

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4460519号
(P4460519)

(45) 発行日 平成22年5月12日(2010.5.12)

(24) 登録日 平成22年2月19日(2010.2.19)

(51) Int.Cl.		F I
B 2 9 C 45/80	(2006.01)	B 2 9 C 45/80
B 2 9 C 45/70	(2006.01)	B 2 9 C 45/70
B 2 9 C 45/64	(2006.01)	B 2 9 C 45/64

請求項の数 5 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2005-312602 (P2005-312602)	(73) 特許権者	000227054 日精樹脂工業株式会社
(22) 出願日	平成17年10月27日(2005.10.27)		長野県埴科郡坂城町大字南条2110番地
(65) 公開番号	特開2007-118349 (P2007-118349A)	(74) 代理人	100088579 弁理士 下田 茂
(43) 公開日	平成19年5月17日(2007.5.17)	(72) 発明者	箱田 隆 長野県埴科郡坂城町大字南条2110番地 日精樹脂工業株式会社内
審査請求日	平成19年3月9日(2007.3.9)	(72) 発明者	加藤 利美 長野県埴科郡坂城町大字南条2110番地 日精樹脂工業株式会社内
		(72) 発明者	櫻田 誠一 長野県埴科郡坂城町大字南条2110番地 日精樹脂工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 射出成形方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

型開閉装置に支持された固定型と可動型を有する金型に射出装置から熔融樹脂を射出充填して射出成形を行うに際し、予め、射出成形時にガス抜き作用と熔融樹脂の侵入防止作用の双方を実現する固定型と可動型間の隙間（設定間隔）を、0.001～0.1〔mm〕の範囲に設定し、成形時に、前記設定間隔に基づく隙間を空けた状態で金型を閉じ、この金型に前記射出装置から熔融樹脂を射出充填するとともに、射出工程の開始から冷却工程の終了まで前記設定間隔が固定されるように前記可動型に対する位置制御を行うことを特徴とする射出成形方法。

【請求項2】

前記設定間隔の検出は、前記固定型及び/又は前記可動型に付設した距離検出器を用いて行うことを特徴とする請求項1記載の射出成形方法。

【請求項3】

前記金型を閉じる際は、前記可動型を型開位置から前進移動させるとともに、この前進移動に伴う動作物理量の変動を監視し、当該動作物理量が予め設定した閾値に達したなら前記可動型の前進移動を停止するとともに、前記設定間隔を得る位置まで後退移動させることを特徴とする請求項1又は2記載の射出成形方法。

【請求項4】

前記動作物理量には、この動作物理量の変動率（変動量）を含むことを特徴とする請求項3記載の射出成形方法。

10

20

【請求項 5】

前記金型を閉じる際は、前記可動型を型開位置から前記設定間隔を得る位置まで直接前進移動させることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の射出成形方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、型開閉装置に支持された固定型と可動型を有する金型に射出装置から熔融樹脂を射出充填して射出成形を行う射出成形方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、射出成形機、特に、トグル式型締装置を備える射出成形機としては、特公平 6 - 61806 号公報及び特開 2005 - 138447 号公報等で開示される射出成形機が知られている。

【0003】

ところで、射出成形機による射出成形方法は、通常、金型に対して射出装置から熔融樹脂を射出充填するため、熔融樹脂がいわば金型から漏れ出さないように型締装置により金型に対して圧力を付加した型締を行っており、この場合の型締力 F は、 $F = A_c \times P_c$ (A_c : 投影面積, P_c : 型内平均圧力) により設定される。特に、トグル式型締装置は、可動型を支持する可動盤と駆動部により進退変位するクロスヘッド間をトグル機構により連結し、クロスヘッドの加圧力を増圧して可動盤に伝達するとともに、トグル機構がほぼ伸長しきった状態におけるタイバーの伸びに基づいて所定の型締力を発生させる機能を備えている。そして、型締動作は、通常、図 9 に示すように、型開位置 X_a から高速型閉が行われ、予め設定された低速低圧切換位置 X_b に達したなら低速低圧型閉に移行する。この低速低圧型閉は金型保護区間となり、正常に排出されなかった成形品等が異物として検出される。この後、予め設定された高圧切換位置 (或いは動作物理量に基づいて検出される金型閉鎖位置) X_c に達したなら高圧型締に移行して高圧型締が行われる。なお、図 9 は、型締動作における負荷トルク T の変化を示し、 X_d は型締終了位置を示している。型締終了位置 X_d では、金型がロック状態となり、この後、金型に熔融樹脂が射出充填されても負荷トルク T は発生しない。

【特許文献 1】特公平 6 - 61806 号

【特許文献 2】特開 2005 - 138447 号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、上述した従来の射出成形方法は、次のような解決すべき課題が存在した。

【0005】

即ち、射出圧縮成形法などの成形原理が基本的に異なる成形法を除く通常の射出成形方法では、上述のように、金型に圧力を付加して型締を行うことがいわば常識的な成形法になっている。この理由の一つとして、型締は金型の面精度 (品質) を補う側面がある。金型 (固定型と可動型) のパーティング面に面精度を悪くする凹凸面が存在した場合、バリ等の成形不良を招くのみならず成形品質の低下要因となるが、金型を高圧で締付けることにより凹凸面を小さく或いは無くすることができるため、金型の面精度の悪さを補うことができる。

【0006】

一方、近年では、金型を製作する加工技術 (加工機械) の飛躍的な進歩により金型の加工精度が格段と高まり、内的要因による型締に対する必要性 (重要性) が低下しているとともに、外的要因による省エネルギー化の要請、即ち、二酸化炭素の排出削減や資源節約等の地球環境保護の観点から産業機械の省エネルギー化が要請されているが、従来の射出成形方法は、このような要請に対する十分な対策、特に、上述した常識的な成形法からの脱却を含めた根本的な対策が講じられておらず、結局、このような要請に答え得る最適 (理想

10

20

30

40

50

的)な射出成形方法が提案されていないのが実情である。

【0007】

本発明は、このような背景技術に存在する課題を解決した射出成形方法の提供を目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明に係る射出成形方法は、型開閉装置M cに支持された固定型1 cと可動型1 mを有する金型1に射出装置M iから熔融樹脂を射出充填して射出成形を行うに際し、予め、射出成形時にガス抜き作用と熔融樹脂の侵入防止作用の双方を実現する固定型1 cと可動型1 m間の隙間G(設定間隔L g)を、0.001~0.1[m m]の範囲に設定し、成形時に、設定間隔L gに基づく隙間Gを空けた状態で金型1を閉じ、この金型1に射出装置M iから熔融樹脂を射出充填するとともに、射出工程の開始から冷却工程の終了まで設定間隔L gが固定されるように可動型1 mに対する位置制御を行うことを特徴とする。

10

【0009】

この場合、発明の好適な態様により、設定間隔L gの検出は、固定型1 c及び/又は可動型1 mに付設した距離検出器Dを用いて行うことができる。一方、金型1を閉じる際は、可動型1 mを型開位置X aから前進移動させるとともに、この前進移動に伴う動作物理量の変動を監視し、当該動作物理量が予め設定した閾値T sに達したなら可動型1 mの前進移動を停止するとともに、設定間隔L gを得る位置まで後退移動させてもよいし、可動型1 mを型開位置X aから設定間隔L gを得る位置まで直接前進移動させてもよい。なお、動作物理量には、この動作物理量の変動率(変動量) Tを含ませることができる。

20

【発明の効果】

【0010】

このような手法による本発明に係る射出成形方法によれば、次のような顕著な効果を奏する。

【0011】

(1) 成形時に、熔融樹脂が侵入しない設定間隔L gに基づく隙間Gを空けた状態で金型1を閉じ、この金型1に射出装置M iから熔融樹脂を射出充填するとともに、少なくとも射出充填中は設定間隔L gが固定されるように可動型1 mに対する位置制御を行うため、金型1に対する圧力は、必要な時に必要な量だけ付加されることになり、二酸化炭素の排出削減や資源節約等の地球環境保護の観点からの省エネルギー化の要請に応え得る最適(理想的)な射出成形方法を実現できる。

30

【0012】

(2) 設定間隔L gに基づく隙間Gを空けた状態で金型1を閉じるため、成形時における金型1内のガス抜きを確実かつ安定に行うことができ、もって、成形品質の向上及び歩留まり向上に寄与できる。

【0013】

(3) 金型1に対する圧力は、射出工程以降における必要な時に必要な量だけ付加されるため、金型1や型開閉装置M cに対して無用かつ大きな応力が付加される不具合を回避でき、もって、金型1や型開閉装置M cの劣化や故障を抑制し、機構部分の長寿命化、精度確保及びメンテナンス性向上に寄与できる。

40

【0014】

(4) 射出成形時に固定型1 cと可動型1 m間の設定間隔L gを、0.001~0.1[m m]の範囲に設定したため、ガス抜き作用と熔融樹脂の侵入防止作用の双方を良好に実現できる。

【0015】

(5) 可動型1 mに対する位置制御を、射出工程の開始から冷却工程の終了まで行うようにしたため、射出工程における射出充填中のみならず、保圧中におけるキャピティ容積の正確な維持による保圧樹脂の円滑な流入確保や冷却工程における成形品のヒケの発生防止に寄与できる。

50

【 0 0 1 6 】

(6) 好適な態様により、設定間隔 L_g の検出を、固定型 1 c 及び / 又は可動型 1 m に付設した距離検出器 D を用いて行えば、設定間隔 L_g を直接検出できるため、距離検出器 D 以外の誤差要因を排除した正確な設定間隔 L_g を検出できる。

【 0 0 1 7 】

(7) 好適な態様により、金型 1 を閉じる際に、可動型 1 m を型開位置 X a から前進移動させるとともに、この前進移動に伴う動作物理量の変動を監視し、当該動作物理量が予め設定した閾値 T_s に達したなら可動型 1 m の前進移動を停止するとともに、設定間隔 L_g を得る位置まで後退移動させるようにすれば、設定間隔 L_g を設定する際における確実性及び正確性、更には安定性及び円滑性を高めることができる。特に、一旦金型 1 を閉鎖し、この閉鎖位置を基準として設定間隔 L_g を設定するため、時間の経過等により金型 1 に発生する熱膨張等の伸縮による誤差要因を排除できる。

10

【 0 0 1 8 】

(8) 好適な態様により、動作物理量に、この動作物理量の変動率 (変動量) T を含ませれば、物理量自体 (絶対値) を閾値と比較して検出する場合に比べ、正確で安定した検出を行うことができる。即ち、物理量自体を閾値と比較して検出する方法は、温度ドリフトや機構摩擦等の外乱に直接影響を受け、正確で安定した検出を行うことができないが、動作物理量の変動率 (変動量) T を用いることにより、このような不具合を回避できる。

【 0 0 1 9 】

(9) 好適な態様により、金型 1 を閉じる際に、可動型 1 m を型開位置 X a から設定間隔 L_g を得る位置まで直接前進移動させれば、設定間隔 L_g を設定する際における容易性及び迅速性を高めることができる。

20

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 0 】

次に、本発明に係る最良の実施形態を挙げ、図面に基づき詳細に説明する。

【 0 0 2 1 】

まず、本実施形態に係る射出成形方法の実施に用いる型開閉装置 M c の構成について、図 3 ~ 図 5 を参照して説明する。

【 0 0 2 2 】

図 3 は、射出成形機 M を示し、この射出成形機 M は、トグル式の型開閉装置 M c と射出装置 M i を備える。型開閉装置 M c は、離間して配した固定盤 1 1 と駆動盤 1 2 を備え、固定盤 1 1 は不図示の機台上に固定されるとともに、駆動盤 1 2 は当該機台上に進退変位可能に支持される。また、固定盤 1 1 と駆動盤 1 2 間には、四本のタイバー 1 3 ... を架設する。この場合、各タイバー 1 3 ... の前端は、固定盤 1 1 に固定するとともに、各タイバー 1 3 ... の後端は、駆動盤 1 2 に対して挿通させ、かつ後端側に形成したねじ部 1 4 ... に、駆動盤 1 2 に対するストッパを兼ねる調整ナット 1 5 ... をそれぞれ螺合する。

30

【 0 0 2 3 】

各調整ナット 1 5 ... は、駆動盤 1 2 の位置を調整する型厚調整機構 1 6 を構成する。この型厚調整機構 1 6 は、さらに、各調整ナット 1 5 ... に対して同軸上に一体に設けた小歯車 1 7 ... と、各小歯車 1 7 ... に噛合する大歯車 1 8 と、この大歯車 1 8 に噛合する駆動歯車 1 9 と、この駆動歯車 1 9 を回転シャフトに設けた型厚調整モータ 2 0 と、この型厚調整モータ 2 0 の回転数を検出するロータリエンコーダ 2 0 e を備えている。

40

【 0 0 2 4 】

この場合、各小歯車 1 7 ... は、正方形の四隅位置にそれぞれ配され、かつ大歯車 1 8 は各小歯車 1 7 ... に囲まれる位置に配するため、各小歯車 1 7 ... は、大歯車 1 8 に同時に噛合する。これにより、型厚調整モータ 2 0 を作動させれば、駆動歯車 1 9 の回転が大歯車 1 8 に伝達され、各小歯車 1 7 ... は同時に回転するとともに、一体に回転する各調整ナット 1 5 ... は、各タイバー 1 3 ... のねじ部 1 4 ... に沿って進退移動するため、駆動盤 1 2 も進退移動し、その前後方向位置を調整することができる。

50

【 0 0 2 5 】

一方、タイバー 1 3 ... には、可動盤 2 1 をスライド自在に装填する。この可動盤 2 1 は可動型 1 m を支持するとともに、固定盤 1 1 は固定型 1 c を支持し、可動型 1 m と固定型 1 c は金型 1 を構成する。また、金型 1 には、固定型 1 c と可動型 1 m 間の隙間 G を検出する距離検出器 D を付設する。距離検出器 D は四つのセンサ部 D p ... からなり、各センサ部 D p ... は、金型 1 (可動型 1 m 及び固定型 1 c) における四つの側面 (上下面及び左右面) に取付ける。図 5 に、金型 1 の上面に配した一つのセンサ部 D p を示す。センサ部 D p は、可動型 1 m の上面に取付けることにより当該上面から直角に起立する被検出プレート D p r と、固定型 1 c の上面に取付けることにより被検出プレート D p r に対面させて配した近接センサ D p s を備える。このように、金型 1 を構成する固定型 1 c 及び可動型 1 m に付設した距離検出器 D を用いれば、設定間隔 L g を直接検出できるため、距離検出器 D 以外の誤差要因を排除した正確な設定間隔 L g を検出できる利点がある。なお、可動型 1 m の一部を被検出プレートとして利用すれば、例示の被検出プレート D p r は省略可能である。

10

【 0 0 2 6 】

他方、駆動盤 1 2 と可動盤 2 1 間にはトグルリンク機構 L を配設する。トグルリンク機構 L は、駆動盤 1 2 に軸支した一对の第一リンク L a , L a と、可動盤 2 1 に軸支した一对の出力リンク L c , L c と、第一リンク L a , L a と出力リンク L c , L c の支軸に結合した一对の第二リンク L b , L b を有し、この第二リンク L b , L b はクロスヘッド 2 2 に軸支する。

20

【 0 0 2 7 】

さらに、駆動盤 1 2 とクロスヘッド 2 2 間には型開閉用駆動部 2 3 を配設する。型開閉用駆動部 2 3 は、駆動盤 1 2 に回転自在に支持されたボールねじ部 2 5 と、このボールねじ部 2 5 に螺合し、かつクロスヘッド 2 2 に一体に設けたボールナット部 2 6 を有するボールねじ機構 2 4 を備えるとともに、ボールねじ部 2 5 を回転駆動する回転駆動機構部 2 7 を備える。回転駆動機構部 2 7 は、型開閉用サーボモータ 2 8 と、このサーボモータ 2 8 に付設して当該サーボモータ 2 8 の回転数を検出するロータリエンコーダ 2 8 e と、サーボモータ 2 8 のシャフトに取付けた駆動ギア 2 9 と、ボールねじ部 2 5 に取付けた被動ギア 3 0 と、この駆動ギア 2 9 と被動ギア 3 0 間に架け渡したタイミングベルト 3 1 を備えている。

30

【 0 0 2 8 】

これにより、サーボモータ 2 8 を作動させれば、駆動ギア 2 9 が回転し、駆動ギア 2 9 の回転は、タイミングベルト 3 1 を介して被動ギア 3 0 に伝達され、ボールねじ部 2 5 が回転することによりボールナット部 2 6 が進退移動する。この結果、ボールナット部 2 6 と一体のクロスヘッド 2 2 が進退移動し、トグルリンク機構 L が短縮又は拡張し、可動盤 2 1 が型開方向 (後退方向) 又は型閉方向 (前進方向) へ進退移動する。

【 0 0 2 9 】

また、40 は成形機コントローラであり、型開閉用サーボモータ 2 8 , ロータリエンコーダ 2 8 e , 型厚調整モータ 2 0 , ロータリエンコーダ 2 0 e 及び四つの近接センサ D p s ... を接続する。この成形機コントローラ 40 の一部であるサーボ回路 4 1 を図 4 に示す。サーボ回路 4 1 は、偏差演算部 4 2 , 4 3 , 加算器 4 4 , 4 5 , 位置ループゲイン設定部 4 6 , フィードフォワードゲイン設定部 4 7 , 速度リミッタ 4 8 , 速度変換器 (微分器) 4 9 , 速度ループゲイン設定部 5 0 , トルクリミッタ 5 1 , ドライバ 5 2 , 外乱監視部 5 3 , 加速度変換器 (微分器) 5 4 , 検出値切換部 5 5 を備え、同図に示す系統によりサーボ制御系 (サーボ回路 4 1) を構成する。そして、ドライバ 5 2 の出力側には、前述した型開閉用サーボモータ 2 8 を接続するとともに、このサーボモータ 2 8 に付設したロータリエンコーダ 2 8 e は、速度変換器 4 9 と偏差演算部 4 2 の反転入力部にそれぞれ接続する。また、偏差演算部 4 2 の非反転入力部は、不図示のシーケンスコントローラに接続する。

40

【 0 0 3 0 】

50

さらに、同図中、 P_t は金型1の閉鎖に伴う負荷トルク T の検出に用いる信号取込端子、 P_v は金型1の閉鎖に伴う可動盤21の速度 V の検出に用いる信号取込端子、 P_a は金型1の閉鎖に伴う可動盤21の加速度 A の検出に用いる信号取込端子、 P_e は金型1の閉鎖に伴う外乱により発生する推定トルク E の検出に用いる信号取込端子、 P_x は金型1の閉鎖に伴う可動盤21の位置偏差 X_r の検出に用いる信号取込端子をそれぞれ示す。なお、各部の動作(機能)は後述する型開閉装置 M_c の動作により説明する。

【0031】

次に、このように構成される型開閉装置 M_c の動作(機能)を含む本実施形態に係る射出成形方法について、図1~図7を参照して説明する。

【0032】

まず、成形機コントローラ40は、金型閉鎖位置 X_f (図7参照)を検出する閉鎖位置検出機能を備える。なお、金型閉鎖位置 X_f とは、可動型1mと固定型1cがタッチする位置である。閉鎖位置検出機能は、金型1の閉鎖に伴うクロスヘッド22の移動量(変位量)及び金型1の閉鎖に伴う動作物理量の変動量を順次検出するとともに、図7に示すように、クロスヘッド22の一定移動量 X に対する動作物理量の変動率 T を順次求めることにより、この変動率 T が予め設定した設定率 T_s に達したときの位置を金型閉鎖位置 X_f として検出する機能である。

【0033】

この場合、変動率 T は変動量であってもよい。即ち、変動率 T は、一定移動量 X に対応する変動量 T として求めてもよいし、 T/X から求めた変動率であってもよい。また、動作物理量には負荷トルク T を用いる。この負荷トルク T に係わる信号は、上述した信号取込端子 P_t から得られ、信号取込端子 P_t から得られる信号は、成形機コントローラ40に付与される。さらに、クロスヘッド22の移動量は、サーボモータ28の回転数を検出するロータリエンコーダ28eのエンコーダパルスを用いて検出する。

【0034】

一方、成形機コントローラ40には、設定率(閾値) T_s を設定する。この設定率 T_s は、変動率(上昇率) T が、当該設定率 T_s に達したときの位置を金型閉鎖位置 X_f として検出するために用いる。したがって、設定率 T_s の大きさは、実験及び調整等を経て適宜設定することができる。例えば、負荷トルク T は、最大トルクを100[%]としてパーセント表示されるため、クロスヘッド22の一定移動量 X を数ミリメートルに設定し、この際における負荷トルク T の上昇率(上昇量) T を求めた際には、この上昇率 T に対する設定率 T_s を、1[%]前後に設定できる。

【0035】

また、成形機コントローラ40には、予め、射出成形時に熔融樹脂が侵入しない固定型1cと可動型1m間の隙間 G (設定間隔 L_g)を設定する。即ち、図5に示す固定型1cと可動型1m間の隙間 G を設定間隔 L_g として設定する。この場合、設定間隔 L_g としては、0.001~0.1[mm]の範囲から選定する。0.001~0.1[mm]の範囲は、ガス抜き作用と熔融樹脂の侵入防止作用の双方を良好に実現できる範囲であり、この範囲は実験的にも確認できた。特に、0.001[mm]の水準は、CDやDVD等の成形を行う金型に要求される金型精度の水準であるとともに、前述した距離検出器 D により検出可能な水準である。

【0036】

次に、本実施形態に係る射出成形方法による成形時の具体的な処理手順について、図1及び図2に示すフローチャートに従って説明する。

【0037】

今、金型1は型開位置(全開位置)にあるものとする。したがって、トグルリンク機構 L におけるクロスヘッド22は、図7に示す型開位置 X_a にあり、次のステップでは型閉工程が行われる(ステップ S_1)。図2は、型閉工程の処理手順を示す。型閉動作の開始により、型開閉用サーボモータ28が作動し、クロスヘッド22が前進移動するとともに、可動盤21は型開位置 X_a から型閉方向へ前進移動する(ステップ S_{101})。この場

10

20

30

40

50

合、最初に可動盤 2 1 が高速で前進移動する高速型閉が行われる。

【 0 0 3 8 】

また、サーボ回路 4 1 では、可動盤 2 1 (クロスヘッド 2 2) に対する速度制御及び位置制御が行われる。即ち、シーケンスコントローラからサーボ回路 4 1 の偏差演算部 4 2 に対して位置指令値が付与され、ロータリエンコーダ 2 8 e のエンコーダパルスに基づいて得られる位置検出値と比較される。これにより、偏差演算部 4 2 からは位置偏差 X_r が得られるため、この位置偏差 X_r に基づいて位置のフィードバック制御が行われる。したがって、検出値切換部 5 5 はロータリエンコーダ 2 8 e から得る位置検出値を選択する側に切換わっており、ロータリエンコーダ 2 8 e から得る位置検出値が偏差演算部 4 2 に付与される。そして、位置偏差 X_r は、位置ループゲイン設定部 4 6 により補償されて加算器 4 4 の入力部に付与されるとともに、位置指令値は、フィードフォワードゲイン設定部 4 7 により補償されて加算器 4 4 の入力部に付与される。そして、加算器 4 4 の出力は、速度リミッタ 4 8 を介して偏差演算部 4 3 の非反転入力部に付与される。一方、位置検出値は、速度変換部 4 9 により微分されて速度 (速度検出値) V に変換されるとともに、この速度 V は、偏差演算部 4 3 の反転入力部に付与される。これにより、偏差演算部 4 3 からは、速度偏差が得られるため、この速度偏差に基づいて速度のフィードバック制御が行われる。この場合、速度 V は速度リミッタ 4 8 により制限される。

10

【 0 0 3 9 】

さらに、速度偏差は、速度ループゲイン設定部 5 0 により補償され、加算器 4 5 の入力部に付与される。他方、速度 V は、加速度変換部 5 4 により微分されて加速度 (加速度検出値) A に変換されるとともに、加速度 A は、外乱監視部 5 3 の入力部に付与される。外乱監視部 5 3 は、加速度 A を監視し、例えば、何らかの原因 (外乱) によって加速度 A が異常に変化したなら、復帰を速める推定トルク (トルク値) E を出力する。そして、推定トルク E は、加算器 4 5 の入力部に補正值として付与される。この結果、加算器 4 5 からはトルク指令 (指令値) が得られ、トルク指令は、トルクリミッタ 5 1 を介してドライバ 5 2 に付与される。これにより、サーボモータ 2 8 が駆動制御され、可動盤 2 1 (クロスヘッド 2 2) に対する位置制御及び速度制御が行われる。なお、トルクリミッタ 5 1 から出力するトルク指令は、外乱監視部 5 3 の入力部にフィードバックされる。

20

【 0 0 4 0 】

一方、可動盤 2 1 が型閉方向へ前進移動し、クロスヘッド 2 2 が、予め設定した低速低圧切換点 X_b に達すれば、低速低圧型閉に移行する。この低速低圧型閉は、図 7 に示すように、金型保護区間 Z_d となり、この金型保護区間 Z_d により異物検出等の金型保護処理が行われる。即ち、金型保護区間 Z_d では、負荷トルク T の大きさが監視され、予め設定した閾値を越えたなら、異物が存在すると判断して型開制御等の異常処理が行われる。

30

【 0 0 4 1 】

そして、金型保護区間 Z_d が終了したなら、閉鎖位置検出機能により、金型 1 に対する金型閉鎖位置 X_f の検出処理が行われる。この際、成形機コントローラ 4 0 は、金型保護区間 Z_d の終了により金型閉鎖位置 X_f を検出するための前述した上昇率 T (動作物理量) の大きさを監視する上昇率監視処理を行う (ステップ S 1 0 2)。上昇率監視処理においては、まず、成形機コントローラ 4 0 は、クロスヘッド 2 2 の位置を検出する。クロスヘッド 2 2 の位置は、型開閉用サーボモータ 2 8 の回転数を検出するロータリエンコーダ 2 8 e のエンコーダパルスを用いて検出する。この場合、ロータリエンコーダ 2 8 e は、インクリメンタルエンコーダであり、基準位置に対するエンコーダパルスの発生数により絶対位置の検出を行う。ロータリエンコーダ 2 8 e を利用することにより、クロスヘッド 2 2 の位置を検出する別途の位置検出手段は不要になる。このように、可動盤 2 1 の移動量に対して相対的に移動量の大きいクロスヘッド 2 2 の変位量 (移動量) を利用することにより、金型閉鎖位置 X_f に対する精度の高い検出を行うことができる。また、成形機コントローラ 4 0 は、負荷トルク T を、例えば、5 0 0 [$\mu s e c$] 毎のサンプリング周期により順次取り込むとともに、平均化処理により N 回の移動平均を求める。

40

【 0 0 4 2 】

50

さらに、クロスヘッド 22 の変位量（移動量）と負荷トルク T の変動量が得られることにより、クロスヘッド 22 の一定移動量 X に対する負荷トルク T の上昇量（上昇率） T を求める。この場合、例えば、クロスヘッド 22 の一定移動量 X を数ミリメートルに設定した場合、対応する負荷トルク T の上昇量（上昇率） T [%] を求める。そして、この上昇率 T が、予め設定した設定率 T_s に達したか否かを監視し、上昇率 T が設定率 T_s に達したなら、そのときのクロスヘッド 22 の位置を金型閉鎖位置 X_f とし、可動型 1 m の前進移動を停止制御する（ステップ S_{103} , S_{104} ）。このような変動率（変動量） T を用いることにより、物理量自体（絶対値）を閾値と比較して検出する場合に比べ、正確で安定した検出を行うことができる。即ち、物理量自体を閾値と比較して検出する方法は、温度ドリフトや機構摩擦等の外乱に直接影響を受け、正確で安定した検出を行うことができないが、動作物理量の変動率（変動量） T を用いることにより、このような不具合が回避される利点がある。

10

【0043】

また、この後、型開動作を開始し、可動型 1 m を後退移動させる制御を行う（ステップ S_{105} ）。型開動作の開始に際しては、直前に、検出値切換部 55 の切換を行う。即ち、距離検出器 D から得る位置検出値を選択する側に切換える。これにより、距離検出器 D から得る位置検出値が偏差演算部 42 の反転入力部に付与される。さらに、検出値切換部 55 の切換制御と同時に、偏差演算部 42 の非反転入力部には、設定間隔 L_g に基づく位置指令値を付与する。この位置指令値には、金型閉鎖位置 X_f において検出した可動型 1 m の位置から予め設定されている設定間隔 L_g を減算した位置を用いることができる。なお、距離検出器 D は、四つの近接センサ $D_{ps} \dots$ を備えるため、各近接センサ $D_{ps} \dots$ に基づく四つの位置指令値を平均して用いればよい。この結果、可動型 1 m が後退移動するとともに、偏差演算部 42 から位置偏差 X_r が得られるため、この位置偏差 X_r に基づいて位置のフィードバック制御を行い、可動型 1 m が位置指令値に一致する位置まで後退移動したなら、可動型 1 m の後退移動を停止制御する（ステップ S_{106} , S_{107} ）。これにより、可動型 1 m は、当該可動型 1 m と固定型 1 c 間に設定間隔 L_g に基づく隙間 G を空けた状態で停止し、型閉工程が終了する（ステップ S_2 ）。図 7 中、 X_g が型閉工程が終了した位置を示すとともに、仮想線の T_r は、従来（図 9）における高压型締時に発生する負荷トルクを示している。

20

【0044】

このように、金型 1 を閉じるに際し、可動型 1 m を型開位置 X_a から前進移動させるとともに、この前進移動に伴う負荷トルク T の変動率（変動量） T を監視し、当該変動率 T が予め設定した設定率 T_s に達したなら可動型 1 m の前進移動を停止するとともに、設定間隔 L_g を得る位置まで後退移動させるようにすれば、設定間隔 L_g を設定する際における確実性及び正確性、更には安定性及び円滑性を高めることができる。特に、一旦金型 1 を閉鎖し、この閉鎖位置を基準として設定間隔 L_g を設定するため、時間の経過等により金型 1 に発生する熱膨張等の伸縮による誤差要因を排除できる利点がある。

30

【0045】

一方、本実施形態に係る射出成形方法では、金型 1 に対して圧力を付加する型締は行わないため、以上の型閉工程が終了したなら射出工程に移行する（ステップ S_2 , S_3 , S_{108} ）。射出工程では、計量された溶融樹脂が射出装置 M_i から金型 1 に射出充填される射出充填工程、更には金型 1 に射出充填された樹脂に対して保圧を付与する保圧工程が行われるとともに、この射出工程と並行して型制御工程が行われる（ステップ S_2 , $S_4 \dots$, S_{108} ）。型制御工程では、可動型 1 m の位置を距離検出器 D により検出するとともに、可動型 1 m の位置を固定、即ち、設定間隔 L_g が固定されるように可動型 1 m に対する位置制御（フィードバック制御）を行う（ステップ S_4 , S_5 ）。

40

【0046】

この場合、射出充填工程では、計量された溶融樹脂が射出装置 M_i から金型 1 に射出充填されるが、金型 1 には、設定間隔 L_g に基づく隙間 G が存在するため、金型 1 内における射出充填中の空気及びガスは、当該隙間 G から外部に排出される。そして、溶融樹脂の

50

射出充填がほぼ終了すれば、金型 1 内の圧力（樹脂圧）が上昇し、金型 1 が開く方向、即ち、可動型 1 m が後退方向に力を受ける。これにより、可動型 1 m は後退移動しようとするが、位置が固定されるように位置制御（フィードバック制御）されるため、可動型 1 m の位置は、射出工程中、一定に保持（固定）されるとともに、図 7 に示すように、これに伴って負荷トルク T が発生する。なお、同図中、t e が射出充填が終了した時点を示す。射出工程に対して、このような型制御工程が並行して行われることにより、射出充填工程における樹脂圧の上昇においても可動型 1 m の位置が固定されるとともに、保圧中におけるキャビティ容積が正確に維持されるため、保圧樹脂の円滑な流入が確保される利点がある。

【 0 0 4 7 】

他方、射出工程の終了により冷却工程に移行する（ステップ S 6 , S 7 , S 1 0 8 ）。冷却工程では、予め設定された冷却時間だけ冷却が行われ、冷却時間の経過により冷却工程が終了する（ステップ S 8 ）。また、冷却工程中においても、型制御工程により、可動型 1 m の位置が固定、即ち、設定間隔 L g が固定されるように可動型 1 m に対する位置制御（フィードバック制御）が並行して行われる（ステップ S 4 , S 5 ）。冷却工程に対して、このような型制御工程が並行して行われることにより、冷却工程における成形品のヒケの発生を防止できる利点がある。さらに、冷却工程の終了により、型制御工程も終了させる（ステップ S 9 , S 1 0 , S 1 0 9 ）。

【 0 0 4 8 】

そして、以上の冷却工程及び型制御工程が終了したなら、残りの工程、即ち、金型 1 の型開きを行う型開工程及び成形品を排出するエジェクタ工程等の残工程を行えば、一成形サイクルが終了する（ステップ S 1 1 , S 1 2 ）。以降は、同サイクルが繰り返される。なお、可動型 1 m は、型開工程により型開位置 X a まで戻される。

【 0 0 4 9 】

このような本実施形態に係る射出成形方法（成形工程）と従来の射出成形方法（成形工程）の一部を対比して示せば、図 6 に示すようになる。同図から明らかなように、本実施形態に係る射出成形方法では、従来の射出成形方法に対して、金型 1 に圧力を付加して型締を行う型締工程が排除されるとともに、その代わりに、射出工程及び冷却工程において、金型 1 に対して設定した設定間隔 L g に基づく隙間 G を固定、即ち、可動型 1 m の位置を固定する位置制御を並行して行う型制御工程が追加される。

【 0 0 5 0 】

したがって、本実施形態に係る射出成形方法によれば、成形時に、熔融樹脂が侵入しない設定間隔 L g に基づく隙間 G を空けた状態で金型 1 を閉じ、この金型 1 に射出装置 M i から熔融樹脂を射出充填するとともに、少なくとも射出充填中は設定間隔 L g が固定されるように可動型 1 m に対する位置制御を行うため、金型 1 に対する圧力は、必要な時に必要な量だけ付加されることになり、二酸化炭素の排出削減や資源節約等の地球環境保護の観点からの省エネルギー化の要請に応え得る最適（理想的）な射出成形方法を実現できる。また、設定間隔 L g に基づく隙間 G を空けた状態で金型 1 を閉じるため、成形時における金型 1 内のガス抜きを確実に安定に行うことができ、もって、成形品質の向上及び歩留まり向上に寄与できる。しかも、金型 1 に対する圧力は、射出工程以降における必要な時に必要な量だけ付加されるため、金型 1 や型開閉装置 M c に対して無用かつ大きな応力が付加される不具合を回避でき、もって、金型 1 や型開閉装置 M c の劣化や故障を抑制し、機構部分の長寿命化、精度確保及びメンテナンス性向上に寄与できる。

【 0 0 5 1 】

図 8 には本発明に係る変更実施形態を示す。この変更実施形態は型閉工程の変更である。前述した型閉工程（基本形態）は、金型 1 を閉じる際に、可動型 1 m を型開位置 X a から金型閉鎖位置 X f まで前進移動させ、この後、設定間隔 L g を得る位置まで後退移動させるものであるが、変更実施形態に係る型閉工程（変更形態）は、可動型 1 m を型開位置 X a から設定間隔 L g を得る位置まで直接前進移動させるものである。

【 0 0 5 2 】

10

20

30

40

50

図 8 に変更形態の処理手順をフローチャートにより示す。型閉動作においては、まず、可動盤 2 1 が型開位置 X a から型閉方向へ前進移動する（ステップ S 1 0 1）。この場合、基本形態と同様に、最初に、可動盤 2 1 が高速で前進移動する高速型閉が行われ、低速低圧切換点 X b に達すれば、低速低圧型閉に移行する。一方、変更形態では、低速低圧型閉において、予め設定した設定間隔 L g を得る位置の手前における所定位置まで前進移動したなら、検出値切換部 5 5 を、距離検出器 D から得る位置検出値を選択する側に切換え、この距離検出器 D から得る位置検出値を偏差演算部 4 2 の反転入力部に付与するとともに、偏差演算部 4 2 の非反転入力部に、設定間隔 L g に基づく位置指令値を付与する（ステップ S 2 0 1）。なお、この位置指令値も予め設定する。そして、可動型 1 m が位置指令値に一致する位置まで前進移動したなら、可動型 1 m の前進移動を停止制御する（ステップ S 2 0 2, S 2 0 3）。この後は、図 2 に示した射出工程、冷却工程及び型制御工程が同様に行われる（ステップ S 1 0 8）。

10

【 0 0 5 3 】

このような変更形態によれば、金型 1 を閉じる際に、可動型 1 m を型開位置 X a から設定間隔 L g を得る位置まで直接前進移動させるため、設定間隔 L g を設定する際における容易性及び迅速性を高めることができる利点がある。

【 0 0 5 4 】

以上、最良の実施形態について詳細に説明したが、本発明は、このような実施形態に限定されるものではなく、細部の手法、構成、数値、数量等において、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、任意に変更、追加、削除することができる。

20

【 0 0 5 5 】

例えば、設定間隔 L g の検出に、金型 1 に付設した距離検出器 D を用いる場合を示したが、可動盤 2 1 及び / 又は固定盤 1 1 等の他の部位に付設してもよい。さらに、距離検出器 D として近接センサ D p s を用いたが、光学センサや超音波センサ等の他のセンサを用いても同様に実施できる。他方、負荷トルク T は、ドライバ 5 2 の出力（トルクモータ）を利用したが、トルクリミッタ 5 1 の入力となるトルク指令を用いてもよい。また、金型閉鎖位置 X f の検出における動作物理量として金型 1 の閉鎖に伴う負荷トルク T を利用したが、他の動作物理量として、金型 1 の閉鎖に伴うクロスヘッド 2 2 の速度 V, 金型 1 の閉鎖に伴うクロスヘッド 2 2 の加速度 A, 金型 1 の閉鎖に伴う外乱により発生する推定トルク E, 金型 1 の閉鎖に伴うクロスヘッド 2 2 の位置偏差 X r 等も利用可能である。なお、移動量として、クロスヘッド 2 2 の移動量（変位量）を利用したが、必要により可動盤 2 1 の移動量を直接利用することも可能である。さらに、動作物理量として、変動率（変動量） T を用いたが、物理量自体（絶対値）を用いる場合を排除するものではない。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 5 6 】

【 図 1 】 本発明の最良の実施形態に係る射出成形方法の処理手順を示すフローチャート、
 【 図 2 】 同射出成形方法における型閉工程の処理手順を示すフローチャート、
 【 図 3 】 同射出成形方法を実施する射出成形機に備える型開閉装置の構成図、
 【 図 4 】 同射出成形機に備える成形機コントローラの一部を示すブロック図、
 【 図 5 】 同射出成形機に備える型開閉装置の金型に付設する距離検出器の一部を抽出して示す構成図、

40

【 図 6 】 同射出成形方法の原理を説明するための工程図、

【 図 7 】 同射出成形方法を説明するためのクロスヘッドの位置及び時間に対する負荷トルクの変動曲線図、

【 図 8 】 本発明の変更実施形態に係る射出成形方法における型閉工程の処理手順示すフローチャート、

【 図 9 】 背景技術を説明するためのクロスヘッドの位置に対する負荷トルクの変動曲線図、

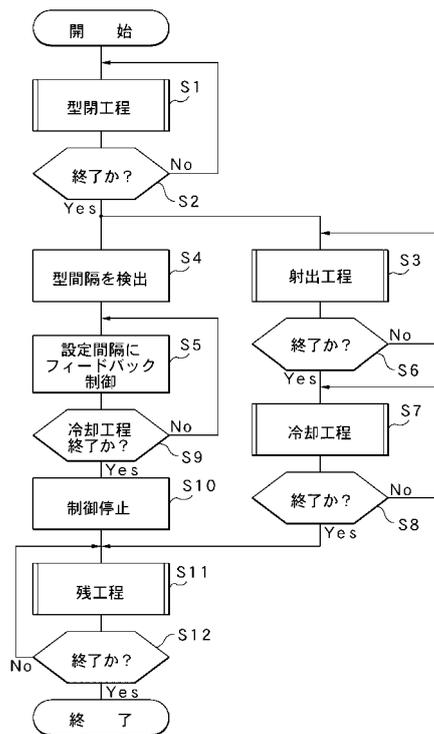
【 符号の説明 】

【 0 0 5 7 】

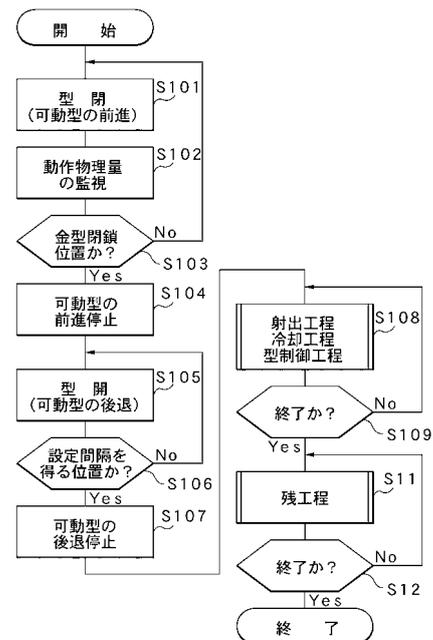
50

- 1 金型
- 1 c 固定型
- 1 m 可動型
- M c 型開閉装置
- M i 射出装置
- G 固定型と可動型間の隙間
- L g 設定間隔
- D 距離検出器
- X a 型開位置
- T 動作物理量の変動率

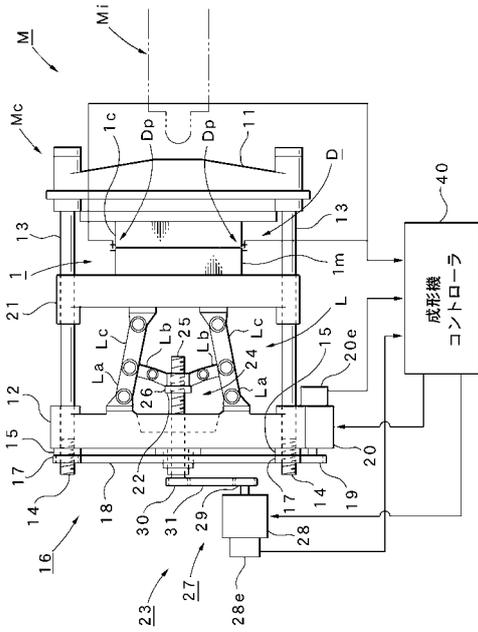
【図1】



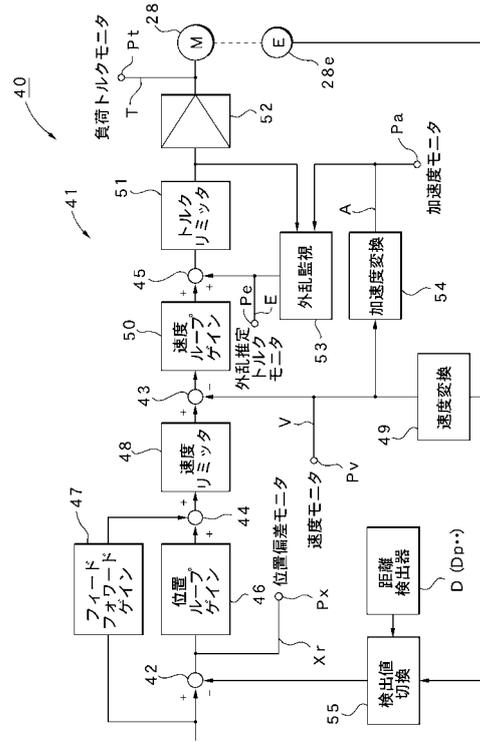
【図2】



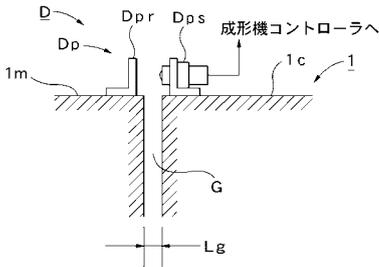
【図3】



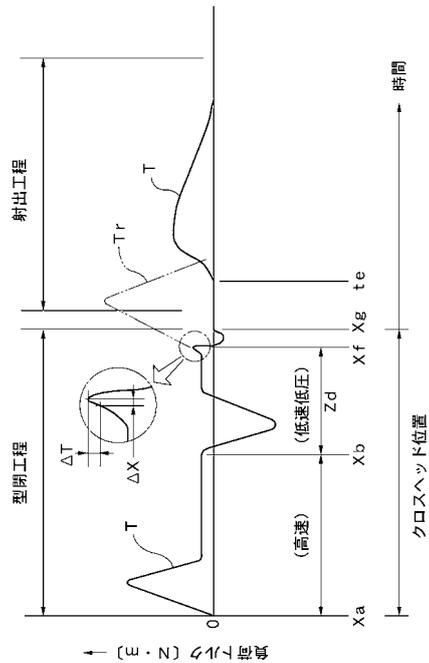
【図4】



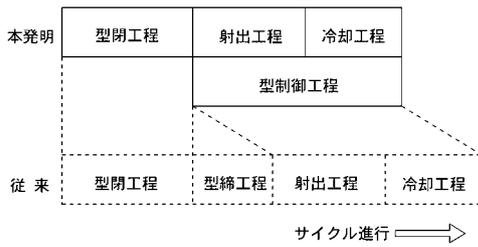
【図5】



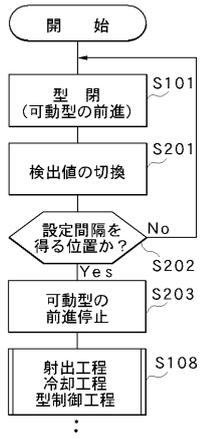
【図7】



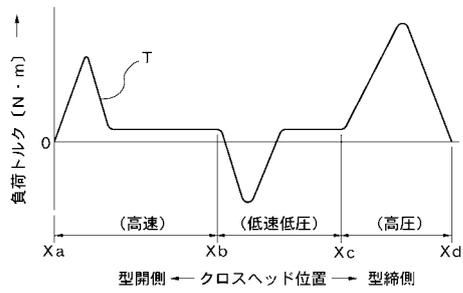
【図6】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

審査官 鏡 宣宏

- (56)参考文献 特開2005-138447(JP,A)
特開平07-205235(JP,A)
特開平08-276476(JP,A)
特開平08-276477(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B29C 45/00 - 45/84