

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7128015号

(P7128015)

(45)発行日 令和4年8月30日(2022.8.30)

(24)登録日 令和4年8月22日(2022.8.22)

(51)国際特許分類

F I

B 2 9 C 44/42 (2006.01)

B 2 9 C 44/42

B 2 9 C 44/60 (2006.01)

B 2 9 C 44/60

B 2 9 C 44/00 (2006.01)

B 2 9 C 44/00

D

B 2 9 C 45/00 (2006.01)

B 2 9 C 45/00

B 2 9 C 45/50 (2006.01)

B 2 9 C 45/50

請求項の数 13 (全30頁)

(21)出願番号 特願2018-74880(P2018-74880)

(22)出願日 平成30年4月9日(2018.4.9)

(65)公開番号 特開2019-181788(P2019-181788

A)

(43)公開日 令和1年10月24日(2019.10.24)

審査請求日 令和3年4月7日(2021.4.7)

(73)特許権者 000005810

マクセル株式会社

京都府乙訓郡大山崎町大山崎小泉 1 番地

(74)代理人 100104547

弁理士 栗林 三男

(74)代理人 100206612

弁理士 新田 修博

(74)代理人 100209749

弁理士 栗林 和輝

(74)代理人 100217755

弁理士 三浦 淳史

(72)発明者 遊佐 敦

京都府乙訓郡大山崎町大山崎小泉 1 番地

マクセル株式会社内

(72)発明者 山本 智史

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 発泡成形体の製造方法及び製造装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

発泡成形体の製造方法であって、

内部に回転及び進退自在に設けられたスクリュを備え、熱可塑性樹脂が可塑化溶解されて溶解樹脂となる可塑化ゾーンと、前記溶解樹脂が飢餓状態となる飢餓ゾーンとを有し、前記飢餓ゾーンに物理発泡剤を導入するための導入口が形成された可塑化シリンダを含む製造装置を用い、

前記製造方法は、

前記可塑化ゾーンにおいて、前記熱可塑性樹脂を可塑化溶解して前記溶解樹脂とすることと、

前記飢餓ゾーンに、一定の圧力である第 1 の圧力を有する、前記物理発泡剤を含む加圧流体を導入することと、

前記飢餓ゾーンにおいて、前記溶解樹脂を飢餓状態とすることと、

前記飢餓ゾーンにおいて、前記飢餓状態の溶解樹脂と、前記第 1 の圧力の加圧流体とを接触させることと、

前記第 1 の圧力の加圧流体と接触させた前記溶解樹脂を所定量計量することと、

前記計量した溶解樹脂を前記可塑化シリンダから射出して、前記発泡成形体に成形することと、を含み、

前記溶解樹脂の計量の完了まで、スクリュ背圧を前記第 1 の圧力より高い第 2 の圧力に保持し、

前記溶融樹脂の計量の完了から射出の開始まで、前記スクリュ背圧を前記第 2 の圧力より高い第 3 の圧力に保持することを特徴とする発泡成形体の製造方法。

【請求項 2】

前記溶融樹脂の計量の完了から射出の開始まで、前記計量した溶融樹脂の圧力を前記第 1 の圧力より、 $0.5\text{ MPa} \sim 10\text{ MPa}$ 高い圧力に保持することを特徴とする請求項 1 に記載の発泡成形体の製造方法。

【請求項 3】

前記スクリュは、前記可塑化シリンダ内において、前記可塑化ゾーンから前記飢餓ゾーンに向う前方、及び前記飢餓ゾーンから前記可塑化ゾーンに向う後方に進退自在に設けられ、

10

前記スクリュは、前記可塑化シリンダ内において、前方から後方へ前記溶融樹脂が逆流することを抑制する先端部シール機構を有し、

前記先端部シール機構は、

前記スクリュの前方の端部に位置するスクリュヘッドと、

前記スクリュヘッドの後方に位置する突き当てリングと、

前記スクリュヘッドと前記突き当てリングとを連結する軸と、

前記軸に遊嵌して、前記スクリュヘッドと前記突き当てリングとの間を前方及び後方に移動可能なチェックリングとを有することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の発泡成形体の製造方法。

【請求項 4】

20

前記チェックリングが最も前方に位置している状態において、前記チェックリングの前方側の受圧面積 S_1 の、後方側の受圧面積 S_2 に対する比率 (S_1 / S_2) が、 $0.6 \sim 0.95$ であることを特徴とする請求項 3 に記載の発泡成形体の製造方法。

【請求項 5】

前記チェックリングには、前記軸が貫通する貫通孔が形成されており、

前記チェックリングの貫通孔を区画する内壁の一部は、前記貫通孔の後方端部と、前記後方端部の内径より小さい内径を有する小内径部とを連結する第 1 のテーパ面を形成し、

前記軸は、前記突き当てリングとの接続部と、前記接続部の直径より小さい直径を有する小直径部とを連結する第 2 のテーパ面を有し、

第 1 のテーパ面のテーパ比と、第 2 のテーパ面のテーパ比とは、略同一であり、

30

前記チェックリングの前方及び後方の移動に伴い、第 1 のテーパ面と第 2 のテーパ面が離間及び当接することを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載の発泡成形体の製造方法。

【請求項 6】

前記チェックリングの外側面に、溝が形成されていることを特徴とする請求項 3 ~ 5 のいずれか一項に記載の発泡成形体の製造方法。

【請求項 7】

前記溝が、前記チェックリングの外側面にラビリンス構造を形成していることを特徴とする請求項 6 に記載の発泡成形体の製造方法。

【請求項 8】

前記スクリュは、前記可塑化シリンダ内において、前記可塑化ゾーンから前記飢餓ゾーンに向う前方、及び前記飢餓ゾーンから前記可塑化ゾーンに向う後方に進退自在に設けられ、前記溶融樹脂を前方へ送る正回転と、正回転とは逆の逆回転とが可能であり、

40

前記スクリュは、前記可塑化シリンダ内において、前方から後方へ前記溶融樹脂が逆流することを抑制する先端部シール機構を有し、

前記先端部シール機構は、

前記スクリュの前方の端部に位置するスクリュヘッドと、

前記スクリュヘッドの後方に位置する突き当てリングと、

前記スクリュヘッドと前記突き当てリングとを連結する軸と、

前記軸に遊嵌して、前記スクリュヘッドと前記突き当てリングとの間を前方及び後方に移動可能なチェックリングと、

50

前記スクリュを逆回転させることにより、前記チェックリングが前記突き当てリングに当接した状態を維持するロック機構とを有し、

前記発泡成形体の製造方法は、前記熔融樹脂の計量の完了後に前記スクリュを逆回転して、前記チェックリングが前記突き当てリングに当接した状態を維持すること更に含む請求項 1 又は 2 に記載の発泡成形体の製造方法。

【請求項 9】

発泡成形体を製造する製造装置であって、

内部に回転及び進退自在に設けられたスクリュを備え、熱可塑性樹脂が可塑化熔融されて熔融樹脂となる可塑化ゾーンと、前記熔融樹脂が飢餓状態となる飢餓ゾーンとを有し、前記飢餓ゾーンに物理発泡剤を導入するための導入口が形成され、一定量の前記熔融樹脂を計量して外部に射出する可塑化シリンダと、

前記可塑化シリンダに、一定圧力である第 1 の圧力の物理発泡剤を供給する物理発泡剤供給機構と、

前記熔融樹脂の計量の完了まで、スクリュ背圧を前記第 1 の圧力より高い第 2 の圧力に保持し、前記熔融樹脂の計量の完了から射出の開始まで、前記スクリュ背圧を前記第 2 の圧力より高い第 3 の圧力に保持するように構成された圧力保持機構とを有することを特徴とする製造装置。

【請求項 10】

前記圧力保持機構は、前記熔融樹脂の計量の完了から射出の開始まで、前記計量した熔融樹脂の圧力を前記第 1 の圧力より、 $0.5 \text{ MPa} \sim 10 \text{ MPa}$ 高い圧力に保持する機構であることを特徴とする請求項 9 に記載の製造装置。

【請求項 11】

前記圧力保持機構が、スクリュ背圧を制御するスクリュ駆動機構であることを特徴とする請求項 9 又は 10 に記載の製造装置。

【請求項 12】

前記スクリュは、前記可塑化シリンダ内において、前記可塑化ゾーンから前記飢餓ゾーンに向う前方、及び前記飢餓ゾーンから前記可塑化ゾーンに向う後方に進退自在に設けられ、

前記スクリュは、前記可塑化シリンダ内において、前方から後方へ前記熔融樹脂が逆流することを抑制する先端部シール機構を有し、

前記圧力保持機構が、前記先端部シール機構であることを特徴とする請求項 9 又は 10 に記載の製造装置。

【請求項 13】

前記スクリュは、前記可塑化シリンダ内において、前記熔融樹脂を前方へ送る正回転と、正回転とは逆の逆回転とが可能であり、

前記先端部シール機構は、

前記スクリュの前方の端部に位置するスクリュヘッドと、

前記スクリュヘッドの後方に位置する突き当てリングと、

前記スクリュヘッドと前記突き当てリングとを連結する軸と、

前記軸に遊嵌して、前記スクリュヘッドと前記突き当てリングとの間を前方及び後方に移動可能なチェックリングと、

前記スクリュを逆回転させることにより、前記チェックリングが前記突き当てリングに当接した状態を維持するロック機構とを有することを特徴とする請求項 12 に記載の製造装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発泡成形体の製造方法及び製造装置に関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

近年、超臨界状態の窒素や二酸化炭素を物理発泡剤として用いた射出発泡成形方法が研究及び実用化されている（特許文献１～３）。これら特許文献１～３によれば、物理発泡剤を用いた射出発泡成形方法は以下のように行われる。まず、物理発泡剤を密閉された可塑化シリンダに導入し、可塑化溶融した樹脂に接触分散させる。物理発泡剤が超臨界状態になる程度に可塑化シリンダ内を高圧に維持しつつ、物理発泡剤の分散した溶融樹脂を計量し、金型内に射出充填する。溶融樹脂に相溶していた超臨界流体は、射出充填時に急減圧されガス化し、溶融樹脂が固化することで気泡（発泡セル）が成形体内部に形成される。これらの射出発泡成形方法では、物理発泡剤は樹脂内圧よりも少し高い圧力で計量され、計量後、可塑化シリンダ内に導入される。よって物理発泡剤の溶融樹脂への溶解量は、物理発泡剤の導入量で決定される（導入量制御）。

10

【０００３】

また、特許文献４には、物理発泡剤を用いた射出発泡成形方法において、物理発泡剤を導入量制御ではなく、圧力制御で可塑化シリンダに導入する方法が開示されている。特許文献４では、可塑化シリンダ内に溶融樹脂が未充填となる飢餓ゾーンを設け、飢餓ゾーンに一定圧力の物理発泡剤を導入する。飢餓ゾーンにおいて、飢餓状態の溶融樹脂と一定の圧力の物理発泡剤とを接触させ、溶融樹脂に物理発泡剤を浸透させる。このとき、飢餓ゾーンは、常に、導入される物理発泡剤の一定圧力に保持されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００４】

20

【文献】特許第２６２５５７６号公報

特許第３７８８７５０号公報

特許第４１４４９１６号公報

特許第６１３９０３８号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

特許文献１～３の射出発泡成形方法では、可塑化シリンダへ導入する物理発泡剤を高圧力に設定し導入量を正確に計量する必要があった。これは、物理発泡剤の供給機構を複雑化し、装置のイニシャルコストを高める要因となっていた。

30

【０００６】

一方、特許文献４の射出発泡成形方法では、可塑化シリンダに物理発泡剤を圧力制御で導入するため、物理発泡剤の溶融樹脂への導入量、導入時間等を制御する必要が無い。したがって、特許文献４の射出発泡成形方法は、複雑な制御装置を省略又は簡略化でき、装置コストを削減できる。また、物理発泡剤の溶融樹脂に対する溶解量（浸透量）を単純な機構により安定化できる。

【０００７】

物理発泡剤を可塑化シリンダに圧力制御で導入する射出発泡成形方法においては、更に、高品質の発泡成形体を安定して製造できるよう改良が進められている。例えば、発泡セル径の肥大化、不均一化の原因となる、溶融樹脂からの物理発泡剤の分離は、更に抑制することが好ましい。

40

【０００８】

本発明は、上記課題を解決するものであり、溶融樹脂からの物理発泡剤の分離を抑制し、高品質の発泡成形体を安定して製造する方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【０００９】

本発明の第１の態様に従えば、発泡成形体の製造方法であって、内部に回転及び進退自在に設けられたスクリュを備え、熱可塑性樹脂が可塑化溶融されて溶融樹脂となる可塑化ゾーンと、前記溶融樹脂が飢餓状態となる飢餓ゾーンとを有し、前記飢餓ゾーンに物理発泡剤を導入するための導入口が形成された可塑化シリンダを含む製造装置を用い、前記製

50

造方法は、前記可塑化ゾーンにおいて、前記熱可塑性樹脂を可塑化溶解して前記溶解樹脂とすることと、前記飢餓ゾーンに、一定の圧力である第1の圧力を有する、前記物理発泡剤を含む加圧流体を導入することと、前記飢餓ゾーンにおいて、前記溶解樹脂を飢餓状態とすることと、前記飢餓ゾーンにおいて、前記飢餓状態の溶解樹脂と、前記第1の圧力の加圧流体とを接触させることと、前記第1の圧力の加圧流体と接触させた前記溶解樹脂を所定量計量することと、前記計量した溶解樹脂を前記可塑化シリンダから射出して、前記発泡成形体に成形することとを含み、前記溶解樹脂の計量の完了まで、スクリュ背圧を前記第1の圧力より高い第2の圧力に保持し、前記溶解樹脂の計量の完了から射出の開始まで、前記スクリュ背圧を前記第2の圧力以上の第3の圧力に保持することを特徴とする発泡成形体の製造方法が提供される。

10

【0010】

前記溶解樹脂の計量の完了から射出の開始まで、前記計量した溶解樹脂の圧力を前記第1の圧力より、 $0.5\text{ MPa} \sim 10\text{ MPa}$ 高い圧力に保持してもよい。

【0011】

第2の圧力と第3の圧力が同一であってもよい。

【0012】

前記スクリュは、前記可塑化シリンダ内において、前記可塑化ゾーンから前記飢餓ゾーンに向う前方、及び前記飢餓ゾーンから前記可塑化ゾーンに向う後方に進退自在に設けられ、前記スクリュは、前記可塑化シリンダ内において、前方から後方へ前記溶解樹脂が逆流することを抑制する先端部シール機構を有し、前記先端部シール機構は、前記スクリュの前方の端部に位置するスクリュヘッドと、前記スクリュヘッドの後方に位置する突き当てリングと、前記スクリュヘッドと前記突き当てリングとを連結する軸と、前記軸に遊嵌して、前記スクリュヘッドと前記突き当てリングとの間を前方及び後方に移動可能なチェックリングとを有してもよい。

20

【0013】

前記チェックリングが最も前方に位置している状態において、前記チェックリングの前方側の受圧面積 S_1 の、後方側の受圧面積 S_2 に対する比率(S_1/S_2)が、 $0.6 \sim 0.95$ であってもよい。前記チェックリングには、前記軸が貫通する貫通孔が形成されており、前記チェックリングの貫通孔を区画する内壁の一部は、前記貫通孔の後方端部と、前記後方端部の内径より小さい内径を有する小内径部とを連結する第1のテーパ面を形成し、前記軸は、前記突き当てリングとの接続部と、前記接続部の直径より小さい直径を有する小直径部とを連結する第2のテーパ面を有し、第1のテーパ面のテーパ比と、第2のテーパ面のテーパ比とは、略同一であり、前記チェックリングの前方及び後方の移動に伴い、第1のテーパ面と第2のテーパ面が離間及び当接してもよい。前記チェックリングの外側面に、溝が形成されていてもよく、前記溝が、前記チェックリングの外側面にラビリス構造を形成していてもよい。前記スクリュは、前記可塑化シリンダ内において、前記溶解樹脂を前方へ送る正回転と、正回転とは逆の逆回転とが可能であり、前記先端部シール機構は、前記スクリュを逆回転させることにより、前記チェックリングが前記突き当てリングに当接した状態を維持するロック機構を有し、前記発泡成形体の製造方法は、前記溶解樹脂の計量の完了後に前記スクリュを逆回転して、前記チェックリングが前記突き当てリングに当接した状態を維持してもよい。

30

40

【0014】

本発明の第2の態様に従えば、発泡成形体を製造する製造装置であって、内部に回転及び進退自在に設けられたスクリュを備え、熱可塑性樹脂が可塑化溶解されて溶解樹脂となる可塑化ゾーンと、前記溶解樹脂が飢餓状態となる飢餓ゾーンとを有し、前記飢餓ゾーンに物理発泡剤を導入するための導入口が形成され、一定量の前記溶解樹脂を計量して外部に射出する可塑化シリンダと、前記可塑化シリンダに、一定圧力である第1の圧力の物理発泡剤を供給する物理発泡剤供給機構と、前記溶解樹脂の計量の完了まで、スクリュ背圧を前記第1の圧力より高い第2の圧力に保持し、前記溶解樹脂の計量の完了から射出の開始まで、前記スクリュ背圧を前記第2の圧力以上の第3の圧力に保持するように構成され

50

た圧力保持機構とを有することを特徴とする製造装置が提供される。

【 0 0 1 5 】

前記圧力保持機構は、前記溶融樹脂の計量の完了から射出の開始まで、前記計量した溶融樹脂の圧力を前記第 1 の圧力より、 $0.5\text{ MPa} \sim 10\text{ MPa}$ 高い圧力に保持する機構であってもよい。前記圧力保持機構が、スクリュ背圧を制御するスクリュ駆動機構であってもよい。また、前記スクリュは、前記可塑化シリンダ内において、前記可塑化ゾーンから前記飢餓ゾーンに向う前方、及び前記飢餓ゾーンから前記可塑化ゾーンに向う後方に進退自在に設けられ、前記スクリュは、前記可塑化シリンダ内において、前方から後方へ前記溶融樹脂が逆流することを抑制する先端部シール機構を有し、前記圧力保持機構が、前記先端部シール機構であってもよい。前記スクリュは、前記可塑化シリンダ内において、前記溶融樹脂を前方へ送る正回転と、正回転とは逆の逆回転とが可能であり、前記先端部シール機構は、前記スクリュの前方の端部に位置するスクリュヘッドと、前記スクリュヘッドの後方に位置する突き当てリングと、前記スクリュヘッドと前記突き当てリングとを連結する軸と、前記軸に遊嵌して、前記スクリュヘッドと前記突き当てリングとの間を前方及び後方に移動可能なチェックリングと、前記スクリュを逆回転させることにより、前記チェックリングが前記突き当てリングに当接した状態を維持するロック機構とを有してもよい。

10

【 発 明 の 効 果 】

【 0 0 1 6 】

本発明の発泡成形体の製造方法は、溶融樹脂からの物理発泡剤の分離を抑制し、高品質の発泡成形体を安定して製造する製造方法を提供する。

20

【 図 面 の 簡 単 な 説 明 】

【 0 0 1 7 】

【 図 1 】 第 1 の実施形態の発泡成形体の製造方法を示すフローチャートである。

【 図 2 】 第 1 の実施形態で用いる発泡成形体の製造装置の概略図である。

【 図 3 】 図 3 (a) は、第 1 の実施形態において、溶融樹脂の計量途中の様子を示す図であり、図 3 (b) は、溶融樹脂の計量完了時の様子を示す図である。

【 図 4 】 図 4 (a) は、第 1 の実施形態において、溶融樹脂の計量完了後にスクリュ背圧を加える場合における、スクリュ駆動機構の圧力センサ (ロードセル) が検出する圧力及び飢餓ゾーンの圧力を示す図であり、図 4 (b) は、溶融樹脂の計量完了後にスクリュ背圧を加えない場合における、圧力センサ (ロードセル) が検出する圧力及び飢餓ゾーンの圧力を示す図である。

30

【 図 5 】 図 5 (a) は、第 2 の実施形態で用いる先端部シール機構において、チェックリングが最も前方に位置した状態を示す図であり、図 5 (b) は、チェックリングの本体リングが、スクリュヘッド及び突き当てリングの両方に接触していない状態を示す図であり、図 5 (c) は、チェックリングが最も後方に位置した状態を示す図である。図 5 (d) は、図 5 (a) における D - D ' 断面の断面図であり、図 5 (e) は、図 5 (a) における E - E ' 断面の断面図であり、図 5 (f) は、図 5 (c) における F - F ' 断面の断面図である。

【 図 6 】 図 6 (a) は、図 5 (a) に示す、第 2 の実施形態で用いる先端部シール機構の D - D ' 断面の断面図であり、図 6 (b) は、別の例の先端部シール機構の断面図である。

40

【 図 7 】 図 7 (a) は、第 2 の実施形態の変形例 1 で用いる先端部シール機構において、チェックリングが最も前方に位置した状態を示す図であり、図 7 (b) は、チェックリングが最も後方に位置した状態を示す図である。図 7 (c) は、チェックリングのみを示す図であり、図 7 (d) は、チェックリング以外の先端部シール機構の構成部品 (スクリュヘッド、軸及び突き当てリング) を示す図である。

【 図 8 】 図 8 (a) は、第 2 の実施形態の変形例 2 で用いる先端部シール機構において、チェックリングが最も前方に位置した状態を示す図であり、図 8 (b) は、チェックリングの本体リングが、スクリュヘッド及び突き当てリングの両方に接触していない状態を示す図であり、図 8 (c) は、チェックリングが最も後方に位置した状態を示す図である。

50

【図 9】図 9 (a) は、第 2 の実施形態の変形例 3 で用いる先端部シール機構において、チェックリングが最も前方に位置した状態を示す図であり、図 9 (b) は、チェックリングの本体リングが、スクリュヘッド及び突き当てリングの両方に接触していない状態を示す図であり、図 9 (c) は、チェックリングが最も後方に位置した状態を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 8 】

[第 1 の実施形態]

図 1 に示すフローチャートを参照しながら、本実施形態の発泡成形体の製造方法について説明する。本実施形態の発泡成形体の製造方法は、例えば、図 2 に示す製造装置 1 0 0 0 を用いて実施できる。まず、製造装置 1 0 0 0 について説明する。

【 0 0 1 9 】

< 発泡成形体の製造装置 >

製造装置（射出成形機）1 0 0 0 は、主に、スクリュ 2 0 が内设された可塑化シリンダ 2 1 0 と、スクリュ 2 0 を駆動させるスクリュ駆動機構 2 6 0 と、物理発泡剤を可塑化シリンダ 2 1 0 に供給する物理発泡剤供給機構であるポンベ 1 0 0 と、金型 2 5 1 が設けられた型締めユニット 2 5 0 と、可塑化シリンダ 2 1 0、スクリュ駆動機構 2 6 0 及び型締めユニット 2 5 0 を動作制御するための制御装置（不図示）を備える。

【 0 0 2 0 】

可塑化シリンダ 2 1 0 内において可塑化溶解された熔融樹脂は、図 2 における右手から左手に向かって流動する。したがって本実施形態の可塑化シリンダ 2 1 0 内部においては図 2 における右手を「上流」または「後方」、左手を「下流」または「前方」と定義する。可塑化シリンダ 2 1 0 及びスクリュ 2 0 の延在する方向（スクリュ 2 0 の軸方向、熔融樹脂の流動方向）を「前後方向」と定義する。また、本実施形態の可塑化シリンダ 2 1 0 では、従来公知の可塑化シリンダの構成と同様に、可塑化シリンダ 2 1 0 の後方側から見た場合に、スクリュ 2 0 を反時計回りに回転させると熔融樹脂を前方に送る正回転をし、時計回りに回転させると逆回転するように構成されている。

【 0 0 2 1 】

可塑化シリンダ 2 1 0 は、熱可塑性樹脂が可塑化溶解されて熔融樹脂となる可塑化ゾーン 2 1 と、可塑化ゾーン 2 1 の下流側に、熔融樹脂が飢餓状態となる飢餓ゾーン 2 3 とを有する。「飢餓状態」とは、熔融樹脂が飢餓ゾーン 2 3 内に充満せずに未充満となる状態である。したがって、飢餓ゾーン 2 3 内には、熔融樹脂の占有部分以外の空間が存在する。また、飢餓ゾーン 2 3 に物理発泡剤を導入するための導入口 2 0 2 が形成されており、導入口 2 0 2 には、導入速度調整容器 3 0 0 が接続している。ポンベ 1 0 0 は、導入速度調整容器 3 0 0 を介して可塑化シリンダ 2 1 0 に物理発泡剤を供給する。

【 0 0 2 2 】

スクリュ駆動機構 2 6 0 は、可塑化シリンダ 2 1 0 の上流側の後端部に接続され、スクリュ回転用モータ M 2 及び伝動手段 2 6 2 を含むスクリュ回転駆動機構と、スクリュ前後進用モータ M 1 及び伝動手段 2 6 3 を含むスクリュ移動機構と、スクリュ 2 0 にかかる圧力を検出するロードセル等の圧力センサ 2 6 1 を有する。スクリュ回転用モータ M 2 は、プーリやベルト等から構成される伝動手段 2 6 2 を介してスクリュ 2 0 を正回転及び逆回転させる。スクリュ前後進用モータ M 1 は、プーリ、ベルト、ボールネジ/ナット機構等の回転運動を直線運動に変換する伝動手段 2 6 3 を介してスクリュ 2 0 を前後方向に移動させる。これにより、スクリュ 2 0 は、可塑化ゾーン 2 1 から飢餓ゾーン 2 3 に向う前方への前進及び飢餓ゾーン 2 3 から可塑化ゾーン 2 1 に向う後方への後退が可能である。

【 0 0 2 3 】

圧力センサ 2 6 1 が検出するスクリュ 2 0 にかかる圧力の大きさは、スクリュ 2 0 の前方に位置する熔融樹脂の圧力の大きさであるが、スクリュ 2 0 にスクリュ背圧が加えられている場合には、同時に、スクリュ背圧の大きさでもある。「スクリュ背圧」とは、スクリュ 2 0 を後方から前方へ押す力である。例えば、樹脂の可塑化計量時、即ち、スクリュ 2 0 が正回転することにより、熔融樹脂が可塑化シリンダ 2 1 0 の前方へ送られ、その

10

20

30

40

50

樹脂圧力によりスクリュ２０が後退するときに、スクリュ２０には、後方から前方へ押す力（スクリュ背圧）を加える。このとき、スクリュ背圧と、スクリュ２０の前方に位置する溶融樹脂の圧力は等しい。圧力センサ２６が検出する圧力は、スクリュ２０の前方に位置する溶融樹脂の圧力であると同時に、スクリュ背圧でもある。本実施形態では、スクリュ背圧はスクリュ駆動機構２６０によって制御される。

【００２４】

一方で、スクリュ背圧を加えていないとき、即ち、スクリュ背圧が０（ゼロ）のとき、圧力センサ２６１は、スクリュ２０の前方に位置する溶融樹脂の圧力のみを検出する。例えば、所定量の溶融樹脂の計量が完了した後、スクリュ背圧を０（ゼロ）にする場合、圧力センサ２６１が検出する圧力は、スクリュ２０の前方に位置する計量された溶融樹脂の圧力である。

10

【００２５】

スクリュ２０は、その前方の端部に、チェックリング５２を含む先端部シール機構５０を有する。先端部シール機構５０は、スクリュ２０前方の圧縮された樹脂が、後方側へ逆流することを抑制する。

【００２６】

尚、製造装置１０００は、飢餓ゾーン２３を１つしか有していないが、本実施形態に用いられる製造装置は、これに限定されない。例えば、溶融樹脂への物理発泡剤の浸透を促進するために、飢餓ゾーン２３及びそこに形成される導入口２０２を複数有し、複数の導入口２０２から物理発泡剤を可塑化シリンダ２１０に導入する構造であってもよい。

20

【００２７】

< 発泡成形体の製造方法 >

（１）熱可塑性樹脂の可塑化溶融

まず、可塑化シリンダ２１０の可塑化ゾーン２１において、熱可塑性樹脂を可塑化溶融して溶融樹脂とする（図１のステップＳ１）。熱可塑性樹脂としては、目的とする成形体の種類に応じて種々の樹脂を使用できる。具体的には、例えば、ポリプロピレン、ポリメチルメタクリレート、ポリアミド、ポリカーボネート、アモルファスポリオレフィン、ポリエーテルイミド、ポリエチレンテレフタレート、ポリエーテルエーテルケトン、ＡＢＳ樹脂（アクリロニトリル・ブタジエン・スチレン共重合樹脂）、ポリフェニレンスルファイド、ポリアミドイミド、ポリ乳酸、ポリカプロラクトンなどの熱可塑性樹脂、及びこれらの複合材料を用いることができる。これらの熱可塑性樹脂は、単独で用いても、二種類以上を混合して用いてもよい。

30

【００２８】

また、これらの熱可塑性樹脂にガラス繊維、タルク、カーボン繊維などの各種無機フィラーを混練したものをを用いることもできる。熱可塑性樹脂には、発泡核剤として機能する無機フィラーや溶融張力を高める添加剤を混合することが好ましい。これらを混合することで、発泡セルを微細化できる。本実施形態の熱可塑性樹脂は、必要に応じてその他の汎用の各種添加剤を含んでもよい。更に、本実施形態の熱可塑性樹脂は、汎用の化学発泡剤を含んでもよい。化学発泡剤を少量添加することで発泡性能を補完できる。

【００２９】

40

本実施形態では、図２に示すスクリュ２０が内設された可塑化シリンダ２１０内で熱可塑性樹脂の可塑化溶融を行う。可塑化シリンダ２１０の外壁面にはバンドヒータ（図示せず）が配設されており、これにより可塑化シリンダ２１０が加熱され、更にスクリュ２０の回転による剪断発熱も加わり、熱可塑性樹脂が可塑化溶融される。

【００３０】

（２）物理発泡剤の導入

次に、飢餓ゾーン２３に一定圧力（第１の圧力）の物理発泡剤を導入する（図１のステップＳ２）。

【００３１】

物理発泡剤としては、加圧流体を用いる。本実施形態において「流体」とは、液体、気

50

体、超臨界流体のいずれかを意味する。また、物理発泡剤は、コストや環境負荷の観点から、二酸化炭素、窒素等が好ましい。本実施形態の物理発泡剤の圧力は比較的低下であるため、例えば、窒素ポンプ、二酸化炭素ポンプ、空気ポンプ等の流体が貯蔵されたポンプから、減圧弁により一定圧力に減圧して取り出した流体を用いることができる。この場合、昇圧装置が不要となるので、製造装置全体のコストを低減できる。また、必要であれば所定の圧力まで昇圧した流体を物理発泡剤として用いてもよい。例えば、物理発泡剤として窒素を使用する場合、以下の方法で物理発泡剤を生成できる。まず、大気中の空気をコンプレッサーで圧縮しながら窒素分離膜を通して窒素を精製する。次に、精製した窒素をブースターポンプやシリンジポンプ等を用いて所定圧力まで昇圧し、物理発泡剤を生成する。また、圧縮空気を物理発泡剤として利用してもよい。本実施形態では、物理発泡剤と溶融樹脂の強制的な剪断混練を行わない。このため、物理発泡剤として圧縮空気をを用いても、溶融樹脂に対して溶解性の低い酸素は溶融樹脂に溶解し難く、溶融樹脂の酸化劣化を抑制できる。

【0032】

飢餓ゾーン23に導入する物理発泡剤の圧力（第1の圧力）は一定である。この物理発泡剤の圧力（第1の圧力）は、1MPa～15MPaが好ましく、1MPa～10MPaがより好ましく、2MPa～8MPaが更により好ましい。溶融樹脂の種類により最適な圧力は異なるが、物理発泡剤の圧力を1MPa以上とすることで、発泡させるのに必要な量の物理発泡剤を溶融樹脂内に浸透させることができ、15MPa以下とすることで、装置負荷を低減できる。

【0033】

また、本実施形態では、飢餓ゾーン23に物理発泡剤のみを導入するが、本実施形態の効果に影響を与えない程度に、物理発泡剤以外の他の加圧流体を同時に飢餓ゾーン23に導入してもよい。この場合、飢餓ゾーン23に導入される物理発泡剤を含む加圧流体は、上述の一定圧力を有する。

【0034】

本実施形態では、図2に示すように、ポンプ100から導入速度調整容器300を介し、導入口202から飢餓ゾーン23へ物理発泡剤を供給する。物理発泡剤は、減圧弁151を用いて所定の圧力に減圧した後、昇圧装置等を経ることなく、導入口202から飢餓ゾーン23へ導入される。本実施形態では、可塑化シリンドラ210に導入する物理発泡剤の導入量、導入時間等を制御しない。そのため、それらを制御する機構、例えば、逆止弁や電磁弁等を用いた駆動弁は減圧弁151から導入口202の区間内に不要である。本実施形態でも減圧弁151から導入口202の区間内に、駆動弁を有さず、常に開放されている。減圧弁151から導入口202の区間内に逆止弁や電磁弁を設けてもよいが、連続する成形サイクルの期間は常に解放されるものとする。また、スクリュ20の進退に伴い、飢餓ゾーン23は可塑化シリンドラ210内を前後方向に移動するが、導入口202は、常に飢餓ゾーン23に位置するように設けられる。

【0035】

物理発泡剤の導入口202は、従来の製造装置の物理発泡剤の導入口と比較して内径が大きい。このため、比較的低下の物理発泡剤であっても、可塑化シリンドラ210内に効率良く導入できる。また、溶融樹脂の一部が導入口202に接触して固化した場合であっても、内径が大きいことにより完全に塞がることなく導入口として機能できる。例えば、可塑化シリンドラ210の内径が大きい場合、即ち、可塑化シリンドラの外径が大きい場合に、導入口202の内径を大きくし易い。一方、導入口202の内径が大き過ぎると、溶融樹脂の滞留が発生して成形不良の原因となり、また、導入口202に接続する導入速度調整容器300が大型化して装置全体のコストが上昇する。具体的には、導入口202の内径は、可塑化シリンドラ210の内径の20%～100%が好ましく、30%～80%がより好ましい。または、可塑化シリンドラ210の内径に依存せず、導入口202の内径は、3mm～100mmが好ましく、5mm～50mmがより好ましい。ここで、導入口202の内径とは、可塑化シリンドラ210の内壁上における開口部の内径を意味する。また、導入口

202の形状、即ち、可塑化シリンダ210の内壁上における開口部の形状は、真円に限られず、楕円や多角形であってもよい。導入口202の形状が楕円や多角形である場合には、導入口202の面積と同じ面積の真円におけるその直径を「導入口202の内径」と定義する。

【0036】

導入口202に接続する導入速度調整容器300は、一定以上の容積を有することで、可塑化シリンダ210へ導入される物理発泡剤の流速を緩やかにし、導入速度調整容器300内に物理発泡剤が滞留できる時間を確保できる。加熱させた可塑化シリンダ210の近傍に滞留することで、物理発泡剤は加温され、物理発泡剤と熔融樹脂との温度差が小さくなり、物理発泡剤の熔融樹脂への溶解量（浸透量）を安定化できる。即ち、導入速度調整容器300は、バッファ容器として機能する。一方で、導入速度調整容器300は、その容積が大きすぎると、装置全体のコストが上昇する。導入速度調整容器300の容積は、飢餓ゾーン23に存在する熔融樹脂の量にも依存するが、5mL～10Lであることが好ましく、10mL～1Lがより好ましい。導入速度調整容器300の容積をこの範囲とすることで、コストを考慮しながら物理発泡剤が滞留できる時間を確保できる。

10

【0037】

また、後述するように物理発泡剤は熔融樹脂に接触して浸透することにより、可塑化シリンダ210内で消費される。飢餓ゾーン23の圧力を一定に保持するために、消費された分の物理発泡剤が導入速度調整容器300から飢餓ゾーン23へ導入される。導入速度調整容器300の容積が小さすぎると、物理発泡剤の置換頻度が高くなるため、物理発泡剤の温度が不安定となり、その結果、物理発泡剤の供給が不安定になる虞がある。したがって、導入速度調整容器300は、1～10分間に可塑化シリンダにおいて消費される量の物理発泡剤が滞留できる容積を有することが好ましい。

20

【0038】

尚、導入速度調整容器300は、可塑化シリンダ210と別個体の容器であってもよいし、可塑化シリンダ210と一体に形成され、可塑化シリンダ210の一部を構成してもよい。

【0039】

(3) 熔融樹脂を飢餓状態とする

次に、熔融樹脂を飢餓ゾーン23へ流動させ、飢餓ゾーン23において熔融樹脂を飢餓状態とする（図1のステップS3）。飢餓状態は、飢餓ゾーン23の上流から飢餓ゾーン23への熔融樹脂の送り量と、飢餓ゾーン23からその下流への熔融樹脂の送り量とのバランスで決定され、前者の方が少ないと飢餓状態となる。

30

【0040】

本実施形態では、熔融樹脂が圧縮されて圧力が高まる圧縮ゾーン22を飢餓ゾーン23の上流に設けることにより、飢餓ゾーン23において熔融樹脂を飢餓状態とする。圧縮ゾーン22には、上流側に位置する可塑化ゾーン21よりもスクリュ20の軸の直径を大きく（太く）し、スクリュフライトを段階的に浅くした大径部分20Aを設け、更に、大径部分20Aの下流側に隣接して、飢餓ゾーン23との境にリング26を設ける。リング26は半割り構造であり、それら2分割してスクリュ20に被せて設置する。大径部分20A及びリング26は、スクリュ20の軸の直径を大きくすることにより、可塑化シリンダ210の内壁とスクリュ20のクリアランスを縮小し、下流に送る樹脂供給量を低減できるため、熔融樹脂の流動抵抗を高められる。したがって、本実施形態において、大径部分20A及びリング26は、熔融樹脂の流動抵抗を高める機構である。尚、リング26は、物理発泡剤の逆流、即ち、シール部26の下流側から上流側への物理発泡剤の移動を抑制する効果も奏する。

40

【0041】

大径部分20A及びリング26の存在により圧縮ゾーン22から飢餓ゾーン23に供給される樹脂流量が低下し、上流側の圧縮ゾーン22においては熔融樹脂が圧縮されて圧力が高まり、下流側の飢餓ゾーン23においては、熔融樹脂が未充満（飢餓状態）となる。

50

熔融樹脂の飢餓状態を促進するために、スクリュ 20 は、圧縮ゾーン 22 に位置する部分と比較して、飢餓ゾーン 23 に位置する部分の軸の直径が小さく（細く）、且つスクリュフライトが深い構造を有する。

【0042】

圧縮ゾーン 22 に設けられる熔融樹脂の流動抵抗を高める機構は、圧縮ゾーン 22 から飢餓ゾーン 23 へ供給される樹脂流量を制限するために一時的に熔融樹脂が通過する流路面積を縮小させる機構であれば、特に制限されない。本実施形態では、スクリュの大径部分 20A 及びリング 26 の両方を用いたが、片方のみ用いてもよい。スクリュの大径部分 20A、リング 26 以外の流動抵抗を高める機構としては、スクリュフライトが他の部分とは逆向きに設けられた構造、スクリュ上に設けられたラビリンス構造等が挙げられる。

10

【0043】

熔融樹脂の流動抵抗を高める機構は、スクリュとは別部材のリング等としてスクリュに設けてもよいし、スクリュの構造の一部としてスクリュと一体に設けてもよい。熔融樹脂の流動抵抗を高める機構は、スクリュとは別部材のリング等として設けると、リングを変更することにより熔融樹脂の流路であるクリアランスの大きさを変更できるので、容易に熔融樹脂の流動抵抗の大きさを変更できるという利点がある。

【0044】

また、融樹脂の流動抵抗を高める機構以外に、飢餓ゾーン 23 から上流の圧縮ゾーン 22 へ熔融樹脂の逆流を防止する逆流防止機構（シール機構）を圧縮ゾーン 22 の飢餓ゾーン 23 との間に設けることによっても、飢餓ゾーン 23 において熔融樹脂を飢餓状態にできる。例えば、物理発泡剤の圧力により上流側に移動可能なリング、鋼球等のシール機構が挙げられる。但し、逆流防止機構は駆動部を必要とするため、樹脂滞留の虞がある。このため、駆動部を有さない流動抵抗を高める機構の方が好ましい。

20

【0045】

本実施形態では、飢餓ゾーン 23 における熔融樹脂の飢餓状態を安定化させるために、可塑化シリンダ 210 へ供給する熱可塑性樹脂の供給量を制御してもよい。熱可塑性樹脂の供給量が多すぎると飢餓状態を維持することが困難となるからである。本実施形態では、汎用のフィーダースクリュ 212 を用いて、熱可塑性樹脂の供給量を制御する。熱可塑性樹脂の供給量が制限されることにより、飢餓ゾーン 23 における熔融樹脂の計量速度が、圧縮ゾーン 22 での可塑化速度よりも大きくなる。この結果、飢餓ゾーン 23 における熔融樹脂の密度が安定に低下し、熔融樹脂への物理発泡剤の浸透が促進される。

30

【0046】

本実施形態において、前後方向における飢餓ゾーン 23 の長さは、熔融樹脂と物理発泡剤との接触面積や接触時間を確保するために長いほうが好ましいが、長すぎると成形サイクルやスクリュが長くなる弊害生じる。このため、飢餓ゾーン 23 の長さは、可塑化シリンダ 210 の内径の 2 倍～12 倍が好ましく、4 倍～10 倍がより好ましい。また、飢餓ゾーン 23 の長さは、射出成形における計量ストロークの全範囲を賄うことが好ましい。即ち、熔融樹脂の流動方向における飢餓ゾーン 23 の長さは、射出成形における計量ストロークの長さ以上であることが好ましい。樹脂の可塑化計量及び射出に伴ってスクリュ 20 は前方及び後方に移動するが、飢餓ゾーン 23 の長さを計量ストロークの長さ以上とすることで、発泡成形体の製造中、常に、導入口 202 を飢餓ゾーン 23 内に配置できる（形成できる）。換言すれば、発泡成形体の製造中にスクリュ 20 が前方及び後方に動いても、飢餓ゾーン 23 以外のゾーンが、導入口 202 の位置に来ることはない。これにより、導入口 202 から導入される物理発泡剤は、発泡成形体の製造中、常に、飢餓ゾーン 23 に導入される。本実施形態の飢餓ゾーン 23 の長さは、図 2 に示すように、スクリュ 20 において、リング 26 の下流から、後述する熔融樹脂が圧縮されて圧力が高まる再圧縮ゾーン 24 の上流まで長さである。本実施形態の飢餓ゾーン 23 では、スクリュ 20 の軸の直径及びスクリュフライトの深さが一定である。

40

【0047】

（４）熔融樹脂と物理発泡剤との接触

50

次に、飢餓ゾーン２３において飢餓状態の溶融樹脂と一定圧力（第１の圧力）の物理発泡剤とを接触させる（図１のステップＳ４）。即ち、飢餓ゾーン２３において、溶融樹脂を物理発泡剤により一定圧力で加圧する。飢餓ゾーン２３は溶融樹脂が未充填（飢餓状態）であり物理発泡剤が存在できる空間があるため、物理発泡剤と溶融樹脂とを効率的に接触させることができる。溶融樹脂に接触した物理発泡剤は、溶融樹脂に浸透して消費される。物理発泡剤が消費されると、導入速度調整容器３００中に滞留している物理発泡剤が飢餓ゾーン２３に供給され、溶融樹脂は一定圧力の物理発泡剤に接触し続ける。飢餓ゾーン２３は、常に、一定の圧力（第１の圧力）に保持される。

【００４８】

尚、飢餓ゾーン２３の圧力（第１の圧力）が「一定である」とは、所定圧力に対する圧力の変動幅が、好ましくは±１０％以内、より好ましくは±５％以内であることを意味する。飢餓ゾーン２３の圧力は、例えば、可塑化シリンダ２１０の導入口２０２に対向する位置等、飢餓ゾーン２３内に設けられた圧力センサ（不図示）により測定される。

【００４９】

従来の物理発泡剤を用いた発泡成形では、可塑化シリンダに所定量の高圧の物理発泡剤を所定時間内に強制的に導入していた。したがって、物理発泡剤を高圧力に昇圧し、溶融樹脂への導入量、導入時間等を正確に制御する必要があり、物理発泡剤が溶融樹脂に接触するのは、短い導入時間のみであった。これに対して本実施形態では、可塑化シリンダ２１０に物理発泡剤を強制的に導入するのではなく、一定圧力の物理発泡剤を連続的に可塑化シリンダ内に供給し、連続的に物理発泡剤を溶融樹脂に接触させる。これにより、温度及び圧力により決定される溶融樹脂への物理発泡剤の溶解量（浸透量）が、安定化する。また、本実施形態の物理発泡剤は、常に溶融樹脂に接触しているため、必要十分な量の物理発泡剤が溶融樹脂内に浸透できる。これにより、本実施形態で製造する発泡成形体は、従来の物理発泡剤を用いた成形方法と比較して低圧の物理発泡剤を用いているのにもかかわらず、発泡セルが微細である。

【００５０】

また、本実施形態の製造方法は、物理発泡剤の導入量、導入時間等を制御する必要が無いため、逆止弁や電磁弁等の駆動弁、更にこれらを制御する制御機構が不要となり、装置コストを抑えられる。また、本実施形態で用いる物理発泡剤は従来の物理発泡剤よりも低圧であるため装置負荷も小さい。

【００５１】

本実施形態では、可塑化シリンダ内で消費された物理発泡剤を補うために、前記一定圧力の物理発泡剤を連続的に供給しながら、発泡成形体の製造方法の全ての工程が実施される。また、本実施形態では、例えば、連続で複数ショットの射出成形を行う場合、射出工程、成形体の冷却工程及び成形体の取出工程が行われている間も、次のショット分の溶融樹脂が可塑化シリンダ内で準備されており、次のショット分の溶融樹脂が物理発泡剤により一定圧力で加圧される。つまり、連続で行う複数ショットの射出成形では、可塑化シリンダ内に、溶融樹脂と一定圧力の物理発泡剤が常に存在して接触している状態、つまり、可塑化シリンダ内で溶融樹脂が物理発泡剤により一定圧力で常時、加圧された状態で、可塑化計量工程、射出工程、成形体の冷却工程、取り出し工程等を含む、射出成形の１サイクルが行われる。

【００５２】

（５）溶融樹脂の計量

次に、物理発泡剤と接触させた溶融樹脂を所定量計量する（図１のステップＳ５）。図３（ａ）は、溶融樹脂の計量途中の様子を示し、図３（ｂ）は、溶融樹脂の計量完了時の様子を示す。本実施形態で用いる可塑化シリンダ２１０は、飢餓ゾーン２３の下流に、飢餓ゾーン２３に隣接して配置され、溶融樹脂が圧縮されて圧力が高まる再圧縮ゾーン２４を有する。まず、スクリュ２０の正回転により、飢餓ゾーン２３の溶融樹脂を再圧縮ゾーン２４に流動させる。物理発泡剤を含む溶融樹脂は、再圧縮ゾーン２４において圧力調整される。スクリュ２０を更に正回転することにより、溶融樹脂が可塑化シリンダ２１０の

前方へ送られ、その樹脂圧力によりスクリュ２０が後退する。図３（ａ）及び（ｂ）に示すように、スクリュ２０が後退することにより、スクリュ２０の前方に計量ゾーン２５が形成され、計量ゾーン２５に所定量の熔融樹脂（１ショット分の熔融樹脂）が計量される。

【００５３】

本実施形態では、熱可塑性樹脂の可塑化開始から熔融樹脂の計量完了まで（樹脂の可塑化計量中）、スクリュ２０に、飢餓ゾーン２３の一定の圧力（第１の圧力）より高いスクリュ背圧（第２の圧力）を加える。スクリュ背圧を加えているとき、計量ゾーン２５の圧力（スクリュ２０の前方の熔融樹脂の圧力）は、スクリュ背圧に等しい。したがって、熔融樹脂の計量完了まで、計量ゾーン２５の圧力は、飢餓ゾーン２３の一定の圧力より高い圧力（第２の圧力）に保持される。これにより、熔融樹脂からの物理発泡剤の分離が抑制され、均一相溶が促進される。一方で、可塑化計量中のスクリュ背圧が高過ぎると、計量ゾーン２５の圧力が高くなり過ぎる。これにより、先端部シール機構５０の前方に熔融樹脂を送り難くなり、飢餓ゾーン２３の導入口２０３から熔融樹脂がベントアップする虞がある。これらの観点から、熔融樹脂の計量完了までのスクリュ背圧（第２の圧力）は、飢餓ゾーン２３の一定圧力（第１の圧力）より、例えば、０．４ＭＰａ～４ＭＰａ高く、０．５ＭＰａ～３ＭＰａ高いことが好ましい。

10

【００５４】

（６）計量した熔融樹脂の圧力保持

本実施形態では、熔融樹脂の計量完了から射出開始まで、常に計量した熔融樹脂の圧力（計量ゾーン２５の圧力）を飢餓ゾーン２３の一定の圧力（第１の圧力）より高い圧力に保持する（ステップＳ６）。これにより、計量後の熔融樹脂からの物理発泡剤の分離が抑制され、均一相溶が促進される。

20

【００５５】

計量した熔融樹脂の圧力が、第１の圧力より十分に高いと、熔融樹脂からの物理発泡剤の分離を十分に抑制できる。一方で、計量した熔融樹脂の圧力（計量ゾーン２５の圧力）を高くし過ぎると、射出前にスクリュ２０の位置が大きく変動する虞がある。これらの観点から、熔融樹脂の計量の完了から射出の開始まで、計量した熔融樹脂の圧力（計量ゾーン２５の圧力）は、飢餓ゾーン２３の一定の圧力（第１の圧力）より、０．５ＭＰａ～１０ＭＰａ高いことが好ましく、１ＭＰａ～１０ＭＰａ高いことがより好ましく、２ＭＰａ～５ＭＰａ高いことが更により好ましい。

30

【００５６】

計量した熔融樹脂の圧力（計量ゾーン２５の圧力）を飢餓ゾーン２３の一定の圧力（第１の圧力）より高い圧力に保持する方法は任意であるが、本実施形態では、熔融樹脂の計量の完了から射出の開始まで、スクリュ背圧を飢餓ゾーン２３の一定の圧力（第１の圧力）より高い圧力に保持する。スクリュ背圧は、スクリュ駆動機構２６０によって制御される。したがって、本実施形態において、スクリュ駆動機構２６０は、熔融樹脂の計量の完了から射出の開始まで、計量した熔融樹脂の圧力を飢餓ゾーン２３の一定の圧力（第１の圧力）より高い圧力に保持する圧力保持機構である。

【００５７】

熔融樹脂の計量の完了から射出の開始までのスクリュ背圧（第３の圧力）は、熔融樹脂の計量完了までのスクリュ背圧（第２の圧力）以上であることが好ましい。即ち、第３の圧力は、第２の圧力と同じであってもよいし、第２の圧力より高くてもよい。上述のように、熔融樹脂の計量完了までのスクリュ背圧（第２の圧力）が高すぎると、先端部シール機構５０の前方に熔融樹脂を送れなくなり、飢餓ゾーン２３の導入口２０３から熔融樹脂がベントアップする虞がある。一方、熔融樹脂の計量の完了後は、熔融樹脂を先端部シール機構５０の前方に送る必要がないため、スクリュ背圧（第３の圧力）を高くしてもこのような問題は生じない。寧ろ、スクリュ背圧（第３の圧力）を高くすることにより、物理発泡剤の熔融樹脂への溶解を更に促進できると共に、先端部シール機構５０のシール性を高め、先端部シール機構５０の前方から後方への熔融樹脂の逆流を抑制できる。

40

【００５８】

50

(7) 発泡成形

次に、物理発泡剤を接触させ、計量した熔融樹脂を発泡成形体に成形する（図 1 のステップ S 7）。射出発泡成形としては、金型キャビティ内に、金型キャビティ容積の 75% ~ 95% の充填容量の熔融樹脂を充填して、気泡が拡大しながら金型キャビティを充填するショートショット法を用いてもよいし、また、金型キャビティ容積 100% の充填量の熔融樹脂を充填した後、キャビティ容積を拡大させて発泡させるコアバック法を用いてもよい。得られる発泡成形体は内部に発泡セルを有するため、熱可塑性樹脂の冷却時の収縮が抑制されてヒケやソリが軽減され、低比重の成形体を得られる。

【 0 0 5 9 】

以上説明した本実施形態の製造方法では、物理発泡剤の熔融樹脂への導入量、導入時間等を制御する必要がないため、複雑な制御装置を省略又は簡略化でき、装置コストを削減できる。また、本実施形態の発泡成形体の製造方法は、飢餓ゾーン 23 において、飢餓状態の熔融樹脂と前記一定圧力の物理発泡剤とを接触させる。これにより、物理発泡剤の熔融樹脂に対する溶解量（浸透量）を単純な機構により安定化できる。

【 0 0 6 0 】

また、本実施形態の製造方法では、熔融樹脂の計量完了から射出開始まで、計量した熔融樹脂の圧力（計量ゾーン 25 の圧力）を飢餓ゾーン 23 の一定の圧力（第 1 の圧力）より高い圧力に保持する。これにより、熔融樹脂から物理発泡剤が分離することを抑制し、発泡成形体における発泡セルの肥大化、不均一化を抑制できる。この効果について、更に説明する。

【 0 0 6 1 】

本発明者らは、例えば、本実施形態で用いる図 2 に示す成形装置 1000 を用いる発泡成形体の製造方法（射出発泡成形方法）において、熔融樹脂の計量完了から射出開始までの間に、計量した熔融樹脂の圧力が低下する現象を発見した。

【 0 0 6 2 】

図 4（b）に、この現象が生じた場合の計量ゾーン 25 の圧力の変化の一例を示す。図 4（b）に、スクリュ駆動機構 260 の圧力センサ 261（ロードセル）が検出する、前のショットの射出工程（0 ~ 7.5 S）と、それに続く次のショットの可塑化開始から射出開始まで（7.5 S ~ 35 S）の計量ゾーン 25 の圧力 M を示す。図 4（b）には、併せて、飢餓ゾーン 23 の圧力 S も示す。

【 0 0 6 3 】

図 4（b）に示す例では、飢餓ゾーン 23 の圧力 S（第 1 の圧力）を 6 MPa 一定とし、熱可塑性樹脂の可塑化開始から熔融樹脂の計量完了まで（7.5 S ~ 27 S）、9 MPa のスクリュ背圧を加えている。したがって、この間、計量ゾーン 25 の圧力 M は、9 MPa である。そして、熔融樹脂の計量完了後は、一般的な射出成形と同様に、スクリュ背圧を 0（ゼロ）としている。熔融樹脂の計量完了直後、即ち、スクリュ背圧を 0（ゼロ）にした直後に、計量ゾーン 25 の圧力 M は 9 MPa から 7 MPa まで低下し、更に徐々に低下して、飢餓ゾーン 23 の圧力（6 MPa）とほぼ同一になる。

【 0 0 6 4 】

この原因は、スクリュ 20 の前方に位置する熔融樹脂、又はそれに溶解している物理発泡剤が、飢餓ゾーン 20 の方向（後方）へ逆流するためだと推測される。

【 0 0 6 5 】

従来の非発泡成形体の成形方法においては、計量ゾーン 25 の熔融樹脂が多少逆流しても、計量ゾーン 25 の熔融樹脂の樹脂密度は変化するが、成形体の品質に大きな影響は与えない。可塑化シリンダ内は、同圧であるため、計量ゾーン 25 の圧力が変化することもない。また、例えば、特許文献 1 ~ 3 に記載される超臨界流体等の物理発泡剤を用いる従来の発泡成形方法においても、可塑化シリンダ内は同圧である。このため、計量ゾーン 25 の熔融樹脂が多少逆流しても、計量ゾーン 25 の圧力の低下や、熔融樹脂からの物理発泡剤の分離も生じない。したがって、発泡成形体の品質に大きな影響を与えないと推測される。即ち、従来の非発泡成形体及び発泡成形体の成形方法において、計量ゾーン 25 の

10

20

30

40

50

熔融樹脂の多少逆流は、大きな問題ではなかった。一方、本実施形態の成形方法では、計量ゾーン２５の圧力は、飢餓ゾーン２３の一定圧力よりも高い。このように、本実施形態では、可塑化シリンダ２１０内の圧力は同圧ではない。このため、計量ゾーン２５の熔融樹脂の逆流が生じると、その逆流量が従来の成形方法では問題にならなかった量であっても、計量ゾーン２５の圧力が低下し、遂には、図４（ｂ）に示すように飢餓ゾーン２３と同一の圧力になってしまう。これは、熔融樹脂からの物理発泡剤の分離を促進し、発泡成形体における発泡セルの肥大化、不均一化の原因となりうる。

【００６６】

通常、スクリュ２０の先端には、計量ゾーン２５からの熔融樹脂の逆流を抑制するため、先端部シール機構５０が設けられる。しかし、上述のように従来の成形方法において多少の熔融樹脂の逆流は大きな問題ではなかったため、先端部シール機構５０は、本実施形態において、計量ゾーン２５の圧力低下を防ぐのに十分なシール性を有していない場合がある。また、先端部シール機構５０が熔融樹脂の逆流を防止できても、流体である物理発泡剤の逆流を阻止できない場合がある。この場合も、熔融樹脂から分離した物理発泡剤が計量ゾーン２５から逆流することにより、計量ゾーン２５の圧力が低下する。このように、先端部シール機構５０が十分に機能せず、飢餓ゾーン２３と計量ゾーン２５との圧力を分断出来ない場合があることがわかった。

【００６７】

以上説明したように、熔融樹脂の計量完了後に計量ゾーン２５の圧力が低下するという課題は、飢餓ゾーン２３と計量ゾーン２５との圧力を分断する必要がある本実施形態特有の課題である。この課題を解決するため、本実施形態では、上述したように、熔融樹脂の計量完了から射出開始まで、飢餓ゾーン２３の一定圧力（第１の圧力）より高いスクリュ背圧を加える。例えば、図４（ａ）に示すように、熔融樹脂の計量完了までのスクリュ背圧（第２の圧力、９ＭＰａ）と同じ大きさのスクリュ背圧（第３の圧力、９ＭＰａ）を、熔融樹脂の計量完了後も加え続ける。これにより、計量ゾーン２５の圧力の低下を防ぎ、熔融樹脂からの物理発泡剤の分離が抑制され、均一相溶が促進される。

【００６８】

尚、上述したように、熔融樹脂の計量完了後に加えるスクリュ背圧の大きさ（第３の圧力）は、熔融樹脂の計量完了までのスクリュ背圧（第２の圧力）と同じ圧力に限られず、高い圧力であってもよい。図４（ａ）に示す例の場合、熔融樹脂の計量完了までスクリュ背圧を９ＭＰａとし、熔融樹脂の計量完了後に、スクリュ背圧を９ＭＰａより高い圧力としてもよい。

【００６９】

[第２の実施形態]

上述した第１の実施形態では、熔融樹脂の計量完了後にスクリュ背圧を加えることにより、計量した熔融樹脂の圧力（計量ゾーン２５の圧力）を飢餓ゾーン２３の一定の圧力（第１の圧力）より高い圧力に保持する。本実施形態では、熔融樹脂の計量完了後にスクリュ背圧を加えることに代えて、図５（ａ）～（ｆ）に示す、特定の構造を有する先端部シール機構６０を用いることにより、計量ゾーン２５の圧力を第１の圧力より高い圧力に保持する。本実施形態では、先端部シール機構６０が、熔融樹脂の計量の完了から射出の開始まで、計量した熔融樹脂の圧力を飢餓ゾーン２３の一定の圧力より高い圧力に保持する圧力保持機構である。

【００７０】

< 発泡成形体の製造装置 >

本実施形態で用いる製造装置は、先端部シール機構５０に代えて、図５（ａ）～（ｆ）に示す先端部シール機構６０を備えること以外は、図２に示す製造装置１０００と同じ構造の製造装置を用いる。以下に、先端部シール機構６０について説明する。

【００７１】

先端部シール機構６０は、主に、スクリュ２０の前方の端部に位置するスクリュヘッド６１と、スクリュヘッド６１の後方に位置する突き当てリング６３と、スクリュヘッド６

10

20

30

40

50

1と突き当てリング63とを連結する軸64と、軸64に遊嵌してスクリュヘッド61と突き当てリング63との間を前方及び後方に移動可能なチェックリング62とから構成される。チェックリング62は、軸64に遊嵌する本体リング62aと、本体リング62aから前方に突出する2つの爪62bを有する。スクリュヘッド61の側面には、チェックリングの爪62bに係合する2つの凹部61aが形成されている。チェックリング62は、本体リング62aが軸64に遊嵌し、爪62bをスクリュヘッド61の凹部61aに係合させた状態で前後方向に移動する。チェックリング62が前後方向に移動するとき、チェックリング62の爪62bは、スクリュヘッド61の凹部61a内を前後方向にスライドする。軸64と、それに遊嵌する本体リング62aとの間には、溶融樹脂が通過可能な隙間G1が形成されている。また、図5(d)に示すように、スクリュヘッド61の溝61aを区画する面と、溝61aに係合するチェックリングの爪62bの間にも、溶融樹脂が通過可能な隙間G2が形成されている。

10

【0072】

図5(a)は、チェックリング62が最も前方に位置した状態を示す。このとき、スクリュヘッド61の後方側の端面と、チェックリング62の本体リング62aの前方側の端面とか当接する。図5(c)は、チェックリング62が最も後方に位置した状態を示す。このとき、チェックリング62の本体リング62aの後方側の端面62cと、突き当てリング63の前方側の端面63aとか当接する。図5(b)は、チェックリング62の本体リング62aが、スクリュヘッド61及び突き当てリング63の両方に接触していない状態、即ち、図5(a)と(c)の中間の状態を示す。

20

【0073】

溶融樹脂が、先端部シール機構60の後方(上流)から前方(下流)に流動しようとするとき、チェックリング62は、前方へ進む溶融樹脂に押されて前方に進み、図5(a)に示す状態となる。溶融樹脂は、図5(a)中に矢印で示すように、隙間G1及びG2を通過することにより、先端部シール機構60を通過して、スクリュ20の前方の計量ゾーン25へ流動できる。反対に、溶融樹脂が、先端部シール機構60の前方(下流)から後方(上流)に逆流しようとするとき、チェックリング62は後方に押されて、図5(c)に示す状態となる。このとき、本体リング62aの後方側の端面62cと、突き当てリング62の前方側の端面63aとか当接する。突き当てリング62により、隙間G1が閉じられ、溶融樹脂の先端部シール機構60の前方から後方への逆流が抑制される。

30

【0074】

熱可塑性樹脂の可塑化開始から溶融樹脂の計量完了まで、即ち、樹脂の可塑化計量中は、先端部シール機構60は、図5(a)に示す状態にあることが好ましい。溶融樹脂を先端部シール機構60の前方に送り易いために、飢餓ゾーン23において溶融樹脂の飢餓状態を安定させることができ、発泡成形体の発泡性を向上させることができる。したがって、飢餓ゾーン23の飢餓状態を安定させる観点からは、先端部シール機構60が図5(a)に示す状態となるように、チェックリング62が前方に移動し易いように設計されることが好ましい。一方、溶融樹脂の計量完了後は、チェックリング62は、速やかに後方へ移動し、図5(c)の状態となるが好ましい。チェックリング62の後方への移動が遅く、図5(b)の状態が長い場合、又は、チェックリング62が後方に十分に移動できず、図5(b)の状態で停止してしまう場合には、隙間G1が開いているため、溶融樹脂が先端部シール機構60の前方から後方へ逆流する。本実施形態では、計量ゾーン25の圧力と、飢餓ゾーン23の圧力とに差があるため、これらの圧力を分断できなくなり、計量ゾーン25の圧力が低下する。したがって、計量ゾーン25の圧力を保持する観点からは、先端部シール機構60が図5(c)に示す状態となるように、チェックリング62が後方に移動し易いように設計されることが好ましい。

40

【0075】

チェックリング62の前後方向への移動のし易さは、例えば、図5(a)に示す状態において、チェックリング62の前方側の受圧面積S1の、後方側の受圧面積S2に対する比率($S1/S2$)によって調整できる。本発明者らは、比率($S1/S2$)を例えば、

50

0.6 ~ 0.95、好ましくは、0.7 ~ 0.9とすることで、飢餓ゾーン23の溶融樹脂の飢餓状態を安定させつつ、溶融樹脂の計量の完了から射出の開始まで、計量した溶融樹脂の圧力（計量ゾーン25の圧力）を飢餓ゾーン23の一定の圧力より高い圧力に保持できることを見出した。

【0076】

チェックリング62の前方側の受圧面積 S_1 とは、図5(d)における、斜線領域の面積である。受圧面積 S_1 は、図5(a)に示す状態において、爪62bの前方側の端面の面積と、本体リング62aの前方側の端面においてスクリュヘッド61と接触していない領域の面積との合計である。受圧面積 S_1 は、先端部シール機構60の前方の圧力、即ち、スクリュの前方の計測ゾーン25の圧力を受ける面（受圧面）の面積である。チェックリング62の後方側の受圧面積 S_2 とは、図5(e)における、斜線領域の面積である。受圧面積 S_2 は、図5(a)に示す状態において、本体リング62aの後方側の端面62cの面積である。受圧面積 S_2 は、先端部シール機構60の後方の圧力を受ける面（受圧面）の面積である。図5(d)に示す受圧面積 S_1 と、図5(e)に示す受圧面積 S_2 との比較からわかるように、通常、受圧面積 S_1 は、受圧面積 S_2 より小さい（ $S_1 < S_2$ ）。

【0077】

比率（ S_1 / S_2 ）が小さいと、チェックリング62は前方に移動し易くなり、比率（ S_1 / S_2 ）が大きいと、チェックリング62は後方に移動し易くなる。比率（ S_1 / S_2 ）が上記範囲より小さいと、先端部シール機構60のシール性が低下する。これにより、スクリュ20の前方の溶融樹脂の圧力が低下して物理発泡剤が分離したり、溶融樹脂が逆流して導入口202からベントアップしたりする虞がある。一方、比率（ S_1 / S_2 ）が上記範囲より大きいと、先端部シール機構60のシール性は向上するが、チェックリング62が図5(c)に示す状態から、前方に移動し難くなる。図5(c)に示す状態において、チェックリング62の後方側の受圧面積 S_3 を図5(f)に斜線領域で示す。受圧面積 S_3 は、受圧面積 S_2 より小さい。このため、受圧面積 S_1 が大きいと、即ち、比率（ S_1 / S_2 ）が大きいと、チェックリング62を前方に押し戻し難くなる。溶融樹脂を前方に送り難くなるため可塑化能力が低下し、溶融樹脂の計量時間が長くなる虞がある。また、飢餓ゾーン23の溶融樹脂の飢餓状態が不安定となり、発泡性能が低下する虞がある。このように、本実施形態では、受圧面積 S_1 、 S_2 のバランスを取ることで、即ち、比率（ S_1 / S_2 ）を上述した範囲とすることで、チェックリング62の前後方向の移動をスムーズにし、飢餓ゾーン23の溶融樹脂の飢餓状態を安定させつつ、溶融樹脂の計量の完了から射出の開始まで、計量した溶融樹脂の圧力（計量ゾーン25の圧力）を飢餓ゾーン23の一定の圧力より高い圧力に保持する。これにより、発泡成形体の発泡性が向上すると共に、溶融樹脂から物理発泡剤の分離が抑制され、発泡成形体における発泡セルの肥大化、不均一化を抑制できる。

【0078】

比率（ S_1 / S_2 ）の大きさは、受圧面積 S_1 、 S_2 の大きさを変化させることで調整できる。受圧面積 S_1 に関しては、例えば、図6(a)と(b)との比較からわかるように、チェックリング62の爪62bの前方側の端面を大きくすることで、 S_1 を大きくできる。反対に、爪62bの前方側の端面を小さくすることで、 S_1 を小さくできる。受領面積 S_2 に関しては、例えば、チェックリング61の本体リング62aにおいて、軸64の貫通する孔の内径を小さくすることにより、 S_2 は大きくできる。反対に、孔の内径を大きくすることにより、 S_2 は小さくできる。

【0079】

尚、本実施形態において、図5(d) ~ (f)及び図6(a)及び(b)に斜線領域として示す、受圧面積 S_1 ~ S_3 は、前後方向に対して垂直な受圧面の面積である。しかし、受圧面は、前後方向に対して垂直な平面に限られない。例えば、受圧面は、前後方向に対して傾きを有する平面（斜面）であってもよいし、テーパ面であってもよい。但し、受圧面が斜面やテーパ面等の前後方向に対して垂直な平面でない場合、受圧面積 S_1 ~

S 3 は、斜面やテーパ面等の面積ではなく、斜面やテーパ面等を前後方向に垂直な面に投影した投影面の面積（投影面積）とする。

【 0 0 8 0 】

< 発泡成形体の製造方法 >

本実施形態では、上述した先端部シール機構 6 0 を有する発泡成形体の製造装置を用い、熔融樹脂の計量後にスクリュ背圧を加えないこと以外は、第 1 の実施形態と同様の方法で発泡成形体を製造する。比率（ $S 1 / S 2$ ）を特定の範囲とした先端部シール機構 6 0 を用いることにより、熔融樹脂の計量完了から射出開始まで、計量した熔融樹脂の圧力（計量ゾーン 2 5 の圧力）を飢餓ゾーン 2 3 の一定の圧力より高い圧力に保持できる。これにより、熔融樹脂から物理発泡剤が分離することを抑制し、発泡成形体における発泡セルの肥大化、不均一化を抑制できる。

10

【 0 0 8 1 】

尚、本実施形態では、熔融樹脂の計量後にスクリュ背圧を加えなくてもよいが、第 1 の実施形態と同様に、熔融樹脂の計量の完了から射出の開始まで、飢餓ゾーン 2 3 の一定の圧力（第 1 の圧力）より高いスクリュ背圧を加えてもよい。例えば、熔融樹脂の計量完了後に、熔融樹脂の計量完了までのスクリュ背圧（第 2 の圧力）以上のスクリュ背圧（第 3 の圧力）を加えることにより、チェックリング 6 2 が前方により戻り難くなるため、先端部シール機構 6 0 のシール性がより向上し、また、熔融樹脂への物理発泡剤の均一相溶を更に促進できる。

【 0 0 8 2 】

20

[変形例 1]

第 2 の実施形態の先端部シール機構 6 0 では、図 5（c）に示すチェックリング 6 2 が最も後方に位置した状態において、チェックリング 6 2 の本体リング 6 2 a の後方側の端面 6 2 c と、突き当てリング 6 3 の前方側の端面 6 3 a とが当接することによって、熔融樹脂の通過路である隙間 G 1 が閉じられる。このとき、互いに当接する面（当接面）である端面 6 2 c、端面 6 3 a は、前後方向に垂直な平面である。しかし、第 2 の実施形態において、当接面は、前後方向に垂直な平面に限られない。例えば、当接面は、テーパ面であってもよい。

【 0 0 8 3 】

本変形例では、第 2 の実施形態の先端部シール機構 6 0 に代えて、図 7（a）～（d）に示す、当接面がテーパ面である先端部シール機構 7 0 を用いる。本変形例では、先端部シール機構 7 0 を用いる以外は、第 2 の実施形態と同様の製造装置を用い、同様の製造方法により発泡成形体を製造する。また、先端部シール機構 7 0 は、第 2 の実施形態で用いる先端部シール機構 6 0 と同様に、比率（ $S 1 / S 2$ ）の値は、上述した特定の範囲内である。

30

【 0 0 8 4 】

先端部シール機構 7 0 について、以下に説明する。図 7（a）は、先端部シール機構 7 0 において、チェックリング 7 2 が最も前方に位置した状態を示す。図 7（b）は、チェックリング 7 2 が最も後方に位置した状態を示す。図 7（c）は、チェックリング 7 2 のみを示す。図 7（d）は、チェックリング 7 2 以外の先端部シール機構 7 0 の構成部品、即ち、スクリュヘッド 7 1、軸 7 4 及び突き当てリング 7 3 を示す。

40

【 0 0 8 5 】

図 7（c）に示すように、チェックリング 7 2 には、軸 7 4 が貫通する貫通孔 7 5 が形成されている。貫通孔 7 5 を区画する内壁の一部は、貫通孔 7 5 の後方端部 7 5 a と、後方端部 7 5 a の内径 D 7 5 より小さい内径 d 7 5 を有する小内径部 7 5 b とを連結する第 1 のテーパ面 7 5 c を形成する。

【 0 0 8 6 】

本変形例では、図 7（a）に示す、前後方向に垂直な端面 7 2 c と、端面 7 2 c に連続するテーパ面 7 5 c とが、後方からの圧力を受ける面である。したがって、本変形例では、端面 7 2 c と、テーパ面 7 5 c とが、チェックリング 7 2 の後方側の受圧面である

50

。本変形例における受圧面積 S_2 は、端面 $72c$ の面積と、テーパ面 $75c$ をスクリュ 20 の軸方向に対して垂直な面に投影した投影面積との和である。

【0087】

図7(d)に示すように、軸 74 は、突き当てリング 73 との接続部 $74a$ と、接続部 $74a$ の直径 D_{74} より小さい直径 d_{74} を有する小直径部 $74b$ とを連結する第2のテーパ面 $74c$ を有する。第1のテーパ面 $75c$ のテーパ比と、第2のテーパ面 $74c$ のテーパ比とは、略同一である。チェックリング 72 の前方及び後方の移動に伴い、第1のテーパ面 $75c$ と第2のテーパ面 $74c$ が離間及び当接する。図7(a)に示すように、第1のテーパ面 $75c$ と第2のテーパ面 $74c$ が離間しているとき、それらの間には、溶融樹脂が通過可能な隙間 G_1 が形成されている。チェックリング 72 が後方へ移動して、第1のテーパ面 $75c$ と第2のテーパ面 $74c$ が当接すると、図7(b)に示すように、隙間 G_1 が消滅し、溶融樹脂の先端部シール機構 70 の前方から後方への逆流が防止される。

10

【0088】

本変形例では、先端部シール機構 70 を用いる以外は、第2の実施形態と同様の製造装置を用い、同様の製造方法により発泡成形体を製造する。したがって、上述した第2の実施形態と同様の効果を奏する。

【0089】

更に、本変形例の先端部シール機構 70 では、溶融樹脂の通過路である隙間 G_1 を第1のテーパ面 $75c$ と第2のテーパ面 $74c$ との当接により消滅させて、溶融樹脂の逆流を抑制する。平面同士を当接させる場合と比較して、テーパ面同士を当接させる方が、当接面積が広くなる。これにより、本変形例の先端部シール機構 70 ではシール性をより高めることができ、計量した溶融樹脂の圧力(計量ゾーン 25 の圧力)を保持し易くなる。

20

【0090】

[変形例2及び3]

変形例2では、図8(a)~(c)に示す、外側面に溝 $82d$ が形成されているチェックリング 82 を有する先端部シール機構 80 を用いる。図8(a)は、チェックリング 82 が最も前方に位置した状態を示す。図8(c)は、チェックリング 82 が最も後方に位置した状態を示す。図8(b)は、チェックリング 82 の本体リング $82a$ が、スクリュヘッド 81 及び突き当てリング 83 の両方に接触していない状態、即ち、図8(a)と(c)の中間の状態を示す。

30

【0091】

変形例2では、先端部シール機構 80 を用いる以外は、第2の実施形態と同様の製造装置を用い、同様の製造方法により発泡成形体を製造する。また、先端部シール機構 80 は、第2の実施形態で用いる先端部シール機構 60 と同様に、比率(S_1/S_2)の値は、上述した特定の範囲内である。

【0092】

変形例2では、上述した第2の実施形態と同様の効果を奏する。更に、変形例2の先端部シール機構 70 は、可塑化シリンダ 210 の内壁(図1参照)に対向するチェックリング 82 の外側面に、溝 $82d$ が形成されている。チェックリング 82 の外側面と可塑化シリンダ 210 の内壁の間に入った溶融樹脂は、溝 $82d$ にトラップされる。これにより、チェックリング 82 の外側面と可塑化シリンダ 210 の内壁との間のシールが高まる。例えば、飢餓ゾーン 23 の圧力とスクリュ背圧との差圧が大きい場合や、溶融樹脂の粘度が低い場合は、溶融樹脂は、チェックリング 82 の外側面と可塑化シリンダ 210 の内壁の間を通過して、チェックリング 82 の前方から後方へ逆流し易い。変形例2のチェックリング 82 は、このような場合であっても、溶融樹脂の逆流を抑制できる。これにより、本変形例では、計量した溶融樹脂の圧力(計量ゾーン 25 の圧力)を飢餓ゾーン 23 の一定の圧力より高い圧力に保持し易くなる。

40

【0093】

50

チェックリング 8 2 の外側面と可塑化シリンダ 2 1 0 の内壁との間のシール性向上の観点からは、溝 8 2 d の数が多い方が好ましく、溝 8 2 d が、チェックリング 8 2 の外側面にラビリンス構造を形成していることが好ましい。このため、本体リング 8 2 a の前後方向における長さ L_{82a} は、長い方が好ましい。一方で、本体リング 8 2 a の長さ L_{82a} が長いと、チェックリング 8 2 の前後方向における移動距離が長くなり、軸 8 4 とチェックリング 8 2 との間に形成される隙間 G 1 が開口している時間が長くなる。そのため、隙間 G 1 のシール性が低下する。隙間 G 1 のシール性を向上させる構成としては、例えば、軸 8 4 とチェックリング 8 2 との当接面をテーパ面とする構成が挙げられる。以下の変形例 3 において、この構成について説明する。

【 0 0 9 4 】

変形例 3 では、図 9 (a) ~ (c) に示す、変形例 2 と同様に外側面に溝 9 2 d が形成されているチェックリング 9 2 を有する先端部シール機構 9 0 を用いる。図 9 (a) は、チェックリング 9 2 が最も前方に位置した状態を示す。図 9 (c) は、チェックリング 9 2 が最も後方に位置した状態を示す。図 9 (b) は、チェックリング 9 2 の本体リング 9 2 a が、スクリュヘッド 9 1 及び突き当てリング 9 3 の両方に接触していない状態、即ち、図 9 (a) と (c) の中間の状態を示す。

【 0 0 9 5 】

先端部シール機構 9 0 では、軸 9 4 とチェックリング 9 2 との当接面をテーパ面とする。変形例 3 では、図 9 (c) に示すように、熔融樹脂の通過路である隙間 G 1 を第 1 のテーパ面 9 5 c と第 2 のテーパ面 9 4 c との当接により消滅させて、熔融樹脂の逆流を抑制する。変形例 3 では、先端部シール機構 9 0 を用いる以外は、第 2 の実施形態と同様の製造装置を用い、同様の製造方法により発泡成形体を製造する。また、先端部シール機構 9 0 は、第 2 の実施形態で用いる先端部シール機構 6 0 と同様に、比率 (S_1 / S_2) の値は、上述した特定の範囲内である。

【 0 0 9 6 】

変形例 3 におけるチェックリング 9 2 が前方から後方へ移動する途中の図 9 (b) と、変形例 2 におけるチェックリング 8 2 が前方から後方へ移動する途中の図 8 (b) とを比較する。図 9 (b) に示す先端部シール機構 9 0 における隙間 G は、図 8 (b) に示す先端部シール機構 8 0 における隙間 G よりも狭い。これから、軸 9 4 とチェックリング 9 2 との当接面をテーパ面とした先端部シール機構 9 0 は、当接面が平面である先端部シール機構 8 0 と比較して、チェックリング 9 2 が後方へ戻る途中においても、熔融樹脂が前方から後方へ逆流し難く、隙間 G 1 のシール性が高いことがわかる。

【 0 0 9 7 】

変形例 3 では、上述した第 2 の実施形態と同様の効果を奏する。更に、本変形例の先端部シール機構 9 0 は、チェックリング 9 2 の外側面に溝 9 2 d を形成することで、チェックリング 9 2 の外側面と可塑化シリンダ 2 1 0 の内壁との間のシール性を高め、軸 9 4 とチェックリング 9 2 との当接面をテーパ面とすることで、隙間 G 1 のシール性を高めることができる。

【 0 0 9 8 】

[第 3 の実施形態]

第 2 の実施形態では、先端部シール機構 6 0 において、チェックリング 6 2 の前方側の受圧面積 S_1 の、後方側の受圧面積 S_2 に対する比率 (S_1 / S_2) を特定の範囲とすることで、計量した熔融樹脂の圧力 (計量ゾーン 2 5 の圧力) を飢餓ゾーン 2 3 の一定の圧力 (第 1 の圧力) より高い圧力に保持する。本実施形態では、比率 (S_1 / S_2) を特定の範囲とすることに代えて、先端部シール機構に、スクリュを逆回転させることにより、チェックリングが突き当てリングに当接した状態を維持するロック機構を持たせ、ロック機構により、計量ゾーン 2 5 の圧力を第 1 の圧力より高い圧力に保持する。本実施形態では、ロック機構を有する先端部シール機構が、熔融樹脂の計量の完了から射出の開始まで、計量した熔融樹脂の圧力を飢餓ゾーン 2 3 の一定の圧力より高い圧力に保持する圧力保持機構である。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 9 】

先端部シール機構が有するロック機構は、スクリュの逆回転により、チェックリングが突き当てリングに当接した状態を維持する機構であれば任意であるが、例えば、特許第 3 4 3 2 7 7 6 号公報、特許第 5 0 1 9 1 6 5 号公報等に開示される機構を用いることができる。

【 0 1 0 0 】

本実施形態では、ロック機構を有する先端部シール機構を備えること以外は、図 2 に示す、第 1 の実施形態で用いた製造装置 1 0 0 0 と同じ構造の製造装置を用いる。そして、熔融樹脂の計量後にスクリュ背圧を加えることに代えて、熔融樹脂の計量の完了後にスクリュ 2 0 を逆回転すること以外は、第 1 の実施形態と同様の方法で発泡成形体を製造する。スクリュ 2 0 を逆回転することにより、チェックリングが突き当てリングに当接した状態が維持され、熔融樹脂の計量完了から射出開まで、計量した熔融樹脂の圧力（計量ゾーン 2 5 の圧力）を飢餓ゾーン 2 3 の一定の圧力より高い圧力に保持できる。これにより、熔融樹脂から物理発泡剤が分離することを抑制し、発泡成形体における発泡セルの肥大化、不均一化を抑制できる。

【 0 1 0 1 】

尚、本実施形態では、熔融樹脂の計量後にスクリュ背圧を加えなくてもよいが、第 1 の実施形態と同様に、熔融樹脂の計量の完了から射出の開始まで、飢餓ゾーン 2 3 の一定の圧力（第 1 の圧力）より高いスクリュ背圧を加えてもよい。例えば、熔融樹脂の計量完了後に、熔融樹脂の計量完了までのスクリュ背圧（第 2 の圧力）以上のスクリュ背圧（第 3 の圧力）を加えることにより、熔融樹脂への物理発泡剤の均一相溶を更に促進できる。

【実施例】

【 0 1 0 2 】

以下、本発明について実施例及び比較例を用いて更に説明する。但し、本発明は、以下に説明する実施例及び比較例に限定されるものではない。

【 0 1 0 3 】

[実施例 1]

本実施例では、熱可塑性樹脂として、タルクを 2 0 重量 % 含む、強化ポリプロピレン（ P P ）（出光ライオンコンポジット製、 4 7 0 0 G ）を用い、物理発泡剤として窒素を利用して発泡成形体を製造した。

【 0 1 0 4 】

（ 1 ）製造装置

本実施例では、上述した第 2 の実施形態で用いた製造装置を用いた。即ち、本実施例では、図 5 （ a ）～（ e ）に示す先端部シール機構 6 0 を備えた、図 2 に示す製造装置 1 0 0 0 を用いた。製造装置 1 0 0 0 の詳細について説明する。上述のように、製造装置（射出成形機） 1 0 0 0 は、主に、スクリュ 2 0 が内設された可塑化シリンダ 2 1 0 と、スクリュ 2 0 を駆動させるスクリュ駆動機構 2 6 0 と、物理発泡剤を可塑化シリンダ 2 1 0 に供給する物理発泡剤供給機構であるポンベ 1 0 0 と、金型 2 5 1 が設けられた型締めユニット 2 5 0 と、可塑化シリンダ 2 1 0、スクリュ駆動機構 2 6 0 及び型締めユニット 2 5 0 を動作制御するための制御装置（不図示）を備える。

【 0 1 0 5 】

可塑化シリンダ 2 1 0 のノズル先端 2 9 には、エアシリンダの駆動により開閉するシャットオフバルブ 2 8 が設けられ、可塑化シリンダ 2 1 0 の内部を高圧に保持できる。ノズル先端 2 9 には金型 2 5 1 が密着し、金型 2 5 1 が形成するキャビティ 2 5 3 内にノズル先端 2 9 から熔融樹脂が射出充填される。可塑化シリンダ 2 1 0 の上部側面には、上流側から順に、熱可塑性樹脂を可塑化シリンダ 2 1 0 に供給するための樹脂供給口 2 0 1 及び物理発泡剤を可塑化シリンダ 2 1 0 内に導入するための導入口 2 0 2 が形成される。これらの樹脂供給口 2 0 1 及び導入口 2 0 2 にはそれぞれ、樹脂供給用ホッパ 2 1 1 及びフィーダースクリュ 2 1 2、導入速度調整容器 3 0 0 が配設される。導入速度調整容器 3 0 0 には、ポンベ 1 0 0 が、減圧弁 1 5 1、圧力計 1 5 2 を介して、配管 1 5 4 により接続す

る。また、可塑化シリンダ 210 の飢餓ゾーン 23 内には、飢餓ゾーン 23 の圧力をモニターするセンサ（不図示）が設けられている。

【0106】

可塑化シリンダ 210 では、樹脂供給口 201 から可塑化シリンダ 210 内に熱可塑性樹脂が供給され、熱可塑性樹脂がバンドヒータ（不図示）によって可塑化されて熔融樹脂となり、スクリュ 20 が正回転することにより下流に送られる。スクリュ 20 に設けられたリング 26 及び大径部分 20A の存在により、リング 26 の上流側では、熔融樹脂が圧縮されて圧力が高まり、リング 26 の下流の飢餓ゾーン 23 では、熔融樹脂が未充満（飢餓状態）となる。更に下流に送られた熔融樹脂は、射出前に可塑化シリンダ 210 の先端付近において再圧縮されて計量される。

10

【0107】

これにより、可塑化シリンダ 210 内では、上流側から順に、熱可塑性樹脂が可塑化熔融される可塑化ゾーン 21、熔融樹脂が圧縮されて圧力が高まる圧縮ゾーン 22、熔融樹脂が未充満となる飢餓ゾーン 23、飢餓ゾーンにおいて減圧された熔融樹脂が再度圧縮される再圧縮ゾーン 24 が形成される。

【0108】

製造装置 1000 において、可塑化シリンダ 210 の内径は 35 mm であり、導入口 202 の内径は 8 mm であった。したがって、導入口 202 の内径は、可塑化シリンダ 210 の内径の約 23% であった。導入速度調整容器 300 の容積は、約 80 mL であった。また、先端部シール機構 60 において、チェックリング 62 の前方側の受圧面積 S_1 の、後方側の受圧面積 S_2 に対する比率（ S_1 / S_2 ）は、0.75 とした。また、本実施例では、キャビティ 253 の大きさが 100 mm × 200 mm × 3 mm である金型 251 を用いた。

20

【0109】

（2）発泡成形体の製造

本実施例では、複数本のポンベ 100 として、室素が 14.5 MPa で充填された容積 47 L の室素ポンベを用いた。まず、減圧弁 151 の値を 6 MPa に設定し、ポンベ 100 を開放し、減圧弁 151、圧力計 152、更に導入速度調整容器 300 を介して、可塑化シリンダ 210 の導入口 202 から、飢餓ゾーン 23 へ 6 MPa の室素を供給した。成形体の製造中、ポンベ 100 は常時、開放した状態とした。

30

【0110】

可塑化シリンダ 210 において、バンドヒータ（不図示）により、可塑化ゾーン 21 を 210、圧縮ゾーン 22 を 200、飢餓ゾーン 23 を 200、再圧縮ゾーン 24 を 210 に調整した。そして、樹脂供給用ホッパ 211 から、フィーダースクリュ 212 を 30 rpm の回転数で回転させながら、熱可塑性樹脂の樹脂ペレットを可塑化シリンダ 210 に供給し、スクリュ 20 を正回転させた。これにより、可塑化ゾーン 21 において、熱可塑性樹脂を加熱、混練し、熔融樹脂とした。

【0111】

フィーダースクリュ 212 の回転数は、事前にソリッド成形体（無発泡成形体）の成形により、本実施例の成形条件の設定（条件出し）を行い、樹脂ペレットが飢餓供給される回転数に決定した。ここで、樹脂ペレットの飢餓供給とは、可塑化ゾーン 21 において、樹脂ペレットの供給中、可塑化シリンダ内に樹脂ペレット又はその熔融樹脂が充満しない状態が維持され、供給した樹脂ペレット又はその熔融樹脂からスクリュ 20 のフライトが露出している状態を意味する。樹脂ペレットの飢餓供給の確認は、例えば、赤外線センサ又は可視化カメラにてスクリュ 20 上の樹脂ペレット又は熔融樹脂の有無を確認する方法が挙げられる。本実施例では、用いたフィーダースクリュ 212 に透明窓が設けられており、透明窓を介して樹脂供給口 201 直下の可塑化ゾーン 21 の状態を視認して確認した。

40

【0112】

スクリュ 20 をスクリュ背圧 9 MPa、回転数 100 rpm にて正回転することにより、熔融樹脂を可塑化ゾーン 21 から圧縮ゾーン 22 に流動させ、更に飢餓ゾーン 23 に流

50

動させた。

【 0 1 1 3 】

熔融樹脂は、スクリュ大径部分 2 0 A 及びリング 2 6 と、可塑化シリンダ 2 1 0 の内壁との隙間から、飢餓ゾーン 2 3 へ流動するため、飢餓ゾーン 2 3 への熔融樹脂の供給量が制限された。これにより、圧縮ゾーン 2 2 においては熔融樹脂が圧縮されて圧力が高まり、下流側の飢餓ゾーン 2 3 においては、熔融樹脂が未充満（飢餓状態）となった。飢餓ゾーン 2 3 では、熔融樹脂が未充満（飢餓状態）であるため、熔融樹脂が存在しない空間に導入口 2 0 2 から導入された物理発泡剤（窒素）が存在し、その物理発泡剤により熔融樹脂は加圧された。

【 0 1 1 4 】

更に、熔融樹脂は再圧縮ゾーン 2 4 に送られて再圧縮され、スクリュ 2 0 は後退して所定の位置（計量完了位置）に停止し、可塑化シリンダ 2 1 0 の先端部に 1 ショット分の熔融樹脂が計量された。計量時間は、1 0 秒であった。計量完了後、スクリュ背圧を 9 M P a から 1 0 M P a に上昇させた。これにより、スクリュ 2 0 は、計量完了位置より 0 . 3 m m ~ 0 . 4 m m 前進した。

【 0 1 1 5 】

その後、シャットオフバルブ 2 8 を開放して、キャピティ 2 5 3 内に、キャピティの容積の 9 0 % の充填率となる様に熔融樹脂を射出充填して平板形状の発泡成形体を成形した（ショートショット法）。尚、本実施例では、熔融樹脂の計量完了後にスクリュ背圧を加えるため、射出開始時のスクリュ位置が計量完了位置からずれる。このずれ量は毎ショット異なるため、射出量は、射出前後のスクリュ 2 0 の位置ではなく、スクリュ 2 0 のストローク（移動量）に基づいて制御した。成形後、発泡成形体が冷却するのを待って、金型内から発泡成形体を取り出した。冷却時間は、1 0 秒とした。成形サイクルは 2 3 秒であり、ソリッド成形体（無発泡の成形体）の成形サイクルと同等の値であった。

【 0 1 1 6 】

以上説明した成形体の射出成形を連続して 1 0 0 ショット行い、1 0 0 個の発泡成形体を得た。1 0 0 個の発泡成形体の製造中、常時、圧力センサ（不図示）により可塑化シリンダ 2 1 0 内の飢餓ゾーン 2 3 の圧力を計測した。その結果、飢餓ゾーン 2 3 の圧力は、常に 6 M P a で一定であった。また、飢餓ゾーン 2 3 へ供給される窒素の圧力を示す圧力計 1 5 2 の値も、発泡成形体の製造中、常時、6 M P a であった。以上から、可塑化計量工程、射出工程、成形体の冷却工程、取り出し工程等を含む射出成形の 1 サイクルを通して、飢餓ゾーン 2 3 において、6 M P a の窒素により熔融樹脂が、常時、加圧されていたこと、及び 1 0 0 個の成形体の連続成形の間、飢餓ゾーン 2 3 において、窒素により熔融樹脂が、常時、加圧されていたことが確認できた。

【 0 1 1 7 】

また、熔融樹脂の計量の完了から射出の開始まで、スクリュ駆動機構 2 6 0 の圧力センサ 2 6 1（ロードセル）が検出するスクリュ 2 0 の前方の樹脂圧力は、飢餓ゾーン 2 3 の圧力 6 M P a より高い 1 0 M P a であった。この結果から、本実施例では、飢餓ゾーン 2 3 の圧力と、スクリュ 2 0 の前方の樹脂圧力（計量ゾーン 2 5 の圧力）は分断されており、熔融樹脂の計量の完了から射出の開始まで、計量した熔融樹脂の圧力を飢餓ゾーンの圧力より高い圧力に保持できたことが確認できた。

【 0 1 1 8 】

1 0 0 個の発泡成形体の重量ばらつきを標準偏差（ ）を重量平均値（ a v e . ）で割った値（相対標準偏差値： / a v e .（ % ））で評価した。その結果、（ / a v e . ） = 0 . 1 9 % であった。同様の評価をソリッド成形体（無発泡の成形体）で行ったところ、（ / a v e . ） = 0 . 1 8 % で、本実施例と同等の値であった。この結果から、本実施例の発泡成形体の重量安定性は、ソリッド成形体と同等であることがわかった。

【 0 1 1 9 】

本実施例では、ソリッド成形体と比較して比重が約 1 0 % 程度軽く、ソリが矯正された発泡成形体を連続的に安定して製造できた。比重低減率は、物理発泡剤の溶解量（浸透量

10

20

30

40

50

）に影響を受けると考えられる。この結果から、物理発泡剤の熔融樹脂に対する溶解量（浸透量）が安定していたことがわかった。更に、得られた発泡成形体断面の発泡セルを観察した。成形体の末端部においても大きな破泡は認められず、発泡セルの平均セル径は $20 \sim 30 \mu\text{m}$ と微細であった。発泡セル径の肥大化、不均一化は確認されなかった。

【0120】

[実施例2]

本実施例では、熔融樹脂の計量完了後は、スクリュ背圧を加えなかったこと以外は、実施例1と同様の製造装置を用いて、同様の方法により、発泡成形体を製造した。

【0121】

本実施例では、スクリュ背圧を熔融樹脂の計量完了まで 9 MPa とし、熔融樹脂の計量完了後に0（ゼロ）とした。計量完了後の2秒後に、スクリュ駆動機構260の圧力センサ261（ロードセル）が検出するスクリュ20の前方の樹脂圧力は、 9 MPa から 2 MPa 低下して 7 MPa となり、飢餓ゾーン23の圧力（ 6 MPa ）との差は、 1 MPa となった。その直後に、熔融樹脂を金型内に射出して発泡成形体を得た。熔融樹脂の計量時間は、実施例1と同等であった。

【0122】

以上説明した成形体の射出成形を連続して100ショット行い、100個の発泡成形体を得た。実施例1と同様に、100個の発泡成形体の製造中、飢餓ゾーン23の圧力は、常に 6 MPa で一定であった。

【0123】

得られた発泡成形体断面の発泡セルを観察した。発泡セルの平均セル径は $30 \sim 40 \mu\text{m}$ と、実施例1より大きかったが微細であった。発泡セル径の肥大化、不均一化は確認されなかった。

【0124】

[実施例3]

本実施例では、先端部シール機構60において、図6（b）に示すように、チェックリング62の爪62bの前方側の端面を大きくすることで、 $S1$ を大きくし、比率（ $S1/S2$ ）を0.9とした。また、熔融樹脂の計量完了後は、スクリュ背圧を加えなかった。これ以外は、実施例1と同様の製造装置を用いて、同様の方法により、発泡成形体を製造した。

【0125】

本実施例では、実施例2と同様に、スクリュ背圧を熔融樹脂の計量完了まで 9 MPa とし、熔融樹脂の計量完了後に0（ゼロ）とした。計量完了から射出開始まで、スクリュ駆動機構260の圧力センサ261（ロードセル）が検出するスクリュ20の前方の樹脂圧力は 8.5 MPa であり、 0.5 MPa の低下にとどまった。一方で、本実施例は、実施例1よりも比率（ $S1/S2$ ）が大きいため、先端部シール機構60の前方へ熔融樹脂を送り難く、可塑性能力が低い。熔融樹脂の計量時間は実施例1の計量時間の1.5倍と長くなった。

【0126】

以上説明した成形体の射出成形を連続して100ショット行い、100個の発泡成形体を得た。実施例1と同様に、100個の発泡成形体の製造中、飢餓ゾーン23の圧力は、常に 6 MPa で一定であった。

【0127】

得られた発泡成形体断面の発泡セルを観察した。発泡セルの平均セル径は $20 \sim 30 \mu\text{m}$ であり、実施例1と同等であり微細であった。発泡セル径の肥大化、不均一化は確認されなかった。

【0128】

[実施例4]

本実施例では、図9（a）～（c）に示す先端部シール機構90を有すること以外は実施例1と同様の製造装置を用いた。先端部シール機構90では、軸94とチェックリング

10

20

30

40

50

９２との当接面をテーパ面９５ｃ、９４ｃとしており、チェックリング９２の外側面に溝９２ｄを形成している。また、熔融樹脂の計量完了後は、スクリュ背圧を加えなかった。これ以外は、実施例１と同様の方法により、発泡成形体を製造した

【０１２９】

本実施例では、実施例２と同様に、スクリュ背圧を熔融樹脂の計量完了まで９ＭＰａとし、熔融樹脂の計量完了後に０（ゼロ）とした。計量完了から射出開始まで、スクリュ駆動機構２６０の圧力センサ２６１（ロードセル）が検出するスクリュ２０の前方の樹脂圧力は８．６ＭＰａであり、０．４ＭＰａの低下にとどまった。熔融樹脂の計量時間は、実施例１と同等であった。

【０１３０】

以上説明した成形体の射出成形を連続して１００ショット行い、１００個の発泡成形体を得た。実施例１と同様に、１００個の発泡成形体の製造中、飢餓ゾーン２３の圧力は、常に６ＭＰａで一定であった。

【０１３１】

得られた発泡成形体断面の発泡セルを観察した。発泡セルの平均セル径は２０～３０μｍであり、実施例１と同等であり微細であった。発泡セル径の肥大化、不均一化は確認されなかった。

【０１３２】

[実施例５]

本実施例では、先端部シール機構が、スクリュを逆回転させることにより、チェックリングが突き当てリングに当接した状態を維持する、特許第３４３２７７６号に開示される公知のロック機構を有すること以外は、実施例１と同様の製造装置を用いた。また、熔融樹脂の計量完了後は、スクリュ背圧を加えず、代わりに、スクリュ２０を逆回転させた。これ以外は、実施例１と同様の方法により、発泡成形体を製造した

【０１３３】

本実施例では、実施例２と同様に、スクリュ背圧を熔融樹脂の計量完了まで９ＭＰａとし、熔融樹脂の計量完了後に０（ゼロ）とした。そして、スクリュ２０を１８０°逆回転させ、チェックリングが突き当てリングに当接した状態を維持した。計量完了から射出開始まで、スクリュ駆動機構２６０の圧力センサ２６１（ロードセル）が検出するスクリュ２０の前方の樹脂圧力は、９．０ＭＰａのままであり、低下しなかった。熔融樹脂の計量時間は、実施例１と同等であった。

【０１３４】

以上説明した成形体の射出成形を連続して１００ショット行い、１００個の発泡成形体を得た。実施例１と同様に、１００個の発泡成形体の製造中、飢餓ゾーン２３の圧力は、常に６ＭＰａで一定であった。

【０１３５】

得られた発泡成形体断面の発泡セルを観察した。発泡セルの平均セル径は２０～３０μｍであり、実施例１と同等であり微細であった。発泡セル径の肥大化、不均一化は確認されなかった。

【０１３６】

[比較例１]

本比較例では、先端部シール機構６０において、比率（Ｓ１／Ｓ２）を０．５とした。また、熔融樹脂の計量完了後は、スクリュ背圧を加えなかった。これ以外は、実施例１と同様の製造装置を用いて、同様の方法により、発泡成形体を製造した。

【０１３７】

本比較例では、実施例２と同様に、スクリュ背圧を熔融樹脂の計量完了まで９ＭＰａとし、熔融樹脂の計量完了後に０（ゼロ）とした。計量完了後、スクリュ駆動機構２６０の圧力センサ２６１（ロードセル）が検出するスクリュ２０の前方の樹脂圧力は、６．０ＭＰａであり、飢餓ゾーン２３の圧力まで低下した。尚、熔融樹脂の計量時間は、実施例１と同等であった。

10

20

30

40

50

【 0 1 3 8 】

以上説明した成形体の射出成形を連続して 1 0 0 ショット行い、1 0 0 個の発泡成形体を得た。実施例 1 と同様に、1 0 0 個の発泡成形体の製造中、飢餓ゾーン 2 3 の圧力は、常に 6 M P a で一定であった。

【 0 1 3 9 】

得られた発泡成形体断面の発泡セルを観察した。発泡セルの平均セル径は 5 0 ~ 1 0 0 μ m であり、実施例 1 と比較して、発泡セル径の肥大化が確認された。

【 0 1 4 0 】

[比較例 2]

本比較例では、先端部シール機構 6 0 において、比率 (S 1 / S 2) を 0 . 9 6 とした。また、溶融樹脂の計量完了後は、スクリュ背圧を加えなかった。これ以外は、実施例 1 と同様の製造装置を用いて、同様の方法により、発泡成形体を製造した。

10

【 0 1 4 1 】

本比較例では、実施例 2 と同様に、9 M P a のスクリュ背圧を加えながら、熱可塑性樹脂の可塑化及び溶融樹脂の計量を行った。しかし、本比較例は、比率 (S 1 / S 2) が大きいいため、先端部シール機構 6 0 の前方へ溶融樹脂を送り難く、可塑化能力が低い。溶融樹脂の計量に非常に時間がかかった。このため、9 M P a のスクリュ背圧を加えながら、所定量の溶融樹脂を計量することは無理だと判断し、溶融樹脂の計量の途中で成形体の製造を中止した。

【 産業上の利用可能性 】

20

【 0 1 4 2 】

本発明の製造方法は、物理発泡剤に関わる装置機構を簡略化できる。また、発泡性に優れた発泡成形体を低コストで、効率よく製造できる。また、本発明の発泡成形体の製造方法は、溶融樹脂からの物理発泡剤の分離を抑制し、高品質の発泡成形体を安定して製造できる。

【 符号の説明 】

【 0 1 4 3 】

- 2 0 スクリュ
- 2 1 可塑化ゾーン
- 2 2 圧縮ゾーン
- 2 3 飢餓ゾーン
- 2 4 再圧縮ゾーン
- 6 0、7 0、8 0、9 0 先端部シール機構
- 1 0 0 ポンベ
- 2 1 0 可塑化シリンダ
- 3 0 0 導入速度調整容器
- 1 0 0 0 製造装置

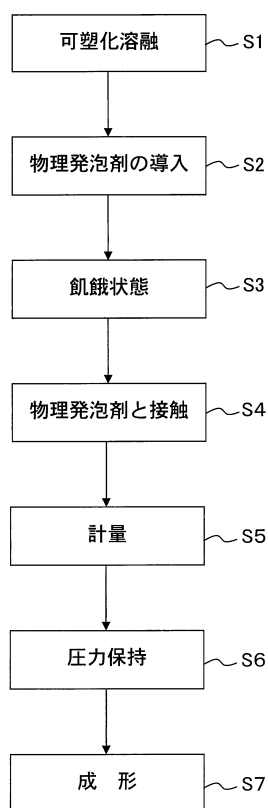
30

40

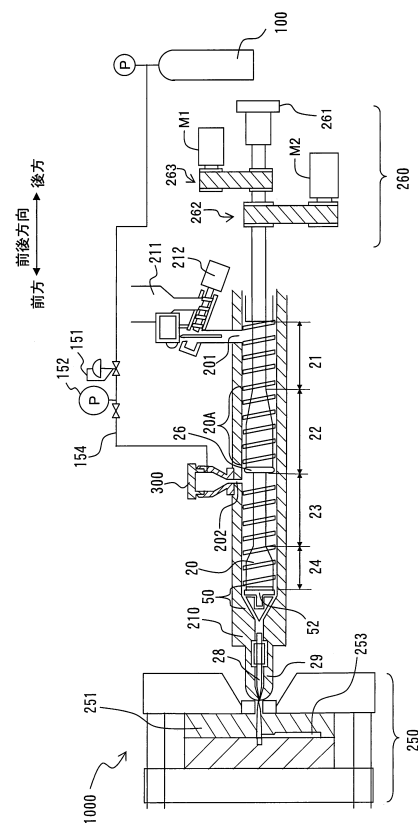
50

【図面】

【 図 1 】

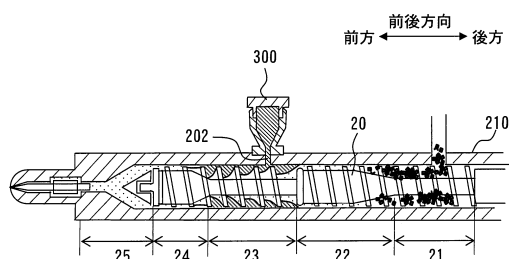


【圖 2】

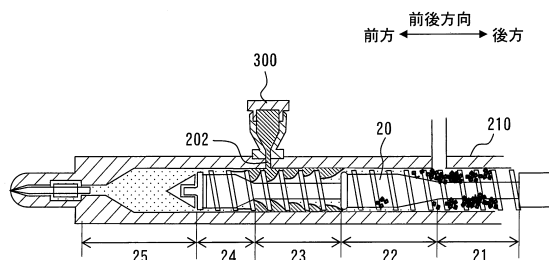


【 図 3 】

(a)

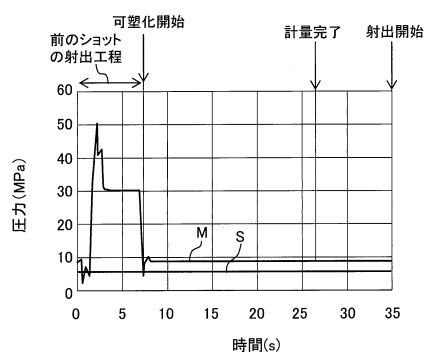


(b)

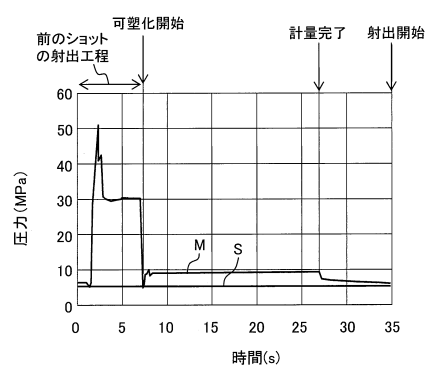


【圖 4】

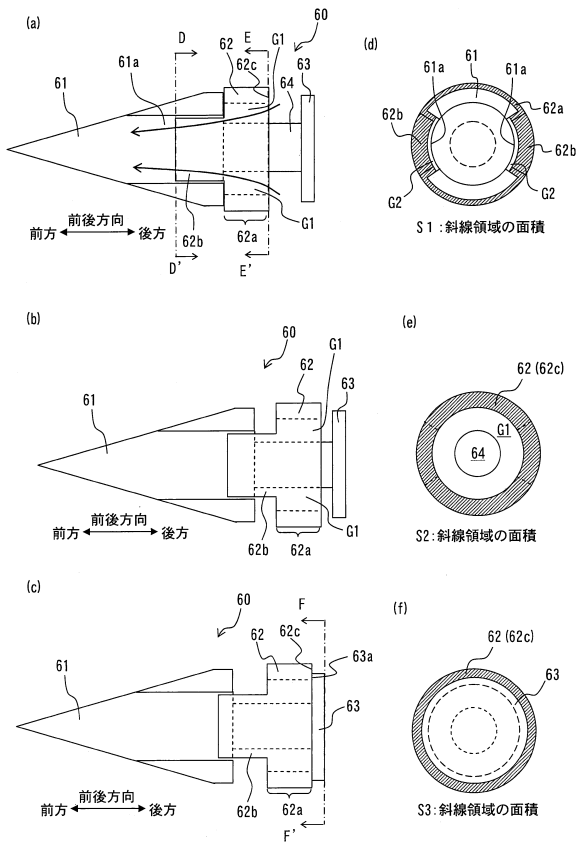
(a)



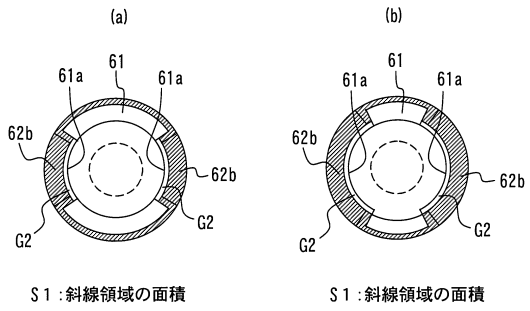
(b)



【図 5】



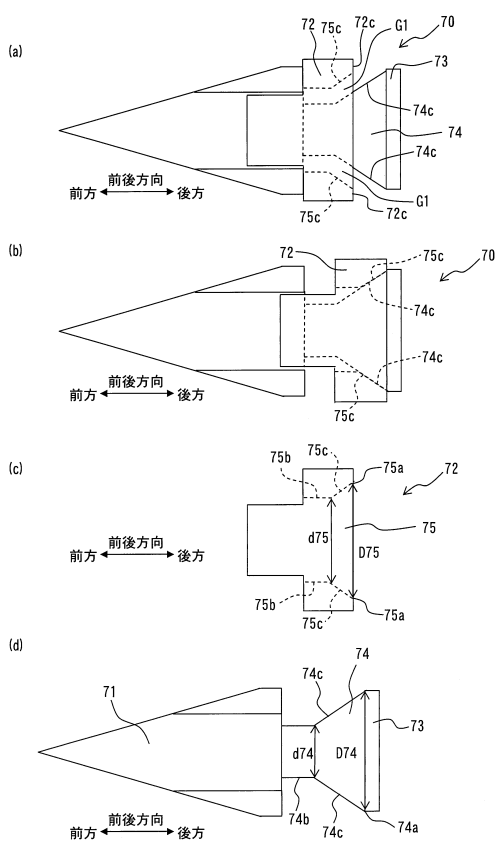
【図 6】



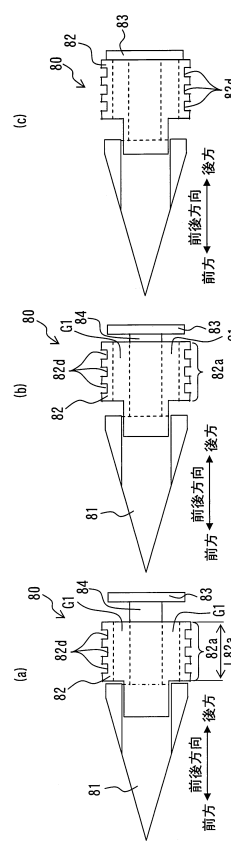
10

20

【図 7】



【図 8】

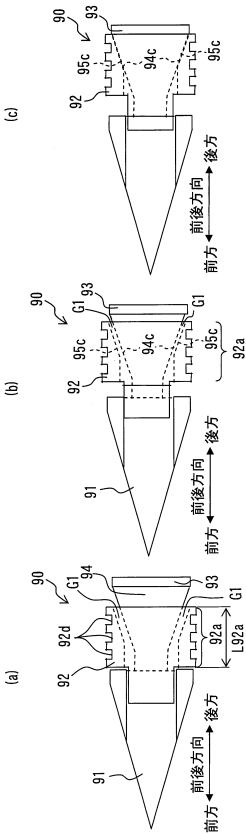


30

40

50

【図 9】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 京都府乙訓郡大山崎町大山崎小泉 1 番地 マクセル株式会社内
(72)発明者 後藤 英斗
京都府乙訓郡大山崎町大山崎小泉 1 番地 マクセル株式会社内
審査官 大村 博一
(56)参考文献 国際公開第 2 0 0 1 / 0 9 1 9 8 7 (W O , A 1)
特許第 6 1 3 9 0 3 8 (J P , B 2)
実開平 0 7 - 0 3 5 0 1 8 (J P , U)
特開平 1 1 - 0 4 2 6 8 7 (J P , A)
特開平 0 8 - 2 8 1 7 3 4 (J P , A)
特開平 0 7 - 0 0 9 5 1 6 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 0 4 0 8 3 9 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 2 3 2 5 5 8 (J P , A)
特開 2 0 1 7 - 2 0 5 9 4 2 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 7 / 1 5 9 1 6 6 (W O , A 1)
(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
B 2 9 C 4 4 / 0 0 - 4 5 / 8 4