

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B1)

(11)特許番号
特許第7642159号
(P7642159)

(45)発行日 令和7年3月7日(2025.3.7)

(24)登録日 令和7年2月27日(2025.2.27)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 L 21/683 (2006.01)

H 0 1 L 21/68 N

H 0 5 B 3/20 (2006.01)

H 0 1 L 21/68 R

H 0 5 B 3/20 3 0 9

請求項の数 14 (全20頁)

(21)出願番号	特願2024-531409(P2024-531409)	(73)特許権者	000004064
(86)(22)出願日	令和5年8月18日(2023.8.18)		日本碍子株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2023/029889		愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
審査請求日	令和6年5月24日(2024.5.24)	(74)代理人	100113365
			弁理士 高村 雅晴
		(74)代理人	100209336
			弁理士 長谷川 悠
		(74)代理人	100218800
			弁理士 河内 亮
		(72)発明者	海野 豊
			愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
			日本碍子株式会社内
		審査官	庄司 一隆

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 マルチゾーンセラミックヒータ

(57)【特許請求の範囲】
【請求項1】

ウェハが載置されるための第一面と、前記第一面と対向する第二面とを有する円板状のセラミックプレートであって、前記セラミックプレートを平面視した場合に、前記セラミックプレートの中心から所定距離以内の円形領域として規定される内側ゾーンと、前記内側ゾーンの外側の円環状領域として規定される外側ゾーンとを含む、セラミックプレートと、

前記セラミックプレートの前記内側ゾーンに、前記第一面と平行に埋設される、内側ゾーンヒータ回路と、

前記セラミックプレートの前記外側ゾーンに、前記内側ゾーンヒータ回路とは異なる深さ位置で前記第一面と平行に埋設される、外側ゾーンヒータ回路と、

前記セラミックプレートの前記内側ゾーンの中央部に設けられ、前記内側ゾーンヒータ回路に給電するための1対の第一給電端子と、

前記セラミックプレートの前記内側ゾーンの中央部に設けられ、前記外側ゾーンヒータ回路に給電するための1対の第二給電端子と、

前記セラミックプレートの前記内側ゾーンに、前記外側ゾーンヒータ回路と同じ深さ位置で前記第一面と平行に埋設される、互いに分離された1対のジャンパであって、前記1対のジャンパの一方が前記第二給電端子の一方と前記外側ゾーンヒータ回路とを第一接続部で電氣的に接続し、かつ、前記1対のジャンパの他方が前記第二給電端子の他方と前記外側ゾーンヒータ回路とを前記第一接続部とは異なる位置の第二接続部で電氣的に接続す

る、1対のジャンパと、
を備え、

前記内側ゾーンヒータ回路、前記外側ゾーンヒータ回路及び前記ジャンパの各々が、印刷パターン、箔、パンチングメタル及びメッシュからなる群から選択される、抵抗発熱体で構成された薄型エレメントであり、

前記ジャンパの厚さが、前記外側ゾーンヒータ回路の厚さの1.2～3.0倍である、マルチゾーンセラミックヒータ。

【請求項2】

前記外側ゾーンが、円弧状に区画された複数の外側サブゾーンで構成されており、円周方向に隣り合う前記外側サブゾーンの間、前記外側ゾーンヒータ回路が横切らない線状の境界領域が、前記外側ゾーンを完全に分断しないように前記セラミックプレートの半径方向に存在しており、

前記外側ゾーンヒータ回路は、前記第一接続部から一方向又は二方向に出発して、各出発方向について一筆書きの要領で、前記複数の外側サブゾーンの各々を概ね全域にわたって通過するように、円周方向への進行及び前記境界領域の手前での折り返しを交互に繰り返しながら蛇行して、前記第二接続部に到達するように設けられる、請求項1に記載のマルチゾーンセラミックヒータ。

【請求項3】

前記セラミックプレートを平面視した場合に、前記第一接続部及び前記第二接続部の各々について、前記接続部に最も近い前記境界領域の円周方向の中心と前記セラミックプレートの中心とを通る直線と、前記接続部の円周方向の中心とセラミックプレートの中心とを通る直線とが成す角度が20°以上となるように、前記境界領域と前記接続部が離間して配置されている、請求項2に記載のマルチゾーンセラミックヒータ。

【請求項4】

前記第一接続部及び前記第二接続部の各々を前記内側ゾーンの外周円を構成する円弧とみなした場合に、前記円弧の各々の中心角が6.0～10.0°の範囲内である、請求項2又は3に記載のマルチゾーンセラミックヒータ。

【請求項5】

前記外側ゾーンヒータ回路が、直列回路を成すように、前記第一接続部から一方向に出発して、一筆書きの要領で前記第二接続部に到達するように設けられる、請求項2又は3に記載のマルチゾーンセラミックヒータ。

【請求項6】

前記外側ゾーンヒータ回路が、並列回路を成すように、前記第一接続部から二方向に出発して、各出発方向について一筆書きの要領で前記第二接続部に到達するように設けられる、請求項2又は3に記載のマルチゾーンセラミックヒータ。

【請求項7】

前記セラミックプレートを平面視した場合、前記1対のジャンパ及び前記1対の第二給電端子が、前記1対の第二給電端子を結ぶ線分の垂直二等分線に関して対称となるように配置されている、請求項1～3のいずれか一項に記載のマルチゾーンセラミックヒータ。

【請求項8】

前記内側ゾーンヒータ回路、前記外側ゾーンヒータ回路及び前記ジャンパの各々が、印刷パターンの形態である、請求項1～3のいずれか一項に記載のマルチゾーンセラミックヒータ。

【請求項9】

前記外側ゾーンヒータ回路の厚さが面内方向で一定であり、かつ、前記ジャンパの厚さが面内方向で一定である、請求項1～3のいずれか一項に記載のマルチゾーンセラミックヒータ。

【請求項10】

前記セラミックプレートの、前記内側ゾーンヒータ回路及び前記ジャンパよりも前記第一面に近い深さ位置に埋設されるRF電極及び／又はESC電極をさらに備えた、請求項

10

20

30

40

50

1～3のいずれか一項に記載のマルチゾーンセラミックヒータ。

【請求項11】

前記セラミックプレートが、窒化アルミニウム又は酸化アルミニウムを含む、請求項1～3のいずれか一項に記載のマルチゾーンセラミックヒータ。

【請求項12】

前記セラミックプレートの前記第二面に同心円状に取り付けられ、かつ、内部空間を備えた円筒状のセラミックシャフトをさらに備えた、請求項1～3のいずれか一項に記載のマルチゾーンセラミックヒータ。

【請求項13】

前記抵抗発熱体が、タングステン、モリブデン、タングステン－モリブデン合金、炭化タングステン、炭化タングステン－窒化チタン複合材料、及び炭化タングステン－酸化アルミニウム複合材料からなる群から選択される少なくとも1種を含む、請求項1～3のいずれか一項に記載のマルチゾーンセラミックヒータ。

10

【請求項14】

前記ジャンパの厚さが、前記外側ゾーンヒータ回路の厚さの1.8～3.0倍である、請求項1～3のいずれか一項に記載のマルチゾーンセラミックヒータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、マルチゾーンセラミックヒータに関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

半導体製造プロセス用の成膜装置において、ウェハの温度を均一に制御するための支持ステージとして、セラミックヒータが用いられている。そのようなセラミックヒータとして、ウェハが載置されるためのセラミックプレートと、このセラミックプレートに取り付けられた円筒状のセラミックシャフトとを備えたものが広く用いられている。また、セラミックヒータとして複数の加熱ゾーンを有するマルチゾーンセラミックヒータも知られている。

【0003】

特許文献1（特開2020-191315号公報）には、略円形の第1の領域に配置される第1のヒータ電極と、その周囲の略環状の第2の領域に配置される第2のヒータ電極とを板状部材内に備えた加熱装置が開示されている。この加熱装置は、複数のヒータ電極の全てに対して電氣的に接続され、かつ、共通給電端子に電氣的に接続された共通ドライバ電極を備えており、この共通ドライバ電極は、共通ドライバ電極における他の部分の厚さよりも厚い肉厚部分を有している。すなわち、共通ドライバ電極の厚さがその面内で部分的に異なることが開示されている。

30

【0004】

特許文献2（特開2015-191837号公報）には、インナーヒータとその外周の OUTER ヒータとを有する積層発熱体が開示されている。この積層発熱体は、セラミック製の本体部と、本体部に内蔵されたヒータと、本体部の厚み方向の一端に取り付けられた端子と、端子からヒータに給電する給電経路とを備えている。給電経路は、本体部内に設けられた複数の導電層及び複数のスルービアの組合せで構成される。複数の導電層のうち、ヒータよりも端子側に位置する導電層Xは、スルービアαとの接続部Pと、スルービアβとの接続部Qとを有し、かつ、接続部Pと接続部Qとを結ぶ経路の少なくとも一部を含む。この導電層Xは、その周囲より膜厚が大きい領域AXを有する。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開2020-191315号公報

【文献】特開2015-191837号公報

50

【発明の概要】

【0006】

セラミックヒータにはウェハが載置される面内における温度差が小さいこと（すなわち均熱性）が求められている。とりわけ、近年のプロセスの微細化及び高集積化に伴い、セラミックヒータにはより一層の均熱性が求められている。かかる観点から、抵抗発熱体が存在する場所とそうでない場所の温度差を最小化することが望まれる。そのためには、セラミックヒータの全領域に限なく抵抗発熱体を配置するのが好ましく、そのための有望な候補として印刷方式の抵抗発熱体が挙げられる。しかし、薄い抵抗発熱体が埋設されたセラミックプレートの中央部にセラミックシャフトが配置されたマルチゾーンセラミックヒータでは、プレート中央部からプレート外周部の抵抗発熱体への電気接続経路（ジャンパ接続）において、電気接続経路自体の発熱に起因して局所的なホットスポットやクールスポットを生じやすい。その影響でマルチゾーンセラミックヒータのプレート部全体の均熱性が悪化する問題があった。

10

【0007】

本発明者らは、今般、内側ゾーンヒータ回路、外側ゾーンヒータ回路及びジャンパを備えたマルチゾーンセラミックヒータにおいて、ジャンパの厚さを外側ゾーンヒータ回路の厚さの1.2～3.0倍の範囲内とすることで、製造時等における破損を抑制しながら、良好な均熱性を実現できることを見出した。

【0008】

したがって、本発明の目的は、製造時等における破損を抑制しながら、良好な均熱性を実現可能なマルチゾーンセラミックヒータを提供することにある。

20

【0009】

本開示によれば、以下の態様が提供される。

〔態様1〕

ウェハが載置されるための第一面と、前記第一面と対向する第二面とを有する円板状のセラミックプレートであって、前記セラミックプレートを平面視した場合に、前記セラミックプレートの中心から所定距離以内の円形領域として規定される内側ゾーンと、前記内側ゾーンの外側の円環状領域として規定される外側ゾーンとを含む、セラミックプレートと、

前記セラミックプレートの前記内側ゾーンに、前記第一面と平行に埋設される、内側ゾーンヒータ回路と、

30

前記セラミックプレートの前記外側ゾーンに、前記内側ゾーンヒータ回路とは異なる深さ位置で前記第一面と平行に埋設される、外側ゾーンヒータ回路と、

前記セラミックプレートの前記内側ゾーンの中央部に設けられ、前記内側ゾーンヒータ回路に給電するための1対の第一給電端子と、

前記セラミックプレートの前記内側ゾーンの中央部に設けられ、前記外側ゾーンヒータ回路に給電するための1対の第二給電端子と、

前記セラミックプレートの前記内側ゾーンに、前記外側ゾーンヒータ回路と同じ深さ位置で前記第一面と平行に埋設される、互いに分離された1対のジャンパであって、前記1対のジャンパの一方が前記第二給電端子の一方と前記外側ゾーンヒータ回路とを第一接続部で電氣的に接続し、かつ、前記1対のジャンパの他方が前記第二給電端子の他方と前記外側ゾーンヒータ回路とを前記第一接続部とは異なる位置の第二接続部で電氣的に接続する、1対のジャンパと、
を備え、

40

前記内側ゾーンヒータ回路、前記外側ゾーンヒータ回路及び前記ジャンパの各々が、印刷パターン、箔、パンチングメタル及びメッシュからなる群から選択される、抵抗発熱体で構成された薄型エレメントであり、

前記ジャンパの厚さが、前記外側ゾーンヒータ回路の厚さの1.2～3.0倍である、マルチゾーンセラミックヒータ。

〔態様2〕

50

前記外側ゾーンが、円弧状に区画された複数の外側サブゾーンで構成されており、円周方向に隣り合う前記外側サブゾーンの間に、前記外側ゾーンヒータ回路が横切らない線状の境界領域が、前記外側ゾーンを完全に分断しないように前記セラミックプレートの半径方向に存在しており、

前記外側ゾーンヒータ回路は、前記第一接続部から一方向又は二方向に出発して、各出発方向について一筆書きの要領で、前記複数の外側サブゾーンの各々を概ね全域にわたって通過するように、円周方向への進行及び前記境界領域の手前での折り返しを交互に繰り返しながら蛇行して、前記第二接続部に到達するように設けられる、態様 1 に記載のマルチゾーンセラミックヒータ。

[態様 3]

前記セラミックプレートを平面視した場合に、前記第一接続部及び前記第二接続部の各々について、前記接続部に最も近い前記境界領域の円周方向の中心と前記セラミックプレートの中心とを通る直線と、前記接続部の円周方向の中心とセラミックプレートの中心とを通る直線とが成す角度が 20° 以上となるように、前記境界領域と前記接続部が離間して配置されている、態様 2 に記載のマルチゾーンセラミックヒータ。

[態様 4]

前記第一接続部及び前記第二接続部の各々を前記内側ゾーンの外周円を構成する円弧とみなした場合に、前記円弧の各々の中心角が $6.0 \sim 10.0^{\circ}$ の範囲内である、態様 1 ～ 3 のいずれか一つに記載のマルチゾーンセラミックヒータ。

[態様 5]

前記外側ゾーンヒータ回路が、直列回路を成すように、前記第一接続部から一方向に出発して、一筆書きの要領で前記第二接続部に到達するように設けられる、態様 1 ～ 4 のいずれか一つに記載のマルチゾーンセラミックヒータ。

[態様 6]

前記外側ゾーンヒータ回路が、並列回路を成すように、前記第一接続部から二方向に出発して、各出発方向について一筆書きの要領で前記第二接続部に到達するように設けられる、態様 1 ～ 4 のいずれか一つに記載のマルチゾーンセラミックヒータ。

[態様 7]

前記セラミックプレートを平面視した場合、前記 1 対のジャンパ及び前記 1 対の第二給電端子が、前記 1 対の第二給電端子を結ぶ線分の垂直二等分線に関して対称となるように配置されている、態様 1 ～ 6 のいずれか一項に記載のマルチゾーンセラミックヒータ。

[態様 8]

前記内側ゾーンヒータ回路、前記外側ゾーンヒータ回路及び前記ジャンパの各々が、印刷パターンの形態である、態様 1 ～ 7 のいずれか一項に記載のマルチゾーンセラミックヒータ。

[態様 9]

前記外側ゾーンヒータ回路の厚さが面内方向で一定であり、かつ、前記ジャンパの厚さが面内方向で一定である、態様 1 ～ 8 のいずれか一項に記載のマルチゾーンセラミックヒータ。

[態様 10]

前記セラミックプレートの、前記内側ゾーンヒータ回路及び前記ジャンパよりも前記第一面に近い深さ位置に埋設される RF 電極及び／又は ESC 電極をさらに備えた、態様 1 ～ 9 のいずれか一項に記載のマルチゾーンセラミックヒータ。

[態様 11]

前記セラミックプレートが、窒化アルミニウム又は酸化アルミニウムを含む、態様 1 ～ 10 のいずれか一項に記載のマルチゾーンセラミックヒータ。

[態様 12]

前記セラミックプレートの前記第二面に同心円状に取り付けられ、かつ、内部空間を備えた円筒状のセラミックシャフトをさらに備えた、態様 1 ～ 11 のいずれか一項に記載のマルチゾーンセラミックヒータ。

10

20

30

40

50

〔態様 13〕

前記抵抗発熱体が、タングステン、モリブデン、タングステン－モリブデン合金、炭化タングステン、炭化タングステン－窒化チタン複合材料、及び炭化タングステン－酸化アルミニウム複合材料からなる群から選択される少なくとも 1 種を含む、態様 1～12 のいずれか一項に記載のマルチゾーンセラミックヒータ。

〔態様 14〕

前記ジャンパの厚さが、前記外側ゾーンヒータ回路の厚さの 1.8～3.0 倍である、態様 1～13 のいずれか一項に記載のマルチゾーンセラミックヒータ。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図 1】本発明によるマルチゾーンセラミックヒータの一例を示す模式上面図である。

【図 2】図 1 に示されるマルチゾーンセラミックヒータを示す模式断面図である。

【図 3】直列回路を概念的に説明するための簡略化されたマルチゾーンセラミックヒータの模式上面図である。

【図 4】並列回路を概念的に説明するための簡略化されたマルチゾーンセラミックヒータの模式上面図である。

【図 5】マルチゾーンセラミックヒータの他の一例を示す模式上面図であり、例 1 に対応する。

【図 6】マルチゾーンセラミックヒータの他の一例を示す模式上面図であり、例 2 及び 10 に対応する。

【図 7】マルチゾーンセラミックヒータの他の一例を示す模式上面図であり、例 3 及び 5 に対応する。

【図 8】マルチゾーンセラミックヒータの他の一例を示す模式上面図であり、例 4、7 及び 8 に対応する。

【図 9】マルチゾーンセラミックヒータの他の一例を示す模式上面図であり、例 6 に対応する。

【図 10】マルチゾーンセラミックヒータの一例を示す模式上面図であり、例 9（比較例）に対応する。

【図 11】図 10 に示されるマルチゾーンセラミックヒータを示す模式断面図であり、例 9（比較例）に対応する。

【発明を実施するための形態】

【0011】

本発明によるマルチゾーンセラミックヒータは、半導体製造装置内においてウェハを支持するためのセラミック製の台である。典型的には、本発明によるセラミックヒータは、半導体成膜装置用のセラミックヒータでありうる。成膜装置の典型的な例としては、CVD（化学気相成長）装置（例えば、熱 CVD 装置、プラズマ CVD 装置、光 CVD 装置、及び MOCVD 装置）並びに PVD（物理気相成長）装置が挙げられる。

【0012】

図 1 及び 2 にマルチゾーンセラミックヒータの一態様を示す。図 1 及び 2 に示されるマルチゾーンセラミックヒータ 10 は、セラミックプレート 12 と、内側ゾーンヒータ回路 14 と、外側ゾーンヒータ回路 16 と、1 対の第一給電端子 18 と、1 対の第二給電端子 20 と、1 対のジャンパ 22 を備える。セラミックプレート 12 は、円板状であり、ウェハ W が載置されるための第一面 12a と、第一面 12a と対向する第二面 12b とを有する。セラミックプレート 12 は、平面視した場合に、セラミックプレート 12 の中心から所定距離以内の円形領域として規定される内側ゾーン Z1 と、内側ゾーン Z1 の外側の円環状領域として規定される外側ゾーン Z2 とを含む。セラミックプレート 12 の内側ゾーン Z1 には内側ゾーンヒータ回路 14 が第一面 12a と平行に埋設される一方、セラミックプレート 12 の外側ゾーン Z2 には外側ゾーンヒータ回路 16 が内側ゾーンヒータ回路 14 とは異なる深さ位置で第一面 12a と平行に埋設される。1 対の第一給電端子 18 は内側ゾーンヒータ回路 14 に給電するための端子であり、セラミックプレート 12 の内側

10

20

30

40

50

ゾーンZ1の中央部に設けられる。1対の第二給電端子20は外側ゾーンヒータ回路16に給電するための端子であり、セラミックプレート12の内側ゾーンZ1の中央部に設けられる。1対のジャンパ22は、互いに分離されており、セラミックプレート12の内側ゾーンZ1に、外側ゾーンヒータ回路16と同じ深さ位置で第一面12aと平行に埋設される。1対のジャンパ22の一方が、第二給電端子20の一方と外側ゾーンヒータ回路16とを第一接続部24で電氣的に接続する一方、1対のジャンパ22の他方が第二給電端子20の他方と外側ゾーンヒータ回路16とを第一接続部24とは異なる位置の第二接続部26で電氣的に接続する。内側ゾーンヒータ回路14、外側ゾーンヒータ回路16及びジャンパ22の各々は、印刷パターン、箔、パンチングメタル及びメッシュからなる群から選択される、抵抗発熱体で構成された薄型エレメントである。そして、ジャンパ22の厚さが、外側ゾーンヒータ回路16の厚さの1.2～3.0倍である。このように、内側ゾーンヒータ回路14、外側ゾーンヒータ回路16及びジャンパ22を備えたマルチゾーンセラミックヒータ10において、ジャンパ22の厚さを外側ゾーンヒータ回路16の厚さの1.2～3.0倍の範囲内とすることで、製造時等における破損を抑制しながら、良好な均熱性を実現することができる。

【0013】

前述のとおり、近年のプロセスの微細化及び高集積化に伴い、セラミックヒータにはより一層の均熱性（例えば面内における最大温度差が1℃以下）が求められている。そのため、セラミックヒータの全領域に限らず抵抗発熱体を配置するのが好ましく、そのための有望な候補として印刷方式の抵抗発熱体が挙げられる。しかし、薄い抵抗発熱体（例えば厚さ100μm以下）が埋設されたセラミックプレートの中央部にセラミックシャフトが配置されたマルチゾーンセラミックヒータでは、プレート中央部からプレート外周部の抵抗発熱体への電気接続経路（ジャンパ接続）において、電気接続経路自体の発熱に起因して局所的なホットスポットやクールスポットを生じやすい。その影響でマルチゾーンセラミックヒータのプレート部全体の均熱性が悪化する問題があった。この点、本発明によれば、ジャンパ22の厚さを外側ゾーンヒータ回路16の厚さの1.2倍以上とすることで、そのような均熱性を改善することができる。これは、ジャンパ22を外側ゾーンヒータ回路16よりも厚くすることで、内側ゾーンヒータ回路14及び外側ゾーンヒータ回路16と同様に抵抗発熱体で構成されるジャンパ22の抵抗が低減され、その結果、ジャンパ22における発熱量を低く抑えることができ、局所的なホットスポットの低減につながるためである。もっとも、ジャンパ22が外側ゾーンヒータ回路16よりも厚すぎるのは望ましくない。例えば、ジャンパ22の厚さが外側ゾーンヒータ回路16の厚さの3倍を超える場合（例えば4倍以上）、ジャンパ22と外側ゾーンヒータ回路16との接続部（すなわち第一接続部24や第二接続部26）において抵抗発熱体の厚さが変わる部分に大きな段差が生じ、この段差部分に応力が集中して破損が生じうる。この段差部分への応力集中及びそれに起因する破損は、セラミックヒータの製造中（特にセラミックプレートを焼成する際やセラミックプレートにセラミックシャフトを接合する際）に生じやすく、また、セラミックヒータの使用時（すなわち半導体製造装置の運転中）における破損も想定される。例えば、前者においては、セラミックプレート成形工程で生じた応力がセラミックプレート焼成工程で拡大され、段差部分に応力が集中しやすい。また、後者においては、半導体製造装置の運転中は高温に曝されるため、セラミックプレートの熱膨張により段差部分に応力が集中しやすい。この点、ジャンパ22の厚さを外側ゾーンヒータ回路16の厚さの3.0倍以下とすることで、そのような応力集中に起因する破損を効果的に抑制することができる。上述した理由から、ジャンパ22の厚さは、外側ゾーンヒータ回路16の厚さの1.2～3.0倍であり、好ましくは1.3～2.8倍、より好ましくは1.4～2.5倍、さらに好ましくは1.5～2.0倍である。

【0014】

セラミックプレート12を平面視した場合に、ジャンパ22の面積は、内側ゾーンZ1の面積の30～80%であるのが好ましく、より好ましくは35～80%、さらに好ましくは40～80%である。このように大面積のジャンパ22であると、抵抗が下がるため

、ジャンパ２２に起因する発熱量を抑えることができ、均熱性の向上に寄与する。一般的には、大面積のジャンパ２２を含む電気接続経路面内に段差が存在する場合、それ自体が応力発生源となって破損を引き起こしやすくなる。この点、本発明においては、上述のとおり、ジャンパ２２の厚さを外側ゾーンヒータ回路１６の厚さの３．０倍以下とすることで、そのような応力に起因する破損を効果的に抑制することができる。

【００１５】

セラミックプレート１２は、内側ゾーンヒータ回路１４、外側ゾーンヒータ回路１６、ジャンパ２２等の埋設部材以外の主要部分（すなわちセラミック基体）は、優れた熱伝導性、高い電気絶縁性、及びシリコンに近い熱膨張特性等の観点から、窒化アルミニウム又は酸化アルミニウムを含むのが好ましく、より好ましくは窒化アルミニウムを含む。

10

【００１６】

セラミックプレート１２は円板状である。もっとも、円板状のセラミックプレート１２の平面視形状は、完全な円形である必要はなく、例えば、オリフラ（orientation flat）のように一部を欠いた不完全な円形であってもよい。セラミックプレート１２のサイズは、使用が想定されるウェハの直径に応じて適宜決定すればよく特に限定されないが、円形の場合、直径は典型的には１５０～４５０mmであり、例えば３００mm程度である。

【００１７】

セラミックプレート１２は、平面視した場合に、内側ゾーンＺ１と外側ゾーンＺ２とを含む。内側ゾーンＺ１は、セラミックプレート１２の中心から所定距離以内の円形領域として規定される。外側ゾーンＺ２は、内側ゾーンＺ１の外側の円環状領域として規定される。外側ゾーンＺ２は、円弧状に区画された複数の外側サブゾーンＺ２ａ，Ｚ２ｂ，Ｚ２ｃ，Ｚ２ｄで構成されるのが、外側ゾーンヒータ回路１６を外側ゾーンＺ２の全域にわたって隈なく配設しやすくなる点で好ましい。外側ゾーンＺ２は互いに重ならない異なるサイズの２つ又はそれ以上の円環状領域を同心円状に有していてもよい。この場合、外側ゾーンＺ２は、内側ゾーンＺ１に近接する第一の外側ゾーンと、第一の外側ゾーンの外側に位置する第二の外側ゾーンとを少なくとも有することになる。必要に応じて、第二の外側ゾーンの外側に第三又はそれ以上の外側ゾーンが存在してもよい。

20

【００１８】

内側ゾーンヒータ回路１４は、セラミックプレート１２の内側ゾーンＺ１に、第一面１２ａと平行に埋設される。セラミックプレート１２の内側ゾーンＺ１の中央部には内側ゾーンヒータ回路１４に給電するための１対の第一給電端子１８が設けられる。好ましくは、内側ゾーンヒータ回路１４の両端に第一給電端子１８がそれぞれ接続される。第一給電端子１８は２対以上存在していてもよい。第一給電端子１８はロッド状であり、内側ゾーンヒータ回路１４はロッド状の第一給電端子１８を経てヒータ電源（図示せず）に接続されている。

30

【００１９】

外側ゾーンヒータ回路１６は、セラミックプレート１２の外側ゾーンＺ２に、内側ゾーンヒータ回路１４とは異なる深さ位置で第一面１２ａと平行に埋設される。図２では、内側ゾーンヒータ回路１４が外側ゾーンヒータ回路１６よりも上方に（すなわち第一面１２ａに近い深さ位置）に埋設されているが、これに限定されない。したがって、内側ゾーンヒータ回路１４が外側ゾーンヒータ回路１６よりも下方に（すなわち第二面１２ｂに近い深さ位置）に埋設されていてもよい。セラミックプレート１２の内側ゾーンＺ１の中央部（ただし第一給電端子１８とは異なる位置）には、外側ゾーンヒータ回路１６に給電するための１対の第二給電端子２０が設けられる。１対の第二給電端子２０は外側ゾーンヒータ回路１６から離れた位置に配置されているため、１対のジャンパ２２を介して１対の第二給電端子２０が外側ゾーンヒータ回路１６と電氣的に接続される。第二給電端子２０は２対以上存在していてもよい。第二給電端子２０はロッド状であり、外側ゾーンヒータ回路１６はジャンパ２２及びロッド状の第二給電端子２０を経てヒータ電源（図示せず）に接続されている。

40

50

【0020】

外側ゾーンヒータ回路16は、直列回路及び並列回路のいずれであってもよい。すなわち、図3に電流方向を表す矢印とともに概念的に示されるように、外側ゾーンヒータ回路16が、直列回路を成すように、第一接続部24から一方向に出発して、一筆書きの要領で第二接続部26に到達するように設けられてもよい。この場合、外側ゾーンヒータ回路16の両端に第一接続部24及び第二接続部26がそれぞれ配置されるのが好ましい。あるいは、図4に電流方向を表す矢印とともに概念的に示されるように、外側ゾーンヒータ回路16が、並列回路を成すように、第一接続部24から二方向に出発して、各出発方向について一筆書きの要領で第二接続部26に到達するように設けられてもよい。この場合、外側ゾーンヒータ回路16の始点又は終点となる位置に第一接続部24及び第二接続部26がそれぞれ配置されるのが好ましい。図1に示される外側ゾーンヒータ回路16がこの並列回路に相当する。均熱性の観点では直列回路及び並列回路のいずれも同等であるが、抵抗値の上昇を防止する観点から外側ゾーンヒータ回路16は並列回路であるのが好ましい。並列回路の場合、既存のセラミックヒータで用いられるコイル状の抵抗発熱体に近い抵抗値を実現することができる。

10

【0021】

1対のジャンパ22は、セラミックプレート12の内側ゾーンZ1に、外側ゾーンヒータ回路16と同じ深さ位置で第一面12aと平行に埋設される。1対のジャンパ22は、互いに分離されており、一方のジャンパ22が第二給電端子20の一方と外側ゾーンヒータ回路16とを第一接続部24で電氣的に接続する一方、他方のジャンパ22が第二給電端子20の他方と外側ゾーンヒータ回路16とを第一接続部24とは異なる位置の第二接続部26で電氣的に接続する。ジャンパ22は、2対以上存在していてもよい。好ましくは、外側ゾーンヒータ回路16の両端に第一接続部24及び第二接続部26がそれぞれ配置される。

20

【0022】

1対のジャンパ22及び1対の第二給電端子20は、セラミックプレート12を平面視した場合に、1対の第二給電端子20を結ぶ線分の垂直二等分線に関して対称となるように配置されているのが好ましい。かかる構成によれば、1対の第二給電端子20から1対のジャンパ22を経た外側ゾーンヒータ回路16への給電経路長を等しくすることができ、良好な均熱性をより一層実現しやすくなる。

30

【0023】

前述のとおり、内側ゾーンヒータ回路14、外側ゾーンヒータ回路16及びジャンパ22の各々は、抵抗発熱体で構成された薄型エレメントである。薄型エレメントは、印刷パターン、箔、パンチングメタル及びメッシュからなる群から選択される形態であり、特に好ましくは印刷パターンの形態である。印刷パターン形態の薄型エレメントの場合、内側ゾーンヒータ回路14、外側ゾーンヒータ回路16及びジャンパ22をそれらの厚さを制御しながら印刷により効率的に製造することができる。抵抗発熱体で構成された薄型エレメントの厚さは、好ましくは100 μ m以下であり、より好ましくは10～100 μ m、さらに好ましくは10～60 μ mである。10 μ m以上の厚さであると、印刷等で薄型エレメントを形成する場合に、厚さのバラつきが生じにくくなる。薄型エレメントを構成する抵抗発熱体は、セラミックヒータにおいて一般的に用いられる抵抗発熱体を用いればよく、特に限定されない。好ましい抵抗発熱体の例としては、タングステン、モリブデン、タングステン-モリブデン合金、炭化タングステン、炭化タングステン-窒化チタン複合材料、炭化タングステン-酸化アルミニウム複合材料、及びそれらの組合せが挙げられる。

40

【0024】

好ましくは、外側ゾーンヒータ回路16の厚さが面内方向で一定であり、かつ、ジャンパ22の厚さが面内方向で一定である。本明細書において外側ゾーンヒータ回路16又はジャンパ22の「厚さが面内方向で一定」とは、意図的に外側ゾーンヒータ回路16又はジャンパ22の厚さを部分的に変えていないことを意味する。したがって、面内方向で完全に厚さが一定であることまで要するものではなく、意図的に厚さを変えていないと認め

50

られる程度に略一定の厚さ（例えば厚さのバラつきが5%以下）であれば「厚さが面内方向で一定」であるものとみなすことができる。ここで、厚さのバラつきは厚さの最大値と最小値の差を平均厚さで割って100を乗じた値として算出される。このように外側ゾーンヒータ回路16及びジャンパ22の各々において抵抗発熱体の厚さを面内方向で一定とすることで、厚さ変動に起因する抵抗のムラを無くして良好な均熱性を実現することができる。その結果、ジャンパ22の厚さを外側ゾーンヒータ回路16の厚さの1.2〜3.0倍とすることによって得られる効果（すなわち破損の抑制及び良好な均熱性）をより効果的に実現することができる。その意味で、内側ゾーンヒータ回路14の厚さも面内方向で一定であるのが好ましい。この点、内側ゾーンヒータ回路14、外側ゾーンヒータ回路16及びジャンパ22の各々は、印刷パターン等の抵抗発熱体で構成された薄型エレメントであるため、それらの各厚さを面内方向で一定にするのに適しているといえる。

10

【0025】

外側ゾーンZ2は、円弧状に区画された複数の外側サブゾーンZ2a, Z2b, Z2c, Z2dで構成されるのが好ましい。この場合、円周方向に隣り合う外側サブゾーンZ2a, Z2b, Z2c, Z2dの間に、外側ゾーンヒータ回路16が横切らない線状の境界領域Bが、外側ゾーンZ2を完全に分断しないようにセラミックプレート12の半径方向に存在しているのが好ましい。外側ゾーンヒータ回路16は、第一接続部24から一方向又は二方向に出発して、各出発方向について一筆書きの要領で、外側サブゾーンZ2a, Z2b, Z2c, Z2dの各々を概ね全域にわたって通過するように、円周方向への進行及び境界領域Bの手前での折り返しを交互に繰り返しながら蛇行して、第二接続部26に到達するように設けられるのが好ましい。こうして、外側ゾーンZ2に外側ゾーンヒータ回路16を隈なく配設することができる。すなわち、外側サブゾーンZ2a, Z2b, Z2c, Z2dの各々に外側ゾーンヒータ回路16を隈なく配設しながら、外側サブゾーンZ2a, Z2b, Z2c, Z2dの間における境界領域Bで遮られていない部分にも外側ゾーンヒータ回路16を配設することができ、外側サブゾーンZ2a, Z2b, Z2c, Z2dの各々に外側ゾーンヒータ回路16を第一接続部24から第二接続部26に至る連続した配線としてセラミックプレート12の全面にわたって隈なく配設することができる。かかる態様においても、外側ゾーンヒータ回路16は、前述したとおり直列回路及び並列回路のいずれでもありうるが、好ましくは外側ゾーンヒータ回路16の電気抵抗値を直列回路よりも小さくできる並列回路である。

20

30

【0026】

外側サブゾーンZ2a, Z2b, Z2c, Z2dを有する上記態様においては、第一接続部24及び第二接続部26の円周方向位置と、境界領域Bの円周方向位置とが一致しないようにするのが好ましい。こうすることで、局所的なホットスポットを発生しにくくしてより良い均熱性を実現することができる。具体的には、図1に示されるように、セラミックプレート12を平面視した場合に、第一接続部24及び第二接続部26の各々について、接続部24又は26に最も近い境界領域Bの円周方向の中心とセラミックプレート12の中心とを通る直線L1と、接続部24又は26の円周方向の中心とセラミックプレートの中心とを通る直線L2とが成す角度 θ_1 （以下、ずれ角 θ_1 という）が 20° 以上となるように、境界領域Bと接続部24又は26が離間して配置されているのが好ましい。なお、直線L1及び／又は直線L2として複数の候補がある場合には、最も小さいずれ角 θ_1 を与えるように直線L1及び直線L2を決定すればよい。ずれ角 θ_1 は 20° 以上であり、好ましくは 30° 以上であり、より好ましくは 40° 以上、さらに好ましくは 45° 以上、特に好ましくは $45 \sim 90^\circ$ である。ずれ角 θ_1 は、接続部24又は26の円周方向の中心の、半径方向に延在する境界領域Bの中心線からのずれ角であるといえる。

40

【0027】

第一接続部24及び第二接続部26は、それらの各々を内側ゾーンZ1の外周円を構成する円弧とみなした場合に、円弧の各々の中心角 θ_2 が $6.0 \sim 10.0^\circ$ の範囲内であるのが好ましく、より好ましくは $6.0 \sim 8.0^\circ$ である。こうすることで、上記範囲内のずれ角 θ_1 の場合に、第一接続部24及び第二接続部26の円周方向位置と、境界領域

50

Bの円周方向位置とを確実に一致しないようにすることができ、より良い均熱性をより効果的に実現することができる。

【0028】

セラミックプレート12はRF電極30及び／又はESC電極をさらに備えていてもよい。この場合、RF電極30及び／又はESC電極は、セラミックプレート12の、内側ゾーンヒータ回路14及びジャンパ22よりも第一面12aに近い深さ位置に埋設されるのが好ましい。RF電極は高周波が印加されることで、プラズマCVDプロセスによる成膜を可能とする。ESC電極は、静電チャック(ESC)電極の略称であり、静電電極とも称される。ESC電極は、外部電源によって電圧が印加されるとセラミックプレート12の表面に載置されたウェハをジョンソン・ラーベック力によりチャッキングする。ESC電極は、セラミックプレート12よりもやや小径の円形の薄層電極であるのが好ましく、例えば、細い金属線を網状に編み込んでシート状にしたメッシュ状の電極でありうる。ESC電極はプラズマ電極として利用してもよい。すなわち、ESC電極に高周波を印加することにより、ESC電極をRF電極としても使用することができ、プラズマCVDプロセスによる成膜を行うこともできる。RF電極30又はESC電極には、給電のためのRF端子32又はESC端子が接続されている。RF端子32又はESC端子はロッド状であり、RF電極30又はESC電極はロッド状のRF端子32又はESC端子を経て外部電源(図示せず)に接続されている。

10

【0029】

所望により、セラミックシャフト28が、セラミックプレート12の第二面12bに同心円状に取り付けられていてもよい。セラミックシャフト28は、内部空間Sを備えた円筒状の部材であり、公知のセラミックサセプタ又はセラミックヒータで採用されるセラミックシャフトと同様の構成でありうる。内部空間Sはその中を第一給電端子18、第二給電端子20、RF端子32等の端子ロッドが通過するように構成される。セラミックシャフト28は、セラミックプレート12と同様のセラミック材料で構成されるのが好ましい。したがって、セラミックシャフト28は窒化アルミニウム又は酸化アルミニウムを含むのが好ましく、より好ましくは窒化アルミニウムを含む。セラミックシャフト28の上端面は、セラミックプレート12の第二面12bに固相接合又は拡散接合により接合されているのが好ましい。セラミックシャフト28の外径は、特に限定されず、例えば44mm程度である。セラミックシャフト28の内径(内部空間Sの径)も、特に限定されず、例えば39mm程度である。

20

30

【実施例】

【0030】

本発明を以下の例によってさらに具体的に説明する。ただし、本発明は以下の例に限定されるものではない。

【0031】

例1

(1) マルチゾーンセラミックヒータの作製

以下に示される構成部材を用いて、図2に示される断面構造及び図5に示される平面配置を有し、かつ、表1に示される条件を満たすマルチゾーンセラミックヒータ10を公知の手順で作製した。

40

<構成部材及びその仕様>

- ・セラミックプレート12：円板状の窒化アルミニウム焼結体(直径：340mm、厚さ：18mm)(内側ゾーンヒータ回路14、外側ゾーンヒータ回路16、ジャンパ22、及びRF電極30が内部に埋設されたもの)
- ・セラミックシャフト28：円筒状の窒化アルミニウム焼結体(高さ：170mm、外径：45mm、内径：39mm)
- ・内側ゾーンZ1：セラミックプレート12の中央に位置する直径240mmの円形領域
- ・外側ゾーンZ2：セラミックプレート12における内側ゾーンZ1の外側の円環状領域であり、半径方向に延在する線状の境界領域Bで区画された4つの外側サブゾーンZ2a

50

、Z 2 b、Z 2 c、Z 2 dを有する。

・内側ゾーンヒータ回路14：内側ゾーンZ1の第一面12aからの深さが6mmの位置に埋設された、図5に示される抵抗発熱体の印刷パターン

・外側ゾーンヒータ回路16：外側ゾーンZ2の第一面12aからの深さが12mmの位置に埋設された、図5に示される抵抗発熱体で構成される並列回路の印刷パターン。第一接続部24及び第二接続部26の境界領域Bからのずれ角 θ_1 ：20°

・ジャンパ22：内側ゾーンZ1の第一面12aからの深さが12mmの位置に埋設された、図5に示される抵抗発熱体で構成される左右対称の印刷パターン（厚さ比及び面積率は表1を参照）

・抵抗発熱体：炭化タングステン-窒化チタン複合材料（内側ゾーンヒータ回路14、外側ゾーンヒータ回路16及びジャンパ22に共通）

・RF電極30：セラミックプレート12の第一面12aからの深さが1mmの位置に埋設された、モリブデン製の電極層

・第一給電端子18：ニッケル製の2本の端子ロッド

・第二給電端子20：ニッケル製の2本の端子ロッド

・RF端子32：ニッケル製の1本の端子ロッド

・第一接続部24及び第二接続部26：中心角 θ_2 ：6.0°の円弧状部分（ジャンパ22の端部）

【0032】

上述した内側ゾーンヒータ回路14、外側ゾーンヒータ回路16、ジャンパ22、及びRF電極30が内部に埋設されたセラミックプレート12は、以下の手順で作製したものである。まず、円板状の窒化アルミニウム焼結体を2枚用意した。1枚の窒化アルミニウム焼結体に内側ゾーンヒータ回路14を所定のパターンで印刷した。もう1枚の窒化アルミニウム焼結体に外側ゾーンヒータ回路16及びジャンパ22を図5に示されるパターンで印刷した。このとき、ジャンパ22の厚さの外側ゾーンヒータ回路16の厚さに対する比が焼成後に1.2となるように、ジャンパ22及び外側ゾーンヒータ回路16の各々の厚さを制御した。次に、窒化アルミニウム粉体とRF電極30をプレス成型して、内部にRF電極30が埋設された窒化アルミニウム圧粉体を得た。この窒化アルミニウム圧粉体と上記印刷パターンが施された窒化アルミニウム焼結体とを図2に示される層構造となるように積み重ねてプレス成型した。得られたプレス成型体（積層体）を窒素雰囲気下、1750～1850℃で3時間焼成することにより、内側ゾーンヒータ回路14、外側ゾーンヒータ回路16、ジャンパ22、及びRF電極30が内部に埋設されたセラミックプレート12を得た。

【0033】

（2）評価

マルチゾーンセラミックヒータ10を成膜装置のチャンバ内に設置した。チャンバを真空引きしてN₂ガスを導入し、チャンバ内のN₂ガス圧を5 Torrとした。第一給電端子18、第二給電端子20及びジャンパ22を介して内側ゾーンヒータ回路14及び外側ゾーンヒータ回路16に給電することにより、マルチゾーンセラミックヒータ10を650℃の設定温度に加熱した。この設定温度において、赤外線カメラでセラミックプレート12の第一面12aにおける温度分布を測定した。得られた温度分布マップに基づき、面内における最高温度と最低温度との差（すなわち面内最大温度差）を均熱性の指標として求めた。結果は、表1に示されるとおりであった。

【0034】

例2

図6及び表1に示されるように、第一接続部24及び第二接続部26の各中心の境界領域Bからのずれ角 θ_1 を0°とした以外は、例1と同様にして、マルチゾーンセラミックヒータ10の作製及び評価を行った。結果は表1に示されるとおりであった。

【0035】

例3

図 7 及び表 1 に示されるように、1) 第一接続部 2 4 及び第二接続部 2 6 の境界領域 B からのずれ角 θ_1 を 45° とし、かつ、2) ジャンパ 2 2 の形状を内側ゾーン Z 1 の面積の 76% を占める渦巻状としたこと以外は、例 1 と同様にして、マルチゾーンセラミックヒータ 1 0 の作製及び評価を行った。結果は表 1 に示されるとおりであった。

【0036】

例 4

図 8 及び表 1 に示されるように、1) 第一接続部 2 4 及び第二接続部 2 6 の境界領域 B からのずれ角 θ_1 を 45° とし、かつ、2) ジャンパ 2 2 の厚さの外側ゾーンヒータ回路 1 6 の厚さに対する比を 2.0 としたこと以外は、例 1 と同様にして、マルチゾーンセラミックヒータ 1 0 の作製及び評価を行った。結果は表 1 に示されるとおりであった。

【0037】

例 5

図 7 及び表 1 に示されるように、ジャンパ 2 2 の厚さの外側ゾーンヒータ回路 1 6 の厚さに対する比を 2.0 としたこと以外は、例 3 と同様にして、マルチゾーンセラミックヒータ 1 0 の作製及び評価を行った。結果は表 1 に示されるとおりであった。

【0038】

例 6

図 9 及び表 1 に示されるように、1) 外側ゾーン Z 2 を半径方向に延在する 2 つの境界領域 B で 2 つの外側サブゾーン Z 2 a, Z 2 b に区画し、2) 外側ゾーンヒータ回路 1 6 を直列回路として構成し、3) 第一接続部 2 4 及び第二接続部 2 6 の境界領域 B からのずれ角 θ_1 を 77° とし、4) ジャンパ 2 2 の厚さの外側ゾーンヒータ回路 1 6 の厚さに対する比を 2.0 としたこと以外は、例 1 と同様にして、マルチゾーンセラミックヒータ 1 0 の作製及び評価を行った。結果は表 1 に示されるとおりであった。

【0039】

例 7

図 8 及び表 1 に示されるように、1) 第一接続部 2 4 及び第二接続部 2 6 の境界領域 B からのずれ角 θ_1 を 45° とし、かつ、2) ジャンパ 2 2 の厚さの外側ゾーンヒータ回路 1 6 の厚さに対する比を 3.0 としたこと以外は、例 1 と同様にして、マルチゾーンセラミックヒータ 1 0 の作製及び評価を行った。結果は表 1 に示されるとおりであった。

【0040】

例 8 (比較)

図 8 及び表 1 に示されるように、1) 第一接続部 2 4 及び第二接続部 2 6 の境界領域 B からのずれ角 θ_1 を 45° とし、かつ、2) ジャンパ 2 2 の厚さの外側ゾーンヒータ回路 1 6 の厚さに対する比を 4.0 としたこと以外は、例 1 と同様にして、マルチゾーンセラミックヒータ 1 0 の作製を試みた。しかしながら、表 1 に示されるとおり、セラミックヒータの製造中にジャンパ 2 2 と外側ゾーンヒータ回路 1 6 との接続部 (段差部分) 付近で破損が生じ、マルチゾーンセラミックヒータ 1 0 としての機能が損なわれた。このため、均熱性の評価は行えなかった。この破損は、セラミックプレート成形工程で生じた応力がセラミックプレート焼成工程で拡大されて上記段差部分に応力が集中したためと推定される。

【0041】

例 9 (比較)

図 10、11 及び表 1 に示されるように、1) 内側ゾーンヒータ回路 1 4 を外側ゾーンヒータ回路 1 6 及びジャンパ 2 2 と同じ深さ位置の 1 層構造にしたこと、2) 外側ゾーン Z 2 を半径方向に延在する 2 つの境界領域 B で 2 つの外側サブゾーン Z 2 a, Z 2 b に区画したこと、3) 外側ゾーンヒータ回路 1 6 を直列回路として構成したこと、4) 1 対のジャンパ 2 2 を平行な 2 列の幅狭の帯状に構成したこと、5) 第一接続部 2 4 及び第二接続部 2 6 の境界領域 B からのずれ角 θ_1 を 0° としたこと、及び 6) ジャンパ 2 2 の厚さの外側ゾーンヒータ回路 1 6 の厚さに対する比を 1.0 としたこと以外は、例 1 と同様にして、マルチゾーンセラミックヒータ 1 0 の作製及び評価を行った。本例のマルチゾーン

10

20

30

40

50

セラミックヒータ 10 においては、図 10 及び 11 に示されるように、内側ゾーンヒータ回路 14、外側ゾーンヒータ回路 16 及びジャンパ 22 が抵抗発熱体の 1 層構造として設けられるため、ジャンパ 22 が存在する部分には内側ゾーンヒータ回路 14 を配置できない構造となる。結果は表 1 に示されるとおりであった。

【0042】

例 10（比較）

図 6 及び表 1 に示されるように、1) 第一接続部 24 及び第二接続部 26 の境界領域 B からのずれ角 θ_1 を 0° とし、かつ、2) ジャンパ 22 の厚さの外側ゾーンヒータ回路 16 の厚さに対する比を 1.0 としたこと以外は、例 1 と同様にして、マルチゾーンセラミックヒータ 10 の作製及び評価を行った。結果は表 1 に示されるとおりであった。

10

【0043】

例 11（比較）

表 1 に示されるように、1) 第一接続部 24 及び第二接続部 26 の境界領域 B からのずれ角 θ_1 を 20° とし、かつ、2) ジャンパ 22 の厚さの外側ゾーンヒータ回路 16 の厚さに対する比を 1.0 としたこと以外は、例 3 と同様にして、マルチゾーンセラミックヒータ 10 の作製及び評価を行った。結果は表 1 に示されるとおりであった。

【0044】

20

30

40

50

【表 1】

表 1

	対応図面	内側ゾーンヒータと 外側ゾーンヒータの 位置関係	ジャンパの厚さの 外側ゾーンヒータ 回路の厚さ に対する比	ジャンパ [*]		回路 種別	接結部の 境界領域 からの ずれ角 θ_1 [°]	円弧状 接結部の 中心角 θ_2 [°]	均熱性 (面内最大 温度差) [°C]	製作中 における 破損
				形状	内側ゾーン に占める 面積率 [%]					
例 1	図 2 及び 5	異なる深さ位置 の 2 層構造	1.2	左右対称	38	並列	20	6.0	1.7	無
例 2	図 2 及び 6		1.2	左右対称	38	並列	0	9.5	3.2	無
例 3	図 2 及び 7		1.2	渦巻状	76	並列	45	7.0	1.9	無
例 4	図 2 及び 8		2.0	左右対称	38	並列	45	6.0	1.2	無
例 5	図 2 及び 7		2.0	渦巻状	76	並列	45	6.5	1.4	無
例 6	図 2 及び 9		2.0	左右対称	38	直列	77	9.0	1.5	無
例 7	図 2 及び 8		3.0	左右対称	38	並列	45	6.0	1.1	無
例 8*	図 2 及び 8		4.0	左右対称	38	並列	45	6.0	破損により 測定不能	有
例 9*	図 10 及び 11	同じ深さ位置 の 1 層構造	1.0	2 列の帯状	16	直列	0	10.5	7.5	無
例 10*	図 2 及び 6	異なる深さ位置 の 2 層構造	1.0	左右対称	38	並列	0	12.0	5.8	無
例 11*	図 2		1.0	渦巻状	76	並列	20	11.0	4.4	無

*は比較例を表す。

10

20

30

40

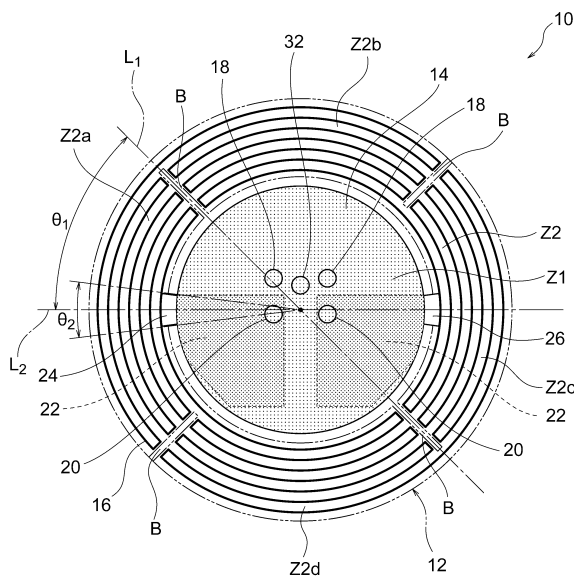
50

【要約】

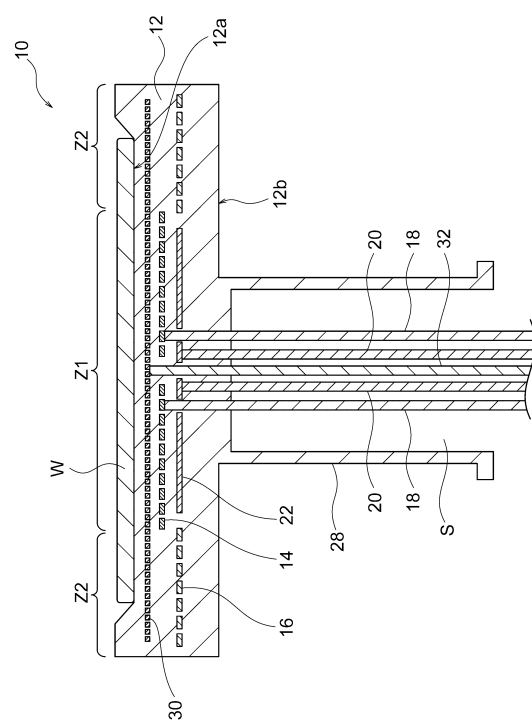
破損を抑制しながら良好な均熱性を実現可能なマルチゾーンセラミックヒータが提供される。このセラミックヒータは、内側ゾーン及び外側ゾーンを含むセラミックプレートと、内側ゾーンに埋設される内側ゾーンヒータ回路と、外側ゾーンに内側ゾーンヒータ回路とは異なる深さ位置で埋設される外側ゾーンヒータ回路と、内側ゾーンヒータ回路に給電するための1対の第一給電端子と、外側ゾーンヒータ回路に給電するための1対の第二給電端子と、セラミックプレートの内側ゾーンに埋設され、一方が第二給電端子の一方と外側ゾーンヒータ回路とを第一接続部で接続し、かつ、他方が第二給電端子の他方と外側ゾーンヒータ回路とを第一接続部とは異なる位置の第二接続部で接続する、1対のジャンパとを備える。内側ゾーンヒータ回路、外側ゾーンヒータ回路及びジャンパの各々は抵抗発熱体で構成される。ジャンパの厚さは外側ゾーンヒータ回路の厚さの1.2～3.0倍である。

【図面】

【図1】



【図2】



10

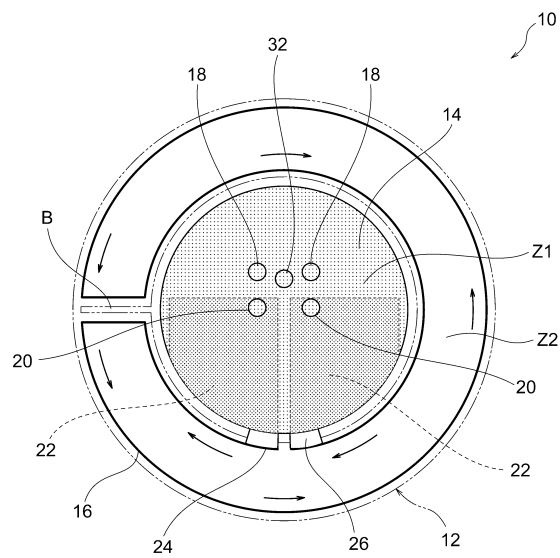
20

30

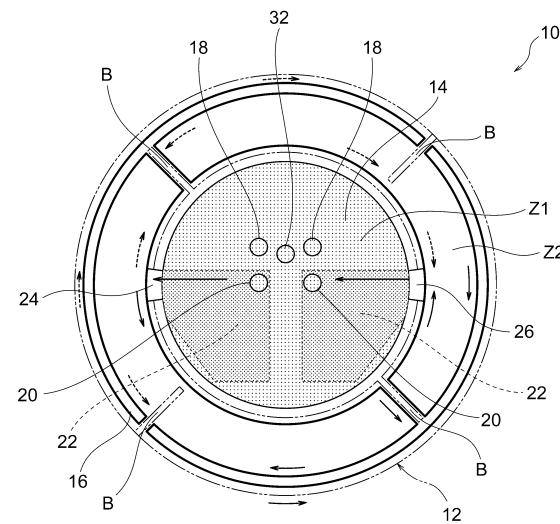
40

50

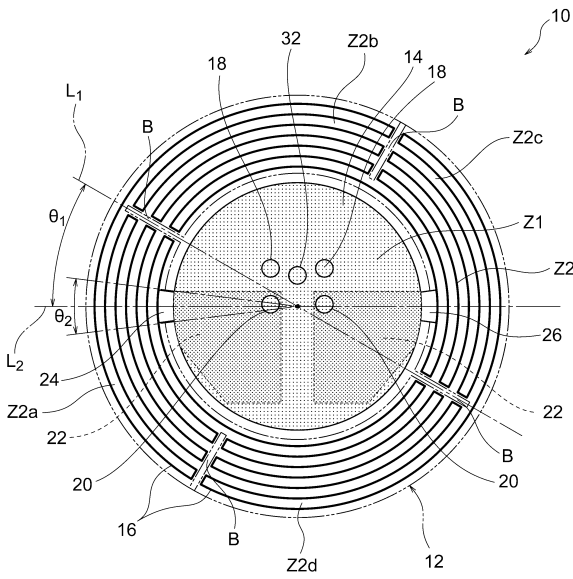
【図 3】



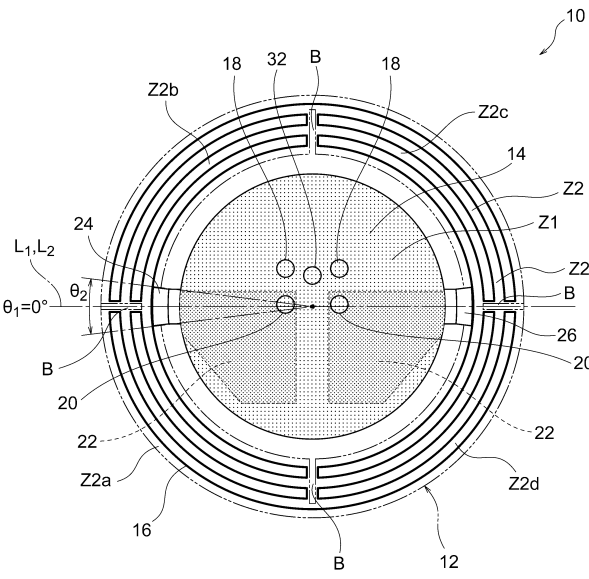
【図 4】



【図 5】



【図 6】



10

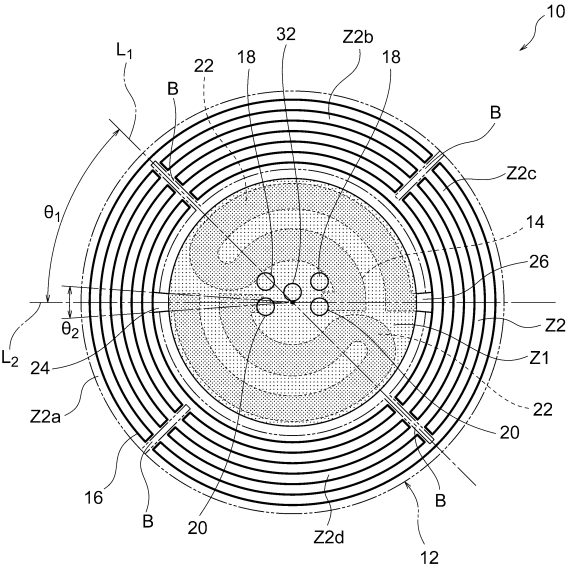
20

30

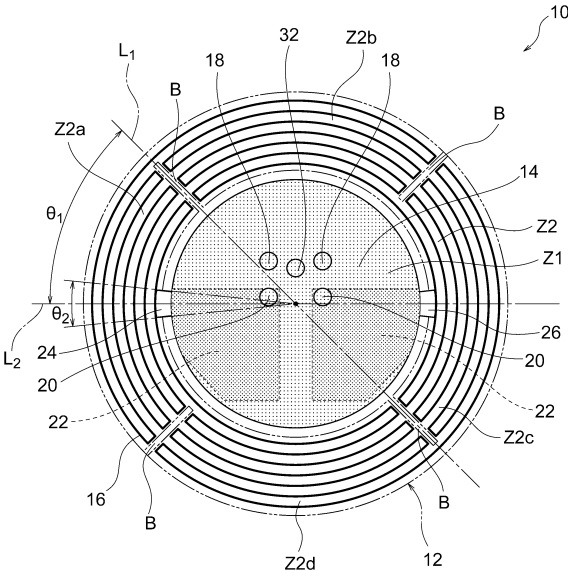
40

50

【図 7】

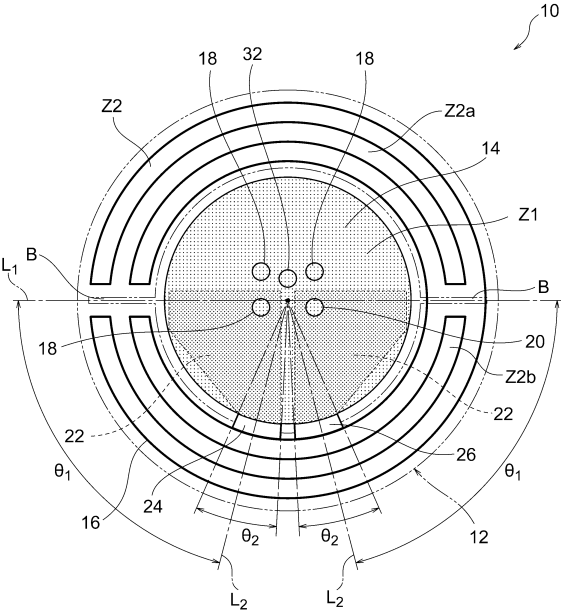


【図 8】

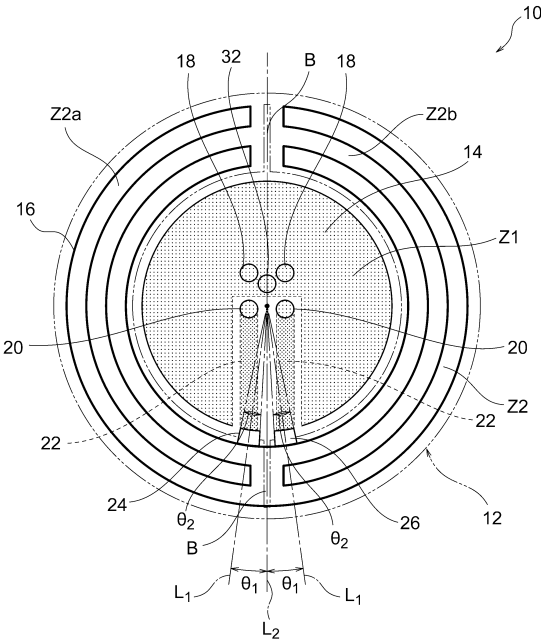


10

【図 9】



【図 10】



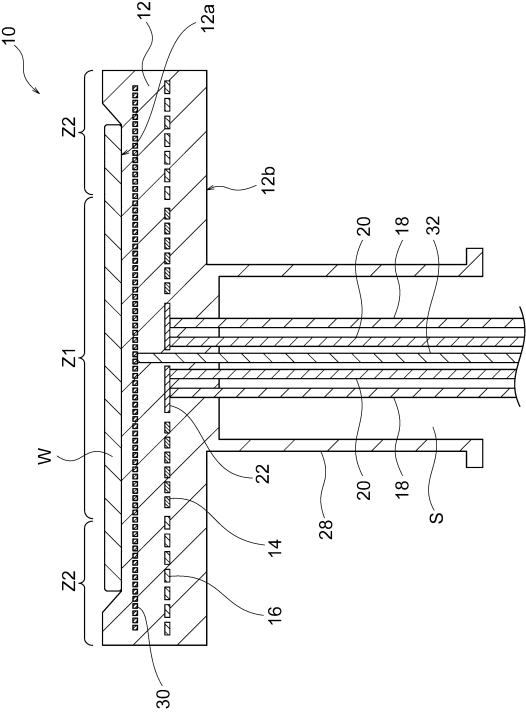
20

30

40

50

【図 11】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2019/008889 (WO, A1)
 特開2015-191837 (JP, A)
 特開2020-191315 (JP, A)
 国際公開第2020/027047 (WO, A1)
 国際公開第2017/170374 (WO, A1)
 特開2018-056332 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
 H01L 21/683
 H05B 3/20