

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6599374号
(P6599374)

(45) 発行日 令和1年10月30日(2019.10.30)

(24) 登録日 令和1年10月11日(2019.10.11)

(51) Int. Cl.	F I	
HO 1 J 37/317 (2006.01)	HO 1 J 37/317	Z
HO 1 J 37/18 (2006.01)	HO 1 J 37/317	B
HO 1 J 37/16 (2006.01)	HO 1 J 37/18	
HO 1 L 21/265 (2006.01)	HO 1 J 37/16	
HO 1 L 21/677 (2006.01)	HO 1 L 21/265	603C
請求項の数 28 (全 17 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2016-575216 (P2016-575216)
 (86) (22) 出願日 平成27年6月12日 (2015. 6. 12)
 (65) 公表番号 特表2017-527953 (P2017-527953A)
 (43) 公表日 平成29年9月21日 (2017. 9. 21)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2015/035512
 (87) 国際公開番号 W02015/200005
 (87) 国際公開日 平成27年12月30日 (2015. 12. 30)
 審査請求日 平成30年5月21日 (2018. 5. 21)
 (31) 優先権主張番号 14/317, 778
 (32) 優先日 平成26年6月27日 (2014. 6. 27)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関 米国 (US)

(73) 特許権者 505413587
 アクセリス テクノロジーズ, インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国 01915 マサチューセッツ州 ビバリー チェリー ヒル ドライブ 108
 (74) 代理人 110000338
 特許業務法人HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK
 (72) 発明者 フセイノヴィチ, アルミン
 アメリカ合衆国, 01890 マサチューセッツ州, ウィンチェスター, メイフラワー ロード 11

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高処理能力の加熱イオン注入システムおよび方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

イオン注入システムであって、

イオン注入装置と、

第1の二重ロードロックアセンブリおよび第2の二重ロードロックアセンブリと、
 コントローラとを備え、

前記イオン注入装置は、イオンビームを処理室に向けて導くように構成されており、
 該処理室は、その中が真空圧力となる真空環境を有し、

前記第1の二重ロードロックアセンブリおよび前記第2の二重ロードロックアセンブリのそれぞれは、第1室および第2室を備えており、それぞれの第1室および第2室の内部容積は、共有壁によって互いに概ね隔てられており、各室の間で該共有壁が共有されており、第1室および第2室のそれぞれは、真空ドアと大気ドアとを有し、各真空ドアは、第1室または第2室と、前記真空環境との間における、選択的な流体流通経路を提供するように構成されており、各大気ドアは、第1室または第2室と、その中が大気圧となる大気環境との間における、選択的な流体流通経路を提供するように構成されており、各第1室は、中に予熱装置を有しており、該予熱装置は、該第1室の中で処理される加工品を加熱するように構成されており、各第2室は、中に後冷却装置を有しており、該後冷却装置は、それぞれの第2室で処理された加工品を冷却するように構成されており、

前記コントローラは、それぞれの予熱装置が大気圧下のそれぞれの加工品に熱エネルギーを伝達するように該予熱装置を動作させるように構成されており、該予熱装置の中で

それぞれの加工品の温度は、第 1 の所定温度まで上昇し、次いで、前記コントローラは、その後前記処理室へと加工品を輸送するために、前記第 1 室を真空圧力まで排気させるように動作可能であり、前記コントローラは、さらに、それぞれの後冷却装置がそれぞれの加工品を第 2 の所定温度まで冷却するように該後冷却装置を動作させるように構成されている、イオン注入システム。

【請求項 2】

前記イオン注入システムは、さらに、熱チャックを備え、

前記熱チャックは、前記処理室内で加工品を選択的に固定するように構成され、前記熱チャックは、さらに、加工品を、第 1 温度よりも高い処理温度まで加熱するように構成され、前記熱チャックは、加工品にイオンビームが照射されている間、加工品を固定したままである、請求項 1 に記載のイオン注入システム。

10

【請求項 3】

前記イオン注入システムは、さらに、

前記第 1 の二重ロードロックアセンブリおよび前記第 2 の二重ロードロックアセンブリそれぞれの第 1 室および第 2 室とつながる選択的な流体流通経路に設けられているポンプと、

前記第 1 の二重ロードロックアセンブリおよび前記第 2 の二重ロードロックアセンブリそれぞれの第 1 室および第 2 室とつながる選択的な流体流通経路に設けられている排出口とを備えている、請求項 2 に記載のイオン注入システム。

20

【請求項 4】

前記コントローラは、さらに、前記予熱装置を介して、加工品を、第 1 室において、第 1 温度まで加熱するように構成され、前記熱チャックを介して、加工品を、前記処理室において、前記処理温度まで加熱するように構成され、前記イオン注入装置を介して、加工品にイオンを注入するように構成され、前記後冷却装置を介して、加工品を、第 2 室において、第 2 温度まで冷却するように構成され、前記ポンプ、前記排出口、ならびに、第 1 の二重ロードロックアセンブリおよび第 2 の二重ロードロックアセンブリのそれぞれが備えている前記大気ドアおよび前記真空ドアを介して、加工品を、大気環境と真空環境との間で選択的に搬送するように構成されている、請求項 3 に記載のイオン注入システム。

【請求項 5】

前記予熱装置は、前記第 1 の二重ロードロックアセンブリおよび前記第 2 の二重ロードロックアセンブリのうちの 1 つまたは複数に備えられている第 1 室内に配置されたホットプレートとを備えている、請求項 1 に記載のイオン注入システム。

30

【請求項 6】

前記イオン注入システムは、さらに、熱障壁を備えており、

前記熱障壁は、前記第 1 の二重ロードロックアセンブリおよび前記第 2 の二重ロードロックアセンブリそれぞれの第 1 室と第 2 室との間に設けられ、

前記熱障壁は、前記第 1 室と前記第 2 室との間に共通壁を概ね規定する、請求項 1 に記載のイオン注入システム。

【請求項 7】

前記熱障壁は、第 1 冷却チャンネルが通っているプレートを備え、第 1 冷却チャンネルの中を通っている第 1 冷却流体は、第 1 室と第 2 室とを、互いに実質的に熱的に絶縁している、請求項 6 に記載のイオン注入システム。

40

【請求項 8】

前記プレートは、概ね、第 2 室内で加工品を支持するように構成された冷気プレートを概ね規定し、第 1 冷却チャンネルの中を通っている第 1 冷却流体は、加工品を第 2 温度まで実質的に冷却する、請求項 7 に記載のイオン注入システム。

【請求項 9】

前記第 1 の二重ロードロックアセンブリおよび前記第 2 の二重ロードロックアセンブリは、さらに、リフト機構を備え、該リフト機構は、加工品を、前記予熱装置に対して、選択的に平行移動させるように構成されている、請求項 1 に記載のイオン注入システム。

50

【請求項 10】

前記予熱装置は、前記第1の二重ロードロックアセンブリおよび前記第2の二重ロードロックアセンブリのうちの1つまたは複数に備えられている第1室内に配置されたホットプレートを備え、前記リフト機構は、加工品を、前記予熱装置の表面から、および、表面へ、選択的に平行移動させるように構成されている、請求項9に記載のイオン注入システム。

【請求項 11】

前記リフト機構は、前記ホットプレートの表面に選択的に延伸する複数のリフトピンを備えている、請求項10に記載のイオン注入システム。

【請求項 12】

前記リフト機構は、加工品の周囲と選択的に係合するように構成されている1つまたは複数の支持部を備えている、請求項9に記載のイオン注入システム。

【請求項 13】

前記予熱装置は、中で規定されている気体冷却チャンネルを有するホットプレートを備え、前記気体冷却チャンネル内で発生した気体が前記ホットプレートを選択的に冷却する、請求項1に記載のイオン注入システム。

【請求項 14】

前記予熱装置は、セラミックの蓋を有する概ね中空のパンを備え、該パン内に存在するインコネル合金加熱素子は、前記セラミックの蓋に対して放射エネルギーを選択的に供給し、加工品は、前記セラミックの蓋の表面上に存在している場合に、選択的に加熱される、請求項1に記載のイオン注入システム。

【請求項 15】

前記セラミックの蓋は、炭化ケイ素から成る、請求項14に記載のイオン注入システム。

【請求項 16】

前記予熱装置は、放射熱源を備えている、請求項1に記載のイオン注入システム。

【請求項 17】

前記放射熱源は、1または複数の、ハロゲンランプ、発光ダイオード、および、赤外線熱装置を備えている、請求項16に記載のイオン注入システム。

【請求項 18】

前記第1の二重ロードロックアセンブリおよび前記第2の二重ロードロックアセンブリのうちの1つまたは複数に備えられている第1室は窓を備え、前記放射熱源は、第1室の外に配置され、放射熱源は、放射エネルギーを、前記窓を介して、第1室内に配置された加工品に向けるように構成されている、請求項16に記載のイオン注入システム。

【請求項 19】

前記後冷却装置は、冷却加工品支持部を備え、該冷却加工品支持部は、熱伝導を介して該冷却加工品支持部に存在している加工品を能動的に冷却するように構成されている、請求項1に記載のイオン注入システム。

【請求項 20】

冷却加工品支持部は、プレート内を通過している第2冷却チャンネルを有する冷気プレートを備え、第2冷却チャンネルを通過している第2冷却流体は、前記冷気プレートの表面上に存在する加工品を実質的に冷却する、請求項1に記載のイオン注入システム。

【請求項 21】

前記第1の二重ロードロックアセンブリおよび前記第2の二重ロードロックアセンブリそれぞれの第1室および第2室は、垂直方向に積層されている、請求項1に記載のイオン注入システム。

【請求項 22】

熱チャックは、セラミックの加熱素子を備えている、請求項1に記載のイオン注入システム。

【請求項 23】

10

20

30

40

50

大気環境から真空環境へ加工品を移行させるのに用いる二重ロードロックアセンブリであって、該アセンブリは、

第1室および第2室と、
第1室および第2室に関連付けられた真空ドアと、
第1室および第2室に関連付けられた大気ドアと、
第1室に関連付けられた加熱装置と、
第2室に関連付けられた冷却装置と、
コントローラとを備え、

第1室および第2室のそれぞれの内部容積は、互いに概ね離間しており、それらの間で共有壁を共有しており、

各真空ドアは、第1室または第2室のそれぞれと、前記真空環境との間をむすぶ、選択的な流体流通経路を供給するように構成されており、

各大気ドアは、第1室または第2室のそれぞれと、大気圧を有する前記大気環境との間をむすぶ、選択的な流体流通経路を供給するように構成されており、

前記加熱装置は、第1室で処理される加工品を第1温度まで加熱するように構成されており、

前記冷却装置は、第2室で処理された加工品を第2温度まで冷却するように構成されており、

前記コントローラは、大気圧下で前記加熱装置が第1室で処理される加工品に熱エネルギーを伝達するように、該加熱装置を動作させるように構成され、これにより、大気圧下で加工品が第1温度まで加熱され、次いで、前記コントローラは、その後前記真空環境へと加工品を輸送するために、前記第1室を真空圧力まで排気させ、前記コントローラは、前記冷却装置が加工品を第2温度まで冷却するように、該冷却装置を動作させる、二重ロードロックアセンブリ。

【請求項24】

加工品を大気環境から真空環境へと移行させるための第1のロードロック室と、
加工品を真空環境から大気環境へと移行させるための第2のロードロック室とを有するイオン注入システムにおける、加工品の高温イオン注入方法であって、該方法は、

第1のロードロック室において加工品が処理される間、大気環境の大気圧の下で加工品を加熱するステップと、

前記第1のロードロック室を真空圧力まで排気して、前記真空環境へと加工品を輸送するステップと、

第2のロードロック室において加工品が処理される間、真空環境の真空圧力の下で加工品を冷却するステップとを含む、高温イオン注入方法。

【請求項25】

前記真空圧力は、前記真空圧力から前記大気圧への移行に関連付けられた可変の圧力である、請求項24に記載の高温イオン注入方法。

【請求項26】

前記方法は、処理温度で加工品を処理するステップをさらに含み、
加工品は、第1のロードロック室において、第1温度まで加熱される、請求項24に記載の高温イオン注入方法。

【請求項27】

前記第1温度は、前記処理温度よりも低い、請求項26に記載の高温イオン注入方法。

【請求項28】

前記第1温度は、前記処理温度よりも高く、加工品は、該加工品が処理されるのに先行して、前記処理温度近くまで冷却され得る、請求項26に記載の高温イオン注入方法。

【発明の詳細な説明】

【発明の詳細な説明】

【0001】

〔技術分野〕

10

20

30

40

50

本発明は、一般的に、加工品を処理するための加工品処理システムおよび方法に関し、とりわけ、処理能力が最大化された、加工品に加熱イオンを注入するための、システムおよび方法に関する。

【0002】

〔背景技術〕

半導体処理において、1つの加工品または半導体ウエハに対して複数の操作が実施される。一般に、加工品に対するそれぞれの処理操作は、典型的には、特定の順序にて実施される。ここで、先の操作が完了するまで各操作が待機になる。したがって、加工品が次の処理ステップに移行できるようになる時間に影響が出る。処理場所に誘導する処理フローが、そのような処理に関連付けられた次のイベントによって中断される場合、イオン注入などのような、真空下で実行される比較的短い処理についての、ツール生産性またはスループットは、大幅に制約を受け得る。例えば、搬送装置または格納カセットと処理システムとの間で加工品を交換する操作、前記処理システムの注入室における大気環境から真空環境へ加工品を搬送する操作、および、例えばノッチ位置決めなどの、真空環境内での加工品位置決め操作などのような各操作は、ツール生産性について、重大な影響を受け得る。

10

【0003】

例えばイオン注入のような、加工品の処理は、典型的に、注入室の減圧環境下で実施される。ここで、イオンは、一般に、ビームラインに沿って増進させられ、そのイオンは、真空の注入室に入り、所定の方法（例えば、所定の線量、所定のエネルギー量）で加工品に打ち付けられる。いくつかの操作は、典型的には、加工品を注入室に導入するために、また、イオン注入室内のイオンビームに関して、適正な位置および方向に加工品を配置するために、注入までに実施される。例えば、加工品は、大気カセットまたは格納装置からロードロック室へと、ロボットを介して搬送される。ここでは、ロードロック室は、イオン注入器の真空処理環境に加工品を導くために、続けて真空にされる。例えば、カセットまたは格納装置は、コンベヤーシステムまたはその他のタイプの搬送装置を介して、イオン注入器へと搬送されてもよい。

20

【0004】

〔発明の概要〕

イオン注入処理技術の公知例としては、熱イオン注入処理がますます一般化されつつある。この処理では、加工品は、加熱され、処理温度が300 から600 の範囲でイオンを注入される。この処理温度は、典型的には、注入の間、加工品を支持する静電チャック（ESC；electrostatic chuck）によって達成される。このような、イオン注入室の真空環境における静電気チャックによる加熱は、時間を要し、加工品のスループットに深刻な影響を与え得る。その上、室温下にある比較的冷たい加工品が、静電気チャックによって固定され、そのような高い処理温度にまで加熱される場合、加工品の熱膨張によって、加工品が、ESCから有害に動かされ、これにより、粒子が発生したり、ESCの固定面および/または電極の摩耗が早められたりする。

30

【0005】

本発明は、従来技術の制約を、高温のイオン注入システムにおいて、大気環境と真空環境との間で加工品を搬送するためのシステム、装置、および、方法を提供することによって克服する。さらに、本発明は、前記システムの所有者に対して、スループットの最大化と、コストの最小化とを提供する。

40

【0006】

したがって、本発明のいくつかの態様について基本的な理解をもたらすために、以下では、単純化された発明の概要が提示される。本概要は、本発明の広範囲な上位概念とは限らない。本概要は、本発明のキーまたは重大な要素を特定する意図もなければ、本発明の外延を描写する意図もない。本概要の目的は、後述されるより詳細な説明の前置きとして、単純化された形態にて、本発明のいくつかの概念を提示することである。

【0007】

50

本発明は、一般的に、イオン注入装置を備えたイオン注入システムに着目している。前記イオン注入装置は、イオンビームを処理室に向けて導くように構成されており、該処理室は、その中で真空環境を有する。第1の二重ロードロックアセンブリおよび第2の二重ロードロックアセンブリが設けられる。第1の二重ロードロックアセンブリおよび第2の二重ロードロックアセンブリのそれぞれは、第1室および第2室を備えている。

【0008】

第1室および第2室のそれぞれの内部容積は、概ね、共有壁によって互いに隔てられている。第1室および第2室のそれぞれは、真空ドアと大気ドアとを有している。各真空ドアは、第1室および第2室と、前記真空環境との間における、選択的な液体流通経路を提供するように構成されている。各大気ドアは、第1室および第2室と、大気環境との間における、選択的な液体流通経路を提供するように構成されている。

10

【0009】

ある典型的な態様によれば、各第1室は、その中に予熱装置を有している。該予熱装置は、該第1室の中で処理される加工品を第1温度まで加熱するように構成されている。

【0010】

他の態様によれば、各第2室は、加工品がそれぞれの第2室で処理されたときに、該加工品を第2温度まで冷却するように構成された後冷却装置を有する。第1の二重ロードロックアセンブリおよび第2の二重ロードロックアセンブリのそれぞれにおける第1室と第2室との間にある前記共有壁は、第1室と第2室とを分け隔てるとともに、概ね、第1室と第2室との間の熱障壁も規定する。例えば、前記熱障壁は、第1冷却チャンネルが通っているプレートを備えている。ここで、第1冷却チャンネルの中を通っている第1冷却液体は、第1室および第2室とは互いに、熱的に実質独立している。ある具体例によれば、前記プレートは、概ね、第2室内で加工品を支持するように構成された冷氣プレートを規定する。そして、第1冷却チャンネルの中を通っている第1冷却液体は、実質的に、加工品を前記第2温度まで冷却する。

20

【0011】

例えば、熱チャックは、さらに、処理室内で加工品を選択的にそこに固定するように構成されている。前記熱チャックは、さらに、加工品を、第1温度よりも高い第3温度まで加熱するように構成されている。そして、熱チャックは、加工品にイオンビームが当たっている間、加工品をそこに固定したままである。前記熱チャックは、例えば、加熱静電チャックを備えている。

30

【0012】

第1の二重ロードロックアセンブリおよび第2の二重ロードロックアセンブリのそれぞれが備えている第1室および第2室における選択的な液体流通経路には、ポンプがさらに設けられている。そして、第1の二重ロードロックアセンブリおよび第2の二重ロードロックアセンブリのそれぞれが備えている第1室および第2室における選択的な液体流通経路には、排出口がさらに設けられている。

【0013】

他の典型的な態様によれば、コントローラが設けられており、該コントローラは、前記予熱装置を介して、加工品を、大気環境において、第1温度まで加熱するように構成されている。該コントローラは、それから、加熱イオン注入のための前記熱チャックを介して、加工品を第3温度まで加熱するように構成されている。前記コントローラは、前記イオン注入装置を介して、加工品にイオンを注入するように構成されてもよい。また、前記コントローラは、前記後冷却装置を介して、加工品を前記第2温度まで冷却するように構成されてもよい。さらに、コントローラは、前記ポンプ、前記排出口、ならびに、第1の二重ロードロックアセンブリおよび第2の二重ロードロックアセンブリのそれぞれが備えている大気ドアおよび真空ドアを制御することによって、加工品を、大気環境と真空環境との間で、選択的に搬送するように構成されている。

40

【0014】

前述の目標および関連する目標の達成のために、本発明は、後にすべて説明される特徴

50

、とりわけ、請求項において示される特徴を備える。以下の説明および添付の図面は、本発明の例示的な特定の実施形態を詳細に陳述する。しかしながら、これらの実施形態は、本発明の本質が採用されてもよい様々な様式のうちの少数を示すに過ぎない。本発明の他の目的、利点および新規な特徴は、図面と併せて考慮されたときに、本発明の以下の詳細な説明から明らかになるであろう。

【0015】

〔図面の簡単な説明〕

図1は、本開示のある態様に基づく、加熱イオン注入システム的具体例を示すブロック図である。

【0016】

図2は、本開示の他の態様に基づく、二重ロードロックアセンブリ的具体例を示す斜視図である。

【0017】

図3は、本開示の他の態様に基づく、二重ロードロックアセンブリ的具体例を示す他の斜視図である。

【0018】

図4は、本開示の他の態様に基づく、二重ロードロックアセンブリ的具体例を示す部分断面図である。

【0019】

図5は、本開示の他の態様に基づく、二重ロードロックアセンブリ的具体例における第1室を示す上面図である。

【0020】

図6は、本開示の他の態様に基づく、二重ロードロックアセンブリ的具体例における第1室を示す斜視図である。

【0021】

図7は、本開示の他の態様に基づく、二重ロードロックアセンブリ的具体例における共有壁を示す斜視図である。

【0022】

図8は、本開示の他の態様に基づく、放射熱源的具体例を示す図である。

【0023】

図9は、本開示の他の態様に基づく、加熱イオン注入システムの他の具体例を示す図である。

【0024】

図10は、本発明の他の具体的な態様に基づく、加工品に加熱イオンを注入するための具体的方法を示すブロック図である。

【0025】

〔発明の詳細な説明〕

本発明は、一般に、イオン注入システムに向けられ、より詳細には、高処理能力の加熱イオン注入システムに向けられている。したがって、本発明は、同様の参照番号が全体を通して同様の構成要素の参照に使用されてもよい、図面の参照と共に記載されるだろう。これらの態様の記載は、単なる解説に過ぎず、これらは制限の意味において解釈されるべきではないことが理解されるべきである。下記の記載において、説明の目的のため、多くの固有の詳細は、本発明の十分な理解を提供する目的のために示される。しかしながら、本発明はこれらの固有の詳細を伴わずに実行できることが当業者には明らかだろう。

【0026】

本開示の一態様にしたがって、図1は例示的なイオン注入システム100を図解する。本例におけるイオン注入システム100は、例示的なイオン注入装置101を備えるが、プラズマ処理システム、または他の半導体処理システムのような、様々な他の種類の真空半導体処理システムもまた考慮される。イオン注入装置101は、例えば、末端部102と、ビームラインアセンブリ104と、終端ステーション106とを備える。

10

20

30

40

50

【0027】

一般に、末端部102におけるイオン源108は、添加ガスを複数のイオンにイオン化し、イオンビーム112を形成するために、電源110と接続される。本例におけるイオンビーム112は、質量分析装置114を通り、終端ステーション106に向かって開口116の外に向けられている。終端ステーション106において、イオンビーム112は選択的にクランプされた、またはチャック120（例えば、静電チャックまたはESC）に搭載された加工品118（例えば、シリコンウエハ、表示パネルなどのような基板）に衝突する。一度加工品118の格子に衝突すると、注入されたイオンは加工品の物理的および/または化学的性質を変化させる。このため、イオン注入は、物質科学研究における様々な適用例と同じく、半導体装置製造および金属最終加工において使用される。

10

【0028】

本開示のイオンビーム112は、イオンが終端ステーション106に向けられる、ペンシルまたはスポットビーム、リボンビーム、走査ビーム、または他の何れかの形式のような、何れかの形式が例として挙げられ、全てのこのような形式は本開示の範囲内に入るように考慮される。

【0029】

一例示的態様によれば、終端ステーション106は、真空室124のような処理室122を備え、処理環境126が処理室と関連している。処理環境126は、概ね処理室122内部に存在し、1つの例において、処理室に接続され、処理室を実質的に真空にする、真空源128（例えば、真空ポンプ）によって作り出された真空を備える。

20

【0030】

一例において、イオン注入装置101は、加工品118が処理温度（例えば、おおよそ摂氏600度）に加熱される、高温イオン注入を提供するように構成される。したがって、本例において、チャック120は熱チャック130を備える。加工品をイオンビーム112に曝す前、最中、および/または後において、加工室122内部の加工品118をさらに過熱する間に、熱チャックは加工品118を支持し、保持するように構成されている。

【0031】

熱チャック130は、例えば、周囲または外部環境132（例えば、「大気環境」とも呼ばれる）環境または大気の温度よりも相当高い処理温度まで、加工品を加熱するように構成された静電チャック（ESC）を備える。静電チャック130を加熱し、順番に、加工品118が所望の処理温度に属するように構成されている、加熱システム134がさらに提供されてもよい。

30

【0032】

発明者は、このような温度への加工品118の加熱は、従来的に、所望の温度に到達するまで、加工品が処理環境126の真空中のチャックにおいて、「濡れている」ことを許されるイオン注入システム100を通じたサイクル時間に悪影響をおよぼしかねないと評価する。したがって、製造効率を向上させるために、本開示は、処理室122と連結するように作動する、第1二重ロードロックアセンブリ136Aと第2二重ロードロックアセンブリ136Bとを提供する。

40

【0033】

図2は本開示のいくつかの態様に基づいて、より詳細に例示的な二重ロードロックアセンブリ136を描写する。図2から7の二重ロードロックアセンブリ136および構成要素は、図1の第1二重ロードロックアセンブリ136Aと第2二重ロードロックアセンブリ136Bとの両方を表すと考えられることに言及されるべきであり、同様の特徴が、第1二重ロードロックアセンブリと第2ロードロックアセンブリとの両方に存在する。

【0034】

例えば、図2から4に示されるように、二重ロードロックアセンブリ136は、第1室138と第2室140が、おおよそ他の上方に並べられ、それぞれの内部容積142および144が、第1および第2室の間に共有された共通壁146を介して、他の1つとおお

50

よそ独立している、第1および第2室のそれぞれと連結している、垂直に積層された構成を備える。第1室138と第2室140とのそれぞれは、それぞれ真空ドア148および大気ドア150（例えば、図1から5に描かれた真空ドアと大気ドアとのそれぞれのうちの1つ）を有する。それぞれの真空ドア148は、第1室136または第2室138と真空環境126との間の流体的連通を選択的に提供するように構成されている。さらに、それぞれの大気ドア150は、第1室136または第2室138と大気環境132との間の流体的連通を選択的に提供するように構成されている。

【0035】

本例において、第1室138と第2室140とのそれぞれは、二重ロードロックアセンブリ136一つにつき、合計で二つの真空ドアと二つの大気ドアとが提供されるように、真空ドア148と大気ドア150とを個別に提供することに言及される。しかしながら、二重ロードロックアセンブリ136は、第1および第2室138および140の両方に提供される、ただ一つの真空ドア148と大気ドア150とを提供されてもよいことも考慮される。それでもさらに、図1に描かれた真空ポンプおよび排気口151は、図2に描かれた二重ロードロックアセンブリ136のそれぞれの第1および第2室138および140との流体的連通が、さらに選択的に提供されてもよい。図1の真空ポンプおよび排気口151は、図2の第1および第2室138および140のそれぞれの内部に真空を選択的に提供し、すなわち、第1および第2室138および140のそれぞれの内部を大気に選択的に排気する。

【0036】

本開示の一例示的態様にしたがって、図2から6に描かれるように、第1室138は予熱装置152を備える。予熱装置152は、例えば、おおよそ摂氏300度から摂氏700度のオーダーであってもよい、第1温度へ第1室138内部に配置された加工品（図示せず）を加熱するように構成されている。第1温度は、例えば、処理温度と比べて、等しく、低く、または高くともよく、1つの例において、概ね摂氏400度から摂氏600度の間の範囲であってよい。処理温度よりも低い第1温度は、処理室122への加工品18の次の輸送の間のさらなる熱損失を許すため、処理能力が改善できる。処理温度よりも高い第1温度は、熱チャック130上を別に要求された加熱を制限するが、むしろ熱チャックは加工品を所望の温度に簡単に維持できる。このように、第1室138と熱チャックとの間の加工品118の輸送の間の熱損失を最小化できる。用具設計、処理、および所望の処理能力に基づく仕事の流れに依存して、加工品は、処理温度と比べて等しいまたは低い第1温度まで、予熱装置152を介して予熱されてもよく、このために、図1の真空室124の内部の熱チャック130上の最終温度の均等化が可能となる。このような筋書きは、処理温度までの最終加熱が熱チャック130上において実行される、処理室122への輸送の間の加工品118のいくらかの熱損失を許す。代わりに、加工品118は予熱装置152を介して、処理温度よりも高い第1温度に予熱されてもよい。したがって、処理室122への輸送の間の加工品118の冷却が、熱チャック130に保持されるときに加工品が処理温度になることがちょうど可能であるように最適化されるだろう。

【0037】

したがって、二重ロードロックアセンブリ136の第1室138と関連する予熱装置152は、処理室122の処理環境126の真空へ加工品を運ぶ前に、外部環境132の大気圧において加工品118を有利に加熱できる。例えば、処理室120内部のような、高い真空環境における加工品118への熱移動は、輻射によって大きく優位である。摂氏300度から摂氏500度の間の温度の結晶シリコンの半球放射率の合計は、例えば、おおよそ0.2から0.6の間の範囲であり、したがって、加工品118の照射された熱吸収の低い比率のために、早いウエハの熱渡過をよく導かない。

【0038】

熱の立ち上がりを加速させ、熱移動のための追加の機構を可能にするために、加工品118の背面は、熱チャック130と伝導接触をもたせられる。この伝導接触は熱チャック130と加工品118との間の、（「背面ガス」とも呼ばれる）圧力制御されたガス境界

10

20

30

40

50

面を介して達成される。背面ガスの圧力は、例えば、熱チャック 130 の静電気力によって概ねが制限され、5 から 20 トルの範囲に概ね保持されてもよい。背面ガス境界面の厚み（例えば、加工品 118 と熱チャック 130 との間の距離）は、ミクロンのオーダー（典型的には 5 から 20 マイクロメートル）において制御され、このように、この圧力体制における分子平均自由行程は、境界面の厚みが、転換と分子ガス体制との中にシステムを押し込むために、十分大きくなる。

【0039】

ここで使用されるシステムは、例えば、 $Kn = 1$ と $Kn = 5$ との間の範囲におけるクヌーゼン数を有することができる。分子ガス流体制への転換は、例えば、1 よりも大きいクヌーゼン数（ $Kn = \lambda / d > 1$ 、ここで、 λ は平均気体自由経路であり、 d はシステムの特徴的な長さ - この場合は境界層の厚みである）によって記述される。粘性気体体制（ $Kn < 1$ ）において、熱伝導は実質的には気体圧力および密度の関数ではない。 $Kn > 1$ の希薄気体状態である、分子流体制への転換において、気体熱伝導は気体圧力とシステムの特徴的な長さとの強い関数となる。

【0040】

例えば、熱伝導率の増加の方法による、この境界層中部の圧力の増加は、加工品 118 と熱チャック 130 との間の熱移動に対する熱抵抗を実質的に増加させてもよい。このため、低い熱抵抗は、定常状態の温度に到達させる、加工品に対する熱の立ち上がりの加速と同様に、熱チャック 130 と加工品 118 との間の比較的低い熱勾配を許す。加工品 118 の熱平衡を早くすることは、よりよいシステム全体の加工品の処理能力の獲得を助ける。

【0041】

したがって、本開示は、加工品 118 と熱源、この場合は予熱装置 152 との間の境界層における粘性流体制を有するためであることと同様に、加工品の予熱に対する高い圧力環境の提供への貢献を評価する。このため、加工品 118 と予熱装置 152 との間の気体境界層の最大熱伝導率は、大気環境 132 の大気圧において獲得され、熱移動の性能を最大化させることにより獲得される。

【0042】

かわりに、処理環境 126 の真空圧力において、予熱装置 152 は加工品 118 を加熱してもよい。今までの他の代替において、予熱装置 152 は、第 1 室 138 が大気圧から真空圧力へ遷移するように気体引きされるのと同じ時間枠の間に、加工品 118 を加熱してもよい。

【0043】

予熱装置 152 は、例えば、図 2 に描かれるように、第 1 室 138 内に配置されたホットプレート 154 を備える。ホットプレート 154 は、例えば、ホットプレート、熱ポンプ、またはホットプレートから加工品 118 へ熱エネルギーを伝搬させるためのその他の機構に埋め込まれた加熱素子を含んでもよい、抵抗ヒータを備える。一例によれば、リフト機構 156 がさらに規定され、予熱装置 152 の表面 158 へ、および表面 158 から、加工品（図示せず）を選択的に輸送するように構成される。リフト機構 156 は、例えば、ホットプレートの表面 158 を介して選択的に延びる、（図 5 においても示される）複数のリフトピン 160 を備える。代わりに、図 4 に描かれるように、リフト機構 156 は、加工品（図示せず）の周囲と係合し持ち上げるように構成された 1 つ以上の支持部 162 を備える。

【0044】

他の態様にしたがって、図 5 に示される予熱装置 152 は、例えば、ホットプレート 154 の表面 158 に規定された気体排気経路 162 を描写し、気体（図示せず）は加工品 118 とホットプレートとの間の境界層の中に規定される。例えば、そうでなければ、加工品の至る所の圧力差から持ち上げる力によって引き起こされてもよい、加工品 118 の移動を伴わない、気体排気経路 162 を通じた、第 1 室 138 の気体引きの間に、気体が排気されることを許される。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 5 】

他の例によれば、図 1 の予熱装置 1 5 2 は、輻射熱源 1 7 9 を備える。例えば、輻射熱源 1 7 9 は 1 つ以上のハロゲンランプ、発光ダイオード、および赤外加熱装置を備える。一例において、第 1 室 1 3 8 は窓（図示せず）を備え、輻射熱源は第 1 室の外に配置され、輻射熱源は、窓を介して、第 1 室内部に配置された加工品に向かって、輻射エネルギーを方向づけるように構成されている。

【 0 0 4 6 】

他の例にしたがって、図 1 の輻射熱源 1 7 9 は、図 8 に描かれるように、セラミックの蓋 1 9 6 を有する概ね中空のパン 1 9 5 を備える。例えば、合金に基づいた加熱素子 1 9 7（例えば、Ni - Cr、インコネル等）が、概ね中空のパン 1 9 5 内部に規定され、加熱素子はセラミックの蓋 1 9 6 へ輻射エネルギーを選択的に提供するように構成されている。低い放射率を有する輻射遮蔽 1 9 8（例えば、モリブデン、ニッケル等）がさらに規定される。セラミックの蓋 1 9 6 は、例えば、概ね平面であり、炭化シリコンまたは他の適する材料から構成される。このため、セラミックの蓋 1 9 6 は、加工品がセラミックの蓋 1 9 6 の表面 1 9 9 にあるとき、加工品 1 1 8 を選択的に加熱するように構成されている。

10

【 0 0 4 7 】

本開示の他の態様にしたがって、二重ロードロックアセンブリ 1 3 6 の第 2 室 1 4 0 は、加工品が、イオン注入の間にイオンを連続して注入される、第 2 室内部に配置されたときに、加工品を第 2 温度まで冷却するように構成された、予冷装置 1 8 0 を備える。第 2 温度は、例えば、第 1 温度および / または処理温度よりも概ね低い。

20

【 0 0 4 8 】

例えば、図 2 に描かれた共通壁 1 4 6 は、二重ロードロックアセンブリ 1 3 6 の第 1 室 1 3 8 と第 2 室 1 4 0 との間に位置する、物理および熱両方の障壁 1 8 2 を規定する。共通壁 1 4 6 は、例えば、さらに第 1 室 1 3 8 を第 2 室 1 4 0 から分離し、第 2 室 1 4 0 にも冷却を提供しながら、二重ロードロックアセンブリ 1 3 6 の外表面へ冷却を提供してもよい。共通壁 1 4 6 は、例えば、第 1 室 1 3 8 の冷却も提供してよい。熱障壁 1 8 2 は、例えば、貫通する冷却経路 1 8 6 を有する板 1 8 4 を備える。冷却経路 1 8 6 を通じて流れる冷却流体（例えば、水）は、第 2 室 1 4 0 から第 1 室 1 3 8 を概ね熱的に分離する。板 1 8 4 は、例えば、概ね第 2 室 1 4 0 内部の加工品を支持するように構成された冷板 1 8 6 をさらに規定してもよく、冷却経路を通じて流れる冷却流体は、さらに加工品を第 2 温度へ実質的に冷却する。

30

【 0 0 4 9 】

代わりに、予冷装置 1 8 0 は、熱障壁 1 8 2 から分離された冷却された加工品の支持部（図示せず）を備え、冷却された加工品の支持部は熱伝導を介してそこに存在する加工品を能動的に冷却するように構成されている。冷却された加工品の支持部は、例えば、貫通する第 2 冷却経路を有する冷板を備え、第 2 冷却経路を通る第 2 冷却流体は、冷板の表面に存在する加工品を実質的に冷却する。

【 0 0 5 0 】

図 1 において描かれるように、コントローラ 1 8 8 がさらに規定され、大気圧において加工品 1 1 8 それぞれに熱エネルギーを伝搬させ、第 1 所定温度まで加工品それぞれの温度を上昇させるために、予熱装置 1 5 2 のそれぞれを作動させるように構成されている。コントローラ 1 8 8 は、例えば、第 2 所定温度まで加工品 1 1 8 のそれぞれを冷却するように、予冷装置 1 8 0 のそれぞれをさらに作動させるように構成されている。コントローラ 1 8 8 はさらに、予熱装置 1 5 2 を介して第 1 室 1 3 8 において第 1 温度まで加工品 1 1 8 を加熱し、熱チャック 1 3 0 を介して処理室 1 2 2 において処理温度まで加工品を加熱し、イオン注入装置 1 0 1 を介して加工品にイオンを注入し、予冷装置 1 8 0 を介して第 2 室 1 4 0 において第 2 温度まで加工品を冷却し、ポンプおよび排気口 1 5 1 の制御を介して大気環境 1 3 2 と真空環境 1 2 6 との間、および第 1 および第 2 二重ロードロックアセンブリ 1 3 6 A、1 3 6 B のそれぞれの大気ドア 1 5 0 と真空ドア 1 4 8 との間にお

40

50

いて、加工品を選択的に輸送するように構成されてもよい。

【0051】

図9は、本発明にしたがって、図1の例示的な加熱イオン注入システム100をより詳細に描き、ここで詳細に記載され、垂直に積層された、二重ロードロックアセンブリ136A、136Bと組み合わせられた、図1から9に描かれたイオン注入システムの設計が、システムを通して最大化された加工品の高い処理能力を可能にするように有利に修正されてもよい、複数の工程を可能にすることが評価されるだろう。以下の例において、加工品の流れは、逆転してもよいことが言及されるべきであり、当業者によって評価されるだろう。例えば、第1の実施形態において、加工品118（例えば、一般的にはウエハの形式）が、選択された二重ロードロックアセンブリ136Aの第1室138Aへ選択された正面開口一体化容器（FOUP）から、第1「空中」ロボット190Aによって、加工品が初めに輸送されるように、処理室122へ、および処理室122から供給される。

10

【0052】

加工品118は第1室138内の大気圧において加熱され、それから第1室はその内部環境に真空圧力をもたらすように排気される。この加熱と加圧とは、連続して、同時に、または共に発生してもよい。しかし、実質的に早い熱の立ち上がり、低い真空圧力と比べて高い大気圧において得られるように、大気圧における加工品118の加熱が様々な有利点を提供することを、本開示は評価する。さらに、加工品118は第1室138内において、固定して維持されていない（例えば、重力によるもの以外に、クランプまたは拘束されていない）ことから、加工品は加熱の間自由に伸長し、このために、加工品の熱伸長による割れ、破損、または微粒子の生成の可能性を最小化する。

20

【0053】

例えば、比較的冷たい加工品118が第1室138に移動させられると、実体的な温度上昇がみられる。そうしている間、加工品118へ付加されたエネルギーが、加工品について、物質の容積に係る膨張を促進する。加工品118が、（例えば、チャックの固定する力によって）外部から束縛された場合、加工品の膨張は、これらの外部束縛のせいで、加工品内部において内的圧力を引き起こし得る。結果として、加工品118の裏面の粒子および擦り傷が、摩擦のせいで発生し得る。最終的に、このような過剰な束縛しようと固定する力は、加工品における熱傾斜および熱衝突と相まって、加工品の破損を引き起こし得る。したがって、外部の力無しで、有利には、加工品の熱の均等化を実現する、束縛されないシステムを持つことが望まれる。図1のシステム100において、予熱装置152に加工品118を固定するために能動的な力は必要ない。予熱サイクル全体が大気圧の下で実施されるので、加工品にかかる外部圧力は、重力と摩擦力のみである。したがって、加工品118は、上述の過剰な束縛の外部からの力なしに、容積にかかる熱膨張を比較的自由に達成する。

30

【0054】

本具体例によれば、加工品118が予熱装置152によって予熱されると、加工品は、第1室138Aから、第1真空ロボット194Aによるイオン注入のための処理室122へ搬送される。第1真空ロボット194Aは、選択された二重ロードロックアセンブリ（本具体例では、第1の二重ロードロックアセンブリ136A）に関連付けられている。高温イオン注入処理が完了した後、加工品118は、アセンブリに関連付けられた第2真空ロボット194Bによって、該アセンブリの第2室140Bに搬送されてもよい。該アセンブリとは、二重ロードロックアセンブリであり、例えば、本具体例では、第2の二重ロードロックアセンブリ136Bである。この時点で、加工品118は、冷却されて、第2室140は、換気され、内部環境が大気圧に戻される。加工品118は、第2「空中」ロボット190Bによって、FOUP192C、192Dに戻される。

40

【0055】

あるいは、第2の実施形態において、加工品を選択されたFOUP192から、選択された二重ロードロックアセンブリ136（本具体例では、二重ロードロックアセンブリ136A）の第1室138Aに搬送することによって、加工品118を、処理室122から

50

移動させたり、処理室 1 2 2 へ移動させたりしてもよい。ここで、該加工品は加熱され、続いて第 1 室は、選択された二重ロードロックアセンブリに関連付けられた第 1 真空ロボット 1 9 4 A によって、後に続く処理室 1 2 2 への移動のために、その内部環境が真空圧力になるように空気を抜かれる。その後、加工品 1 1 8 は、同じ二重ロードロックアセンブリ 1 3 6 A の同じ第 1 真空ロボット 1 9 4 A によって、該アセンブリの第 2 室 1 4 0 A へ搬送されてもよい。こうして、加工品は冷却され、第 2 室は空気が抜かれて、該加工品が、FOUP 1 9 2 A、1 9 2 B に戻るように、第 1 “空中” ロボット 1 9 0 A によって搬送されることが可能となる。各 FOUP 1 9 2、各ロボット 1 9 0、1 9 4、各二重ロードロックアセンブリ 1 3 6、各アセンブリの第 1 ロードロック室 1 3 8 および第 2 ロードロック室 1 4 0、ならびに、処理室 1 2 2 の間で、並行して、複数の処理ステップを容易に実施するために、様々な代替の作業フロー経路があり得ることが理解されるであろう。

10

【0056】

図 10 は、加熱イオン注入処理におけるスループットを向上させるための、本発明に係る、具体例としての方法 200 を示す。なお、典型的な方法は、一連のアクト (act) またはイベント (event) として図示および説明されるが、本発明によれば一部のステップは、図示および本詳細な説明に記載されているのと、異なる順序でおよび/または離れている別の一部のステップと同時に、起こってもよいので、本発明は、このようなアクトまたはイベントの図示された順序によって限定されないと理解されるであろう。加えて、図示される全てのステップが、本発明に係る方法論を実施するために、必要とされるわけではない。さらに、該方法は、図示および本詳細な説明に記載されているシステム、ならびに、図示されていない別のシステムに関連して実施されてもよいと認められるであろう。

20

【0057】

図 10 に示すとおり、方法 200 は、アクト 202 から始まる。ここで加工品は、FOUP から取り出される。アクト 204 において、加工品は、大気圧条件下の二重ロードロックアセンブリの第 1 室に置かれる。アクト 206 において、加工品は、第 1 室で、大気圧下で、第 1 温度まで加熱される。アクト 208 において、第 1 室の大気ドアが閉められ、第 1 室は、概ね真空にされる。アクト 208 のタイミングに応じて、全体的にまたは部分的に、大気圧下で、大気圧から真空圧力へ移行する間に、または、真空圧力下で、アクト 206 の加熱が実施されてもよい。アクト 210 において、第 1 室の真空ドアが開けられ、加工品が第 1 室から取り出され、加熱されたチャックに置かれる。アクト 212 において、該加熱されたチャックにより、加工品が処理温度まで加熱され、加熱された加工品は、加熱イオン注入によって、イオンを注入される。

30

【0058】

アクト 214 において、加熱イオン注入が完了すると、二重ロードロックアセンブリの第 2 室に加工品が置かれる。そして、第 2 室の真空ドアが閉められる。アクト 216 において、加工品は、第 1 室と壁を共有している冷却プレート上で、第 2 温度まで冷却される。アクト 218 において、第 2 室の大気ドアが開けられ、加工品が第 2 室から取り出される。もう一度、アクト 218 のタイミングに応じて、全体的にまたは部分的に、真空圧力下で、真空圧力から大気圧へ移行する間に、または、大気圧下で、アクト 216 の冷却が実施されてもよい。

40

【0059】

本発明はある好ましい実施形態に関して示され、かつ説明されているが、この明細書および添付された図面を読んで理解した当業者にとって、同等の代替および改良が想到されるだろうことは明らかである。具体的には、上述にて説明された要素 (アセンブリ、装置、回路など) によって実施される様々な機能に関して、このような要素を説明するために用いた用語 (手段への言及を含む) は、他に指示がない限り、ここで記載された本発明の模範的な実施形態における機能を実施する開示された構造と構造的には同等でないとしても、説明された要素の特定の機能を実施する (例えば機能的に同等な) 任意の要素に相当することが意図されている。追加して、本発明の特定の特徴は、いくつかの実施形態のう

50

ちのただ1つに対して開示されていてもよい。このような特徴は、必要に応じて、また、任意または特定の用途に有利である場合に、他の実施形態の1つ以上の他の特徴と組み合わされてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0060】

【図1】本開示のある態様に基づく、加熱イオン注入システムの具体例を示すブロック図である。

【図2】本開示の他の態様に基づく、二重ロードロックアセンブリの具体例を示す斜視図である。

【図3】本開示の他の態様に基づく、二重ロードロックアセンブリの具体例を示す他の斜視図である。

10

【図4】本開示の他の態様に基づく、二重ロードロックアセンブリの具体例を示す部分断面図である。

【図5】本開示の他の態様に基づく、二重ロードロックアセンブリの具体例における第1室を示す上面図である。

【図6】本開示の他の態様に基づく、二重ロードロックアセンブリの具体例における第1室を示す斜視図である。

【図7】本開示の他の態様に基づく、二重ロードロックアセンブリの具体例における共有壁を示す斜視図である。

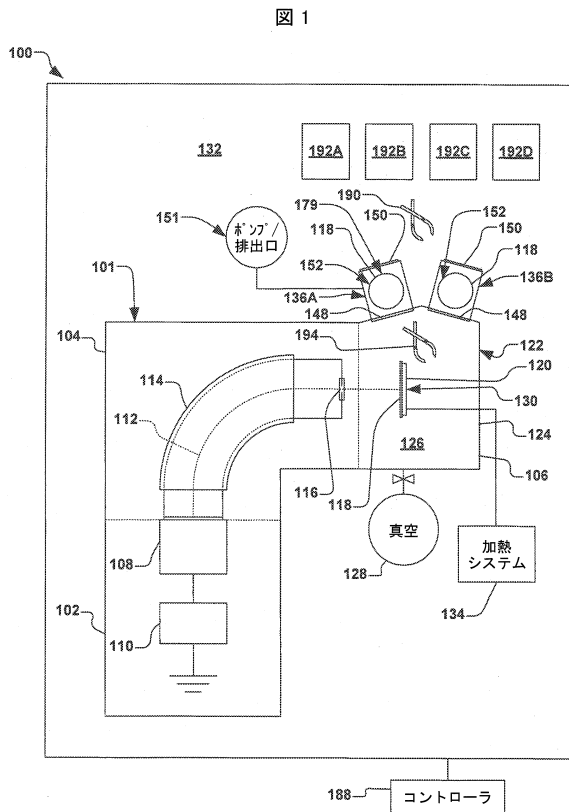
【図8】本開示の他の態様に基づく、放射熱源の具体例を示す図である。

20

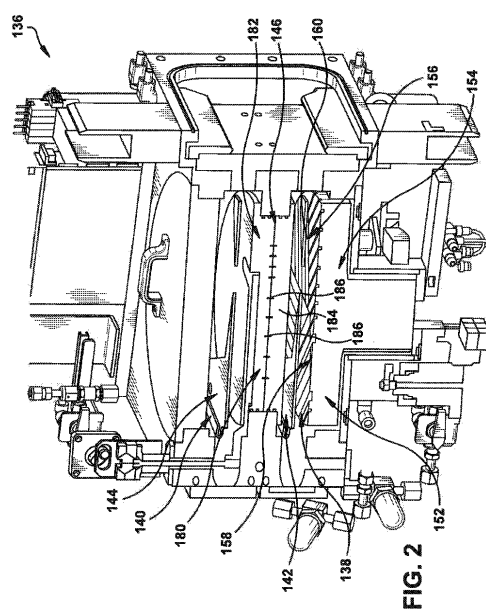
【図9】本開示の他の態様に基づく、加熱イオン注入システムの他の具体例を示す図である。

【図10】本発明の他の具体的な態様に基づく、加工品に加熱イオンを注入するための具体的方法を示すブロック図である。

【図1】



【図2】



【 図 3 】

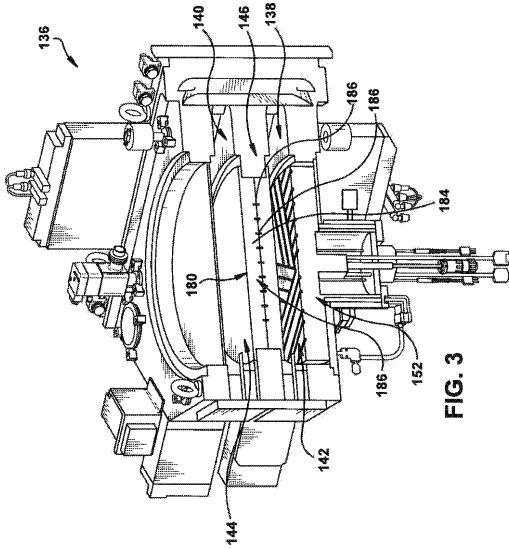


FIG. 3

【 図 4 】

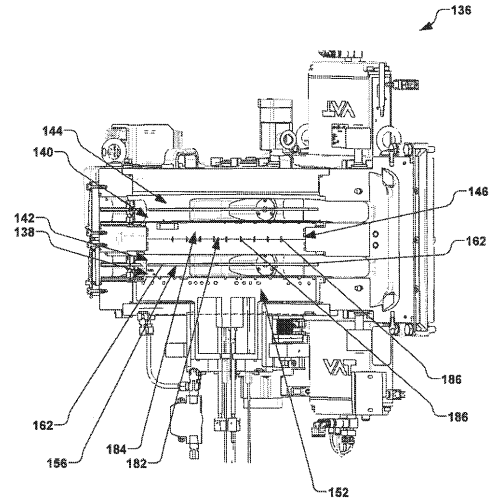


FIG. 4

【 図 5 】

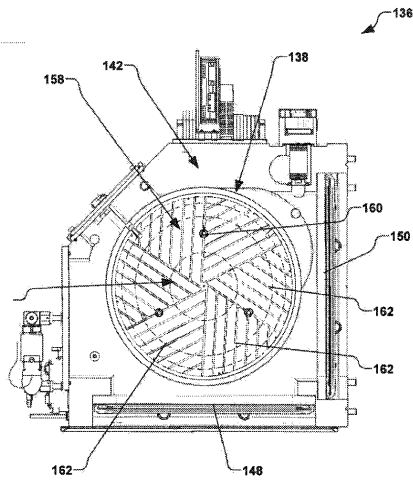


FIG. 5

【 図 6 】

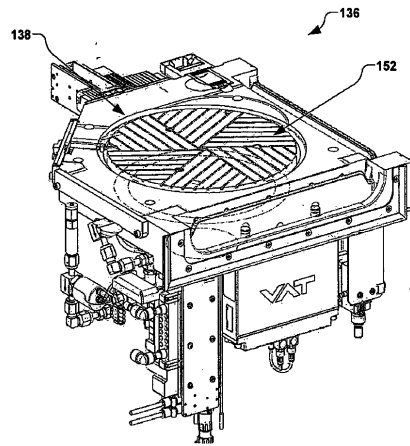


FIG. 6

【図7】

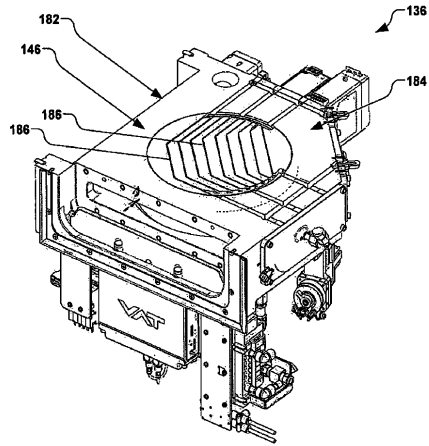


FIG. 7

【図8】

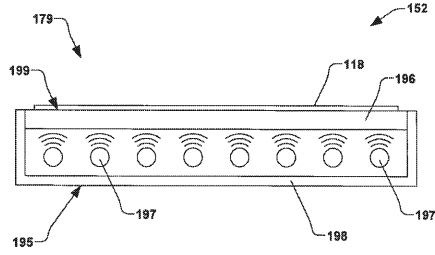


FIG. 8

【図9】

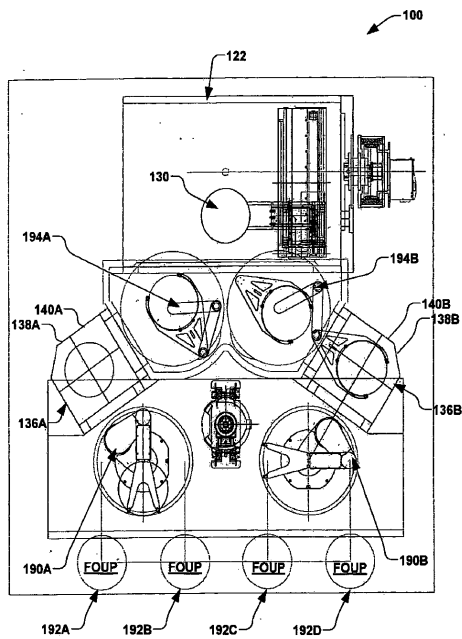
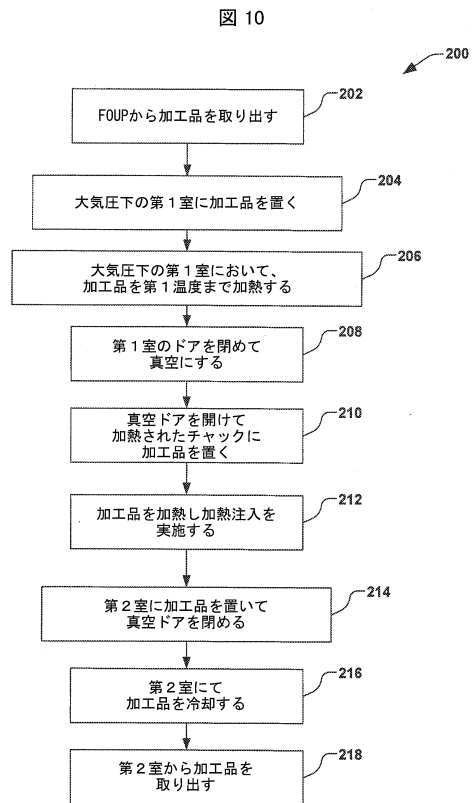


FIG. 9

【図10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 1 L 21/265 T
H 0 1 L 21/68 A

(72)発明者 フェララ, ジョーセフ
アメリカ合衆国, 0 1 8 3 3 マサチューセッツ州, ジョージタウン, ロング ビュー ウェイ
1 0

(72)発明者 テリー, プライアン
アメリカ合衆国, 0 1 9 1 3 マサチューセッツ州, エイムズプティー, ベーカー ストリート
7

審査官 右 高 孝幸

(56)参考文献 特開2008-251991(JP, A)
米国特許出願公開第2008/0042078(US, A1)
特表2014-509782(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H 0 1 J 3 7 / 3 1 7
H 0 1 J 3 7 / 1 6
H 0 1 J 3 7 / 1 8
H 0 1 L 2 1 / 2 6 5
H 0 1 L 2 1 / 6 7 7