



(10) **DE 10 2019 106 439 A1** 2019.09.19

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2019 106 439.2**
 (22) Anmeldetag: **13.03.2019**
 (43) Offenlegungstag: **19.09.2019**

(51) Int Cl.: **G05B 19/402 (2006.01)**
B23Q 5/22 (2006.01)
B23Q 16/00 (2006.01)
B23Q 15/00 (2006.01)
G05D 3/12 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2018-048436 **15.03.2018** **JP**

(74) Vertreter:
TER MEER STEINMEISTER & PARTNER
PATENTANWÄLTE mbB, 80335 München, DE

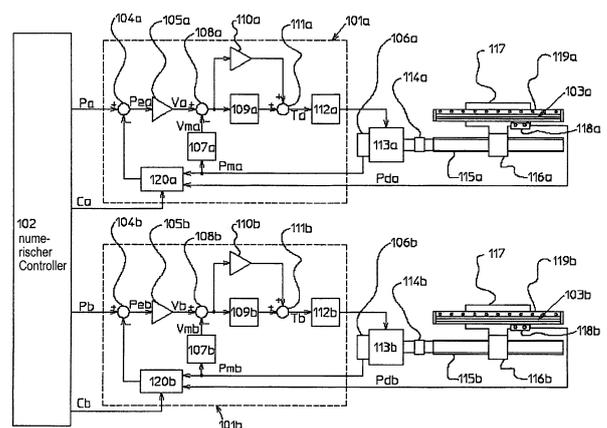
(71) Anmelder:
Okuma Corporation, Ōguchi, Aichi, JP

(72) Erfinder:
Fukui, Noriyuki, Ōguchi, Aichi, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Positionsregelsystem**

(57) Zusammenfassung: Es werden jeweilige Beträge der Bewegung von Vorschubachsen, die einem ersten und einem zweiten Positioncontroller 101a, 101b entsprechen, bestimmt, und falls ein Wert, der durch Dividieren eines kleineren Betrags der Bewegung durch einen größeren Betrag der Bewegung in den zwei Beträgen der Bewegung erhalten wird, in einem vorgeschriebenen Referenzbereich liegt, wählt ein Positioncontroller für die Vorschubachse mit dem kleineren Betrag der Bewegung eine detektierte Motorposition als einen Positionsrückkopplungswert und wählt ein Positioncontroller für die andere Vorschubachse eine detektierte Objektposition als einen Positionsrückkopplungswert.



Beschreibung

[0001] Diese Anmeldung beansprucht die Priorität der JP-Patentanmeldung Nr. 2018-048436, eingereicht am 15. März 2018.

TECHNISCHES GEBIET

[0002] Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf ein Positionsregelsystem, das z. B. an einer Werkzeugmaschine montiert ist, und insbesondere auf ein Positionsregelsystem, das auf der Grundlage einer detektierten Motorposition von einem an einem Motor angebrachten Motorpositionsdetektor und einer detektierten Objektposition von einem in der Nähe eines geregelten Objekts angebrachten Objektpositionsdetektor eine Rückkopplungsregelung eines Antriebssystems ausführt.

HINTERGRUND

[0003] Anhand der Zeichnungen wird eine schematische Konfiguration eines Rückkopplungsregelsystems in einem an einer herkömmlichen Werkzeugmaschine montierten Positionsregelsystem beschrieben. Fig. 5 ist ein Systemblockschaltplan, der eine schematische Konfiguration eines herkömmlichen Positionsregelsystems für zwei Vorschubachsen, die geregelte Objekte sind, darstellt. Dieses herkömmliche Positionsregelsystem enthält ein System, das durch Antreiben mehrerer Vorschubachsen eine Position eines geregelten Objekts 117 regelt. Obwohl in Fig. 5 insgesamt zwei geregelte Objekte 117, eines auf der Seite der ersten Vorschubachse (Oberseite) und eines auf der Seite der zweiten Vorschubachse (Unterseite), dargestellt sind, geben diese zwei geregelten Objekte 117 dasselbe an. Allerdings sind die schließlich geregelten Objekte 117 aus Sicht der zwei Vorschubachsen streng genommen nicht dasselbe geregelte Objekt 117, da z. B. die zwei Vorschubachsen in einem Zustand sind, in dem ein Vorschubachsenmechanismus an der anderen Vorschubachse montiert ist, selbst wenn die geregelten Objekte 117 wie etwa ein Werkzeughalter, der mit einem Werkzeug ausgestattet ist, dasselbe geregelte Objekt 117 sind. Zur Erleichterung der Beschreibung werden die geregelten Objekte 117 hier als dasselbe behandelt.

[0004] Das Positionsregelsystem enthält einen ersten Positionscontroller 101a und einen zweiten Positionscontroller 101b, die jeweils für die zwei Vorschubachsen vorgesehen sind. Der erste Positionscontroller 101a und der zweite Positionscontroller 101b sind in Bezug auf die Konfiguration im Wesentlichen dieselben, so dass sie dort, wo keine Notwendigkeit besteht, zwischen dem „Ersten“ und dem „Zweiten“ zu unterscheiden, einfach als „Positionscontroller 101“ bezeichnet sind, wobei die Zusätze a und b weglassen sind. Dasselbe betrifft andere Elemente.

[0005] Jeder Positionscontroller 101 berechnet über einen Subtrahierer 104 eine Differenz zwischen einer Befehlsposition P von einem numerischen Controller 102, der eine Einrichtung höherer Ebene ist, und einer von einem linearen Codierer 103 ausgegebenen detektierten Position P_d und stellt die Differenz als einen Positionsfehler P_e ein. Ein Geschwindigkeitsbefehlsrechner 105 verstärkt eine Befehlsgeschwindigkeit V auf der Grundlage des Positionsfehlers P_e mit einer proportionalen Verstärkung K_p und gibt die Befehlsgeschwindigkeit V aus. Währenddessen differenziert der Positionscontroller 101 eine detektierte Motorposition P_m von einem Motorpositionsdetektor 106 über einen Differenzierer 107 und stellt er ein Ergebnis der Differentiation als eine detektierte Motorgeschwindigkeit V_m ein und berechnet er über einen Subtrahierer 108 eine Differenz zwischen der detektierten Motorgeschwindigkeit V_m und der Befehlsgeschwindigkeit V und stellt er die Differenz als eine Geschwindigkeitsabweichung ein. Diese Geschwindigkeitsabweichung wird über einen Drehmomentbefehlsrechner (Geschwindigkeitsschleifen-Proportionalverstärkung P_v) 109 in eine Geschwindigkeitsabweichungs-Proportionalkomponente umgewandelt und gleichzeitig über einen Drehmomentbefehlsrechner (Geschwindigkeitsschleifen-Integralverstärkung I_v) 110 in eine Geschwindigkeitsabweichungs-Integralkomponente umgewandelt und die Geschwindigkeitsabweichungs-Proportionalkomponente und die Geschwindigkeitsabweichungs-Integralkomponente werden über einen Addierer 111 addiert und ein Ergebnis der Addition wird als ein Drehmomentbefehl T eingestellt. Der Drehmomentbefehl T wird über einen Stromcontroller 112 verschiedenen Arten einer Filterungsverarbeitung ausgesetzt und veranlasst daraufhin, dass ein Strom zum Regeln eines Motors 113 ausgegeben wird.

[0006] Eine Drehwelle des Motors 113 dreht sich gemäß dem Strom von dem Positionscontroller 101. Eine über eine Kupplung 114 mit der Drehwelle des Motors 113 gekoppelte Kugelgewindespindel 115 dreht sich ebenfalls. Eine mit einem geregelten Objekt 117 wie etwa einem Tisch verbundene Kugelgewindespindelmuttermutter 116 ist z. B. durch eine nicht dargestellte Führungsfläche in Bezug auf eine Drehrichtung der Kugelgewindespindel 115 beschränkt und wird zusammen mit der Drehung der Kugelgewindespindel 115 in einer Achsrichtung der Kugelgewindespindel 115 angetrieben. Die detektierte Motorposition P_m von dem mit der Drehwelle des Motors 113 zusammengeführten Motorpositionsdetektor 106 ändert sich zusammen mit der Drehung der Drehwelle des Motors 113 ebenfalls. Darüber hinaus wird ein an dem geregelten Objekt 117 befestigter Detektionskopf 118 des linearen Codierers 103 zusammen mit der Drehung des Motors 113 in der Achsrichtung der Kugelgewindespindel 115 angetrieben und ändert sich ein Betrag der Bewegung des Detektionskopfs 118 relativ zu einer Skala 119 des linearen Codierers 113, wo-

bei die Skale **119** festgesetzt ist, z. B. ein nicht dargestelltes Bett ist, d. h. die detektierte Position **Pd** des geregelten Objekts **117**, ebenfalls. Die detektierte Position **Pd** und die detektierte Motorposition **Pm**, die sich wie oben angegeben geändert haben, werden an den Positionscontroller **101** ausgegeben und es wird eine Rückkopplungsregelung ausgeführt, um die Differenz zwischen der detektierten Position **Pd** und der Befehlsposition **P** von dem numerischen Controller **102** zu beseitigen.

[0007] Obwohl dies nicht dargestellt ist, führen der erste Positionscontroller **101a** und der zweite Positionscontroller **101b** die Positionsregelung außerdem synchron zueinander aus, um zu arbeiten, während Einheitsintervalle jeweiliger Befehlspositionen von dem numerischen Controller **102** als einer Einrichtung höherer Ebene interpoliert werden. Hier ist angenommen, dass: das in **Fig. 5** dargestellte Positionssystem z. B. die numerische Regelung und die Positionsregelung einer 1-Bettschlitten-Drehbank ausführt; der erste Positionscontroller **101a** die Regelung einer **X**-Achse davon übernimmt; und der zweite Positionscontroller **101b** die Regelung einer **Z**-Achse davon übernimmt. Wo θ ein Winkel zwischen einer Bewegungsrichtung eines Werkzeugs, das das geregelte Objekt **117** ist, und der **Z**-Achse ist, **Lx** ein Betrag der Bewegung auf der **X**-Achse ist und **Lz** ein Betrag der Bewegung auf der **Z**-Achse ist, ist hier $\tan\theta = (Lx/Lz)$. **Fig. 6** ist eine Schnittansicht eines konischen Stopfenteils mit einem Kegelwinkel α° . Um einen konischen Abschnitt **602** eines konischen Stopfenteils **601**, das in **Fig. 6** dargestellt ist, mit guter Präzision über eine 1-Bettschlitten-Drehbank zu bearbeiten, ist es notwendig, die 1-Bettschlitten-Drehbank von dem Punkt **Q** bis zu dem Punkt **R** an Koordinaten mit der **X**-Achse und mit der **Z**-Achse synchron zueinander anzusteuern, während Mikrointervalle interpoliert werden.

[0008] **Fig. 7** ist ein beispielhafter schematischer Blockschahtplan, der die innere Verarbeitung in einem herkömmlichen numerischen Controller **102** darstellt. In den numerischen Controller **102** wird über eine Programmeingabevorrichtung **301** ein Programm zur Verarbeitung, z. B. des konischen Stopfenteils **601**, eingegeben. Die Programmeingabevorrichtung **301** empfängt z. B. eine Eingabe über eine Tastatur einer Konsole und eine Eingabe einer Übertragung von einem Medium wie etwa einen USB-Speicher und enthält allgemein eine Ablagespeichereinheit zum Speichern eines Bearbeitungsprogramms selbst. Das Bearbeitungsprogramm wird an den Programminterpret **302** ausgegeben und der Programminterpret **302** erzeugt aus dem Bearbeitungsprogramm Daten wie etwa Vorschubrichtungen für die jeweiligen Vorschubachsen. Die erzeugten Daten werden an den Funktionsgenerator **303** ausgegeben. Wenn die Daten eingegeben werden, berechnet der Funktionsgenerator **303** für jeden Regelzyklus der Vorschub-

achsen Funktionserzeugungspositionen (Befehlspositionen **Pa**, **Pb**), um eine Axialbewegungsregelung der jeweiligen Vorschubachsen auszuführen. Die berechneten Befehlspositionen **Pa**, **Pb** werden für jeden Regelzyklus der Vorschubachsen an die jeweiligen Positionscontroller **101a**, **101b** ausgegeben.

[0009] Wo der konische Abschnitt **602** des konischen Stopfenteils **601** aus **Fig. 6** bearbeitet wird, berechnet der Funktionsgenerator **303** in dem numerischen Controller **102** für ein Bearbeitungsprogramm für eine Bearbeitung, die bei dem Punkt **Q** beginnt und bei dem Punkt **R** endet, für jeden einzelnen Regelzyklus der Vorschubachsen gemäß einer durch das Bearbeitungsprogramm bestimmten Vorschubgeschwindigkeit eine Zielposition, um Befehlspositionen **Pa**, **Pb** für die zwei Vorschubachsen zu bestimmen. Falls hier angenommen ist, dass: die Koordinaten des Punkts **Q** (x, z) = (4,5, 100) sind; und die Koordinaten des Punkts **R** (x, z) = (12,40) sind, eine Vorschubgeschwindigkeit **F** während der Bearbeitung = 100 mm/min ist und der Regelzyklus der Vorschubachsen 6,4 ms ist, ist ein Betrag der Bewegung für jeden einzelnen Regelzyklus näherungsweise 10,67 μm . Darüber hinaus ist ein Betrag der Bewegung für jeden einzelnen Regelzyklus auf der **X**-Achse näherungsweise 1,32 μm und ist ein Betrag der Bewegung für jeden einzelnen Regelzyklus auf der **Z**-Achse näherungsweise 10,58 μm . Obwohl die ausführliche Beschreibung hier weggelassen wird, tritt die Bearbeitung allerdings in der Umgebung von **Q**, der der Anfangspunkt ist, in einen Beschleunigungszustand ein, und tritt sie in der Umgebung des Punkts **R**, der der Endpunkt ist, in einen Verzögerungszustand ein, so dass der Funktionsgenerator **303** die Befehlspositionen **Pa**, **Pb** unter Berücksichtigung des Beschleunigungs-/Verzögerungszustand berechnet.

[0010] In der Bearbeitung des konischen Stopfenteils **601** unter Verwendung des oben beschriebenen Positionssystem veranlasst hier ein für den linearen Codierer **103** inhärenter Detektionsfehler, dass ein Trajektorienfehler des Kegelwinkels α° von einem Auslegungswert abweicht. Insbesondere tritt in einem regulären Zyklus unter den für den linearen Codierer **103** inhärenten Detektionsfehlern wiederholt ein Interpolationsfehler auf, so dass in einem regulären Zyklus in der Kegelfläche des konischen Stopfenteils **601** ebenfalls eine Ungleichmäßigkeit erzeugt wird.

[0011] Obwohl für den linearen Codierer **103** jene mit verschiedenen Merkmalen kommerziell verfügbar sind, wird für eine Vorschubachse einer allgemeinen Werkzeugmaschine ein linearer Codierer mit einem Interpolationsfehler von etwa $\pm 0,1 \mu\text{m}$ bis $\pm 0,4 \mu\text{m}$ gewählt. Außerdem ist eine Wellenlänge eines Interpolationsfehlers eine Wellenlänge, die eine Grundteilungslänge z. B. einer Glasskale oder eines Stahlbands, die in der Skale **119** des linearen Co-

dierers **103** enthalten ist, oder eine Wellenlänge, die durch Division der Grundteilungswellenlänge durch eine ganze Zahl erhalten wird, ist. Es gibt Haupttypen des Detektionsprinzips des linearen Codierers **103**: einen optischen Typ und einen magnetischen Typ (einschließlich eines Typs elektromagnetischer Induktion), wobei die oben erwähnte Grundteilungswellenlänge im Fall des optischen Typs allgemein etwa $8\ \mu\text{m}$ bis $80\ \mu\text{m}$ beträgt.

[0012] Obwohl es Motorpositionsdetektoren **106** mit verschiedenen Interpolationsfehlern gibt, wird für eine Vorschubachse einer allgemeinen Werkzeugmaschine gemäß der Nutzung andererseits ein Motorpositionsdetektor **106** mit einem Interpolationsfehler von etwa ± 5 bis ± 20 Bogensekunden gewählt. Im Fall einer Vorschubachse, an der kein linearer Codierer **103** montiert ist, wird eine detektierte Motorposition P_m , die durch den Motorpositionsdetektor **106** detektiert wird, in der Weise verwendet, dass die detektierte Motorposition P_m in P_d als ein Positionsrückkopplungswert umgewandelt wird und an den Subtrahierer **104** ausgegeben wird. In diesem Fall kann ein durch einen Interpolationsfehler des Motorpositionsdetektors **106** in der Kegelfläche erzeugter Grad Re der Ungleichmäßigkeit gemäß dem Ausdruck (1) berechnet werden, wobei der Interpolationsfehler \pm Bogensekunden beträgt und eine Steigung der Kugelgewindespindel 115 L mm beträgt.

$$Re = \pm \frac{\varepsilon}{1296000} \cdot L \cdot 1000 (\text{m}) \quad (1)$$

[0013] Wo der Interpolationsfehler des Motorpositionsdetektors **106** ± 10 Bogensekunden beträgt und wo die Steigung der Kugelgewindespindel **115** 10 mm beträgt, beträgt der Grad der in der Kegelfläche erzeugten Ungleichmäßigkeit, d. h. ein tatsächlicher Betrag des Fehlers an der Vorschubachse, $\pm 0,077\ \mu\text{m}$. Das heißt, dass eine Wirkung des Interpolationsfehlers des Motorpositionsdetektors **106** kleiner als die des Interpolationsfehlers des gewählten linearen Codierers **103** ist, wobei eine solche Kombination häufig gewählt wird.

[0014] Wie folgt gibt es einige Gründe, weshalb selbst in einer solchen Kombination einer herkömmlichen Werkzeugmaschine die Schwierigkeiten des Montierens des linearen Codierers **103** angenommen werden. Ein erster Grund ist, dass das Montieren des linearen Codierers **103** die direkte Detektion eines Teilungsfehlers der Steigung der Kugelgewindespindel **115** ermöglicht. Ein zweiter Grund ist, dass das Montieren des linearen Codierers **103** die direkte Detektion eines Fehlers, der wegen linearer Ausdehnung z. B. der Kugelgewindespindel **115** und/oder des Betts auftritt, wenn eine Änderung der Umgebungstemperatur der Werkzeugmaschine auftritt, ermöglicht. Ein dritter Grund ist, dass das Montieren des linearen Codierers **103** die direkte Detektion ei-

nes Fehlers der Kugelgewindespindel **115**, die durch einen an der Führungsfläche für das geregelte Objekt **117** erzeugten Reibungswiderstand verdreht wird, ermöglicht. Beispiele weiterer Gründe enthalten, dass das Montieren des linearen Codierers **103** die direkte Detektion eines Fehlers der Kugelgewindespindel **115**, die sich durch Wärme, die durch Reibung zwischen der Kugelgewindespindel **115** und der Kugelgewindespindel Mutter **116** erzeugt wird, linear ausdehnt, ermöglicht. Auf jeden Fall wird der lineare Codierer **103** montiert, da das Montieren des linearen Codierers **103** die direkte Detektion einer aktuellen Position des geregelten Objekts **117** ermöglicht.

[0015] Wie oben festgestellt wurde, ist ein durch einen Interpolationsfehler des linearen Codierers **103** oder des Motorpositionsdetektors **106** verursachter tatsächlicher Fehler der Vorschubachse häufig kleiner als $\pm 0,4\ \mu\text{m}$ und somit für eine bearbeitete Oberflächentextur in einer normalen Werkzeugmaschine nicht von großer Bedeutung. Allerdings wird eine Differenz zwischen jeweiligen Beträgen der Bewegung der Vorschubachsen für die X -Achse und für die Z -Achse groß und tritt in der Vorschubachse mit dem verhältnismäßig kleinen Betrag der Bewegung eine Erscheinung auf, in der ein Interpolationsfehler des linearen Codierers **103** in der Kegelfläche auf leicht sichtbare Weise erscheint, wo der Kegelwinkel α° des konischen Stopfteils **601** in **Fig. 6** ein kleiner Winkel ist oder umgekehrt ein großer Winkel nahe 180° ist, da der Interpolationsfehler vergrößert ist. Ein Beispiel einer bearbeiteten Oberfläche eines Teils, das in einem solchen Fall liegt, ist ein Fall, in dem eine dekorative Oberfläche eines Aluminiumradteils eines Kraftfahrzeugs durch Bearbeiten gebildet wird, was als ein Fall angesehen werden kann, in dem der Kegelwinkel α° aus Sicht der Neigung groß ist. Ein solches Teil ist ein Teil, bei dem die Bedeutung auf gutem Aussehen liegt, und falls auf einer dekorativen Oberfläche in einem regulären Zyklus wegen eines Interpolationsfehlers ein Fehler auftritt, ist die Qualität der Oberfläche beeinträchtigt. Außerdem tritt in einem anderen Beispiel bei einer Bearbeitung einer geneigten Oberfläche oder bei einer Freiformbearbeitung einer Oberfläche eines Formteils in einem Bearbeitungszentrum eine ähnliche Erscheinung wie die obige auf, bei der es ein Intervall an Koordinaten gibt, in dem eine Vorschubachse einen äußerst kleinen Betrag der Bewegung aufweist und die andere Vorschubachse einen äußerst großen Betrag der Bewegung aufweist, wenn die Bearbeitung mit mehreren Vorschubachsen synchron zueinander ausgeführt wird.

[0016] Selbst wenn in dem oben genannten Stand der Technik Interpolationsfehler von linearen Codierern, die an einer Werkzeugmaschine montiert sind, nicht so groß sind, ist dort, wo die Bearbeitung mit mehreren Vorschubachsen synchron zueinander ausgeführt wird, bei Ausführung der Bearbeitung ei-

ner äußerst gering geneigten Oberfläche oder bei der Bearbeitung einer äußerst gering konischen Oberfläche der Interpolationsfehler des linearen Codierers auf der Seite der Vorschubachse mit einem kleineren Betrag der Bewegung in den mehreren Vorschubachsen vergrößert, was zur Bildung eines leicht sichtbaren Streifenmusters auf einer bearbeiteten Oberfläche führt. Falls die bearbeitete Oberfläche eine dekorative Oberfläche einer Spiegeloberfläche in einem Aluminiumrad eines Kraftfahrzeugteils ist, ist ein solches Streifenmuster ein kritischer Mangel in der äußeren Erscheinung, der z. B. erfordert, dass nach der Verarbeitung über eine Werkzeugmaschine wie etwa eine Drehbank z. B. getrennt eine Polier-Endbearbeitung ausgeführt wird. Um eine solche Situation zu vermeiden, werden keine linearen Codierer verwendet, was dazu führt, dass ein Teilungsfehler der Steigung jeder Kugelgewindespindel nicht direkt detektiert wird. Darüber hinaus kann ein Fehler, der wegen der linearen Ausdehnung z. B. der Kugelgewindespindel und/oder des Betts auftritt, wenn eine Änderung der Umgebungstemperatur der Werkzeugmaschine auftritt, nicht direkt detektiert werden. Außerdem kann ein Fehler der Kugelgewindespindel, die durch einen an der Führungsfläche für das geregelte Objekt erzeugten Reibungswiderstand verdreht wird, nicht direkt detektiert werden. Außerdem kann ein Fehler der Kugelgewindespindel, die durch Reibungswärme zwischen der Kugelgewindespindel und einer Kugelgewindespindelmuttern linear ausgedehnt wird, nicht direkt detektiert werden. Auf jeden Fall kann eine aktuelle Position des geregelten Objekts nicht direkt detektiert werden, falls keine linearen Codierer montiert sind, was zu einer Zunahme von Positionierungsfehlern von Vorschubachsen führt.

[0017] Angesichts des obigen Problems ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Positionssystem, das daran montierte lineare Codierer enthält, bei der Oberflächenbearbeitung äußerst gering konischer Oberflächen, bei denen die Bearbeitung mit mehreren Vorschubachsen synchron zueinander ausgeführt wird, zu schaffen, wobei das Positionssystem die Erzeugung eines einem Interpolationsfehler eines linearen Codierers in einer bearbeiteten Oberfläche zuzuschreibenden Streifenmusters verhindert, während das Merkmal des direkten Detektierens eines geregelten Objekts soweit wie möglich erhalten bleibt.

ZUSAMMENFASSUNG

[0018] Ein in der vorliegenden Patentschrift offenbartes Positionssystem ist ein Positionssystem zum Regeln einer Position eines geregelten Objekts durch Antreiben mehrerer Vorschubachsen, wobei das System enthält: einen Objektpositionsdetektor, der für jede der mehreren Vorschubachsen vorgesehen ist, wobei jeder Objektpositionsdetektor eine Position des geregelten Objekts in einer Be-

wegungsrichtung der relevanten Achse als eine detektierte Objektposition detektiert; einen Motorpositionsdetektor, der für jede der mehreren Vorschubachsen vorgesehen ist, wobei jeder Motorpositionsdetektor eine Position eines Motors, der die relevante Vorschubachse antreibt, als eine detektierte Motorposition detektiert; einen Positionscontroller, der für jede der mehreren Vorschubachsen vorgesehen ist, wobei jeder Positionscontroller den Antrieb des relevanten Motors, der die relevante Vorschubachse antreibt, in der Weise regelt, dass eine Differenz zwischen einem Positionsrückkopplungswert und einer Befehlsposition beseitigt wird; und einen numerischen Controller, der jeweils die Befehlspositionen an die mehreren Positionscontroller ausgibt, wobei der Positionscontroller für eine Vorschubachse, deren Wert in einem vorgeschriebenen Referenzbereich liegt, wobei der Wert durch Dividieren eines Betrags der Bewegung der Vorschubachse durch einen größeren Betrag in Beträgen von Bewegungen der mehreren Vorschubachsen erhalten wird, einen Wert auf der Grundlage der detektierten Motorposition als den Positionsrückkopplungswert wählt und ein Positionscontroller für eine andere Vorschubachse einen Wert auf der Grundlage der detektierten Objektposition als den Positionsrückkopplungswert wählt.

[0019] Außerdem kann jeder Positionscontroller eine Differenz zwischen der detektierten Objektposition und der detektierten Motorposition zu einem Zeitpunkt des Schaltens des Positionsrückkopplungswerts von dem Wert auf der Grundlage der detektierten Objektposition zu dem Wert auf der Grundlage der detektierten Motorposition als eine Anfangsdifferenz speichern und während der Auswahl des Werts auf der Grundlage der detektierten Motorposition einen Wert, der dadurch erhalten wird, dass die detektierte Motorposition und die Anfangsdifferenz addiert werden, als den Positionsrückkopplungswert nutzen.

[0020] In einem Positionssystem gemäß der vorliegenden Erfindung kann bei der Bearbeitung äußerst gering geneigter Oberflächen oder bei der Bearbeitung äußerst leicht konischer Oberflächen, bei denen die Bearbeitung durch Antreiben mehrerer Vorschubachsen zum Regeln einer Position eines Objekts (z. B. eines Werkzeugs) ausgeführt wird, während lineare Codierer montiert sind, um die direkte Detektion einer aktuellen Position des geregelten Objekts zu ermöglichen, die Erzeugung eines unbeabsichtigten Streifenmusters auf der bearbeiteten Oberfläche wegen eines Interpolationsfehlers eines linearen Codierers verhindert werden. Mit anderen Worten, die Nutzung eines Positionssystems gemäß der vorliegenden Erfindung in einer Werkzeugmaschine ermöglicht, sowohl die fertigen Dimensionen eines bearbeiteten Produkts als auch die Qualität einer bearbeiteten Oberfläche sicherzustellen.

Figurenliste

[0021] Anhand der folgenden Figuren werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beschrieben; es zeigen:

Fig. 1 einen beispielhaften Systemblockschaltplan, der eine schematische Konfiguration eines Positionsregelsystems gemäß der vorliegenden Erfindung darstellt;

Fig. 2 einen Systemblockschaltplan, der eine beispielhafte schematische Konfiguration eines numerischen Controllers in dem Positionsregelsystem gemäß der vorliegenden Erfindung darstellt;

Fig. 3 einen beispielhaften Ablaufplan, der die Verarbeitung in der Positionsregelschleifen-Auswahleinrichtung **304** darstellt;

Fig. 4 einen beispielhaften Ablaufplan, der die Verarbeitung in einem Positionsregelschleifenschalter **120a** darstellt;

Fig. 5 einen Blockschaltplan, der ein herkömmliches Positionsregelsystem darstellt;

Fig. 6 eine Schnittansicht eines konischen Stopfteils mit einem Kegelwinkel α° ; und

Fig. 7 einen beispielhaften Blockschaltplan, der die interne Verarbeitung in einem herkömmlichen numerischen Controller darstellt.

AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0022] Im Folgenden werden anhand der Zeichnungen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beschrieben.

[Ausführungsform 1]

[0023] **Fig. 1** ist ein beispielhafter Systemblockschaltplan, der eine schematische Konfiguration eines Positionsregelsystems gemäß der vorliegenden Erfindung darstellt und der mit Bezugszeichen versehen ist, die für Komponenten, die dieselben wie jene in **Fig. 5** sind, dieselben wie jene in **Fig. 5** sind. Außerdem wird eine Beschreibung der Verarbeitung, die ähnlich **Fig. 5** ist, weggelassen. Das Positionsregelsystem enthält einen ersten Positionscontroller **101a** bzw. einen zweiten Positionscontroller **101b**, die für zwei Vorschubachsen vorgesehen sind. Es wird angemerkt, dass der erste Positionscontroller **101a** und der zweite Positionscontroller **101b** in Bezug auf die Konfiguration im Wesentlichen dieselben sind und dass die Zusätze **a**, **b**, wo es nicht notwendig ist, zwischen „erstem“ und „zweitem“ zu unterscheiden, somit weggelassen sind und dass sie einfach als „Positionscontroller **101**“ bezeichnet sind. Dasselbe betrifft andere Elemente. Eine durch einen Motorpositionsdetektor **106** ausgegebene detektierte Motorposition **Pm** und eine durch einen linearen

Codierer **103** ausgegebene detektierte Objektposition **Pd** werden einem Positionsregelschleifenschalter **120** jedes Positionscontrollers **101** zugeführt. Der Positionsregelschleifenschalter **120** empfängt von einem numerischen Controller **102** ein Schaltsignal **C**, um einen Befehl zum Wählen der detektierten Motorposition **Pm** oder der detektierten Objektposition **Pd** als eine Positionsregelschleifeneingabe (einen Positionsrückkopplungswert) bereitzustellen, und wählt gemäß dem Schaltsignal eine der detektierten Positionen als eine Positionsregelschleifeneingabe (einen Positionsrückkopplungswert) und führt die Positionsregelschleifeneingabe einem Subtrahierer **104** zu. Die Verarbeitung zum Subtrahieren der durch den Positionsregelschleifenschalter **120** ausgegebenen detektierten Position von einer Befehlsposition **P** und die nachfolgende Verarbeitung in dem Subtrahierer **104** sind ähnlich jenen in dem in **Fig. 5** dargestellten Beispiel.

[0024] **Fig. 2** ist ein Systemblockschaltplan, der eine beispielhafte schematische Konfiguration des numerischen Controllers **102** in dem Positionsregelsystem gemäß der vorliegenden Erfindung darstellt, und ist mit Bezugszeichen versehen, die für Komponenten, die dieselben wie jene in **Fig. 7** sind, dieselben wie jene in **Fig. 7** sind. Außerdem wird die Beschreibung einer Verarbeitung, die ähnlich der in **Fig. 7** ist, weggelassen. Die Befehlspositionen **Pa**, **Pb** für zwei Vorschubachsen, die durch den Funktionsgenerator **303** berechnet worden sind, werden nicht nur an die Positionscontroller **101**, sondern auch an die Positionsregelschleifen-Auswahleinrichtung **304** ausgegeben. Die Positionsregelschleifen-Auswahleinrichtung **304** enthält vorzugsweise z. B. eine CPU mit einer darin integrierten Ablagespeichereinheit wie etwa einem ROM. In der Ablagespeichereinheit sind z. B. ein Regelprogramm zum Wählen eines Positionsrückkopplungswerts, das später beschrieben wird, und Referenzbereichszahlenwerte, auf die zur Auswahl Bezug genommen wird, gespeichert. Außerdem hält die Ablagespeichereinheit in der Positionsregelschleifen-Auswahleinrichtung **304**, wo **Pa_n**, **Pb_n** Befehlspositionen in einem n-ten Regelzyklus sind, außer den aktuellen Befehlspositionen **Pa_n**, **Pb_n** Befehlspositionen **Pa_{n-1}**, **Pb_{n-1}** in einem Regelzyklus, der ein Regelzyklus davor ist.

[0025] **Fig. 3** ist ein beispielhafter Ablaufplan, der die Verarbeitung in der Positionsregelschleifen-Auswahleinrichtung **304** darstellt. In **S30** werden ein Betrag der n-ten Bewegung einer ersten Vorschubachse, der durch den ersten Positionscontroller **101a** geregelt wird, und ein Betrag der n-ten Bewegung einer zweiten Vorschubachse, der durch den zweiten Positionscontroller **101b** geregelt wird, miteinander verglichen. Mit anderen Worten, in den zwei Vorschubachsen wird eine Vorschubachse mit einem größeren Betrag der Bewegung identifiziert. Der „Betrag der Bewegung“ ist hier ein Betrag der Bewegung der

relevanten Befehlsposition **P** und ein Betrag der Bewegung in einem Regelzyklus. Genauer berechnet die Positionsregelschleifen-Auswahleinrichtung **304** als einen Betrag der Bewegung einen Absolutwert einer Differenz zwischen einer aktuellen Befehlsposition **P_n** und einer Befehlsposition **P_{n-1}** in einem Regelzyklus, der ein Regelzyklus davor ist. Allerdings kann der Betrag der Bewegung nach Bedarf durch ein anderes Verfahren berechnet werden. Zum Beispiel ist der zu berechnende Betrag der Bewegung nicht auf einen Betrag der Bewegung in einem Regelzyklus beschränkt, sondern kann er ein Betrag der Bewegung in einer längeren Zeitdauer wie etwa zwei Regelzyklen oder drei Regelzyklen sein. Außerdem kann der Betrag der Bewegung nicht auf der Grundlage von Befehlspositionen, sondern der detektierten Objektposition **P_d** oder der detektierten Motorposition **P_m** berechnet werden.

[0026] Falls der Betrag der Bewegung auf der Seite des ersten Positionscrollers **101a** größer ist (falls der Betrag der Bewegung der ersten Vorschubachse größer ist), geht die Positionsregelschleifen-Auswahleinrichtung **304** zu der Verarbeitung in **S31** über, und falls das nicht der Fall ist (falls der Betrag der Bewegung der zweiten Vorschubachse größer ist oder die erste Vorschubachse und die zweite Vorschubachse den gleichen Betrag der Bewegung aufweisen), geht die Positionsregelschleifen-Auswahleinrichtung **304** zu der Verarbeitung in **S32** über. In **S31** (in dem der Betrag der Bewegung der ersten Vorschubachse größer ist), bestimmt die Positionsregelschleifen-Auswahleinrichtung **304**, ob ein durch Dividieren des Betrags der n-ten Bewegung der durch den zweiten Positionscroller **101b** geregelten Vorschubachse durch den Betrag der n-ten Bewegung der durch den ersten Positionscroller **101a** geregelten Vorschubachse (den größeren Bewegungsbetrag) erhaltener Wert in einem Referenzbereich von „größer als 0, aber kleiner als K“ liegt. Falls der durch die Division erhaltene Wert in dem Referenzbereich liegt, geht die Positionsregelschleifen-Auswahleinrichtung **304** zu **S33** über, und wenn das nicht der Fall ist, geht die Positionsregelschleifen-Auswahleinrichtung **304** zu der Verarbeitung in **S34** über. Der Referenzbereich kann hier durch einen Beteiligten, der die vorliegende Erfindung nutzt, frei bestimmt werden. Zum Beispiel ist der Referenzbereich größer als 0, aber kleiner als $K = \tan 5^\circ = 0,0875$, falls ein Bereich des Winkels θ , in dem in einer bearbeiteten Oberfläche kein einem Interpolationsfehler eines linearen Codierers zuzuschreibendes beabsichtigtes Streifenmuster erzeugt wird, $0^\circ < \theta < 5^\circ$ ist. Dass das Ergebnis der Berechnung in der Verarbeitung in **S31** 0 ist, bedeutet hier, dass die Vorschubachse auf der Seite des Positionscrollers **101b** in einem Haltezustand ist.

[0027] Außerdem bestimmt die Positionsregelschleifen-Auswahleinrichtung **304** in **S32** (wo der Betrag

der Bewegung der zweiten Vorschubachse größer ist oder die Beträge der Bewegung der ersten Vorschubachse und der zweiten Vorschubachse gleich sind), ob ein durch Dividieren des Betrags der n-ten Bewegung der durch den ersten Positionscroller **101a** geregelten Vorschubachse durch den Betrag der n-ten Bewegung der durch den Positionscroller **101b** geregelten Vorschubachse (den größeren Bewegungsbetrag) erhaltener Wert in dem Referenzbereich von „größer als 0 und kleiner als K“ liegt. Falls der durch die Division erhaltene Wert in dem Referenzbereich liegt, geht die Positionsregelschleifen-Auswahleinrichtung **304** zu der Verarbeitung in **S35** über, und wenn das nicht der Fall ist, geht die Positionsregelschleifen-Auswahleinrichtung **304** zu der Verarbeitung in **S36** über.

[0028] In **S34** und **S36** werden an den ersten und an den zweiten Positionsregelschleifen-Schalter **120a** bzw. **120b** Schaltsignale **Ca**, **Cb** ausgegeben, um einen Befehl bereitzustellen, um detektierte Objektpositionen **P_{da}**, **P_{db}** als Positionsregelschleifen-Eingaben zu nutzen, da die Bedingung, dass „ein durch Dividieren eines Betrags der Bewegung einer Vorschubachse durch einen größeren Bewegungsbetrag erhaltener Wert in dem Referenzbereich liegt“, nicht erfüllt ist. Andererseits gibt die Positionsregelschleifen-Auswahleinrichtung **304** in **S33** ein Signal **Cb** zum Bereitstellen eines Befehls zur Nutzung der detektierten Motorposition **P_{mb}** als eine Positionsregelschleifen-Eingabe an den zweiten Signalpositionscroller **101b** aus und gibt sie ein Signal **Ca** zum Bereitstellen eines Befehls zur Nutzung der detektierten Motorposition **P_{ma}** als eine Positionsregelschleifen-Eingabe an den ersten Positionscroller **101a** aus, da der durch Dividieren des Betrags der Bewegung der zweiten Vorschubachse durch den Betrag der Bewegung der ersten Vorschubachse mit dem größeren Bewegungsbetrag erhaltene Wert in dem Referenzbereich liegt.

[0029] Gleichfalls gibt in **S35** die Positionsregelschleifen-Auswahleinrichtung **304** ein Signal **Ca** zum Bereitstellen eines Befehls zur Nutzung der detektierten Motorposition **P_{ma}** als eine Positionsregelschleifen-Eingabe an einen ersten Positionscroller **101a** aus und gibt sie ein Signal **Cb** zum Bereitstellen eines Befehls zur Nutzung einer detektierten Motorposition **P_{mb}** als eine Positionsregelschleifen-Eingabe an den zweiten Positionscroller **101b** aus, da der durch Dividieren des Betrags der Bewegung der ersten Vorschubachse durch den Betrag der Bewegung der zweiten Vorschubachse mit dem größeren Bewegungsbetrag erhaltene Wert in dem Referenzbereich liegt. Die Verarbeitung in der Positionsregelschleifen-Auswahleinrichtung **304** wird in einer wie oben beschriebenen Weise ausgeführt.

[0030] Obwohl in der obigen Beschreibung nur der Fall, dass das geregelte Objekt durch zwei orthogo-

nale Vorschubachsen angetrieben wird, als ein Beispiel genommen worden ist, kann die in der vorliegenden Patentschrift offenbarte Technik für den Fall genutzt werden, dass ein geregeltes Objekt durch mehr Vorschubachsen angetrieben wird. Zum Beispiel ist es möglich, dass dort, wo für die Vorschubachsen in einem Bearbeitungszentrum einer Werkzeugmaschine eine Konfiguration mit drei orthogonalen Achsen-, einer **X**-, einer **Y**- und einer **Z**-Achse, genutzt ist, für jede der Vorschubachsen ein Wert berechnet wird, der durch einen Betrag der n-ten Bewegung der Vorschubachse durch einen größeren Bewegungsbetrag erhalten wird, dass bestimmt wird, ob der Wert in einem Referenzbereich liegt, und dass für eine Vorschubachse, deren Bewegungsbetrag in dem Referenzbereich liegt, ein Schaltsignal **C** zum Wählen einer detektierten Motorposition **Pm** als eine Positionsregelschleifeneingabe ausgegeben wird.

[Ausführungsform 2]

[0031] Nachfolgend wird eine andere Ausführungsform beschrieben. Die Ausführungsform **2** unterscheidet sich von der Ausführungsform **1** dadurch, dass die Verarbeitung in jedem in **Fig. 1** dargestellten Positionsregelschleifenschalter **120** kompliziert ist. Vorzugsweise enthält jeder Positionsregelschleifenschalter **120** z. B. eine CPU mit einer darin integrierten Ablagespeichereinheit wie etwa einem ROM. Außerdem sind in der folgenden Beschreibung jeweilige n-te Daten in der Art als **Ca_n** oder **Pman** angegeben. **Fig. 4** ist ein beispielhafter Ablaufplan, der die Verarbeitung in einem ersten Positionsregelschleifenschalter **120a** darstellt. In **S40** wird ein von der Positionsregelschleifen-Auswahleinrichtung **304** eingegebenes Schaltsignal **Ca_n** interpretiert und bestimmt, ob das Schaltsignal **Ca_n** ein Befehl zur Nutzung einer detektierten Motorposition **Pma** ist. Falls der Inhalt des Schaltsignals ein Befehl zum Wählen einer detektierten Motorposition **Pma** ist, geht der erste Positionsregelschleifenschalter **120a** zu der Verarbeitung in **S41** über, und wenn das nicht der Fall ist, d. h., wenn der Inhalt des Schaltsignals **Ca_n** ein Befehl zum Wählen einer detektierten Objektposition **Pda** ist, geht der erste Positionsregelschleifenschalter **120a** zu der Verarbeitung in **S44** über. In der in den Positionsregelschleifenschalter **120a** integrierten Ablagespeichereinheit ist ein Schaltsignal **Ca_{n-1}** gespeichert, das von der Positionsregelschleifen-Auswahleinrichtung **304** in einem Regelzyklus, der ein Regelzyklus davor ist, d. h. in einem n-1-ten Regelzyklus, eingegeben worden ist. In **S41** bestimmt der Positionsregelschleifenschalter **120**, ob das Schaltsignal **Ca_{n-1}** ein Befehl zum Wählen einer detektierten Objektposition **Pda** ist. Falls der Inhalt des Schaltsignals ein Befehl zum Wählen einer detektierten Objektposition **Pda** ist, geht der Positionsregelschleifenschalter **120a** zu der Verarbeitung in **S42** über, und wenn das nicht der Fall ist, d. h., wenn der Inhalt des Schaltsignals **Ca_{n-1}** ein Befehl zum Wählen einer de-

tektierten Motorposition **Pma** ist, geht der Positionsregelschleifenschalter **120a** zu der Verarbeitung in **S43** über. In **S42** berechnet der Positionsregelschleifenschalter **120a** eine Differenz zwischen einer n-ten, d. h. aktuellen, detektierten Objektposition **Pda_n**, und einer n-ten, d. h. aktuellen, detektierten Motorposition **Pma_n** als eine Anfangsdifferenz **D** und geht er zu der Verarbeitung in **S43** über. Die Anfangsdifferenz **D** wird hier in der in den Positionsregelschleifenschalter **120a** integrierten Ablagespeichereinheit gespeichert. Die in der Ablagespeichereinheit gespeicherte Anfangsdifferenz wird erst aktualisiert, wenn die Berechnung in der Verarbeitung in Schritt **S42** neu ausgeführt wird. Nachfolgend gibt der Positionsregelschleifenschalter **120a** in **S43** das durch Addieren der detektierten Motorposition **Pman** und der in der Ablagespeichereinheit gespeicherten Anfangsdifferenz **D** erhaltene „**Pma_n + D**“ als eine Positionsregelschleifeneingabe (einen Positionsrückkopplungswert) in einen Subtrahierer **104a** aus. Andererseits gibt der Positionsregelschleifenschalter **120a** in **S44** die detektierte Objektposition **Pda_n** als eine Positionsregelschleifeneingabe an den Subtrahierer **104a** aus.

[0032] Wie oben beschrieben wurde, ist der in Ausführungsform **2** beschriebene Positionsregelschleifenschalter **120a** dafür konfiguriert, zu einem Zeitpunkt des Übergangs des Schaltsignals **Ca** von der Positionsregelschleifen-Auswahleinrichtung **304** von der Auswahl **Pda** zu der Auswahl **Pma** eine Verarbeitung zum Aktualisieren einer Anfangsdifferenz **D**, die eine Differenz zwischen **Pda** und **Pma** ist, auszuführen, und „**Pma_n + D**“ als eine Positionsregelschleifeneingabe auszugeben, falls das Schaltsignal **Ca** eines zum Bereitstellen eines Befehls zum Wählen von **Pma** ist, und in jedem anderen Fall **Pda_n** auszugeben. Obwohl in Ausführungsform **2** die Verarbeitung in dem Positionsregelschleifenschalter **120a** beschrieben worden ist, ist zu verstehen, dass in dem Positionsregelschleifenschalter **120b** ebenfalls eine ähnliche Verarbeitung wie die obige ausgeführt wird.

[0033] Es sind Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beschrieben worden, die die obigen Beispiele verwenden. Im Ergebnis der Nutzung einer der Ausführungsformen, bei denen die Bearbeitung mit mehreren Vorschubachsen synchron zueinander ausgeführt wird, wird für die Vorschubachse mit einem kleineren Betrag der Bewegung in mehreren Vorschubachsen eine detektierte Position eines linearen Codierers **103**, die ein bearbeitetes Streifenmuster, d. h. einen Mangel der Textur einer bearbeiteten Oberfläche, verursacht, nicht genutzt, selbst wenn die Bearbeitung einer äußerst gering geneigten Oberfläche oder die Bearbeitung einer äußerst leicht konischen Oberfläche ausgeführt wird, was die Verringerung der Streifenungleichmäßigkeit in der bearbeiteten Oberfläche ermöglicht. Darüber hinaus ermöglicht die Hinzufügung der Ausführungsform **2** die

Verringerung der Streifenungleichmäßigkeit in der bearbeiteten Oberfläche, während ein Vorteil der direkten Detektion einer aktuellen Position eines geregelten Objekts genutzt wird, die ein ursprünglicher Zweck der Montage des linearen Codierers **103** ist.

[0034] Obwohl einige Arten der vorliegenden Erfindung als Ausführungsformen beschrieben worden sind, ist die vorliegende Erfindung nicht nur auf diese Arten beschränkt. Zum Beispiel ist die Positionsregelschleifen-Auswahleinrichtung **304** in der obigen Beschreibung als eine Komponente innerhalb des numerischen Controllers **102** beschrieben; wobei die Regelung aber mit dem ersten Positionscontroller **101a** und mit dem zweiten Positionscontroller **101b** synchron zueinander ausgeführt wird und somit eine Änderung der Komponenten in der Weise, dass der erste Positionscontroller **101a** und der zweite Positionscontroller **101b** die Beträge der Bewegung voneinander überwachen und jeder Positionscontroller **101** selbst bestimmt, ob ein durch Dividieren eines Betrags der Bewegung einer relevanten Vorschubachse durch einen Betrag der Bewegung der anderen Vorschubachse erhaltener Wert in einem Referenzbereich liegt, und eine Positionsregelschleifeneingabe (einen Positionsrückkopplungswert) gemäß einem Ergebnis der Bestimmung wählt, in der Technik der vorliegenden Erfindung liegt. Mit anderen Worten, die Positionsregelschleifen-Auswahleinrichtung **304** kann nicht nur in dem numerischen Controller **102**, sondern in jedem der Positionscontroller **101** vorgesehen sein.

Bezugszeichenliste

101 Positionscontroller, 102 numerischer Controller, 103 linearer Codierer, 104 Subtrahierer, 108 Subtrahierer, 105 Geschwindigkeitsbefehlsrechner, 106 Motorpositionsdetektor, 107 Differenzierer, 111 Addierer, 112 Stromcontroller, 113 Motor, 114 Kuppelung, 115 Kugelgewindespindel, 116 Kugelgewindespindelmutter, 117 geregeltes Objekt, 118 Detektionskopf, 119 Skale, 120 Positionsregelschleifenschalter, 301 Programmeingabevorrichtung, 302 Programminterpretierer, 303 Funktionsgenerator, 304 Positionsregelschleifen-Auswahleinrichtung, 601 konisches Stopfenteil, 602 konischer Abschnitt.

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 2018048436 [0001]

Patentansprüche

1. Positionsregelsystem zum Regeln einer Position eines geregelten Objekts durch Antreiben mehrerer Vorschubachsen, wobei das System Folgendes umfasst:

einen Objektpositionsdetektor, der für jede der mehreren Vorschubachsen vorgesehen ist, wobei jeder Objektpositionsdetektor eine Position des geregelten Objekts in einer Bewegungsrichtung der relevanten Achse als eine detektierte Objektposition detektiert;

einen Motorpositionsdetektor, der für jede der mehreren Vorschubachsen vorgesehen ist, wobei jeder Motorpositionsdetektor eine Position eines Motors, der die relevante Vorschubachse antreibt, als eine detektierte Motorposition detektiert;

einen Positionscontroller, der für jede der mehreren Vorschubachsen vorgesehen ist, wobei jeder Positionscontroller den Antrieb des Motors, der die relevante Vorschubachse antreibt, in der Weise regelt, dass eine Differenz zwischen einem Positionsrückkopplungswert und einer Befehlsposition beseitigt wird;

und

einen numerischen Controller, der jeweils die Befehlspositionen an die mehreren Positionscontroller ausgibt,

wobei der Positionscontroller für eine Vorschubachse, deren Wert in einem vorgeschriebenen Referenzbereich liegt, wobei der Wert durch Dividieren eines Betrags der Bewegung der Vorschubachse durch einen größeren Betrag in Beträgen von Bewegungen der mehreren Vorschubachsen erhalten wird, einen Wert auf der Grundlage der detektierten Motorposition als den Positionsrückkopplungswert wählt und ein Positionscontroller für eine andere Vorschubachse einen Wert auf der Grundlage der detektierten Objektposition als den Positionsrückkopplungswert wählt.

2. Positionsregelsystem nach Anspruch 1, wobei jeder Positionscontroller eine Differenz zwischen der detektierten Objektposition und der detektierten Motorposition zu einem Zeitpunkt des Schaltens des Positionsrückkopplungswerts von dem Wert auf der Grundlage der detektierten Objektposition zu dem Wert auf der Grundlage der detektierten Motorposition als eine Anfangsdifferenz speichert und während der Auswahl des Werts auf der Grundlage der detektierten Motorposition einen Wert, der dadurch erhalten wird, dass die detektierte Motorposition und die Anfangsdifferenz addiert werden, als den Positionsrückkopplungswert nutzt.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

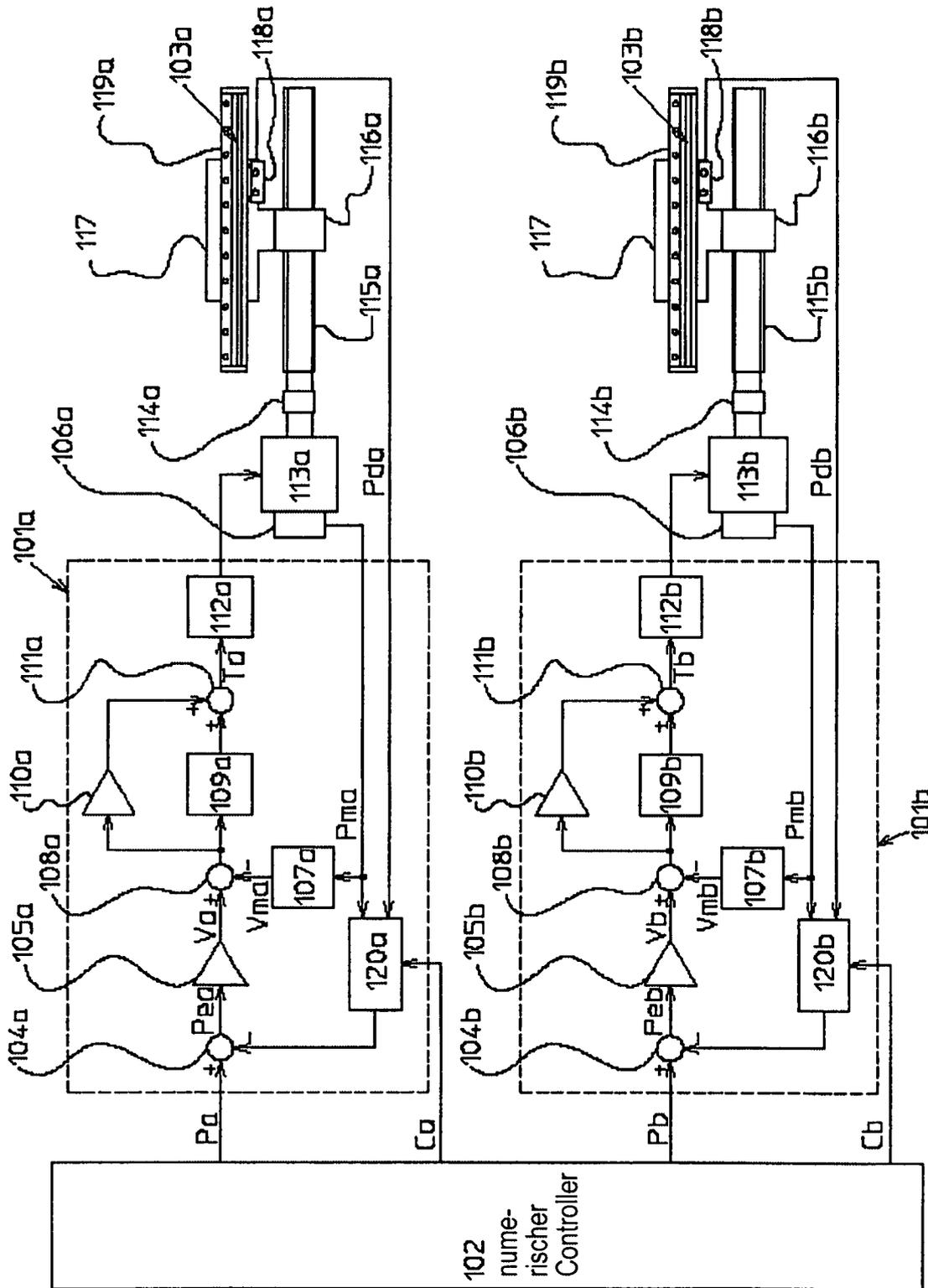


FIG. 1

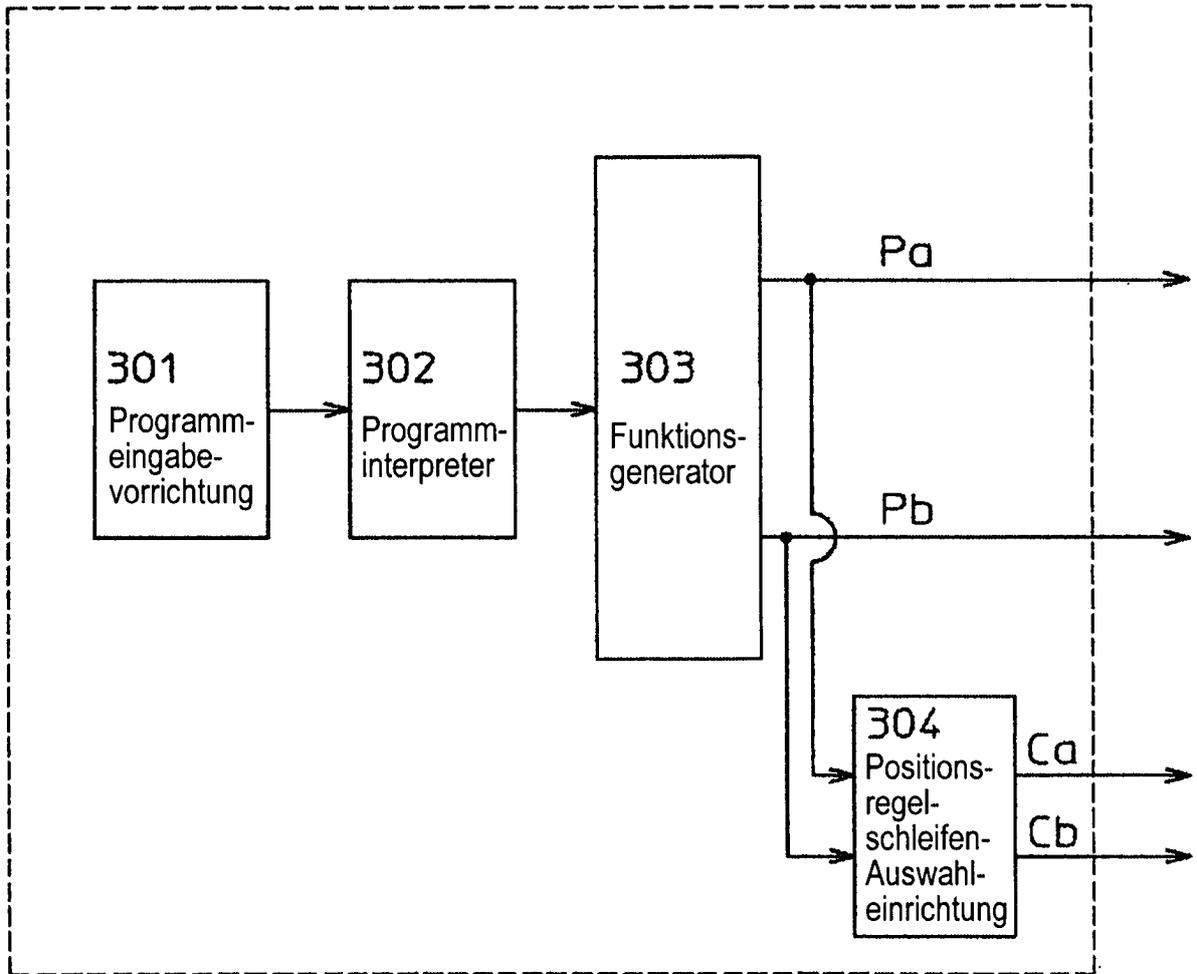


FIG. 2

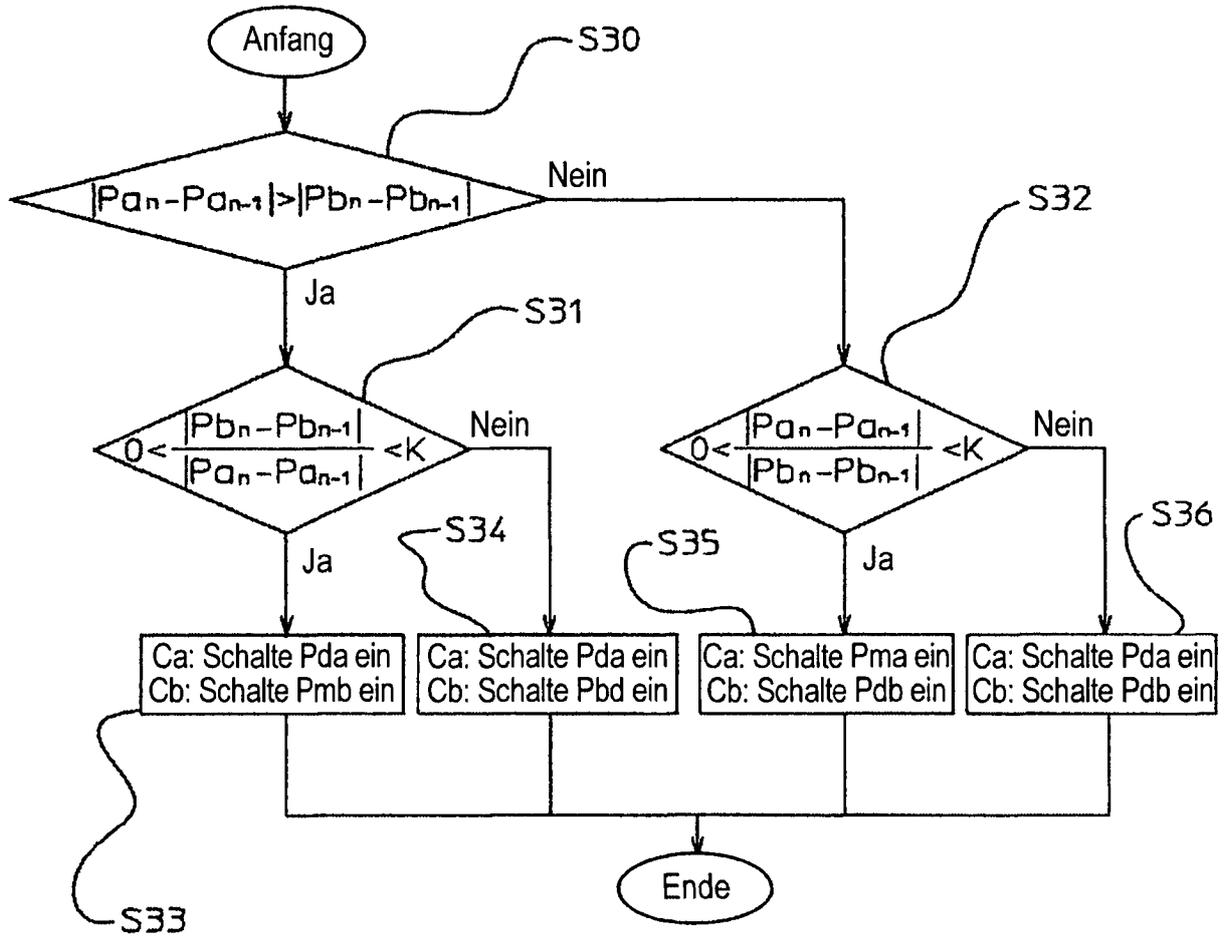


FIG. 3

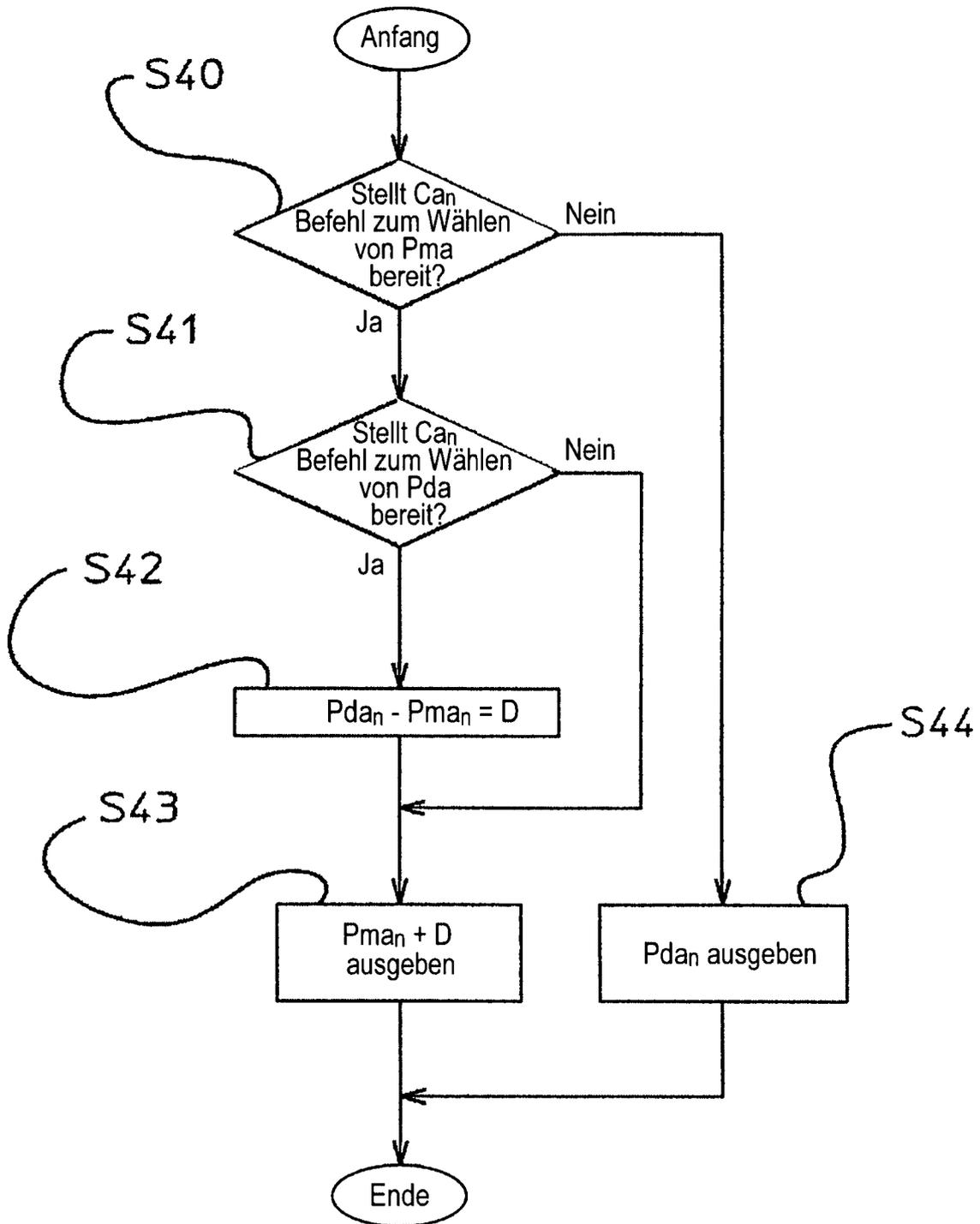


FIG. 4

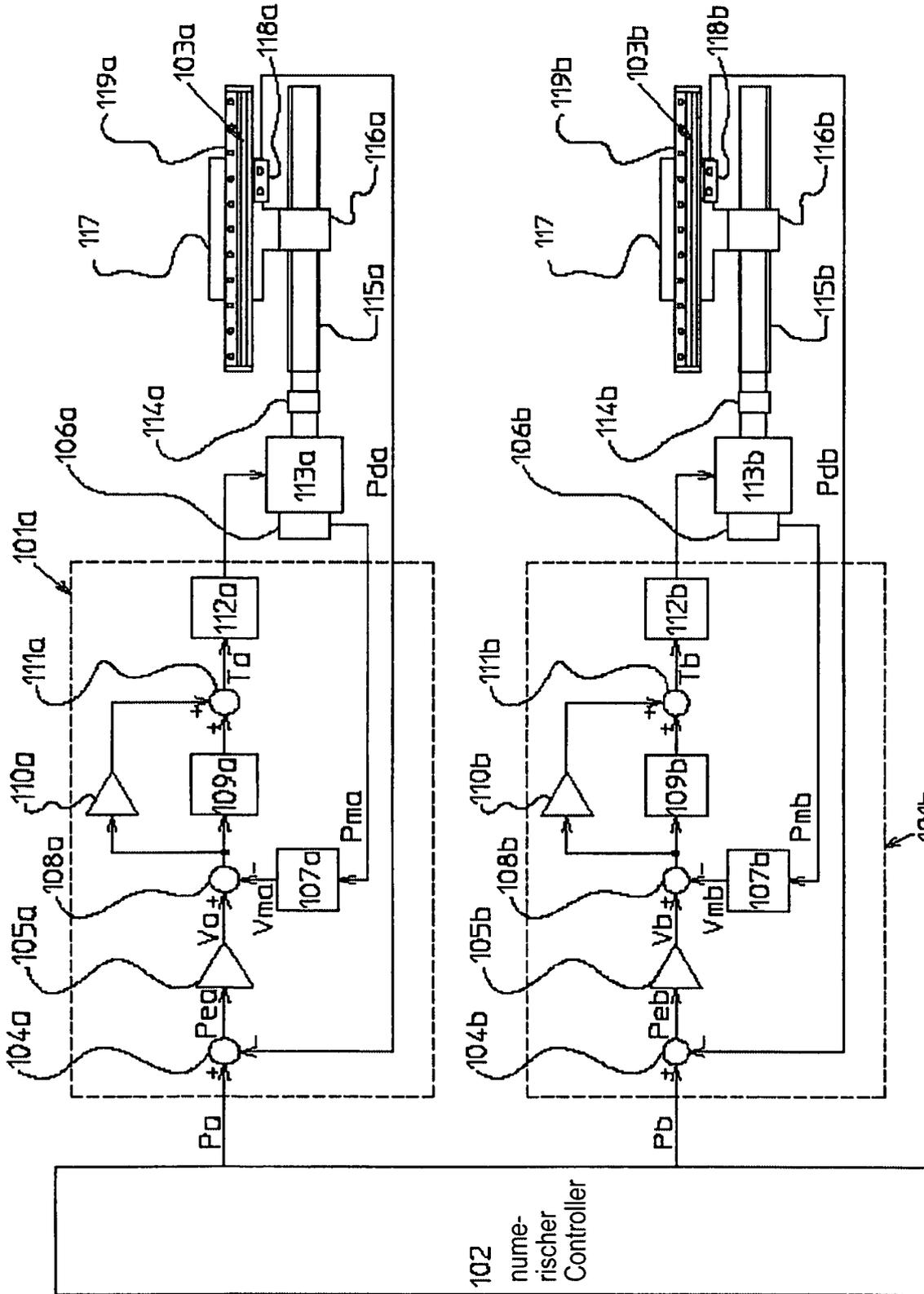


FIG. 5

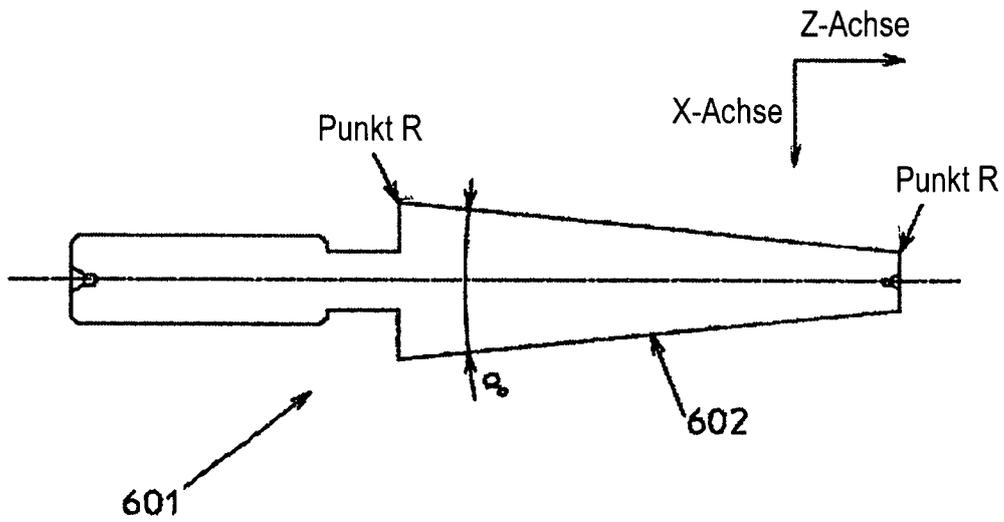


FIG. 6

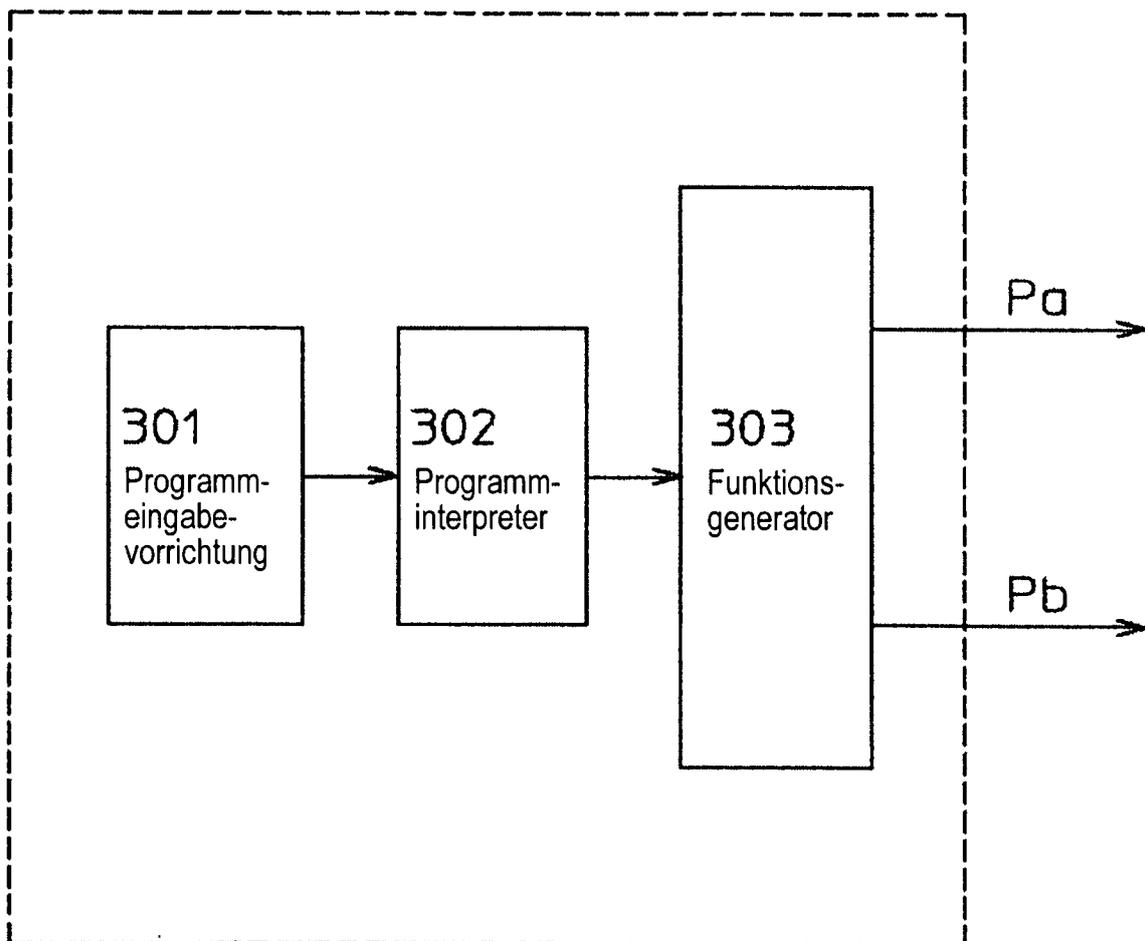


FIG. 7