

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-109192

(P2017-109192A)

(43) 公開日 平成29年6月22日(2017.6.22)

| | | |
|----------------------------|----------------|-------------|
| (51) Int.Cl. | F 1 | テーマコード (参考) |
| B05B 7/32 (2006.01) | B05B 7/32 | 4D075 |
| B05B 1/02 (2006.01) | B05B 1/02 101 | 4F033 |
| B05D 7/24 (2006.01) | B05D 7/24 301L | |
| B05D 1/26 (2006.01) | B05D 1/26 Z | |
| B05D 3/00 (2006.01) | B05D 3/00 D | |

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2015-247927 (P2015-247927)
 (22) 出願日 平成27年12月18日 (2015.12.18)

(71) 出願人 000132404
 株式会社スリーボンド
 東京都八王子市南大沢四丁目3番地3
 (74) 代理人 110000671
 八田国際特許業務法人
 (72) 発明者 遠藤 幸一郎
 東京都八王子市南大沢四丁目3番地3 株
 式会社スリーボンド内
 Fターム(参考) 4D075 AC06 AC95 DC13 DC21 EA19
 EA21 EA23 EA25 EA39 EB12
 EB13 EB22 EB33 EB35 EB38
 EB42
 4F033 AA01 BA02 BA03 LA09 QB02X
 QB03Y QB18 QD02 QD03 QD11
 QF08Y QJ02 QJ04 QJ12 QK04Y
 QK09Y QK18Y QK23Y QK27Y

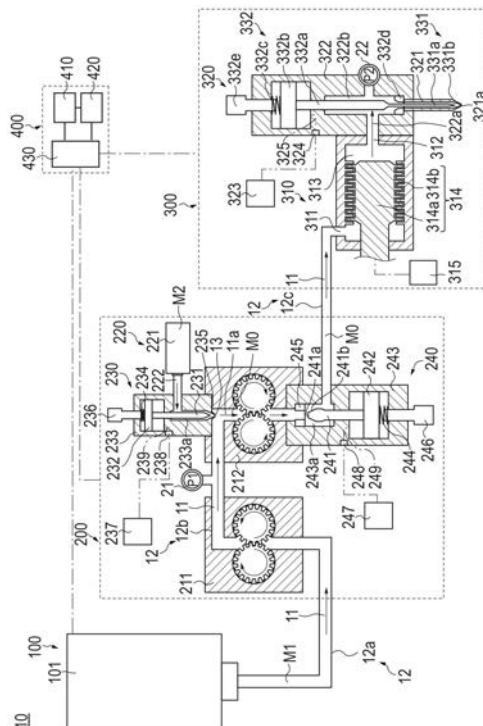
(54) 【発明の名称】 機械式発泡装置および機械式発泡方法

(57) 【要約】

【課題】待機動作から吐出動作へ動作状態を切り替える際に気体供給部へ樹脂や発泡性材料が逆流するのを防止することにより、所望の発泡倍率を安定して得ることができる機械式発泡装置および機械式発泡方法を提供する。

【解決手段】機械式発泡装置10は、気体供給部220と、第1ギアポンプ211と、第2ギアポンプ212と、装置各部を制御する制御部400と、を有する。制御部は、待機動作中において、ポンプ間圧力P1が予め設定した上限圧力Pmaxになったとき、第2ギアポンプを回転駆動して第1ギアポンプと第2ギアポンプとの間における流路内の発泡性材料M0の少なくとも一部を第2ギアポンプの下流側に送出して流路内の圧力を上限圧力よりも低い圧力に低下させる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

液体に気体が混入した発泡性材料を生成し、当該発泡性材料を吐出して発泡させる機械式発泡装置であって、

前記液体および前記気体を送出する流路と、
前記流路へ前記液体を供給する液体供給部と、
前記流路へ前記気体を供給する気体供給部と、
前記流路と前記気体供給部との間の連通状態を切り替え可能な開閉弁と、
前記流路の途中に配置された第 1 ギアポンプと、

前記第 1 ギアポンプよりも前記流路の下流側に配置され、前記第 1 ギアポンプよりも高速で回転駆動されることによって前記流路中に前記気体を混入させて前記発泡性材料を生成する吸引圧を発生させる第 2 ギアポンプと、

前記第 1 ギアポンプと前記第 2 ギアポンプとの間における前記流路内のポンプ間圧力を検出する第 1 圧力センサーと、

前記液体に前記気体が混入した前記発泡性材料を吐出する吐出口を有するノズルと、前記第 2 ギアポンプから送出された前記発泡性材料を前記ノズルまで送出する連通路を有する吐出弁本体部と、を備える吐出部と、

前記第 1 ギアポンプ、前記第 2 ギアポンプ、および前記気体供給部を駆動するとともに前記開閉弁を開いて前記吐出部から前記発泡性材料を吐出する吐出動作と、前記第 1 ギアポンプ、前記第 2 ギアポンプ、および前記気体供給部の作動を停止させるとともに前記開閉弁を閉じて前記発泡性材料の吐出を中断させる待機動作とを行うように装置各部を制御する制御部と、を有し、

前記制御部は、前記待機動作中において、前記ポンプ間圧力が予め設定した上限圧力になったとき、前記第 2 ギアポンプを回転駆動して前記第 1 ギアポンプと前記第 2 ギアポンプとの間における前記流路内の前記発泡性材料の少なくとも一部を前記第 2 ギアポンプの下流側に送出して前記流路内の圧力を前記上限圧力よりも低い圧力に低下させる、機械式発泡装置。

【請求項 2】

前記制御部は、前記待機動作中において、前記ポンプ間圧力が予め設定した下限圧力になったとき、前記第 2 ギアポンプの回転を停止させて前記ポンプ間圧力を前記上限圧力と前記下限圧力との間に維持する、請求項 1 に記載の機械式発泡装置。

【請求項 3】

前記第 2 ギアポンプよりも前記流路の下流側に配置され、前記第 2 ギアポンプと前記吐出部との間の連通状態を切り替え可能な切り替え弁をさらに有する、請求項 1 または請求項 2 に記載の機械式発泡装置。

【請求項 4】

前記制御部は、前記待機動作中に前記第 2 ギアポンプを作動させる際、前記吐出動作中に回転させるときよりも低速で前記第 2 ギアポンプを回転させる、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の機械式発泡装置。

【請求項 5】

前記吐出部が備える前記連通路内の吐出圧力を検出する第 2 圧力センサーをさらに有し、

前記制御部は、前記待機動作中に前記第 1 ギアポンプ、前記第 2 ギアポンプ、および前記気体供給部を作動させて、前記流路内に前記発泡性材料を送出させて前記吐出圧力を設定圧力まで上昇させる予備加圧を行う、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の機械式発泡装置。

【請求項 6】

前記制御部は、所望の単位時間あたりの前記発泡性材料の吐出量を得ることができる目標圧力と、前記待機動作から前記吐出動作に切り替えたときに前記目標圧力から低下する補正圧力と、を加算した圧力を前記設定圧力に設定する、請求項 5 に記載の機械式発泡装

10

20

30

40

50

置。

【請求項 7】

前記予備加圧は、前記吐出圧力を前記設定圧力より低い圧力まで上昇させる第 1 段階と、前記第 1 ギアポンプおよび前記第 2 ギアポンプが前記第 1 段階よりも低速で回転駆動される第 2 段階と、を少なくとも含む、請求項 5 または請求項 6 に記載の機械式発泡装置。

【請求項 8】

前記制御部は、前記待機動作中に前記予備加圧を行う前に、前記切り替え弁を開いて前記第 2 ギアポンプと前記吐出部との間を連通させる、請求項 5 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の機械式発泡装置。

【請求項 9】

前記ノズルは、前記吐出弁本体部に着脱可能に設けられ、
前記吐出部は、
前記ノズルが備える前記吐出口を開閉可能な第 1 ノズル弁と、
前記吐出弁本体部が備える前記連通路と前記ノズルとの間の連通状態を切り替え可能な第 2 ノズル弁と、を有し、

前記制御部は、

前記吐出動作中において、前記第 1 ノズル弁および第 2 ノズル弁を開いて前記発泡性材料を前記吐出口から吐出させ、

前記吐出動作から前記待機動作へ動作状態を切り替える際に、前記第 1 ノズル弁を閉じて前記発泡性材料を前記吐出口からの吐出を停止させ、

前記吐出動作を停止して前記ノズルを前記吐出弁本体部から取り外す際に、前記第 2 ノズル弁を閉じて前記吐出弁本体部からの前記発泡性材料の流出を抑制する、請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の機械式発泡装置。

【請求項 10】

前記第 2 ギアポンプと前記吐出部との間に配置され、前記第 2 ギアポンプにより送出された前記発泡性材料を攪拌するミキサーをさらに有し、

前記ミキサーは、

前記流路から前記発泡性材料を流入させる入口部と、

前記発泡性材料を前記吐出部に送出する出口部と、を有し、

前記出口部は、前記吐出部の前記連通路に直接的に臨むように配置されている、請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の機械式発泡装置。

【請求項 11】

液体に気体が混入した発泡性材料を生成し、当該発泡性材料を吐出して発泡させる機械式発泡方法であって、

前記液体および前記気体を送出する流路に配置された 2 つのギアポンプのうち下流側に配置された第 2 ギアポンプを上流側に配置された第 1 ギアポンプよりも高速で回転駆動して、前記第 1 ギアポンプと前記第 2 ギアポンプとの間の流路内に吸引圧を発生させて前記気体を混入し、前記発泡性材料を吐出する吐出動作を行った後、前記吐出動作を停止した状態において、

前記第 1 ギアポンプと前記第 2 ギアポンプとの間の前記流路内の圧力が予め設定した上限圧力を超えたとき、前記第 2 ギアポンプを回転駆動して前記流路内の前記発泡性材料の少なくとも一部を前記第 2 ギアポンプの下流側に送出して前記第 1 ギアポンプと前記第 2 ギアポンプとの間の前記流路内の圧力を前記上限圧力よりも低い圧力に低下させる、機械式発泡方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、機械式発泡装置および機械式発泡方法に関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

従来から、産業用のシール材や防振材として液状の樹脂などの液体に気体を混入させた発泡性材料を発泡させて、硬化または固化させた発泡体が使用されている。発泡体を生成する方法としては、主剤および硬化剤の2液を混合して化学的に発泡させる化学式発泡と、1液性の液体に機械的に気体を混入させる機械式発泡と、が知られている。

【0003】

化学式発泡は、化学反応を利用するため温度や湿度等の環境因子の影響により発泡倍率の制御が難しい。これに対して、機械式発泡は、機械的に気体を混入させるため環境因子の影響を受けにくく、発泡倍率の制御を比較的容易に行うことができる。このため、より精確な発泡倍率の制御が要求される電子部品や自動車部品等のシール材や防振材には、機械式発泡を用いることが望まれている。

10

【0004】

機械式発泡装置には、主に、プランジャーポンプ式とギアポンプ式がある。ギアポンプ式は定量的に液体の送出行えのため、プランジャーポンプ式に比べて発泡倍率の制御が容易である。

【0005】

例えば、下記特許文献1には、液状の樹脂が送られる流路中に配置された2つのギアポンプと、2つのギアポンプの間の流路に設けられた吸気口を介して流路内へ気体を供給する気体供給部とを備えるギアポンプ式の機械式発泡装置が開示されている。この装置では、各ギアポンプのギアの回転速度を制御して、各ギアポンプの間の流路内に吸引圧(負圧)を発生させることで流路中に所望量の気体を流入させる。発泡倍率を適切な値に制御するために、各ギアポンプの回転速度を制御して吸引圧を調整する動作制御が行われる。

20

【0006】

上記の機械式発泡装置には、流路から気体供給部へ樹脂が逆流するのを防止するために、気体供給部と吸気口との間に弁を設けている。弁を設けることによって、気体の供給を停止した待機動作中において樹脂の逆流を防止することが可能となっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2005-152710号公報

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

吐出動作を実施して、一旦停止させる待機動作へ動作状態を切り替えると、各ギアポンプの間の流路内の圧力が、流路の下流側に配置されたギアポンプのさらに下流側の領域よりも低い状態で停止されるため、下流側に配置されたギアポンプの上流側の領域と下流側の領域との間に圧力差が生じてしまう。そのまま停止状態を維持すると、樹脂に気体が混入した発泡性材料が下流側に配置されたギアポンプのギアの噛み合わせを通して各ギアポンプの間の流路内に流れ込んでしまう虞がある。

【0009】

各ギアポンプの間の流路内に発泡性材料が流れ込むと圧力が上昇する。各ギアポンプの間の流路内の圧力が高まった状態で、気体供給部と吸気口との間に設けられた弁を開いて吐出動作を再開しようとする、樹脂や発泡性材料が気体供給部側へ逆流する場合がある。これにより、樹脂と気体の混入比率が変動し、発泡倍率の調整が困難になってしまう場合がある。

40

【0010】

本発明は、上述した課題に鑑みてなされたものであり、待機動作から吐出動作へ動作状態を切り替える際に気体供給部へ樹脂や発泡性材料が逆流するのを防止することにより、所望の発泡倍率を安定して得ることができる機械式発泡装置および機械式発泡方法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】

50

【0011】

上記目的を達成する機械式発泡装置は、液体に気体が混入した発泡性材料を生成し、当該発泡性材料を吐出して発泡させる機械式発泡装置である。当該機械式発泡装置は、前記液体および前記気体を送出する流路と、前記流路へ前記液体を供給する液体供給部と、前記流路へ前記気体を供給する気体供給部と、前記流路と前記気体供給部との間の連通状態を切り替え可能な開閉弁と、前記流路の途中に配置された第1ギアポンプと、前記第1ギアポンプよりも前記流路の下流側に配置され、前記第1ギアポンプよりも高速で回転駆動されることによって前記流路中に前記気体を混入させて前記発泡性材料を生成する吸引圧を発生させる第2ギアポンプと、前記第1ギアポンプと前記第2ギアポンプとの間における前記流路内のポンプ間圧力を検出する第1圧力センサーと、前記液体に前記気体が混入した前記発泡性材料を吐出する吐出口を有するノズルと、前記第2ギアポンプから送出された前記発泡性材料を前記ノズルまで送出する連通路を有する吐出弁本体部と、を備える吐出部と、前記第1ギアポンプ、前記第2ギアポンプ、および前記気体供給部を駆動するとともに前記開閉弁を開いて前記吐出部から前記発泡性材料を吐出する吐出動作と、前記第1ギアポンプ、前記第2ギアポンプ、および前記気体供給部の作動を停止させるとともに前記開閉弁を閉じて前記発泡性材料の吐出を中断させた待機動作とを行うように装置各部を制御する制御部と、を有する。前記制御部は、前記待機動作中において、前記ポンプ間圧力が予め設定した上限圧力になったとき、前記第2ギアポンプを回転駆動して前記第1ギアポンプと前記第2ギアポンプとの間における前記流路内の前記発泡性材料の少なくとも一部を前記第2ギアポンプの下流側に送出して前記流路内の圧力を前記上限圧力よりも低い圧力に低下させる。

10

20

【0012】

上記目的を達成する機械式発泡方法は、液体に気体が混入した発泡性材料を生成し、当該発泡性材料を吐出して発泡させる機械式発泡方法である。当該機械式発泡方法は、前記液体および前記気体を送出する流路に配置された2つのギアポンプのうち下流側に配置された第2ギアポンプを上流側に配置された第1ギアポンプよりも高速で回転駆動して、前記第1ギアポンプと前記第2ギアポンプとの間の流路内に吸引圧を発生させて前記気体を混入し、前記発泡性材料を吐出する吐出動作を行った後、前記吐出動作を停止した状態において、前記第1ギアポンプと前記第2ギアポンプとの間の前記流路内の圧力が予め設定した上限圧力を越えたとき、前記第2ギアポンプを回転駆動して前記流路内の前記発泡性材料の少なくとも一部を前記第2ギアポンプの下流側に送出して前記第1ギアポンプと前記第2ギアポンプとの間の前記流路内の圧力を前記上限圧力よりも低い圧力に低下させる。

30

【発明の効果】

【0013】

上記のように構成した機械式発泡装置および機械式発泡方法によれば、ポンプ間圧力が上限圧力より高くないように制御する。開閉弁を開いたときに気体供給部へ樹脂や発泡性材料が逆流しない圧力に上限圧力を設定することにより、吐出動作を開始した際に発泡性材料が気体供給部へ逆流することを抑制することができる。これにより、気液混合部において樹脂と気体の混合比率が変動することなく、所望の発泡倍率を安定して得ることができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の実施形態に係る機械式発泡装置の全体構成を概略的に示す図である。

【図2】逆流抑制の制御を説明するための図であり、図2(A)は、逆流抑制の制御を開始する前の状態、図2(B)は、逆流抑制の制御を行っている状態を示す。

【図3】予備加圧を説明するための図であり、図3(A)は、予備加圧を開始する前の状態、図3(B)は、予備加圧を行っている状態を示す。

【図4】図1に示す機械式発泡装置の吐出部の構成を説明するための図であり、図4(A)は、吐出動作中の吐出部の状態、図4(B)は、待機動作中の吐出部の状態、図4(C)

50

)は、ノズルを交換する際の吐出部の状態を示す。

【図5】本発明の実施形態に係る機械式発泡方法を説明するためのフローチャートである。

【図6】図5の逆流抑制の制御(ステップS18)を説明するためのサブルーチンフローチャートである。

【図7】図5の予備加圧(ステップS20)を説明するためのサブルーチンフローチャートである。

【図8】図8(A)は、吐出動作中の吐出圧力の時間推移を表すグラフ図であり、図8(B)は、予備加圧中の吐出圧力の時間推移を表すグラフ図である。

【図9】図8(A)に示す吐出条件によりビード状に吐出された発泡体の状態を示す図であり、図9(A)は、対比例に係る発泡体の状態を示し、図9(B)は、実施形態に係る発泡体の状態を示す。

10

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、添付した図面を参照しながら、本発明の実施形態を説明する。なお、以下の説明は特許請求の範囲に記載される技術的範囲や用語の意義を限定するものではない。また、図面の寸法比率は説明の都合上誇張されており、実際の比率とは異なる場合がある。

【0016】

(発泡体)

本実施形態に係る機械式発泡装置10および機械式発泡方法によって得られる発泡体Mは、液状の樹脂(液体に相当)M1に気体M2が混入した発泡性材料M0を大気中に吐出することによって気体M2が発泡(膨張)して生成される。

20

【0017】

発泡体Mの適用対象としては、例えば、気密性が要求される電子部品や自動車のシリンダーヘッドカバーやオイルパンの防水、防塵のためのシール材、クッション性が要求される自動車のエンジンルーム内パネルや電子部品のポッティング、ハウジングケース類の防音、防振、断熱材などが挙げられる。

【0018】

なお、本明細書中では、液状の樹脂M1に気体M2が混入した混合物を発泡性材料M0と称し、発泡性材料M0が機械式発泡装置10から大気中へ吐出されて気体M2が発泡した状態を発泡体Mと称する。また、硬化または固化前の液状の樹脂M1のことを単に樹脂M1と称する。

30

【0019】

樹脂M1としては、例えば湿気硬化、二液混合などの室温硬化性組成物、加熱硬化性組成物、紫外線、可視光などの光硬化性組成物が挙げられる。また、熱可塑性樹脂であって加熱で溶融し、室温冷却で固化する材料であってもよい。例えば、シリコン樹脂、変性シリコン樹脂、アクリル樹脂、ウレタンアクリレート樹脂、エポキシ樹脂、ポリウレタン樹脂、ポリエステル、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリカーボネート、合成ゴム、天然ゴム、合成樹脂、天然樹脂など流動状態から硬化、架橋ないし固化するものが含まれる。エラストマーと指称するものが含まれる。

40

【0020】

気体M2としては、例えば、窒素ガス、炭酸ガス、空気等を好適に使用することができる。

【0021】

(機械式発泡装置)

図1は、機械式発泡装置10の全体構成を概略的に示している。機械式発泡装置10は、樹脂M1に気体M2が混入した発泡性材料M0を生成し、当該発泡性材料M0を吐出して発泡させて発泡体Mを生成する。

【0022】

本実施形態に係る機械式発泡装置10は、図1を参照して、概説すると、樹脂M1を供

50

給する樹脂供給部（液体供給部に相当）100と、樹脂M1に気体M2が混入した発泡性材料M0を生成して送出するポンプ部200と、発泡性材料M0を攪拌および吐出して発泡体Mを生成するヘッド部300と、を備えている。装置各部は、樹脂M1および気体M2を送出する流路11を構成する配管12によって連結されている。なお、本明細書中では、樹脂供給部100が配置される側を上流側、ヘッド部300が配置される側を下流側と称する。

【0023】

配管12は、樹脂供給部100とポンプ部200との間を連結する第1配管12aと、ポンプ部200に配置される第2配管12bと、ポンプ部200とヘッド部300との間を連結する第3配管12cと、から構成されている。配管を形成する材料は、流路11内の圧力によって変形しにくい材料であれば特に限定されず、例えば、SUS等の金属を好適に使用することができる。

10

【0024】

機械式発泡装置10は、制御部400をさらに備えている。制御部400は、ヘッド部300から発泡性材料M0を吐出する吐出動作と、当該発泡性材料M0の吐出を中断させる待機動作とを行うように装置各部を制御する。制御部400は、待機動作中に逆流抑制の制御および予備加圧をさらに行う。なお、各制御の詳細は、後述する。

【0025】

（樹脂供給部）

樹脂供給部100は、図1に示すように、第1配管12aを介してポンプ部200に連結されている。樹脂供給部100は、樹脂M1を貯蔵する樹脂タンク101を備えている。樹脂供給部100は、例えば、交換可能なカートリッジ等から構成される。

20

【0026】

（ポンプ部）

ポンプ部200は、図1に示すように、樹脂供給部100の下流側に配置された第1ギアポンプ211と、第1ギアポンプ211の下流側に配置された第2ギアポンプ212と、第1ギアポンプ211と第2ギアポンプ212との間に配置されて、第2配管12bに気体M2を供給する気体供給部220と、を備えている。第1ギアポンプ211および第2ギアポンプ212は、第2配管12bを介して互いに連結されている。

【0027】

ポンプ部200は、第2配管12bと気体供給部220との間の連通状態を切り替え可能な開閉弁230と、第2ギアポンプ212とヘッド部300との間の連通状態を切り替え可能な切り替え弁240と、をさらに備えている。また、第2配管12bには、ポンプ間圧力P1を検出する第1圧力センサー21が設けられている。

30

【0028】

吐出動作中には、図1に示すように、第1ギアポンプ211、第2ギアポンプ212、および気体供給部220を駆動するとともに開閉弁230および切り替え弁240を開いて発泡性材料M0をヘッド部300へ送出する。

【0029】

第1ギアポンプ211および第2ギアポンプ212は、ギアを備え、各ギアの歯と歯の間の空間を利用して流体を搬送する公知のギアポンプにより構成することができる。ギアポンプは、搬送量が定量で安定しており、ギアの回転速度を調整することによって流体の搬送量を比較的容易に調整することができる。ギアポンプとしては、例えば、歯の噛み合わせによって同時に回転駆動する2つのギアを備える外接型のギアポンプを使用することができる。

40

【0030】

吐出動作中において、第2ギアポンプ212は、第1ギアポンプ211よりも高速で回転駆動される。第2ギアポンプ212によって第2配管12bから流出する樹脂M1の量（体積）は、第1ギアポンプ211によって第2配管12bに流入する樹脂M1の量よりも多くなる。このため、第2配管12b内において、樹脂M1の量が減った分の体積に

50

じて負圧が発生する。

【0031】

気体供給部220は、所定の圧力で加圧した状態で気体M2を第2配管12bに圧送する。気体供給部220は、気体M2を貯蔵する気体タンク221と、気体タンク221から第2配管12bへ気体M2を送出可能に設けられた気体供給ポート222と、を備えている。気体供給部220は、吐出動作中に第2配管12b内に生じた負圧を、気体M2を吸引する吸引圧（以下、負圧を吸引圧と称する。）として利用して第2配管12bに気体M2を供給する。

【0032】

第2配管12bは、気体供給部220から送出手された気体M2を流路11内に流入可能に設けられた吸気口13を備えている。第2配管12bの流路11の一部は、樹脂M1と気体M2とが混合した気液混合部11aを形成している。

10

【0033】

開閉弁230は、気体供給部220が備える気体供給ポート222と第2配管12bとの間に配置され、吸気口13を開閉可能に構成されている。

【0034】

開閉弁230は、公知のニードル弁により構成されている。開閉弁230は、吸気口13を閉鎖する閉弁方向に付勢力が付与された針状の弁体231と、弁体231に連結され、吸気口13を開放する開弁方向に弁体231を移動させるピストン232と、弁体231およびピストン232を収容する収容空間233aを形成する筒部233と、を備えている。収容空間233aは、吸気口13を介して気体供給ポート222と第2配管12bとを連通している。

20

【0035】

弁体231は、吸気口13に対して離反する側（図1中の上側）から付勢部材234により吸気口13に対して接近する側（図1中の下側）へ向けて付勢力が付与されている。弁体231は、図2（A）に示すように、付勢力が付与された状態で下端側が吸気口13に設置された弁座235に着座し、第2配管12bと気体供給部220との間の流路11を閉鎖する閉弁状態を維持する。付勢部材234は、例えば、スプリングのような公知の弾性部材で構成することができる。

【0036】

付勢部材234は、開閉弁230の上側に設置された支持部材236により支持されている。付勢部材234は、一端側が支持部材236に固定された状態で、他端側の端部がピストン232に固定されている。

30

【0037】

弁体231の下端面は、弁座235に着座した際のシール性が向上するように弁座235に対応した形状、例えば、テーパ形状に形成することができる。

【0038】

筒部233には、空気ポンプ237に接続される空気供給ポート238が設けられ、当該空気供給ポート238に連通する通路239が形成されている。ピストン232は、空気供給ポート238を通じて供給される空気圧によって付勢部材234の付勢力に抗して吸気口13に対して離反する方向（図1中の上方向）に駆動される。これにより、ピストン232に連結された弁体231が上方向へ移動して、図1に示すように、第2配管12bと気体供給部220との間の流路11を開放する開弁状態を維持する。

40

【0039】

切り替え弁240は、第3配管12cに配置され、第2ギアポンプ212とヘッド部300との間の流路11を開閉可能に構成されている。

【0040】

切り替え弁240は、開閉弁230と同様に、公知のニードル弁により構成されている。切り替え弁240は、第3配管12cの流路11を閉鎖する閉弁方向に付勢力が付与された弁体241と、弁体241に連結され、第3配管12cの流路11を開放する開弁方

50

向に弁体 241 を移動させるピストン 242 と、弁体 241 およびピストン 242 を収容する収容空間 243 a を形成する筒部 243 と、を備えている。筒部 243 の内部に形成された収容空間 243 a は、第 3 配管 12 c を介して第 2 ギアポンプ 212 とヘッド部 300 とを連通している。

【0041】

弁体 241 は、第 2 ギアポンプ 212 に対して離反する側（図 1 中の下側）から付勢部材 244 により第 2 ギアポンプ 212 に対して接近する側（図 1 中の上側）へ向けて付勢力が付与されている。弁体 241 は、図 2（A）に示すように、付勢力が付与された状態で上端側が第 3 配管 12 c の流路 11 に設置された弁座 245 に着座し、第 2 ギアポンプ 212 とヘッド部 300 との間の流路 11 を閉鎖する閉弁状態を維持する。付勢部材 244 は、開閉弁 230 が備える付勢部材 234 と同様の材料により構成することができる。

10

【0042】

付勢部材 244 は、切り替え弁 240 の下側に設置された支持部材 246 により支持されている。付勢部材 244 は、一端側が支持部材 246 に固定された状態で、他端側の端部がピストン 242 に固定されている。

【0043】

弁体 241 の上端面は、例えば、図 2（A）に示すように、弁座 245 に着座した際のシール性が向上するように弁座 245 の通路部に対応した形状の平坦部 241 a と、平坦部 241 a から延びるテーパ部 241 b とを有した形状に形成することができる。

【0044】

筒部 243 には、空気ポンプ 247 に接続される空気供給ポート 248 が設けられ、当該空気供給ポート 248 に連通する通路 249 が形成されている。ピストン 242 は、空気供給ポート 248 を通じて供給される空気圧によって付勢部材 244 の付勢力に抗して第 2 ギアポンプ 212 に対して離反する方向（図 1 中の下方向）に駆動される。これにより、ピストン 242 に連結された弁体 241 が下方向へ移動して、第 2 ギアポンプ 212 とヘッド部 300 との間の流路 11 を開放する開弁状態を維持する。

20

【0045】

（ヘッド部）

ヘッド部 300 は、図 1 に示すように、第 2 ギアポンプ 212 により送出された発泡性材料 M0 を攪拌するミキサー 310 と、ミキサー 310 により攪拌された発泡性材料 M0 を吐出する吐出部 320 と、を備えている。

30

【0046】

ミキサー 310 は、ポンプ部 200 と吐出部 320 との間に配置される。ミキサー 310 は、流路 11 から発泡性材料 M0 を流入させる入口部 311 と、発泡性材料 M0 を吐出部 320 に送出する出口部 312 と、入口部 311 と出口部 312 との間に配置され、発泡性材料 M0 が混合される空間を形成する混合室 313 と、混合室 313 内で回転して発泡性材料 M0 を攪拌するロータ 314 と、ロータ 314 を回転駆動させるモータ 315 と、を備えている。

【0047】

入口部 311 は、第 3 配管 12 c に連結されている。出口部 312 は、後述する吐出部 320 の連通路 322 a に直接的に臨むように配置されている。

40

【0048】

ロータ 314 は、例えば、ロータ軸 314 a および複数の羽根 314 b から構成される。複数の羽根 314 b は、ロータ軸 314 a の軸方向に対して略垂直方向に所定の間隔を隔てて取り付けられている。

【0049】

ロータ軸 314 a は、モータ 315 の回転軸（図示せず）に連結されて、回転軸と一体となって軸周りに回転駆動される。ロータ 314 が回転することによって複数の羽根 314 b が回転して発泡性材料 M0 を攪拌する。

【0050】

50

モータ 315 は、一端部がロータ 314 に接続され、他端部が混合室 313 から外部に延出するように形成されている。モータ 315 は、公知の電動機を使用することができる。モータ 315 を駆動する電源は、他の装置各部とは別に独立して設けることが好ましい。これにより、待機動作中にミキサー 310 を駆動させることができるため、発泡性材料 M0 中の気体 M2 を分散させた状態を維持できる。

【0051】

吐出部 320 は、発泡性材料 M0 を吐出する吐出口 321 a を有するノズル 321 と、ミキサー 310 により攪拌された発泡性材料 M0 をノズル 321 まで送出する連通路 322 a を有する吐出弁本体部 322 と、ノズル 321 が備える吐出口 321 a を開閉可能な第 1 ノズル弁 331 と、吐出弁本体部 322 が備える連通路 322 a とノズル 321 との間の連通状態を切り替え可能な第 2 ノズル弁 332 と、を備えている。連通路 322 a には、吐出する直前の発泡性材料 M0 の吐出圧力 P2 を検出する第 2 圧力センサー 22 が設けられている。

10

【0052】

ノズル 321 は、吐出弁本体部 322 に着脱可能に設けられている。ノズル 321 は、先端部がテーパ状に縮径した略円筒形状を備えており、先端に吐出口 321 a が形成されている。

【0053】

吐出弁本体部 322 は、第 1 ノズル弁 331 および第 2 ノズル弁 332 を収容する収容空間 322 b を備えている。吐出弁本体部 322 には、空気ポンプ 323 に接続される空気供給ポート 324 が設けられ、当該空気供給ポート 324 に連通する通路 325 が形成されている。

20

【0054】

第 1 ノズル弁 331 および第 2 ノズル弁 332 は、開閉弁 230 および切り替え弁 240 と同様に、公知のニードル弁により構成されている。

【0055】

第 1 ノズル弁 331 は、第 1 弁体 331 a を有し、第 2 ノズル弁 332 は、第 2 弁体 332 a を有している。第 1 弁体 331 a および第 2 弁体 332 a は、一体に形成されている。第 1 ノズル弁 331 および第 2 ノズル弁 332 は、一体に形成された第 1 弁体 331 a および第 2 弁体 332 a が移動することによって第 1 ノズル弁 331 および第 2 ノズル弁 332 の開弁状態、閉弁状態をそれぞれ切り替え可能に構成されている。

30

【0056】

第 1 弁体 331 a は、第 2 弁体 332 a よりもノズル 321 に近接する側に配置されている。第 1 弁体 331 a は、第 2 弁体 332 a と一体となって吐出口 321 a に接近離反する方向へ（図 1 中の上下方向）移動可能に構成されている。第 1 ノズル弁 331 は、第 2 弁体 332 a に付与される後述する付勢力によって、第 1 弁体 331 a が吐出口 321 a に接近する方向へ（図 1 中の下方向）移動して、図 4 (B) に示すように、下端側が吐出口 321 a に設置された第 1 弁座 331 b に着座し、吐出口 321 a を閉鎖する閉弁状態を維持する。

【0057】

第 2 ノズル弁 332 は、吐出口 321 a および吐出弁本体部 322 の連通路 322 a を閉鎖する閉弁方向に付勢力が付与された第 2 弁体 332 a と、第 2 弁体 332 a に連結され、吐出口 321 a および吐出弁本体部 322 の連通路 322 a を開放する開弁方向に第 2 弁体 332 a を移動させるピストン 332 b と、を備えている。

40

【0058】

第 2 弁体 332 a は、吐出弁本体部 322 が備える連通路 322 a に対して離反する側（図 1 中の上側）から付勢部材 332 c により連通路 322 a に対して接近する側（図 1 中の下側）へ向けて付勢力が付与されている。第 2 ノズル弁 332 は、第 2 弁体 332 a に付勢力が付与された状態で、図 4 (C) に示すように、下端側が連通路 322 a に設置された第 2 弁座 332 d に着座し、連通路 322 a を閉鎖する閉弁状態を維持する。この

50

状態を維持することによって、ノズル 3 2 1 を吐出弁本体部 3 2 2 から取り外して交換する際に吐出弁本体部 3 2 2 からの液漏れを防止することができる。付勢部材 3 3 2 c は、開閉弁 2 3 0 および切り替え弁 2 4 0 が備える付勢部材 2 3 4、2 4 4 と同様の材料により構成することができる。

【 0 0 5 9 】

付勢部材 3 3 2 c は、吐出弁本体部 3 2 2 の上側に設置された支持部材 3 3 2 e により支持されている。付勢部材 3 3 2 c は、一端側が支持部材 3 3 2 e に固定された状態で、他端側の端部がピストン 3 3 2 b に固定されている。

【 0 0 6 0 】

ピストン 3 3 2 b は、空気供給ポート 3 2 4 を通じて供給される空気圧によって付勢部材 3 3 2 c の付勢力に抗して吸気口 1 3 に対して離反する方向（図 1 中の上方向）に駆動される。当該空気圧を調整することによって、図 4（A）に示すように、吐出動作中において、第 1 ノズル弁 3 3 1 と第 2 ノズル弁 3 3 2 の両方を開弁状態に維持し、図 4（B）に示すように、待機動作中において、第 2 ノズル弁 3 3 2 を開弁状態に維持したまま第 1 ノズル弁 3 3 1 を閉弁状態にすることができる。

10

【 0 0 6 1 】

（制御部）

制御部 4 0 0 は、図 1 に示すように、記憶部 4 1 0 と、演算部 4 2 0 と、入出力部 4 3 0 と、を備えており、各部は信号を送受信する電気配線などを介して相互に接続されている。

20

【 0 0 6 2 】

入出力部 4 3 0 は、樹脂供給部 1 0 0、ポンプ部 2 0 0 と、ヘッド部 3 0 0 の各部に接続されている。記憶部 4 1 0 は、ROM や RAM から構成し、後述する上限圧力 P_{max} 、下限圧力 P_{min} 、目標圧力 P_t 、補正圧力 P_c 、設定圧力 P_s などのデータを予め記憶する。

【 0 0 6 3 】

演算部 4 2 0 は、CPU を主体に構成され、入出力部 4 3 0 を介して第 1 圧力センサー 2 1 により検出されたポンプ間圧力 P_1 および第 2 圧力センサー 2 2 により検出された吐出圧力 P_2 のデータなどを受信する。演算部 4 2 0 は、記憶部 4 1 0 から読み出したデータおよび入出力部 4 3 0 から受信したデータを基に第 1 ギアポンプ 2 1 1 および第 2 ギアポンプ 2 1 2 の回転速度などを算出する。

30

【 0 0 6 4 】

算出データを基にした制御信号は、入出力部 4 3 0 を介して樹脂供給部 1 0 0、ポンプ部 2 0 0 と、ヘッド部 3 0 0 の各部に送信する。このようにして、制御部 4 0 0 は、ポンプ間圧力 P_1 、吐出圧力 P_2 等を制御して吐出動作や待機動作の制御、待機動作中における逆流抑制の制御や予備加圧などを行う。

【 0 0 6 5 】

（機械式発泡方法）

以下、図 5 を参照して、上述のような構成を有する機械式発泡装置 1 0 を使用して発泡体 M を生成する機械式発泡方法について説明する。

40

【 0 0 6 6 】

図 5 は、本発明の実施形態に係る機械式発泡方法を説明するためのフローチャートである。

【 0 0 6 7 】

機械式発泡方法は、図 5 に示すように、概して、吐出動作（ステップ S 1 1 ~ S 1 5）、待機動作（ステップ S 1 6 ~ 2 0）、吐出動作の再開（ステップ S 2 1）および吐出動作の停止（ステップ S 2 2）によって構成されている。

【 0 0 6 8 】

まず、吐出動作（ステップ S 1 1 ~ S 1 5）について説明する。吐出動作を開始する際、制御部 4 0 0 は、樹脂供給部 1 0 0、気体供給部 2 2 0、第 1 ギアポンプ 2 1 1、第 2

50

ギアポンプ 2 1 2、ミキサー 3 1 0 および吐出部 3 2 0 を駆動するとともに開閉弁 2 3 0、切り替え弁 2 4 0、第 1 ノズル弁 3 3 1 および第 2 ノズル弁 3 3 2 を開いて吐出部 3 2 0 から発泡性材料 M 0 を吐出する。以下、装置各部によって発泡性材料 M 0 を吐出する方法を詳述する。

【 0 0 6 9 】

まず、樹脂供給部 1 0 0 の樹脂タンク 1 0 1 から流路 1 1 を介して樹脂 M 1 を第 1 ギアポンプ 2 1 1 へ供給する（ステップ S 1 1）。

【 0 0 7 0 】

次に、第 1 ギアポンプ 2 1 1 よりも第 2 ギアポンプ 2 1 2 が高速になるように第 1 ギアポンプ 2 1 1 および第 2 ギアポンプ 2 1 2 を回転駆動する（ステップ S 1 2）。これにより、第 1 ギアポンプ 2 1 1 によって第 2 配管 1 2 b に流入する樹脂 M 1 の量（体積）よりも第 2 ギアポンプ 2 1 2 によって第 2 配管 1 2 b から流出する樹脂 M 1 の量が多くなる。このため、第 2 配管 1 2 b 内において、樹脂 M 1 の量が減った分の体積に応じて吸引圧が発生する。

10

【 0 0 7 1 】

次に、開閉弁 2 3 0 を開いて第 2 配管 1 2 b と気体供給部 2 2 0 とを連通させる。このとき、第 2 配管 1 2 b 内の吸引圧によって気体供給部 2 2 0 から気体 M 2 が吸引されて、気体供給部 2 2 0 により圧送されて加圧された状態の気体 M 2 が第 2 配管 1 2 b に混入される。これにより、樹脂 M 1 に気体 M 2 が混入した発泡性材料 M 0 を生成する（ステップ S 1 3）。なお、第 1 ギアポンプ 2 1 1 および第 2 ギアポンプ 2 1 2 を回転駆動してから（ステップ S 1 2）所定の時間、例えば、0.1 ~ 0.5 秒経過後に開閉弁 2 3 0 を開くことが好ましい。これによって、第 2 配管 1 2 b 内に吸引圧を発生させた状態で第 2 配管 1 2 b と気体供給部 2 2 0 とを連通させることができるため、気体供給部 2 2 0 へ樹脂 M 1 が逆流するのを抑制することができる。

20

【 0 0 7 2 】

次に、第 2 ギアポンプ 2 1 2 から圧送された発泡性材料 M 0 をミキサー 3 1 0 の入口部 3 1 1 から混合室 3 1 3 へ送出する。モータ 3 1 5 によりロータ 3 1 4 を回転させると羽根 3 1 4 b がロータ軸 3 1 4 a 周りを回転駆動して混合室 3 1 3 内の発泡性材料 M 0 を攪拌する（ステップ S 1 4）。これにより、発泡性材料 M 0 中の気体 M 2 がせん断力によって微細化されて分散される。ロータ 3 1 4 の回転数は、例えば、50 ~ 1000 rpm とすることができる。

30

【 0 0 7 3 】

次に、ミキサー 3 1 0 により攪拌された発泡性材料 M 0 がミキサー 3 1 0 の出口部 3 1 2 から吐出部 3 2 0 が備える連通路 3 2 2 a に送出される。発泡性材料 M 0 は連通路 3 2 2 a を介してノズル 3 2 1 の吐出口 3 2 1 a から大気中へ吐出される。大気中へ吐出した発泡性材料 M 0 の気体 M 2 は、加圧された状態から解放されて、膨張して発泡した状態で硬化または固化して発泡体 M が生成される（ステップ S 1 5）。なお、説明の都合上、吐出動作（ステップ S 1 1 ~ S 1 5）の各動作を順を追って説明したが、実際には各動作はほぼ同時に行われる。

【 0 0 7 4 】

次に、待機動作（ステップ S 1 6 ~ S 2 0）について説明する。待機動作は、例えば、機械式発泡装置 1 0 の使用を一旦中断した後、再び吐出動作を再開する際に行う制御である。これにより、吐出動作を再開した後、吐出量を安定させるための捨て打ちをすることなく再開直後から所望の発泡倍率および吐出量を備える発泡体 M を生成することができる。

40

【 0 0 7 5 】

待機動作から吐出動作へ動作状態を切り替える際、制御部 4 0 0 は、樹脂供給部 1 0 0、気体供給部 2 2 0、第 1 ギアポンプ 2 1 1、第 2 ギアポンプ 2 1 2 および吐出部 3 2 0 の作動を停止するとともに開閉弁 2 3 0、切り替え弁 2 4 0、第 1 ノズル弁 3 3 1 および第 2 ノズル弁 3 3 2 を閉じて発泡性材料 M 0 の吐出を停止した停止状態にする（ステップ

50

S 1 6)。なお、待機動作中においてもミキサー 3 1 0 は作動したままにしておくことが好ましい。ミキサー 3 1 0 を作動させておくことで、発泡性材料 M 0 中の気体 M 2 が結合して拡張することなく均質に分散された状態を維持することができる。

【 0 0 7 6 】

図 2 (A) に示すように、待機動作中に発泡性材料 M 0 が第 2 配管 1 2 b に流れ込むと、第 1 圧力センサー 2 1 によって検出されるポンプ間圧力 P 1 が上昇する。ポンプ間圧力 P 1 が予め設定した上限圧力 P m a x に到達するまで停止状態を維持する (ステップ S 1 7 : N O)。

【 0 0 7 7 】

ポンプ間圧力 P 1 が上限圧力 P m a x に到達した場合 (ステップ S 1 7 : Y E S)、逆流抑制の制御を行う (ステップ S 1 8)。なお、逆流抑制の制御の詳細は後述する。

10

【 0 0 7 8 】

次に、切り替え弁 2 4 0 を開く (ステップ S 1 9)。これにより、予備加圧を行う前に第 2 ギアポンプ 2 1 2 と吐出部 3 2 0 との間の圧力が均一になる。

【 0 0 7 9 】

次に、予備加圧を行って吐出圧力 P 2 を予め設定した設定圧力 P s まで上昇させる (ステップ S 2 0)。なお、予備加圧の詳細は後述する。

【 0 0 8 0 】

次に、吐出動作を再開する (ステップ S 2 1)。吐出動作は、前述したステップ S 1 1 ~ S 1 5 と同様の動作を行う。

20

【 0 0 8 1 】

最後に、吐出動作を停止して終了する (ステップ S 2 2)。吐出動作を停止する際には、機械式発泡装置 1 0 の各部の作動を停止する。

【 0 0 8 2 】

逆流抑制の制御 (ステップ S 1 8)

次に、図 2 および図 6 を参照して、逆流抑制の制御 (ステップ S 1 8) について説明する。

【 0 0 8 3 】

図 2 は、逆流抑制の制御を説明するための図である。図 6 は、逆流抑制の制御を説明するためのサブルーチンフローチャートである。

30

【 0 0 8 4 】

待機動作中では、第 2 配管 1 2 b 内には吸引圧が生じており、ポンプ間圧力 P 1 が低い状態のため、第 2 ギアポンプ 2 1 2 の下流側と上流側との間に圧力差が生じる。この圧力差によって、図 2 (A) 中の矢印で示すように、第 2 ギアポンプ 2 1 2 の下流側の発泡性材料 M 0 が第 2 ギアポンプ 2 1 2 のギアの噛み合わせを通過して第 2 配管 1 2 b 内に流れ込んでしまう。

【 0 0 8 5 】

第 2 配管 1 2 b に発泡性材料 M 0 が流れ込むと、ポンプ間圧力 P 1 が上昇する。ポンプ間圧力 P 1 が高まった状態で、吐出動作を再開するために開閉弁 2 3 0 を開くと、樹脂 M 1 や発泡性材料 M 0 が気体供給部 2 2 0 側へ逆流する場合がある。これにより、樹脂 M 1 と気体 M 2 の混入比率が変動し、発泡倍率の調整が困難になってしまう場合がある。そこで、待機動作から吐出動作へ動作状態を切り替える際に気体供給部 2 2 0 へ樹脂 M 1 や発泡性材料 M 0 が逆流するのを防止するためにポンプ間圧力 P 1 を所定の範囲に制御する逆流抑制の制御 (ステップ S 1 8) を行う。

40

【 0 0 8 6 】

まず、図 2 (B) に示すように、第 2 ギアポンプ 2 1 2 を回転駆動させて第 2 配管 1 2 b 内の発泡性材料 M 0 の少なくとも一部を第 2 ギアポンプ 2 1 2 の下流側に送出する (ステップ S 1 0 1)。これにより、第 2 配管 1 2 b 内のポンプ間圧力 P 1 を上限圧力 P m a x よりも低い圧力に低下させる。上限圧力 P m a x は、開閉弁 2 3 0 を開いたときに気体供給部 2 2 0 への樹脂 M 1 や発泡性材料 M 0 の逆流が発生しない圧力に設定する。

50

【 0 0 8 7 】

なお、逆流抑制の制御（ステップ S 1 8）や予備加圧（ステップ S 2 0）のように、待機動作中に第 2 ギアポンプ 2 1 2 を作動させる際、吐出動作中に回転させるときよりも低速で第 2 ギアポンプ 2 1 2 を回転させる。これにより、待機動作中にポンプ間圧力 P 1 や吐出圧力 P 2 が急激に上昇することを防止することができる。

【 0 0 8 8 】

ポンプ間圧力 P 1 が予め設定した下限圧力 P m i n に到達するまで第 2 ギアポンプ 2 1 2 の回転動作を維持する（ステップ S 1 0 2 : N O）。

【 0 0 8 9 】

ポンプ間圧力 P 1 が下限圧力 P m i n に到達した場合（ステップ S 1 0 2 : Y E S）、第 2 ギアポンプ 2 1 2 の回転を停止して（ステップ S 1 0 3）、図 5 のステップ S 1 7 の処理に移行する。このようにして、逆流抑制の制御が完了する。

10

【 0 0 9 0 】

第 2 ギアポンプ 2 1 2 の回転を停止した後（ステップ S 1 0 3）、仮にポンプ間圧力 P 1 が上限圧力 P m a x に到達した場合は（ステップ S 1 7 : Y E S）、再び逆流抑制の制御を行う（ステップ S 1 8）。このように、逆流抑制の制御（ステップ S 1 8）を繰り返し行うことによって、ポンプ間圧力 P 1 を上限圧力 P m a x と下限圧力 P m i n との間に維持する。

【 0 0 9 1 】

逆流抑制の制御（ステップ S 1 8）を行うことにより、ポンプ間圧力 P 1 が上限圧力 P m a x より高くならないように制御する。上限圧力 P m a x は開閉弁 2 3 0 を開いたときに気体供給部 2 2 0 へ樹脂 M 1 や発泡性材料 M 0 が逆流しない圧力に設定されているため、吐出動作を開始した際に発泡性材料 M 0 が開閉弁 2 3 0 を介して気体供給部 2 2 0 へ逆流することを抑制することができる。また、ポンプ間圧力 P 1 が下限圧力 P m i n より低くならないように制御するため、吐出動作を開始した際に各ギアポンプ 2 1 1、2 1 2 の間の流路 1 1 内に生じる吸引圧が過度に高くなることを抑制して発泡倍率の変動を抑制することができる。

20

【 0 0 9 2 】

予備加圧（ステップ S 2 0）

次に、図 3、図 4（A）、（B）、図 7～9 を参照して、予備加圧（ステップ S 2 0）について説明する。

30

【 0 0 9 3 】

図 3 は、予備加圧（ステップ S 2 0）を説明するための図である。図 4（A）は、吐出動作中の吐出部 3 2 0 の状態、図 4（B）は、待機動作中の吐出部 3 2 0 の状態を示す図である。図 7 は、図 5 の予備加圧（ステップ S 2 0）を説明するためのサブルーチンフローチャートであり、図 8（A）は、吐出動作中の吐出圧力 P 2 の時間推移を表すグラフ図であり、図 8（B）は、予備加圧中の吐出圧力 P 2 の時間推移を表すグラフ図であり、図 9 は、図 8（A）に示す吐出条件によりビード状に吐出された発泡体 M の状態を示す図である。

40

【 0 0 9 4 】

図 4（B）に示す待機動作から図 4（A）に示す吐出動作へ動作状態を切り替えると、第 1 ノズル弁 3 3 1 が備える第 1 弁体 3 3 1 a が吐出口 3 2 1 a から離反する方向（図 4 中の上方向）に駆動されて第 1 弁体 3 3 1 a の一部が吐出弁本体部 3 2 2 内へ収容される。このため、第 1 弁体 3 3 1 a の一部がノズル 3 2 1 から吐出弁本体部 3 2 2 へ移動した体積の分だけノズル 3 2 1 内の容積が大きくなる。ノズル 3 2 1 内の容積が大きくなるのに対して、ノズル 3 2 1 内の発泡性材料 M 0 の量は変わらない。このため、吐出動作を開始した直後には、吐出圧力 P 2 が低下する。

【 0 0 9 5 】

上記理由により、図 8（A）の対比例に示すように、第 1 ノズル弁 3 3 1 を開いて（図 8（A）中の時間 t 1）から吐出動作を開始する（図 8（A）中の時間 t 2）までの間に

50

吐出圧力 P_2 が圧力 P_u まで低下する。単位時間あたりの発泡性材料 M_0 の吐出量は吐出圧力 P_2 に依存する。このため、吐出動作を開始した後、吐出圧力 P_2 が圧力 P_u から所望の単位時間あたりの発泡性材料 M_0 の吐出量を得るための圧力（以下、目標圧力 P_t と称する。）に到達するまでに吐出圧力 P_2 を上昇させる必要がある。

【0096】

吐出動作の開始（図8（A）中の時間 t_2 ）から目標圧力 P_t （図8（A）中の時間 t_3 ）に到達するまで、単位時間あたりの発泡性材料 M_0 の吐出量は徐々に増加するため、図9（A）に示すように、ビード状に吐出させた発泡体 M の幅が不均一になってしまう場合がある。そこで、吐出動作の開始のときに低下する圧力（以下、補正圧力 P_c と称する。）を加味して吐出圧力 P_2 を予め設定した設定圧力 P_s まで上昇させる予備加圧（ステップ S_{20} ）を行う。

10

【0097】

設定圧力 P_s は、目標圧力 P_t および補正圧力 P_c を加算した圧力とする（式（1））。

【0098】

【数1】

$$P_s = P_t + P_c \dots (1)$$

【0099】

ここで、補正圧力 P_c は、図8（A）の対比例において、目標圧力 P_t と圧力 P_u との差圧とする（式（2））。本実施形態では、圧力 P_u は、待機動作前に行った吐出動作の開始のときに低下した吐出圧力 P_2 の下限値に設定している。

20

【0100】

【数2】

$$P_c = P_t - P_u \dots (2)$$

【0101】

図8（B）の対比例1および対比例2には、予備加圧を一定圧で継続して行った場合の吐出圧力 P_2 と時間との関係を示す。

【0102】

対比例1のように、第1ギアポンプ211および第2ギアポンプ212を比較的高速で回転駆動して設定圧力 P_s まで吐出圧力 P_2 を上昇させる場合、吐出圧力 P_2 が急速に上昇するため設定圧力 P_s よりも高い圧力までオーバーランしてしまう場合がある。

30

【0103】

また、対比例2のように、第1ギアポンプ211および第2ギアポンプ212を比較的低速で回転駆動して設定圧力 P_s まで吐出圧力 P_2 を上昇させる場合、吐出圧力 P_2 を設定圧力 P_s まで上昇させるために時間がかかってしまう。

【0104】

これに対して、本実施形態では、図8（B）に示すように、予備加圧を2段階に分けて行う。まず、第1段階において、第1ギアポンプ211および第2ギアポンプ212を回転駆動して吐出圧力 P_2 を設定圧力 P_s よりも低い圧力である第1設定圧力 P_r まで上昇させる（図8（B）中の時間 t_1 ）。次に、第2段階において、第1ギアポンプ211および第2ギアポンプ212を第1段階よりも低速で回転駆動して加圧速度を落として設定圧力 P_s まで吐出圧力 P_2 を上昇させる（図8（B）中の時間 t_2 ）。これにより、加圧時間の短縮化を図るとともに、急速な加圧によるオーバーランを抑制しつつ、吐出圧力 P_2 を設定圧力 P_s まで上昇させることができる。

40

【0105】

以下、図3および図7を参照して、予備加圧（ステップ S_{20} ）の制御について詳細に説明する。

【0106】

まず、図3（A）に示すように待機動作中に切り替え弁240を開いた状態において、図3（B）に示すように第1ギアポンプ211および第2ギアポンプ212を回転駆動し

50

、開閉弁 230 を開弁状態にして気体供給部 220 を駆動して第 1 段階の加圧を行う（ステップ S201）。吐出動作中と同様に、第 1 ギアポンプ 211 よりも第 2 ギアポンプ 212 が高速になるように第 1 ギアポンプ 211 および第 2 ギアポンプ 212 を回転駆動する。このとき、第 1 ギアポンプ 211 および第 2 ギアポンプ 212 の回転速度の比率は、吐出動作中と同じ比率とする。また、第 1 ギアポンプ 211 および第 2 ギアポンプ 212 の回転速度は、吐出動作中よりも低く設定する。

【0107】

第 2 圧力センサー 22 によって検出される吐出圧力 P_2 が予め設定した第 1 設定圧力 P_r に到達するまで第 1 ギアポンプ 211、第 2 ギアポンプ 212、および気体供給部 220 を作動させる（ステップ S202：NO）。

10

【0108】

第 1 設定圧力 P_r は、例えば、設定圧力 P_s の 90% の値に設定することができる。なお、第 1 設定圧力 P_r は設定圧力 P_s よりも低い値であれば特に限定されない。

【0109】

吐出圧力 P_2 が予め設定した第 1 設定圧力 P_r に到達した場合（ステップ S202：YES）、第 1 ギアポンプ 211 および第 2 ギアポンプ 212 を第 1 段階よりも低速で回転駆動する第 2 段階の加圧を行う（ステップ S203）。

【0110】

吐出圧力 P_2 が設定圧力 P_s に到達するまで第 1 ギアポンプ 211、第 2 ギアポンプ 212、および気体供給部 220 を作動させる（ステップ S204：NO）。

20

【0111】

吐出圧力 P_2 が設定圧力 P_s に到達すると予備加圧が完了し（ステップ S204：YES）、図 5 のステップ S21 の処理に移行する。

【0112】

予備加圧は、吐出動作を開始した際に目標圧力 P_t から低下する圧力である補正圧力 P_c を加味して設定した設定圧力 P_s まで吐出圧力 P_2 を上昇させる。このため、吐出動作の開始前に予備加圧を行った場合、図 8 (A) に示すように、吐出動作を開始した後に吐出圧力 P_2 が補正圧力 P_c だけ低下するため、吐出動作を開始したときから吐出圧力 P_2 を目標圧力 P_t に近い値に制御することができる。よって、吐出動作を開始した際おける吐出圧力 P_2 の目標圧力 P_t に対する差を小さくすることができる。これにより、図 9 (B) に示すように、発泡体 M の吐出量が均一になり、ビード状に吐出させた発泡体 M の幅を略一定に形成することができる。

30

【0113】

以上のように本実施形態では、待機動作中において、ポンプ間圧力 P_1 が予め設定した上限圧力 P_{max} になったとき、第 2 ギアポンプ 212 を回転駆動して第 1 ギアポンプ 211 と第 2 ギアポンプ 212 との間における流路 11 内の発泡性材料 M0 の少なくとも一部を第 2 ギアポンプ 212 の下流側に送出して流路 11 内の圧力を上限圧力 P_{max} よりも低い圧力に低下させる制御を行う。上限圧力 P_{max} は開閉弁 230 を開いたときに気体供給部 220 へ樹脂 M1 や発泡性材料 M0 が逆流しない圧力に設定されているため、吐出動作を開始した際に発泡性材料 M0 が気体供給部 220 へ逆流することを抑制することができる。これにより、気液混合部 11a において樹脂 M1 と気体 M2 の混合比率が変動することなく、所望の発泡倍率を安定して得ることができる。

40

【0114】

また、待機動作中において、ポンプ間圧力 P_1 が予め設定した下限圧力 P_{min} になったとき、第 2 ギアポンプ 212 の回転を停止させてポンプ間圧力 P_1 を上限圧力 P_{max} と下限圧力 P_{min} との間に維持する。ポンプ間圧力 P_1 が下限圧力 P_{min} より低くならないように制御するため、吐出動作を開始した際に各ギアポンプ 211、212 の間の吸引圧が過度に高くなることを抑制することができる。これにより、各ギアポンプ 211、212 の間の吸引圧が上昇することによる気体 M2 の供給量の増加を抑制することができる。所望の発泡倍率をより確実に得ることができる。

50

【0115】

また、第2ギアポンプ212よりも流路11の下流側に配置され、第2ギアポンプ212と吐出部320との間の連通状態を切り替え可能な切り替え弁240をさらに有する。これにより、待機動作中に切り替え弁240を閉弁状態にしておくことで、第2ギアポンプ212を介して第2配管12bへ発泡性材料M0が流れ込むことをより確実に抑制することができる。

【0116】

また、待機動作中に第2ギアポンプ212を作動させる際、吐出動作中に回転させるときよりも低速で第2ギアポンプ212を回転させる。これにより、待機動作中にポンプ間圧力P1や吐出圧力P2が急激に上昇することを防止することができる。

10

【0117】

また、待機動作中に第1ギアポンプ211、第2ギアポンプ212、および気体供給部220を作動させて、流路11内に発泡性材料M0を送出させて吐出圧力P2を設定圧力Psまで上昇させる予備加圧を行う。これにより、吐出動作を開始した際における吐出圧力P2の目標圧力Ptに対する差を小さくすることができる。このため、発泡体Mの吐出量が均一になり、ビード状に吐出させた発泡体Mの幅を略一定に形成することができる。

【0118】

また、吐出圧力P2において、所望の単位時間あたりの発泡性材料M0の吐出量を得ることができる目標圧力Ptと、待機動作から吐出動作に切り替えたときに目標圧力Ptから低下する補正圧力Pcと、を加算した圧力を設定圧力Psとする。吐出動作前に設定圧力Psまで加圧しておくことで、吐出動作を開始した後に吐出圧力P2が補正圧力Pcだけ低下するため、吐出動作を開始したときから吐出圧力P2を目標圧力Ptに近い値に制御することができる。このため、発泡体Mの吐出量がより一層均一になり、ビード状に吐出させた発泡体Mの幅を略一定に形成することができる。

20

【0119】

また、予備加圧は、吐出圧力P2を設定圧力Psより低い圧力まで上昇させる第1段階と、第1ギアポンプ211および第2ギアポンプ212が第1段階よりも低速で回転駆動される第2段階と、を含む。予備加圧を2段階に分けて行うことによって、加圧時間の短縮化を図るとともに、急速な加圧によるオーバーランを抑制しつつ、吐出圧力P2を設定圧力Psまで上昇させることができる。

30

【0120】

また、待機動作中に予備加圧を行う前に、切り替え弁240を開いて第2ギアポンプ212と吐出部320との間を連通させる。予備加圧を行う前に第2ギアポンプ212と吐出部320との間の圧力が均一になるため、吐出動作を開始した際により確実に吐出圧力P2を目標圧力Ptに近づけることができる。

【0121】

また、吐出動作中において、第1ノズル弁331および第2ノズル弁332を開いて発泡性材料M0を吐出口321aから吐出させ、吐出動作から待機動作へ動作状態を切り替える際に、第1ノズル弁331を閉じて発泡性材料M0を吐出口321aからの吐出を停止させる。このため、停止状態においてノズル321からの液漏れを防止することができる。また、吐出動作を停止してノズル321を吐出弁本体部322から取り外す際に、第2ノズル弁332を閉じて吐出弁本体部322からの発泡性材料M0の流出を抑制する。このため、ノズル321を交換する際に吐出部320が備える吐出弁本体部322からの液漏れを防止することができる。

40

【0122】

また、ミキサー310の出口部312は、吐出部320の連通路322aに直接的に臨むように配置されている。これにより、発泡性材料M0がミキサー310によって攪拌された直後に吐出部320に送出されるため、吐出部320に送出するまでに発泡性材料M0中の気体M2が結合して拡張することなく均質に分散された状態を維持したまま発泡性材料M0を吐出することができる。

50

【 0 1 2 3 】

以上、実施形態を通じて本発明に係る機械式発泡装置および機械式発泡方法を説明したが、本発明は実施形態において説明した構成のみに限定されることはなく、特許請求の範囲の記載に基づいて適宜変更することが可能である。

【 0 1 2 4 】

例えば、実施形態に係るポンプ部は、切り替え弁を有するとしたが、これに限定されず、切り替え弁を有していなくてもよい。切り替え弁を備えない構成であっても、第1ギアポンプおよび第2ギアポンプの動作を制御することによって、吐出動作を開始した際に発泡性材料が気体供給部へ逆流することを抑制することができる。

【 0 1 2 5 】

また、開閉弁、切り替え弁、第1ノズル弁および第2ノズル弁は、ニードル弁により構成されているとしたが、これに限定されず、例えば、サックバック式弁、ロータリ式弁、シャッター式弁等によって構成することができる。

【 0 1 2 6 】

また、各ギアポンプの間に気体を吸引するための吸引圧は負圧であるとしたが、気体の引き込みを発生し得る圧力であればこれに限定されず、0または正圧であってもよい。

【 0 1 2 7 】

また、吐出動作には、装置の作動を確認する際に行われる捨て打ちも含まれるものとする。

【 0 1 2 8 】

また、予備加圧は、2段階の加圧により構成されるとしたが、3段階以上の加圧により構成してもよい。その際、段階が後になるにつれて、第1ギアポンプおよび第2ギアポンプの回転速度が低速になるように制御する。

【 0 1 2 9 】

また、実施形態に係る機械式発泡方法において、予備加圧を行うとしたが、これに限定されず、予備加圧を行わない構成としてもよい。この場合であっても、吐出動作中にギアポンプの回転速度等を調整したり、吐出動作開始時に捨て打ちを行ったりすることによって所望の吐出量を得ることができる。

【 符号の説明 】

【 0 1 3 0 】

1 0 機械式発泡装置、
 1 1 流路、
 1 3 吸気口
 2 1 第1圧力センサー、
 2 2 第2圧力センサー、
 1 0 0 樹脂供給部（液体供給部）、
 2 0 0 ポンプ部、
 2 1 1 第1ギアポンプ、
 2 1 2 第2ギアポンプ、
 2 2 0 気体供給部、
 2 3 0 開閉弁、
 2 4 0 切り替え弁、
 3 0 0 ヘッド部、
 3 1 0 ミキサー、
 3 1 1 入口部、
 3 1 2 出口部、
 3 1 3 混合室、
 3 2 0 吐出部、
 3 2 1 ノズル、
 3 2 2 吐出弁本体部、

10

20

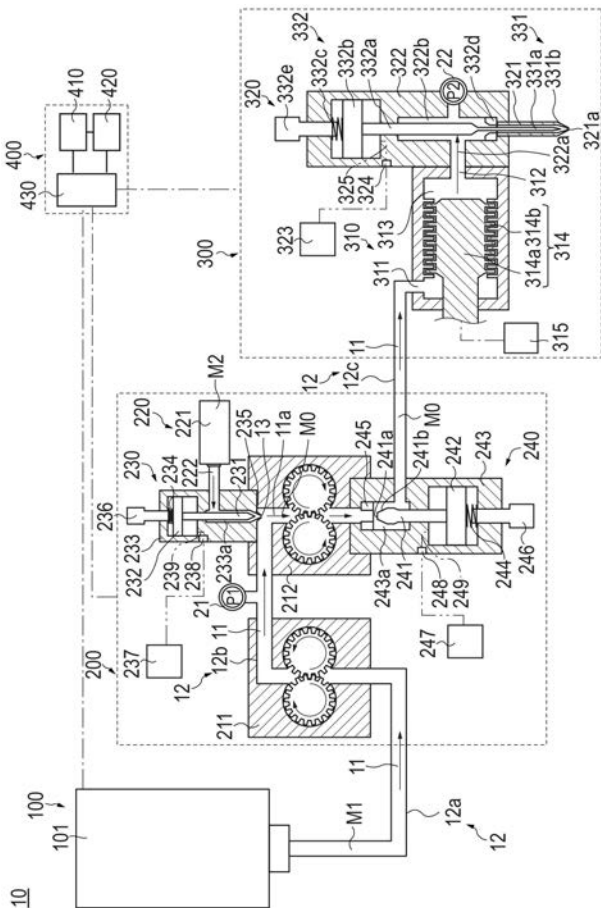
30

40

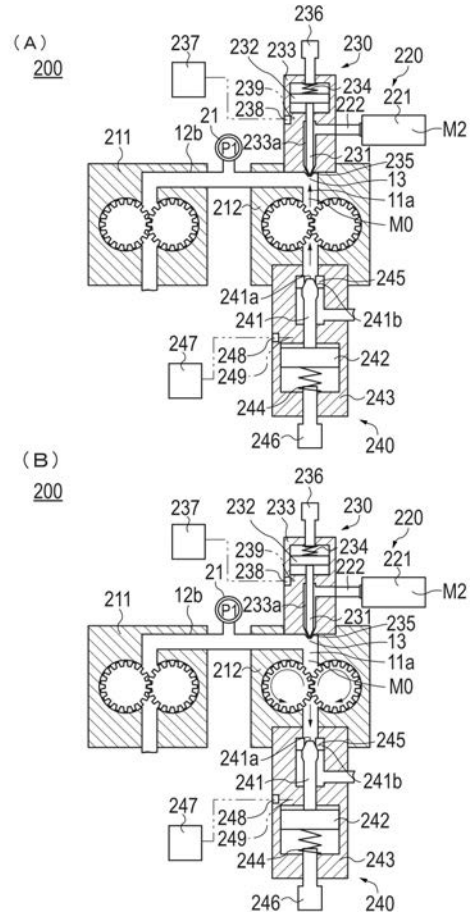
50

- 3 3 1 第 1 ノズル弁、
- 3 3 2 第 2 ノズル弁、
- 4 0 0 制御部、
- M 発泡体、
- M 0 発泡性材料、
- M 1 樹脂（液体）、
- M 2 気体、
- P 1 ポンプ間圧力、
- P 2 吐出圧力、
- P m a x 上限圧力、
- P m i n 下限圧力、
- P t 目標圧力、
- P c 補正圧力、
- P s 設定圧力。

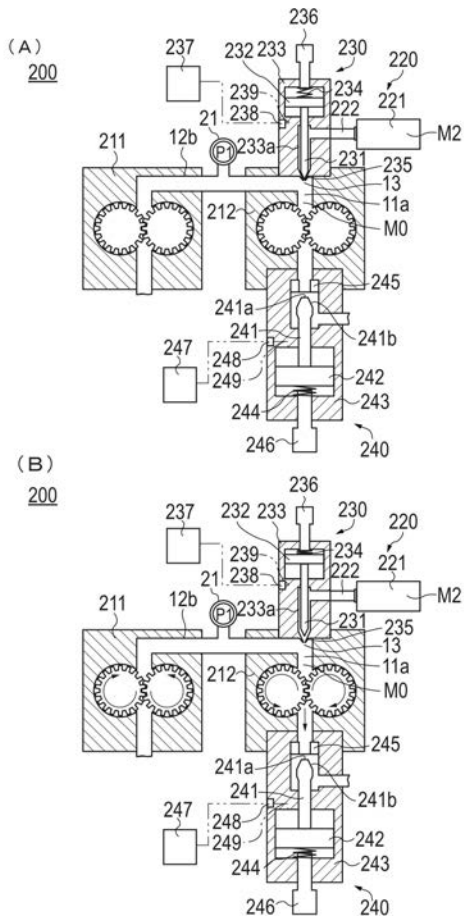
【 図 1 】



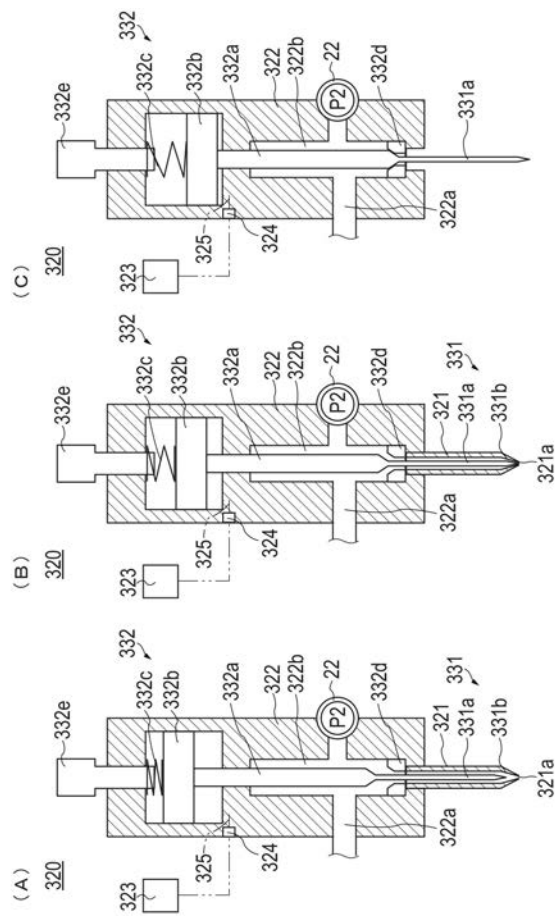
【 図 2 】



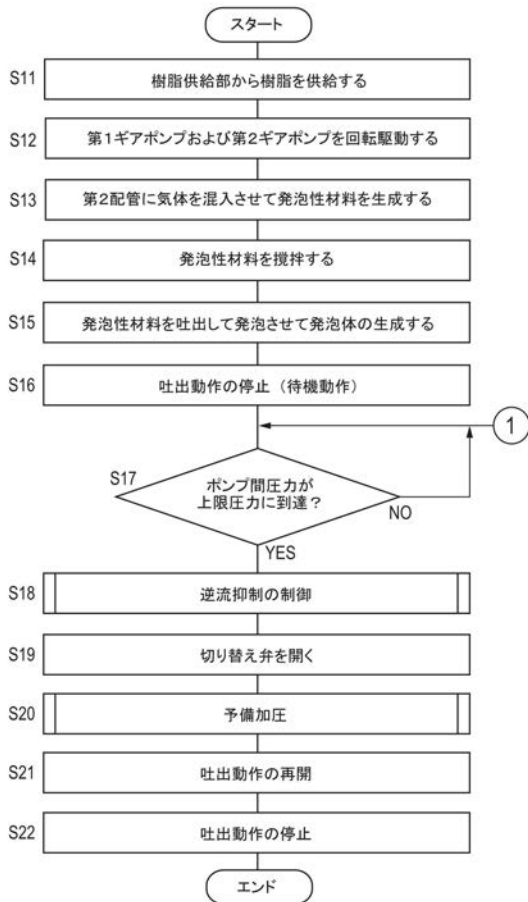
【 図 3 】



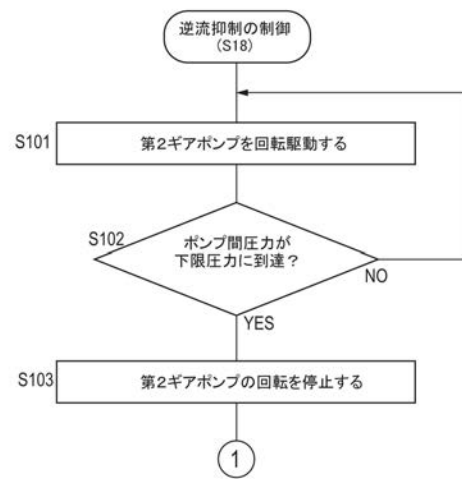
【 図 4 】



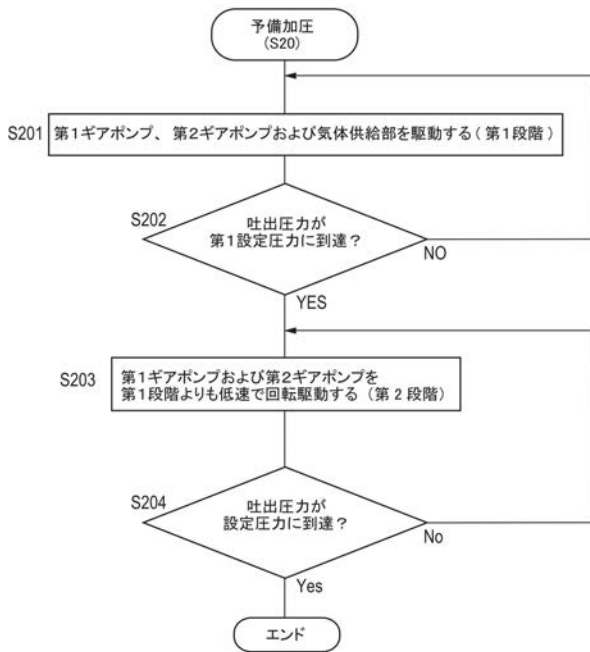
【 図 5 】



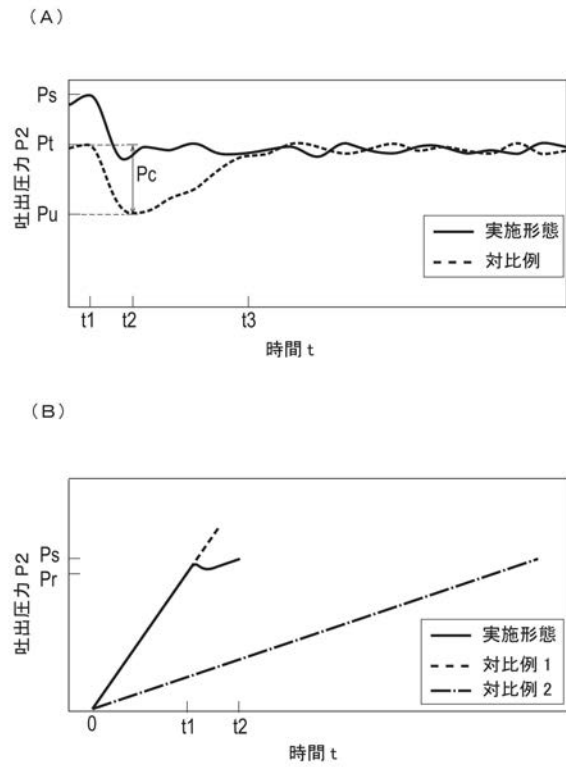
【 図 6 】



【 図 7 】

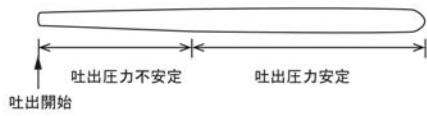


【 図 8 】



【 図 9 】

(A)



(B)

