

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5823915号
(P5823915)

(45) 発行日 平成27年11月25日 (2015.11.25)

(24) 登録日 平成27年10月16日 (2015.10.16)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 L 21/683 (2006.01)	HO 1 L 21/68 R
HO 2 N 13/00 (2006.01)	HO 2 N 13/00 D

請求項の数 7 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2012-122201 (P2012-122201)	(73) 特許権者	000190688
(22) 出願日	平成24年5月29日 (2012. 5. 29)		新光電気工業株式会社
(65) 公開番号	特開2013-247342 (P2013-247342A)		長野県長野市小島田町80番地
(43) 公開日	平成25年12月9日 (2013. 12. 9)	(74) 代理人	100068755
審査請求日	平成27年3月9日 (2015. 3. 9)		弁理士 恩田 博宣
早期審査対象出願		(74) 代理人	100105957
			弁理士 恩田 誠
		(72) 発明者	栗林 明宏
			長野県長野市小島田町80番地 新光電気
			工業 株式会社 内
		審査官	儀同 孝信
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 静電チャックの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

冷却機構を有するベースプレートと、前記ベースプレートの上面に接着層を介して接続され、基板載置面に搭載される基板を吸着するための静電電極と前記基板を加熱する抵抗発熱体を含む静電チャック基板とを有する静電チャックの製造方法であって、

前記静電チャック基板を形成する工程と、

前記基板載置面における発熱密度分布を算出する工程と、

前記静電チャック基板の下面であって、前記発熱密度分布に応じた位置に調整部を凹設する工程と、

前記調整部に前記発熱密度分布に応じた熱伝導率の調整用樹脂を充填する工程と、

前記ベースプレートの上面に、前記接着層を介して前記静電チャック基板を接着する工程と、

を含む静電チャックの製造方法。

【請求項 2】

前記発熱密度分布を算出する工程では、前記抵抗発熱体の形状を測定し、測定結果に基づいて前記基板載置面における発熱密度分布を算出し、

前記調整部を凹設する工程は、前記ベースプレートの上面に接着用の第1樹脂を塗布し、前記第1樹脂を硬化させる工程と、前記第1樹脂の上面を研磨し、研磨後の前記第1樹脂の上面であって、前記発熱密度分布に応じた位置に調整部を凹設する工程とを含み、

前記静電チャックを接着する工程は、前記第1樹脂の上面に接着用の第2樹脂を塗布す

10

20

る工程と、前記第2樹脂を介して前記静電チャック基板を接着する工程とを含むこと、を特徴とする請求項1に記載の静電チャックの製造方法。

【請求項3】

前記静電チャック基板を形成する工程において、前記基板が搭載される部分となる第1のグリーンシートと、前記静電電極が形成される第2のグリーンシートと、前記抵抗発熱体が形成される第3のグリーンシートと、を積層した第1の構造体を焼成して前記静電チャック基板を形成することを特徴とする請求項1または2に記載の静電チャックの製造方法。

【請求項4】

前記抵抗発熱体の形状を測定し、測定結果に基づいて前記発熱密度分布を算出することを特徴とする請求項1～3のうちの何れか一項に記載の静電チャックの製造方法。

10

【請求項5】

前記発熱密度分布を算出する工程では、前記第3のグリーンシートの上に形成された前記抵抗発熱体の形状を非接触にて測定し、測定結果に基づいて前記発熱密度分布を算出することを特徴とする請求項3に記載の静電チャックの製造方法。

【請求項6】

前記抵抗発熱体の形状の測定は、前記静電チャック基板を用い、所定の電磁波を用いて測定するものであることを特徴とする請求項4に記載の静電チャックの製造方法。

【請求項7】

前記静電チャック基板において前記抵抗発熱体に通电して前記基板載置面の温度を測定し、測定結果に基づいて前記発熱密度分布を算出することを特徴とする請求項1～3のうちの何れか一項に記載の静電チャックの製造方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

静電チャックの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体素子は、成膜装置（例えば、CVD装置やPVD装置）やプラズマエッチング装置を用いて製造される。これらの装置は、基板（例えば、シリコンウェハ）を減圧された処理室内に保持するためのステージを有する。このようなステージの1つは静電チャックである。静電チャックは、例えば、ベースプレート（基台）上に接着された静電チャック（ESC）基板を有している。静電チャック基板は、基板を吸着するための電極と、被吸着物の温度を制御するための発熱体を内蔵している（例えば、特許文献1参照）。静電チャック基板の上面に吸着された基板の温度は、ベースプレートに形成された管路を流れる冷却液と、静電チャック基板に内蔵された発熱体により調整される。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2009-152475号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、静電チャックにおいて、基板を吸着する静電チャック基板の上面（基板載置面）において、発熱密度のばらつきを生じる場合がある。このような発熱密度のばらつきは、基板における温度のばらつきを生じさせる。基板温度のばらつきは、例えばプラズマエッチング装置において、エッチングレートのばらつきを生じさせ、半導体素子の歩留まりを低下させる要因となる。

【課題を解決するための手段】

【0005】

50

本発明の一観点によれば、冷却機構を有するベースプレートと、前記ベースプレートの上面に接着層を介して接続され、基板載置面に搭載される基板を吸着するための静電電極と前記基板を加熱する抵抗発熱体を含む静電チャック基板とを有する静電チャックの製造方法であって、前記静電チャック基板を形成する工程と、前記基板載置面における発熱密度分布を算出する工程と、前記静電チャック基板の下面であって、前記発熱密度分布に応じた位置に調整部を凹設する工程と、前記調整部に前記発熱密度分布に応じた熱伝導率の調整用樹脂を充填する工程と、前記ベースプレートの上面に、前記接着層を介して前記静電チャック基板を接着する工程と、を含む。

【発明の効果】

【0006】

10

本発明の一観点によれば、基板載置面に載置された基板の温度ばらつきを低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】(a)は静電チャックの概略断面図、(b)は静電チャックの概略斜視図。

【図2】(a)は抵抗発熱体の説明図、(b)は抵抗発熱体の一部拡大図。

【図3】静電チャックの製造工程を示す斜視図。

【図4】静電チャックの製造工程を示す斜視図。

【図5】静電チャックの製造工程を示す斜視図。

【図6】静電チャックの製造工程を示す斜視図。

20

【図7】静電チャックの製造工程を示す斜視図。

【図8】静電チャックの製造工程を示す斜視図。

【図9】静電チャックの製造工程を示す斜視図。

【図10】静電チャックの製造工程を示す斜視図。

【図11】静電チャックの製造工程を示す斜視図。

【図12】静電チャックの製造工程を示す斜視図。

【図13】静電チャックの製造工程を示す斜視図。

【図14】静電チャックの製造工程を示す斜視図。

【図15】静電チャックの製造工程を示す斜視図。

【図16】別の静電チャックの概略断面図。

30

【図17】別の静電チャックの概略断面図。

【図18】(a)～(d)は別の静電チャックの製造工程を示す概略断面図。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、各実施形態を添付図面を参照して説明する。

なお、添付図面は、特徴を分かりやすくするために便宜上特徴となる部分を拡大して示している場合があり、寸法、比率などは実際と異なる場合がある。また、断面図では、各部材の断面構造を分かりやすくするために、一部のハッチングを省略している。

【0009】

(一実施形態)

40

以下、一実施形態を説明する。

図1(a)に示すように、静電チャックは、ベースプレート(基台)10と、接着層20と、静電チャック(ESC)基板30を有している。静電チャック基板30は、接着層20によりベースプレート10上に接着されている。

【0010】

ベースプレート10には、その上面10aと平行する面内で複数の冷却用流路12が並列して形成されている。各冷却用流路12は、ベースプレート10内で連通している。ベースプレート10において、左端の冷却用流路12から右端の冷却用流路12に、冷却媒体を流すことにより、静電チャック基板30上に保持される基板Wの温度を所定の温度とするように調整することができる。冷却媒体は、例えば水やガルデンである。基板Wは、

50

例えばシリコンウェハである。冷却用流路 12 は、冷却機構の一例である。

【0011】

ベースプレート 10 の材料としては、例えばアルミニウムや超合金等の金属材料や、その金属材料とセラミックス材との複合材料等を用いることができる。本実施形態では、入手のし易さ、加工のし易さ、熱伝導性が良好であることなどの点から、アルミニウム又はその合金を使用し、その表面にアルマイト処理（絶縁層形成）を施したものを使用している。なお、ベースプレート 10 の厚さは、例えば 35 ~ 40 mm である。

【0012】

接着層 20 は、ベースプレート 10 の上に静電チャック基板 30 を接着する。また、接着層 20 は、静電チャック基板 30 の熱をベースプレート 10 に伝導する。静電チャック基板 30 は、後述する抵抗発熱体 33 により加熱される。ベースプレート 10 は、冷却媒体により冷却される。従って、静電チャック基板 30 の熱を、接着層 20 を介してベースプレート 10 に伝導することで、静電チャック基板 30 の温度を所定の温度に一致させるように抵抗発熱体 33 に供給する電流等が制御される。接着層 20 の材料としては、熱伝導率の高い材料を選択するのが好ましく、例えばシリコン樹脂などを用いることができる。なお、接着層 20 の厚さは、例えば 0.5 ~ 2.0 mm である。

【0013】

図 1 (b) に示すように、静電チャック基板 30 は、円盤状に形成されている。静電チャック基板 30 の大きさ（直径）は例えば 300 mm である。また、静電チャック基板 30 の厚さは、例えば、2 ~ 3 mm である。

【0014】

図 1 (a) に示すように、静電チャック基板 30 は、基板本体（基体）31 と、基板本体 31 に内蔵された静電電極 32 及び抵抗発熱体 33 を有している。基板本体 31 は、基板 W が載置される基板載置面 31a（図 1 (a) において上面）と、接着層 20 側であってベースプレート 10 の上面 10a と対向し、接着層 20 により接着される接着面 31b（図 1 (a) において下面）を有している。基板載置面 31a と接着面 31b は、互いに平行である。

【0015】

図 1 (b) に示すように、基板本体 31 には、厚さ方向に貫通する複数の貫通孔 34 が形成されている。貫通孔 34 は例えば、リフトピンを配置するためや、温度センサ等のセンサを配置するために形成される。なお、図 1 (a) では、貫通孔 34 について省略している。

【0016】

基板本体 31 の材料は、絶縁性を有する材料である。例えば、基板本体 31 の材料は、アルミナ、窒化アルミニウム、窒化珪素等のセラミックスや、シリコン樹脂、ポリイミド樹脂などの有機材料である。本実施形態では、入手のし易さ、加工のし易さ、プラズマ等に対する耐性が比較的高いなどの点から、アルミナや窒化アルミニウム等のセラミックスを使用している。とくに、窒化アルミニウムを使用した場合、その熱伝導率は 150 ~ 250 W / (m · K) と大きいため、ESC 基板 30 に吸着保持される被吸着物の面内の温度差を小さくする上で好ましい。

【0017】

静電電極 32 は、薄膜状に形成された電極である。静電電極 32 は、基板本体 31 において、基板載置面 31a の近傍に位置する部分に内設されている。静電電極 32 は、電極 35a, 35b と電気的に接続されている。静電電極 32 は、電極 35a, 35b を介して図示しない吸着用電源と電気的に接続される。静電電極 32 は、吸着用電源から印加される電圧により生じる静電力によって、基板載置面 31a に基板 W を固定する。静電電極 32 の材料として、例えば、タングステン (W) やモリブデン (Mo) を用いることができる。

【0018】

抵抗発熱体 33 は、基板本体 31 において、静電電極 32 と、接着面 31b との間に内

10

20

30

40

50

設されている。

抵抗発熱体 33 は、第 1 の抵抗発熱体 33 a と第 2 の抵抗発熱体 33 b を含む。第 1 及び第 2 の抵抗発熱体 33 a , 33 b は、基板本体 31 内において、基板載置面 31 a と平行な面上に配置されている。第 1 及び第 2 の抵抗発熱体 33 a , 33 b は静電電極 32 と電氣的に絶縁されている。

【0019】

図 2 (a) に示すように、第 1 の抵抗発熱体 33 a は、基板本体 31 の中央部に配置されている。第 2 の抵抗発熱体 33 b は、基板本体 31 の外周部に配置されている。尚、図 2 (a) は、第 1 及び第 2 の抵抗発熱体 33 a , 33 b が形成された領域を示すものである。即ち、図 2 (b) に示すように、第 1 及び第 2 の抵抗発熱体 33 a , 33 b は、所定の抵抗値となるように幅が設定された配線パターンにより構成されている。配線パターンは、第 1 及び第 2 の抵抗発熱体 33 a , 33 b が形成された領域において、発熱密度が均一となるように配設されている。なお、第 1 の抵抗発熱体 33 a の抵抗値は例えば 82 オーム () に設定され、第 2 の抵抗発熱体 33 b の抵抗値は例えば 75 オーム () に設定されている。

10

【0020】

図 1 (a) に示すように、第 1 の抵抗発熱体 33 a は、電極 36 a , 36 b と電氣的に接続されている。第 1 の抵抗発熱体 33 a は、電極 36 a , 36 b を介して図示しない加熱用電源と電氣的に接続される。第 1 の抵抗発熱体 33 a は、加熱用電源から印加される電圧に応じて発熱する。第 1 の抵抗発熱体 33 a は、基板本体 31 の基板載置面 31 a に保持された基板 W の中央部を加熱するためのものである。

20

【0021】

第 2 の抵抗発熱体 33 b は、電極 36 c , 36 d と電氣的に接続されている。第 2 の抵抗発熱体 33 b は、電極 36 c , 36 d を介して図示しない加熱用電源と電氣的に接続される。第 2 の抵抗発熱体 33 b は、加熱用電源から印加される電圧に応じて発熱する。第 2 の抵抗発熱体 33 b は、基板本体 31 の基板載置面 31 a に保持された基板 W の外周部を加熱するためのものである。

【0022】

基板本体 31 には、接着面 31 b に調整部 37 が形成されている。調整部 37 は、接着面 31 b において、少なくとも 1 つ (図 1 (a) における断面では 5 つ) 形成されている。調整部 37 は、接着面 31 b から基板載置面 31 a に向って凹設されている。調整部 37 は、接着面 31 b に、例えば円形の開口を有する凹部である。調整部 37 には、調整用樹脂 38 が充填されている。調整用樹脂 38 の材料は、例えば接着層 20 の材料と同じシリコン樹脂である。

30

【0023】

調整部 37 の位置、形状、数、充填する調整用樹脂 38 は、静電チャック基板 30 の形状に応じて、基板載置面 31 a において均一な発熱密度が得られるように設定されている。静電チャック基板 30 の形状は、例えば、基板本体 31 に内蔵された抵抗発熱体 33 の形状 (配線パターンの幅、厚さ、等) を含む。

【0024】

次に、静電チャックの作用を説明する。

40

上記したように、抵抗発熱体 33 の形状は、各抵抗発熱体 33 a , 33 b が形成された領域において、均一な発熱密度が得られるように設計されている。しかし、抵抗発熱体 33 を形成する面内において、抵抗発熱体 33 の形状、例えば配線パターンの幅や厚さは、製造工程においてばらつきを生じる。このようなばらつきは、抵抗発熱体 33 における部分的な抵抗値のばらつき、つまり発熱量の部分的な変化を生じさせる。従って、抵抗発熱体 33 における形状のばらつきは、基板載置面 31 a における発熱密度の不均一性を招く。

【0025】

例えば、抵抗発熱体 33 のパターン幅が設計値よりも大きいと、パターン幅と設計値の

50

間の差に応じて抵抗値が低くなり、発熱温度が低くなる。発熱温度と設計値の間の差は、パターン幅と設計値の差に対応する。そして、調整部 37 の大きさと、その調整部 37 に充填される樹脂の熱伝導率は、発熱温度と設計値との間の差、すなわちパターン幅と設計値の差に対応する。従って、基板本体 31 の基板載置面 31a における発熱密度を均一とするように、調整部 37 の形状と充填する調整用樹脂 38 が設定される。

【0026】

例えば、シリコン樹脂の熱伝導率は、基板本体 31（例えば、アルミナセラミック）の熱伝導率よりも低い。従って、調整部 37 の形状、例えば深さ（基板本体 31 の厚さ方向の長さ）に応じて、調整部 37 を形成しない部分との間に、熱伝導に差が生じる。この熱伝導に差が生じる範囲は、調整部 37 の形状、例えば穴の面積（開口面積）に対応する。従って、調整部 37 の大きさ、数を適宜設定することにより、基板本体 31 の基板載置面 31a における発熱密度、発熱密度の分布を調整することができる。これにより、基板本体 31 の基板載置面 31a に保持した基板 W の温度を均一に制御することができる。

【0027】

次に、上記静電チャックの製造方法を説明する。

先ず、図 3 に示すように、複数（図 3 において 3 枚）のグリーンシート 51 ~ 53 を準備する。各グリーンシート 51 ~ 53 は、矩形板状に形成されている。各グリーンシート 51 ~ 53 の材料は例えばアルミナをバインダ、溶剤等と混合したシート状のものである。各グリーンシート 51 ~ 53 の大きさは、図 1 (a) に示す静電チャック基板 30 の大きさに対応する。

【0028】

グリーンシート 51 は、焼成されることにより、図 1 (a) に示す基板 W が搭載される部分の基板本体 31 となるものである。グリーンシート 52 は、焼成されることにより、図 1 (a) に示す静電電極 32 を形成するためのものであり、静電電極 32 と抵抗発熱体 33 の間の部分の基板本体 31 となるものである。グリーンシート 53 は、焼成されることにより、図 1 (a) に示す抵抗発熱体 33 を形成するためのものであり、接着層 20 に接着される部分の基板本体 31 となるものである。

【0029】

次いで、図 4 に示すように、グリーンシート 52 の上面に、例えば印刷法（スクリーン印刷）により、導体ペースト（例えば、タングステンペースト）を用いて配線パターン 54 を形成する。この配線パターン 54 は、後述する工程において焼成されることにより、静電電極 32 となるものである。なお、導体ペーストとして、モリブデン等の金属粒子或いは導電性セラミック粒子と、バインダと、溶剤とを含むものを用いることができる。

【0030】

次いで、図 5 に示すように、グリーンシート 53 の上面に、例えば印刷法（スクリーン印刷）により、導体ペースト（例えば、タングステンペースト）を用いて配線パターン 55 を形成する。この配線パターン 55 は、後述する工程において焼成されることにより、抵抗発熱体 33 となるものである。なお、導体ペーストとして、モリブデン等の金属粒子或いは導電性セラミック粒子と、バインダと、溶剤とを含むものを用いることができる。

【0031】

次いで、測定装置 61 を用いて、グリーンシート 53 の上面に形成した配線パターン 55 の形状を測定する。測定装置 61 には、例えば非接触式の膜厚測定装置、撮影画像により配線パターン 55 の幅を測定する装置、等が用いられる。そして、測定装置 61 は、測定した配線パターン 55 の形状（厚さ、幅）により、発熱密度分布を算出する。例えば、測定装置 61 は、形状と発熱密度が対応付けられたデータベースを有している。このデータベースは、複数のサンプル基板を作成し、そのサンプル基板における配線パターンの形状と、サンプル基板の上面における発熱密度を測定した結果により作成される。測定装置 61 は、データベースを用いて、測定した配線パターン 55 の形状から、発熱密度を求め、その発熱密度分布を算出する。なお、発熱密度分布の算出に、一次式や多項式等の演算式を用いてもよい。

【 0 0 3 2 】

次いで、図 6 に示すように、配線パターン 5 4 , 5 5 を形成した面を上にしてグリーンシート 5 2 , 5 3 を配置する。更に、グリーンシート 5 2 の上にグリーンシート 5 1 を配置する。そして、図 7 に示すように、各グリーンシート 5 1 ~ 5 3 が積層されて構造体 7 1 a が形成される。各グリーンシート 5 1 ~ 5 3 は、例えばホットプレス法により加熱され、互いに接着される。

【 0 0 3 3 】

次いで、図 8 に示すように、構造体 7 1 a の周囲を切断して円盤状の構造体 7 1 b が形成される。

次いで、構造体 7 1 b を焼成して、図 9 に示すセラミック基板 7 2 a が得られる。焼成する際の温度は、例えば、1 6 0 0 である。このセラミック基板 7 2 a は、図 3 , 図 4 に示す配線パターン 5 4 , 5 5 を焼結して得られた静電電極 3 2、抵抗発熱体 3 3 を内蔵する。なお、図示しないが、図 1 (a) に示す電極 3 5 a , 3 5 b , 3 6 a ~ 3 6 d は、静電電極 3 2、抵抗発熱体 3 3 と同様に形成される。

10

【 0 0 3 4 】

次いで、セラミック基板 7 2 a の上下両面が研磨され、図 1 0 に示すセラミック基板 7 2 b が得られる。なお、図 1 0 に示すセラミック基板 7 2 b において、上面は基板載置面 3 1 a となり、下面 (図 1 0 において裏側の面) は接着面 3 1 b となる。

【 0 0 3 5 】

次いで、図 1 0 に示すセラミック基板 7 2 b に対して機械加工が施され、図 1 1 に示すように、厚さ方向に貫通する貫通孔 3 4 を有するセラミック基板 7 2 c が得られる。これらの貫通孔 3 4 は例えば、リフトピンを配置するためや、温度センサ等のセンサを配置するために形成される。

20

【 0 0 3 6 】

次いで、図 1 1 に示すセラミック基板 7 2 c の下面 (接着面 3 1 b) に対して、図 1 2 に示すように、機械加工により凹部 (調整部 3 7) が形成され、セラミック基板 7 2 d が得られる。このセラミック基板 7 2 d は、図 1 (a) に示す静電チャック基板 3 0 に対応する。この調整部 3 7 の位置、形状 (内径)、数は、上記の測定装置 6 1 により算出された発熱密度分布に応じて設定される。調整部 3 7 の位置の設定は、例えば、発熱密度分布と凹部の形状を対応付けたデータベースや、発熱密度分布から凹部の形状を算出する演算式、等が用いられる。このように、機械加工により調整部 3 7 を形成することにより、貫通孔 3 4 の加工と同じ工程で処理することができる。このため、調整部 3 7 のために新たな工程を追加する必要がない。

30

【 0 0 3 7 】

次いで、図 1 3 に示すように、ベースプレート 1 0 上に、図 1 (a) に示す接着層 2 0 を形成するための樹脂 8 1 (例えば、シリコン樹脂) を塗布する。

次いで、図 1 4 に示すように、樹脂 8 1 上に、調整部 3 7 (図 1 2 参照) を形成した接着面 3 1 b を下にして静電チャック基板 3 0 を重ね合わせ、貼り合わせる。このとき、減圧雰囲気において、例えば静電チャック基板 3 0 をベースプレート 1 0 に向かって加圧することで、静電チャック基板 3 0 に形成した調整部 3 7 (図 1 2 参照) に、ベースプレート 1 0 上に塗布した樹脂 8 1 が充填される。次いで、樹脂 8 1 を熱硬化させる。

40

【 0 0 3 8 】

次いで、図 1 5 に示すように、静電チャック基板 3 0 の表面を平坦に研削する表面仕上げを行い、静電チャックが得られる。

以上記述したように、本実施の形態によれば、以下の効果を奏する。

【 0 0 3 9 】

(1) 静電チャック基板 3 0 は、基板載置面 3 1 a を有する基板本体 3 1 と、基板本体 3 1 に内蔵された静電電極 3 2 及び抵抗発熱体 3 3 を有している。基板本体 3 1 において、基板載置面 3 1 a と反対側の接着面 3 1 b は、接着層 2 0 を介してベースプレート 1 0 の上面 1 0 a に接着されている。

50

【 0 0 4 0 】

基板本体 3 1 の接着面 3 1 b には、基板載置面 3 1 a の発熱密度分布に応じた位置に、調整部 3 7 が形成されている。この調整部 3 7 には、発熱密度分布に応じた熱伝導率の調整用樹脂 3 8 が充填されている。調整用樹脂 3 8 の材料は、例えば接着層 2 0 の材料と同じシリコン樹脂である。

【 0 0 4 1 】

調整用樹脂 3 8 (シリコン樹脂)の熱伝導率は、基板本体 3 1 (例えば、アルミナセラミック)の熱伝導率よりも低い。従って、調整部 3 7 の形状、例えば深さ(基板本体 3 1 の厚さ方向の長さ)に応じて、調整部 3 7 を形成しない部分との間に、熱伝導に差が生じる。従って、調整部 3 7 を形成した部分において、静電チャック基板 3 0 の表面(基板載置面 3 1 a)と垂直な方向に伝達する熱量は、調整部 3 7 を形成していない部分よりも少なくなる。従って、調整部 3 7 に対応する基板載置面 3 1 a の部分における発熱密度を大きくすることができる。これにより、基板本体 3 1 の基板載置面 3 1 a における発熱密度、発熱密度の分布を調整することができる。そして、基板本体 3 1 の基板載置面 3 1 a に保持した基板 W の温度を均一に制御することができる。

10

【 0 0 4 2 】

(2) グリーンシート 5 3 に、焼成により抵抗発熱体 3 3 となる配線パターン 5 5 を形成し、この配線パターン 5 5 の形状(膜厚、幅)を測定装置 6 1 により測定する。そして、その測定結果に基づいて、基板載置面 3 1 a における発熱密度分布を求めるようにした。これにより、容易に基板載置面 3 1 a の発熱密度分布を得ることができる。

20

【 0 0 4 3 】

(3) 静電チャック基板 3 0 の基板本体 3 1 に形成した調整部 3 7 に、調整用樹脂 3 8 を充填した。熱伝達率が基板本体 3 1 (セラミック)と異なる固体(例えば、金属)柱を調整部 3 7 に挿入することで、調整部 3 7 における熱伝達を、調整部 3 7 が形成されていない部分における熱伝達と異なるようにすることもできる。しかし、固体を個々の調整部 3 7 に挿入する手間がかかる。また、固体を挿入する方法では、調整部 3 7 の大きさの変更に容易に対応することができない。これに対し、調整用樹脂 3 8 を用いることにより、調整部 3 7 に対する充填性が良く、作業効率が良い。また、調整部 3 7 の形状の変更に對して容易に対応することができる。

【 0 0 4 4 】

(4) 静電チャック基板 3 0 をベースプレート 1 0 に接着する際に、静電チャック基板 3 0 の基板本体 3 1 に形成した調整部 3 7 に対し、接着層 2 0 を形成する樹脂(例えば、シリコン樹脂)を調整部 3 7 に充填して調整用樹脂 3 8 とした。これにより、調整部 3 7 に調整用樹脂 3 8 を充填する工程を、静電チャック基板 3 0 をベースプレート 1 0 に接着する工程において行うことができ、工程数の増加を抑制することができる。このため、静電チャックの製造に要する時間の増加を抑制することができる。

30

【 0 0 4 5 】

(他の実施形態)

なお、上記実施形態は、これを適宜変更した以下の態様とすることもできる。

・上記実施形態では、基板本体 3 1 の接着面 3 1 b に調整部 3 7 を形成し、その調整部 3 7 に調整用樹脂 3 8 を充填した。調整部 3 7 の設定位置は、抵抗発熱体 3 3 と冷却用流路 1 2 の間において、適宜変更が可能である。

40

【 0 0 4 6 】

例えば、図 1 6 に示すように、ベースプレート 1 0 の上面 1 0 a に調整部 3 7 を形成する。そして、この調整部 3 7 に、接着層 2 0 の材料と同じ調整用樹脂 3 8 (シリコン樹脂)を充填する。ベースプレート 1 0 の材料、例えばアルミニウムと比べ、シリコン樹脂の熱伝導率は低い。従って、上記実施形態と同様に、基板本体 3 1 の基板載置面 3 1 a における発熱密度を均一とすることができ、基板 W を均一の温度に制御することができる。

【 0 0 4 7 】

50

また、図 17 に示すように、静電チャック基板 30 (基板本体 31) の接着面 31b とベースプレート 10 の上面 10a に調整部 37 を形成してもよい。

また、各調整部 37 に充填する樹脂を適宜変更してもよい。例えば、接着層 20 の材料 (例えば、シリコン樹脂) よりも熱伝導率を高くした樹脂を用いる。このような樹脂は、例えば、銀 (Ag) や銅 (Cu) 等の金属、チッ化アルミニウム、チッ化ホウ素、等を充填材とした樹脂ペーストが用いられる。銀や銅などの金属は、基板本体 31 の材料であるセラミックよりも熱伝導率が高い。これを用いて発熱密度を低下させることで、基板本体 31 の基板載置面 31a における発熱密度を均一とすることができ、基板 W を均一の温度に制御することができる。

【0048】

10

また、静電チャック基板 30 とベースプレート 10 とを互いに接続する接続層において、熱伝導を調整するようにしてもよい。例えば、接続層に、その接続層の材料 (樹脂) と異なる熱伝導率の樹脂を埋め込むことで、静電チャック基板 30 (抵抗発熱体 33) からベースプレート 10 (冷却用流路 12) までの熱伝導を調整する。このような接続層は、例えば図 18 (a) ~ (d) に示す工程により形成することができる。

【0049】

即ち、図 18 (a) に示すように、ベースプレート 10 上に樹脂 91 を塗布し、この樹脂 91 を硬化させる。この樹脂 91 は、例えば熱硬化性樹脂、紫外線等の光硬化性樹脂を用いることができる。

【0050】

20

そして、硬化後の樹脂 91 を、化学機械研磨 (CMP) 等により研磨し、樹脂 91 の上部 91a (図 18 (a) においてハッチングを付した部分) を除去する。

次いで、図 18 (b) に示すように、樹脂 91b に調整部 37 を形成し、この調整部 37 に調整用樹脂 38 を充填する。この調整部 37 に充填する調整用樹脂 38 は、樹脂 91b の熱伝導率と異なる熱伝導率の樹脂、例えば銀 (Ag) や銅 (Cu) 等の金属、チッ化アルミニウム、チッ化ホウ素、等を充填材とした樹脂ペーストを用いることができる。この調整用樹脂 38 を充填後、例えば加熱により硬化させる。なお、調整用樹脂 38 として、充填材を含む光硬化性樹脂を用いることもできる。

【0051】

次いで、図 18 (c) に示すように、樹脂 91b の上に樹脂 92 を塗布する。次いで、樹脂 92 上に、静電チャック基板を貼り合わせる。なお、樹脂 92 に貼り合わせる基板として、調整部 37 が形成されていない基板 (例えば、図 10 に示すセラミック基板 72) や、調整部 37 が形成された静電チャック基板 30 を用いることができる。そして、樹脂 92 を硬化する。これにより、図 18 (d) に示すように、調整部 37 及び調整用樹脂 38 を含む接着層 93 を介してベースプレート 10 と静電チャック基板 30 が互いに接続された静電チャックが得られる。

30

【0052】

・上記の発熱密度分布を測定するために用いる装置として、他の装置を用いてもよい。

例えば、X線装置を用いる。この場合、測定対象として、焼成後、例えば、図 9 に示すセラミック基板 72b を用いる。X線を用いてセラミック基板 72b を撮影した画像を解析することで、抵抗発熱体 33 の形状 (厚さ、幅) を測定することができる。X線は、所定の電磁波の一例である。この測定結果を用いて、上記と同様に発熱密度分布を算出することができる。なお、機械加工後のセラミック基板 72b (図 10 参照) や、積層状態のグリーンシート 51 ~ 53 を用いて抵抗発熱体 33 (配線パターン 55) の形状を測定し、発熱密度分布を算出するようにしてもよい。

40

【0053】

また、温度計を用いる。焼成後、例えば、図 9 に示すセラミック基板 72b を用いる。抵抗発熱体 33 に接続された電極 36a ~ 36d (図 1 (a) 参照) を加熱用電源に接続し、抵抗発熱体 33 を発熱させ、セラミック基板 72b の表面温度を測定する。温度測定には、接触式温度計 (例えば、熱電対を用いた温度計) 又は非接触式温度計 (例えば、赤

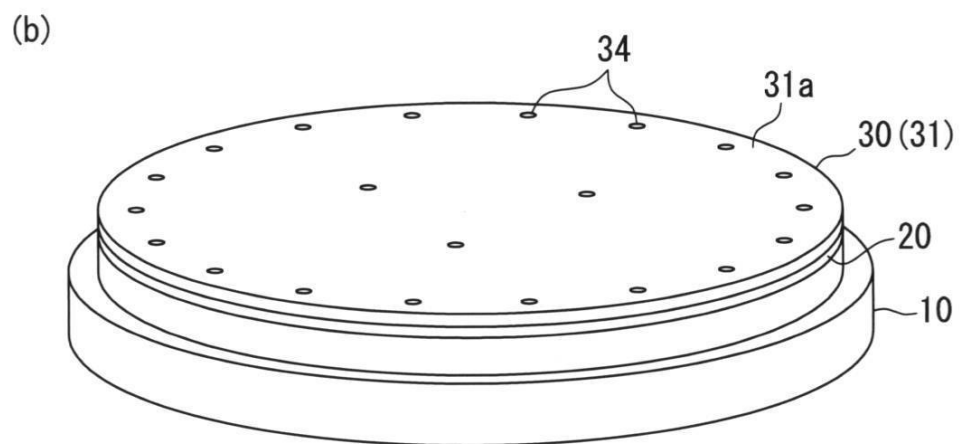
50

外線放射温度計)を用いることができる。このように測定した表面温度から発熱密度分布を算出することができる。

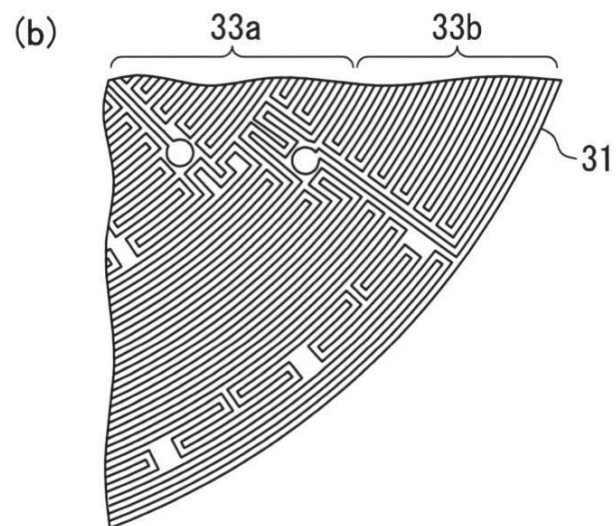
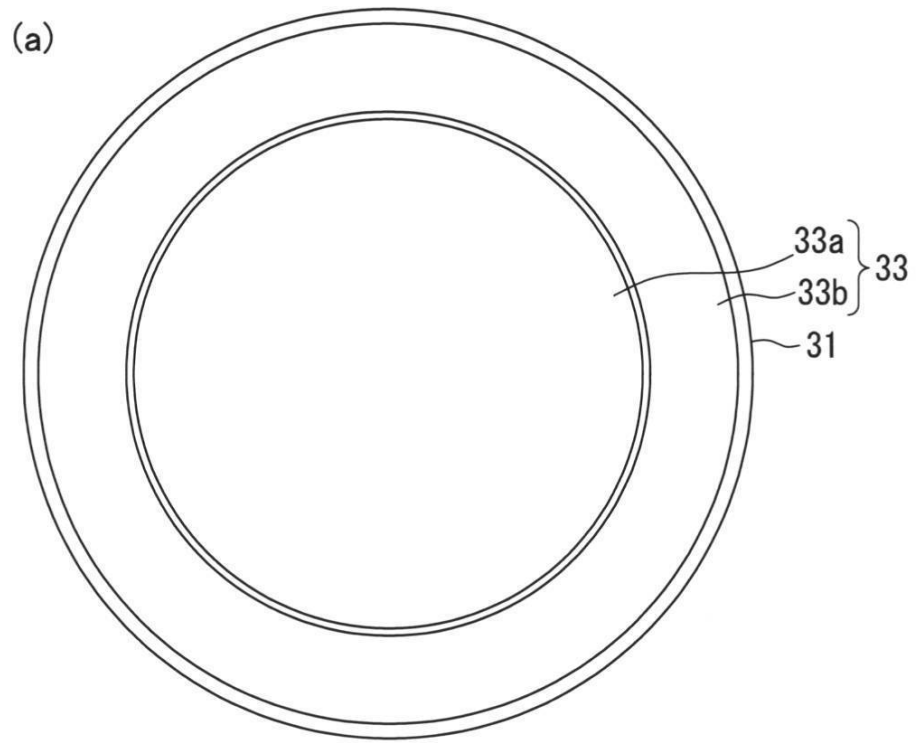
【符号の説明】

【 0 0 5 4 】

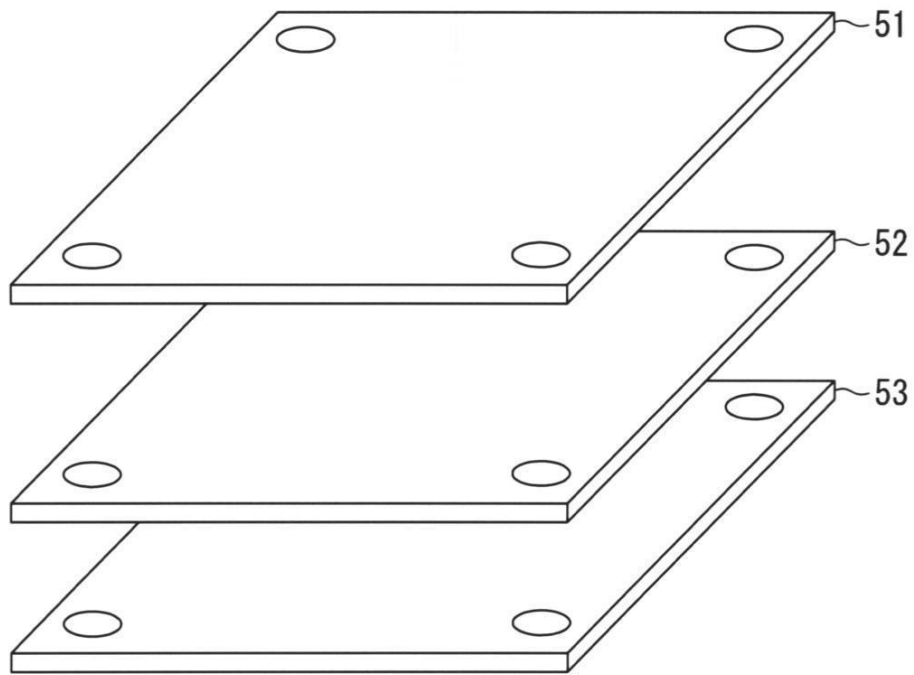
- 1 0 ベースプレート
- 1 0 a 上面
- 2 0 接着層
- 3 0 静電チャック基板
- 3 1 基板本体
- 3 1 a 基板載置面
- 3 1 b 接着面
- 3 2 静電電極
- 3 3 抵抗発熱体
- 3 7 調整部
- 3 8 調整用樹脂
- 5 1 ~ 5 3 グリーンシート
- 5 4 , 5 5 配線パターン
- 6 1 測定装置
- W 基板

[illegible]

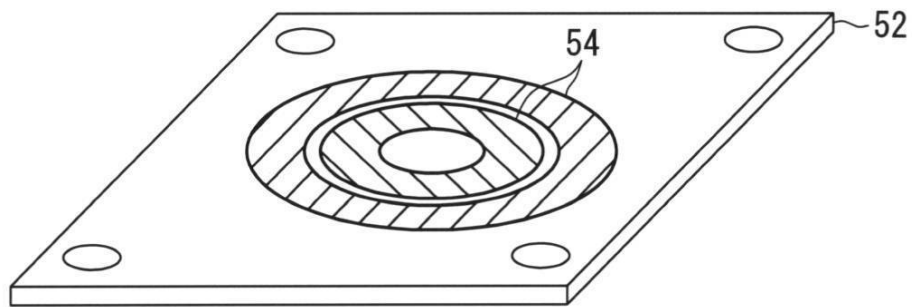
【図 2】



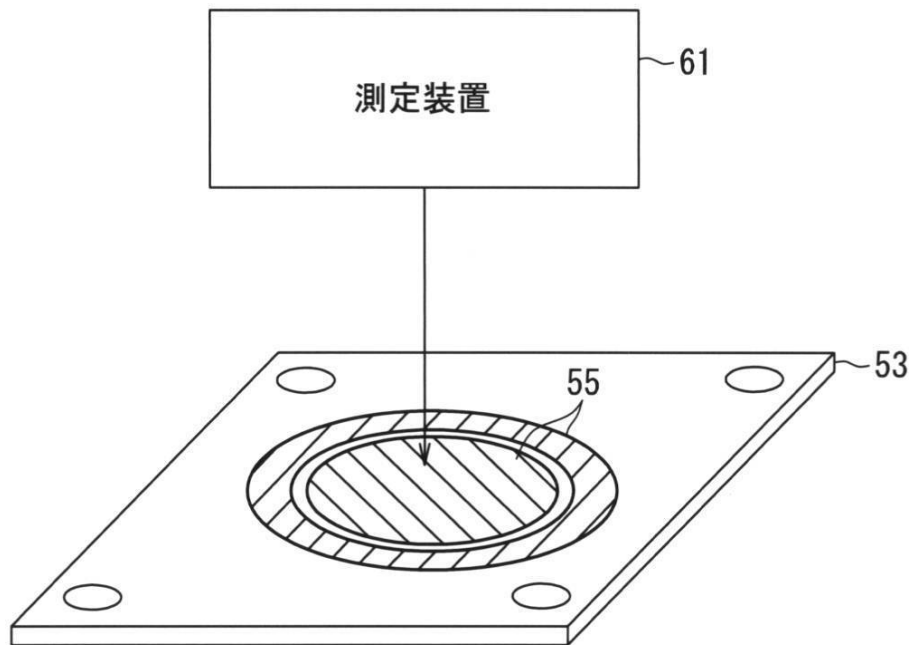
【図 3】



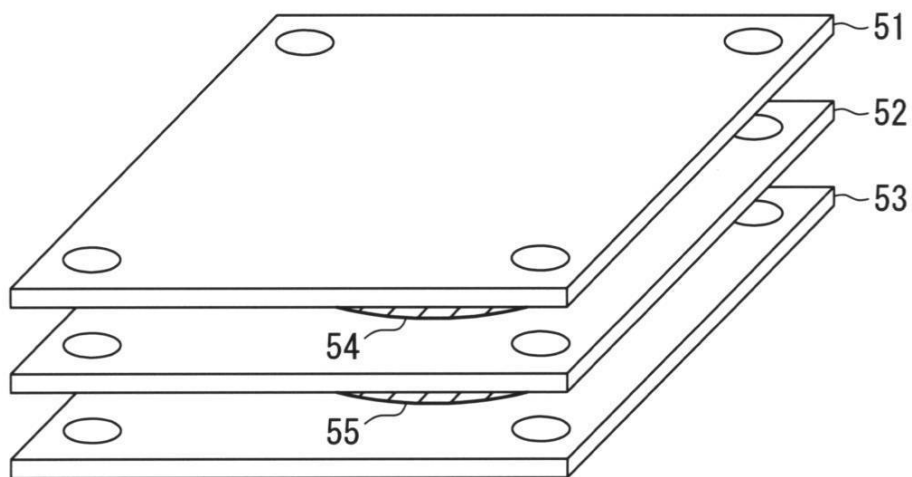
【図 4】



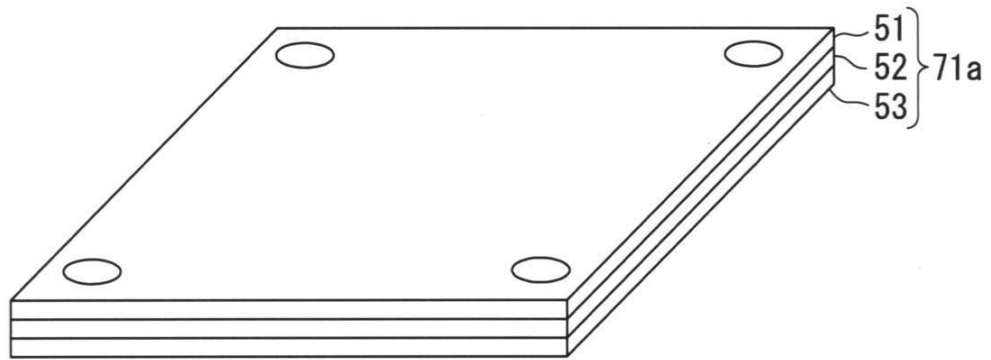
【図 5】



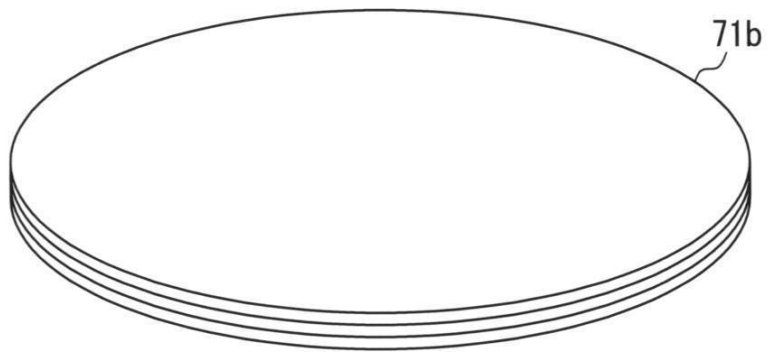
【図 6】



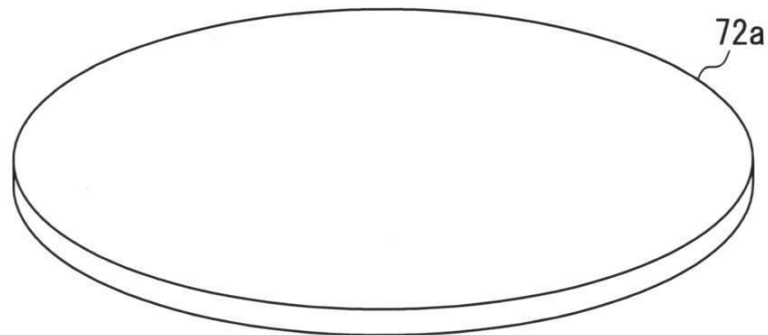
【図 7】



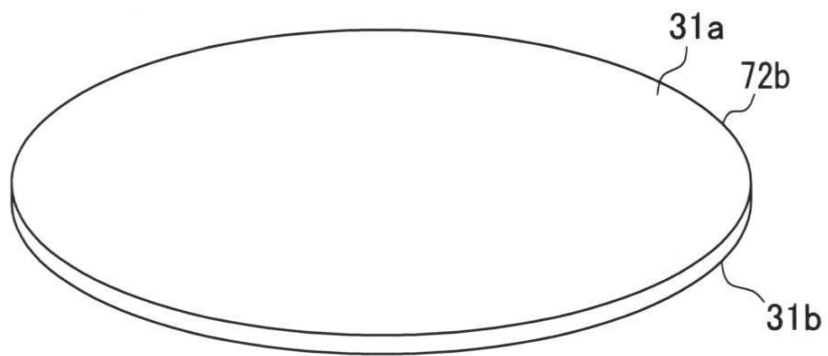
【図 8】



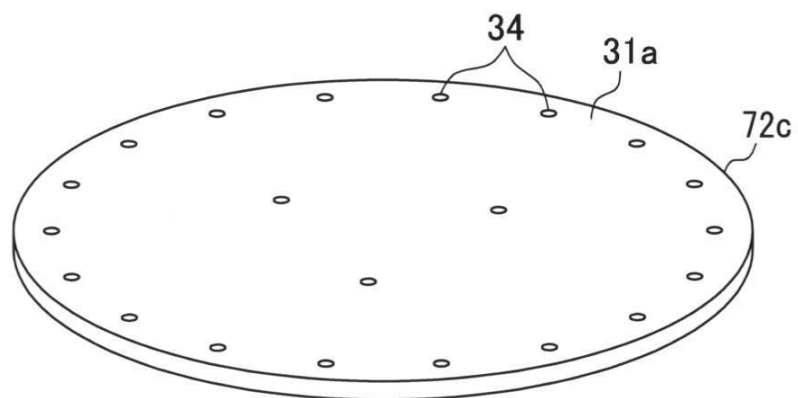
【図 9】



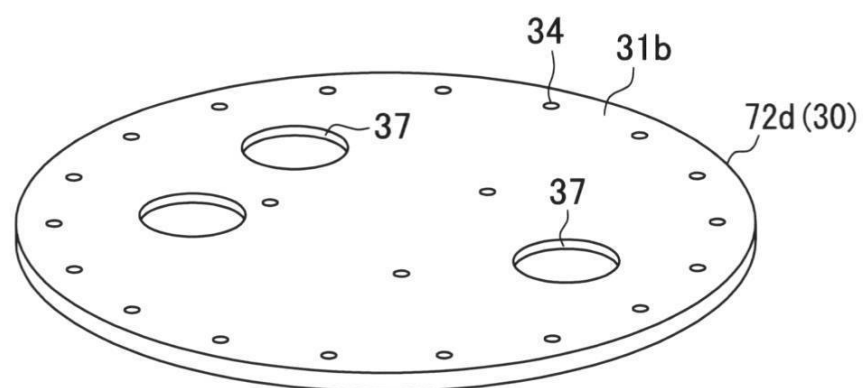
【図10】



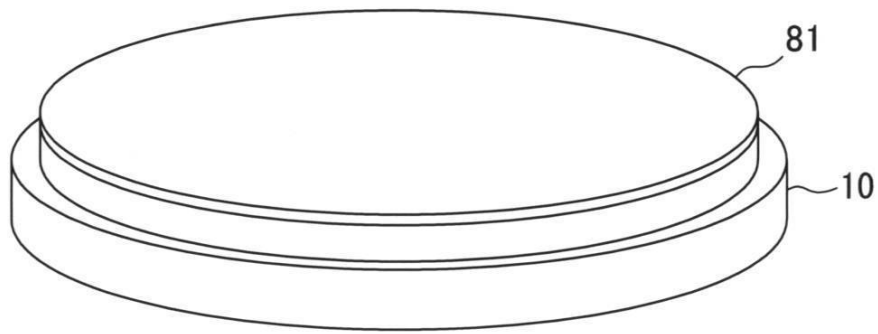
【図11】



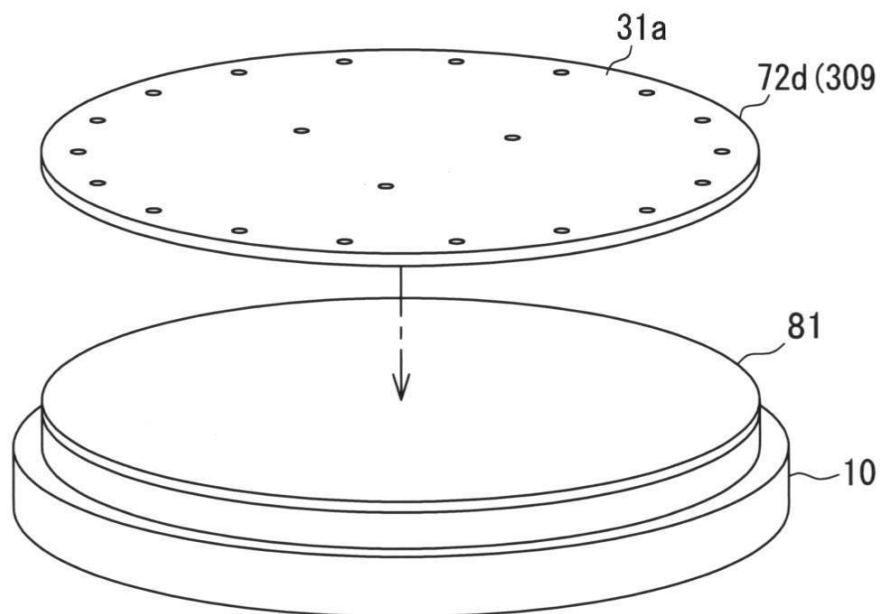
【図12】



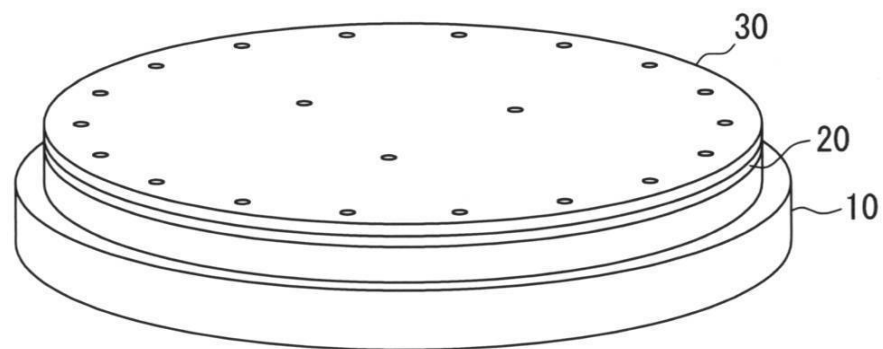
【図13】



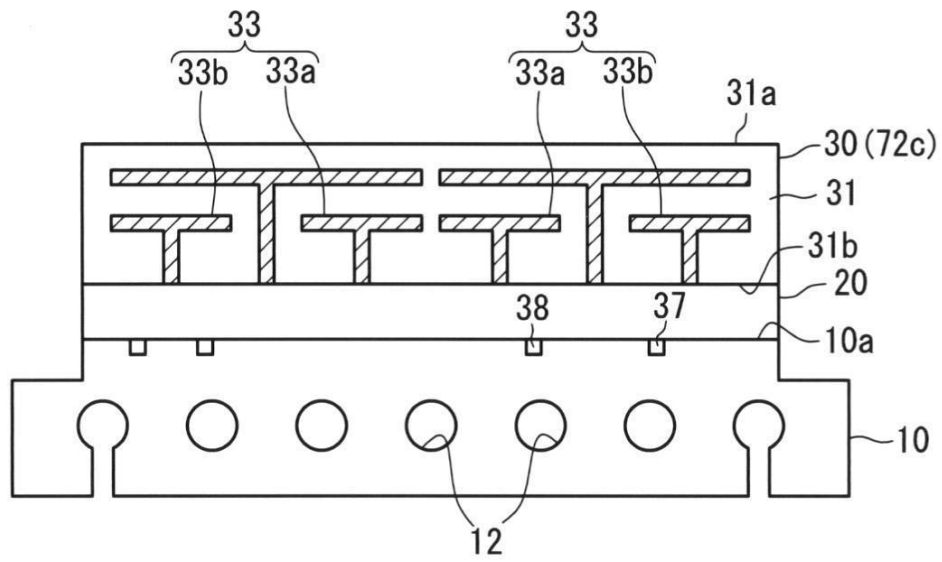
【図14】



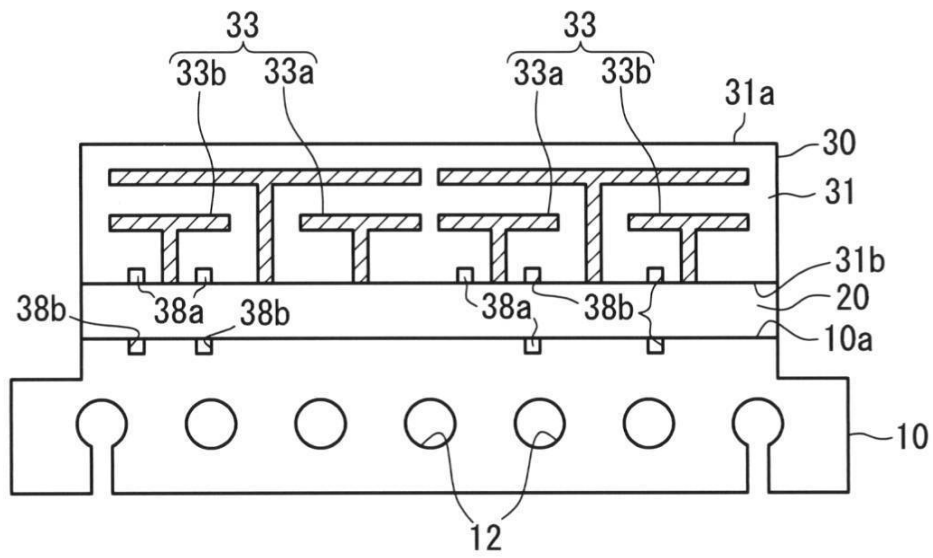
【図15】



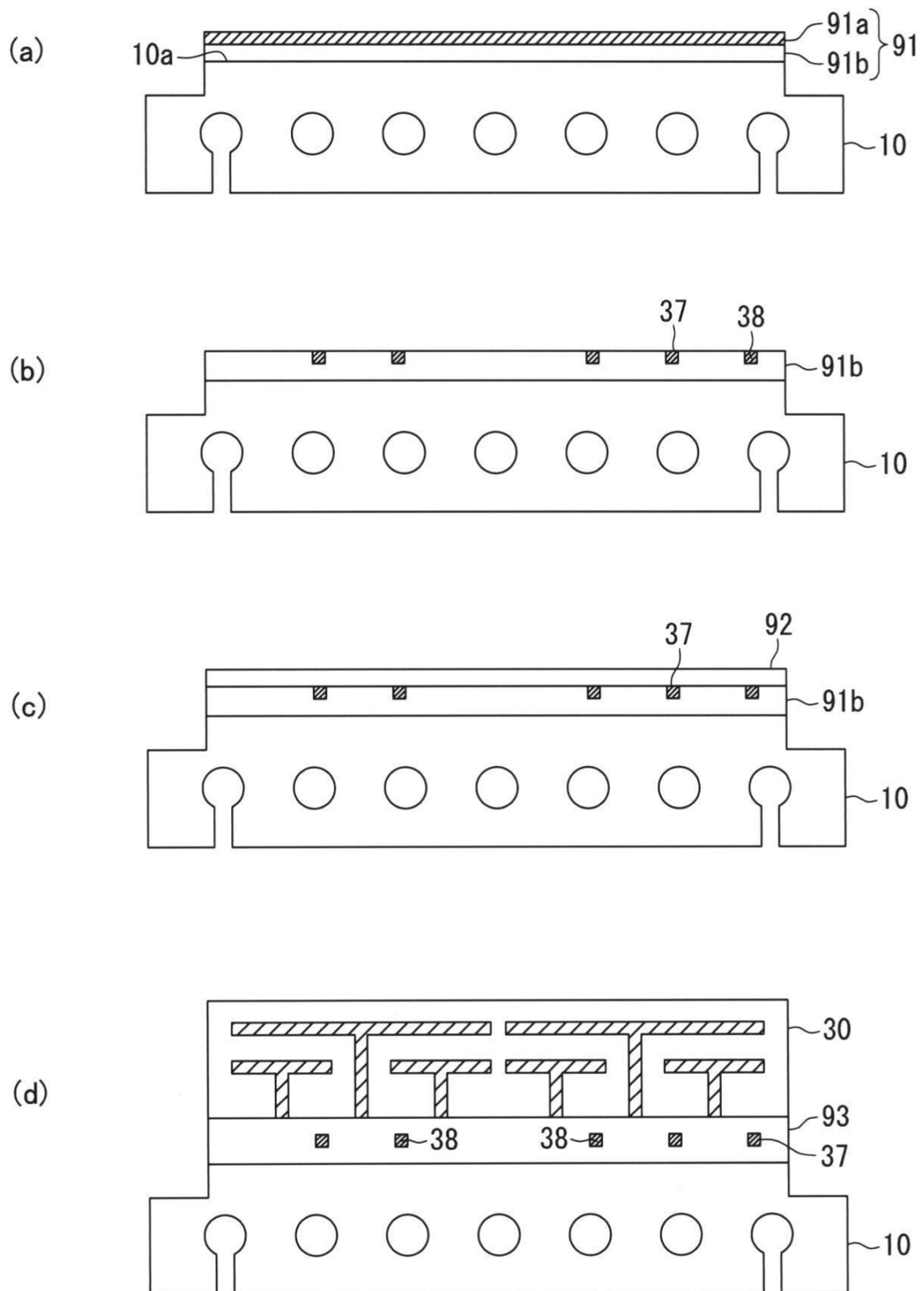
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

(56)参考文献 特許第4349952(JP, B2)
特開2009-152475(JP, A)
特開平11-330219(JP, A)
特開2006-261541(JP, A)
特開2011-222978(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/683
H02N 13/00