

(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.

H01L 21/3065 (2006.01)
H05H 1/46 (2006.01)

F 1

H01L 21/302 101B
H05H 1/46 M

請求項の数 19 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2001-506573 (P2001-506573)
 (86) (22) 出願日 平成12年6月14日 (2000.6.14)
 (65) 公表番号 特表2003-503838 (P2003-503838A)
 (43) 公表日 平成15年1月28日 (2003.1.28)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2000/016786
 (87) 國際公開番号 WO2001/001442
 (87) 國際公開日 平成13年1月4日 (2001.1.4)
 審査請求日 平成19年6月14日 (2007.6.14)
 (31) 優先権主張番号 09/343,482
 (32) 優先日 平成11年6月30日 (1999.6.30)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

前置審査

(73) 特許権者 592010081
 ラム リサーチ コーポレーション
 LAM RESEARCH CORPORATION
 アメリカ合衆国, カリフォルニア 945
 38, フレモント, クッシング パークウ
 エイ 4650
 (74) 代理人 100076428
 弁理士 大塚 康徳
 (74) 代理人 100112508
 弁理士 高柳 司郎
 (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つて、

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(20)と、

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、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、冷却されているヒートシンク(22)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(36)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】

前記伝熱部材が铸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へ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へ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、前記シャワーへ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へ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へ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、

前記シャワーへッド電極の上面(30)との間にガス分配チャンバ(23)を形成するように、当該シャワーへ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、

前記シャワーへ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、前記シャワーへッド電極の温度分布を制御するように、前記シャワーへッド電極の外周部より温度の上昇が速い、当該シャワーへ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つて、

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、フォトレジスト・マスク層のアッティ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ヴィア (via) 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) などのドープした酸化ケイ素、二酸化ケイ素などの非ドープの酸化ケイ素、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、ドープまたは非ドープの熱成長させた酸化ケイ素、ドープまたは非ドープの 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、タンクステン、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、タンクステンシリサイド、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、ヴィ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ヴィ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ヴィア・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、ヴィ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ティングし、一回の金属充填工程および過剰金属除去工程で、エッティングされた溝およびヴィア開口に金属を充填する。

【0006】

エッティング工程中、シャワーHEAD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HEAD電極の中心と端部では温度差が約100以上、例えば200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、ウエーハのエッティ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HEAD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HEADの直径が増大するにつれて、シャワーHEAD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

【0007】

12インチ(300mm)の大きなウエーハをシャワーHEAD電極でエッティングするときは、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ティング・ガスを分配するためには、バッフル内およびシャワーHEAD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(processing ratio)、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HEADの寸法が増大すると、シャワーHEAD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

【0008】

(発明の概要)

本発明によれば、シャワーHEAD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HEAD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HEAD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。

【0009】

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HEAD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

【0010】

例えば、平行平板型プラズマエッティング工程では、シャワーHEAD電極の中心で発生した熱は、伝熱部材を通じ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。

【0011】

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

【0012】

(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。

【0013】

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HEAD電極、シャワーHEAD、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HEAD電極に関する説明する。

【0014】

平行平板型プラズマ・エッティング・チャンバにおいて基板を処理している間、シャワーHEAD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も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HEADの発熱のために、ターゲットまたは基板、シャワーHEAD、あるいは基板またはターゲットの下の表面では、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HEAD電極または基板支持体の温度分布制御について本発明を論ずる。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・エッティ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HEAD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HEAD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HEAD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HEAD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、熱的電気的に支持部材22と接触している。ガス分配チャンバ23は、シャワーHEAD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HEAD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HEAD電極20に供給する。シャワーHEAD電極20に電力を加えると、抵抗発熱が起こり、シャワーHEAD電極20の温度が上昇する。電極20の周辺だけから除熱した場合は、シャワーHEAD電極20を通って端部28へ横方向に伝熱する速度が遅いので、シャワーHEAD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HEAD電極20の中央部34とシャワーHEAD電極20の周辺部28の間に、大きな温度差（例えば約100～300）が発生することができる。この大きな温度差は、シャワーHEAD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HEAD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HEAD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、ウェーハがシャワーHEAD電極の下にある、単一ウェーハ・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、熱的電気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鋳造体とすることができます。

【0021】

図2の実施形態は、シャワー・ヘッド電極20の上面30へエッティング・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ます、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ます。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ます。

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 3 6 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 4 4 を含んでおり、プロセス・ガスがガス分配チャンバ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は、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 3 6 の配置は、シャワーヘッド電極 2 0 の上面 3 0 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。

【 0 0 2 7 】

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バ内により均一にガスを分配するために、構成部品 3 5 は、複数のガス供給口 3 9 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 3 9 の出口で最高になるので、複数のガス供給口 3 9 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。

10

【 0 0 2 8 】

図 5 は、本発明の構成部品 3 5 の第 4 実施形態を示す。この場合は、伝熱部材 3 6 は、基板支持表面 3 7 と支持部材 4 1 の間に置かれている。表面 3 7 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（E S C）を備えていてもそうでなくてもよい。伝熱部材 3 6 を用いて、表面 3 7 の一部から支持部材 4 1 へ熱を取り去って、表面 3 7 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。

20

【 0 0 2 9 】

上記の実施形態において、伝熱部材 3 6 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 2 0）またはヒート・シンク（例えば支持部材 2 2）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 3 6 の例を示し、図 7 は、支持部材 2 2 と一体化した伝熱部材 3 6 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。

30

【 0 0 3 0 】

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 3 4 と温度制御された支持部材 2 2 との直接または間接の面对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 2 0 の中央領域 3 4 と端部 2 8 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 2 0 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。

40

【 0 0 3 1 】

本発明を、好ましい実施形態について説明した。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。

40

【 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。

50

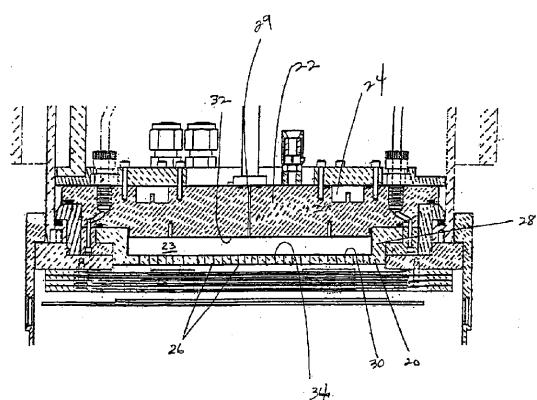
【図4A】 伝熱部材が同心リングを含む、図4に示した伝熱部材の斜視図である。

【図5】 本発明の第4実施形態の分解斜視図である。

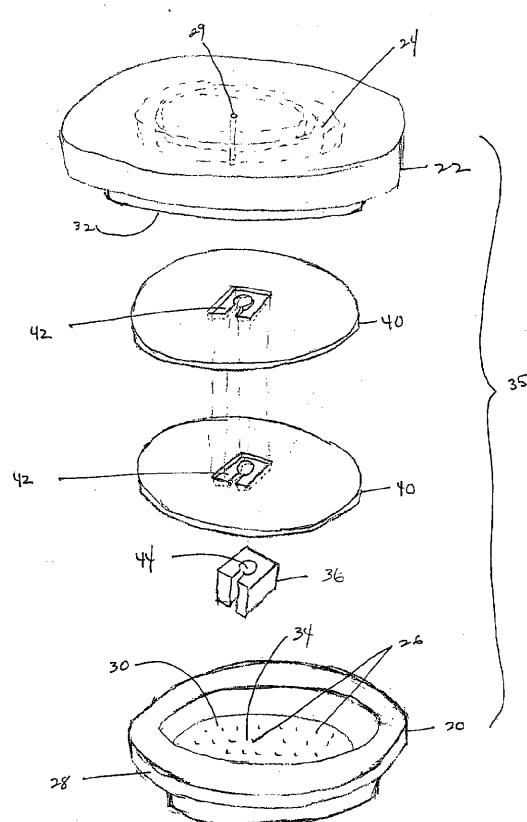
【図6】 支持部材と一体の伝熱部材の斜視図である。

【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。

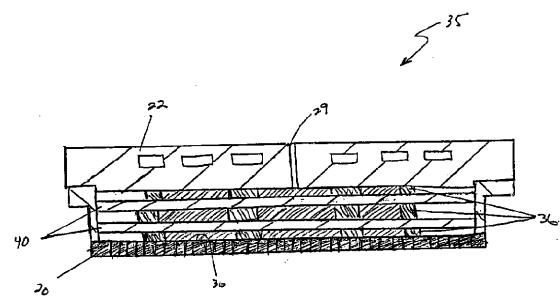
【図1】



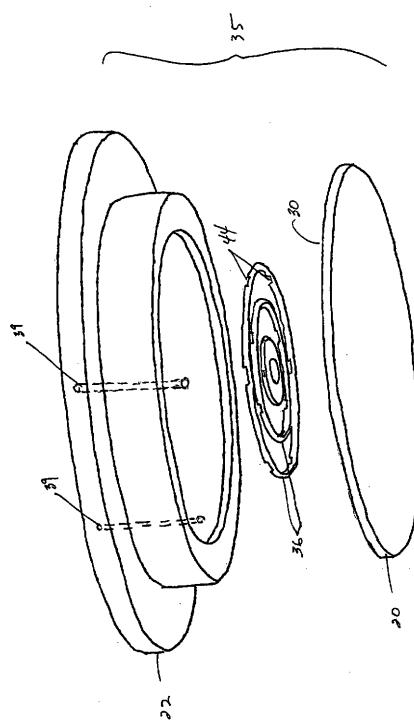
【図2】



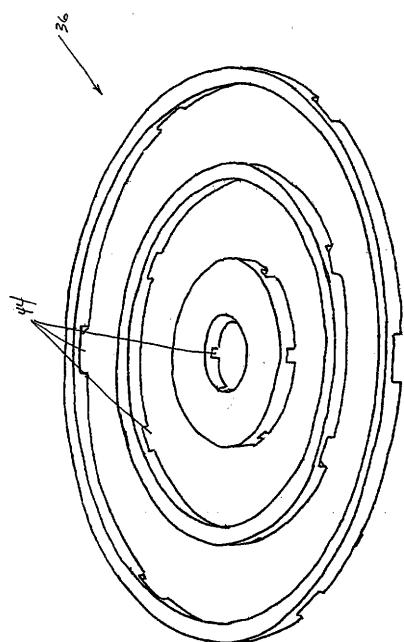
【図3】



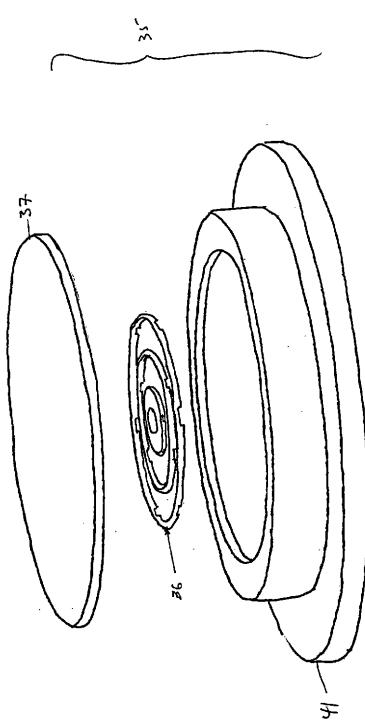
【図4】



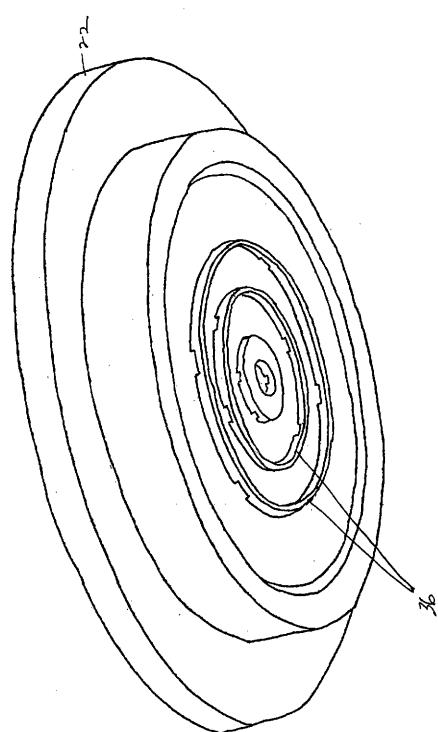
【図4A】



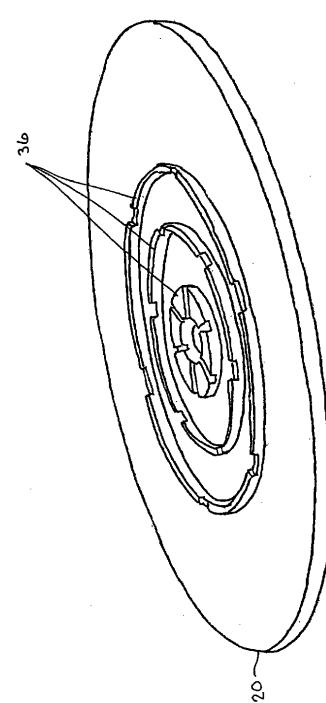
【図5】



【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 95148, クパティーノ, イートン プレイス 21
920

(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 95148, サン ホセ, ローリングサイド ドライブ
3670

(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 94583, サン ラモン, フォーレン リーフ コー
ト 508

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