

(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
2014 年 7 月 24 日(24.07.2014)



(10) 国際公開番号

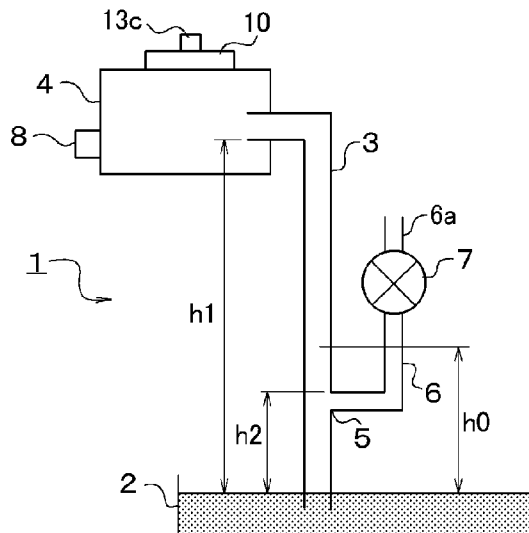
WO 2014/112256 A1

- (51) 国際特許分類:
F04F 3/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/083303
- (22) 国際出願日: 2013 年 12 月 12 日(12.12.2013)
- (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 2013-006825 2013 年 1 月 18 日(18.01.2013) JP
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番 1 号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 田中 伸拓(TANAKA Nobuhira); 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番 1 号株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 栗原 潔(KURIHARA Kiyoshi); 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番 1 号株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 筒井 秀隆(TSUTSUI Hidetaka); 〒6190232 京都府相楽郡精華町桜が丘 3 丁目 1-1-20 8 Kyoto (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, LT, 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, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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, 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:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: LIQUID LIFTING DEVICE AND LIQUID LIFTING METHOD

(54) 発明の名称: 揚液装置及び揚液方法

図 1



(57) Abstract: [Problem] To provide a liquid lifting device and a liquid lifting method that make it possible to use an air pump to lift a liquid to a height that is equal to or higher than the height to which the pump is capable of lifting the liquid. [Solution] A liquid lifting device (1) is provided with: a liquid supply section (2) in which a liquid is stored; a tank (4) that is provided to a position that is higher than the liquid supply section; a liquid lifting pipe (3) having one end that is inserted into the liquid within the liquid supply section and another end that is connected to the tank; an air pump (10) that decompresses the inside of the tank; an air supply pipe (6) having one end section that is connected to an intermediate position in the liquid lifting pipe via a branching section (5) and another end section comprising an upright section that rises upward from the one end section; and an air valve (7) that is provided to the other end section of the air supply pipe and that can be opened and closed with respect to the outside air. The height (h1) from the liquid surface in the liquid supply section to the other end of the liquid lifting pipe is higher than the height (h0) to which the air

pump is capable of lifting the liquid. The height (h2) from the liquid surface in the liquid supply section to the branching section is lower than the height (h0) to which the air pump is capable of lifting the liquid.

(57) 要約:

[続葉有]



【課題】 エアーポンプを用いてこのポンプの揚液可能高さ以上の高さに揚液できる揚液装置及び揚液方法を提供する。 【解決手段】 揚液装置 1 は、液体を貯留した給液部 2 と、給液部よりも高い位置に設けられているタンク 4 と、一端が給液部の液体中に挿入され他端がタンクに接続された揚液管 3 と、タンク内を減圧するエアーポンプ 10 と、揚液管の途中に分岐部 5 を介して一端部が接続され他端部に一端部より上方へ起立した起立部を有する給気管 6 と、給気管の他端部に設けられ、大気に対して開閉可能なエアーバルブ 7 とを備える。給液部の液面から揚液管の他端までの高さ h_1 はエアーポンプの揚液可能高さ h_0 よりも大きく、給液部の液面から分岐部までの高さ h_2 はエアーポンプの揚液可能高さ h_0 よりも小さい。

明 細 書

発明の名称： 揚液装置及び揚液方法

技術分野

[0001] 本発明は、低い位置にある液体をエアーポンプを使用して高い位置へ吸い上げるための揚液装置及び揚液方法に関する。

背景技術

[0002] 従来より、エアーポンプ（又は真空ポンプ）を用いた揚液装置が知られている。この揚液装置は、低い位置にある液体源に揚液管の一端を挿入し、揚液管の他端を高い位置に設けられた密閉構造のタンクに接続し、タンク内をエアーポンプで減圧することにより、液体源の液体を揚液管を介してタンクへと吸い上げるものである。しかし、この種の揚液装置の場合、エアーポンプが発生する負圧に応じた揚液可能高さ以上には揚液できない。

[0003] そこで、特許文献１では、真空ポンプによる揚液可能高さ以上に揚液が可能な揚液装置が提案されている。図１０はその一例であり、低い位置に設けられた液体源１００と、液体源１００に一端が挿入された揚液管１０１と、高い位置に設けられ、揚液管１０１の他端が接続されたタンク１０２と、タンク１０２に設けられた真空ポンプ１０３とを備えている。揚液管１０１の他端は、液体源１００の液面レベルに対して真空ポンプ１０３による揚液可能高さ以上の高さに設置されている。揚液管１０１の途中であって、真空ポンプ１０３による揚液可能高さより低い位置に給気管１０４が接続され、この給気管１０４に給気バルブ１０５が取り付けられている。

[0004] 給気バルブ１０５を閉じた状態で真空ポンプ１０３を駆動すると、この真空ポンプ１０３に接続されたタンク１０２内と揚液管１０１内の空気が排気されて減圧される。揚液管１０１内が所定の負圧になると、給気管１０４が接続された分岐部よりも高い位置まで揚液管１０１内の液面が上昇する。ただし、液面はタンク１０２の高さまでは到達できない。ここで、給気バルブ１０５を短時間だけ開くと、空気が給気管１０４に導入され、揚液管１０１の

分岐部に気泡１０６として溜まり、揚液管１０１内の液体が上下に分断される。揚液管１０１内の圧力と気泡１０５の圧力との差と、気泡１０５が受ける浮力とによって、気泡１０５が上昇するため、気泡１０５の上側に位置する液体柱は上方へ押し上げられ、タンク１０２に流入することになる。

[0005] ところが、上記構成の揚液装置の場合、短い給気管１０４が揚液管１０１の側部に接続され、その給気管１０４に給気バルブ１０５が取り付けられているため、給気バルブ１０５に液体が接触する。そのため、液体中の不純物がバルブ１０５に付着し、バルブ１０５の開閉動作に支障をきたす可能性があった。また、給気バルブ１０５を所定時間以上開くと、給気バルブ１０５を介して液体が流出する可能性もある。

[0006] 特許文献１には、上述の揚液装置とは別の実施例も開示されている。図１１はその一例であり、揚液管１０１の中に送気管１０４を挿入し、その下端を真空ポンプ１０３による揚液可能高さより低い位置に開口させてある。送気管１０４の上端には、間欠的に開閉される開閉バルブ１０５が取り付けられている。この実施例では、開閉バルブ１０５が揚液管１０１より上方に突出した送気管１０４の上端に取り付けられているので、開閉バルブ１０５に液体が接触する恐れがなく、送気管１０４から液体が流出するという問題もない。

[0007] しかし、この揚液装置の場合、揚液管１０１の中に送気管１０４が挿入されているため、揚液管１０１の断面積が送気管１０４の断面積分だけ減少し、揚液管１０１と送気管１０４との間の環状の隙間が液体の流路となる。送気管１０４から導入された空気層は、送気管１０４の先端で気泡１０６になって溜まり、この気泡１０６が揚液管１０１と送気管１０４との間の環状の隙間に満たされた液体を上下に分割する必要がある。しかし、環状の隙間に満たされた液体を上下に分割するには、大きな気泡を作る必要がある。特許文献１では、開閉バルブ１０５を短時間ずつ開き、間欠的に吐出された複数の気泡が上昇するにしたがって集合することで、揚液管１０１の内径を占めるような砲弾型の気泡（スラグ流）を形成するとされている（段落００２２）。しかし、複数の気泡が環状の空間の中で１つに集合するとは限らず、環状

の隙間に満たされた液体を上下に分割できず、所望の揚液効果が得られない可能性がある。さらに、揚液管 101 の直径が比較的小さな小型の揚液装置に適用した場合、液体の表面張力の影響により、気泡が送気管 104 の先端で溜まったまま揚液管 101 の環状隙間の中を浮上できなくなる可能性がある。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開 2000-240600 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 本発明の目的は、エアーポンプを用いてこのポンプの揚液可能高さ以上の高さに揚液できる揚液装置及び揚液方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0010] 前記目的を達成するため、本発明は、液体を貯留した給液部と、前記給液部よりも高い位置に設けられているタンクと、一端が前記給液部の液体中に挿入され、他端が前記タンクに接続されている揚液管と、前記タンク内及び前記揚液管内を減圧するエアーポンプと、前記揚液管の途中に分岐部を介して一端部が接続され、他端部に一端部より上方へ起立した起立部を有する給気管と、前記給気管の他端部に設けられ、大気に対して開閉可能なエアーバルブと、を備え、前記給液部の液面から前記揚液管の他端までの高さは前記エアーポンプの揚液可能高さよりも大きく、前記給液部の液面から前記分岐部までの高さは前記エアーポンプの揚液可能高さよりも小さい、揚液装置を提供する。

[0011] 本発明は、特許文献 1 と同様に、エアーポンプの揚液可能高さより高い位置まで揚液するために、エアーバルブを間欠的に開き、給気管から空気を導入させ、導入された空気層によって揚液管内の液体を持ち上げてタンクへ揚液するものである。エアーバルブを閉じた状態でエアーポンプを駆動すると、

タンク内及び揚液管内が減圧され、給液部の液体は揚液管へと吸い上げられ、エアーポンプの揚液可能高さまで上昇する。分岐部はエアーポンプの揚液可能高さより低い位置にあるので、分岐部は液体で満たされる。このとき、液体の一部は給気管の中にも入るが、エアーバルブが閉じられているため、エアーバルブの位置まで液面は上昇できない。つまり、エアーバルブが液体と接触することはない。次に、エアーポンプを駆動しながらエアーバルブを開くと、空気層が給気管を介して分岐部へ導入され、この空気層により揚液管内の液体が上下に分割される。空気層より上部に位置する液体は、エアーポンプの揚液可能な液体の質量より軽いので、その液体はエアーポンプによる負圧と空気層の圧力との差と、空気層の浮力とによって押し上げられ、タンク内に流入する。エアーバルブを間欠的に開くことにより、上記動作を繰り返し、タンク内に液体が溜められる。

[0012] 本発明では、給気管の一端部が分岐部を介して揚液管に接続され、給気管の他端部にエアーバルブが取り付けられている。エアーバルブを開くと、給気管から導入された空気層は揚液管の中で1つの気泡となり、その気泡により揚液管内の液体を上下に分割できる。そのため、エアーポンプが発生する負圧により、気泡より上側の液体をスムーズに揚液できる。給気管が揚液管の断面積に影響を与えないので、揚液管が細い管であっても、給気管が揚液管内を上昇する気泡の浮上を邪魔せず、円滑に揚液できる。さらに、エアーバルブには液体が接触しないので、液体中の不純物がバルブに付着することがない。

[0013] 給気管の起立部はエアーポンプの揚液可能高さよりも高い位置まで延びており、給気管の起立部のエアーポンプの揚液可能高さよりも高い位置に、エアーバルブが取り付けられているのが望ましい。この場合には、何らかの原因で給気管の中が負圧となり、給気管内に液体が流入した場合でも、エアーバルブがエアーポンプの揚液可能高さよりも高い位置に設けられているので、エアーバルブに液体が接触することがない。

[0014] なお、エアーバルブの取付位置は給気管の起立部に限るものではなく、例え

ば給気管の他端部に上向きの起立部と下向部とを連続して形成し、その下向部にエアーバルブを取り付けても良い。この場合、起立部の上端がエアーポンプの揚液可能高さより高い位置にあれば、液体が起立部を乗り越えることができないので、エアーバルブに液体が接触することがない。

[0015] 給気管は、その一端部と他端部とが上方へ起立し、全体として略U字形状に形成されており、給気管の一端部は、分岐部を介して揚液管のタンク側の部分と一直線状に接続されているのが望ましい。この場合には、給気管内で形成された空気層が蛇行せずに揚液管に流入するため、空気層が崩れにくい。そのため、揚液管内の液体が上下に分割されやすく、揚液効果が高くなる。また、給気管がU字状に屈曲しているので、給気管内に液体を溜めることができ、エアーバルブを開いた時、流入した空気によって給気管内の液体が押されて一緒に揚液管を上昇するので、より多量の液体を揚液できる。

[0016] 給気管の断面積を揚液管の断面積よりも大きくするのが望ましい。この場合には、給気管内の容積が大きくなるので、揚液管の分岐部に流入した空気層の塊を大きくできる。そのため、揚液管内の液体が上下に分割されやすく、揚液効果が高くなる。

[0017] エアーポンプを駆動しながらエアーバルブを開いて、給気管を介して分岐部へ空気層を流入させる際、エアーバルブを短時間で開閉してもよいし、連続的に開いても良い。特に、空気層よりも上部に位置する液体柱をタンクへ吸い上げるまでエアーバルブを連続的に開いた場合には、空気層が分散せずに1つの大きな空気溜まりになり、その空気層が大気圧に近くなるので、空気層よりも上部に位置する液体柱を速やかに揚液できる。

発明の効果

[0018] 以上のように、本発明によれば、給気管の一端が分岐部を介して揚液管に接続され、給気管の他端部にエアーバルブが取り付けられているので、給気管から導入された空気層は揚液管の中で1つの気泡となる。そのため、エアーポンプが発生する負圧により気泡より上側の液体をスムーズに揚液できる。給気管が揚液管の断面積を減少させないので、給気管が揚液管内を上昇する

気泡の浮上を邪魔せず、円滑に揚液できる。さらに、エアーバルブには液体が接触しないので、液体中の不純物がバルブに付着せず、長期間にわたってバルブの開閉性能を維持できる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明に係る揚液装置の第1実施例の概略図である。

[図2]エアーポンプの一例である圧電マイクロプロアの断面図である。

[図3]第1実施例の揚液装置の揚液動作例を示す図である。

[図4]第1実施例の揚液装置におけるエアーポンプOFF時の動作図である。

[図5]第1実施例の揚液装置の他の揚液動作例を示す図である。

[図6]本発明に係る揚液装置の第2実施例の概略図である。

[図7]第2実施例の揚液装置の揚液動作を示す図である。

[図8]本発明に係る揚液装置の第3実施例の概略図である。

[図9]本発明に係る揚液装置の第4実施例の概略図である。

[図10]従来の揚液装置の一例の概略図である。

[図11]従来の揚液装置の他の例の概略図である。

発明を実施するための形態

[0020] ー第1実施例ー

図1は本発明に係る揚液装置の第1実施例を示す。この装置1は、低い位置に設けられた給液部2と、給液部2の液体中に一端が挿入された鉛直方向の揚液管3と、高い位置に設けられ、揚液管3の他端が接続された密閉構造のタンク4と、タンク4に設けられたエアーポンプ10とを備えている。この実施例の給液部2は、上方が開口した貯液槽であるが、一部が大気に開放したタンクでもよい。エアーポンプ10は、タンク4内に流入した液体に触れないように、タンク4の上壁部に設けられている。タンク4の側壁部には液位センサ8が設けられており、タンク4内の液面が液位センサ8の高さになった時点でエアーポンプ10を停止するよう構成されている。揚液管3の他端部は、エアーポンプ10による揚液可能高さより高い位置まで延び、タンク4の側壁部に接続されている。なお、揚液管3のタンク4との接続部は側

壁部に限らないが、タンク 4 内の液体が液位センサ 8 の液面レベルに到達する前に揚液管 3 に逆流しないように、液位センサ 8 の液面レベルより高い位置に開口している。

[0021] 揚液管 3 の途中には T 字形の分岐部 5 が設けられ、この分岐部 5 に給気管 6 の一端部が接続されている。給気管 6 の他端部は上方に起立しており、その起立部 6 a の上端が大気開放している。起立部 6 a には、開閉可能なエアーバルブ 7 が取り付けられている。エアーバルブ 7 としては、気体を開閉できるバルブであればよく、好ましくは短時間で開閉できる電磁バルブがよい。エアーポンプ 10 と液位センサ 8 とエアーバルブ 7 とは図示しない制御装置と接続され、後述するような作動順序にしたがって制御される。

[0022] 例えば、液体の密度を ρ 、エアーポンプ 10 が発生する最大負圧を P 、重力加速度を g とすると、エアーポンプ 10 による揚液可能高さ h_0 は次式で与えられる。

$$h_0 = P / \rho g$$

したがって、例えば液体が水で、エアーポンプ 10 が発生する最大負圧が 2 kPa である場合には、エアーポンプ 10 による揚液可能高さ h_0 は約 20 cm となる。

[0023] 給液部 2 の液面と揚液管 3 の他端部との高低差を h_1 、給液部 2 の液面と分岐部 5 との高低差を h_2 とすると、 h_1 と h_2 は次式を満たすように設定されている。

$$h_1 > h_0 \quad \text{かつ} \quad h_2 < h_0$$

[0024] さらに好ましくは、給気管 6 の起立部 6 a はエアーポンプ 10 の揚液可能高さ h_0 よりも高い位置まで延びており、エアーバルブ 7 は給気管 6 の起立部 6 a の揚液可能高さ h_0 よりも高い位置に取り付けられている。そのため、給気管 6 内がいかにか減圧されても、液体がエアーバルブ 7 に接触することがない。なお、エアーバルブ 7 の取付位置は、揚液可能高さ h_0 よりも高い位置である必要はない。

[0025] エアーポンプ 10 は、公知の如何なる真空ポンプを使用してもよいが、本実

施例では、吸入口がタンク４に接続され、吐出口が大気へ開放された圧電マイクロブローアを使用した。この圧電マイクロブローア１０は、例えば特開２０１１－２７０７９号公報に開示されたものと同じであり、その構造の一例を図２に示す。図２に示すように、ブローア本体１１は、内ケース１２と、内ケース１２の外側を所定の隙間をもって非接触で覆う外ケース１３とを備えている。外ケース１３の中に内ケース１２が所定の隙間をあけて収容され、内ケース１２は外ケース１３に対してばね連結部１４を介して弾性的に支持されている。そのため、後述する振動板１５の共振駆動に伴って内ケース１２が上下方向に振動したとき、その振動が外ケース１３に漏洩するのを抑制する働きを持つ。内ケース２と外ケース３との間には空気の流入通路１７が形成されている。

[0026] 内ケース１２は下方が開口した断面コの字形に形成され、内ケース１２の開口を閉じるように振動板１５が固定されて、内ケース１２と振動板１５との間に第１ブローア室１６が形成されている。振動板１５は、例えば圧電セラミックよりなる圧電素子１５ａを薄肉な弾性金属板よりなるダイヤフラム１５ｂの中央部に貼り付けたユニモルフ構造であり、圧電素子１５ａに所定周波数の電圧を印加することにより、振動板１５全体がベンディングモードで共振駆動される。この例では圧電素子１５ａは、ダイヤフラム１５ｂの第１ブローア室側と逆側の面に固定されている。

[0027] 第１ブローア室１６の一つの壁面を構成し、振動板１５と対向する内ケース１２の部位には、第１壁部１２ａが設けられている。この第１壁部１２ａを薄肉な弾性金属板で形成し、振動板１５を所定のモードで共振駆動したとき、それに伴って第１壁部１２ａを励振させるように構成することが好ましい。振動板１５の中心部と対向する第１壁部１２ａの部位には、第１ブローア室１６の内部と外部とを連通させる第１開口部１２ｂが形成されている。第１壁部１２ａと対向する外ケース１３の部位には第２壁部１３ｂが設けられ、第２壁部１３ｂの中心部、即ち第１開口部１２ｂと対向する部位には第２開口部１３ｃが形成されている。この第２開口部１３ｃが空気の吐出口となる。

第1壁部12aと第2壁部13bとの間には所定の流入空間17aが形成され、この空間17aは前述の流入通路17の一部を構成している。流入空間17aは、流入通路17から導入された空気を第1開口部12b及び第2開口部13cの付近に導く役割を持つ。

[0028] 外ケース13の下面側、即ち振動板15を間にして第1ブロア室16と反対側には、振動板15との間で第2ブロア室18を形成するための第3壁部19が設けられている。第3壁部19の中央部には、外部と第2ブロア室18とを連通させる第3開口部19aが形成されている。この第3開口部19aが空気の吸入口となる。第2ブロア室18の容積及び第3開口部19aの開口面積は、振動板15の振動に伴って疑似的な共鳴空間を形成できるように設定されている。第2ブロア室18と流入通路17とは相互に接続されている。そのため、第3開口部19aを介して第2ブロア室18に流入した空気は、流入通路17を通過して流入空間17aへと供給される。

[0029] 圧電素子15aに所定周波数の交流電圧を印加すると、振動板15が1次共振モード又は3次共振モードで共振駆動され、それにより第1ブロア室16の容積が周期的に変化する。第1ブロア室16の容積が増大するとき、流入空間17a内の空気が第1開口部12bを通り第1ブロア室16へと吸い込まれ、逆に第1ブロア室16の容積が減少するとき、第1ブロア室16内の空気が第1開口部12bを通り流入空間17aへと排出される。振動板15は高周波で駆動されるため、第1開口部12bから流入空間17aへと排出された高速／高エネルギーの空気流は、流入空間17aを通過して第2開口部13cから排出される。このとき、流入空間17a内にある周囲の空気を巻き込みながら第2開口部13cから排出するので、流入通路17から流入空間17aへ向かう連続した空気の流れが生じ、第2開口部13cから空気は噴流となって連続的に吐出される。空気の流れを図2に矢印で示す。特に、振動板15の共振駆動に伴って第1壁部12aを励振させるようにすれば、吐出流量の飛躍的な増大を図ることができる。

[0030] 上述のような構造のマイクロブロア（エアーポンプ）10は、逆止弁を備え

ていないので、非駆動時において吸入口 19 a と吐出口 13 c とが連通している。そのため、エアーポンプ 10 の駆動を停止すると、タンク 4 内及び揚液管 3 内が瞬時に大気圧に戻り、揚液管 3 内に残っている液体が揚液されず、給液部 2 に戻ることができる。その結果、揚液量の制御が容易になる。

[0031] 一作動の説明ー

次に、上記構成からなる揚液装置 1 の作動の一例を図 3 を参照しながら説明する。まず、エアーバルブ 7 を閉じた状態でエアーポンプ 10 を駆動すると、タンク 4 内が減圧され、タンク 4 と接続された揚液管 3 の内部も減圧される。そのため、給液部 2 の液体は揚液管 3 へ吸い上げられ、液面はエアーポンプ 10 による揚液可能高さ h_0 まで上昇する。つまり、液面は分岐部 5 より高い位置まで上昇するが、タンク 4 までは到達できない。このとき、液体の一部は分岐部 5 を通って給気管 6 の中にも入るが、エアーバルブ 7 が閉じているので、液面上昇によって給気管 6 内の気圧が上昇し、エアーバルブ 7 の位置まで液面は上昇できない。つまり、液体がエアーバルブ 7 と接触することはない。この状態が図 3 (a) である。

[0032] 次に、エアーポンプ 10 を駆動しながらエアーバルブ 7 を開くと、給気管 6 を通って外気が分岐部 5 へ流入し、揚液管 3 内の液体が上下に分割される。この状態が、図 3 (b) である。

[0033] エアーバルブ 7 の開放時間の経過につれて、揚液管 3 に入った空気層 A 1 は拡大する (図 3 (c) 参照)。空気層 A 1 によって分割された上側の液体柱 L 1 は、エアーポンプ 10 の負圧によって吸い上げ可能な質量以下しかないので、揚液管 3 内の負圧と空気層 A 1 の内圧との差、及び空気層 A 1 の浮力とによって揚液される。なお、揚液管 3 の分岐部 5 より下方の液面は、給気管 6 から流入する空気の圧力によって徐々に降下する。

[0034] さらに、エアーバルブ 7 の開放時間が経過すると、図 3 (d) のように液体柱 L 1 は揚液管 3 内を上昇し、タンク 4 に流入する。そして、液体柱 L 1 が完全にタンク 4 内に流入すると、タンク 4 と揚液管 3 と給気管 6 とが連通するので、揚液管 3 と給気管 6 の内部がほぼ大気圧となり、図 3 (e) のよう

に揚液管 3 の内部がほぼ空の状態になる。その後、エアーバルブ 7 を閉じると、タンク 4 及び揚液管 3 が再び負圧となり、図 3 (a) の状態に戻る。以後、同様の動作を繰り返す。

[0035] この作動例では、エアーバルブ 7 を短時間に開閉することなく、1 回の揚液中、エアーバルブ 7 は開いた状態を維持するようにした。そのため、1 つの大きな空気層 A 1 を揚液管 3 内に形成でき、揚液管 3 内の液体の分割が容易になると共に、空気層 A 1 の内圧が大気圧に近くなるので、揚液管 3 内の負圧と空気層 A 1 の内圧との差が大きくなり、空気層 A 1 より上側の液体柱 L 1 を速やかに揚液できる。

[0036] 上記説明では、液体柱 L 1 が完全にタンク 4 内に流入するまでの間、エアーバルブ 7 を開いた状態で維持したが、液体柱 L 1 がタンク 4 内に入ると同時又はその前（例えば図 3 (c) 又は図 3 (d)）の段階でエアーバルブ 7 を閉じてよい。この場合は、揚液管 3 の内圧が大気圧まで上昇しないので、揚液管 3 内の液体が完全に給液部 2 に戻る前に次の揚液動作を開始することができ、効率がよい。

[0037] このように、エアーポンプ 10 を駆動しながらエアーバルブ 7 を開閉することにより、揚液管 3 内の液体柱を分割し、空気層 A 1 の力を利用してエアーポンプ 10 の揚液可能高さ h_0 より高い位置にあるタンク 4 へ揚液することができる。エアーバルブ 7 の開閉方法は、特許文献 1 のような短時間の開閉を繰り返す必要はなく、ある時間インターバルをもって開閉すればよいので、揚液管 3 内に大きな空気層 A 1 を形成でき、空気層より上側の液体柱 L 1 を確実に揚液できる。

[0038] 図 4 は、エアーポンプ 10 を停止した時の動作を示す。図 4 (a) のように、タンク 4 には液位センサ 8 が設けられており、タンク 4 内の液面が液位センサ 8 のレベルになった時点でエアーポンプ 10 を停止する。このとき、揚液管 4 内に液体が残っていても、エアーポンプ 10 を停止すると、タンク 4 内及び揚液管 3 内が瞬時に大気圧に戻るため、揚液管 4 内の残留液体がタンク 4 に流れ込まず、図 4 (b) のように揚液管 3 内の液体がすべて給液部 2

へ戻る。したがって、タンク 4 内の液面レベルを精細に制御できる。

[0039] ー他の作動の説明ー

図 5 は、揚液装置 1 の他の作動例を示す。この作動例は、1 回の揚液作動中にエアバルブ 7 を複数回開閉する場合を示す。

[0040] まず、エアバルブ 7 を閉じた状態でエアポンプ 10 を駆動すると、タンク 4 内が減圧され、タンク 4 と接続された揚液管 3 の内部も減圧される。そのため、給液部 2 の液体は揚液管 3 へ吸い上げられ、揚液管 3 内での液面の高さが h_3 に達する（図 5（a）参照）。液面の高さ h_3 は、繰り返し動作にて常に一定量の揚水をすることができるよう、次式を満たすように設定されている。

$$h_3 < (h_0 + h_2) / 2$$

このとき、液体の一部は分岐部 5 を通って給気管 6 の中にも入るが、エアバルブ 7 が閉じているので、液面上昇によって給気管 6 内の気圧が上昇し、エアバルブ 7 の位置まで液面は上昇できない。つまり、液体がエアバルブ 7 と接触することはない。図 5（a）の瞬間にエアバルブ 7 を開くと、給気管 6 を通って外気が分岐部 5 へ流入し、揚液管 3 内の液体が上下に分割される。この状態が、図 5（b）である。

[0041] エアバルブ 7 の開放時間の経過につれて、揚液管 3 に入った空気層 A 1 は拡大する（図 5（c）参照）。空気層 A 1 によって分割された上側の液体柱 L 1 は、エアポンプ 10 の負圧によって吸い上げ可能な質量以下しかないので、揚液管 3 内の負圧と空気層 A 1 の内圧との差、及び空気層 A 1 の浮力とによって揚液される。なお、揚液管 3 の分岐部 5 より下方の液面は、給気管 6 から流入する空気の圧力によって徐々に降下する。

[0042] 図 5（d）で、エアバルブ 7 を閉じると、揚液管 3 の最初の液体柱 L 1 が上昇すると共に、空気層 A 1 の気圧も低下するため、液体が給液部 2 から揚液管 3 へ吸い上げられる。揚液管 3 内での液面の高さが再び h_3 に達した瞬間にエアバルブ 7 を開くと、給気管 6 を介して空気が導入され、図 5（e）のように空気層が分岐部 5 に到達することで、揚液管 3 内の液体が上下に

分割される。このとき、２番目の液体柱Ｌ２が形成される。

[0043] エアーバルブ７の開放時間の経過につれて空気層Ａ２が拡大し、１番目と２番目の液体柱Ｌ１、Ｌ２が揚液管３内を上昇する（図５（ｆ）参照）。やがて１番目の液体柱Ｌ１がタンク４内に入ると、２番目の液体柱Ｌ２より上部の空間にエアーポンプ１０による負圧が作用するので、２番目の液体柱Ｌ２が揚液管３内を上昇する（図５（ｇ）参照）。ここで、エアーバルブ７を閉じると、揚液管３及び給気管６の内部が負圧となり、図５（ｄ）の状態に戻る。以後、図５（ｄ）～図５（ｇ）の動作を繰り返す。

[0044] このように、１回の揚液作動中にエアーバルブ７を間欠的に開閉することにより、揚液管３内に複数の液体柱を発生させ、液体を微量ずつタンク４へ注入することができる。よって、微細な揚液量制御を行うことができる。

[0045] ー第２実施例ー

図６は本発明に係る揚液装置の第２実施例を示す。この装置２０において、第１実施例の装置１と同一部分には同一符号を付して重複説明を省略する。

[0046] この実施例では、揚液管２１の下部２１ａと上部２１ｂとが分岐部２２で屈曲しており、その分岐部２２に給気管２３の一端部２３ａが接続されている。揚液管２１の上部２１ｂは鉛直方向に延びている。給気管２３は、その一端部２３ａと他端部２３ｂとが上方へ起立し、全体として略Ｕ字形状に形成されている。給気管２３の他端部（起立部）２３ｂは一端部２３ａより高い位置まで延びている。給気管２３の一端部２３ａは、分岐部２２を介して揚液管２１の上部（タンク側の部分）２１ｂと一直線状に接続されている。

[0047] 第２実施例の揚液装置２０の作動を図７にしたがって説明する。エアーバルブ７を閉じた状態でエアーポンプ１０を駆動すると、タンク４内が減圧され、タンク４と接続された揚液管２０の内部も減圧される。そのため、給液部２の液体は揚液管２０へ吸い上げられ、液面はエアーポンプ１０による揚液可能高さ h_0 まで上昇する。この状態が図７（ａ）である。液面は分岐部２２より高い位置まで上昇するため、液体の一部は分岐部２２を通して給気管２３の中にも入る。給気管２３が屈曲しているため、第１実施例に比べて多

量の液体が給気管 23 内に入る。なお、エアーバルブ 7 が閉じているので、液面はエアーバルブ 7 の位置まで上昇できない。

[0048] 次に、エアーポンプ 10 を駆動しながらエアーバルブ 7 を開くと、給気管 23 に外気が流入し、流入した空気層 A1 により給気管 23 内の液体の一部を揚液管 21（特に上部 21b）内の液体と一緒に上方に持ち上げる。この状態が、図 7（b）である。なお、給気管 23 内の液体の残部は揚液管 21 の下部 21a を通って給液部 2 に戻る。

[0049] やがて、空気層 A1 が分岐部 22 に到達することで、揚液管 21 内の液体が上下に分割される。この状態が、図 7（c）である。分岐部 22 において、揚液管 21 と給気管 23 とが一直線状に接続されているので、空気層 A1 が泡状に崩れることなく、給気管 23 から揚液管 21 へと上昇する。

[0050] さらに、エアーバルブ 7 の開放時間が経過すると、分割された上側の液体柱 L1 は揚液管 21 内を通過して押し上げられ、下側の液体柱は揚液管 20 を通って降下する。この状態が図 7（d）である。

[0051] やがて、空気層 A1 より上側の液体柱 L1 がタンク 4 に流入すると、揚液管 21 及び給気管 23 内が大気と連通するので、揚液管 21 内の液体（下部 21a の液体も含めて）はほぼ給液部 2 に戻る。この状態が図 7（e）である。

[0052] この状態から、再びエアーバルブ 7 を閉じると、揚液管 21 及び給気管 23 の内部が減圧され、図 7（a）の状態に戻る。以後、図 7（a）～図 7（e）の動作を繰り返す。なお、この場合も、液体柱 L1 がタンク 4 に流入するまでエアーバルブ 7 を連続的に開くようにしたが、揚液管 21 内の液体が上下に分割された後であれば、液体柱 L1 がタンク 4 に流入する前にエアーバルブ 7 を閉じて良い。

[0053] 第 2 実施例では、給気管 23 の一端部 23 と揚液管 21 の上部（タンク側の部分）21b とが一直線状に接続されているので、給気管 23 から導入された空気層 A1 が崩れることなく揚液管 21 の上部 21b に流入し、揚液管 21 内の液体を確実に上下に分割できる。また、給気管 23 が屈曲しているの

で、エアーバルブ 7 を開いた後、空気層 A 1 が分岐部 2 2 に到達するまで、給気管 2 3 中の液体も一緒に揚液管 2 1 を上昇する。そのため、1 回の揚液動作によって、第 1 実施例に比べて多量の液体を揚液できる利点がある。

[0054] ー第 3 実施例ー

図 8 は本発明に係る揚液装置の第 3 実施例を示す。この装置 3 0 は第 2 実施例の装置 2 0 の変形例であり、第 2 実施例の装置 2 0 と同一部分には同一符号を付して重複説明を省略する。

[0055] この装置 3 0 の特徴は、給気管 3 3 の断面積を揚液管 3 1 の断面積より大きくした点である。給気管 3 3 内の容積が大きくなるので、揚液管 3 1 内で大きな空気層を形成できる。そのため、揚液管 3 1 内の液体が上下に分割されやすくなり、揚液効果が高くなる。なお、3 2 は分岐部である。給気管 3 3 の断面積を揚液管 3 1 の断面積より大きくする構造は、第 1 実施例（図 1）の揚液装置にも適用できる。

[0056] ー第 4 実施例ー

図 9 は本発明に係る揚液装置の第 4 実施例を示す。この装置 4 0 は第 1 実施例の装置 1 の変形例であり、第 1 実施例と同一部分には同一符号を付して重複説明を省略する。

[0057] この装置 4 0 の特徴は、給気管 6 の他端側を上方へ起立させたあと下方を向くように屈曲させ、その下向部 6 b にエアーバルブ 7 を取り付けただ点である。この場合、起立部 6 a の上端がエアーポンプ 1 0 による揚液可能高さ h_0 より高い位置にあれば、液体が起立部 6 a を乗り越えられないので、エアーバルブ 7 が揚液可能高さ h_0 より低い位置に取り付けられていても液体と接触することがない。この装置 4 0 の構造は、第 2 実施例や第 3 実施例にも適用できる。

符号の説明

- [0058] 1 揚液装置
2 給液部
3 揚液管

4	タンク
5	分岐部
6	給気管
6 a	起立部
7	エアーバルブ
8	液位センサ
1 0	エアーポンプ（マイクロブロア）
1 3 c	吐出口
1 9 a	吸入口

請求の範囲

- [請求項1] 液体を貯留した給液部と、
前記給液部よりも高い位置に設けられているタンクと、
一端が前記給液部の液体中に挿入され、他端が前記タンクに接続されている揚液管と、
前記タンク内及び前記揚液管内を減圧するエアーポンプと、
前記揚液管の途中に分岐部を介して一端部が接続され、他端部に一端部より上方へ起立した起立部を有する給気管と、
前記給気管の他端部に設けられ、大気に対して開閉可能なエアーバルブと、を備え、
前記給液部の液面から前記揚液管の他端までの高さは前記エアーポンプの揚液可能高さよりも大きく、
前記給液部の液面から前記分岐部までの高さは前記エアーポンプの揚液可能高さよりも小さい、揚液装置。
- [請求項2] 前記給気管の起立部は前記エアーポンプの揚液可能高さよりも高い位置まで延びており、
前記給気管の起立部の前記エアーポンプの揚液可能高さよりも高い位置に、前記エアーバルブが取り付けられていることを特徴とする、請求項1に記載の揚液装置。
- [請求項3] 前記給気管は、その一端部と他端部とが上方へ起立し、全体として略U字形状に形成されており、
前記給気管の一端部は、前記分岐部を介して前記揚液管のタンク側の部分と一直線状に接続されていることを特徴とする、請求項1又は2に記載の揚液装置。
- [請求項4] 前記給気管の断面積は前記揚液管の断面積よりも大きいことを特徴とする、請求項1乃至3の何れか1項に記載の揚液装置。
- [請求項5] 液体を貯留した給液部と、
前記給液部よりも高い位置に設けられているタンクと、

一端が前記給液部の液体中に挿入され、他端が前記タンクに接続されている揚液管と、

前記タンク内及び前記揚液管内を減圧するエアーポンプと、

前記揚液管の途中に分岐部を介して一端部が接続され、他端部に一端部より上方へ起立した起立部を有する給気管と、

前記給気管の他端部に設けられ、大気に対して開閉可能なエアーバルブと、を備え、

前記給液部の液面から前記揚液管の他端までの高さは前記エアーポンプの揚液可能高さよりも大きく、

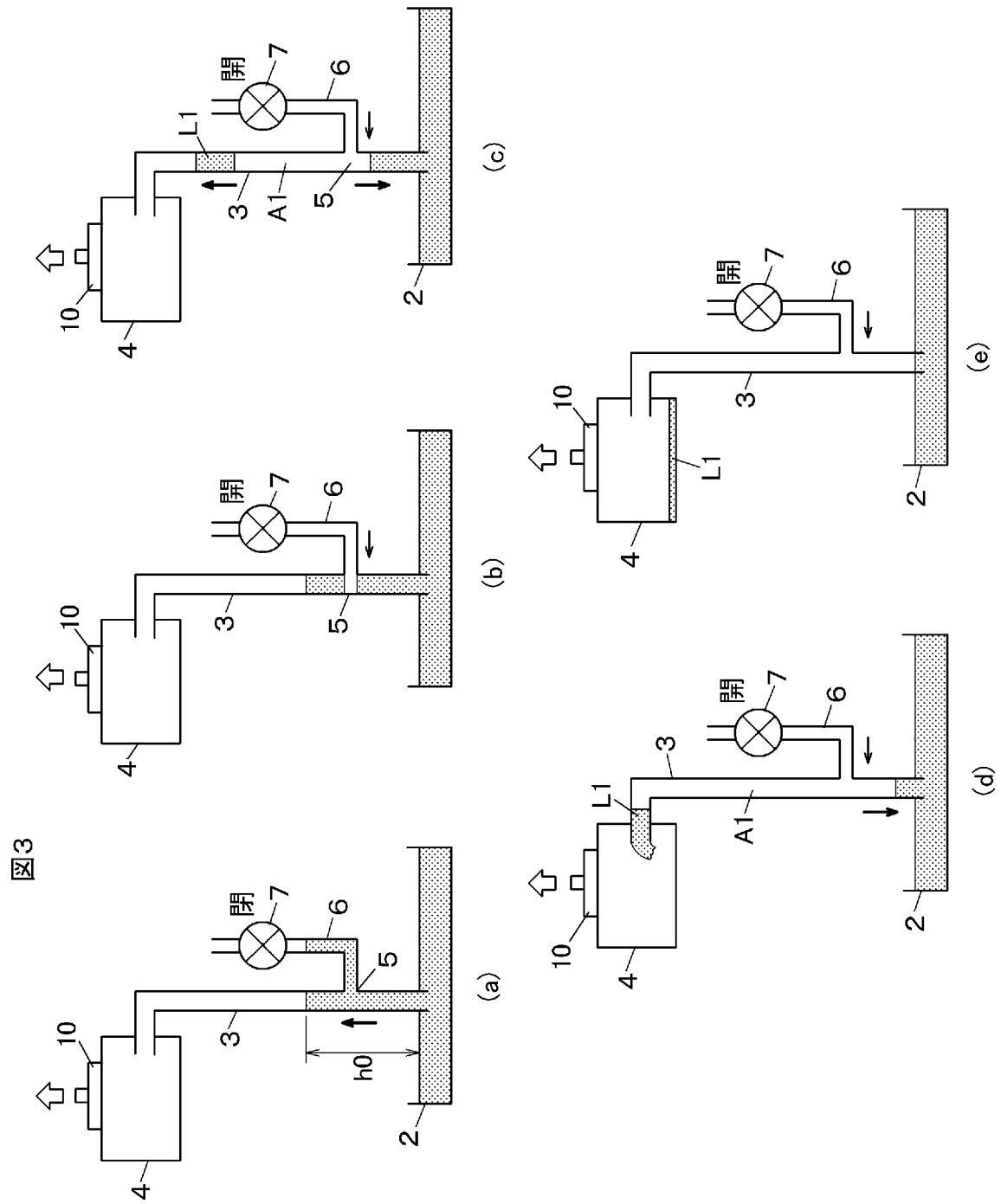
前記給液部の液面から前記分岐部までの高さは前記エアーポンプの揚液可能高さよりも小さい、揚液装置を使用し、

前記エアーバルブを閉じた状態で前記エアーポンプを駆動して、前記給液部の液体を前記揚液管の分岐部より上方まで揚液する第1ステップと、

前記エアーポンプを駆動しながら前記エアーバルブを開いて、前記給気管を介して前記分岐部へ空気層を流入させ、その空気層により前記揚液管内の液体を上下に分割して、空気層よりも上部に位置する液体を前記タンクへ吸い上げる第2ステップと、を実行する揚液方法。

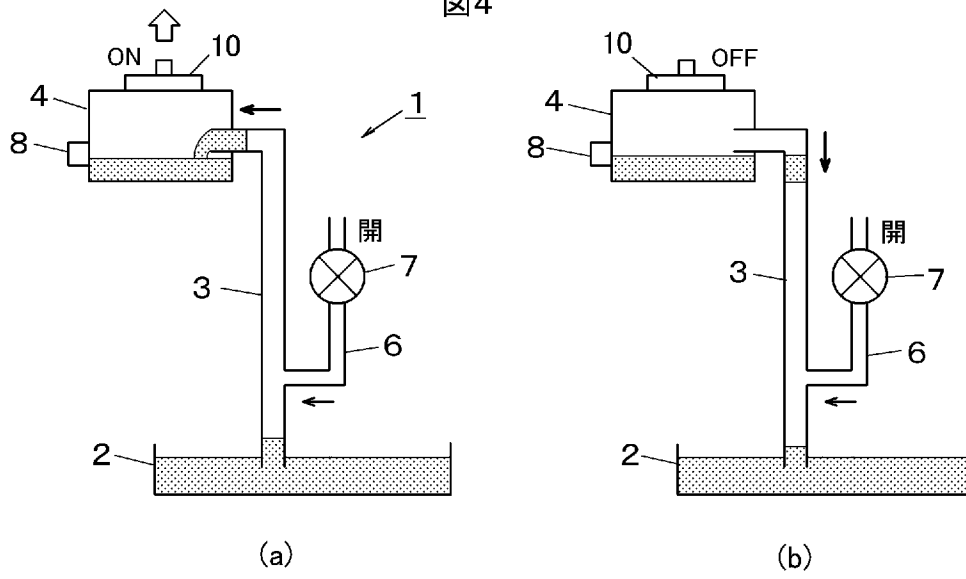
[請求項6] 前記第2ステップにおいて、前記エアーバルブは前記空気層よりも上部に位置する液体を前記タンクへ吸い上げるまで連続的に開かれることを特徴とする、請求項5に記載の揚液方法。

[図3]



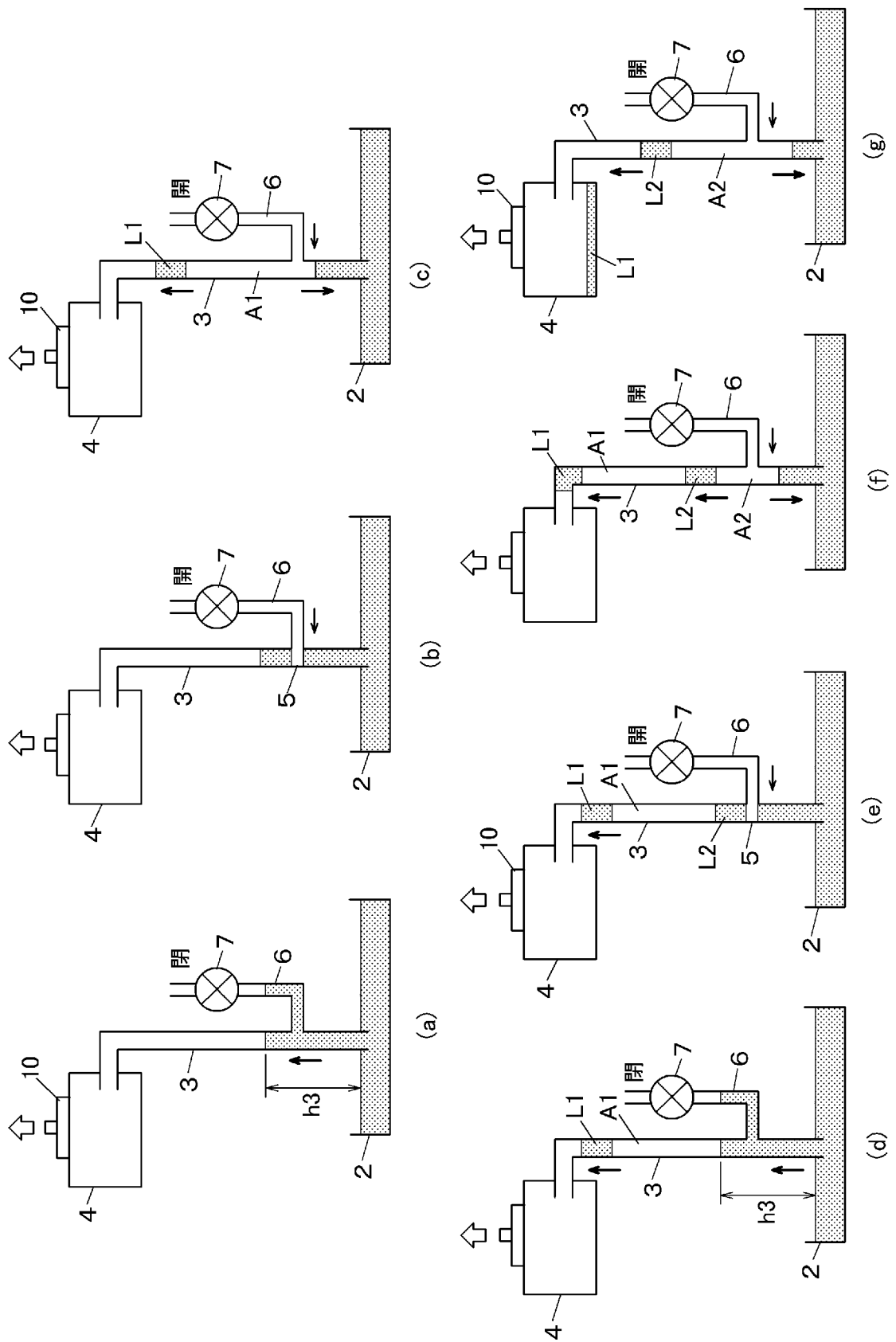
[図4]

図4



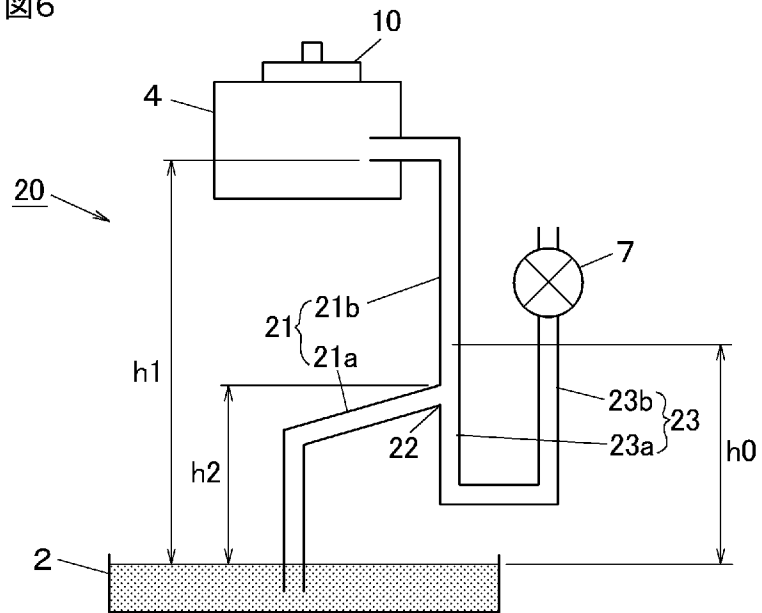
[図5]

図5

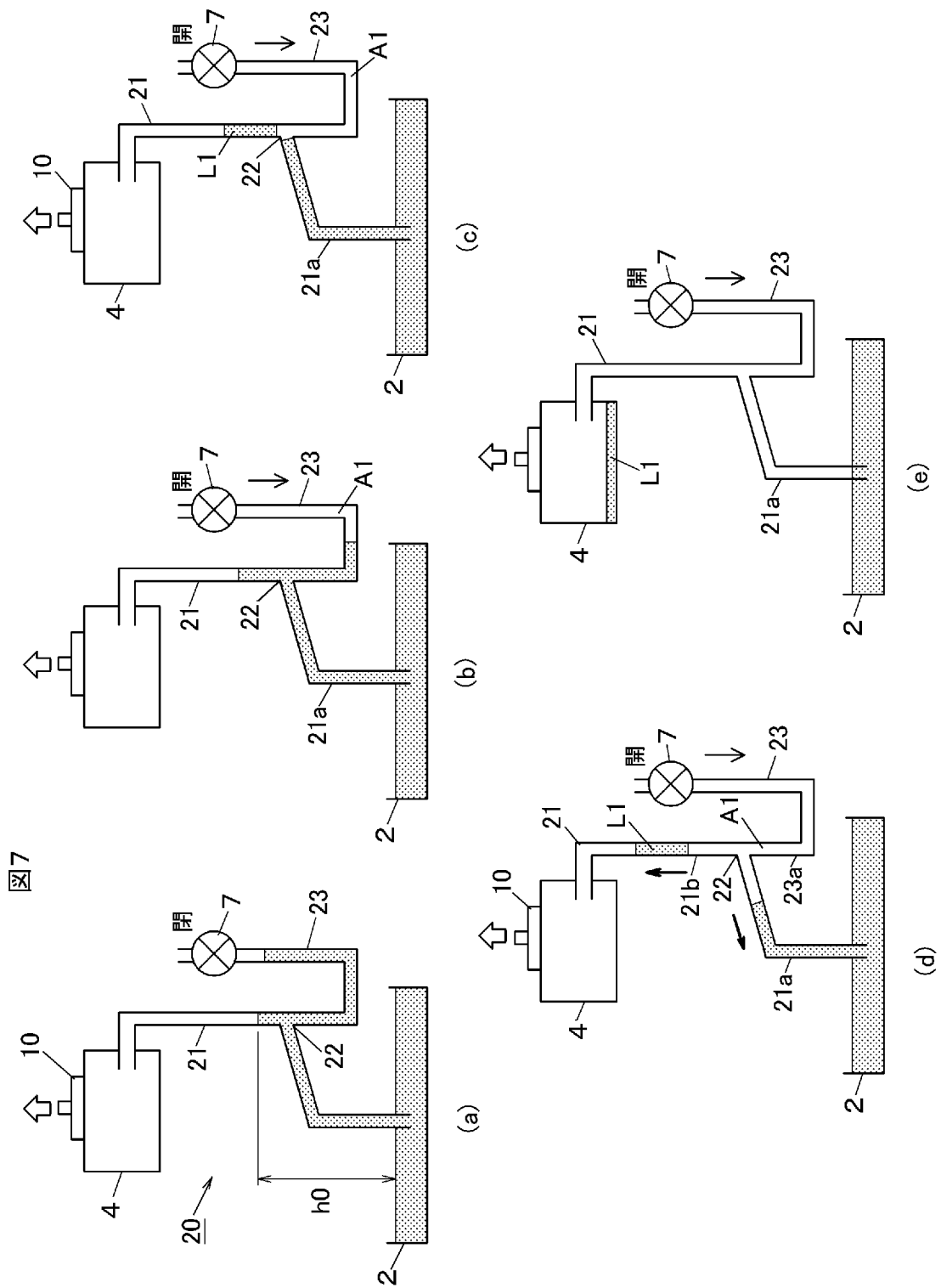


[図6]

図6

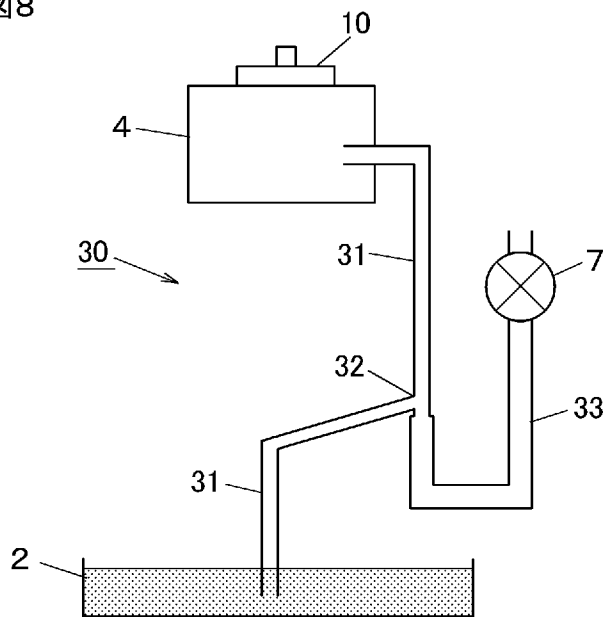


[図7]



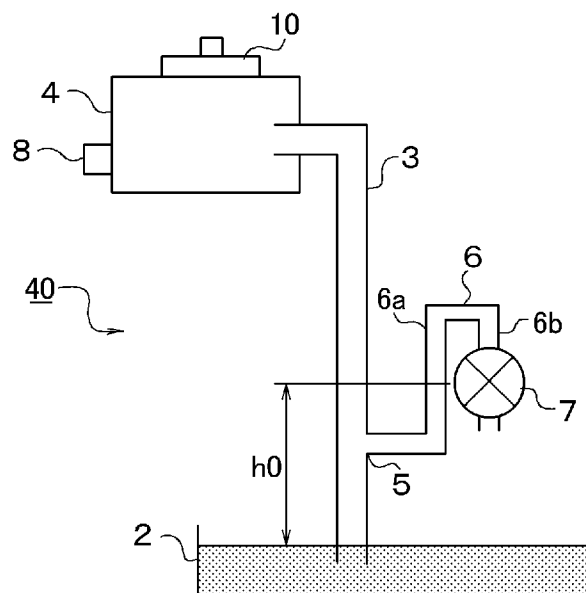
[図8]

図8



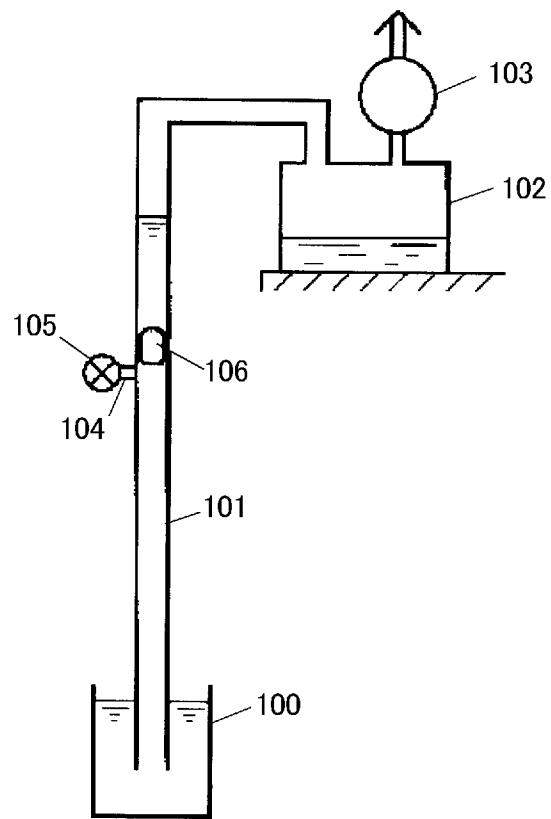
[図9]

図9



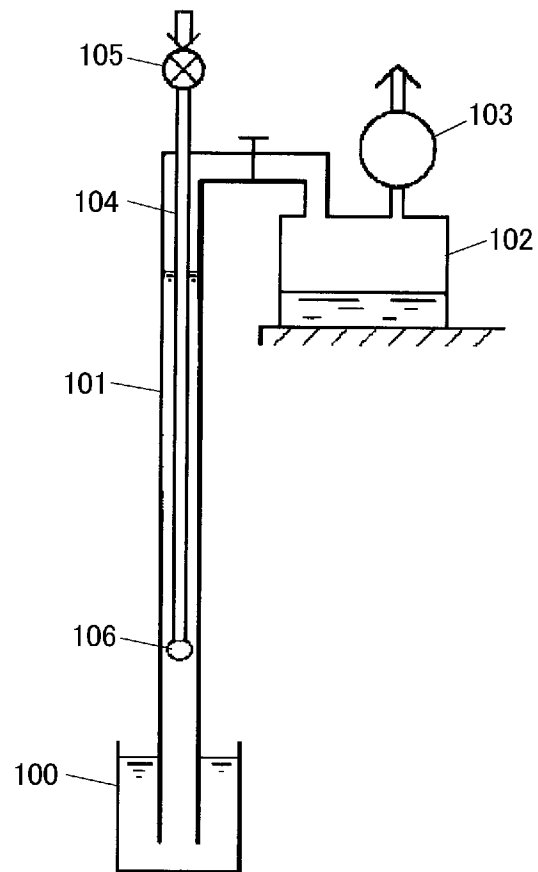
[図10]

図10



[図11]

図 11



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/083303

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F04F3/00(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)

F04F3/00

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
X A	JP 11-193800 A (Shimizu Corp.), 21 July 1999 (21.07.1999), paragraphs [0010] to [0011]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-3, 5, 6 4
X A	JP 2010-196557 A (Land Eco Corp.), 09 September 2010 (09.09.2010), paragraphs [0051] to [0053]; fig. 1 (Family: none)	1-3, 5, 6 4
A	US 6234761 B1 (KOC SIS et al.), 22 May 2001 (22.05.2001), entire text; all drawings & EP 920593 A1 & WO 1998/009083 A1	1-6

☐ 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
11 March, 2014 (11.03.14)

Date of mailing of the international search report
18 March, 2014 (18.03.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F04F3/00(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（I P C））

Int.Cl. F04F3/00

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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
X	JP 11-193800 A（清水建設株式会社）1999.07.21, 段落【0010】	1-3, 5, 6
A	—【0011】, 第1-2図（ファミリーなし）	4
X	JP 2010-196557 A（株式会社ランド・エコ）2010.09.09, 段落【0	1-3, 5, 6
A	051】—【0053】, 第1図（ファミリーなし）	4
A	US 6234761 B1 (KOC SIS et al.) 2001.05.22, 全文, 全図 & EP 920593 A1 & WO 1998/009083 A1	1-6

☐ 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

1 1 . 0 3 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 8 . 0 3 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

尾崎 和寛

30

8922

電話番号 03-3581-1101 内線 3358