

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4986830号
(P4986830)

(45) 発行日 平成24年7月25日 (2012. 7. 25)

(24) 登録日 平成24年5月11日 (2012. 5. 11)

(51) Int. Cl.

H 0 1 L 21/683 (2006.01)

F I

H 0 1 L 21/68

R

請求項の数 7 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2007-317389 (P2007-317389)
(22) 出願日 平成19年12月7日 (2007. 12. 7)
(65) 公開番号 特開2009-141204 (P2009-141204A)
(43) 公開日 平成21年6月25日 (2009. 6. 25)
審査請求日 平成22年8月18日 (2010. 8. 18)

(73) 特許権者 000004064
日本碍子株式会社
愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
(74) 代理人 110000017
特許業務法人アイテック国際特許事務所
(72) 発明者 杉本 博哉
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 落合 弘之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板保持体及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

上面に被処理基板を載置する第1のセラミックス焼結体からなる第1基体と、
前記第1基体の下面に上面を接合されたアルミニウムを含む金属の接合膜と、
前記接合膜の下面に上面を接合された第2のセラミックス焼結体の上面に前記被処理基板を冷却する冷媒を流すための流路を有する第2基体
とを備え、
前記金属は、マグネシウムを含むアルミニウム合金であることを特徴とする基板保持体。

【請求項 2】

前記金属が、マグネシウムを 0.5 質量% ~ 5 質量% の範囲で含むアルミニウム合金であることを特徴とする請求項 1 に記載の基板保持体。 10

【請求項 3】

前記接合膜が、前記流路に沿ってカットされた開口部を有し、前記冷媒が前記第1基体に直接接触することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の基板保持体。

【請求項 4】

前記第1基体の内部に、前記被処理基板を静電チャックするための静電チャック電極、及び前記被処理基板を加熱する発熱体が埋め込まれていることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の基板保持体。

【請求項 5】

上面に被処理基板を載置する第1のセラミックス焼結体からなる第1基体を作製し、 20

第2のセラミックス焼結体の上面に前記被処理基板を冷却する冷媒を流す流路に対応する溝を形成して第2基体を作製し、

前記第1基体の下面と前記第2基体の上面との間にアルミニウムを含む金属の接合膜を挟んで前記アルミニウムを含む金属の液相線温度未満の温度に加熱しながら、4 MPa ~ 20 MPaの圧力で熱圧接して前記第1及び第2基体のそれぞれと前記接合膜とを接合する

ことを含み、

前記金属は、マグネシウムを含むアルミニウム合金であること特徴とする基板保持体の製造方法。

【請求項6】

前記金属が、マグネシウムを0.5質量% ~ 5質量%の範囲で含むアルミニウム合金であることを特徴とする請求項5に記載の基板保持体の製造方法。

【請求項7】

前記接合膜には、前記溝に沿って開口部がカットされることを特徴とする請求項5又は6に記載の基板保持体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、製造装置の基板保持体及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体装置や液晶装置等の電子装置の製造工程において、半導体被処理基板やガラス被処理基板等の被処理基板が製造装置で処理される。反応性イオンエッチング(RIE)等のプラズマエッチング装置では、被処理基板を基板保持体に載置して処理が行われる。基板保持体は、耐蝕性の高いセラミックス基体を備える。セラミックス基体には静電チャック(ESC)電極及び発熱体が埋め込まれている。基板保持体は、金属冷却板上に取り付けられる。プラズマエッチング処理中において、基板保持体上面に吸着された被処理基板は、冷却板中に設けられた流路に冷媒を流すことにより冷却されながら、発熱体により加熱されて処理温度に制御される。

【0003】

セラミックス基体の金属冷却板への取り付け方法として、接着剤等の樹脂による接合が採用されている(特許文献1参照。)。しかしながら、樹脂接合では、樹脂の熱伝導率が小さいため、冷却効率が劣る。一般に、樹脂の熱伝導率はセラミックスの数十分の一である。そのため、樹脂層が大きな熱抵抗となって、効率よく被処理基板を冷却することが困難となる。

【0004】

また、セラミックス基体と金属冷却板をインジウム(In)等の低融点金属を用いて接合しているものがある(特許文献2参照。)。低融点金属接合の場合、接合の際の加熱工程でセラミックス基体と金属冷却板との熱膨張の差からセラミックス基体に反り等の変形が発生し、接合強度に劣る恐れがあり、長期的な信頼性に欠ける嫌いがある。

【0005】

熱膨張の差による変形を防止するためは、金属冷却板に代えて、流路が形成されたセラミックス板に流路を設けて冷却板として用いればよい。セラミックス板の少なくとも一方に溝を設けて接合してセラミックス冷却板を作製する。通常、セラミックス板の接合には固相拡散接合が用いられる(特許文献3参照。)。更に、セラミックス基体とセラミックス冷却板を固相拡散接合により接合することができる。この場合、セラミックス基体とセラミックス冷却板に同種のセラミックスを用いることができ、熱膨張の差に起因する変形を防止することは可能である。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 6 】

しかしながら、固相拡散接合では、セラミックスのクリープ温度に近い高温、約 1 8 0 0 以上で接合が行われる。そのため、セラミックス基体やセラミックス冷却板の高温処理に起因する変形が発生しやすい。変形が生じると、接合後に機械加工等を施さねばならず、製造工程の増加を招く。また、固相拡散接合は高温処理であるため、樹脂接合や低融点金属接合に比べて製造コストが増加する。

【特許文献 1】特開平 3 - 6 3 7 8 号公報

【特許文献 2】特許第 2 6 9 4 6 6 8 号公報

【特許文献 3】特開平 8 - 7 3 2 8 0 号公報

【発明の開示】

10

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

本発明の目的は、冷却効率の低下を抑制し、製造コストの低減が可能な基板保持体及びその製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

本発明の第 1 の態様によれば、(イ)上面に被処理基板を載置する第 1 のセラミックス焼結体からなる第 1 基体と、(ロ)第 1 基体の下面に上面を接合されたアルミニウムを含む金属の接合膜と、(ハ)接合膜の下面に上面を接合された第 2 のセラミックス焼結体の上面に被処理基板を冷却する冷媒を流すための流路を有する第 2 基体とを備える基板保持体が提供される。

20

【 0 0 0 9 】

本発明の第 2 の態様によれば、(イ)上面に被処理基板を載置する第 1 のセラミックス焼結体からなる第 1 基体を作製し、(ロ)第 2 のセラミックス焼結体の上面に被処理基板を冷却する冷媒を流す流路に対応する溝を形成して第 2 基体を作製し、(ハ)第 1 基体の下面と第 2 基体の上面との間にアルミニウムを含む金属の接合膜を挟んでアルミニウムを含む金属の液相線温度未満の接合温度に加熱しながら、4 M P a ~ 2 0 M P a の圧力で熱圧接して第 1 及び第 2 基体のそれぞれと接合膜とを接合することを含む基板保持体の製造方法が提供される。

【発明の効果】

30

【 0 0 1 0 】

本発明によれば、冷却効率の低下を抑制し、製造コストの低減が可能な基板保持体及びその製造方法を提供することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 1 】

以下図面を参照して、本発明の形態について説明する。以下の図面の記載において、同一または類似の部分には同一または類似の符号が付してある。但し、図面は模式的なものであり、厚みと平面寸法との関係、各層の厚みの比率等は現実のものとは異なることに留意すべきである。したがって、具体的な厚みや寸法は以下の説明を参酌して判断すべきものである。また図面相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれていることは勿論である。

40

【 0 0 1 2 】

本発明の実施の形態に係る基板保持体 1 0 は、図 1 及び図 2 に示すように、第 1 基体 1 2 と、接合膜 1 8、及び第 2 基体 2 0 等を備える。第 1 のセラミックス焼結体からなる第 1 基体 1 2 の下面に、アルミニウム (A l) を含む金属からなる接合膜 1 8 の上面が接合される。接合膜 1 8 の上面に、第 2 のセラミックス焼結体からなる第 2 基体 2 0 の下面が接合される。第 1 及び第 2 基体 1 2、2 0 と接合膜 1 8 との接合は、熱圧接により行われる。

【 0 0 1 3 】

第 1 基体 1 2 の内部には、上面側に静電チャック電極 (E S C 電極) 1 4、下面側に発

50

熱体 16 が埋め込まれる。ESC 電極 14 及び発熱体 16 のそれぞれには、電極端子 30、32 が接続される。第 2 基体 20 の上面には、第 1 基体 12 の上面に載置された被処理基板を冷却する冷媒が流れる流路 22 として渦巻状の溝が設けられる。流路 22 には、第 2 基体 20 上面から下面へ貫通する貫通孔 34、35 が、冷媒の供給及び排気孔として接続される。図 3 に示すように、接合膜 18 には、流路 22 に沿って渦巻状にカットされた開口部 24 と、電極端子 30、32 に対応する位置にカットされた開口部 26、28 とが設けられる。なお、図 4 に示すように、流路 22 を塞ぐように開口部がカットされていない接合膜 18a を用いてもよい。冷却効率の観点から、流路 22 に供給された冷媒が第 1 基体 12 の下面と直接接触する図 2 の構造であることがより好ましい。しかし、接合膜 18 に用いるアルミニウムを含む金属の熱伝導率は十分高いため、接合膜 18 による冷却効率の低下は小さい。

10

【0014】

例えば、基板保持体 10 は、プラズマエッチング装置等に取り付けられる。ESC 電極 14 は、電極端子 30 を介して外部の直流電源（図示省力）に接続される。発熱体 16 は、電極端子 32 を介して外部の温度制御器（図示省略）に接続される。流路 22 は、貫通孔 34、35 を介して冷媒を供給循環する外部の供給装置（図示省略）に接続される。

【0015】

被処理基板は、第 1 基体 12 の上面に載置され、ESC 電極 14 により静電チャックされる。流路 22 に冷媒が供給され、被処理基板が冷却される。発熱体 16 により被処理基板の温度が制御される。

20

【0016】

第 1 及び第 2 基体 12、20 として、窒化アルミニウム（AlN）、アルミナ（Al₂O₃）、炭化シリコン（SiC）、窒化シリコン（Si₃N₄）、サイアロン（SiAlON）、ベリリア（BeO）、窒化ボロン（BN）等のセラミックス焼結体を用いられる。第 1 及び第 2 基体 12、20 は、熱圧接時の変形を防止するため、同種のセラミックス材料、又は熱膨張率の差が約 $0.5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ 以内のセラミックス材料を用いることが好ましい。

【0017】

接合膜 18 として、Al、又は Al 合金等の金属が用いられる。Al 合金は、マグネシウム（Mg）、シリコン（Si）等を含むことが望ましい。特に、Mg を約 0.5 重量% ~ 約 5 重量% 含む Al 合金が望ましい。

30

【0018】

熱圧接処理は、接合膜 18 に用いる Al を含む金属の液相線温度未満の温度、例えば約 500 ~ 約 600 で真空中で行われる。Al を含む金属の中で、Mg は、約 500 以上の温度で有意な蒸気圧を有する。また、Mg は強い還元力を有する。そのため、約 500 以上での熱圧接の際に、Al 合金の表面酸化膜を除去して Al 合金表面を活性化することができる。その結果、第 1 及び第 2 基体 12、20 と接合膜 18 との密着性を向上することができ、より良好な接合状態を実現することが可能となる。なお、Mg の含有量が約 0.5 重量% 未満では、Mg の還元効果が低下して Al 合金表面の活性化が不十分となる。Mg の含有量が約 5 重量% を越えると、Mg 酸化物が生成されるようになり、Al 合金表面の活性化が反って低下するとともに、Mg を含む Al 合金の水冷媒に対する耐腐食性が急激に低下する。さらに、蒸発する Mg が過剰となって不要な部位に析出することが生じることから、Mg の含有量は 5 重量% 以下が好ましい。

40

【0019】

本発明の実施の形態に係る基板保持体 10 では、接合膜 18 に Al を含む金属を用いて、第 1 及び第 2 基体 12、20 と接合膜 18 とが、Al を含む金属が溶融しない温度で熱圧接により接合される。液相線温度（組成によるが、約 500 ~ 約 600）未満が Al を含む金属が溶融しない温度である。そして、第 1 及び第 2 基体 12、20 に同種のセラミックス焼結体を用いる。したがって、熱膨張率の差及び高温処理に起因する第 1 及び第 2 基体 12、20 の変形を抑制し、且つ、接合膜が固体のまま接合するため、接合体

50

すなわち基板保持体の寸法精度を向上することができる。さらに、接合膜が固体のまま接合され、溶融に伴う流動がないため、接合界面における引け巣やボイドがなく、シール性に優れた均一な接合界面が得られる。また、被処理基板を冷却する冷媒は、第1基体12の下面がその一部を形成する流路22に供給循環される。したがって、冷媒が第1基体12の下面に直接接触し効率よく第1基体上面の被処理基板を冷却することができる。

【0020】

ESC電極14及び発熱体16として、タングステン(W)、モリブデン(Mo)、ニオブ(Nb)等の高融点金属、又は炭化タングステン(WC)等の高融点金属炭化物等の導電材料が用いられる。発熱体16の形状は、コイル状や、メッシュ、スクリーン印刷体、あるいは箔等の平面型形状が用いられる。

10

【0021】

次に、図1及び図2に示した基板保持体10の製造方法の一例を、図5～図8を用いて説明する。

【0022】

(イ)図5に示すように、セラミックス粉体を加圧成形機の内部に充填して加圧成形することにより、予備成形体を製造する。予備成形体の上に発熱体16を載せ、発熱体16を埋め込むように予備成形体の上にセラミックス粉体を充填して加圧成形する。更に発熱体16が埋め込まれた成形体の上にESC電極14を載せ、ESC電極14を埋め込むようにセラミックス粉体を充填して加圧成形する。その後、焼結を行って第1基体12を作製する。その後、第1基体12の基板保持面の反対側の面の所定の位置にESC電極14及び発熱体16に到達する座繰り孔を研削加工により開口する。口ウ材を用いて電極端子30、32をESC電極14及び発熱体16にそれぞれ接合する。

20

【0023】

(ロ)図6に示すように、セラミックス粉体を加圧成形機の内部に充填して加圧成形することにより、予備成形体を製造する。予備成形体を機械加工等により円板状に整形する。機械加工等により、円盤状の予備成形体の上面に流路22となる溝を形成し、更に、溝の一端に貫通孔34を形成する。その後、焼結を行って、流路22及び貫通孔34を有する第2基体20を作製する。その後、機械加工等により、第2基体20の下面側からESC電極14及び発熱体16それぞれの端子接続部に達する貫通孔40、42を形成する。

30

【0024】

(ハ)図7に示すように、厚さが約0.05mm～約0.3mmのAlを含む金属からなる接合膜18に、レーザ加工等により開口部24、26、28を形成する。Alを含む金属は、Mgを約0.5重量%～約5重量%含有するAl合金である。開口部24は、第2基体20の流路22に沿った形状にカットされる。開口部26、28は、それぞれ第1基体12に埋め込まれたESC電極14及び発熱体16の端子接続部に対応する位置に設けられる。

【0025】

(ニ)図8に示すように、第1基体12の下面と第2基体20の上面との間に接合膜18を挟む。この状態で、接合膜18の液相線温度未満の温度、例えば約550に加熱しながら、約4MPa～約20MPaの圧力で熱圧接して第1及び第2基体12、20と接合膜18とをそれぞれ接合する。このようにして、図1及び図2に示した基板保持体10が製造される。

40

【0026】

図9には、製造された基板保持体10の平面度や冷却特性等を評価した結果が示されている。本発明の実施の形態に係る熱圧接による基板保持体である試料として実施例1～実施例5の評価結果が示されている。また、樹脂接合法による基板保持体である比較例1及び比較例2の評価結果が示されている。比較例では、図10に示すように、第2基体120としてAlが用いられ、流路122は第2基体120中に作製されている。したがって、比較例1及び比較例2においては、流路122を流れる冷媒は、第1基体12に接触せず、流路122の上方の第2基体120を介して第1基体を冷却する。

50

【0027】

基板保持体10表面の平面度は、3次元測定器により測定した。また、プラズマ処理装置に基板保持体10を装着し、冷却特性や基板保持体10表面の温度分布を測定した。プラズマを約4kWの高周波電力で励起して、基板保持体10表面の温度を約30の一定温度に制御可能となる冷媒温度を測定した。この冷媒温度が低いほど、冷却効率が悪いということであり、30に近いほど冷却効率が低いということになる。冷媒温度は、冷媒供給循環装置(図示省略)で熱電対により測定された冷媒の温度である。また、基板保持体10表面の温度を約30に制御しながら、基板保持体10表面の均熱性を評価した。均熱性は、基板保持体上方に設置した赤外線放射温度計(IRカメラ)の温度測定器で測定された温度分布から評価した。ここで、冷媒は不凍液を混合した水である。

10

【0028】

図9の表に示すように、実施例1、実施例2及び比較例1は、セラミックス焼結体としてAlNが用いられている。実施例3、実施例4及び比較例2は、セラミックス焼結体としてAl₂O₃が、実施例5は、セラミックス焼結体としてSiCが、それぞれ用いられている。

【0029】

第1基体の厚さは、実施例1、実施例2、実施例5及び比較例1が約10mmで、実施例3、実施例4及び比較例2が約6mmである。第2基体の厚さは全試料共に約15mmである。

【0030】

流路の幅は、実施例1、実施例3、実施例5、比較例1及び比較例2が約10mmで、実施例2及び実施例4が約5mmである。また、接合膜は、実施例1、実施例3及び実施例5では流路状にカットされ、実施例2、実施例4、比較例1及び比較例2では流路状のカットはない。

20

【0031】

実施例1～実施例5の平面度は、約0.006～約0.015mmである。一方、比較例1及び比較例2の平面度は、約0.2mmより大きくなっている。このように、熱圧接による基板保持体の表面は、平面度を向上させることができる。

【0032】

冷媒温度に関して、AlNを用いた実施例1及び実施例2が約12と最も冷却効率が良く、SiCを用いた実施例5が約6であり、Al₂O₃を用いた実施例3及び実施例4は約-18である。これらの相違はそれぞれのセラミックス材料の熱伝導率の大小によると考えられる。すなわち、最も熱伝導率の良いAlNを用いた場合、最も冷却効率が良くなっている。一方、比較例1及び比較例2では、同様のセラミックス材料を用いているにも関わらず、冷媒温度は約-28及び約-33である。接合膜が比較例1及び比較例2では樹脂であるため、熱伝導率が小さく冷却効率が低下しているためである。また、比較例1及び比較例2では、セラミックス製の第1基体と冷媒が直接接触しないので、冷却効率が悪い。

30

【0033】

均熱性に関しても、実施例1～実施例5が約2～約2.8であるのに対し、比較例1及び比較例2は約3.6及び約4と悪化している。また、接合膜を流路状にカットした実施例1及び実施例3の方が、流路状のカットがない実施例2及び実施例4に比べて均熱性がよい。実施例1及び実施例3では第2基体の冷却溝が開口しており、冷却溝の一面が第1基体から形成されているため、冷媒が直接、第1基体に接触するとともに、冷却溝近傍の第2基体のセラミックス部分が熱伝導率の良い金属接合膜を熱が移動しやすいので、比較例に比べ、より冷却効率を高くすることができる。冷却効率が高いので、プロセス中の被処理基板の温度を一定に保ち、且つ、保持面の均熱性をより均一にすることができる。特に処理温度をプロセス中に変化させる場合など、被処理基板の温度制御を素早くすることも可能になる。

40

【0034】

50

このように、本発明の実施の形態に係る基板保持体では、表面の平面度を向上させることができる。また、流路に供給循環する冷媒による冷却を効率よく行うことができ、基板保持体表面の均熱性も向上させることができる。また、熱圧接処理は、金属接合膜の液相線温度未満の温度で行われる。Al又はAl合金を用いて、熱圧接温度を約600以下の低温にすることができる。その結果、第1及び第2基体と接合膜との接合が、基板保持体を変形させることなく行える。また、低温処理であるため、製造コストを低減することが可能である。

【0035】

なお、熱圧接温度は、金属接合膜の液相線温度未満、かつ固相線温度より約30低い温度以上であることが望ましい。例えば、Mgを約0.5重量%～約5重量%含有するAl合金の液相線温度は約590であり、固相線温度は約560である。したがって、熱圧接温度として、約590未満、かつ約530以上の範囲が望ましい。

10

【0036】

熱圧接温度が液相線温度以上では、金属接合膜が溶融して接合する液相接合となる。例えば、接合膜の金属にSi等が含まれると、液相接合に際してSiが偏析する。ハロゲンプラズマ環境で使用する場合、偏析したSiが選択的にエッチングされ接合部が劣化する。

【0037】

熱圧接温度が固相線温度より約30低い温度未満では、金属接合膜が硬いまなものでセラミックス焼結体と接合膜の金属との接合部に微細な空隙が発生する。その結果、接合強度が低下してしまう。

20

【0038】

また、熱圧接の圧力は、上述のように約4MPa～約20MPaの範囲が望ましい。4MPa未満の圧力では、セラミックス焼結体と接合金属との接合強度が確保できない。20MPaより大きな圧力では、熱圧接の際にセラミックス焼結体が破損しやすくなる。なお、セラミックス焼結体の破損を抑制する観点からは、熱圧接の圧力は、約4MPa～約10MPaの範囲が望ましい。

【0039】

(その他の実施の形態)

上記のように、本発明の実施の形態を記載したが、この開示の一部をなす論述及び図面はこの発明を限定するものであると理解すべきではない。この開示から当業者にはさまざまな代替実施の形態、実施例及び運用技術が明らかとなろう。

30

【0040】

本発明はここでは記載していないさまざまな実施の形態等を含むことは勿論である。したがって、本発明の技術的範囲は上記の説明から妥当な特許請求の範囲に係わる発明特定事項によってのみ定められるものである。

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図1】本発明の実施の形態に係る基板保持体の一例を示す平面概略図である。

【図2】図1に示した基板保持体のA-A断面を示す概略図である。

40

【図3】本発明の実施の形態に係る接合膜の一例を示す断面図である。

【図4】本発明の実施の形態に係る基板保持体の他の例を示す断面概略図である。

【図5】本発明の実施の形態に係る基板保持体の製造方法の一例を示す断面図(その1)である。

【図6】本発明の実施の形態に係る基板保持体の製造方法の一例を示す断面図(その2)である。

【図7】本発明の実施の形態に係る基板保持体の製造方法の一例を示す断面図(その3)である。

【図8】本発明の実施の形態に係る基板保持体の製造方法の一例を示す断面図(その4)である。

50

【図 9】本発明の実施の形態に係る基板保持体の評価結果の一例を示す表である。

【図 10】比較例による基板保持体の一例を示す断面概略図である。

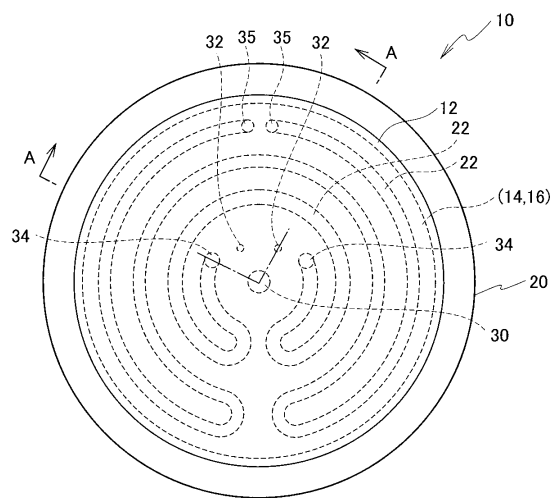
【符号の説明】

【 0 0 4 2 】

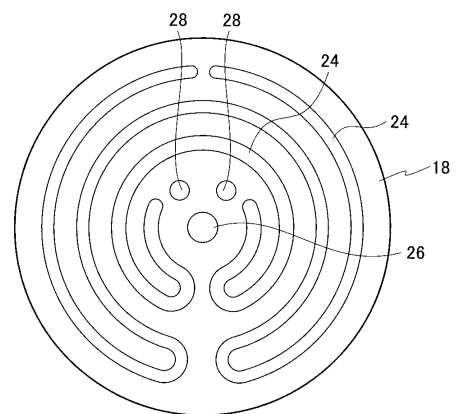
- 1 0 ... 基板保持体
- 1 2 ... 第 1 基体
- 1 4 ... E S C 電極
- 1 6 ... 発熱体
- 1 8 ... 接合膜
- 2 0 ... 第 2 基体
- 2 2 ... 流路

10

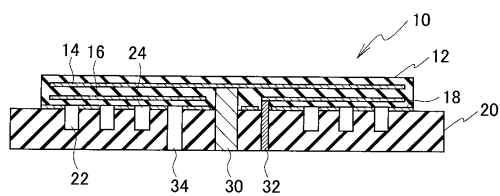
【図 1】



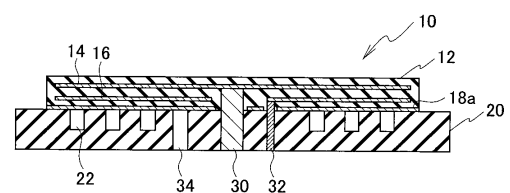
【図 3】



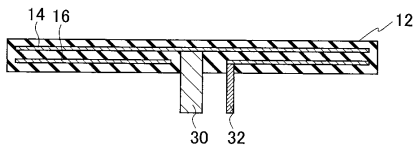
【図 2】



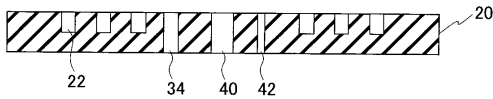
【図 4】



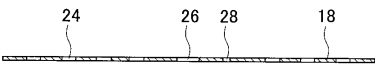
【図 5】



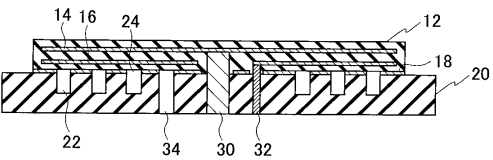
【図 6】



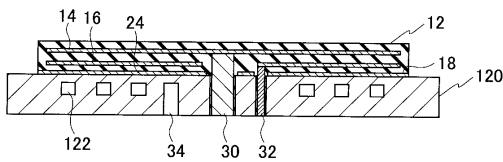
【図 7】



【図 8】



【図 10】



【図 9】

試料	第1基体		第2基体		接合方法	流路幅 (mm)	接合膜形状	平面度 (mm)	冷却剤温度 (℃)	均熱性 (℃)
	材料	厚さ(mm)	材料	厚さ(mm)						
実施例1	AIN	10	AIN	15	熱圧接	10	流路状にカット	0.015	6	2.0
実施例2	AIN	10	AIN	15	熱圧接	5	カットなし	0.010	6	2.5
実施例3	Al ₂ O ₃	6	Al ₂ O ₃	15	熱圧接	10	流路状にカット	0.008	-18	2.7
実施例4	Al ₂ O ₃	6	Al ₂ O ₃	15	熱圧接	5	カットなし	0.011	-18	2.8
実施例5	SiC	10	SiC	15	熱圧接	10	流路状にカット	0.006	12	2.0
比較例1	AIN	10	Al	15	樹脂	10	カットなし	0.252	-28	3.6
比較例2	Al ₂ O ₃	6	Al	15	樹脂	10	カットなし	0.222	-33	4.0

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2008-004926(JP,A)
特開2007-043042(JP,A)
特開2005-101108(JP,A)
特開平10-256359(JP,A)
特開2004-050267(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/67-21/687