

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4621052号
(P4621052)

(45) 発行日 平成23年1月26日 (2011. 1. 26)

(24) 登録日 平成22年11月5日 (2010. 11. 5)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 21/304 (2006. 01)

B O 5 C 5/00 (2006. 01)

H O 1 L 21/306 (2006. 01)

H O 1 L 21/304 6 4 3 C

H O 1 L 21/304 6 4 8 G

H O 1 L 21/304 6 5 1 Z

B O 5 C 5/00 1 O 1

H O 1 L 21/306 J

請求項の数 21 外国語出願 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2005-96581 (P2005-96581)
 (22) 出願日 平成17年3月30日 (2005. 3. 30)
 (65) 公開番号 特開2005-328038 (P2005-328038A)
 (43) 公開日 平成17年11月24日 (2005. 11. 24)
 審査請求日 平成20年3月28日 (2008. 3. 28)
 (31) 優先権主張番号 10/816487
 (32) 優先日 平成16年3月31日 (2004. 3. 31)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 592010081
 ラム リサーチ コーポレーション
 LAM RESEARCH CORPOR
 ATION
 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
 ェイ 4650
 (74) 代理人 110000028
 特許業務法人明成国際特許事務所
 (72) 発明者 カトリーナ・ミカイリチェンコ
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州951
 31 サン・ホセ, ウェイン・サークル,
 1751

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 近接ヘッドの加熱方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体ウエハ処理のための方法であって、

近接ヘッドに液体を提供し、

前記近接ヘッドの前記液体を加熱し、

前記近接ヘッドは、

内部を通過する前記液体の温度を制御するよう構成され、近接ヘッドに内蔵された加熱部と、

前記加熱部内を流れる前記液体の前記温度を測定するために前記近接ヘッド内に配置されたセンサと、

前記加熱部内に配置され、前記加熱部を通して前記液体を導くよう構成された導管と

、
 前記加熱部内に配置された前記導管を通じる複数の流出ポートと、複数の真空流入ポートとを有する底面と、

を備え、

前記加熱された液体を、ウエハ処理動作で用いるために半導体ウエハの表面に供給し、

前記複数の流出ポートと、前記複数の真空流入ポートとは、前記近接ヘッドの前記底面と前記半導体ウエハの前記表面との間に支持された液体メニスカスに向かって開いている方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の方法であって、前記ウエハ処理動作は洗浄動作である方法。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の方法であって、前記ウエハ処理動作はエッチング動作である方法。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の方法であって、前記ウエハ処理動作はメッキ動作である方法。

【請求項 5】

請求項 2 に記載の方法であって、前記洗浄動作で用いられる前記液体は、洗浄剤と脱イオン水（DIW）のいずれかである方法。

【請求項 6】

請求項 3 に記載の方法であって、前記エッチング動作で用いられる前記液体はエッチング剤である方法。 10

【請求項 7】

請求項 1 に記載の方法であって、前記近接ヘッド内の前記液体の加熱を行なう際には、前記近接ヘッド内の前記液体の温度を制御する。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の方法であって、前記近接ヘッド内の前記液体の前記温度を制御する際には、

前記近接ヘッド内の前記液体の前記温度を監視し、

前記液体を加熱する工程を調節して、前記液体の前記温度を所望の温度に維持する。

【請求項 9】

20

請求項 1 に記載の方法であって、さらに、

前記加熱された液体を前記半導体ウエハの前記表面から除去する工程を備える方法。

【請求項 10】

半導体ウエハ処理のための近接ヘッドであって、

内部を通過する液体の温度を制御するよう構成され、当該近接ヘッドに内蔵された加熱部と、

前記加熱部内を流れる前記液体の前記温度を測定するために前記近接ヘッド内に配置されたセンサと、

前記加熱部内に配置され、前記加熱部を通して前記液体を導くよう構成された導管と、

前記加熱部内に配置された前記導管と通じる複数の流出ポートと、複数の真空流入ポートとを有する底面と、 30

を備え、

前記複数の流出ポートと、前記複数の真空流入ポートとは、前記近接ヘッドの前記底面と半導体ウエハの表面との間に支持された液体メニスカスに向かって開いている近接ヘッド。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の近接ヘッドであって、前記加熱部は、炭化ケイ素からなり、電源に接続されている近接ヘッド。

【請求項 12】

請求項 10 に記載の近接ヘッドであって、前記加熱部は、導電性の材料を内部に分散された絶縁材料からなり、前記導電性の材料は電源に接続されている近接ヘッド。 40

【請求項 13】

請求項 12 に記載の近接ヘッドであって、前記絶縁材料はセラミック材料からなる近接ヘッド。

【請求項 14】

請求項 12 に記載の近接ヘッドであって、前記導電性の材料はワイヤを含む近接ヘッド。

【請求項 15】

請求項 10 に記載の近接ヘッドであって、前記加熱部内の前記導管は、第 1 の導管であり、前記加熱部は、さらに、第 2 の導管を備え、前記第 1 の導管と前記第 2 の導管とは、 50

前記第 2 の導管内の循環液体が前記第 1 の導管内の前記液体と熱交換を行うに足る熱伝導率を有する材料によって隔てられている近接ヘッド。

【請求項 16】

請求項 10 に記載の近接ヘッドであって、前記センサは制御部に接続されており、前記制御部は、前記加熱部内の前記流体の前記温度を制御するよう構成されている近接ヘッド。

【請求項 17】

半導体ウエハ処理システムであって、
液体供給源と、
前記液体供給源と通じる近接ヘッドと、を備え、
前記近接ヘッドは、
内部を通過する液体の温度を制御するよう構成され、当該近接ヘッドに内蔵された加熱部と、

前記加熱部内を流れる前記液体の前記温度を測定するために前記近接ヘッド内に配置されたセンサと、

前記加熱部内に配置され、前記加熱部を通して前記液体を導くよう構成された導管と、
前記加熱部内に配置された前記導管と通じる複数の流出ポートと、複数の真空流入ポートとを有する底面であって、前記複数の流出ポートと、前記複数の真空流入ポートとは、前記近接ヘッドの前記底面と半導体ウエハの表面との間に支持された液体メニスカスに向かって開いている底面と、

前記近接ヘッドに結合され、前記近接ヘッドを操作するよう構成された第 1 の部材と、
前記半導体ウエハを支持するよう構成され、前記半導体ウエハを前記近接ヘッドの前記底面の近傍に配置させることができる第 2 の部材と、を備える半導体ウエハ処理システム。

【請求項 18】

請求項 17 に記載の半導体ウエハ処理システムであって、前記加熱部は、炭化ケイ素からなり、電源に接続されている半導体ウエハ処理システム。

【請求項 19】

請求項 17 に記載の半導体ウエハ処理システムであって、前記加熱部は、導電性の材料を内部に分散された絶縁材料からなり、前記導電性の材料は電源に接続されている半導体ウエハ処理システム。

【請求項 20】

請求項 17 に記載の半導体ウエハ処理システムであって、前記加熱部内の前記導管は、
第 1 の導管であり、前記加熱部は、さらに、第 2 の導管を備え、前記第 1 の導管と前記第 2 の導管とは、前記第 2 の導管内の循環液体が前記第 1 の導管内の前記液体と熱交換を行うように、高い熱伝導率を有する材料によって隔てられている半導体ウエハ処理システム

【請求項 21】

請求項 17 に記載の半導体ウエハ処理システムであって、前記センサは制御部に接続されており、前記制御部は、前記加熱部内の前記液体の前記温度を制御するよう構成されている半導体ウエハ処理システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体ウエハ処理システムに関し、特に、近接ヘッド内の流体を加熱することに関する。

【背景技術】

【0002】

半導体ウエハの製造では、通例、注入、材料の蒸着、平坦化、エッチングなどの複数の製造工程が繰り返される。エッチング製造工程の後に、半導体ウエハの表面に残留物が残

10

20

30

40

50

ることがある。そのため、製造工程の間に、通例は、洗浄工程を用いて、半導体ウエハの表面に残る微粒子やその他の望ましくない物質を除去する。微粒子の例としては、シリコンダスト、シリカ、スラリ残留物、金属片、ケイ酸塩粒子が挙げられる。

【0003】

洗浄工程は、リンス工程と、回転工程と、乾燥工程とを含んでよい。リンス工程では、噴霧装置や浸漬装置などの流体供給装置によって、半導体ウエハの表面を湿らすように洗浄流体が供給されてよい。例えば、洗浄流体は、噴霧装置によって半導体ウエハの表面に噴霧されてよい。あるいは、浸漬装置内の洗浄流体に半導体ウエハが浸されてもよい。リンス工程中に、洗浄流体と共に微粒子を回転除去するために、半導体ウエハが回転されてよい。それに続いて、乾燥工程により、半導体ウエハ上に残った液滴を乾燥させることができる。洗浄工程またはその他の半導体ウエハ製造工程中に、半導体ウエハの表面に供給される流体を加熱することが望ましい場合がある。

10

【0004】

半導体ウエハ処理システムのための典型的な加熱機構としては、流体供給源に結合された加熱器が挙げられる。流体供給源は、洗浄流体などの流体を加熱器に送り、加熱器は、洗浄流体を所望の温度に加熱する。その後、加熱された洗浄流体は、噴霧装置または浸漬装置に送られる。

【0005】

しかしながら、現行のウエハ処理システムに関して上述した工程では非効率的な場合がある。例えば、加熱された洗浄流体は、加熱器から流体供給装置までの行程で熱損失を受ける可能性がある。そのため、加熱された洗浄流体が半導体ウエハの表面に到達する時に、加熱された洗浄流体の温度が、所望の温度よりも低くなる場合がある。

20

【0006】

以上の点から、半導体ウエハ処理システムにおいて流体を加熱するに当たって、加熱された流体が、所望の温度で半導体ウエハに供給されることを可能にする装置および方法が必要とされている。

【発明の開示】

【0007】

本発明は、近接ヘッド内の流体を加熱するための装置および方法に関する。本発明は、処理、装置、システム、デバイスなど、種々の形態で実施可能である。以下では、本発明の実施形態をいくつか説明する。

30

【0008】

半導体ウエハ処理のための方法の一実施形態は、流体を近接ヘッドに提供する工程と、近接ヘッド内の流体を加熱する工程と、を備える。その方法は、さらに、加熱された流体を、ウエハ処理動作で用いるために半導体ウエハの表面に供給する工程を備える。

【0009】

半導体ウエハ処理のための近接ヘッドの一実施形態において、近接ヘッドは、通過する流れる流体の温度を上昇させるよう構成された加熱部を備える。その近接ヘッドは、さらに、加熱部内を流れる流体の温度を測定するために近接ヘッド内に配置されたセンサと、加熱部内に配置され、加熱部を通して流体を導くよう構成された導管と、を備える。さらに、近接ヘッドは、加熱部内に配置された導管と通じる少なくとも1つの流出ポートと、少なくとも1つの流入ポートとを有する底面を備える。

40

【0010】

半導体ウエハ処理システムの一実施形態において、システムは、流体供給源と、流体供給源と通じる近接ヘッドと、を備える。さらに、その近接ヘッドは、通過する流体の温度を上昇させるよう構成された加熱部と、加熱部内を流れる流体の温度を測定するために近接ヘッド内に配置されたセンサと、を備える。近接ヘッドは、さらに、加熱部内に配置され、加熱部を通して流体を導くよう構成された導管を備える。近接ヘッドは、さらに、加熱部内に配置された導管と通じる少なくとも1つの流出ポートと、少なくとも1つの流入ポートとを有する底面を備える。本実施形態のシステムは、さらに、近接ヘッドに結合さ

50

れ、近接ヘッドを操作するよう構成された第１の部材と、ウエハを支持するよう構成された第２の部材と、を備える。第２の部材は、近接ヘッドの底面に近接するように半導体ウエハを配置することができる。

【００１１】

本発明のその他の態様は、添付図面を参照しつつ本発明の原理を例示的に説明する以下の詳細な説明から明らかになる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１２】

以下の実施形態は、半導体ウエハ処理システム内の半導体ウエハの表面に供給される流体を加熱するための装置および方法を説明するものである。典型的な半導体ウエハ処理装置は、２００２年９月３０日出願の米国特許出願No. 10/261,839「Method and Apparatus for Drying Semiconductor Wafer Surfaces Using a Plurality of Inlets and Outlets Held in Close Proximity to the Wafer Surfaces」で開示されているような近接ヘッドを備える。この特許出願は、参照として本明細書に組み込まれる。図面に示した近接ヘッドは、例示的なものであり、別の実施形態は、流体を加熱できる限りは、任意の形状の近接ヘッドを備えてよい。

【００１３】

しかしながら、本発明が、これらの詳細の一部または全てがなくとも実施可能であることは、当業者にとって明らかである。また、本発明が不必要に不明瞭となることを避けるため、周知の処理動作の説明は省略した。さらに、本明細書に記載した実施形態は、例示的なものである。本明細書の説明および図面に基づいて、様々な変更、追加、置き換え、および、等価物を実現できることは、当業者にとって明らかである。したがって、かかる変更、追加、置き換え、および等価物はすべて、開示された実施形態の真の趣旨および範囲内に含まれる。

【００１４】

図１Ａは、本発明の一実施形態に従って、加熱部１９０を備えた近接ヘッド１１０を示す側面図である。代表的な半導体ウエハ処理システム１００では、近接ヘッド１１０は、接続部１３０を介して流体供給源１２０に接続されている。流体供給源１２０は、半導体ウエハの製造動作で用いられる流体を供給する。流体の例としては、水、脱イオン水（DIW）、化学薬品、化学薬品とDIWとの混合物、および、化学薬品と水との混合物が挙げられる。しかしながら、半導体ウエハ処理システム１００において、半導体ウエハ処理での利用に適した任意の流体を用いてよいことは、当業者にとって明らかである。

【００１５】

図１Ａに示す流体供給源１２０は、流体を近接ヘッド１１０に導くための接続部１３０を有しているが、別の実施形態では、流体供給源１２０を近接ヘッド１１０に直接結合してもよい。近接ヘッド１１０が流体を受け入れると、流体は、加熱部１９０に流れ込む。加熱部１９０は、流体を設定温度まで加熱する。さらに、近接ヘッド１１０は、加熱部１９０内の流体が設定温度に到達するまで、加熱または待機を実行することにより、流体の温度を制御する。設定温度に到達すると、流体は、近接ヘッド１１０の底面に設けられた１または複数の流出ポートを通過する。そうして、加熱された流体は、ウエハ保持部１４０によって配置されたウエハ１５０の表面に接触する。ウエハ保持部１４０は、近接ヘッド１１０の底面に近接するようにウエハ１５０を支持することができる。

【００１６】

一部の実施形態では、半導体ウエハ製造動作において、基板を処理してもよい。例えば、基板は、平面基板で用いられるような正方形または長方形などの様々な形状を取ってよい。しかしながら、簡単のために、ウエハ１５０のような円形のウエハに関して説明を行うこととする。さらに、ウエハ１５０は、近接ヘッド１１０に対して回転したり直線的に移動したりすることが可能である。ウエハ１５０の実際の直径は様々であってよい。一般

的な例としては、200mmおよび300mmのウエハが挙げられる。しかしながら、当業者にとって、ウエハ150を近接ヘッド110の底面に近接して配置できる限りは、任意のウエハサイズおよび形状を用いてよい。

【0017】

第1の流出ポート192を通してウエハ150に供給された加熱流体は、第2の流出ポート191によって供給された非加熱流体と混ざってよい。その際、第3の流出ポート196は、イソプロピルアルコール(IPA)を供給することが可能であり、真空流入ポート194は、ウエハ150の表面からすべての流体を除去する。一部の実施形態では、第3の流出ポート196は、IPAを供給しなくてもよい。その場合、一部の実施形態では、真空流入ポート194は、加熱流体と非加熱流体のみを除去する。ウエハ150の表面に供給された流体はすべて、任意の供給範囲を有してよい。例えば、流体の供給範囲は、約2平方インチであってよい。しかしながら、真空流入ポート194によってウエハ150の表面から流体が除去される限りは、任意の流体供給範囲が可能である。

10

【0018】

一部の実施形態では、ウエハ150は、近接ヘッド110がウエハ150に対して移動する間、静止していてもよい。例えば、図1Bは、本発明の一実施形態に従って、加熱部190を備えた別の近接ヘッド110を示す側面図である。近接ヘッド110は、ウエハ150の表面全体にわたって方向160に移動することができる。移動中に、近接ヘッド110は、加熱部190によって加熱された流体を、近接ヘッド110の底面に設けられた複数のポートを通して供給する。もちろん、当業者にとって明らかなように、近接ヘッド110がウエハ150に衝突しない限りは、近接ヘッド110は、任意の方向に移動してよい。

20

【0019】

1つの近接ヘッド110は、ウエハ150の片面に流体を供給することができるが、図1Cは、本発明の一実施形態に従って、2つの近接ヘッドを備えた半導体ウエハ処理システム100を示す側面図である。それらの近接ヘッド110は、方向160などで示す複数の方向に移動することができる。しかしながら、これらの近接ヘッド110は、図に示した2つの近接ヘッドのように、異なる構成を有してよい。例えば、上側に示した近接ヘッド110は、近接ヘッド110の上部全体にわたる加熱部190を有する。一方、下側に示した近接ヘッド110は、近接ヘッド110の上部の一部にわたる加熱部190を有する。さらに、下側に示した近接ヘッド110は、予熱部170に接続されている。予熱部170は、加熱部190に流れ込む直前の流体の温度を上昇させることができる。次に、予熱された流体は、加熱部190に流れ込み、最終的な加熱を施されて、設定温度に達する。このように、予熱部170は、流体が到達する温度を高めることができる。さらに、流体を予熱することにより、近接ヘッド110は、予熱された流体の加熱を短時間で良好に制御できるようになる。

30

【0020】

図1Dは、本発明の一実施形態に従って、電源180に接続された近接ヘッド110を備えた半導体ウエハ処理システム100を示す側面図である。加熱された流体を供給するための複数の流出ポートを有する近接ヘッドと異なり、別の実施形態では、加熱された流体を1つの流出ポート192を通してウエハ150の表面に供給してもよい。加熱部190は、近接ヘッド110の内部に配置されてよい。図1Aないし1Dと、それに続く図に示すように、加熱部190は、任意のサイズと形状とを有してよい。さらに、加熱部190は、近接ヘッド110の一部または全領域を覆ってよい。また、加熱部190は、完全に近接ヘッド110内に配置されているが、別の実施形態では、近接ヘッド190が、部分的に近接ヘッド110の内部に配置されてもよい(図示せず)。しかしながら、加熱部190のサイズおよび形状は、加熱部190が、流体を加熱して、加熱された流体をウエハ150に供給するよう構成される限りは、任意の方法で近接ヘッド110内に構成されてよい。

40

【0021】

50

接続部 130 のような接続部を通して、加熱部 190 内に流体が流れ込むことが可能になっている。さらに、1 または複数の接続部が、複数の流体を加熱部 190 に供給してもよい。例えば、洗浄動作のための流体が、接続部 130 に流れ込むことが可能になっており、その接続部 130 は、第 1 の接続部 130 と呼ぶことができる。同様に、エッチング動作のためのエッチング剤などの流体が、第 2 の接続部 132 に流れ込んでよく、メッキ動作のための流体が、第 3 の接続部 134 に流れ込んでよい。もちろん、当業者にとって明らかなように、任意の量および種類の流体に対して、1 または複数の接続部が用いられてよい。例えば、DIW が、第 1 の接続部 130 に流れ込んでよいし、薬剤が、第 2 の接続部 132 に流れ込んでよい。このように、加熱部 190 が、流体を加熱するよう構成される限りは、任意の数の接続部が、加熱部 190 に流体を導入してよい。

10

【0022】

近接ヘッド 110 は、電源 180 に接続されている。電源 180 は、近接ヘッド 110 に電流を導入する。流体を加熱するために、導電性の材料が、その電流を加熱部 190 に伝える。別の実施形態は、電源 180 を備えていなくてもよい。例えば、図 5 および 6 に示すように、電源 180 がなくとも、加熱部 190 内の流体を加熱できる。電源 180 で流体を加熱する場合に、電源 180 は、流体を加熱するために、約 3 kW を生み出すことができる。しかしながら、この値は、例示に過ぎず、電源 180 が、加熱部 190 内の流体を加熱するのに十分な電力を生み出すことができる限りは、任意の他の値であってよい。

【0023】

20

別の代表的な実施形態では、電源以外の任意の種類のエネルギー源 180 が用いられてよい。例えば、レーザは、対象物の表面を加熱することが知られている。このように、加熱部 190 に熱を供給できるかぎり、任意の種類のエネルギー源 180 が用いられてよい。

【0024】

一実施形態は、さらに、センサ 185 と制御部 188 とを備えている。センサ 185 は、加熱部 190 内を流れる流体の温度を測定するために、近接ヘッド 110 内に配置されている。さらに、センサ 185 は、加熱部 190 の内部に配置されてもよいし、加熱部 190 の外部に配置されてもよい。当業者にとって明らかなように、センサ 185 は、流体の温度を測定できる限りは、任意の位置に配置されてよい。一実施形態では、センサ 185 は、熱電対である。しかしながら、流体の温度を測定できる限りは、任意の種類のセンサ 185 が用いられてよい。

30

【0025】

センサ 185 には、制御部 188 が接続されている。制御部 188 は、加熱部 190 内の流体の温度を制御するよう構成されている。例えば、比例積分微分 (PID) 制御部を用いて、流体の温度を制御することが可能である。ウエハ 150 の表面に到達する際の流体の温度である設定温度を設定した後に、制御部 188 は、センサ 185 から測定値を取得することにより、流体の現在の温度と設定温度との差を検出することができる。次に、制御部 188 は、電源 180 から加熱部 190 に与える電流の量を決定する。

【0026】

制御部 188 に接続されたコンピュータシステムのソフトウェアが、制御部 188 を管理してもよい。例えば、動作中、ソフトウェアは、60 の設定温度を実現することができる。センサ 185 は、流体の温度を測定して、流体の温度が 60 未満であるか否かを決定することができる。次いで、ソフトウェアは、制御部 188 を用いて、温度の差を検出し、必要に応じて電流を加えることができる。流体の温度が 60 を超える場合には、ソフトウェアは、何もせずに、流体が設定温度に到達するまで待っていればよい。当業者にとって明らかなように、加える電流の量と、冷却のための待機時間は、ソフトウェア内にプログラムされてよい。別の実施形態では、近接ヘッド 110 内の加熱部 190 が、流体の温度を上昇させる限りは、ハードウェアとソフトウェアのいずれかをを用いて流体の温度を制御する任意の方法が用いられてよい。

40

【0027】

50

図2は、本発明の一実施形態に従って、抵抗加熱素子を有する近接ヘッド110を示す側面図である。加熱部190は、抵抗加熱素子からなっていてよい。代表的な抵抗加熱素子としては、炭化ケイ素(SiC)、ケイ化モリブデン(MoSi₂)などの材料や、その他の導電性の材料が挙げられる。炭化ケイ素などの代表的な材料は、約100を超えて温度に加熱されることが可能である。しかしながら、抵抗加熱素子は、設定温度以上に加熱できる限りは、任意の材料であってよい。

【0028】

図2に示すように、抵抗加熱素子は、近接ヘッド110の一部として構成されてよい。例えば、近接ヘッド110の底面付近の部分が、ウエハ150の表面への供給に先立って流体を加熱してよい。別の実施形態では、近接ヘッド110全体が、抵抗加熱素子からな

10

【0029】

本明細書に記載された実施形態は、近接ヘッド110とウエハ150の表面との間に流体メニスカス210を生成する。流体メニスカス210は、半導体ウエハの製造動作に関連するウエハ150の洗浄および乾燥を行うために、ウエハ150全体にわたって移動されてよい。例えば、加熱された流体を含む流体メニスカス210は、エッチングおよびメッキ動作の際に適用されてよい。当業者にとって明らかなように、加熱された流体を含む流体メニスカス210は、近接ヘッド110が流体を加熱する限りは、任意の半導体ウエハ製造動作において適用されてよい。

20

【0030】

流体供給源120は、加熱のために加熱部190に流体を供給し、センサ185は、流体の温度を測定する。1または複数の温度測定値から、制御部188によって、流体の温度が制御される。流体が近接ヘッド110へ供給されてから、加熱された流体がウエハ150に供給されるまでの時間は様々である。例えば、流体の温度が設定温度まで下がるのを待つよりも、流体の温度を設定温度まで上げる方が、時間の掛かる場合がある。このように、加熱された流体がウエハ150に供給される前に、流体の温度が設定温度に到達する限りは、任意の時間を掛けてよい。

【0031】

約40 から約95 までの温度を有する流体メニスカスを形成するために、加熱された流体は、DIWなど、水を主成分とした化学薬品を含む。しかしながら、別の実施形態では、他の化学薬品が用いられてもよい。例えば、2003年6月27日に出願された米国特許出願No. 10/607, 611「Apparatus and Method for Depositing and Planarizing Thin Films of Semiconductor Wafers」に開示されているようなメッキ動作中に、流体メニスカス210は、メッキ剤を含む加熱流体をウエハ150の表面に供給することができる。この特許出願は、参照として本明細書に組み込まれる。

30

【0032】

加熱部190に電流を加えると、電子伝達が、流体に影響を与えうる。例えば、図3は、本発明の一実施形態に従って、抵抗加熱素子330を有する別の近接ヘッド110を示す側面図である。近接ヘッド110は、抵抗加熱素子320および絶縁体330からなる2つの加熱部190を備える。抵抗加熱素子320に電流が加えられた際に、絶縁体330は、ウエハ150の表面に供給される流体への電子伝達を防止する。絶縁体320の例としては、テフロン(登録商標)として一般に知られるポリテトラフルオロエチレン(PTFE)や、サファイア材料が挙げられる。PTFEは、抵抗加熱素子320を覆うコーティングとして用いることが可能であり、サファイア材料は、抵抗加熱素子を流体から隔離するプレートとして用いることが可能である。しかしながら、絶縁体330が流体への電子伝達を防止できる限りは、任意の種類の絶縁体を用いられてよい。

40

【0033】

図3の実施形態に示されているように、加熱部190は、流出ポートを取り囲んでよい

50

。さらに、垂直方向の加熱部 190 が図示されているが、流体を導く導管内の流体を加熱する限りは、導管を取り囲む水平方向の加熱部 190 が用いられてもよい。別の実施形態では、選択された流出ポートを取り囲むことにより、流体を選択的に加熱することを可能にしてもよい。

【0034】

図 4 は、本発明の一実施形態に従って、ワイヤ 420 を有する近接ヘッド 110 の加熱部 190 を示す上面図である。抵抗加熱素子は、ワイヤ 420 などのバルク抵抗を含んでもよい。ワイヤ 430 は、ワイヤの網であってもよいし、不規則な形状を有してもよい。ワイヤ 420 の構成に関わらず、ワイヤ 420 は、流体への電子伝導を防止するために絶縁される。例えば、セラミックなどの絶縁体 430 が、ワイヤ 420 から流体を絶縁してよい。ワイヤ 420 に電流が加えられると、加熱部 190 内を流れる流体は、設定温度にまで加熱される。加熱された流体が、ウエハ 150 の表面に到達すると、近接ヘッド 110 は、流体メニスカス 210 (図 2 参照) を形成する。この時、ウエハは方向 400 に回転するため、前縁部 480 によって、ウエハ 150 の湿潤領域が生じると共に、後縁部 490 によって、ウエハ 150 の乾燥領域が生じる。湿潤領域は、加熱された流体がウエハ 150 に供給されることによって生じる。それに対して、ウエハ 150 および近接ヘッド 110 が移動されると共に、加熱された流体が近接ヘッド 110 へ吸引されることにより、乾燥領域が生じる。

10

【0035】

図 5 は、本発明の一実施形態に従って、循環する流体を有する近接ヘッド 110 の加熱部 190 を示す側面図である。代表的な実施形態では、第 1 の導管 510 が、近接ヘッド 110 に配置された加熱部 190 に流体を導いてよい。加熱部 190 内では、第 2 の導管 520 が、循環流体を循環させることで、第 1 の導管 510 内の流体と、第 2 の導管 520 内の循環流体とが混ざること防止している。循環流体は、熱交換によって、第 1 の導管 510 から供給された流体の温度を上昇させることが可能である。代表的な循環流体は、ポンプ (図示せず) によって供給される水を主成分とした化学薬品であってもよい。しかしながら、別の実施形態では、循環流体が熱を供給できなくなった際に、その循環流体を新しい循環流体に交換することも可能である。したがって、加熱部 190 が流体を加熱できる限りは、循環流体の任意の導入および管理方法が用いられてよい。

20

【0036】

別の代表的な実施形態では、炭化ケイ素などの抵抗加熱素子が、熱交換用の導管と共に用いられてもよい。かかる実施形態では、電源 180 がいないため、SiC に電流が加えられることはない。炭化ケイ素は、高い熱伝導性を示す。このように、第 2 の導管 520 が、熱をよく通す材料に埋め込まれることから、少なくとも 1 つの第 2 の導管 520 だけで、熱交換のために流体を循環させることが可能になる。しかしながら、セラミックなど、熱伝導率の低い材料を用いると、熱交換を実行するために、複数の第 2 の導管 520 のネットワークが必要になる場合もある。

30

【0037】

図 5 において電源 180 を設けていないことに加えて、近接ヘッド 110 は、電気絶縁も備えていない。具体的には、循環流体が流体に熱を提供するため、電流が存在せず、電子伝達も生じない。もちろん、加熱部 190 が、循環流体用の導管と共に電源 180 を用いる場合には、近接ヘッド 110 は、絶縁体を備えてよい。

40

【0038】

図 6 は、本発明の一実施形態に従って、循環する流体を有する別の近接ヘッド 110 の加熱部 190 を示す別の側面図である。特に、第 2 の導管 520 と異なり、この代表的な実施形態の第 2 の導管 620 は、非一様な形状を有する。さらに、第 2 の導管 620 と第 1 の導管 510 との間に空間が設けられてよい。流体が、第 1 の導管 510 を通して加熱部 190 に流れ込むと、第 2 の導管 620 内の循環流体が、第 1 の導管 510 内の流体と熱を交換する。2 つの導管を隔てる空間のために、2 つの導管を取り囲む材料は、高い熱伝導率を有する材料であってもよい。

50

【 0 0 3 9 】

任意の方法で流体を加熱してよい。例えば、図 2 ないし 4 は、抵抗加熱素子を用いて加熱する方法を示している。あるいは、図 5 および 6 は、熱交換手段を用いて加熱する代表的な方法を示している。さらに、抵抗加熱素子と熱交換とを組み合わせることも可能である。したがって、近接ヘッド 1 1 0 の加熱部 1 9 0 内で流体が加熱される限りは、任意の方法で流体を加熱してよい。

【 0 0 4 0 】

加熱された流体をウエハ 1 5 0 の表面に供給するために、近接ヘッド 1 1 0 は、ウエハ 1 5 0 に対して移動することができる。例えば、図 7 A は、本発明の一実施形態に従って、近接ヘッドの走査方法を示す上面図である。近接ヘッド 1 1 0 は、加熱部 1 9 0 を備えてよい。さらに、近接ヘッド 1 1 0 は、近接ヘッド 1 1 0 を操作する部材に結合されてよい。例えば、その部材は、流体の供給と、流体の除去と、近接ヘッド 1 1 0 の移動とを実行できるアーム 7 2 0 であってよい。例えば、アーム 7 2 0 は、径方向 7 1 2 に沿って近接ヘッド 1 1 0 を移動させることができる。あるいは、アーム 7 2 0 は、ラスタ走査方向 7 1 4 に近接ヘッドを移動させることができる。

10

【 0 0 4 1 】

また、図 7 B は、本発明の一実施形態に従って、近接ヘッドの別の走査方法を示す上面図である。一実施形態では、近接ヘッド 1 1 0 は、ウエハ 1 5 0 の直径より長くてよい。その場合、循環流体が、第 2 の導管 7 5 4 に供給され、加熱される流体が、第 1 の導管 7 5 2 に供給されてよい。近接ヘッド 1 1 0 は、加熱された流体をウエハ 1 5 0 の表面に供給しつつ、垂直方向 7 4 0 に移動する。もちろん、近接ヘッド 1 1 0 が垂直方向に配置されている場合には、水平方向（図示せず）に移動すればよい。さらに、図 7 A および 7 B に関して、近接ヘッド 1 1 0 が、加熱された流体をウエハ 1 5 0 の表面に供給できる限りは、任意の方法でウエハ 1 5 0 を走査してよい。

20

【 0 0 4 2 】

図 7 C は、本発明の一実施形態に従って、近接ヘッド 1 1 0 の加熱部 1 9 0 を用いた際のウエハ 1 5 0 の領域を示す上面図である。一実施形態では、近接ヘッド 1 1 0 は、流体を供給および除去するための複数のポートを備えている。例えば、近接ヘッド 1 1 0 の本体は、炭化ケイ素で形成されてよい。炭化ケイ素内には、第 1 のポート 7 6 2、第 2 のポート 7 6 4、第 3 のポート 7 6 6、および、第 4 のポート 7 6 8 など、複数のポートが設けられている。例えば、第 1 のポート 7 6 2 は化学薬品を供給し、第 2 のポート 7 6 4 は DIW を供給してよい。第 3 のポート 7 6 6 は真空吸引を行ってよく、第 4 のポート 7 6 8 は IPA を供給してよい。別の実施形態では、複数のポートが、加熱された流体を近接ヘッド 1 1 0 から供給できる限りは、任意の数および組み合わせのポートが用いられてよい。

30

【 0 0 4 3 】

ウエハ 1 5 0 が方向 7 0 0 に回転している状態で、近接ヘッド 1 1 0 は、加熱された流体を供給して湿潤領域 7 8 0 を形成する。近接ヘッド 1 1 0 は、加熱された流体をウエハ 1 5 0 の表面から真空吸引することにより、乾燥領域 7 8 5 を形成する。さらに、ウエハ 1 5 0 が回転するため、加熱された流体が、ウエハ 1 5 0 の表面から回転によって除去されてもよい。このように、近接ヘッド 1 1 0 が、ウエハ 1 5 0 の動きに対して特定の走査方法で移動できるかぎり、任意の方法で湿潤領域 7 8 0 と乾燥領域 7 8 5 とを形成してよい。

40

【 0 0 4 4 】

図 8 は、本発明の一実施形態に従って、近接ヘッド 1 1 0 内の流体を加熱するための動作を示すフローチャートである。以下の代表的な動作は、図 1 D ないし 4 を参照して上述した実施形態において実施可能である。代表的な動作においては、まず、動作 8 1 0 において、設定温度が確定される。次いで、動作 8 2 0 において、流体供給源 1 2 0 が、近接ヘッド 1 1 0 に流体を供給してよい。流体が近接ヘッド 1 1 0 に到達すると、近接ヘッド 1 1 0 内のセンサ 1 8 5 が、動作 8 3 0 において、流体の温度を測定してよい。次に、制

50

御部 188 が、動作 840 において、現在の流体の温度と設定温度との温度差を検出してよい。動作 850 において、制御部 188 は、加熱または待機を実行することにより、温度を制御してよい。

【0045】

例えば、抵抗加熱の方法では、加熱部 190 は、電源 180 に接続されたワイヤと炭化ケイ素などの材料を備えてよい。電源 180 は、加熱部 190 に電流を加えることで、加熱部 190 内を流れる流体を加熱することができる。あるいは、循環流体を有する複数の導管が、加熱される流体と熱交換を行ってもよい。流体の加熱方法に関わらず、制御部 188 は、流体の温度が設定温度に一致するまで、流体の温度を調節することができる。

【0046】

次に、動作 860 において、近接ヘッド 110 は、近接ヘッド 110 の底面に配置された流出ポートを通して、加熱された流体を供給する。加熱された流体は、洗浄動作やエッチング動作など、複数の半導体ウエハ製造動作で用いられる。その後、加熱された流体がウエハ 150 の表面から除去されて、一連の動作は終了する。

【0047】

当業者にとって明らかなように、本明細書で説明され図面に示された動作は、例示的なものである。さらに、動作は、近接ヘッド 110 内の流体の加熱を実現できる任意の順序で実行されてよい。例えば、センサ 185 は、流体の供給と並行して流体の温度を連続的に測定してもよい。このように、動作を実行する順序は、特定の順序に限定されない。

【0048】

さらに、本明細書に記載された実施形態は、以下の特許出願に関連している。特に、以下の関連する出願は、参照として本明細書に組み込まれる。

(1) 米国特許出願 No. 10/330,843 「Meniscus, Vacuum, IPA Vapor, Drying Manifold」2002 年 12 月 24 日出願、

(2) 米国特許出願 No. 10/330,897 「System for Substrate Processing with Meniscus, Vacuum, IPA Vapor, Drying Manifold」2002 年 12 月 24 日出願、

(3) 米国特許 No. 10/404,270 「Vertical Proximity Processor」2003 年 3 月 31 日出願、

(4) 米国特許 No. 10/404,692 「Methods and Systems for Processing a Substrate Using a Dynamic Liquid Meniscus」2003 年 3 月 31 日出願、

(5) 米国特許 No. 10/603,427 「Methods and Systems for Processing a Bevel Edge a Substrate Using a Dynamic Liquid Meniscus」2003 年 6 月 24 日出願、

(6) 米国特許 No. 10/606,022 「System and Method for Integrating In-Situ Metrology Within a Wafer Process」2003 年 6 月 24 日出願、

(7) 米国特許 No. 10/611,140 「Method and Apparatus for Cleaning a Substrate Using Megasonic Power」2003 年 6 月 30 日出願、

(8) 米国特許 No. 10/742,303 「Proximity Brush Unit Apparatus and Method」2003 年 12 月 18 日出願。

【0049】

理解を深めるために、本発明について、ある程度詳しく説明したが、添付の特許請求の範囲内でいくらかの変更と変形を行ってもよいことは明らかである。したがって、本実施形態は、例示的なものであって、限定的なものではないとみなされ、本発明は、本明細書に示した詳細に限定されず、添付の特許請求の範囲および等価物の範囲内で変形されてよ

10

20

30

40

50

い。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 0 】

【図 1 A】本発明の一実施形態に従って、加熱部を備えた近接ヘッドを示す側面図。

【図 1 B】本発明の一実施形態に従って、加熱部を備えた別の近接ヘッドを示す側面図。

【図 1 C】本発明の一実施形態に従って、2つの近接ヘッドを備えた半導体ウエハ処理システムを示す側面図。

【図 1 D】本発明の一実施形態に従って、電源に接続された近接ヘッドを備えた半導体ウエハ処理システムを示す側面図。

【図 2】本発明の一実施形態に従って、抵抗加熱素子を有する近接ヘッドを示す側面図。

【図 3】本発明の一実施形態に従って、抵抗加熱素子を有する別の近接ヘッドを示す側面図。

【図 4】本発明の一実施形態に従って、ワイヤを有する近接ヘッドの加熱部を示す上面図。

【図 5】本発明の一実施形態に従って、循環する流体を有する近接ヘッドの加熱部を示す側面図。

【図 6】本発明の一実施形態に従って、循環する流体を有する別の近接ヘッドの加熱部を示す別の側面図。

【図 7 A】本発明の一実施形態に従って、近接ヘッドの走査方法を示す上面図。

【図 7 B】本発明の一実施形態に従って、近接ヘッドの別の走査方法を示す上面図。

【図 7 C】本発明の一実施形態に従って、近接ヘッドの加熱部を用いた際のウエハの領域を示す上面図。

【図 8】本発明の一実施形態に従って、近接ヘッド内の流体を加熱するための動作を示すフローチャート。

【符号の説明】

【 0 0 5 1 】

1 0 0 ... 半導体ウエハ処理システム

1 1 0 ... 近接ヘッド

1 2 0 ... 流体供給源

1 3 0 ... 接続部

1 3 2 ... 接続部

1 3 4 ... 接続部

1 4 0 ... ウエハ保持部

1 5 0 ... ウエハ

1 7 0 ... 予熱部

1 8 0 ... 電源

1 8 5 ... センサ

1 8 8 ... 制御部

1 9 0 ... 加熱部

1 9 1 ... 流出ポート

1 9 2 ... 流出ポート

1 9 4 ... 真空流入ポート

1 9 6 ... 流出ポート

2 1 0 ... 流体メニスカス

3 2 0 ... 抵抗加熱素子

3 3 0 ... 絶縁体

4 2 0 ... ワイヤ

4 3 0 ... 絶縁体

4 8 0 ... 前縁部

4 9 0 ... 後縁部

10

20

30

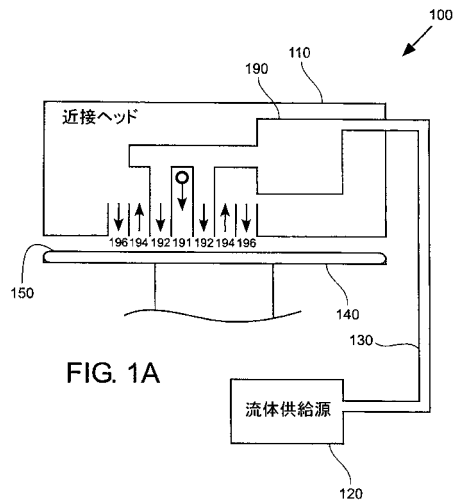
40

50

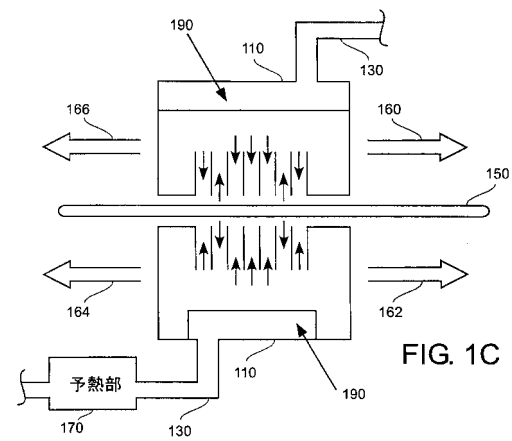
5 1 0 ... 導管
 5 2 0 ... 導管
 6 2 0 ... 導管
 7 2 0 ... アーム
 7 5 2 ... 導管
 7 5 4 ... 導管
 7 6 2 ... ポート
 7 6 4 ... ポート
 7 6 6 ... ポート
 7 6 8 ... ポート
 7 8 0 ... 湿潤領域
 7 8 5 ... 乾燥領域

10

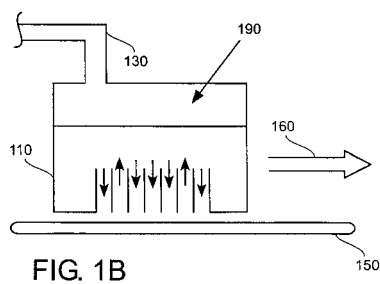
【図 1 A】



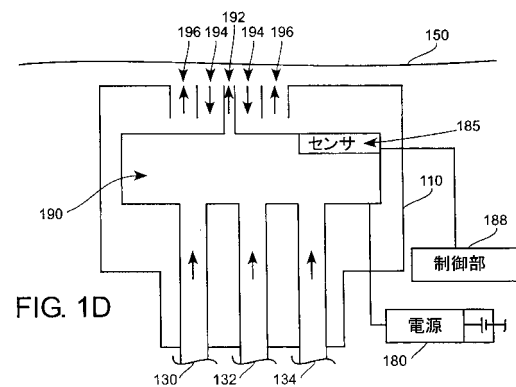
【図 1 C】



【図 1 B】



【図 1 D】



【図 2】

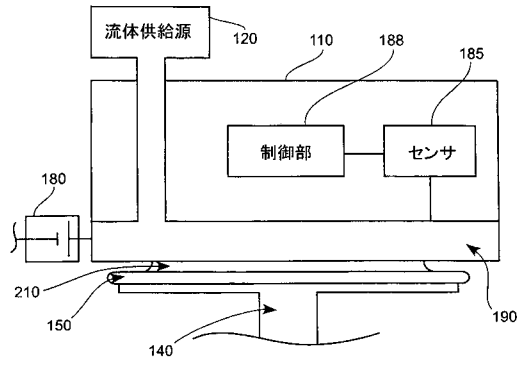


FIG. 2

【図 4】

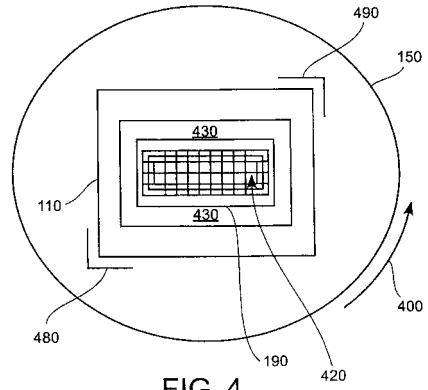


FIG. 4

【図 3】

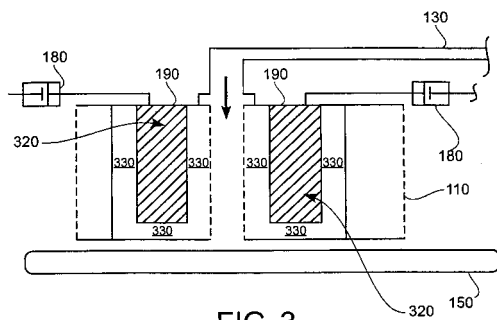


FIG. 3

【図 5】

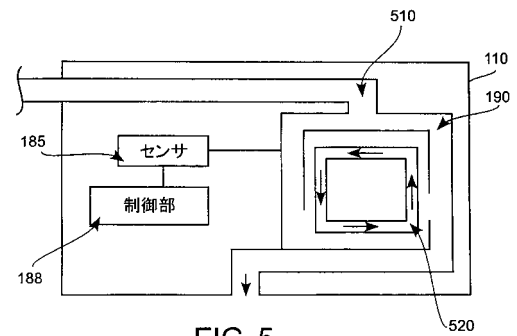


FIG. 5

【図 6】

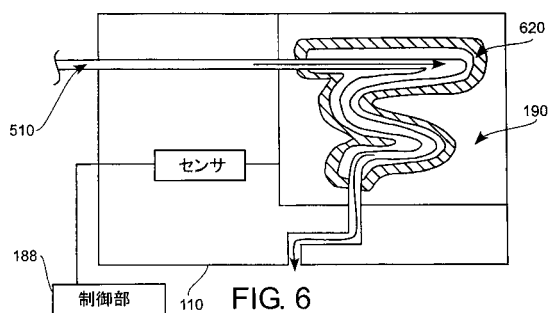


FIG. 6

【図 7 B】

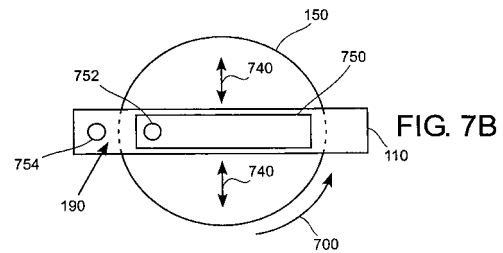


FIG. 7B

【図 7 A】

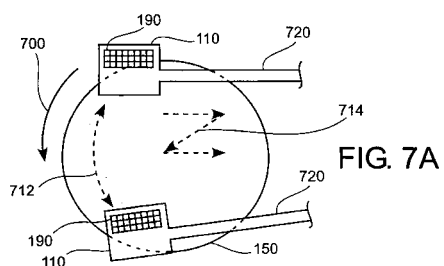


FIG. 7A

【図 7 C】

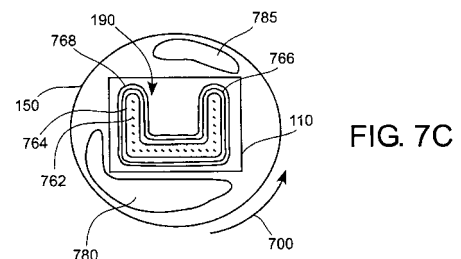


FIG. 7C

【図 8】

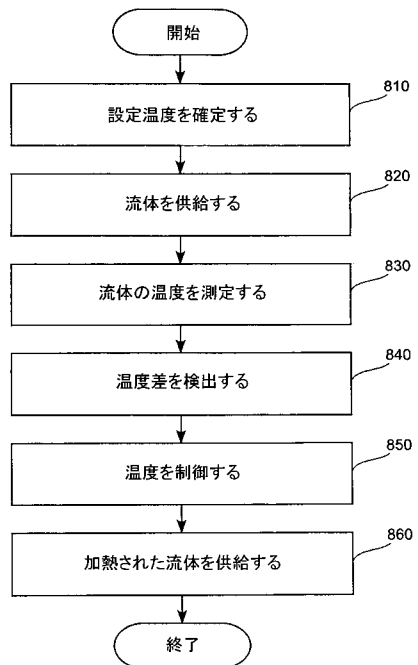


FIG. 8

フロントページの続き

(72)発明者 ジョン・デラリオス

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 3 0 3 パロ・アルト, ロマ・ベルデ, 9 4 1

審査官 長馬 望

(56)参考文献 特開平 0 7 - 0 0 0 9 2 8 (J P , A)

特開平 0 8 - 2 6 7 7 3 2 (J P , A)

特開平 1 0 - 3 2 1 5 8 3 (J P , A)

特開 2 0 0 3 - 0 8 9 1 9 6 (J P , A)

国際公開第 0 3 / 0 8 4 6 8 4 (W O , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 L 2 1 / 3 0 4

B 0 5 C 5 / 0 0

H 0 1 L 2 1 / 3 0 6