

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5996381号  
(P5996381)

(45) 発行日 平成28年9月21日(2016.9.21)

(24) 登録日 平成28年9月2日(2016.9.2)

|                         |                       |
|-------------------------|-----------------------|
| (51) Int.Cl.            | F I                   |
| HO 1 L 21/304 (2006.01) | HO 1 L 21/304 6 4 3 A |
| HO 1 L 21/306 (2006.01) | HO 1 L 21/306 R       |

請求項の数 6 (全 16 頁)

|              |                               |           |                |
|--------------|-------------------------------|-----------|----------------|
| (21) 出願番号    | 特願2012-243723 (P2012-243723)  | (73) 特許権者 | 000219967      |
| (22) 出願日     | 平成24年11月5日(2012.11.5)         |           | 東京エレクトロン株式会社   |
| (65) 公開番号    | 特開2013-153135 (P2013-153135A) |           | 東京都港区赤坂五丁目3番1号 |
| (43) 公開日     | 平成25年8月8日(2013.8.8)           | (74) 代理人  | 100117787      |
| 審査請求日        | 平成27年1月21日(2015.1.21)         |           | 弁理士 勝沼 宏仁      |
| (31) 優先権主張番号 | 特願2011-289320 (P2011-289320)  | (74) 代理人  | 100091982      |
| (32) 優先日     | 平成23年12月28日(2011.12.28)       |           | 弁理士 永井 浩之      |
| (33) 優先権主張国  | 日本国(JP)                       | (74) 代理人  | 100107537      |
|              |                               |           | 弁理士 磯貝 克臣      |
|              |                               | (74) 代理人  | 100106655      |
|              |                               |           | 弁理士 森 秀行       |
|              |                               | (74) 代理人  | 100127465      |
|              |                               |           | 弁理士 堀田 幸裕      |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 基板処理装置および基板処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板を水平に保持する基板保持部と、  
 前記基板保持部を回転させる回転駆動部と、  
 前記基板保持部により保持された前記基板の周縁部分に第1処理液を供給する第1処理液ノズルと、  
 前記基板保持部により保持された前記基板の周縁部分に第1処理液より低い温度の第2処理液を供給する第2処理液ノズルと、  
 前記基板保持部により保持された前記基板の周縁部分に第1温度の第1ガスを供給する第1ガス供給手段と、  
 前記基板保持部により保持された前記基板に対して前記第1ガスの供給位置よりも半径方向中心側に第1温度より低い第2温度の第2ガスを供給する第2ガス供給手段と、  
 を備え、  
 前記第1ガス供給手段および前記第2ガス供給手段は、前記基板保持部により保持された前記基板の下方から、前記基板の下面に前記第1ガス及び前記第2ガスを供給し、  
 前記第1処理液ノズルから第1処理液を供給するとき前記第1ガス供給手段が前記第1ガスを供給し、前記第2処理液ノズルから第2処理液を供給するとき前記第2ガス供給手段が前記第2ガスを供給する、  
 基板処理装置。

【請求項 2】

前記第 1 ガス供給手段は、前記第 1 ガスの供給および供給停止を切り替える第 1 切替手段を有し、前記第 2 ガス供給手段は、前記第 2 ガスの供給および供給停止を切り替える第 2 切替手段を有し、

前記第 1 処理液ノズルから第 1 処理液を供給するとき前記第 1 切替手段が前記第 1 ガスを供給するよう切替えるとともに前記第 2 切替手段が前記第 2 ガスを供給停止するよう切替え、前記第 2 処理液ノズルから第 2 処理液を供給するとき前記第 1 切替手段が前記第 1 ガスを供給停止するよう切替えるとともに前記第 2 切替手段が前記第 2 ガスを供給するよう切替える、請求項 1 に記載の基板処理装置。

【請求項 3】

前記第 2 ガス供給手段は、加圧ガス供給源に接続されている、請求項 1 または 2 に記載の基板処理装置。

【請求項 4】

前記第 1 ガス供給手段の前記開口は、円周に沿って設けられている請求項 1 ~ 3 のうちのいずれか一項に記載の基板処理装置。

【請求項 5】

基板を水平に保持して回転させることと、

回転する前記基板の下方から前記基板の下面の周縁部分に第 1 ガスを供給しつつ、前記基板の周縁部分に第 1 温度の第 1 処理液を供給することと、

回転する前記基板の下方から前記基板の下面の前記第 1 ガスの供給位置よりも半径方向中心側に前記第 1 温度より低い第 2 温度の第 2 ガスを供給しつつ、前記基板の周縁部分に第 1 処理液よりも低い温度の第 2 処理液を供給することと、  
を備えた基板処理方法。

【請求項 6】

前記第 1 ガスの供給および供給停止の切り替えが、第 1 ガスの供給手段に設けられた切替手段を用いて行われ、前記第 2 ガスの供給および供給停止の切り替えが、第 2 ガスの供給手段に設けられた切替手段を用いて行われ、

前記第 1 処理液を供給するとき前記第 1 ガスを供給するよう切替えるとともに前記第 2 ガスを供給停止するよう切替え、前記第 2 処理液を供給するとき前記第 1 ガスを供給停止するよう切替えるとともに前記第 2 ガスを供給するよう切替える、請求項 5 に記載の基板処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、処理液を用いて基板の周縁部分を処理する基板処理装置および基板処理方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体装置の製造のための一連の処理には、半導体ウエハ（以下、単に「ウエハ」と呼ぶ）の周縁部分（半導体装置製品を取ることができない外周縁の近傍の部分）から不要な膜を除去する処理が含まれる。不要な膜を除去する方法として、例えば、ウエハを水平姿勢で回転させた状態で薬液を周縁部分に供給するウエットエッチング法が多く用いられている。ウエットエッチングで不要膜を除去する際には、比較的高温のエッチング液（例えば 60 程度の SC-1 液）を用いる場合がある。このとき、ウエハが冷えているとエッチング液が冷却されてしまい、十分な反応速度が得られないという問題がある。この問題を解決するために、ウエハの周縁部分のウエットエッチングを行う際に、ウエハの少なくとも周縁部分に加熱されたガスを吹き付けて当該周縁部分の温度を上昇させるための構成が特許文献 1 に記載されている。

【0003】

複数の膜が積層されたウエハの周縁除去処理を行う際に、各膜のエッチング時のウエハ温度を変更しなければならない場合がある。すなわち、例えば、上層を第 1 のエッチング

10

20

30

40

50

液を用いて高温で処理し、その後下層を第2のエッチング液を用いて低温で処理しなければならない場合である。特許文献1に記載の装置では、ウエハを一旦昇温した後に迅速に降温することが困難であり、この点においてさらなる改善の余地がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2011-54932号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

10

本発明は、基板の周縁部分を処理液で処理する際に、基板の温度を迅速に昇降させることができる技術を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、基板を水平に保持する基板保持部と、前記基板保持部を回転させる回転駆動部と、前記基板保持部により保持された前記基板の周縁部分に第1処理液を供給する第1処理液ノズルと、前記基板保持部により保持された前記基板の周縁部分に第1処理液より低い温度の第2処理液を供給する第2処理液ノズルと、前記基板保持部により保持された前記基板の周縁部分に第1温度の第1ガスを供給する第1ガス供給手段と、前記基板保持部により保持された前記基板に対して前記第1ガスの供給位置よりも半径方向中心側に第1温度より低い第2温度の第2ガスを供給する第2ガス供給手段と、を備えた基板処理装置を提供する。

20

【0007】

また、本発明は、基板を水平に保持して回転させることと、回転する前記基板の周縁部分に第1ガスを供給しつつ、前記基板の周縁部分に第1温度の第1処理液を供給することと、回転する前記基板に前記第1温度より低い第2温度の第2ガスを前記第1ガスの供給位置よりも半径方向中心側に供給しつつ、前記基板の周縁部分に第1処理液よりも低い温度の第2処理液を供給することと、を備えた基板処理方法を提供する。

【発明の効果】

【0008】

30

本発明によれば、温度の異なる第1ガスおよび第2ガスを適宜切り換えて供給することにより、基板の周縁部分の温度を迅速に昇降させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明による基板処理装置の第1実施形態に係る周縁膜除去装置を備えた基板処理システムの全体構成を概略的に示す平面図である。

【図2】第1実施形態に係る周縁膜除去装置の構成を示す縦断面図である。

【図3】周縁膜除去装置により実行される処理を説明するためのウエハの概略断面図である。

【図4】天板、第1ガス供給手段、第2ガス供給手段の別の実施形態を示す概略図である。

40

【図5】天板、第1ガス供給手段、第2ガス供給手段のさらに別の実施形態を示す概略図である。

【図6】天板、第1ガス供給手段、第2ガス供給手段のさらに別の実施形態を示す概略図であって、天板の中央上部を示す図である。

【図7】天板、第1ガス供給手段、第2ガス供給手段のさらに別の実施形態を示す概略図であって、天板の中央上部を示す図である。

【図8】本発明による基板処理装置の第2実施形態に係る周縁膜除去装置の構成を示す縦断面図である。

【図9】第2実施形態の周縁膜除去装置の第1ガス供給手段の変形例を示す図である。

50

【図１０】本発明による基板処理装置の第３実施形態に係る周縁膜除去装置の構成を示す縦断面図である。

【発明を実施するための形態】

【００１０】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

【００１１】

まず、本発明による基板処理装置の第１実施形態としての、ベベルウエットエッチング装置などと呼ばれる周縁膜除去装置１０を含む基板処理システムについて説明する。図１に示すように、基板処理システムは、外部から被処理基板としての半導体ウエハ等の基板Ｗ（以下、「ウエハＷ」ともいう）を収容したキャリアを載置するための載置台１０１と、キャリアに収容されたウエハＷを取り出すための搬送アーム１０２と、搬送アーム１０２によって取り出されたウエハＷを載置するための棚ユニット１０３と、棚ユニット１０３に載置されたウエハＷを受け取り、当該ウエハＷを周縁膜除去装置１０内に搬送する搬送アーム１０４と、を備えている。図１に示すように、基板処理システムには、複数（図示例では１２個）の周縁膜除去装置１０が設けられている。

10

【００１２】

次に、周縁膜除去装置１０の構成について説明する。図２に示すように、周縁膜除去装置１０は、ケーシング１２を有しており、ケーシング１２の天井部には、ケーシング１２により囲まれた空間内に清浄空気のダウフローを形成するファンフィルタユニット（ＦＦＵ）１４が設けられている。ケーシング１２の側壁（図２の紙面に向かって正面の側壁）にはウエハＷをケーシング１２に搬出入するために開口１５（図１を参照；図２には図示せず）が形成されており、当該開口はシャッター（図示せず）により開閉される。

20

【００１３】

ケーシング１２内には、ウエハＷを水平姿勢で保持する基板保持部１６が設けられている。基板保持部１６は、ウエハＷの裏面（下面）の中央部を真空吸着することによりウエハＷを保持する所謂バキュームチャックとして構成されている。基板保持部１６の下方には、基板保持部１６を回転駆動して基板保持部１６に保持されたウエハＷを回転させる回転駆動部１８、具体的には回転モータが設けられている。

【００１４】

基板保持部１６により保持されたウエハＷの半径方向外側において、ウエハＷの周囲を囲むように全体として円筒形のカップ２０が設けられている。カップ２０は、ウエハＷから遠心力により飛散する処理液を受け止めて、処理液の半径方向外側への飛散を防止する。カップ２０の底部には排出口２２が設けられており、排出口２２には排出管路２４が接続されており、この排出管路２４を介してカップ２０内にある液体および気体が排出される。排出管路２４には気液分離器（ミストセパレータ）２６が介設されており、カップ２０から排出された前記の液体および気体は相互に分離されて、それぞれ排気部（ＥＸＨ）および排液部（ＤＲ）へと排出される。なお、カップ２０の内部に液体と気体とを相互に分離する構造を設けるとともに、カップ２０底部に液体排出用の排液口および気体排出用の排気口を別個に設けてもよい。このような構造は当該技術分野において周知であり、その詳細な説明は省略する。いずれの場合も、この周縁膜除去装置１０の運転中においては、カップ２０の内部空間が排気部（ＥＸＨ）の負圧により吸引されている。

30

40

【００１５】

カップ２０は、図２に概略的に示されたカップ昇降機構２８により昇降させることができる。カップ２０が図２に示すように「上昇位置」にあるときには、カップ２０の上部開口端よりもウエハＷが下方に位置してカップ２０がウエハＷの周縁を囲む。図２の状態からカップ２０を「下降位置（図示せず）」まで下降させると、カップ２０の上部開口端よりもウエハＷが上方に位置して、カップ２０に邪魔されることなく、ケーシング１２内に進入してきた搬送アーム１０４と基板保持部１６との間でウエハＷの受け渡しが可能となる状態となる。なお、カップ２０を昇降可能とすることに代えて、基板保持部１６を昇降可能にしてもよく、この場合は、基板保持部１６を図２に示す位置から上昇させることにより

50

、カップ 20 に邪魔されることなく、搬送アーム 104 と基板保持部 16 との間でウエハ W の受け渡しが可能となる。このような機能を実現するには、回転駆動部 18 に基板保持部昇降機構（図示せず）を付設すればよい。

【0016】

図 2 に示すように、基板保持部 16 により保持されたウエハ W の上面全体を覆うことができる天板 30 が設けられている。天板 30 は、ウエハ W の周縁部分と天板 30 との隙間にウエハ W の外側に向けて流れる気流を形成し、ウエハ W の中央部分のデバイス形成領域に処理液が浸入することを防止するために設けられている。また天板 30 は、処理液のミストがウエハ W から特に上方向に飛散することも防止する。天板 30 は、エアシリンダ等からなる天板昇降機構 32 により、アーム 34 を介して昇降させることができる。天板 30 は、基板の処理が行われている際には図 2 に示す下降位置（ウエハ W に近接してウエハ W を覆う「処理位置」）にあり、このとき天板 30 はカップ 20 の上部開口端を閉塞する。詳細には、天板 30 の下面の周縁部と上昇位置にあるカップ 20 の上端部とが部位 36 において相互に接触するか、あるいは僅かな隙間を空けて近接し、部位 36 からの処理液またはそのミストの漏洩を防止する。搬送アーム 104 と基板保持部 16 との間でウエハ W の受け渡しが可能となる状態とするには、天板 30 を上昇位置（「処理位置」から離れた「退避位置」）に位置させる。なお、天板昇降機構 32 を設けることに加えて、天板回転機構（図示せず）を設け、天板 30 を水平方向に移動させることにより「処理位置」と「退避位置」との間で移動させてもよい。

【0017】

天板 30 は、基板保持部 16 により保持されたウエハ W の上面（表面）に対向（対面）する下面 38 を有している。下面 38 は、ウエハ W の中央部分に対向する中央領域 38a と、ウエハ W の周縁部分に対向する周縁領域 38b とを有している。天板 30 は、下面 38 の中央領域 38a を提供する下部中央部材 40 と、下面 38 の周縁領域 38b を提供する上部周縁部材 50 とを有している。下部中央部材 40 および上部周縁部材 50 は一体的に結合されているか或いは一体構造である。但し、両者の接続部の図示は省略している。

【0018】

天板 30 の周縁部分の一部、詳細には上部周縁部材 50 の周縁部分の一部には、ウエハ W の周縁部分に処理液を供給するためのノズルをウエハ W 周縁部分の上方の空間に進入させるための切除部 57 が設けられている。切除部 57 は、例えば、上部周縁部材 50 の下面に形成された直方体形状の凹部である。

【0019】

周縁膜除去装置 10 は、第 1 薬液として SC-1 液を吐出する第 1 薬液ノズル 61 と、第 2 薬液として DHF（希フッ酸）液を吐出する第 2 薬液ノズル 62 と、リンス液としての DIW（純水）を吐出するリンス液ノズル 63 とを供えている。各ノズル（61, 62, 63）の吐出口は、ウエハ W の中央部分のデバイス形成領域に向けての液はねが生じることを防止するために、ウエハの外側に向けて斜め下方に液を吐出するように形成されている。第 1 薬液ノズル 61 には、当該第 1 薬液ノズル 61 の吐出口付近の先端部分を切除部 57 内に進入させ切除部 57 から退出させる第 1 薬液ノズル移動機構（詳細は図示せず）、第 1 薬液ノズル 61 に第 1 薬液を供給する第 1 薬液供給源（詳細は図示せず）、第 1 薬液ノズル 61 と第 1 薬液供給源とを接続する第 1 薬液供給管路（詳細は図示せず）、第 1 薬液供給管路に介設された開閉弁および流量制御弁（詳細は図示せず）、第 1 薬液を加熱するヒータ（詳細は図示せず）などが付設されており、これらの部材は参照符号 61A を付けたボックスでまとめて概略的に示している。第 2 薬液ノズル 62 には、当該第 2 薬液ノズル 62 の吐出口付近の先端部分を切除部 57 内に進入させ切除部 57 から退出させる第 2 薬液ノズル移動機構（詳細は図示せず）、第 2 薬液ノズル 62 に第 2 薬液を供給する第 2 薬液供給源（詳細は図示せず）、第 2 薬液ノズル 62 と第 2 薬液供給源とを接続する第 2 薬液供給管路（詳細は図示せず）、第 2 薬液供給管路に介設された開閉弁および流量制御弁（詳細は図示せず）などが付設されており、これらの部材は参照符号 62A を付けたボックスでまとめて概略的に示している。リンス液ノズル 63 には、当該リンス液ノズル

6 3 の吐出口付近の先端部分を切除部 5 7 内に進入させ切除部 5 7 から退出させるリンス液ノズル移動機構(詳細は図示せず)、リンス液ノズル 6 3 にリンス液を供給するリンス液供給源(詳細は図示せず)、リンス液ノズル 6 3 とリンス液供給源とを接続するリンス液供給管路(詳細は図示せず)、リンス液供給管路に介設された開閉弁および流量制御弁(詳細は図示せず)などが付設されており、これらの部材は参照符号 6 3 A を付けたボックスでまとめて概略的に示している。第 1 薬液ノズル 6 1 と、第 2 薬液ノズル 6 2 およびリンス液ノズル 6 3 は図示の便宜上上下に並べて表示されているが、実際には同じ高さにあり、ウエハ W の円周方向ないし接線方向に並べて設けられている。なお、各ノズル(6 1, 6 2, 6 3)専用の切除部(5 7)を天板 3 0 の円周方向の異なる位置に設けてもよい。

10

#### 【0020】

下部中央部材 4 0 は、全体として円盤状の部材である。下部中央部材 4 0 の中心部には、常温の N 2 (窒素) ガス(第 2 ガス)を吐出するための吐出口としての開口 4 1 が形成されている。下部中央部材 4 0 の中心部には上下方向に延びる中空のガス通流管 4 2 が接続されており、ガス通流管 4 2 の内部に形成されたガス通路 4 2 a は開口 4 1 に通じている。ガス通路 4 2 a には、ガス供給管 4 3 を介して、加圧された常温の N 2 ガスの供給源である加圧ガス供給源 4 4 に接続されている。ガス供給管 4 3 には、N 2 ガスの供給、供給停止を切り替える切替手段としての開閉弁 4 5 が介設されている。開閉弁 4 5 を開くことにより、加圧された常温の N 2 ガスが開口 4 1 からウエハ W の上面と下部中央部材 4 0 の下面との間の空間に流れ込み、この N 2 ガスは図 2 中白抜き矢印で示すようにウエハ W の周縁部分に向かって流れる。なお、開口 4 1 から吐出させるガス(第 2 ガス)としては、N 2 ガスに限らず、他のガス、例えばクリーンエア、不活性ガス等の清浄でウエハ W に悪影響を与えることのない任意のガスを用いることができる。

20

#### 【0021】

上部周縁部材 5 0 にはヒータ(加熱手段) 5 1 が埋設されている。本例ではヒータ 5 1 は抵抗加熱ヒータからなり、電力供給源 5 2 から給電されて発熱する。ヒータ 5 1 の設定温度は例えば 130 ~ 150 である。従って、上部周縁部材 5 0 は、加熱ブロックとして機能する。下部中央部材 4 0 と上部周縁部材 5 0 との間には、全体として概ね円盤形のガス通流空間 5 3 が形成されている。ガス通流空間 5 3 に面した上部周縁部材 5 0 の下面から複数のフィン 5 4 が突出している。フィン 5 4 は、ガス通流空間 5 3 内のガスと上部周縁部材 5 0 との間の熱交換を促進するために設けられている。ガス通流空間 5 3 は、ガス通流管 4 2 の外側において、上部周縁部材 5 0 の上面すなわち、天板 3 0 の上面に開口する開口端からなる吸入口 5 5 を有している。なお、図 2 では、吸入口 5 5 は上部周縁部材 5 0 の上面よりやや上方にあるが、上部周縁部材 5 0 の上面と同じ高さにあってもよい。但し、ケーシング 1 2 内の雰囲気は F F U に近い上部の方がより清浄であるため、吸入口 5 5 は上方にある方が好ましい。

30

#### 【0022】

天板 3 0 とカップ 2 0 とが図 2 に示すような位置関係(接触ないし近接)にあり、かつ、加圧ガス供給源 4 4 から加圧されたガス(第 2 ガス)が供給されていないときには、カップ 2 0 の内部空間は排出口 2 2 を介して常時吸引されているため、カップ 2 0 の内部空間は負圧となる。これに起因して、天板 3 0 より上方の空間の雰囲気、特にファンフィルタユニット 1 4 から供給されるクリーンエアが吸入口 5 5 を介してガス通流空間 5 3 に引き込まれる。この引き込まれたクリーンエア(第 1 ガス)は、図 2 中黒塗り矢印で示すようにガス通流空間 5 3 を通って概ね半径方向外側に向かって流れ、下面 3 8 の中央領域 3 8 a の外側で流出口 5 6 から処理対象部位であるウエハ W の周縁部分に向けて流出し、さらにウエハ W の外側に流出する。このウエハ W の外側に流出する気流は、前述したウエハ W の回転により天板 3 0 とウエハ W の周縁部分との間に生じるウエハ W の外側に流出する気流との相乗作用により、ウエハ W の中央部分のデバイス形成領域に処理液が浸入することをより確実に防止する。なお、流出口 5 6 は円周方向に連続的に延びる 1 つの開口であってもよいし、円周上に断続的に配置された複数の開口であってもよい。ガス(本例にお

40

50

いてはケーシング 12 内のクリーンエア)はガス通流空間 53 を流れていく途中で、ヒータ 51 により加熱された上部周縁部材 50 の下面およびフィン 54 との熱交換により温度が上昇する。(例えば 100 程度)その後、流出口 56 からウエハ W の周縁部分に向けて流出し、これによってウエハ W が加熱される(例えば 60 程度)。流出口 56 は、加熱されたガス(第 1 ガス)がウエハ W の周縁部分に対して、ウエハ W の外側に向けて斜め下方に入射するように形成されているので、ウエハ W の中央部分のデバイス形成領域に処理液が浸入することをさらに確実に防止することができる。また、加熱されたガスが、ウエハ W の上面と平行ではなく、ウエハ W の上面と角度を成して入射するようになっているため、ウエハ W の周縁部分の加熱効率が向上する。

#### 【0023】

一方、天板 30 とカップ 20 とが図 2 に示すような位置関係にあり、かつ、加圧ガス供給源 44 から加圧されたガス(第 2 ガス)が供給されている場合には、ウエハ W の上面と天板 30 の下面 38 との間を外側に向かって大流量で常温のガスが流れる(図 2 の白抜き矢印を参照)。これにより、ウエハ周縁部分の温度を上げた後に、ウエハ周縁部分のみならずウエハ全体が、常温で供給される第 2 薬液による処理に適した温度まで冷却される。さらに、このときには、図 2 の白抜き矢印で示されるウエハ W の周縁部分の近傍を流れる常温の加圧ガス(第 2 ガス)の影響により、図 2 の黒塗り矢印で示される流出口 56 からの加熱されたガス(第 1 ガス)の流出が無くなるか或いは非常に少なくなり、かつ、加熱されたガスが流出口 56 から多少流出したとしても、常温の加圧ガスの流れがウエハ W の周縁部分の表面を覆っているため、ウエハ W の周縁部分が加熱されたガスにより影響を受けることは殆どなく、ウエハ W の周縁部分の温度は専ら常温の加圧ガスの影響を受けて変化することになる。すなわち、ウエハ W の周縁部分が既に加熱されていたとしたならば、ウエハ W の周縁部分の温度は下降する。従って、開閉弁 45 により加圧ガス供給源 44 からの加圧されたガスの供給、停止を切り換えることのみによって、ウエハ W の周縁部分の加熱、冷却の切換を行うことができる。なお、加圧ガス供給源 44 からの常温のガスは開口 41 からウエハ W の中央部分に吹き付けられるので、バキュームチャックからなる基板保持部 16 およびウエハ W の被チャック部分の温度上昇を防止することができ、その結果、当該部分の熱変形によるチャック不良を防止することができる。

#### 【0024】

図 2 に概略的に示すように、周縁膜除去装置 10 は、その全体の動作を統括制御するコントローラ(制御部)200を有している。コントローラ 200 は、周縁膜除去装置 10 の全ての機能部品(例えば、基板保持部 16、回転駆動部 18、カップ昇降機構 28、天板昇降機構 32、開閉弁 45、電力供給源 52、各ノズル 61~63 の駆動機構、開閉弁、流量調整弁等)の動作を制御する。コントローラ 200 は、ハードウェアとして例えば汎用コンピュータと、ソフトウェアとして当該コンピュータを動作させるためのプログラム(装置制御プログラムおよび処理レシピ等)とにより実現することができる。ソフトウェアは、コンピュータに固定的に設けられたハードディスクドライブ等の記憶媒体に格納されるか、あるいは CD-ROM、DVD、フラッシュメモリ等の着脱可能にコンピュータにセットされる記憶媒体に格納される。このような記憶媒体が図 2 において参照符号 201 で示されている。プロセッサ 202 は必要に応じて図示しないユーザーインターフェースからの指示等に基づいて所定の処理レシピを記憶媒体 201 から呼び出して実行させ、これによってコントローラ 200 の制御の下で液処理装置 10 の各機能部品が動作して所定の処理が行われる。コントローラ 200 は、図 1 に示す基板処理システム全体を制御するシステムコントローラであってもよい。

#### 【0025】

次に、上述した周縁膜除去装置 10 を用いて行う一連の処理の一例について説明する。以下に示す洗浄処理の一連の工程は、コントローラ 200 が周縁膜除去装置 10 の各機能部品の動作を制御することにより行われる。以下においては、図 3 に模式的に示すように、シリコンウエハ W の上に、SiO<sub>2</sub>膜(シリコン酸化膜)が形成され、さらにその上に Al 膜が形成された積層構造体から、周縁部分の Al 膜を完全に除去し、次いで Al で汚

10

20

30

40

50

染された（A1が拡散した）SiO<sub>2</sub>膜の最表面を除去する一連の処理について説明する。

【0026】

〔ウエハ搬入〕

まず、ウエハWを周縁膜除去装置10に搬入する。搬入に先立ち、カップ20が下降位置に下降し、天板30が退避位置に上昇する。この状態で、ウエハWを保持した搬送アーム104が開口15（図1にのみ表示）を介してケーシング12内に進入し、ウエハWを基板保持部16上に置く。パキュムチャックとして形成された基板保持部16がウエハWを吸着した後、搬送アーム104はケーシング12内から退出する。ウエハWの搬入に先立ち、電力供給源52からヒータ51に給電がされてヒータ51は150 程度に既に加熱されており、上部周縁部材50のガス通流空間に面する表面は高温になっている。その後、図2に示されるように、カップ20が上昇位置に上昇するとともに天板30が処理位置に下降する。このカップ20および天板30の位置はウエハ搬出の開始前まで維持される。前述したようにカップ20の内部空間は排出口22を介して常時吸引されているため、吸入口55から引き込まれたエアは上部周縁部材50により加熱されながら図2中黒塗り矢印で示すようにガス通流空間53内を流れる。100 程度になったエア（第1ガス）は流出口56から吐出され、ウエハWの周縁部分に衝突し、ウエハWの周縁部分を加熱する。なお、このときには、加圧ガス供給源44から加圧された常温のN<sub>2</sub>ガスは供給されていない。

【0027】

〔SC-1処理〕

次に、回転駆動部18によりウエハWを回転させる。そして、第1薬液ノズル61の吐出口近傍部分を上部周縁部材50の下面に形成された切除部57内に進入させ、ウエハWの周縁部分に60 程度に加熱されたSC-1液（相対的に高い温度の処理液）を吐出させる（図3（a）のSC-1の矢印を参照）。これにより周縁部分のA1膜がエッチングされて除去される（図3（b）を参照）。このとき、ウエハWの周縁部分が高温のエアにより加熱されているため、エッチング反応が促進される。また、ウエハWの外側に向かうエアの流れにより、SC-1液がウエハWの中央部分に浸入することが防止される。なお、このときには、加圧ガス供給源44から加圧された常温のN<sub>2</sub>ガスは供給されていない。

【0028】

〔DIWリンス処理（1回目）〕

次に、第1薬液ノズル61を切除部57内から退出させ、リンス液ノズル63を切除部57内に進入させる。また、加圧ガス供給源44から加圧された常温のN<sub>2</sub>ガス（第2ガス）を供給し、ウエハWと天板30との間の空間内に図2中白抜き矢印で示す気流を形成する。これにより、前述したように図2中黒塗り矢印で示す加熱されたエアの気流は無くなるか或いは無視できる程度に低減されるので、ウエハWの周縁部分が冷却される。また、ウエハWの周縁部分だけでなくウエハWの全体も冷却される。そして、引き続きウエハWを回転させた状態で、リンス液ノズル63から常温のDIWをウエハ周縁部分に吐出させる。これにより、SC-1処理のエッチング残渣および残留するSC-1液などがウエハWの周縁部分から除去される。なお、リンス液ノズル63から供給される常温のDIWによってもウエハWの周縁部分は冷却される。また、このとき、ウエハWの外側に向かうN<sub>2</sub>ガスの流れ（図2の白抜き矢印参照）により、処理液（DIW）がウエハWの中央部分に浸入することが防止される（以下のDHF処理、DIWリンス処理時においても同じである）。

【0029】

〔DHF処理〕

次に、リンス液ノズル63を切除部57内から退出させ、第2薬液ノズル62を切除部57内に進入させる。引き続き加圧ガス供給源44から加圧された常温のN<sub>2</sub>ガスを供給するとともにウエハWを回転させた状態で、第2薬液ノズル62から常温のDHF液（相



対的に低い温度の処理液)をウエハWの周縁部分に吐出させる。これにより、A1で汚染されたSiO<sub>2</sub>膜の最表面層(図3(b)の太い実線で示す部分)が除去される。なおこのDHF処理をウエハWが高温の状態のまま行くと、オーバーエッチング等の不具合が生じる可能性があるが、本実施形態においては、ウエハWの周縁部分に常温のN<sub>2</sub>ガスが吹き付けられた状態でDHF処理が行われるのでそのような不具合は生じるおそれはない。さらに、前工程のDIWリンス処理においても、ウエハWの温度を低減する措置がとられているため、上記の不具合をより確実に防止することができる。

#### 【0030】

##### [DIWリンス処理(2回目)]

次に、第2薬液ノズル62を切除部57内から退出させ、リンス液ノズル63を切除部57内に進入させる。引き続き加圧ガス供給源44から加圧された常温のN<sub>2</sub>ガスを供給するとともにウエハWを回転させた状態で、リンス液ノズル63から常温のDIWをウエハWの周縁部分に吐出させる。これによりDHF処理のエッチング残渣および残留するDHF液などがウエハWの周縁部分から除去される。

#### 【0031】

##### [スピン乾燥]

次に、リンス液ノズル63を切除部57内から退出させ、引き続き加圧ガス供給源44から加圧された常温のN<sub>2</sub>ガスを供給するとともに、ウエハWの回転速度を増す。これにより、ウエハWの周縁部分が振り切り乾燥される。このとき、図2中の白抜き矢印で示す常温のN<sub>2</sub>ガスの流れにより、乾燥が促進される。このとき、更に乾燥効率を上げるために、加圧ガス供給源44から加圧された常温のN<sub>2</sub>ガスの供給を停止することにより、第1ガス(加熱されたガス)を流出口56からウエハWの周縁部分に吐出させてもよい。

#### 【0032】

##### [ウエハ搬出]

スピン乾燥が終了したら、ウエハWの回転を停止させ、加圧ガス供給源44からの加圧された常温のN<sub>2</sub>ガスの供給を停止する。次いで、カップ20を下降位置に下降させるとともに、天板30を退避位置に上昇させる。搬送アーム104が、開口15(図1にのみ表示)を介してケーシング12内に進入してウエハWを基板保持部16から取り去った後、ケーシング12内から退出する。以上により、ウエハに対する一連の処理が終了する。

#### 【0033】

上記実施形態によれば、以下の有利な効果が得られる。

#### 【0034】

上記実施形態によれば、ウエハ(基板)Wの周縁部分に、加熱されたガス(第1ガス)と常温のガス(第1ガスより温度の低い第2ガス)を流せるようになっているため、ウエハWの温度を迅速に昇降させることができ、処理に応じてウエハWの周縁部分の温度を最適な温度に迅速に調節することができる。

#### 【0035】

また、上記実施形態においては、温度の高いガス(第1ガス)を供給する手段(第1ガス供給手段)は、カップ20内の負圧を利用してガスの流れを形成しているため、ガスの流れを形成するための専用の加圧ガス供給源または動力源を必要としない。そして、温度の低いガス(第2ガス)を供給する手段(第2ガス供給手段)のみが、専用の加圧ガス供給源44を用いている。そして、先に説明したように、加圧ガス供給源44によって加圧されたガスの供給を行うことによって、第1ガス供給手段による相対的に高い温度のガスのウエハWへの供給が停止されたのと等価な状態が実現される。要するに、上記実施形態においては、温度の低い第2ガスの流れを制御することにより、温度の高い第1ガスの流れが制御されることになり、第1ガスの流れを制御(特にON/OFF)するための電気的ないし機械的な手段が必要ない。このため装置を廉価に構築することができる。

#### 【0036】

上記実施形態は、下記の通り変形することができる。

例えば、図4に概略的に示すように、第1ガス(温度の高いガス)を供給する通路に第

10

20

30

40

50

1 ガスの供給、供給停止を切り替える切替手段としての開閉弁 70 を設けてもよい。この構成によれば、温度の低い第 2 ガスを供給している際に温度の高い第 1 ガスがウエハ W 周縁部分の近傍の空間に流れ込むことを完全に防止することができるため、より迅速にウエハ W の温度を下げるのが可能となる。この構成は、第 1 処理液（第 1 薬液）と第 2 処理液（第 2 薬液）との温度差が大きいとき（例えば第 1 処理液の温度が 100 以上で、第 2 処理液の温度が室温であるとき）に特に有利である。なお、この場合、周縁膜除去装置 10 の他の部分の構成は図 2 に示した実施形態の構成を援用することができる。開閉弁 70 に代えて、吸入口 55 を開閉する開閉機構を設けることもできる。

#### 【0037】

また、図 4 に示す変形実施形態をさらに変形して、図 5 に示すように、天板 30 内に設けていたヒータ 51 に代えてヒータ 51' を天板 30 の外部に設けることができる。この場合、熱交換のための空間を天板 30 内に設ける必要がなくなるため、天板 30 の構成を簡素化することができる。なお、この場合には、第 2 ガス（温度の低いガス）に熱影響を及ぼさないように、第 1 ガス（温度の高いガス）を供給するためのヒータ 51' が介設された管路 71 を天板 30 の周縁部分に接続することが好ましい。また、この場合、図 5 に示すように、管路 71 から分岐した分岐管路 71a を天板 30 の円周方向に間隔を空けて設けることが好ましい。もちろん、各分岐管路 71a に連通する流出口 56' も、図 2 に示す流出口 56 と同様に、ウエハ W の外側に向けて斜め下方を向くように形成されている。

#### 【0038】

また例えば、図 6 に概略的に示すように、第 2 ガス（温度の低いガス）を供給する手段から、加圧ガス供給源 44 を取り除き、第 2 ガスもファンフィルタユニット 14 から供給されるクリーンエア由来のものとすることができる。この構成は、第 1 処理液（第 1 薬液）と第 2 処理液（第 2 薬液）との温度差が小さいとき（例えば第 1 処理液の温度が 40 程度で、第 2 処理液の温度が室温であるとき）に、装置コストの低減の観点から有利である。このような場合には、強力な冷却能力は必要ないからである。但しこの場合、図 2 に示す実施形態において加圧された第 2 ガスを供給することにより得られていた第 1 ガスの吐出を実質的に遮断する機能は失われてしまうので、温度の高い第 1 ガスと温度の低い第 2 ガスとを択一的に流す機能を設けることが好ましい。このため、図 6 に示すように、ガス通流管 42 およびガス通流空間 53 へのクリーンエアの流入を択一的に切り換える切替機構 72 が設けられる。切替機構 72 は、例えば、図 6 に示すように 1 つの三方切替弁から構成することができる。この場合、単一の吸入口 73 から吸入されたクリーンエアが、切替機構 72 を介してガス通流管 42 およびガス通流空間 53 のうちのいずれか一方のみに択一的に供給される。切替機構 72 は、第 1 ガスの供給および供給停止を切り替える切替手段でもあり、第 2 ガスの供給および供給停止を切り替える切替手段でもある。切替機構 72 は、ガス通流管 42 およびガス通流空間 53 に各々通じる管路に設けられた開閉弁から構成することもできる。なお、ウエハ W を高温にする必要が無い場合には温度の低い第 2 ガスは常時流していても構わないため、図 7 に示すように、ガス通流空間 53 へのクリーンエアの流入、非流入のみを切り換える開閉機構 74 を設けてもよい。なお、図 6 および図 7 の変形実施形態は、図 2 に示した実施形態をベースとして、吸入口 55 の高さ位置でガス通流管 42 をカットし、そこに切替機構 72 または開閉機構 74 等の切替手段をなすデバイスを設けることにより構築することができる。この場合も、周縁膜除去装置 10 の他の部分の構成は図 2 に示した実施形態の構成を援用することができる。

#### 【0039】

上記実施形態においては、（比較的）高温で使用する薬液として SC-1、（比較的）低温（例えば常温）で使用する薬液として DHF を例示したが、これに限定されるものではなく、高温で使用する薬液は SC-2 であってもよく、低温で使用する薬液は、BHF（バッファードフッ酸）、NH<sub>4</sub>OH（水酸化アンモニウム）およびこれらの混合物などであってもよい。

#### 【0040】

次に図 8 を参照して第 2 実施形態について説明する。この第 2 実施形態では、第 1 実施形態で用いていたウエハ W の上面の全面を覆う天板 3 0 の代わりに、ウエハ W 上面の周縁部分を覆い、その内側の中央部分を覆わずに露出させるリング形状のカバー部材 3 0 0 が設けられている。カバー部材 3 0 0 の下面 3 0 2 は、ウエハ保持部 1 6 に保持されたウエハ W 上面の周縁部分と対向する。カバー部材 3 0 0 の下面 3 0 2 には、ウエハ W の上面周縁部分に加熱されたクリーンエア（N 2 ガスでもよい）、すなわち第 1 ガスを供給するための第 1 ガス吐出口 3 0 4 が形成されている。第 1 ガス吐出口 3 0 4 は、カバー部材 3 0 0 の円周方向に連続的に延びる 1 つの開口であってもよいし、円周状に断続的に配置された複数の開口であってもよい。カバー部材 3 0 0 の内部には、円周方向に延びる拡散室 3 0 6 が形成されている。拡散室 3 0 6 には、ガス供給管 3 1 0 を介してクリーンエア（C A ）または N 2 ガスの供給源 3 0 8 が接続されている。供給源 3 0 8 からは加圧されたクリーンエア（C A ）または N 2 ガスが供給される。ガス供給管 3 1 0 には、開閉弁 3 1 2 と、ガス供給管 3 1 0 内を流れるガスを加熱するヒータ 3 1 4 とが介設されている。

#### 【 0 0 4 1 】

カバー部材 3 0 0 の中央部の開口部 3 0 1 内には、加圧ガス供給源 4 4 から、ウエハ W の中央部に向けて常温の N 2 ガス、すなわち第 2 ガスを供給する第 2 ガスノズル 3 1 6 が設けられている。第 2 ガスノズル 3 1 6 は、アーム 3 1 8 を介してノズル移動機構 3 2 0 に接続されている。ノズル移動機構 3 2 0 により、第 2 ガスノズル 3 1 6 は、ガスの吐出を行うときにウエハ W 表面近くまで下降し、ガスの吐出を行わないときにはウエハ W 表面から離れた位置（例えば、カバー部材 3 0 0 より上側、若しくはカバー部材 3 0 0 よりも上側かつ半径方向外側の位置）に退避することができる。なお、第 2 ガスノズル 3 1 6 は、カバー部材 3 0 0 の中央部の開口部 3 0 1 内の所定位置（例えば図 8 に示す位置）に常時位置するように、カバー部材 3 0 0 にアームを介して固定することもできる。

#### 【 0 0 4 2 】

上述した点以外は、第 2 実施形態の構成は第 1 実施形態の構成と同じである。第 2 実施形態を示す図 8 において、第 1 実施形態と同一の部材には同一符号を付し、重複説明は省略する。

#### 【 0 0 4 3 】

加熱した薬液によりウエハ W の処理を行うときには（例えば前述した S C - 1 処理のとき）、第 2 ガスノズル 3 1 6 からの常温の第 2 ガスの供給は行わず、カバー部材 3 0 0 の第 1 ガス吐出口 3 0 4 から加熱された第 1 ガスをウエハ W 周縁部分に吐出し（黒塗りの矢印を参照）、ウエハ W の周縁部分を加熱する。このとき、カップ 2 0 内の負圧により、ファンフィルタユニット 1 4 からのダウンプローが、カバー部材 3 0 2 の中央部の開口部 3 0 1 を介して、ウエハ W の上面周縁部分とカバー部材 3 0 0 の下面 3 0 2 との間の隙間を通過して、カップ 2 0 内に引き込まれる。第 1 ガス吐出口 3 0 4 から加熱されたガスの量が多くすれば、カップ 2 0 内に取り込まれるファンフィルタユニット 1 4 からの常温のクリーンエアの量は少なくなる。

#### 【 0 0 4 4 】

この状態からウエハ W を冷却するときには（例えば、前述した D I W リンス処理のとき）、第 1 ガス吐出口 3 0 4 からの加熱されたガスの吐出を停止して、第 2 ガスノズル 3 1 6 の吐出口から常温の第 2 ガスの供給を行うことにより、ウエハ W の冷却を促進する。また、ウエハ W の冷却が終了した後に常温の薬液を用いてウエハ W の処理を行うときにも（例えば前述した D H F 処理のとき）、第 1 ガス吐出口 3 0 4 からの加熱された第 1 ガスの吐出を停止して、第 2 ガスノズル 3 1 6 から常温の第 2 ガスの供給を行うことができる。第 2 ガスノズル 3 1 6 からウエハ W の中央に向けて吐出された第 2 ガスは、白抜きの矢印で示すように、ウエハ W の周縁に向かって流れ、ウエハ W から熱を奪う。

#### 【 0 0 4 5 】

上記第 2 実施形態においても、ウエハ（基板）W の周縁部分に、加熱されたガス（第 1 ガス）と常温のガス（第 1 ガスより温度の低い第 2 ガス）を流せるようになっているため、ウエハ W の温度を迅速に昇降させることができ、処理に応じてウエハ W の周縁部分の温

度を最適な温度に迅速に調節することができる、という第1実施形態と同様の有利な効果を奏する。

【0046】

上記の第2実施形態において、単一の吐出口を有する第2ガスノズル316に代えて、図9に示すような複数の流出口（吐出口）を有するガスノズル330を用いることができる。ガスノズル330は、ガス供給源44から供給されたガスを受け入れる拡散室332を有している。拡散室332の底壁は多数の吐出口336を有する吐出板334として形成されている。吐出口336は、図9（b）に示すように、例えば格子（グリッド）状に配置されている。このように比較的大面積の吐出板334をウエハWの上方に配置してN2ガスをウエハWに供給することにより、N2ガスと比較すると高湿度高酸素濃度のクリーンエア（ファンフィルタユニット14から流下してくる）がウエハWの表面に到達する量を減らすことができるので、低湿度低酸素濃度が要求される処理（例えば上記のスピン乾燥処理）を効率良く行うことができる。

10

【0047】

次に図10を参照して第3実施形態について説明する。この第3実施形態は、第2実施形態においてウエハWの上面にガスを供給することにより行っていたウエハWの加熱及び冷却を、ウエハWの下面にガスを供給することにより行うこととした点が異なる。第3実施形態では、カップ20の内側部分（ウエハWの下方に位置する部分）にウエハWの下面にガスを供給する構成が設けられている。カップ20の内側部分には、基板保持部16に保持されたウエハWの下面の周縁部分に加熱された第1ガス（クリーンエアまたはN2ガス）を吐出する外側第1ガス吐出口341と、この外側第1ガス吐出口341の半径方向内側に配置された内側第1ガス吐出口342が形成されている。外側及び内側第1ガス吐出口341、342は、カップ20の円周方向に連続的に延びる1つの開口であってもよいし、円周状に断続的に配置された複数の開口であってもよい。

20

【0048】

ウエハの周縁部分の加熱を行うときには、加圧された常温のクリーンエアまたはN2ガスが、ガス供給源348から、開閉弁352が介設された管路350を介して、カップ20の内側部分の内部に設けられたガス拡散空間（ガス拡散室）344内に供給される。ガス拡散空間344に隣接してヒータ346が設けられており、ガス拡散空間344に供給されたガスは、加熱されながらガス拡散空間344を円周方向に拡散し、外側及び内側第1ガス吐出口341、342から加熱された第1ガスとしてウエハWの下面の周縁部分に向けて吐出され（黒塗りの矢印を参照）、ウエハWの周縁部分を加熱する。なお、第2実施形態においても、上記のヒータ346と同様に、カバー部材300内の拡散室306に隣接する位置にヒータ（図示せず）を設けて、拡散室306内でガスを加熱してもよい。

30

【0049】

内側第1ガス吐出口342のさらに半径方向内側には、ウエハWの下面の中央部に常温のN2ガス、すなわち第2ガスを吐出する第2ガス吐出口360が形成されている。この第2ガス吐出口360は、カップ20の円周方向に連続的に延びる1つの開口であってもよいし、円周状に断続的に配置された複数の開口であってもよい。

【0050】

ウエハWの冷却を行う場合（あるいは常温でウエハWの処理を行う場合）には、加圧された常温の第2ガスであるN2ガスが、N2ガスの供給源364から、開閉弁368が介設されたガス供給管366を介して、カップ20の内側部分の内部に設けられたガス拡散空間（ガス拡散室）362内に供給される。N2ガスは、ガス拡散空間362内を円周方向に拡散し、第2ガス吐出口360から吐出される（白抜きの矢印を参照）。常温の第2ガスは、ウエハW周縁部分に向かって流れ、このときウエハWから熱を奪う。第2ガス吐出口360は、外側第1ガス吐出口341と内側第1ガス吐出口342との間に設けることもできる。

40

【0051】

上述した点以外は、第3実施形態の構成は第1及び第2実施形態の構成と同じである。

50

第2実施形態を示す図10において、第1及び第2実施形態と同一の部材には同一符号を付し、重複説明は省略する。第3実施形態においても、ウエハWの温度を迅速に昇降させることができ、処理に応じてウエハWの周縁部分の温度を最適な温度に迅速に調節することができる、という第1及び第2実施形態と同様の有利な効果を奏する。

【符号の説明】

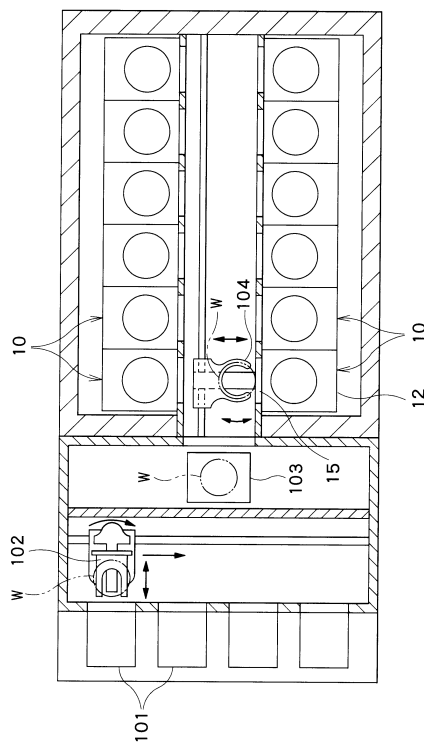
【0052】

- 16 基板保持部
- 18 回転駆動部
- 30 天板
- 38 (天板の)下面
- 41 第2ガス吐出口(開口)
- 42 ガス通流管(第2ガス供給手段)
- 44 加圧ガス供給源
- 45 切替手段(開閉弁)
- 51 ヒータ(第1ガス供給手段)
- 53 第1ガス通流空間(第1ガス供給手段)
- 56 開口(流出口)
- 61 第1薬液(処理液)ノズル
- 62 第2薬液(処理液)ノズル
- 72 切替機構
- 300 カバー部材
- 304 第1ガス吐出口(第1ガス供給手段)
- 316 第2ガスノズル(第2ガス供給手段)
- 341, 341 第1ガス吐出口(第1ガス供給手段)
- 360 第2ガス吐出口(第2ガス供給手段)

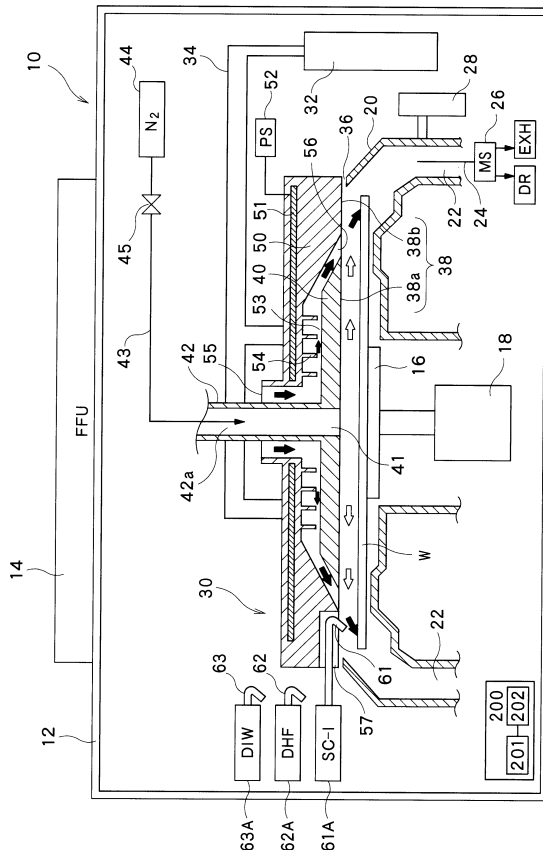
10

20

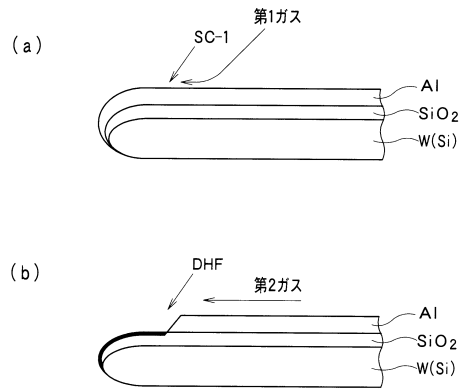
【図1】



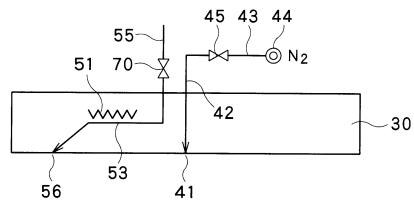
【図2】



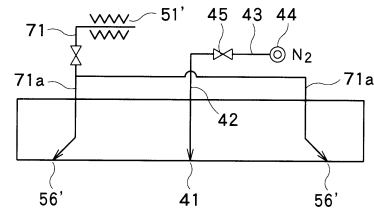
【図 3】



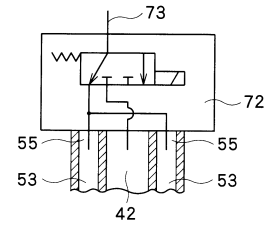
【図 4】



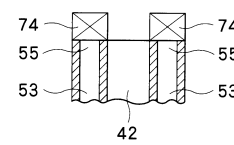
【図 5】



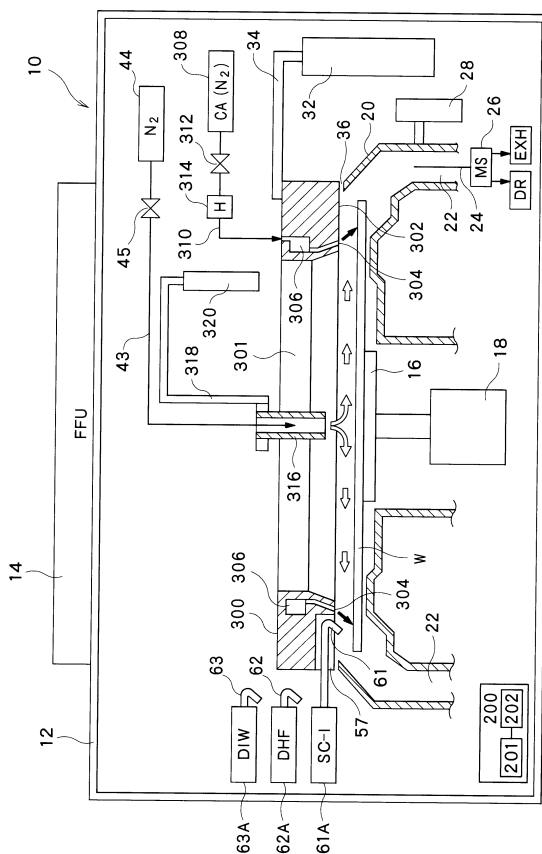
【図 6】



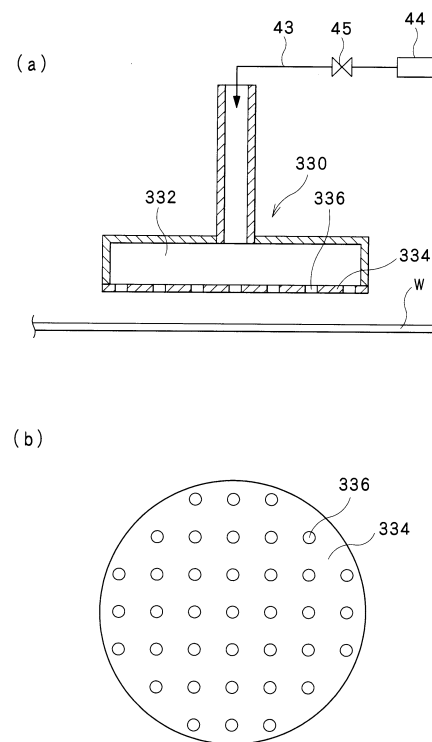
【図 7】



【図 8】



【図 9】





---

フロントページの続き

- (72)発明者 難 波 宏 光  
東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i zタワー 東京エレクトロン株式会社内
- (72)発明者 フィトリアント  
東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i zタワー 東京エレクトロン株式会社内
- (72)発明者 徳 永 容 一  
東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i zタワー 東京エレクトロン株式会社内
- (72)発明者 天 野 嘉 文  
東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂B i zタワー 東京エレクトロン株式会社内

審査官 井上 弘亘

- (56)参考文献 特開平06-124887(JP,A)  
国際公開第2009/147962(WO,A1)  
特開2011-054932(JP,A)  
特開2004-247746(JP,A)  
特開2003-224100(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01L 21/304  
H01L 21/306