(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3778988号
(P3778988)
(45)発行日　平成18年5月24日(2006.5.24)　(24)登録日　平成18年3月10日(2006.3.10)

(51)Int.Cl.　F I
B29C 45/78 (2006.01)　B29C 45/78
B29C 45/20 (2006.01)　B29C 45/20
B29C 45/74 (2006.01)　B29C 45/74

請求項の数 8　(全 13 頁)

(21)出願番号　特願平8-85714
(22)出願日　平成8年3月14日(1996.3.14)
(65)公開番号　特開平9-248847
(43)公開日　平成9年9月22日(1997.9.22)
審査請求日　平成14年11月6日(2002.11.6)

(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３５８０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】射出成形機のノズル温度制御方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
ノズルの温度を検出し、該検出温度が設定温度に一致するようにＰＩＤ制御してノズルヒータをＯＮ／ＯＦＦ制御する射出成形機のノズル温度制御方法において、ノズル先端の温度を推定できる射出成形機の状態変量の値を検出し、この検出値がノズル先端温度の低下を示す設定許容範囲外になっていると、型閉じ開始時点から保圧完了時点を限界とする区間内に設定された設定区間の間だけ、前記ノズルヒータの通電時間を増大させることを特徴とした射出成形機のノズル温度制御方法。
【請求項２】
前記状態変量は最大射出圧力である請求項１記載の射出成形機のノズル温度制御方法。
【請求項３】
前記状態変量は射出開始後所定時間経過後の射出圧力である請求項１記載の射出成形機のノズル温度制御方法。
【請求項４】
前記状態変量は型開き完了時のノズル基部の温度である請求項１記載の射出成形機のノズル温度制御方法。
【請求項５】
前記状態変量は連続成形作業開始後のショット数である請求項１記載の射出成形機のノズル温度制御方法。
【請求項６】

前記状態変量は最大射出圧力と射出開始後所定時間経過後の射出圧力と型開き完了時のノズル検出温度と連続成形作業開始後のショット数であり、そのうち少なくとも１つの検出値がノズル先端温度の低下を示す設定許容範囲外になっていると、型閉じ開始時点から保圧完了時点を限界とする区間内に設定された設定区間の間だけ、前記ノズルヒータの通電時間を増大させることを特徴とした請求項１記載の射出成形機のノズル温度制御方法。

【請求項７】

タイマの設定により、型閉じ開始後所定時間経過後の時点から射出開始後所定時間が経過するまでの時間区間を前記設定区間とすることを特徴とする請求項１ないし請求項６のいずれか１項に記載の射出成形機のノズル温度制御方法。

【請求項８】

型閉じ開始後所定時間が経過するかもしくは型閉じが完了すると前記ノズルヒータの通電を常にＯＮにし、射出開始後所定時間が経過するかもしくは保圧が完了するとＰＩＤ制御を再開することを特徴とする請求項１ないし請求項６のいずれか１項に記載の射出成形機のノズル温度制御方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、射出成形機のノズル温度制御方法の改良に関する。

【０００２】

【従来の技術】

射出成形作業を開始するための段取り作業では、射出シリンダを後退させてスプルーブレイクを行った状態で射出シリンダのヒータとノズルヒータに電源を投入して昇温を待ち、その後、パージ作業等を行って射出シリンダやノズルおよび溶融樹脂の状態を整えて、ノズルを金型のスプルーに当接させて射出成形作業を開始するのが普通である。無論、ノズルを金型に当接させたまま射出シリンダやノズルを昇温することも可能ではあるが、昇温所要時間が著しく長くなってパージ作業の開始が遅くなったり、昇温中に鼻タレが生じて樹脂が金型に侵入したりする危険があるため、そのような操作は一般には行われない。

【０００３】

この結果、連続成形作業開始の初期段階、つまり、射出シリンダのノズルを金型にタッチさせたばかりの段階では、金型のスプルー部分と射出シリンダのノズルとの間に著しい温度差が生じる。

【０００４】

このまま連続成形作業を続けて行けば金型がノズルから熱を徐々に吸収し、最終的には、金型のスプルー部分の温度とノズルの温度とが熱平衡の状態に達して安定した成形作業を行うことができるようになるのだが、熱平衡の状態に達するまでの段階、つまり、ノズルの熱が金型に奪い取られている段階では、ノズル先端の温度が相当に低下し、溶融樹脂が固化してノズル詰まり等の問題を生じて成形不能状態となるようなことが多い。

【０００５】

このような場合、連続成形作業の初期段階では手動操作によってノズルの昇温目標値を高めに設定しておいて様子を見ながらノズル先端の温度低下を防止し、熱平衡の状態に達した段階でノズルの昇温目標値を所期の設定値に戻す等の対策をとるのが普通であるが、このような手動操作を行うと、その間オペレータが射出成形機から離れられなくなるといった問題がある。

【０００６】

そこで、従来は、このような問題に対し、ノズルを複数の温度制御領域に分割し、各領域毎個別にノズルヒータを配備して各領域を個別に温度制御したり（実公平５－１２０２０号公報，特公平７－１０８５４４号公報，特公平７－１０８５４５号公報参照）のヒータ巻き数を基部側よりも稠密にしてノズル先端部に重点的に熱を供給したりすることで対処していたが、前者の方法では構成が複雑となってコストがかさみ、また、後者の方法では連続成形が可能な温度に達してからもノズル先端の温度が必要以上に高くなってしまうと

いった問題がある。

【０００７】

また、ノズルがノズルタッチ状態にあるかスプルーブレイク状態にあるかによってノズルに供給する熱量を調整し、スプルーブレイク時におけるノズル温度の上昇で生じる鼻タレを防止するようにした射出成形機が既に提案されているが、このものは、熱平衡達成後の連続成形作業時のノズル温度を安定させるためのものであり、熱平衡達成前の射出成形動作を安定させるためのものではない。

【０００８】

結果的に、いずれの方法を適用しても、熱平衡達成前のノズル先端温度を安定させることは困難であり、特に、連続成形作業開始直後のノズル温度と金型のスプルー部分の温度との差が大きい状態、要するに、スプルー部分の温度が低くノズル先端の熱が金型側に強力に吸収されているような状態においては、ノズルやスプルーを流れて金型に流入する溶融樹脂がもたらす温度の一時的な上昇やその反動としての相対的な温度低下といった問題もあり、シリンダ先端部の温度の安定を図ることが非常に困難である。

【０００９】

ノズルの先端部に熱電対等の温度検出手段を設けてＰＩＤ（比例，積分，微分）制御を行いノズルヒータのＯＮ／ＯＦＦ制御を行うといった方法も考えられるが、図１に示す通り、ノズル１００の先端部１００ａはスプルー１０１側の窪み部分に密着するよう相当に大きなテーパをつけて縮径化されているので、この部分にノズルヒータ１０２を巻き付けることは困難であり、また、この部分に熱電対１０３を埋設するのも難しい。結果的に、ノズル１００の先端部１００ａから基部１００ｂ側に向けてかなりずれた位置に熱電対１０３およびノズルヒータ１０２を設けなければならず、実際に温度を知りたい部分（先端部１００ａ）から離れた位置に設けられた熱電対１０３に頼るだけでは、十分な温度制御を行うことはできない。

【００１０】

また、射出シリンダに直に接してある程度の熱量を貯溜するノズル１００の基部１００ｂの側に比べ、金型のスプルー１０１によって熱を吸収される先端部１００ａの側の方が溶融樹脂の流れ等によって生じる温度変化に対して敏感に反応することはいうまでもなく、このような見地からしても、ノズル１００の基部１００ｂ側に設けられた熱電対１０３をそのまま先端部１００ａのための温度検出手段として用いることには無理がある。

【００１１】

更に、射出時の溶融樹脂の流れによる加熱や金型によるノズルの急激な冷却等によって生じる温度変化、つまり、１成形サイクルといった比較的短い時間内に発生する温度変化に対して目標温度にすばやく達するように応答性を良くするには、Ｐ（比例）動作の比例帯を狭くすれば良いが、比例帯を狭くすると、オーバシュートやハンチングの原因となる。そのため、比例帯を大きくせねばならず、その結果、温度偏差（目標温度と検出温度との差）がかなり大きい段階でノズルヒータのＯＮ／ＯＦＦ制御が開始されることになり、応答性は悪くなる。

【００１２】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、金型温度とノズル温度の熱平衡状態が達成されていない連続成形作業の初期段階においてもノズル先端部の温度が極端に低下してノズル詰まり等が発生することなく、しかも、１成形サイクル中における樹脂の流れによる温度変化等に対しても安定してノズル先端の温度を維持することのできる射出成形機のノズル温度制御方法を提供することにある。

【００１３】

【課題を解決するための手段】

図１中の実線で示すグラフは、通常のＰＩＤ制御でノズル１００の温度制御を行ったときにノズル１００周辺の各部に生じる温度変化を、射出直前および射出直後の２つの時点でサンプリングして概念的に示したものである。横軸が射出軸方向の位置を示し、また、縦

軸は射出軸方向の各位置におけるノズル１００および金型各部（図示せず）の温度を示している。サンプリングを実施したのは連続成形作業開始直後の段階、つまり、ノズル１００の温度と金型本体およびスプルー１０１との間に大きな温度差があるときである。

【００１４】

図１に示す通り、ノズル１００の先端部１００ａを挟んでノズル１００の基部１００ｂ側では温度が高く且つ射出軸方向の位置に殆ど関わりなく安定しており、また、ノズル１００の先端部１００ａを挟んで金型側では温度が低く且つ射出軸方向の位置に殆ど関わりなく安定しているのに対し、ノズル１００の先端部１００ａの部分では、その最先端部から大径部の側に向けて温度が急激に上昇している。

【００１５】

ノズル１００の基部１００ｂ側の温度が高く且つ安定しているのは、ある程度その直径が大きく熱容量（体積）も大きなノズル本体にノズルヒータ１０２の熱が直に伝達されて蓄えられているからであり、また、金型側の温度が低く且つ安定しているのは金型自体の熱容量（体積）が極端に大きいからである。当然、ノズル１００の先端部１００ａには、温度を安定させるためのノズルヒータ１０２がなく、しかも、熱容量（体積）も小さいので、この部分１００ａでは射出軸方向の位置によって温度が著しく変化することになる。この現象は射出直前であっても、また、射出直後であっても全く同じである。

【００１６】

一方、ノズル１００の先端部１００ａの部分のみに関して見ると、図１から明らかなように、射出開始直前と射出完了直後とでは両者の温度に著しい相違がある。これは、既に述べた通り、スプルー部分の温度が低くノズル先端１００ａの熱が金型側に強力に吸収されているような状態においては、ノズル１００やスプルー１０１を流れて金型に流入する溶融樹脂がもたらす温度の一時的な上昇やその反動としての相対的な温度低下が生じるためである。つまり、射出完了直後の段階では、その直前の射出動作でノズル１００やスプルー１０１を通って金型に流れ込んだ高温の溶融樹脂の熱を吸収してノズル１００やスプルー１０１の温度が上昇するが、冷却や計量および型開きやエジェクトおよび型閉じ動作が行われる間にノズル１００やスプルー１０１およびその中の樹脂の熱が金型や外気によって冷却され、次の射出開始直前の段階でノズル１００やスプルー１０１の温度が最も低くなるということであり、この段階でノズル詰まり等の問題が発生する可能性が大きい。なお、ここでいう射出とは、樹脂の充填作業を射出工程と保圧工程とに分けた場合の射出工程と保圧工程を含むものである。

【００１７】

更に、通常のＰＩＤ制御を行った場合についてノズル１００の先端部１００ａの部分のみに関して１成形サイクル中の温度変化を見ると、定性的に図２に実線で示すような温度変化が検出される。図２に示す通り、ノズル１００の先端部１００ａの温度は、射出完了直後の時点、つまり、保圧完了／計量開始前の段階で最も高く、また、射出開始直前の時点、つまり、型閉じ完了／射出開始前の段階で最も低い。そして、射出が開始されると徐々に先端部１００ａの温度が上昇して射出完了直後の時点で最高値に達し、この時点から直ちに冷却が開始されて次の射出開始直前の時点で最低値となる。

【００１８】

当然、ノズル１００の温度はＰＩＤ制御されているのだが、既に述べた通り、ノズル１００の基部１００ｂ側では温度が比較的安定しており熱電対１０３に先端部１００ａの温度変化が反映されないことや、温度変化の周期が比較的短くＰＩＤ制御の追従に難があるといった問題があり、結果的に、ノズル先端部１００ａに図２で実線に示すような温度変化が生じてしまうことになる。

【００１９】

そこで、本発明は、ノズル先端の温度を推定できる射出成形機の状態変量を検出し、この検出値がノズル先端温度の低下を示す設定許容範囲外になっていると、型閉じ開始時点から保圧完了時点を限界とする区間内に設定された望ましい設定区間の間だけ、前記ノズルヒータの通電時間を増大してノズル先端部の温度の低下を防止することにより前記目的を

達成した。計量中にノズルヒータの通電時間を増大しないのは、保圧完了時のゲートシールを維持するためであり、また、型開き中にノズルヒータの通電時間を増大しないのは鼻タレの発生を防ぐためである。

【００２０】

ノズル先端の温度を推定する状態変量としては、最大射出圧力，射出開始後所定時間経過後の射出圧力，型開き完了時のノズル基部の温度，連続成形作業開始後のショット数や経過時間等を適用することができ、状態変量として最大射出圧力や射出開始後所定時間経過後の射出圧力を適用する場合には状態変量がノズル先端温度の低下を示す設定許容範囲を上回っている場合、また、型開き完了時のノズル基部の温度や連続成形作業開始後のショット数や経過時間を適用する場合には状態変量がノズル先端温度の低下を示す設定許容範囲を下回っている場合を以てノズル先端部の温度低下として判定する。

【００２１】

また、最大射出圧力，射出開始後所定時間経過後の射出圧力，型開き完了時のノズル基部の温度，連続成形作業開始後のショット数や経過時間等の状態変量のうち少なくとも１つの検出値がノズル先端温度の低下を示す設定許容範囲外になっている場合にノズル先端部の温度低下として判定するようにしてもよい。

【００２２】

既に述べた通り、計量時や型開き中を除きノズルヒータの通電を常ＯＮとすることが可能であるが、金型の大きさや成形条件等の相違、つまり、通常のＰＩＤ制御を行った場合における１成形サイクルのノズル先端温度の変化特性に応じてノズルヒータの通電時間を調整するため、タイマの設定により、型閉じ開始後所定時間経過後の時点から射出開始後所定時間が経過するまでの時間区間でノズルヒータの通電時間を増大する時間区間を設定できるようにした。

【００２３】

更に、型閉じ開始後所定時間が経過するかもしくは型閉じが完了するとノズルヒータの通電時間を増大し、射出開始後所定時間が経過するかもしくは保圧が完了するとノズルヒータのＰＩＤ制御を再開することにより、成形サイクルにおける各工程の処理に時間的なばらつきが生じた場合でも、ノズルヒータの通電時間の増大による強制加熱の効果と、計量時や型開き中における不用意な加熱による鼻タレの防止を同時に達成できるようにした。

【００２４】

【発明の実施の形態】

図３は本発明を適用した一実施形態の電動式射出成形機３０の要部を示すブロック図である。図３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はスクリューであり、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射出軸方向に複数組設けられ、射出シリンダ３９先端のノズル１００にも同様にしてノズルヒータ１０２および熱電対１０３が設けられている。ノズル１００およびノズルヒータ１０２やその周辺部の構造に関しては図１に示した従来例と全く同様である。図３ではノズル１００のノズルヒータ１０２の温度をＰＩＤ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に対しても同様の温度調節器が個別に配備されている。

【００２５】

可動プラテン３２は型締用サーボモータＭ１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３１を介しタイバー（図示せず）に沿って移動される。また、スクリュー３８はボールナット＆スクリューおよびボス＆セレーション等によって構成される駆動変換装置４１や射出用サーボモータＭ２により軸方向に移動される一方、歯車機構４２や計量回転用サーボモータＭ３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。なお、符号５０は固定プラテン３３および可動プラテン３２に装着された金型である。

【００２６】
射出成形機を駆動制御する制御装置１０は、数値制御用のマイクロプロセッサであるＣＮＣ用ＣＰＵ２５，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ＣＰＵ１８，サーボ制御用のマイクロプロセッサであるサーボＣＰＵ２０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等を行うための圧力モニタ用ＣＰＵ１７を有し、バス２２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。
【００２７】
ＰＭＣ用ＣＰＵ１８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ＲＯＭ１３および演算データの一時記憶等に用いられるＲＡＭ１４が接続され、ＣＮＣ用ＣＰＵ２５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ＲＯＭ２７および演算データの一時記憶等に用いられるＲＡＭ２８が接続されている。
【００２８】
サーボＣＰＵ２０および圧力モニタ用ＣＰＵ１７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ＲＯＭ２１やデータの一時記憶に用いられるＲＡＭ１９、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ＲＯＭ１１やデータの一時記憶に用いられるＲＡＭ１２が接続されている。
【００２９】
そして、サーボＣＰＵ２０には、該ＣＰＵ２０からの指令に基いてエジェクタ用（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１５が接続され、型締用サーボモータＭ１に配備したパルスコーダＰ１および射出用サーボモータＭ２に配備したパルスコーダＰ２等からの出力の各々がサーボＣＰＵ２０に帰還され、パルスコーダＰ１からのフィードバックパルスに基いてサーボＣＰＵ２０により算出された可動プラテン３２の現在位置やパルスコーダＰ２からのフィードバックパルスに基いて算出されたスクリュー３８の現在位置および現在速度等がＲＡＭ１９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。
【００３０】
圧力モニタ用ＣＰＵ１７は、スクリュー３８の基部に設けられた圧力検出器４０およびＡ／Ｄ変換器１６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。
【００３１】
不揮発性メモリ２４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，ノズル１００や射出シリンダ３９の各部の温度等）と各種設定値，パラメータ，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、本実施形態においては、射出成形機の状態変量の許容範囲となる最大射出圧力の許容最大値Ａ，射出開始後所定時間経過後の射出圧力の許容最大値Ｂ，型開き完了時のノズル基部の温度の許容最小値Ｃ，連続成形作業開始後のショット数の許容最小値Ｄの各設定値が記憶されるようになっている。また、ノズルヒータ１０２の常ＯＮ制御を開始するための設定時間ｔ１や常ＯＮ制御を切り上げて通常のＰＩＤ制御に復帰するための設定時間ｔ２も、この不揮発性メモリ２４に記憶されるようになっている。
【００３２】
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。
【００３３】
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ダ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、いわゆるディジタルサーボ処理を実行する。

【００３４】
バンドヒータ３４およびノズルヒータ１０２による射出シリンダ３９各部やノズル１００の温度制御は、熱電対３７および１０３でフィードバックされる各部の実温度とＰＭＣ用ＣＰＵ１８により入出力回路２３を介して温度調節器４３毎に設定される不揮発性メモリ２４の設定目標温度との関係に基き、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して実現される。また、各部の熱電対３７および１０３で検出される射出シリンダ３９各部およびノズル１００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。このうち、ノズル１００の温度調整器４３は、ＰＭＣ用１８から入力される常ＯＮ信号により、その時の設定目標温度や検出温度に関わりなく、ノズルヒータ１０２の通電状態を常ＯＮにすることができるように構成されている。

【００３５】
図４および図５はＰＭＣ用ＣＰＵ１８による１成形サイクル分の温度制御処理の概略を示すフローチャートであり、ＰＭＣ用ＣＰＵ１８による射出成形機各軸のシーケンス制御と共に繰り返し実行されるようになっている。

【００３６】
なお、図４および図５では各処理のステップをそれが実行される時系列に沿って連続的に示しているが、実際には、射出成形機各軸のシーケンス制御と同様、所定周期毎の処理で繰り返し実行されるものであって、各ステップの処理が待機状態にある間、ＰＭＣ用ＣＰＵ１８が各軸のシーケンス制御を初めとする他の処理を実行しないという意味ではない。例えば、ステップＳ３の型閉じ開始を待つ処理を行う間に１処理周期分の時間が経過してしまったとすると、ＰＭＣ用ＣＰＵ１８はこの処理を切り上げた時点で実行していた処理、つまり、この場合ではステップＳ３の処理を次の処理周期で実行すべき最初の処理として記憶し、次の処理周期ではステップＳ１とステップＳ２の処理を非実行として再びステップＳ３の判別処理から処理を再開するのである。

【００３７】
そこでまず、連続成形作業における最初の成形サイクルの温度制御処理を開始したＰＭＣ用ＣＰＵ１８は、ショット数カウンタＳの値を０に初期化し（ステップＳ１）、ノズルヒータ１０２の常ＯＮ制御の実行を記憶する強制加熱フラグＦをセットする（ステップＳ２）。つまり、連続成形作業の開始時点ではノズル１００と金型との間に既に大きな温度差が生じているという前提に基いて、強制加熱フラグＦを初めからセットしておくのである。なお、連続成形作業は射出シリンダ３９やノズル１００の昇温やパージ作業に引き続いて行われるものであるから、この時点では射出シリンダ３９やノズル１００の昇温開始時点から行われている通常のＰＤＩ制御によるノズル１００やシリンダ３９の温度制御が継続して行われていることになる。

【００３８】
次いで、ＰＭＣ用ＣＰＵ１８は型閉じのシーケンスが開始されているか否かを判別するが（ステップＳ３）、型閉じのシーケンスが開始されていなければ、そのまま待機する。既に述べた通り、同一処理周期内で待機するという意味ではない。次いで、型閉じのシーケンスが開始されると、ＰＭＣ用ＣＰＵ１８は強制加熱フラグＦがセットされているか否かを判別するが（ステップＳ４）、連続成形開始直後の現段階ではフラグＦがセットされているので、ＰＭＣ用ＣＰＵ１８は型閉じ開始後の経過時間を計測するタイマＴ１に設定値ｔ１をセットして計時を開始する（ステップＳ５）。既に述べた通り、この設定値ｔ１は型閉じ動作開始後何秒後にノズルヒータ１０２の常ＯＮ制御を開始するかを決めるための設定値であり、金型の大きさや成形条件等の相違により各々最適な値がある。

【００３９】
型閉じ開始後の経過時間の計測を開始したＰＭＣ用ＣＰＵ１８は、タイマＴ１が設定値ｔ１の計時を完了するか（ステップＳ６）、または、型閉じのシーケンスが完了するまで待機する（ステップＳ７）。そして、タイマＴ１が設定値ｔ１の計時を完了する前に型閉じのシーケンスが完了した場合では、型閉じシーケンスの完了と同時にノズルヒータ１０２

の温度調節器４３に常ＯＮ指令を出力してノズル１００の連続加熱を開始し（ステップＳ８）、また、型閉じのシーケンスが完了する前にタイマＴ１が設定値ｔ１の計時を完了した場合では、計時完了と同時にノズルヒータ１０２の温度調節器４３に常ＯＮ指令を出力してノズル１００の連続加熱を開始し（ステップＳ９）、そのまま型閉じシーケンスの完了を待機する（ステップＳ１０）。

【００４０】

次いで、ＰＭＣ用ＣＰＵ１８は射出のシーケンスが開始されているか否かを判別するが（ステップＳ１１）、射出のシーケンスが開始されていなければ、そのまま待機し、射出シーケンスの開始が確認された段階で、射出開始後の経過時間を計測するタイマＴ２に設定値ｔ２をセットして計時を開始する（ステップＳ１２）。この設定値ｔ２は射出動作開始後何秒後にノズルヒータ１０２の常ＯＮ制御を終了させて通常のＰＩＤ制御を開始させるかを決めるための設定値であり、前記設定値ｔ１と同様、金型の大きさや成形条件等の相違により各々最適な値がある。

【００４１】

射出開始後の経過時間の計測を開始したＰＭＣ用ＣＰＵ１８は、タイマＴ２が設定値ｔ２の計時を完了するか（ステップＳ１３）、または、保圧のシーケンスが完了するまで待機する（ステップＳ１４）。そして、タイマＴ２が設定値ｔ２の計時を完了する前に保圧のシーケンスが完了した場合では、保圧シーケンスの完了と同時にノズルヒータ１０２の温度調節器４３にＰＩＤ制御再開指令を出力してヒータ１０２の常ＯＮ制御を通常のＰＩＤ制御に切り替え（ステップＳ１５）、また、保圧のシーケンスが完了する前にタイマＴ２が設定値ｔ２の計時を完了した場合では、計時完了と同時にノズルヒータ１０２の温度制御を通常のＰＩＤ制御に切り替え（ステップＳ１６）、そのまま保圧シーケンスの完了を待機する（ステップＳ１７）。

【００４２】

設定値ｔ２の設定を誤って長く設定したような場合であっても、保圧完了と同時にノズルヒータ１０２の常ＯＮ制御が強制的に終了して通常のＰＩＤ制御に復帰するので、保圧完了後の過剰な加熱が不用意に行われてゲートシールが破れる等という問題は生じない。また、設定値ｔ１を誤って長く設定した場合であっても型閉じのシーケンスが完了した段階でノズルヒータ１０２の常ＯＮ制御が強制的に開始されるので、どのような設定を行った場合でも、少なくとも、型閉じ完了からｔ２秒の間、または、型閉じ完了から保圧完了までの間でノズルヒータ１０２の常ＯＮ制御を行うことができる。無論、設定値ｔ１，ｔ２を調整することで最適の温度制御を行うことが望ましい。

【００４３】

既に述べた通り、設定値ｔ１，ｔ２は金型の大きさや成形条件等の相違により各々最適な値があり、例えば、図２に示すようにノズル１００の先端部１００ａの温度が設定目標値をオーバーシュートすることなく、且つ、型閉じおよび射出動作中における先端部１００ａの温度低下ができるだけ少なくなるように設定することが望ましい。図２にドットで示すような温度変化が得られるような設定が最適といえる。

【００４４】

その後、ＰＭＣ用ＣＰＵ１８は１成形サイクルのシーケンス、つまり、型開き動作が完了するまで待機し（ステップＳ１８）、この間に、ＰＭＣ用ＣＰＵ１８によるもう１つのタスク処理で計量および型開きやエジェクト等の各軸の駆動制御が行われることになる。

【００４５】

そして、１成形サイクルのシーケンス動作が完了すると、ＰＭＣ用ＣＰＵ１８は射出保圧圧力のサンプリングファイルを参照し、当該成形サイクルにおける最大射出圧力を検出してレジスタＰに一時記憶すると共に（ステップＳ１９）、同サンプリングファイルから射出開始後設定所定時間経過後（圧力判断点）の時点に対応する射出圧力を検出してレジスタＲに一時記憶し（ステップＳ２０）、更に、熱電対１０３で検出されているノズル１００（大径部）の現在温度、つまり、型開き完了時のノズル１００の温度をレジスタＮに一時記して（ステップＳ２１）、ショット数カウンタＳの値を１インクリメントし、連続成

形作業のショット数を更新する（ステップＳ２２）。

【００４６】

次いで、ＰＭＣ用ＣＰＵ１８は、この成形サイクルで検出された最大射出圧力Ｐが最大射出圧力の許容最大値Ａを越えていないか（ステップＳ２３）、射出開始後設定所定時間経過後の射出圧力Ｒが同射出圧力の許容最大値Ｂを越えていないか（ステップＳ２４）、型開き完了時のノズル１００の温度Ｎが型開き完了時のノズル温度の許容最小値Ｃを下回っていないか（ステップＳ２５）、現時点のショット数Ｓがショット数の許容最小値Ｄを下回っていないか（ステップＳ２６）を判別し、このうち判別結果が１つでも真となれば強制加熱フラグＦをセットする一方（ステップＳ２８）、全ての判別結果が偽となった場合に限り、強制加熱フラグＦをリセットする（ステップＳ２７）。

【００４７】

つまり、最大射出圧力Ｐが最大射出圧力の許容最大値Ａを上回っている場合、および、射出開始後設定所定時間経過後の射出圧力Ｒが射出圧力の許容最大値Ｂを上回っている場合は、溶融樹脂の温度、つまり、ノズル１００の先端部１００ａの温度が低下して樹脂の粘性が増しているという証左であり、ノズル１００の強制加熱の必要があるということである。

【００４８】

また、現時点のショット数Ｓがショット数の許容最小値Ｄを下回っている場合は、連続成形開始後間もない状態にあってノズル１００の熱が金型側に強力に吸引されていることを意味するので、通常のＰＩＤ制御では射出開始直前のノズル先端温度と射出完了直後のノズル先端温度との間に図１に示されるような大きな温度変化が発生する可能性があり、これを解消するため、本実施形態で示した強制加熱を行う必要がある。この場合は、要するに、連続成形開始後の経過時間が分かればよいので、ショット数Ｓとショット数の許容最小値Ｄとの比較に代えて、連続成形開始後の経過時間（タイマで測定する状態変量）と許容最小経過時間（設定値）との比較を用いるようにしてもよい。

【００４９】

また、型開き完了時のノズル１００の温度Ｎが許容最小値Ｃを下回っている場合も同様で、現状でノズル１００の温度が異常に低下しているということ、つまり、ノズル１００の熱が金型側に強力に吸引されている連続成形開始直後の状態にあることを意味するので、前記と同様、ノズル１００の強制加熱を行う必要がある。なお、ノズル１００の基部側に設けた熱電対でノズル温度を検出してフィードバック制御を行おうとする技術思想は従来からあるが、本実施形態は、ノズル１００の基部側に設けた熱電対により検出される温度の低下で金型とノズル１００との間に大きな温度差があることを推定し、ノズルヒータ１０２の常ＯＮ制御によって通常のＰＩＤ制御を行わず強制的に加熱しようとするもので、従来のフィードバック制御とでは構成が異なる。本実施形態においては、常ＯＮ制御時における温度目標値というものは存在しない。

【００５０】

結果的に、ステップＳ２３ないしステップＳ２６の判別結果が全て偽となってノズル先端部の温度の安定が保証されている場合に限って強制加熱フラグＦがリセットされ、それ以外の場合では強制加熱フラグＦのセットアップ状態が維持されるということである。

【００５１】

次いで、ＰＭＣ用ＣＰＵ１８は、必要な成形作業が完了しているか否か、つまり、ショット数カウンタＳの値が目標値に達しているか否かを判別し（ステップＳ２９）、ショット数カウンタＳの値が目標値に達していれば、この段階で連続成形作業を終了させる一方、ショット数カウンタＳの値が目標値に達していなければ、前記と同様にしてステップＳ３以降の処理を繰り返し実行させる。

【００５２】

連続成形作業を繰り返す場合、その直前の成形サイクルで強制加熱フラグＦがリセットされていれば、ステップＳ４の判別結果が偽となってノズル１００の先端温度が安定していることを意味するので、ステップＳ５ないしステップＳ１７の処理は非実行とされ、直前

の成形サイクルのステップＳ１６の処理で開始された通常のＰＤＩ制御によってノズルヒータ１０２の温度制御が行われ、また、強制加熱フラグＦがセットされたままであれば、前記と全く同様にしてステップＳ５ないしステップＳ１７の処理が実行されて、ＰＩＤ制御に代わる常ＯＮの強制加熱制御が行われることになる。

【００５３】

これに対し、ステップＳ１８ないしステップＳ２９の処理は、強制加熱フラグＦがリセットされているか否かに関わりなく各成形サイクル毎に実施されるので、一旦強制加熱フラグＦがリセットされた場合であっても、その後、ステップＳ２３ないしステップＳ２６の判別結果の内の１つでも真となってノズル先端温度の異常に対応する状態変量の変化が検出されれば、再び強制加熱フラグＦがセットされて、ノズルヒータ１０２の常ＯＮ制御による強制加熱が行われることになる。

【００５４】

従って、連続成形作業中に金型のコア折れ等の損傷が生じて成形作業を中断し、ノズル１００を金型から退避させて修復作業を行うなどして作業中に金型の温度が低下したような場合であっても、連続成形作業の開始時の場合と同様、前述の温度制御処理によってノズル先端部の温度を安定させることができる。

【００５５】

【発明の効果】

本発明によれば、金型温度とノズル温度の熱平衡状態が達成されていない連続成形作業の初期段階においてもノズル先端部の温度が極端に低下してノズル詰まり等が発生することなく、しかも、１成形サイクル中における樹脂の流れによる温度変化等に対しても安定してノズル先端の温度を維持することができる。

【００５６】

また、ノズル先端の温度低下を防止するためのノズルヒータの通電時間増大区間をタイマで設定するようにしているので、金型や成形条件の特性に応じてノズルの加熱特性を調整することができる。

【００５７】

また、誤ってタイマを設定した場合であっても、保圧が完了すればノズルヒータの通電時間の増大制御が強制的に終了して通常のＰＩＤ制御が再開されるので、不用意な加熱によるゲートシールの破壊や計量時および型開き時における鼻タレの発生を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】射出成形機におけるノズル周辺の構造を示す断面図、および、ノズル近傍の温度のばらつきを示したグラフである。

【図２】通常のＰＩＤ制御におけるノズル先端部の温度変化と本発明の一実施形態を適用した場合のノズル先端部の温度変化を示したグラフである。

【図３】本発明の方法を適用した一実施形態の電動式射出成形機の要部を示すブロック図である。

【図４】本発明の方法を適用した一実施形態の温度制御処理の概略を示すフローチャートである。

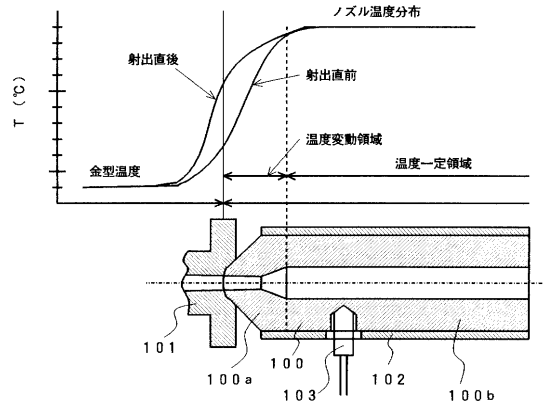
【図５】温度制御処理の概略を示すフローチャートの続きである。

【符号の説明】

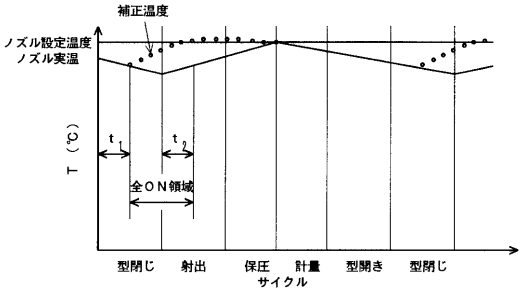
１０　制御装置
１１　ＲＯＭ
１２　ＲＡＭ
１３　ＲＯＭ
１４　ＲＡＭ
１５　サーボアンプ
１６　Ａ／Ｄ変換器
１７　圧力モニタ用ＣＰＵ

１８　ＰＭＣ用ＣＰＵ
１９　ＲＡＭ
２０　サーボＣＰＵ
２１　ＲＯＭ
２２　バス
２３　入出力回路
２４　不揮発性メモリ
２５　ＣＮＣ用ＣＰＵ
２６　ＣＲＴ表示回路
２７　ＲＯＭ
２８　ＲＡＭ
２９　ディスプレイ付手動データ入力装置
３０　電動式射出成形機
３１　駆動変換装置
３２　可動プラテン
３３　固定プラテン
３４　バンドヒータ
３７　熱電対
３８　スクリュー
３９　射出シリンダ
４０　圧力検出器
４１　駆動変換装置
４２　歯車機構
４３　温度調節器
５０　金型
１００　ノズル
１００ａ　先端部
１００ｂ　基部
１０１　スプルー
１０２　ノズルヒータ
１０３　熱電対
Ｍ１　型締用サーボモータ
Ｍ２　射出用サーボモータ
Ｍ３　計量回転用サーボモータ
Ｐ１　パルスコーダ
Ｐ２　パルスコーダ

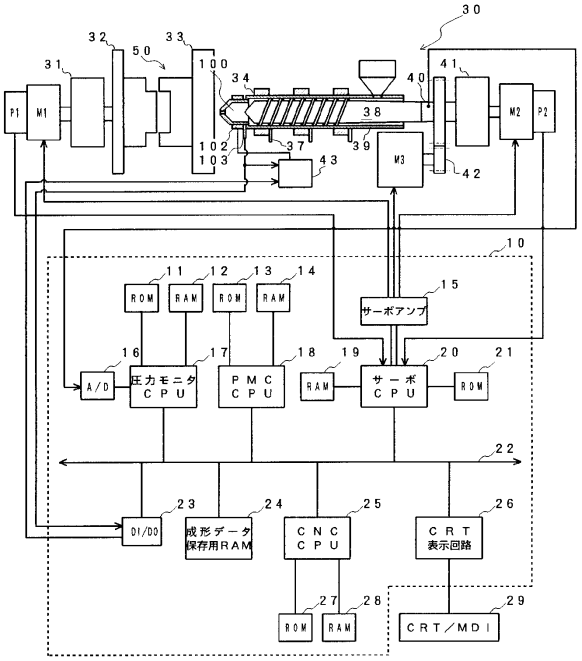
【図１】


ノズル温度分布
射出直後
射出直前
温度変動領域
温度一定領域
金型温度
T（℃）
101
100a
100
103
102
100b

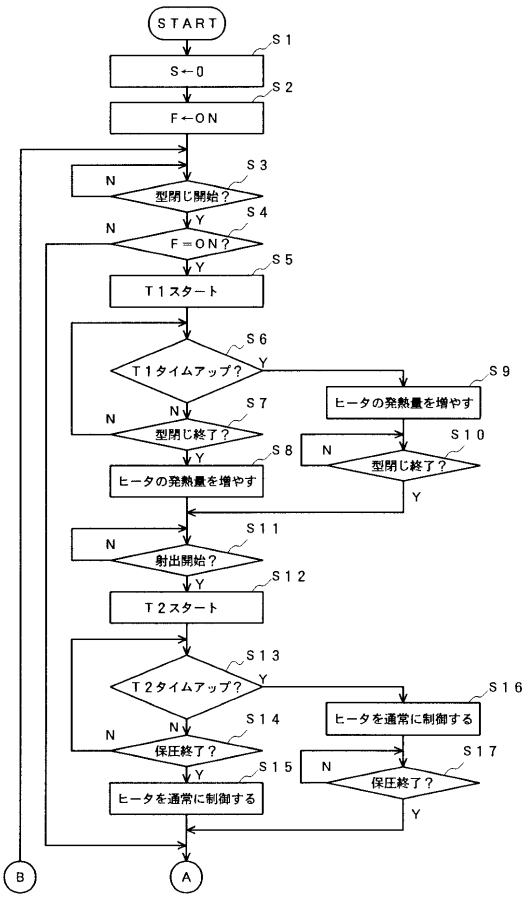
【図２】


補正温度
ノズル設定温度
ノズル実温
T（℃）
t1
t2
全ON領域
型閉じ
射出
保圧
計量
型開き
型閉じ
サイクル

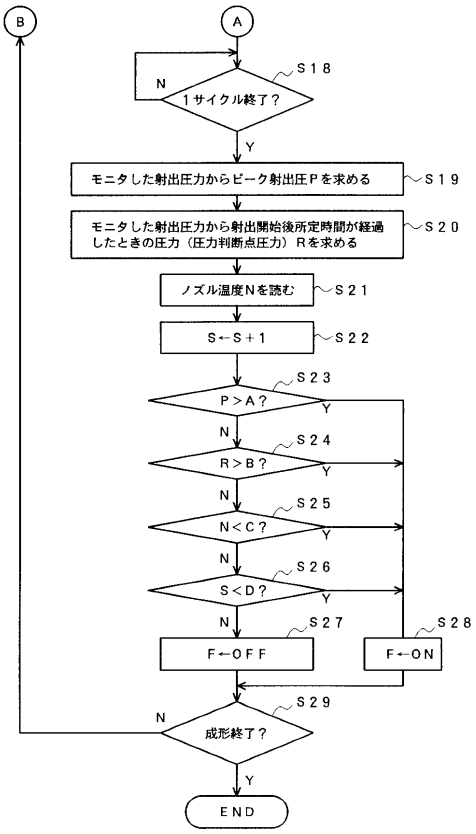
【図３】


30
32
50
33
31
100
34
40
41
P1
M1
38
M2
P2
102
103
37
39
43
M3
42
10
11
12
13
14
ROM
RAM
ROM
RAM
15
サーボアンプ
16
17
18
19
20
21
A/D
圧力モニタ CPU
PMC CPU
RAM
サーボ CPU
ROM
22
23
24
25
26
DI/DO
成形データ保存用RAM
CNC CPU
CRT 表示回路
27
28
29
ROM
RAM
CRT/MDI

【図４】


START
S1
S←0
S2
F←ON
S3
型閉じ開始？
S4
F＝ON？
S5
T1スタート
S6
T1タイムアップ？
S9
ヒータの発熱量を増やす
S7
型閉じ終了？
S10
型閉じ終了？
S8
ヒータの発熱量を増やす
S11
射出開始？
S12
T2スタート
S13
T2タイムアップ？
S16
ヒータを通常に制御する
S14
保圧終了？
S17
保圧終了？
S15
ヒータを通常に制御する
N
Y
B
A

【図５】


B
A
S18
N
1サイクル終了？
Y
モニタした射出圧力からピーク射出圧Pを求める
S19
モニタした射出圧力から射出開始後所定時間が経過したときの圧力（圧力判断点圧力）Rを求める
S20
ノズル温度Nを読む
S21
S←S＋1
S22
S23
P＞A？
S24
R＞B？
S25
N＜C？
S26
S＜D？
S27
F←OFF
S28
F←ON
S29
成形終了？
END

フロントページの続き

(72)発明者　高次　聡
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　長谷　元弘
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　渡邊　広
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　杉江　渉

(56)参考文献　特開平０６－２６２６６０（ＪＰ，Ａ）
特開昭５４－１４６８５７（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－１２５０３２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
B29C 45/78
B29C 45/20
B29C 45/74