

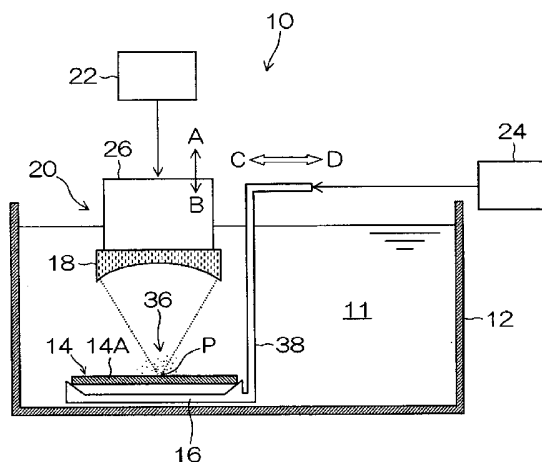
(19) 世界知的所有權機關
國際事務局



(10) 国際公開番号
WO 2006/040993 A1

- [続葉有]

(54) 発明の名称: 超音波洗浄装置



(57) 要約: 被洗浄物の表面に付着する汚れを、超音波を付与した洗浄液で超音波洗浄する超音波洗浄装置であって、前記洗浄液を貯留する洗浄槽と、前記洗浄液中に前記被洗浄物を支持する支持台と、周波数1～10MHzの第1の超音波と、該第1の超音波の2分の1以下の周波数の第2の超音波とを前記被洗浄物に向けて交互に集束させる超音波発

[続葉有]

WO 2006/040993 A1



1丁目1番14号 日立プラント建設株式会社内
Tokyo (JP). 北田 由光 (KITADA, Yoshimitsu) [JP/JP];
〒2710064 千葉県松戸市上本郷537 株式会社日立
プラント建設機電エンジニアリング内 Chiba (JP).

(74) 代理人: 松浦 憲三 (MATSUURA, Kenzo); 〒1630220
東京都新宿区西新宿二丁目6番1号 新宿住友ビル
20階 私書箱第176号 新都心国際特許事務所
Tokyo (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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,
BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,
UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, 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, MZ, 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, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

規則4.17に規定する申立て:

— 発明者である旨の申立て (規則 4.17(iv))

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

生手段と、前記集束させる集束位置から前記被洗浄物の表面までの距離を調整する集束位置調整手段と、前記超音波発生手段による超音波の効力が前記被洗浄物の表面に万遍なくいきわたるように前記超音波発生手段及び前記支持台の少なくとも一方を移動させる移動手段と、を備えたことを特徴とする超音波洗浄装置である。

明 細 書

超音波洗浄装置

技術分野

- [0001] 本発明は、超音波洗浄装置に係り、特に半導体基板、LCD(Liquid Crystal Display:液晶表示装置)用やフォトマスク用のガラス基板等のように、洗浄時における傷や破損が致命的な品質欠陥になる被洗浄物に好適な超音波洗浄装置に関する。

背景技術

- [0002] 半導体基板、LCDやフォトマスク用のガラス基板に付着した微小な粒子等の汚れを除去する洗浄方法としては、例えば回転ブラシで被洗浄物を擦るブラシスクラブ洗浄、洗浄液を高圧で被洗浄物に当てる高圧ジェット洗浄、超音波を付与した洗浄液を被洗浄物に当てる超音波洗浄がある。これらの洗浄方法の中では、回転ブラシのような発塵の問題がなく、洗浄能力も高圧ジェット洗浄よりも優れた超音波洗浄が最も適しており広く採用されている。
- [0003] 超音波洗浄による汚れ除去機能としては、2つの機能が知られている。一つはキャビテーションによる衝撃波で被洗浄物の表面に付着する粒子(固形物)などの汚れを剥離除去する物理的洗浄機能である。他の一つは超音波で発生するラジカルにより汚れを分解除去する化学的洗浄機能である。これらの2つの機能を有効に働かせることが超音波洗浄の効果を高める上でポイントになる。また、これらの物理的洗浄と化学的洗浄の効果は、与えられる超音波のパワーが大きいほど高い効果が得られる。しかし、従来の超音波洗浄装置は、超音波振動子の単位面積から照射される超音波エネルギーを上回るエネルギーを被洗浄物の単位表面に照射することはできず、満足できるほどの洗浄能力が得られていないのが実情である。
- [0004] ところで、出願人は、超音波を利用した技術として、局所的に超音波の高いエネルギーを得ることのできる超音波照射装置を開発した。この超音波照射装置を使用することで腎臓結石、尿路結石、胆石等の石を、超音波により効果的に破碎することができる(特許文献1)。

特許文献1:特開2004-33476号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0005] しかしながら、特許文献1の超音波照射装置の技術を、上述の半導体基板やガラス基板の洗浄に適用するには更なる装置構成の改良が必要である。
- [0006] 即ち、半導体基板やガラス基板の洗浄の場合、洗浄効果が高いことは勿論のこと、洗浄時に半導体基板やガラス基板の表面に超音波のエネルギーで傷つけたり、破損させたりしないことが極めて重要である。特に、半導体基板面やガラス基板面に既に回路等の微細パターンが形成されている場合には、微細パターンを破壊しないで超音波洗浄することが必要である。
- [0007] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、被洗浄物の表面を傷つけたり、破損させたりすることなく、表面に付着した粒子や有機性の汚染物等を効果的に除去することができる超音波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] 本発明の第1側面は、前記目的を達成するために、被洗浄物の表面に付着する汚れを、超音波を付与した洗浄液で超音波洗浄する超音波洗浄装置であって、前記洗浄液を貯留する洗浄槽と、前記洗浄液中に前記被洗浄物を支持する支持台と、周波数1～10MHzの第1の超音波と、該第1の超音波の2分の1以下の周波数の第2の超音波とを前記被洗浄物に向けて交互に集束させる超音波発生手段と、前記集束させる集束位置から前記被洗浄物の表面までの距離を調整する集束位置調整手段と、前記超音波発生手段による超音波の効力が前記被洗浄物の表面に万遍なくいきわたるように前記超音波発生手段及び前記支持台の少なくとも一方を移動させる移動手段と、を備えたことを特徴とする。
- [0009] 第1側面は、被洗浄物を洗浄液中に浸漬させた状態で超音波洗浄するディップ方式の場合である。第1側面によれば、超音波洗浄装置には、超音波発生手段から発する超音波が被洗浄物の表面、又はその近傍で点又は線をなす局部で集束するように超音波振動子が配置されるか、あるいは超音波発生源として凹面状の超音波振動子が設けられている。そして、洗浄槽内の支持台に洗浄する被洗浄物を支持する。洗浄液としては、例えば超純水を使用することができるが特に限定されるものでは

なく、被洗浄物の汚れの種類により適宜選択することができる。この状態で、先ず、超音波発生手段から周波数1～10MHzの第1の超音波を発射して、超音波が集束する集束位置に局部的にキャビテーションによる多数の気泡が集まった気泡群を発生させる。次に、超音波発生手段から第1の超音波の2分の1以下の周波数の第2の超音波を発射して、第1の超音波により発生した気泡群を共振させて崩壊させる。第1及び第2の超音波の集束位置は同じである。ここで、気泡群の崩壊とは、気泡群が周囲の圧力変動により爆縮する際に、気泡群の中心部付近に高エネルギーが集中し、圧力の非常に大きな衝撃波が発生する現象のことを指し、気泡群が分裂又は消滅してゆく過程を指すものではない。

- [0010] このように、第1及び第2の超音波を集束位置に集束させることによって、気泡群崩壊時の高エネルギーを局部に集中させることができる。従って、かかる第1の超音波の照射と第2の超音波の照射とを交互に繰り返すことによって、極めて強固に付着した粒子も除去することが可能となる。第1の超音波を30 μ 秒～70 μ 秒発射した後連続して第2の超音波を5 μ 秒～15 μ 秒発射する。これを80 μ 秒～120 μ 秒のインターバルをおいて繰り返し実施することが好ましい。
- [0011] かかる被洗浄物の超音波洗浄において、集束位置調整手段により、集束位置から被洗浄物の表面までの距離を調整できるようにしたので、被洗浄物の汚れの種類や付着強度、被洗浄物の表面の物理的強度(傷や破損のしにくさ)によって最適な集束位置を任意に設定することができる。集束位置調整手段で調整する集束位置から被洗浄物の表面までの距離にはゼロも含まれる。即ち、集束位置を被洗浄物の表面から表面近傍になるように調整する。
- [0012] また、洗浄液は、超音波の照射を受けて集束位置にラジカル(例えばOHラジカル)を生成し、このラジカルによって被洗浄物の表面に付着している有機性の汚染物を酸化分解する。この場合にも、第1及び第2の超音波を集束位置に集束させることによって、ラジカルの生成に必要なエネルギーを局部に集中させることができるので、効率的にラジカルを生成することができる。しかも、集束位置調整手段により、集束位置から被洗浄物の表面までの距離を調整できるようにしたので、有機性の汚染物の種類や付着強度、被洗浄物の表面の化学的強度(ラジカルに対する耐性)によって

最適な集束位置を任意に設定することができる。

- [0013] これにより、被洗浄物が例えば金属薄膜や回路等の微細パターンが既に形成された半導体基板やガラス基板であっても、微細パターンを破損することなく効果的な超音波洗浄を行うことができる。
- [0014] また、本発明では、超音波発生手段及び支持台の少なくとも一方を移動させる移動手段により、被洗浄物の表面を万遍なく超音波洗浄できると共に、移動する速度を変えることで、汚れ具合の大きな表面部分は移動速度を遅くし、汚れ具合の小さな表面部分は移動速度を速くするように、きめ細かな洗浄を行うこともできる。
- [0015] 本発明の第2側面は、前記目的を達成するために、被洗浄物の表面に付着する汚れを、超音波を付与した洗浄液で超音波洗浄する超音波洗浄装置であって、前記被洗浄物を搬送する搬送手段と、前記搬送手段の上方に設けられ、ノズル口から洗浄液を前記被洗浄物の表面に向けて吐出すると共に、周波数1～10MHzの第1の超音波と、該第1の超音波の2分の1以下の周波数の第2の超音波とを前記被洗浄物の表面に交互に集束させる超音波発生手段を備えた超音波ノズルと、前記ノズル口から前記被洗浄物の表面までの距離を調整する集束位置調整手段と、を備えたことを特徴とする。
- [0016] 第2側面は、ノズル口から被洗浄物に向けて噴出する洗浄液に超音波を付与する超音波ノズル方式の場合である。
- [0017] この超音波ノズル方式の第2側面の場合も、作用効果は第1側面のディップ方式の場合と同様である。
- [0018] 本発明の第3側面は、第1側面又は第2側面において、前記被洗浄物は、半導体基板、LCD用やフォトマスク用のガラス基板の何れかであることを特徴とする。
- [0019] これは、本発明の超音波洗浄装置は、半導体基板、LCD用やフォトマスク用のガラス基板のように、洗浄時における傷や破損が致命的な品質欠陥になる被洗浄物において特に有効だからである。
- [0020] 本発明の第4側面は、第1～3側面の何れか1において、前記集束位置に固体物を設けることを特徴とする。
- [0021] 気泡は固体物の表面で極めて発生し易いことから、第4側面のように、超音波の集

束位置に固体物を設けることで、気泡群の気泡をより高い密度で形成することができる。これにより、気泡群崩壊時に一層高いエネルギーを得ることができる。また、超音波の発生パワーが小さくても効率的に気泡を発生させることができ、省エネになる。

[0022] 本発明の第5側面は、第4側面において、前記固体物は、金属板、金属以外の材質の平板、メッシュ板、多孔板の何れかであることを特徴とする。

[0023] これは、気泡の発生を促進する固体物の好ましい例であり、金属板、例えば超音波反射板、金属材質以外の平板、メッシュ板、多孔板を好適に使用することができる。この場合、金属板、平板の場合には、気泡群が崩壊したときのエネルギーが被洗浄物に到達するのを阻害しないように、超音波の進行方向と面が平行になるように配置することが好ましい。また、気泡群が崩壊したときのエネルギーが被洗浄物に到達するのを阻害しないメッシュ板や多孔板の場合には、超音波の進行方向に対して面が直交するように配置することも可能である。

[0024] 本発明の第6側面は第1、3、4、又は5側面において、前記超音波の進行方向が前記被洗浄物の表面に垂直な方向に対して傾斜していることを特徴とする。

[0025] 第6側面はディップ方式の場合であり、超音波の進行方向が被洗浄物の表面に垂直な方向から傾斜しているようにしたので、被洗浄物の表面における超音波の効力領域及び超音波により生成されるラジカルの効力領域を広くすることができる。更に、音響流による流れ方向を一方向にできることから、被洗浄物の表面から除去された汚れを被洗浄物から速やかに排除でき、洗浄効果を高めることができる。音響流とは、超音波が流体内部を伝搬すると、そのビーム内に媒質の流れが生じ、この流れをいう。

[0026] 本発明の第7側面は、第2～5側面の何れか1において、前記ノズル口からの洗浄液の吐出方向及び前記超音波の進行方向が前記被洗浄物の表面に垂直な方向に対して傾斜していることを特徴とする。

[0027] 第7側面は、超音波ノズル方式の場合であり、ノズル口からの洗浄液の吐出方向及び超音波の進行方向が被洗浄物の表面に垂直な方向に対して傾斜しているようにしたので、被洗浄物の表面における超音波の効力領域及び超音波により生成されるラジカルの効力領域を広くすることができる。また、ノズル口からの吐出された洗浄液が

被洗浄物の表面を流れる方向、及び音響流による流れ方向を一方向にできることから、表面から除去された汚れを被洗浄物から速やかに排除でき、洗浄効果を高めることができる。

[0028] 本発明の第8側面は、第1～7側面の何れか1において、前記超音波発生手段を2基設けると共に、該2基の超音波発生手段は超音波の集束位置が同一になるように配置されていることを特徴とする。

[0029] これにより、1台の超音波発生手段で形成される超音波の集束域よりもより狭隘な範囲で気泡を発生させることができるので、気泡群の崩壊時に一層高いエネルギーを得ることができる。

[0030] 本発明の第9側面は、第8側面において、前記2基の超音波発生手段は回転軸を中心に回転自在に支持されると共に、前記集束位置調整手段は前記2基の超音波発生手段を回転させることにより前記集束位置を同一にししながら前記集束位置から前記被洗浄物の表面までの距離を調整するものであることを特徴とする。

[0031] 2基の超音波発生手段は回転軸を中心に回転自在に支持し、集束位置調整手段により2基の超音波発生手段を回転させるようにしたので、2基の超音波発生手段からの超音波を容易且つ精度良く集束位置を同一にし且つ集束位置から被洗浄物の表面までの距離を調整することができる。

[0032] 本発明の第10側面は、第1～9側面の何れか1において、前記洗浄液中に、ガスを溶解したガス溶解水を吹き込むガス溶解水吹込手段を設けたことを特徴とする。

[0033] これは、ガス溶解水が吹き込まれた洗浄液は吹き込まれない洗浄液に比べて、超音波の照射によるラジカルの発生が多く、ラジカルによる被洗浄物の洗浄効果を一層高めることができるからである。この場合、吹込口は、集束位置近傍であって、超音波の進行方向から見て集束位置の上流側に配置し、集束位置に向かってガスを吹き出すことが好ましい。これにより、集束位置の上流側に吹き込まれたガス又はガス溶解水が超音波エネルギーの最も高い集束位置において効率的にラジカルを生成し、生成したラジカルが被洗浄物の表面に効率的に到達するからである。

[0034] 本発明の第11側面は、第1～9側面の何れか1において、前記洗浄液中に、ガスを吹き込むガス吹込手段を設けたことを特徴とする。

[0035] このように、洗浄液中にガス溶解水を吹き込む代わりに、洗浄液中にガスを直接吹き込むようにしてもよい。

発明の効果

[0036] 以上説明したように本発明の超音波洗浄装置によれば、被洗浄物の表面を傷つけたり、破損させたりすることなく、表面に付着した粒子や有機性の汚染物等を効果的に除去することができる。従って、本発明は半導体基板、LCD用やフォトマス用のガラス基板の超音波洗浄に極めて有効である。

図面の簡単な説明

[0037] [図1]本発明のディップ方式の超音波洗浄装置の全体構成を示す図であって、超音波の集束位置をガラス基板の表面の場合の概念図

[図2A]本発明の超音波洗浄のメカニズムを説明する説明図

[図2B]本発明の超音波洗浄のメカニズムを説明する説明図

[図3]本発明のディップ方式の超音波洗浄装置の別の態様であって、超音波の集束位置をガラス基板の表面から離間する場合の概念図

[図4A]超音波の集束位置に設ける固体物についての説明図

[図4B]超音波の集束位置に設ける固体物についての説明図

[図5]本発明のディップ方式の超音波洗浄装置の更に別の態様であって、超音波発生手段をガラス基板に垂直な方向に対して傾斜させた場合の概念図

[図6]本発明のディップ方式の超音波洗浄装置の更に別の態様であって、超音波発生手段を2基設けた場合の概念図

[図7]本発明のディップ方式の超音波洗浄装置の更に別の態様であって、超音波発生手段を2基設けると共に、洗浄液にガス溶解水を吹き込む場合の概念図

[図8]本発明のディップ方式の超音波洗浄装置の更に別の態様であって、超音波発生手段を2基設けると共に、洗浄液にガスを直接吹き込む場合の概念図

[図9]超音波ノズル方式の超音波洗浄装置の全体構成を示す図であって、超音波の集束位置をガラス基板の表面にする場合の概念図説明する概念図

[図10]超音波ノズル方式の超音波洗浄装置の別の態様の全体構成を示す図であって、超音波の集束位置をガラス基板の表面から離間する場合の概念図

[図11]超音波ノズル方式の超音波洗浄装置の更に別の態様であって、超音波発生手段をガラス基板に垂直な方向に対して傾斜させた場合の概念図

[図12]超音波ノズル方式の超音波洗浄装置の更に別の態様であって、超音波発生手段を2基設けた場合の概念図

[図13]超音波ノズル方式の超音波洗浄装置の更に別の態様であって、超音波発生手段を2基設けると共に、洗浄液にガスを吹き込む場合の概念図

符号の説明

[0038] 10…ディップ方式の超音波洗浄装置、11…洗浄液、12…洗浄槽、14…ガラス基板、14A…ガラス基板の表面(洗浄面)、16…支持台、18…超音波振動子、20…超音波発生手段、22…集束位置調整手段、24…支持台の移動手段、26…本体部、28…第1の超音波、30…第2の超音波、32…超音波の進行方向を示す矢印、34…超音波の中心線、36…気泡群、38…アーム、40…固体物、42…音響流、44…回転軸、46…ガス吹出口、48…ガス溶解装置、50…液体供給管、52…ガス供給管、100…超音波ノズル方式の超音波洗浄装置、102…搬送手段、104…ノズル口、108…超音波ノズル、110…ノズル容器、112…洗浄液供給管、114…ローラ、P…超音波の集束位置

発明を実施するための最良の形態

[0039] 以下添付図面に従って本発明に係る超音波洗浄装置における好ましい実施の形態について詳説する。

[0040] 図1～図7は、本発明の超音波洗浄装置の第1の実施の形態であり、被洗浄物を洗浄液中に浸漬させた状態で超音波洗浄するディップ方式における各種の態様を示した概念図である。尚、被洗浄物としてガラス基板の例で説明するが、ガラス基板に限定するものではない。

[0041] 図1に示すように、ディップ方式の超音波洗浄装置10は、主として、洗浄液11を貯留する洗浄槽12と、洗浄液11中にガラス基板14を支持する支持台16と、超音波を集束することのできる超音波振動子18を備え、異なる周波数の超音波をガラス基板14の表面14Aに向けて交互に集束する超音波発生手段20と、超音波の集束位置Pからガラス基板14の表面14Aまでの距離を調整する集束位置調整手段22と、超

音波発生手段20による超音波の効力がガラス基板14の表面14Aに万遍なくいきわたるように支持台16を移動させる移動手段24と、で構成される。尚、本実施の形態では、移動手段24は支持台16を移動するようにしたが、超音波発生手段20を移動させてもよく、支持台16と超音波発生手段20の両方を移動させるようにしてもよい。

[0042] 超音波発生手段20は、主として、本体部26と超音波振動子18とで構成され、超音波振動子18は振動面が凹面形状であり、照射された超音波が支持台16に支持されたガラス基板14に向けて集束するように配置される。超音波はスポット状(点状)に集束されても、ライン状(線状)に集束される場合でもよいが、本実施の形態ではライン状に集束される場合であり(図4A及び図4B参照)、ライン幅がガラス基板14の幅方向(図1の表裏方向)の長さ以上になるように設定される。集束する超音波の照射する超音波振動子18としては、例えば凹面圧電素子を使用することができる。

[0043] そして、図2A及び図2Bに示すように、本体部26に収納された周波数制御可能な発信器(図示せず)から超音波振動子に信号を供給し、例えば周波数2MHzの高周波な第1の超音波28を約50 μ 秒照射(図2A)した後、連続して該第1の超音波の2分の1以下の例えば約500KHzの低周波な第2の超音波30を約10 μ 秒照射(図2B)する。この第1及び第2の超音波28、30の照射を1セットとして、これを約100 μ 秒の短時間のインターバルで繰り返し照射する。この場合、第1の超音波28の周波数としては1~10MHzの範囲が好ましく、第2の超音波30の周波数としては該第1の超音波の2分の1以下の周波数であることがよい。また、第1の超音波28の1回の照射時間は30 μ 秒~70 μ 秒、第2の超音波30の1回の照射時間は5 μ 秒~15 μ 秒の範囲である。また、好ましいインターバル時間の範囲としては、80 μ 秒~120 μ 秒の範囲である。尚、図2A及び図2Bの矢印32は超音波の進行方向であり、一点鎖線34は集束しながら矢印32方向に進行する超音波28、30の中心線である。

[0044] これにより、第1の超音波28の照射によりガラス基板14の表面14A又は表面14A近傍の局部的な収束位置Pに高密度で細かな気泡の気泡群36が発生し、発生した気泡群36は、続けて照射される第2の超音波で一気に崩壊する。このときの衝撃力は従来の超音波を集束させない場合に比べて極めて強力であり、ガラス基板14の表面14Aに付着した従来除去できなかった微細な粒子や膜状の汚れを除去できる。ま

た、その強力な衝撃力により効率的にラジカルを生成することができるので、ラジカルによる化学的な洗浄効果も高めることができる。

[0045] また、超音波発生手段20の本体部26は、集束位置調整手段22により図1の矢印A－B方向に移動可能に支持される。これにより、超音波28、30の集束位置Pを図1のようにガラス基板14の表面14Aに設定したり、図3のようにガラス基板14の表面14Aから離間することができる。集束位置調整手段22としては、特に図示しないが、例えば、垂直に立設された支柱に本体部26をナット部材を介してスライド自在に支持すると共に、ナット部材をボールネジに螺合し、ボールネジを正逆回転可能なモータで回転することにより構成することができる。要は、超音波発生手段20を図1の矢印A－B方向に移動できる機構を備えた集束位置調整手段22であればよい。このように、集束位置調整手段22を設けて、集束位置Pからガラス基板14の表面14Aまでの距離を調整できるようにしたので、ガラス基板14の付着する汚れの種類や付着強度、ガラス基板14表面14Aの物理的強度（傷や破損のしにくさ）や化学的強度（ラジカルに対する耐性）によって最適な集束位置Pを任意に設定することができる。

[0046] 図3のように、超音波28、30の集束位置Pをガラス基板14の表面14Aから適度に離間することにより、金属薄膜を成膜したガラス基板14や回路等の微細パターンが形成されたガラス基板のように、気泡群36の崩壊による衝撃力の影響を受け易いガラス基板14であっても、金属薄膜や微細パターンを破損しないように超音波洗浄することができる。ガラス基板14の表面14Aからどの程度離間させるかは、洗浄しようとするガラス基板14の諸々の条件によって異なるので、予備試験等により適切な離間距離を把握するとよい。

[0047] また、図1に示すように、ガラス基板14を支持する支持台16は、アーム38を介して移動手段24に連結され、矢印C－D方向に支持台16を移動可能に構成される。これにより、支持台16と一緒に移動するガラス基板14に対して、ガラス基板14に向けてライン状の第1及び第2の超音波28、30を交互に集束させて、気泡群の発生と崩壊を繰り返すことにより、ガラス基板14の表面14Aを万遍なく超音波洗浄することができる。移動手段としては、特に図示しないが、例えば、シリンダロッドの伸縮によりアームを矢印C－D方向にストロークさせるシリンダ装置や、ボールネジでアームを矢印

C-D方向に往復移動させるボールネジ機構等を使用することができる。

[0048] また、超音波による気泡の発生は固体表面で多く発生するため、図3に示すように、超音波28、30の集束位置Pに固体物40を設けることが好ましい。

[0049] 図3は、超音波28、30の集束位置Pに、使用する超音波の波長よりも十分薄い厚さの金属板(超音波反射板)を上記した中心線34上に設けた場合である。この金属板の面は図4Aのように超音波の進行方向32に平行になるようにすることで、発生した気泡がガラス基板14に到達する上で障害にならないようにできる。このように、超音波28、30の集束位置Pに固体物40を設けることで、第1の超音波28による気泡の発生を促進し、高密度な気泡群36を形成することができるので、気泡群36の崩壊時に一層高いエネルギーを得ることができる。また、気泡群36の崩壊により発生する多量のラジカルは、超音波28、30の音響流42によりガラス基板14の表面14Aまで運ばれ、表面14Aに付着した有機性の汚染物をラジカルにより化学的に分解して除去する。

[0050] 超音波28、30の集束位置Pに設ける固体物40は金属板に限らず、他の例えばセラミクスやプラスチックの材質の平板でもよく、図4Bに示すように、多数の孔を有する金属網や色々な材質の多孔板でもよい。金属網や多孔板は、その孔を通して気泡や洗浄液をガラス基板14上に送ることができるので、金属網や多孔板の面を超音波28、30の進行方向32に対して直交する方向に設置することもできる。この場合、固体表面での気泡の発生を確保しつつ気泡や洗浄液を十分に基板14に供給するためには、金属網などを構成する針金の径及び開口部の大きさや、多孔板の孔の径及び孔のピッチは超音波の波長よりも十分小さい、例えば0.5mm以下程度が好ましい。

[0051] 図5は、超音波28、30の集束位置Pをガラス基板14の表面14Aから離間させると共に、超音波28、30の進行方向32がガラス基板14の垂直方向に対して 30° の角度(α)になるようにしたものである。このように、超音波28、30の進行方向32がガラス基板14の表面14Aに垂直な方向から傾斜しているようにしたので、ガラス基板14の表面14Aにおける超音波の効力領域及び超音波により生成されるラジカルの効力領域を広くすることができる。更に、音響流42による流れ方向を一方向にできるこ

とから、ガラス基板14の表面14Aから除去された汚れをガラス基板14から速やかに排除でき、洗浄効果を高めることができる。傾斜させる角度(α)としては、 $10^{\circ} \sim 80^{\circ}$ の範囲が好ましく、 $50^{\circ} \sim 70^{\circ}$ の範囲がより好ましい。これは、角度(α)が 10° 未満では、超音波28、30の効力領域を広くする効果が発揮されないと共に、 80° を超えると、効力領域が広くなりすぎて超音波洗浄効力が低下するためである。

[0052] 図6は、2つの超音波振動子18をそれぞれ水平角(β)が可変になるように配置し、且つ2つの超音波振動子18からの超音波が一点で集束するように構成した一例である。水平角(β)はガラス基板14の水平な表面14Aに対する超音波28、30の進行方向32の角度をいう。

[0053] 2つの超音波振動子18からの超音波が一点で集束するため、それぞれの超音波発生手段20の本体部26は、超音波振動子18の超音波発生面からその集束位置Pまでの距離Lを半径とした円周上を移動(E-F方向)することができるよう支持される。このように配置することによって、集束位置Pを変えずに水平角(β)を自由に変化させることができる。水平角(β)の最適値は被洗浄物によっても異なるが、おおむね $45^{\circ} \pm 30^{\circ}$ の範囲である。また2つの超音波発生手段20を支持した構造体26Bを上下方向に移動するか、あるいは基板14を上下方向に移動することによって、超音波の集束位置Pと被洗浄物である基板14との間の距離を調整する。このように、2基の超音波発生手段20を設けて、集束位置Pを同一にすることにより、超音波の集束域近傍で限定された範囲で、より大量の気泡群36を発生させることができるので、気泡群36の崩壊時に一層高いエネルギーを得ることができる。

[0054] 図7は、2基の超音波発生手段20を設けると共に、その集束位置Pの近傍に洗浄液中にガス又はガスを溶解したガス溶解水を吹き込む吹込口46を設けた超音波洗浄装置10である。吹き込むガスとしては、水素ガス、アルゴンガス等の超音波28、30によりラジカルを発生し易いガスが好ましい。この場合、洗浄液11中にガスを直接吹き込むようにしてもよいが、ガスを溶解したガス溶解水を洗浄液11中に供給するようになると一層よい。図7はガス溶解水を供給するように装置構成を形成したもので、洗浄槽12の外側に、中空糸膜を使用したガス溶解装置48が設けられる。このガス溶解装置48に液体導入管50から予め脱気処理により溶存ガスを除去した超純水を供

給すると共に、ガス供給管52から水素ガスを供給し、超純水に水素ガスを溶解させたガス溶解水を製造する。そして、ガス溶解水を供給管54の吹込口46から洗浄槽12内に吹き込む。洗浄液11へのガスの吹き込みは、2基の超音波発生手段20に限定されるものではなく、図1～図6で説明した1基の超音波発生手段20にも適用できる。

[0055] このように、集束位置Pの近傍にガスが吹き込まれた洗浄液11は、吹き込まれない洗浄液に比べて、超音波28、30の照射によるラジカルの発生が多く、ラジカルによるガラス基板14の洗浄効果を一層高めることができるからである。この場合、吹込口46は、集束位置P近傍であって、超音波28、30の進行方向32から見て集束位置Pの上流側に配置し、集束位置Pに向かってガス又はガス溶解水を吐出することが好ましい。これにより、集束位置Pの上流側に吹き込まれたガスが超音波エネルギーの最も高い集束位置Pにおいて効率的にラジカルとなり、ガラス基板14の表面14Aに到達するからである。

[0056] 図8は、図7の超音波洗浄装置10において、ガス溶解水の代わりにガス(図8は水素ガスを吹き込む場合)を洗浄槽12内に直接吹き込むようにしたものであり、この場合にも、ガス溶解水を吹き込んだ場合と同様の効果を得ることができる。

[0057] 図9～図13は、本発明の超音波洗浄装置の第2の実施の形態であり、ノズル口から被洗浄物に向けて吐出する洗浄液に超音波を付与する超音波ノズル方式における各種の態様を示した概念図である。尚、第1の実施の形態と同じ部材や手段には同符号を付して説明する。

[0058] 図9に示すように、超音波ノズル方式の超音波洗浄装置100は、主として、ガラス基板14を搬送する搬送手段102と、搬送手段102の上方に設けられ、ノズル口104から洗浄液11をガラス基板14の表面14Aに向けて吐出すると共に、異なる周波数の超音波をガラス基板14の表面14Aに向けて交互に集束させる超音波発生手段20を備えた超音波ノズル108と、ノズル口104からガラス基板14の表面14Aまでの距離を調整する集束位置調整手段22と、で構成される。

[0059] 超音波ノズル108は、主として、本体部26と、超音波振動子18と、ガラス基板14の幅方向(図9の表裏方向)に長いスリット状のノズル口104が下向きに開口されたノズ

ル容器110とで構成される。ノズル容器110の天井面には超音波振動子18が配置されると共に、側面には洗浄液11が供給される洗浄液供給管112が接続される。超音波振動子18は、振動面が凹面形状であり、第1の実施の形態で説明したと同じ第1の超音波28と第2の超音波30とがガラス基板14に向けて集束するように配置される。この場合、超音波28、30は、スリット状のノズル口104に沿ってライン状に集束される。ガラス基板14を搬送する搬送手段102としては、図9に示すように、駆動ローラ14を並べたローラコンベア装置を好適に使用することができるが、これに限定するものではない。超音波ノズル方式の超音波洗浄装置100の場合、ノズル口104から吐出された洗浄液11は、ガラス基板14の表面14Aを洗浄した後、搬送手段102の下方に設けられた図示しない受け容器に落下するので、洗浄液11が落下しやすい搬送手段102であればよい。

[0060] このように構成された超音波ノズル式の超音波洗浄装置100によれば、ノズル容器110に洗浄液11を供給してノズル口104からガラス基板14に向けて吐出しながら、本体部26に収納された周波数制御可能な発信器(図示せず)から超音波振動子18に信号を供給し、例えば周波数2MHzの高周波な第1の超音波28を約50 μ 秒照射した後、連続して該第1の超音波28の2分の1以下の例えば約500KHzの低周波な第2の超音波30を約10 μ 秒照射する。これを約100 μ 秒の短時間のインターバルで繰り返し照射する。これにより、超音波ノズル式の超音波洗浄装置100の場合にも、ディップ方式の超音波洗浄装置10と同様の超音波洗浄効果を得ることができる。この場合、第1及び第2の超音波28、30の1回に照射する照射時間、及びインターバル時間の好ましい範囲は第1の実施の形態と同様である。

[0061] また、超音波ノズル108は集束位置調整手段22により、矢印A-B方向に移動可能であり、これによりノズル口104及び集束位置Pを、図9のようにガラス基板14の表面14Aに略接触する位置まで近づけたり、図10のようにガラス基板14の表面14Aから離間することができる。集束位置調整手段22としては、例えば第1の実施の形態で説明したボールネジ機構を使用することができる。これにより、第1の実施の形態で説明したと同様の作用効果を得ることができるので、金属薄膜を成膜したガラス基板14や回路等の微細パターンが形成されたガラス基板14のように、気泡群36の崩壊によ

る衝撃力の影響を受け易いガラス基板14であっても、金属薄膜や微細パターンを破損しないように超音波洗浄することができる。

[0062] また、超音波ノズル方式の超音波洗浄装置の場合も、図10及び図11のように、超音波の集束位置Pに固体物40を設けることにより、気泡の発生を促進することができる。また、図11のように、ノズル口104からの洗浄液11の吐出方向及び超音波28、30の進行方向32の角度 α がガラス基板14の表面14Aに垂直な方向に対して傾斜させることが好ましい。これにより、第1の実施の形態と同様に、ガラス基板14の表面14Aにおける超音波28、30の効力領域及び超音波28、30により生成されるラジカルの効力領域を広くすることができる。また、ノズル口104からの吐出された洗浄液11がガラス基板14の表面14Aを流れる方向、及び音響流42による流れ方向を一方向にできることから、ガラス基板14の表面14Aから除去された汚れをガラス基板14から速やかに排除でき、洗浄効果を高めることができる。適切な角度 α は第1の実施の形態と同様である。

[0063] 図12は、1つの超音波ノズル108に2つの超音波発生手段20を集束位置Pが同一になるように対向配置させたもので、ノズル容器110は断面半円状の蒲鉾形状に形成され、2つの超音波振動子18の間に洗浄液11を供給する洗浄液供給管112が接続される。このように、2基の超音波発生手段20を設けて、集束位置Pを同一にすることにより、1台の超音波発生手段20で形成される超音波28、30の集束域近傍で限定された範囲で気泡を発生させることができるので、気泡群36の崩壊時に一層高いエネルギーを得ることができる。

[0064] 図13は、ノズル容器110に供給する洗浄液11にガスを吹き込むようにしたもので、洗浄液供給管112の途中に、中空糸膜を使用したガス溶解装置48が設けられる。これにより、ノズル容器110に供給する洗浄液11中のガス濃度が高くなるので、超音波28、30の照射によるラジカルの発生が多く、ラジカルによるガラス基板14の洗浄効果を一層高めることができる。

[0065] 尚、本発明の実施の形態では、被洗浄物としてガラス基板14の例で説明したが、これに限定されるものではなく、半導体基板でもよく、その他、超音波洗浄できるものであれば何でもよい。

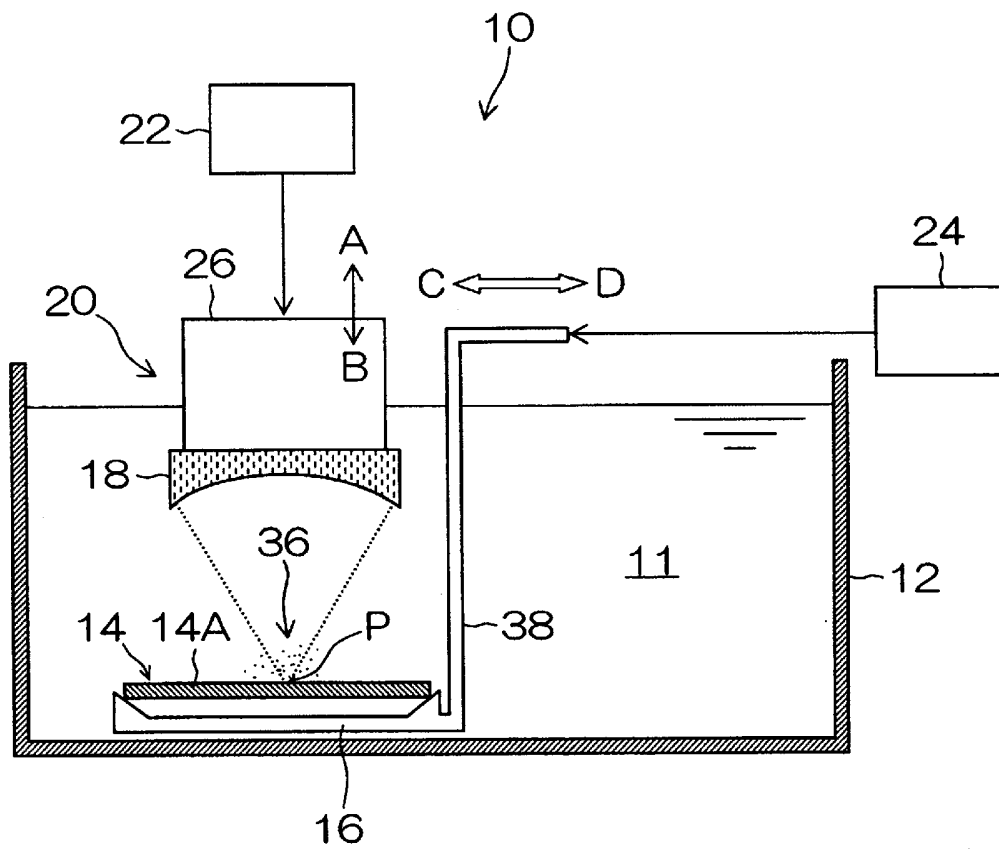
請求の範囲

- [1] 被洗浄物の表面に付着する汚れを、超音波を付与した洗浄液で超音波洗浄する超音波洗浄装置であって、
前記洗浄液を貯留する洗浄槽と、
前記洗浄液中に前記被洗浄物を支持する支持台と、
周波数1～10MHzの第1の超音波と、該第1の超音波の2分の1以下の周波数の第2の超音波とを前記被洗浄物に向けて交互に集束させる超音波発生手段と、
前記集束させる集束位置から前記被洗浄物の表面までの距離を調整する集束位置調整手段と、
前記超音波発生手段による超音波の効力が前記被洗浄物の表面に万遍なくいきわたるように前記超音波発生手段及び前記支持台の少なくとも一方を移動させる移動手段と、を備えたことを特徴とする超音波洗浄装置。
- [2] 被洗浄物の表面に付着する汚れを、超音波を付与した洗浄液で超音波洗浄する超音波洗浄装置であって、
前記被洗浄物を搬送する搬送手段と、
前記搬送手段の上方に設けられ、ノズル口から洗浄液を前記被洗浄物の表面に向けて吐出すると共に、周波数1～10MHzの第1の超音波と、該第1の超音波の2分の1以下の周波数の第2の超音波とを前記被洗浄物の表面に向けて交互に集束させる超音波発生手段を備えた超音波ノズルと、
前記ノズル口から前記被洗浄物の表面までの距離を調整する集束位置調整手段と、を備えたことを特徴とする超音波洗浄装置。
- [3] 前記被洗浄物は、半導体基板、LCD用やフォトマスク用のガラス基板の何れかであることを特徴とする請求項1又は2の超音波洗浄装置。
- [4] 前記超音波の集束位置に固体物を設けることを特徴とする請求項1～3の何れか1の超音波洗浄装置。
- [5] 前記固体物は、金属板、金属以外の材質の平板、メッシュ板、多孔板の何れかであることを特徴とする請求項4の超音波洗浄装置。
- [6] 前記超音波の進行方向が前記被洗浄物の表面に垂直な方向に対して傾斜してい

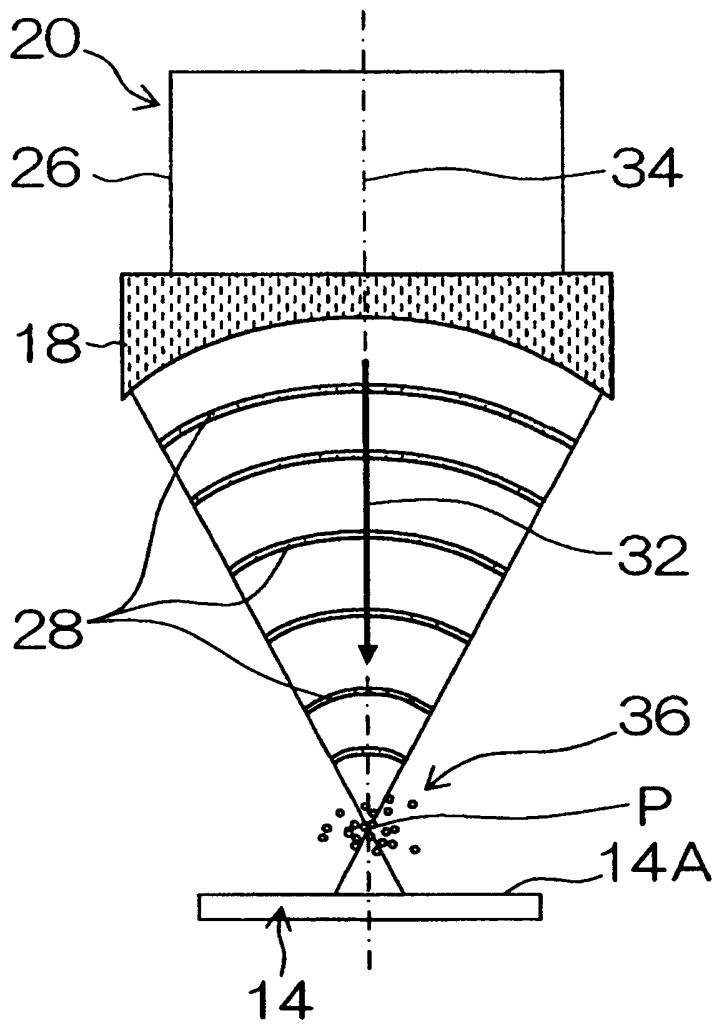
ることを特徴とする請求項1、3、4、又は5の超音波洗浄装置。

- [7] 前記ノズル口からの洗浄液の吐出方向及び前記超音波の進行方向が前記被洗浄物の表面に垂直な方向に対して傾斜していることを特徴とする請求項2～5の何れか1の超音波洗浄装置。
- [8] 前記超音波発生手段を2基設けると共に、該2基の超音波発生手段は超音波の集束位置が同一になるように配置されていることを特徴とする請求項1～7の何れか1の超音波洗浄装置。
- [9] 前記2基の超音波発生手段は回転軸を中心に回転自在に支持されると共に、前記集束位置調整手段は前記2基の超音波発生手段を回転させることにより前記集束位置を同一にしながら前記集束位置から前記被洗浄物の表面までの距離を調整するものであることを特徴とする請求項8の超音波洗浄装置。
- [10] 前記洗浄液中にガスを溶解したガス溶解水を吹き込むガス溶解水吹込手段を設けたことを特徴とする請求項1～9の何れか1の超音波洗浄装置。
- [11] 前記洗浄液中にガスを吹き込むガス吹込手段を設けたことを特徴とする請求項1～9の何れか1の超音波洗浄装置。

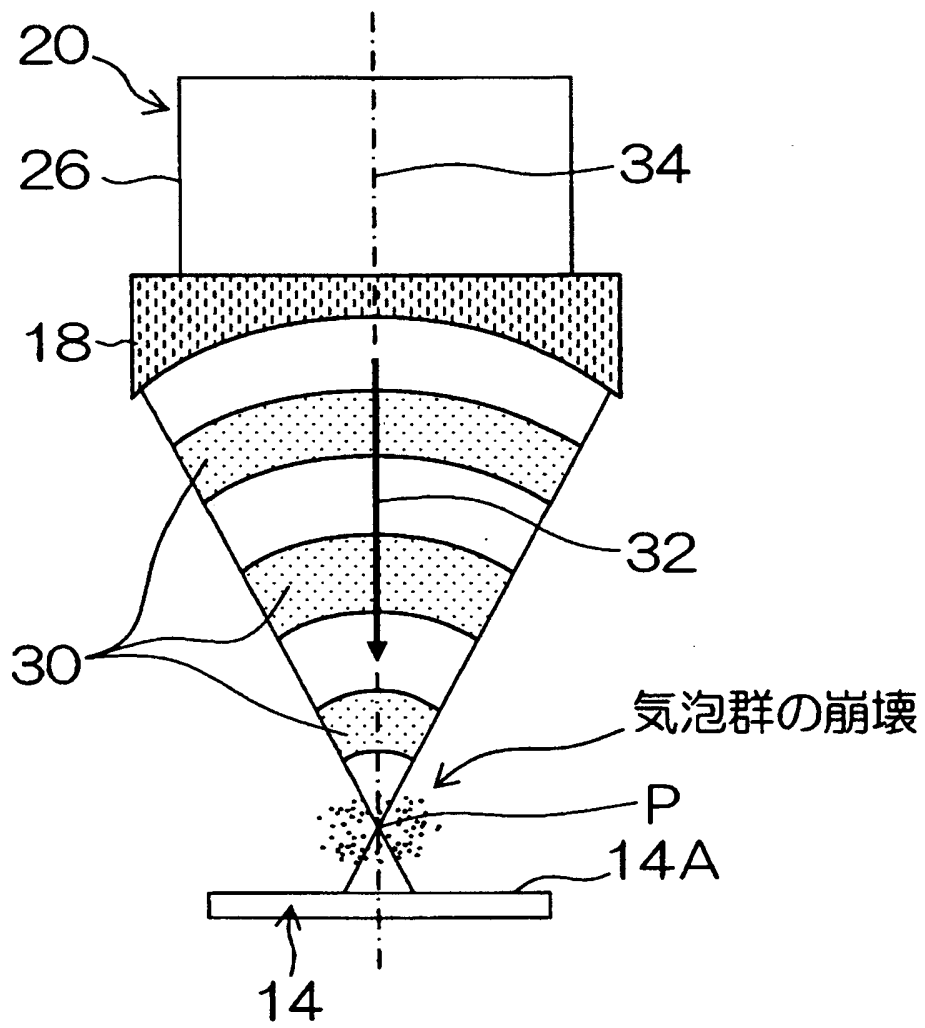
[図1]



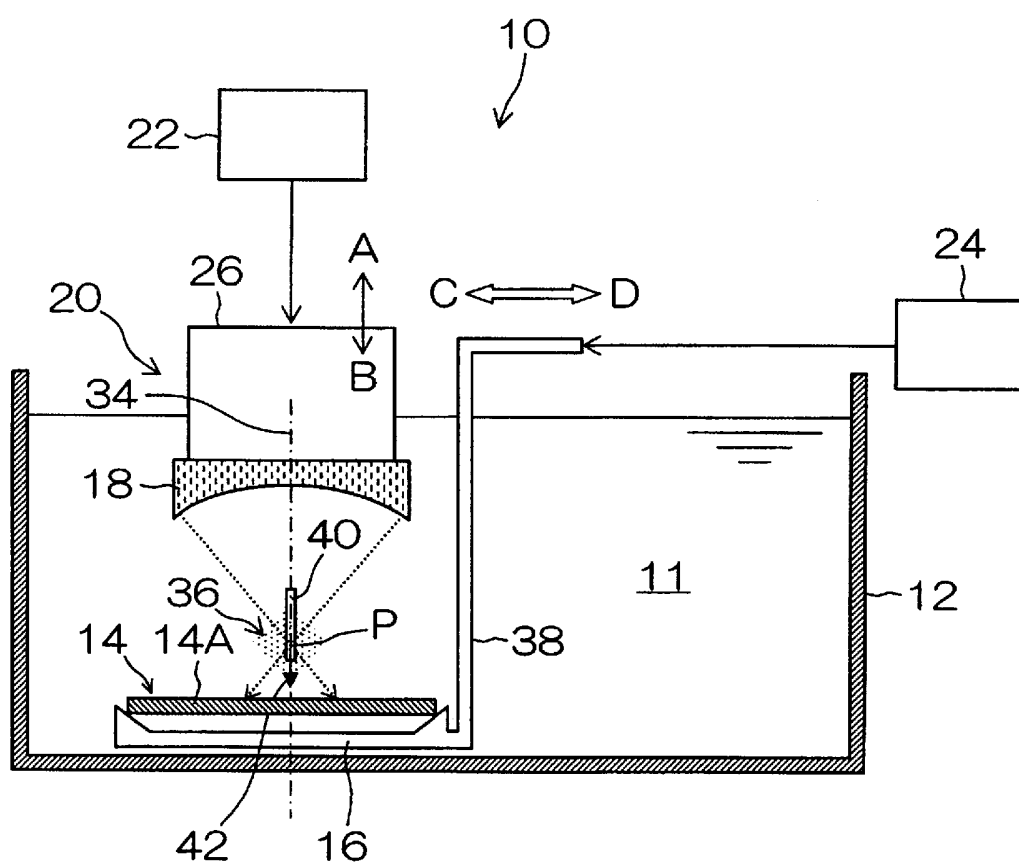
[図2A]



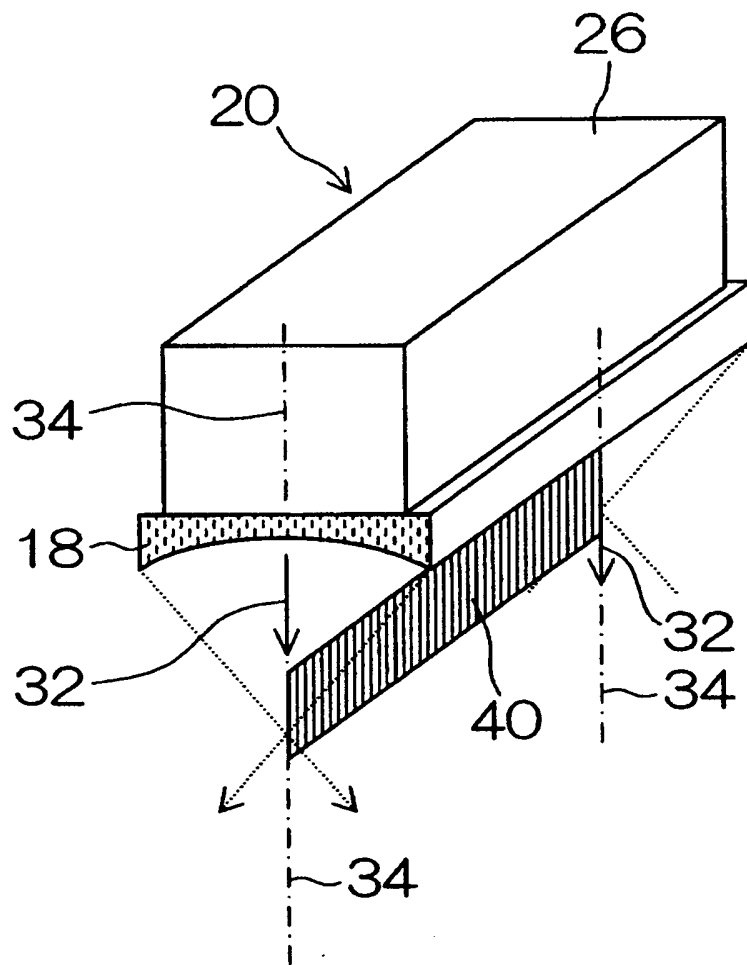
[図2B]



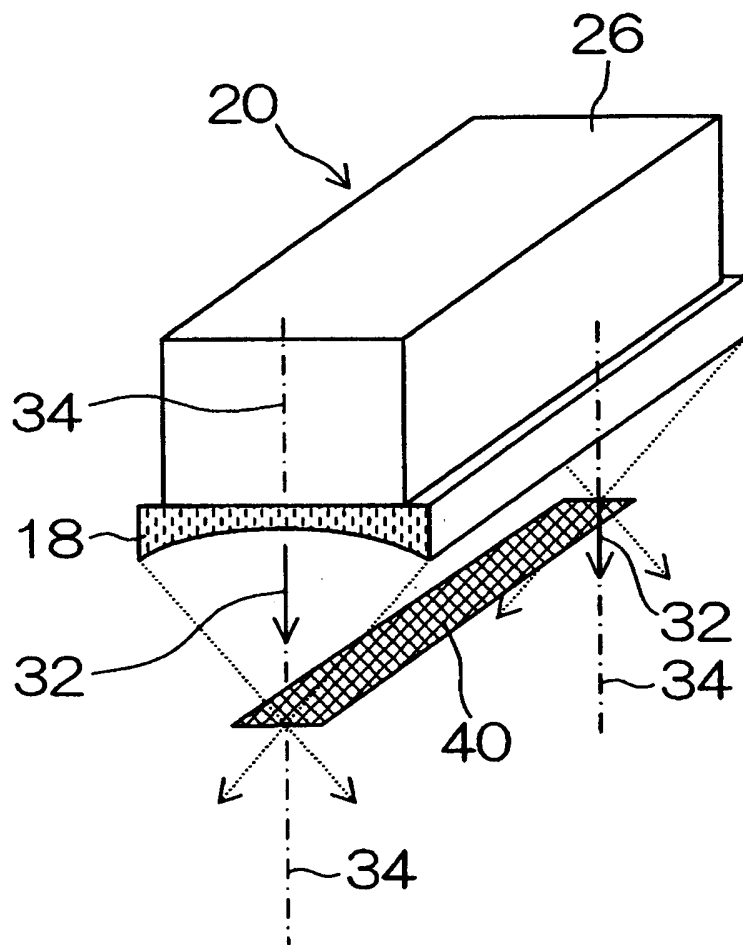
[図3]



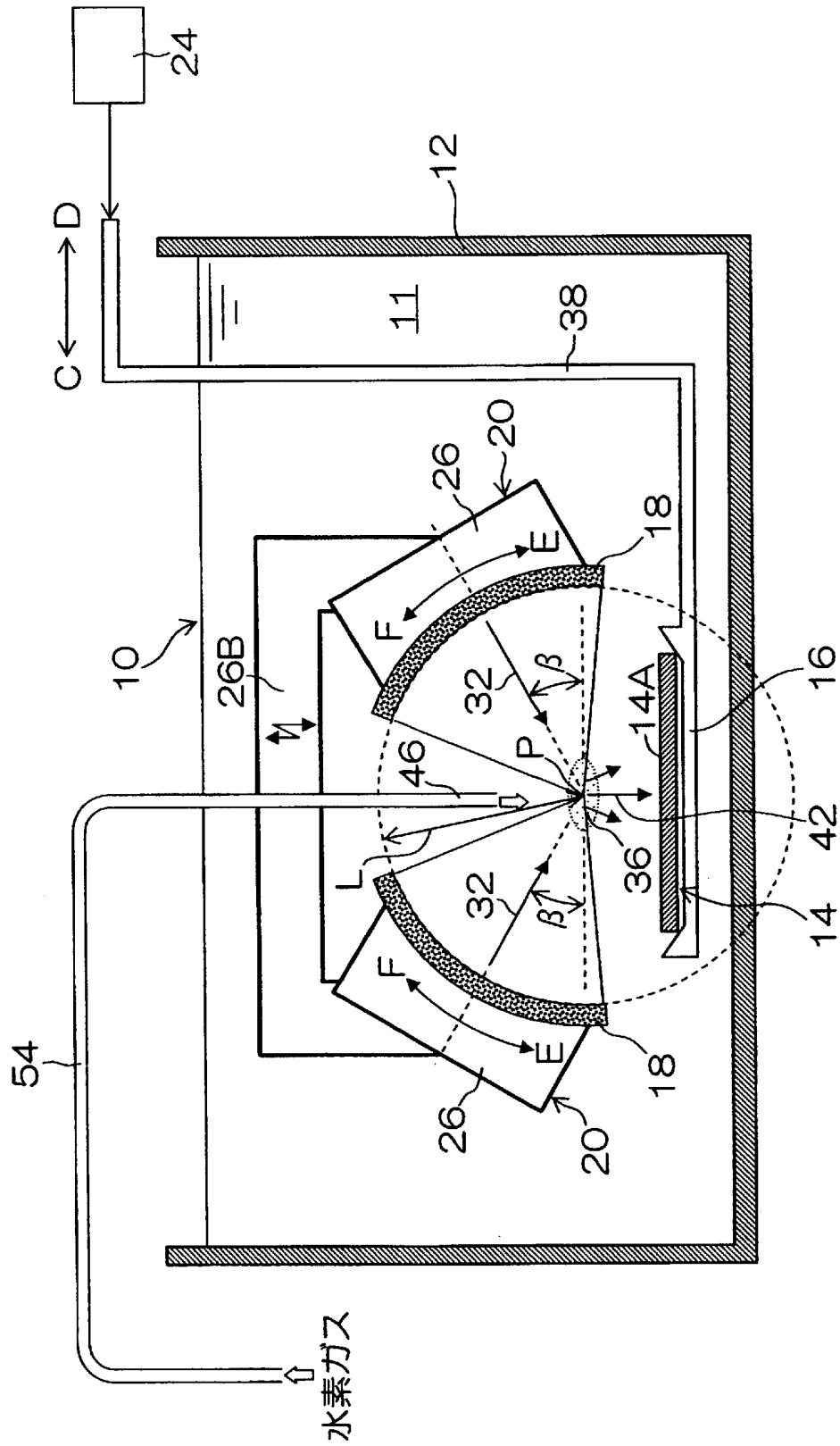
[図4A]



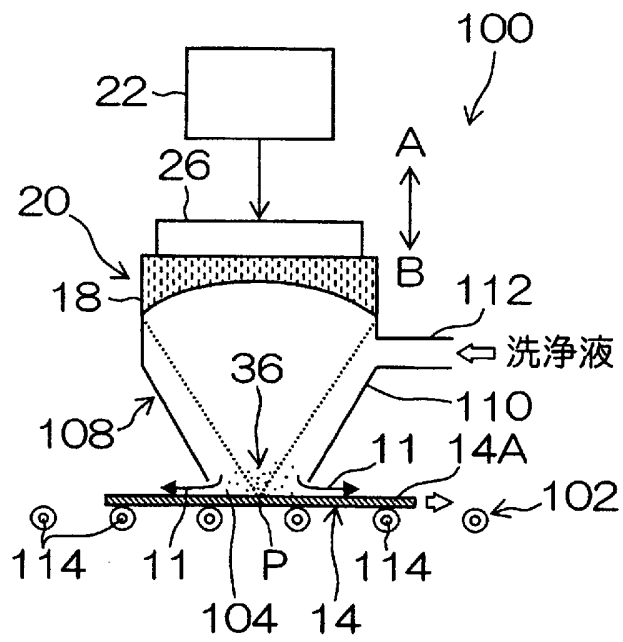
[図4B]



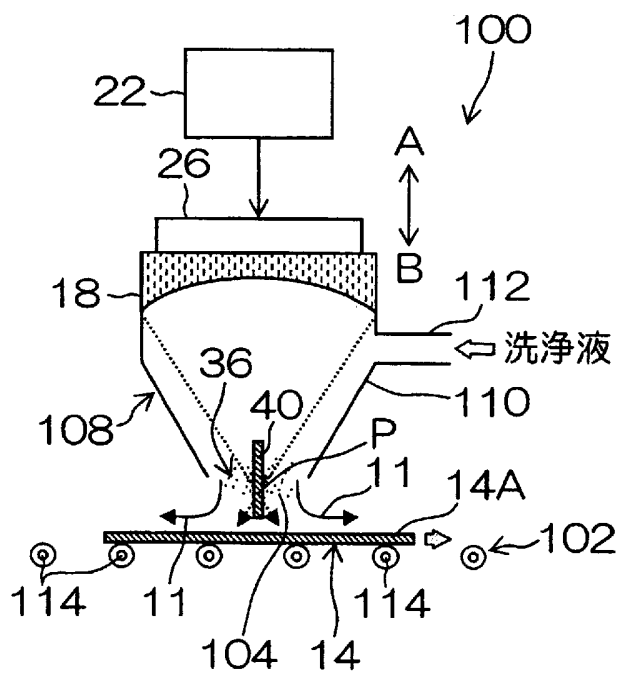
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/018515

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER B08B3/12 (2006.01), B01F1/00 (2006.01), B01F5/06 (2006.01), B06B1/06 (2006.01), B08B3/10 (2006.01) 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) B08B3/12 (2006.01), B01F1/00 (2006.01), B01F5/06 (2006.01), B06B1/06 (2006.01), B08B3/10 (2006.01), H01L21/304 (2006.01) 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 1996-2006 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2006 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2006 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	JP 11-28432 A (Hitachi, Ltd.), 02 February, 1999 (02.02.99), Full text; all drawings (Family: none)	1-11
Y	JP 2000-216126 A (Dainippon Screen Mfg. Co., Ltd.), 04 August, 2000 (04.08.00), Full text; all drawings (Family: none)	1-11
Y	JP 7-201799 A (International Business Machines Corp.), 04 August, 1995 (04.08.95), Full text; all drawings (Family: none)	1-5, 10, 11
☒ 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 05 January, 2006 (05.01.06)		Date of mailing of the international search report 17 January, 2006 (17.01.06)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/018515

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 2001-38306 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 13 February, 2001 (13.02.01), Par. No. [0033] & EP 1072329 A1 & US 6503332 B1	1-11
Y	JP 2001-269635 A (Shibata Kagaku Kabushiki Kaisha), 02 October, 2001 (02.10.01), Par. No. [0026] (Family: none)	1-11
Y	JP 2002-45806 A (Kurita Water Industries Ltd.), 12 February, 2002 (12.02.02), Full text (Family: none)	10,11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. B08B3/12(2006.01), B01F1/00(2006.01), B01F5/06(2006.01), B06B1/06(2006.01), B08B3/10(2006.01)											
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 (IPC)) Int.Cl. B08B3/12(2006.01), B01F1/00(2006.01), B01F5/06(2006.01), B06B1/06(2006.01), B08B3/10(2006.01), H01L21/304(2006.01)											
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2006年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2006年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2006年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2006年	日本国実用新案登録公報	1996-2006年	日本国登録実用新案公報	1994-2006年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2006年										
日本国実用新案登録公報	1996-2006年										
日本国登録実用新案公報	1994-2006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 請求の範囲の番号									
Y	J P 11-28432 A (株式会社日立製作所) 1999. 02. 02, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-11									
Y	J P 2000-216126 A (大日本スクリーン製造株式会社) 2000. 08. 04, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-11									
Y	J P 7-201799 A (インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション) 1995. 08. 04, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5, 10, 11									
☒ 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 05. 01. 2006		国際調査報告の発送日 17. 01. 2006									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 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) 栗山 卓也 電話番号 03-3581-1101 内線 3332	3K 9628								

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 請求の範囲の番号
Y	J P 2001-38306 A (富士写真フイルム株式会社) 2 001. 02. 13, 段落【0033】 &EP 1072329 A1 &US 6503332 B1	1-11
Y	J P 2001-269635 A (柴田科学株式会社) 2001. 10. 02, 段落【0026】(ファミリーなし)	1-11
Y	J P 2002-45806 A (栗田工業株式会社) 2002. 02. 12, 全文 (ファミリーなし)	10, 11