

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2010年3月4日(04.03.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/024062 A1

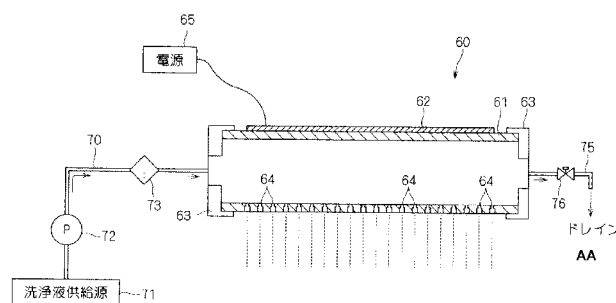
- (51) 国際特許分類:
H01L 21/304 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/062968
- (22) 国際出願日: 2009年7月17日(17.07.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2008-221157 2008年8月29日(29.08.2008) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 大日本スクリーン製造株式会社(DAINIPPON SCREEN MFG. CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6028585 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1 Kyoto (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 佐藤 雅伸(Sato Masanobu) [JP/JP]; 〒6028585 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1 大日本スクリーン製造株式会社内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 吉竹 英俊, 外(YOSHITAKE Hidetoshi et al.); 〒5400001 大阪府大阪府中央区城見1丁目4
- 番70号住友生命OBPプラザビル10階 Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告(条約第21条(3))

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR CLEANING SUBSTRATE AND SUBSTRATE CLEANING APPARATUS

(54) 発明の名称: 基板洗浄方法および基板洗浄装置

[図2]



(57) Abstract: Disclosed is a method for cleaning a substrate, comprising closing a valve (76) while supplying a cleaning liquid into a cylindrical body (61) in a cleaning nozzle (60) and applying vibration to the cleaning liquid by a piezoelectric element (62) to produce droplets of the cleaning liquid and to deliver the liquid droplets through a plurality of delivery holes (64). The diameters of the liquid droplets delivered are 15 to 200 μm and have a liquid droplet diameter distribution of not more than 10% of the average liquid droplet diameter at 3σ . The speed of the liquid droplets is 20 to 100 m/sec and has a liquid droplet speed distribution of not more than 10% of the average liquid droplet speed at 3σ . The flow rate of the liquid droplets is not less than 10 ml/min. The cleaning efficiency can be improved without damage to the substrate by delivering the droplets of the cleaning liquid through the cleaning nozzle (60) toward the substrate while satisfying the delivery conditions.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2010/024062 A1



洗浄ノズル(60)の筒状体(61)の内部に洗浄液を供給しつつバルブ(76)を閉止し、圧電素子(62)により洗浄液に振動を付与することによって、複数の吐出孔(64)から洗浄液の液滴を生成して吐出する。吐出される液滴の液滴径は $15\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $200\text{ }\mu\text{m}$ 以下であり、その分布は 3σ で平均液滴径の 10% 以下である。また、液滴速度は 20 メートル毎秒以上 100 メートル毎秒以下であり、その分布は 3σ で平均液滴速度の 10% 以下である。さらに、液滴流量は 10 ミリリットル毎分以上である。これらの吐出条件を満たしつつ洗浄ノズル(60)から洗浄液の液滴を基板に向けて吐出すれば、基板にダメージを与えることなく洗浄効率を向上させることができる。

明 細 書

発明の名称：基板洗浄方法および基板洗浄装置

技術分野

[0001] 本発明は、半導体基板、液晶表示装置用ガラス基板、フォトマスク用ガラス基板、光ディスク用基板、セラミックプレート等（以下、単に「基板」と称する）に洗浄液の液滴を吐出して洗浄する基板洗浄方法および基板洗浄装置に関する。

背景技術

[0002] 従来より、半導体基板等の製造プロセスにおいては基板に付着したパーティクルを除去する洗浄工程が必須のものとなっている。洗浄工程を実行する枚葉式の洗浄装置においては、純水等の洗浄液の微小な液滴を基板に向けて噴射することにより基板を洗浄する技術が利用されている。

[0003] このような洗浄装置では、例えば特許文献１に開示されるように、洗浄液と加圧した気体とを混合して液滴を生成し、その液滴と気体との混合流体を基板に噴射する二流体ノズルが広く用いられている。基板に付着しているパーティクル等の異物は、洗浄液の液滴の運動エネルギーによって物理的に除去される。また、特許文献２には、圧電素子に超音波帯域の周波数で膨張収縮を繰り返し行わせることによって、吐出口から一方向に加速された洗浄液のミストを基板に向けて高速に噴出させる洗浄装置が開示されている。

[0004] 一方、液滴を吐出する技術として、特許文献３には、逆テーパの吐出口を形成した薄膜を振動させて液滴を生成する液滴スプレー装置が開示されている。また、特許文献４には、切欠部を形成した円環形状のパイプ内にインクを充填し、パイプの切欠部以外の外周壁面に振動子を被着してインクを振動させることによってインクの液滴を噴出させるインクジェットプリンタのノズルヘッドが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2007-227878号公報

特許文献2：特開2000-533号公報

特許文献3：特許第3659593号公報

特許文献4：実公平7-7164号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献1に開示されているような二流体ノズルを使用した場合、生成された液滴の速度と大きさ（液滴の径）が広い範囲にわたって分布している。半導体基板の洗浄プロセスにおいては、基板上のデバイスを破壊することなくパーティクルを確実に除去することが必要であるが、液滴の速度と大きさが広い範囲に分布していると、パーティクル除去に寄与しない無駄な液滴が存在する一方、デバイスにダメージを与えるような有害な液滴も存在する。その結果、洗浄効率の向上が抑制されるとともに、デバイス破壊の可能性が生じるという問題があった。このような問題は他の基板での洗浄においても同じであり、不均一な洗浄結果の原因となっていた。

[0007] 本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、基板の洗浄効率を向上させることができる基板洗浄方法および基板洗浄装置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

[0008] 上記課題を解決するため、本発明の第1の態様によれば、基板に洗浄液の液滴を吐出して洗浄する基板洗浄方法において、平均液滴径が $15\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下であり、液滴径の分布が 3σ （ σ は標準偏差）で前記平均液滴径の10%以下に収まっている洗浄液の液滴を生成して基板に向けて吐出する。

[0009] また、第2の態様では、第1の態様に係る基板洗浄方法において、平均液滴速度が20メートル毎秒以上100メートル毎秒以下であり、液滴速度の分布が 3σ （ σ は標準偏差）で前記平均液滴速度の10%以下に収まっている液滴を基板に向けて吐出する。

- [0010] また、第3の態様では、第1または第2の態様に係る基板洗浄方法において、前記液滴を10ミリリットル毎分以上の液滴流量にて基板に向けて吐出する。
- [0011] また、第4の態様では、半導体基板に洗浄液の液滴を吐出して洗浄する基板洗浄方法において、平均液滴径が $15\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下であり、液滴径の分布が 3σ (σ は標準偏差)で $2\mu\text{m}$ 以下に収まっている洗浄液の液滴を生成して半導体基板に向けて吐出する。
- [0012] また、第5の態様では、第4の態様に係る基板洗浄方法において、平均液滴速度が20メートル毎秒以上60メートル毎秒以下であり、液滴速度の分布が 3σ (σ は標準偏差)で5メートル毎秒以下に収まっている液滴を半導体基板に向けて吐出する。
- [0013] また、第6の態様では、第4または第5の態様に係る基板洗浄方法において、前記液滴を10ミリリットル毎分以上の液滴流量にて半導体基板に向けて吐出する。
- [0014] また、第7の態様では、基板に洗浄液の液滴を吐出して洗浄する基板洗浄方法において、壁面に複数の吐出孔を穿設した筒状体に洗浄液を送給し、その洗浄液に振動を与えることによって前記複数の吐出孔から平均液滴径が $15\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下であり、液滴径の分布が 3σ (σ は標準偏差)で前記平均液滴径の10%以下に収まっている洗浄液の液滴を基板に向けて吐出する。
- [0015] また、第8の態様では、第7の態様に係る基板洗浄方法において、前記複数の吐出孔から平均液滴速度が20メートル毎秒以上100メートル毎秒以下であり、液滴速度の分布が 3σ (σ は標準偏差)で前記平均液滴速度の10%以下に収まっている液滴を基板に向けて吐出する。
- [0016] また、第9の態様では、第7または第8の態様に係る基板洗浄方法において、前記複数の吐出孔から10ミリリットル毎分以上の液滴流量にて洗浄液の液滴を基板に向けて吐出する。
- [0017] また、第10の態様では、半導体基板に洗浄液の液滴を吐出して洗浄する

基板洗浄方法において、壁面に複数の吐出孔を穿設した筒状体に洗浄液を送給し、その洗浄液に振動を与えることによって前記複数の吐出孔から平均液滴径が $15\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下であり、液滴径の分布が 3σ （ σ は標準偏差）で $2\mu\text{m}$ 以下に収まっている洗浄液の液滴を半導体基板に向けて吐出する。

[0018] また、第11の態様では、第10の態様に係る基板洗浄方法において、前記複数の吐出孔から平均液滴速度が 20 メートル毎秒以上 60 メートル毎秒以下であり、液滴速度の分布が 3σ （ σ は標準偏差）で 5 メートル毎秒以下に収まっている液滴を半導体基板に向けて吐出する。

[0019] また、第12の態様では、第10または第11の態様に係る基板洗浄方法において、前記複数の吐出孔から 10 ミリリットル毎分以上の液滴流量にて洗浄液の液滴を半導体基板に向けて吐出する。

[0020] また、第13の態様では、基板に洗浄液の液滴を吐出して洗浄する基板洗浄装置において、壁面に複数の吐出孔を穿設した筒状体および前記壁面に貼設した圧電素子を有し、前記筒状体に送給された洗浄液に前記圧電素子から振動を与えることによって前記複数の吐出孔から平均液滴径が $15\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下であり、液滴径の分布が 3σ （ σ は標準偏差）で前記平均液滴径の 10% 以下に収まっている洗浄液の液滴を基板に向けて吐出する洗浄ノズルを備える。

[0021] また、第14の態様では、第13の態様に係る基板洗浄装置において、前記洗浄ノズルは、前記複数の吐出孔から平均液滴速度が 20 メートル毎秒以上 100 メートル毎秒以下であり、液滴速度の分布が 3σ （ σ は標準偏差）で前記平均液滴速度の 10% 以下に収まっている液滴を基板に向けて吐出する。

[0022] また、第15の態様では、第13または第14の態様に係る基板洗浄装置において、前記洗浄ノズルは、前記複数の吐出孔から 10 ミリリットル毎分以上の液滴流量にて洗浄液の液滴を基板に向けて吐出する。

[0023] また、第16の態様では、半導体基板に洗浄液の液滴を吐出して洗浄する

基板洗浄装置において、壁面に複数の吐出孔を穿設した筒状体および前記壁面に貼設した圧電素子を有し、前記筒状体に送給された洗浄液に前記圧電素子から振動を与えることによって前記複数の吐出孔から平均液滴径が $15\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下であり、液滴径の分布が 3σ (σ は標準偏差)で $2\mu\text{m}$ 以下に収まっている洗浄液の液滴を半導体基板に向けて吐出する洗浄ノズルを備える。

[0024] また、第17の態様では、第16の態様に係る基板洗浄装置において、前記洗浄ノズルは、前記複数の吐出孔から平均液滴速度が20メートル毎秒以上60メートル毎秒以下であり、液滴速度の分布が 3σ (σ は標準偏差)で5メートル毎秒以下に収まっている液滴を半導体基板に向けて吐出する。

[0025] また、第18の態様では、第16または第17の態様に係る基板洗浄装置において、前記洗浄ノズルは、前記複数の吐出孔から10ミリリットル毎分以上の液滴流量にて洗浄液の液滴を半導体基板に向けて吐出する。

[0026] また、第19の態様では、第13から第18のいずれかの態様に係る基板洗浄装置において、前記筒状体は円筒である。

[0027] また、第20の態様では、第13から第19のいずれかの態様に係る基板洗浄装置において、前記筒状体の一端側開口から洗浄液を送給する圧送ポンプと、前記筒状体の他端側開口を閉止するバルブと、をさらに備える。

発明の効果

[0028] 本発明の第1～第3，第7～第9，第13～第15の態様によれば、平均液滴径が $15\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下であり、液滴径の分布が 3σ で平均液滴径の10%以下に収まっている洗浄液の液滴を基板に向けて吐出するため、洗浄に寄与しない無駄な液滴が少なく、基板の洗浄効率を向上させることができる。

[0029] 特に、第2，第8，第14の態様によれば、平均液滴速度が20メートル毎秒以上100メートル毎秒以下であり、液滴速度の分布が 3σ で平均液滴速度の10%以下に収まっている液滴を基板に向けて吐出するため、十分な洗浄効率を得ることができる。

- [0030] 特に、第3、第9、第15の態様によれば、10ミリリットル毎分以上の液滴流量にて液滴を基板に向けて吐出するため、短時間で十分な洗浄を行うことができる。
- [0031] また、本発明の第4～第6、第10～第12、第16～第18の態様によれば、平均液滴径が $15\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下であり、液滴径の分布が 3σ で $2\mu\text{m}$ 以下に収まっている洗浄液の液滴を半導体基板に向けて吐出するため、洗浄に寄与しない無駄な液滴や半導体基板にダメージを与える液滴が少なく、基板の洗浄効率を向上させることができる。
- [0032] 特に、第5、第11、第17の態様によれば、平均液滴速度が20メートル毎秒以上60メートル毎秒以下であり、液滴速度の分布が 3σ で5メートル毎秒以下に収まっている液滴を半導体基板に向けて吐出するため、十分な洗浄効率を得ることができる。
- [0033] 特に、第6、第12、第18の態様によれば、10ミリリットル毎分以上の液滴流量にて液滴を半導体基板に向けて吐出するため、短時間で十分な洗浄を行うことができる。

図面の簡単な説明

- [0034] [図1]半導体基板を洗浄するのに好適な基板洗浄装置の一例を示す図である。
- [図2]洗浄ノズルの概略構成を示す図である。
- [図3]洗浄ノズルの斜視図である。
- [図4]洗浄液の液滴径の分布を示す図である。
- [図5]洗浄液の液滴速度の分布を示す図である。
- [図6]吐出される液滴の液滴径と基板に与えるダメージとの相関を示す図である。
- [図7]吐出される液滴の液滴速度と汚染物質の除去率との相関を示す図である。
- [図8]吐出される液滴の液滴流量による汚染物質の除去率の相違を示す図である。
- [図9]他の種類を含む基板の洗浄処理を行う基板洗浄装置を示す図である。

[図10]他の種類を含む基板を洗浄するのに適した洗浄液の液滴径の分布を示す図である。

[図11]他の種類を含む基板を洗浄するのに適した洗浄液の液滴速度の分布を示す図である。

[図12]洗浄ノズルの他の例を示す図である。

[図13]洗浄ノズルの他の例を示す図である。

[図14]洗浄ノズルの他の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0035] 以下、図面を参照しつつ本発明の実施の形態について詳細に説明する。

[0036] 図1は、半導体基板を洗浄するのに好適な基板洗浄装置の一例を示す図である。この基板洗浄装置1は、半導体の基板Wを1枚ずつ洗浄する枚葉式の洗浄装置であり、円形のシリコンの基板Wに付着したパーティクル等の汚染物質を除去して洗浄する。基板洗浄装置1は、主要な構成として、回転保持部10と、処理カップ20と、スプラッシュガード30と、ノズル駆動部50と、洗浄ノズル60と、制御部90と、を備える。

[0037] 回転保持部10は、スピンベース11、回転軸13およびモータ14を備える。スピンベース11は、基板Wよりも若干大きな径を有する円板状部材である。スピンベース11の上面周縁部には、同一円周上に沿って複数個（本実施形態では6個）の支持ピン12が立設されている。各支持ピン12は、基板Wの下面周縁部を下から支持する円筒状の支持部と、その支持部の上面に突設されて基板Wの端縁部に当接して押圧するピン部とによって構成されている。6個の支持ピン12のうち3個についてはスピンベース11に固定設置された固定支持ピンとされている。固定支持ピンは、円筒状支持部の軸心上にピン部を突設している。一方、6個の支持ピン12のうち残りの3個についてはスピンベース11に対して回転（自転）自在に設置された可動支持ピンとされている。可動支持ピンでは、円筒状支持部の軸心から若干偏心してピン部が突設されている。3個の可動支持ピンは図示省略のリンク機構および駆動機構によって連動して回転駆動される。可動支持ピンが回転す

ることにより、6個のピン部で基板Wの端縁部を把持することと、基板Wの把持を解除することとが可能である。6個の支持ピン12によって基板Wの端縁部を把持することにより、スピンベース11は基板Wの下面中央部に接触することなく基板Wを水平姿勢にて保持することができる。

[0038] 回転軸13は、スピンベース11の下面側中心部に垂設されている。回転軸13は、駆動ベルト15を介してモータ14の駆動プーリ16と連動連結されている。モータ14が駆動プーリ16を回転駆動させると、駆動ベルト15が回走して回転軸13が回転する。これにより、スピンベース11に保持された基板Wは、スピンベース11および回転軸13とともに、水平面内にて鉛直方向に沿った中心軸RXの周りで回転する。

[0039] また、回転軸13の内側は中空となっており、その中空部分には鉛直方向に沿って処理液ノズル18が挿設されている。処理液ノズル18は図示を省略する処理液供給源と連通接続されている。処理液ノズル18の先端はスピンベース11に保持された基板Wの下面中心部に向けて開口している。このため、処理液ノズル18の先端から基板Wの下面中心部に処理液を供給することができる。

[0040] また、回転軸13の内壁面と処理液ノズル18の外壁面との間の隙間は気体供給流路とされており、図示を省略する気体供給源と連通接続されている。この隙間の上端からスピンベース11に保持された基板Wの下面に向けて気体を供給することができる。

[0041] 回転保持部10を取り囲んで処理カップ20が設けられている。処理カップ20の内側には、円筒状の仕切壁21が設けられている。また、回転保持部10の周囲を取り囲むように、基板Wの洗浄処理に用いられた洗浄液を排水するための排水空間22が仕切壁21の内側に形成されている。さらに、排水空間22を取り囲むように、処理カップ20の外壁と仕切壁21との間に基板Wの洗浄処理に用いられた洗浄液を回収するための回収空間23が形成されている。

[0042] 排水空間22には、排水処理装置（図示省略）へ洗浄液を導くための排水

管 27 が接続され、回収空間 23 には、回収処理装置（図示省略）へ洗浄液を導くための回収管 28 が接続されている。

[0043] 処理カップ 20 の上方には、基板 W からの洗浄液が外方へ飛散することを防止するためのスプラッシュガード 30 が設けられている。このスプラッシュガード 30 は、中心軸 R X に対して回転対称な形状とされている。スプラッシュガード 30 の上端部の内面には、断面 V の字形状の排液案内溝 31 が環状に形成されている。また、スプラッシュガード 30 の下端部の内面には、外側下方に傾斜する傾斜面からなる回収液案内 32 が形成されている。回収液案内 32 の上端付近には、処理カップ 20 の仕切壁 21 を受け入れるための仕切壁収納溝 33 が形成されている。

[0044] このスプラッシュガード 30 は、ボールねじ機構等で構成されたガード昇降駆動機構 35 によって鉛直方向に沿って昇降駆動される。ガード昇降駆動機構 35 は、スプラッシュガード 30 を、回収液案内 32 がスピンベース 11 に保持された基板 W の端縁部を取り囲む回収位置と、排液案内溝 31 がスピンベース 11 に保持された基板 W の端縁部を取り囲む排液位置との間で昇降させる。スプラッシュガード 30 が回収位置（図 1 に示す位置）にある場合には、基板 W の端縁部から飛散した洗浄液が回収液案内 32 により回収空間 23 に導かれ、回収管 28 を介して回収される。一方、スプラッシュガード 30 が排液位置にある場合には、基板 W の端縁部から飛散した洗浄液が排液案内溝 31 により排液空間 22 に導かれ、排液管 27 を介して排液される。このようにして、洗浄液の排液および回収を切り換えて実行可能とされている。また、スピンベース 11 に対して基板 W の受け渡しを行う場合には、ガード昇降駆動機構 35 は、スピンベース 11 がスプラッシュガード 30 の上端よりも突き出る高さ位置にまでスプラッシュガード 30 を下降させる。

[0045] ノズル駆動部 50 は、昇降モータ 51、スイングモータ 53 およびノズルアーム 58 を備える。ノズルアーム 58 の先端には洗浄ノズル 60 が取り付けられている。ノズルアーム 58 の基端側はスイングモータ 53 のモータ軸

５３aに連結されている。スイングモータ５３は、モータ軸５３aを中心に洗浄ノズル６０を水平面内にて回転させる。

[0046] スイングモータ５３は昇降ベース５４に取り付けられている。昇降ベース５４は、固定設置された昇降モータ５１のモータ軸に直結されたボールネジ５２に螺合されるとともに、ガイド部材５５に摺動自在に取り付けられている。昇降モータ５１がボールネジ５２を回転させると、昇降ベース５４とともに洗浄ノズル６０が昇降する。

[0047] ノズル駆動部５０の昇降モータ５１およびスイングモータ５３によって、洗浄ノズル６０はスプラッシュガード３０よりも外方の待避位置とスピンベース１１の上方の洗浄位置との間で移動する。また、洗浄ノズル６０は、スピンベース１１の上方において、スイングモータ５３によって基板Wの中心部上方と端縁部上方との間で揺動される。

[0048] また、制御部９０は、基板洗浄装置１に設けられた種々の動作機構を制御する。制御部９０のハードウェアとしての構成は一般的なコンピュータと同様である。すなわち、制御部９０は、各種演算処理を行うCPU、基本プログラムを記憶する読み出し専用のメモリであるROM、各種情報を記憶する読み書き自在のメモリであるRAMおよび制御用ソフトウェアやデータなどを記憶しておく磁気ディスクを備えている。

[0049] 図２は、洗浄ノズル６０の概略構成を示す図である。また、図３は、洗浄ノズル６０の斜視図である。洗浄ヘッドとしての洗浄ノズル６０は、円筒の筒状体６１に圧電素子（ピエゾ素子）６２を貼設して構成される。洗浄ノズル６０は、樹脂製のホルダー６３を介してノズルアーム５８の先端に取り付けられる。なお、図３ではホルダー６３を省略している。

[0050] 円筒形状の筒状体６１の内側には中空空間が形成されており、その両端は開口されている。本実施形態においては、筒状体６１は石英によって形成されており、その長手方向長さは５０mmである。なお、筒状体６１はジルコニア（ ZrO_2 ）等のセラミックスによって形成するようにしても良い。

[0051] 筒状体６１の壁面には複数（本実施形態では２０個）の吐出孔６４が穿設

されている。20個の吐出孔64は筒状体61の長手方向に沿って一列に配列されている。各吐出孔64は、筒状体61の側壁を貫通する略円筒形状である。20個の吐出孔64の直径は均一であり、 $7\mu\text{m}$ 以上 $12\mu\text{m}$ 以下の範囲とされている。20個の吐出孔64の配列ピッチ（隣接する吐出孔64間の距離）は 1mm である。

[0052] また、筒状体61の壁面のうち複数の吐出孔64と対向する部位の外壁面には圧電素子62が貼設されている。圧電素子62は高周波発生器を有する電源65と電氣的に接続されている。電源65は、所定周波数の交流電圧を圧電素子62に印加する。

[0053] 筒状体61の内側空間の一端側開口は供給配管70を介して洗浄液供給源71と連通接続されている。供給配管70の経路途中には圧送ポンプ72およびフィルタ73が介挿されている。圧送ポンプ72は洗浄液供給源71から洗浄ノズル60に向けて洗浄液（本実施形態では純水）を圧送する。フィルタ73は、洗浄液供給源71から送給された洗浄液中に含まれる異物を取り除く。

[0054] 一方、筒状体61の内側空間の他端側開口には排出配管75が連通接続されている。排出配管75の経路途中にはバルブ76が介挿されている。筒状体61の内側空間に供給配管70から洗浄液を供給しつつバルブ76を開放すると、排出配管75から装置外部へと洗浄液が排出される。

[0055] 次に、上述の構成を有する基板洗浄装置1の処理動作について説明する。以下に説明する処理動作は、制御部90が所定の洗浄処理用ソフトウェアを実行して基板洗浄装置1の各機構を制御することによって行われるものである。

[0056] まず、スプラッシュガード30が下降してスピンベース11がスプラッシュガード30よりも上方に出た状態にて、スピンベース11に基板Wが渡される。続いて、スプラッシュガード30が上述の排液位置まで上昇するとともに、ノズル駆動部50が洗浄ノズル60をスピンベース11に保持された基板Wの上方の洗浄位置まで移動させる。洗浄位置においては、洗浄ノズル

60の複数の吐出孔64と基板Wとの間隔が5mm以上25mm以下とされる。

[0057] 洗浄ノズル60には、洗浄処理を行っていないときにも常時連続して圧送ポンプ72から洗浄液が送給されている。洗浄処理を行っていないときには、バルブ76が開放されており、筒状体61の内部に送給された洗浄液はそのまま排出配管75から装置外部に排出され続けている。すなわち、洗浄ノズル60がスプラッシュガード30よりも外方の待避位置にて待機しているとき、および、待避位置から基板W上方の洗浄位置に移動しているときも洗浄ノズル60には洗浄液が供給され続けており、その洗浄液は装置外部に排出され続けている。

[0058] 次に、回転保持部10によって基板Wの回転が開始されるとともに、洗浄ノズル60から洗浄液の液滴が基板Wの上面に向けて吐出される。このときに、処理液ノズル18から基板Wの下面に向けて洗浄液を吐出しても良い。また、ノズル駆動部50によって洗浄ノズル60が基板Wの中心部上方と端縁部上方との間で揺動されて洗浄処理が進行する。洗浄処理を行うときには、洗浄ノズル60への洗浄液の送給を行いつつバルブ76を閉止する。このため、筒状体61内部における洗浄液の液圧が上昇し、それによって20個の吐出孔64から洗浄液が吐出される。本実施形態では、筒状体61内部の洗浄液の液圧を10MPa以下としている。

[0059] また、洗浄処理を行うときには、電源65が所定周波数の交流電圧を圧電素子62に印加する。これによって、圧電素子62が膨張収縮を繰り返し、筒状体61内部の洗浄液に所定周波数の振動が付与される。筒状体61の内部における洗浄液の液圧を高めるとともに、その洗浄液に振動を与えると、20個の吐出孔64から液圧により流出する洗浄液が振動により分散・分断されて洗浄液の液滴が生成されて吐出される。ここで、吐出孔64から流れ出る液流が分断されて液滴が生成されるのは以下の過程による。筒状体61内には、洗浄液が一定圧もしくは狭い範囲を有する圧力(D.C. pressure: 直流圧)に維持されて供給される。吐出孔64からは、その圧力によって20

個の吐出孔 6 4 において実質的に同じ排出率で洗浄液が流れ出る。この状態で圧電素子 6 2 に固定された所定周波数の交流電圧を印加すると、発生する振動によって液流が分散・分断されて液滴が形成される。ここでの圧送ポンプ 7 2 による洗浄液の供給圧力と圧電素子 6 2 に印加する交流の周波数は、従来技術に記載したようなコンティニュアスインクジェット装置の通常の実作範囲外になる値である。基板 W に付着しているパーティクル等の汚染物質は、洗浄ノズル 6 0 から吐出された液滴の運動エネルギーによって物理的に除去される。

[0060] ここで、制御部 9 0 が圧送ポンプ 7 2 を制御して筒状体 6 1 内部の洗浄液の液圧を調整するとともに、電源 6 5 を制御して洗浄液に与える振動を調整することによって、20 個の吐出孔 6 4 から吐出される液滴の吐出条件（パラメータ）を規定することができる。これら以外にも、吐出孔 6 4 の直径や個数も液滴の吐出条件に影響する。

[0061] 本実施形態においては、20 個の吐出孔 6 4 から基板 W に向けて吐出される洗浄液の液滴の平均液滴径を $15\ \mu\text{m}$ 以上 $30\ \mu\text{m}$ 以下としている。ここで重要なことは、洗浄ノズル 6 0 から吐出される液滴の液滴径は $15\ \mu\text{m}$ から $30\ \mu\text{m}$ の範囲にわたって広く分布しているのではなく、バラツキが極めて小さい点である。具体的には、液滴径の分布が 3σ （ σ は標準偏差）で $2\ \mu\text{m}$ 以下に収まる。

[0062] 図 4 は、洗浄液の液滴径の分布を示す図である。同図において、本実施形態の洗浄ノズル 6 0 から吐出された液滴の液滴径分布を実線で示し、従来の二流体ノズルから吐出される液滴の液滴径分布を点線にて示している。従来の二流体ノズルから吐出される液滴の液滴径は広い分布を有しており、液滴径 $15\ \mu\text{m}$ から $30\ \mu\text{m}$ の液滴も含んでいるが、その範囲から外れる液滴径の液滴も多量に含んでいる。これと比較して、本実施形態の洗浄ノズル 6 0 から吐出される液滴の液滴径の分布は極めて狭く、ほとんどバラツキが無い。

[0063] また、本実施形態においては、20 個の吐出孔 6 4 から基板 W に向けて吐

出される洗浄液の液滴の平均液滴速度を20メートル毎秒以上60メートル毎秒以下としている。液滴径と同様に、洗浄ノズル60から吐出される液滴の液滴速度は20メートル毎秒から60メートル毎秒の範囲にわたって広く分布しているのではなく、バラツキが極めて小さい。具体的には、液滴速度の分布は3 σ で5メートル毎秒以下である。

[0064] 図5は、洗浄液の液滴速度の分布を示す図である。同図においても、本実施形態の洗浄ノズル60から吐出された液滴の液滴速度分布を実線で示し、従来の二流体ノズルから吐出される液滴の液滴速度分布を点線にて示している。従来の二流体ノズルから吐出される液滴の液滴速度が非常に広い分布を有しているのに比較して、本実施形態の洗浄ノズル60から吐出される液滴の液滴速度の分布は極めて狭い。

[0065] このように、本実施形態の洗浄ノズル60から吐出される液滴の液滴径および液滴速度のバラツキを小さな範囲に収めることができるのは、筒状体61内部に高圧充填された洗浄液に圧電素子62から振動を与えて複数の吐出孔64から吐出することによるものである。すなわち、従来の二流体ノズルにおいては、加圧された気体を液体に衝突させて液滴を生成しているため、液滴が気体との混相流として吐出されることとなって制御が困難となり、液滴の液滴径および液滴速度も分布の広いバラツキが大きなものとなるのである。これに対して、本実施形態の洗浄ノズル60においては、加圧された液体に振動を与えつつ複数の吐出孔64から吐出しているため、液滴のみが吐出されることとなり、液滴の液滴径および液滴速度を分布の狭いバラツキの小さなものとすることができるのである。

[0066] 図6は、吐出される液滴の液滴径と基板Wに与えるダメージとの相関を示す図である。同図に示すように、液滴径が30 μm を超えると基板Wにダメージが発生し、液滴径が大きくなるほど与えるダメージも大きくなる。洗浄ノズル60から吐出される洗浄液の液滴の平均液滴径は15 μm 以上30 μm 以下であるため、洗浄処理中に基板Wにダメージを与えることが防止される。また、液滴径のバラツキが極めて小さく、3 σ で2 μm 以下であるため

、洗浄に寄与しない無駄な液滴および基板Wにダメージを与えるような有害な液滴は皆無である。このため、基板Wにダメージを与えることなく洗浄効率を向上させることができる。

[0067] また、図7は、吐出される液滴の液滴速度と汚染物質の除去率との相関を示す図である。同図に示すように、吐出される液滴の液滴速度が大きくなるほど汚染物質の除去率も高くなる。本実施形態の洗浄ノズル60から吐出される洗浄液の液滴の平均液滴速度は20メートル毎秒以上60メートル毎秒以下であるため、必要な除去性能を得ることができる。しかも、液滴速度のバラツキも極めて小さく、3 σ で5メートル毎秒以下であるため、洗浄に寄与しない無駄な液滴はほとんど存在しない。

[0068] また、洗浄ノズル60には20個の吐出孔64を設けている。本実施形態においては、20個の吐出孔64から基板Wに向けて吐出される洗浄液の液滴の総流量を10ミリリットル毎分以上としている。図8は、吐出される液滴の液滴流量による汚染物質の除去率の相違を示す図である。同図において、点線は1ミリリットル毎分の液滴流量にて洗浄液の液滴を吐出したときの汚染物質の除去率を示し、実線は10ミリリットル毎分の液滴流量にて洗浄液の液滴を吐出したときの汚染物質の除去率を示している。液滴流量が多い方が洗浄効率が高くなり、1ミリリットル毎分の液滴流量にて洗浄液の液滴を吐出した場合、十分な除去率を得るのに300秒必要であるが、10ミリリットル毎分の液滴流量にて液滴を吐出すれば、同じ除去率を30秒で達成することができる。枚葉式の基板洗浄装置1において、1枚の基板Wの洗浄処理に要する時間が30秒というのは概ね妥当なものである。

[0069] 以上のように、洗浄処理を行うときには、洗浄ノズル60から洗浄液の液滴が基板Wに向けて吐出される。洗浄ノズル60から吐出される液滴の平均液滴径は15 μ m以上30 μ m以下であり、その分布は3 σ で2 μ m以下である。また、吐出される液滴の平均液滴速度は20メートル毎秒以上60メートル毎秒以下であり、その分布は3 σ で5メートル毎秒以下である。さらに、吐出される液滴の液滴流量は10ミリリットル毎分以上である。これら

の吐出条件を満たしつつ洗浄ノズル60から洗浄液の液滴を基板Wに向けて吐出すれば、基板Wにダメージを与えることなく洗浄効率を向上させることができ、十分な汚染物質の除去率を短時間で達成することが可能となる。

[0070] また、洗浄処理中は洗浄ノズル60が基板Wの中心部上方と端縁部上方との間で繰り返し揺動されており、基板Wの全面について均一に洗浄処理がなされる。なお、回転する基板Wから遠心力によって飛散した液体は、排液案内溝31により排液空間22に導かれ、排液管27から排液される。

[0071] 所定の洗浄処理時間が経過した後、バルブ76が開放されて洗浄ノズル60からの液滴吐出が停止され、ノズル駆動部50によって洗浄ノズル60が待避位置まで移動される。続いて、基板Wの回転数を上昇させて基板Wの乾燥処理が実行される。乾燥処理が終了した後、基板Wの回転が停止するとともに、スプラッシュガード30が下降し、処理後の基板Wがスピンベース11から搬出される。これにより、基板洗浄装置1における一連の処理動作が終了する。なお、洗浄および乾燥処理中におけるスプラッシュガード30の位置は、洗浄液の回収または排液の必要性に応じて適宜変更することが好ましい。

[0072] 以上、本発明の実施の形態について説明したが、この発明はその趣旨を逸脱しない限りにおいて上述したもの以外に種々の変更を行うことが可能である。例えば、上記実施形態の基板洗浄装置1では、筒状体61内部の洗浄液の液圧を10MPa以下としたが、液圧はこれに限られるものではない。例えば、吐出孔64の直径を上記実施形態より小さくすると液圧はより高圧を必要とする。

[0073] また、上記実施形態の基板洗浄装置1では、洗浄ノズル60に洗浄処理を行っていないときにも洗浄液を供給しており、その洗浄液は装置外部に排出しているが、これを循環システムとして構成しても良い。すなわち、バルブ76の下流側の配管をフィルタを介して洗浄液供給源71に接続し、洗浄ノズル60からの洗浄液を洗浄液供給源71に還流するようにしても良い。

[0074] また、上記実施形態の基板洗浄装置1は、基板Wとして半導体基板を洗浄

するのに好適なものであったが、本発明に係る洗浄技術は他の種類の基板Wの洗浄にも適用することができる。他の種類の基板Wとしては、液晶表示装置用ガラス基板や皿などのセラミックプレートが挙げられる。

[0075] 図9は、他の種類を含む基板Wの洗浄処理を行う基板洗浄装置を示す図である。基板Wは支持台111によって保持されている。洗浄ヘッドとしての洗浄ノズル60は、支持台111に保持された基板Wに対して相対移動される。図示省略のスライド移動機構によって洗浄ノズル60を基板Wの上方で移動させても良いし、洗浄ノズル60を固定したまま支持台111を駆動させても良い。また、洗浄ノズル60を手動にて移動させても良い。

[0076] 洗浄ノズル60の構成は上記実施形態において説明した図2、3に示すのと同様である。すなわち、洗浄ノズル60への洗浄液の送給を行いつつバルブ76を閉止して筒状体61の内部における洗浄液の液圧を高めるとともに、圧電素子62によって筒状体61内部の洗浄液に振動を与えると、20個の吐出孔64から洗浄液の液滴が生成されて吐出される。基板Wに付着している汚染物質は、洗浄ノズル60から吐出された液滴によって物理的に除去される。

[0077] 他の種類を含む基板Wを洗浄する場合にも、制御部90が圧送ポンプ72を制御して筒状体61内部の洗浄液の液圧を調整するとともに、電源65を制御して洗浄液に与える振動を調整することによって、20個の吐出孔64から吐出される液滴の吐出条件を規定している。液滴径については、20個の吐出孔64から基板Wに向けて吐出される洗浄液の液滴の平均液滴径を $15\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下としている。上記実施形態と同様に、洗浄ノズル60から吐出される液滴の液滴径は $15\mu\text{m}$ から $200\mu\text{m}$ の範囲にわたって広く分布しているのではなく、バラツキが極めて小さい。具体的には、液滴径の分布が 3σ (σ は標準偏差)で平均液滴径の10%以下に収まる。

[0078] 図10は、洗浄液の液滴径の分布を示す図である。分布DAの液滴は平均液滴径が比較的小さく半導体基板の洗浄に好適である。一方、分布DBの液滴は平均液滴径が比較的大きくセラミックプレートの洗浄に好適である。平

均液滴径によらず、洗浄ノズル60から吐出される液滴の液滴径の分布は 3σ で平均液滴径の10%以下と極めて狭く、ほとんどバラツキが無い。よって、洗浄に寄与しない無駄な液滴および基板Wにダメージを与えるような有害な液滴は皆無である。このため、基板Wにダメージを与えることなく洗浄効率を向上させることができる。もっとも、平均液滴径が大きくなるにしたがって、バラツキが徐々に大きくなり、 $200\mu\text{m}$ を超えると液滴径の分布を 3σ で平均液滴径の10%以下に収めることが困難となる。また、洗浄ノズル60の製作においても、平均液滴径が $200\mu\text{m}$ を超えるとバラツキが抑制できず、実用的でない。

[0079] また、液滴速度については、20個の吐出孔64から基板Wに向けて吐出される洗浄液の液滴の平均液滴速度を20メートル毎秒以上100メートル毎秒以下としている。液滴径と同様に、洗浄ノズル60から吐出される液滴の液滴速度は20メートル毎秒から100メートル毎秒の範囲にわたって広く分布しているのではなく、バラツキが極めて小さい。具体的には、液滴速度の分布は 3σ （ σ は標準偏差）で平均液滴速度の10%以下に収まる。なお、洗浄ノズル60へ供給される洗浄液の液圧は10MPa以下に限定されるものではなく、吐出孔64の直径等の条件によってはより高圧での供給が必要とされる。

[0080] 図11は、洗浄液の液滴速度の分布を示す図である。洗浄対象となる基板Wの種類によって分布DCのように平均液滴速度が比較的小さな液滴を用いても良いし、分布DDのように平均液滴速度が比較的大きな液滴を用いるようにしても良い。平均液滴速度によらず、洗浄ノズル60から吐出される液滴の液滴速度の分布は 3σ で平均液滴速度の10%以下と極めて狭く、ほとんどバラツキが無い。よって、洗浄に寄与しない無駄な液滴はほとんど存在しない。もっとも、平均液滴速度が大きくなるにしたがって、バラツキが徐々に大きくなり、100メートル毎秒を超えると液滴速度の分布を 3σ で平均液滴速度の10%以下に収めることが困難となる。

[0081] また、液滴流量については、20個の吐出孔64から基板Wに向けて吐出

される洗浄液の液滴の総流量を10ミリリットル毎分以上としている。基板Wの種類に応じてこれらの吐出条件を満たしつつ洗浄ノズル60から洗浄液の液滴を基板Wに向けて吐出すれば、洗浄に寄与しない無駄な液滴や基板Wにダメージを与えるような有害な液滴は皆無となり、基板Wにダメージを与えることなく洗浄効率を向上させることができ、十分な汚染物質の除去率を短時間で達成することが可能となる。

[0082] また、上記実施形態においては、円筒形状の洗浄ノズル60から上記の吐出条件にて洗浄液の液滴を吐出するようにしていたが、洗浄ノズル60の形態はこれに限定されるものではない。図12は、洗浄ノズルの他の例を示す図である。

[0083] 図12の洗浄ノズル160は、四角柱形状の筒状体161に圧電素子162を貼設して構成される。筒状体161は四角柱形状の外形を有しており、その内側には四角柱形状の中空空間が形成されている。筒状体161の中空空間の両端は開口されており、上記実施形態と同様に、その一端は供給配管70に接続されるとともに、他端は排出配管75に接続される（図2参照）。筒状体161は、石英またはジルコニア等のセラミックスによって形成すれば良い。

[0084] 筒状体161の一方の側壁面には複数（例えば20個）の吐出孔164が穿設されている。20個の吐出孔164は筒状体161の長手方向に沿って一列に配列されている。複数の吐出孔164の大きさおよび配列ピッチは上記実施形態の複数の吐出孔64と同じである。複数の吐出孔164が設けられた側壁面の幅は10mmである。また、筒状体161の他方の側壁（複数の吐出孔164が設けられた側壁と対向する側壁）の外壁面には圧電素子162が貼設されている。圧電素子162は電源65と電氣的に接続されている。電源65は、所定周波数の交流電圧を圧電素子162に印加する。

[0085] 洗浄ノズル160を備えた基板洗浄装置の全体構成および洗浄ノズル160周辺の構成は上記実施形態と同じである。洗浄ノズル160には洗浄液が継続して供給され続けており、洗浄処理を行うときにはバルブ76を閉止す

ることによって複数の吐出孔 164 から洗浄液が吐出される。また、洗浄処理を行うときには、圧電素子 162 によって筒状体 161 の内部の洗浄液に振動を付与する。これにより、上記実施形態と同様に、複数の吐出孔 164 から洗浄液の液滴が生成されて吐出される。

[0086] また、洗浄ノズルは図 13 のようなものであっても良い。図 13 の洗浄ノズル 260 は多角柱形状の筒状体 261 を備える。筒状体 261 は多角柱形状の外形を有しており、その内側には多角柱形状の中空空間が形成されている。筒状体 261 の中空空間の両端は開口されており、上記実施形態と同様に、その一端は供給配管 70 に接続されるとともに、他端は排出配管 75 に接続される（図 2 参照）。筒状体 261 は、石英またはジルコニア等のセラミックスによって形成すれば良い。

[0087] 筒状体 261 の一の側壁面には複数（例えば 20 個）の吐出孔 264 が一列に穿設されている。複数の吐出孔 264 の大きさおよび配列ピッチは上記実施形態の複数の吐出孔 64 と同じである。また、複数の吐出孔 264 が設けられた側壁と対向する側壁の外壁面には圧電素子 262 が貼設されている。圧電素子 262 は電源 65 と電氣的に接続されている。

[0088] 洗浄ノズル 260 を備えた基板洗浄装置の全体構成および洗浄ノズル 260 周辺の構成は上記実施形態と同じである。洗浄ノズル 260 には洗浄液が継続して供給され続けており、洗浄処理を行うときにはバルブ 76 を閉止することによって複数の吐出孔 264 から洗浄液が吐出される。また、洗浄処理を行うときには、圧電素子 262 によって筒状体 261 の内部の洗浄液に振動を付与する。これにより、上記実施形態と同様に、複数の吐出孔 264 から洗浄液の液滴が生成されて吐出される。

[0089] また、洗浄ノズルは図 14 のようなものであっても良い。図 14 (a) は洗浄ノズル 360 の縦断面図であり、図 14 (b) は洗浄ノズル 360 の横断面図である。図 14 の洗浄ノズル 360 は直方体形状の筒状体 361 を備える。筒状体 361 の内側空間は複数の仕切板 365 によって複数の区画に区分けされている。なお、仕切板 365 は複数の区画を完全に仕切るもので

はなく、複数の区画は相互に連通している。

[0090] 筒状体 3 6 1 には、導入口 3 6 6 および排出口 3 6 7 が形成されている。導入口 3 6 6 および排出口 3 6 7 は筒状体 3 6 1 の内部空間に連通している。導入口 3 6 6 は供給配管 7 0 に接続されるとともに、排出口 3 6 7 は排出配管 7 5 に接続される。筒状体 3 6 1 も石英またはジルコニア等のセラミックスによって形成すれば良い。

[0091] 複数の仕切板 3 6 5 によって分けられた複数の区画のそれぞれには吐出孔 3 6 4 が穿設されている。洗浄ノズル 3 6 0 においても、複数の吐出孔 3 6 4 は一列に穿設されており、各吐出孔 3 6 4 の大きさおよび配列ピッチは上記実施形態の複数の吐出孔 3 6 4 と同じである。また、筒状体 3 6 1 の両側壁の外面には圧電素子 3 6 2 が貼設されている。圧電素子 3 6 2 は電源 6 5 と電氣的に接続されている。

[0092] 洗浄ノズル 3 6 0 を備えた基板洗浄装置の全体構成および洗浄ノズル 3 6 0 周辺の構成は上記実施形態と同じである。洗浄ノズル 3 6 0 には洗浄液が継続して供給され続けており、洗浄処理を行うときにはバルブ 7 6 を閉止することによって複数の吐出孔 3 6 4 から洗浄液が吐出される。また、洗浄処理を行うときには、圧電素子 3 6 2 によって筒状体 3 6 1 の内部の洗浄液に振動を付与する。これにより、上記実施形態と同様に、複数の吐出孔 3 6 4 から洗浄液の液滴が生成されて吐出される。

[0093] 図 1 2 に示す洗浄ノズル 1 6 0、図 1 3 に示す洗浄ノズル 2 6 0 または図 1 4 に示す洗浄ノズル 3 6 0 を使用して洗浄液の液滴を基板 W に向けて吐出する場合であっても、液滴の吐出条件は上記と同様である。上記の吐出条件を満たしつつ洗浄液の液滴を基板 W に向けて吐出すれば、上記実施形態と同様に、洗浄に寄与しない無駄な液滴や基板 W にダメージを与えるような有害な液滴は皆無となり、基板 W にダメージを与えることなく洗浄効率を向上させることができ、十分な汚染物質の除去率を短時間で達成することが可能となる。

[0094] また、上記の吐出条件にて洗浄液の液滴を吐出できる洗浄ノズルであれば

、図 2、図 3、図 1 2 ～図 1 4 に示した以外の形態の洗浄ノズルを用いて洗浄液の液滴を基板 W に向けて吐出するようにしても良い。

[0095] また、洗浄液は純水に限定されるものではなく、洗浄用の薬液の水溶液であっても良い。

[0096] また、基板洗浄装置 1 の全体構成は、図 1 の形態に限定されるものではなく、例えば、洗浄処理後の基板 W に窒素ガスを噴出して乾燥させるガスノズルを設けるようにしても良い。

符号の説明

- [0097] 1 基板洗浄装置
- 1 0 回転保持部
- 1 1 スピンベース
- 2 0 処理カップ
- 3 0 スプラッシュガード
- 5 0 ノズル駆動部
- 6 0, 1 6 0, 2 6 0, 3 6 0 洗浄ノズル
- 6 1, 1 6 1, 2 6 1, 3 6 1 筒状体
- 6 2, 1 6 2, 2 6 2, 3 6 2 圧電素子
- 6 4, 1 6 4, 2 6 4, 3 6 4 吐出孔
- 6 5 電源
- 7 0 供給配管
- 7 5 排出配管
- 7 6 バルブ
- 9 0 制御部
- 1 1 1 支持台
- W 基板

請求の範囲

- [請求項1] 基板(W)に洗浄液の液滴を吐出して洗浄する基板洗浄方法であって、
- 、
- 平均液滴径が $15\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下であり、液滴径の分布が 3σ (σ は標準偏差)で前記平均液滴径の 10% 以下に収まっている洗浄液の液滴を生成して基板に向けて吐出することを特徴とする基板洗浄方法。
- [請求項2] 請求項1記載の基板洗浄方法において、
- 平均液滴速度が 20 メートル毎秒以上 100 メートル毎秒以下であり、液滴速度の分布が 3σ (σ は標準偏差)で前記平均液滴速度の 10% 以下に収まっている液滴を基板に向けて吐出することを特徴とする基板洗浄方法。
- [請求項3] 請求項1または請求項2記載の基板洗浄方法において、
- 前記液滴を 10 ミリリットル毎分以上の液滴流量にて基板に向けて吐出することを特徴とする基板洗浄方法。
- [請求項4] 半導体基板(W)に洗浄液の液滴を吐出して洗浄する基板洗浄方法であって、
- 平均液滴径が $15\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下であり、液滴径の分布が 3σ (σ は標準偏差)で $2\mu\text{m}$ 以下に収まっている洗浄液の液滴を生成して半導体基板に向けて吐出することを特徴とする基板洗浄方法。
- [請求項5] 請求項4記載の基板洗浄方法において、
- 平均液滴速度が 20 メートル毎秒以上 60 メートル毎秒以下であり、液滴速度の分布が 3σ (σ は標準偏差)で 5 メートル毎秒以下に収まっている液滴を半導体基板に向けて吐出することを特徴とする基板洗浄方法。
- [請求項6] 請求項4または請求項5記載の基板洗浄方法において、
- 前記液滴を 10 ミリリットル毎分以上の液滴流量にて半導体基板に向けて吐出することを特徴とする基板洗浄方法。

[請求項7] 基板(W)に洗浄液の液滴を吐出して洗浄する基板洗浄方法であって、

、

壁面に複数の吐出孔(64, 164, 264, 364)を穿設した筒状体(61, 161, 261, 361)に洗浄液を送給し、その洗浄液に振動を与えることによって前記複数の吐出孔から平均液滴径が $15\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下であり、液滴径の分布が 3σ (σ は標準偏差)で前記平均液滴径の10%以下に収まっている洗浄液の液滴を基板に向けて吐出することを特徴とする基板洗浄方法。

[請求項8] 請求項7記載の基板洗浄方法において、

前記複数の吐出孔から平均液滴速度が20メートル毎秒以上100メートル毎秒以下であり、液滴速度の分布が 3σ (σ は標準偏差)で前記平均液滴速度の10%以下に収まっている液滴を基板に向けて吐出することを特徴とする基板洗浄方法。

[請求項9] 請求項7または請求項8記載の基板洗浄方法において、

前記複数の吐出孔から10ミリリットル毎分以上の液滴流量にて洗浄液の液滴を基板に向けて吐出することを特徴とする基板洗浄方法。

[請求項10] 半導体基板(W)に洗浄液の液滴を吐出して洗浄する基板洗浄方法であって、

壁面に複数の吐出孔(64, 164, 264, 364)を穿設した筒状体(61, 161, 261, 361)に洗浄液を送給し、その洗浄液に振動を与えることによって前記複数の吐出孔から平均液滴径が $15\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下であり、液滴径の分布が 3σ (σ は標準偏差)で $2\mu\text{m}$ 以下に収まっている洗浄液の液滴を半導体基板に向けて吐出することを特徴とする基板洗浄方法。

[請求項11] 請求項10記載の基板洗浄方法において、

前記複数の吐出孔から平均液滴速度が20メートル毎秒以上60メートル毎秒以下であり、液滴速度の分布が 3σ (σ は標準偏差)で5メートル毎秒以下に収まっている液滴を半導体基板に向けて吐出する

ことを特徴とする基板洗浄方法。

[請求項12] 請求項10または請求項11記載の基板洗浄方法において、
前記複数の吐出孔から10ミリリットル毎分以上の液滴流量にて洗浄液の液滴を半導体基板に向けて吐出することを特徴とする基板洗浄方法。

[請求項13] 基板(W)に洗浄液の液滴を吐出して洗浄する基板洗浄装置であって、
壁面に複数の吐出孔(64, 164, 264, 364)を穿設した筒状体(61, 161, 261, 361)および前記壁面に貼設した圧電素子(62, 162, 262, 362)を有し、前記筒状体に送給された洗浄液に前記圧電素子から振動を与えることによって前記複数の吐出孔から平均液滴径が $15\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下であり、液滴径の分布が 3σ (σ は標準偏差)で前記平均液滴径の10%以下に収まっている洗浄液の液滴を基板に向けて吐出する洗浄ノズル(60, 160, 260, 360)を備えることを特徴とする基板洗浄装置。

[請求項14] 請求項13記載の基板洗浄装置において、
前記洗浄ノズルは、前記複数の吐出孔から平均液滴速度が20メートル毎秒以上100メートル毎秒以下であり、液滴速度の分布が 3σ (σ は標準偏差)で前記平均液滴速度の10%以下に収まっている液滴を基板に向けて吐出することを特徴とする基板洗浄装置。

[請求項15] 請求項13または請求項14記載の基板洗浄装置において、
前記洗浄ノズルは、前記複数の吐出孔から10ミリリットル毎分以上の液滴流量にて洗浄液の液滴を基板に向けて吐出することを特徴とする基板洗浄装置。

[請求項16] 半導体基板(W)に洗浄液の液滴を吐出して洗浄する基板洗浄装置(1)であって、
壁面に複数の吐出孔(64, 164, 264, 364)を穿設した筒状体(61, 161, 261, 361)および前記壁面に貼設した圧電素子(62, 162, 262, 362)を有し、前記筒状体に送給された洗浄液に前記圧電素子から振動を与えること

によって前記複数の吐出孔から平均液滴径が $15\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下であり、液滴径の分布が 3σ (σ は標準偏差)で $2\mu\text{m}$ 以下に収まっている洗浄液の液滴を半導体基板に向けて吐出する洗浄ノズル(60, 160, 260, 360)を備えることを特徴とする基板洗浄装置。

[請求項17]

請求項16記載の基板洗浄装置において、

前記洗浄ノズルは、前記複数の吐出孔から平均液滴速度が 20 メートル毎秒以上 60 メートル毎秒以下であり、液滴速度の分布が 3σ (σ は標準偏差)で 5 メートル毎秒以下に収まっている液滴を半導体基板に向けて吐出することを特徴とする基板洗浄装置。

[請求項18]

請求項16または請求項17記載の基板洗浄装置において、

前記洗浄ノズルは、前記複数の吐出孔から 10 ミリリットル毎分以上の液滴流量にて洗浄液の液滴を半導体基板に向けて吐出することを特徴とする基板洗浄装置。

[請求項19]

請求項13から請求項18のいずれかに記載の基板洗浄装置において、

前記筒状体は円筒であることを特徴とする基板洗浄装置。

[請求項20]

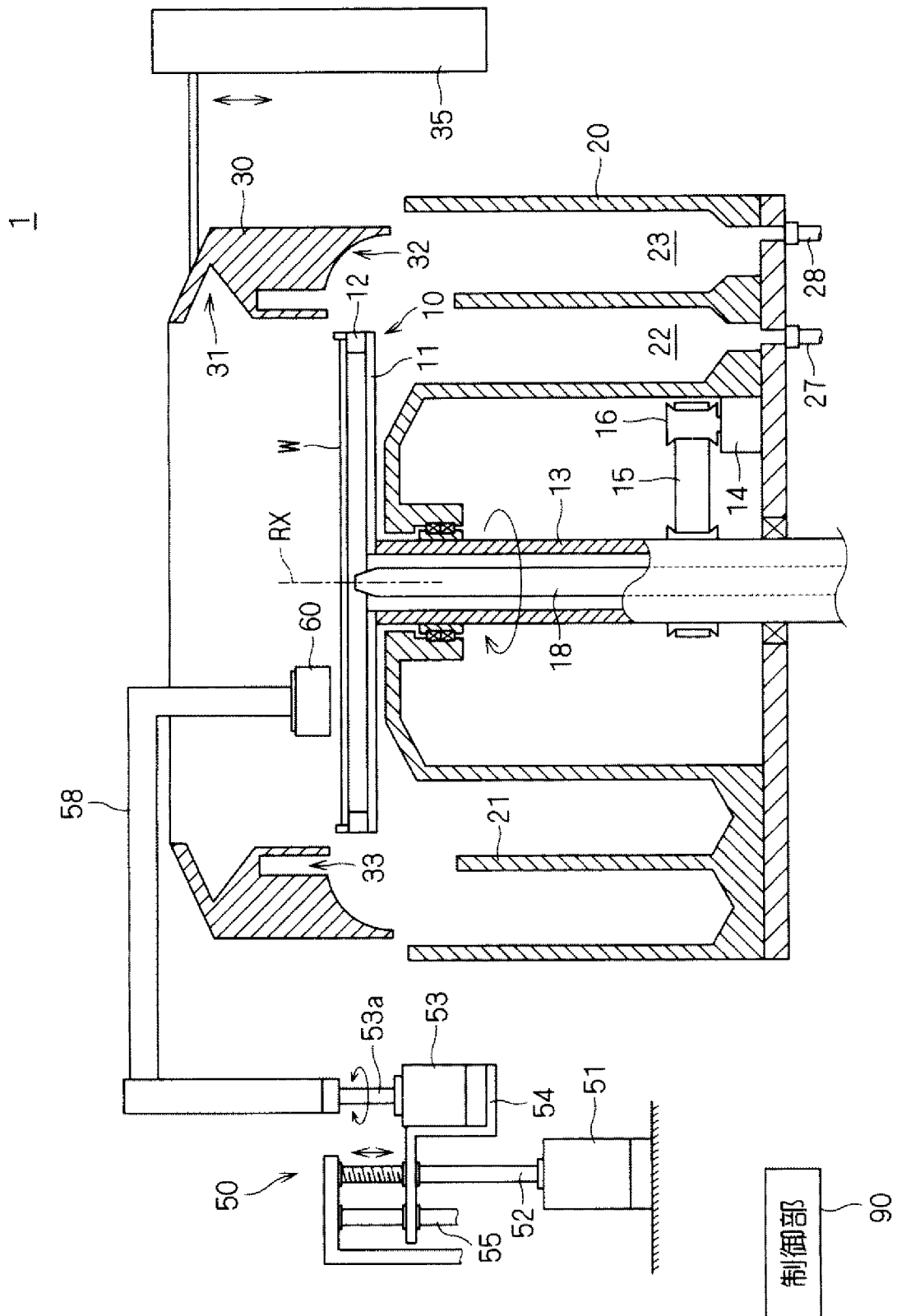
請求項13から請求項19のいずれかに記載の基板洗浄装置において、

前記筒状体の一端側開口から洗浄液を送給する圧送ポンプ(72)と、

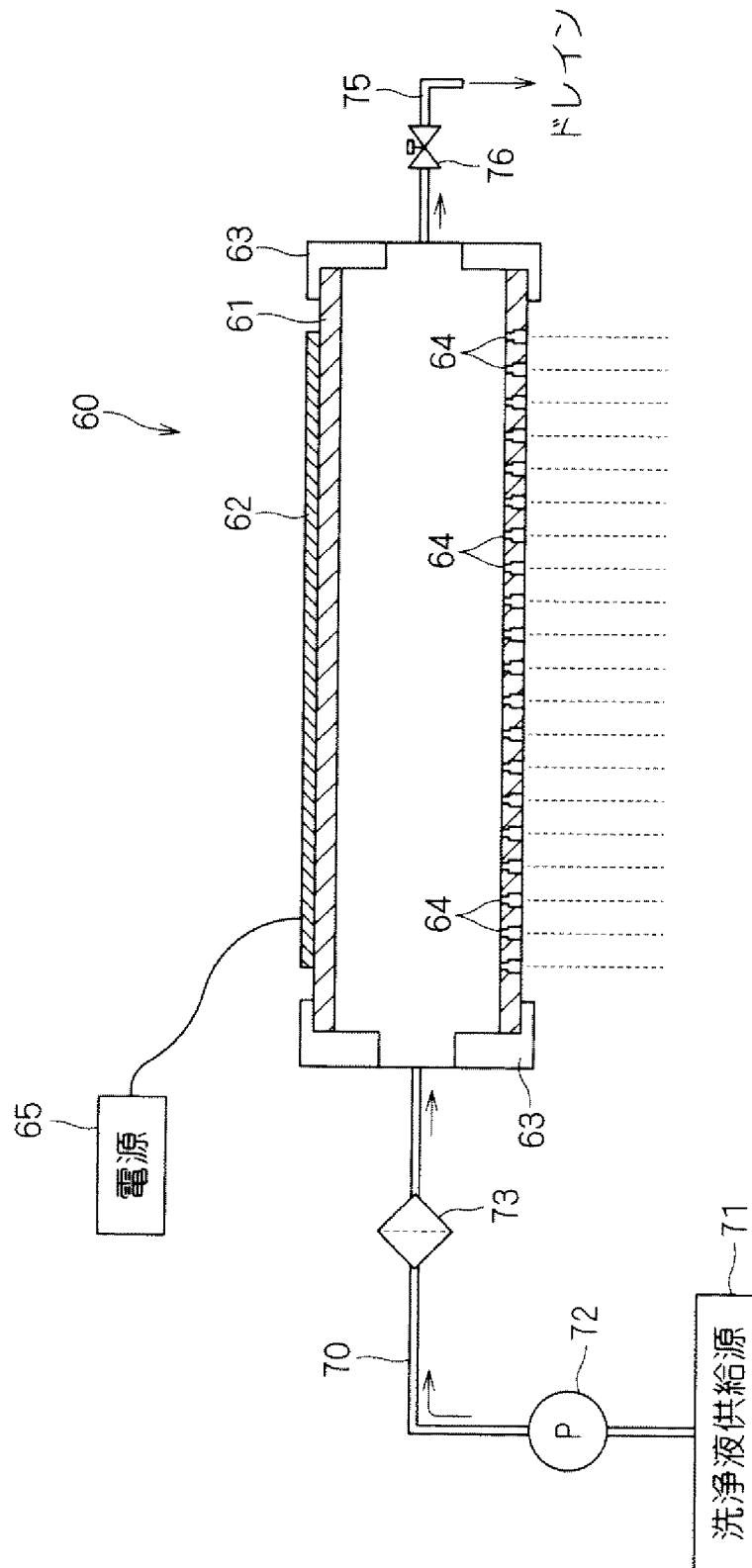
前記筒状体の他端側開口を閉止するバルブ(76)と、

をさらに備えることを特徴とする基板洗浄装置。

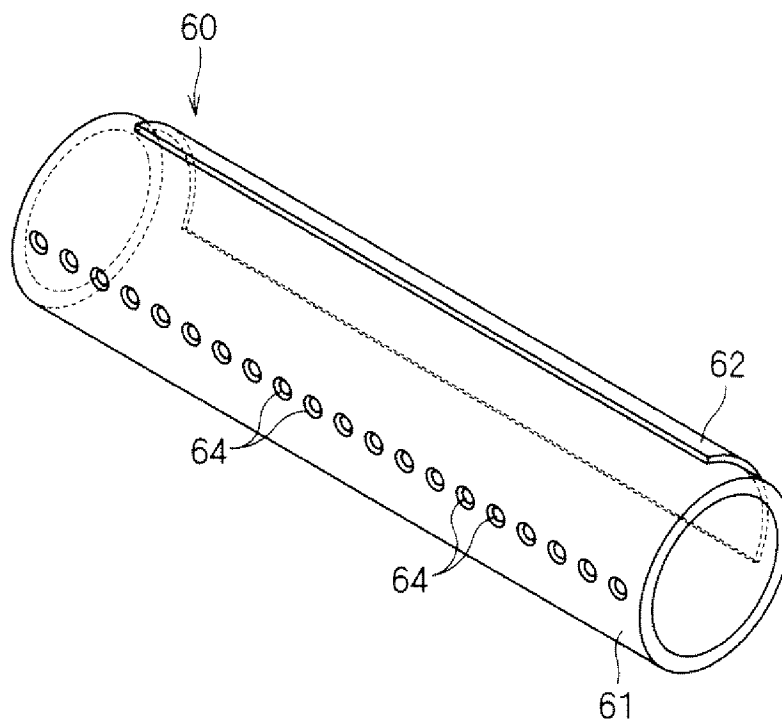
[図1]



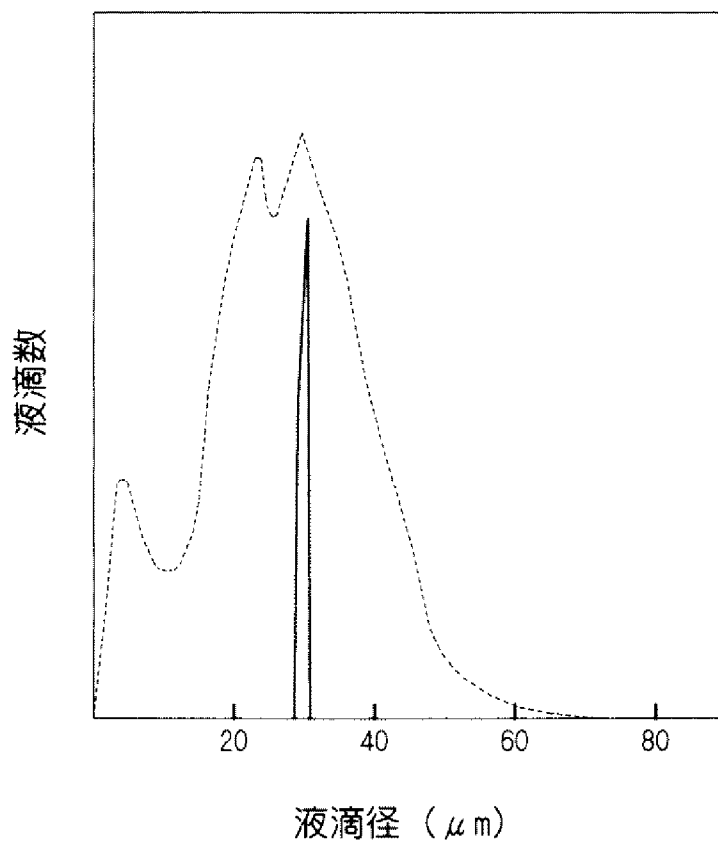
[図2]



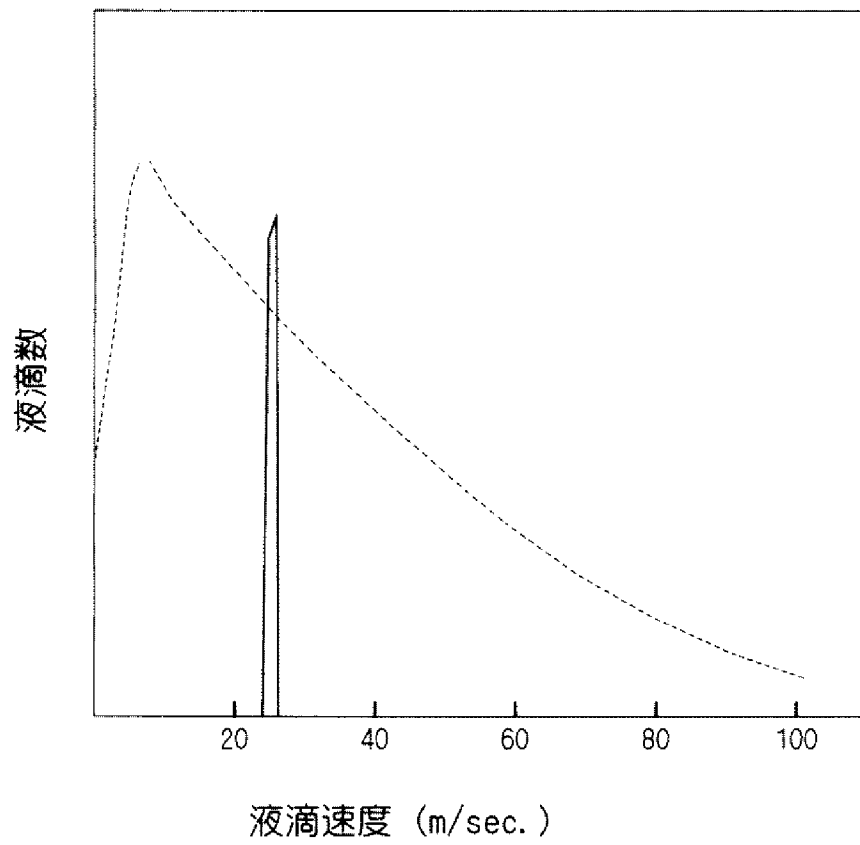
[図3]



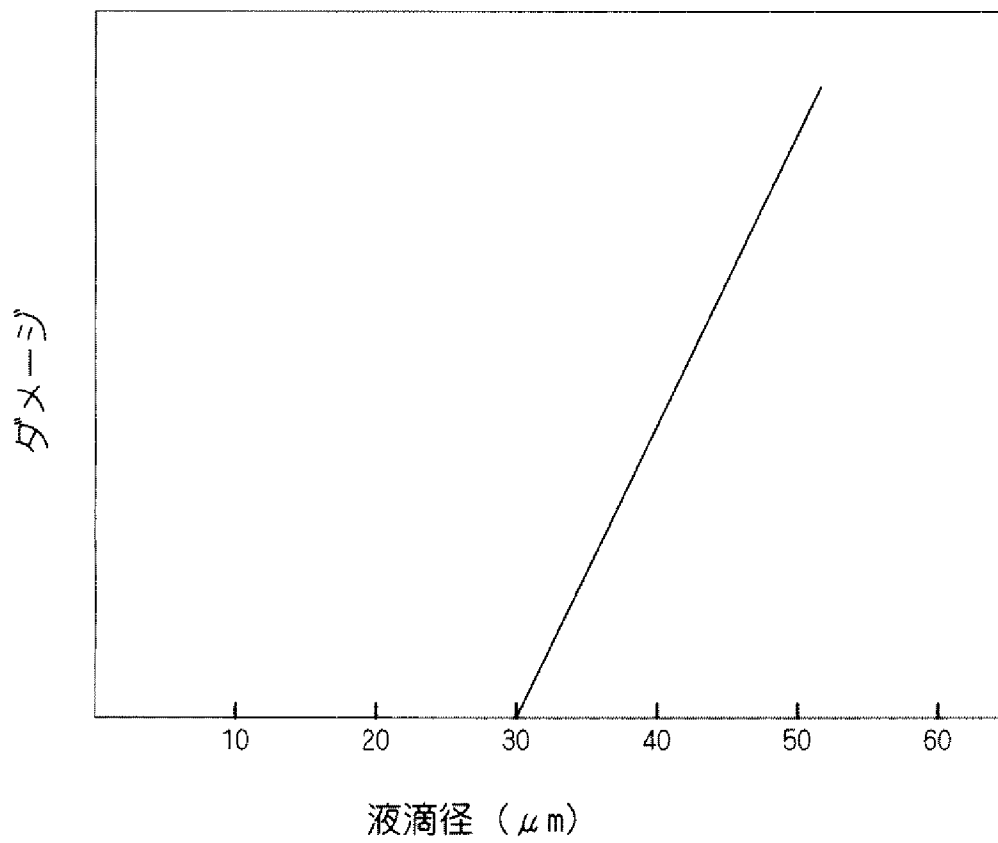
[図4]



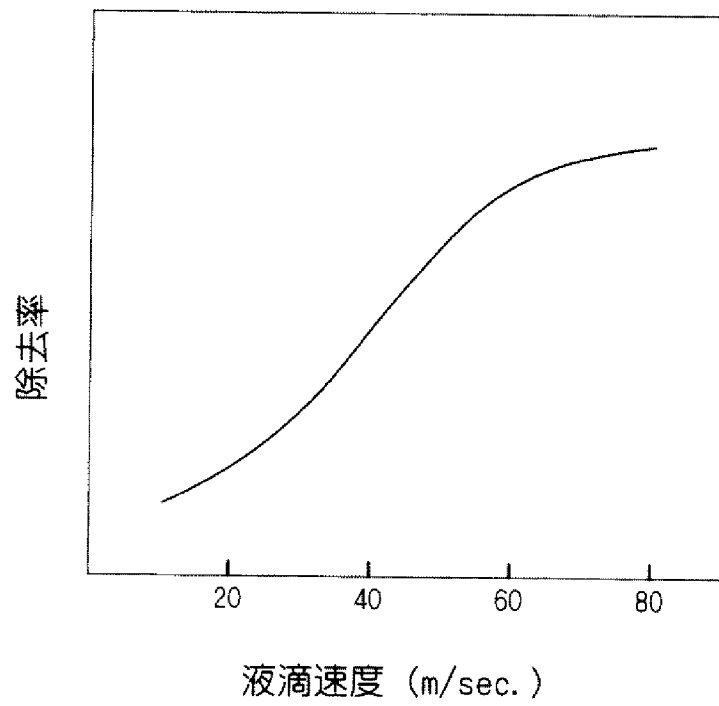
[図5]



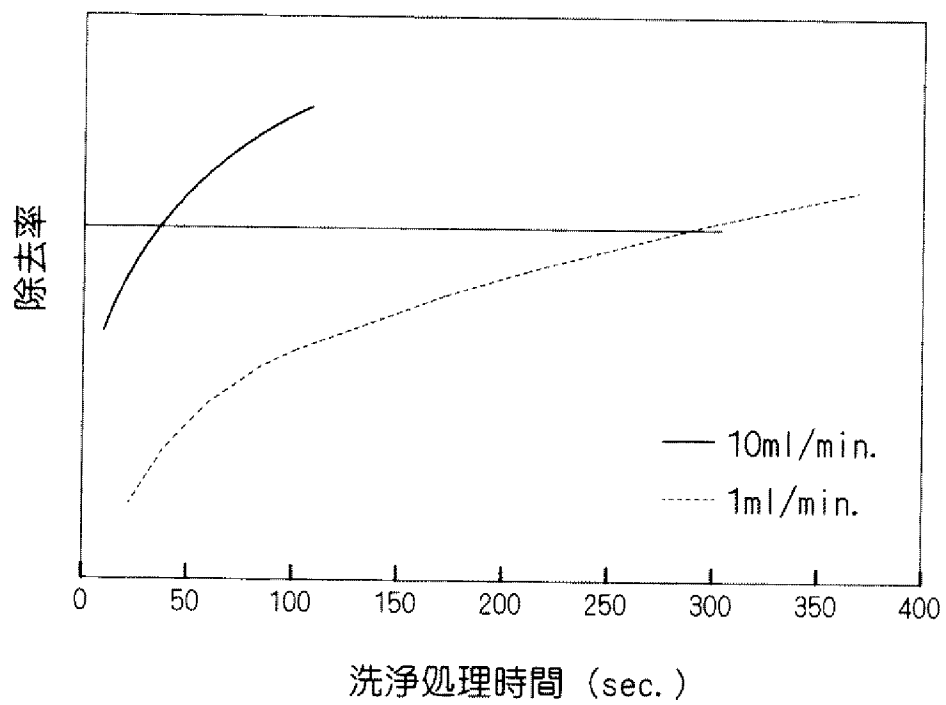
[図6]



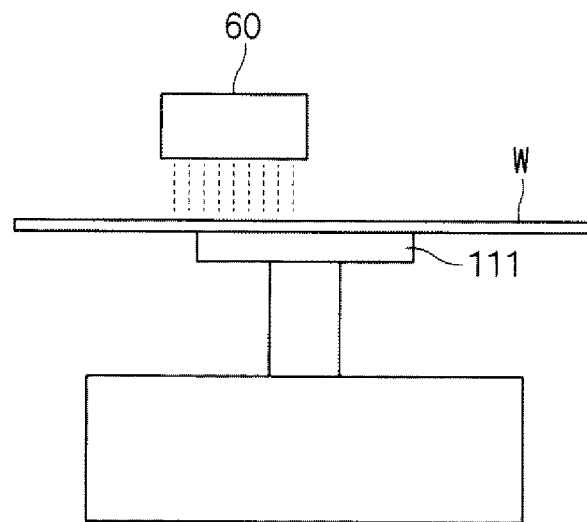
[図7]



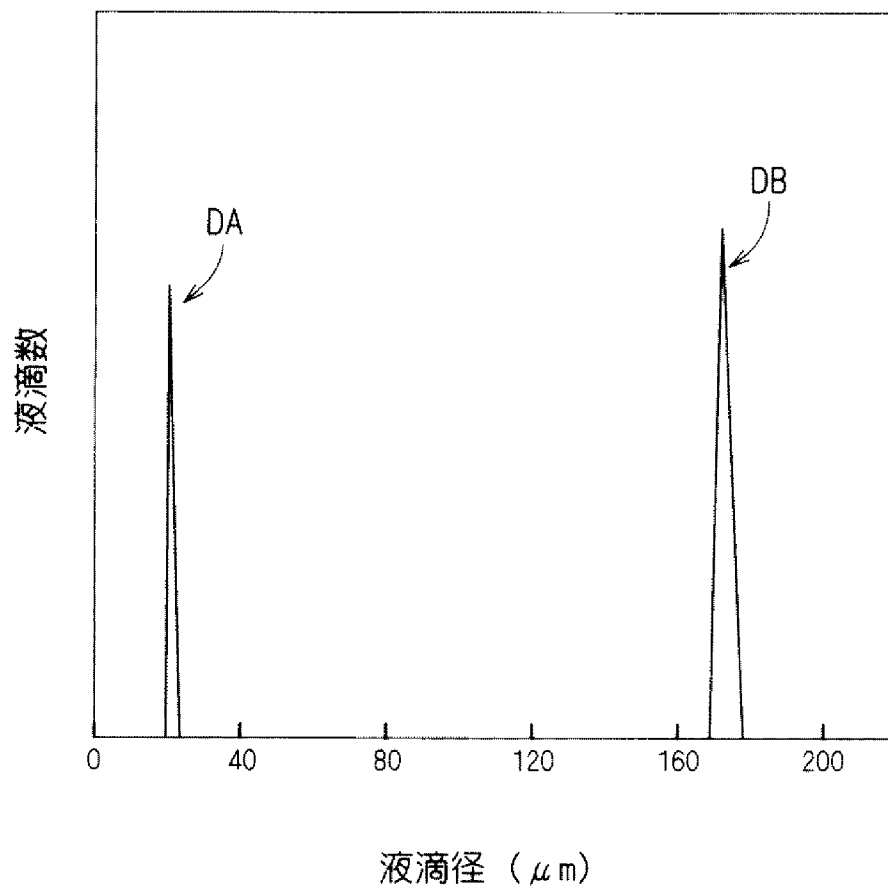
[図8]



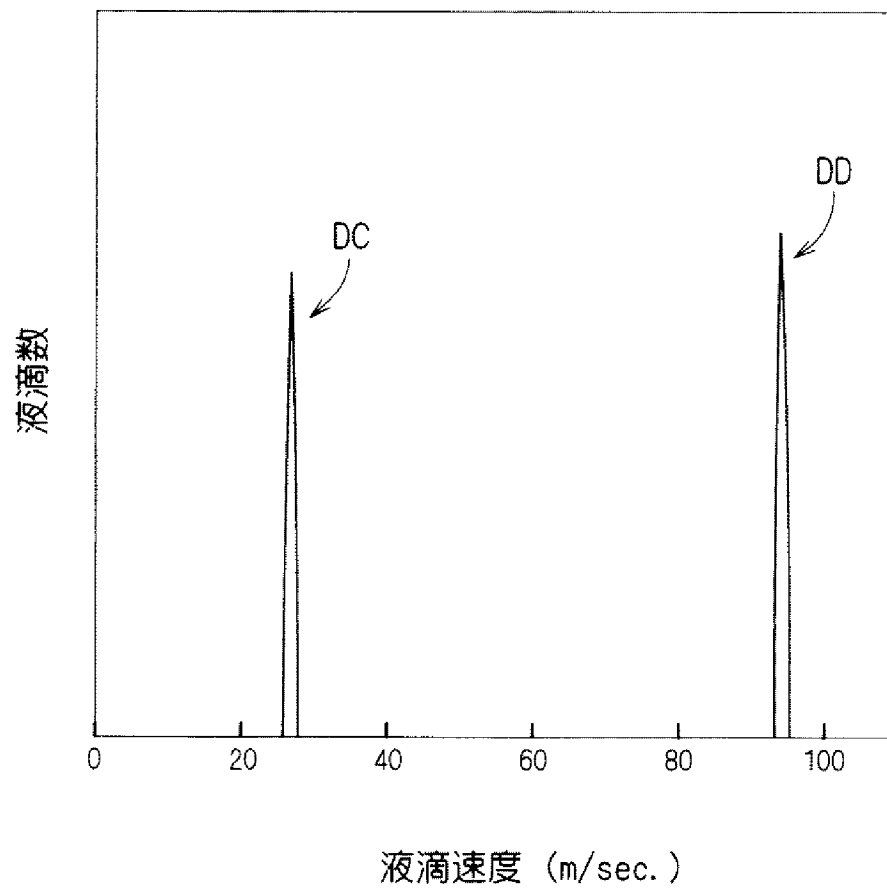
[図9]



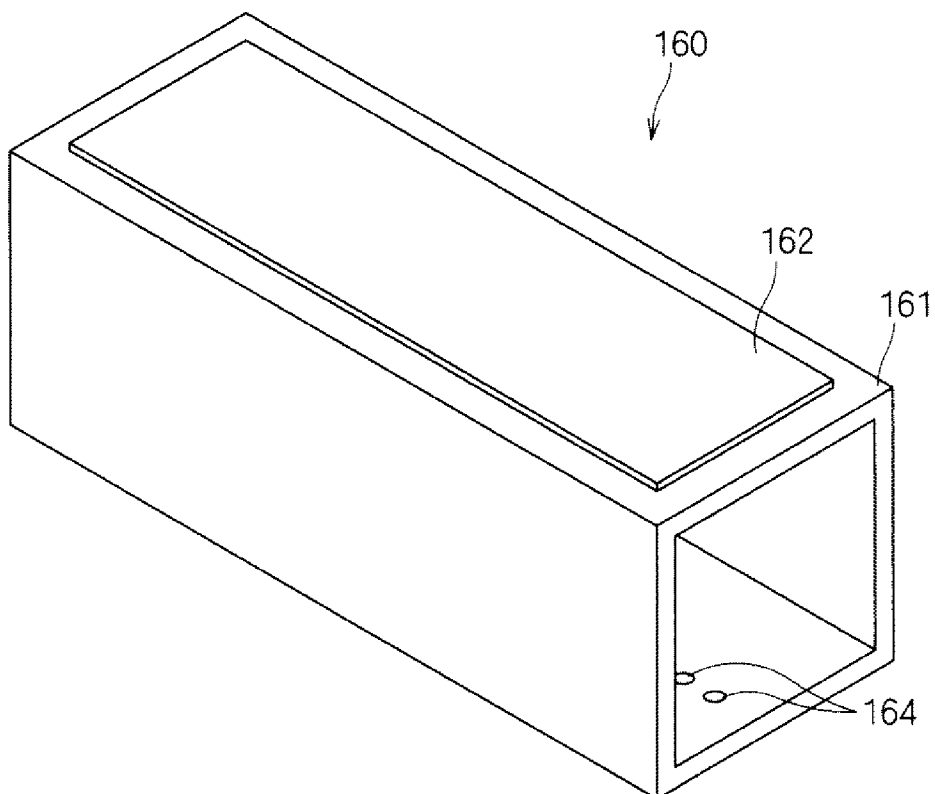
[図10]



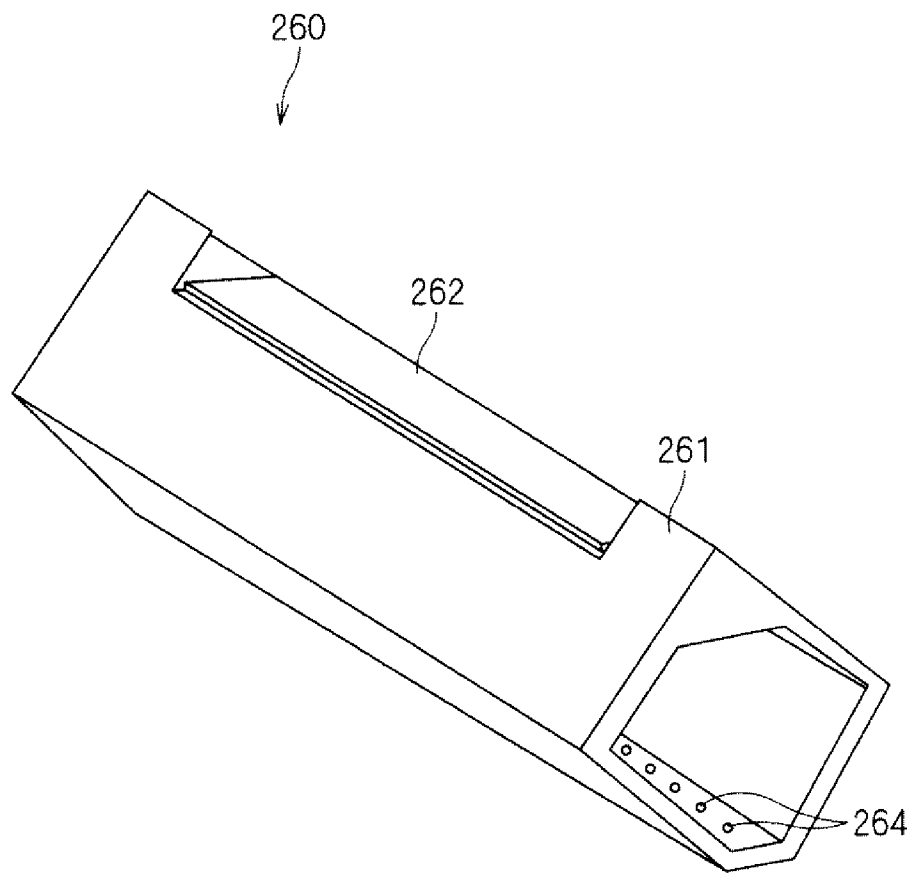
[図11]



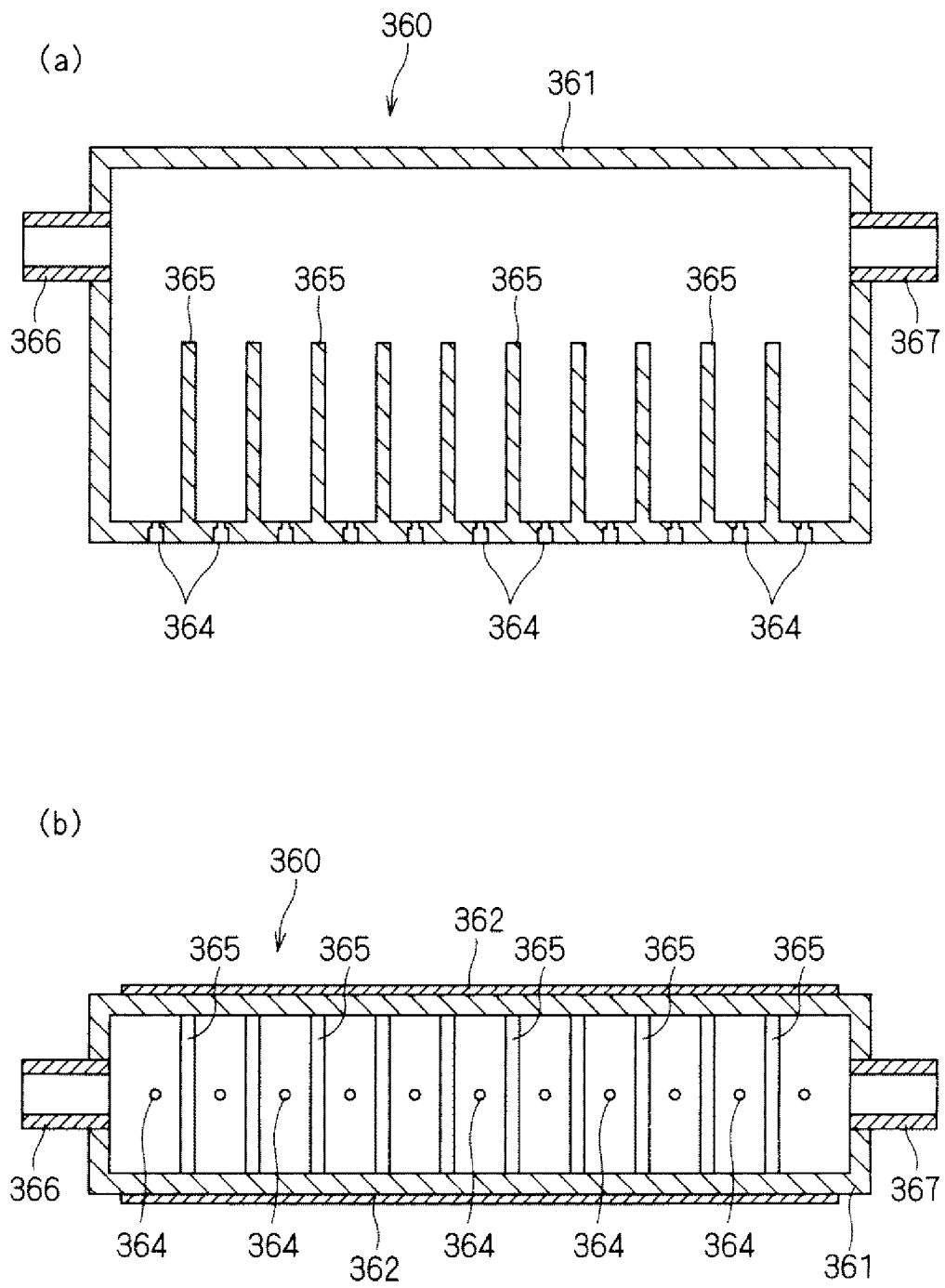
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/062968

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/304(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L21/304

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2002-11419 A (Hitachi, Ltd.), 15 January, 2002 (15.01.02), Full text; all drawings (Family: none)	1-12 13-20
Y A	JP 2006-128332 A (Dainippon Screen Mfg. Co., Ltd.), 18 May, 2006 (18.05.06), Par. Nos. [0002], [0003], [0019] to [0054] (Family: none)	1-12 13-20
Y A	JP 2007-27270 A (Sony Corp.), 01 February, 2007 (01.02.07), Full text; all drawings (Family: none)	1-12 13-20

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
11 September, 2009 (11.09.09)

Date of mailing of the international search report
29 September, 2009 (29.09.09)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/062968

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 8-252497 A (SPC Electronics Corp.), 01 October, 1996 (01.10.96), Full text; all drawings (Family: none)	7-12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L21/304 (2006. 01) i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L21/304

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 9 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 9 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 9 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2002-11419 A (株式会社日立製作所) 2002. 01. 15, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-12 13-20
Y A	JP 2006-128332 A (大日本スクリーン製造株式会社) 2006. 05. 18, 段落 0002, 0003, 0019-0054 (ファミリーなし)	1-12 13-20
Y A	JP 2007-27270 A (ソニー株式会社) 2007. 02. 01, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-12 13-20

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 1 . 0 9 . 2 0 0 9

国際調査報告の発送日

2 9 . 0 9 . 2 0 0 9

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

五十嵐 康弘

3 K

3 6 2 4

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 3 2

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 8-252497 A (島田理化工業株式会社) 1996. 10. 01, 全文, 全図 (ファミリーなし)	7-12