

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7194592号  
(P7194592)

(45)発行日 令和4年12月22日(2022.12.22)

(24)登録日 令和4年12月14日(2022.12.14)

(51)国際特許分類	F I	
H 0 5 B 3/26 (2006.01)	H 0 5 B 3/26	
H 0 5 B 3/02 (2006.01)	H 0 5 B 3/02	B
H 0 5 B 3/10 (2006.01)	H 0 5 B 3/10	C
H 0 5 B 3/12 (2006.01)	H 0 5 B 3/12	A
H 0 5 B 3/20 (2006.01)	H 0 5 B 3/20	3 9 3
請求項の数 17 (全36頁)		

(21)出願番号	特願2018-552133(P2018-552133)	(73)特許権者	508348680 マテリオン コーポレイション アメリカ合衆国 オハイオ 4 4 1 2 4 , メイフィールド ハイツ , パークランド ブルバード 6 0 7 0
(86)(22)出願日	平成29年3月7日(2017.3.7)	(74)代理人	100118902 弁理士 山本 修
(65)公表番号	特表2019-514164(P2019-514164 A)	(74)代理人	100106208 弁理士 宮前 徹
(43)公表日	令和1年5月30日(2019.5.30)	(74)代理人	100196508 弁理士 松尾 淳一
(86)国際出願番号	PCT/US2017/021047	(74)代理人	100196597 弁理士 横田 晃一
(87)国際公開番号	WO2017/176412	(72)発明者	スミス , ラリー ティー . アメリカ合衆国 オハイオ 4 4 1 2 4 , 最終頁に続く
(87)国際公開日	平成29年10月12日(2017.10.12)		
審査請求日	令和2年3月6日(2020.3.6)		
審判番号	不服2022-602(P2022-602/J1)		
審判請求日	令和4年1月14日(2022.1.14)		
(31)優先権主張番号	62/319,388		
(32)優先日	平成28年4月7日(2016.4.7)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		

(54)【発明の名称】 酸化ベリリウム一体抵抗加熱器

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の表面および前記第1の表面の反対側の第2の表面を有する、酸化ベリリウム(B e O )セラミック本体と、

耐熱金属化層から形成され、前記酸化ベリリウムセラミック本体の前記第1の表面または前記第2の表面のいずれかに接合される、第1の加熱要素と、

前記耐熱金属化層から形成され、前記酸化ベリリウムセラミック本体の前記第1の表面または前記第2の表面のうちのもう一方に接合される、第2の加熱要素と、  
を備え、

前記第1及び第2の加熱要素は、並列で第1及び第2の加熱器端子に接続され、独立して動作され、前記第1及び第2の加熱要素は、第1及び第2のゾーンを提供するように構成される、二重ゾーン一体抵抗加熱器。

10

【請求項2】

前記耐熱金属化層は、モリブデンまたはタングステンを含有する、請求項1に記載の一体抵抗加熱器。

【請求項3】

前記耐熱金属化層は、M o S i <sub>2</sub>またはモリ - マンガン含有する、請求項2に記載の一体抵抗加熱器。

【請求項4】

酸化ベリリウムセラミック天板と、酸化ベリリウムセラミック基礎板とをさらに備え、

20

前記酸化ベリリウムセラミック本体は、前記天板と前記基礎板との間に配置される、請求項 1 に記載の一体抵抗加熱器。

【請求項 5】

前記第 1 及び第 2 の加熱要素を制御するための前記加熱器端子に接続される少なくとも 1 つの電源をさらに備える、請求項 1 に記載の一体抵抗加熱器。

【請求項 6】

前記第 1 の加熱要素は、スクリーン印刷、ロールコーティング、またはエアブラシ法を使用して印刷される、請求項 1 に記載の一体抵抗加熱器。

【請求項 7】

前記第 1 の加熱要素は、前記 BeO セラミック本体の前記第 1 の表面に接合され、前記第 2 の加熱要素は、前記 BeO セラミック本体の前記第 2 の表面に接合される、請求項 1 に記載の一体抵抗加熱器。

10

【請求項 8】

前記 BeO セラミック本体は、正方形の板、長方形の板、プラテンまたは円盤の形状である、請求項 1 に記載の一体抵抗加熱器。

【請求項 9】

前記第 1 の加熱要素は、螺旋、一連の実質的に同心の円、またはジグザグの形状でパターン化される、請求項 1 に記載の一体抵抗加熱器。

【請求項 10】

二重ゾーン一体抵抗加熱器を形成する方法であって、

20

酸化ベリリウムセラミック本体の第 1 の表面または第 2 の表面上に耐熱金属化塗料を塗布することにより、第 1 の加熱要素を形成すること、ここで、前記第 2 の表面は前記第 1 の表面の反対側である、

前記酸化ベリリウムセラミック本体の前記第 1 の表面または前記第 2 の表面のうちのもう一方の表面上に前記耐熱金属化塗料を塗布することにより、第 2 の加熱要素を形成すること、並びに

前記第 1 及び第 2 の加熱要素を並列で第 1 及び第 2 の加熱器端子に接続し、前記第 1 及び第 2 の加熱要素を独立して動作させて第 1 及び第 2 のゾーンを提供すること、を含む、前記方法。

【請求項 11】

30

前記塗布は、前記加熱要素をスクリーン印刷、ロールコーティング、またはエアブラッシングすることによって行われる、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

前記第 1 の加熱要素は、螺旋、一連の実質的に同心の円、またはジグザグの形状を有するパターンで形成される、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 13】

前記金属化塗料は、モリブデンまたはタングステンを含む、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 14】

前記金属化塗料は、 $MoSi_2$  またはモリ - マンガンを含む、請求項 13 に記載の方法。

40

【請求項 15】

加熱の方法であって、

金属箔または金属化塗料から形成される第 1 の加熱要素に電流を通過させること、ここで、前記第 1 の加熱要素は、酸化ベリリウムセラミック本体の第 1 の表面上に位置する；

前記金属化塗料から形成される第 2 の加熱要素に電流を通過させること、ここで、前記第 2 の加熱要素は、前記酸化ベリリウムセラミック本体の第 2 の表面上に位置し、前記第 2 の表面は前記第 1 の表面の反対側である；

を含み、

前記第 1 及び第 2 の加熱要素は、並列で第 1 及び第 2 の加熱器端子に接続され、独立し

50

て動作されて第 1 及び第 2 のゾーンを提供する、前記方法。

【請求項 16】

前記セラミック本体は、円盤、正方形、またはプラテンの形状である、請求項 15 に記載の方法。

【請求項 17】

前記第 1 の加熱要素は、ニッケル合金、タングステン、モリブデン、もしくは白金および白金の合金のうちの 1 つを含む金属箔、または、モリブデンもしくはタングステンを含有する金属化塗料から形成される、請求項 15 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

(関連出願への相互参照)

本願は、2016年4月7日に出願された米国仮特許出願第62/319,388号の優先権を主張し、これは、参照によって本明細書に完全に援用される。

【0002】

(背景)

本開示は、酸化ベリリウム (BeO) を含むセラミック本体上または内に統合された電気抵抗加熱器に関する。一体抵抗加熱器は、半導体加工および操作の分野内で特定の用途を見出し、特にそれを参照して説明される。しかしながら、本開示はまた、他の同様の用途にも適していることを理解されたい。

20

【背景技術】

【0003】

一体抵抗加熱器は、ジュールの第 1 の法則に従って、(対流または放射と比較して)伝導を介してより急速に媒体を通して熱エネルギーを伝達する。しかしながら、媒体は、電気絶縁性でなければならず、そうしなければ加熱器がショートする。殆どの従来の熱伝導性材料は、電気伝導性である金属であり、したがって、直接接触一体加熱器のための媒体として好適ではない。殆どの従来の電気絶縁性材料(セラミックおよびガラス等)は、低い熱伝導率を有し、熱を不十分に伝導する。

【0004】

これらの問題を最小限にする、一体抵抗加熱器を提供することが望ましい。

30

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0005】

(簡単な説明)

本明細書の種々の実施形態では、加熱要素が、酸化ベリリウム (BeO) セラミック本体と直接接触し、酸化ベリリウム (BeO) セラミック本体に接合される、一体抵抗加熱器が開示される。酸化ベリリウムは、電気絶縁性および高度に熱伝導性の両方であるという特異な性質を有する。

【0006】

本明細書に開示されるいくつかの実施形態では、一体抵抗加熱器は、第 1 の表面および第 2 の表面を有する酸化ベリリウム (BeO) セラミック本体を含む。加熱要素は、耐熱金属化層から形成される。加熱要素は、BeO セラミック本体の第 1 の表面または第 2 の表面と直接接触し、BeO セラミック本体に接合される。

40

【0007】

本明細書に開示される他の実施形態では、一体抵抗加熱器を形成する方法は、BeO セラミック本体の第 1 の表面または第 2 の表面上に耐熱金属化塗料を塗布することによって、加熱要素を形成することを含む。これらの実施形態では、概して、セラミック本体がセラミック本体の厚さに比べて大きい長さおよび幅を有することが想定される。

【0008】

本明細書に開示されるさらに他の実施形態では、一体抵抗加熱器は、第 1 の端子と第 2

50

の端子との間に延在する BeO セラミック管を含む。加熱要素は、耐熱金属化塗料から形成され、BeO セラミック管の外部表面上に、すなわち、(その上の2つの端面ではなく) 管の円周表面 / 側壁上に直接塗布される。加熱要素の第1の端部は、第1の端子に接続され、加熱要素の第2の端部は、第2の端子に接続される。これらの端子は、はんだ付け、ろう付け、またはタック溶接によって、BeO セラミック管に継合されることができる。

【0009】

他の実施形態では、一体抵抗加熱器が、加熱器パックで使用するために開示される。加熱器パックは、BeO セラミック天板を含む。中間 BeO セラミック本体は、第1の表面と、第2の表面と、第1の表面または第2の表面上に印刷される耐熱金属化塗料から形成される加熱要素とを有する。BeO セラミック基礎板も含まれる。天板、中間セラミック本体、および基礎板は、中央に中間セラミック本体を伴う「サンドイッチ」を形成する。加熱器端子は、BeO セラミック基礎板を通して延在し、中間 BeO セラミック本体の加熱要素に接続する。これらの端子は、はんだ、またはろう付け、またはタック溶接、または機械的ねじ山のいずれかを用いて、BeO に継合される。最終的に、少なくとも1つの電源は、オームの法則およびその交流電圧 (VAC) 等価形式  $P(t) = I(t)V(t)$  に従って、加熱要素を制御するために加熱器端子に接続されることができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0010】

以下は、本明細書に開示される例示的实施形態を限定する目的ではなく、その実施形態を図示する目的のために提示される図面の簡単な説明である。

20

【0011】

【図1】図1は、本開示による一体抵抗加熱器の上面図である。

【0012】

【図2】図2は、螺旋パターンを有する加熱要素を印刷するためのスクリーンの上面図である。

【0013】

【図3A】図3Aは、迷路パターンを有する二重ゾーン加熱要素の第1のゾーンを印刷するための第1のスクリーンの上面図である。

【0014】

【図3B】図3Bは、迷路パターンを有する二重ゾーン加熱要素の第2のゾーンを印刷するための第2のスクリーンの上面図である。

30

【0015】

【図4A】図4Aは、管状本体を有する一体抵抗加熱器の斜視図である。

【0016】

【図4B】図4Bは、図4Aに示される管状加熱器の断面側面図である。

【0017】

【図4C】図4Cは、加熱要素を形成するための金属化塗料の塗布を図示する、図4Aに示される管状加熱器の斜視図である。

【0018】

【図5】図5は、本開示による一体抵抗加熱器を含む加熱器パックの構成要素の3Dモデルである。

40

【0019】

【図6】図6は、本開示の第2の側面による、一体抵抗加熱器を含む加熱器パックの構成要素の3Dモデルである。

【0020】

【図7】図7は、本開示による一体抵抗加熱器に印加される約6VAC ~ 約44VACの電圧に関する実際のワット数対温度を示すチャートである。

【0021】

【図8】図8は、本開示による一体抵抗加熱器に印加される60VACの電圧に関する実際のワット数対温度を示すチャートである。

50

【 0 0 2 2 】

【 図 9 】 図 9 は、本開示による一体抵抗加熱器に印加される約 6 V A C ~ 約 4 4 V A C の電圧に関する抵抗対温度を示すチャートである。

【 0 0 2 3 】

【 図 1 0 】 図 1 0 は、本開示による二重ゾーン一体抵抗加熱器に印加される約 4 0 V A C ~ 約 1 0 8 V A C の印加された電圧に関する実際のワット数対温度を示すチャートである。

【 0 0 2 4 】

【 図 1 1 】 図 1 1 は、本開示による二重ゾーン一体抵抗加熱器に印加される約 2 1 V A C ~ 約 5 7 V A C の印加された電圧に関する実際のワット数対温度を示すチャートである。

【 0 0 2 5 】

【 図 1 2 】 図 1 2 は、本開示による二重ゾーン一体抵抗加熱器に印加される約 1 3 V A C ~ 約 1 2 1 V A C の印加された電圧に関する実際のワット数対温度を示すチャートである。

【 0 0 2 6 】

【 図 1 3 】 図 1 3 は、本開示による二重ゾーン一体抵抗加熱器に印加される約 7 V A C ~ 約 6 3 V A C の印加された電圧に関する実際のワット数対温度を示すチャートである。

【 0 0 2 7 】

【 図 1 4 】 図 1 4 は、本開示による二重ゾーン一体抵抗加熱器に印加される約 1 7 . 5 V A C ~ 約 1 1 8 V A C の印加された電圧に関する抵抗対温度を示すチャートである。

【 0 0 2 8 】

【 図 1 5 】 図 1 5 は、本開示による一体抵抗加熱器のセラミック本体に接合されるモリブデン ( M o ) および K O V A R 加熱要素のための箔接着を示すチャートである。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 9 】

( 詳細な説明 )

本明細書に開示されるプロセスおよびデバイスのより完全な理解は、付随する図面を参照することによって得られることができる。これらの図は、利便性および容易性に基づく概略的表現にすぎず、したがって、アセンブリまたはその構成要素の相対的サイズおよび寸法を示すことを意図していない。

【 0 0 3 0 】

本開示は、所望の実施形態およびその中に含まれる実施例の以下の詳細な説明を参照することによって、より容易に理解され得る。以下の明細書およびその後続く特許請求の範囲では、以下の意味を有するように定義されるものとする、いくつかの用語が参照される。

【 0 0 3 1 】

単数形「 a 」、「 a n 」、および「 t h e 」は、文脈が別様に明確に決定付けない限り、複数の指示対象を含む。

【 0 0 3 2 】

本願の明細書および特許請求の範囲の中の数値は、同一の有効桁数まで丸められたときに同一である数値と、値を決定するように本願で説明されるタイプの従来の測定技法の実験誤差未満だけ記述された値と異なる数値とを含むと理解されるべきである。

【 0 0 3 3 】

本明細書に開示される全ての範囲は、記載される終点を含み、独立して組み合わせ可能である ( 例えば、「 2 グラム ~ 1 0 グラム」の範囲は、終点 ( すなわち、 2 グラムおよび 1 0 グラム ) ならびに全中間値を含む ) 。

【 0 0 3 4 】

本明細書で使用される場合、「約」および「実質的に」等の近似用語は、それが関連する基本的機能の変化をもたらすことなく変動し得る、任意の定量的表現を修飾するように適用され得る。修飾語「約」はまた、 2 つの終点の絶対値によって定義される範囲を開示するものと見なされるべきである。例えば、表現「約 2 ~ 約 4 」はまた、「 2 ~ 4 」という範囲も開示する。用語「約」は、示された数の  $\pm 1 0 \%$  を指し得る。用語「典型的な」

10

20

30

40

50

および「典型的に」は、標準かつ一般的な実践を指す。

【0035】

用語「室温」は、20 ~ 25 の範囲を指す。

【0036】

いくつかの用語は、具体的パターンを指すために本明細書で使用される。本明細書で使用されるような用語「螺旋」は、固定中心点から連続的に増加する距離で当該点の周囲に巻回する平面上の曲線を指す。用語「アルキメデスの螺旋」は、中心点から生じる任意の光線が一定の分離距離を伴う点において螺旋の連続旋回と交差するという性質を有する螺旋を指す。用語「迷路」および「ラビリンス」は、壁の間に一連の異なる経路を形成する壁のセットに類似する回路を形成するようにともに継合される、不連続線および/または曲線のパターンを指す。用語「一筆書可能」は、パターンの中心までの単一の経路を有する「迷路」または「ラビリンス」を指す。用語「複数筆書可能」は、パターンの中心までの複数（すなわち、1つよりも多い）経路を有する「迷路」または「ラビリンス」を指す。用語「ジグザグ」は、単一の線が第1の側面と第2の側面との間で前後に延びるように、単一の線が急な曲がり角を有し、線が第1の端部から始まって第2の端部で終わるパターンを指す。

10

【0037】

用語「上部」および「基部」が、本明細書で使用される。これらの用語は、絶対的向きではなく、相対的向きを示す。

【0038】

一体抵抗加熱器を形成するための方法およびそれから形成される加熱器が、開示される。本明細書に開示される一体抵抗加熱器は、例えば、半導体加工中に、シリコンウエハ産業において有用な加熱器パックで使用されることができる。一体抵抗加熱器は、酸化ベリリウム（BeO）セラミック本体と、BeOセラミック本体と直接接触し、BeOセラミック本体に接合される電気加熱要素とを含む。加熱要素は、概して、セラミック本体への塗布に応じて微粉化した耐熱金属の厚いフィルムを形成する金属化塗料で形成されてもよい。BeOセラミック本体は、高度に熱伝導性および電気絶縁性であるという特異な組み合わせを有する。これは、その電気短絡を引き起こすことなく、加熱要素との密接な接触を可能にする。BeO加熱器はまた、高い熱伝導率に起因して、高速で循環（上昇、冷却）されることができる。BeOはまた、高温耐熱材料である。BeOはまた、電気絶縁性であり、腐食性雰囲気および腐食性液体中で耐エッチング性である。

20

【0039】

ここで図1を参照すると、一体抵抗加熱器100は、概して、酸化ベリリウム（BeO）から作製されたセラミック本体102を含む。加熱要素108は、セラミック本体の表面上に形成される。例えば、加熱要素は、セラミック本体の第1の表面104上、または第1の表面104の反対側に位置するセラミック本体の第2の表面106（図5）上に印刷されることができる。また、ここでは、電源に接続される、加熱要素108の2つの端部123、125も可視である。また、2つのパススルー127も可視であり、図5に関してさらに解説されるように、2つのパススルー127を通して、セラミック本体の反対表面上の加熱要素への電気接続を可能にする。

30

40

【0040】

BeOセラミック本体102は、円盤形を有するものとして図1に示されている。本円盤形では、本体の第1の表面および第2の表面は、概して、本体の厚さを上回る半径を有する。しかしながら、BeOセラミック本体は、一体抵抗加熱器として使用するために好適な任意の形状を有し得ることを理解されたい。例えば、本体は、長方形の第1の表面を有することができる、またはセラミック本体は、本体の厚さがその半径を上回る管であることができる。

【0041】

BeOセラミック本体の加熱要素は、電気伝導性である耐熱金属を含有する塗料（すなわち、金属化塗料）から形成される。金属化塗料は、モリブデン（Mo）またはタングス

50

テン(W)のいずれかを含有することができ、かつ他の原料も含有することができる。いくつかの実施形態では、金属化塗料は、モリブデン、マンガン、およびガラス粉末の混合物である、「モリ-マンガン」を含有する。いくつかの特定の実施形態では、金属化塗料は、二珪化モリブデン( $MoSi_2$ )を含有する。二珪化モリブデンはまた、高度に耐熱性(m.p. 2,030)であり、最大約1800まで作用することができる。

#### 【0042】

金属化塗料は、BeOセラミック本体の形状およびサイズに応じて、いくつかの技法のうちの一つを使用して、塗布されてもよい。これらの技法は、スクリーン印刷、ピンストライピングホイールを用いたロールコーティング、手動塗装、エアブラシ噴霧、浸漬、遠心コーティング、およびシリンジを用いた針塗装を含む。いくつかの特定の実施形態では、金属化塗料の1つまたは複数の層は、スクリーン印刷、ロールコーティング、またはエアブラシ法によって塗布される。金属化塗料は、BeOセラミック本体の表面上で加熱要素として作用する厚いフィルムを形成することができる。所望の厚さは、電力供給源によって提供される電流から熱を生成するために要求される抵抗ならびに他の要因に依存する。しかしながら、厚さだけが、電気抵抗を駆動する唯一の要因ではなく、金属化塗料レシピ(すなわち、金属対ガラス比)および焼結の量(すなわち、収縮、ガラスの毛管作用、および酸化還元反応)もまた、電気抵抗率を変化させる。いくつかの実施形態では、厚いフィルムの厚さは、典型的には、約300~900マイクロインチ(7.62 $\mu$ m~22.86 $\mu$ m)であることができるが、熱のジュールの第1の法則に従うために要求される所望の電気抵抗を達成するために、金属化塗料の複数の塗布によって減少または増加されることができ、図1に図示される迷路パターン112等の加熱要素のより複雑な設計のためのパターンで塗布されることができ、

#### 【0043】

いくつかの特定の実施形態では、金属化塗料は、加熱要素を形成するように、スクリーン印刷プロセスを使用して塗布される。図2は、スクリーン印刷に使用されるスクリーン110を図示する。金属化塗料は、螺旋パターン114を有する加熱要素を形成するために使用される。いくつかの実施形態では、螺旋は、アルキメデスの螺旋である。スクリーンは、概して、フレーム118にわたって伸張される一片のメッシュ120を備える。所望のパターンは、パターンのネガ像においてスクリーンの部分のマスクを取ることで、形成される。別の言い方をすれば、螺旋パターン114は、金属化塗料がBeOセラミック本体上に出現する場所を示す。

#### 【0044】

スクリーン印刷は、概して、所望のパターンの原不透明像が透明オーバーレイ上に作成される、印刷が起こる前の事前プレスプロセスを含むことができる。適切な網目数を有するスクリーンが、次いで、選択される。スクリーンは、影付きの区域130によって示されるUV硬化性エマルジョンでコーティングされる。オーバーレイは、スクリーンにわたって設置され、エマルジョンを硬化させるようにUV光源に暴露される。スクリーンは、次いで、船上され、メッシュ上に所望のパターンのネガステンシルを残す。BeOセラミック本体の第1の表面は、BeOセラミック本体を染色し得る、スクリーンを通した不要な漏出から保護するように、幅が広いパレットテープでコーティングされることができ、最終的に、エマルジョン内の任意の不要なピンホールは、テープ、特殊エマルジョン、または遮断ペンを用いて、遮断されることができ、これは、金属化塗料がピンホールを通過して続き、BeOセラミック本体上に不要な跡を残すことを防止する。

#### 【0045】

印刷は、BeOセラミック本体の第1の表面または第2の表面上にスクリーン110を設置することによって進む。金属化塗料は、スクリーン上に設置され、フラッドバーが、メッシュ120内の孔を通して金属化塗料を押し動かすために使用される。フラッドバーは、最初にスクリーンの背面および金属化塗料のリザーバの背後に設置される。スクリーンは、BeOセラミック本体との接触を防止するように持ち上げられる。フラッドバーは、次いで、わずかな量の下向き力でスクリーンの正面に引動され、効果的にメッシュ開口

部を金属化塗料で充填し、リザーバをスクリーンの正面まで移動させる。ゴムブレードまたはスキージは、メッシュをBeOセラミック本体まで下方に移動させるために使用され、スキージは、スクリーンの背面に押動される。メッシュ開口部の中にある金属化塗料は、制御および処方された量でBeOセラミック本体上に液圧作用によって送出または圧搾される。換言すると、湿潤金属化塗料は、メッシュおよび/またはステンシルの厚さに比例して堆積される。「スナップオフ」プロセス中に、スキージは、スクリーンの背面に向かって移動し、張力は、メッシュをBeOセラミック本体の表面から離れるように引き上げさせる。スナップオフ後、金属化塗料は、加熱要素のための所望のパターンでBeOセラミック本体の表面上に残される。

#### 【0046】

次に、スクリーンは、所望される場合、金属化塗料の別の層で再コーティングされることができ、代替として、スクリーンは、エマルジョンを除去した後にスクリーンに残された曇りまたは「ゴースト像」を除去するように、さらなる曇り除去ステップを受けてもよい。

#### 【0047】

金属化塗料が堆積された後、焼結が、BeOセラミック本体への金属化塗料の強力な密封接合を促進するように実施されることができ、金属化基質の中の非金属成分は、BeOセラミック本体の粒界の中へ拡散し、その強度を補う。焼結の量（すなわち、時間および温度）は、電子のための伝導性経路の体積組成に影響を及ぼす。焼結中の雰囲気は、金属および半金属亜酸化物の酸化および還元反応に影響を及ぼす。焼結層は、電気伝導性になり、加熱のために必要ではないが所望される場合、金属化層の後続のめっきを可能にする。めっきは、電解（ラックもしくはバレル）または無電解プロセスによって実施されることができ、ニッケル（Ni）、金（Au）、銀（Ag）、および銅（Cu）を含む、種々の材料が、めっきに使用されることができ、動作温度および雰囲気が考慮されるべきである。

#### 【0048】

図2に図示される実施形態は、概して、形状が正方形であるものとしてスクリーンのフレーム118を示す。いくつかの実施形態では、正方形フレームは、約5インチ×5インチの長さおよび幅を有することができる。メッシュ120は、ステンレス鋼から作製された325メッシュであることができる。メッシュのワイヤは、フレームに対して30度バイアスを有する。エマルジョン130は、約0.5ミル（0.0127mm）の厚さを有する。本開示から、そのような寸法は、例示的にすぎず、任意の好適なスクリーン形状およびサイズが、所望に応じて選定され得ることを理解されたい。

#### 【0049】

図3A（正確な縮尺ではない）および図3B（正確な縮尺ではない）は、第1の加熱要素126を印刷するために第1のスクリーン122を使用するスクリーン印刷の方法を図示する。第2のスクリーン124が、次いで、第2の加熱要素128を印刷するために使用される。いくつかの実施形態では、第1の加熱要素は、図1に示されるBeOセラミック本体102の第1の表面104上に印刷されることができ、第2の加熱要素は、BeOセラミック本体の第2の表面106上に印刷されることができ（図5）。両方の加熱要素は、同一の端子または異なる端子に接続されることができ、ともに動作させられる、または独立してバイアスをかけられることができる。

#### 【0050】

第1および第2の加熱要素は、円形迷路またはラビリンスパターンを形成する、一連の略同心円を有するものとして図3Aおよび図3Bに示されている。ここで図示されるように、第1の加熱要素126は、一筆書可能なラビリンスのパターンであり、第2の加熱要素128もまた、一筆書可能なラビリンスのパターンである。しかしながら、複数筆書可能なラビリンスのパターンもまた、使用され得ることが想定される。図3Aでは、端子123、125およびパススルー127も可視である。

#### 【0051】

10

20

30

40

50

図3 Aおよび図3 Bに図示される実施形態では、フレーム132は、約10インチ×10インチの長さおよび幅を有する正方形であることができる。メッシュ120は、ステンレス鋼から作製された325メッシュであることができる。メッシュのワイヤは、フレームに対して30度バイアスを有する。エマルジョン134は、約1ミル(0.0254mm)の厚さを有する。

#### 【0052】

図4 Aおよび図4 Bは、形状が管状であるBeOセラミック本体202を有する、例示の一体抵抗加熱器200を図示する。管状とは、中実であるロッドとは対照的に、セラミック本体を通る中空通路があることを意味し、または別の言い方をすれば、管状本体は、第1または外部表面および第2または内部表面を有する円筒側壁として表されることができ、管状本体は、管状本体の両端上に位置する第1の端子204および第2の端子206の間に延在する。いくつかの実施形態では、第1および第2の端子は、KOVAR金属またはモリブデン(Mo)金属から作製される。これらの端子は、はんだ付け、ろう付け、またはタック溶接によって、BeOセラミック管に継合されることができる。加熱要素208は、BeOセラミック本体の外部表面214上に存在する。加熱要素は、管状BeOセラミック本体の長さ延在する螺旋形を有することができる。加熱要素は、第1の端部210における第1の端子204に、および第2の端部212における第2の端子206に接続される。

#### 【0053】

図4 Aの一体抵抗加熱器のいくつかの側面は、図4 Bに図示される断面図により明確に見られることができる。具体的には、BeOセラミック本体202は、側壁を形成するが、端子204、206は、抵抗加熱器の端部を形成する。別の言い方をすれば、KOVAR金属またはモリブデン金属のキャップは、BeOセラミック本体の端部上に設置され、はんだ付け、ろう付け、またはタック溶接によって継合される。加えて、BeOセラミック本体の外部表面214は、加熱要素208が形成されるチャネルを含む。図4 Cに示されるように、加熱要素208を形成する金属化塗料は、ピンストライピングアプリケーション216を介してロールコーティングによって塗布される。アプリケーション216は、BeO表面214と直接接触するリザーバを装填されたホイール218を有する。BeOセラミック本体202は、表面張力を介してピンストライピングアプリケーションホイールから塗料を引き出すように、スピンドル(図示せず)上で回転されることができる。

#### 【0054】

図5は、前述で説明される一体抵抗加熱器を組み込む加熱器パックを示す。加熱器パックは、概して、天板150と、中間BeOセラミック本体102と、第1の加熱要素108と、基礎板152とを含む。BeOセラミック本体102は、天板と基礎板との間に配置され、第1の表面104と、第2の表面106とを有する。第1の加熱要素108は、BeOセラミック本体の第1の表面上に印刷されるものとしてここで示されている。第1の表面104は、基礎板152に隣接し、第2の表面106は、天板150に隣接する。BeOセラミック本体の第2の表面もまた、その上に加熱要素を有する(可視ではない)。加熱器端子156は、基礎板152を通過して延在し、中間BeOセラミック本体の第1の表面上の第1の加熱要素108に接続する。存在する場合、同一の加熱器端子もまた、中間セラミック本体を通過して延在し、第2の表面上の第2の加熱要素に接続され得ることに留意されたい。しかしながら、ここでは、加熱器端子154は、はんだ、ろう付け、タック溶接、または機械的ねじ山によって、第2の加熱要素に接続する。いったん組み立てられると、加熱要素は、加熱器パックの天板と基礎板との間に埋め込まれる。少なくとも1つの電源158は、加熱要素を制御するために、いずれかの端子154、156に接続される、または直列もしくは並列で両方に配線されることができる。

#### 【0055】

いくつかの実施形態では、加熱要素は、BeOセラミック本体の第1の表面上に印刷され、第2の加熱要素(可視ではない)は、二重ゾーン一体抵抗加熱器を形成するように第2の表面上に印刷される。この点に関して、第1の加熱要素は、図3 Aに示される第1の

スクリーン 122 を使用して印刷されることができる。随意的第 2 の加熱要素は、図 3 B に示される第 2 のスクリーン 124 を使用して印刷されることができる。

【0056】

ここで、第 2 の加熱器端子 154 は、加熱器パックが二重ゾーン一体抵抗加熱器を組み込むときに、含まれる。第 2 の加熱器端子は、基礎板を通して延在し、中間本体自体も通って延在し、はんだ、ろう付け、タック溶接、または機械的ねじ山等の任意の好適な手段によって、中間 BeO セラミック本体の第 2 の表面 106 上の第 2 の加熱要素に接続する。電源 158 はまた、第 2 の加熱器端子を介して第 2 の加熱要素を制御するために使用されることができる。随意的に、第 2 の電源（図示せず）は、第 2 の加熱端子を介して第 2 の加熱要素を制御するために使用されることができる。電源は、独立して、または協働して、電圧を加熱器要素（単数または複数）に提供してもよい。

10

【0057】

コントローラ（図示せず）はまた、電源によって提供される電圧信号を変調させるように含まれてもよく、さらに、表示手段（図示せず）上で読み出すためにアナログ信号をデジタル信号に変換してもよい。表示手段は、LCD、コンピュータモニタ、タブレットまたはモバイルリーダデバイス、および当業者によって公知であるような他の表示手段を含んでもよい。単一、複数、または冗長な熱電対が、デバイス上の所望の場所において直接表面接触し、閉ループフィードバック信号をコントローラに提供する。

【0058】

いくつかの実施形態では、天板 150 は、セラミック半導体材料の層、電極層、およびセラミック BeO 層から構成される。セラミック半導体材料は、二酸化チタンまたはチタニア（ $TiO_2$ ）でドープされる酸化ベリリウム（BeO）を含んでもよい。セラミック半導体材料の層はまた、焼結中に接着剤および/または気密封止カプセル化としての役割を果たす、少量のガラス共晶物を含んでもよい。

20

【0059】

さらなる実施形態では、基礎板 152 は、中間 BeO セラミック本体 102 と同様に、酸化ベリリウム BeO セラミック層から構成され得る。基礎板は、第 1 の加熱端子を介した第 1 の加熱要素への接続のための孔 162 と、第 2 の加熱端子を介した第 2 の加熱要素への接続のための孔 160 とを含むことができる。

【0060】

図 6 を参照すると、加熱器パック 300 が、本開示の第 2 の側面による一体抵抗加熱器を組み込んで示されている。加熱器パックは、概して、天板 350 と、加熱要素 308 と、基礎板 352 とを含む。加熱要素はまた、加熱器端子が接続される 2 つの端部 354 も含む。天板は、セラミック半導体材料の層と、電極層と、図 5 の天板 150 に類似するセラミック BeO 層とを含むことができる。基礎板は、図 5 の基礎板 152 に類似する酸化ベリリウム BeO セラミック層であることができる。加熱器端子（図示せず）は、基礎板を通して延在し、加熱要素端部 354 に接続することができる。加熱器パックはまた、オームの法則およびその交流電圧（VAC）等価形式  $P(t) = I(t)V(t)$  を適用して、加熱器端子を介して加熱要素を制御するための電源（図示せず）を含むこともできる。

30

【0061】

ここでは、加熱要素 308 は、エッチング、ダイカッティング、水ジェット、またはレーザーカッティング等の任意の好適な方法によって形成される一般的ジグザグパターンを有する、箔もしくは薄いフィルム層である。いくつかの実施形態では、加熱要素 308 は、ニッケル・コバルト鉄合金（例えば、Kovar）、モリブデン（Mo）、タングステン（W）、白金（Pt）、または白金・ロジウム（PtRh）合金のうちの 1 つから作製される箔であってもよい。加熱要素 308 は、一過性の液相を生成するように、精密に制御された温度を使用して、ガス/金属共晶接合を介して BeO の表面に直接接合される。他の実施形態では、加熱要素は、モリブデンを含有し、物理蒸着（PVD）プロセス（例えば、スパッタ堆積、真空蒸発等）を使用して堆積される、薄いフィルムである。

40

【実施例】

50

## 【 0 0 6 2 】

## ( 実施例 1 )

約 4 . 5 オームの抵抗を有し、金属化塗料から形成された加熱要素が、2 インチ × 2 インチ B e O セラミック正方形板の表面の 0 . 0 4 0 インチ下方に埋め込まれた。約 6 . 5 v d c の電圧が、加熱要素に印加された。加熱要素は、約 1 . 4 4 アンペアの電流を引き込み、約 9 W の電力を出力した。B e O セラミック板は、触れると暖かく感じた。

## 【 0 0 6 3 】

## ( 実施例 2 )

金属化塗料から形成された二重ゾーン加熱要素が、約 2 0 0 m m ( 7 . 5 インチ ) の直径を有する B e O 円盤の内側に埋め込まれた。第 1 のゾーンは、表面の約 0 . 0 6 8 インチ下方に位置し、第 2 のゾーンは、表面の約 0 . 1 3 6 インチ下方に位置する。第 1 のゾーン加熱要素が、給電され、約 2 8 2 で約 5 0 1 W の電力の出力に到達した。第 2 のゾーン加熱要素が、次いで、給電され、第 1 のゾーン加熱要素が、約 4 1 8 W の電力まで降下された。第 2 のゾーン加熱要素は、約 4 5 8 で約 3 5 4 W の電力の出力に到達した。加熱要素は、高い温度抵抗係数を呈した。

10

## 【 0 0 6 4 】

## ( 実施例 3 )

約 6 V A C ~ 6 0 V A C の電圧範囲が、上記の実施例 1 からの加熱要素に印加された。加熱要素は、4 . 2 オームの始動抵抗を有し、室温は、7 6 ° F であった。約 6 0 V A C において、加熱要素は、約 5 9 2 の最大温度および約 2 2 8 W の電力出力にそれぞれ到達した。結果は、表 1 の中で以下に示される。

20

30

40

50

【表 1 - 1】

表 1 2"×2"BeO加熱器のための加熱試験

印加された電圧 (VAC)	電流 (A)	抵抗 ( $\Omega$ )	温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	実際のワット数 (W)
6	1.4	4.3	60	8.4
12	2	6.0	80	24
12	1.9	6.3	90	22.8
12	1.7	7.1	105	20.4
18	2.6	6.9	109	46.8
18	2.5	7.2	120	45
18	2.4	7.5	130	43.2
18	2.3	7.8	145	41.4
18	2.2	8.2	160	39.6
24	2.8	8.6	173	67.2
24	2.7	8.9	183	64.8
24	2.6	9.2	196	62.4
24	2.5	9.6	205	60
32	3.3	9.7	218	105.6
32	3.2	10.0	230	102.4
32	3.1	10.3	240	99.2
32	3	10.7	240	96
32	2.9	11.0	252	92.8
38	3.3	11.5	284	125.4
38	3.2	11.9	291	121.6
38	3.1	12.3	358	117.8
38	3	12.7	375	114
44	3.6	12.2	386	158.4
44	3.5	12.6	389	154
44	3.4	12.9	415	149.6
第1の加熱試験を終了する				
第2の加熱試験、熱電対を異なる区域に移動させた				
60	4.6	13.0	363	276
60	4.5	13.3	375	270
60	4.4	13.6	391	264
60	4.3	14.0	510	258
60	4.2	14.3	541	252
60	4.1	14.6	555	246
60	4	15.0	564	240

【表 1 - 2】

印加された電圧 (VAC)	電流 (A)	抵抗 ( $\Omega$ )	温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	実際のワット数 (W)
60	3.9	15.4	580	234
60	3.8	15.8	592	228

【 0 0 6 5 】

図 7 - 9 では、実際のワット数 (W)、抵抗 (オーム、 )、および温度 ( ) が、約 6 V A C ~ 約 6 0 V A C の印加された電圧に関して表 1 からプロットされた。図 7 に見ら

10

20

30

40

50

れるように、約 6 V A C、12 V A C、18 V A C、24 V A C、32 V A C、38 V A C、および 44 V A C の入力電圧が、プロットされた。これらの入力電圧における最大温度は、それぞれ、約 60、105、160、205、250、375、および 415 であった。これらの入力電圧における最大電力出力は、それぞれ、約 8 W、24 W、47 W、67 W、106 W、125 W、および 158 W であった。図 8 では、熱電対が、異なる区域に移動され、実際のワット数 (W) および温度 ( ) が、60 V A C の印加された電圧に関してプロットされた。最大温度は、約 592 であり、最大電力出力は、約 276 W であった。図 9 では、抵抗 (オーム) および温度 ( ) の係数が、印加された電圧に関して表 1、図 7、および図 8 からプロットされた。6 V A C、12 V A C、18 V A C、24 V A C、32 V A C、38 V A C、44 V A C、および 60 V A C の入力電圧における最高抵抗は、それぞれ、約 4、7、8、10、11、13、13、および 16 であった。

10

**【0066】**

## (実施例 4)

電力が、上記の実施例 2 に従って説明される二重ゾーン加熱要素に供給された。約 7 V A C ~ 121 V A C の電圧範囲が、第 1 および第 2 のゾーンにおいて 2 つの試験で印加された。ゾーン 1、試験 1 のための始動抵抗は、約 17.8 であった。ゾーン 2、試験 1 のための始動抵抗は、約 5.9 であった。ゾーン 1、試験 2 において、始動抵抗は、約 20.9 であった。最後に、ゾーン 2、試験 2 のための始動抵抗は、約 7.4 であった。第 1 および第 2 のゾーンにおける 2 つの試験の結果は、表 2 ~ 表 5 の中で以下に示される。

20

30

40

50

【表 2 - 1】

表2 二重ゾーンBeO円盤加熱器のための加熱試験(ゾーン1、試験1)

ゾーン1 試験1	ゾーン1 試験1	ゾーン1 試験1	ゾーン1 試験1	ゾーン1 試験1
印加された電圧 (VAC)	電流 (A)	抵抗 (オーム)	温度 (°C)	実際のワット数 (W)
39.4	2.2	17.8	60	87
39.6	2.2	17.9	62	88
39.8	2.2	18	65	88
40.1	2.2	18.1	67	89
40.4	2.2	18.2	69	90
40.8	2.2	18.4	71	90
40.4	2.2	18.2	73	89
45.7	2.5	18.4	76	113
46.3	2.5	18.6	78	115
45.7	2.5	18.4	80	114
46.5	2.5	18.7	83	115
47.1	2.5	18.9	85	117
46.9	2.5	18.9	88	116
47.4	2.5	19.1	91	118
48.2	2.5	19.4	93	119
48.1	2.5	19.4	96	120
53.5	2.7	19.6	98	146
53.7	2.7	19.7	101	147
54.3	2.7	20	104	148
54.7	2.7	20.1	107	149
54.8	2.7	20.1	110	149
55.7	2.7	20.4	113	152
55.4	2.7	20.4	116	151
56.8	2.7	20.9	118	155
56.6	2.7	20.8	121	155
56.7	2.7	20.8	124	155
57.3	2.7	21	127	157
57.9	2.7	21.2	129	158
57.8	2.7	21.2	132	158
58.1	2.7	21.3	134	159
61.7	2.9	21.6	137	176
61.8	2.9	21.6	140	177
62.7	2.9	21.9	142	179
67.2	3	22.1	145	204
66.5	3	21.9	148	202
67.4	3	22.2	151	205
68.1	3	22.5	154	206
68.7	3	22.7	157	208

10

20

30

40

50

【表 2 - 2】

ゾーン1 試験1	ゾーン1 試験1	ゾーン1 試験1	ゾーン1 試験1	ゾーン1 試験1
印加された電圧 (VAC)	電流 (A)	抵抗 (オーム)	温度 (°C)	実際のワット数 (W)
68.9	3	22.6	161	209
69.1	3	22.8	164	209
69.6	3	22.9	166	212
70.6	3	23.2	169	215
71.3	3	23.5	172	217
71.6	3	23.6	175	217
71.3	3	23.5	178	216
72.5	3	23.9	180	220
72.3	3	23.8	183	219
73.3	3	24.2	185	222
73.4	3	24.2	187	222
74.3	3	24.5	190	226
74.4	3	24.5	192	226
74.4	3	24.5	194	226
75.3	3	24.8	196	228
75	3	24.7	198	227
76	3	25	200	231
75.9	3	25	202	230
76.2	3	25	204	231
76.5	3	25.1	206	232
76.4	3	25.2	208	232
77.2	3	25.4	210	235
77.3	3	25.5	211	234
78.1	3	25.6	213	237
77.4	3	25.5	214	234
77.9	3	25.6	216	237
77.7	3	25.6	217	236
78.6	3	25.9	219	239
79.3	3	26.1	220	241
79.2	3	26.1	222	240
78.6	3	25.9	223	239
79.7	3	26.2	224	242
79.8	3	26.3	225	242
79.7	3	26.3	227	242
80.4	3	26.5	228	244
79.8	3	26.3	229	242
80.2	3	26.4	230	243
80.8	3	26.6	231	246
80.8	3	26.6	232	246
80.9	3	26.6	233	246

10

20

30

40

50

【表 2 - 3】

ゾーン1 試験1	ゾーン1 試験1	ゾーン1 試験1	ゾーン1 試験1	ゾーン1 試験1
印加された電圧 (VAC)	電流 (A)	抵抗 (オーム)	温度 (°C)	実際のワット数 (W)
84.6	3.2	26.5	234	270
85.4	3.2	26.7	235	273
85.2	3.2	26.6	237	273
86.4	3.2	26.7	238	277
86	3.2	26.9	240	275
86.6	3.2	27.1	242	277
86.3	3.2	27	243	276
89.3	3.3	27.3	245	293
89.7	3.3	27.4	246	293
89.9	3.3	27.5	248	294
89.9	3.3	27.4	250	295
90.2	3.3	27.5	252	296
90	3.3	27.5	253	294
90.9	3.3	27.8	255	298
91	3.3	27.8	257	298
91.8	3.3	28	258	300
91	3.3	27.8	260	298
92.3	3.3	28.2	261	303
91.9	3.3	28.1	263	301
91.9	3.3	28.1	264	302
92.1	3.3	28.1	265	301
92.6	3.3	28.3	267	304
93.3	3.3	28.5	268	305
93.4	3.3	28.5	269	306
96.2	3.4	28.3	270	326
96.8	3.4	28.6	272	327
97.4	3.4	28.8	273	330
97.2	3.4	28.7	275	330
99.7	3.5	28.8	277	345
99.9	3.5	28.9	278	346
100.5	3.5	29	280	348
100.3	3.5	29.2	282	347
101.3	3.5	29.2	284	350
102.1	3.5	29.5	286	354
102.4	3.5	29.6	287	354
102.2	3.5	29.5	289	354
102.5	3.5	29.6	291	355
103	3.5	29.7	292	356
103.2	3.5	29.8	294	357
103.7	3.5	29.9	295	359

10

20

30

40

50

【表 2 - 4】

ゾーン1 試験1	ゾーン1 試験1	ゾーン1 試験1	ゾーン1 試験1	ゾーン1 試験1
印加された電圧 (VAC)	電流 (A)	抵抗 (オーム)	温度 (°C)	実際のワット数 (W)
103.8	3.5	30	297	359
103.8	3.5	30	298	359
103.9	3.5	30	299	360
104.5	3.5	30.1	301	361
103.9	3.5	30.3	302	359
104.4	3.5	30.1	303	362
104.7	3.5	30.2	304	362
105.4	3.5	30.4	305	365
105.8	3.5	30.5	306	367
105.1	3.5	30.3	307	364
105.1	3.5	30.4	308	364
105.7	3.5	30.5	309	367
107.8	3.5	30.5	310	382

10

【表 3 - 1】

表3 二重ゾーンBeO円盤加熱器のための加熱試験(ゾーン2、試験1)

ゾーン2 試験1	ゾーン2 試験1	ゾーン2 試験1	ゾーン2 試験1	ゾーン2 試験1
印加された電圧 (VAC)	電流 (A)	抵抗 (オーム)	温度 (°C)	実際のワット数 (W)
20.9	3.5	5.9	60	74
20.7	3.5	5.8	62	73
21.7	3.6	6.1	65	77
21.1	3.5	5.9	67	75
21.2	3.5	6	69	75
21.4	3.5	6	71	76
21.8	3.5	6.2	73	77
24.4	4	6.1	76	97
24.9	4	6.3	78	99
25.1	4	6.3	80	100
25.1	4	6.3	83	100
25.2	4	6.3	85	100
25.6	4	6.4	88	102
25	4	6.5	91	100
26.1	4	6.5	93	104
26.3	4	6.6	96	105
28	4.4	6.4	98	122
28.1	4.4	6.4	101	123
29.1	4.3	6.7	104	127

30

40

50

【表 3 - 2】

ゾーン2 試験1	ゾーン2 試験1	ゾーン2 試験1	ゾーン2 試験1	ゾーン2 試験1
印加された電圧 (VAC)	電流 (A)	抵抗 (オーム )	温度 (°C)	実際のワット数 (W)
29.3	4.4	6.7	107	128
29.5	4.3	6.8	110	128
30.1	4.4	6.9	113	132
29.6	4.4	6.8	116	129
29.9	4.4	6.8	118	131
30.4	4.3	7	121	132
30.2	4.4	6.9	124	132
30.8	4.4	7	127	135
31.3	4.4	7.2	129	136
30.9	4.4	7.1	132	135
31	4.4	7.1	134	136
32.9	4.6	7.2	137	151
33.3	4.6	7.3	140	153
33.5	4.6	7.3	142	153
35.3	4.9	7.2	145	173
35.6	4.9	7.3	148	173
35.9	4.9	7.4	151	175
35.7	4.9	7.3	154	173
36.1	4.9	7.4	157	175
37.2	4.9	7.6	161	181
36.7	4.9	7.6	164	179
37.5	4.9	7.7	166	182
37.2	4.8	7.7	169	180
37.7	4.9	7.7	172	183
38.4	4.8	7.9	175	186
37.6	4.8	7.9	178	182
38.4	4.9	7.9	180	187
38.1	4.8	7.8	183	185
38.4	4.8	7.9	185	186
38.7	4.9	8	187	188
39.2	4.8	8.1	190	190
39.2	4.9	8.1	192	191
39.5	4.8	8.1	194	191
39.6	4.8	8.2	196	192
39.2	4.8	8.1	198	190
39.9	4.9	8.2	200	194
40.1	4.8	8.2	202	194
39.6	4.8	8.2	204	192
40.9	4.9	8.4	206	200
40.7	4.9	8.4	208	198

10

20

30

40

50

【表 3 - 3】

ゾーン2 試験1	ゾーン2 試験1	ゾーン2 試験1	ゾーン2 試験1	ゾーン2 試験1
印加された電圧 (VAC)	電流 (A)	抵抗 (オーム)	温度 (°C)	実際のワット数 (W)
40.7	4.9	8.4	210	198
40.3	4.8	8.5	211	195
40.6	4.9	8.3	213	198
41.6	4.9	8.6	214	202
41.3	4.9	8.5	216	201
41.7	4.9	8.6	217	203
41.2	4.9	8.5	219	200
41.4	4.9	8.5	220	202
41.4	4.8	8.5	222	201
41.9	4.9	8.6	223	203
41.6	4.9	8.6	224	202
42	4.8	8.6	225	204
42.3	4.9	8.7	227	205
41.8	4.8	8.6	228	203
42.7	4.9	8.8	229	208
42.3	4.9	8.7	230	206
42.5	4.9	8.7	231	207
42.2	4.9	8.7	232	205
42.5	4.9	8.7	233	207
44.3	5.1	8.7	234	226
44.9	5.1	8.8	235	229
45.1	5.1	8.8	237	231
45.6	5.1	8.9	238	234
45.9	5.1	9	240	234
45.2	5.1	8.8	242	231
46.1	5.1	9	243	236
47.3	5.3	9	245	249
47.5	5.2	9.1	246	249
47	5.2	9	248	246
47.2	5.2	9	250	248
47.3	5.2	9	252	248
47.7	5.2	9.1	253	250
47.8	5.2	9.1	255	250
47.4	5.2	9	257	249
48.7	5.2	9.3	258	255
48.3	5.2	9.2	260	253
47.9	5.2	9.2	261	251
48.4	5.2	9.3	263	254
48.6	5.2	9.2	264	255
48.1	5.2	9.2	265	252

10

20

30

40

50

【表 3 - 4】

ゾーン2 試験1	ゾーン2 試験1	ゾーン2 試験1	ゾーン2 試験1	ゾーン2 試験1
印加された電圧 (VAC)	電流 (A)	抵抗 (オーム )	温度 (°C)	実際のワット数 (W)
49.5	5.3	9.4	267	260
49.5	5.2	9.4	268	259
48.7	5.2	9.3	269	255
50.9	5.4	9.4	270	276
50.6	5.4	9.3	272	275
51.1	5.4	9.4	273	277
51.6	5.4	9.5	275	280
52.9	5.5	9.5	277	293
52.7	5.5	9.5	278	292
53	5.6	9.5	280	294
52.7	5.5	9.7	282	292
53.5	5.5	9.7	284	296
54	5.5	9.7	286	299
53.8	5.5	9.7	287	298
53.5	5.5	9.7	289	297
54.7	5.5	9.8	291	303
54	5.6	9.7	292	300
54	5.5	9.7	294	299
54.1	5.5	9.8	295	300
54.9	5.5	9.9	297	304
54.9	5.5	9.9	298	304
54.8	5.5	9.8	299	304
54.8	5.5	9.9	301	303
55.2	5.5	10	302	306
55.5	5.5	10	303	308
55.4	5.6	10	304	307
55	5.6	9.9	305	305
55.2	5.5	10	306	306
55.3	5.5	9.9	307	306
55.3	5.5	10	308	306
55.2	5.5	10	309	306
56.5	5.7	10	310	320

10

20

30

40

50

【表 4 - 1】

表4 二重ゾーンBeO円盤加熱器のための加熱試験(ゾーン1、試験2)

ゾーン1 試験2	ゾーン1 試験2	ゾーン1 試験2	ゾーン1 試験2	ゾーン1 試験2
印加された電圧 (VAC)	電流 (A)	抵抗 (オーム)	温度 (°C)	実際のワット数 (W)
12.5	0.6	20.9	70	7
12.5	0.6	21.2	72	7
14.4	0.7	21.1	73	10
20.8	1	19.8	74	22
20.1	1	20	75	21
20.8	1	19.8	76	22
20.4	1	19.5	77	21
28.6	1.5	18.6	78	44
28.9	1.5	18.8	79	45
29.2	1.5	18.9	80	45
29.1	1.5	19	81	45
29.4	1.5	19.1	83	45
29.5	1.5	19.1	84	45
37.1	2	18.9	85	73
37	2	18.8	87	73
37.6	2	19.1	89	74
38.1	2	19.4	91	75
41.4	2.2	19.1	93	90
42.3	2.2	19.1	96	94
42.4	2.2	19.1	98	94
42.9	2.2	19.4	101	95
43.6	2.2	19.7	104	96
51.7	2.6	19.6	106	136
52	2.6	19.8	110	137
52.6	2.6	20	114	139
53.9	2.6	20.5	118	142
54.2	2.6	20.6	122	143
54.7	2.6	20.8	126	144
55.5	2.6	21.1	129	147
55.8	2.6	21.2	133	147
56.3	2.6	21.4	137	148
57.7	2.6	22	141	152
57.9	2.6	21.9	145	153
58	2.6	22	149	153
58.6	2.6	22.3	152	155
59.2	2.6	22.4	156	156
59.4	2.6	22.6	160	156
60	2.6	22.8	163	158

10

20

30

40

50

【表 4 - 2】

印加された電圧 (VAC)	電流 (A)	抵抗 (オーム)	温度 (°C)	実際のワット数 (W)
61.5	2.6	23.3	167	162
61.2	2.6	23.3	170	161
62.3	2.6	23.6	173	164
62.6	2.6	23.7	177	165
63.1	2.6	24	180	166
63.2	2.6	24	183	166
64.1	2.6	24.4	186	169
64	2.6	24.3	190	168
64.6	2.6	24.5	193	170
65.9	2.6	25	196	174
65.8	2.6	25	199	174
66	2.6	25.1	202	174
66.3	2.6	25.2	205	174
67.2	2.6	25.6	208	177
67.1	2.6	25.5	211	177
68.2	2.6	25.9	213	179
68.1	2.6	25.9	216	179
68.4	2.6	26	219	180
68.9	2.6	26.2	221	181
72.2	2.7	26.5	224	196
71.8	2.7	26.4	227	196
72.6	2.7	26.6	230	198
73.4	2.7	26.9	233	200
73.7	2.7	27	235	201
74	2.7	27.1	238	202
74.4	2.7	27.2	241	202
74.3	2.7	27.3	244	203
75.4	2.7	27.6	247	205
76	2.7	27.9	249	207
76.2	2.7	28	252	208
76.5	2.7	28.1	255	209
76	2.7	27.9	257	207
77.2	2.7	28.3	260	211
77.7	2.7	28.4	262	212
77.6	2.7	28.4	265	212
77.6	2.7	28.8	267	211
82.2	2.9	28.7	270	235
82.6	2.9	28.8	272	236
83.2	2.9	29	275	238
84.3	2.9	29.4	278	241

10

20

30

40

50

【表 4 - 3】

印加された電圧 (VAC)	電流 (A)	抵抗 (オーム)	温度 (°C)	実際のワット数 (W)
83.8	2.9	29.3	280	240
84.4	2.9	29.5	283	241
84.6	2.9	29.6	286	242
85.5	2.9	29.8	289	245
85.9	2.9	30	292	247
86.5	2.9	30.2	294	248
86.3	2.9	30.1	297	248
87.6	2.9	30.5	299	251
87.6	2.9	30.6	302	251
88.4	2.9	30.8	305	253
88.6	2.9	30.9	307	253
88.2	2.9	30.8	309	252
90.6	2.9	31.1	312	263
91.1	2.9	31.4	314	265
90.6	2.9	31.2	317	263
91.8	2.9	31.6	319	266
91.8	2.9	31.6	321	267
92.5	2.9	31.9	324	268
93.1	2.9	32	326	271
92.8	2.9	32	328	269
95.7	3	32	331	286
96.2	3	32.1	333	288
97.2	3	32.4	336	291
97.8	3	32.7	338	293
98.3	3	32.8	341	295
98.5	3	32.9	344	294
99.1	3	33.1	346	296
99	3	33	348	297
99.8	3	33.4	351	298
99.6	3	33.3	353	299
100.4	3	33.5	356	301
101.1	3	33.8	358	303
101.1	3	33.8	360	303
102	3	34.1	362	305
101.3	3	33.8	365	303
101.6	3	34	367	304
102.8	3	34.4	369	307
106	3.1	34.5	371	326
105.7	3.1	34.4	373	324
106.3	3.1	34.5	376	326

10

20

30

40

50

【表 4 - 4】

ゾーン1 試験2	ゾーン1 試験2	ゾーン1 試験2	ゾーン1 試験2	ゾーン1 試験2
印加された電圧 (VAC)	電流 (A)	抵抗 (オーム)	温度 (°C)	実際のワット数 (W)
106.3	3.1	34.6	378	327
107.8	3.1	35	381	331
107.3	3.1	34.9	383	329
108	3.1	35	385	333
108.5	3.1	35.3	388	333
108.8	3.1	35.4	390	335
108.4	3.1	35.3	392	333
110	3.1	35.7	394	339
109.3	3.1	35.9	396	337
110.5	3.1	35.8	399	339
98.7	3.1	32.1	349	303
99.8	3.1	32.4	346	308
100.3	3.1	32.5	347	309
101.4	3.1	32.9	349	312
101.9	3.1	33.1	352	313
102.5	3.1	33.2	355	316
102.5	3.1	33.3	358	315
103.5	3.1	33.6	361	318
110.4	3.3	33.7	364	361
111.6	3.3	34	368	365
112.1	3.3	34.3	372	367
112.6	3.3	34.4	376	368
114	3.3	34.9	380	373
114.6	3.3	35	384	376
115.4	3.3	35.2	388	379
115.7	3.3	35.3	391	380
116.2	3.3	35.5	395	381
117.4	3.3	35.9	399	384
117.9	3.3	36	402	387
118.6	3.3	36.2	406	389
119.4	3.3	36.5	409	392
119.5	3.3	36.5	413	392
120.5	3.3	36.8	416	394

10

20

30

40

50

【表 5 - 1】

表5 二重ゾーンBeO円盤加熱器のための加熱試験(ゾーン2、試験2)

ゾーン2 試験2	ゾーン2 試験2	ゾーン2 試験2	ゾーン2 試験2	ゾーン2 試験2
印加された電圧 (VAC)	電流 (A)	抵抗 (オーム)	温度 (°C)	実際のワット数 (W)
7.1	0.9	7.4	70	7
6.9	1	7.1	72	7
8	1.1	6.9	73	9
10.9	1.7	6.6	74	18
11	1.7	6.5	75	19
11.4	1.7	6.7	76	19
10.8	1.7	6.4	77	18
15.7	2.5	6.4	78	39
15.9	2.5	6.4	79	39
15.9	2.5	6.4	80	39
15.7	2.5	6.4	81	38
15.8	2.5	6.4	83	39
15.7	2.5	6.3	84	39
19.6	3.2	6.5	85	62
20.2	3.2	6.4	87	64
20.5	3.2	6.5	89	65
19.9	3.2	6.3	91	63
22.6	3.5	6.5	93	78
23.3	3.6	6.6	96	83
23.2	3.6	6.5	98	83
23.5	3.6	6.6	101	84
23.1	3.5	6.5	104	81
27.4	4.2	6.5	106	115
28.5	4.2	6.7	110	121
28	4.2	6.6	114	118
28.9	4.2	6.8	118	122
29.1	4.2	6.9	122	123
29.3	4.2	7	126	124
29.9	4.2	7.1	129	126
30	4.2	7.1	133	126
30.4	4.2	7.2	137	128
30.3	4.2	7.2	141	127
31.1	4.2	7.4	145	131
31.2	4.2	7.4	149	131
31.6	4.2	7.5	152	133
31.9	4.2	7.5	156	135
31.9	4.2	7.5	160	135
32.2	4.2	7.6	163	135

10

20

30

40

50

【表 5 - 2】

ゾーン2 試験2	ゾーン2 試験2	ゾーン2 試験2	ゾーン2 試験2	ゾーン2 試験2
印加された電圧 (VAC)	電流 (A)	抵抗 (オーム)	温度 (°C)	実際のワット数 (W)
32.2	4.2	7.6	167	136
32.9	4.2	7.8	170	138
32.6	4.2	7.7	173	137
32.8	4.2	8	177	138
33	4.2	7.9	180	139
33.8	4.2	8	183	143
33.6	4.2	8	186	142
34.3	4.2	8.1	190	145
34.7	4.2	8.2	193	146
34.7	4.2	8.2	196	147
34.5	4.2	8.2	199	146
35.5	4.2	8.4	202	149
35.6	4.2	8.5	205	150
35.2	4.2	8.4	208	148
36.1	4.2	8.5	211	152
35.8	4.2	8.5	213	151
36.6	4.2	8.7	216	154
36.6	4.2	8.7	219	154
36.9	4.2	8.8	221	155
37.7	4.4	8.6	224	165
38.2	4.4	8.7	227	167
38.7	4.4	8.9	230	169
38.4	4.4	8.8	233	168
38.5	4.4	8.8	235	168
39.5	4.4	9.1	238	172
39.7	4.4	9.1	241	173
39.7	4.4	9.1	244	173
39.7	4.4	9.1	247	173
40	4.4	9.1	249	175
40.2	4.4	9.2	252	175
40.2	4.4	9.2	255	176
40.8	4.4	9.4	257	178
40.7	4.4	9.3	260	178
41.1	4.4	9.4	262	180
41.8	4.4	9.6	265	183
41	4.4	9.6	267	179
43.1	4.6	9.4	270	197
44.2	4.6	9.6	272	203
43.7	4.6	9.5	275	200
44.5	4.6	9.7	278	204

10

20

30

40

50

【表 5 - 3】

ゾーン2 試験2	ゾーン2 試験2	ゾーン2 試験2	ゾーン2 試験2	ゾーン2 試験2
印加された電圧 (VAC)	電流 (A)	抵抗 (オーム)	温度 (°C)	実際のワット数 (W)
44	4.6	9.6	280	202
44.2	4.6	9.6	283	203
45.4	4.6	9.9	286	208
44.9	4.6	9.8	289	206
45.3	4.6	9.9	292	208
45.6	4.6	9.9	294	209
45.8	4.6	10.1	297	210
46.3	4.6	10	299	212
46.1	4.6	10.1	302	211
46.6	4.6	10.2	305	213
46.9	4.6	10.2	307	215
46.5	4.6	10.1	309	213
47.4	4.7	10.2	312	220
47.9	4.7	10.2	314	223
48	4.7	10.3	317	224
48.1	4.6	10.3	319	223
48.8	4.7	10.5	321	228
49	4.7	10.5	324	228
48.6	4.7	10.4	326	227
49.3	4.7	10.6	328	229
50.7	4.8	10.6	331	242
50.9	4.8	10.6	333	244
50.9	4.8	10.6	336	243
51	4.8	10.7	338	245
51	4.8	10.6	341	244
51	4.8	10.7	344	244
52.2	4.8	10.9	346	250
52.2	4.8	10.9	348	251
51.9	4.8	10.9	351	249
52.8	4.8	11	353	254
52.4	4.8	10.9	356	251
52.2	4.8	10.9	358	251
52.3	4.8	10.9	360	250
52.7	4.8	11	362	253
53.7	4.8	11.2	365	257
53.2	4.8	11.3	367	255
53.6	4.8	11.2	369	257
54.5	4.9	11.1	371	269
55.8	4.9	11.3	373	275
56.3	4.9	11.4	376	277

10

20

30

40

50

【表 5 - 4】

ゾーン2 試験2	ゾーン2 試験2	ゾーン2 試験2	ゾーン2 試験2	ゾーン2 試験2
印加された電圧 (VAC)	電流 (A)	抵抗 (オーム)	温度 (°C)	実際のワット数 (W)
56.3	4.9	11.4	378	277
56.4	4.9	11.5	381	277
57	4.9	11.6	383	281
56.4	4.9	11.4	385	278
56.9	4.9	11.6	388	280
57.2	4.9	11.6	390	281
57.8	4.9	11.8	392	284
58.1	4.9	11.8	394	286
58.4	4.9	11.8	396	287
58.3	4.9	11.8	399	287
52.4	4.9	10.6	349	258
52.3	4.9	10.8	346	257
52.7	4.9	10.7	347	259
53.5	4.9	10.8	349	263
54.2	4.9	11	352	267
54.4	4.9	11	355	268
54.9	4.9	11.1	358	271
54.7	4.9	11.1	361	269
58.4	5.2	11.2	364	305
58.8	5.2	11.2	368	308
59.5	5.2	11.3	372	312
59.8	5.2	11.4	376	313
60.1	5.2	11.4	380	315
59.8	5.2	11.4	384	314
60.5	5.3	11.5	388	318
60.8	5.2	11.6	391	319
61.2	5.2	11.7	395	321
61.4	5.2	11.7	399	321
61.9	5.2	11.8	402	324
62.7	5.2	11.9	406	328
62.5	5.2	11.9	409	328
63.5	5.2	12.1	413	333
63.2	5.2	12.1	416	330

## 【 0 0 6 7 】

図 1 0 - 1 4 では、実際のワット数 (W)、抵抗 (オーム、 )、および温度 ( ) が、約 7 V ~ 1 2 1 V の印加された電圧に関して上記の表 2 ~ 表 5 からプロットされた。図 1 0 に見られるように、約 4 0 V A C ~ 1 0 8 V A C のゾーン 1、試験 1 のための入力電圧は、約 6 0 ~ 3 1 0 の最大温度および約 8 7 W ~ 3 8 2 W の最大電力出力をもたらした。図 1 1 では、約 2 1 V A C ~ 5 7 V A C のゾーン 2、試験 1 のための入力電圧は、約 6 0 ~ 3 1 0 の最大温度および約 7 4 W ~ 3 2 0 W の最大電力出力をもたらした。図 1 2 では、約 1 3 V ~ 1 2 1 V のゾーン 1、試験 2 のための入力電圧は、約 7 0 ~ 4 1 6 の最大温度および約 7 W ~ 3 9 4 W の最大電力をもたらした。図 1 3 では、約 7 V ~ 6 3 V のゾーン 2、試験 2 のための入力電圧は、約 7 0 ~ 4 1 6 の最大温度および約 7 W ~ 3 3 0 W の最大電力をもたらした。図 1 4 では、抵抗 (オーム、 ) および温度 ( ) の係数が、ゾーン 1 からの印加された電圧 (図 1 0、1 2) に関してプロットされた。抵抗は、約 1 8 ~ 3 7 であった。

## 【 0 0 6 8 】

10

20

30

40

50

## (実施例5)

2つの加熱要素タイプが、図6に図示される実施形態に従って構築された。第1の加熱要素は、加熱要素材料としてモリブデン(Mo)箔を使用し、第2の加熱要素は、加熱要素材料としてKOVARを使用した。モリブデン(Mo)加熱要素の3つのサンプルが調製され、BeOセラミック本体への箔接着が、ボンド剪断単位で測定された。KOVAR加熱要素の6つのサンプルが調製され、BeOセラミック本体への箔接着が、ボンド剪断単位で測定された。BeO基板と接触する箔の表面積は、モリブデン(Mo)およびKOVARタイプ加熱要素サンプルの両方に関して、各側面上で約 $0.17\text{ in}^2$ であった。較正されたロードセルが、室温で $200\text{ kpsi/min}$ の負荷率において圧縮力を測定するために使用された。サンプルは、剪断力をシミュレートするように、第1の板の底縁および第2の板の上縁上に装填された。異なるモリブデン(Mo)およびKOVAR加熱要素の箔接着結果は、以下の表6に示される。

## 【表6】

表6 BeOセラミック本体上の箔接着

	KOVAR 箔	モリブデン(Mo)箔
サンプル No.	接着(ボンド剪断)	接着(ボンド剪断)
1	917	225
2	981	317
3	1088	226
4	1088	-
5	1088	-
6	946	-

## 【0069】

図15では、サンプル毎の最大達成接着がプロットされた。モリブデン(Mo)加熱要素のサンプル2は、約300ボンド剪断の最大接着を達成した。KOVAR加熱要素のサンプル3-5は全て、ロードセルが測定を停止する上限である、約1,088ボンド剪断を上回る最大接着を達成した。

## 【0070】

本開示は、例示の実施形態を参照して説明されている。明白なこととして、修正および改変が、上述した詳細な説明を熟読および理解することに応じて、他者に想起される。本開示は、添付の特許請求の範囲またはそれらの均等物の範囲内である限りにおいて、全てのそのような修正および改変を含むものとして解釈されることが意図される。

本発明の具体的態様は以下のとおりである。

## [態様1]

第1の表面および第2の表面を有する、酸化ベリリウム(BeO)セラミック本体と、耐熱金属化層から形成され、前記酸化ベリリウムセラミック本体の前記第1の表面または前記第2の表面のいずれかに接合される、第1の加熱要素とを備える、一体抵抗加熱器。

## [態様2]

前記耐熱金属化層は、モリブデンまたはタングステンを含む、態様1に記載の一体抵抗加熱器。

## [態様3]

前記耐熱金属化層は、 $\text{MoSi}_2$ またはモリ-マンガンを含む、態様2に記載の一体抵抗加熱器。

## [態様4]

酸化ベリリウムセラミック天板と、酸化ベリリウムセラミック基礎板とをさらに備え、前記酸化ベリリウムセラミック本体は、前記天板と前記基礎板との間に配置される、態様 1 に記載の一体抵抗加熱器。

[態様 5]

前記 B e O セラミック本体の前記第 1 の加熱要素に接続される加熱器端子をさらに備える、態様 1 に記載の一体抵抗加熱器。

[態様 6]

前記第 1 の加熱要素を制御するための前記加熱器端子に接続される電源をさらに備える、態様 5 に記載の一体抵抗加熱器。

[態様 7]

前記第 1 の加熱要素は、スクリーン印刷、ロールコーティング、またはエアブラシ法を使用して印刷される、態様 1 に記載の一体抵抗加熱器。

[態様 8]

前記第 1 の加熱要素は、前記 B e O セラミック本体の前記第 1 の表面に接合され、第 2 の加熱要素は、前記 B e O セラミック本体の前記第 2 の表面に接合される、態様 1 に記載の一体抵抗加熱器。

[態様 9]

前記 B e O セラミック本体は、正方形の板、長方形の板、プラテンもしくは円盤、または管、または、中実ロッドもしくはバーの形状である、態様 1 に記載の一体抵抗加熱器。

[態様 10]

前記第 1 の加熱要素は、螺旋、一連の実質的に同心の円、またはジグザグの形状でパターン化される、態様 1 に記載の一体抵抗加熱器。

[態様 11]

前記 B e O セラミック本体は、管の形態であり、第 1 の端子は、前記管の第 1 の端部上に存在し、第 2 の端子は、前記管の第 2 の端部上に存在し、前記加熱要素は、前記第 1 の端子に接続される第 1 の端部を有し、かつ前記第 2 の端子に接続される第 2 の端部を有し、前記第 1 の表面は、前記管の外部表面である、態様 1 に記載の一体抵抗加熱器。

[態様 12]

酸化ベリリウムセラミック本体の第 1 の表面または第 2 の表面上に耐熱金属化塗料を塗布することにより、第 1 の加熱要素を形成することを含む、一体抵抗加熱器を形成する方法。

[態様 13]

前記印刷は、前記加熱要素をスクリーン印刷、ロールコーティング、またはエアブラッシングすることによって行われる、態様 12 に記載の方法。

[態様 14]

前記第 1 の加熱要素は、螺旋、一連の実質的に同心の円、またはジグザグの形状を有するパターンで形成される、態様 12 に記載の方法。

[態様 15]

前記金属化塗料は、モリブデンまたはタングステンを含む、態様 12 に記載の一体抵抗加熱器。

[態様 16]

前記金属化塗料は、 $M o S i_2$  またはモリ - マンガンを含む、態様 15 に記載の一体抵抗加熱器。

[態様 17]

金属箔または金属化塗料から形成される加熱要素に電流を通過させることを含み、前記加熱要素は、酸化ベリリウムセラミック本体上に位置する、加熱の方法。

[態様 18]

前記セラミック本体は、円盤、正方形、プラテン、もしくは管、または中実ロッドもしくはバーの形状である、態様 17 に記載の方法。

[態様 19]

10

20

30

40

50

前記加熱要素は、ニッケル合金、タングステン、モリブデン、もしくは白金および白金の合金のうちの一つを含む金属箔、または、モリブデンもしくはタングステンを含有する金属化塗料から形成される、態様 17 に記載の方法。

[態様 20]

酸化ベリリウムを備える天板と、  
酸化ベリリウムを備える基礎板と、  
前記天板と前記基礎板との間に位置する加熱要素と  
を備える一体抵抗加熱器。

【図面】

【図 1】

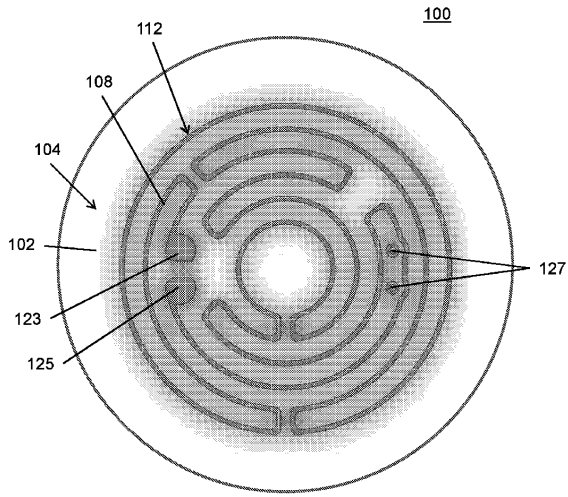


FIG. 1

【図 2】

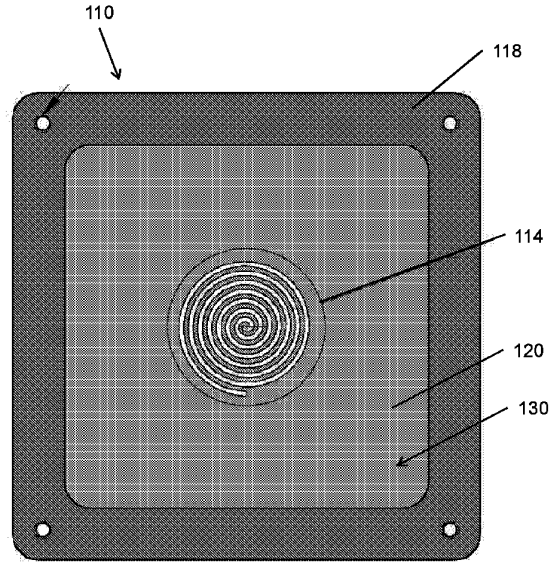


FIG. 2

10

20

30

40

50

【 図 3 A 】

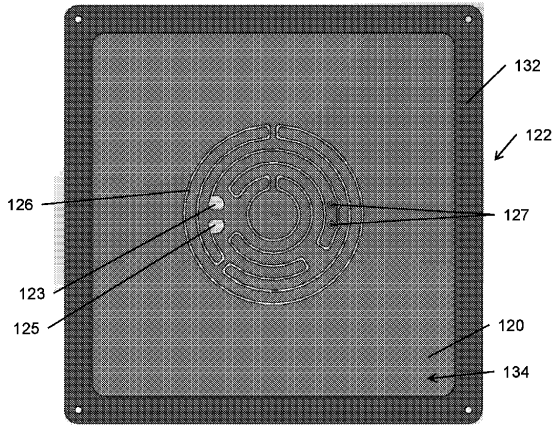


FIG. 3A

【 図 3 B 】

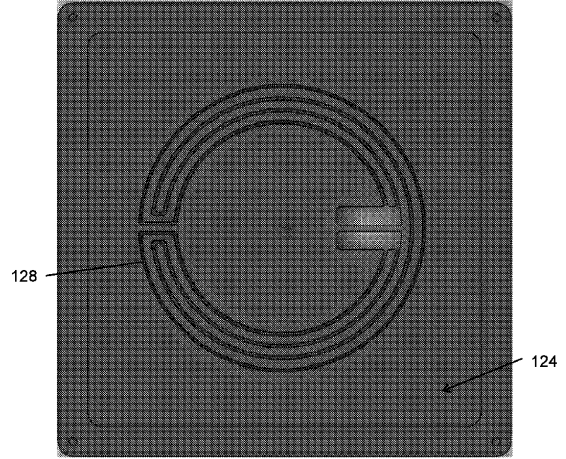


FIG. 3B

10

【 図 4 A 】

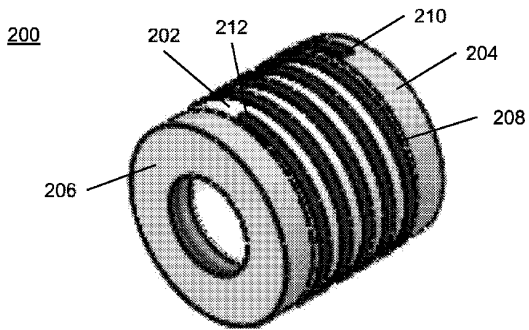


FIG. 4A

【 図 4 B 】

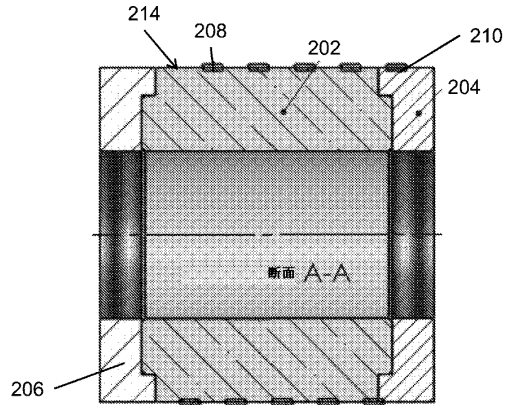


FIG. 4B

20

30

40

50

【 図 4 C 】

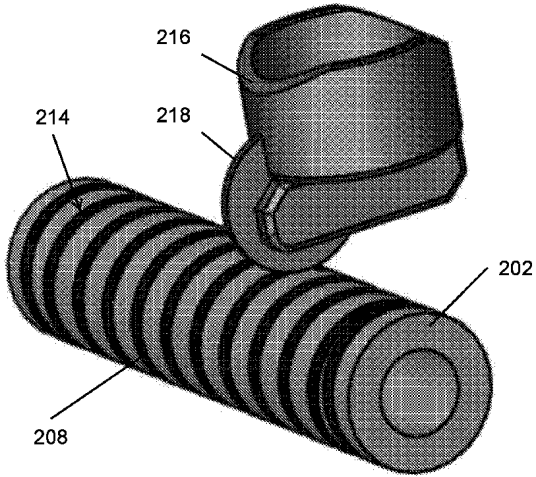


FIG. 4C

【 図 5 】

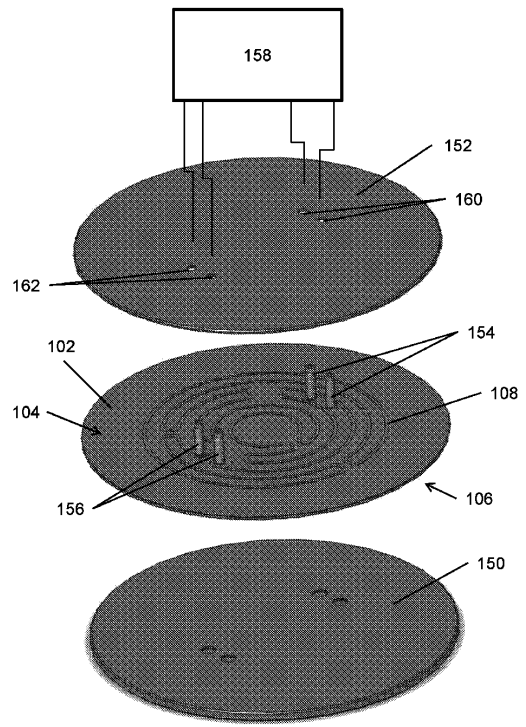


FIG. 5

【 図 6 】

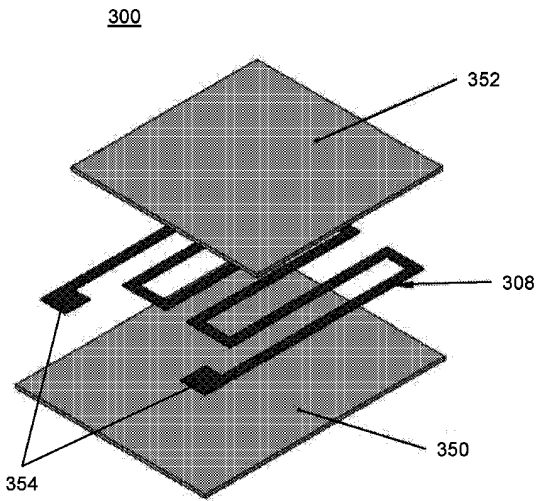


FIG. 6

【 図 7 】

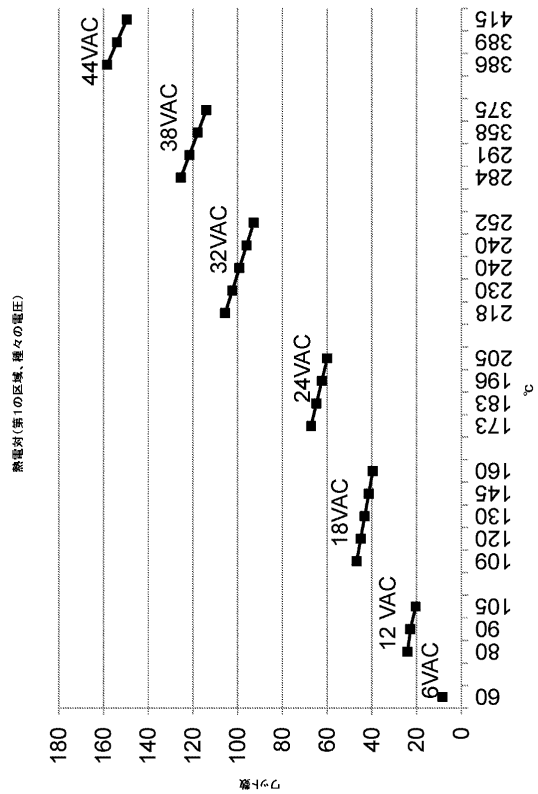


FIG. 7

10

20

30

40

50

【 図 8 】

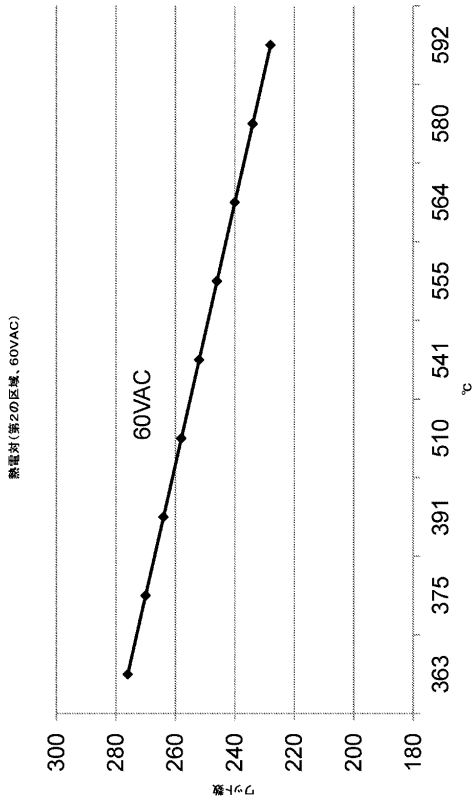


FIG. 8

【 図 9 】

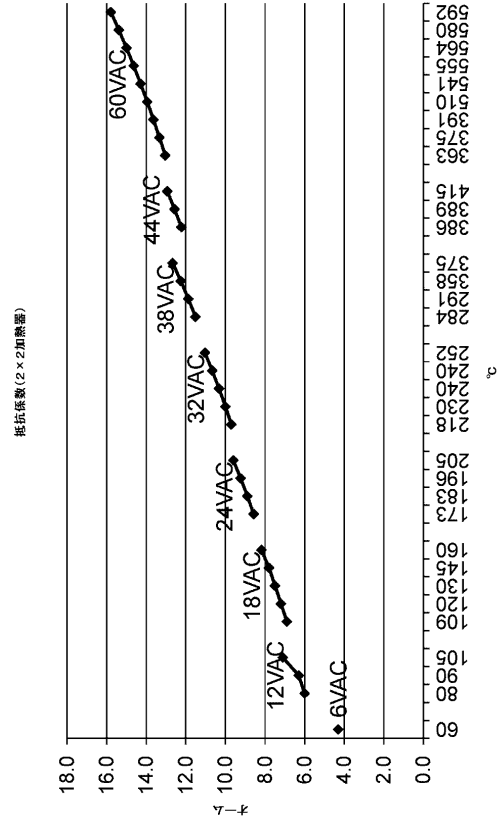


FIG. 9

【 図 10 】

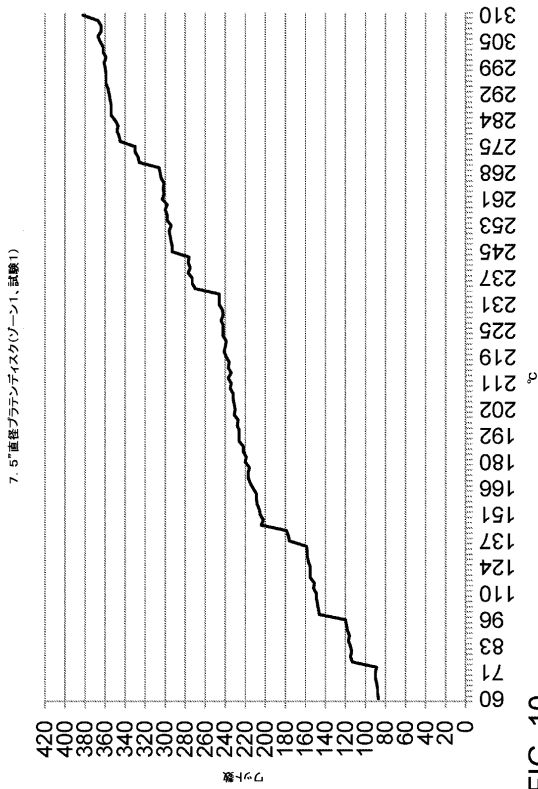


FIG. 10

【 図 11 】

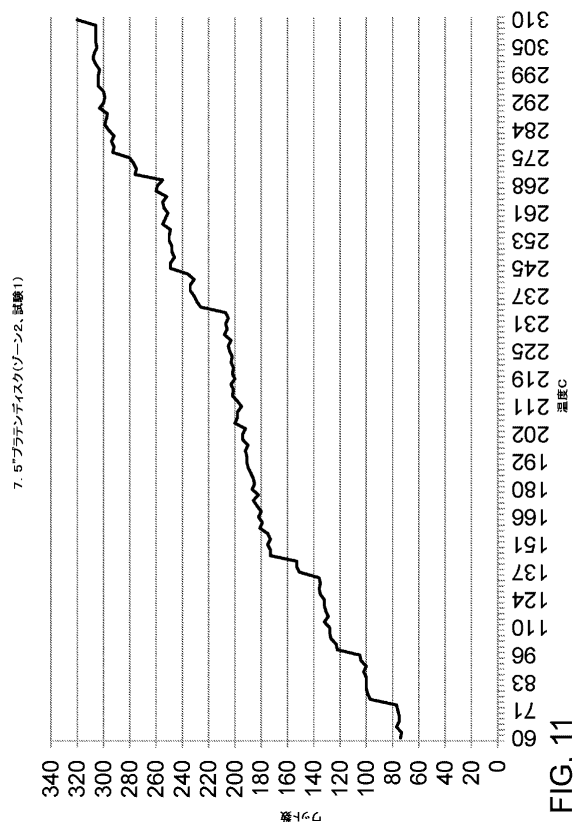


FIG. 11

【図 1 2】

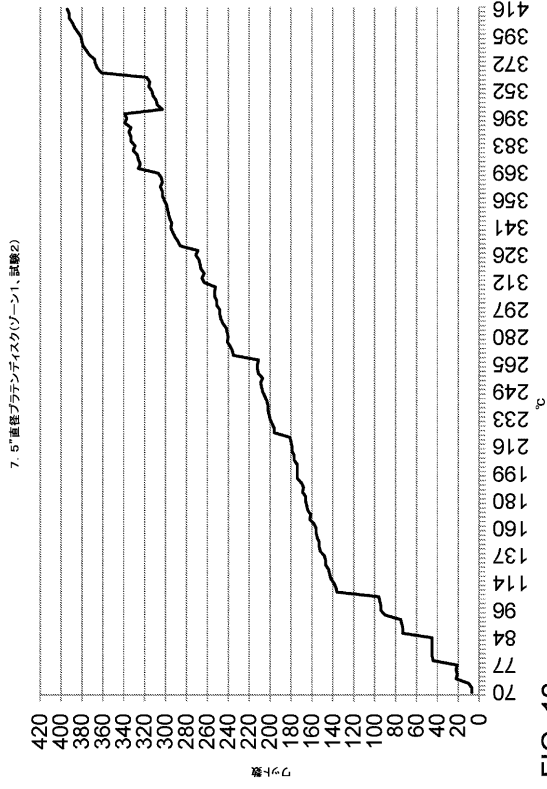


FIG. 12

【図 1 3】

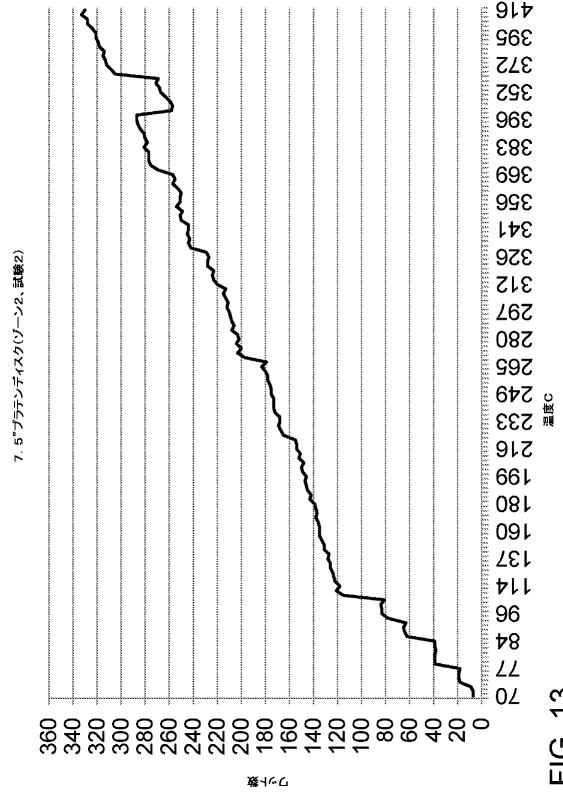


FIG. 13

【図 1 4】

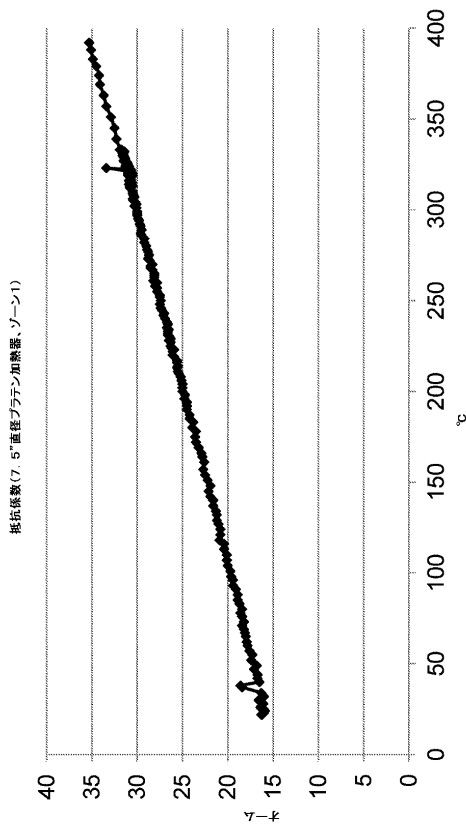


FIG. 14

【図 1 5】



FIG. 15

10

20

30

40

50

## フロントページの続き

- メイフィールド ハイツ, パークランド ブールバード 6070  
(72)発明者 ヘイズ, サミュエル ジェイ.  
アメリカ合衆国 オハイオ 44124, メイフィールド ハイツ, パークランド ブールバード  
6070
- 合議体  
審判長 平城 俊雅  
審判官 西村 泰英  
審判官 白土 博之
- (56)参考文献 特開2001-135464(JP,A)  
特開平11-317282(JP,A)  
特開昭57-210588(JP,A)  
特開2004-273227(JP,A)  
特開昭52-123357(JP,A)  
特開昭59-68190(JP,A)  
特開昭57-43382(JP,A)  
特開平8-243991(JP,A)  
特開2007-88484(JP,A)  
特開2014-132560(JP,A)  
米国特許出願公開第2010/0108661(US,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
H05B 3/00-3/86