

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3567016号

(P3567016)

(45) 発行日 平成16年9月15日(2004.9.15)

(24) 登録日 平成16年6月18日(2004.6.18)

(51) Int. Cl.⁷

F I

B 2 9 C 45/74

B 2 9 C 45/74

B 2 9 C 45/20

B 2 9 C 45/20

B 2 9 C 45/72

B 2 9 C 45/72

B 2 9 C 45/78

B 2 9 C 45/78

請求項の数 4 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平7-112611
 (22) 出願日 平成7年4月14日(1995.4.14)
 (65) 公開番号 特開平8-281755
 (43) 公開日 平成8年10月29日(1996.10.29)
 審査請求日 平成14年4月15日(2002.4.15)

(73) 特許権者 390008235
 ファナック株式会社
 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場358
 O番地
 (74) 代理人 100082304
 弁理士 竹本 松司
 (74) 代理人 100088351
 弁理士 杉山 秀雄
 (74) 代理人 100093425
 弁理士 湯田 浩一
 (74) 代理人 100102495
 弁理士 魚住 高博
 (74) 代理人 100101915
 弁理士 塩野入 章夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 射出成形機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

温度検出手段で検出したノズル温度が設定温度に一致するように温度調節器でフィードバック制御する射出成形機において、
 金型からノズルが離間した状態でのノズルの放熱特性に適合した第1のフィードバック制御ゲインと、金型にノズルが当接した状態でのノズルの放熱特性に適合した第2のフィードバック制御ゲインとを記憶する記憶手段と、
 射出成形作業中の金型からノズルを離間させる動作および金型にノズルを当接させる動作に応動して、前記記憶手段に記憶された第1のフィードバック制御ゲインまたは第2のフィードバック制御ゲインの内、対応するフィードバック制御ゲインを前記温度調節器に設定する手段とを有することを特徴とする射出成形機。

10

【請求項2】

温度検出手段で検出したノズル温度が設定温度に一致するように温度調節器でフィードバック制御する射出成形機において、
 金型からノズルが離間した状態でのノズルの放熱特性に適合した第1のフィードバック制御ゲインと、金型にノズルが当接した状態でのノズルの放熱特性に適合した第2のフィードバック制御ゲインとを記憶する記憶手段と、
 射出成形作業中の金型からノズルを離間させる指令を出した直後に前記記憶手段に記憶された第1のフィードバック制御ゲインを前記温度調節器に設定する手段と、金型とノズルが離間した状態からノズルを金型に当接する指令を出した直後に前記記憶手段に記憶され

20

た第2のフィードバック制御ゲインを前記温度調節器に設定する手段とを有することを特徴とする射出成形機。

【請求項3】

金型からノズルが離間した状態および金型にノズルが当接した状態でフィードバック制御ゲインをオートチューニングすることによって前記第1のフィードバック制御ゲインおよび前記第2のフィードバック制御ゲインを求め、該求めたフィードバック制御ゲインを前記記憶手段に記憶することを特徴とする請求項1または請求項2記載の射出成形機。

【請求項4】

金型の設定温度または金型の設定温度とノズルの設定温度との差に対応して前記第1のフィードバック制御ゲインおよび前記第2のフィードバック制御ゲインを前記記憶手段に複数記憶しておき、射出成形作業中の金型の設定温度または金型の設定温度とノズルの設定温度との差に対応して、前記第1のフィードバック制御ゲインおよび前記第2のフィードバック制御ゲインを選択し、前記温度調節器に設定することを特徴とする請求項1、請求項2または請求項3記載の射出成形機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は、射出成形機の改良に関する。

【0002】

【従来の技術】

射出成形機のノズル温度には金型の構造や使用対象樹脂の種別に応じた適正温度というものが、ノズルを金型から離さないようにして、常にこの適正温度を安定的に維持して連続的に射出成形作業を繰り返すことが望ましいが、実際にはパージ作業や糸引き防止のためのスプルーブレイク動作等が必要とされる場合もあり、ノズルの適正温度を恒常的に保持するというのは、必ずしも容易なことではない。

【0003】

まず、射出成形作業を新たに開始する場合には、ノズルを金型から離間させた状態でパージ作業を行う必要があるが、このときノズルの温度が適正になるように温度調節器のフィードバック制御パラメータを決めておくと、パージ完了後、ノズルを金型に当接させた段階で急激にノズル温度が降下してしまう場合がある。これは、金型の設定温度がノズルの設定温度よりもかなり低く、しかも、金型を形成している金属の比熱が大きいいため、この金型によってノズルの熱が奪われてしまうためである。

【0004】

このまま射出成形作業を開始してしまうと、前述したノズルの温度低下のためにノズル詰まりやショートショット等のトラブルが発生する危険があるので、ノズルと金型との間で熱平衡が達成されるまでの相当の時間に亘って射出成形作業の開始を待たなければならない。

【0005】

このような問題を解消するため、ノズルを金型から離間させた状態で予めノズルの温度を高く設定しておくことで、ノズルと金型との接触によって生じるノズル温度の低下(適正温度を基準とする温度低下)を防止するようにした温度制御方法が提案されている。しかし、ノズルを金型から離間させた状態でノズルの温度を必要以上に高く設定しておくこと、ノズルに充填されている溶融樹脂に焼けや分解等の異常が生じる恐れがあり、また、高温化によって樹脂の粘性が通常よりも低くなっている関係上、射出シリンダを前進させてノズルを金型に接触させるまでの間にノズルから樹脂が漏れ出してしまうといった危険もある。溶融樹脂に焼けや分解等の異常が生じれば正常な射出成形作業を行うことはできない。また、ノズルを金型に接触させるまでの間にノズルから漏れ出した樹脂が分解して固化したままノズルの先端に付着してしまうと、ノズルタッチが不完全となってノズルと金型スプルーとの間に間隙が生じるため、定常的な樹脂漏れを生じる恐れがある。更に、固化した樹脂が強力なノズルタッチ力によって挟み込まれるため、ノズルやスプルーの当接

10

20

30

40

50

面に凹状の傷が生じる場合があり、こうなってしまうと、これらの部品を交換しない限り樹脂漏れを解消することはできなくなる。また、凹状の傷を生じたまま射出成形機を使用すれば、樹脂漏れによるショートショットを原因とする成形不良が発生し、場合によっては、漏れ出した樹脂が付着することによってノズル部分のバンドヒータおよび熱電対に破損等が生じる場合もある。

【0006】

また、連続成形作業に都合がいいように、金型のスプルーにノズルを接触させた状態でノズルの温度が適正になるように温度調節器のフィードバック制御パラメータを決めておくと、パージ等の際にスプルーブレイク動作を行って金型からノズルを離間させたときにノズルの温度が上昇し、ノズルに充填されている溶融樹脂に焼けや分解等の異常が生じる危険がある。

10

【0007】

スプルーブレイク時とノズルタッチ時とに分けてノズル温度の設定値を変えることで各状態における最終的なノズル温度が適正值となるように制御する方法もあるが、やはり、各々の状態でノズルの温度が安定するまでには相当の時間を要し、問題が残る。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、前記従来技術の欠点を解消し、ノズル詰まり、樹脂焼け、樹脂の分解等の異常を生じたり、スプルーブレイク動作中にノズルから樹脂が漏れ出したりすることがなく、ノズルタッチ時およびスプルーブレイク時の各々においてノズルの温度を適正な値に安定的に保持することのできる射出成形機を提供することにある。

20

【0009】

【課題を解決するための手段】

温度検出手段で検出したノズル温度が設定温度に一致するように温度調節器でフィードバック制御する射出成形機において、本発明は、金型からノズルが離間した状態でのノズルの放熱特性に適合した第1のフィードバック制御ゲインと、金型にノズルが当接した状態でのノズルの放熱特性に適合した第2のフィードバック制御ゲインとを記憶する記憶手段と、射出成形作業中の金型からノズルを離間させる動作および金型にノズルを当接させる動作に応動して、前記記憶手段に記憶された第1のフィードバック制御ゲインまたは第2のフィードバック制御ゲインの内、対応するフィードバック制御ゲインを前記温度調節器に設定する手段とを備えることにより、前記目的を達成した。また、フィードバック制御ゲインを変える手段として、射出成形作業中の金型からノズルを離間させる指令を出した直後に前記記憶手段に記憶された第1のフィードバック制御ゲインを前記温度調節器に設定する手段と、金型とノズルが離間した状態からノズルを金型に当接する指令を出した直後に前記記憶手段に記憶された第2のフィードバック制御ゲインを前記温度調節器に設定する手段とを有することを特徴とする射出成形機。

30

【0010】

また、金型からノズルが離間した状態および金型にノズルが当接した状態でフィードバック制御ゲインをオートチューニングすることによって前記第1のフィードバック制御ゲインおよび前記第2のフィードバック制御ゲインを求め、該求めたフィードバック制御ゲインを前記記憶手段に記憶するようにした。

40

【0011】

更に、金型の設定温度または金型の設定温度とノズルの設定温度との差に対応して前記第1のフィードバック制御ゲインおよび前記第2のフィードバック制御ゲインを前記記憶手段に複数記憶しておき、金型の設定温度または金型の設定温度とノズルの設定温度との差に対応して、前記第1のフィードバック制御ゲインおよび前記第2のフィードバック制御ゲインを選択し、前記温度調節器に設定することで、金型およびノズルの設定温度に応じた最適なフィードバック制御を行えるようにした。

【0012】

【作用】

50

金型，射出シリンダ，ノズルの各ヒータを設定温度に加熱した後、金型からノズルが離間した状態でオートチューニングを行い、金型から離間した状態でノズル温度制御に用いるフィードバック制御ゲインを求め、この値を第1のフィードバック制御ゲインとして記憶手段に記憶する。同様に、金型にノズルが当接した状態でオートチューニングを行い、金型に当接した状態でノズル温度制御に用いるフィードバック制御ゲインを求め、この値を第2のフィードバック制御ゲインとして記憶手段に記憶する。

【0013】

更に、金型の設定温度または金型の設定温度とノズルの設定温度との差の条件が複数ある場合には、前記と同様にして各条件毎に第1のフィードバック制御パラメータと第2のフィードバック制御パラメータとを求め、各条件つまり金型の設定温度または金型の設定温度とノズルの設定温度との差に対応させて、第1，第2のフィードバック制御パラメータを記憶する。

10

【0014】

温度調節器は、金型の設定温度または金型の設定温度とノズルの設定温度との差に対応して前記第1のフィードバック制御ゲインおよび前記第2のフィードバック制御ゲインを選択し、金型からノズルが離間した状態では前記第1のフィードバック制御ゲインによって、また、金型にノズルが当接した状態では前記第2のフィードバック制御ゲインによってノズル温度をフィードバック制御する。

【0015】

金型からノズルが離間した状態では金型から離間した状態でノズル温度制御に用いるフィードバック制御ゲインによってノズル温度のフィードバック制御が行われ、また、金型にノズルが当接した状態では金型に当接した状態でノズル温度制御に用いるフィードバック制御ゲインによってノズル温度のフィードバック制御が行われるようになるので、ノズルがスプルーから離間している時もノズルがスプルーに接触している時も、アンダーシュートやオーバーシュートを生じることなく、ノズル温度を設定温度に安定的に保持することができる。

20

【0016】

また、金型から離間した状態でノズル温度制御に用いる第1のフィードバック制御ゲインと金型に当接した状態でノズル温度制御に用いる第2のフィードバック制御ゲインとにより温度制御が行われるので、ノズルが金型から離間した状態から金型に当接した状態に移行して放熱量が増大した場合であってもノズルの温度が急激に下降してノズル詰まりが発生するといった心配がなく、また、ノズルが金型に当接した状態から金型から離間した状態に移行して放熱量が減少した場合であってもノズルの温度が必要以上に上昇して樹脂焼けや樹脂の分解、および、粘性の低下による樹脂の漏れ出しが発生しない。この結果、ノズルの先端は常に清浄に保たれ、分解固化した樹脂の付着によるノズルやスプルーの損傷、および、これを原因とする樹脂漏れによるバンドヒータおよび熱電対の破損等も未然に防止される。

30

【0017】

【実施例】

図1は本発明を適用した一実施例の射出成形機の要部を示すブロック図である。図1において、符号33は固定プラテン，符号32は可動プラテン，符号39は射出シリンダ，符号38はスクリュウであり、射出シリンダ39にはバンドヒータ34および温度検出手段としての熱電対37が設けられている。バンドヒータ34および熱電対37は射出シリンダ39の各部を個別に温度制御すべく長手方向に複数組設けられ、射出シリンダ39先端のノズル44にも同様にしてバンドヒータ35および熱電対36が設けられている。図1ではノズル44のバンドヒータ35の温度をP（比例），I（積分），D（微分）フィードバック制御する温度調節器43についてのみ示しているが、射出シリンダ39各部のバンドヒータ34および熱電対37や金型50に設けられた棒ヒータおよび熱電対に対しても同様の温度調節器43が各々個別に配備されている。

40

【0018】

50

可動プラテン 3 2 は型締用サーボモータ M 1 の軸出力により、ボールナット & スクリューやトグル機構等によって構成される駆動変換装置 3 1 を介してタイバー（図示せず）に沿って移動される。また、スクリュー 3 8 はボールナット & スクリューおよびボス & セレクション等によって構成される駆動変換装置 4 1 や射出用サーボモータ M 2 により軸方向に移動される一方、歯車機構 4 2 や計量回転用サーボモータ M 3 で構成される駆動機構により、軸方向の移動と独立して計量混練のための回転運動が行われる。

【 0 0 1 9 】

射出成形機の制御装置 1 0 は、数値制御用のマイクロプロセッサである CNC 用 CPU 2 5 , プログラマブルマシンコントローラ用のマイクロプロセッサである PMC 用 CPU 1 8 , サーボ制御用のマイクロプロセッサであるサーボ CPU 2 0 および射出保圧圧力やスクリュー背圧のサンプリング処理を行うための圧力モニタ用 CPU 1 7 を有し、バス 2 2 を介して相互の入出力を選択することにより各マイクロプロセッサ間での情報伝達が行えるようになっている。

10

【 0 0 2 0 】

PMC 用 CPU 1 8 には射出成形機のシーケンス動作を制御するシーケンスプログラム等を記憶した ROM 1 3 および演算データの一時記憶等に用いられる RAM 1 4 が接続され、CNC 用 CPU 2 5 には、射出成形機を全体的に制御するプログラム等を記憶した ROM 2 7 および演算データの一時記憶等に用いられる RAM 2 8 が接続されている。

【 0 0 2 1 】

サーボ CPU 2 0 および圧力モニタ用 CPU 1 7 の各々には、サーボ制御専用の制御プログラムを格納した ROM 2 1 やデータの一時記憶に用いられる RAM 1 9 、および、成形データのサンプリング処理等に関する制御プログラムを格納した ROM 1 1 やデータの一時記憶に用いられる RAM 1 2 が接続されている。

20

【 0 0 2 2 】

そして、サーボ CPU 2 0 には、該 CPU 2 0 からの指令に基づいてエジェクタ用、スプルーブレイク用（以上、図示せず）および型締用、射出用、スクリュー回転用等の各軸のサーボモータを駆動するサーボアンプ 1 5 が接続され、型締用サーボモータ M 1 に配備したパルスコード P 1 および射出用サーボモータ M 2 に配備したパルスコード P 2 等からの出力の各々がサーボ CPU 2 0 に帰還され、パルスコード P 1 からのフィードバックパルスに基づいてサーボ CPU 2 0 により算出された可動プラテン 3 2 の現在位置やパルスコード P 2 からのフィードバックパルスに基づいて算出されたスクリュー 3 8 の現在位置および現在速度等が RAM 1 9 の現在位置記憶レジスタおよび現在速度記憶レジスタの各々に記憶されるようになっている。

30

【 0 0 2 3 】

圧力モニタ用 CPU 1 7 は、スクリュー 3 8 の基部に設けられた圧力検出器 4 0 および A / D 変換器 1 6 を介して射出保圧圧力やスクリュー背圧のサンプリング処理を行う。

【 0 0 2 4 】

不揮発性メモリ（RAM）2 4 は射出成形作業に関する成形条件（射出保圧条件、計量条件等）と各種設定値、マクロ変数等を従来と同様にして記憶する成形データ保存用のメモリであり、更に、本実施例においては、スプルーブレイク状態におけるノズル 4 4 の放熱特性に適合する第 1 のフィードバック制御パラメータ（P, I, D の各ゲイン）やノズルタッチ状態におけるノズル 4 4 の放熱特性に適合する第 2 のフィードバック制御パラメータ（P, I, D の各ゲイン）が該不揮発性メモリ 2 4 のファイルに記憶されるようになっている。

40

【 0 0 2 5 】

図 5 に示すのは金型 5 0 の設定温度に対応して第 1 , 第 2 のフィードバック制御パラメータを記憶させた場合の例で、例えば、a 未満の金型設定温度に対しては第 1 のフィードバック制御のゲイン等のパラメータ B 1 1 と第 2 のフィードバック制御のゲイン等のパラメータ A 1 1 が、また、a 以上 b 未満の金型設定温度に対しては第 1 のフィードバック制御パラメータ B 1 2 と第 2 のフィードバック制御パラメータ A 1 2 が対応するように

50

なっている。一方、図6は金型50の設定温度とノズル44の設定温度との差に対応して第1,第2のフィードバック制御パラメータを記憶させた場合の例で、例えば、a未満の差に対しては第1のフィードバック制御パラメータB21と第2のフィードバック制御パラメータA21が、また、a以上b未満の差に対しては第1のフィードバック制御パラメータB22と第2のフィードバック制御パラメータA22が対応するようになっている。なお、図5および図6に示すファイルは同一の金型50に対して使用対象樹脂の種類を変えて射出成形作業を行う場合に生じる適正金型温度もしくは適正金型温度と適正ノズル温度との差の変化に対処するためのものであって、構造および大きさ(質量)や材質の異なる金型50に対処するためのものではない。構造および大きさ(質量)や材質の異なる複数の金型50に対処する場合には、図5または図6に示すようなファイルが金型50の数だけ必要である。但し、構造および大きさ(質量)や材質が異なる金型50であっても、例えば、比熱は大きい大きさが小さいというように、様々な相殺的效果によって最終的な放熱特性が類似するものであれば、同じファイルを利用することも可能である。

10

【0026】

ディスプレイ付手動データ入力装置29はCRT表示回路26を介してバス22に接続され、各種設定画面の表示やデータの入力操作等が各種ファンクションキーやテンキーおよびカーソル移動キー等によって行われるようになっている。

【0027】

そして、PMC用CPU18が射出成形機各軸のシーケンス制御を行う一方、CNC用CPU25がROM27の制御プログラムに基づいて各軸のサーボモータに対してパルス分配を行い、サーボCPU20は各軸に対してパルス分配された移動指令とパルスコードP1, P2等の検出器で検出された位置のフィードバック信号および速度のフィードバック信号に基づいて、従来と同様に位置ループ制御, 速度ループ制御さらには電流ループ制御等のサーボ制御を行い、いわゆるデジタルサーボ処理を実行する。また、射出成形機の本体に設けられた手動操作盤(図示せず)からの指令により前述の各軸、および、射出シリンダ39を固設したエクストルーダベースのスプルーブレイク用モータを制御し、各軸を独立して駆動する。

20

【0028】

バンドヒータ35, 34によるノズル44および射出シリンダ39各部の温度制御は、各部の熱電対36および37でフィードバックされるノズル44および射出シリンダ39各部の実温度とPMC用CPU18により入出力回路23を介して温度調節器43毎に設定された不揮発性メモリ24の設定目標温度との関係に基づき、各々の温度調節器43がPIDフィードバック制御を行うことにより従来と同様に実現される。また、各部の熱電対36および37で検出されるノズル44および射出シリンダ39各部の実温度は入出力回路23を介してPMC用CPU18に読み込まれるようになっている。棒ヒータおよび熱電対による金型50の温度制御も、これと同様である。

30

【0029】

温度調節器43のうち、少なくとも、ノズル44の温度を制御する温度調節器43は、P(比例), I(積分), D(微分)の各動作のゲイン等のパラメータの値を自動的にチューニングするいわゆるオートチューニング機能を有しており、指令手段としてのPMC用CPU18から入出力回路23を介して与えられるオートチューニング指令により、この機能が自動的に起動されるようになっている。温度調節器43のオートチューニングに用いる方式はどのようなものであってもよいが、例えば、ジューラ・ニコルスにより提案されている調整則を適用したステップ応答法を利用することができる。この方式によれば、操作量100%の立上り時、若しくは、0%の立下り時に検出される応答波形の傾きの最大値によりプリ設定値が自動的に決定されるので、オートチューニングの実行に際してPMC用CPU18の側で行わなければならない処理というものはなく、PMC用CPU18は、単に、温度調節器43に対してオートチューニング指令を出力するだけでよい。

40

【0030】

50

前述した第1, 第2のフィードバック制御パラメータは、温度調節器43のオートチューニング機能を利用することにより、極めて簡単かつ確実に求めることができる。つまり、前述の温度制御により、ノズル44および射出シリンダ39の各部と金型50の温度を、不揮発性メモリ24に成形条件として記憶されている各々の設定温度に一致させ、その後、スプルーブレイク状態でノズル44の温度調節器43に対してオートチューニング指令を出力してPID制御のパラメータを自動調整させ、その結果を、金型50から離間したノズル44の放熱特性に適合した第1のフィードバック制御パラメータとして不揮発性メモリ24のファイルに記憶させるのである。同様に、金型50に当接したノズル44の放熱特性に適合した第2のフィードバック制御パラメータを求める際には、ノズルタッチ状態で温度調節器43に対してオートチューニング指令を出力してPID制御のパラメータを自動調整させ、その結果を、第2のフィードバック制御パラメータとして不揮発性メモリ24のファイルに記憶させればよいのである。

10

【0031】

なお、図5のファイルからも明らかなように、金型50の温度の高低によって放熱特性に適合した第1, 第2のフィードバック制御パラメータの値は変わるものであるから、これらのパラメータを求める際には金型50やシリンダ39の温度を適確に制御して設定温度を再現するようにしなければならない。また、金型50に棒ヒータや熱電対等が設けられていない場合では金型50の温度を積極的に制御することはできない。従って、このような場合には、ノズル44および射出シリンダ39各部の温度を設定温度に制御して相当の時間に亘り射出成形作業を連続的に行うことにより金型50の温度を熱平衡の状態に維持し、その時の金型50の温度を測定して金型温度の設定温度として記憶し、前記と同様の作業を行って金型設定温度に対する第1, 第2のフィードバック制御パラメータの値を求めることになる。

20

【0032】

更に、金型50の設定温度の幅毎に第1, 第2のフィードバック制御パラメータの値を求める場合(図5の例)、または、金型50の設定温度とノズル44の設定温度との差の幅毎に第1, 第2のフィードバック制御パラメータの値を求める場合(図6の例)では、金型50の温度やノズル44の温度を各々の条件に見合った状態に保持して前記と同様に第1, 第2のフィードバック制御パラメータの値を求め、各々の条件、つまり、金型50の設定温度の幅や金型50の設定温度とノズル44の設定温度との差の幅に対応させて第1, 第2のフィードバック制御パラメータの値を不揮発性メモリ24のファイルに記憶させる。

30

【0033】

なお、手動で実験的に第1, 第2のフィードバック制御パラメータを求めることができるのであれば、必ずしもオートチューニングは必要としない。

【0034】

図2はPMC用CPU18によるシーケンス制御の概略を1成形サイクルに亘って示すフローチャートである。次に、ノズル44および金型50と射出シリンダ39の各部がバンドヒータ34および35等の加熱操作により既に成形可能温度にまで加熱され、1サイクルの半自動運転もしくは連続運転が開始されているものとして、本実施例におけるノズル44の温度制御について説明する。

40

【0035】

1成形サイクルのシーケンス制御を開始したPMC用CPU18は、まず、CNC用CPU25に型閉指令を出力し、型締用サーボモータM1を駆動制御させて従来と同様の型閉および型締の工程を行かせた後(ステップA1)、CNC用CPU25にノズルタッチ指令を出力して図示しないスプルーブレイク用モータを駆動させ、射出シリンダ39の前進を開始させる(ステップA2)。そして、PMC用CPU18は、不揮発性メモリ24に実行対象として記憶されている成形条件から設定金型温度を読み込み、この金型温度に対応する第2のフィードバック制御パラメータA1iを図5のファイルから読み出し、入出力回路23を介してノズル制御用の温度調節器43にセットする(ステップA3)。これ

50

により、温度調節器 4 3 の P I D パラメータは、金型 5 0 から離間したノズル 4 4 の放熱特性に適合した第 1 のフィードバック制御パラメータ B 1 i から、金型 5 0 に当接したノズル 4 4 の放熱特性に適合した第 2 のフィードバック制御パラメータ A 1 i へと自動的に切り替えられることになる。

【 0 0 3 6 】

なお、図 6 のように金型 5 0 の設定温度とノズル 4 4 の設定温度との差に対応して第 1 , 第 2 のフィードバック制御パラメータを記憶させたファイルを利用する場合には、金型 5 0 の設定温度とノズル 4 4 の設定温度との差を予め実行対象となる成形条件の一部として不揮発性メモリ 2 4 に記憶させておき、この値に基づいて図 6 のファイルを検索して第 2 のフィードバック制御パラメータ A 2 i を求めて温度調節器 4 3 にセットするか、または、
10 実行対象となる成形条件として記憶されている金型 5 0 の設定温度とノズル 4 4 の設定温度とからその差を改めて求め、この差に基づいて図 6 のファイルを検索して第 2 のフィードバック制御パラメータ A 2 i を温度調節器 4 3 にセットすることになる（以上、図 6 のファイルを利用した場合におけるステップ A 3 の処理）。

【 0 0 3 7 】

フィードバック制御パラメータの切り替えが実際の温度制御に影響を与えるようになるまでの間にはある程度の時間が必要とされるが、フィードバック制御パラメータの切り替えは既にノズルタッチ指令の出力直後に行われているので、ノズルタッチが完了するまでの間には、フィードバック制御パラメータの切り替えによる効果が十分に現れることになる（ステップ A 4 ）。従って、ノズル 4 4 が金型 5 0 のスプルーに実際に当接する段階では
20 放熱量の増大に適応したフィードバック制御が既に開始されており、金型 5 0 との接触によってノズル 4 4 の温度が不用意に低下することはない。これにより、ノズル詰まりやショートショットの発生といった事故が未然に防止される。

【 0 0 3 8 】

次いで、P M C 用 C P U 1 8 は、C N C 用 C P U 2 5 に射出指令を出力して射出用サーボモータ M 2 を駆動制御させ、従来と同様の射出および保圧工程の処理を行わせた後（ステップ A 5 , ステップ A 6 ）、射出用サーボモータ M 2 で樹脂に所定の背圧を印加させた状態でスクリュウ回転用サーボモータ M 3 によりスクリュウ 3 8 を回転させ、従来と同様の計量混練動作を行わせた後（ステップ A 7 ）、C N C 用 C P U 2 5 にスプルーブレイク指令を出力して図示しないスプルーブレイク用モータを駆動させ、射出シリンダ 3 9 の後退
30 を開始させる（ステップ A 8 ）。そして、P M C 用 C P U 1 8 は、不揮発性メモリ 2 4 に実行対象として記憶されている成形条件から設定金型温度を読み込み、この金型温度に対応する第 1 のフィードバック制御パラメータ B 1 i を図 5 のファイルから読み出し、入出力回路 2 3 を介してノズル制御用の温度調節器 4 3 にセットする（ステップ A 9 ）。これにより、温度調節器 4 3 の P I D パラメータは、金型 5 0 に当接したノズル 4 4 の放熱特性に適合した第 2 のフィードバック制御パラメータ A 1 i から金型 5 0 と離間したノズル 4 4 の放熱特性に適合した第 1 のフィードバック制御パラメータ B 1 i へと自動的に切り替えられることになる。

【 0 0 3 9 】

スプルーブレイクの際にも前述したノズルタッチの場合と同様、図 6 のようなファイルを利用している場合には、金型 5 0 の設定温度とノズル 4 4 の設定温度との差を予め不揮発性メモリ 2 4 に成形条件として記憶させておき、この値に基づいて図 6 のファイルを検索して第 1 のフィードバック制御パラメータ B 2 i を求めて温度調節器 4 3 にセットするか、
40 または、実行対象となる成形条件として記憶されている金型 5 0 の設定温度とノズル 4 4 の設定温度とからその差を改めて求め、この差に基づいて図 6 のファイルを検索して第 1 のフィードバック制御パラメータ B 2 i を温度調節器 4 3 にセットすることになる（以上、図 6 のファイルを利用した場合におけるステップ A 9 の処理）。

【 0 0 4 0 】

前述した通り、フィードバック制御パラメータの切り替えが実際の温度制御に影響を与えるようになるまでの間にはある程度の時間が必要とされるが、フィードバック制御パラメ
50

ータの切り替えは既にスブルーブレイク指令の出力直後に行われているので、実際に金型50からノズル44が離間するまでの間には、フィードバック制御パラメータの切り替えによる効果が十分に現れることになる(ステップA10)。従って、ノズル44が金型50のスブルーから実際に離間する段階では放熱量の減少に適応したフィードバック制御が既に開始されており、金型50との離間によってノズル44の温度が不用意に上昇することはない。これにより、ノズル44部分の樹脂焼けや分解、および、粘性の低下による樹脂漏れの発生といった事故が未然に防止される。

【0041】

なお、スブルーブレイク用モータを駆動させても直ちに射出シリンダ39が後退しないのは、射出シリンダ39の取付け枠となるエクストルーダーベースとスブルーブレイク用モータを駆動源としてエクストルーダーベースを前後退させる直線駆動軸の押圧板との間にコイルスプリング等の蓄勢手段が設けられているからである。つまり、スブルーブレイク用モータを駆動させて押圧板を後退させても、コイルスプリング等が自然長に復帰して蓄勢手段の蓄勢が解除されるまで、要するに、押圧板が所定量後退するまでの間はエクストルーダーベースおよび射出シリンダ39が後退しないからである(必要とあらば特開平6-285909等の構成を参照のこと)。

【0042】

スブルーブレイク動作の完了後、PMC用CPU18はCNC用CPU25に型開指令を出力して型締用サーボモータM1を駆動制御して従来と同様の型開工程を開始させた後(ステップA11)、型開動作と適宜関連させてエジェクタ用のサーボモータを駆動して製品の離型操作を行わせる(ステップA12)。その後、PMC用CPU18は、この成形サイクルが半自動運転のものであるか自動運転のものであるかを判定し(ステップA13)、自動運転であれば再びステップA1に復帰して前記と同様の成形サイクルのシーケンスを繰り返し実行し、また、半自動運転であれば、成形運転に関する処理を終了することになる。

【0043】

上述の実施例では、PMC用CPU18からのノズルタッチ指令やスブルーブレイク指令の出力を検出することにより、実際のノズルタッチやスブルーブレイクの完了前にフィードバック制御パラメータの切り替えを行うようにしたものを例に挙げて説明したが、ノズルタッチの完了を検知してON(またはOFF)となるリミットスイッチ等を設けてPMC用CPU18により所定周期毎にリミットスイッチ等のON/OFFを検出し、このリミットスイッチ等がON(またはOFF)である間は温度調節器43に第2のフィードバック制御パラメータをセットし、また、OFF(またはON)である間は第1のフィードバック制御パラメータをセットするようにしてもよい。なお、設定金型温度や設定金型温度とノズル44の設定温度との差に対応して第1,第2のフィードバック制御のパラメータを選択する点は前記と同様である。

【0044】

また、バージ等を実施する場合には射出成形機の手動操作盤に設けられた手動操作スイッチにより射出シリンダ39を前後退させてノズルタッチやスブルーブレイク動作を行わせることになるが、この手動操作スイッチはオペレータによってスイッチが操作される間だけスブルーブレイク用モータを駆動して射出シリンダ39を前後退させるものに過ぎず、従って、手動操作スイッチからのシリンダ前進指令やシリンダ後退指令のみに基いて第1,第2のフィードバック制御パラメータを選択することはできない。これは、シリンダ前進用の手動操作スイッチが操作されたからといっても、必ずしもノズル44が金型50のスブルーに当接するまでこのスイッチが操作され続けるとは限らないからである。例えば、シリンダ後退用の手動操作スイッチを操作して射出シリンダ39を限界位置まで後退させてからシリンダ前進用の手動操作スイッチを操作し、射出シリンダ39を後退限度から或る程度前進させた状態でそのまま放置するといったことがあるが、このような場合、シリンダ前進用の手動操作スイッチの操作を検出して自動的にフィードバック制御パラメータを第1のフィードバック制御パラメータから第2のフィードバック制御パラメータに切

10

20

30

40

50

り替えるようにしてしまうと、ノズル44の放熱が実際には少ないにも関わらず放熱が多い場合の状態に対処するためのフィードバック制御が行われてしまうことになるので、樹脂焼けや分解および樹脂漏れ等が発生する危険がある。

【0045】

そこで、本実施例においては、前述のリミットスイッチによる機構を利用することにより、半自動運転および自動運転以外のモード、つまり、手動操作のモードにおいては、ノズルタッチの完了を検知してONとなるリミットスイッチからの信号を検出し、その態様に基いて第1, 第2のフィードバック制御パラメータを選択するようにしている。

【0046】

図3に示すのが、手動運転モードにおいてPMC用CPU18が所定周期毎に繰り返し実施する処理の概略である。手動運転モードへの切り替えを検出してこの処理を開始したPMC用CPU18は、まず、リミットスイッチがONとなっているか否か、つまり、ノズル44が金型50のスプルーに接触しているか否かを判別する(ステップB1)。リミットスイッチがONとなっていれば、更に、PMC用CPU18は、第2パラメータ選択フラグFがセットされているか否か、つまり、ノズル44の温度調節器43に第2のフィードバック制御パラメータがセットされているか否かを判別する(ステップB2)。ここで、フラグFがセットされていれば、温度調節器43には、既に、大きな放熱に適した第2のフィードバック制御パラメータがセットされているのでこのままでよいが、フラグFがセットされていなければ、フィードバック制御パラメータの切り替えが行われていないことを意味するので、図3に示すステップA3と同様の処理を行って、金型温度(または温度差)に対応する第2のフィードバック制御パラメータA1i(またはA2i)を入出力回路23を介して温度調節器43にセットし(ステップB3)、第2パラメータ選択フラグFをセットする(ステップB4)。

【0047】

また、ステップB1の判別結果が偽となった場合、つまり、リミットスイッチがOFFとなっておりノズル44が金型50のスプルーから離れていることが確認された場合には、PMC用CPU18は、第2パラメータ選択フラグFがリセットされているか否かを判別する(ステップB5)。ここで、フラグFが既にリセットされていれば、ノズル44の温度調節器43には、既に、僅かな放熱に適した第1のフィードバック制御パラメータがセットされているのでこのままでよいが、フラグFがリセットされていなければ、フィードバック制御パラメータの切り替えが行われていないことを意味するので、図3に示すステップA9と同様の処理を行って、金型温度(または温度差)に対応する第1のフィードバック制御パラメータB1i(またはB2i)を入出力回路23を介してノズル制御用の温度調節器43にセットし(ステップB6)、第2パラメータ選択フラグFをリセットする(ステップB7)。

【0048】

結果的に、ノズル44が金型50のスプルーに接触していれば温度調節器43には大きな放熱に適した第2のフィードバック制御パラメータA1i(またはA2i)がセットされ、また、ノズル44が金型50のスプルーから離れていれば温度調節器43には小さな放熱に適した第1のフィードバック制御パラメータB1i(またはB2i)がセットされることになる。実際のノズルタッチやスプルーブレイクの完了に先んじてフィードバック制御パラメータの切り替えを行うことによって生じる効果は失われるが、図3に示した処理を半自動運転時および自動運転時のPMC用CPU18の背景処理として従来のシーケンス制御と同時に実施することにより、図2に示した実施例と略同等の作用効果を得ることができる。なお、ここでいう従来のシーケンス制御とは図2の処理からステップA3およびステップA9の処理を取り除いたものと同じである。

【0049】

以上の実施例では、図5もしくは図6に示すようなファイルに金型50やノズル44の設定温度に応じた第1, 第2のフィードバック制御パラメータを複数記憶させ、成形条件として記憶された各部の温度に従って第1, 第2のフィードバック制御パラメータを選択す

10

20

30

40

50

るようにした例について述べたが、射出成形作業の開始に先立ってその都度第1, 第2のフィードバック制御パラメータを求めるようにするならば、これらのファイルは必要ない。図5に示すのがその場合の処理の概略を示すフローチャートである。

【0050】

この場合、射出成形作業の開始に先立ち、オペレータは、まず、ノズル44および射出シリンダ39の各部と金型50のヒータに電源を投入してその温度を射出成形作業に見合った温度に安定させる。その後、射出成形機の手動操作盤に設けられた手動操作スイッチを操作して射出シリンダ39を移動させ、ノズル44をスブルブレイク状態もしくはノズルタッチ状態とし、ディスプレイ付手動データ入力装置29のファンクションキーを操作してPMC用CPU18に図4に示すような適正パラメータ設定処理を開始させることにな

10

【0051】

適正パラメータ設定処理を開始したPMC用CPU18は、まず、ノズル44用の温度調節器43にオートチューニング指令を出力して温度調節器43にPID制御に関するパラメータの自動調整作業を開始させ(ステップC1)、その後、温度調節器43からのオートチューニング完了信号の入力を待つ待機状態に入る(ステップC2)。そして、パラメータの自動調整を完了した温度調節器43がオートチューニング完了信号を出力すると、PMC用CPU18はステップC2の判別処理でこれを検出し、前述のオートチューニング処理により温度調節器43に自動設定されたパラメータの値を入出力回路23を介して読み込む(ステップC3)。そして、PMC用CPU18は、ノズル44がスブルブレイク状態にあるかノズルタッチ状態にあるかを判別し(ステップC4)、スブルブレイク状態であれば、今回読み込んだPID制御パラメータを第1のフィードバック制御パラメータとしてレジスタBに格納し(ステップC6)、また、ノズルタッチ状態であれば、今回読み込んだPID制御パラメータを第2のフィードバック制御パラメータとしてレジスタAに格納する(ステップC5)。

20

【0052】

ノズル44がスブルブレイク状態にあるかノズルタッチ状態にあるかは、前述したノズルタッチ検知用のリミットスイッチ等によりPMC用CPU18の側で自動的に検出することができる。また、最初の操作でノズル44をスブルブレイク状態もしくはノズルタッチ状態としたオペレータ自らが、適正パラメータ設定処理の開始に先立ってレジスタAまたはレジスタBのいずれか一方をPMC用CPU18に手動で指定するようにしてもよい。

30

【0053】

以上のようにしてスブルブレイク状態またはノズルタッチ状態のいずれか一方を選択してこれに適したフィードバック制御パラメータをレジスタBまたはレジスタAに記憶させた後、オペレータは再び手動操作盤の手動操作スイッチを操作して射出シリンダ39を移動させ、ノズル44をノズルタッチ状態もしくはスブルブレイク状態とし(前記と逆の状態様を選択する)、前記と同様にしてPMC用CPU18に適正パラメータ設定処理を実行させ、得られたフィードバック制御パラメータをレジスタAまたはレジスタBに記憶させる。

40

【0054】

つまり、この適正パラメータ設定処理は温度調節器43のオートチューニング機能を利用して第1, 第2のフィードバック制御パラメータを求めるためのものであり、当然、最初に説明した実施例において金型50の設定温度の幅毎または金型50の設定温度とノズル44の設定温度との差の幅毎にファイルを作成する際にも利用することができる。なお、本実施例においては射出成形作業の開始に先立ってその都度第1, 第2のフィードバック制御パラメータを求めるようにしているため、図5または図6に示すようなファイルは必要なく、レジスタAおよびレジスタBのみで十分である。射出成形作業の開始に先立ってその都度第1, 第2のフィードバック制御パラメータを求めるようにした場合であっても、半自動運転時および自動運転時のノズル44の温度制御に関しては図2に示したフロー

50

チャートをそのまま利用することができ、また、パージ作業等の際の手動運転に際しては図3に示すようなフローチャートをそのまま利用することができる。但し、この場合に使用される第1, 第2のフィードバック制御パラメータは1組のみであるから、ステップA3およびステップB3では第2のフィードバック制御パラメータを記憶したレジスタAの値が、また、ステップA9およびステップB6では第1のフィードバック制御パラメータを記憶したレジスタBの値が利用されることになる。

【0055】

【発明の効果】

本発明の射出成形機は、金型から離間した状態でノズル温度制御に用いる第1のフィードバック制御ゲインと金型に当接した状態でノズル温度制御に用いる第2のフィードバック制御ゲインとを予め記憶しておき、金型から離間した状態では第1のフィードバック制御ゲインによって、また、金型に当接した状態では第2のフィードバック制御ゲインによってノズル温度をフィードバック制御するようにしたので、ノズルがスプルーから離間している時もノズルがスプルーに接触している時も、アンダーシュートやオーバーシュートを生じることなく、ノズル温度を設定温度に安定的に保持することができる。また、ノズルが金型から離間した状態から金型に当接した状態に移行して放熱量が増大したり、金型に当接した状態から金型から離間した状態に移行して放熱量が減少した場合であっても、ノズルの温度が急激に下降してショートショットやノズル詰まりが発生したり、ノズルの温度が必要以上に上昇して樹脂焼けや樹脂の分解、および、粘性の低下による樹脂の漏れ出し等が発生したりすることがないので、ノズルの先端は常に清浄に保たれ、分解固化した樹脂の付着によるノズルやスプルーの損傷、および、これを原因とする樹脂漏れによるバンドヒータおよび熱電対の破損等も未然に防止される。

【0056】

また、実際にノズルを金型から離間した状態とノズルを金型に接触させた状態でフィードバック制御ゲインをオートチューニングすることによって第1, 第2のフィードバック制御ゲインを求めるようにしているので、金型から離間した状態での放熱特性や金型に接触させた状態での放熱特性に適合する第1, 第2のフィードバック制御ゲインを簡単かつ確実に得ることができる。

【0057】

更に、金型の設定温度または金型の設定温度とノズルの設定温度との差に対応して第1, 第2のフィードバック制御パラメータを複数記憶し、金型の設定温度または金型の設定温度とノズルの設定温度との差に対応して第1, 第2のフィードバック制御パラメータを選択するようにしているので、金型やノズルの設定温度に応じた最適なフィードバック制御を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の射出成形機の要部を示すブロック図である。

【図2】同実施例の射出成形機の制御装置によるシーケンス制御の概略を1成形サイクルに亘って示すフローチャートである。

【図3】リミットスイッチからの信号によってフィードバック制御パラメータを選択する場合の処理の概略を示すフローチャートである。

【図4】射出成形作業の都度第1, 第2のフィードバック制御パラメータを求める場合の処理の概略を示すフローチャートである。

【図5】金型の設定温度に対応して第1, 第2のフィードバック制御パラメータを記憶させたファイルを示す概念図である。

【図6】金型の設定温度とノズルの設定温度との差に対応して第1, 第2のフィードバック制御パラメータを記憶させたファイルを示す概念図である。

【符号の説明】

- 18 PM C用CPU
- 23 入出力回路
- 24 不揮発性メモリ

10

20

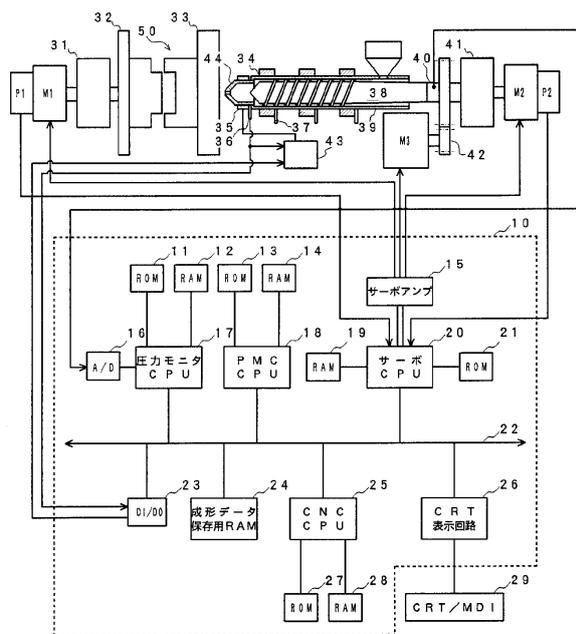
30

40

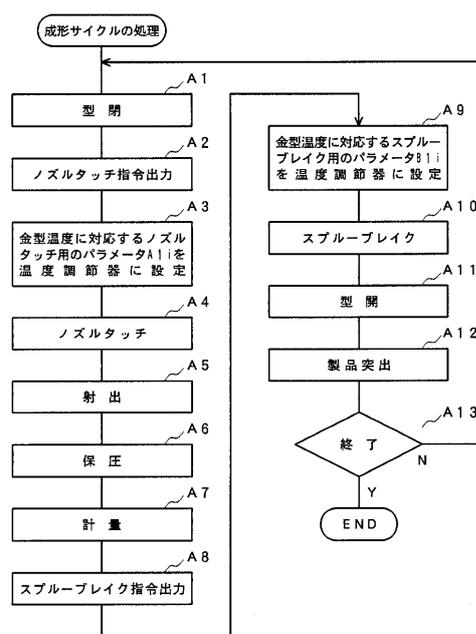
50

- 3 4 バンドヒータ
- 3 5 バンドヒータ
- 3 6 熱電対
- 3 7 熱電対
- 3 9 射出シリンダ
- 4 3 温度調節器
- 4 4 ノズル

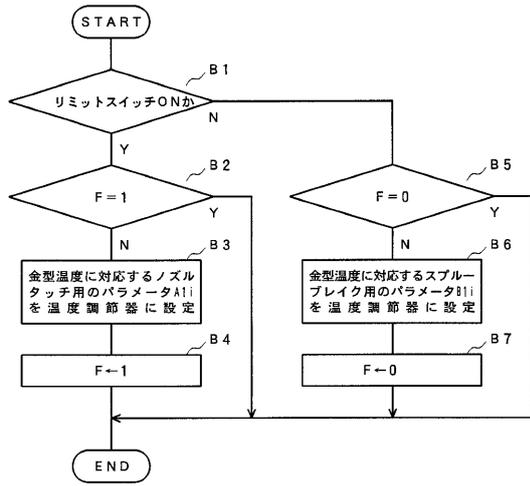
【図1】



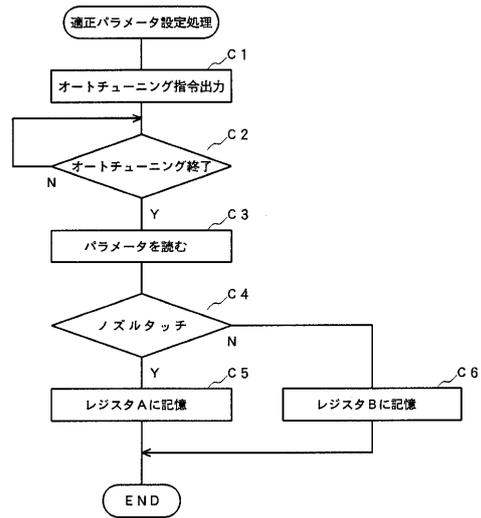
【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

金型温度 (℃)	ノズルの状態	
	タッチ	ブレイク
～a	A 1 1	B 1 1
a～b	A 1 2	B 1 2
b～c	A 1 3	B 1 3
c～	A 1 4	B 1 4

【 図 6 】

型温とノズル温との差 (℃)	ノズルの状態	
	タッチ	ブレイク
～Δa	A 2 1	B 2 1
Δa～Δb	A 2 2	B 2 2
Δb～Δc	A 2 3	B 2 3
Δc～	A 2 4	B 2 4

フロントページの続き

- (72)発明者 宮内 徳久
山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社 内
- (72)発明者 藤岡 修
山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社 内
- (72)発明者 根子 哲明
山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社 内

審査官 大島 祥吾

- (56)参考文献 特開平06-262661(JP,A)
特開昭64-077512(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

B29C 45/74

B29C 45/20

B29C 45/72

B29C 45/78