

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-8425
(P2014-8425A)

(43) 公開日 平成26年1月20日(2014.1.20)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B05C 5/02 (2006.01)	B05C 5/02	4 F041
B05C 11/00 (2006.01)	B05C 11/00	4 F042

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2012-144757 (P2012-144757)	(71) 出願人	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
(22) 出願日	平成24年6月27日 (2012.6.27)	(74) 代理人	100089118 弁理士 酒井 宏明
		(72) 発明者	石井 貴幸 東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂Bizタワー 東京エレクトロン株式会社内
		(72) 発明者	坂本 貴浩 東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂Bizタワー 東京エレクトロン株式会社内
		(72) 発明者	北野 高広 東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂Bizタワー 東京エレクトロン株式会社内

最終頁に続く

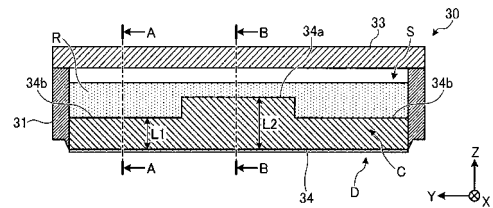
(54) 【発明の名称】 塗布装置およびノズル

(57) 【要約】

【課題】膜厚均一性を高めること。

【解決手段】実施形態に係る塗布装置は、ノズルと、移動機構とを備える。ノズルは、塗布液が貯留される貯留室と、貯留室に連通するスリット状の流路とを備え、流路の先端に形成される吐出口から塗布液を吐出する。移動機構は、ノズルと基板とを基板の表面に沿って相対的に移動させる。そして、ノズルが備える流路は、長手方向中央部における流路抵抗が長手方向両端部における流路抵抗よりも大きい。

【選択図】 図3A



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

塗布液が貯留される貯留室と、前記貯留室に連通するスリット状の流路とを備え、前記流路の先端に形成される吐出口から前記塗布液を吐出するノズルと、
前記ノズルと基板とを前記基板の表面に沿って相対的に移動させる移動機構とを備え、
前記ノズルが備える前記流路は、
長手方向中央部における流路抵抗が長手方向両端部における流路抵抗よりも大きいことを特徴とする塗布装置。

【請求項 2】

前記ノズルは、
前記流路における長尺状のランド部が、前記貯留室側へ向けて長手方向中央部を突出させた形状を有すること
を特徴とする請求項 1 に記載の塗布装置。

【請求項 3】

前記ランド部は、
短手方向から見て、前記貯留室との境界部が階段状に形成されることを特徴とする請求項 2 に記載の塗布装置。

【請求項 4】

前記ランド部は、
短手方向から見て、前記貯留室との境界部が曲線状に形成されることを特徴とする請求項 2 に記載の塗布装置。

【請求項 5】

前記ランド部の形状は、
前記貯留室との境界部が平坦なランド部を備えるノズルを用いて塗布される塗布液の厚み分布に基づいて決定されること
を特徴とする請求項 2、3 または 4 に記載の塗布装置。

【請求項 6】

前記貯留室の内部の圧力を調整する圧力調整部と、
前記基板に前記塗布液を塗布する間、前記塗布液の吐出量が一定となるように、前記圧力調整部を制御して前記貯留室の内部の圧力を調整する圧力制御部と
を備えることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか一つに記載の塗布装置。

【請求項 7】

前記貯留室に貯留された塗布液の液面を検知する液面検知部
を備えることを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか一つに記載の塗布装置。

【請求項 8】

前記液面検知部による検知結果に基づいて前記液面が平坦化したか否かを判定し、平坦化したと判定した場合に、前記ノズルを用いた塗布処理を開始させる塗布処理制御部
を備えることを特徴とする請求項 7 に記載の塗布装置。

【請求項 9】

前記貯留室は、
一部が透明部材で形成され、
前記液面検知部は、
前記ノズルの外部から前記透明部材を介して前記液面を検知すること
を特徴とする請求項 7 または 8 に記載の塗布装置。

【請求項 10】

光を反射または屈折させるプリズム
を備え、
前記液面検知部は、
前記液面に対して所定の角度で傾斜して配置されるとともに、前記液面と略平行な方向

10

20

30

40

50

から見た該液面の像を前記プリズムを介して撮像すること
を特徴とする請求項 9 に記載の塗布装置。

【請求項 1 1】

前記貯留室に対して前記塗布液を供給する液供給口
を備え、
前記液供給口は、
前記流路の長手方向に延在するスリット形状を有すること
を特徴とする請求項 1 ~ 1 0 のいずれか一つに記載の塗布装置。

【請求項 1 2】

塗布液が貯留される貯留室と、
前記貯留室に連通するスリット状の流路と、
前記流路の先端に形成される吐出口と
を備え、
前記流路は、
長手方向両端部における流路抵抗よりも長手方向中央部における流路抵抗が大きいこと
を特徴とするノズル。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

開示の実施形態は、塗布装置およびノズルに関する。

20

【背景技術】

【0 0 0 2】

従来、半導体ウェハやガラス基板等の基板に塗布液を塗布する方法として、スピンコート法が知られている。スピンコート法は、基板を回転させた状態で基板の中心部にノズルから塗布液を滴下し、遠心力により基板上で塗布液を拡散させることによって基板上に塗布液を塗り広げて塗布膜を形成する方法である。

【0 0 0 3】

かかるスピンコート法は、滴下された塗布液の大部分が基板外へ飛散してしまうため、塗布液の使用効率が低かった。そこで、近年では、スピンコート法に代わる塗布方法として、スリットコート法が提案されている。

30

【0 0 0 4】

スリットコート法は、スリット状の吐出口を有するノズルを用いて塗布を行う方法である。具体的には、スリットコート法では、ノズルの吐出口からわずかに露出させた塗布液を基板に接触させ、この状態で、ノズルと基板とを相対的に移動させることによって基板上に塗布液を塗り広げて塗布膜を形成する。かかるスリットコート法によれば、基板に対して塗布液を必要な量だけ塗布することができるため、塗布液の使用効率を高めることができる（特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 5】

【特許文献 1】特開 2 0 1 1 - 1 6 7 6 0 3 号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 6】

しかしながら、上述した従来技術には、膜厚均一性を高めるという点で更なる改善の余地があった。

【0 0 0 7】

たとえば、上述したスリットコート法を用いて塗布を行った場合、ノズルの長手方向両端部における膜厚が、ノズルの長手方向中央部における膜厚よりも薄くなるおそれがあった。この理由の一つとしては、基板上に塗布された塗布液が表面張力によって中央に凝集

50

することが挙げられる。

【0008】

実施形態の一態様は、膜厚均一性を高めることのできる塗布装置およびノズルを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

実施形態の一態様に係る塗布装置は、ノズルと、移動機構とを備える。ノズルは、塗布液が貯留される貯留室と、貯留室に連通するスリット状の流路とを備え、流路の先端に形成される吐出口から塗布液を吐出する。移動機構は、ノズルと基板とを基板の表面に沿って相対的に移動させる。そして、ノズルが備える流路は、長手方向中央部における流路抵抗が長手方向両端部における流路抵抗よりも大きい。

10

【0010】

また、実施形態の一態様に係るノズルは、塗布液が貯留される貯留室と、貯留室に連通するスリット状の流路と、流路の先端に形成される吐出口とを備える。そして、流路は、長手方向両端部における流路抵抗よりも長手方向中央部における流路抵抗が大きい。

【発明の効果】

【0011】

実施形態の一態様によれば、膜厚均一性を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

20

【図1】図1は、第1の実施形態に係る塗布装置の構成を示す模式側面図である。

【図2A】図2Aは、塗布処理の概略説明図である。

【図2B】図2Bは、塗布処理後の基板をスキャン方向から見た場合の模式図である。

【図3A】図3Aは、ノズルの構成を示す模式正断面図である。

【図3B】図3Bは、図3AにおけるAA矢視断面図である。

【図3C】図3Cは、図3AにおけるBB矢視断面図である。

【図4】図4は、ランド部の他の形状を示す模式正断面図である。

【図5】図5は、圧力制御に関する機器とノズルとの接続関係を示す模式図である。

【図6】図6は、塗布処理における各機器の状態変化を示すタイムチャートである。

【図7A】図7Aは、塗布処理の様子を示す模式図である。

30

【図7B】図7Bは、塗布処理の様子を示す模式図である。

【図7C】図7Cは、塗布処理の様子を示す模式図である。

【図8】図8は、塗布装置が実行する基板処理の処理手順を示すフローチャートである。

【図9】図9は、塗布液充填処理に関する機器とノズルとの接続関係を示す模式図である。

【図10】図10は、ノズルの模式正面図である。

【図11】図11は、液供給口の構成を示す模式正断面図である。

【図12】図12は、塗布液充填処理時における圧力制御の内容を示す図である。

【図13】図13は、ノズル洗浄部の構成を示す模式斜視図である。

【図14A】図14Aは、液面検知方法の他の例を示す模式図である。

40

【図14B】図14Bは、液面検知方法の他の例を示す模式図である。

【図15A】図15Aは、液面検知方法の他の例を示す模式図である。

【図15B】図15Bは、液面検知方法の他の例を示す模式図である。

【図16A】図16Aは、ノズルの他の構成を示す模式平断面図である。

【図16B】図16Bは、図16AにおけるAA矢視断面図である。

【図16C】図16Cは、図16AにおけるBB矢視断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、添付図面を参照して、本願の開示する塗布装置およびノズルの実施形態を詳細に説明する。なお、以下に示す実施形態によりこの発明が限定されるものではない。

50

【 0 0 1 4 】

(第 1 の実施形態)

図 1 は、第 1 の実施形態に係る塗布装置の構成を示す模式側面図である。なお、以下においては、位置関係を明確にするために、互いに直交する X 軸、Y 軸および Z 軸を規定し、Z 軸正方向を鉛直上向き方向とする。

【 0 0 1 5 】

図 1 に示すように、第 1 の実施形態に係る塗布装置 1 は、載置台 1 0 と、第 1 の移動機構 2 0 と、ノズル 3 0 と、昇降機構 4 0 とを備える。

【 0 0 1 6 】

第 1 の移動機構 2 0 は、基板 W を水平方向に移動させる機構部であり、基板保持部 2 1 と、駆動部 2 2 とを備える。基板保持部 2 1 は、吸引口が形成された水平な上面を有し、吸引口からの吸引によって基板 W を水平な上面に吸着保持する。駆動部 2 2 は、載置台 1 0 に載置され、基板保持部 2 1 を水平方向（ここでは、X 軸方向）に移動させる。第 1 の移動機構 2 0 は、駆動部 2 2 を用いて基板保持部 2 1 を移動させることによって、基板保持部 2 1 に保持された基板 W を水平方向に移動させる。

10

【 0 0 1 7 】

ノズル 3 0 は、基板 W の移動方向（X 軸方向）と直交する方向（Y 軸方向）に延在する長尺状のノズルであり、基板保持部 2 1 によって保持される基板 W の上方に配置される。かかるノズル 3 0 の構成については、後述する。

【 0 0 1 8 】

昇降機構 4 0 は、ノズル 3 0 を昇降させる機構部であり、固定部 4 1 と、駆動部 4 2 とを備える。固定部 4 1 は、ノズル 3 0 を固定する部材である。また、駆動部 4 2 は、固定部 4 1 を鉛直方向に移動させる。昇降機構 4 0 は、駆動部 4 2 を用いて固定部 4 1 を鉛直方向に移動させることによって、固定部 4 1 に固定されたノズル 3 0 を昇降させる。

20

【 0 0 1 9 】

また、塗布装置 1 は、厚み測定部 5 0 a と、ノズル高さ測定部 5 0 b と、ノズル洗浄部 6 0 と、ノズル待機部 8 0 と、第 2 の移動機構 9 0 と、制御装置 1 0 0 とを備える。

【 0 0 2 0 】

厚み測定部 5 0 a は、基板 W の上方（ここでは、昇降機構 4 0 ）に配置され、基板 W の上面までの距離を測定する測定部である。また、ノズル高さ測定部 5 0 b は、基板 W の下

30

【 0 0 2 1 】

厚み測定部 5 0 a およびノズル高さ測定部 5 0 b による測定結果は、後述する制御装置 1 0 0 へ送信され、塗布処理時におけるノズル 3 0 の高さを決定するために用いられる。なお、厚み測定部 5 0 a およびノズル高さ測定部 5 0 b としては、たとえばレーザー変位計を用いることができる。

【 0 0 2 2 】

ノズル洗浄部 6 0 は、ノズル 3 0 の先端部に付着した塗布液を除去する処理部である。かかるノズル洗浄部 6 0 の構成については、後述する。

【 0 0 2 3 】

ノズル待機部 8 0 は、ノズル 3 0 を収容可能な収容空間を有する。収容空間内は、シンナー雰囲気中に保たれており、かかる収容空間内にノズル 3 0 を待機させておくことにより、ノズル 3 0 内の塗布液の乾燥が防止される。かかるノズル待機部 8 0 の構成についても、後述する。

40

【 0 0 2 4 】

第 2 の移動機構 9 0 は、ノズル洗浄部 6 0 およびノズル待機部 8 0 を水平方向に移動させる機構部であり、載置部 9 1 と、支持部 9 2 と、駆動部 9 3 とを備える。

【 0 0 2 5 】

載置部 9 1 は、ノズル洗浄部 6 0 およびノズル待機部 8 0 を略水平に載置する板状部材である。かかる載置部 9 1 は、支持部 9 2 によって所定の高さ、具体的には、基板保持部

50

21に保持された基板Wが載置部91の下方を通過可能な高さに支持される。駆動部93は、支持部92を水平方向に移動させる。

【0026】

かかる第2の移動機構90は、駆動部93を用いて支持部92を水平方向へ移動させることによって、載置部91に載置されたノズル洗浄部60およびノズル待機部80を水平方向へ移動させる。

【0027】

制御装置100は、塗布装置1の動作を制御する装置である。かかる制御装置100は、たとえばコンピュータであり、図示しない制御部と記憶部とを備える。記憶部には、塗布処理等の各種の処理を制御するプログラムが格納される。制御部は記憶部に記憶されたプログラムを読み出して実行することによって塗布装置1の動作を制御する。

【0028】

なお、かかるプログラムは、コンピュータによって読み取り可能な記録媒体に記録されていたものであって、その記録媒体から制御装置100の記憶部にインストールされたものであってもよい。コンピュータによって読み取り可能な記録媒体としては、たとえばハードディスク(HD)、フレキシブルディスク(FD)、コンパクトディスク(CD)、マグネットオプティカルディスク(MO)、メモリカードなどがある。

【0029】

次に、ノズル30の構成および塗布装置1が実行する塗布処理の内容について具体的に説明する。まず、塗布処理の概略について図2Aおよび図2Bを用いて説明する。図2Aは、塗布処理の概略説明図であり、図2Bは、塗布処理後の基板Wをスキャン方向から見た場合の模式図である。

【0030】

塗布装置1が実行する塗布処理は、長尺状のノズル30から露出させた塗布液を基板Wに接触させた状態で基板Wを水平方向へ移動させることにより、基板W上に塗布液を塗り広げて塗布膜を形成する処理である。

【0031】

図2Aに示すように、ノズル30は、基板Wの移動方向(X軸方向)に対して直交する方向(Y軸方向)に延在する長尺状の部材であり、下端部に形成された長尺状の吐出口Dから塗布液Rを吐出する。

【0032】

塗布装置1は、まず、ノズル30の吐出口Dから塗布液Rを露出させる。このとき、塗布装置1は、ノズル30内の圧力を制御することによって、吐出口Dから塗布液Rを露出させた状態を維持することができるが、かかる点については、後述する。

【0033】

つづいて、塗布装置1は、昇降機構40(図1参照)を用いてノズル30を下方へ移動させて、吐出口Dから露出させた塗布液Rを基板Wの上面に接触させる。そして、塗布装置1は、第1の移動機構20(図1参照)を用いて基板Wを水平に移動させる。これにより、基板Wの上面に塗布液Rを塗り広げられて塗布膜が形成される。なお、塗布装置1によって基板Wに形成される塗布膜は、10 μ m以上の厚膜である。

【0034】

ところで、従来のノズルを用いて基板に対する塗布液の塗布を行った場合、ノズルの長手方向に膜厚均一性の悪化が生じるおそれがあった。具体的には、図2Bに示すように、ノズルの長手方向両端部における膜厚T1が、ノズルの長手方向中央部における膜厚T2よりも薄くなるおそれがあった。この理由の一つとしては、基板W上に塗布された塗布液Rが表面張力によって中央に凝集することが挙げられる。

【0035】

そこで、第1の実施形態に係る塗布装置1は、ノズル30の長手方向中央部における流路抵抗を長手方向両端部における流路抵抗よりも大きくすることとした。これにより、長手方向中央部における塗布液の吐出量を、長手方向両端部における塗布液の吐出量よりも

10

20

30

40

50

少なくすることができるため、流路抵抗が均一な従来のノズルと比較して、膜厚均一性を高めることができる。

【0036】

以下、かかるノズル30の構成について図3A～図3Cを用いて具体的に説明する。図3Aは、ノズル30の構成を示す模式正断面図である。また、図3Bは、図3AにおけるAA矢視断面図であり、図3Cは、図3AにおけるBB矢視断面図である。

【0037】

図3Aおよび図3Bに示すように、ノズル30は、塗布液Rが貯留される貯留室Sと、この貯留室Sの下部に配置され、貯留室Sに連通するスリット状の流路Cとを備え、流路Cの先端（すなわち、ノズル30の下端面）に形成される吐出口Dから塗布液Rを吐出する。

10

【0038】

より具体的には、ノズル30は、ノズル30の背面部および両側面部を形成する第1本体部31と、前面部を形成する第2本体部32と、天井部を形成する蓋部33と、第1本体部31の第2本体部32との対向面に配置される長尺状のランド部34とを備える。そして、第1本体部31、第2本体部32および蓋部33によって形成されるノズル30内部の空間のうち、第1本体部31と第2本体部32とによって挟まれる幅Kの空間が貯留室Sとなり、ランド部34と第2本体部32とで挟まれる幅Kよりも幅狭な幅Gの空間が流路Cとなる。なお、流路Cの幅は、幅Gで一定であり、流路Cの先端に形成される吐出口Dの幅も幅Gである。

20

【0039】

この幅Gは、貯留室Sの内部の圧力を貯留室Sの外部の圧力と等しくした状態では、塗布液Rの表面張力が塗布液Rに作用する重力より小さくなり、所定の流量で塗布液Rが吐出口Dから滴下するような値に設定されている。具体的には、幅Gは、予め行われる試験において、幅G、塗布液Rの粘度、ノズル30の材質を変化させ、その場合の塗布液Rの状態を評価することにより求められる。

【0040】

第1の実施形態において、ランド部34は、図3Aに示すように、長手方向中央部34aを貯留室S側へ向けて、すなわち、上方へ向けて突出させた凸型形状を有する。

【0041】

これにより、流路Cの流路長、すなわち、貯留室Sと流路Cとの境界部から吐出口Dまでの距離が、長手方向両端部34bにおいてはL1であるのに対し（図3B参照）、長手方向中央部34aではL1よりも長いL2となる（図3C参照）。

30

【0042】

流路長が長くなるほど、流路抵抗が大きくなり、塗布液Rが流れ難くなる。このため、吐出口Dの長手方向中央部から吐出される塗布液Rの量が、長手方向両端部よりも少なくなり、流路抵抗が長手方向に亘って均一な従来のノズルを用いた場合に生じる膜厚均一性の悪化（図2B参照）を緩和することができる。したがって、第1の実施形態に係るノズル30によれば、従来のノズルと比較して膜厚均一性を高めることができる。

【0043】

ランド部34の形状は、従来のノズルを用いて得られる膜厚プロファイル、具体的には、貯留室との境界部が平坦なランド部を備えるノズルを用いて基板Wへ塗布される塗布液Rの厚み分布に基づいて決定される。すなわち、長手方向両端部における膜厚T1と長手方向中央部における膜厚T2との差が無くなるように、長手方向中央部34aおよび長手方向両端部34bの高さや幅を決定することで、ノズル30の長手方向における膜厚均一性の悪化を確実に抑えることができる。

40

【0044】

なお、図3Aでは、ランド部34に形成される段差が2段である場合の例を示したが、ランド部に形成される段差は、3段以上であってもよい。

【0045】

50

また、ここでは、ランド部 3 4 と貯留室 S との境界部が、短手方向 (X 軸方向) から見て階段状に形成される場合の例を示したが、ランド部の形状は、階段状に限定されない。図 4 に、ランド部の他の形状を示す。

【 0 0 4 6 】

たとえば、図 4 に示すように、ランド部 3 4 _ 1 は、短手方向 (X 軸方向) から見て、貯留室 S _ 1 との境界部 3 4 _ 1 a が曲線状に形成されてもよい。このように、ランド部を曲線状に形成することで、従来のノズルを用いて得られる膜厚プロファイルをより正確に反映することができ、膜厚均一性をより高めることができる。

【 0 0 4 7 】

次に、塗布処理の動作について説明する。塗布装置 1 は、貯留室 S に貯留された塗布液 R の液面および貯留室 S の内壁面によって囲まれる密閉空間の圧力を制御しつつ、塗布液 R の基板 W への塗布処理を行う。図 5 は、圧力制御に関する機器とノズル 3 0 との接続関係を示す模式図である。

10

【 0 0 4 8 】

図 5 に示すように、ノズル 3 0 の蓋部 3 3 には、ノズル 3 0 内に形成される密閉空間の圧力を測定する圧力測定部 3 6 と、密閉空間内の圧力を調整する圧力調整部 1 1 0 に接続された圧力調整管 3 7 とが、蓋部 3 3 を貫通してそれぞれ設けられる。圧力測定部 3 6 は、制御装置 1 0 0 に電氣的に接続されており、測定結果が制御装置 1 0 0 へ入力される。

【 0 0 4 9 】

なお、圧力測定部 3 6 は、ノズル 3 0 内の密閉空間に連通していればどのような配置であってもよく、たとえば第 1 本体部 3 1 を貫通して設けられてもよい。

20

【 0 0 5 0 】

圧力調整部 1 1 0 は、真空ポンプなどの排気部 1 1 1 と、N₂などのガスを供給するガス供給源 1 1 2 を、切替バルブ 1 1 3 を介して圧力調整管 3 7 に接続した構成となっている。かかる圧力調整部 1 1 0 も制御装置 1 0 0 に電氣的に接続されており、制御装置 1 0 0 からの指令により切替バルブ 1 1 3 の開度を調整することで、排気部 1 1 1 またはガス供給源 1 1 2 のいずれかを圧力調整管 3 7 に接続して、貯留室 S 内部からの排気量を調整したり、貯留室 S 内に供給するガスの量を調整したりすることができる。これにより、塗布装置 1 は、圧力測定部 3 6 の測定結果、すなわち、貯留室 S 内の圧力が所定の値となるように調整することができる。

30

【 0 0 5 1 】

かかる場合、貯留室 S の内部を排気して貯留室 S 内の圧力を貯留室 S 外部の圧力よりも低くすることで、貯留室 S 内の塗布液 R を上方に引き上げ、吐出口 D から塗布液 R が滴下するのを防ぐことができる。また、貯留室 S 内にガスを供給することで、塗布液 R の塗布後に貯留室 S 内に残留する塗布液 R を加圧して押し出したりパージしたりすることができる。

【 0 0 5 2 】

なお、圧力調整部 1 1 0 の構成については、本実施形態に限定されるものではなく、貯留室 S 内の圧力を制御することができれば、その構成は任意に設定できる。たとえば、排気部 1 1 1 とガス供給源 1 1 2 のそれぞれに圧力調整管 3 7 と圧力調整弁を設け、それぞれ個別に蓋部 3 3 に接続するようにしてもよい。

40

【 0 0 5 3 】

次に、塗布処理時の動作について図 6 および図 7 A ~ 図 7 C を用いて説明する。図 6 は、塗布処理における各機器の状態変化を示すタイムチャートである。また、図 7 A ~ 図 7 C は、塗布処理の様子を示す模式図である。

【 0 0 5 4 】

なお、以下では、貯留室 S 外部の圧力よりも低い圧力状態を「負圧」と呼ぶ。また、負圧の値を変化させる場合において、たとえば「 - 4 0 0 Pa 」から「 - 4 5 0 Pa 」に変化させる場合のように絶対値が大きくなる方向へ変化させる場合には、「圧力を低下させる」あるいは「真空度を高める」と表現する。

50

【0055】

また、ノズル30内には、塗布液Rが充填された状態であるものとする。ノズル30内に充填される塗布液Rの量は、基板Wの全面に少なくとも1回以上塗布液Rを塗布することができる量以上であればよい。

【0056】

また、後述する塗布液充填処理（図8のステップS101参照）においてノズル30内に塗布液Rが充填されてから次の塗布処理（図8のステップS108参照）が開始されるまでの間、貯留室S内の圧力は、所定の値P0に調整される（図6参照）。これにより、塗布液Rは、塗布処理が開始されるまでの間、吐出口Dから滴下することなくノズル30内に保持される。なお、所定の値P0は、貯留室S外部の圧力（大気圧）よりも低い負圧（たとえば、-450Pa）である。

10

【0057】

塗布装置1は、塗布処理を開始すると、まず、圧力調整部110を用いて貯留室S内の圧力をP0よりも高いP1（たとえば、-440Pa）に調整する（図6の時間t1参照）。これにより、塗布液Rに作用する重力が、塗布液Rの表面張力および貯留室S内の負圧をわずかに上回り、ノズル30内に保持されていた塗布液Rが吐出口Dから露出する。これに伴い、貯留室S内に貯留された塗布液Rの液面高さがH0からH1へ低下する。

【0058】

つづいて、塗布装置1は、昇降機構40（図1参照）を用いてノズル30を降下させ、図7Aに示すように、吐出口Dと基板Wとの距離（以下、「ノズルギャップ」と記載する）を所定の距離Z1とする（図6の時間t2参照）。これにより、吐出口Dから露出した塗布液Rが基板Wの上面に接液する。

20

【0059】

なお、ノズルギャップZ0は、後述する厚み測定処理（図8のステップS107参照）によって得られる基板Wの上面までの距離に基づいて算出される。また、ノズルギャップZ1は、試験等によってあらかじめ設定された値である。

【0060】

つづいて、塗布装置1は、ノズル30を上昇させて、ノズルギャップをZ2（ $> Z1$ ）とする（図6の時間t3参照）。これにより、吐出口Dから露出した塗布液Rは、図7Bに示すように、基板Wの上面に接液した状態で上方に引き伸ばされた状態となる。また、これに伴い、貯留室S内に貯留された塗布液Rの液面高さがH1からH2へ低下する。なお、ノズルギャップZ2は、基板Wに形成すべき塗布膜の膜厚に応じて設定される。

30

【0061】

その後、塗布装置1は、第1の移動機構20（図1参照）を用い、基板WのX軸負方向側の端部がノズル30の直下に配置される位置まで、基板Wを所定の速度で移動させる。これにより、図7Cに示すように、貯留室Sの塗布液Rが吐出口Dから流れ出し、基板Wの上面に塗布液Rが塗布される。

【0062】

ここで、上述したように、第1の実施形態に係るノズル30は、長手方向両端部における流路抵抗よりも長手方向中央部における流路抵抗が大きい形状を有する。このため、ノズル30の長手方向両端部における膜厚T1がノズルの長手方向中央部における膜厚T2よりも薄くなる現象（図2B参照）を緩和することができる。したがって、塗布装置1は、基板Wの移動方向（スキャン方向）と直交する方向（ノズル30の長手方向）における膜厚均一性の悪化を抑えることができる。

40

【0063】

さらに、塗布装置1は、圧力調整部110を用いて貯留室S内の圧力を調整することにより、ノズル30の長手方向についてだけでなく、スキャン方向における膜厚均一性の悪化も抑えることができる。

【0064】

具体的には、塗布装置1は、貯留室S内の塗布液Rの液面の低下に合わせて、圧力調整

50

部 1 1 0 により貯留室 S の圧力を、P 2 (たとえば、- 4 3 0 P a) から P 5 (たとえば、- 4 0 0 P a) まで段階的に上昇させる (図 6 の時間 t 5 ~ t 8 参照)。

【 0 0 6 5 】

貯留室 S 内の塗布液 R の液面が低下すると、吐出口 D に作用する塗布液 R による水頭圧が減少する。この間、貯留室 S 内の圧力と、貯留室 S の外部の圧力とが変化せず一定であるとすると、水頭圧が減少した分だけ塗布液 R を吐出口 D から押し出す力が減少するので、塗布液 R の吐出量は減少する。

【 0 0 6 6 】

したがって、本実施形態においては、貯留室 S 内の塗布液 R の液面高さの低下に合わせて圧力調整部 1 1 0 により貯留室 S の圧力を P 5 (- 4 0 0 P a) まで段階的に上昇させることで、液面低下による吐出口 D における水頭圧の減少が補われる。この結果、吐出口 D からの塗布液 R の吐出量が一定に保たれ、基板 W の面内に均一な膜厚の塗布膜を形成することができる。

10

【 0 0 6 7 】

貯留室 S 内の圧力の調整は、たとえばノズル 3 0 と基板 W との相対的な移動距離に応じて行うことができる。かかる場合、ノズル 3 0 の移動距離と貯留室 S 内の圧力設定値との相関関係をあらかじめ求めておき、この相関関係に基づいて貯留室 S 内の圧力を調整するようにすればよい。このような相関関係をあらかじめ求めておくことで、ノズル 3 0 の基板 W における所定位置での塗布液 R の消費量から水頭圧の減少分を求め、これにより貯留室 S 内の圧力を調整することができる。

20

【 0 0 6 8 】

また、貯留室 S 内の圧力の調整は、貯留室 S 内の塗布液 R の液面高さに応じて行ってもよい。かかる場合、圧力調整部 1 1 0 により上昇されるべき貯留室 S 内の圧力の値は、たとえば後述する液面検知部 1 6 0 (図 9 参照) により検知された塗布液 R の液面の高さに基づいて求められる。

【 0 0 6 9 】

具体的には、塗布開始前の状態における塗布液 R の液面高さ、塗布開始後における塗布液 R の液面高さの差分を求める。そして、かかる差分に塗布液 R の密度を乗ずることで、吐出口 D にかかる水頭圧の減少分を求めることができる。したがって、圧力調整部 1 1 0 により、この水頭圧の減少分だけ貯留室 S 内の圧力を上昇させることで、吐出口 D にかかる水頭圧が一定となる。これにより、吐出口 D からの塗布液 R の吐出量が一定となり、基板 W の面内に均一な膜厚の塗布膜を形成することができる。

30

【 0 0 7 0 】

また、たとえば流路 C に他の圧力測定機構を設け、流路 C の塗布液 R に作用する水頭圧を直接求め、この水頭圧が一定となるように圧力調整部 1 1 0 により貯留室 S 内の圧力を調整することも考えられる。

【 0 0 7 1 】

いずれの場合においても、圧力調整部 1 1 0 により、吐出口 D からの塗布液 R の吐出量が一定となるように、換言すれば吐出口 D の塗布液 R に作用する水頭圧が一定となるように貯留室 S 内の圧力を調整するので、基板 W の面内に均一な膜厚の塗布膜を形成することができる。

40

【 0 0 7 2 】

このように、塗布装置 1 は、制御装置 1 0 0 による制御によって、基板 W に塗布液 R を塗布する間、塗布液 R の吐出量が一定となるように、圧力調整部 1 1 0 を制御して貯留室 S の内部の圧力を調整する。これにより、塗布装置 1 は、ノズル 3 0 の長手方向における膜厚均一性の悪化だけでなく、スキャン方向における膜厚均一性の悪化も抑えることができる。

【 0 0 7 3 】

また、塗布装置 1 は、貯留室 S 内の圧力を調整することによって、塗布液に作用する重力に抗して塗布液 R を保持したり、基板 W に対する塗布液の吐出量を制御したりすること

50

が可能である。このため、たとえ粘度が数1000cP程度の高粘度の塗布液を扱うために吐出口の幅を広げた場合であっても、吐出口からの液だれや、塗布時の膜厚不良を防ぐことができる。すなわち、高粘度の塗布液を、無駄なく均一に基板W上に塗布することができる。

【0074】

基板WのX軸負方向側の端部がノズル30の直下まで移動すると、塗布装置1は、ノズル30を降下させて吐出口Dと基板Wを距離Z1まで近づける(図6の時間t9)。それと共に、塗布装置1は、圧力調整部110により貯留室Sの圧力をP6(たとえば、-390Pa)まで上昇させることにより、基板Wに一旦塗布された塗布液Rが貯留室S側に引き込まれ、塗布欠陥が生じるのを防止する。

10

【0075】

その後、塗布装置1は、ノズル30をノズルギャップZ0まで上昇させる(図6の時間t10)。これにより、吐出口Dから基板Wへの塗布液Rの供給が停止され、塗布処理が終了する。

【0076】

図3A~図3Cに戻り、ノズル30の残りの構成について説明する。第2本体部32は、一部が透明部材32aで形成される。これにより、貯留室Sに貯留された塗布液Rを透明部材32aを介して視認することが可能である。塗布装置1は、ノズル30の外部から透明部材32aを介して貯留室S内部の塗布液Rの液面位置を検知する。かかる点については後述する。

20

【0077】

また、ノズル30は、第1本体部31の内部に、貯留室S内へ充填される塗布液Rを一時的に貯留する一時貯留部35を備える。

【0078】

一時貯留部35は、塗布液Rを貯留する一時貯留室35aと、一時貯留室35aと貯留室Sとを連通する通路35bとを備える。一時貯留室35aは、貯留室Sと同程度の長さを有する長尺状の空間である。また、通路35bは、一時貯留室35aの上部から貯留室Sへ向かって斜め上方に延在する通路であり、流路Cの長手方向に沿って延在するスリット形状を有する。なお、ノズル30は、かかる一時貯留部35を備えていなくてもよい。

【0079】

次に、上述してきた塗布処理を含む基板処理の処理手順について説明する。図8は、塗布装置1が実行する基板処理の処理手順を示すフローチャートである。なお、図8に示す各処理手順は、塗布装置1が制御装置100の制御に基づいて実行する。制御装置100が備える制御部は、本願における圧力制御部および塗布処理制御部の一例に相当する。

30

【0080】

ここで、図8に示すステップS101~S109の処理は、1つのロットに含まれる複数の基板の全てについて処理が完了するまで繰り返される。なお、1つのロットの基板処理が終了すると、次のロットの基板処理が開始されるが、その前に、ノズル30の先端部を洗浄するノズル洗浄処理が行われる。かかるノズル洗浄処理については、後述する。

【0081】

図8に示すように、塗布装置1は、ステップS101~S104の処理とステップS105~S107の処理とを平行して行い、ステップS104の処理およびステップS107の処理を終えた後に、上述した塗布処理を実行する(ステップS108)。まず、ステップS101~S104の処理について説明する。

40

【0082】

ステップS101~S104の処理において、塗布装置1は、まず、塗布液充填処理を行う(ステップS101)。ステップS101の塗布液充填処理において、塗布装置1は、まず、ノズル待機部80をノズル30の直下へ移動させた後、ノズル30を降下させてノズル待機部80内に配置する。そして、ノズル30をノズル待機部80内に配置した状態で、ノズル30内への塗布液の充填を行う。

50

【 0 0 8 3 】

ここで、塗布液充填処理の内容について説明する。図 9 は、塗布液充填処理に関する機器とノズル 3 0 との接続関係を示す模式図である。また、図 1 0 は、ノズル 3 0 の模式正面図であり、図 1 1 は、液供給口の構成を示す模式正断面図である。

【 0 0 8 4 】

図 9 に示すように、ノズル待機部 8 0 は、ノズル 3 0 を収容可能な収容空間 8 1 を有する。この収容空間 8 1 にはシンナーが貯留されており、シンナーが揮発することによって、収容空間 8 1 の内部はシンナー雰囲気には保たれる。

【 0 0 8 5 】

また、収容空間 8 1 には、ノズル 3 0 の吐出口 D の長手方向（Y 軸方向）に延在する略平板状の当接部材 8 2 が設けられている。かかる当接部材 8 2 は、たとえばゴム等の耐薬品性を有する樹脂素材で形成される。

【 0 0 8 6 】

塗布装置 1 は、ノズル待機部 8 0 の収容空間 8 1 へ向けてノズル 3 0 を降下させることによって、ノズル 3 0 の先端面を当接部材 8 2 に当接させる。これにより、吐出口 D が当接部材 8 2 によって閉塞された状態となる。塗布装置 1 は、この状態でノズル 3 0 内に塗布液を充填することにより、塗布液 R の充填中に吐出口 D から塗布液 R が漏れ出ることを防止することができる。特に、ノズル 3 0 に対して空の状態から塗布液 R を充填する場合に、吐出口 D からの塗布液 R の漏えいを効果的に防止することができる。

【 0 0 8 7 】

一方、塗布装置 1 は、塗布液供給部 1 2 0 と、中間タンク 1 3 0 と、供給ポンプ 1 4 0 と、加圧部 1 5 0 と、液面検知部 1 6 0 とをさらに備える。

【 0 0 8 8 】

塗布液供給部 1 2 0 は、塗布液供給源 1 2 1 と、バルブ 1 2 2 とを備える。塗布液供給源 1 2 1 は、バルブ 1 2 2 を介して中間タンク 1 3 0 に接続されており、中間タンク 1 3 0 に対して塗布液 R を供給する。また、塗布液供給部 1 2 0 は、制御装置 1 0 0 と電氣的に接続されており、かかる制御装置 1 0 0 によってバルブ 1 2 2 の開閉が制御される。

【 0 0 8 9 】

中間タンク 1 3 0 は、塗布液供給部 1 2 0 とノズル 3 0 との間に介在するタンクである。かかる中間タンク 1 3 0 は、タンク部 1 3 1 と、第 1 供給管 1 3 2 と、第 2 供給管 1 3 3 と、第 3 供給管 1 3 4 と、液面センサ 1 3 5 とを備える。

【 0 0 9 0 】

タンク部 1 3 1 は、塗布液 R を貯留する。かかるタンク部 1 3 1 の底部には、第 1 供給管 1 3 2 および第 2 供給管 1 3 3 が設けられる。第 1 供給管 1 3 2 は、バルブ 1 2 2 を介して塗布液供給源 1 2 1 に接続し、第 2 供給管 1 3 3 は、供給ポンプ 1 4 0 を介してノズル 3 0 の一時貯留室 3 5 a に接続する。

【 0 0 9 1 】

なお、ノズル 3 0 が一時貯留部 3 5 を備えない場合には、貯留室 S と外部とを連通する連通口をノズル 3 0 に設け、かかる連通口に対して第 2 供給管 1 3 3 を接続して、塗布液 R を貯留室 S に直接供給するようにしてもよい。

【 0 0 9 2 】

第 3 供給管 1 3 4 には、加圧部 1 5 0 が接続される。加圧部 1 5 0 は、N 2 などのガスを供給するガス供給源 1 5 1 と、バルブ 1 5 2 とを備え、タンク部 1 3 1 内へガスを供給することによってタンク部 1 3 1 内を加圧する。かかる加圧部 1 5 0 は、制御装置 1 0 0 と電氣的に接続されており、かかる制御装置 1 0 0 によってバルブ 1 5 2 の開閉が制御される。

【 0 0 9 3 】

また、液面センサ 1 3 5 は、タンク部 1 3 1 に貯留された塗布液 R の液面を検知する検知部である。かかる液面センサ 1 3 5 は、制御装置 1 0 0 と電氣的に接続されており、検知結果が制御装置 1 0 0 へ入力される。

10

20

30

40

50

【0094】

供給ポンプ140は、第2供給管133の中途部に設けられており、中間タンク130から供給される塗布液Rを所定量ずつノズル30へ供給する。かかる供給ポンプ140は、制御装置100と電氣的に接続され、制御装置100によって塗布液Rのノズル30への供給量が制御される。

【0095】

液面検知部160は、ノズル30の前方に配置され、貯留室Sに貯留された塗布液Rの液面の位置（以下、「液面高さ」と記載する）を検知する。ここで、図10に示すように、ノズル30の前面部を形成する第2本体部32は、一部が透明部材32aで形成されており、貯留室Sに貯留された塗布液Rを透明部材32aを介して視認することができる。液面検知部160は、たとえばCCD（Charge Coupled Device）カメラであり、ノズル30の前方から透明部材32aを介して貯留室Sの内部を撮影することによって塗布液Rの液面の位置を検知する。液面検知部160による検知結果は、制御装置100へ入力される。これにより、塗布装置1は、塗布液Rの液面高さを容易に検知することができる。

10

【0096】

次に、塗布液充填処理時の塗布装置1の動作について説明する。塗布装置1は、液面検知部160の検知結果に基づき、ノズル30へ充填すべき塗布液Rの量（以下、「目標量」と記載する）を決定する。そして、塗布装置1は、供給ポンプ140を動作させて、中間タンク130からノズル30の一時貯留室35aへ目標量分の塗布液Rを供給する。

20

【0097】

このとき、塗布装置1は、圧力調整部110（図5参照）を用いて貯留室S内の圧力を調整しながら、貯留室Sへの塗布液Rの供給を行う。ここで、塗布液充填処理時における圧力制御の内容について図12を用いて説明する。図12は、塗布液充填処理時における圧力制御の内容を示す図である。

【0098】

塗布液充填処理時において、貯留室S内の圧力は負圧に調整される。これにより、貯留室S内に残留する塗布液Rが吐出口Dから漏れ出ることを防止することができる。

【0099】

そして、図12に示すように、塗布装置1は、負圧に調整された貯留室S内の圧力を、液面検知部160によって検知される貯留室Sの液面高さに応じて徐々に低下させながら（すなわち、真空度を高めながら）、塗布液Rの供給を行う。

30

【0100】

具体的には、塗布液充填処理の開始時における貯留室S内の圧力は、塗布処理の終了時における貯留室S内の圧力と同じくP6（たとえば、-390Pa）である。一方、塗布液充填処理の終了時における貯留室S内の圧力は、塗布処理の開始前の圧力P0（たとえば、-450Pa）に調整される。そして、塗布装置1は、貯留室Sの液面高さに応じて圧力をP6～P0まで変化させる。

【0101】

このように、塗布装置1は、圧力調整部110を制御して、貯留室Sの内部を負圧にし、さらに、負圧にした貯留室Sの内部の圧力を徐々に低下させながら、貯留室Sの内部へ塗布液Rを供給する。

40

【0102】

貯留室Sに塗布液Rが充填され、貯留室S内の塗布液Rの液面が上昇すると、吐出口Dに作用する塗布液Rによる水頭圧が増加する。この間、貯留室S内の圧力と、貯留室Sの外部の圧力が変化せず一定であるとすると、水頭圧が増加した分だけ塗布液Rを上方押し上げる力が相対的に弱まるため、塗布液Rが吐出口Dから漏れ出易くなる。

【0103】

これに対し、本実施形態においては、貯留室S内の塗布液Rの液面高さの上昇に合わせて圧力調整部110により貯留室S内の圧力を徐々に低下させることで、塗布液Rを上方

50

へ押し上げる力を補うことができる。このため、塗布液充填処理中に、塗布液 R が吐出口 D から漏れ出ることをより確実に防止することができる。

【 0 1 0 4 】

また、塗布装置 1 は、貯留室 S 内への塗布液 R の供給が終了してから塗布処理を開始するまでの間、圧力調整部 1 1 0 を制御して、貯留室 S 内への塗布液 R の供給が終了した時点における貯留室 S 内の圧力（すなわち P 0 ）を維持する。このため、一連の基板処理における貯留室 S 内の圧力制御を効率的に行うことができる。

【 0 1 0 5 】

なお、ここでは、液面高さに応じて圧力を変化させることとしたが、これに限ったものではなく、たとえば予め決められた時間に従って圧力を変化させてもよい。

10

【 0 1 0 6 】

また、塗布装置 1 は、ノズル 3 0 に対する塗布液 R の供給を、塗布液供給源 1 2 1 から直接ではなく、塗布液供給源 1 2 1 とノズル 3 0 との間に設けた中間タンク 1 3 0 から行う。これにより、ノズル 3 0 までの配管距離を短くすることができるため、たとえば塗布液 R の粘度が高く、塗布液供給源 1 2 1 からの供給が困難な場合であっても、中間タンク 1 3 0 からノズル 3 0 へ塗布液 R を容易に供給することができる。

【 0 1 0 7 】

また、塗布装置 1 は、中間タンク 1 3 0 からノズル 3 0 への供給も困難である場合には、加圧部 1 5 0 を用いてタンク部 1 3 1 内の圧力を高めることによって、中間タンク 1 3 0 からノズル 3 0 へ塗布液 R を供給することができる。

20

【 0 1 0 8 】

塗布液 R は、中間タンク 1 3 0 からノズル 3 0 の一時貯留室 3 5 a へ供給された後、通路 3 5 b を通って貯留室 S へ供給される。ここで、通路 3 5 b の先端部には、図 1 1 に示すように、貯留室 S に連通し、流路 C の長手方向に沿って延在するスリット状の液供給口 3 5 c が形成される。これにより、塗布装置 1 は、塗布液 R を貯留室 S の長手方向に沿って均等に供給することができる。したがって、たとえば塗布液 R をノズル 3 0 の側面から供給する場合と比較して、貯留室 S 内で塗布液 R の偏りが生じることを防止することができる。

【 0 1 0 9 】

また、液供給口 3 5 c は、ランド部 3 4（流路 C）と貯留室 S との境界部の近傍、具体的には、ランド部 3 4（流路 C）のわずかに上方に配置される。このように、貯留室 S のできるだけ下側から塗布液 R を供給することにより、塗布液 R を充填する際に塗布液 R に気泡が混入することを防止することができる。

30

【 0 1 1 0 】

また、塗布装置 1 は、液面センサ 1 3 5 の検知結果に基づき、タンク部 1 3 1 内に貯留されている塗布液 R の量が所定量を下回ったと判定した場合には、塗布液供給部 1 2 0 を制御して、塗布液供給源 1 2 1 からタンク部 1 3 1 へ塗布液 R を供給する。これにより、タンク部 1 3 1 に塗布液 R が補充される。

【 0 1 1 1 】

図 8 へ戻り、基板処理の説明をつづける。ステップ S 1 0 1 の塗布液充填処理を終えると、塗布装置 1 は、液面検知部 1 6 0 の検知結果に基づき、貯留室 S 内に充填された塗布液 R の液面が平坦であるか否かを判定する（ステップ S 1 0 2）。たとえば、塗布装置 1 は、液面の最も高い位置と最も低い位置との差分を求め、かかる差分が所定の範囲内であれば、液面が平坦であると判定する。

40

【 0 1 1 2 】

かかる処理において、液面が平坦でない場合（ステップ S 1 0 2 , N o）、塗布装置 1 は、一定時間待機した後（ステップ S 1 0 3）、再びステップ S 1 0 2 の判定を行う。塗布装置 1 は、液面が平坦になるまで、ステップ S 1 0 2 およびステップ S 1 0 3 の処理を繰り返し、液面が平坦であると判定すると（ステップ S 1 0 2 , Y e s）、処理をステップ S 1 0 4 のノズルブライミング処理へ移行する。

50

【 0 1 1 3 】

このように、塗布装置 1 は、液面検知部 1 6 0 による検知結果に基づいて液面が平坦化したか否かを判定し、液面が平坦化したと判定した場合に、ノズル 3 0 を用いた塗布処理を開始させることとしたため、膜厚均一性の悪化を防止することができる。すなわち、液面が平坦ではない場合、言い換えれば、貯留室 S 内の塗布液 R に偏りがある場合、ノズル 3 0 の吐出口 D に作用する水頭圧が不均一となり、膜厚均一性が悪化するおそれがある。このため、本実施形態のように、液面が平坦化した後に塗布処理を開始させることにより、膜厚均一性の悪化を防止することができる。

【 0 1 1 4 】

つづいて、ステップ S 1 0 4 のノズルブライミング処理について説明する。ノズルブライミング処理は、ノズル洗浄部 6 0 (図 1 参照) を用いてノズル 3 0 の先端を拭き取ることによって、吐出口 D の状態を整える処理のことである。かかるノズルブライミング処理を開始すると、塗布装置 1 は、基板 W を初期位置 (図 1 に示す位置) へ戻すとともに、第 2 の移動機構 9 0 を用いてノズル洗浄部 6 0 をノズル 3 0 の直下へ移動させる。そして、塗布装置 1 は、ノズル洗浄部 6 0 を用いて吐出口 D から露出した塗布液 R を拭き取ることによって、吐出口 D の状態を整える。

10

【 0 1 1 5 】

ここで、ノズル洗浄部 6 0 の構成およびノズルブライミング処理の内容について図 1 3 を用いて説明する。図 1 3 は、ノズル洗浄部 6 0 の構成を示す模式斜視図である。

【 0 1 1 6 】

図 1 3 に示すように、ノズル洗浄部 6 0 は、シンナー吐出部 6 1 a , 6 1 b と、パッド部 6 2 a , 6 2 b と、N 2 噴出部 6 3 a , 6 3 b と、載置部 6 4 と、駆動部 6 5 とを備える。

20

【 0 1 1 7 】

シンナー吐出部 6 1 a , 6 1 b は、図示しないポンプ等を介してシンナー供給源へ接続されており、かかるシンナー供給源から供給されるシンナーをノズル 3 0 の短手方向両側からノズル 3 0 の先端部へ向けて吐出する。これにより、ノズル 3 0 の先端部に付着する塗布液を溶かすことができる。

【 0 1 1 8 】

パッド部 6 2 a , 6 2 b は、ノズル 3 0 の先端部の形状に沿って略 V 字状に形成され、ノズル 3 0 の先端部の短手方向両面に当接する。後述する駆動部 6 5 によってパッド部 6 2 a , 6 2 b が移動することにより、ノズル 3 0 の先端部に付着した塗布液がパッド部 6 2 a , 6 2 b によって拭き取られる。

30

【 0 1 1 9 】

N 2 噴出部 6 3 a , 6 3 b は、図示しないポンプ等を介して N 2 供給源へ接続されており、かかる N 2 供給源から供給される N 2 をノズル 3 0 の短手方向両側からノズル 3 0 の先端部へ向けて噴出する。これにより、ノズル 3 0 の先端部が乾燥される。

【 0 1 2 0 】

これらシンナー吐出部 6 1 a , 6 1 b 、パッド部 6 2 a , 6 2 b および N 2 噴出部 6 3 a , 6 3 b は、載置部 6 4 に載置される。具体的には、ノズル 3 0 の延在方向 (Y 軸方向) と平行に、それぞれシンナー吐出部 6 1 a 、パッド部 6 2 a 、シンナー吐出部 6 1 b 、パッド部 6 2 b 、 N 2 噴出部 6 3 a 、 N 2 噴出部 6 3 b の順に並べて載置される。

40

【 0 1 2 1 】

駆動部 6 5 は、載置部 6 4 をノズル 3 0 の延在方向 (Y 軸方向) と平行な方向に移動させることによって、載置部 6 4 に載置されたシンナー吐出部 6 1 a , 6 1 b 、パッド部 6 2 a , 6 2 b および N 2 噴出部 6 3 a , 6 3 b をノズル 3 0 の延在方向と平行に移動させる。

【 0 1 2 2 】

塗布装置 1 は、ノズルブライミング処理を行う場合、シンナー吐出部 6 1 a , 6 1 b 、パッド部 6 2 a , 6 2 b および N 2 噴出部 6 3 a , 6 3 b のうち、パッド部 6 2 a , 6 2

50

bのみを使用する。

【0123】

具体的には、塗布装置1は、昇降機構40を用いてノズル30を降下させ、ノズル30の先端部がパッド部62a, 62bに当接する位置にノズル30を配置させた状態で、駆動部65を用いて載置部64をY軸負方向へ移動させる。これにより、吐出口Dから露出した塗布液Rやノズル30の先端部に付着した塗布液Rがパッド部62a, 62bによって拭き取られて、吐出口Dの状態が整えられる。

【0124】

かかるノズルプライミング処理を終えた後、塗布装置1は、塗布処理を開始する(ステップS108)。このように、塗布装置1は、ノズルプライミング処理によって吐出口Dの状態を整えたうえで塗布処理を開始することにより、塗布処理開始直後における膜厚均一性を高めることができる。しかも、塗布装置1は、塗布処理を開始する直前にノズルプライミング処理を行うこととしたため、吐出口Dが整えられた状態を容易に維持しておくことができる。

【0125】

なお、ノズル洗浄部60が備えるシンナー吐出部61a, 61bおよびN2噴出部63a, 63bは、ロット間において行われるノズル洗浄処理時に用いられる。すなわち、ノズル洗浄処理において、塗布装置1は、シンナー吐出部61a, 61bからシンナーを、N2噴出部63a, 63bからN2を噴出させた状態で、駆動部65を用いて載置部64をY軸負方向へ移動させる。これにより、ノズル洗浄部60は、ノズル30の先端部に対して、シンナー吐出部61aによるシンナー供給、パッド部62aによる拭き取り、シンナー吐出部61bによるシンナー供給、パッド部62bによる拭き取り、N2噴出部63a, 63bによるN2噴出を行って、ノズル30を洗浄する。

【0126】

つづいて、ステップS105~S107の処理について説明する。塗布装置1は、基板保持部21の上面に載置された基板Wを基板保持部21を用いて吸着保持した後(ステップS105)、ノズル高さ測定処理を行う(ステップS106)。かかるノズル高さ測定処理において、塗布装置1は、ノズル高さ測定部50bを用いてノズル30の下端面までの距離を測定することにより、ノズル30が規定の高さに位置しているか否かを確認する。かかる処理においてノズル高さが既定の高さからずれている場合、塗布装置1は、駆動部42を用いてノズル高さの補正を行ってもよい。

【0127】

なお、かかるノズル高さ測定処理は、ステップS105の前に行っても構わない。また、ノズル高さ測定処理は、ロットごとに繰り返し行われる基板処理のうちの何れか1回(たとえば、最初の1回)についてのみ行うこととしてもよい。

【0128】

つづいて、塗布装置1は、厚み測定処理を行う(ステップS107)。具体的には、塗布装置1は、基板保持部21に保持された基板Wを駆動部22を用いて厚み測定部50aの下方へ移動させた後、厚み測定部50aを用いて基板Wの上面までの距離を測定する。厚み測定部50aによる測定結果は、制御装置100へ送信される。

【0129】

なお、基板Wの外縁部は、塗布装置1へ搬送されるまでの各工程によって表面が粗くなっている可能性がある。このため、基板Wの外縁から所定距離(たとえば、2mm程度)内側の位置を厚み測定部50aの測定点とすることが好ましい。

【0130】

また、塗布装置1は、厚み測定部50aを複数(たとえば、2個)備えており、各厚み測定部50aによって得られた測定結果に基づく値(たとえば、平均値)を基板Wの上面までの距離として決定する。

【0131】

厚み測定処理を終えると、塗布装置1は、基板Wを塗布処理開始位置(基板WのX軸正

10

20

30

40

50

方向側の端部がノズル30の直下に配置される位置)へ移動させる。そして、塗布装置1は、ステップS104のノズルプライミング処理が完了していれば直ちに、ノズルプライミング処理が完了していなければノズルプライミング処理の完了後直ちに、塗布処理を行う(ステップS108)。塗布処理の内容については上述したため、ここでの説明は省略する。

【0132】

ステップS108の塗布処理を終えると、塗布装置1は、処理をステップS101へ戻してステップS101~S104の処理を行う。また、塗布装置1は、基板搬出処理を行った後(ステップS109)、ステップS101~ステップS104の処理と平行してステップS105~S107の処理を再び行う。なお、基板搬出処理は、基板保持部21による基板Wの吸着保持を解除した後、処理済の基板Wを外部装置に受け渡す処理である。

10

【0133】

1つのロットに含まれる全ての基板Wについて上述したステップS101~ステップS109の処理を終えたとき、塗布装置1は、1つのロットに対する一連の基板処理を終了する。

【0134】

上述してきたように、第1の実施形態に係る塗布装置は、ノズルと、移動機構とを備える。ノズルは、塗布液が貯留される貯留室と、貯留室に連通するスリット状の流路とを備え、流路の先端に形成される吐出口から塗布液を吐出する。移動機構は、ノズルと基板とを基板の表面に沿って相対的に移動させる。そして、ノズルは、流路における長尺状のランド部が、貯留室側へ向けて長手方向中央部を突出させた形状を有する。したがって、第1の実施形態に係る塗布装置によれば、膜厚均一性を高めることができる。

20

【0135】

なお、第1の実施形態では、液面検知部160を用いて貯留室Sの内部を撮像することとしたが(図9参照)、貯留室Sは長尺状であるため、貯留室Sの内部を長手方向の一端から他端まで撮像するためには、ノズル30からある程度離れた位置に液面検知部160を配置する必要がある。そこで、液面検知部160をノズル30の近傍に配置するための構成について図14A、図14Bおよび図15A、図15Bを用いて説明する。図14A、図14Bおよび図15A、図15Bは、液面検知方法の他の例を示す模式図である。

30

【0136】

たとえば、図14Aに示すように、塗布装置1は、ノズル30の前方から塗布液Rの液面を検知する液面検知部を複数(ここでは、液面検知部160a, 160bの2台)を備えてもよい。このように、液面検知部を複数設けることで、各液面検知部が検知すべき範囲を小さくすることができるため、液面検知部をノズル30の近傍に配置することができる。

【0137】

また、図14Bに示すように、塗布装置1は、1台の液面検知部160cと、この液面検知部160cをノズル30の長手方向(Y軸方向)に沿って移動させる駆動部161とを備えていてもよい。これによっても、液面検知部をノズル30の近傍に配置することができる。

40

【0138】

また、液面検知部をノズル30の前方に配置したくない場合には、たとえば、図15Aに示すように、液面検知部160dをノズル30の上方に下向きで配置し、光を反射または屈折させるプリズム162を介して塗布液Rの液面を撮像してもよい。

【0139】

このように、液面検知部160dを、塗布液Rの液面に対して所定の角度で傾斜して配置し、塗布液Rの液面と略平行な方向から見た液面の像をプリズム162を介して撮像することとしてもよい。これにより、液面検知部をノズル30の前方以外の場所に配置することができる。

【0140】

50

また、プリズムは、ノズルと一体的に形成されてもよい。たとえば、図15Bに示すように、ノズル30__2は、前面部にプリズム162__2が設けられた透明部材32a__2を備えていてもよい。

【0141】

なお、ここでは、液面検知部がCCDカメラ等の撮像装置である場合の例を示したが、液面検知部は、撮像装置に限ったものではなく、たとえば赤外線センサ等の光学式センサであってもよい。

【0142】

(第2の実施形態)

ところで、上述してきた第1の実施形態では、ノズルが備えるランド部を、貯留室側へ向けて長手方向中央部を突出させた形状とすることで、長手方向中央部の流路抵抗を長手方向両端部よりも大きくして、膜厚均一性を高めることとした。しかし、膜厚均一性を高める方法は、これに限ったものではない。

【0143】

たとえば、流路の間隔(ランド部および第2本体部間の距離)を膜厚プロファイルに応じて狭めたり広くしたりすることによって、流路抵抗を変化させて、膜厚均一性を高めることも可能である。以下では、かかる点について図16A~図16Cを用いて説明する。

【0144】

図16Aは、ノズルの他の構成を示す模式平断面図である。また、図16Bは、図16AにおけるAA矢視断面図であり、図16Cは、図16AにおけるBB矢視断面図である。

【0145】

図16Aに示すように、第2の実施形態に係るノズル30__3は、平面視において、長手方向中央部の厚さが長手方向両端部の厚さよりも厚く形成される。これにより、図16Bおよび図16Cに示すように、ノズル30__3は、長手方向中央部における流路C__3の間隔Gaが、長手方向両端部における流路C__3の間隔Gbよりも狭くなる。

【0146】

この結果、長手方向中央部における流路抵抗が長手方向両端部における流路抵抗よりも大きくなるため、第2の実施形態に係るノズル30__3は、上述した第1の実施形態と同様に、膜厚均一性を高めることができる。

【0147】

なお、ここでは、ランド部34__3の厚さを変化させることにより、流路C__3の間隔を変化させることとしたが、ランド部の厚さを一定とし、第2本体部の厚さを変化させることにより、流路の間隔を変化させてもよい。また、ランド部および第2本体部の双方の厚さを変化させることにより、流路の間隔を変化させてもよい。

【0148】

また、ここでは、流路の間隔を変化させることにより、流路抵抗を変化させることとしたが、たとえば、ランド部または第2本体部の材質を長手方向両端部と長手方向中央部とで変化させることにより、流路抵抗を変化させてもよい。たとえば、ランド部の長手方向中央部の第2本体部と対向する面に微細な凹凸を形成することにより、長手方向中央部における流路抵抗を長手方向両端部における流路抵抗よりも大きくしてもよい。

【0149】

なお、上述してきた各実施形態では、基板を水平方向へ移動させることによって、基板の上面に塗布液を塗布する場合の例を示したが、これに限ったものではなく、ノズルを水平方向へ移動させることによって、基板の上面に塗布液Rを塗布することとしてもよい。

【0150】

また、上述してきた各実施形態では、塗布装置が1つのノズルを備える場合の例を示したが(図1参照)、塗布装置は、ノズルおよび昇降機構を、基板の移動方向に沿って複数セット備えていてもよい。

【0151】

10

20

30

40

50

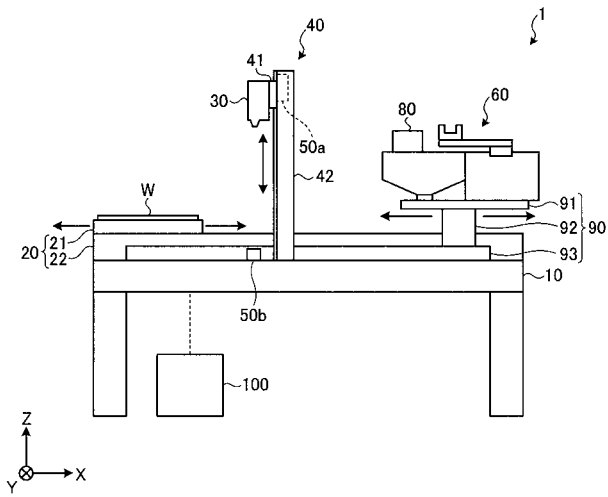
さらなる効果や変形例は、当業者によって容易に導き出すことができる。このため、本発明のより広範な態様は、以上のように表しかつ記述した特定の詳細および代表的な実施形態に限定されるものではない。したがって、添付の特許請求の範囲およびその均等物によって定義される総括的な発明の概念の精神または範囲から逸脱することなく、様々な変更が可能である。

【符号の説明】

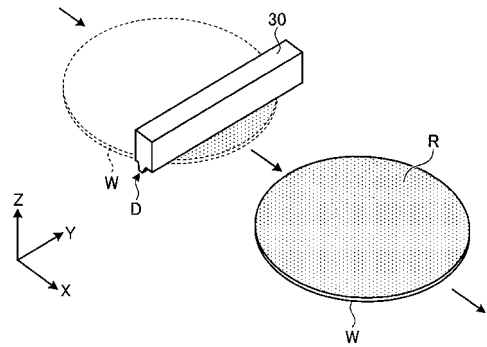
【0152】

W	基板	
R	塗布液	
S	貯留室	10
C	流路	
D	吐出口	
1	塗布装置	
10	載置台	
20	第1の移動機構	
21	基板保持部	
22	駆動部	
30	ノズル	
31	第1本体部	
32	第2本体部	20
33	蓋部	
34	ランド部	
34a	長手方向中央部	
34b	長手方向両端部	
35	一時貯留部	
40	昇降機構	
50a	厚み測定部	
50b	ノズル高さ測定部	
60	ノズル洗浄部	
80	ノズル待機部	30
90	第2の移動機構	
100	制御装置	

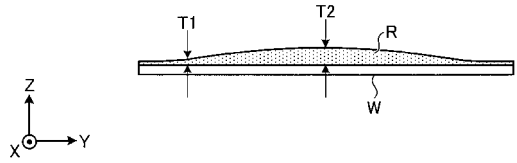
【 図 1 】



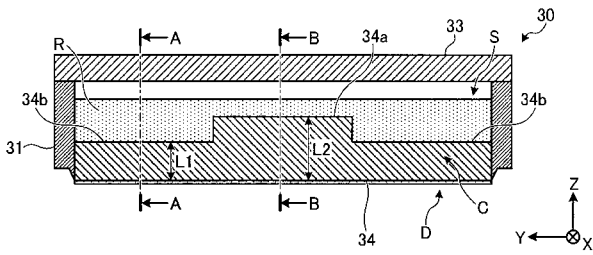
【 図 2 A 】



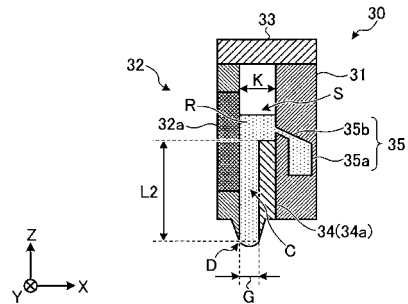
【 図 2 B 】



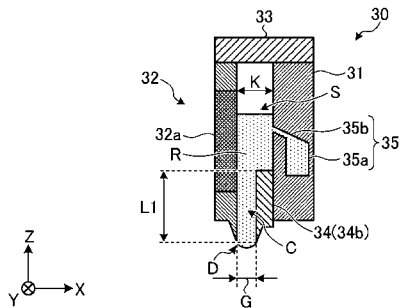
【 図 3 A 】



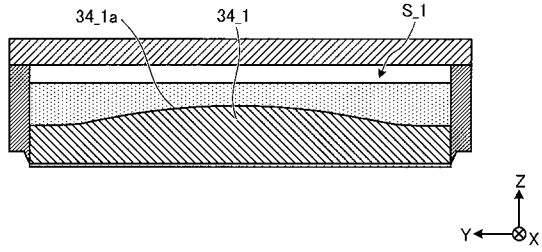
【 図 3 C 】



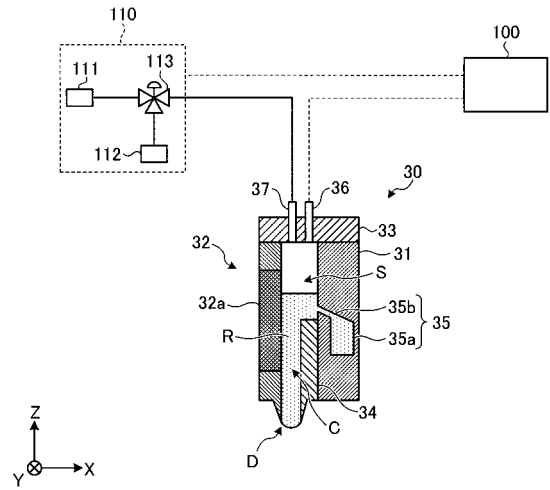
【 図 3 B 】



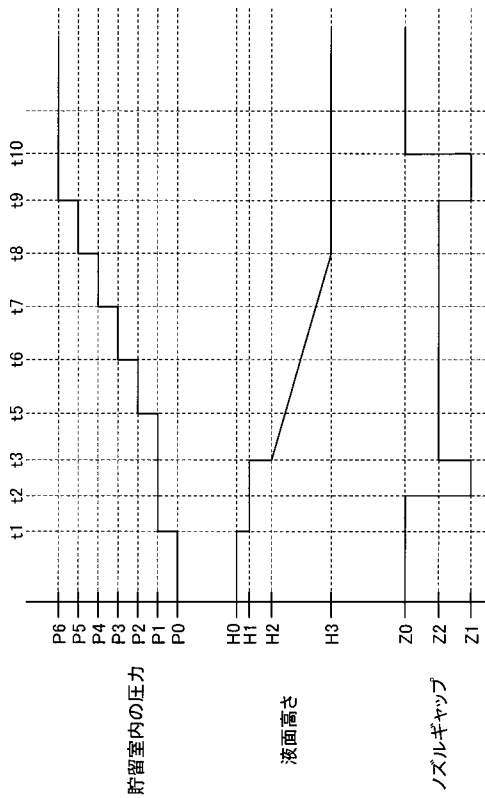
【 図 4 】



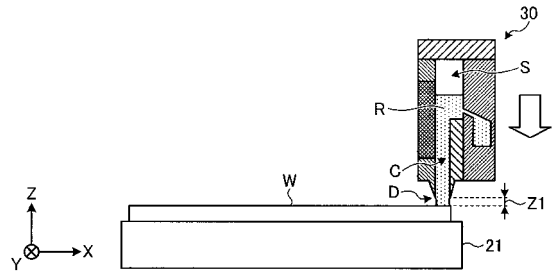
【 図 5 】



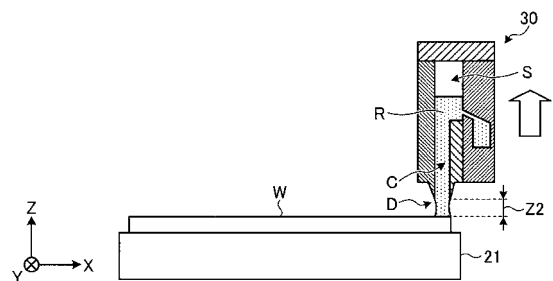
【 図 6 】



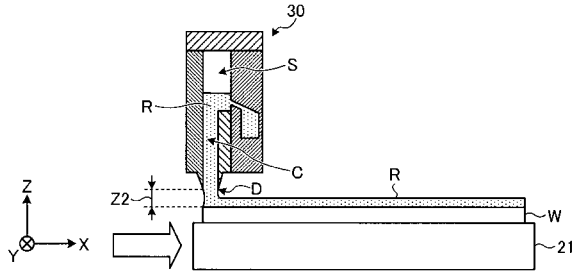
【 図 7 A 】



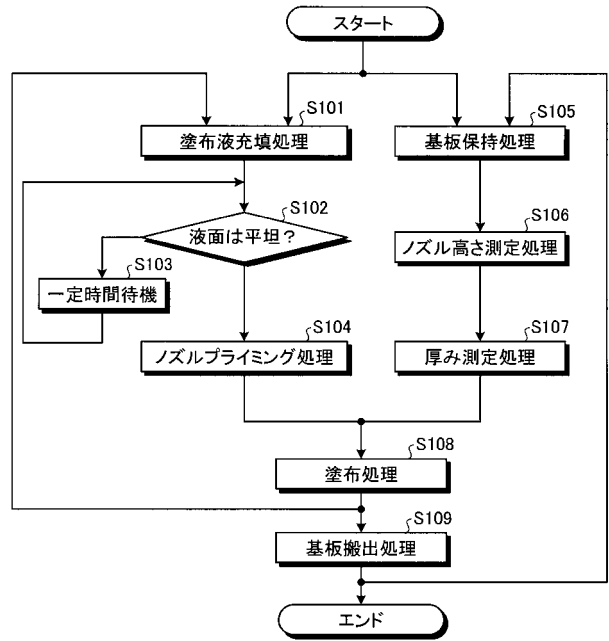
【 図 7 B 】



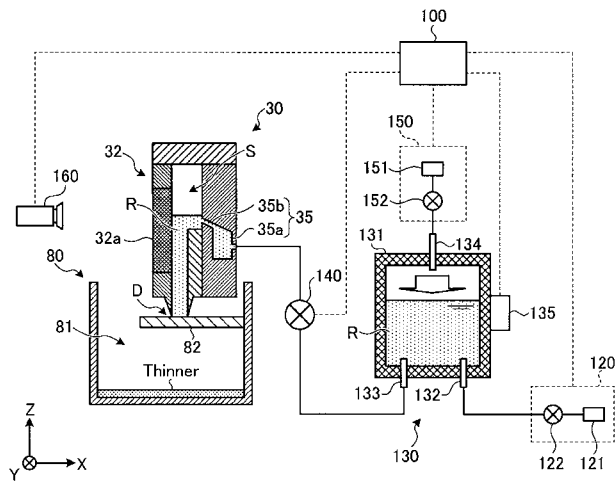
【図7C】



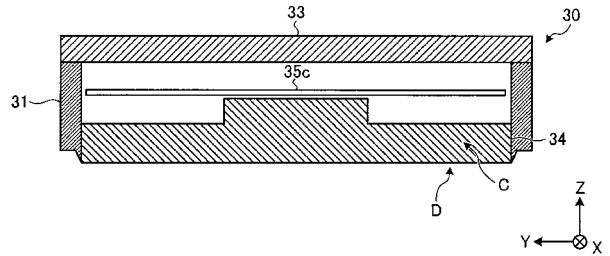
【図8】



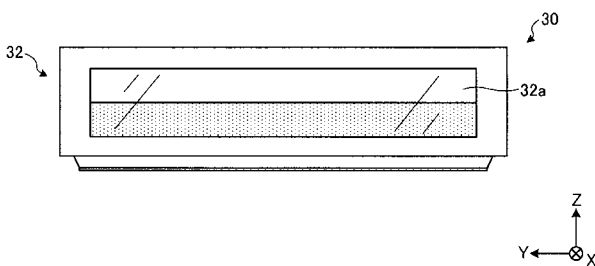
【図9】



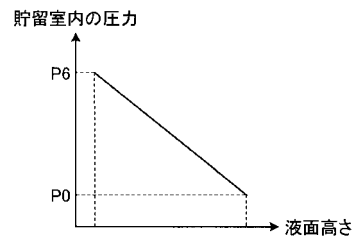
【図11】



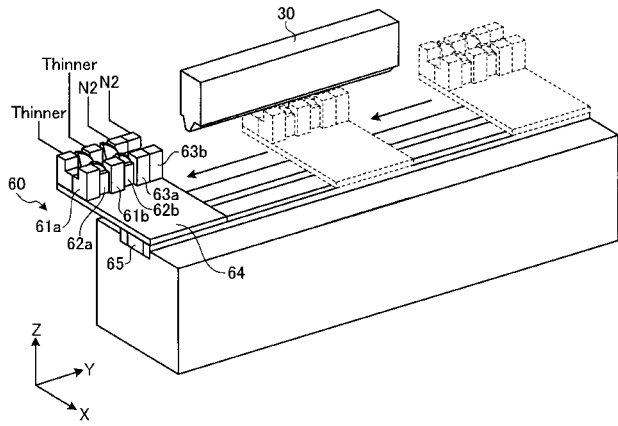
【図10】



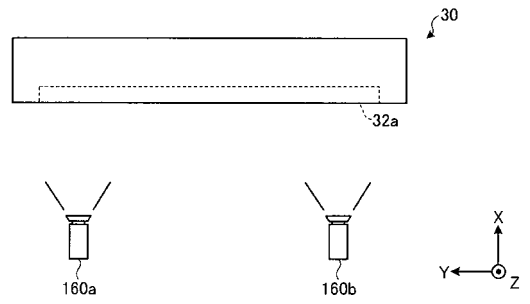
【図12】



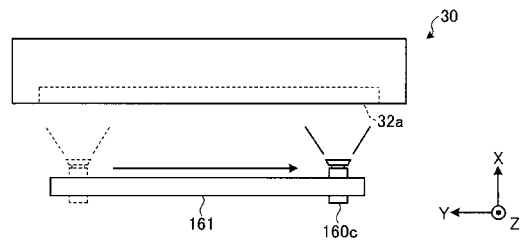
【 図 1 3 】



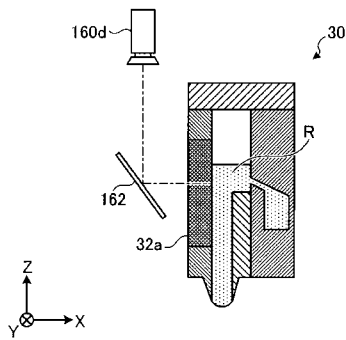
【 図 1 4 A 】



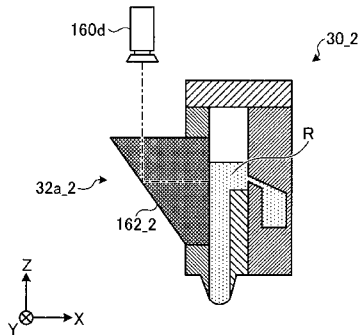
【 図 1 4 B 】



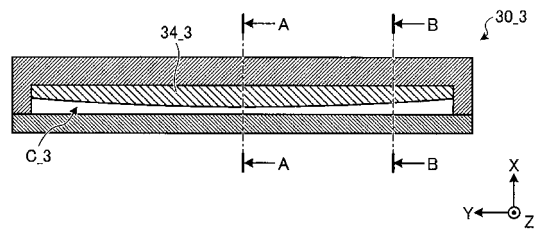
【 図 1 5 A 】



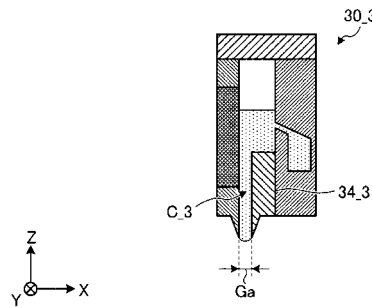
【 図 1 5 B 】



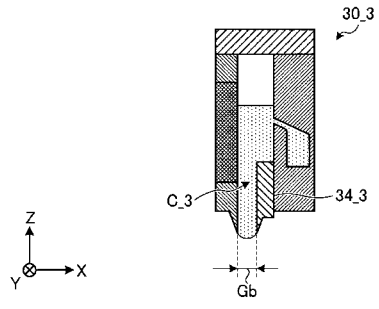
【 図 1 6 A 】



【 図 1 6 B 】



【 図 16 C 】



フロントページの続き

(72)発明者 寺田 正一

東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂Bizタワー 東京エレクトロン株式会社内

Fターム(参考) 4F041 AA02 AA05 AA06 AB01 BA12 CA02 CA15

4F042 AA02 AA06 BA09 BA25 CB03 CB10 DH09