

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6586089号  
(P6586089)

(45) 発行日 令和1年10月2日(2019.10.2)

(24) 登録日 令和1年9月13日(2019.9.13)

(51) Int.Cl.

F 1

B29C 44/00 (2006.01)  
B29C 45/77 (2006.01)B29C 44/00  
B29C 45/77

D

請求項の数 10 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2016-536540 (P2016-536540)  
 (86) (22) 出願日 平成26年12月10日 (2014.12.10)  
 (65) 公表番号 特表2017-500224 (P2017-500224A)  
 (43) 公表日 平成29年1月5日 (2017.1.5)  
 (86) 國際出願番号 PCT/SE2014/051474  
 (87) 國際公開番号 WO2015/088431  
 (87) 國際公開日 平成27年6月18日 (2015.6.18)  
 審査請求日 平成29年11月27日 (2017.11.27)  
 (31) 優先権主張番号 1351482-3  
 (32) 優先日 平成25年12月12日 (2013.12.12)  
 (33) 優先権主張国・地域又は機関  
スウェーデン(SE)

(73) 特許権者 509233460  
ディアブ インターナショナル アクチボ  
ラゲット  
スウェーデン エス-31222 ラホル  
ム ボックス 201  
(74) 代理人 100169904  
弁理士 村井 康司  
(74) 代理人 100139549  
弁理士 原田 泉  
(72) 発明者 ジェリー スティグソン  
スウェーデン エス-31222 ラホル  
ム ボックス 201 ディアブ アクチ  
ボラゲット内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】発泡フォームエンブリオを製造する装置および方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

射出成形を用いて体積  $V_{f_i n_a 1}$  を有する発泡性エンブリオを製造する方法であって、

- 発泡剤を含むプラスチゾルを提供するステップと、
- ノズルを備えたバレルと、前記バレルの内部の背圧  $P_{b a c k}$  を制御し、かつ前記背圧を臨界発泡圧力より高く維持するように適合された制御ユニットとを備える、射出成形用の射出機ユニットを提供するステップと、
- 入口ポートと、力作用手段と、キャビティ容積を有する金型キャビティを形成する第1金型半体および第2金型半体とを備える金型を提供するステップであって、前記第1および第2金型半体が、前記キャビティ容積を変化させるように互いに對して移動可能であり、前記金型が、キャビティ容積が  $V_{m i n}$  である状態で提供され、前記力作用手段が、前記金型キャビティに對して、制御された維持された型締力  $F_{s e t}$  をかけて、前記金型内部に型締圧力  $P_4$  をもたらす、ステップと、10
- 前記射出機ユニットの前記ノズルに前記金型の前記入口ポートを接続するステップと、
- 前記射出機ユニットに前記プラスチゾルを追加するステップと、
- 前記射出機ユニット内でショット量  $V_{s h o t}$  の前記プラスチゾルの高温溶融物を調製するステップと、
- 容積  $V_{m i n}$  の前記金型キャビティ内に前記高温溶融物を射出するステップと、20

- 前記金型キャビティ内に前記高温溶融物を射出し続けて、前記型締圧力  $P_4$  以上のキャビティ内圧  $P_{cavity}$  をもたらし、前記金型を膨張させて、前記金型が前記ショット量  $V_{shot}$  を受け取ることができるようするステップと、
  - エンブリオを形成するために前記射出された高温溶融物を冷却させるステップであって、それにより、前記エンブリオの体積が前記制御された維持された型締力  $F_{set}$  の間に収縮し、前記金型キャビティを収縮させて、前記キャビティ内の圧力低下が前記形成されたエンブリオ内に発泡をもたらすリスクを低減させる、ステップと、
  - 前記金型を開き、かつ前記形成された射出成形されたエンブリオを取り出すステップと
- を含む、方法。

10

## 【請求項 2】

前記プラスチゾルが、PVC、SAN、PS、PMMA、PC、CA、CAB、CAP、CTA、PET、PE、CPEまたはPAのうちの少なくとも1つを含む、請求項1に記載の方法。

## 【請求項 3】

前記プラスチゾルが、ポリ塩化ビニル、ジカルボキシル無水物、イソシアネートおよび前記発泡剤を含む、請求項1に記載の方法。

## 【請求項 4】

前記射出成形のプロセスの間に同じ型締圧力が維持されるか、または前記射出成形のプロセスの間に前記型締圧力が変更される、請求項1～3のいずれか一項に記載の方法。

20

## 【請求項 5】

前記入口ポートまたは前記ノズルが、高温溶融物が前記射出機ユニット内に逆流することなく、前記背圧より高いキャビティ内圧を可能にし、かつ前記バレル内の圧力低下のリスクを最小限にするために、遮断弁を備え、前記遮断弁が、好ましくは、 $V_{shot}$  の射出後に閉鎖される、請求項1～4のいずれか一項に記載の方法。

## 【請求項 6】

$V_{min}$  が、0.2mmを超えるかつ4.2mm未満である初期キャビティ深さに対応する、請求項1～5のいずれか一項に記載の方法。

## 【請求項 7】

プラスチゾル溶融物を用いてエンブリオを射出成形するための金型であって、キャビティ容積を有する金型キャビティを形成する第1金型半体および第2金型半体であって、前記キャビティ容積を変化させるように互いにに対して移動可能である、第1金型半体および第2金型半体と、射出機ユニットと封止接觸させることができる、前記第1金型半体内に配置された入口ポートと、前記金型を冷却する手段と、前記金型に対して、制御された維持された型締力をかけるように適合された力作用手段と、前記第2金型半体に対して前記型締力より大きい力をかけて前記第2金型半体を前記第1金型半体から押し離す前記溶融物の射出中に、前記キャビティ容積を増大させ、かつ、前記エンブリオの冷却中に前記金型キャビティを収縮させ、前記エンブリオにおける時期尚早な発泡をもたらす前記キャビティ内の圧力低下のリスクを低減させるために、前記型締力を制御する手段とを備える、金型。

30

## 【請求項 8】

射出成形に好適な射出機ユニットを備える射出成形装置であって、バレル内部の背圧  $P_{back}$  を制御し、かつ前記背圧を臨界発泡圧力  $P_{critical}$  より高く維持するように適合された制御ユニットと、請求項7に記載の金型とを備える、射出成形装置。

## 【請求項 9】

前記射出機ユニットが、ボアを備えるバレルと、入口開口部と、閉鎖端と、前記入口開口部と前記バレルの前記閉鎖端との間に配置された動的シールとを備える、請求項8に記載の射出成形装置。

## 【請求項 10】

前記制御ユニットが、射出力が前記金型の前記型締力より高いように、前記金型の前記

40

50

力作用手段と通信する、請求項 8 に記載の射出成形装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、好適なポリマーに基づくセル状の発泡材料を製造する装置および方法に関する。

【背景技術】

【0002】

今日、PVC 系の硬質フォームポリマー材料は、海軍および航空の分野においてサンディッチ構造におけるコア材料として、または建築分野において断熱材／防音材として広く用いられている。サンディッチ構造では、コアは、纖維強化プラスチック（FRP）、金属等の 2 つの構造的により硬質な材料を分離する。こうしたサンディッチ構造には、より軽量であること、断熱／防音特性が優れていること等、伝統的な単層構造と比較して多くの利点がある。発泡ポリウレタン等、他の硬質なフォームポリマー材料は、合理化された連続的な方法を用いて製造することができるが、PVC 系の硬質フォームポリマー材料の製造では、プレス機において高圧下で不連続の部分的発泡体（以下、エンブリオ体（embryo body）と呼ぶ）の成形が必要である。その後、エンブリオ体に物理化学的処理が施されて、硬質フォームポリマー材料が得られる。

【0003】

より詳細には、PVC 系の硬質フォームポリマー材料の製造プロセスには、最初に、粉末（PVC および他の化合物）と液体物質（特にイソシアネート）との混合物からなるプラスチゾルペーストの形成が必要である。ペーストを、閉鎖した金型モールドキャビティ内に充填し、高圧下で加熱プロセスおよび後続する冷却プロセスを行い、部分的に発泡したエンブリオ体をもたらす。その後、エンブリオ体を、水および／または蒸気炉内でさらなる熱処理を通してさらに膨張（発泡）させる。最終的な硬質発泡材料の形成は、材料に存在するイソシアネート基の加水分解反応の結果であり、その後、化学構造を架橋するポリマーが生じる。成形プロセスは、閉鎖した金型内でプラスチゾルを加熱することを含み、それにより、プラスチゾルの熱膨張およびその中で溶解した発泡剤の活性化によって、高圧が生じる。プラスチゾルを、プラスチゾルがゼラチン化するのを可能にするために、所定期間にわたり高温で維持し、それに続き、エンブリオ体を制御不能に膨張（発泡）させることなく金型から取り出すことができるよう金型キャビティを十分低い温度まで冷却する。

【0004】

プラスチゾルから出発して得ることができる製品は、一定範囲の機械的特性によって特徴付けられ、発泡製品には、圧力下での長いゲル化時間、長い膨張時間および長い硬化時間が必要である。

【0005】

上述したように、セル状発泡ポリマー製品は、粉末（PVC、無水物、化学発泡剤、顔料）を液体（たとえば、イソシアネートおよび液体無水物、ならびに場合により可塑剤）を混合して「プラスチゾル」として知られる非常に粘性のある混合物にすることによって製造される。溶解槽内で混合した後、粘性の高い前記混合物を金型に流し込み、その後、ポリ塩化ビニルのゲル化および発泡剤の分解を発生させるために、150 ~ 200 の温度に達するまで、加圧下で温度を上昇させる。化学発泡剤は、分解して窒素ガスを形成し、それは、新たに形成されたゲルに溶解するかまたはごく小さい泡を形成する。この半発泡ゲルが「エンブリオ」として知られている。エンブリオが所望の組成に達するためには十分な所定長の時間の後、金型およびエンブリオを冷却する。

【0006】

エンブリオを損傷または制御不能な膨張なしに金型から取り出すことができるよう形状安定となるために、エンブリオ温度が十分低下すると、エンブリオを、チャンバまたはタンク等の発泡プロセスユニットに移送し、そこで、温水または蒸気の存在下で加熱する

10

20

30

40

50

ことにより、エンブリオを所望の密度まで発泡させることができ、すなわち膨張させることができる。温水または蒸気による膨張により、温まる際にエンブリオの粘度が低下することになる。粘度が十分に低くなると、溶解窒素と、ゲルのイソシアネート成分がゲル内に拡散する水と反応することによって形成された追加のガスとの圧力により、エンブリオは膨張する。化学反応は、化学発泡剤が分解して窒素ガスを放出する初期圧縮成形中と、複雑な一連の水、イソシアネートおよび無水物の反応が発生する、後の膨張中との両方で発生し、ポリアミド - ポリイミド - PVC - ポリイソシアヌレート - ポリ尿素として述べることができる架橋した化学構造を有する、最終的な硬化フォームが得られる。

#### 【0007】

本明細書から、このバッチプロセスの工業的実施が複雑であることが明らかとなるであろう。さらに、それには、金属製の金型を温め、圧縮成形ステップでエンブリオを形成するためにプラテンを押圧するために、大量のエネルギーが必要であり、このエネルギーの大部分が、エンブリオを取り出す前に金型が冷えるときに喪失される。さらに、プレス内にかつプレスから外に金型を移動させなければならず、それは、金型の重量およびサイズが大きいために、労力を必要としつつ時間がかかる。各金型は、通常、单一厚さのエンブリオのみを製造できるように構成されており、それによって、システムの柔軟性が限られる。金型を加熱し、ゲル化が発生している間、高温で維持し、その後、エンブリオを取り出すことができる前に冷却させなければならないため、サイクル時間は長い（1mm金型深さ当たり1.5～2.0分）。この方法は、pH値の高い乳化重合PVC（ePVC）を用いるときにのみ十分に機能し、それは、ePVC内の乳化剤が、プロセスで使用される深い金型の中心におけるゲル化プロセスを加速させるために必要な熱を発生させる触媒化学反応に役立つためである。この反応には、プラスチゾル内部で熱を発生させゲル化プロセスを加速させる化学反応を引き起こすために、シリコーン系界面活性剤および／または第四級アンモニウムカルボン酸塩も必要である。ePVCを使用する別の理由は、それが、摩擦力を必要とすることなく容易にゲル化することができる小さい粒子の形態にあるということである。このプロセスでは、より安価な懸濁重合PVC（sPVC）を使用することができず、それは、それが、同種の溶融物を生成するために摩擦を用いて迅速に溶融させる必要がある大きい粒子の形態であるためである。

#### 【0008】

このプロセスのさらなる問題は、それが望ましくないほど大きいセルを製造し、冷却段階中に金型の内部の圧力を制御するために利用可能な手段がないため、セルの形成の制御が困難であるということである。

#### 【発明の概要】

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0009】

本発明は、従来技術による方法より使用するエネルギーが少ないエンブリオを製造するための製品、射出成形ユニットおよび方法に関する。これは、射出バレル内の温度および圧力、ならびに射出金型内の温度および圧力を制御することができる射出成形装置を用いることによって達成される。これを達成する方法は、溶融物の時期尚早な発泡を防止するために、射出温度および圧力とともに金型温度および圧力を制御しながら、未加熱の膨張可能な金型内に高温のプラスチック溶融物を注入するステップを含む。金型が充填されると、金型内の圧力を維持しながら、高温溶融物の温度を型開温度まで低下させ、その型開温度は、エンブリオに十分に粘性があり、そのためエンブリオの制御された膨張が発生することができ、すなわち、エンブリオが、金型が開いてエンブリオに対する圧力が低下したときに破断しないように十分強固であるように十分粘性があり、同時に、エンブリオが、金型を開くことによってもたらされる圧力低下に続いて発泡かつ膨張することができるよう十分流体であるように十分低温である。その後、金型からエンブリオを取り出すことができる。本発明による方法により、セルサイズが制御された発泡製品を製造することも可能になり、本方法はまた、さまざまな種類の発泡性ポリマーシステムに適用可能である。本発明により、以前は制御が困難であるかさらには不可能であるように示されていた

10

20

20

30

40

50

発泡性ポリマーの射出成形でさえも容易になる。

【0010】

この新たな方法を用いて発泡性エンブリオを製造することにより、総プロセス時間が、従来技術の1.5~2.0分/mm金型深さから新規の方法に対する0.2~0.3分/mm金型深さまで短縮された。

【0011】

第1態様では、本発明は、体積 $V_{final}$ を有するエンブリオを調製することによって得ることができる射出成形製品であって、調整することが、

- プラスチゾルを提供するステップと、
- ノズルを備えたバレルと、バレルの内部の背圧 $P_{back}$ を制御し、かつ圧力を臨界発泡圧力より高く維持するように適合された制御ユニットとを備える、射出成形用の射出機ユニットを提供するステップと、
- 射出機ポートと、力作用手段と、キャビティ容積を有する金型キャビティを形成する第1金型半体および第2金型半体とを備える金型を提供するステップであって、金型半体が、キャビティ容積を変化させるように互いに対して移動可能であり、金型が、キャビティ容積が $V_{min}$ である低温状態で提供され、力作用手段が、金型キャビティに対して、制御された維持された型締力 $F_{set}$ をかけて、金型内部に圧力 $P_4$ をもたらす、ステップと、

- 射出機ユニットのノズルに金型の射出機ポートを接続するステップと、
- 射出機ユニットにプラスチゾルを追加するステップと、
- 射出機ユニット内でショット量 $V_{shot}$ のプラスチゾルの高温溶融物を調製するステップと、
- 容積 $V_{min}$ の低温金型キャビティ内に高温溶融物を射出するステップと、
- 金型キャビティ内に高温溶融物を射出し続けて、型締圧力 $P_4$ 以上のキャビティ内圧 $P_{cavity}$ をもたらし、金型を膨張させて、金型が前記ショット量 $V_{shot}$ を受け取ることができるようとするステップと、

- エンブリオを形成するために射出された高温溶融物を冷却させるステップであって、それにより、エンブリオの体積が制御された維持された型締力 $F_{set}$ の間に収縮し、金型キャビティを収縮させて、キャビティ内の圧力低下が形成されたエンブリオ内に発泡をもたらすリスクを低減させる、ステップと、

- 金型を開き、かつ形成された射出成形されたエンブリオを取り出すステップと、
- エンブリオを膨張させ、かつ熱および水または蒸気を用いて、前記エンブリオを架橋するステップと

を含む、製品に関する。

【0012】

第2態様では、本発明は発泡PVCフォームに関し、発泡フォームは、25~40kg/m<sup>3</sup>の密度を有するフォームに対して少なくとも1.28、または41~115kg/m<sup>3</sup>の密度を有するフォームに対して少なくとも1.40、または116~420kg/m<sup>3</sup>の密度を有するフォームに対して少なくとも1.69の圧縮弾性率を有する。

【0013】

別の態様は、射出成形を用いて体積 $V_{final}$ を有する発泡性エンブリオを製造する方法であって、

- プラスチゾルを提供するステップと、
- ノズルを備えたバレルと、バレルの内部の背圧 $P_{back}$ を制御し、かつ圧力を臨界発泡圧力より高く維持するように適合された制御ユニットとを備える、射出成形用の射出機ユニットを提供するステップと、
- 射出機ポートと、力作用手段と、キャビティ容積を有する金型キャビティを形成する第1金型半体および第2金型半体とを備える金型を提供するステップであって、金型半体が、キャビティ容積を変化させるように互いに対して移動可能であり、金型が、キャビティ容積が $V_{min}$ である低温状態で提供され、力作用手段が、金型キャビティに対して、

10

20

30

40

50

制御された維持された型締力  $F_{s e t}$  をかけて、金型内部に圧力  $P_4$  をもたらす、ステップと、

- 射出機ユニットのノズルに金型の射出機ポートを接続するステップと、
- 射出機ユニットにプラスチゾルを追加するステップと、
- 射出機ユニット内でショット量  $V_{shot}$  のプラスチゾルの高温溶融物を調製するステップと、
- 容積  $V_{min}$  の低温金型キャビティ内に高温溶融物を射出するステップと、
- 金型キャビティ内に高温溶融物を射出し続けて、型締圧力  $P_4$  以上のキャビティ内圧  $P_{cavity}$  をもたらし、金型を膨張させて、金型が前記ショット量  $V_{shot}$  を受け取ることができるようにするステップと、
- エンブリオを形成するために射出された高温溶融物を冷却させるステップであって、それにより、エンブリオの体積が制御された維持された型締力  $F_{set}$  の間に収縮し、金型キャビティを収縮させて、キャビティ内の圧力低下が形成されたエンブリオ内に発泡をもたらすリスクを低減させる、ステップと、
- 金型を開き、かつ形成された射出成形されたエンブリオを取り出すステップとを含む、方法に関する。

**【0014】**

本発明のさらに別の態様は、プラスチゾル溶融物を用いてエンブリオを射出成形するための金型であって、キャビティ容積を有する金型キャビティを形成する第1金型半体および第2金型半体であって、キャビティ容積を変化させるように互いに對して移動可能である、第1金型半体および第2金型半体と、射出機ユニットと封止接觸させることができ、第1金型半体内に配置された入口ポートと、金型を冷却する手段と、金型に對して、制御された維持された型締力をかけるように適合された力作用手段と、第2金型半体に對して型締力より大きい力をかけて第2金型半体を第1金型半体から押し離す溶融物の射出中に、キャビティ容積を増大させ、かつ、エンブリオの冷却中に金型キャビティを収縮させ、形成されたエンブリオにおける時期尚早な発泡をもたらすキャビティ内の圧力低下のリスクを低減するために、型締力を制御する手段とを備える、金型に関する。

**【0015】**

本発明のさらに別の態様は、射出成形に好適な射出機ユニットを備える射出成形装置であって、バレル内部の背圧  $P_{back}$  を制御し、かつ前記圧力を臨界発泡圧力  $P_{critic}$  より高く維持するように適合された制御ユニットと、上述した本発明による金型とを備える、射出成形装置に関する。

**【0016】**

本明細書に開示するすべての実施形態は、すべての態様に適用可能である。

**【図面の簡単な説明】**

**【0017】**

【図1】供給ホッパを備えた従来技術による射出ユニットの部分断面を概略的に示す。

【図2】本発明の実施形態による供給ラインを備えた射出ユニットの部分断面を概略的に示す。

【図3】本発明による半発泡エンブリオを製造する装置を概略的に示す。

【図4】本発明による半発泡エンブリオを製造する方法の第1実施形態の計量段階における図3の装置を概略的に示す。

【図5】本発明による半発泡エンブリオを製造する方法の第1実施形態の初期射出段階における図3の装置を概略的に示す。

【図6】本発明による半発泡エンブリオを製造する方法の第1実施形態の金型充填および膨張段階における図3の装置を概略的に示す。

【図7】本発明による半発泡エンブリオを製造する方法の第1実施形態の一定圧力下での金型冷却段階における図3の装置を概略的に示す。

【図8】本発明による半発泡エンブリオを製造する方法の第1実施形態の型開および計量段階における図3の装置を概略的に示す。

10

20

30

40

50

【図9】本発明による半発泡エンブリオを製造する方法の第1実施形態の離型および次のショットの計量段階における図3の装置を概略的に示す。

【図10】本発明による半発泡エンブリオを製造する方法の第1実施形態の型閉段階における図3の装置を概略的に示す。

【図11】射出サイクル中にシステムのさまざまな部品内の圧力がいかに変化するかを示すグラフである。

【図12】平均セルサイズ(直径)が80μm、キャビティ内圧が300バール、密度が80kg/m<sup>3</sup>である発泡フォームのセル構造である。倍率は100倍である。

【図13】平均セルサイズ(直径)が150μm、キャビティ内圧が200バール、密度が80kg/m<sup>3</sup>である発泡フォームのセル構造である。倍率は100倍である。 10

【図14】セルサイズ(直径)が300μm、密度が80kg/m<sup>3</sup>である従来技術による発泡フォームのセル構造である。倍率は100倍である。

【図15】2つのPVCフォームに対する圧縮強度対密度を開示する。

【図16】2つのPVCフォームに対する圧縮弾性率対密度を開示する。

【図17】本発明による製品の形成のための実験設定である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

本発明では、「プラスチゾル」という用語は、ポリマー粒子および架橋剤の懸濁液を意味する。

【0019】

図1は、射出成形品の製造で使用される従来の射出ユニット1の部分断面を概略的に示す。射出機ユニット1は、供給ホッパ3を備え、その中に、射出成形される熱可塑性材料5が、通常ペレットまたは粉末の形態で提供される。ホッパは、入口開口部7を介して、熱可塑性物質が内部に落下することができる加熱されたバレル11のボア9に通じている。ボア9は、外面にらせん状の溝15が配置されている、往復運動するスクリューラム13を収容している。モータ(図示せず)によってスクリューラム13を回転させることができ、この回転により、溝15が材料をバレルの内部に沿って移動させる。このプロセスでは、ペレットまたは粉末は、ボアの入口領域において固体であり、それにより、この領域においてラム-スクリューシャフトにいかなる特別な「動的封止」も不要になる。バレルの出口端19に取り付けられたノズル17から材料を押し出すために、ラム手段(図示せず)によってバレルの長手方向に、スクリューラム13を移動させることも可能である。逆止め弁として作用する、射出成形で使用される従来のタイプの軸方向に移動可能なチエックリング21が、バレル内に配置されて、チエックリングとノズルとの間に材料保留部23を形成しており、この材料保留部23は、材料が射出される金型を充填するのに十分な容積( $V_{shot}$ )を有している。材料とスクリューラムおよびバレルの内壁との間の摩擦と、バレルの外部加熱とにより、熱可塑性材料のペレットまたは粉末が入口開口部から供給される際に溶融し、材料保留部23に十分なまたは事前設定された量の溶融材料が収集されると、スクリューラムの回転が停止し、スクリューラムはノズルに向かって前進し、それにより、材料保留部内の材料がバレルの端部においてノズルから金型に射出される。金型内でプラスチックが固化すると、射出ユニットは、次のショットを計量する用意ができている。次のショットの計量は、スクリューラムの回転運動の開始で開始し、それはまた、材料保留部内にある一定の圧力(背圧)を上昇させる。スクリューの回転運動によって供給された材料保留部内の溶融プラスチックの蓄積によって上昇した圧力は、計量中にスクリューラムを「後方に」押す。 30

【0020】

図2は、エンブリオを製造する、本発明の一実施形態による射出ユニット201の部分断面を概略的に示す。射出機ユニット201は、加圧された入口ライン203を備え、その中に、射出成形されるプラスチゾル205が提供される。入口ラインは、入口開口部207を介して、プラスチゾルが圧力下で流れ込むことができる加熱されたバレル211のボア209に通じている。ボア209は、外面にらせん状の溝215が配置されている、 40

10

20

30

40

50

往復運動するスクリューラム 213 を収容している。バレルから液体プラスチゾルが漏れ出るのを防止するために、ボア内の入口開口部 207 とバレルの閉鎖端 218 との間に、たとえばスクリューラムのシャフトに、動的シール 216 が設けられている。モータ(図示せず)によってスクリューラム 213 を回転させることができ、この回転により、溝 215 が、材料をバレルの内側に沿って移動させる。バレルの出口端 219 に取り付けられたノズル 217 から材料を押し出すために、ラム手段 214 によってバレルの長手方向に、スクリューラム 213 を移動させることも可能である。手段 214 はまた、連続的にバレル内部の背圧  $P_{back}$  を制御し、前記圧力を、臨界発泡圧力より高く維持するように適合された制御ユニットとして作用することができる。制御ユニットはまた、ラム手段 214 とは別個のユニットでもあり得る。逆止め弁として作用する軸方向に移動可能なチェッククリング 221 が、スクリューラムとバレルとの間に配置されて、チェッククリングとノズルとの間に材料保留部 223 を形成している。チェッククリング 221 は、溶融物における時期尚早な発泡を防止するのに十分に高い圧力を密封しなければならないだけではなく、低粘度の溶融プラスチゾルの漏れを防止し、計量および射出中の材料保留部 223 内の高温溶融物の望ましくない逆流を防止しなければならず、したがって、チェッククリング 221 に、好ましくは追加のシール 222 が設けられ、それは、こうした低粘度の材料を封止する必要のない従来の射出成形射出機ユニットで使用されるシールより密な封止を提供する。材料保留部 223 は、材料が射出される金型を充填するのに十分な容積を有している。ショット量は可変であり、所望の金型深さまたは最終部品厚さを得るように設定されており、その深さまたは厚さは、プロセスのさらなるステップにおいて、プロセスを用いて形成されたフォームブロックの所望の厚さまたは体積  $V_{final}$  になる。ノズル 217 に、可動ノズル遮断弁(シャットオフバルブ) 224 が設けられ、ノズル遮断弁 224 は、バレル内の圧力を維持するためにノズルを封止することができる閉鎖位置まで移動することができ、ノズルが開放して金型に接続することができる射出位置まで移動することができる。ノズル遮断弁は、閉鎖ピン弁、スライドゲート弁またはボルト遮断弁等、任意の好適なタイプであり得る。10 20

#### 【0021】

ラムスクリューの回転により、プラスチゾルがバレルを通して前進し、材料保留部 223 内に十分な量の溶融材料が収集されると、スクリューラムをその位置からノズルに向かって前進させることができ、遮断弁を射出位置まで移動させることができ、その移動により、材料保留部内の材料がバレルの端部でノズルを通して金型内に射出される。材料保留部 223 内の溶融プラスチゾルは、好ましくは加圧され、ガスは飽和する。射出段階中、金型は、溶融物によって押し開けられ、すなわち、金型キャビティの容積が増大し、膨張、すなわち射出中の金型の開放移動は、金型内の圧力を維持するように制御され、それにより、一定の型締力  $F_{set}$  によってプラスチック溶融物の望ましくないセル核生成または発泡が防止される。30

#### 【0022】

射出サイクルが完了すると、ノズル遮断弁を閉鎖位置まで移動させ、次の射出ショットのための計量を開始することができる。計量中、材料受取部に向かってプラスチゾル溶融物を押し進めるためにスクリューラムが回転し、同時に、スクリューラム自体が、所望のショット量に対応する開始位置まで戻るように駆動される。スクリューラムのこの戻り移動中、ラム手段 214 は、バレル内の材料にかかる圧力が、材料がバレル内で発泡しないように十分高い(好ましくは、臨界発泡圧力  $P_{critical}$  を超える)ことを確実にするために、スクリューラムに対して所定の背圧を維持する。40

#### 【0023】

図 3 は、半発泡プラスチゾルエンブリオを形成する、本発明による装置の第 1 実施形態を概略的に示す。装置は、上述したタイプの射出機 201 を備え、それは、膨張可能な金型 341 をプラスチック溶融物で充填するために使用されるように意図されている。射出機ユニット 201 のボアの内部の圧力は、入口開口部 207 の領域における入口圧力  $P_2$  から、ノズル遮断弁 224 の後方の圧力  $P_3$  まで上昇する。50

## 【0024】

金型は、射出ポート345を含む第1金型半体343を備え、射出ポート345を通して、金型キャビティ347内にプラスチック溶融物を射出することができ、金型キャビティ347は、第1金型半体343と第2金型半体349との間に形成されている。金型の充填中、力作用手段348、たとえば、1つまたは複数の液圧作動式または空気圧作動式または電気作動式アクチュエータによって、金型半体343、349の間に形成された金型キャビティ347の内部の型締圧力 $P_4$ を維持しながら、金型半体343、349を離すように移動させることができる。前記力作用手段348はまた、型締圧力を制御し、型締圧力を、臨界発泡圧力 $P_{critical}$ より高く維持するように適合された制御ユニットとしても作用することができる。好ましくは、金型が膨張および収縮する際に互いを越えて移動する、雄型および雌型の相互に面する面の間に、封止手段は設けられていない。こうした封止手段は、金型半体が加熱されないため不要であり、これらの相互に面する面の間の隙間ににおける射出されたプラスチック溶融物の漏れは、低温の金型半体と接触する際のプラスチック溶融物の急速な冷却によって防止され、こうした冷却により、プラスチック溶融物は粘度が上昇し、それにより、金型半体の間の狭い隙間を通して流れることができなくなる。成形されたエンブリオを取り出すために、エジェクタ手段、たとえば圧縮空気供給部、または図に示すように、エジェクタピン350が、一方の金型半体、たとえば第2金型半体349に設けられている。

## 【0025】

バレル内の圧力を維持するためにノズルを封止することができる閉鎖位置まで移動させることができ、かつノズルが開放され金型に接続することができる射出位置まで移動させることができ、ノズル遮断弁を使用する代わりにまたはそれを補うものとして、金型に、閉鎖ピンが設けられたホットランナシステムを使用することができる。この閉鎖ピンを、プラスチック溶融物が金型内に射出されるのを可能にする開放した射出位置から、またはプラスチック溶融物が金型内に射出されるのを防止する（かつ、後続する冷却時間中、射出されたプラスチック溶融物の逆流が金型から出るのも防止する）閉鎖位置まで移動させることができる。射出ユニットにノズル閉鎖弁が設けられている場合、これは、通常の製造中に連続的に開放したままにすることができる。

## 【0026】

射出機ユニット201の入口開口部207に、供給ライン361を介してプラスチゾルの供給源351が接続可能である。プラスチゾルの供給源は、圧力 $P_1$ の下で加圧混合容器353を備えることができ、その混合容器353内に、プラスチゾル205の構成成分を提供し、その後、混合機357で混合することができる。混合機は、任意の好適なタイプの混合機であり得る。別法として、プラスチゾルの供給源は、事前に混合されたプラスチゾルを収容する非加圧容器であり得る。プラスチゾルが混合容器353から入口開口部207に供給されるのを可能にするために、供給ライン361に投与ポンプ363が設けられており、供給ライン361内部の圧力を制御し、バレルから供給ライン361内への逆流を妨げるために、弁365が設けられている。

## 【0027】

装置の金型領域371は、破線によって包囲されて示されており、好ましくは加熱されず、したがって、従来技術によるユニットと比較してエネルギーが節約される。プラスチゾルの供給源、供給ラインおよび好ましくは射出機ユニットの入口端も包含する破線によって包囲されて示されている供給領域375は、加熱されない。好ましくは、入口開口部207の前方の射出機ユニットの領域のみが加熱され、したがってエネルギーが節約される。

## 【0028】

図4～図11は、本発明によるエンブリオを製造する装置を用いて半発泡エンブリオを製造する方法の第1実施形態における、連続した段階を示す。図4に示すように、計量段階の最後に、金型を閉じ、バレル内にさらに材料を供給するように、投与ポンプがオンであり、ラムスクリューを回転させ、それにより、さらなる材料が材料受取部内に押し込ま

10

20

30

40

50

れ、同時に、材料受取部内のこの材料の蓄積により圧力が上昇し、それによって、ラムスクリューがバレル内を押し戻され、その反対の移動の間、材料の望ましくない発泡／セル核生成を防止するために、ラム手段は、ラムスクリューの移動に対抗する圧力を維持する。スクリューラムが戻り位置または後方位置にあるとき、ラム手段 214 は、スクリューラムに対してノズルの方向に力をかけ続け、それにより、バレルの内部に、スクリューに沿ってかつ材料受取部内において、圧力  $P_{back}$  (すなわち、背圧) が常に存在する。ノズル遮断弁 224 を閉鎖し、ボア内部の圧力は、入口の近くで  $P_2$  であり、ノズル遮断弁で  $P_3$  まで上昇する。計量段階中、ノズル遮断弁の後方の圧力  $P_3$  は、背圧  $P_{back}$  に等しい。これは、図 11 のステップ 1101 および 1102 に対応する。射出成形プロセス全体を通して、ボア内部の圧力レベルが制御され、臨界発泡圧力  $P_{critical}$  より高く維持されることが好ましい。バレル内部、さらには金型内の圧力は、好ましくは、任意の好適な手段を用いて常にまたは連続的に制御される。

#### 【0029】

図 5 は、小さい初期金型容積  $V_{min}$  が急速に充填される初期射出段階における図 3 の装置を概略的に示す。遮断ノズル弁が開放すると、金型が、アクチュエータ 348 により型締力  $F_{set}$  で閉じられ、金型キャビティ容積はその最小値  $V_{min}$  であり、その内部の圧力  $P_4$  は周囲圧力と同じである。急速充填は、たとえば、金型を型締力  $F_{set}$  でその閉鎖位置で維持しながら、指定された射出速度  $v_{ini}$  立方センチメートル／秒 (ccm/s) を達成するのに十分な力で、スクリューラムをノズルに向かって移動させるのと同時に、ノズル遮断弁を開放することによって達成される。好ましくは、この段階における金型の初期充填にかかる時間は、1 秒未満であり、好ましくは 1/10 秒未満である。これは、図 11 におけるステップ 1103 に対応する。初期充填により、相互に面する金型半体の壁の間の間隙が封止され、金型内部の圧力 ( $P_4$ ) が所望のキャビティ内圧  $P_{cavity}$  まで上昇する。 $V_{min}$  が非常に高速で充填されるため、この段階は非常に短い段階である。好ましくは、 $V_{min}$  は、0.2mm を超えかつ 4.2mm 未満、より好ましくは 0.5mm ~ 2.0mm、または 0.7 ~ 1.6mm、または 0.9mm ~ 1.4mm、または 1.0 ~ 1.2mm である初期キャビティ深さに対応する。

#### 【0030】

金型が初期充填されると、図 6 に概略的に示すように金型充填段階が行われる。この段階では、ラムスクリューは、チェッククリング 221 を引っ張って（これによって逆流が防止される）ノズルに向かって前進し、それにより、プラスチック溶融物を金型キャビティ内に押し込む。さらなる溶融物が射出されて可動金型半体を押すと、金型は膨張することができ、それにより、金型はショット量 ( $V_{shot}$ ) の溶融物を受け取ることができ、金型のこの膨張中、金型内部の圧力 ( $P_4$ ) および射出ユニットのボア内部の圧力 ( $P_2$  および  $P_3$ ) は、プラスチック溶融物の時期尚早な発泡を防止するために必要な圧力  $P_{critical}$  を常に超えることを確実にするために制御される。圧力の制御は、任意の好適な手段を用いて行うことができる。これは、図 11 におけるステップ 1104 に対応する。

#### 【0031】

図 7 は、「一定圧力の下での金型冷却段階」における図 3 の装置を概略的に示す。この段階中、ノズル遮断弁は閉鎖され、射出ユニットのボアにプラスチゾルを再充填するために、投与ポンプが作動しており、同時に、ラムスクリューを、所望のショット量に対応する戻り位置または後方位置に強制的に戻す。高温のプラスチック溶融物は、低温の金型内に射出されたため、冷却され、負の熱膨張により、その体積が収縮する。エンブリオの望ましくない発泡を防止するために、金型に対する型締力は維持され、それにより、プラスチック溶融物の収縮は、金型容積の収縮により、エンブリオの最終的なまたは望ましい体積の  $V_{final}$  に反映され、したがって、金型内の圧力が、溶融物のセル核生成を防止するために必要な圧力  $P_{cavity}$  であり続けることが確実になる。最終的なまたは所望の体積  $V_{final}$  で、エンブリオの温度  $T$  は、 $T_{final}$  にまたはそれ未満になつておらず、すなわち、 $T_{final}$  は、溶融物が液体ではなくなり固体またはゲル状粘稠度

10

20

30

40

50

まで固化し、このとき、型開中に受ける圧力低下により本来発生するセル核生成および膨張発泡に耐えるように十分に形状安定している、温度である。一実施形態では、金型内の高温溶融物またはゲルの温度は制御され、冷却システム内の温度および／または時間は、高温溶融物または形成されたゲルの温度に応じて調整することができる。温度を制御する任意の好適な手段を用いることができ、それは、金型内および射出ユニット内の圧力を制御する手段と通信することができる。特に、金型内のプラスチックの体積、プラスチックおよび金型の温度ならびに金型の冷却特性に応じて、この段階は、数秒間から数分間続く可能性がある。好ましくは、プラスチゾルおよび金型が冷えるためにかかる時間は、ショット量に応じて調整され、ショット量が大きいほど時間がかかるように構成される。好ましくは、時間は可能な限り短くあるべきである。時間は、キャビティ深さまたは成形品の厚さによって決まる。これは、図11におけるステップ1105に対応する。

10

#### 【0032】

図8は、型開および計量段階における図3の装置を概略的に示す。この段階では、投与ポンプは、ボアを充填するために依然として作動しており、ボア内のプラスチゾルおよび溶融物のすべてに、プラスチゾルまたは溶融物が発泡し始める圧力より高い圧力がかかることを確実にするために、ラムスクリューにかけられる背圧が維持され、したがって、ボア内の材料の発泡が防止される。これは、図11におけるステップ1106の第1部に対応する。

#### 【0033】

図9は、エジェクタが金型からエンブリオを押し出し、次のショットの計量が続く、離型および計量段階における図3の装置を概略的に示す。射出は、図11におけるステップ1106の最後に行われる。

20

#### 【0034】

図10は、金型が、金型キャビティがその最小容積であり型締力  $F_{s_e_t}$  で締め付けられる位置に戻されている、型閉段階における図3の装置を概略的に示す。この場合、システムは、次の射出サイクルを開始する用意ができている。これは、図11におけるステップ1101'に対応する。

#### 【0035】

図11は、本方法の異なる段階の間に装置における圧力および型締力をいかに設定することができるかの例を示す。

30

#### 【0036】

従来の射出成形プロセスでは、型締アクチュエータによって、膨張可能な金型が閉じられ、型締力は、射出を開始する前に所定の初期設定値まで上昇する。液圧作動式システムでは、これは、型締力が必要な値に圧するまで液圧を上昇させることによって達成される。必要な初期設定値に達した後、液圧システムはロックされ、型開が行われるプロセスの最後までロックされたままであり、すなわち、射出プロセス中に型閉力の能動的な圧力制御がない。これにより、射出および冷却中、膨張可能な金型の半体は移動することができなくなる。

#### 【0037】

本発明によるシステムでは、金型に対する型締圧力は、任意の好適な手段を用いて射出および冷却シーケンス全体を通して連続的に制御される。これは、射出中、金型内部の射出された高温溶融物によってかけられる圧力（キャビティ内圧）によって型締アクチュエータの型締力を超える反作用力がもたらされると直ちに、金型キャビティの容積を増大させるために、可動金型半体が固定された金型半体から離れるように移動することができることを意味する。換言すれば、射出中の高い射出圧力は、液圧アクチュエータ内部の圧力を克服し、可動金型半体の膨張移動をもたらす。型締液圧の連続的な制御により、金型膨張は溶融物の射出と同期し、射出速度の設定によって金型の開放を制御することができる。このように、キャビティ内圧を制御し、それが、プロセスのこの段階中に所定キャビティ内圧を常に超えることを確実にすることができる。キャビティ内圧のレベルは、最終製品のセルサイズに強く影響を与え、キャビティ内圧が高いと小さい均一なセルになる。

40

50

## 【0038】

射出および冷却中の型締液压を連続して制御するため、金型およびその中身が冷える際に発生する型閉動作中に、金型内の圧力を制御することができる。この冷却時間中、プラスチックは、「負の熱膨張」の過程を経ることになり、すなわち、溶融物を冷却することにより、プラスチックは収縮する。型締液压システムを連続して制御することにより、所定のキャビティ内圧が常に設定値で維持されることを確実にする、可動金型半体の「閉鎖」移動が可能になる。この閉鎖動作およびキャビティ内圧の維持により、発泡ガスが材料の内部の溶液に維持され、エンブリオの中に望ましくないセルをもたらす気泡を形成しないことが確実になる。金型の冷却中に圧力のいかなる制御もない場合、キャビティ内圧は、材料が冷える際のその収縮と比例して低下する。キャビティ内圧の低下は、セル核生成が制御されず、これによって非最適なセル構造がもたらされることを意味する。冷却中にキャビティ内圧の制御を維持することにより、核生成が抑制される。冷却が終了した後、かつ冷却されたエンブリオに対する圧力が金型の開放中に解除されるときにのみ、セル核生成が発生することができる。しかしながら、この時点でセル核生成が発生するが、エンブリオの制御されない膨張は発生する可能性はなく、それは、冷却されたエンブリオの粘稠度がこれを防止するためである。

10

## 【0039】

従来の射出成形プロセスでは、ショット量の計量中に使用される「背圧」が設定される。「背圧」は、ラムスクリューが回転しているのと同時に、スクリューに対して、金型に向かう軸方向に作用するある一定の力をかけることによって生成される。その結果、計量中にスクリューの先端の正面において材料に対するある一定の溶融物圧力が維持される。計量が終了した後、通常、ボアは減圧され、すなわち、スクリューに対する軸方向の力が解除される。この状況は、ショットが金型内に射出されるまで維持される。その後、射出中、射出設定の所望の射出速度 (cm/s) を達成するために、ラムスクリューに対して軸方向の射出力 (通常、背圧よりはるかに高い) がかけられる。射出速度は 25 cm/s ~ 300 cm/s であり得る。射出シーケンスが終了した後、ボアは再度減圧される。時折、射出ユニット先端から金型への熱伝達、および / または相対的に低温の金型による先端の冷却を回避するために、射出ユニットは、金型との接触点から引き戻される (すなわち、接触しなくなるように後方へ動かされる)。

20

## 【0040】

30

こうしたシステムは、プラスチゾルエンブリオの製造には適していない。ボアの減圧により、ボア内部のプラスチゾル溶融物が、気泡が大きい非常に好ましくないセル構造を制御不能に与えるフォームになる。プラスチゾル溶融物は、ボアを通って進む途中、かつスクリューの正面で、ある一定の臨界レベルの圧力 ( $P_{critic}$ ) より高く維持される必要がある。この臨界レベルの圧力により、たとえば化学発泡剤の分解によって発生する発泡ガスが、溶融物の中に溶解し、泡を発生させるように核状にならないことが確実になる。ボアを通りかつすべてのプロセスステップを通しての圧力が臨界レベルより高く維持されることが非常に重要である。必要とされる臨界圧力レベルは、配合物における発泡剤のレベルと射出ユニットの温度プロファイルとによって決まる。発泡剤レベルが高いほど、高いボア内圧が必要になる。ボア温度が高いほど、セル核生成を回避するために高いボア内圧が必要になる。

40

## 【0041】

本発明によるシステムでは、スクリューに対する軸方向の力のための制御ユニットは、臨界核生成圧 ( $P_{critic}$ ) を超えるボア内部の材料に対する圧力を維持するために必要な臨界レベルを超えることを確実にするように、常に制御される。この圧力により、発生したガスが溶液内で維持され、それが溶融物の発泡をもたらすことが防止される。

## 【0042】

50

このようにボア内の圧力レベルが連続して高いため、射出ユニットのノズルにおいて、または射出シーケンス中のみ開放している金型の入口ポートにおいて、遮断弁等、ノズルを閉鎖する何らかの手段があることが必要である。好ましくは、ノズル遮断弁は、ショッ

ト量 ( $V_{s h o t}$ ) の射出後に閉鎖される。冷却中に開放している場合、金型キャビティからボア内への溶融物の逆流が発生するリスクがある。これは、設定された型締力 / キャビティ内圧が設定された背圧 ( $P_{back}$ ) より高い場合に発生する。別法として、閉鎖ピンを備えたホットランナもまた使用することができる。さらに、閉鎖された遮断ノズル等がない場合、離型中にボア内に望ましくない圧力低下が発生し、それによってボア内部に制御不能な発泡がもたらされる。一実施形態では、射出成形プロセス全体の間に同じ型締圧力が維持され、別の実施形態では、射出成形プロセス全体の間に型締圧力が変更される。

#### 【0043】

本発明の別の実施形態では、発泡性エンブリオを製造するシステムは、射出ユニットと複数の膨張可能な金型とを備えている。本システムは、射出ユニットが所定位置で実質的に固定され、代わりに、金型を、金型に充填することができる位置まで移動させ、その後、金型に対する型締圧力を維持しながら、金型を冷却させることができかつエンブリオを取り出すことができる位置まで移動させるように、構成されている。このように、次の金型を充填することができる前に、金型が冷却されかつエンブリオが取り出されるまで待機する必要はない。これにより、システムの生産性が向上する結果となる。

#### 【0044】

本発明のさらなる実施形態では、複数の金型が一直線に配置され、射出ユニットは、金型から金型まで移動するように配置される。射出ユニットは、空の金型に達する度に、金型内への高温溶融物の射出を行い、金型および高温溶融物が冷える前に、充填するべき次の金型に移動する。これにより、システムの生産性が向上する結果となる。

#### 【0045】

本発明のさらに別の実施形態では、射出ユニットに、複数の出口を備えた射出マニホールドが設けられ、出口の各々は異なる金型に通じている。各出口に弁を設けることができ、射出サイクル中に射出が行われるとき、1つの弁のみが開放するように、システムは操作され、したがって、溶融物は、その弁の反対側の金型のみに供給される。続く射出サイクルでは、異なる弁が開放され、したがって、異なる金型内に溶融物が供給される。

#### 【0046】

本発明に従ってプラスチゾルを処理するために、プラスチゾルを圧送することができる必要がある。好ましくは、固体ポリマー粒子は、小さいかまたは粉末の形態である。本発明によるシステムで使用されるプラスチゾルは、好ましくは以下の成分を有している（すべてのパーセンテージは重量パーセントである）。

ポリマー粉末（たとえば、PVC（ポリ塩化ビニル））35～60%。好ましくは、ポリマーは、PVCの懸濁重合グレード（sPVC）のみ、またはsPVCの乳化重合PVC（ePVC）との混合物である；

無水物1～15%。無水物は、好ましくは、環状ジカルボン酸無水物、たとえばフタル酸無水物、または好ましくは室温で液体であるシクロヘキサン-1,2-ジカルボン酸無水物および4-メチル-ヘキサヒドロフタル酸無水物の70/30混合物である；

イソシアネート20～60%。イソシアネートは、好ましくは、個別にまたは混合物として使用される、ジフェニルメタン-4,4'-ジイソシアネート（4,4'-MDI）、たとえばCDMDI（カルボジイミド変性4,4'-MDI）およびポリマーMDI（pMDI）の液体バージョンに基づく；

発泡剤0.5～7%。発泡剤は、単独の化学発泡剤として個別にまたは混合物として使用される、2,2'-アゾビス-イソブチロニトリル（AIBN）、アゾジカーボンアミド（ADC）、重炭酸ナトリウムおよびクエン酸であり得る。化学発泡剤の代わりとして、物理発泡剤、たとえばシクロペンタン、CO<sub>2</sub>、アセトン、または沸点温度が低い他の液体を使用することができる；

潤滑剤等の加工助剤0～1%。加工助剤は、射出バレル内部の加熱中に溶融物と加熱された射出バレルの内部の鋼面との間の界面に移動するように、PVC溶融物においてのみ適度に溶性である、炭化水素ワックスであり得る。ここで、それは、高温面の上の潤滑剤と

10

20

30

40

50

して作用し、したがって、PVCが貼り付くかまたは沈滞しつゝ過熱する（付随して熱分解に対するリスクがある）ことがないことが確実になる；および添加剤。添加剤は、最終製品の物理-化学挙動を変更するように、配合物に組み込むことができる。たとえば、最終用途に対して必要な強度および剛性を個々に適するようにもたらすために、フタル酸エステルおよびアジピン酸エステルまたは有機リン酸塩のような可塑剤を添加することができる。可塑剤はまた、材料の破壊靭性も増大させ、より高い衝撃エネルギー吸収能力を与える。それらは、配合物の0～10%を構成することができる。無水物およびイソシアネートは、たとえば成形プロセス中に可塑剤として作用することができる。最終的な材料の耐火性および耐煙性を向上させるために、配合物に難燃剤を添加することができ、それは、配合物の0～10%であり得る。セル核生成サイトとしてまたは材料剛性を向上させる添加剤として、配合物に無機充填剤を添加することができ、それは、配合物の0～10%であり得る。射出成形プロセス中、たとえば、加熱されたバレル内部の溶融物の滞在時間を長くする設定でプロセスが進んでいる場合（たとえば、機械の最大ショット量に対して小さいショット量がある場合）、材料の熱安定性を向上させるために、配合物にPVC熱安定剤を添加することができ、それは配合物の0～2%であり得る。架橋触媒および界面活性剤を、配合物の0～1%を形成するように添加することができる。上述した成分は、限定するものとみなされるべきではなく、当業者は、いかなる反応物を使用することができるかを知っている。たとえば、他の架橋剤および架橋化学作用を使用することができる。

## 【0047】

10

本発明による方法を用いて射出成形するのに好適な他のポリマーは、さまざまなポリスチレン、ポリアクリレートあるいはセルロースエステルまたはそれらの組合せである。一実施形態では、プラスチゾルは、以下の限定しない例のうちの少なくとも1つを含む。

SAN スチレン-アクリロニトリルポリマー

20

PS ポリスチレン

PMMA ポリメチルメタクリレート

PBMA ポリブチルメタクリレート

PA ポリアミド

PC ポリカーボネート

PET ポリエチレンテレフタレート

30

PE ポリエチレン

CPE 塩素化ポリエチレン

あるいは

CA 酢酸セルロース

CTA 三酢酸セルロース

CAB 酢酸酪酸セルロース

CAP 酢酸プロピオン酸セルロース

のようなセルロースエステル

またはそれらの任意の組合せ、あるいは好適な架橋剤を含むコポリマー。さまざまなポリマー材料に対して本発明が作用することを、図17に開示するような実施例に示す。一実施形態では、プラスチゾルは、本質的に非晶性のポリマーを含む。別の実施形態では、プラスチゾルは、本質的に結晶性のポリマーを含む。一実施形態では、プラスチゾルはPMMAを含む。別の実施形態では、プラスチゾルはSANを含む。別の実施形態では、プラスチゾルは、PMMAと別のアクリルコモノマー、たとえばメタクリル酸ブチルとのコポリマーを含む。別の実施形態では、プラスチゾルは、セルロースエステル、たとえば酢酸プロピオン酸セルロースを含む。別の実施形態では、プラスチゾルは、PVCと別のポリマーとの混合物を含む。一実施形態では、プラスチゾルは、PVCとPMMAとの混合物を含む。別の実施形態では、プラスチゾルは、PVCとSANとの混合物を含む。

## 【0048】

40

一実施形態では、プラスチゾルは、固体ポリマー粒子、無水物およびイソシアネートを

50

含む。

【0049】

本発明の一実施形態では、プラスチゾルは、ポリ塩化ビニル、無水物、好ましくはジカルボン酸無水物、イソシアネートおよび発泡剤を含む。

【0050】

好ましくは、システムにおける温度および圧力は制御される。射出ユニットにおける好適な温度は、プラスチゾル温度 15 ~ 25 、入口ゾーン温度 15 ~ 25 、供給ゾーン 25 ~ 120 、圧縮ゾーン 25 ~ 150 、溶融ゾーン 100 ~ 180 、溶融物保留部 120 ~ 180 およびノズル先端 120 ~ 180 である。

【0051】

金型冷却温度は、好ましくは、5 ~ 50 であるべきである。一実施形態では、冷却温度は、射出成形プロセス全体の間、同じである。別の実施形態では、冷却温度は、射出成形プロセス中、変更される。

【0052】

圧力設定は、好ましくは、ポンプ圧 50 ~ 150 バール、背圧 50 ~ 150 バール、キャビティ内圧 50 ~ 400 バールであるべきである。

【0053】

本発明はさらに、本発明に従ってエンブリオを製造し、前記エンブリオを膨張させ、熱および水または蒸気を用いてエンブリオを架橋することにより、エンブリオを得ることができる、射出成形製品に関する。エンブリオ体は、水および/または蒸気炉内でさらなる熱処理を通して膨張する。最終的な硬質の発泡材料の形成は、材料内に存在するイソシアネート基の加水分解反応の結果であり、続いて、化学構造を架橋するポリマーが生じる。

【0054】

本発明による製品は、任意の好適なポリマーまたはポリマー混合物の発泡フォームである。フォームは、通常、密度が 25 kg / m<sup>3</sup> ~ 400 kg / m<sup>3</sup> であり、セルサイズが 10 μm ~ 1 mm であり、圧縮弾性率が少なくとも 50 MPa である。本発明の方法により、発泡フォームにおいて、フォームが改善された機械的特性を有するマイクロセル状構造またはサブマイクロセル状構造を達成することができる。本方法により、さまざまな圧力、たとえばキャビティ内圧を調整することによりセルサイズを制御することも可能である。図 12 ~ 図 14 を参照されたい。

【0055】

機械的特性の改善により、同じ圧縮強度または圧縮弾性率を達成するためにより低密度の材料を使用することができる。図 15 および図 16 ならびに表 1 を参照されたい。密度ならびに圧縮強度および圧縮弾性率は互いに関連しており、密度が低いことにより、圧縮強度または圧縮弾性率が低くなり、その逆もあり得る。しかしながら、本発明のフォームは、通常の発泡フォームより圧縮強度対密度の比が高い。図 15 および図 16 は、圧縮強度 (MPa) 対密度 (kg / m<sup>3</sup>) および圧縮弾性率 (MPa) 対密度 (kg / m<sup>3</sup>) の図をそれぞれ開示している。参照は、標準手続きによって製造された発泡フォームであり、たとえば、国際公開第 2007 / 141647 号パンフレットを参照されたい。

【0056】

本発明によるフォームの密度は、25 kg / m<sup>3</sup> 以上、または 45 kg / m<sup>3</sup> 、または 60 kg / m<sup>3</sup> 、または 80 kg / m<sup>3</sup> 以上、あるいは 400 kg / m<sup>3</sup> 以下、または 300 kg / m<sup>3</sup> 以下、または 200 kg / m<sup>3</sup> 以下、または 150 kg / m<sup>3</sup> 以下、または 110 kg / m<sup>3</sup> 以下、または 100 kg / m<sup>3</sup> 以下であり得る。一実施形態では、密度範囲は、45 kg / m<sup>3</sup> ~ 110 kg / m<sup>3</sup> である。密度は、ISO 845 : 2006 に従って測定した。

【0057】

10

20

30

40

## 【表1】

表1. 従来技術による標準技術を用いて製造された発泡PVCフォームと本発明による発泡フォームとに対する  
比圧縮強度対密度比および比弾性率対密度比

密度 範囲 (kg/m <sup>3</sup> )	比圧縮強度 (MPa/(kg/m <sup>3</sup> ))		比圧縮弾性率 (MPa/(kg/m <sup>3</sup> ))	
	従来技術	サンプル1	従来技術	サンプル1
25-40	0.012	0.015	1.05	1.28
41-55	0.013	0.018	1.04	1.40
56-70	0.015	0.021	1.17	1.49
71-90	0.018	0.023	1.13	1.58
91-115	0.020	0.025	1.35	1.64
116-145	0.023	0.027	1.31	1.69
146-180	0.021	0.029	1.25	1.72
181-230	0.027	0.030	1.55	1.74
231-280	0.029	0.031	1.60	1.77
281-340	0.026	0.031	1.61	1.78
341-380	0.028	0.032	1.64	1.79
381-420	0.029	0.032	1.63	1.80

10

20

## 【0058】

表1のPVCフォームは、PVCプラスチゾルからもたらされており、そこでは、プラスチゾルは、PVC、無水物、発泡剤およびイソシアネートを含む。表1に示すように、密度と圧縮強度および圧縮弾性率との間の比は、サンプル1の場合、従来技術で得られるフォームと比較して著しく高い。たとえば、本発明の発泡フォームは、圧縮弾性率対密度比が、25～40 kg/m<sup>3</sup>の密度を有するフォームに対して少なくとも1.28、または41～115 kg/m<sup>3</sup>の密度を有するフォームに対して少なくとも1.40、または116～420 kg/m<sup>3</sup>の密度を有するフォームに対して少なくとも1.69である。一実施形態では、フォームは、56～180 kg/m<sup>3</sup>の密度を有するフォームに対して少なくとも1.49の比を有する。

30

## 【0059】

セルサイズは、10 μm以上、または50 μm以上、または100 μm以上、または200 μm以上、または300 μm以上、あるいは1000 μm以下、または800 μm以下、または600 μm以下、または400 μm以下、または350 μm以下であり得る。セルサイズは、ASTM D3576-04に従って求めた。一実施形態では、セルサイズは、最大115 kg/m<sup>3</sup>の密度を有するフォームにおいて150 μm以下である。別の実施形態では、セルサイズは、最大115 kg/m<sup>3</sup>の密度を有するフォームにおいて130 μm以下である。別の実施形態では、セルサイズは、最大400 kg/m<sup>3</sup>の密度を有するフォームにおいて100 μm以下、好ましくは80 μm以下である。

40

## 【0060】

上述したように、本発明の発泡フォームは、非常に優れた機械的特性、特に圧縮強度および圧縮弾性率を示す。フォームの圧縮強度は、0.3 MPa以上、または0.5 MPa以上、または0.75 MPa以上、または1 MPa以上、または1.5 MPa以上である。フォームの圧縮弾性率は、40 MPa以上、または50 MPa以上、または80 MPa以上、または100 MPa以上、または125 MPa以上である。圧縮強度および圧縮弾性率は、標準的な技術および方法、ASTM D1621に従って測定した。

## 【実施例】

## 【0061】

実施例1

50

以下に従ってサンプル1を調製した。

【0062】

【表2】

プラスチゾル含有率:

成分	含有率 (重量%)
sPVC	15.1%
ePVC	30.8%
無水物	10.0%
イソシアネート(CDMDI / pMDI)	39.6%
発泡剤 (AZDN/ADC)	4.4%
加工助剤(潤滑剤)	0.1%

10

【0063】

この実験におけるPVCは、2つの異なるPVCからなり、sPVCは懸濁重合PVCであり、ePVCは乳化重合PVCである。

【0064】

無水物は、好ましくは環状ジカルボン酸無水物、たとえばフタル酸無水物、または好ましくは室温で液体であるシクロヘキサン-1,2-ジカルボン酸無水物および4-メチル-ヘキサヒドロフタル酸無水物の70/30混合物である。イソシアネートは、好ましくは、純粋なまたは混合物としての液体型のジフェニルメタン-4,4'-ジイソシアネート(4,4'-MDI)、たとえばCDMDI(カルボジイミド変性4,4'-MDI)およびポリマーMDI(pMDI)に基づく。潤滑剤は、炭化水素ワックスである。

20

【0065】

【表3】

射出ユニット	
プラスチゾル温度	20°C
入口ゾーン	20°C
供給ゾーン	100°C
圧縮ゾーン	120°C
溶融物ゾーン	140°C
溶融物保留部	165°C
シリンドラ先端および ホットランナシステム	165°C
金型ユニット	
金型冷却温度	15°C

30

【0066】

【表4】

圧力	
ポンプ圧	100 バール
背圧	110 バール
キャビティ内圧	200 バール
計量速度*	200 mm/s
射出速度	
開始(初期体積)	100 ccm/s
中間(バルク体積)	250 ccm/s
終了(最後の10%)	25 ccm/s
金型初期キャビティ深さ	1 mm

## 【0067】

結果を図15および図16ならびに表1に開示する。

## 【0068】

## 実施例2

他の組成および設定を用いる実施例(実施例1～14と示す)を図17に開示する。前記実施例では、ePVC、sPVC、SANおよびPMMA-co-PBMAを含むプラスチゾルを使用した。

10

20

## 【0069】

簡単に言えば、図17に示す条件で上述したように本方法を行った。ポリマー粉末として、ePVC(5.8～30.8%)およびsPVC(15.1～41.0%)の混合物、またはsPVC(34%)、またはPMMA-co-PBMA(5.8～45.5%)、またはSAN(5.8～45.5%)を使用した。無水物(4～11.9%)、発泡剤(2.5～4.4%)、MDI(39.4～50.0%)、潤滑剤(0.1%)および界面活性剤(0～0.5%)もまた使用した。

## 【0070】

30

各サンプルに対して、密度、圧縮強度、圧縮弾性率およびセルサイズを求めた。

【 四 1 】

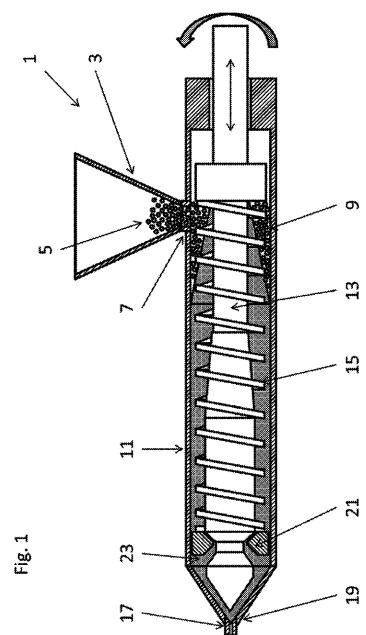


Fig. 1

【図2】

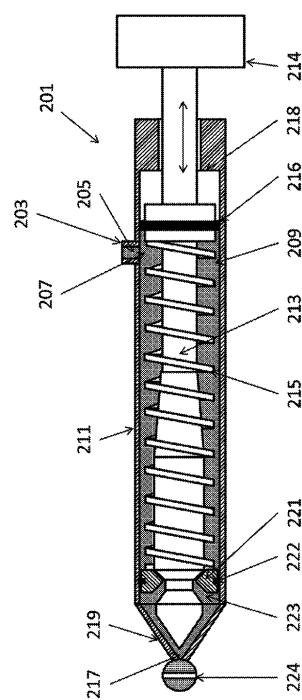


Fig. 2

【図3】

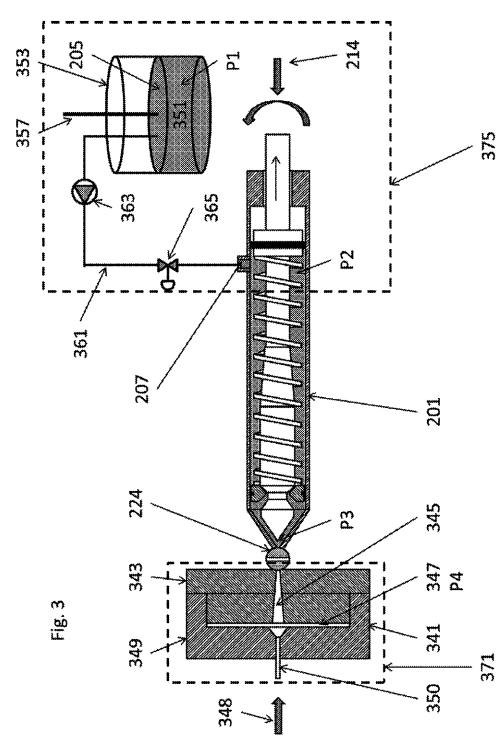


Fig. 3

【図4】

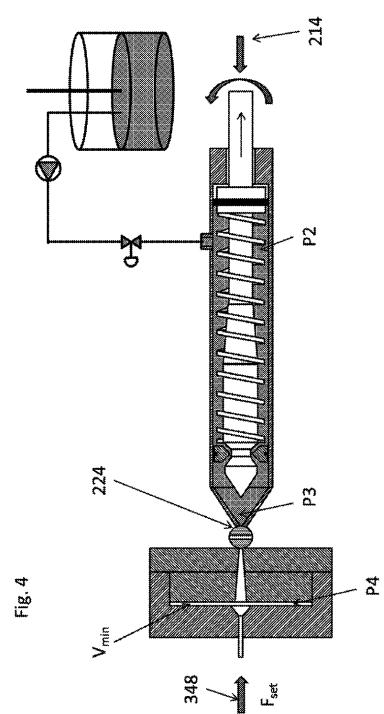
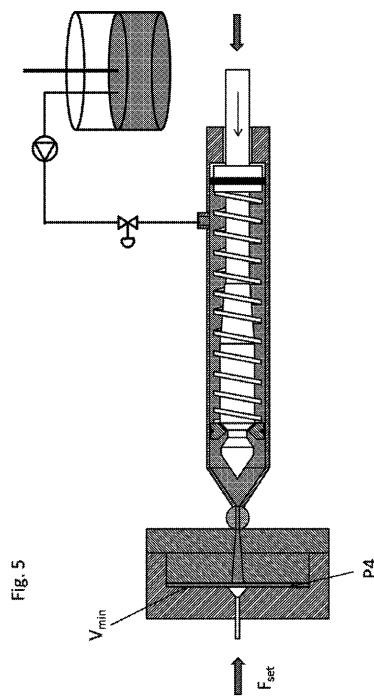
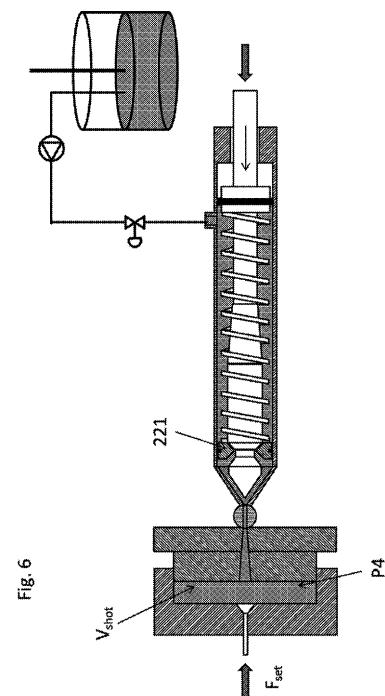


Fig. 4

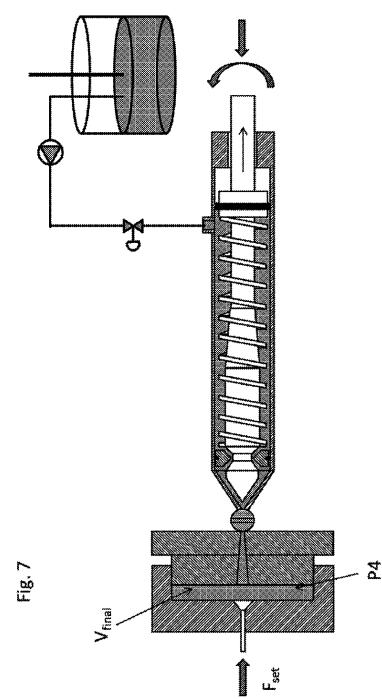
【図5】



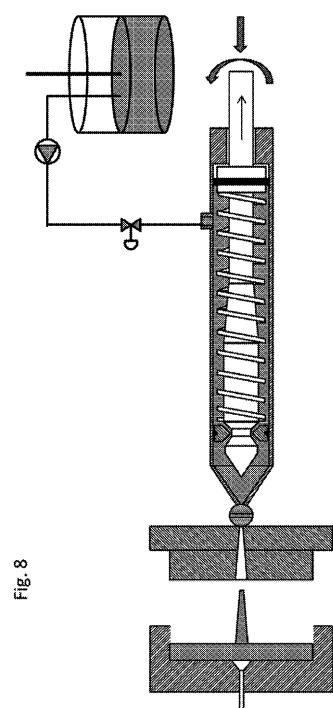
【図6】



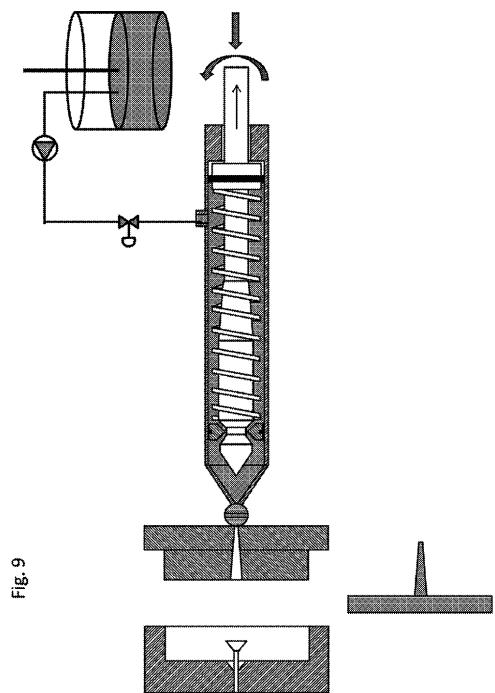
【図7】



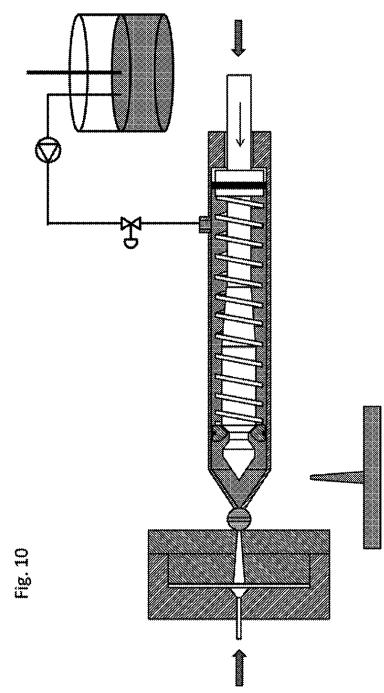
【図8】



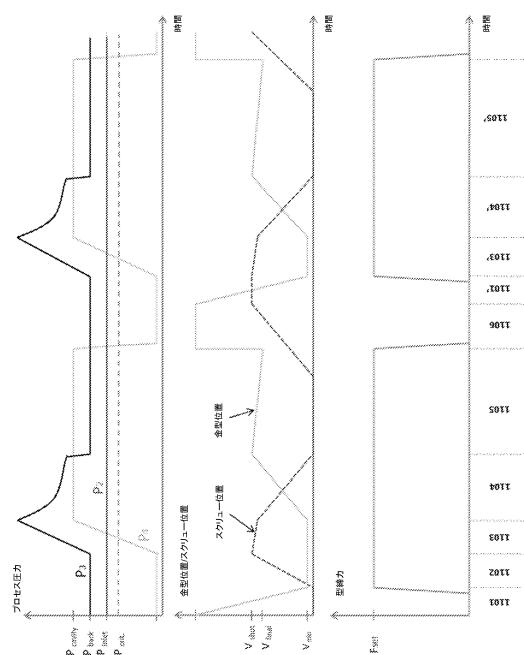
【図9】



【図10】



【図11】



【図12】

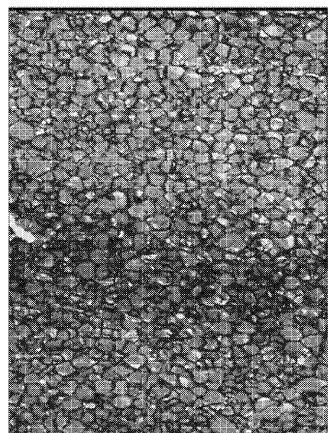


Fig. 12

【図13】

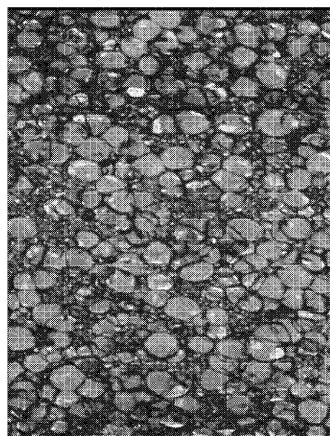


Fig. 13

【図14】

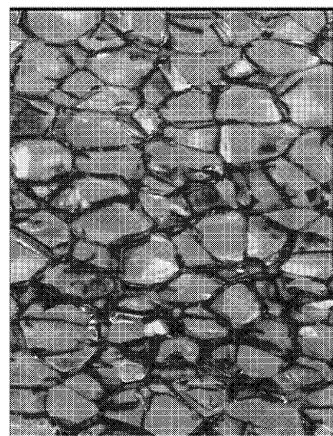
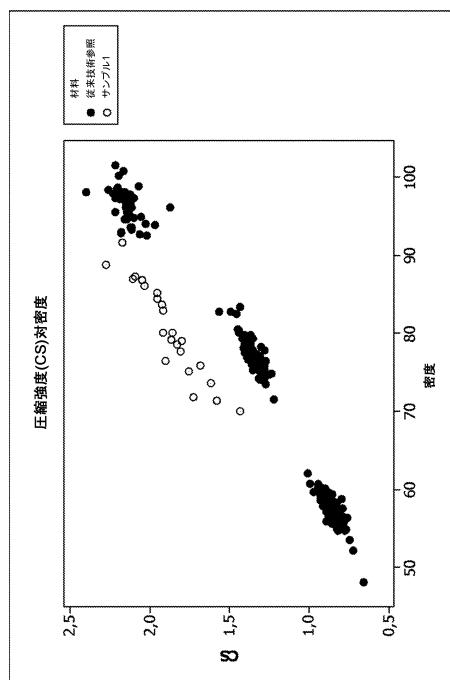
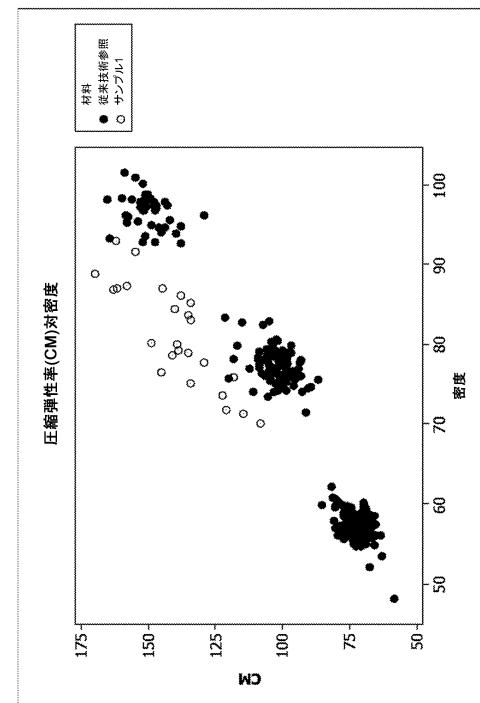


Fig. 14

【図15】



【図16】



【図17】

---

フロントページの続き

(72)発明者 ラーシュ グスタフ ヴィルヘルムソン  
スウェーデン エス 31291 ラホルム ハラゴード

審査官 来 田 優来

(56)参考文献 特公昭62-018335(JP, B2)  
国際公開第2009/119549(WO, A1)  
国際公開第2010/070857(WO, A1)  
特開2005-144750(JP, A)  
特開2004-167777(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B29C44/00, 45/00, 45/26-45/37, 45/77  
B29B11/08