

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4046636号
(P4046636)

(45) 発行日 平成20年2月13日(2008.2.13)

(24) 登録日 平成19年11月30日(2007.11.30)

(51) Int.Cl.

H O 1 L 21/027 (2006.01)

F 1

H O 1 L 21/30 5 6 3

請求項の数 16 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2003-107378 (P2003-107378)
 (22) 出願日 平成15年4月11日 (2003.4.11)
 (65) 公開番号 特開2004-319558 (P2004-319558A)
 (43) 公開日 平成16年11月11日 (2004.11.11)
 審査請求日 平成17年5月11日 (2005.5.11)

(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6号
 (74) 代理人 100096644
 弁理士 中本 菊彦
 (72) 発明者 岩坂 英昭
 東京都港区赤坂五丁目3番6号TBS放送
 センター東京エレクトロン株式会社内
 (72) 発明者 宮崎 圭
 東京都港区赤坂五丁目3番6号TBS放送
 センター東京エレクトロン株式会社内
 審査官 植木 隆和

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】基板処理方法及び基板処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被処理基板に紫外線照射手段から紫外線を照射して処理を施す基板処理方法であって、上記被処理基板と紫外線照射手段との隙間における紫外線の照射領域の対向する一端から他端に向かって紫外線の光強度を減衰する気体分子を含む露光調整用気体を流して、上記被処理基板に照射される紫外線の露光量を調整可能にし、この際、上記露光調整用気体の流れ領域を流れ方向に沿う複数の分割領域とともに、各分割領域において気体分子の濃度を適宜設定し、かつ、少なくとも上記露光調整用気体の流れ領域の両側の分割領域における気体分子の濃度を低く設定することを特徴とする基板処理方法。

【請求項 2】

請求項1記載の基板処理方法において、上記気体分子が酸素分子であることを特徴とする基板処理方法。

【請求項 3】

被処理基板に紫外線照射手段から紫外線を照射して処理を施す基板処理方法であって、上記被処理基板と紫外線照射手段との隙間における紫外線の照射領域の対向する一端から他端に向かって窒素ガスからなる露光調整用気体を流すと共に、この露光調整用気体の流れ領域の両側部の流量を、流れ領域の中心側の流量に対して多くする、ことを特徴とする基板処理方法。

【請求項 4】

請求項1ないし3のいずれかに記載の基板処理方法において、

10

20

上記紫外線照射手段の照射側に、紫外線透過板を配設し、この紫外線透過板に、露光調整用気体の流れ方向に沿う複数の通路溝を設けることにより、露光調整用気体の流れを整流及び促進させるようにする、ことを特徴とする基板処理方法。

【請求項 5】

被処理基板に紫外線照射手段から紫外線を照射して処理を施す基板処理方法であって、
上記被処理基板と紫外線照射手段との隙間における紫外線の照射領域の対向する一端から他端に向かって紫外線の光強度を減衰する気体分子を含む露光調整用気体を流して、上記被処理基板に照射される紫外線の露光量を調整可能にし、この際、上記紫外線照射手段の照射側に、紫外線透過板を配設し、この紫外線透過板に、露光調整用気体の流れ方向に沿う複数の通路溝を設けることにより、露光調整用気体の流れを整流及び促進させるよう
10
 にする、ことを特徴とする基板処理方法。

【請求項 6】

請求項 1ないし 5 のいずれかに記載の基板処理方法において、
 上記被処理基板と紫外線照射手段とを相対的に平行移動させつつ被処理基板に紫外線を照射する、ことを特徴とする基板処理方法。

【請求項 7】

請求項 1ないし 5 のいずれかに記載の基板処理方法において、
 上記被処理基板と紫外線照射手段とを相対的に平行移動させつつ被処理基板に紫外線を照射し、かつ、被処理基板と紫外線照射手段とを相対的に同一面上に所定角度回転させた状態で被処理基板に紫外線を照射する、ことを特徴とする基板処理方法。
20

【請求項 8】

請求項 1ないし 7 のいずれかに記載の基板処理方法において、
 上記被処理基板の表裏面に対して紫外線照射手段から紫外線を照射する、ことを特徴とする基板処理方法。

【請求項 9】

被処理基板に紫外線照射手段から紫外線を照射して処理を施す基板処理装置であって、
 上記被処理基板を載置する基板載置手段と、
 上記基板載置手段に載置された被処理基板に紫外線を照射する紫外線照射手段とを具備し、
30

上記基板載置手段に載置された上記被処理基板と上記紫外線照射手段との隙間における紫外線の照射領域の対向する端部の一方に給気口を設け、他方には排気口を設け、

上記給気口に、紫外線の光強度を減衰する気体分子を含む露光調整用気体の供給源を接続し、

上記排気口には、排気手段を接続し、

上記給気口及び排気口を、露光調整用気体の流れ方向に沿って複数に分割し、
分割された上記給気口の各給気口に、それぞれ切換手段を介して気体分子を含む露光調整用気体を供給し、

かつ、少なくとも露光調整用気体の流れ方向の両側部位の給気口に供給される気体分子の濃度を低く設定する、ことを特徴とする基板処理装置。

【請求項 10】

請求項 9記載の基板処理装置において、

上記気体分子が酸素分子であることを特徴とする基板処理装置。

【請求項 11】

被処理基板に紫外線照射手段から紫外線を照射して処理を施す基板処理装置であって、
 上記被処理基板を載置する基板載置手段と、

上記基板載置手段に載置された被処理基板に紫外線を照射する紫外線照射手段とを具備し、

上記基板載置手段に載置された上記被処理基板と上記紫外線照射手段との隙間における紫外線の照射領域の対向する端部の一方に給気口を設け、他方には排気口を設け、

上記給気口に、窒素ガスからなる露光調整用気体の供給源を接続し、
50

上記排気口には、排気手段を接続し、かつ、上記給気口を、この給気口から上記排気口に向かって流れる露光調整用気体の流れに沿って複数に分割すると共に、分割された給気口の開口面積を、露光調整用気体の流れ方向の両側部位から中心側に向かって漸次小面積に形成してなる、ことを特徴とする基板処理装置。

【請求項 1 2】

請求項 9 ないし 1 1 のいずれかに記載の基板処理装置において、

上記紫外線照射手段の照射側に、紫外線を透過する透過板を配設し、この透過板に、露光調整用気体の流れ方向に沿う複数の通路溝を設けてなる、ことを特徴とする基板処理装置。

10

【請求項 1 3】

被処理基板に紫外線照射手段から紫外線を照射して処理を施す基板処理装置であつて、
上記被処理基板を載置する基板載置手段と、

上記基板載置手段に載置された被処理基板に紫外線を照射する紫外線照射手段とを具備し、

上記基板載置手段に載置された上記被処理基板と上記紫外線照射手段との隙間における紫外線の照射領域の対向する端部の一方に給気口を設け、他方には排気口を設け、

上記給気口に、紫外線の光強度を減衰する気体分子を含む露光調整用気体の供給源を接続し、

上記排気口には、排気手段を接続し、

20

上記紫外線照射手段の照射側に、紫外線を透過する透過板を配設し、この透過板に、露光調整用気体の流れ方向に沿う複数の通路溝を設けてなる、ことを特徴とする基板処理装置。

【請求項 1 4】

請求項 9 ないし 1 3 のいずれかに記載の基板処理装置において、

上記基板載置手段と紫外線照射手段とを相対的に平行移動可能に形成してなる、ことを特徴とする基板処理装置。

【請求項 1 5】

請求項 9 ないし 1 3 のいずれかに記載の基板処理装置において、

上記基板載置手段と紫外線照射手段とを相対的に平行移動可能に形成すると共に、基板載置手段と紫外線照射手段とを相対的に同一面上に所定角度回転可能に形成してなる、ことを特徴とする基板処理装置。

30

【請求項 1 6】

請求項 9 ないし 1 5 のいずれかに記載の基板処理装置において、

上記紫外線照射手段を、被処理基板の表裏面と対向する位置に配設してなる、ことを特徴とする基板処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【産業上の利用分野】

この発明は、例えば半導体ウエハや LCD 用ガラス基板、あるいは、マスク基板等の被処理基板に紫外線を照射して処理を施す基板処理方法及び基板処理装置に関するものである。

40

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来、半導体デバイスの製造工程においては、層間絶縁膜等の誘電体膜を形成する方法として SOD (Spin On Dielectric) システムを用いて、半導体ウエハ等（以下に被処理基板という）に塗布液を塗布して塗布膜を形成した後に、加熱等の物理的処理を施す方法が知られている。塗布膜を形成する方法としては、一般に、停止又は回転する被処理基板の略中心部に塗布液を供給（吐出）し、その後、被処理基板を所定の回転数で回転させることによって塗布液を被処理基板全体に拡げる方法（スピンドルコート）が

50

用いられている。

【0003】

上記のようにして、被処理基板に塗布膜を形成する場合には、その前処理として、被処理基板の表面に所定の波長の紫外線を照射し、被処理基板の表面の塗布液に対する濡れ性を改質する処理、すなわち、被処理基板の表面が塗布液に対して全体的に均一な接触角を有する状態となるように行われている。更に、被処理基板に紫外線を照射することにより、表面のエネルギーが上昇し、塗布膜との結合力が強くなり、密着性が向上する。具体的には、載置手段に載置された被処理基板例えば半導体ウエハと紫外線照射手段である紫外線ランプとを対向させて、紫外線ランプから紫外線を半導体ウエハに照射することにより、半導体ウエハ上に塗布されている塗布膜（絶縁膜材料）の表面を低接触角となるように改質している（例えば、特許文献1参照）。 10

【0004】

【特許文献1】

特開2001-156061（特許請求の範囲、段落番号0042～0045、0053～0056、図5）

上記のようにして被処理基板の表面に紫外線を照射する際、被処理基板と紫外線照射手段を静止するか、あるいは、被処理基板と紫外線照射手段とを相対的に平行移動して、被処理基板の全体に紫外線を照射している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、紫外線照射手段の有効照射面の端部においては、光量が低下するため、被処理基板の全体が均一に露光されないことがあり、処理精度の低下及び歩留まりの低下をきたすという問題があった。この問題を解決する方法として、紫外線照射手段の光量が低下する部分を除く有効照射面内に被処理基板が位置するように、紫外線照射手段を被処理基板より大きなものにすることが考えられるが、この方法では、紫外線照射手段を必要以上に大きくすることとなり、消費電力が嵩むばかりか、装置における被処理基板の幅方向のスペースを必要以上に広く取り、装置が大型となる虞がある。 20

【0006】

また、被処理基板の表面の露光量を選択的に変えたい場合には、複数の露光工程を行うか、紫外線照射手段の照射側にマスクやフィルタを設ける必要がある。 30

【0007】

この発明は上記事情に鑑みなされたもので、紫外線の露光量を調整して露光量を均一にし、あるいは、露光量を選択的に変えて露光処理を行うことにより、処理精度の向上及び歩留まりの向上を図れるようにした基板処理方法及び基板処理装置を提供することを目的とするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、この発明の基板処理方法は、被処理基板に紫外線照射手段から紫外線を照射して処理を施す基板処理方法を前提とする。

【0009】

この発明の第1の基板処理方法は、上記被処理基板と紫外線照射手段との隙間における紫外線の照射領域の対向する一端から他端に向かって紫外線の光強度を減衰する気体分子を含む露光調整用気体を流して、上記被処理基板に照射される紫外線の露光量を調整可能にし、この際、上記露光調整用気体の流れ領域を流れ方向に沿う複数の分割領域と共に、各分割領域において気体分子の濃度を適宜設定し、かつ、少なくとも上記露光調整用気体の流れ領域の両側の分割領域における気体分子の濃度を低く設定する、ことを特徴とする（請求項1）。

【0010】

この発明において、上記気体分子は、紫外線の光強度を減衰する分子であれば任意のものでよく、例えば、酸素、二酸化炭素、オゾン（O₃）などがあるが、好ましくは酸素であ

10

20

30

40

50

る方がよい。

【0012】

また、この発明の第2の基板処理方法は、上記被処理基板と紫外線照射手段との隙間ににおける紫外線の照射領域の対向する一端から他端に向かって窒素ガスからなる露光調整用気体を流すと共に、この露光調整用気体の流れ領域の両側部の流量を、流れ領域の中心側の流量に対して多くする、ことを特徴とする（請求項3）。

【0013】

この発明の基板処理方法において、上記紫外線照射手段の照射側に、紫外線透過板を配設し、この紫外線透過板に、露光調整用気体の流れ方向に沿う複数の通路溝を設けることにより、露光調整用気体の流れを整流及び促進させるようにしてもよい（請求項4，5）。

【0014】

また、上記被処理基板と紫外線照射手段とを相対的に平行移動させつつ被処理基板に紫外線を照射するようにしてもよく（請求項6）、あるいは、上記被処理基板と紫外線照射手段とを相対的に平行移動させつつ被処理基板に紫外線を照射し、かつ、被処理基板と紫外線照射手段とを相対的に同一面上に所定角度回転させた状態で紫外線を照射するようにしてもよい（請求項7）。

【0015】

また、上記被処理基板の表裏面に対して紫外線照射手段から紫外線を照射することも可能である（請求項8）。

【0016】

この発明の基板処理装置は、上記基板処理方法を具現化するもので、被処理基板に紫外線照射手段から紫外線を照射して処理を施す基板処理装置を前提とする。

【0017】

この発明の第1の基板処理装置は、上記被処理基板を載置する基板載置手段と、上記基板載置手段に載置された被処理基板に紫外線を照射する紫外線照射手段とを具備し、上記基板載置手段に載置された上記被処理基板と上記紫外線照射手段との隙間ににおける紫外線の照射領域の対向する端部の一方に給気口を設け、他方には排気口を設け、上記給気口に、紫外線の光強度を減衰する気体分子を含む露光調整用気体の供給源を接続し、上記排気口には、排気手段を接続し、上記給気口及び排気口を、露光調整用気体の流れ方向に沿って複数に分割し、分割された上記給気口の各給気口に、それぞれ切換手段を介して気体分子を含む露光調整用気体を供給し、かつ、少なくとも露光調整用気体の流れ方向の両側部位の給気口に供給される気体分子の濃度を低く設定する、ことを特徴とする（請求項9）。

【0018】

この発明の基板処理装置において、上記気体分子として、例えば、酸素、二酸化炭素、オゾン（O₃）などを使用することができるが、好ましくは酸素である方がよい（請求項10）。

【0020】

この発明の第2の基板処理装置は、上記被処理基板を載置する基板載置手段と、上記基板載置手段に載置された被処理基板に紫外線を照射する紫外線照射手段とを具備し、上記基板載置手段に載置された上記被処理基板と上記紫外線照射手段との隙間ににおける紫外線の照射領域の対向する端部の一方に給気口を設け、他方には排気口を設け、上記給気口に、窒素ガスからなる露光調整用気体の供給源を接続し、上記排気口には、排気手段を接続し、かつ、上記給気口を、この給気口から上記排気口に向かって流れる露光調整用気体の流れに沿って複数に分割すると共に、分割された給気口の開口面積を、露光調整用気体の流れ方向の両側部位から中心側に向かって漸次小面積に形成してなる、ことを特徴とする（請求項11）。

【0021】

この発明の基板処理装置において、上記紫外線照射手段の照射側に、紫外線を透過する

10

20

30

40

50

透過板を配設し、この透過板に、露光調整用気体の流れ方向に沿う複数の通路溝を設けるようにしてもよい（請求項12, 13）。

【0022】

また、上記基板載置手段と紫外線照射手段とを相対的に平行移動可能に形成するか（請求項14）、あるいは、基板載置手段と紫外線照射手段とを相対的に平行移動可能に形成すると共に、同一面上に所定角度回転可能に形成するようにしてもよい（請求項15）。

【0023】

また、上記紫外線照射手段を、被処理基板の表裏面と対向する位置に配設することも可能である（請求項16）。

【0024】

請求項1, 5, 9, 13記載の発明によれば、基板載置手段に載置された被処理基板と紫外線照射手段との隙間における紫外線の照射領域の対向する端部の一方に設けられた給気口から他端の排気口に向かって紫外線の光強度を減衰する気体分子を含む露光調整用気体を流す（供給する）ことにより、被処理基板に照射される紫外線の露光量を調整することができる。したがって、被処理基板に照射される紫外線の露光量を均一にすることができる、また、露光量を選択的に変えることができる。

10

【0025】

請求項1, 9記載の発明によれば、露光調整用気体の流れ領域を流れ方向に沿う複数の分割領域と共に、各分割領域において気体分子の濃度を適宜設定し、かつ、少なくとも露光調整用気体の流れ方向の両側部位の給気口に供給される気体分子の濃度を低く設定することにより、紫外線照射手段から照射される紫外線の有効照射面の端部の光強度の減衰を抑制つまり光が吸収されにくくして、紫外線を被処理基板の全面に均一に露光することができる。

20

【0026】

請求項3, 11記載の発明によれば、基板載置手段に載置された被処理基板と紫外線照射手段との隙間における紫外線の照射領域の対向する端部の一方に設けられた給気口から排気口に向かって流れる露光調整用気体の流れに沿って複数に分割すると共に、分割された給気口の開口面積を、露光調整用気体の流れ方向の両側部位から中心側に向かって漸次小面積に形成することにより、紫外線照射手段から照射される紫外線の有効照射面の端部の酸素分子の濃度を低減することができるので、光強度の減衰を抑制して、紫外線を被処理基板の全面に均一に露光することができる。

30

【0027】

請求項4, 5, 12, 13記載の発明によれば、紫外線照射手段の照射側に配設される紫外線を透過する透過板に、露光調整用気体の流れ方向に沿う複数の通路溝を設けることにより、露光調整用気体の流れを整流及び促進させることができるので、露光調整用気体による紫外線の露光量の調整を高精度に行うことができる。また、露光調整用気体の流れを整流及び促進させることにより、紫外線の照射により発生するオゾン（O₃）や昇華物を紫外線照射量域から効率良く外部に排出することができる。

【0028】

請求項6, 14記載の発明によれば、被処理基板と紫外線照射手段とを相対的に平行移動させつつ被処理基板に紫外線を照射することにより、被処理基板の全面に均一に紫外線を照射することができる。したがって、露光処理の向上を図ることができる。更に、被処理基板と紫外線照射手段とを相対的に同一面上に所定角度例えば90度回転させた状態で被処理基板に紫外線を照射することにより、一度目の被処理基板と紫外線照射手段の相対平行移動と、二度目の被処理基板と紫外線照射手段の相対平行移動における被処理基板の姿勢を同一面上で所定角度例えば90度変位することができるので、被処理基板に照射される紫外線の光量を均一にすることができます（請求項7, 15）。

40

【0029】

請求項8, 16記載の発明によれば、被処理基板の表裏面に対して紫外線照射手段から紫外線を照射することにより、一工程で被処理基板の表裏面を露光処理することができる。

50

【0030】**【発明の実施の形態】**

以下、この発明の実施形態を添付図面に基づいて詳細に説明する。ここでは、この発明に係る基板処理装置を備えたSODシステムについて説明する。

【0031】

図1は、上記SODシステムの平面図、図2は、図1に示したSODシステムの側面図、図3は、図1に示したSODシステム内に装着された処理ユニット群の側面図である。

【0032】

上記SODシステムは、大略的に、処理部1と、サイドキャビネット2と、キャリアステーション(CSB)3とを具備している。図1及び図2に示すように、処理部1の手前側上部には、半導体ウエハW(以下にウエハWという)に層間絶縁膜を形成するための塗布液を塗布して塗布膜を形成する2台の塗布処理ユニット(SCT)11,12が並設されている。また、塗布処理ユニット(SCT)11,12の下側には、塗布処理ユニット(SCT)11,12で用いられる塗布液(薬液)やこの塗布液を塗布処理ユニット(SCT)11,12へ送るためのポンプ等を内蔵したケミカルユニット13,14が並設されている。
10

【0033】

処理部1の中央部には、図1及び図3に示すように、複数の処理ユニットを多段に積層してなる処理ユニット群16,17が設けられ、これら処理ユニット群16,17の間に、昇降してウエハWを搬送するためのウエハ搬送機構18が設けられている。
20

【0034】

ウエハ搬送機構18は、垂直のZ方向に延在し、対峙する一対の垂直壁51a,51b及びこれら垂直壁51a,51bの間の側面開口部51cを有する筒状支持体51と、その内側に筒状支持体51に沿ってZ方向に昇降自在に設けられたウエハ搬送体52とを有している。筒状支持体51はモータ53の回転駆動力によって水平方向に回転可能となっており、それに伴ってウエハ搬送体52も一体的に回転されるようになっている。

【0035】

ウエハ搬送体52は、搬送基台54と、搬送基台54に沿って前後に移動可能な3本のウエハ搬送アーム55,56,57とを備えており、ウエハ搬送アーム55~57は、筒状支持体51の側面開口部51cを通過可能な大きさを有している。これらウエハ搬送アーム55~57は、搬送基台54内に内蔵された図示しないモータ及びベルト機構によりそれぞれ独立して進退移動することが可能となっている。また、ウエハ搬送体52は、筒状支持体51の下部に設置されるモータ58の駆動軸に装着される駆動ブーリ40と、筒状支持体51の一方の垂直壁51bの上部に装着される従動ブーリ41に掛け渡されたベルト59に連結されている。したがって、モータ58の駆動によりベルト59を駆動させることによってウエハ搬送体52は昇降される。
30

【0036】

左側の処理ユニット群16は、図3に示すように、その上側から順に低温加熱処理ユニット(LHP)19と、2個の硬化(キュア)処理ユニット(DLC)20と、2個のエンジニアリング処理ユニット(DAC)21とが積層されて構成されている。また、右側の処理ユニット群17は、その上から順に2個の低酸素高温加熱処理ユニット(DLB)22と、低温加熱処理ユニット(LHP)23と、2個の冷却処理ユニット(CPL)24と、受渡ユニット(TRS)25と、冷却処理ユニット(CPL)26と、この発明に係る基板処理装置を備える紫外線照射表面改質ユニット(DVT)27と、が積層されて構成されている。なお、受渡ユニット(TRS)25は、冷却処理の機能を兼ね備えることが可能である。
40

【0037】

ここで、低酸素高温加熱処理ステーション(DLB)は密閉化可能な処理室内にウエハWが載置される熱板を有し、熱板の外周の穴から均一に窒素(N2)ガスを吐出しつつ処理室上部中央より排気し、低酸素化雰囲気中でウエハWを高温加熱処理する。低温加熱処理
50

ステーション(L H P)はウエハWが載置される熱板を有し、ウエハWを低温加熱処理する。冷却処理ステーション(C P L)はウエハWが載置される冷却板を有し、ウエハWを冷却処理する。受渡ユニット(T R S)はキャリアステーション3と処理部1との間でウエハWの受け渡しを行う。なお、この場合、受渡ユニット(T R S)を、下段にウエハWを冷却する冷却板、上段に受渡台を有する2段構造としてもよい。

【 0 0 3 8 】

また、硬化(キュア)処理ユニット(D L C)は密閉化可能な処理室内に熱板と冷却板とを隣接するように有し、N₂置換された低酸素雰囲気中で高温加熱処理すると共に加熱処理されたウエハWを冷却処理する。エージング処理ユニット(D A C)は密閉化可能な処理室内にアンモニアガスと水蒸気とを混合した処理気体(N H 3 + H 2 O)を導入してウエハWをエージング処理し、ウエハW上の絶縁膜材料をウェットゲル化する。なお、紫外線照射表面改質ユニット(D V T)については後述する。

10

【 0 0 3 9 】

上記サイドキャビネット2は、バブラー(B u b)31と、各ユニットから排出される排気ガスの洗浄のためのトラップ(T R A P)32とを有している。またバブラー(B u b)31の下方には、電力供給源(図示せず)と、アドヒージョンプロモータや純水、アンモニア(N H 3)ガス等を貯留するための薬液室(図示せず)と、SODシステムにおいて使用された処理液の廃液を排出するためのドレイン33とが設けられている。

【 0 0 4 0 】

上記のように構成されたSODシステムにおいて、例えば、SOD材料としてシルク(S i L K) {商品名}を用いてウエハWに層間絶縁膜を形成する場合には、一般的に、ウエハWを、紫外線照射表面改質ユニット(D V T)27、冷却処理ユニット(C P L)24, 26、塗布処理ユニット(S C T)12(アドヒージョンプロモータの塗布)、冷却処理ユニット(C P L)24, 26、紫外線照射表面改質ユニット(D V T)27、冷却処理ユニット(C P L)24, 26、塗布処理ユニット(S C T)11(本薬液の塗布)、低温加熱処理ユニット(L H P)19, 23、低酸素高温加熱処理ユニット(D L B)22、硬化処理ユニット(D L C)20、冷却処理ユニット(C P L)24, 26の順序で搬送し、処理する。

20

【 0 0 4 1 】

また、使用するSOD材料によっては、ウエハWに層間絶縁膜を形成する場合には、ウエハWを、紫外線照射表面改質ユニット(D V T)27、冷却処理ユニット(C P L)24, 26、塗布処理ユニット(S C T)11, 12、エージング処理ユニット(D A C)21、低温加熱処理ユニット(L H P)19, 23、冷却処理ユニット(C P L)24, 26、紫外線照射表面改質ユニット(D V T)27、冷却処理ユニット(C P L)24, 26、塗布処理ユニット(S C T)11, 12、エージング処理ユニット(D A C)21、低温加熱処理ユニット(L H P)19, 23、低酸素高温加熱処理ユニット(D L B)22、硬化処理ユニット(D L C)20、冷却処理ユニット(C P L)24, 26の順序で搬送し、処理する。

30

【 0 0 4 2 】

上述した各種の方法において形成される層間絶縁膜の材質には制限はなく、有機系、無機系及びハイブリッド系の各種材料を用いることが可能である。

40

【 0 0 4 3 】

次に、この発明に係る基板処理装置について詳細に説明する。

【 0 0 4 4 】

第一実施形態

図4は、この発明に係る基板処理装置の全体斜視図、図5は、基板処理装置の概略断面図である。

【 0 0 4 5 】

上記基板処理装置60は、図4及び図5に示すように、上記ウエハ搬送体52が搬入出可能な搬入出窓61を有するボックス状の処理容器62と、この処理容器62の上部に載置

50

される電源ボックス 6 3 と、処理容器 6 2 の中央上部に着脱可能に配設されるランプハウス 6 4 と、処理容器 6 2 の側方に連設されて処理室 6 5 を形成するバックサイドカバー 6 6 を具備している。

【 0 0 4 6 】

上記処理容器 6 2 及びバックサイドカバー 6 6 によって形成される処理室 6 5 内には、ウエハ W を載置する基板載置手段である載置ステージ 6 7 が配設されている。この載置ステージ 6 7 は、移動機構例えばボールねじ機構 6 8 のねじ軸 6 9 に装着されており、駆動モータ 7 0 の正逆回転によって処理室 6 5 内の一側部の搬入出窓 6 1 側から他側部に向かって水平方向に往復移動可能に構成されている。なお、移動機構は、ボールねじ機構以外に、例えばベルト駆動、リニアモータ駆動等安定した速度で移動できるものであれば任意のものでよい。10

【 0 0 4 7 】

上記ランプハウス 6 4 には、処理室 6 5 内に向かって紫外線を照射する紫外線照射手段である紫外線ランプ 8 0 と、この紫外線ランプ 8 0 の上方に配設される断面略逆 U 字状の反射板 8 1 と、紫外線ランプ 8 0 の照射側に配設される紫外線が透過可能な石英製の透過板 8 2 が具備されている。

【 0 0 4 8 】

また、ランプハウス 6 4 には、載置ステージ 6 7 に載置されたウエハ W と紫外線ランプ 8 0 との隙間における紫外線の照射領域 8 3 の対向する端部の一方に給気口 8 4 が設けられ、他方には排気口 8 5 が設けられている。給気口 8 4 には、紫外線の光強度を減衰する気体分子例えば酸素分子を含む露光調整用気体の供給源 8 6 (後述する空気供給源 8 6 A 及び N 2 ガス供給源 8 6 B) が接続され、排気口 8 5 には、排気手段である真空ポンプ 8 7 が接続されている。なお、排気口 8 5 に接続される排気手段は、ファンや工場排気等でもよい。この場合、給気口 8 4 及び排気口 8 5 は、図 6 及び図 7 に示すように、露光調整用気体の流れ方向に沿って複数(図面では 8 個の場合を示す)に分割されており、分割された各分割給気口 8 4 a ~ 8 4 h に、それぞれ酸素分子の濃度の異なる露光調整用気体が供給され、各分割給気口 8 4 a ~ 8 4 h に供給された露光調整用気体は照射領域 8 3 を流れ、排気口 8 5 から排出されるようになっている。すなわち、各分割給気口 8 4 a ~ 8 4 h には、切換手段である開閉切換弁 8 8 {具体的には、開閉切換弁 8 8 a , 8 8 b , 8 8 g , 8 8 h } を介設する分岐供給管路 8 9 a ~ 8 9 h を介して空気供給源 8 6 A が接続され、分岐供給管路 8 9 a ~ 8 9 h に接続する管路 9 0 に流量調整弁 9 1 {具体的には、流量調整弁 9 1 a , 9 1 b , 9 1 g , 9 1 h } を介設して窒素 (N 2) ガス供給源 8 6 B が接続されている。この場合、開閉切換弁 8 8 及び流量調整弁 9 1 は、図示しないコントローラ例えば C P U に電気的に接続されており、C P U からの制御信号によって制御されるようになっている。なお、この場合、分岐供給管路 8 9 a ~ 8 9 h にマスフローコントローラ(図示せず)を介設し、C P U からの制御信号によってこのマスフローコントローラを制御することによって、露光調整用気体の酸素分子濃度の制御を更に高精度に行うことができる。更に、各分割給気口 8 4 a ~ 8 4 h の露光調整用気体の酸素濃度を測定し、C P U へフィードバックして流量調整弁 9 1 a ~ 9 1 h の開度を制御することもできる。40

【 0 0 4 9 】

このように構成することにより、流量調整弁 9 1 を調整して分岐供給管路 8 9 a ~ 8 9 h 中を流れる空気 (Air) 中に所定量の N 2 ガスを混入することによって露光調整用気体の酸素分子濃度を調整することができ、濃度調整された露光調整用気体を照射領域 8 3 に流すことができる。

【 0 0 5 0 】

このようにして、露光調整用気体の酸素分子濃度を調整することにより、少なくとも露光調整用気体の流れ方向の両側部位の分割給気口例えば 8 4 a , 8 4 b ; 8 4 g , 8 4 h に供給される酸素分子の濃度を低く設定することができる。例えば、分割給気口 8 4 a , 8 4 h の酸素分子濃度を 1 % に設定すると共に、分割給気口 8 4 b , 8 4 g の酸素分子濃度50

を 5 % に設定し、その他の分割給気口 8 4 c ~ 8 4 f には空気 (Air) のみを供給するように設定することができる。

【0051】

上記のように、露光調整用気体の流れ方向の両側部位の分割給気口例えば 8 4 a , 8 4 b ; 8 4 g , 8 4 h に供給される酸素分子の濃度を低く設定して、濃度調整された露光調整用気体を照射領域 8 3 に流すことにより、図 7 に破線で示すように、紫外線ランプ 8 0 から照射される光強度の低い領域の紫外線の有効照射面の端部の光強度の減衰を抑制つまり光が吸収されにくくして、紫外線をウエハ W の全面に均一に露光することができるので、ウエハ W に照射される紫外線の露光量を均一にすることができる。

【0052】

次に、上記基板処理装置 6 0 の動作態様について説明する。まず、ウエハ W を保持したウエハ搬送体 5 2 が搬入出窓 6 1 を介して処理室 6 5 内に進入して載置ステージ 6 7 上にウエハ W を受渡（載置）する。その後、ウエハ搬送体 5 2 は処理容器 6 2 から後退する。次に、ポールねじ機構 6 8 の駆動モータ 7 0 が駆動して、載置ステージ 6 7 を図 5 において左方向に移動（走査）し、紫外線ランプ 8 0 の下方を通過する間、紫外線ランプ 8 0 から照射される紫外線を受光する。このとき、露光調整用気体の供給源 8 6 (空気供給源 8 6 A 及び N 2 ガス供給源 8 6 B) から各分割給気口 8 4 a ~ 8 4 h に、それぞれ酸素分子の濃度の異なる露光調整用気体が供給されて、排気口 8 5 から排気される。この際、上述したように、開閉切換弁 8 8 及び流量調整弁 9 1 { 具体的には、開閉切換弁 8 8 a , 8 8 b , 8 8 g , 8 8 h 及び流量調整弁 9 1 a , 9 1 b , 9 1 g , 9 1 h } の制御により、露光調整用気体の流れ方向の両側部位の分割給気口 8 4 a , 8 4 b ; 8 4 g , 8 4 h に供給される酸素分子の濃度を低く（例えば 1 % 、 5 % ）設定されているので、図 7 に破線で示すように、紫外線ランプ 8 0 から照射される紫外線の有効照射面の端部の光強度の減衰が抑制されて、紫外線がウエハ W の全面に均一に露光される。したがって、ウエハ W に照射される紫外線の露光量を均一にすることができ、ウエハ W 全面の改質、すなわち、塗布液に対する接触角を小さくして、濡れ性の向上を図ることができ、更に、密着性の向上を図ることができる。

【0053】

なお、上記説明では、露光調整用気体の流れ方向の両側部位の分割給気口例えば 8 4 a , 8 4 b ; 8 4 g , 8 4 h に供給される酸素分子の濃度を低く（例えば 1 % 、 5 % ）設定する場合について説明したが、必ずしもこのように設定する場合に限定されるものではなく、各分割給気口 8 4 a ~ 8 4 h に供給される露光調整用気体の酸素分子濃度を任意に設定可能である。また、各分割給気口 8 4 a ~ 8 4 h に供給される露光調整用気体を選択的に供給して、ウエハ W の任意の箇所のみを露光処理することも可能である。

【0054】

更に、上記説明では、給気口 8 4 と排気口 8 5 を紫外線ランプ 8 0 の近傍に設けたが、例えば、図 5 に示すように、給気口 8 4 を対向する一方の側壁 7 1 に設け、排気口 8 5 を他方の側壁 7 2 にそれぞれ設けてよい。この場合、天板 7 3 に露光調整用気体の案内路等を設ける方が好ましい。

【0055】

第二実施形態

図 9 は、この発明に係る基板処理装置の第二実施形態における露光調整用気体の流れを示す要部斜視図、図 10 は、第二実施形態の要部を示す断面図 (a) 及び (a') の I 部の拡大斜視図 (b) である。

【0056】

第二実施形態は、第一実施形態の構成に加えて更に露光調整用気体の流れを整流化すると共に、円滑にして、露光調整の精度を向上させ、かつ、紫外線ランプ 8 0 における紫外線の照射により発生するオゾン (O 3) や昇華物を効率良く外部に排気できるようにした場合である。すなわち、紫外線ランプ 8 0 の照射側に配設される透過板 8 2 の下面に、露光調整用気体の流れ方向に沿う複数の通路溝 8 2 a を設けた場合である。この場合、通路溝

10

20

30

40

50

82aの幅、深さや断面形状は、均一に紫外線が照射できるものであれば任意でよい。また、通路溝82aは直線だけでなく曲線であってもよい。

【0057】

このように構成することにより、濃度調整された露光調整用気体が通路溝82aに沿って照射領域83を流れるので、露光調整用気体の流れを整流化することができると共に、流れを円滑にすることができる。したがって、露光調整の精度を更に向上させることができる。更に、紫外線ランプ80における紫外線の照射により発生するオゾン(O3)や昇華物を効率良く外部に排気することもできる。

【0058】

なお、第二実施形態において、その他の部分は第一実施形態と同じであるので、同一部分には同一符号を付して説明は省略する。 10

【0059】

第三実施形態

図11は、この発明に係る基板処理装置の第三実施形態における露光調整用気体の濃度調整部を示す概略構成図、図12は、濃度調整部の概略斜視図である。

【0060】

第三実施形態は、第一実施形態における露光調整用気体の酸素分子濃度調整とは別の構成により、酸素分子濃度を調整して紫外線照射量域に供給するようにした場合である。この場合、ランプハウス64における紫外線の照射領域83の対向する端部の一方に設けられた給気口84Aには、開閉手段である開閉弁93を介設する窒素(N2)ガス供給管路92を介して露光調整用気体の供給源例えは窒素(N2)ガス供給源94が接続されている。また、給気口84Aは、この給気口84Aから排気口側に向かって流れる露光調整用気体の流れに沿って複数(図面では10個の場合を示す)に分割された分割給気口84i～84rにて形成されており、かつ、分割給気口84i～84rの開口面積は、露光調整用気体の流れ方向の両側部位から中心側に向かって漸次小面積に形成されている。この場合、最両端の分割給気口84i, 84rを最大の同じ開口円にし、順次その内方(中心)側の2組の分割給気口84j, 84q, 84k, 84p, 84l, 84o, 84m, 84nの開口面積を同じ開口円の小面積にしてある。なお、開口は必ずしも円形である必要はなく、角形や橢円形等であってもよい。 20

【0061】

このように、給気口84Aを、露光調整用気体の流れに沿って複数に分割された分割給気口84i～84rにて形成すると共に、分割給気口84i～84rの開口面積を、露光調整用気体の流れ方向の両側部位から中心側に向かって漸次小面積に形成することにより、紫外線の照射領域83の両端側が中心側に比べて多量のN2ガスが供給されるので、この部分の露光調整用気体の酸素分子濃度が低下する。これにより、紫外線ランプ80から照射される紫外線の有効照射面の端部の光強度の減衰を抑制して、紫外線をウエハWの全面に均一に露光することができるので、ウエハWに照射される紫外線の露光量を均一にすることができる。 30

【0062】

なお、第三実施形態において、その他の部分は第一実施形態と同じであるので、同一部分には同一符号を付して説明は省略する。また、第三実施形態においても、第二実施形態の通路溝82aを有する透過板82を使用することも可能である。 40

【0063】

第四実施形態

図13は、この発明に係る基板処理装置の第四実施形態を示す概略断面図、図14は、第四実施形態における紫外線の照射状態を示す説明図である。

【0064】

第四実施形態は、ウエハWに照射される紫外線の光量を更に均一に行えるようにした場合である。この場合、図13に示すように、移動機構であるボールねじ機構68によって水平方向に往復移動する載置ステージ67に水平回転用のモータ96が設けられている。こ 50

の水平回転用モータ96の駆動により、ウエハWが水平面上で所定角度例えば90度に回転変位されるように構成されている。なお、その他の部分は、第一実施形態と同じ構造であるので、ここでは同一部分に同一符号を付して説明は省略する。

【0065】

上記のように構成することにより、上述したように、ウエハWと紫外線ランプ80とを相対的に平行移動させつつウエハWに紫外線を照射することができると共に、ウエハWを水平面上に所定角度(90度)回転させた状態で再度ウエハWに紫外線を照射することができる。すなわち、図14(a)に示すように、ボールねじ機構68の駆動モータ70が駆動して、ウエハ搬送体52からウエハWを受け取った載置ステージ67が紫外線ランプ80の下方を移動1(走査)して紫外線が照射されて一度目の露光が行われる。一度目の露光処理が行われた後、図14(b)に示すように、水平回転用モータ96が駆動して、ウエハWが水平方向に所定角度(90度)回転変位2する。これによって一回目の移動時に照射領域83の端部側に位置していたウエハWのノッチNが照射領域83の中心部を通る位置に移動する。この状態で、図14(c)に示すように、駆動モータ70が逆方向に駆動して、載置ステージ67が紫外線ランプ80の下方を移動3(走査)して紫外線が照射されて二度目の露光が行われる。

【0066】

上記のように、一度目のウエハWと紫外線ランプ80の相対平行移動と、二度目のウエハWと紫外線ランプ80の相対平行移動におけるウエハWの姿勢を同一面上で所定角度(90度)変位することにより、ウエハWに照射される紫外線の光量を均一にすることができる。

【0067】

その他の実施形態

(1) 上記第一実施形態では、透過板82とウエハWとの間の照射領域83に露光調整用気体を流す場合について説明したが、図15に示すように、透過板82の内部(上面)側に、上述した通路溝82aを設けて、同様に露光調整用気体を流すようにしてもよい。この場合、図16に示すように、透過板82の内部(上面)側に通路溝82aを設け、この透過板82の内部面(上面)に石英製の透過カバー板82Aを接合して通路溝82a内に露光調整用気体が流通するように構成する。

【0068】

このように構成することにより、濃度調整された露光調整用気体が通路溝82aに沿って照射領域83を流れるので、露光調整用気体の流れを整流化することができると共に、流れを円滑にすることができる。したがって、露光調整の精度を更に向上させることができる。

【0069】

なお、図15及び図16において、その他の部分は第一実施形態と同じであるので、同一部分には同一符号を付して説明は省略する。

【0070】

(2) 上記実施形態では、ウエハWを載置する載置ステージ67が水平方向に移動(走査)しつつウエハWに紫外線ランプ80から紫外線を照射する場合について説明したが、必ずしもこの構造に限定されるものではない。例えば、載置ステージ67を固定し、紫外線ランプ80を水平方向に移動(走査)させてもよく、あるいは、載置ステージ67と紫外線ランプ80の双方を相対的に水平移動(走査)させるようにしてもよい。また、上記第四実施形態においては、載置ステージ67を水平方向に回転させずに、紫外線ランプ80を水平方向に所定角度例えば90度回転可能に構成してもよい。

【0071】

(3) 上記実施形態では、被処理基板が半導体ウエハWである場合について説明したが、ウエハW以外に例えばFPD(フラットパネルディスプレイ)用ガラス基板やマスク基板(レチクル)の露光処理にも適用できることは勿論である。また、表面改質だけでなく、洗浄等の紫外線ランプを備えた処理装置全般に応用できる。なお、マスク基板(レチクル

10

20

30

40

50

)に適用する場合には、マスク基板(レチクル)の両面に紫外線を照射することができる。例えば、図17に示すように、マスク基板(レチクル)Rのエッジ部を載置する載置ステージ67Aを、図示しない移動機構によって水平方向に移動可能に形成すると共に、載置ステージ67Aの移動方向と直交する上下位置にそれぞれ紫外線ランプ80を配置して、マスク基板(レチクル)Rの両面(表裏面)に紫外線を照射して露光処理を行うことができる。これにより、マスク基板(レチクル)Rの両面(表裏面)を改質することができる。なお、載置ステージ67Aには、昇降可能な支持ピン98が設けられており、この支持ピン98の昇降によってマスク基板(レチクル)Rの受け渡しが行われる。

【0072】

【発明の効果】

以上に説明したように、この発明によれば、上記のように構成されているので、以下のような効果が得られる。

【0073】

(1) 請求項1, 5, 9, 13記載の発明によれば、基板載置手段に載置された被処理基板と紫外線照射手段との隙間における紫外線の照射領域の対向する端部の一方に設けられた給気口から他端の排気口に向かって紫外線の光強度を減衰する気体分子を含む露光調整用気体を流す(供給する)ことにより、被処理基板に照射される紫外線の露光量を調整することができるので、被処理基板に照射される紫外線の露光量を均一にすることができ、また、露光量を選択的に変えることができる。

【0074】

(2) 請求項1, 9記載の発明によれば、露光調整用気体の流れ領域を流れ方向に沿う複数の分割領域と共に、各分割領域において気体分子の濃度を適宜設定し、かつ、少なくとも露光調整用気体の流れ方向の両側部位の給気口に供給される気体分子の濃度を低く設定することにより、紫外線照射手段から照射される紫外線の有効照射面の端部の光強度の減衰を抑制して、紫外線を被処理基板の全面に均一に露光することができるので、上記(1)に加えて更に被処理基板に照射される紫外線の露光量を均一にすることができる。

【0075】

(3) 請求項3, 11記載の発明によれば、基板載置手段に載置された被処理基板と紫外線照射手段との隙間における紫外線の照射領域の対向する端部の一方に設けられた給気口から排気口に向かって流れる露光調整用気体の流れに沿って複数に分割すると共に、分割された給気口の開口面積を、露光調整用気体の流れ方向の両側部位から中心側に向かって漸次小面積に形成することにより、紫外線照射手段から照射される紫外線の有効照射面の端部の酸素分子の濃度を低減することができるので、上記(1)に加えて更に光強度の減衰を抑制して、紫外線を被処理基板の全面に均一に露光することができる。

【0076】

(4) 請求項4, 5, 12, 13記載の発明によれば、紫外線照射手段の照射側に配設される紫外線を透過する透過板に、露光調整用気体の流れ方向に沿う複数の通路溝を設けることにより、露光調整用気体の流れを整流及び促進させることができるので、上記(1)～(3)に加えて更に露光調整用気体による紫外線の露光量の調整を高精度に行うことができる。また、露光調整用気体の流れを整流及び促進させることにより、紫外線の照射により発生するオゾン(O₃)や昇華物を紫外線照射量域から効率良く外部に排出することができる。

【0077】

(5) 請求項6, 14記載の発明によれば、被処理基板と紫外線照射手段とを相対的に平行移動させつつ被処理基板に紫外線を照射することにより、被処理基板の全面に均一に紫外線を照射することができるので、上記(1)～(4)に加えて更に露光処理の向上を図ることができる。この場合、更に、被処理基板と紫外線照射手段とを相対的に同一面上に所定角度例えば90度回転させた状態で被処理基板に紫外線を照射することにより、一度目の被処理基板と紫外線照射手段の相対平行移動と、二度目の被処理基板と紫外線照射手

10

20

30

40

50

段の相対平行移動における被処理基板の姿勢を同一面上で所定角度例えば90度変位することができる、被処理基板に照射される紫外線の光量を均一にすることができる（請求項7, 15）。

【0078】

（6）請求項8, 16記載の発明によれば、被処理基板の表裏面に対して紫外線照射手段から紫外線を照射することにより、一工程で被処理基板の表裏面を露光処理することができるので、上記（1）～（5）に加えて更に処理効率の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明に係る基板処理装置を適用した半導体ウエハのSODシステムを示す平面図である。

10

【図2】上記SODシステムの側面図である。

【図3】上記SODシステム内に組み込まれた処理ユニット群を示す側面図である。

【図4】この発明に係る基板処理装置の第一実施形態を示す全体斜視図である。

【図5】第一実施形態の基板処理装置の断面図である。

【図6】第一実施形態における露光調整用気体の供給状態を示す構成図である。

【図7】紫外線の露光量と紫外線照射量域との関係を示すグラフである。

【図8】第一実施形態における露光調整用気体の流れを示す要部斜視図である。

【図9】この発明の第二実施形態における露光調整用気体の流れを示す要部斜視図である。

【図10】第二実施形態の要部を示す断面図（a）及び（a）のI部拡大斜視図（b）である。

20

【図11】この発明の第三実施形態における露光調整用気体の濃度調整部を示す構成図である。

【図12】上記濃度調整部の概略斜視図である。

【図13】この発明の第四実施形態を示す断面図である。

【図14】第四実施形態における紫外線の照射状態を示す説明図である。

【図15】この発明の第五実施形態における露光調整用気体の流れを示す要部斜視図である。

【図16】第五実施形態の要部を示す正面図（a）、（a）のII部拡大斜視図（b）及び要部概略断面図（c）である。

30

【図17】この発明の第六実施形態を示す概略構成図である。

【符号の説明】

W 半導体ウエハ（被処理基板）

R マスク基板（レチクル）（被処理基板）

67, 67A 載置ステージ（基板載置手段）

80 紫外線ランプ（紫外線照射手段）

82 透過板

82a 通路溝

83 紫外線照射領域

84, 84A 給気口

40

84a～84h, 84i～84r 分割給気口

85 排気口

86 露光調整用気体の供給源

86A 空気供給源（露光調整用気体の供給源）

86B 室素（N2）ガス供給源（露光調整用気体の供給源）

87 真空ポンプ（排気手段）

88(88a, 88b, ……88g, 88h) 開閉切換弁（切換手段）

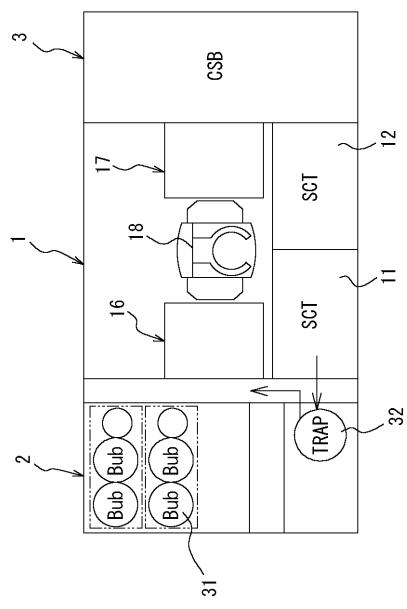
91(91a, 91b, ……91g, 91h) 流量調整弁

94 室素（N2）ガス供給源（露光調整用気体の供給源）

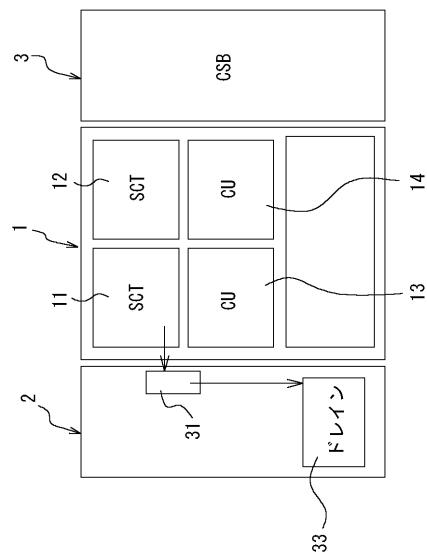
96 水平回転用モータ

50

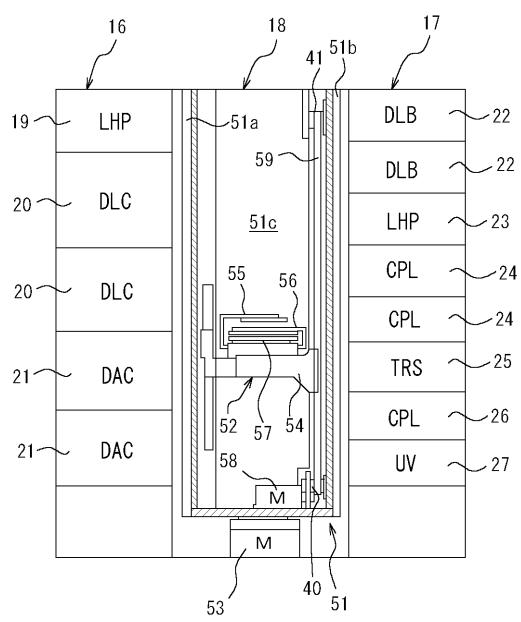
【図1】



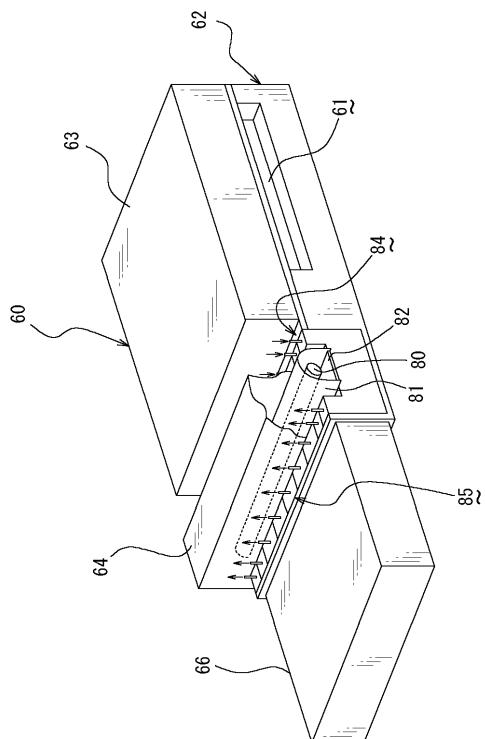
【図2】



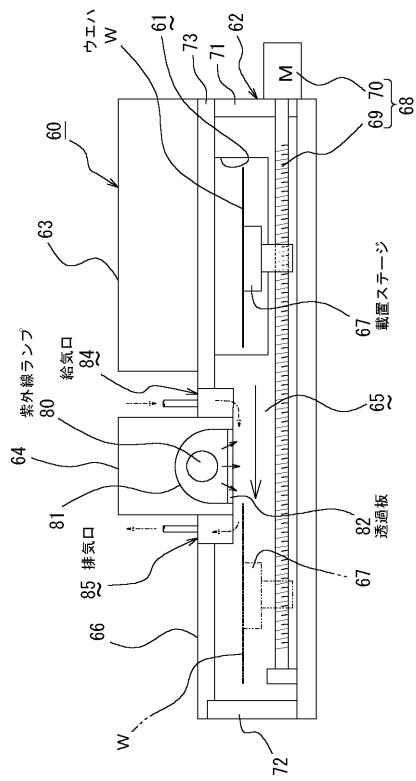
【図3】



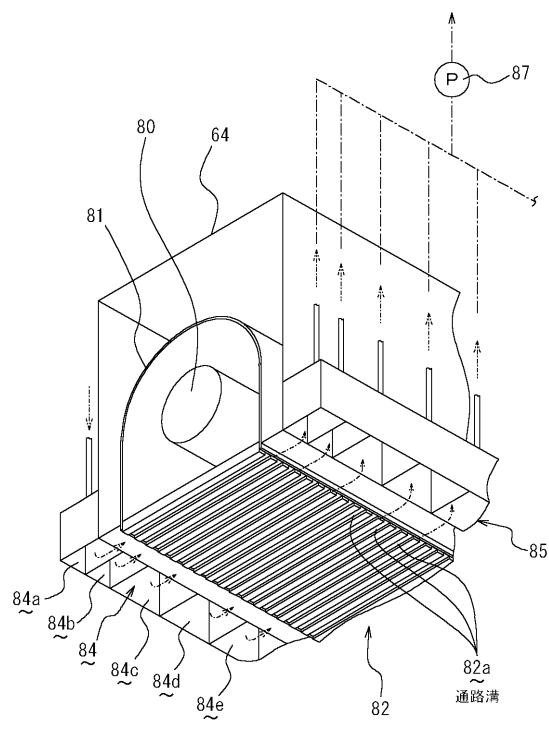
【図4】



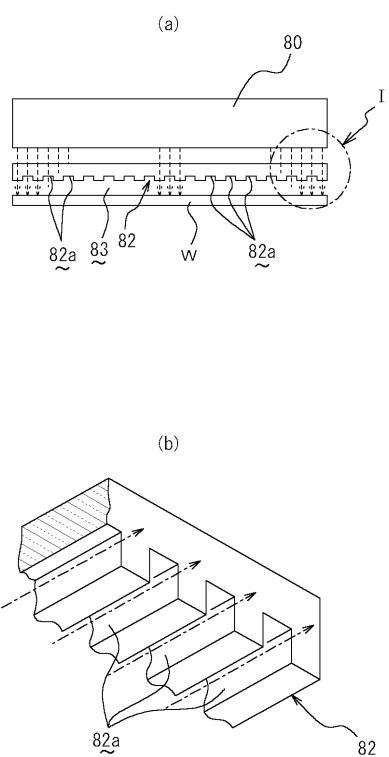
【図5】



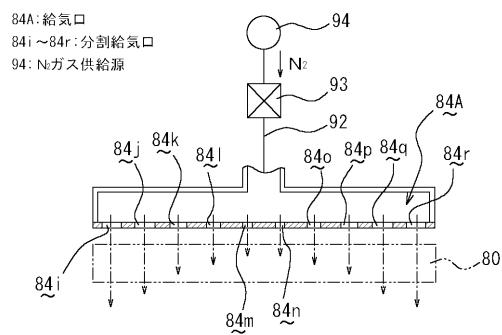
【図 9】



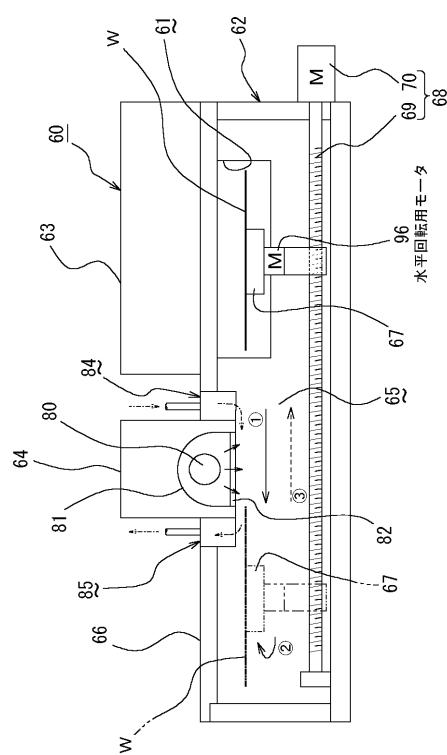
【図 10】



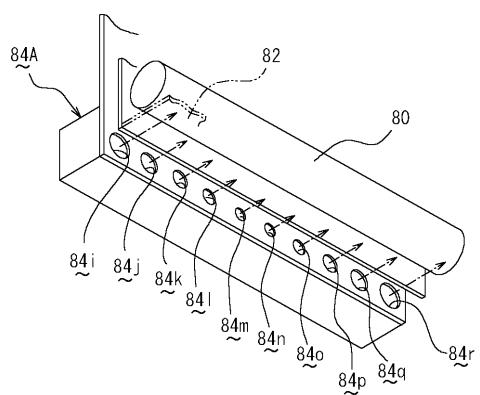
【図 11】



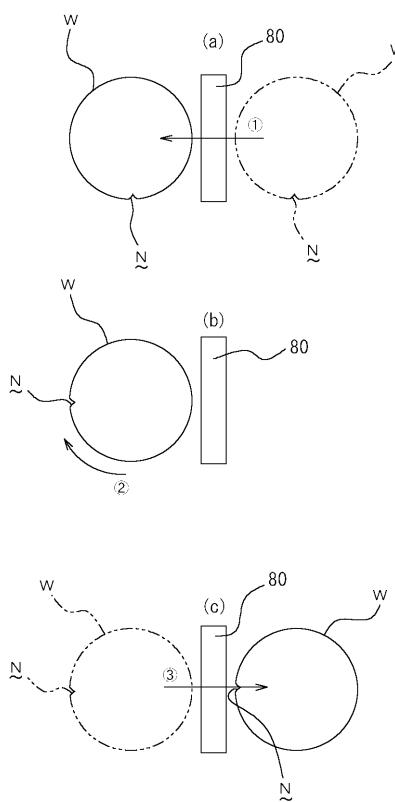
【図 13】



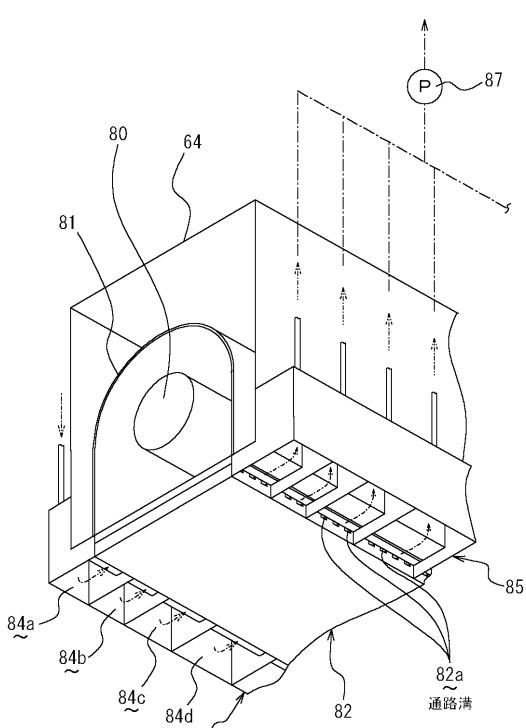
【図 12】



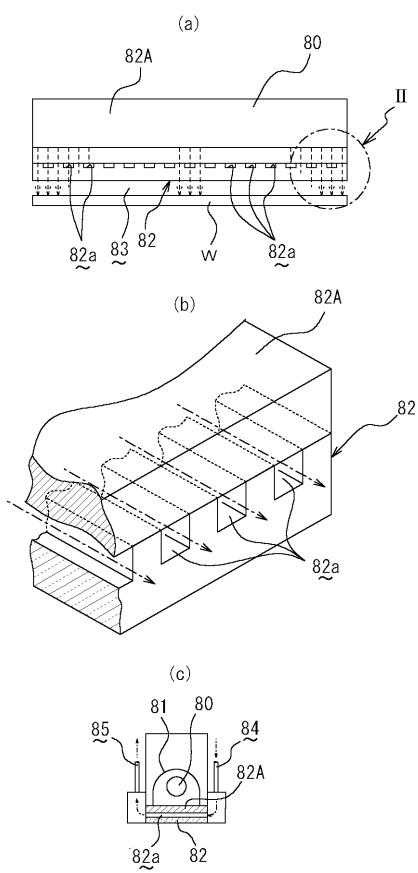
【図14】



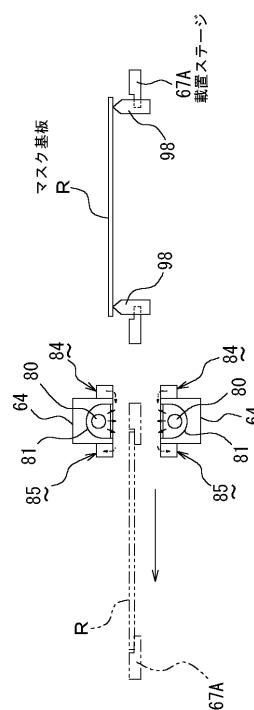
【図15】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2002-043268(JP,A)
特開昭63-133627(JP,A)
特開平07-192996(JP,A)
特開平05-315247(JP,A)
特開平11-354409(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/027

G03F 7/20