(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
2008 年9 月18 日 (18.09.2008)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2008/111404 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 21/304 (2006.01) *B08B 3/12* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2008/053552

(22) 国際出願日: 2008 年2 月28 日 (28.02.2008)

(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2007-065620 2007 年3 月14 日 (14.03.2007) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社カイジョー (KAIJO CORPORATION) [JP/JP]; 〒2058607 東京都羽村市栄町３丁目１番５号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 長谷川 浩史 (HASEGAWA, Hiroshi) [JP/JP]; 〒2058607 東京都羽村市栄町３丁目１番５号 Tokyo (JP). 釜村 智治 (KAMAMURA, Tomoharu) [JP/JP]; 〒2058607 東京都羽村市栄町３丁目１番５号 Tokyo (JP). 今関 康博 (IMAZEKI, Yasuhiro) [JP/JP]; 〒2058607 東京都羽村市栄町３丁目１番５号 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 羽切 正治 (HAGIRI, Masaharu); 〒1020072 東京都千代田区飯田橋４丁目６番１号２１東和ビル４階 Tokyo (JP).

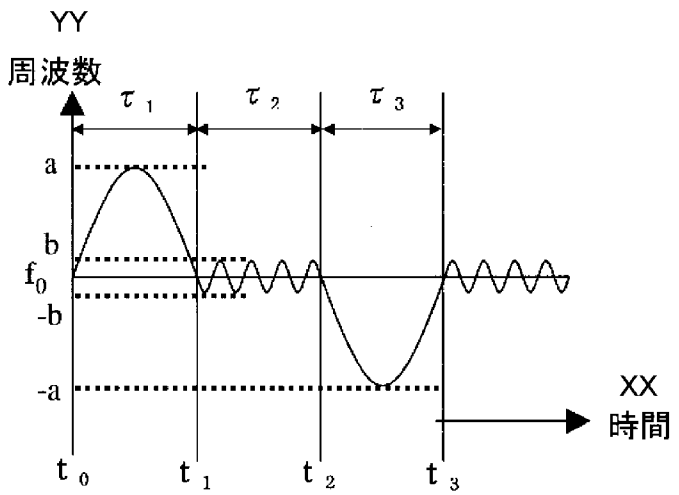
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH,

[続葉有]

(54) **Title:** ULTRASONIC CLEANING DEVICE

(54) 発明の名称: 超音波洗浄装置

[図3]
(a)



XX TIME
YY FREQUENCY

(57) **Abstract:** An ultrasonic cleaning device exhibiting good cleaning efficiency by suppressing fall of sound pressure applied to an article to be cleaned per unit time while ensuring uniformity of sound pressure over the entire region in a cleaning tank. The ultrasonic cleaning device for cleaning an article to be cleaned by ultrasonic vibration comprises an ultrasonic vibration generation means for generating ultrasonic vibration by generating a frequency modulated signal, and a cleaning tank for storing cleaning liquid in which the article to be cleaned is to be immersed and cleaning the article by ultrasonic vibration generated from the ultrasonic vibration generation means. The signal has at least two frequency modulated parts having different modulation widths around a single frequency as the central frequency.

(57) 要約: 本発明は、洗浄槽内全域における音圧の均一化を確保しつつ、単位時間当たりに被洗浄物に加わる音圧の低下を抑え、洗浄効率の良い超音波洗浄装置を提供することを目的とす

[続葉有]

WO 2008/111404 A1

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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, 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, 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, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

る。超音波振動により被洗物を洗浄する超音波洗浄装置であって、周波数変調された信号を生成し超音波振動を発生する超音波振動発生手段と、前記被洗浄物が浸漬される洗浄液を内部に貯留し、前記超音波振動発生手段により発生した超音波振動により前記被洗浄物を洗浄するための洗浄槽と、を備え、前記信号は、単一の周波数を中心周波数として変調幅が異なる少なくとも２つの周波数変調部を有する。

明 細 書

超音波洗浄装置

技術分野

[0001] 本発明は、周波数を変化させた信号を利用して、電子部品に付着した微細な塵埃（パーティクル）等を除去するための超音波洗浄装置に関し、特には100kHz以上の高周波信号を利用する超音波洗浄装置に関する。

背景技術

[0002] 従来より、電子部品の製造工程において、半導体ウエハ、ハードディスク、ガラス基板等の電子部品に付着した微細なごみやちり等の塵埃を除去する手段として、被洗浄物である電子部品の表面を洗浄するために超音波振動を利用した種々の超音波洗浄装置が提案されている。

[0003] 超音波洗浄装置の一例として、洗浄槽が、外槽と、外槽内に配置される内槽から構成される2槽構造の装置がある。この装置は、洗浄槽に金属を使用した場合に、溶出する金属イオンが被洗浄物に付着することを防止するため、石英などから作製される内槽と、ステンレスなどの金属材料又は樹脂材料等から作製され、振動板が装着される外槽とを設ける構成である。

[0004] また、超音波振動子を駆動することで発生する超音波振動を、内槽に貯留される洗浄液に浸漬した被洗浄部材に伝達するための媒体液が外槽に貯留されている。内槽はその底板が媒体液に浸された状態で外槽内に配置される。このような構成の超音波洗浄装置において、所定の信号により振動板を振動させることで発生する超音波振動を用い、内槽内の洗浄液内に浸漬されている被洗浄物を洗浄する。

[0005] また、超音波振動を生じさせるため、単一周波数の信号もしくは周波数変調された信号が一般的に利用されている。単一周波数の高周波信号は、常に一定の周波数の信号を振動板に付与し超音波振動を生じさせる構成である。

[0006] 上記した2槽構造の洗浄槽ではないが、特許文献1、2に、周波数変調した高周波信号を適用した超音波洗浄装置を開示する。図8は、特許文献1の超音波洗浄装置を正面から見た断面図である。この超音波洗浄装置301は、複数の振動子309が固

定されている底板307を有する1層構造の洗浄槽309を備える。複数の振動子309間における振動性能のばらつきを解消するため、各振動子309に所定の変調幅で周波数変調した高周波信号を付与する構成である。

[0007] 特許文献2は、超音波振動を発生するための2つの発振器を備える超音波洗浄装置である。各発振器は、それぞれ異なる周波数で、かつ、周波数変調された高周波信号で超音波振動を発生し、洗浄槽内の音圧むらを解消させる構成である。

[0008] 特許文献1:特開昭63－36534号公報

特許文献2:特開平8－131978号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0009] 上述した単一周波数を用い2槽構造の超音波洗浄装置で洗浄作業を行った場合には、洗浄に適した周波数での洗浄を効率よくできる。しかし、外槽の底板と内槽の底板との位置関係、底板の形状、振動子の振動特性のばらつきや振動子の取り付け精度によっては、内槽内の領域により音圧にばらつきが生じる恐れがある。結果として、洗浄工程の歩留まりが悪くなる。

[0010] 単一周波数の信号に基づく不具合を解消するため、特許文献1や特許文献2に開示される周波数変調に係る高周波信号を利用した2槽構造の超音波洗浄装置も考えられる。周波数変調を行うことにより、振動子が装着されている外槽の底板に対して、外槽内の気泡を抜くべく内槽の底板を傾けて配置した場合や、外槽の底板(振動板)もしくは内槽の底板にゆがみが生じることにより、底板同士が平行に配置されていない場合、そして、振動子の取り付け精度がそれほど高くない場合であっても、所定の中心周波数で周波数変調した信号を利用することにより、内槽内の音圧の不均一性を防止できる。

[0011] しかし、上記の周波数変調された高周波信号を利用した場合には、中心周波数での駆動時間が、単位時間当たりで短くなり、被洗浄物に対する単位時間当たりの平均音圧が低下してしまう。結果として、被洗浄物の洗浄効果が単一周波数に比べ低いものとなってしまう。そこで、単位時間当たりの平均音圧を高めるため、信号の振幅(パワー)を大きくすることが考えられる。しかし、信号の振幅を大きくする前でも十分

に洗浄されていた被洗浄物の部分には過度の音圧が加わることとなり、被洗浄物が破損することも考えられる。

[0012] そこで、本発明は、洗浄槽内全域における音圧の均一化を確保しつつ、単位時間当たりに被洗浄物に加わる音圧の低下を抑え、洗浄効率の良い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

[0013] 上記課題を解決するため、本発明の超音波洗浄装置は、周波数変調された信号を生成し超音波振動を発生する超音波振動発生手段と、前記被洗浄物が浸漬される洗浄液を内部に貯留し、前記超音波振動発生手段により発生した超音波振動により前記被洗浄物を洗浄するための洗浄槽とを備え、前記信号は、単一の周波数を中心周波数として変調幅が異なる少なくとも2つの周波数変調部を有することを特徴とする。

[0014] また、本発明の超音波洗浄装置によれば、前記洗浄槽は、前記超音波振動発生手段が装着され、前記超音波振動を伝達する伝達媒体を貯留するための外槽と、前記外槽の内部に配置され、内部に貯留される洗浄液内に浸漬される前記被洗浄物を、前記伝達媒体を介して伝達される超音波振動により洗浄するための内槽と、を有することを特徴とする。

[0015] さらに、本発明の超音波洗浄装置によれば、前記内槽の底板は前記外槽の底板に対して所定角度で傾斜していることを特徴とする。

[0016] 本発明の超音波洗浄装置によれば、前記変調幅が異なる少なくとも2つの周波数変調部は、洗浄条件に応じてその発振時間が各々異なることを特徴とする。

[0017] また、本発明の超音波洗浄装置によれば、前記少なくとも2つの周波数変調部の内、大きい変調幅を有する周波数変調部が中心周波数に到達するタイミングで、小さい変調幅を有する周波数変調部が生成されることを特徴とする。

[0018] さらに、本発明の超音波洗浄装置によれば、前記伝達媒体は、純水又は薬剤であることを特徴とする。

[0019] 本発明の超音波洗浄装置によれば、前記超音波振動発生手段は、単体又は複数の振動子を有することを特徴とする。

[0020] 本発明の超音波洗浄装置によれば、前記超音波振動発生手段は、単一又は複数の発振部およびパワーアンプを有することを特徴とする。

[0021] 本発明において、1槽構造の洗浄槽の場合には、洗浄槽は石英ガラスを使用することが好ましい。2槽構造の洗浄槽の場合には、外槽の材料としては、ステンレスやプラスチック等を、内槽の材料としては、熱や薬剤に耐久性のある石英ガラス、ポリプロピレン、フッ素系樹脂、アルミナ等を使用できる。洗浄液としては、過酸化水素、アンモニウム、純水、過酸化水素－塩酸―純水からなるもの、フッ化水素－硝酸－純水等を使用できる。振動板の材料としては、SUS、タンタル、モリブテン、チタン、タングステン等を使用できる。

発明の効果

[0022] 本発明では2つの周波数変調部を有する信号を用いる。したがって、変調幅の大きい周波数変調部により、洗浄槽内の全領域において音圧を均一化することができる。結果として、洗浄槽内に配置される被洗浄物に関し洗浄むらが生じることを防止できる。

[0023] さらに、大きい周波数変調部を設けることで洗浄効率がよい中心周波数での洗浄時間が減少し、時間当たりの平均音圧が低下することを、変調幅の小さい周波数変調部を設けることで抑えることができる。

[0024] このように、本発明は、洗浄槽内全域における音圧の均一化を図りつつ、単位時間内に被洗浄物に加わる音圧の低下を抑え、洗浄効率のよい超音波洗浄装置を提供できる。

発明を実施するための最良の形態

[0025] 以下、本発明による超音波洗浄装置の実施形態を、図面を参照しつつ説明する。図1は、実施形態に係る超音波洗浄装置の正面から見た断面図である。図2(a)は、所定の周波数(単一周波数)により生じる定在波を模式的に示す図であり、図2(b)は、周波数変調で定在波が移動する状態を示す模式図である。図3は、縦軸に周波数、横軸に時間をとった周波数変化を示す図であり、(a)は本発明の周波数変化を示す図、(b)はFM変調の周波数変化を示す図、(c)は、単一周波数の場合を示す図である。図4は、図3に示す各信号をスペクトルアナライザにより測定した信号成分

の分布を示すグラフであり、(a)は本発明の周波数の分布、(b)は従来の周波数の分布、(c)は単一周波数の分布である。図5は、内槽の開口部からの所定の深さにおける音圧強度を示すグラフである。

[0026] 本実施形態の超音波洗浄装置1は、図1に示すように内槽3と外槽5とを備える2槽構造である。内槽3は被洗浄物を洗浄するための洗浄槽であり、上端が開口し、傾斜する底板3aを有する。内槽3の内部には被洗浄物wを洗浄するための洗浄液が貯留される。

[0027] なお、後述する外槽5内の純水等に超音波振動が付与されると、純水等に溶存している気体成分が気泡となって発現し、内槽3の底板3aに気泡が付着することがある。気泡が付着すると、超音波が内槽3内に伝搬しづらくなる。そのため、この底板3aを傾斜させ、底板3aに付着した気泡の泡切れをよくしている。

[0028] 外槽5は、超音波振動発生手段からの超音波振動を内槽3に間接的に伝達する間接槽である。外槽5は、上端が開口し、その内部に純水、薬液等を伝達媒体として貯留する。外槽5の底板5aには、超音波振動を発生する超音波振動発生手段が連結されている。なお、外槽5の底板5aは、ほぼ水平な面である。よって、内槽の底板3aは、水平方向に対して所定角度で傾斜しているので、外槽5の底板5aに対して内槽3の底板3aは所定角度を形成して配置される。

[0029] 超音波振動発生手段は、外槽5の底板5aに固定される振動板7と、振動板7に超音波振動9を伝達する振動子9と、超音波振動を発生する発振器11と、を備える。発振器11は、発振部13とパワーアンプ15を有する。発振部13は、単一の所定周波数を中心周波数として変調幅が異なる少なくとも2つの周波数変調部を有する高周波信号を生成する。高周波信号はパワーアンプ15により増幅され、振動子9に入力する。

[0030] 振動子9に入力した超音波振動が振動板7を介して伝達媒体としての純水等に付与されると、内槽3の底板3aと、振動子9との間で定在波が形成される。定在波は、振動板7からの入射波と、外槽5内の伝達媒体を伝搬し、内槽3の底板3aに当たり反射した反射波とが、重なりあって形成される音波である。本実施形態のように内槽3の底板3aと外槽5の底板5aとが傾斜していると、その傾斜している内槽3の底板3aに

沿って、外槽5の底板5aからの距離が変わり、内槽3の底板3aに入射する音圧が内槽3の底板3aの位置に応じて変化する。

[0031] 図2(a)(b)を参照して、超音波洗浄装置に生じる定在波について説明する。内槽3の底板3aが、水平方向に延在する外槽5の底板5aに対して傾斜している。この場合の、定在波の間隔eは、

$e = v / (2 \cdot f \cdot \tan\theta)$ ・・・式(1)

で表される。

ここで、 vは音速、fは中心周波数、θは内槽3の底板3aの傾斜角度(傾き)である。

[0032] また、定在波の音圧縞を解消するために、定在波を周波数変調することにより定在波を移動させ音圧の高低を相殺すればよい。そこで定在波をどの程度移動させればよいか検討する必要がある。なお、定在波の移動幅は、

$\Delta d = (2 \cdot \Delta f \cdot L) / \{(f - \Delta f)\tan\theta\}$ ・・・式(2)

で表される。

ここで、Δfは変調幅、Lは外槽5の底板5aの所定位置における、内槽3の底板3aからの鉛直方向距離である。

[0033] 例えば、周波数が2MHz、傾斜角度が2度の場合、式(1)より定在波が発生する間隔eは、外槽5の底板5a上で10．7mmとなる。

従って、定在波の間隔eと同じか、それより大きく定在波を移動させることができれば、内槽の底板が傾斜していることに起因する音圧不均一(音圧縞)を解消することができる。仮に、変調幅を20kHzで周波数変調すると、定在波の移動幅Δdは、式(2)より内槽3の底板3a上で17．4mmとなる。すなわち、音圧不均一(音圧縞)を解消させることができる。

[0034] 次に本実施形態で使用する周波数変調に係る高周波信号について説明する。図3(a)に示されるように、実施形態の高周波信号は、中心周波数f_0であって、周波数偏移が±a(すなわち変調幅が2a)の第1の変調部と、中心周波数f_0であって、周波数偏移が±b(変調幅が2b)の第2の変調部と、を有する。ここで、周波数偏移aは周波数偏移bより大きい。

[0035] 従来のいわゆるFM変調をした信号は、図3(b)に示されるように、所定周波数を中

心周波数f_0とし、周波数偏移が±aである。したがって、図3(a)に示す本発明の信号は、図3(b)の信号に、変調幅が異なるもう一つ周波数変調部を加えた波形となる。なお、実施形態に係る高周波信号の特徴をより理解するため、図3(c)に従来の単一周波数の信号を示した。当然のことながら、単一周波数の信号は、周波数変調は行わないので、中心周波数f_0を通る直線で表される。

[0036] さらに、図3(a)に示されるように、本実施形態の高周波信号は、周波数偏移が±aの第1の変調部と、周波数偏移±bの第2の変調部を連続的に組合わせた信号である。なお、図3(a)においては、例として、ある時点を基準とすると、t_0からt_1まで(所定時間間隔τ1)は、中心周波数f_0から最大周波数f_0+a、そして中心周波数f_0まで変調される。また、t_1からt_2まで(所定時間間隔τ2)は、第2の変調部の信号である。さらに、t_2からt_3まで(所定時間間隔τ1)は、中心周波数f_0から最小周波数f_0−a、そして中心周波数f_0まで変調される。

[0037] この場合、所定間隔時間τ1乃至τ3は同間隔とすることも可能であるし、被洗浄物や、洗浄条件に適合させて第1の変調部と第2の変調部の発振時間を変化させることも可能である。例えば、中心周波数f_0における音圧を上げる場合においては、第2の変調部に係る発振時間を長くし、洗浄槽内全域における音圧の均一性を向上させる場合は、逆に第1の変調部に係る発振時間を長くする等である。そのため、図3(a)と異なり最大周波数f_0+aからそのまま最小周波数f_0−a、または、最小周波数f_0−aから最大周波数f_0+aまで連続的に変調した後に、中心周波数へと連続して変調し(第1の変調部)、第2の変調部へ移行する等種々の組合せが考慮される。

[0038] また、図3(a)においては、中心周波数f_0に到達した時点で、第1の変調部から第2の変調部もしくは第2の変調部から第1の変調部へと移行している。仮にこの構成を採用した場合は、現在の被洗浄物であれば無視できる程度の周波数変調による周波数の変化であっても、将来の電子部品のさらなる微小化、薄板化に伴い、第1の変調部の変調幅2aによって被洗浄物が周波数の急激な変化の繰り返しに耐えられなくなることを防止可能である。即ち、第1の変調部の変調幅2aによる急激な周波数変化によって被洗浄物がダメージを受けることを変調幅2bのみの第2の変調部を挟むことによって、急激な周波数変化を避け、被洗浄物へのダメージを防止することができる

。

[0039] 次に、洗浄装置1で使用する高周波信号の信号成分の分布について、従来の高周波信号及び単一周波数の信号と比較しつつ説明する。なお、図4のグラフ中、縦軸は信号成分の大きさである入力エネルギーを示し、横軸は周波数を示す。

[0040] まず、図4(c)に示す単一周波数の信号は、中心周波数f_0成分のみであるため、ピークは中心周波数にあり、その他の周波数成分は存在しない分布となる。よって、超音波洗浄装置1のように、内槽3の底板3aが外槽5の底板5aに対して所定角度で傾斜している場合には、内槽3内の音圧が不均一になる。

[0041] また、従来の周波数変調の信号成分は、図4(b)に示されるとおり、変調幅全域にわたり信号成分が存在し、信号成分のむらが比較的少ないが、特定の信号成分のピークは存在しない。このことから、洗浄に最も適した中心周波数f_0の信号成分での振動が十分に確保できていないことがわかる。

[0042] 図4(a)に示す実施形態の高周波信号は、図4(b)のように周波数変調部の変調幅全域において周波数成分を確保しつつ、図4(a)にように中心周波数f_0の成分がその他の周波数成分に比較して非常に大きくとれることがわかる。よって、超音波洗浄装置1のように、内槽3の底板3aが外槽5の底板5aに対して所定角度で傾斜している場合であっても、内槽3内の音圧を均一にできるとともに、中心周波数f_0にピークがあるので、最適な周波数成分を十分に確保できていることがわかる。

[0043] なお、図4(a)と(b)のグラフにおける中心周波数f_0の信号成分の大きさは、グラフ上は大差なく見えるが、これは、図4(a)と(b)における縦軸のスケールを変更しているためである。よって、図4(a)(b)の中心周波数f_0の実際の信号成分が同じことを意味するものではない。これは、図4(a)と(b)の縦軸のスケールを同じにすると、図4(b)の場合に周波数ごとの信号成分の差異を表せず、分布の特性が明確にならない。従って、分布の特性が明確となる程度にスケールを変えて示してある。

[0044] 次に、洗浄装置1の内槽3内の音圧強度分布について従来例と比較して説明する。図5のグラフは、縦軸に音圧強度をとり、横軸に、所定の水深での内槽3の水平方向位置をとる。また、xは実施形態の周波数変調をした信号、yは従来の周波数変調をした信号、zは単一周波数の信号のグラフである。

[0045] 図から明らかなように、洗浄液内における水平方向の同一面内において、単一周波数zの場合には、音圧むらが非常に大きいことがわかる。他方、従来の周波数yでは、音圧を均一化できているものの、相対的に音圧が低いことがわかる。実施形態の周波数xでは、音圧むらを従来の周波数yと同レベルにすることが可能であり、単一周波数zに比べるとはるかに音圧の均一化が実現されていることがわかる。さらに、本実施形態の周波数変調をした信号xでは、単一周波数の信号zに比べると音圧が低いものの、従来の周波数変調をした信号yに比べると、はるかに大きくなっており、音圧低下を抑えることができている。

[0046] 次に、実際に塵埃が付着したウエハを内槽内に浸漬して洗浄した場合の結果を示す。図6は超音波洗浄装置を用いて洗浄したウエハ表面を示し、(a)は本実施形態の周波数変調をした信号を用いた結果であり、(b)は、単一周波数の信号を用いた結果である。図6中、黒い部分が洗浄後にウエハ表面に付着していた塵埃を示す。

[0047] 図6(b)のウエハに比べ、図6(a)のウエハは、その全域にわたりほぼ均一に塵埃が除去されていることがわかる。さらに、図6(b)には、縦縞状に塵埃が付着している。すなわち、内槽内において音圧が不均一であったことがわかる。一方、図6(a)に示すように、周波数変調を行った場合には、図6(a)と比べ縦縞状に付着する塵埃が少なくなっている。

[0048] なお、上記実施形態では、2槽構造の超音波洗浄装置について説明したが、本発明は本構成に限定されるものではない。変形例としては、図7に示すように単一の洗浄槽103に単一の超音波振動発生手段を備える構成の超音波洗浄装置101が挙げられる。振動発生手段は、洗浄槽103の底板103aに直貼りされた振動子107と、本実施形態と同一の高周波信号を振動子107に付与する発振器111と、を有する。発振器111は、実施形態と同様に、発振部113とパワーアンプ115により構成される。

[0049] さらに、この変形例では、洗浄槽103の底板103aが歪み、洗浄液の液面と底板103aとが平行でない場合や、振動子107の接着誤差が生じている場合であっても、変調幅の大きい第1の変調部により洗浄槽103内全域の音圧を均一にし、さらに、変調幅の小さい第2の変調部により中心周波数における時間当たりの音圧低下を防止す

ることができる。

[0050] また、上記実施形態の高周波信号は、異なる変調幅を有する2つの周波数変調部を有する波形としたが、変調幅が互いに異なる3つ以上の周波数変調部を有する波形とすることもできる。

[0051] なお、実施形態や変形例では、中心周波数を具体的に述べていないが、中心周波数を数MHzとした場合には、第1の変調部の変調幅は数十kHzオーダであり、第2の変調部の変調幅は1kHz以下程度とすることが好ましい。

[0052] 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。

図面の簡単な説明

[0053] [図1]実施形態に係る超音波洗浄装置の正面から見た断面図である。

[図2](a)は、所定の周波数により生じる定常波を模式的に示す図であり、(b)は、周波数変調で定在波が移動する状態を示す模式図である。

[図3]縦軸に周波数、横軸に時間をとった周波数変化図であり、(a)は本発明の周波数変化を示す図、(b)はFM変調の周波数変化を示す図、(c)は、単一周波数の場合を示す図である。

[図4]図3に示す各信号をスペクトルアナライザにより測定した信号成分の分布を示すグラフであり、(a)は本発明の周波数の分布、(b)はFM変調の周波数の分布、(c)は単一周波数の分布である。

[図5]内槽の開口部からの所定の深さにおける音圧強度を示すグラフである。

[図6]超音波洗浄装置を用いて洗浄した被洗浄物(ウエハ)の表面を示し、(a)は本実施形態の周波数変調をした信号を用いた結果であり、(b)は、単一周波数の信号を用いた結果である。

[図7]変形例に係る超音波洗浄装置101を正面から見た断面図である。

[図8]従来の超音波洗浄装置の正面から見た断面図である。

符号の説明

[0054] 1 超音波洗浄装置

3 内槽

3a 内槽の底板

5 外槽

5a 外槽の底板

7 振動板

9 振動子

11 発振器

13 発振部

15 パワーアンプ

w 被洗浄物(ウエハ)

請求の範囲

[1] 超音波振動により被洗物を洗浄する超音波洗浄装置であって、
周波数変調された信号を生成し超音波振動を発生する超音波振動発生手段と、
前記被洗浄物が浸漬される洗浄液を内部に貯留し、前記超音波振動発生手段により発生した超音波振動により前記被洗浄物を洗浄するための洗浄槽とを備え、
前記信号は、単一の周波数を中心周波数として変調幅が異なる少なくとも2つの周波数変調部を有することを特徴とする超音波洗浄装置。

[2] 前記洗浄槽は、前記超音波振動発生手段が装着され、前記超音波振動を伝達する伝達媒体を貯留するための外槽と、前記外槽の内部に配置され、内部に貯留される洗浄液内に浸漬される前記被洗浄物を、前記伝達媒体を介して伝達される超音波振動により洗浄するための内槽と、を有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。

[3] 前記内槽の底板は前記外槽の底板に対して所定角度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。

[4] 前記変調幅が異なる少なくとも2つの周波数変調部は、洗浄条件に応じてその発振時間が各々異なることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の超音波洗浄装置。

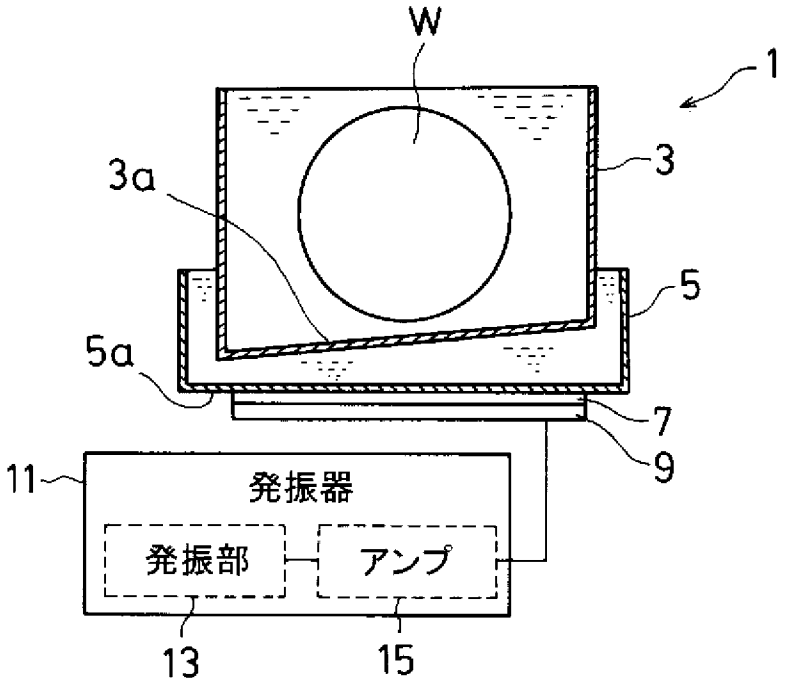
[5] 前記少なくとも2つの周波数変調部の内、大きい変調幅を有する周波数変調部が中心周波数に到達するタイミングで、小さい変調幅を有する周波数変調部が生成されることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の超音波洗浄装置。

[6] 前記伝達媒体は、純水又は薬剤であることを特徴とする請求項2又は請求項3に記載の超音波洗浄装置。

[7] 前記超音波振動発生手段は、単体又は複数の振動子を有することを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の超音波洗浄装置。

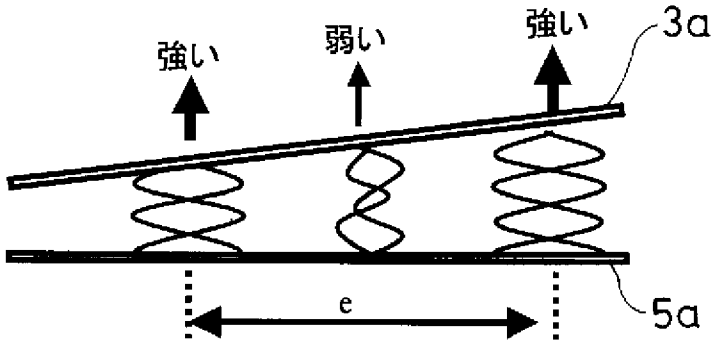
[8] 前記超音波振動発生手段は、単一又は複数の発振部およびパワーアンプを有することを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の超音波洗浄装置。

[図1]

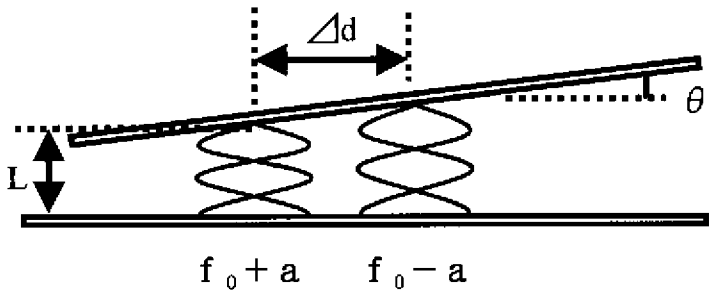


[図2]

(a)

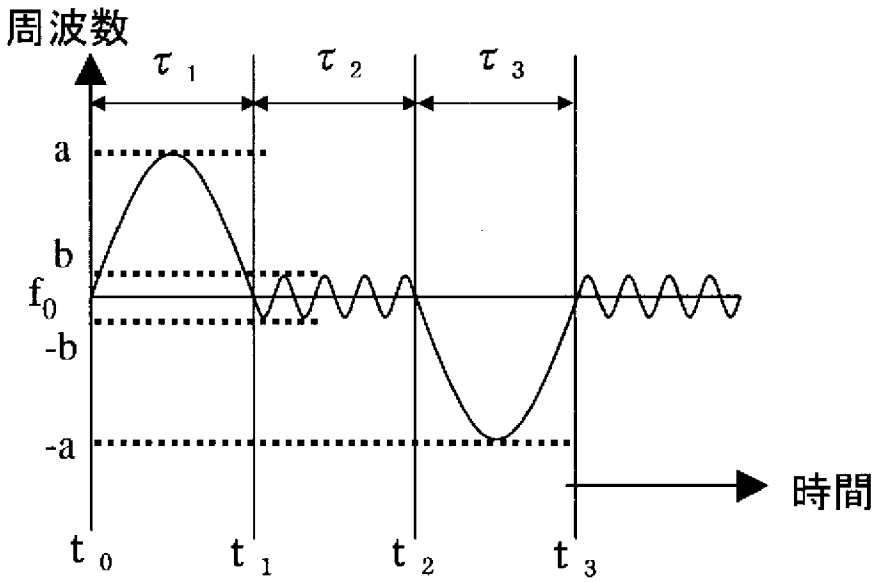


(b)

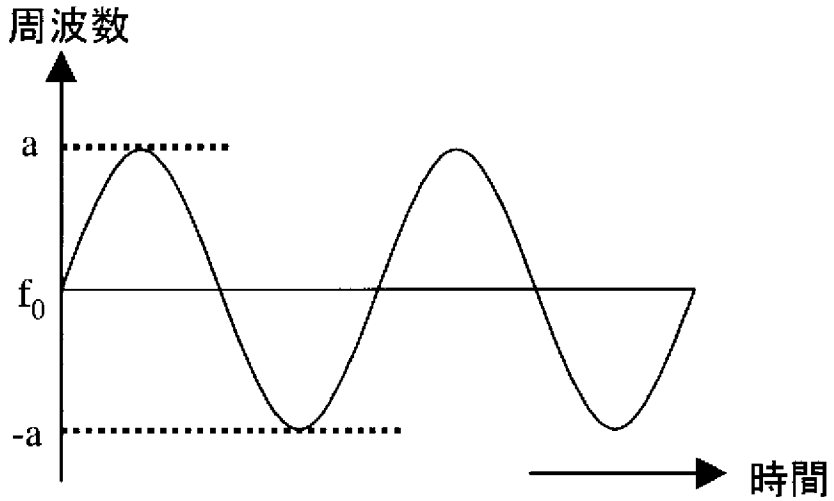


[図3]

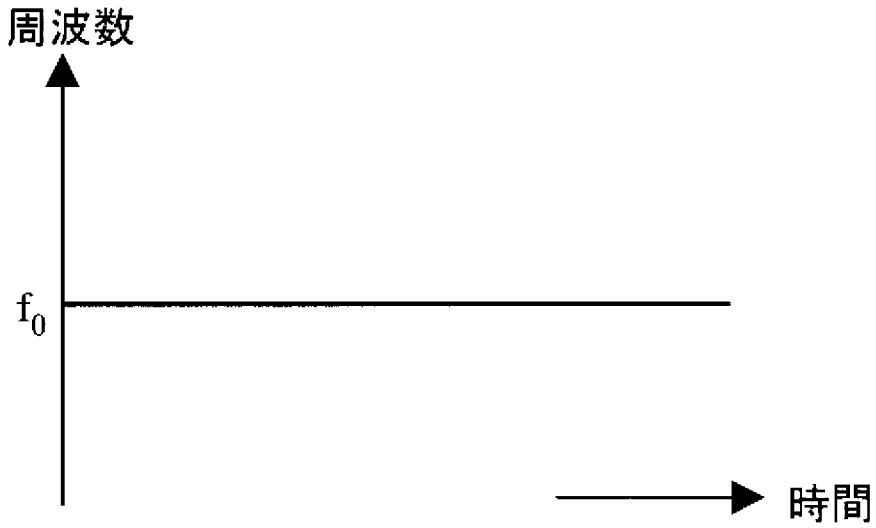
(a)



(b)

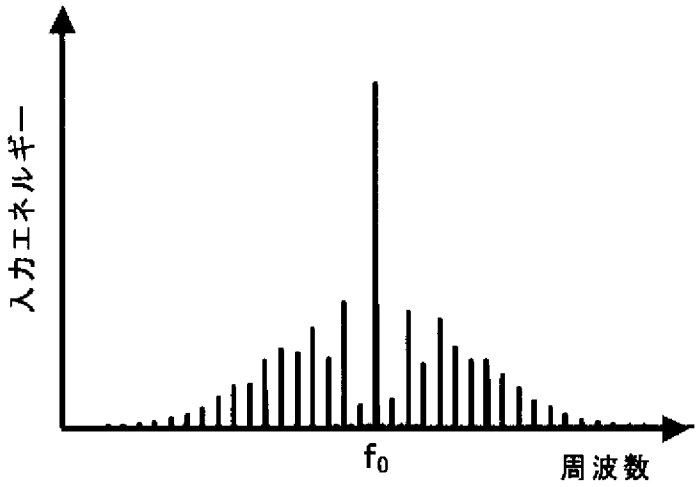


(c)

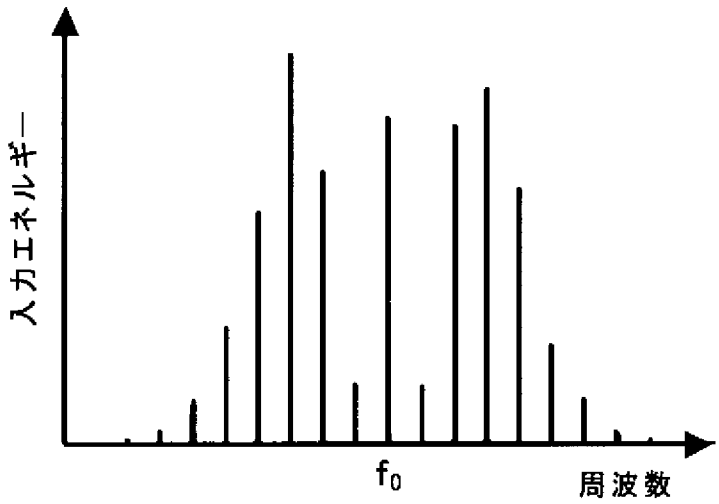


[図4]

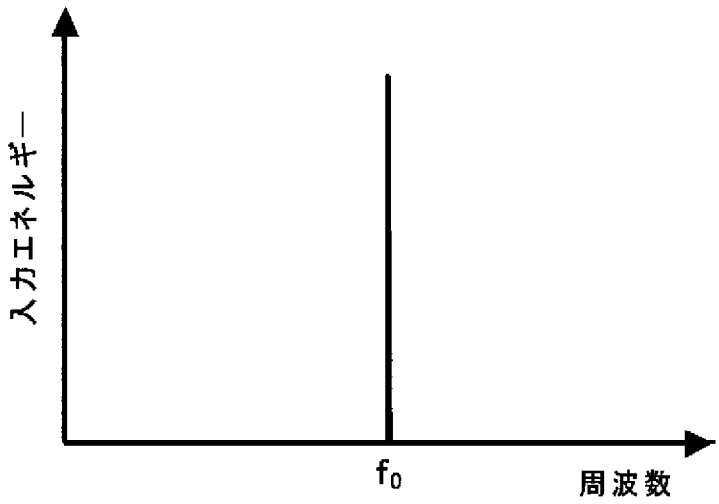
(a)



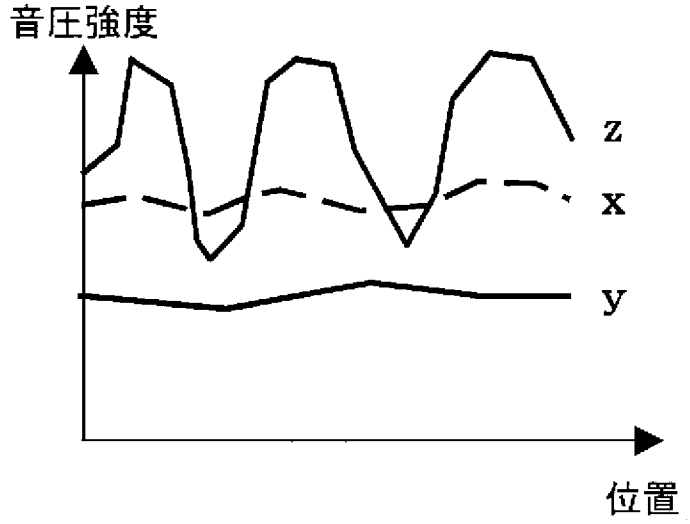
(b)



(c)

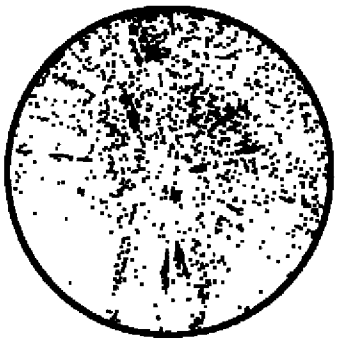


[図5]

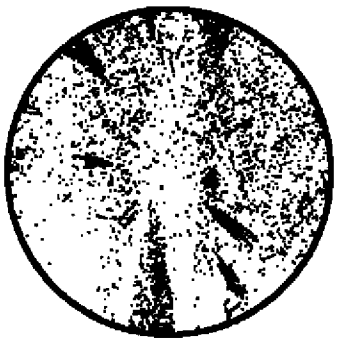


[図6]

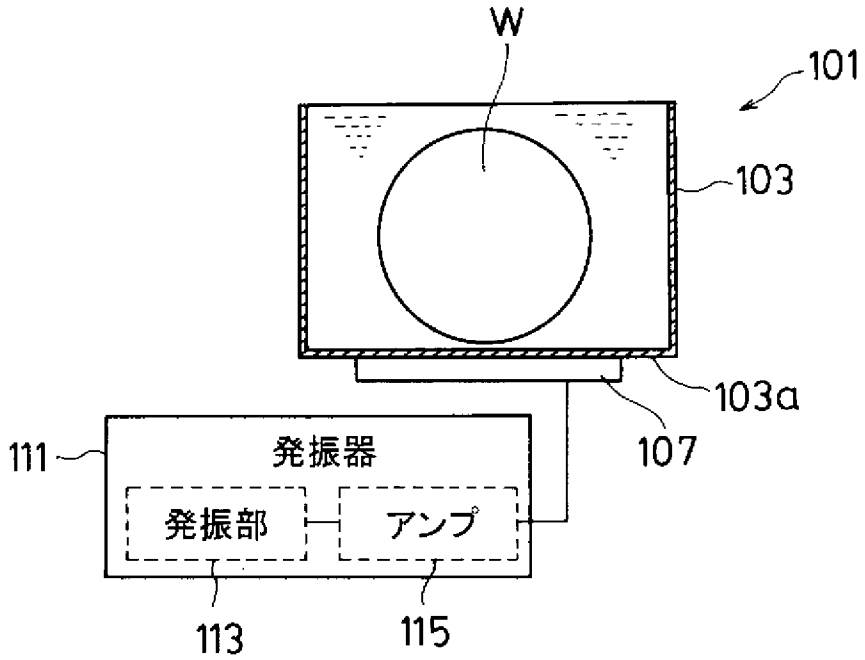
(a)



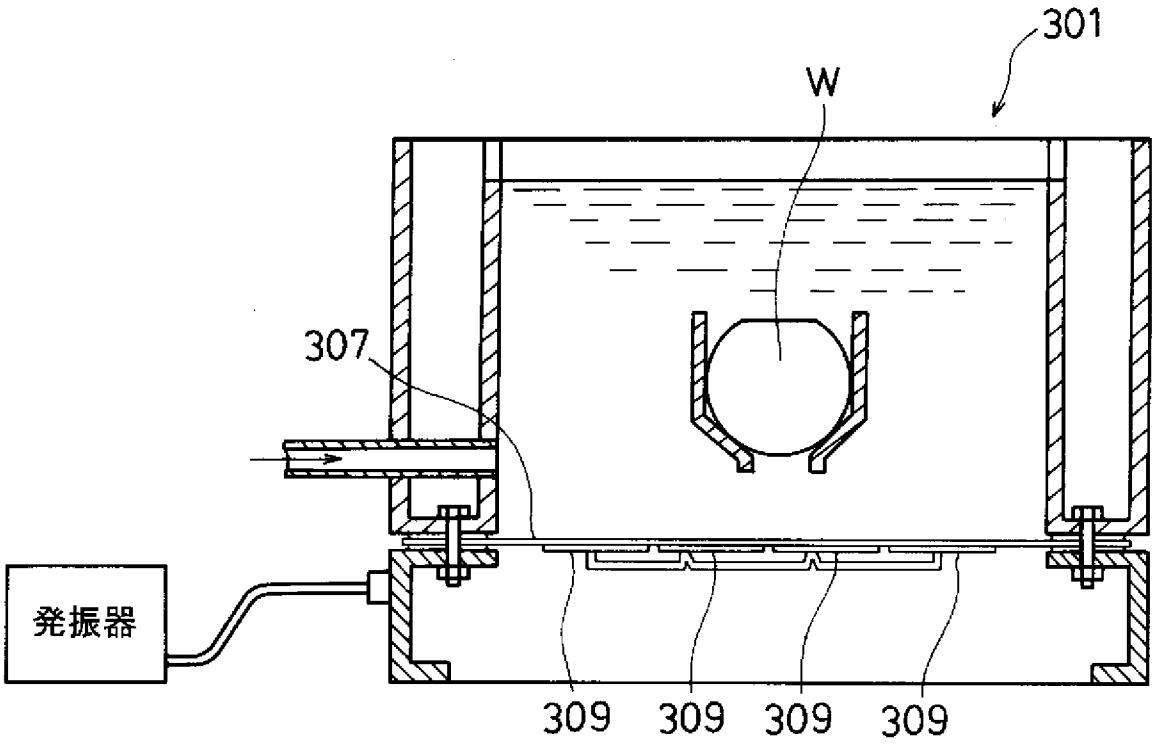
(b)



[図7]


W
101
103
103a
107
111
発振器
発振部
アンプ
113
115

[図8]


301
W
307
発振器
309
309
309
309

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2008/053552

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01L21/304(2006.01)i, *B08B3/12*(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, B08B3/12

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 1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2008 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2008

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 09-047733 A (Kokusai Denki Eltek Co., Ltd.), 18 February, 1997 (18.02.97), Full text; all drawings (Family: none)	1-4,6-8
Y	JP 02-063580 A (William L. Puskas), 02 March, 1990 (02.03.90), Page 6, lower left column, line 4 to page 7, lower left column, line 16; all drawings & US 4736130 A & EP 0274136 A2 & AU 1005488 A & CA 1299730 A	1-4,6-8
A	JP 10-135176 A (Tokyo Electron Ltd.), 22 May, 1998 (22.05.98), Full text; all drawings & US 5911232 A1 & TW 0411523 B	1-8

☒ 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	Date of mailing of the international search report
25 March, 2008 (25.03.08)	01 April, 2008 (01.04.08)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2008/053552

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 07-289991 A (Mitsui Petrochemical Industries, Ltd.), 07 November, 1995 (07.11.95), Par. Nos. [0018] to [0020]; Figs. 1 to 4 (Family: none)	1-8

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００８／０５３５５２

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L21/304(2006.01)i, B08B3/12(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L21/304, B08B3/12

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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２００８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２００８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２００８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	ＪＰ　０９－０４７７３３　Ａ　（株式会社国際電気エルテック） １９９７．０２．１８，全文，全図（ファミリーなし）	１－４， ６－８
Ｙ	ＪＰ　０２－０６３５８０　Ａ　（ウイリアム　エル　パスカル） １９９０．０３．０２，第６頁左下欄第４行－第７頁左下欄第１６行，全図 ＆　ＵＳ　４７３６１３０　Ａ ＆　ＥＰ　０２７４１３６　Ａ２ ＆　ＡＵ　１００５４８８　Ａ	１－４， ６－８

☑　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	国際調査報告の発送日
２５．０３．２００８	０１．０４．２００８

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　３Ｋ　３５２７
早房　長隆
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３３２

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
	＆　ＣＡ　１２９９７３０　Ａ	
Ａ	ＪＰ　１０－１３５１７６　Ａ　（東京エレクトロン株式会社） １９９８．０５．２２，全文，全図 ＆　ＵＳ　５９１１２３２　Ａ１ ＆　ＴＷ　０４１１５２３　Ｂ	１－８
Ａ	ＪＰ　０７－２８９９９１　Ａ　（三井石油化学工業株式会社） １９９５．１１．０７，段落【００１８】－【００２０】， 第１－４図（ファミリーなし）	１－８