



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 024 398.7**
 (22) Anmeldetag: **13.12.2012**
 (43) Offenlegungstag: **08.08.2013**

(51) Int Cl.: **B29C 45/76 (2013.01)**
B29C 45/84 (2013.01)

(30) Unionspriorität:
2011-278810 **20.12.2011** **JP**

(74) Vertreter:
**WUESTHOFF & WUESTHOFF Patent- und
 Rechtsanwälte, 81541, München, DE**

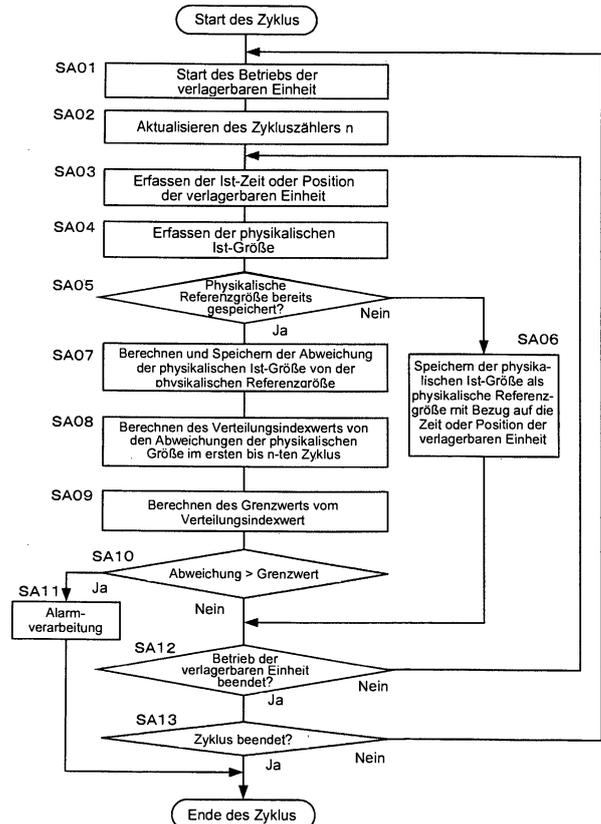
(71) Anmelder:
FANUC CORPORATION, Yamanashi, JP

(72) Erfinder:
**Maruyama, Junpei, Yamanashi, JP; Kobayashi,
 Minoru, Yamanashi, JP**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Abnormalitätserfassungsvorrichtung für eine Spritzgussmaschine**

(57) Zusammenfassung: Eine verlagerbare Einheit in einer Spritzgussmaschine wird in Betrieb genommen und die physikalische Ist-Größe und die Ist-Zeit (oder die Ist-Position der verlagerbaren Einheit) werden erfasst. Die physikalische Ist-Größe wird als eine physikalische Referenzgröße mit Bezug auf die abgelaufene Betriebszeit der verlagerbaren Einheit (oder die Position der verlagerbaren Einheit) gespeichert. Eine Abweichung der physikalischen Ist-Größe von der physikalischen Referenzgröße wird berechnet und gespeichert, ein Verteilungsindexwert wird anschließend von den Abweichungen der physikalischen Größen in den ersten bis n-ten Zyklen berechnet, und ein Grenzwert wird von dem Verteilungsindexwert ermittelt. Wenn die Abweichung den Grenzwert überschreitet, wird eine Alarmverarbeitung ausgeführt.



Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

1. Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Abnormalitätserfassungsvorrichtung für eine Spritzgussmaschine.

2. Beschreibung des Stands der Technik

[0002] Bei dem Formöffnungs-/Schließ-Vorgang oder einem Ausstoßvorgang eines gegossenen Artikels in einen Spritzgusszyklus zum Herstellen eines gegossenen Artikels unter Verwendung einer Spritzgussmaschine wird eine Referenzlast auf den die verlagerbare Einheit antreibenden Motor mit Bezug auf die Zeit oder die Position der verlagerbaren Einheit gespeichert. Eine Ist-Motorlast wird fortlaufend mit der gespeicherten Referenzlast mit Bezug auf die Zeit oder die Position der verlagerbaren Einheit derart verglichen, dass, wenn die Ist-Last von der Referenzlast um mehr als einen vorbestimmten Grenzwert abweicht, eine Abnormalität in den Formöffnungs-/Schließ-Vorgang oder dem Ausstoßvorgang erfasst und die Spritzgussmaschine angehalten wird, um einen Schaden an dem mechanischen Abschnitt und/oder der Form zu verhindern.

[0003] Die Japanischen Patentveröffentlichungsschriften Nr. 2001-30326 und 2001-38775 offenbaren beispielsweise Technologien zum Verhindern von Schäden an dem mechanischen Abschnitt und/oder der Form einer Spritzgussmaschine durch Festlegen einer Last als Referenzlast, unter der ein normaler Formöffnungs-/Schließvorgang und/oder Ausstoßvorgang wenigstens einmal in der Vergangenheit ausgeführt wurde oder durch Festlegen der Referenzlast als einen rollierenden Durchschnittswert, der von den Lasten berechnet wird, unter denen ein normaler Formöffnungs-/Schließvorgang und/oder Ausstoßvorgang mehrmals in der Vergangenheit ausgeführt wurde. Bei den in diesen Patentdokumenten beschriebenen Technologien muss der Grenzwert zur Abnormalitätserfassung jedoch von einem Nutzer eingestellt werden, und die Einstellung des Grenzwerts kann den Nutzer belasten.

[0004] Die japanischen Patentveröffentlichungsschriften Nr. 2004-330529 und 2005-280015 offenbaren Technologien zum Steuern einer Spritzgussmaschine durch Ermitteln eines Grenzwerts von einem Durchschnittswert oder einer Veränderung der in der Vergangenheit erfassten Motorströme. Bei den in diesen Patentdokumenten beschriebenen Technologien wird ein Beobachtungsbereich auf Basis des Durchschnittswerts und/oder der Veränderung der in der Vergangenheit erfassten Motorströme eingestellt. Die Verteilung der Motorstromveränderungen kann sich jedoch von einer normalen Verteilung unterscheiden, wenn die Formführungsbolzen in die Führungsbuchsen während eines Formschließvorgangs passen, oder wenn die Formzwischenplatte die verlagerbare Platte berührt. Einige Formen der Verteilung können den auf Basis des Durchschnittswerts und/oder der Veränderung der in der Vergangenheit erfassten Motorströme berechneten Grenzwert unter einen geeigneten Wert absenken und somit eine falsche Erfassung von Abnormalitäten verursachen.

[0005] Obwohl die japanische Patentveröffentlichungsschrift Nr. 2006-228181 keine Technologie zum Erfassen von Abnormalitäten in einer Spritzgussmaschine betrifft, offenbart dieses Dokument eine Technik und eine Vorrichtung zum Anzeigen von Veränderungen von ermittelten Eigenschaften einer Vielzahl von in einer Fabrik hergestellten Produkten, wobei die Eigenschaftsdaten mit einer Frequenzverteilung, die sich einer Normalverteilung nicht annähert, transformiert werden, um sich der Normalverteilung anzunähern. Ein Durchschnittswert und verschiedene Statistiken werden anschließend anhand der transformierten Eigenschaftsdaten berechnet und eine inverse Transformation wird mit Bezug auf den berechneten Durchschnittswert und verschiedene Statistiken ausgeführt, um einen Durchschnittswert und verschiedene Statistiken für die Eigenschaftsdaten zu erzeugen.

Abriss der Erfindung

[0006] Um die voranstehenden Probleme zu beheben, ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Belastung eines Nutzers durch automatisches Einstellen der Grenzwerte für die Abnormalitätserfassung zu reduzieren. Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Abnormalitätserfassung für eine Spritzgussmaschine bereitzustellen, die Abnormalitäten auf Basis von geeigneten Grenzwerten selbst dann erfasst, wenn die Veränderungsverteilung der physikalischen Größe, die für die Abnormalitätserfassung verwendet werden, sich von einer Normalverteilung unterscheiden.

[0007] Gemäß einer ersten Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst die Abnormalitätserfassungsvorrichtung für eine Spritzgussmaschine: eine Antriebseinheit zum Antreiben einer verlagerbaren Einheit durch Antreiben und Steuern eines Servomotors, eine Erfassungseinheit für eine physikalische Größe zum Erfassen von physikalischen Größen, die eine auf den Servomotor ausgeübte Last und eine Geschwindigkeit, einen Strom und einen Positionsfehler des Servomotors umfassen, eine Speichereinheit zum Speichern der durch die Erfassungseinheit für die physikalische Größe erfassten physikalischen Größe als eine physikalische Referenzgröße mit Bezug auf eine abgelaufene Betriebszeit der verlagerbaren Einheit oder einer Position der verlagerbaren Einheit im Betrieb, eine Berechnungseinheit für eine Abweichung der physikalischen Größe zum Ermitteln einer Abweichung durch fortlaufendes Vergleichen der physikalischen Ist-Größe mit der in der Speichereinheit gespeicherten physikalischen Referenzgröße mit Bezug auf die abgelaufene Betriebszeit der verlagerbaren Einheit oder die Position der verlagerbaren Einheit im Betrieb, eine Berechnungseinheit für einen Verteilungsindexwert zum Berechnen einer Kurtosis und/oder Skewness der ermittelten Abweichung der physikalischen Größe und eines von einem Moment einer dritten oder höheren Ordnung ermittelten Verteilungsindexwerts als ein Verteilungsindexwert mit Bezug auf die abgelaufene Betriebszeit der verlagerbaren Einheit oder der Position der verlagerbaren Einheit im Betrieb, und eine Grenzwertberechnungseinheit zum Berechnen der abgelaufenen Betriebszeit der verlagerbaren Einheit oder der Position der verlagerbaren Einheit im Betrieb eines entsprechenden Grenzwerts derart, dass der Grenzwert zunimmt, wenn der von der Berechnungseinheit für den Verteilungsindexwert berechnete Verteilungsindexwert zunimmt. Wenn die von der Berechnungseinheit für die Abweichung der physikalischen Größe berechnete Abweichung den von der Grenzwertberechnungseinheit berechneten Grenzwert überschreitet, wird eine Abnormalität erfasst.

[0008] Gemäß einer zweiten Ausführungsform gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst die Abnormalitätserfassungsvorrichtung für eine Spritzgussmaschine: eine Antriebseinheit zum Antreiben einer verlagerbaren Einheit durch Antreiben und Steuern eines Servomotors, eine Erfassungseinheit für eine physikalische Größe zum Erfassen von physikalischen Größen, die eine auf den Servomotor ausgeübte Last und eine Geschwindigkeit, einen Strom und einen Positionsfehler des Servomotors umfassen, eine Berechnungseinheit zum Berechnen eines Durchschnittswerts der von der Erfassungseinheit für die physikalische Größe über eine vorbestimmte Anzahl von Zyklen erfassten physikalischen Größen mit Bezug auf die abgelaufene Betriebszeit der verlagerbaren Einheit oder der Position der verlagerbaren Einheit im Betrieb, eine Speichereinheit zum Speichern des von der Berechnungseinheit berechneten Durchschnittswerts der physikalischen Größe, eine Berechnungseinheit für die Abweichung der physikalischen Größe zum Ermitteln einer Abweichung durch fortlaufendes Vergleichen der physikalischen Ist-Größe mit dem in der Speichereinheit gespeicherten Durchschnittswert der physikalischen Größe mit Bezug auf die abgelaufene Betriebszeit der verlagerbaren Einheit oder der Position der verlagerbaren Einheit im Betrieb, eine Berechnungseinheit für einen Verteilungsindexwert zum Berechnen einer Kurtosis und/oder Skewness der ermittelten Abweichung der physikalischen Größe und einen von einem Moment einer dritten oder höheren Ordnung ermittelten Verteilungsindexwert als einen Verteilungsindexwert mit Bezug auf die abgelaufene Betriebszeit der verlagerbaren Einheit oder der Position der verlagerbaren Einheit im Betrieb, und eine Grenzwertberechnungseinheit zum Berechnen eines der abgelaufenen Betriebszeit der verlagerbaren Einheit oder der Position der verlagerbaren Einheit im Betrieb entsprechenden Grenzwerts derart, dass der Grenzwert zunimmt, wenn der von der Berechnungseinheit für den Verteilungsindexwert berechnete Verteilungsindexwert zunimmt. Wenn die von der Berechnungseinheit für die Abweichung der physikalischen Größe berechnete Abweichung den von der Grenzwertberechnungseinheit berechneten Grenzwert überschreitet, wird eine Abnormalität erfasst.

[0009] Die Abnormalitätserfassungsvorrichtung für eine Spritzgussmaschine kann ferner eine Durchschnittswertberechnungseinheit zum Berechnen eines Durchschnittswerts der absoluten Abweichungen der physikalischen Größe durch Verarbeiten der nachstehenden Gleichung mit Bezug auf die abgelaufene Betriebszeit der verlagerbaren Einheit oder der Position der verlagerbaren Einheit im Betrieb;

$$R(n, x) = \frac{|E(n, x)|}{n} + R(n-1, x) \cdot \frac{n-1}{n}$$

n: Anzahl der Zyklen seit der Initiierung der Berechnung des Grenzwerts.
 x: Abgelaufene Zeit oder Position der verlagerbaren Einheit
 R(n, x): Durchschnittswert der absoluten Abweichungen bei x in den ersten bis n-ten Zyklus,
 E(n, x): Abweichung bei x in dem n-ten Zyklus;

wobei die Berechnungseinheit für den Verteilungsindexwert einen Verteilungsindexwert durch Berechnen der nachstehenden Gleichung von dem Durchschnittswert der von der Durchschnittswertberechnungseinheit be-

rechnet absoluten Abweichungen der physikalischen Größe mit Bezug auf die abgelaufene Betriebszeit der verlagerbaren Einheit oder der Position der verlagerbaren Einheit im Betrieb berechnet;

$$K(n, x) = \frac{E(n, x)^m}{R(n, x)^m} \cdot \frac{1}{n} + K(n-1, x) \cdot \frac{R(n-1, x)^m}{R(n, x)^m} \cdot \frac{n-1}{n}$$

$K(n, x)$: Näherungswert der Verteilungsindexwerte bei x in den ersten bis n -ten Zyklen,
 m : Ordnung des Moments ($m \geq 3$);

wobei die Grenzwertberechnungseinheit einen Grenzwert durch Vearbeiten der nachstehenden Gleichung von dem von der Berechnungseinheit für den Verteilungsindexwert berechneten Verteilungsindexwert mit Bezug auf die abgelaufene Betriebszeit der verlagerbaren Einheit oder der Position der verlagerbaren Einheit im Betrieb berechnet;

$$L(n, x) = \alpha \cdot K(n, x) + \beta$$

$L(n, x)$: Grenzwert bei x im n -ten Zyklus
 α, β : Koeffizienten ($\alpha > 0$).

[0010] Die Abnormalitätserfassungsvorrichtung für eine Spritzgussmaschine kann ferner einer Berechnungseinheit für einen Veränderungsindex zum Berechnen eines Veränderungsindex der erfassten Abweichungen mit Bezug auf die abgelaufene Betriebszeit der verlagerbaren Einheit oder der Position der verlagerbaren Einheit im Betrieb berechnen, und eine Grenzwertkorrekturereinheit zum Korrigieren des der abgelaufenen Betriebszeit der verlagerbaren Einheit oder der Position der verlagerbaren Einheit im Betrieb entsprechenden Grenzwerts derart, dass der Grenzwert zunimmt, wenn der von der Veränderungsindexberechnungseinheit berechnete Veränderungsindex zunimmt.

[0011] Die Berechnungseinheit für den Veränderungsindex kann eine Standardabweichung und Veränderung der physikalischen Größe, einen Durchschnittswert der absoluten Abweichung, und Maximum-/Minimumwerte als einen Abweichungsveränderungsindex berechnen.

[0012] Die vorliegende Erfindung kann die Belastung eines Nutzers durch automatische Einstellen der Grenzwerte für die Abnormalitätserfassung reduzieren. Ferner kann die vorliegende Erfindung eine Abnormalitätserfassungsvorrichtung bereitstellen, mit der Abnormalitäten auf Basis geeigneter Grenzwerte selbst dann erfasst werden können, wenn sich eine Änderungsverteilung der physikalischen Größe zur Abnormalitätserfassung von einer normalen Verteilung unterscheidet.

Kurzbeschreibung der Figuren

[0013] Diese und andere Aufgaben und Merkmale der vorliegenden Erfindung werden von der folgenden Beschreibung der Ausführungsformen mit Bezug auf die beigefügten Figuren ersichtlich, in denen:

[0014] [Fig. 1](#) ein Blockdiagramm ist, das die Hauptkomponenten einer Ausführungsform der Abnormalitätserfassungsvorrichtung für eine Spritzgussmaschine gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0015] [Fig. 2](#) ein Flussdiagramm ist, das ein erstes Beispiel eines von der Abnormalitätserfassungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ausgeführtes Abnormalitätserfassungsverfahrens darstellt;

[0016] [Fig. 3](#) ist ein Flussdiagramm, das ein zweites Beispiel eines von der Abnormalitätserfassungsvorrichtung der vorliegenden Erfindung ausgeführtes Abnormalitätserfassungsverfahrens darstellt;

[0017] [Fig. 4](#) ist ein Flussdiagramm, das ein drittes Beispiel eines von der Abnormalitätserfassungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ausgeführtes Abnormalitätserfassungsverfahrens darstellt; und

[0018] [Fig. 4](#) ist ein Flussdiagramm, das ein viertes Beispiel eines von der Abnormalitätserfassungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ausgeführtes Abnormalitätserfassungsverfahrens darstellt.

Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

[0019] Eine Abnormalitätserfassungsvorrichtung für eine Spritzgussmaschine gemäß der vorliegenden Erfindung weist eine Lastabweichungsberechnungseinheit und eine Grenzwertberechnungseinheit auf. Die Lastabweichungsberechnungseinheit berechnet eine Abweichung der Ist-Last einer verlagerbaren Einheit von der im Voraus gespeicherten Referenzlast mit Bezug auf die Zeit oder die Position der verlagerbaren Einheit. Sie vergleicht die mit Bezug auf die Zeit oder die Position der verlagerbaren Einheit berechnete Lastabweichung mit dem vorbestimmten Grenzwert derart, dass wenn die Lastabweichung den Grenzwert überschreitet, eine Abnormalität erfasst wird. Andererseits berechnet die Grenzwertberechnungseinheit als einen Verteilungsindexwert zumindest eine Kurtosis, eine Skewness oder ein Moment einer höheren Ordnung der von der Lastabweichungsberechnungseinheit berechneten Lastabweichung mit Bezug auf die Zeit oder die Position der verlagerbaren Einheit, und berechnet anschließend auf Basis des berechneten Verteilungsindexwert einen Grenzwert für die Abnormalitätserfassung mit Bezug auf die Zeit oder die Position der verlagerbaren Einheit. Wenn der Grenzwert berechnet wird, stellt die Grenzwertberechnungseinheit einen relativ hohen Grenzwert ein, wenn der berechnete Verteilungsindexwert hoch ist, und stellt einen relativ niedrigen Grenzwert ein, wenn der berechnete Verteilungsindexwert niedrig ist.

[0020] Eine Ausführungsform der Abnormalitätserfassungsvorrichtung für eine Spritzgussmaschine gemäß der vorliegenden Erfindung wird mit Bezug auf das die Hauptkomponenten zeigende Blockdiagramm gemäß [Fig. 1](#) beschrieben.

[0021] Der Hauptkörper der Spritzgussmaschine hat eine Maschinenbasis **15**, einen Formklemmabschnitt mit einer festen Platte **1**, einer Rückplatte **2**, einer verlagerbaren Platte **3** und einem Gelenkhebelmechanismus **6**. Ein Einspritzabschnitt umfasst einen Einspritzzylinder **20**, eine Einspritzschraube **22** und einen Einspritzservomotor **25**. Der Formklemmabschnitt und der Einspritzabschnitt weisen verlagerbare Einheiten wie die verlagerbare Platte **3**, die Auswerfvorrichtung **13** und die Einspritzschraube **22** auf, die im Folgenden beschrieben werden.

[0022] Zunächst wird der Formklemmabschnitt beschrieben. Die feste Platte **1** ist mit der Rückplatte **2** über eine Vielzahl von Zugstangen **4** verbunden. Die verlagerbare Platte **3** ist zwischen der festen Platte **1** und der Rückplatte **2** angeordnet, um entlang der Zugstangen **4** bewegbar zu sein. Ein festes Formteil **5a** ist an der festen Platte **1** und ein verlagerbares Formteil **5b** ist an der verlagerbaren Platte **3** angebracht. Das feste Formteil **5a** und das verlagerbare Formteil **5b** bilden eine Form **5**.

[0023] Der Gelenkhebelmechanismus **6** ist zwischen der Rückplatte **2** und der verlagerbaren Platte **3** vorgesehen. Eine an einem Kreuzkopf **6a** des Gelenkhebelmechanismus **6** vorgesehene Mutter steht mit einem Kugelgewindebetrieb **7** in Eingriff, der drehbar an der Rückplatte **2** angebracht ist, sich aber in axialer Richtung nicht bewegen kann. Ein Riemen (Antriebsriemen) **9** ist um eine an dem Kugelgewindebetrieb **7** vorgesehene Scheibe **10** und eine an der Ausgangswelle des Formklemmservomotors **8** vorgesehene Scheibe **11** herum gelegt.

[0024] Wenn der Formklemmservomotor **8** angetrieben wird, wird der Kugelgewindebetrieb **7** über ein Kraftübertragungsmittel umfassend die Scheibe **11**, den Riemen **9** und die Scheibe **10** angetrieben. Der Gelenkhebelmechanismus **6** wird durch Bewegen des Kreuzkopfs **6a** vorwärts auf dem Gelenkhebelmechanismus **6** (nach rechts in [Fig. 1](#)) und rückwärts (nach links in [Fig. 1](#)) angetrieben, wodurch die verlagerbare Platte **3** in Richtung der festen Platte **1** (vorwärts) und weg von der festen Platte **1** (rückwärts) zum Schließen, Klemmen und Öffnen der Form (des festen Formteils **5a** und des verlagerbaren Formteils **5b**) bewegt wird.

[0025] Ein Positions-/Geschwindigkeitsdetektor **12**, wie z. B. ein Encoder, ist an dem Formklemmservomotor **8** angebracht, um die Rotationsposition/Geschwindigkeit des Formklemmservomotors **8** zu erfassen. Die Position des Kreuzkopfs **6a** (Position der verlagerbaren Platte **3** (verlagerbares Formteil **5b**)) wird von einem Positionsrückführsignal von dem Positions-/Geschwindigkeitsdetektor **12** erfasst.

[0026] Die Auswerfvorrichtung **13** ist eine Vorrichtung zum Auswerfen des gegossenen Produkts aus der Form **5** (verlagerbares Formteil **5b**), die an der verlagerbaren Platte **3** angebracht ist. Die Auswerfvorrichtung **13** stößt einen Auswurfbolzen (nicht gezeigt) in die Form **5** (verlagerbares Formteil **5b**), um das gegossene Produkt aus der Form **5** (verlagerbares Formteil **5b**) durch Übertragen eines Drehmoments des Ejektorservomotors **13a** auf den Auswurfbolzen über ein Kraftübertragungsmittel **13c** mit Scheiben, einem Riemen (Antriebsriemen) und einem Kugelgewindebetrieb/Muttermechanismus **13d** auszustoßen. Ein Positions-/Geschwindigkeitsdetektor

tor **13b** ist an dem Ejektorsservomotor **13a** zum Erfassen der Position/Geschwindigkeit des Auswurfbolzens durch Erfassen der Rotationsposition/Geschwindigkeit des Ejektorsservomotors **13a** angebracht.

[0027] Die Rückplatte **2** umfasst einen Formklemmkrafteinstellmechanismus **14** mit einem Formklemmkrafteinstellmotor **14a**. Die Formklemmkraft wird durch Antreiben des Formklemmkrafteinstellmotors **14a** eingestellt, um die mit einer Schraube an den Zugstangen **4** in Eingriff stehende Mutter (nicht gezeigt) über einen Getriebemechanismus zu rotieren und somit die Position der Rückplatte **2** bezüglich der Zugstangen **4** zu verändern (d. h. Verändern der Position der Rückplatte **2** bezüglich der festen Platte **1** auf der Maschinenbasis **15**). Die Formklemmvorrichtung, der Auswurfmechanismus und andere der voranstehend beschriebenen Komponenten sind bekannte Komponenten einer konventionellen Spritzgussmaschine.

[0028] Als nächstes wird der Einspritzabschnitt beschrieben. Ein Behälter **27** ist oberhalb des Einspritzzylinders **20** angeordnet, um Harzmaterial in den Einspritzzylinder **20** zuzuführen. Der Einspritzzylinder **20** hat an seinem vorderen Ende eine Düse **21** und eine Einspritzschraube **22** erstreckt sich durch den Einspritzzylinder **20**.

[0029] Der Einspritzabschnitt ist mit einem Drucksensor (nicht gezeigt) wie z. B. einer Druckmesszelle zum Erfassen des Druckes des geschmolzenen Harzes innerhalb des Einspritzzylinders **20** versehen.

[0030] Die Einspritzschraube **22** wird in positive und inverse Richtungen durch einen Schraubenrotationsservomotor **23** mittels einen Getriebemechanismus **24** mit Riemenscheiben und einem Antriebsriemen rotiert. Die Einspritzschraube **22** wird von dem Einspritzservomotor **25** über einen Getriebemechanismus **26** mit einem Mechanismus zum Umwandeln einer Drehbewegung in eine lineare Bewegung mit Riemenscheiben, einem Gurt und einem Kugelgewindetrieb/Muttermechanismus angetrieben, und bewegt sich innerhalb des Einspritzzylinders **20** entlang der axialen Richtung des Einspritzzylinders **20**.

[0031] Der Schraubenrotationsservomotor **23** ist mit einem Encoder (nicht gezeigt) zum Erfassen der Rotationsposition und der Rotationsgeschwindigkeit der Einspritzschraube **22** versehen. Der Einspritzservomotor **25** ist mit einem Encoder (nicht gezeigt) zum Erfassen der axialen Position und Geschwindigkeit der Einspritzschraube **22** versehen.

[0032] Als nächstes wird eine Steuerung zum Steuern der Spritzgussmaschine beschrieben.

[0033] Eine Steuerung **30** zum Steuern der Spritzgussmaschine umfasst einen Prozessor (CPU) **35**, einen Speicher **34** mit einem RAM **34a** und einem ROM **34b**, einen Bus **33** und eine Anzeigeschnittstelle **35**. Der Speicher **34** und die Anzeigeschnittstelle **36** sind mit der CPU **35** über den BUS **33** verbunden.

[0034] Der ROM **34b** speichert Software zum Steuern der Spritzgussmaschine insgesamt, wie Software zum Steuern des Betriebs der verlagerbaren Platte **3** und Auswurfsteuerungssoftware zum Steuern der Auswurfvorrichtung **13**. Gemäß einer Ausführungsform der Abnormalitätserfassungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung speichert der ROM **34b** in dem Speicher **34** verschiedene Typen von Software zum Erfassen von Abnormalitäten der Spritzgussmaschine.

[0035] Ein Flüssigkristalldisplay **37** ist mit der Anzeigeschnittstelle **36** verbunden. Servoverstärker **31** zum Antreiben der verlagerbaren Einheiten in der Spritzgussmaschine und zum Steuern der Position/Geschwindigkeit des Servomotors sind mit der Servoschnittstelle **32** verbunden. An den Servomotoren zum Antreiben der verlagerbaren Einheiten (umfassend die verlagerbare Platte **3**, die Auswurfvorrichtung **13** und die Einspritzschraube **22**) angebrachte Positions-/Geschwindigkeitsdetektoren sind mit den Servoverstärkern **31** verbunden. Ein Eingabemittel (nicht gezeigt) für manuelle Eingaben ist mit der Anzeigeschnittstelle **36** verbunden.

[0036] Obwohl eine Vielzahl von Servomotoren in der Spritzgussmaschine zum Antreiben der Vielzahl der verlagerbaren Einheiten verwendet wird, zeigt **Fig. 1** nur die Servoverstärker **31** für den Formklemmservomotor **8** und den Auswurfservomotor **13a**. Die Servoverstärker **31** sind mit an den Servomotoren **8**, **13a** angebrachten Positions-/Geschwindigkeitsdetektoren **12**, **13b** verbunden und empfangen Positions-/Geschwindigkeitserfassungssignale, die von den Positions-/Geschwindigkeitsdetektoren **12**, **13b** zurückgeführt werden. Die Servoverstärker für den Schraubenrotationsservomotor **23** und den Einspritzservomotor **25** sowie die Positions-/Geschwindigkeitsdetektoren an den Servomotoren **23**, **25** sind in dieser Figur nicht dargestellt.

[0037] Der Prozessor (CPU) **35** führt in dem ROM **34b** des Speichers **34** gespeicherte Programme auf Basis der Formzustände oder ähnlichem aus und gibt Bewegungsbefehle für die verlagerbaren Einheiten der Spritz-

gussmaschine über die Servoschnittstelle **32** an die Servoverstärker **31** aus. Jeder Servoverstärker **31** steuert den Servomotor **8, 13a** mittels einer Rückführsteuerung der Position/Geschwindigkeit des Servomotors **8, 13** auf Basis der Bewegungsbefehle und die Position/Geschwindigkeitsrückführsignale von dem zugeordneten Positions-/Geschwindigkeitsdetektor **12, 13b** und mittels einer Rückführsteuerung des Stroms auf Basis der Stromrückführsignale von dem zugeordneten Stromdetektor (nicht gezeigt). Jeder Servoverstärker **31** umfasst einen Prozessor und einen Speicher, wie aus dem Stand der Technik bekannt ist und führt die Prozesse umfassend die Positions-/Geschwindigkeitsrückführsteuerung mittels einer Softwareverarbeitung aus.

[0038] Nun werden Verfahren zum Berechnen eines Grenzwerts gemäß der vorliegenden Erfindung beschrieben.

(Kurtosis)

[0039] Kurtosis ist eine Maßeinheit, die den Grad der Konzentration aufgezeichneter Werte um die Mitte anzeigt, und die typischerweise mittels der nachstehenden Gleichung (1) berechnet wird. Es wird als Beispiel angenommen, dass zwei Verteilungen vorliegen, von denen jede einen Varianzwert von 1 hat, die eine jedoch einen Kurtosis-Wert von 3 und die andere einen Kurtosis-Wert von 10 aufweist. Die erst genannte Verteilung nähert sich einer Normalverteilung an, während die zweite Verteilung einen mehrgepunkteten Höchstwert und einen längeren Ausläufer als die erste Verteilung aufweist. Wenn ein Grenzwert bei der Abnormalitätserfassung für eine Lastabweichungsverteilung eingestellt wird, ist es notwendig, einen höheren Grenzwert für eine Verteilung mit einer höheren Kurtosis einzustellen, um fehlerhafte Erfassungen zu vermeiden.

$$Kurtosis = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left(\frac{X_i - u}{\sigma} \right)^4 \quad \dots (1)$$

σ : Standardabweichung
 u : Durchschnittswert

(Skewness)

[0040] Skewness ist eine Maßeinheit, die die Asymmetrie der Verteilung anzeigt, und die typischerweise mit der nachstehenden Gleichung (2) berechnet wird. Beispielhaft wird angenommen an, dass zwei Verteilungen mit jeweils einem Veränderungswert von 1 vorliegen, aber eine einen Skewness-Wert von 0 und die andere einen Skewness-Wert von 10 hat. Die erste Verteilung ist eine Zinks-rechts-symmetrische Verteilung, während die zweite Verteilung eine Zinks-rechts-asymmetrische Verteilung mit einem längeren Ausläufer auf der rechten Seite ist. Wenn ein Grenzwert für eine Abnormalitätserfassung für eine Lastabweichungsverteilung eingestellt wird, ist es notwendig, einen höheren Grenzwert für eine Verteilung mit einer größeren Skewness einzustellen, um fehlerhafte Erfassungen zu verhindern.

$$Skewness = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left(\frac{X_i - u}{\sigma} \right)^3 \quad \dots (2)$$

σ : Standardabweichung
 u : Durchschnittswert

(Von einem Moment höherer Ordnung ermittelter Verteilungsindexwert)

[0041] Ein zentrales Moment der m-ten Ordnung um den Mittelwert einer Musterverteilung wird typischerweise mit der nachstehenden Gleichung (3) ausgedrückt. Die voranstehend beschriebene Skewness ist ein Verteilungsindexwert, der von einem zentralen Moment der dritten Ordnung ermittelt wird, wohingegen die Kurtosis ein Verteilungsindexwert ist, der von einem zentralen Moment der vierten Ordnung ermittelt wird. Ein Grenzwert kann hier in Abhängigkeit eines Verteilungsindexwerts eingestellt werden, der von einem zentralen Moment der m-ten Ordnung ($m \geq 3$) ermittelt wird, ähnlich wie in dem Fall, in dem ein Grenzwert in Abhängigkeit der Skewness oder der Kurtosis eingestellt wird. Beispielsweise kann ein Verteilungsindexwert durch Teilen

des zentralen Moments der m-ten Ordnung durch die um die m-te Kraft erhöhte Standardabweichung erhalten werden. Wenn dieser Verteilungsindexwert hoch ist, kann der Grenzwert erhöht werden, um fehlerhafte Erfassungen zu vermeiden. Alternativ kann das zentrale Moment der m-ten Ordnung selbst als Verteilungsindexwert verwendet werden. Wenn dieser Verteilungsindexwert hoch ist, kann der Grenzwert erhöht werden, um fehlerhafte Erfassungen zu vermeiden.

$$\mu_m = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - u)^m \quad \dots (3)$$

μ_m := Zentrales Moment der m-ten Ordnung um den Mittelwert

[0042] Zu beachten ist, dass die Kurtosis, die Skewness und das zentrale Moment der m-ten Ordnung gemäß der vorliegenden Erfindung unter Verwendung der Gleichungen (1), (2) und (3) ermittelt werden können, oder diese Gleichungen können zum Ermitteln von Näherungswerten der Gleichungen (1), (2) und (3) verwendet werden. Anstatt dem Erhalten der Kurtosis mit der Gleichung (1) können die nachstehend beschriebenen Gleichungen (4) und (5) zur Ermittlung eines näherungsweise berechneten Kurtosis-Werts verwendet werden. Alternativ können bekannte Gleichungen verwendet werden, um die Kurtosis, die Skewness und das zentrale Moment der m-ten Ordnung zu ermitteln.

(Berechnung des Grenzwerts auf Basis der Kurtosis, der Skewness oder einem Moment einer höheren Ordnung).

1. Die Ist-Last auf eine verlagerbare Einheit wird mit der im Voraus gespeicherten Referenzlast mit Bezug auf die Zeit oder die Position der verlagerbaren Einheit und einer Lastverteilung entsprechend der Zeit oder der Position der verlagerbaren Einheit wird gespeichert.
2. Der voranstehende Schritt 1 wird in einer Vielzahl von Zyklen wiederholt.
3. Auf Basis der während der Vielzahl von Zyklen gespeicherten Lastabweichungen wird zumindest die Kurtosis, die Skewness oder das Moment der höheren Ordnung der Lastabweichungen als ein Verteilungsindexwert mit Bezug auf die Zeit oder die Position der verlagerbaren Einheit berechnet.
4. Ein Grenzwert entsprechend der Zeit oder der Position der verlagerbaren Einheit wird derart berechnet, dass der Grenzwert zunimmt, wenn der Verteilungsindexwert zunimmt.
5. Die Lastabweichung und der Grenzwert werden miteinander mit Bezug auf die Zeit oder die Position der verlagerbaren Einheit verglichen und wenn die Abweichung den Grenzwert überschreitet, wird eine Abnormalität der verlagerbaren Einheit erfasst.
6. Ein der Zeit oder der Position der verlagerbaren Einheit entsprechender Grenzwert wird in jedem Zyklus durch Wiederholen der Schritte 3–5 berechnet, während der Zyklusbetrieb fortgesetzt wird, sodass Abnormalitäten mit einem optimalen Grenzwert erfasst werden können.

(Berechnung des Grenzwerts auf Basis eines näherungsweise berechneten Werts der Kurtosis, Skewness oder dem Moment der höheren Ordnung).

[0043] Wenn ein Grenzwert auf Basis der Kurtosis, der Skewness oder einem Moment einer höheren Ordnung, wie voranstehend definiert wurde, berechnet wird, ist es notwendig, alle Lastabweichungen in einer Vielzahl von Zyklen zu speichern, was eine hohe Speicherkapazität benötigt. Um Speicherkapazität einzusparen, kann ein Grenzwert auf Basis eines näherungsweise berechneten Wertes einer Kurtosis, Skewness oder einem Moment der höheren Ordnung berechnet werden.

1. Eine der Zeit oder der Position der verlagerbaren Einheit entsprechende Lastabweichung wird durch Vergleichen der Ist-Last auf eine verlagerbare Einheit und der im Voraus gespeicherten Referenzlast miteinander mit Bezug auf die Zeit oder die Position der verlagerbaren Einheit berechnet.
2. Ein Absolutwert der berechneten Abweichung wird berechnet.
3. Ein absoluter Durchschnittswert der Abweichung, die der Zeit oder der Position der verlagerbaren Einheit entspricht, wird mittels der nachstehenden Gleichung (4) mit Bezug auf die Zeit oder die Position der verlagerbaren Einheit berechnet und wird gespeichert.

$$R(n, x) = \frac{|E(n, x)|}{n} + R(n-1, x) \cdot \frac{n-1}{n} \quad \dots (4)$$

n: Anzahl der Zyklen seit der Initiierung der Berechnung der Grenzwerte,
 x: Abgelaufene Zeit oder Position der verlagerbaren Einheit,
 R(n, x): Durchschnittswert der absoluten Abweichungen bei x in den ersten bis n-ten Zyklen,
 E(n, x): Abweichung bei x in dem n-ten Zyklus.

4. Ein der Zeit oder der Position der verlagerbaren Einheit entsprechender Verteilungsindexwert wird durch Berechnen der Gleichung (5) mit Bezug auf die Zeit oder die Position der verlagerbaren Einheit berechnet und wird gespeichert.

$$K(n, x) = \frac{E(n,x)^m}{R(n,x)^m} \cdot \frac{1}{n} + K(n-1,x) \cdot \frac{R(n-1,x)^m}{R(n,x)^m} \cdot \frac{n-1}{n} \dots (5)$$

K(n, x): Näherungswert der Verteilungsindexwerte bei x in den ersten bis n-ten Zyklus.
 m: Ordnung des Moments ($m \geq 3$)

5. Ein der Zeit oder der Position der verlagerbaren Einheit entsprechender Grenzwert wird derart berechnet, dass der Grenzwert zunimmt, wenn der Verteilungsindexwert zunimmt.

6. Der berechnete Grenzwert und der berechnete Absolutwert der Abweichung werden miteinander mit Bezug auf die Zeit oder die Position der verlagerbaren Einheit verglichen und, wenn der Absolutwert der Abweichung den Grenzwert überschreitet, wird eine Abnormalität der verlagerbaren Einheit erfasst.

7. Die voranstehend beschriebenen Schritte 1–7 werden wiederholt, während der Zyklusbetrieb fortgesetzt wird, um einen der Zeit oder der Position der verlagerbaren Einheit entsprechenden Grenzwert in jedem Zyklus zu berechnen, so dass Abnormalitäten mit den optimalen Grenzwerten erfasst werden können.

(Berechnung des Grenzwerts auf Basis des Verteilungsindexwerts)

[0044] Gemäß der voranstehenden Beschreibung kann ein Grenzwert entsprechend der Zeit oder der Position der verlagerbaren Einheit auf Basis eines Verteilungsindexwerts unter Verwendung der nachstehenden Gleichung (6) berechnet werden.

$$L(n, x) = \alpha \cdot K(n, x) + \beta \quad (6)$$

L(n, x): Grenzwert bei x in dem n-ten Zyklus,
 α, β : Koeffizienten ($\alpha > 0$).

(Koeffizienten α und β)

[0045] Die Sensitivität der Abnormalitätserfassung kann über die Einstellungen für die Koeffizienten α und β in der voranstehenden Gleichung (6) justiert werden. Wenn die Koeffizienten α und β als kleine Werte eingestellt werden, wird die Sensitivität der Abnormalitätserfassung verbessert. Somit nimmt die Wahrscheinlichkeit einer fehlerhaften Abnormalitätserfassung zu. Andererseits wird, wenn die Koeffizienten α und β als hohe Werte eingestellt werden, die Sensitivität der Abnormalitätserfassung gesenkt und die Wahrscheinlichkeit einer fehlerhaften Abnormalitätserfassung nimmt ab. Ein Nutzer kann die Werte α und β unter Berücksichtigung einer für ein gegossenes Produkt benötigten Abnormalitätserfassungssensitivität oder einer Wahrscheinlichkeit einer fehlerhaften Erfassung einstellen, die für eine Produktionssituation akzeptabel ist.

(Verwendung eines Durchschnittlastwerts anstelle einer Referenzlast)

[0046] In den voranstehenden Beispielen wird die der Zeit oder der Position der verlagerbaren Einheit entsprechende Lastabweichung durch Vergleichen der Ist-Last auf der verlagerbaren Einheit und der im Voraus gespeicherten Referenzlast miteinander mit Bezug auf die Zeit oder die Position der verlagerbaren Einheit berechnet. Alternativ kann die Ist-Last mit einem Durchschnittswert verglichen werden, der von den über eine Vielzahl von Zyklen angelegten Lasten seit der Initiierung der Grenzwertberechnung bis zu dem Ist-Zyklus berechnet wird. Beispielsweise kann ein Durchschnittlastwert entsprechend der Zeit oder der Position der verlagerbaren Einheit unter Verwendung der nachstehenden Gleichung (7) berechnet werden.

$$D_{\text{mean}}(n, x) = D(n, x)/n + D_{\text{mean}}(n-1, x) \cdot (n-1)/n \quad (7)$$

n: Anzahl der Zyklen seit der Initiierung der Berechnung der Grenzwerte
 x: Abgelaufene Zeit oder Position der verlagerbaren Einheit,
 Dmean(n, x): Durchschnittswert der Lasten bei x in dem ersten bis n-ten Zyklus,
 D(n, x): Last bei x in dem n-ten Zyklus.

(Mittel zum Erfassen der Lasten)

[0047] Eine Last auf einer verlagerbaren Einheit kann beispielsweise mit einem bekannten Störlasterfasser, der innerhalb eines Servokreises implementiert sein kann oder durch ein Erfassungsmittel erfasst werden, wie z. B. einen in der verlagerbaren Einheit vorgesehenen Dehnungsmessstreifen. Alternativ können der Antriebsstrom, die Geschwindigkeit oder ein Positionsfehler des Servomotors als eine physikalische Größe zum Erfassen der Last verwendet werden. Beispielsweise kann die Last auf Basis des Stroms zum Antreiben des Servomotors erfasst werden. Alternativ kann die Last auf Basis des Fakts erfasst werden, dass die Geschwindigkeit eines Servomotors abnimmt, wenn die Last in einer der Bewegungsrichtung der verlagerbaren Einheit entgegengesetzten Richtung angelegt wird, wobei eine Geschwindigkeit des Servomotors zunimmt, falls eine Last in der gleichen Richtung wie der Bewegungsrichtung der verlagerbaren Einheit angelegt wird. Ferner kann die Last auf Basis des Fakts erfasst werden, dass ein Positionsfehler des Servomotors zunimmt, falls die Last in einer entgegengesetzten Richtung zu der Bewegungsrichtung der verlagerbaren Einheit angelegt wird, wobei ein Positionsfehler des Servomotors abnimmt, falls die Last in der gleichen Richtung wie die Bewegungsrichtung der verlagerbaren Einheit angelegt wird.

(Verglagerbare Einheit, auf die die Abnormalitätserfassung angewandt wird)

[0048] Die verlagerbaren Einheiten, auf die die Abnormalitätserfassung angewandt werden kann, umfassen die verlagerbare Platte **3**, die Auswurfvorrichtung **13** und die Einspritzschraube **22** sowie eine Antriebseinheit zum Antreiben eines Formnestabschnitts in der Form und einer Antriebseinheit zum Antreiben der Losschraubeinheit der Form.

[0049] Verfahren zum Einstellen der Grenzwerte unter Verwendung der voranstehend beschriebenen Gleichungen werden nun mit Bezug auf die Flussdiagramme gemäß der [Fig. 2](#) bis [Fig. 5](#) beschrieben.

[0050] Zunächst wird das erste Beispiel eines von der Abnormalitätserfassungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ausgeführten Abnormalitätserfassungsverfahren mit Bezug auf das Flussdiagramm gemäß [Fig. 2](#) beschrieben.

[0051] In dem Abnormalitätserfassungsverfahren gemäß diesem Beispiel wird eine Abweichung der physikalischen Ist-Größe von einer physikalischen Referenzgröße berechnet, anschließend wird ein Grenzwert von einem Verteilungsindexwert der berechneten Abweichungen berechnet, und der berechnete Grenzwert wird zum Erfassen der Abnormalitäten verwendet. Dieses Verfahren wird nun in der Reihenfolge seiner Schritte beschrieben.

- | | |
|----------------|--|
| [Schritt SA01] | Der Betrieb einer verlagerbaren Einheit wird gestartet. |
| [Schritt SA02] | Ein Zykluszähler wird auf n aktualisiert, dessen initialer Wert 1. ist. |
| [Schritt SA03] | Die Ist-Zeit oder die Position der verlagerbaren Einheit wird erfasst. |
| [Schritt SA04] | Die physikalische Ist-Größe wird erfasst. |
| [Schritt SA05] | Es wird ermittelt, ob eine physikalische Referenzgröße bereits gespeichert ist oder nicht. Falls sie bereits gespeichert ist (Entscheidung: Ja), fährt das Verfahren mit Schritt SA07 fort, ist sie jedoch noch nicht gespeichert (Entscheidung: NEIN), fährt das Verfahren mit Schritt SA06 fort. |
| [Schritt SA06] | Die physikalische Ist-Größe wird als physikalische Referenzgröße mit Bezug auf die abgelaufene Betriebszeit der verlagerbaren Einheit oder der Position der verlagerbaren Einheit gespeichert und das Verfahren fährt mit Schritt SA12 fort. |
| [Schritt SA07] | Eine Abweichung der in Schritt SA04 erfassten physikalischen Ist-Größe von der in Schritt SA06 gespeicherten physikalischen Referenzgröße wird berechnet und gespeichert. |
| [Schritt SA08] | Ein Verteilungsindexwert wird von den Abweichungen der physikalischen Größe in den ersten bis n-ten Zyklen berechnet. |

- [Schritt SA09] Ein Grenzwert wird von dem in Schritt SA08 berechneten Verteilungsindexwert berechnet.
- [Schritt SA10] Ob die in Schritt SA07 berechnete Abweichung größer als der Grenzwert ist oder nicht, wird in Schritt SA09 berechnet. Falls sie größer ist (Entscheidung: Ja), fährt das Verfahren mit Schritt SA11 fort. Falls sie nicht größer ist (Entscheidung: NEIN), fährt das Verfahren mit Schritt SA12 fort.
- [Schritt SA11] Eine Alarmverarbeitung wird ausgeführt und der derzeitige Zyklus wird beendet.
- [Schritt SA12] Ob der Betrieb der verlagerbaren Einheit beendet wurde oder nicht, wird ermittelt. Falls er beendet wurde (Entscheidung: Ja), fährt das Verfahren mit Schritt SA13 fort. Falls er noch nicht beendet wurde (Entscheidung: NEIN), kehrt das Verfahren zu Schritt SA03 zurück, um das Verfahren fortzusetzen.
- [Schritt SA13] Ob der Zyklus beendet wurde oder nicht, wird ermittelt. Falls er beendet wurde (Entscheidung: Ja), ist der vorliegende Zyklus beendet. Falls er noch nicht beendet wurde (Entscheidung: NEIN), kehrt das Verfahren zu Schritt SA01 zurück um das Verfahren fortzusetzen.

[0052] Im Folgenden wird ein zweites Beispiel des von der Abnormalitätserfassungsvorrichtung der vorliegenden Erfindung ausgeführten Abnormalitätserfassungsverfahrens mit Bezug auf das Flussdiagramm gemäß [Fig. 3](#) beschrieben. In dem Abnormalitätserfassungsverfahren gemäß diesem Beispiel wird eine Abweichung der physikalischen Ist-Größe von einem Durchschnittswert der physikalischen Größe berechnet. Ein Grenzwert wird anschließend auf Basis eines Verteilungsindexwerts der berechneten Abweichungen berechnet und der berechnete Grenzwert wird zur Erfassung der Abnormalitäten verwendet. Im Folgenden werden die einzelnen Schritte des Verfahrens nacheinander beschrieben.

- [Schritt SB01] Der Betrieb einer verlagerbaren Einheit wird gestartet.
- [Schritt S602] Die Ist-Zeit oder die Position der verlagerbaren Einheit wird erfasst.
- [Schritt S603] Die physikalische Ist-Größe wird erfasst.
- [Schritt S604] Ob ein Durchschnittswert der physikalischen Größe bereits gespeichert wurde oder nicht, wird ermittelt. Falls er bereits gespeichert wurde (Entscheidung: Ja), fährt das Verfahren mit Schritt S606 fort. Falls er noch nicht gespeichert wurde (Entscheidung: NEIN), fährt das Verfahren mit Schritt S605 fort.
- [Schritt S605] Ein Durchschnittswert der physikalischen Größe wird unter Verwendung der Gleichung (7) berechnet und gespeichert und das Verfahren fährt mit Schritt SB13 fort.
- [Schritt SB06] Eine Abweichung der in Schritt S603 gespeicherten physikalischen Ist-Größe von dem in Schritt S605 gespeicherten Durchschnittswert der physikalischen Größe wird berechnet.
- [Schritt S607] Ein Absolutwert der in Schritt S606 berechneten Abweichung wird berechnet.
- [Schritt S608] Ein Durchschnittswert der absoluten Abweichung wird unter Verwendung der Gleichung (4) von dem in Schritt S607 berechneten absoluten Abweichungswert berechnet und gespeichert.
- [Schritt S609] Ein näherungsweise Verteilungsindexwert wird unter Verwendung der Gleichung (5) von dem in Schritt S608 gespeicherten Durchschnittswert der absoluten Abweichung berechnet.
- [Schritt SB10] Ein Grenzwert wird unter Verwendung der Gleichung (6) von dem in Schritt S609 berechneten näherungsweise Verteilungsindexwert berechnet.
- [Schritt SB11] Ob die in Schritt S606 berechnete Abweichung größer als der in Schritt SB10 berechnete Grenzwert ist, wird ermittelt. Falls die Abweichung größer ist (Entscheidung: Ja), fährt das Verfahren mit Schritt SB12 fort. Falls die Abweichung nicht größer ist (Entscheidung: NEIN), fährt das Verfahren mit Schritt SB13 fort.
- [Schritt SB12] Eine Alarmverarbeitung wird ausgeführt und der vorliegende Zyklus wird beendet.
- [Schritt SB13] Ob der Betrieb der verlagerbaren Einheit beendet wurde oder nicht, wird ermittelt. Falls er beendet wurde (Entscheidung: Ja), fährt das Verfahren mit Schritt SB14 fort. Falls er nicht beendet wurde (Entscheidung: NEIN), kehrt das Verfahren zu Schritt SB02 zurück und wird fortgesetzt.

[Schritt SB14] Es wird ermittelt, ob der vorliegende Zyklus beendet wurde oder nicht. Falls er beendet wurde (Entscheidung: Ja), ist der vorliegende Zyklus beendet. Falls er nicht beendet wurde (Entscheidung: NEIN), kehrt das Verfahren zu Schritt SB01 zurück und wird fortgesetzt.

[0053] Als nächstes wird ein drittes Beispiel des von der Abnormalitätserfassungsvorrichtung der vorliegenden Erfindung ausgeführten Abnormalitätserfassungsverfahrens mit Bezug auf das Flussdiagramm gemäß [Fig. 4](#) beschrieben. In dem Abnormalitätserfassungsverfahren gemäß diesem Beispiel wird eine Abweichung der physikalischen Ist-Größe von einer physikalischen Referenzgröße berechnet. Ein Grenzwert wird anschließend auf Basis eines näherungsweisen Verteilungsindexwerts der berechneten Abweichungen berechnet. Der berechnete Grenzwert wird zur Erfassung der Abnormalitäten verwendet. Das Verfahren wird nachstehend in der Reihenfolge seiner Schritte beschrieben.

[Schritt SC01] Der Betrieb einer verlagerbaren Einheit wird gestartet.

[Schritt SC02] Die Ist-Zeit oder Position der verlagerbaren Einheit wird erfasst.

[Schritt SC03] Die physikalische Ist-Größe wird erfasst.

[Schritt SC04] Es wird ermittelt, ob eine physikalische Referenzgröße bereits gespeichert wurde oder nicht. Falls sie bereits gespeichert wurde (Entscheidung: Ja), fährt das Verfahren mit Schritt SC06 fort. Falls es noch nicht beendet wurde, fährt das Verfahren mit Schritt SC05 fort.

[Schritt SC05] Die physikalische Ist-Größe wird als physikalische Referenzgröße mit Bezug auf die abgelaufene Betriebszeit der verlagerbaren Einheit oder der Position der verlagerbaren Einheit gespeichert und das Verfahren fährt mit Schritt SC13 fort.

[Schritt SC06] Eine Abweichung der in Schritt SC03 erfassten physikalischen Ist-Größe von der in Schritt SC05 gespeicherten physikalischen Referenzgröße wird berechnet.

[Schritt SC07] Ein Absolutwert der in Schritt SC06 berechneten Abweichung wird berechnet.

[Schritt SC08] Ein Durchschnittswert der absoluten Abweichung wird unter Verwendung der Gleichung (4) von den in Schritt SC07 berechneten Werten der absoluten Abweichung berechnet und gespeichert.

[Schritt SC09] Ein näherungsweiser Verteilungsindexwert wird unter Verwendung der Gleichung (5) von dem in Schritt SC08 gespeicherten Durchschnittswert der absoluten Abweichung berechnet.

[Schritt SC10] Ein Grenzwert wird unter Verwendung der Gleichung (6) von dem in Schritt SC09 berechneten näherungsweisen Verteilungsindexwert berechnet.

[Schritt SC11] Es wird ermittelt, ob die in Schritt SC06 berechnete Abweichung größer als der in Schritt SC10 berechnete Grenzwert ist oder nicht. Falls die Abweichung größer ist (Entscheidung: Ja), fährt das Verfahren mit Schritt SC12 fort. Falls die Abweichung nicht größer ist (Entscheidung: NEIN), fährt das Verfahren mit Schritt SC13 fort.

[Schritt SC12] Eine Alarmverarbeitung wird ausgeführt und der vorliegende Zyklus wird beendet.

[Schritt SC13] Es wird ermittelt, ob der Betrieb der verlagerbaren Einheit beendet wurde oder nicht. Falls er beendet wurde (Entscheidung: Ja), fährt das Verfahren mit Schritt SC14 fort. Falls er jedoch nicht beendet wurde (Entscheidung: NEIN), kehrt das Verfahren zu Schritt SC02 zurück und wird fortgesetzt.

[Schritt SC14] Ob der vorliegende Zyklus beendet wurde oder nicht, wird ermittelt. Falls er beendet wurde (Entscheidung: Ja), ist der vorliegende Zyklus beendet. Falls er jedoch noch nicht beendet wurde (Entscheidung: NEIN), kehrt das Verfahren zu Schritt SC01 zurück und wird fortgesetzt.

[0054] Als nächstes wird das vierte Beispiel des von der Abnormalitätserfassungsvorrichtung der vorliegenden Erfindung ausgeführten Abnormalitätserfassungsverfahrens mit Bezug auf das Flussdiagramm in [Fig. 5](#) beschrieben. Bei dem Abnormalitätserfassungsverfahren gemäß diesem Beispiel wird eine Abweichung einer physikalischen Ist-Größe von einer physikalischen Referenzgröße berechnet, anschließend ein Grenzwert auf Basis eines Verteilungsindexwertes der berechneten Abweichungen berechnet und der berechnete Grenzwert wird zur Erfassung der Abnormalitäten verwendet. Das Verfahren wird nun in sequentieller Reihenfolge beschrieben.

- [Schritt SD01] Der Betrieb der verlagerbaren Einheit wird gestartet.
- [Schritt SD02] Ein Zykluszähler wird auf n aktualisiert, dessen initialer Wert 1 ist.
- [Schritt SD03] Die Ist-Zeit oder die Position der verlagerbaren Einheit wird erfasst.
- [Schritt SD04] Die physikalische Ist-Größe wird erfasst.
- [Schritt SD05] Es wird ermittelt, ob eine physikalische Referenzgröße bereits gespeichert wurde oder nicht. Falls sie bereits gespeichert wurde (Entscheidung: Ja), fährt das Verfahren mit Schritt SD07 fort. Falls sie noch nicht gespeichert wurde (Entscheidung: Nein), fährt das Verfahren mit Schritt SD06 fort.
- [Schritt SD06] Die physikalische Ist-Größe wird als physikalische Referenzgröße mit Bezug auf die abgelaufene Betriebszeit der verlagerbaren Einheit oder die Position der verlagerbaren Einheit gespeichert und das Verfahren fährt mit Schritt SD14 fort.
- [Schritt SD07] Eine Abweichung der in Schritt SD04 erfassten physikalischen Ist-Größe von der in Schritt SD06 gespeicherten physikalischen Referenzgröße wird berechnet und gespeichert.
- [Schritt SD08] Ein Verteilungsindexwert wird von den Abweichungen der physikalischen Größe in dem ersten bis n-ten Zyklus berechnet.
- [Schritt SD09] Ein Grenzwert wird von dem in Schritt SD08 berechneten Verteilungsindexwert berechnet.
- [Schritt SD10] Ein Veränderungsindexwert wird von den Abweichungen der physikalischen Größe in den ersten bis n-ten Zyklus berechnet. Der berechnete Abweichungsveränderungsindexwert umfasst eine Standardabweichung und Veränderung der physikalischen Größen, Durchschnittswerte der absoluten Abweichungen und Maximum-/Minimumwerte.
- [Schritt SD11] Der im Schritt SD09 berechnete Grenzwert wird gemäß dem in Schritt SD10 berechneten Veränderungsindexwert korrigiert.
- [Schritt SD12] Es wird ermittelt, ob die in Schritt SD07 gespeicherte Abweichung größer als der in Schritt SD11 korrigierte Grenzwert ist. Falls die Abweichung größer ist (Entscheidung: Ja), fährt das Verfahren mit Schritt SD13 fort. Falls die Abweichung nicht größer ist (Entscheidung: NEIN), fährt das Verfahren mit Schritt SD14 fort.
- [Schritt SD13] Eine Alarmverarbeitung wird ausgeführt und der vorliegende Zyklus wird beendet.
- [Schritt SD14] Es wird ermittelt, ob der Betrieb der verlagerbaren Einheit beendet wurde oder nicht. Falls er beendet wurde (Entscheidung: Ja), fährt das Verfahren mit Schritt SD15 fort. Falls er nicht beendet wurde (Entscheidung: Nein), kehrt das Verfahren zu Schritt SD03 zurück und wird fortgesetzt.
- [Schritt SD15] Es wird ermittelt, ob der vorliegende Zyklus beendet wurde oder nicht. Falls er beendet wurde (Entscheidung: Ja), wird der vorliegende Zyklus beendet. Falls er nicht beendet wurde (Entscheidung: Nein), kehrt das Verfahren zu Schritt SD01 zurück und wird fortgesetzt.

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 2001-30326 [0003]
- JP 2001-38775 [0003]
- JP 2004-330529 [0004]
- JP 2005-280015 [0004]
- JP 2006-228181 [0005]

Patentansprüche

1. Abnormalitätserfassungsvorrichtung für eine Spritzgussmaschine, aufweisend:
eine Antriebseinheit zum Antreiben einer bewegbaren Einheit durch Antreiben und Steuern eines Servomotors;
eine Erfassungsvorrichtung für eine physikalische Größe zum Erfassen von physikalischen Größen, die eine auf den Servomotor ausgeübte Last und Geschwindigkeit, einen Strom und Positionsfehler des Servomotors umfassen;
eine Speichereinheit zum Speichern der von der Erfassungsvorrichtung für eine physikalische Größe erfassten physikalischen Größe als physikalische Referenzgröße mit Bezug auf eine abgelaufene Betriebszeit der verlagerbaren Einheit oder einer Position der verlagerbaren Einheit im Betrieb;
eine Berechnungseinheit für eine Abweichung der physikalischen Größe zum Ermitteln einer Abweichung durch fortlaufendes Vergleichen der physikalischen Ist-Größe mit der in der Speichereinheit gespeicherten physikalischen Referenzgröße mit Bezug auf die abgelaufene Betriebszeit der verlagerbaren Einheit oder der Position der verlagerbaren Einheit im Betrieb;
eine Berechnungseinheit für einen Verteilungsindexwert zum Berechnen wenigstens einer Kurtosis und/oder Skewness der ermittelten Abweichung der physikalischen Größe und eines Verteilungsindexwerts, der durch ein Moment der dritten oder einer höheren Ordnung als Verteilungsindexwert mit Bezug auf die abgelaufene Betriebszeit der verlagerbaren Einheit oder der Position der verlagerbaren Einheit im Betrieb ermittelbar ist; und
eine Grenzwertberechnungseinheit zum Berechnen eines der abgelaufenen Betriebszeit der verlagerbaren Einheit oder der Position der verlagerbaren Einheit im Betrieb entsprechenden Grenzwerts derart, dass der Grenzwert zunimmt, wenn der von der Berechnungseinheit für den Verteilungsindexwert berechnete Verteilungsindexwert zunimmt;
wobei, wenn die von der Berechnungseinheit für eine Abweichung der physikalischen Größe berechnete Abweichung den von der Grenzwertberechnungseinheit berechneten Grenzwert überschreitet, eine Abnormalität erfasst wird.

2. Abnormalitätserfassungsvorrichtung für eine Spritzgussmaschine, aufweisend:
eine Antriebseinheit zum Antreiben einer verlagerbaren Einheit zum Antreiben und Steuern eines Servomotors;
eine Erfassungsvorrichtung für eine physikalische Größe zum Erfassen von physikalischen Größen, die eine auf den Servomotor ausgeübte Last und Geschwindigkeit, einen Strom und einen Positionsfehler des Servomotors umfassen;
eine Berechnungseinheit zum Berechnen eines Durchschnittswerts der von der Erfassungseinheit für eine physikalische Größe erfassten physikalischen Größen über eine vorbestimmte Anzahl von Zyklen mit Bezug auf die abgelaufene Betriebszeit der verlagerbaren Einheit oder der Position der verlagerbaren Einheit im Betrieb;
eine Speichereinheit zum Speichern des von der Berechnungseinheit berechneten Durchschnittswerts der physikalischen Größe;
eine Berechnungseinheit für eine Abweichung der physikalischen Größe zum Ermitteln einer Abweichung durch fortlaufendes Vergleichen der physikalischen Ist-Größe mit dem in der Speichereinheit gespeicherten Durchschnittswert für die physikalische Größe mit Bezug auf die abgelaufene Betriebszeit der verlagerbaren Einheit oder der Position der verlagerbaren Einheit im Betrieb;
eine Berechnungseinheit für einen Verteilungsindexwert zum Berechnen einer Kurtosis und/oder Skewness der ermittelten Abweichung der physikalischen Größe und eines mittels einem Moment einer dritten oder höheren Ordnung ermittelten Verteilungsindexwerts als ein Verteilungsindexwert mit Bezug auf die abgelaufene Betriebszeit der verlagerbaren Einheit oder der Position der verlagerbaren Einheit im Betrieb; und
eine Grenzwertberechnungseinheit zum Berechnen eines der abgelaufenen Betriebszeit der verlagerbaren Einheit oder der Position der verlagerbaren Einheit im Betrieb entsprechenden Grenzwerts derart, dass der Grenzwert zunimmt, wenn der von der Berechnungseinheit für den Verteilungsindexwert berechnete Verteilungsindexwert zunimmt;
wobei, wenn die von der Berechnungseinheit für eine Abweichung der physikalischen Größe ermittelte Abweichung den von der Grenzwertberechnungseinheit berechneten Grenzwert überschreitet, eine Abnormalität erfasst wird.

3. Abnormalitätserfassungsvorrichtung für eine Spritzgussmaschine nach einem der Ansprüche 1 oder 2, ferner aufweisend:
eine Durchschnittswertberechnungseinheit zum Berechnen eines Durchschnittswerts der absoluten Abweichungen der physikalischen Größen durch Verarbeiten der nachstehenden Gleichung mit Bezug auf die abgelaufene Betriebszeit der verlagerbaren Einheit oder der Position der verlagerbaren Einheit im Betrieb;

$$R(n, x) = \frac{|E(n, x)|}{n} + R(n-1, x) \cdot \frac{n-1}{n}$$

n: Anzahl der Zyklen seit der Initiierung der Berechnung des Grenzwerts,

x: abgelaufene Zeit oder Position der verlagerbaren Einheit

R(n, x): Durchschnittswert der absoluten Abweichungen bei x in den ersten bis n-ten Zyklen

E(n, x): Abweichung bei x im n-ten Zyklus;

wobei die Berechnungseinheit für einen Verteilungsindexwert einen Verteilungsindexwert durch Verarbeiten der nachstehenden Gleichung von dem Durchschnittswert der absoluten Abweichungen der physikalischen Größe, die von der Durchschnittswertberechnungseinheit berechnet werden, mit Bezug auf die abgelaufene Betriebszeit der verlagerbaren Einheit oder der Position der verlagerbaren Einheit im Betrieb berechnet;

$$K(n, x) = \frac{E(n, x)^m}{R(n, x)^m} \cdot \frac{1}{n} + K(n-1, x) \cdot \frac{R(n-1, x)^m}{R(n, x)^m} \cdot \frac{n-1}{n}$$

K(n, x): Näherungswert der Verteilungsindexwerte bei x in den ersten bis n-ten Zyklen

m: Ordnung des Moments ($m \geq 3$);

wobei die Grenzwertberechnungseinheit einen Grenzwert durch Verarbeiten der nachstehenden Gleichung von dem von der Berechnungseinheit für den Verteilungsindexwert berechneten Verteilungsindexwert mit Bezug auf die abgelaufene Betriebszeit der verlagerbaren Einheit oder der Position der verlagerbaren Einheit im Betrieb berechnet;

$$L(n, x) = \alpha \cdot K(n, x) + \beta$$

L(n, x): Grenzwert bei x im n-ten Zyklus,

α, β : Koeffizienten ($\alpha > 0$).

4. Abnormalitätserfassungsvorrichtung für eine Spritzgussmaschine gemäß Anspruch 1 oder 2, ferner aufweisend eine Berechnungseinheit für einen Veränderungsindex zum Berechnen eines Veränderungsindex mit Bezug auf die abgelaufene Betriebszeit der verlagerbaren Einheit oder die Position der verlagerbaren Einheit im Betrieb; und eine Grenzwertkorrekturereinheit zum Korrigieren des der abgelaufenen Betriebszeit der verlagerbaren Einheit oder der Position der verlagerbaren Einheit im Betrieb entsprechenden Grenzwerts derart, dass der Grenzwert zunimmt, wenn der von der Veränderungsindexberechnungseinheit berechnete Veränderungsindex zunimmt.

5. Abnormalitätserfassungsvorrichtung für eine Spritzgussmaschine nach Anspruch 4, wobei die Berechnungseinheit für einen Veränderungsindex eine Standardabweichung und Änderung der physikalischen Größe, einen Durchschnittswert der absoluten Abweichungen, und Maximum-/Minimumwerte als Abweichungsveränderungsindex berechnet.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

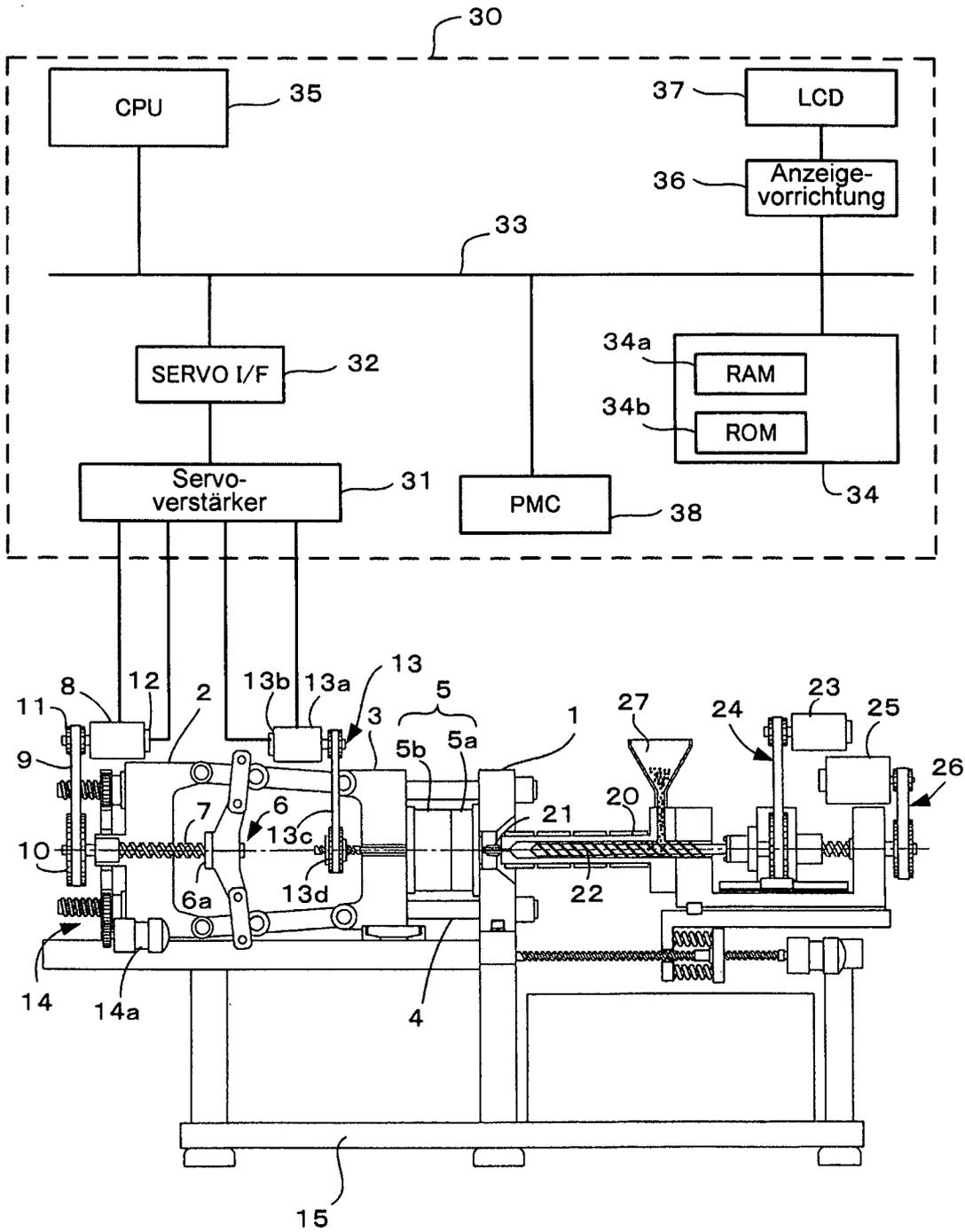


FIG. 2

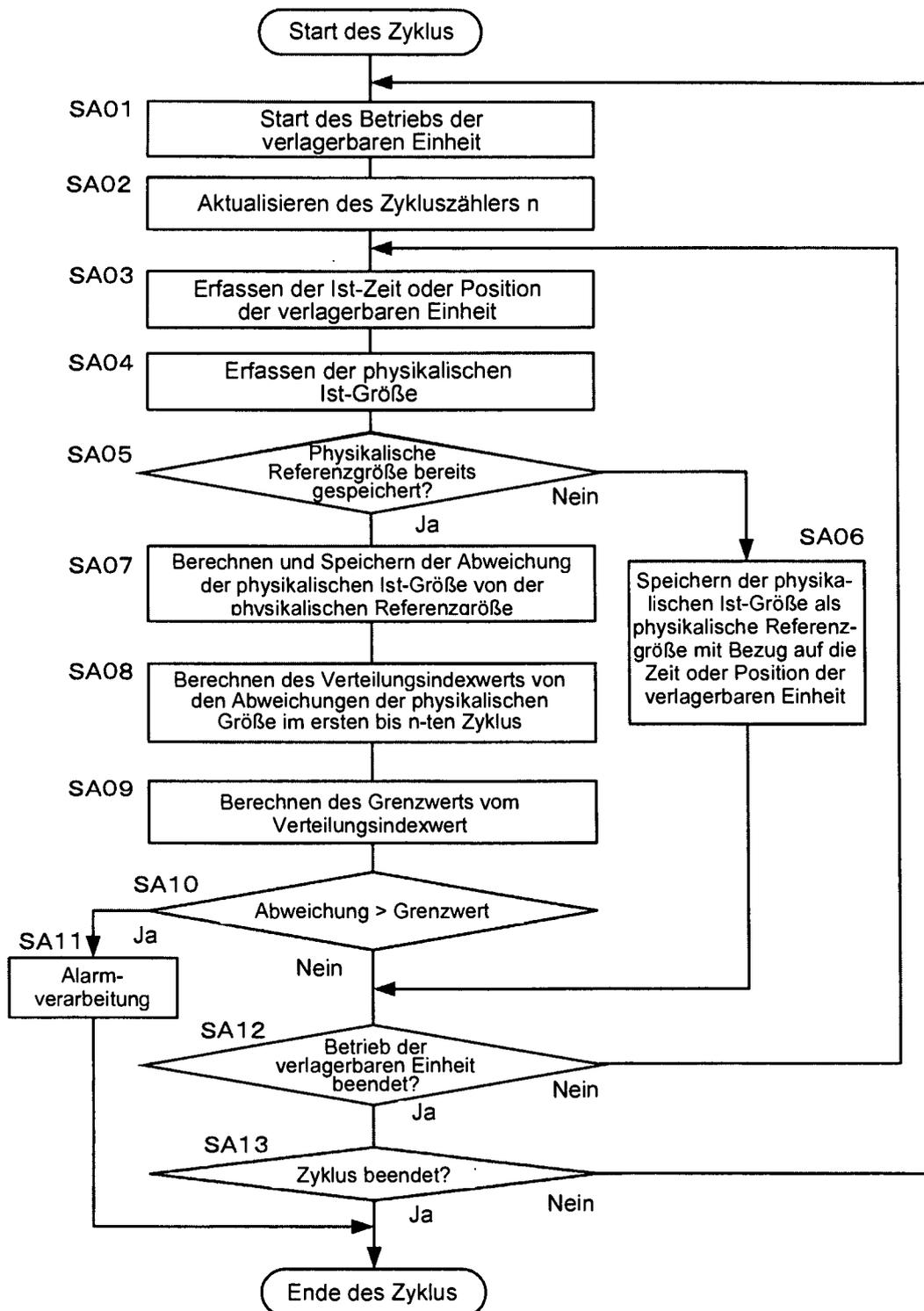


FIG. 3

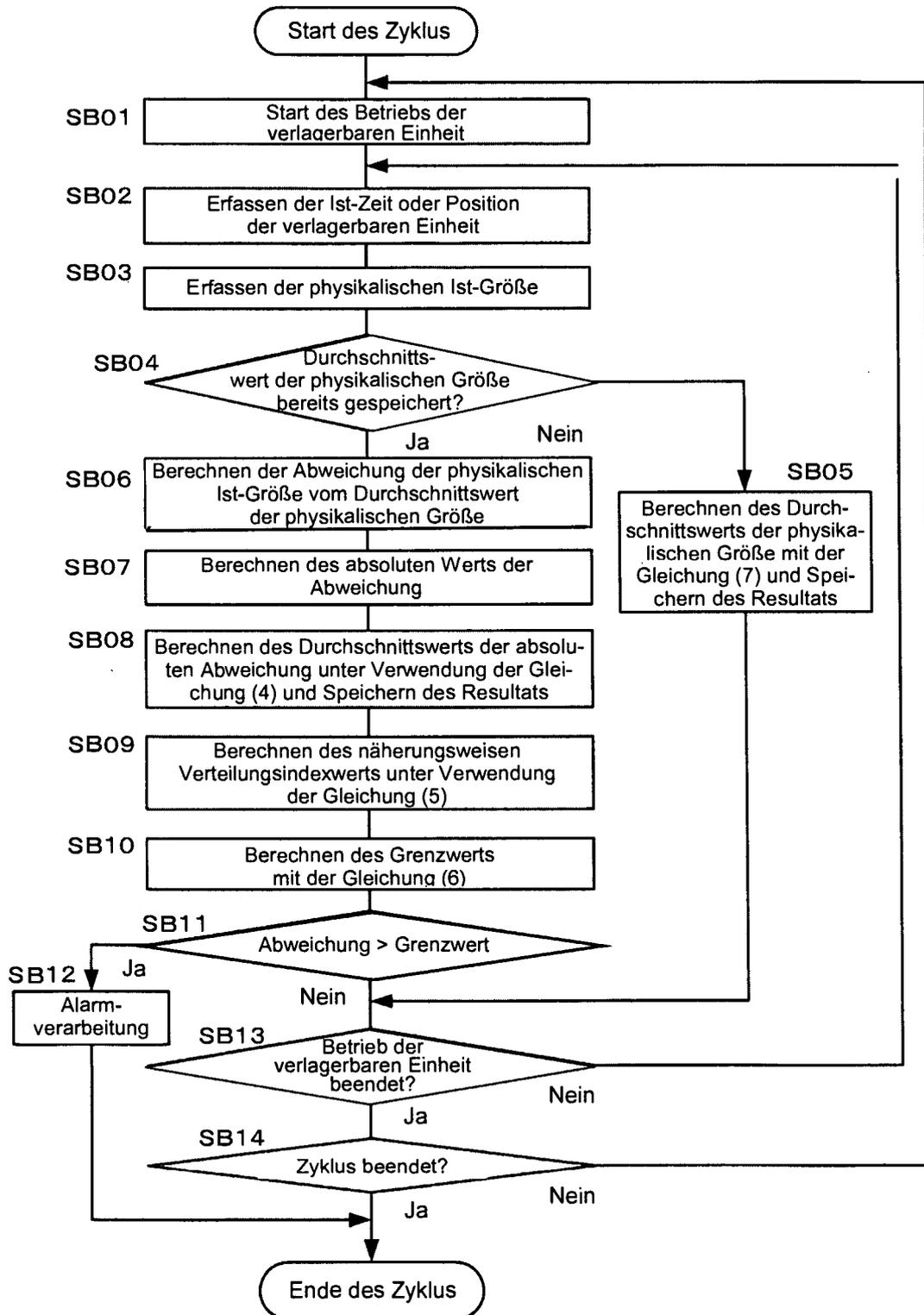


FIG. 4

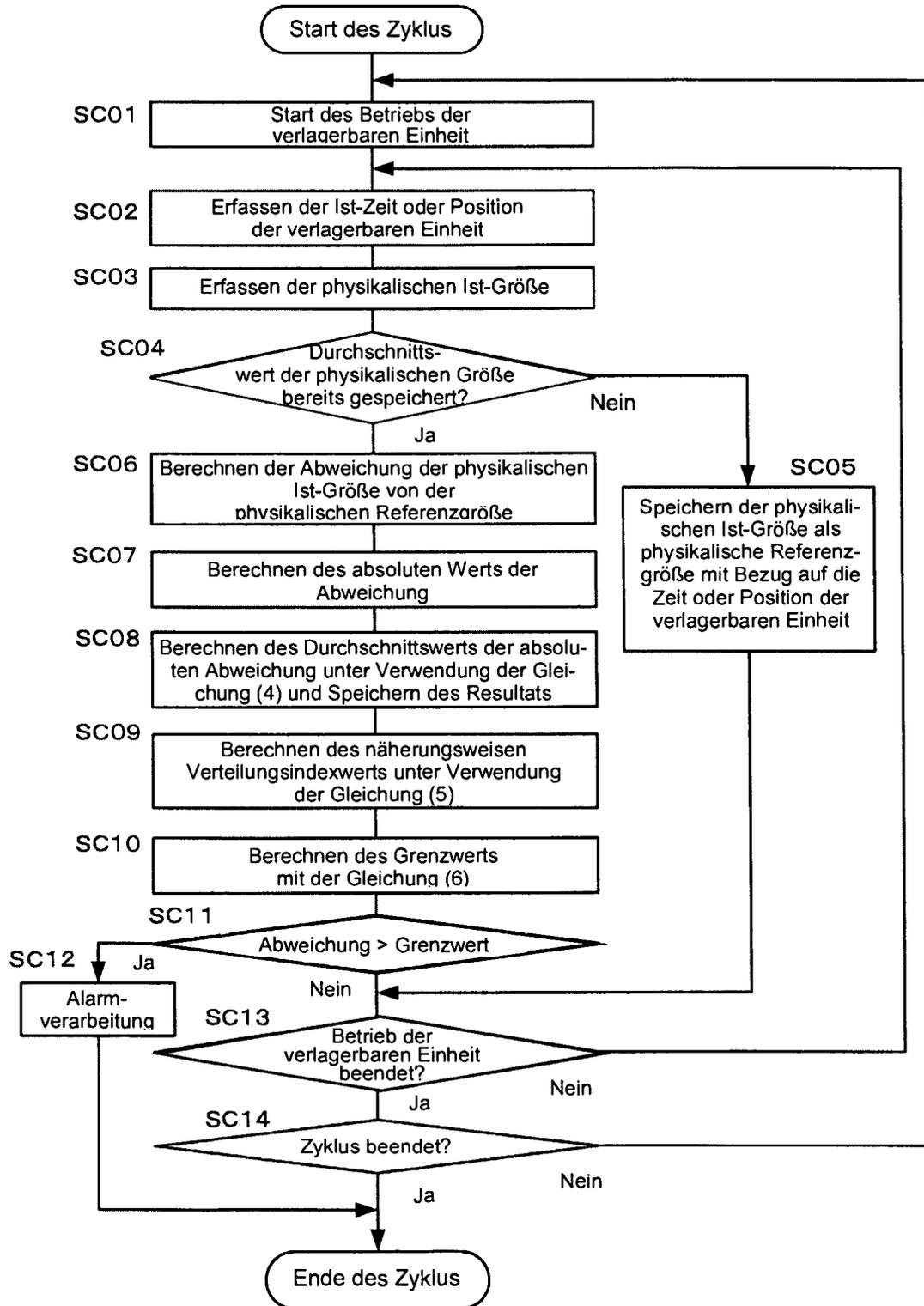


FIG. 5

