

(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
2017年1月5日(05.01.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/002740 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 35/10 (2006.01) B08B 3/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/068941
- (22) 国際出願日: 2016年6月27日(27.06.2016)
- (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 2015-129454 2015年6月29日(29.06.2015) JP
特願 2015-252803 2015年12月25日(25.12.2015) JP
特願 2016-115823 2016年6月10日(10.06.2016) JP
- (71) 出願人: 株式会社 日立ハイテクノロジーズ (HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORPORATION) [JP/JP]; 〒1058717 東京都港区西新橋一丁目24番14号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 堀江 陽介(HORIE Yosuke); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 井上 智博(INOUE Tomohiro); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 野島 彰紘(NOJIMA Akihiro); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 森 高通(MORI Takamichi); 〒1058717 東京都港区西新橋一丁目24番14号

株式会社 日立ハイテクノロジーズ内 Tokyo (JP). 山崎 功夫(YAMAZAKI Isao); 〒1058717 東京都港区西新橋一丁目24番14号 株式会社日立ハイテクノロジーズ内 Tokyo (JP). 石沢 雅人(ISHIZAWA Masato); 〒1058717 東京都港区西新橋一丁目24番14号 株式会社日立ハイテクノロジーズ内 Tokyo (JP). 時枝 仁(TOKIEDA Hitoshi); 〒1058717 東京都港区西新橋一丁目24番14号 株式会社日立ハイテクノロジーズ内 Tokyo (JP). 野中 昂平(NONAKA Kouhei); 〒1058717 東京都港区西新橋一丁目24番14号 株式会社日立ハイテクノロジーズ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 井上 学, 外(INOUE Manabu et al.); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目6番1号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

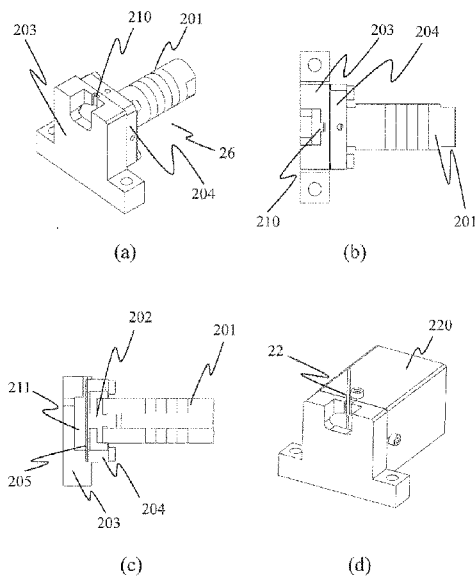
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,

[続葉有]

(54) Title: ULTRASONIC CLEANING DEVICE AND AUTOMATIC ANALYSIS APPARATUS USING SAME

(54) 発明の名称: 超音波洗浄器およびこれを用いた自動分析装置

【図2】



(57) Abstract: In the ultrasonic cleaning device according to the present invention, a transducer unit 222 for magnifying the ultrasonic vibration of a BLT 100 is provided on a side surface side in a cleaning tank 211, and driving the BLT 100 uniformly generates around a nozzle cavitation by the ultrasonic vibration in a cleaning liquid supplied to the cleaning tank 211, thereby making effective nozzle cleaning possible.

(57) 要約: 本発明に係る超音波洗浄器は、BLT100の超音波振動を拡大するための振動部222を洗浄槽211内の側面側に備え、BLT100を駆動することで洗浄槽211内に供給された洗浄液に対して超音波振動によるキャビテーションをノズルの周囲にムラなく発生させ、効果的なノズル洗浄を可能とする。

WO 2017/002740 A1



SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(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, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：超音波洗浄器およびこれを用いた自動分析装置

技術分野

[0001] 本発明は、血清や尿などの試料と試薬を混ぜ合わせることで成分分析等を行う自動分析装置において、試料や試薬を吸引するノズルを洗浄するための超音波洗浄器に関する。

背景技術

[0002] 自動分析装置では、同一ノズルを繰り返し使用してサンプルを分注するため、別の試料を吸引する前にはノズル先端の洗浄を行う。ノズル先端の洗浄が不十分であると、前の試料成分を次の試料に持ち込んでしまい、測定精度が悪化する（キャリーオーバー）。この一方で、高スループット性能の自動分析装置では高速に分注処理を行うため、ノズル洗浄に十分な時間を使えない。より効果的にノズルを洗浄する方法として特許文献1には、ボルト締めランジュバン振動子（以後、BLT（Bolt-clamped Langevin Type Transducer）とも呼ぶ）を洗浄槽の底部に備えた超音波洗浄器を用いて、液中に発生したキャビテーションでノズルに付着した汚れ（前サンプルの残留物）を除去する方法が開示されている。

[0003] また、特許文献2では、ノズル用の超音波洗浄器として、圧電素子（振動子アレイ）を円筒状の洗浄槽内に複数配置することでノズルに超音波を収束させる構成が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平4－169850号公報

特許文献2：特開2010－133727号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 超音波を用いた洗浄においては、一般的に超音波振動子の駆動に使用する

周波数帯域（低周波、中周波、高周波）によって得られる洗浄作用が異なり、取れにくい汚れに対しては低周波（20～100kHz）が用いられる。低周波では、液中に発生するキャビテーション（液中に生じた圧力差で泡の発生と消滅が起きる現象）を利用している。キャビテーションの発生条件には、駆動周波数によって異なる超音波強度の閾値があり、超音波強度が高いほど強いキャビテーションが得られ洗浄効果が高くなる。また、キャビテーション発生のための超音波強度の閾値は、駆動周波数が高いほど強い超音波の発生が必要であるため、高周波を用いた方法ではほとんどキャビテーションは発生しない。さらに、キャビテーションは、液中に一様に発生するわけではなく、超音波強度の強弱によってキャビテーションの強度も変化する。超音波強度が強くなる領域は、駆動する周波数によって発生する間隔が異なり、液の音速（水では約1500m/s）を超音波振動子の駆動周波数で割った距離ごとにキャビテーションが強い領域ができる。例えば、50kHzで駆動したときには、1波長が30mmの定在波が生じ、その半波長である15mm間隔でキャビテーション強度が強い領域が生じる。

[0006] 例えば、特許文献1のようにBLTを洗浄槽の下部に備えた超音波洗浄器では、キャビテーションの効果を得るため20～100kHzで駆動するが、キャビテーションが強くなる領域は7.5mm（100kHz駆動）～37.5mm（20kHz駆動）間隔で生じる。キャビテーション強度は、駆動源であるBLTに近いほど強い。また、キャビテーションが強くなる領域の範囲は狭い。これらの要因から、ノズルの洗浄範囲は限定的となり洗浄ムラが発生しやすい。

[0007] また、特許文献2には、超音波を発生させる超音波アレイを洗浄槽内部の分注ノズルの周方向および軸方向に複数個並べて配置する洗浄機構が開示されている。この構成によれば、洗浄ムラについては比較的解消できる。しかしながら、超音波アレイでは高い洗浄効果を得るのが困難である。

[0008] キャビテーションの強度は、主に、振動部材の振幅に依存する。つまり、振動部材の振幅が大きい程、キャビテーションの強度が高まる。先の超音波

アレイは、例えば圧電素子を用いていると考えられるが、前述のように、圧電素子そのものが振動部材となる場合には、圧電素子の変形自体を利用するためあまり大きな振幅は期待できない。

[0009] また、キャビテーションは前述の通り、低周波（20～100kHz）で効果的に発生することができるが、圧電素子単体の共振周波数は数MHzであり、低周波（20～100kHz）で駆動した場合は効果的に変形量を得ることができない。一方、変形量を大きくしようとして圧電素子に大きな電圧を印加し過ぎると素子自体が壊れてしまう。従い、高い洗浄効果を得るために圧電素子自体を振動部材とすることは向いていない。

[0010] 上記のように、これまでのノズル洗浄用の超音波洗浄器では洗浄ムラを抑制しつつ高い洗浄効果を得ることが困難であった。

[0011] そこで、本発明は、洗浄ムラを抑制しつつ高い洗浄効果を得られるノズル用の超音波洗浄器を備えた自動分析装置等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

[0012] 代表的な発明を挙げると以下のとおりである。

[0013] 代表的な発明は、試料又は試薬を吸引するノズルと、前記ノズルを洗浄する洗浄槽と、超音波を発生させる超音波洗浄器と、前記超音波洗浄器の駆動制御を行う制御部と、を備え、前記超音波洗浄器は、前記洗浄槽内の洗浄液に挿入され、超音波振動を洗浄液に伝搬させる振動部と、圧電素子を2つ以上の金属ブロックをボルトで締結して固定した構成であり、かつ、前記振動部に超音波振動を発生させる超音波振動子と、を備え、前記制御部は、前記振動部に超音波振動を発生させることにより、前記ノズルの洗浄を行う自動分析装置である。

[0014] また、別の代表的な発明は、洗浄槽内の洗浄液に挿入され、超音波振動を洗浄液に伝搬させる振動部と、圧電素子を2つ以上の金属ブロックをボルトで締結して固定した構成であり、かつ、前記振動部に超音波振動を発生させる超音波振動子と、前記超音波振動子の駆動制御を行う制御部と、を備え、前記制御部は、前記振動部に超音波振動を発生させることにより、試料又は

試薬を吸引するノズルの洗浄を行う超音波洗浄器である。

[0015] また、別の代表的な発明は、上部にノズルの挿入口を有し内部に液体を貯めることが可能な洗浄槽と、前記洗浄槽内の側面側に設けられた振動部と、前記振動部に接続された超音波振動子と、を有し、前記超音波振動子は前記振動部を水平方向に振動させ、前記ノズルは前記振動部の振動に基づき洗浄される超音波洗浄器である。

[0016] 本発明の超音波洗浄器では、前記振動部によって拡大される超音波振動によって洗浄槽内の液体に対して強力なキャビテーションを発生でき、さらに前記振動部を側面側に備えることで、洗浄槽の上部の開口部から挿入したノズルに対して横から超音波振動を与えることができる。

[0017] ここで洗浄槽内の側面側に設けられた振動部とは、洗浄槽の側面自体に設けられたという意味ではなく、挿入口に挿入された分注ノズルを基準として側面側という意味である。すなわち、洗浄槽の側面自体に振動部が設けられている場合と洗浄槽内に振動部が挿入されている場合の両方が含まれる。なお、側面は底面と区別するために用いる用語であり、本明細書で側面という場合には、側面と底面のうちの側面という意味であり底面は含まない用語である。また、側面側という場合も底面側と区別するために用いる用語である。

発明の効果

[0018] 本発明によれば、高い洗浄効果が得られ洗浄ムラがないノズル用の超音波洗浄器を備えた自動分析装置等を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]実施例1の超音波洗浄器を備えた自動分析装置の上面図である。

[図2]実施例1の超音波洗浄器の一例の外観図である。

[図3]実施例1の超音波洗浄器の一例の外観図である。

[図4]実施例1の超音波振動手段の一例である。

[図5]超音波を液中に加えたときに生じる定在波を示す図である。

[図6]実施例1の超音波洗浄器における洗浄液とノズル位置の関係を示す図で

ある。

[図7]実施例1の超音波洗浄器における配管構成の一例を示す図である。

[図8]実施例1の超音波洗浄器を用いたノズル洗浄の処理フローの一例である。

。

[図9]実施例1の超音波洗浄器の一例の外観図である。

[図10]実施例2の超音波洗浄器の一例の外観図である。

[図11]実施例3の超音波洗浄器の一例の外観図である。

[図12]実施例4の超音波洗浄器の一例の外観図である。

[図13]実施例4の超音波洗浄器の一例の外観図である。

[図14]実施例4の超音波洗浄器における液オーバーフロー構造と配管接続の一例である。

[図15]実施例4の超音波洗浄器を用いた洗浄フローとタイムチャートの一例である。

[図16]実施例4の超音波洗浄器における温度異常検出フローの一例である。

[図17]実施例5の超音波洗浄器の構成例である。

[図18]実施例5の超音波洗浄器の振動部（洗浄ヘッド）の構造の例である。

[図19]実施例5の洗浄ヘッドの振動モードと洗浄液の温度勾配の例を示す図である。

[図20]実施例5の超音波洗浄器を用いたノズル洗浄のタイムチャートの一例である。

[図21]実施例5の自動分析装置の分注機構および洗浄器の制御ブロックの構成例である。

[図22]実施例5の超音波洗浄器を用いた洗浄フローの例である。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、図1から図22を参照し、本発明の実施形態について詳細に説明する。

実施例 1

[0021] 図1は本発明の自動分析装置の構成を示す図である。自動分析装置10は

、試薬容器 11 を複数搭載する試薬ディスク 12 と、試薬と試料（以下、サンプルとも言う）との混合液を収容する反応セルを有する反応ディスク 13 と、試薬の吸引や吐出を行う試薬分注機構 14 と、サンプルの吸引や吐出を行うサンプル分注機構 15 から構成される。

[0022] 試薬分注機構 14 は試薬を分注するための試薬用ノズル 21 を備え、サンプル分注機構 15 はサンプルを分注するためのサンプル用ノズル 22（以下、ノズル 22 と称す）を備える。装置に投入されたサンプルは、サンプル容器（試験管） 23 に入れた状態で、ラック 24 に搭載されて搬送される。ラック 24 には複数のサンプル容器 23 が搭載される。なお、サンプルは血清や全血などの血液由来のサンプル又は尿などである。

[0023] サンプル分注機構 15 は、ノズル 22 を、サンプル容器 23 からサンプル吸引を行う吸引位置、反応セル 25 に吐出を行う吐出位置、本発明の超音波洗浄器 26 でノズル 22 の先端を洗浄する洗浄位置、および、ノズル 22 の先端を水で洗い流す洗浄槽 27 がある洗浄位置へ移動させる。さらに、サンプル分注機構 15 は、吸引位置、吐出位置、および、洗浄位置ではサンプル容器 23、反応セル 25、超音波洗浄器 26、洗浄槽 27 の高さの夫々合わせて、ノズル 22 を下降させる。このような動作を行うため、サンプル分注機構 15 はノズル 22 を各停止位置に回転し上下移動できる構成となっている。

[0024] 自動分析装置は、測定部 29 を有し、反応セル 25 内に収容されたサンプルと試薬との混合液を測光することで、サンプル内の所定成分の濃度などを分析する。測定部 29 は例えば光源と光度計を有し、光度計は、例えば吸光光度計又は散乱光度計である。

[0025] なお、ノズル 22 の移動やサンプルの吸引吐出制御、洗浄槽 27 への液供給の制御、超音波洗浄器 26 の駆動制御、その他各種機構の制御は制御部 28 により行われる。また、自動分析装置には、装置を操作するための操作部（PC や制御基板など）および検査技師がラック 24 を投入や回収するユニットを備える装置があるが、図 1 では省略する。

[0026] 次に、自動分析装置の分析動作について説明する。サンプル容器 23 を収容したラック 24 は、サンプルの吸引位置まで移動する。この位置でサンプル容器 23 からサンプルがノズル 22 により吸引される。吸引されたサンプルは反応セル 25 に吐出される。試薬ディスク 12 は回転することで試薬用ノズル 21 がアクセスできる位置まで所望の試薬容器 11 を移動させる。この位置で試薬容器 11 から試薬が試薬用ノズル 21 により吸引される。吸引された試薬は反応セル 25 に吐出される。同一の反応セル 25 に収容されたサンプルと試薬の混合液は、攪拌され、反応ディスク 13 が回転停止を繰り返しながら、サンプルと試薬との反応が進む。

[0027] 反応ディスクは回転停止を繰り返しながら駆動し、測定対象の反応セル 25 は、測光部 29 の前を定期的に通過する。通過する際に、光源から照射された光は、反応セル 25 内の混合液を透過又は混合液に散乱され、光度計で吸光度又は散乱強度を測定する。この光度計が得た光の情報から、試薬の種類に応じた、サンプル内の所定成分の濃度算出等が行われる。

[0028] 次に、超音波洗浄器 26 について説明する。ノズル 22 は 1 つのサンプルを分注したあとで洗浄して繰り返し分注に使用する。1 つのサンプルで多項目の検査を行う場合には同じサンプルを複数の反応セル 25 に分注する。同じサンプルからの分注になるため、このような場合にはサンプルを分注したあとであっても強力な洗浄は基本的には不要である。従い、同じサンプルの分注間は超音波洗浄器 26 による洗浄は基本的には不要である。一方、分注するサンプルが切り換わるタイミング等、強力な洗浄が要求される場合に、この超音波洗浄器 26 を用いた洗浄を行う。

[0029] 次に超音波洗浄器について説明する。上部に分注ノズルの挿入口を有し内部に液体を貯めることが可能な洗浄槽と、洗浄槽内の側面側に設けられた振動部と、振動部に接続された超音波振動子と、を有し、超音波振動子は振動部を水平方向に振動させる超音波洗浄器について以下説明する。

[0030] 図 2 は本発明に係る超音波洗浄器の一例の外観図である。各々、超音波洗浄器の斜視図 (a)、超音波洗浄器の上面図 (b)、超音波洗浄器の断面図

(c)、超音波洗浄器の斜視図(カバー付き)(d)が示されている。図2は、振動部としてダイヤフラム202を用いた例である。

[0031] 本実施形態の超音波洗浄器26は、周期的に変化する電圧を印加(例えば正弦波入力)することで振動するBLT201と、BLT201を取り付けたダイヤフラム202と、ダイヤフラム202を挟み込み固定することができる洗浄ポート203と、フランジ204と、洗浄ポート203とダイヤフラム202の間からの液漏れを防ぐためのシール材205から構成される。ダイヤフラム202は周端部が洗浄ポート203とフランジ204で押さえられて固定され、シール材205はドーナツ状になっており、ダイヤフラム202の周端部のみを塞ぐ構成である。洗浄ポート203には、後述する洗浄液の供給口と排出口があるが、図2中では図示を省略する。

[0032] また、洗浄ポート203は、上部にノズル22を挿入するための開口部210(挿入口)があり、洗浄液を貯水する洗浄槽211の側面には大きな開口部があり、この開口部をダイヤフラム202で塞ぐことで、洗浄ポート203内には洗浄液を貯めることができる。BLT100で発生した振動は直結したダイヤフラム202に伝わり、ダイヤフラム202が接する洗浄槽211内の洗浄液に伝播する。以上の構成によって、BLTに20kHz以上の周期的に変化する電圧を印加すれば、洗浄槽211内の洗浄液中に超音波を発生することができる。

[0033] さらに、本発明の超音波洗浄器26は、超音波振動を発生するダイヤフラム202が洗浄槽211の側面にあり、開口部210から挿入したノズル22に対して横方向から超音波を発生することができる。また、ノズル22を挿入する開口部210は、ダイヤフラム202のできるだけ近い位置にノズル22を挿入できる形状が好ましい(理由は後述する)。このため、図2(a)で示すように開口部の一部はダイヤフラム202側へ突出しており、開口部210のこの一部とダイヤフラム202は洗浄ポート210の一部を介して隣接している。すなわち、洗浄ポート210にはノズル22が挿入される切り欠きが設けられており、洗浄ポートの部材の厚さは他の箇所比べて

薄くなっている。このような構成とすることでノズル22をダイアフラム202に近づけて洗浄することができる。また、例えば、先に述べた洗浄ポートが薄くなっている箇所を完全に除去し、開口部210の一部がダイアフラムに接する構成とすることで、ノズル22をダイアフラム202により近づけて洗浄することができる。つまり、ダイアフラム210を挟み込む洗浄ポート203の開口部210には、一部が開放されておりダイアフラムの周端部の一部を押さええていない状態（自由端）となる。

[0034] 超音波洗浄器26にはBLT100を保護するためのカバー220を取り付けてもよい。

[0035] 図3は本実施形態の超音波洗浄器の別の一例の外観図である。各々、超音波洗浄器の斜視図(a)、超音波洗浄器の断面図(b)が示されている。超音波洗浄器200(図1中の26)は、超音波洗浄器26に対して洗浄ポート203と、フランジ204と、ダイアフラム202の上部がカットされている形状である点のみが異なり、使用方法や設置位置などは超音波洗浄器26と変わらない。

[0036] 超音波洗浄器200は、上部がカットされているダイアフラム202を洗浄ポート203とフランジ204で挟み込み固定するが、上部の一辺は拘束されず自由端となる。前述の通りダイアフラム202は中央部の変形量が大きくなる構成であったが、超音波洗浄器200のダイアフラム202においてもダイアフラム202と同じ付近で変形量が大きくなる。しかし、ダイアフラム202の一辺が自由端となっていることで、ダイアフラム202の軸(中央)付近での変形量は、上部がカットされていないダイアフラム202の変形量よりも拡大できる。高い洗浄効果を得るためには、図3の超音波洗浄器200のように少なくとも一辺が自由端であるダイアフラム202を使う方が好ましい。

[0037] なお、超音波洗浄器200には、洗浄液の供給・排出の部品(配管接続、受け皿など)を図示していないが、超音波洗浄器26と同じくシリンジポンプの圧力で洗浄槽211の洗浄液をオーバーフローして交換する。また、洗

浄槽 2 1 1 の上部には洗浄液の飛び散りを防ぐフタを設置して、フタにはノズル 2 2 の挿入できる穴を設けてもよい。

[0038] 図 4 は本実施形態の超音波振動手段の一例である。図 4 には、図 2 の上部がカットされていなダイヤフラムを B L T に取り付けた外観図 (a)、ダイヤフラムの側面図 (b)、ダイヤフラムの斜視図 (c) が示されている。本発明の超音波洗浄器 2 6 の超音波振動手段は、前述のダイヤフラム 2 0 2 と B L T 2 0 1 から構成される。B L T 2 0 1 は、1 つ以上の piezo 素子 3 1 1 を、金属製の押さえ部材 (ダイヤフラム側) 3 1 2 と金属製の押さえ部材 (自由端側) 3 1 3 で挟み込む。押さえ部材 3 1 2 と押さえ部材 3 1 3 にはネジが切っである。piezo 素子 3 1 1 は中空であり、ボルト (図示せず) で押さえ部材 3 1 2 と押さえ部材 3 1 3 を締め付けることで、piezo 素子 3 1 1 を固定する。B L T 2 0 1 は公知であるため、使用方法や製造方法に関する詳細説明を省く。

[0039] ダイヤフラム 2 0 2 は、B L T 2 0 1 と接続するためのネジ部 3 2 1 と、B L T 2 0 1 からの振動を伝搬するための金属板 3 2 2 と、洗浄槽に振動を伝搬するための振動部 3 2 3 と、B L T 2 0 1 からの変位を増幅するための首 3 2 4 から構成される。ダイヤフラム 2 0 2 と B L T 2 0 1 の接続は、ダイヤフラム 2 0 2 のネジ部 (オス) 3 2 1 と金属製の押さえ部材 3 1 2 のネジ部 (メス) で締結する。金属板 3 2 2 は、B L T 2 0 1 からの振動を伝播するため金属部 3 1 2 と接する。振動部 3 2 3 は前述の通り、洗浄ポート 2 0 3 とフランジ 2 0 4 とで振動部 3 2 3 の周端部を挟み込み固定され、B L T 1 0 0 はダイヤフラム 2 0 2 に片持ち梁状態で固定 (ダイヤフラム 2 0 2 と反対側はフリー) される。ダイヤフラム 2 0 2 は周端部で固定されており、周端部の固定辺に対して中央にある片側フリーの B L T 2 0 1 の変位が作用する。そのため、図 4 に示す例では、首 3 2 4 の端部からダイヤフラム 2 0 2 は固定辺までの距離が長いほど変形量が大きくなる。つまり、首 3 2 4 の部分が細いほど変形量は大きくなる。例えば、B L T 2 0 1 の金属部 3 1 2 が振動部 3 2 3 に直接接触するような構成とした場合、B L T 2 0 1 の端

部からダイヤフラム202の固定辺まで距離は短くなるため、図4に示す構成に比べ変位量が得られない。

[0040] BLT201は piezo素子311の前後にある電極（図示せず）に周期的に変化する電圧を印加することで振動するため、専用の電源アンプ（図示せず）が必要である。自動分析装置では、装置を制御するCPU基板（図示せず）から電源アンプへの指令で超音波洗浄器26を駆動することができる。

[0041] 図5は超音波を液に加えたときに生じる定在波を示す図である。各々、超音波振動の周波数が低いときの定在波（a）と周波数が高いときの定在波（b）が示されている。超音波振動部400で超音波振動を発生したとき、液中には超音波の定在波401が発生する。定在波の波長は超音波振動の周波数によって異なり、周波数が低いほど波長は長くなる。そのため、定在波の半波長402は、402aの方が402bよりも長い。前述の通り洗浄に効果があるキャビテーションは、超音波の強度が高くなる部分で発生し、超音波振動部400の面付近の領域403aと超音波振動部400から半波長402離れた領域404aで超音波強度は強くなる。周波数を変えることで領域403と領域404の距離は短くすることはできるが、キャビテーションを発生させやすい周波数（およそ100kHz以下）では距離を0にすることはできない。ノズル22を図5の上方より超音波振動部400に向けて挿入して洗浄した場合、キャビテーションが発生する領域（403や404）と発生しない領域で洗浄ムラが発生する。また、超音波強度は超音波振動部400に近い領域403の方が強く洗浄に適している。

[0042] 本実施形態では、前述の通り、超音波振動部400であるダイヤフラム202の振動部323を洗浄槽内の側面に配置したことで、キャビテーション強度が強い領域に対してノズル22先端を挿入することができる。従い、ノズル22の先端側面の広い面積を効果的に洗浄することができる。

[0043] 図6は、本実施形態の超音波洗浄器における洗浄液とノズル位置の関係を示す図である。各々、洗浄範囲の概略図（a）と洗浄器断面におけるノズル22と洗浄液およびダイヤフラムの中心との位置関係を示す図（b）が示さ

れている。ノズル22はサンプルを分注するときに洗浄範囲を限定するために、ノズル22先端の限られた位置までしかサンプルに挿入しないようにサンプルの液面を検出し、ノズル22の下降する位置がコントロールされている。ノズル22におけるサンプルの液面検出や下降コントロール方法は、公知の技術のため詳細説明を省く。ノズル22は前述の通り既定の深さまでサンプルに挿入されるため、サンプルを吸引した後にサンプルが付着する範囲501は、一定の範囲に限られる。そのため、超音波洗浄器26で洗浄する範囲502は、サンプル付着範囲501よりも広い範囲であれば洗い残しが発生しにくい。超音波洗浄器26で洗浄液を使用する場合は、さらに水で洗い流しサンプルに持ち越さないようにする必要があり、水で洗浄する範囲503は超音波洗浄器26で洗浄した範囲より広い範囲が必要となる。しかしながら、水洗浄の範囲503が広がると、水洗浄に掛かる時間が増加してしまう。そのため、水洗浄の範囲503および洗浄範囲502はできるだけ狭くなるように設定することが望ましい。

[0044] 超音波洗浄器26では洗浄液を洗浄槽211内に貯水する。洗浄液は水を用いても良いが、化学作用で汚れを落とすことができる洗浄液を用いることが好ましい。洗浄液は洗浄槽の底511から洗浄槽の淵512に液面があり、洗浄槽の底511から洗浄槽の淵512までの高さが液位513となる。ノズル22を洗浄槽211に挿入したとき、ノズル先端位置514から液面のある洗浄槽淵512までの範囲が、超音波洗浄器26のノズル洗浄範囲502である。

[0045] 本実施形態の超音波洗浄器26のダイヤフラム202は、前述の通りダイヤフラムの中央部で変形量が拡大される構成であり、洗浄液中の超音波強度もダイヤフラム中央付近で強くなる。ノズル22を効果的に洗浄するには、ダイヤフラムの中心線515をノズルが通過し、ノズル洗浄範囲502内にこの中心線515が含まれるようにノズルを停止させることが好ましい。つまり、洗浄液を使った超音波洗浄器26では洗浄範囲502を狭くし、かつ洗浄効果が高いダイヤフラム中心線515以下にノズル先端を挿入すること

が好ましい。言い換えると、ノズル先端位置514は中心線515よりも下方となることが望ましい。そのため、洗浄液の液位513は、ダイヤフラム202の固定端から固定端までの長さ516をDと、ノズルの洗浄範囲502をhと、液位513をHと定義したとき、洗浄液の液位は次式を満たすようにすることが好ましい。つまり、この式1を満たすようにノズルを停止させて洗浄することが望ましい。言い換えると、洗浄槽の中の液体の液位はダイヤフラムの中心線の高さに分注ノズルの洗浄範囲の長さを足し合わせた位置より低く、洗浄槽に分注ノズルを挿入した時の分注ノズルの先端はダイヤフラムの中心線以下となるように挿入し洗浄を行なうことが望ましい。

[0046] (数1)

$$D/2 \leq H \leq D/2 + h \quad \dots (式1)$$

図7は本実施形態の超音波洗浄器における配管構成の一例を示す図である。超音波洗浄器26に洗浄液や水を供給するため、洗浄槽211の下部には配管601が接続される。配管601には、液を圧力で押し出すためのシリンジポンプ602と、洗浄液が貯水されている洗浄液タンク603と、上水道と接続され水を供給するための配管604と、配管の接続を切り替えるための切り替え弁605が接続される。さらに、洗浄ポート203の淵512には溢れた洗浄液を受けるための受け皿（オーバーフロー用受け皿606）と、下水道に接続する配管（図示せず）とがある。つまり、洗浄槽の上部には洗浄槽内の液体をオーバーフローするための受け皿を有する。

[0047] 洗浄槽211内には、常に水もしくは洗浄液が貯水されており、シリンジポンプ602の圧力で新たな液を供給し、溢れた液を受け皿606に排出し、その後排出された液は下水へと流れる。シリンジポンプ602と、切り替え弁605は、装置を制御するCPU基板（図示せず）からの指示で動作し、ノズル22の超音波洗浄を行うときには洗浄液を供給し、長時間洗浄しないときは水を供給して貯水しておくことができる。洗浄槽211内の洗浄液は、キャリーオーバー低減のため洗浄後の洗浄液を全て交換することが好ましい。本実施形態の構成では、シリンジポンプ602を動作させることで、新

たな洗浄液を洗浄槽 211 に供給し、洗浄に使用した洗浄液をオーバーフローによって下水に排出し、洗浄槽 211 内の洗浄液を交換することができる。なお、超音波洗浄を利用するときのみ洗浄するための液体を洗浄槽に供給し、超音波洗浄を利用しないときには水を供給し洗浄槽内に貯めておくことが望ましい。洗浄するための液体（洗浄液）の無駄な消費を抑えることができるためである。

[0048] 図 8 は本発明の超音波洗浄器を用いたノズル洗浄の処理フローの一例である。装置がオペレーション状態 S701 のとき、サンプル分注機構 15 はサンプリング処理 S711 を繰り返す。サンプリング処理 S711 では、分注（サンプルの吸引とサンプルの吐出）S712 を行ない、その後に洗浄処理を行うが、次に分注するサンプルが同一サンプルか判断 S713 を行う。その結果、次に扱うサンプルが同一サンプルであれば、洗浄槽 27 で水洗浄 S714 のみを行い、別のサンプルを扱う場合は超音波洗浄器 26 で超音波洗浄（通常処理用）S715 によりノズル 22 に付着したサンプルを洗浄し、その後に洗浄槽 27 での水洗浄 S716 で洗浄液を洗い流す。このように、オペレーション中は次に扱うサンプルが同一であるかを判断し、次に扱うサンプルが同一サンプルのときには水洗浄のみを行い、次に扱うサンプルが別サンプルのときには超音波洗浄器を使った洗浄と水洗浄を行うことが望ましい。

[0049] 上記の説明ではサンプル判定処理 S713 での結果により、水洗浄処理 S714 のみの場合と超音波洗浄 S715 と水洗浄 S716 の場合に分けたが、サンプリングのたびに超音波洗浄処理 S715 を使用しても良い。但し、この場合、洗浄液の使用量は増え洗浄コストは増加する。

[0050] 装置がメンテナンス状態 S702 に入ると、ノズル 22 に蓄積した微量の汚れを洗浄するメンテナンス処理 S721 を実行することができる。オペレーション状態 S701 では、サンプリング処理のスループレットを落とさないために、短時間で洗浄することが求められるが、メンテナンス状態 S702 では時間をかけてノズル 22 を洗浄することができる。メンテナンス処理 S

7 2 1 中の超音波洗浄（メンテナンス用）S 7 2 2 ではノズル洗浄範囲 5 0 2 を広げて洗浄（つまり洗浄槽 2 1 1 に深く挿入）することが可能である。超音波洗浄（メンテナンス用）S 7 2 2 は、超音波洗浄（通常用）より長い時間を使って洗浄する。その後、水洗浄処理 S 7 2 3 では、通常より広い範囲を水で洗い流す。

[0051] メンテナンス処理 S 7 2 1 は、定期的に行うことが好ましく、例えば 1 日に 1 回行うことでノズル 2 2 への汚れの蓄積を防ぐことができる。

[0052] このように、オペレーション状態とメンテナンス状態で、超音波洗浄器の洗浄時間や分注ノズルの挿入深さが異なるパラメータを有することで自動分析装置は上記のような制御ができる。

[0053] なお、本発明の洗浄フローでは、水洗浄後に真空吸引などで水滴を落とす動作を追加しても良い。

[0054] 図 9 は本発明の超音波洗浄器の洗浄槽の形状を変えた一例の外観図である。各々、洗浄ポート（a）と超音波洗浄器の断面図（b）が示されている。超音波洗浄器 9 0 0 は超音波洗浄器 2 6 に対して洗浄ポート 9 0 1 の洗浄槽 9 0 2 部分が円錐形状である点のみが異なり、使用方法や設置位置などは超音波洗浄器 2 6 と変わらない。

[0055] 洗浄槽 9 0 2 の液体が貯水される部分を円錐型に変更することで、使用する洗浄液の量を減らすことができ、さらにダイアフラム 2 0 2 から発生する超音波は洗浄ポート 9 0 1 の洗浄槽側の面 9 0 3 で反射でき、洗浄槽 9 0 2 に挿入したノズル 2 2 の周囲にキャビテーションの発生を集中することができ効果的に洗浄することができる。

[0056] 以上の構成の超音波洗浄器によれば、サンプルを分注するノズル 2 2 の洗浄範囲にキャビテーションを効果的に発生でき、ノズルを効果的に洗浄することができる。

実施例 2

[0057] 図 1 0 は本実施形態の超音波洗浄器の一例の外観図である。本実施形態は、これまでのダイアフラムに換え振動部 2 2 2 を用いた例である。各々、超

音波洗浄器の斜視図（a）、超音波洗浄器の上面図（b）、超音波洗浄器の断面図（c）が示されている。断面図（c）はAで示した箇所の破線箇所の断面図である。本発明の超音波洗浄器200（26）の超音波振動手段は、BLT100である。

[0058] 超音波洗浄器200は、BLT100に板ばね221と振動部222をボルト224で固定し、板ばね221の両端は洗浄器ベース223に固定する構成である。

[0059] 洗浄器ベース223には、洗浄液を貯めることができる洗浄槽211と洗浄槽211に洗浄液を送液する管を接続する送液ポート225があり、洗浄槽205に洗浄液を送液することで周囲にある溝に洗浄液があふれ、洗浄液を交換することができる。また、洗浄槽205の周囲にあふれた洗浄液は、排出用の穴226に入り、排出管と接続する排出ポート208を通して排出される。洗浄液が貯められた洗浄槽211には、洗浄槽211の上部からノズル22を挿入できる。

[0060] 超音波洗浄器200は、BLT100の振動が振動部222に伝えられ、さらに振動部222の先端（最下端）は洗浄槽205内にまで延びており、洗浄槽211内の洗浄液に振動を伝達できる。つまり、BLT100の駆動によって、洗浄液中の振動部222はノズル22の側面から超音波を発生できる。言い換えると、振動部222は、分注ノズルに沿って延在する形状であり、洗浄槽に挿入される第1部位を有し、超音波振動子は、第1部位の上方の第2部位を介して、第1部位を水平方向に振動させることができる。また、超音波洗浄器200は、ノズル22の洗浄を行ったあとに、オーバーフローによって洗浄液の交換ができる。

[0061] ノズル22先端を効率よく洗浄するためには、振動部222はノズル22と平行になるように配置することが望ましく、また振動部222の近い位置にノズルを挿入することが望ましい。ダイヤフラムの例と異なり一部が突出した開口部210を設けることなく振動部222に近い位置にノズルを挿入することができる。また、ダイヤフラムの例と異なり洗浄槽211の側面に

ダイヤフラムや液漏れを防ぐためのシール材を設けることなく高い洗浄効果を得ることができる。板ばね221は振動部222が平行な変位を発生するようにねじれない形状とし、板厚は振動部222の変位を大きくするため薄くすることが望ましい。

[0062] 振動部222には、図10(c)のように板状のもの他、ある程度厚みがある棒状のもの等も含まれる。振動部222は、洗浄槽211に挿入でき水平方向に振動する部材であれば特に形状は問わない。また、振動部222は、単一部材からではなく複数部材から構成されてもよい。

[0063] なお、図6～9については、振動部222の例においても同様に適用できるものである。

実施例 3

[0064] 次に、他の超音波洗浄器26の構造について説明する。超音波洗浄器26は洗浄槽内で超音波を発生させる。後述するように、超音波洗浄器26は、洗浄槽内の洗浄液に挿入され、超音波振動を洗浄液に伝搬させる振動部と、圧電素子を2つ以上の金属ブロックをボルトで締結して固定した構成であり、かつ、振動部に超音波振動を発生させる超音波振動子と、を備える。主に振動部が中空部1209を備えている点が実施例2と相違する。

[0065] 図11は超音波洗浄器の一例の外観図である。各(a)～(d)は、超音波洗浄器の上面図(a)と正面図(b)と断面図(c)(上面図(a)のA-A断面)と斜視図(d)である。超音波洗浄器1200は、超音波振動子1201、振動部1202、板ばね1203を有する。超音波洗浄器1200は、超音波振動子1201と振動部1202との間に板ばね1203を挟み込み、ボルト1204で固定された構造となっている。さらに、自動分析装置の一部である洗浄器ベース(金属製)1205は2本の柱が上方に突出しており、板ばね1203の両端部は洗浄器ベース1205の2本の柱に固定されている。振動部1202の先端は洗浄器ベース1205にある洗浄槽1206内に位置し、特に振動部1202は洗浄槽1206とは接触しておらず、この先端は自由端となっている。つまり、振動部1202は、後述す

る金属ブロック1211の側面と洗浄槽1206の上方で固定され、洗浄槽内の洗浄液に挿入させる振動部1202の先端は、この側面の水平方向の振動に伴い自由端として振動する。

[0066] 振動部1202の先端は、円筒形の孔が設けられ、この孔は振動部1202の底まで貫通している（図（a）、（c）参照）。このため、振動部1202は中空部1209を有し、ノズル22が中空部1209に挿入でき、中空部1209は洗浄液で満たされることとなる。

[0067] また、洗浄槽1206には供給口1207から洗浄液や水が供給でき、一定量以上の液を供給することで洗浄槽1206に入っていた液をあふれさせ、排出口1208から超音波洗浄器1200外に排出（オーバーフローによる液置換）ができる。また、洗浄液を供給したあとの振動部1202の先端は、洗浄槽1206内に貯めた洗浄液に浸漬させることもできる。

[0068] 超音波洗浄器1200でノズル22を洗浄するときは、振動部1202の先端にある中空部1209にノズル22を挿入することで、ノズル22の先端部（サンプルに接触する範囲）は洗浄液に浸漬する。超音波振動子1201に例えば20kHz以上の正弦波電圧を入力することで、超音波振動子1202は矢印方向に超音波振動する。これにより、振動部1202の先端部も超音波振動し、中空部1209の洗浄液にキャビテーションを発生させノズル22を強力に洗浄できる。

[0069] 特に、超音波洗浄器1200の構成では、ノズル22の側面に対し異なる方向からキャビテーションを生じさせることができるので、先端の洗浄したい範囲に対してムラなく洗浄することができる。また、振動部1202の先端が自由端となっているため、振動部1202の先端では、超音波振動子1201の振幅が増幅され、多くのキャビテーションを発生させることができる。加えて、超音波振動する振動面（カップの内周。ここで円筒のことを便宜上カップと称す）とノズル22との距離が近づけられるため、ノズル22先端の洗浄したい範囲に対して高密度のキャビテーションを発生させることができる。これら2つの作用により強力な洗浄効果を実現できる。なお、洗

浄力の調整は、振動部 1202 の垂直方向の長さを調整したり、中空部 1209 の径を調整したりすることで適宜調整することができる。例えば、前者の調整で言えば、長さを長くすることで振動面の振幅を大きくすることができ、後者の調整で言えば、径を小さくすることで振動面とノズル 22 との距離を近づけることができる。

[0070] 洗浄槽 1206 内の洗浄液は、ノズル 22 を洗浄することでノズル 22 に付着していた汚れが混入するため、ノズル 22 を洗浄した後は洗浄液を交換することが望ましい。但し、ノズル 22 を洗浄するたびに洗浄液を交換すると、装置にストックする洗浄液量が多く必要となるため、ノズル 22 を洗浄するために必要となる洗浄液量を少なくすることが望まれる。超音波洗浄器 1200 では、洗浄液をオーバーフローすることで洗浄液の置換ができ、振動部 1202 の先端カップ内に洗浄液があればノズル 22 を洗浄できる。つまり、振動部 1202 の外側が接触しない範囲で洗浄槽 1206 の形状を小型化することができ、洗浄槽 1206 の小型化により使用する洗浄液量を低減できる。

[0071] 超音波洗浄器 1200 の超音波振動子 1201 は B L T を想定しており、B L T は 2 つの金属ブロック (1211 と 1212) で piezo 素子 (以後、圧電素子とも呼ぶ) 1213 を挟み込み、内部のボルト (図示せず) で締め付けて固定する構造が一般的である。B L T では圧電素子を比較的質量の大きい金属ブロックで挟み込み、ボルトで締め付けて固定するため、圧電素子の振動周波数を金属ブロック側で低くすることができる。本実施形態の圧電素子の周波数帯はキャピテーションが比較的発生し難い周波数帯で発振する素子であるが、B L T とすることで、キャピテーションが発生し易い周波数帯 (20 kHz ~ 100 kHz) で振動する超音波洗浄器を構成することができる。

[0072] 超音波洗浄器 1200 は、超音波振動子 1201 の振動振幅が大きくなる (振動の腹) 部分に板ばね 1203 を介して、洗浄器ベース 1205 で固定している。板ばね 1203 の剛性が高い形状であると、振動部 1202 の振

幅が十分得られなくなりノズル 2 2 の洗浄効果が低下する。このため、板ばね 1 2 0 3 は板厚が薄く、幅が細い形状が望ましい。

[0073] 超音波洗浄器 1 2 0 0 は、超音波振動子 1 2 0 1 と振動部 1 2 0 2 の距離が短くすることで、洗浄器のサイズを小型化できるので、設置スペースに限りがある自動分析装置にも実装できる。

[0074] 本実施形態では、振動部 1 2 0 2 の先端に、中空部として円筒形の孔を設けた構造で説明した。しかしながら、高い洗浄効果が得られ洗浄ムラがない効果に着目すると必ずしもこの構成に限るものではない。例えば、この孔は楕円柱や多角柱の孔であっても良い。又は、柱状でなくとも円錐の一部や多角錐の一部のように深さ方向に不均一な幅の孔であっても良い。このように、振動部 1 2 0 2 は、ノズル 2 2 の円周方向を全て覆う形状の他、一部が欠けている形状であっても良い。

[0075] 一部が欠けている形状の場合は、一部が欠けている位置は、水平断面においてノズル 2 2 の位置から振動部 1 2 0 2 の振動方向に直線を引いたときに、この直線と交差しない位置とすることが望ましい。

[0076] 例えば、ノズル 2 2 の円周方向の全てを覆う形状を基準として一部を欠ける形状とする場合には、ノズル 2 2 の位置から振動部 1 2 0 2 の振動方向と垂直な方向に直線を引いたときに交差する位置に一部が欠けている位置を設けるのが望ましい。

[0077] 例えば、一部が欠けている形状として平行平板などでノズル 2 2 を挟み込む形状であっても良い。この場合も一部が欠けている位置の配置は同様である。すなわち、振動部 1 2 0 2 の振動方向に対向する平板とすることが望ましい。

[0078] ここで、洗浄ムラが生じる要因について説明する。ノズル 2 2 の一方向の側面から超音波を発生させた場合には、ノズル 2 2 の反対側では、超音波が回り込み難くなる陰の領域が生じ、ノズル 2 2 の正面方向と背面方向ではキャビテーションの発生量にムラが生じる。このため、振動部 1 2 0 2 からノズル 2 2 に対して複数方向から超音波を発生させることで、この陰の領域を

無くすことができる。従い、振動部 1202 の振動と同期して振動する部位がノズル 22 から見て複数方向に配置されるような振動部の構成とすることで洗浄ムラは抑制できる。従い、この実施形態においては実施例 2 の振動部よりも洗浄ムラをさらに抑制することができる。

[0079] 但し、振動方向と垂直な面が最もキャビテーションの発生に寄与する面であることから、水平断面においてノズル 22 の位置を起点として振動部 1202 の振動方向に直線を引いたときに交差する 2 つの位置に部位が配置される振動部 1202 の形状とすることで最も効率的に高い洗浄力を得ることができる。

[0080] ここで、中空部 1209 について説明する。上述のように振動部 1202 は様々な形状であっても良く、ノズル 22 から見て複数方向に部位が配置されていれば良いため、中空部 1209 は、必ずしもノズル 22 の円周方向を全て覆う形状の内側だけを意味する言葉ではない。つまり、部位の連続性に係わらず、複数の部位で囲われる内側は本明細書では、中空部 1209 に該当する。

[0081] 上述のように、単に複数方向に部位が配置されているよりも、効率を考慮するとこれらの部位は中空部 1209 を介して対向する部位を備えた振動部 1202 であることが望ましい。つまり、振動部 1202 は、中空部 1209 を介して対向する 2 つの面を備えることが望ましい。一方の面で生じる陰の領域を他方の面により無くすことができるためである。ここで対向するとは、平行面ということのみならず、ある程度の面同士の傾斜は許容される。例えば、面同士の傾斜角が 30° であっても良く、 90° 未満の傾斜であれば対向すると考えられる。

[0082] 但し、2 つの面は振動部の振動方向で対向することが望ましい。つまり、中空部 1209 を挟み込む、振動方向に対し垂直な 2 つの面であることが望ましい。なお、垂直な面には、平面のみならず本実施形態のように曲面であってもこの面に含まれる。本実施形態においては、振動部 1202 は中空部 1209 の周囲を全て囲む形状を有し、この 2 つの面はこの形状の内壁面で

ある。

- [0083] 次に、効果について説明する。前述のように、B L Tの超音波振動子と中空部を有する振動部とを備えた超音波洗浄器を用いて、中空部に分注ノズルを挿入した状態で振動部に超音波振動を発生させることにより分注ノズルの洗浄を行うことで、分注ノズルに対し、洗浄ムラがない高い洗浄効果が得られる自動分析装置等を提供することができる。
- [0084] また、振動部を洗浄槽内に挿入するタイプの超音波洗浄器であることから、超音波振動子の振幅よりも大きな振幅で超音波を発生させることができる他、分注ノズルに対し、振動部を近づけることができ、より高い洗浄力で分注ノズルを洗浄することができる。
- [0085] また、振動部が中空部を介して対向する2つの面を備えることで、対向しない2つの面の場合よりも効率的に洗浄ムラを無くすことができる。
- [0086] また、この2つの面を振動部の振動方向で対向する面とすることで、さらに効率的に洗浄ムラを無くすことができる。加えてこの形状の場合には、夫々の面はノズルを中心に逆位相で振動する。この逆位相の振動によって、この間に挟まれた洗浄液は大きく波打つ。この波打つ作用によって、ノズル洗浄により汚染された洗浄液は、この面を乗り越えて中空部の外側へ移動する。これにより中空部の下側から汚染されていない洗浄液が中空部内に流入する。従い、この洗浄液の流れの作用によって、ノズルへの汚染源の再付着を抑制することができる。
- [0087] また、振動部が中空部の周囲を全て囲む形状を有し、2つの面をこの形状の内壁面とすることで、振動部に孔を開けるシンプルな加工方法で製造することができる。このため、比較的安いコストで高性能な振動部を製造することができる。なお、前述のように多角柱などでも同様であるが、加工コストの面から言えば、円柱形が最適である。
- [0088] また、引用文献2のような複数の超音波アレイを洗浄槽の内側に配置させる構成では、超音波アレイの各素子を取り付けることの困難性が予想され、また複数の超音波アレイの制御が複雑となる。一方、本実施形態では、振動

部を挿入する構成であるため簡便な構成であると共に、超音波発生源が事実上1つであるため駆動制御が容易である。

[0089] また、引用文献2のような構成とすると、一部の超音波アレイが破損した場合であっても、他の超音波アレイは駆動するため、その異変に気づくことが困難であり、期待した洗浄効果を得られていないことに気付けない場合が考えられる。一方、本実施形態では、超音波振動子が破損した場合には、全くキャビテーションが発生しないため、容易にこの異変に気付くことができる。

[0090] また、引用文献2のような複数の超音波アレイを洗浄槽の内側に配置させると、洗浄槽の内側に複雑な凹凸が生じる一方、本実施形態では、洗浄槽の内側は凹凸のない曲面形状である。このため、洗浄槽内を拭き取るようなメンテナンスをする場合には、メンテナンスし易い。また、本実施形態では、振動部を超音波振動子から取り外せる構成としているため、振動部の拭き取りメンテナンスや交換も容易にできる。

実施例 4

[0091] 実施例3では、主に洗浄ムラがない高い洗浄効果が得られる構成について述べた。しかしながら、繰り返し超音波での洗浄を行うと超音波振動子1201は発熱（駆動条件にもよるが50度以上となることがある）し、振動部1202に熱が移動する。特に、超音波洗浄器1200のように超音波振動子201と振動部1202の距離が短い場合、振動部1202は超音波振動子1201と同程度に高温となる。振動部1202の先端周囲には、洗浄液を供給するが、少量であるため振動部202の熱は短時間で移動し、さらに洗浄のため洗浄槽1206に挿入したノズル22を温めてしまう。一般的に自動分析装置内の水温は常温（25度前後）であり、ノズル22の温度と常温との差が大きくなると分注性能に影響する。ノズル22と水温との差は高くても低くても影響するため、ノズル22と常温との差が小さくすることが望ましい。この差を小さくするためには、超音波振動子1201からの熱が振動部へ移動する前に放熱することが望ましい。

[0092] 図11の例でも超音波振動子1201と振動部1202との間に金属製の板ばね1203が配置されているため、放熱効果が全くないわけではないが、前述のように薄い板であるため、この放熱効果は比較的小さい。このため以下の実施形態では、放熱効果を高めるための構成について説明する。なお、振動部1202の先端形状については実施例3と同様であるため構成および効果の説明は省略する。

[0093] 図12は実施例3より高い放熱効果が得られる構造を持つ超音波洗浄器（振動部分のみ）の一例の外観図である。各(a)～(e)は、超音波洗浄器の上面図(a)と側面図(b)と斜視図(c)と洗浄部の模式図(d)、(e)である。ただし、洗浄液を貯水する洗浄槽は図11と同様であり図示を省略している。超音波洗浄器1300は、超音波洗浄器1200と同様に、BLTタイプの超音波振動子1301を使用するが、板ばね1203に替え、金属ブロック1311、1312の間にピエゾ素子1313と金属部材1314を挟み込み、超音波振動子1301内のボルト（図示せず）で締め付けて固定する。金属部材1314は超音波振動子ベース1302に固定でき、振動部1303は超音波振動子1301にボルトなどで固定する。振動部1303の先端は、超音波洗浄器1200と同じく、洗浄槽1206（図12中には図示せず）内の洗浄液に漬かる。ノズル22を洗浄槽1206内に挿入し、振動部1303に近づけた状態で、超音波振動子1301を駆動することで、ノズル22の先端を洗浄できる。

[0094] 超音波洗浄器1300は、超音波振動子1301の振動振幅が大きくならない（振動の節）部分に金属部材1314を介して、超音波振動子ベース（金属製）1302に固定する。超音波洗浄器1200と異なり、板ばね1203が必要なく、金属部材1314の板厚を板ばね1203のように薄くしなくても、振動部1202の振幅は十分に発生できる。金属部材1314は発熱源であるピエゾ素子1313に隣接しており、超音波振動子1301を駆動したときの熱は、ピエゾ素子から金属部材1314へと移動する。その後金属ブロック1311、振動部1303の順で移動し、振動部1303が

加熱されると、ノズル22を洗浄するときに洗浄液を介してノズル22が温められてしまう。しかし、金属部材1314は板ばね1203と比べ板厚を厚く（体積が大きく）できるので熱容量が大きく、振動部1303への熱の移動は超音波洗浄器1200と比べ小さくすることができる。従い、金属部材1314と超音波振動子ベース（金属製）1302を設けることで、効率的に放熱でき、振動部1303への熱移動を抑制することができる。

[0095] 特に、放熱性を高めるためには、金属部材1314および超音波振動子ベース1302の材質は金属ブロック1311や振動部1303よりも熱伝導率が高い材質が望ましく、金属部材1314から放熱あるいは超音波振動子ベース1302へ積極的に熱を移動することで、 piezo素子1313からの熱は振動部1303に移動しにくくなる。

[0096] さらに、金属部材1314からの放熱効率を上げる手段としては、金属部材1314あるいは超音波振動子ベース1302にフィン構造を設け、表面積を大きくすることやヒートシンクを金属部材1314に貼り付ける方法がある。また、超音波洗浄器1300の構造において、超音波振動子ベース1302を冷却することで金属部材1314は冷却され、振動部1303への熱の移動を抑えることが可能である。冷却手段としては、超音波振動子ベース1302に空冷用のファンを取り付ける方法や同じく水冷チューブを取り付ける方法、ペルチェ素子を取り付ける方法がある。

[0097] 前述の通り、振動部1303は超音波洗浄器1200と同様に先端部が洗浄槽1206内に配置して使用するが、先端部の形状は平面状であっても、曲面状であってもノズル22の洗浄は可能である。しかしながら、前述のように、振動部1303の先端部にノズル22を囲むような中空部1320を設けてカップ状とすることで、ノズル22の全周を効果的に洗浄できる。さらに、カップ状とした場合でも、中空部1320を貫通孔とすることで、中空部1320内の洗浄液も置換可能であり、超音波洗浄器1300は超音波洗浄器1200と同じく、液のオーバーフロー構造に対応できる。特に、カップ状とすることで、振動部1303の液と接する面の表面積を大きくでき

るため、後述の液のオーバーフローによる冷却効果を高めることができる。

[0098] 図13は本実施形態の放熱構造（冷却構造）を持つ超音波洗浄器の一例の外観図である。各（a）～（d）は、超音波洗浄器の上面図（a）と背面図（b）と断面図（c）（背面図（b）のA-A断面）と斜視図（d）である。超音波洗浄器1400は超音波洗浄器1200と同様の構造であり、異なるのは超音波振動子1401内に放熱用（冷却用）のチューブ1402が設けられていることである。BLTは前述の通り、2つの金属ブロックでピエゾ素子を挟み込み内部のボルトで締結しており、超音波洗浄器1400では内部のボルト1403に孔を開け、2本のチューブ1402を通してある。図13では、チューブ1402は超音波振動子1401の側面から入り、背面から抜けてまた背面から超音波振動子1401に入り、最後に超音波振動子1401の側面から出ている。また、チューブ1402内には流体（例えば水）を充填でき、ポンプ（図示せず）で循環できる構造である。超音波洗浄器1400の外部にあるチューブ1402の一部は、チューブ1402内の流体は冷却器などの冷却手段を通りピエゾ素子の熱を放熱（冷却）できる。冷却手段として、自動分析装置10内にある試薬を保冷するための保冷库（試薬ディスク12の一部）の冷却機能を用いて良い。以上のような構成によれば、ピエゾ素子1213の発生する熱は、チューブ1402内を通る流体の循環によって、超音波洗浄器1400の外部に放熱でき、振動部1202への熱の移動を抑制することができる。

[0099] 図13では、チューブ1402の配置を超音波振動子1401の側面から入り、背面から一度出る構成で示したが、チューブ1402の出入りする面や位置は、図13と異なっても放熱（冷却）できる。また、チューブ1402を用いず超音波振動子1401内に流路を直接形成し、流路にチューブを接続しても良い。チューブ1402は、ピエゾ素子1213の高温に耐えられる材質で、超音波振動子1401の振動に影響しない剛性の低いものが望ましい。

[0100] 超音波洗浄器1400も超音波洗浄器1200と同じく液のオーバーフロ

一構造であるため、後述の液のオーバーフローによる放熱（冷却）が可能である。

[0101] また、冷却手段では冷却器を用いない方法として、前述したヒートシンクや空冷ファン、ペルチェ素子を使う方法もある。

[0102] 図14は本実施形態の超音波洗浄器における液オーバーフロー構造と配管接続の一例である。超音波洗浄器26に洗浄液や水を供給するため、洗浄槽1206の下部には配管1501が接続される。配管1501には、液を圧力で押し出すためのシリンジポンプ1502と、洗浄液が貯水されている洗浄液タンク1503と、上水道から水を供給するための上水と接続する配管1504と、配管の接続を切り替えるための切り替え弁1505が接続される。さらに、洗浄槽1206からあふれた液は排出口1208を通過して下水道へ排水する下水に接続する配管1506がある。以上のような構成で、シリンジポンプ1502と切り替え弁1505を制御することで、洗浄液もしくは水を洗浄槽1206に供給することができる。また、オーバーフロー時の液の流路1507に示すように、液を供給することで洗浄槽1206内にあった液はあふれ、オーバーフローによって下水に排出することができる。シリンジポンプ1502や切り替え弁1505は、装置を制御する制御部28からの指示によって動作し、オーバーフローの回数や液の種類（水か洗浄液）を制御できる。

[0103] 以上のような液のオーバーフローは、超音波振動子（1201～1401のいずれか）からの熱が振動部（1202や1303）の先端部に移動した場合に、振動部（1202や1303）の先端部から熱を放熱することに利用できる。特に、液のオーバーフローを複数回繰り返すことで、振動部から液への放熱、熱された液の排出、常温の液の供給を繰り返す（上水は常温のため加熱された振動部より温度が低い）。このため、オーバーフローを複数回繰り返すことで、振動部（1202や1303）の先端部から排熱できる。なお、オーバーフローを複数回繰り返すことに換え、長い時間連続して液をオーバーフローさせ続けてもよい。また、洗浄液の使用量を抑えるため、

オーバーフローする液は水に切り替えることが望ましい。

[0104] また、ノズル22の超音波洗浄を行うときには洗浄液を供給し、長時間洗浄しないときは水を供給して貯水しておくこともできる。

[0105] なお、洗浄槽1206に供給する洗浄液は、洗浄液タンク1503にある原液を水で希釈してから供給することもできる。

[0106] 図15は本発明の超音波洗浄器を用いたノズル洗浄の処理フローの一例である。各(a)～(c)は、超音波洗浄を含んだサンプルのサンプリング処理フロー(a)、超音波洗浄の処理フロー(b)、洗浄液の交換タイミング(c)である。

[0107] 装置がオペレーション状態S1601のとき、サンプル分注機構15はサンプルのサンプリング処理S1611を繰り返す。サンプリング処理S1611では、分注(サンプルの吸引とサンプルの吐出)S1612を行ない、分注したサンプルが超音波洗浄を必要ないサンプルの場合(判断処理S1613)、ノズル22を水で洗い流す水洗浄S1614を行い、超音波洗浄が必要なサンプルの場合(判断処理S1613)、超音波洗浄S1615(処理フローの詳細は後述)を行った後で水洗浄を行う。以上の処理を繰り返す。

[0108] 上記の説明ではサンプル判定S1613の結果により、水洗浄S1614のみの場合と超音波洗浄S1615と水洗浄S1616の場合に分けたが、サンプリングのたびに超音波洗浄S1615を実施しても良い。

[0109] 超音波洗浄S1615では、超音波振動子(1201、1301、1401)の駆動を開始S1621(例えば既定電圧の正弦波を印加)し、ノズル22を洗浄槽1206に挿入S1622し、一定時間経過後にノズル22を洗浄槽1206から引き抜きS1623、超音波振動子(1201、1301、1401)の駆動を停止S1624する。その後、洗浄に使った洗浄槽1206内の洗浄液をオーバーフローして交換S1625する。

[0110] ノズル挿入S1622からノズル引き抜きS1623までの時間は、オペレーション中は短いですが、汚れの程度を分注回数から推定し、洗浄時間を長く

制御することも可能である。また、装置状態が分注処理を必要としないメンテナンス状態のときに超音波洗浄する場合には洗浄時間は長くても良い。

[0111] 前述した液のオーバーフローによる振動部（1202や1303）の放熱の実行タイミングは、超音波洗浄S1615が動作しない時間1631が長くなるタイミングで行えば良いので、例えば自動分析装置10内で管理する検査項目やサンプルの種類から超音波洗浄S1615が動作しないスケジュールを自動的に判断し、水をオーバーフローS1626して振動部（1202や1303）の放熱を行っても良い。水のオーバーフローS1626はオペレーション中に既定の洗浄回数に達したタイミングで行う方法や一定のタイミングで行う方法、あるいは温度検出手段で一定温度以上になったときに行う方法がある。温度検出手段については後述する。

[0112] 振動部（1202や1303）の放熱（冷却）のため、水をオーバーフローS1626したあとは、洗浄液に置換し直す処理S1627を行い、超音波洗浄S1615を行う。

[0113] 図16は本発明における超音波洗浄器の温度変化に対応する洗浄フローである。超音波洗浄1700の実行タイミングは、超音波洗浄S1615と同様である。超音波洗浄S1700は、超音波振動子（1201、1301、1401）を駆動開始S1701後に、超音波振動子（1201、1301、1401）の共振周波数が事前に測定した値と比べて差が既定の閾値を超えていないかをチェックS1702する。

[0114] 共振周波数は超音波振動子に電圧を印加する回路（インピーダンスが低い周波数に自動調整し電圧を増幅して出力する回路）を介して出力することができる。従い、制御部28はこの回路から出力される共振周波数によりこの差を知ることができ、既定の閾値との判定が可能である。超音波振動子（1201、1301、1401）の共振周波数は、温度に依存して変化し、共振周波数が事前に測定した値よりも大きく変化したときは、超音波振動子（1201、1301、1401）が高温となっていると判定できる。比較に用いる超音波振動子（1201、1301、1401）の共振周波数は、例

例えば自動分析装置10起動時のプレ動作などで予め記憶しておく。超音波振動子(1201、1301、1401)が高温となったときは、前述の通りノズル22を加熱しないためには振動部(1202や1303)の放熱処理が必要である。そこで、共振周波数のチェックS1702で閾値より大きな値が検出された場合は、洗浄前の異常検出状態S1703に遷移し、制御部は、洗浄槽へ挿入予定であった分注ノズルの制御を中断する。加えて、自動分析装置10の操作画面に異常を表示するなどアラームをユーザに通知する。さらに、前述の液をオーバーフローによるオーバーフロー冷却S1704を実行する。一定時間のオーバーフロー冷却(放熱動作)S1704を実行して十分な放熱を行うことが望ましい。

[0115] 振動子の共振周波数の変化をチェックする処理S1702で閾値より変化が小さい場合は、それほど超音波振動子が高温となっていないと判定できるため、ノズル22を洗浄槽1206に挿入S1705する。一定時間ノズル22を洗浄槽1206に入れ超音波洗浄S706した後、ノズル22を洗浄槽1206から引き抜きS1707、振動子の駆動停止S1708、洗浄液の交換S1709を行い、ノズルの温度チェックS1710を行う。なお、振動子の駆動停止S1708とノズルの温度チェックS1710は同時に行っても問題ない。

[0116] ノズルの温度チェックS1710はノズルに貼り付けた温度センサなどの温度測定手段を用いることができる。なお、温度センサとして熱電対が考えられる。また、温度センサとして赤外線センサでもよく、赤外線センサでノズルの温度を非接触で得ることもできる。また、ノズル22を洗い流した水の温度からノズル22の温度を間接的に予測しても良い。ノズルの温度の検知(又は予測)は、様々な手段が考えられ以上の手段に限定されるものではない。

[0117] ノズル22の温度(又は予測温度)が常温と比べ閾値以上の差が発生している場合、ノズルの洗浄後異常状態S1711に遷移し、制御部は、次に予定していた試料吸引動作の制御を中断する。加えて、前述の通り分注精度に

影響するため、ノズルの内外洗処理 S 1 7 1 2 を行うことでノズル 2 2 自体を冷却（放熱）する。洗浄後異常状態 S 1 7 1 1 では、自動分析装置 1 0 の操作画面に異常を表示するなどアラームをユーザに通知しても良い。一定時間ノズルの内外洗処理 S 1 7 1 2 を行うことで、ノズル 2 2 の温度は常温へと戻る。ノズルの温度チェック S 1 7 1 0 で異常がない場合は、ノズル 2 2 の水洗浄 S 1 7 1 3 後に通常通りサンプリング処理（S 1 6 1 1）を継続 S 1 7 1 4 する。

[0118] 超音波振動子の共振周波数の変化をチェックする処理 S 1 7 0 2 は、温度センサなどでチェックする手段に置き換えることが可能である。

[0119] 以上の構成の超音波洗浄器によれば、繰り返しノズル 2 2 を洗浄することで高温となる超音波振動子の温度の影響をノズル 2 2 に伝え難くし、ノズルを洗浄することができる。

[0120] 本発明の配管接続（図 1 4）において、水を供給する系統に冷却器（例えば試薬保冷库）を通るチューブを設け、洗浄槽 1 2 0 6 内の温度を検出してから、冷却器で冷やした水と洗浄液を混ぜ合わせて希釈することで、任意の液温にコントロールできる。洗浄槽 1 2 0 6 内の温度の測定値から洗浄槽 1 2 0 6 に入れた後の液温の変化を推定し、事前に洗浄液の温度を低くコントロールし、洗浄槽 1 2 0 6 内で常温となるように供給することが可能である。

[0121] なお、図 1 5、1 6 の処理、各種センサのチェックや制御は制御部 2 8 によって行われる。

[0122] 次に、実施例 4 の効果について説明する。実施例 3 の振動部による効果に加え以下の効果を有する。まず、圧電素子（ピエゾ素子）と振動部の間に放熱部を備えることで、繰り返しノズル 2 2 を洗浄することで高温となる圧電素子の温度の影響をノズル 2 2 に伝え難くし、ノズルを洗浄することができる。

[0123] また、実施例 3 では、放熱に関し、超音波振動子と振動部の間に配置された金属製の板ばねと、洗浄槽を含む洗浄器ベースとが固定され、放熱部は板ばね及び洗浄器ベースとなる。この放熱効果を大きくするためには、実施例

4のように、振動部よりも圧電素子に近い側に配置された金属部材と、振動子ベースとが固定され、放熱部は金属部材及び振動子ベースとすることが望ましい。金属部材が板ばねよりも熱容量が大きくできるためである。

[0124] また、超音波振動子内に流体を流すための流路を備え、放熱部は流路であることが望ましい。流路に流体を流すことで圧電素子の熱を放熱することができる。

[0125] また、洗浄槽に接続された、洗浄液および水を供給する配管を備え、制御部は、配管を介して、洗浄槽に洗浄液および水を供給する制御を行い、制御部は、超音波洗浄器の駆動制御を行っていないタイミングで、洗浄槽に水を供給する制御を行い、洗浄槽の開口部から当該水をオーバーフローで排出することが望ましい。これにより、振動部の先端の熱を水のオーバーフローにより効率的に排熱することができる。また、洗浄液ではなく水であるため洗浄液の消費量を少なく排熱することができる。洗浄液が洗剤の場合には、洗浄液の消費量を少なくする効果はコスト面で大きいメリットとなる。

[0126] また、超音波振動子の共振周波数を測定する共振周波数測定手段を備え、共振周波数測定手段が測定した共振周波数に応じて、制御部は、洗浄槽へ挿入予定であった分注ノズルの制御を、中断することが望ましい。これにより、共振周波数により超音波振動子の熱を見積もることができ、加熱された洗浄液へのノズル挿入を抑制できる。共振周波数測定手段は例えば超音波振動子に電圧を印加する回路自体であって、例えば共振周波数が事前に測定した値よりも大きく変化したときは、超音波振動子が高温となっていると判定できる。

[0127] また、分注ノズルの温度を測定する温度測定手段を備え、温度測定手段が測定した温度に応じて、制御部は、次に予定していた試料吸引動作の制御を、中断することが望ましい。これにより、温度測定手段により分注ノズルの温度を直接又は間接的に検知することができ、加熱された分注ノズルでの試料吸引動作を抑制することができる。温度測定手段は例えばノズルに貼り付けた熱電対、赤外線センサなどであって、ノズルを洗い流した水の温度を検

知するセンサであって、このセンサの検出値からノズルの温度を間接的に予測するものであってもよい。例えば温度センサが常温と比べ閾値以上の差が発生している場合にこの中断を行う。これにより、圧電素子の熱起因による、分注精度への悪影響を抑制することができる。

[0128] また、超音波振動子の共振周波数を測定する共振周波数測定手段又は分注ノズルの温度を測定する測定手段のいずれかの測定手段を備え、測定手段の測定結果に応じて、分注ノズルに内洗水と外洗水とを接触させることで分注ノズルの熱を放熱させることが望ましい。これにより、分注ノズルの熱放熱が行え、圧電素子の熱起因による、分注精度への悪影響を抑制することができる。

実施例 5

[0129] 次に、他の超音波洗浄器 26 の構造について説明する。超音波洗浄器 26 は洗浄槽内で超音波を発生させる。後述するように、超音波洗浄器 26 は、洗浄槽内の洗浄液に挿入され、超音波振動を洗浄液に伝搬させる振動部と、圧電素子を 2 つ以上の金属ブロックをボルトで締結して固定した構成であり、かつ、振動部に超音波振動を発生させる超音波振動子と、を備える。

[0130] 実施例 5 では、BLT を用いた超音波洗浄器の構成で、駆動周波数を 20 ~ 100 kHz の範囲で、ノズル先端（特に外周）をムラなく洗浄できる強力なキャビテーションを発生する構成に加えて、洗浄液の液温を高くし高い洗浄効果が得られる超音波洗浄器について説明する。

[0131] ところで、洗浄効果には、大きく分けて洗浄液の化学効果を利用する洗浄と、キャビテーションや直進流のような物理効果を利用する洗浄があり、強力な洗浄効果を得るためには両方を効果的に利用することが求められる。洗浄の物理効果に関しては、大変位を発生させることで強力なキャビテーションを発生できる。洗浄の化学効果に関しては、適切な洗浄液の種類を選ぶとともに、液温を制御することが有効である。特に、血液のようなタンパク質を含んだ汚れに対しては、液温を高くすることで高い洗浄効果が得られる。

[0132] 図 17 は本発明の超音波洗浄器の構成の一例を示す図である。各 (a) ~

(d) は、超音波洗浄器の上面図 (a) と側面図 (b) と断面図 (c) (上面図 (a) の A-A 断面) と斜視図 (d) である。超音波洗浄器 26 は、超音波振動子 (BLT) 2205 と振動部 (洗浄ヘッド) 2209 を有する。超音波振動子 (BLT) 2205 は、フロントマス 2201 とバックマス 2202 の間に 1 つ以上の圧電素子 203 を挟み、フロントマス 2201 とバックマス 2202 をボルト 2204 で締結することで構成される。自動分析装置の一部であるベース部 2207 は、洗浄液を貯水する洗浄槽 2206 を有し、超音波振動子 2205 を支持する。超音波振動子 2205 はフランジ部 2208 を備え、フランジ部 2208 を介してベース部 2207 により支持される。さらに、超音波振動子 2205 は、洗浄槽 2206 に延びる振動部 (洗浄ヘッド) 2209 と接続される。

[0133] 振動部 (洗浄ヘッド) 2209 の先端部 2210 は円筒形状であり、洗浄液に挿入された状態であって、円筒形状の一部又は全部が浸かっている。つまり、振動部 (洗浄ヘッド) 2209 は、円筒形状のようにノズルを囲む形状をしている。先端部 2210 は、洗浄槽 2206 とは接しない。先端部 2210 の円筒部は、ノズル 22 の先端外径よりも大きい孔が開いている。このため、振動部 (洗浄ヘッド) 2209 は中空部 (後述のノズル挿入口 303) を有し、ノズル 22 が中空部に挿入でき、中空部は洗浄液で満たされることになる。制御部 28 は、中空部にノズル 22 を挿入した状態で振動部 (洗浄ヘッド) を振動させることにより、ノズル 22 の洗浄を行う。

[0134] また、洗浄槽 2206 には洗浄液を供給する洗浄液供給管 2211 があり、一定量の洗浄液を供給することで洗浄槽 2206 内にある洗浄液をオーバーフローで置換することができる。洗浄槽 2206 からあふれた洗浄液は、洗浄槽 2206 の外周にある液受け 2212 に流れ、排水路 2213 から排出される。ここで、洗浄液供給管 2221 の洗浄槽 2206 側の出口は図示するように振動部の底の真下に配置されていることが望ましい。洗浄液を勢い良く供給する場合に振動部の底に洗浄液を当てることで洗浄槽の外に洗浄液が飛び出るのを防ぐことができるためである。これにより洗浄槽の外に洗

浄液が飛び出るのを防ぎつつ勢いよく洗浄槽内に洗浄液を供給でき洗浄液を短時間で置換することができる。なお、図10の振動部においても同様にこの真下に送液ポートの出口を配置することが望ましい。

[0135] なお、図中ではフランジ部2208の下側のみをベース部2207で支持する図を記載したが、フランジ部2208の上側はベース部2207と接続できる部材などで上から押さえて、フランジ部2208の全周を均等に固定することが望ましい。また、フランジ部2208とベース部が接する部分にはフランジ部2208やベース部2207の磨耗や騒音を防止するためにゴムやシリコンなどの弾性力のある干渉部材を入れても良い。

[0136] また、フロントマス2201とバックマス2202は金属ブロックであって、金属ブロック(2201や2202)と圧電素子2203の間と、複数の圧電素子2203の間には、電極板(例えば銅板)が挟まれており、電極に対して任意の周波数の正弦波電圧を印加することで、ボルト2204の軸方向に超音波振動子2205は駆動する。なお、これは一例であって、圧電素子2203は1つでも良い。超音波振動子2205は、圧電素子を2つ以上の金属ブロックをボルトで締結して固定した構造であれば圧電素子の数は問わない。ボルト2204の軸方向に超音波振動子2205が駆動することで、振動部(洗浄ヘッド)2209に超音波振動を発生させることができる。

[0137] 特に、フロントマス2201の形状を図示するようにホーン形状(圧電素子2203側と先端側で径を変化させる形状)とすることで、圧電素子2203の発生する振幅を増幅させることができる。ホーンの長さや形状を駆動したい周波数に合わせて設計することで、少ない電力で大振幅が得られる。図17ではコニカルホーン形状を示しているが、他の形状(エクスポネンシャルホーンなど)でも問題ない。つまり、振動部が固定された金属ブロックは振動部に向かって径が連続的に小さくなっている。なお、ホーン形状の断面形状は円でなくとも良く多角形でもよい。この場合には、径は外接円又は内接円が連続的に小さくなっている。なお、振動部の固定については、振動部がフロントマス2201と一体化していれば良いので、ボルト等で固定さ

れていても良いし、フロントマス2201と一つの部品として形成されていても良い。

[0138] さらに、本実施例ではホーン形状のフロントマス2201の先端に洗浄槽2206に延びる細長い振動部（洗浄ヘッド）2209を有しており、この下方に延びる部材が撓ることでホーン先端の振動をさらに拡大し、先端部2210に大変位を発生させることができる。

[0139] 以上の構成の超音波洗浄器26は、20～100kHzの周波数で圧電素子2203を駆動（超音波振動を発生）することで、洗浄槽2206内の振動部（洗浄ヘッド）2209が大変位で振動（周波数は駆動周波数と同じ）し、洗浄液に浸かる先端部2210の周囲を中心にキャビテーションが発生する。

[0140] 超音波洗浄器26でノズル22を洗浄するときは、圧電素子2203を20～100kHzの周波数で駆動させておき、先端部2210の円筒形状の内側の孔（中空部）にノズル22を洗浄範囲（ノズル先端から5ミリ程度の範囲）が洗浄液に浸かるように挿入し、一定時間洗浄水に接触させておくことでノズル外周部に付いた汚れをキャビテーションによって除去する。本発明の超音波洗浄器26は、振動部（洗浄ヘッド）2209の変位拡大効果によって、強力なキャビテーションを発生できる。

[0141] 加えて、振動部（洗浄ヘッド）2209は、超音波振動子2205が振動した際に、洗浄槽2206内に挿入された振動部（洗浄ヘッド）2209が共振振動する共振点を20～100kHzの範囲内に有する。そして、制御部28は、中空部にノズルを挿入した状態で振動部（洗浄ヘッド）2209を20～100kHzで振動させることにより、ノズル22を洗浄する。このため、先端部2210は超音波振動子2205の振動に同期して共振し、超音波振動子2205に印加する電気エネルギーを効率的に先端部2210の大きな振幅に変換することができる。通常の機械設計では、部品同士が共振することで撓みが増幅されるため、部品の破壊を避けるため共振点を離して設計することが行われるが、振動部（洗浄ヘッド）2209は、長時間の

連続駆動を行わないことを想定しているため敢えて積極的に共振現象を利用することで、短時間で高い洗浄効果を得ることができる。

[0142] 洗浄後は、ノズル 22 を引き抜き、洗浄液をオーバーフローで自動交換することで、次にノズル 22 を洗浄するときには新しい洗浄液で洗浄することができ、キャリアオーバを抑えることができる。

[0143] また、先端部 2210 の円筒形状の孔とその周囲に洗浄液があれば洗浄できるため、使用する洗浄液量を減らすことができる。例えば外径 1.0 ミリ以下の細いノズルであれば 0.5 mL 以下の液量でも洗浄可能であり、洗浄器のサイズも小型化できる。

[0144] さらに、後述する液温制御を利用することで、洗浄液の化学作用の効果が高い液温（常温より高い温度）にすることが可能であり、強力なキャビテーションによる物理作用と化学作用による汚れ除去作用によって、短時間で高い洗浄効果を得ることができる。

[0145] 本実施例では、洗浄槽 2206 に洗浄液を入れた使用方法を記載しているが、洗浄液は洗剤に限らず水でも良い。水を使用してもキャビテーションによる高い洗浄効果が得られることに変わりなく、洗剤でなくても温水もタンパク質などの汚れに対して有効であり、目標とする洗浄効果によって水を使用してもよい。

[0146] 図 18 は本実施例の超音波洗浄器 26 の振動部（洗浄ヘッド）2209 の構造の例である。以下、振動部を洗浄ヘッド 2209 と称する。洗浄ヘッド 2209 の正面図（a）と側面図（b）と斜視図（c）と先端形状の他の形状例（d）、（e）、（f）と首に加工を加えた例（g）と先端と根元の間にはラウンド部（R部）を設けた例（h）である。なお、洗浄ヘッド 2209 には先端部以外にも首 2304 が含まれる。

[0147] 洗浄ヘッド 2209 は超音波振動子 2205 の先端に取り付ける、あるいはフロンマス 2201 と一体構造で作る必要があるため、洗浄ヘッド 2209 の上部にある固定部 2301 は円柱形状である（フロンマス 2201 のホーン形状に合わせて、側面に傾斜を持たせても良い。）。洗浄ヘッド 22

09の下部の先端部には洗浄部2302がある。洗浄部2302には、前述の円筒形状があり、円筒形状の内側には洗浄対象であるノズル22の外形よりも大きい、中空部に相当するノズル挿入口（貫通孔）2303がある。固定部2301と洗浄部2302の間には、洗浄部2302の変位を拡大するための首2304と、首2304を固定部2301につなぎ、根元部分の強度を増すための補強部2305がある。首2304は垂直方向に延びており、ノズル22は垂直方向に下降し中空部に挿入されることから、首2304とノズル22との干渉を避けるため、洗浄部2302は首2304に対して水平方向に突出している（図示の如く側面はL字となっている）。

[0148] なお、水平方向で首2304の端面から洗浄部2302先端までを洗浄部長さ2302aと、垂直方向で補強部2305下端から洗浄部2302下端までを首部の長さ2304aと定義する。また、洗浄部2302の形状により洗浄部高さ2302bが定義される。

[0149] 洗浄部2302は、前述の通り洗浄槽2206に貯められた洗浄液に浸かるため、圧電素子2203を駆動することで洗浄部2302での拡大した振動によりノズル挿入口2303内の洗浄液にキャビテーションが発生する。特に、圧電素子2203で発生する変位は、前述のホーン形状のフロントマス2201で拡大され、さらに首2304でも拡大されるため、洗浄部2302では大変位の振動となる。キャビテーションは超音波が集中する領域に発生し、超音波強度が強いほど強力なキャビテーションとなるので、狭い範囲に大きな変位を発生することがキャビテーションの発生に有効である。本発明の洗浄ヘッド2209は、大変位の発生が可能であり、さらにノズル22のサイズに合わせたノズル挿入口2303は孔径が数ミリ以下にでき狭い領域であり、キャビテーションの強度が強い振動発生面とノズル22の全周との距離が近く、強力なキャビテーションを照射可能である。なお、キャビテーションは、ノズル挿入口2303が小さいほど強力となるが、前述の通り、ノズル22は高速で移動させるため残留振動の問題があり、ノズル挿入口2303は、ノズル22の下降動作で生じる残留振動でノズル22が接触

しない範囲で裕度を持たせた設計とする必要がある。加えて、洗浄部2302は、超音波振動子2205が振動した際の共振点を20~100kHzの範囲内に有する。超音波振動子2205が20~100kHzで振動するため、洗浄ヘッド2209の構造自体が共振し易い構造としている。この共振効果により強力なキャビテーションを短時間で照射可能である。

[0150] 次に、洗浄部2302の他の形状例を説明する。洗浄部2302の形状には、切れ目のある角型ブロック形状2311や、切れ目のある円筒形状2312や、角柱状の孔を開けた形状2313でも洗浄効果を得ることは可能である。洗浄部の各形状（2302、2311、2312、2313）の取り付け方向は問わない。例えばボルト2204の軸方向と90度ずらして洗浄部（2302、2311、2312、2313）を取り付けても洗浄できる。また、他の形状例のノズル挿入口2303も中空部と考えることができる。このように、洗浄部2302の形状として、切れ目のある形状であってもノズルを完全に囲む形状であってもいずれでも良い。すなわち、ノズル22から見て複数方向に洗浄部2302の部位が配置されていれば中空部と考えることができる。洗浄部2302をこのような構成とすることで洗浄ムラが抑制できる。

[0151] 首2304には、洗浄部2302の振幅を拡大しやすくするため（後述の歪を発生させるため）に首の径を細くする加工2320を加えても良い。

[0152] 洗浄ヘッド2314は、洗浄ヘッド2209と別の構造の例である。洗浄ヘッド2314には、洗浄ヘッド2209と同じく固定部2301と洗浄部2302と首2304がある（補強部2305はない）。洗浄部2209と異なる点は、洗浄部2302と首2304の間に接続部2321があることで、ノズル挿入口2303は首2304から比較的離れた位置にある。洗浄ヘッド2314の利点は、接続部2321にラウンド部（R部）を設けることができ、洗浄部2302の大振幅で発生する応力を分散することができる。応力を分散化することで耐久性が増し使用期間を延ばすことができる。また、ノズル挿入口3032が首2304から離れることで、ノズル22と洗

浄ヘッド2314の接触リスクをさらに低減することができる。以上のような構成の洗浄ヘッド2209を前述の超音波振動子2205に取り付ける、あるいはフロントマス2201と一体構造とすることで、ノズル挿入口2303に挿入し洗浄液に浸かったノズル22の外周に対して、ノズル挿入口2303内に発生するキャビテーションを効果的にあてることができる。

[0153] 図19は洗浄ヘッド2209の振動モードと洗浄液の温度勾配の例を示す図である。各(a)～(d)は、1次振動モードの変形(a)、2次振動モードの変形(b)、洗浄液の温度勾配(c)、(d)洗浄ヘッド(2209、2314)を取り付けた超音波振動子のインピーダンス波形である。

[0154] 前述の通り、洗浄ヘッド2209には、細長い首2304があり、先端の洗浄部2302の振動が拡大される。洗浄ヘッド2209の共振周波数は、洗浄ヘッド2209の材質(ヤング率)首2304の長さや断面形状、洗浄部2302の質量などで決まり、共振周波数で駆動することで洗浄部2302の振動は大振幅となる。また、先端に洗浄部2302のような質量を付加した形状には共振周波数が複数あり、例えば洗浄ヘッド2209には、1次振動モード(a)と2次振動モード(b)のような変形が発生する共振周波数が存在する。なお、(a)と(b)は、振動モードの違いを分かり易くするため首2304の変形を極端に大きくして示している。

[0155] 1次振動モードは、洗浄部2302がボルト2204の軸方向に大きく振れる振動モードである。2次振動モードは、洗浄部2302がボルト2204の軸方向に振れるとともに洗浄部2302の中間に振動の節(振幅が小さい部分)ができて上部と下部が大きく振れる振動モードである。洗浄性能に関しては、どちらの振動モードも、洗浄部2302の振幅が得られてキャビテーションを発生できるが、2次振動モードは洗浄部2302の上下部分が節を中心に逆位相で左右に振動する。そのため、洗浄部2302が洗浄液をシェイクするように動きが洗浄槽2206内に水流を発生させ、キャビテーションで落としたノズル22の汚れを洗浄槽2206内で循環し、ノズル22への再付着を抑制できる。一方、1次振動モードは2次振動モードよりも

振幅を大きくすることができる。

[0156] 1次振動モードは洗浄部2302が大きく振動するため、首2304が変形し歪が発生する。2次振動モードは洗浄部2302の上面と下面で逆位相となる振動で動くため、首2304と洗浄部2302のつなぎ目付近で歪が発生する。金属材は歪が発生すると発熱するため、1次モードでは首2304の洗浄部2302に近い部分が発熱し、2次モードでは洗浄部2302のつなぎ目付近が発熱する。どちらの発熱も洗浄槽2206に近い部分であるので、洗浄ヘッド2209の熱は洗浄部2302から洗浄液に移動する。特に、洗浄部2302には、前述の通り孔が開けられているため、洗浄液との接触面積が大きく、効果的に熱を移動できる。逆に、洗浄ヘッド2209の上部には体積が大きい補強部2305や固定部2301があり、熱が拡散されるため洗浄液よりも圧電素子2203までは熱が伝わりにくい。また、洗浄液のオーバーフローを行うことで洗浄部2302から排熱が可能であり、連続した洗浄動作を行っても超音波洗浄器26も一定温度以上の発熱を防ぐことができ、高温過ぎない高い液温の洗浄液を、ノズル22を洗浄する時間帯だけ使用することができる。

[0157] なお、歪は段差部分で生じやすいため、発熱させたくない場合には、段差部にラウンド加工（R加工）を行うことで歪を抑えることができる（洗浄ヘッド2314のR部参照）。特に、首2304の根元部分で歪が発生すると、洗浄槽2206から遠く、洗浄部2302で発熱した場合と比べ洗浄液への伝達効率が悪い。そのため、補強2部305と首2304の接続部分は、ラウンド加工（R加工）を行い急激な形状の変化を発生させない形状とすることが望ましい。

[0158] 洗浄ヘッド2209を動作させたとき（超音波振動子2205を駆動したとき）の洗浄槽2206内の洗浄液の温度勾配2401は、一定時間まで線形に上昇し、一定時間後に飽和し始める（（c）参照）。そのため、駆動開始から一定時間後までの液温上昇は線形近似線2402で表すことができる。前述の通り、洗浄液をオーバーフローすることで液温は下がるが、前記の

温度勾配2401は、オーバーフロー前と変わらず同じ勾配で液温を上昇できる。つまり、あらかじめ洗浄ヘッド2209動作時の洗浄槽2206内の液温の温度勾配を調べておき、さらに洗浄ヘッド2209動作前の液温が分かれば、一定時間動作後の液温を予測することができる。

[0159] ところで、洗浄ヘッド2209の1次振動モードを利用すると、振動振幅は洗浄部2302の下部付近で最大となり、ノズル22の先端部が最も洗浄できる状態が作れる。一方、洗浄ヘッド2209の2次振動モードを利用すると、振動振幅は洗浄部2302の上部と下部付近で振幅が最大となるので、ノズル22の洗浄したいポイントによって振動モードを使い分けることで、高い洗浄効果を得ることができる。例えば、ノズル22で液体の入った容器から吸引するときには、液体の表面張力によってノズル22の液面と同じ位置に汚れが蓄積しやすい。そこで、前述の洗浄ヘッド2209の2次振動モードで駆動した場合、ノズル22の汚れが蓄積した位置（液を吸引した時の液面と同じ位置）を洗浄ヘッド2209の上部の高さに合わせることで、汚れが取れやすくなる。すなわち、ノズル22の先端のみならずこの上方においても強い洗浄力で洗浄することができる。

[0160] 図19(d)は、横軸に周波数、縦軸にインピーダンスを示した図である。振動ヘッドの共振点2410と超音波振動子2205の共振点2411（ボルト2042の軸方向に伸縮するモード）とが示されている。

[0161] 洗浄ヘッド2209(314)は、超音波振動子2205の駆動周波数20~100kHzに共振点を有する構造とすることで1次振動モードの駆動であれ2次振動モードの駆動であれ洗浄力を高めることができる。

[0162] 特に図19(d)のように洗浄ヘッドの共振点2410(図19(a)や(b)のように先端が大きく振れるモード)と超音波振動子2205の共振点2411が、接近し、これらの差の絶対値は10kHz以下となるように設計することが望ましい。共振点2410は1次振動モードの共振点であっても2次振動モードの共振点いずれであっても良い。

[0163] 1次振動モードで駆動するか2次振動モードで駆動するかは、洗浄ヘッド

2209 (2314) の構造により決まる。特に、洗浄部2209 (2302) は中空部を形成する都合上、首の先端に重りが付いた洗浄ヘッド2209 (2314) の構造となっている。首を長くしたり先端に重りを設けたりすると1次振動モードの共振点は低周波数となる傾向となる。このため、1次振動モードを使用したい場合には、首の長さや重りの重さを考慮する必要がある。これを考慮しないと洗浄ヘッドの1次振動モードの共振点が20kHz未満となるためである。また、逆に適度な首の長さや適度な重りの重さとする事で、1次振動モードや2次振動モードの共振点を20~100kHzの範囲内に収めることができる。なお、共振点に影響を与えるパラメータは後述のように様々あるためここでは代表的な首の長さや先端の重さに着目した。

[0164] 以上のように、洗浄部2302が振れる振動モードで駆動することで、洗浄ヘッド2209の洗浄槽2206に近い部分で発熱し、洗浄槽2206内の洗浄液の液温を上昇させることができる。すなわち、ノズル22を洗浄槽2206内の洗浄液に挿入する前に、超音波洗浄器を駆動することで洗浄槽2206内の洗浄液の温度を常温よりも高い温度とし、常温よりも高い温度の洗浄液にノズル22を挿入して超音波洗浄を行う。また、事前に単位時間当たりの上昇温度の勾配が分かれば一定時間後の液温を予測することができる。

[0165] なお、洗浄ヘッド2209 (2314) で2次振動モードを20~100kHzで利用するには、首の長さ2304aと幅（洗浄ヘッド2209では首の直径）と奥行き（洗浄ヘッド2209では首の直径）によって決まる首の剛性と、洗浄部の長さ2302aとノズル挿入口2303の内径と洗浄部2302の外径によって決まる洗浄部2302の質量を適切に設計する必要がある。

[0166] 本実施例が対象とするノズル22の先端外径は0.5~1.5mmと細く、ノズル洗浄口2303をノズル外径に合わせて設計が必要である。例えば、ノズル挿入口2303の内径を2.0~4.0mmで、洗浄範囲がノズル

22の先端4.0mmとすると洗浄部の高さ2302bは4.0mmとなり、洗浄ヘッド2314は、首の太さと奥行きを3.0~5.0mm、長さを15~20mm、洗浄部の長さ2302aを7~10mmの範囲で設計することで、おおむね20~100kHzに2次振動モードの共振点を有する設計となる。洗浄ヘッド2209では、前述の首の太さ、奥行きの部分を径に置き換え3.0~5.0mmとする。

[0167] 前述の寸法を基準に、有限要素法などの解析を用いることで、より詳細に共振周波数の設計が行える。また、洗浄部2302と首2304の間のR部2321の有無やラウンド部(R部)の形状によって首2304の剛性が変わるため、共振周波数の設計条件は前述の基準寸法から±1mm程度ずれる場合もある。本実施例では、ノズル挿入口2303を洗浄部2302の先端側に寄せる例を示したが、ノズル挿入口2303を首2304側に寄せた場合、重心位置が異なるため、多少共振周波数がずれることになる。

[0168] なお、ノズル22の外径によっては、前述の寸法から外れた範囲で洗浄ヘッド(2209、2314)を設計することになるが、20~100kHzに2次振動モードの共振を設計するには、前述の首剛性と洗浄部の比率から同様に設計可能である。

[0169] 洗浄ヘッド(2209、2314)の材質は、フロンマス2201の材質と同様のものが望ましく、SUSやチタンが望ましい。

[0170] このように、上記では、20~100kHzに2次振動モードの共振点を有する形状例を示したが、上記の数値範囲に限らず2次振動モードの共振点を前述の範囲内とすることは可能であるため具体的形状における個々の数値自体は重要ではなく様々な数値で2次振動モードを実現することができる。制御部28は、洗浄ヘッド(2209、2314)が2次振動モードで振動する周波数で超音波振動子を振動させノズルの洗浄を行うことで上記の2次洗浄モードで得られる効果を得ることができる。

[0171] 図20は本実施例の超音波洗浄器を用いたオペレーション時のノズル洗浄のタイムチャートの一例である。図では、ノズル動作、超音波振動子動作

、洗浄液入替のタイムチャートを示し、併せて洗浄液の温度の時間変化も示している。オペレーション時には、サンプル検査のために高スループットで装置が動作することから、ノズル 22 の洗浄は短時間で行う必要がある。例えば 3.6 秒以内でノズル 22 の洗浄が行われる。なお、これらの動作は制御部 28 によって制御される。

[0172] まず、洗浄槽 2206 内の洗浄液を入れ替えるため、一定量の洗浄液を押し出しオーバーフロー (2501) する。洗浄液の押し出しには、洗浄液供給管 2211 に接続したポンプで行う。洗浄液が入れ替わり、液面の揺れが収まったあとで、超音波振動子を駆動し洗浄槽 2206 内の洗浄液に対して超音波振動を発生させる (2502)。超音波振動を発生させることで、前述の通り洗浄槽 2206 内の洗浄液にはキャビテーションが発生する。

[0173] 次に、ノズル 22 は超音波発生後に洗浄槽 2206 内の洗浄液に挿入 (2503) し、一定時間経過後に洗浄槽 2206 から引き抜く (2504)。洗浄槽 2206 内の洗浄液へのノズル 22 を挿入する動作 (2503) と洗浄液から引き抜く動作 (2504) は、前述の通りサンプル分注機構 15 の上下動作で行い、ノズル 22 が洗浄槽 206 内の洗浄液に浸かっている時間が超音波洗浄器 26 を使った洗浄時間となる。

[0174] そして、ノズル 22 の引き抜き後は、超音波振動を停止 (2505) し、次の洗浄のため再び洗浄液をオーバーフロー (2506) することで、次の洗浄を新しい洗浄液で行うことができ、超音波洗浄器 26 で落としたノズル 22 の汚れは排水として装置から排出される。

[0175] なお、洗浄液の交換タイミングは、次に超音波洗浄器 26 を使う直前のタイミングとしても良いし、超音波洗浄器 26 を使用した直後としても良い。

[0176] 図 20 のようなタイミングで洗浄動作を行うと、洗浄槽 2206 内の洗浄液の温度 (2520) は図示されたように推移する。洗浄液のオーバーフロー (2501) 後は液温が低下し、ノズル 22 を洗浄するために超音波振動を開始するタイミング (2510) で、液温は一定の勾配で上昇を始め、超音波振動子を停止するタイミング (2513) まで上昇を続ける。このタイ

ミング後は液温が下がり、洗浄液のオーバーフロー（2506）をすることで液温はさらに下がる。

[0177] 本実施例の超音波洗浄器26は、ノズル22を洗浄するタイミングに液温を洗浄に適した温度にコントロールすることができる。前述の通り、超音波洗浄器26の洗浄ヘッド2209（2314）は振動させることで洗浄ヘッドの首で発熱し、液温の温度上昇は一定時間までは線形に変化することが分かっている。このため、超音波振動を開始するタイミング（2510）と、ノズル22を洗浄槽内の洗浄液に挿入するタイミング（2511）の間隔（時間）を調節することで、超音波振動を開始するタイミング（2510）の洗浄槽206内の洗浄液の液温から任意の液温に制御可能である。

[0178] 超音波振動を開始するタイミング（2510）を早くすれば、基準のタイミングで動作するときと比べ洗浄時の液温を高くでき、逆に超音波振動を開始するタイミング（2510）を遅くすれば、基準のタイミングで動作するときと比べ洗浄時の液温を低くできる。このように、図20で示す温度変化とは異なる温度変化を、超音波振動の開始タイミングの調節により実現することができる。

[0179] ここで、ノズル22は高温の液に浸かると熱膨張し、分注精度に悪影響を与えることがあるため、洗浄槽2206内の液温は際限なく高温にすればよいというわけではなく、分注精度に影響しない範囲の液温でかつ常温（25℃前後）より高く洗浄効果を向上できる液温としなくてはならない。つまり、超音波振動を開始するタイミング（2510）が単に早いだけでは、ノズル22の洗浄効果は得られても分注精度を悪化し、分析装置として十分な性能を実現できなくなる。

[0180] 例えば、洗浄効果が高い液温（例えば40℃以上）に対して、分注精度に影響する液温（例えば60℃以上）であったとすると、ノズル22を洗浄槽2206内の洗浄液から引き抜くタイミング（2512）までに60℃以上とならなければ、分注精度に影響せず、またノズル22を洗浄槽2206内の洗浄液に挿入するタイミング（2511）までに液温が40℃以上であれ

ば、常温（25℃前後）の洗浄液よりも高い洗浄効果が得られる。そのため、超音波振動を開始するタイミング（2510）の液温が例えば25℃で、事前に確認しておいた洗浄液の温度勾配が例えば3℃/秒であったとするならば、5秒後の液温は40℃になり、12秒後の液温は61℃なるので、ノズル22を洗浄槽内の洗浄液に挿入する2503の5秒以上前から超音波振動子を駆動させ、超音波振動を発生させればよい（502）。自動分析装置は前述の通り、高スループットで動作する装置であり、ノズル22の洗浄時間は数秒程度しか確保できないため、ノズル22を洗浄槽に挿入する（2503）で液温が40℃～50℃であれば、洗浄中の液温上昇があっても60℃以上にはならず分注精度への影響はなくなる。

[0181] あらゆる条件を考慮した上で動作パターンを設定すれば1つの動作パターンでも分注精度への影響をなくしつつ洗浄効果が高い液温での洗浄を実現することができるが、洗浄槽内の洗浄液の容積が小さくなると、装置の設置環境温度や機差の影響を受け、1つの動作パターンではノズル22の洗浄中の液温の制御が難しくなる場合がある。このため、ノズル22を洗浄液に挿入するタイミングと超音波振動を開始するタイミングを調節することで、ノズル22の洗浄中の液温を所望の範囲に収める制御を容易に行うことができる。すなわち、制御部28は、超音波洗浄器の駆動タイミング若しくはノズル22の洗浄槽内の洗浄液に対する挿抜タイミングを制御することで、常温よりも高い温度のうち一定範囲の温度内でノズル22の超音波洗浄を行うことができる。

[0182] なお、本実施例の超音波洗浄器26は、数秒程度の洗浄時間で高い洗浄効果が得られるため、超音波振動を与える時間は短く、さらに洗浄するたびに洗浄液をオーバーフローして交換するため、超音波洗浄器26を繰り返し使用しても、超音波洗浄器26自体は、分注精度に影響を与える温度や超音波振動子2205が故障するような高温にはならない。

[0183] 液温の検出には、洗浄槽2206に温度センサ（例えば熱電対）を配置する方法や、洗浄液供給管2211に温度センサ（例えば熱電対）を貼りつけ

る方法や、洗浄槽 2206 の外部に赤外線方式（非接触）のセンサを配置する方法などがあるが、温度検出方法はノズル洗浄中の液温制御方法には影響しない。

[0184] このように、センサなどで超音波洗浄器を駆動する前の液温を検出することができれば、例えば単位時間当たりの上昇温度の勾配に代表される、超音波洗浄器の駆動時間と洗浄液の温度上昇との関係が事前に分かればノズル洗浄中の液温制御は容易にできる。装置自身は超音波洗浄器を駆動してから何秒後にノズルが洗浄液に接触するかをノズルの下降量から把握できるため、ノズルが洗浄液に接触している間の液温を正確に予測できるためである。

[0185] 超音波振動を開始するタイミング（2510）もしくはノズルを洗浄槽内の洗浄液に挿入するタイミング（2511）のどちらかを、事前に調べておいた洗浄液の温度勾配など関係および超音波洗浄器を駆動する前の液温に基づき調整することで、ノズル 22 を洗浄槽内の洗浄液に挿入するタイミング（2511）に所望の液温とすることができる。但し、自動分析装置では、ノズル 22 のタイミングは他のユニット（他の分注機構や反応ディスク）と同期した制御を行っており、ノズルの駆動のタイミング調整は他のユニットに影響を与える可能性があり制御が複雑化する可能性がある。このため、洗浄中の液温制御は超音波振動を開始するタイミング（2510）の方で行うことが望ましい。

[0186] なお、分注精度に影響する液温は、ノズル 22 の材質や体積によって異なるが、本発明のタイミング調整は、事前に影響温度を知っておくことで対応可能である。

[0187] 本実施例では、オペレーション時の動作について説明を行ったが、装置の起動時に状態を初期化するリセット動作や分析の終了時や装置の立ち下げ時に行う自動メンテナンス動作においても、洗浄液の温度を昇温し、効果的な洗浄を行うことが可能である。その場合、洗浄液の入れ替えのためのオーバーフロー（2501）と超音波振動子の駆動（2502）とを交互に行うことや、超音波振動子の駆動（2502）を行っている最中に洗浄液の入れ替

え（2501）を行うことで液温を過度に上昇させない温度制御を行い、長時間超音波洗浄器26を動作させることが可能である。後者の如く、洗浄槽内の洗浄液を洗浄槽外にオーバーフローさせ、新たな洗浄液を洗浄槽内に導入する制御を行う間に、制御部28がノズルの超音波洗浄を行うことで、前者の如く交互に行うよりも短い時間で同等の洗浄効果が得られる。

[0188] また、自動分析装置のメンテナンス動作やリセット動作の際に、超音波洗浄器の駆動時間と洗浄液の温度上昇との関係を記憶し、この関係に基づき、オペレーション時の超音波洗浄器の駆動タイミング若しくはノズルの洗浄槽内の洗浄液に対する挿抜タイミングを制御することで、一定範囲の温度内でノズルの超音波洗浄を行うことができる。

[0189] なお、リセット動作やメンテナンス動作の場合には、オペレーション中と異なり分注精度への影響を考慮する必要がないため、前述のセンサなどで実際に超音波振動子が駆動している間の温度を把握し、これに基づき温度制御を行っても良い。

[0190] 図21は本発明の自動分析装置の分注機構および洗浄器の制御ブロックの構成例である。自動分析装置10の操作画面には、装置操作・表示部2600があり、検査を実行するための分析実行操作部2601や超音波洗浄器26の状態を表示するための洗浄器状態表示部2602を有する。装置の制御を行う装置制御部2610（制御部28に相当）は、装置操作・表示部2600からの指令を上位通信処理部2611から受け、装置シーケンス処理部2612はシーケンスデータ2613を基に分注機構15や超音波洗浄器26の制御を実行する。

[0191] 分注機構制御部2614はモータ制御部2615とモータ駆動部2616を介して、分注機構15の回転や上下動作を行い、ノズル22を移動する。洗浄器制御部2617は超音波制御部2618を介して、超音波駆動部（圧電素子用アンプ）2619を制御し、超音波洗浄器26に備えた超音波振動子2205を駆動（超音波をON/OFF）する。

[0192] 超音波振動子2205の共振特性は、発熱によって変化するため、洗浄へ

ッド2209に発生する振幅を維持するためには、共振周波数のずれを補正する必要がある。そのため、超音波駆動部2619は周波数調整部（調整回路）2620を使い、共振周波数の変化に合わせて駆動周波数を変化させる。

- [0193] さらに、洗浄制御部2617は、ポンプ制御部2621に指示を送り、ポンプ駆動部2622が洗浄液供給管2211の配管につながったポンプ2630を駆動する。ポンプの上流側には純水と洗浄液を混ぜる流路やタンクがあるが、本実施例中では省略する。ポンプ2630の駆動で洗浄液を送り出すことで、洗浄槽2206の洗浄液を押し出し（オーバーフロー）洗浄液の交換を行うことができる。
- [0194] また、洗浄槽2206付近に配置された温度センサ2640は、温度計測部（温度センサ値記録器）2623で記録した値を計測処理部2624で集計し、超音波駆動時温度データ2625に蓄積するとともに、温度勾配などの超音波洗浄器の駆動時間と洗浄液の温度上昇との関係に関する情報の記録を行う。洗浄器制御部2617では、超音波駆動時温度データ2625を基に、超音波振動子2205を駆動するタイミングを計算し、超音波振動を開始のタイミング（2510）を調整することができる。また、液温が既定より高い場合は、ポンプ制御部を使い洗浄液のオーバーフローで液温を下げることもできる。
- [0195] 超音波駆動時温度データ2625は、正常動作時のデータも記録しており、液温状態管理部2626で超音波洗浄器26の異常状態を判断し、洗浄器状態表示部2602に異常を表示することができる。そして、装置制御部2610に含まれる洗浄器制御部2614は、洗浄槽内の洗浄液を置換する制御を行い、装置制御部2610に含まれる液温状態管理部2626は、温度計測部2623の測定温度が正常範囲を超えたと判断したときに、洗浄槽内の洗浄液を置換することができる。洗浄液の置換により冷却効果があるため熱による装置ダメージを抑制することができる。また、前述のように、液温状態管理部2626は、温度計測部2623の測定温度が正常範囲を超えた

と判断したときに、併せて超音波洗浄器の異常を報知しても良い。

[0196] 温度センサ2640は、前述の方法以外でもノズル22の挿抜動作を阻害したり、超音波振動子2205の振動に影響したり、洗浄液の液温に影響するような検出手段でなければ、どのような検出手段を用いても良い。

[0197] 図22は本実施例の超音波洗浄器を用いた洗浄フローの例である。ノズル22の洗浄動作では、まず洗浄液の交換動作(S2701)を行い(事前に洗浄液が交換されている場合は不要)、交換完了を判断(S2702)し液面の揺れが安定するまで待つ(S2703)。その後、洗浄槽2206内の洗浄液の液温を前述の検出方法のいずれかを使い、液温を確認(S2704)し、事前に調べておいた洗浄液の温度勾配などの超音波洗浄器の駆動時間と洗浄液の温度上昇との関係に関する情報から、超音波振動子を駆動開始する時間(タイミング)を計算(S2705)する。その後、計算した時間になるまで、超音波振動せずに待ち(S2706)、計算した時刻となると同時に洗浄槽2206内の液温の測定(S2707)と、超音波振動子2205の駆動(S2708)を開始し、前述の通り、ノズル22を下降し洗浄槽2206内の洗浄液に挿入する処理(S2709)を行い、一定時間(既定の洗浄時間)経過にノズル22を洗浄槽2206内の洗浄液から引き抜く(S711)。

[0198] 超音波振動子2205の駆動(S2708)では、洗浄ヘッド2209の1次の振動モード、もしくは2次の振動モードの共振周波数を使って駆動することで、前述のように洗浄ヘッド2209の首2304から発熱が始まり、洗浄槽2206内の洗浄液を昇温できる。超音波振動子2205の駆動開始タイミング(2510)を超音波振動開始チェック(S2706)で適切なタイミングとすることで、ノズル挿入処理(S2709)前に洗浄槽2206内の洗浄液の液温は常温よりも高い値(洗浄効果が高い温度)で、ノズル引き抜き処理(S2711)までは分注に影響しない液温以下となっている。

[0199] ノズル22が洗浄槽2206内の洗浄液から引き抜かれてから、超音波振

動子 2205 の駆動を止め (S2712)、超音波振動子 2205 が駆動していた間の液温の変化を記録 (S2713) する。

[0200] オペレーション動作で使う温度勾配などのデータは、超音波洗浄器 26 を使用するたびに更新しても良いし、起動時のリセット動作やメンテナンス動作時もしくは定期的に S2707 から S2713 (ノズル動作 S2709 と S2711 は不要) の動作を実行して得ても良い。また、一定サイクルで超音波洗浄器 26 を使う場合など、毎回洗浄するタイミングの液温に変化がない場合は、リセット動作やメンテナンス動作などでタイミングを調整しておくことで、オペレーション時の超音波振動子 2205 の駆動開始タイミングを固定としても良い。なお、リセット動作やメンテナンス動作などのタイミングでタイミングを調整しない場合には、出荷時に固定した超音波振動子の駆動開始タイミングで駆動させても良い。この場合には、S2705、S2707、S2713 のステップは省略することもできる。

[0201] 洗浄液確認処理 (S2704) の段階で、分注精度に影響する温度を確認する処理や、超音波振動子を駆動 (S2708) することでノズル 22 を引き抜き (S2711) 前に、液温が分注精度に影響する温度になるかを予測する処理を加えて、超音波振動子を駆動 (S2708) する前に洗浄液をオーバーフローすることで液温を下げる処理を加えても良い。ただし、前述の通り、超音波洗浄器 26 が高温となって、分注精度に与えるような液温には通常の動作では至らないため、洗浄液確認処理 (S2704) で通常より高い温度を検出した場合に、装置の操作部にエラー表示するなどの処理を加えても良い。

[0202] 以上のような構成の超音波洗浄器 26 と洗浄槽 2206 の液温を制御し洗浄液にキャビテーションを発生するための制御方法によれば、ノズル 22 を洗浄槽 2206 に挿入する前に液温を常温より高く分注精度に影響しない温度範囲に制御し、さらに洗浄ヘッド 2209 の先端にキャビテーションを集中することで、短時間にノズル 22 の外周を洗浄でき、ノズル 22 に付着した別サンプルをキャリアーオーバーすることなく高い検査精度の検査装置を提供

することができる。

[0203] 圧電素子で洗浄槽の底を振動させる市販の洗浄器には、圧電素子を数MHzで駆動することで液中に直進流と呼ばれる液の流れを発生して洗浄するものがあり、キャビテーションの発生によって傷の発生を嫌う繊細な対象物（例えば半導体ウェハなど）の洗浄に利用されているが、ノズルに付着する汚れは取れにくいため適さない。一方、BLTは、圧電素子を2つの金属ブロックで挟み込み共振周波数を20～100kHzに落としており、振幅拡大とキャビテーション発生に有利である。洗浄効果を高めるために長い時間洗浄すると高速な分注処理を実現するのが困難であるが、BLTを用いることで高速な処理が要求される分析装置に用いるノズルを短時間で洗浄可能である。

[0204] 実施例1～5の超音波洗浄器では、BLTにより水平方向の振動を洗浄槽内に発生させる構成であり、水平方向に振動する振動部が洗浄槽内の側面側に備えられている点で共通する。特に実施例2～5の超音波洗浄器は、振動部の支点を洗浄槽の上方に設けて、一部を洗浄液に浸す構成であり、実施例1のダイヤフラムを振動部に用いた場合よりも大きな振幅が得られる点で有利である。

[0205] 本実施例では、生化学自動分析装置のサンプル分注を例に説明したが、本発明の超音波洗浄器は試薬分注ノズルや免疫自動分析装置や凝固自動分析装置の分注ノズルなど、他の臨床検査装置の分注ノズルにおいても同様に洗浄可能である。また、分注ノズルに限らず、吸引および吐出を行わずに吸引のみを行うノズルにおいても洗浄可能である。ノズルの材料は特に限定されるものではないが例えば金属ノズルである。

[0206] また、上記実施形態では、反応セル内の混合液を測光する測定部を備えた分析装置を例にして説明したが、分析手法はこのような形態以外にも、反応セル等から混合液を吸引した配管内で測光するタイプの測定部を備えた分析装置においても本発明の超音波洗浄器は実装可能である。また、光を使った測定以外にも混合液や試料の電圧測定を利用した分析についても実装可能で

ある。従い、測定部は測光に限られるものではない。試料の電圧測定を利用した分析装置として電解質測定装置が挙げられ、電解質測定装置においても本発明の超音波洗浄器は実装可能である。

[0207] すなわち、生化学自動分析装置以外の他の臨床検査装置に本発明の超音波洗浄器を実装した構成も本発明の特許請求の範囲に含まれる。

[0208] また、実施例5ではノズルを洗浄槽内の洗浄液に挿入する前に超音波振動子を駆動させる例を示したが、場合によってはノズルを洗浄液に入れた後に超音波振動子を駆動させても良い。

[0209] なお、超音波洗浄器の構成に洗浄槽を含んでも含まなくともいずれでも良い。

[0210] また、2つ以上の超音波洗浄器で同様の振動部の形状を実現してもよい。但し、上記実施形態のように1つの超音波洗浄器で実現することでコスト低減を図ることができる。

[0211] また、本実施形態で説明した超音波洗浄器は、自動分析装置には組み込まずに分注ノズル又は液体を吸引するノズルを洗浄する超音波洗浄器単体としても有益なものである。

[0212] 上記実施形態は一例であって実施例間で様々な組み合わせが可能である。例えば、図10から14の構成の超音波洗浄器に対して図22のフローを適用しても良いし、図17や18の構成の超音波洗浄器に対して図8、15、16のフローを適用しても良い。

[0213] すなわち、上記実施形態は一例であって、様々な組み合わせや様々な変形例が考えられ、本発明の趣旨を逸脱しない限りにおいて様々な組み合わせや様々な変形例は特許請求の範囲に含まれる。

符号の説明

- [0214] 10 自動分析装置
11 試薬容器
12 試薬ディスク
13 反応ディスク

1 4	試薬分注機構
1 5	サンプル分注機構
2 1	試薬用ノズル
2 2	サンプル用ノズル
2 3	サンプル容器
2 4	ラック
2 5	反応セル
2 6	超音波洗浄器
2 7	洗浄槽
2 8	制御部
2 9	測定部
1 0 0	B L T
2 0 0	超音波洗浄器
2 0 1	B L T
2 0 2	ダイヤフラム
2 0 3	洗浄ポート
2 0 4	フランジ
2 0 5	シール材
2 0 8	排出ポート
2 1 0	開口部
2 1 1	洗浄槽
2 2 0	カバー
2 2 1	板ばね
2 2 2	振動部
2 2 3	洗浄器ベース
2 2 4	ボルト
2 2 5	送液ポート
2 2 6	排出用の穴

- 3 1 1 ピエゾ素子
- 3 1 2 押さえ部材
- 3 1 3 押さえ部材
- 3 2 1 ネジ部
- 3 2 2 金属板
- 3 2 3 振動部
- 3 2 4 首
- 4 0 0 振動部
- 4 0 1 定在波
- 4 0 2 定在波の半波長
- 4 0 3 超音波強度が強い領域（振動部側）
- 4 0 4 超音波強度が強い領域（液面側）
- 5 0 1 サンプルが付着する範囲
- 5 0 2 超音波洗浄器の洗浄範囲
- 5 0 3 水洗浄の洗浄範囲
- 5 1 1 洗浄槽の底
- 5 1 2 洗浄槽の淵
- 5 1 3 液位
- 5 1 4 ノズル先端位置
- 5 1 5 ダイアフラムの中心線
- 5 1 6 ダイアフラムの固定端から固定端までの長さ
- 6 0 1 配管
- 6 0 2 シリンジポンプ
- 6 0 3 洗浄液タンク
- 6 0 4 配管（上水道用）
- 6 0 5 切り替え弁
- 6 0 6 オーバーフロー用受け皿
- 9 0 0 超音波洗浄器

- 901 洗浄ポート
- 902 洗浄槽
- 903 洗浄ポートの洗浄槽側の面
- 1200 超音波洗浄器
- 1201 超音波振動子
- 1202 振動部
- 1203 板ばね
- 1204 ボルト
- 1205 洗浄器ベース
- 1206 洗浄槽
- 1207 供給口
- 1208 排出口
- 1209 中空部
- 1211 金属ブロック（振動部側）
- 1212 金属ブロック
- 1213 ピエゾ素子（圧電素子）
- 1300 超音波洗浄器
- 1301 超音波振動子
- 1302 振動子ベース
- 1303 振動部
- 1311 金属ブロック（振動部側）
- 1312 金属ブロック
- 1313 ピエゾ素子（圧電素子）
- 1314 金属部材
- 1320 中空部
- 1400 超音波洗浄器
- 1401 超音波振動子
- 1402 チューブ

- 1 4 0 3 ボルト（内部にチューブを通す穴）
- 1 5 0 1 配管
- 1 5 0 2 シリンジポンプ
- 1 5 0 3 洗浄液タンク
- 1 5 0 4 上水と接続する配管
- 1 5 0 5 切り替え弁
- 1 5 0 6 下水と接続する配管
- 1 5 0 7 オーバーフロー時の液の流路
- 2 2 0 1 フロントマス
- 2 2 0 2 バックマス
- 2 2 0 3 圧電素子
- 2 2 0 4 ボルト
- 2 2 0 5 超音波振動子
- 2 2 0 6 洗浄槽
- 2 2 0 7 ベース部
- 2 2 0 8 フランジ部
- 2 2 0 9 振動部（洗浄ヘッド）
- 2 2 1 0 先端部
- 2 2 1 1 洗浄液供給管
- 2 2 1 2 液受け
- 2 2 1 3 排出路
- 2 3 0 1 固定部
- 2 3 0 2 洗浄部
- 2 3 0 3 中空部（ノズル挿入口）
- 2 3 0 4 首
- 2 3 0 5 補強部
- 2 3 1 1 角型ブロック形状
- 2 3 1 2 円筒形状

- 2 3 1 3 角柱状の孔を開けた形状
- 2 3 1 4 洗浄ヘッド
- 2 4 0 1 温度勾配
- 2 4 0 2 線形近似線
- 2 5 0 1 オーバーフロー動作
- 2 5 0 2 超音波振動子の駆動動作
- 2 5 0 3 ノズルを洗浄槽内の洗浄液に挿入する動作
- 2 5 0 4 ノズルを洗浄槽内の洗浄液から引き抜く動作
- 2 5 0 5 超音波振動子の駆動の停止動作
- 2 5 0 6 オーバーフロー動作
- 2 5 1 0 超音波振動子の駆動開始タイミング
- 2 5 1 1 ノズルを洗浄槽内の洗浄液に挿入するタイミング
- 2 5 1 2 ノズルを洗浄槽内の洗浄液から引き抜くタイミング
- 2 5 1 3 超音波振動子を停止するタイミング
- 2 5 2 0 洗浄液の温度
- 2 6 0 0 装置操作・表示部
- 2 6 0 1 分析実行操作部
- 2 6 0 2 洗浄器状態表示部
- 2 6 1 0 装置制御部
- 2 6 1 1 上位通信処理部
- 2 6 1 2 装置シーケンス処理部
- 2 6 1 3 シーケンスデータ
- 2 6 1 4 分注機構制御部
- 2 6 1 5 モータ制御部
- 2 6 1 6 モータ駆動部
- 2 6 1 7 洗浄器制御部
- 2 6 1 8 超音波制御部
- 2 6 1 9 超音波駆動部

2 6 2 0	周波数調整部
2 6 2 1	ポンプ制御部
2 6 2 2	ポンプ駆動部
2 6 2 3	温度計測部
2 6 2 4	計測処理部
2 6 2 5	超音波駆動時温度データ
2 6 2 6	液温状態管理部
2 6 3 0	ポンプ
2 6 4 0	温度センサ

請求の範囲

- [請求項1] 試料又は試薬を吸引するノズルと、
前記ノズルを洗浄する洗浄槽と、
超音波を発生させる超音波洗浄器と、
前記超音波洗浄器の駆動制御を行う制御部と、を備え、
前記超音波洗浄器は、
前記洗浄槽内の洗浄液に挿入され、超音波振動を洗浄液に伝搬させる振動部と、
圧電素子を2つ以上の金属ブロックをボルトで締結して固定した構成であり、かつ、前記振動部に超音波振動を発生させる超音波振動子と、を備え、
前記制御部は、前記振動部に超音波振動を発生させることにより、前記ノズルの洗浄を行うことを特徴とする自動分析装置。
- [請求項2] 請求項1記載の自動分析装置において、
前記振動部は、前記ノズルを挿入する中空部を有し、
前記制御部は、前記中空部に前記ノズルを挿入した状態で前記振動部に超音波振動を発生させることにより、前記ノズルの洗浄を行うことを特徴とする自動分析装置。
- [請求項3] 請求項2記載の自動分析装置において、
前記振動部は、前記中空部を介して対向する2つの面を備えることを特徴とする自動分析装置。
- [請求項4] 請求項3記載の自動分析装置において、
前記振動部の前記2つの面は前記振動部の振動方向で対向することを特徴とする自動分析装置。
- [請求項5] 請求項4記載の自動分析装置において、
前記振動部は前記中空部の周囲を全て囲む形状を有し、前記2つの面は前記形状の内壁面であることを特徴とする自動分析装置。
- [請求項6] 請求項1記載の自動分析装置において、

前記振動部は、前記金属ブロックの側面と前記洗浄槽の上方で固定され、

前記洗浄槽内の洗浄液に挿入させる前記振動部の先端は、前記側面の水平方向の振動に伴い自由端として振動することを特徴とする自動分析装置。

[請求項7] 請求項1記載の自動分析装置において、

さらに、前記圧電素子と前記振動部の間に放熱部を備えることを特徴とする自動分析装置。

[請求項8] 請求項7記載の自動分析装置において、

さらに、前記超音波振動子と前記振動部の間に配置された金属製の板ばねと、前記洗浄槽を含む洗浄器ベースとが固定され、前記放熱部は、前記板ばね及び前記洗浄器ベースであることを特徴とする自動分析装置。

[請求項9] 請求項7記載の自動分析装置において、

さらに、前記振動部よりも前記圧電素子に近い側に配置された金属部材と、振動子ベースとが固定され、前記放熱部は、前記金属部材及び前記振動子ベースであることを特徴とする自動分析装置。

[請求項10] 請求項7記載の自動分析装置において、

さらに、前記超音波振動子内に流体を流すための流路を備え、前記放熱部は、前記流路であることを特徴とする自動分析装置。

[請求項11] 請求項1記載の自動分析装置において、

さらに、前記洗浄槽に接続された、洗浄液および水を供給する配管を備え、

前記制御部は、前記配管を介して、前記洗浄槽に洗浄液および水を供給する制御を行い、

前記制御部は、前記超音波洗浄器の駆動制御を行っていないタイミングで、前記洗浄槽に水を供給する制御を行い、前記洗浄槽の開口部から当該水をオーバーフローで排出することを特徴とする自動分析装

置。

[請求項12]

請求項1記載の自動分析装置において、

さらに、前記超音波振動子の共振周波数を測定する共振周波数測定手段を備え、

前記共振周波数測定手段が測定した共振周波数に応じて、前記制御部は、前記洗浄槽へ挿入予定であった前記ノズルの制御を、中断することを特徴とする自動分析装置。

[請求項13]

請求項1記載の自動分析装置において、

さらに、前記ノズルの温度を測定する温度測定手段を備え、

前記温度測定手段が測定した温度に応じて、前記制御部は、次に予定していた試料吸引動作の制御を、中断することを特徴とする自動分析装置。

[請求項14]

請求項1記載の自動分析装置において、

さらに、前記超音波振動子の共振周波数を測定する共振周波数測定手段又は前記ノズルの温度を測定する測定手段のいずれかの測定手段を備え、

前記測定手段の測定結果に応じて、前記ノズルに内洗水と外洗水とを接触させることで前記ノズルの熱を放熱させることを特徴とする自動分析装置。

[請求項15]

請求項1記載の自動分析装置において、

前記振動部は、前記超音波振動子が振動した際に、洗浄槽内に挿入された前記振動部が共振振動する共振点を20～100kHzの範囲内に有し、

前記制御部は、前記中空部に前記ノズルを挿入した状態で前記振動部を20～100kHzで振動させることにより、前記ノズルの洗浄を行うことを特徴とする自動分析装置。

[請求項16]

請求項15記載の自動分析装置において、

前記超音波振動子は共振点を20～100kHzの範囲内に有し、

前記超音波振動子の共振点と前記振動部の共振点との差の絶対値は10kHz以下であることを特徴とする自動分析装置。

[請求項17]

請求項16記載の自動分析装置において、

前記振動部は、前記振動部が2次振動モードで共振振動する共振点を20～100kHzの範囲内に有し、

前記制御部は、前記振動部が2次振動モードで振動する周波数で前記超音波振動子を振動させることで、前記ノズルの洗浄を行うことを特徴とする自動分析装置。

[請求項18]

請求項1記載の自動分析装置において、

前記ノズルを前記洗浄槽内の洗浄液に挿入する前に、前記超音波洗浄器を駆動することで前記洗浄槽内の洗浄液の温度を常温よりも高い温度とし、当該常温よりも高い温度の洗浄液に前記ノズルを挿入して超音波洗浄を行うことを特徴とする自動分析装置。

[請求項19]

請求項18記載の自動分析装置において、

前記制御部は、前記ノズルの駆動を制御し、

前記制御部は、前記超音波洗浄器の駆動タイミング若しくは前記ノズルの前記洗浄槽内の洗浄液に対する挿抜タイミングを制御することで、前記常温よりも高い温度のうち一定範囲の温度内で前記ノズルの超音波洗浄を行うことを特徴とする自動分析装置。

[請求項20]

請求項19記載の自動分析装置において、

前記制御部は、前記自動分析装置のメンテナンス動作やリセット動作の際に、前記超音波洗浄器の駆動時間と洗浄液の温度上昇との関係を記憶し、前記関係に基づき前記駆動タイミング若しくは前記挿抜タイミングを制御することで、前記一定範囲の温度内で前記ノズルの超音波洗浄を行うことを特徴とする自動分析装置。

[請求項21]

請求項18記載の自動分析装置において、

前記制御部は、前記洗浄槽内の洗浄液を置換する制御を行い、

さらに、前記洗浄槽内の洗浄液の液温を測定する計測部を備え、

前記制御部は、前記計測部の測定温度が正常範囲を超えたと判断したときに、前記洗浄槽内の洗浄液を置換することを特徴とする自動分析装置。

[請求項22]

請求項21記載の自動分析装置において、

前記制御部は、前記計測部の測定温度が正常範囲を超えたと判断したときに、前記超音波洗浄器の異常を報知することを特徴とする自動分析装置。

[請求項23]

請求項1記載の自動分析装置において、

前記制御部は、前記洗浄槽内の洗浄液を前記洗浄槽外にオーバーフローさせ、新たな洗浄液を前記洗浄槽内に導入する第1の制御を行い、

前記制御部は、前記第1の制御を行う間に、前記ノズルの超音波洗浄を行うことを特徴とする自動分析装置。

[請求項24]

請求項1記載の自動分析装置において、

前記振動部は、前記金属ブロックの1つに固定され、

前記振動部が固定された金属ブロックは、前記振動部に向かって径が連続的に小さくなるホーン形状を備えることを特徴とする自動分析装置。

[請求項25]

請求項1記載の自動分析装置において、

さらに、試料および試薬との混合液を収容する反応セルを有する反応ディスクと、該混合液を測定する測定部と、を備えることを特徴とする自動分析装置。

[請求項26]

請求項1記載の自動分析装置において、

さらに、前記洗浄槽に洗浄液を供給する管を有し、

前記管の前記洗浄槽側の出口は前記振動部の底の真下に配置されていることを特徴とする自動分析装置。

[請求項27]

洗浄槽内の洗浄液に挿入され、超音波振動を洗浄液に伝搬させる振動部と、

圧電素子を2つ以上の金属ブロックをボルトで締結して固定した構成であり、かつ、前記振動部に超音波振動を発生させる超音波振動子と、

前記超音波振動子の駆動制御を行う制御部と、を備え、

前記制御部は、前記振動部に超音波振動を発生させることにより、試料又は試薬を吸引するノズルの洗浄を行うことを特徴とする超音波洗浄器。

[請求項28]

請求項27記載の超音波洗浄器において、

前記振動部は、前記ノズルを挿入する中空部を有し、

前記制御部は、前記中空部に前記ノズルを挿入した状態で前記振動部に超音波振動を発生させることにより、前記ノズルの洗浄を行うことを特徴とする超音波洗浄器。

[請求項29]

請求項28記載の超音波洗浄器において、

前記振動部は、前記中空部を介して対向する2つの面を備えることを特徴とする超音波洗浄器。

[請求項30]

請求項28記載の超音波洗浄器において、

前記振動部は、前記超音波振動子が振動した際に、洗浄槽内に挿入された前記振動部が共振振動する共振点を20～100kHzの範囲内に有し、

前記制御部は、前記中空部に前記ノズルを挿入した状態で前記振動部を20～100kHzで振動させることにより、前記ノズルの洗浄を行うことを特徴とする超音波洗浄器。

[請求項31]

請求項30記載の超音波洗浄器において、

前記振動部は、前記振動部が2次振動モードで共振振動する共振点を20～100kHzの範囲内に有し、

前記制御部は、前記振動部が2次振動モードで振動する周波数で前記超音波振動子を振動させることで、前記ノズルの洗浄を行うことを特徴とする超音波洗浄器。

- [請求項32] 請求項28記載の超音波洗浄器において、
前記振動部は、前記金属ブロックの1つに固定され、
前記振動部が固定された金属ブロックは、前記振動部に向かって径が小さくなるホーン形状を備えることを特徴とする超音波洗浄器。
- [請求項33] 上部にノズルの挿入口を有し内部に液体を貯めることが可能な洗浄槽と、
前記洗浄槽内の側面側に設けられた振動部と、
前記振動部に接続された超音波振動子と、を有し、
前記超音波振動子は前記振動部を水平方向に振動させ、
前記ノズルは前記振動部の振動に基づき洗浄されることを特徴とする超音波洗浄器。
- [請求項34] 請求項33記載の超音波洗浄器において、
前記振動部は、前記ノズルに沿って延在する形状であり、前記洗浄槽に挿入される第1部位を有し、
前記超音波振動子は、前記第1部位の上方の第2部位を介して、前記第1部位を水平方向に振動させることを特徴とする超音波洗浄器。
- [請求項35] 請求項33記載の超音波洗浄器において、
前記振動部は、前記洗浄槽の側面に備えられたダイヤフラムであって、
前記洗浄槽の中の液体の液位は前記ダイヤフラムの中心線の高さに前記ノズルの洗浄範囲の長さを足し合わせた位置より低く、
前記洗浄槽に前記ノズルを挿入した時の前記ノズルの先端は前記ダイヤフラムの中心線以下となるように挿入し洗浄を行なうことを特徴とする超音波洗浄器。
- [請求項36] 請求項33記載の超音波洗浄器において、
前記振動部は、前記洗浄槽の側面に備えられ、上部がカットされた形状のダイヤフラムであって、
前記カットされたダイヤフラムの少なくとも1辺は自由端であるこ

とを特徴とする超音波洗浄器。

[請求項37] 請求項33記載の超音波洗浄器において、
前記洗浄槽の液体が貯水される部分を円錐型としたことを特徴とする
超音波洗浄器。

[請求項38] 請求項33記載の超音波洗浄器は、
前記洗浄槽の下部に洗浄液や水を供給する配管と、前記洗浄槽の上
部に洗浄槽内の液体をオーバーフローするための受け皿と、を有し、
液体が前記洗浄槽内に供給されることで洗浄槽内の液体をオーバー
フローによって交換することができることを特徴とする超音波洗浄器
。

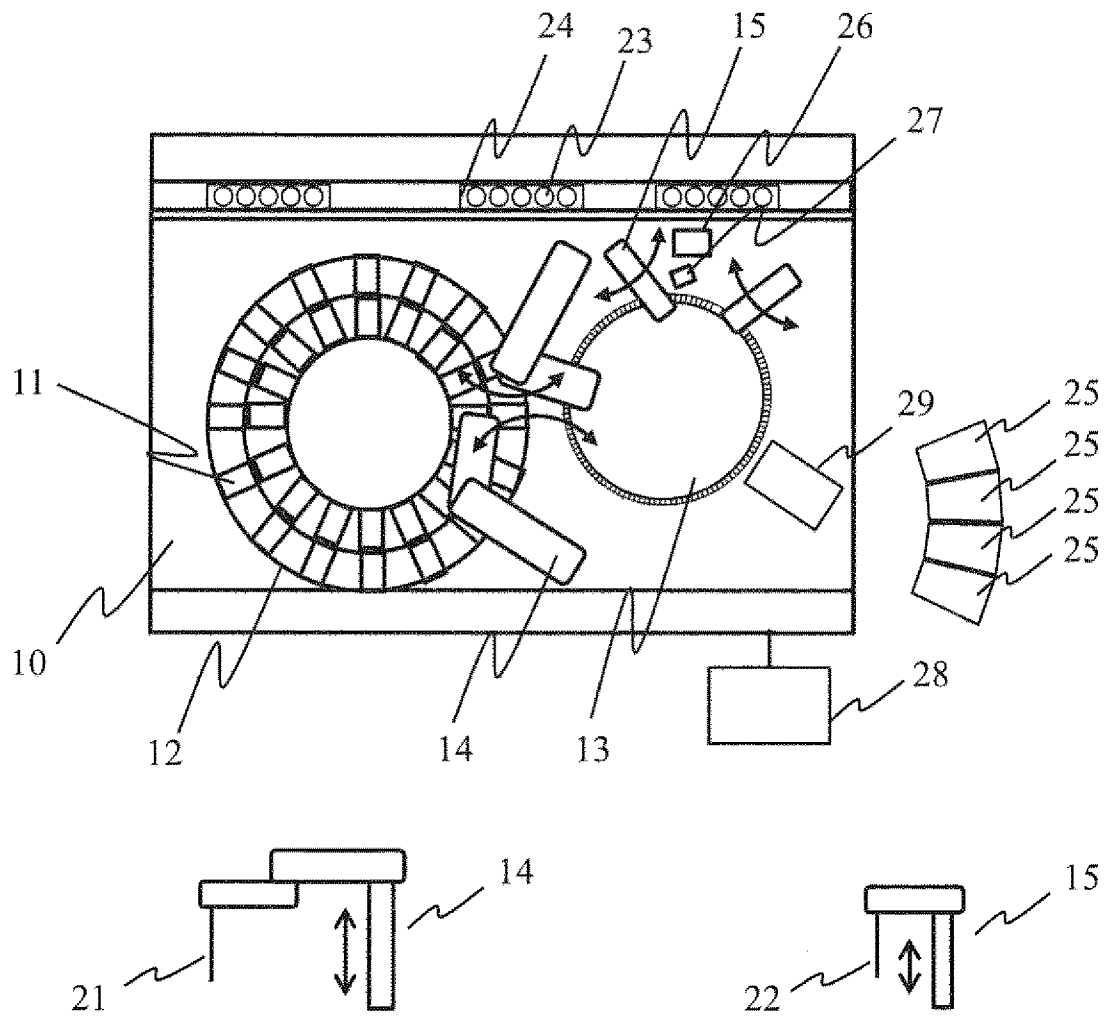
[請求項39] 請求項38記載の超音波洗浄器において、
超音波洗浄を利用するときのみ洗浄するための液体を前記洗浄槽に
供給し、超音波洗浄を利用しないときには水を供給し前記洗浄槽内に
貯めておくことを特徴とする超音波洗浄器。

[請求項40] 請求項33記載の超音波洗浄器を備えた自動分析装置において、
オペレーション中は次に扱うサンプルが同一であるかを判断し、
次に扱うサンプルが同一サンプルのときには水洗浄のみを行い、次
に扱うサンプルが別サンプルのときには前記超音波洗浄器を使った洗
浄と水洗浄を行うことを特徴とする自動分析装置。

[請求項41] 請求項40記載の自動分析装置において、
オペレーション状態とメンテナンス状態で、前記超音波洗浄器の洗
浄時間や前記ノズルの挿入深さが異なるパラメータを有することを特
徴とする自動分析装置。

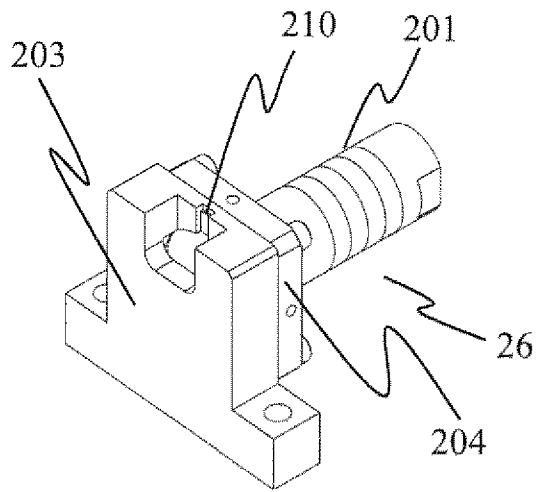
[図1]

【図1】

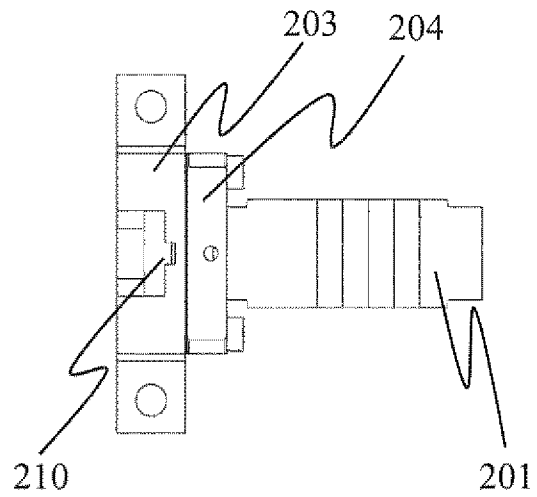


[図2]

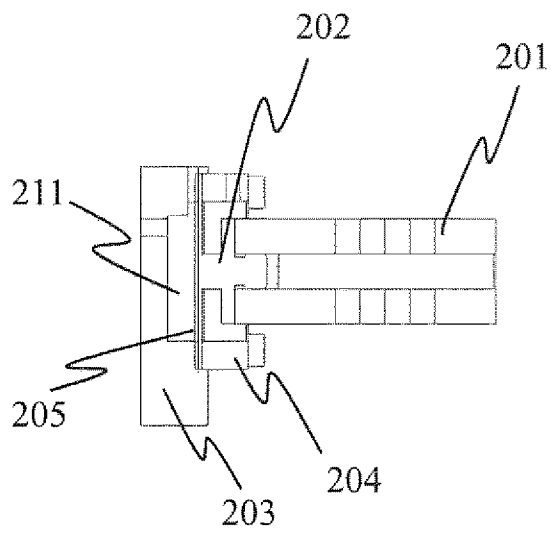
【図2】



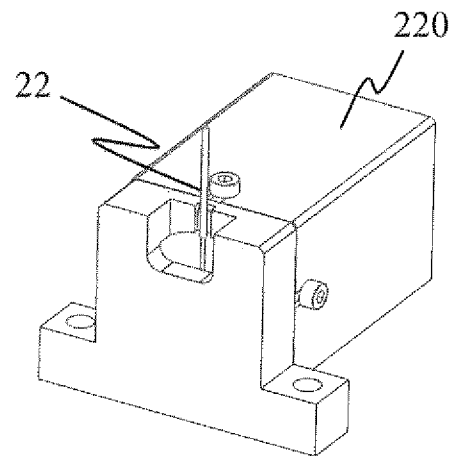
(a)



(b)



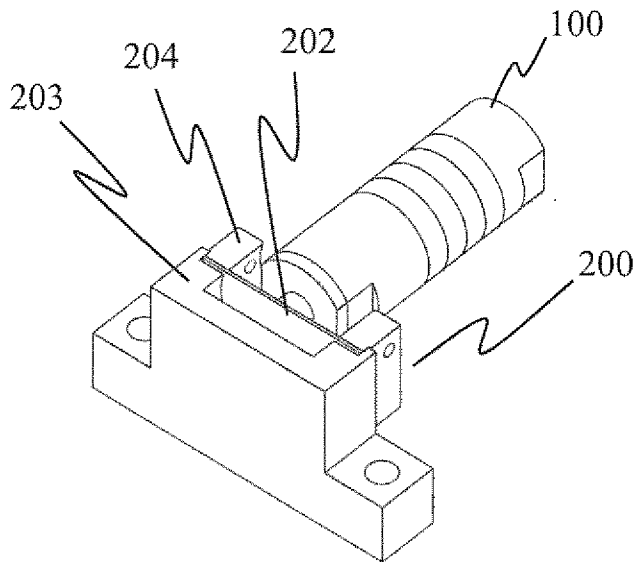
(c)



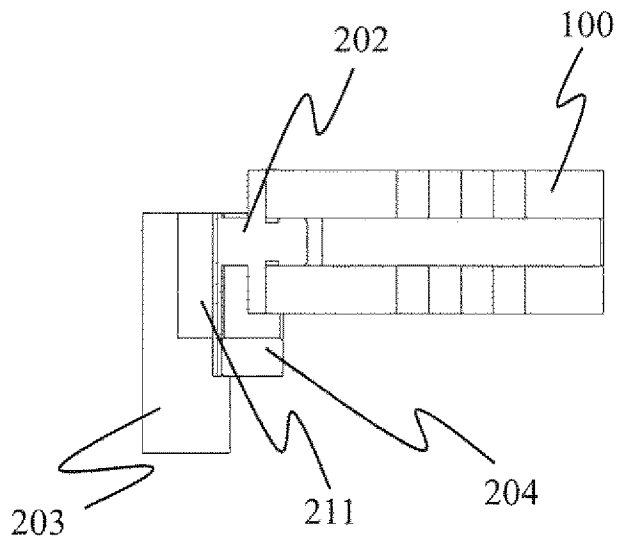
(d)

[図3]

【図 3】



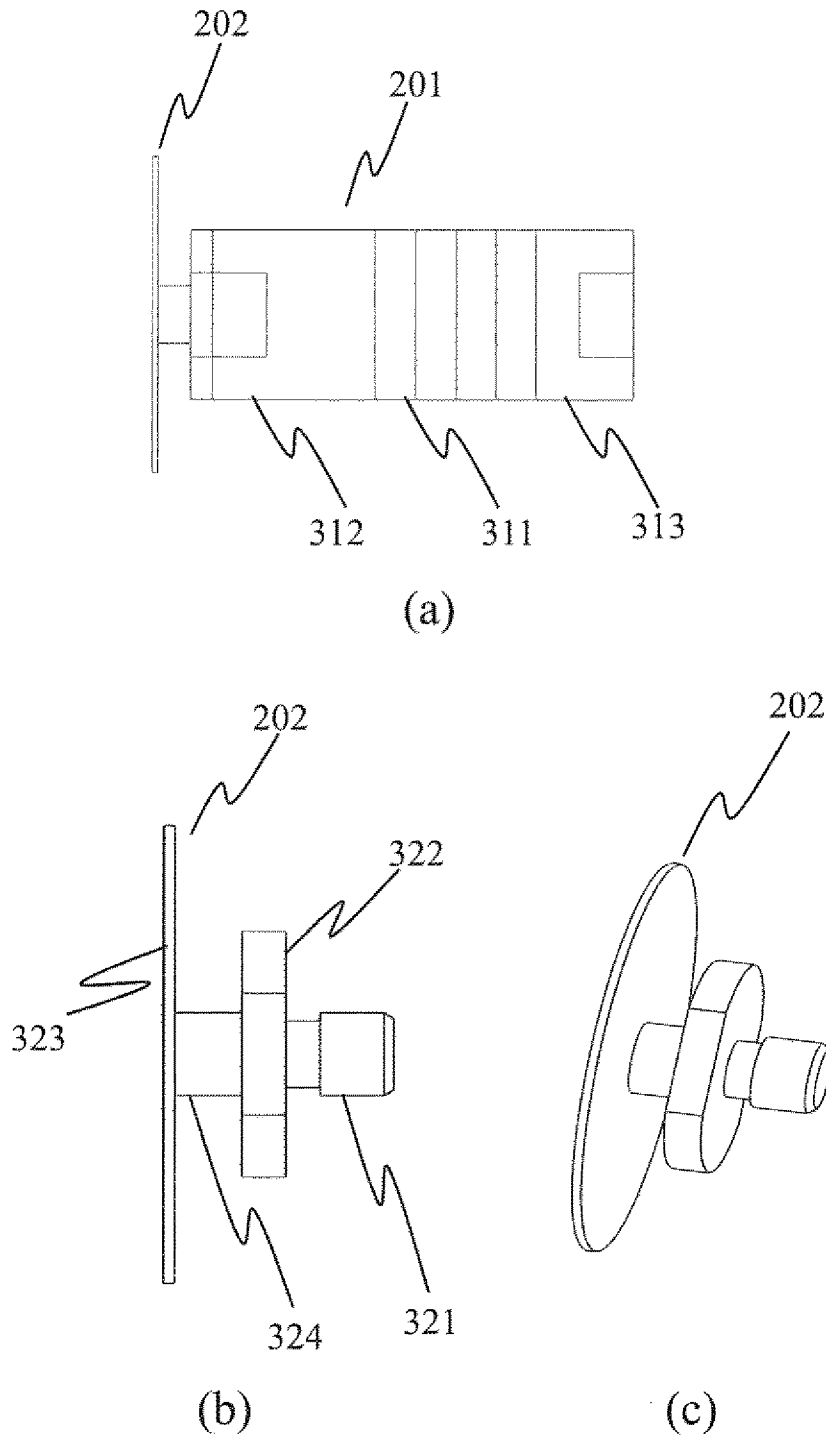
(a)



(b)

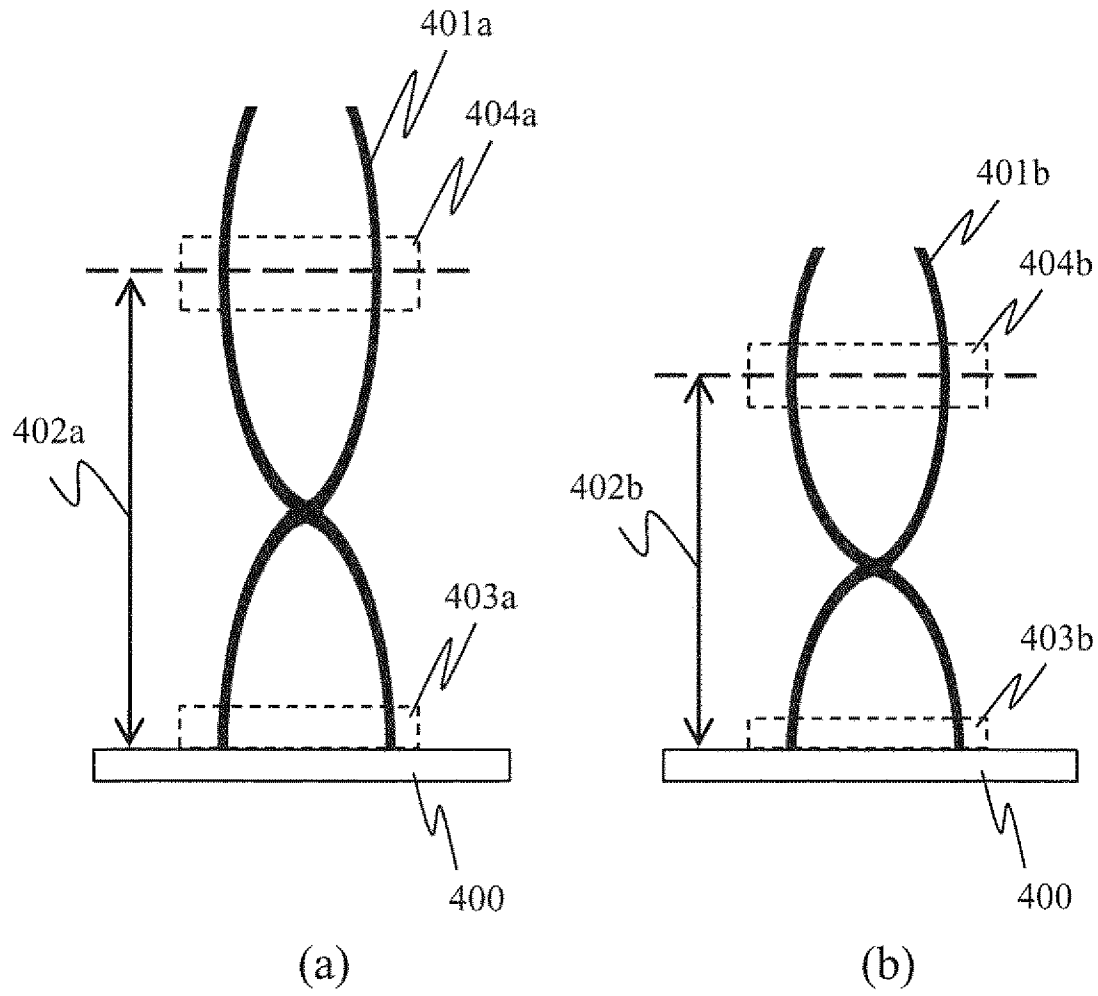
[図4]

【図4】



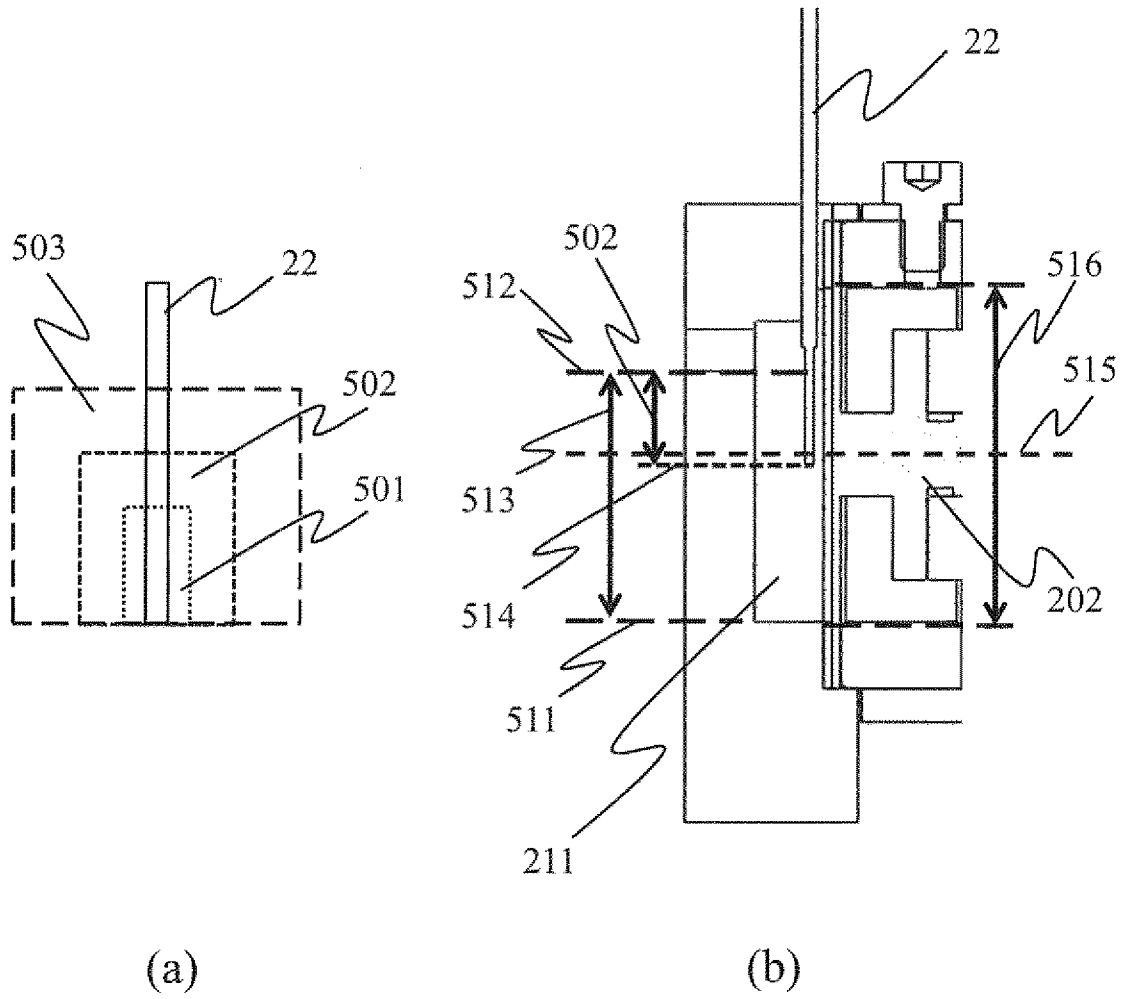
[図5]

【図5】



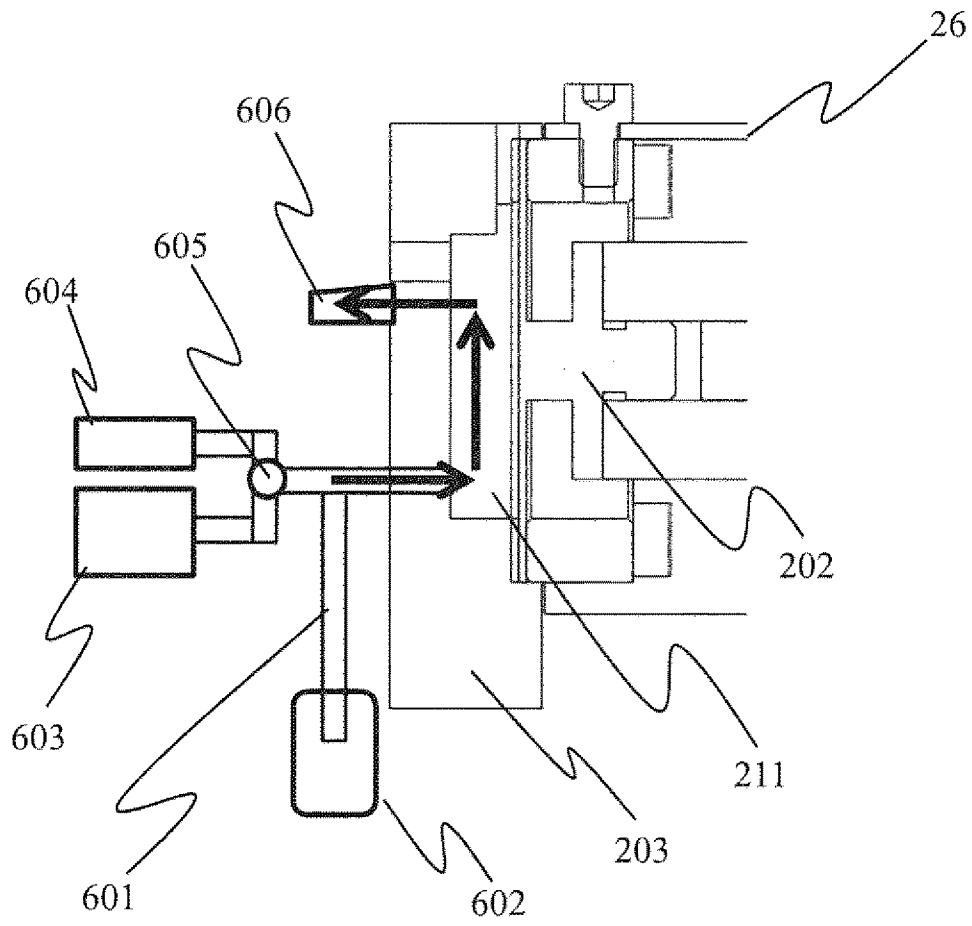
[図6]

【図6】



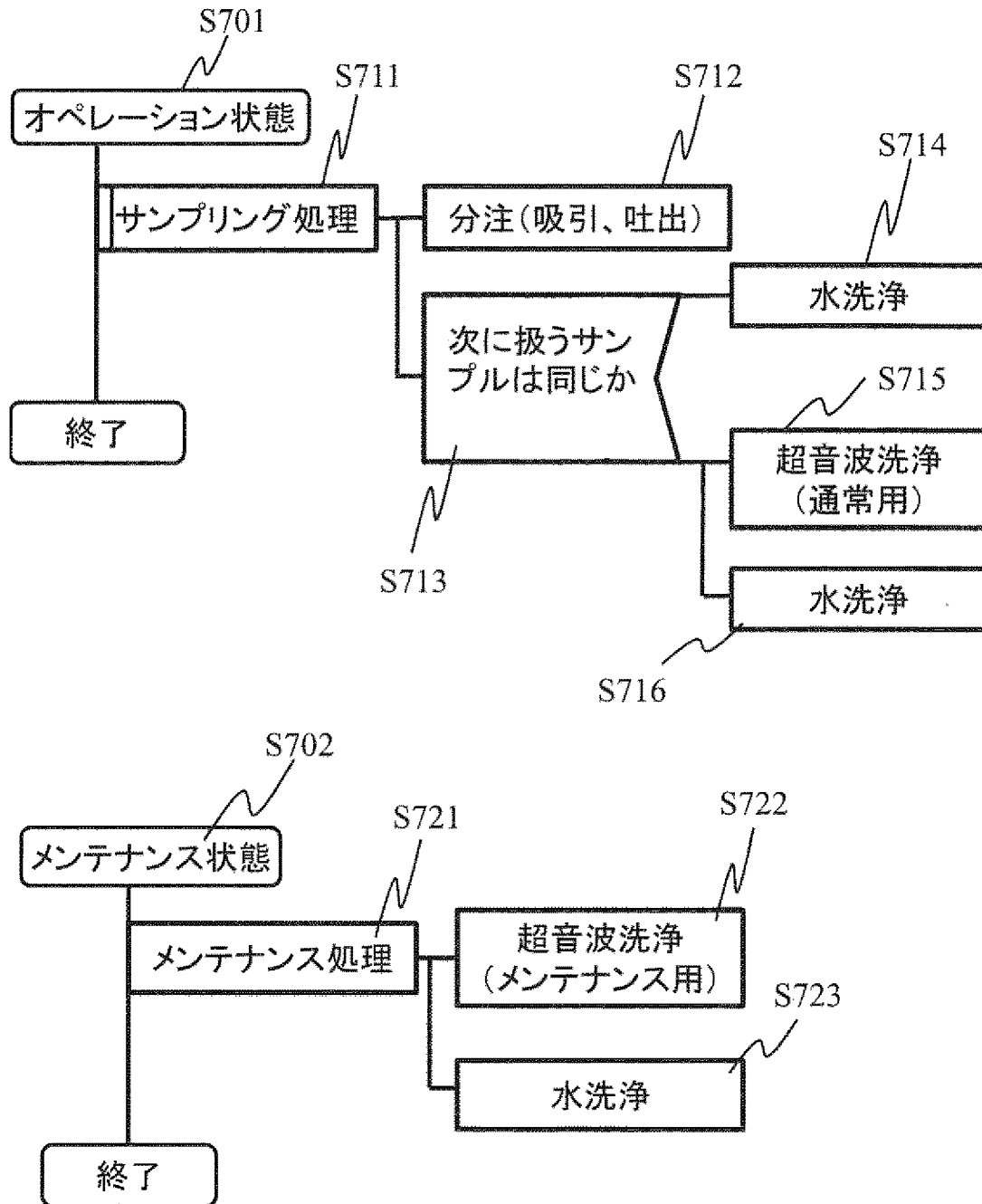
[図7]

【図7】



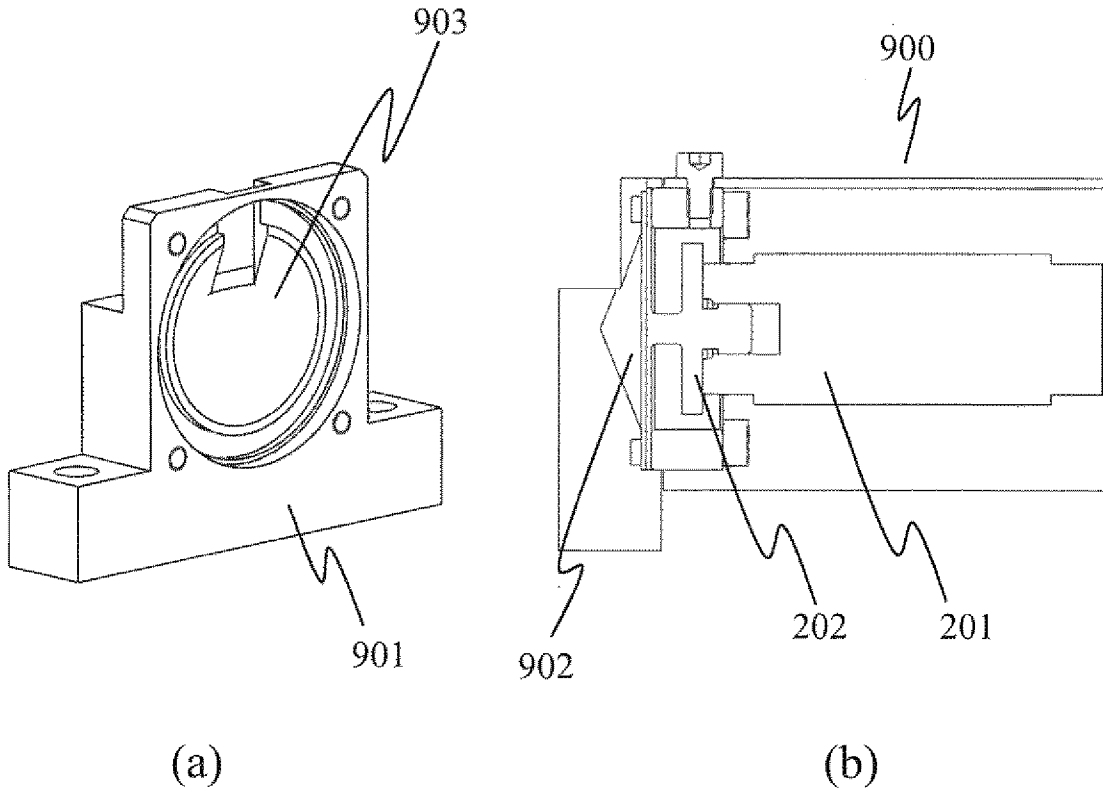
[図8]

【図8】



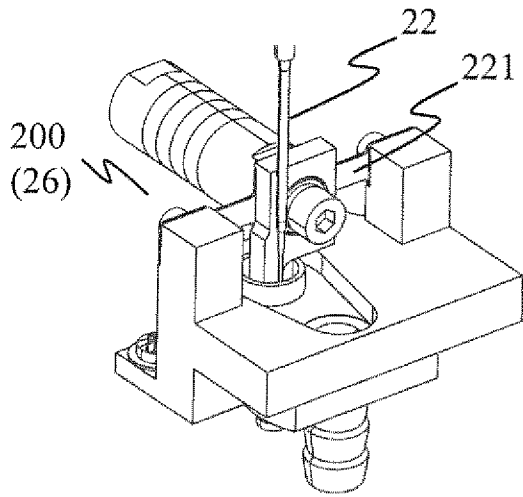
[図9]

【図 9】

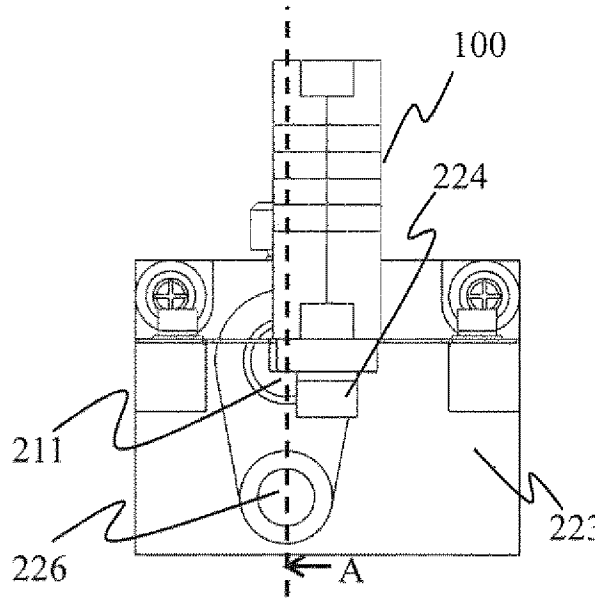


[図10]

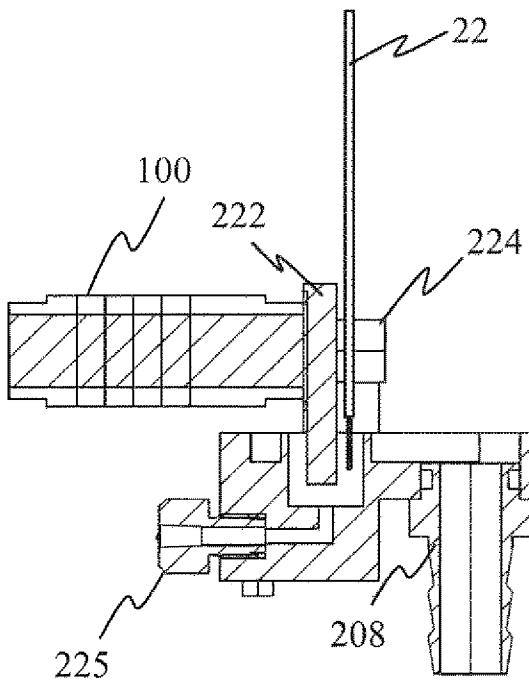
【図10】



(a)



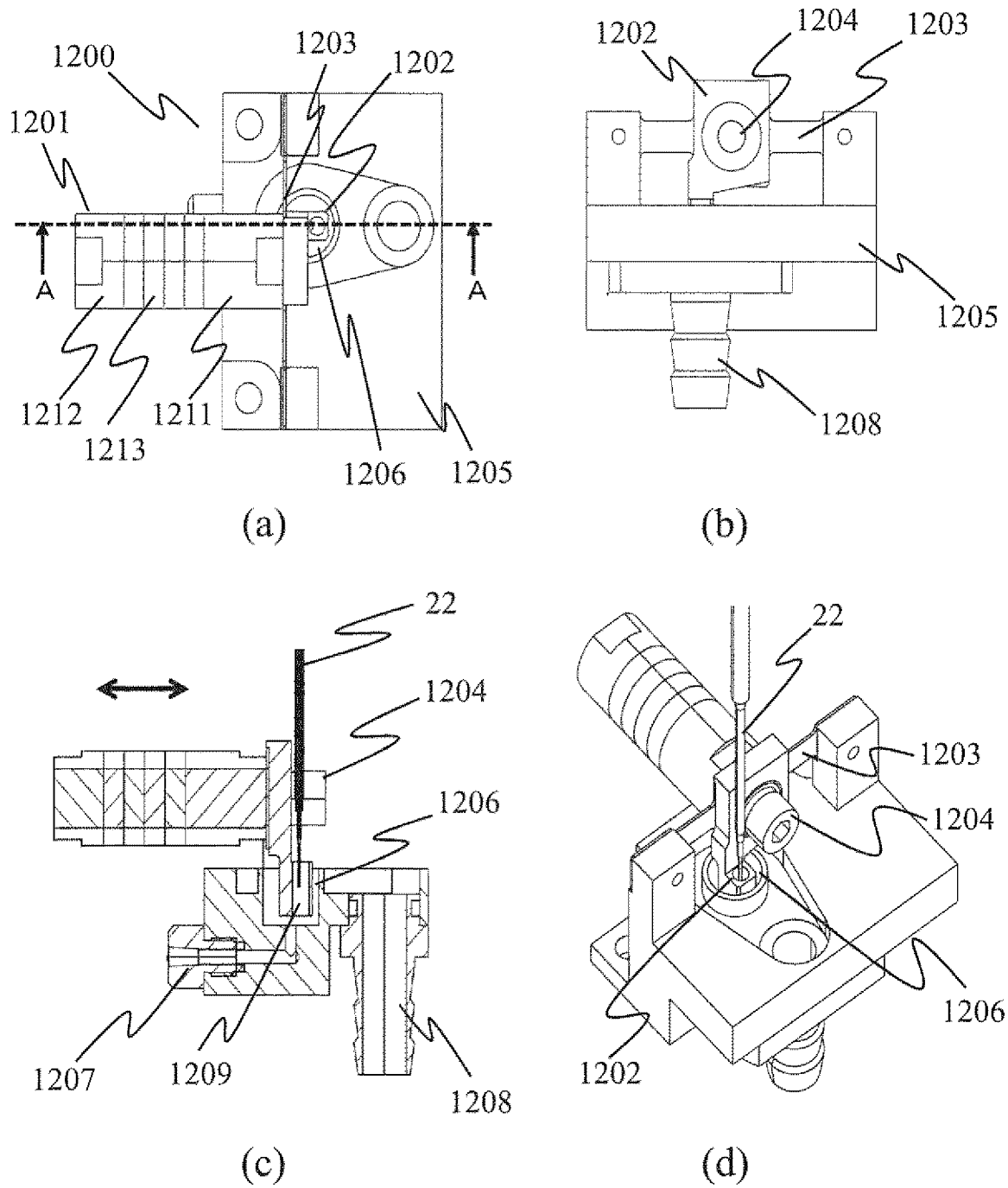
(b)



(c)

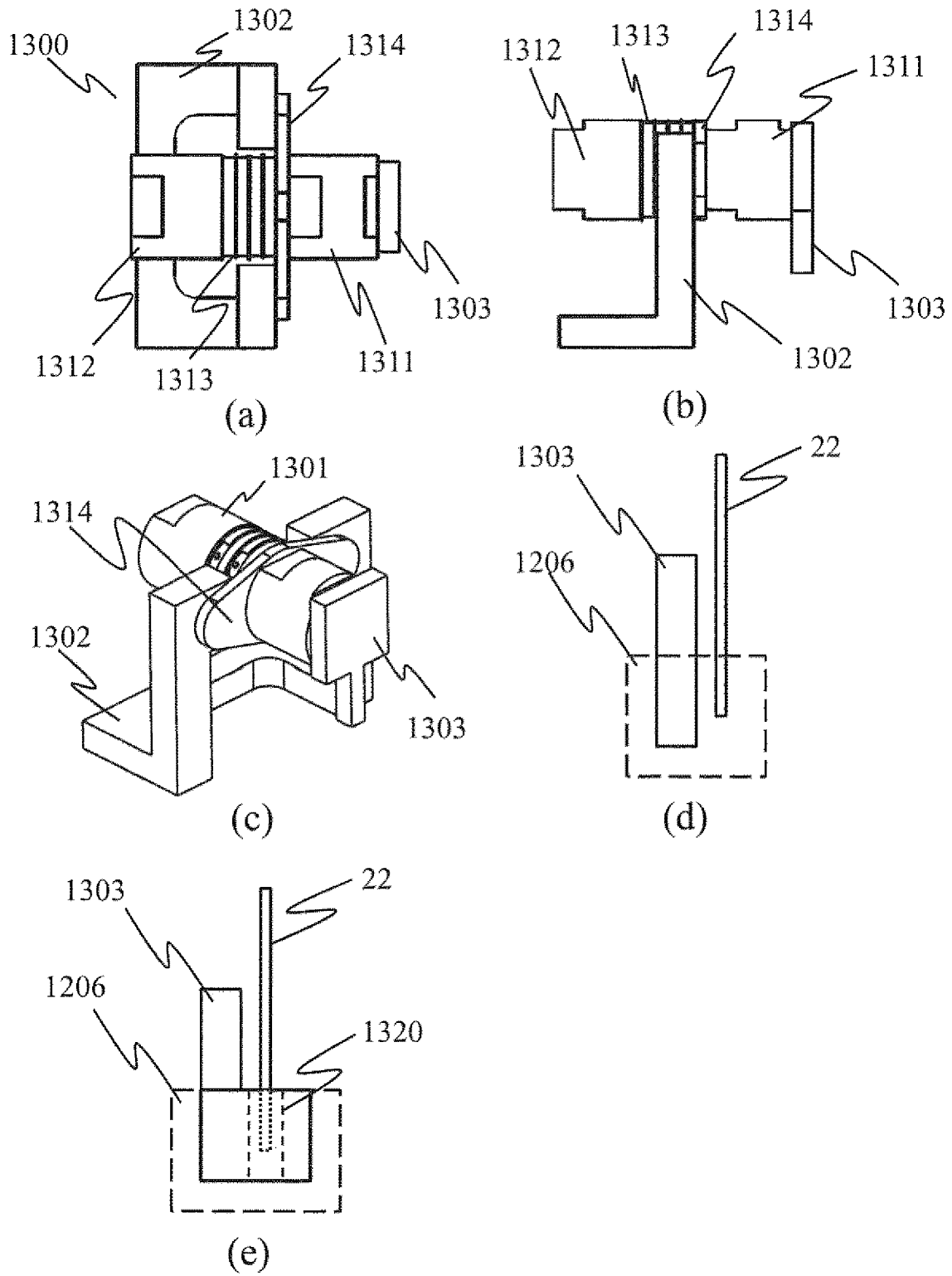
[図11]

【図 1 1】



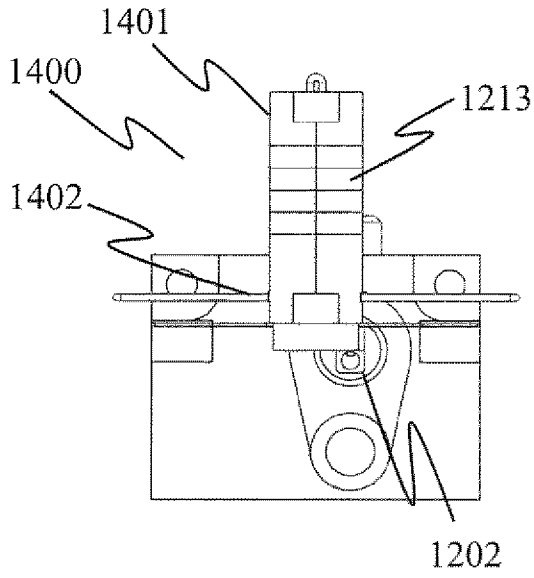
[図12]

【図12】

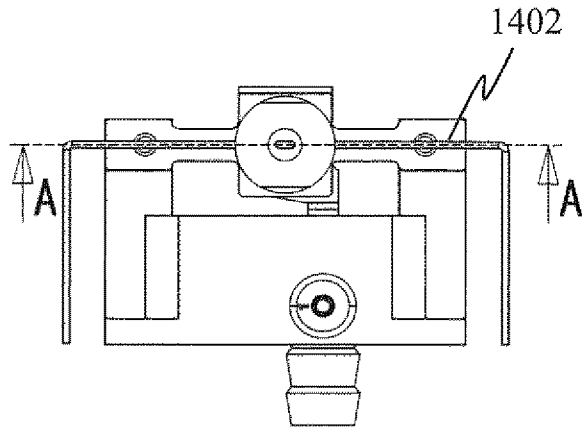


[図13]

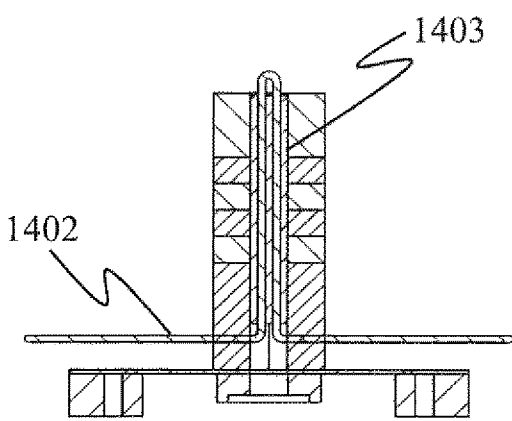
【図13】



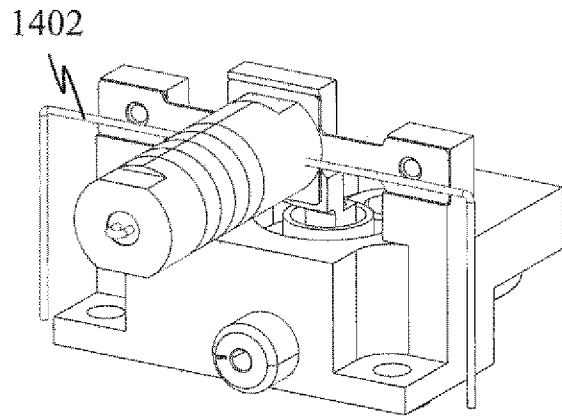
(a)



(b)



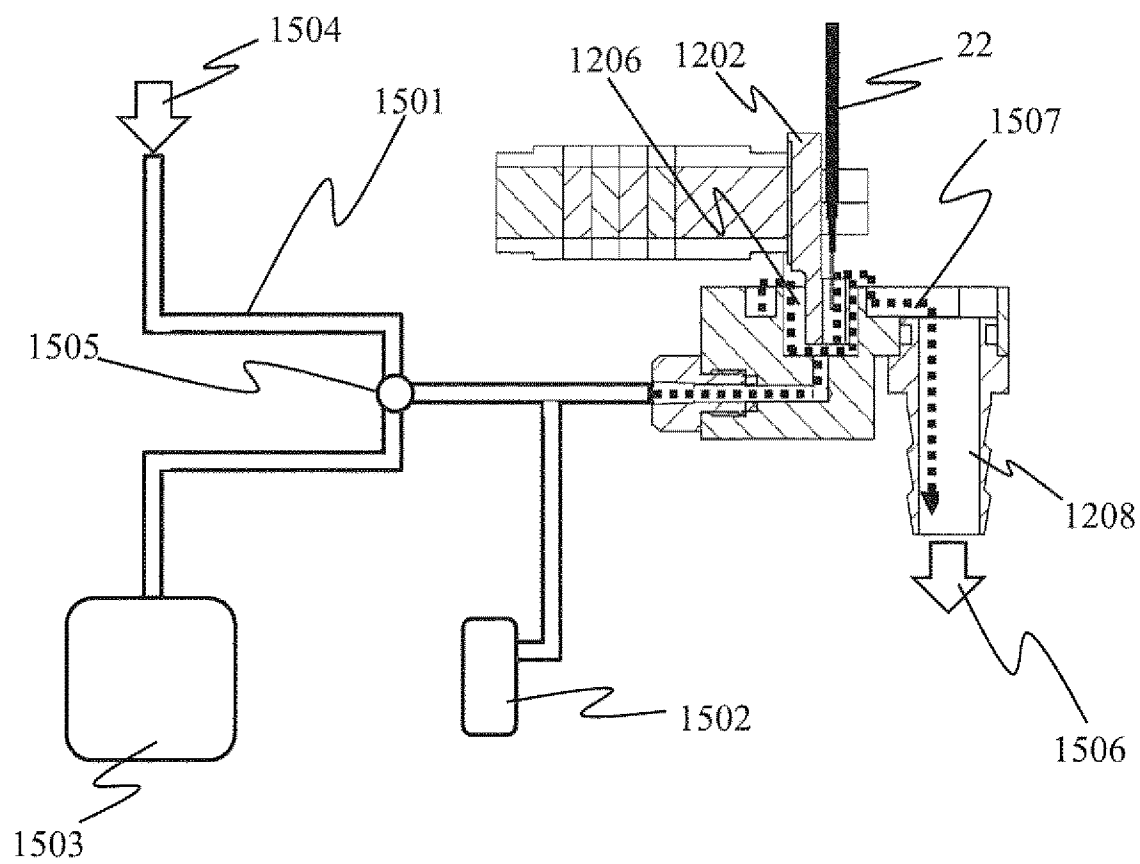
(c)



(d)

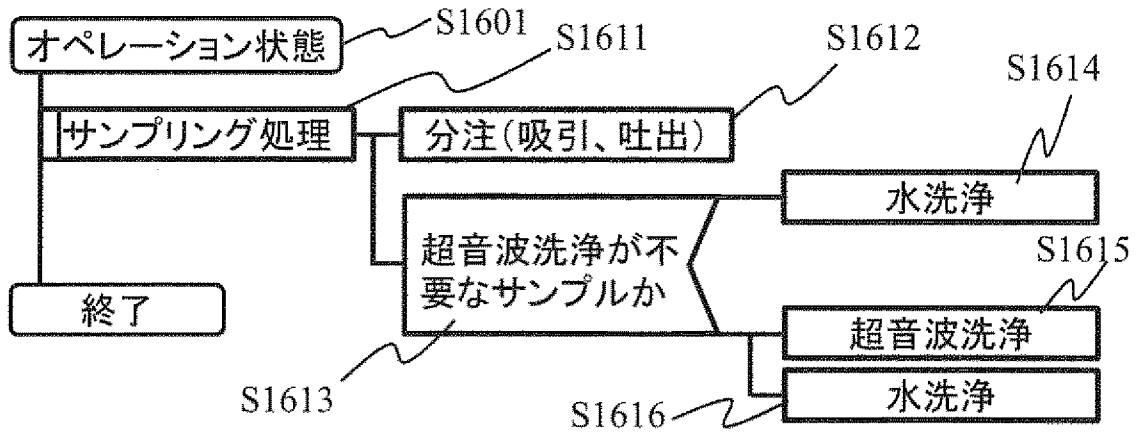
[図14]

【図14】

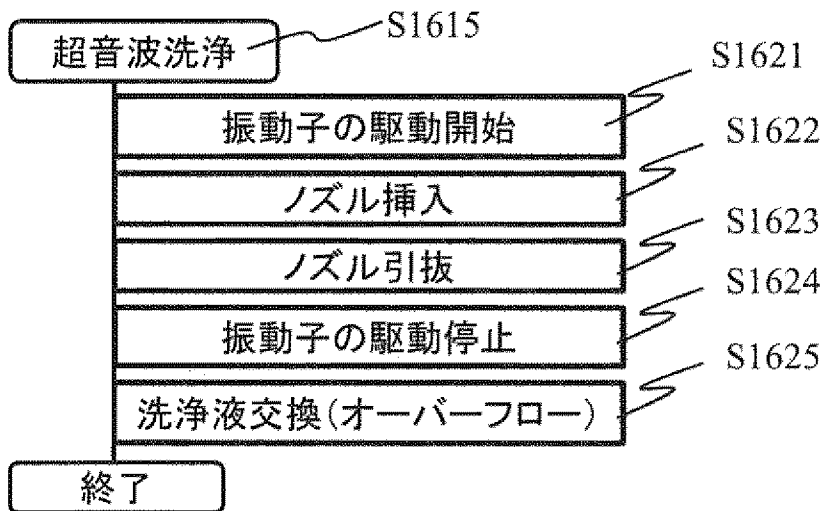


[図15]

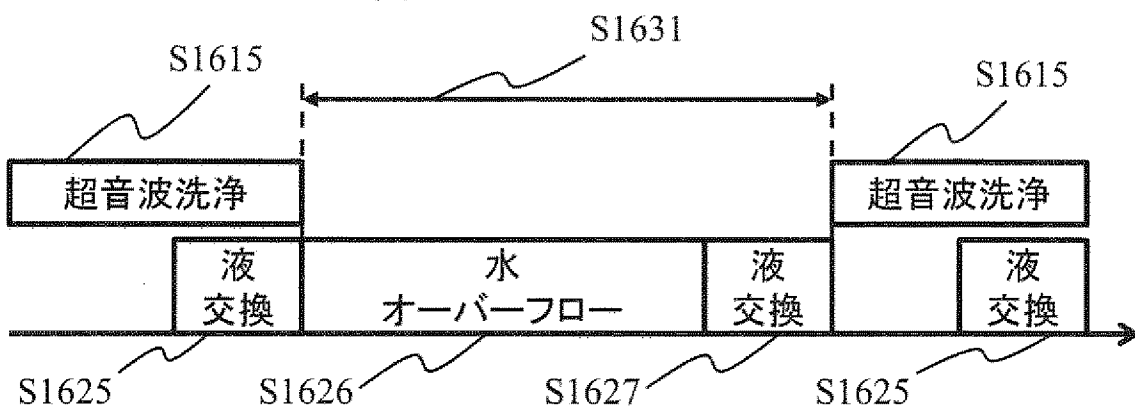
【図15】



(a)



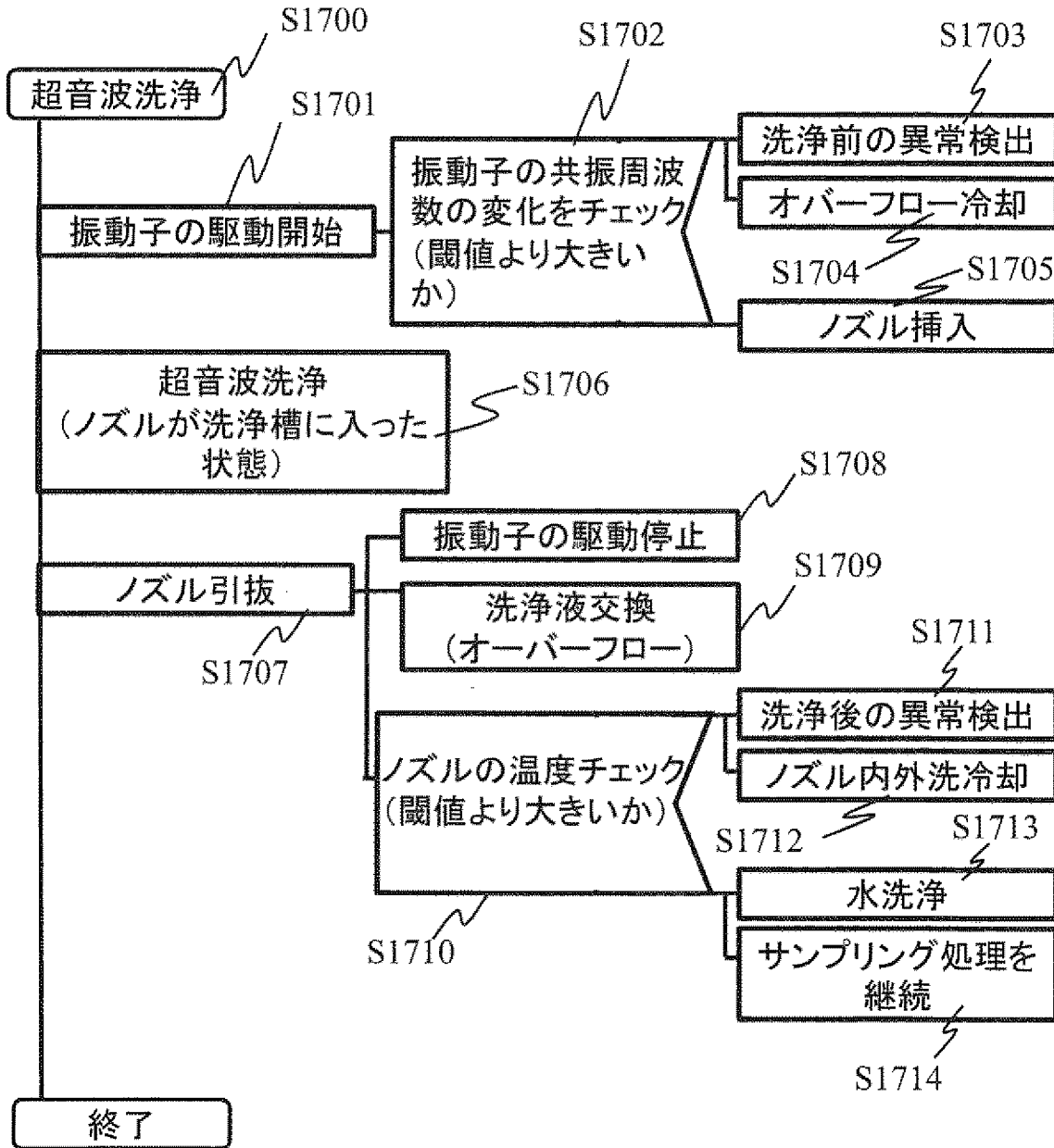
(b)



(c)

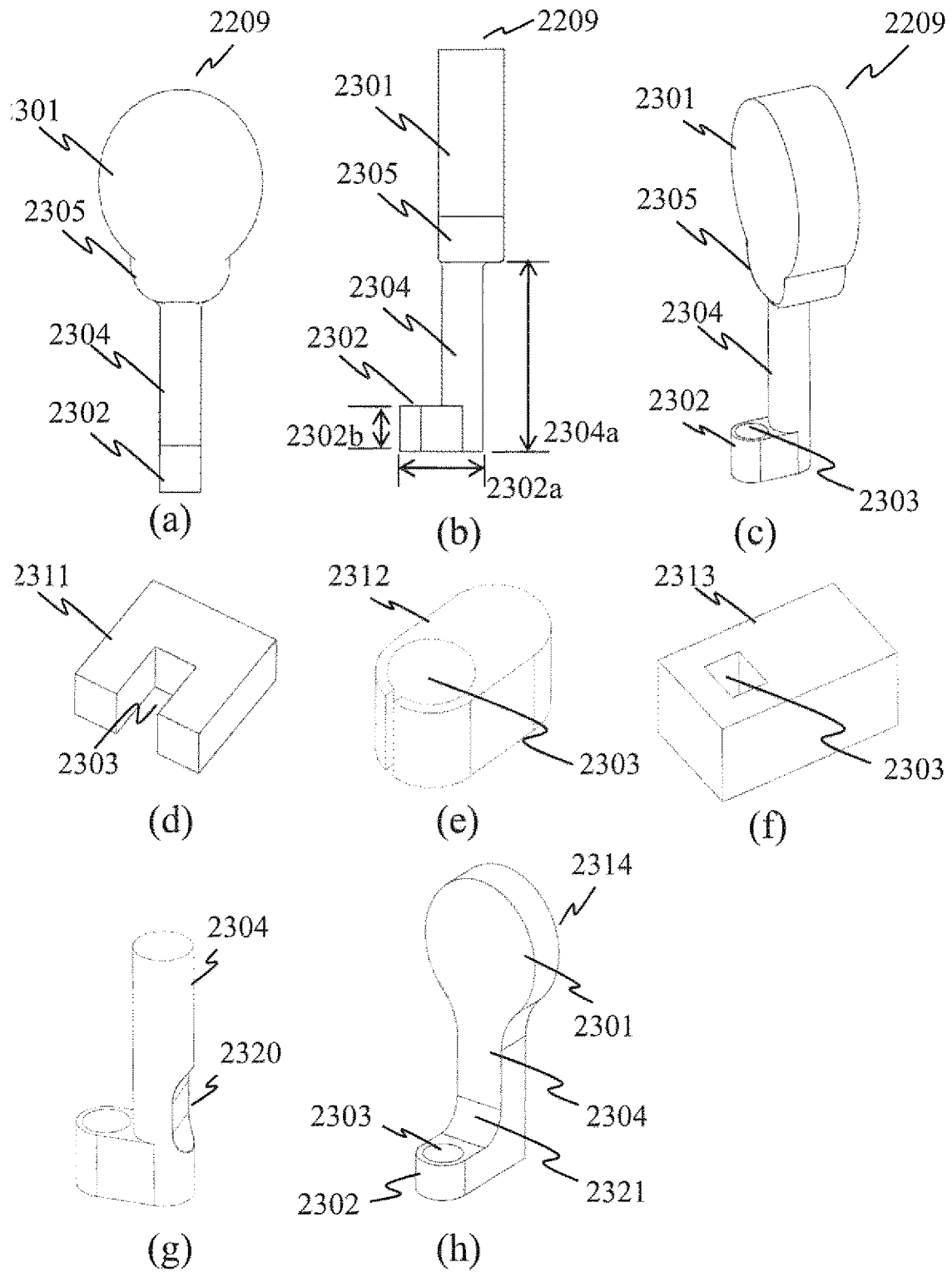
[図16]

【図16】



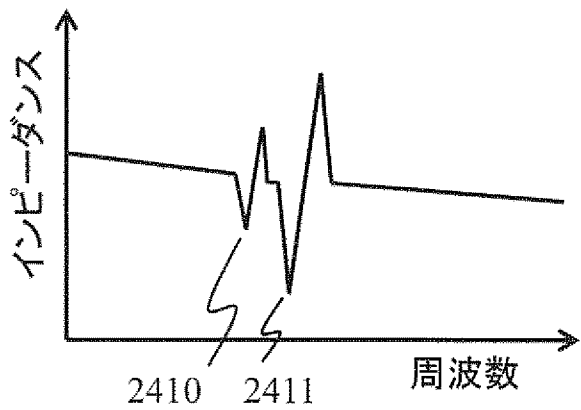
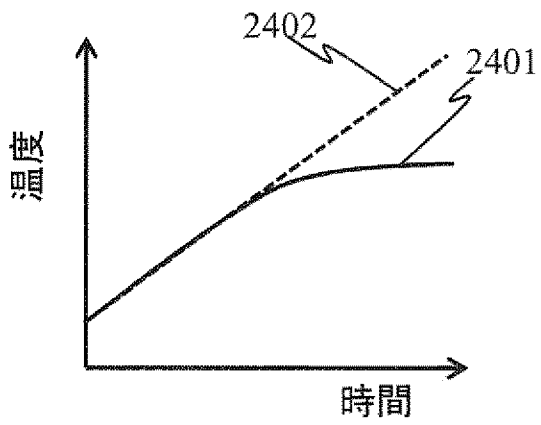
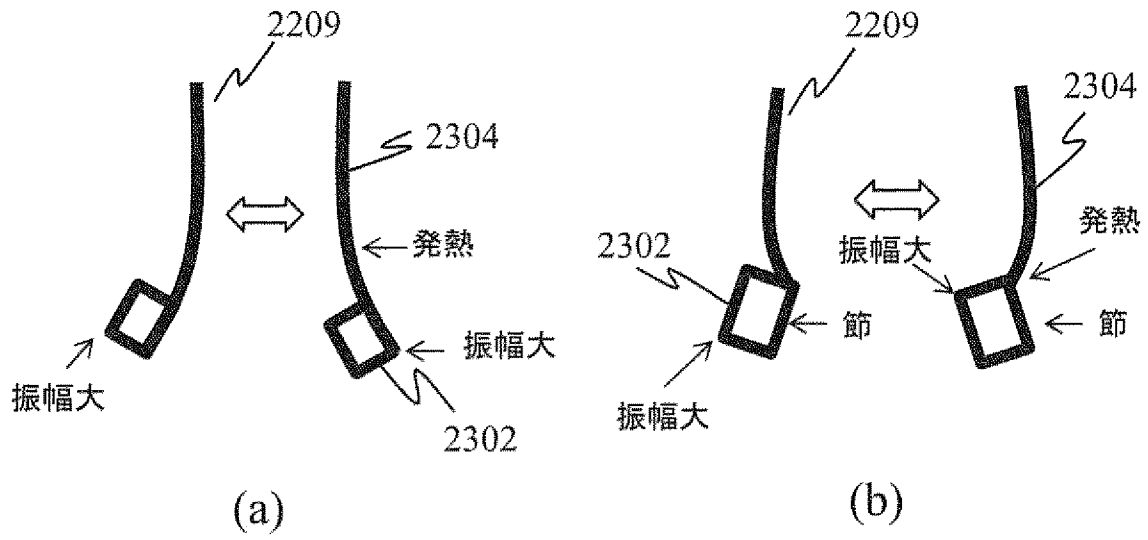
[図18]

【図18】



[図19]

【図19】

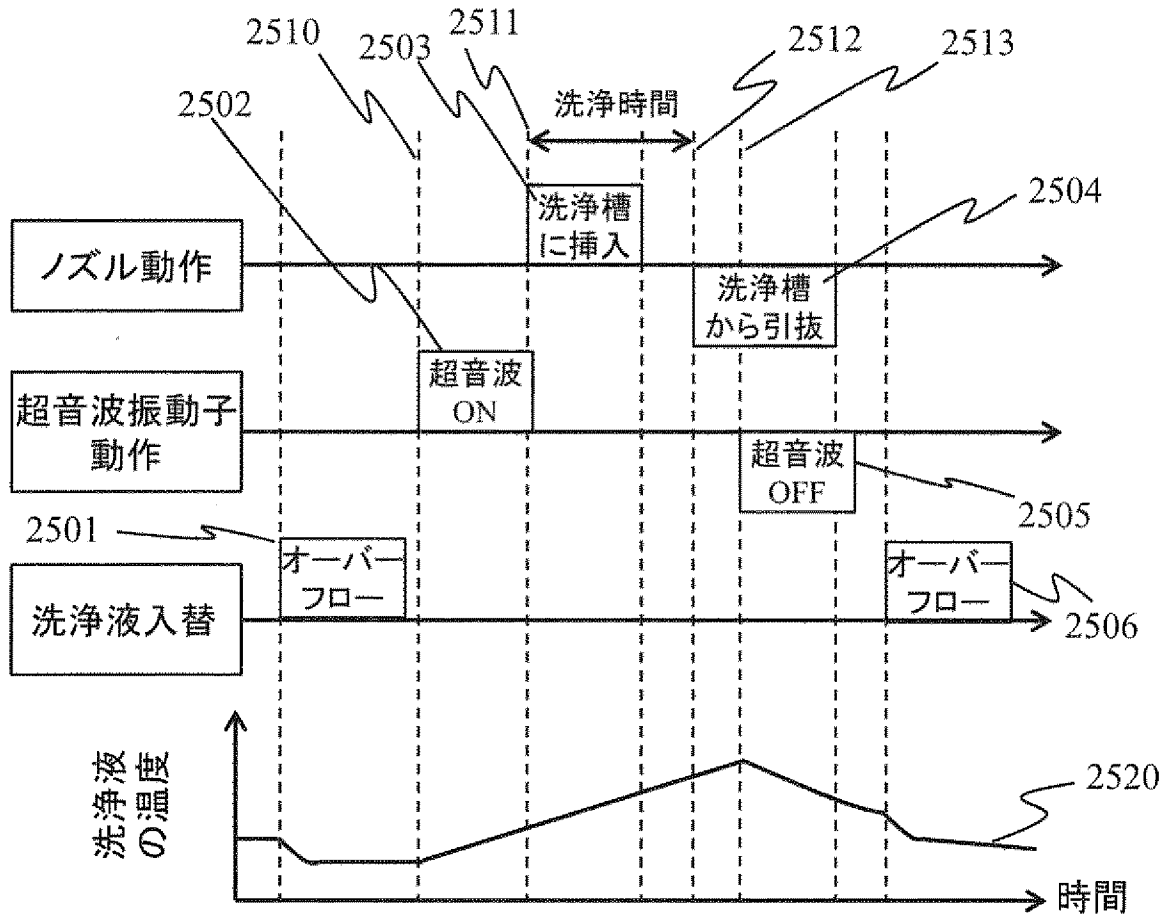


(c)

(d)

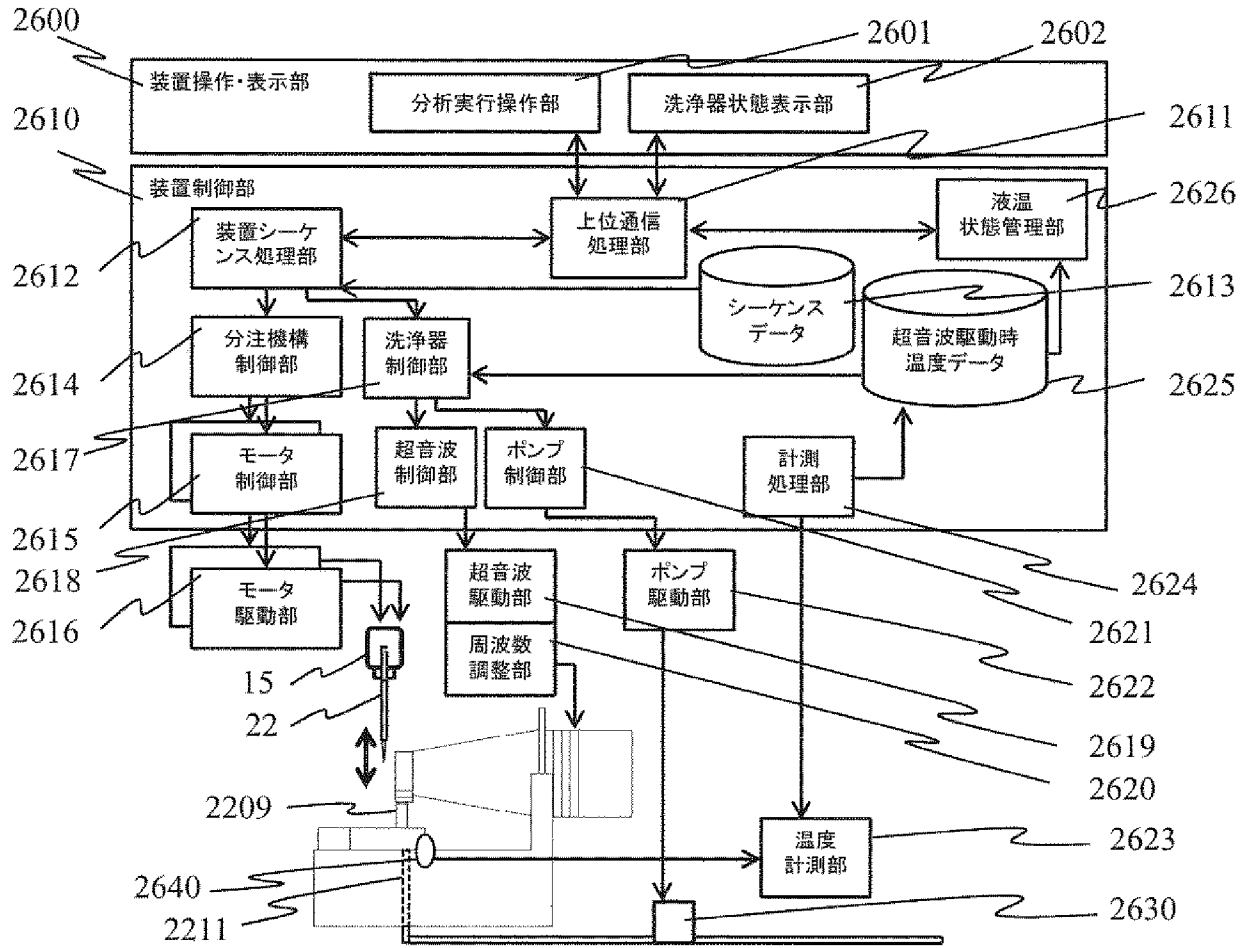
[図20]

【図20】



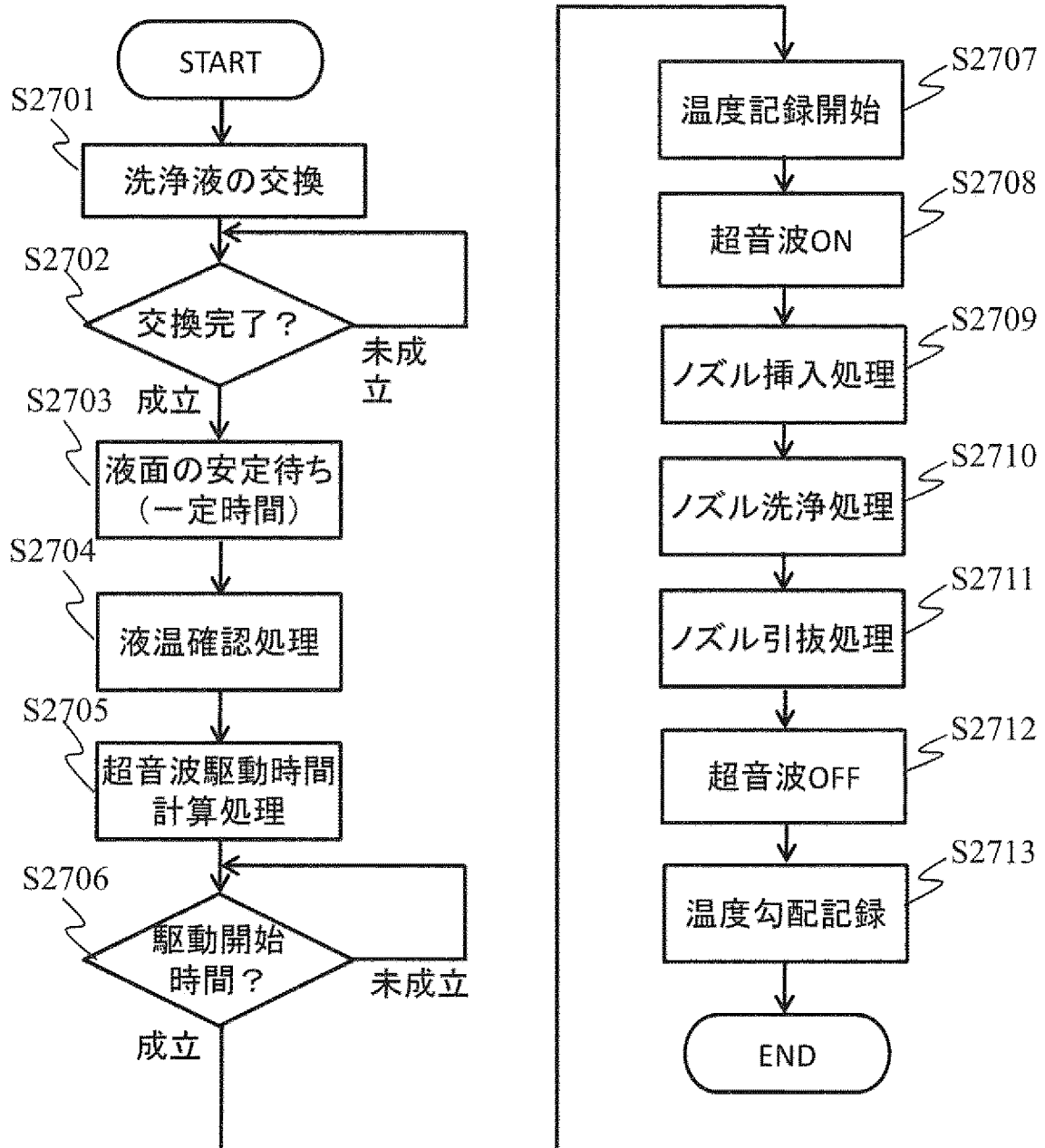
[図21]

【図 2 1】



[図22]

【図22】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/068941

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01N35/10(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)
G01N35/10, 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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 A	JP 60-042635 A (Toshiba Corp.), 06 March 1985 (06.03.1985), entire text; all drawings (Family: none)	1-13, 15-41 14
Y A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 197349/1987 (Laid-open No. 101680/1989) (TDK Corp.), 07 July 1989 (07.07.1989), entire text; all drawings (Family: none)	1-13, 15-41 14

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* 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 07 September 2016 (07.09.16)	Date of mailing of the international search report 20 September 2016 (20.09.16)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/068941

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 04-009670 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 14 January 1992 (14.01.1992), entire text; all drawings (Family: none)	11-12, 23-24, 32, 38 1-10, 13-22, 25-31, 33-37, 39-41
Y	JP 2012-150023 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 09 August 2012 (09.08.2012), entire text; all drawings (Family: none)	13
Y	JP 2010-286243 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 24 December 2010 (24.12.2010), paragraphs [0001] to [0003], [0032] (Family: none)	18-22
Y	JP 2010-025587 A (Olympus Corp.), 04 February 2010 (04.02.2010), paragraph [0074] (Family: none)	39-41

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01N35/10(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. G01N35/10, 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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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 請求項の番号
Y A	JP 60-042635 A (株式会社東芝) 1985.03.06, 全文全図 (ファミリーなし)	1-13, 15-41 14
Y A	日本国実用新案登録出願 62-197349 号(日本国実用新案登録出願公開 01-101680 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイ クロフィルム (ティーディーケイ株式会社) 1989.07.07, 全文全図 (ファミリーなし)	1-13, 15-41 14

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

07.09.2016

国際調査報告の発送日

20.09.2016

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)

長谷 潮

2 J

3 9 0 7

電話番号 03-3581-1101 内線 3252

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 請求項の番号
Y A	JP 04-009670 A (オリンパス光学工業株式会社) 1992.01.14, 全文全図 (ファミリーなし)	11-12, 23-24, 32, 38 1-10, 13-22, 25-31, 33-37, 39-41
Y	JP 2012-150023 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2012.08.09, 全文全図 (ファミリーなし)	13
Y	JP 2010-286243 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2010.12.24, 段落 0001-0003, 0032 (ファミリーなし)	18-22
Y	JP 2010-025587 A (オリンパス株式会社) 2010.02.04, 段落 0074 (ファミリーなし)	39-41