

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 2144/2010
(22) Anmeldetag: 27.12.2010
(43) Veröffentlicht am: 15.07.2012

(51) Int. Cl. : **B29C 45/77** (2006.01)

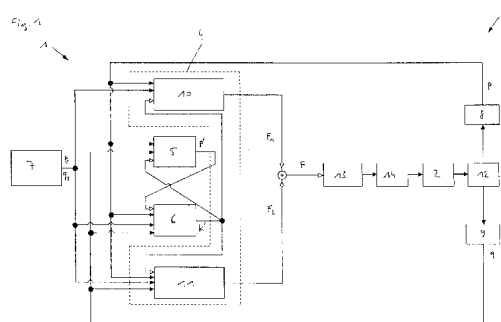
(56) Entgegenhaltungen:
JP 2006256067 A
JP 2006142659 A

(73) Patentanmelder:
ENGEL AUSTRIA GMBH
A-4311 SCHWERTBERG (AT)

(72) Erfinder:
SCHLACHER KURT DIPL.ING. DR. TECHN.
GRAZ (AT)
DAXBERGER HARALD DIPL.ING.
LINZ (AT)
BERNHARD HANNES DIPL.ING.
ENGERWITZDORF (AT)

(54) **STEUER- UND/ODER REGELEINRICHTUNG ZUR STEUERUNG UND/ODER REGELUNG EINER EINSPRITZSCHNECKE EINER SPRITZGIESSMASCHINE**

(57) Steuer- und/oder Regeleinrichtung (1) zur Steuerung und/oder Regelung einer Einspritzschnecke (2) einer Spritzgießmaschine (3), zumindest umfassend eine Steuer- und/oder Regeleinheit (4) zur Steuerung und/oder Regelung des Drucks (p) und/oder der Geschwindigkeit (q) der Einspritzschnecke (2), und einen Druckschätzer (5) zum Schätzen eines Drucks (p') der Einspritzschnecke (2), wobei ein Lastschätzer (6) zum Schätzen einer der Einspritzschnecke entgegenwirkenden Last (k') vorgesehen ist, wobei durch den Lastschätzer (6) die geschätzte Last (k') zumindest an die Steuer- und/oder Regeleinheit (4) meldbar ist.



013809

1

Zusammenfassung:

Steuer- und/oder Regeleinrichtung (1) zur Steuerung und/oder Regelung einer Einspritzschnecke (2) einer Spritzgießmaschine (3), zumindest umfassend eine Steuer- und/oder Regeleinheit (4) zur Steuerung und/oder Regelung des Drucks (p) und/oder der Geschwindigkeit (q) der Einspritzschnecke (2), und einen Druckschätzer (5) zum Schätzen eines Drucks (p') der Einspritzschnecke (2), wobei ein Lastschätzer (6) zum Schätzen einer der Einspritzschnecke entgegenwirkenden Last (k') vorgesehen ist, wobei durch den Lastschätzer (6) die geschätzte Last (k') zumindest an die Steuer- und/oder Regeleinheit (4) meldbar ist.

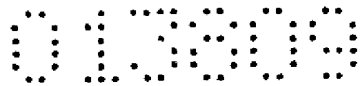
(Fig. 1)

Die Erfindung betrifft eine Steuer- und/oder Regeleinrichtung zur Steuerung und/oder Regelung einer Einspritzschnecke einer Spritzgießmaschine, zumindest umfassend eine Steuer- und/oder Regeleinheit zur Steuerung und/oder Regelung des Drucks und/oder der Geschwindigkeit der Einspritzschnecke, und einen Druckschätzer zum Schätzen eines Drucks der Einspritzschnecke.

Bei einem Spritzgießvorgang wird üblicherweise einer Einspritzschnecke einer Spritzgießmaschine Kunststoffgranulat zugeführt. Die Einspritzschnecke befindet sich dabei in einem Schneckenzyylinder und das Kunststoffgranulat wird durch eine Drehbewegung der Einspritzschnecke in Richtung Spitze der Einspritzschnecke in einen entsprechenden Vorraum des Schneckenzyinders befördert. Durch Reibung und eine entsprechende Heizvorrichtung wird das Kunststoffgranulat zu einer Kunststoffschmelze geschmolzen. Diese Kunststoffschmelze sammelt sich vor der Spitze der Einspritzschnecke im Vorraum des Schneckenzyinders. Wenn sich genügend Kunststoffschmelze für einen Einspritzvorgang im Vorraum befindet, wird die Einspritzschnecke in Art eines Kolbens nach vorne Richtung Spitze der Einspritzschnecke gedrückt, wodurch die Kunststoffschmelze in eine entsprechende Form einspritzbar ist. Eine solche Form wird auch als Formwerkzeug oder Kavität bezeichnet und kann beispielsweise aus zwei Formteilen bestehen, die vor dem Einspritzvorgang geschlossen werden.

Die Drehbewegung und die Vorwärtsbewegung der Einspritzschnecke können beispielsweise über elektrische oder hydraulische Antriebe erreicht werden. Diese Antriebe können über eine entsprechende Steuer- und/oder Regeleinrichtung angesteuert bzw. geregelt werden, wobei diese Steuer- und/oder Regeleinrichtung eine Geschwindigkeits- und/oder Lage- und/oder Druckregelung aufweisen kann. Die Geschwindigkeit der Vorwärtsbewegung der Einspritzschnecke entlang der Einspritzachse (Einspritzgeschwindigkeit) wird dabei typischerweise so geregelt, dass ein bestimmter Druck der nun als Kolben agierenden Einspritzschnecke auf die Kunststoffschmelze nicht überschritten wird. Der Druck, der auch als Einspritzdruck bezeichnet wird, kann sich dabei aus der Kraft, welche durch den Antrieb auf die Einspritzschnecke zur Ausführung ihrer Vorwärtsbewegung einwirkt, ergeben.

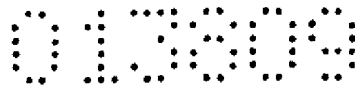
Während des gesamten Spritzgießvorgangs wirkt der Einspritzschnecke eine sogenannte Last entgegen, welche dem aktuellen Füllwiderstand bzw. einem Leitwert des Fließweges in die Kavität entspricht. Die Last hängt unter anderem von der verwendeten Form bzw. den Geometrien entlang des Fließweges, der Viskosität der Kunststoffschmelze während des



Einspritzens sowie von weiteren Einflussgrößen wie z.B. Temperaturen entlang des Fließweges ab.

Nachdem durch die Vorwärtsbewegung der Einspritzschnecke die Form vollständig mit der Kunststoffschmelze gefüllt wurde, kommt es zu einem rapiden Druckanstieg in der Form, welcher unter anderem durch die Kompressibilität der Kunststoffschmelze beeinflusst ist. Bei Erkennung dieses rapiden Druckanstiegs wird typischerweise von einer Geschwindigkeitsregelung der Einspritzschnecke auf eine Druckregelung umgeschaltet. Diese erste Regelungsphase, in der während der Einspritzphase die Geschwindigkeit der Einspritzschnecke geregelt wird, wird häufig auch als Volumenstromregelung bezeichnet, da die Geschwindigkeit der Vorwärtsbewegung der Einspritzschnecke einem entsprechenden Volumenstrom der Kunststoffschmelze im Schneckenzyylinder entspricht. Die zweite Phase der Regelung, in der vorwiegend der Druck der Einspritzschnecke auf die Kunststoffschmelze geregelt wird, wird häufig auch als Nachdruckphase bezeichnet. Diese Nachdruckphase ist insbesondere deshalb wichtig, da sich durch das Abkühlen der Kunststoffschmelze in der Form das Volumen entsprechend verringern kann und durch diese Nachdruckphase weiter Kunststoffschmelze in die Form eingedrückt werden kann.

In einem Spritzgießprozess soll es bei einer Umschaltung von einer Geschwindigkeitsregelung auf eine Druckregelung nach Möglichkeit zu keinen Druckeinbrüchen oder Druckspitzen kommen, da sich diese nachteilig auf die Qualität der produzierten Spritzgussteile auswirken können. Daher können Druckschätzer eingesetzt werden, um auftretende Drücke abschätzen zu können und somit ein exakteres Umschalten zu ermöglichen (siehe z.B. DE 10 2004 051 109 B4). Herkömmliche Druckschätzer haben jedoch keinerlei Information bezüglich der verwendeten Form oder des verwendeten Materials für die Kunststoffschmelze. Insbesondere haben sie dadurch auch keine Information bezüglich des Lastverhaltens, welches sich überwiegend aus der Form und dem Material der Kunststoffschmelze ergibt. Unabhängig von Form und Material ist man jedoch bestrebt, dass der Geschwindigkeits- und/oder Druckverlauf eines Spritzgießvorgangs, häufig auch als Schuss bezeichnet, jeweils einem gewünschten Sollverlauf folgt. Aktuelle Regler setzen oft Verfahren ein, welche implizit Annahmen für das Systemverhalten treffen um dynamische Regelungen zu realisieren. Treten jedoch Abweichungen von dem vorausgesetzten Systemverhalten auf, so treten teilweise große Sollwertabweichungen oder unharmonische Signalverläufe von Druck und Geschwindigkeit auf.



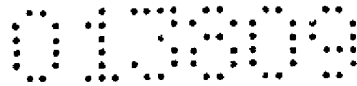
Aufgabe der Erfindung ist es, die vorbeschriebenen Nachteile zu vermeiden und eine gegenüber dem Stand der Technik verbesserte Steuer- und/oder Regeleinrichtung zur Steuerung und/oder Regelung einer Einspritzschnecke einer Spritzgießmaschine anzugeben. Ein Ziel ist eine Steuer- und/oder Regeleinrichtung, die sowohl die Geschwindigkeit als auch den Druck einer Einspritzschnecke regeln kann und die insbesondere die auftretende Laständerung beim Übergang von der Geschwindigkeitsregelung zur Druckregelung entsprechend ausregeln kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass ein Lastschätzer zum Schätzen einer der Einspritzschnecke entgegenwirkenden Last vorgesehen ist, wobei durch den Lastschätzer die geschätzte Last zumindest an die Steuer- und/oder Regeleinheit meldbar ist. Die Steuer- und/oder Regeleinheit kann dabei prinzipiell zumindest eine Vorsteuerung und einen Regler umfassen und die geschätzte Last kann die aktuelle Last und/oder eine zukünftige Last betreffen.

Die Last wird überwiegend von der Form und dem Material der Kunststoffschmelze bestimmt. Insbesondere die Form kann aufgrund der Anwendung stark variieren. Dadurch wird auch das Regelverhalten je nach Anwendung unterschiedlich sein. Dieser variable Einfluss soll mit dem Lastschätzer ermittelt werden, womit die Steuer- und/oder Regeleinheit an das aktuelle Systemverhalten angepasst werden kann.

Durch den Lastschätzer kann eine frühzeitige Erkennung einer Laständerung erfolgen. Das Schätzen der aktuellen und/oder zukünftigen der Einspritzschnecke entgegenwirkenden Last kann dabei aufgrund eines Modells erfolgen. Durch diese zusätzliche Information – das geschätzte Verhalten der Last – kann der durch die Einspritzschnecke verursachte Druck z.B. früh genug reduziert werden, um Druckspitzen zu vermeiden. Aufgrund der geschätzten Last kann unabhängig von dem Zeitpunkt und dem Zustand beim Umschalten von Einspritzphase auf Nachdruckphase ein überschwingungsfreier Verlauf des Drucks der Einspritzschnecke realisiert werden. Dabei kann ein gutes Folgeverhalten beim dynamischen Übergang vom geschwindigkeitsgeregelten Einspritzen in den Nachdruckbereich erzielt werden, indem durch den Lastschätzer die sich rasch ändernde Last erfasst und beispielsweise mittels Vorsteuerung dieser Einfluss unabhängig vom aktuellen Arbeitspunkt kompensiert werden kann.

Die geschätzte Last kann dabei durch einen geschätzten Widerstandsbeiwert k' repräsentiert werden. Dieser geschätzte Widerstandsbeiwert k' entspricht dem geschätzten Widerstand

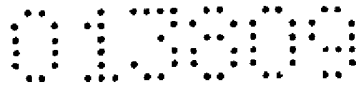


des Füllvorgangs, welcher maßgeblich durch die Ausgestaltung der Form bzw. die Geometrien entlang des Fließweges der Kunststoffschmelze und durch das verwendete Material für die Kunststoffschmelze beeinflusst ist. Beispielsweise ist der Widerstand des Füllvorgangs höher, je länger der Fließweg für die Kunststoffschmelze und je höher die Viskosität der Kunststoffschmelze ist.

Zur Ermittlung des geschätzten Widerstandsbeiwerts k' kann dabei ein vereinfachtes Lastmodell zum Einsatz kommen, in das unter anderem die folgenden Parameter einfließen: Querschnittsfläche des Schneckenzyklinders, Massenträgheitsmoment des Antriebs, Kompressibilität sowie Volumen und Viskosität der Kunststoffschmelze. Die Kompressibilität der Kunststoffschmelze kann dabei aufgrund von Materialdaten als bekannt vorausgesetzt werden oder messtechnisch ermittelt werden.

Mit dem Lastmodell kann ein Zusammenhang zwischen Einspritzgeschwindigkeit, Einspritzdruck und Stellgröße hergestellt werden. Durch den Lastschätzer können die im Allgemeinen nicht bekannten und anwendungsabhängigen Modellparameter oder Modellgrößen zu jedem Zeitpunkt ermittelt und die aktuelle und/oder zukünftige Last geschätzt werden. Durch Kenntnis der geschätzten Last kann bei einer entsprechenden Sollwertvorgabe die Stellgröße mittels einer Vorsteuerung berechnet werden. Bei einem idealen Modell würde dadurch die Istgröße der Sollgröße folgen und es würden keine Abweichungen auftreten. Aufgrund der Tatsache, dass das Modell nur eine Vereinfachung des realen Systems darstellt und die geschätzte Last von der tatsächlichen Last abweichen kann, treten im Allgemeinen kleine Abweichungen zwischen Soll- und Istwert auf. Diese Abweichungen können durch den zusätzlichen Regler kompensiert werden. Die Kenntnis der geschätzten Last stellt eine deutliche Verbesserung gegenüber herkömmlichen Reglern ohne Lastschätzer bzw. ohne Modellinformation dar, welche die Stellgröße nur aufgrund von Regelfehlern ändern können.

Das Lastmodell kann im Lastschätzer beispielsweise dazu verwendet werden, um während eines Spritzgießvorgangs laufend die aktuelle Last zu ermitteln. Diese Einsatzart des Lastschätzers wird dabei als Online-Schätzer bezeichnet. Hierbei wird in jedem Einspritzzyklus die Last fortlaufend neu geschätzt und für die Vorsteuerung verwendet. Da ein Einspritzprozess ein zyklischer Prozess ist, bietet es sich an, Informationen aus vorherigen Einspritzzyklen für den aktuellen Einspritzzyklus zu verwenden, um das Folgeverhalten der Steuer- und/oder Regeleinrichtung zu verbessern. Der Lastschätzer kann hierfür als iterativer Schätzer eingesetzt werden, durch den ein Teil der Stellgröße aufgrund

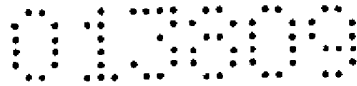


der Stellgröße des letzten Einspritzzyklus und dessen Fehler berechnet werden kann. Dadurch kann auch das der Schätzung zugrunde liegende Lastmodell von Schuss zu Schuss verbessert werden. Generell können im Rahmen einer gewichteten Integration vorherige Eingangsgrößen und Zustände entsprechend gewichtet in eine Lastschätzung einfließen. Die Ermittlung der geschätzten Last bzw. des geschätzten Lastverlaufs während eines Spritzgießvorgangs kann jedoch prinzipiell auch durch eine oder mehrere Testschüsse erfolgen. Dabei können in einer Anfahrphase entsprechende Werte ermittelt werden, welche in nachfolgenden Einspritzzyklen verwendet werden. Generell kann auch das Least-squares Verfahren zur Bestimmung geeigneter Parameter bzw. Regressionskurven für den Lastschätzer eingesetzt werden.

Als Parameter der Steuer- und/oder Regeleinrichtung können insbesondere die folgenden zum Einsatz kommen: Gewichtung des Geschwindigkeitsfehlers, Gewichtung des Druckfehlers, Startwert für den Lastschätzer, Einfluss des Druckregelfehlers auf die Dynamik des Lastschätzers, Einfluss des Druckschätzfehlers auf die Dynamik des Lastschätzers sowie Einfluss des Druckschätzfehlers auf die Dynamik des Druckschätzers.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass der geschätzte Druck an den Lastschätzer meldbar ist. Wenn darüber hinaus die geschätzte Last auch an den Druckschätzer meldbar ist, so ergeben sich optimale Synergieeffekte der beiden eingesetzten Schätzer. Die Kombination eines Lastschätzers mit einem Druckschätzer führt zu einem verbesserten Verhalten gegenüber einer unabhängigen Schätzung der Last. Damit können die Schätzfehler reduziert werden und die Einschwingdynamik erhöht werden. In weiterer Folge kann damit das gesamte Regelverhalten verbessert werden. Eine Abweichung der geschätzten Last von der tatsächlichen Last kann dabei zu einer Abweichung des geschätzten Druckes vom gemessenen Druck führen. Mittels Rückführung dieses Fehlers kann der Lastschätzer korrigiert werden. Ohne zusätzlichen Druckschätzer würde eine Abweichung des Lastschätzers von der tatsächlichen Last erst durch eine Abweichung von Solldruck zu Istdruck ermittelt und korrigiert werden können.

Um der Steuer- und/oder Regeleinrichtung entsprechende Führungsgrößen zur Verfügung zu stellen, kann eine Planungseinrichtung vorgesehen sein, wobei durch die Planungseinrichtung ein geplanter Solldruckverlauf und/oder ein geplanter Sollgeschwindigkeitsverlauf, welche vorzugsweise in einem Speicher hinterlegbar sind, zumindest der Steuer- und/oder Regeleinheit und/oder dem Lastschätzer zuführbar ist bzw. sind. Diese Planungseinrichtung wird auch als Trajektorienplanung bezeichnet und liefert



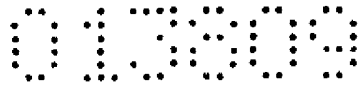
den gewünschten Solldruckverlauf und/oder den gewünschten Sollgeschwindigkeitsverlauf während eines Spritzgießvorgangs. Die Eingabe dieser gewünschten Sollverläufe kann dabei beispielsweise über ein User-Interface erfolgen und die Sollverläufe können in einem Speicher hinterlegt werden und von der Steuer- und/oder Regeleinrichtung auslesbar sein.

Zur Verbesserung des Steuer- und/oder Regelverhaltens der Steuer- und/oder Regeleinrichtung kann eine Druckmesseinrichtung zur Messung des Drucks der Einspritzschnecke vorgesehen sein, wobei die Signale der Druckmesseinrichtung der Steuer- und/oder Regeleinheit und/oder dem Druckschätzer und/oder dem Lastschätzer zuführbar sind. Beispielsweise kann durch die Druckmesseinrichtung der Druck innerhalb des Formwerkzeugs gemessen werden.

Darüber hinaus kann eine Geschwindigkeitsmesseinrichtung zur Messung der Geschwindigkeit der Einspritzschnecke vorgesehen sein, wobei die Signale der Geschwindigkeitsmesseinrichtung zumindest der Steuer- und/oder Regeleinheit und/oder dem Lastschätzer und/oder dem Druckschätzer zuführbar sind. Die Geschwindigkeit der Vorwärtsbewegung der Einspritzschnecke entlang der Einspritzachse entspricht dabei einem bestimmten Volumenstrom der Kunststoffschmelze im Schneckenzyylinder.

Alternativ oder zusätzlich kann eine Wegmesseinrichtung zur Messung des zurückgelegten Weges der Einspritzschnecke vorgesehen sein, wobei die Signale der Wegmesseinrichtung zumindest der Steuer- und/oder Regeleinheit und/oder dem Lastschätzer und/oder dem Druckschätzer zuführbar sind.

Wenn die Steuer- und/oder Regeleinheit zumindest eine Vorsteuerung und einen Regler umfasst, kann vorgesehen sein, dass durch die Vorsteuerung eine erste Stellgröße, vorzugsweise ein erster Kraftwert, und durch den Regler eine zweite Stellgröße, vorzugsweise ein zweiter Kraftwert, ausgebbar ist. Vorzugsweise kann dabei zur Steuerung und/oder Regelung des Drucks und/oder der Geschwindigkeit der Einspritzschnecke die erste Stellgröße und die zweite Stellgröße, vorzugsweise der erste Kraftwert und der zweite Kraftwert, addiert werden. Die Vorsteuerung kann dabei so berechnet werden, dass die erste Stellgröße dem gewünschten Solldruckverlauf, der durch eine entsprechende Planungseinrichtung (Trajektorienplanung) vorgebar ist, entspricht. Abweichungen der tatsächlichen Trajektorie vom gewünschten Solldruckverlauf können dabei durch den Regler in Form einer zweiten Stellgröße ausgeglichen werden. Die beiden Stellgrößen, welche beispielsweise ein erster Kraftwert und ein zweiter Kraftwert sein können, können addiert



werden und ergeben einen Summenkraftwert, mit welchem der Antrieb der Einspritzschnecke auf die Einspritzschnecke in Richtung ihrer Vorwärtsbewegung wirken soll, um die gewünschte Geschwindigkeit und/oder den gewünschten Druck der Einspritzschnecke auf die Kunststoffschmelze zu erzielen. Diese Stellgröße in Form des Summenkraftwerts kann dabei an ein entsprechendes Stellglied, beispielsweise eine Motorsteuerung und/oder -regelung zugeführt werden, wobei das Stellglied eine entsprechende Antriebseinheit, beispielsweise einen Elektromotor, steuern und/oder regeln kann. Der Elektromotor kann in weiterer Folge die Einspritzschnecke antreiben, sodass die Einspritzschnecke den gewünschten Druck auf die Kunststoffschmelze ausüben kann.

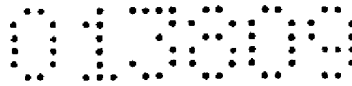
Schutz wird auch begehrt für eine Spritzgießmaschine mit einer Steuer- und/oder Regeleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10.

Darüber hinaus wird auch Schutz für ein Verfahren zum Steuern und/oder Regeln des Drucks und/oder der Geschwindigkeit einer Einspritzschnecke einer Spritzgießmaschine nach Anspruch 12 begehrt. Vorteilhafte Varianten dieses Verfahrens sind in den davon abhängigen Ansprüchen angegeben.

Nachstehend wird die Erfindung anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die einzige Figur näher erläutert. Fig. 1 zeigt dabei ein schematisches Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels der vorgeschlagenen Steuer- und/oder Regeleinrichtung 1.

Die Steuer- und/oder Regeleinrichtung 1 umfasst eine Steuer- und/oder Regeleinheit 4, welche in diesem Beispiel eine Vorsteuerung 10 und einen Regler 11 umfasst. Weiters umfasst die Steuer- und/oder Regeleinrichtung 1 einen Druckschätzer 5 zum Schätzen des Drucks p' sowie einen Lastschätzer 6 zum Schätzen der Last, welche in diesem Beispiel durch den geschätzten Widerstandsbeiwert k' repräsentiert wird.

Die Vorsteuerung 10 liefert als Ausgangsgröße eine erste Stellgröße in Form eines ersten Kraftwerts F_1 und der Regler 11 liefert als Ausgangsgröße eine zweite Stellgröße in Form eines zweiten Kraftwerts F_2 . Der erste Kraftwert F_1 und der zweite Kraftwert F_2 werden addiert und ergeben in Summe eine Stellgröße in Form eines Kraftwerts F für ein Stellglied 13. Dieses Stellglied 13 kann beispielsweise eine Motorsteuerung und/oder -regelung sein, welche eine entsprechende, die Einspritzschnecke 2 antreibende Antriebseinheit 14, beispielsweise einen oder mehrere Elektromotoren, steuert und/oder regelt.



Durch die Einspritzschnecke 2 ist während eines Spritzgießvorgangs eine Kunststoffschmelze in eine Form 12 einbringbar. Die vorgesehene Druckmesseinrichtung 8 sowie die vorgesehene Geschwindigkeitsmesseinrichtung 9 messen den aktuellen Druck p und die aktuelle Geschwindigkeit q der Einspritzschnecke 2 und können diese Messwerte als Regelgrößen zumindest an die Steuer- und/oder Regeleinrichtung 1 rückmelden. Im gezeigten Beispiel werden die Messdaten der Druckmesseinrichtung 8 und die Messdaten der Geschwindigkeitsmesseinrichtung 9 auch dem Druckschätzer 5 und dem Lastschätzer 6 zugeführt. Zusätzlich kann auch eine Wegmesseinrichtung zur Messung des zurückgelegten Weges der Einspritzschnecke 2 vorgesehen sein, deren Messdaten zumindest der Steuer- und/oder Regeleinheit 4 und/oder dem Lastschätzer 6 und/oder dem Druckschätzer 5 zuführbar sind.

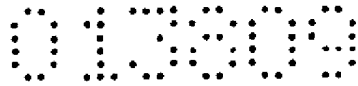
Als Führungsgrößen für die Steuer- und/oder Regeleinrichtung 1 sind der Solldruckverlauf p_s und/oder der Sollgeschwindigkeitsverlauf q_s (sowie gegebenenfalls deren erste und zweite Ableitungen nach der Zeit) vorgesehen, welche durch eine entsprechende Planungseinrichtung 7 (Trajektorienplanung) vorgebbar sind. Der Druckschätzer 5 liefert als Ausgangsgröße den geschätzten Druck p' , welcher dem Lastschätzer 6 zuführbar ist. Der Lastschätzer 6 liefert als Ausgangsgröße den geschätzten Widerstandsbeiwert k' , welcher in diesem Beispiel sowohl der Steuer- und/oder Regeleinheit 4 als auch dem Druckschätzer 5 zuführbar ist.

Die Größen k' und p' stellen dabei Ausgänge von dynamischen Systemen (Lastschätzer 6 und Druckschätzer 5) dar, bei denen ausgehend von einem jeweiligen Anfangszustand und den jeweiligen Werten der Eingangsgrößen entsprechende Folgezustände und Ausgangswerte berechnet werden. Dabei sind die dynamischen Systeme so gestaltet, dass die Last entsprechend einem vorgegebenen Lastmodell berechnet wird.

Durch die Steuer- und/oder Regeleinrichtung 1 kann das Stellglied 13 so gesteuert und/oder geregelt werden, dass die vom Stellglied 13 gesteuerte und/oder geregelte Antriebseinheit 14 die gewünschte Kraft F auf die Einspritzschnecke 2 in Richtung ihrer Vorwärtsbewegung ausüben kann, sodass die gewünschte Geschwindigkeit q der Einspritzschnecke 2 und/oder der gewünschte Druck p der Einspritzschnecke 2 auf die Kunststoffschmelze entsprechend der Trajektorienplanung erzielt werden kann.

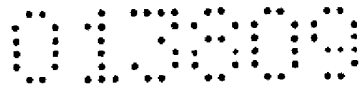
Ein wesentlicher Vorteil der vorgeschlagenen Steuer- und/oder Regeleinrichtung liegt in der Kombination einer entsprechenden Sollwertgenerierung (Trajektorienplanung) mit einem Lastschätzer und einer modellbasierten Regelung mit integrierter Vorsteuerung. Insbesondere ergibt sich ein gutes Folgeverhalten bei dynamischen Sollwertänderungen im Nachdruckbereich durch Nutzen des Lastschätzers und der Vorsteuerung unabhängig vom aktuellen Arbeitspunkt.

Innsbruck, am 23. Dezember 2010



Patentansprüche:

1. Steuer- und/oder Regeleinrichtung (1) zur Steuerung und/oder Regelung einer Einspritzschnecke (2) einer Spritzgießmaschine (3), zumindest umfassend:
 - eine Steuer- und/oder Regeleinheit (4) zur Steuerung und/oder Regelung des Drucks (p) und/oder der Geschwindigkeit (q) der Einspritzschnecke (2), und
 - einen Druckschätzer (5) zum Schätzen eines Drucks (p') der Einspritzschnecke (2),dadurch gekennzeichnet, dass ein Lastschätzer (6) zum Schätzen einer der Einspritzschnecke entgegenwirkenden Last (k') vorgesehen ist, wobei durch den Lastschätzer (6) die geschätzte Last (k') zumindest an die Steuer- und/oder Regeleinheit (4) meldbar ist.
2. Steuer- und/oder Regeleinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der geschätzte Druck (p') an den Lastschätzer (6) meldbar ist.
3. Steuer- und/oder Regeleinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die geschätzte Last (k') auch an den Druckschätzer (5) meldbar ist.
4. Steuer- und/oder Regeleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine Planungseinrichtung (7) vorgesehen ist, wobei durch die Planungseinrichtung (7) ein geplanter Solldruckverlauf (p_s) und/oder ein geplanter Sollgeschwindigkeitsverlauf (q_s), welche vorzugsweise in einem Speicher hinterlegbar sind, zumindest der Steuer- und/oder Regeleinheit (4) und/oder dem Lastschätzer (6) zuführbar ist bzw. sind.
5. Steuer- und/oder Regeleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass eine Druckmesseinrichtung (8) zur Messung des Drucks (p) der Einspritzschnecke (2) vorgesehen ist, wobei die Signale der Druckmesseinrichtung (8) der Steuer- und/oder Regeleinheit (4) und/oder dem Druckschätzer (5) und/oder dem Lastschätzer (6) zuführbar sind.



6. Steuer- und/oder Regeleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine Geschwindigkeitsmesseinrichtung (9) zur Messung der Geschwindigkeit (q) der Einspritzschnecke (2) vorgesehen ist, wobei die Signale der Geschwindigkeitsmesseinrichtung (9) zumindest der Steuer- und/oder Regeleinheit (4) und/oder dem Lastschätzer (6) und/oder dem Druckschätzer (5) zuführbar sind.
7. Steuer- und/oder Regeleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine Wegmesseinrichtung zur Messung des zurückgelegten Weges der Einspritzschnecke (2) vorgesehen ist, wobei die Signale der Wegmesseinrichtung zumindest der Steuer- und/oder Regeleinheit (4) und/oder dem Lastschätzer (6) und/oder dem Druckschätzer (5) zuführbar sind.
8. Steuer- und/oder Regeleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuer- und/oder Regeleinheit (4) zumindest eine Vorsteuerung (10) und einen Regler (11) umfasst.
9. Steuer- und/oder Regeleinrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Vorsteuerung (10) eine erste Stellgröße, vorzugsweise ein erster Kraftwert (F_1), und durch den Regler (11) eine zweite Stellgröße, vorzugsweise ein zweiter Kraftwert (F_2), ausgebbar ist.
10. Steuer- und/oder Regeleinrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass zur Steuerung und/oder Regelung des Drucks (p) und/oder der Geschwindigkeit (q) der Einspritzschnecke (2) die erste Stellgröße und die zweite Stellgröße, vorzugsweise der erste Kraftwert (F_1) und der zweite Kraftwert (F_2), addiert werden.
11. Spritzgießmaschine mit einer Steuer- und/oder Regeleinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10.
12. Verfahren zum Steuern und/oder Regeln des Drucks (p) und/oder der Geschwindigkeit (q) einer Einspritzschnecke (2) einer Spritzgießmaschine (3), wobei in einem Spritzgießvorgang durch die Einspritzschnecke (2) eine Kunststoffschmelze in eine Form (12) eingespritzt wird, wobei diesem Spritzgießvorgang eine Last entgegenwirkt, dadurch gekennzeichnet, dass der Druck (p) und/oder die Geschwindigkeit (q) der Einspritzschnecke (2) in Abhängigkeit eines geschätzten

Drucks (p') und einer geschätzten Last (k') gesteuert und/oder geregelt wird bzw. werden.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass als Führungsgröße zum Steuern und/oder Regeln des Drucks (p) und/oder der Geschwindigkeit (q) der Einspritzschnecke (2) ein geplanter Solldruckverlauf (p_s) und/oder ein geplanter Sollgeschwindigkeitsverlauf (q_s) verwendet wird bzw. werden.
14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass zum Schätzen der Last (k') zumindest der geplante Solldruckverlauf (p_s) und/oder der aktuelle Druck (p) und/oder der geschätzte Druck (p') und/oder der geplante Sollgeschwindigkeitsverlauf (q_s) und/oder die aktuelle Geschwindigkeit (q) verwendet wird bzw. werden.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass zum Schätzen des Drucks (p') zumindest der aktuelle Druck (p) der Einspritzschnecke (2) und/oder die aktuelle Geschwindigkeit (q) der Einspritzschnecke (2) und/oder die geschätzte Last (k') verwendet wird bzw. werden.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass als Stellgröße zum Steuern und/oder Regeln des Drucks (p) und/oder der Geschwindigkeit (q) der Einspritzschnecke (2) eine Kraft (F) ermittelt wird, mit der die Einspritzschnecke (2) in Richtung der Vorwärtsbewegung der Einspritzschnecke (2) beaufschlagt wird, um die Kunststoffschmelze in die Form (12) zu drücken.

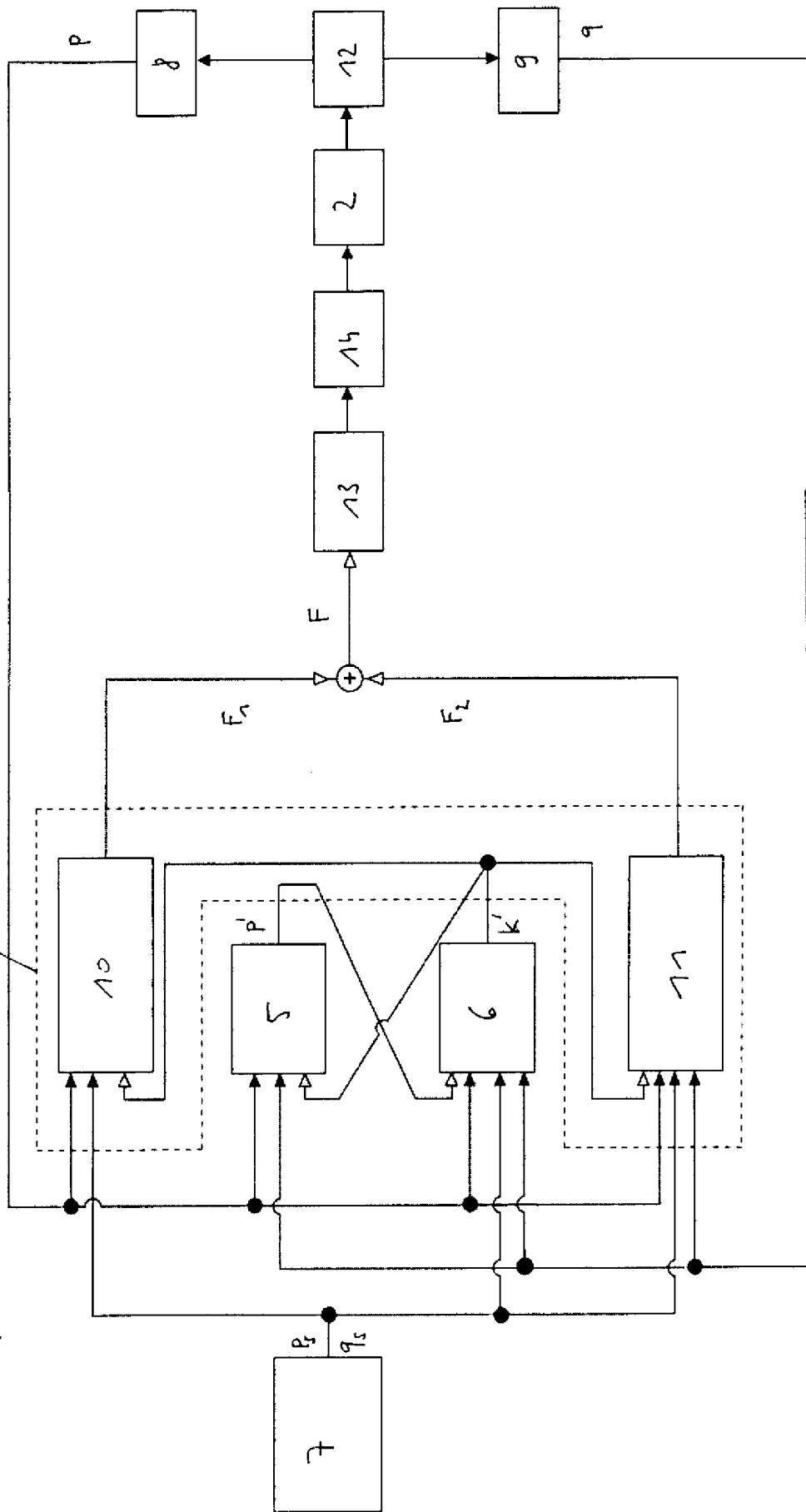
013800

3

4

Fig. 1

1





Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:
B29C45/77 (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß ECLA:
B29C45/77

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
B29C

Konsultierte Online-Datenbank:
EPODOC

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **27. Dezember 2010** eingereichten Ansprüchen **1-16** erstellt.

Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
A	JP 2006256067 A (UBE) 28. September 2006 (28.09.2006) Fig. 1	1-16
A	JP 2006142659 A (NIIGATA) 08. Juni 2006 (08.06.2006) Fig. 1	1-16

Datum der Beendigung der Recherche:
13. April 2012

☐ Fortsetzung siehe Folgeblatt

Prüfer(in):
SCHMELZER P.

¹⁾ Kategorien der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmel-
gegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw.
auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmel-
gegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn
die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren
Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und
diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

- A** Veröffentlichung, die den **allgemeinen Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das **von Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem ein **älteres Recht** hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.