

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載
 【部門区分】第 7 部門第 1 区分
 【発行日】平成 27 年 10 月 8 日 (2015.10.8)

【公表番号】特表 2014-529847 (P2014-529847A)
 【公表日】平成 26 年 11 月 13 日 (2014.11.13)
 【年通号数】公開・登録公報 2014-062
 【出願番号】特願 2014-526191 (P2014-526191)
 【国際特許分類】

H 0 5 B 3/00 (2006.01)

H 0 1 L 21/3065 (2006.01)

H 0 5 H 1/46 (2006.01)

【F I】

H 0 5 B 3/00 3 1 0 C

H 0 1 L 21/302 1 0 1 G

H 0 5 H 1/46 M

【手続補正書】

【提出日】平成 27 年 8 月 17 日 (2015.8.17)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【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えるために使用される半導体サポートアセンブリのなかのマルチゾーン加熱板の温度測定及び制御を行うように動作可能なシステムであって、前記加熱板は、複数の平面ヒータゾーンと、複数のダイオードと、複数の電力供給ラインと、複数の電力戻りラインとを含み、各平面ヒータゾーンは、電力供給ラインのうちの 1 本と、電力戻りラインのうちの 1 本とに接続され、一つの平面ヒータゾーンは、他の平面ヒータゾーンと、電力供給ラインと電力戻りラインとのペアを共有せず、各平面ヒータゾーンと、それに接続された電力供給ラインとの間、又は各平面ヒータゾーンと、それに接続された電力戻りラインとの間には、前記電力戻りラインから前記平面ヒータゾーンを経て前記電力供給ラインに到る方向に電流を流れさせないようにダイオードが直列に接続され、前記システムは、

電流測定装置と、

前記電力戻りラインの各ラインを、その他の電力戻りラインとは独立に、電氣的接地に、電圧供給部に、又は電気絶縁端子に選択的に接続するように構成された第 1 のスイッチ構成と、

前記電力供給ラインの各ラインを、その他の電力供給ラインとは独立に、前記電氣的接地に、電力供給部に、前記電流測定装置に、又は電気絶縁端子に選択的に接続するように構成された第 2 のスイッチ構成と、

を備えるシステム。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のシステムであって、更に、

オンオフスイッチと、

前記オンオフスイッチを通して前記電流測定機器に接続され、前記電圧供給部に接続するように構成された較正機器と、

を備えるシステム。

【請求項 3】

請求項 1 に記載のシステムであって、
前記電圧供給部は、非負電圧を出力する、システム。

【請求項 4】

請求項 1 に記載のシステムであって、
前記電流測定機器は、アンプメータである、及び / 又は演算増幅器を含む、システム。

【請求項 5】

請求項 2 に記載のシステムであって、
前記較正機器は、較正ヒータ、較正された温度計、及びそのアノードを前記オン・オフスイッチを通して前記電流測定機器に接続され、そのカソードを前記電圧供給部に接続するように構成された較正ダイオードを含む、システム。

【請求項 6】

請求項 5 に記載のシステムであって、
前記較正機器の前記較正ダイオードは、前記加熱板のなかの前記平面ヒータゾーンに接続された前記ダイオードと同一である、システム。

【請求項 7】

請求項 1 に記載のシステムであって、
前記平面ヒータゾーンのそれぞれのサイズは、 $16 \sim 100 \text{ cm}^2$ である。システム。

【請求項 8】

請求項 1 に記載のシステムであって、
前記加熱板は、 $10 \sim 100$ 、 $100 \sim 200$ 、 $200 \sim 300$ 、又はそれよりも多い平面ヒータゾーンを含む、システム。

【請求項 9】

基板サポートアセンブリと、請求項 1 に記載のシステムとを備えるプラズマ処理装置であって、前記システムは、前記半導体処理装置において半導体基板を支えるために使用される前記半導体サポートアセンブリのなかの前記マルチゾーン加熱板の各ヒータゾーンの温度測定及び制御を行うように動作可能である、プラズマ処理装置。

【請求項 10】

請求項 9 に記載のプラズマ処理装置であって、
プラズマエッチング装置であるプラズマ処理装置。

【請求項 11】

請求項 1 のシステムの温度を測定する及び前記システム全体にわたって所望の温度分布を維持する方法であって、

温度測定ステップを備え、

前記温度測定ステップは、

前記平面ヒータゾーンの 1 つに接続された電力供給ラインを前記電流測定機器に接続し、

その他の全ての (1 本以上の) 電力供給ラインを電氣的接地に接続し、

前記平面ヒータゾーンに接続された電力戻りラインを前記電圧供給部に接続し、

その他の全ての (1 本以上の) 電力戻りラインを電気絶縁端子に接続し、

前記平面ヒータゾーンに直列に接続された前記ダイオードの逆飽和電流の電流読み取り値を前記電流測定機器から取得する電流測定ステップを実施し、

前記電流読み取り値から前記平面ヒータゾーンの温度 T を算出し、

前記加熱板全域についての所望の温度分布から前記平面ヒータゾーンについての設定点温度 T_0 を推定し、

前記電力供給部によって前記平面ヒータゾーンを持続時間 t にわたって通電することが前記平面ヒータゾーンの温度を T から T_0 に変化させるような持続時間 t を算出することを含む方法。

【請求項 12】

請求項 11 に記載の方法であって、更に、

前記温度測定ステップの後に通電ステップを備え、
前記通電ステップは、

前記平面ヒータゾーンに接続された前記電力供給ラインと、前記電力供給部との間の接続、及び前記平面ヒータゾーンに接続された前記電力戻りラインと、前記電氣的接地との間の接続を、前記持続時間 t にわたって維持することを含む、方法。

【請求項 13】

請求項 12 に記載の方法であって、更に、

前記平面ヒータゾーンのそれぞれに対して前記温度測定ステップ及び / 又は前記通電ステップを繰り返す、方法。

【請求項 14】

請求項 11 に記載の方法であって、更に、

前記平面ヒータゾーンに対して前記温度測定ステップを行う前に随意の放電ステップを備え、

前記放電ステップは、

前記平面ヒータゾーンに接続された前記ダイオードの接合キャパシタンスを放電するために、前記平面ヒータゾーンに接続された前記電力供給ラインを接地することを含む、方法。

【請求項 15】

請求項 11 に記載の方法であって、更に、

平面ヒータゾーンに対して前記温度測定ステップを行う前に零点補正ステップを備え、
前記零点補正ステップは、

前記平面ヒータゾーンに接続された前記電力供給ラインを前記電流測定機器に接続し、

その他の全ての（1 本以上の）電力供給ラインを前記電氣的接地に接続し、
前記平面ヒータゾーンに接続された前記電力戻りラインを前記電氣的接地に接続し、
その他の電力戻りラインのそれぞれを電氣絶縁端子に接続し、
前記電流測定機器から電流読み取り値（零点電流）を取得する

方法。

【請求項 16】

請求項 15 に記載の方法であって、

前記電流測定ステップは、更に、

前記平面ヒータゾーンの温度 T を算出する前に、前記逆飽和電流の電流読み取り値から前記零点電流を引き算することを含む、方法。

【請求項 17】

請求項 6 に記載のシステムにおいて前記ダイオードを較正する方法であって、

全ての電力供給ライン及び電力戻りラインを前記電流測定機器から切り離し、

前記オン・オフスイッチを閉じ、

前記較正ヒータによって、前記較正ダイオードを前記ダイオードの動作温度範囲内の温度に加熱し、

前記較正された温度計によって、前記較正ダイオードの温度を測定することと、

前記較正ダイオードの逆飽和電流を測定し、

A が前記ダイオードの接合部の面積、 T がケルビンで表わされた前記ダイオードの温度、 E_g が定数、 E_g が接合部を構成している材料のエネルギーギャップ（シリコンの場合は $E_g = 1.12 \text{ eV}$ ）、 k がボルツマン定数であるとしたときに、前記測定された温度及び前記測定された逆飽和電流に基づいて、各ダイオードについて

【数 2】

$$I_r = A \cdot T^{3+\gamma/2} \cdot e^{-E_g/kT}$$

からパラメータ A 及び の少なくとも 1 つを決定する、方法。

【請求項 18】

請求項 10 に記載のプラズマエッチング装置において半導体基板を処理する方法であって、下記各ステップ

- (a) 前記基板サポートアセンブリ上で半導体基板を支え、
 - (b) 前記加熱板のなかの前記平面ヒータゾーンを前記システムによって通電することによって、前記加熱板全域にわたって所望の温度分布を形成し、
 - (c) プロセスガスを活性化させてプラズマにし、
 - (d) 前記プラズマによって前記半導体基板をエッチングし、
 - (e) 前記プラズマによって前記半導体基板をエッチングする間、前記システムを使用して前記所望の温度分布を維持する、
- を備える方法。

【請求項 19】

請求項 18 に記載の方法であって、
ステップ (e) において、前記システムは、前記加熱板のなかの各平面ヒータゾーンの温度を測定し、その測定された温度に基づいて各平面ヒータゾーンを通電することによって、前記所望の温度分布を維持する、方法。

【請求項 20】

請求項 19 に記載の方法であって、
前記システムは、前記平面ヒータゾーンに直列に接続された前記ダイオードの逆飽和電流の電流読み取り値を得ることによって、各平面ヒータゾーンの温度を測定する、方法。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0034

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0034】

システム 500、並びに加熱板の温度測定及び制御を行うための方法は、その特定の実施形態を参照にして詳細に説明されてきたが、当業者になれば、添付の特許請求の範囲から逸脱することなく様々な変更及び修正がなされうること、並びに均等物が採用されうることが明らかである。例えば、本発明は以下の適用例としても実施可能である。

[適用例 1] 半導体処理装置において半導体基板を支えるために使用される半導体サポートアセンブリのなかのマルチゾーン加熱板の温度測定及び制御を行うように動作可能なシステムであって、前記加熱板は、複数の平面ヒータゾーンと、複数のダイオードと、複数の電力供給ラインと、複数の電力戻りラインとを含み、各平面ヒータゾーンは、電力供給ラインのうちの 1 本と、電力戻りラインのうちの 1 本とに接続され、一つの平面ヒータゾーンは、他の平面ヒータゾーンと、電力供給ラインと電力戻りラインとのペアを共有せず、各平面ヒータゾーンと、それに接続された電力供給ラインとの間、又は各平面ヒータゾーンと、それに接続された電力戻りラインとの間には、前記電力戻りラインから前記平面ヒータゾーンを経て前記電力供給ラインに到る方向に電流を流れさせないようにダイオードが直列に接続され、前記システムは、

電流測定装置と、

前記電流戻りラインの各ラインを、その他の電力戻りラインとは独立に、電氣的接地に

、電圧供給部に、又は電気絶縁端子に選択的に接続するように構成された第1のスイッチ構成と、

前記電流供給ラインの各ラインを、その他の電力供給ラインとは独立に、前記電氣的接地に、電力供給部に、前記電流測定機器に、又は電気絶縁端子に選択的に接続するように構成された第2のスイッチ構成と、

を備えるシステム。

[適用例2] 適用例1に記載のシステムであって、更に、

オンオフスイッチと、

前記オンオフスイッチを通して前記電流測定機器に接続され、前記電圧供給部に接続するように構成された較正機器と、

を備えるシステム。

[適用例3] 適用例1に記載のシステムであって、

前記電圧供給部は、非負電圧を出力する、システム。

[適用例4] 適用例1に記載のシステムであって、

前記電流測定機器は、アンプメータである、及び/又は演算増幅器を含む、システム。

[適用例5] 適用例2に記載のシステムであって、

前記較正機器は、較正ヒータ、較正された温度計、及びそのアノードを前記オン・オフスイッチを通して前記電流測定機器に接続され、そのカソードを前記電圧供給部に接続するように構成された較正ダイオードを含む、システム。

[適用例6] 適用例5に記載のシステムであって、

前記較正機器の前記較正ダイオードは、前記加熱板のなかの前記平面ヒータゾーンに接続された前記ダイオードと同一である、システム。

[適用例7] 適用例1に記載のシステムであって、

前記平面ヒータゾーンのそれぞれのサイズは、 $16 \sim 100 \text{ cm}^2$ である。システム。

[適用例8] 適用例1に記載のシステムであって、

前記加熱板は、 $10 \sim 100$ 、 $100 \sim 200$ 、 $200 \sim 300$ 、又はそれよりも多い平面ヒータゾーンを含む、システム。

[適用例9] 基板サポートアセンブリと、適用例1に記載のシステムとを備えるプラズマ処理装置であって、前記システムは、前記半導体処理装置において半導体基板を支えるために使用される前記半導体サポートアセンブリのなかの前記マルチゾーン加熱板の各ヒータゾーンの温度測定及び制御を行うように動作可能である、プラズマ処理装置。

[適用例10] 適用例9に記載のプラズマ処理装置であって、

プラズマエッチング装置であるプラズマ処理装置。

[適用例11] 適用例1のシステムの温度を測定する及び前記システム全体にわたって所望の温度分布を維持する方法であって、

温度測定ステップを備え、

前記温度測定ステップは、

前記平面ヒータゾーンの1つに接続された電力供給ラインを前記電流測定機器に接続し、

その他の全ての(1本以上の)電力供給ラインを電氣的接地に接続し、

前記平面ヒータゾーンに接続された電力戻りラインを前記電圧供給部に接続し、

その他の全ての(1本以上の)電力戻りラインを電気絶縁端子に接続し、

前記平面ヒータゾーンに直列に接続された前記ダイオードの逆飽和電流の電流読み取り値を前記電流測定機器から取得し、

前記電流読み取り値から前記平面ヒータゾーンの温度Tを算出し、

前記加熱板全域についての所望の温度分布から前記平面ヒータゾーンについての設定点温度T0を推定し、

前記電力供給部によって前記平面ヒータゾーンを持続時間tにわたって通電することが前記平面ヒータゾーンの温度をTからT0に変化させるような持続時間tを算出することを含む方法。

[適用例 1 2] 適用例 1 1 に記載の方法であって、更に、
 前記温度測定ステップの後に通電ステップを備え、
 前記通電ステップは、

前記平面ヒータゾーンに接続された前記電力供給ラインと、前記電力供給部との間の接続、及び前記平面ヒータゾーンに接続された前記電力戻りラインと、前記電氣的接地との間の接続を、前記持続時間 t にわたって維持することを含む、方法。

[適用例 1 3] 適用例 1 2 に記載の方法であって、更に、

前記平面ヒータゾーンのそれぞれに対して前記温度測定ステップ及び / 又は前記通電ステップを繰り返す、方法。

[適用例 1 4] 適用例 1 1 に記載の方法であって、更に、

前記平面ヒータゾーンに対して前記温度測定ステップを行う前に随意の放電ステップを備え、

前記放電ステップは、

前記平面ヒータゾーンに接続された前記ダイオードの接合キャパシタンスを放電するために、前記平面ヒータゾーンに接続された前記電力供給ラインを接地することを含む、方法。

[適用例 1 5] 適用例 1 1 に記載の方法であって、更に、

平面ヒータゾーンに対して前記温度測定ステップを行う前に零点補正ステップを備え、
 前記零点補正ステップは、

前記平面ヒータゾーンに接続された前記電力供給ラインを前記電流測定機器に接続し

、
 その他の全ての (1 本以上の) 電力供給ラインを前記電氣的接地に接続し、
 前記平面ヒータゾーンに接続された前記電力戻りラインを前記電氣的接地に接続し、
 その他の電力戻りラインのそれぞれを電氣絶縁端子に接続し、
 前記電流測定機器から電流読み取り値 (零点電流) を取得する
 方法。

[適用例 1 6] 適用例 1 5 に記載の方法であって、

前記電流測定ステップは、更に、

前記平面ヒータゾーンの温度 T を算出する前に、前記逆飽和電流の電流読み取り値から前記零点電流を引き算することを含む、方法。

[適用例 1 7] 適用例 6 に記載のシステムにおいて前記ダイオードを較正する方法であって、

全ての電力供給ライン及び電力戻りラインを前記電流測定機器から切り離し、
 前記オン - オフスイッチを閉じ、

前記較正ヒータによって、前記較正ダイオードを前記ダイオードの動作温度範囲内の温度に加熱し、

前記較正された温度計によって、前記較正ダイオードの温度を測定することと、

前記較正ダイオードの逆飽和電流を測定し、

A が前記ダイオードの接合部の面積、 T がケルビンで表わされた前記ダイオードの温度、 E_g が定数、 E_g が接合部を構成している材料のエネルギーギャップ (シリコンの場合は $E_g = 1.12 \text{ eV}$)、 k がボルツマン定数であるとしたときに、前記測定された温度及び前記測定された逆飽和電流に基づいて、各ダイオードについて

【数 2】

$$I_r = A \cdot T^{3+\gamma/2} \cdot e^{-E_g/kT}$$

からパラメータ A 及び γ の少なくとも 1 つを決定する、
 方法。

[適用例 18] 適用例 10 に記載のプラズマエッチング装置において半導体基板を処理する方法であって、下記各ステップ

- (a) 前記基板サポートアセンブリ上で半導体基板を支え、
 - (b) 前記加熱板のなかの前記平面ヒータゾーンを前記システムによって通電することによって、前記加熱板全域にわたって所望の温度分布を形成し、
 - (c) プロセスガスを活性化させてプラズマにし、
 - (d) 前記プラズマによって前記半導体基板をエッチングし、
 - (e) 前記プラズマによって前記半導体基板をエッチングする間、前記システムを使用して前記所望の温度分布を維持する、
- を備える方法。

[適用例 19] 適用例 18 に記載の方法であって、

ステップ (e) において、前記システムは、前記加熱板のなかの各平面ヒータゾーンの温度を測定し、その測定された温度に基づいて各平面ヒータゾーンを通電することによって、前記所望の温度分布を維持する、方法。

[適用例 20] 適用例 19 に記載の方法であって、

前記システムは、前記平面ヒータゾーンに直列に接続された前記ダイオードの逆飽和電流の電流読み取り値を得ることによって、各平面ヒータゾーンの温度を測定する、方法。