

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6026241号
(P6026241)

(45) 発行日 平成28年11月16日 (2016.11.16)

(24) 登録日 平成28年10月21日 (2016.10.21)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 21/304 (2006.01)

H O 1 L 21/304 6 4 8 L

H O 1 L 21/306 (2006.01)

H O 1 L 21/304 6 4 3 A

H O 1 L 21/027 (2006.01)

H O 1 L 21/304 6 4 8 H

H O 1 L 21/306 J

H O 1 L 21/30 5 6 9 C

請求項の数 13 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2012-254424 (P2012-254424)
 (22) 出願日 平成24年11月20日 (2012.11.20)
 (65) 公開番号 特開2014-103263 (P2014-103263A)
 (43) 公開日 平成26年6月5日 (2014.6.5)
 審査請求日 平成27年3月12日 (2015.3.12)

(73) 特許権者 000219967
 東京エレクトロン株式会社
 東京都港区赤坂五丁目3番1号
 (74) 代理人 100117787
 弁理士 勝沼 宏仁
 (74) 代理人 100091982
 弁理士 永井 浩之
 (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、基板処理方法及び記憶媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板を水平姿勢で保持する基板保持部と、
 前記基板保持部を鉛直軸線周りに回転させる回転駆動部と、
 前記基板に処理液を供給する処理液ノズルと、
 前記基板保持部に保持された基板の周囲を囲んで処理液を回収する、上部が開放されたカップ体と、
 前記基板保持部、前記処理液ノズルおよび前記カップ体が収容される内部空間を有するハウジングと、
 前記ハウジングの内部空間の前記カップ体の上方の領域に第1清浄ガスと前記第1清浄
 ガスよりも湿度が低い第2清浄ガスを切り替えて供給する清浄ガス供給装置と、
 前記カップ体の内部の雰囲気を吸引するためのカップ排気路と、
 前記ハウジングの内部空間であってかつ前記カップ体の外部に設けられた吸入口を有し、
 前記カップ体の内部を介さずに前記ハウジングの内部空間の雰囲気を吸引するためのハウ
 ジング排気路と、
 前記カップ排気路を流れる排気の流量及び前記ハウジング排気路を流れる排気の流量を
 調整する排気流量調整部と、

基板に前記処理液ノズルから処理液を供給して液処理を行っているときに供給される第
 1清浄ガスの流量よりも、基板に乾燥処理を行っているときに供給される第2清浄ガスの
 流量を小さくするように前記清浄ガス供給装置を制御するとともに、前記液処理を行って

10

20

いるときに前記ハウジング排気路を通して排気されるガスの流量よりも、前記乾燥処理を行っているときに前記ハウジング排気路を通して排気されるガスの流量を小さくし、かつ、前記液処理を行っているときに前記カップ排気路を通して排気されるガスの流量よりも、前記乾燥処理を行っているときに前記カップ排気路を通して排気されるガスの流量を小さくし、かつ、前記液処理を行っているとき及び前記乾燥処理を行っているときに前記カップ排気路を通して排気されるガスの流量よりも前記ハウジング排気路を通して排気されるガスの流量を小さくするように前記排気流量調整部を制御する制御部と、を備えた基板処理装置。

【請求項 2】

前記制御部は、前記乾燥処理を行っているときに前記ハウジング排気路を通して排気されるガスの流量をゼロにするように前記排気流量調整部を制御する、請求項 1 記載の基板処理装置。

【請求項 3】

前記排気流量調整部は切換弁を含み、

前記切換弁は、中心軸線周りに回転可能な中空円筒形状の弁体と、前記弁体を収容する円筒形状の内部空間を有する弁箱と、を有し、

前記弁箱は、前記カップ排気路に接続された第 1 吸気ポートと、前記ハウジング排気路に接続された第 2 吸気ポートと、第 1 排気ラインに接続される第 1 排気ポートと、第 2 排気ラインに接続される第 2 排気ポートとを有し、

前記第 1 吸気ポートは、前記弁体の内部空間に常時連通しており、

前記第 2 吸気ポート、前記第 1 排気ポート及び第 2 排気ポートは互いに異なる軸線方向位置にあり、

前記弁体は、前記第 1 排気ポート及び第 2 排気ポートにそれぞれ対応する軸線方向位置に設けられた第 1 排気用弁体開口及び第 2 排気用弁体開口を有し、前記第 1 排気用弁体開口と前記第 2 排気用弁体開口とは互いに異なる円周方向位置に設けられ、

前記弁体は、前記第 2 吸気ポートに対応する軸線方向位置に吸気用弁体開口を有しており、

前記弁体が第 1 回転位置にあるときに、前記第 1 排気ポートが前記第 1 排気用弁体開口を介して前記弁体の内部空間に連通するとともに、前記第 2 吸気ポートが前記吸気用弁体開口を介して前記弁体の内部空間に連通するようになっており、

前記弁体が第 2 回転位置にあるときに、前記第 2 排気ポートが前記第 2 排気用弁体開口を介して前記弁体の内部空間に連通するとともに、前記吸気用弁体開口を介した前記第 2 吸気ポートと前記弁体の内部空間との連通が絶たれて前記ハウジング排気路を通して排気されるガスの流量がゼロになるようになっている

請求項 1 または 2 記載の基板処理装置。

【請求項 4】

前記第 1 清浄ガスは、ファンフィルタユニットを介して供給される濾過されたクリーンルーム内の空気であり、前記第 2 清浄ガスは、クリーンドライエアまたは窒素ガスである、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】

前記基板処理装置は、前記乾燥処理を行うときに前記基板に乾燥促進流体を供給する乾燥促進流体ノズルをさらに備えている、請求項 1 ~ 4 のうちのいずれか一項に記載の基板処理装置。

【請求項 6】

前記乾燥促進流体はイソプロピルアルコールからなる、請求項 5 記載の基板処理装置。

【請求項 7】

前記清浄ガス供給装置は、前記ハウジングの内部空間に面した整流板を有しており、前記整流板には前記第 1 及び第 2 清浄ガスを前記ハウジングの内部空間に向けて下方に吐出する複数の開口が形成されており、

前記基板保持部に基板が保持された場合、前記基板の中央部の真上にある前記整流板の

10

20

30

40

50

領域の開口率が、前記基板の周縁部の真上にある前記整流板の領域の開口率よりも大きい、請求項 1 ～ 6 のうちのいずれか一項に記載の基板処理装置。

【請求項 8】

基板を水平姿勢で保持する基板保持部と、
前記基板保持部を鉛直軸線周りに回転させる回転駆動部と、
前記基板に処理液を供給する処理液ノズルと、
前記基板保持部に保持された基板の周囲を囲んで処理液を回収する、上部が開放されたカップ体と、
前記基板保持部、前記処理液ノズルおよび前記カップ体が収容される内部空間を有するハウジングと、

10

前記ハウジングの内部空間の前記カップ体の上方の領域に第 1 清浄ガスと前記第 1 清浄ガスよりも湿度が低い第 2 清浄ガスを切り替えて供給する清浄ガス供給装置と、

前記カップ体の内部の雰囲気を吸引するためのカップ排気路と、

前記ハウジングの内部空間であってかつ前記カップ体の外部に設けられた吸入口を有し、前記カップ体の内部を介さずに前記ハウジングの内部空間の雰囲気を吸引するためのハウジング排気路と、

前記ハウジング排気路に設けられた排気流量調整部と、
を備えた基板処理装置を用いて実行される基板処理方法であって、

基板に前記処理液ノズルから処理液を供給して液処理を行っているときに供給される第 1 清浄ガスの流量よりも、基板に乾燥処理を行っているときに供給される第 2 清浄ガスの流量を小さくし、かつ、前記液処理を行っているときに前記ハウジング排気路を通して排気されるガスの流量よりも、前記乾燥処理を行っているときに前記ハウジング排気路を通して排気されるガスの流量を小さくし、

20

前記液処理を行っているときに前記カップ排気路を通して排気されるガスの流量よりも、前記乾燥処理を行っているときに前記カップ排気路を通して排気されるガスの流量を小さくし、前記液処理を行っているとき及び前記乾燥処理を行っているときに前記カップ排気路を通して排気されるガスの流量よりも、前記ハウジング排気路を通して排気されるガスの流量を小さくすることを特徴とする基板処理方法。

【請求項 9】

前記乾燥処理を行っているときに前記ハウジング排気路を通して排気されるガスの流量をゼロにすることを特徴とする、請求項 8 に記載の基板処理方法。

30

【請求項 10】

前記第 1 清浄ガスは、ファンフィルタユニットを介して供給される濾過されたクリーンルーム内の空気であり、前記第 2 清浄ガスは、クリーンドライエアまたは窒素ガスである、請求項 8 または 9 に記載の基板処理方法。

【請求項 11】

前記基板処理装置は、乾燥促進流体ノズルをさらに備えており、前記乾燥処理を行っているときに、前記乾燥促進流体ノズルから前記基板保持部に保持された基板に乾燥促進流体が供給される、請求項 8 ～ 10 のうちのいずれか一項に記載の基板処理方法。

【請求項 12】

40

前記乾燥促進流体はイソプロピルアルコールからなる、請求項 11 に記載の基板処理方法。

【請求項 13】

基板処理装置を制御するためのプログラムが記憶された記憶媒体であって、当該記憶媒体に記憶されたプログラムをコンピュータからなる前記基板処理装置のコントローラで実行することにより、前記コントローラが前記基板処理装置を制御して請求項 8 ～ 12 のうちのいずれか一項に記載の基板処理方法を実行する、記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本発明は、基板処理装置ハウジングの内部空間で回転する基板から飛散する処理液を回収するカップ体を備えた基板処理装置において、清浄ガスの給気及び当該内部空間内の雰囲気気の排気を制御する技術に関するものである。

【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」と称する）等の基板に処理液（例えば薬液）を供給することにより行われる液処理（例えば洗浄処理）が含まれる。処理液を供給する液処理の後には、処理液を除去するためにリンス液を供給するリンス処理が施され、その後、ウエハに乾燥処理が施される。

【0003】

このような処理を行う基板処理装置の一例が特許文献1に記載されている。特許文献1に記載の基板処理装置は、ウエハを水平姿勢で保持するとともに鉛直軸線周りに回転させるスピンチャックと、ウエハの周囲を囲みウエハから飛散する処理液を回収するカップ体とを有している。スピンチャック及びカップ体は、処理チャンバと呼ばれるハウジングの内部に配置されている。ハウジング内の雰囲気を清浄に保つために、ハウジングの天井部に清浄ガス吐出機構が設けられ、ハウジングの内部空間には、天井部から底部に向かう清浄ガスのダウフローが形成される。通常、清浄ガスはFFU（ファンフィルタユニット）により供給される。FFUはファンにより取り込んだクリーンルーム内エアをULPAフィルタにて濾過して供給するものであり、比較的安価に清浄ガスを供給することができる。

【0004】

乾燥処理後のウエハの表面にウォーターマークの発生を防止するためには、乾燥処理を行っているときのウエハ周囲の雰囲気湿度を低減することが好ましい。FFUにより供給される清浄エアの湿度は十分に低くないので、乾燥処理時にはドライエアまたは窒素ガスがウエハの周囲空間に供給される。窒素ガスはFFUによる清浄エアと比較して高価である。また、ドライエアは基板処理装置の運転時に一緒に運転される除湿装置を用いて供給するので、やはり、FFUによる清浄エアと比較して高価である。また、近年は、多数の基板処理装置を組み込んだ基板処理システムを用いることが一般的である。多数の基板処理装置に同時に多量のドライエアを供給することは、除湿装置の負担が大きくなるので好ましくない。よって、ドライエアまたは窒素ガスの使用量はできるだけ低減することが好ましい。

【0005】

特許文献1では、ウエハの疎水性を増大させる薬液を用いた液処理の後にウエハを乾燥するときにハウジングの内部空間にドライエアを供給し、それ以外のときにはFFUによる清浄エアを供給することにより、高価で除湿装置に負担をかけるドライエアの使用量を削減している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2008-219047号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、プロセス性能を犠牲にすることなく、ドライエアまたは窒素ガスの供給流量を減少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】

【0008】

本発明は、基板を水平姿勢で保持する基板保持部と、前記基板保持部を鉛直軸線周りに回転させる回転駆動部と、前記基板に処理液を供給する処理液ノズルと、前記基板保持部に保持された基板の周囲を囲んで処理液を回収する、上部が開放されたカップ体と、前記

10

20

30

40

50

基板保持部、前記ノズルおよび前記カップ体が収容される内部空間を有するハウジングと、前記ハウジングの内部空間の前記カップ体の上方の領域に第1清浄ガスと第1清浄ガスよりも湿度が低い第2清浄ガスを切り替えて供給する清浄ガス供給装置と、前記カップ体の内部の雰囲気を吸引するためのカップ排気路と、前記ハウジングの内部空間であってかつ前記カップ体の外部に設けられた吸入口を有し、前記カップ体の内部を介さずに前記ハウジングの内部空間の雰囲気を吸引するためのハウジング排気路と、前記ハウジング排気路に設けられた排気流量調整部と、基板に前記処理液ノズルから処理液を供給して液処理を行っているときに供給される第1清浄ガスの流量よりも、基板に乾燥処理を行っているときに供給される第2清浄ガスの流量を小さくするとともに、前記液処理を行っているときに前記ハウジング排気路を通して排気されるガスの流量よりも、前記乾燥処理を行っているときに前記ハウジング排気路を通して排気されるガスの流量を小さくするように前記排気流量調整部を制御する制御部と、を備えた基板処理装置を提供する。

10

【0009】

また、本発明は、基板を水平姿勢で保持する基板保持部と、前記基板保持部を鉛直軸線周りに回転させる回転駆動部と、前記基板に処理液を供給する処理液ノズルと、前記基板保持部に保持された基板の周囲を囲んで処理液を回収する、上部が開放されたカップ体と、前記基板保持部、前記ノズルおよび前記カップ体が収容される内部空間を有するハウジングと、前記ハウジングの内部空間の前記カップ体の上方の領域に第1清浄ガスと前記第1清浄ガスよりも湿度が低い第2清浄ガスを切り替えて供給する清浄ガス供給装置と、前記カップ体の内部の雰囲気を吸引するためのカップ排気路と、前記ハウジングの内部空間であってかつ前記カップ体の外部に設けられた吸入口を有し、前記カップ体の内部を介さずに前記ハウジングの内部空間の雰囲気を吸引するためのハウジング排気路と、前記ハウジング排気路に設けられた排気流量調整部と、を備えた基板処理装置を用いて実行される基板処理方法であって、基板に前記処理液ノズルから処理液を供給して液処理を行っているときに供給される第1清浄ガスの流量よりも、基板に乾燥処理を行っているときに供給される第2清浄ガスの流量を小さくし、かつ、前記液処理を行っているときに前記ハウジング排気路を通して排気されるガスの流量よりも、前記乾燥処理を行っているときに前記ハウジング排気路を通して排気されるガスの流量を小さくすることを特徴とする基板処理方法を提供する。

20

【0010】

さらに、本発明は、基板処理装置を制御するためのプログラムが記憶された記憶媒体であって、当該記憶媒体に記憶されたプログラムをコンピュータからなる前記基板処理装置のコントローラで実行することにより、前記コントローラが前記基板処理装置を制御して上記の基板処理方法を実行する、記憶媒体を提供する。

30

【0011】

一実施形態において、前記第1清浄ガスは、ファンフィルタユニットを介して供給される濾過されたクリーンルーム内の空気であり、前記第2清浄ガスは、ドライエアまたは窒素ガスである。

【0012】

一実施形態において、前記乾燥処理を行うときに前記基板に乾燥促進流体を供給する乾燥促進流体ノズルが設けられる。例えば、前記乾燥促進流体はIPA（イソプロピルアルコール）である。

40

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、プロセス性能を犠牲にすることなくハウジング排気路からの排気の流量を減少させることにより、当該排気の流量と概ね平衡させるべきドライエアまたは窒素ガスの供給流量を減少させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明による基板処理装置の全体構成を示す概略図である。

50

【図 2】図 1 に示す整流板に形成された貫通穴について説明する平面図である。

【図 3】切替弁の他の構成例を示す概略断面図である。

【図 4】図 3 に示す切替弁の各ポートの接続関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下に図面を参照して発明の実施形態について説明する。図 1 に示すように、基板処理装置は、半導体ウエハ（以下、単に「ウエハ」と呼ぶ）を水平姿勢で保持する基板保持部 10 を有している。基板保持部 10 は、円板状のベース 12 とベース 12 に取り付けられた複数例えば 3 つのチャック爪 14 とを有しており、ウエハ W 周縁部の複数箇所を前記チャック爪 14 により保持するメカニカルスピンチャックとして形成されている。ベース 12 には、外部の搬送アームとの間でウエハ W の受け渡しを行う際に、ウエハの下面を支持して持ち上げるリフトピン 16 を有する図示しないプレートが組み込まれている。基板保持部 10 は、電動モータを有する回転駆動部 18 によって回転させることができ、これにより、基板保持部 10 により保持されたウエハ W を鉛直方向軸線周りに回転させることができる。ベース 12 には、支柱 19 を介して、円環状の回転カップ 20 が取り付けられている。回転カップ 20 は、その内周面により、回転するウエハに供給された後にウエハから振り切られて飛散する処理液を受け止めて、処理液を回収するために設けられた後述するカップ体 30 に案内する。なお、上記の構成については、本件出願人による特許出願に係る特開 2011-71477 号に詳細に述べられている。

【0016】

カップ体 30 は、最も外側に位置する不動の環状の第 1 カップ 31 と、その内側に位置する昇降可能な環状の第 2 カップ 32 と、さらにその内側に位置する昇降可能な環状の第 3 カップ 33 と、さらにその内側に位置する不動の内壁 34 とを有している。第 2 カップ 32 及び第 3 カップ 33 は、図 1 に概略的に示したそれぞれの昇降機構 32A、33A により昇降する。第 1 カップ 31 と第 2 カップ 32 との間には第 1 流路 311 が形成され、第 2 カップ 32 と第 3 カップ 33 との間には第 2 流路 321 が形成され、第 3 カップ 33 と内壁 34 との間には第 3 流路 331 が形成される。カップ体 30 の底部には、第 1 流路 311、第 2 流路 321 及び第 3 流路 331 に連通するカップ排気口 35 が形成されている。

【0017】

カップ排気口 35 には、カップ排気路 36 が接続されている。カップ排気路 36 には、流量調整弁 37、例えばバタフライ弁が介設されている。カップ排気路 36 のさらに下流側には、カップ排気路 36 を酸性雰囲気排気ライン 81、アルカリ性雰囲気排気ライン 82 または有機雰囲気排気ライン 83 に選択的に接続する切替弁 40 が設けられている。

【0018】

第 1 流路 311、第 2 流路 321 及び第 3 流路 331 の各々の途中に屈曲部が設けられており、屈曲部で急激に向きを変えられることにより各流路を流れる気液混合流体から液体成分が分離される。分離された液体成分は、第 1 流路 311 に対応する液受け 312、第 2 流路 321 に対応する液受け 322、及び第 3 流路 331 に対応する液受け 332 内に落下する。液受け 312、322、332 は、それぞれに対応する排液口 313、323、333 を介して、工場の酸性液体廃液系、アルカリ性液体廃液系、有機液体廃液系（いずれも図示せず）に接続されている。

【0019】

基板処理装置はさらに、基板保持部 10 に保持されて回転するウエハ W に向けて処理液を吐出（供給）する複数の処理液ノズルを備えている。本例では、酸性洗浄液（例えば DHF（希フッ酸））を吐出する酸性薬液ノズル 51 と、アルカリ性洗浄液（例えば SC-1）を吐出するアルカリ性薬液ノズル 52 と、リンス液（例えば DIW（純水））を吐出するリンス液ノズル 53 とが設けられている。また乾燥促進液（例えば IPA（イソプロピルアルコール））を供給する乾燥促進液ノズル 54 が設けられている。各ノズルには、処理液供給源に接続されるとともに開閉弁及び流量調整弁等の流量調整器が介設された処

理液供給路を備えた図示しない処理液供給機構から、それぞれの処理液が供給される。

【 0 0 2 0 】

基板保持部 1 0 及びカップ体 3 0 は、ハウジング 6 0 内に收容されている。ハウジング 6 0 の天井には、ファンフィルタユニット (F F U) 7 0 が設けられている。 F F U 7 0 は、クリーンルーム内の空気を取り入れるためのファン 7 1 と、取り入れた空気を濾過するためのフィルタ 7 2、具体的には U L P A フィルタが設けられている。この F F U 7 0 のダクト 7 3 内において、ファン 7 1 の下流側であってかつフィルタ 7 2 の上流側に、当該ダクト 7 3 中の通気を遮断することができるダンパ 7 4 が設けられている。

【 0 0 2 1 】

ハウジング 6 0 の天井の下方には、多数の貫通穴 7 6 が形成された整流板 7 5 が設けられている。整流板 7 5 は、 F F U 7 0 から下方に吹き出された清浄エア (C A) が、ウエハ W 上に集中して流れるように整流する。ハウジング 6 0 の天井と整流板 7 5 との間の空間 7 7 には、当該空間 7 7 に窒素ガスまたはドライエアを吐出するガスノズル 7 8 が設けられている。ガスノズル 7 8 には、ガス供給源 7 9 A (窒素ガスボンベまたはドライエア生成装置) に接続されるとともに開閉弁及び流量調整弁等の流量調整器が介設されたガス供給路を備えたガス供給機構 7 9 B から、窒素ガスまたはドライエアが供給される。ガスノズル 7 8 から吐出された気体は空間 7 7 内で拡散した後に、整流板 7 5 の貫通穴 7 6 を通って下方に向けて吐出される。なお、ドライエアは低湿度雰囲気が必要な場合に用いられ、窒素ガスは低湿度及び低酸素濃度雰囲気が必要な場合に用いられる。

【 0 0 2 2 】

図 2 (a) は、貫通穴 7 6 の配置を説明するための図であって、整流板 7 5 を上方から見た概略平面図である。図 2 (a) において、符号 W e で示す円は基板保持部 1 0 に保持されたウエハ W の外周縁を示しており、符号 C e で示す円はカップ体 3 0 の第 1 カップ 3 1 の上面開口の輪郭を示している。図 2 (a) にその一部のみが概略的に示されている貫通穴 7 6 は、その中心が正方格子状に、すなわち X 方向及び Y 方向に同じピッチ (例えば X 方向及び Y 方向ともに約 1 2 m m ピッチ) で並んでいる。基板保持部 1 0 に保持されたウエハ W の中心部に対応する領域を符号 A 1 で示し、その外側の領域を符号 A 2 で示している。ウエハ W が 1 2 インチウエハであるとした場合、領域 A 1 は例えば直径 6 2 m m の円形の領域である。領域 A 2 は、その内周縁の直径が 6 2 m m でその外周縁の直径が 2 0 0 m m のリング状の領域である。領域 A 1 にある貫通穴 7 6 の直径は最も大きく例えば 1 0 m m である。領域 A 2 にある貫通穴 7 6 の直径はそれよりも小さく例えば 6 m m である。領域 A 2 よりも外側の全ての領域 A 3 にある貫通穴 7 6 の直径はさらに小さく例えば 3 m m である。すなわち、単位面積当たりの開口率は、領域 A 1 が最大であり、 A 2、 A 3 の順に小さくなる。

【 0 0 2 3 】

貫通穴 7 6 の単位面積当たりの開口率が均一の場合には、図 2 (b) に示すように、カップ体 3 0 内に引き込まれる気流に引きずられて、ダウンフローが半径方向外側に拡がり、ウエハ W 中央部に到達しなくなる。このため、液処理時に発生した処理液の雰囲気またはミストが、ウエハ W 中央部の真上の領域 (破線で囲んだ部分) に滞留し、パーティクル発生の原因となりうる。しかしながら、ウエハ W 中央部に対向する領域において整流板 7 5 の開口率を増すことにより、図 2 (c) に示すように、ウエハ W 中央部に向かう強いダウンフローが生じ、この流れはカップ体 3 0 内に引き込まれる気流にあまり影響を受けることなくウエハ W 中央部に到達する。このため、上記の原因によりパーティクルが発生することを防止することができる。

【 0 0 2 4 】

ハウジング 6 0 の下部 (具体的には少なくともカップ体 3 0 の上部開口部より低い位置) であって、かつ、カップ体 3 0 の外部には、ハウジング 6 0 内の雰囲気を排気するためのハウジング排気口 6 2 が設けられている。ハウジング排気口 6 2 には、ハウジング排気路 6 4 が接続されている。ハウジング排気路 6 4 には、流量調整弁 6 6 例えばバタフライ弁が設けられている。ハウジング排気路 6 4 は、カップ排気路 3 6 の経路上で流量調整弁

10

20

30

40

50

３７と切替弁４０の間に接続されている。

【００２５】

図１に概略的に示すように、基板処理装置は、その全体の動作を統括制御するコントローラ（制御部）１００を有している。コントローラ１００は、基板処理装置の全ての機能部品（例えば、回転駆動部１８、第２及び第３カップ３２、３３の昇降機構３２Ａ、３３Ａ、図示しない処理液供給機構、流量調整弁３７、６６、切替弁４０、ＦＦＵ７０、ガス供給機構７９Ｂ等）の動作を制御する。コントローラ１００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１において参照符号１０１で示されている。プロセッサ１０２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１０１から呼び出して実行させ、これによってコントローラ１００の制御の下で基板処理装置の各機能部品が動作して所定の処理が行われる。

10

【００２６】

次に、上記コントローラ１００の制御の下で行われる基板処理装置の動作について説明する。

【００２７】

20

〔酸性薬液洗浄処理〕

ウエハＷが基板保持部１０により保持され、回転駆動部１８によりウエハＷが回転する。この回転するウエハＷには、処理液として、酸性薬液ノズル５１から酸性薬液例えばＤＨＦが供給され、ウエハＷに酸性薬液洗浄処理が施される。酸性薬液は遠心力によりウエハＷから振り切られ、回転カップ２０に受け止められる。このとき、第２カップ３２及び第３カップ３３が下降位置に位置しており、酸性薬液は第１カップ３１と第２カップ３２との間の第１流路３１１を通過して流れる。

【００２８】

このときＦＦＵ７０のダンパ７４は開状態であり、ファン７１が回転している。従って、整流板７５の貫通穴７６から清浄エアが下方のウエハに向かって流れている。すなわち、ハウジング６０の内部空間の整流板７５の下方には清浄エアのダウンフローが形成されている。

30

【００２９】

また、このとき、切替弁４０はカップ排気路３６と酸性雰囲気排気ライン８１とを連通させている。従って、ウエハＷの上方の空間に存在するガス（この場合ダウンフローを形成する清浄エア）は、第１カップ３１の上部開口を介してカップ体３０内に流入し、第１カップ３１と第２カップと３２との間の第１流路３１１を通過して流れ、カップ排気口３５から排出され、カップ排気路３６及び切替弁４０を通過して酸性雰囲気排気ライン８１に流れる。従って、ウエハＷの上方の空間に酸性薬液ミスト（微小液滴）を含む酸性薬液雰囲気（処理液雰囲気）が存在していても、このような酸性薬液雰囲気はカップ排気口３５から排出されるので、ウエハＷの上方の空間（図１の領域Ａ４）に滞留することはない。このため、滞留した処理液雰囲気が次工程に影響を与えること及びハウジング内壁を汚染することが防止されるか、或いは最小限に抑制される。

40

【００３０】

なお、酸性薬液は、ウエハへの衝突により、或いは回転カップ２０、第１カップ３１等への衝突により、一部がミスト状となっており、このミストはカップ体３０内に流入して第１流路３１１を通過して流れるガスの流れに乗って、カップ排気口３５に向かって流れる。ミストの大部分は、第１流路３１１の途中に設けられた屈曲部の壁体に捕捉され、液受け３１２に落下する。また、第１流路３１１に面する第１カップ３１及び第２カップ３２の表面に沿って流下する酸性薬液も液受け３１２に落下する。液受け３１２に落ちた酸性

50

薬液は、排液口 3 1 3 を介してカップ体 3 0 内から排出される。

【 0 0 3 1 】

また、ハウジング 6 0 の内部空間のカップ体 3 0 の周辺の空間に存在するガス（具体的には第 1 カップ 3 1 の側周面の半径方向外側の空間（図 1 の領域 A 5 ）に存在するガス、及び当該空間に近い位置にある空間に存在するガスの一部）がハウジング排気口 6 2 から排出され、ハウジング排気路 6 4 及び切替弁 4 0 を通って酸性雰囲気排気ライン 8 1 に流れる。従って、カップ排気口から排出できないカップ体 3 0 周辺の空間に酸性薬液蒸気または酸性薬液ミストを含む酸性薬液雰囲気が存在していても、このような酸性薬液雰囲気は、カップ体 3 0 の周辺の空間に滞留することはない。このため、滞留した処理液雰囲気が次工程に影響を与えること及びハウジング内壁を汚染することが防止または大幅に抑制される。

10

【 0 0 3 2 】

〔 第 1 リンス処理 〕

次に、ウエハ W の回転を継続したまま、酸性薬液ノズル 5 1 からの酸性薬液の吐出を停止し、代わりに、リンス液ノズル 5 3 から、処理液として、リンス液例えば D I W をウエハ W に供給する。これによりウエハ W 上に残留する酸性薬液及び残渣が洗い流される。このリンス処理は、上記の点のみが酸性薬液洗浄処理と異なり、その他の点（ガス、処理液等の流れ）は酸性薬液洗浄処理と同じである。

【 0 0 3 3 】

〔 アルカリ性薬液洗浄処理 〕

次に、ウエハ W の回転を継続したまま、リンス液ノズル 5 3 からのリンス液の吐出を停止し、第 3 カップ 3 3 を下降位置に維持したまま第 2 カップ 3 2 を上昇位置に移動させ、切替弁 4 0 を切り替えてカップ排気路 3 6 とアルカリ性雰囲気排気ライン 8 2 とを連通させる。次いで、処理液として、アルカリ性薬液ノズル 5 2 からアルカリ性洗浄液例えば S C - 1 がウエハ W に供給され、ウエハ W にアルカリ性薬液洗浄処理が施される。このアルカリ性薬液洗浄処理は、ガス及びアルカリ性薬液の排出経路が酸性薬液洗浄処理と異なり、他の点については酸性薬液洗浄処理と同じである。

20

【 0 0 3 4 】

すなわち、ウエハ W の上方の空間にあるガスは、第 1 カップ 3 1 の上部開口を介してカップ体 3 0 内に流入した後、第 2 カップ 3 2 と第 3 カップ 3 3 との間の第 2 流路 3 2 1 を通って流れ、カップ排気口 3 5 から排出され、カップ排気路 3 6 及び切替弁 4 0 を通ってアルカリ性雰囲気排気ライン 8 2 に流れる。ウエハ W から飛散した薬液は、第 2 流路 3 2 1 を通って流れ、液受け 3 2 2 に落下し、排液口 3 2 3 を介してカップ体 3 0 内から排出される。ハウジング 6 0 の内部空間のカップ体 3 0 の周辺の空間に存在するガスは、ハウジング排気口 6 2 から排出され、ハウジング排気路 6 4 及び切替弁 4 0 を通ってアルカリ性雰囲気排気ライン 8 2 に流れる。ハウジング 6 0 の内部空間に処理液雰囲気の滞留が生じることを防止または大幅に抑制される点も、酸性薬液洗浄処理と同じである。

30

【 0 0 3 5 】

〔 第 2 リンス処理 〕

次に、ウエハ W の回転を継続したまま、アルカリ性薬液ノズル 5 2 からのアルカリ性薬液の吐出を停止し、代わりに、リンス液ノズル 5 3 から、リンス液をウエハ W に供給する。これによりウエハ W 上に残留するアルカリ性薬液及び残渣が洗い流される。この第 2 リンス処理は、ガス及び処理液（リンス液）の排出経路が第 1 リンス処理と異なり、他の点については第 1 リンス処理と同じである。

40

【 0 0 3 6 】

〔 乾燥処理 〕

次に、ウエハ W の回転を継続したまま、リンス液ノズル 5 3 からのリンス液の吐出を停止し、第 2 カップ 3 2 を上昇位置に維持したまま第 3 カップ 3 3 を上昇位置に移動させ（このときに図 1 に示す状態となる）、切替弁 4 0 を切り替えてカップ排気路 3 6 と有機雰囲気排気ライン 8 3 とを連通させる。これとほぼ同時に、F F U 7 0 のファン 7 1 が停止

50

され、続いてダンパ 74 が閉じられる。その後直ちに、ガスノズル 78 から窒素ガス（ドライエアでもよい）が吐出される。次いで、処理液として、乾燥促進液ノズル 54 から所定時間だけ乾燥促進液例えば IPA がウエハ W に供給され、その後乾燥促進液ノズル 54 からの乾燥促進液の供給が停止され、ウエハ W の回転が所定時間継続される。これにより、ウエハ W 上に残留していた DIW が IPA 中に取り込まれ、この IPA がウエハ W 上から振り切られるとともに蒸発し、ウエハ W の乾燥が行われる。

【0037】

乾燥処理が行われているときには、整流板 75 の貫通穴 76 から低湿度かつ低酸素濃度の窒素ガスが下方のウエハ W に向かって流れる。この窒素ガスのダウフローは、第 1 カップ 31 の上部開口を介してカップ体 30 内に流入し、第 3 カップ 33 と内壁 34 との間
10
の第 3 流路 331 を通って流れ、カップ排気口 35 から排出され、カップ排気路 36 及び切替弁 40 を通って有機雰囲気排気ライン 83 に流れる。従って、ウエハ W の上方の空間を低湿度雰囲気にすることができる。一方で、流量調整弁 66 を制御することによって、ハウジング排気の流量を、液処理をしているときよりも小さくする。（例えば液処理時の 10 分の 1）

【0038】

なお、乾燥促進液は、ウエハへの衝突により、或いは回転カップ 20、第 3 カップ 33 等への衝突により、一部がミスト状となっており、このミストはカップ体 30 内に流入して第 3 流路 331 を通って流れるガスの流れに乗って、カップ排気口 35 に向かって流れる。ミストの大部分は、第 3 流路 331 の途中に設けられた屈曲部の壁体に捕捉され、液
20
受け 332 に落下する。また、第 3 流路 331 に面する第 3 カップ 33 及び内壁 34 の表面に沿って流下する乾燥促進液も液受け 332 に落下する。液受け 332 に落ちた乾燥促進液は、排液口 333 を介してカップ体 30 内から排出される。

【0039】

乾燥処理が終了したら、ガスノズル 78 からの窒素ガスの吐出が停止され、ダンパ 74 が開かれて FFU 70 のファン 71 が起動される。これとほぼ同時に、流量調整弁 66 の開度がもとに戻され、ハウジング排気の流量を、液処理時と同じにする。また、切替弁 40 を切り替えてカップ排気路 36 と酸性雰囲気排気ライン 81 とを連通させる。この状態で、処理済みのウエハ W が図示しない搬送アームによりハウジング 60 外に搬出され、次
30
いで、次に処理されるウエハ W が図示しない搬送アームによりハウジング 60 内に搬入され、基板保持部 10 により保持される。このように、ウエハ W の搬出入時には、ハウジング 60 内に FFU 70 から供給された清浄エアのダウフローが形成され、液処理時と同様のカップ排気及びハウジング排気が行われる。

【0040】

前述したように、薬液（酸性薬液、アルカリ性薬液）の雰囲気がハウジングの内部空間に滞留すると、滞留した薬液雰囲気が次工程に影響を与えること及びハウジング内壁を汚染するという問題がある。このため、薬液処理（酸性薬液洗浄処理及びアルカリ性薬液洗浄処理）を行うときには、FFU 70 により比較的大流量（例えば 1200 リットル/分）で清浄エアを供給し、清浄エアの供給流量に概ね対応する流量、例えば、カップ排気口 35 を通る排気（以下、簡便のため「カップ排気」と呼ぶ）の流量が 1000 リットル/分、ハウジング排気口 62 を通る排気（以下、簡便のため「ハウジング排気」と呼ぶ）の
40
流量が 200 リットル/分で排気を行っている。このように比較的大流量の清浄エアの流れをカップ体 30 内に引き込むことにより、ウエハ W から飛散した後にカップ体 30 の壁面に衝突することによりミスト化された薬液がウエハ W に向かって逆流することが大幅に抑制される。また、ミスト化または気化した薬液が、ハウジング 60 の内部空間のカップ体 30 の周辺の空間からウエハ W の上方の空間に浸入したとしても、そのような薬液は、カップ体 30 内に引き込まれる清浄エアの流れに乗って、直ちにカップ体 30 内に引き込まれる。また、ハウジング排気に乗って、ハウジング 60 の内部空間のカップ体 30 の周辺の空間に存在するミスト化または気化した薬液が、ハウジング 60 内から排出される。ここでハウジング排気の流量をあまり大きくすると、このハウジング排気口 62 に向かう
50

気流にウエハWに向かう清浄エアのダウンフローが引きずられ、最も重要なウエハWの真上の気流が乱されるおそれがあるため、ハウジング排気の流量はカップ排気の流量より小さくしている。

【0041】

薬液処理を行う際には、ハウジング60内の薬液雰囲気ハウジング60の外部の空間に流出しないように、ハウジング60の内部空間の圧力はハウジング60の外部の空間内の圧力と等しいかごく僅かに低いことが好ましい。一方、乾燥処理を行う際には、ハウジング60の外部の空間内の湿度の高い（あるいはハウジング60の内部空間の空気と比較においてパーティクル含有量の高い）空気がハウジング60の内部空間に流入しないように、ハウジング60の内部空間の圧力はハウジング60の外部の空間内の圧力と等しいかごく僅かに高いことが好ましい。すなわち、いずれの場合においても、ハウジング60の内部空間の圧力は、ハウジング60の外部の空間（クリーンルームの雰囲気）内の圧力と概ね等しいことが好ましい。このため、整流板75の貫通穴76から吐出されるガスの流量と、カップ排気及びハウジング排気の総流量とがほぼ同じである必要がある。

【0042】

乾燥処理が行われるときには、ウエハWの上方、並びにカップ体30の周辺の空間には、薬液雰囲気は滞留することなく十分に清浄な状態に既になっている。またウエハWの上方は低湿度雰囲気になっている。このため、前述したように、ハウジング排気の流量を、薬液処理をしているときよりも小さくすることができる。また、カップ排気の流量も、薬液処理を行っているときと比べて小さくしており、例えば500リットル/分としている。従って、この場合、ガスノズル78から吐出される窒素ガス（またはドライエア）の流量は、排気流量と概ね等しい値である500リットル/分としている。窒素ガス（またはドライエア）は、主としてウエハWの周辺湿度を低減して乾燥を促進するために供給されるものであり、汚染要因となりうる雰囲気を排除するためのものではないので、大流量で供給する必要はない。

【0043】

上記の実施形態によれば、乾燥処理を行うときに、薬液処理またはリンス処理等の液処理を行うときと比較して、ハウジング排気及びカップ排気の総流量を低減しているので、これら排気の総流量に相応してハウジング60内に供給すべき高価な窒素ガス（または製造に多くの用力が必要でかつ製造コストの高いドライエア）等の低湿度ガスの使用量を削減することができる。しかも、必要な気流は確保されているため、プロセス性能（プロセス結果）に影響を及ぼすことはない。

【0044】

次に、図3及び図4を参照して他の実施形態について説明する。この実施形態は、上述した実施形態で用いた切替弁40に代えて、回転弁の形式の切替弁40aを用いた点異なる。切替弁40aは、カップ排気路36に接続された第1吸気ポート411とハウジング排気路64に接続された第2吸気ポート412とを有している。図1の実施形態と異なり、カップ排気路36とハウジング排気路64とは切替弁40aの上流側で合流していない。また、切替弁40aは、工場の酸性雰囲気排気ライン（酸性雰囲気排気系）81に接続された第1排気ポート421と、アルカリ性雰囲気排気ライン（アルカリ性雰囲気排気系）82に接続された第2排気ポート422と、有機雰囲気排気ライン（有機雰囲気排気系）83に接続された第3排気ポート423とを有している。

【0045】

図3に、切替弁40aの構成を概略的に示す。矩形断面のダクトとして形成された酸性雰囲気排気ライン81、アルカリ性雰囲気排気ライン82及び有機雰囲気排気ライン83の上に、切替弁40aの弁箱43が取り付けられている。各排気ライン81～83の内部を図面の紙面垂直方向にガスが流れる。弁箱43の一端は開放されて前記第1吸気ポート411となっており、この第1吸気ポート411にカップ排気路36（図3には図示せず）が接続されている。弁箱43は円筒形状の内部空間を有しており、この内部空間には一端が開放され他端が閉塞された中空円筒形状の弁体44が収容されている。弁体44は、

適当な回転駆動機構 4 7 例えばステッピングモータにより回転させることができ、かつ、任意の回転位相で停止することができる。

【 0 0 4 6 】

排気ライン 8 1、8 2、8 3 をなすダクトの上面にそれぞれ 1 つの開口が設けられている。弁箱 4 3 の底部には、これらのダクトの開口と接続された、前記第 1、第 2 及び第 3 排気ポート 4 2 1、4 2 2、4 2 3 としての開口がそれぞれ形成されている。中空円筒形状の弁体 4 4 には、3 つの（そのうち 1 つは図 3 では見えない）弁体開口 4 5 が形成されている。これら 3 つの弁体開口 4 5 は、第 1、第 2 及び第 3 排気ポート 4 2 1、4 2 2、4 2 3 とそれぞれ一致することができるような軸線方向位置（弁体 4 4 の軸線方向に関する位置）に設けられており、かつ、弁体 4 4 の円周方向に関して互いに 1 2 0 度ずれた位置に設けられている。

10

【 0 0 4 7 】

弁箱 4 3 の他端側には、第 2 吸気ポート 4 1 2 をなす開口が設けられている。中空円筒形状の弁体 4 4 には、さらに、2 つの弁体開口 4 6 が形成されており、これら 2 つの弁体開口 4 6 は第 2 吸気ポート 4 1 2 と同じ軸線方向位置に位置しており、かつ、1 2 0 度ずれた位置に設けられている。

【 0 0 4 8 】

上述した 3 つの弁体開口 4 5 及び 2 つの弁体開口 4 6 は以下のような位置関係にある。弁体 4 4 が第 1 回転位置（例えば基準位置である 0 度の位置）にあるとき、第 1 排気ポート 4 2 1 をなす開口と 1 つの弁体開口 4 5 が一致し、かつ、第 2 吸気ポート 4 1 2 をなす開口と 1 つの弁体開口 4 6 が一致する。その結果、酸性雰囲気排気ライン 8 1 にカップ排気口 3 5 及びハウジング排気口 6 2 が接続され、酸性雰囲気排気ライン 8 1 内の負圧により、カップ体 3 0 の内部空間及びハウジング 6 0 の内部空間が吸引される。弁体 4 4 が第 2 回転位置（前記基準位置から 1 2 0 度進んだ位置）にあるとき、第 2 排気ポート 4 2 2 をなす開口と他の 1 つの弁体開口 4 5 が一致し、かつ、第 2 吸気ポート 4 1 2 をなす開口と他の 1 つの弁体開口 4 6 が一致する。その結果、アルカリ性雰囲気排気ライン 8 2 にカップ排気口 3 5 及びハウジング排気口 6 2 が接続され、アルカリ性雰囲気排気ライン 8 2 内の負圧により、カップ体 3 0 の内部空間及びハウジング 6 0 の内部空間が吸引される。弁体 4 4 が第 3 回転位置（前記基準位置から 2 4 0 度進んだ位置）にあるとき、第 3 排気ポート 4 2 3 をなす開口とさらに別の 1 つの弁体開口 4 5 が一致し、かつ、第 2 吸気ポート 4 1 2 は弁体 4 4 により閉塞される。その結果、有機雰囲気排気ライン 8 3 にカップ排気口 3 5 が接続され、有機雰囲気排気ライン 8 3 内の負圧により、カップ体 3 0 の内部空間が吸引される。すなわち、ハウジング排気口 6 2 からの排気は行われない。各ポート間の接続関係は、図 4 を参照することにより理解することができる。なお、切替弁 4 0 a は、全ポートが閉鎖される弁体 4 4 の第 4 回転位置を有するように構成してもよい。或いは、カップ排気路 3 6 及びハウジング排気路 6 4 に開閉弁を設けてもよい。

20

30

【 0 0 4 9 】

酸性薬液洗浄処理及び第 1 リンス処理を実行するときには第 1 回転位置に、アルカリ性薬液洗浄処理及び第 2 リンス処理を実行するときには第 2 回転位置に、乾燥処理を実行するときには第 3 回転位置に、それぞれ弁体 4 4 を位置させれば、図 1 の実施形態と同様の処理を行うことができる。上記の切替弁 4 0 a の構造によれば、一つの駆動部でカップ排気とハウジング排気の切替制御が可能である。

40

【 0 0 5 0 】

図 3 及び図 4 の実施形態においては、乾燥処理時に、ハウジング排気の流量を 0（ゼロ）まで減少させている。ハウジング排気の流量を 0（ゼロ）まで減少させることは制御が容易になる点において有利である。一方、図 1 の実施形態においては、流量調整弁 6 6 を絞ることにより、例えば液処理時の 1 0 分の 1 にハウジング排気の流量を減少させている。いずれにせよ、カップ排気及びハウジング排気の総流量の減少は、乾燥処理時に必要性が非常に低くなるハウジング排気の減少を優先的に行うことにより達成することが好ましい。乾燥処理時におけるカップ排気の流量の減少は、カップ体 3 0 内に適切な気流を生じ

50

させるのに支障の無い範囲で行うことが望ましい。

【符号の説明】

【 0 0 5 1 】

W 基板（ウエハ）

1 0 基板保持部

1 8 回転駆動部

3 0 カップ体

3 6 カップ排気路

3 7、4 0、4 0 a、6 6 流量調整部（切替弁、流量調整弁）

4 0 a 切替弁

4 3 弁箱

4 4 弁体

4 1 1 第 1 吸気ポート

4 1 2 第 2 吸気ポート

4 2 1、4 2 2 第 1 排気ポート（酸性雰囲気気排気用の第 1 排気ポートまたはアルカリ性雰囲気気排気用の第 2 排気ポート）

4 2 3 第 2 排気ポート（有機雰囲気気排気用の第 3 排気ポート）

4 5 第 1、第 2 排気用弁体開口（酸性雰囲気気排気用の第 1 排気用弁体開口またはアルカリ性雰囲気気排気用の第 2 排気用弁体開口）

4 6 吸気用弁体開口

8 1、8 2 第 1 排気ライン（酸性雰囲気気排気ラインまたはアルカリ性雰囲気気排気ライン）

8 3 第 2 排気ライン（有機雰囲気気排気ライン）

5 1 ~ 5 4 処理液ノズル

6 0 ハウジング

6 4 ハウジング排気路

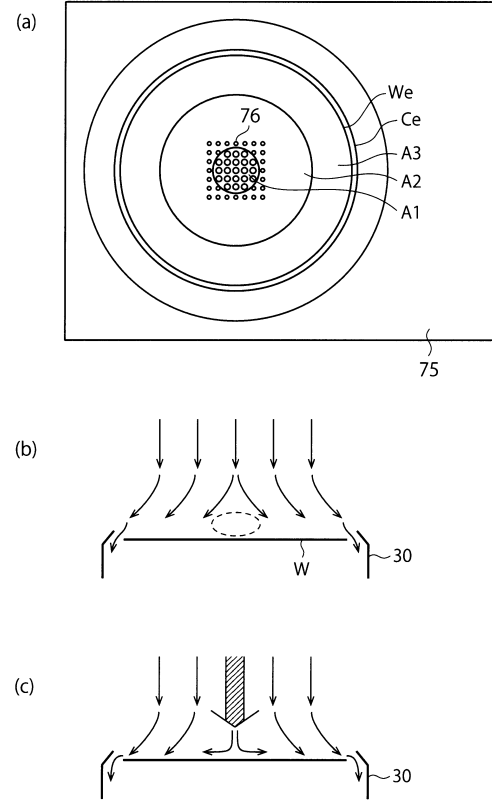
7 0、7 8 清浄ガス供給装置（FFU、ガスノズル）

1 0 0 制御部（コントローラ）

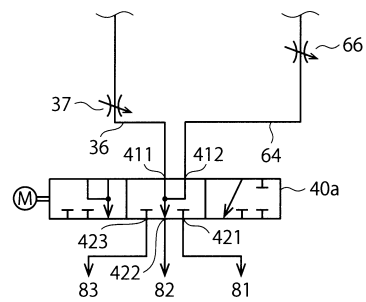
10

20

【 図 2 】



【 図 4 】



フロントページの続き

- (72)発明者 大 塚 貴 久
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 緒 方 信 博
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 丸 本 洋
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 脇 山 輝 史
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09-148231(JP,A)
特開2009-224514(JP,A)
特開2012-204719(JP,A)
特開平09-148226(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|--------|
| H01L | 21/304 |
| H01L | 21/027 |
| H01L | 21/306 |