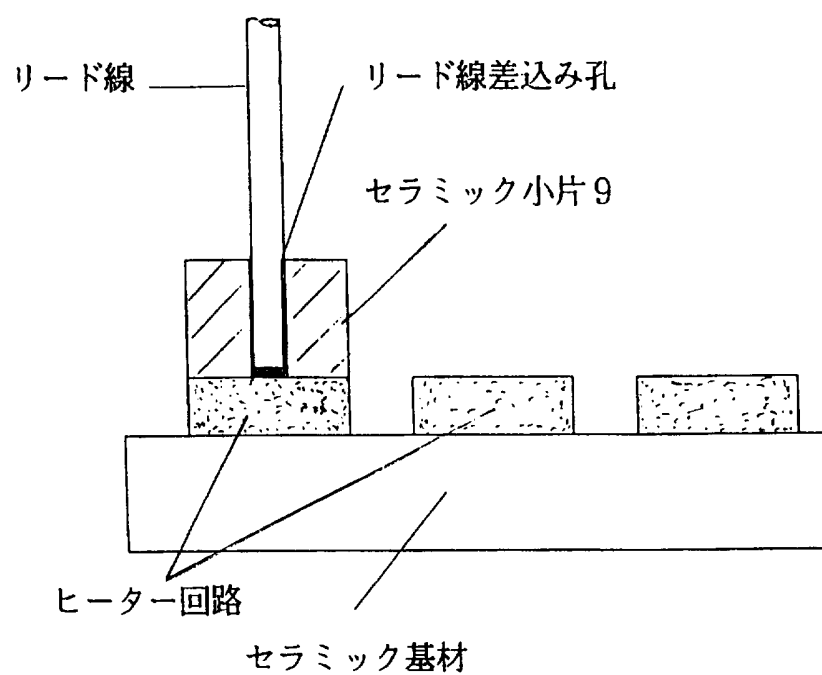
第10図



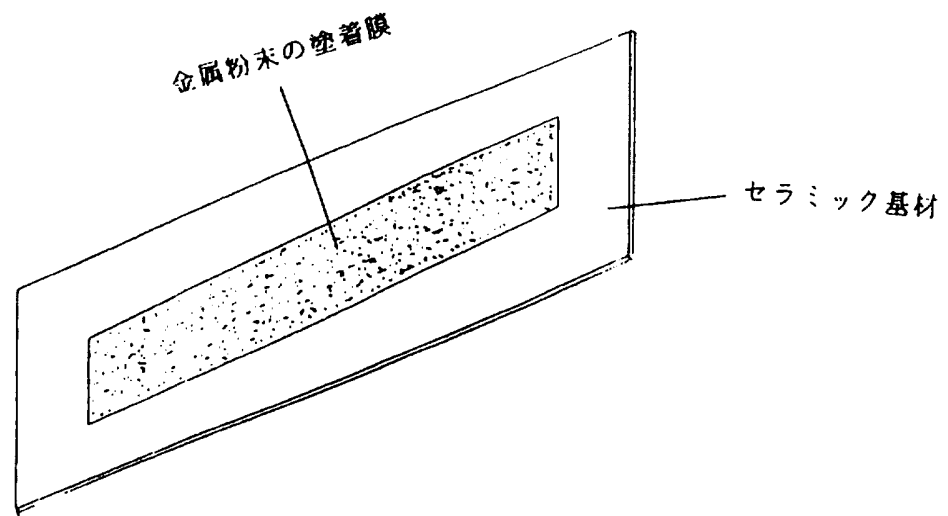
第 1 1 図



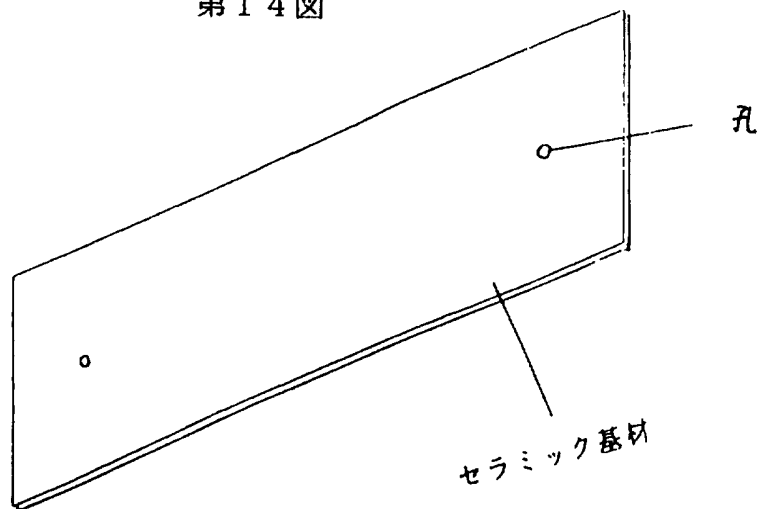
第 1 2 図



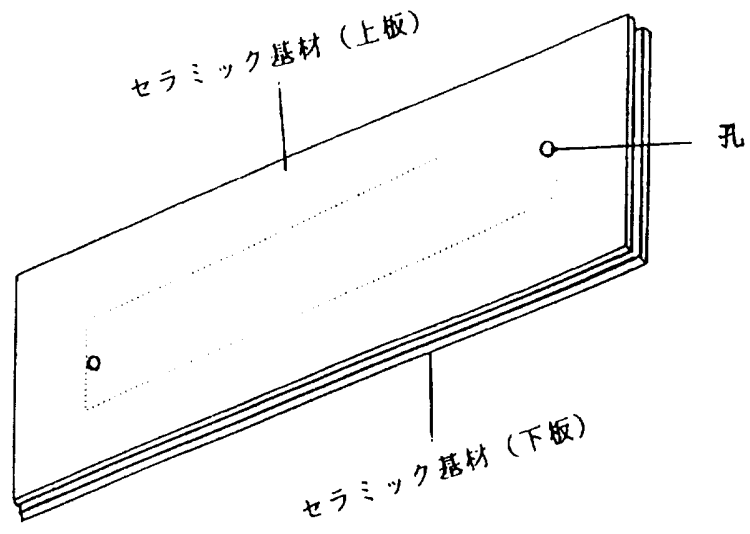
第 1 3 図



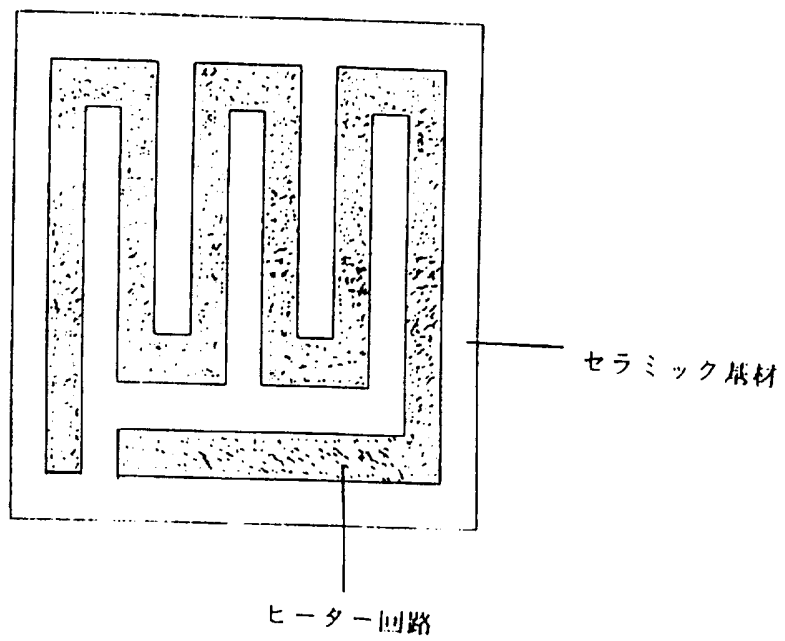
第 1 4 図



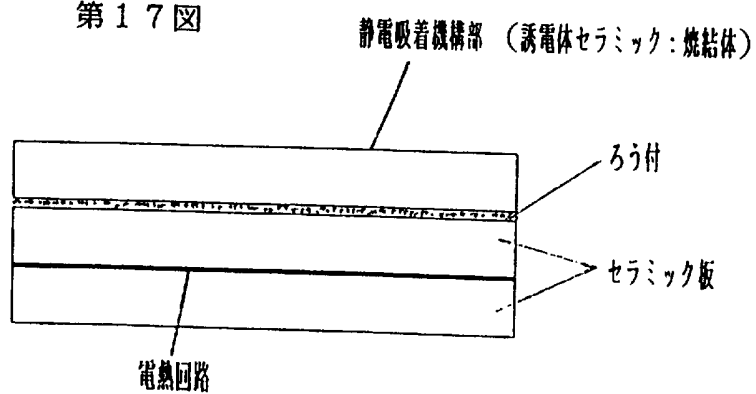
第15図



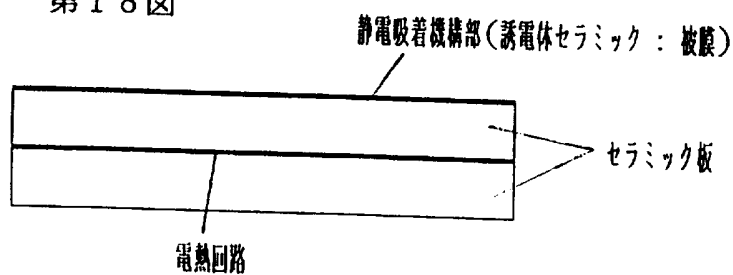
第16図



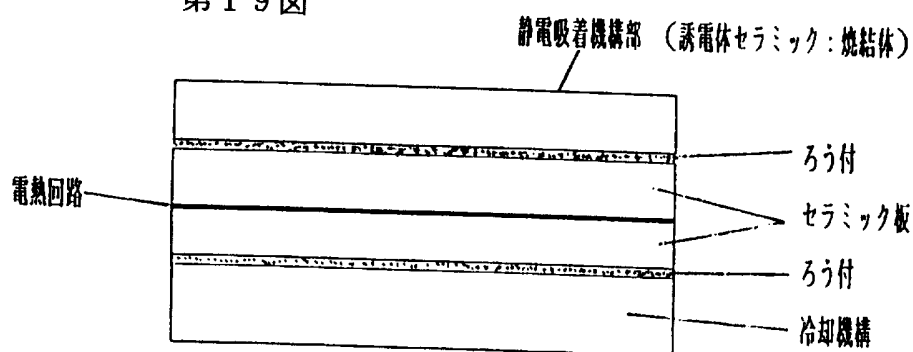
第 17 図



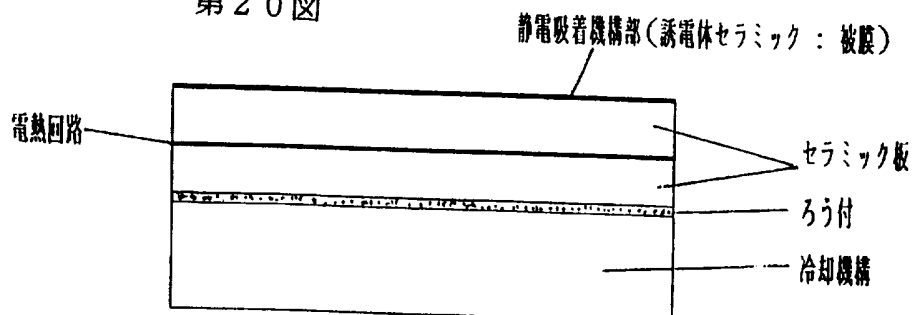
第 18 図



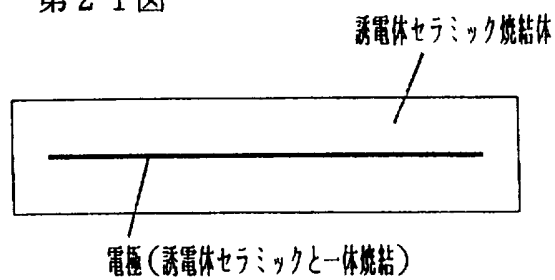
第 19 図



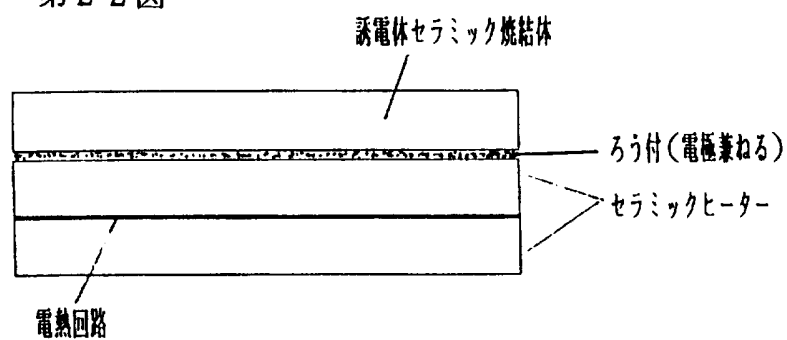
第 20 図



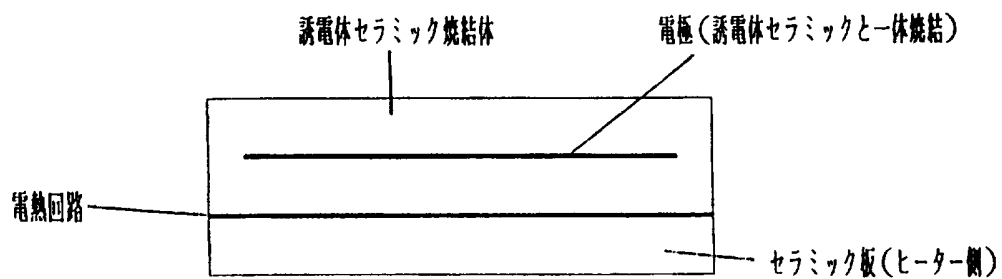
第 2 1 図



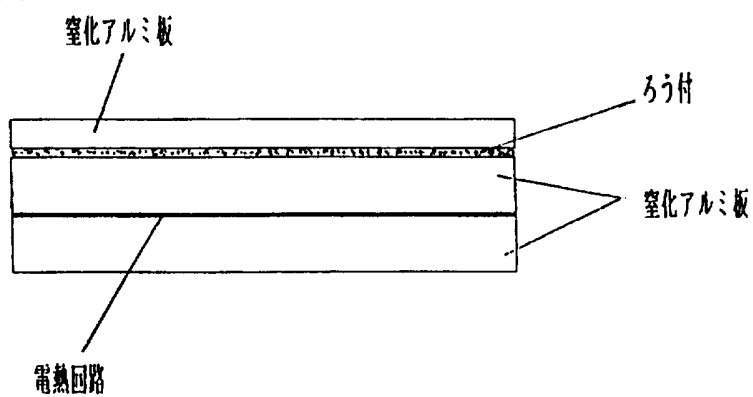
第 2 2 図



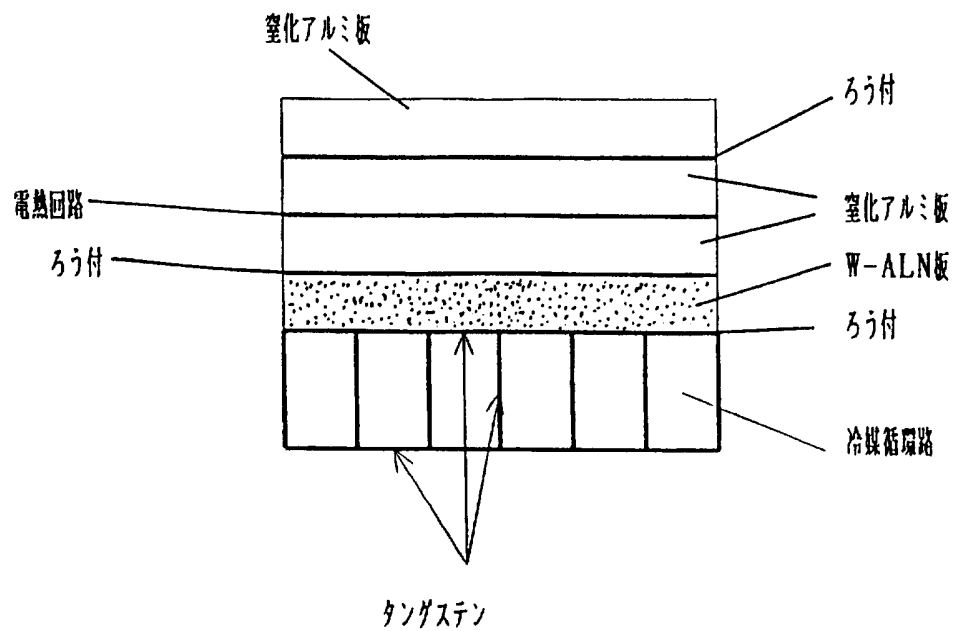
第 2 3 図



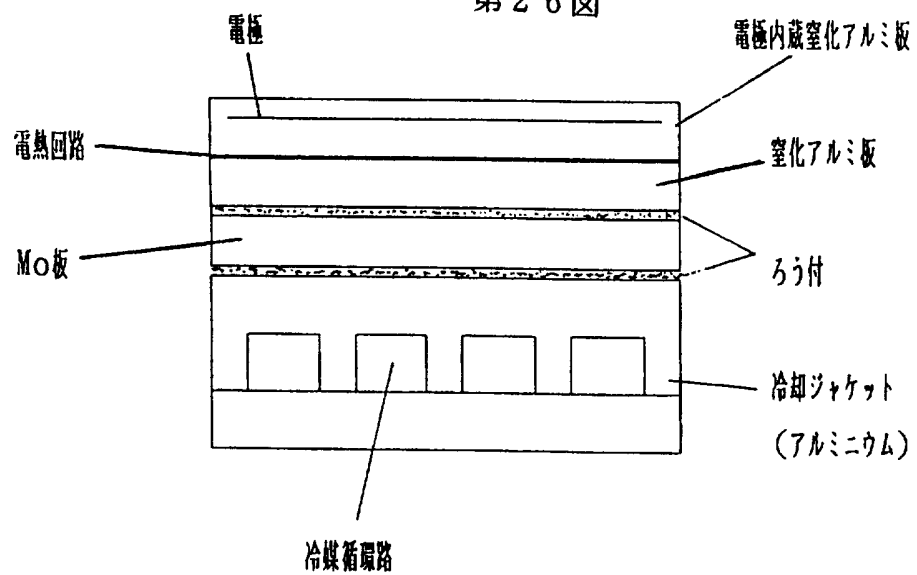
第 2 4 図



第 25 図



第 26 図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP97/01529

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl⁶ H05B3/20

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. Cl⁶ H05B3/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926 - 1997
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971 - 1997
Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994 - 1997

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.
A	JP, 2-215077, A (Robert Bosch GmbH.), August 28, 1990 (28. 08. 90) & DE, 3843863, A	1 - 11
A	JP, 62-264588, A (Toshiba Corp.), November 17, 1987 (17. 11. 87) (Family: none)	1 - 11
A	JP, 8-70036, A (K.K. Sozo Kagaku), March 12, 1996 (12. 03. 96) (Family: none)	8 - 11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family 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

July 29, 1997 (29. 07. 97)

Date of mailing of the international search report

August 5, 1997 (05. 08. 97)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP97/01529

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁸ H05B3/20

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))

Int. Cl⁸ H05B3/20

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 1926-1997年
 日本国公開実用新案公報 1971-1997年
 日本国登録実用新案公報 1994-1997年

国際調査で使用了電子データベース (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

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
A	JP, 2-215077, A (ローベルト・ボツシュ・ゲゼルシャフト・ミット・ベシュレンクテル・ハフツング) 28. 8月. 1990 (28. 08. 90) & DE, 3843863, A	1-11
A	JP, 62-264588, A (株式会社東芝) 17. 11月. 1987 (17. 11. 87) (ファミリーなし)	1-11
A	JP, 8-70036, A (株式会社創造科学) 12. 3月. 1996 (12. 03. 96) (ファミリーなし)	8-11

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「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」先行文献ではあるが、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

29. 07. 97

国際調査報告の発送日

05.08.97

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

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)

3K

8920

井上 茂夫

電話番号 03-3581-1101 内線 3334