(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2023 126 749 A1** 2024.04.04

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2023 126 749.3**
(22) Anmeldetag: **29.09.2023**
(43) Offenlegungstag: **04.04.2024**

(51) Int Cl.: ***B29C 45/76*** (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2022-159621 03.10.2022 JP

(74) Vertreter:
Simmons & Simmons LLP, 80538 München, DE

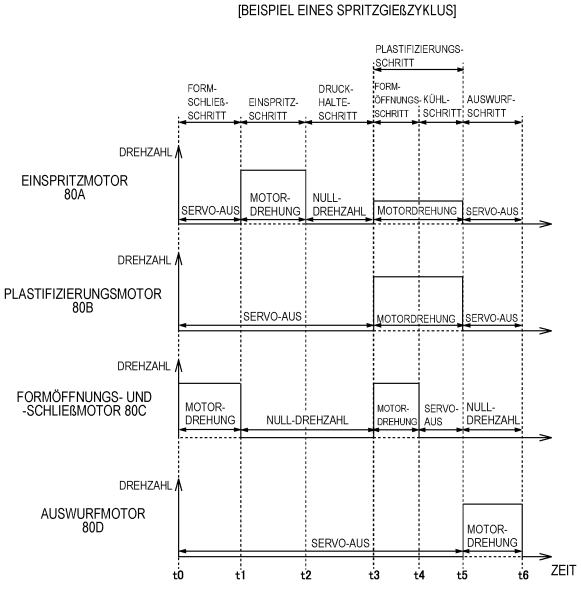
(71) Anmelder:
The Japan Steel Works, Ltd., Tokyo, JP

(72) Erfinder:
Okawachi, Ryo, Tokyo, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **SPRITZGIEßMASCHINE**

(57) Zusammenfassung: Eine Spritzgießmaschine enthält einen Servomotor, einen Servoverstärker und eine Steuervorrichtung. Der Servoverstärker enthält ein erstes Schaltelement und ein zweites Schaltelement. Der Spritzgießzyklus umfasst einen ersten Zeitraum, in dem der Servomotor gedreht wird, und einen zweiten Zeitraum, in dem der Servomotor nicht gedreht wird. Der Servomotor ist so gestaltet, dass er eine Motordrehsteuerung, eine Servo-Aus-Steuerung und eine Nulldrehzahl-steuerung ausführen kann. Die Steuerungsvorrichtung führt die Motordrehsteuerung in dem ersten Zeitraum und die Servo-Aus-Steuerung oder die Nulldrehzahl-Steuerung in dem zweiten Zeitraum aus.



Beschreibung

QUERVERWEIS AUF VERWANDTE ANMELDUNGEN

[0001] Die vorliegende nicht-provisorische Anmeldung beruht auf der japanischen Patentanmeldung Nr. 2022-159621, die am 3. Oktober 2022 beim Japanischen Patentamt eingereicht wurde und deren gesamter Inhalt hiermit durch Bezugnahme aufgenommen wird.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Technisches Gebiet der Erfindung

[0002] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf eine Spritzgießmaschine.

Beschreibung des Stands der Technik

[0003] Fabriken verwenden Spritzgießmaschinen zum Formen/Spritzgießen von Gegenständen, die jeweils ein Kunststoffharz oder ähnliches als Basismaterial enthalten. Die Veröffentlichung des japanischen Patents Nr. 2020-069756 beschreibt eine elektrische Spritzgießmaschine mit einem Servomotor. Eine solche Spritzgießmaschine führt wiederholt einen Gießzyklus eines Spritzgießverfahrens aus, der eine Vielzahl von Schritten wie einen Einspritzschritt und einen Druckhalteschritt umfasst, um spritzgegossene Gegenstände in Massenproduktion herzustellen.

[0004] Die Spritzgießmaschine der Veröffentlichung des japanischen Patents Nr. 2020-069756 enthält einen Motor zur Ausführung eines Gießzyklus. Die Veröffentlichung des japanischen Patents Nr. 2020-069756 offenbart ein Schaltbild eines Stromversorgungssystems, das den Motor mit Strom versorgt. Das Stromversorgungssystem in der Veröffentlichung des japanischen Patents Nr. 2020-069756 umfasst einen PWM-Wandler, an den eine 3-Phasen-Wechselstrom-Spannungsleitung angeschlossen ist, eine Gleichstrom-Spannungsleitung innerhalb der Spritzgießmaschine, die mit der Ausgangsseite des PWM-Wandlers verbunden ist, und einen Wechselrichter, der mit der Gleichstrom-Spannungsleitung verbunden ist. Der Wechselrichter erzeugt eine 3-Phasen-Wechselspannung zum Antreiben des Motors.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0005] Ein Spritzgieß- bzw. Spritzgießzyklus umfasst einen Zeitraum, in dem ein Motor gedreht wird, und einen Zeitraum, in dem die Drehung des Motors angehalten ist. In dem Zeitraum, in der die Drehung des Motors angehalten/gestoppt ist, kann eine Steuerung durchgeführt werden, um den Drehwinkel des Motors bei einem vorbestimmten Winkel anzuhalten bzw. zu stoppen, indem mindestens eines der Schaltelemente eines Wechselrichters eingeschaltet wird. Wenn der Motor durch Einschalten des mindestens einen der Schaltelemente des Wechselrichters gestoppt wird, kann verhindert werden, dass sich der Drehwinkel des Motors aufgrund des Auftretens einer externen Kraft unbeabsichtigt ändert. Durch das Schalten der Schaltelemente wird jedoch Strom verbraucht.

[0006] Der Inhalt der vorliegenden Offenbarung wurde entwickelt, um ein solches Problem zu lösen. Ein Ziel der vorliegenden Offenbarung ist es, zu verhindern, dass sich der Drehwinkel des Motors aufgrund des Auftretens einer äußeren Kraft im Motor unbeabsichtigt ändert, und um einen Anstieg des Stromverbrauchs zu verhindern.

[0007] Eine Spritzgießmaschine gemäß einer Ausführungsform umfasst einen ersten Servomotor; einen ersten Servoverstärker, der den ersten Servomotor mit Energie versorgt; und eine Steuerungsvorrichtung, die den ersten Servoverstärker steuert, um einen Spritzgießzyklus auszuführen. Der erste Servoverstärker enthält ein erstes Schaltelement und ein zweites Schaltelement. Der Spritzgießzyklus umfasst einen ersten Zeitraum, in dem der erste Servomotor gedreht wird, und einen zweiten Zeitraum, in dem der erste Servomotor nicht gedreht wird. Der erste Servomotor ist so gestaltet, dass er drehbar ist, indem er durch eine erste Steuerung gesteuert wird, und dass er anhaltbar ist, indem er durch eine zweite oder dritte Steuerung gesteuert wird. Die erste Steuerung steuert die Drehung des ersten Servomotors, indem sie das erste Schaltelement und das zweite Schaltelement in verschiedenen Phasen einschaltet. Die dritte Steuerung ist eine Steuerung zum Stoppen bzw. Anhalten der Drehung des ersten Servomotors, indem eine Steuerung zum Einschalten des ersten Schaltelements und des zweiten Schaltelements in der gleichen Phase durchgeführt wird. Die zweite Steuerung ist eine Steuerung zum Stoppen bzw. Anhalten der Drehung des ersten Servomotors durch die Durchführung einer Steuerung zum Ausschalten des ersten Schaltelements und des zweiten Schaltelements. Die Steuerungsvorrichtung führt die erste Steuerung in dem ersten Zeitraum und die zweite Steuerung oder die dritte Steuerung in dem zweiten Zeitraum aus.

[0008] Die vorgenannten und andere Ziele, Merkmale, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden detaillierten Beschreibung der vorliegenden Erfindung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen deutlicher.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Fig. 1 ist eine Außenansicht einer Spritzgießmaschine gemäß einer ersten Ausführungsform;

Fig. 2 ist ein schematisches Blockdiagramm der Spritzgießmaschine gemäß der ersten Ausführungsform;

Fig. 3 ist ein Schaubild, das ein Detail einer elektrischen Schaltungskonfiguration eines Servoverstärkers gemäß der ersten Ausführungsform zeigt;

Fig. 4 ist ein Schaubild zur Beschreibung der Funktionsweise eines Schaltelements;

Fig. 5 ist ein Diagramm zur Beschreibung eines Spritzgießzyklus gemäß der ersten Ausführungsform;

Fig. 6 ist ein schematisches Blockdiagramm einer Spritzgießmaschine gemäß einer zweiten Ausführungsform;

Fig. 7 ist ein Flussdiagramm, das ein Verarbeitungsverfahren für die Entscheidung über einen Nulldrehzahl-Zeitraum und einen Servo-Aus-Zeitraum zeigt;

Fig. 8 ist ein Diagramm zur Beschreibung eines Testzyklus gemäß der zweiten Ausführungsform;

Fig. 9 ist ein schematisches Blockdiagramm einer Spritzgießmaschine gemäß einer dritten Ausführungsform;

Fig. 10 ist ein Flussdiagramm, das ein Verfahren zum Umschalten von Nulldrehzahl-Steuerung und Servo-Aus-Steuerung gemäß der dritten Ausführungsform zeigt;

Fig. 11 ist ein Flussdiagramm, das einen Verarbeitungsvorgang zum Umschalten der Nulldrehzahl-Steuerung und der Servo-Aus-Steuerung gemäß einem ersten Abwandlungsbeispiel zeigt; und

Fig. 12 ist ein Ablauf, der einen Verarbeitungsvorgang eines Spritzgießverfahrens gemäß einem zweiten Abwandlungsbeispiel zeigt.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0009] Unter Bezugnahme auf die Zeichnungen werden im Folgenden Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung im Detail beschrieben. Es ist zu beachten, dass gleiche oder zueinander korrespondierende Teile in den Zeichnungen mit den gleichen Bezugsziffern bezeichnet werden und nicht wiederholt beschrieben werden.

[Erste Ausführungsform]

<Konfiguration der Spritzgießmaschine>

[0010] Unter Bezugnahme auf **Fig.** 1 wird im Folgenden eine Spritzgießmaschine 100 gemäß einer ersten Ausführungsform beschrieben. **Fig.** 1 ist eine Außenansicht der Spritzgießmaschine 100 gemäß der ersten Ausführungsform.

[0011] Die Spritzgießmaschine 100 befindet sich in einer XY-Ebene. Die Richtung senkrecht zur XY-Ebene wird als Z-Achsenrichtung bezeichnet. Im Folgenden wird in einigen Fällen die positive Richtung der Z-Achse in **Fig.** 1 als Seite der oberen Oberfläche oder als Oberseite und die negative Richtung als Seite der unteren Oberfläche oder als Unterseite bezeichnet. Es ist zu beachten, dass die in **Fig.** 1 dargestellte Spritzgießmaschine 100 als Horizontal-Spritzgießmaschine dargestellt ist, die Spritzgießmaschine 100 gemäß der ersten Ausführungsform aber nicht auf eine Horizontal-Spritzgießmaschine beschränkt ist. Die Spritzgießmaschine 100 gemäß der ersten Ausführungsform kann eine Vertikal-Spritzgießmaschine sein.

[0012] Ein Spritzgießverfahren, das von der Spritzgießmaschine 100 ausgeführt wird, umfasst einen Formschließschritt, einen Einspritzschritt, einen Druckhalteschritt, einen Formöffnungsschritt, einen Kühlschritt, einen Auswurfschritt und einen Plastifizierungsschritt. Die Spritzgießmaschine 100 führt wiederholt einen Zyklus des oben beschriebenen Spritzgießverfahrens aus. Im Folgenden wird ein Zyklus, der als eine Einheit zum Formen eines Formteils dient, als „Gießzyklus“ bezeichnet. Die Spritzgießmaschine 100 ist in der Lage, Formteile mit unterschiedlichen Formen und Materialqualitäten zu formen. Die Spritzgießmaschine 100 führt ein Spritzgießverfahren durch, das der Form und der Art der Materialqualität eines Formkörpers entspricht.

[0013] Die Spritzgießmaschine 100 umfasst eine Formschließvorrichtung bzw. Formschließvorrichtung 10, eine Einspritzvorrichtung 20, ein Bedienfeld 30 und Steuerungsvorrichtungen 40A bis 40D. Die Formschließvorrichtung 10 spannt die Formen ein bzw. verklemmt diese miteinander. Die Einspritzvorrichtung 20 schmilzt und spritzt ein Einspritzmaterial ein. Die Formschließvorrichtung 10 ist in Bezug auf die Einspritzvorrichtung 20 auf der Seite der negativen Richtung der X-Achse angeordnet.

<Formschließvorrichtung>

[0014] In der ersten Ausführungsform umfasst die Formschließvorrichtung 10 ein Bett 11, eine feste Platte 12, ein Formschließgehäuse 13, eine bewegliche Platte 14, eine Zugstange 15, einen Formschließmechanismus 16, die Formen 17 und 18,

eine Kugelumlaufspindel 19 und die Servomotoren 80C und 80D. Das Bett 11 trägt die feste Platte 12, das Formschließgehäuse 13, die bewegliche Platte 14 und dergleichen. Die feste Platte 12 ist am Bett 11 befestigt. Das Formschließgehäuse 13 und die bewegliche Platte 14 sind jeweils so gestaltet, dass sie auf dem Bett 11 in Richtung der X-Achse verschiebbar sind.

[0015] Zwischen der feststehenden Platte 12 und dem Formschließgehäuse 13 ist die Zugstange 15 angeordnet. Die Zugstange 15 verbindet die feste Platte 12 mit dem Formschlussgehäuse 13. Die in **Fig.** 1 dargestellte Zugstange 15 besteht aus vier Stangen. Es ist zu beachten, dass die Anzahl der Stangen in der Zugstange 15 nicht auf vier beschränkt ist, sondern beispielsweise auch fünf oder mehr betragen kann.

[0016] Die bewegliche Platte 14 ist so gestaltet, dass sie zwischen der festen Platte 12 und dem Formschließgehäuse 13 in Richtung der X-Achse verschiebbar ist. Zwischen dem Formschließgehäuse 13 und der beweglichen Platte 14 ist ein Formschließmechanismus 16 vorgesehen. Das Formschließgehäuse 13 gemäß der ersten Ausführungsform umfasst einen Kniehebelmechanismus. Es ist zu beachten, dass der Formschließmechanismus 16 einen geradlinig-hydraulischen Formschließmechanismus umfassen kann. Der geradlinig-hydraulische Formschließmechanismus ist genau genommen ein Formschließzylinder.

[0017] Der Servomotor 80C ist im Formschlussgehäuse 13 untergebracht. Der Servomotor 80C treibt den Formschließmechanismus 16 über die Kugelumlaufspindel 19 an. Die Kugelumlaufspindel 19 wandelt die Drehbewegung des Servomotors 80C in eine lineare Bewegung um, um den Formschließmechanismus 16 anzutreiben. Zwischen der festen Platte 12 und der beweglichen Platte 14 sind die Formen 17 und 18 angeordnet. Die Formen 17 und 18 werden durch den angetriebenen Formschließmechanismus 16 geöffnet und geschlossen.

[0018] Ein Schritt, bei dem die getrennten Formen 17 und 18 in engen Kontakt gebracht werden, wird als „Formschließschritt“ bezeichnet. Darüber hinaus wird ein Schritt zum Trennen der Formen 17 und 18, die sich in engem Kontakt befinden, als „Formöffnungsschritt“ bezeichnet. Der Servomotor 80C ist ein Motor, der für den Formschließschritt und den Formöffnungsschritt verwendet wird. Im Folgenden wird der Servomotor 80C in einigen Fällen als „Formöffnungs- und Formschließungsmotor 80C“ bezeichnet.

[0019] Die Spritzgießmaschine 100 führt nach dem Formöffnungsschritt einen Schritt durch, der als „Auswurfschritt“ bezeichnet wird. Der Auswurfschritt ist ein Schritt, bei dem aus der Form 17 ein Einspritzmaterial wie z. B. ein Harz entnommen wird, das sich verfestigt hat, nachdem die Formen 17 und 18 mit dem Einspritzmaterial gefüllt wurden. Konkret dreht sich ein Auswurfmotor 80D , um einen nicht abgebildeten Stift oder ähnliches auszustoßen. Dadurch wird der geformte Gegenstand, der in engem Kontakt mit der Form 17 steht, entfernt. Der in der beweglichen Platte 14 vorgesehene Servomotor 80D ist ein Motor, der für den Auswurfschritt verwendet wird. Der Servomotor 80D wird in einigen Fällen als „Auswurfmotor 80D“ bezeichnet.

<E inspritzvorrichtung>

[0020] Die Einspritzvorrichtung 20 umfasst eine Basis 21, einen Heizzylinder 22, eine Schnecke 23, einen Antriebsmechanismus 24, einen Trichter 25, eine Einspritzdüse 26, eine Düsenberührungsvorrichtung 27, Thermoelemente 29A bis 29C und die Servomotoren 80A und 80B. Die Basis 21 ist in Bezug auf das Bett 11 auf der Seite der positiven Richtung der X-Achse angeordnet. Die Basis 21 trägt den Antriebsmechanismus 24 und dergleichen. Die Servomotoren 80A und 80B sind im Antriebsmechanismus 24 vorgesehen.

[0021] Die Schnecke 23 ist im Heizzylinder 22 angeordnet. Die Spritzgießmaschine 100 verwendet die Schnecke 23, um einen Schritt durchzuführen, der als „Plastifizierungsschritt“ bezeichnet wird. Der Plastifizierungsschritt ist ein Schritt des Knetens eines zu spritzenden Harzes unter Verwendung der Erwärmung des Heizzylinders 22 und der Drehung der Schnecke 23. Der Servomotor 80B im Antriebsmechanismus 24 dreht die Schnecke 23 in Richtung der X-Achse als zentrale Achse. Mit anderen Worten, der Servomotor 80B ist ein Motor, der für den Plastifizierungsschritt verwendet wird. Im Folgenden wird der Servomotor 80B in einigen Fällen als „Plastifizierungsmotor 80B“ bezeichnet.

[0022] Außerdem führt die Spritzgießmaschine 100 einen als „Einspritzschritt“ bezeichneten Schritt und einen als „Druckhalteschritt“ bezeichneten Schritt durch. Der Einspritzschritt ist ein Schritt, bei dem das im Plastifizierungsschritt plastifizierte Harz in die Formen 17 und 18 eingespritzt wird. Der Druckhalteschritt ist ein Schritt des Aufbringens von Druck, um das im Einspritzschritt injizierte Harz in den Formen 17 und 18 zu halten. Der angetriebene Servomotor 80A verschiebt die Schnecke 23 in die negative Richtung der X-Achsenrichtung. Dadurch wird das plastifizierte Harz durch die Schnecke 23 in die Formen 17 und 18 eingespritzt. Servomotor 80A ist ein Motor, der für den Einspritzschritt oder den Druckhalteschritt verwendet wird. Im Folgenden wird der Servomotor 80A in einigen Fällen als „Einspritzmotor 80A“ bezeichnet.

[0023] Der Trichter 25 befindet sich in Bezug auf den Heizzylinder 22 auf der positiven Seite der Z-Achse. Die Einspritzdüse 26 befindet sich am Ende des Heizzylinders 22 auf der Seite der X-Achse in negativer Richtung. Die Düsenberührungsvorrichtung 27 verschiebt die Einspritzvorrichtung 20 in Richtung der X-Achse, um die Einspritzdüse 26 in Kontakt mit der Angussbuchse der Form 18 zu bringen. Die Thermoelemente 29A bis 29C können in der Nähe der Einspritzdüse 26 und des Heizzylinders 22 angeordnet sein. Die Thermoelemente 29A bis 29C sind Temperatursensoren, die die Temperaturen der Bereiche erfassen, an denen die Thermoelemente 29A bis 29C angeordnet sind.

[0024] Die Basis 21 enthält Steuerungsvorrichtungen 40A bis 40D und Servoverstärker 50A bis 50D im Inneren. Die Servoverstärker 50A bis 50D versorgen jeweils die Servomotoren 80A bis 80D mit Strom. Genauer gesagt erzeugen die Servoverstärker 50A bis 50D jeweils eine dreiphasige Wechselspannung und versorgen den entsprechenden Servomotor mit der dreiphasigen Wechselspannung. Die Steuerungsvorrichtungen 40A bis 40D steuern jeweils die Servoverstärker 50A bis 50D, um einen Gießzyklus auszuführen. Die jeweiligen Steuerungsvorrichtungen 40A bis 40D sind elektrisch miteinander verbunden.

[0025] Das Bedienfeld 30 zeigt Informationen über die Spritzgießmaschine 100 an und empfängt die Bedienung durch einen Benutzer. Das Bedienfeld 30 ist elektrisch mit mindestens einer der Steuerungsvorrichtungen 40A bis 40D verbunden. Im Beispiel von **Fig.** 1 ist das Bedienfeld 30 auf der Seite der negativen Richtung der Y-Achse in Bezug auf die Spritzgießmaschine 100 angeordnet. Gemäß einem Aspekt kann das Bedienfeld 30 als eine von der Spritzgießmaschine 100 verschiedene Einheit vorgesehen sein. Zum Beispiel kann das Bedienfeld 30 in einem anderen Raum als die Spritzgießmaschine 100 angeordnet sein.

[0026] Das Bedienfeld 30 umfasst ein Display 31 und eine Eingabevorrichtung 32. Die Eingabevorrichtung 32 umfasst beispielsweise eine Vielzahl von Tasten. Gemäß einem Aspekt können das Display 31 und die Eingabevorrichtung 32 als integriertes Touchpanel ausgeführt sein. Darüber hinaus kann das Bedienfeld 30 ein Mikrofon und einen Lautsprecher enthalten, um eine Bedienung durch einen Benutzer mittels Ton zu empfangen.

<Schematisches Blockdiagramm der Spritzgießmaschine>

[0027] **Fig.** 2 ist ein schematisches Blockdiagramm der Spritzgießmaschine 100 gemäß der ersten Ausführungsform. Wie in **Fig.** 2 dargestellt, umfasst die Spritzgießmaschine 100 die in **Fig.** 1 beschriebenen Steuerungsvorrichtungen 40A bis 40D, Servoverstärker 50A bis 50D und Servomotoren 80A bis 80D.

[0028] Wie in **Fig.** 1 beschrieben, werden der Servoverstärker 50A und der Servomotor 80A für den Einspritzschritt verwendet. Der Servoverstärker 50B und der Servomotor 80B werden für den Plastifizierungsschritt verwendet. Der Servoverstärker 50C und der Servomotor 80C werden für den Formöffnungs- und -schließschritt verwendet. Der Servoverstärker 50D und der Servomotor 80D werden für den Auswurfschritt verwendet. Die Stromversorgungspfade für den Antrieb der Servomotoren 80A bis 80D sind zwischen den Servoverstärkern 50A bis 50D bzw. den Servomotoren 80A bis 80D dargestellt. In **Fig.** 1 ist keine Systemstromversorgung dargestellt.

[0029] Nachfolgend wird der interne Aufbau der Steuerungsvorrichtung 40A beschrieben. Es ist anzumerken, dass jede der Steuerungsvorrichtungen 40B bis 40C eine ähnliche interne Konfiguration wie die der Steuerungsvorrichtung 40A, wie in **Fig.** 2 dargestellt, aufweist. Die interne Konfiguration jeder der Steuerungsvorrichtungen 40B bis 40C wird daher nicht wiederholt beschrieben. Darüber hinaus werden in der internen Konfiguration jeder der Steuerungsvorrichtungen 40B bis 40C die gleichen wie die internen Komponenten in der internen Konfiguration der Steuerungsvorrichtung 40A oder die dazu korrespondierenden Teile durch die gleichen Bezugszeichen bezeichnet. Die Steuerungsvorrichtung 40A umfasst eine Steuereinheit 41, eine Ausgabeschnittstelle 43 und eine Speichervorrichtung 44. Die Steuereinheit 41 der Steuerungsvorrichtung 40A ist über die Ausgangsschnittstelle 43 mit dem Servoverstärker 50A verbunden, damit ein Steuersignal übertragen werden kann. Die Steuereinheit 41 der Steuerungsvorrichtung 40A überträgt ein Steuersignal an den Servoverstärker 50A, um den Zustand eines unten beschriebenen Schaltelements zu steuern.

[0030] Die Steuereinheit 41 umfasst eine CPU 41a und einen Speicher 41b. Die CPU 41a lädt ein Programm in einen RAM (Random Access Memory) und führt das Programm aus. Das Programm wird in einem ROM (Read Only Memory) gespeichert. Der Speicher 41 b umfasst den ROM und den RAM. Der Speicher 41 b speichert das Programm und ähnliches, das von der CPU 41 a ausgeführt werden soll.

[0031] Gemäß einem Aspekt kann die Steuereinheit 41 eine spezielle Hardwareschaltung umfassen. Mit anderen Worten, die Steuereinheit 41 kann durch einen ASIC (Application Specific Integrated Circuit), einen FPGA (Field-Programmable Gate Array) oder Ähnliches umgesetzt sein. Darüber hinaus kann die Steuereinheit 41 durch eine geeignete Kombination aus einem Prozessor und einem Speicher, einem ASIC, einem FPGA oder Ähnlichem umgesetzt

sein. Die Speichervorrichtung 44 kann zum Beispiel ein HDD (Hard Disk Drive), ein SSD (Flash Solid State Drive) oder ähnliches sein.

<Beschreibung der elektrischen Schaltung>

[0032] **Fig.** 3 ist ein Schaubild, das ein Detail einer elektrischen Schaltungskonfiguration des Servoverstärkers 50A gemäß der ersten Ausführungsform zeigt. In **Fig.** 3 wird die elektrische Schaltungskonfiguration des Servoverstärkers 50A als Beispiel beschrieben, aber die Servoverstärker 50B bis 50D haben ebenfalls elektrische Schaltungskonfigurationen, die denen des Servoverstärkers 50A ähnlich sind.

[0033] Eines der Enden des Servoverstärkers 50A ist elektrisch mit dem Servomotor 80A verbunden und das andere Ende des Servoverstärkers 50A ist über einen Gleichstrombus 260 elektrisch mit einem Wechselstrom-Gleichstromrichter Cv1 verbunden. Der Wechselstrom-Gleichstromrichter Cv1 umfasst einen dreiphasigen Vollbrücken-PWM-Gleichrichter.

[0034] Der Wechselstrom-Gleichstromrichter Cv1 wandelt den von der Systemstromversorgung 200 gelieferten Wechselstrom in Gleichstrom um und liefert den umgewandelten Gleichstrom an den Gleichstrombus 260. Der Gleichstrombus 260 umfasst zwei Stromversorgungsleitungen PL1 und NL1. Es ist anzumerken, dass der Wechselstrom-Gleichstromrichter Cv1 eine Filterschaltung zum Entfernen einer hochfrequenten Rauschkomponente, einen Aufwärtstransformator und ähnliches enthalten kann, aber das Beispiel von **Fig.** 3 lässt diese aus Gründen der vereinfachten Beschreibung weg. Ein Glättungskondensator ist zwischen den Stromversorgungsleitungen PL1 und NL1 im Gleichstrombus 260 angeordnet.

[0035] Der Servoverstärker 50A enthält einen dreiphasigen Vollbrücken-Wechselrichter Iv1. Der Wechselrichter Iv1 enthält Schaltelemente U1, U2, V1, V2, W1 und W2, die zwischen den Stromversorgungsleitungen PL1 und NL1 des Gleichstrombusses 260 angeordnet sind. Im Folgenden werden die Schaltelemente U1, U2, V1, V2, W1 und W2 allgemein als „Schaltelemente U1 bis W2“ bezeichnet. Darüber hinaus werden die Schaltelemente U1, V1 und W1 allgemein als „oberer Arm“ und die Schaltelemente U2, V2 und W2 in einigen Fällen allgemein als „unterer Arm“ bezeichnet. Das Schaltelement U1 kann einem „ersten Schaltelement“ im Sinne der vorliegenden Offenbarung entsprechen. Das Schaltelement V1 kann einem „zweiten Schaltelement“ im Sinne der vorliegenden Offenbarung entsprechen.

[0036] Im Wechselrichter Iv1 werden die Schaltelemente U1, V1 und W1 und die Schaltelemente U2, V2 und W2 komplementär geschaltet. Mit anderen Worten: Wenn das Schaltelement U1 eingeschaltet ist, ist das Schaltelement U2 ausgeschaltet.

[0037] Die U-Phase des Servomotors 80A ist mit einem Verbindungsknoten zwischen den Schaltelementen U1 und U2 verbunden, die in Reihe zwischen den Stromversorgungsleitungen PL1 und NL1 geschaltet sind. Die V-Phase des Servomotors 80A ist mit einem Verbindungsknoten zwischen den Schaltelementen V1 und V2 verbunden, die in Reihe zwischen den Stromversorgungsleitungen PL1 und NL1 geschaltet sind. Die W-Phase des Servomotors 80A ist mit einem Verbindungsknoten zwischen den Schaltelementen W1 und W2 verbunden, die in Reihe zwischen den Stromversorgungsleitungen PL1 und NL1 geschaltet sind.

[0038] Wie in **Fig.** 2 beschrieben, wird der Servoverstärker 50A von der Steuervorrichtung 40A der Spritzgießmaschine 100 gesteuert. Insbesondere sendet die Steuerungsvorrichtung 40A Steuersignale an die jeweiligen Schaltelemente U1 bis W2, um die Zustände der jeweiligen Schaltelemente U1 bis W2 zu steuern. Dies veranlasst den Servoverstärker 50A, Gleichstrom vom Gleichstrombus 260 in Wechselstrom umzuwandeln und den Servomotor 80A anzutreiben.

[0039] Jedes der Schaltelemente U1 bis W2 ist ein Metalloxid-Halbleiter-Feldeffekttransistor (MOSFET), ein Bipolartransistor mit isoliertem Gate (IGBT) oder dergleichen. Die Steuereinheit 41 legt Gate-Spannungen an die Steueranschlüsse (Gate-Anschlüsse) der Schaltelemente U1 bis W2 als Steuersignale an, um die Schaltelemente U1 bis W2 einzuschalten. Das Anlegen einer Gatespannung an jedes der Schaltelemente U1 bis W2 verursacht Stromverbrauch. Der Verlust durch den Gatewiderstand und der Verlust durch den Schalterwiderstand verursachen den Verbrauch von Strom.

<Schaltelementbetrieb>

[0040] **Fig.** 4 ist ein Diagramm zur Beschreibung der Funktionsweise der einzelnen Schaltelemente U1 bis W2. In der vorliegenden Ausführungsform wird der Servomotor 80A durch drei Steuerungsverfahren gesteuert. Insbesondere ist der Servomotor 80A so gestaltet, dass er die in **Fig.** 4 dargestellte Motordrehsteuerung, Nulldrehzahl-Steuerung und Servo-Aus-Steuerung ausführen kann. Die Motordrehsteuerung kann der „ersten Steuerung“ im Sinne der vorliegenden Offenbarung entsprechen. Die Servo-Aus-Steuerung kann der „zweiten Steuerung“ im Sinne der vorliegenden Offenbarung entsprechen. Die Nulldrehzahl-Steuerung kann der „dritten Steuerung“ im Sinne der vorliegenden Offenbarung entsprechen. Es ist zu beachten, dass die Nulldrehzahl-Steuerung die unten beschriebene Positions-

steuerung umfassen kann. Mit anderen Worten, wenn die Steuerungsvorrichtung 40A die Drehung des Servomotors während der Durchführung der Nulldrehzahl-Steuerung feststellt, kann die Steuerungsvorrichtung 40A den Winkel des Servomotors auf einen vorbestimmten Winkel zurückstellen.

[0041] Die Motordrehsteuerung steuert die Drehung des Servomotors 80A. Die Steuerungsvorrichtung 40A schaltet die jeweiligen Schaltelemente U1 bis W2 zu einem Zeitpunkt, zu dem sich der Servomotor 80A dreht, z. B. durch 120°-Leitung. Mit anderen Worten, die Motordrehsteuerung ist eine Steuerung zum Drehen des Servomotors 80A, indem eine Steuerung zum Einschalten der Schaltelemente U1, V1 und W1 des oberen Arms in verschiedenen Phasen durchgeführt wird. Wenn die Motordrehung gesteuert wird, werden die Schaltelemente U1 bis W2 durch das Anlegen von Gatespannungen und Verbrauch von Strom, der von der Systemstromversorgung zugeführt und zum Antrieb des Servomotors 80A verwendet wird, mit Strom versorgt.

[0042] Die Nulldrehzahl-Steuerung dient dazu, die Drehung des Servomotors 80A zu stoppen, um die Drehzahl auf Null zu halten. Mit anderen Worten, die Nulldrehzahl-Steuerung stoppt die Drehung des Servomotors 80A durch wiederholtes Ein- und Ausschalten der jeweiligen Schaltelemente U1 bis W2 in derselben Phase.

[0043] In dem in **Fig.** 4 gezeigten Beispiel der Nulldrehzahl-Steuerung wiederholt die Steuerungsvorrichtung 40A in der gleichen Phase einen Zeitraum, in dem der obere Arm ausgeschaltet und der untere Arm eingeschaltet ist, und einen Zeitraum, in dem der obere Arm eingeschaltet und der untere Arm ausgeschaltet ist. Dies bewirkt, dass die U-Phase, die V-Phase und die W-Phase des Servomotors 80A denselben Spannungswert haben und die Drehung des Servomotors 80A gestoppt wird.

[0044] Es ist anzumerken, dass die Steuerung, bei der die Schaltelemente U1 bis W2 wiederholt ein- und ausgeschaltet werden, in dem Beispiel der Nulldrehzahl-Steuerung in **Fig.** 4 dargestellt ist, aber die Schaltelemente U1, V1 und W1 des oberen Arms können konstant eingeschaltet sein und die Schaltelemente U2, V2 und W2 des unteren Arms können konstant ausgeschaltet sein in einem Zeitraum, in dem die Nulldrehzahl-Steuerung durchgeführt wird. Darüber hinaus können in dem Zeitraum, in dem die Nulldrehzahl-Steuerung durchgeführt wird, die Schaltelemente U1, V1 und W1 des oberen Arms ständig ausgeschaltet sein und die Schaltelemente U2, V2 und W2 des unteren Arms ständig eingeschaltet sein. Anders gesagt müssen die Schaltelemente U1 bis W2 im Zeitraum der Nulldrehzahl-Steuerung nicht wiederholt geschaltet werden.

[0045] Wenn der Servomotor 80A eine äußere Kraft empfängt und sich der Drehwinkel des Servomotors 80A während der Nulldrehzahl-Steuerung ändert, erhält der Servomotor 80A eine Kraft, die eine Änderung des Drehwinkels verhindert, wenn mindestens eines der Schaltelemente U1 bis W2 eingeschaltet ist. Dadurch kann der Servomotor 80A unter Beibehaltung des Drehwinkels anhalten. Wie in **Fig.** 4 dargestellt, wird an mindestens einem der Schaltelemente U1 bis W2 eine Gatespannung angelegt, wenn die Nulldrehzahl-Steuerung durchgeführt wird. Dies verursacht den Verbrauch von Strom.

[0046] Die Servo-Aus-Steuerung dient dazu, die Drehung zu stoppen, ohne eine Kraft auf den Servomotor 80A auszuüben. Wie in **Fig.** 4 dargestellt, schaltet die Steuerungsvorrichtung 40A alle Schaltelemente U1, V1 und W1 aus. Mit anderen Worten: Die Servo-Aus-Steuerung stoppt die Drehung des Servomotors 80A, indem sie jedes der Schaltelemente U1 bis W2 ausschaltet.

[0047] Wenn der Servomotor 80A während der Servo-Aus-Steuerung eine externe Kraft empfängt, ändert die externe Kraft den Drehwinkel des Servomotors 80A. Im Gegensatz dazu werden, wie in **Fig.** 4 dargestellt, bei der Servo-Aus-Steuerung keine Gate-Spannungen an die Schaltelemente U1 bis W2 angelegt. Es wird also kein Strom verbraucht. In **Fig.** 4 wurden die jeweiligen Arten der Steuerung unter Verwendung der Steuerungsvorrichtung 40A beschrieben, aber die Steuerungsvorrichtungen 40B bis 40D sind in ähnlicher Weise gestaltet, um die Motordrehsteuerung, die Nulldrehzahl-Steuerung und die Servo-Aus-Steuerung an den Servoverstärkern 50B bis 50D durchführen zu können.

<Gießzyklus>

[0048] **Fig.** 5 ist ein Diagramm zur Beschreibung eines Gießzyklus gemäß der ersten Ausführungsform. Wie oben beschrieben, wiederholt die Spritzgießmaschine 100 gemäß der vorliegenden Ausführungsform nacheinander einen Spritzgießzyklus, um eine Vielzahl von Formteilen herzustellen. **Fig.** 5 zeigt die Steuerung jedes der Servomotoren 80A bis 80D in einem Spritzgießzyklus.

[0049] Der Spritzgießzyklus umfasst den Formschließschritt, den Einspritzschritt, den Druckhalteschritt, den Plastifizierungsschritt, den Formöffnungsschritt, den Abkühlungsschritt und den Auswurfschritt. Der Kühlschritt ist ein Schritt des Abkühlens des Spritzgussmaterials in der Form 17 zur Verfestigung nach dem Formöffnungsschritt. Die Spritzgießmaschine 100 gemäß der vorliegenden Ausführungsform kann das Spritzgießmaterial im Kühlschritt unter Verwendung einer nicht dargestellten Kühlvorrichtung kühlen.

[0050] Wie in **Fig.** 5 dargestellt, wird der Spritzgießvorgang dadurch erreicht, dass die jeweiligen Servomotoren 80A bis 80D zu vorbestimmten Zeitpunkten in einer vorbestimmten Reihenfolge in einem Gießzyklus angetrieben werden. **Fig.** 5 zeigt einen Zeitraum, in dem jeder der Servomotoren 80A bis 80D angetrieben wird, als „Motordreh-Zeitraum“. Der Motordreh-Zeitraum wird für jeden der Servomotoren 80A bis 80D auf der Grundlage einer Formgebungsbedingung, wie z.B. der Form oder der Materialqualität eines geformten Gegenstands, vordefiniert. Im Folgenden wird in einem Spritzgießzyklus ein von dem „Motordreh-Zeitraum“ verschiedener Zeitraum als „Motorstoppzeitraum“ bezeichnet. In der vorliegenden Ausführungsform wird in dem Motorstopp-Zeitraum sowohl die Nulldrehzahl-Steuerung als auch die Servo-Aus-Steuerung ausgeführt. Der Motordreh-Zeitraum kann einem „ersten Zeitraum“ im Sinne der vorliegenden Offenbarung entsprechen. Darüber hinaus kann der Motorstopp-Zeitraum einem „zweiten Zeitraum“ im Sinne der vorliegenden Offenbarung entsprechen.

[0051] Der Formöffnungs- und -schließmotor 80C dreht sich im Formschließschritt zwischen den Zeitpunkten t0 und t1, um die Formen 17 und 18 in engen Kontakt zu bringen. Nach dem Formschließschritt dreht sich der Einspritzmotor 80A im Einspritzschritt zwischen den Zeitpunkten t1 und t2, um ein Einspritzmaterial in die Formen einzuspritzen. Mit anderen Worten, die Schnecke 23 gleitet in die negative Richtung der X-Achse, um das Einspritzmaterial in die Formen einzuspritzen. Nach Abschluss des Einspritzschritts wird keiner der jeweiligen Servomotoren 80A bis 80D im Druckhalteschritt zwischen den Zeitpunkten t2 und t3 angetrieben.

[0052] Nachdem der Druckhalteschritt beendet ist, dreht sich der Formöffnungs- und - schließmotor 80C zwischen den Zeitpunkten t3 und t4, um die Formen 17 und 18 voneinander zu trennen. Die Drehung des Einspritzmotors 80A verschiebt die Schnecke 23 im Plastifizierungsschritt zwischen den Zeitpunkten t3 und t5 in die positive Richtung der X-Achse. Die Bewegungsgeschwindigkeit der Schnecke 23 im Plastifizierungsschritt ist geringer als die Bewegungsgeschwindigkeit der Schnecke 23 im Einspritzschritt, um die Schnecke 23 in die Position zurückzubringen, in der sie sich zuvor befand.

[0053] Im Plastifizierungsschritt dreht der Plastifizierungsmotor 80B die Schnecke 23 in Richtung der X-Achse als zentrale Achse. Dadurch wird ein Einspritzmaterial geknetet, das im nächsten Gießzyklus verwendet wird. Schließlich dreht sich im Auswurfschritt zwischen den Zeitpunkten t5 und t6 der Auswurfmotor 80D, um einen nicht abgebildeten Stift oder ähnliches auszustoßen. Dadurch wird das Formteil, das sich in engem Kontakt mit der Form 17 befindet, entfernt.

[0054] Wie in **Fig.** 5 dargestellt, sind die Motordrehzeiträume des Einspritzmotors 80A der Zeitraum zwischen den Zeitpunkten t1 und t2 und der Zeitraum zwischen den Zeitpunkten t3 und t5. Die Motordrehzeiträume des Plastifizierungsmotors 80B sind die Zeiträume zwischen den Zeitpunkten t3 und t5. Die Motordrehzeiträume des Formöffnungs- und -schließmotors 80C sind der Zeitraum zwischen den Zeitpunkten t0 und t1 und der Zeitraum zwischen den Zeitpunkten t3 und t4. Ein Motordreh-Zeitraum des Auswurfmotors 80D ist der Zeitraum zwischen den Zeitpunkten t5 und t6.

<Nulldrehzahl-Steuerung und Servo-Aus-Steuerung>

[0055] In der Spritzgießmaschine 100 gemäß der ersten Ausführungsform ist vordefiniert, welche der Servo-Aus-Steuerung oder der Nulldrehzahl-Steuerung von jedem der Servomotoren 80A bis 80D nicht in einem Motordreh-Zeitraum, sondern in einem Motorstoppzeitraum ausgeführt wird. Wie in **Fig.** 5 dargestellt, wird im Einspritzmotor 80A die Servo-Aus-Steuerung im Formschließschritt und im Auswurfschritt und die Nulldrehzahl-Steuerung im Druckhalteschritt ausgeführt. Im Plastifizierungsmotor 80B wird die Servo-Aus-Steuerung in allen Schritten außer dem Plastifizierungsschritt durchgeführt.

[0056] Beim Formöffnungs- und -schließmotor 80C wird die Nulldrehzahl-Steuerung im Einspritzschritt, im Druckhalteschritt und im Auswurfschritt durchgeführt, und die Servo-Aus-Steuerung wird im Abkühlschritt durchgeführt. Beim Auswurfmotor 80D wird die Servo-Aus-Steuerung in allen Schritten außer dem Auswurfschritt durchgeführt. Wie in **Fig.** 5 dargestellt, wird im Folgenden ein Zeitraum, in dem die Servo-Aus-Steuerung durchgeführt wird, als „Servo-Aus-Zeitraum“ und ein Zeitraum, in dem die Nulldrehzahl-Steuerung durchgeführt wird, als „Nulldrehzahl-Zeitraum“ bezeichnet.

[0057] Der Druckhalteschritt ist ein Schritt, bei dem Druck auf das Einspritzmaterial in den Formen 17 und 18 ausgeübt wird, indem die Schnecke 23 fixiert wird, die während des Einspritzschritts in die negative Richtung der X-Achse verschoben wird. Im Druckhalteschritt bewirkt die Reaktion des Spritzgießmaterials, auf das Druck ausgeübt wird, dass die Schnecke 23 eine Kraft erhält, die die Schnecke 23 in die positive Richtung der X-Achse zurückdrückt. Die Spritzgießmaschine 100 gemäß der ersten Ausführungsform führt daher die Nulldrehzahl-Steuerung am Einspritzmotor 80A im Druckhalteschritt durch, um zu verhindern, dass die Schnecke 23 zur Seite der X-Achse in positiver Richtung zurückgedrückt wird, und um zu verhindern, dass die Schnecke 23 den auf dem Einspritzmaterial gehaltenen Druck verliert.

[0058] Beim Einspritzschritt wird aus einem ähnlichen Grund wie beim Druckhalteschritt auch eine Reaktion des Einspritzmaterials erzeugt. Die Formen 17 und 18 erhalten ebenfalls eine Reaktion, die zusätzlich zur Schnecke 23 Druck auf das Einspritzmaterial ausübt. Insbesondere übt das Einspritzmaterial, auf das in den Formen 17 und 18 Druck ausgeübt wird, auf die Formen 17 und 18 eine Kraft aus, die die Formen 17 und 18 trennt. Die Steuereinheit 41 der Steuerungsvorrichtung 40C führt daher die Nulldrehzahl-Steuerung des Formöffnungs- und -schließmotors 80C sowohl im Einspritzschritt als auch im Druckhalteschritt durch, wie in **Fig.** 5 dargestellt. Dies ermöglicht es der Spritzgießmaschine 100 gemäß der ersten Ausführungsform, die Positionen der Formen 17 und 18 gegen die Reaktion des Einspritzmaterials im Einspritzschritt und im Druckhalteschritt zu halten.

[0059] Wie in **Fig.** 1 dargestellt, ist der Auswurfmotor 80D in der beweglichen Platte 14 vorgesehen. Ein Stift wird durch den angetriebenen Auswurfmotor 80D ausgestoßen, um den geformten Gegenstand, der in engem Kontakt mit der Form 17 steht, zu entnehmen. Die bewegliche Platte 14 wird jedoch in einigen Fällen durch den Einfluss der durch den ausgestoßenen Stift hervorgerufenen Reaktion in Richtung der X-Achse bewegt. Wie in **Fig.** 5 dargestellt, wird die Nulldrehzahl-Steuerung im Motor 80C zum Öffnen und Schließen der Form in dem Auswurfschritt durchgeführt, in dem der Auswurfmotor 80D angetrieben wird. In der ersten Ausführungsform wurde das Beispiel beschrieben, bei dem die Steuerungsvorrichtungen 40A bis 40D jeweils die Servoverstärker 50A bis 50D steuern, aber die Servoverstärker 50A bis 50D können von einer Steuerungsvorrichtung gesteuert werden. Mit anderen Worten, die jeweiligen Steuerungsvorrichtungen 40A bis 40D können nicht als verschiedene Einheiten, sondern als eine Steuerungsvorrichtung vorgesehen sein.

[0060] Auf diese Weise führt die Spritzgießmaschine 100 gemäß der ersten Ausführungsform die Nulldrehzahl-Steuerung nur in einem Zeitraum aus, in dem jeder der Servomotoren 80A bis 80D eine externe Kraft aufnehmen kann, und führt die Servo-Aus-Steuerung in einem Zeitraum aus, in dem eine andere Komponente der Spritzgießmaschine 100 keine externe Kraft ausübt. Dies führt dazu, dass alle Schaltelemente U1 bis W2 in längeren Zeiträumen ausgeschaltet sind als die Zeiträume, in denen alle Schaltelemente U1 bis W2 ausgeschaltet sind, wenn die Nulldrehzahl-Steuerung in allen Motorstoppzeiträumen durchgeführt wird. Es ist möglich, den Verbrauch von Strom zu unterdrücken. Anders gesagt ist es möglich, in der Spritzgießmaschine 100 gemäß der ersten Ausführungsform zu verhindern, dass sich der Drehwinkel aufgrund der Aufnahme einer externen Kraft durch jeden der Servomotoren 80A bis 80D unbeabsichtigt ändert, und den Verbrauch von Strom zu verringern und die Drehung jedes der Servomotoren 80A bis 80D zu stoppen.

<Zweite Ausführungsform>

[0061] In der ersten Ausführungsform wurde ein Beispiel beschrieben, bei dem eine Nulldrehzahl-Zeitraum und ein Servo-Aus-Zeitraum in einem Spritzgießzyklus vordefiniert sind. Wie oben beschrieben, ändert sich jedoch die Motordrehzahl in einem Spritzgießzyklus in Abhängigkeit von den Formgebungsbedingungen, wie z.B. der Gestalt oder der Materialqualität des Spritzgussmaterials eines Formteils. Es ist daher notwendig, für jede Formgebungsbedingung erneut einen Nulldrehzahl-Zeitraum und einen Servo-Aus-Zeitraum zu definieren. In einer zweiten Ausführungsform wird eine Technik beschrieben, die automatisch einen Nulldrehzahl-Zeitraum und einen Servo-Aus-Zeitraum in einem Spritzgießzyklus bestimmt, indem ein Testzyklus durchgeführt wird. Es ist zu beachten, dass ein Bauteil, das dem entsprechenden in der ersten Ausführungsform ähnelt, in der zweiten Ausführungsform nicht wiederholt beschrieben wird.

[0062] **Fig.** 6 ist ein schematisches Blockdiagramm einer Spritzgießmaschine 100A gemäß der zweiten Ausführungsform. Die Spritzgießmaschine 100A ist mit einem Stromsensor für jeden der Servomotoren 80A bis 80D ausgestattet. Darüber hinaus steuert in der zweiten Ausführungsform eine einzelne Steuervorrichtung 40 die jeweiligen Servoverstärker 50A bis 50D. Gemäß einem Aspekt kann die Spritzgießmaschine 100A gemäß der zweiten Ausführungsform jedoch auch mit Steuerungsvorrichtungen 40A bis 40D versehen sein, die jeweils die Servoverstärker 50A bis 50D wie in der ersten Ausführungsform beschrieben steuern. In diesem Fall kann das unten beschriebene Flussdiagramm von **Fig.** 7 von jeder der Steuerungsvorrichtungen 40A bis 40D oder einer anderen Steuerungsvorrichtung ausgeführt werden, die die Steuerungsvorrichtungen 40A bis 40D integral steuert. Wie in **Fig.** 6 dargestellt, umfasst die Spritzgießmaschine 100A neben der Steuervorrichtung 40, den Servoverstärkern 50A bis 50D und den Servomotoren 80A bis 80D auch Stromsensoren 81A bis 81D. Darüber hinaus umfasst die Steuerungsvorrichtung 40 neben der Ausgangsschnittstelle 43 auch eine Eingangsschnittstelle 42.

[0063] Die Stromsensoren 81A bis 81D erfassen jeweils die Motorströme der Servomotoren 80A bis 80D. Jeder der Stromsensoren 81A bis 81 D überträgt den erfassten Stromwert über die Eingangsschnittstelle 42 an die Steuereinheit 41. Bei jedem der Servomotoren 80A bis 80D korreliert der Motorstrom mit dem im Motor erzeugten Drehmoment. Die Speichervorrichtung 44 speichert den Wert des

Drehmoments in Verbindung mit dem von jedem der Stromsensoren 81A bis 81 D erfassten Stromwert. Mit anderen Worten, die Steuereinheit 41 ist in der Lage, die in den Servomotoren 80A bis 80D erzeugten Drehmomente auf der Grundlage der von den Stromsensoren 81A bis 81 D erfassten Werte zu schätzen.

<Technik zur Bestimmung des Nulldrehzahl-Zeitraums und des Servo-Aus-Zeitraums durch einen Testzyklus>

[0064] **Fig.** 7 ist ein Flussdiagramm, das einen Verarbeitungsvorgang zur Bestimmung eines Nulldrehzahl-Zeitraums und eines Servo-Aus-Zeitraums zeigt. Das in **Fig.** 7 dargestellte Flussdiagramm ist in der Speichervorrichtung 44 als Programm gespeichert, und das Programm wird von der Steuereinheit 41 ausgeführt.

[0065] Bei der zweiten Ausführungsform wird ein Testzyklus durchgeführt, bevor ein Spritzgießzyklus begonnen hat. Der Testzyklus ist ein Versuchszyklus mit dem gleichen Motordrehzahlzeitraum und Motorstoppzeitraum wie der Spritzgießzyklus. In der zweiten Ausführungsform werden ein Nulldrehzahl-Zeitraum und ein Servo-Aus-Zeitraum auf der Grundlage des Drehmoments festgelegt, das während eines Motorstopp-Zeitraums in einem Testzyklus erzeugt wird. Die Steuereinheit 41 führt das in **Fig.** 7 dargestellte Flussdiagramm aus, bevor ein Spritzgießzyklus ausgeführt wird.

[0066] Die Steuereinheit 41 führt einen Testzyklus aus (Schritt S100). Der Testzyklus ist ein Zyklus, in dem die Nulldrehzahl-Steuerung in allen Motorstopp-Zeiträumen durchgeführt wird. **Fig.** 8 ist ein Diagramm zur Beschreibung des Testzyklus gemäß der zweiten Ausführungsform. Wie in **Fig.** 8 dargestellt, wird die Servo-Aus-Steuerung nicht ausgeführt, sondern nur die Motordrehsteuerung und die Nulldrehzahl-Steuerung werden im Testzyklus ausgeführt. Ein in **Fig.** 8 dargestellter „Motordreh-Zeitraum“ kann einem „dritten Zeitraum“ im Sinne der vorliegenden Offenbarung entsprechen. Ein in **Fig.** 8 dargestellter „Nulldrehzahl-Zeitraum“ kann einem „vierten Zeitraum“ im Sinne der vorliegenden Offenbarung entsprechen.

[0067] Es wird wieder auf **Fig.** 7 verwiesen. Die Steuereinheit 41 stellt fest, ob der Testzyklus beendet ist oder nicht (Schritt S110). Wenn der Testzyklus nicht beendet ist (NEIN in Schritt S110), wiederholt die Steuereinheit 41 die Verarbeitung von Schritt S110. Wenn der Testzyklus beendet ist (JA in Schritt S110), bezieht die Steuereinheit 41 die Ergebnisse der Erfassung durch die Stromsensoren 81A bis 81 D in dem in Schritt S100 ausgeführten Testzyklus (Schritt S120).

[0068] Die Steuereinheit 41 definiert die Nulldrehzahl-Zeiträume und die Servo-Aus-Zeiträume der jeweiligen Servomotoren 80A bis 80D in einem Spritzgießzyklus auf der Grundlage der Werte der Erfassung durch die Stromsensoren 81A bis 81 D (Schritt S130). In Schritt S130 bestimmt die Steuereinheit 41, ob das Ergebnis der Erfassung durch jeden der Stromsensoren 81A bis 81D in einem bestimmten Zeitraum innerhalb eines Motorstoppzeitraums einen vorbestimmten Schwellenwert oder mehr beträgt oder nicht. Wenn der innerhalb des bestimmten Zeitraums erfasste Stromwert den vorbestimmten Schwellenwert oder mehr beträgt, bestimmt die Steuereinheit 41, dass die externe Kraft in dem bestimmten Zeitraum ein Drehmoment erzeugt. In diesem Fall definiert die Steuereinheit 41 den Zeitraum im Spritzgießzyklus, der dem bestimmten Zeitraum entspricht, als einen Nulldrehzahl-Zeitraum.

[0069] Wenn dagegen der innerhalb des bestimmten Zeitraums ermittelte Stromwert unter dem vorgegebenen Schwellenwert liegt, bestimmt die Steuereinheit 41, dass externe Kräfte kein Drehmoment in dem bestimmten Zeitraum erzeugen. In diesem Fall definiert die Steuereinheit 41 den Zeitraum im Spritzgießzyklus, der dem bestimmten Zeitraum entspricht, als einen Servo-Aus-Zeitraum. Es ist zu beachten, dass der bestimmte Zeitraum ein Zeitraum sein kann, der einen Schritt oder einen Zeitraum von einer Sekunde innerhalb eines Motorstoppzeitraums anzeigt.

[0070] Dies wird anhand eines konkreteren Beispiels beschrieben. Wenn die Steuereinheit 41 aufgrund des Erfassungswerts des Stromsensors 81A feststellt, dass der Einspritzmotor 80A in dem in **Fig.** 8 dargestellten Druckhalteschritt vom Zeitpunkt t2 bis zum Zeitpunkt t3 eine äußere Kraft empfängt, definiert die Steuereinheit 41 den Druckhalteschritt innerhalb eines Spritzgießzyklus als einen Nulldrehzahl-Zeitraum. Im Gegensatz dazu definiert die Steuereinheit 41 den Druckhalteschritt innerhalb eines Spritzgießzyklus als eine Servo-Aus-Zeitraum, wenn die Steuereinheit 41 aufgrund des Erfassungswerts des Stromsensors 81A bestimmt, dass der Einspritzmotor 80A in dem in **Fig.** 8 dargestellten Formschließschritt vom Zeitpunkt t0 bis zum Zeitpunkt t1 keine externe Kraft empfängt.

[0071] Auf diese Weise entscheidet die Steuereinheit 41 über die Nulldrehzahl- und Servo-Aus-Zeiträume der jeweiligen Servomotoren 80A bis 80D innerhalb eines Spritzgießzyklus auf der Grundlage der Ergebnisse der Erfassung durch die Stromsensoren 81A bis 81D im Testzyklus. Die Steuereinheit 41 führt einen Spritzgießzyklus gemäß eines in S130 definierten Nulldrehzahl-Zeitraums und eines Servo-Aus-Zeitraums aus (Schritt S140). Dadurch ist es bei der zweiten Ausführungsform möglich, einen Nulld-

rehzahl-Zeitraum und einen Servo-Aus-Zeitraum innerhalb eines Spritzgießzyklus auf der Grundlage eines Testzyklus zu definieren, um festzustellen, ob eine externe Kraft tatsächlich auftritt oder nicht. Darüber hinaus muss ein Benutzer bei der zweiten Ausführungsform nicht selbst berücksichtigen, ob in jedem Zeitraum eine äußere Kraft auftritt oder nicht. Dadurch ist es möglich, durch die einfache Durchführung eines Testzyklus automatisch einen Nulldrehzahl-Zeitraum und einen Servo-Aus-Zeitraum innerhalb eines Spritzgießzyklus zu bestimmen.

<Dritte Ausführungsform>

[0072] In der zweiten Ausführungsform wurde die Technik beschrieben, die automatisch einen Nulldrehzahl-Zeitraum und einen Servo-Aus-Zeitraum bestimmt, indem ein Testzyklus im Voraus ausgeführt wird, bevor ein Spritzgießzyklus ausgeführt wird. Unerwartete äußere Kräfte, die durch ein Erdbeben, einen Unfall, ein defektes Teil in der Spritzgießmaschine 100 und ähnliches verursacht werden, treten jedoch in einigen Fällen in einem durch einen Testzyklus bestimmten Servo-Aus-Zeitraum auf. In einer dritten Ausführungsform wird ein Verfahren beschrieben, bei dem ein Drehzahlsensor verwendet wird, der die Drehzahl eines Motors erfasst, um in Echtzeit zu entscheiden, ob die Nulldrehzahl-Steuerung oder die Servo-Aus-Steuerung durchgeführt wird. Es ist zu beachten, dass ein Bauteil, das dem entsprechenden in der zweiten Ausführungsform ähnelt, in der dritten Ausführungsform nicht wiederholt beschrieben wird.

[0073] **Fig.** 9 ist ein schematisches Blockdiagramm einer Spritzgießmaschine 100B gemäß der dritten Ausführungsform. Die Spritzgießmaschine 100B ist mit einem Positionssensor für jeden der Servomotoren 80A bis 80D ausgestattet. Insbesondere umfasst die Spritzgießmaschine 100B, wie in **Fig.** 9 dargestellt, zusätzlich zu den Komponenten der zweiten Ausführungsform die Positionssensoren 84A bis 84D.

[0074] Jeder der Positionssensoren 84A bis 84D ist z.B. ein optischer Encoder. Die Positionssensoren 84A bis 84D erfassen jeweils die Drehzahlen der Servomotoren 80A bis 80D. Darüber hinaus erfassen die Positionssensoren 84A bis 84D jeweils die Drehwinkel der Servomotoren 80A bis 80D. Gemäß einem Aspekt ist nicht jeder der Positionssensoren 84A bis 84D als ein optischer Encoder vorgesehen, sondern die Positionssensoren 84A bis 84D können in verschiedenen Einheiten als Drehzahlsensoren, die jeweils die Drehzahl erfassen, und Winkelsensoren, die jeweils einen Drehwinkel erfassen, vorgesehen sein.

[0075] Die Positionssensoren 84A bis 84D übertragen die von den jeweiligen Positionssensoren 84A bis 84D erfassten Ergebnisse über die Eingangsschnittstelle 42 an die Steuereinheit 41. Dadurch kann die Steuereinheit 41 die Drehzahlen und Drehwinkel der Servomotoren 80A bis 80D erfassen.

<Umschalten zwischen Nulldrehzahl-Steuerung und Servo-Aus-Steuerung>

[0076] **Fig.** 10 ist ein Flussdiagramm, das einen Verarbeitungsvorgang zum Umschalten der Nulldrehzahl-Steuerung und der Servo-Aus-Steuerung gemäß der dritten Ausführungsform zeigt. Bei der dritten Ausführungsform führt die Steuereinheit 41 die Nulldrehzahl-Steuerung nur in einem notwendigen Zeitraum durch, indem sie das in **Fig.** 10 dargestellte Flussdiagramm ausführt, ohne einen Testzyklus durchzuführen.

[0077] Das in **Fig.** 10 dargestellte Flussdiagramm zeigt einen Verarbeitungsvorgang für die Ausführung eines Spritzgießzyklus. Die Steuereinheit 41 führt das in **Fig.** 10 dargestellte Flussdiagramm separat für die jeweiligen Servomotoren 80A bis 80D aus. Bei der dritten Ausführungsform wird auch ein Motordreh-Zeitraum in Abhängigkeit von einer Formgebungsbedingung vordefiniert.

[0078] Die Steuereinheit 41 bestimmt nach Beginn eines Spritzgießzyklus, ob in einen Motordreh-Zeitraum eingetreten wird oder nicht (Schritt S200). Wenn in einen Motordreh-Zeitraum eingetreten wird (JA in Schritt S200), führt die Steuereinheit 41 die in **Fig.** 4 beschriebene Motordrehsteuerung aus (Schritt S201). Wenn zum Beispiel das Flussdiagramm von **Fig.** 10 für den Formöffnungs- und -schließmotor 80C ausgeführt wird, beginnt ein Motordreh-Zeitraum unmittelbar nach Beginn eines Spritzgießzyklus, wie in **Fig.** 5 dargestellt. Im Flussdiagramm von **Fig.** 11 wird, nachdem die Motordrehsteuerung in Schritt S201 ausgeführt wurde, die Nulldrehzahl-Steuerung oder die Servo-Aus-Steuerung durchgeführt, oder die Motordrehsteuerung bleibt kontinuierlich ausgeführt, bis ein Zyklus beendet ist.

[0079] Anschließend bestimmt die Steuereinheit 41, ob ein Spritzgießzyklus beendet ist oder nicht (Schritt S202). Wenn die Steuereinheit 41 feststellt, dass ein Spritzgießzyklus nicht beendet ist (NEIN in Schritt S202), kehrt die Steuereinheit 41 zum Schritt S200 zurück.

[0080] Danach bestimmt die Steuereinheit 41 erneut, ob in einen Motordrehzahlzeitraum eingetreten wird oder nicht (Schritt S200). Wenn in keinen Motordreh-Zeitraum eingetreten wird (NEIN in Schritt S200), führt die Steuereinheit 41 die Nulldrehzahl-Steuerung durch (Schritt S203). Wenn zum Beispiel das Flussdiagramm von **Fig.** 10 für den Formöffnungs- und -schließmotor 80C ausgeführt wird, wie-

derholt die Steuereinheit 41 die Schritte S200, S201 und S202 im Zeitraum von Zeitpunkt t0 bis Zeitpunkt t1 in **Fig.** 5. Der Motordreh-Zeitraum ist zum Zeitpunkt t1 beendet. Die Steuereinheit 41 gemäß der dritten Ausführungsform führt somit die Nulldrehzahl-Steuerung des Motors 80C zum Öffnen und Schließen der Form durch (Schritt S203). Im Flussdiagramm von **Fig.** 11 wird, nachdem die Nulldrehzahl-Steuerung in Schritt S203 ausgeführt wurde, die Motordrehsteuerung oder die Servo-Aus-Steuerung durchgeführt, oder die Nulldrehzahl-Steuerung bleibt kontinuierlich ausgeführt, bis ein Zyklus beendet ist.

[0081] Anschließend setzt die Steuereinheit 41 einen Timer zurück (Schritt S204). Bei dem Timer in Schritt S204 handelt es sich um einen Allzweck-Timer, der z. B. auf der CPU 41a vorgesehen ist. Das Zurücksetzen des Timers gemäß der vorliegenden Ausführungsform bedeutet, dass der Zählerstand des Timers auf einen Anfangswert (0 Sekunden) zurückgesetzt wird und die Zählung beginnt.

[0082] Anschließend bestimmt die Steuereinheit 41, ob in einen Motordreh-Zeitraum eingetreten wird oder nicht (Schritt S205). Wenn in keinen Motordreh-Zeitraum eingetreten wird (NEIN in Schritt S205), bestimmt die Steuereinheit 41, ob der Wert des Timers 100 ms erreicht oder nicht (Schritt S206). Wenn der Wert des Timers 100 ms nicht erreicht (NEIN in Schritt S206), bestimmt die Steuereinheit 41, ob in einen Motordreh-Zeitraum eingetreten wird oder nicht (Schritt S205). Wenn in einen Motordreh-Zeitraum eingetreten wird, bevor der Wert des Timers 100 ms erreicht (JA in Schritt S205), führt die Steuereinheit 41 die Motordrehsteuerung durch (Schritt S201).

[0083] Wenn der Wert des Timers 100 ms erreicht (JA in Schritt S206), bestimmt die Steuereinheit 41, ob in dem 100 ms-Zeitraum, der von dem Timer aus Schritt S204 gemessen wird, ein Drehmoment erfasst wird oder nicht (Schritt S207). Mit anderen Worten, die Speichervorrichtung 44 oder der Speicher 41b speichert einen Wert, der von einem Stromsensor in dem 100 ms-Zeitraum erfasst wurde, welcher von dem Timer aus Schritt S204 gemessen wurde. Die Steuereinheit 41 bestimmt, ob der Wert der Erfassung durch den Stromsensor in dem 100 ms-Zeitraum, welcher durch den Timer aus Schritt S204 gemessen wird, einen vorbestimmten Schwellenwert oder mehr erreicht oder nicht.

[0084] Wenn in dem 100 ms-Zeitraum, der von dem Timer aus Schritt S204 gemessen wird, ein Drehmoment festgestellt wird (JA in Schritt S207), kehrt die Steuereinheit 41 zu Schritt S204 zurück, unter der Annahme, dass äußere Kräfte in dem jüngsten bzw. kürzlichsten 100 ms-Zeitraum aufgetreten sind. Mit anderen Worten: Die Steuereinheit 41 führt die Nulldrehzahl-Steuerung in einem in dem 100 ms-Zeitraum kontinuierlich weiter durch.

[0085] Wenn in Schritt S207 kein Drehmoment in dem vom Timer aus Schritt S204 gemessenen 100 ms-Zeitraum festgestellt wird (NEIN in Schritt S207), schaltet die Steuereinheit 41 die Nulldrehzahl-Steuerung auf die Servo-Aus-Steuerung um, unter der Annahme, dass in dem jüngsten 100 ms-Zeitraum keine externen Kräfte aufgetreten sind (Schritt S208). Im Flussdiagramm von **Fig.** 11 wird nach der Ausführung der Servo-Aus-Steuerung in Schritt S208 die Motordrehsteuerung oder die Nulldrehzahl-Steuerung durchgeführt, oder die Servo-Aus-Steuerung bleibt kontinuierlich ausgeführt, bis ein Zyklus beendet ist.

[0086] Mit anderen Worten: In dem jüngsten 100 ms-Zeitraum ist keine äußere Kraft aufgetreten, und ein Zeitraum, in dem keine äußere Kraft auftritt, kann daher in den nächsten 100 ms-Zeitraum fortlaufen. Dies veranlasst die Steuereinheit 41, die Nulldrehzahl-Steuerung auf die Servo-Aus-Steuerung umzuschalten, um den Stromverbrauch zu reduzieren. Mit anderen Worten: Wenn in einem 100 ms-Zeitraum innerhalb eines Zeitraums, in dem die Nulldrehzahl-Steuerung ausgeführt wird, kein Drehmoment festgestellt wird, schaltet die Steuereinheit 41 die Nulldrehzahl-Steuerung auf die Servo-Aus-Steuerung um.

[0087] Nach dem Umschalten der Nulldrehzahl-Steuerung auf die Servo-Aus-Steuerung ermittelt die Steuereinheit 41 den Drehwinkel eines Servomotors aus dem Erfassungswert eines Positionssensors (Schritt S209). Mit anderen Worten: Die Steuereinheit 41 veranlasst die Speichervorrichtung 44 oder den Speicher 41b, den Drehwinkel des Servomotors unmittelbar nach dem Umschalten auf die Servo-Aus-Steuerung zu speichern.

[0088] Die Steuereinheit 41 setzt den Timer zurück (Schritt S210). Die Steuereinheit 41 stellt fest, ob in einen Motordreh-Zeitraum eingetreten wird oder nicht (Schritt S211). Wenn in keinen Motordreh-Zeitraum eingetreten wird (NEIN in Schritt S211), bestimmt die Steuereinheit 41, ob der Wert des Timers 100 ms erreicht oder nicht (Schritt S212). Wenn der Wert des Timers nicht 100 ms erreicht (NEIN in Schritt S212), stellt die Steuereinheit 41 fest, ob ein Motordreh-Zeitraum erreicht wird, bevor der Wert des Timers 100 ms erreicht (Schritt S211) oder nicht. Wenn ein Motordreh-Zeitraum erreicht wird, bevor der Wert des Timers 100 ms erreicht (JA in Schritt S211), führt die Steuereinheit 41 die Motorumdrehungssteuerung durch (Schritt S201).

[0089] Wenn der Wert des Timers 100 ms erreicht (JA in Schritt S212), bestimmt die Steuereinheit 41, ob die Drehzahl in dem vom Timer aus Schritt S210 gemessenen 100 ms-Zeitraum erfasst wird oder

nicht (Schritt S213). Anders gesagt wird bestimmt, ob der Wert des Positionssensors in dem von dem Timer aus Schritt S210 gemessenen 100 ms-Zeitraum einem vorbestimmten Schwellenwert oder mehr entspricht oder nicht. Schritt S213 unterscheidet sich von Schritt S207, und die Steuereinheit 41 führt die Servo-Aus-Steuerung aus. Wenn ein Servomotor eine externe Kraft empfängt, wird der Servomotor durch die externe Kraft auf eine Drehzahl gedreht.

[0090] Wenn die Steuereinheit 41 eine Änderung der Drehzahl in dem vom Timer aus Schritt S210 gemessenen 100 ms-Zeitraum feststellt (JA in Schritt S214), führt die Steuereinheit 41 eine Positionssteuerung durch, um den Servomotor an der Position des in Schritt S209 (Schritt S214) erfassten Drehwinkels zu positionieren. Dadurch kann die Steuereinheit 41 den Drehwinkel des durch die äußere Kraft gedrehten Servomotors auf den Drehwinkel zurückstellen, bei dem die äußere Kraft noch nicht aufgetreten ist.

[0091] Die Steuereinheit 41 geht davon aus, dass die externe Kraft in dem jüngsten bzw. vorhergehenden 100 ms-Zeitraum aufgetreten ist, und die Steuereinheit 41 schaltet die Servo-Aus-Steuerung auf die Nulldrehzahl-Steuerung um (Schritt S203). Mit anderen Worten, die äußere Kraft ist in dem jüngsten bzw. vorhergehenden 100 ms-Zeitraum aufgetreten, und daher kann die äußere Kraft auch in der nächsten 100 ms-Zeitraum auftreten. Um den Servomotor zu fixieren und anzuhalten, schaltet die Steuereinheit 41 die Servo-Aus-Steuerung auf die Nulldrehzahl-Steuerung um.

[0092] Wenn in dem vom Timer aus Schritt S210 gemessenen 100 ms-Zeitraum keine Drehzahl festgestellt wird (NEIN in Schritt S213), kehrt die Steuereinheit 41 zur Verarbeitung in Schritt S211 zurück. Mit anderen Worten, die Steuereinheit 41 führt die Servo-Aus-Steuerung kontinuierlich in einem Zeitraum von 100 ms weiter durch. Es ist zu beachten, dass die in Schritt S206 und Schritt S212 angegebenen Standby-Zeiträume nicht auf 100 ms beschränkt sind, sondern beispielsweise auch andere Zeiträumen wie 10 ms und 500 ms sein können.

[0093] Obwohl in **Fig.** 10 nicht dargestellt, bestimmt die Steuereinheit 41 in den Schritten S205 und S211 auch, ob ein Zyklus beendet ist oder nicht, zusätzlich zur Bestimmung, ob in einen Motordreh-Zeitraum eingetreten wird. Wenn in den Schritten S205 und S211 festgestellt wird, dass ein Zyklus beendet ist, beendet die Steuereinheit 41 die Verarbeitung.

[0094] Auf diese Weise hat die Spritzgießmaschine 100 gemäß der dritten Ausführungsform keinen Testzyklus oder einen Benutzer, der einen Nulldrehzahl-Zeitraum und einen Servo-Aus-Zeitraum vorgibt, sondern erkennt eine externe Kraft, die in einer Servo-Aus-Zeitraum auftritt, indem sie die Drehzahl erfasst und die Servo-Aus-Steuerung in Echtzeit auf die Nulldrehzahl-Steuerung umschaltet. Dies ermöglicht es der Spritzgießmaschine 100 gemäß der dritten Ausführungsform, die Servo-Aus-Steuerung und die Nulldrehzahl-Steuerung zu einem geeigneten Zeitpunkt umzuschalten. Es ist zu beachten, dass in der dritten Ausführungsform auch Steuerungsvorrichtungen 40A bis 40D vorgesehen sein können, die jeweils die Servoverstärker 50A bis 50D steuern. In diesem Fall kann das Flussdiagramm von **Fig.** 10 von einer der Steuerungsvorrichtungen 40A bis 40D oder einer anderen Steuerungsvorrichtung ausgeführt werden, die die Steuerungsvorrichtungen 40A bis 40D integral steuert.

<Erstes Abwandlungsbeispiel>

[0095] Bei der zweiten Ausführungsform werden ein Nulldrehzahl-Zeitraum und ein Servo-Aus-Zeitraum auf der Grundlage eines Testzyklus definiert. Bei der dritten Ausführungsform werden die Nulldrehzahl-Steuerung und die Servo-Aus-Steuerung auf der Grundlage der Positionssensoren 84A bis 84D umgeschaltet. In einem ersten Abwandlungsbeispiel wird eine Konfiguration beschrieben, die sich aus der Kombination der dritten Ausführungsform und der zweiten Ausführungsform ergibt.

[0096] Die Spritzgießmaschine 100 gemäß dem ersten Abwandlungsbeispiel enthält eine Komponente, die der entsprechenden Komponente der in **Fig.** 9 dargestellten dritten Ausführungsform ähnlich ist. Mit anderen Worten, die Spritzgießmaschine 100 gemäß dem ersten Abwandlungsbeispiel umfasst die Positionssensoren 84A bis 84D. Die Spritzgießmaschine 100 gemäß dem ersten Abwandlungsbeispiel führt das in **Fig.** 7 beschriebene Ablaufdiagramm für den Ablauf des Testzyklus aus. Dabei werden in einem Motorstopp-Zeitraum ein Nulldrehzahl-Zeitraum und ein Servo-Aus-Zeitraum definiert.

[0097] Die Spritzgießmaschine 100 gemäß dem ersten Abwandlungsbeispiel hält vorzugsweise einen Nulldrehzahl-Zeitraum und einen Servo-Aus-Zeitraum ein, die auf der Grundlage eines Testzyklus definiert sind. Wenn eine äußere Kraft erkannt wird, schaltet die Spritzgießmaschine 100 die Nulldrehzahl-Steuerung und die Servo-Aus-Steuerung um. **Fig.** 11 ist ein Flussdiagramm, das einen Verarbeitungsvorgang des Umschaltens der Nulldrehzahl-Steuerung und der Servo-Aus-Steuerung gemäß dem ersten Abwandlungsbeispiel zeigt.

[0098] Das Flussdiagramm von **Fig.** 11 weist eine Konfiguration auf, bei der der Schritt S300 dem Flussdiagramm von **Fig.** 10 hinzugefügt wird. Wenn nicht in einen Motordreh-Zeitraum eingetreten wird (NEIN in Schritt S200), bestimmt die Steuereinheit

41, ob in einen in S130 definierten Nulldrehzahl-Zeitraum eingetreten wird oder nicht (Schritt S300). Mit anderen Worten, wenn in einen Motorstopp-Zeitraum eingetreten wird, bestimmt die Steuereinheit 41 auf der Grundlage eines Testzyklus, ob in einen Nulldrehzahl-Zeitraum oder in einen Servo-Aus-Zeitraum eingetreten wird.

[0099] Wenn in einen Nulldrehzahl-Zeitraum eingetreten wird (JA in Schritt S300), führt die Steuereinheit 41 die Nulldrehzahl-Steuerung durch (Schritt S203). Danach, wenn eine externe Kraft auf der Grundlage eines Stromsensors erkannt wird, schaltet die Steuereinheit 41 die Nulldrehzahl-Steuerung auf die Servo-Aus-Steuerung um. Wenn in keinen Nulldrehzahl-Zeitraum eingetreten wird (NEIN in Schritt S300), führt die Steuereinheit 41 die Servo-Aus-Steuerung durch (Schritt S208). Danach, wenn eine externe Kraft auf der Grundlage eines Positionssensors erkannt wird, schaltet die Steuereinheit 41 die Servo-Aus-Steuerung auf die Nulldrehzahl-Steuerung um.

[0100] Auf diese Weise definiert die Spritzgießmaschine 100 gemäß dem ersten Abwandlungsbeispiel automatisch einen Nulldrehzahl-Zeitraum und einen Servo-Aus-Zeitraum unter Verwendung eines Testzyklus. Selbst wenn eine unerwartete äußere Kraft auftritt, die durch ein Erdbeben, einen Unfall, ein defektes Teil in der Spritzgießmaschine 100 oder ähnliches verursacht wird, ist die Spritzgießmaschine 100 in der Lage, die Nulldrehzahl-Steuerung und die Servo-Aus-Steuerung in Echtzeit angemessen umzuschalten.

<Zweites Abwandlungsbeispiel>

[0101] In der zweiten Ausführungsform wurde ein Beispiel beschrieben, bei dem die Nulldrehzahl- und Servo-Aus-Zeiträume in allen im Spritzgießvorgang ausgeführten Zyklen auf der Grundlage eines Testzyklus festgelegt werden. In einem zweiten Abwandlungsbeispiel wird ein Beispiel beschrieben, bei dem für jeden Zyklus ein Nulldrehzahl- und ein Servo-Aus-Zeitraum aktualisiert werden.

[0102] Die Spritzgießmaschine 100 gemäß dem zweiten Abwandlungsbeispiel enthält eine Komponente, die einer entsprechenden Komponente der in **Fig.** 9 dargestellten dritten Ausführungsform ähnlich ist. **Fig.** 12 zeigt einen Ablauf eines Spritzgießvorgangs gemäß dem zweiten Abwandlungsbeispiel. Wie bei der zweiten Ausführungsform wird auch beim zweiten Abwandlungsbeispiel ein Testzyklus durchgeführt, bevor ein Spritzgießzyklus begonnen wird.

[0103] Der Testzyklus gemäß dem zweiten Abwandlungsbeispiel ist ein Versuchszyklus mit dem gleichen Motordreh-Zeitraum und Motorstoppzeitraum wie die des Spritzgießzyklus. Die Steuereinheit 41 führt einen Testzyklus aus (Schritt S400). Wie bei der zweiten Ausführungsform ist der Testzyklus gemäß dem zweiten Abwandlungsbeispiel ein Zyklus, bei dem die Nulldrehzahl-Steuerung in allen Motorstopp-Zeiträumen durchgeführt wird.

[0104] Die Steuereinheit 41 bestimmt, ob der Testzyklus beendet ist oder nicht (Schritt S410). Wenn der Testzyklus nicht beendet ist (NEIN in Schritt S410), wiederholt die Steuereinheit 41 die Verarbeitung von Schritt S410. Wenn der Testzyklus beendet ist (JA in Schritt S410), erfasst die Steuereinheit 41 die in dem jüngsten Zyklus durch die Stromsensoren 81A bis 81D erfassten Werte und die durch die Geschwindigkeitssensoren 82A bis 82D erfassten Werte (Schritt S420).

[0105] Wenn das Flussdiagramm von **Fig.** 12 gestartet und Schritt S420 zum ersten Mal ausgeführt wird, ist der jüngste Zyklus der Testzyklus, der in Schritt S400 ausgeführt wurde. Wie oben beschrieben, wird die Servo-Aus-Steuerung im Testzyklus nicht durchgeführt. Im Schritt S420 bestimmt die Steuereinheit 41 also anhand des Erfassungswertes eines Stromsensors, ob eine äußere Kraft auftritt oder nicht.

[0106] Die Steuereinheit 41 definiert einen Nulldrehzahl-Zeitraum und einen Servo-Aus-Zeitraum im nächsten Zyklus auf der Grundlage des Erfassungswertes eines Stromsensors und des Erfassungswertes eines Positionssensors (Schritt S430). Mit anderen Worten, die Steuereinheit 41 definiert als Nulldrehzahl-Zeitraum einen bestimmten Zeitraum, in dem eine externe Kraft aufgetreten ist, und definiert als Servo-Aus-Zeitraum einen bestimmten Zeitraum, in dem keine externe Kraft aufgetreten ist.

[0107] Die Steuereinheit 41 führt einen neuen Zyklus in Übereinstimmung mit einem Nulldrehzahl-Zeitraum und einem Servo-Aus-Zeitraum aus, die in Schritt S430 definiert wurden (Schritt S440). Die Steuereinheit 41 bestimmt, ob der in S440 ausgeführte neue Zyklus beendet ist oder nicht (Schritt S450). Wenn der in S440 ausgeführte neue Zyklus nicht beendet ist (NEIN in Schritt S450), wiederholt die Steuereinheit 41 den Schritt S450.

[0108] Wenn der in S440 ausgeführte neue Zyklus beendet ist (JA in Schritt S450), bestimmt die Steuereinheit 41, ob der Spritzgießvorgang beendet ist oder nicht (Schritt S460). Wenn der Spritzgießvorgang nicht beendet ist (NEIN in Schritt S460), schaltet die Steuereinheit 41 die Verarbeitung auf Schritt S420 um.

[0109] Die Steuereinheit 41 definiert dann im nächsten Zyklus einen Nulldrehzahl-Zeitraum und einen Servo-Aus-Zeitraum, und zwar nicht im Testzyklus,

sondern im neuen Zyklus, der in Schritt S440 auf der Grundlage des bestimmten Zeitraums, in dem die externe Kraft aufgetreten ist, ausgeführt wird. Wenn der Spritzgießvorgang beendet ist (JA in Schritt S460), beendet die Steuereinheit 41 die Verarbeitung.

[0110] Auf diese Weise aktualisiert die Spritzgießmaschine 100 gemäß dem zweiten Abwandlungsbeispiel für jeden Zyklus einen Nulldrehzahl-Zeitraum und einen Servo-Aus-Zeitraum. Auf diese Weise kann die Spritzgießmaschine 100 gemäß dem zweiten Abwandlungsbeispiel einen Nulldrehzahl-Zeitraum und einen Servo-Aus-Zeitraum auf der Grundlage der neuesten Daten festlegen.

[Nachtrag]

[0111] Der Fachmann versteht, dass es sich bei der Vielzahl der oben beschriebenen beispielhaften Ausführungsformen um bestimmte Beispiele für die folgenden Aspekte handelt.

[0112] (Artikel 1) Die Spritzgießmaschine 100 gemäß der vorliegenden Offenbarung umfasst einen Servomotor 80A, einen Servoverstärker 50A, der den Servomotor mit Energie versorgt, und eine Steuerungsvorrichtung 40, die den Servoverstärker 50A steuert, um einen Spritzgießzyklus auszuführen. Der Servoverstärker 50A umfasst das Schaltelement U1 und das Schaltelement V1. Der Spritzgießzyklus umfasst einen Motordreh-Zeitraum, in dem der Servomotor 80A gedreht wird, und einen Motorstoppzeitraum, in dem der Servomotor 80A nicht gedreht wird. Der Servomotor 80A ist so gestaltet, dass er unter der Motordrehsteuerung gesteuert drehbar und unter der Servo-Aus-Steuerung oder der Nulldrehzahl-Steuerung gesteuert stoppbar bzw. anhaltbar ist. Die Motordrehsteuerung steuert die Drehung des Servomotors 80A, indem sie das Schaltelement U1 und das Schaltelement V1 in verschiedenen Phasen einschaltet. Bei der Nulldrehzahl-Steuerung wird die Drehung des Servomotors 80A gestoppt, indem das Schaltelement U1 und das Schaltelement V1 in der gleichen Phase eingeschaltet werden. Die Servo-Aus-Steuerung stoppt die Drehung des Servomotors 80A, indem das Schaltelement U1 und das Schaltelement V1 ausgeschaltet werden. Die Steuerungsvorrichtung 40 führt die Motordrehsteuerung in dem Motordreh-Zeitraum aus und führt die Servo-Aus-Steuerung oder die Nulldrehzahl-Steuerung in dem Motorstoppzeitraum aus.

[0113] Die Spritzgießmaschine 100 gemäß Artikel 1 verhindert, dass sich der Drehwinkel eines Motors aufgrund des Empfangens einer äußeren Kraft durch den Motor ungewollt ändert, verringert den Energieverbrauch und stoppt den Motor.

[0114] (Artikel 2) Der Servomotor 80C gemäß Artikel 1 ist ein Motor zum Öffnen und Schließen von Formen. Die Steuerungsvorrichtung 40 führt die Nulldrehzahl-Steuerung im Einspritzschritt des Einspritzens eines Einspritzmaterials in die Formen und im Druckhalteschritt des Aufrechterhaltens des Drucks zum Halten des eingespritzten Einspritzmaterials in den Formen aus.

[0115] Die Spritzgießmaschine 100 nach Artikel 2 ermöglicht es, den Druck, der auf das Spritzmaterial ausgeübt wird, beizubehalten.

[0116] (Artikel 3) In Artikel 1 ist der Servomotor 80A ein Motor zum Einspritzen eines Einspritzmaterials in Formen. Die Steuerungsvorrichtung 40 führt die Nulldrehzahl-Steuerung im Druckhalteschritt aus, um den Druck aufrechtzuerhalten und das Einspritzmaterial in den Formen 17 und 18 zu halten.

[0117] Die Spritzgießmaschine 100 nach Artikel 3 ermöglicht es, den Druck, der auf das Spritzmaterial ausgeübt wird, beizubehalten.

[0118] (Artikel 4) In jedem der Artikel 1 bis 3 sind ferner der Servomotor 80D, der sich vom Servomotor 80C unterscheidet, und der Servoverstärker 50D, der den Servomotor 80D mit Strom versorgt, enthalten.

[0119] Die Spritzgießmaschine 100 nach Artikel 4 ermöglicht die Durchführung des Spritzgießvorgangs durch eine Vielzahl von Servomotoren.

[0120] (Artikel 5) In Artikel 4 ist der Servomotor 80C ein Motor zum Öffnen und Schließen der Formen 17 und 18. Der Servomotor 80D ist ein Motor zur Entnahme eines Formteils aus einer Form. Die Steuerungsvorrichtung 40 führt die Nulldrehzahl-Steuerung für den Servomotor 80C in einem Zeitraum aus, in dem der Servomotor 80D angetrieben wird.

[0121] Die Spritzgießmaschine 100 nach Artikel 5 ermöglicht es, eine unbeabsichtigte Bewegung der beweglichen Platte 14 durch den angetriebenen Auswurfmotor zu verhindern.

[0122] (Artikel 6) In Artikel 1 ist ferner ein Stromsensor 81A enthalten, der das im Servomotor 80A erzeugte Drehmoment erfasst.

[0123] Die Spritzgießmaschine 100 nach Artikel 6 ermöglicht es, die Erzeugung des Drehmoments mit Hilfe des Stromsensors zu erkennen.

[0124] (Artikel 7) In Artikel 6 führt die Steuerungsvorrichtung 40 einen Testzyklus aus, bevor sie den Spritzgießzyklus ausführt. Der Testzyklus umfasst einen Motordreh-Zeitraum, in dem der Servomotor 80A gedreht wird, und einen Motorstoppzeitraum, in

dem der Servomotor 80A nicht gedreht wird. Die Steuerungsvorrichtung 40 führt die Nulldrehzahl-Steuerung in dem Motorstopp-Zeitraum (S100) aus. Die Steuerungsvorrichtung 40 definiert auf der Grundlage des Erfassungswerts durch den Stromsensor in dem Motorstoppzeitraum einen Zeitraum, in dem die Servo-Aus-Steuerung in dem Motordreh-Zeitraum ausgeführt wird, und einen Zeitraum, in dem die Nulldrehzahl-Steuerung in dem Motordreh-Zeitraum ausgeführt wird (S130).

[0125] Die Spritzgießmaschine 100 nach Artikel 7 ermöglicht es, auf der Grundlage des Testzyklus einen Nulldrehzahlzeitraum und einen Servo-Aus-Zeitraum zu definieren.

[0126] (Artikel 8) In Artikel 6 oder 7 schaltet die Steuerungsvorrichtung 40 die Nulldrehzahl-Steuerung auf die Servo-Aus-Steuerung um (S208), wenn der Stromsensor während eines vorbestimmten Zeitraums (z.B. 100 ms) in einem Zeitraum, in dem die Nulldrehzahl-Steuerung ausgeführt wird, kein Drehmoment feststellt (NEIN in S207).

[0127] Die Spritzgießmaschine 100 nach Artikel 8 ermöglicht es, die Nulldrehzahl-Steuerung in Echtzeit auf die Servo-Aus-Steuerung umzuschalten, wenn über einen vorgegebenen Zeitraum keine äußere Kraft festgestellt wird.

[0128] (Artikel 9) In jedem der Artikel 1 und 6 bis 8 enthält die Spritzgießmaschine 100 außerdem einen Geschwindigkeitssensor, der die Drehzahl des Servomotors 80A erfasst. Wenn ein Motordrehzustand auf Basis eines durch den Geschwindigkeitssensor Erfassungswerts in einem Zeitraum in der die Servo-Aus-Steuerung ausgeführt wird (JA in S213), erfasst wird, schaltet die Steuerungsvorrichtung 40 die Servo-Aus-Steuerung auf die Nulldrehzahl-Steuerung um (S203).

[0129] Die Spritzgießmaschine 100 nach Artikel 9 ermöglicht es, die Servo-Aus-Steuerung in Echtzeit auf die Nulldrehzahl-Steuerung umzuschalten, wenn eine äußere Kraft erkannt wird.

[0130] (Artikel 10) In Artikel 9 enthält die Spritzgießmaschine 100 außerdem einen Winkelsensor, der den Drehwinkel des Servomotors 80A erfasst, und eine Speichervorrichtung 44, die ein Ergebnis der Erfassung durch den Winkelsensor speichert. Die Steuerungsvorrichtung 40 veranlasst die Speichervorrichtung 44, den Erfassungswert durch den Winkelsensor zum Zeitpunkt des Starts der Servo-Aus-Steuerung (S209) zu speichern. Wenn ein Motordrehzustand anhand des Erfassungswerts durch den Drehzahlsensor (JA in S213) erkannt wird, dreht die Steuerungsvorrichtung 40 den Servomotor 80A auf einen Drehwinkel, der durch den in der Speichervorrichtung 44 gespeicherten Winkelsensor-Erfassungswert angegeben wird (S214).

[0131] Die Spritzgießmaschine 100 nach Artikel 10 ermöglicht es, den Drehwinkel eines durch eine äußere Kraft in Drehung versetzten Motors auf einen Drehwinkel zurückzuführen, bei dem die äußere Kraft noch nicht aufgetreten ist.

[0132] (Artikel 11) In einem der Artikel 1 und 6 bis 8 ist ferner ein Sensor 84A enthalten, der die Drehzahl und den Drehwinkel des Servomotors 80A erfasst. Wenn ein Motordrehzustand anhand eines Erfassungswerts von Sensor 84A in einem Zeitraum erfasst wird, in dem die zweite Steuerung ausgeführt wird, schaltet die Steuerungsvorrichtung 40 die zweite Steuerung auf die dritte Steuerung um und veranlasst die Speichervorrichtung 44, den Erfassungswert von Sensor 84A zum Zeitpunkt des Starts der zweiten Steuerung zu speichern. Wenn ein Motordrehzustand anhand des Erfassungswerts von Sensor 84A erkannt wird, dreht die Steuerungsvorrichtung 40 den Servomotor 80A auf einen Drehwinkel, der durch den in der Speichervorrichtung 44 gespeicherten Erfassungswert von Sensor 84A angegeben wird.

[0133] Die Spritzgießmaschine 100 gemäß Artikel 11 ermöglicht es, die Servo-Aus-Steuerung in Echtzeit auf die Nulldrehzahl-Steuerung umzuschalten, wenn unter Verwendung des Positionssensors eine äußere Kraft erkannt wird, und den Drehwinkel des durch die äußere Kraft gedrehten Motors auf den Drehwinkel zurückzusetzen, bei dem die äußere Kraft noch nicht aufgetreten ist.

[0134] Obwohl die Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beschrieben wurden, sind die hierin offengelegten Ausführungsformen in jeder Hinsicht als Beispiele anzunehmen, die jedoch nicht als Einschränkungen zu verstehen sind. Der Schutzumfang der vorliegenden Erfindung wird durch die Ansprüche definiert. Der Schutzumfang der vorliegenden Erfindung soll alle Änderungen innerhalb der Bedeutung und des Umfangs der Ansprüchen einschließen.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 2022159621 [0001]
- JP 2020069756 [0003, 0004]

Patentansprüche

1. Spritzgießmaschine (100) mit:
einem ersten Servomotor (80A);
einem ersten Servoverstärker (50A), der den ersten Servomotor (80A) mit Strom versorgt; und
einer Steuerungsvorrichtung (40A), die den ersten Servoverstärker (50A) steuert, um einen Spritzgießzyklus auszuführen, wobei
der erste Servoverstärker (50A) ein erstes Schaltelement (U1) und ein zweites Schaltelement (V1) umfasst,
der Spritzgießzyklus einen ersten Zeitraum, in der der erste Servomotor (80A) gedreht wird, und einen zweiten Zeitraum, in der der erste Servomotor (80A) nicht gedreht wird, umfasst,
der erste Servomotor (80A) drehbar ist, indem er durch eine erste Steuerung gesteuert wird, und anhaltbar ist, indem er durch eine zweite oder dritte Steuerung gesteuert wird,
die erste Steuerung eine Steuerung zum Drehen des ersten Servomotors (80A) durch Ausführen einer Steuerung zum Einschalten des ersten Schaltelements (U1) und des zweiten Schaltelements (V1) in verschiedenen Phasen ist,
die dritte Steuerung eine Steuerung zum Anhalten der Drehung des ersten Servomotors (80A) ist, indem eine Steuerung zum Einschalten des ersten Schaltelements (U1) und des zweiten Schaltelements (V1) in einer gleichen Phase durchgeführt wird,
die zweite Steuerung dazu dient, die Drehung des ersten Servomotors (80A) zu stoppen, indem sie das erste Schaltelement (U1) und das zweite Schaltelement (V1) ausschaltet, und
die Steuervorrichtung (40A)
die erste Steuerung in dem ersten Zeitraum ausführt, und
die zweite Steuerung oder die dritte Steuerung in dem zweiten Zeitraum ausführt.

2. Spritzgießmaschine (100) nach Anspruch 1, wobei
der erste Servomotor (80C) ein Motor zum Öffnen und Schließen von Formen ist, und
die Steuerungsvorrichtung (40C) die dritte Steuerung ausführt, während sie ein Einspritzmaterial in die Formen einspritzt und den Druck aufrechterhält, um das eingespritzte Einspritzmaterial in den Formen zu halten.

3. Spritzgießmaschine (100) nach Anspruch 1, wobei
der erste Servomotor (80A) ein Motor zum Einspritzen eines Einspritzmaterials in Formen ist, und
die Steuerungsvorrichtung (40A) die dritte Steuerung ausführt, während sie den Druck aufrechterhält, um das Einspritzmaterial in den Formen zu halten.

4. Spritzgießmaschine (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, ferner umfassend:
einen zweiten Servomotor (80B, 80C, 80D), der sich von dem ersten Servomotor (80A) unterscheidet; und
einen zweiten Servoverstärker (50B, 50C, 50D), der den zweiten Servomotor (80B, 80C, 80D) mit Strom versorgt.

5. Spritzgießmaschine (100) nach Anspruch 4, wobei
der erste Servomotor (80C) ein Motor zum Öffnen und Schließen von Formen ist,
der zweite Servomotor (80D) ein Motor zur Entnahme eines Formteils aus einer Form ist, und
die Steuerungsvorrichtung (40) die dritte Steuerung für den ersten Servomotor (80C) in einem Zeitraum ausführt, in dem der zweite Servomotor (80D) angetrieben wird.

6. Spritzgießmaschine (100) nach Anspruch 1, ferner mit einem Drehmomentsensor (81A), der das im ersten Servomotor (80A) erzeugte Drehmoment erfasst.

7. Spritzgießmaschine (100) nach Anspruch 6, wobei die Steuervorrichtung (40A)
einen Testzyklus ausführt, bevor der Spritzgießzyklus ausgeführt wird, wobei der Testzyklus einen dritten Zeitraum, in dem der erste Servomotor (80A) gedreht wird, und einen vierten Zeitraum, in dem der erste Servomotor nicht gedreht wird, umfasst,
die dritte Steuerung in dem vierten Zeitraum ausführt, und
auf der Grundlage eines Erfassungswertes durch den Drehmomentsensor (81A) innerhalb des vierten Zeitraums einen Zeitraum, in dem die zweite Steuerung in dem zweiten Zeitraum ausgeführt wird, und einen Zeitraum, in dem die dritte Steuerung in dem zweiten Zeitraum ausgeführt wird, definiert.

8. Spritzgießmaschine (100) nach Anspruch 6 oder 7, wobei die Steuerungsvorrichtung (40A) die dritte Steuerung auf die zweite Steuerung umschaltet, wenn der Drehmomentsensor (81A) über einen vorbestimmten Zeitraum innerhalb eines Zeitraums, in dem die dritte Steuerung ausgeführt wird, kein Drehmoment feststellt.

9. Spritzgießmaschine (100) nach einem der Ansprüche 1 und 6 bis 8, ferner mit einem Drehzahlsensor, der die Drehzahl des ersten Servomotors (80A) erfasst, wobei die Steuerungsvorrichtung (40A) die zweite Steuerung auf die dritte Steuerung umschaltet, wenn ein Motordrehzustand anhand eines Erfassungswerts durch den Drehzahlsensor in einem Zeitraum erfasst wird, in dem die zweite Steuerung ausgeführt wird.

10. Spritzgießmaschine (100) nach Anspruch 9, ferner umfassend:
einen Winkelsensor, der einen Drehwinkel des ersten Servomotors (80A) erfasst; und
eine Speichervorrichtung (44), die ein Ergebnis der Erfassung durch den Winkelsensor speichert, wobei
die Steuervorrichtung (40)
die Speichervorrichtung (44) veranlasst, einen Erfassungswert durch den Winkelsensor zum Zeitpunkt des Starts der zweiten Steuerung zu speichern, und
den ersten Servomotor (80A) auf einen Drehwinkel dreht, der durch den Erfassungswert des Winkelsensors angegeben wird, der in der Speichervorrichtung (44) gespeichert wird, wenn ein Motordrehzustand anhand des Erfassungswerts durch den Geschwindigkeitssensor erfasst wird.

11. Spritzgießmaschine (100) nach einem der Ansprüche 1 und 6 bis 8, ferner umfassend:
einen Positionssensor (84A), der die Drehzahl und einen Drehwinkel des ersten Servomotors (80A) erfasst; und
eine Speichervorrichtung (44), die ein Ergebnis der Erfassung durch den Positionssensor speichert, wobei
die Steuervorrichtung (40)
die zweite Steuerung auf die dritte Steuerung umschaltet, wenn ein Motordrehzustand anhand eines Erfassungswert durch den Positionssensor (84A) in einem Zeitraum erfasst wird, in dem die zweite Steuerung ausgeführt wird,
die Speichervorrichtung (44) veranlasst, den Positionssensor-Erfassungswert zum Zeitpunkt des Starts der zweiten Steuerung zu speichern, und
den ersten Servomotor (80A) auf einen Drehwinkel dreht, der durch den Positionssensor-Erfassungswert angegeben wird, der in der Speichervorrichtung (44) gespeichert wird, wenn ein Motordrehzustand anhand des Erfassungswertes durch den Positionssensor (84A) erfasst wird.

Es folgen 12 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

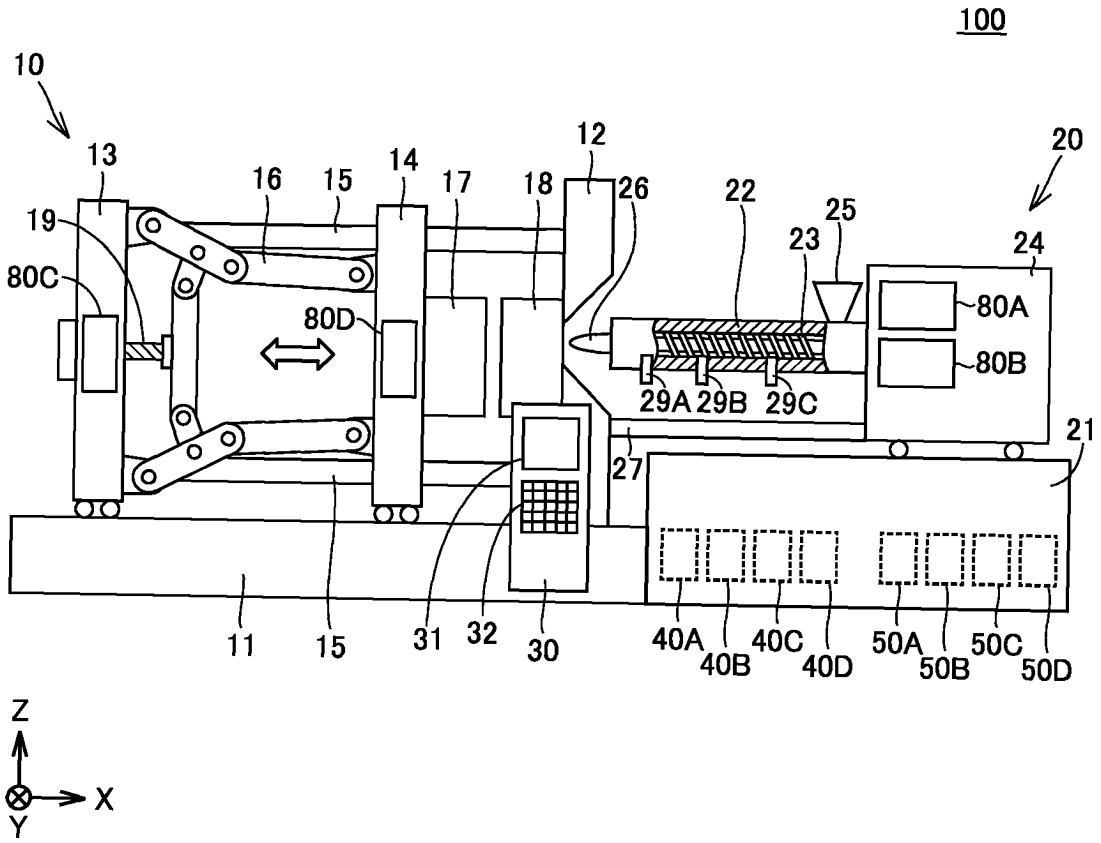


FIG.2

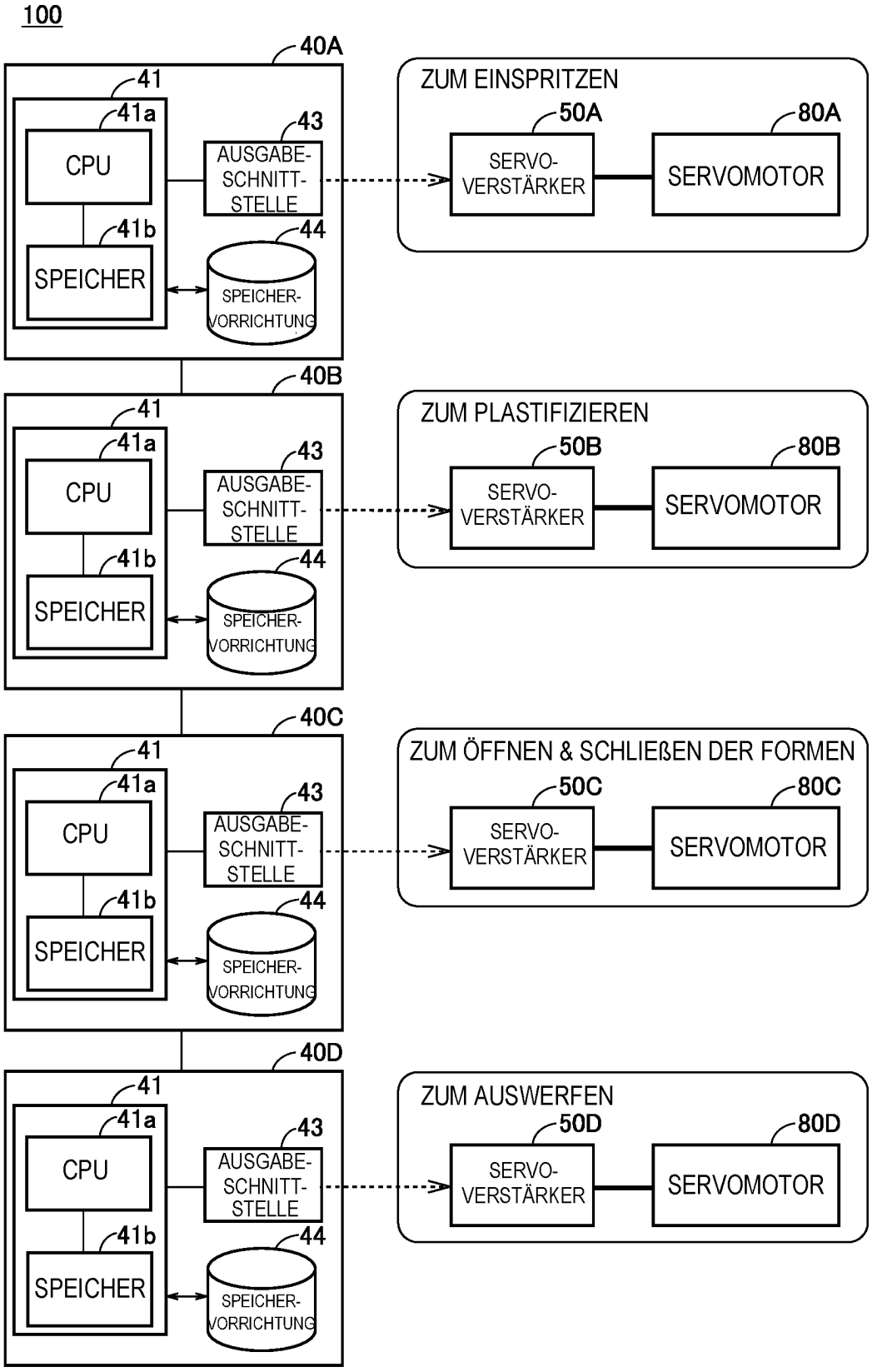

100
40A
41
41a
CPU
41b
SPEICHER
43
AUSGABE-SCHNITT-STELLE
44
SPEICHER-VORRICHTUNG
ZUM EINSPRITZEN
50A
SERVO-VERSTÄRKER
80A
SERVOMOTOR
40B
ZUM PLASTIFIZIEREN
50B
80B
40C
ZUM ÖFFNEN & SCHLIEßEN DER FORMEN
50C
80C
40D
ZUM AUSWERFEN
50D
80D

FIG.3

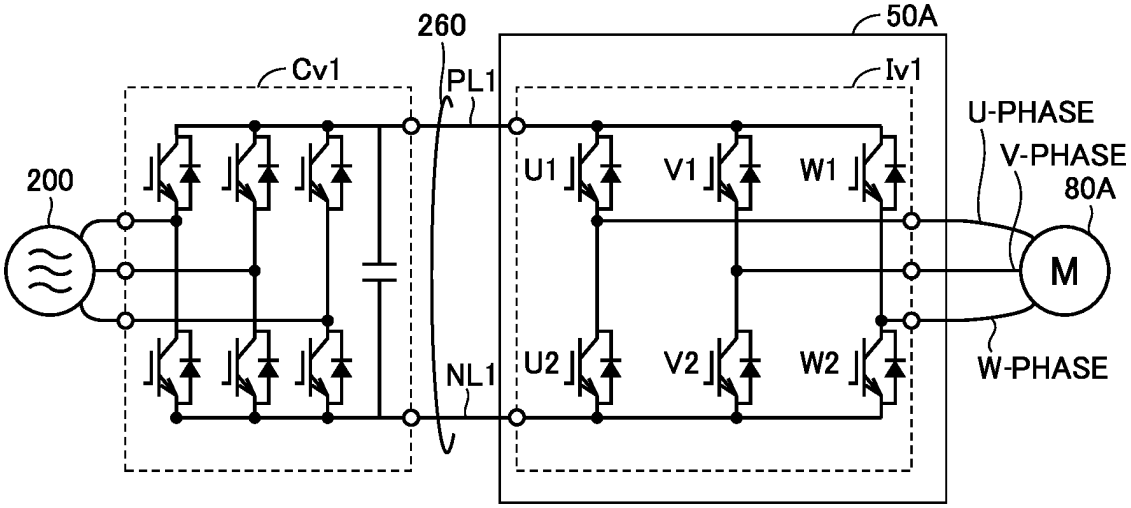

260
50A
Cv1
PL1
Iv1
U-PHASE
V-PHASE
80A
200
U1
V1
W1
M
NL1
U2
V2
W2
W-PHASE

FIG.4

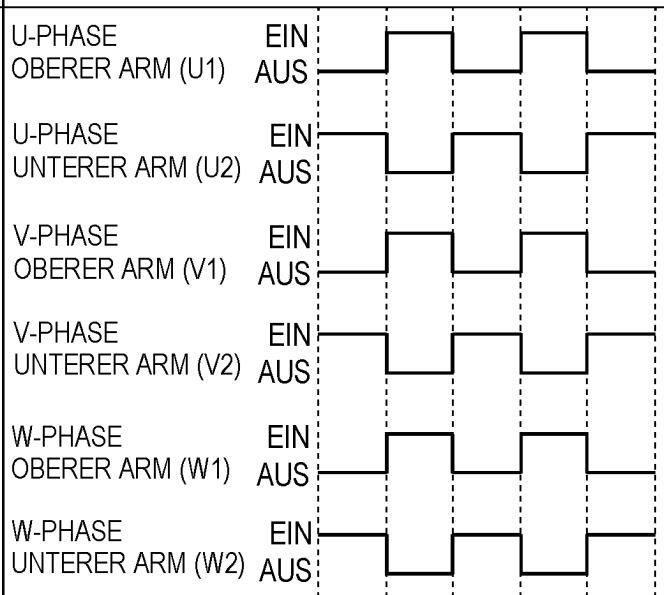
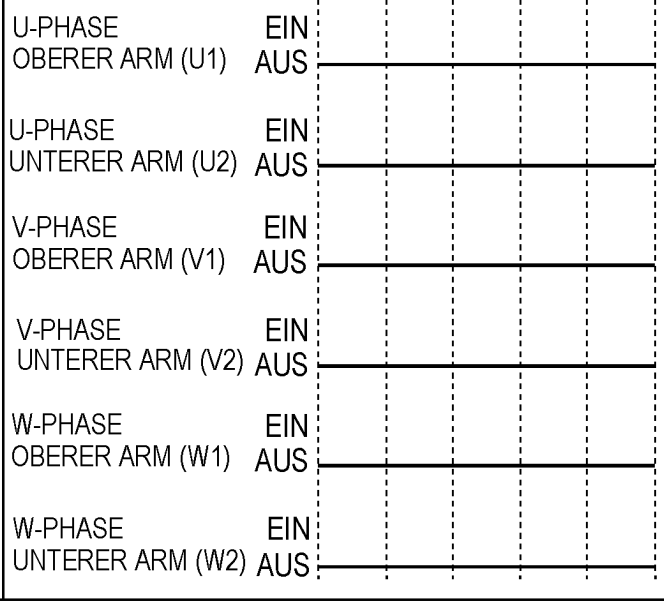
STEUERUNG	BETRIEB DES SCHALTELEMENTS	STROM-VERBRAUCH
MOTOR-DREH-STEUERUNG	OBERER UND UNTERER ARM WERDEN IN JEWEILIGEN PHASEN ZUR 120°-LEITUNG WIEDERHOLT EIN- UND AUSGESCHALTET	JA
NULL-DREHZAHL-STEUERUNG		JA
SERVO-AUS-STEUERUNG		NEIN

FIG.5

[BEISPIEL EINES SPRITZGIEßZYKLUS]

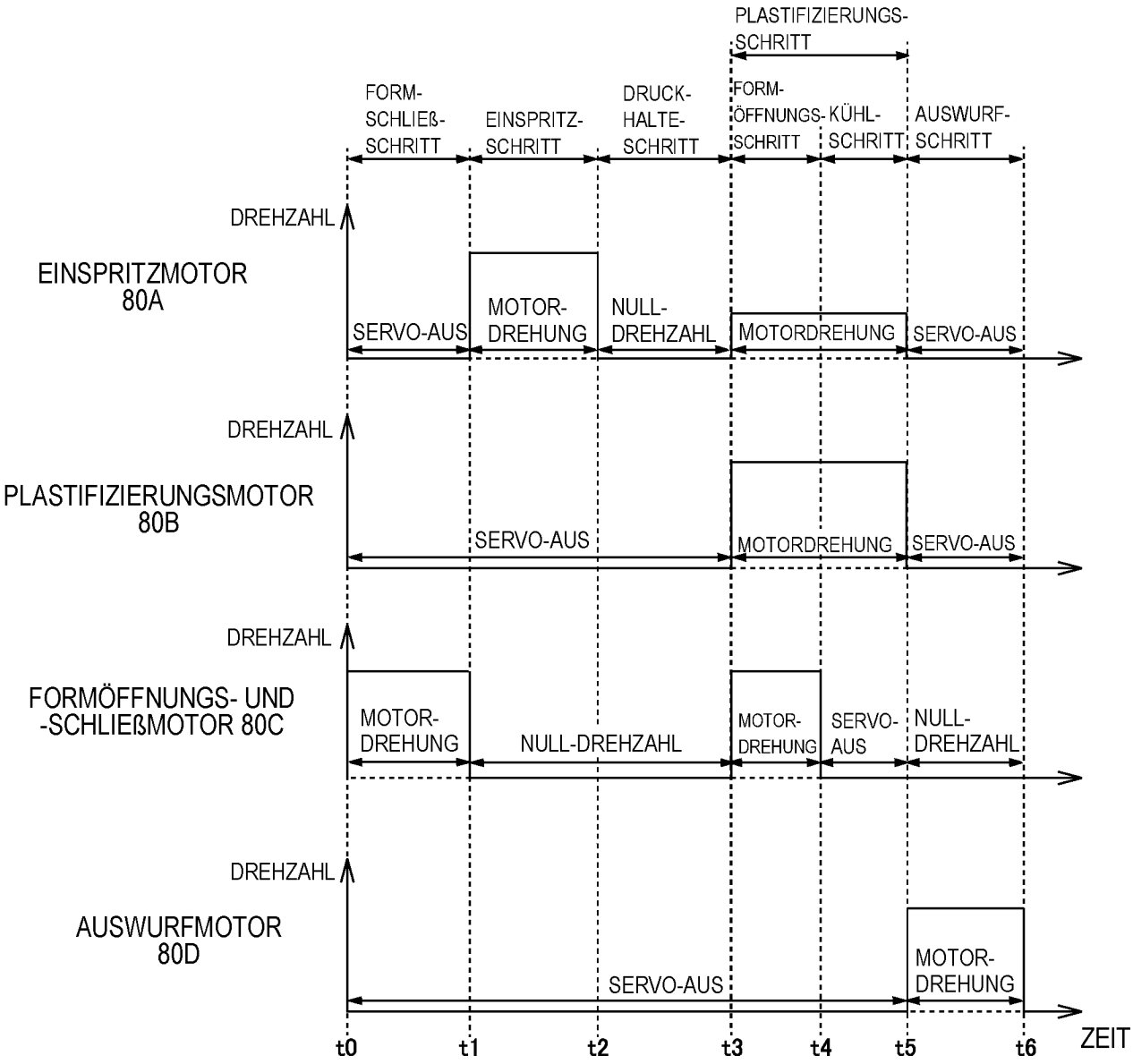


FIG.6

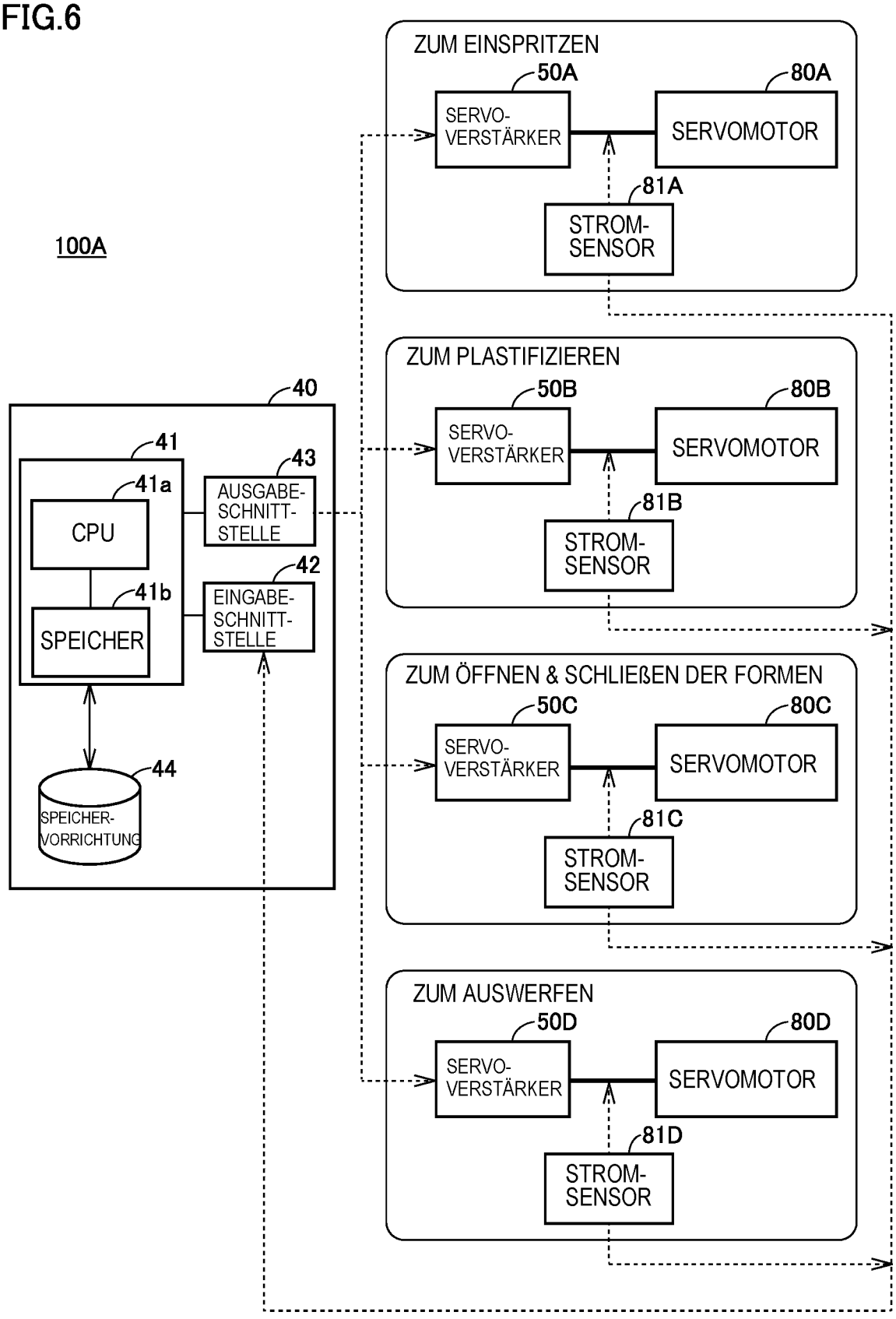

100A
40
41
41a
CPU
41b
SPEICHER
43
AUSGABE-SCHNITT-STELLE
42
EINGABE-SCHNITT-STELLE
44
SPEICHER-VORRICHTUNG
ZUM EINSPRITZEN
50A
SERVO-VERSTÄRKER
80A
SERVOMOTOR
81A
STROM-SENSOR
ZUM PLASTIFIZIEREN
50B
SERVO-VERSTÄRKER
80B
SERVOMOTOR
81B
STROM-SENSOR
ZUM ÖFFNEN & SCHLIEßEN DER FORMEN
50C
SERVO-VERSTÄRKER
80C
SERVOMOTOR
81C
STROM-SENSOR
ZUM AUSWERFEN
50D
SERVO-VERSTÄRKER
80D
SERVOMOTOR
81D
STROM-SENSOR

FIG.7

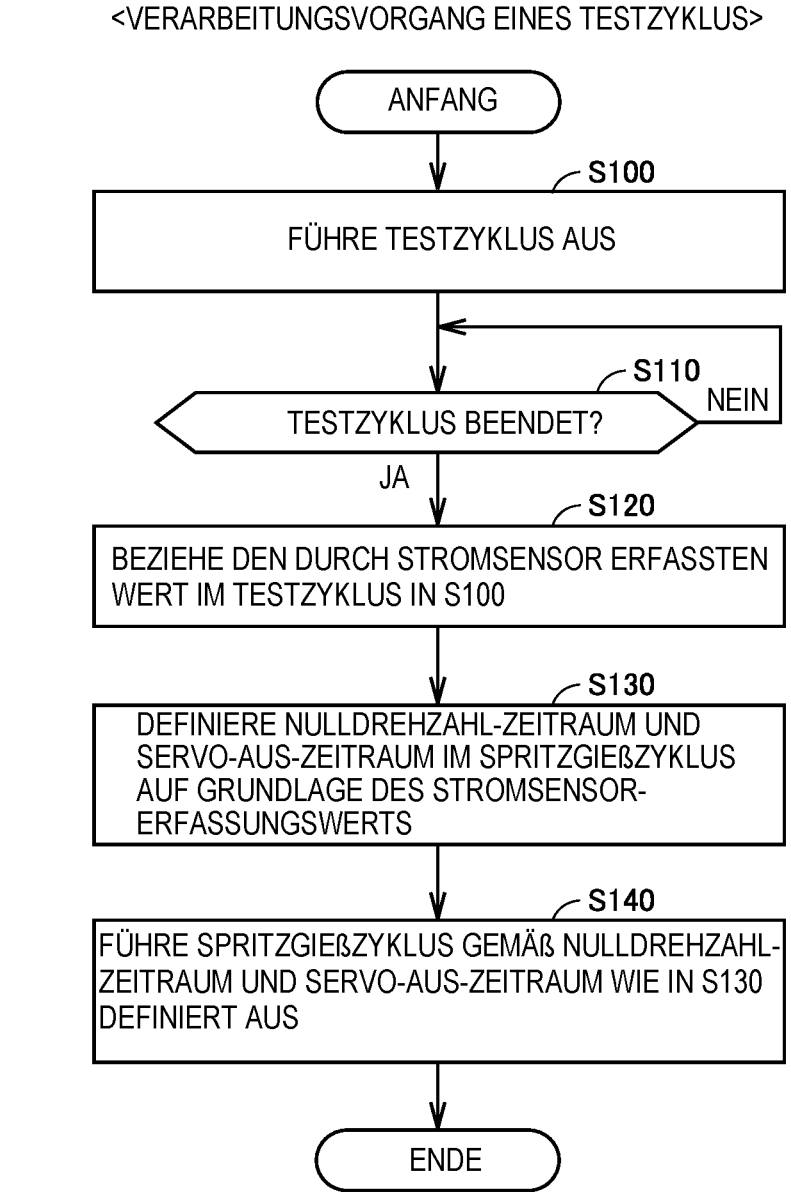

<VERARBEITUNGSVORGANG EINES TESTZYKLUS>
ANFANG
S100
FÜHRE TESTZYKLUS AUS
S110
TESTZYKLUS BEENDET?
NEIN
JA
S120
BEZIEHE DEN DURCH STROMSENSOR ERFASSTEN WERT IM TESTZYKLUS IN S100
S130
DEFINIERE NULLDREHZAHL-ZEITRAUM UND SERVO-AUS-ZEITRAUM IM SPRITZGIEßZYKLUS AUF GRUNDLAGE DES STROMSENSOR-ERFASSUNGSWERTS
S140
FÜHRE SPRITZGIEßZYKLUS GEMÄß NULLDREHZAHL-ZEITRAUM UND SERVO-AUS-ZEITRAUM WIE IN S130 DEFINIERT AUS
ENDE

FIG.8

[BEISPIEL EINES TESTZYKLUS]

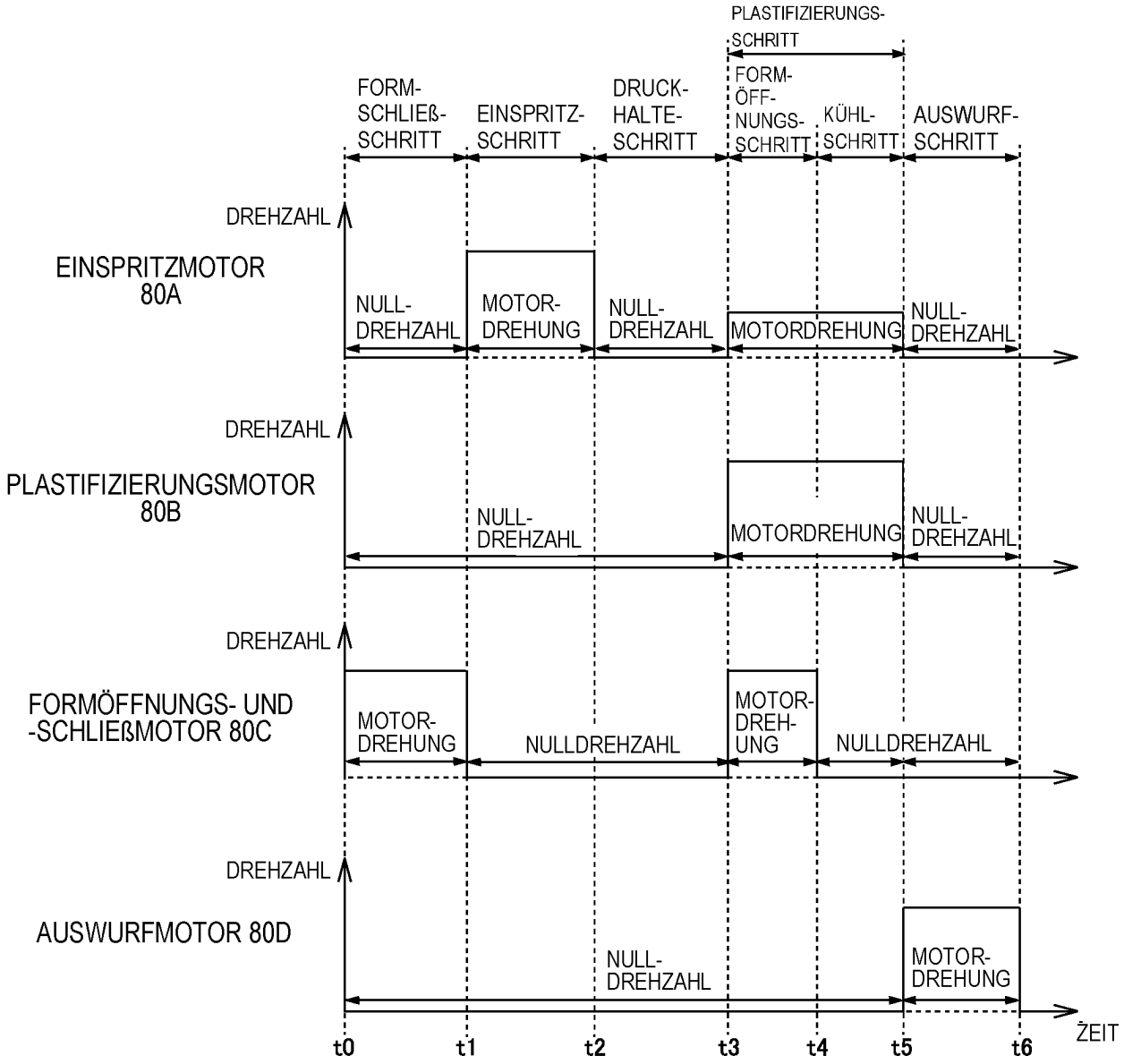


FIG.9

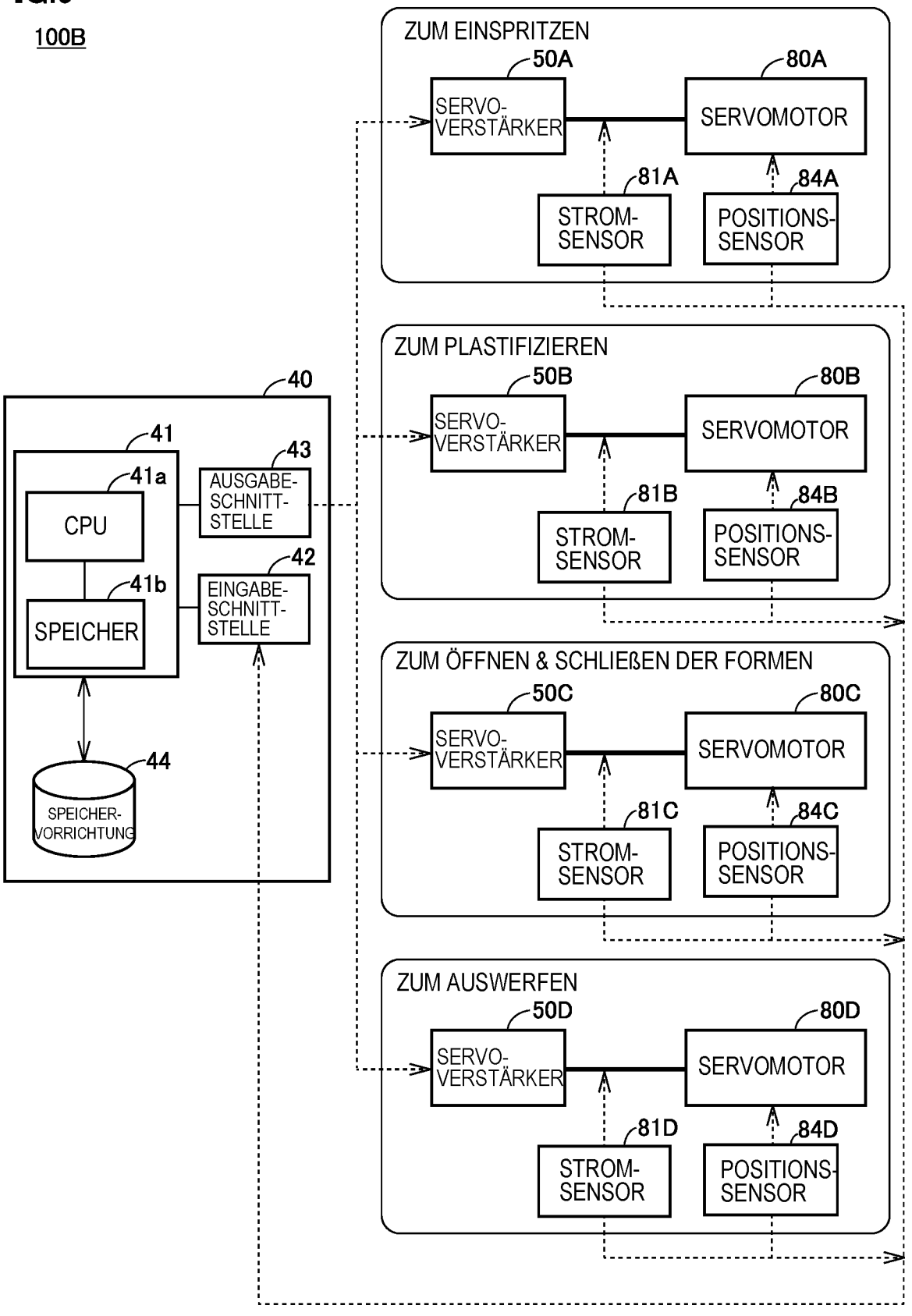

100B
ZUM EINSPRITZEN
50A
80A
SERVO-VERSTÄRKER
SERVOMOTOR
81A
84A
STROM-SENSOR
POSITIONS-SENSOR
ZUM PLASTIFIZIEREN
50B
80B
SERVO-VERSTÄRKER
SERVOMOTOR
81B
84B
STROM-SENSOR
POSITIONS-SENSOR
ZUM ÖFFNEN & SCHLIEßEN DER FORMEN
50C
80C
SERVO-VERSTÄRKER
SERVOMOTOR
81C
84C
STROM-SENSOR
POSITIONS-SENSOR
ZUM AUSWERFEN
50D
80D
SERVO-VERSTÄRKER
SERVOMOTOR
81D
84D
STROM-SENSOR
POSITIONS-SENSOR
40
41
41a
CPU
41b
SPEICHER
43
AUSGABE-SCHNITT-STELLE
42
EINGABE-SCHNITT-STELLE
44
SPEICHER-VORRICHTUNG

FIG.10

<FLUSSDIAGRAMM FÜR EINEN ZYKLUS>

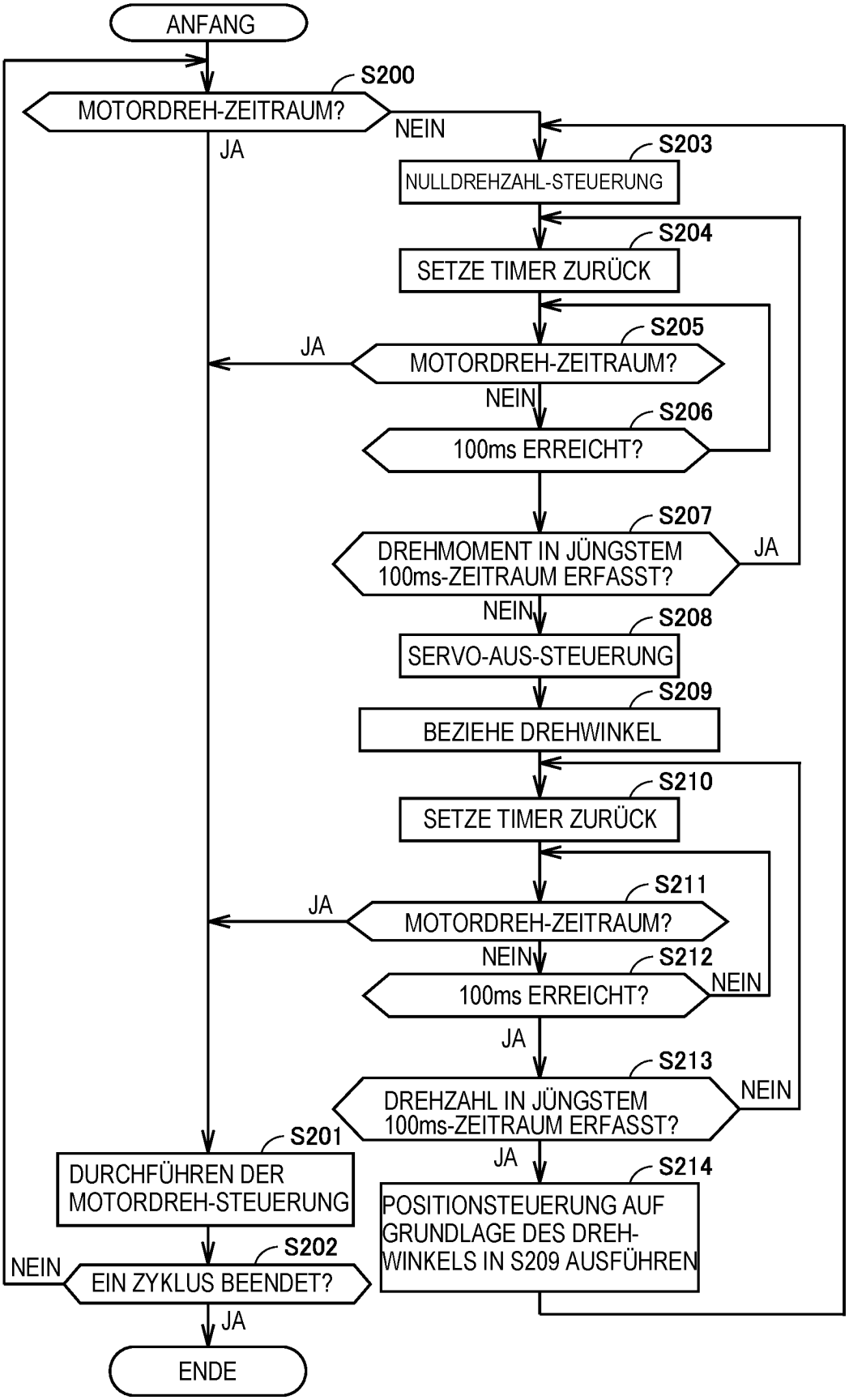


FIG.11 <FLUSSDIAGRAMM FÜR EINEN ZYKLUS>

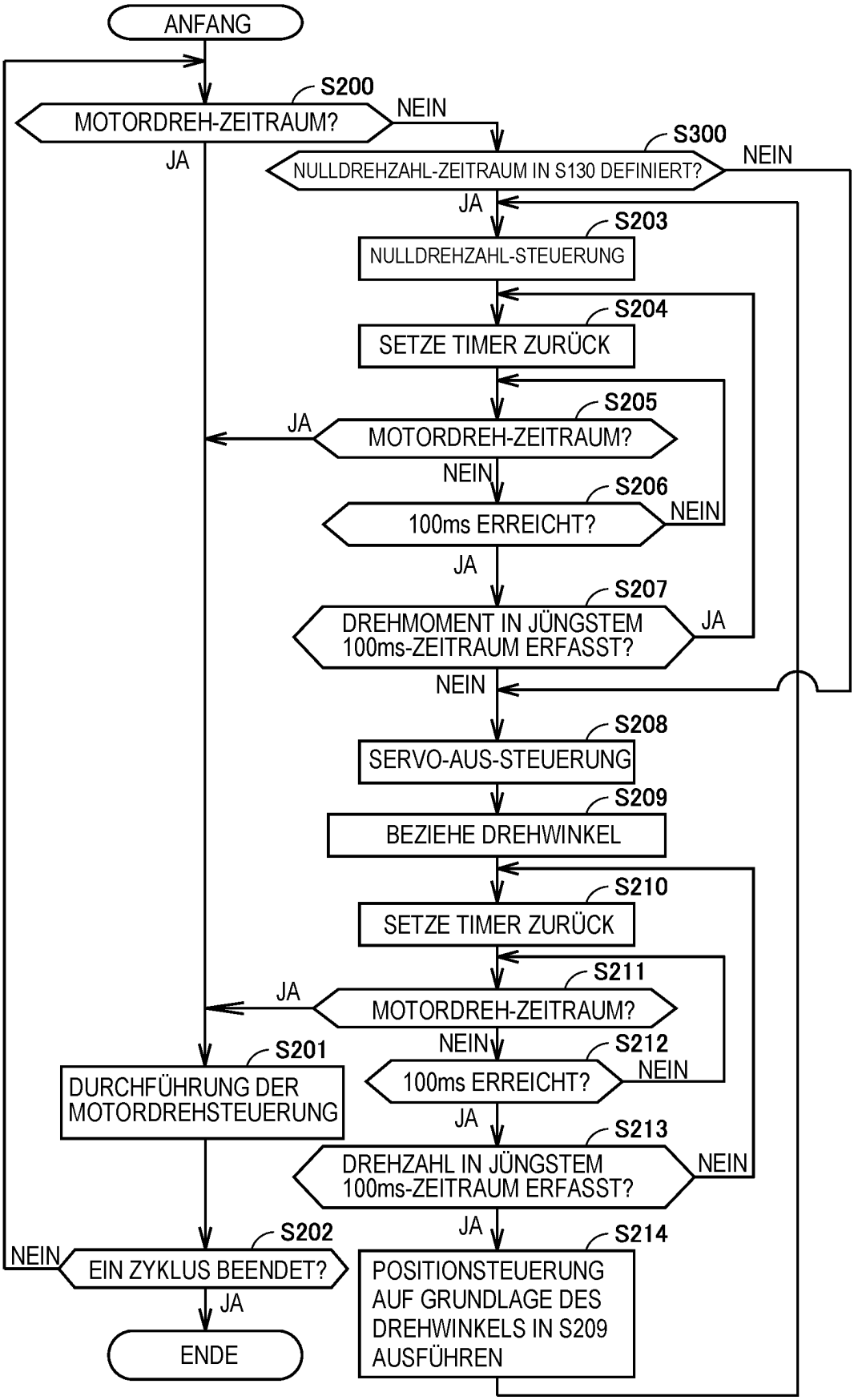
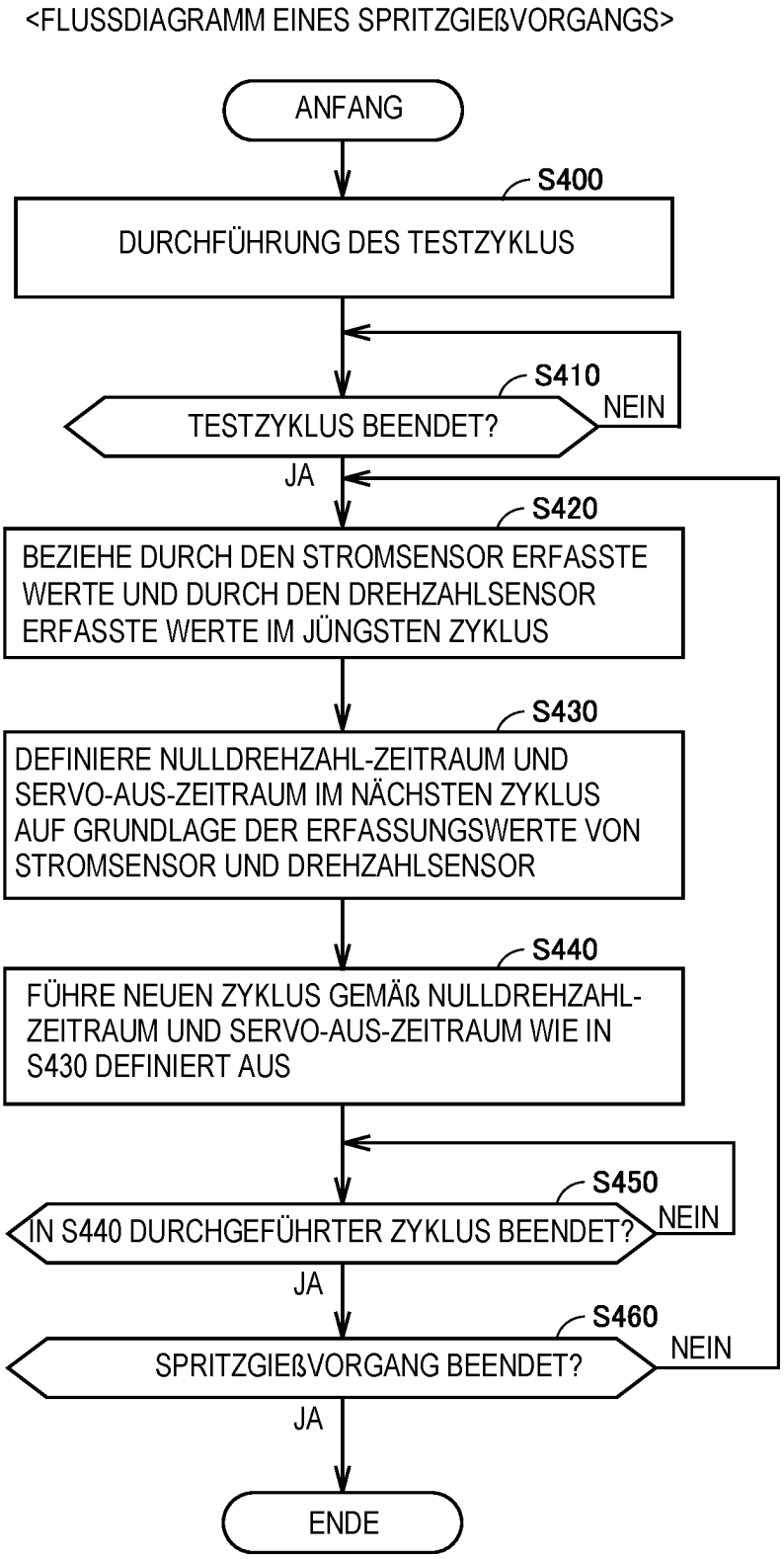


FIG.12



 Das Dokument wurde durch die Firma Luminess hergestellt.