

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2010-741
(P2010-741A)

(43) 公開日 平成22年1月7日(2010. 1. 7)

(51) Int.Cl.
B 2 9 C 45/52 (2006.01)
B 2 9 C 45/76 (2006.01)

F I
B 2 9 C 45/52
B 2 9 C 45/76

テーマコード (参考)
4 F 2 0 6

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2008-163055 (P2008-163055)	(71) 出願人	390008235
(22) 出願日	平成20年6月23日 (2008. 6. 23)		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
			〇番地
		(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	100112302
			弁理士 手島 直彦
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 射出成形機の制御装置

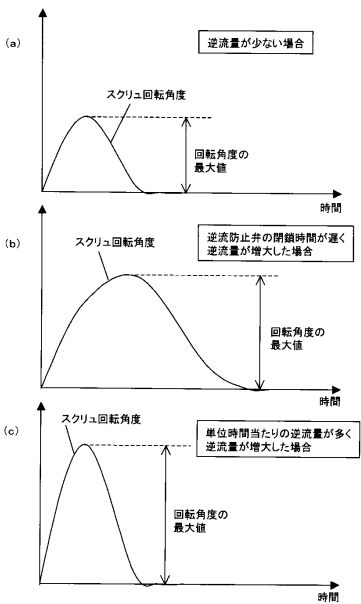
(57) 【要約】

【課題】 特別な機構を用いることなく、樹脂の逆流量を検出することができる射出成形機の制御装置を提供すること。

【解決手段】 図4（a）は逆流防止弁の閉鎖が早く樹脂の逆流量が少ない場合を表しており、スクリュ回転角度の最大値は小さい。図4（b）は逆流防止弁の閉鎖時間が遅く樹脂の逆流量が増大しスクリュ回転角度の最大値が大きい場合を表している。また、図4（c）は単位時間当たりの樹脂の逆流量が多く、樹脂の逆流量が増大した場合を表している。

樹脂の逆流量はスクリュ回転角度を指標として評価でき、スクリュ回転角度は計量用サーボモータに内蔵されるエンコーダからの検出信号に基づく。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

逆流防止弁を備えたスクリュの回転角度を検出する回転角度検出手段を有する射出成形機の制御装置において、

前記回転角度検出手段により前記スクリュの前進中の回転角度を検出し、

検出した該回転角度のスクリュ前進中における最大回転角度を算出する回転角度算出手段を備えたことを特徴とする射出成形機の制御装置。

【請求項 2】

逆流防止弁を備えたスクリュの回転角度を検出する回転角度検出手段と前記スクリュに作用する回転力を検出する回転力検出手段を有する射出成形機の制御装置において、

前記回転力検出手段により検出したスクリュ前進中における回転力のピーク発生時点を検出する回転力ピーク時点検出手段と、

前記回転力ピーク時点検出手段により検出された回転力のピーク発生時点での前記回転角度検出手段により検出された回転角度を算出する回転角度算出手段とを備えたことを特徴とする射出成形機の制御装置。

【請求項 3】

逆流防止弁を備えたスクリュの回転角度を検出する回転角度検出手段と回転速度を検出する回転速度検出手段を有する射出成形機の制御装置において、

前記回転速度検出手段により検出したスクリュ前進中における回転速度のピーク発生時点を検出する回転速度ピーク時点検出手段と、

前記回転速度ピーク時点検出手段により検出された回転速度のピーク発生時点での前記回転角度検出手段により検出された回転角度を算出する回転角度算出手段とを備えたことを特徴とする射出成形機の制御装置。

【請求項 4】

前記回転角度検出手段で算出した回転角度を樹脂の逆流量の指標として表示装置に表示することを特徴とする請求項 1～3 のいずれか 1 つに記載の射出成形機の制御装置。

【請求項 5】

前記回転角度算出手段で算出した回転角度に基いて逆流防止弁の磨耗状態を判別する磨耗状態判別手段を備えた請求項 1～3 のいずれか 1 つに記載の射出成形機の制御装置。

【請求項 6】

前記回転角度算出手段で算出した回転角度に基いて成形品の良否を判別する成形品良否判別手段を備えた請求項 1～3 のいずれか 1 つに記載の射出成形機の制御装置。

【請求項 7】

前記回転角度算出手段で算出した回転角度に基いて射出工程の制御のために設定されたスクリュ位置を補正するスクリュ位置補正手段を備えた請求項 1～3 のいずれか 1 つに記載の射出成形機の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、スクリュに逆流防止弁を有する射出成形機の制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

インラインスクリュ式の射出成形機のように、射出時の樹脂の逆流を防止するためにスクリュ先端に逆流防止弁機構を備えた射出機構を有する射出成形機は、従来から使用されている。図 1 は、この逆流防止弁機構の一例である。スクリュ 1 の先端に設けられたスクリュヘッド 2 とスクリュ 1 の本体部分間に設けられた縮径された部分に、スクリュ軸方向に移動可能に逆流防止弁 3 が配置され、この縮径された部分のスクリュ 1 の本体側には、この逆流防止弁 3 と当接密着し、樹脂通路を閉鎖するチェックシート 4 を備えている。

【0003】

スクリュ 1 の後方から供給される樹脂ペレットは、スクリュ 1 が回転することで発生す

10

20

30

40

50

るせん断熱とスクリュ1が挿入されているシリンダ外側に設けられたヒータからの熱により溶融される。溶融された樹脂は逆流防止弁3の後方の樹脂圧力を上昇させ、逆流防止弁3を前方に押す力を発生させる。逆流防止弁3が前方に押されると、後方の樹脂が逆流防止弁3と縮径された部分の間隙を通り逆流防止弁3の前方に流れ込み、スクリュヘッド2前方のシリンダ内の圧力を上昇させる。

【0004】

逆流防止弁3の前方の圧力が所定の圧力（背圧）を超えるとスクリュ1が後方に押されて、逆流防止弁3の前方の圧力が減圧される。更にスクリュ1が回転することで逆流防止弁3の後方の圧力が逆流防止弁3の前方の圧力より高くなるので、継続して溶融された樹脂が逆流防止弁3の前方に送り込まれ、所定の量までスクリュ1が後退するとスクリュ回転を停止させる（計量工程）。

10

【0005】

次に射出工程に入るが、樹脂を充填するためにスクリュ1が前進すると、スクリュヘッド2の前方に溜まった樹脂による圧力が上昇するので、逆流防止弁3が後退しチェックシート4と密着して樹脂通路を閉鎖し、充填圧により溶融樹脂がスクリュ後退方向に逆流することを防止する。逆流防止弁3が後退し樹脂通路を閉鎖するタイミングが変動すると、充填される樹脂の量も変動し、成形が不安定になる。

【0006】

射出時の逆流防止弁機構はスクリュ1の前進により逆流防止弁3の前方の圧力が後方の圧力よりも高くなることで閉鎖されるが、射出直前の逆流防止弁機構の後方はフライト5間の溝部6に残圧があり、この残圧の影響で閉鎖タイミングが変動するという問題がある。射出開始から逆流防止弁閉鎖までの間には逆流防止弁前方から後方に向かって樹脂の逆流が生じるため、この閉鎖タイミングの変動によって、サイクル毎の射出体積に変動が生じ、成形される成形品の品質に影響を受ける。従って、逆流防止弁3が毎サイクル安定したタイミングで閉鎖できるような手段が考察されていると共に、実際に逆流防止弁3が閉鎖したタイミングを監視する方法が提案されている。

20

【0007】

例えば、逆流防止弁よりも後方の位置にシリンダ内の樹脂圧力を検出する圧力センサを設け、スクリュ前進中、該圧力センサで検出される圧力変化を元に逆流防止弁の閉鎖を検出し、該検出した逆流防止弁閉鎖位置に基づいて、成形品の良否判別、成形条件の調整を行う発明が知られている（特許文献1、2参照）。

30

【0008】

また、逆流防止弁のリングバルブより後方に該リングバルブと対向するように導電性部材を配置し、リングバルブと導電性部材との間の静電容量を検出することによって、リングバルブの位置、すなわち該リングバルブによる樹脂流路閉鎖時を検出するものが知られている（特許文献3参照）。

【0009】

又、特許文献4には、射出中の逆流防止弁の閉鎖タイミングを検出しているものではないが、射出時にスクリュに作用する回転トルクを検出し、この検出トルクによって逆流防止弁の破損等の異常を検出するものが知られている。

40

【0010】

さらに、スクリュを回転自在にして射出を開始すると、樹脂が逆流してスクリュを回転させるが、逆流防止弁が閉鎖し、樹脂の逆流が停止するとスクリュの回転が停止することを利用して、このスクリュ回転停止を逆流防止弁の閉鎖タイミングとして検出し、さらに、この検出した逆流防止弁閉鎖位置に基づいて射出速度切り換え位置や保圧への切換位置を補正するようにした技術も知られている（特許文献5参照）。

【0011】

又、計量終了時にスクリュを逆回転させることによってメータリング部とスクリュヘッド前方とを遮断する逆流防止機構を設けて、計量終了後、スクリュを逆回転させて、逆流防止機構によりメータリング部とスクリュヘッド前方とを遮断し、その後射出を開始する

50

ようにし、この射出時のストローク位置や量に基づいて成形品の良否判別を行うようにした技術も知られている（特許文献 6 参照）。

【0012】

また、特許文献 7 には、射出工程中においてスクリュが回転しないようにサーボロックを行った場合、スクリュ回転角度のピーク発生時点を逆流防止弁の閉鎖時点とみなすことができる旨の記載がある。

【0013】

【特許文献 1】特開平 4-53720 号公報

【特許文献 2】特開平 4-201225 号公報

【特許文献 3】特開平 3-92321 号公報

【特許文献 4】特開平 1-168421 号公報

【特許文献 5】特開 2004-216808 号公報

【特許文献 6】特開 2006-69219 号公報

【特許文献 7】特開 2008-126533 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

背景技術で説明した特許文献 1、2 に開示される技術は、シリンダ内の圧力変化を検出して逆流防止弁の閉鎖を検出するものである。この技術は逆流防止弁後方に圧力センサを追加する必要がある、シリンダの先端から少なくとも最大射出ストローク以上の距離を離して圧力センサを配置する必要がある。このため、射出ストロークの大小によって逆流防止弁と圧力センサとの距離には差が生じ、検出精度に差がでてしまう。また、シリンダ内壁面は樹脂滞留によって炭化物などを生じないように段差部がなく滑らかな流路を形成していることが望ましいが、直接樹脂に接触する圧力センサを取り付けるとシリンダ内壁面に微小な段差部が生じることは不可避である。そうすると、この微小な段差部で樹脂が滞留し炭化することが起こり、成形品への炭化物混入といった悪影響が避けられない。また、樹脂には直接接触せず間接的にシリンダの歪みを検出することで樹脂の圧力を検出する技術では、検出精度が犠牲になってしまう。さらに、圧力センサは高価なものであり取り扱いも煩雑で定期的に校正やメンテナンス作業を必要とするなどの問題もある。

【0015】

又、上述した特許文献 3 に開示された静電容量を検出してリングバルブの閉鎖タイミングを検出する技術では、静電容量を検出するための導電性部材をスクリュに配置し、スクリュの中心には、配線を通すための穴を加工し、さらに、測定信号を取り出すためのスリップリングをスクリュに配置する等の静電容量を測定するための手段を付加しなければならず、構成が複雑となる問題がある。

【0016】

前述した特許文献 5 に開示された技術は、逆流した樹脂がフライトに作用する力のスクリュ回転方向の分力 $F \theta$ に着目して、射出中に回転自在にしたスクリュの回転が停止したことを検出して逆流防止弁の閉鎖を検知するものである。スクリュの回転が停止した時点のスクリュ位置に基づいて射出工程の制御のために設定されたスクリュ位置を補正することは言及されているが、スクリュの回転が停止するまでにスクリュが回転した角度については言及がない。

【0017】

前述した特許文献 6 に開示された技術は、計量終了後にスクリュを逆回転させてメーリング部とスクリュヘッドとを遮断する逆流防止機構を必要とし、一般的な逆流防止機構を有する射出成形機には適用困難である。

【0018】

また、前述した特許文献 7 に開示された技術は、スクリュ回転角度のピーク発生時点を逆流防止弁の閉鎖時点とみなすことができる旨の記載がある。しかし、スクリュ回転角度の最大角度と樹脂の逆流量との関係について言及されていない。

【0019】

そこで、本発明の目的は、特別な機構を用いることなく、樹脂の逆流量を検出することができる射出成形機の制御装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0020】

本願の請求項1に係る発明は、逆流防止弁を備えたスクリュの回転角度を検出する回転角度検出手段を有する射出成形機の制御装置において、前記回転角度検出手段により前記スクリュの前進中の回転角度を検出し、検出した該回転角度のスクリュ前進中における最大回転角度を算出する回転角度算出手段を備えたことを特徴とする射出成形機の制御装置である。

10

【0021】

請求項2に係る発明は、逆流防止弁を備えたスクリュの回転角度を検出する回転角度検出手段と前記スクリュに作用する回転力を検出する回転力検出手段を有する射出成形機の制御装置において、前記回転力検出手段により検出したスクリュ前進中における回転力のピーク発生時点を検出する回転力ピーク時点検出手段と、前記回転力ピーク時点検出手段により検出された回転力のピーク発生時点での前記回転角度検出手段により検出された回転角度を算出する回転角度算出手段とを備えたことを特徴とする射出成形機の制御装置である。

【0022】

請求項3に係る発明は、逆流防止弁を備えたスクリュの回転角度を検出する回転角度検出手段と回転速度を検出する回転速度検出手段を有する射出成形機の制御装置において、前記回転速度検出手段により検出したスクリュ前進中における回転速度のピーク発生時点を検出する回転速度ピーク時点検出手段と、前記回転速度ピーク時点検出手段により検出された回転速度のピーク発生時点での前記回転角度検出手段により検出された回転角度を算出する回転角度算出手段とを備えたことを特徴とする射出成形機の制御装置である。

20

【0023】

請求項4に係る発明は、前記回転角度検出手段で算出した回転角度を樹脂の逆流量の指標として表示装置に表示することを特徴とする請求項1～3のいずれか1つに記載の射出成形機の制御装置である。

【0024】

請求項5に係る発明は、前記回転角度算出手段で算出した回転角度に基いて逆流防止弁の磨耗状態を判別する磨耗状態判別手段を備えた請求項1～3のいずれか1つに記載の射出成形機の制御装置である。

30

【0025】

請求項6に係る発明は、前記回転角度算出手段で算出した回転角度に基いて成形品の良否を判別する成形品良否判別手段を備えた請求項1～3のいずれか1つに記載の射出成形機の制御装置である。

【0026】

請求項7に係る発明は、前記回転角度算出手段で算出した回転角度に基いて射出工程の制御のために設定されたスクリュ位置を補正するスクリュ位置補正手段を備えた請求項1～3のいずれか1つに記載の射出成形機の制御装置である。

40

【発明の効果】

【0027】

本発明により、特別な機構を用いることなく、樹脂の逆流量を検出できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

以下、本発明の実施形態を図面と共に説明する。

まず、図3を用いて、計量工程完了から射出工程までのスクリュの動作、逆流防止弁の動きについて説明する。

図3(a)は、計量終了時のスクリュ位置、逆流防止弁機構の状態を示すもので、スク

50

リュヘッド 2 の先端のシリンダ 7 内には溶融樹脂が貯えられており、スクリュ 1 は後退位置にある。計量工程では、スクリュ 1 の回転によって溶融された樹脂が逆流防止弁 3 の後方の樹脂圧力を上昇させ、逆流防止弁 3 を前方に押す力を発生させ、逆流防止弁 3 が前方に押し出されると、溶融樹脂は逆流防止弁 3 とスクリュ 1 の縮径された部分の隙間を通り逆流防止弁 3 の前方に流れ込む。計量工程が完了した段階では、逆流防止弁 3 は図 3 (a) に示すように、前方に位置し、逆流防止弁 3 を開き、溶融樹脂の通路を開放している。なお、スクリュヘッド 2 の先端のシリンダ 7 内の溶融樹脂の圧力と、スクリュ 1 のフライト 5 間の溝部 6 に残存する樹脂の圧力との差が小さいことより、逆流防止弁機構の逆流防止弁 3 は不安定な状態にある。このような状態からスクリュ 1 を前進させて射出を行うと、前記圧力差等に応じて逆流防止弁 3 の閉鎖のタイミングが変動する。

10

【0029】

図 3 (b) は、計量完了後にスクリュを所定量後退させるサックバック終了後の状態を示しており、このサックバック処理により、スクリュヘッド 2 の先端のシリンダ 7 内の溶融樹脂の圧力が低下することにより、逆流防止弁 3 は開いた状態を保持したままである。

【0030】

図 3 (c) は、射出開始され、逆流防止弁 3 が閉じたタイミングの状態を表す図であり、図 3 (b) ~ (c) までの間が、樹脂が逆流する区間で、射出開始から、逆流防止弁 3 が閉じるまでのスクリュ移動距離 d を表す。すなわち、図 3 (b) のサックバックが終わった状態から、スクリュ 1 を前進させて射出を行うと、充填圧により逆流防止弁機構の前方の圧力が後方のフライト 5 間の溝部 6 に存在する樹脂の圧力よりも高くなった段階で、逆流防止弁 3 が後方に移動したチェックシート 4 と密着して逆流防止弁 3 が閉じ、樹脂通路が閉鎖される。

20

図 3 (d) は、さらにスクリュが前進し射出・保圧切換位置に達したときの状態を表す。

【0031】

次に、射出工程中におけるスクリュの回転角度、スクリュに作用する回転角度、スクリュ回転速度と時間との関係を図 4 と図 5 に示す。

図 4 は、射出工程中のスクリュ回転角度と時間との関係を示す図である。図 4 (a) は逆流防止弁の閉鎖が早く樹脂の逆流量が少ない場合を表しており、スクリュ回転角度の最大値は小さい。図 4 (b) は逆流防止弁の閉鎖時間が遅く樹脂の逆流量が増大しスクリュ回転角度の最大値が大きい場合を表している。また、図 4 (c) は単位時間当たりの樹脂の逆流量が多く、樹脂の逆流量が増大した場合を表している。

30

【0032】

図 5 は、射出工程中のスクリュ回転角度とスクリュに作用する回転力と回転速度と時間との関係を示す図である。図 5 (a) はスクリュに作用する回転力のピーク時点のスクリュ回転角度を求める。該回転力がピークとなる時点が逆流防止弁の閉鎖時点と判断できる。

図 5 (b) はスクリュの回転速度がピーク時点のスクリュ回転角度を求める。該回転速度がピークとなる時点が逆流防止弁の閉鎖時点と判断できる。

【0033】

そこで、以上のことを前提として、以下、本発明の第 1 の実施形態～第 6 の実施形態を説明する。

40

(第 1 の実施形態)

射出中のスクリュ回転角度を検出し、前記検出したスクリュ回転角度の射出中における最大角度を検出する。射出開始から逆流防止弁が閉鎖するまでの間は、逆流した樹脂によってスクリュを逆転させる方向に回転力が作用し、スクリュは逆回転方向に回転させられる。そして、逆流防止弁が閉鎖した時点以降は、樹脂の逆流が無くなるため前記回転力が作用しなくなり、スクリュは逆転方向に回転させられなくなる。

【0034】

しがたって、射出開始後に逆流防止弁が直ちに閉鎖した場合は、前記回転力が作用する

50

期間が短いため、スクリュ回転角度の射出中における最大角度は小さくなる（図4（a）参照）。また、射出開始後に逆流防止弁が直ちに閉鎖しなかった場合は、前記回転力が作用する期間が長いため、スクリュ回転角度の射出中における最大角度は大きくなる（図4（b）参照）。

【0035】

また、射出開始後に逆流防止弁が閉鎖するまでの間において、単位時間当たりの樹脂逆流量が多い場合は、スクリュに作用する回転力が大きくなるため、スクリュ回転角度の射出中における最大角度は大きくなる（図4（c）参照）。他方、単位時間当たりの樹脂逆流量が少ない場合は、スクリュに作用する回転力が小さくなるため、スクリュ回転角度の射出中における最大角度は小さくなる。

10

よって、前記検出した回転角度に基づいて、射出中の樹脂の逆流量を推定することができる。検出した回転角度が大きい場合は樹脂の逆流量が多く、検出した回転角度が小さい場合は樹脂の逆流量が少ないと判断できる。

【0036】

（第2の実施形態）

樹脂の種類によっては、逆流防止弁が閉鎖した後もスクリュフライト部に残存した樹脂によってスクリュに回転力が作用し、スクリュが逆回転させられることがある。このような場合、逆流防止弁が閉鎖した後もスクリュが回転させられるため、回転角度が最大となるのは実際の逆流防止弁の閉鎖よりも後になる（図5（a）参照）。

【0037】

20

このとき、逆流防止弁が閉鎖した後で回転させられたスクリュ回転角度は、樹脂の逆流量とは関係ないものであり、除外することが望ましい。このような場合においては、射出中のスクリュ回転角度と、逆流した樹脂によってスクリュに作用する回転力とを検出し、前記検出したスクリュに作用する回転力のピーク時点における前記検出したスクリュの回転角度を検出するようにしてもよい。

【0038】

このような場合には、逆流防止弁が閉鎖した時点において、前記検出したスクリュに作用する回転力にピークが発生するため、回転力のピーク発生時点におけるスクリュ回転角度は、樹脂の逆流量を反映したものとなる。

ここで、前記検出したスクリュに作用する回転力は、スクリュ回転モータの駆動電流に基づいて求めるようにしてもよいし、スクリュ回転の制御ループにおいていわゆる外乱オブザーバを構成して求めるようにしてもよい。

30

【0039】

（第3の実施形態）

回転力のピーク発生時点と、回転速度のピーク発生時点とは略一致する（図5（a）、図5（b）を参照）。そこで、射出中のスクリュ回転角度と、スクリュ回転速度とを検出し、前記検出したスクリュ回転速度のピーク時点における前記検出したスクリュ回転角度を検出するようにしてもよい。

【0040】

（第4の実施形態）

40

前記検出した回転角度（図4、図5参照）に基づいて、逆流防止弁の摩耗状態を推定するようにしてもよい。逆流防止弁が摩耗していると隙間から樹脂が逆流し易い。そのため、検出したスクリュの回転角度が大きい場合は逆流防止弁が摩耗した状態であり、検出した回転角度が小さい場合は逆流防止弁が摩耗していない状態であると判断できる。

【0041】

（第5の実施形態）

前記検出した回転角度（図4、図5参照）に基づいて、成形品の良否判別を行うようにしてもよい。検出したスクリュ回転角度が大きい場合は樹脂の逆流量が多いため成形品が不良品であると判断でき、検出したスクリュ回転角度が小さい場合は樹脂の逆流量が少ないため成形品が良品であると判断できる。

50

【0042】

(第6の実施形態)

前記検出した回転角度(図4, 図5参照)に基づいて、射出工程の制御のために設定されたスクリュ位置を補正するようにしてもよい。検出した回転角度が大きい場合は樹脂量が多いため射出ストロークを増やすことで充填量を補正し、検出した回転角度が小さい場合は樹脂の逆流量が少ないため射出ストロークを減らすことで充填量を補正することができる。

【0043】

次に、前述した各実施形態における処理のアルゴリズムを説明する。図6に示すフローチャートは、スクリュの回転角度に基づく処理を表している。図7に示すフローチャートは、スクリュの回転角度と回転力に基づく処理を表している。また、図8に示すフローチャートは、スクリュの回転角度と回転速度に基づく処理を表している。以下それぞれのフローチャートを各ステップに従って説明する。

(図6のフローチャート)

図6に示されるフローチャートは図4に対応する。以下、各ステップに従って説明する。射出開始し、射出中のスクリュ回転角度を検出し、射出完了か否か判断し射出が完了するまでスクリュ回転角度を検出する(ステップSA1~ステップSA3)。ステップSA2で検出したスクリュ回転角度からスクリュの回転角度の最大値を算出し、該最大値を射出成形機の制御装置にある表示装置に表示する(ステップSA4、ステップSA5)。

【0044】

次に、ステップSA4で算出したスクリュの回転角度の最大値が所定値より小さいか否か判断し、所定値より大きい場合には樹脂の逆流量が多いわけであるから成形品は不良品と判断し、不良品信号を出力し、所定値より小さい場合には樹脂の逆流量は少ないわけであるから、成形品は良品と判断し、次に、計量と型開・突き出し工程を行い、この回の射出成形サイクルを終了する(ステップSA6~ステップSA9)。

スクリュ回転角度の最大値の算出は、ステップSA2で検出された検出回転角度を時系列的に記憶しておき、検出回転角度の時間変量を算出したり、各検出回での検出回転角度の差分を演算することによっておこなう。

(図7のフローチャート)

図7に示されるフローチャートは図5(a)に対応する。以下、各ステップに従って説明する。射出開始し、射出中のスクリュ回転角度およびスクリュ回転力を検出し、スクリュ回転力がピーク値か否か判断し、ピーク値でない場合にはステップSB6へ進み、ピーク値の場合には回転力がピーク時点のスクリュ回転角度を算出する(ステップSB1~ステップSB4)。

【0045】

次に、ステップSB4で算出したスクリュ回転角度に補正係数 α を乗算し、射出ストロークの補正量を算出し、射出ストロークの設定位置を補正する(射出ストローク=設定値+補正量)し、ステップSB7へ移行する(ステップSB5、ステップSB6)。

【0046】

ステップSB6で射出完了か否か判断し、射出完了でない場合にはステップSB2へ戻り処理を継続し、射出完了の場合には計量と型開・突き出しを行い、この回の射出成形サイクルを終了する(ステップSB7)。

(図8のフローチャート)

図8に示されるフローチャートは図5(b)に対応する。以下、各ステップに従って説明する。射出開始し、射出中のスクリュ回転角度およびスクリュ回転速度を検出し、スクリュ回転速度がピーク値か否か判断し、ピーク値でない場合にはステップSC6へ進み、ピーク値の場合には回転速度がピーク時点のスクリュ回転角度を算出する(ステップSC1~ステップSC4)。

【0047】

次に、ステップSC4で算出したスクリュ回転角度に補正係数 α を乗算し、射出ストロ

10

20

30

40

50

ークの補正量を算出し、射出ストロークの設定位置を補正する（射出ストローク＝設定値＋補正量）し、ステップＳＣ６へ移行する（ステップＳＣ５）。

【００４８】

ステップＳＣ６で射出完了か否か判断し、射出完了でない場合にはステップＳＣ２へ戻り処理を継続し、射出完了の場合には計量と型開・突き出しを行い、この回の射出成形サイクルを終了する（ステップＳＣ７）。

【００４９】

図７、図８のフローチャートについて補足して説明する。補正係数「 α 」は、樹脂の材質や射出成形機の型式に応じて調整する必要がある。そのため、試し成形作業を行い、事前に補正係数「 α 」を実験により求め、射出成形機の記憶手段に格納しておく。

また、「回転力ピーク時点のスクリュ回転角度の算出」（図７；ステップＳＢ４）、「回転速度ピーク時点のスクリュ回転角度の算出」（図８；ステップＳＣ４）において、スクリュ回転角度の算出は、図５（ａ）、（ｂ）に示されるように回転力のピーク値時点、あるいは、スクリュ回転速度のピーク値時点でのスクリュ回転角度を求めることを意味する。

上記の各実施形態においては、スクリュ回転角度を所定角度に保持する制御ループを構成した場合について説明したが、スクリュ回転速度を所定速度に保持するように制御ループを構成した場合や、スクリュ駆動トルクを所定トルクに保持するように制御ループを構成した場合についても同様に適用できる。また、スクリュ前進中にスクリュ駆動トルクを所定値以下に制限し、スクリュが回転自在となるようにした場合についても、同様に適用できる。

【００５０】

図９は、本発明である射出成形機の制御装置の一実施形態の要部ブロック図である。この実施形態の制御装置において、図６～図８に示すアルゴリズムの処理が実行される。

スクリュ１が挿入されるシリンダ７の先端には、ノズル９が装着され、シリンダ７の後端部には樹脂ペレットをシリンダ７内に供給するホッパ１５が取り付けられている。スクリュ１の先端には、逆流防止弁３、チェックシート４からなる逆流防止機構を備える（図１参照）。

【００５１】

スクリュ１は計量用サーボモータ１０により伝動機構１２を介して回転駆動されるようになっており、さらに該スクリュ１は、射出用サーボモータ１１により伝動機構１３及びボールネジ／ナット等の回転運動を直線運動に変換する変換機構１４によって軸方向に駆動され射出及び背圧制御がなされるように構成されている。

【００５２】

計量用サーボモータ１０、射出用サーボモータ１１には、その回転位置・速度を検出する位置・速度検出器１６、１７が取り付けられており、この位置・速度検出器によって、スクリュ１の回転速度、スクリュ１の位置（スクリュ軸方向の位置）、移動速度（射出速度）を検出できるようにしている。又、スクリュ１に加わる溶融樹脂からの圧力を検出するロードセル等の圧力センサ１８が設けられている。

【００５３】

射出成形機を制御する制御装置２０は、数値制御用のマイクロプロセッサであるＣＮＣＣＰＵ２２、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ＰＭＣＣＰＵ２１、サーボ制御用のマイクロプロセッサであるサーボＣＰＵ２５とがバス３６で接続されている。

【００５４】

ＰＭＣＣＰＵ２１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ＲＯＭ２６および演算データの一時記憶等に用いられるＲＡＭ２７が接続され、ＣＮＣＣＰＵ２２には、射出成形機を全体的に制御する自動運転プログラム等を記憶したＲＯＭ２８および演算データの一時記憶等に用いられるＲＡＭ２９が接続されている。

【００５５】

10

20

30

40

50

また、サーボCPU25には、位置ループ、速度ループ、電流ループの処理を行うサーボ制御専用の制御プログラムを格納したROM31やデータの一時記憶に用いられるRAM32が接続されている。さらに、サーボCPU25には、該CPU25からの指令に基づいて、計量用のサーボモータ10を駆動するサーボアンプ34や、スクリュ1を軸方向に駆動し射出等を行う射出用サーボモータ11を駆動するサーボアンプ35が接続され、各サーボモータ10、11には位置・速度検出器16、17がそれぞれ取り付けられており、これから位置・速度検出器16、17からの出力がサーボCPU25に帰還されるようになっている。サーボCPU25は、CNCCPU22から指令される各軸（計量用サーボモータ10又は射出用サーボモータ11）への移動指令と位置・速度検出器16、17からフィードバックされる検出位置、検出速度に基づいて位置、速度のフィードバック制御を行うとともに、電流のフィードバック制御をも実行して、各サーボアンプ34、35を介して、各サーボモータ10、11を駆動制御する。又、少なくとも位置・速度検出器17からフィードバックされた射出用のサーボモータ11の回転位置を記憶する現在値レジスタが設けられ、該サーボモータ11の回転位置によって、スクリュ1の軸方向の位置（射出位置）を検出できるようにされている。さらに、少なくとも位置・速度検出器16からフィードバックされた計量用のサーボモータ10の回転角度と回転速度によって、スクリュ1の回転方向と位置（回転角度）および回転速度を検出できるようにされている。

10

【0056】

又、サーボCPU25には、圧力センサ18での検出信号をA/D変換器33でデジタル信号に変換した検出樹脂圧力（スクリュ1にかかる樹脂圧力）が入力される。

20

なお、型締機構やエジェクタ機構を駆動するサーボモータやサーボアンプ等も設けられるが、これらの構成は本願発明と直接には関係しないことから、図9では記載を省略している。

【0057】

液晶表示装置などで構成される表示装置付入力装置30は、表示回路24を介してバス36に接続されている。さらに、不揮発性メモリで構成される成形データ保存用RAM23もバス36に接続され、この成形データ保存用RAM23には射出成形作業に関する成形条件と各種設定値、パラメータ、マクロ変数などを記憶する。

【0058】

以上の構成により、PMCCPU21が射出成形機全体のシーケンス動作を制御し、CNCCPU22がROM28の運転プログラムや成形データ保存用RAM23に格納された成形条件等に基づいて各軸のサーボモータに対して移動指令の分配を行い、サーボCPU25は、各軸（計量用サーボモータ10や射出用サーボモータ11等の各駆動軸のサーボモータ）に対して分配された移動指令と位置・速度検出器16で検出された位置および速度のフィードバック信号等に基づいて、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。

30

【0059】

上述した構成は従来の電動式射出成形機の制御装置と変わりなく、従来の制御装置と異なる点は、スクリュを前進させて、スクリュに加わる回転力によって生じる回転の回転角度を検出しその回転角度の最大値を検出したり、スクリュに加わる回転力を検出しその回転力のピーク時点を検出したり、回転力ピーク時点でのスクリュ回転角度を算出したり、スクリュの回転速度を検出しそのピーク時点を検出したり、回転速度ピーク時点でのスクリュ回転角度を算出したりする機能を付加されていること、さらには、前記検出した物理量を樹脂の逆流量を推定する指標としたり、逆流防止弁の磨耗状態を推定する指標としたり、成形品の良否判別の指標としたりする機能を付加する点である。これらの機能は、図6～図8に示すアルゴリズムのフローチャートの処理を実行することにより実現できる。

40

【図面の簡単な説明】

【0060】

【図1】スクリュ先端に設けられる逆流防止弁機構の一例の説明図である。

【図2】スクリュ前進中に樹脂の逆流が発生したときのスクリュにかかる力の説明図であ

50

る。

【図 3】計量工程後、射出保圧工程を実行するときの、逆流防止弁機構の動作状態を説明する図である。

【図 4】射出工程中のスクリュ回転角度と時間との関係を示す図である。

【図 5】射出工程中のスクリュ回転角度とスクリュに作用する回転力と回転速度と時間との関係を示す図である。

【図 6】本発明で用いられるアルゴリズムを示すフローチャートの例（例 1）。

【図 7】本発明で用いられるアルゴリズムを示すフローチャートの例（例 2）。

【図 8】本発明で用いられるアルゴリズムを示すフローチャートの例（例 3）。

【図 9】本発明である射出成形機の制御装置の一実施形態の要部ブロック図である。

10

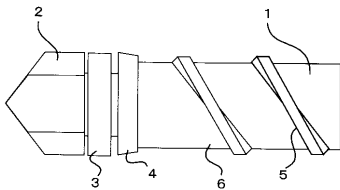
【符号の説明】

【0061】

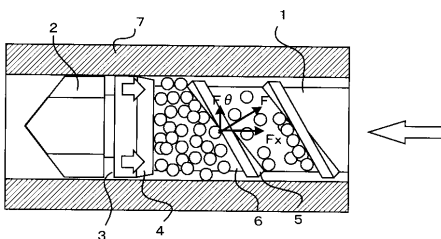
- 1 スクリュ
- 2 スクリュヘッド
- 3 逆流防止弁
- 4 チェックシート
- 5 フライト
- 6 溝部
- 7 シリンダ
- 20 制御装置

20

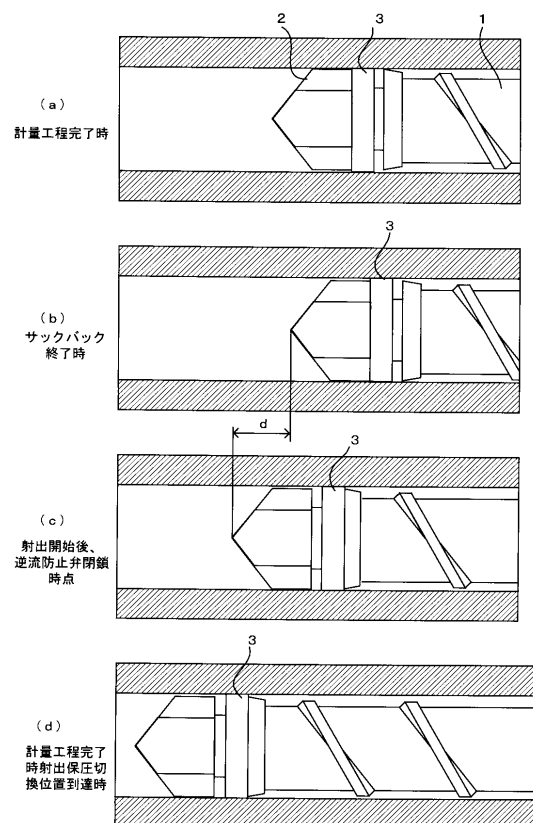
【図 1】



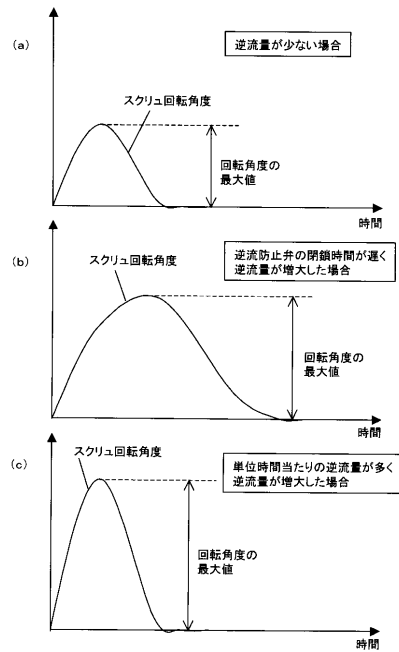
【図 2】



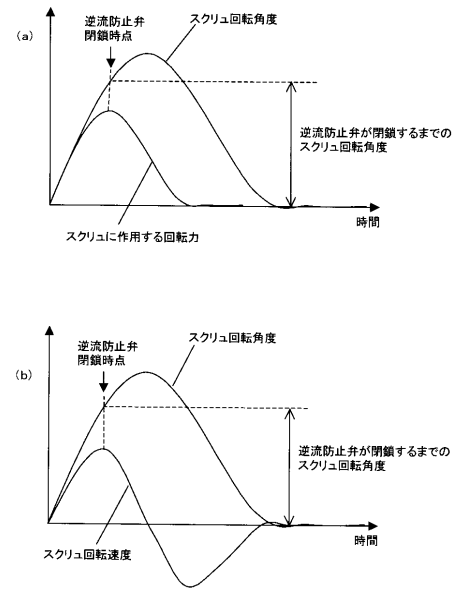
【図 3】



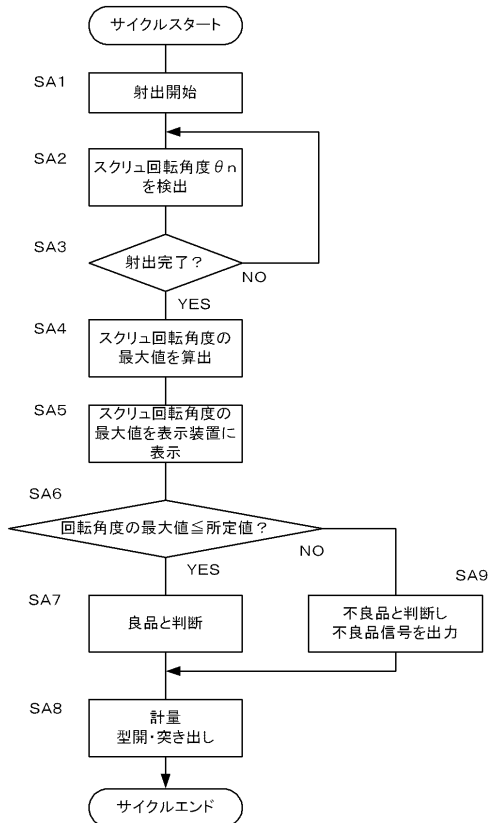
【図 4】



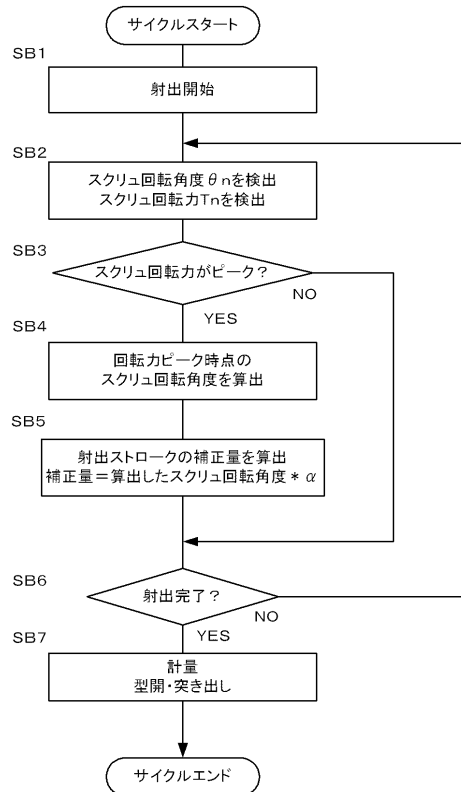
【図 5】



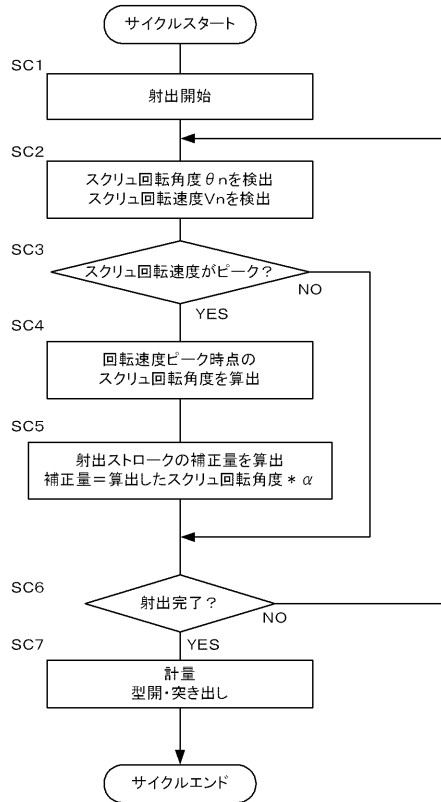
【図 6】



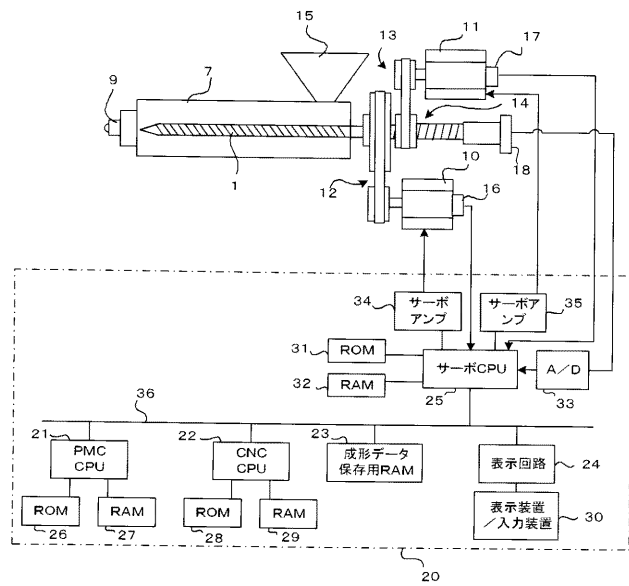
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(74)代理人 100152124

弁理士 白石 光男

(72)発明者 丸山 淳平

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファナック株式会社内

(72)発明者 高次 聡

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファナック株式会社内

F ターム(参考) 4F206 AM22 AP012 AP062 AP082 AQ03 AR072 AR20 JA07 JL02 JM16
JP01 JP13 JP14 JP22 JQ27 JQ88