

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4852257号
(P4852257)

(45) 発行日 平成24年1月11日 (2012. 1. 11)

(24) 登録日 平成23年10月28日 (2011. 10. 28)

(51) Int. Cl.

F I

B 0 5 C 11/10 (2006. 01)

B 0 5 C 11/10

B 0 5 C 5/00 (2006. 01)

B 0 5 C 5/00 1 O 1

B 0 5 D 1/26 (2006. 01)

B 0 5 D 1/26 Z

B 4 1 J 2/01 (2006. 01)

B 4 1 J 3/04 1 O 1 Z

請求項の数 2 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2005-112370 (P2005-112370)
 (22) 出願日 平成17年4月8日 (2005. 4. 8)
 (65) 公開番号 特開2006-289239 (P2006-289239A)
 (43) 公開日 平成18年10月26日 (2006. 10. 26)
 審査請求日 平成20年4月7日 (2008. 4. 7)

(73) 特許権者 000002428
 芝浦メカトロニクス株式会社
 神奈川県横浜市栄区笠間2丁目5番1号
 (74) 代理人 100091351
 弁理士 河野 哲
 (74) 代理人 100088683
 弁理士 中村 誠
 (74) 代理人 100108855
 弁理士 蔵田 昌俊
 (74) 代理人 100075672
 弁理士 峰 隆司
 (74) 代理人 100109830
 弁理士 福原 淑弘
 (74) 代理人 100084618
 弁理士 村松 貞男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 溶液の塗布装置及び塗布方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板に溶液を所定のパターンで塗布して塗布膜を形成する塗布装置であって、
 上記溶液を上記基板に噴射塗布する複数のノズルを有するヘッドと、
 上記基板が上記ヘッドの下方を所定方向に沿って通過するようこれら基板とヘッドを相対的に移動させる搬送手段と、

上記ノズルから上記基板に溶液を噴射塗布する際、上記パターンの周辺部となる部分に塗布する溶液の量を周辺部よりも内側となる部分に塗布する量よりも少なくし、上記パターンの周辺部における溶液の供給を、溶液の供給量が最も少ない第1の部分と、この第1の部分よりも外側であって上記第1の部分よりも供給量の多い第2の部分とに分けて制御する制御手段と

具備したことを特徴とする溶液の塗布装置。

【請求項 2】

ヘッドに設けられた複数のノズルから基板に溶液を所定のパターンで噴射塗布して塗布膜を形成する塗布方法であって、

上記基板が上記ヘッドの下方を通過するよう上記基板と上記ヘッドを相対的に所定方向に沿って移動させる工程と、

上記溶液を上記基板に噴射塗布する工程であって、上記パターンの周辺部となる部分に噴射される溶液の量が上記周辺部よりも内側となる部分に噴射される量よりも少なくし、上記パターンの周辺部における溶液の供給を、溶液の供給量が最も少ない第1の部分と、

10

20

この第 1 の部分よりも外側であって上記第 1 の部分よりも供給量の多い第 2 の部分とに分けて噴射塗布する工程と

を具備したことを特徴とする溶液の塗布方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

ヘッドに設けられたノズルから溶液をインクジェット方式によって噴射して基板に塗布する溶液の塗布装置及び塗布方法に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、液晶表示装置や半導体装置の製造工程においては、ガラス基板や半導体ウエハなどの基板に回路パターンを形成するための成膜プロセスがある。この成膜プロセスでは、基板の板面にたとえば配向膜やレジストなどの機能性薄膜が形成される。

【0003】

基板に機能性薄膜を形成する場合、この機能性薄膜を形成する溶液をノズルから噴射して基板の板面に塗付するインクジェット方式の塗布装置が用いられることがある。

【0004】

この塗付装置は、基板を搬送する搬送テーブルを有しており、この搬送テーブルの上方には、上記ノズルが複数穿設されたヘッドが基板の搬送方向に対してほぼ直交する方向に沿って延設されている。ヘッドには供給管を介して接続された溶液タンクから溶液が供給される。それによって、搬送される基板の上面には複数のノズルから溶液が所定間隔で噴射塗布され、最終的には基板に噴射塗布された各溶液同士が付着し合って矩形状のパターンの塗布膜が形成されるようになっている。このような技術はたとえば特許文献 1 に記載されている。

【0005】

ところで、基板に溶液を矩形状のパターンで噴射塗布して乾燥させた場合、このパターンを形成する塗布膜は、周辺部が他の部分よりも厚くなるということがある。つまり、基板に塗布された溶液は乾燥時にパターンの端部での乾燥が他の部分よりも速いため、乾燥の遅い部分の溶液が端部に流れ込み、その端部が盛り上がり他の部分よりも厚くなるということがあった。

【0006】

塗布膜の周辺部の厚さが他の部分に比べて厚くなると、塗布後に行われるコンタクト露光などの際に悪影響を及ぼすということがある。そこで、塗布膜の周辺部の厚さが他の部分に比べて厚くなるのを防止するため、たとえば、基板に塗布される溶液のパターン領域の外側にさらに同溶液を塗布するということが行われる。このような従来技術はたとえば特許文献 1 に開示されている。

【特許文献 1】特開平 09 - 105938 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

基板に塗布されるパターンの外側にさらに溶液を塗布すれば、パターンの周辺部が溶媒雰囲気となって端部の乾燥速度が遅くなる。その結果、溶液が端部に寄るのが防止され、パターン端部の膜厚が厚くなるのを抑制することができる。

【0008】

しかしながら、パターンの外側にさらに溶液を塗布するようにすると、その塗布に余計な時間が掛かるから、生産性の低下を招くということがあるばかりか、溶液が高価な場合にはコストアップの要因になるということがあり、実用上、好ましくないということがあった。

【0009】

この発明は、パターンの外側にさらに溶液を塗布することなく、そのパターンの

10

20

30

40

50

周辺部の膜厚が他の部分よりも厚くなるのを防止することを可能とする溶液の塗布装置及び塗布方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

この発明は、基板に溶液を所定のパターンで塗布して塗布膜を形成する塗布装置であって、

上記溶液を上記基板に噴射塗布する複数のノズルを有するヘッドと、

上記基板が上記ヘッドの下方を所定方向に沿って通過するようこれら基板とヘッドを相対的に移動させる搬送手段と、

上記ノズルから上記基板に溶液を噴射塗布する際、上記パターンの周辺部となる部分に塗布する溶液の量を周辺部よりも内側となる部分に塗布する量よりも少なくし、上記パターンの周辺部における溶液の供給を、溶液の供給量が最も少ない第1の部分と、この第1の部分よりも外側であって上記第1の部分よりも供給量の多い第2の部分とに分けて制御する制御手段と

具備したことを特徴とする溶液の塗布装置にある。

【0012】

この発明は、ヘッドに設けられた複数のノズルから基板に溶液を所定のパターンで噴射塗布して塗布膜を形成する塗布方法であって、

上記基板が上記ヘッドの下方を通過するよう上記基板と上記ヘッドを相対的に所定方向に沿って移動させる工程と、

上記溶液を上記基板に噴射塗布する工程であって、上記パターンの周辺部となる部分に噴射される溶液の量が上記周辺部よりも内側となる部分に噴射される量よりも少なくし、上記パターンの周辺部における溶液の供給を、溶液の供給量が最も少ない第1の部分と、この第1の部分よりも外側であって上記第1の部分よりも供給量の多い第2の部分とに分けて噴射塗布する工程と

を具備したことを特徴とする溶液の塗布方法にある。

【発明の効果】

【0024】

この発明によれば、パターンの外側に溶液を塗布せずに、このパターンの端部における塗布膜の厚さが他の部分よりも厚くなるのを防止することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

以下、図面を参照しながらこの発明の実施の形態を説明する。

【0026】

図1と図2はこの発明を適用した溶液の塗布装置を示し、この塗布装置はベース1を有する。ベース1の上面には所定間隔で離間した一対のレール2がベース1の長手方向に沿って設けられている。上記レール2にはテーブル3が走行可能に設けられ、図示しない駆動源によって走行駆動されるようになっている。テーブル3の上面には多数の支持ピン4が設けられ、これら支持ピン4にはたとえば液晶表示装置に用いられるガラス製の基板Wが供給支持される。

【0027】

各支持ピン4には図示しない吸引孔が上端に開口して形成されている。これらの吸引孔には図示しない吸引ポンプが接続されている。したがって、基板Wは支持ピン4によって吸着保持されるようになっている。そして、支持ピン4に吸着保持された基板Wは、テーブル3がレール2に沿って移動することにより、同方向に走行可能となっている。

【0028】

なお、支持ピン4は基板Wとの接触面積を小さくし、支持ピン4によって基板Wの温度分布にばらつきが生じないようにするため、先端に行くにつれて細くなる形状、たとえば錐状が好ましい。

【0029】

上記テーブル 3 とともに駆動される基板 W の上方には、上記基板 W に、たとえば配向膜やフォトレジストなどの機能性薄膜を形成するための溶液をインクジェット方式で噴射塗布する複数のヘッド、この実施の形態では 3 つのヘッド 7 A ~ 7 C が基板 W の走行方向（搬送方向）と交差する方向に沿って一列に配設されている。

【 0 0 3 0 】

各ヘッド 7 A ~ 7 C は図 3 に示すようにヘッド本体 8 を備えている。ヘッド本体 8 は筒状に形成され、その下面開口は可撓板 9 によって閉塞されている。この可撓板 9 はノズルプレート 1 1 によって覆われており、このノズルプレート 1 1 と上記可撓板 9 との間に複数の液室 1 2 が形成されている。

【 0 0 3 1 】

各液室 1 2 は、ノズルプレート 1 1 内に形成された主管 1 1 A に不図示の枝管を介してそれぞれ連通されていて、主管 1 1 A からこの枝管を介して溶液が各液室 1 2 に供給される。主管 1 1 A は、一端が後述する給液孔 1 3 に接続され、他端が後述する回収孔 1 7 に接続される。

【 0 0 3 2 】

上記ヘッド本体 8 の長手方向一端部には上記液室 1 2 に連通する給液孔 1 3 が形成されている。この給液孔 1 3 から上記液室 1 2 にはたとえば配向膜やレジストなどの機能性薄膜を形成する溶液が供給される。それによって、上記液室 1 2 内は溶液で満たされるようになっている。

【 0 0 3 3 】

図 4 に示すように、上記ノズルプレート 1 1 には、基板 W の搬送方向に直交する方向に沿って複数のノズル 1 4 が千鳥状に穿設されている。上記可撓板 9 の上面には、図 3 に示すように上記各ノズル 1 4 にそれぞれ対向して複数の圧電素子 1 5 が設けられている。

【 0 0 3 4 】

各圧電素子 1 5 は上記ヘッド本体 8 内に設けられた駆動部 1 6 によって駆動電圧が供給される。それによって、圧電素子 1 5 は伸縮し、可撓板 9 を部分的に変形させるから、その圧電素子 1 5 に対向位置するノズル 1 4 から溶液が搬送される基板 W の上面に噴射塗布される。

なお、圧電素子 1 5 に印加する電圧の強さを変えて圧電素子 1 5 の作動量を制御すれば、各圧電素子 1 5 が対向するノズル 1 4 からの溶液の吐出量を変えることができる。

【 0 0 3 5 】

図 3 に示すように、上記ヘッド本体 8 の長手方向他端部には上記液室 1 2 に連通する回収孔 1 7 が形成されている。上記給液孔 1 3 から液室 1 2 に供給された溶液は、上記回収孔 1 7 から回収することができるようになっている。すなわち、各ヘッド 7 A ~ 7 C は上記液室 1 2 に供給された溶液をノズル 1 4 から噴射させるだけでなく、上記液室 1 2 を通じて上記回収孔 1 7 から回収することが可能となっている。

【 0 0 3 6 】

図 1 に示すように、各ヘッド 7 A ~ 7 C の給液孔 1 3 には溶液供給管 2 1 から分岐された供給分岐管 2 2 が接続され、回収孔 1 7 には回収管 2 3 から分岐された回収分岐管 2 4 が接続されている。上記供給分岐管 2 2 には供給開閉弁 2 5 が設けられ、回収分岐管 2 4 には回収開閉弁 2 6 が設けられている。上記供給管 2 1 と回収管 2 3 との先端は連通弁 2 7 を介して接続されている。さらに、回収管 2 3 には回収分岐管 2 4 よりも基端側の部分に主回収弁 2 8 が設けられている。

【 0 0 3 7 】

上記溶液供給管 2 1 の基端は上記溶液 L が収容された溶液タンク 3 1 の底部に接続されている。上記回収管 2 3 の基端は上記溶液タンク 3 1 に供給する溶液 L を貯蔵した貯蔵タンク 3 2 に接続されている。回収管 2 3 の基端部からは供給弁 3 3 を有する供給分岐管 3 4 が分岐され、この供給分岐管 3 4 は上記溶液タンク 3 1 の底部に接続されている。

【 0 0 3 8 】

上記溶液タンク 3 1 の上部には大気開放管 3 5 が接続されている。この大気開放管 3 5

10

20

30

40

50

には第1の開閉制御弁36が設けられている。第1の開閉制御弁36が開放されれば、上記溶液タンク31内が大気に連通される。なお、大気開放管35は、この大気開放管35から後述するように大気に放散される気体に含まれる気化溶媒を処理するための図示しない処理装置を介して大気に連通する。したがって、大気開放管35を流れる気体は抵抗を受けることになる。

【0039】

上記溶液タンク31の上部には第2の開閉制御弁37が設けられたガス供給管38が接続されている。このガス供給管38には、図示しないガス供給源から窒素などの不活性ガスが供給されるようになっている。

【0040】

上記ガス供給管38には、上記第2の開閉制御弁37よりも上流側にフィルタ39と第3の開閉制御弁40とが順次接続されている。第3の開閉制御弁40には流量絞り弁41が並列に設けられている。この流量絞り弁41と上記第3の開閉制御弁40とでガス流量制御手段を構成している。

【0041】

上記貯蔵タンク32の上部には、上記溶液タンク31と同様、第4の開閉制御弁43を有する大気開放管44が接続されている。さらに、第5の開閉制御弁45を有するガス供給管46が接続されている。このガス供給管46にはフィルタ47及び第6の開閉制御弁48が順次接続されている。第6の開閉制御弁48には流量絞り弁49が並列に設けられている。

【0042】

なお、図5に示すように、上記供給開閉弁25、回収開閉弁26、主回収弁28、供給弁33、第1乃至第6の開閉制御弁36, 37, 40, 43, 45, 48及び各ヘッド7A~7Cに設けられた圧電素子15は制御装置100によって開閉及び供給電圧が制御されるようになっている。

【0043】

さらに、溶液タンク31内の溶液Lの液面はレベルセンサ50によって検出される。溶液Lの液面が所定以下になったことがレベルセンサ50によって検出されると、その検出に基いて貯蔵タンク32から溶液Lが補給される。つまり、貯蔵タンク32内の溶液Lが第5の開閉制御弁45を通じて供給される不活性ガスによって加圧されることで、上記溶液Lが上記溶液タンク31に補給され、これにより、溶液タンク31内の溶液Lの液面が一定高さになるよう制御される。なお、この実施の形態においては、溶液タンク31内の溶液Lの液面は、ヘッド7A~7Cのノズル面よりも所定寸法低い位置に設定され、図1に示す水頭差hを維持するように制御される。

【0044】

図2に示すように、上記テーブル3の一端面には側面形状がL字状の取付け部材51が垂直な一辺を上記テーブル3の端面に固定して設けられている。この取付け部材51の水平な他辺には上下シリンダ52が軸線を垂直にして設けられている。

【0045】

上記上下シリンダ52のロッドには弾性部材53を介して載置板54が取付けられている。この載置板54の上面には各ヘッド7A~7Cに対応する長さのブレード状のゴムなどの弾性材からなる3つの押え部材55がそれぞれ保持部材56に上下方向に変位可能に保持されている。各押え部材55は上記保持部材56に設けられたばね57によって上昇方向に弾性的に付勢されている。

【0046】

上記載置板54には上記押え部材55と並列にブレード状のゴムなどの弾性材によって形成されたワイピング部材58設けられている。このワイピング部材58は上記押え部材55よりも背が高く形成されている。

【0047】

上記載置板54は回収槽61の内底部に設けられている。この回収槽61の一側にはガ

10

20

30

40

50

イド板 6 2 が設けられ、このガイド板 6 2 にはガイド部材 6 3 が設けられている。このガイド部材 6 3 は上記テーブル 3 の端面に上下方向に沿って設けられたガイドレール 6 4 にガイドされて上下動可能となっている。

【 0 0 4 8 】

それによって、上記上下シリンダ 5 2 が駆動されれば、上記載置板 5 4 が駆動されるとともに、ガイド板 6 2 がガイドレール 6 4 に沿って上下動するから、載置板 5 4 が前後左右方向に振れるのが規制されて上下動する。

【 0 0 4 9 】

上記回収槽 6 1 には図 1 に示す回収タンク 6 5 が接続されている。この回収タンク 6 5 は、上記ヘッド 7 のノズル 1 4 の気泡抜きを行なう際、ノズル 1 4 から回収槽 6 1 に噴射される溶液を回収する。

10

【 0 0 5 0 】

上記載置板 5 4 を上昇させ、押え部材 5 5 によって各ヘッド 7 A ~ 7 C のノズル 1 4 を閉塞すれば、溶液タンク 3 1 内の溶液 L を各ヘッド 7 A ~ 7 C の給液孔 1 3 から液室 1 2 及び回収孔 1 7 を通して循環させることができる。それによって、供給管 2 1、ヘッド 7 A ~ 7 C 及び回収管 2 3 の気泡抜きを行うことができる。

【 0 0 5 1 】

基板 W へ溶液 L を塗布する際、ワイピング部材 5 8 をヘッド 7 A ~ 7 C のノズル 1 4 が開口したノズル面に接触する高さに設定しておけば、基板 W がヘッド 7 A ~ 7 C の下方を往復動する際にノズル面に付着残留する溶液 L を上記ワイピング部材 5 8 で拭き取ることができる。

20

【 0 0 5 2 】

つぎに、上記構成の塗布装置によって基板 W に溶液 L を塗布する場合について説明する。

基板 W に溶液 L を噴射塗布する場合、第 2 の開閉制御弁 3 7 を閉じた状態とし、溶液タンク 3 1 への不活性ガスの供給を遮断する。一方、第 1 の開閉制御弁 3 6 を開き、溶液タンク 3 1 内を大気圧とする。基板 W がテーブル 3 によってヘッド 7 A ~ 7 C の下方に搬送されてきたならば、制御装置 1 0 0 から駆動部 1 6 を介して各圧電素子 1 5 に通電し、各ヘッド 7 A ~ 7 C の液室 1 2 に供給された溶液 L を圧電素子 1 5 によって加圧し、ノズル 1 4 から基板 W に溶液 L を噴射させる。それによって、基板 W には溶液を噴射塗布することができる。

30

【 0 0 5 3 】

溶液 L をノズル 1 4 から噴射させるときや溶液タンク 3 1 に溶液を補給する際には、溶液タンク 3 1 への不活性ガスの供給を停止させ、そして溶液タンク 3 1 内を大気圧とするため、溶液タンク 3 1 内の溶液 L の液面に作用する圧力はヘッド 7 A ~ 7 C のノズル面に作用する圧力と同じ大気圧となり、その液面とヘッド 7 A ~ 7 C のノズル面との水頭差 h が変動するのが防止される。

【 0 0 5 4 】

つまり、溶液 L は予め設定された水頭差 h のもとで圧電素子 1 5 の作動によってノズル 1 4 から噴射される。そのため、各ノズル 1 4 から所定量の溶液 L を精密に噴射することができるから、溶液 L を基板 W に矩形状の塗布パターン P で塗布することが可能となる。

40

【 0 0 5 5 】

基板 W に溶液 L を噴射塗布する際、矩形状の塗布パターン P の周辺部の膜厚が他の部分である、中央部に比べて厚くなるのを上述した理由によって防止する必要がある。そのため、本実施の形態では、以下の手段によって塗布パターン P の周辺部の膜厚が他の部分に比べて厚くならないようにしている。

【 0 0 5 6 】

まず、第 1 の手段としては、塗布パターン P の周辺部に塗布される溶液 L の量を周辺部以外の部分よりも少なくする。たとえば、3 つのヘッドを 7 A ~ 7 C にはそれぞれ 1 0 個のノズル 1 4 が形成されていると仮定する。

50

【 0 0 5 7 】

そして、それぞれのノズル 1 4 のナンバーを左端から順に N 1 ~ N 3 0 とした場合、図 6 (a) に示すように塗布パターン P の幅方向両端に溶液 L を噴射するヘッド 7 A の左端の 3 つのノズル N 1 ~ N 3 と、ヘッド 7 C の右端の 3 つのノズル N 2 8 ~ N 3 0 から噴射される溶液 L の吐出量を、制御装置 1 0 0 によって他のノズル N 4 ~ N 2 7 から噴射される溶液の量よりも 1 0 ~ 3 0 パーセント少なくなるよう制御する。

【 0 0 5 8 】

つまり、制御装置 1 0 0 によって各ヘッド 7 A ~ 7 C の圧電素子 1 5 に供給される電圧を制御する。それによって、塗布パターン P の周辺部のうち、幅方向の両端部への溶液 L の供給量を減少させることができる。

10

【 0 0 5 9 】

また、塗布パターン P の周辺部のうち、幅方向と交差する送り方向においては、3 つのヘッド 7 A ~ 7 C の全てのノズル N 1 ~ N 3 0 から噴射される溶液の量を、塗布開始から 3 回までの吐出量と、塗布終了前から 3 回の吐出量を、それぞれ 1 0 ~ 3 0 パーセント少なくする。それによって、塗布パターン P の周辺部全体に供給される溶液 L の量を、他の部分よりも少なくすることができる。

【 0 0 6 0 】

なお、塗布パターン P の周辺部の領域、つまり溶液 L の供給量を少なくする領域の幅は 2 mm とすることが好ましいが、その幅寸法は塗布パターン P の大きさや有効面積などの条件によって異なってくる。

20

【 0 0 6 1 】

ちなみに、この実施の形態では、ノズル 1 4 の列方向（塗布パターン P の幅方向）におけるノズル 3 個分の距離を 2 mm に設定し、また同一ノズル 1 4 から溶液 L を 3 回噴射させる間に基板 W をパターン P の幅方向と交差する送り方向に 2 mm 搬送するようになっている。

【 0 0 6 2 】

基板 W に塗布された溶液 L の塗布パターン P は、レベリング工程や乾燥工程のときに、外気との接触度合いが高い周辺部が中央部よりも乾燥速度が速いため、先に乾燥する。そのため、塗布パターン P の中央部の溶液 L が周辺部に寄ってきて（流れ込み）、塗布パターン P の周辺部の膜厚が中央部に比べて厚くなるということがある。

30

【 0 0 6 3 】

しかしながら、第 1 の手段によれば、塗布パターン P の周辺部は中央部に比べて溶液 L の供給量を少なくしている。そのため、塗布パターン P の中央部から周辺部に溶液 L が寄ってきても、周辺部の溶液 L の量はもともと少ないから、周辺部の膜厚が中央部に比べて厚くなるが防止され、図 6 (b) に示すように塗布パターン P 全体の膜厚をほぼ均一にすることが可能となる。

【 0 0 6 4 】

なお、塗布パターン P の周辺部への溶液 L の供給量を、それ以外の部分に対する供給量に対して 1 0 ~ 3 0 パーセントの範囲で減少させるように調整すると好ましい。

【 0 0 6 5 】

40

これは、周辺部へ供給する溶液 L の減少量が 1 0 パーセント以下であると、中央部との供給量の差が小さいため、周辺部の膜厚が中央部よりも厚くなることがあり、逆に周辺部へ供給する溶液 L の減少量が 3 0 パーセント以上であると、圧電素子 1 4 による吐出量の制御が安定しないなどのことがあげられる。

【 0 0 6 6 】

なお、塗布パターン P の周辺部の膜厚が中央部よりも厚くなった場合であって、その厚さが許容範囲内であれば差し支えない。また、吐出量を減少させるノズル数を 3 つとしたが、これに限定されることなく、塗布パターン P の大きさや有効面積などの条件によって適宜設定されるものである。

【 0 0 6 7 】

50

図7(a), (b)は第2の手段を示す。この第2の手段は、図7(a)に示すように、ヘッド7Aの左端の3つのノズルN1~N3と、ヘッド7Cの右端の3つのノズルN28~N30のうち、左右両端に位置するノズルN1、N30を除くそれぞれ2つのノズルN2、N3及びN28、N29から噴射される溶液の吐出量を、他のノズルN1、N4~N27、N30から噴射される溶液の量よりも10~30パーセント少なくなるよう制御する。

【0068】

幅方向の両端に位置するノズルN1、N30からの溶液Lの吐出量は、他のノズルN4~N27から噴射される溶液の量と同じにする。なお、ノズルN1、N30からの吐出量は、他のノズルN4~N27から噴射される溶液の量よりも少なく、しかも幅方向両端部の2つのノズルN2、N3及びN28、N29から噴射される溶液の量よりも多くなるように設定してもよい。

【0069】

塗布パターンPの幅方向と交差する送り方向の両端部においては、塗布開始から2回目と3回目及び、塗布終了の3回前と2回前における3つのヘッド7A~7Cの全てのノズルN1~N30から噴射される溶液の量を、10~30パーセント少なくする。それによって、塗布パターンPの幅方向両端部だけでなく、前後方向の両端部、つまり塗布パターンPの周辺部全体に溶液Lを同じ条件で噴射塗布することができる。

【0070】

このようにして溶液Lを塗布すれば、塗布された溶液Lを平坦化(レベリング)してから乾燥する際、塗布パターンPの溶液Lの供給量が少ない部分、つまり最も外側である外縁よりもわずかに内側の部分が外縁よりも速く乾燥し、その乾燥した部分に溶液が寄る。

【0071】

そのため、図7(b)に示すようにパターンPの外縁の膜厚が他の部分よりも厚くなることを防止することができる。また、溶液Lが寄る、外縁よりも内側の部分は、もともと溶液Lの供給量が他の部分よりも少ないから、この部分に溶液Lが寄っても、膜厚が他の部分よりも厚くなるのを防止することができる。

【0072】

図8(a)~(c)は第3の手段を示す。この手段は、塗布パターンPの幅方向両端部及び幅方向と交差する送り方向の両端部の、周辺部に溶液Lを塗布する際、最初に塗布パターンPの外縁よりも、外縁から内方へ2つ目の位置に対応するノズル14から溶液Lを塗布する。

【0073】

具体的には、ヘッド7A~7Cは図4に示すように複数個のノズル14が2列に千鳥状に形成されている。なお、それぞれの列をB1、B2と仮定する。基板Wが所定方向に搬送されると、B1列のノズル14が基板Wに対向してからB2列のノズル14が基板Wに対向するようになっている。

【0074】

各ヘッド7A~7CのB1列の両端のノズル14はB2列の両端のノズル14よりも幅方向内側に位置している。そのため、基板WにおけるパターンPの予定箇所がヘッド7A~7Cの下方に到達したならば、図8(a)に示すようにB1列のノズル14から溶液Lを噴射塗布し、所定時間経過してから、つぎに図8(b)に示すようにB2列のノズル14から溶液Lを、B1列のノズル14から噴射塗布された溶液Lと一列になるよう噴射塗布する。

【0075】

すなわち、基板Wには、まず、B1列のノズル14から溶液Lが噴射塗布され、ついでB2列のノズル14から溶液Lが噴射塗布されることになるから、塗布パターンPの幅方向両端においては、B1列のノズル14によってその塗布パターンPの外縁からノズル14の1ピッチ分だけ内方の位置から溶液が噴射されたのち、B2列のノズル14によって外縁の部位に溶液Lが塗布されることになる。

【 0 0 7 6 】

なお、この実施の形態では、B 1 列の左右の両端に位置するノズル 1 4 及び B 2 列の左右両端の 2 つのノズル 1 4 から噴射される溶液 L の量を、他のノズル 1 4 から噴射される溶液の量よりも 1 0 ~ 3 0 パーセント少なくなるよう制御している。

【 0 0 7 7 】

このように、基板 W に溶液 L を幅方向に沿って一列に塗布する際に、その列内において時間差をもって塗布するようにしたから、最初に塗布された溶液 L が次に塗布された溶液 L よりも先に乾燥する。

【 0 0 7 8 】

そのため、図 8 (a) に示すように基板 W に最初に塗布されて乾燥が進んだ B 1 列の溶液 L に対し、図 8 (b) に矢印で示すようにつぎに塗布された B 2 列のノズル 1 4 から塗布された溶液 L が寄ることになる。

10

【 0 0 7 9 】

その際、塗布パターン P の幅方向の端部において、外縁よりも内側に塗布された溶液 L (図 8 (a) に L 1 で示す) は、それよりも後に塗布された塗布パターン P の外縁に塗布された溶液 L (図 8 (b) に L 2 で示す) よりも先に乾燥して硬化している。そのため、外縁に塗布された溶液 L 2 は外縁の内側の溶液 L 1 に寄るため、図 8 (c) に示すように塗布パターン P の周辺部の膜厚が他の部分よりも厚くなることが防止できる。

【 0 0 8 0 】

しかも、B 1 列と B 2 列の端部から噴射される溶液 L の量を他のノズル 1 4 から噴射される溶液の量よりも少なくしたから、そのことによって図 8 (c) に示すように塗布パターン P の幅方向両端部の膜厚が他の部分よりも厚くなることを防止できる。

20

【 0 0 8 1 】

塗布パターン P の幅方向と交差する送り方向の両端部のうちの先端部においては、次のように溶液 L の塗布を行なう。まず、基板 W を移動させて基板 W における塗布パターン P の先頭部から 2 列目の部分を各ヘッド 7 A ~ 7 C の B 1 列に対向させ、この B 1 列のノズルから溶液 L を吐出させる。次に、同 2 列目が B 2 列に対向するように基板 W を移動させ、この B 2 列のノズルから溶液を吐出させる。

【 0 0 8 2 】

次に、塗布パターン P の 1 列目の部分を各ヘッド 7 A ~ 7 C の B 1 列に対向するように基板 W を移動させて、この B 1 列のノズルから溶液を吐出させ、そして同 1 列目が B 2 列に対向するように基板 W を移動させ、この B 2 列のノズルから溶液 L を吐出させる。この後は、3 列目から順次図 8 を用いて説明した要領で溶液 L を塗布する。

30

【 0 0 8 3 】

一方、送り方向の後端部では、B 1 列のノズル 1 4 によって溶液 L を塗布し、その部位が B 2 列の下方に搬送されてきたならば、B 2 列のノズル 1 4 から溶液 L を噴射させる。それによって、塗布パターン P の幅方向だけでなく、幅方向と交差する送り方向、つまり塗布パターン P の周辺部全体に同じ条件で溶液 L を塗布することができる。

【 0 0 8 4 】

なお、B 1 列のノズル 1 4 から溶液 L を噴射してから、B 2 列のノズル 1 4 から溶液 L を噴射するまでの時間は、B 1 列と B 2 列との間隔を R、基板 W の搬送速度を V とした場合、 R / V とした。それによって、乾燥処理後における塗布パターン P の周辺部の膜厚を他の部分よりも薄くできることが実験によって確認することができた。

40

【 0 0 8 5 】

なお、この第 3 の手段においては、ヘッド 7 A ~ 7 C にノズル 1 4 が 2 列に形成されている場合の塗布方法について説明したが、ヘッド 7 A ~ 7 C に形成されるノズル 1 4 が一列の場合であっても、その列における各ノズル 1 4 からの溶液 L の噴射のタイミングを制御することで、塗布パターン P の外縁に対応する位置への噴射を、外縁よりも内側に対応する位置への噴射よりも所定時間遅らせて行うことが可能である。

【 0 0 8 6 】

50

図 9 は第 4 の手段を示す。この手段は溶液が塗布される支持ピン 4 によって支持された基板 W の周辺部を冷却手段 7 1 によって冷却するようにした。この冷却手段 7 1 はテーブル 3 の上面に設けられ、上端を基板 W の下面に接触させた冷却プレート 7 2 を有する。この冷却プレート 7 2 の上端は、基板 W の上面に塗布される溶液 L によって形成される塗布パターン P の周縁部に対応する位置に接触している。

【 0 0 8 7 】

上記冷却プレート 7 2 の外面にはパイプ 7 3 が設けられている。このパイプ 7 3 には図示しない熱交換器によって冷却された液体や気体などの冷却媒体が流される。それによって、基板 W に塗布された溶液 L のうち、塗布パターン P の周辺部の溶液 L は、他の部分の溶液 L よりも温度が低く、その結果、レベリング時における塗布パターン P の周辺部の溶液 L の乾燥速度が中央部よりも遅くなり、溶液 L が塗布パターン P の外縁に寄り難くなるから、塗布パターン P の周辺部の膜厚が中央部に比べて厚くなることを防止することが可能となる。

10

【 0 0 8 8 】

図 9 の第 4 の手段に代えて塗布パターン P の周縁部を加熱手段によって加熱する第 5 の手段を適用することもできる。その場合、図 9 に示す冷却プレート 7 2 が加熱プレートになり、パイプ 7 3 には冷却媒体に代わり、加熱媒体が流される。

【 0 0 8 9 】

加熱手段によって塗布パターン P の周辺部が加熱されると、その周辺部が中央部に比べて粘度が低い状態とされる。そのため、乾燥工程の初期段階では周辺部の溶液 L が中央部に移動する傾向が生じる。

20

【 0 0 9 0 】

その後、乾燥が進むと、周辺部の溶液 L の粘度が高くなり、中央部の溶液 L が周辺部に寄ろうとするが、溶液は乾燥の初期段階で周辺部から中央部に寄っているのので、最終的に周辺部の膜厚が中央部に比べて厚くなるのを防止することができる。

【 0 0 9 1 】

また、塗布パターン P の周辺部だけが加熱されるため、溶液 L の温度差によって膜厚が変化する部分は塗布パターン P の周辺部だけになる。つまり、膜厚が不均一になり得る部分を少なくできるから、塗布膜の品質を向上させることができる。

【 0 0 9 2 】

30

なお、冷却手段 7 1 によって冷却する場合も、加熱手段によって加熱する場合と同様、膜厚が不均一になり得る部分を少なくすることができる。

【 0 0 9 3 】

図 10 は冷却手段 7 1 の変形例を示す第 6 の手段である。この冷却手段 7 1 は基板 W がレベリング用のステージ 7 4 の上面に接触して設けられる場合で、上記ステージ 7 4 には基板 W の上面に形成された塗布パターン P の周辺部に対応する部分に、溝 7 5 が形成されている。

【 0 0 9 4 】

ステージ 7 4 に溝 7 5 を形成することで、基板 W の溝 7 5 に対応する部分の温度が低くなる。つまり、基板 W に塗布される溶液 L が乾燥するとき、溶液内の溶媒の気化により気化熱が基板 W から奪われるが、基板 W においてステージ 7 4 の溝 7 5 に対応する部分では、ステージ 7 4 に接触している部分よりもステージ 7 4 からの熱伝導が妨げられる。ステージ 7 4 は室温でも加熱されていてもかまわない。

40

【 0 0 9 5 】

その結果、塗布パターン P の周辺部の溶液 L が他の部分よりも冷却され易くなるため、中央部から周辺部への溶液の流れが制限され、塗布パターン P の周辺部の膜厚が他の部分よりも厚くなることを防止することができる。

【 0 0 9 6 】

図 11 は第 7 の手段であって、基板 W に塗布される溶液 L によって形成される塗布パターン P の周辺部のうち、少なくとも四隅部を他の部分と分離して塗布するようにした。つ

50

まり、この実施の形態では塗布パターンPにおける四隅部を矩形状の分離パターンSとして形成する。分離パターンSを形成することで、この分離パターンSとこの分離パターンS以外の塗布パターンPとの境界部76が溶媒雰囲気となる。溶媒雰囲気となると、その部分の溶液Lは大気に直接触れる部分に比べて乾燥し難くなる。

【0097】

その結果、塗布パターンPの四隅部が他の部分よりも速く乾燥するのを防止し、その四隅部に溶液Lが寄るのを防止するから、塗布パターンPの四隅部の膜厚が他の部分よりも厚くなるのを阻止することができる。

【0098】

なお、分離パターンSは塗布された溶液Lをレベリング工程でレベリングされるときに他の塗布パターンPと一体的になるから、最終的には1つの矩形状の塗布パターンPとすることができる。

10

【0099】

なお、図11における境界部76は、基板Wが搬送される過程において、境界部76に相当する部分がヘッド7A~7Cの下方を通過するタイミングで境界部76に対向したノズル14から溶液Lの噴射を停止させることで形成することができる。

【0100】

図11では膜厚が最も厚くなり易い塗布パターンPにおける四隅部だけを分離パターンSとしたが、周辺部全体を分離すれば、周辺部全体の膜厚を他の部分よりも薄くすることが可能である。

20

【0101】

図12(a),(b)は第8の手段であって、図12(a)に示すようにヘッド7A~7Cよりもテーブル3の移動方向の下流側にはディスペンサ81が配置されている。このディスペンサ81は制御装置100の制御下で、図示しない駆動機構によってX方向、Y方向及びZ方向に駆動可能となっていて、基板Wに塗布される溶液Lに含まれるものと同じ種類の溶媒を上記基板Wに供給することができるようになっている。

【0102】

図12(b)に示すように、基板Wに溶液Lが所定の塗布パターンPで塗布されたならば、基板Wをディスペンサ81の下方に位置決めし、ついでディスペンサ81を所定の位置まで下降させた後、X、Y方向に駆動し、基板Wの上面に形成された塗布パターンPの周囲に溶媒Kを枠状に塗布する。塗布パターンPの外縁と、溶媒Kとの間隔は1~3mm程度が好ましい。

30

【0103】

このように、溶液Lの塗布直後に塗布パターンPの周囲に溶媒Kを塗布すれば、塗布パターンPの周縁部が溶媒雰囲気となる。そのため、塗布パターンPの周縁部の乾燥速度を遅くし、塗布後のレベリング時及び乾燥時に溶液Lが塗布パターンPの周辺部に寄るのを防止できるから、塗布パターンPの周辺部の膜厚が厚くなるのを防止できる。

【0104】

また、溶媒Kは溶液Lに比べて安価であるから、溶液Lを塗布パターンPの周辺部に塗布して溶媒雰囲気を形成する場合に比べてコスト的に有利である。また、溶媒Kは蒸発してなくなるから、塗布パターンPの周辺部に不要物が残留することが防止でき、製品の品質を損ねることもない。

40

【0105】

図13(a),(b)は第9の手段であって、この手段は図13(a)に示すように基板Wに塗布される溶液Lの塗布パターンPの周縁部を波形状にし、このパターンPの外周長を長くする。

【0106】

具体的には、図13(b)に示すように塗布パターンPを形成するために基板WにドットDで供給塗布される溶液Lのうち、塗布パターンPの周辺部に供給されるドットDの一部を間引くようにする。この実施の形態では、幅方向の両端部ではドットDを、その直径

50

の3倍の間隔C1で間引き、送り方向の両端ではドットDの直径の2倍の間隔C2で間引きようにする。なお、間引きの間隔は種々設定可能である。

【0107】

塗布パターンPの周辺部に塗布される溶液Lのドットを間引いてレベリングすれば、塗布パターンPの外周が波形状となるから、その外周長が長くなる。外周長が長くなれば、たとえ塗布パターンPの周縁部の溶液Lが速く乾燥し、その周縁部に溶液Lが寄ってきて、単位長さあたりに集まる溶液Lの量が減少する。そのため、外周長が短い塗布パターンPに比べ、周辺部の膜厚が厚くなるのを防止することが可能となる。

【0108】

図14(a)、(b)は第10の手段であって、この手段は基板Wの溶液Lを所定の塗布パターンPで塗布した後、溶液Lの厚さが均一になるよう基板Wをステージ74に載置してレベリングする際、この基板Wの上面の中央部分から周辺部に向かって気体を流すことで、上記塗布パターンPの周辺部の膜厚が厚くなるのを防止するようにしている。

【0109】

具体的には、基板Wに溶液Lが塗布されたならば、その基板を図示しないハンドリングロボットによってテーブル3から取り出し、図14(a)に示すようにステージ74上に載置する。

【0110】

上記ステージ74は平面形状が矩形状であって、その外周面には全長にわたってダクト86が設けられている。ダクト86の上面には複数の吸引孔87が所定間隔で形成され、下面には吸引管88が接続されている。この吸引管88は図示しない吸引ポンプに接続されている。

【0111】

上記ダクト86の上記ステージ74の各辺に対応する外面には、カバー89が一端を回転可能に連結して設けられている。カバー89を図に鎖線で示す状態から実線で示すように回転させ、その他端部をステージ74上に供給された基板Wに対向させると、このカバー89の他端部は図14(b)に示すように上記基板Wの周辺部の上面に、この基板Wの上面と所定の間隔を介して対向する。この間隔は1~3mmが好ましい。

【0112】

この状態で、吸引管88に接続された吸引ポンプを作動させ、ダクト86の上面に開口形成された吸引孔89に吸引力を発生させれば、図14(a)に矢印で示すように基板Wの上面の中央部から周辺部に向かう気流が生じる。

【0113】

基板Wの上面の中央部から周辺部に向かう気流によって、溶液Lに含まれる溶媒が蒸発して基板Wの上面の周辺部に流れるから、基板Wの周辺部、つまり塗布パターンPの周辺部は溶媒雰囲気になる。

【0114】

塗布パターンPの周辺部が溶媒雰囲気になれば、その周辺部の溶液Lの乾燥速度が遅くなるから、塗布パターンPの周辺部に溶液Lが寄るのが防止される。その結果、塗布パターンPの周辺部の膜厚が他の部分よりも厚くなるのを防止することができる。

【0115】

図14(a)、(b)ではステージ74の外周にダクト86を設けて基板Wの上面に気流を生じさせるようにしたが、基板Wの上面の中央部にファンを設け、このファンによって基板Wの上面中央部から周辺部に向かう気流を生じさせるようにしてもよい。この場合も、ファンによって生じる気流が基板Wの上面から周辺部に沿って流れるようガイドするダクトを設けるようにする。それによって、基板Wの周辺部に溶媒雰囲気を効率よく形成することができる。なお、ファンによって生じる気流により塗布パターンPの周辺部において乱流が生じないようファン風力とすることが好ましく、この値は予め実験等により求めておく。

【0116】

10

20

30

40

50

上記実施の形態ではヘッドを固定して基板を所定方向に搬送しながら溶液を塗布するようにしたが、基板を固定し、ノズルを所定方向に搬送して溶液を塗布するようにしてもよい。

【0117】

また、ヘッドを3個(7A~7C)設けた例で説明したが、ヘッドの数は2個以下でも、4個以上でもよく、溶液Lを塗布する基板Wとヘッドとの大きさとの関係から設定されればよい。

【0118】

もっとも、ヘッドが有する複数個のノズル14の全長に対し、基板Wの搬送方向と直交する方向での幅は小さくても大きくても実施可能である。小さい場合は、塗布パターンに対応しないノズルからの噴射量をゼロに設定すればよいし、大きい場合はたとえばパターンPを複数の領域に分割し、各領域ごとにノズルから溶液を噴射させて塗布すればよい。

【0119】

また、パターンPは矩形状に限られるものでない。

【図面の簡単な説明】

【0120】

【図1】この発明の一実施の形態の塗布装置の概略的構成図。

【図2】上記塗布装置の側面図。

【図3】塗布装置に用いられるヘッドの断面図。

【図4】上記ヘッドの下面図。

【図5】ヘッド及び各弁を制御する制御装置を示すブロック図。

【図6】(a)は塗布パターンの周辺部に供給する溶液の供給状態を示すグラフ、(b)は同じく塗布パターンの幅方向の膜厚を示すグラフ。

【図7】(a)は塗布パターンの周辺部に供給する溶液の供給状態を示すグラフ、(b)は同じく塗布パターンの幅方向の膜厚を示すグラフ。

【図8】(a)は基板に塗布される溶液の説明図、(b)は(a)の状態から所定時間経過後にさらに基板に溶液を供給した状態の説明図、(c)は(b)の状態で供給された溶液がレベリングされたときの説明図。

【図9】基板の周辺部を冷却するための冷却手段を示す図。

【図10】基板の周辺部を冷却する冷却手段の変形例を示す図。

【図11】塗布パターンの周辺部に溶液を分離して供給する場合の説明図。

【図12】(a)は基板に塗布された溶液の塗布パターンの周辺に溶媒を塗布するためのディスペンサが設けられた塗布装置の側面図、(b)は塗布パターンの周辺に溶媒を塗布した状態を示す基板の平面図。

【図13】(a)は塗布パターンの周辺部を波形状にした状態を示す基板の平面図、(b)は塗布パターンの周辺部における溶液の塗布状態を拡大して示す説明図。

【図14】(a)は基板に塗布された溶液を平坦化するために基板が載置されるレベリング用のステージを示す断面図、(b)は同じく一部省略した平面図。

【符号の説明】

【0121】

3...テーブル(搬送手段)、7...ヘッド、14...ノズル、71...冷却手段、86...ダクト(送風手段)、89...カバー(送風手段)、100...制御装置(制御手段)。

10

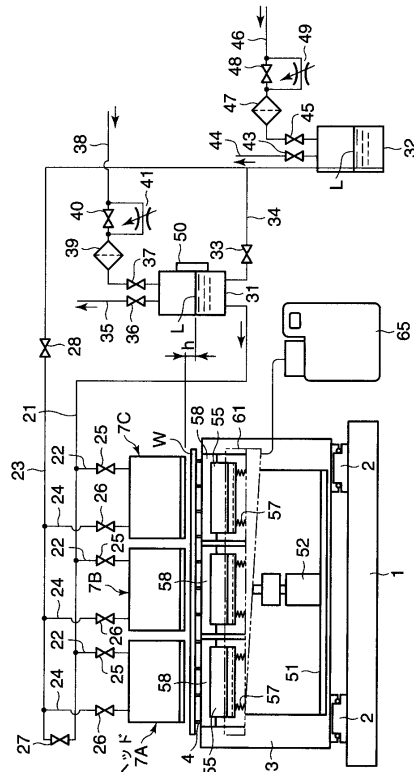
20

30

40

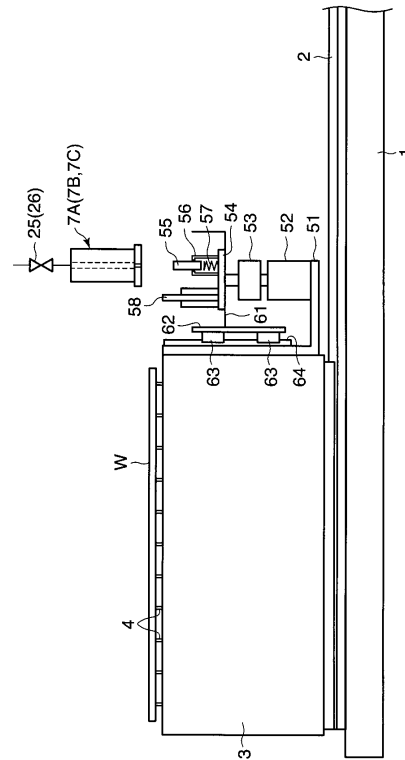
【図 1】

図 1



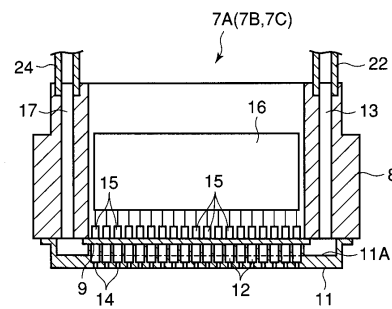
【図 2】

図 2



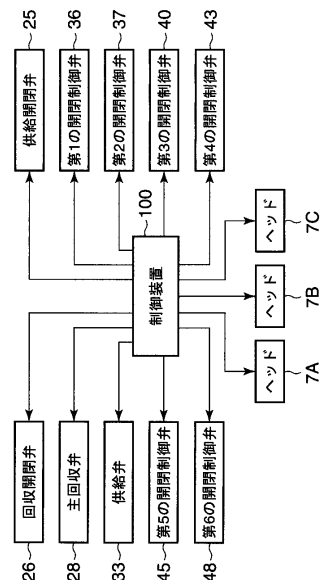
【図 3】

図 3



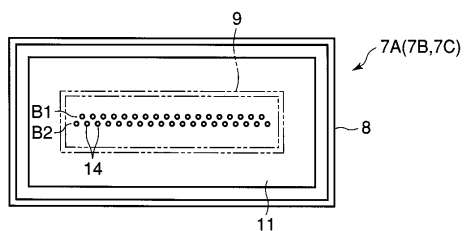
【図 5】

図 5



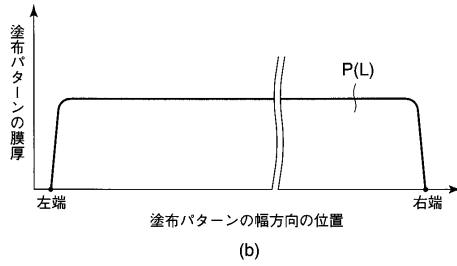
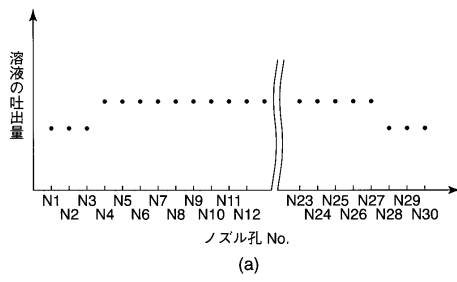
【図 4】

図 4



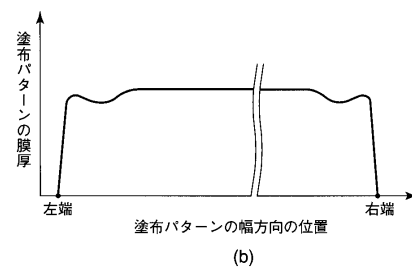
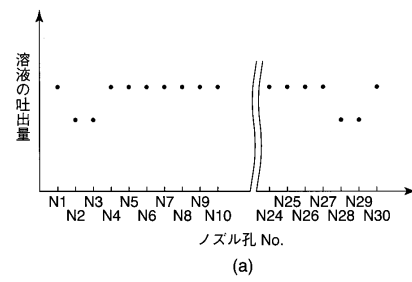
【図 6】

図 6



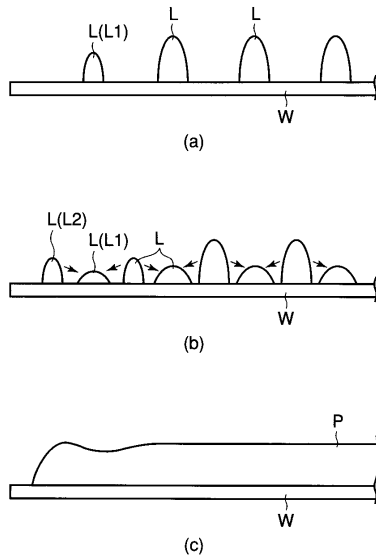
【図 7】

図 7



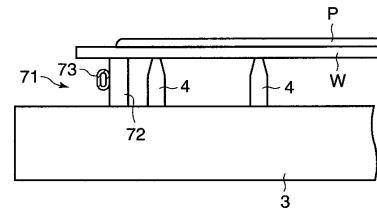
【図 8】

図 8



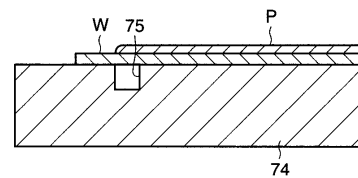
【図 9】

図 9



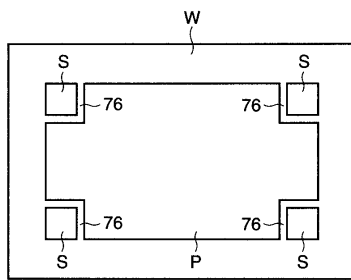
【図 10】

図 10



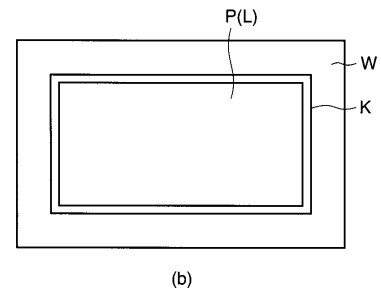
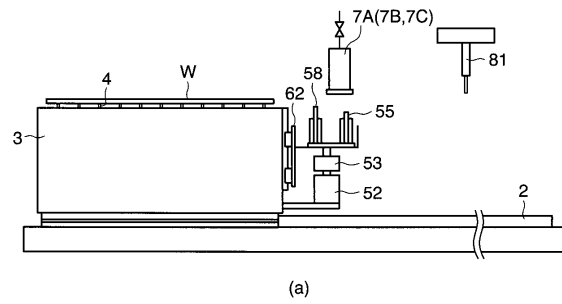
【図 11】

図 11



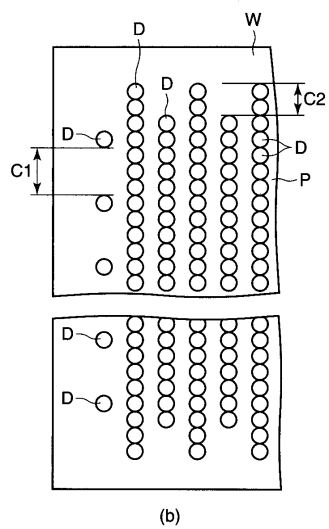
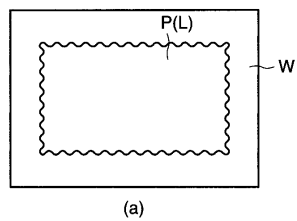
【図 12】

図 12



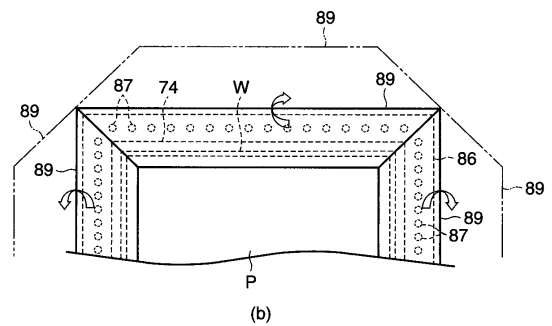
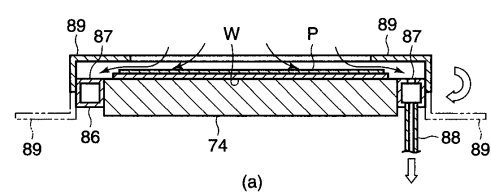
【図 13】

図 13



【図 14】

図 14



フロントページの続き

(74)代理人 100092196

弁理士 橋本 良郎

(72)発明者 鶴岡 保次

神奈川県横浜市栄区笠間二丁目5番1号 芝浦メカトロニクス株式会社横浜事業所内

(72)発明者 鈴木 端生

神奈川県横浜市栄区笠間二丁目5番1号 芝浦メカトロニクス株式会社横浜事業所内

(72)発明者 生田 亮

神奈川県横浜市栄区笠間二丁目5番1号 芝浦メカトロニクス株式会社横浜事業所内

審査官 篠原 将之

(56)参考文献 特開2003-273092(JP,A)

特開2005-254210(JP,A)

特開2004-047579(JP,A)

特開2006-051412(JP,A)

特開2006-003870(JP,A)

特開2005-351975(JP,A)

特開2005-096382(JP,A)

特開2005-000721(JP,A)

特開2004-122497(JP,A)

特開2004-105948(JP,A)

特開2003-260398(JP,A)

特開2003-245582(JP,A)

特開2003-112098(JP,A)

特開2001-170546(JP,A)

特開平09-075825(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B05C 11/10

B05C 5/00

B05D 1/26

B41J 2/01