

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2013-508968

(P2013-508968A)

(43) 公表日 平成25年3月7日 (2013. 3. 7)

| (51) Int. Cl. | F I | テーマコード (参考) |
|-----------------------------------|------------------------|-------------|
| H O 1 L 21/683 (2006. 01) | H O 1 L 21/68 N | 4 K O 3 O |
| H O 1 L 21/3065 (2006. 01) | H O 1 L 21/302 I O 1 G | 5 F O O 4 |
| H O 1 L 21/31 (2006. 01) | H O 1 L 21/31 C | 5 F O 4 5 |
| C 2 3 C 16/46 (2006. 01) | C 2 3 C 16/46 | 5 F 1 3 1 |

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 21 頁)

| | | | |
|---------------|------------------------------|----------|-----------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2012-535190 (P2012-535190) | (71) 出願人 | 592010081 |
| (86) (22) 出願日 | 平成22年10月20日 (2010. 10. 20) | | ラム リサーチ コーポレーション |
| (85) 翻訳文提出日 | 平成24年6月20日 (2012. 6. 20) | | LAM RESEARCH CORPOR |
| (86) 国際出願番号 | PCT/US2010/002794 | | ATION |
| (87) 国際公開番号 | W02011/049620 | | アメリカ合衆国, カリフォルニア 945 |
| (87) 国際公開日 | 平成23年4月28日 (2011. 4. 28) | | 38, フレモント, クッシング パークウ |
| (31) 優先権主張番号 | 12/582, 991 | | エイ 4650 |
| (32) 優先日 | 平成21年10月21日 (2009. 10. 21) | (74) 代理人 | 110000028 |
| (33) 優先権主張国 | 米国 (US) | | 特許業務法人明成国際特許事務所 |
| | | (72) 発明者 | シン・ハーミート |
| | | | アメリカ合衆国 カリフォルニア州945 |
| | | | 39 フレモント, プラデリア・サークル |
| | | | , 759 |

最終頁に続く

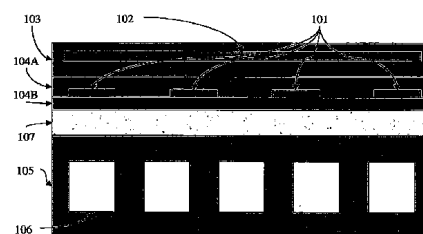
(54) 【発明の名称】 半導体処理用の平面ヒータゾーンを備える加熱プレート

(57) 【要約】

【解決手段】 プラズマ半導体処理装置の基板支持アセンブリ用の加熱プレートは、スケラブルな多重化レイアウトに配置された複数の独立に制御可能な平面ヒータゾーンと、これらの平面ヒータゾーンを独立に制御すると共に、これらに電力を供給する電子回路とを備える。この加熱プレートが組み込まれる基板支持アセンブリは、静電クランプ電極と、温度制御されるベースプレートとを備える。この加熱プレートを製造する方法は、平面ヒータゾーン、電力供給ライン、電力リターンライン、およびビアを含むセラミックまたはポリマーのシートを一つに接合することを含む。

【選択図】 図 1

Fig.1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体処理装置において半導体基板を支持するために用いられる基板支持アセンブリ用の加熱プレートであって、

第 1 の電気絶縁層と、

第 1、第 2、第 3、および第 4 の平面ヒータゾーンを少なくとも含む複数の平面ヒータゾーンであって、その各々は 1 つまたは複数のヒータエレメントを有し、これらの平面ヒータゾーンは前記第 1 の電気絶縁層上に横方向に分布して基板上の空間的温度プロファイルを調整するように機能する、複数の平面ヒータゾーンと、

前記第 1 および第 2 の平面ヒータゾーンに電氣的に接続された第 1 の導電性電力供給ラインと、前記第 3 および第 4 の平面ヒータゾーンに電氣的に接続された第 2 の導電性電力供給ラインと、を少なくとも含む複数の電力供給ラインと、

前記第 1 および第 3 の平面ヒータゾーンに電氣的に接続された第 1 の導電性電力リターンラインと、前記第 2 および第 4 の平面ヒータゾーンに電氣的に接続された第 2 の導電性電力リターンラインと、を少なくとも含む複数の電力リターンラインと、を備える、加熱プレート。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の加熱プレートであって、

(a) 前記平面ヒータゾーンおよび前記電力供給ラインは、第 1 の平面内にあり、前記電力リターンラインは、前記第 1 の平面に平行な第 2 の平面内にあり、前記第 1 の平面と前記第 2 の平面は、前記第 1 の電気絶縁層によって互いから分離されており、前記電力リターンラインは、前記第 1 電気絶縁層内に垂直に延在するビアによって前記平面ヒータゾーンに電氣的に接続されている、あるいは、

(b) 前記平面ヒータゾーンおよび前記電力リターンラインは、第 1 の平面内にあり、前記電力供給ラインは、前記第 1 の平面に平行な第 2 の平面内にあり、前記第 1 の平面と前記第 2 の平面は、前記第 1 の電気絶縁層によって互いから分離されており、前記電力供給ラインは、前記第 1 電気絶縁層内に垂直に延在するビアによって前記平面ヒータゾーンに電氣的に接続されている、あるいは、

(c) 前記平面ヒータゾーンは、第 1 の平面内にあり、前記電力供給ラインは、前記第 1 の平面に平行な第 2 の平面内にあり、前記電力リターンラインは、前記第 1 の平面に平行な第 3 の平面内にあり、前記第 1 の平面と前記第 2 の平面は、前記第 1 の電気絶縁層によって分離されており、前記第 2 の平面と前記第 3 の平面は、第 2 の電気絶縁層によって分離されており、前記電力供給ラインおよび前記電力リターンラインは、前記電気絶縁層を貫通して延在するビアによって前記平面ヒータゾーンに電氣的に接続されている、加熱プレート。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の加熱プレートであって、

前記平面ヒータゾーンの大きさは、

(a) 各平面ヒータゾーンが、前記半導体基板上に作られる 4 つの素子ダイ以下の大きさである、または、

(b) 各平面ヒータゾーンが、前記半導体基板上に作られる 2 つの素子ダイ以下の大きさである、または、

(c) 各平面ヒータゾーンが、前記半導体基板上に作られる 1 つの素子ダイ以下の大きさである、または、

(d) 各平面ヒータゾーンの面積が、 $2 \sim 3 \text{ cm}^2$ の間である、または、

(e) 当該加熱プレートに $100 \sim 400$ 個の平面ヒータゾーンが含まれる、または、

(f) 各平面ヒータゾーンが、 $1 \sim 15 \text{ cm}^2$ である、または、

(g) 各平面ヒータゾーンが、 $16 \sim 100 \text{ cm}^2$ である、または、

(h) 各平面ヒータゾーンの大きさが、前記半導体基板上の素子ダイの大きさおよび前記半導体基板の全体的大きさに応じて調整される、ようになっている、加熱プレート。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の加熱プレートであって、
前記第 1 の電気絶縁層は、ポリマー材料、セラミック材料、またはそれらの組み合わせを含む、加熱プレート。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の加熱プレートであって、
前記電力供給ラインと前記電力リターンラインの総数は、前記平面ヒータゾーンの総数以下である、加熱プレート。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の加熱プレートであって、
前記平面ヒータゾーンの総面積は、当該加熱プレートの上面の 50% ~ 90% である、加熱プレート。

10

【請求項 7】

請求項 1 に記載の加熱プレートであって、
前記平面ヒータゾーンは、矩形格子、六角格子、または同心環状に配置されており、幅が少なくとも 1 ミリメートル、幅が最大で 10 ミリメートルの隙間によって、前記複数の平面ヒータゾーンは互いから分離されている、加熱プレート。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の加熱プレートであって、
各ヒータゾーンとこれに接続されている前記電力供給ラインとの間に、整流器が直列に接続されているか、または、各ヒータゾーンとこれに接続されている前記電力リターンラインとの間に、整流器が直列に接続されている、加熱プレート。

20

【請求項 9】

請求項 8 に記載の加熱プレートであって、
前記整流器は半導体ダイオードである、加熱プレート。

【請求項 10】

基板支持アセンブリであって、
当該基板支持アセンブリ上で半導体基板を静電的に固定するように構成された、少なくとも 1 つのクランプ電極を有する静電固定層を含む静電チャック (ESC) と、
前記静電固定層の下方に配置された、請求項 1 に記載の加熱プレートと、
断熱層によって前記加熱プレートの下側に取り付けられた冷却プレートと、を備える、
基板支持アセンブリ。

30

【請求項 11】

請求項 10 に記載の基板支持アセンブリであって、
(a) 互いから電氣的に絶縁されて、前記冷却プレート内の少なくとも 1 つの電力供給コンジットを通して延びる複数のリード線に、前記電力供給ラインが接続され、さらに、互いから電氣的に絶縁されて、前記冷却プレート内の少なくとも 1 つの電力リターンコンジットを通して延びる複数のリード線に、前記電力リターンラインが接続されている、あるいは、
(b) 前記電力供給ラインおよび前記電力リターンラインは、前記冷却プレートに埋め込まれた端子コネクタに接続されている、基板支持アセンブリ。

40

【請求項 12】

請求項 10 に記載の基板支持アセンブリであって、
制御・電源回路をさらに備え、前記制御・電源回路は、任意の時点で、(a) 前記第 1 のヒータゾーンのみ、(b) 前記第 2 のヒータゾーンのみ、(c) 前記第 3 のヒータゾーンのみ、(d) 前記第 4 のヒータゾーンのみ、(e) 前記第 1 と第 2 の平面ヒータゾーンのみ、(f) 前記第 1 と第 3 の平面ヒータゾーンのみ、(g) 前記第 2 と第 4 の平面ヒータゾーンのみ、(h) 前記第 3 と第 4 の平面ヒータゾーンのみ、(i) 前記平面ヒータゾーンのすべて、に選択的に電力を供給するように機能する、基板支持アセンブリ。

【請求項 13】

50

請求項 12 に記載の基板支持アセンブリであって、

前記制御・電源回路と電気接地との間に直列に接続された、少なくとも 1 つのフィルタまたはアイソレータをさらに備える、基板支持アセンブリ。

【請求項 14】

請求項 13 に記載の基板支持アセンブリであって、

前記少なくとも 1 つのフィルタまたはアイソレータは、変圧器である、基板支持アセンブリ。

【請求項 15】

請求項 10 に記載の基板支持アセンブリであって、

前記加熱プレートの前記第 1 の電気絶縁層の上方または下方に配置された、少なくとも 1 つの主ヒータ層をさらに備え、

前記主ヒータ層は、前記加熱プレートの前記平面ヒータゾーン、前記電力供給ライン、前記電力リターンラインから電氣的に絶縁されており、

前記主ヒータ層は、前記半導体基板の平均温度制御を提供する少なくとも 1 つのヒータを含み、

前記平面ヒータゾーンは、前記半導体基板の径方向および方位の温度プロファイル制御を、その処理中に提供する、基板支持アセンブリ。

【請求項 16】

請求項 1 に記載の加熱プレートを製造する方法であって、

(a) セラミックシートに孔を形成することと、

(b) 前記平面ヒータゾーン、前記電力供給ライン、および前記電力リターンラインを形成するため、前記セラミックシート上に、導電性粉末スラリーをスクリーン印刷すること、または予めカットした金属箔をプレスすること、または導電性粉末スラリーを噴霧することと、

(c) 電力供給ビアおよび電力リターンビアを形成するため、前記セラミックシートの前記孔に導電性粉末スラリーを充填することと、

(d) 前記セラミックシートを、揃えて、プレスし、接合することで、前記加熱プレートを形成することと、を含む、方法。

【請求項 17】

請求項 16 に記載の加熱プレートを製造する方法であって、

(a) 前記平面ヒータゾーンおよび前記電力供給ラインは、第 1 のセラミックシートの上面側に形成され、前記電力リターンラインは、前記第 1 のセラミックシートの下面側に形成され、前記第 1 のセラミックシートの上面の上に第 2 のセラミックシートが配置され、前記第 1 のセラミックシートの下方に第 3 のセラミックシートが配置され、前記第 1、第 2、第 3 のセラミックシートを一緒にプレスし、焼結させることで、ジョイントフリー加熱プレートを形成する、あるいは、

(b) 前記平面ヒータゾーンは、第 1 のセラミックシートの上面側に形成され、前記電力供給ラインは、前記第 1 のセラミックシートの下方に配置された第 2 のセラミックシートの上面側に形成され、前記電力リターンラインは、前記第 2 のセラミックシートの下方に配置された第 3 のセラミックシートの上面側に形成され、前記第 1 のセラミックシートの上面の上に第 4 のセラミックシートが配置され、前記第 1、第 2、第 3、第 4 のセラミックシートを一緒にプレスし、焼結させることで、ジョイントフリー加熱プレートを形成する、方法。

【請求項 18】

請求項 1 に記載の加熱プレートを製造する方法であって、

構成部品層を作ることであって、

(a) ポリマー膜の上に金属シートを接合するステップと、

(b) パターン形成されるレジスト膜を前記金属シート上に塗布するステップであって、そのパターン形成されるレジスト膜の開孔部は、金属が除去されるべき位置に対応する、ステップと、

(c) 前記レジスト膜の開孔部から露出した金属を除去するため、前記金属シートをエッチングするステップであって、このエッチングにより、前記平面ヒータゾーン、前記電力供給ライン、および/または前記電力リターンラインの導電性金属パターンを形成するステップと、

(d) 前記レジスト膜を除去するステップと、を含む、構成部品層を作ることと、ビア層を作ることとであって、

(a) ポリマー膜に孔を打ち抜く、または切り抜くステップと、

(b) 前記孔の中に導電性ビアを形成するステップと、を含む、ビア層を作ることと

、
1つまたは複数の構成部品層と1つまたは複数のビア層を接合することにより、積層体を構成することと、

前記積層体の上面および/または下面に連続ポリマー膜を接合することにより、前記積層体を絶縁することと、を含む、方法。

【請求項19】

請求項1に記載の加熱プレートを製造する方法であって、

前記平面ヒータゾーン、前記電力供給ライン、および/または前記電力リターンラインを形成するため、金属、非晶質導電性無機材料、または導電性セラミックを前記第1の絶縁層の上に堆積させることを含む、方法。

【請求項20】

請求項10に記載の基板支持アセンブリを備えるプラズマ処理室内で、半導体基板をプラズマ処理する方法であって、

(a) 前記処理室内に半導体基板を挿入して、前記基板支持アセンブリ上で前記半導体基板を位置決めすることと、

(b) 限界寸法(CD)均一性に影響する処理条件を補償する温度プロファイルを決定することと、

(c) 前記温度プロファイルに従うように、前記基板支持アセンブリを用いて前記半導体基板を加熱することと、

(d) プラズマに点火して、前記平面ヒータゾーンの独立に制御される加熱により温度プロファイルを制御しながら、前記半導体基板を処理することと、

(e) 前記半導体基板を前記処理室から取り出して、別の半導体基板でステップ(a)~(e)を繰り返すことと、を含む、方法。

【請求項21】

請求項11に記載の基板支持アセンブリであって、

前記端子コネクタは、パネ付きパススルーである、基板支持アセンブリ。

【請求項22】

請求項15に記載の基板支持アセンブリであって、

前記主ヒータ層は2つ以上のヒータを含む、基板支持アセンブリ。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

半導体技術世代を重ねるとともに、基板の直径は大きくなり、トランジスタの大きさは小さくなる傾向にあり、その結果、基板処理においてさらに高い精度および再現性が必要とされる。シリコン基板などの半導体基板材料は、真空室の使用を含む技術によって処理される。これらの技術には、電子ビーム蒸着といった非プラズマ応用例だけではなく、スパッタリング蒸着、プラズマ化学気相成長(PECVD)、レジスト除去、およびプラズマエッチングといったプラズマ応用例が含まれる。

【0002】

既存のプラズマ処理システムは、精度および再現性の向上への高まりつつある要求にさらされているそのような半導体製造装置の一つである。プラズマ処理システムの場合の一つの基準は、均一性の向上であり、それには半導体基板表面における処理結果の均一性だ

10

20

30

40

50

けではなく、名目的に同じ入力パラメータで処理された一連の基板の処理結果の均一性が含まれる。基板上の均一性の継続的な向上が望まれる。特に、プラズマ室に対して、均一性、一貫性、および自己診断機能の向上が求められる。

【発明の概要】

【0003】

一実施形態によれば、プラズマ半導体処理装置において半導体基板を支持するために用いられる基板支持アセンブリ用の加熱プレートは、少なくとも第1の電気絶縁層と、この第1の電気絶縁層上に横方向に分布する第1、第2、第3、および第4の平面ヒータゾーンを少なくとも含む平面ヒータゾーンと、第1と第2の平面ヒータゾーンに電氣的に接続された第1の電力供給ラインおよび第3と第4のヒータゾーンに電氣的に接続された第2の電力供給ラインを少なくとも含む導電性電力供給ラインと、第1と第3のヒータゾーンに電氣的に接続された第1の電力リターンラインおよび第2と第4のヒータゾーンに電氣的に接続された第2の電力リターンラインを少なくとも含む導電性電力リターンラインと、を備える。

10

【図面の簡単な説明】

【0004】

【図1】ヒータゾーンのアレイを備える加熱プレートが組み込まれた基板支持アセンブリの概略断面図であり、この基板支持アセンブリは、さらに静電チャック（ESC）を有している。

【0005】

【図2】基板支持アセンブリに組み込むことができる加熱プレートの一実施形態における、ヒータゾーン・アレイへの電力供給ラインおよび電力リターンラインの位相的接続を示している。

20

【0006】

【図3A】電力供給ラインとヒータゾーンが同一平面上にある一実施形態を示している。

【0007】

【図3B】図3Aの平面から電気絶縁層により分離された平面上にある電力リターンラインを示しており、これらの電力リターンラインは、電気絶縁層を貫通して延在するビアを介してヒータゾーンに接続されている。

【0008】

【図3C】図3Aおよび図3Bの加熱プレートが組み込まれた基板支持アセンブリの概略断面図である。

30

【0009】

【図4A】電力供給ラインとヒータゾーンが同一平面上にある一実施形態を示している。

【0010】

【図4B】図4Aの平面から電気絶縁層により分離された平面を示しており、電力供給ラインは、ビアを介してこの平面内のリード線に接続されて、冷却プレート（図示せず）の単一の孔につながれている。この平面上の電力リターンラインは、この平面と図4Aの平面との間に延在するビアを介してヒータゾーンに接続されている。電力リターンラインは、同じく冷却プレート（図示せず）の単一の孔につながれている。

40

【0011】

【図5A】ヒータゾーンが平面上にあり、電力供給ラインと電力リターンラインはその平面上にない一実施形態を示している。ヒータゾーンは、ビアを介して1つまたは複数の異なる平面上にある電力供給ラインおよび電力リターンラインに接続されている。

【0012】

【図5B】図5Aの平面から電気絶縁層により分離された第2の平面上にある電力供給ラインを示している。電力供給ラインは、図5Aおよび図5Bの2つの平面の間に延在するビアを介してヒータゾーンに接続されている。

【0013】

【図5C】もう1つの電気絶縁層によって図5Aおよび図5Bの平面から分離された第3

50

の平面上にある電力リターンラインを示している。これらの電力リターンラインは、図 5 A から図 5 C の 3 つすべての平面の間に延在するビアを介してヒータゾーンに接続されている。図 5 B において電力供給ラインに接続しているリード線も、この平面内のフィードスルーを経由している。

【 0 0 1 4 】

【図 5 D】図 5 A から図 5 C の加熱プレートが組み込まれた基板支持アセンブリの概略断面図である。

【 0 0 1 5 】

【図 5 E】図 5 A から図 5 C の別の加熱プレートが組み込まれた基板支持アセンブリの概略断面図である。

【 0 0 1 6 】

【図 6】加熱プレートが組み込まれた基板支持アセンブリの概略断面図であり、この基板支持アセンブリは、さらに、ヒータゾーン・アレイの上方に主ヒータ層を有し、主ヒータは、加熱プレート内のすべての平面から電気絶縁層により分離された追加平面上に配置されている。

【 0 0 1 7 】

【図 7 A】典型例となるプラズマ処理室の概略図であり、これは、本明細書に記載の加熱プレートを備える基板支持アセンブリを含むことができる。

【 0 0 1 8 】

【図 7 B】RF アイソレーション・アプローチの概略図である。

【 0 0 1 9 】

【図 8】基板支持アセンブリ用の電子制御装置の一実施形態における信号の流れのブロック図を示している。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 0 】

基板上で所望の限界寸法 (CD) 均一性を達成するため、半導体処理装置での径方向および方位の基板温度制御についての要求がますます高まっている。半導体製造プロセスにおいて、特に CD がサブ 100 nm に近づくと、温度の小さな変化でも、容認できないほど CD に影響することがある。

【 0 0 2 1 】

基板支持アセンブリは、処理の際に、基板の支持、基板温度の調整、高周波電力の供給など、様々な機能のための設定を行うことができる。基板支持アセンブリは、処理中に基板を基板支持アセンブリ上に静電的に固定するのに役立つ静電チャック (ESC) を備えることができる。ESC は、チューナブル ESC (T-ESC) とすることができる。T-ESC は、本発明の譲受人に譲渡された米国特許第 6847014 号および第 6921724 号に記載されており、これらは参照により本明細書に組み込まれる。基板支持アセンブリは、セラミックの基板ホルダと、流体冷却式ヒートシンク (以下、冷却プレートと呼ぶ) と、径方向の段階的な温度制御を実現するための複数の同心円状ヒータゾーンとを備えることができる。一般的には、冷却プレートは、0 ~ 30 の間に維持される。ヒータは、断熱材の層を間に挟んで冷却プレート上に配置されている。ヒータは、基板支持アセンブリの支持面を冷却プレートの温度よりも上の約 0 ~ 80 の温度に維持することができる。複数のヒータゾーンの範囲内でヒータ出力を変化させることにより、基板支持温度プロファイルを、センターホット、センターコールド、均一の間で変更することができる。さらに、平均基板支持温度を、冷却プレート温度より上の 0 ~ 80 の動作範囲内で段階的に変更することができる。半導体技術の進歩に伴って CD が小さくなるにつれて、小さな方位温度変化が、ますます大きな課題となる。

【 0 0 2 2 】

温度を制御することは、いくつかの理由によって、簡単なことではない。第一に、熱源およびヒートシンクの位置、媒体の動き、材質、形状など、多くの要因が熱伝達に影響し得る。第二に、熱伝達は動的プロセスである。当該システムが熱平衡状態にあるのでなけ

10

20

30

40

50

れば、熱伝達が生じ、温度プロファイルおよび熱伝達は時間とともに変化することになる。第三に、プラズマ処理では当然常に生じているプラズマなどの非平衡現象が、実際のプラズマ処理装置の熱伝達挙動の理論予測を、不可能ではないにしても非常に困難にしている。

【 0 0 2 3 】

プラズマ処理装置における基板温度プロファイルは、プラズマ密度プロファイル、RF電力プロファイル、チャック内のいくつかの加熱および冷却エレメントの詳細な構造といった多くの要因に影響され、このため、基板温度プロファイルは、均一ではないことが多く、少数の加熱または冷却エレメントで制御することは難しい。この欠陥は、基板全体での処理速度の不均一性、および基板上の素子ダイの限界寸法の不均一性と言い換えることができる。

10

【 0 0 2 4 】

装置が所望の空間的および時間的溫度プロファイルを能動的に作り出して維持することを可能にするため、また、CD均一性に影響を与える他の有害因子を補償するためには、温度制御の複雑性を考えると、独立に制御可能なヒータゾーンを基板支持アセンブリに組み込むことが効果的となる。

【 0 0 2 5 】

本明細書で記載するのは、半導体処理装置の基板支持アセンブリ用の、複数の独立に制御可能なヒータゾーンを備えた加熱プレートである。この加熱プレートは、ヒータゾーンと電力供給ラインおよび電力リターンラインのスケラブルな多重化レイアウト方式を含むものである。ヒータゾーンの出力を調整することで、処理中の温度プロファイルを、径方向と方位の両方に関して具現化することができる。この加熱プレートは、主にプラズマ処理装置について記載されるが、プラズマを使用しない他の半導体処理装置に、この加熱プレートを用いることもできる。

20

【 0 0 2 6 】

さらに、この加熱プレートを製造する方法、そのような加熱プレートを備える基板支持アセンブリ、および、そのような加熱プレートを備える基板支持アセンブリへの電力供給およびその制御の方法について記載する。

【 0 0 2 7 】

この加熱プレートのヒータゾーンは、規定のパターンで配置されることが好ましく、例えば、矩形格子、六角格子、円形状、同心環状、または任意の望ましいパターンで配置される。各ヒータゾーンは、任意の適当なサイズとすることができ、1つまたは複数のヒータエレメントを備えることができる。1つのヒータゾーン内のすべてのヒータエレメントは、一緒にオン・オフされる。電気的接続の数を最小限にするため、電力供給ラインおよび電力リターンラインは、各電力供給ラインがヒータゾーンの異なるグループに接続され、各電力リターンラインがヒータゾーンの異なるグループに接続されて、各ヒータゾーンが、特定の電力供給ラインに接続されたグループの1つの中にあり、さらに特定の電力リターンラインに接続されたグループの1つの中にあるように、配置される。どの2つのヒータゾーンも、同じ電力供給ラインと電力リターンラインのペアには接続されていない。この場合、1つのヒータゾーンは、その特定のヒータゾーンが接続されている電力供給ラインと電力リターンラインのペアに電流を流すことにより、作動させることができる。ヒータエレメントの出力は、好ましくは20W未満であり、より好ましくは5~10Wである。ヒータエレメントは、ポリイミド・ヒータ、シリコンラバー・ヒータ、マイカ・ヒータ、金属ヒータ（例えば、W、Ni/Cr合金、Mo、またはTa）、セラミック・ヒータ（例えば、WC）、半導体ヒータ、またはカーボン・ヒータなどの抵抗ヒータとすることができる。ヒータエレメントは、スクリーン印刷、巻線、またはエッチドフォイルのヒータとすることができる。一実施形態では、各ヒータゾーンは、半導体基板上に作られる4つの素子ダイ以下の大きさであるか、または半導体基板上に作られる2つの素子ダイ以下の大きさであるか、または半導体基板上に作られる1つの素子ダイ以下の大きさであるか、または基板上の素子ダイに対応する2~3cm²の面積である。ヒータエレメント

30

40

50

の厚さは、2マイクロメートルから1ミリメートル、好ましくは5～80マイクロメートルとすることができる。ヒータゾーンの間、および/または電力供給ラインと電力リターンラインとの間にスペースを確保するため、ヒータゾーンの総面積は、最大で基板支持アセンブリの上面の面積の90%までとすることができ、例えば、その面積の50～90%とすることができる。電力供給ラインまたは電力リターンライン（まとめて、電力ライン）は、ヒータゾーン間の1～10mmの隙間に配置することができ、あるいはヒータゾーンの平面から電気絶縁層により分離された別々の平面に配置することができる。電力供給ラインおよび電力リターンラインは、大きな電流を運ぶと共にジュール熱を低減するため、スペースが許す限り幅を広くすることが好ましい。一実施形態では、電力ラインはヒータゾーンと同じ平面内にあり、電力ラインの幅は、好ましくは0.3mm～2mmである。別の実施形態では、電力ラインはヒータゾーンとは異なる平面上にあり、電力ラインの幅は、ヒータゾーンと同じような大きさとすることができ、例えば300mmチャックの場合、その幅は1～2インチとすることができる。電力供給ラインおよび電力リターンラインの材料は、ヒータエレメントの材料と同じか、または異なるものとすることができる。電力供給ラインおよび電力リターンラインの材料は、Cu、Al、W、インコネル（登録商標）、またはMoなど、低抵抗率の材料であることが好ましい。

10

20

30

40

50

【0028】

図1および図2は、基板支持アセンブリを示しており、これは、2つの電気絶縁層104A、104Bに組み込まれたヒータゾーン101のアレイを有する一実施形態の加熱プレートを含んでいる。電気絶縁層は、ポリマー材料または無機材料、酸化ケイ素、アルミナ、イットリア、窒化アルミニウムなどのセラミック、または他の適当な材料とすることができる。基板支持アセンブリは、さらに、(a)直流電圧で基板をセラミック層103の表面に静電的に固定するための、電極102（例えば、単極または双極）が埋め込まれたセラミック層103（静電固定層）を有するESCと、(b)断熱層107と、(c)冷却液流路106を含む冷却プレート105と、を備える。

【0029】

図2に示すように、ヒータゾーン101のそれぞれは、電力供給ライン201の1つと電力リターンライン202の1つに接続されている。どの2つのヒータゾーン101も、同じ電力供給ライン201と電力リターンライン202のペアを共有してはいない。適切な電氣的スイッチング構成により、電力供給ライン201と電力リターンライン202のペアを電源（図示せず）に接続することが可能であり、これにより、このライン・ペアに接続されているヒータゾーンのみがオンになる。各ヒータゾーンの時間平均加熱出力は、時間領域多重化により、個別に調整することができる。異なるヒータゾーン間のクロストークを防止するため、(図2に示すように)各ヒータゾーンとそれに接続された電力供給ラインとの間、または各ヒータゾーンとそれに接続された電力リターンラインとの間（図示せず）に、直列に整流器250（例えば、ダイオード）を接続してもよい。整流器は、物理的には、加熱プレート内またはいずれかの適当な場所に配置することができる。あるいはこれに代えて、固体スイッチなどの電流ブロック構成を用いてクロストークを防止することができる。

【0030】

図3A、図3B、および図3Cは、基板支持アセンブリを示しており、これは、ESCと、冷却プレートを備え、さらに、第1の平面302にヒータゾーン101と電力供給ライン201とが配置され、第1の平面302から電気絶縁層304により分離された第2の平面303に電力リターンライン202が配置された加熱プレートの一実施形態を含んでいる。電力リターンライン202は、第1の平面302と第2の平面303との間に延在する電気絶縁層304内の導電性ビア301によってヒータゾーン101に接続されている。

【0031】

使用の際には、電力供給ライン201と電力リターンライン202は、冷却プレートの孔またはコンジットを通して、加熱プレートの外部の回路に接続される。冷却プレートに

孔またはコンジットがあることは、基板支持アセンブリの温度均一性に悪影響を及ぼすので、冷却プレートの孔またはコンジットの数を削減することで、温度均一性を向上させることができることが理解されよう。また、少数の孔であれば、それらを基板支持アセンブリのエッジ付近に配置することが可能である。例えば、冷却プレートの1つのみの電力供給コンジットを用いて、電力供給ライン201にリード線を供給することができる。一実施形態(図4Aおよび図4B)では、ヒータゾーン101と電力供給ライン201は第1の平面402に配置されている。電力供給ライン201は、第1の平面402と第2の平面403との間に延在する導電性ビア301を介して、第2の平面403のリード線404に接続されている。第2の平面403は、第1の平面402から電気絶縁層(図示せず)により分離されている。電力リターンライン202は、第2の平面403に配置されており、第1の平面402と第2の平面403との間に延在する導電性ビア301を介してヒータゾーン101に接続されている。第2の平面403では、リード線404は、これらのリード線間の電氣的絶縁を維持しながら、冷却プレートの孔またはコンジット401を通して運ばれる。同様に、電力リターンライン202はリード線405に接続されており、リード線405は、それらの間の電氣的絶縁を維持しながら冷却プレートの孔またはコンジット406を通して運ばれる。

10

【0032】

図5A、図5B、図5C、および図5Dは、加熱プレートのさらなる別の実施形態を含む基板支持アセンブリを示しており、ヒータゾーン101は第1の平面501に配置されて、電力供給ライン201は第2の平面502に配置されており、また、電力リターンライン202は第3の平面503に配置されている。第1の平面501、第2の平面502、および第3の平面503は、電気絶縁層504、304によって互いから分離されている。電力供給ライン201と電力リターンライン202は、平面501、502、503の間に延在する電気絶縁層304、504内の導電性ビア301を介して、ヒータゾーン101に接続されている。電力供給ライン201に接続されたリード線(図示せず)は、層504の孔またはコンジット505を経由している。ビアおよびコンジットが適切に配置されていれば、平面501、502、503は、垂直方向にどのような順序で配置されていてもよいことが理解されよう。好ましくは、ヒータは、基板支持アセンブリの上面に最も近く配置される。図5Eは、各ヒータゾーン101が整流器506(例えば、ダイオード)を介して電力リターンライン202に接続されている一実施形態を示している。整流器506は、電流が電力供給ライン201からヒータゾーン101を通して電力リターンライン202に流れることのみ可能にし、これにより、ヒータゾーン間のクロストークを防いでいる。

20

30

【0033】

基板支持アセンブリは、1つまたは複数の追加のヒータ(以下、主ヒータ601と呼ぶ)が組み込まれた追加の電気絶縁層604を含むことができる(図6)。主ヒータ601は、個別に制御される高出力ヒータであることが好ましい。主ヒータの出力は、100~10000Wの間であり、好ましくは1000~5000Wの間である。主ヒータは、矩形格子、同心環状ゾーン、放射状ゾーン、または環状ゾーンと放射状ゾーンの組み合わせとして配置することができる。主ヒータは、平均温度を変更するため、径方向の温度プロファイルを調整するため、あるいは基板上の段階的溫度制御のために用いることができる。主ヒータは、加熱プレートのヒータゾーンの上方または下方に配置することができる。

40

【0034】

一実施形態では、加熱プレート内の絶縁層のうち少なくとも1つは、ポリマー材料のシートである。

【0035】

別の実施形態では、加熱プレート内の絶縁層のうち少なくとも1つは、セラミックまたは酸化ケイ素といった無機材料のシートである。セラミック・チャックの製造に用いるのに適した絶縁性および導電性の材料の例は、本発明の譲受人に譲渡された米国特許第6483690号で開示されており、その開示は参照により本明細書に組み込まれる。

50

【0036】

基板支持アセンブリは、加熱プレートの一実施形態を含むことができ、その加熱プレートの各ヒータゾーンは、基板上の1つの素子ダイまたは素子ダイのグループと同じような大きさであるか、あるいはそれより小さく、これによって、基板からの素子の歩留まりを最大化するように、各素子ダイの位置ごとに、基板温度ひいてはプラズマエッチング・プロセスを制御することができる。加熱プレートのスケーラブルなアーキテクチャによって、最少数の電力供給ライン、電力リターンライン、および冷却プレートのフィードスルーで、ダイごとの基板温度制御（一般的には、300 mm径の基板上に100個超のダイ）のために必要なヒータゾーンの数を容易に収容することができ、これによって、基板温度への外乱、製造コスト、および基板支持アセンブリの複雑さが低減される。図示はしていないが、基板支持アセンブリは、基板を持ち上げるためのリフトピン、ヘリウムの背面冷却、温度フィードバック信号を提供するための温度センサ、加熱出力フィードバック信号を提供するための電圧および電流センサ、ヒータへの給電、および/またはクランプ電極、および/またはRFフィルタなどの機能を備えることができる。

10

【0037】

加熱プレートを製造する方法の一実施形態では、絶縁層はセラミックであり、この絶縁層は、プラズマ溶射、化学気相成長、またはスパッタリングなどの手法を用いて、適当な基板上にセラミックを堆積させることにより形成することができる。この層は、初期開始層、または加熱プレートの絶縁層の1つとすることができる。

20

【0038】

加熱プレートを製造する方法の一実施形態では、絶縁層はセラミックであり、この絶縁層は、セラミック粉末と結合剤と液体の混合物をプレスしてシートにし、そのシート（以下、グリーンシートと呼ぶ）を乾燥させることにより形成することができる。グリーンシートの厚さは、約0.3 mmとすることができる。グリーンシートに孔を打ち抜くことにより、グリーンシートにビアを形成することができる。これらの孔には導電性粉末スラリーが充填される。ヒータエレメント、電力供給ラインおよび電力リターンラインは、導電性粉末（例えば、W、WC、ドーブSiC、またはMoSi₂）スラリーのスクリーン印刷、予めカットした金属箔のプレス、導電性粉末スラリーの噴霧、または他の適当な手法により形成することができる。ダイオードなどの整流器を収容するための凹部を、グリーンシートの成形プロセス中にプレスするか、あるいは成形プロセス後にグリーンシートにカットすることができる。これらの凹部に、個別部品の整流器を実装することができる。そして、様々な構成部品（電力ライン、ビア、整流器、およびヒータエレメント）を備える複数のグリーンシートを揃えて、プレスし、焼結させることにより、完全な加熱プレートを形成する。

30

【0039】

加熱プレートを製造する方法の別の実施形態では、絶縁層はセラミックであり、この絶縁層は、セラミック粉末と結合剤と液体の混合物をプレスしてグリーンシートとし、このグリーンシートを乾燥させることにより形成することができる。グリーンシートの厚さは、約0.3 mmとすることができる。ビアを収容するための孔がグリーンシートに打ち抜かれる。ダイオードなどの整流器を収容するための凹部を、グリーンシートの成形プロセス中にプレスするか、あるいは成形プロセス後にグリーンシートにカットすることができる。そして、個々のグリーンシートを焼結させる。焼結されたシートのビアの収容のための孔には、導電性粉末スラリーが充填される。ヒータエレメント、電力供給ラインおよび電力リターンラインは、焼結シート上に、導電性粉末（例えば、W、WC、ドーブSiC、またはMoSi₂）スラリーでスクリーン印刷するか、または他の適当な手法を用いて形成することができる。焼結シートの凹部に、個別部品の整流器を実装することができる。そして、様々な構成部品（ライン、ビア、整流器、およびヒータエレメント）を備える複数の焼結シートを揃えて、接着剤で接合することにより、完全な加熱プレートを形成する。

40

【0040】

50

絶縁層が酸化ケイ素シートである一実施形態では、その絶縁層は、蒸着、スパッタリング、PVD、CVD、PECVDなどの手法を用いて、適当な基板上に酸化ケイ素薄膜を堆積させることにより形成することができる。

【0041】

加熱プレートを製造する方法の好ましい一実施形態では、Al、インコネル（登録商標）またはCuの箔といった薄い金属シート（構成部品層）を、ポリイミドなどの第1のポリマー膜に接合（例えば、加熱プレス、接着剤で接着）する。パターンを形成するレジスト膜が構成部品層の表面に塗布され、このとき、そのパターンは、ヒータエレメント、電力供給ラインおよび電力リターンラインといった電気部品の形状および位置を画定する。露出した金属は化学的にエッチングされて、レジストパターンが残りの金属シートに保持される。そして、レジストは、適当な溶液での溶解または乾式剥離により除去される。ビアの收容のための孔を有する第2のポリマー膜（ビア層）が、第1のポリマー膜に揃えて接合される。孔の側壁には、そこへの金属めっきにより被覆を施してもよい。適当な数の構成部品層とビア層を直列に組み込むことができる。最後に、露出した金属構成部品が、電気絶縁用の連続ポリマー膜で覆われる。

10

【0042】

別の実施形態では、ヒータエレメント、電力供給ラインおよび電力リターンラインは、絶縁層または基板（例えば、グリーンシート）の上に堆積（例えば、プラズマ溶射、電気めっき、化学気相成長、またはスパッタリング）された金属膜で構成される。

【0043】

別の実施形態では、ヒータエレメント、電力供給ラインおよび電力リターンラインは、絶縁層または基板（例えば、グリーンシート）の上に堆積（例えば、電気めっき、化学気相成長、またはスパッタリング）されたインジウム・スズ酸化物などの非晶質導電性無機膜の薄層で構成される。

20

【0044】

さらに別の実施形態では、ヒータエレメント、電力供給ラインおよび電力リターンラインは、絶縁層または基板（例えば、グリーンシート）の上に堆積（例えば、化学気相成長、またはスパッタリング）された導電性セラミック膜の薄層で構成される。

【0045】

一実施形態では、冷却プレートに埋め込まれているが電気的には絶縁されているバネ付きパススルーなどの端子コネクタによって、加熱プレートの電力供給ラインおよび電力リターンラインを外部回路に接続することができる。

30

【0046】

別の実施形態では、リード線を電力供給ラインおよび電力リターンラインに接続（ハンダ付け、導電性接着剤で接合、または点溶接）し、これらのリード線を冷却プレートの孔またはコンジットに通すことにより、加熱プレートの電力供給ラインおよび電力リターンラインを外部回路に接続することができる。

【0047】

プラズマ処理システムにおいて、プラズマ処理室で印加されるRF電力は、通常は100Wを超え、時には1000Wを超える。RF電圧の振幅は1キロボルトを超えることがある。このように強力なRF電力は、適切なフィルタリングまたはアイソレーションなしでは、ヒータゾーンの制御・電源回路の動作に簡単に影響し得る。RFフィルタを用いて、RF電力を制御・電源回路からシャントさせることができる。RFフィルタは、単純な広帯域フィルタ、またはプラズマ処理システムで使用する特定のRF周波数用の同調フィルタとすることができる。一方、RFアイソレータは、RF結合構成部品と制御・電源回路との間の直接的な電氣的接続を排除する。RFアイソレータは、光カプラまたは変圧器とすることができる。

40

【0048】

プラズマ処理室がどのように作動するのかについての概観として、図7Aはプラズマ処理室の概略を示しており、これはチェンバ713を有し、この中に上部シャワーヘッド電

50

極 703 と基板支持アセンブリ 704 が配置されている。基板 712 は、挿入口 711 を通して基板支持アセンブリ 704 上に載置される。ガスライン 709 は上部シャワーヘッド電極 703 に処理ガスを供給し、これにより処理ガスはチェンバ内に供給される。ガス源 708 (例えば、適当な混合ガスを供給するマスフロー・コントローラ) が、ガスライン 709 に接続されている。RF 電源 702 が、上部シャワーヘッド電極 703 に接続されている。作動中は、チェンバは真空ポンプ 710 によって真空にされ、RF 電力は、上部シャワーヘッド電極 703 と基板支持アセンブリ 704 内の下部電極との間で容量結合されて、これにより基板 712 と上部シャワーヘッド電極 703 との間の空間で処理ガスが励起されてプラズマ化する。プラズマを利用して、基板 712 上の層に素子ダイの形体をエッチングすることができる。基板支持アセンブリ 704 は、その中に組み込まれたヒータを備えることができる。プラズマ処理室の詳細設計は異なるものであってもよいが、RF 電力は、基板支持アセンブリ 704 によって結合されることが理解されよう。

10

【0049】

図 7B は、RF フィルタリングまたはアイソレーションの一実施形態の概略を示しており、ここでは、ヒータゾーンの電力供給ラインおよび電力リターンラインには、フィルタまたはアイソレータは接続されておらず、制御・電源回路 705 がフィルタまたはアイソレータ 706B に接続されて、これは電気接地 701 に接続されている。基板支持アセンブリ内に主ヒータ (図示せず) がある場合、これらは、高出力であるため、別々のフィルタまたはアイソレータを有することが好ましい。このアプローチでは、制御・電源回路 705 は、RF 電位すなわち“ハイサイド”でフロートしている。このアプローチにより、複数のヒータゾーンで 1 つのみのフィルタまたはアイソレータを共有することが可能である。

20

【0050】

すべてのハイサイド回路は、基板支持アセンブリのベース構造の直下で、局所フローティング・ファラデーケージの内部に収容することができる。

【0051】

あるいはこれに代えて、制御・電源回路 705 を RF から絶縁するための 1 つのみのフィルタまたはアイソレータ 706B として、絶縁変圧器が使用される。変圧器は直流および低周波伝送を大きく減衰するので、ヒータゾーンの制御・電源回路 705 は、比較的高い周波数 (25 ~ 250 kHz) で動作することが可能でなければならない。制御・電源回路は、単一のフローティング電位 (フローティング接地) を基準とする。このことは、必ずこの絶縁変圧器に接続された制御・電源回路が非常に類似した RF 照射を受けることを必要とする。制御・電源回路の 2 つのグループ間で RF 電位が大きく異なる場合、これらのグループ間でかなりの RF 電流が流れる。この場合、各グループがそれぞれ独自にフィルタまたはアイソレータを備えるか、あるいはこれらのグループ間にフィルタまたはアイソレータが存在する必要がある。

30

【0052】

フィルタまたはアイソレータ 706B は、物理的にはプラズマ処理室内または他の適当な場所に配置することができる。

【0053】

ヒータの電子制御装置の一実施形態を図 8 に示している。ローサイド・コントローラ 809 は、マイクロコントローラ・ユニット (MCU)、またはコンピュータ (PC) などの上位装置とすることができる。ローサイド・コントローラは、ヒータゾーン 801、センサ 803、およびあらゆる補助回路 802 とやりとりするハイサイド MCU 805 に対し、光カプラ 807 を介してデジタル通信を行う。ハイサイド MCU 805 が十分な能力とローカルメモリを持つ場合は、各実行の前に、設定値およびプログラムをハイサイド MCU 805 にプレロードしてもよく、これによって、ローサイド・コントローラ 809 へのリアルタイム・リンクの必要がなくなる。804 は、モジュール間の片方向通信リンクを表している。806 は、モジュール間の双方向通信リンクを表している。

40

【0054】

50

時間領域多重化方式の一実施形態では、ハイサイドMCUは、ヒータゾーン電力供給ラインの各々に順次、電力を供給する。同時に電源に接続されるのは、1つの電力供給ラインのみである。1つの電力供給ラインに電力が供給されている間に、その持続時間の一部の間、ハイサイドMCUは、電力リターンラインのいずれかまたはすべてを、フローティング基準に接続された状態に維持することができる。ヒータゾーンは、このヒータゾーンに接続している電力供給ラインの少なくとも1つが電源に接続され、このヒータゾーンに接続している電力リターンラインの少なくとも1つがフローティング基準に接続されたときに、オンとなる。ヒータゾーンの平均出力は、それがオンにされる平均持続時間に正比例する。あるいは、1つの電力供給ラインに電力が供給されている間に、その持続時間全体の間、ハイサイドMCUは、電力リターンラインのいずれかまたはすべてを、フローティング基準に接続された状態に維持して、オンにされている各ヒータゾーンに伝送される電力を調整してもよい。

10

【0055】

例えば、ヒータゾーンの 10×10 格子の場合、行番号Nのヒータゾーンは電力供給ライン番号Nに接続され、列番号Mのヒータゾーンは電力リターンライン番号Mに接続される。ハイサイドMCUは、電力供給ラインの各々が順次100msの間、電源に接続されるように、加熱を制御することができる。例えば、電力供給ライン番号3が電源に接続されている100msの時間中に、MCUは、この100msの間の具体的な加熱要求による指示に従って、電力リターンライン番号7、8、9をそれぞれ10、50、100msの間、フローティング基準に接続させるように機能する。この場合、行番号3、列番号7のヒータゾーンはデューティ比1%であり、行番号3、列番号8のヒータゾーンはデューティ比5%であり、行番号3、列番号9のヒータゾーンはデューティ比10%である。この特定の例では、各ヒータゾーンの最大ピーク出力は、所望の平均最大出力の10倍に設定される。

20

【0056】

検出可能な温度変動を防ぐため、各ヒータゾーンが高い頻度（少なくとも1Hz）で扱われるように、スイッチング周波数および多重化方式全体が十分に高速であることが好ましい。複数の温度センサのいずれかからのフィードバック・データを用いて、追加のループ制御を実施してもよい。必要であれば、さらに電圧センサおよび電流センサを実装することもできる。これらのセンサは、基板上の様々な位置の温度およびヒータゾーンの出力などのパラメータを測定するように構成することができる。これらの測定されたパラメータは、これらのパラメータの設定目標と比較するために制御・電源回路に送られ、制御・電源回路は、測定されたパラメータとそれらの設定目標との差異を最小化するように、ヒータゾーンに供給される電力を適宜調整することができる。

30

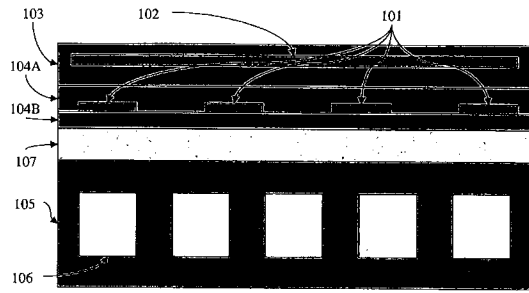
【0057】

加熱プレート、この加熱プレートを製造する方法、この加熱プレートを備える基板支持アセンブリ、この基板支持アセンブリを備えるプラズマ処理室を使用する方法について、その具体的な実施形態を参照して詳細に説明を行ったが、添付の請求項の範囲から逸脱することなく、様々な変更および変形を実施すること、および均等物を採用することが可能であることは、当業者には明らかであろう。例えば、基板支持アセンブリは、基板温度を監視するための温度センサ、ESCに所望のクランプ電圧で電力を供給するための電力供給構成、基板を上げ下げするためのリフトピン構成、基板の下面にヘリウムなどのガスを供給するための熱伝導ガス供給構成、冷却プレートに熱伝導液を供給するための温度制御液体供給構成、平面ヒータゾーンの上方または下方にある主ヒータに個別に電力を供給するための電力供給構成、基板支持アセンブリに組み込まれた下部電極に1つまたは複数の周波数でRF電力を供給する電力供給構成、などを含むことができる。

40

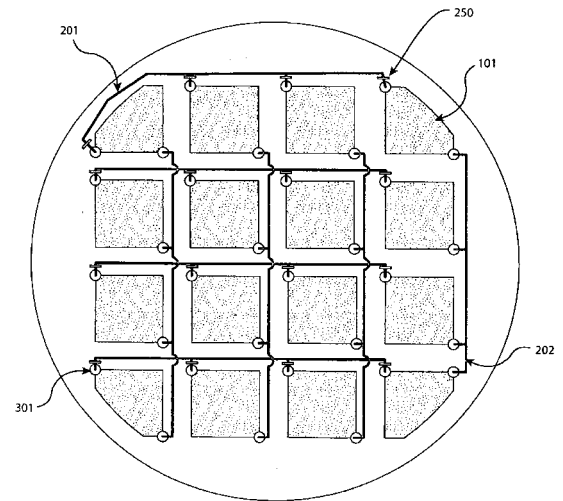
【図 1】

Fig.1



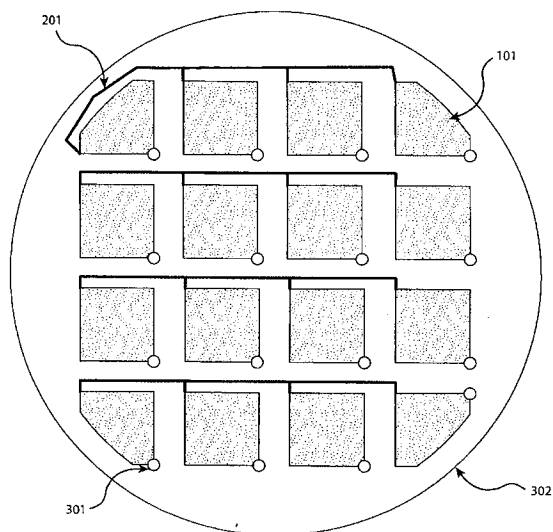
【図 2】

Fig. 2



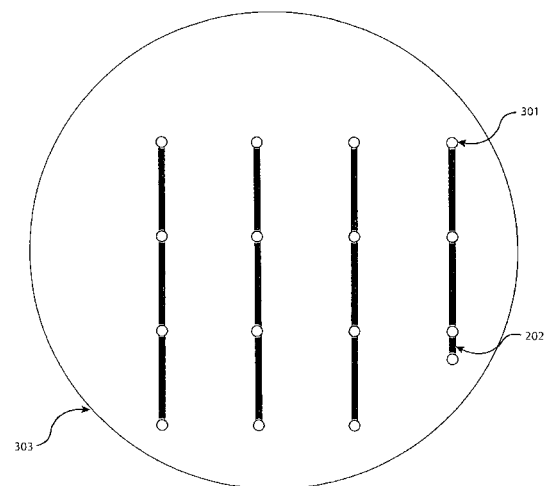
【図 3 A】

Fig. 3A



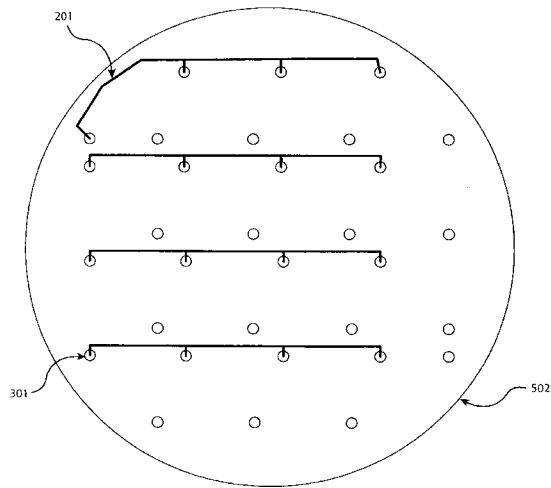
【図 3 B】

Fig. 3B



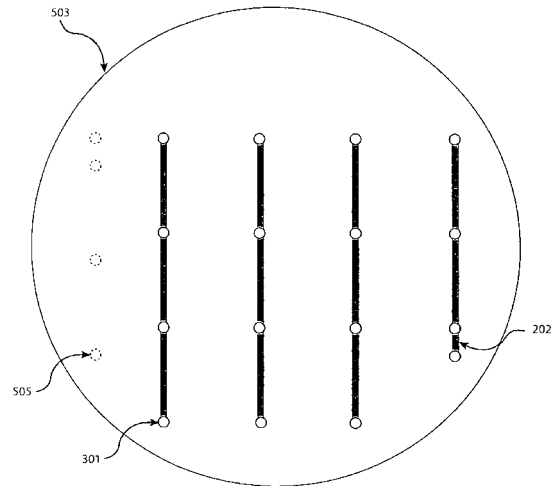
【図 5 B】

Fig. 5B



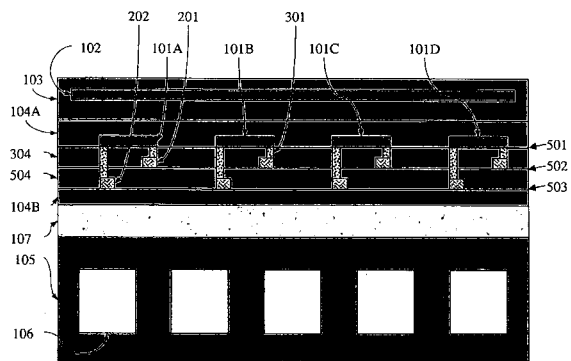
【図 5 C】

Fig. 5C



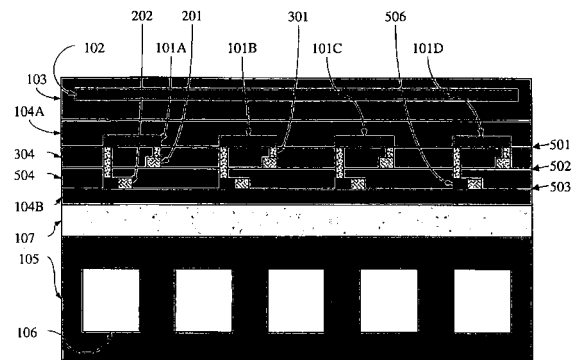
【図 5 D】

Fig.5D



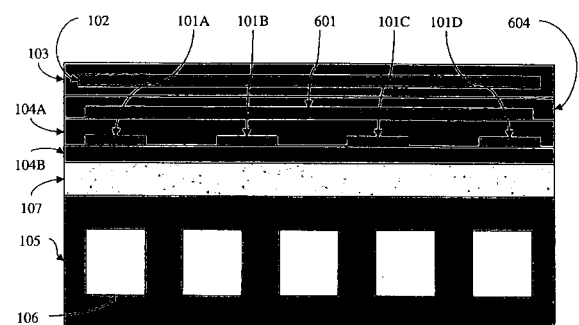
【図 5 E】

Fig.5E



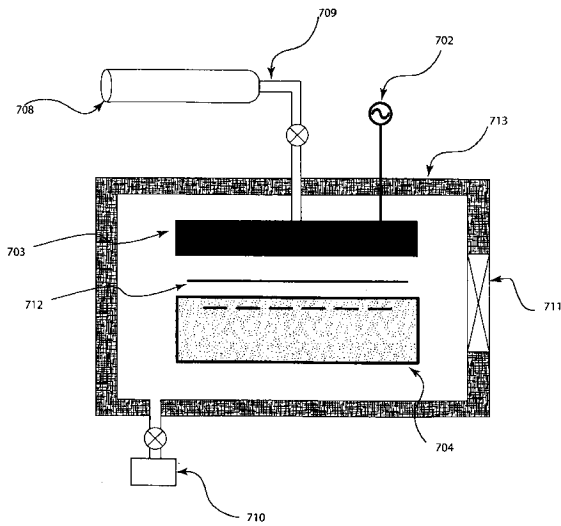
【図 6】

Fig. 6



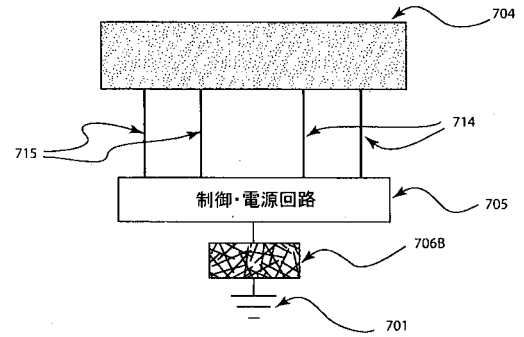
【図 7 A】

Fig. 7A



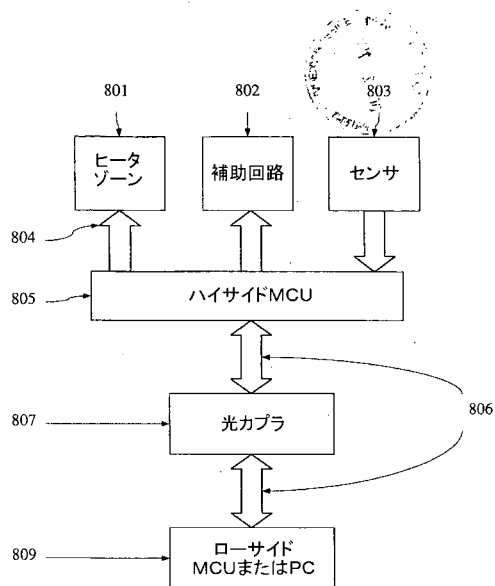
【図 7 B】

Fig. 7B





【図 8】

Fig. 8



【 国際調査報告 】

| | | |
|--|---|---|
| INTERNATIONAL SEARCH REPORT | | International application No. PCT/US2010/002794 |
| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER | | |
| <i>H01L 21/68(2006.01)i</i> | | |
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC | | |
| B. FIELDS SEARCHED | | |
| Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01L 21/68; G01R 31/26; H05B 3/68; F25B 21/00; F24D 13/02; H05B 3/20; H01L 21/683 | | |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models | | |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eCOMPASS(KIPO internal) & Keywords: planar, heating, wafer, substrate, temperature, control, support and similar terms | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| A | US 6985000 B2 (FEDER JAN et al.) 10 January 2006 See abstract, columns 5,13 and figures 1-2. | 1-22 |
| A | US 2003-0075537 A1 (HISAKAZU OKAJIMA et al.) 24 April 2003 See abstract, paragraph [0062] and figure 1. | 1-22 |
| A | US 2008-0049374 A1 (NOBORI KAZUHIRO et al.) 28 February 2008 See abstract, paragraph [0025] and figure 2. | 1-22 |
| A | JP 2005-294237 A (AUN:KK et al.) 20 October 2005 See abstract and figure 1. | 1-22 |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex. | | |
| * Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family | | |
| Date of the actual completion of the international search 28 JULY 2011 (28.07.2011) | | Date of mailing of the international search report 28 JULY 2011 (28.07.2011) |
| Name and mailing address of the ISA/KR  Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon, 189 Cheongsu-ro, Seo-gu, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140 | | Authorized officer Kim, Gil Soo Telephone No. 82-42-481-5395  |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2010/002794

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---------------------|---|--|
| US 6985000 B2 | 10.01.2006 | US 2004-0012404 A1 US 2005-0007136 A1 US 6825681 B2 | 22.01.2004 13.01.2005 30.11.2004 |
| US 2003-0075537 A1 | 24.04.2003 | JP 03-897563 B2 JP 2003-133195 A KR 10-0497016 B1 KR 2003-0035878A TW 575934 A TW 575934 B US 7279661 B2 | 28.03.2007 09.05.2003 28.06.2005 09.05.2003 11.02.2004 11.02.2004 09.10.2007 |
| US 2008-0049374 A1 | 28.02.2008 | CN 100568482 C CN 101131955 A CN 101131955 C0 EP 1892756 A2 EP 1892756 A3 JP 04-394667 B2 JP 2008-053316 A JP 4394667 B2 KR 10-0920784 B1 KR 2008-0018108A TW 200816364 A | 09.12.2009 27.02.2008 27.02.2008 27.02.2008 01.06.2011 23.10.2009 06.03.2008 06.01.2010 08.10.2009 27.02.2008 01.04.2008 |
| JP 2005-294237 A | 20.10.2005 | None | |

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 ギャフ・キース

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 5 3 6 フレモント, グランビル・コート, 5 3 6 3

(72)発明者 ベンジャミン・ニール

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 3 0 3 イースト・パロ・アルト, グリーン・ストリート, 2 1 6

(72)発明者 コメンダント・キース

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 5 3 6 フレモント, グリデン・ウェイ, 4 3 5 0

F ターム(参考) 4K030 CA12 FA01 GA02 KA24 LA15

5F004 AA01 BB22 BB26

5F045 AA08 BB02 EK07 EK08 EM05

5F131 AA02 BA03 BA04 BA15 BA19 CA06 CA22 EB11 EB16 EB17

EB18 EB81 EB82 KA03 KA23 KA47 KA54