

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2007年3月29日 (29.03.2007)

PCT

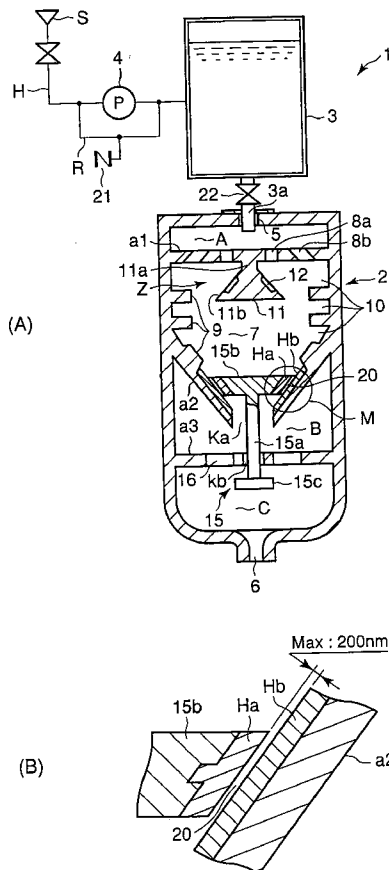
(10) 国際公開番号
WO 2007/034580 A1

- (51) 国際特許分類:
B01F 3/04 (2006.01) B08B 3/10 (2006.01)
B01F 5/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2006/301736
- (22) 国際出願日: 2006年2月2日 (02.02.2006)
- (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:
60/719,937 2005年9月23日 (23.09.2005) US
- (71) 出願人 および
- (72) 発明者: 渡部 貞利 (WATANABE, Sadatoshi) [JP/JP]; 〒1540012 東京都世田谷区駒沢5-18-13 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 矢口 太郎, 外 (YAGUCHI, Taro et al.); 〒1070062 東京都港区南青山2-13-7 マトリス4階 大森・矢口国際特許事務所 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, JP, KE, KG, KM, KN, 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), ユーロッパ (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).

[続葉有]

(54) Title: NANOFUID GENERATOR AND CLEANING APPARATUS

(54) 発明の名称: ナノ流体生成装置および洗浄処理装置



(57) Abstract: [PROBLEMS] To provide a nanofluid generator which has a relatively simple constitution, can stably generate nanobubbles, is easy to handle, and can attain a reduction in production cost; and a cleaning apparatus employing a nanofluid. [MEANS FOR SOLVING PROBLEMS] The nanofluid generator, which generates a nanofluid containing nanobubbles which are bubbles having a diameter smaller than 1 μm, comprises a gas-liquid mixing chamber (7) where a gas is mixed with a liquid and a pressurizing pump (4) and a suction valve (21) which supply the liquid and gas in a pressurized state to the gas-liquid mixing chamber. The gas-liquid mixing chamber has: a turbulent flow generation mechanism (Z) which includes ridges (9), grooves (10) and (12), a conical member (11), etc. and is disposed in the gas-liquid mixing chamber and which causes a turbulent flow in the liquid and gas supplied to thereby forcedly mix them; and an ultrafine ejection opening (20) through which the mixture fluid formed by the forced mixing is ejected in the form of a nanofluid containing nanobubbles.

(57) 要約: 【課題】本発明は、比較的簡易な構成で、安定的にナノバブルを生成することができ、取扱いが容易で、製造コストの低減化を図れるナノ流体生成装置およびナノ流体を用いた洗浄処理装置を提供する。【解決手段】直径が1 μm未満の気泡であるナノバブルを含むナノ流体を生成するナノ流体生成装置において、気体と液体とを混合する気液混合室7と、この気液混合室に加圧した液体および気体を供給する加圧ポンプ4および吸気弁21を備え、前記気液混合室は、この気液混合室内に設けられ、供給された液体および気体に乱流を発生させて強制的に混合するための突条9、凹溝10、12、円錐部材11等からなる乱流発生機構と、強制的に混合された混合流体をナノバブルを含むナノ流体にして吐出する超微小吐出口20とを有する。

WO 2007/034580 A1



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。

明 細 書

ナノ流体生成装置および洗浄処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、直径が $1\ \mu\text{m}$ 未満の気泡であるナノバブルを含むナノ流体を生成するナノ流体生成装置および、このナノ流体生成装置で生成されたナノ流体を用いて被処理体を洗浄する洗浄処理装置に関する。この出願は、2005年9月23日に提出された米国出願60/719,937に基づく優先権を主張するものであり、米国出願に開示された全ての事項はこの言及により本出願に組み込まれるものとする。

背景技術

[0002] 一般的に、直径が $1\ \mu\text{m}$ (1000nm)未満の微細気泡は「ナノバブル」と呼ばれ、これに対して直径が $1\ \mu\text{m}$ 以上の微細気泡は「マイクロバブル」と呼ばれていて、これらナノバブルとマイクロバブルは互いに区別して使用される。

[0003] [特許文献1]には、常圧下において発生時に略 $30\ \mu\text{m}$ 以下の気泡径を有し、発生後は所定の寿命を持って徐々に微細化し、消滅・溶解することを特徴とする微細気泡(マイクロバブル)の記載がある。

[0004] さらに[特許文献1]には、マイクロバブルの気液溶解や、浄化機能あるいは生理活性の促進などの特性を利用して、ダム貯水池などの閉鎖性水域に対する水質浄化や、養殖魚介類あるいは水耕栽培野菜類の成長促進、さらには生物に対する殺菌・浄化などを行い、その結果が記載されている。

[0005] また、[特許文献2]には、液体中において、液体の一部を分解する工程と、その他の工程からなり、マイクロバブルのうち気泡径が $1\ \mu\text{m}$ 未満の超微細気泡であるナノバブルの生成方法が記載されている。[特許文献3]には、ナノバブルを含む水により物体の洗浄を行うナノバブル利用洗浄方法や、ナノバブル利用洗浄装置他が記載されている。

[0006] [特許文献4]には、液体中に含まれる微小気泡に物理的刺激を加えて、微小気泡を急激に縮小させるナノバブルの製造方法が記載されている。さらに、[特許文献5]には、気泡の直径が50~500nmで、気泡内に酸素を含有する酸素ナノバブルが含ま

まれる水溶液からなる酸素ナノバブル水およびその製造法に係る技術が記載されている。

[0007] このようにナノバルブは、マイクロバルブの機能に加えて、工学的機能に優れるとともに、生物の細胞レベルに直接的に作用させることができるため、半導体ウェハの洗浄、皮膚疾患の治療など、マイクロバブルより広い分野への適用が可能となり、さらなる高機能化が期待される現状にある。

特許文献1:特開2002-143885号公報

特許文献2:特開2003-334548号公報

特許文献3:特開2004-121962号公報

特許文献4:特開2005-245817号公報

特許文献5:特開2005-246294号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0008] ところで、上記したナノバブルは、マイクロバブルが水中で縮小する過程で瞬間的に生成されることが確認されているが、物理的に極めて不安定な特性がある。したがって、安定的な製造や長期間の保持が困難であり、実用化におけるネックとなっている。

[0009] そこで、たとえば[特許文献3]においては、分解ガス化された溶液中で超音波を印加し、ナノバブルを生成することが提案されている。しかしながら、超音波発生装置は高価で、かつ機体が大きく、またマッチングをとるのに困難で、取扱いが容易ではないために普及の妨げになっている。

[0010] また、[特許文献1]においては、円筒状スペース内に円周方向に圧送液を供給して負圧領域を形成し、この負圧領域に外部気体を吸引させることで、マイクロバブルを生成する方法および装置が開示されている。しかしながら、この装置ではマイクロバブルを生成できても、より小径のナノバブルを安定的に生成することはできない。

[0011] 本発明は、上記した課題を解決するためになされたものであり、比較的簡易な構成で、安定的にナノバブルを生成することができ、取扱いが容易で、製造コストの低減化を図れるナノ流体生成装置およびナノ流体を用いて被処理体を洗浄する洗浄処

理装置を提供することを目的とするものである。

課題を解決するための手段

[0012] 上記目的を満足するため本発明のナノ流体生成装置は、直径が $1\mu\text{m}$ 未満の気泡であるナノバブルを含むナノ流体を生成するものにおいて、気体と液体とを混合する気液混合室と、この気液混合室に加圧した液体および気体を供給する加圧手段とを備え、前記気液混合室内に設けられ、供給された液体および気体に乱流を発生させて強制的に混合するための乱流発生手段および、この乱流発生手段によって強制的に混合された混合流体をナノバブルを含むナノ流体にして吐出する超微小吐出口を有する。

[0013] さらに、上記目的を満足するため本発明の洗浄処理装置は、処理槽内に收容される洗浄処理液中に被処理体を浸漬させて被処理体の表面を洗浄するものにおいて、前記洗浄処理液は、前記ナノ流体生成装置で生成されたナノ流体が用いられる。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、比較的簡易な構成で、安定してナノ流体を生成することができ、取扱いが容易で、製造コストの低減化を図れるなどの効果を奏する。

[0015] さらに本発明によれば、前記ナノ流体を用いて被処理体を洗浄することにより、洗浄効率の向上化を得られるという効果を奏する。

発明を実施するための最良の形態

[0016] 以下、本発明の実施の形態を、図面にもとづいて説明する。

[0017] 図1(A)は、本発明の一実施の形態に係るナノ流体生成装置1の模式的な断面図であり、図1(B)は図1(A)における丸印一部Mを拡大した図である。

[0018] ナノ流体生成装置1は、ジェネレータ2と、貯溜タンク3と、加圧ポンプ(加圧手段)4および、給水源Sから加圧ポンプ4と貯溜タンク3を介してジェネレータ2に連通する配管Hとから構成される。

[0019] 前記給水源Sと加圧ポンプ4との間の配管Hには、図示しない純水生成装置が設けられていて、給水源Sから導入した水を純水に換えて加圧ポンプ4に供給できる。前記加圧ポンプ4は、純水生成装置から純水を吸込み、13~15気圧に加圧して前記貯溜タンク3に送水することができる。

- [0020] 前記加圧ポンプ4の上流側と下流側の配管Hからバイパス回路Rが分岐して設けられる。前記バイパス回路Rには吸気弁(吸気手段)21が設けられていて、この吸気弁21は加圧ポンプ4の作動にともなって開放され、外部空気を吸気する逆止弁である。
- [0021] なお説明すると、加圧ポンプ4が作動することによって、配管Hにおける加圧ポンプ4の上流側と下流側との圧力差が生じ、加圧ポンプ4で加圧されて送られる純水中に吸気弁21から吸込まれたエア(外気)が混入し、この状態で貯溜タンク3へ供給されるようになっている。
- [0022] 前記加圧ポンプ4の加圧能力が13~15気圧である場合に、前記吸気弁21の吸気量は毎分1~3リットル程度に設定される。
- [0023] 前記貯溜タンク3には所定割合の純水とエアが加圧状態で貯溜されることになるが、貯溜容量の設定は生成するナノ流体の種類や、前記ジェネレータ2の生成能力などに応じて適宜変更される。
- [0024] たとえば、純水とエアとからなる流体を生成し、加圧ポンプ4の加圧能力が13~15気圧で、ナノ流体の生成能力を毎分40~60リットルに設定した場合は、前記貯溜タンク3の容量を、12~15リットル程度とすれば十分である。
- [0025] また、浴槽やプールなどに貯溜された水をナノ流体に改質する場合は、前記給水源Sを浴槽やプールに置き換えるとともに、この装置で生成したナノ流体を含む水を貯溜タンク3に溜めつつ循環させることで、毎分1~2トンの処理が可能である。
- [0026] 前記ジェネレータ2は、たとえばステンレス材等の耐圧性と耐水性に優れた素材から形成され、軸心を上下方向に向けた筒状体である。上端面および下端面ともに閉成されていて、上端面には供給口5が設けられ、下端面には吐出口6が設けられる。
- [0027] 前記ジェネレータ2の内部には軸方向に沿って所定間隔を存して第1の隔壁板a1と、第2の隔壁板a2および第3の隔壁板a3が設けられ、内部を区画している。供給口5が設けられる上端面から第1の隔壁板a1までの内部空間を分配空間Aと呼び、第1の隔壁板a1から第2の隔壁板a2までの内部空間を気液混合室7と呼ぶ。
- [0028] そして、第2の隔壁板a2から第3の隔壁板a3までの内部空間を弁室Bと呼び、第3の隔壁板a3から吐出口6が設けられる下端面までの内部空間を導出空間部Cと呼ぶ。これら内部空間A, 7, B, Cは、以下に述べるように構成される。

- [0029] 前記貯溜タンク3の下端部には供給弁22を備えた供給口体3aが突設されていて、供給弁22から下部側の供給口体3a一部は、前記ジェネレータ2の上端部に設けられる供給口5に気密構造を用いて挿入される。前記供給口体3aの開口端はジェネレータ2内部である前記分配空間Aに延出している。
- [0030] 前記第1の隔壁板a1には、中心軸から互いに異なる半径の同心円上に、それぞれ所定間隔を存して、複数の第1の連通孔8aおよび第2の連通孔8bが板面を貫通して設けられている。前記第1の連通孔8aはジェネレータ2の軸心周辺に位置し、垂直方向(軸方向)に沿って設けられる。前記第2の連通孔8bはジェネレータ2の外周部付近に位置し、斜め外周方向に向けて設けられている。
- [0031] このことから、軸心側の第1の連通孔8aを導かれる流体は垂直方向に流下し、外周側の第2の連通孔8bを導かれる流体は外方へ向って流下する。そして、前記分配空間Aは複数の第1の連通孔8aおよび第2の連通孔8bを介して、前記気液混合室7と連通状態にある。
- [0032] 前記気液混合室7における第1の隔壁板1a下面で、ジェネレータ2の軸心位置には、円錐部材11が一体に垂設される。この円錐部材11において、第1の隔壁板a1から垂設される部位は単純な杆部11aであるが、杆部11a下端は円錐状に形成される円錐部11bとなっている。
- [0033] 前記円錐部材11の、特に円錐部11b周面は、第1の隔壁板a1の軸心側に設けられる第1の連通孔8aの直下部に位置している。これら第1の連通孔8aが垂直方向に向けて設けられるところから、連通孔8aから垂直に流下する流体を前記円錐部材11の円錐部11bテーパ状周面で受けるよう形成される。
- [0034] また、円錐部材11の円錐部11b周面には凹溝12が設けられる。この凹溝12は円錐部11b周面に沿って設けられるよりも、複数の長溝からなり、しかも互いに深さを異ならせた状態で設けるほうがよい。
- [0035] 一方、前記気液混合室7の内周面には、複数の突条9と凹溝10が軸方向に沿って交互に設けられる。前記突条9および凹溝10ともに、ジェネレータ2の内壁周面に沿って設けられていて、互いに階層状をなしている。上記第1の隔壁板a1に設けられる第2の連通孔8bは外方に向って開口しているので、この連通孔8bを流下する流体は

、前記突条9もしくは凹溝10に確実に導かれるようになっている。

[0036] 前記第2の隔壁板a2は、断面形状がジェネレータ2の周面から中心軸に向って斜め下方に傾斜するテーパ状をなすとともに、下端の中心軸に沿う部位は開口され、いわゆる漏斗状をなす。この開口部Kaを介して気液混合室7と前記弁室Bとが連通する。

[0037] 前記第2の隔壁板a2における上面側である、気液混合室7に面する部位にも突条9が設けられている。前記突条9は、特に第2の隔壁板a2の上端部にのみ設けられていて、気液混合室7の最下段に設けられる突条9との間に、他の凹溝10と同様の凹溝10が形成される。

[0038] このように、前記気液混合室7におけるジェネレータ2内周面と第2の隔壁板a2に設けられる突条9と凹溝10、円錐部材11の円錐部11bおよび円錐部11bに設けられる凹溝12等で乱流発生機構(乱流発生手段)Zが構成される。

[0039] なお、乱流発生機構Zであるジェネレータ2内周面と第2の隔壁板a2に設けられる突条9の位置および大きさ、凹溝10の位置および大きさ、円錐部材11の円錐部11bの直径とテーパ角度、ここに設けられる凹溝12の深さ寸法等は、全て生成するナノ流体の種類や時間当りの生成量、圧力等に応じて自由に設定できる。

[0040] たとえば、突条9の高さ寸法と、凹溝10, 12の深さ寸法を、いずれも5mm(高低差: 最大10mm)としてもよい。同様に、気液混合室7の容積、第1の隔壁板a1に設けられる第1、第2の連通孔8a, 8bの数と直径、ジェネレータ2の直径なども、生成するナノ流体の種類や時間当りの生成量、圧力に応じて自由に設定できる。

[0041] 前記第2の隔壁板a2において、突条9と同一面で、かつ突条9より傾斜下部側には、表面が研磨され高い平滑性を確保するプラチナチップが装着されていて、第1の平滑面部Haを構成する。すなわち、第2の隔壁板a2の突条9aを除く上面は、前記第1の平滑面部Haによって極めて平滑な面に形成されている。

[0042] プラチナ材を選択した理由は、ジェネレータ2を構成するステンレス材や、その他の金属材料では、一般的に研磨による表面の平滑化に物理的な限界があり、後述する流路の幅を所望値に設定することができない。これに対してプラチナ材は表面の平滑精度をほとんど極限值まで求められ、所望のオーダの流路を形成できるからである。

- [0043] 前記第1の平滑面部Haの下端側が前記開口部Kaとなっていて、この開口部Kaに止め弁体15が挿通される。前記止め弁体15は、第2の隔壁板a2の開口部Kaおよび第3の隔壁板a3の中心軸に沿って設けられる開口部Kbに挿通する杆部15aと、この杆部15aの上端に一体に連設される弁部15bと、前記杆部15aの下端に一体に連設されるストップ部15cとからなる。
- [0044] 前記止め弁体15の杆部15a直径は、第2の隔壁板a2の開口部Ka直径と、第3の隔壁板a3の開口部Kb直径との、いずれに対しても小さく形成されている。しかも、弁部15bが第2の隔壁板a2の上部に位置し、ストップ部15cが第3の隔壁板a3から下部側の前記導出空間部Cに位置するよう寸法設定されているので、弁部15bが第2の隔壁板a2の傾斜上面に載り、この弁部15bに止め弁体15全重量がかかる。
- [0045] さらに、前記弁部15bの周面は第2の隔壁板a2のテーパ角度と同一のテーパ角度に形成されているうえに、所定の軸方向長さ(厚み)があり、弁部15b周面は第2の隔壁板a2の上面に形成される第1の平滑面部Haに密に接触している。
- [0046] 前記弁部15bの周面には、表面が研磨され高い平滑性を確保するプラチナチップが装着されていて、第2の平滑面部Hbを構成する。したがって、第2の隔壁板a2と止め弁体15とは、第1の平滑面部Haと第2の平滑面部Hbを介して密接状態にある。
- [0047] 実際には、第2の隔壁板a2の平滑面部Haと止め弁体15の平滑面部Hbとの間に、必然的に極く狭い隙間が形成されている。上述したように、ステンレス材や他の金属材料では一般的に研磨による表面の平滑化に物理的な限界があるため、平滑面状にした上記素材からなる部材相互を密接させたところで、数10 μm の隙間が形成されてしまう。
- [0048] これに対して、プラチナ材を用いて表面を極めて平滑な加工をなし平滑面部を形成したうえで互いに密接させた場合には、 μm 以下の隙間が形成される。ここでは、図1(B)に示すように、プラチナ材からなる第1の平滑面部Haと第2の平滑面部Hb相互の隙間(以下、「超微小吐出口」と呼ぶ)20を、最大0.2 μm (200nm)程度の超微小な状態に狭めることができる。
- [0049] 一方、前記第3の隔壁板a3において、止め弁体15の杆部15aが挿通する開口部Kbの周辺に複数の貫通孔16が設けられていて、これら貫通孔16を介して弁室Bと、

前記導出空間部Cとが連通している。前記ジェネレータ2の下端面に設けられる吐出口6には、図示しないナノ流体供給部に連通される配管が接続されるようになっている。

- [0050] このようにして構成されるナノ流体生成装置であり、加圧ポンプ4を駆動することにより給水源Sから純水生成装置を介して純水が導かれるとともに、吸気弁21からバイパス回路Rを介してエアが導かれ、純水とエアは加圧された状態で貯溜タンク3に供給される。前記貯溜タンク3は、集溜される加圧された気液混合流体の、液体に対する気体の割合および圧力等を安定させる機能を有する。
- [0051] 加圧された純水とエアの混合流体、すなわち気液混合流体が貯溜タンク3内に所定水位以上貯溜されるまで待機し、それから供給口体3aに設けられる供給弁22を開放する。加圧された所定割合の気液混合流体は、供給口5からジェネレータ2内部の最上段に形成される分解空間部Aに供給される。
- [0052] 加圧された気液混合流体は、一旦、前記分解空間部Aに充満してから、第1の連通孔8aと第2の連通孔8bを流下して気液混合室7に導かれる。すなわち、前記分解空間部Aを備えたことで、分解空間部Aから気液混合室7へ均一な状態として加圧された気液混合流体を分配案内できる。
- [0053] 第1の連通孔8aを流下した混合流体は、この直下部にある円錐部材11の円錐部11b周面もしくは、円錐部11b周面に設けられる凹溝12に当たって跳ね返る。当然ながら、円錐部11b周面に当たって跳ね返る混合流体の水滴と、凹溝12に当たって跳ね返る混合流体の水滴の、互いに跳ね返り角度が異なる。
- [0054] 上述の部位で跳ね返った水滴は第1の隔壁板a1の互いに異なる部位に当たり、さらに異なる角度で跳ね返る。また、第2の連通孔8bは斜め外方へ向けて設けられているので、この連通孔8bを流下する加圧された気液混合流体は斜め外方であるジェネレータ2の周面に設けられる突条9もしくは凹溝10に当たって跳ね返る。
- [0055] 気液混合流体の水滴が前記突条9もしくは凹溝10に当たることにより、互いに異なる角度で跳ね返り、さらに第1の隔壁板a1、円錐部材11、他の突条9、および凹溝10、12等の乱流発生機構Zの構成部材全てに当たって跳ね返る作用を頻繁に繰り返し、順次、下部側へ移動していく。

- [0056] このようにして、加圧された状態で気液混合室7に導かれた気液混合流体は、気液混合室7に備えられる乱流発生機構Zの内部形状によってランダムな方向に飛散し、乱流状態が継続する。そして、いずれかの部位に衝突しながら跳ね返りが繰り返されるが、衝突する都度、加圧状態のまま強制的に気液混合が進行する。
- [0057] 気液混合室7において乱流状態となることにより強制的に混合された気液流体は、また加圧状態にあるので、第2の隔壁板a2に形成される第1の平滑面部Haと、止め弁体15の弁部15bに形成される第2の平滑面部Hbとの隙間である超微小吐出口20に強制的に導かれ、かつ通過させられる。
- [0058] 前記超微小吐出口20を強制的に通過させられることで、気液流体はナノバブルを大量に含むナノ流体に変わって弁室Bに供出される。得られるナノバブルを含むナノ流体の粒径は、前記超微小吐出口20の幅寸法と同じ $0.2\mu\text{m}$ (200nm)となる。なお、ナノ流体の生成にともなって、液体(純水)自体もナノレベルの微小なクラスタに分解されることとなり、液体吸収性などを格段に向上させることができる。
- [0059] 弁室Bに導かれたナノ流体は、弁室Bから順次、複数の貫通孔16を介して導出空間部Cに導かれ充満する。前記導出空間部Cは、ナノ流体を一旦集溜し安定化させた状態にして、吐出口6から所定の供給先へ供給する。
- [0060] このようにして、簡易な構成の装置でありながら、純水およびエアから、 $0.2\mu\text{m}$ (200nm)程度のナノバブルを含むナノ流体を安定的に生成することができ、取扱いが容易で、製造コストの低減化を得られる。
- [0061] なお、本発明は上述した実施の形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。そして、上述した実施の形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、さらに種々の発明を形成できる。
- [0062] たとえば、加圧ポンプ4とジェネレータ2との間に介在されている貯溜タンク3を省略して、加圧ポンプ4と吸気弁21から導かれる加圧された液体と気体の混合流体を直接ジェネレータ2に直接供給するようにしてもよい。
- [0063] あるいは、加圧された液体と加圧された気体のそれぞれをジェネレータ2に供給し、混合させるとともに乱流状態を得るようにしてもよい。この場合は、ジェネレータ2に加

圧された液体および、加圧された気体のそれぞれを供給してから、ジェネレータ2内部の圧力や気液の割合等が安定するまでに多少時間(数十秒～数分程度)がかかるが、一旦安定したあとは貯溜タンク3を備えた場合と同様に、ナノ流体を連続的に生成できる。

- [0064] また、気液混合室7の内部構造として、中心軸に沿って円錐部材11を備えるとともに、ジェネレータ2の内周壁に突条9と凹溝10を交互に連続して設けたが、これに限定されるものではなく、たとえば所定間隔を存して複数枚の板体を設け、これら板体の互いに異なる部位に案内孔を設けてもよい。
- [0065] 上下の板体において案内孔相互が非対向となり、板体はいわゆる邪魔板となって、気液の強制的な混合がなされる。この他、板体の代わりに網目の異なる網目体を備えても同様な作用効果が得られる。ただし、気液混合室7には加圧された状態の気液混合流体が導かれるので、前記網目体はその圧力に充分耐え得る剛性が必要となる。要は、気液混合室7において気液混合流体に対して効率よく乱流状態となり得る構造を採用すればよい。
- [0066] 前記超微小吐出口20は、プラチナチップからなる第1、第2の平滑面部Ha、Hbを密接させた状態で必然的に形成される超微小隙間であるが、特殊な研磨技術やコーティング技術の向上によって吐出口をナノレベルまで狭めることができれば、プラチナ以外の金属材料を使用することも可能である。
- [0067] また、ナノ化させる流体は、純水や空気に限らず、用途に応じて種々の液体、気体(たとえば、オゾン、酸素等)を採用することが可能である。
- [0068] つぎに、前記ナノ流体生成装置1から供給されるナノ流体を受けて被処理体Wを洗浄する洗浄処理装置30について説明する。
- [0069] 図2は、ナノ流体生成装置1と配管40を介して連通する洗浄処理装置30の概略構成図である。
- [0070] 洗浄処理装置30として、処理槽31を備えている。この処理槽31は前記ナノ流体生成装置1から、たとえば落差を利用してナノ流体を受ける構成となっていて、ナノ流体生成装置1よりも下方部位に配置されている。前記処理槽31の底部には導入口32が設けられ、この導入口32はナノ流体生成装置1の吐出口6とは導入管40を介して

連通される。

- [0071] なお、配置スペースの関係上、このような落差を確保できない場合は、ナノ流体生成装置1の側部に洗浄処理装置30を密接して配置し、ナノ流体生成装置1の吐出口6と洗浄処理装置30の導入口32を連通する前記導入管40の中途部に、ナノ流体をナノ流体生成装置1から洗浄処理装置30へ供給するポンプを設けてもよい。
- [0072] 前記処理槽31内において、前記導入口32と対向する部位には複数の板部を水平もしくは傾斜して設けられるとともに、互いに一部のみが対向するように配置された整流機構33が設けられる。
- [0073] この整流機構33は、前記導入口32から供給されるナノ流体を整流して処理槽31内の中心部へ導く作用をなす。そして、前記整流機構33による整流方向と対向する処理槽31内の中心部位には、図示しない支持機構により支持される被処理体Wが収容される。ここで前記被処理体Wは、たとえば半導体ウエハ(以下、単に「ウエハ」と呼ぶ)を対象とする。
- [0074] 前記支持機構は、複数枚のウエハWを狭小の間隔を存して一列に保持し、かつ処理槽31内と処理槽31外部との間に亘って昇降自在に搬送する。当然ながら支持機構は、ウエハWを搬送する際には、ウエハWの位置を固定し変位のないように確保する。処理槽31外部において、ウエハWは自由に支持機構から取出し可能であり、また支持機構へのセッティングも手間がかからない構成となっている。
- [0075] 前記処理槽31における上端部外面の全周に亘ってオーバーフロー槽34が設けられ、このオーバーフロー槽34の底部には図示しない排水部に連通する排水管35が接続される。
- [0076] ナノ流体生成装置1から所定量のナノ流体が継続して処理槽31へ供給されていて、処理槽31にはナノ流体が常時、満杯状態にある。そして、継続して供給された分だけ処理槽31からオーバーフローしてオーバーフロー槽34へ溢出し、排水管35を介して外部へ排水される。
- [0077] なお、支持機構に支持されたウエハWが外部から処理槽31内に収容されるにもなって多量のナノ流体が処理槽31からオーバーフロー槽34へ溢出するが、オーバーフロー槽34は全てを受け入れて処理槽31から直接、外部へ流出させることがない

- 。
- [0078] このようにして構成される洗浄処理装置30において、支持機構に支持されるウエハWが処理槽31内へ搬入される。既に処理槽31には、ナノ流体生成装置1からナノバブルを含むナノ流体が供給されて満杯状態にあるので、全てのウエハWはナノ流体中に浸漬される。
- [0079] ナノバブルを含むナノ流体は、継続してナノ流体生成装置1の吐出口6から導入管40と導入口32を介して処理槽31内へ導かれている。処理槽31内においてナノ流体は整流機構33によって整流され、支持機構に支持される全てのウエハWに対し均一に集中して導かれ、ウエハWの洗浄処理に供される。
- [0080] たとえウエハWに微小なパーティクル(不純物)が強固に固着していても、ナノ流体に含まれるナノバブルがウエハWとパーティクルとの間に侵入し介在して、パーティクルをウエハWから剥離する。同様に、全てのパーティクルはナノ流体に含まれるナノバブルによってウエハWから強制的に剥離され、ウエハWに対する洗浄効率は極めて高水準を保持することとなる。
- [0081] なお、洗浄処理装置30として、複数枚のウエハWを処理槽31内外へ搬送する支持機構を備えたが、この支持機構にウエハWを処理槽31内で回転駆動し、もしくはウエハWを往復移動させる機能を備えて、ウエハWに対する洗浄効率をより向上化させるようにしてもよい。
- [0082] さらに、処理槽31内に整流機構33を備えたが、これに限定されるものではなく、整流機構33に代って、もしくは整流機構33に加えて、ウエハWに対してナノ流体を強制的に噴出させる噴流機構を備え、ウエハWに対する洗浄効率をより向上化させるようにしてもよい。
- [0083] もしくは、処理槽31を備える代わりに、単純にナノ流体をウエハWに対して振りかけて洗浄する、いわゆるシャワー機構を備えてもよい。
- [0084] また、被処理体Wとしてウエハを適用したが、これに限定されるものではなく、その他の、たとえばLCDガラス基板等の洗浄装置や、エッチング装置等にも適用できることは勿論である。

図面の簡単な説明

[0085] [図1]本発明における実施の形態に係る、ナノ流体生成装置の模式図と、部分拡大図。

[図2]本発明における実施の形態に係る、ナノ流体生成装置に配管を介して連通する洗浄処理装置の概略の構成図。

符号の説明

[0086] 7…気液混合室、4…加圧ポンプ(加圧手段)、21…吸気弁(吸気手段)、9…突条、10…凹溝、11…円錐部材、12…凹溝、Z…乱流発生機構(乱流発生手段)、7…気液混合室、20…超微小吐出口、3…貯溜タンク、2…ジェネレータ、A…分配空間部、C…導出空間部、31…処理槽。

請求の範囲

- [1] 直径が $1\ \mu\text{m}$ 未満の気泡であるナノバブルを含むナノ流体を生成するナノ流体生成装置において、
- 気体と液体とを混合する気液混合室と、
- 前記気液混合室に加圧した液体および気体を供給する加圧手段と、を備え、
- 前記気液混合室は、この気液混合室内に設けられ、供給された液体および気体に乱流を発生させて強制的に混合するための乱流発生手段と、混合された混合流体を吐出する超微小吐出口とを有することを特徴とするナノ流体生成装置。
- [2] 直径が $1\ \mu\text{m}$ 未満の気泡であるナノバブルを含むナノ流体を生成するナノ流体生成装置において、
- 液体を加圧して供給する加圧手段と、
- 前記加圧手段の作動にともない、加圧手段の上流側と下流側との圧力差によって気体を吸気し、気体を液体中に混入させる吸気手段と、
- 前記加圧手段および前記吸気手段から供給される加圧された気液混合流体を導入し、ランダムな方向への跳ね返しを繰り返して乱流を発生させる乱流発生手段を備えた気液混合室と、
- 前記気液混合室の出口側に設けられ、気液混合流体を超微小空間から強制的に流出させることで、ナノバブルを含んだナノ流体に換えて吐出する超微小吐出口とを具備することを特徴とするナノ流体生成装置。
- [3] 前記加圧手段と前記気液混合室との間に、加圧された気液混合流体を一旦集溜して、液体に対する気体の割合および圧力等を安定させる貯溜タンクを介設したことを特徴とする請求項1および請求項2のいずれかに記載のナノ流体生成装置。
- [4] 前記気液混合室に設けられる乱流発生手段は、
- 前記加圧手段から供給される加圧された気液混合流体を受けてランダムな方向へ跳ね返す、円錐部と、複数の突条と、複数の凹溝の、少なくとももいずれか一つであることを特徴とする請求項1および請求項2のいずれかに記載のナノ流体生成装置。
- [5] 前記超微小吐出口は、流路表面が平滑に研磨されたプラチナ金属材で形成される

ことを特徴とする請求項1および請求項2のいずれかに記載のナノ流体生成装置。

[6] 前記超微小吐出口は、2つの密接した部材相互間に形成される隙間からなることを特徴とする請求項1記載のナノ流体生成装置。

[7] 前記気液混合室および前記超微小吐出口は、筒状体からなるジェネレータ内部に設けられ、

前記気液混合室の上部に加圧された気液混合流体を導入する供給孔を備え、気液混合室の下部に前記超微小吐出口が設けられることを特徴とする請求項1および請求項2のいずれかに記載のナノ流体生成装置。

[8] 前記ジェネレータは、前記供給孔と気液混合室との間に、供給孔から導入した加圧状態の気液混合流体を気液混合室に対し均一に分配案内する分配空間部を備えたことを特徴とする請求項7記載のナノ流体生成装置。

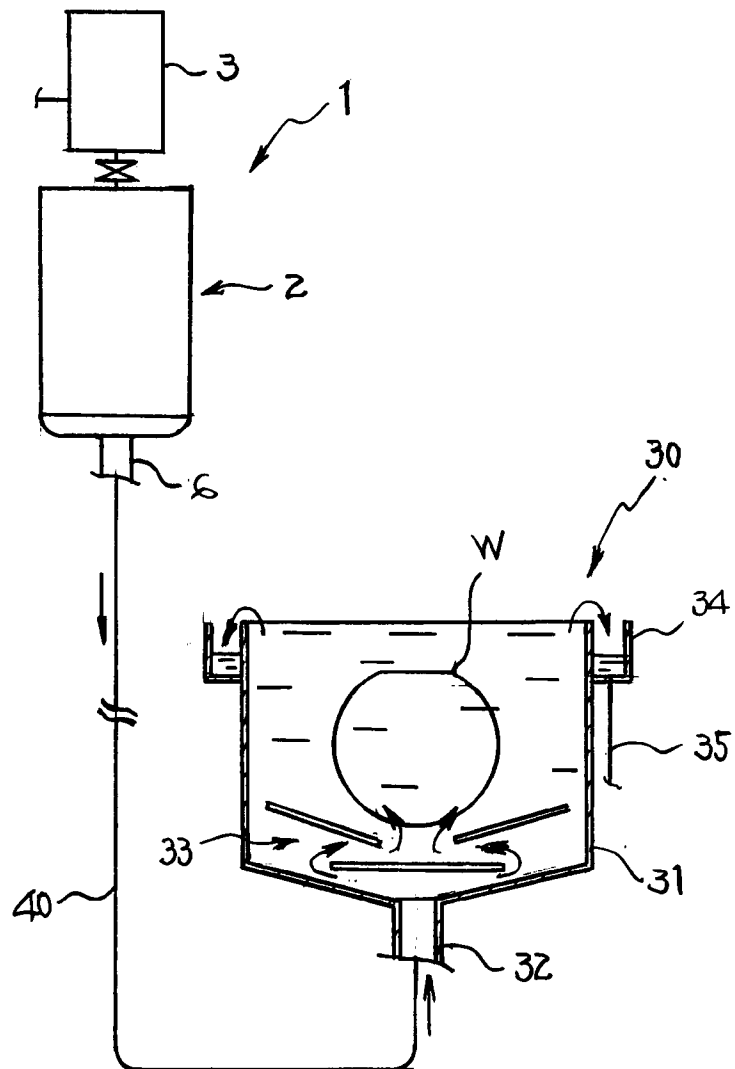
[9] 前記ジェネレータは、前記吐出部から吐出されるナノ流体を一旦集溜して、安定化した状態で外部へ導出案内する導出空間部を備えたことを特徴とする請求項7記載のナノ流体生成装置。

[10] 前記ナノ化される流体は純水と空気であり、もしくは用途に応じた種々の液体およびオゾン、酸素等の気体であることを特徴とする請求項1ないし請求項9のいずれかに記載のナノ流体生成装置。

[11] 処理槽内に収容される洗浄処理液中に被処理体を浸漬させて、被処理体の表面を洗浄する洗浄処理装置において、

前記被処理体の表面を洗浄する洗浄処理液は、前記請求項1ないし請求項10のいずれかに記載のナノ流体生成装置で生成されたナノバルブを含むナノ流体が用いられることを特徴とする洗浄処理装置。

[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/301736

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER B01F3/04 (2006.01), B01F5/06 (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) B01F3/04, B01F5/06, B08B3/10														
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched														
<table border="0"> <tr> <td>Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1922-1996</td> <td>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</td> <td>1996-2006</td> </tr> <tr> <td>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1971-2006</td> <td>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1994-2006</td> </tr> </table>			Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2006	Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006				
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.												
A	JP 2005-246294 A (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), 15 September, 2005 (15.09.05), Claims (Family: none)	1-11												
A	JP 2003-126665 A (Aura Tec Co., Ltd.), 07 May, 2003 (07.05.03), Full text (Family: none)	1-11												
E, A	JP 2006-43642 A (Shigen Kaihatsu Kabushiki Kaisha), 16 February, 2006 (16.02.06), Par. Nos. [0011] to [0023]; Fig. 2 (Family: none)	1-11												
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.														
<table border="0"> <tr> <td>* Special categories of cited documents:</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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)</td> <td>"&" document member of the same patent family</td> </tr> <tr> <td>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</td> <td></td> </tr> </table>			* Special categories of cited documents:	"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	"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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	"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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	"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)	"&" document member of the same patent family	"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	
* Special categories of cited documents:	"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													
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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													
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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													
"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)	"&" document member of the same patent family													
"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														
Date of the actual completion of the international search 17 March, 2006 (17.03.06)	Date of mailing of the international search report 28 March, 2006 (28.03.06)													
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer													
Facsimile No.	Telephone No.													

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. B01F3/04 (2006.01), B01F5/06 (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. B01F 3/04, B01F 5/06, B08B 3/10

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 1971-2006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
A	JP 2005-246294 A (独立行政法人産業技術総合研究所) 2005.09.15, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 2003-126665 A (株式会社オーラテック) 2003.05.07, 全文 (ファミリーなし)	1-11
E, A	JP 2006-43642 A (資源開発株式会社) 2006.02.16, 段落【0011】 - 【0023】、図2 (ファミリーなし)	1-11

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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 17.03.2006	国際調査報告の発送日 28.03.2006
--------------------------	--------------------------

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)	4Q	8822
	服部 智 電話番号 03-3581-1101 内線 3468		