

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3892609号
(P3892609)

(45) 発行日 平成19年3月14日(2007.3.14)

(24) 登録日 平成18年12月15日(2006.12.15)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 21/683 (2006.01)

H O 1 L 21/68 R

H O 1 L 21/205 (2006.01)

H O 1 L 21/205

H O 1 L 21/3065 (2006.01)

H O 1 L 21/302 I O 1 Z

請求項の数 7 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願平11-37729	(73) 特許権者	000003078
(22) 出願日	平成11年2月16日(1999.2.16)		株式会社東芝
(65) 公開番号	特開2000-236015(P2000-236015A)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(43) 公開日	平成12年8月29日(2000.8.29)	(74) 代理人	100058479
審査請求日	平成15年8月28日(2003.8.28)		弁理士 鈴江 武彦
		(74) 代理人	100084618
			弁理士 村松 貞男
		(74) 代理人	100092196
			弁理士 橋本 良郎
		(74) 代理人	100091351
			弁理士 河野 哲
		(74) 代理人	100088683
			弁理士 中村 誠
		(74) 代理人	100070437
			弁理士 河井 将次

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ホットプレートおよび半導体装置の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

半導体製造装置に用いられるホットプレートであって、
半導体基板を載置するプレート本体と、
このプレート本体内に形成された発熱電極と、
前記プレート本体内に形成され、かつ、前記発熱電極と同じ材料で形成された温度測定用プローブと、
前記温度測定用プローブに接続された熱電対と
を具備してなることを特徴とするホットプレート。

【請求項2】

前記温度測定用プローブの端子は露出し、該端子に前記熱電対が接続されていることを特徴とする請求項1に記載のホットプレート。

【請求項3】

前記温度測定用プローブの個数は、複数であることを特徴とする請求項1に記載のホットプレート。

【請求項4】

前記発熱電極に印加される電圧は、前記温度測定用プローブを用いて得られた温度に基づいて制御されることを特徴とする請求項1に記載のホットプレート。

【請求項5】

前記プレート本体内に静電チャック電極が形成されていることを特徴とする請求項1に

10

20

記載のホットプレート。

【請求項 6】

半導体製造装置に用いられるホットプレートであって、半導体基板を載置するプレート本体と、このプレート本体内に形成された発熱電極と、前記プレート本体内に形成され、かつ、前記発熱電極と同じ材料で形成された温度測定用プローブと、前記温度測定用プローブに接続された熱電対とからなる前記ホットプレート上に半導体基板を載置し、

前記温度測定用プローブを用いて得られた温度に基づいて、前記発熱電極に電圧を印加する電圧印加手段および前記ホットプレートを冷却する冷却手段を制御することによって、前記半導体基板の温度を所望の温度に保持しながら、前記半導体基板を処理することを特徴とする半導体装置の製造方法。

10

【請求項 7】

前記処理は、成膜またはエッチングであることを特徴とする請求項 6 に記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体基板を加熱するホットプレートおよびそれを備えた半導体製造装置を用いた製造工程を有する半導体装置の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来から半導体プロセスにおいては、半導体基板上に絶縁膜や導電膜を形成する工程と、これらの膜をエッチングしてパターンニングする工程とを繰り返すことによって半導体回路を形成している。

20

【0003】

膜の堆積やエッチングは化学反応を利用しているため、堆積速度やエッチング速度は半導体基板の温度（基板温度）により影響される。また、堆積した膜の膜質も基板温度により変化する。したがって、膜の堆積やエッチングを安定に再現性良く行うためには、堆積やエッチング中の基板温度を制御することが重要である。

【0004】

従来、半導体基板の加熱は、赤外線ランプを用いて半導体基板の表面または裏面から赤外線を照射することにより行うことが多かった。しかし、赤外線ランプを用いた場合、半導体基板上の膜種により赤外線の吸収効率が違うために正確な温度コントロールができなかったり、あるいは赤外線の照射中に半導体基板を冷却することがないために、赤外線の照射中に基板温度が大きく上昇してしまうなどの問題があった。

30

【0005】

そこで、最近では、抵抗加熱ヒーターを内蔵したホットプレートを冷却機構を持ったステージに固定し、ホットプレート上に載置した半導体基板を抵抗加熱ヒーターにより加熱し、半導体基板を冷却機構により冷却する方式のものが多く用いられるようになっている。

【0006】

ここで、半導体基板をホットプレートに固定する方法にはいくつかあり、例えばホットプレートの裏面から排気を施して半導体基板をホットプレートに固定する方法や、静電吸着を用いて半導体基板を電氣的にホットプレートに固定する方法や、クランプなどの押し付け部材を用いて半導体基板をホットプレートに機械的押し付けるなどの方法がある。

40

【0007】

しかし、裏面排気の方法は、真空中では利用できないという問題がある。また、機械的押し付けの方法は、押し付け部材に膜が付着したり、押し付け部材が半導体基板に機械的に接触して半導体基板に力が加わることによって擦れが起こるなどダストの発生源を招くという問題がある。

【0008】

これに対して静電吸着力の方法は、デバイス製造面に非接触で固定でき、また真空中にお

50

いても適用することができるため、近年多く用いられるようになってきている。

【0009】

このような静電チャックを用いたホットプレートの場合、図7に示すように、ホットプレート80に開けられた穴に裏面から熱電対81を挿入し、その熱電対81の起電力を測定することによって、基板温度を測定していた。なお、図中、82は静電チャック電極、83は加熱用ヒータ線をそれぞれ示している。

【0010】

他の方法としては、ホットプレートをステージに固定する際に、ホットプレートとステージとの間に熱電対を挟み込み、その熱電対の起電力を測定することによって、基板温度を測定していた。

10

【0011】

しかしながら、これらの基板温度の測定方法は、ホットプレートに設ける熱電対用の穴の深さ制御、熱電対を挿入する位置や、ホットプレート自体との接触強度などがホットプレート取り付けの毎に異なり、測定温度の再現性が得られないという問題があった。

【0012】

さらにこのようなホットプレート上に半導体基板を載置して成膜やエッチングを行うと、半導体基板の測定温度の再現性が得られなことから、成膜やエッチングなどの半導体基板の処理にばらつきが生じるという問題があった。

【0013】

また、ホットプレートの取り付けには熟練を要するため、ホットプレート交換の際のダウンタイムが長くなり、その結果として装置の利用効率が著しく低くなるという問題もあった。

20

【0014】

【発明が解決しようとする課題】

上述の如く、ホットプレートに設ける熱電対用の穴の深さ制御、熱電対を挿入する位置や、ホットプレート自体との接触強度などがホットプレート取り付けの毎に異なることから、ホットプレートの測定温度の再現性が得られなかったり、成膜などの半導体基板の処理にばらつきが生じるという問題があった。

【0015】

本発明は、上記事情を考慮してなされたもので、その目的とするところは、温度を再現性良く測定できるホットプレート、およびホットプレートの測定温度のばらつきに起因する半導体基板の処理のばらつきを防止できる半導体装置の製造方法を提供することにある。

30

【0016】

【課題を解決するための手段】

〔構成〕

上記目的を達成するために、本発明に係るホットプレートは、半導体製造装置に用いられるホットプレートであって、半導体基板を載置するプレート本体と、このプレート本体内に形成された発熱電極と、前記プレート本体内に形成され、かつ、前記発熱電極と同じ材料で形成された温度測定用プローブと、前記温度測定用プローブに接続された熱電対とを備えていることを特徴とする。

40

【0017】

また、本発明に係る半導体装置の製造方法は、半導体製造装置に用いられるホットプレートであって、半導体基板を載置するプレート本体と、このプレート本体内に形成された発熱電極と、前記プレート本体内に形成され、かつ、前記発熱電極と同じ材料で形成された温度測定用プローブと、前記温度測定用プローブに接続された熱電対とからなる前記ホットプレート上に半導体基板を載置し（このとき、静電チャック等により固定することが好ましい）、前記温度測定用プローブを用いて得られた温度に基づいて、前記発熱電極に電圧を印加する電圧印加手段および前記ホットプレートを冷却する冷却手段を制御することによって、前記半導体基板の温度を所望の温度に保持しながら、前記半導体基板を処理することを特徴とする。

50

【 0 0 1 8 】

〔 作用 〕

本発明においては、プレート本体内に温度測定用プローブを形成している。この種の温度測定用プローブは再現性良く形成できるので、温度測定用プローブの温度を測定することによって、ホットプレートの温度を再現性良く測定できるようになる。

【 0 0 1 9 】

また、ホットプレートとして本発明のものを使用すれば、半導体基板の温度を再現性良く測定できるので、成膜などの半導体基板の処理のばらつきを防止できるようになる。

【 0 0 2 0 】

【 発明の実施の形態 】

10

以下、図面を参照しながら本発明の実施の形態（以下、実施形態という）を説明する。

【 0 0 2 1 】

（ 第 1 の実施形態 ）

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係る静電チャック型ホットプレートを示す模式図である。

【 0 0 2 2 】

この静電チャック型ホットプレートは、大きく分けて、半導体基板 1 を載置するプレート本体としてのアルミナ基板 2 と、このアルミナ基板 2 中に埋設され、静電吸着を用いて半導体基板 1 を電氣的にアルミナ基板 2 に固定するための静電チャック電極 3 と、アルミナ基板 2 中に埋設され、静電チャック電極 2 の下方に位置する発熱電極としての加熱用ヒータ線 4 と、アルミナ基板 2 中に設けられ、半導体基板 1 の中央部と周辺部の温度を測定するための加熱用ヒータ線 4 と同じ材料で形成された 2 つの温度測定用プローブ 5 a , 5 b とから構成されている。

20

【 0 0 2 3 】

アルミナ基板 2 の裏面においては温度測定用プローブ 5 a , 5 b の端子が露出しており、この露出した端子に熱電対 6 a , 6 b がそれぞれ接続されている。また、静電チャック電極 3 および加熱用ヒータ線 4 はそれぞれ電源 7 , 8 に接続している。

【 0 0 2 4 】

電源 8 は温度制御器 9 に接続しており、この温度制御器 9 は熱電対 6 a , 6 b によって測定された温度に基づいて、半導体基板 1 の温度（基板温度）が所定の温度になるように、加熱ヒータ線 4 に印加する電圧をフィードバック制御するようになっている。熱電対 6 a , 6 b は温度制御器 9 に繋がっている。

30

【 0 0 2 5 】

図 2 および図 3 は、図 1 の静電チャック型ホットプレートの製造方法を示す工程断面図である。ここでは、アルミナ基板 2 を複数のアルミナ製グリーンシート 2₁ ~ 2₇ を積層して形成する場合について説明する。

【 0 0 2 6 】

まず、図 2（a）に示すように、第 1 アルミナ製グリーンシート 2₁ に温度測定用プローブ 5 a , 5 b 用のスルーホール 10 a , 10 b を開孔する。

【 0 0 2 7 】

40

次に図 2（b）に示すように、温度測定用プローブ 5 a , 5 b の一部を構成する第 1 W 膜 5₁ でスルーホール 10 a , 10 b の内部を充填した後、温度測定用プローブ 5 a , 5 b の一部を構成する第 2 W 膜 5₂ をスルーホール 10 a , 10 b 内の第 1 W 膜 5₁ をそれぞれ接続するようにスクリーン印刷により第 1 アルミナ製グリーンシート 2₁ 上に形成する。

【 0 0 2 8 】

次に図 2（c）に示すように、表面が平坦になるように、第 2 アルミナ製グリーンシート 2₂ を第 1 アルミナ製グリーンシート 2₁ 上に形成した後、全面に第 3 アルミナ製グリーンシート 2₃ を形成する。

【 0 0 2 9 】

50

次に図2(d)に示すように、第3アルミナ製グリーンシート2₃に第2W膜5₂に達するスルーホール10a, 10bを開孔した後、これらのスルーホール10a, 10bを温度測定用プローブ5a, 5bの一部を構成する第3W膜5₃で充填する。

【0030】

次に図3(e)に示すように、温度測定用プローブ5a, 5bの一部を構成する第4W膜5₄および加熱用ヒータ線としてのW膜4をスクリーン印刷により第3アルミナ製グリーンシート2₃上に形成する。

【0031】

次に図3(f)に示すように、表面が平坦になるように、第4アルミナ製グリーンシート2₄を第3アルミナ製グリーンシート2₃上に形成する。

10

【0032】

次に同図(f)に示すように、スルーホールを有し、その内部が温度測定用プローブ5a, 5bの一部を構成する第5W膜5₅で充填された第5アルミナ製グリーンシート2₅を形成した後、第4W膜5₄と第5W膜5₅が接続するように、第4アルミナ製グリーンシート2₅上に第5アルミナ製グリーンシート5₅を重ねる。

【0033】

次に図3(g)に示すように、温度測定用プローブ5aの一部を構成する第6W膜5₆および静電チャック電極としてのW膜3をスクリーン印刷により第5アルミナ製グリーンシート2₅および第5W膜2₅上にそれぞれ形成する。

【0034】

20

次に図3(h)に示すように、表面が平坦になるように、第6アルミナ製グリーンシート2₆を第5アルミナ製グリーンシート2₅上に形成し、続いて全面に第7アルミナ製グリーンシート2₇を形成した後、第1~第7アルミナ製グリーンシート2₁~2₇を焼結する。その後、表面を仕上げ研磨して平坦にする。

【0035】

最後に、静電チャック電極3および加熱用ヒータ線4を電源7, 8にそれぞれ接続し、温度測定用プローブ5a, 5bの端子に熱電対6a, 6bをそれぞれ接続して、静電チャック型ホットプレートが完成する。

【0036】

このような製造方法によれば、温度測定用プローブ5a, 5bを構成する第1~第6W膜は、静電チャック電極3および加熱用ヒータ線4と同様にスクリーン印刷によって形成するので、再現性良く形成できる。そのため、温度測定用プローブ5a, 5bの温度を測定することによって、ホットプレートの温度を再現性良く測定できるようになる。さらに温度測定用プローブ5a, 5bの端子と熱電対6a, 6bとの接続も再現性良く行えることも、測定温度の再現性の向上に寄与している。

30

【0037】

そして、このようにホットプレートの温度を再現性良く測定できることから、温度制御器9によるフィードバック制御によって、基板温度を所望の温度に高精度に保つことができるようになる。

【0038】

40

また、温度測定用プローブ5a, 5bの端子は露出しているので、温度測定用プローブ5a, 5bの端子と熱電対6a, 6bとの接続不良が生じてても、容易にその修復(熱電対6a, 6bの取り替え)を行うことができる。

【0039】

また、温度測定用プローブ5a, 5bは静電チャック電極3および加熱用ヒータ線4と同じW膜で形成しているので、異なる導電膜で形成する場合に比べて、工程数が少なく済み、プロセスの簡略化を図れるようになる。

【0040】

(第2の実施形態)

図4は、本発明の第2の実施形態に係る静電チャック型ホットプレートを示す断面図であ

50

る。なお、図 1 と対応する部分には図 1 と同一符号を付してあり、詳細な説明は省略する（第 2 の実施形態以降の他の実施形態についても同様）。

【0041】

本実施形態が第 1 の実施形態と異なる点は、温度測定用プローブ 5 a , 5 b の形状が直線になっていることにある。このような単純な形状にすることにより、第 1 の実施形態に比べて、静電チャック型ホットプレートの製造が容易になる。なお、温度測定用プローブ 5 a , 5 b の形状変化に伴って、熱電対 6 a , 6 b は温度測定用プローブ 5 a , 5 b に同一点でそれぞれ接続されている。

【0042】

（第 3 の実施形態）

図 5 は、本発明の第 3 の実施形態に係る静電チャック型ホットプレートを示す平面図である。なお、加熱用ヒータ線 4 は簡単のために線で示してある。

【0043】

本実施形態が第 1 の実施形態と異なる点は、加熱用ヒータ線 4 が内周部 4 in と外周部 4 out の 2 つ分割され、それぞれ独立に印加電圧を制御できることにある。また、温度測定用プローブは三つに増え、またその形状は第 2 の実施形態のそれと同様に直線状のものである。

【0044】

なお、図中、1 1 in および 1 1 ou はそれぞれ内側ヒータ端子および外側ヒータ端子、1 2 a ~ 1 2 c はそれぞれ 3 つの温度測定用プローブの温度測定端子位置を示している。

【0045】

このような構成であれば、中心から外側に向かって 3 つの場所での温度が熱電対により測定され、これらの各場所の測定温度に基づいて、加熱用ヒータ線 4 の内周部 4 in および外周部 4 out に印加される電圧が温度制御器によってそれぞれ独立に制御されることによって、面内の温度均一性は改善される。また、加熱用ヒータ線の分割数および温度測定用プローブの個数をさらに増やすことにより、面内の温度均一性をさらに改善できるようになる。

【0046】

（第 4 の実施形態）

図 6 は、本発明の第 4 の実施形態に係るスパッタ装置を示す模式図である。

【0047】

本実施形態のスパッタ装置が従来のそれと異なる点は、本発明の静電チャック型ホットプレート 2 7 が採用されていることにある。図には第 1 の実施形態の静電チャック型ホットプレート 2 7 が示されているが、他の実施形態のそれでも良い。

【0048】

図中、2 1 はスパッタ室を示しており、このスパッタ室 2 1 には A r 等のスパッタガス 2 2 を導入するためのスパッタガス導入口 2 3 および図示しない真空ポンプに接続された真空排気口 2 4 が設けられており、スパッタ室 2 1 内を真空排気できるようになっている。

【0049】

スパッタ室 2 1 の上方にはスパッタターゲット 2 5 を保持したカソード 2 6 が設けられており、一方、スパッタ室 2 1 の下方にはカソード 2 6 と対向するように、静電チャック型ホットプレート 2 7 が設置されたステージ 2 8 が設けられている。このステージ 2 8 内には静電チャック型ホットプレート 2 7 を冷却するための水冷パイプ 2 9 が埋設されている。

【0050】

次に上記の如く構成されたスパッタ装置を用いたスパッタ方法について説明する。

【0051】

まず、半導体基板 1 をスパッタ室 2 1 内に搬送し、静電チャック型ホットプレート 2 7 上に載置する。次に静電チャック電極 3 に電源 7 により電圧を印加し、半導体基板 1 を静電チャック型ホットプレート 2 7 に固定する。次に加熱用ヒータ線 4 に電源 8 により電圧を

10

20

30

40

50

印加し、30秒後に半導体基板1を450℃まで昇温する。次にスパッタターゲット25にDC電力を投入し、成膜を開始する。なお、加熱用ヒータ線4に供給する電力は、半導体基板1の載置後でも載置前でも良く、プロセスに応じて変えることができる。

【0052】

成膜中は半導体基板1にプラズマよりエネルギーが与えられるため、半導体基板1の温度は上昇するが、熱電対6a, 6bで測定した温度に基づいて温度制御器9が加熱用ヒータ線4の電源8を制御することによって、半導体基板1の温度は450℃に保たれる。

【0053】

本実施形態において、成膜する膜種は限定されないが、特に正確な温度制御が要求されるプロセス、例えばデュアルダマシン配線としてのAl膜の成膜に有効である。

10

【0054】

また、本実施形態では、スパッタ装置の場合について説明したが、CVD装置やRIE装置やCDE装置やレジストのベーキング装置などの他の半導体製造装置にも適用できる。要は静電チャック型ホットプレートを用いる装置であれば装置の種類は問わない。

【0055】

【発明の効果】

以上詳説したように本発明（請求項1～6）によれば、温度測定用プローブの温度を測定することによって、半導体基板の温度を再現性良く測定できるホットプレートを実現できるようになる。

【0056】

20

また、本発明（請求項7, 8）によれば、このようなホットプレートを使用することによって、半導体基板の温度を再現性良く測定できるようになるので、成膜などの半導体基板の処理のばらつきを防止できる半導体装置の製造方法を実現できるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る静電チャック型ホットプレートを示す模式図

【図2】図1の静電チャック型ホットプレートの製造方法の前半を示す工程断面図

【図3】図1の静電チャック型ホットプレートの製造方法の後半を示す工程断面図

【図4】本発明の第2の実施形態に係る静電チャック型ホットプレートを示す断面図

【図5】本発明の第3の実施形態に係る静電チャック型ホットプレートを示す平面図

【図6】本発明の第4の実施形態に係るスパッタ装置を示す模式図

30

【図7】従来のホットプレートの温度測定方法を示す断面図

【符号の説明】

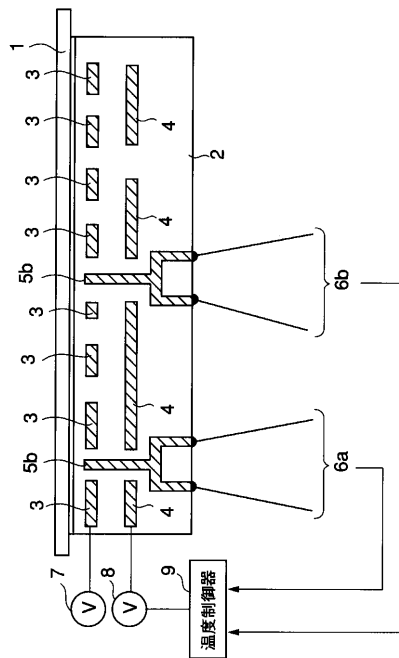
- 1 ... 半導体基板
- 2 ... アルミナ基板
- 2₁ ~ 2₇ ... 第1～第7アルミナ製グリーンシート
- 3 ... 静電チャック電極
- 4 ... 加熱用ヒータ線（発熱電極）
- 5a, 5b, 5c ... 温度測定用プローブ
- 5₁ ~ 5₆ ... 第1～第6W膜
- 6a, 6b ... 熱電対
- 7, 8 ... 電源
- 9 ... 温度制御器
- 10a, 10b ... スルーホール
- 11in ... 内側ヒータ端子
- 11out ... 外側ヒータ端子
- 12a ~ 12c ... 温度測定端子
- 21 ... スパッタ室
- 22 ... スパッタガス
- 23 ... スパッタガス導入口
- 24 ... 真空排気口

40

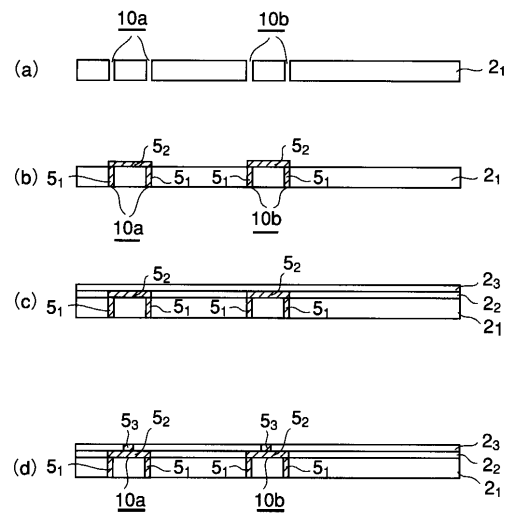
50

- 2 5 ...スパッターターゲット
- 2 6 ...カソード
- 2 7 ...静電チャック型ホットプレート
- 2 8 ...ステージ
- 2 9 ...水冷パイプ

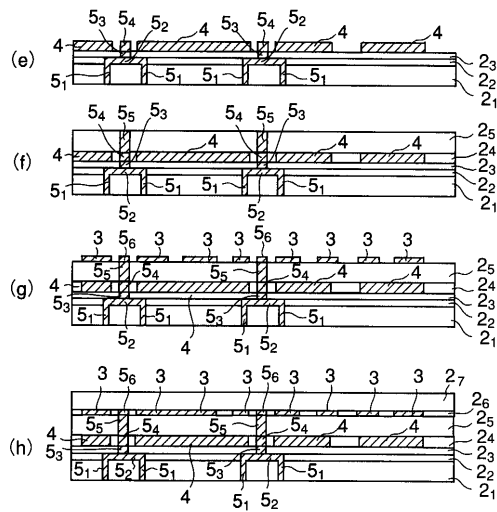
【図 1】



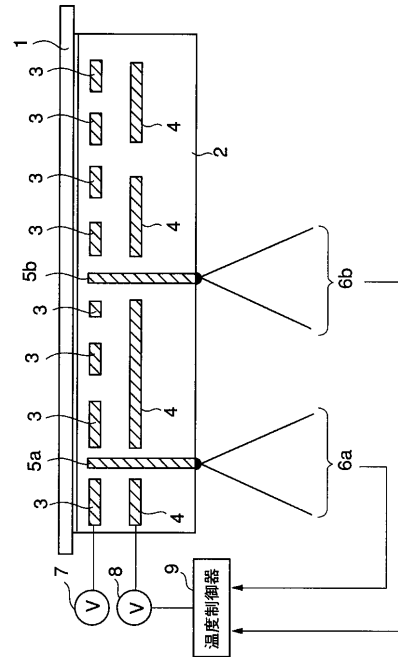
【図 2】



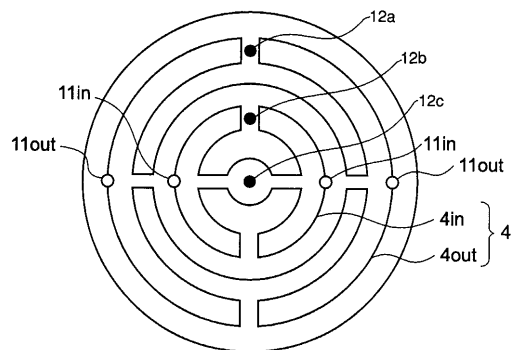
【図 3】



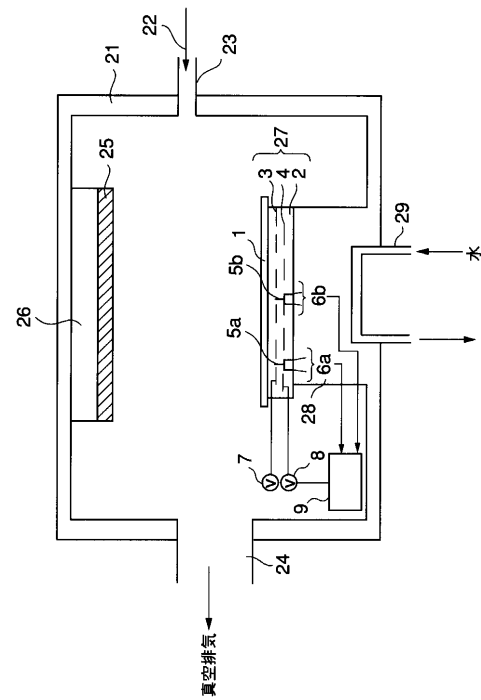
【図 4】



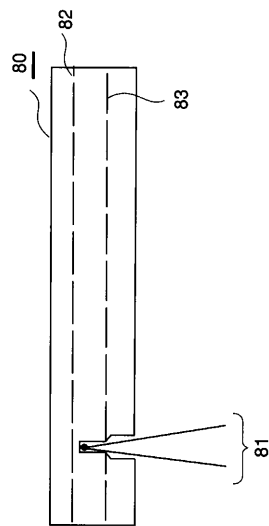
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

- (72)発明者 堅田 富夫
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内
- (72)発明者 早坂 伸夫
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内
- (72)発明者 奥村 勝弥
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

審査官 田村 嘉章

- (56)参考文献 特開平10-041375(JP,A)
特開平08-031919(JP,A)
特開平08-130237(JP,A)
特開平01-274938(JP,A)
特開平08-097529(JP,A)
特開平10-083969(JP,A)
特開平10-242252(JP,A)
特開平05-200641(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/205
H01L 21/3065
H01L 21/67-21/683