

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4970679号
(P4970679)

(45) 発行日 平成24年7月11日 (2012. 7. 11)

(24) 登録日 平成24年4月13日 (2012. 4. 13)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 21/3065 (2006. 01)

H O 1 L 21/302 I O 1 B

H O 5 H 1/46 (2006. 01)

H O 5 H 1/46 M

請求項の数 19 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2001-506573 (P2001-506573)	(73) 特許権者	592010081
(86) (22) 出願日	平成12年6月14日 (2000. 6. 14)		ラム リサーチ コーポレーション
(65) 公表番号	特表2003-503838 (P2003-503838A)		LAM RESEARCH CORPOR
(43) 公表日	平成15年1月28日 (2003. 1. 28)		ATION
(86) 国際出願番号	PCT/US2000/016786		アメリカ合衆国, カリフォルニア 945
(87) 国際公開番号	W02001/001442		38, フレモント, クッシング パークウ
(87) 国際公開日	平成13年1月4日 (2001. 1. 4)		エイ 4650
審査請求日	平成19年6月14日 (2007. 6. 14)	(74) 代理人	100076428
(31) 優先権主張番号	09/343, 482		弁理士 大塚 康徳
(32) 優先日	平成11年6月30日 (1999. 6. 30)	(74) 代理人	100112508
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 高柳 司郎
前置審査		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 温度均一性が改良されたプラズマ反応チャンバ構成部品及びそれを用いた処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体基板を処理するための反応チャンバに適用される温度制御された構成部品であって、

R F 電力が供給されてプロセス・ガスをプラズマ状態に励起する円形のシャワーヘッド電極 (2 0) と、

前記シャワーヘッド電極の上面 (3 0) との間にガス分配チャンバ (2 3) を形成するように、当該シャワーヘッド電極の外周部が端部 (2 8) によって固定され、冷却されているヒートシンク (2 2) と、

前記ガス分配チャンバ内において前記シャワーヘッド電極の上面とヒートシンクの底面との間に延在し、当該シャワーヘッド電極とヒートシンクとに熱接触している伝熱部材 (3 6) と、を有し、

前記ヒートシンクと前記シャワーヘッド電極との間に設置されたバッフルアセンブリを更に備え、当該バッフルアセンブリは第 1 および第 2 バッフルプレートを含み、

前記伝熱部材は、その外周部が全て前記端部より内方に配置され、前記シャワーヘッド電極の外周部より温度の上昇が速い、当該シャワーヘッド電極の上面の中央部と前記ヒートシンクの底面とに熱接触して、前記シャワーヘッド電極の温度分布を制御することを特徴とする構成部品。

【請求項 2】

前記プロセスガスが、 1 個または複数のガス供給口を通して前記ガス分配チャンバへ供

10

20

給され、前記端部は環状リングを有する請求項 1 に記載の構成部品。

【請求項 3】

前記伝熱部材が金属の一体構造を備える請求項 1 に記載の構成部品。

【請求項 4】

前記伝熱部材が鋳造金属体である請求項 1 に記載の構成部品。

【請求項 5】

前記伝熱部材がシリコンの成形体である請求項 1 に記載の構成部品。

【請求項 6】

前記伝熱部材が金属複合材である請求項 1 に記載の構成部品。

【請求項 7】

前記伝熱部材が前記シャワーヘッド電極の上面に突出している請求項 1 に記載の構成部品。

【請求項 8】

前記伝熱部材が結合材料で前記シャワーヘッド電極の上面に結合されている請求項 1 に記載の構成部品。

【請求項 9】

前記結合材料が金属材料または熱伝導性接着剤である請求項 8 に記載の構成部品。

【請求項 10】

前記伝熱部材が前記ヒートシンクの底面に突出している請求項 1 に記載の構成部品。

【請求項 11】

前記伝熱部材が結合材料で前記ヒートシンクの底面に結合されている請求項 1 に記載の構成部品。

【請求項 12】

前記結合材料が金属材料または熱伝導性接着剤である請求項 11 に記載の構成部品。

【請求項 13】

前記伝熱部材が同心円状に配置された環状リングを備える請求項 1 に記載の構成部品。

【請求項 14】

前記リングが、その中を貫通するガス通路を備える請求項 13 に記載の構成部品。

【請求項 15】

冷媒が前記ヒートシンクの流路を通過する請求項 1 に記載の構成部品。

【請求項 16】

前記第 1 および第 2 バッフルプレートが前記伝熱部材の形状を有する成形開口を含み、当該成形開口が、前記伝熱部材の周囲に密に嵌合している請求項 1 に記載の構成部品。

【請求項 17】

前記伝熱部材が、第 1、第 2、および第 3 成形体を備え、当該第 1 成形体は、前記シャワーヘッド電極上面の中央領域と前記第 1 バッフルプレート下部に熱接触しており、当該第 2 成形体は、前記第 1 バッフルプレート上部と前記第 2 バッフルプレート下部に熱接触しており、当該第 3 成形体は、前記第 2 バッフルプレート上部および前記ヒートシンクの底面に熱接触している請求項 1 に記載の構成部品。

【請求項 18】

プロセスガスが、バッフルプレートを通り抜けて当該バッフルプレートと外周部を含むシャワーヘッド電極との間のガスプレナム内へ入り、次いで当該シャワーヘッド電極の開口を通り抜けてプラズマチャンバ内へ入るプラズマチャンバ用構成部品において、

前記シャワーヘッド電極の上面(30)との間にガス分配チャンバ(23)を形成するように、当該シャワーヘッド電極の外周部が端部(28)によって固定され、冷却されている支持部材(22)と、

前記シャワーヘッド電極の中央部と前記バッフルプレート上方の前記支持部材との間に熱流路を設け、前記シャワーヘッド電極の温度分布を制御するように、前記シャワーヘッド電極の外周部より温度の上昇が速い、当該シャワーヘッド電極の上面の中央部と前記支持部材の底面とに熱接触している伝熱部材(36)と、を備え、

10

20

30

40

50

前記伝熱部材の外周部が全て前記端部より内方に配置される構成部品。

【請求項 19】

請求項 1 に記載の構成部品を含むプラズマチャンバ内で半導体基板を処理する方法であって、

前記シャワーヘッド電極中にプロセスガスを流すこと、

前記シャワーヘッド電極に高周波電力を供給することによって、当該プロセスガスをプラズマ状態に励起すること、および

前記半導体基板の露出表面をプラズマで処理することを含む方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10

(発明の分野)

本発明は、半導体集積回路基板を処理するためのリアクタに関し、特にリアクタの加熱される部材全体の温度分布を制御する構成部品に関する。

【0002】

(発明の背景)

半導体の加工処理には、導電材料、誘電材料、および半導体材料の化学的気相成長 (CVD) などの付着工程、こうした層のエッチング、フォトリジスト・マスク層のアッシングなどが含まれる。エッチングの場合は、通常プラズマ・エッチングを用いて金属材料、誘電材料、および半導体材料をエッチングする。

【0003】

20

半導体基板のプラズマ処理用シャワーヘッド電極が、本発明の譲受人に譲渡された米国特許第 5,074,456 号、第 5,472,565 号、第 5,534,751 号、および第 5,569,356 号に開示されている。その他のシャワーヘッド電極ガス分配システムが、米国特許第 4,209,357 号、第 4,263,088 号、第 4,270,999 号、第 4,297,162 号、第 4,534,816 号、第 4,579,618 号、第 4,590,042 号、第 4,593,540 号、第 4,612,077 号、第 4,780,169 号、第 4,854,263 号、第 5,006,220 号、第 5,134,965 号、第 5,494,713 号、第 5,529,657 号、第 5,593,540 号、第 5,595,627 号、第 5,614,055 号、第 5,716,485 号、第 5,746,875 号、および第 5,888,907 号に開示されている。

30

【0004】

集積回路製作における共通要件は、誘電材料にコンタクトやビア (vias) などの開口をエッチングすることである。誘電材料には、フッ素化酸化ケイ素 (FSG) などのドーパした酸化ケイ素、二酸化ケイ素などの非ドーパの酸化ケイ素、ホウリンケイ酸ガラス (BPSG) やリンケイ酸ガラス (PSG) などのケイ酸ガラス、ドーパまたは非ドーパの熱成長させた酸化ケイ素、ドーパまたは非ドーパの TEOS 堆積酸化ケイ素などが含まれる。誘電性のドーパントには、ホウ素、リン、および/またはヒ素が含まれる。多結晶シリコン、アルミニウム、銅、チタン、タングステン、モリブデンなどの金属またはこれらの合金、窒化チタンなどの窒化物、チタンシリサイド、コバルトシリサイド、タングステンシリサイド、モリブデンシリサイドなどの金属シリサイドなど導電層または半導体層の上に、誘電体を重ねることができる。平行平板型プラズマ・リアクタを酸化ケイ素の開口のエッチングに用いるプラズマ・エッチング技術が、米国特許第 5,013,398 号に開示されている。

40

【0005】

米国特許第 5,736,457 号が、シングルおよびデュアル「ダマシン」メタライゼーション・プロセスを記載している。「シングル・ダマシン」手法では、ビアおよび導線が別々のステップで形成される。すなわち、誘電層中に導線またはビア用のメタライゼーション・パターンをエッチングし、誘電層にエッチングされた溝またはビア・ホール中に金属層を充填し、化学機械平坦化 (CMP) またはエッチ・バック工程によって過剰の金属を除去する。「デュアル・ダマシン」手法では、ビアおよび導線用のメタライゼ

50

ーション・パターンを誘電層にエッチングし、一回の金属充填工程および過剰金属除去工程で、エッチングされた溝およびビア開口に金属を充填する。

【 0 0 0 6 】

エッチング工程中、シャワーヘッド電極は熱くなる。さらに、電極の表面全体で、温度が著しく異なることがある。シャワーヘッド電極の中心と端部では温度差が約 1 0 0 以上、例えば 2 0 0 になることがある。不均一な温度分布によって、プラズマ密度および／またはプロセス・ガスの分配が不均一になり、ウエーハのエッチングが不均一になる恐れがある。端部を冷却するシャワーヘッド装置では、基板の寸法が大きくなるにつれて、この問題はより大きくなる。シャワーヘッドの直径が増大するにつれて、シャワーヘッド電極の中心と端部の間の温度差がより顕著になるからである。

10

【 0 0 0 7 】

1 2 インチ (3 0 0 m m) の大きなウエーハをシャワーヘッド電極でエッチングするときは、プロセス・ガスを制御してプラズマ分布を均一にすることは一層困難になる。例えば、より大きな面積にエッチング・ガスを分配するためには、バッフル内およびシャワーヘッド電極内の開口の数を著しく増大しなければならない。さらに、バッフル内の開口数およびバッフルの数が増大するにつれて、こうしたガス分配装置を製造する複雑さとコストが非常に増大する。さらに、ウエーハ表面積の増大に比例してプロセス・ガスの流速を増大しなければならないので、処理比率 (p r o c e s s i n g r a t i o) 、選択性、フィーチャ形状および寸法に関する均一性を達成するのがより困難になる。さらに、シャワーヘッドの寸法が増大すると、シャワーヘッド全体により大きな温度勾配がもたらされ、不均一な基板処理の原因となるおそれがある。

20

【 0 0 0 8 】

(発明の概要)

本発明によれば、シャワーヘッド電極などの加熱部材全体の温度差をかなり減少することができる。シャワーヘッド電極の場合には、電極全体の温度分布を制御することによって半導体基板の一層均一な処理が可能になる。さらに、シャワーヘッド電極が到達する最高温度を低下することができるので、電極の有効寿命を長くすることができる。

【 0 0 0 9 】

本発明の一実施形態では、半導体基板処理用の反応チャンバの構成部品には、ヒートシンク (例えば支持部材) 、加熱部材 (例えば電力式シャワーヘッド電極) 、およびヒートシンクと加熱部材の間の伝熱部材が含まれる。伝熱部材は、加熱部材の高温領域からヒートシンクへの熱流路を提供する。

30

【 0 0 1 0 】

例えば、平行平板型プラズマエッチング工程では、シャワーヘッド電極の中心で発生した熱は、伝熱部材を通して支持部材へ伝わり、電極の中心と電極の周辺部との温度差を小さくする。したがって、基板処理中、プラズマは制御されて、および／またはほぼ均一に分布している。

【 0 0 1 1 】

本発明の目的および利点は、以下の詳細な説明を図面と併せ読むことによって理解されよう。

40

【 0 0 1 2 】

(好ましい実施形態の詳細な説明)

本発明をよりよく理解するために、以下の詳細な説明では添付した図面を参照する。図面では、本発明の好ましい代表的実施形態を図示し記述する。また、図面中の同様な要素を識別するために全体を通して同じ参照番号を使用する。

【 0 0 1 3 】

本発明は、シリコン・ウエーハやフラット・パネル・ディスプレイなど半導体基板を処理するための、反応チャンバの構成部品の温度制御達成における改良を提供する。こうした構成部品には、スパッタ・ターゲット、電力式シャワーヘッド電極、シャワーヘッド、基板支持体などが含まれる。こうした構成部品は、冷媒を通すことによって冷却できること

50

もあり、または冷却できないこともある。以下、本発明を、電力式シャワーヘッド電極に関して説明する。

【0014】

平行平板型プラズマ・エッチング・チャンバにおいて基板を処理している間、シャワーヘッド電極の表面温度は、例えば電極に印加される電力から生じる抵抗発熱のために上昇する。発生した熱は、ヒート・シンクの周辺部へ流れる（周辺部で、電極とヒート・シンクは互いに固定されている）。しかし、電極中央部は、ヒート・シンクと直接接触していないので、電極中央部の温度が電極周辺部よりずっと高くなることがあり、基板処理を十分に制御することが困難になる。さらに、シャワーヘッドの発熱のために、ターゲットまたは基板、シャワーヘッド、あるいは基板またはターゲットの下表面では、ある部分が他の部分より熱くなることがある。本発明は、こうした表面の温度均一性を改良する機構を提供する。

10

【0015】

以下の説明では、プラズマ反応チャンバのシャワーヘッド電極または基板支持体の温度分布制御に関して本発明を論ずる。ただし、本発明の原理は、半導体処理用反応チャンバのその他の加熱部材の温度分布制御にも利用できる。

【0016】

プラズマ・エッチング工程用の代表的な反応チャンバ構成部品を図1に示す。この図で、シャワーヘッド電極20は、冷却された支持部材22に固定されてガス分配チャンバ23を画定している。支持部材22の温度は、支持部材22内の冷却用チャネル24中に冷媒を循環させることによって制御することができる。

20

【0017】

シャワーヘッド電極20は、好ましくはシリコン製であるが、アルミニウム、黒鉛、炭化ケイ素など適当な導電性材料から作ることができ、複数の開口26中をガスが通過する。図1に示した装置では、シャワーヘッド電極20は、電極と一体化した端部28を有する。ただし、図3に示すように、端部28に、円形のシャワーヘッド板の外端部に接合した別の支持リングを備えることもできる。どちらの場合も、外端部28は、熱的電氣的に支持部材22と接触している。ガス分配チャンバ23は、シャワーヘッド電極20の上面30、端部28、および支持部材22の下面32によって画定される。プロセス・ガスを、中央ガス供給口29からチャンバ23へ供給する。ただし、プロセス・ガスを、電極の周辺部へ、かつ/または2つ以上のガス供給口から供給することもできる。ガスは、ガス分配チャンバ内を下方へ流れ、シャワーヘッド電極20の開口26を通過する。

30

【0018】

プロセス・ガスをプラズマ状態に励起するために、電力（一般には高周波電力、ただし直流電力も使用できる）をシャワーヘッド電極20に供給する。シャワーヘッド電極20に電力を加えると、抵抗発熱が起こり、シャワーヘッド電極20の温度が上昇する。電極20の周辺部から除熱した場合は、シャワーヘッド電極20を通して端部28へ横方向に伝熱する速度が遅いので、シャワーヘッド電極20の中央領域34の温度が速く上昇してしまう。その結果、シャワーヘッド電極20の中央部34とシャワーヘッド電極20の周辺部28の間に、大きな温度差（例えば約100～300）が発生することがある。この大きな温度差は、シャワーヘッド電極20を通るプロセス・ガスの均一な分配、および/またはプラズマにするための電力の均一な分布を妨げる。

40

【0019】

本発明の第1実施形態を図2に示す。同図で、本発明の構成部品35は、シャワーヘッド電極20の上面30の中央領域34と温度制御された支持部材22の底面32との間に、1個または複数の伝熱部材36を含む。プラズマ処理の間、伝熱部材36を通して、温度制御された支持部材22へ熱が伝わる。このようにして、シャワーヘッド電極20の中央領域34と端部28との温度差を、著しく減少させることができる（例えば、電極の端部と中央部の間で、温度差50未満、好ましくは15～20未満とすることができる）。この結果、ウエーハがシャワーヘッド電極の下にある、単一ウエーハ・プラズマ・エッ

50

チングなどの半導体処理で、より均一な処理を達成することができる。

【0020】

伝熱部材36は、熱的電氣的に伝導性の材料で作成することが好ましい。ただし、導電性ではないが、熱伝導性の材料も使用できる。適当な材料には、SiC、Si₃N₄、AlNなどのセラミック材料、Al、Cu、ステンレス鋼、Moなどの金属、強化金属（例えば、炭素ファイバ-アルミニウムまたは銅、ホウ素ファイバ-アルミニウム、SiC粒子-アルミニウムなど）などの金属複合材が含まれる。例えば、伝熱部材36は、所望の形状に機械加工したアルミニウム鑄造体とすることができる。

【0021】

図2の実施形態は、シャワーヘッド電極20の上面30へエッチング・ガスをより均一に分配する役割を果たすバッフル・アセンブリを含む。バッフル・アセンブリは、シャワーヘッド電極20と支持部材22の間に設置した、1個または複数のバッフル・プレート40を含むことができる。バッフル・プレート40は、アルミニウム製とすることができ、1個または複数の切り抜き部42を含み、類似の形状の伝熱部材36を収容する。伝熱部材36は、支持部材22の底面32とシャワーヘッド電極上面の間の、切り抜き部が画定する空間内に嵌合する。

10

【0022】

図2に示すように、伝熱部材36は切欠き部44を含み、これによって、ガス供給口29からバッフル・プレートが画定したプレナム中へ、プロセス・ガスが流れることができる。その結果、入口29から供給されたガスは、バッフル・プレート40の表面全体に分配される。

20

【0023】

図3は、本発明による構成部品35の第2実施形態を示す。この実施形態では、バッフル・プレート40を切り欠いて伝熱部材36を収容する必要はない。その代わり、伝熱部材36は、支持部材22、バッフル・プレート40、およびシャワーヘッド電極20の間に挟まれている。伝熱部材36は、貫通したガス流路を含むことができ、入口29からのガスを、バッフル・プレート40が画定したプレナム内に分配することができる。別法としては、伝熱部材36を中実とし、バッフル・プレートに溝または流路を設けて、バッフル・プレートが画定したプレナム中を、プロセス・ガスが自由に循環できるようにすることもできる。

30

【0024】

本発明の構成部品35の第3実施形態を図4に示す。この場合は、反応チャンバは、支持部材22とシャワーヘッド電極20の間にバッフル・プレートを含んでいない。第3実施形態では、伝熱部材36は、シャワーヘッド電極20と支持部材22の間に画定されたガス分配チャンバ中に配置されている。図4に示すように、伝熱部材36は切欠き部44を有しており、伝熱部材36の間、および支持部材22の表面全体、シャワーヘッド電極20の表面全体をプロセス・ガスが流れることができるようになっている。

【0025】

シャワーヘッド電極20からの除熱を促進するために、伝熱部材36は、支持部材22の底面32およびシャワーヘッド電極20の上面30のどちらとも熱接触がきわめて良好であることが好ましい。伝熱部材36、加熱部材（例えばシャワーヘッド電極20）、およびヒート・シンク（例えば支持部材22）の間には間隙がないことが理想的である。これら部品間の良好な熱接触は、シャワーヘッド電極20、伝熱部材36、および支持部材22を、対合面を備えるように製作すること、伝熱部材の両面にインジウム、銀などの金属材料のガスケットなど熱伝導性材料を設けること、および/または、金属材料または、電気および/または熱伝導性の粒子を含有したエラストマなど導電性接着剤を、シャワーヘッド電極20の上面30に結合することなど、様々な方法によって確実なものにすることができる。

40

【0026】

図4Aにより詳細に示すように、シャワーヘッド電極20と支持部材22の間に挟まれた

50

伝熱部材 36 は、同心円状に配置されたアニュラ・リングである。このリングは、切欠き部 44 を含んでおり、プロセス・ガスがガス分配チャンパ全体に流れることを可能にする。図 4 および図 4 A には 3 個のリングが示されているが、所望の伝熱効果を達成するために、リングの数を増加または減少することができる。さらに、この 1 個または複数の伝熱部材は、リング以外の形状でもよい（例えば伝熱部材が、中心のハブと放射状に延在するアームの形状でも、または他の適当な形状でもよい）。伝熱部材 36 の配置は、シャワーヘッド電極 20 の上面 30 の最小限を覆うだけであって、一方、所望の伝熱効果は今までどおり達成されていることが理想である。

【0027】

好ましくは、バッフル・プレートを含んでいないガス分配チャンパ内により均一にガスを分配するために、構成部品 35 は、複数のガス供給口 39 を含むことができる。こうした装置では、ガス圧力は各ガス供給口 39 の出口で最高になるので、複数のガス供給口 39 を設けることによって、単一のガス供給口と比べて、ガス圧力分布の一層均一な分配を得ることが可能になる。

【0028】

図 5 は、本発明の構成部品 35 の第 4 実施形態を示す。この場合は、伝熱部材 36 は、基板支持表面 37 と支持部材 41 の間に置かれている。表面 37 は、底部電極の一部であってもよく、この電極は、付随する静電クランプ（ESC）を備えていてもそうでなくてもよい。伝熱部材 36 を用いて、表面 37 の一部から支持部材 41 へ熱を取り去って、表面 37 全体の温度分布を制御することができる。このような場合には、基板支持体では、Siウエーハなどの基板を冷却するために一般に用いられる He バック冷却装置を省くことができる。

【0029】

上記の実施形態において、伝熱部材 36 は、独立した部品でもよく、あるいは、加熱部材（例えばシャワーヘッド電極 20）またはヒート・シンク（例えば支持部材 22）と一体化してもよい。図 6 は、シャワーヘッド電極と一体化した伝熱部材 36 の例を示し、図 7 は、支持部材 22 と一体化した伝熱部材 36 の例を示す。結合材料を使う場合は、この結合材料は、熱的な、および任意選択で電気的な伝導性が良好で、かつ真空の環境に適合しているべきである（例えば、蒸気圧が低く、この材料が半導体処理の環境を著しく汚染しないこと）。適当な結合材料には、エラストマまたはエポキシなどの伝導性接着剤、およびはんだ材料またはろう付け材料が含まれる。

【0030】

したがって、本発明では、シャワーヘッド電極装置の場合、シャワーヘッド電極の中央領域 34 と温度制御された支持部材 22 との直接または間接の対面接触を達成することができる。それによって、本発明は、シャワーヘッド電極 20 の中央領域 34 と端部 28 との温度差を制御することができる。シャワーヘッド電極 20 全体のこうした温度制御によって、処理を受ける基板全体に、より制御されたプラズマ密度および/またはガスの流れ/圧力を得ることができる。

【0031】

本発明を、好ましい実施形態に関して説明した。しかし、本発明の趣旨から逸脱することなく、上記以外の具体的な形態で本発明を実施できることを、当業者なら理解するであろう。好ましい実施形態は例示的なものであり、いかなる点からも限定的なものとみなすべきではない。本発明の範囲は、上記の説明によってではなく、添付の特許請求の範囲によって与えられるものであり、特許請求の範囲内に入るすべての変形形態および均等物はその中に含まれるものである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 単一ガス供給口を含む、ガス分配システムの一例の断面図である。

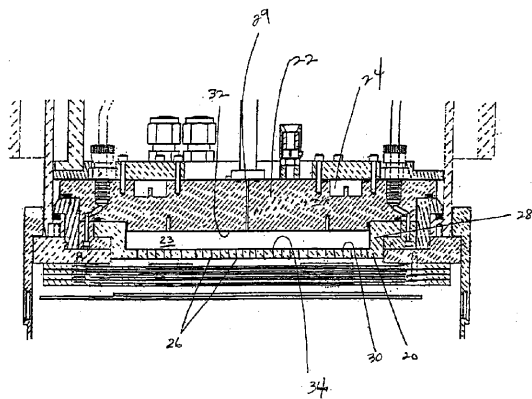
【図 2】 本発明の第 1 実施形態の分解斜視図である。

【図 3】 本発明の第 2 実施形態の断面図である。

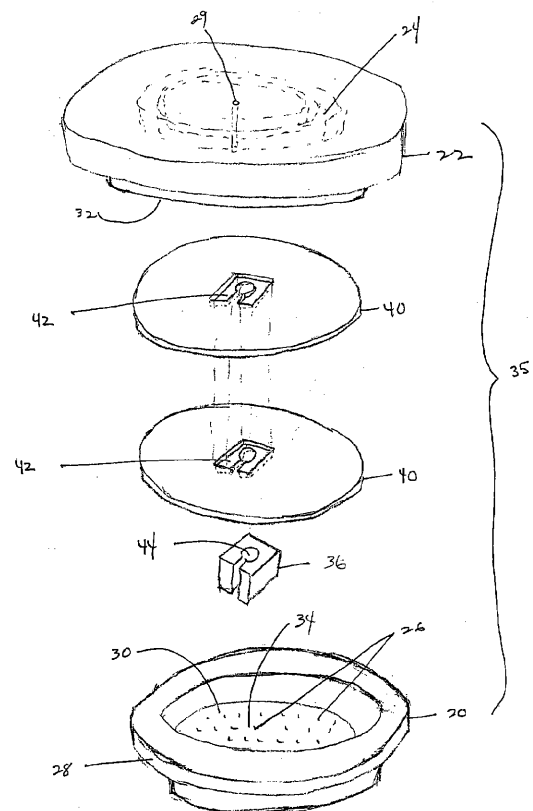
【図 4】 本発明の第 3 実施形態の分解斜視図である。

- 【図 4 A】 伝熱部材が同心リングを含む、図 4 に示した伝熱部材の斜視図である。
 【図 5】 本発明の第 4 実施形態の分解斜視図である。
 【図 6】 支持部材と一体の伝熱部材の斜視図である。
 【図 7】 シャワーヘッド電極と一体の伝熱部材の斜視図である。

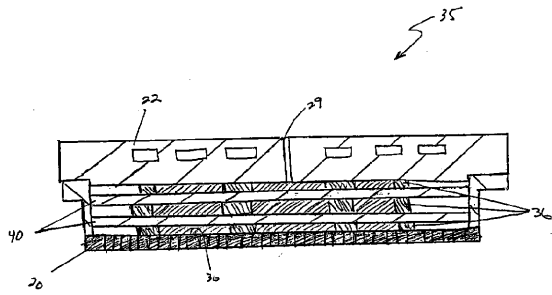
【図 1】



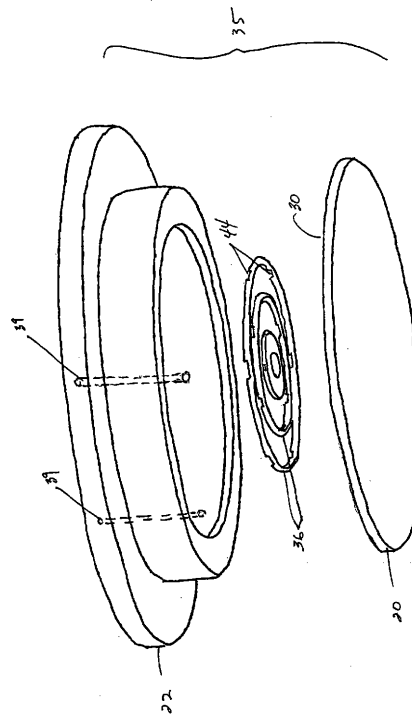
【図 2】



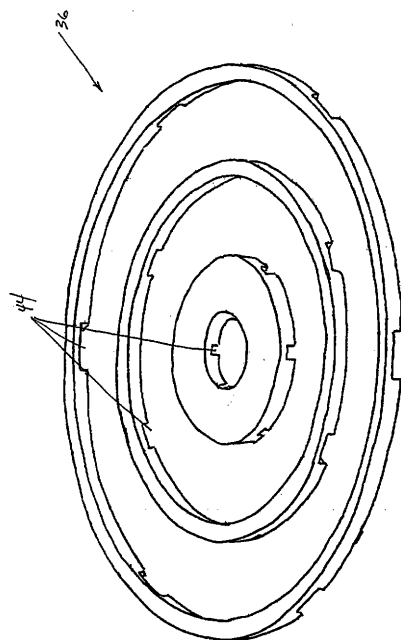
【図 3】



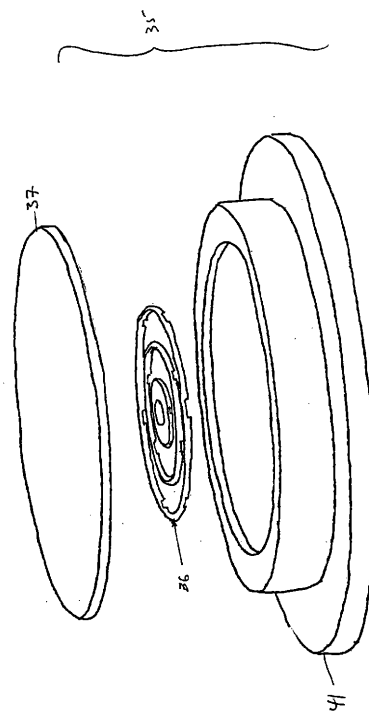
【図 4】



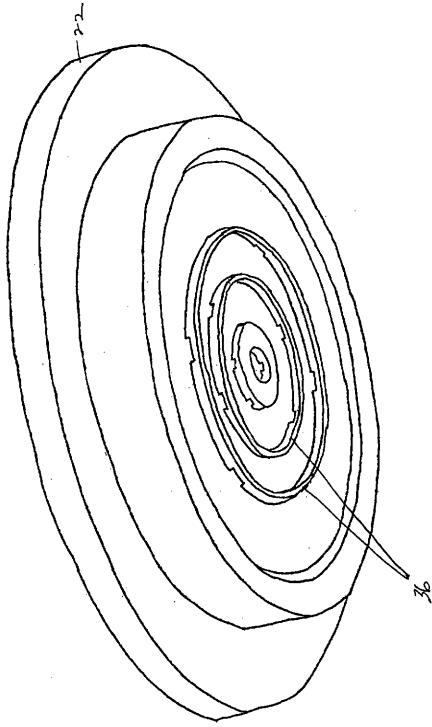
【図 4 A】



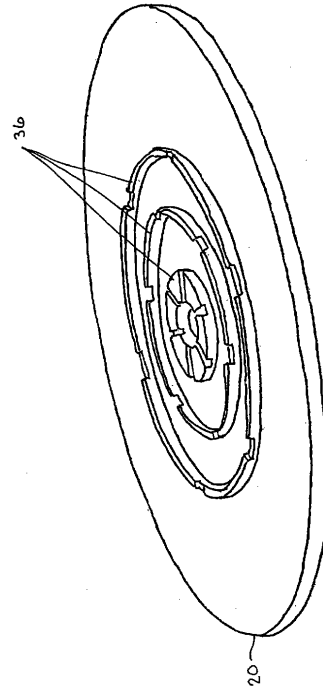
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(74)代理人 100134175

弁理士 永川 行光

(72)発明者 ハオ, ファングリ

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 1 4 8 , クパティーノ, イートン プレイス 2 1
9 2 0

(72)発明者 デインドサ, ラジンダー

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 1 4 8 , サン ホセ, ローリングサイド ドライブ
3 6 7 0

(72)発明者 プルハシェミ, ジャヴァド

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 5 8 3 , サン ラモン, フォーレン リーフ コー
ト 5 0 8

審査官 関根 崇

(56)参考文献 実開昭62-166626(JP,U)

特開平10-030185(JP,A)

特開平09-027398(JP,A)

特開平03-082022(JP,A)

特開平07-007001(JP,A)

特開平03-266428(JP,A)

特表平10-501300(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/3065

H01L 21/205

H05H 1/46

C23C 16/44