

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4502805号  
(P4502805)

(45) 発行日 平成22年7月14日(2010.7.14)

(24) 登録日 平成22年4月30日(2010.4.30)

(51) Int. Cl.		F I
<b>B 2 9 C 45/00</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 9 C 45/00
<b>B 2 9 C 45/23</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 9 C 45/23
<b>B 2 9 C 45/50</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 9 C 45/50
<b>B 2 9 C 47/38</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 9 C 47/38
B 2 9 K 105/04	(2006.01)	B 2 9 K 105:04

請求項の数 21 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2004-523490 (P2004-523490)	(73) 特許権者	500033771
(86) (22) 出願日	平成15年7月17日(2003.7.17)		トレクセル・インコーポレーテッド
(65) 公表番号	特表2005-532939 (P2005-532939A)		アメリカ合衆国マサチューセッツ州018
(43) 公表日	平成17年11月4日(2005.11.4)		01, ウォバーン, シックス・ロード
(86) 国際出願番号	PCT/US2003/022322		45
(87) 国際公開番号	W02004/009320	(74) 代理人	100089705
(87) 国際公開日	平成16年1月29日(2004.1.29)		弁理士 社本 一夫
審査請求日	平成18年7月13日(2006.7.13)	(74) 代理人	100076691
(31) 優先権主張番号	10/198,643		弁理士 増井 忠次
(32) 優先日	平成14年7月18日(2002.7.18)	(74) 代理人	100075270
(33) 優先権主張国	米国 (US)		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】 スクリューを備えたポリマー処理システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

周期的に動作できるポリマー処理システムにおいて、  
 バレル内に配設されたスクリューであって、該スクリューと該バレルとの間にポリマー処理空間が画成されており、該スクリューは、以下の式

$$L/D \geq 2.4$$

で規定される関係を有し、Lは長さでありDは直径である、スクリューと、

発泡剤注入ポートに接続された発泡剤供給源であって、当該発泡剤供給源から前記ポリマー処理システム内のポリマー材料へ発泡剤を流入させ得る、発泡剤供給源とを備える、ポリマー処理システム。

【請求項2】

該ポリマー処理システムは、周期的にポリマー材料を成形型の中へ射出注入する動作、または、周期的にポリマー材料をダイから押し出す動作を実行できる、請求項1記載のポリマー処理システム。

【請求項3】

少なくとも2つの発泡剤注入ポートを備える、請求項1記載のポリマー処理システム。

【請求項4】

前記発泡剤注入ポートが、前記バレルに設けられる、請求項1記載のポリマー処理システム。

【請求項5】

前記スクリーが前記バレル内で往復動する、請求項 1 記載のポリマー処理システム。

【請求項 6】

前記スクリーは、払拭セクションおよび混練セクションを含み、前記払拭セクションは、0.5 : 1 ~ 3:1にあるL:Dの比を有し、前記混練セクションは、2:1 ~ 6:1にあるL:Dの比を有する、請求項 1 記載のポリマー処理システム。

【請求項 7】

前記スクリーが、前記発泡剤注入ポートの上流側に位置する規制要素を備えており、当該規制要素は、射出注入サイクルまたは射出サイクルの少なくとも一部の実行中に、ポリマー材料ないし発泡剤が当該規制要素を通過して上流側へ流れることを規制するように構成される、請求項 1 記載のポリマー処理システム。

10

【請求項 8】

前記スクリーは、当該スクリーの下流側の端部に先端弁を備えており、当該先端弁は、弁が開いた状態でポリマー材料が当該先端弁を通過して下流側への流れを許容し、弁が閉じた状態でポリマー材料が当該先端弁を通過して上流側への流れを規制する、請求項 1 記載のポリマー処理システム。

【請求項 9】

前記スクリーは、20:1 ~ 24:1の範囲内にあるL:Dの比を備える、請求項 1 記載のポリマー処理システム。

【請求項 10】

前記発泡剤注入ポートの中に装着される発泡剤注入部材を備えており、当該発泡剤注入部材には、前記発泡剤供給源から前記ポリマー処理空間へ流入する発泡剤が通過する少なくとも一つのオリフィスが形成されている、請求項 1 記載のポリマー処理システム。

20

【請求項 11】

前記発泡剤注入部材は、当該発泡剤注入部材の中に複数のオリフィスを備える、請求項 10 記載のポリマー処理システム。

【請求項 12】

前記発泡剤供給源と前記ポリマー処理空間とを接続している通路中に、注入弁が配設されており、当該注入弁は、発泡剤が当該注入弁を通過して流れることを許容する開弁状態と、発泡剤ないしポリマー材料が当該発泡剤注入弁を通過して流れることを阻止する閉弁状態とを備える、請求項 1 記載のポリマー処理システム。

30

【請求項 13】

前記注入弁が、前記発泡剤注入ポートの中に装着される注入アセンブリの一部を構成している、請求項 12 記載のポリマー処理システム。

【請求項 14】

前記発泡剤が、二酸化炭素または窒素である、請求項 1 記載のポリマー処理システム。

【請求項 15】

前記システムの構成要素に接続された制御システムを備えており、当該制御システムは、少なくとも一つの構成要素から入力を受け取り、少なくとも一つの構成要素へ出力を送出するように構成される、請求項 1 記載のポリマー処理システム。

【請求項 16】

射出成型型を備えており、当該射出成型型が前記ポリマー処理空間に接続されるキャビティを画成する、請求項 1 記載のポリマー処理システム。

40

【請求項 17】

前記ポリマー処理システムが、微細気孔材料を製造するように構成される、請求項 1 記載のポリマー処理システム。

【請求項 18】

ポリマー処理システムにおけるポリマー材料の処理方法において、スクリーとバレルとの間に画成されたポリマー処理空間内においてポリマー材料を搬送する工程であって、該スクリーは、以下の式

$$\frac{L}{D} \geq 24$$

50

で規定される関係を有し、Lは長さでありDは直径である、搬送する工程と、

前記ポリマー処理システム内のポリマー材料へ発泡剤を注入する工程であって、ポリマー材料と発泡剤とから成る混合物を調製する、注入する工程と、

ポリマー材料と発泡剤とから成る前記混合物を成型型の中へ射出注入するか、または、該混合物をダイから押し出す、工程とを備える、処理方法。

【請求項19】

前記ポリマー処理空間内において、発泡剤とポリマー材料とから成る単一相の溶融物を形成する工程を備える、請求項18記載の処理方法。

【請求項20】

発泡体製品を形成する工程を備える、請求項18記載の処理方法。

10

【請求項21】

微細気孔製品を形成する工程を備える、請求項20記載の処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、広くはポリマー発泡体材料の処理に関し、より詳しくは、長さと直径との比(L:D比)の小さいスクリーを備えたポリマー処理システムと、ポリマー処理システムの改造方法並びにポリマー処理システムの使用方法とに関する。

【背景技術】

【0002】

ポリマー発泡体材料は、ポリマーから成る母材の中に、多数の空隙（気孔ともいう）を分散させて成る材料である。微細発泡体（微細気孔材料ともいう）は、ポリマー発泡体の一種であって、特に気孔寸法が小さく、気孔密度の高いものをいう。微細発泡体は様々な特性を有しており、処理に関連した多くの利点を有するものである。

20

【0003】

微細発泡体を形成する際には、ある種の処理工程を実行することが必要とされる（または実行することが望まれる）。そのような処理工程には、エクストルーダ内のポリマー材料に発泡剤を注入する工程、エクストルーダ内でポリマー材料と発泡剤とを十分に混練して均一な混合物を調製する工程、微細気孔の尚早核形成を防止するためにその均一な混合物を高圧下に維持する工程、それに、適当な時刻に急速減圧して核形成を行わせる工程などがある。

30

【0004】

従来の射出成形システムやブロー成形システムは、一般的に、微細気孔材料を製造するために必要とされている、以上に列挙した様々な工程の、その全てに対応し得る能力を備えてはいない。また一般的に、従来のその種の成形システムは、それらの設計時に意図した一連の動作条件が、微細気孔材料の製造にはそぐわないものとなっている。それゆえ、微細気孔材料を製造するためには、微細気孔材料の製造に適した特別の構造を備えた成形システムを、新規に設計して製作するようにしていた。そして、そのように新規に設計された射出成形システムないしブロー成形システムは、例えば、L:D比の比較的大きな（例えば28:1以上）スクリーを備えたものであった。このようにL:D比が比較的大きいスクリーは、ポリマー材料と発泡剤とから成る混合物を十分に混練する能力と、その混合物を高圧下に維持する能力とを備えたものであり、これら2つの能力は、微細気孔材料を調製する上で特に望まれる能力である。しかしながら、L:D比の大きなスクリーは、既存の射出成形システムやブロー成形システムを構成している機器には、適合し難いという問題がある。更に、L:D比の大きなスクリーを備えた成形システムは、それを新規に製作する場合でも、また、既存の成形システムに改造を施して構成する場合でも、多大のコストを要するものである。

40

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0005】

50

本発明は、ポリマー処理システムとそれに関連した方法とを提供するものである。本発明の基本を成す認識のうちには、射出成形システムやブロー成形システム（それらは、微細気孔材料を製造するためのものではない既存のシステムでよい）に、L:D比の小さなスクリューを組み合わせることによって、微細気孔ポリマー材料の製造を行えるという認識がある。

【0006】

本発明は、その1つの実施の形態においては、周期的にポリマー材料を成形型の中へ射出注入する動作、または、周期的にポリマー材料をダイから射出する動作を実行するポリマー処理システムを提供するものである。このポリマー処理システムは、バレル内に配設されたスクリューを備えており、該スクリューと該バレルとの間にポリマー処理空間が画成されている。前記スクリューの、長さと直径との比（L:D比）は、約24:1以下である。このポリマー処理システムは更に、発泡剤注入ポートに接続された発泡剤供給源を備えており、該発泡剤供給源から前記ポリマー処理空間内のポリマー材料へ発泡剤を流入させ得るようにしてある。

10

【0007】

本発明は、その別の実施の形態においては、ポリマー材料の処理方法を提供するものである。この方法においては、長さと直径との比（L:D比）が約24:1以下のスクリューとバレルとの間に画成されたポリマー処理空間内において、ポリマー材料を搬送する。この方法においては更に、前記ポリマー処理空間内のポリマー材料へ発泡剤を注入して、ポリマー材料と発泡剤とから成る混合物を調製し、ポリマー材料と発泡剤とから成る前記混合物を成形型の中へ射出注入するか、または、該混合物をダイから射出する。

20

【0008】

本発明は、その別の実施の形態においては、長さ

と直径とを有する第1スクリューを装備したエクストルーダを備えた、ポリマー材料の処理のための既存のシステムに改造を施す改造方法を提供するものである。前記システムは、周期的にポリマー材料を成形型の中へ射出注入する動作、または、周期的にポリマー材料をダイから射出する動作を実行して微細気孔ポリマー材料を調製するシステムである。この改造方法においては、前記第1スクリューを、長さと直径との比（L:D比）が約24:1以下の交換用スクリューに交換する。また、発泡剤供給源をポートに接続することによって、該発泡剤供給源から、前記交換用スクリューを前記バレル内に配設したことで前記交換用スクリューと前記バレルとの間に画成されたポリマー処理空間へ、発泡剤を流入させるための通路を形成する。

30

【0009】

本発明は、その別の実施の形態においては、周期的にポリマー材料を成形型の中へ射出注入する動作、または、周期的にポリマー材料をダイから射出する動作を実行するポリマー材料の処理のための既存のシステムに改造を施す改造方法を提供するものである。前記システムは、長さ

と直径とを有する第1スクリューを装備したエクストルーダを備えている。この方法においては、前記第1スクリューを、該第1スクリューと略々同じ長さであって、長さと直径との比（L:D比）が約24:1以下の交換用スクリューに交換する。前記交換用スクリューは、該交換用スクリューをバレル内に配設したときに該バレルに形成されている発泡剤注入ポートの上流側に位置する規制要素を備えている。この規制要素は、射出注入サイクルまたは射出サイクルの少なくとも一部の実行中に、ポリマー材料が該規制要素を通過して上流側へ流れることを規制するように構成されている。前記交換用スクリューは更に、その下流側の端部に先端弁を備えている。この先端弁は、ポリマー材料が該先端弁を通過して下流側へ流れようとするとき開弁状態となりその流れを許容し、ポリマー材料が該先端弁を通過して上流側へ流れようとするとき閉弁状態となりその流れを規制するものである。

40

【0010】

本発明は、その別の実施の形態においては、周期的にポリマー材料を成形型の中へ射出注入する動作、または、周期的にポリマー材料をダイから射出する動作を実行するポリマー材料の処理のための既存のシステムに改造を施す改造方法を提供するものである。前記

50

システムは、長さ $L$ と直径 $D$ とを有する第1スクリューを収容しているバレルを装備したエクストルーダを備えている。この方法においては、前記バレルの下流側の端部を延長し、それには、例えば、前記バレルの下流側の端部に、1つまたは複数の発泡剤注入ポートを備えたバレル継ぎ足し部材を取付ける。そして、前記第1スクリューを、該第1スクリューより長い（実施の形態によっては、かなり長い）交換用スクリューに交換する。該交換用スクリューは、該交換用スクリューを前記バレル内に配設したときに前記バレルに形成されている発泡剤注入ポートの上流側に位置する規制要素を備えている。該規制要素は、射出注入サイクルまたは射出サイクルの少なくとも一部の実行中に、ポリマー材料ないし発泡剤が該規制要素を通過して上流側へ流れることを規制するように構成されている。前記交換用スクリューが更に、その下流側の端部に先端弁を備えているような実施の形態としてもよい。この先端弁は、ポリマー材料が該先端弁を通過して下流側へ流れようとするとき開弁状態となりその流れを許容し、ポリマー材料が該先端弁を通過して上流側へ流れようとするとき閉弁状態となりその流れを規制するものである。

10

#### 【0011】

本発明のその他の利点、その他の特徴、並びにその他の用途は、本発明の様々な実施の形態についての以下の詳細な説明を、添付図面と共に参照することにより明らかとなる。尚、以下に説明する様々な実施の形態は、具体例を提示するものであって、本発明の範囲がそれら実施の形態に限定されるというものではない。また、添付図面は模式図であり、正確な縮尺図ではない。更に、添付図面においては、互いに異なった図に示されている構成要素であっても、互いに同一ないし類似した構成要素には、同一の参照番号を付してある。図を見易くするために、ある1つの構成要素の名称を、その構成要素を示した全ての図に書き込むことは避け、また、本発明のある1つの実施の形態の全ての構成要素の名称を図に書き込むことも避け、当業者が本発明を理解する上で不要な名称は書き込まないようにした。尚、本明細書に記載した開示内容と、本明細書中で言及することにより本願の開示に組み込んだ参考文献の開示内容との間に齟齬がある場合には、本明細書に記載した開示内容が優先する。

20

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0012】

以下に提示する成形システムは、 $L:D$ 比の小さなスクリューを備えた、射出成形システムないしブロー成形システムである。また、以下に提示する成形システムは、微細気孔ポリマー材料を製造する能力を備えた成形システムである。以下に提示する成形システムのうちには、既存のポリマー処理システムである成形システムに改造を施して構成する成形システムも含まれる。その改造内容は、既存の成形システムの既存の構成要素に対して改造を施す（例えば、機械加工を施したり、別のものに交換する）ことも含まれ、また、既存の成形システムに新たな構成要素を付加することとも含まれる。具体的には、その改造内容には通常、ポリマー処理用の既存のスクリューを、以下に詳細に説明するような、微細気孔材料を処理するために必要とされる要件を満たすように設計した新規なスクリューに交換することも含まれる。或いはまた、以下に提示する成形システムのうちには、新規に製造する成形システムも含まれる。既存の成形システムに改造を施して構成するものであれ、また、新規に製造するものであれ、本発明に係る成形システムは、微細気孔材料を処理することのできる $L:D$ 比の大きな成形システムを新規に製造することに比べれば、格段に低コストで実現することができる。

30

40

#### 【0013】

図1に模式図で示したのは、本発明に係る改造方法に従って改造を施す前の、既存の射出成形システム10aである。また、この図に示した射出成形システム10aは、射出成形法によって非発泡体ポリマー材料から成る製品を製造するための射出成形システムである。射出成形システム10aのエクストルーダ12aは、ポリマー処理用のスクリュー14aを備えており、このスクリュー14aは、バレル16aの中で回転することによって、このスクリューとバレルとの間に画成されたポリマー処理空間20a内において、ポリマー材料を下流方向18aへ搬送する。スクリュー14aの $L:D$ 比は、例えば24:1以下

50

である。典型的な成形サイクルにおいては、その開始時に、スクリュー 14 a を、バレル 16 a の下流側の端部 22 a に位置させる。供給するポリマー材料は、通常はペレットの形態の材料であり、ホッパー 24 a から、孔 26 a を通ってポリマー処理空間 20 a の中へ供給される。バレル 16 a の外面には、1つないし幾つかのヒータ装置 28 a が取付けられており、かかるヒータ装置によって、バレル 16 a を加熱する。スクリュー 14 a が回転することによって、ポリマー材料の可塑化が行われると共に、そのポリマー材料がバレル内のスクリュー 14 a より下流側の領域 30 a へ搬送される。ポリマー材料は、この領域 30 a に蓄積して行き、それに伴って、バレル内においてスクリューをその軸心方向に、上流側へと押動する。十分な量のポリマー材料が蓄積したならば、スクリューの回転を停止させ、それによって上流側へのスクリューの移動も停止する。続いて、スクリューをその軸心方向に、下流側へ移動させることにより、蓄積したポリマー材料をエクストルーダの射出口 32 a から、射出成形型 36 a のキャビティ 34 a の中へ射出注入する。射出成形型 36 a 内のポリマー材料が冷却した後に、射出成形型を開いてポリマー製品を取出すことによって、非発泡体ポリマー製品の製造が完了する。

10

## 【0014】

改造を施す既存の成形システムは、公知のいかなる種類の射出成形システムでもよく、例えばバレルの外部に蓄積装置を備えた射出成形システムでもよい。また、本発明に係る成形システムは、既存のブロー成形システムに改造を施して構成することも可能である。それゆえ、本発明の方法に従って改造を施すことのできる既存の成形システムは、図示例の成形システムばかりでなく、様々な種類の成形システムを含むものである。

20

## 【0015】

図 2 に示したのは、本発明の 1 つの実施の形態に係る射出成形システム 10 b であり、この射出成形システム 10 b は、既存の射出成形システムに改造を施して構成した射出成形システムである。射出成形システム 10 b に対して施した改造は、微細気孔材料を製造する能力を付与するための改造である。射出成形システム 10 b は、エクストルーダ 12 b 内のポリマー処理空間 20 b の中のポリマー材料へ発泡剤を注入するための、発泡剤注入システム 40 を備えている。バレル 16 b には、改造を施して、注入すべき発泡剤を流入させるための発泡剤注入ポート 42 を設けてある。スクリュー 14 b は、規制要素 44 を備えており、この規制要素 44 は、発泡剤注入ポート 42 の上流側に位置するようにしてある。スクリュー 14 b は、発泡剤注入ポート 42 の位置に対応する部分が、払拭セクション 46 として構成されており、また、発泡剤注入ポート 42 の下流側に位置する部分が、混練セクション 48 として構成されている。スクリュー 14 b は更に、その下流側の端部に、先端弁 49 を備えている。これらの、規制要素 44、払拭セクション 46、混練セクション 48、及び先端弁 49 については、後に更に詳細に説明する。また、これも後に詳細に説明するように、スクリュー 14 b は、比較的小さな  $L:D$  比を有するものであり、このスクリュー 14 b の長さ、及び/または、 $L:D$  比は、既存のスクリュー 14 a の長さ、及び/または、 $L:D$  比と、略々同じものとすることができる。エクストルーダの吐出口と、成形型のキャビティ 34 b との間には、ノズル遮断弁 50 を設けてある。射出成形システム 10 b には、更に、この射出成形システム 10 b の 1 つまたは複数の構成要素（例えば、発泡剤注入システム 40、エクストルーダ 12 b、等々）の動作を制御するための、制御システム 52 を装備するようにしてもよい。後に更に詳細に説明するように、既存の成形システムに対して施す以上の改造内容は、微細気孔材料を用いた製品の形成を好適に行えるようにするためのものであり、それら改造の目的は様々であるが、特に重要な目的は、エクストルーダ内のポリマー材料への発泡剤の注入を制御できるようにすること、また、エクストルーダ内で発泡剤とポリマー材料とから成る均一な混合物を調製できるようにすること、それに、核形成工程を開始するまで、混合物の圧力を十分高圧に維持できるようにすることなどである。

30

40

## 【0016】

射出成形システム 10 b を用いて微細気孔材料を調製するとき、発泡剤注入システム 40 によるポリマー材料への発泡剤注入は、ポリマー材料が下流方向 18 b へ搬送されて

50

いる間に、制御された状態で行われ、それによって、ポリマー処理空間 20 b 内においてポリマー材料と発泡剤とから成る混合物が調製される。混合物の混練は、スクリュウの混練セクション 48 において行われ、その混練によって調製された均一な混合物が、スクリュウの下流側の領域 30 b に蓄積される。この混合物は、ポリマー材料に発泡剤が溶和した単一相の溶融物となるようにすることが好ましい。混合物が領域 30 b に蓄積することによって圧力が発生し、この圧力が、スクリュウ 14 b をその軸心方向に、バレル 16 b 内において上流側へと押圧する。混合物が蓄積する過程では、ノズル遮断弁 50 は閉弁状態としておき、それによって、蓄積した近郷物を充分な高圧下に維持して、尚早核形成、発泡、ないしはガス分離が発生しないように防止しておく。

#### 【0017】

十分な量の混合物が蓄積したならば、スクリュウ 14 b の回転を停止させ、上流側への移動も停止させる。続いて、スクリュウ 14 b をその軸心方向に移動させて、ノズル遮断弁を開弁させることによって、ポリマー材料と発泡剤とから成る混合物を、射出成型型のキャピティ 34 b の中へ射出注入する。先端弁 49 は、射出実行時に、蓄積していた混合物が逆流（上流側へ流動）するのを抑止ないし実質的に阻止するものである。規制要素 44 は、射出実行時に、ポリマー処理空間内の混合物が上流側へ流動するのを抑止ないし実質的に阻止することによって、圧力を維持し、従って、尚早核形成、発泡開始、ないしはガス分離などを防止するものである。更に、規制要素 44 には、発泡剤が発泡剤注入ポートより上流側へ漏出してポリマー材料供給部から流出する量を低減し、ないしはその漏出及び流出を防止する機能を持たせることもできる。

#### 【0018】

規制要素 44 が閉塞するタイミングと、先端弁 49 が閉弁するタイミングとの関係は、規制要素 44 及び先端弁 49 それらをどのように設計するかによって、適宜設定することができる。実施の形態によっては、先端弁 49 が閉弁するのと同時に規制要素 44 が閉塞するように設定することが好ましいこともあり、また、先端弁 49 が閉弁した後に規制要素 44 が閉塞するように設定することが好ましいこともある。

#### 【0019】

成型型へ射出注入する際の圧力差によって、ポリマー材料に溶和していた発泡剤が、溶融物から析出して、核形成することによって、多数の微細気孔サイトが発生する。核形成によって発生した微細気孔サイトは成長して微細気孔となり、製品は成型型の内部で冷却される。続いて成型型を開き、以上によって微細気孔材料から成る微細発泡体製品の製造が完了する。以上のサイクルを反復することによって、微細気孔材料から成る成形品を次々と製造することができる。実施の形態によっては、必要に応じて、機械的方法又はガスを用いた方法により、成型型内に対抗圧力を発生させることによって、気孔の核形成と、気孔の成長とを制御することも可能である。

#### 【0020】

既存の成形システムに改造を施して構成する成形システムは、図 2 に示した改造内容の全てを含むのではない実施の形態とすることもできる。更に、既存の成形システムに改造を施して構成する成形システムは、ブロー成形システムとすることもでき、また、上で説明したものと異なった種類の射出成型システムとすることもできる。更に、本発明は、既存の成形システムに改造を施して構成する成形システムのみならず、新規に製造する成形システムも提供するものである。新規に製造する成形システムは、図 2 に示した成形システムと同様に、例えば、L:D 比の小さなスクリュウを備えたものとすることもでき、これについては後に更に詳細に説明する。

#### 【0021】

発泡剤注入システム 40 を改造によって成形システム 10 b に付加したのは、エクストルーダ内のポリマー材料への発泡剤注入を、制御された状態で行えるようにするためである。発泡剤注入システム 40 は発泡剤供給源 59 を備えており、この発泡剤供給源 59 は後に詳細に説明するように、供給通路 60 を介して、バレルに形成された発泡剤注入ポート 42 に接続されている。発泡剤供給装置 59 が供給する発泡剤は、当業者には周知の任

10

20

30

40

50

意の種類物理的発泡剤とすることができ、例えば、大気成分である各種気体（例えば窒素や二酸化炭素）、各種炭化水素ガス、各種フロンガス、各種希ガス、ないしはそれらの混合気体などとすることができる。場合によっては、発泡剤供給装置が供給する発泡剤を二酸化炭素とすることが好ましいことがある。また、別の場合には、発泡剤供給装置が供給する発泡剤を窒素とすることが好ましいことがある。発泡剤として二酸化炭素のみを使用する実施の形態とすることもでき、窒素のみを使用する実施の形態とすることもできる。供給する発泡剤の物理的形態は、流動が可能な形態でありさえすれば、いかなる形態であってもよく、例えば、気体状態でもよく、液体状態でもよく、超臨界流体状態であってもよい。場合によっては、また実施の形態によっては、例えば超臨界二酸化炭素や、超臨界窒素などのように、エクストルーダへの注入後に（また、場合によっては、注入前にも）超臨界流体状態にあるような発泡剤を用いることが特に好ましいことがある。

10

#### 【0022】

既存の成形システムに改造を施す際に付加する本発明に係る改造用付加装置は、発泡剤を超臨界状態で収容した発泡剤供給源を用いたものとするともでき、また、超臨界状態ではない状態で発泡剤を収容した発泡剤供給源と、発泡剤を超臨界状態に状態変化させる装置とを組合せたものとするともできる。1つの実施の形態として、本発明に係る改造用装置を、発泡剤供給源を備えず、発泡剤をポリマー処理装置に注入する前後に超臨界状態にする能力を備えた発泡剤注入システムとして構成することも可能である。同様に、本明細書において以下に説明する、質量流量計測装置、バイパス弁、射出弁、複数のオリフィスを備えた発泡剤注入ポート、様々な状態を計測するための各種計測装置、規制要素、ノズル遮断弁、制御システムなどのその他の装置も、改造用付加装置のうちに含まれるものである。

20

#### 【0023】

発泡剤供給源59の流出口には、この発泡剤供給源59から流れ出る発泡剤の流量をモニタして制御するための、計測装置62が取付けられている。計測装置62は、公知のどのような形式の計測装置であってもよい。1つの実施の形態として、計測装置62を、発泡剤の質量流量を計測する装置としてもよい。このような実施の形態では、発泡剤供給源から流れ出る発泡剤の質量流量を、広範な流量範囲に亘って変化させて、個々の処理に要求される流量にすることができる。例えば、一般的には、発泡剤の質量流量の流量範囲を約0.001 lb/h（約0.45 g/h）～約100 lb/h（約45 kg/h）とするが、場合によってはこの流量範囲を約0.002 lb/h（約0.91 g/h）～約60 lb/h（約27 kg/h）とすることもあり、また、約0.02 lb/h（約9.1 g/h）～約10 lb/h（約4.5 kg/h）とすることもある。実施の形態によっては、ある種のプロセス（例えば射出成形プロセス）においてポリマー材料の可塑化が非連続的に実行されるのに合わせて、ポリマー材料へ注入する発泡剤の流れも非連続的なものとするものもある。

30

#### 【0024】

発泡剤の質量流量の計測、制御、及び維持は、較正を施したオリフィスの前後の差圧を利用するという公知の方式によって行うこともできる。更に、臨界オリフィスを使用することが望ましい場合もある。その他にも、発泡剤の流れを制御するために採用可能なシステム構成は数多く存在する。更には、熔融状態のポリマーに注入する発泡剤を、体積量で取扱うことも可能である。エクストルーダ内のポリマー材料に注入する発泡剤の質量流量ないし体積量を制御するのは、場合によっては、個々のプロセスに応じて必要とされる体積パーセントの発泡剤を含む混合物を調製するために行われるものである。一般的に、ポリマー材料と発泡剤とを混合した混合物中における発泡剤の含有率は、通常、体積パーセントで約15%以下にする。多くの実施の形態では、ポリマー材料と発泡剤とを混合した混合物中における発泡剤の含有率を、体積パーセントで約8%以下にするが、実施の形態によってはこれを約5%以下にするものもあり、また、約3%以下にするもの、約1%以下にするもの、約0.1%以下にするものもあり、更には、この含有率を、0.1%以下にするものもある。

40

#### 【0025】

50

発泡剤注入システム40が、発泡剤供給源59と発泡剤注入ポート42との間に配設されたバイパス弁63を備えているようにした実施の形態とすることも可能である。バイパス弁63は、閉弁状態にあるときに、発泡剤供給源59から発泡剤注入ポート42へ向かうとする発泡剤の流れを、別の所へ向けるものであり、例えば、その流れをバイパス通路65などへ導くものである。バイパス通路65へ導かれた発泡剤は、例えば、それを大気中へ放出するようにしておいてもよく、或いは、発泡剤供給源59へ還流させるようにしておいてもよく、或いは、発泡剤注入システム40のポンプの手前側へ還流させるようにしておいてもよい。バイパス弁63は、開弁状態にあるときには、発泡剤が、発泡剤供給源59から発泡剤注入ポート42へ流れることを許容するものである。この目的に適した適当なバイパス弁の具体例としては、例えば、本願の基礎米国出願の同時継続出願であり本願の基礎米国出願の譲受人に譲渡された、米国特許出願第09/782,673号(出願日:2001年2月13日、発明の名称:"Blowing Agent Delivery System"(発泡剤供給システム))に記載されているものなどがある。尚、同米国特許出願の開示内容は、この言及をもって本願の開示内容に組み込まれたものとする。バイパス弁を備えることが特に効果的であるのは、例えば、発泡剤供給源から流れ出る発泡剤の流れを定常流とする一方で、ポリマー材料へ注入する発泡剤の流れを、非連続的なものとするのが望まれる場合(例えば、射出成形において、可塑化工程を非連続的に実行する場合)などである。尚、既存の成形システムに改造を施して構成する成形システム10bは、バイパス弁ないしバイパス通路を備えない実施の形態とすることも可能である。

#### 【0026】

更に、この発泡剤注入システム40を、発泡剤供給源59と発泡剤注入ポート42との間に配設した注入弁64を備えたものとしてもよい。注入弁64が開弁状態にあるときには、発泡剤供給源から流れ出る発泡剤の流れは、この注入弁64を通過して、エクストルーダ内のポリマー材料に流入することができる。従って、注入弁は、改造を施して構成した成形システム10bにおいて、ポリマー材料への発泡剤の注入を、選択的に制御するものである。発泡剤注入システム40は、注入弁64とバイパス弁63とを共に備え、それらによって発泡剤の注入を制御するようにした実施の形態としてもよい。また、例えば制御システム52を利用して、注入弁の動作とバイパス弁の動作とを連動させるようにした実施の形態としてもよい。更に、注入弁とバイパス弁とを組合せて単一の装置として構成した実施の形態としてもよい。

#### 【0027】

注入弁64は、発泡剤注入ポート42に近接した位置に配設することが好ましく、そうすることによって、注入弁64と発泡剤注入ポート42との間の通路の中に存在する発泡剤の体積を小さなものとするができる。図3及び図4に示した注入弁は、発泡剤注入ポートの中に嵌装するようにした注入弁アセンブリに組み込まれており、このような構成とすることで、注入弁と発泡剤注入ポートとの間の距離を短縮することができる。図示の如く、注入弁64は、注入弁スリーブ70の中に嵌装された注入弁胴68を備えている。図示した注入弁64は更に、弁棒71を備えており、この弁棒71は、例えば圧縮空気などによって駆動されて、弁座72に対して相対的に移動するものであり、それによって注入弁64が開閉する。開弁状態(図4)にあるときには、弁棒71が弁座から離れているため、発泡剤が流れる流路が形成されており、そのため発泡剤は、注入弁74の内部通路73を通過して流れることができ、この内部通路73は、発泡剤通路60に接続している。一方、閉弁状態にあるときには、弁棒71が弁座に当接しているために、発泡剤の流れを阻止する密閉状態が確立されている。更に、注入弁68に逆流防止弁を組み込むようにしてもよい。図示例の逆流防止弁は、スプリング75により上方へ付勢され、上方位置に保持されるようにしたボール74を用いた逆止弁であるが、ただし、これと異なる構成の弁を使用することも可能である。通常は、ノズル遮断弁が開弁したならば、発泡剤の圧力によって、逆止弁のボール74が封止面76から離され、発泡剤が発泡剤注入ポート42へ流れるための通路が画成される。この目的に適した適当な注入弁アセンブリの構成例としては、本願の基礎米国出願の同時継続出願であり本願の基礎米国出願の譲受人に譲渡され

10

20

30

40

50

た、米国特許出願第09/710,756号（出願日：2000年11月10日、発明の名称："Valve for Injection Molding"（射出成形に用いる弁））に記載されているものや、本願の基礎米国出願の同時継続出願であり本願の基礎米国出願の譲受人に譲渡された、米国特許出願第09/782,673号（出願日：2001年2月13日、発明の名称："Blowing Agent Delivery System"（発泡剤供給システム））に記載されているものがある。尚、これら米国特許出願の開示内容は、この言及をもって本願の開示内容に組み込まれたものとする。尚、その他の構成の注入弁のうちにも、適当なものがある。

#### 【0028】

常にではないが、場合によっては、ポリマー処理空間内のポリマー材料へ発泡剤を注入するために、発泡剤注入ポート42に複数のオリフィスを設けておき、それらオリフィスを通して発泡剤を注入することが望ましいことがある。複数のオリフィスを通して発泡剤を注入することは、例えば、ポリマー材料と発泡剤とから成る混合物の混合状態を均一にするのに役立つものである。図4に示した実施の形態では、注入弁スリーブ70の下面に複数のオリフィス78を形成してあり、それらオリフィス78を通して発泡剤が注入される。注入弁アセンブリ66を発泡剤注入ポート42の中に嵌装したときに、注入弁スリーブ70の下面80が、パレル16bの内面に対して揃うようにしてある。注入弁スリーブ70の下面80に形成するオリフィスの個数は、場合に応じて、2個程度としてもよく、約10個以上としてもよく、約40個以上としてもよく、約100個以上としてもよく、或いは、約500個以上としてもよい。

#### 【0029】

既存の成形システムに改造を施して構成する成形システム10bには、その他の適当な構成の発泡剤供給システム、及び/または、注入弁アセンブリを使用することも可能である。例えば、成形システム10bを、図示例のような別体とした発泡剤注入弁アセンブリを備えるのではないものとしてもよい。また、成形システム10bを、単一のオリフィスを通して（即ち、発泡剤注入ポートそれ自体を通して）発泡剤を注入するように構成してもよい。また、発泡剤注入システムを、図示していないその他の構成要素を更に備えたものとしてもよく、例えば、ポリマー材料に注入する前に発泡剤の圧力を増大させるポンプや、発泡剤の圧力を制御する圧力調整器などを備えるようにしてもよい。

#### 【0030】

既述のごとく、既存の成形システムに改造を施して構成する成形システム10bのパレル16bには、発泡剤注入ポート42が形成されており、この発泡剤注入ポート42を通してポリマー処理空間20b内のポリマー材料の中へ発泡剤を注入するようにしている。既存のシステム10a（図1）のパレル16aに機械加工を施して、発泡剤注入ポートを備えた（場合によっては、後述するその他の構成要素も備えた）パレル16bを製作するようにしてもよい。また、既存の成形システムに改造を施して成形システム10bを構成する際に、新規に製作したパレルを、既存のパレル16aと交換して使用するようにしてもよい。既存のシステムのパレルに機械加工を施してパレル16bを製作する方が好ましいことが多く、なぜならば、新規にパレルを製作するよりも低コストで済むからである。

#### 【0031】

パレル16bには、少なくとも1つの発泡剤注入ポート42を設けるようにする。パレル16b上の複数の位置に、夫々に発泡剤注入ポートを設けて、それら複数の発泡剤注入ポートを通して発泡剤を注入するようにした実施の形態は、例えば、ポリマー材料と発泡剤とから成る混合物の混合状態を均一にする上で有利なものとなる。複数の発泡剤注入ポートを設ける場合には、それら複数の発泡剤注入ポートを、パレルの周方向に放射状に配設するようにしてもよく（図3参照）、或いは、パレルの長手方向に、即ち軸心方向に列設するようにしてもよい。複数の発泡剤注入ポートをパレルの長手方向に、即ち軸心方向に列設した実施の形態は、領域30bに混合物が蓄積するにつれて上流側へ移動するスクリュューに対する相対的な発泡剤注入位置を、比較的一定した位置にすることができるという利点が見られる。また、かかる構成においては、パレル上の各々の発泡剤注入位置ごとに、夫々に個別の注入弁を装備するとよい。それら複数の注入弁を適宜開閉制御すること

10

20

30

40

50

によって、スクリューに対する相対的な発泡剤注入位置を、所望の位置に制御することができる。複数の発泡剤注入ポートをパレルの軸心方向に列設する構成の好適な具体例としては、例えば、本願の基礎米国出願の同時継続出願であり本願の基礎米国出願の譲受人に譲渡された、米国特許出願第09/335,946号（出願日：1999年6月18日、発明の名称："Injection Molding of Polymeric Material"（ポリマー材料の射出成形））に記載されているものなどがある。尚、同米国特許出願の開示内容は、この言及をもって本願の開示内容に組み込まれたものとする。複数の発泡剤注入ポートを放射状に配列する場合には、図3に示したように、2個の発泡剤注入ポートを、パレルの12時及び6時の位置に設けるようにしてもよい。或いは、4個の発泡剤注入ポートを、エクストルーダのパレルの周囲に、その12時、3時、6時、及び9時の位置に設けるようにしてもよく、更にその他の位置に設けるようにしてもよい。

10

#### 【0032】

発泡剤注入ポート42を設けるパレル上の位置は、ポリマー処理空間内のポリマー材料と発泡剤とから成る混合物を成形型へ射出注入する前に、その混合状態を均一にすることができる位置を選択する。このような発泡剤注入ポート42を設ける位置は、スクリューの特定のセクションに対する相対位置が、所定の相対位置となるような位置とするのもよく、これについては後に詳細に説明する。L:D比が24:1のスクリューを用いた成形システムでは、そのスクリュー上の上流側端部からの距離がスクリュー直径の約16～約18倍の範囲内の位置に対応した、パレル上の位置に、発泡剤注入ポート42を設けるとよい。また、L:D比が20:1のスクリューを用いた成形システムでは、そのスクリュー上の上流側端部からの距離がスクリュー直径の約12～約16倍の範囲内の位置に対応した、パレル上の位置に、発泡剤注入ポートを設けるとよい。ただし、発泡剤注入ポートを設ける位置をこれら範囲外の位置にすることで好適な結果が得られる場合もあり得る。

20

#### 【0033】

発泡剤注入ポートの位置が、その時々スクリューの位置に対して常に一定の相対位置にあるようにするのもよく、そのようにすることで、溶融ポリマーに注入する発泡剤の注入率をより厳密なものとすることができる。また、そのようにするための方式としては、様々な方式があり、例えば、発泡剤注入ポートが、スクリューの移動に同期して、パレル上をその軸心方向に移動するようにするという方式や、発泡剤注入ポートをスクリューの側に設けるといった方式などがあり、後者について以下に詳述する。

30

#### 【0034】

図9に示した成形システムは、そのスクリュー14bに、発泡剤注入ポート104が形成されている。発泡剤注入ポート104は、スクリュー14bの内部に形成された内部通路106を介して発泡剤供給源59に接続されている。発泡剤注入ポート104は、払拭セクションの近傍に形成するようにしてもよく、また、混練セクションの近傍に形成するようにしてもよい。内部通路106は、スクリューの上流側の端部において発泡剤通路108に接続してもよく、スクリューの下流側の端部において発泡剤通路108に接続してもよい。図9の実施の形態とすれば、エクストルーダのパレルに改造を施すための改造作業が軽減されるという利点が得られる。この構成とするのに適したスクリューの具体例としては、例えば、本願の基礎米国出願の同時継続出願であり本願の基礎米国出願の譲受人に譲渡された、米国特許出願第09/335,946号（出願日：1999年6月18日、発明の名称："Injection Molding of Polymeric Material"（ポリマー材料の射出成形））に記載されているものや、国際特許公報第WO 00/26005号（発行日：2000年5月11日、発明の名称："Molded Polymeric Material Including Microcellular, Injection-Molded, and Low-Density Polymeric Material"（射出成形用の低密度の微細気孔ポリマー材料を含む成形用ポリマー材料））に記載されているものなどがある。尚、同米国特許出願並びに同国際特許公報の開示内容は、この言及をもって本願の開示内容に組み込まれたものとする。

40

#### 【0035】

パレル16bには、発泡剤の注入以外の目的に用いられるその他の構成要素も装備される。例えば、発泡剤注入ポート以外のポートとして、ポリマー処理空間20b内のポリマ

50

一材料に関する計測を行うための計測装置（例えば、圧力トランスデューサ、熱電対、等々）を装着するためのポートや、自動または手動の圧抜弁や、破裂ディスクなどを装着するためのポートを設けることもある。微細気孔材料の処理を行う際には、処理パラメータ（例えば圧力や温度）に対する制御を、より厳密に行う必要があるため、既存の成形システムに改造を施して構成する成形システム10bには、既存の成形システムにおいては計測装置が装備されていなかった箇所にも、計測装置を設けることがあり得る。例えば、成形システム10bには、発泡剤注入箇所の近傍位置（例えば、ポート42からの距離がスクリュウの直径の2倍以内の位置）、及び/または、スクリュウの下流側の位置（例えば領域30b内の位置）において圧力を計測するための圧力トランスデューサ82を装備することがある。また場合によっては、これら領域において圧力計測を行うことによって、処理の制御を強化することができ、例えば、それら領域の圧力を十分な大きさに維持することによって、発泡剤をポリマー材料に溶和した状態に維持することなどが可能になる。また、安全強化策として、圧抜弁、及び/または、圧抜ポートを、発泡剤注入ポートより下流側でノズル遮断弁より上流側に配設するようにしてもよい。

10

**【0036】**

発泡剤注入ポートであれ、それ以外のポートであれ、ポートを形成する方法としては、公知の機械加工法などを用いればよい。また、ポートを形成する際に、そのポートに装着する各種の構成要素（例えば注入弁アセンブリ66など）を着座させるための着座部を、そのポートに形成するようにしてもよい。或いはまた、ポートを形成する際に、そのポートに螺着する各種の構成要素を螺着するためのネジ溝を、そのポートに形成するようにしてもよい。

20

**【0037】**

また、既存のバレル12aに改造を施してバレル12bを構成する際に、既存のバレル12aの下流側の端部に、バレル継ぎ足し部材102を取付けるという方法を用いることも可能である。また、その場合のバレル継ぎ足し部材102には、発泡剤注入ポート66や圧力トランスデューサ取付タップ82を、機械加工によって形成したおくのもよく、破裂ディスク100や圧抜弁を装備しておくようにするのもよい。既存のバレル12aにバレル継ぎ足し部材102を取付けるには、図示したように、2つの部材104、106から成るアダプタを使用するとよい。一方の部材104は、既存のバレル12aに、ボルトで固定するか、または圧入によって固定しておき、他方の部材106を、ボルトやネジ溝などの手段によって、その一方の部材104に取付けるようにすればよい。既存のバレル12aにバレル継ぎ足し部材102を取付ける方式は、これ以外の様々な形態のものとすることができる。例えば、他方の部材106を、バレル継ぎ足し部材102に一体形成するようにしてもよい。

30

**【0038】**

既述のごとく、本発明に係る改造方法は、既存の成形システム10aのスクリュウ14aの構成を変更してスクリュウ14bとすることで、微細気孔材料を製造する能力を付与するものである。多くの場合、この改造は、既存のスクリュウ14aを、新規に製作したスクリュウ14bに交換することによって行われる。ただし、既存のスクリュウ14aに機械加工を施して、スクリュウ14bを製作することも可能である。

40

**【0039】**

図5に示したのは、本発明の1つの実施の形態に係るスクリュウ14bである。このスクリュウ14bをバレル内に配設したときには、規制要素44が、発泡剤注入ポート42の上流側に位置する。規制要素44は、蓄積したポリマー材料と発泡剤とから成る混合物を成形型の中へ射出注入する際に、ポリマー処理空間20b内の混合物が上流側へ流れるのを規制するものである。従って、規制要素44は、ポリマー処理空間20b内の圧力を維持して、発泡剤の尚早析出を防止するものである。規制要素44は、この規制要素44より下流側のポリマー材料の圧力を、射出サイクルの全実行期間中に亘って高圧に維持するものであって、その圧力を1000 psi（約70 kg/cm<sup>2</sup>）以上に維持するものとするのもあり、また、約2000 psi（約140 kg/cm<sup>2</sup>）以上に維持するものとするのもあり、また場

50

合によっては、3000 psi (約210 kg/cm<sup>2</sup>)以上に維持するものとすることもある。

【0040】

規制要素44は、弁機構として構成してもよく、その場合には、その弁機構が、ポリマー材料が下流側へ流れようとするときには開弁してその流れを許容し、ポリマー材料が上流側へ流れようとするときには閉弁してその流れを規制する。このような弁機構は、例えば、その弁機構の下流側のポリマー材料の圧力が、その弁機構の上流側のポリマー材料の圧力より大きくなったならば、開弁状態から閉弁状態になるようなものとするればよい。このように機能する適当な規制要素の具体例としては、本願の基礎米国出願人の譲受人に譲渡された米国特許第6,322,347号の特許公報に記載されているものなどがあり、同特許公報の開示内容は、この言及をもって本願の開示内容に組み込まれたものとする。

10

【0041】

図6A~図6Eに、規制要素の好適な構成例を幾つか示した。それら構成例は、リング状膨出部(図6A)、リング逆止弁(図6B)、ボール逆止弁(図6C)、チャンネル螺旋方向逆転部(図6D)、及び、中央ピストン形のピストン逆止弁(図6E)である。また更に、規制要素を、先端弁と同様の構成の中央リング形のリング逆止弁としてもよい。中央リング形の逆止弁及び先端弁は、例えば、単段式の閉弁動作を行う弁とすることも、多段式の閉弁動作を行う弁とすることもでき、スプリングで付勢した弁とすることも、スプリング以外のもので付勢した弁とすることもでき、単段式のリング弁とすることも、多段式のリング弁とすることもできる。また、規制要素は、1つまたは複数のボール逆止弁とすることもできる。また、そのボール逆止弁は、様々な構成のものとしてことができ、例えば、スプリングないしスプリング以外のもので付勢した逆止弁とすることもでき、単段式または多段式の閉弁動作を行う逆止弁とすることもできる。規制要素を構成するために用いるボール逆止弁の個数は、様々な要因に応じて適宜定められるものであり、それら要因のうちには、例えば、ポリマー流量、材料粘度、スクリュウの直径、それに逆止弁のボールの直径などがある。ボール逆止弁は、スクリュウに機械加工を施すことによってスクリュウに直接形成してもよく、或いは、スリーブの中に構成したものをスクリュウに取付けるようにしてもよく、後者の場合には、洗浄ないし補修の際に、取外し及び交換が容易であるという利点が得られる。また、その場合のスリーブをスクリュウに取付ける手段としては、ネジ溝による螺着、止めネジによる締着、スナップ嵌合による嵌着、磁気吸着、及びその他の機械的手段などを用いればよい。また、規制要素は、中央ピストン形の逆止弁としてもよい。また、その中央ピストン形の逆止弁の構成は、先端弁と同様のものとしてもよい。好適な構成としては、スプリングまたはスプリング以外のもので付勢した中央ピストン形の逆止弁などがある。

20

30

【0042】

スクリュウ14bは、規制要素44の下流側に位置する部分が、混練セクション48として構成されている。混練セクション48は、通常は、スクリュウ14bをバレル内に配設したときに、この混練セクション48が発泡剤注入ポート42の下流側に位置するようにしておく。混練セクション48は、発泡剤とポリマー材料との混練を強力に行う部分であり、この混練は、切り込み式混練として行われるようにしてもよく、押し伸べ式混練として行われるようにしてもよく、或いは、それら2つを適宜組合せた方式で行われるようにしてもよい。混練が強力に行われることによって、微細気孔処理にとって好ましい形態である、ポリマー材料と発泡剤とから成る単一相の溶融物を形成することが可能となっている。図示例では、混練セクション48は、スクリュウ14bの螺条を断続的なものとするにより構成されている。ただし、混練セクション48は、これ以外の様々な公知の構成とすることも可能であり、例えば、マドック形、パイナップル形、ピン形、ギア形、それにニード形などの混練構造(並びに、それらを組合せた混練構造)などを採用することができる。混練セクション48の長さは、個々の成形システムに合わせて様々に設定されるものである。例えば、混練セクション48の長さは、スクリュウ14bの直径の約2倍から約6倍までの範囲内の長さに設定されることがある。

40

【0043】

50

スクリー 14 b は、規制要素 4 4 より下流側で混練セクション 4 8 より上流側に位置する部分が、払拭セクション 4 6 として構成されている。払拭セクション 4 6 は、このスクリー 14 b をバレル内に配設したときに、発泡剤注入ポート 4 2 の位置に略々対応する位置を占めるようにしてある。図示例の払拭セクション 4 6 においては、スクリーの螺条が連続している。スクリーの螺条は、発泡剤注入ポート 4 2 の直下を延在しており（発泡剤注入ポート 4 2 がオリフィスを備えている場合には、発泡剤注入ポート 4 2 のオリフィスの直下を延在していることになる）、それによって、ポリマー材料に注入された発泡剤が強力に分散させる。更に、先に説明したように、スクリーに形成した発泡剤注入ポートを介して発泡剤を添加するようにする場合には、その発泡剤注入ポートを、スクリーの払拭セクション上に、または払拭セクションの近傍に設けるようにする。払拭セクションの長さは、例えば、スクリーの直径の約半分から約 3 倍の範囲内の長さに設定されることがある。

#### 【 0 0 4 4 】

スクリー 14 b は、その下流側の端部に、先端弁 4 9 を備えている。ポリマー材料と発泡剤とから成る混合物を領域 3 0 b 内に蓄積させるときには、先端弁 4 9 を開弁状態にしておく。混合物の射出工程の実行中には、先端弁 4 9 を閉弁状態にして、蓄積した混合物が上流側へ流れるのを阻止しておく。従って、先端弁 4 9 は、領域 3 0 b 内の混合物の圧力を維持して、発泡剤の尚早析出を防止する機能を果たすものである。先端弁 4 9 の弁構造は様々なものとしてでき、例えば、摺動ピストン式のピストン弁（図 7 A）としてもよく、摺動リング式のリング逆止弁（図 7 B）としてもよい。先端弁は、圧力を受けて閉弁する弁としてもよく、スプリングの作用により閉弁する弁としてもよく、或いは更に、その他の機械的手段で閉弁する弁としてもよい。また、単段式の閉弁動作を行う弁としてもよく、多段式の閉弁動作を行う弁としてもよい。更に、先端弁を、発泡剤と溶融ポリマーとから成る単一相の溶融物の形成を助ける混合作用及びポンプ作用を発揮し得る能力を備えたものとしてもよく、これを示したのが図 7 C である。既述のごとく、先端弁は、中央圧力規制部材 4 4 の閉塞速度に合わせた閉塞速度で閉塞する弁として構成するとよい。

#### 【 0 0 4 5 】

既述のごとく、スクリー 14 b の L:D 比は、24:1 以下とすることができる。この条件は、既存の成形システム 1 0 a に装備されている既存のスクリー 14 a をスクリー 14 b に交換する可能性を高めるため、改造方法を容易なものとする。従来の、微細気孔処理システムを新規に製造する際の L:D 比と比べて、24:1 という L:D 比の値は、より小さなものとなっている。

#### 【 0 0 4 6 】

スクリー 14 b が、既存のスクリー 14 a と実質的に同じ長さ、及び/または、実質的に同じ直径、及び/または、実質的に同じ長さ と 直径 との比 (L:D 比) を有するような実施の形態としてもよい。特に、既存のバレル 1 6 a に機械加工を施して、バレル 1 6 b を構成するようにした実施の形態では、そのスクリー 14 b を、既存のスクリー 14 a と実質的に同じ長さを有するものとしてすることが好ましい（更に、長さ、直径、及び L:D 比が、実質的に同じであるものとするれば、なお好ましい）。スクリー 14 b の長さ、直径、及び L:D 比の具体的な値は、個々の成形システムに応じて様々に設定されるものである。場合によっては、スクリー 14 b の L:D 比を、約 20:1 ~ 約 24:1 の範囲内にすることもある。

#### 【 0 0 4 7 】

スクリー 14 b の直径を、既存のスクリー 14 a の直径より小さなものとすることもあり得る。例えば、スクリー 14 b を、既存のスクリー 14 a と長さが同じであって、直径がそれより小さいスクリーとする場合には、それによって、L:D 比が大きくなるため、既述のごとく、発泡剤とポリマー材料との混合が、より強力に行われるようになる。また、その場合には、スクリー 14 b の L:D 比を、約 24:1 ~ 約 28:1 の範囲内にすることもあり得る。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 8 】

スクリー 1 4 b の構成は、図面に示し本明細書に説明している構成以外の構成とすることも可能である。例えば、スクリーは、図 5 に示した全てのセクションを備えていなくてもよい。場合によっては、スクリーを、払拭セクション、混練セクション、または先端バルブを備えていない構成とすることもあり得る。また、スクリーが、以上に説明しなかったその他のセクションを備えているようにすることも、あり得ることであり、例えば、減圧領域を備えているようにすることもあり得る。また、場合によっては、スクリーの L:D 比が、以上に例示した範囲以外の値となるようにすることもあり得る。

## 【 0 0 4 9 】

既述のごとく、既存の成形システムに改造を施して構成する成形システム 1 0 b は、そのエクストルーダの射出口に、ノズル遮断弁 5 0 を備えている。領域 3 0 b にポリマー材料を蓄積している間は、ノズル遮断弁 5 0 は閉弁状態にあって、パレル内のポリマー材料と発泡剤とから成る混合物の圧力を十分な高圧に維持している。この高圧は、エクストルーダ内に形成されるポリマー材料と発泡剤とから成る溶融物を、発泡剤が溶和した単一相の溶融物とするために必俚ものである。射出弁が開弁すると、ポリマー材料と発泡剤とから成る混合物が成型型の中に流入し、それと同時に混合物の核形成が開始される。ノズル遮断弁には、1 つまたは複数のヒータ装置 2 8 b を装備しておくようにしてもよい。ノズル遮断弁は、Herzog 社（スイス、Degersheim）をはじめとする数多くのサプライヤーから入手することができ、また、射出成型機に装備されている各種機器を製造している殆どのメーカーからも入手することができる。

## 【 0 0 5 0 】

ノズル遮断弁を備えない成形システムとする場合もあり、例えば、押出ブロー成形システムや、バルブゲートを取付けたホットランナー成型型を装備した射出成型機などとする場合には、ノズル遮断弁を備える必要がない。また、ノズル遮断弁のうちには、射出工程の実行期間中は閉弁させておき、可塑化工程の実行期間中は開弁させておくものもあり、このようなノズル遮断弁は、プランジャ射出成型システムのスクリーとプランジャとの間に装備されるものである。

## 【 0 0 5 1 】

既述のごとく、本発明に係る成形システムは、更に制御システム 5 2 を備えたものとするることができる。制御システム 5 2 によって、エクストルーダの動作を制御するようにしてもよく、また、発泡剤供給システムの動作を制御するようにしてもよい。制御システム 5 2 は、成形システムの本体とは別体の独立した構成要素として構成するようにしてもよく、既存の成形システムに改造を施して本発明に係る成形システムを構成する場合には、そうしなければならない場合もあり得る。制御システム 5 2 を備える場合には、その制御システム 5 2 が、成形システムの 1 つまたは複数の構成要素から入力信号を受け取り、成形システムの 1 つまたは複数の構成要素へ出力信号を送出するようにすればよい。更に、その制御システム 5 2 が、オペレータの入力操作に応じて発生する手動入力信号を受け取るようにしてもよい。特に、その制御システム 5 2 を用いて、射出成型システムの動作と発泡剤の注入動作とを同期させるようにするとよい。この目的に適した適当な制御システムの具体例としては、例えば、本願の基礎米国出願の同時継続出願であり本願の基礎米国出願の譲受人に譲渡された、米国特許出願（出願番号未定、出願日：2001年4月5日、発明の名称："Method and Apparatus for Controlling Form Molding Processing"（発泡成形処理の制御のための方法及び装置）、発明者：Kim et. al.）に記載されているものや、本願の基礎米国出願の同時継続出願であり本願の基礎米国出願の譲受人に譲渡された、国際特許出願（出願番号未定、出願日：2002年5月6日、発明の名称："Injection Molding Systems and Methods"（射出成型システム及び射出成型方法）、発明者：Pierick et. al.）に記載されているものなどがある。尚、これら特許出願の開示内容は、この言及をもって本願の開示内容に組み込まれたものとする。

## 【 0 0 5 2 】

本発明に係る方法の実施の形態のうちには、微細気孔材料の製造を助けるために、既存

10

20

30

40

50

の成形システム10aの成形型36aに改造を施して成形型を構成することを含むものがある。例えば成形型36bを、ホットランナーシステムを備えた成形型とする場合には、既存の成形型36aに改造を施して、ホットランナーの各々のゲートに、ゲートバルブを設ける用にすればよい。ゲートバルブは、成形型キャビティの中へ注入する前の、ポリマー材料と発泡剤（ガス）とから成る混合物の圧力を維持する機能を果たすものである。改造を施して成形型36bを構成する際には、冷却能力の強化を図るようにするのもよく、それには、例えば、成形型に形成されている冷却液流路を流れる冷却液の流量を増大させるようにしたり、スライド、ランナー、湯口などに冷却液流路を増設したり、成形型の構成要素を伝熱率の大きな金属製の構成要素に交換したり、冷却ピンを増設するなどの方法を用いればよい。更にその他の改造内容としては、成形型キャビティの通気量を増大させる、ゲートバルブの配設位置を成形型の壁厚の薄い部分へ移動させる、それに、成形型の内面仕上げを変更して成形製品の表面の外観を向上させることなどがある。更に、本発明に係る改造方法の実施の形態のうちには、成形型には改造を施さないものも含まれる。例えば、コスト低減を図るためには、成形型には改造を施さないことが好ましい。

#### 【0053】

既述のごとく、既存の成形システムに改造を施して構成する成形システム10bは、微細気孔材料を形成するために用いる成形システムである。この成形システム10bで処理するのに適した適当な微細気孔材料の具体例としては、例えば、国際特許公報第WO 98/31521号（発明者：Pierick et. al.）に記載されているものがある。尚、同特許公報の開示内容は、この言及をもって本願の開示内容に組み込まれたものとする。微細気孔材料は、気孔径が小さく、気孔密度の大きな材料である。本明細書において使用する「気孔密度」という用語は、未発泡状態のポリマー材料の1立方センチメートルに対する気孔数として定義される。また、本明細書において使用する「平均気孔径」という用語は、製品に形成された気孔の気孔径の平均値として定義される。平均気孔径を求める方法としては、例えば、走査電子顕微鏡（SEM）を用いて製品の代表的領域を観察するという方法などを用いることができる。

#### 【0054】

本発明の実施の形態のうちには、微細気孔材料の平均気孔径を100 $\mu$ m以下にするものもあり、また、それを50 $\mu$ m以下にするもの、25 $\mu$ m以下にするもの、10 $\mu$ m以下にするものもあり、更に、実施の形態によっては、微細気孔材料の平均気孔径を1 $\mu$ m以下にするものもある。また、その微細気孔材料を、気孔径のかなり大きなものや、かなり小さなものも、多少は混在しているにせよ、大部分の気孔が一様な気孔径を有するような材料とすることもある。一方、製品の領域によって、気孔径が異なるようにすることもある。例えば、製品の表面近傍の気孔径を、製品の内部の気孔径よりも、一般的に小さくすることもできる。また、製品の内部だけに気孔が存在し、製品の表面近傍には気孔が存在しないようにすることもできる。

#### 【0055】

本発明の実施の形態のうちには、微細気孔材料の気孔密度を $10^6$ 個/cm<sup>3</sup>以上にするものもあり、それを $10^7$ 個/cm<sup>3</sup>以上にするものも、 $10^8$ 個/cm<sup>3</sup>以上にするものもあり、更には、 $10^9$ 個/cm<sup>3</sup>以上にするものもある。

#### 【0056】

本発明に従って既存の成形システムに改造を施して構成する成形システムは、多くの場合、微細気孔材料を製造する能力を備えた成形システムとするが、ただし、かかる成形システムを用いて、微細気孔材料ではないポリマー発砲体を製造することも可能である。

#### 【0057】

本発明に従って既存の成形システムに改造を施して構成する成形システムを用いて製造する、微細気孔製品を含めたポリマー発砲体製品は、その空隙率を広範な範囲内の様々な値にすることができる。例えば、空隙率が約1%～約99%のポリマー発砲体製品を製造することができる。本発明の実施の形態のうちには、空隙率が50%以下の高密度発砲体を製造するものもあり、空隙率が30%以下の発砲体を製造するものもあり、更に、実施の形態

10

20

30

40

50

のうちには、空隙率が約5%～約30%の範囲内の発泡体を製造するものもある。空隙率の具体的な値は個々の用途に応じて決められるものである。

【0058】

本発明に係るシステム及び方法は、ブロー成形製品を製造するためのシステム及び方法とすることもでき、また、射出成形製品を製造するためのシステム及び方法とすることもできる。また、製造する成形製品は、一般的に、任意の種類のパリマー材料から成るものとしてすることができる。適当なポリマー材料の具体例のうちには、熱可塑性ポリマー材料も含まれており、その熱可塑性ポリマー材料は、非結晶性材料であってもよく、半結晶性材料であってもよく、結晶性材料であってもよい。適当なポリマー材料の具体例を挙げるとすれば、例えば、スチレン系ポリマー類（ポリスチレン、ABSなど）、ポリオレフィン類（ポリエチレン、ポリプロピレンなど）、フルオロポリマー類、ポリアミド類、ポリイミド類、ポリエステル類、ポリカーボネート類、ポリフェニルエーテル（PPE）類、熱可塑性エラストマー類、ビニルハライド類（PVCなど）、アクリル類（PMMAなど）、アセタール類、それに、その他の様々な耐熱性プラスチック類（例えば、PEEK、PEKK、PES、PPS、PEKK、PEI、PPAなど）などがある。更に、製造する成形製品には、公知の様々な添加剤を添加することができる。例えば、強化剤、潤滑剤、可塑剤、着色剤、充填剤、安定剤、等々を添加することができる。また、製造する成型製品には、更に、核形成剤として、タルクや炭酸カルシウムを添加するようにしてもよい。ただし多くの実施の形態では、核形成剤を使用することなく成型製品を製造することができる。製造した成型製品には、通常は、化学発泡剤や、化学発泡剤の反応副産物などは残留しない。更に、大気成分である各種気体（窒素、二酸化炭素など）を、超臨界流体発泡剤として使用することによって、大気成分以外の気体から成る発泡剤を使用することなく成型製品を製造することができる。

【0059】

当業者であれば容易に理解されるように、本明細書に列挙した数々のパラメータの数値はいずれも、具体例としての数値を例示したものであって、実際のパラメータの数値は、本発明の方法及び製品を使用する具体的な用途に応じて選択されるものである。従って、以上に提示した実施の形態は、あくまでも具体例を提示したものであり、本発明は、特許請求の範囲に記載された範囲内で、また、そこに記載されたものと均等であると判断される範囲内で、以上に示した実施の形態とは異なった形態で実施することも可能なものである。更に、以上に記載したシステムは、新規に製造するシステムとすることもでき、既存のシステムに改造を施して構成するシステムとすることもできるものである。

【図面の簡単な説明】

【0060】

【図1】非発泡体ポリマー材料を製造するために用いられる既存の射出成形システムを示した図である。

【図2】本発明の1つの実施の形態に係る射出成形システムを示した図であり、この射出成形システムは、既存の射出成形システムに改造を施して構成した射出成形システムである。

【図3】本発明の1つの実施の形態に係る発泡剤注入ポート及び発泡剤注入アセンブリを示した図である。

【図4】本発明の1つの実施の形態に係る発泡剤注入アセンブリを示した図である。

【図5】本発明の1つの実施の形態に係るスクリューを示した図である。

【図6】A～Eは、本発明の様々な実施の形態に係る、様々な圧力規制要素を示した図である。

【図7】本発明の様々な実施の形態に係る、様々な先端弁を示した図である。

【図8】本発明の1つの実施の形態に係る成形システムを示した図であり、この成形システムは、パレル継ぎ足し部材を備えた、既存の成形システムに改造を施して構成した成形システムである。

【図9】本発明の1つの実施の形態に係る成形システムを示した図であり、この成形システムは、スクリューの下流側の端部から発泡剤供給管を延入させて、スクリューから発泡

10

20

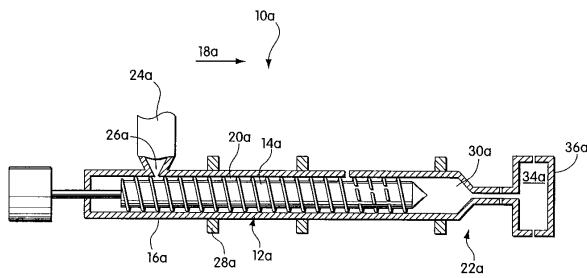
30

40

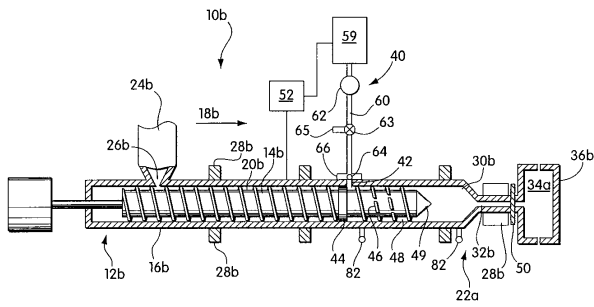
50

剤を注入するようにした成形システムである。

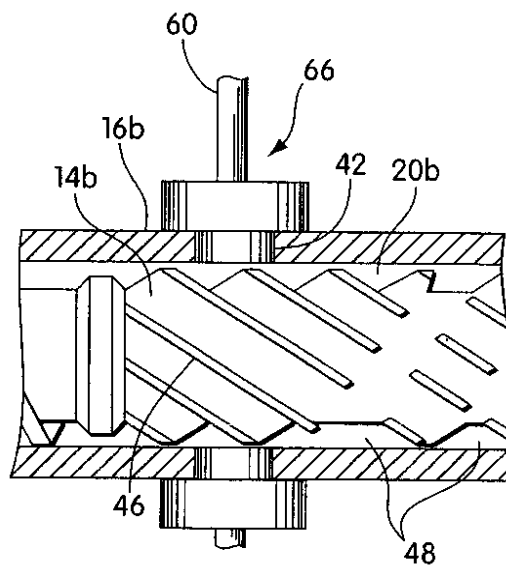
【図1】



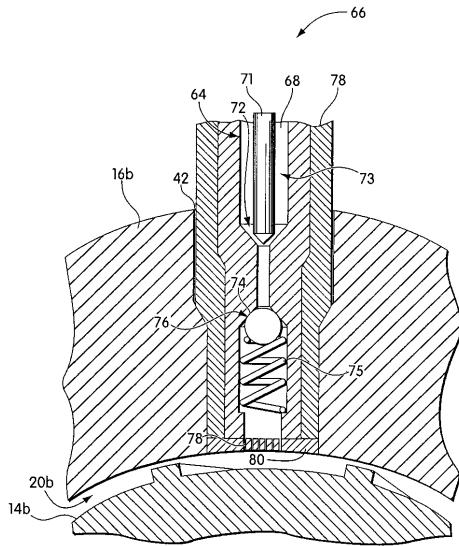
【図2】



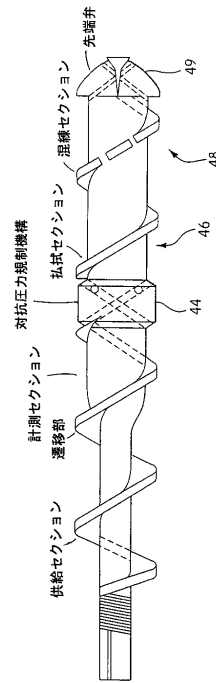
【図3】



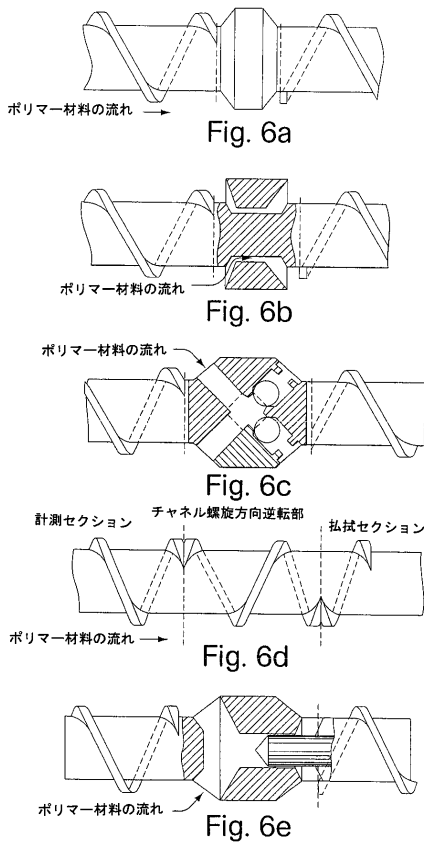
【 図 4 】



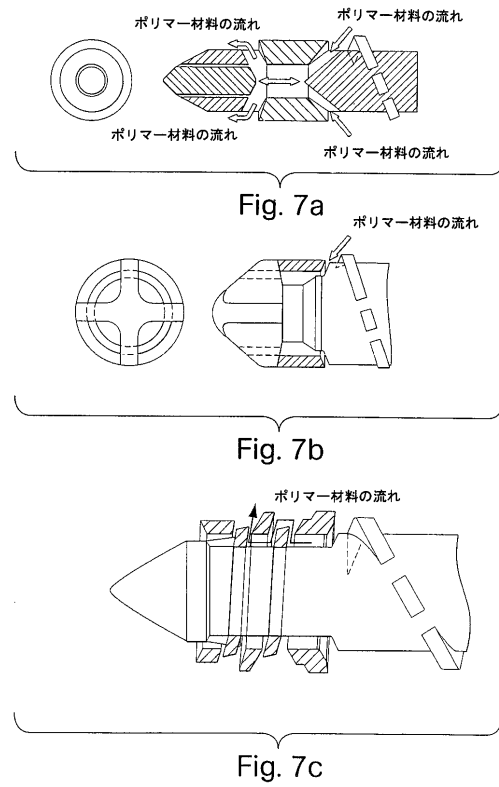
【 図 5 】



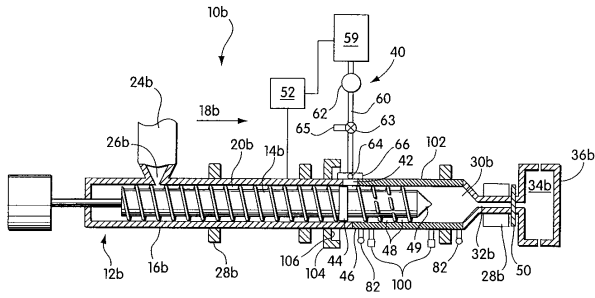
【 図 6 】



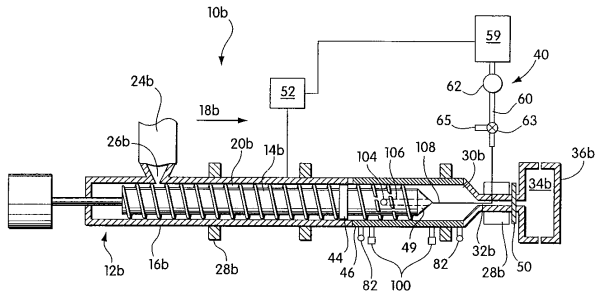
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



## フロントページの続き

(74)代理人 100092967

弁理士 星野 修

(72)発明者 クー, ジンギ

アメリカ合衆国マサチューセッツ州 0 1 8 6 2 , ビレリカ, ナシュア・ロード 2 0 4

(72)発明者 カードナ, ジュアン・シー

アメリカ合衆国マサチューセッツ州 0 1 8 5 2 , ロウエル, バットマン・ロード 6 2

(72)発明者 キシュパーグ, レヴィ・エイ

アメリカ合衆国マサチューセッツ州 0 1 8 3 4 , グロウヴランド, キングズ・ウェイ 4

審査官 一宮 里枝

(56)参考文献 国際公開第 0 0 / 0 5 9 7 0 2 ( W O , A 1 )

国際公開第 0 0 / 0 3 1 1 7 0 ( W O , A 1 )

特開 2 0 0 2 - 1 3 8 1 5 7 ( J P , A )

特開 2 0 0 2 - 2 0 5 3 1 9 ( J P , A )

Mikell Knights, Microcellular Molding Takes Off, Plastics Technology, 米国, www.plasticstechnology.com, 2 0 0 0 年 9 月, 第40-49頁

(58)調査した分野(Int.Cl., D B 名)

B29C 45/00-45/84

B29C 47/00-47/96