

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-268448

(P2007-268448A)

(43) 公開日 平成19年10月18日(2007.10.18)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
BO8B 3/12 (2006.01)	B O 8 B 3/12 B	3 B 2 0 1
HO1L 21/304 (2006.01)	B O 8 B 3/12 Z	5 D 1 0 7
BO6B 1/02 (2006.01)	H O 1 L 21/304 6 4 2 E	
	H O 1 L 21/304 6 4 3 D	
	B O 6 B 1/02 K	
審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 9 頁)		

(21) 出願番号 特願2006-98459 (P2006-98459)
 (22) 出願日 平成18年3月31日 (2006.3.31)

(71) 出願人 000166650
 株式会社日立国際電気エンジニアリング
 秋田県潟上市天王字鶴沼台43番地224
 (72) 発明者 大川 真樹
 東京都羽村市神明台2-6-13 株式会
 社日立国際電気エンジニアリング羽村事業
 所内
 Fターム(参考) 3B201 AA02 AA03 AB01 BB02 BB22
 BB32 BB84 BB85 CB01
 5D107 AA05 BB11 CC12

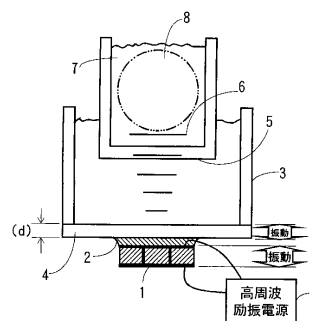
(54) 【発明の名称】 超音波洗浄装置

(57) 【要約】

【課題】共振周波数が振動板の全部位で一定に保たれるようにして、被洗浄物に対して常に均一な精密洗浄が行える超音波洗浄装置を提供する。

【解決手段】超音波洗浄装置は、洗浄液が溜められた洗浄槽と、洗浄槽内の洗浄液に500kHz以上の超音波振動を伝搬させるための超音波振動体とを備えた超音波洗浄装置であって、超音波振動体は、複数枚の平板状超音波振動素子が振動板上に並べて接着された複合素子配置構造体を有し、複数枚の平板状の超音波振動素子のおおのほは、所定の対象洗浄領域に対して平坦状の超音波放射特性を持つ形状を有し、超音波振動の周波数ばらつきを抑えて超音波振動体の全面において実質上均一な超音波放射特性が得られるように研磨加工および研削加工の機械加工により前記振動板の振動部位の板厚差が±3%の範囲内のものとする振動板としたものである。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

洗浄液が溜められた洗浄槽と、該洗浄槽内の該洗浄液に500kHz以上の超音波振動を伝搬させるための超音波振動体とを備えた超音波洗浄装置であって、

前記超音波振動体は、複数枚の平板状超音波振動素子が振動板上に並べて接着された複合素子配置構造体を有し、

前記複数枚の平板状の超音波振動素子のおのおのは、所定の対象洗浄領域に対して平坦状の超音波放射特性を持つ形状を有し、

前記超音波振動の周波数ばらつきを抑えて前記超音波振動体の全面において実質上均一な超音波放射特性が得られるように研磨加工および研削加工の機械加工により前記振動板の振動部位の板厚差が±3%の範囲内のものとする前記振動板としたことを特徴とする超音波洗浄装置。

10

【請求項 2】

前記洗浄液が溜められた洗浄槽が流水型であることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波洗浄装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体ウエハー、ガラスマスク、液晶ガラス基板、ハードディスク盤などの超音波振動による洗浄に関する。

20

【背景技術】

【0002】

半導体ウエハー、液晶用のガラス、ハードディスク盤等の微細加工品の精密洗浄には、高周波の超音波洗浄装置が用いられている。精密洗浄の対象とする汚れは、1μm以下の付着粒子等であり、洗浄槽内に満たされた洗浄液中を伝わる超音波振動、又は、洗浄液と超音波振動との相乗効果により、汚れを剥離させるものである。

従来、超音波洗浄装置では、超音波振動を発生させる超音波振動素子の材質として、圧電セラミック等が用いられている。更に、超音波振動素子が発する超音波振動を洗浄装置内の洗浄液に伝達させる振動板の材質として、一般に市販されているステンレス板を用いる場合が多い。

30

この振動板は洗浄する対象物である被洗浄物の大きさに合わせて作られ、適当な大きさの超音波振動素子を複数枚組み合わせ、これらを振動板に貼り合わせている。

振動板の振動により、洗浄液が振動して、従来の被洗浄物に対しては、満遍なく超音波振動が照射されるように構成されていた。

例として、超音波振動素子とステンレス製の振動板との共振周波数が1MHz程度の超音波洗浄装置であれば、振動板の板厚が0.01mm変化すると、共振周波数が3kHz程度変化することが知られている。このような共振周波数のばらつきが洗浄面に対して洗浄強度のばらつきを生じさせる原因となっていることが分かっている。

従来の市販のステンレス板の購入状態で用いたとき、板厚公差が実質±7.5%程度あるので共振周波数は、±150kHz程度のばらつきが生じることがある。

40

ところが、年々、半導体ウエハーに代表されるように、被洗浄物の大きさが大きくなる上、回路パターンは微細化が進み高密度回路が形成されるようになり、半導体の製造過程に組み入れられる洗浄装置にもますます洗浄むらを発生させない均一な高精度の洗浄が行える洗浄装置が求められるようになってきた。

【0003】

図5は、従来技術の例としての超音波振動素子と振動板の平面図であり、複数の超音波振動素子(11, 12, 13)が振動板(4)に密着されたものである。4a、4b、4cは振動板の厚み測定部位の例を示す。測定部位4aの板厚: 2.75mm、測定部位4bの板厚: 2.80mm、測定部位4cの板厚: 3.10mmであり、板厚のばらつきは最大0.35mm(厚みむら: 12%)である。

50

このとき各超音波振動素子と振動板との共振周波数は、超音波振動素子 1 1 での共振周波数の測定値は 1 0 5 5 kHz であり、超音波振動素子 1 2 での共振周波数の測定値は 1 0 3 6 kHz であり、超音波振動素子 1 3 での共振周波数の測定値は 9 3 5 kHz である。

従って、振動板の共振周波数のばらつきに換算すると 1 2 0 kHz となる。

一般的な半導体ウエハーの洗浄には石英槽が用いられており、1 MHz 程度の超音波エネルギーは石英槽を透過した分が洗浄に寄与することになり、石英槽を透過できる振動周波数対超音波エネルギー透過率の理論特性曲線は、図 3 の特性図に示されるような a 点（振動板の厚み測定部位 4 a での測定値）、b 点（振動板の厚み測定部位 4 b での測定値）および c 点（振動板の厚み測定部位 4 c での測定値）の実測点を有し、最悪の場合、超音波エネルギー透過率は 5 2 . 4 %（a 点）になり、半分近くの超音波エネルギーが無駄にされ、洗浄の均一性の観点からも問題視される。

10

【0004】

洗浄むらを発生させない均一な精度とするような従来技術は、複数の超音波振動素子が並べて配置され、かつ、各超音波振動素子の表面に、その厚み方向にスリット加工が施された構成によるものであった。（例えば、特許文献 1 参照）。

【0005】

【特許文献 1】特開 2 0 0 4 - 2 4 9 2 1 2 号公報（第 6 頁、図 2）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

年々、洗浄対象物である微細加工品は大型化、微細化が進み、精密洗浄の精度向上が求められて来ており、超音波洗浄装置の超音波振動の不均一に起因する微細粒子等の汚れ剥離不徹底や、大型化、微細化が進むに伴い超音波洗浄装置間での洗浄効果の差が無視できなくなることが問題とされるようになり、更なる均一な超音波振動を発生させ、かつ、装置間での性能差が生じないような、同一精度を有する超音波洗浄装置が必要とされてきた。

20

そこで、超音波振動の均一性は、用いられる振動板の板厚の均一性に負うところが大きいことが分かっている。

振動板に用いられる市販されているステンレスの板は、公称板厚に対して実質的には、 $\pm 7.5\%$ 程度の許容差が存在し、例として、公称板厚 3 mm であれば 2 . 7 3 mm ~ 3 . 1 7 mm の範囲程度の板が購入され、超音波洗浄装置の振動板として組み立てられた後も、1 枚の振動板の振動部位での板厚むら、購入板毎の板厚差異があり、洗浄対象物の大型化、微細化の進みに対して対応しきれない状況となってきた。

30

【0007】

本発明の目的は、上記従来技術の問題点を解決するために、共振周波数が振動板の全部位で一定に保たれるようにして、被洗浄物に対して常に均一な精密洗浄が行える超音波洗浄装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

この目的を達成するために、超音波洗浄装置は、洗浄液が溜められた洗浄槽と、該洗浄槽内の該洗浄液に 5 0 0 k H z 以上の超音波振動を伝搬させるための超音波振動体とを備えた超音波洗浄装置であって、

40

前記超音波振動体は、複数枚の平板状超音波振動素子が振動板上に並べて接着された複合素子配置構造体を有し、

前記複数枚の平板状の超音波振動素子のおのおのは、所定の対象洗浄領域に対して平坦状の超音波放射特性を持つ形状を有し、

前記超音波振動の周波数ばらつきを抑えて前記超音波振動体の全面において実質上均一な超音波放射特性が得られるように研磨加工および研削加工の機械加工により前記振動板の振動部位の板厚差が $\pm 3\%$ の範囲内のものとする前記振動板としたものである。

【0009】

50

更に、本発明の超音波洗浄装置は、前記洗浄液が溜められた洗浄槽が流水型であることを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0010】

従来の共振周波数が150kHz程度のばらつきであったものに対し、本発明の振動板では、振動板板厚精度を±3%で管理すれば、共振周波数の精度は60kHz、さらに、振動板の板圧精度を±1%に管理すれば、共振周波数の精度は20kHzのばらつきまで低減することができる。

半導体ウエハーの洗浄に用いられる石英槽での超音波エネルギー透過率は、従来の20%の損失点を有するものがあったが、これを極めてゼロに近い点に集約できるものとした。

本発明を実施すれば、超音波洗浄装置が洗浄対象物の大型化、微細化の進みに対応した均一な洗浄を得ることができ、かつ、複数の超音波洗浄装置間の洗浄精度のばらつき差を低減させ、常に洗浄むらのない安定した超音波洗浄装置である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

図1は、本発明の超音波洗浄装置の実施例1の断面図である。

1は1MHz程度の超音波を発振させる複数の超音波振動素子である。例示では、3つの超音波振動素子で構成されている。

2は超音波振動素子を振動板に密着させた接着部である。3は純水が溜められた外槽である。4は超音波振動素子とともに振動し、純水に振動を伝達させる洗浄槽3の一部を構成する振動板である。5は半導体ウエハーなどを収容して洗浄液に浸すための容器としての石英槽である。6は振動板の振動によって洗浄液が振動する状態を示す超音波振動であり、外槽3内に溜められた純水中を伝搬し、石英槽5の底面を透過して被洗浄物まで到達する。7は洗浄液である。8は半導体ウエハー等の被洗浄物である。9は超音波振動素子を励振させる高周波励振電源である。

外槽3内の純水に500kHz以上の超音波振動6を伝搬させるため複数の超音波振動素子1と振動板4とで超音波振動体が形成される。この超音波振動体は、複数枚の平板状超音波振動素子が振動板上に並べて接着された複合素子配置構造体を有している。

複数の超音波振動素子1のおのおのは、平板状であり、決められた対象洗浄領域に対して平坦状の超音波放射特性を持つ形状を有している。

【0012】

実施例1の超音波洗浄装置の動作を説明する。

半導体ウエハー等の被洗浄物8が石英槽5に収容されて、洗浄液7が満たされ、石英槽5が振動板4と一体化された外槽3に浸されている状態で、高周波励振電源9が超音波振動素子1を励振させ、これにともない振動板4が共振し、さらに、振動板4の振動によって外槽3内の純水が振動して、石英槽5内の洗浄液7に超音波振動6を得る。

洗浄液7の超音波振動6は、石英槽5の底面を透過して被洗浄物8の対象洗浄領域に均等に振動が当てられ、被洗浄物8の表面に付着した微細なごみを被洗浄物8から除去させる。

【0013】

次に、実施例1の超音波洗浄装置の振動板4の板厚を管理するための機械加工に関して説明する。

複数枚の平板状の超音波振動素子1が振動板4の上に並べて接着されて複合素子配置構造体に形成された超音波振動体であり、複数枚の平板状超音波振動素子1のおのおのが所定の対象洗浄領域に対して平坦状の超音波放射特性を持つ形状に形成される。

超音波振動6の周波数ばらつきを抑えて超音波振動体の全面において実質上均一な超音波放射特性が得られるように振動板4の表面を研磨して振動部位の板厚差1%以下の板厚精度に形成する。

外槽の底部を成す振動板4の板厚加工については、公称板厚3mm程度の市販ステンレ

ス板を用いたとき、現在の機械加工技術によれば、この市販ステンレス板に対して研削・研磨加工を加えれば ± 0.02 mm程度の精度に厚さの仕上げを行うことが可能である。

これによって振動板の各部位での板厚(d)のばらつきを ± 0.02 mm程度以内に、また、量産したときの、各装置の振動板の板厚(d)のばらつきをも ± 0.02 mm程度以内に抑えることの板厚の精度管理が行える。

【0014】

次に、実施例1の超音波洗浄装置の超音波振動体における振動板の板厚と振動周波数の関係について説明する。

図2は、本発明の超音波洗浄装置の超音波振動素子と振動板とが密着された平面図であり、複数の超音波振動素子(11, 12, 13)が1枚の振動板(4)に密着されたものである。4a'、4b'、4c'は超音波振動素子(11, 12, 13)に対応して振動板の厚み(図1(d))の各測定部位の例を示す。

測定部位4a'の板厚 $d = 2.930$ mm、測定部位4b'の板厚 $d = 2.960$ mmおよび測定部位4c'の板厚 $d = 2.980$ mmであり、板厚のばらつきは最大 0.05 mm(厚みむら: 1.7%)である。

このとき各超音波振動素子(11, 12, 13)と振動板との共振周波数は、超音波振動素子11での共振周波数の測定値は 990 kHz、超音波振動素子12での共振周波数の測定値は 980 kHz、超音波振動素子13での共振周波数の測定値は 973 kHzである。従って、振動板の共振周波数のばらつきは 17 kHzとなる。

【0015】

図3は、本発明の超音波洗浄装置の石英槽における超音波エネルギー透過率特性曲線であり、縦軸が超音波エネルギー透過率(%)であり、横軸が超音波振動周波数(kHz)である。

現在、多くの半導体ウエハの洗浄には石英槽が用いられており、超音波エネルギーは石英槽を透過した分が被洗浄物の洗浄に寄与することになり、石英槽を透過できる振動周波数対超音波エネルギー透過率の理論特性曲線は、図3の特性曲線に示される。

本発明での実験値として、a'点は測定部位4a'における超音波エネルギー透過率が 99.6% 、b'点は測定部位4b'における超音波エネルギー透過率が 99.5% およびc'点は測定部位4c'における超音波エネルギー透過率が 97.4% で示される。

この時の超音波エネルギー透過率は最悪でも 97.4% であり、これであれば、ほとんど減衰なく、良好に透過し、均一な洗浄が行える。

このようにして、超音波振動の周波数ばらつきを抑えて超音波振動体の全面において実質上均一な超音波放射特性が得られるように石英エネルギー透過率が 80% を超えることを最低限の条件とし、振動板の振動部位の板厚差 $\pm 3\%$ 以下のものとする振動板とした。

なお、振動板の板厚の管理精度を更に向上させれば、更なる、微細加工された被洗浄物に対応させることが可能である。いずれの管理精度を選択するかは、コスト/パフォーマンスを考慮すればよい。洗浄用途の違い毎に、どれくらいの管理精度が必要であるか十分に見極めて板厚制度を $\pm 3\%$ に条件付けたり、 $\pm 1\%$ に条件付けたり、価格と性能のトレードオフを考慮して決めればよい。

【0016】

図4は、本発明の超音波洗浄装置の実施例2の断面斜視図であり、流水型の超音波洗浄装置の構造を示している。

1は 1 MHz程度の超音波を発振させる図示してはいないが複数の超音波振動素子で構成された振動素子幅(2e)の複合された超音波振動素子である。

4は超音波振動素子とともに振動し、洗浄液に振動を伝達させる振動板である。

6は振動板の振動によって洗浄液が振動する状態を示す超音波振動であり、洗浄液溜槽内に流水となって溜められた洗浄液中を伝搬し、噴射口から洗浄液が噴出して被洗浄物まで到達する。

7は洗浄液である。

10

20

30

40

50

8は噴射された洗浄液が洗浄面に突き当たり、移動させながら洗浄が行われる半導体ウエハー等の被洗浄物である。

10は、複合された超音波振動素子と振動板4とを内蔵させ、水圧かけられた洗浄液を注ぎ込む給液口10aと超音波振動が伴った圧力が掛けられた洗浄液を噴射させる噴射口10bが配設され、振動板4の底面から噴射口10bの内壁面までの距離(L)を有する洗浄液溜槽である。

図示してはいないが超音波振動素子を励振させる高周波励振電源を外部に有する。

【0017】

実施例2の動作を説明する。

半導体ウエハー等の被洗浄物8が本発明の流水型の超音波洗浄装置の洗浄溜槽10に有する噴射口10bの下部に配置されて、水圧がかけられた洗浄液7が給液口10aから注ぎ込まれた状態で、図示してはいないが高周波励振電源3は超音波振動素子1を励振させると振動板4が共振し、さらに、この振動によって洗浄液が振動して、洗浄液の超音波振動6を得る。

10

超音波振動6が収束距離(L)を経て収束されて、スリット状をした噴射口10bからの超音波振動6を伴う洗浄液が、被洗浄物8の対象洗浄領域に噴射して噴射口10bのスリット方向に均一な振動が当てられ、さらに被洗浄物8は矢印の方向に移動することによって、被洗浄物8の洗浄面に均等に噴射されて、被洗浄物8の表面に付着した微細なごみを被洗浄物8から除去させる。

なお、洗浄溜槽10内に配設された振動板4の板厚の精度向上の加工については、実施例1の超音波洗浄装置の振動板4の板厚を管理するための機械加工に関する説明と同様であるのでその説明は省略する。

20

【0018】

流水型の超音波洗浄装置の超音波の共振周波数と収束距離の関係について説明する。

超音波を効率よく噴射させるために、振動素子幅に比較して狭い噴射口(スリット)にすることにより、収束させた超音波を噴射させることができる。

この超音波の収束は、振動素子の振動面の幅および振動面から噴射口までの距離を所定の値にすることにより行われる。

収束距離を求める関係式として、まず、振動板の板厚と共振周波数との関係式を(1)式に、流水型洗浄機の収束距離Lの関係式を(2)式を示す。この関係式によって得られた各値を表1に示す。

30

【0019】

【数1】

$$\text{共振周波数} = \frac{\text{超音波が振動板を伝わる音速}}{2 \times \text{振動板の板厚}} \dots (1)$$

【0020】

【数2】

$$\text{収束距離} L = \frac{(0.4 \sim 2.0) \times \left(\frac{\text{振動素子幅} (2e)}{2} \right)^2}{WL} \dots (2)$$

40

$$\text{但し } WL = \frac{\text{共振周波数}}{\text{水中の音速}}$$

WL ; 水中を伝わる超音波の波長 (例 ; 1MHz = 1.5mm)

【0021】

50

【表 1】

SUS音速		5800	[m/s]	効果の算出	
基本板厚		2.95	[mm]	洗浄槽型	流水型
				石英エッチ透過率	収束距離 L
板厚偏差		振動板板厚	共振周波数	条件:3mm石英	条件:素子幅15mm
[mm]	[%]	[mm]	[kHz]	[-]	[mm]
-0.220	-7.5%	2.730	1062	47.2%	79.4
-0.200	-6.8%	2.750	1055	52.4%	}
}	}	}	}	}	
-0.150	-5.1%	2.800	1036	67.2%	
}	}	}	}	}	}
-0.090	-3.1%	2.860	1014	86.2%	
}	}	}	}	}	
-0.030	-1.0%	2.920	993	98.7%	85.0
-0.020	-0.7%	2.930	990	99.6%	}
}	}	}	}	}	
0.010	0.3%	2.960	980	99.5%	
}	}	}	}	}	}
0.030	1.0%	2.980	973	97.4%	
}	}	}	}	}	
0.090	3.1%	3.040	954	84.5%	88.4
}	}	}	}	}	}
0.150	5.1%	3.100	935	68.3%	
}	}	}	}	}	
0.220	7.5%	3.170	915	51.9%	92.2

10

20

30

【0022】

従って、共振周波数のばらつきが生ずると、超音波振動波の収束距離の違いとなって現れる。この収束距離の違いが洗浄むらとして影響を及ぼす。

共振周波数と集束距離の関係から得られた計算表である表1に示す値から次のことが説明できる。

板厚偏差が $\pm 7.5\%$ の振動板(従来)では、 \pm 値それぞれの収束距離(L)の差は $92.2 - 79.4 = 12.8$ mmとなるのに対して、本願発明のように板厚偏差が $\pm 3\%$ であれば、収束距離(L)の差は $88.4 - 83.2 = 5.2$ mmとなる。さらに板厚偏差が $\pm 1\%$ であれば、収束距離(L)の差は $86.7 - 85.0 = 1.7$ mmとなり、洗浄の均一性に大きく影響していることは明らかである。

40

【産業上の利用可能性】

【0023】

本発明は、半導体ウエハー、ガラスマスク、液晶ガラス基板、ハードディスク盤など微細加工品の製造ラインにおける精密洗浄を必要とされる主に製造業に利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

50

【図1】本発明の超音波洗浄装置の実施例1の断面図である。

【図2】本発明の超音波洗浄装置の超音波振動素子と振動板の平面図である。

【図3】本発明の超音波洗浄装置の石英槽における超音波エネルギー透過率特性曲線である。

【図4】本発明の超音波洗浄装置の実施例2の断面斜視図である。

【図5】従来技術の超音波振動素子と振動板の平面図である。

【符号の説明】

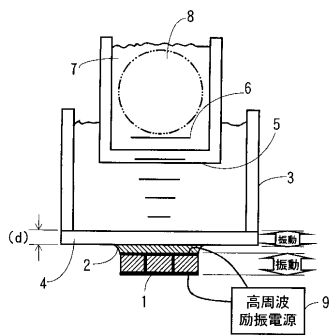
【0025】

- 1, 11, 12, 13 超音波振動素子
- 2 接着部
- 3 外槽
- 4 振動板
- 4a、4b、4c、4a'、4b'、4c' 振動板部位
- 5 石英槽
- 6 超音波振動
- 7 洗浄液
- 8 被洗浄物
- 9 高周波励振電源
- 10 洗浄液溜槽
- 10a 給液口
- 10b 噴射口

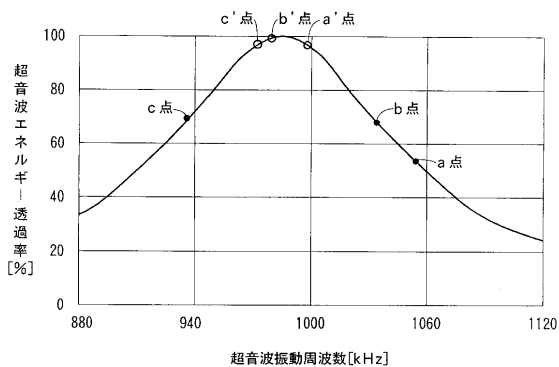
10

20

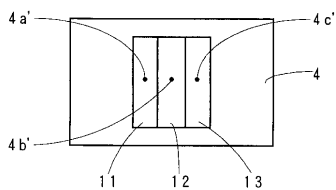
【図1】



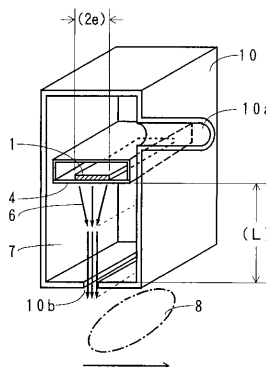
【図3】



【図2】



【図4】



【 図 5 】

