



(10) **DE 10 2011 018 156 A1** 2011.12.29

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2011 018 156.3**

(22) Anmeldetag: **18.04.2011**

(43) Offenlegungstag: **29.12.2011**

(51) Int Cl.: **B29C 45/76 (2011.01)**

(30) Unionspriorität:

2010-100290 23.04.2010 JP

(74) Vertreter:

**WAGNER & GEYER Partnerschaft Patent- und
Rechtsanwälte, 80538, München, DE**

(71) Anmelder:

Sumimoto Heavy Industries, Ltd., Tokio/Tokyo, JP

(72) Erfinder:

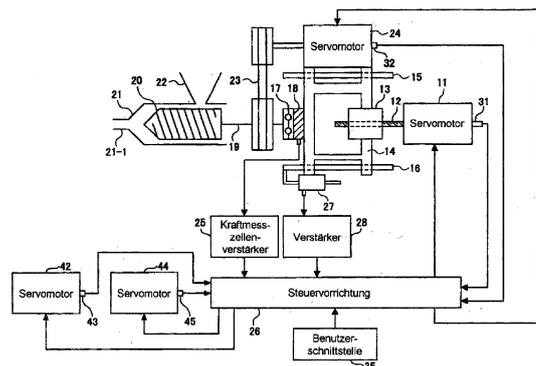
Hayasaki, Hiroaki, Chiba, JP; Lei, Lei, Chiba, JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Leistungsverbrauchsberechnungsvorrichtung und -verfahren zur Verwendung für eine Spritzgussmaschine**

(57) Zusammenfassung: Eine Leistungsverbrauchsberechnungsvorrichtung, die für eine Spritzgussmaschine verwendet wird, ist offenbart. Die Leistungsverbrauchsberechnungsvorrichtung umfasst einen Eingabeteil, der eine Formbedingung eingibt; einen Speicherteil zum Speichern eines Approximationsausdrucks, der den Leistungsverbrauch berechnet, wenn die Spritzgussmaschine unter der Formbedingung betrieben wird, die in den Eingabeteil eingegeben wird; und einen Leistungsverbrauchsberechnungsteil, der den Leistungsverbrauch der Spritzgussmaschine unter Verwendung des Approximationsausdrucks berechnet, der in dem Speicherteil gespeichert ist, und zwar basierend auf der Formbedingungsangabe in dem Eingabeteil.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Leistungsverbrauchsberechnungsvorrichtung und ein -verfahren zur Verwendung für eine Spritzgussmaschine.

HINTERGRUND DER TECHNIK

[0002] Typischer Weise umfasst ein Spritzgussprozess einen Formschließprozess zum Schließen der Formen; einen Formklemmprozess zum Zusammenklemmen der Formen: einen Düsenanlage- bzw. Düsenkontaktprozess zum Anlegen der Düse auf den Angusskanal der Formen; einen Einspritzprozess zum Bewegen der Schnecke in einem Zylinder, um das geschmolzene Harz einzuspritzen, das in dem vorderen Teil der Schnecke gelagert ist, in einen Formhohlraum; einen Halteprozess zum Aufrechterhalten des Haltedrucks im Anschluss für eine Zeitdauer, um das Auftreten von Luftblasen und Einfallstellen zu verhindern; einen Plastifizierungs-/Dosierprozess und einen Kühlprozess, um das Harz zu schmelzen und das geschmolzene Harz in dem vorderen Teil des Zylinders zu lagern, und zwar durch Drehen der Schnecke um den nachfolgenden Zyklus vorzubereiten, wobei die Zeit genutzt wird, bis das geschmolzene Harz, das in den Hohlraum gefüllt wird, ausgekühlt ist bis es aushärtet; einen Formöffnungsprozess zum Öffnen der Formen; und einen Formgegenstandsauswerfprozess zum Herausdrücken des Formgegenstands mit den Auswerferstiften, die in der Form vorgesehen sind.

[0003] Elektrische Leistung, die in einer motorisierten Spritzgussmaschine verbraucht wird, umfasst elektrische Leistung für eine Erwärmungsvorrichtung um einen Erwärmungszylinder herum zum Schmelzen eines Harzes und den Leistungsverbrauch verschiedener Elektromotoren. Die Elektromotoren, die in der motorisierten Spritzgussmaschine installiert sind, sind verschiedene, wie beispielsweise ein Motor zur Einspritzung, eine Motor zum Drehen einer Schnecke, einen Motor zum Öffnen/Schließen der Formen, einen Motor für eine Auswerfervorrichtung etc.

[0004] JP 2007-83432 A offenbart eine Steuervorrichtung einer Spritzgussmaschine zum Detektieren des Leistungsverbrauchs während des Betriebs und zur Ausgabe einer Anzeige bezüglich des Leistungsverbrauchs. Die offenbarte Steuervorrichtung umfasst einen Detektionsteil zum Detektieren des Leistungsverbrauchs während des Betriebs, und einen Berechnungsteil für die elektrische Energie, der die elektrische Energie während einer beliebig spezifizierten Detektionsdauer berechnet, basierend auf dem detektierten Leistungsverbrauch. Die offenbarte

Steuervorrichtung bestimmt vorbestimmte Umwandlungsinformationen, wie beispielsweise die Information über die Emission von Kohlendioxid, elektrische Leistungsdaten etc., basierend auf der berechneten elektrischen Energie und zeigt dann die Umwandlungsinformation gemeinsam mit der elektrischen Energie an.

[0005] Die tatsächliche Formbedingung kann sich jedoch in vielfältiger Weise verändern und folglich ist das tatsächliche Messen der elektrischen Energie auf einer Formbedingungsbasis nicht effizient, wobei viel Aufwand sowohl hinsichtlich Zeit als auch Einsatz erforderlich ist.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0006] Daher ist es ein Ziel der vorliegenden Erfindung, eine Leistungsverbrauchsberechnungsvorrichtung und ein -verfahren vorzusehen, die für eine Spritzgussmaschine verwendet werden, und welche einen Leistungsverbrauch der Spritzgussmaschine gemäß einer Formbedingung vorhersagen können.

[0007] Um das oben erwähnte Ziel zu erreichen, ist gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung eine Leistungsverbrauchsberechnungsvorrichtung vorgesehen, die für eine Spritzgussmaschine verwendet wird. Die Leistungsverbrauchsberechnungsvorrichtung umfasst einen Eingabeteil, der eine Formbedingung eingibt; einen Speicherteil, der einen Approximationsausdruck speichert, der den Leistungsverbrauch berechnet, wenn die Spritzgussmaschine unter den Formbedingungen betrieben wird, die in den Eingabeteil eingegeben werden; und einen Leistungsverbrauchsberechnungsteil, der den Leistungsverbrauch der Spritzgussmaschine unter Verwendung des Ausdrucks berechnet, der in dem Speicherteil gespeichert ist, und zwar basierend auf der Formbedingung, die in den Eingabeteil eingegeben wird.

[0008] Um das oben erwähnte Ziel zu erreichen, ist gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ein Leistungsverbrauchsberechnungsverfahren für eine Spritzgussmaschine vorgesehen. Das Leistungsverbrauchsberechnungsverfahren umfasst Folgendes:

Eingeben einer Formbedingung;
Auslesen eines Approximationsausdrucks, der den Leistungsverbrauch berechnet, aus einem Speicherteil, wenn die Spritzgussmaschine unter der eingegebenen Formbedingung betrieben wird;
Berechnen des Leistungsverbrauchs der Spritzgussmaschine unter Verwendung des ausgelesenen Approximationsausdrucks basierend auf der Formbedingungseingabe.

[0009] Gemäß der vorliegenden Erfindung können eine Leistungsverbrauchsberechnungsvorrichtung und ein -verfahren, die für eine Spritzgussmaschine verwendet werden, die den Leistungsverbrauch der Spritzgussmaschine gemäß einer Formbedingung vorhersagen können, erhalten werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0010] **Fig. 1** ist ein Schaubild zur Darstellung eines Beispiels einer Hauptkonfiguration einer Spritzgussmaschine **1** auf die eine Leistungsverbrauchsberechnungsvorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung angewendet wird;

[0011] **Fig. 2** ist ein Funktionsdiagramm zur Darstellung eines Hauptfunktionsteils zugehörig zu einer Leistungsverbrauchsberechnungsfunktion einer Steuervorrichtung **26**;

[0012] **Fig. 3** ist ein Flussdiagramm zur Darstellung eines Beispiels eines Hauptprozesses eines Leistungsverbrauchsberechnungsverfahrens, das durch eine Steuervorrichtung **26** ausgeführt wird;

[0013] **Fig. 4** ist ein Funktionsdiagramm zur Darstellung eines Hauptfunktionsteils zugehörig zu einer Formbedingungsberechnungsfunktion der Steuervorrichtung **26**; und

[0014] **Fig. 5** ist ein Flussdiagramm zur Darstellung eines Beispiels eines Hauptprozesses eines Verfahrens zur Berechnung der optimalen Formbedingung durch eine Steuervorrichtung **26**.

Bezugszeichenliste

1	Spritzgussmaschine
11	Servomotor
12	Kugelumlaufspindel
13	Mutter
14	Druckplatte
15, 16	Führungssäule
17	Lager
18	Kraftmesszelle
19	Einspritzwelle
20	Schraube bzw. Schnecke
21	Erwärmungszyylinder
22	Zuführvorrichtung
23	Kopplungsglied
24	Servomotor
26	Steuervorrichtung
27	Positionsdetektor
28	Verstärker
31, 32	Codierer
35	Benutzerschnittstelle
42	Servomotor
44	Servomotor
43, 45	Codierer

261	Leistungsverbrauchsberechnungsteil
262	Approximationsausdrucksspeicherteil
263	Berechnungsteil der optimalen Formbedingung

BESTER AUSFÜHRUNGSMODUS DER ERFINDUNG

[0015] Im Folgenden wird der beste Ausführungsmodus der vorliegenden Erfindung im Detail unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen beschrieben.

[0016] **Fig. 1** ist ein Diagramm zur Darstellung eines Beispiels einer Hauptkonfiguration einer Spritzgussmaschine **1**, auf die eine Leistungsverbrauchsberechnungsvorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung angewendet wird.

[0017] Die Spritzgussmaschine **1**, die eine motorbetriebene Spritzgussmaschine in dem dargestellten Beispiel ist, umfasst einen Servomotor zur Einspritzung **11**. Die Drehung des Servomotors zur Einspritzung **11** wird auf eine Kugelumlaufspindel **12** übertragen. Eine Mutter **13**, die in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung durch die Drehung der Kugelumlaufspindel **12** bewegt wird, ist an einer Druckplatte **14** befestigt. Die Druckplatte **14** ist so konfiguriert, dass sie entlang der Führungssäulen **15** und **16** bewegbar ist, die an einem Basisrahmen (nicht gezeigt) befestigt sind. Die Bewegung der Druckplatte **14** in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung wird auf eine Schnecke **20** über ein Lager **17**, eine Kraftmesszelle **18** und eine Einspritzwelle **19** übertragen. Die Schnecke **20** ist in einem Erwärmungszyylinder **21** in einer solchen Art und Weise angebracht, dass sie sich in dem Erwärmungszyylinder **21** drehen und sich in einer axialen Richtung bewegen kann. Eine Zuführvorrichtung **22** zum Liefern eines Harzes ist in einem hinteren Teil des Erwärmungszyinders **21** vorgesehen. Die Drehbewegung eines Servomotors zur Schneckendrehung **23** wird auf die Einspritzwelle **19** über ein Kopplungsglied **24**, wie beispielsweise einen Riemen, eine Riemenscheibe etc. übertragen. Mit anderen Worten wird die Schnecke **20** gedreht, wenn die Einspritzwelle **19** angetrieben wird, um den Servomotor zur Schneckendrehung **24** zu drehen.

[0018] In einem Plastifizierungs-/Dosierungsprozess wird die Schnecke **20** gedreht und in dem Erwärmungszyylinder **21** vorwärts und rückwärts bewegt, wodurch das geschmolzene Harz in einem vorderen Teil der Schnecke **20** gelagert wird, d. h. auf einer Seite einer Düse **21-1** des Erwärmungszyinders **21**. In einem Einspritzprozess werden Formen (Formstücke) mit dem geschmolzenen Harz gefüllt, das in dem vorderen Teil der Schnecke **20** gelagert ist und das Formen wird durch Anwenden eines Drucks ausgeführt. Zu diesem Zeitpunkt wird eine Kraft, die das

Harz anpresst, durch die Kraftmesszelle **18** als eine Reaktionskraft detektiert. Mit anderen Worten wird der Harzdruck in dem vorderen Teil der Schnecke **20** detektiert. Das Signal, das den detektierten Druck darstellt, wird durch einen Kraftmesszellenverstärker **25** verstärkt und in eine Steuervorrichtung **26** (eine Steuervorrichtung) eingegeben, die als ein Steuererteil fungiert. Ferner wird in einem Halteprozess der Druck des Harzes, das in die Form gefüllt ist, auf einem vorbestimmten Druck gehalten.

[0019] Ein Positionsdetektor **27** zum Detektieren eines Bewegungsbetrags der Schnecke **20** ist an der Druckplatte **14** angebracht. Das Detektionssignal des Positionsdetektors **27** wird durch einen Kraftmesszellenverstärker **28** verstärkt und in die Steuervorrichtung **26** eingegeben. Dieses Detektionssignal kann verwendet werden, um eine Bewegungsgeschwindigkeit der Schnecke **20** zu detektieren.

[0020] Die Servomotoren **11** und **24** sind mit Codierern **31** bzw. **32** zum Detektieren einer Anzahl der Umdrehungen vorgesehen. Die Anzahl der Umdrehungen, die durch die Codierer **31** und **32** detektiert wird, wird in die Steuervorrichtung **26** eingegeben.

[0021] Ein Servomotor **42** ist vorgesehen, um die Formen zu öffnen und zu schließen, und ein Servomotor **44** ist vorgesehen, um einen Formgegenstand auszustoßen (auszuwerfen). Der Servomotor **42** treibt eine Kniehebel- bzw. Umschalerverbindung (nicht gezeigt) an, beispielsweise um ein Formöffnen/-schließen zu implementieren. Ferner bewegt der Servomotor **44** eine Auswerferstange (nicht gezeigt) über einen Kugelumlaufspindelmechanismus, beispielsweise um das Auswerfen des Formgegenstands zu implementieren. Die Servomotoren **42** und **44** sind mit Codierern **43** bzw. **45** zum Detektieren einer Anzahl der Umdrehungen vorgesehen. Die Anzahl der Umdrehungen, die durch die Codierer **43** und **45** detektiert wird, wird in die Steuervorrichtung **26** eingegeben.

[0022] Die Steuervorrichtung **26** weist beispielsweise hauptsächlich eine CPU, einen ROM, in dem die Steuerprogramme gespeichert sind, einen RAM, in dem die Berechnungsergebnisse gespeichert sind, einen Timer, einen Zähler, eine Eingabeschnittstelle, eine Ausgabeschnittstelle etc. auf.

[0023] Die Steuervorrichtung **26** überträgt die Strom-(Drehmoment-)Anweisungen an die Servomotoren **11**, **24**, **42** und **44** gemäß der entsprechenden Prozesse. Beispielsweise steuert die Steuervorrichtung **26** die Anzahl der Umdrehungen des Servomotors **24**, um den Plastifizierungs-/Dosierungsprozess zu implementieren. Ferner steuert die Steuervorrichtung **26** die Anzahl der Umdrehungen des Servomotors **11**, um den Einspritzprozess und den Halteprozess zu implementieren. Ferner steuert die Steuervorrich-

tung **26** die Anzahl der Umdrehungen des Servomotors **42**, um den Formöffnungsprozess und den Formschließprozess zu implementieren. Ferner steuert die Steuervorrichtung **26** die Anzahl der Umdrehungen des Servomotors **44**, um den Formgegenstandsauswerfprozess zu implementieren.

[0024] Ein Benutzerschnittstelle **35** umfasst einen Eingabeeinstellteil mit dem die Formbedingungen für die entsprechenden Prozesse, wie beispielsweise einen Formöffnungs-/schließenprozess, einen Einspritzprozess etc. eingestellt werden können. Ferner umfasst die Benutzerschnittstelle **35** einen Eingabeteil mit dem die Formbedingungen, die erforderlich sind, um den Leistungsverbrauch wie im nachfolgenden beschrieben zu berechnen, für die entsprechenden Prozesse, wie beispielsweise einen Formöffnungs-/schließenprozess, einen Einspritzprozess etc. eingegeben werden können. Ferner umfasst die Benutzerschnittstelle **35** einen Eingabeteil mit dem ein Benutzer die verschiedenen Anweisungen eingibt und einen Ausgabeteil (beispielsweise einen Anzeigeteil), der konfiguriert ist, um die verschiedenen Elemente der Information auszugeben.

[0025] Typischerweise umfasst ein Zyklus des Spritzgussprozesses in der Spritzgussmaschine **1** einen Formschließprozess zum Schließen der Formen; einen Formklemmprozess zum Zusammenklemmen der Formen; einen Düsenkontaktprozess zum Anliegen einer Düse (nicht gezeigt) auf einem Anguss (nicht gezeigt) der Formen; einen Einspritzprozess zum Bewegen der Schnecke **20** in dem Erwärmungszylinder **21**, um das geschmolzene Harz einzuspritzen, das in dem vorderen Teil der Schnecke gespeichert ist, in einen Formhohlraum (nicht gezeigt); einen Halteprozess zum Aufrechterhalten eines Halte-drucks im Anschluss für eine Zeit lang, um das Auftreten von Luftblasen und Einfallstellen zu verhindern; einen Plastifizierungs-/Dosierungsprozess und einen Kühlprozess zum Schmelzen des Harzes und Speichern des geschmolzenen Harzes in dem vorderen Teil des Erwärmungszylinders **21** durch Drehen der Schnecke **20**, um den nächsten Zyklus vorzubereiten, wobei die Zeit genutzt wird, bis das geschmolzene Harz, das in den Formhohlraum gefüllt ist, ausgekühlt ist um auszuhärten; einen Formöffnungsprozess zum Öffnen der Formen; und einen Formgegenstandsauswerfprozess zum Herausdrücken des Formgegenstands mit den Auswerferstiften (nicht gezeigt), die in der Form vorgesehen sind.

[0026] In dem Ausführungsbeispiel umfasst die Steuervorrichtung **26** eine Leistungsverbrauchsrechnungsfunktion, die in einer vorhersagenden Art und Weise den Leistungsverbrauch aufgrund des Betriebs der Spritzgussmaschine **1** berechnet.

[0027] [Fig. 2](#) ist ein Funktionsdiagramm zur Darstellung eines Hauptfunktionsteils zugehörig zu der Leis-

tungsverbrauchsberechnungsfunktion der Steuervorrichtung **26**.

[0028] Die Steuervorrichtung **26** umfasst einen Leistungsverbrauchsberechnungsteil **261** und einen Approximationsausdrucksspeicherteil **262**. Der Leistungsverbrauchsberechnungsteil **261** wird durch eine CPU der Steuervorrichtung **26** implementiert, die den Approximationsausdruck berechnet, der in dem Approximationsausdrucksspeicherteil **262** gespeichert ist, unter Verwendung der eingegebenen Formbedingungen als Eingabeparameter. Der Approximationsausdrucksspeicherteil **262** kann durch einen ROM-Speicher der Steuervorrichtung **26** implementiert werden.

[0029] Der Leistungsverbrauchsberechnungsteil **261** berechnet in einer vorhersagenden Art und Weise den Leistungsverbrauch aufgrund des Betriebs der Spritzgussmaschine **1** durch Berechnen des Approximationsausdrucks, der in dem Approximationsausdrucksspeicherteil **262** gespeichert ist, und Verwendung der Formbedingungen als Eingabeparameter, die über die Benutzerschnittstelle **35** eingegeben werden.

[0030] Hier wird ein Beispiel des Approximationsausdrucks beschrieben, der in dem Approximationsausdrucksspeicherteil **262** gespeichert ist.

[0031] Zunächst sind Parameter der Formbedingung (z. B. Eingabeparameter) beispielsweise wie folgt gegeben.

T:	Zykluszeit
T_{M-OC} :	Formöffnungs-/schließezeit
T_{ME} :	Dosierungszeit
T_{CA} :	Formklemmzeit
F_{CA} :	Formklemmkraft
S_{M-OC} :	Formöffnungs-/schließehub
V_{M-OC} :	Formöffnungs-/schließe geschwindigkeit
S_S :	Füllmenge
V_S :	Einspritzgeschwindigkeit
V_{ME} :	Drehzahl der Schnecke 20 in dem Dosierungsprozess
P_{HP} :	Haltedruck
T_{HP} :	Haltezeit

[0032] Der Leistungsverbrauch W_{M-OC} in dem Formöffnungs-/schließeprozess wird durch Verwenden des folgenden Approximationsausdrucks berechnet.

$$W_{M-OC} = a1 \cdot S_{M-OC} + a2 \cdot V_{M-OC} + a0$$

$a1$, $a2$ und $a0$ sind vorbestimmte Koeffizienten und können durch multiple Regressionsanalyse angepasst werden. Folglich wird der Motorleistungsverbrauch W_1 des Servomotors **42** in einem Zyklus des

Formöffnungs-/schließe Prozesses wie folgt berechnet:

$$W_1 = W_{M-OC} \times T_{M-OC}/T$$

[0033] Der Leistungsverbrauch W_S beim Formöffnen-/schließen wird durch den folgenden Approximationsausdruck berechnet.

$$W_S = b1 \cdot S_S + b2 \cdot V_S + b0$$

[0034] $b1$, $b2$ und $b0$ sind vorbestimmte Koeffizienten und können durch multiple Regressionsanalyse angepasst werden. Folglich kann der Motorleistungsverbrauch W_2 des Servomotors **11** in einem Zyklus des Einspritzprozesses wie folgt berechnet werden:

$$W_2 = W_S \times (S_S/V_S)/T$$

[0035] Der Motorleistungsverbrauch W_{ME} in dem Dosierungsprozess wird durch Verwenden des folgenden Approximationsausdrucks berechnet.

$$W_{ME} = c1 \cdot V_{ME} + c2$$

[0036] $c1$ und $c2$ sind vorbestimmte Koeffizienten und können durch die Methode der kleinsten Quadrate angepasst werden. Folglich kann der Motorleistungsverbrauch W_3 des Servomotors **24** in einem Zyklus des Dosierungsprozesses wie folgt berechnet werden:

$$W_3 = W_{ME} \times T_{ME}/T$$

[0037] Der Leistungsverbrauch W_{CA} in dem Formklemmprozess wird durch den folgenden Approximationsausdruck berechnet.

$$W_{CA} = d1 \cdot F_{CA} + d2 \cdot T_{CA} + d3$$

[0038] $d1$, $d2$ und $d3$ sind vorbestimmte Koeffizienten und können durch multiple Regressionsanalyse angepasst werden. Folglich kann der Motorleistungsverbrauch W_4 in einem Zyklus des Klemmprozesses wie folgt berechnet werden:

$$W_4 = W_{CA} \times T_{CA}/T$$

[0039] Der Leistungsverbrauch W_H in dem Halteprozess wird durch den folgenden Approximationsausdruck berechnet.

$$W_{HP} = e1 \cdot P_{HP} + e2 \cdot T_{HP} + e3$$

[0040] $e1$, $e2$ und $e3$ sind vorbestimmte Koeffizienten und können durch multiple Regressionsanalyse angepasst werden. Folglich kann der Motorleistungsverbrauch W_5 des Servomotors **11** in einem Zyklus des Halteprozesses wie folgt berechnet werden:

$$W_5 = W_{HP} \times T_{HP}/T$$

[0041] Der Erwärmungsvorrichtungsleistungsverbrauch W_{H-ME} in dem Dosierungsprozess wird unter Verwendung des folgenden Approximationsausdrucks berechnet.

$$W_{H-ME} = f_1 \cdot V_{ME}^2 + f_2 \cdot V_{ME} + f_3$$

[0042] f_1 , f_2 und f_3 sind vorbestimmte Koeffizienten und können durch die Methode der kleinsten Quadrate angepasst werden. Folglich wird der Erwärmungsvorrichtungsleistungsverbrauch W_6 in einem Zyklus des Dosierungsprozesses wie folgt berechnet:

$$W_6 = W_{H-ME} \times T_{ME}/T$$

[0043] Der Leistungsverbrauchsberechnungsteil **261** berechnet den Gesamtleistungsverbrauch W_{Total} durch Substituieren der Parameter der Formbedingung in die entsprechenden Approximationsausdrücke wie folgt:

$$W_{Total} = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 + W_6 + W_7 + W_8$$

[0044] Hier bezeichnet W_7 den Standby-Leistungsverbrauch der Motoren in einem Zyklus und kann durch Messungen abgeleitet werden. W_8 stellt den Standby-Leistungsverbrauch der Erwärmungsvorrichtung in einem Zyklus des Dosierungsprozesses dar und kann durch $W_8 = W_H \times T_{ME}/T$ unter Verwendung des Standby-Leistungsverbrauchs W_H (Messung) der Erwärmungsvorrichtung berechnet werden.

[0045] **Fig. 3** ist ein Flussdiagramm zur Darstellung eines Beispiels des Hauptprozesses eines Leistungsverbrauchsberechnungsverfahrens durch die Steuervorrichtung **26**.

[0046] Im Schritt **300** werden die Parameter der Formbedingungen, die der Benutzer über die Benutzerschnittstelle **3** eingibt, wie beispielsweise eine Zykluszeit, eine Formöffnungs-/schließenzeit, eine Dosierungszeit etc. eingegeben.

[0047] Im Schritt **302** werden die Approximationsausdrücke, die in dem Approximationsausdrucksspeicherteil **262** gespeichert sind, ausgelesen.

[0048] In Schritt **304** berechnet der Leistungsverbrauchsberechnungsteil **261** den Leistungsverbrauch W_1, W_2, W_3, W_4, W_5 , etc. der entsprechenden Prozesse in einer vorhersagenden Art und Weise, um den Gesamtleistungsverbrauch W_{Total} durch Berechnen der Approximationsausdrücke, die im Schritt **302** ausgelesen werden, unter Verwendung der Formbedingungen, die im Schritt **300** als Eingabeparameter eingegeben werden, zu berechnen.

[0049] Im Schritt **306** wird das Berechnungsergebnis des Leistungsverbrauchs, das in Schritt **304** berechnet wurde, über die Benutzerschnittstelle **35** ausgegeben. Dann kann die Steuervorrichtung **26** das Berechnungsergebnis des Leistungsverbrauchs W_1, W_2, W_3, W_4, W_5 , etc. der entsprechenden Prozesse einzeln anzeigen, ebenso wie das Berechnungsergebnis des Gesamtleistungsverbrauchs W_{Total} . Mit dieser Anordnung kann der Benutzer den Leistungsverbrauch in dem Fall des Ausführens des Spritzgießens unter den eingegebenen Formbedingungen erkennen. Folglich kann der Benutzer die Formbedingungen erneut eingeben, nachdem das Berechnungsergebnis überprüft wurde, beispielsweise um die Formbedingungen erneut zu prüfen. In diesem Fall kann der Benutzer erkennen, wie sich der Leistungsverbrauch unter den neuen Formbedingungen verändert. Auf diese Weise kann der Benutzer die Formbedingungen im Voraus anpassen, während der Leistungsverbrauch berücksichtigt wird.

[0050] In dem Ausführungsbeispiel kann die Steuervorrichtung **26** ferner eine Berechnungsfunktion für die optimale Formbedingung beinhalten, die optimale Formbedingungen wiedergespiegelt durch den Leistungsverbrauch berechnet.

[0051] **Fig. 4** ist ein Funktionsdiagramm zur Darstellung eines Hauptfunktionsteils bezüglich der Berechnungsfunktion der optimalen Formbedingung der Steuervorrichtung **26**.

[0052] Die Steuervorrichtung **26** umfasst einen Berechnungsteil **263** der optimalen Formbedingung und einen Approximationsausdrucksspeicherteil **262**. Der Berechnungsteil **263** der optimalen Formbedingung wird durch eine CPU der Steuervorrichtung **26** implementiert, die die optimalen Formbedingungen unter einer Beschränkung in einer solchen Art und Weise bestimmt, dass der Leistungsverbrauch, der mit den Approximationsausdrücken berechnet wird, die in dem Approximationsausdrucksspeicherteil **262** gespeichert sind, eine vorbestimmte Anforderung erfüllen. Der Approximationsausdrucksspeicherteil **262** kann durch einen ROM-Speicher der Steuervorrichtung **26** implementiert werden.

[0053] **Fig. 5** ist ein Flussdiagramm zur Darstellung eines Beispiels eines Hauptprozesses eines Berechnungsverfahrens für die optimale Formbedingung, das durch die Steuervorrichtung **26** implementiert wird.

[0054] In Schritt **500** werden die Parameter der Beschränkungen eingegeben, die der Benutzer über die Benutzerschnittstelle **35** eingibt. Die Beschränkungen können in einem variablen Bereich (einem oberen Grenzwert und/oder einem unteren Grenzwert) für die Parameter der Formbedingung liegen, wie beispielsweise einer Zykluszeit, einer Formöffnungs/-

schließzeit, einer Dosierungszeit etc. Beispielsweise können die Beschränkungen in einem zulässigen Bereich für die Formbedingung liegen, wie beispielsweise einem Bereich T1–T2 für die Zykluszeit, einem Bereich T3–T4 für die Formöffnungs-/schließzeit etc. Der variable Bereich kann einem dem Gegenstand angemessenen Zustand entsprechen. Mit anderen Worten kann der variable Bereich für die Formbedingung in einer solchen Art und Weise eingestellt werden, dass der dem Gegenstand angemessene Zustand erreicht wird. Ferner können die Beschränkungen ein Ziel des Leistungsverbrauchs in dem entsprechenden Prozess oder ein Ziel des Gesamtleistungsverbrauchs beinhalten.

[0055] In Schritt **502** werden die Approximationsausdrücke, die in dem Approximationsausdrucksspeicherteil **262** gespeichert sind, ausgelesen.

[0056] In Schritt **504** sucht der Berechnungsteil **263** der optimalen Formbedingung nach den optimalen Formbedingungen unter den Beschränkungen, die im Schritt **500** eingegeben werden, und zwar in einer solchen Art und Weise, dass der Leistungsverbrauch, der mit den Approximationsausdrücken berechnet wird, die in Schritt **502** ausgelesen werden, minimal wird. Es sei bemerkt, dass wenn die Beschränkungen, die im Schritt **500** eingegeben werden, das Ziel des Leistungsverbrauchs beinhalten, der Berechnungsteil **263** für die optimale Formbedingung die optimalen Formbedingungen unter den Beschränkungen sucht, die im Schritt **500** eingegeben werden, und zwar in einer solchen Art und Weise, dass der Leistungsverbrauch, der mit den Approximationsausdrücken berechnet wird, die im Schritt **502** ausgelesen werden, niedriger als das Ziel wird. In diesem Fall können die Bereiche der optimalen Formbedingungen abgesehen werden.

[0057] In Schritt **506** wird das Berechnungsergebnis der optimalen Formbedingungen, berechnet in Schritt **504**, über die Benutzerschnittstelle **35** ausgegeben. Dann kann die Steuervorrichtung **26** das Berechnungsergebnis des Leistungsverbrauchs W_1 , W_2 , W_3 , W_4 , W_5 , etc. der entsprechenden Prozesse unter den optimalen Formbedingungen einzeln anzeigen, ebenso wie das Berechnungsergebnis des Gesamtleistungsverbrauchs W_{Total} . Mit dieser Anordnung kann der Benutzer die optimalen Formbedingungen erkennen, sowie den Leistungsverbrauch im Fall des Ausführens des Spritzgießens unter den optimalen Formbedingungen.

[0058] Die vorliegende Erfindung ist mit Bezugnahme auf die bevorzugten Ausführungsbeispiele offenbart. Es sollte jedoch erkannt werden, dass die vorliegende Erfindung nicht auf die oben beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt ist und Variationen und Modifikationen vorgenommen werden können,

ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0059] Beispielsweise werden in den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen die Leistungsverbrauchsberechnungsfunktion, die Berechnungsfunktion der optimalen Formbedingung und die Berechnungsergebnisausgabefunktion durch die Steuervorrichtung **26** der Spritzgussmaschine **1** implementiert; die Leistungsverbrauchsberechnungsfunktion und/oder die Berechnungsfunktion der optimalen Formbedingung und/oder die Berechnungsergebnisausgabefunktion können durch einen externen Computer, wie beispielsweise einen PC (PC = Personal Computer) implementiert werden. In diesem Fall kann der externe Computer die Leistungsverbrauchsberechnungsfunktion und/oder die Berechnungsfunktion der optimalen Formbedingung umfassen, die an verschiedene Arten von Spritzgussmaschinen angepasst ist.

[0060] Ferner ist es in den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen möglich, den Leistungsverbrauch anderer Prozesse zu berücksichtigen, und zwar durch Berechnen dieser mit einem ähnlichen Approximationsausdruck. Beispielsweise ist es möglich, den Leistungsverbrauch des Servomotors **44** in dem Formgegenstandsauswerfprozess durch Berechnen von diesem mit einem ähnlichen Approximationsausdruck zu berücksichtigen.

[0061] Ferner wird in den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen der Leistungsverbrauch auf einer Prozessbasis berechnet; der Leistungsverbrauch kann jedoch auf einer Motorbasis (z. B. als Servomotoren **11**, **24**, **42**, **44** etc.) oder auf einer Erwärmungsvorrichtungsbasis mit entsprechenden Approximationsausdrücken berechnet werden. Ferner wird in den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen der Gesamtleistungsverbrauch in einem Zyklus durch Berechnen des Leistungsverbrauchs auf einer Prozessbasis vorhergesagt; es ist jedoch möglich, den Leistungsverbrauch oder den Gesamtleistungsverbrauch für einen bestimmten Prozess oder eine bestimmte Kombination von Prozessen vorherzusagen. In ähnlicher Weise ist es möglich, den Leistungsverbrauch oder den Gesamtleistungsverbrauch für einen bestimmten Motor oder eine bestimmte Kombination von Motoren vorherzusagen. In ähnlicher Weise ist es möglich, den Leistungsverbrauch oder den Gesamtleistungsverbrauch für eine bestimmte Erwärmungsvorrichtung oder eine bestimmte Kombination von Erwärmungsvorrichtungen vorherzusagen.

[0062] Ferner wenn die Formbedingung für die Einheit, deren Leistungsverbrauch am höchsten innerhalb der Leistungsverbräuche ist, die auf einer Einheitsbasis (auf einer Prozessbasis, einer Motorbasis oder einer Erwärmungsvorrichtungsbasis) berechnet werden, (innerhalb eines entsprechenden Artikelbe-

reichs) verändert wird, ist es möglich, den Leistungsverbrauch effizient zu verringern.

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 2007-83432 A [[0004](#)]

Patentansprüche

1. Leistungsverbrauchsberechnungsvorrichtung, die für eine Spritzgussmaschine verwendet wird, die Folgendes aufweist:

einen Eingabeteil, der eine Formbedingung eingibt;
einen Speicherteil, der einen Approximationsausdruck speichert, der den Leistungsverbrauch berechnet, wenn die Spritzgussmaschine unter der Formbedingung betrieben wird, die in den Eingabeteil eingegeben wird; und
einen Leistungsverbrauchsberechnungsteil, der den Leistungsverbrauch der Spritzgussmaschine unter Verwendung des Approximationsausdrucks berechnet, der in dem Speicherteil gespeichert ist, und zwar basierend auf der Formbedingung, die in den Eingabeteil eingegeben wird.

2. Leistungsverbrauchsberechnungsvorrichtung gemäß Anspruch 1, die ferner einen Berechnungsteil für die optimale Formbedingung aufweist, der eine Formbedingung berechnet, unter der der Leistungsverbrauch einen vorbestimmten Wert oder einen minimalen Wert unter einer Beschränkung einnimmt, dass ein Formgegenstand eine vorbestimmte, entsprechende Gegenstandsbedingung erfüllt.

3. Leistungsverbrauchsberechnungsvorrichtung gemäß Anspruch 1, die ferner einen Ausgabeteil aufweist, der den Leistungsverbrauch ausgibt, der durch den Leistungsverbrauchsberechnungsteil berechnet wird.

4. Leistungsverbrauchsberechnungsvorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei die Leistungsverbrauchsberechnungsvorrichtung in der Spritzgussmaschine integriert ist oder in einem externen Computer integriert ist, der unabhängig von der Spritzgussmaschine ist.

5. Leistungsverbrauchsberechnungsverfahren für eine Spritzgussmaschine das Folgendes aufweist:
Eingeben einer Formbedingung;
Auslesen eines Approximationsausdrucks aus dem Speicherteil, der den Leistungsverbrauch berechnet, wenn die Spritzgussmaschine unter der Formbedingung betrieben wird, die eingegeben wurde;
Berechnen des Leistungsverbrauchs der Spritzgussmaschine unter Verwendung des ausgelesenen Approximationsausdrucks, und zwar basierend auf der Formbedingungseingabe.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

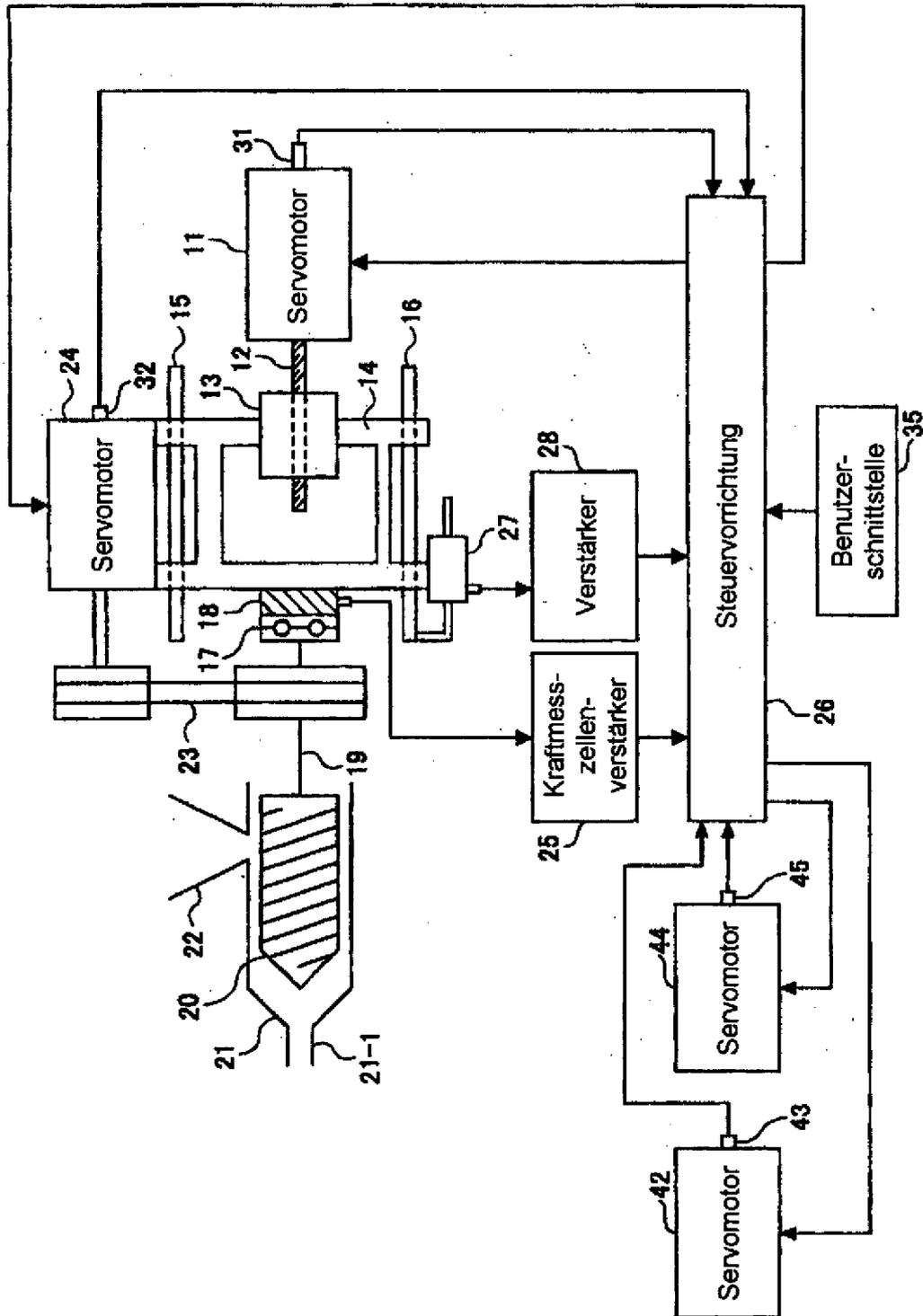


Fig. 1

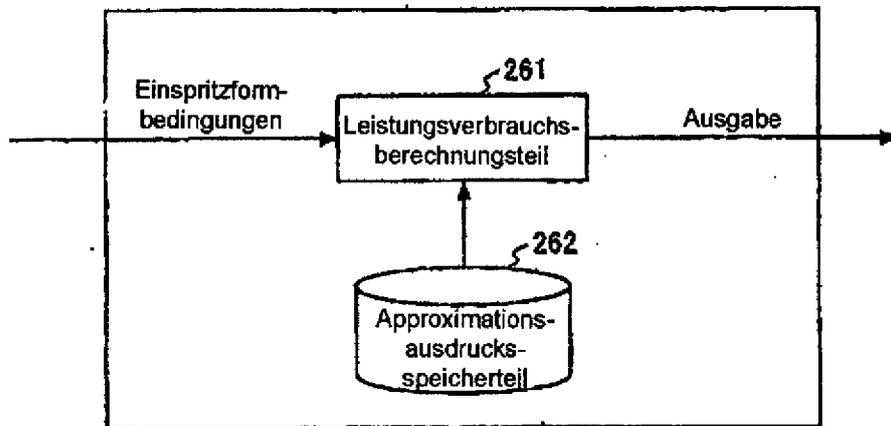


Fig. 2

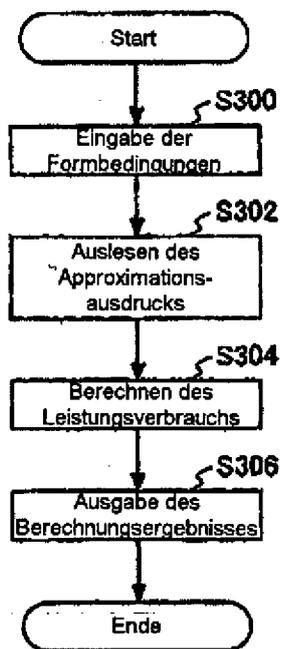


Fig. 3

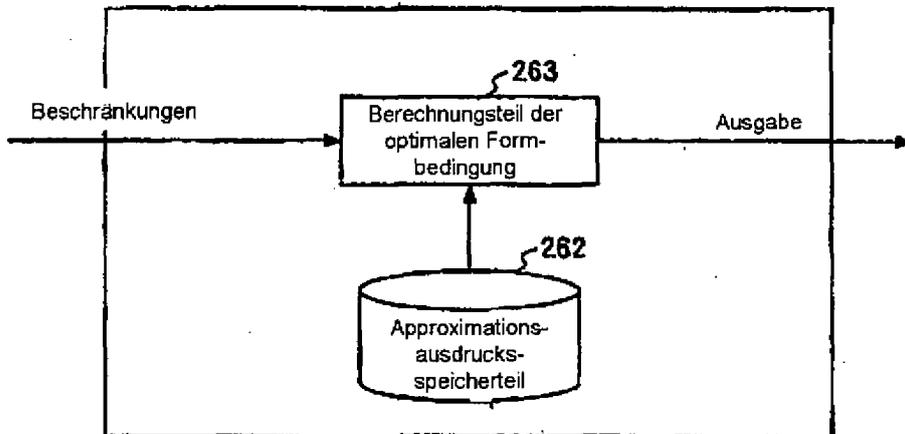


Fig. 4

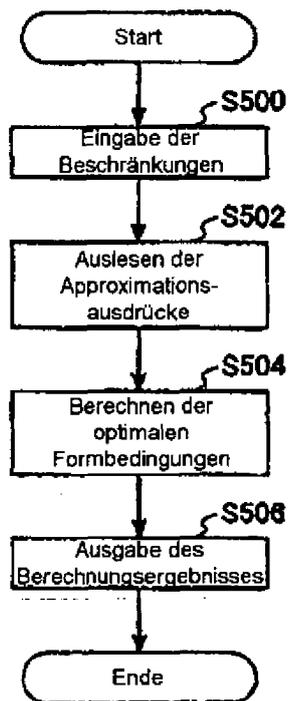


Fig. 5