

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4726488号  
(P4726488)

(45) 発行日 平成23年7月20日 (2011. 7. 20)

(24) 登録日 平成23年4月22日 (2011. 4. 22)

(51) Int. Cl.

F I

<b>B 2 9 C</b>	<b>45/18</b>	<b>(2006. 01)</b>	B 2 9 C	45/18
<b>B 2 9 C</b>	<b>45/76</b>	<b>(2006. 01)</b>	B 2 9 C	45/76
<b>B 2 9 C</b>	<b>47/10</b>	<b>(2006. 01)</b>	B 2 9 C	47/10
<b>B 2 9 C</b>	<b>31/04</b>	<b>(2006. 01)</b>	B 2 9 C	31/04
<b>B 2 9 K</b>	<b>105/04</b>	<b>(2006. 01)</b>	B 2 9 K	105/04

請求項の数 12 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2004-548541 (P2004-548541)
(86) (22) 出願日	平成15年10月28日 (2003. 10. 28)
(65) 公表番号	特表2006-503739 (P2006-503739A)
(43) 公表日	平成18年2月2日 (2006. 2. 2)
(86) 国際出願番号	PCT/US2003/034216
(87) 国際公開番号	W02004/039552
(87) 国際公開日	平成16年5月13日 (2004. 5. 13)
審査請求日	平成18年10月27日 (2006. 10. 27)
(31) 優先権主張番号	10/281, 891
(32) 優先日	平成14年10月28日 (2002. 10. 28)
(33) 優先権主張国	米国 (US)

(73) 特許権者	500033771
	トレクセル・インコーポレーテッド
	アメリカ合衆国マサチューセッツ州 O 1 8
	O 1, ウォバーン, シックス・ロード
	4 5
(74) 代理人	100089705
	弁理士 社本 一夫
(74) 代理人	100076691
	弁理士 増井 忠次
(74) 代理人	100075270
	弁理士 小林 泰
(74) 代理人	100080137
	弁理士 千葉 昭男
(74) 代理人	100096013
	弁理士 富田 博行

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発泡剤導入システム及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

発泡剤導入システムであって、

発泡剤源に接続可能な入口、及び押出装置の発泡剤ポートに接続可能な出口を有するアキュムレータと、

前記アキュムレータの前記入口に関連付けられた入口弁と、

前記入口弁が開いているときに、送信された第2出力信号に応答して前記アキュムレータに加えられる発泡剤の圧力を制御するように設計される圧力規制装置と、

前記アキュムレータ内の発泡剤の圧力を測定するように構築及び構成される圧力測定装置と、

前記アキュムレータの前記出口に関連付けられた出口弁と、

前記アキュムレータ内の発泡剤の前記圧力を表す第1入力信号を前記圧力測定装置から受信することができ、また前記アキュムレータから前記押出装置内のポリマー材料の中へ発泡剤の導入を可能にするために、前記出口弁を開く第1出力信号を送信することができ、前記アキュムレータに加えられる発泡剤の圧力を望ましい値に制御するために第2出力信号を前記圧力規制装置に送信する、制御システムとを備える、システム。

【請求項 2】

前記出口弁が、前記発泡剤ポートから 2 . 5 4 c m ( 1 . 0 インチ ) 未満内に配置される、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記制御システムが、前記押出装置におけるスクリー回転の開始後の所定時間を表す第2入力信号に応答して、前記第1出力信号を送信する、請求項1に記載のシステム。

【請求項4】

前記アキュムレータにおける発泡剤の前記圧力が、前記発泡剤ポートの周辺において前記押出装置のポリマー材料の圧力より高いとき、前記制御システムが、前記出口弁を開くために、前記第1出力信号を送信することができる、請求項1に記載のシステム。

【請求項5】

前記アキュムレータの容積が、 $1.0\text{ cm}^3$ 未満である、請求項1に記載のシステム。

【請求項6】

前記システムは、前記押出装置におけるポリマー材料の圧力を直接測定する圧力測定装置を更に備える、請求項1に記載のシステム。

10

【請求項7】

前記システムは、前記押出装置におけるポリマー材料の圧力を間接的に測定する圧力測定装置を更に備える、請求項1に記載のシステム。

【請求項8】

前記発泡剤源が、二酸化炭素又は窒素の源を備える、請求項1に記載のシステム。

【請求項9】

前記アキュムレータの容積が、射出成型サイクル間において調整可能であり、前記アキュムレータ内の発泡剤の量は、前記アキュムレータの容積及び前記アキュムレータ内の発泡剤の圧力によって制御される、請求項1に記載のシステム。

20

【請求項10】

前記システムは、前記アキュムレータに関連付けられた温度測定装置を更に備え、前記温度測定装置は、前記アキュムレータ内の前記発泡剤の温度を表す信号を、前記制御システムに送信する、請求項1に記載のシステム。

【請求項11】

前記アキュムレータが、固定された容積を有する、請求項1に記載のシステム。

【請求項12】

ポリマー処理システムであって、

ポリマー材料を処理するための押出装置と、

前記押出装置内の前記ポリマー材料の中に発泡剤を導入するための、請求項1に記載の発泡剤導入システムとを備える、ポリマー処理システム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に、ポリマー発泡体の処理に関し、より具体的には、ポリマー発泡プロセスにおいて発泡剤（膨張剤）をポリマー材料に導入するシステム及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

ポリマー材料は、様々な技術を使用して処理される。多くの技術は、ポリマー材料を可塑化するために、バレル内において回転するポリマー処理スクリーを含む押出装置を使用する。射出成型及びブロー成型などの幾つかの処理技術は、不連続的とすることが可能である。即ち、動作中、スクリーは、ポリマー材料を連続的に可塑化させない。不連続プロセスは、スクリーが回転し、かつポリマー材料が蓄積される可塑化期間を含む反復サイクルを有することが可能であり、回復サイクルに、スクリーが回転せず、かつ蓄積ポリマー材料が型の射出される（又は、押し型を経て排出される）射出（又は、排出）期間が続く。微孔性材料を含めて、ポリマー発泡材料は、バレルの発泡剤ポートを経て物理的に発泡剤を押出装置内のポリマー材料に導入することによって処理可能である。多くの従来の発泡剤導入システムは、発泡剤をバレル内のポリマー材料に連続的に導入する。ある射出成型プロセス及びブロー成型プロセスを含めて、不連続プロセスでは、そのような連続導入システムは、ポリマー材料に射出される発泡剤のパーセンテージに対する制御が

40

50

欠如する可能性があり、また、ポリマー材料における発泡剤の分布が不均一になる可能性がある。具体的には、発泡剤ポートの周辺におけるポリマー材料は、スクリーがポリマー材料の可塑化を停止するとき、より多くの量の発泡剤を含む可能性があるが、その理由は、発泡剤射出ポートの近傍において残留時間が長くなるからである。発泡剤が不均一に分布することにより、押出装置におけるポリマー材料内の粘性がばらつく可能性があり、それにより、不整合及び他の問題が生じることがある。そのような影響は、一般に、プロセスに対する制御を低減する可能性があり、また、処理範囲（ウィンドウ）を狭くする可能性がある。

【 0 0 0 3 】

幾つかの不連続プロセスを含めて、幾つかのポリマープロセスでは、そのような従来の発泡剤導入システムが適切である可能性がある。しかし、発泡剤の導入に対して比較的精确な制御を必要とする不連続プロセスなど、他のプロセスでは、従来の導入システムは、上述された理由の1つ又は複数のために、プロセスを損なう可能性がある。具体的には、発泡剤が精确に制御されない場合、小さい成型品及び／又は微孔性発泡品を生成するためのあるプロセスが、悪影響を受ける可能性がある。

【特許文献1】国際公開第98/31521号

【特許文献2】国際公開第99/32544号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

本発明は、発泡剤導入システム、発泡剤をポリマー発泡処理システムに導入する方法、及び発泡剤導入システムを含むポリマー処理システムを提供する。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 5 】

一態様では、本発明は、発泡剤導入システムを含む。第1組の実施形態では、発泡剤導入システムは、発泡剤源に接続可能な入口、及び押出装置の発泡剤ポートに接続可能な出口を有するアキュムレータを含む。このシステムは、発泡剤源とアキュムレータの入口との間に配置される圧力規制装置を更に含む。圧力規制装置は、アキュムレータに加えられる発泡剤の圧力を制御するように設計される。このシステムは、押出装置におけるポリマー材料の圧力を測定するように構築及び構成される圧力測定装置を更に含む。システムは、押出装置におけるポリマー材料の圧力を表す第1入力信号を圧力測定装置から受信することができ、またアキュムレータに加えられる発泡剤の圧力を押出装置におけるポリマー材料の圧力より高い値に制御するために、第1出力信号を圧力規制装置に送信することができる制御システムを更に含む。

【 0 0 0 6 】

他の組の実施形態では、本発明は、発泡剤導入システムを含む。システムは、発泡剤源に接続可能な入口、及び押出装置の発泡剤ポートに接続可能な出口を有するアキュムレータを含む。システムは、発泡剤源とアキュムレータの入口との間に配置される圧力規制装置を更に含む。圧力規制装置は、アキュムレータに加えられる発泡剤の圧力を制御するように設計される。システムは、アキュムレータの出口に関連付けられた出口弁、ならびに押出装置におけるポリマー材料の圧力を測定するように構築及び構成された圧力測定装置を更に含む。システムは、押出装置におけるポリマー材料の圧力を表す第1入力信号を圧力測定装置から受信することができ、またアキュムレータに加えられる発泡剤の圧力が押出装置におけるポリマー材料の圧力より高いとき、出口弁を開くために第1出力信号を送信することができる制御システムを更に含む。

【 0 0 0 7 】

本発明は、他の組の実施形態において、発泡剤導入システムを含む。システムは、実質的に固定された容積、発泡剤源に接続可能な入口、及び押出装置の発泡剤ポートに接続可能な出口を有するアキュムレータを含む。システムは、押出装置におけるポリマー材料の圧力に応答してアキュムレータにおける発泡剤の圧力を調節することができる制御システ

10

20

30

40

50

ムを更に含む。

【 0 0 0 8 】

他の態様では、本発明は、システムを提供する。システムは、成型サイクルの可塑化期間中にポリマー材料を可塑化させるためにバレル内において回転するように設計されたスクリューを含む押出装置を含む。押出装置は、発泡剤ポートを有する。システムは、発泡剤源に接続可能な入口、及び発泡剤ポートに接続可能な出口を有するアキュムレータを更に含む。システムは、アキュムレータの出口に関連付けられた出口弁、及び可塑化期間の開始を表す入力信号を受信することができ、また出口弁を開くために出口信号を送信することができる制御システムを更に含む。

【 0 0 0 9 】

他の態様では、本発明は方法を含む。第 1 組の実施形態では、この方法は、押出装置においてポリマー材料を可塑化させるステップ、発泡剤の第 1 投与量をポリマー材料の導入し、一方、成型サイクルの第 1 可塑化期間においてポリマー材料を可塑化させるステップ、発泡剤の第 2 投与量をポリマー材料に導入し、一方、押出しサイクルの第 1 可塑化期間においてポリマー材料を可塑化させるステップ、ならびに発泡剤及びポリマー材料の混合物を型に射出するステップを含む。

【 0 0 1 0 】

他の組の実施形態では、本発明は、発泡剤をポリマー材料に導入する方法を含む。この方法は、押出装置においてポリマー材料を可塑化させるステップ、ならびに第 1 成型サイクルの可塑化期間中に発泡剤を第 1 速度（第 1 レート）、第 2 速度（第 2 レート）、及び第 3 速度（第 3 レート）においてポリマー材料に順次導入するステップを含む。第 2 速度は、第 1 速度及び第 3 速度の最大値の小さい方の 5 0 % 未満である最小値を有する。

【 0 0 1 1 】

他の組の実施形態では、本発明は、発泡剤をポリマー材料に導入する方法を含む。方法は、押出装置においてポリマー材料の圧力を測定するステップ、及びアキュムレータの発泡剤の圧力を、押出装置におけるポリマー材料の圧力より高い 3 4 5 k P a ( 5 0 p s i ) と約 6 . 8 9 M P a ( 約 1 0 0 0 p s i ) との間の値に制御するステップを含む。この方法は、アキュムレータから押出装置におけるポリマー材料に発泡剤を導入することを更に含む。

【 0 0 1 2 】

本発明の他の利点、新規な特徴、及び目的は、概略的であり、かつ同じ縮尺で描かれることを意図していない添付の図面と関連して考慮されるとき、本発明の非限定的な実施形態の以下の詳細な記述から明らかになるであろう。図では、様々な図において示される各同一又はほぼ同一の構成要素は、通常、単一の数字によって表される。明瞭化のために、すべての構成要素が各図において名称付けされてはならず、当業者が本発明を理解するのを可能にするために図示が必ずしも必要ではない場合、本発明の各実施形態の構成要素も示されていない。本明細書及び参照によって組み込まれる文献が競合する開示を含む場合では、本明細書が優先する。

【 0 0 1 3 】

本発明の非限定的な実施形態が、添付の図面を参照して、例として記述される。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 4 】

本発明は、発泡剤導入システム、及び発泡剤をポリマー発泡処理システムに導入する方法を提供する。方法は、成型サイクルの可塑化期間中に発泡剤の 1 つ又は複数の投与量を押出装置のポリマー材料に導入することを含むことが可能である。導入の前に、投与量が、例えば入口弁と出口弁との間において画定される容積を有するアキュムレータに閉じ込められる。以下で更に記述されるように、制御システムが、システムパラメータ（例えば、押出装置におけるポリマー材料の圧力、バレルにおけるスクリューの軸位置、スクリューが回転しているか、など）に関する入力を受信し、入力に基づいて、発泡剤投与量を閉じ込め、かつ導入するように弁の動作を調整することが可能である。導入システムは、射

10

20

30

40

50

出成型及びブロー成型など、不連続可塑化プロセスにおいて使用されることが可能であり、精確な量の発泡剤を使用するプロセスにおいて特に有用である。

【 0 0 1 5 】

図 1 を参照すると、射出成型システム 1 4 の押出装置 1 2 に接続された、本発明による発泡剤導入システム 1 0 の 1 つの例示的な実施形態が示される。導入システム 1 0 は、源 2 2 から発泡剤ポート 2 4 を経て押出装置 1 2 のポリマー材料に発泡剤を導入する。導管 2 6 が、発泡剤を導入システムの様々な構成要素及び発泡剤ポートに接続する。源 2 2 の下流に、導入システムは、発泡剤の圧力を増大させるためのポンプ 8 5、発泡剤を貯蔵するための高圧タンク 8 3、及び装置の下流において発泡剤を固定値に規制するための圧力規制装置（例えば、圧力規制調整器 8 1）を含む。導入システムは、入口弁 2 8 と出口弁 3 0 との間において画定される容積を有するアキュムレータ 1 6 をも含む。図 1 の実施形態では、アキュムレータは、アキュムレータの大部分の容積を画定する室 2 0 を含む。他の実施形態では、室は、アキュムレータの容積の大部分を画定しないことが可能である。入口弁 2 8 が、アキュムレータ内への発泡剤の流れを可能にする、又は防止するために、発泡剤源とアキュムレータとの間に配置され、出口弁 3 0 が、発泡剤ポートへの発泡剤の流れを制御するために、アキュムレータと発泡剤ポートとの間に配置される。幾つかの場合、好ましくは、図示されるように、出口弁をポート 2 4 の近傍に配置することが可能である。制御システム 2 9 が、以下で更に議論されるように、射出成型制御装置 3 1 及び / 又は導入システム 1 0 から入力信号を受信すること、及び弁 2 8、弁 3 0 を開閉し、従って導入システムの動作を制御するために、出力信号を送信することが可能である。射出成型制御装置 3 1 を含まないシステムでは、制御システム 2 9 は、射出成型システムの構成要素から入力を受信することが可能である。

【 0 0 1 6 】

導入システムは、本発明の他の実施形態では、様々な異なる構成を有することが可能であることを理解されたい。例えば、図 2 に示され、かつ以下で更に記述されるように、アキュムレータは、室を含まないことが可能である。また、ある実施形態では、導入システムは、ポンプ又は高圧タンクなど、ある構成要素を含まないことが可能である。幾つかの実施形態では、圧力規制装置は、図 2 に示され、かつ以下で更に記述されるように、背圧調整器とすることが可能である。

【 0 0 1 7 】

射出成型システム 1 4 は、当技術分野において既知の任意の適切なタイプとすることが可能である。適切な射出成型システムの例が、例えば、参照によって本明細書に組み込まれるピエリック (Pierick) らの国際公開第 9 8 / 3 1 5 2 1 号、名称「Injection Molding of Microcellular Material」において記述されている。図 1 の例示的な実施形態では、射出成型システムは、射出型 3 2 に流体接続された出口 3 3 を有する押出装置 1 2 を含む。押出装置は、バレル 3 6 内において取り付けられるポリマー処理スクリー 3 4 を含む。ポリマー処理スクリーは、例えばモータ 3 7 によって、回転し、下流方向において軸線方向に移動することが可能である。ポリマー材料は、通常ペレットの形態にあり、ホッパ 3 8 からオリフィス 4 0 を経てバレル 3 6 に供給される。スクリー 3 4 及びバレル 3 6 は、その間において、ポリマー処理空間 4 2 を画定し、ポリマー処理空間 4 2 において、ポリマー材料が、スクリーの回転によってサイクルの可塑化期間中に下流方向 4 4 に伝達される。発泡剤ポート 2 4 が、ポリマー処理空間においてポリマー材料に発泡剤を導入することを可能にするために、バレルにおいて形成される。バレル 3 6 は、その軸の全長に沿って選択位置において温度制御ユニット 4 6 を装備することが可能である。温度制御ユニット 4 6 は、例えばペレット状ポリマー材料の溶融を容易にするためにバレルを加熱する目的で、又は、例えば溶融ポリマーの粘性を増大させるためにバレルを冷却する目的で、使用されることが可能である。押出装置 1 2 は、バレルの全長に沿って様々な位置においてポリマー材料の温度圧力をそれぞれ監視するために、熱電対及び圧力変換器などの測定機器（図示せず）を含むことも可能である。

## 【 0 0 1 8 】

発泡剤導入システムの動作は、成型サイクルの可塑化期間に関連付けられることが可能である。成型サイクルの開始時、スクリー 3 4 は、図 1 に示されるように、バレル 3 6 の下流端部に配置され、通常、ある量（又は「投与量」）の発泡剤が、アキュムレータ 1 6 において比較的高い圧力で閉じ込められる。スクリー 3 4 は、ポリマー材料を可塑化させ、かつポリマー材料をポリマー処理空間において下流方向に伝達するように、バレル 3 6 内において回転し始める。可塑化の開始時、又は可塑化中のあらゆる時点において、出口弁 3 0 は、制御システム 2 9 によって開放されることが可能である。制御システムは、例えば、以下で更に記述されるように、指定条件に応答して出口弁を開くことが可能である。例えば、制御システムは、アキュムレータにおける発泡剤の圧力が押出装置におけるポリマー材料の圧力より高いとき、出口弁を開くことが可能である。出口弁が開いているとき、アキュムレータにおける発泡剤は膨張し、従って、ポリマー処理空間においてポリマー材料及び発泡剤の混合物を形成するように、発泡剤ポートを通過してポリマー材料に入る。

10

## 【 0 0 1 9 】

投与量が導入された後、出口弁は閉じられる。通常、入口弁は、例えば制御システムからの信号によって、次いで開かれ、それにより、発泡剤がアキュムレータに流れ込むことが可能になる。次いで、入口弁は、閉じられた入口弁と出口弁との間においてある投与量の発泡剤をアキュムレータに閉じ込めるように、閉じられることが可能である。幾つかのプロセスでは、以下で更に記述されるように、複数の発泡剤投与量が、単一可塑化期間中に導入されることが可能である。

20

## 【 0 0 2 0 】

投与量が導入された後、ポリマー材料及び発泡剤の混合物は、回転スクリーによって下流に伝達されて、スクリーの下流にあるバレル内の領域 5 2 において蓄積する。蓄積混合物は、スクリーをバレルの下流方向において軸線方向に引き込ませる圧力を創出する。通常、可塑化は、望ましい量の混合物（又はショット）が蓄積するまで続行される。幾つかの実施形態では、以下で更に記述されるように、可塑化期間中に導入される発泡剤の量は、発泡剤の望ましい重量パーセンテージを有するショットを創出するように制御されることが可能である。例えば、発泡剤の量は、単一可塑化期間において複数の発泡剤投与量を導入することによって、又は投与量のサイズを制御することによって（例えば、アキュムレータの容積、及び / 又はアキュムレータにおける発泡剤圧力によって、及び / 又はアキュムレータにおける発泡剤の温度によって）、制御されることが可能である。

30

## 【 0 0 2 1 】

ショットが領域 5 2 において蓄積した後、スクリー 3 4 は、回転及び引込みを停止する。次いで、スクリー 3 4 は、蓄積ショットを押出装置の出口 3 3 を経て型内に射出するために、下流方向において軸線方向に移動する（図 1 の 4 4 によって示される）。押出装置の出口に関連付けられた弁 5 4 が、混合物が型に流れ込むのを可能にするように、開かれることが可能である。ポリマー材料及び発泡剤の混合物は、型において冷却され、その後、型は、射出成型された発泡物品を生成するために開かれる。

## 【 0 0 2 2 】

上記で留意されたように、制御システム 2 9 は、成型システムの構成要素から入力信号を受信し、ならびに / あるいは、弁 2 8、3 0 を開く及び / 又は閉じるために出力信号を送信して、導入システムの他の構成要素（例えば、圧力規制装置 8 1）の動作を制御することが可能である。

40

## 【 0 0 2 3 】

幾つかのプロセスにおいて、制御システム 2 9 は、アキュムレータ 2 0 内に配置された温度測定装置 9 4 から入力信号を受信する。以下で更に記述されるように、制御装置は、発泡剤の温度及び他の入力（例えば、発泡剤の圧力）から、アキュムレータに閉じ込められた発泡剤の質量（即ち、投与量のサイズ）を決定することが可能である。図示された温度測定装置は、室 2 0 内に配置されるが、これは、アキュムレータのあらゆる箇所に配置

50

されることが可能であることを理解されたい。

【 0 0 2 4 】

幾つかの実施形態では、制御システムは、発泡剤ポートの周辺にあるポリマー処理空間におけるポリマー材料の圧力に関する入力信号を圧力測定装置 8 6 から受信する。図 1 の実施形態では、圧力測定装置 8 6 は、発泡剤ポートに近接してパレルにおいて形成された機器ポート 8 8 を経て挿入される。例えば、機器ポート 8 8 は、発泡剤ポート 2 4 から約 3 0 . 4 8 c m ( 約 1 2 インチ ) 内、約 1 2 . 7 c m ( 約 5 インチ ) 内、又は約 2 . 5 4 c m ( 約 1 インチ ) 内に配置されることが可能である。他の実施形態では、圧力測定装置は、例えば、システムのあらゆる箇所における圧力 ( 例えば、スクリューの後ろにおける水圧 ) を測定又は決定し、ポリマー材料の圧力を推測又は計算することによって、発泡剤ポートの周辺におけるポリマー材料の圧力を間接的に測定することが可能である。

10

【 0 0 2 5 】

幾つかの場合では、制御システムは、アキュムレータ 1 6 における発泡剤の圧力を制御するために、出力信号を導入システムの構成要素に送信することが可能である。例えば、制御システムは、圧力測定装置 8 6 からの入力信号に応答して、アキュムレータにおける発泡剤の圧力を制御する出力信号を送信することが可能である。アキュムレータにおける発泡剤の圧力は、例えば圧力規制装置 ( 例えば、図 1 の圧力低減調整器 8 1、背圧調整器、図 2 ) に出力信号を送信することによって、望ましい値に調節されることが可能である。圧力規制装置は、次いで、入口弁 2 8 が開かれるとき、アキュムレータに加えられた発泡剤の圧力を固定する。他の場合、アキュムレータにおける発泡剤の圧力は、アキュムレータに加えられた圧力を固定することができる他の構成要素に出力信号を送信することによって、調節されることが可能である。

20

【 0 0 2 6 】

制御システムは、アキュムレータに供給された発泡剤の圧力を、発泡剤ポートの周辺における押出装置のポリマー材料の圧力より高い値に設定することができる。通常、制御システムは、発泡剤の圧力を、少なくとも限界量だけポリマー材料の圧力より高く設定する。量は、発泡剤の投与量を導入し、かつ、ポリマー材料の圧力が押出装置において揺らぐときでさえ、発泡剤の圧力をポリマー材料の圧力より高く維持するのに十分な駆動力が存在することを保証するように選択される。幾つかの場合、制御システムは、アキュムレータにおける発泡剤の圧力を、発泡剤ポートの周辺におけるポリマー材料の圧力より少なくとも 3 4 5 k P a ( 5 0 p s i ) 高く設定する出力信号を送信することが可能である。他の場合、制御システムは、アキュムレータにおける発泡剤の圧力を、発泡剤ポートの周辺におけるポリマー材料の圧力より少なくとも 1 . 3 8 M P a ( 2 0 0 p s i )、又は更に少なくとも 2 . 7 6 M P a ( 4 0 0 p s i ) 高く設定する出力信号を送信することが可能である。より大きい圧力差が、押出装置において比較的大きな圧力の揺らぎを有することによって特徴付けられるプロセスなど、あるプロセスにおいて望ましい可能性がある。より大きい圧力差は、発泡剤導入速度を増大させることも可能である。

30

【 0 0 2 7 】

幾つかの実施形態では、制御システムは、アキュムレータに供給される発泡剤の圧力を、押出装置におけるポリマー材料の圧力より高いが、限界量より低く設定する。アキュムレータにおける発泡剤の圧力と押出装置におけるポリマー材料の圧力との圧力差が大き過ぎる場合、成型プロセスは、悪影響を受ける可能性がある。例えば、圧力差が大き過ぎる場合、発泡剤は、押出装置において適切に混合されない可能性があり、それにより、成型部品の質に影響を与えることがある。更に、圧力差が大き過ぎる場合、発泡剤は、押出装置において逆流する可能性がある。これらの影響は、プロセスの安定性を損ねる可能性がある。幾つかのプロセスでは、制御システムは、アキュムレータにおける発泡剤の圧力を、ポリマー材料の圧力より高く、6 . 8 9 M P a ( 1 0 0 0 p s i ) より小さい値だけ、発泡剤ポートの周辺におけるポリマー材料の圧力より高く設定する出力信号を送信することが可能である。他のプロセスでは、制御システムは、アキュムレータにおける発泡剤の圧力を、ポリマー材料の圧力より高く、3 . 4 5 M P a ( 5 0 0 p s i ) より小さい値だ

40

50

け、発泡剤ポートの周辺におけるポリマー材料の圧力より高く設定する。特定の圧力差は、プロセスに依存する可能性がある。例えば、幾つかのプロセスは、より大きい圧力差に対してより鋭敏である可能性がある。

#### 【 0 0 2 8 】

あるプロセスでは、制御装置は、アキュムレータにおける発泡剤の圧力を、ある範囲内においてポリマー材料の圧力より高く設定することを理解されたい。範囲の下限は、上記で開示された値の何れか（例えば、 $345\text{ kPa}$  ( $50\text{ psi}$ )、 $1.38\text{ MPa}$  ( $200\text{ psi}$ )、及び $2.76\text{ MPa}$  ( $400\text{ psi}$ )）とすることが可能であり、範囲の上限は、上記で開示された値の何れか（例えば、 $3.45\text{ MPa}$  ( $500\text{ psi}$ )又は $6.89\text{ MPa}$  ( $1000\text{ psi}$ )）とすることが可能である。例えば、制御装置は、アキュムレータにおける発泡剤の圧力を、発泡剤ポートの周辺における押出装置のポリマー材料の圧力より高い、 $345\text{ kPa}$  ( $50\text{ psi}$ )と $6.89\text{ MPa}$  ( $1000\text{ psi}$ )との間に設定することが可能である。他の場合、制御装置は、アキュムレータにおける発泡剤の圧力を、発泡剤ポートの周辺における押出装置のポリマー材料の圧力より高い、 $345\text{ kPa}$  ( $50\text{ psi}$ )と $3.45\text{ MPa}$  ( $500\text{ psi}$ )との間に設定することが可能である。

10

#### 【 0 0 2 9 】

しかし、本発明の幾つかの実施形態では、制御システムは、アキュムレータにおける発泡剤の圧力を制御するために、出力信号を導入システムの構成要素に送信する必要がないことも理解されたい。幾つかの実施形態では、使用者が、例えば圧力調整器を手動で設定することによって、アキュムレータに加えられる圧力を手動で設定することが可能である。他の実施形態では、発泡剤は、調節を必要とせずに十分な圧力において、アキュムレータに提供されることが可能である（例えば、源 22 によって）。

20

#### 【 0 0 3 0 】

アキュムレータにおける発泡剤の望ましい圧力値が達成された後、制御システムは、発泡剤をポリマー材料に導入するために、出口弁 30 を開く出力信号を送信することが可能である。幾つかの場合、導入システムは、アキュムレータにおける発泡剤の圧力が望ましい値に到達したときを確認するために、圧力測定装置 90 を含む。これらの場合、圧力測定装置 90 は、入力信号を制御システムに送信することが可能である。これらの入力信号に応答して、制御システムは、適切な圧力条件が達成されたとき、出口弁を開くために出力信号を送信する。

30

#### 【 0 0 3 1 】

しかし、幾つかの実施形態では、導入システムは、アキュムレータにおける圧力を測定する装置を含まないことが可能であることを理解されたい。これらの実施形態では、アキュムレータにおける圧力は、圧力規制装置によって設定される値など、ある値であると想定される。圧力測定装置 90 を排除することにより、ある場合において導入システムの設計を簡単にするのが可能であることが有利である。

#### 【 0 0 3 2 】

圧力測定装置 90 が存在するとき、装置は、アキュムレータの室 20 において機器ポートを介して挿入されることが可能である。圧力測定装置 90 は、アキュムレータの他の領域（例えば、導管 26）に挿入されることが可能であることも理解されたい。他の実施形態では、圧力測定装置 90 は、例えば、システムのあらゆる箇所における圧力を測定又は決定して、発泡剤の圧力を推測又は計算することによって、発泡剤ポートの圧力を間接的に測定することが可能である。

40

#### 【 0 0 3 3 】

他の組の実施形態では、制御システム 29 は、上述されたようにポリマー材料の圧力に関する入力信号に応答する代わりに、成型サイクルの可塑化期間の開始に関する（例えば、スクリュウの軸位置又はスクリュウの回転開始後の時間に基づく）射出成型制御装置 31 から（又は射出成型システムの構成要素から）の入力信号に応答して出口弁を開くために、出力信号を送信することが可能である。従って、これらのプロセスは、ポリマー材料

50



圧力の直接測定を必要としないことが可能である。幾つかのプロセスでは、制御システム 29 は、可塑化期間の開始に関する入力信号を射出成型制御装置 31 から受信すること、及び押出装置におけるポリマー材料の圧力に関する入力信号を受信することが可能であることを理解されたい。

【0034】

幾つかの実施形態では、制御システムが可塑化期間の開始に関する入力信号を受信するとき、制御システムは、例えば、スクリューが可塑化中に引き込む際に、バレル内におけるスクリューの軸位置に関する入力信号を受信する。制御システムは、次いで、スクリューがバレルにおける所与の軸位置に引き込むとき、出口弁を開く出力信号を送信することが可能である。出口弁が開く前の引込み距離は、一般に、押出装置における圧力が比較的安定であることを保証するように十分長い。幾つかの場合、制御システムは、スクリューが元の位置から少なくとも 1.27 cm (0.5 インチ) 引き込んだとき、弁を開く出力信号を送信する。他の場合、制御システムは、スクリューが少なくとも 0.254 cm (0.1 インチ) 引き込んだとき、弁を開く出力信号を送信する。出力信号が送信されるスクリューの収縮距離は、様々なファクタ (例えば、サイクル中の全収縮距離) に依拠し、他の収縮距離が適切である可能性があることを理解されたい。

10

【0035】

他の実施形態では、制御システムは、スクリューの回転開始に関する入力信号を受信する。制御システムは、次いで、スクリューが回転し始めるとき、又はより一般的には、その後の指定時間期間、出口弁を開く出力信号を送信することが可能である。指定時間期間は、一般に、押出装置における圧力が比較的安定していることを保証するように十分長い。幾つかの場合、制御システムは、スクリュー回転の開始の少なくとも 0.5 秒後、又は少なくとも 1.0 秒後、弁を開く出力信号を送信する。他の時間も、適切である。

20

【0036】

制御システムは、出口弁 30 を閉じるために、出力信号を送信することも可能である。出口弁は、通常、発泡剤の投与量がポリマー材料に導入された後、閉じられる。即ち、出口弁は、通常、アキュムレータにおける発泡剤の圧力が、押出装置におけるポリマー材料の圧力とほぼ等しくなるように減少した後、閉じられる。しかし、幾つかの場合、出口弁は、発泡剤の圧力が押出装置におけるポリマー材料の圧力にほぼ等しくなる前に閉じられることが可能であることを理解されたい。

30

【0037】

あるプロセスでは、制御システムは、出口弁が開かれた後の指定時間期間、出口弁を閉じるために出力信号を送信する。即ち、制御システムは、指定時間期間、弁を開く。指定時間期間は、例えば、0.5 秒以上とすることが可能である。他の場合、指定時間期間は、1.0 秒以上とすることが可能である。他の場合、指定時間期間は、5.0 秒以上とすることが可能である。他の指定時間期間も、適切である。指定時間期間は、とりわけ投与量のサイズ、投与回数、及び可塑化期間時間を含めて、様々なファクタに依拠する。

【0038】

幾つかのプロセスでは、制御システムは、他のシステムパラメータに基づいて出口弁を閉じるように、出力信号を送信することが可能であることを理解されたい。例えば、制御システムは、押出装置又はアキュムレータにおける圧力条件のために、出口弁を閉じるように出力信号を送信することが可能である。

40

【0039】

制御システムは、通常、入口弁 28 の動作をも制御する。一般に、入口弁は、出口弁 30 が開かれるとき、閉じられる。出口弁が閉じられるとき、制御システムは、入口弁を開く信号を送信することが可能である。上述されたように、幾つかのプロセスでは、制御システムは、アキュムレータに供給される発泡剤の圧力を規制又は制御するために、信号を送信する (例えば、圧力規制装置を使用することによって)。これらの場合、入口弁は、望ましい供給圧力に到達した後、開かれることが可能である。入口弁が開かれた後、発泡剤が、アキュムレータに流れ込むことが可能である。望ましい投与量が蓄積した後、入口

50

弁は、発泡剤を閉じ込めるために、制御システムによって閉じられることが可能である。幾つかの場合、入口弁は、投与量が蓄積された後でさえ、開かれたままとし、次いで、出口弁を開く直前に閉じられることが可能である。

#### 【0040】

上記で留意されたように、あるプロセスは、単一可塑化期間中に、発泡剤の2つ以上の投与量を導入することが可能である。第1組の実施形態では、制御システム29は、各可塑化期間中に、複数の開く/閉じる信号を弁28及び30に送信し、幾つかの投与量の発泡剤が加えられることを可能にする。例えば、制御システムは、所与の可塑化期間中に、発泡剤の少なくとも2、3、5、7、10、15、又は20の投与量を加えることが可能である。単一可塑化期間中に導入される投与量の数は、ショットにおける発泡剤の望ましい重量パーセンテージ、ショットのサイズ、及び投与量のサイズを含めて、幾つかのファクタに依拠する。あるプロセスは、単一の投与量又はあらゆる他の適切な数の投与量を使用することが可能であることを理解されたい。

10

#### 【0041】

所与の可塑化期間中に複数の投与量を導入することは、あるプロセスでは有利である可能性がある。例えば、複数の投与量は、所与のショットにおいてポリマー材料に導入される発泡剤の全量に対する制御の強化を見込む。制御の強化は、一部には、ポリマー材料の圧力の揺らぎの結果である不正確さを低減するより高いアキュムレータの圧力を使用することによって由来する。更に、より高いアキュムレータの圧力は、ポリマー材料への発泡剤の導入を改善する。制御の強化により、発泡剤の精確な量が所与のショットに導入されることが可能になる。この精度は、例えば、比較的少量の発泡剤（例えば、 $\text{CO}_2$ の約2%未満、又は $\text{N}_2$ の0.1%未満）を有するショットを生成する、及び/又は比較的小さい成型物品（例えば、15g未満）を生成する、及び/又は微孔性発泡物品を生成する、あるプロセスにおいて重要である可能性がある。可塑化期間にわたって複数の投与量を導入することにより、ショット内における発泡剤の分布の一様性を増進することも可能である。

20

#### 【0042】

本発明の導入システム及びプロセスは、広範なプロセスと関連して使用されることが可能であることを理解されたい。

ショットにおける望ましい発泡剤のパーセンテージは、特定のプロセス及び発泡剤のタイプに依拠する。望ましい発泡剤のパーセンテージは、例えば、ポリマー材料及び発泡剤の混合物の重量で約5%未満とすることが可能である。 $\text{CO}_2$ を発泡剤として使用する実施形態では、その濃度は、ポリマー材料及び発泡剤の混合物の重量で、約4%未満とすることが可能であり、他の実施形態では、約2%未満とすることが可能である。 $\text{N}_2$ が発泡剤として使用されるとき、例えば、その濃度は、ポリマー材料と発泡剤の混合物の重量で、約0.5%未満、約0.3%未満、又は約0.1%未満とすることが可能である。上記で留意されたように、本発明の導入システムは、発泡剤の低重量パーセンテージにおいて発泡剤の混合物を形成するのに特によく適している可能性がある。

30

#### 【0043】

ショットのサイズも、特定のプロセスに依拠し、例えば、約1gと約200gとの間とすることが可能である。上記で留意されたように、導入システムは、15g未満のショットのサイズなど、比較的小さいショットのサイズに発泡剤を導入するのに特によく適している可能性がある。幾つかの場合、ショットのサイズは、約1gと約15gとの間とすることが可能である。

40

#### 【0044】

投与量のサイズは、通常、質量によって測定される。投与量のサイズは、ポリマー材料に導入されるアキュムレータに閉じ込められた発泡剤の質量である。上述されたように、複数の投与量が、単一可塑化サイクルにおいて導入されることが可能である。複数の投与が導入される場合、ショットにおける発泡剤の全量は、投与のサイズが乗算された投与量の数である。

#### 【0045】

50

投与量のサイズは、特定のプロセス、ならびにアキュムレータの容積、及びアキュムレータにおける発泡剤の圧力と温度に依拠する。通常の投与量のサイズは、例えば、約 0.005 g と約 0.1 g との間とすることが可能である。幾つかの場合、投与量のサイズは、0.1 g 未満とすることが可能である。他の場合、0.005 g 未満とすることが可能である。他の場合、0.005 g 未満とすることが可能である。より小さい投与量のサイズが、例えば、精度を向上させるために使用されることが可能である。他の投与量のサイズも可能であることを理解されたい。

#### 【0046】

第1組の実施形態では、制御システム29は、ショットに導入される発泡剤の全量、及び/又はショットに導入される発泡剤投与量の数、及び/又は投与量のサイズを制御することが可能である。制御システムは、ポリマー及び発泡剤の混合物の望ましい発泡剤パーセンテージ、ならびに/あるいは望ましい投与サイズ、ならびに/あるいは望ましいショットサイズの手動入力を受信することも可能である。制御システムは、入力を処理することが可能であり、望ましい発泡剤パーセンテージを有する混合物を形成するように、混合物への発泡剤の導入を制御するために出力信号を送信する。

#### 【0047】

幾つかの実施形態では、上述されたように、導入システム10は、アキュムレータにおける発泡剤の圧力及び温度にそれぞれに関する圧力測定装置90からの入力及び温度測定装置94からの入力を受信するために、制御システム29を使用することが可能である。制御システムは、アキュムレータに閉じ込められる発泡剤の選択された固定質量に関する手動入力を受信することも可能であり、又は代替として、他の入力から、アキュムレータに閉じ込められる発泡剤の選択された質量を計算することも可能である。制御システムは、1つ又は複数のショットサイズ、あるいは発泡剤及びポリマー材料の混合物の望ましい発泡剤パーセンテージを加えるように、プログラム可能である。制御システム29は、発泡剤の温度、発泡剤の圧力、及び発泡剤の選択された質量の入力から、理想気体の法則又は他の相平衡関係を使用して、アキュムレータに閉じ込められる発泡剤の容積及び/又は質量を計算するように構成されることも可能である。

#### 【0048】

アキュムレータ16の容積は、入口弁と出口弁との間において画定される。幾つかの場合、アキュムレータの容積は、弁組立体内において部分的に画定されることが可能である。アキュムレータは、幾つかの実施形態では、実質的に固定された、又は固定された容積を有する。本明細書で使用される際に、固定された容積は、アキュムレータからの発泡剤がポリマー材料に導入されるとき一定である、及び/又は成型サイクルの可塑化期間中に一定である容積を指す。即ち、これらの実施形態では、アキュムレータは、発泡剤が導入されるとき、及び/又は可塑化中、移動する壁又はプランジャ組立体を含まない。可動壁又はプランジャ組立体を排除することは、ある場合に有利である可能性があるが、その理由は、そのような設計は、構築及び動作を複雑にすることがあるからである。

#### 【0049】

幾つかの実施形態では、アキュムレータは、発泡剤の導入及び可塑化中に固定されるが、成型サイクル間において調節されることができ容積を有する。これらのタイプのアキュムレータも、本明細書において確定されるように固定された容積を有する。第1組の実施形態では、アキュムレータは、例えば、アキュムレータの容積を制御するピストン又はスクリュウをサイクル間において調節することによって、又はアキュムレータを異なるサイズを有する他のアキュムレータと置き換えることによって、調節されることが可能である。

#### 【0050】

また、他の実施形態では、アキュムレータは、固定容積を有さないことが可能であり、かつ、可動壁及び/又はプランジャを使用することが可能であることも理解されたい。

アキュムレータの容積は、特定のプロセスに依拠し、具体的には、望ましい投与量のサイズに依拠する。幾つかの場合、アキュムレータ16は、約 50 cm<sup>3</sup>より小さい容積を

10

20

30

40

50

有することが可能である。他の場合、アキュムレータの容積は、約  $10 \text{ cm}^3$ 、約  $1 \text{ cm}^3$  未満、約  $0.1 \text{ cm}^3$  未満、又は約  $0.01 \text{ cm}^3$  未満とすることが可能である。

【0051】

第1組の実施形態では、アキュムレータ16は、導管の断面積より大きい断面積を有する室20を含む。室は、図1に示されるように、弁28と弁30との間において流体経路と直列とすることが可能であり、又は、室は、図3に示されるように、弁28及び弁30と流体連通して維持されるような任意の構成を有することが可能である。室は、矩形、球状、又は円筒など、望ましい容積を生成し、かつ加圧された気体又は流体を含むのに必要な任意のサイズ又は形状を有することが可能である。室は、発泡剤を含むことができる、当技術分野において既知の任意の種類とすることが可能である。例えば、室は、金属管など、加圧された気体、液体、及び/又は超臨界流体を含むのに適切な材料で作成されることが可能であり、ステンレス鋼で作成されることが好ましい。アキュムレータの構成又は容積の選択は、本発明の利益を有する当業者によって決定されることが可能である。

【0052】

他の組の実施形態では、アキュムレータ16は、図2に示されるように、弁28と30との間に存在する導管によって画定されることが可能である。

弁28、30は、1つの構成において加圧気体、液化気体、又は超臨界気体が弁を通して流れることを選択的に可能にし、かつ他の構成においてこれらの流体が弁を通して流れることを防止する、当技術分野の任意の装置とすることが可能である。適切なタイプの弁には、ソレノイド弁、スプール弁、又は他の等価な弁があり、弁は、遮断弁（シャットオフ弁）とすることが可能である。ある場合では、弁は、アキュムレータ16の容積の少なくとも一部を画定することが可能である、弁本体又は組立体を含むことが可能である。幾つかの場合、弁28及び30は、同じタイプとすることが可能であるが、他の場合、弁は、異なるタイプとすることが可能である。

【0053】

図1の例示的な実施形態では、出口弁30は、発泡剤ポート24の付近（例えば、 $30.48 \text{ cm}$ （12インチ）以内、 $7.62 \text{ cm}$ （3インチ）以内、又は $2.54 \text{ cm}$ （1インチ）以内）に配置され、又は本質的に発泡剤ポート24に隣接して配置される。幾つかの場合、この構成は、出口弁とポート24との間の導管において画定されることが可能である発泡剤の容積を最小限に抑えるために、好ましい可能性がある。しかし、出口弁の位置は、発泡剤ポートへの発泡剤の流れを制御するように、発泡剤ポート24に対してあらゆる箇所とすることが可能であることを理解されたい。

【0054】

発泡剤ポート24の付近又はそれに隣接して配置されるとき、出口弁30は、図5に示され、かつ開示が参照によって本明細書に組み込まれる、一般に所有される同時係属米国特許出願第09/710756号、2000年11月10日出願、名称「インジェクション成型用弁（Valve for Injection Molding）」、及び一般に所有される同時係属米国特許出願第09/782673号、2001年2月13日出願、名称「発泡剤放出システム（Blowing Agent Delivery System）」において記載されているタイプとすることが可能である。図5は、発泡剤ポート内において挿入され、従ってポートに本質的に隣接する射出装置組立体の一部として、出口弁30を示す。図示されるように、出口弁は、射出装置スリーブ70内に挿入される弁本体168から部分的に形成される。図示された弁は、弁を開く、又は閉じるために、弁座172に対して、例えば圧縮空気によって作動可能である弁軸171を含む。開位置において（図5に示される）、弁軸は、導管26（図1）に接続される弁の内部通路173を通して発泡剤が流れるのを可能にする経路を提供するように、弁座から離れている。閉位置において、弁軸は、弁座と接触し、それにより、発泡剤が弁座を通り過ぎて流れるのを防止する封止を創出する。弁本体168は、逆流弁を随意選択で含むことも可能である。図示されるように、逆流弁は、ばね175によって上方に偏向され、かつ適所に保持される逆止玉弁（ボールチェック）174を含むが、他の弁構成が使用されることも可能

である。他の実施形態では、ばねは必要とされず、玉（ボール）は、発泡剤及びポリマー材料に応答して自由に移動することが可能である。通常、遮断弁が開いているとき、発泡剤の圧力は、発泡剤がポートに流れる経路を提供するように、封止表面 176 から離れるように逆止玉弁 174 を押しやる。

#### 【0055】

発泡剤ポート 24 は、ポリマー材料が一般に流体状態にある位置において、押出装置のバレル 136 に形成される。発泡剤ポートは、発泡剤導入システムをポリマー処理空間 42 のポリマー材料に接続する。発泡剤ポート 24 は、バレルに構成された単一ポート又は複数のポートとすることが可能である。複数のポートが使用されるとき、ポートは、バレルの回りに径方向に構成される、又はバレルの全長に沿って線形方式で形成されることが可能である（図 4）。図 4 に示されるように、ポリマー材料及び発泡剤の混合物が蓄積される際に、スクリーが軸線方向にバレル内を移動するとき（上流方向において）、バレルの全長に沿ったポート 24a、24b、24c の構成が、スクリーに対して比較的一定位置において発泡剤を射出することを容易にすることができる。径方向構成ポートが使用される場合、複数のポート 24 が、押出装置バレルの回りにおいて 12 : 00 時、3 : 00 時、6 : 00 時、及び 9 : 00 時の位置に配置されることが可能であり、又は望ましい任意の他の構成とすることが可能である。

#### 【0056】

図 4 では、別々の遮断弁 62a、62b、62c が、各発泡剤ポート 24a、24b、24c において提供されることが可能である。遮断弁 62a、62b、62c は、例えば発泡剤がスクリーの発泡剤射出部分において導入されることを保証するために、スクリーの位置に対して望ましい位置における発泡剤の射出を制御するように、可塑化時間期間中、個々に開閉されることが可能である。1 つ又は複数の弁が、同時に開かれることが可能である。例示的な実施形態では、各発泡剤ポートは、同じ発泡剤導入システムに接続される。しかし、幾つかの実施形態では、各発泡剤ポートは、単一の発泡剤導入システムに接続されることが可能であることを理解されたい。

#### 【0057】

発泡剤ポート 24 は、単一のオリフィス又は複数のオリフィス（178、図 5）を含むことが可能である。複数オリフィスの実施形態では、ポートは、少なくとも約 2、幾つかの場合は少なくとも約 4、他の場合は少なくとも約 10、他の場合は少なくとも約 40、他の場合は少なくとも約 100、他の場合は少なくとも約 300、他の場合は少なくとも約 500、他の場合は少なくとも約 700 の発泡剤オリフィスを含むことが可能である。他の実施形態では、ポート 24 は、発泡剤が通ってバレルに流れ込むのを可能にする多孔性材料を含むオリフィスを含み、複数の個々のオリフィスを機械加工する必要はない。

#### 【0058】

ある好ましい実施形態では、発泡剤ポート 24 は、サイクルの可塑化期間中、スクリーの発泡剤射出部分 48 に位置することが可能である。スクリーの発泡剤射出部分は、十分な、断続されていないフライト経路（移動経路）を含むことが可能である。この方式では、スクリーが回転しているとき、各フライトは、オリフィスを含む発泡剤ポートを周期的に通過又は「拭き取り（ワイプ）」をする。この拭き取りにより、押出装置における発泡剤及びポリマー材料の迅速な混合が増進され、その結果、バレルに射出されると直ちに、かつあらゆる混合の前に、ポリマー材料において発泡剤の比較的微細に分割された隔離領域が分布する。これにより、一様なポリマー及び発泡剤の混合物の形成が促進され、これは、微孔性処理を含めて、あるタイプのポリマー発泡処理において望ましい可能性がある。発泡剤射出部分の下流において、スクリーは、混合部分 50 を含むことが可能であり、この部分は、押出装置内において一様な混合物の形成を促進するために、ポリマー及び発泡剤混合物を更に混合するように、非常に断続されたフライトを有する。好ましい一様な混合物は、幾つかの場合、同質の単相溶液である。幾つかの実施形態では、微孔性材料を形成するとき、国際特許公開第 98 / 31521 号において記載されるように、ポリマー材料及び発泡剤の同質単相溶液が、領域 52 において蓄積し、投入量が型に射出

10

20

30

40

50

される際に核化される。

【0059】

源22は、アキュムレータ16より大きい容積を有する。源は、窒素、二酸化炭素、炭化水素、クロロフルオロカーボン、希ガスなど、又はその混合物を含めて、当業者に既知の任意のタイプの物理的発泡剤を供給することが可能である。発泡剤は、気体、液体、又は超臨界流体など、あらゆる流動性物理状態において室に供給されることが可能である。1つの好ましい実施形態によれば、源22は、二酸化炭素を発泡剤として提供する。他の好ましい実施形態では、源22は、窒素を発泡剤として提供する。ある実施形態によれば、二酸化炭素のみ、又は窒素のみが、源によって提供されることが可能である。押出装置内への射出後（及び随意選択として、同様に射出前）、具体的には超臨界二酸化炭素及び超臨界窒素である超臨界流体状態にある発泡剤が、ある実施形態において特に好ましい。

10

【0060】

導管26は、発泡剤の輸送に適した、当技術分野において既知の任意の種類とすることが可能である。例えば、導管は、金属管など、加圧された気体、液体、及び/又は超臨界流体を輸送するのに適した材料で作成された管とすることが可能であり、ステンレス鋼で作成されることが好ましい。導管は、ステンレス鋼などの金属ブロック内において孔開けされた通路など、材料のブロック内において通路によって画定されることも可能である。発泡剤は、約0.1mmと約1.0cmとの間の断面直径を通常有するが、他の寸法が可能である。導管26の長さ及び構成は、制約されず、一般に、利用可能な製造空間、ならびに発泡剤導入システム及び射出成型システムのレイアウトなどのファクタに依拠する。幾つかの実施形態では、導管内に閉じ込められた過剰な発泡剤がプロセスに著しく影響を与えないことを保証するために、導管の容積を低減する、又は最小限に抑えることが望ましい可能性がある。導管組立体は、幾つかの実施形態では、図示されるように、例えばアキュムレータ16（図3）への接続を容易にするために、又は複数の発泡剤ポート（図4）への接続を提供するために、1つ又は複数の分岐を有することが可能である。

20

【0061】

制御システム29及び射出成型制御装置31は、当技術分野において既知の任意の適切なタイプとすることが可能である。適切な制御システム及び制御装置が、例えば、2001年4月5日に出願され、参照によって本明細書に組み込まれる、同時係属の一般に所有される米国特許出願、出願番号第09/826603号、名称「発泡成型処理を制御する方法及び装置（Method and Apparatus for Controlling Foam Molding Processing）」において記載されている。本発明の幾つかのシステム及びプロセスは、射出成型制御装置を使用しない。

30

【0062】

ポンプ85は、源から供給される発泡剤の圧力を増大させるための、当技術分野において既知の任意の適切なタイプとすることが可能である。

高圧タンク83も、発泡剤を貯蔵するための、当技術分野において既知の任意の適切なタイプとすることが可能である。タンク83は、源22より小さいが、アキュムレータ16の容積より大きい容積を有する。高圧タンクは、ポンプが循環するとき、アキュムレータ内への圧力サージの影響を制限するために提供される。タンクにおける通常の圧力は、約34.5MPa（約5,000psi）と68.9MPa（10,000psi）との間とすることが可能である（例えば、約48.3MPa（約7,000psi））。

40

【0063】

圧力規制装置も、下流圧力を固定値に規制するための、当技術分野において既知の任意の適切なタイプとすることが可能である。幾つかの場合、図1に示されるように、圧力規制装置は、圧力低減調整器である。圧力低減調整器の下流端部における圧力は、装置の上流端部における圧力より低く固定されることが可能である。例えば、装置の上流端部における圧力は、約48.3MPa（約7,000psi）とすることが可能であり、装置の下流端部における圧力は、約27.6MPa（約4,000psi）に低減されることが可能である。固定下限圧力は、アキュムレータに加えられる発泡剤の圧力である。

50

## 【 0 0 6 4 】

他の場合、圧力規制装置は、図 2 に示されるように導管の分岐内に配置される背圧調整器 19 とすることが可能である。背圧調整器は、固定上流圧力を提供し、例えば、環境に排出される出口を有することが可能である。固定上流圧力は、アキュムレータに加えられる発泡剤の圧力である。

## 【 0 0 6 5 】

上述されたように、ある実施形態では、圧力規制装置は、制御システムから入力信号を受信し、応答して、アキュムレータに加えられる圧力を固定する。これらの実施形態では、圧力規制装置は、制御システムからの入力信号に応答して、アキュムレータに加えられる圧力を固定することができる適切な設計を有さなければならない。

10

## 【 0 0 6 6 】

発泡剤導入システム 10 は、射出成型システムと関連して示されるが、本発明による発泡剤導入システムは、他の不連続システム、及び具体的にはブロー成型システムを含めて、他のポリマー処理システムと関連して使用されることが可能であることを理解されたい。適切なブロー成型システムの例が、例えば、参照によって本明細書に組み込まれる国際公開第 99 / 3 2 5 4 4 号（アンダーソンら）において記載されている。

## 【 0 0 6 7 】

発泡剤導入システムは、広範な成型ポリマー材料、及び具体的には成型発泡物品を形成するために使用されることが可能である。幾つかの実施形態では、成型微孔性物品が形成されることが可能である。適切な微孔性物品が、上記の参照によって本明細書に組み込まれる国際公開第 98 / 3 1 5 2 1 号（ピエリックら）において記載されている。幾つかの実施形態では、微孔性物品は、100  $\mu\text{m}$  未満、他の実施形態では 50  $\mu\text{m}$  未満、他の実施形態では 25  $\mu\text{m}$  未満、他の実施形態では 5  $\mu\text{m}$  未満の平均セルサイズを有し、他の実施形態では、更により小さいセルサイズが達成可能である。

20

## 【 0 0 6 8 】

本発明のこれら及び他の実施形態の機能及び利点は、以下の例からより完全に理解されるであろう。以下の例は、本発明の利益を示すことを意図するが、本発明の完全な範囲を示さない。

## 【実施例 1】

## 【 0 0 6 9 】

この例は、本発明の一実施形態の使用を示す。

使用された射出成型機械は、20 mm スクリューを有する 55 トンの機械であった。発泡剤導入システムが、射出成型機械に接続された。発泡剤導入システムは、以下で記述されるように、入口弁、発泡剤導入組立体に組み込まれた出口弁、及び溶融ポリマーに導入される前に発泡剤の投入量又は投与量が蓄積するアキュムレータの容積を確立する特定の長さの導管を含んでいた。アキュムレータの容積に供給される圧力は、大気に排出される出口を有する導管の T 形部分の上にある背圧調整器を使用して監視及び制御された。管の温度は、手持ち式表面熱電対装置を使用して測定された。

30

## 【 0 0 7 0 】

アキュムレータの容積は、射出装置組立体の容積、遮断弁弁座の下流にある入口弁の容積、及び弁を射出装置に接続する導管の容積の合計として計算された。射出装置組立体は、0.659  $\text{cm}^3$  の全容積について、0.18  $\text{cm}^3$  の容積を有し、弁は、0.41  $\text{cm}^3$  の容積を有し、管は、0.069  $\text{cm}^3$  の容積を有していた。射出成型機械の型は、1.6 g の固体部分重量を有する試験用ポリプロピレン部品を生成するために使用された。

40

## 【 0 0 7 1 】

温度及び圧力の関数として窒素の密度の式を使用すると、溶融ポリマーに導入された制御容積における窒素の質量は、アキュムレータの容積における初期圧力、及びアキュムレータの容積内の終了圧力に基づいて計算された。初期圧力は、終了圧力より高くなるように、背圧調整器によって制御された事前設定値であった。装置は、圧力変換器を制御容積内に含まず、従って、制御容積内の終了圧力は、溶融ポリマーの圧力の終了圧力とほぼ同

50

じであると想定された。熔融ポリマーの圧力は、射出装置弁出口に隣接して、熔融ポリマーに配置された圧力変換器を使用して監視された。

【0072】

窒素の投与を導入するために、アキュムレータの下流にある遮断弁が、1秒開かれた。窒素の単一投与が、可塑化期間中に導入された。アキュムレータの上流にある遮断弁は、アキュムレータの下流にある遮断弁が、窒素の追加の投与を閉じ込めるために閉じられた後、0.5秒の時間遅延を有して開かれた。

【0073】

可塑化中のプロセスパラメータは、以下の通りである。

周囲スクリー速度は、 $10.16 \text{ cm/秒}$  ( $4 \text{ in/sec}$ )、

10

スクリーに対する指定背圧は、 $10.3 \text{ MPa}$  ( $1,500 \text{ psi}$ )、

ポリマー投与量の容積は、 $2.46 \text{ cm}^3$  ( $0.15 \text{ in}^3$ )、

入口弁閉容積位置は、 $0.49 \text{ cm}^3$  ( $0.03 \text{ in}^3$ )、

アキュムレータの容積の平均温度は、 $121.1$  ( $250 \text{ F}$ )

窒素射出位置におけるポリマーの圧力は、スクリー回復中、 $15.9 \text{ MPa}$  ( $2310 \text{ psi}$ )から $16.3 \text{ MPa}$  ( $2360 \text{ psi}$ )であると測定された。制御容積の窒素圧力は、 $17.6 \text{ MPa}$  ( $2550 \text{ psi}$ )に設定された。窒素の計算された投与量は、プラスチック重量の $1.6 \text{ g}$ あたり $0.375\%$ の投与量を使用して、 $6 \text{ mg}$ であった。

【0074】

プロセスは、あらゆるプロセスの設定を変更せずに、1時間反復された。約120の発泡部品が生成された。部品は、プロセスにわたって、同様の特性を有していた。試験部品の一貫性は、プロセスの安定性、及び本発明の一実施形態を使用して一貫して少量の窒素を投与する能力を示す。

20

【実施例2】

【0075】

これは、発泡剤のより低い投与速度を使用する、本発明の実施形態の例である。

この例の装置のプロセスパラメータは、例1と同じであったが、アキュムレータ容積における窒素の圧力は、熔融ポリマーの圧力が $16.2 \text{ MPa}$  ( $2350 \text{ psi}$ )の状態、 $17.1 \text{ MPa}$  ( $2475 \text{ psi}$ )に設定された。加えられた窒素の計算量は、約 $3.8 \text{ mg}$ であり、温度は約 $121.1$  (約 $250^\circ \text{ F}$ )であった。システムパラメータは、

30

【実施例3】

【0076】

この例は、本発明の他の実施形態の使用を示す。具体的には、この例は、全部品の重量が機械のストロークの小さいパーセンテージを必要としたプロセスと関連する発泡剤導入システムの使用を示す。この例では、必要なストロークは、全機械能力の約 $7\%$ であった。通常の発泡剤導入システムは、機械ストローク能力の $15\%$ 未満では、容易に一貫して動作させることはできない。

【0077】

使用された射出成型機械は、 $30 \text{ mm}$ スクリーを有する $88$ トンの機械であった。射出成型機械は、例1において記述された発泡剤射出組立体に接続された。

40

射出成型機械の型は、 $6.5 \text{ g}$ の固体部分重量を有するU形部品を生成するために使用された。型は、中央低温湯口(スプルー)によって接続された2つの空洞を有していた。使用された材料は、ガラス充填ナイロン6であった。

【0078】

温度及び圧力の関数として窒素の密度の式を使用して、熔融ポリマーに導入された制御容積における窒素の質量は、アキュムレータの容積における初期圧力、及びアキュムレータの容積内における終了圧力に基づいて計算された。初期圧力は、終了圧力より高い事前設定値であった。装置は、圧力変換器を制御容積内に含まず、従って、制御容積内の終了圧力は、熔融ポリマーの圧力の終了圧力とほぼ同じであると想定された。熔融ポリマーの

50



圧力は、射出装置の弁出口に隣接して、溶融ポリマーに配置された圧力変換器を使用して監視された。

【0079】

窒素の投与量を導入するために、入口弁は閉じられ、アキュムレータの下流にある出口弁は、1秒開かれた。窒素の単一投与量が、可塑化期間中に導入された。アキュムレータの入口弁は、窒素の追加の投与量を閉じ込めるために、アキュムレータの出口弁が閉じられた後、0.3秒の時間遅延を有して開かれた。

【0080】

可塑化中のプロセスパラメータは、以下の通りであった。

周囲スクリー速度は、15.24 cm/秒 (6 in/sec)、  
スクリーに対する指定背圧は、18.6 MPa (2700 psi)、  
ポリマー投与ストロークは、1.143 cm (0.45 in)、  
入口弁閉位置は、0.381 cm (0.15 in)、  
アキュムレータ容積の平均温度は、93.3 (200 F)、  
サイクル時間は、18秒まで。

10

【0081】

窒素射出位置における溶融ポリマーの圧力は、スクリー回復中、21.0 MPa (3050 psi) 乃至 21.6 MPa (3140 psi) であると測定された。制御容積における窒素の圧力は、4つの異なる値に設定された。

【0082】

20

第1の設定は、22.8 MPa (3300 psi) のアキュムレータ圧力において、9.3 mg (重量で0.14%濃度) の窒素を加えるように計算された。システムは調整され、約20サイクルが、部品を収集する前に実行された。システムの構成は、約1時間変更されないままであった。高品質の発泡部品が生成された。部品は、固体プラスチックに対して密度が約3.1%減少していた。この部品は、約100 µmの平均セルサイズを有する閉セル構造を有していた。図6A及び図6Bは、この部品のそれぞれの断面を示す走査型電子顕微鏡 (SEM) 写真のコピーである。

【0083】

第2の設定は、23.4 MPa (3400 psi) のアキュムレータ圧力において、13 mg (重量で0.20%濃度) の窒素を加えるように計算された。再び、部品が1時間収集され、プロセス及び部品が、監視された。高品質部品が生成され、システム構成は安定であった。この部品は、固体プラスチックに対して、密度が約4.1%減少していた。部品は、約75 µmの平均セルサイズを有する閉セル構造を有していた。図7A及び図7Bは、部品のそれぞれの断面を示す走査型電子顕微鏡写真のコピーである。

30

【0084】

2つの他の設定が試験された。一方は、16.5 mg (重量で0.25%濃度) の窒素を加えるように設定され、他方は、18.5 mg (重量で0.28%濃度) の窒素を加えるように設定され、それぞれ、アキュムレータ圧力は、24.1 MPa (3500 psi) 及び 24.8 MPa (3600 psi) であった。2つの追加の設定で高品質部分が生成され、システムの構成は安定していた。

40

【0085】

18.5 mg の窒素について、部品は、固体プラスチックと比較して約5.3%の密度低減、及び約40 µmの平均セルサイズを備える閉セル構造を有していた。図8A及び図8Bは、部品のそれぞれの断面を示す走査型電子顕微鏡写真のコピーであった。

【0086】

当業者なら、本明細書において記述されたすべてのパラメータ及び構成は、例示的であり、実際のパラメータ及び構成は、本発明のシステム及び方法が使用される特定の応用分野に依拠することを容易に理解するであろう。当業者なら、本明細書において記述された本発明の特定の実施形態に対する多くの等価物を理解するであろう、又は、型通りの実験を使用して確認することができるであろう。従って、以上の実施形態は、例示としてのみ

50

提示され、添付の請求項及びその等価物の範囲内において、本発明は、具体的に記述されたのとは異なるように実施されることが可能であることを理解されたい。本発明は、本明細書において記述された各個々の特徴、システム、又は方法を対象とする。更に、そのような特徴、システム、又は方法の２つ以上のあらゆる組合せが、そのような特徴、システム、又は方法が互いに矛盾しない場合、本発明の範囲内に含まれる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 8 7 】

【図１】発泡剤を射出成型システムの押出装置に導入するために使用される発泡剤導入システムの概略図である。

【図２】発泡剤を射出成型システムの押出装置に導入するために使用される他の発泡剤導入システムの概略図である。

10

【図３】発泡剤を射出成型システムの押出装置に導入するために使用される他の発泡剤導入システムの概略図である。

【図４】発泡剤導入システムの導管に接続された複数の発泡剤ポートを含む押出装置バレルの概略的な断面図である。

【図５】押出装置バレルに配置された発泡剤導入システムの弁組立体の概略図である。

【図６Ａ】例３において作成される部品の代表的な断面図を示す走査型電子顕微鏡写真のコピーである。

【図６Ｂ】例３において作成される部品の代表的な断面図を示す走査型電子顕微鏡写真のコピーである。

20

【図７Ａ】例３において作成される部品の代表的な断面図を示す走査型電子顕微鏡写真のコピーである。

【図７Ｂ】例３において作成される部品の代表的な断面図を示す走査型電子顕微鏡写真のコピーである。

【図８Ａ】例３において作成される部品の代表的な断面図を示す走査型電子顕微鏡写真のコピーである。

【図８Ｂ】例３において作成される部品の代表的な断面図を示す走査型電子顕微鏡写真のコピーである。

【図 1】

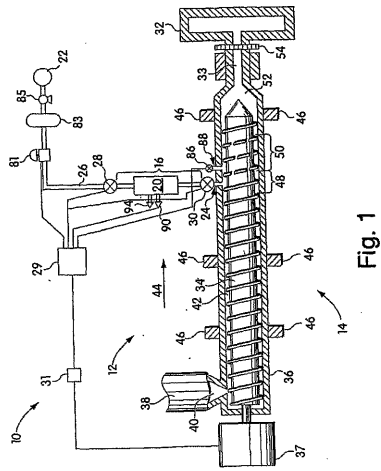


Fig. 1

【図 2】

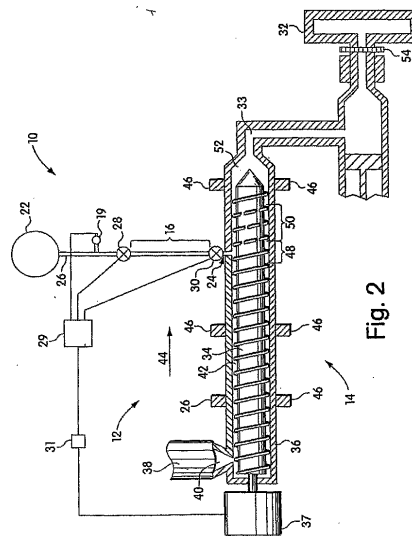


Fig. 2

【図 3】

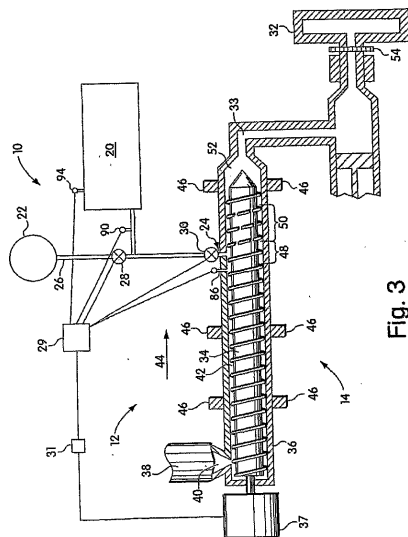


Fig. 3

【図 5】

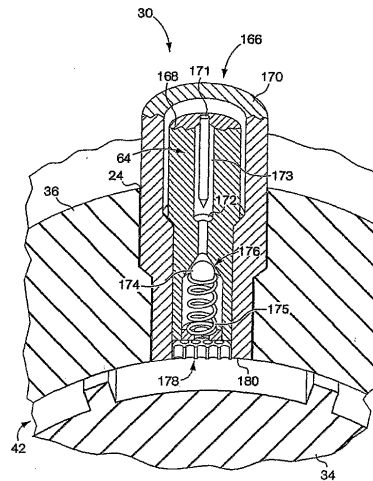


Fig. 5

【図 4】

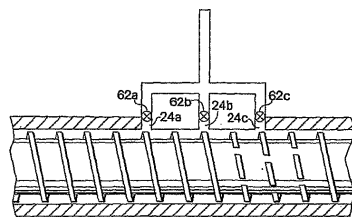


Fig. 4

【図 6 A】

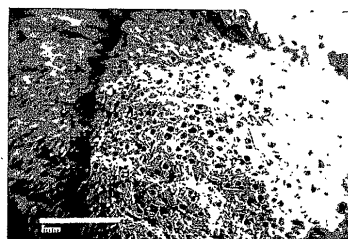


Fig. 6A

【図 6 B】

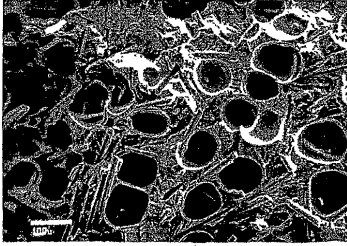


Fig. 6B

【図 7 B】

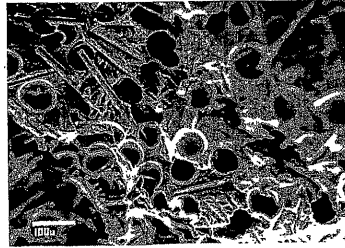


Fig. 7B

【図 7 A】

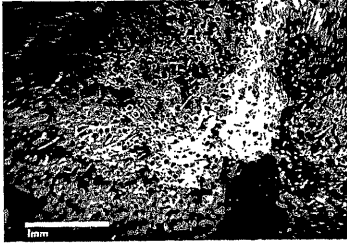


Fig. 7A

【図 8 A】

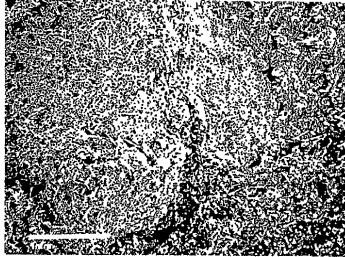


Fig. 8A

【図 8 B】

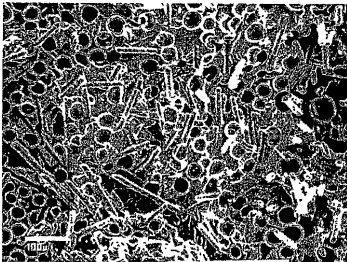


Fig. 8B

---

フロントページの続き

(74)代理人 100101373

弁理士 竹内 茂雄

(72)発明者 キム, ローランド

アメリカ合衆国マサチューセッツ州 0 1 8 1 0 , アンドーヴァー, バーナム・ストリート 9 8

審査官 奥野 剛規

(56)参考文献 国際公開第 0 2 / 0 1 4 0 4 4 ( WO , A 1 )

国際公開第 0 1 / 0 6 6 3 3 1 ( WO , A 1 )

特開 2 0 0 1 - 1 5 0 4 8 5 ( JP , A )

国際公開第 0 0 / 0 5 9 7 0 2 ( WO , A 1 )

特開 2 0 0 2 - 0 6 7 1 1 6 ( JP , A )

特開 2 0 0 1 - 0 0 9 8 8 2 ( JP , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B29C 45/00-45/84

B29C 47/00-47/96

B29C 31/00-31/10