

明 細 書

発明の名称：超音波洗浄装置及び超音波洗浄システム

技術分野

[0001] 本発明は、ウェーハやガラス基板などからなる半導体基板や可撓性フィルム等の被洗浄物を超音波洗浄する超音波洗浄装置及び超音波洗浄システムに関し、特にラインシャワー型及びホーン型の洗浄が可能であり、使用する洗浄液を大幅に低減して省液化が可能な超音波洗浄装置及び超音波洗浄システムに関する。

背景技術

[0002] 従来、超音波洗浄装置は、洗浄槽の下面に超音波振動子を取り付け、洗浄液を洗浄槽に供給して、洗浄槽に被洗浄物を含浸して、超音波振動を洗浄槽の下面から印加して洗浄を行うのが一般的である。また、水密構造の本体に内蔵した超音波振動子を洗浄液に投入して、洗浄を行う投込振動子方式の洗浄も行われている。

[0003] 液晶パネルや半導体ウェーハ等の洗浄には、洗浄液を超音波と共にシャワー状に噴出させ、これらの被洗浄物を超音波洗浄するシャワー型超音波洗浄装置が知られている。

[0004] 特許文献１には、ノズル先端から被洗浄物までの距離調整を厳密に必要としない、設置調整が容易なシャワー型超音波洗浄装置が開示されている。

[0005] 特許文献１によれば、シャワー型超音波洗浄装置は、筐体の先端部に取り付けられたノズルと、ノズルの後端部に対向して配置された円板状の超音波振動子と、筐体の側面に形成された洗浄液の給液口とを有し、ノズルの吐出孔を直径が一定の直線状丸孔に形成するとともに、ノズルの後端部面をその外縁から吐出孔に向かって所定の傾斜角で下降する円錐状に構成する。給液口から供給された洗浄液と超音波振動子から放射された超音波とをノズルの先端から噴射してノズルの前方に配置された被洗浄物を洗浄する。これにより、ノズルから放射される超音波が焦点を形成しないため、被洗浄物からノ

ズル先端までの距離を厳密に調整する必要がない。

[0006] このように、ライン型を含むシャワー型超音波洗浄装置は、筐体内部の超音波振動子によって、供給される洗浄液に超音波のエネルギーを照射し、ノズルから超音波が印加された洗浄液を被洗浄物に噴出することで、パーティクルなどの汚れを除去するものである。

[0007] また、特許文献2には、被洗浄物が半導体ウェーハや半導体ウェーハ以外の他の被洗浄物の場合でも汚れ具合に応じて自在に選択して洗浄することができるホーン型の枚葉式洗浄装置が開示されている。

[0008] 特許文献2によれば、被洗浄物の一面を支持する回転テーブルと、これに支持された被洗浄物の他面に対向配置される異なる振動数で振動する複数の振動素子と、振動素子と被洗浄物との間に洗浄液を供給する液供給ノズルと、回転テーブルを振動素子面に対し平行移動させるモータと、前記振動素子を異なる周波数で超音波振動させる超音波発振器とで構成される。

[0009] この枚葉式洗浄装置は、回転テーブルに支持された被洗浄物を移動させながら振動素子を超音波振動させて介在する洗浄液により被洗浄物面を洗浄するものである。

[0010] このように、ホーン型の枚葉式洗浄装置（以下、ホーン型超音波洗浄装置という。）は、振動面と被洗浄物との間に液膜を作ることにより、液膜を介して超音波のエネルギーを直接、被洗浄物に伝播して汚れを除去して洗浄するものである。

[0011] また、特許文献3には、被洗浄物の洗浄面と所定の角度を持たせ、空隙を保って設けられた超音波振動体と、超音波振動体の近傍に配置された媒質供給管とを設けて、媒質供給管から媒質を放出し、超音波振動体の振動面と被洗浄物の洗浄面との間に媒質の層を形成して、媒質の層を介して被洗浄物に超音波振動を印加するようにしたホーン型超音波洗浄機が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0012] 特許文献1：特開2001-933号公報

特許文献2：特開2005-85978号公報

特許文献3：特開平3-258381号公報

特許文献4：韓国登録公報10-1336996号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0013] 特許文献1に開示されたシャワー型超音波洗浄装置は、洗浄液が集中して狭いエリアに放出するスポットシャワー型超音波洗浄装置であり、大型の被洗浄物には適していない。このため、例えば、大型基板等に対しては、スリットを設けてライン状に洗浄液を放出するラインシャワー型超音波洗浄装置が用いられている。
- [0014] スポットシャワー型、ラインシャワー型超音波洗浄装置では、洗浄液の供給ラインに気泡が入り込むと気泡が振動子の表面を取り囲むため、振動子と洗浄液との接触する範囲が少なくなる。このため、空焚きとなってしまう、故障につながってしまうおそれがある。このため、空焚きを防止するために、気泡が入り込まないように給水路の管理が必要となる。また、連続して大量の洗浄液を供給する必要がある。
- [0015] また、スポットシャワー型、ラインシャワー型超音波洗浄装置では、振動子が洗浄液の上部に設置されており、洗浄液に超音波を有効に作用するために、常に、振動子の振動面が洗浄液に接していなければならない。このため、大量の洗浄液を連続して供給して、常に振動面が接液するようにする必要がある。
- [0016] 一方、特許文献2及び特許文献3に開示されたホーン型超音波洗浄装置では、超音波振動子を内蔵した筐体と被洗浄物との間に洗浄液を供給する液供給機構を設けて、洗浄液を供給して振動子を内蔵した筐体と被洗浄物との間に液膜を形成して洗浄を行う。

特許文献4には液膜形成による超音波洗浄が開示されているが、この方式は、洗浄装置の左右から洗浄液を供給して超音波振動部がある中央で液膜を形成して被洗浄物を洗浄する方式を採用しているが、この方式では左右の洗

浄液の供給が均一に供給されないと洗浄液膜も中央に形成できなく洗浄液の供給量の調整が困難であり、本願のようなラインシャワーを形成する洗浄は実施できない欠点がある。

[0017] しかしながら、ホーン型超音波洗浄装置は、超音波の振動面に液膜が形成されないと洗浄処理が行えなかったり、洗浄効果が得られないことがある。また、振動子を内蔵した筐体と被洗浄物との間に泡が入り込んだりした場合にも、シャワー型超音波洗浄装置と同様に洗浄効果が得られない。

[0018] 近年、被洗浄物のサイズも大型化して、洗浄幅のさらに広いラインシャワー型超音波洗浄装置が必要となり、洗浄物の横幅方向における超音波及び流量の均一化が要求されている。さらに、洗浄物の横幅が広くなると洗浄液の使用量も多くなる。従来のラインシャワー型超音波洗浄装置は、洗浄液を大量に消費して、ランニングコストも高くなるため、洗浄液の消費を押さえて、ランニングコストを低くすることが求められている。

[0019] このため、被洗浄物の大型化に伴い、少ない洗浄液を使用して、洗浄物の横幅方向における洗浄の均一性を保ちつつ、洗浄幅の広い超音波洗浄装置が求められている。

[0020] また、従来、ラインシャワー型超音波洗浄装置とホーン型超音波洗浄装置では、洗浄方式が異なるため、それぞれの方式に応じた装置を準備する必要があった。

[0021] そこで、本発明は、ガラス基板などの半導体基板や可撓性フィルム等の大型の被洗浄物の洗浄が可能であり、ラインシャワー型及びホーン型の超音波洗浄装置の機能を備え、使用する洗浄液を大幅に低減して省液化が可能な超音波洗浄装置及び超音波洗浄システム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

[0022] 本発明における超音波洗浄装置は、超音波振動子によって超音波振動が印加される底面が設けられた筐体と、筐体底面の一端側から当該底面に向けて洗浄液を供給し、当該洗浄液を筐体底面に沿って流動させることにより、筐体底面に液膜を形成する液膜形成手段と、筐体底面他端側に設けられ、筐

体底面を流動する洗浄液を被洗浄物に向けて放出する洗浄液放出部と、が備えられる。

[0023] また、本発明における超音波洗浄装置の底面は、水平面に対して、所定の角度だけ傾斜させることにより、一端側が他端側よりも上方に位置するように構成されているものである。

[0024] また、本発明における超音波洗浄装置の底面は、水平面に対して 1° から 45° の範囲で傾斜していることを特徴とする。

[0025] また、本発明における超音波洗浄装置の液膜形成手段には、洗浄液を供給する洗浄液供給部と、洗浄液を内部に貯留する洗浄液貯液槽とが設けられ、洗浄液貯液槽には、洗浄液をオーバーフローさせて洗浄液を整流するオーバーフロー整流板が設けられるものである。

[0026] また、本発明における超音波洗浄装置は、オーバーフロー整流板の長手方向の上端には、切欠部が所定の間隔で設けられている。

[0027] また、本発明における超音波洗浄装置の液膜形成手段には、洗浄液の流速を加速させる流速加速部が設けられており、流速加速部は、オーバーフロー整流板と筐体の外部側面とで形成される供給流路と、筐体の底面と洗浄液導入部材とで形成される洗浄液導入路とから形成され、洗浄液を洗浄液導入路から筐体底面に沿って流動させることにより、筐体底面に液膜を形成するものである。

[0028] また、本発明における超音波洗浄装置は、筐体底面と洗浄液導入部材との間に噴出口が設けられ、流速加速部は、噴出口から噴出する洗浄液の流速を加速するように構成されるものである。

[0029] また、本発明における超音波洗浄装置の洗浄液供給部は、筐体の一方の側面に取り付けられており、洗浄液放出部は、筐体の一方の側面に対向する筐体の他方の側面と、筐体底面の他端側とが交差する端部に沿ってライン状に設けられているものである。

[0030] また、本発明における超音波洗浄装置は、被洗浄物を搬送する搬送装置を備え、洗浄液放出部は、搬送装置の搬送経路上に配置されるものである。

- [0031] また、本発明における超音波洗浄装置は、筐体の側面に超音波振動を遮断する振動遮断体を設けたものである。
- [0032] また、本発明における超音波洗浄装置は、筐体底面と被洗浄物との間に、被洗浄物への洗浄液の放出量を調整する洗浄液調整プレートを備えたことを特徴とする。
- [0033] 本発明の超音波洗浄システムは、超音波洗浄装置と超音波洗浄装置を制御する制御装置とを備え、超音波洗浄装置には、超音波振動子を介して超音波発生装置によって超音波振動が印加される底面が設けられた筐体と、洗浄液を供給する洗浄液供給部が設けられ、筐体底面の一端側から当該底面に向けて洗浄液を供給し、当該洗浄液を筐体底面に沿って流動させることにより、筐体底面に液膜を形成する液膜形成手段と、筐体底面の他端側に設けられ、筐体底面を流動する洗浄液を被洗浄物に向けて放出する洗浄液放出部と、が設けられ、制御装置は、洗浄開始時に洗浄液供給部に洗浄液を供給する洗浄液供給開閉手段に洗浄液供給の信号を出力して洗浄液供給部に洗浄液を供給し、所定の時間経過後に超音波発生装置に発振開始信号を出力して超音波発生装置を駆動し、洗浄終了時に超音波発生装置に発振停止信号を出力し、超音波発生装置の駆動を停止し、所定の時間経過後に、洗浄液供給開閉手段に洗浄液供給停止の信号を出力して洗浄液供給部への洗浄液の供給を停止し、超音波発生装置を駆動中に底面に洗浄液を供給制御するものである。
- [0034] また、本発明の超音波洗浄システムには、被洗浄物を搬送する搬送手段と、搬送手段上での被洗浄物の有無を検知する検知センサとが設けられ、制御装置は、検知センサで、搬送手段上での被洗浄物の有無を確認して、洗浄開始時に洗浄液供給部に洗浄液を供給する洗浄液供給開閉手段に洗浄液供給の信号を出力して洗浄液供給部に洗浄液を供給し、所定の時間経過後に超音波発生装置に発振開始信号を出力して超音波発生装置を駆動し、洗浄終了時に検知センサで、搬送手段上での洗浄処理済の被洗浄物の通過を確認して、超音波発生装置に発振停止信号を出力して、超音波発生装置の駆動を停止し、所定の時間経過後に、洗浄液供給開閉手段に洗浄液供給停止の信号を出力し

て洗浄液供給部への洗浄液の供給を停止するように制御するものである。

発明の効果

- [0035] 本発明によれば、液膜形成手段は、洗浄液供給部からの洗浄液の流速を加速して筐体底面に噴出する流速加速部を備え、流速加速部から噴出した洗浄液は超音波振動子の振動によって拡散して、筐体底面の傾斜面を流動して筐体底面に液膜を形成する。洗浄液の液膜の一方の表面は筐体底面に接し、洗浄液の液膜の他方の表面は、大気又は被洗浄物の表面と接しており、筐体底面を流動した洗浄液を下方に位置する被洗浄物に放出する。これにより被洗浄物がない状態でも筐体底面に連続的に洗浄液の液膜が形成され、常に筐体底面が洗浄液に触れている状態が作り出されるため、故障の原因となる空焚きを防止することができる。
- [0036] 本発明によれば、液膜形成手段は、洗浄液供給部からの洗浄液の流速を加速して筐体底面に噴出する流速加速部を備え、流速加速部から噴出した洗浄液は超音波振動子の振動によって拡散して、筐体底面の傾斜面を流動して筐体底面に液膜を形成し、筐体底面を流動した洗浄液の下方に位置する被洗浄物の洗浄面に集中して放出されるため、通常の洗浄液の使用量よりも少ない量で洗浄することが可能となる。
- [0037] また、筐体底面に洗浄液を流動させることにより、筐体底面に液膜が形成され、超音波振動子で発生した熱が効率良く吸収されるため、超音波振動子が冷却されて安定した振動を行うことができる。
- [0038] また、本発明によれば、供給される洗浄液を洗浄液貯液槽に貯留して、洗浄液をオーバーフローさせてオーバーフロー整流板で整流した洗浄液を使用することにより、従来のように、供給された洗浄液を直接超音波振動子や被洗浄物に直接放出しないため、洗浄液を均一に流すことができる。また、オーバーフローした洗浄液を使用することにより、泡の混入や発生を少なくすることができるため、安定した洗浄が行える。
- [0039] 本発明による超音波洗浄装置は、1台でスポットシャワー型とホーン型の機能を有しており、洗浄形態に応じて超音波洗浄装置を使い分することがで

きる。即ち、被洗浄物を洗浄液放出部に近づけて設置することにより、洗浄液放出部から放出された洗浄液によって被洗浄物と筐体底面との間に液膜が形成されるため、ホーン型と同様の構成を実現でき、強い洗浄効果が得られる。

[0040] また、本発明によれば、筐体底面は、被洗浄物に対して傾けて対向するように設けられており、筐体底面からの被洗浄物までの距離に依存し、超音波の波長によって発生する洗浄ムラを軽減することができる。また、筐体底面を被洗浄物に対して角度を設けることにより、反射による超音波振動子の特定箇所への超音波エネルギーの集中を防ぎ、超音波振動子の故障発生を軽減することができる。なお、筐体の底面が水平面であっても筐体を傾けて設置することにより、筐体底面に傾斜面を設けたことと同じ効果を得ることができる。

[0041] また、本発明によれば、筐体に設けた超音波振動を遮断する振動遮断体を設けたことにより、筐体上部等の洗浄に寄与しない個所での振動を抑えて、超音波エネルギーを洗浄液、被洗浄物に効率的に付与することができる。

[0042] また、本発明によれば、超音波により活性化された洗浄液は、筐体底面の端部からライン状に放出されるため、従来のラインシャワーのようにスリット等を設けて洗浄液を放出する必要がないため、超音波洗浄装置の構造を簡素化することができる。

[0043] また、本発明によれば、洗浄液が噴出される横幅方向で、洗浄の均一性を保った洗浄幅が得られるため、筐体底面の端部からライン状に洗浄液を放出することにより、被洗浄物の大型化に対応することができる。

[0044] また、本発明によれば、洗浄液が噴出される横幅方向で、洗浄の均一性を保った洗浄幅が得られるため、筐体底面から洗浄液を介して接する洗浄物の表面に洗浄液を放出することにより、被洗浄物の大型化に対応することができる。

[0045] また、超音波洗浄装置は、被洗浄物に対して傾けて対向するように筐体底面が設けられているため、ガラス基板等の平面を成す被洗浄物だけでなく、

フィルム等の可撓性を有する部材に対しても有効である。

図面の簡単な説明

[0046] [図1]本発明による超音波洗浄装置を側面から見た断面図である。

[図2]本発明による超音波洗浄装置の外観を示す斜視図である。

[図3] (a) 超音波洗浄装置における洗浄液供給装置を示す斜視図、(b)は、図3(a)に示す破線円内の領域A、オーバーフロー整流板上端の一部の構成を示す拡大図である。

[図4]被洗浄物として可撓性を有する部材を洗浄する超音波洗浄装置を側面から見た断面図である。

[図5]本発明による超音波洗浄装置の洗浄中の洗浄液の流動状態を示す図である。

[図6]洗浄管理コンピュータによる超音波洗浄システムの構成を示す図である。

[図7]洗浄管理コンピュータで制御する場合の超音波洗浄システムのフローチャートを示し、(a)は、洗浄処理開始時におけるフローチャート、(b)は、洗浄処理終了時におけるフローチャートを示すものである。

[図8]本発明による超音波洗浄装置の第1の実施形態を示す断面図である。

[図9]本発明による超音波洗浄装置の第2の実施形態を示す断面図である。

[図10]本発明による超音波洗浄装置の第3の実施形態を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0047] 以下図面を参照して、本発明による超音波洗浄装置及び超音波洗浄システムを実施するための形態について、図1乃至図10を参照して説明する。なお、本発明は、被洗浄物に対して傾けて対向するように設けられた底面を有する筐体と洗浄液を一時貯留する洗浄液貯液槽を有し、洗浄液を均一に流すオーバーフロー整流板を通った洗浄液を筐体の傾斜した筐体底面に、洗浄液の流速を加速して噴出し、筐体底面を流動した洗浄液を被洗浄物に放出して洗浄するものである。これにより、シャワー型及びライン型の洗浄が可能であり、使用する洗浄液を大幅に低減して省液化を可能としたものである。

- [0048] 図1は、本発明による超音波洗浄装置1を側面から見た断面図、図2は、本発明による超音波洗浄装置の外観を示す斜視図である。
- [0049] 超音波洗浄装置1は、筐体3と、洗浄液供給装置20と、流速加速装置35と、を有している。また、洗浄液供給装置20と流速加速装置35とは、液膜形成手段を構成する。
- [0050] 図1及び図2に示すように、筐体3は、横幅 $l \times a$ 、紙面に垂直方向に奥行に長く（縦幅 $l y$ ）であり、厚さ d で蓋部を形成する長形状の上板5と、この上板5の下部に接して、所定の間隔で複数のボルトBで固定されるつば状の突起部6a、6bと、これら突起部6a、6bの端部から下方方向に一体に伸長して厚さ $e 3$ でなる外部側面3b、3dと、これら外部側面3b、3dの下端部で一体に連結して厚さ $e 3$ でなる底面7とを有する。
- [0051] 図1及び図2に示すように、筐体3は、外部側面3b、3dとの間の横幅 $l x$ と、厚さ $e 1$ 、横幅 $\alpha 1$ でなる突起部6a、厚さ $e 1$ よりも大でなる厚さ $e 2$ 、横幅 $\alpha 2$ でなる突起部6bとで、横幅 $l x + \text{横幅} \alpha 1 + \text{横幅} \alpha 2 = \text{横幅} l \times a$ 、すなわち上板5と同じ横幅となるように形成されている。そして、紙面に垂直方向に奥行に長い縦幅は $l y$ であり、高さ方向は、 $l h$ であり、略箱型形状の本体6で構成されている。なお、図2に示すように、上板5の上部には、取付金具42が設けられている。
- [0052] なお、図1に示す各部の寸法は、例えば、上板5の横軸 $l \times a$ は112mm、厚さ d は5mmであり、突起部6aの横幅 $\alpha 1$ は20mm、厚さ $e 1$ は3mmであり、突起部6bの横幅 $\alpha 2$ は21mm、厚さ $e 2$ は10mmであり、外部側面3b、3dの厚さ $e 3$ 、底面7の厚さ $e 3$ は3mmである。また、図2に示す寸法は、被洗浄物50の横幅の長さが1500mm、縦幅の長さが1800mmの場合には、横幅 $l x$ は71mm、縦幅 $l y$ は1660mm、高さ $l h$ は55mmである。なお、本発明による実施形態では、これらの寸法に限定するものではなく、適宜変更するようにしてもよい。
- [0053] 図1に示すように、筐体3の底面7は、被洗浄物50の搬送方向（矢印で図示）とは、反対の方向に向かって傾斜して形成されている。すなわち、筐

体3の底面7は、水平面に対して、傾斜角 θ となるように設けられている。図1に示すように、底面7の傾斜角 θ は、水平面に対して 1° から 45° の範囲が可能である。超音波振動数が1MHzでは、本発明による実施形態では、底面7の傾斜角 θ は、 5° で設定されている。しかして、本発明による実施形態では、筐体3の大きさ、厚さ、底面7の傾斜角 θ などは適宜設定を変えてもよい。なお、底面7の傾斜角の設定は、水平面に対して、底面7の一端側に設けられた液膜形成手段が、他端側に設けられた洗浄液放出部40（図1に図示）よりも上方に位置するように所定の角度だけ傾斜させて筐体を設置したり、筐体の底面を水平面に対して所定の角度だけ傾斜させて筐体を設置することにより行われる。

なお、これらの傾斜角の設定は、作業者が取付金具42により装置への固定で適宜調整することができる。

[0054] 図1に示すように、筐体3の底面7の下方には、矢印方向に搬送可能な搬送装置65上に載置された被洗浄物50が配されている。この被洗浄物50は、本実施形態によれば、横幅の長さ1500mm、縦幅の長さ1800mmの液晶ガラスなどであり、そのため、筐体3は、このような大きさの液晶ガラスを十分洗浄可能な大きさとなっている。

[0055] 図1に示すように、本発明による筐体3は、被洗浄物50と離間して上方に位置し、被洗浄物50に対して対向するように設けられた傾斜面をなす底面7を有し、筐体の内部下面8に超音波発生装置の超音波振動子15を配する構成となっている。なお、本発明による筐体3は、水平面に対して、所定の傾斜角となるように底面7が設けられており、筐体3内に洗浄液を含浸するものではなく、筐体の内部下面8に超音波発生装置を内蔵しており、傾斜面をなす筐体底面7bの端部7aに、洗浄液を放出する洗浄液放出部40を有している。

[0056] このように、本発明による筐体3は、従来の筐体のように、筐体の内部に洗浄液を貯留したり、筐体の内部に設けた超音波振動子に洗浄液を流すものではなく、流速加速装置から噴出した洗浄液を底面の振動によって拡散して

、筐体底面 7 b の傾斜面を流動して筐体底面 7 b に液膜を形成するものである。

[0057] 筐体 3 は、ステンレス等の金属部材で構成されているが、ステンレス等の金属部材に限定するものではなく、他の部材、例えば、石英であってもよい。

[0058] 次に、図 1 に示すように、筐体 3 は、筐体の内部下面 8 上に超音波発生装置の超音波振動子 1 5 を内蔵している。この超音波発生装置 1 4 は、図 6 に示すように、超音波振動子 1 5 と超音波発振器 1 6 とを備えている。しかし、図 1 に示すように、筐体の内部下面 8 上には、超音波発生装置 1 4（図 6 に図示）の超音波振動子 1 5 が図示されており、この超音波振動子 1 5 は、被洗浄物 5 0、すなわち、例えば、液晶ガラスであれば、横幅の長さ 1 5 0 0 mm、縦幅の長さ 1 8 0 0 mm に対して十分な超音波振動が伝播できる大きさとなっている。この超音波振動子 1 5 の大きさは、被洗浄物 5 0 の大きさに対して、適宜設定することができる。

[0059] また、筐体 3 の上板 5 上には、ケーブル導入口 5 a が設けられている。このケーブル導入口 5 a を介して超音波発生装置に電力、信号等が供給される。なお、本発明による超音波発生装置 1 4 は、図 6 に示すように、筐体 3 の内部に超音波振動子 1 5 が設けられており、超音波発振器 1 6 は、超音波洗浄装置 1 とは別に設けられる構成となっているが、超音波発振器 1 6 を筐体 3 の内部の上部空間に設ける構成としてもよい。これによって、超音波洗浄装置 1 が一体構造になるので、被洗浄物 5 0 が搬送装置 6 5 のような搬送装置で搬送されない単品での洗浄も可能となる。

[0060] また、図 1 に示すように、筐体の内部下面 8 上に取り付けられた超音波振動子 1 5 は、筐体の内部下面 8 に接着剤等に取り付けられており、超音波振動子 1 5 は、底面 7 と同様に水平面に対して傾いている。超音波振動子 1 5 は、電歪型振動子であるジルコチタン酸鉛（P Z T）からなり、角板状の形状を有し、主に厚み振動を利用したものである。板状の略長方形の形状を有する底面 7 に合わせて、板状の超音波振動子 1 5 を用いることにより、底面

7の全面を均一に振動させることができる。なお、超音波振動子15は、電歪型振動子に限定するものではなく、他の型の振動子であってもよい。

[0061] 図1に示すように、超音波発生装置の超音波振動子15は、筐体3の底面7が傾斜角 θ で傾斜しているため、この超音波振動子15から発振される超音波振動は、矢印で示す垂直な方向になるように伝搬される。これにより、超音波振動子15を内蔵した筐体の内部下面8は、筐体底面7bを流動する洗浄液45（図2に図示）に超音波エネルギーを重畳する。

[0062] なお、筐体の底面7が平面であっても筐体を傾けて設置することにより、底面7が傾斜面となるように構成してもよい。

[0063] 本発明による筐体3は、水平面に対して傾斜角 θ となるように底面7が傾斜している。これは、底面7を傾斜角 θ とせず、水平とすると、超音波振動子15も水平となるように設けられることとなる。そうすると、超音波振動子15から発せられる超音波振動は、図1に示す矢印方向ではなく、下方、すなわち、水平面に対して直交する方向に発せられることとなり、被洗浄物50の洗浄面に放出された超音波振動波が反射されて超音波振動子15に対して戻ってくる現象が起こり、超音波振動子15の取付面などが破壊されるおそれを避けるためである。例えば、従来のホーン型においては被洗浄物50と水平に設置した際、反射による超音波のエネルギーが超音波振動子15に集中して、超音波の反射の影響を受けやすく故障のリスクが高くなる。

[0064] また、本発明による超音波洗浄装置1は、筐体底面7bが被洗浄物50に対して離間して上方に位置し、被洗浄物50に対して傾斜して設けられているため、筐体底面7bから被洗浄物50までの距離に依存し、超音波の波長によって発生する洗浄ムラを軽減することができる。また、筐体底面7bを被洗浄物50に対して傾斜角 θ を設けることにより、反射による超音波振動子の特定箇所への超音波エネルギーの集中を防ぎ、超音波振動子の故障のリスクを軽減することができる。

[0065] また、本発明による超音波洗浄装置1は、被洗浄物50が大型の液晶ガラスなどの洗浄を想定しており、この大型の被洗浄物50の洗浄面が波状（図

4に図示)となっている場合があり、このような被洗浄物50であっても効率よく洗浄することができる。これについては、図4に関する説明箇所ですらに詳述する。

[0066] 上記のような構成を有する本発明による筐体3は、筐体底面7bに位置する振動エリアが筐体の内部下面8に取り付けられた超音波振動子15と接する面及びその近傍の面に超音波振動が伝播するように構成されており、筐体3の底面7を介して超音波振動子15の振動を有効に伝搬することができる。

[0067] 以上のような構成を有する筐体3は、洗浄液を供給する洗浄液供給装置20と、洗浄液供給装置20からの洗浄液の流速を加速して筐体底面7bに洗浄液を噴出する流速加速装置35とによって、図2に示すように、筐体底面7bのほぼ全体に亘って洗浄液45が流動する構成となっている。したがって、筐体底面7bと被洗浄物50との間に液膜を形成(図8等に図示)し、この液膜によって超音波のエネルギーを直接、被洗浄物50に伝播することができる。

[0068] 次に、本発明による超音波洗浄装置1の液膜形成手段としての洗浄液供給装置20について、図1乃至図3を参照して説明する。図1に示すように、液膜形成手段としての洗浄液供給装置20は、筐体3の側面に設けられており、図3に洗浄液供給装置20の構成の詳細が示されており、図3(a)は、超音波洗浄装置1における洗浄液供給装置20を示す斜視図、図3(b)は、図3(a)に破線で示す円内の領域A、オーバーフロー整流板上端の一部の構成を示す拡大図である。

[0069] 図1及び図3(a)に示すように、液膜形成手段としての洗浄液供給装置20は、洗浄液供給部25と、この洗浄液供給部25から洗浄液を供給する洗浄液貯液槽21とを有する。洗浄液貯液槽21は、洗浄液供給口26から供給する洗浄液を一時的に貯留する貯留槽としても作用する。

[0070] 洗浄液供給装置20は、洗浄液供給部25に設けられたねじ穴を介して、筐体3の突起部6bの端面に所定の間隔で複数のボルトB1で取付け固定さ

れる。また、図3（a）に示すように、洗浄液供給装置20には、流速加速装置35のオーバーフロー整流板22と洗浄液導入部材32とが一体に構成されている。

[0071] 洗浄液供給装置20は、図2に示すように、略箱型形状の本体6でなる筐体3の大きさに対応する大きさで構成されている。すなわち、図3（a）に示すように、全体が横長の構成で構成されている。この洗浄液供給装置20は、筐体3の大きさに合わせて横幅や縦幅、高さ等を設定することができる。本発明による洗浄液供給装置20は、被洗浄物50の横幅の長さが1500mm、縦幅の長さ1800mmの場合には、横幅Uxは40mm、縦幅Uyは1660mm、高さUhは48mmとなっているが、これに限るものではないことは勿論である。

[0072] 図1乃至図3に示すように、洗浄液供給部25は、被洗浄物50を洗浄する洗浄液を外部から洗浄液貯液槽21にパイプ等を接続して供給する洗浄液供給口26を有している。洗浄液45を洗浄液供給部25に設けられた洗浄液供給口26に、洗浄液45を供給する。この洗浄液供給口26は、図2及び図3（a）から明らかなように、1カ所となっているが、複数設けてもよい。すなわち、図2に示す縦幅ly方向に洗浄液供給口26を所定の間隔で設ければよいが、その他の構成としてもよく、洗浄液供給装置20の長手方向の長さ、供給する洗浄液の流量等によって適宜設定するようにすればよい。

[0073] 洗浄液供給口26から供給される洗浄液45（図2に図示）は、図1に示すように、筐体3のつば状の突起部6b、筐体3の外部側面3bと対向する側の洗浄液供給口26で画定される領域に設けられた洗浄液貯液槽21に供給される。

[0074] この洗浄液貯液槽21は、筐体3のつば状の突起部6bの上面と、筐体3の上板5の下面とを接するようにすることで、ボルトB等で取付け固定することができると共に、突起部6bの厚さe2を他方の突起部6aの厚さe1よりも厚くして、突起部6bの下面を利用することによって、洗浄液貯液槽

21の領域を確定することができる。したがって、本発明による洗浄液貯液槽21は、筐体3のつば状の突起部6b、外部側面3bの外側面を共用するという思想によって、洗浄液供給装置20自体の小型化を図ることができると共に、本発明による超音波洗浄装置1自体の小型化、コンパクト化を図ることができるようになっている。

[0075] 図1及び図3(a)に示すように、洗浄液貯液槽21の確定される領域内には、縦幅Uy方向に断面略L字状の壁をなすオーバーフロー整流板22が設けられている。このオーバーフロー整流板22は、洗浄液供給口26から供給される洗浄液45(図2に図示)をオーバーフロー整流板22としての壁の上部からオーバーフローさせて洗浄液45を筐体底面7bに供給するものである。したがって、図1に示すように、オーバーフロー整流板22としての壁の上部と、突起部6bとの下面との間が空いている、すなわち、隙間gは1mmであるが、突起部6bの厚さe2を変えることによって、この隙間gを完全になくして蓋のようにすることもできるし、図1に示すように、隙間gを設けるようにしてもよい。これは、オーバーフロー整流板22から流れる洗浄液45の流れを均一にするためのものであるから、適宜設定することができる。

[0076] 図1に示すように、筐体3の外部側面3bの外側面と洗浄液供給装置20のオーバーフロー整流板22(壁)の側面22aとの間には、洗浄液45を筐体底面7b側に導出する供給流路28が形成されている。

[0077] このように、筐体3に取り付けられた洗浄液供給装置20は、洗浄液供給口26からの洗浄液45を洗浄液貯液槽21で一時貯留して、オーバーフロー整流板22から洗浄液を整流して均一の流れを形成して供給流路28に導出するための一時貯留槽としても作用する。

[0078] 洗浄液供給口26から供給された洗浄液45は、洗浄液貯液槽21に一時貯留されて、洗浄液貯液槽21が洗浄液45で満たされると、オーバーフロー整流板22としての壁の上部から均一な流れに整流された洗浄液45が供給流路28に導出される。

[0079] 図3(b)に示すように、オーバーフロー整流板22(壁)の上部には、切欠部としてのV溝23が所定の間隔で設けられている。本発明による洗浄液供給装置20は、オーバーフロー整流板22の上部に切欠部としてのV溝23を設けたことにより、オーバーフローした洗浄液45が切欠部としてのV溝23を通過してオーバーフロー整流板22の側面22aの壁面全体に整流された洗浄液45を均一に供給流路28に導出することができる。なお、本発明による超音波洗浄装置1の発明者は、オーバーフローさせる洗浄液45を切欠部としてのV溝23を通過させることによって、このV溝23の形状が均一な流れで供給流路28に導出することを実験的に確認して実施可能なものとしているが、その他の形状についても均一な流れを導出することができるものであれば、その他の形状も排除するものではない。すなわち、本発明による超音波洗浄装置1の発明者は、均一な流れを形成する手段として、第1に、洗浄液貯液槽21を設けること、第2に、この洗浄液貯液槽21にオーバーフロー整流板22を設けること、第3に、切欠部を所定の間隔で設けること、という発明の思想を考案したものであって、オーバーフロー整流板22によって均一な流れを形成することができるものであれば、切欠部としてのV溝23の「V」の形状に拘束されるべきものではないからである。要するに、発明の完成時点においては、幾多の実験によって、切欠部としてのV溝23が均一な流れを形成するにあたって最適なものであるから、本発明を実施するにあたっての一実施形態としたものと解するのが相当である。

[0080] 次に、洗浄液供給装置20からの洗浄液45の流速を加速して筐体底面7bに洗浄液45を噴出する流速加速部としての流速加速装置35について説明する。

[0081] 図1乃至図3(a)に示すように、流速加速部としての流速加速装置35は、縦幅Uy方向に断面略L字状の壁(側面22aを含む)としてのオーバーフロー整流板22と、筐体3の外部側面3bの外面側とで形成される供給流路28と、縦幅Uy方向に断面略L字状の壁(側面22aを含む)として

のオーバーフロー整流板 22 の下部の断面鉤状の洗浄液導入部材 32 と、洗浄液導入部材 32 と対向する筐体底面 7b とで形成され、供給流路 28 と連通する洗浄液導入路 29 とを有する。

[0082] 本発明による液膜形成手段としての洗浄液供給装置 20 は、筐体 3 の突起部 6b の端面に複数のボルト B1 で取付け固定され、筐体 3 の突起部 6b の下部、筐体 3 の外部側面 3b の外面側との間で画定される領域内にオーバーフロー整流板 22 を有する洗浄液貯液槽 21 を設ける構成としている。なお、流速加速部としての流速加速装置 35 のオーバーフロー整流板 22 と、液膜形成手段としての洗浄液供給装置 20 の洗浄液貯液槽 21 のオーバーフロー整流板 22 とは、同一の部材を共用しており、その意味で小型化されている。

[0083] 次に、図 1 に示すように、供給流路 28 と連通する洗浄液導入路 29 との間、すなわち、筐体 3 の外部側面 3b と筐体底面 7b との接続部は、曲面 R1 となっており、また、この曲面 R1 と対面側のオーバーフロー整流板 22 の下部及び洗浄液導入部材 32 との接続部は、曲面 R2 となっている。例えば、曲面 R1 は 3mm、曲面 R2 は 2mm である。これによって、供給流路 28 から供給される洗浄液 45 は、均一な流れが乱されることなく、洗浄液導入路 29 に導出される。なお、曲面 R1 及び曲面 R2 は、適宜設定を変えてもよい。

[0084] 図 1 に示すように、洗浄液導入部材 32 は、水路であり、先端部 32a に向かって、筐体 3 の底面 7 の傾斜面に沿って対向し略平板状で延設して形成されてなり、筐体底面 7b と洗浄液導入部材 32 とで形成される水路としての洗浄液導入路 29 の幅は、洗浄液貯液槽 21 の幅よりも狭くなるように形成されている。すなわち、

洗浄液導入路 29 < 洗浄液貯液槽 21
の関係となっている。

[0085] これによって、洗浄液 45 の流速が加速される構成となっている。また、洗浄液導入部材 32 の先端部 32a は、水路としての洗浄液導入路 29 から

の洗浄液４５を噴出することができるように開口としての噴出口３７を有している。

[0086] 次に、オーバーフロー整流板２２の壁（側面２２ａを含む）及び筐体３の外部側面３ｂとの間の供給流路２８を通った洗浄液４５は、洗浄液導入路２９に導出される。この洗浄液導入路２９に導出された洗浄液４５は、流速が加速されて開口としての噴出口３７から噴出される。本発明による流速加速装置３５は、筐体底面７ｂと洗浄液導入部材３２との間の距離（幅ともいう）を短くすることによって、流速が加速される。

[0087] 図１及び図２に示すように、流速加速部としての流速加速装置３５によって流速が加速されて噴出口３７から噴出された洗浄液４５は、筐体３の傾斜した筐体底面７ｂ側に流動し、筐体底面７ｂに液膜が形成される。

[0088] 図１及び図２に示すように、筐体底面７ｂを流動した洗浄液４５は、洗浄液放出部４０から放出される。洗浄液放出部４０は、筐体３の外部側面３ｄと筐体底面７ｂとが交差する筐体底面７ｂの端部７ａに位置している。

[0089] また、本発明による超音波洗浄装置１は、図１に示すように、超音波発生装置の超音波振動子１５を備えており、超音波振動子１５から発振する超音波のエネルギーを洗浄液４５に印加することによって、洗浄液４５を活性化させる。この超音波のエネルギーが印加された洗浄液４５は、筐体底面７ｂの端部７ａに沿って、ライン状に放出される。

[0090] また、図１に示すように、超音波洗浄装置１は、被洗浄物５０を搬送する搬送装置６５を有する。搬送装置６５は、ベルトコンベア等からなり、被洗浄物５０を矢印で示す方向に搬送する。

[0091] また、図１に示すように、超音波洗浄装置１は、筐体３の側面に超音波振動を遮断する振動遮断体１７が設けられている。振動遮断体１７は、底面７から発生する超音波振動を筐体３の上部に伝搬しないように超音波振動を遮断する。振動遮断体１７は、筐体３内部の中央付近で外部側面３ｄに向かって切欠きを設ける。すなわち、例えば、筐体３の内部側面３ａ、３ｃにそれぞれ振動遮断体１７を設ける。

- [0092] なお、振動遮断体 17 は、切欠きを設けるものに限定するものではなく、他のものであってもよい。また、振動遮断体 17 は、対向する筐体 3 の両外部側面 3b、3d に設けるようにしてもよい。また、振動遮断体 17 の切欠きは、振動を筐体 3 の上部に伝搬しないように、振動を遮断できればよく、筐体 3 の内部側面すべてに形成するようにしてもよい。このように、筐体 3 の内部側面における切欠きの長さは、適宜設定することができる。
- [0093] この振動遮断体 17 によって、筐体 3 に発生する余分な振動を遮断できるため、振動エネルギーの損失を減らすことができる。
- [0094] このように、超音波洗浄装置 1 は、洗液膜形成手段としての洗浄液供給装置 20 によって筐体底面 7b に対して洗浄液 45 を流動させることができ、被洗浄物 50 がない状態でも筐体底面 7b に連続的に洗浄液 45 の液膜が形成され、常に筐体底面 7b が洗浄液 45 に触れているため、空焚きを防止することができる。
- [0095] 次に、本発明による超音波洗浄装置は、被洗浄物としての液晶ガラスを洗浄することができるが、可撓性を有するフィルム等の部材も被洗浄物として洗浄することができる超音波洗浄装置の実施形態について、図 4 を参照して説明する。図 4 は、被洗浄物としての可撓性を有する部材を洗浄する超音波洗浄装置を側面から見た断面図である。なお、図 4 に示す超音波洗浄装置は、図 1 に示す超音波洗浄装置の被洗浄物 50 を除き、他は同一の構成であるため、同一符号を用いており、詳細な説明は省略する。
- [0096] 図 4 に示すように、フィルム等の可撓性を有する部材からなる被洗浄物 50 は、その表面が波打っているため、平面上で高さが一定していない。このため、筐体 3 の底面 7 を傾斜角 θ となるように傾斜させて、被洗浄物 50 と筐体底面 7b との間に液膜を形成する。筐体 3 の底面 7 を傾斜させることにより、垂直方向における超音波の音圧強度の位置が変化し、筐体底面 7b における垂直方向の超音波の音圧強度分布に幅を持たせることができる。このため、筐体底面 7b と被洗浄物 50 との距離が変化しても、被洗浄物 50 を搬送装置 65 で搬送することによって、被洗浄物を超音波の音圧強度分布の

範囲内に位置させることができるため、超音波の音圧の最適位置で、被洗浄物 50 の表面全体を均一に洗浄することが可能となる。

[0097] このように、超音波洗浄装置 1 は、被洗浄物 50 に対して傾けて対向するように筐体底面 7 b が設けられているため、ガラス基板等の平面を成す被洗浄物 50 だけでなく、フィルム等の可撓性を有する部材に対しても有効である。

[0098] 次に、本発明による超音波洗浄装置の洗浄中の洗浄液の流動状態について、図 5 を参照して説明する。図 5 は、本発明による超音波洗浄装置の洗浄中の洗浄液の流動状態を示す図である。なお、洗浄液の流動状態は、図 5 に示すように、網掛けで示す洗浄液 45 を用いて説明する。

[0099] 図 5 に示すように、洗浄液供給装置 20 における洗浄液供給部 25 の洗浄液供給口 26 から供給された洗浄液 45 は、洗浄液貯液槽 21 に流入し、一時的に洗浄液貯液槽 21 に貯留される。洗浄液貯液槽 21 のオーバーフロー整流板 22 の上部の端面には、切欠部としての V 溝 23 が所定の間隔で設けられており、オーバーフロー整流板 22 の上部に達した洗浄液 45 は、オーバーフロー整流板 22 の上部の V 溝 23 から筐体 3 の外部側面 3 b とオーバーフロー整流板 22 の側面 22 a との間に設けられた供給流路 28 を下方方向に流れる。

[0100] このように、オーバーフロー整流板 22 の上部の端面には、図 3 (b) で示すように、V 溝 23 が所定の間隔で設けられているため、オーバーフロー整流板 22 の側面 22 a に整流された洗浄液 45 を均一に流すことができる。要するに、供給される洗浄液 45 の流れが直接、供給流路 28 を流れないため、供給される洗浄液 45 の乱流等に影響されることがなく、洗浄液 45 を安定した状態で供給流路 28 に流すことができる。

[0101] 供給流路 28 からの洗浄液 45 は、オーバーフロー整流板 22 の下部に設けられた洗浄液導入路 29 に導出される。

[0102] 洗浄液導入路 29 に導出された洗浄液 45 は、流速加速部としての流速加速装置 35 により流速が加速された洗浄液 45 が噴出口 37 から筐体底面 7

b 側に噴射される。

- [0103] 流速加速部としての流速加速装置 3 5 の噴出口 3 7 から噴射された洗浄液 4 5 は、傾斜した筐体底面 7 b 側に流動する。そして、超音波発生装置の超音波振動子 1 5 が駆動されると、超音波振動子 1 5 の振動によって洗浄液 4 5 に超音波のエネルギーが印加されて、洗浄液 4 5 を活性化させ、かつ、筐体底面 7 b が流水面となり、筐体底面 7 b 上に液膜が形成される。筐体底面 7 b に形成された液膜は、洗浄液 4 5 の液膜の一方の表面が筐体底面 7 b に接し、洗浄液 4 5 の液膜の他方の表面は、大気又は被洗浄物 5 0 の表面と接する。
- [0104] 本発明による超音波洗浄装置 1 は、洗浄液 4 5 が筐体底面 7 b に液膜を形成して流動するため、洗浄液 4 5 の量が少なくて済み、洗浄に使用する洗浄液 4 5 の量を少なくすることができる。
- [0105] また、筐体底面 7 b に液膜が形成され、筐体底面 7 b の洗浄液の流動により、超音波振動子 1 5 で発生した熱が効率良く吸収されるため、超音波振動子 1 5 が冷却されて安定した振動を行うことができる。
- [0106] また、図 1、図 5 等に示すように、洗浄液放出部 4 0 から放出されて超音波のエネルギーが印加された洗浄液 4 5 は、筐体底面 7 b の端部 7 a に沿って、ライン状に放出される。
- [0107] 本発明による超音波洗浄装置 1 は、従来のラインシャワーのようにスリット等を設けて洗浄液を放出する必要がないため、超音波洗浄装置 1 の構造を簡素化することができる。
- [0108] 次に、処理工程を管理する洗浄管理コンピュータで超音波洗浄装置を制御する場合の超音波洗浄システムについて、図 6 及び図 7 を参照して説明する。図 6 は、洗浄管理コンピュータによる超音波洗浄システムの構成を示す図、図 7 は、洗浄管理コンピュータで制御する場合の超音波洗浄システムのフローチャートを示し、図 7 (a) は、洗浄処理開始時におけるフローチャート、図 7 (b) は、洗浄処理終了時におけるフローチャートを示す。
- [0109] 図 6 に示すように、超音波洗浄システム 8 0 は、超音波洗浄装置等を管理

する洗浄管理コンピュータ60と、超音波洗浄装置1と、超音波洗浄装置1に内蔵した超音波振動子15と超音波発振器16とを備えた超音波発生装置14と、ガラス基板等の被洗浄物50を搬送する搬送装置65と、搬送装置65上の被洗浄物50の有無を検出する検知センサとしての基板センサ67、68とを有している。

[0110] 図7(a)に示すように、工程を管理する上位コンピュータ(図示せず)から出力される洗浄開始信号を洗浄管理コンピュータ60が受信する(図7(a)に示すステップS1)。洗浄管理コンピュータ60は、最初に、外部に設けられた洗浄液タンクからの洗浄液45が、超音波洗浄装置1に供給されるように洗浄液供給信号をONして洗浄液供給開閉手段としての洗浄液供給バルブ70を開放する(ステップS2)。タイマーを起動して数秒待機する(ステップS3)。その後、超音波発生装置14の超音波発振器16へ発振開始信号を出力して超音波発生装置14の超音波振動子15を駆動する(ステップS4)。超音波発振器16が作動して被洗浄物50の洗浄処理が開始される。また、搬送装置65に被洗浄物50が超音波洗浄装置1に搬送されているかを基板センサ67で確認する(ステップS5)。洗浄管理コンピュータ60は、搬送装置65によって被洗浄物50が超音波洗浄装置1に搬送されていることを確認して、被洗浄物50に洗浄液45が放出されて洗浄処理が行われる(ステップS6)。

[0111] 図7(b)に示すように、洗浄管理コンピュータ60による洗浄終了処理は、最初に、工程を管理する上位コンピュータ(図示せず)から出力される洗浄終了信号を洗浄管理コンピュータ60が受信する(図7(b)に示すステップS10)。基板センサ68から出力される洗浄が終了した被洗浄物50の通過した信号を確認(ステップS11)後に、超音波発振器16へ発振停止信号を出力して超音波発振器16の発振動作を停止し、超音波振動子15の駆動を停止する(ステップS12)。タイマーを起動して数秒待機する(ステップS13)。その後に洗浄液供給バルブ70を閉じて洗浄液45の供給を停止して洗浄動作を終了する(ステップS14)。

- [0112] このように、超音波洗浄装置 1 は、洗浄液 4 5 が供給された後に、超音波発生装置 1 4 の超音波振動子 1 5 が駆動されて、洗浄液 4 5 が供給された状態で洗浄が行われる。また、超音波洗浄装置 1 は、超音波振動子 1 5 の駆動を停止後に、洗浄液 4 5 の供給が停止されるため、空焚きを防止することができる。
- [0113] 図 7 (a) では工程を管理する上位コンピュータから洗浄管理コンピュータ 6 0 へ信号が送られ超音波洗浄する工程で説明したが、洗浄装置の上位のコンピュータが直接基板センサ 6 7、6 8 の信号を入力して上位コンピュータから直接超音波発振器 1 6 へ超音波発振、停止の信号を与える方式でも可能である。
- [0114] 次に、本発明による超音波洗浄装置の第 1 の実施形態について、図 8 を参照して説明する。図 8 は、本発明による超音波洗浄装置の第 1 の実施形態を示す断面図である。なお、図 8 に示す超音波洗浄装置の構成は、図 1 に示すものと同一であり、同じ符号を付して説明する。
- [0115] 図 8 に示すように、超音波洗浄装置 1 は、被洗浄物 5 0 の上面部と洗浄液放出部 4 0 との距離を数 mm (ミリメートル) 以内となるように設定しているが、これに限られるものではなく、適宜採択して設定することができる。
- [0116] 洗浄管理コンピュータ 6 0 から洗浄開始処理信号が出力されて、超音波洗浄装置 1 は、洗浄液供給装置 2 0 の洗浄液供給口 2 6 から洗浄液 4 5 が供給される。洗浄液 4 5 を供給後に、超音波発生装置 1 4 の超音波発振器 1 6 は、超音波振動子 1 5 へ所定の周波数を有する電力を供給して、超音波振動子 1 5 を駆動する。
- [0117] 超音波発生装置 1 4 の超音波振動子 1 5 が振動して、流速加速部としての流速加速装置 3 5 で流速が加速された洗浄液 4 5 は、筐体底面 7 b を流動する。このとき、筐体底面 7 b の超音波振動により、洗浄液 4 5 が筐体底面 7 b 全体に拡散し、筐体底面 7 b 上に液膜が形成され、筐体底面 7 b を流動する洗浄液 4 5 に超音波が付与されて活性化し、活性化した洗浄液 4 5 が筐体底面 7 b を流動して洗浄液放出部 4 0 から被洗浄物 5 0 に洗浄液 4 5 が放出

される。

- [0118] 洗浄液放出部40から放出された洗浄液45は、被洗浄物50の表面を流動し、被洗浄物50の表面と筐体底面7bとの間に液膜が形成される。これは、被洗浄物50の上面部と筐体底面7bとの離間距離を数mm（ミリメートル）以内となるように設定されており、被洗浄物50の表面と筐体底面7bとの間の洗浄液45による表面張力が作用しているためである。このように、筐体底面7bが洗浄液45を介して直接、超音波を被洗浄物50に放出する。洗浄液45を介して直接、超音波が被洗浄物50に放出されるため、高い洗浄効果を得ることができる。
- [0119] また、洗浄液45の補充は、筐体底面7bを流動した洗浄液45のみであるため、従来のホーン型洗浄装置のように専用の洗浄液供給装置で洗浄液45を供給する必要がないため、洗浄液45の使用量を大幅に減らすことができる。
- [0120] また、超音波洗浄装置1は、被洗浄物50に対して筐体底面7bが傾斜面を有するため、ガラス基板等の平面を成す被洗浄物50だけでなく、フィルム等の可撓性を有する部材に対しても有効である。
- [0121] 図8に示すように、超音波洗浄装置の第1の実施形態では、搬送装置65により被洗浄物50を搬送して、被洗浄物50を連続的に洗浄処理することも可能である。
- [0122] このように、本発明による超音波洗浄装置1の第1の実施形態では、洗浄液放出部40から放出された洗浄液45によって、被洗浄物50の表面と筐体底面7bとの間に液膜が形成される。これにより、筐体底面7bが洗浄液45を介して直接、超音波を被洗浄物50に放出することにより、洗浄効果を発揮する。このため、本発明による超音波洗浄装置1は、ホーン型の洗浄が可能である。
- [0123] 次に、本発明による超音波洗浄装置の第2の実施形態について、図9を参照して説明する。図9は、本発明による超音波洗浄装置の第2の実施形態を示す断面図である。なお、図9に示す超音波洗浄装置の構成は、図1に示す

ものと同一であり、同じ符号を付して説明する。

[0124] 図9に示すように、超音波洗浄装置1は、洗浄液供給装置20の洗浄液供給口26から洗浄液45が供給される。洗浄液45を供給後に、超音波発生装置14の超音波発振器16は、超音波振動子15へ所定の周波数を有する電力を供給して、超音波振動子15を駆動する。

[0125] 超音波発生装置14の超音波振動子15が振動して、流速加速部としての流速加速装置35で流速が加速された洗浄液45は、筐体底面7bを流動する。このとき、筐体底面7bの振動により、洗浄液45が筐体底面7b全体に拡散し、筐体底面7b上に液膜が形成され、筐体底面7bを流動する洗浄液45に超音波が付与されて活性化し、活性化された洗浄液45が筐体底面7bを流動して洗浄液放出部40から被洗浄物50に洗浄液45が放出される。

[0126] 洗浄液放出部40は、筐体底面7bと筐体3の外部側面3dとが交差する筐体底面の端部7aに位置している。これにより、洗浄液放出部40から放出された洗浄液45は、ライン状に被洗浄物50の表面に放出される。被洗浄物50の表面に放出される洗浄液45は、超音波エネルギーを含んでおり、被洗浄物50の表面のパーティクル除去に有効である。

[0127] 第2の実施形態では、洗浄液45がライン状に放出されるため、被洗浄物50表面の全体に洗浄液45が放出されるように、洗浄液45を放出する洗浄液放出部40と被洗浄物50とを移動するようにして洗浄を行う。例えば、被洗浄物50を搬送する搬送装置65を備え、洗浄液放出部40は、搬送装置65の搬送経路上に配置して搬送装置65により被洗浄物50を移送する。これに対して、超音波洗浄装置1を図示せぬ搬送装置により被洗浄物50上を移動するようにしてもよい。

[0128] このように、筐体底面7bで超音波エネルギーが付与された洗浄液45を被洗浄物50に放出することにより、洗浄効果を発揮する。

[0129] また、洗浄液45の補充は、洗浄液放出部40から放出される洗浄液45のみであるため、洗浄液45の使用量を大幅に減らすことができる。

- [0130] また、超音波洗浄装置 1 は、被洗浄物 5 0 に対して筐体底面 7 b が傾斜面を有するため、洗浄液 4 5 が筐体底面 7 b 上をスムーズに流動させることができる。
- [0131] このように、本発明による超音波洗浄装置の第 2 の実施形態では、洗浄液放出部 4 0 から洗浄液 4 5 が、筐体底面の端部 7 a によってライン状に被洗浄物 5 0 の表面に放出され、被洗浄物 5 0 の表面に放出される洗浄液 4 5 は、超音波エネルギーが含まれており、被洗浄物 5 0 の表面のパーティクル除去に有効である。また、被洗浄物 5 0 を搬送装置 6 5 により洗浄液放出部 4 0 の位置を通過するように移送することにより、大型の被洗浄物の表面の全体を洗浄することが可能である。このため、本発明による超音波洗浄装置 1 は、ラインシャワー型の洗浄が可能である。
- [0132] また、本発明による超音波洗浄装置 1 は、被洗浄物 5 0 に対して筐体底面 7 b が傾斜して設けられており、この傾斜に沿って超音波振動子 1 5 も設けられているため、ガラス基板等の平面を成す被洗浄物 5 0 だけでなく、フィルム等の可撓性を有する部材に対しても有効である。
- [0133] 次に、本発明による超音波洗浄装置の第 3 の実施形態について図 1 0 を参照して説明する。
- [0134] 超音波洗浄装置 1 の第 3 の実施形態は、洗浄液放出部 4 0 と被洗浄物 5 0 との間に洗浄液調整プレート 4 3 を設けるようにしたものである。図 1 0 は、本発明による超音波洗浄装置の第 3 の実施形態を示す断面図である。なお、図 1 0 に示す超音波洗浄装置の構成で図 1 に示すものと同一のものは、同じ符号を付して説明する。
- [0135] 図 1 0 に示すように、超音波洗浄装置 1 は、洗浄液放出部 4 0 から洗浄液 4 5 を洗浄液調整プレート 4 3 に放出し、放出された洗浄液 4 5 によって洗浄液調整プレート 4 3 と被洗浄物 5 0 との間に液膜を形成する。
- [0136] この第 3 の実施形態において、被洗浄物 5 0 と洗浄液調整プレート 4 3 との間の離間距離は、約 3 ～ 5 mm 程度として設定されており、基板等の被洗浄物 5 0 を搬送装置 6 5 により矢印で示す搬送方向に沿って通過させて被洗

浄物 50 と洗浄液調整プレート 43 との間に表面張力の作用により液膜を形成する。形成された液膜を介して洗浄液調整プレート 43 からの超音波を被洗浄物 50 へ伝達するようになっている。

[0137] また、洗浄液調整プレート 43 には小孔（図示せず）が複数形成されており、これらの小孔は、超音波発生装置 14 の超音波振動子 15 からの超音波を伝達するためだけのものではなく、洗浄液 45 の放出量を調整する液量調整手段としての作用を有する。

[0138] この小孔は、被洗浄物 50 との間に液膜を形成することができる放出量であればよく、被洗浄物 50 の表面に対して均一な放出量を適切な量だけ放出できるような液膜が形成されればよい。小孔は、その大きさ、形状、数などによって放出量を調整することができるため、従来の超音波洗浄装置に比べて省液化を図ることができるようになっている。

[0139] このように、本発明による超音波洗浄装置の第 3 の実施形態では、洗浄液放出部 40 と被洗浄物 50 との間に洗浄液調整プレート 43 を設けるようにして、被洗浄物 50 と洗浄液調整プレート 43 との間に表面張力の作用により液膜を形成し、形成された液膜を介して洗浄液調整プレート 43 からの超音波を被洗浄物 50 へ伝達するようにする。また、洗浄液調整プレート 43 の小孔は、超音波発生装置 14 の超音波振動子 15 からの超音波を伝達するためだけのものではなく、洗浄液 45 の放出量を調整する液量調整手段としての作用を有する。

[0140] 以上述べたように、本発明によれば、洗浄液供給装置からの洗浄液の流速を加速して筐体底面に噴出する噴出口を有する流速加速部としての流速加速装置を備え、流速加速部としての流速加速装置から噴出した洗浄液は底面の振動によって拡散して、筐体底面の傾斜面を流動して筐体底面に液膜を形成する。洗浄液の液膜の一方の表面は筐体底面に接し、洗浄液の液膜の他方の表面は、大気又は被洗浄物の表面と接しており、筐体底面を流動した洗浄液を下方に位置する被洗浄物に放出する。これにより被洗浄物がない状態でも筐体底面に連続的に洗浄液の液膜が形成され、常に筐体底面が洗浄液に触れ

ている状態が作り出されるため、故障の原因となる空焚きを防止することができる。

[0141] さらに、本発明によれば、洗浄液は、底面の振動によって拡散して、筐体底面の傾斜面を流動して筐体底面に液膜を形成して、筐体底面を流動した洗浄液を下方に位置する被洗浄物に放出するようにしたことにより、洗浄液を大幅に低減して省液化が可能となる。

[0142] また、筐体底面に液膜が形成され、筐体底面の流水により、超音波振動子で発生した熱が効率良く吸収されるため、超音波振動子が冷却されて安定した振動を行うことができる。

[0143] また、本発明によれば、供給される洗浄液を洗浄液貯液槽に貯留して、オーバーフローした洗浄液を使用することにより、従来のように、供給された洗浄液を直接振動子や被洗浄物に直接放出しないため、洗浄液を均一に流すことができる。また、オーバーフローした洗浄液を使用することにより、泡の混入や発生を少なくすることができるため、安定した洗浄が行える。

[0144] 本発明による超音波洗浄装置は、1台でスポットシャワー型とホーン型の機能を有しており、このため、洗浄形態に応じて洗浄装置を使い分することができる。即ち、被洗浄物を洗浄液放出部に近づけて設置することにより、洗浄液放出部から放出された洗浄液によって被洗浄物と筐体底面との間に液膜が形成されるため、ホーン型と同様の構成を実現でき、強い洗浄効果が得られる。

[0145] また、従来のホーン型においては被洗浄物と平行に設置した際、反射による超音波のエネルギーが超音波振動子に集中して、超音波の反射の影響を受けやすく故障のリスクが高くなる。本発明によれば、筐体底面は、被洗浄物と離間して上方に位置し、被洗浄物に対して傾けて対向するように設けられており、筐体底面からの被洗浄物までの距離に依存し、超音波の波長によって発生する洗浄ムラを軽減することができる。また、筐体底面を被洗浄物に対して角度を設けることにより、反射による超音波振動子の特定箇所への超音波エネルギーの集中を防ぎ、超音波振動子の故障のリスクを軽減すること

ができる。

[0146] また、本発明によれば、筐体に設けた超音波振動を遮断する振動遮断体を設けたことにより、筐体上部等の洗浄に寄与しない個所での振動を抑えて、超音波エネルギーを洗浄液、被洗浄物に効率的に付与することができる。

[0147] また、本発明によれば、超音波により活性化された洗浄液は、筐体底面の端部からライン状に放出するため、従来のラインシャワーのようにスリット等を設けて放出する必要がないため、洗浄装置の構造を簡素化することができる。

[0148] また、本発明によれば、洗浄液が噴出される横幅方向で、洗浄の均一性を保った洗浄幅が得られるため、筐体底面の端部からライン状に洗浄液を放出することにより、被洗浄物の大型化に対応することができる。

[0149] また、本発明によれば、洗浄液が噴出される横幅方向で、洗浄の均一性を保った洗浄幅が得られるため、洗浄物の表面と洗浄液を介して接する筐体底面から洗浄液を放出することにより、被洗浄物の大型化に対応することができる。

[0150] また、超音波洗浄装置は、被洗浄物に対して傾けて対向するように筐体底面が設けられているため、ガラス基板等の平面を成す被洗浄物だけでなく、フィルム等の可撓性を有する部材に対しても有効である。

[0151] また、本発明による超音波洗浄装置 1 の第 1 の実施形態では、洗浄液放出部 40 から放出された洗浄液によって、被洗浄物 50 の表面と筐体底面 7b との間に液膜が形成される。これにより、筐体底面 7b が洗浄液を介して直接、超音波を被洗浄物 50 に放出することにより、洗浄効果を発揮する。このため、本発明による超音波洗浄装置 1 は、ホーン型の洗浄が可能である。

[0152] また、本発明による超音波洗浄装置の第 2 の実施形態では、洗浄液放出部 40 から放出された洗浄液は、筐体底面によってライン状に被洗浄物 50 の表面に放出されるため、被洗浄物 50 の表面に放出される洗浄液は、超音波エネルギーを含んでおり、被洗浄物 50 の表面のパーティクル除去に有効である。また、被洗浄物 50 を搬送装置 65 により洗浄液放出部 40 上を移送

するようにすることにより、大型の被洗浄物の全面を洗浄することが可能である。

[0153] また、本発明による超音波洗浄装置の第3の実施形態では、洗浄液放出部40と被洗浄物50との間に洗浄液調整プレート43を設けるようにして、被洗浄物50と洗浄液調整プレート43との間に表面張力の作用により液膜を形成し、形成された液膜を介して洗浄液調整プレート43からの超音波を被洗浄物50へ伝達するようにする。また、洗浄液調整プレート43の小孔は、超音波発生装置14の超音波振動子15からの超音波を伝達するためだけのものではなく、洗浄液の放出量を調整する液量調整手段としての作用を有する。

[0154] この発明は、その本質的特性から逸脱することなく数多くの形式のものとして具体化することができる。よって、上述した実施形態は専ら説明上のものであり、本発明を制限するものではないことは言うまでもない。

符号の説明

- [0155] 1 超音波洗浄装置
3 筐体
3 a、3 c 筐体の内部側面
3 b、3 d 筐体の外部側面
5 上板
5 a ケーブル導入口
6 本体
6 a、6 b 突起部
7 底面
7 a 筐体底面の端部
7 b 筐体底面
8 筐体の内部下面
14 超音波発生装置
15 超音波振動子

- 1 6 超音波発振器
- 1 7 振動遮断体
- 2 0 洗浄液供給装置（液膜形成手段）
- 2 1 洗浄液貯液槽
- 2 2 オーバーフロー整流板
- 2 2 a オーバーフロー整流板の側面
- 2 3 V溝
- 2 5 洗浄液供給部
- 2 6 洗浄液供給口
- 2 8 供給流路
- 2 9 洗浄液導入路
- 3 2 洗浄液導入部材
- 3 2 a 先端部
- 3 5 流速加速装置（流速加速部）
- 3 7 噴出口
- 4 0 洗浄液放出部
- 4 2 取付金具
- 4 3 洗浄液調整プレート
- 4 5 洗浄液
- 5 0 被洗浄物
- 6 0 洗浄管理コンピュータ
- 6 5 搬送装置
- 6 7、6 8 基板センサ
- 7 0 洗浄液供給バルブ
- 8 0 超音波洗浄システム
- B、B 1 ボルト

請求の範囲

- [請求項1] 超音波振動子によって超音波振動が印加される底面が設けられた筐体と、
- 前記筐体底面の一端側から当該底面に向けて洗浄液を供給し、当該洗浄液を前記筐体底面に沿って流動させることにより、前記筐体底面に液膜を形成する液膜形成手段と、
- 前記筐体底面の他端側に設けられ、前記筐体底面を流動する洗浄液を被洗浄物に向けて放出する洗浄液放出部と、が備えられることを特徴とする超音波洗浄装置。
- [請求項2] 前記底面は、水平面に対して、所定の角度だけ傾斜させることにより、前記一端側が前記他端側よりも上方に位置するように構成されている
- ことを特徴とする請求項1に記載の超音波洗浄装置。
- [請求項3] 前記底面は、水平面に対して1°から45°の範囲で傾斜している
- ことを特徴とする請求項2に記載の超音波洗浄装置。
- [請求項4] 前記液膜形成手段には、前記洗浄液を供給する洗浄液供給部と、
- 前記洗浄液を内部に貯留する洗浄液貯液槽とが設けられ、
- 前記洗浄液貯液槽には、前記洗浄液をオーバーフローさせて前記洗浄液を整流するオーバーフロー整流板が設けられる
- ことを特徴とする請求項1に記載の超音波洗浄装置。
- [請求項5] 前記オーバーフロー整流板の長手方向の上端には、切欠部が所定の
- 間隔で設けられていることを特徴とする請求項4に記載の超音波洗浄装置。
- [請求項6] 前記液膜形成手段には、洗浄液の流速を加速させる流速加速部が設けられており、
- 前記流速加速部は、オーバーフロー整流板と前記筐体の外部側面とで形成される供給流路と、
- 前記筐体の底面と洗浄液導入部材とで形成される洗浄液導入路とから

形成され、前記洗浄液を前記洗浄液導入路から前記筐体底面に沿って流動させることにより、前記筐体底面に液膜を形成することを特徴とする請求項 1 に記載の超音波洗浄装置。

[請求項7] 前記筐体底面と前記洗浄液導入部材との間に噴出口が設けられ、前記流速加速部は、前記噴出口から噴出する前記洗浄液の流速を加速するように構成されることを特徴とする請求項 6 に記載の超音波洗浄装置。

[請求項8] 前記洗浄液供給部は、前記筐体の一方の側面に取り付けられており、
前記洗浄液放出部は、前記筐体の一方の側面に対向する前記筐体の他方の側面と、前記筐体底面の他端側とが交差する端部に沿ってライン状に設けられていることを特徴とする請求項 7 に記載の超音波洗浄装置。

[請求項9] 前記被洗浄物を搬送する搬送装置を備え、前記洗浄液放出部は、前記搬送装置の搬送経路上に配置されることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波洗浄装置。

[請求項10] 前記筐体の側面に超音波振動を遮断する振動遮断体を設けたことを特徴とする請求項 1 に記載の超音波洗浄装置。

[請求項11] 前記筐体底面と前記被洗浄物との間に、前記被洗浄物への前記洗浄液の放出量を調整する洗浄液調整プレートを備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の超音波洗浄装置。

[請求項12] 超音波洗浄装置と前記超音波洗浄装置を制御する制御装置とを備え、前記超音波洗浄装置には、超音波振動子を介して超音波発生装置によって超音波振動が印加される底面が設けられた筐体と、洗浄液を供給する洗浄液供給部が設けられ、前記筐体底面の一端側から当該底面に向けて洗浄液を供給し、当該洗浄液を前記筐体底面に沿って流動させることにより、前記筐体底面に液膜を形成する液膜形成手段と、前記筐体底面の他端側に設けられ、前記筐体底面を流動する洗浄液を被

洗浄物に向けて放出する洗浄液放出部と、が設けられ、

前記制御装置は、洗浄開始時に前記洗浄液供給部に前記洗浄液を供給する洗浄液供給開閉手段に洗浄液供給の信号を出力して前記洗浄液供給部に前記洗浄液を供給し、所定の時間経過後に前記超音波発生装置に発振開始信号を出力して前記超音波発生装置を駆動し、

洗浄終了時に前記超音波発生装置に発振停止信号を出力し、前記超音波発生装置の駆動を停止し、所定の時間経過後に、前記洗浄液供給開閉手段に洗浄液供給停止の信号を出力して前記洗浄液供給部への前記洗浄液の供給を停止し、前記超音波発生装置を駆動中に前記底面に前記洗浄液を供給制御することを特徴とする超音波洗浄システム。

[請求項13]

前記超音波洗浄システムには、前記被洗浄物を搬送する搬送手段と、前記搬送手段上での前記被洗浄物の有無を検知する検知センサとが設けられ、

前記制御装置は、前記検知センサで、前記搬送手段上での前記被洗浄物の有無を確認して、洗浄開始時に前記洗浄液供給部に前記洗浄液を供給する前記洗浄液供給開閉手段に洗浄液供給の信号を出力して前記洗浄液供給部に前記洗浄液を供給し、所定の時間経過後に前記超音波発生装置に発振開始信号を出力して前記超音波発生装置を駆動し、

洗浄終了時に前記検知センサで、前記搬送手段上での洗浄処理済の前記被洗浄物の通過を確認して、前記超音波発生装置に発振停止信号を出力して、前記超音波発生装置の駆動を停止し、所定の時間経過後に、洗浄液供給開閉手段に洗浄液供給停止の信号を出力して前記洗浄液供給部への前記洗浄液の供給を停止するように制御することを特徴とする請求項12に記載の超音波洗浄システム。