

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2019年10月17日(17.10.2019)



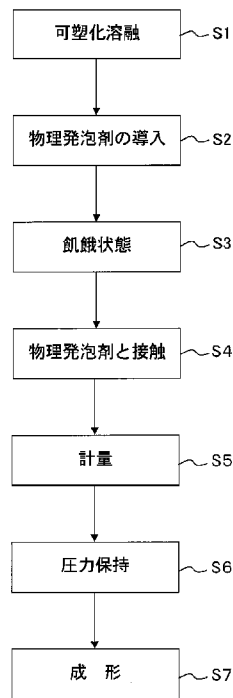
(10) 国際公開番号

WO 2019/198609 A1

- (51) 国際特許分類:
B29C 44/42 (2006.01) *B29C 45/50* (2006.01)
B29C 44/60 (2006.01) *B29C 45/60* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/014937
- (22) 国際出願日: 2019年4月4日(04.04.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2018-074880 2018年4月9日(09.04.2018) JP
- (71) 出願人: マクセル株式会社 (MAXELL, LTD.)
[JP/JP]; 〒6188525 京都府乙訓郡大山崎町大山崎小泉1番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 遊佐 敦 (YUSA Atsushi); 〒6188525 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 Kyoto (JP). 山本 智史 (YAMAMOTO Satoshi); 〒6188525 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 Kyoto (JP). 後藤 英斗 (GOTO Hideto); 〒6188525 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 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 川北 喜十郎, 外 (KAWAKITA, Kijuro et al.); 〒1600022 東京都新宿区新宿一丁目5番4号 YKBマイクガーデン Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,

(54) Title: MANUFACTURING METHOD AND MANUFACTURING APPARATUS FOR MOLDED FOAM

(54) 発明の名称: 発泡成形体の製造方法及び製造装置



- S1 Plasticize and melt
S2 Introduce physical blowing agent
S3 Establish scarce state
S4 Bring into contact with blowing agent
S5 Weigh
S6 Maintain pressure
S7 Mold

(57) Abstract: Provided is a method in which the separation of a physical blowing agent from a molten resin is suppressed, and high-quality molded foam is stably manufactured. A manufacturing method for molded foam in which: a thermoplastic resin is plasticized and melted to produce a molten resin in a plasticizing zone of a plasticizing cylinder; a pressurized liquid having a fixed first pressure and containing a physical blowing agent is introduced into a scarcity zone of the plasticizing cylinder; a scarcity of the molten resin is established in the scarcity zone; the scarce molten resin is brought

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

into contact with the pressurized liquid having the first pressure in the scarcity zone; a prescribed amount of the molten resin which has been brought into contact with the pressurized liquid having the first pressure is weighed; and the weighed molten resin is injected from the plasticizing cylinder to form a molded foam. From the completion of the weighing of the molten resin to the start of injection, the pressure of the weighed molten resin is constantly maintained at a higher pressure than the first pressure.

(57) 要約: 熔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。発泡成形体の製造方法であって、可塑化シリンダの可塑化ゾーンにおいて、熱可塑性樹脂を可塑化溶解して熔融樹脂とすることと、可塑化シリンダの飢餓ゾーンに、一定の圧力である第1の圧力を有する、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、前記熔融樹脂を飢餓状態とすることと、前記飢餓ゾーンにおいて、前記飢餓状態の熔融樹脂と、第1の圧力の加圧流体とを接触させることと、第1の圧力の加圧流体と接触させた前記熔融樹脂を所定量計量することと、前記計量した熔融樹脂を前記可塑化シリンダから射出して、発泡成形体に成形することを含む。前記熔融樹脂の計量の完了から射出の開始まで、常に前記計量した熔融樹脂の圧力を第1の圧力より高い圧力に保持する。

明 細 書

発明の名称：発泡成形体の製造方法及び製造装置

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] 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、可塑化溶解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解樹脂を計量し、金型内に射出充填する。溶解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、溶解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解樹脂への溶解量は、物理発泡剤の導入量で決定される（導入量制御）。

[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解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、飢餓状態の溶解樹脂と一定の圧力の物理発泡剤とを接触させ、溶解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] 特許文献１：特許第２６２５５７６号公報

特許文献2：特許第3 7 8 8 7 5 0号公報

特許文献3：特許第4 1 4 4 9 1 6号公報

特許文献4：特許第6 1 3 9 0 3 8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。

[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。

[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融して前記溶融樹脂とするこ

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、前記溶融樹脂を飢餓状態とすることと、前記飢餓ゾーンにおいて、前記飢餓状態の溶融樹脂と、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融樹脂を所定量計量することと、前記計量した溶融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、前記溶融樹脂の計量の完了から射出の開始まで、常に前記計量した溶融樹脂の圧力を前記第1の圧力より高い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。

[0010] 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 MPa～10 MPa高い圧力に保持してもよい。

[0011] 前記溶融樹脂の計量の完了から射出の開始まで、常にスクリュ背圧を前記第1の圧力より高い圧力に保持してもよい。また、前記溶融樹脂の計量の完了まで、前記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第2の圧力以上の第3の圧力に保持してもよい。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してもよい。

[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のテーパ面を有してもよい。また、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、前記貫通孔は、後方端部における内径より小さい内径を有する縮径部を有し、前記チェックリングの貫通孔を区画する内壁は、前記貫通孔の縮径部を区画する小内径部と、前記貫通孔の後方端部と前記小内径部とを連結する第1のテーパ面とを有し、前記軸は、前記突き当てリングとの接続部の直径より小さい直径を有する小直径部と、前記接続部と前記小直径部とを連結する第2のテーパ面とを有してもよい。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ン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してもよい。

[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、一定量の前記溶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、前記溶融樹脂の計量の完了から射出の開始まで、常に前記計量した溶融樹脂の圧力を前記第１の圧力より高い圧力に保持する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。

[0015] 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。

発明の効果

[0016] 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。

図面の簡単な説明

[0017] [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。

[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。

[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)

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。

[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

[0018] [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 1000 を用いて実施できる。まず、製造装置 1000 について説明する。

[0019] <発泡成形体の製造装置>

製造装置（射出成形機）1000 は、主に、スクリュ 20 が内设された可塑化シリンダ 210 と、スクリュ 20 を駆動させるスクリュ駆動機構 260 と、物理発泡剤を可塑化シリンダ 210 に供給する物理発泡剤供給機構であるポンペ 100 と、金型 251 が設けられた型締めユニット 250 と、可塑化シリンダ 210、スクリュ駆動機構 260 及び型締めユニット 250 を動作制御するための制御装置（不図示）を備える。

[0020] 可塑化シリンダ 210 内において可塑化溶融された溶融樹脂は、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 210 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 210 及びスクリュ 20 の延在する方向（スクリュ 20 の軸方向、溶融樹脂の流動方向）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 210 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 210 の後方側か

ら見た場合に、スクリュ２０を反時計回りに回転させると溶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。

[0021] 可塑化シリンダ２１０は、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２１と、可塑化ゾーン２１の下流側に、溶融樹脂が飢餓状態となる飢餓ゾーン２３とを有する。「飢餓状態」とは、溶融樹脂が飢餓ゾーン２３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２３内には、溶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２３に物理発泡剤を導入するための導入口２０２が形成されており、導入口２０２には、導入速度調整容器３００が接続している。ポンベ１００は、導入速度調整容器３００を介して可塑化シリンダ２１０に物理発泡剤を供給する。

[0022] スクリュ駆動機構２６０は、可塑化シリンダ２１０の上流側の後端部に接続され、スクリュ回転用モータＭ２及び伝動手段２６２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Ｍ１及び伝動手段２６３を含むスクリュ移動機構と、スクリュ２０にかかる圧力を検出するロードセル等の圧力センサ２６１を有する。スクリュ回転用モータＭ２は、プーリやベルト等から構成される伝動手段２６２を介してスクリュ２０を正回転及び逆回転させる。スクリュ前後進用モータＭ１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２６３を介してスクリュ２０を前後方向に移動させる。これにより、スクリュ２０は、可塑化ゾーン２１から飢餓ゾーン２３に向う前方への前進及び飢餓ゾーン２３から可塑化ゾーン２１に向う後方への後退が可能である。

[0023] 圧力センサ２６１が検出するスクリュ２０にかかる圧力の大きさは、スクリュ２０の前方に位置する溶融樹脂の圧力の大きさであるが、スクリュ２０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２０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２０が正回転するこ

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が後退するとき、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。

[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。

[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。

[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] 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压であるため、例えば、窒素ボンベ、二酸化炭素ボンベ、空気ボンベ等の流体が貯蔵されたボンベから、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、ポンベ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、可塑化シリンダ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は可塑化シリンダ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、比較的低压の物理発泡剤であっても、可塑化シリンダ２１０内に効率良く導入できる。また、熔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、内径が大きいため、完全に塞がることなく導入口として機能できる。例えば、可塑化シリンダ２１０の内径が大きい場合、即ち、可塑化シリンダ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、熔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、可塑化シリンダ２１０の内径の２０％～１００％が好ましく、３０％～８０％がより好ましい。または、可塑化シリンダ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、可塑化シリンダ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 に存在する溶融樹脂の量にも依存するが、5 mL ~ 10 L であることが好ましく、10 mL ~ 1 L 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。

[0037] また、後述するように物理発泡剤は溶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。

[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) 溶融樹脂を飢餓状態とする

次に、溶融樹脂を飢餓ゾーン 23 へ流動させ、飢餓ゾーン 23 において溶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 への溶融樹脂の送り量と、飢餓ゾーン 23 からその下流への溶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。

[0040] 本実施形態では、溶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 において溶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、溶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、溶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。

[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においては溶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、溶融樹脂が未充填（飢餓状態）となる。溶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に設けられる溶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溶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。

[0043] 溶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。溶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溶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、容易に溶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 へ溶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 において溶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。

[0045] 本実施形態では、飢餓ゾーン 23 における溶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 における溶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 における溶融樹脂の密度が安定に低下し、溶融樹脂への物理発泡剤の浸透が促進される。

[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、溶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、溶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、後述する溶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。

[0047] （４）溶融樹脂と物理発泡剤との接触

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に所定量の溶融樹脂(1ショット分の溶融樹脂)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溶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の前方の溶融樹脂の圧力)は、スクリュ背圧に等しい。したがって、溶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、溶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の前方に溶融樹脂を送り難くなり、飢餓ゾーン23の導入口203から溶融樹脂がベントアップする虞がある。これらの観点から、溶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。

[0054] (6) 計量した溶融樹脂の圧力保持

本実施形態では、溶融樹脂の計量完了から射出開始まで、常に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(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、計量後の溶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。

- [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、0.5 MPa～10 MPa高いことが好ましく、1 MPa～10 MPa高いことがより好ましく、2 MPa～5 MPa高いことが更により好ましい。
- [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。

[0058] (7) 発泡成形

次に、物理発泡剤を接触させ、計量した溶融樹脂を発泡成形体に成形する（図1のステップS7）。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%の充填容量の溶融樹脂を充填して、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%の充填量の溶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。

[0059] 以上説明した本実施形態の製造方法では、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、飢餓状態の溶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。

[0060] また、本実施形態の製造方法では、溶融樹脂の計量完了から射出開始まで、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（第1の圧力）より高い圧力に保持する。これにより、溶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。

[0061] 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、溶融樹脂の計量完了から射出開始までの間に、計量した溶融樹脂の圧力が低下する現象を発見した。

[0062] 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（0～7.5S）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（7.5S～35S）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。

[0063] 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。

[0064] 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。

[0065] 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の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、9 MPa）と同じ大きさのスクリュ背圧（第3の圧力、9 MPa）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9 MPaとし、熔融樹脂の計量完了後に、スクリュ背圧を9 MPa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、溶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（第1の圧力）より高い圧力に保持する。本実施形態では、溶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、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61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

G 1 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 6 1 の溝 6 1 a を区画する面と、溝 6 1 a に係合するチェックリングの爪 6 2 b の間にも、熔融樹脂が通過可能な隙間 G 2 が形成されている。

[0072] 図 5（a）は、チェックリング 6 2 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 6 1 の後方側の端面と、チェックリング 6 2 の本体リング 6 2 a の前方側の端面とか当接する。図 5（c）は、チェックリング 6 2 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 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 とか当接する。図 5（b）は、チェックリング 6 2 の本体リング 6 2 a が、スクリュヘッド 6 1 及び突き当てリング 6 3 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。

[0073] 熔融樹脂が、先端部シール機構 6 0 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 6 2 は、前方へ進む熔融樹脂に押されて前方に進み、図 5（a）に示す状態となる。熔融樹脂は、図 5（a）中に矢印で示すように、隙間 G 1 及び G 2 を通過することにより、先端部シール機構 6 0 を通過して、スクリュ 2 0 の前方の計量ゾーン 2 5 へ流動できる。反対に、熔融樹脂が、先端部シール機構 6 0 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 6 2 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 6 2 a の後方側の端面 6 2 c と、突き当てリング 6 2 の前方側の端面 6 3 a とか当接する。突き当てリング 6 2 により、隙間 G 1 が閉じられ、熔融樹脂の先端部シール機構 6 0 の前方から後方への逆流が抑制される。

[0074] 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、即ち、樹脂の可塑化計量中は、先端部シール機構 6 0 は、図 5（a）に示す状態にあることが好ましい。熔融樹脂を先端部シール機構 6 0 の前方に送り易いため、飢餓ゾーン 2 3 において熔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 2 3 の飢餓状態を安定させる観点からは、先端部シール機構 6 0 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、熔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が開口しているため、熔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。

[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 S_1 の、後方側の受圧面積 S_2 に対する比率(S_1 / S_2)によって調整できる。本発明者らは、比率(S_1 / S_2)を例えば、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の熔融樹脂の飢餓状態を安定させつつ、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)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）

）との比較から分かるように、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、 $S1$ 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、 $S1$ を小さくできる。受領面積 $S2$ 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、 $S2$ 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、 $S2$ 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 $S1 \sim S3$ 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 $S1 \sim S3$ 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。

[0080] <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60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（ $S1 / S2$ ）を特定の範囲とした先端部シール機構60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。

[0081] 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23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62が前方により戻り難くなるため、先端部シール機構60のシール性がより向上し、また、溶融樹脂への物理発泡剤の均一相溶を更に促進できる。

[0082] [変形例1]

第2の実施形態の先端部シール機構60では、図5(c)に示すチェックリング62が最も後方に位置した状態において、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とか当接することによって、溶融樹脂の通過路である隙間G1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62c、端面63a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、テーパ一面であってもよい。

[0083] 本変形例では、第2の実施形態の先端部シール機構60に代えて、図7(a)～(d)に示す、当接面がテーパ一面である先端部シール機構70を用いる。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。また、先端部シール機構70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($S1/S2$)の値は、上述した特定の範囲内である。

[0084] 先端部シール機構70について、以下に説明する。図7(a)は、先端部シール機構70において、チェックリング72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72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72のみを示す。図7(d)は、チェックリング72以外の先端部シール機構70の構成部品、即ち、スクリュヘッド71、軸74及び突き当てリング73を示す。

[0085] 図7(c)に示すように、チェックリング72には、軸74が貫通する貫通孔75が形成されている。貫通孔75を区画する内壁の一部は、貫通孔75の後方端部75aと、後方端部75aの内径D75より小さい内径d75を有する小内径部75bとを連結する第1のテーパ一面75cを形成する。

即ち、貫通孔 7 5 は、後方端部 7 5 a における内径 D_{75} より小さい内径 d_{75} を有する縮径部を有する。そして、チェックリング 7 2 の貫通孔 7 5 を区画する内壁は、貫通孔 7 5 の縮径部を区画する小内径部 7 5 b と、貫通孔 7 5 の後方端部 7 5 a と小内径部 7 5 b とを連結する第 1 のテーパ面 7 5 c とを有する。

[0086] 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。本変形例における受圧面積 S_2 は、端面 7 2 c の面積と、テーパ面 7 5 c をスクリュ 2 0 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 7 4 は、突き当てリング 7 3 との接続部 7 4 a の直径 D_{74} より小さい直径 d_{74} を有する小直径部 7 4 b と、接続部 7 4 a と小直径部 7 4 b とを連結する第 2 のテーパ面 7 4 c を有する。第 1 のテーパ面 7 5 c のテーパ比と、第 2 のテーパ面 7 4 c のテーパ比とは、略同一である。チェックリング 7 2 の前方及び後方の移動に伴い、第 1 のテーパ面 7 5 c と第 2 のテーパ面 7 4 c 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 7 5 c と第 2 のテーパ面 7 4 c が離間しているとき、それらの間には、熔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 7 2 が後方へ移動して、第 1 のテーパ面 7 5 c と第 2 のテーパ面 7 4 c が当接すると、図 7 (b) に示すように、隙間 G_1 が消滅し、熔融樹脂の先端部シール機構 7 0 の前方から後方への逆流が防止される。

[0088] 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。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、本変形の例先端部シール機構 7 0 では、熔融樹脂の通過路である隙間 G_1 を第 1 のテーパ面 7 5 c と第 2 のテーパ面 7 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。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、計量した熔融樹脂の圧力（計量ゾーン 25 の圧力）を保持し易くなる。

[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 82 d 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 82 a 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。

[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 ($S1/S2$) 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 82 d 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熔融樹脂は、溝 82 d 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、熔融樹脂の粘度が低い場合は、熔融樹脂は、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、熔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 の一定の圧力より高い圧力

に保持し易くなる。

[0093] 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性向上の観点からは、溝82dの数は多い方が好ましく、溝82dが、チェックリング82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82aの前後方向における長さL82aは、長い方が好ましい。一方で、本体リング82aの長さL82aが長いと、チェックリング82の前後方向における移動距離が長くなり、軸84とチェックリング82との間に形成される隙間G1が開口している時間が長くなる。そのため、隙間G1のシール性が低下する。隙間G1のシール性を向上させる構成としては、例えば、軸84とチェックリング82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。

[0094] 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92dが形成されているチェックリング92を有する先端部シール機構90を用いる。図9(a)は、チェックリング92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92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92の本体リング92aが、スクリュヘッド91及び突き当てリング93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。

[0095] 先端部シール機構90では、軸94とチェックリング92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、熔融樹脂の通路である隙間G1を第1のテーパ面95cと第2のテーパ面94c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90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90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(S1/S2)の値は、上述した特定の範囲内である。

[0096] 変形例3におけるチェックリング92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。

[0097] 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。

[0098] [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。

[0099] 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 号公報等の開示される機構を用いることができる。

[0100] 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1000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20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20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。

[0101] 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23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

[0102] 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。

[0103] [実施例1]

本実施例では、熱可塑性樹脂として、タルクを20重量%含む、強化ポリプロピレン（PP）（出光ライオンコンポジット製、4700G）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。

[0104] (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60を備えた、図2に示す製造装置1000を用いた。製造装置1000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）1000は、主に、スク

リュ２０が内设された可塑化シリンダ２１０と、スクリュ２０を駆動させるスクリュ駆動機構２６０と、物理発泡剤を可塑化シリンダ２１０に供給する物理発泡剤供給機構であるポンベ１００と、金型２５１が設けられた型締めユニット２５０と、可塑化シリンダ２１０、スクリュ駆動機構２６０及び型締めユニット２５０を動作制御するための制御装置（不図示）を備える。

[0105] 可塑化シリンダ２１０のノズル先端２９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２８が設けられ、可塑化シリンダ２１０の内部を高圧に保持できる。ノズル先端２９には金型２５１が密着し、金型２５１が形成するキャビティ２５３内にノズル先端２９から溶融樹脂が射出充填される。可塑化シリンダ２１０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２１０に供給するための樹脂供給口２０１及び物理発泡剤を可塑化シリンダ２１０内に導入するための導入口２０２が形成される。これらの樹脂供給口２０１及び導入口２０２にはそれぞれ、樹脂供給用ホッパ２１１及びフィーダースクリュ２１２、導入速度調整容器３００が配設される。導入速度調整容器３００には、ポンベ１００が、減圧弁１５１、圧力計１５２を介して、配管１５４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溶融樹脂となり、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、溶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、溶融樹脂が未充填（飢餓状態）となる。更に下流に送られた溶融樹脂は、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。

[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溶融される可塑化ゾーン２１、溶融樹脂が圧縮されて圧力が高ま

る圧縮ゾーン22、溶融樹脂が未充填となる飢餓ゾーン23、飢餓ゾーンにおいて減圧された溶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35mmであり、導入口202の内径は8mm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80mL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S1の、後方側の受圧面積S2に対する比率($S1/S2$)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100mm×200mm×3mmである金型251を用いた。

[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、窒素が14.5MPaで充填された容積47Lの窒素ポンベを用いた。まず、減圧弁151の値を6MPa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6MPaの窒素を供給した。成形体の製造中、ポンベ100は常時、開放した状態とした。

[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30rpm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、溶融樹脂とした。

[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溶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溶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溶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。

[0112] スクリュ20をスクリュ背圧9MPa、回転数100rpmにて正回転することにより、溶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に流動させた。

[0113] 溶融樹脂は、スクリュ大径部分20A及びリング26と、可塑化シリンダ210の内壁との隙間から、飢餓ゾーン23へ流動するため、飢餓ゾーン23への溶融樹脂の供給量が制限された。これにより、圧縮ゾーン22においては溶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、溶融樹脂が未充満（飢餓状態）となった。飢餓ゾーン23では、溶融樹脂が未充満（飢餓状態）であるため、溶融樹脂が存在しない空間に導入口202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溶融樹脂は加圧された。

[0114] 更に、溶融樹脂は再圧縮ゾーン24に送られて再圧縮され、スクリュ20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210の先端部に1ショット分の溶融樹脂が計量された。計量時間は、10秒であった。計量完了後、スクリュ背圧を9MPaから10MPaに上昇させた。これにより、スクリュ20は、計量完了位置より0.3mm～0.4mm前進した。

[0115] その後、シャットオフバルブ28を開放して、キャビティ253内に、キャビティの容積の90%の充填率となる様に溶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、溶

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20の位置ではなく、スクリュ20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、10秒とした。成形サイクルは23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。

[0116] 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。100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210内の飢餓ゾーン23の圧力を計測した。その結果、飢餓ゾーン23の圧力は、常に6MPaで一定であった。また、飢餓ゾーン23へ供給される窒素の圧力を示す圧力計152の値も、発泡成形体の製造中、常時、6MPa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23において、6MPaの窒素により溶融樹脂が、常時、加圧されていたこと、及び100個の成形体の連続成形の間、飢餓ゾーン23において、窒素により溶融樹脂が、常時、加圧されていたことが確認できた。

[0117] また、溶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、飢餓ゾーン23の圧力6MPaより高い10MPaであった。この結果から、本実施例では、飢餓ゾーン23の圧力と、スクリュ20の前方の樹脂圧力（計量ゾーン25の圧力）は分断されており、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。

[0118] 100個の発泡成形体の重量ばらつきを標準偏差（ σ ）を重量平均値（ave.）で割った値（相対標準偏差値： $\sigma / \text{ave.}$ （%））で評価した。その結果、 $(\sigma / \text{ave.}) = 0.19\%$ 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、 $(\sigma / \text{ave.}) = 0.18\%$ 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。

[0119] 本実施例では、ソリッド成形体と比較して比重が約10%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）に影響を受けると考えられる。この結果から、物理発泡剤の溶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20～30 μm 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、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、スクリュ背圧を溶融樹脂の計量完了まで9 MPaとし、溶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、溶融樹脂を金型内に射出して発泡成形体を得た。溶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30～40 μm 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 62 b 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、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。

[0125] 本実施例では、実施例 2 と同様に、スクリュ背圧を溶融樹脂の計量完了まで 9 MPa とし、溶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 の前方へ溶融樹脂を送り難く、可塑化能力が低い。溶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 ~ 30 μm 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 92 との当接面をテーパ面 95 c、94 c としており、チェックリング 92 の外側面に溝 92 d を形成している。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、スクリュ背圧を溶融樹脂の計量完了まで 9 MPa とし、溶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 8.6 MPa であり、0.4 MPa の低下にとどまった。溶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 6 MPa 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 20～30 μm 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、溶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、スクリュ背圧を溶融樹脂の計量完了まで 9 MPa とし、溶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、9.0 MPa のままであり、低下しなかった。溶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 6 MPa 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

20～30 μm 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、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。

[0137] 本比較例では、実施例2と同様に、スクリュ背圧を溶融樹脂の計量完了まで9 MPaとし、溶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、6.0 MPaであり、飢餓ゾーン23の圧力まで低下した。尚、溶融樹脂の計量時間は、実施例1と同等であった。

[0138] 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。

[0139] 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50～100 μm 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。

[0140] [比較例2]

本比較例では、先端部シール機構60において、比率($S1/S2$)を0.96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。

[0141] 本比較例では、実施例2と同様に、9 MPa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($S1/S2$)が大きいため、先端部シール機構60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 MPa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

[0142] 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

[0143] 20 スクリュ
21 可塑化ゾーン
22 圧縮ゾーン
23 飢餓ゾーン
24 再圧縮ゾーン
60、70、80、90 先端部シール機構
100 ポンベ
210 可塑化シリンダ
300 導入速度調整容器
1000 製造装置

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熔融して前記熔融樹脂とすることと、

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、前記熔融樹脂を飢餓状態とすることと、

前記飢餓ゾーンにおいて、前記飢餓状態の熔融樹脂と、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熔融樹脂を所定量計量することと、

前記計量した熔融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、

前記熔融樹脂の計量の完了から射出の開始まで、常に前記計量した熔融樹脂の圧力を前記第1の圧力より高い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 MPa～10 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]

前記熔融樹脂の計量の完了から射出の開始まで、常にスクリュ背圧を前記第1の圧力より高い圧力に保持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] 前記溶融樹脂の計量の完了まで、前記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請求項 3 に記載の発泡成形体の製造方法。

[請求項5] 第 2 の圧力と第 3 の圧力が同一であることを特徴とする請求項 4 に記載の発泡成形体の製造方法。

[請求項6] 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7] 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、0.6～0.95であ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、前記貫通孔は、後方端部における内径より小さい内径を有する縮径部を有し、

前記チェックリングの貫通孔を区画する内壁は、前記貫通孔の縮径

部を区画する小内径部と、前記貫通孔の後方端部と前記小内径部とを連結する第1のテーパ面とを有し、

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

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することを特徴とする請求項6又は7に記載の発泡成形体の製造方法。

[請求項9] 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6～8のいずれか一項に記載の発泡成形体の製造方法。

[請求項10] 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9に記載の発泡成形体の製造方法。

[請求項11] 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、

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、

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、前記溶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12]

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、一定量の前記溶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、

前記溶融樹脂の計量の完了から射出の開始まで、常に前記計量した溶融樹脂の圧力を前記第 1 の圧力より高い圧力に保持する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13]

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 MPa～10 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 12 に記載の製造装置。

[請求項14]

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 12 又は 13 に記載の製造装置。

[請求項15]

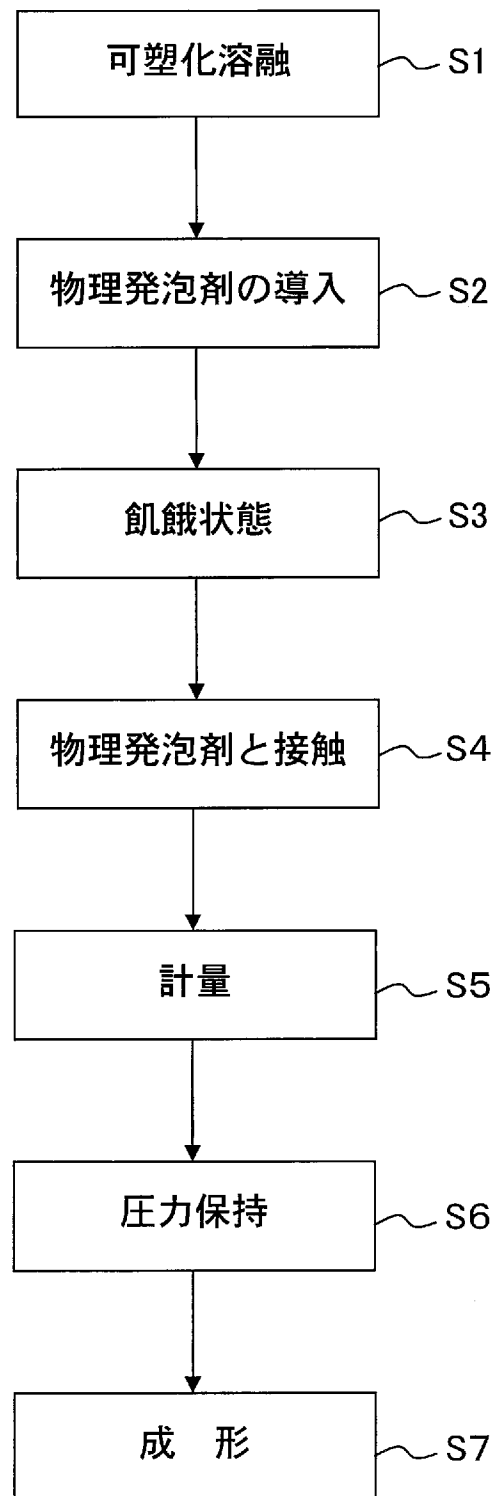
前記スクリュは、前記可塑化シリンダ内において、前記可塑化ゾーンから前記飢餓ゾーンに向う前方、及び前記飢餓ゾーンから前記可塑化ゾーンに向う後方に進退自在に設けられ、

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ることを特徴とする請求項 12 又は 13 に記載の製造装置。

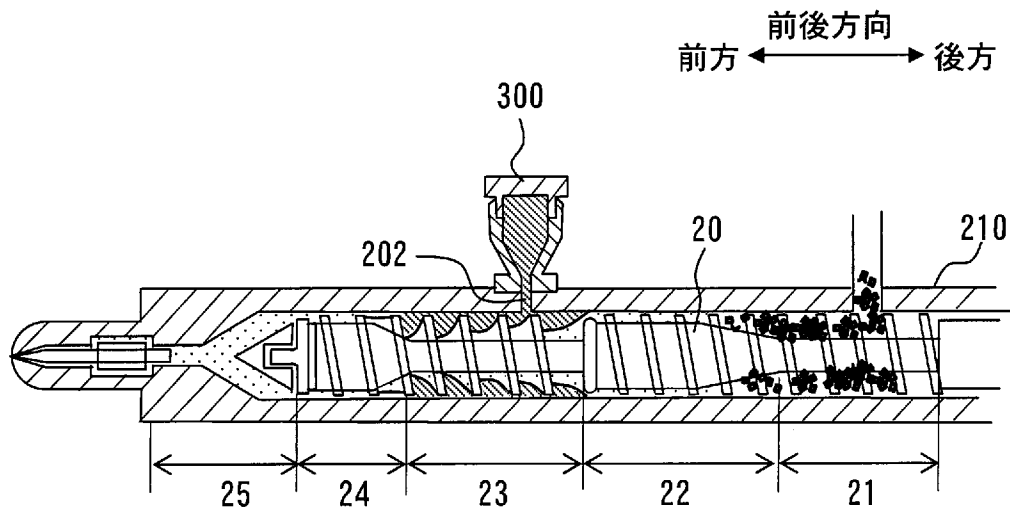
- [請求項16] 前記スクリュは、前記可塑化シリンダ内において、前記溶融樹脂を前方へ送る正回転と、正回転とは逆の逆回転とが可能であり、
- 前記先端部シール機構は、
- 前記スクリュの前方の端部に位置するスクリュヘッドと、
- 前記スクリュヘッドの後方に位置する突き当てリングと、
- 前記スクリュヘッドと前記突き当てリングとを連結する軸と、
- 前記軸に遊嵌して、前記スクリュヘッドと前記突き当てリングとの間を前方及び後方に移動可能なチェックリングと、
- 前記スクリュを逆回転させることにより、前記チェックリングが前記突き当てリングに当接した状態を維持するロック機構とを有することを特徴とする請求項15に記載の製造装置。

[図1]

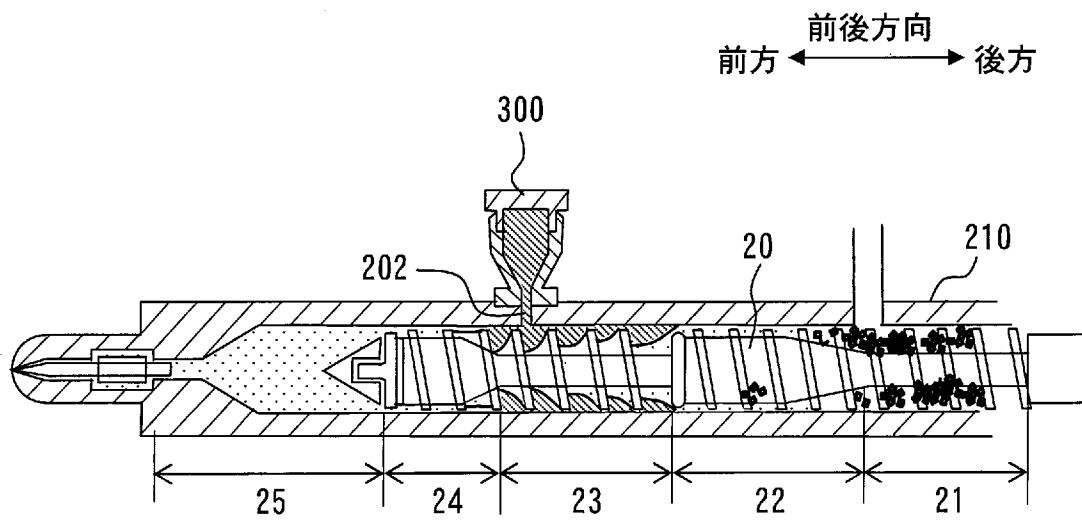


[図3]

(a)

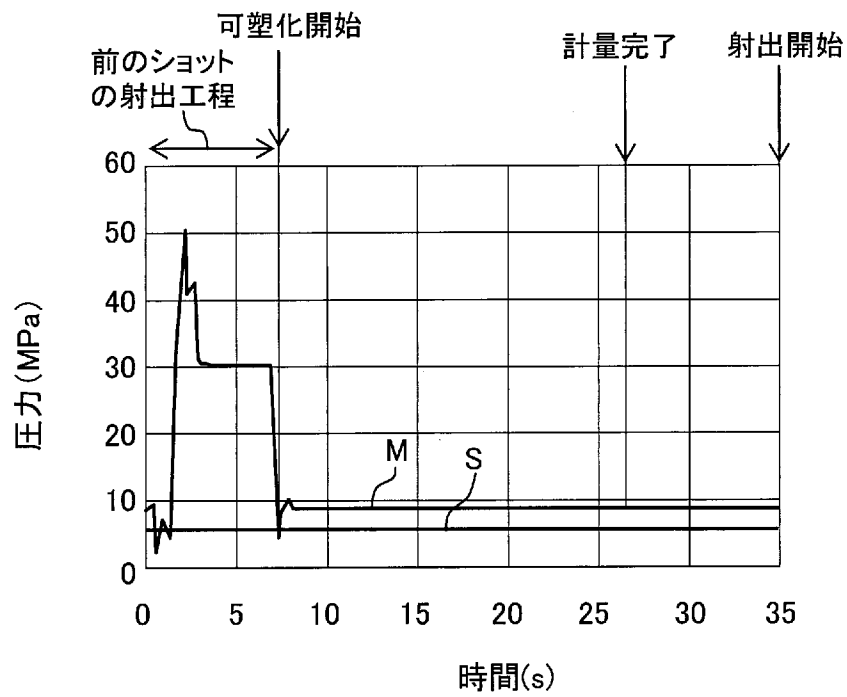


(b)

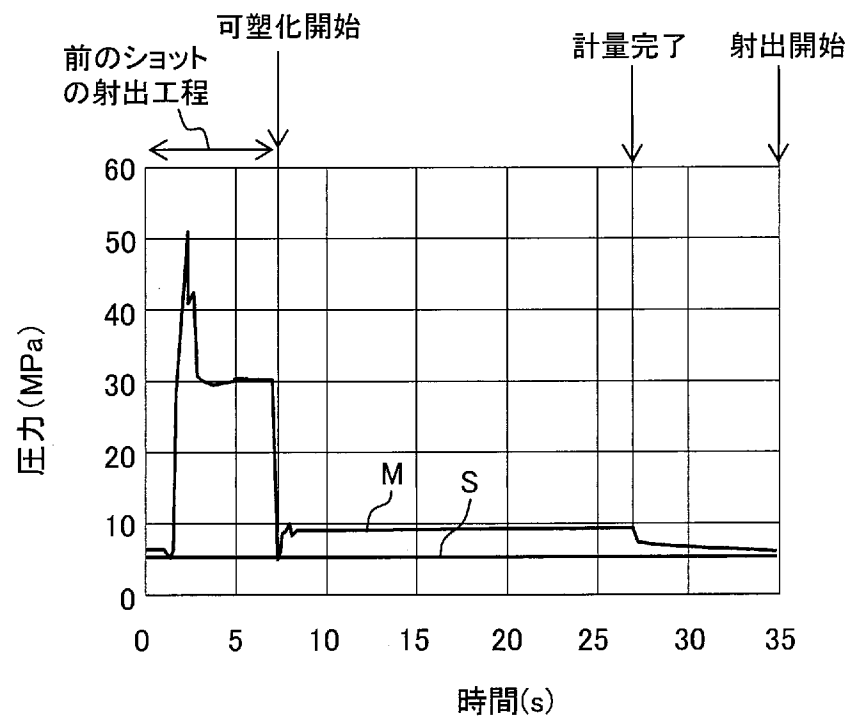


[図4]

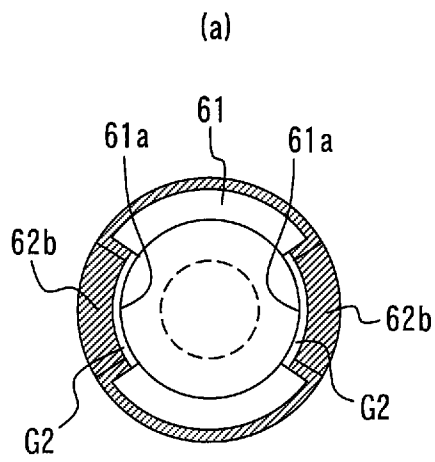
(a)



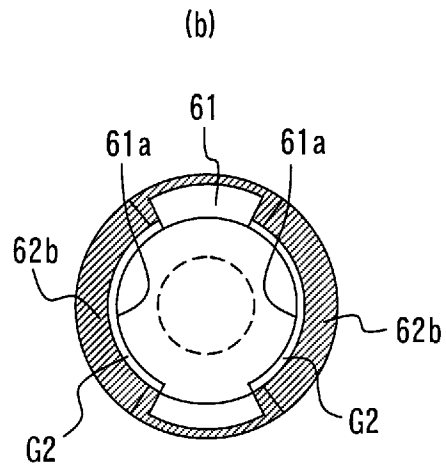
(b)



[図6]

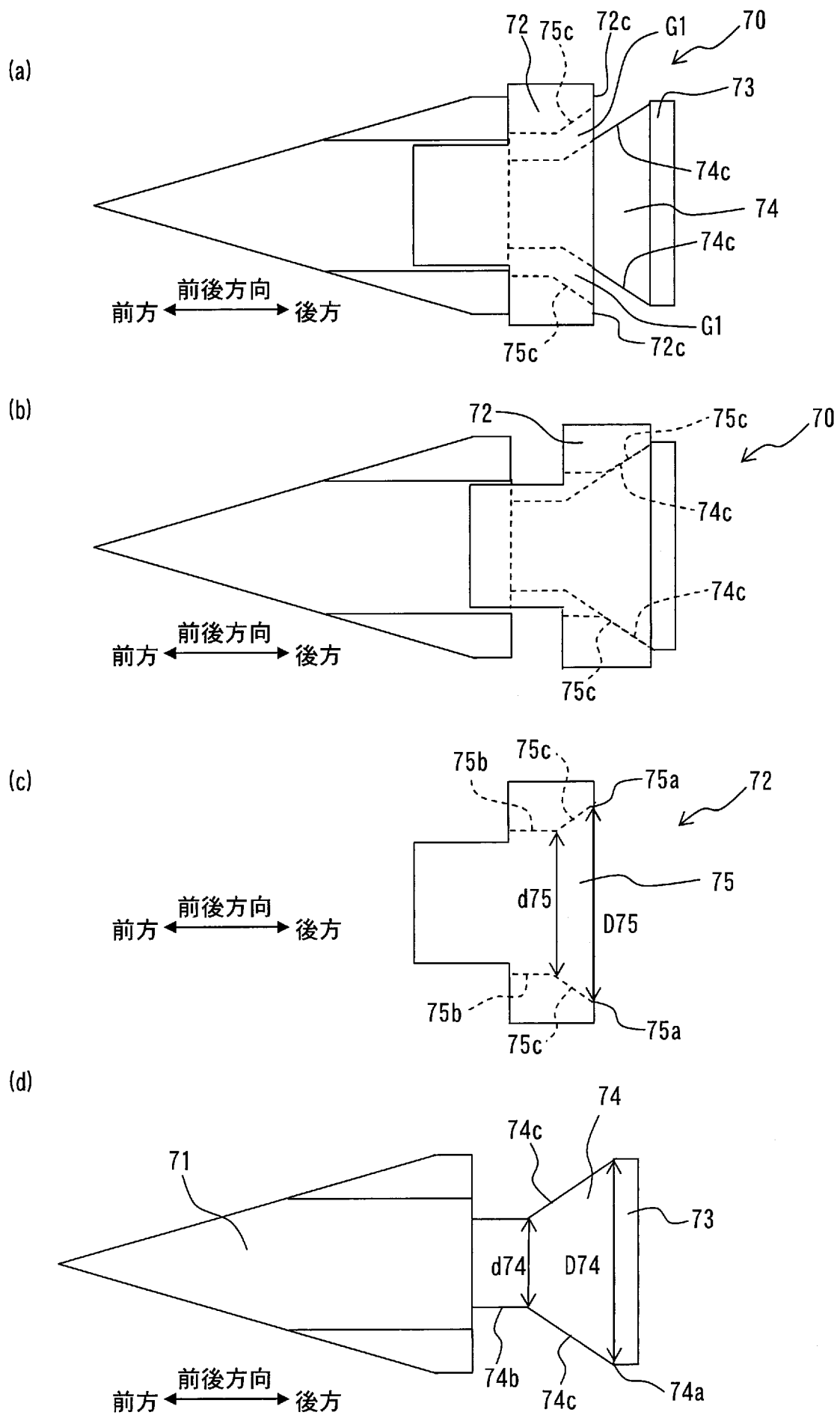


S 1 : 斜線領域の面積

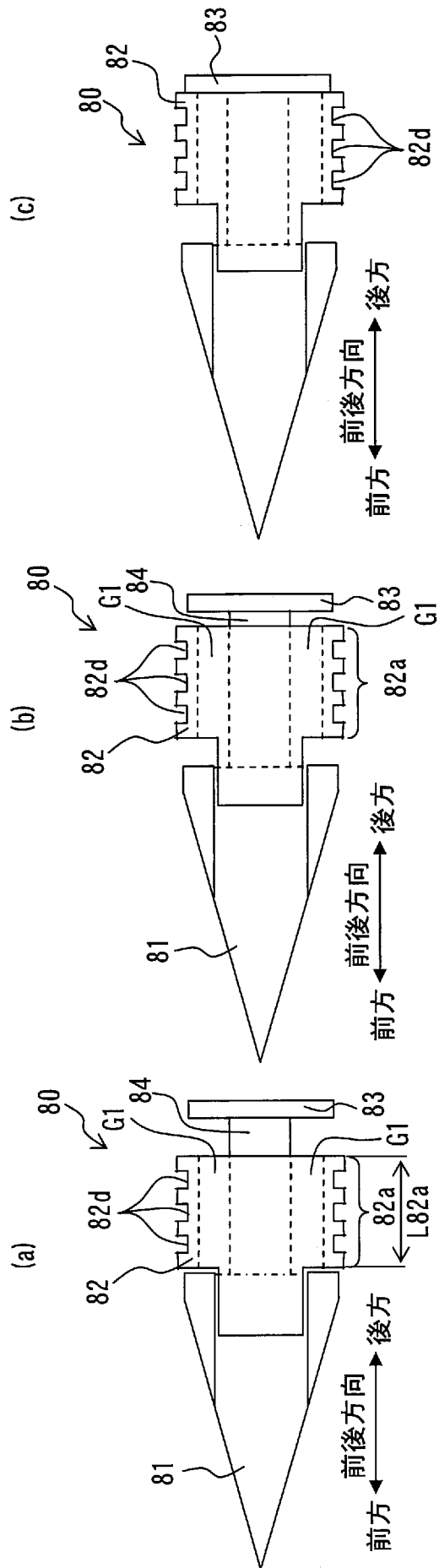


S 1 : 斜線領域の面積

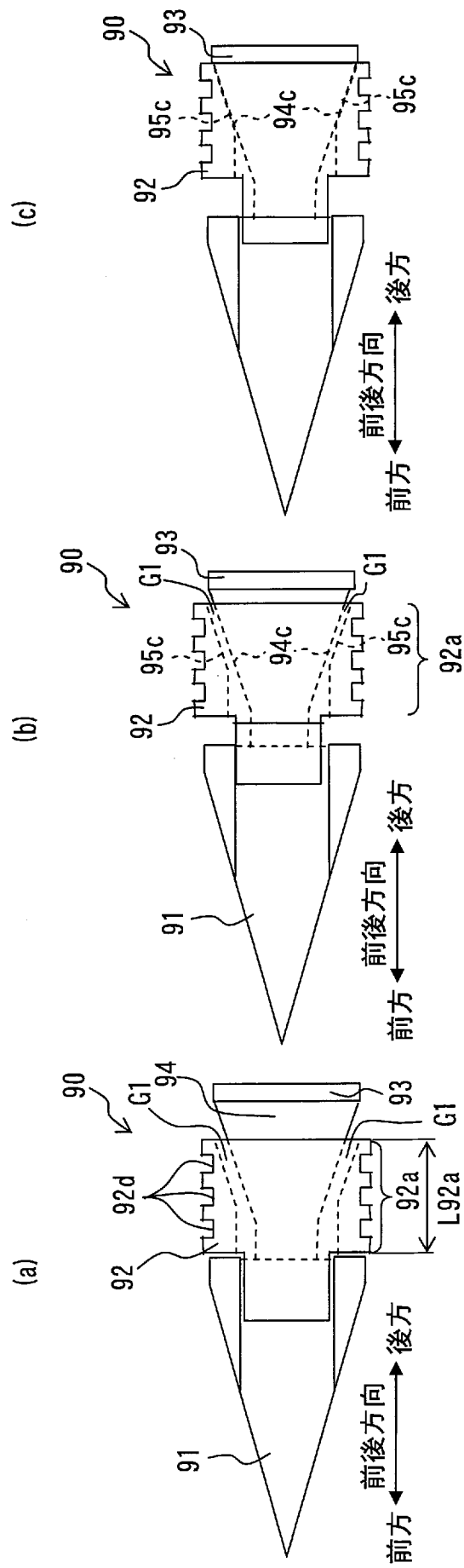
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/014937

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. B29C44/42 (2006.01) i, B29C44/60 (2006.01) i, B29C45/50 (2006.01) i, B29C45/60 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. B29C44/00-44/60, B29C45/00-45/84

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	WO 2001/091987 A1 (ASAHI KASEI CORP.) 06 December 2001, whole document, in particular, claims, description, pages 3-6, 9-14, 18-20, example 3, fig. 2, 9 & US 2003/0011090 A1, claims, paragraphs [0017]-[0048], [0059]-[0078], [0097]-[0106], example 3, fig. 1, 9 & EP 1293319 A1 & CN 1380848 A	1-6, 12-15 7-11, 16
X Y	JP 6139038 B1 (HITACHI MAXELL, LTD.) 31 May 2017, whole document, in particular, claims, description, paragraphs [0046]-[0050], [0054]-[0067], fig. 2 & JP 2017-100459 A & JP 2017-206031 A & US 2018/0117823 A1, claims, paragraphs [0050]-[0054], [0058]-[0073], fig. 2 & WO 2017/007032 A1 & EP 3321062 A1 & CN 107848183 A	1-6, 12-15 7-11, 16



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
10.06.2019

Date of mailing of the international search report
18.06.2019

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/014937

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 67479/1993 (Laid-open No. 35018/1995) (MEIKI CO., LTD.) 27 June 1995, whole document, in particular, claims, paragraphs [0014]-[0023], fig. 1 (Family: none)	7
Y	JP 11-042687 A (NISSEI PLASTIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 16 February 1999, whole document, in particular, claims, paragraphs [0011]-[0023], fig. 1-8 (Family: none)	7
Y	JP 8-281734 A (THE JAPAN STEEL WORKS, LTD.) 29 October 1996, whole document, in particular, claims, paragraphs [0005]-[0014], fig. 1, 2 (Family: none)	8
Y	JP 7-009516 A (THE JAPAN STEEL WORKS, LTD.) 13 January 1995, whole document, in particular, claims, paragraphs [0008]-[0016], fig. 1-3 (Family: none)	9, 10
Y	JP 2012-040839 A (TOYO MACHINERY & METAL CO., LTD.) 01 March 2012, whole document, in particular, claims (Family: none)	11, 16
Y	JP 2012-232558 A (TOYO MACHINERY & METAL CO., LTD.) 29 November 2012, whole document, in particular, claims (Family: none)	11, 16
Y	JP 2017-205942 A (TOSHIBA MACHINE CO., LTD.) 24 November 2017, whole document, in particular, claims (Family: none)	11, 16
A	WO 2017/159166 A1 (HITACHI MAXELL, LTD.) 21 September 2017, whole document & US 2018/0339439 A1 & EP 3431246 A1 & CN 108472845 A & KR 10-2018-0114142 A	1-16

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B29C44/42(2006.01)i, B29C44/60(2006.01)i, B29C45/50(2006.01)i, B29C45/60(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B29C44/00-44/60, B29C45/00-45/84

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	W0 2001/091987 A1 (旭化成株式会社) 2001.12.06, 文献全体、特に請求の範囲、明細書第3頁-第6頁、第9頁-第14頁、第18頁-第20頁、実施例3、図2、図9 & US 2003/0011090 A1, Claims, [0017]-[0048], [0059]-[0078], [0097]-[0106], Example 3, FIG.1, FIG9 & EP 1293319 A1 & CN 1380848 A	1-6, 12-15 7-11, 16
X Y	JP 6139038 B1 (日立マクセル株式会社) 2017.05.31, 文献全体、特に請求の範囲明細書、段落【0046】-【0050】、【0054】-【0067】、【図2】 & JP 2017-100459 A & JP 2017-206031 A & US 2018/0117823	1-6, 12-15 7-11, 16

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

10.06.2019

国際調査報告の発送日

18.06.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

大村 博一

4 F

3973

電話番号 03-3581-1101 内線 3430

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
	A1, Claims, [0050]-[0054], [0058]-[0073], Fig. 2 & WO 2017/007032 A1 & EP 3321062 A1 & CN 107848183 A	
Y	日本国実用新案登録出願 5-67479 号(日本国実用新案登録出願公開 7-35018 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録した CD-ROM (株式会社名機製作所) 1995.06.27, 文献全体、特に実用新案登録請求の範囲、段落【0014】－【0023】、【図 1】 (ファミリーなし)	7
Y	JP 11-042687 A (日精樹脂工業株式会社) 1999.02.16, 文献全体、特に特許請求の範囲、段落【0011】－【0023】、【図 1】－【図 8】 (ファミリーなし)	7
Y	JP 8-281734 A (株式会社日本製鋼所) 1996.10.29, 文献全体、特に特許請求の範囲、段落【0005】－【0014】、【図 1】－【図 2】 (ファミリーなし)	8
Y	JP 7-009516 A (株式会社日本製鋼所) 1995.01.13, 文献全体、特に特許請求の範囲、段落【0008】－【0016】、【図 1】－【図 3】 (ファミリーなし)	9, 10
Y	JP 2012-040839 A (東洋機械金属株式会社) 2012.03.01, 文献全体、特に特許請求の範囲 (ファミリーなし)	11, 16
Y	JP 2012-232558 A (東洋機械金属株式会社) 2012.11.29, 文献全体、特に特許請求の範囲 (ファミリーなし)	11, 16
Y	JP 2017-205942 A (東芝機械株式会社) 2017.11.24, 文献全体、特に特許請求の範囲 (ファミリーなし)	11, 16
A	WO 2017/159166 A1 (日立マクセル株式会社) 2017.09.21, 文献全体 & US 2018/0339439 A1 & EP 3431246 A1 & CN 108472845 A & KR 10-2018-0114142 A	1-16