

(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
2024年10月3日(03.10.2024)



(10) 国際公開番号
WO 2024/201614 A1

- (51) 国際特許分類:
H01J 37/20 (2006.01) **H01J 37/305** (2006.01)
H01J 37/30 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/012017
- (22) 国際出願日: 2023年3月24日(24.03.2023)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 株式会社日立ハイテク
(**HITACHI HIGH-TECH CORPORATION**) [JP/
JP]; 〒1056409 東京都港区虎ノ門一丁目
17番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 会田 翔太(**AIDA, Shota**); 〒1056409 東
京都港区虎ノ門一丁目17番1号 株式会社日

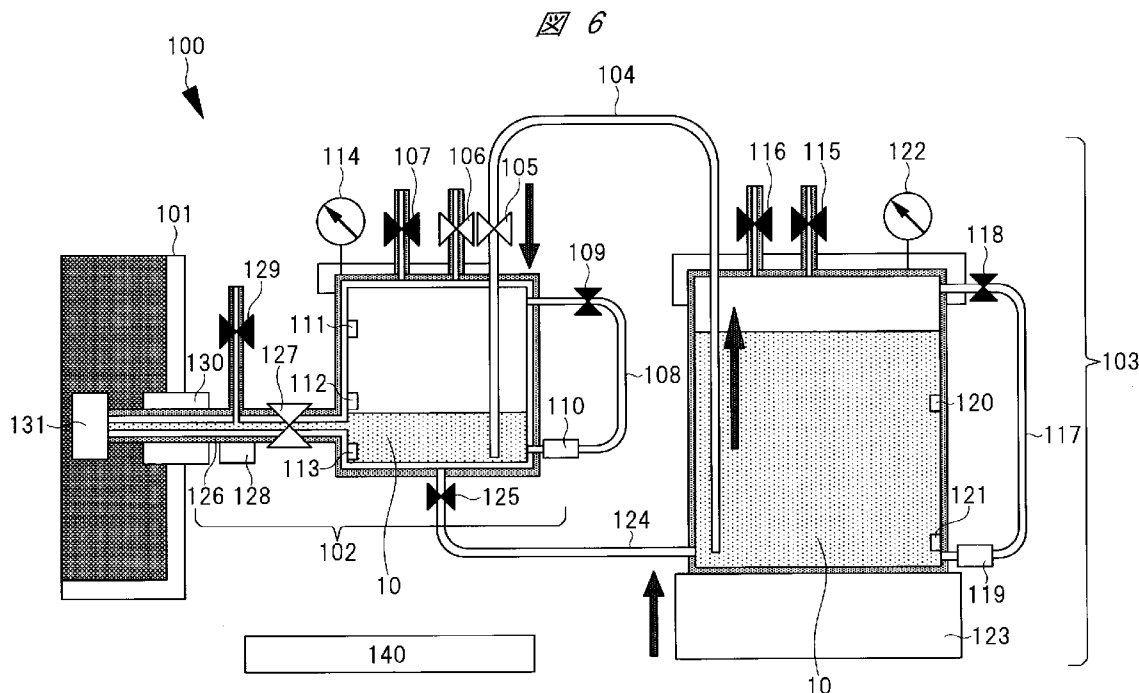
立ハイテク内 Tokyo (JP). 高須 久幸(**TAKASU, Hisayuki**); 〒1056409 東京都港区虎ノ門一丁目
17番1号 株式会社日立ハイテク内 Tokyo
(JP). 藤田 直弘(**FUJITA, Naohiro**); 〒1056409
東京都港区虎ノ門一丁目17番1号 株式
会社日立ハイテク内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人筒井国際特許事務所
(**TSUTSUI & ASSOCIATES**); 〒1600022 東京都
新宿区新宿2丁目3番10号 新宿御
苑ビル3階 Tokyo (JP).

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

(54) Title: ION MILLING DEVICE

(54) 発明の名称: イオンミリング装置



(57) Abstract: When a remaining amount of liquid nitrogen 10 stored in a dewar 102 is reduced, liquid nitrogen 10 is automatically supplied to the dewar 102. An ion milling device 100 comprises: a dewar 102; a sensor 112 provided inside the dewar 102; a tank 103; piping 104 for connecting the inside of the dewar 102 and the inside of the tank 103; a valve 105 provided in the piping 104; and a control unit 140 that controls the sensor 112 and the valve 105. When the liquid nitrogen 10 is not detected by the sensor 112, liquid nitrogen 10 is supplied from the inside of the tank 103 into the dewar

EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,
KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,
LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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,
SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, 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).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

102 through the piping 104 by opening the valve 105.

(57) 要約: デュワー 102 に貯蔵されている液体窒素 10 の残量が少なくなった際に、デュワー 102 へ液体窒素 10 を自動的に供給する。イオンミリング装置 100 は、デュワー 102 と、デュワー 102 の内部に設けられたセンサ 112 と、タンク 103 と、デュワー 102 の内部およびタンク 103 の内部を繋ぐ配管 104 と、配管 104 に設けられたバルブ 105 と、センサ 112 およびバルブ 105 を制御する制御ユニット 140 と、を備える。センサ 112 が液体窒素 10 を検知しなかった際に、バルブ 105 を開けることで、液体窒素 10 が、配管 104 を介してタンク 103 の内部からデュワー 102 の内部へ供給される。

明 細 書

発明の名称：イオンミリング装置

技術分野

[0001] 本発明は、イオンミリング装置に関し、特に液体窒素を貯蔵するためのデュワーを備えたイオンミリング装置に関する。

背景技術

[0002] イオンミリング装置では、電子顕微鏡の観察対象である試料に対して、非集束のイオンビームを照射することで、試料の加工が行われる。このような加工は、イオンミリングと呼ばれる。スパッタリング現象によって、試料の表面の原子を弾き飛ばすことで、無応力で試料の表面を研磨でき、試料の内部構造を露出させる。研磨された試料の表面または露出させた試料の内部構造が、走査電子顕微鏡および透過電子顕微鏡の観察面になる。

[0003] イオンビームの照射によって、試料の温度上昇がみられる場合がある。その場合、液体窒素などの冷却溶液による間接冷却を行いながらイオンミリングを行うことで、試料の温度上昇を軽減できる。このような加工は、冷却イオンミリングと呼ばれる。

[0004] 特許文献1には、断熱容器から断熱タンクへ液体ヘリウムを供給する手段が開示されている。しかし、特許文献1には、装置使用後に供給した液体ヘリウムを、断熱容器側に戻す手段が記載されていない。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平8－15397号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 冷却イオンミリングは、デュワーと呼ばれる断熱容器を備えたイオンミリング装置で行われる。イオンミリング装置では、冷却イオンミリング後に試料を室温に復帰させることで、試料が結露しない状態にされた後に、試料が

取り出される。室温に復帰させる際には、加熱箇所の熱容量が小さいことが好ましいので、デュワーの容量は、例えば200ml～800mlのように、極力小さくなっている。容量が大きいデュワーを用いて、デュワーの内部を加圧すると、液体窒素が過剰に供給される虞があるので、加圧以外の供給手段を別途検討することが望ましい。

[0007] 試料室の外壁に接続されたデュワーは二重構造になっているので、試料室の内部を真空排気すると、デュワーの内外壁間が高真空となり、液体窒素を長時間保持できる。デュワーの内壁には、試料室の内部まで伸びた金属製の支柱が接続されており、デュワー内部に液体窒素を注入すると、支柱が冷却される。この支柱から試料までを銅線で接続すると、試料を間接冷却できる。

[0008] 試料の冷却時間はデュワーの内部に貯蔵されている液体窒素の残量に依存する。従って、試料の冷却中には、液体窒素が、デュワーの内部に常に満たされている必要がある。しかしながら、試料にイオンビームを照射すると、試料を含めたホルダ全体の温度が上昇するので、液体窒素の消費量が増大する。それ故、容量の大きいデュワーを適用する等、液体窒素の残量の確保が必要になる。しかし、デュワーの容量を大きくすると、イオンミリング装置全体の重心が傾き、転倒が懸念される。従って、デュワーの外部から液体窒素を供給する手段を検討しなければならない。

[0009] 本願の主な目的は、デュワーに貯蔵されている液体窒素の残量が少なくなった際に、デュワーの外部に備えられたタンクからデュワーへ液体窒素を自動的に供給できるイオンミリング装置を提供することにある。また、本願の他の目的は、試料の加工が終了した際に、デュワーの内部の液体窒素をタンクへ自動的に排出できるイオンミリング装置を提供することにある。

[0010] その他の課題および新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになる。

課題を解決するための手段

[0011] 本願において開示される実施の形態のうち、代表的なものの概要を簡単に

説明すれば、次のとおりである。

- [0012] 一実施の形態に係るイオンミリング装置は、液体窒素を貯蔵するためのデュワーと、前記デュワーの内部に設けられ、且つ、前記デュワーの内部における前記液体窒素を検知できる第1センサと、前記デュワーの内部へ供給される前記液体窒素を貯蔵するためのタンクと、前記デュワーの内部および前記タンクの内部を繋ぐ第1配管と、前記第1配管に設けられた第1バルブと、前記第1センサおよび前記第1バルブを制御する制御ユニットと、を備える。前記第1センサが前記液体窒素を検知しなかった際に、前記第1バルブを開けることで、前記液体窒素が、前記第1配管を介して前記タンクの内部から前記デュワーの内部へ供給される。

発明の効果

- [0013] 一実施の形態によれば、デュワーに貯蔵されている液体窒素の残量が少なくなった際に、デュワーの外部に備えられたタンクからデュワーへ液体窒素を自動的に供給できるイオンミリング装置を提供できる。また、試料の加工が終了した際に、デュワーの内部の液体窒素をタンクへ自動的に排出できるイオンミリング装置を提供できる。

図面の簡単な説明

- [0014] [図1]実施の形態1におけるイオンミリング装置を示す模式図である。
[図2]実施の形態1におけるセンサを示す模式図である。
[図3]実施の形態1におけるセンサの原理を説明するための説明図である。
[図4]実施の形態1におけるイオンミリング装置のシステムを示す模式図である。
[図5]実施の形態1における液体窒素の供給方法を示すフローチャートである。
[図6]実施の形態1における液体窒素の供給中のイオンミリング装置を示す模式図である。
[図7]実施の形態1における液体窒素の供給中のイオンミリング装置を示す模式図である。

[図8]実施の形態１における液体窒素の排出方法を示すフローチャートである。

[図9]実施の形態１における液体窒素の排出中のイオンミリング装置を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、実施の形態を説明するための全図において、同一の機能を有する部材には同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。また、以下の実施の形態では、特に必要なとき以外は同一または同様な部分の説明を原則として繰り返さない。

[0016] (実施の形態１)

<イオンミリング装置の構造>

以下に図１～図４を用いて、実施の形態１におけるイオンミリング装置１００について説明する。

[0017] 図１に示されるように、イオンミリング装置１００は、主要な構成として、試料室１０１、デュワー１０２、タンク１０３、配管１０４、バルブ１０５、開放弁１０６、安全弁１０７、配管１０８、バルブ１０９、ヒータ１１０、上段センサ１１１、中段センサ１１２、下段センサ１１３、圧力計１１４、開放弁１１５、安全弁１１６、配管１１７、バルブ１１８、ヒータ１１９、上段センサ１２０、下段センサ１２１、圧力計１２２、可動機構１２３、配管１２４、バルブ１２５、配管１２６、バルブ１２７、ヒータ１２８、開放弁１２９、固定部１３０および冷却ケーブル固定部１３１を備える。

[0018] デュワー１０２は、液体窒素１０を貯蔵するために設けられている。タンク１０３は、デュワー１０２の内部へ供給される液体窒素１０を貯蔵するために設けられている。デュワー１０２の内部およびタンク１０３の内部は、配管１０４によって繋がっている。配管１０４には、バルブ１０５が設けられている。バルブ１０５が開いた状態で、液体窒素１０は、配管１０４を介してタンク１０３の内部からデュワー１０２の内部へ供給される。なお、デュワー１０２の容量は、例えば１００ｍｌ以上且つ２００ｍｌ以下である。

タンク１０３の容量は、デュワー１０２の容量よりも十分に大きく、例えば４０００ｍｌ以上且つ８０００ｍｌ以下である。

[0019] また、デュワー１０２の内部およびタンク１０３の内部は、配管１２４によって繋がっている。配管１２４は、デュワー１０２の底面およびタンク１０３の下部に設けられている。配管１２４には、バルブ１２５が設けられている。バルブ１２５が開いた状態で、液体窒素１０は、配管１２４を介してデュワー１０２の内部からタンク１０３の内部へ排出される。

[0020] デュワー１０２には、開放弁１０６、安全弁１０７および圧力計１１４が設けられている。開放弁１０６または安全弁１０７を閉じることで、デュワー１０２の内部が気密にされる。開放弁１０６または安全弁１０７を開けることで、デュワー１０２の内部が大気開放される。圧力計１１４は、デュワー１０２の内部の気圧を計測できる。

[0021] デュワー１０２の外部には、ヒータ１１０が設けられている。デュワー１０２の内部およびヒータ１１０は、配管１０８によって繋がっている。配管１０８には、バルブ１０９が設けられている。バルブ１０９が開いた状態でヒータ１１０を駆動することで、配管１０８を介してヒータ１１０からの熱量をデュワー１０２の内部へ伝達できる。

[0022] デュワー１０２の内部には、上段センサ１１１、中段センサ１１２および下段センサ１１３が設けられている。デュワー１０２の内部において、上段センサ１１１は、中段センサ１１２よりも上方に設けられ、下段センサ１１３は、中段センサ１１２よりも下方に設けられている。上段センサ１１１、中段センサおよび下段センサ１１３は、それぞれ、液面センサであり、デュワー１０２の内部における液体窒素１０を検知できる。

[0023] タンク１０３には、開放弁１１５、安全弁１１６および圧力計１２２が設けられている。開放弁１１５または安全弁１１６を閉じることで、タンク１０３の内部が気密にされる。開放弁１１５または安全弁１１６を開けることで、タンク１０３の内部が大気開放される。圧力計１２２は、タンク１０３の内部の気圧を計測できる。

- [0024] タンク１０３の外部には、ヒータ１１９が設けられている。タンク１０３の内部およびヒータ１１９は、配管１１７によって繋がっている。配管１１７には、バルブ１１８が設けられている。バルブ１１８が開いた状態でヒータ１１９を駆動することで、配管１１７を介してヒータ１１９からの熱量をタンク１０３の内部へ伝達できる。
- [0025] タンク１０３の内部には、上段センサ１２０および下段センサ１２１が設けられている。タンク１０３の内部において、上段センサ１２０は、下段センサ１２１よりも上方に設けられている。上段センサ１２０および下段センサ１２１は、それぞれ、液面センサであり、タンク１０３の内部における液体窒素１０を検知できる。
- [0026] タンク１０３下には、可動機構１２３が設けられている。可動機構１２３は、タンク１０３を上下方向へ移動させるために設けられている。タンク１０３の上下位置は、可動機構１２３によって調整される。
- [0027] 試料室１０１の内部およびデュワー１０２の内部は、冷却通路用の配管１２６によって繋がっている。配管１２６は、試料室１０１の外壁に設けられた固定部１３０によって固定され、試料室１０１の内部に設けられた冷却ケーブル固定部１３１に繋がっている。
- [0028] また、配管１２６内の液体窒素１０の蒸発量を低減するために、配管１２６およびデュワー１０２は、内壁および外壁を有する二重構造になっている。試料室１０１の内部を真空排気すると、内壁と外壁との間が高真空となり、液体窒素１０を長時間保持できる。
- [0029] 配管１２６には、バルブ１２７が設けられている。試料室１０１の内部において試料の加工が行われている際に、バルブ１２７を開けることで、液体窒素１０が、配管１２６を介してデュワー１０２の内部から試料室１０１の内部へ供給される。
- [0030] ヒータ１２８は、配管１２６に隣接して設けられ、且つ、バルブ１２７と試料室１０１との間に設けられている。ヒータ１２８を駆動することで、ヒータ１２８からの熱量を配管１２６の内部へ伝達できる。また、開放弁１２

9が、バルブ127と試料室101との間に位置する配管126に設けられている。開放弁129を閉じることで、配管126の内部が気密にされる。開放弁129を開けることで、配管126の内部が大気開放される。

[0031] 試料室101の内部では、走査電子顕微鏡または透過電子顕微鏡のような電子顕微鏡で観察が行われる試料の加工が行われる。ここでは図示していないが、試料室101の内部には、非集束のイオンビームを照射可能なイオン銃が備えられている。試料がホルダに保持された状態で、試料の加工が行われる。

[0032] 試料は、例えば、金属、半導体、ガラス、セラミックまたは熱可塑性樹脂などである。特に、試料が、熱可塑性樹脂、または、低温で相変態する半田のような金属材料である場合、冷却イオンミリングを行うことが望ましい。冷却イオンミリングでは、イオンミリング中にデュワー102の内部から試料室101の内部へ液体窒素10を供給し、冷却ケーブル固定部131を十分に冷却する。試料を保持したホルダは、冷却ケーブル固定部131から伸ばされた銅線に固定されている。そのため、デュワー102から供給された液体窒素10によって、試料が間接的に冷却される。

[0033] 以下に図2および図3を用いて、上段センサ111、中段センサ112、下段センサ113、上段センサ120および下段センサ121について説明する。なお、上段センサ111、中段センサ112、下段センサ113、上段センサ120および下段センサ121は、同一構造のセンサであるので、以下では上段センサ111を代表して説明する。

[0034] 図2に示されるように、上段センサ111は、抵抗素子132を含む。抵抗素子132の両端部は、電源133に電氣的に接続されている。図3を用いて、上段センサ111の動作原理について説明する。

[0035] 上段センサ111が液体窒素10に触れている場合、温度を T_0 、抵抗素子132の抵抗値を R_{T0} 、抵抗温度計数を α_{T0} とする。上段センサ111が液体窒素10から離れている場合、温度を T 、抵抗素子132の抵抗値を R_T とする。この抵抗値 R_T は、図3に示される数式によって表される。ただし、 α

$T_0 > 0$ の関係と、 $T - T_0 > 0$ の関係とを満たすことが必須である。

[0036] 温度が低下すると、抵抗素子 132 の抵抗値が低減し、抵抗素子 132 に流れる電流の量が大きくなる。一方で、温度が上昇すると、抵抗素子 132 の抵抗値が増加し、抵抗素子 132 に流れる電流の量が小さくなる。抵抗素子 132 に流れる電流の量によって、上段センサ 111 は、液体窒素 10 の存在の有無を判定する。なお、ここで説明している電流の量とは、単位「A」で計測されるものである。

[0037] すなわち、抵抗素子 132 に流れる電流の量が所定値よりも大きい場合、上段センサ 111 は、液体窒素 10 に触れており、液体窒素 10 を検知できると判定する。従って、液体窒素の液面が上段センサ 111 よりも上方に位置しており、液体窒素 10 の残量が十分であると判断できる。

[0038] 一方で、抵抗素子 132 に流れる電流の量が所定値よりも小さくなった場合、上段センサ 111 は、液体窒素 10 から離れており、液体窒素 10 を検知できないと判定する。従って、液体窒素 10 の液面が上段センサ 111 よりも下方に位置しており、液体窒素 10 の残量が不足していると判断できる。

[0039] 図 4 に示されるように、イオンミリング装置 100 は、制御ユニット 140 を備える。制御ユニット 140 は、例えば CPU のような半導体デバイスを含む演算処理装置である。制御ユニット 140 は、各バルブ、各開放弁、各安全弁、各圧力計、各ヒータの駆動、可動機構、各センサおよびイオン銃に電氣的に接続され、これらを制御する。

[0040] すなわち、後述の各供給方法および排出方法で行われる各ステップでは、バルブ 105、109、118、125、127 の開閉動作と、開放弁 106、115、129 の開閉動作と、安全弁 107、116 の開閉動作と、圧力計 114、122 の計測動作と、ヒータ 110、119、128 の駆動と、可動機構 123 の調整動作と、センサ 111、112、113、120、121 の検知動作と、試料室 101 内のイオン銃のイオンビーム照射とは、制御ユニット 140 によって制御される。

[0041] <通常時における試料室の内部への液体窒素の供給方法>

図 1 に示されるように、通常の冷却イオンミリング時には、液体窒素 10 の液面が、少なくとも中段センサ 112 よりも上方に位置し、好ましくは上段センサ 111 よりも上方に位置するように、デュワー 102 の内部に液体窒素 10 が満たされている。また、液体窒素 10 の移動を促さないように、バルブ 105、109、118、125 と、安全弁 107、116 と、開放弁 129 とは、閉じてる。また、開放弁 106、115 は、開いている。

[0042] 試料室 101 の内部において試料の加工が行われている際に、バルブ 127 を開けることで、液体窒素 10 が、配管 126 を介してデュワー 102 の内部から試料室 101 の内部へ供給される。

[0043] <デュワーの内部への液体窒素の供給方法>

以下に図 5 ～図 7 を用いて、デュワー 102 の内部に貯蔵された液体窒素 10 の残量が少なくなった際に、タンク 103 の内部からデュワー 102 の内部へ液体窒素 10 を供給するための供給方法について説明する。また、以下では基本的に、図 5 のフローチャートおよび図 6 の模式図を用いて説明するが、必要に応じて図 7 の模式図も用いる。

[0044] なお、タンク 103 の内部からデュワー 102 の内部への液体窒素 10 の供給では、サイフォン効果を利用する。それ故、配管 104 の内部は、液体窒素 10 で満たされている。

[0045] デュワー 102 の内部の液体窒素 10 は、冷却イオンミリングに要する時間に応じて、その残量が少なくなる。それ故、タンク 103 の内部からデュワー 102 の内部へ液体窒素 10 を補充する必要がある。

[0046] ステップ S1 では、デュワー 102 の中段センサ 112 による液体窒素 10 の検知動作を行う。ステップ S1 が、デュワー 102 への液体窒素 10 の供給動作の起点になる。液体窒素 10 の液面が中段センサ 112 よりも下方に位置し、中段センサ 112 が液体窒素 10 を検知しなかった際に、ステップ S2 およびステップ S3 が行われる。

[0047] ステップ S2 では、タンク 103 用の開放弁 115 を閉じる。これにより

、タンク１０３の内部が気密にされる。

[0048] ステップＳ３では、供給用のバルブ１０５を開ける。これにより、液体窒素１０が配管１０４の内部を通過できるようになる。

[0049] ステップＳ４では、ステップＳ２およびステップＳ３を経た後、液体窒素１０の供給が開始される。サイフォン効果によって、液体窒素１０が、配管１０４を介してタンク１０３の内部からデュワー１０２の内部へ供給される。

[0050] ステップＳ５では、液体窒素１０の供給開始と共に、タンク１０３が上昇するように、可動機構１２３によってタンク１０３の上下位置を調整する。タンク１０３の内部の液体窒素１０の位置エネルギーが大きくなるので、サイフォン効果による供給が促進される。好ましくは、タンク１０３の内部の液体窒素１０の液面の位置が、デュワー１０２の内部の液体窒素１０の液面の位置よりも高くなるように、タンク１０３の上下位置を調整する。

[0051] ステップＳ６では、タンク１０３の上段センサ１２０による液体窒素１０の検知動作を行う。上段センサ１２０が液体窒素１０を検知しなかった際には（ＮＯ）、ステップＳ７およびステップＳ８が行われる。上段センサ１２０が液体窒素１０を検知した際には（ＹＥＳ）、ステップＳ９が行われる。

[0052] すなわち、タンク１０３の内部に貯蔵された液体窒素１０が少なくなった場合、デュワー１０２への液体窒素１０の供給が、サイフォン効果だけでは補いきれない虞がある。そこで、ステップＳ７およびステップＳ８を行うことで、タンク１０３の内部の気圧を、液体窒素１０の蒸気圧以上に高めることができる。

[0053] 図７は、ステップＳ７およびステップＳ８の様子を示している。ステップＳ７では、タンク１０３用の開放弁１１５が閉じていることを確認した後、加圧用のバルブ１１８を開ける。

[0054] ステップＳ８では、加圧用のヒータ１１９を駆動する。これにより、ヒータ１１９からの熱量によってタンク１０３の内部の液体窒素１０が気化し、タンク１０３の内部の気圧が上昇し、タンク１０３の内部およびデュワー１

０２の内部に気圧差が発生する。この気圧差によって、タンク１０３の内部からデュワー１０２の内部への液体窒素１０の供給が促進される。

[0055] ここで、少しでも位置エネルギーを高めるために、可動機構１２３によって、タンク１０３の位置を最大まで上昇させておくことが好ましい。

[0056] なお、タンク１０３の内部の気圧が上昇し過ぎた場合には、安全弁１１６によって大気開放を行う。すなわち、タンク１０３の内部の気圧が所定値以上になったことを、圧力計１２２が計測した際には、バルブ１１８を閉じ、ヒータ１１９を停止させ、安全弁１１６を開ける。

[0057] ステップＳ９では、デュワー１０２の上段センサ１１１による液体窒素１０の検知動作を行う。上段センサ１１１が液体窒素１０を検知した際には、デュワー１０２の内部に液体窒素１０が十分に供給されたことになる。ステップＳ１０以降は、液体窒素１０の供給動作を停止するためのステップになる。

[0058] ステップＳ１０では、タンク１０３の上段センサ１２０による液体窒素１０の検知動作を行う。上段センサ１２０が液体窒素１０を検知しなかった際には（ＮＯ）、ステップＳ１１およびステップＳ１２が行われる。上段センサ１２０が液体窒素１０を検知した際には（ＹＥＳ）、ステップＳ１３が行われる。

[0059] この時点で、上段センサ１２０が液体窒素１０を検知しないということは、ステップＳ８で、ヒータ１１９を駆動させていることになる。従って、ステップＳ１１では、ヒータ１１９を停止させ、ステップＳ１２では、バルブ１１８を閉じる。

[0060] ステップＳ１３では、バルブ１０５を閉じる。ステップＳ１４では、タンク１０３用の開放弁１１５を開ける。ステップＳ１５にて、タンク１０３の内部からデュワー１０２の内部への液体窒素１０の供給が終了となる。

[0061] このように、実施の形態１におけるイオンミリング装置１００によれば、デュワー１０２に貯蔵されている液体窒素１０の残量が少なくなった際に、タンク１０３からデュワー１０２へ液体窒素１０を自動的に供給できる。従

って、人手を介してデュワー１０２の内部へ液体窒素１０の再供給を行う必要が無く、冷却イオンミリングの加工時間を延長することができる。また、デュワー１０２の容量を大きくしなくても、冷却イオンミリング時における液体窒素１０の残量を確保できる。

[0062] なお、タンク１０３内の液体窒素１０が枯渇しそうになった場合、タンク１０３の下段センサ１２１が液体窒素１０を検知しなくなる。その場合、制御ユニット１４０がフィードバック制御を行い、液体窒素１０の補充を促す指示が、イオンミリング装置１００のモニタに表示される。その後、ユーザが、タンク１０３の内部へ液体窒素１０を補充すればよい。

[0063] <液体窒素の排出方法>

以下に図８および図９を用いて、デュワー１０２の内部からタンク１０３の内部へ液体窒素１０を排出するための排出方法について説明する。

[0064] ステップＳ２１では、試料室１０１の内部において、試料の加工が終了する。なお、この時点で、バルブ１０５は閉じており、タンク１０３の内部からデュワー１０２の内部への液体窒素１０の供給が停止している。ステップＳ２２以降では、配管１２４を介してデュワー１０２の内部からタンク１０３の内部へ液体窒素１０を排出するための排出動作が行われる。

[0065] ステップＳ２２では、冷却通路用のバルブ１２７を閉じる。これにより、デュワー１０２の内部から試料室１０１の内部への液体窒素１０の供給が停止する。

[0066] ステップＳ２３では、冷却通路用の開放弁１２９を開ける。これにより、配管１２４内に残留する液体窒素１０を排出できるようになる。

[0067] ステップＳ２４では、デュワー１０２の開放弁１０６を閉じる。これにより、デュワー１０２の内部が気密にされる。

[0068] ステップＳ２５では、排出用のバルブ１２５を開ける。これにより、配管１２４を介してデュワー１０２の内部からタンク１０３の内部への液体窒素１０の排出が開始される。

[0069] ステップＳ２６では、タンク１０３が下降するように、可動機構１２３に

よってタンク１０３の上下位置を調整する。これにより、重力が働くので、デュワー１０２の内部からタンク１０３の内部へ液体窒素１０が移動し易くなる。

[0070] ステップＳ２７では、デュワー１０２の加圧用の１０９を開ける。ステップＳ２８では、デュワー１０２の加圧用のヒータ１１０を駆動する。これにより、ヒータ１１０からの熱量によってデュワー１０２の内部の液体窒素１０が気化し、デュワー１０２の内部の気圧が上昇し、デュワー１０２の内部およびタンク１０３の内部に気圧差が発生する。この気圧差によって、デュワー１０２の内部からタンク１０３の内部への液体窒素１０の排出が促進される。

[0071] なお、デュワー１０２の内部の気圧が上昇し過ぎた場合には、安全弁１０７によって大気開放を行う。すなわち、デュワー１０２の内部の気圧が所定値以上になったことを、圧力計１１４が計測した際には、バルブ１０９を閉じ、ヒータ１１０を停止させ、安全弁１０７を開ける。

[0072] ステップＳ２９では、冷却通路用のヒータ１２８を駆動する。これにより、試料室１０１とバルブ１２７との間に位置する配管１２６に残留していた液体窒素１０は、ヒータ１２８からの熱量によって気化され、開放弁１２９から排出される。

[0073] また、配管１２６を介した熱伝導によって、冷却通路用の固定部１３０および冷却ケーブル固定部１３１の各々の温度が上昇する。そして、冷却ケーブル固定部１３１から伸ばされた銅線の温度が上昇し、銅線に固定されているホルダの温度も上昇する。従って、ホルダに保持されている試料の温度も上昇するので、試料が結露しない状態にされた後に、試料を取り出すことができる。

[0074] ステップＳ３０では、デュワー１０２の下段センサ１１３による液体窒素１０の検知動作を行う。下段センサ１１３が液体窒素１０を検知しなかった際には、デュワー１０２の内部から液体窒素１０が十分に排出されたことになる。ステップＳ３１以降は、液体窒素１０の排出動作を停止するためのス

テップになる。

[0075] ステップS 3 1では、冷却通路用のヒータ1 2 8を停止する。ステップS 3 2では、加圧用のヒータ1 1 0を停止する。ステップS 3 3では、加圧用のバルブ1 0 9を閉じる。ステップS 3 4では、排出用のバルブ1 2 5を閉じる。ステップS 3 5では、デュワー1 0 2の開放弁1 0 6を開ける。ステップS 3 6では、冷却通路用の開放弁1 2 9を閉じる。

[0076] 以上により、デュワー1 0 2の内部からタンク1 0 3の内部への液体窒素1 0の排出動作が終了となる。

[0077] このように、実施の形態1におけるイオンミリング装置1 0 0によれば、試料の加工が終了した際に、デュワー1 0 2の内部の液体窒素1 0をタンク1 0 3へ自動的に排出できる。

[0078] なお、再びイオンミリングを開始する前には、タンク1 0 3の内部からデュワー1 0 2の内部へ、サイフォン効果によって液体窒素1 0を供給できる状態を整えておく必要がある。例えば、供給用のバルブ1 0 5を開け、タンク1 0 3の開放弁1 1 5を閉じ、加圧用のバルブ1 1 8を開き、加圧用のヒータ1 1 9を駆動させる。これにより、タンク1 0 3の内部の気圧が上昇し、タンク1 0 3の内部およびデュワー1 0 2の内部に気圧差が発生する。この気圧差によって、タンク1 0 3の内部から配管1 0 4の内部へ液体窒素1 0が移動するので、配管1 0 4の内部が液体窒素1 0で満たされ、サイフォン効果を発揮できるようになる。

[0079] 以上、本発明を実施するための形態に基づき具体的に説明したが、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能である。

[0080] 例えば、タンク1 0 3のヒータ1 1 9と、デュワー1 0 2のヒータ1 1 0は、設けられていなくてもよい。その場合、デュワー1 0 2に備えた加圧用の配管1 0 8、タンク1 0 3に備えた加圧用の配管1 1 7を二重真空構造にせず、配管内の液体窒素は常に気化を促されている状態で、デュワー1 0 2に備えた加圧用のバルブ1 0 9と、タンク1 0 3に備えた加圧用のバルブ1

１８とを開ける。これにより、容器内に気化された液体窒素が流れ込み、デューワー１０２内およびタンク１０３内の圧力を増大させるような構造としてもよい。

符号の説明

[0081]	１０	液体窒素
	１００	イオンミリング装置
	１０１	試料室
	１０２	デューワー
	１０３	タンク
	１０４	供給用の配管
	１０５	供給用のバルブ
	１０６	デューワー用の開放弁
	１０７	デューワー用の安全弁
	１０８	加圧用の配管
	１０９	加圧用のバルブ
	１１０	加圧用のヒータ
	１１１	デューワー用の上段センサ
	１１２	デューワー用の中段センサ
	１１３	デューワー用の下段センサ
	１１４	デューワー用の圧力計
	１１５	タンク用の開放弁
	１１６	タンク用の安全弁
	１１７	加圧用の配管
	１１８	加圧用のバルブ
	１１９	加圧用のヒータ
	１２０	タンク用の上段センサ
	１２１	タンク用の下段センサ
	１２２	タンク用の圧力計

- 1 2 3 タンク用の可動機構
- 1 2 4 排出用の配管
- 1 2 5 排出用のバルブ
- 1 2 6 冷却通路用の配管
- 1 2 7 冷却通路用のバルブ
- 1 2 8 冷却通路用のヒータ
- 1 2 9 冷却通路用の開放弁
- 1 3 0 冷却通路用の固定部
- 1 3 1 冷却ケーブル固定部
- 1 3 2 抵抗素子
- 1 3 3 電源
- 1 4 0 制御ユニット

請求の範囲

- [請求項1] 液体窒素を貯蔵するためのデュワーと、
 前記デュワーの内部に設けられ、且つ、前記デュワーの内部における前記液体窒素を検知できる第1センサと、
 前記デュワーの内部へ供給される前記液体窒素を貯蔵するためのタンクと、
 前記デュワーの内部および前記タンクの内部を繋ぐ第1配管と、
 前記第1配管に設けられた第1バルブと、
 前記第1センサおよび前記第1バルブを制御する制御ユニットと、
 を備え、
 前記第1センサが前記液体窒素を検知しなかった際に、前記第1バルブを開けることで、前記液体窒素が、前記第1配管を介して前記タンクの内部から前記デュワーの内部へ供給される、イオンミリング装置。
- [請求項2] 請求項1に記載のイオンミリング装置において、
 前記第1センサは、抵抗素子を含み、
 前記抵抗素子に流れる電流の量は、温度の変化に応じて変化し、
 前記電流の量によって、前記第1センサは、前記液体窒素の存在の有無を判定する、イオンミリング装置。
- [請求項3] 請求項1に記載のイオンミリング装置において、
 前記デュワーの内部において前記第1センサよりも上方に設けられ、
 且つ、前記デュワーの内部における前記液体窒素を検知できる第2センサを更に備え、
 前記第2センサは、前記制御ユニットによって制御され、
 前記第2センサが前記液体窒素を検知した際に、前記第1バルブを閉じることで、前記タンクの内部から前記デュワーの内部への前記液体窒素の供給が停止する、イオンミリング装置。
- [請求項4] 請求項1に記載のイオンミリング装置において、

前記タンクを上下方向へ移動させるための可動機構を更に備え、

前記可動機構は、前記制御ユニットによって制御され、

前記第1センサが前記液体窒素を検知しなかった際に、前記タンクの内部の前記液体窒素の液面の位置が前記デュワーの内部の前記液体窒素の液面の位置よりも高くなるように、前記可動機構によって前記タンクの上下位置を調整する、イオンミリング装置。

[請求項5]

請求項1に記載のイオンミリング装置において、

前記タンクの内部に設けられ、且つ、前記タンクの内部における前記液体窒素を検知できる第3センサと、

前記タンクの外部に設けられた第1ヒータと、

前記タンクの内部および前記第1ヒータを繋ぐ第2配管と、

前記第2配管に設けられた第2バルブと、

前記タンクに設けられた第1開放弁と、

前記タンクに設けられ、且つ、前記タンクの内部の気圧を計測するための第1圧力計と、

を更に備え、

前記第3センサ、前記第1ヒータ、前記第2バルブ、前記第1開放弁および前記第1圧力計は、前記制御ユニットによって制御され、

前記第3センサが前記液体窒素を検知しなかった際に、前記第1開放弁を閉じ、前記第2バルブを開き、且つ、前記第1ヒータを駆動することで、前記第1ヒータからの熱量によって前記タンクの内部の前記液体窒素が気化し、前記タンクの内部の気圧が上昇し、前記タンクの内部および前記デュワーの内部の気圧差によって、前記タンクの内部から前記デュワーの内部への前記液体窒素の供給が促進される、イオンミリング装置。

[請求項6]

請求項5に記載のイオンミリング装置において、

前記デュワーの内部において前記第1センサよりも上方に設けられ、且つ、前記デュワーの内部における前記液体窒素を検知できる第2

センサを更に備え、

前記第2センサは、前記制御ユニットによって制御され、

前記第2センサが前記液体窒素を検知した際に、前記第1ヒータの駆動を停止させ、前記第2バルブを閉じ、且つ、前記第1バルブを閉じることで、前記タンクの内部から前記デュワーの内部への前記液体窒素の供給が停止する、イオンミリング装置。

[請求項7]

請求項5に記載のイオンミリング装置において、

前記タンクに設けられた第1安全弁を更に備え、

前記第1安全弁は、前記制御ユニットによって制御され、

前記タンクの内部の気圧が所定値以上になったことを、前記第1圧力計が計測した際に、前記第1バルブを閉じ、前記第1ヒータを停止させ、且つ、前記第1安全弁を開ける、イオンミリング装置。

[請求項8]

請求項1に記載のイオンミリング装置において、

前記デュワーの内部および前記タンクの内部を繋ぐ第3配管と、

前記第3配管に設けられた第3バルブと、

を更に備え、

前記第3バルブは、前記制御ユニットによって制御され、

前記第3配管を介して前記デュワーの内部から前記タンクの内部へ前記液体窒素を排出する際に、前記第1バルブを閉じ、且つ、前記第3バルブを開ける、イオンミリング装置。

[請求項9]

請求項8に記載のイオンミリング装置において、

前記デュワーの内部において前記第1センサよりも下方に設けられ、且つ、前記デュワーの内部における前記液体窒素を検知できる第4センサを更に備え、

前記第4センサは、前記制御ユニットによって制御され、

前記第4センサが前記液体窒素を検知しなかった際に、前記第3バルブを閉じることで、前記デュワーの内部から前記タンクの内部への前記液体窒素の排出が停止する、イオンミリング装置。

- [請求項10] 請求項8に記載のイオンミリング装置において、
前記タンクを上下方向へ移動させるための可動機構を更に備え、
前記可動機構は、前記制御ユニットによって制御され、
前記第3配管を介して前記デュワーの内部から前記タンクの内部へ
前記液体窒素を排出する際に、前記タンクが下降するように、前記可
動機構によって前記タンクの上下位置を調整する、イオンミリング装
置。
- [請求項11] 請求項8に記載のイオンミリング装置において、
前記デュワーの外部に設けられた第2ヒータと、
前記デュワーの内部および前記第2ヒータを繋ぐ第4配管と、
前記第4配管に設けられた第4バルブと、
前記デュワーに設けられた第2開放弁と、
前記デュワーに設けられ、且つ、前記デュワーの内部の気圧を計測
するための第2圧力計と、
を更に備え、
前記第2ヒータ、前記第4バルブ、前記第2開放弁および前記第2
圧力計は、前記制御ユニットによって制御され、
前記第3配管を介して前記デュワーの内部から前記タンクの内部へ
前記液体窒素を排出する際に、前記第2開放弁を閉じ、前記第4バル
ブを開き、且つ、前記第2ヒータを駆動することで、前記第2ヒータ
からの熱量によって前記デュワーの内部の前記液体窒素が気化し、前
記デュワーの内部の気圧が上昇し、前記デュワーの内部および前記タ
ンクの内部の気圧差によって、前記デュワーの内部から前記タンクの
内部への前記液体窒素の排出が促進される、イオンミリング装置。
- [請求項12] 請求項11に記載のイオンミリング装置において、
前記デュワーに設けられた第2安全弁を更に備え、
前記第2安全弁は、前記制御ユニットによって制御され、
前記デュワーの内部の気圧が所定値以上になったことを、前記第2

圧力計が計測した際に、前記第4バルブを閉じ、前記第2ヒータを停止させ、且つ、前記第2安全弁を開ける、イオンミリング装置。

[請求項13]

請求項8に記載のイオンミリング装置において、

試料の加工を行うための試料室と、

前記デュワーの内部および前記試料室の内部を繋ぐ第5配管と、

前記第5配管に設けられた第5バルブと、

を更に備え、

前記第5バルブは、前記制御ユニットによって制御され、

前記試料室の内部において前記試料の加工が行われている際に、前記第5バルブを開けることで、前記液体窒素が、前記第5配管を介して前記デュワーの内部から前記試料室の内部へ供給される、イオンミリング装置。

[請求項14]

請求項13に記載のイオンミリング装置において、

前記第5配管に隣接して設けられ、且つ、前記第5バルブと前記試料室との間に設けられた第3ヒータと、

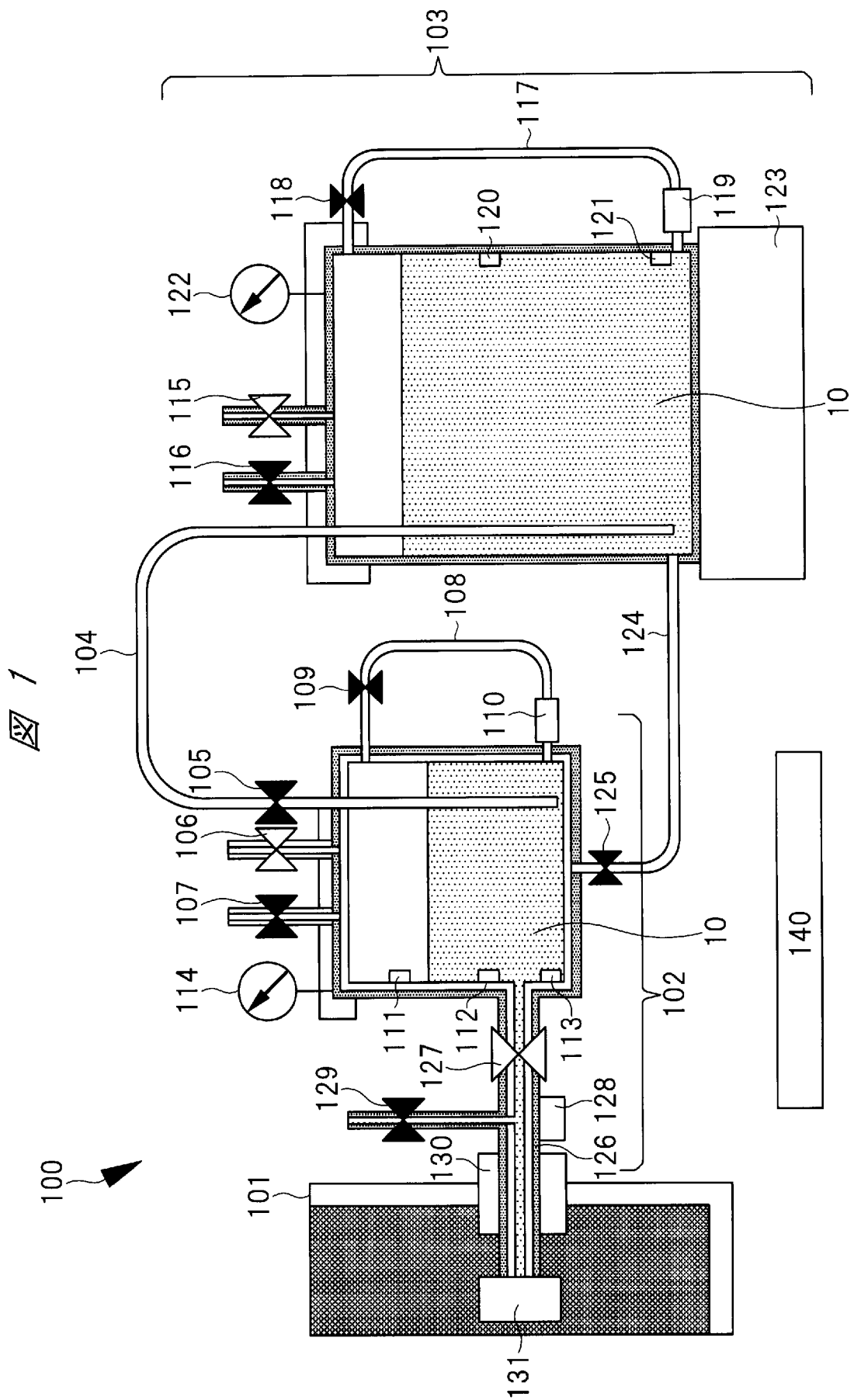
前記第5バルブと前記試料室との間に位置する前記第5配管に設けられた第3開放弁と、

を更に備え、

前記第3ヒータおよび前記第3開放弁は、前記制御ユニットによって制御され、

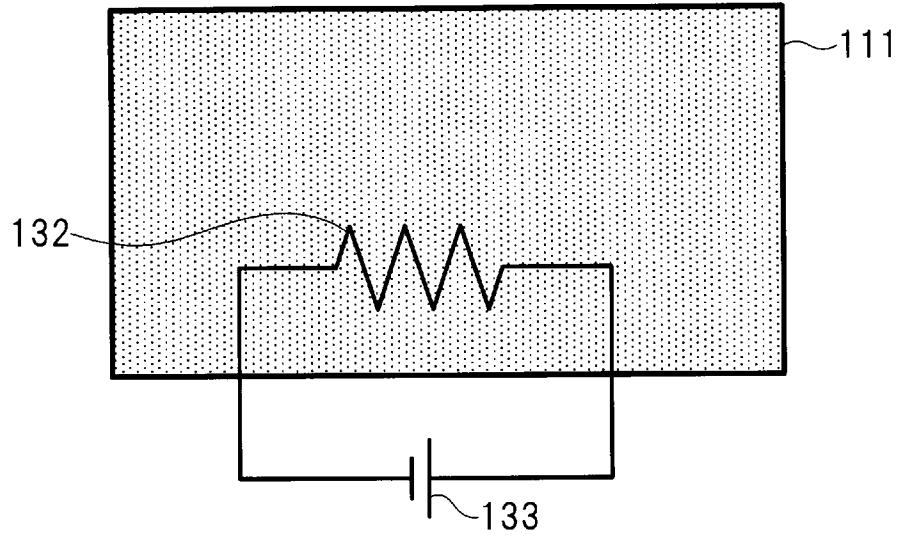
前記試料の加工が終了した後、前記第3配管を介して前記デュワーの内部から前記タンクの内部へ前記液体窒素を排出する際に、前記第5バルブを閉じ、前記第3開放弁を開き、且つ、前記第3ヒータを駆動させることで、前記第5配管に残留していた前記液体窒素は、前記第3ヒータからの熱量によって気化され、前記第3開放弁から排出される、イオンミリング装置。

[図1]



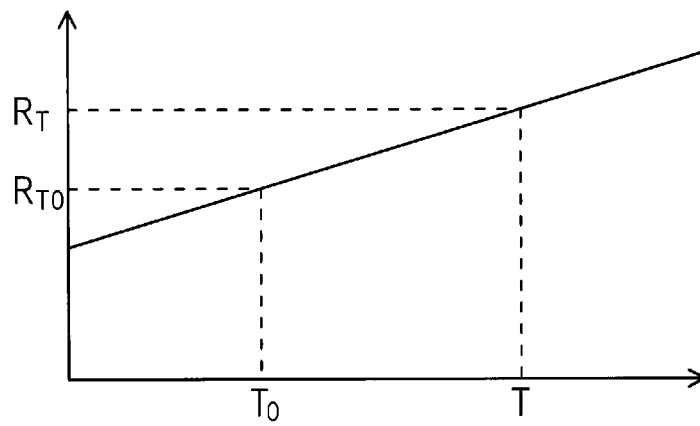
[図2]

図 2



[図3]

図 3

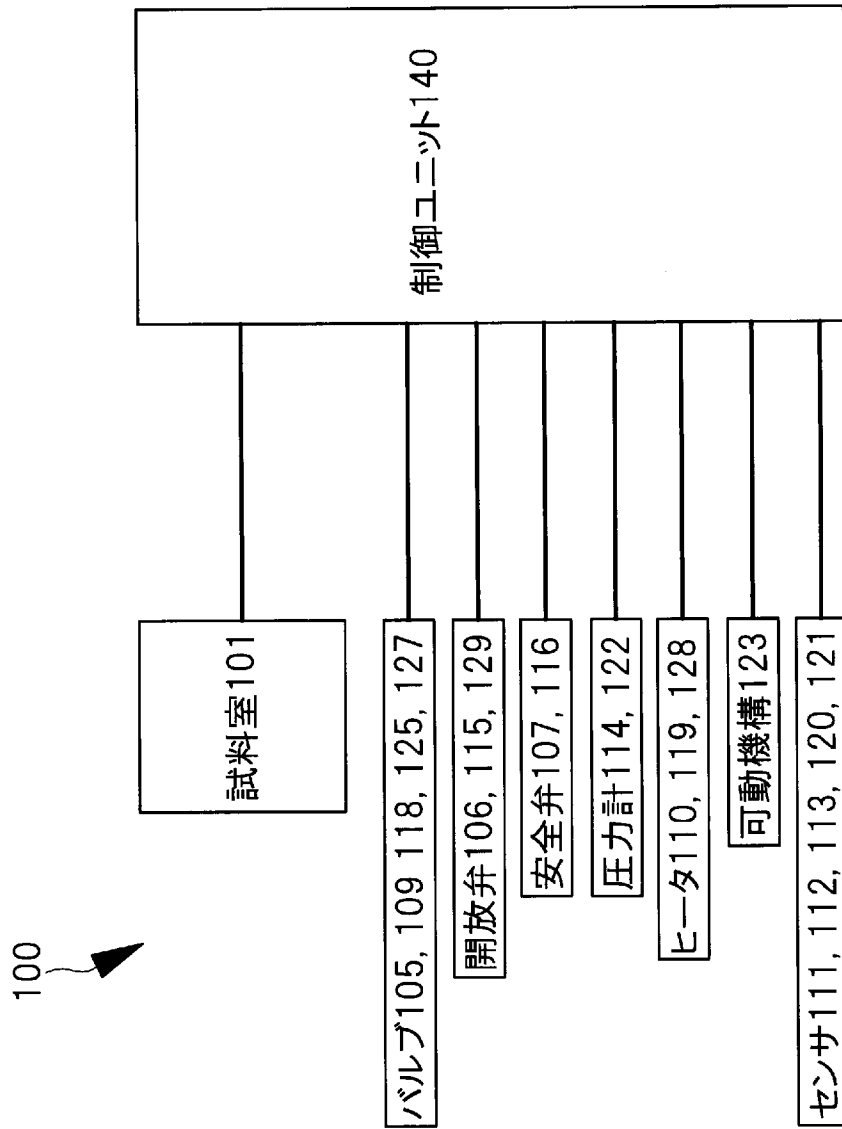


$$R_T = R_{T0} \{1 + \alpha_{T0}(T - T_0)\}$$

$$\alpha_{T0} > 0, T - T_0 > 0$$

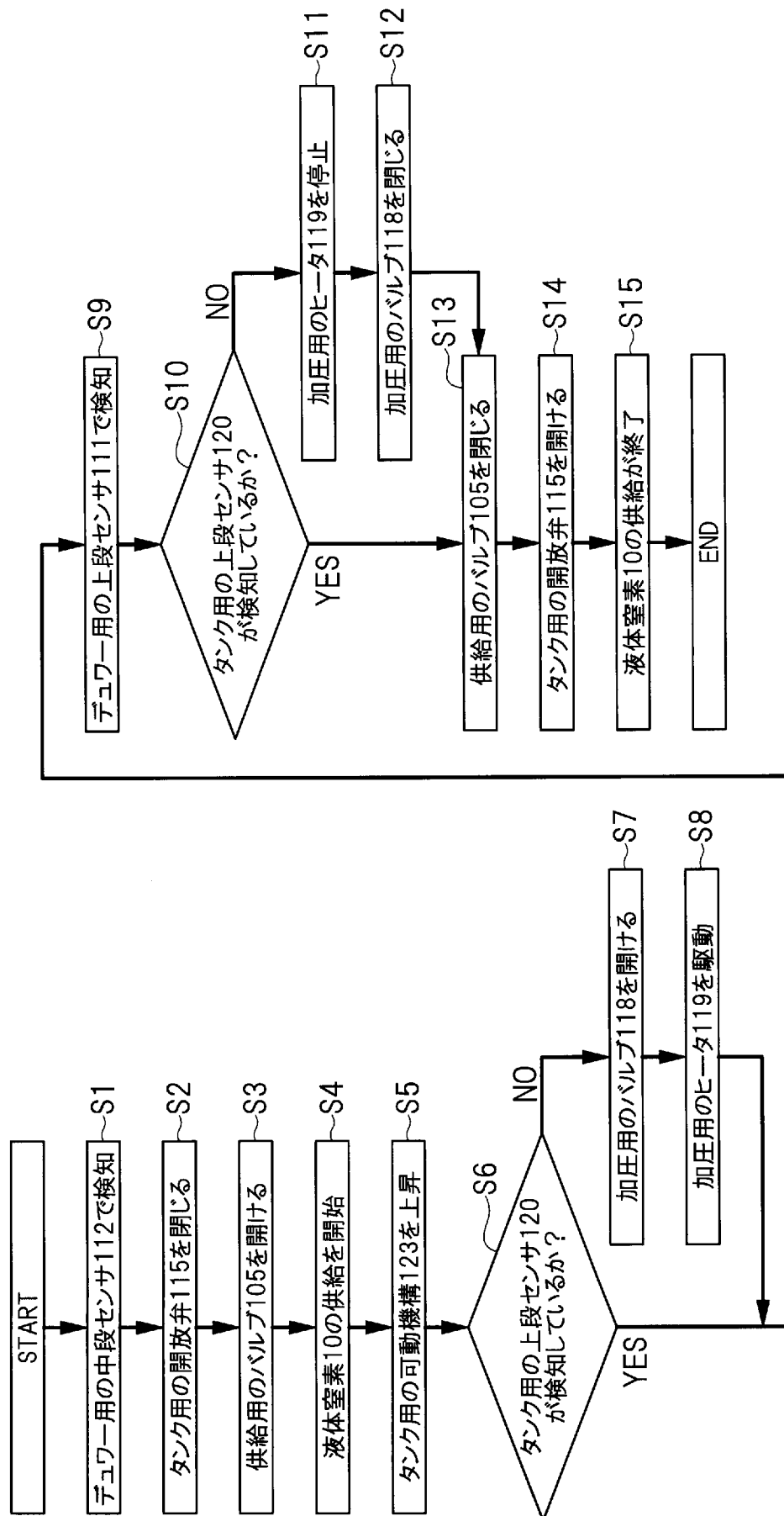
[図4]

図 4

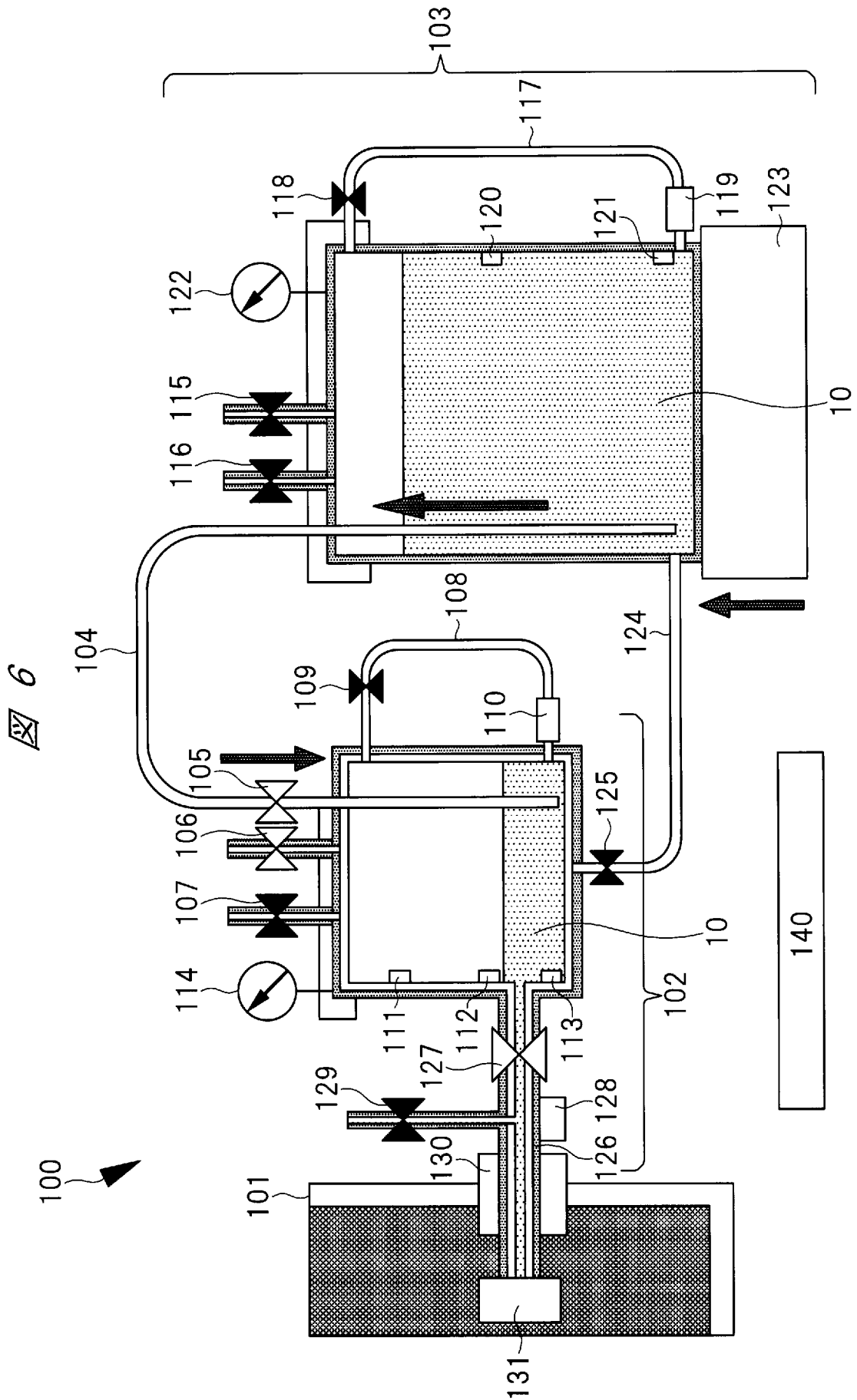


[図5]

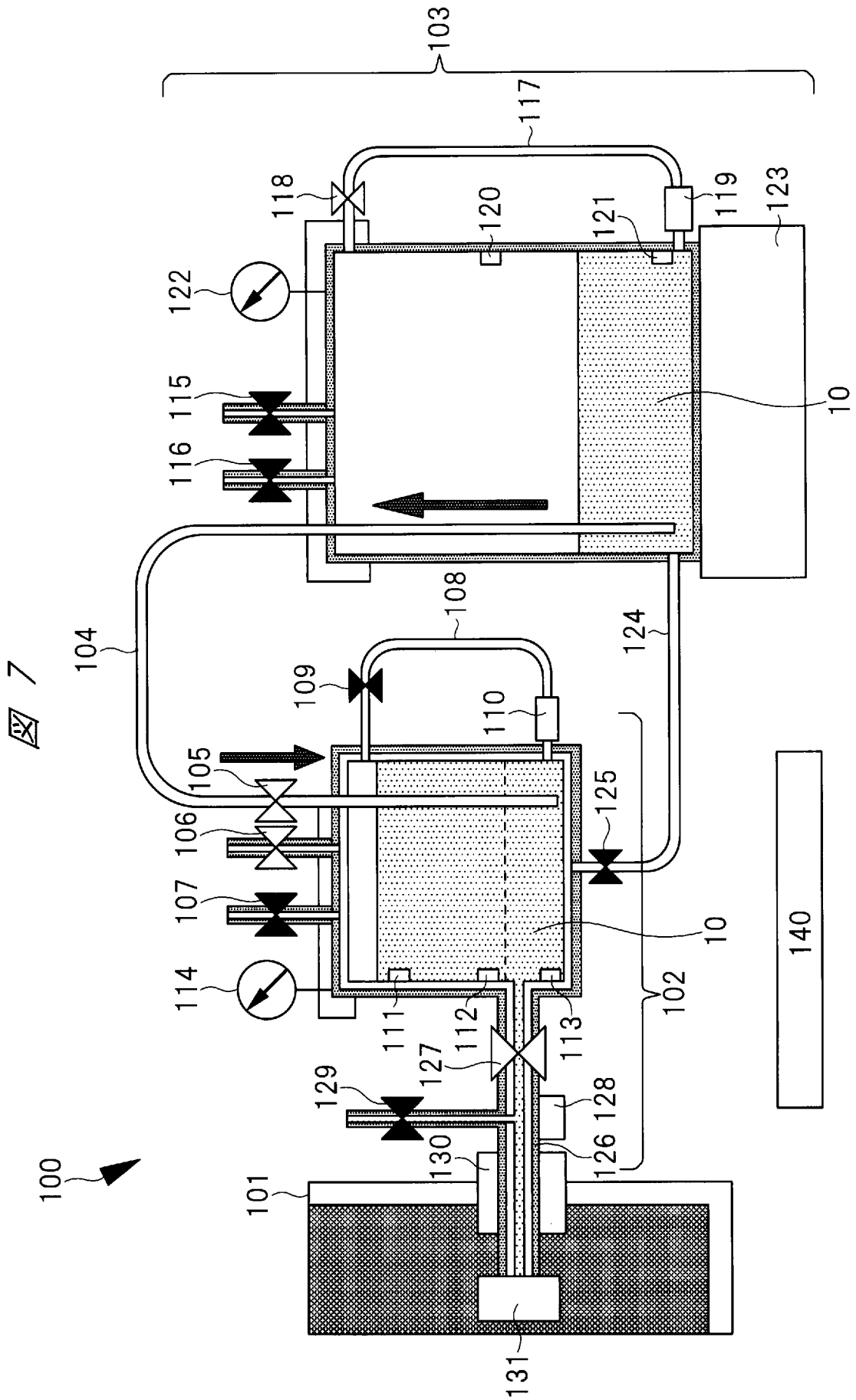
5



[図6]

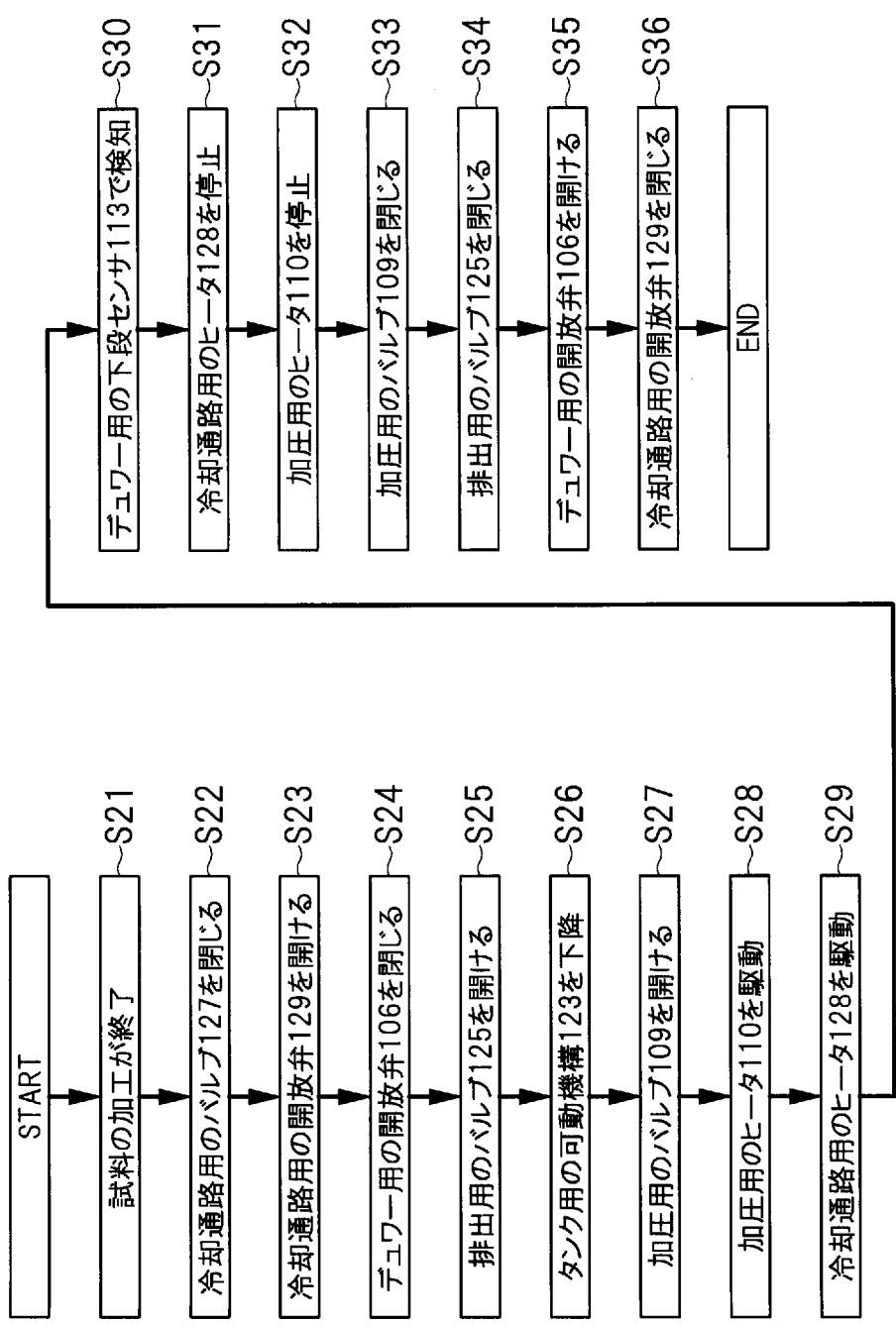


[図7]

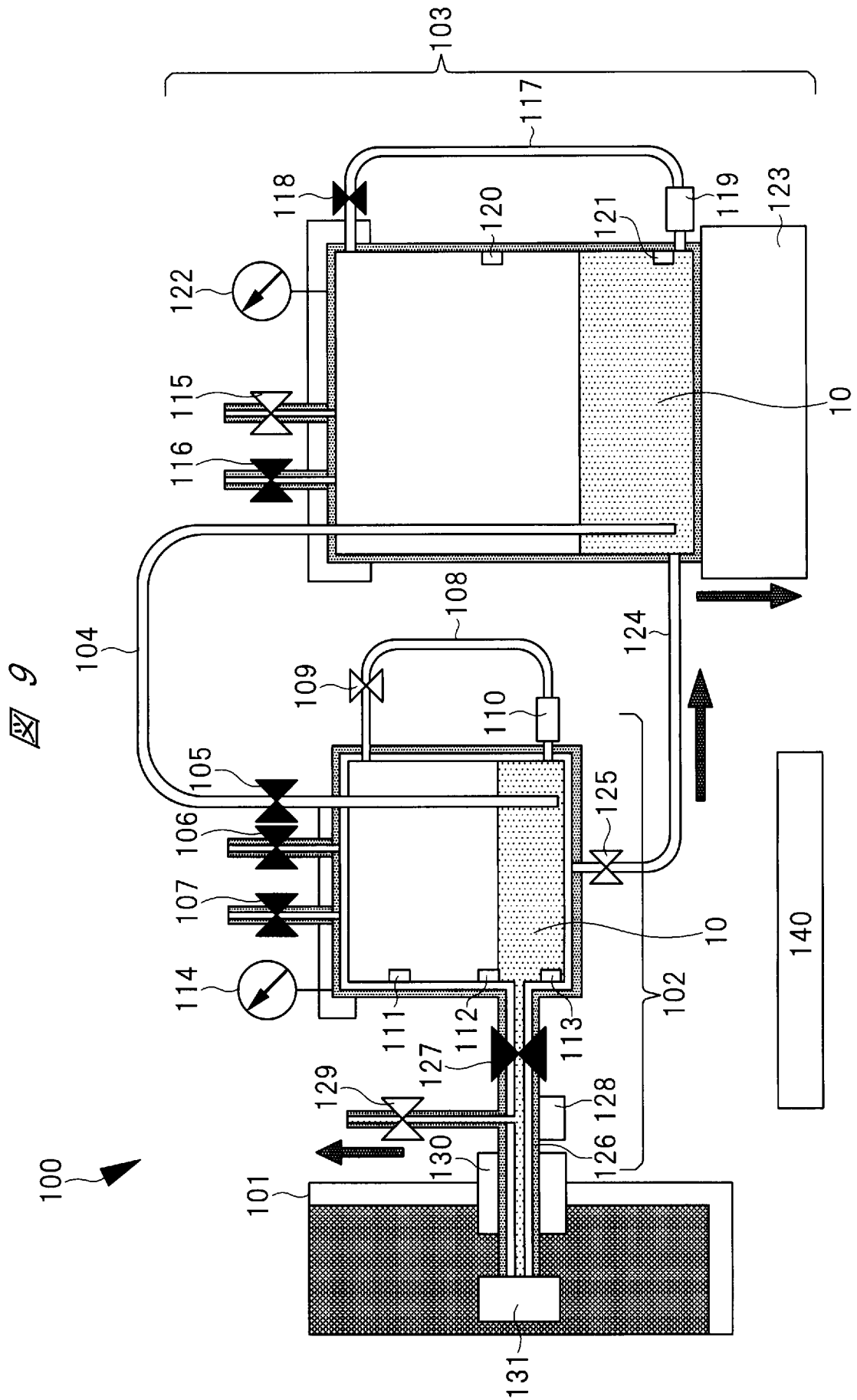


[図8]

図 8



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/012017

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01J 37/20**(2006.01)i; **H01J 37/30**(2006.01)i; **H01J 37/305**(2006.01)i

FI: H01J37/30 Z; H01J37/305 A; H01J37/20 E

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)

H01J37/00-37/36

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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	WO 2014/199737 A1 (HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORPORATION) 18 December 2014 (2014-12-18) paragraphs [0044]-[0046], fig. 8-9	1-14
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 23218/1991 (Laid-open No. 114429/1992) (IWATANI INT CORP.) 08 October 1992 (1992-10-08), paragraphs [0009]-[0013], fig. 1	1-14
A	JP 4-301552 A (SHIMADZU CORPORATION) 26 October 1992 (1992-10-26) paragraphs [0009]-[0012], fig. 1	1-14
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 156734/1981 (Laid-open No. 62080/1983) (SHOWA ELECTRIC WIRE & CABLE CO., LTD.) 26 April 1983 (1983-04-26), entire text, all drawings	1-14
A	CN 208367555 U (FUJIAN YINFENG STEM CELL ENG CO., LTD.) 11 January 2019 (2019-01-11) entire text, all drawings	1-14

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

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

01 May 2023

Date of mailing of the international search report

16 May 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/012017

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2020-92053 A (JEOL LTD.) 11 June 2020 (2020-06-11) entire text, all drawings	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/012017

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2014/199737	A1	18 December 2014	US 2016/0126057 A1 paragraphs [0056]-[0058], fig. 8-9	
JP	4-114429	U1	08 October 1992	(Family: none)	
JP	4-301552	A	26 October 1992	(Family: none)	
JP	58-62080	U1	26 April 1983	(Family: none)	
CN	208367555	U	11 January 2019	(Family: none)	
JP	2020-92053	A	11 June 2020	US 2020/0185187 A1 entire text, all drawings	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01J 37/20(2006.01)i; H01J 37/30(2006.01)i; H01J 37/305(2006.01)i FI: H01J37/30 Z; H01J37/305 A; H01J37/20 E		
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）） H01J37/00-37/36		
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 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023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	WO 2014/199737 A1 (HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORPORATION) 18.12.2014 (2014 - 12 - 18) [0044] - [0046]、図8-9	1-14
Y	日本国実用新案登録出願3-23218号(日本国実用新案登録出願公開4-114429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（岩谷産業株式会社）08.10.1992（1992-10-08）[0009] - [0013]、図1	1-14
A	JP 4-301552 A（株式会社島津製作所）26.10.1992（1992 - 10 - 26） [0009] - [0012]、図1	1-14
A	日本国実用新案登録出願56-156734号(日本国実用新案登録出願公開58-62080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（昭和電線電纜株式会社）26.04.1983（1983-04-26）全文、全図	1-14
A	CN 208367555 U (FUJIAN YINFENG STEM CELL ENG CO LTD) 11.01.2019（2019 - 01 - 11） 全文、全図	1-14
A	JP 2020-92053 A（日本電子株式会社）11.06.2020（2020 - 06 - 11） 全文、全図	1-14
☐ 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、一般的技术水準を示すもの “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抵触するものではなく、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 01.05.2023		国際調査報告の発送日 16.05.2023
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 大門 清 2G 2544 電話番号 03-3581-1101 内線 3226

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/012017

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2014/199737	A1	18.12.2014	US 2016/0126057 A1 [0056] - [0058]、図8-9	
JP	4-114429	U1	08.10.1992	(ファミリーなし)	
JP	4-301552	A	26.10.1992	(ファミリーなし)	
JP	58-62080	U1	26.04.1983	(ファミリーなし)	
CN	208367555	U	11.01.2019	(ファミリーなし)	
JP	2020-92053	A	11.06.2020	US 2020/0185187 A1 全文,全図	