

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3732821号
(P3732821)

(45) 発行日 平成18年1月11日(2006. 1. 11)

(24) 登録日 平成17年10月21日(2005. 10. 21)

(51) Int. Cl.	F I
B 2 9 C 45/76 (2006. 01)	B 2 9 C 45/76
B 2 9 C 45/50 (2006. 01)	B 2 9 C 45/50

請求項の数 10 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2002-308449 (P2002-308449)	(73) 特許権者	000222587
(22) 出願日	平成14年10月23日 (2002. 10. 23)		東洋機械金属株式会社
(65) 公開番号	特開2004-142204 (P2004-142204A)		兵庫県明石市二見町福里字西之山523番
(43) 公開日	平成16年5月20日 (2004. 5. 20)		の1
審査請求日	平成15年7月28日 (2003. 7. 28)	(73) 特許権者	000227711
			日邦産業株式会社
			大阪府吹田市江坂町1丁目23番28-7
			01号
		(74) 代理人	100078134
			弁理士 武 顕次郎
		(72) 発明者	鈴木 常之
			愛知県一宮市千秋町佐野字農中52 日邦
			産業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 射出成形機における樹脂粘度の計測方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

加熱シリンダ内のスクリューを回転させながら後退させることにより溶融樹脂の計量を行い、計量完了後にスクリューを前進させることによって射出を行うインラインスクリー式射出成形機における樹脂粘度の計測方法であって、

製品を成形する工程とは別工程として、射出ノズルを金型にタッチさせない状態で溶融樹脂の射出を行うことによって、該溶融樹脂の粘度の算出を行うことを特徴とした射出成形機における樹脂粘度の計測方法。

【請求項2】

請求項1記載において、

前記溶融樹脂の粘度は、実測射出圧力値に基づいて算出することを特徴とする射出成形機における樹脂粘度の計測方法。

【請求項3】

請求項2記載において、

前記実測射出圧力値は、ロードセルによる測定値であることを特徴とする射出成形機における樹脂粘度の計測方法。

【請求項4】

請求項2記載において、

前記実測射出圧力値は、射出用サーボモータのトルクより算出された値であることを特徴とする射出成形機における樹脂粘度の計測方法。

10

20

【請求項 5】

請求項 2 乃至 4 の何れか 1 項に記載において、

前記実測射出圧力値は、前記した射出ノズルを金型にタッチさせない状態において射出速度一定制御を行う際に実測することを特徴とする射出成形機における樹脂粘度の計測方法。

【請求項 6】

請求項 5 記載において、

前記実測射出圧力値は、射出ストロークの中間位置における実測射出圧力値とすることを特徴とする射出成形機における樹脂粘度の計測方法。

【請求項 7】

請求項 5 記載において、

前記実測射出圧力値は、射出速度一定制御による射出工程における実測射出圧力の平均値とすることを特徴とする射出成形機における樹脂粘度の計測方法。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 の何れか 1 項に記載において、

下記式によって熔融樹脂の粘度 (Pa・sec) を算出することを特徴とする射出成形機における樹脂粘度の計測方法。

$$= (r^4 \times P) / (32 \times L \times D^2 \times V)$$

ただし、r：ノズル孔の直径 (mm)

P：射出圧力 (Pa)

L：ノズルのランド長 (mm)

D：スクリーンの直径 (mm)

V：射出速度 (mm/sec)

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 の何れか 1 項に記載において、

算出した熔融樹脂の粘度を表示手段に表示させることを特徴とする射出成形機における樹脂粘度の計測方法。

【請求項 10】

請求項 5 記載において、

ノズルタッチ 計量 ノズルバック 射出のサイクルを複数回繰り返し、各サイクルにおいて実測した前記実測射出圧力値に基づいて算出した熔融樹脂の粘度を、表示装置上に順次表示するようにしたことを特徴とする射出成形機における樹脂粘度の計測方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、インラインスクリー式の射出成形機において、混練・可塑化された熔融樹脂の粘度を計測するようにした技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

射出成形において、樹脂粘度 (熔融樹脂の粘度) は、金型のキャビティ内への樹脂の行きわたり方に影響を及ぼす重要なファクターの 1 つであるが、射出成形機による樹脂粘度の測定については、ノズル先端部における樹脂圧力を測定することにより樹脂粘度を計算することが、特開平 11 - 10693 号公報に開示されている。しかし、ここで開示されているのは、ノズルを金型にタッチさせ、金型中に熔融樹脂を充填する通常の射出成形工程中において、樹脂の先端部がノズル先端部に達したときにノズル内の樹脂圧力を 1 箇所測定する方法であり、樹脂の先端部がノズル先端部に達したことを検出するのが困難であったり、かつ上記公報の図 7 に示されているように、成形品の成形条件や使用樹脂によっては、測定樹脂圧力はオーバーシュートを伴うピーク圧力となることがあり、使用樹脂の正確な熔融粘度を得ることは難しい。

【0003】

10

20

30

40

50

このため、樹脂粘度を知ろうとした場合には、キャピラリレオメータ、メルトインデクター等といった樹脂粘度測定用の専用計測器を別途用意し、この専用計測器を用いて樹脂粘度の測定を行うか、または、外部の計測サービスを行う業者に、樹脂粘度の測定を依頼していた。

【 0 0 0 4 】

【 発明が解決しようとする課題 】

ところが、上述したキャピラリレオメータ、メルトインデクター等といった専用計測器を用いた樹脂粘度の測定には時間がかかり、主として面倒であるという理由により、一般的には樹脂粘度の測定は行わずに、つまり、樹脂粘度については無視して、成形条件の設定変更を行っていた。

10

【 0 0 0 5 】

しかしながら、同一メーカーの同一品種の樹脂材料を用いて、同一マシン（同一の射出成形機）で同一の成形条件下において計量動作を行っても、樹脂材料のロットが異なると、樹脂粘度にばらつきが生じ、また、樹脂材料の乾燥状態の如何によっても、樹脂粘度は変化する。このため、従来はこのような樹脂粘度のばらつきを無視して成形条件の設定変更を行っていたので、樹脂粘度を反映させた上での適切な良品成形のための条件出しがなされていないのが現状であり、安定した量産が行えないという問題があった。

【 0 0 0 6 】

本発明は上記の点に鑑みなされたもので、その目的とするところは、射出成形機自身で容易にかつ精度良く樹脂粘度の測定を行えるようにすることにある。

20

【 0 0 0 7 】

【 課題を解決するための手段 】

本発明は上記した目的を達成するために、加熱シリンダ内のスクリュウを回転させながら後退させることにより熔融樹脂の計量を行い、計量完了後にスクリュウを前進させることによって射出を行うインラインスクリュウ式の射出成形機において、製品を成形する工程とは別工程として、射出ノズルを金型にタッチさせない状態で熔融樹脂の射出を行うことによって、該熔融樹脂の粘度の算出を行う。

【 0 0 0 8 】

【 発明の実施の形態 】

以下、本発明の実施の形態を、図面を用いて説明する。

30

【 0 0 0 9 】

図 1 は、本発明の一実施形態に係る射出成形機の要部構成を示すブロック図である。

【 0 0 1 0 】

図 1 において、1 はマシン（射出成形機）全体の制御を司るシステムコントローラ、2 はシステムコントローラ 1 に接続されたキーボード装置等の入力装置、3 はシステムコントローラ 1 に接続されたカラー液晶表示装置等の表示装置、4 はマシンの各部に備えられた多数のセンサで構成されるセンサ群、5 はマシンの各部に配設された多数の駆動源を駆動制御するための多数のドライバ回路で構成されたドライバ群である。

【 0 0 1 1 】

図 1 のシステムコントローラ 1 は、計量動作、サックバック動作、射出（1 次射出および保圧）動作、型開閉動作、エジェクト動作等の成形行程全体の制御や、成形運転中の実測データの演算・格納処理、良品 / 不良品の判定処理、異常判定処理、樹脂粘度（熔融樹脂の粘度）の演算・格納処理などの演算・判定処理、あるいは、表示装置 3 の出力画像の表示制御処理等々の、各種処理を実行する。このシステムコントローラ 1 は、実際には、各種 I / O インターフェイス、ROM、RAM、CPU 等を具備したもので構成され、あらかじめ作成された各種プログラムにより各種処理を実行するも、本例においては、成形条件設定記憶部 1 1、成形プロセス制御部 1 2、実測値記憶部 1 3、樹脂粘度算出部 1 4、計測樹脂粘度記憶部 1 5、表示処理部 1 6 などを備えたものとして、以下の説明を行う。

40

【 0 0 1 2 】

前記成形条件設定記憶部 1 1 には、入力装置 2 や図示せぬメモリカードなどによって入力

50

された各種運転条件値が、書き替え可能な形で記憶されている。この運転条件の項目としては、例えば、計量制御条件、サックバック制御条件、射出（１次射出および保圧）制御条件、型閉じ（型締め）制御条件、型開き制御条件、エジェクト制御条件、各部のバンドヒータの温度制御条件、製品自動取り出し機の制御条件等々が挙げられる。

【００１３】

前記成形プロセス制御部１２は、あらかじめ作成された成形プロセス制御プログラムと、成形条件設定記憶部１３に格納された設定条件値とに基づき、マシンの各部に配設された前記センサ群４（位置センサ、圧力センサ、回転数センサ、温度センサ等々）からの計測情報および自身に内蔵されたクロックからの計時情報を参照しつつ、前記ドライバ群５（モータドライバ（フィードバック制御を行うモータドライバ）、ヒータドライバ、流体アクチュエータドライバ等々）を介して対応する駆動源を駆動制御し、一連の成形行程を実行させる。

10

【００１４】

前記実測値記憶部１３には、連続自動運転時におけるあらかじめ設定されたモニタ項目の総べての実測データが、連続する所定回数のショットにわたって取り込まれる。取り込まれるモニタ項目としては、時間監視項目、位置監視項目、回転数監視項目、速度監視項目、圧力監視項目、温度監視項目、電力監視項目等が挙げられ、前記した成形運転条件設定項目の重要項目がほぼオーバーラップするようになっている。

【００１５】

前記樹脂粘度算出部１４は、射出速度が一定であるときの実測射出圧力値（前記センサ群４中の射出圧力計測用センサの計測値）を用いて、樹脂粘度を算出する。すなわち、樹脂粘度算出部１４は、射出速度一定の条件においてフリー射出を行う、後述する樹脂粘度計測モードの際の実測射出圧力値、あるいは、場合によっては、金型内に実際に樹脂を射出する際において射出速度が一定であることが保証されているストローク範囲（あるいは時間内）における実測射出圧力値に基づき、後述する計算式を用いて溶融樹脂の粘度を算出する。

20

【００１６】

前記計測樹脂粘度記憶部１５は、樹脂粘度算出部１４が算出した樹脂粘度（計測樹脂粘度）を、樹脂材料名、樹脂材料製造メーカ名、樹脂材料品種番号、ロット番号などの入力装置２からのオペレータによる入力情報や、樹脂粘度計測時におけるバンドヒータの設定温度条件や、計測日時等々に対応付けて、適宜の格納テーブルの形式で記憶する。

30

【００１７】

前記表示処理部１６は、入力装置２を操作することによるオペレータの所望表示画像の呼び出し指令によって、あらかじめ作成された表示画像作成・制御プログラムに基づき、指定された表示モードの表示画像データを作成する。この作成された画像データは、図示せぬフレームバッファに転送されて一時記憶され、表示処理部１６の指令によってこのフレームバッファの出力が前記表示装置３に送出されて、表示装置３の表示画面上に画像データが表示される。

【００１８】

次に、樹脂粘度算出部１４による樹脂粘度の算出手法について説明する。剪断応力（ P_a ）は、粘度を（ $P_a \cdot sec$ ）、剪断速度を（ sec^{-1} ）としたとき、

40

$$= \eta \times \dots \dots (1) \text{式}$$

で表される。

【００１９】

ここで、（１）式で示される剪断速度（インラインスクリー式の射出成形機においてはスクリーの前進速度で示される射出速度に相当）と粘度（溶融樹脂の粘度）との関係には、つまり、樹脂の粘性については図２に示すような挙動を示すことが確認されており、剪断速度が $10^1 \sim 10^5$ の範囲内であれば、剪断速度の変化に伴って、粘度も変化することが確認されている。これに対して、剪断速度が 10^1 未満もしくは 10^5 を超えるときには、剪断速度の変化の如何にかかわらず、粘度はほぼ一定の値を示

50

す。したがって、剪断速度（射出速度）が $10^1 \sim 10^5$ の範囲内におけるある所定の一定値を保っているときには、（１）式から熔融樹脂の粘度を算出することが可能となる。例えば、射出速度 10 mm/sec より得られる剪断速度は、マシンのサイズに関係なく、おおむね $= 10^3 \sim 10^4$ 程度の値となって、上述した粘度の算出条件を良好に満たすものとなる。一方、射出速度 100 mm/sec より得られる剪断速度は、 100 トン以上のマシンでは $= 10^5$ 近傍の値を示すこともあり、適切な速度設定のパラメータではなくなる。よって、本発明では、射出速度（スクリーの前進速度）が $5 \sim 50 \text{ mm/sec}$ の範囲内のある一定値を保つように制御して、上述した粘度の算出条件を良好に満たす範囲において、樹脂粘度の計測を行うようにしている。

【００２０】

インラインスクリー式の射出成形機においては、ＪＩＳ Ｋ 7199より、前記した剪断応力と剪断速度は、射出圧力を $P \text{ (Pa)}$ 、ノズル孔の直径を $r \text{ (mm)}$ 、ノズルのランド長を $L \text{ (mm)}$ 、流量を $Q \text{ (mm}^3/\text{sec)}$ としたとき、

$$= (P \times r) / (4 \times L) \quad \dots\dots (2) \text{式}$$

$$= (32 \times Q) / (\pi \times r^3) \quad \dots\dots (3) \text{式}$$

でそれぞれ表される。

【００２１】

ここで、流量 Q は、スクリー断面積を $A \text{ (mm}^2\text{)}$ 、射出速度（スクリーの前進速度）を $V \text{ (mm/sec)}$ とすると、

$$Q = A \times V \quad \dots\dots (4) \text{式}$$

で表されるから、スクリーの直径を D とすると、（４）式は、

$$Q = (\pi \times D^2 \times V) / 4 \quad \dots\dots (5) \text{式}$$

で表され、（５）式を（３）式に代入すると、

$$= (8 \times D^2 \times V) / r^3 \quad \dots\dots (6) \text{式}$$

となる。

【００２２】

したがって、結局のところ、熔融樹脂の粘度は、

$$= (r^4 \times P) / (32 \times L \times D^2 \times V) \quad \dots\dots (7) \text{式}$$

によって、求められることになる。つまり、射出速度が一定の条件であれば、射出圧力 P さえ実測すれば、一定に制御する射出速度の値やメカ寸法の値は既知であるので、実測射出圧力値に基づき樹脂粘度を算出することが可能となる。

【００２３】

このような計算式を用いる、本実施形態の射出成形機における樹脂粘度の計測手法によれば、計測された樹脂粘度は、樹脂材料メーカーの提示する値とほぼ同等の、精度のよい値が得られることが実験によって確認された。

【００２４】

図３は、加熱シリンダの要部断面を示しており、同図において、２１は加熱シリンダ、２２は加熱シリンダの先端に設けられたノズル（射出ノズル）、２３は加熱シリンダ２１内に回転並びに前後進可能であるように配設されたスクリー、ＢＨ１～ＢＨ４は加熱シリンダ２１およびノズル２２の外周に巻装されたバンドヒータであり、 r 、 L 、 D は、それぞれ前記したノズル孔の直径、ノズルのランド長、スクリーの直径である。

【００２５】

本実施形態の射出成形機においては、射出速度が一定である条件を満たせば、その間の射出圧力値を測定することによって、樹脂粘度が算出可能である。しかし、金型内に熔融樹脂を射出・充填する際には、金型のキャビティ形状の如何などにより射出速度が変動すること考えられ、あるいは、超高速の射出を行う際には、射出速度が前記した粘度の算出条件を良好に満たす範囲から外れてしまうことも考えられる。そこで、樹脂粘度の測定を行う際には、通常は、加熱シリンダ先端のノズルが金型に非タッチの状態、かつフィードバック制御による射出速度一定の条件において射出を行う、樹脂粘度の計測モードにおいて（射出速度一定のフリー射出の状態において）、樹脂粘度の測定を行うようにしてい

10

20

30

40

50

る。

【0026】

上記の樹脂粘度の計測モードは、連続成形運転（量産運転）を行う前や、量産運転を中断させた際や、単に樹脂の粘度を知りたい場合や、樹脂替えを行う際などに、オペレータによって適宜に選択設定される。

【0027】

連続成形運転（量産運転）を行う前や、量産運転を中断させた際に、樹脂粘度の計測モードをとらせた場合には、例えば、射出ストロークの50%まで量産時の計量制御条件で計量を行わせ、計量完了後に、射出速度を一定の条件（ただし、射出速度は5～50mm/secの範囲内を満たすものとする）でフリー射出を行わせ、この際の射出圧力値を実測して、これに基づき樹脂粘度算出部14において樹脂粘度を算出する。算出された樹脂粘度は、前記表示装置3上に適宜の形態で表示されると共に、前記計測樹脂粘度記憶部15に記憶する。このとき、必要に応じて、樹脂材料名、樹脂材料製造メーカー名、樹脂材料品種番号、ロット番号などの入力装置2からのオペレータによる入力情報や、樹脂粘度計測時におけるバンドヒータの設定温度条件や、計測日時等々も、計測樹脂粘度データと併せて、計測樹脂粘度記憶部15に記憶する。もし、表示された樹脂粘度が所望値から外れていた場合には（例えば、樹脂材料メーカーの推奨値から外れていた場合には）、オペレータはバンドヒータの設定温度を変更して、樹脂粘度が所望範囲に収まるようにバンドヒータによる加熱条件を変更する。このとき、あらかじめケーススタディして求めておいた、樹脂粘度と各バンドヒータの設定温度との関係データが、計測樹脂粘度記憶部15やシステムコントローラ1が管理する適宜のデータベースに格納されている場合には、樹脂粘度を変更するための各部のバンドヒータ温度を表示させて、各バンドヒータの設定温度の変更を促すようにすることも可能である。図4は、原料樹脂としてPPS（ポリフェニレンサルファイド）樹脂を用い、射出速度を10mm/secに設定して射出を行った際の、各バンドヒータBH1～BH4の設定温度と樹脂粘度との関係を示すテーブルである。このようなテーブルがあらかじめ用意されていれば、上記したような樹脂粘度を変更・補正するための各部のバンドヒータ温度を表示させることが可能となる。

【0028】

このように量産運転を行う際にマシン（射出成形機）で樹脂粘度を測定するようになると、マシン（射出成形機）自体で、その場で、即座に、かつ、量産時と同様の計量条件で、樹脂粘度の測定を精度よく行うことができ、非常に利便性の高いものとなる。これに対し、従来のように専用計測器を用いて樹脂粘度の測定を行うと、時間と手間がかかり、また、量産時とは異なる可塑化条件となる可能性もあって、量産時の樹脂粘度とは異なるデータとなる虞もあった。さらにまた、量産運転を行う際にマシンで樹脂粘度を測定するようになると、各バンドヒータの設定温度の変更も、設定温度指示のガイダンス表示によって、簡単・容易に行わせることも可能となる。

【0029】

また、成形運転とは関係なく、単に樹脂の粘度を知りたい場合にも、例えば、射出ストロークの50%まで、その樹脂材料に応じて設定される量産時と同等の計量制御条件で計量を行わせ、計量完了後に、射出速度を一定の条件（ただし、射出速度は5～50mm/secの範囲内を満たすものとする）でフリー射出を行わせ、この際の射出圧力値を実測して、これに基づき樹脂粘度を算出する。このとき、任意の複数回数だけ計量と射出を繰り返して、各射出において計測した樹脂粘度とこれを統計演算した結果とを表示すると共に、記憶する。記憶するに際しては、必要に応じて、樹脂材料名、樹脂材料製造メーカー名、樹脂材料品種番号、ロット番号などの入力装置2からのオペレータによる入力情報や、樹脂粘度計測時におけるバンドヒータの設定温度条件や、計測日時等々も、併せて記憶する。

【0030】

このように、成形運転とは関係なく、単に樹脂の粘度を知りたい場合には、同一メーカー・同一樹脂材料のロット毎の樹脂粘度の比較や、同一樹脂材料であるも異なるメーカーの樹脂

10

20

30

40

50

粘度の比較などを、容易に行うことが可能となる。また、同一樹脂材料であるも保管状態が異なり、乾燥の度合いが違ふと考えられる樹脂同士の粘度の比較も行えるので、樹脂材料の乾燥状況の把握も可能となる。さらにまた、この場合にも、量産時と同様の計量条件で、樹脂粘度の測定を精度よく行うことができ、かつ、従来のように専用計測器を用意する必要もなくなる。

【0031】

また、樹脂替えを行う際に樹脂粘度の計測モードをとらせた場合には、樹脂Aから樹脂Bへの樹脂替えを行う自動パージング動作を実行させておいて、この際の各フリー射出の樹脂粘度を計測・監視し、あらかじめ記憶させておいた樹脂Bの粘度が計測されると、樹脂替え完了とみなして、自動パージング動作を自動的に停止させるようにすることができる。

10

【0032】

このようにすると、従来、オペレータがマシンに付きっきりで、目視によって樹脂替え完了を確認していた場合に比して、オペレータにかかる負担がなくなり、また、樹脂替え完了を正確に判定できるので、樹脂替え時の樹脂量の低減を図ることも可能となる。

【0033】

図5は、熔融樹脂の計測モードをとった際に、前記表示装置3上に呼び出される熔融粘度計測画面の第1例を示している。この図5の熔融粘度計測画面は、計測モード「1」の瞬時計測モード（1回のみ計測を行うモード）に対応するものであり、表示装置3上に所定表示モードの画面が表示された状態において、所定欄を選択することによって呼び出される。

20

【0034】

図5中において、「樹脂名」、「ロットNo.」、「カラー（樹脂の色）」、「グレード」の各欄には、前記入力装置2を用いてオペレータが入力したデータが表示される。また、「樹脂温度」の各欄には、バンドヒータの設置箇所の樹脂温度の実測値が表示される。また、「ノズル径」、「ランド長」、「計量ストローク」、「射出スピード」の各欄には、所定の設定モード画面でオペレータが入力した値が表示される。また、「スクリュ回転」、「背圧」の各欄には、成形時の設定値が表示される。また、「射出圧力」、「ロードセル計測原点」、「計量時間」、「サイクル時間」の各欄には実測値が表示される。

【0035】

30

図5中の「計測 OFF スタート」の「スタート」にカーソルをもっていき、エンターキーを押しすることで、計測モード「1」の熔融樹脂粘度の計測が開始され、計測された粘度が「熔融粘度」の欄に表示される。

【0036】

この樹脂粘度の計測時には、ノズル先端は非タッチ状態で、かつ射出速度が低速一定であるため、射出により生じる樹脂圧（ロードセルで検出するスクリュ反力）は、全ストロークにわたりピーク圧などは発生しないものの、射出の立ち上がりの初期時に若干の乱れを生じる場合がある。そこで、本実施形態では、射出圧力の計測ポイントを、射出ストロークの中間位置（射出ストロークの1/2）としてある。なお、射出ストロークの1/3、2/3の2点で測定した樹脂圧値（実測射出圧力値）を平均した値を、粘度算出のために用いる樹脂圧値としてもよい。

40

【0037】

図6は、熔融樹脂の計測モードをとった際に、前記表示装置3上に呼び出される熔融粘度計測画面の第2例を示している。この図5の熔融粘度計測画面は、計測モード「2」の樹脂別計測モードに対応するものであり、表示装置3上に所定表示モードの画面が表示された状態において、所定欄を選択することによって呼び出される。

【0038】

図6に示した計測モード「2」の樹脂別計測モードでは、ノズルタッチ 計量 ノズルバック 射出のサイクルを10回繰り返し、各回毎に樹脂圧値（実測射出圧力値）を測定して、熔融樹脂粘度を算出する。この計測モード「2」では、「熔融粘度」の欄に求めた粘

50

度の値を1回毎順次表示していき、計10回の値を表示する。

【0039】

図7は、本実施形態の射出成形機の計量系および射出系の要部構成を示す図である。図7において、31は計量用サーボモータ、31aは計量用サーボモータ3の出力プーリ、32は出力プーリ31aの回転をスクリュー23の後端に結合されたプーリ33に伝達するタイミングベルト、34は射出用サーボモータ、34aは射出用サーボモータ34の出力プーリ、35は出力プーリ34aの回転を回転直線運動変換メカニズム36のプーリ36aに伝達するタイミングベルト、36は回転運動を直線運動に変換してスクリュー23に伝達するためのボールネジ機構等よりなる回転直線運動変換メカニズム、37は計量用サーボモータ31の回転を検出するエンコーダ、38はスクリュー23にかかる圧力を検出する(実測射出圧力値を検出する)ロードセル、39は射出用サーボモータ34の回転を検出するエンコーダである。なお、計量用サーボモータ31およびタイミングベルト32は、スクリュー23と一体となって前後進するようになっている。

10

【0040】

41はスクリュー回転数フィードバック制御部、42は速度フィードバック制御部、43は圧力フィードバック制御部、44は速度フィードバック制御部42の出力と圧力フィードバック制御部43の出力の切り替えを行うスイッチ部で、これらフィードバック制御部41~43、スイッチ部44は、図1の前記した成形プロセス制御部12中に設けられる。また、45は計量用サーボモータ31を駆動制御するサーボアンプ、46は射出用サーボモータ34を駆動制御するサーボアンプで、これらサーボモータ45、46は、図1の前記したドライバ群5中に設けられる。

20

【0041】

計量工程時には、計量工程の指令値を受けるスクリュー回転数フィードバック制御部41によって、サーボアンプ45を介して計量用サーボモータ31が駆動制御されて、スクリュー23が回転し、スクリュー23の先端側に溶融樹脂が蓄えられるにしたがって、スクリュー23が後退する。このとき、スクリュー回転数フィードバック制御部41は、エンコーダ39の出力A3から得られる実測スクリュー位置を監視すると共に、設定スクリュー回転数データと、エンコーダ37の出力A1から得られる実測スクリュー回転数データとを対比し、計量開始位置からスクリュー23が所定の後退位置に至るまでの区間を、設定されたスクリュー回転数となるように制御信号を生成して、これをサーボアンプ45に出力し、計量用サーボモータ31を駆動制御する。また、計量工程時には、計量工程の指令値を受ける圧力フィードバック制御部43によって、サーボアンプ46を介して圧力フィードバック制御により射出用サーボモータ34が駆動制御されて、これにより、設定された樹脂圧力となるようにスクリュー23に背圧が付与される。このとき、圧力フィードバック制御部43は、エンコーダ39の出力A3から得られる実測スクリュー位置を監視すると共に、設定圧力データと、ロードセル38の出力A2から得られる実測圧力データとを対比して、計量開始位置からのスクリュー後退位置に対応して設定された樹脂圧力となるように制御信号を生成して、これをサーボアンプ46に出力し、射出用サーボモータ34を駆動制御する。

30

【0042】

また、射出工程の1次射出工程を速度フィードバック制御で行う場合には、1次射出工程の指令値を受ける速度フィードバック制御部42によって、サーボアンプ46を介して速度フィードバック制御により射出用サーボモータ34が駆動制御されて、これにより、設定された射出速度となるようにスクリュー23の前進速度が制御される。このとき、速度フィードバック制御部42は、エンコーダ39の出力A3から得られる実測スクリュー位置を監視すると共に、位置に応じて設定された設定速度データと、エンコーダ39の出力A3から得られる位置データを算出して得られる実測速度データとを対比して、射出開始位置からスクリュー前進位置に対応して設定された射出速度となるように制御信号を生成して、これをサーボアンプ46に出力し、射出用サーボモータ34を駆動制御する。

40

【0043】

50

このように、電動式の構成をとり、射出工程をフィードバック制御で行うようにした本実施形態の射出成形機では、前述したような熔融樹脂の粘度の計測に際しては、射出速度が $5 \sim 50 \text{ mm/sec}$ の範囲内の所定値で一定となるように、速度フィードバック制御でフリー射出を行わせ、この際の射出圧力値（実測射出圧力値）をロードセル 38 で実測して、これに基づき前記した樹脂粘度算出部 14 において樹脂粘度を算出するものとなっている。かように、速度フィードバック制御で射出速度を一定に保つようにすると、射出速度の精度が高いので、樹脂粘度の計測精度を高めることができる。

【0044】

なお、実測射出圧力値は、射出用サーボモータ 34 の実測駆動電流値から得られるトルク値から算出するようにしても、差し支えない。

10

【0045】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、射出成形機自体で樹脂粘度の測定を精度よく行うことができ、射出成形機のユーザにとって利便性が大いに高まる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施形態に係る射出成形機の要部構成を示すブロック図である。

【図 2】樹脂粘度と剪断速度との関係を示す説明図である。

【図 3】本発明の一実施形態に係る射出成形機における、加熱シリンダの要部断面図である。

【図 4】本発明の一実施形態に係る射出成形機における、各バンドヒータの設定温度と樹脂粘度との関係の 1 例を示す表図である。

20

【図 5】本発明の一実施形態に係る射出成形機における、表示装置上の表示例を示す説明図である。

【図 6】本発明の一実施形態に係る射出成形機における、表示装置上の表示例を示す説明図である。

【図 7】本発明の一実施形態に係る射出成形機における、計量系および射出系の要部構成を示す説明図である。

【符号の説明】

1 システムコントローラ

2 入力装置

30

3 表示装置

4 センサ群

5 ドライバ群

11 成形条件設定記憶部

12 成形プロセス制御部

13 実測値記憶部

14 樹脂粘度算出部

15 計測樹脂粘度記憶部

16 表示処理部

21 加熱シリンダ

40

22 ノズル

23 スクリュー

BH1 ~ BH4 バンドヒータ

31 計量用サーボモータ

31a 出力プーリ

32 タイミングベルト

33 プーリ

34 射出用サーボモータ

34a 出力プーリ

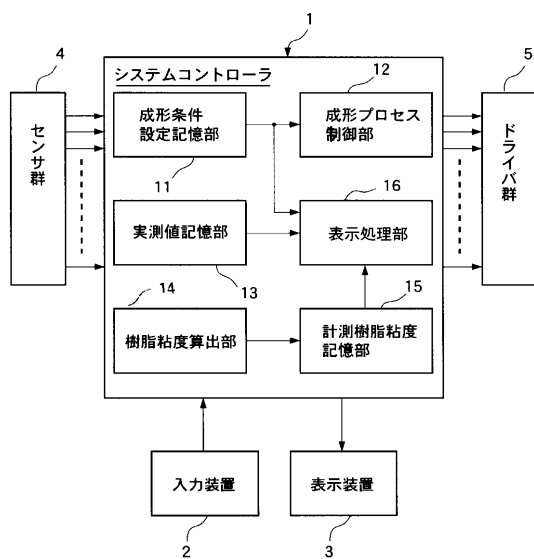
35 タイミングベルト

50

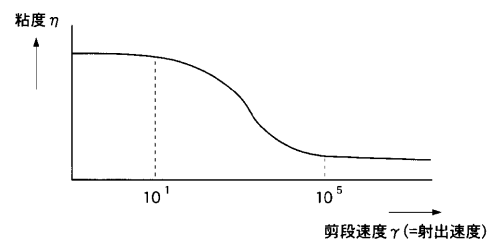
- 3 6 回転 直線運動変換メカニズム
- 3 6 a プーリ
- 3 7 エンコーダ
- 3 8 ロードセル
- 3 9 エンコーダで
- 4 1 スクリュー回転数フィードバック制御部
- 4 2 速度フィードバック制御部
- 4 3 圧力フィードバック制御部
- 4 4 スイッチ部
- 4 5 サーボアンプ
- 4 6 サーボアンプ

10

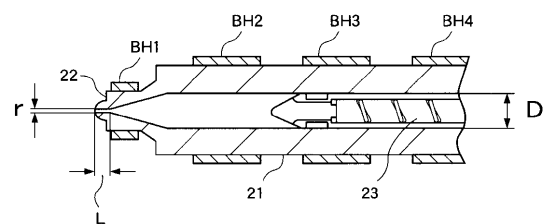
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【図 4】

バンドヒータ設定温度(°C)				樹脂粘度 (Pa・sec)
BH1	BH2	BH3	BH4	
320	310	290	280	240
310	310	290	280	251
300	300	290	280	278

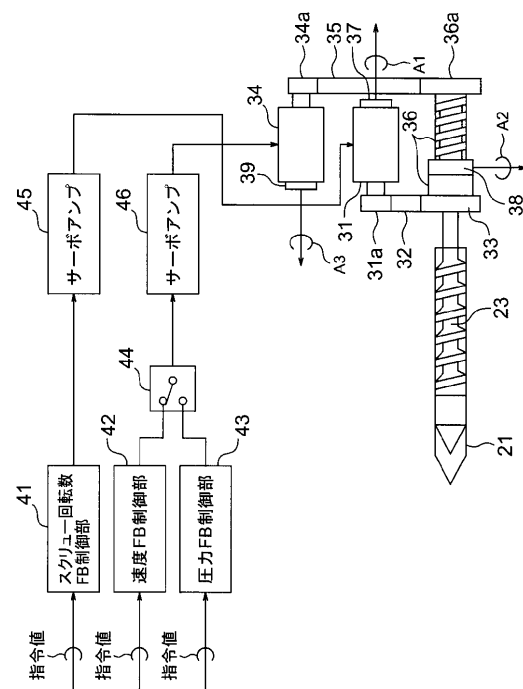
【図 5】

溶融粘度計測									
00-00 号機 NP-000000000		ロットNo.		カラー		グレード			
樹脂名									
溶融粘度計測 モード「1」 [即時計測]									
計測	OFF	スタート	0						
ジョウカガタ	溶融粘度								
0 Pa・s									
ノズル径	φ	0	H1	H2	H3	H4	φ	0	mm
バンド長		0	200	200	200	200		0	mm
計量ストローク		0.0						0.0	mm
スクリュ回転		0						0	0 min ⁻¹
背圧		0.0						0.0	0.0 R MPa
射出スピード		0.0						0.0	mm/s
射出圧力								0.0	0.0 R MPa
ロードセル計測原点								0.0	0.0 R MPa
計量時間								0.00	s
サイクル時間								0.00	s

【図 6】

溶融粘度計測									
00-00 号機 NP-000000000		ロットNo.		カラー		グレード			
樹脂名									
溶融粘度計測 モード「2」 [樹脂別]									
計測	OFF	スタート	0						
ジョウカガタ	溶融粘度								
0 Pa・s									
1	ノズル径	φ	0	H1	H2	H3	H4	φ	0
2	バンド長		0	200	200	200	200		0
3	計量ストローク		0.0						0
4	スクリュ回転		0						0 min ⁻¹
5	背圧		0.0						0.0 R MPa
6	射出スピード		0.0						0.0 R MPa
7	射出圧力								0.0 R MPa
8	ロードセル計測原点								0.0 R MPa
9	計量時間								0.00 s
10	サイクル時間								0.00 s

【図 7】



フロントページの続き

- (72)発明者 黒田 章公
兵庫県明石市二見町福里字西之山 5 2 3 番の 1 東洋機械金属株式会社内
- (72)発明者 山田 明雄
兵庫県明石市二見町福里字西之山 5 2 3 番の 1 東洋機械金属株式会社内
- (72)発明者 森川 辰則
兵庫県明石市二見町福里字西之山 5 2 3 番の 1 東洋機械金属株式会社内

審査官 杉江 渉

- (56)参考文献 特開平 0 7 - 2 5 6 7 1 0 (J P , A)
特開平 0 5 - 1 5 4 8 8 4 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 3 0 0 9 9 7 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 0 6 7 1 1 8 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B29C 45/76

B29C 45/50