



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 60 2004 005 901 T2 2008.01.17**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 439 047 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **60 2004 005 901.3**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **04 250 095.9**

(96) Europäischer Anmeldetag: **09.01.2004**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **21.07.2004**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **18.04.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **17.01.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B29C 45/76 (2006.01)**

**B29C 45/52 (2006.01)**

**B29C 45/50 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:  
**2003009350 17.01.2003 JP**

(73) Patentinhaber:  
**FANUC LTD, Yamanashi, JP**

(74) Vertreter:  
**Haseltine Lake Partners GbR, 80333 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE**

(72) Erfinder:  
**Watanabe, Hiroshi, Fujiyoshida-shi Yamanashi  
403-0004, JP; Komiya, Shingo, Tsuru-shi  
Yamanashi 402-0001, JP**

(54) Bezeichnung: **Spritzgießverfahren**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

## Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine In-line-Schnecken-Spritzgussmaschine und insbesondere einen Rückschlagventilmechanismus an der Spitze einer Schnecke, wodurch verhindert wird, dass Harz zurück fließt.

## Beschreibung des verwandten Standes der Technik

**[0002]** Als In-line-Schnecken-Spritzgussmaschine bezeichnet man eine Spritzgussmaschine, die erhalten wird durch Bereitstellung einer Schnecke mit den Funktionen Weichmachen (Schmelzen) von Material, Kneten und Einspritzen. Üblicherweise verfügt die In-line-Schnecken-Spritzgussmaschine über einen Rückschlagventilmechanismus an der Spitze der Schnecke, mit dem verhindert wird, das Harz während des Einspritzens zurück fließt. [Fig. 1](#) zeigt ein Beispiel für diesen Rückschlagventilmechanismus. In einem Abschnitt mit kleinerem Durchmesser zwischen einem Schneckenkopf **2** an der Spitze einer Schnecke **1** und dem Hauptabschnitt der Schnecke **1** befindet sich ein Rückschlagring **3**, der in Richtung der Schneckenachse beweglich ist. Auf der Seite des Hauptabschnitts der Schnecke **1** von diesem Abschnitt mit kleinerem Durchmesser befindet sich ein Rückschlagsitz **4**, der den Harzpfad verschließt, indem er an diesen Rückschlagring **3** anstößt und mit diesem in engen Kontakt gebracht wird.

**[0003]** Von hinter der Schnecke **1** zugeführte Harzpellets werden mithilfe von Scherwärme geschmolzen, die durch Rotation der Schnecke **1** erzeugt wird, und durch Wärme von einem Heizgerät, das außerhalb von einem Zylinder bereitgestellt wird, in den die Schnecke **1** eingesetzt ist. Das so geschmolzene Harz erhöht den Harzdruck hinter dem Rückschlagring **3** und ruft eine Kraft hervor, die den Rückschlagring **3** nach vorne drückt. Wird der Rückschlagring **3** nach vorne gedrückt, gelangt das dahinter befindliche Harz durch einen Raum zwischen dem Rückschlagring **3** und dem sich der Druck innerhalb des Zylinders vor dem Schneckenkopf **2** erhöht.

**[0004]** Übersteigt der Druck vor dem Rückschlagring **3** einen zuvor festgelegten Druck (Staudruck), wird die Schnecke **1** nach hinten gepresst, und der Druck vor dem Rückschlagring **3** wird kleiner. Zudem wird die Schnecke **1** gedreht, wodurch der Druck hinter dem Rückschlagring **3** höher wird als der Druck vor dem Rückschlagring **3**. Deshalb wird der Vorderseite des Rückschlagrings **3** stetig geschmolzenes Harz zugeführt. Zieht sich die Schnecke **1** bis zu einem zuvor festgelegten Ausmaß zurück, wird die Rotation der Schnecke gestoppt.

**[0005]** Als nächstes beginnt ein Einspritzvorgang. Schiebt sich die Schnecke **1** vor, so dass Harz nachgefüllt wird, erhöht sich der vor dem Schneckenkopf **2** aufgebaute Harzdruck. Daher geht der Rückschlagring **3** zurück, wird mit dem Rückschlagsitz **4** in engen Kontakt gebracht und verschließt den Harzweg. Der Nachfülldruck verhindert, dass schmelzflüssiges Harz zurück in die Richtung fließt, in der sich die Schnecke zurückzieht. Gibt es Schwankungen in dem Zeitpunkt, an dem sich der Rückschlagring **3** nach hinten bewegt und den Harzweg verschließt, schwankt auch die Menge an eingefülltem Harz, so dass der Spritzguss instabil wird.

**[0006]** Der Rückschlagventilmechanismus wird während des Einspritzens verschlossen, wird der Druck vor dem Rückschlagventilmechanismus aufgrund der Vorwärtsbewegung der Schnecke **1** höher als der Druck dahinter. Unmittelbar vor dem Einspritzen, wie oben beschrieben, besteht hinter dem Rückschlagventilmechanismus ein Restdruck in einem Rillenabschnitt **6** zwischen den Schneckengängen **5**. Es tritt das Problem auf, dass der Verschlusszeitpunkt unter dem Einfluss dieses Restdrucks schwankt. Man hat verschiedene Verfahren vorgeschlagen, wie Vorrichtungen, die den Rückschlagventilmechanismus bei jedem Zyklus stabil schließen können, und ein Verfahren zum Bestimmen des Zeitpunkts, an dem sich der Rückschlagventilmechanismus tatsächlich verschließt, und zum Steuern eines Einspritzverfahrens auf Basis des so erhaltenen Zeitpunkts.

**[0007]** Man kennt zum Beispiel ein Verfahren (siehe japanische Patentanmeldung mit der Offenlegungsnr. 4-201225), wodurch ein Drucksensor innerhalb eines Zylinders hinzugefügt wird, das Verschließen des Rückschlagventils anhand einer Veränderung im Druck beim Vorschieben der Schnecke ermittelt wird und der Verschlusszeitpunkt als Anfangspunkt für einen Einspritzhub verwendet wird, ein Verfahren (siehe japanische Patentanmeldung mit der Offenlegungsnr. 3-92321), bei dem die Position von einem Ringventil durch Ausnutzen der elektrostatischen Kapazität ermittelt wird, ein Verfahren (siehe japanische Patentanmeldung mit der Offenlegungsnr. 51-73563), mit dem das Verschließen des Rückschlagventils ermittelt wird, indem die vorderste Front des Einspritzdrucks zu Beginn des Einspritzens ermittelt wird, so dass der Einspritzhub anhand der ermittelten Position gesteuert werden kann, und dergleichen.

**[0008]** Zudem kennt man ein Verfahren (siehe japanische Patentanmeldung mit der Offenlegungsnr. 62-60621), bei dem das Rückschlagventil verschlossen wird, indem die Schnecke in die andere Richtung gezwungen wird oder die Fixierung gelöst wird, so dass das Rückschlagventil gleichzeitig mit dem Beginn des Einspritzens verschlossen wird, und ein Ver-

fahren (siehe japanische Patentanmeldung mit der Offenlegungsnr. 11-170319), bei dem zum Starten des Einspritzens eine Bremse ausgeübt wird, wodurch verhindert wird, dass sich die Schnecke zu Beginn des Einspritzens in die andere Richtung bewegt, und nach dem Verschließend des Rückschlagventils die Bremse gelöst wird, wodurch der Verschleiß verringert und die Lebensdauer der Schnecke verlängert wird.

**[0009]** Zudem hat man verschiedene Verfahren vorgeschlagen, durch die nach Beendigung des Dosierens vor dem Beginn des Einspritzens der Harzrestdruck in einem Rillenabschnitt des Gangabschnitts verringert wird. Dadurch wird erreicht, dass sich das Rückschlagventil gleichzeitig mit Beginn des Einspritzens schließt. Zum Beispiel kennt man ein Verfahren (siehe japanische Patentanmeldung mit der Offenlegungsnr. 2000-858) zum Verringern des Drucks in dem Gangabschnitt durch Umkehren der Schnecke, nachdem das Dosieren beendet ist, sowie ein Verfahren (siehe japanische Patentanmeldung mit der Offenlegungsnr. 60-76321) zum Schließen des Rückschlagventils, indem ein vorläufiges Einspritzen durchgeführt wird, wobei das Spritzgießverfahren auf Basis einer Schneckenposition nach diesem vorläufigen Einspritzen geregelt wird. Zudem kennt man ein Verfahren (siehe japanische Patentanmeldung mit der Offenlegungsnr. 6-71706), durch das eine Einspritzschnecke für das Einspritzen in einen frei drehbaren Zustand gebracht wird und das Verschließen des Rückschlagventils durch die Rotation der Einspritzschnecke erleichtert wird. Das Dokument JP-A-06071706 offenbart ein Verfahren gemäß der Präambel von Anspruch 1.

**[0010]** Will man anhand einer Zunahme im Harzdruck ermitteln, dass der Rückschlagventilmechanismus geschlossen ist, muss ein Drucksensor hinzugefügt werden. Es tritt das Problem auf, dass der Mechanismus kompliziert wird. Das Verfahren, bei dem der Druck vor Beginn des Einspritzens nach Beendigung des Dosierens verringert wird, leidet an dem Nachteil, dass dieses Drucksenkungsverfahren kompliziert zu steuern ist.

**[0011]** Bei dem in der japanischen Patentanmeldung mit der Offenlegungsnr. 6-71706 beschriebenen Verfahren zum Umkehren der Schnecke wird das Ausmaß der umgekehrten Rotation eingestellt durch ein mechanisches Teil von einem eingreifenden Vorsprung eines Verzahnungsringes, der installiert werden muss. Es tritt das Problem auf, dass die Struktur kompliziert wird. Bei dem in der japanischen Patentanmeldung mit der Offenlegungsnr. 62-60621 beschriebenen Verfahren, bei dem die umgekehrte Rotation durch Lösen der Fixierung der Schneckenrotation gleichzeitig mit Beginn des Einspritzens erfolgt, bleibt die Schneckenrotation zu allen Zeitpunkten während des Einspritzens/Verweilens gelöst. Es tritt das

Problem auf, dass bei verringertem Druck an der Spitze der Schnecke und geregelter Verweildruck die Schnecke in normaler Richtung rotiert, Harz nach vorne zugeführt wird und die Nachfüllmenge schwankt.

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0012]** Unter einem Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren bereitgestellt zum Betreiben einer In-line-Schnecken-Spritzgussmaschine mit Rückschlagventilmechanismus, das die folgenden Schritte umfasst: Bringen einer Schnecke der Spritzgussmaschine in einen frei drehbaren Zustand ab oder nach dem Beginn des Einspritzens. Das Verfahren umfasst Folgendes: Ermitteln, wann die Rotation der Schnecke stoppt, was zeigt, dass der Rückschlagventilmechanismus geschlossen ist, und Ermitteln einer Position der Schnecke, wenn ermittelt wird, dass die Rotation der Schnecke gestoppt hat. Ausführungsformen des Verfahrens sind wie folgt:

**[0013]** Das Verfahren kann einen Schritt umfassen, bei dem auf Basis der ermittelten Schneckenposition eine Schneckenposition korrigiert wird, die zur Steuerung des Einspritzvorgangs eingestellt wurde.

**[0014]** Das Verfahren kann einen Schritt umfassen, bei dem der Zeitpunkt, an dem die Schnecke in einen frei drehbaren Zustand gebracht wird, willkürlich eingestellt wird.

**[0015]** Das Verfahren kann einen Schritt umfassen, bei dem eine Drehrichtung der Schnecke, die in einen frei drehbaren Zustand gebracht worden ist, in einer Richtung beschränkt wird.

**[0016]** Das Verfahren kann einen Schritt umfassen, bei dem das Rotationsdrehmoment der Schnecke auf einen willkürlichen Wert eingestellt wird, wenn diese in den frei drehbaren Zustand gebracht worden ist.

**[0017]** Bei einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens umfasst dieses zudem den Schritt Fixieren der Rotation der Schnecke, nachdem diese in den frei drehbaren Zustand gebracht wurde.

**[0018]** Das Verfahren kann einen weiteren Schritt umfassen, bei dem der Zeitpunkt, an dem die Rotation der Schnecke erneut fixiert wird, willkürlich eingestellt wird.

**[0019]** Erfindungsgemäß kann man den Verschlusszeitpunkt von einem Rückschlagventil einfach ermitteln, das sich an der Spitze einer Schnecke der Spritzgussmaschine befindet, wodurch verhindert wird, dass Harz während des Einspritzens zurück fließt. Man kann auch verhindern, dass der Verschlusszeitpunkt des Rückschlagventils unter dem Einfluss des Restdrucks in dem Schneckengangab-

schnitt nach Beendigung des Dosierens schwankt, und eine stabile Einspritzregelung erhalten.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0020]** Die vorstehenden und weitere Aufgaben und Merkmale der Erfindung werden aus der Beschreibung der folgenden Beispiele anhand der beigefügten Zeichnungen ersichtlich. Es zeigt:

**[0021]** [Fig. 1](#) ein Beispiel für einen Rückschlagventilmechanismus, der an einer Schnecke einer Spritzgussmaschine bereitgestellt werden soll;

**[0022]** [Fig. 2](#) den Zustand des Rückschlagventilmechanismus, nachdem das Dosieren beendet ist;

**[0023]** [Fig. 3](#) eine Ansicht zur Verdeutlichung des Phänomens, wobei eine Rückwärtsbewegung von einem Rückschlagring durch den Druck von Harz verzögert wird, das in einem Rillenabschnitt zwischen den Gängen der Schnecke akkumuliert ist;

**[0024]** [Fig. 4](#) eine Ansicht zur Verdeutlichung des Prinzips, wie die Schnecke zu Beginn des Einspritzens frei drehbar gehalten wird, wodurch eine Rückwärtsbewegung des Rückschlagrings erleichtert und der Harzweg schnell verschlossen wird;

**[0025]** [Fig. 5](#) eine Ansicht zur Erläuterung eines Zustands, wobei der Rückschlagring sich nach hinten bewegt und mit einem Rückschlagsitz in engen Kontakt gebracht wird und der Harzweg verschlossen wird;

**[0026]** [Fig. 6](#) eine Ansicht zur Verdeutlichung, dass die Schnecke frei drehbar gehalten wird, wird der Einspritz-/Verweildruck bei einem Einspritz-/Verweilverfahren verringert, wodurch schmelzflüssiges Harz durch einen Abschnitt des Rückschlagrings gelangt und der Spitze der Schnecke zugeführt wird;

**[0027]** [Fig. 7](#) eine Darstellung von dem Ergebnis eines Experiments, das erhalten wurde durch Messen des Ausmaßes an Rotation vom Beginn des Einspritzens bis zum Stopp der Schneckenrotation, dreht sich die Schnecke frei und erfolgt das Einspritzen mit variablem Harztyp und unter variablen Spritzgießbedingungen während des Einspritzens;

**[0028]** [Fig. 8](#) ein Blockdiagramm von einem hauptsächlichen Teil nach einer Ausführungsform der Erfindung;

**[0029]** [Fig. 9](#) ein Fließschema von einem Spritzgussbetrieb nach einer Ausführungsform der Erfindung;

**[0030]** [Fig. 10](#) eine erläuternde Ansicht im Hinblick auf eine Umschaltposition der Einspritzgeschwindig-

keit bei der Einspritzsteuerung, das Einstellen eine Schaltposition auf Verweilen und deren Korrektur und

**[0031]** [Fig. 11](#) ein Fließschema von einem Verfahren, das keinen Teil der Erfindung bildet und wobei das Verschließen eines Harzwegs auf Basis des Rückschlagventilmechanismus nicht ermittelt wird.

#### BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSFORMEN

**[0032]** Die Darstellungen in [Fig. 2](#) bis [Fig. 6](#) verdeutlichen das Prinzip der Erfindung.

**[0033]** [Fig. 2](#) zeigt einen Zustand des Rückschlagventilmechanismus, nachdem das Dosieren beendet ist. In einem Zylinder **7** an der Spitze eines Schneckenkopfes **2** ist schmelzflüssiges Harz gespeichert. Es besteht ein kleiner Druckunterschied zwischen dem gespeicherten schmelzflüssigen Harz und dem Harz, das in einem Rillenabschnitt **6** zwischen den Gängen **5** der Schnecke **1** verbleibt. Dadurch befindet sich der Rückschlagring **3** des Rückschlagventilmechanismus in einer instabilen Position. Lässt man von einem solchen Zustand aus die Schnecke **1** für das Einspritzen vorwärts gehen, bewegt sich der Rückschlagring **3** nach rückwärts und kommt in engen Kontakt mit dem Rückschlagsitz **4**, wodurch sich der Harzweg verschließt, sobald der Druck vor dem Rückschlagventilmechanismus aufgrund des Fülldrucks höher wird als der Druck in dem Rillenabschnitt **6** zwischen den Gängen **5** im hinteren Teil. Siehe [Fig. 3](#): Wird bei diesem Beginn des Einspritzens die Rotation der Schnecke **1** gestoppt und die Schnecke **1** für das Einspritzen in einem fixierten Zustand in Axialrichtung bewegt, verzögert sich die Rückwärtsbewegung des Rückschlagrings **3** aufgrund des Drucks von dem Harz, das in dem Rillenabschnitt **6** zwischen den Gängen **5** akkumuliert ist. Der Verschlusszeitpunkt des Rückschlagventils schwankt je nach dem Ausmaß des Drucks durch das Harz, das in dem Rillenabschnitt **6** zwischen den Gängen **5** akkumuliert ist. Dies beeinflusst die Menge der Auffüllung mit Harz, das in die Form gefüllt werden soll, sowie die Qualität des geformten Produkts.

**[0034]** Siehe [Fig. 4](#): Bei der Erfindung wird folglich die Schnecke **1** zu Beginn des Einspritzens frei drehbar gehalten. Damit die Schnecke frei drehbar wird, wird bei einer motorbetriebenen Spritzgussmaschine die Spannungszufuhr für den Schneckendrehmotor abgeschaltet oder der Stromwert begrenzt. Bei einer hydraulischen Spritzgussmaschine wird dagegen der Hydraulikkreis für den Schneckendrehantrieb gelöst.

**[0035]** Bewegt sich die Schnecke **1** vorwärts und wird der Harzdruck vor dem Schneckenkopf **2** höher, wird dieser Druck auf das Harz zwischen den Gängen **5** hinter dem Rückschlagventilmechanismus ausgeübt. Das Harz zwischen den Gängen **5** übt in einem Versuch, sich rückwärts zu bewegen, eine von

den Gängen **5** aus gesehen rückwärts gerichtete Kraft aus. Weil die Schnecke **1** in einem drei drehbaren Zustand gehalten wurde, dreht sich die Schnecke **1** selbst und erleichtert die Rückwärtsbewegung des Harzes. Dadurch kann sich der Rückschlagring **3** leichter rückwärts bewegen, und der Rückschlagventilmechanismus wird unmittelbar nach Beginn des Einspritzens verschlossen.

**[0036]** Siehe [Fig. 5](#): Bewegt sich der Rückschlagring **3** nach hinten und wird in engen Kontakt mit dem Rückschlagsitz **4** gebracht, wodurch sich der Harzweg verschließt, wirkt der Druck von Harz vor dem Schneckenkopf **2** nicht auf das Harz, das in dem Rillenabschnitt **6** zwischen den Gängen **5** der Schnecke **1** akkumuliert ist. Deshalb stoppt die Rotation der Schnecke **1**. Anders gesagt, werden das Ausmaß der Rotation und die Geschwindigkeit dieser Schnecke **1** natürlicherweise durch den Auffülldruck, die Auffüll-(Einspritz-)geschwindigkeit und den Harzdruck in dem Rillenabschnitt **6** zwischen den Gängen **5** bestimmt und müssen nicht im Vorhinein eingestellt werden. Es wird ein Zeitpunkt ermittelt, an dem die Rotation dieser Schnecke **1** gestoppt hat. Es wird beurteilt, dass zum Ermittlungszeitpunkt der Verschluss durch den Rückschlagventilmechanismus erfolgt ist. Auf der Basis einer Position (Bewegungsposition der Schnecke **1** in Einspritzrichtung) der Schnecke **1** zu diesem Zeitpunkt werden voreingestellte Werte von Regelparametern korrigiert, wie eine Umschaltposition der Einspritzgeschwindigkeit durch die Einspritzregelung und eine Umschaltposition auf Verweilen.

**[0037]** [Fig. 7](#) zeigt das Ergebnis von einem Experiment, das durch Messen des Ausmaßes an Rotation vom Beginn des Einspritzens bis zum Stopp der Schneckenrotation erhalten wurde, wenn man die Schnecke für das Einspritzen beim Einspritzen frei rotieren lässt, wobei der Harztyp und die Gießbedingungen variiert werden. Man erkennt, dass jeder der mit einem  $\Delta$  bezeichneten Punkte als ein Zeitpunkt ermittelt wird, an dem die Schneckenrotation gestoppt hat, so dass der Rückschlagventilmechanismus den Harzweg verschlossen hat.

**[0038]** Nach dem Verschließen des Harzwegs durch den Rückschlagventilmechanismus wirkt der Druck von Harz vor dem Schneckenkopf **2** nicht auf das Harz, das in einem Rillenabschnitt **6** zwischen den Gängen **5** akkumuliert ist. Weil die Druckregelung aber während eines Einspritz-/Verweilvorgangs durchgeführt wurde, kann es Fälle geben, in denen der Druck an der Spitze der Schnecke je nach der Gießbedingung kleiner ist. Bei einem derartigen kleineren Druck bewirkt der Druck durch das Harz, das in dem Rillenabschnitt **6** zwischen den Gängen **5** akkumuliert ist, dass der Rückschlagring **3** zur Vorderseite hinausgedrückt wird. Siehe [Fig. 6](#): Wird in diesem Fall die Schnecke **1** frei drehbar gehalten, rotiert sie in normaler Richtung. Dadurch gelangt schmelz-

flüssiges Harz, das in dem Rillenabschnitt **6** zwischen den Gängen **5** akkumuliert ist, durch einen Abschnitt des Rückschlagrings **3** und wird der Spitze der Schnecke zugeführt. Weil dadurch die Auffüllmenge instabil wird, muss die Schneckenrotation zu einem willkürlichen Zeitpunkt ab dem Beginn des Einspritzens fixiert werden. Dabei kann die Schneckendrehung in beiden Richtungen (vorwärts und rückwärts) oder nur in Vorwärtsrichtung fixiert werden. Bei einer Fixierung in beiden Richtungen (vorwärts und rückwärts) erfolgt bei der motorgetriebenen Spritzgussmaschine eine Feedback-Regelung einer Rotationsposition des Schneckendrehmotors. Die Schnecke **1** wird derart fixiert, dass sie bei einer befohlenen Position gehalten wird. Wird nur die Vorwärtsrotationsrichtung fixiert, kann man eine Strombegrenzung für den Schneckendrehmotor nur in der umgekehrten Rotationsrichtung durchführen, so dass keine Rotation in Vorwärtsrichtung stattfindet.

**[0039]** [Fig. 8](#) zeigt ein Blockdiagramm von einem hauptsächlichlichen Teil, das eine Ausführungsform der Erfindung zeigt.

**[0040]** An der Spitze eines Zylinders **7**, in den die Schnecke **1** eingesetzt wurde, wird eine Düse **9** installiert. Am hinteren Ende des Zylinders **7** ist ein Trichter **15** zum Beschicken des Zylinders **7** mit Harzpellets montiert. Die Schnecke **1** ist derart ausgelegt, dass sie von einem dosierenden Servomotor **10** über einen Übersetzungsmechanismus **12** rotierend angetrieben wird. Zudem ist die Schnecke **1** derart konstruiert, dass sie in Axialrichtung von einem Servomotor **11** für das Einspritzen über einen Umsetzungsmechanismus **14** angetrieben wird, der die Drehbewegung von einem Übersetzungsmechanismus **13**, Kugelumlaufgewinde/-muttern und dergleichen, in eine geradlinige Bewegung umwandelt, so dass sie einspritz- und staudruckgeregelt ist. An dem dosierenden Servomotor **10** und dem Servomotor **11** für das Einspritzen sind Positions-/Geschwindigkeitsermittlungseinrichtungen **16**, **17** montiert, mit denen die Rotationsposition bzw. -geschwindigkeit ermittelt wird. Eine Rotationsgeschwindigkeit, eine Position in Axialrichtung und eine Bewegungsgeschwindigkeit (Einspritzgeschwindigkeit) der Schnecke **1** sind derart ausgelegt, dass sie von den Positions-/Geschwindigkeitsermittlungseinrichtungen ermittelt werden können.

**[0041]** Mit einer Steuereinheit **20** zum Steuern dieser Spritzgussmaschine sind verbunden: ein Speicher **22**, der aus einem ROM, einem RAM und dergleichen besteht, die über einen Bus **28** mit einem Prozessor **21** verbunden sind; eine Eingabe-/Ausgabeschaltung **23**, die mit verschiedenen Sensoren und einem Stellglied für die Spritzgussmaschine verbunden werden kann; eine Servoschaltung **24** zum Regeln der Servomotoren für jede Regelachse in der Spritzgussmaschine, wie ein dosierender Servomo-



tor **10** und ein Servomotor für das Einspritzen **11**; sowie eine Schnittstelle **26**.

**[0042]** Mit der Schnittstelle **26** ist eine manuelle Dateneingabeeinrichtung mit Flüssigkristalldisplay **27** verbunden. Unter Verwendung dieser manuellen Dateneingabeeinrichtung mit Flüssigkristalldisplay **27** werden Strombegrenzungswerte und dergleichen für den dosierenden Servomotor **10**, der später beschrieben wird, in Richtung der Vorwärtsrotation und in Richtung der umgekehrten Rotation im Vorhinein eingestellt. Die Servoschaltung **24** besteht zudem aus einem Prozessor, einem Speicher und dergleichen und regelt Position, Geschwindigkeit und dergleichen der Servomotoren zum Antreiben jeder Achse der Spritzgussmaschine. Die Servoschaltung **24** treibt einzelne Achsen von Servomotoren über einen Servoverstärker **25** an. Zudem werden Positions- und Geschwindigkeits-Feedbacksignale von der Positions-/Geschwindigkeitsermittlungseinrichtung, die an jedem Servomotor installiert ist, in der Servoschaltung **24** aufgenommen, und es erfolgt eine Feedbackregelung von Position und Geschwindigkeit. Dazu zeigt [Fig. 8](#) nur den dosierenden Servomotor **10** und den Servomotor für das Einspritzen **11**. Eine solche Spritzgussmaschine, wie oben beschrieben, hat die gleiche Struktur wie eine herkömmliche motorgetriebene Spritzgussmaschine.

**[0043]** Das Fließschema in [Fig. 9](#) zeigt ein erfindungsgemäßes Spritzgießverfahren, das der Prozessor **21** nach dieser Ausführungsform durchführt.

**[0044]** Wird ein Spritzgießvorgang gestartet, werden zunächst ein Register zum Speichern einer Position CL der den Rückschlagventilmechanismus verschließenden Schnecke und ein Zeitgeber T zurückgesetzt (Schritt **100**). Ein Kennzeichen ST zum Ermitteln, dass die Schneckenrotation begonnen hat, wird auf "0" gesetzt (Schritt **101**). Es wird auf den Beginn des Einspritzens gewartet (Schritt **102**). Beginnt das Einspritzen, wird der Zeitgeber T gestartet (Schritt **103**), in dem ein Zeitpunkt eingestellt worden ist, an dem die Begrenzung von einem Stromwert für den dosierenden Servomotor (Servomotor für die Schneckenrotation) **10** gelöst werden soll.

**[0045]** Als nächstes wird beurteilt, ob der Zeitgeber T eine voreingestellte Zeit hochgezählt hat oder nicht (Schritt **104**). Hat der Zeitgeber T nicht zu Ende gezählt, werden die Strombegrenzungswerte in Richtung der Vorwärtsrotation und in Richtung der umgekehrten Rotation für den dosierenden Servomotor, der sich in Richtung der Vorwärtsrotation und in Richtung der umgekehrten Rotation der Schnecke dreht, auf einen voreingestellten kleinen Wert (einen Wert im Wesentlichen nahe 0) "+TQ1", "-TQ1" eingestellt (Schritt **105**). Weil der Antriebsstrom zum Antreiben des dosierenden Servomotors bei den eingestellten "+TQ1", "-TQ1" oder darunter gehalten werden soll,

treten dadurch der dosierende Servomotor **10** und die Schnecke **1**, die von dem dosierenden Servomotor **10** angetrieben wird, in einen frei drehbaren Zustand ein.

**[0046]** Als nächstes wird überprüft, ob das Kennzeichen ST zum Ermitteln, dass die Schneckenrotation begonnen hat, "2" beträgt (Schritt **106**). Ist es nicht "2", wird beurteilt, ob es "1" lautet oder nicht (Schritt **107**). Ist es auch nicht "1", wird beurteilt, ob die von der Positions-/Geschwindigkeitsermittlungseinrichtung **16** ermittelte Drehgeschwindigkeit V des dosierenden Servomotors **10** eine zuvor eingestellte Rotationsgeschwindigkeit V0 übersteigt (Schritt **108**). Zunächst steht das Kennzeichen ST zur Ermittlung, dass die Schneckenrotation begonnen hat, auf "0", und der dosierende Servomotor **10** ist gestoppt oder bewegt sich nur wenig. Deshalb erreicht die Rotationsgeschwindigkeit V nicht den voreingestellten Wert V0. In diesem Fall überprüft der Prozessor **21**, ob das Verweilen beendet ist oder nicht (Schritt **110**). Ist es nicht beendet, geht die Abfolge zum Schritt **104** zurück. Danach wird die Verarbeitung der Schritte **104** bis **108** und von Schritt **110** wiederholt durchgeführt, bis die Rotationsgeschwindigkeit V des dosierenden Servomotors **10** die zuvor eingestellte Rotationsgeschwindigkeit V0 übersteigt.

**[0047]** Beginnt das Einspritzen, wird der Servomotor **11** für das Einspritzen angetrieben und bewirkt, dass die Schnecke **1** sich vorwärts bewegt. Es beginnt das Einspritzen von vor dem Schneckenkopf **2** akkumuliertem, schmelzflüssigem Harz in die Form aus der Düse **9**. Der Druck dieses schmelzflüssigen Harzes drückt den Rückschlagring **3** des Rückschlagventilmechanismus nach hinten, wie oben beschrieben. Zudem drückt er auf das Harz, das sich in dem Rillenabschnitt **6** zwischen den Gängen **5** der Schnecke **1** angehäuft hat. Weil der Antriebsstrom für den dosierenden Servomotor **10**, der die Schnecke **1** dreht, ein kleiner Wert "+TQ1", "-TQ1" ist, befindet sich die Schnecke **1** in frei drehbarem Zustand. Das in dem Rillenabschnitt **6** zwischen den Gängen **5** angehäuften Harz drückt auf die Gänge **5** der Schnecke **1**, so dass sich die Schnecke **1** dreht. Übersteigt die Rotationsgeschwindigkeit dieser Schnecke **1** den zuvor eingestellten Wert V0, wird dies im Schritt **108** ermittelt. Das Kennzeichen ST zum Ermitteln, dass die Schneckenrotation begonnen hat, wird auf "1" gesetzt, d.h. auf einen Wert, der anzeigt, dass die Schnecke rotiert (Schritt **109**). Die Abfolge geht zum Schritt **110** weiter und kehrt zum Schritt **104** zurück. Weil das Kennzeichen ST zum Ermitteln, dass die Schneckenrotation begonnen hat, auf "1" gesetzt wurde, erfolgt die Verarbeitung der Schritte **104**, **105** und **106**, und die Abfolge geht von Schritt **107** zum Schritt **114** weiter.

**[0048]** Im Schritt **114** wird beurteilt, ob die Rotationsgeschwindigkeit V des dosierenden Servomotors **10**

gleich der voreingestellten Rotationsgeschwindigkeit  $V_0$  oder kleiner als diese ist. Ist sie nicht kleiner oder gleich der voreingestellten Rotationsgeschwindigkeit  $V_0$ , geht die Abfolge zum Schritt **110** zurück. Danach wird die Verarbeitung in den Schritten **104** bis **107**, Schritt **114** und Schritt **110** wiederholt ausgeführt, bis die Rotationsgeschwindigkeit  $V$  des dosierenden Servomotors **10**, die von der Positions-/Geschwindigkeitsermittlungseinrichtung **16** ermittelt wird, gleich oder kleiner wird als die voreingestellte Rotationsgeschwindigkeit  $V_0$ .

**[0049]** Der Rückschlagring **3** wird von dem Harz nach hinten gedrängt. Kommt er in engen Kontakt mit dem Rückschlagsitz **4** und wird der Harzweg verschlossen, wird keine Kraft auf die Gänge **5** der Schnecke **1** ausgeübt. Deshalb stoppt die Rotation der Schnecke **1**. Wird die Rotationsgeschwindigkeit der Schnecke **1** gleich oder kleiner als der voreingestellte Wert  $V_0$ , geht die Abfolge vom Schritt **114** zum Schritt **115** und liest eine gegenwärtige Position (die eine Einspritzposition in Axialrichtung der Schnecke angibt)  $P$  der Schnecke **1**, die auf Basis von einem Feedbacksignal einer Position von der Positions-/Geschwindigkeitsermittlungseinrichtung **17** erhalten wurde und als die Position  $CL$  der das Rückschlagventil verschließenden Schnecke gespeichert wird. Diese Position  $CL$  der das Rückschlagventil verschließenden Schnecke wird zudem auf einer Anzeigeeinrichtung **27** angezeigt. Das Kennzeichen  $ST$  zum Ermitteln, dass die Schneckenrotation begonnen hat, wird auf "2" gesetzt, was angibt, dass das Rückschlagventil verschlossen worden ist (Schritt **116**), und die Abfolge geht weiter zum Schritt **110**.

**[0050]** Nachdem also das Kennzeichen  $ST$  zum Ermitteln, dass die Schneckenrotation begonnen hat, auf "2" gesetzt wurde, werden die Verarbeitung der Schritte **104**, **105** und **106** (das Urteil lautet JA, weil das Kennzeichen  $ST$  zum Ermitteln, dass die Schneckenrotation begonnen hat, auf "2" steht) und die Verarbeitung in den Schritten **110** und **104** wiederholt ausgeführt, bis der Zeitgeber  $T$  eine zuvor eingestellte Zeit hochgezählt hat.

**[0051]** Zählt der Zeitgeber  $T$  die zuvor eingestellte Zeit hoch (Schritt **104**), wird eine Drehmomentbegrenzung an dem dosierenden Servomotor **10** gelöst, der die Schnecke **1** dreht. Der Begrenzungswert wird wieder zum maximalen Antriebsstromwert "+TQ0" und "-TQ0", wodurch das volle Drehmoment ausgegeben werden kann. Zu diesem Zeitpunkt wird eine Positionsabweichung von einer Positionsregelung, die den dosierenden Servomotor **10** regelt, auf "0" gesetzt (Schritt **113**). Danach wird die Verarbeitung der Schritte **104**, **113** und **110** wiederholt ausgeführt, bis das Verweilen beendet ist.

**[0052]** Nachdem der Zeitgeber  $T$  die zuvor eingestellte Zeit hochgezählt hat, wird ein Strombegren-

zungswert für den dosierenden Servomotor zum Maximalwert. Kein Bewegungsbefehl ist an den dosierenden Servomotor ausgegeben worden. Daher arbeitet der dosierende Servomotor **10** derart, dass er seine Drehposition beibehält, und stoppt die Rotation der Schnecke **1** für die Fixierung.

**[0053]** Ist das Verweilen abgeschlossen (Schritt **110**), wird der Strombegrenzungswert des dosierenden Servomotors **10** wieder auf den maximalen Antriebsstromwert "+TQ0", "-TQ0" eingestellt (Schritt **111**), und es wird auf das Ende des Spritzgießens gewartet (Schritt **112**).

**[0054]** Das Obige ist die Betriebsverarbeitung bei dieser Ausführungsform. Wie zuvor beschrieben, wird in einem zuvor festgelegten Zeitraum nach dem Beginn des Einspritzens die Schnecke **1** frei drehbar gehalten. Bewegt sich der Rückschlagring **3** des Rückschlagventilmechanismus rückwärts, wird dadurch die Schnecke **1** durch den Auffülldruck aufgrund des Einspritzens umgekehrt, so dass sich der Rückschlagring **3** leichter nach rückwärts bewegen kann. Der Rückschlagring **3** wird in engen Kontakt mit dem Rückschlagsitz **4** gebracht, und der Harzweg wird verschlossen. Dann wird die Position  $P$  der Schnecke **1** zu diesem Zeitpunkt gespeichert und als Position  $CL$  der das Rückschlagventil verschließenden Schnecke angezeigt.

**[0055]** Die so erhaltene Position  $CL$  der das Rückschlagventil verschließenden Schnecke wird für die Einspritzregelung bei dem Einspritzverfahren verwendet, wie es herkömmlicherweise durchgeführt wird.

**[0056]** Die Darstellung in [Fig. 10](#) erläutert eine Umschaltposition der Einspritzgeschwindigkeit bei der Einspritzregelung, das Einstellen einer Umschaltposition auf Verweilen und deren Korrektur. Die Abszisse zeigt den Einspritzhub und die Ordinate die Einspritzgeschwindigkeit. Es wird vorausgesetzt, dass sie derart eingestellt wurde, dass das Einspritzen von einer Schneckenposition  $S_0$  zu Beginn des Einspritzens mit einer Einspritzgeschwindigkeit  $V_1$  gestartet wird, die Einspritzgeschwindigkeit bei einer Schneckenposition  $S_1$  auf  $V_2$  umgeschaltet wird, die Einspritzgeschwindigkeit zudem bei einer Schneckenposition  $S_2$  auf  $V_3$  umgeschaltet wird und bei der Schneckenposition  $VP$  auf Verweilen umgeschaltet wird. Dabei ist  $CL_0$  eine Position der das Rückschlagventil verschließenden Schnecke bei einem Einspritzverfahren, die zu einem Bezugswert wird. Diese Schneckenposition  $CL_0$  wird bestimmt auf Basis von einem Durchschnittswert von Positionen der das Rückschlagventil verschließenden Schnecke bei mehreren derartigen Spritzgusszyklen, dass das Gießen durch Einstellen Spritzgießbedingungen stabilisiert wurde und das geformte Produkt die erforderliche Qualität erfüllt.

**[0057]** Wird also diese Bezugsposition CL0 der das Rückschlagventil verschließenden Schnecke zuvor eingestellt und ein Spritzgießzyklus gestartet, ermittelt der Prozessor **21** eine Position CL der das Rückschlagventil verschließenden Schnecke durch die in [Fig. 9](#) dargestellte Verarbeitung. Er bestimmt eine Abweichung  $\Delta CL$  der Position, an der die Schnecke den Rückschlagventilmechanismus verschließt, zwischen dem ermittelten Wert CL und der Bezugsposition CL0 der das Rückschlagventil verschließenden Schnecke, die zuvor eingestellt wurde.

$$\Delta CL = CL - CL0 \quad (1)$$

**[0058]** Die so bestimmte Abweichung  $\Delta CL$  wird zu jeder Schneckenposition, bei der die Geschwindigkeit umgeschaltet wird, und zu der Schneckenposition beim Umschalten auf Verweilen hinzuaddiert, die zur Korrektur eingestellt wurden, wodurch die Positionen S1', S2' und VP' bestimmt werden. Die Einspritzgeschwindigkeit wird an der so bestimmten korrigierten Schneckenposition S1', S2' umgeschaltet. An der korrigierten Position für das Umschalten auf Verweilen VP' wird auf Verweilregelung umgeschaltet.

$$S1' = S1 + \Delta CL$$

$$S2' = S2 + \Delta CL$$

$$VP' = VP + \Delta CL$$

**[0059]** Dies ist, anders gesagt, so zu verstehen, dass das Einspritzen von schmelzflüssigem Harz in die Form tatsächlich erst dann beginnt, wenn der Rückschlagventilmechanismus den Harzweg verschlossen hat. Wird jede Geschwindigkeitsumschaltposition oder Umschaltposition auf Verweilen durch eine Positionsabweichung  $\Delta CL$  in Bezug auf die Bezugsposition CL0 der das Rückschlagventil verschließenden Schnecke korrigiert, resultiert das tatsächliche Umschalten auf Einspritzbetrieb oder Verweilregelung im Wesentlichen in dem gleichen Spritzgussverfahren wie das Bezugsverfahren, bei dem ein gutes geformtes Produkt erhalten wurde.

**[0060]** Bei der oben beschriebenen Ausführungsform wurde ein Strombegrenzungswert für den dosierenden Servomotor zum Drehen der Schnecke auf "+TQ0" und "-TQ0", also die Maximalwerte, eingestellt, nachdem eine zuvor festgelegte Zeit verstrichen war, die vom Zeitgeber T vom Beginn des Einspritzens an gezählt wird. Man kann jedoch auch den Strombegrenzungswert für den dosierenden Servomotor zu dem Zeitpunkt, an dem das Einspritzen beginnt, im Vorhinein auf einen kleinen Begrenzungswert "+TQ1", "-TQ1" einstellen, ohne diesen Zeitgeber T bereitzustellen, und den Strombegrenzungswert für den dosierenden Servomotor auf "+TQ0" und "-TQ0", also den Maximalwert, zum Feststellen der

Schneckenrotation einstellen, wenn das Rückschlagventil verschlossen ist und das Kennzeichen ST für den Beginn der Schneckenrotation auf "2" eingestellt wird (Schritt **116** in [Fig. 9](#)).

**[0061]** Zudem kann man zu Beginn des Einspritzens eine umgekehrte Rotation der Schnecke **1** zulassen, so dass sich der Widerstand des Harzes derart verringert, dass sich der Rückschlagring **3** des Rückschlagventilmechanismus schnell nach hinten bewegt und in engen Kontakt mit dem Rückschlagsitz **4** kommt. Der Strombegrenzungswert für den dosierenden Servomotor kann also nur in Richtung der umgekehrten Rotation auf einen kleinen Strombegrenzungswert "-TQ1" eingestellt werden. Bei dem Beispiel in [Fig. 9](#) kann er beispielsweise im Schritt **105** derart eingestellt werden, dass das Drehmoment für die umgekehrte Rotation der Schnecke -TQ1 beträgt.

**[0062]** Nach dem Verschließen des Rückschlagventils wird zudem aufgrund von verringertem Druck oder dergleichen der Harzdruck vor dem Rückschlagventilmechanismus kleiner als der Harzdruck im hinteren Abschnitt, so dass die Schnecke **1** vorwärts rotiert und den Rückschlagring nach vorne drückt. Die Schneckenrotation wird festgestellt, damit verhindert wird, dass das in dem Rillenabschnitt **6** zwischen den Gängen **5** akkumulierte Harz vor das Rückschlagventil befördert wird. Die Drehung der Schnecke **1** in Richtung der Vorwärtsrotation kann dadurch verhindert werden, dass der Strombegrenzungswert für den dosierenden Servomotor in Richtung der Vorwärtsrotation auf den Maximalwert "+TQ0" eingestellt wird (bei dem in [Fig. 9](#) dargestellten Beispiel kann beispielsweise im Schritt **113** das Drehmoment für die umgekehrte Rotation der Schnecke auf +TQ1 eingestellt werden).

**[0063]** Kommt es bei dem Einspritz- und dem Verweilverfahren nicht zu einem kleineren Druck oder dergleichen oder tritt ein kleinerer Druck auf, der aber vernachlässigbar ist, kann zudem je nach der Spritzgussbedingung die Schneckenrotation während des Einspritzverfahrens frei gehalten werden. Siehe das Fließschema in [Fig. 9](#). Dann muss die Verarbeitung der Schritte **103**, **104** und **113** nicht durchgeführt werden.

**[0064]** Es kann zudem vorkommen, dass nach Beendigung des Dosierens die Schnecke **1** eine beliebige Strecke nach hinten bewegt wird, so dass sich der Harzdruck vor dem Schneckenkopf **2** verringert. Weil dann beim nächsten Einspritzvorgang keine Kraft auf das Harz vor dem Schneckenkopf **2** ausgeübt und der Rückschlagring **3** nicht in die umgekehrte Richtung gedrückt wird, während sich die Schnecke **1** um eine Strecke vorschiebt, die dem verringerten Druck entspricht, muss die Schnecke nicht insgesamt frei rotieren. Aus diesen Grund kann man die Schnecke



**1** frei rotieren lassen, nachdem sie eine willkürliche Position vom Beginn des Einspritzens an erreicht hat oder nachdem ein willkürlicher Zeitraum vom Beginn des Einspritzens an verstrichen ist.

**[0065]** Als nächstes wird ein Spritzgussverfahren beschrieben, das keinen Teil der Erfindung bildet. Die Schnecke **1** wird zum Einspritzzeitpunkt frei drehbar gemacht, so dass der Harzweg durch den Rückschlagventilmechanismus schnell verschlossen wird. Muss keine Korrektur in Bezug auf die Position durchgeführt werden, an der die Schnecke den Rückschlagventilmechanismus verschließt, oder vor einem stetigen Gießbetrieb ist demnach die Schneckenrotation für das Einspritzen frei drehbar, und die Position CL der verschließenden Schnecke wird ermittelt und im Vorhinein eingestellt. Es wird also diese Position CL der verschließenden Schnecke oder ein Durchschnittswert von ermittelten und angezeigten Schraubenpositionen bestimmt und dieser Durchschnittswert als Position CL der verschließenden Schnecke definiert. Anhand dieser ermittelten Position CL der verschließenden Schnecke werden eine Umschaltposition für die Einspritzgeschwindigkeit in der Einspritzregelung, eine Umschaltposition auf Verweilen und dergleichen eingestellt.

**[0066]** Danach muss bei einem stetigen Spritzgießbetrieb nur noch die Schnecke **1** frei drehbar gemacht und das Verschließen des Rückschlagventils nicht mehr ermittelt werden.

**[0067]** [Fig. 11](#) zeigt ein Fließschema von einer Verarbeitung, die der Prozessor **21** in diesem Fall ausführt. Wird ein Spritzgießvorgang gestartet, wird der Zeitgeber T zurückgesetzt (Schritt **200**). Während auf den Beginn des Einspritzens gewartet wird (Schritt **201**), wird der Zeitgeber T gestartet (Schritt **202**). Es wird überprüft, ob der Zeitgeber T die zuvor festgelegte Zeit hochgezählt hat oder nicht (Schritt **203**). Hat der Zeitgeber T nicht zu Ende gezählt, werden die Strombegrenzungswerte in Richtung der Vorwärtsrotation und in Richtung der umgekehrten Rotation für den dosierenden Servomotor **10** auf kleine Werte (einen Wert im Wesentlichen nahe 0) "+TQ1" und "-TQ1" eingestellt (Schritt **204**). Dadurch treten der dosierende Servomotor **10** und die Schnecke **1**, deren Rotation durch den Servomotor **10** angetrieben wird, in einen frei drehbaren Zustand ein.

**[0068]** Ist das Verweilen nicht beendet (Schritt **205**), kehrt die Abfolge zum Schritt **203** zurück. Die Verarbeitung der Schritte **203**, **204** und **205** wird wiederholt ausgeführt, bis der Zeitgeber T die voreingestellte Zeit zu Ende gezählt hat. Hat der Zeitgeber T die voreingestellte Zeit hochgezählt, wird der Begrenzungswert für das Drehmoment wieder auf den maximalen Antriebsstromwert "+TQ0" und "-TQ0" eingestellt, so dass das volle Drehmoment ausgegeben werden kann, indem die Drehmomentbegrenzung für den do-

sierenden Servomotor **10** aufgehoben wird. Zu diesem Zeitpunkt wird die Positionsabweichung einer Positionsregelung zum Regeln des dosierenden Servomotors **10** auf "0" gestellt (Schritt **208**).

**[0069]** Danach wird die Verarbeitung in den Schritten **203**, **208** und **205** wiederholt ausgeführt, bis das Verweilen beendet ist. Also wird der Strombegrenzungswert für den dosierenden Servomotor zum Maximalwert, nachdem der Zeitgeber T die voreingestellte Zeit hochgezählt hat. An den dosierenden Servomotor ist kein Bewegungsbefehl ausgegeben worden. Daher arbeitet der dosierende Servomotor **10** derart, dass er seine Rotationsposition beibehält und die Rotation der Schnecke **1** stoppt und fixiert. Ist das Verweilen so beendet worden (Schritt **205**), wird der Strombegrenzungswert für den dosierenden Servomotor **10** erneut auf den maximalen Antriebsstromwert "+TQ0" und "-TQ0" eingestellt (Schritt **206**), und es wird auf das Ende des Spritzgießens gewartet (Schritt **207**).

**[0070]** Wie oben beschrieben, kann der Zeitpunkt bestimmt werden, an dem die Schneckenrotation je nach der vom Beginn des Einspritzens verstrichenen Zeit fixiert wird. Dieser Zeitpunkt kann auf Basis der Position der Schnecke **1** und eines tatsächlichen Ausmaßes der Schneckenrotation bestimmt werden.

**[0071]** Wie oben beschrieben, kann erfindungsgemäß der Verschlusszeitpunkt des Rückschlagventils zum Einspritzzeitpunkt ohne Verwendung eines speziellen Mechanismus ermittelt werden. Zudem kann eine stabile Spritzgussregelung erhalten werden.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer In-line-Schnecken-Spritzgussmaschine mit Rückschlagventilmechanismus (**3**, **4**), das die Schritte umfasst:  
 Bringen einer Schnecke (**1**) der Spritzgussmaschine in einen frei drehbaren Zustand ab oder nach dem Beginn des Einspritzens; gekennzeichnet durch:  
 Ermitteln, wann die Rotation der Schnecke (**1**) stoppt, was zeigt, dass der Rückschlagventilmechanismus (**3**, **4**) geschlossen ist; und  
 Ermitteln einer Position (CL) der Schnecke (**1**), wenn ermittelt wird, dass die Rotation der Schnecke gestoppt hat.
2. Verfahren nach Anspruch 1, das zudem den Schritt umfasst:  
 Korrigieren auf Basis der ermittelten Schneckenposition (CL) einer Schneckenposition (CL0), die zur Steuerung des Einspritzvorgangs eingestellt wurde.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, das zudem den Schritt umfasst:  
 willkürliches Einstellen des Zeitpunkts, an dem die Schnecke (**1**) in einen frei drehbaren Zustand ge-

bracht werden soll.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, das zudem den Schritt umfasst:  
Beschränken einer Drehrichtung der Schnecke (1), die in einen frei drehbaren Zustand gebracht wurde, in einer Richtung.

5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, das zudem den Schritt umfasst:  
Einstellen des Rotationsdrehmoments der Schnecke (1) auf einen willkürlichen Wert, wenn diese in den frei drehbaren Zustand gebracht wurde.

6. Verfahren nach einem vorhergehenden Anspruch, das zudem den Schritt umfasst:  
Fixieren der Rotation der Schnecke (1), nachdem diese in den frei drehbaren Zustand gebracht wurde.

7. Verfahren nach Anspruch 6, das zudem den Schritt umfasst:  
willkürliches Einstellen des Zeitpunkts, an dem die Rotation der Schnecke (1) erneut fixiert wird.

8. Verfahren nach Anspruch 1, wobei ermittelt wird, wann die Rotation der Schnecke (1) stoppt, indem man beurteilt, ob die Rotationsgeschwindigkeit (V) der Schnecke gleich oder kleiner als ein voreingestellter Wert (V0) ist.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

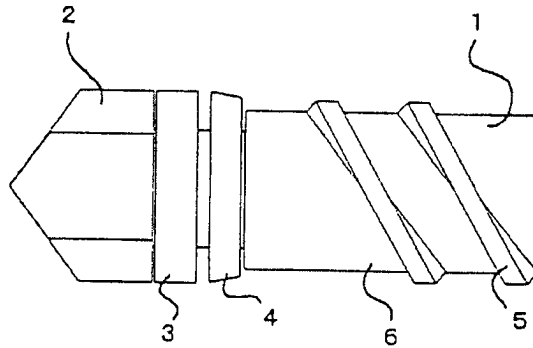


FIG. 2

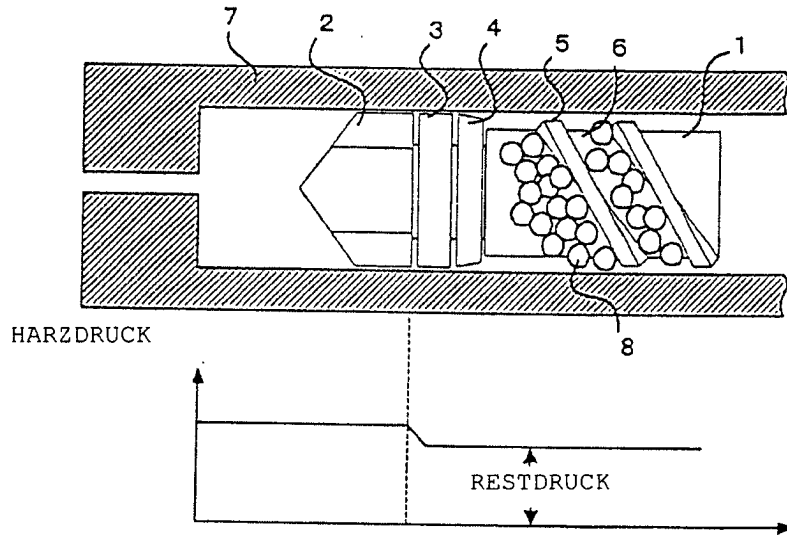


FIG. 3

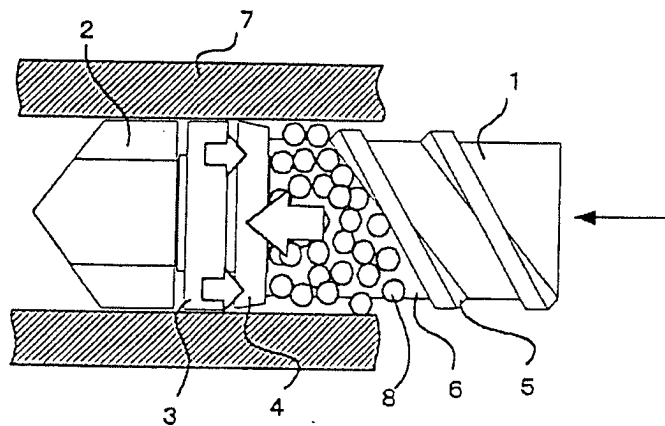


FIG. 4

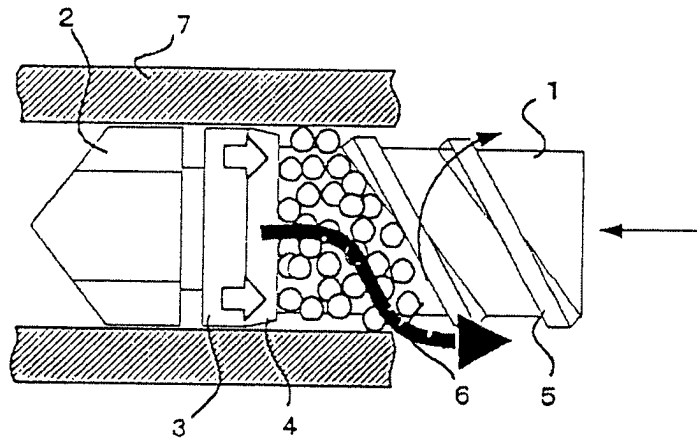


FIG. 5

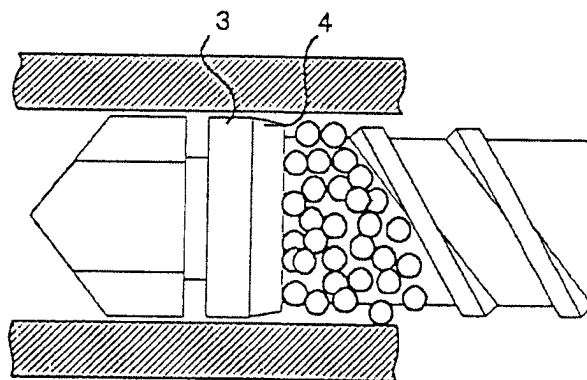


FIG. 6

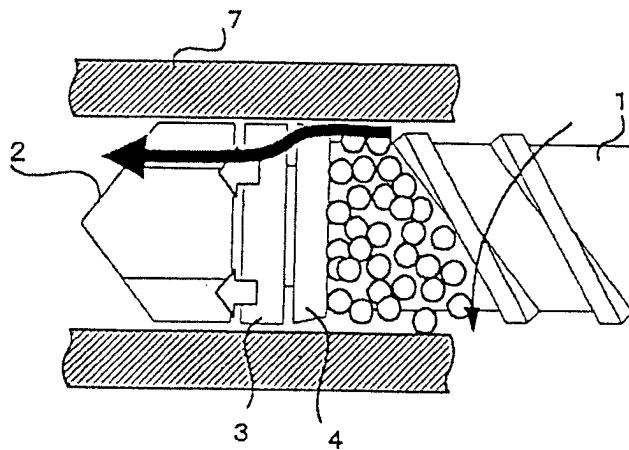
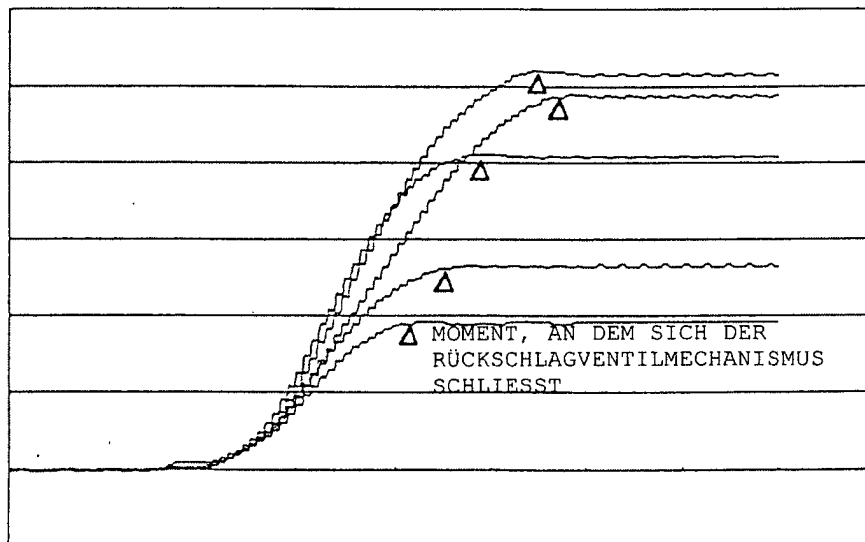


FIG. 7

AUSMASS DER SCHNECKENROTATION



VOM BEGINN DES EINSPRITZENS AN  
VERSTRICHENE ZEIT



FIG. 8

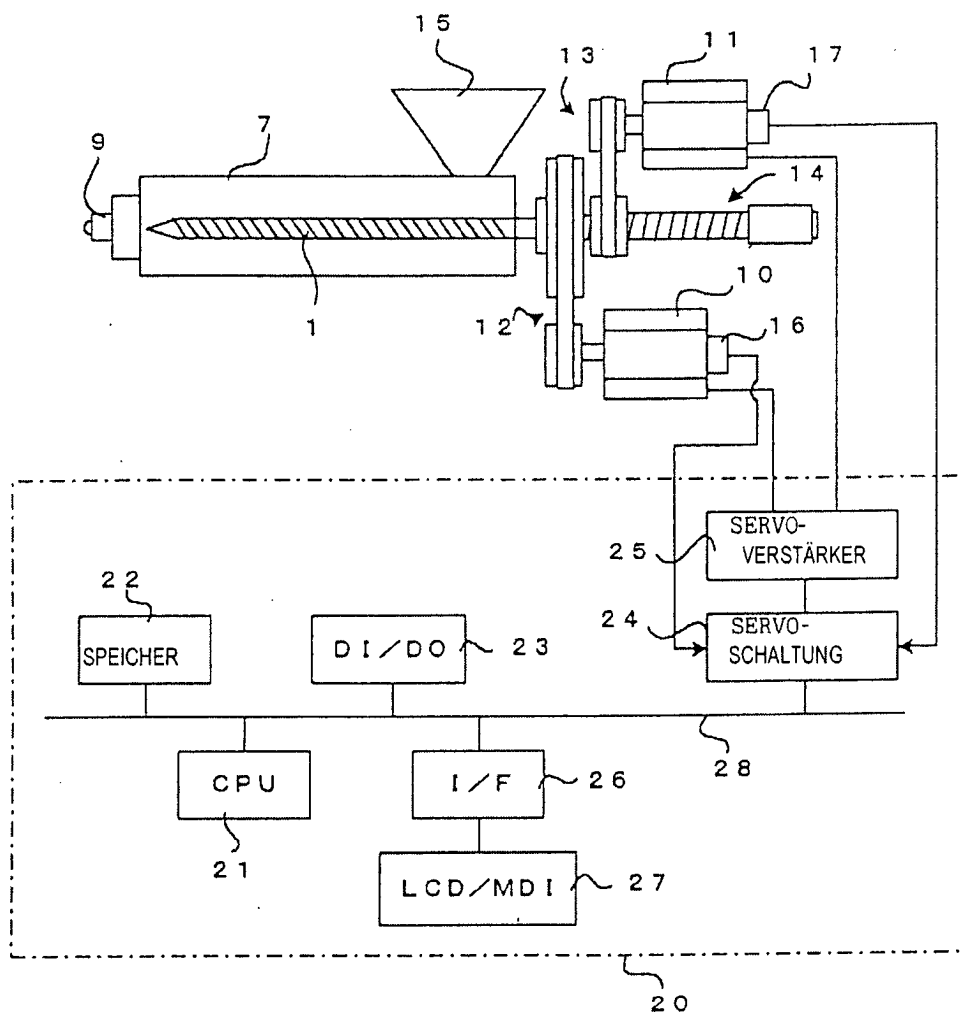


FIG. 9

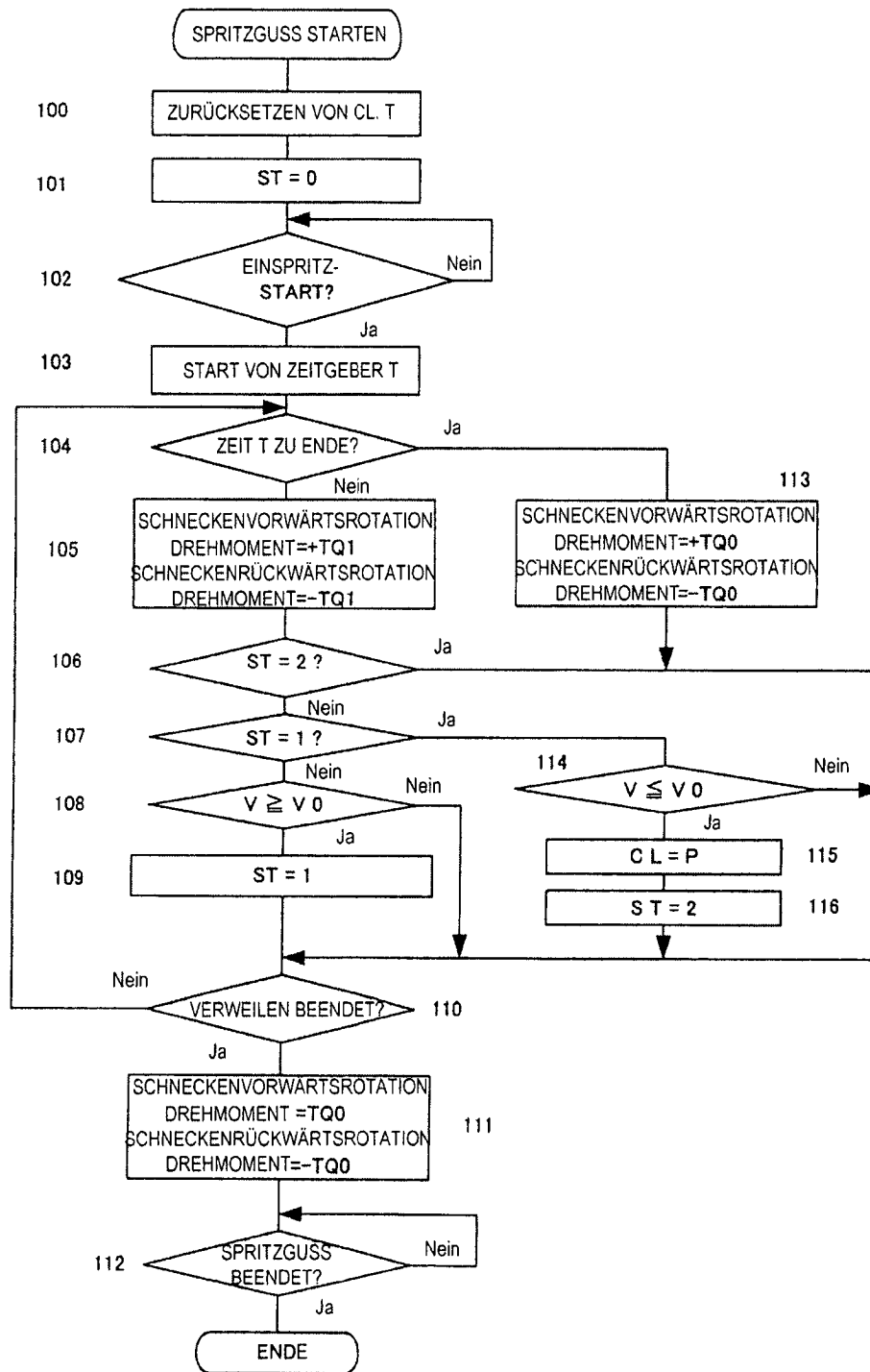


FIG. 10

VOREINGESTELLTE GESCHWINDIGKEIT

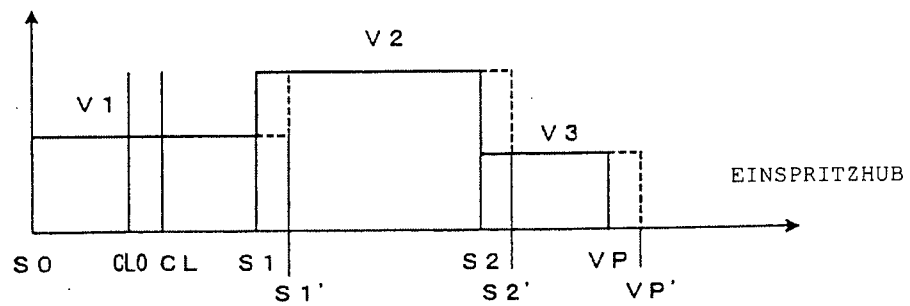


FIG. 11

