



本発明による静電チャックは、吸着の対象物を載置する第1主面と、第1主面とは反対側の第2主面と、第2主面から第1主面にかけて設けられた貫通孔と、を有するセラミック誘電体基板と、セラミック誘電体基板を支持し、貫通孔と連通するガス導入路を有する金属製のベースプレートと、ガス導入路に設けられたセラミック多孔体と、セラミック多孔体とガス導入路との間に設けられセラミック多孔体よりも緻密なセラミック絶縁膜と、を有する絶縁体プラグと、を備え、セラミック絶縁膜は、セラミック多孔体の表面からセラミック多孔体の内部に食い込んだことを特徴とする。ガス導入路内での放電に対して高い絶縁耐圧を得ることができる、あるいは、吸着の対象物に対してウェーハ温度均一性の高い温度制御を行うことができる。

明 細 書

発明の名称： 静電チャック

技術分野

[0001] 本発明の態様は、静電チャックに関し、セラミック誘電体基板の絶縁耐圧を向上することができる静電チャックに関する。

背景技術

[0002] アルミナ等のセラミック誘電体基板のあいだに電極を挟み込み、焼成することで作製されるセラミック製の静電チャックは、内蔵する電極に静電吸着用電力を印加し、シリコンウェーハ等の基板を静電力によって吸着するものである。このような静電チャックにおいては、セラミック誘電体基板の表面と、吸着対象物である基板の裏面と、の間にヘリウム（He）等の不活性ガスを流し、吸着対象物である基板の温度をコントロールしている。

[0003] 例えば、CVD（Chemical Vapor Deposition）装置、スパッタリング装置、イオン注入装置、エッチング装置など、基板に対する処理を行う装置において、処理中に基板の温度上昇を伴うものがある。このような装置に用いられる静電チャックでは、セラミック誘電体基板と吸着対象物である基板との間にHe等の不活性ガスを流し、基板に不活性ガスを接触させることで基板の温度上昇を抑制している。

[0004] He等の不活性ガスによる基板温度の制御を行う静電チャックにおいては、セラミック誘電体基板及びセラミック誘電体基板を支持するベースプレートに、He等の不活性ガスを導入するための穴（ガス導入路）が設けられる。

[0005] ここで、装置内で基板を処理する際、ガス導入路内において放電が発生することがある。特許文献1には、ガス導入路内にセラミック焼結多孔体を設け、セラミック焼結多孔体の構造及び膜孔をガス流路にすることで、ガス導入路内での絶縁性を向上させた静電チャックが開示されている。また、特許文献2には、ガス拡散用空隙内に、セラミックス多孔体からなり放電を防止

するための処理ガス流路用の放電防止部材を設けた静電チャックが開示されている。また、特許文献3には、アルミナのような多孔質誘電体として誘電体インサートを設け、アーク放電を低減する静電チャックが開示されている。

[0006] しかしながら、ガス導入路内にセラミック多孔体を設けただけでは十分な絶縁耐圧を得ることはできない。処理装置における様々な条件に対応した静電チャックを提供するには、更なる絶縁耐圧の向上が必要である。

[0007] また、多孔体は気孔率が高いため、セラミック多孔体からセラミック誘電体基板への熱伝達率は、金属製のベースプレートからセラミック誘電体基板への熱伝導率よりも低い。このため、ガス導入路から伝導ガスを流して基板を冷却した場合の基板の温度と、流さない場合の基板の温度との、温度差が大きくなりやすい。つまり、基板の全体において、セラミック多孔体に近い部分にウェーハ面内温度差の大きな領域（いわゆるホットスポットやコールドスポット）が発生し、ウェーハ温度均一性の高い温度制御が行えないという問題が生じる。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開2010-123712号公報

特許文献2：特開2003-338492号公報

特許文献3：特開平10-50813号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 本発明は、かかる課題の認識に基づいてなされたものであり、ガス導入路内での放電に対して高い絶縁耐圧を得ることができる、あるいは、ガス導入路内にセラミック多孔体を設けた構造であっても吸着の対象物に対してウェーハ温度均一性の高い温度制御を行うことができる静電チャックを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明の一態様によれば、吸着の対象物を載置する第1主面と、前記第1主面とは反対側の第2主面と、前記第2主面から前記第1主面にかけて設けられた貫通孔と、を有するセラミック誘電体基板と、前記セラミック誘電体基板を支持し、前記貫通孔と連通するガス導入路を有する金属製のベースプレートと、前記ガス導入路に設けられたセラミック多孔体と、前記セラミック多孔体と前記ガス導入路との間に設けられ前記セラミック多孔体よりも緻密なセラミック絶縁膜と、を有する絶縁体プラグと、を備え、前記セラミック絶縁膜は、前記セラミック多孔体の表面から前記セラミック多孔体の内部に食い込んだことを特徴とする静電チャックが提供される。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]図1は、本実施形態に係る静電チャックの構成を例示する模式的断面図である。

[図2]図2は、本実施形態に係る静電チャックの他の構成を例示する模式的断面図である。

[図3]図3は、図1および図2に示すA部の模式的拡大断面図である。

[図4]図4は、図1および図2に示すA部の変形例を表す模式的拡大断面図である。

[図5]図5は、セラミック絶縁膜の例を表す図である。

[図6]図6(a)及び(b)は、絶縁体プラグと貫通孔との関係を例示する模式的斜視図である。

[図7]図7(a)及び(b)は、本実施形態の絶縁体プラグの近傍を表す模式図である。

[図8]図8(a)～(f)は、本実施形態の絶縁体プラグの変形例を例示する模式的断面図である。

[図9]図9は、本実施形態の絶縁体プラグの近傍の他の例を表す模式図である。

[図10]図10(a)及び(b)は、本実施形態のセラミック絶縁膜の応力緩

和を説明する模式的断面図である。

[図11]図11は、気孔率と耐電圧（耐圧）との関係を例示するグラフ図である。

[図12]図12は、気孔率と伝達ガスの流量との関係を例示するグラフ図である。

[図13]図13は、熱伝導率と冷却性能との関係を例示するグラフ図である。

[図14]図14（a）及び（b）は、気孔率とセラミック多孔体の熱伝導率との関係、および気孔率とセラミック多孔体の密度との関係を例示するグラフ図である。

[図15]図15は、気孔率とセラミック絶縁膜の熱伝導率との関係、および気孔率とセラミック絶縁膜の密度との関係を例示するグラフ図である。

[図16]図16は、熱膨張率の差の比率と応力との関係を例示するグラフ図である。

[図17]図17は、材料の熱膨張率の一例を表す表である。

[図18]図18は、表面粗さと密着性との関係を例示するグラフ図である。

[図19]図19は、表面粗さと、耐圧、流量、応力および冷却性能のそれぞれと、関係を例示するグラフ図である。

[図20]図20は、アスペクト比と絶縁耐圧との関係を例示する図である。

[図21]図21は、セラミック多孔体の外径と絶縁耐圧との関係を例示する図である。

[図22]図22は、セラミック多孔体の長さ（L）と絶縁耐圧との関係を例示する図である。

[図23]図23は、セラミック多孔体の比率（ L/D ）と絶縁耐圧との関係を例示する図である。

[図24]図24（a）及び（b）は、内径D及び距離Lを例示する模式的平面図である。

[図25]図25（a）～（d）は、吸着の対象物の温度変化を例示する図である。

[図26]図26は、ガス流量と温度変化との関係を例示する図である。

[図27]図27は、ガス流量と温度変化との関係を例示する図である。

[図28]図28は、貫通孔の内径と温度変化との関係を例示する図である。

発明を実施するための形態

[0012] 第1の発明は、吸着の対象物を載置する第1主面と、前記第1主面とは反対側の第2主面と、前記第2主面から前記第1主面にかけて設けられた貫通孔と、を有するセラミック誘電体基板と、前記セラミック誘電体基板を支持し、前記貫通孔と連通するガス導入路を有する金属製のベースプレートと、前記ガス導入路に設けられたセラミック多孔体と、前記セラミック多孔体と前記ガス導入路との間に設けられ前記セラミック多孔体よりも緻密なセラミック絶縁膜と、を有する絶縁体プラグと、を備え、前記セラミック絶縁膜は、前記セラミック多孔体の表面から前記セラミック多孔体の内部に食い込んだことを特徴とする静電チャックである。

[0013] この静電チャックによれば、ガス導入路に設けられたセラミック多孔体だけでなくセラミック絶縁膜によって貫通孔及びガス導入路での絶縁耐圧を向上させることができる。

また、セラミック多孔体とセラミック絶縁膜との間の境界面に断熱層が存在しないため、対象物の温度分布が均一化され、貫通孔の上の対象物にいわゆるホットスポットが発生することを抑えることができる。また、セラミック絶縁膜がセラミック多孔体から剥離することを抑え、絶縁耐圧の向上を図ることができる。さらに、セラミック多孔体が封止されることを抑え、ガスの流量が低減することを抑えることができる。

[0014] 第2の発明は、第1の発明において、前記セラミック絶縁膜の熱膨張率は、前記セラミック多孔体の熱膨張率および前記セラミック誘電体基板の熱膨張率のそれぞれと同じであることを特徴とする静電チャックである。

[0015] この静電チャックによれば、セラミック多孔体とセラミック絶縁膜との間の境界面に断熱層が存在しないため、対象物の温度分布が均一化され、貫通孔の上の対象物にいわゆるホットスポットが発生することを抑えることがで

きる。また、セラミック絶縁膜がセラミック多孔体から剥離することを抑え、絶縁耐圧の向上を図ることができる。さらに、セラミック多孔体が封止されることを抑え、ガスの流量が低減することを抑えることができる。

[0016] 第3の発明は、第1の発明において、前記セラミック絶縁膜の表面の算術平均粗さは、前記セラミック多孔体の表面の算術平均粗さよりも小さく、前記セラミック誘電体基板の表面の算術平均粗さよりも大きいことを特徴とする静電チャックである。

[0017] この静電チャックによれば、セラミック多孔体とセラミック絶縁膜との間の境界面に断熱層が存在しないため、対象物の温度分布が均一化され、貫通孔の上の対象物にいわゆるホットスポットが発生することを抑えることができる。また、セラミック絶縁膜がセラミック多孔体から剥離することを抑え、絶縁耐圧の向上を図ることができる。さらに、セラミック多孔体が封止されることを抑え、ガスの流量が低減することを抑えることができる。

[0018] 第4の発明は、第1の発明において、前記セラミック絶縁膜の気孔率は、10パーセント以下であり、前記セラミック多孔体の気孔率は、30パーセント以上60パーセント以下であることを特徴とする静電チャックである。

[0019] この静電チャックによれば、セラミック絶縁膜は、応力緩和層となる。

[0020] 第5の発明は、第1の発明において、前記セラミック絶縁膜の密度は、3.0グラム／立方センチメートル以上4.0グラム／立方センチメートル以下であり、前記セラミック多孔体の密度は、1.5グラム／立方センチメートル以上3.0グラム／立方センチメートル以下であることを特徴とする静電チャックである。

[0021] この静電チャックによれば、セラミック絶縁膜は、応力緩和層となる。

[0022] 第6の発明は、第1の発明において、前記セラミック多孔体の熱膨張率を基準とした場合において、前記セラミック多孔体の熱膨張率と前記セラミック絶縁膜の熱伝導率との差の比率は、100%以下であることを特徴とする静電チャックである。

[0023] この静電チャックによれば、セラミック多孔体およびセラミック絶縁膜が

破壊することを抑え、プロセス中において安定した冷却性能を維持することができる。

[0024] 第7の発明は、第1の発明において、前記セラミック多孔体および前記セラミック絶縁膜のそれぞれの熱膨張率は、 $7.0 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 以上 $10.0 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 以下であることを特徴とする静電チャックである。

[0025] この静電チャックによれば、セラミック多孔体およびセラミック絶縁膜が破壊することを抑え、プロセス中において安定した冷却性能を維持することができる。

[0026] 第8の発明は、第1の発明において、前記セラミック多孔体および前記セラミック絶縁膜のそれぞれの熱伝導率は、 0.3 ワット／メートル・ケルビン以上 10 ワット／メートル・ケルビン以下であることを特徴とする静電チャックである。

[0027] この静電チャックによれば、対象物の温度分布が均一化され、貫通孔の上の対象物にいわゆるホットスポットが発生することを抑えることができる。

[0028] 第9の発明は、第3の発明において、前記セラミック絶縁膜の表面の前記算術平均粗さは、 0.5 マイクロメートル以上 4 マイクロメートル以下であり、前記セラミック多孔体の表面の前記算術平均粗さは、 5 マイクロメートル以上 20 マイクロメートル以下であることを特徴とする静電チャックである。

[0029] この静電チャックによれば、適度に空気を含む構造を有するセラミック絶縁膜が、応力緩和層となる。

[0030] 第10の発明は、第1の発明において、前記セラミック絶縁膜は、前記セラミック多孔体の側面に設けられたセラミックの溶射膜であることを特徴とする静電チャックである。

[0031] この静電チャックによれば、セラミックの溶射膜であるセラミック絶縁膜によって、セラミック多孔体及びセラミック絶縁膜を有する絶縁体プラグによって高い絶縁性を得ることができる。

[0032] 第11の発明は、第1の発明において、前記セラミック多孔体の外径に対

する長さの比率は、0.6以上であることを特徴とする静電チャックである。

[0033] この静電チャックによれば、セラミック多孔体及びセラミック絶縁膜を有する絶縁体プラグにおいて、絶縁体プラグの外径に対する長さの比率を、0.6以上にすることで、高い絶縁性を得ることができる。

[0034] 第12の発明は、第11の発明において、前記セラミック多孔体の外径は、1ミリメートル以上であることを特徴とする静電チャックである。

[0035] この静電チャックによれば、吸着する対象物のコールドスポットを1℃以下にすることができる。

[0036] 第13の発明は、第11の発明において、前記セラミック多孔体の長さは、3ミリメートル以上であることを特徴とする静電チャックである。

[0037] この静電チャックによれば、セラミック多孔体の長さを3ミリメートル以上にすれば、高い絶縁性を得ることができる。

[0038] 第14の発明は、第1の発明において、前記貫通孔の内径をD、前記貫通孔の中心から前記セラミック多孔体の外周までの距離をLとした場合、 L/D は、5以上であることを特徴とする静電チャックである。

[0039] この静電チャックによれば、 L/D を5以上にすることで、貫通孔及びガス導入路での絶縁耐圧を向上させることができる。

[0040] 第15の発明は、第1の発明において、前記貫通孔の1つ当たりから流出するHeガスの流量は、前記Heガスの圧力差を30 Torrとした場合、0.5 sccm以上14 sccm以下であることを特徴とする静電チャックである。

[0041] この静電チャックによれば、ガス導入路内にセラミック多孔体が設けられ、セラミック多孔体の上にガスが放出される貫通孔が設けられた静電チャックにおいて、貫通孔の直上の吸着対象物に、いわゆるホットスポットやコールドスポットが発生し難くなる。

[0042] 第16の発明は、第1の発明において、前記セラミック多孔体の1つ当たりから流出するHeガスの流量は、前記Heガスの圧力差を30 Torrと

した場合、3 s c c m以上24 s c c m以下であることを特徴とする静電チャックである。

[0043] この静電チャックによれば、ガス導入路内にセラミック多孔体が設けられ、セラミック多孔体の上にガスが放出される貫通孔が設けられた静電チャックにおいて、貫通孔の直上の吸着対象物に、いわゆるホットスポットやコールドスポットが発生し難くなる。

[0044] 第17の発明は、第1の発明において、前記貫通孔の内径は、0.05ミリメートル以上1ミリメートル以下であることを特徴とする静電チャックである。

[0045] この静電チャックによれば、ガス導入路内にセラミック多孔体が設けられ、セラミック多孔体の上にガスが放出される貫通孔が設けられた静電チャックにおいて、貫通孔の直上の吸着対象物に、いわゆるホットスポットやコールドスポットが発生し難くなる。

[0046] 第18の発明は、第1の発明において、前記セラミック多孔体の外径は、7ミリメートル以下であることを特徴とする静電チャックである。

[0047] この静電チャックによれば、ガス導入路内にセラミック多孔体が設けられ、セラミック多孔体の上にガスが放出される貫通孔が設けられた静電チャックにおいて、貫通孔の直上の吸着対象物に、いわゆるホットスポットやコールドスポットが発生し難くなる。

[0048] 以下、本発明の実施の形態について図面を参照しつつ説明する。なお、各図面中、同様の構成要素には同一の符号を付して詳細な説明は適宜省略する。

[0049] 図1は、本実施形態に係る静電チャックの構成を例示する模式的断面図である。

図2は、本実施形態に係る静電チャックの他の構成を例示する模式的断面図である。

図3は、図1および図2に示すA部の模式的拡大断面図である。

図4は、図1および図2に示すA部の変形例を表す模式的拡大断面図であ

る。

[0050] 図1に表したように、本実施形態に係る静電チャック110は、セラミック誘電体基板11と、ベースプレート50と、絶縁体プラグ70と、を備える。

[0051] セラミック誘電体基板11は、例えば焼結セラミックによる平板状の基材であり、シリコンウェーハなどの半導体基板等の吸着の対象物Wを載置する第1主面11aと、この第1主面11aとは反対側の第2主面11bと、を有する。

[0052] セラミック誘電体基板11には、電極12が設けられる。電極12は、セラミック誘電体基板11の第1主面11aと、第2主面11bと、のあいだに介設されている。すなわち、電極12は、セラミック誘電体基板11の中に挿入されるように形成されている。静電チャック110は、この電極12に吸着保持用電圧80を印加することによって、電極12の第1主面11a側に電荷を発生させ、静電力によって対象物Wを吸着保持する。

[0053] ここで、本実施形態の説明においては、第1主面11aと第2主面11bとを結ぶ方向（第1方向）をZ方向、Z方向と直交する方向の1つ（第2方向）をY方向、Z方向及びY方向に直交する方向（第3方向）をX方向ということにする。

[0054] 電極12は、セラミック誘電体基板11の第1主面11a及び第2主面11bに沿って薄膜状に設けられている。電極12は、対象物Wを吸着保持するための吸着電極である。電極12は、単極型でも双極型でもよい。図1に表した電極12は双極型であり、同一面上に2極の電極12が設けられている。

[0055] 電極12には、セラミック誘電体基板11の第2主面11b側に延びる接続部20が設けられている。接続部20は、電極12と導通するビア（中実型）やビアホール（中空型）、もしくは金属端子をロウ付けなどの適切な方法で接続したものである。

[0056] ベースプレート50は、セラミック誘電体基板11を支持する部材である

。セラミック誘電体基板 11 は、図 3 に表した接着部材 60 によってベースプレート 50 の上に固定される。接着部材 60 としては、例えばシリコーン接着剤が用いられる。

[0057] ベースプレート 50 は、例えば、アルミニウム製の上部 50a と下部 50b とに分けられており、上部 50a と下部 50b とのあいだに連通路 55 が設けられている。連通路 55 は、一端側が入力路 51 に接続され、他端側が出力路 52 に接続される。

[0058] ベースプレート 50 は、静電チャック 110 の温度調整を行う役目も果たす。例えば、静電チャック 110 を冷却する場合には、入力路 51 から冷却媒体を流入し、連通路 55 を通過させ、出力路 52 から流出させる。これにより、冷却媒体によってベースプレート 50 の熱を吸収し、その上に取り付けられた静電チャック 110 を冷却することができる。一方、静電チャック 110 を保温する場合には、連通路 55 内に保温媒体を入れることも可能である。または、静電チャック 110 やベースプレート 50 に発熱体を内蔵させることも可能である。このように、ベースプレート 50 を介して静電チャック 110 の温度が調整されると、静電チャック 110 で吸着保持される対象物 W の温度を調整することができる。

[0059] また、セラミック誘電体基板 11 の第 1 主面 11a 側には、必要に応じてドット 13 が設けられており、ドット 13 の間に溝 14 が設けられている。この溝 14 は連通していて、静電チャック 110 に搭載された対象物 W の裏面と溝 14 とのあいだに空間が形成される。

[0060] 溝 14 には、セラミック誘電体基板 11 に設けられた貫通孔 15 が接続される。貫通孔 15 は、セラミック誘電体基板 11 の第 2 主面 11b から第 1 主面 11a にかけてセラミック誘電体基板 11 を貫通して設けられる。

[0061] ドット 13 の高さ（溝 14 の深さ）、ドット 13 及び溝 14 の面積比率、形状等を適宜選択することで、対象物 W の温度や対象物 W に付着するパーティクルを好ましい状態にコントロールすることができる。

一方、ベースプレート 50 には、ガス導入路 53 が設けられる。ガス導入

路53は、ベースプレート50を例えば貫通するように設けられる。ガス導入路53は、ベースプレート50を貫通せず、他のガス導入路53の途中から分岐してセラミック誘電体基板11側まで設けられていてもよい。また、ガス導入路53は、ベースプレート50の複数箇所に設けられていてもよい。

[0062] ガス導入路53は、貫通孔15と連通する。対象物Wを吸着保持した状態でガス導入路53からヘリウム(He)等の伝達ガスを導入すると、対象物Wと溝14との間に設けられた空間に伝達ガスが流れ、対象物Wを伝達ガスによって直接冷却することができるようになる。

[0063] 図2に表したように、例えば、伝達ガスの供給量は、制御部90によって制御される。図2に表した静電チャック110aは、図1に表した静電チャック110と比較して、制御部90をさらに備える。制御部90は、伝達ガスの圧力差や伝達ガスの流量を制御する。

[0064] 絶縁体プラグ70は、ベースプレート50に設けられたガス導入路53に設けられる。絶縁体プラグ70は、ガス導入路53のセラミック誘電体基板11側に嵌め込まれる。図2に表したように、例えば、ガス導入路53のセラミック誘電体基板11側には、座ぐり部53aが設けられる。座ぐり部53aは、筒状に設けられる。座ぐり部53aの内径を適切に設計することで、絶縁体プラグ70は、座ぐり部53aに嵌合される。

[0065] 絶縁体プラグ70は、セラミック多孔体71と、セラミック絶縁膜72と、を有する。セラミック多孔体71は、筒状(例えば、円筒形)に設けられ、座ぐり部53aに嵌合される。絶縁体プラグ70の形状は、円筒形が望ましいが、円筒形に限定されるものではない。セラミック多孔体71には、絶縁性を有する材料が用いられる。セラミック多孔体71の材料としては、例えば Al_2O_3 や Y_2O_3 、 ZrO_2 、 MgO 、 SiC 、 AlN 、 Si_3N_4 であったり SiO_2 などのガラスでもよい。あるいは、セラミック多孔体71の材料は、 $\text{Al}_2\text{O}_3-\text{TiO}_2$ や $\text{Al}_2\text{O}_3-\text{MgO}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_6\text{O}_{13}\text{Si}_2$ 、YAG、 ZrSiO_4 などでもよい。

[0066] セラミック多孔体 71 の気孔率は、例えば 30 パーセント (%) 以上 60 % 以下である。セラミック多孔体 71 の密度は、例えば 1.5 g/cm³ 以上 3.0 g/cm³ 以下である。このような気孔率によって、ガス導入路 53 を流れてきた He 等の伝達ガスは、セラミック多孔体 71 の多数の気孔を通過してセラミック誘電体基板 11 に設けられた貫通孔 15 から溝 14 へ送られることになる。

[0067] セラミック絶縁膜 72 は、セラミック多孔体 71 とガス導入路 53 との間に設けられる。セラミック絶縁膜 72 は、セラミック多孔体 71 よりも緻密である。図 5 に関して後述するように、セラミック絶縁膜 72 は、例えば溶射によって形成される。セラミック絶縁膜 72 の気孔率は、例えば 10 % 以下である。セラミック絶縁膜 72 の密度は、例えば 3.0 g/cm³ 以上 4.0 g/cm³ 以下である。セラミック絶縁膜 72 は、セラミック多孔体 71 の側面に設けられる。セラミック絶縁膜 72 には、例えば Al₂O₃ や Y₂O₃ などのセラミックの溶射膜が用いられる。

[0068] セラミック誘電体基板 11 の気孔率は、例えば 1 % 以下である。セラミック誘電体基板 11 の密度は、例えば 4.2 g/cm³ である。

気孔率は、JIS C 2141 に基づいてレーザ顕微鏡により測定される。密度は、JIS C 2141 5.4.3 に基づいて測定される。

[0069] 図 3 に表したように、絶縁体プラグ 70 がガス導入路 53 の座ぐり部 53a に嵌合されると、セラミック絶縁膜 72 とベースプレート 50 とが接する状態になる。すなわち、He 等の伝達ガスを溝 14 に導く貫通孔 15 と、金属製のベースプレート 50 との間に、絶縁性の高いセラミック多孔体 71 及びセラミック絶縁膜 72 が介在することになる。このような絶縁体プラグ 70 を用いることで、セラミック多孔体 71 のみをガス導入路 53 に設ける場合に比べて、高い絶縁性を発揮できるようになる。

[0070] 図 4 に表したように、セラミック多孔体 71 の上部には、貫通孔 15 が設けられていなくともよい。この場合、図 3 に表した例と比較して、セラミック多孔体 71 の上に設けられた接着部材 60 の領域が低減されていることが

望ましい。これにより、セラミック多孔体 71 の上方に設けられた貫通孔 15 からプラズマ照射されダメージを受け、接着部材 60 がパーティクル源となることが抑制できる。また、絶縁体プラグ 70 は、セラミック誘電体基板 11 の側に設けられた座ぐり部 53a に嵌合されてもよい。

[0071] 図 5 は、セラミック絶縁膜の例を表す図である。

図 5 に表したように、セラミック絶縁膜 72 の材料としては、例えば Al_2O_3 、 Y_2O_3 、 ZrO_2 、 MgO などが用いられる。あるいは、 $Al_2O_3-TiO_2$ や Al_2O_3-MgO 、 $Al_2O_3-SiO_2$ 、 $Al_6O_{13}Si_2$ 、YAG、 $ZrSiO_4$ などが用いられてもよい。

[0072] セラミック絶縁膜 72 は、セラミック多孔体 71 の側面に溶射によって形成される。溶射とは、コーティング材料を、加熱により熔融または軟化させ、微粒子状にして加速し、セラミック多孔体 71 の側面に衝突させて、扁平に潰れた粒子を凝固・堆積させることにより皮膜を形成する方法のことをいう。セラミック絶縁膜 72 は、例えば PVD (Physical Vapor Deposition) や CVD、ゾルゲル法、エアロゾルデポジション法などで作製されても良い。

[0073] セラミック絶縁膜 72 として、セラミックを溶射によって形成する場合、膜厚は例えば 0.05 mm 以上 0.5 mm 以下である。この場合、絶縁耐圧は、例えば 5.3 kV/mm 以上 7.7 kV/mm 以下である。セラミック絶縁膜 72 の膜厚が 0.05 mm 未満である場合には、セラミック絶縁膜 72 の膜厚にばらつきが生じることによって局所的に膜厚の薄い箇所ができることがある。この場合には、耐電圧が低下することがある。これにより、セラミック絶縁膜 72 の膜厚は、0.05 mm 以上であることが望ましい。一方で、セラミック絶縁膜 72 の膜厚が 0.5 mm よりも厚い場合には、製造上、セラミック絶縁膜 72 に欠けが生ずることがある。この場合には、断熱層が増えるため、対象物 W にいわゆるホットスポットが発生することがある。これにより、セラミック絶縁膜 72 の膜厚は、0.5 mm 以下であることが望ましい。

[0074] 参考例として、セラミック多孔体 7 1 とベースプレート 5 0 との間に 1 0 m m 以下の空間を設けた場合、絶縁耐圧は、例えば 1 k V / m m である。

[0075] 図 6 (a) 及び (b) は、絶縁体プラグと貫通孔との関係を例示する模式的斜視図である。

図 6 (a) 及び (b) では、絶縁体プラグ 7 0 と貫通孔 1 5 との位置関係を例示している。貫通孔 1 5 は二点鎖線で表される。図 6 (a) に表した例では、1 つの絶縁体プラグ 7 0 の上に 1 つの貫通孔 1 5 が配置される。貫通孔 1 5 は、例えば絶縁体プラグ 7 0 の中心付近の上に配置される。

[0076] 図 6 (b) に表した例では、1 つの絶縁体プラグ 7 0 の上に複数の貫通孔 1 5 が配置される。図 6 (b) には、3 つの貫通孔 1 5 が配置された例が表される。1 つの絶縁体プラグ 7 0 の上に複数の貫通孔 1 5 を配置した場合、複数の貫通孔 1 5 のうち最もセラミック多孔体 7 1 の外周に近い貫通孔 1 5 において絶縁破壊が発生しやすい。

なお、本実施形態では、図 6 (a) に表したような 1 つの絶縁体プラグ 7 0 の上に 1 つの貫通孔 1 5 が配置された場合を例として説明することがある。

[0077] 図 7 (a) 及び (b) は、本実施形態の絶縁体プラグの近傍を表す模式図である。

図 7 (a) は、本実施形態の絶縁体プラグを表した模式的断面図である。図 7 (b) は、図 7 (a) に表した領域 B を拡大した写真図である。

[0078] 図 7 (b) に表したように、本実施形態の絶縁体プラグ 7 0 では、セラミック絶縁膜 7 2 がセラミック多孔体 7 1 の表面から内部に食い込んでいる。

「内部に食い込んでいる」とは、セラミック絶縁膜 7 2 とセラミック多孔体 7 1 との間の境界部が層状になっているのではなく、表面に凹凸があり、断面ではセラミック多孔体 7 1 の最外周から一定長さの内部までセラミック絶縁膜 7 2 が入り込んでいるように見られ、実際の三次元形状では、セラミック絶縁膜 7 2 とセラミック多孔体 7 1 との間の境界部が入り組んだ波状となっていることを示す。より具体的には、セラミック絶縁膜 7 2 は、セラミッ

ク多孔体 71 の表面から内部へ向かって 100 μm 以下の部分に存在する。

より好ましくは、セラミック絶縁膜 72 は、セラミック多孔体 71 の表面から内部へ向かって 50 μm 以下の部分に存在する。

[0079] 本願明細書において、「セラミック多孔体の表面」あるいは「セラミック多孔体とセラミック絶縁膜との間の境界面」とは、走査型電子顕微鏡（SEM : Scanning Electron Microscope）で絶縁体プラグの断面を観察したときに、異なる組成の界面に存在する 5 μm 以下の境界部、あるいはセラミック多孔体のうちで最も外側（セラミック絶縁膜の側）に存在する点から選択した複数の点（例えば 2 点）を結ぶ境界線 75（図 7（b）参照）をいう。

[0080] セラミック絶縁膜 72 がセラミック多孔体 71 の表面から内部に食い込んだ量は、SEM により観察した断面写真により計測可能である。SEM による観察においてセラミック絶縁膜 72 の材料が延伸する場合には、CP（Cross Section Polisher : クロスセクションポリッシャ（登録商標））研磨などを用いて断面の観察を行うことができる。

[0081] 樹脂およびガラスは、セラミックと比較して熱を伝えにくい。そのため、絶縁膜として、例えば、樹脂あるいはガラスを用いると、貫通孔 15 の上の対象物 W にいわゆるホットスポットが発生するおそれがある。また、絶縁膜として樹脂あるいはゴムをスリーブによって形成すると、セラミック多孔体 71 と絶縁膜との間の境界部に断熱層（空気層）が形成される。すると、貫通孔 15 の上の対象物 W にいわゆるホットスポットが発生するおそれがある。

[0082] これに対して、本実施形態の絶縁体プラグ 70 は、セラミック絶縁膜 72 がセラミック多孔体 71 の表面から内部に食い込んだ構造を有する。セラミック絶縁膜 72 は、空気（緩衝層）を含む一方で、セラミック多孔体 71 およびベースプレート 50 と接触する。セラミック絶縁膜 72 とセラミック多孔体 71 との接触形態は、例えば接触部が食い込んだ形の点接触である。セラミック絶縁膜 72 とベースプレート 50 との接触形態は、例えば点接触である。そのため、セラミック多孔体 71 とセラミック絶縁膜 72 との間の境

界に層状の断熱層（空気層）が存在しない。これにより、対象物Wの温度分布が均一化され、貫通孔15の上の対象物Wにいわゆるホットスポットが発生することを抑えることができる。

[0083] 絶縁膜として例えば熱収縮チューブなどのゴムを用いて形成すると、セラミック絶縁膜72としてセラミックを溶射によって形成する場合と比較して、ゴムがセラミック多孔体71に食い込まずセラミック多孔体71の表面だけに存在する。すると、絶縁膜がセラミック多孔体71から剥離するおそれがある。絶縁膜がセラミック多孔体71から剥離すると、絶縁耐圧が低下するおそれがある。また、層状の断熱層が含まれるため、貫通孔15の上の対象物Wにいわゆるホットスポットが発生することを抑えることができない。

[0084] これに対して、本実施形態の絶縁体プラグ70は、セラミック絶縁膜72がセラミック多孔体71の表面から内部に食い込んだ構造を有する。そのため、セラミック絶縁膜72がアンカー効果によりセラミック多孔体71から剥離し難い。これにより、絶縁耐圧の向上を図ることができる。

[0085] 絶縁膜として、例えばセラミックを接着によって形成すると、セラミック絶縁膜72としてセラミックを溶射によって形成する場合と比較して、接着剤がセラミック多孔体71のより内部まで入り込む。すると、接着剤がセラミック多孔体71や多孔体内部の空隙を封止し、伝達ガスの流量が低減するおそれがある。

[0086] これに対して、本実施形態の絶縁体プラグ70は、セラミック絶縁膜72がセラミック多孔体71の表面から内部に食い込んだ構造を有する。そのため、絶縁体プラグ70をガス導入路53に設置する際に、セラミック多孔体71の側面あるいは内部が接着剤などにより封止されることを抑えることができる。これにより、ガス導入路53から貫通孔15へ流れる伝達ガスの流量が低減することを抑えることができる。

[0087] 本実施形態では、セラミック絶縁膜72の熱膨張率は、セラミック多孔体71の熱膨張率と略同じである。また、セラミック絶縁膜72の熱膨張率は、セラミック誘電体基板11の熱膨張率と略同じである。セラミック絶縁膜

72、セラミック多孔体71およびセラミック誘電体基板11のそれぞれの熱膨張率は、25℃以上800℃以下の環境において、例えば $7.0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以上 $10.0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下である。熱膨張率は、熱膨張率がすでに知られた素材と、セラミック絶縁膜72と、を組み合わせることで測定することで算出される。あるいは、熱膨張率は、SEMまたは熱膨張計（TMA（Thermal Mechanical Analysis））により算出される。

[0088] セラミック多孔体71の熱膨張率がセラミック絶縁膜72の熱膨張率と略同じであるため、セラミック多孔体71およびセラミック絶縁膜72は、温度変化に対して互いに追従することができる。そのため、セラミック多孔体71およびセラミック絶縁膜72が破壊することを抑えることができる。これにより、プロセス中において安定した冷却性能を維持することができる。

[0089] また、セラミック多孔体71の熱伝導率は、セラミック絶縁膜72の熱伝導率と略同じである。セラミック多孔体71およびセラミック絶縁膜72のそれぞれの熱伝導率は、例えば $0.3 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 以上 $10 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 以下である。

[0090] セラミック絶縁膜72を溶射によって形成する場合には、絶縁膜をスリーブによって形成する場合と比較して、絶縁体プラグ70の外径をより小さくすることができる。絶縁膜をスリーブによって形成する場合には、スリーブの厚さとして約1ミリメートル（mm）が必要である。つまり、セラミック絶縁膜72を溶射によって形成する場合には、セラミック絶縁膜72の厚さをより薄くすることができる。これにより、伝達ガスの流れが阻害されることを抑え、または空気の断熱層が形成されることを抑制でき、貫通孔15の上の対象物Wにいわゆるホットスポットが発生することを抑えることができる。

[0091] 図8（a）～（f）は、本実施形態の絶縁体プラグの変形例を例示する模式的断面図である。

図8（a）および図8（b）に表したように、セラミック絶縁膜72は、絶縁体プラグ70の断面において曲面を有していてもよい。図8（a）に表

した例では、セラミック絶縁膜 7 2 の Z 方向における中央部がセラミック多孔体 7 1 の内側へ向かって湾曲している。図 8 (b) に表した例では、セラミック絶縁膜 7 2 の Z 方向における中央部がセラミック多孔体 7 1 の外側へ向かって湾曲している。

[0092] 図 8 (c) および図 8 (d) に表したように、セラミック絶縁膜 7 2 は、絶縁体プラグ 7 0 の断面においてテーパ形状を有していてもよい。図 8 (c) に表した例では、セラミック絶縁膜 7 2 の Z 方向における中央部がセラミック多孔体 7 1 の内側へ向かって傾斜している。図 8 (d) に表した例では、セラミック絶縁膜 7 2 の Z 方向における中央部がセラミック多孔体 7 1 の外側へ向かって傾斜している。

[0093] 図 8 (e) および図 8 (f) に表したように、セラミック絶縁膜 7 2 は、絶縁体プラグ 7 0 の断面において段形状を有していてもよい。図 8 (e) に表した例では、セラミック絶縁膜 7 2 の Z 方向における下部に段差が設けられている。図 8 (f) に表した例では、セラミック絶縁膜 7 2 の Z 方向における上部に段差が設けられている。

[0094] 図 9 は、本実施形態の絶縁体プラグの近傍の他の例を表す模式図である。

図 9 に表したように、例えば溶射によって形成されるセラミック絶縁膜は、セラミック多孔体 7 1 の側面だけではなく、ベースプレート 5 0 の上部 5 0 a の表面に設けられていてもよい。ベースプレート 5 0 の上部 5 0 a の表面にセラミック絶縁膜 7 3 が設けられた場合には、セラミック絶縁膜 7 3 の表面粗さが金属のベースプレート 5 0 の表面粗さよりも大きいため、ベースプレート 5 0 とセラミック誘電体基板 1 1 との接着力を向上させることができる。

[0095] また、ベースプレート 5 0 の上部 5 0 a の表面に設けられたセラミック絶縁膜 7 3 は、高周波電圧を電極 1 2 に印加する際の絶縁耐圧を向上させ、セラミック多孔体 7 1 の側面に設けられたセラミック絶縁膜 7 2 の端部の絶縁耐圧が低下することを抑えることができる。

[0096] さらに、ベースプレート 5 0 の上部 5 0 a の表面に設けられたセラミック

絶縁膜 7 3 は、ベースプレート 5 0 の熱膨張とセラミック誘電体基板 1 1 の熱膨張との間の差を緩和する。そのため、ベースプレート 5 0 の上部 5 0 a の表面に設けられたセラミック絶縁膜 7 3 は、熱が加わることで発生する応力を緩和することができる。応力を緩和することは、セラミック多孔体 7 1 の側面に設けられたセラミック絶縁膜 7 2 においても同様である。

[0097] 応力緩和について、図面を参照しつつさらに説明する。

図 1 0 (a) 及び (b) は、本実施形態のセラミック絶縁膜の応力緩和を説明する模式的断面図である。

図 1 0 (a) は、熱がベースプレートに加わったときに生ずる応力の一例を例示する模式的断面図である。図 1 0 (b) は、プロセス中の気圧変化によって生ずる応力の一例を例示する模式的断面図である。

[0098] プラズマプロセスにおいては、例えば高出力化や高温化が進んでいる。また、スループットの高速化が望まれている。ここで、図 1 0 (a) に表した矢印 A 1 のように、プロセス中において熱がベースプレート 5 0 に加わると、ベースプレート 5 0 は伸びる。すると、絶縁体プラグ 7 0 の伸び率がベースプレート 5 0 の伸び率と異なるので、図 1 0 (a) に表した矢印 A 2 ~ 矢印 A 5 のように、絶縁体プラグ 7 0 の内側およびガス導入路 5 3 の内側へ向かって応力が生ずる。すると、例えば図 1 0 (a) に表した矢印 A 2 および矢印 A 3 のように、絶縁体プラグ 7 0 には、絶縁体プラグ 7 0 の内側へ向かって応力が生ずる。

[0099] また、プロセス中においては、例えばチャンバの内部は、大気状態にされたり、あるいは真空状態にされたりする。すると、図 1 0 (b) に表した矢印 A 6 および矢印 A 7 のように、絶縁体プラグ 7 0 には、Z 方向に応力が生ずる。

[0100] これに対して、本実施形態の絶縁体プラグ 7 0 は、セラミック絶縁膜 7 2 を有する。セラミック絶縁膜 7 2 は、セラミック多孔体 7 1 とガス導入路 5 3 との間に設けられ、セラミック多孔体 7 1 よりも緻密である。そのため、セラミック絶縁膜 7 2 は、外部から加わる応力を緩和する応力緩和層として

機能する。

[0101] これにより、セラミック多孔体 7 1 が外部から加わる応力により破壊することを抑えることができる。また、絶縁耐圧が低下することを抑えることができる。また、伝達ガスがベースプレート 5 0 に流れ、放電が生ずることを抑えることができる。そのため、セラミック絶縁膜 7 2 が樹脂あるいはテープなどによって形成された場合と比較して、信頼性が低下することを抑えることができる。また、セラミック絶縁膜 7 2 は、溶射により形成されるため、セラミック絶縁膜 7 2 の厚さをより容易に制御することができる。

[0102] 次に、セラミック多孔体 7 1 およびセラミック絶縁膜 7 2 の例について、図面を参照しつつ説明する。

図 1 1 は、気孔率と耐電圧（耐圧）との関係を例示するグラフ図である。

図 1 2 は、気孔率と伝達ガスの流量との関係を例示するグラフ図である。

図 1 1 および図 1 2 に表したグラフ図の横軸は、気孔率（％）を表す。図 1 1 に表したグラフ図の縦軸は、耐圧の基準に対する比率を表す。図 1 2 に表したグラフ図の縦軸は、伝達ガスの流量の基準に対する比率を表す。

[0103] 図 1 1 に表したように、セラミック多孔体 7 1 の気孔率が 6 0 % よりも高くなると、耐圧の基準に対する比率（安全率）が 5 未満となる。耐圧が基準値以下である場合には、絶縁耐圧は向上しない。そのため、セラミック多孔体 7 1 の気孔率は、6 0 % 以下であることが望ましい。

[0104] 図 1 2 に表したように、セラミック多孔体 7 1 の気孔率が 3 0 % よりも低くなると、伝達ガスの流量の基準に対する比率が 5 未満となる。伝達ガスの流量が基準値以下である場合には、伝達ガスの流量が低減し、貫通孔 1 5 の上の対象物 W にいわゆるホットスポットが発生するおそれがある。そのため、セラミック多孔体 7 1 の気孔率は、3 0 % 以上であることが望ましい。

したがって、セラミック多孔体 7 1 の気孔率は、3 0 % 以上 6 0 % 以下であることが望ましい。

[0105] 図 1 1 に表したように、セラミック絶縁膜 7 2 の気孔率が 1 0 % よりも高くなると、耐圧の基準に対する比率（安全率）が 1 7 未満となる。耐圧が基

準値以下である場合には、絶縁耐圧は向上しない。そのため、セラミック絶縁膜 72 の気孔率は、10%以下であることが望ましい。

[0106] 図 13 は、熱伝導率と冷却性能との関係を例示するグラフ図である。

図 14 (a) 及び (b) は、気孔率とセラミック多孔体の熱伝導率との関係、および気孔率とセラミック多孔体の密度との関係を例示するグラフ図である。

図 15 は、気孔率とセラミック絶縁膜の熱伝導率との関係、および気孔率とセラミック絶縁膜の密度との関係を例示するグラフ図である。

図 14 (a) は、セラミック多孔体 71 の材料として Al_2O_3 (アルミナ) が用いられた場合を例示するグラフ図である。図 14 (b) は、セラミック多孔体 71 の材料として Y_2O_3 (イットリア) が用いられた場合を例示するグラフ図である。

[0107] 図 13 に表したグラフ図の横軸は、熱伝導率 ($W/m \cdot K$) を表す。図 13 に表したグラフ図の縦軸は、冷却性能の基準に対する比率を表す。

図 14 (a)、図 14 (b) および図 15 に表したグラフ図の横軸は、気孔率 (%) を表す。図 14 (a) 及び (b) に表したグラフ図の縦軸は、セラミック多孔体の熱伝導率 (右軸) と、セラミック多孔体の密度 (左軸) と、を表す。図 15 に表したグラフ図の縦軸は、セラミック絶縁膜の熱伝導率 (右軸) と、セラミック絶縁膜の密度 (左軸) と、を表す。

[0108] 図 13 に表したように、熱伝導率が $0.3 W/m \cdot K$ よりも小さくなると、冷却性能の基準に対する性能が 10 未満となる。冷却性能が基準値以下である場合には、絶縁体プラグ 70 の上の対象物 W にいわゆるホットスポットが発生するおそれがある。そのため、セラミック多孔体 71 の熱伝導率は、 $0.3 W/m \cdot K$ 以上であることが望ましい。また、セラミック絶縁膜 72 の熱伝導率は、 $0.3 W/m \cdot K$ 以上であることが望ましい。

[0109] 図 11 および図 12 に関して前述したように、セラミック多孔体 71 の気孔率は、30%以上60%以下であることが望ましい。すると、図 14 (a) に表したように、アルミナが用いられたセラミック多孔体 71 の熱伝導率

は、 $3\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上 $10\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以下であることが望ましい。また、アルミナが用いられたセラミック多孔体71の密度は、 1.5 g/cm^3 以上 3.0 g/cm^3 以下であることが望ましい。図14(b)に表したように、イットリアが用いられたセラミック多孔体71の熱伝導率は、 $0.3\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上 $1.0\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以下であることが望ましい。また、イットリアが用いられたセラミック多孔体71の密度は、 4.5 g/cm^3 以上 9.0 g/cm^3 以下であることが望ましい。これにより、セラミック多孔体71の熱伝導率は、 $0.3\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上 $10\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以下であることが望ましい。また、セラミック多孔体71の密度は、 1.5 g/cm^3 以上 3.0 g/cm^3 以下であることが望ましい。

[0110] 図11に関して前述したように、セラミック絶縁膜72の気孔率は、10%以下であることが望ましい。すると、図15に表したように、セラミック絶縁膜72の熱伝導率は、 $3\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上 $8\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以下であることが望ましい。また、セラミック絶縁膜72の密度は、 3 g/cm^3 以上 4 g/cm^3 以下であることが望ましい。

[0111] 図16は、熱膨張率の差の比率と応力との関係を例示するグラフ図である。

図16に表したグラフ図の横軸は、セラミック多孔体71の熱膨張率を基準としたときのセラミック多孔体71の熱膨張率とセラミック絶縁膜72の熱伝導率との差の比率を表す。図16に表したグラフ図の縦軸は、応力の基準に対する比率を表す。

[0112] 図16に表したように、セラミック多孔体71の熱膨張率を基準とした場合において、セラミック多孔体71の熱膨張率とセラミック絶縁膜72の熱伝導率との差の比率が100%よりも高くなると、応力の基準に対する比率が10よりも高くなる。応力が基準値以上である場合には、セラミック多孔体71が破損するおそれがある。そのため、セラミック多孔体71の熱膨張率を基準とした場合において、セラミック多孔体71の熱膨張率とセラミック絶縁膜72の熱伝導率との差の比率は、100%以下であることが望ま

しい。セラミック多孔体 71 の熱膨張率とセラミック絶縁膜 72 の熱伝導率との差の比率は、50%以下であることがさらに望ましい。

[0113] 図 17 は、材料の熱膨張率の一例を表す表である。

25℃以上800℃以下の環境において、 Al_2O_3 （アルミナ）の熱膨張率は、例えば $7.0 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ である。 Y_2O_3 の熱膨張率は、例えば $7.2 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ である。 $\text{TiC}-\text{TiN}$ の熱膨張率は、例えば $7.4 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ である。 Al_2O_3 （サファイア）の熱伝導率は、例えば $7.7 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ である。 $\text{MgO}-\text{SiO}_2$ の熱膨張率は、例えば $7.7 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ である。 $2\text{MgO}-\text{SiO}_2$ の熱膨張率は、例えば $10.0 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ である。

[0114] セラミック多孔体 71 の材料は、図 1～図 4 に関して前述した通りである。セラミック多孔体 71 の熱膨張率は、 $7.0 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 以上 $10.0 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 以下であることが望ましい。

セラミック絶縁膜 72 の材料は、図 5 に関して前述した通りである。セラミック絶縁膜 72 の熱膨張率は、 $7.0 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 以上 $10.0 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 以下であることが望ましい。

[0115] 図 18 は、表面粗さと密着性との関係を例示するグラフ図である。

図 19 は、表面粗さと、耐圧、流量、応力および冷却性能のそれぞれと、関係を例示するグラフ図である。

[0116] 図 18 に表したように、アンカー効果により、表面粗さが増加すると密着性が増加する。つまり、表面粗さと密着性との間には相関がある。密着性と、耐圧、流量、応力および冷却性能のそれぞれと、の相関を表すグラフは、図 19 に表した通りである。

本願明細書において、「表面粗さ」とは、算術平均粗さ R_a をいうものとする。表面粗さは、JIS B 0601 に基づいて表面粗さ計により測定される。セラミック多孔体 71 の表面粗さを測定する位置は、セラミック多孔体 71 の側面の Z 方向における中央部（例えば図 3 に表した位置 P1）である。セラミック絶縁膜 72 の表面粗さを測定する位置は、セラミック絶縁膜 72 の側面の Z 方向における中央部（例えば図 3 に表した位置 P2）であ

る。

[0117] 図19に表したように、流量（基準比）は、表面粗さが増加すると増加する。また、冷却性能（基準比）は、表面粗さが増加すると増加する。表面粗さが $4\mu\text{m}$ よりも大きくなると、耐圧（基準比）が2未満となる。耐圧が基準値以下である場合には、絶縁耐圧は向上しない。そのため、セラミック絶縁膜72の表面粗さは、 $4\mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。一方で、セラミック絶縁膜72の粒子には空気が含まれるため、セラミック絶縁膜72の表面粗さが $0.5\mu\text{m}$ よりも小さくなると、表面仕上げ加工に必要以上の手間およびコストがかかる。そのため、セラミック絶縁膜72の表面粗さは、 $0.5\mu\text{m}$ 以上であることが望ましい。したがって、セラミック絶縁膜72の表面粗さは、 $0.5\mu\text{m}$ 以上 $4\mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。

[0118] 表面粗さが $5\mu\text{m}$ 以上になると、伝達ガスの流量の増加が大きくなる。そのため、セラミック多孔体71の表面粗さは、 $5\mu\text{m}$ 以上であることが望ましい。

表面粗さが $20\mu\text{m}$ よりも大きくなると、応力（圧縮、引張り）の低下が大きくなる。そのため、セラミック多孔体71の表面粗さは、 $20\mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。したがって、セラミック多孔体71の表面粗さは、 $5\mu\text{m}$ 以上 $20\mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。

なお、セラミック誘電体基板11の表面粗さは、 $0.1\mu\text{m}$ 以上 $1\mu\text{m}$ 以下である。

[0119] セラミック誘電体基板11、セラミック多孔体71およびセラミック絶縁膜72に関する他の物性値としては、残留応力、硬度（ビッカース硬さ：HV）およびヤング率が挙げられる。

セラミック多孔体71の残留応力は、 150MPa 以下である。セラミック多孔体71の硬度（HV）は、 2GPa 以上 10GPa 以下である。セラミック多孔体71のヤング率は、 50GPa 以上 200GPa 以下である。

セラミック絶縁膜72の残留応力は、 1500MPa 以下である。セラミ

ック絶縁膜 72 の硬度 (HV) は、0.1 GPa 以上 5 GPa 以下である。
セラミック絶縁膜 72 のヤング率は、40 GPa 以上 100 GPa 以下である。

セラミック誘電体基板 11 の残留応力は、700 MPa 以下である。セラミック誘電体基板 11 の硬度 (HV) は、5 GPa 以上 20 GPa 以下である。セラミック誘電体基板 11 のヤング率は、150 GPa 以上 500 GPa 以下である。

[0120] 次に、セラミック多孔体 71 の例について説明する。

図 20 は、アスペクト比と絶縁耐圧との関係を例示する図である。

図 20 の横軸はアスペクト比を表し、縦軸は絶縁耐圧 (%) を表している。ここで、横軸のアスペクト比は、セラミック多孔体 71 の外径に対する長さ (Z 方向の長さ) の比率である。また、縦軸の絶縁耐圧の 100% とは、絶縁体プラグ 70 を設けない場合の絶縁耐圧である。

[0121] 図 20 に表したように、アスペクト比が 0.6 以上になると、絶縁耐圧が 100% を超える。したがって、セラミック多孔体 71 のアスペクト比は 0.6 以上であることが望ましい。

[0122] 図 21 は、セラミック多孔体の外径と絶縁耐圧との関係を例示する図である。

図 21 の横軸はセラミック多孔体 71 の外径 (mm) を表し、縦軸は絶縁耐圧 (%) を表している。ここで、縦軸の絶縁耐圧の 100% とは、絶縁体プラグ 70 を設けない場合の絶縁耐圧である。

[0123] 図 21 に表したように、セラミック多孔体 71 の外径が 1 mm 以上になると、絶縁耐圧が 100% を超える。したがって、セラミック多孔体 71 の外径は 1 mm 以上であることが望ましい。また、セラミック多孔体 71 の外径を 1 mm 以上にすると、吸着する対象物 W のコールドスポットでの温度差 (貫通孔 15 の直上における対象物 W の位置とその周辺との温度差) を 1℃ 以下にすることができる。

[0124] 図 22 は、セラミック多孔体の長さで絶縁耐圧との関係を例示する図であ

る。

図 2 2 の横軸はセラミック多孔体 7 1 の長さ (mm) を表し、縦軸は絶縁耐圧 (%) を表している。ここで、縦軸の絶縁耐圧の 100% とは、絶縁体プラグ 7 0 を設けない場合の絶縁耐圧である。

[0125] 図 2 2 に表したように、セラミック多孔体 7 1 の長さが 3 mm 以上になると、絶縁耐圧が 100% を超える。したがって、セラミック多孔体 7 1 の長さは 3 mm 以上であることが望ましい。

[0126] 図 2 3 は、セラミック多孔体の比率 (L/D) と絶縁耐圧との関係を例示する図である。

図 2 3 の横軸はセラミック多孔体 7 1 の比率 (L/D) を表し、縦軸は絶縁耐圧 (%) を表している。ここで、横軸の比率 (L/D) は、貫通孔 1 5 の内径を D 、貫通孔 1 5 の中心からセラミック多孔体 7 1 の外周までの距離を L とした場合の比率 (L/D) である。また、縦軸の絶縁耐圧の 100% とは、絶縁体プラグ 7 0 を設けない場合の絶縁耐圧である。

[0127] ここで、比率 (L/D) について説明する。

図 2 4 (a) 及び (b) は、内径 D 及び距離 L を例示する模式的平面図である。

図 2 4 (a) 及び (b) には、貫通孔 1 5 及び絶縁体プラグ 7 0 を Z 方向にみた模式的な平面図が表される。

[0128] 図 2 4 (a) には、1 つの絶縁体プラグ 7 0 の上に 1 つの貫通孔 1 5 が配置された例が表される。この例では、貫通孔 1 5 の中心は、絶縁体プラグ 7 0 の中心と一致している。貫通孔 1 5 が 1 つの場合には、この貫通孔 1 5 の内径を D 、この貫通孔 1 5 の中心からセラミック多孔体 7 1 の外周までの距離を L とする。なお、貫通孔 1 5 の中心が、絶縁体プラグ 7 0 の中心と一致しない場合には、貫通孔 1 5 の中心からセラミック多孔体 7 1 の外周までの距離のうち最も短い距離を L とする。

[0129] 図 2 4 (b) には、1 つの絶縁体プラグ 7 0 の上に複数の貫通孔 1 5 が配置された例が表される。この場合、複数の貫通孔 1 5 のうち、セラミック多

孔体 7 1 の外周に最も近い貫通孔 1 5 の内径を D とする。また、この貫通孔 1 5 の中心からセラミック多孔体 7 1 の外周までの距離を L とする。

[0130] 図 2 3 に表したように、セラミック多孔体 7 1 の比率 (L/D) が 5 以上になると、絶縁耐圧が 100% を超える。したがって、セラミック多孔体 7 1 の比率 (L/D) は 5 以上であることが望ましい。

[0131] 図 2 0 ~ 図 2 3 に表したセラミック多孔体 7 1 の望ましい条件は、図 2 0 ~ 図 2 3 のうち少なくとも 1 つを満たしていればよく、図 2 0 ~ 図 2 3 のうち 2 つ以上満たしていることがより望ましい。また、図 2 0 ~ 図 2 3 の全てを満たしていることが最も望ましい。

[0132] 次に、伝達ガスの供給と対象物の温度変化との関係について説明する。

図 2 5 (a) ~ (d) は、吸着の対象物の温度変化を例示する図である。

図 2 5 (a) ~ (d) には、伝達ガスとして He ガスを用いた場合の対象物の温度変化が表されている。

[0133] 図 2 5 (a) 及び (b) には、貫通孔 1 5 から He ガスを放出していない状態が表される。図 2 5 (b) は、セラミック誘電体基板 1 1 の上に対象物 W を吸着させた状態を表す模式的断面図である。図 2 5 (a) は、対象物 W の温度分布を例示する模式図である。図 2 5 (a) の横軸は対象物 W の位置を表し、縦軸は貫通孔 1 5 の直上とその周辺との温度差 (ΔT) を表している。

[0134] 図 2 5 (a) 及び (b) に表したように、貫通孔 1 5 から He ガスを放出しない場合、対象物 W における貫通孔 1 5 の直上の温度が周辺の温度よりも高くなる。セラミック多孔体 7 1 の部分は金属製のベースプレート 5 0 の部分に比べて熱伝達率が低い。このため、 He ガスを放出しない場合には、金属製のベースプレート 5 0 の上の部分の温度は低下しやすく、セラミック多孔体 7 1 の上、特に貫通孔 1 5 の直上の部分の温度は低下し難い。したがって、対象物 W において貫通孔 1 5 の直上の部分の温度は、金属製のベースプレート 5 0 の上の部分の温度よりも高くなる。

[0135] 図 2 5 (a) 及び (b) に表したように、対象物 W において貫通孔 1 5 の

直上の周辺の温度を基準にして貫通孔 15 の直上の温度が高い場合の温度差 (ΔT) は、正 (+) の ΔT となる。

[0136] 図 25 (c) 及び (d) には、貫通孔 15 から He ガスを放出している状態が表される。図 25 (d) は、セラミック誘電体基板 11 の上に対象物 W を吸着させた状態を表す模式的断面図である。図 25 (c) は、対象物 W の温度分布を例示する模式図である。図 25 (c) の横軸は対象物 W の位置を表し、縦軸は貫通孔 15 の直上とその周辺との温度差 (ΔT) を表している。

[0137] ここで、図 25 (d) に表したように、ガス導入路 53 から He ガスを導入した場合、He ガスはガス導入路 53 からセラミック多孔体 71 の気孔内を通過して貫通孔 15 に送り込まれる。He ガスは、貫通孔 15 を通過して対象物 W の下方の溝 14 内に送られる。He ガスが接触することで、対象物 W の温度は低下する。

[0138] 図 25 (c) 及び (d) に表したように、貫通孔 15 から He ガスを放出した場合、対象物 W における貫通孔 15 の直上の温度が周辺の温度よりも低くなる。セラミック多孔体 71 の部分は金属製のベースプレート 50 の部分に比べて熱伝達率が低い。このため、He ガスを放出して、セラミック多孔体 71 の上、特に貫通孔 15 の直上の部分の温度が低下すると、金属製のベースプレート 50 の上の部分の温度よりも低い状態が維持されやすい。したがって、対象物 W において貫通孔 15 の直上の部分の温度は、金属製のベースプレート 50 の上の部分の温度よりも低くなる。

[0139] 図 25 (c) 及び (d) に表したように、対象物 W において貫通孔 15 の直上の周辺の温度を基準にして貫通孔 15 の直上の温度が低い場合の温度差 (ΔT) は、負 (-) の ΔT となる。

[0140] ここで、静電チャック 110 により対象物 W を吸着する場合の、He ガス等の伝達ガスの導入タイミングについて説明する。

まず、対象物 W をセラミック誘電体基板 11 の第 1 主面 11a に吸着保持する。対象物 W を吸着保持する際には、伝達ガスは導入されない。制御部 9

0は、伝達ガスを導入しないよう制御する。

[0141] 対象物Wがセラミック誘電体基板11に吸着保持されると、静電チャック110の吸着力により、対象物Wの下面は、セラミック誘電体基板11の周縁に設けられたシールリング部16と接触する。対象物Wの下面と、溝14との間には、ドット13で区切られた空間が形成される。

[0142] 対象物Wを吸着保持した後、伝達ガスが導入される。制御部90は、伝達ガスの圧力差及び流量を制御する。制御部90の制御によって、伝達ガスは所定の圧力差でガス導入路53に送り込まれる。伝達ガスはガス導入路53からセラミック多孔体71及び貫通孔15を通過して、溝14内に送られる。

[0143] 溝14内に所定量の伝達ガスが充填された後、対象物Wとセラミック誘電体基板11との間の空間が所定量の伝達ガスで満たされる。対象物Wが吸着保持されている間、伝達ガスは、対象物Wとシールリング部16との隙間から漏れ出る分だけ補充される。溝14内に充填された伝達ガスは、対象物Wと接触することで、対象物Wの温度を低下させることができる。

[0144] その後、対象物Wの吸着保持を解除するタイミングで、制御部90は、伝達ガスの供給を停止し、対象物Wとセラミック誘電体基板11との間の空間から伝達ガスを抜く。その後、対象物Wをセラミック誘電体基板11から引き離す。実際のプロセスでは、対象物Wを搬送し、次の対象物Wを処理するまでの時間（スループット）を短縮することができる。

[0145] このような伝達ガスの導入タイミングにおいて、対象物Wを吸着保持した直後で伝達ガスが導入される前の段階では、対象物Wの温度分布は図25（a）に表すようになる。一方、対象物Wを吸着保持した後、伝達ガスを導入した後の段階では、対象物Wの温度分布は図25（c）に表すようになる。

[0146] 図26は、ガス流量と温度変化との関係を例示する図である。

図26の横軸は、1つの貫通孔15から放出されるHeガスの流量（s c c m : standard cubic centimeter per minute）を表し、縦軸は対象物Wの温度差 ΔT （℃）を表している。ここで、供給されるHeガスの

圧力差は、30 Torrである。1つの貫通孔15から放出されるHeガスの流量が増加すると、温度差 ΔT は低下する。

[0147] 本実施形態に係る静電チャック110において、1つの貫通孔15からHeガスを放出する下限の流量は0.5 sccmである。一方、1つの貫通孔15から放出されるHeガスの流量が多すぎると、温度差 ΔT が低下しすぎて温度分布の均一化が難しくなる。対象物Wの温度分布を均一化するため、温度差 ΔT の絶対値は5℃以下であることが望ましい。したがって、1つの貫通孔15から放出されるHeガスの流量は、14 sccm以下が好ましく、望ましくは12 sccm以下、さらに望ましくは10 sccm以下である。

[0148] 1つの貫通孔15から放出されるHeガスの流量を14 sccm以下にすると、温度差 ΔT の絶対値は5℃以下になる。また、1つの貫通孔15から放出されるHeガスの流量を12 sccm以下にすると、温度差 ΔT の絶対値は4℃以下になる。また、1つの貫通孔15から放出されるHeガスの流量を10 sccm以下にすると、温度差 ΔT の絶対値は3℃以下になる。

[0149] 図27は、ガス流量と温度変化との関係を例示する図である。

図27の横軸は、1つのセラミック多孔体71から放出されるHeガスの流量(sccm)を表し、縦軸は対象物Wの温度差 ΔT (℃)を表している。ここで、供給されるHeガスの圧力差は、30 Torrである。1つのセラミック多孔体71から放出されるHeガスの流量が増加すると、温度差 ΔT は低下する。

[0150] 本実施形態に係る静電チャック110において、1つのセラミック多孔体71からHeガスを放出する下限の流量は3 sccmである。これは、Heガスが流れ、対象物Wを冷やす(ΔT が0℃未満)ための下限の流量である。一方、1つのセラミック多孔体71から放出されるHeガスの流量が多すぎると、温度差 ΔT が低下しすぎて温度分布の均一化が難しくなる。対象物Wの温度分布を均一化するため、温度差 ΔT

Tの絶対値は5℃以下であることが望ましい。したがって、1つのセラミック多孔体71から放出されるHeガスの流量は、24 s c c m以下が好ましく、望ましくは22 s c c m以下、さらに望ましくは17 s c c m以下である。

[0151] 1つのセラミック多孔体71から放出されるHeガスの流量を24 s c c m以下にすると、温度差d e l t a__Tの絶対値は5℃以下になる。また、1つのセラミック多孔体71から放出されるHeガスの流量を22 s c c m以下にすると、温度差d e l t a__Tの絶対値は4℃以下になる。また、1つのセラミック多孔体71から放出されるHeガスの流量を17 s c c m以下にすると、温度差d e l t a__Tの絶対値は3℃以下になる。

[0152] 図28は、貫通孔の内径と温度変化との関係を例示する図である。

図28の横軸は、1つの貫通孔15の内径（mm）を表し、縦軸は対象物Wの温度差d e l t a__T（℃）を表している。ここで、供給されるHeガスの圧力差は、30 T o r rである。1つの貫通孔15の内径が大きくなると、温度差d e l t a__Tは低下する。

[0153] 本実施形態に係る静電チャック110において、1つの貫通孔15を形成できる内径の下限は0.05 mmである。一方、1つの貫通孔15の内径が大きすぎると、温度差d e l t a__Tが低下しすぎて温度分布の均一化が難しくなる。対象物Wの温度分布を均一化するため、温度差d e l t a__Tの絶対値は5℃以下であることが望ましい。したがって、1つの貫通孔15の内径は、1 mm以下が好ましく、望ましくは0.9 mm以下、さらに望ましくは0.8 mm以下である。

[0154] 1つの貫通孔15の内径を1 mm以下にすると、温度差d e l t a__Tの絶対値は5℃以下になる。また、1つの貫通孔15の内径を0.9 mm以下にすると、温度差d e l t a__Tの絶対値は4℃以下になる。また、1つの貫通孔15の内径を0.8 mm以下にすると、温度差d e l t a__Tの絶対値は3℃以下になる。

[0155] 本実施形態に係る静電チャック110において、1つのセラミック多孔体

71が円筒形に設けられている場合、セラミック多孔体71の外径は、7mm以下であることが好ましい。セラミック多孔体71の外径を7mm以下にすることで、温度差 ΔT の絶対値が5℃以下になる。また、セラミック多孔体71の外径を6mm以下にすると、温度差 ΔT の絶対値が4℃以下になる。さらに、セラミック多孔体71の外径を5mm以下にすると、温度差 ΔT の絶対値が3℃以下になる。

[0156] 以上説明したように、本実施形態によれば、セラミック誘電体基板11に設けられた伝達ガスの導入用の貫通孔15及びベースプレート50に設けられたガス導入路53における絶縁耐圧を向上させることができ、信頼性の高い静電チャック110を提供することができるようになる。

また、本実施形態によれば、ガス導入路53内にセラミック多孔体71を設けた構造であっても吸着の対象物Wに対して均一性の高い温度制御を行うことができる静電チャック110を提供することができるようになる。

[0157] 以上、本発明の実施の形態について説明した。しかし、本発明はこれらの記述に限定されるものではない。例えば、静電チャック110として、クーロン力を用いる構成を例示したが、ジョンソン・ラーベック力を用いる構成であっても適用可能である。また、前述の実施の形態に関して、当業者が適宜設計変更を加えたものも、本発明の特徴を備えている限り、本発明の範囲に包含される。また、前述した各実施の形態が備える各要素は、技術的に可能な限りにおいて組み合わせることができ、これらを組み合わせたものも本発明の特徴を含む限り本発明の範囲に包含される。

産業上の利用可能性

[0158] 本発明の態様によれば、ガス導入路内での放電に対して高い絶縁耐圧を得ることができる、あるいは、ガス導入路内にセラミック多孔体を設けた構造であっても吸着の対象物に対してウェーハ温度均一性の高い温度制御を行うことができる静電チャックが提供される。

符号の説明

[0159] 11 セラミック誘電体基板

- 1 1 a 第1主面
- 1 1 b 第2主面
- 1 2 電極
- 1 3 ドット
- 1 4 溝
- 1 5 貫通孔
- 1 6 シールリング部
- 2 0 接続部
- 5 0 ベースプレート
- 5 0 a 上部
- 5 0 b 下部
- 5 1 入力路
- 5 2 出力路
- 5 3 ガス導入路
- 5 3 a 座ぐり部
- 5 5 連通路
- 6 0 接着部材
- 7 0 絶縁体プラグ
- 7 1 セラミック多孔体
- 7 2、7 3 セラミック絶縁膜
- 7 5 境界線
- 8 0 吸着保持用電圧
- 9 0 制御部
- 1 1 0、1 1 0 a 静電チャック

請求の範囲

- [請求項1] 吸着の対象物を載置する第1主面と、前記第1主面とは反対側の第2主面と、前記第2主面から前記第1主面にかけて設けられた貫通孔と、を有するセラミック誘電体基板と、
- 前記セラミック誘電体基板を支持し、前記貫通孔と連通するガス導入路を有する金属製のベースプレートと、
- 前記ガス導入路に設けられたセラミック多孔体と、前記セラミック多孔体と前記ガス導入路との間に設けられ前記セラミック多孔体よりも緻密なセラミック絶縁膜と、を有する絶縁体プラグと、
- を備え、
- 前記セラミック絶縁膜は、前記セラミック多孔体の表面から前記セラミック多孔体の内部に食い込んだことを特徴とする静電チャック。
- [請求項2] 前記セラミック絶縁膜の熱膨張率は、前記セラミック多孔体の熱膨張率および前記セラミック誘電体基板の熱膨張率のそれぞれと同じであることを特徴とする請求項1記載の静電チャック。
- [請求項3] 前記セラミック絶縁膜の表面の算術平均粗さは、前記セラミック多孔体の表面の算術平均粗さよりも小さく、前記セラミック誘電体基板の表面の算術平均粗さよりも大きいことを特徴とする請求項1記載の静電チャック。
- [請求項4] 前記セラミック絶縁膜の気孔率は、10パーセント以下であり、
- 前記セラミック多孔体の気孔率は、30パーセント以上60パーセント以下であることを特徴とする請求項1記載の静電チャック。
- [請求項5] 前記セラミック絶縁膜の密度は、3.0グラム／立方センチメートル以上4.0グラム／立方センチメートル以下であり、
- 前記セラミック多孔体の密度は、1.5グラム／立方センチメートル以上3.0グラム／立方センチメートル以下であることを特徴とする請求項1記載の静電チャック。
- [請求項6] 前記セラミック多孔体の熱膨張率を基準とした場合において、前記

セラミック多孔体の熱膨張率と前記セラミック絶縁膜の熱伝導率との差の比率は、100%以下であることを特徴とする請求項1 静電チャック。

[請求項7] 前記セラミック多孔体および前記セラミック絶縁膜のそれぞれの熱膨張率は、 $7.0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以上 $10.0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下であることを特徴とする請求項1 記載の静電チャック。

[請求項8] 前記セラミック多孔体および前記セラミック絶縁膜のそれぞれの熱伝導率は、0.3ワット／メートル・ケルビン以上10ワット／メートル・ケルビン以下であることを特徴とする請求項1 記載の静電チャック。

[請求項9] 前記セラミック絶縁膜の表面の前記算術平均粗さは、0.5マイクロメートル以上4マイクロメートル以下であり、

前記セラミック多孔体の表面の前記算術平均粗さは、5マイクロメートル以上20マイクロメートル以下であることを特徴とする請求項3 記載の静電チャック。

[請求項10] 前記セラミック絶縁膜は、前記セラミック多孔体の側面に設けられたセラミックの溶射膜であることを特徴とする請求項1 記載の静電チャック。

[請求項11] 前記セラミック多孔体の外径に対する長さの比率は、0.6以上であることを特徴とする請求項1 記載の静電チャック。

[請求項12] 前記セラミック多孔体の外径は、1ミリメートル以上であることを特徴とする請求項1 1 記載の静電チャック。

[請求項13] 前記セラミック多孔体の長さは、3ミリメートル以上であることを特徴とする請求項1 1 記載の静電チャック。

[請求項14] 前記貫通孔の内径をD、前記貫通孔の中心から前記セラミック多孔体の外周までの距離をLとした場合、 L/D は、5以上であることを特徴とする請求項1 記載の静電チャック。

[請求項15] 前記貫通孔の1つ当たりから流出するHeガスの流量は、前記He

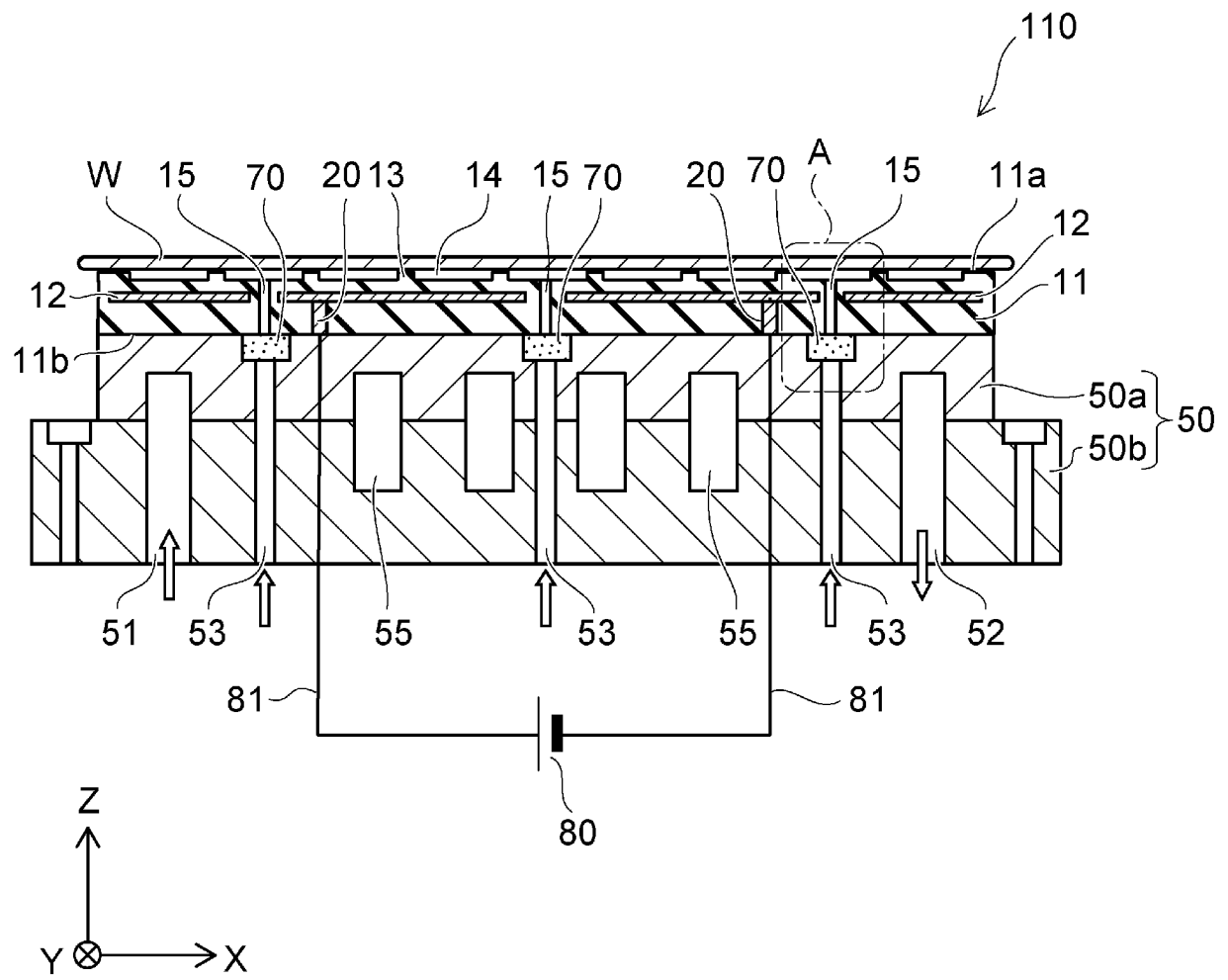
ガスの圧力差を30 Torrとした場合、0.5 sccm以上14 sccm以下であることを特徴とする請求項1記載の静電チャック。

[請求項16] 前記セラミック多孔体の1つ当たりから流出するHeガスの流量は、前記Heガスの圧力差を30 Torrとした場合、3 sccm以上24 sccm以下であることを特徴とする請求項1記載の静電チャック。

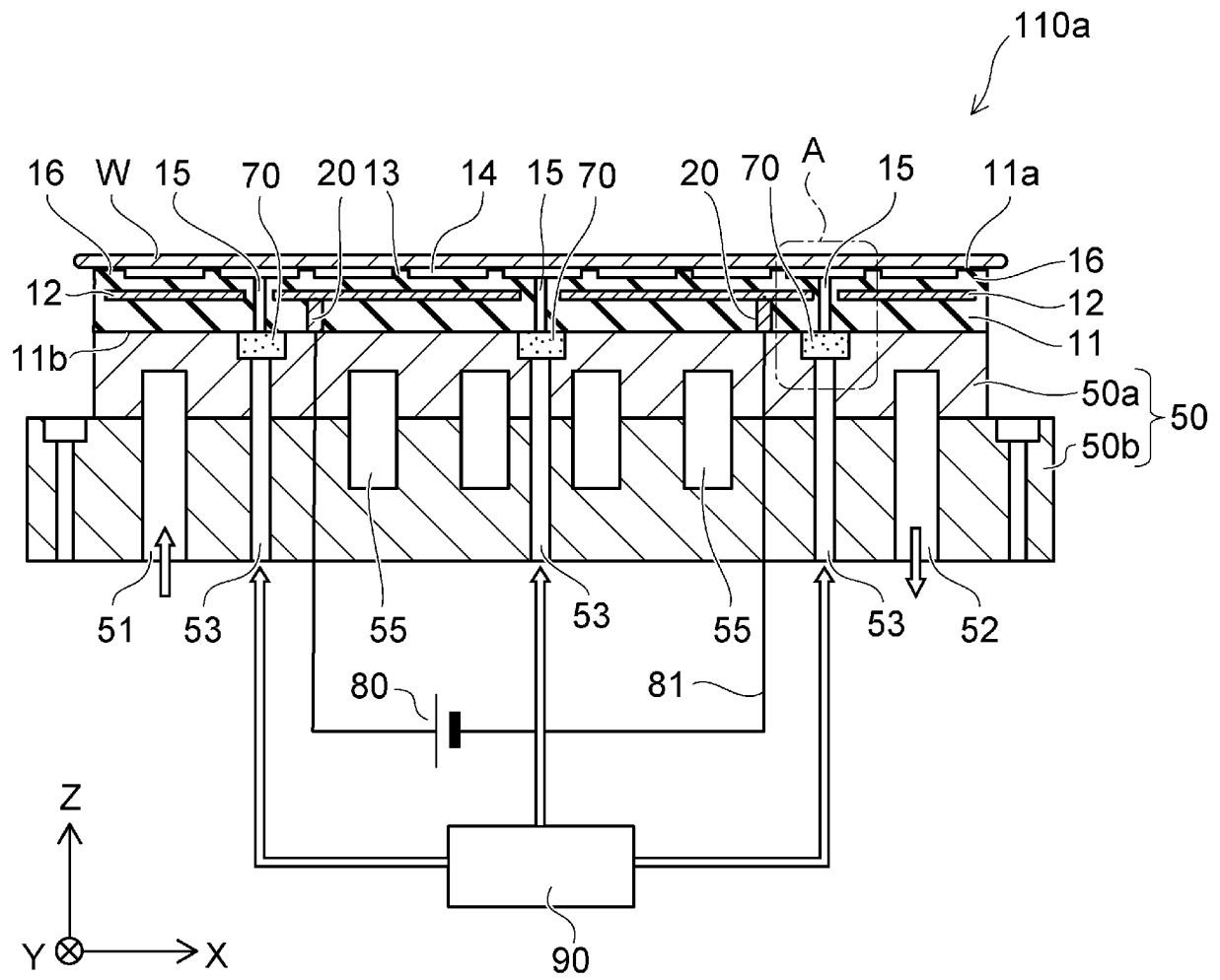
[請求項17] 前記貫通孔の内径は、0.05ミリメートル以上1ミリメートル以下であることを特徴とする請求項1記載の静電チャック。

[請求項18] 前記セラミック多孔体の外径は、7ミリメートル以下であることを特徴とする請求項1記載の静電チャック。

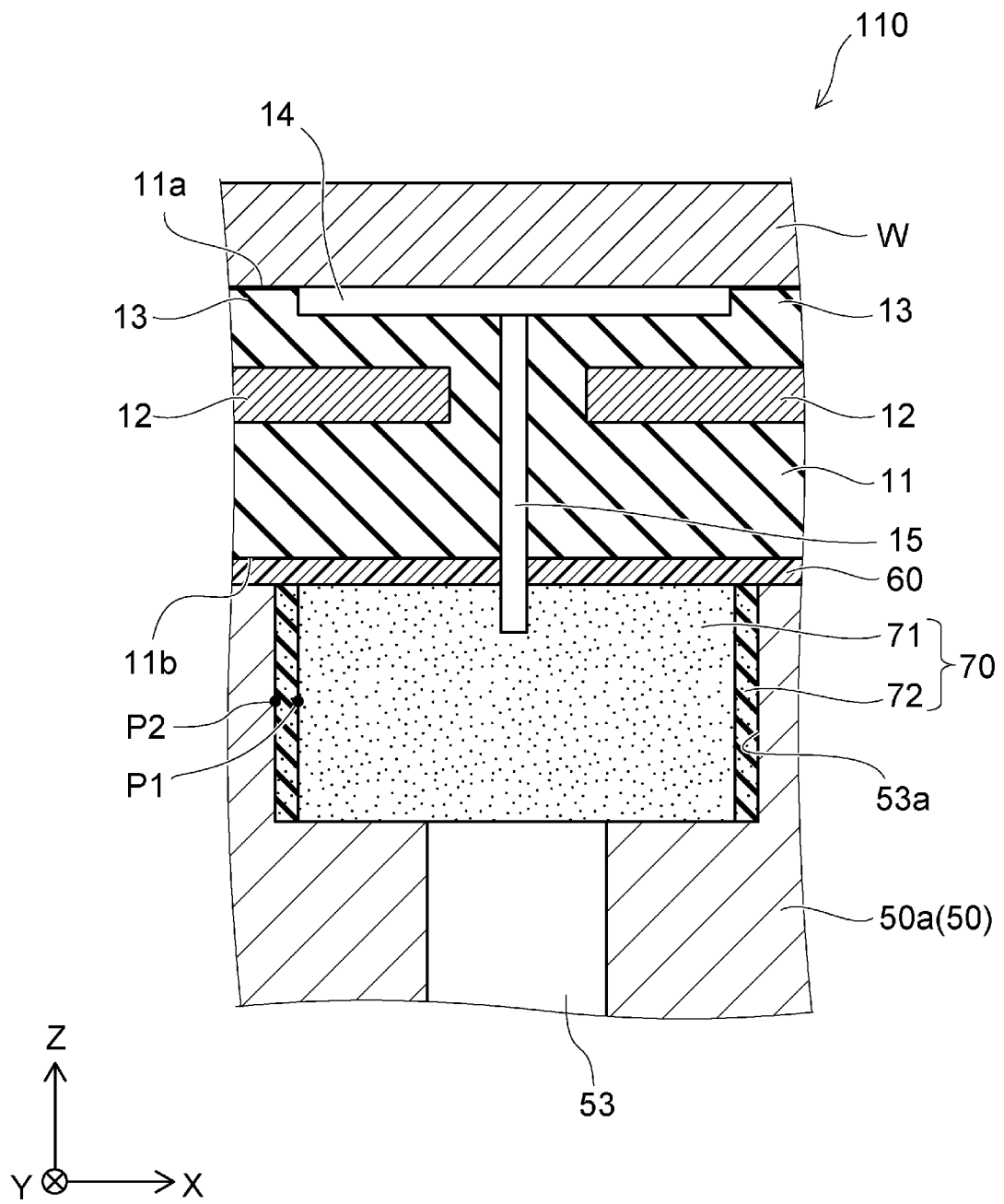
[図1]



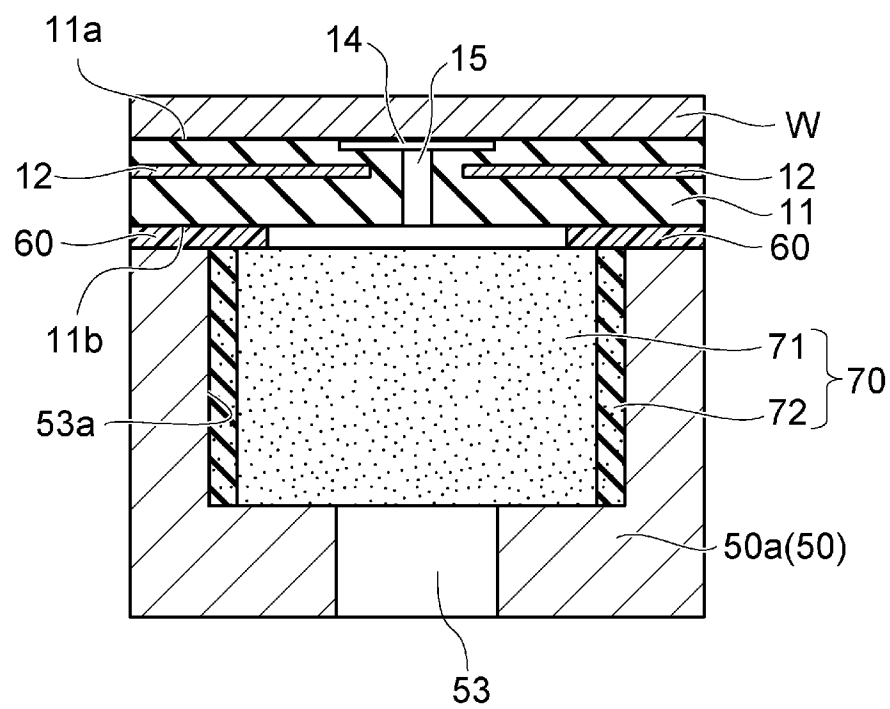
[図2]



[図3]



[図4]

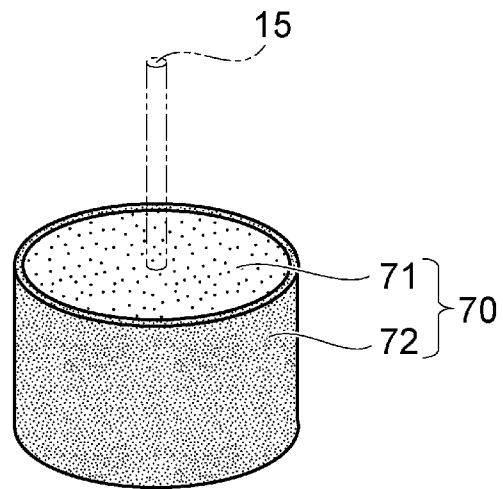


[図5]

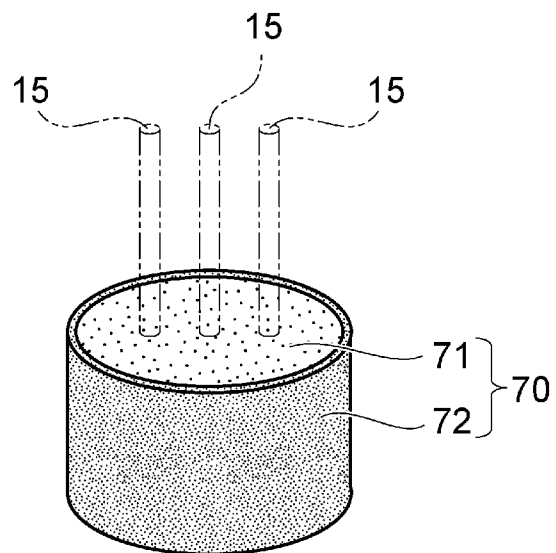
絶縁膜材料	方法	絶縁耐圧（代表値）	厚さ
セラミック	溶射	5.3 ～ 7.7 kV/mm	0.05～0.5mm
空間		1 kV/mm	～10mm

[図6]

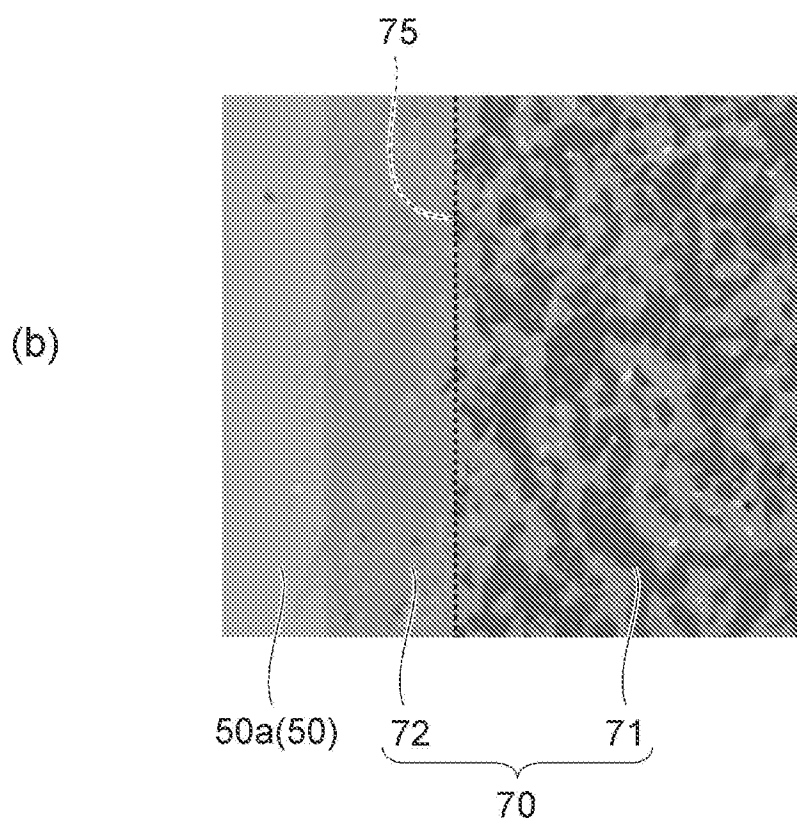
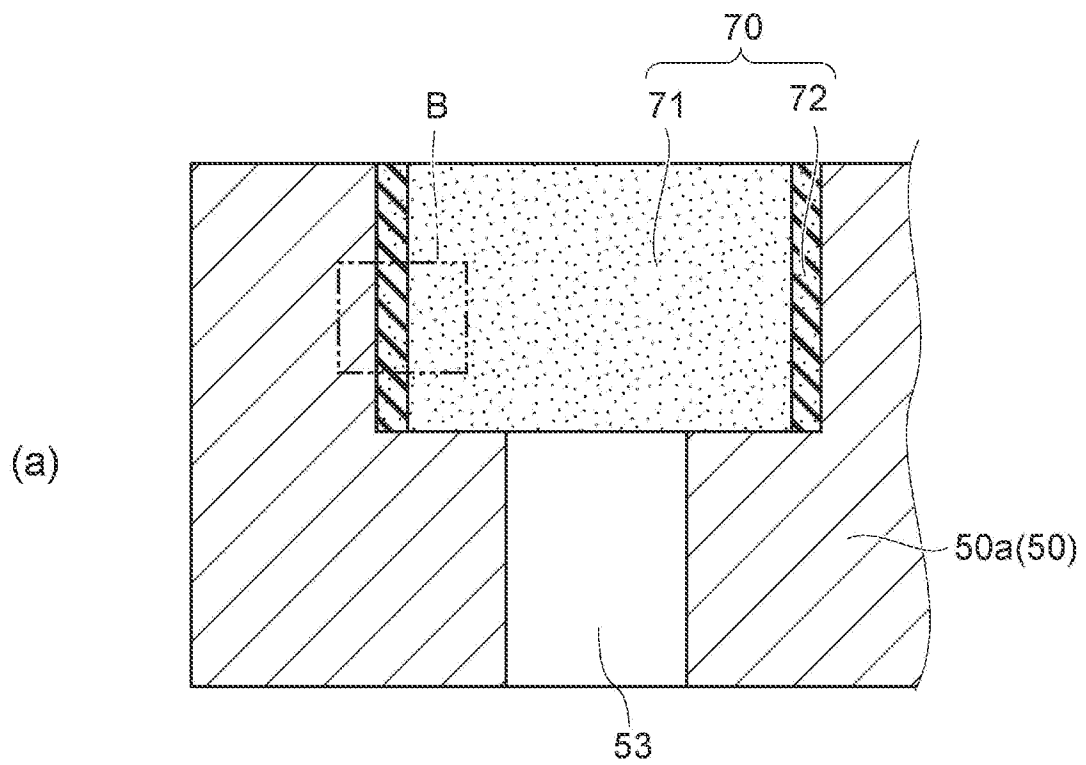
(a)



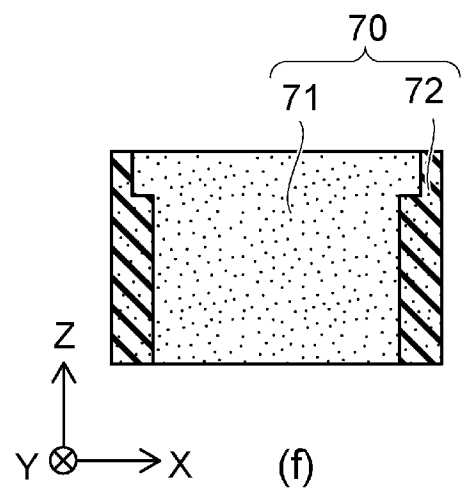
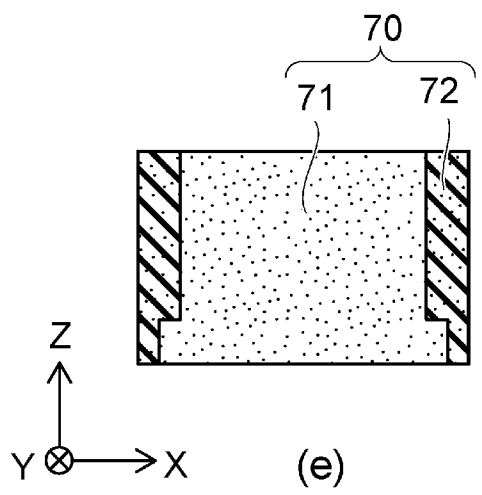
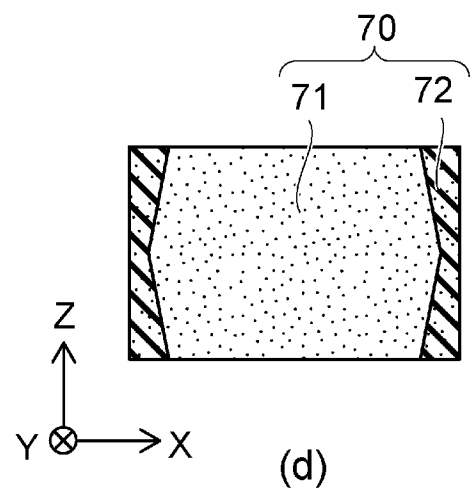
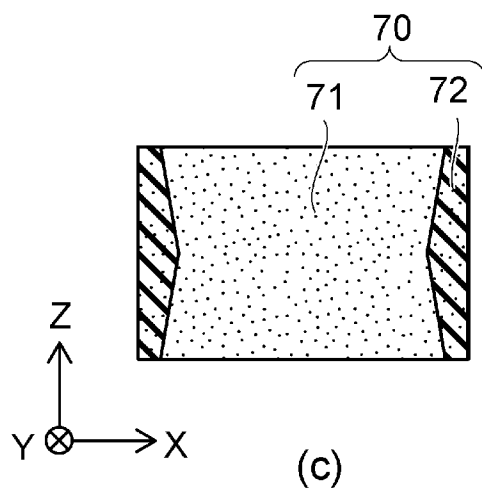
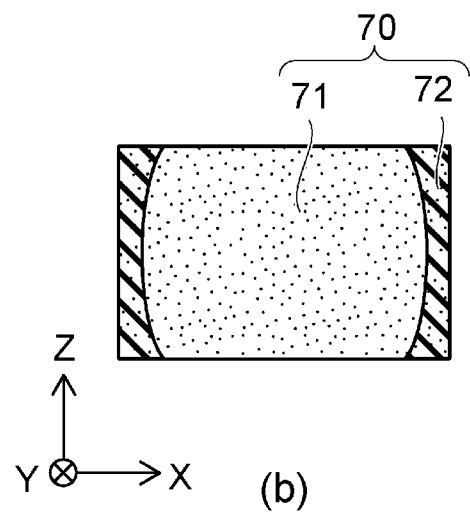
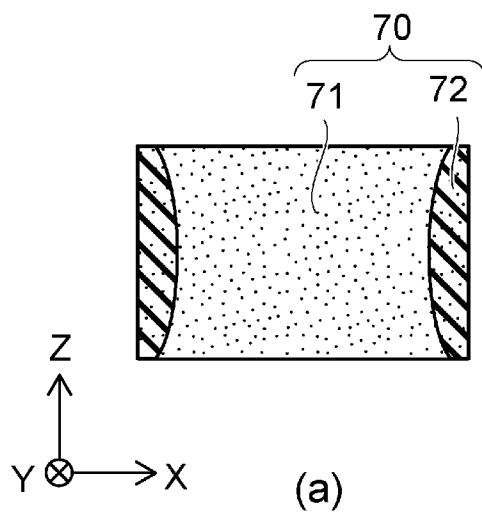
(b)



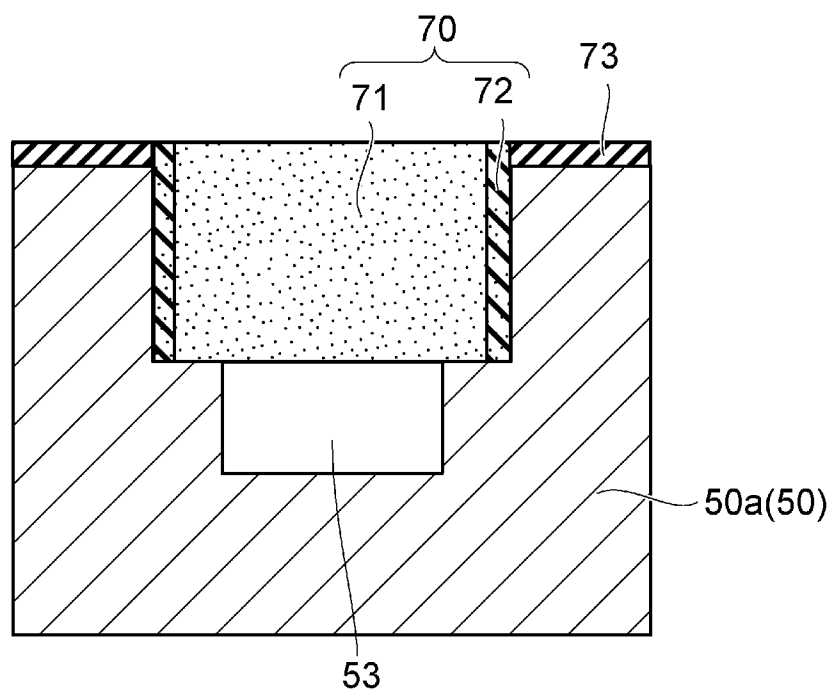
[図7]



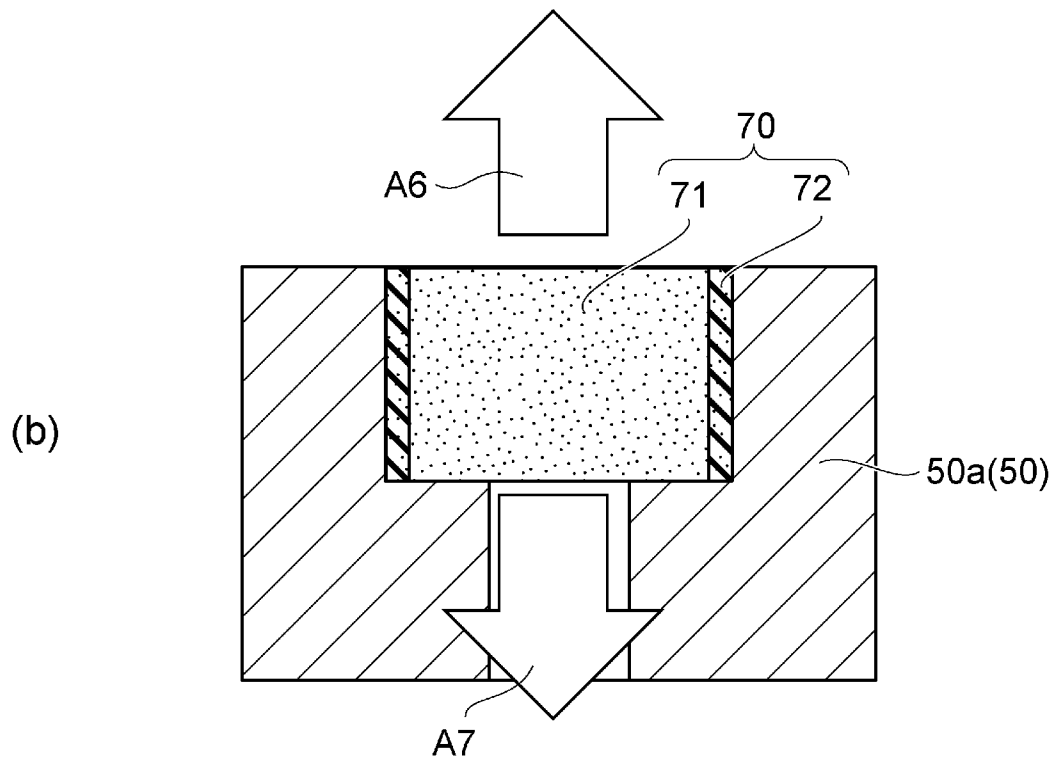
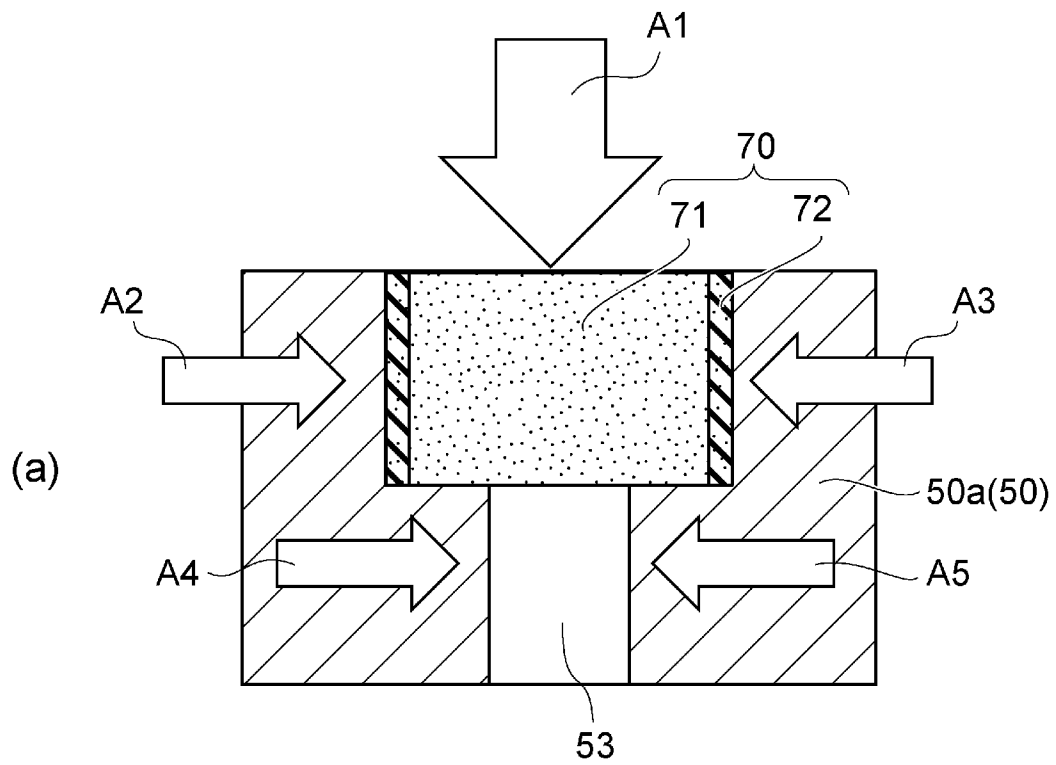
[図8]



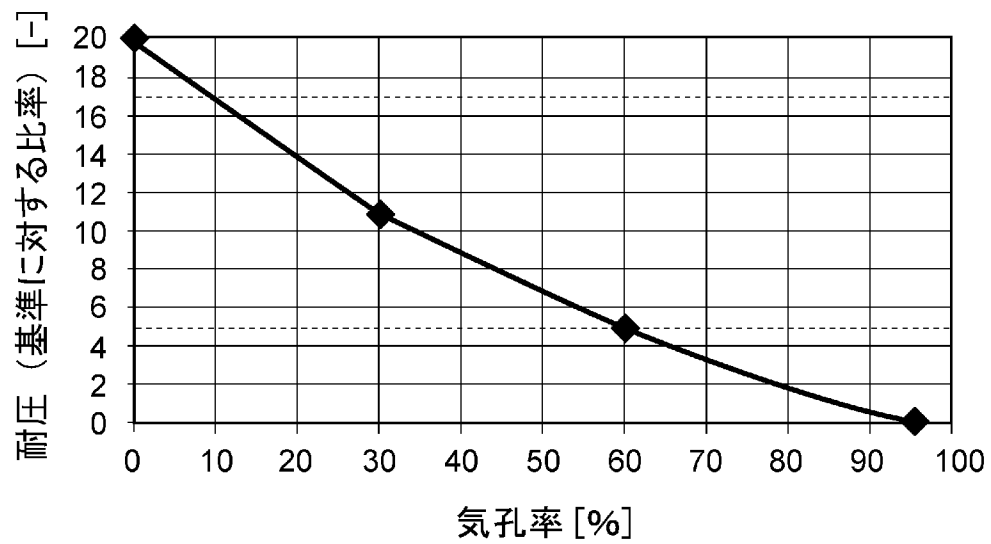
[図9]



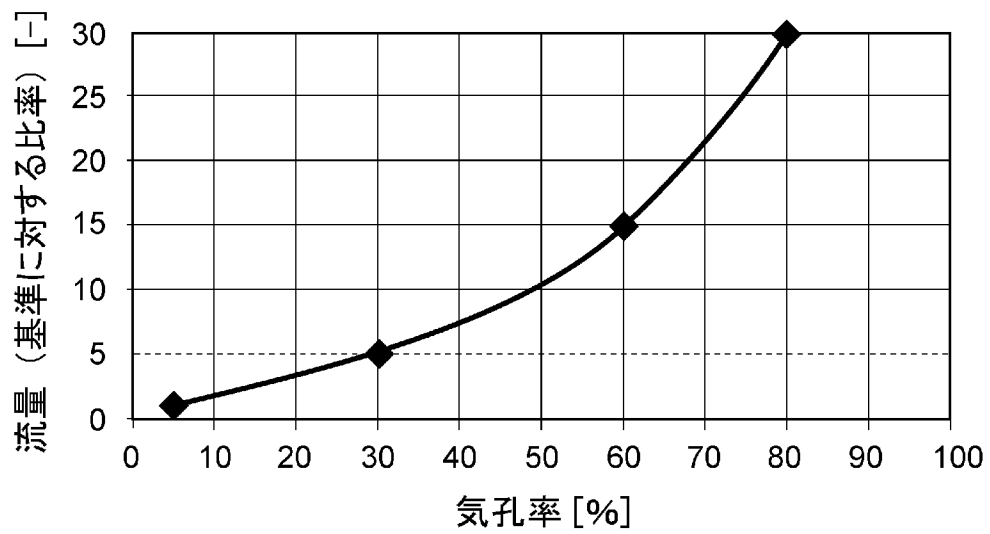
[図10]



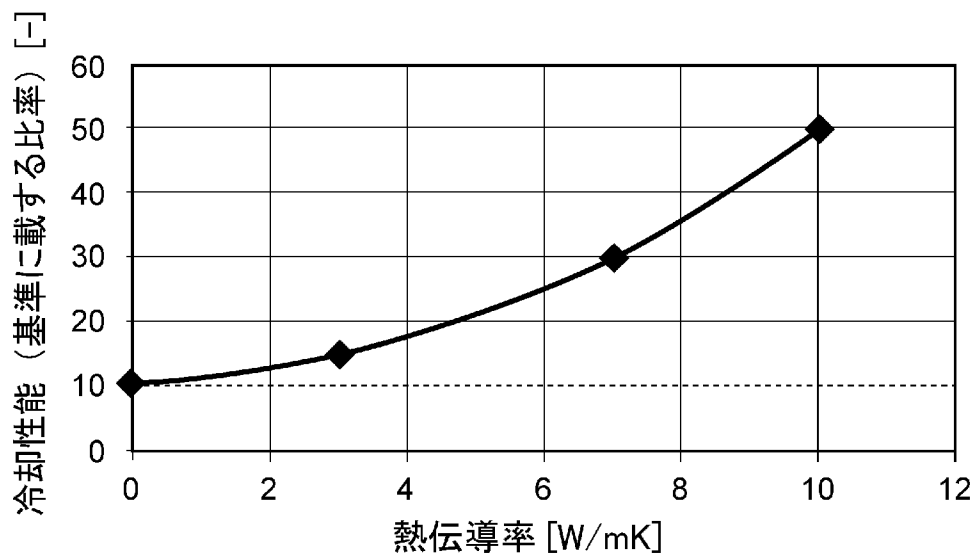
[図11]



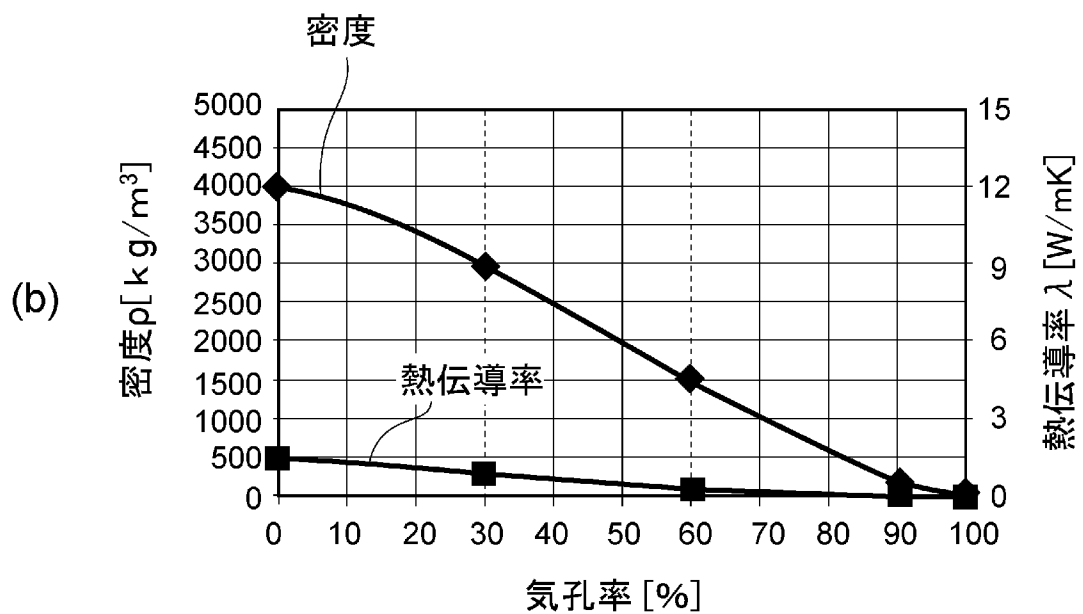
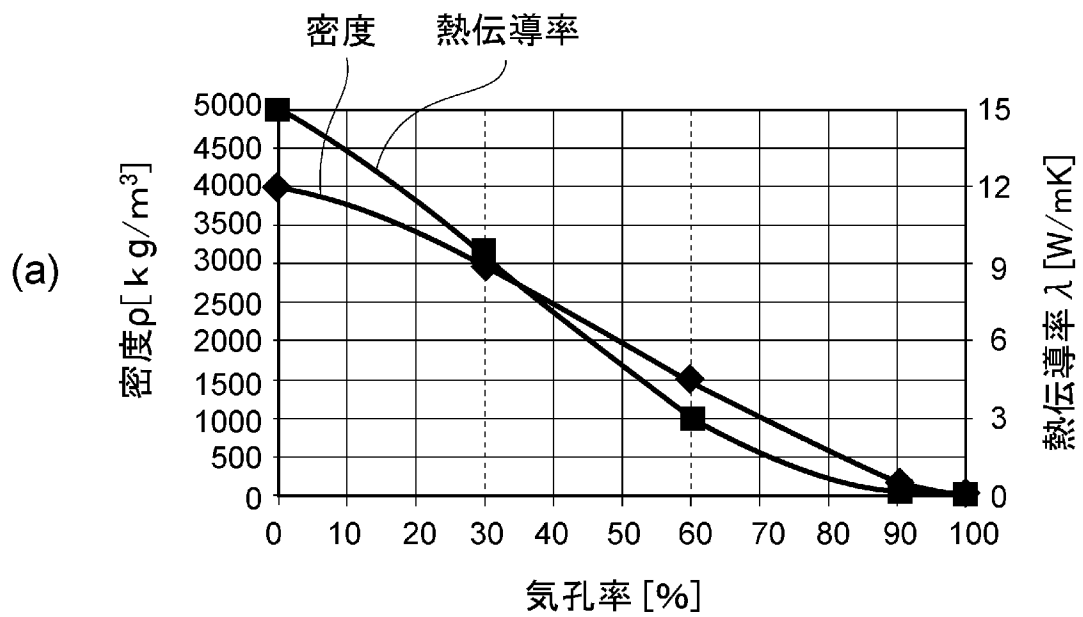
[図12]



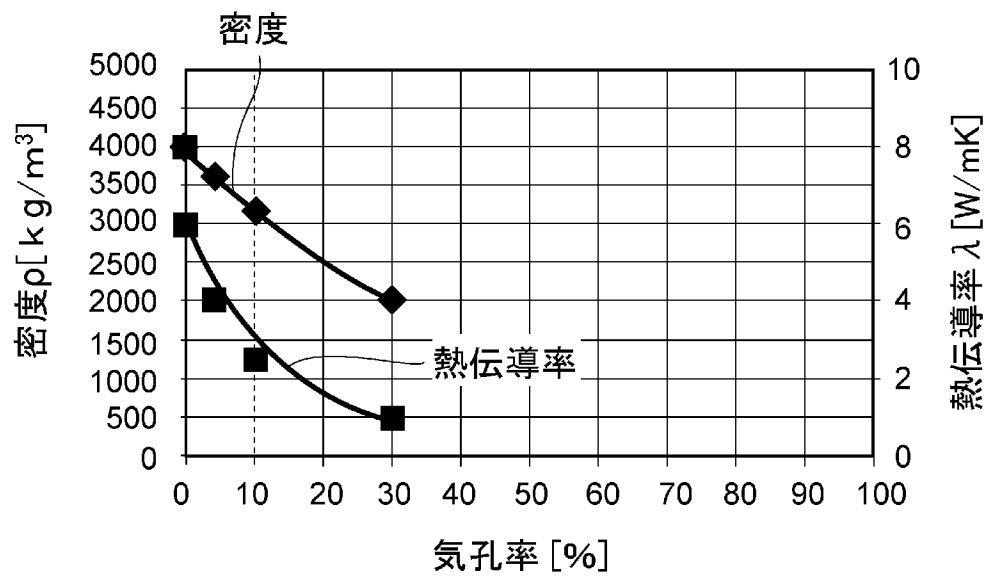
[図13]



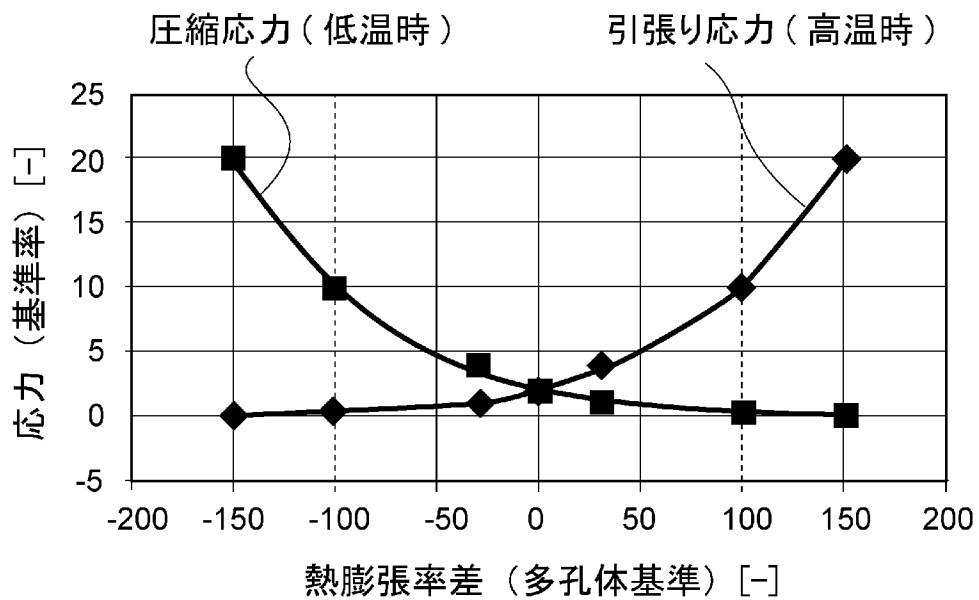
[図14]



[図15]



[図16]

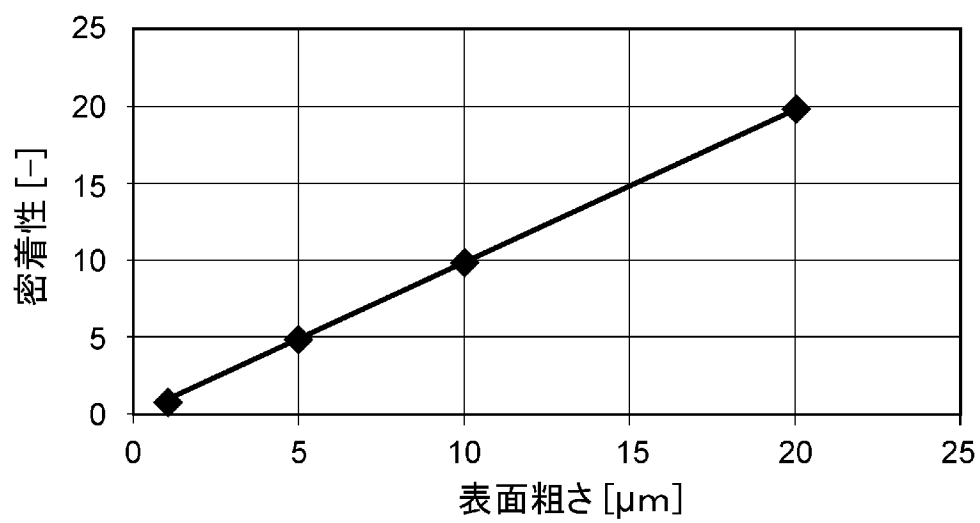


[図17]

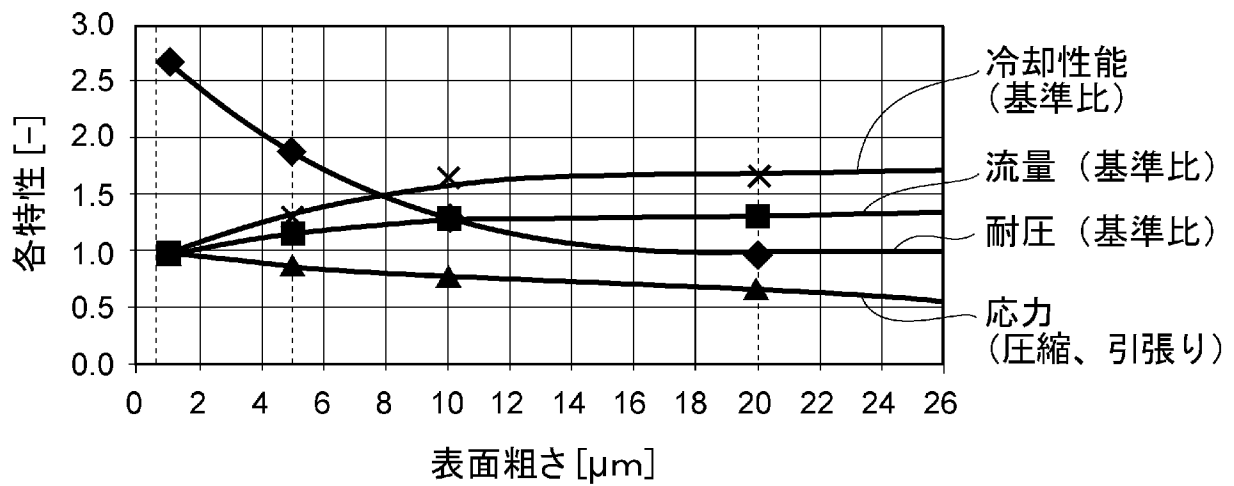
 $(\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C})$

Al_2O_3 (アルミナ)	7.0
Y_2O_3	7.2
TiC-TiN	7.4
Al_2O_3 (サファイア)	7.7
MgO-SiO ₂	7.7
2MgO-SiO ₂	10.0

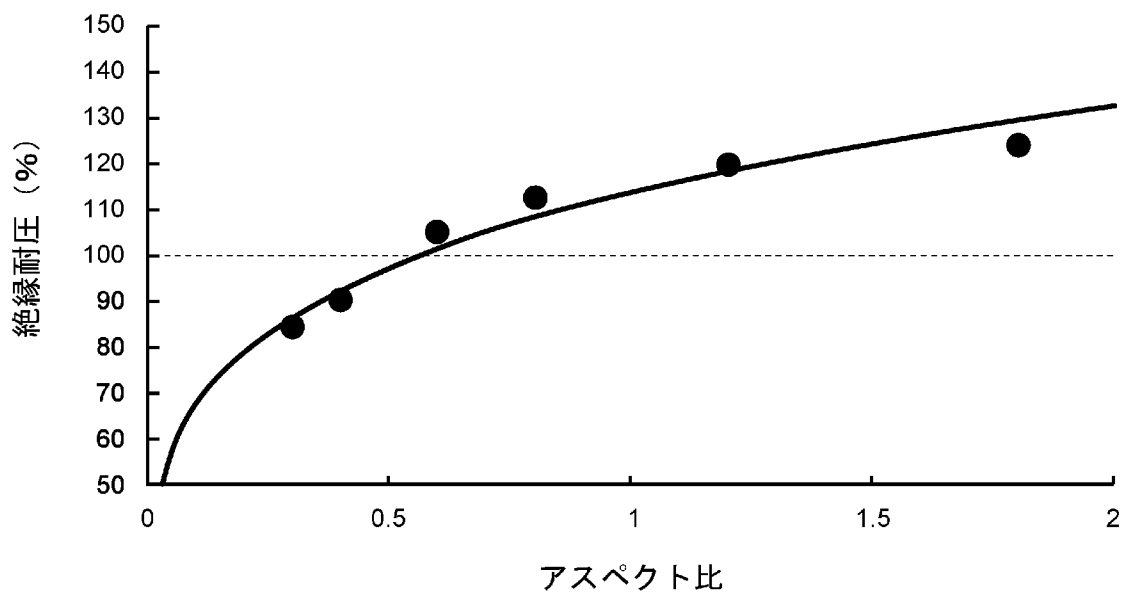
[図18]



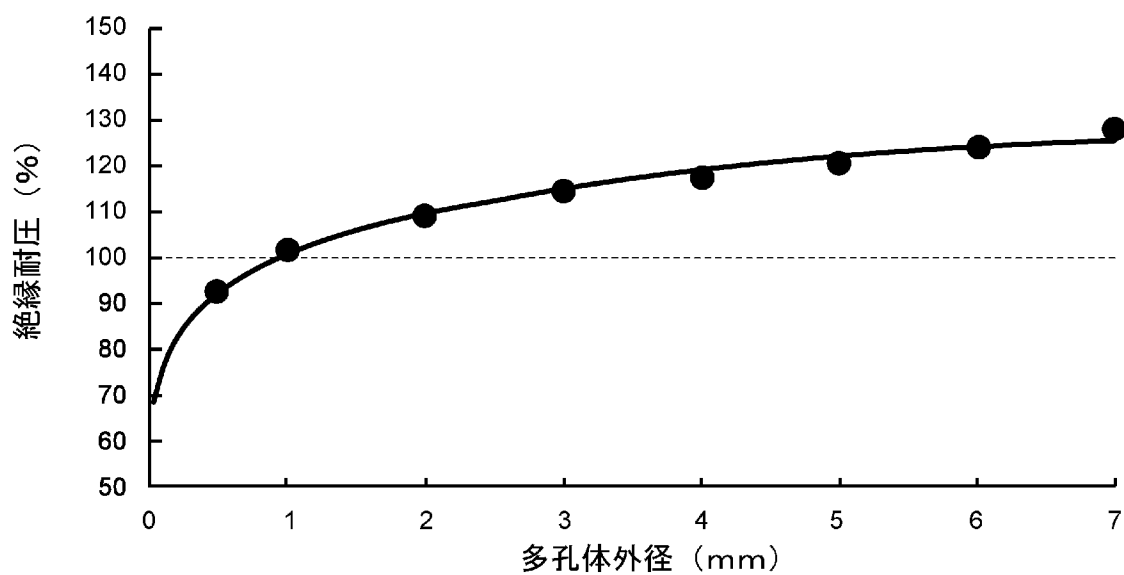
[図19]



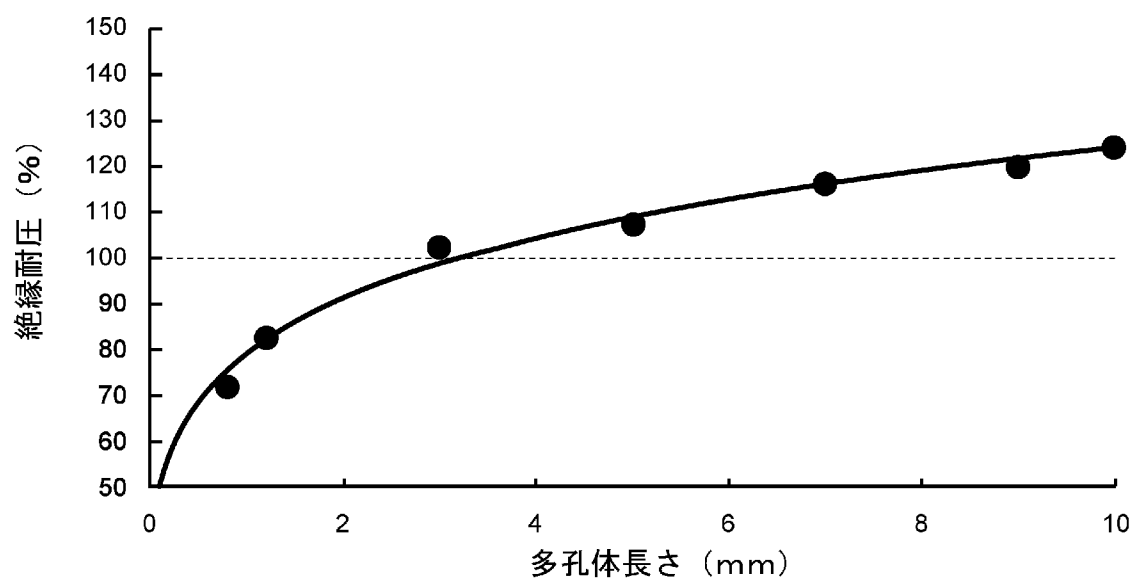
[図20]



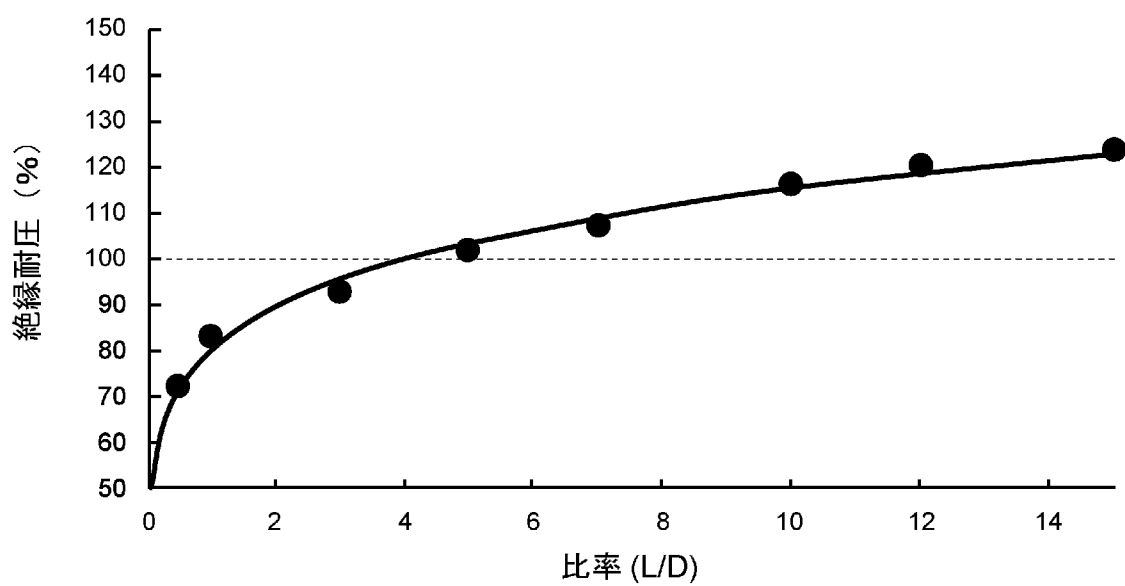
[図21]



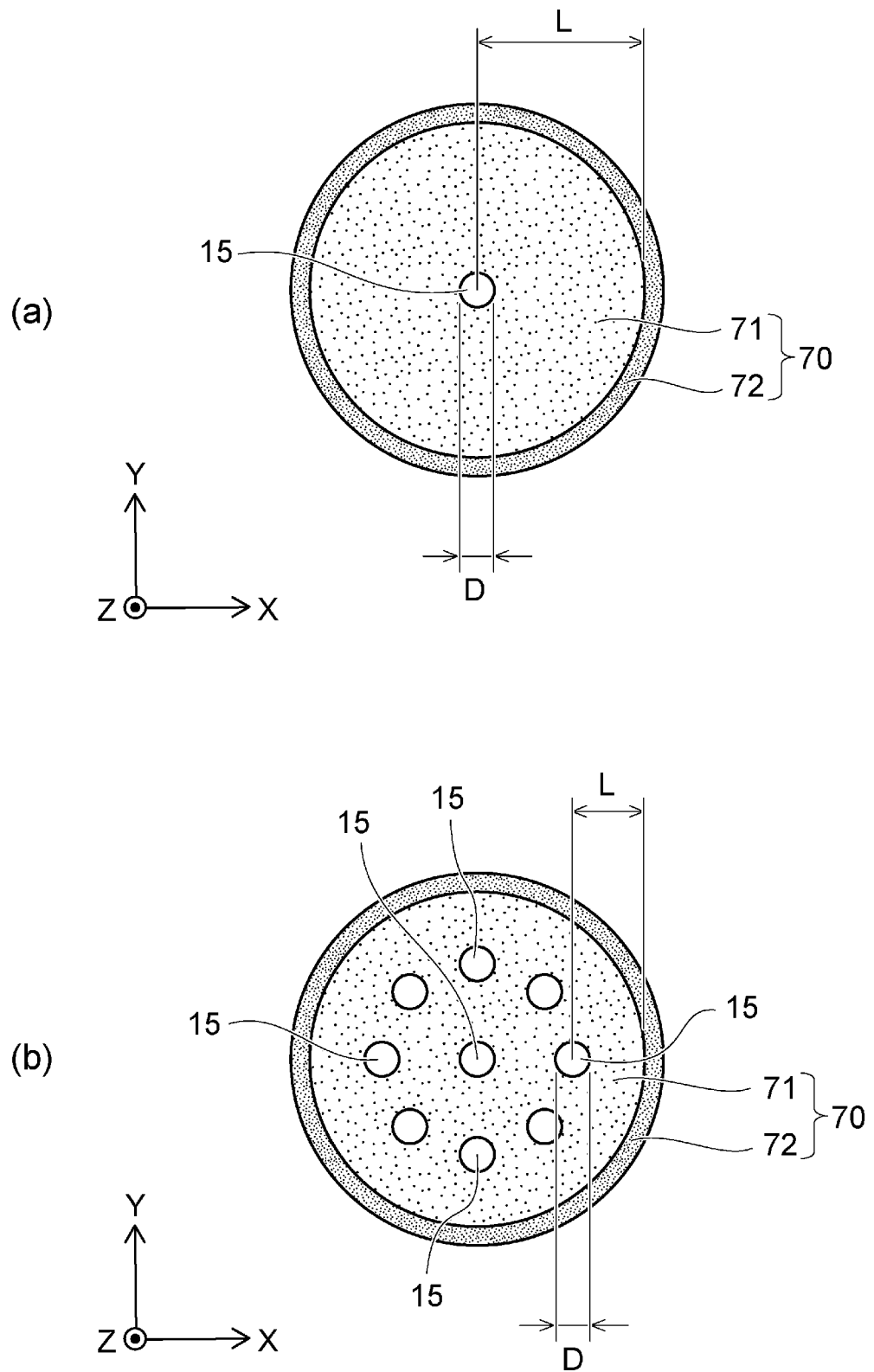
[図22]



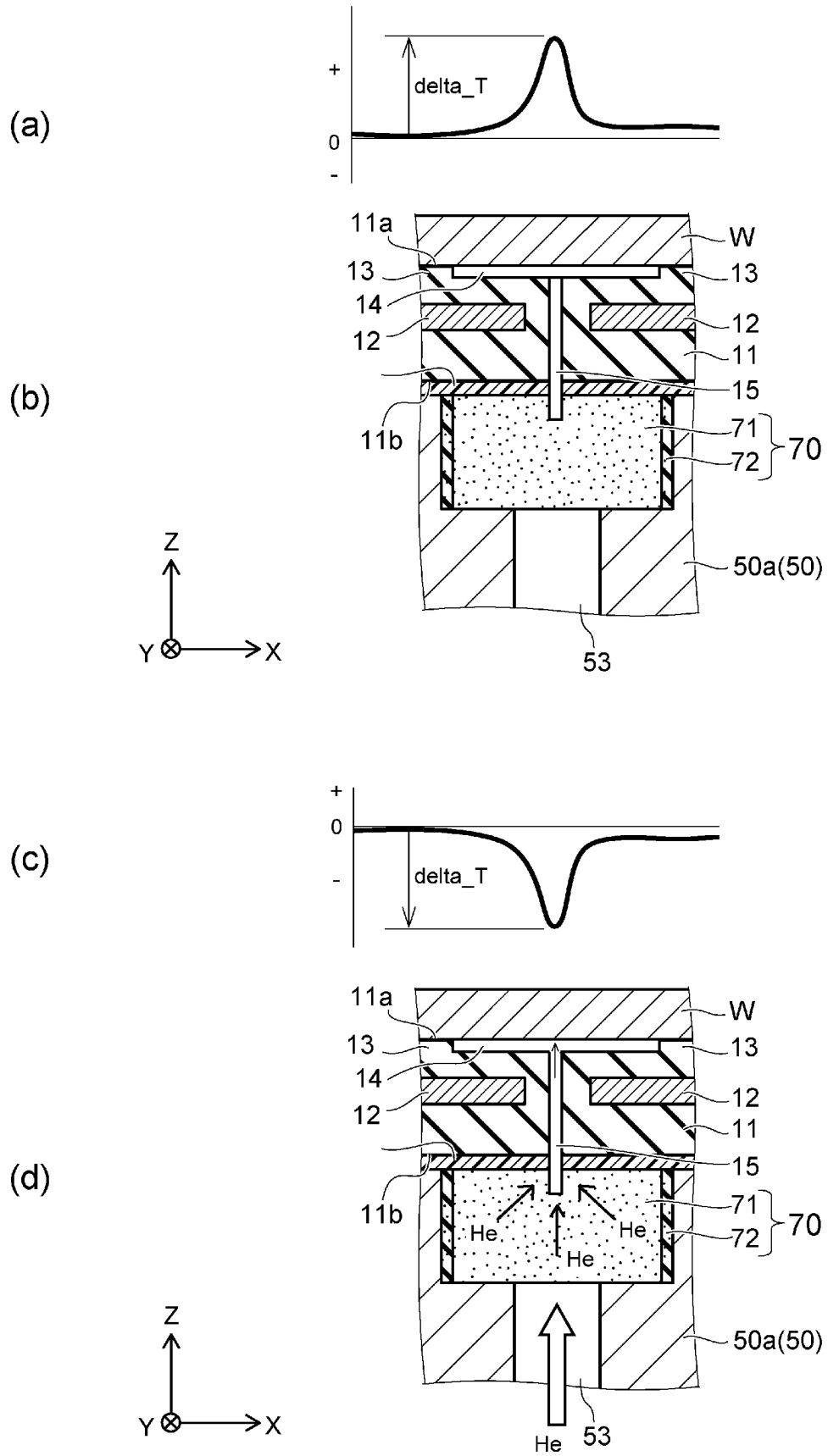
[図23]



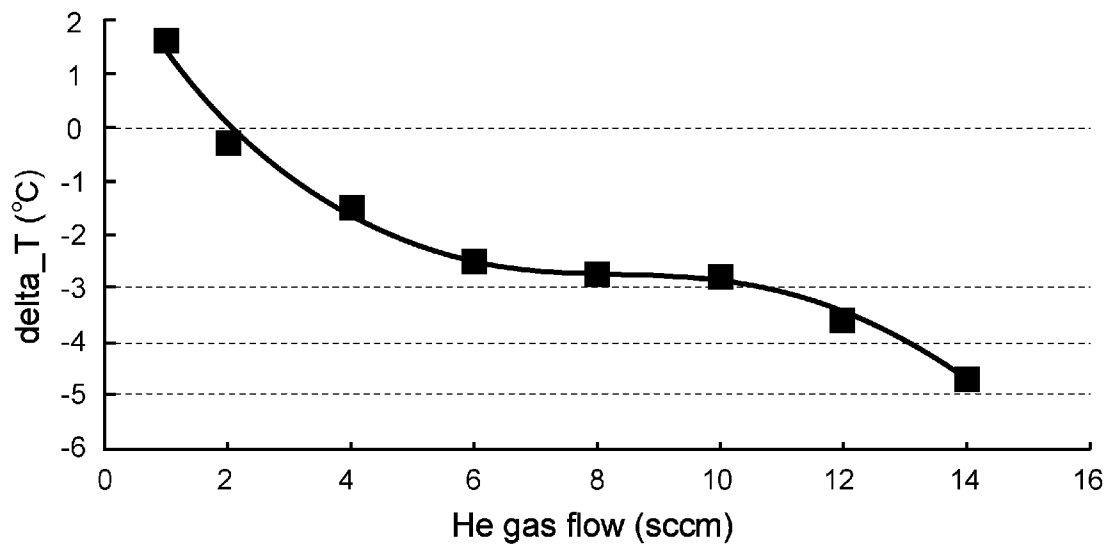
[図24]



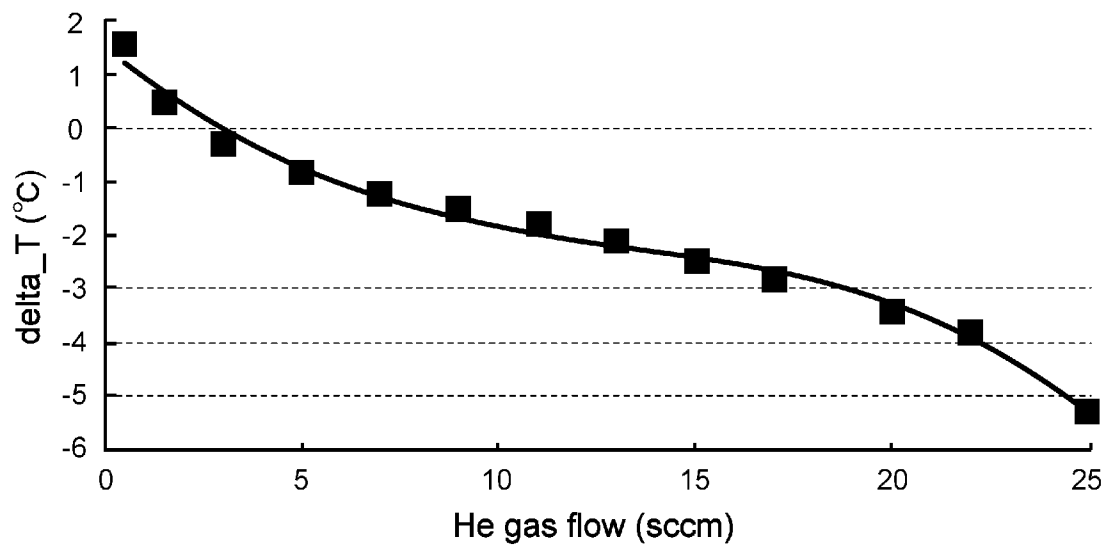
[図25]



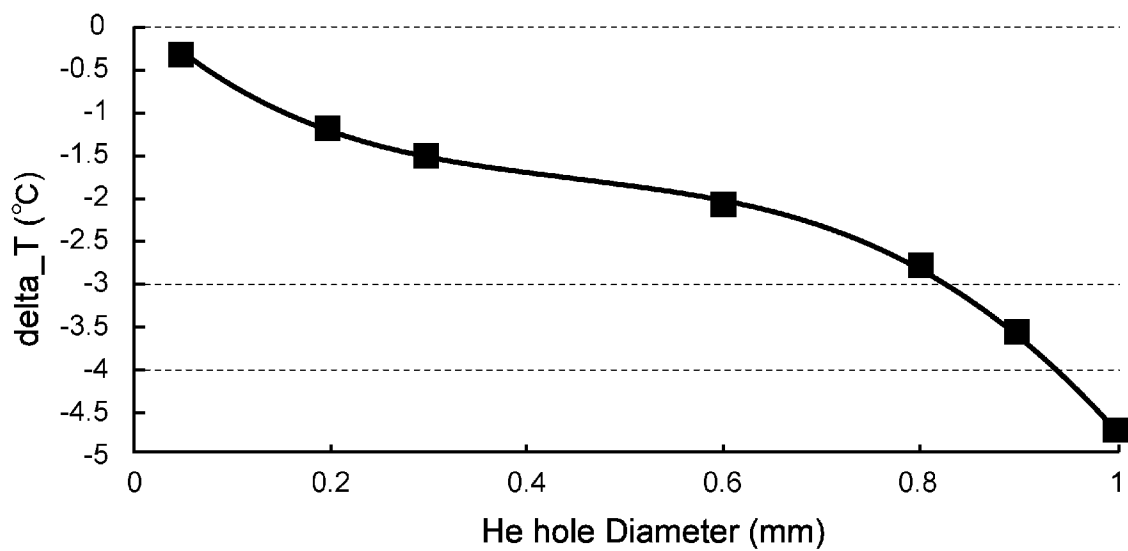
[図26]



[図27]



[図28]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/059002

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/683(2006.01)i, B23Q3/15(2006.01)i, H02N13/00(2006.01)i

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)

H01L21/683, B23Q3/15, H02N13/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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 2005-268654 A (NGK Spark Plug Co., Ltd.), 29 September 2005 (29.09.2005), paragraphs [0017], [0024] (Family: none)	1-18
A	WO 2008/099789 A1 (Creative Technology Corp.), 21 August 2008 (21.08.2008), paragraphs [0018] to [0020] (Family: none)	1-18
P, A	JP 2013-232640 A (NGK Insulators, Ltd.), 14 November 2013 (14.11.2013), paragraph [0015] & US 2013/0286532 A1	1-18

☐ 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 application or patent 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
28 May, 2014 (28.05.14)

Date of mailing of the international search report
10 June, 2014 (10.06.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L21/683(2006.01)i, B23Q3/15(2006.01)i, H02N13/00(2006.01)i

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.Cl. H01L21/683, B23Q3/15, H02N13/00

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2014年
日本国実用新案登録公報	1996-2014年
日本国登録実用新案公報	1994-2014年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

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 請求項の番号
A	JP 2005-268654 A（日本特殊陶業株式会社）2005. 09. 29, 段落【0017】、【0024】（ファミリーなし）	1-18
A	WO 2008/099789 A1（株式会社クリエイティブ テクノロジー） 2008. 08. 21, 段落[0018]-[0020]（ファミリーなし）	1-18
PA	JP 2013-232640 A（日本碍子株式会社）2013. 11. 14, 段落【0015】 & US 2013/0286532 A1	1-18

☐ 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」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

28. 05. 2014

国際調査報告の発送日

10. 06. 2014

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

牧 初

3 U

9064

電話番号 03-3581-1101 内線 3364