

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3986500号  
(P3986500)

(45) 発行日 平成19年10月3日(2007.10.3)

(24) 登録日 平成19年7月20日(2007.7.20)

(51) Int.C1.

F 1

**B29C 45/18 (2006.01)**

B29C 45/18

**B29C 45/00 (2006.01)**

B29C 45/00

請求項の数 2 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2004-37370 (P2004-37370)  
 (22) 出願日 平成16年2月13日 (2004.2.13)  
 (65) 公開番号 特開2005-225141 (P2005-225141A)  
 (43) 公開日 平成17年8月25日 (2005.8.25)  
 審査請求日 平成17年7月8日 (2005.7.8)

(73) 特許権者 000229760  
 株式会社タクミナ  
 大阪府大阪市中央区南船場2丁目4番8号  
 (74) 代理人 100067356  
 弁理士 下田 容一郎  
 (72) 発明者 清水 久登  
 長野県埴科郡坂城町大字南条2110番地  
 日精樹脂工業株式会社内  
 (72) 発明者 川崎 元  
 大阪府大阪市中央区南船場2丁目4番8号  
 株式会社タクミナ内

審査官 須藤 康洋

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】射出成形機への超臨界流体の供給装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

加熱筒内の樹脂材料へ超臨界状態の流体を混合するために、液化流体貯留手段から液化流体を定吐出量ポンプで取出し、この定吐出量ポンプから加熱筒側供給口までの間で圧力及び温度を調整することで前記液化流体を超臨界状態の流体に変化させ、この超臨界状態の流体を、必要なときに加熱筒内へ供給する超臨界流体の供給装置であり、

前記定吐出量ポンプから加熱筒側供給口までの間に、液化流体を超臨界状態の流体に変化させる第1流路と、この第1流路の出口から加熱筒側供給口までの第2流路と、これらの第1・第2流路の中間から前記定吐出量ポンプの入口へ流体を戻すリターン流路とを準備するとともに、前記リターン流路に一次圧が所定圧力未満では閉じて一次圧を保ち、一次圧が所定圧力以上では開いて一次圧を所定圧力に保つリターン流路保圧弁を介設した超臨界流体の供給装置において、

前記第2流路に第1オンオフ弁を介設し、前記リターン流路に第2オンオフ弁を介設し、第1オンオフ弁を開くときに第2オンオフ弁を閉じ、第2オンオフ弁を開くときに第1オンオフ弁を閉じる制御を実行する弁制御部を備えると共に、

前記第1流路の出口側に、絞り弁を介設したことを特徴とする射出成形機への超臨界流体の供給装置。

## 【請求項 2】

前記第1流路の出口側に、一次圧が所定圧力未満では閉じて一次圧を保ち、一次圧が所定圧力以上では開いて一次圧を所定圧力に保つ第1流路保圧弁を介設したことを特徴とす

る請求項1記載の射出成形機への超臨界流体の供給装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、可塑剤又は発泡剤の役割りを果たす超臨界流体を射出成形機中の樹脂に混入するときに用いる超臨界流体の供給技術に関する。

なお、本発明では、ある機器の上流側を一次側、上流側の圧力を一次圧と呼び、機器の下流側を二次側、下流側の圧力を二次圧と呼ぶ。

【背景技術】

【0002】

図4は物質の状態図であり、横軸は温度、縦軸は圧力を示す。気体と固体との境界線は昇華曲線であり、気体と液体との境界線は蒸発曲線であることは周知の通りである。この蒸発曲線の高圧、高温側に、一般に終点があり、この終点を超臨界点と呼ぶ。この超臨界点に対応する温度T<sub>c</sub>を超臨界温度、対応する圧力P<sub>c</sub>を超臨界圧という。超臨界点より高温領域では、蒸発や凝固に変化が存在しない超臨界流体となる。

【0003】

図5は二酸化炭素の状態図であり、横軸は圧力、縦軸は密度を示す。横軸の圧力を増加するに連れて密度が大きくなるので、超臨界二酸化炭素は気体の性質を有する。

【0004】

図6は気体、液体及び超臨界流体の物性値を比較したグラフである。

(a)は密度の比較図であり、気体の密度は、液体の密度の1/1000倍程度である。一方、超臨界流体の密度は、液体の密度の0.2~1.0倍であり、超臨界流体は密度の点では液体に近い。

(b)は粘度の比較図であり、超臨界流体は粘度の点では気体に近いことがわかる。

【0005】

低粘度の流体を、射出機内の樹脂に混ぜれば、樹脂の流動性が高まり、より低い射出圧力で樹脂を金型内へ射出することができる。したがって、通常の可塑剤より格段に低粘度である超臨界流体は、射出成形における可塑剤として有望である。

【0006】

通常の可塑剤は、液体又は固体粉末であり、非圧縮物であるため、圧力の影響を受けず、容易に所定量を樹脂に混入することができ、混合比を安定させることができる。

一方、超臨界流体は、流体(非圧縮性)と気体(圧縮性)との両方の性質を備えているために、圧力で供給量を管理する従来の供給法では、樹脂と可塑剤の混合比を安定化させることが困難となる。

【0007】

そこで、従来、定量ポンプを用いて、超臨界二酸化炭素を熱可塑性樹脂に添加する技術が提案されている(例えば、特許文献1参照。)。

【特許文献1】特開2000-84968公報(図1)

【0008】

特許文献1を次図に基づいて説明する。

図7は従来の技術の基本構成を説明する図であり、(1)は液化二酸化炭素ボンベ、(2)は定量ポンプ、(3)は保圧弁、(4)は成形機、(5)は冷媒循環器、(6)はヒータ、(7)は流量計である。

【0009】

特許文献1の段落番号[0036]第1行から段落番号[0040]第10行までの説明を要約すると、図8において「液化二酸化炭素ボンベ(1)内の液化二酸化炭素を定量ポンプ(2)で加圧し、ヒータ(6)で加熱して、成形機(4)へ供給する。

超臨界流体を得るために、圧力は保圧弁(3)で制御し、温度はヒータ(6)で制御する。

高精度の質量流量計(7)で流量を測定し、その情報を定量ポンプ(2)へフィードバ

10

20

30

40

50

ックして、流量の変動を抑える。」と説明されている。

#### 【0010】

しかし、特許文献1の技術は次に示す問題を有する。

先ず、高精度の質量流量計(7)は、極めて高価であって、設備費用の高騰を招く。

次に、保圧弁(3)の次にヒータ(6)が在るため、保圧弁(3)で圧力を一定にしても、ヒータ(6)で加熱すると、圧力が大きく変化する。この圧力変動が流量変動となつて現れる。

#### 【0011】

また、連続的に超臨界流体を成形機(4)へ供給するときには、影響が少ないが、成形工程の都合で供給停止を交互に繰り返すことがある。停止時は、定量ポンプ(2)を停止し、質量流量計(7)の読みはゼロとなる。そして、供給を開始すると定量ポンプ(2)が所定の回転数に達するまでは流量は安定しない。10

また、超臨界流体は圧縮性があり、質量流量計(7)のフィードバック信号を受けて定量ポンプ(2)が応答しても、圧縮特性による時間的な遅れにより制御は困難である。

すなわち、特許文献1の技術は供給停止を繰り返す形式の成形機には不向きである。

#### 【発明の開示】

##### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0012】

本発明は、流量計を省くことができ、供給停止を繰り返しても所定量の超臨界流体を安定して供給することができる超臨界流体の供給技術を提供することを課題とする。20

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0015】

請求項1に係る発明は、加熱筒内の樹脂材料へ超臨界状態の流体を混合するために、液化流体貯留手段から液化流体を定吐出量ポンプで取出し、この定吐出量ポンプから加熱筒側供給口までの間に圧力及び温度を調整することで前記液化流体を超臨界状態の流体に変化させ、この超臨界状態の流体を、必要なときに加熱筒内へ供給する超臨界流体の供給装置であり、

前記定吐出量ポンプから加熱筒側供給口までの間に、液化流体を超臨界状態の流体に変化させる第1流路と、この第1流路の出口から加熱筒側供給口までの第2流路と、これらの第1・第2流路の中間から前記定吐出量ポンプの入口へ流体を戻すリターン流路とを準備するとともに、前記リターン流路に一次圧が所定圧力未満では閉じて一次圧を保ち、一次圧が所定圧力以上では開いて一次圧を所定圧力に保つリターン流路保圧弁を介設した超臨界流体の供給装置において、30

前記第2流路に第1オンオフ弁を介設し、前記リターン流路に第2オンオフ弁を介設し、第1オンオフ弁を開くときに第2オンオフ弁を閉じ、第2オンオフ弁を開くときに第1オンオフ弁を閉じる制御を実行する弁制御部を備えると共に、

前記第1流路の出口側に、絞り弁を介設したことを特徴とする。

#### 【0016】

請求項2に係る発明は、第1流路の出口側に、一次圧が所定圧力未満では閉じて一次圧を保ち、一次圧が所定圧力以上では開いて一次圧を所定圧力に保つ第1流路保圧弁を介設したことを特徴とする。40

#### 【発明の効果】

#### 【0021】

請求項1に係る発明は、第2流路に第1オンオフ弁を介設し、リターン流路に第2オンオフ弁を介設し、第1オンオフ弁を開くときに第2オンオフ弁を閉じ、第2オンオフ弁を開くときに第1オンオフ弁を閉じる制御を実行する弁制御部を備えた。

加熱筒側供給口へ流体を供給しないときには、第1オンオフ弁を閉じることで第2流路を閉じ、第2オンオフ弁を開くことで第1流路及びリターン流路に、流体を循環させ、この際に前記保圧弁の作用で第2流路の入口の圧力を一定に保つことができる。

#### 【0022】

加熱筒側供給口へ流体を供給するときには、第2オンオフ弁を閉じることでリターン流路を閉じ、第1オンオフ弁を開くことで第1流路及び第2流路に流体を流し、この際に定吐出量ポンプの作用で一定量の流体を加熱筒側供給口へ供給することを特徴とする。

装置としては、流路に第1・第2オンオフ弁を介設し、弁制御部を備えるだけであるから、装置コストの高騰を抑えることができる。

さらに、請求項1に係る発明は、第1流路の出口側に、絞り弁を介設したことを特徴とする。定吐出量ポンプを最大吐出にしておき、絞り弁の開度により流量制御を行うことができる。また、可変ニードル弁を用いれば、ニードル弁は常に必要流量分の開度にしておけるので、弁の開度変化に伴う、サーボ流量の発生を抑えることができる。

#### 【0023】

10

請求項2に係る発明は、第1流路の出口側に、第1流路保圧弁を介設したことを特徴とする。第1流路保圧弁により、この弁の一次側の圧力をポンプの吐出圧力と同じにして一定流量を第1流路の出口から常に吐出させることができる。

また、同保圧弁により、定吐出量ポンプの吐出圧が異常に低下する現象を回避することができ、定吐出量ポンプの保護をも図ることができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0025】

本発明を実施するための最良の形態を添付図に基づいて以下に説明する。なお、図面は符号の向きに見るものとする。

図1は射出成形機への超臨界流体の供給装置の原理図であり、射出機構10と超臨界流体の供給装置30との構成を順に説明する。

20

#### 【0026】

射出機構10は、2ステージ用スクリュー11（詳細構造は後述する。）と、このスクリュー11を進退自在に且つ回転自在に収納する加熱筒12と、この加熱筒12に備えたヒータ13と、加熱筒12の先端に設けたノズルバルブ14と、加熱筒12のほぼ中央に設けた加熱筒側供給口15と、加熱筒12の後部に備えたホッパ16と、加熱筒12の後端に設けた射出シリンダ17と、この射出シリンダ17の後端に設けたスクリュー回転手段18と、加熱筒12内の樹脂圧力を測定する樹脂圧力センサ19とからなる。

#### 【0027】

2ステージ用スクリュー11は、第1ステージ23で樹脂22を溶融、圧力上昇させ、供給ガスの加熱筒側供給口15へのリークバリアー部を形成させる。

30

ガス供給部となる第2ステージ25はスクリューピッチ、溝の深さにより樹脂圧力減圧部を一部設け、ガス供給の妨げにならないようにしてあり、先端部に掛けて樹脂とガスを混練し溶解を進行させる。

21は第1ステージ23におけるライト、24は第2ステージ25におけるライト、26は両ステージ23、25を仕切る隔壁部、27は供給口である。

なお、スクリュー11は2ステージ用スクリューに限定されず、射出機に用いられるスクリューであれば、種類は問わない。

#### 【0028】

40

ノズルバルブ14を閉じ、スクリュー回転手段18によりスクリュー11を所定方向へ回すと、ホッパ16内の樹脂22は、第1ステージ23で混練され高圧樹脂になり、隔壁部26に向かう。高圧樹脂は供給口27を通じて第2ステージ25に至り、低圧化する。

#### 【0029】

この樹脂は混練と圧縮との作用で可塑化し、ノズルバルブ14の一次側の樹脂溜まり28に溜まる。時間と共に樹脂溜まり28は大きくなり、その分だけスクリュー11は後退する。この一連の工程を計量工程と呼び、この計量工程で樹脂の計量を実施する。

#### 【0030】

この計量は金型のキャビティに対応して予め定まる。計量が完了したら、ノズルバルブ14を開くと共に、射出シリンダ17を作動させ、スクリュー11を前進させ、溶融樹脂を加熱筒12から射出する。

50

以上の可塑化、計量、射出に保圧を加えたものが射出機構 10 の主要作用となる。

#### 【0031】

超臨界流体の供給装置 30 は、液化二酸化炭素などの液化流体を蓄える、ボンベなどの液化流体貯留手段 31 から加熱筒側供給口 15 までを直列に結ぶ第 1 流路 32 及び第 2 流路 33 と、この第 2 流路 33 の入口から分岐し第 1 流路 32 の入口に戻るリターン流路 34 と、からなる流路 32、33、34 を基本流路とし、これらに次に述べる機器を設けたものである。

#### 【0032】

すなわち、第 1 流路 32 に、液化流体を冷却する冷却ユニット 35 と、液化流体を一定量吐出する定吐出量ポンプ 36 及び同ポンプ 36 を駆動する可変速モータ 37 と、液化流体を超臨界状態にするのに必要な温度まで加熱するヒータユニット 38 と、液化流体を超臨界状態にするのに必要な圧力を維持する第 1 流路保圧弁 39 とを介設する。10

#### 【0033】

41 は安全弁であり、定吐出量ポンプ 36 の二次圧が異常に上昇したときに開いて圧力を下げる機器である。42 は第 1 流路保圧弁 39 の一次圧センサである。

#### 【0034】

第 2 流路 33 には、第 1 オンオフ弁 44 を介設する。45 は超臨界流体圧センサ、46 は試験時に質量流量計を取付ける流量測定ポジションである。

#### 【0035】

リターン流路 34 には、第 2 オンオフ弁 47 と、リターン流路保圧弁 48 と、逆止弁 49 とを介設する。20

そして、第 1 オンオフ弁 44 と第 2 オンオフ弁 47 とには、第 1 オンオフ弁 44 を開くときに第 2 オンオフ弁 47 を閉じ、第 2 オンオフ弁 47 を開くときに第 1 オンオフ弁 44 を閉じる制御を実行する弁制御部 50 を接続する。

#### 【0036】

超臨界流体の供給装置 30 の作用を次に説明する。

加熱筒側供給口 15 へ流体を供給しないときには、第 1 オンオフ弁 44 を閉じ、第 2 オンオフ弁 47 を開けることで、第 2 流路 33 を閉じ、第 1 流路 32 及びリターン流路 34 に、流体を循環させる。

#### 【0037】

この際に第 1 流路保圧弁 39 は開くと共に、その一次圧（一次圧センサ 42 で読むことができる。）を一定に保つ役割を果たす。この一次圧は定吐出量ポンプ 36 の吐出圧に影響する。吐出圧が異常に変動すると定吐出量ポンプ 36 にダメージを与えることとなる。そこで、第 1 流路保圧弁 39 で一次圧を一定に保つことで、定吐出量ポンプ 36 を保護することができる。30

#### 【0038】

同時に、リターン流路保圧弁 48 は開くと共に、その一次圧（超臨界流体圧センサ 45 で読むことができる。）を一定に保つ役割を果たす。

#### 【0039】

次に加熱筒側供給口 15 へ流体を供給するときには、第 2 オンオフ弁 47 を閉じてリターン流路 34 を閉じ、第 1 オンオフ弁 44 を開く。すると、定吐出量ポンプ 36 で吐出した流体が、第 1 流路 32 及び第 2 流路 33 を流れて加熱筒側供給口 15 に至る。この間、第 1 流路保圧弁 39 は定吐出量ポンプ 36 の保護作用を継続する。40

#### 【0040】

一般に、第 1 オンオフ弁 44 を閉じて開へ切り替えると、少しの間（過渡期と呼ばれる。）第 1 オンオフ弁 44 の二次圧が急増し、これに伴って一次圧及び流量が変動することが知られている。この変動が顕著であるか否かが実用上重要となる。

#### 【0041】

そこで、流量測定ポイント 46 へ、質量流量計を取り付けて、過渡期における超臨界流体の流量を実測し、同時に圧力を実測した。50

図2は過渡期における超臨界流体の流量、圧力、樹脂圧力の実測グラフである。

一番下の(c)は、図1の樹脂圧力センサ19で計測した樹脂圧力を示し、点P1から点P2までは、時間と共に樹脂圧力が徐々に低下しているが、これはスクリュー11が後退することで低圧ステージ25の体積が増加し且つ超臨界流体は供給されないことによる。

#### 【0042】

図2(c)の点P2で第1オンオフ弁が開き、第2オンオフ弁が閉じるが、時間遅れのため、点P3までは圧力が低下する。点P3から点P4にかけて、超臨界流体が供給されるため、圧力上昇する。

#### 【0043】

(a)は超臨界流体の流量と時間の関係を示すグラフであり、流量測定ポイント46に取付けた質量流量計で流量を計測した。

第1オンオフ弁が開いた直後の点P11から流量が増加し始め、点P12でピークになり、点P13まで急減し、点P13から点P14までは漸減した。点P12は19g/min、点P13は15g/min、点P14は13.8g/minであった。

#### 【0044】

縦軸15g/minから横に引いた線は、定吐出両ポンプの吐出流量の設定値に相当し、実験結果から、流量がサーボに影響されることなく、定量的に安定することが確認できた。この15g/minを以下の比較のベースとする。

点P12における偏差は、 $+4\text{ g/min} (= 19 - 15)$ であり、変動率は $(+4/15) \times 100 = +26\%$ となる。また、点P14における偏差は、 $-1.2\text{ g/min} (= 13.8 - 15)$ であり、変動率は $(-1.2/15) \times 100 = -8\%$ となる。

特に点P13～点P14の間はほぼ一定の流量である。

#### 【0045】

(b)は、図1の超臨界流体圧センサ45で計測した圧力を示し、点P21から点P22まで圧力が上昇した。これは、第2オンオフ弁が閉じた影響を受けていると考えられる。しかし、この上昇は僅かであり、加熱筒内への供給に伴って圧力が低下し、加熱筒内の圧力上昇に伴って圧力が上昇して点P23に至る。

図から明らかなように、圧力の変動は軽微であり、オンオフ弁の閉から開へ移行する過渡期においても圧力変動を抑えることができた。

#### 【0046】

(c)に(b)の超臨界流体圧力を細線で加入した。本発明では一定流量を供給するため、樹脂圧力にほぼ一定の圧力Pを加えたものが超臨界流体圧力になったと言える。すなわち、本発明は圧力制御でなく、一定量の定量的流量を供給する流量制御を行うことができる。仮に過剰流量の場合は、ポンプ吐出圧が異常に高まるが、本発明によればその虞はなく、ポンプ吐出圧を一定の圧力に保つことができる。

実験が終われば、質量流量計は取り外す。

#### 【0047】

以上のグラフから、超臨界流体の供給停止を繰り返しても所定量の超臨界流体を安定して加熱筒へ供給することできる。しかも、通常は高価な流量計を用いないで、流体の安定供給が実現できる。

#### 【0048】

なお、超臨界流体としては、次に述べる理由により、二酸化炭素又は窒素が好適である。

二酸化炭素は、臨界温度が31.3度、臨界圧力が7.4MPaであって、比較的低温で且つ比較的定圧で処理することができる。加えて、二酸化炭素ガスは無毒ガスであるため、成形後の成形品から大気中へ自然放出することができる。

#### 【0049】

又、窒素は、臨界温度が-147度、臨界圧力が約3.4MPaであって、常温(-147以上であればよい)で加圧するだけで容易に製造することができ、無毒ガスであ

10

20

30

40

50

るため、成形後の成形品から大気中へ自然放出することができる。

**【0050】**

図3は本発明に係る射出成形機への超臨界流体の供給装置の原理図であり、図1との共通部分は符号を流用して、説明は省略する。すなわち、本発明においては、図1の安全弁41を削除し、図1の第1流路保圧弁を、可変形絞り弁52に置き換える。更にこの絞り弁52の一次側とリターン流路保圧弁48の二次側とにバイパス流路53を渡し、このバイパス流路53に第1流路保圧弁39を介設したことを特徴とする。

**【0051】**

定吐出量ポンプは、必要流量の開度に設定した際に、一次圧が臨界圧力以上になるものを選定する。  
10

また、保圧弁39は、安全弁41の設定圧と同じにするか若しくはそれより低い任意の圧力に設定する。

**【0052】**

加熱筒側供給口15へ流体を供給しないときには、第1オンオフ弁44で第2流路33を閉じ、第1流路32、リターン流路34及びバイパス流路53を用いて流体を循環させ、リターン流路保圧弁48の作用で第2流路33の入口の圧力を一定に保っておき、加熱筒側供給口15へ流体を供給するときには、第2オンオフ弁47でリターン流路34を開じ、第1流路32及び第2流路33に流体を流し、絞り弁により必要流量の流体を加熱筒に供給できる。

**【0053】**

また、上記に述べたように、保圧弁39が安全弁の機能を果たし且つリリーフさせるよう構成したので、保圧弁の一次側の圧力を所定圧力に保つことができ、定吐出量ポンプの吐出圧が異常に低下する現象を回避することができ、定吐出量ポンプの保護を図ることができる。それとともに、資源のロスを抑えることができる。

**【産業上の利用可能性】**

**【0054】**

本発明は、射出成形機の加熱室へ超臨界流体を供給する装置に好適である。

**【図面の簡単な説明】**

**【0055】**

**【図1】射出成形機への超臨界流体の供給装置の原理図である。**

30

**【図2】過渡期における超臨界流体の流量、圧力、樹脂圧力の実測グラフである。**

**【図3】本発明に係る射出成形機への超臨界流体の供給装置の原理図である。**

**【図4】物質の状態図である。**

**【図5】二酸化炭素の状態図である。**

**【図6】気体、液体及び超臨界流体の物性値を比較したグラフである。**

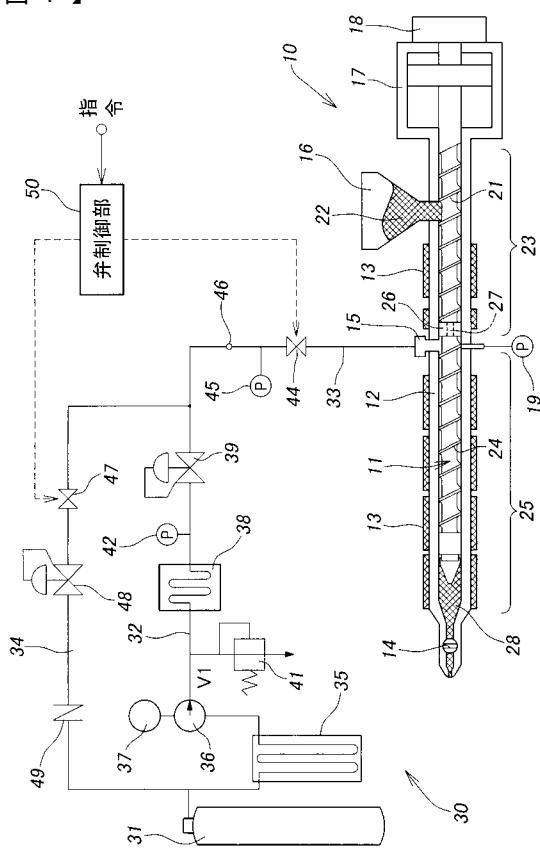
**【図7】従来の技術の基本構成を説明する図である。**

**【符号の説明】**

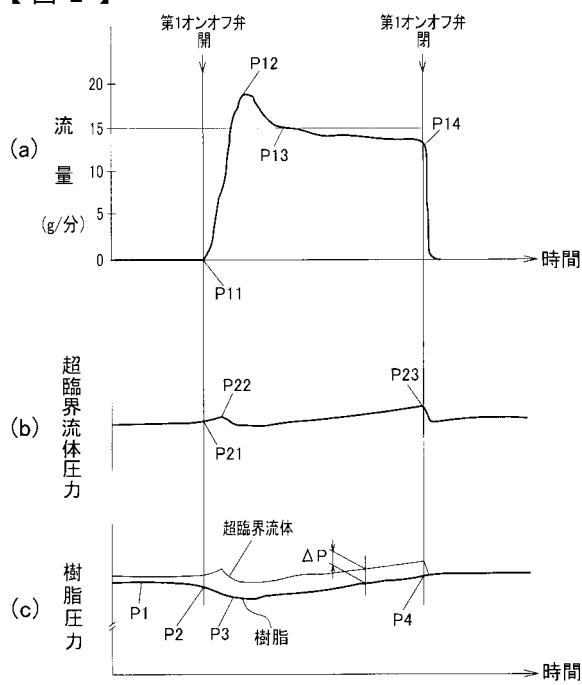
**【0056】**

10 ... 射出機構、12 ... 加熱筒、15 ... 加熱筒側供給口、19 ... 樹脂圧力センサ、30 ... 超臨界流体の供給装置、31 ... 液化流体貯留手段、32 ... 第1流路、33 ... 第2流路、34 ... リターン流路、36 ... 定吐出量ポンプ、39 ... 第1流路保圧弁、44 ... 第1オンオフ弁、45 ... 超臨界流体圧センサ、47 ... 第2オンオフ弁、48 ... リターン流路保圧弁、50 ... 弁制御部、52 ... 可変形絞り弁。  
40

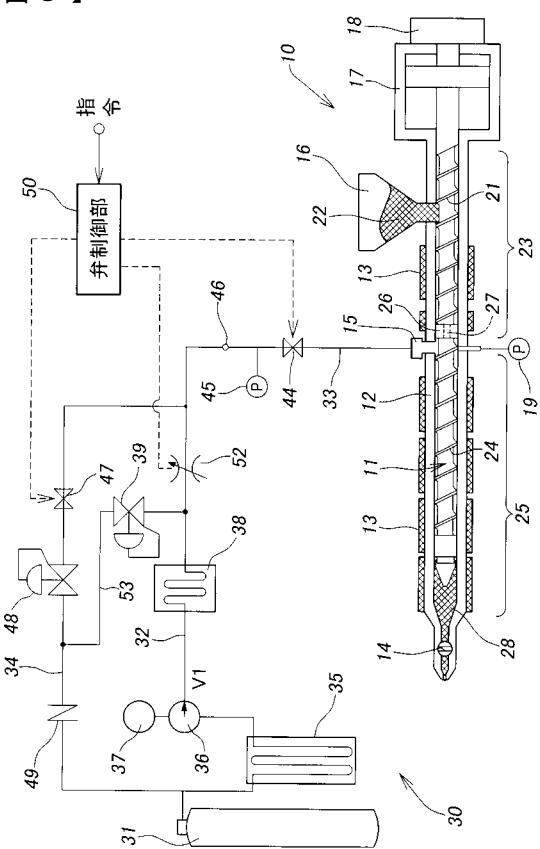
【図1】



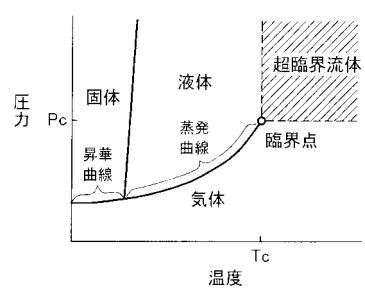
【図2】



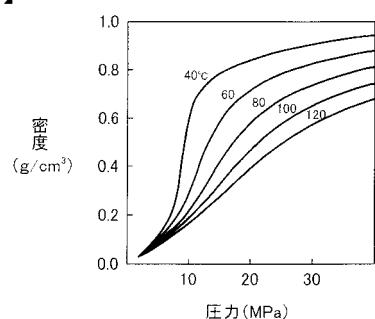
【図3】



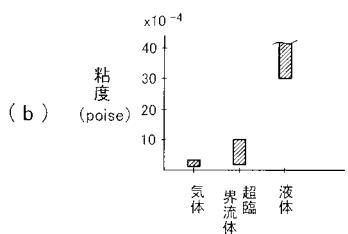
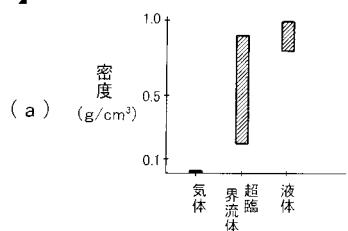
【図4】



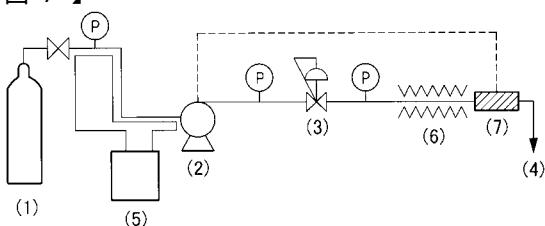
【図5】



【図6】



【図7】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2005-125767(JP,A)  
特表2005-532939(JP,A)  
特開2001-150512(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
B29C 45/00 - 84