



(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2023/228356**  
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2  
IntPatÜbkG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2022 006 883.3**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2022/021555**  
(86) PCT-Anmeldetag: **26.05.2022**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **30.11.2023**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **16.01.2025**

(51) Int Cl.: **G05B 19/401** (2006.01)

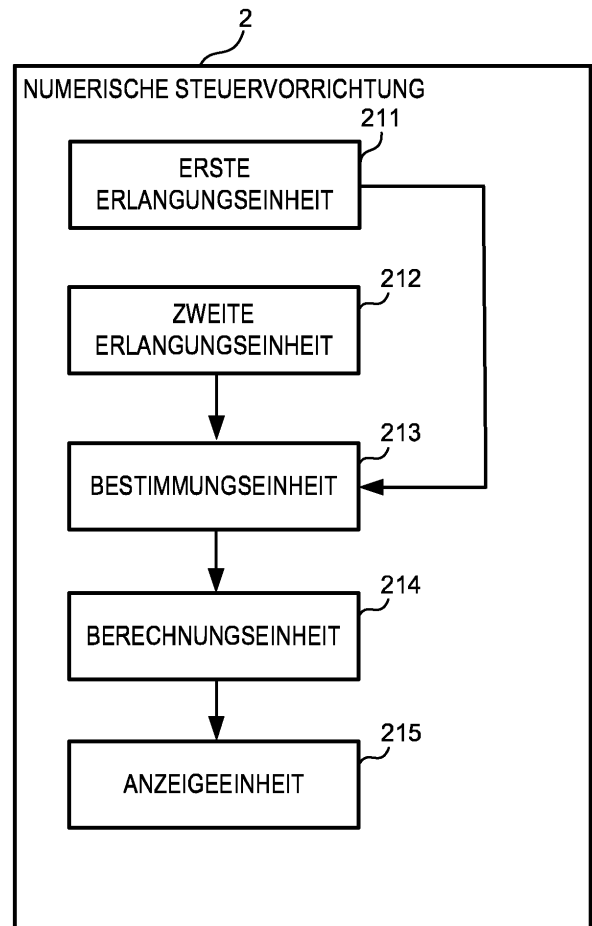
(71) Anmelder:  
**FANUC CORPORATION, Oshino-mura,  
Yamanashi, JP**  
(74) Vertreter:  
**Wuesthoff & Wuesthoff Patentanwälte und  
Rechtsanwalt PartG mbB, 81541 München, DE**

(72) Erfinder:  
**Tani, Shouki, Oshino-mura, Yamanashi, JP**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Numerische Steuervorrichtung und computerlesbares Speichermedium**

(57) Zusammenfassung: Diese numerische Steuervorrichtung ist versehen mit: einer ersten Erlangungseinheit, die Startpositionsinformationen erlangt, die die Startposition angeben, an der ein Kontaktkörper beginnt, ein zu messendes Objekt bei einer manuellen Messung zu messen; einer zweiten Erlangungseinheit, die Kontaktpositionsinformationen erlangt, die die Kontaktposition angeben, an der der Kontaktkörper und das zu messende Objekt miteinander in Kontakt kommen; einer Bestimmungseinheit, die auf der Grundlage der von der ersten Erlangungseinheit erlangten Startpositionsinformationen und der von der zweiten Erlangungseinheit erlangten Kontaktpositionsinformationen die Richtung bestimmt, in der sich der Kontaktkörper dem zu messenden Objekt nähert; und einer Berechnungseinheit, die die Kontaktpositionsinformationen auf der Grundlage der von der Bestimmungseinheit bestimmten Richtung korrigiert und dadurch die Messposition berechnet.



**Beschreibung**

## Einrichtungen zum Lösen des Problems

## Technisches Gebiet

**[0001]** Die vorliegende Offenbarung betrifft eine numerische Steuervorrichtung und ein computerlesbares Speichermedium.

## Verwandter Stand der Technik

**[0002]** Üblicherweise wird eine Position eines Werkstücks mit einer an der Spindel einer Werkzeugmaschine angebrachten Messvorrichtung gemessen (z.B. Patentreliteratur 1). Beispielsweise kann die Position des Werkstücks in einem durch einen Bediener ausgeführten manuellen Modus gemessen werden, indem ein Messelement mit dem Werkstück in Kontakt gebracht wird. In diesem Fall muss der Bediener, je nach Annäherungsrichtung eines Kontaktgebers an das Werkstück, Koordinatenwerte, die eine Kontaktposition angeben, in positiver oder negativer Richtung um die Länge des Kontaktgebers oder den Außendurchmesser des Kontaktgebers korrigieren.

**[0003]** Nähert sich der Kontaktgeber beispielsweise dem Werkstück von der negativen zur positiven Richtung, werden die Koordinatenwerte, die die Kontaktposition angeben, in positiver Richtung um die Länge des Kontaktgebers oder um den Außendurchmesser des Kontaktgebers korrigiert. Nähert sich der Kontaktgeber dagegen dem Werkstück von der positiven Richtung in die negative Richtung, werden die Koordinatenwerte, die die Kontaktposition angeben, in der negativen Richtung um die Länge des Kontaktgebers oder um den Außendurchmesser des Kontaktgebers korrigiert. Dies ermöglicht eine Bestimmung der genauen Position des Werkstücks.

## Druckschrift des Standes der Technik

## Patentliteratur

**[0004]** Patentliteratur 1: Japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. H5-66820

## Kurzfassung

## Durch die Erfindung zu lösende Probleme

**[0005]** Wenn der Bediener jedoch die Korrekturrichtung falsch angibt, kann die genaue Position des Werkstücks nicht bestimmt werden.

**[0006]** Im Falle der Messung der Position des Werkstücks im manuellen Modus ist daher eine Technik erforderlich, mit der die Richtung der Korrektur der Koordinatenwerte, die die Kontaktposition angeben, automatisch festgelegt werden kann, um eine Messposition zu berechnen.

**[0007]** Eine numerische Steuervorrichtung umfasst: eine erste Erlangungseinheit, die Startpositionsinformationen erlangt, die eine Startposition angeben, an der ein Kontaktkörper mit der Messung eines zu messenden Objekts bei der manuellen Messung beginnt; eine zweite Erlangungseinheit, die Kontaktpositionsinformationen erlangt, die eine Kontaktposition angeben, an der der Kontaktkörper mit dem zu messenden Objekt in Kontakt kommt; eine Bestimmungseinheit, die eine Richtung bestimmt, in der sich der Kontaktkörper dem zu messenden Objekt nähert, basierend auf den von der ersten Erlangungseinheit erlangten Startpositionsinformationen und den von der zweiten Erlangungseinheit erlangten Kontaktpositionsinformationen; und eine Berechnungseinheit, die die Kontaktpositionsinformationen basierend auf der von der Bestimmungseinheit bestimmten Richtung korrigiert, um eine Messposition zu berechnen.

**[0008]** Computerlesbares Speichermedium, das Anweisungen speichert, die einen Computer veranlassen, um auszuführen: Erlangen von Startpositionsinformationen, die eine Startposition angeben, an der ein Kontaktkörper mit der Messung eines zu messenden Objekts bei der manuellen Messung beginnt; Erlangen von Kontaktpositionsinformationen, die eine Kontaktposition angeben, an der der Kontaktkörper mit dem zu messenden Objekt in Kontakt kommt; Bestimmen einer Richtung, in der sich der Kontaktkörper dem zu messenden Objekt nähert, auf der Grundlage der erlangten Startpositionsinformationen und der erlangten Kontaktpositionsinformationen; und Korrigieren der Kontaktpositionsinformationen auf der Grundlage der bestimmten Richtung, um eine Messposition zu berechnen.

## Wirkung der Erfindung

**[0009]** Eine Ausgestaltung der vorliegenden Offenbarung kann die Messposition berechnen, indem die Richtung der Korrektur des Messwerts bei der Messung der Position des Werkstücks im manuellen Modus automatisch angegeben wird.

## Kurzbeschreibung der Zeichnungen

**[0010]** Es zeigen:

**Fig. 1** ein Blockdiagramm, das ein Beispiel für eine Hardwarekonfiguration einer Industriemaschine zeigt;

**Fig. 2A** ein Verfahren zur Berechnung einer Messposition;

**Fig. 2B** ein weiteres Verfahren zur Berechnung der Messposition;

**Fig. 3** ein Blockdiagramm, das ein Beispiel von Funktionen einer numerischen Steuervorrichtung zur Steuerung der Industriemaschine zeigt;

**Fig. 4A** ein Beispiel eines Verfahrens zum Erlangen von Startpositionsinformationen;

**Fig. 4B** ein weiteres Beispiel des Verfahrens zum Erlangen der Startpositionsinformationen;

**Fig. 4C** ein weiteres Beispiel des Verfahrens zum Erlangen der Startpositionsdaten;

**Fig. 4D** ein weiteres Beispiel des Verfahrens zum Erlangen der Startpositionsdaten;

**Fig. 5** ein Ablaufdiagramm, das ein Beispiel einer in der numerischen Steuervorrichtung auszuführenden Verarbeitung zeigt; und

**Fig. 6** ein Blockdiagramm, das ein Beispiel von Funktionen einer numerischen Steuervorrichtung zeigt, die eine Steuereinheit aufweist.

#### Modus zum Ausführen der Erfindung

**[0011]** Eine numerische Steuervorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung wird nun unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Es sei darauf hingewiesen, dass nicht alle Kombinationen von Merkmalen, die in dem folgenden Ausführungsbeispiel beschrieben werden, notwendigerweise erforderlich sind, um die Probleme zu lösen. Außerdem können unnötige Detailbeschreibungen weggelassen werden. Die folgende Beschreibung des Ausführungsbeispiels und die beigefügten Zeichnungen sollen dem Fachmann ein umfassendes Verständnis der vorliegenden Offenbarung ermöglichen, nicht aber den Schutzbereich der Ansprüche einschränken.

**[0012]** Die numerische Steuervorrichtung ist konfiguriert, um Industriemaschinen zu steuern. Zu den Industriemaschinen gehören beispielsweise Werkzeugmaschinen, eine Drahterodiermaschine, eine Spritzgießmaschine, Industrieroboter und ein dreidimensionaler Drucker. Zu den Werkzeugmaschinen gehören z.B. eine Drehmaschine, ein maschinelles Bearbeitungszentrum und eine Multitasking-Maschine.

**[0013]** **Fig. 1** zeigt ein Blockdiagramm, das ein Beispiel für die Hardwarekonfiguration einer Industriemaschine zeigt, die mit einer numerischen Steuervorrichtung ausgestattet ist. Eine Industriemaschine 1 umfasst eine numerische Steuervorrichtung 2, eine Eingabe-/Ausgabevorrichtung 3, einen Servoverstärker 4, einen Servomotor 5, einen Spindelverstärker 6, einen Spindelmotor 7 und eine Nebenvorrichtung 8.

**[0014]** Die numerische Steuervorrichtung 2 ist konfiguriert, um die gesamte Industriemaschine 1 zu steuern. Die numerische Steuervorrichtung 2 umfasst einen Hardwareprozessor 201, einen Bus 202, einen Festwertspeicher (ROM) 203, einen Speicher mit wahlfreiem Zugriff (RAM) 204 und einen nicht-flüchtigen Speicher 205.

**[0015]** Der Hardwareprozessor 201 ist konfiguriert, um die gesamte numerische Steuervorrichtung 2 gemäß einem Systemprogramm zu steuern. Der Hardwareprozessor 201 liest ein im ROM 203 gespeichertes Systemprogramm über den Bus 202, um verschiedene Prozesse auf der Grundlage des Systemprogramms durchzuführen. Ebenso steuert der Hardwareprozessor 201 den Servomotor 5 und den Spindelmotor 7 auf der Grundlage eines Betriebsprogramms für den Betrieb der Industriemaschine, um ein Beispiel zu nennen. Der Hardwareprozessor 201 ist z.B. eine zentrale Recheneinheit (CPU) oder eine elektronische Schaltung.

**[0016]** Der Hardwareprozessor 201 führt z.B. die Analyse des maschinellen Bearbeitungsprogramms und die Ausgabe von Steuerbefehlen für den Servomotor 5 und den Spindelmotor 7 bei jedem Steuerungszyklus durch.

**[0017]** Der Bus 202 ist ein Kommunikationskanal, der die Hardwareabschnitte der numerischen Steuervorrichtung 2 miteinander verbindet. Die Hardwareabschnitte der numerischen Steuervorrichtung 2 tauschen über den Bus 202 Daten aus.

**[0018]** Der ROM 203 ist eine Speichervorrichtung, die z.B. ein Systemprogramm zur Steuerung der gesamten numerischen Steuervorrichtung 2 speichert. Der ROM 203 ist ein computerlesbares Speichermedium.

**[0019]** Der RAM 204 ist eine Speichervorrichtung, die verschiedene Daten temporär speichert. Der RAM 204 dient als Arbeitsbereich für die Verarbeitung der verschiedenen Daten durch den Hardwareprozessor 201.

**[0020]** Bei dem nicht-flüchtigen Speicher 205 handelt es sich um eine Speichervorrichtung, die Daten auch dann beibehalten kann, wenn der Strom der Industriemaschine 1 abgeschaltet ist und somit die numerische Steuervorrichtung 2 nicht mit Strom versorgt wird. Der nicht-flüchtige Speicher 205 ist konfiguriert, um z.B. ein Betriebsprogramm und verschiedene Parameter zu speichern. Bei dem nicht-flüchtigen Speicher 205 handelt es sich um ein computerlesbares Speichermedium. Der nicht-flüchtige Speicher 205 ist aus einem Speicher gebildet, der beispielsweise durch eine Batterie oder ein Festkörperlaufwerk („Solid State Drive“, SSD) gepuffert ist.

**[0021]** Die numerische Steuervorrichtung 2 umfasst ebenso eine Schnittstelle 206, eine Achssteuerschaltung 207, eine Spindelsteuerschaltung 208, eine programmierbare Logiksteuereinrichtung („programmable logic controller“, PLC) 209 und eine E/A-Einheit 210.

**[0022]** Die Schnittstelle 206 ist konfiguriert, um den Bus 202 mit der Eingabe-/Ausgabevorrichtung 3 zu verbinden. Über die Schnittstelle 206 werden z.B. verschiedene vom Hardwareprozessor 201 verarbeitete Daten an die Eingabe-/Ausgabevorrichtung 3 weitergeleitet.

**[0023]** Die Eingabe-/Ausgabevorrichtung 3 ist konfiguriert, um die verschiedenen Daten über die Schnittstelle 206 zu empfangen und die Daten auf einem Anzeigebildschirm anzuzeigen. Darüber hinaus akzeptiert die Eingabe-/Ausgabevorrichtung 3 die Eingabe verschiedener Daten und überträgt die verschiedenen Daten über die Schnittstelle 206 zum Beispiel an den Hardwareprozessor 201.

**[0024]** Die Eingabe-/Ausgabevorrichtung 3 ist z.B. ein Berührpaneel. Bei der Eingabe-/Ausgabevorrichtung 3 handelt es sich beispielsweise um ein kapazitives Berührpaneel. Das Berührpaneel ist nicht auf den kapazitiven Typ beschränkt und kann ein anderer Typ sein. Die Eingabe-/Ausgabevorrichtung 3 ist auf einem Steuerfeld (nicht dargestellt) installiert, in dem die numerische Steuervorrichtung 2 untergebracht ist.

**[0025]** Die Eingabe-/Ausgabevorrichtung 3 umfasst einen Impulsgeber. Ein Impulsgeber ist eine Vorrichtung, die Impulssignale entsprechend der von einem Bediener durchgeführten Bedienung erzeugt. Der Hardwareprozessor 201 steuert die Steuerachsen der Industriemaschine 1 auf der Grundlage der vom Impulsgeber empfangenen Impulssignale.

**[0026]** Die Achssteuerschaltung 207 ist konfiguriert, um den Servomotor 5 zu steuern. Die Achssteuerschaltung 207 empfängt die Steuerbefehle vom Hardwareprozessor 201 und sendet verschiedene Befehle zum Antrieb des Servomotors 5 an den Servoverstärker 4. Zum Beispiel sendet die Achssteuerschaltung 207 einen Drehmomentbefehl zur Steuerung des Drehmoments des Servomotors 5 an den Servoverstärker 4.

**[0027]** Der Servoverstärker 4 ist konfiguriert, um den Servomotor 5 als Reaktion auf den Befehl der Achssteuerschaltung 207 mit einem Strom zu versorgen.

**[0028]** Der Servomotor 5 wird bei Empfang des durch den vom Servoverstärker 4 zugeführten Stroms angetrieben. Der Servomotor 5 ist für jede Steuerachse der Industriemaschine 1 vorgesehen. Handelt es sich bei der Industriemaschine 1 um

eine Werkzeugmaschine mit fünf Achsen, umfasst der Servomotor 5 beispielsweise einen X-Achsen-Servomotor, einen Y-Achsen-Servomotor, einen Z-Achsen-Servomotor, einen A-Achsen-Servomotor und einen C-Achsen-Servomotor.

**[0029]** Der Servomotor 5 ist z.B. mit einer Kugelumlaufspindel zum Antrieb einer Werkzeugsäule gekoppelt. Wenn der Servomotor 5 angetrieben wird, wird die Struktur der Industriemaschine 1, z.B. die Werkzeugsäule, in einer vorbestimmten gesteuerten Achsrichtung bewegt. Der Servomotor 5 weist einen eingebauten Messgeber (nicht dargestellt) auf, der die Position der gesteuerten Achse und eine Vorschubgeschwindigkeit erfasst. Positionsrückkopplungsinformationen und Ratenrückkopplungsinformationen, die die vom Messgeber erfasste Position der gesteuerten Achse bzw. die vom Messgeber erfasste Vorschubgeschwindigkeit der gesteuerten Achse angeben, werden an die Achssteuerschaltung 207 zurückgegeben. Die Achssteuerschaltung 207 führt dann eine Regelung an der Steuerachse durch.

**[0030]** Die Spindelsteuerschaltung 208 ist konfiguriert, um den Spindelmotor 7 zu steuern. Die Spindelsteuerschaltung 208 sendet einen Befehl zum Antreiben des Spindelmotors 7 an den Spindelverstärker 6 in Reaktion auf den Steuerbefehl vom Hardwareprozessor 201. Beispielsweise sendet die Spindelsteuerschaltung 208 einen Spindeldrehzahlbefehl zum Steuern einer Drehzahl des Spindelmotors 7 an den Spindelverstärker 6.

**[0031]** Der Spindelverstärker 6 ist konfiguriert, um den Spindelmotor 7 mit Strom zu versorgen, wenn er von der Spindelsteuerschaltung 208 gesteuert wird.

**[0032]** Der Spindelmotor 7 wird bei Empfang des durch den vom Spindelverstärker 6 zugeführten Stroms angetrieben. Der Spindelmotor 7 ist mit einer Spindel gekoppelt, um so die Spindel zu drehen.

**[0033]** Die PLC 209 ist konfiguriert, um ein Kontaktplanprogramm zur Steuerung der Nebenvorrichtung 8 auszuführen. Die PLC 209 sendet über die E/A-Einheit 210 einen Befehl an die Nebenvorrichtung 8.

**[0034]** Die E/A-Einheit 210 ist eine Schnittstelle, die die PLC 209 mit der Nebenvorrichtung 8 verbindet. Die E/A-Einheit 210 überträgt den von der PLC 209 empfangenen Befehl an die Nebenvorrichtung 8.

**[0035]** Die Nebenvorrichtung 8 ist in der Industriemaschine 1 installiert und konfiguriert, um Nebenvorgänge in der Industriemaschine 1 durchzuführen. Die Nebenvorrichtung 8 arbeitet auf der Grundlage von Befehlen, die sie von der E/A-Einheit 210 empfängt. Die Nebenvorrichtung 8 kann an der Peripherie der

Industriemaschine 1 angeordnet sein. Bei der Nebenvorrichtung 8 handelt es sich beispielsweise um einen Werkzeugwechsler, eine Kühlmitelein-spritzvorrichtung oder eine Antriebsvorrichtung zum Öffnen/Schließen von Türen.

**[0036]** Nachfolgend wird ein Verfahren zum Bestimmen einer Messposition beschrieben, das in der numerischen Steuervorrichtung 2 implementiert ist. Die Messposition bedeutet eine Position eines Messpunktes für ein zu messendes Objekt. Das heißt, sie ist eine Position eines zu messenden Objekts, mit dem ein Kontaktkörper in Kontakt kommt.

**[0037]** Im Falle der manuellen Messung der Position des zu messenden Objekts bringt der Bediener den Kontaktkörper mit dem zu messenden Objekt in Kontakt. Die manuelle Messung bedeutet, dass die Bedienperson die Position des zu messenden Objekts in einem Zustand manuell misst, in dem die numerische Steuervorrichtung 2 auf den manuellen Modus eingestellt ist. Der Begriff „manuell“ bedeutet, dass die Bedienperson den Kontaktkörper z.B. mit Hilfe eines an die numerische Steuervorrichtung 2 angeschlossenen Impulsgebers oder mit Hilfe eines Achsenverschiebeschalters des Steuerpaneels bewegt.

**[0038]** Der Kontaktkörper ist eine Komponente, die mit dem zu messenden Objekt in Kontakt gebracht wird. Der Kontaktkörper ist z.B. eine Berührsonde. Der Kontaktkörper kann ein Werkzeug sein, z.B. ein Schafffräser.

**[0039]** Das zu messende Objekt ist bei der manuellen Messung eine Messtrecke. Das zu messende Objekt kann ein Tisch sein, auf dem ein Werkstück angebracht ist, oder eine Vorrichtung, die das Werkstück auf dem Tisch fixiert.

**[0040]** Im Falle der Messung des zu messenden Objekts mit Hilfe des Kontaktkörpers kommt es zu einer Fehlausrichtung durch die Größe des Kontaktkörpers zwischen der Position des Kontaktkörpers, wenn er mit dem zu messenden Objekt in Kontakt kommt, und der Messposition des zu messenden Objekts. Es ist daher notwendig, die Messposition zu berechnen, indem ein Wert korrigiert wird, der die Position des Kontaktkörpers angibt, wenn er mit dem zu messenden Objekt in Kontakt kommt, indem Informationen verwendet werden, die die Größe des Kontaktkörpers angeben. Die Position des Kontaktkörpers, wenn er mit dem zu messenden Objekt in Kontakt kommt, ist eine kriterielle Position bei der Messung des zu messenden Objekts. Die kriterielle Position wird als Maschinenposition bezeichnet. Die Maschinenposition ist eine Position einer Steuerachse in einem Maschinenkoordinatensystem. Handelt es sich bei der Industriemaschine 1 um ein maschinelles Bearbeitungszentrum, so ist die

Maschinenposition beispielsweise die Position des Spindelendes und die Position der Mittelachse der Spindel.

**[0041]** Die Fig. 2A und 2B zeigen Verfahren zur Berechnung einer Messposition. Fig. 2A zeigt, dass eine Maschinenposition  $P_{ma}$  in Richtung der x-Achse um den Radius  $d$  eines Kontaktkörpers  $T$  von einer Messposition  $P_{me}$ , bei der der Kontaktkörper  $T$  in Kontakt mit einem zu messenden Objekt  $W$  steht, in negativer Richtung verschoben ist. Bei der manuellen Messung errechnet die numerische Steuervorrichtung 2 also, wie nachstehend noch näher beschrieben wird, eine Position, bei der die Maschinenposition  $P_{ma}$  um den Radius  $d$  des Kontaktkörpers  $T$  in positiver Richtung verschoben wird, als Messposition  $P_{me}$ .

**[0042]** Fig. 2B zeigt, dass die Maschinenposition  $P_{ma}$  in Richtung der z-Achse in positiver Richtung um die Länge  $l$  eines Kontaktkörpers  $T$  von der Messposition  $P_{me}$  entfernt ist, in der der Kontaktkörper  $T$  mit dem zu messenden Objekt  $W$  in Kontakt ist. Bei der manuellen Messung errechnet die numerische Steuervorrichtung 2 also, wie nachstehend noch näher beschrieben wird, als Messposition  $P_{me}$  eine Position, bei der die Maschinenposition  $P_{ma}$  um die Länge  $l$  des Kontaktkörpers  $T$  in negativer Richtung verschoben ist.

**[0043]** Fig. 3 zeigt ein Blockdiagramm, das ein Beispiel der Funktionen der numerischen Steuervorrichtung 2 zur Steuerung der Industriemaschine 1 zeigt. Die numerische Steuervorrichtung 2 umfasst eine erste Erlangungseinheit 211, eine zweite Erlangungseinheit 212, eine Bestimmungseinheit 213, eine Berechnungseinheit 214 und eine Anzeigeeinheit 215. Die erste Erlangungseinheit 211, die zweite Erlangungseinheit 212, die Bestimmungseinheit 213, die Berechnungseinheit 214 und die Anzeigeeinheit 215 sind derart implementiert, dass z.B. der Hardwareprozessor 201 eine arithmetische Verarbeitung unter Verwendung eines im ROM 203 gespeicherten Systemprogramms und eines im nicht-flüchtigen Speicher 205 gespeicherten Betriebsprogramms sowie verschiedener Daten durchführt.

**[0044]** Die erste Erlangungseinheit 211 erlangt Startpositionsinformationen, die eine Startposition angeben, an der der Kontaktkörper  $T$  die Messung des zu messenden Objekts  $W$  bei der manuellen Messung beginnt. Die Startposition ist eine kriterielle Position, die es der Bestimmungseinheit 213 ermöglicht, eine Richtung zu bestimmen, in der sich der Kontaktkörper  $T$  dem zu messenden Objekt  $W$  nähert.

**[0045]** Die Startposition ist eine beliebige Position zwischen der Position des Kontaktkörpers  $T$ , wenn die Bewegungsrichtung des Kontaktkörpers  $T$  einge-

stellt ist, unmittelbar bevor der Kontaktkörper T eine Kontaktposition erreicht, in der der Kontaktkörper T mit dem zu messenden Objekt W in Kontakt kommt, und der Kontaktposition. Die Startposition kann eine Position des Kontaktkörpers T sein, wenn die Bewegungsrichtung des Kontaktkörpers T eingestellt ist, unmittelbar bevor der Kontaktkörper T die Kontaktposition erreicht.

**[0046]** Die Fig. 4A bis 4D zeigen beispielhaft, wie die erste Erlangungseinheit 211 die Startpositionsinformationen erlangt. Bei der Messung von Koordinatenwerten auf der X-Achse der in den Fig. 4A bis 4D dargestellten Messposition P<sub>me</sub> wird der Kontaktkörper T zunächst in einer Position in positiver Richtung der Z-Achse in Bezug auf das zu messende Objekt W angeordnet. Die Koordinatenwerte, die die Position des Kontaktkörpers T zu diesem Zeitpunkt angeben, lauten z.B. (100, 100) (vgl. Fig. 4A). Um den Kontaktkörper T in die negative Richtung der X-Achse zu bewegen, führt der Bediener die Auswahl der X-Achse im manuellen Modus durch. Die Auswahl der Achse bedeutet die Auswahl einer zu bewegenden Steuerachse. Beispielsweise wählt der Bediener die X-Achse mit Hilfe eines Achswechselschalters am Impulsgeber aus.

**[0047]** Als Reaktion auf die Auswahl der X-Achse erlangt die erste Erlangungseinheit 211 die Positionsinformationen des Kontaktkörpers T auf der Grundlage eines Signals, das von einem Sensor (nicht dargestellt) ausgegeben wird, der die Position der Steuerachse erfasst. Mit anderen Worten, die erste Erlangungseinheit 211 erlangt Informationen, die eine Position des Kontaktkörpers T angeben, wenn die Bewegungsrichtung des Kontaktkörpers T auf die Achsrichtung einer Steuerachse unter einer Vielzahl von Steuerachsen eingestellt ist. Die Informationen, die die Position angeben, sind beispielsweise Koordinatenwerte. Die erlangten Positionsinformationen des Kontaktkörpers T werden beispielsweise in einem vorbestimmten Speicherbereich des nicht-flüchtigen Speichers 205 gespeichert. Anschließend bewegt der Bediener den Kontaktkörper T mit Hilfe des Impulsgebers beispielhaft in die negative Richtung der X-Achse (vgl. Fig. 4B). Die Koordinatenwerte, die die Position des Kontaktkörpers T zu diesem Zeitpunkt angeben, lauten z.B. (50, 100).

**[0048]** Der Bediener wiederum wählt die Z-Achse aus. Zum Beispiel wählt der Bediener die Z-Achse mit dem Achswechselschalter aus, der am Impulsgeber vorgesehen ist. Als Reaktion auf die Auswahl der Z-Achse erlangt die erste Erlangungseinheit 211 die Positionsinformationen des Kontaktkörpers T, um sie in dem vorbestimmten Speicherbereich zu speichern.

**[0049]** Die erste Erlangungseinheit 211 kann neu erlangte Positionsinformationen des Kontaktkörpers T in einem Speicherbereich speichern, in dem zuvor erlangte Positionsinformationen gespeichert sind. Mit anderen Worten, die erste Erlangungseinheit 211 kann die zuvor erlangten Positionsinformationen mit den neu erlangten Positionsinformationen überschreiben und diese speichern. Alternativ dazu kann die erste Erlangungseinheit 211 die neu erlangten Positionsinformationen in einem anderen Speicherbereich als demjenigen speichern, in dem die zuvor erlangten Positionsinformationen gespeichert sind. Der Bediener bewegt dann den Kontaktkörper T in die negative Richtung der Z-Achse (vgl. Fig. 4C). Die Koordinatenwerte, die die Position des Kontaktkörpers T zu diesem Zeitpunkt angeben, lauten beispielsweise (50, 80).

**[0050]** Der Bediener wiederum führt die Auswahl der X-Achse durch. Als Reaktion auf die Auswahl der X-Achse erlangt die erste Erlangungseinheit 211 die Positionsinformationen des Kontaktkörpers T, um sie in dem vorbestimmten Speicherbereich zu speichern.

**[0051]** Dann bewegt der Bediener den Kontaktkörper T in eine Kontaktposition P<sub>T</sub>, in der der Kontaktkörper T mit dem zu messenden Objekt W in Kontakt kommt (vgl. Fig. 4D). Die Koordinatenwerte, die die Kontaktposition P<sub>T</sub> zu diesem Zeitpunkt angeben, lauten z.B. (75, 80). Wenn der Kontaktkörper T in die Kontaktposition P<sub>T</sub> bewegt wird, wird die letzte Positionsinformationen des Kontaktkörpers T, die von der ersten Erlangungseinheit 211 erlangt wurde, zur Startpositionsinformationen. Mit anderen Worten, die letzte Positionsinformationen des Kontaktkörpers T, die von der ersten Erlangungseinheit 211 erlangt und in dem vorbestimmten Speicherbereich gespeichert wird, ist die Startpositionsinformationen, die die Startposition angibt. In den in den Fig. 4A bis 4D dargestellten Beispielen lauten die Koordinatenwerte, die die Startposition angeben, (50, 80).

**[0052]** Die zweite Erlangungseinheit 212 erlangt Kontaktpositionsinformationen, die die Kontaktposition P<sub>T</sub> angeben, an der der Kontaktkörper T mit dem zu messenden Objekt W in Kontakt kommt. Die Kontaktpositionsinformationen geben die Position der Steuerachse an, wenn der Kontaktkörper T mit dem zu messenden Objekt W in Kontakt kommt. Die zweite Erlangungseinheit 212 erlangt die Kontaktpositionsinformationen auf der Grundlage eines Signals, das angibt, dass der Kontaktkörper T mit dem zu messenden Objekt W in Kontakt gekommen ist, um ein Beispiel zu nennen.

**[0053]** Wenn es sich bei dem Kontaktkörper T um eine Berührsonde handelt, ist das Signal, das angibt, dass der Kontaktkörper T mit dem zu messenden

Objekt W in Kontakt gekommen ist, ein Signal, das von der Berührsonde ausgegeben wird. Handelt es sich bei dem Kontaktkörper T beispielsweise um ein Werkzeug, ist das Signal, das angibt, dass der Kontaktkörper T mit dem zu messenden Objekt W in Kontakt gekommen ist, ein Signal, das eine Last auf einer Steuerachse aufweist, die das Werkzeug bewegt. Die Last auf der Steuerachse wird z.B. auf der Grundlage eines Stromwertes bestimmt, der dem Servomotor 5 zugeführt wird.

**[0054]** Die zweite Erlangungseinheit 212 kann die Kontaktpositionsinformationen beispielsweise auf der Grundlage einer Bedienung erlangen, die von der Bedienperson an einer vorbestimmten Bedieneinheit, z.B. einem Schalter (nicht dargestellt), durchgeführt wird. In diesem Fall führt die Bedienperson die Bedienung an der vorbestimmten Bedieneinheit durch, wobei der Kontaktkörper T mit dem zu messenden Objekt W in Kontakt gebracht wird.

**[0055]** Die Bestimmungseinheit 213 bestimmt auf der Grundlage der von der ersten Erlangungseinheit 211 erlangten Startpositionsinformationen und der von der zweiten Erlangungseinheit 212 erlangten Kontaktpositionsinformationen die Richtung, in der sich der Kontaktkörper T dem zu messenden Objekt W nähert.

**[0056]** Wenn die Koordinatenwerte der durch die Startpositionsinformationen angegebenen Startposition größer sind als die Koordinatenwerte der durch die Kontaktpositionsinformationen angegebenen Kontaktposition PT, bestimmt die Bestimmungseinheit 213, dass die Richtung, in der sich der Kontaktkörper T dem zu messenden Objekt W nähert, die negative Richtung ist. Sind dagegen die Koordinatenwerte der durch die Startpositionsinformationen angegebenen Startposition kleiner oder gleich den Koordinatenwerten der durch die Kontaktpositionsinformationen angegebenen Kontaktposition PT, bestimmt die Bestimmungseinheit 213, dass die Richtung, in der sich der Kontaktkörper T dem Objekt nähert, die positive Richtung ist.

**[0057]** Gemäß den Beispielen in den **Fig. 4A bis 4D** ist der durch die Startpositionsinformationen angegebene Koordinatenwert der Startposition auf der X-Achse kleiner oder gleich dem durch die Kontaktpositionsinformationen angegebenen Koordinatenwert der Kontaktposition PT auf der X-Achse, so dass die Bestimmungseinheit 213 bestimmt, dass die Richtung, in der sich der Kontaktkörper T dem Objekt nähert, die positive Richtung ist.

**[0058]** Die Berechnungseinheit 214 korrigiert die Kontaktpositionsinformationen auf der Grundlage der von der Bestimmungseinheit 213 bestimmten Richtung, um so die Messposition P<sub>me</sub> zu berechnen. Die Korrektur bedeutet hier, dass ein Wert, der

die Größe des Kontaktkörpers T angibt, zu dem von den Kontaktpositionsinformationen angegebenen Wert addiert wird, um die Messposition P<sub>me</sub> zu berechnen, oder dass der Wert, der die Größe des Kontaktkörpers T angibt, von dem von den Kontaktpositionsinformationen angegebenen Wert subtrahiert wird, um die Messposition P<sub>me</sub> zu berechnen. Der Wert, der die Größe des Kontaktkörpers T angibt, ist beispielsweise entweder ein Wert, der den Radius d des Kontaktkörpers T angibt, oder ein Wert, der die Länge l des Kontaktkörpers T angibt. Die Berechnungseinheit 214 kann als ein Wert, der die Größe des Kontaktkörpers T angibt, einen Wert der Werkzeugradiuskorrektur oder einen Wert der Werkzeuglängenkorrektur verwenden, der in der numerischen Steuervorrichtung 2 gespeichert ist.

**[0059]** In den in den **Fig. 4A bis 4D** dargestellten Beispielen ist die Richtung, in der sich der Kontaktkörper T dem zu messenden Objekt W nähert, die positive Richtung. Außerdem beträgt der Radius d des Kontaktkörpers T z.B. 5 mm. In diesem Fall addiert die Bestimmungseinheit 213 einen Wert, der den Radius d des Kontaktkörpers T angibt, zu dem Koordinatenwert 75 auf der X-Achse, der die Kontaktposition PT angibt, um die Messposition P<sub>me</sub> zu berechnen. Mit anderen Worten, der so berechnete Koordinatenwert der Messposition P<sub>me</sub> auf der X-Achse beträgt 80.

**[0060]** Die Anzeigeeinheit 215 zeigt die Informationen, die die von der Berechnungseinheit 214 berechnete Messposition P<sub>me</sub> angeben, auf einem Anzeigebildschirm an. Beispielsweise zeigt die Anzeigeeinheit 215 einen Pop-up-Bildschirm auf dem Anzeigebildschirm der Eingabe-/Ausgabevorrichtung 3 an, um die Koordinatenwerte, die die Messposition P<sub>me</sub> angeben, auf dem Pop-up-Bildschirm anzuzeigen. So kann die numerische Steuervorrichtung 2 den Bediener die Position des zu messenden Objekts W erkennen lassen.

**[0061]** Die Anzeigeeinheit 215 kann ebenso die Richtung der Korrektur der Kontaktpositionsinformationen auf dem Anzeigebildschirm anzeigen. Wenn beispielsweise die Berechnungseinheit 214 die Koordinatenwerte korrigiert, die die Kontaktposition PT in negativer Richtung angeben, zeigt die Anzeigeeinheit 215 auf dem Bildschirm die Zeichenkette „negative Richtung“ an. Korrigiert die Berechnungseinheit 214 die Koordinatenwerte, die die Kontaktposition PT in positiver Richtung angeben, zeigt die Anzeigeeinheit 215 auf dem Bildschirm eine Zeichenkette „positive Richtung“ an. Darüber hinaus kann die Anzeigeeinheit 215 die Richtung der Korrektur der Kontaktpositionsinformationen mit einem Bild, z.B. einem Pfeil, darstellen.

**[0062]** **Fig. 5** zeigt ein Ablaufdiagramm, das ein Beispiel für die in der numerischen Steuervorrichtung 2

auszuführenden Prozesse zeigt. Im Falle der Durchführung einer manuellen Messung stellt die numerische Steuervorrichtung 2 zunächst einen Betriebsmodus auf einen manuellen Modus entsprechend einer vom Bediener vorgenommenen Bedienung ein (Schritt S1).

**[0063]** Dann erlangt die erste Erlangungseinheit 211 Informationen, die eine Position einer Steuerachse angeben, und speichert die erlangten Informationen in einem vorbestimmten Speicherbereich (Schritt S2). Die Informationen, die die Position der Steuerachse angeben, sind Informationen, die eine Position der Steuerachse angeben, wenn der manuelle Modus eingestellt ist.

**[0064]** Dann wird auf der Grundlage der vom Bediener durchgeführten Bedienung bestimmt, ob eine zu bewegendende Steuerachse eingestellt wird oder nicht (Schritt S3). Mit anderen Worten, es wird bestimmt, ob die zu bewegendende Steuerachse geändert wird oder nicht. Zum Beispiel wird die zu bewegendende Steuerachse entsprechend der Auswahl der X-Achse durch den Bediener auf die X-Achse eingestellt.

**[0065]** Wenn die zu bewegendende Steuerachse nicht verändert wird (falls NEIN in Schritt S3), bewegt die numerische Steuervorrichtung 2 den Kontaktkörper T entsprechend der Steuerung am Impulsgeber durch den Bediener (Schritt S5). Andererseits, wenn die zu bewegendende Steuerachse geändert wird (falls JA im Schritt S3), erlangt die erste Erlangungseinheit 211 die Informationen, die die Position der Steuerachse angeben (Schritt S4). Dann wird die Verarbeitung mit Schritt S5 fortgesetzt.

**[0066]** Anschließend wird bestimmt, ob eine Messung durchgeführt wird (Schritt S6). Beispielsweise bestimmt die numerische Steuervorrichtung 2, ob die Messung durchgeführt wird oder nicht, je nachdem, ob ein Signal empfangen wird oder nicht, das angibt, dass der Kontaktkörper T mit dem zu messenden Objekt W in Kontakt gekommen ist.

**[0067]** Wenn die Messung nicht durchgeführt wird (falls NEIN in Schritt S6), wird die Verarbeitung wieder mit Schritt S3 fortgesetzt. Wenn die Messung durchgeführt wird (falls JA in Schritt S6), erlangt die zweite Erlangungseinheit 212 die Kontaktpositionsinformationen (Schritt S7). Wenn die Kontaktpositionsinformationen erlangt sind, werden die in Schritt S4 erlangten Informationen, die die Position der Steuerachse angeben, zu den Startpositionsinformationen. Wird Schritt S4 nicht ausgeführt, so werden die in Schritt S2 erlangten Informationen, die die Position der Steuerachse angeben, zu den Startpositionsinformationen.

**[0068]** Anschließend vergleicht die numerische Steuervorrichtung 2 die Koordinatenwerte der in den Startpositionsinformationen angegebenen Startposition mit den Koordinatenwerten der in den Kontaktpositionsinformationen angegebenen Kontaktposition PT (Schritt S8).

**[0069]** Wenn die Koordinatenwerte der Startposition größer sind als die Koordinatenwerte der Kontaktposition PT (falls JA in Schritt S8), bestimmt die Bestimmungseinheit 213, dass die Richtung, in der sich der Kontaktkörper T dem zu messenden Objekt W nähert, die negative Richtung ist (Schritt S9). Sind dagegen die Koordinatenwerte der Startposition kleiner oder gleich den Koordinatenwerten der Kontaktposition PT (falls NEIN in Schritt S8), bestimmt die Bestimmungseinheit 213, dass die Richtung, in der sich der Kontaktkörper T dem zu messenden Objekt nähert, die positive Richtung ist (Schritt S10).

**[0070]** Anschließend berechnet die Berechnungseinheit 214 eine Messposition Pme auf der Grundlage der Annäherungsrichtung (Schritt S11). Die Anzeigeeinheit 215 zeigt ihrerseits die Messposition Pme auf einem Anzeigebildschirm an (Schritt S12), und die Verarbeitung wird dann beendet.

**[0071]** Wie vorstehend beschrieben, umfasst die numerische Steuereinheit 2 die erste Erlangungseinheit 211, die die Startpositionsinformationen erlangt, die die Startposition angeben, an der der Kontaktkörper T die Messung des zu messenden Objekts W bei der manuellen Messung beginnt, die zweite Erlangungseinheit 212, die die Kontaktpositionsinformationen erlangt, die die Kontaktposition PT angeben, an der der Kontaktkörper T mit dem zu messenden Objekt W in Kontakt kommt, die Bestimmungseinheit 213, die die Richtung bestimmt, in der sich der Kontaktkörper T dem zu messenden Objekt W nähert, auf der Grundlage der von der ersten Erlangungseinheit 211 erlangten Startpositionsinformationen und der von der zweiten Erlangungseinheit 212 erlangten Kontaktpositionsinformationen, und die Berechnungseinheit 214, die die Kontaktpositionsinformationen auf der Grundlage der von der Bestimmungseinheit 213 bestimmten Richtung korrigiert, um dadurch die Messposition Pme zu berechnen.

**[0072]** Wenn also die Position eines Werkstücks im manuellen Modus gemessen wird, kann die numerische Steuervorrichtung 2 automatisch die Korrekturrichtung der Koordinatenwerte angeben, die die Kontaktposition PT angeben, um die Messposition Pme zu berechnen. Dadurch wird verhindert, dass ein Bediener, der mit der manuellen Messung nicht vertraut ist, die Korrekturrichtung falsch angibt. Darüber hinaus bestimmt die Bestimmungseinheit 213 die Annäherungsrichtung auch dann richtig, wenn der Bediener mit dem Kontaktkörper T versehentlich in das zu messende Objekt W eindringt und den Kon-

taktkörper T dann in die der Annäherungsrichtung entgegengesetzten Richtung zur Kontaktposition PT zurückführt. Somit kann die Berechnungseinheit 214 eine korrekte Messposition  $P_{me}$  berechnen.

**[0073]** Außerdem ist die Startposition eine beliebige Position zwischen der Position des Kontaktkörpers T, wenn die Bewegungsrichtung des Kontaktkörpers T eingestellt wird, unmittelbar bevor der Kontaktkörper T die Kontaktposition PT erreicht, und der Kontaktposition PT. Somit kann die erste Erlangungseinheit 211 die Startpositionsinformationen zu einem beliebigen Zeitpunkt erlangen, nachdem die Bewegungsrichtung des Kontaktkörpers T eingestellt wurde. Zum Beispiel kann die erste Erlangungseinheit 211 als Startposition eine Position des Kontaktkörpers T verwenden, bei der die Bewegungsgeschwindigkeit des Kontaktkörpers T eine vordefinierte Geschwindigkeit überschreitet, nachdem die Bewegungsrichtung des Kontaktkörpers T eingestellt wurde.

**[0074]** Bei der Startposition kann es sich ebenso um eine Position des Kontaktkörpers T handeln, bei der die Bewegungsrichtung des Kontaktkörpers T eingestellt wird, unmittelbar bevor der Kontaktkörper T die Kontaktposition PT erreicht. In diesem Fall erlangt die erste Erlangungseinheit 211 die Startpositionsinformationen als Reaktion auf die Einstellung der Bewegungsrichtung.

**[0075]** Die zweite Erlangungseinheit 212 erlangt die Kontaktpositionsinformationen ebenso auf der Grundlage eines Signals, das angibt, dass der Kontaktkörper T mit dem zu messenden Objekt W in Kontakt gekommen ist. Das Signal, das angibt, dass der Kontaktkörper T mit dem zu messenden Objekt W in Kontakt gekommen ist, ist zumindest entweder ein vom Kontaktkörper T ausgegebenes Signal oder ein Signal, das eine Last auf der den Kontaktkörper T bewegendes Steuerachse angibt. Somit kann die zweite Erlangungseinheit 212 die Kontaktpositionsinformationen automatisch durch die von der Bedienungsperson durchgeführte Bedienung erlangen, um den Kontaktkörper T in Kontakt mit dem zu messenden Objekt W zu bringen. Dadurch wird die Bedienung durch den Bediener bei der manuellen Messung vereinfacht.

**[0076]** Die numerische Steuervorrichtung 2 umfasst ferner die Anzeigeeinheit 215 zur Anzeige der Korrekturrichtung der Kontaktpositionsinformationen. Somit ermöglicht die numerische Steuervorrichtung 2 dem Bediener, die Korrekturrichtung der Kontaktpositionsinformationen zu erkennen.

**[0077]** Die numerische Steuervorrichtung 2 kann ferner eine Steuereinheit zum Bewegen des Kontaktkörpers T in die Startposition umfassen, wenn die zweite Erlangungseinheit 212 die Kontaktpositionsinformationen erlangt.

**[0078]** Fig. 6 zeigt ein Blockdiagramm, das ein Beispiel für eine numerische Steuervorrichtung 2 zeigt, die eine Steuereinheit aufweist. Das in Fig. 6 gezeigte Blockdiagramm unterscheidet sich von dem der in Fig. 3 gezeigten numerischen Steuervorrichtung 2 dadurch, dass die numerische Steuervorrichtung 2 eine Steuereinheit 216 umfasst. Daher werden nun die Steuereinheit 216 und die ihr zugeordneten Funktionen beschrieben, und die Funktionen, die mit den in Fig. 3 beschriebenen identisch sind, werden weggelassen.

**[0079]** Wenn die zweite Erlangungseinheit 212 die Kontaktpositionsinformationen erlangt hat, bewegt die Steuereinheit 216 den Kontaktkörper T in die Startposition. Dementsprechend muss der Bediener den Kontaktkörper T nicht manuell in die Startposition zurückbringen. Dadurch wird verhindert, dass der Bediener versehentlich den Kontaktkörper T mit dem zu messenden Objekt W kollidieren lässt. Die Steuereinheit 216 kann jede Steuerachse der Industriemaschine 1 auf der Grundlage eines Bewegungsprogramms steuern.

**[0080]** Die vorliegende Offenbarung ist nicht auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt und kann in geeigneter Weise geändert werden, ohne vom Kern der Erfindung abzuweichen. Zum Beispiel können alle bildenden Elemente in den Ausführungsbeispielen der vorliegenden Offenbarung variiert werden, oder ein beliebiges bildendes Element in den Ausführungsbeispielen kann weggelassen werden.

#### Bezugszeichenliste

1	Industriemaschine
2	Numerische Steuervorrichtung
201	Hardwareprozessor
202	Bus
203	ROM
204	RAM
205	Nicht-flüchtiger Speicher
206	Schnittstelle
207	Achssteuerschaltung
208	Spindelsteuerschaltung
209	PLC
210	E/A-Einheit
211	Erste Erlangungseinheit
212	Zweite Erlangungseinheit
213	Bestimmungseinheit
214	Berechnungseinheit

215	Anzeigeeinheit
216	Steuereinheit
3	Eingangs-/Ausgangseinheit
4	Servoverstärker
5	Servomotor
6	Spindelverstärker
7	Spindelmotor
8	Nebenvorrichtung
Pma	Maschinenposition
Pme	Messposition

### Patentansprüche

1. Numerische Steuervorrichtung, die umfasst:  
 eine erste Erlangungseinheit, die Startpositionsinformationen erlangt, die eine Startposition angeben, an der ein Kontaktkörper mit einer Messung eines zu messenden Objekts bei einer manuellen Messung beginnt;  
 eine zweite Erlangungseinheit, die Kontaktpositionsinformationen erlangt, die eine Kontaktposition angeben, an der der Kontaktkörper mit dem zu messenden Objekt in Kontakt kommt;  
 eine Bestimmungseinheit, die auf der Grundlage der von der ersten Erlangungseinheit erlangten Startpositionsinformationen und der von der zweiten Erlangungseinheit erlangten Kontaktpositionsinformationen eine Richtung bestimmt, in der sich der Kontaktkörper dem zu messenden Objekt nähert; und  
 eine Berechnungseinheit, die die Kontaktpositionsinformationen auf der Grundlage der von der Bestimmungseinheit bestimmten Richtung korrigiert, um eine Messposition zu berechnen.

2. Numerische Steuervorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Startposition eine beliebige Position zwischen der Position des Kontaktkörpers, wenn eine Bewegungsrichtung des Kontaktkörpers unmittelbar vor Erreichen der Kontaktposition durch den Kontaktkörper eingestellt wird, und der Kontaktposition ist.

3. Numerische Steuervorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Startposition die Position des Kontaktkörpers ist, wenn die Bewegungsrichtung des Kontaktkörpers unmittelbar vor Erreichen der Kontaktposition durch den Kontaktkörper eingestellt wird.

4. Numerische Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die zweite Erlangungseinheit die Kontaktpositionsinformationen auf der Grundlage eines Signals erlangt, das angibt, dass der Kontaktkörper in Kontakt mit dem zu messenden Objekt gekommen ist.

5. Numerische Steuervorrichtung nach Anspruch 4, wobei das Signal, das angibt, dass der Kontaktkörper mit dem zu messenden Objekt in Kontakt gekommen ist, entweder ein vom Kontaktkörper ausgegebenes Signal oder ein Signal ist, das eine Last auf einer den Kontaktkörper bewegenden Steuerachse angibt.

6. Numerische Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, die weiterhin eine Anzeigeeinheit umfasst, die eine Korrekturrichtung der Kontaktpositionsinformationen anzeigt.

7. Numerische Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, die weiterhin eine Steuereinheit umfasst, die den Kontaktkörper in die Startposition bewegt, wenn die zweite Erlangungseinheit die Kontaktpositionsinformationen erlangt.

8. Computerlesbares Speichermedium, das Befehle speichert, die einen Computer dazu veranlassen, das Folgende auszuführen:  
 Erlangen von Startpositionsinformationen, die eine Startposition angeben, an der ein Kontaktkörper mit einer Messung eines zu messenden Objekts bei einer manuellen Messung beginnt;  
 Erlangen von Kontaktpositionsinformationen, die eine Kontaktposition angeben, in der der Kontaktkörper mit dem zu messenden Objekt in Kontakt kommt;  
 Bestimmen einer Richtung, in der sich der Kontaktkörper dem zu messenden Objekt nähert, basierend auf den erlangten Startpositionsinformationen und den erlangten Kontaktpositionsinformationen; und  
 Korrigieren der Kontaktpositionsinformationen auf der Grundlage der bestimmten Richtung, um eine Messposition zu berechnen.

Es folgen 10 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

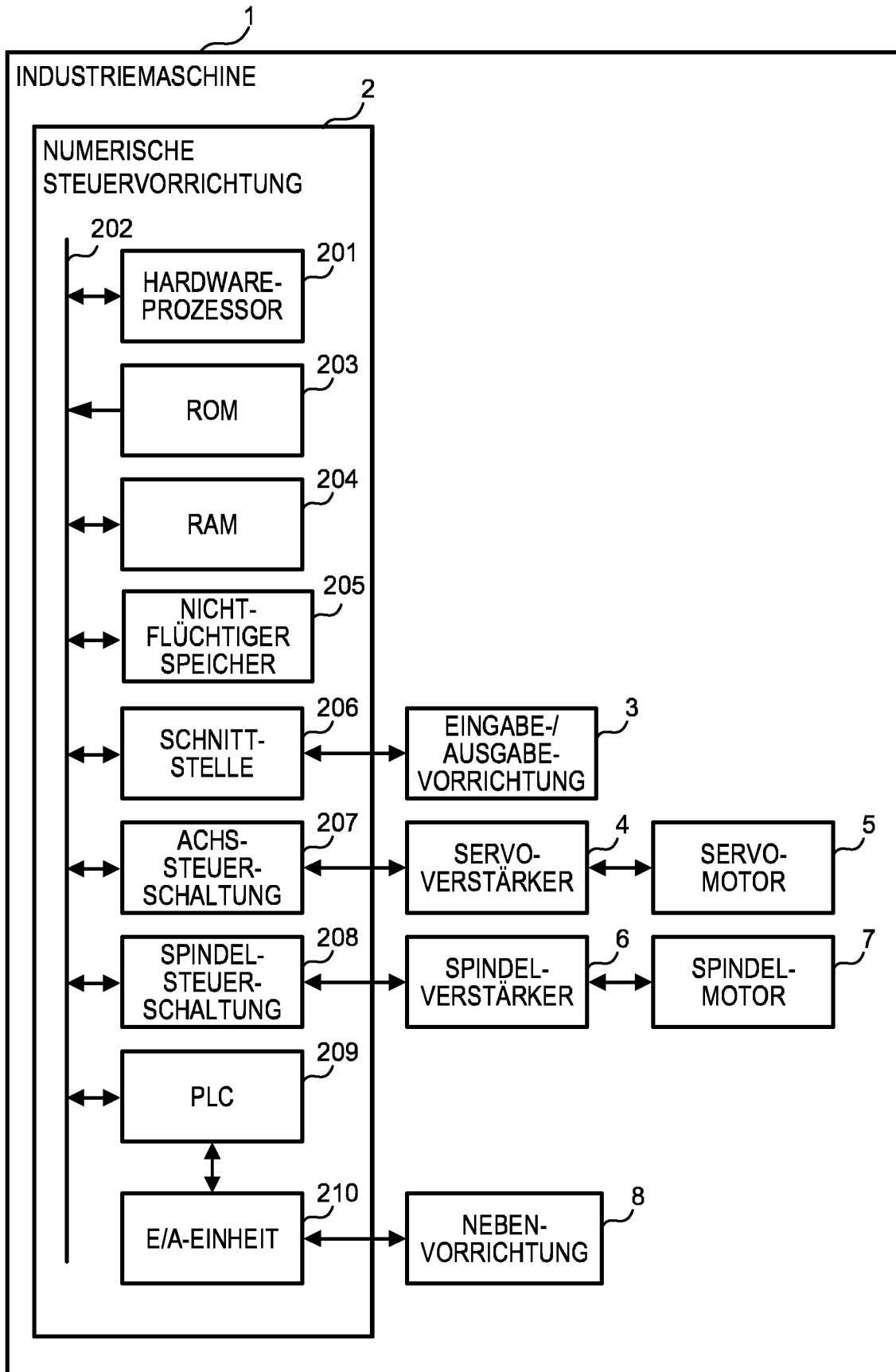


FIG. 2A

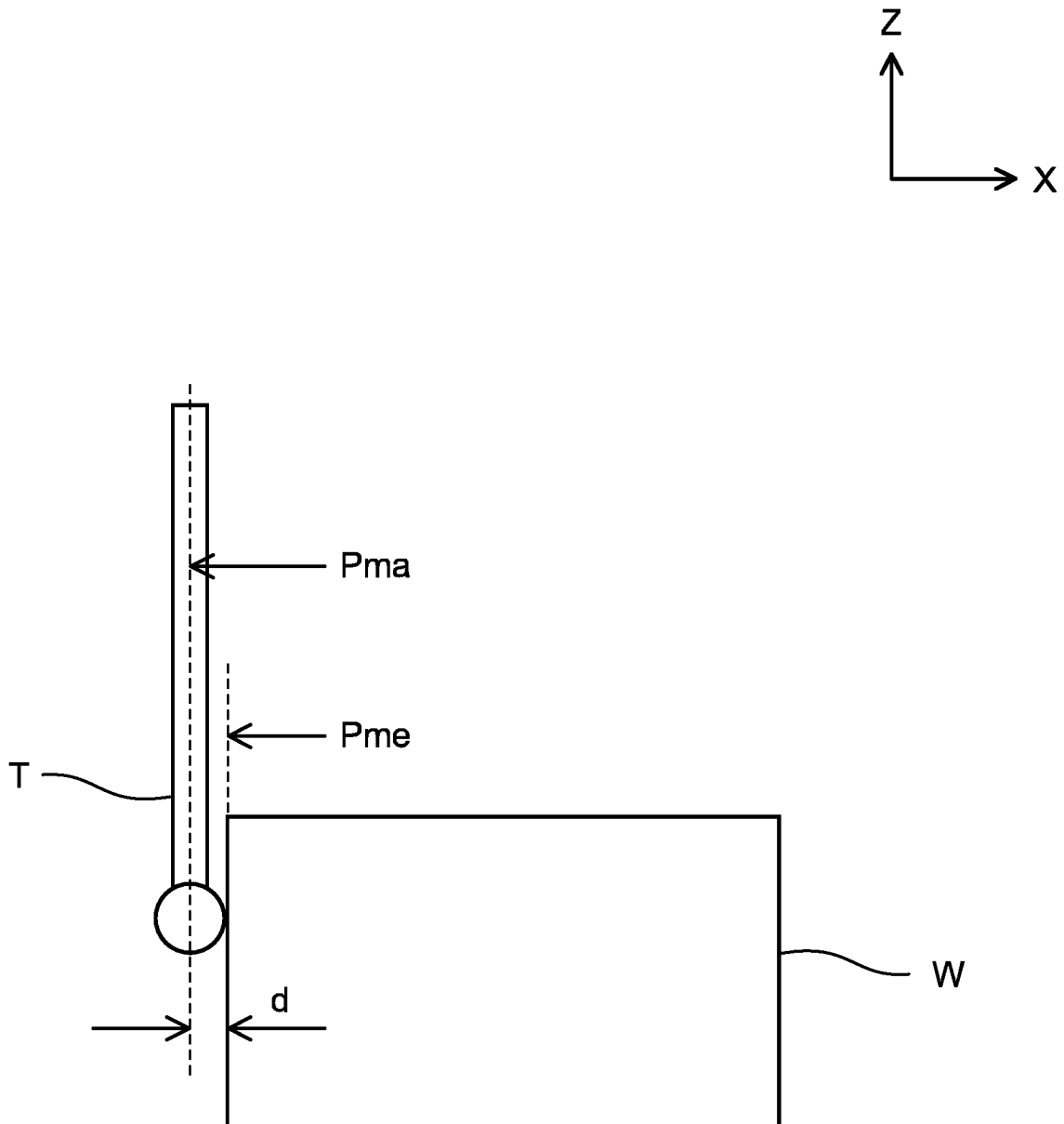


FIG. 2B

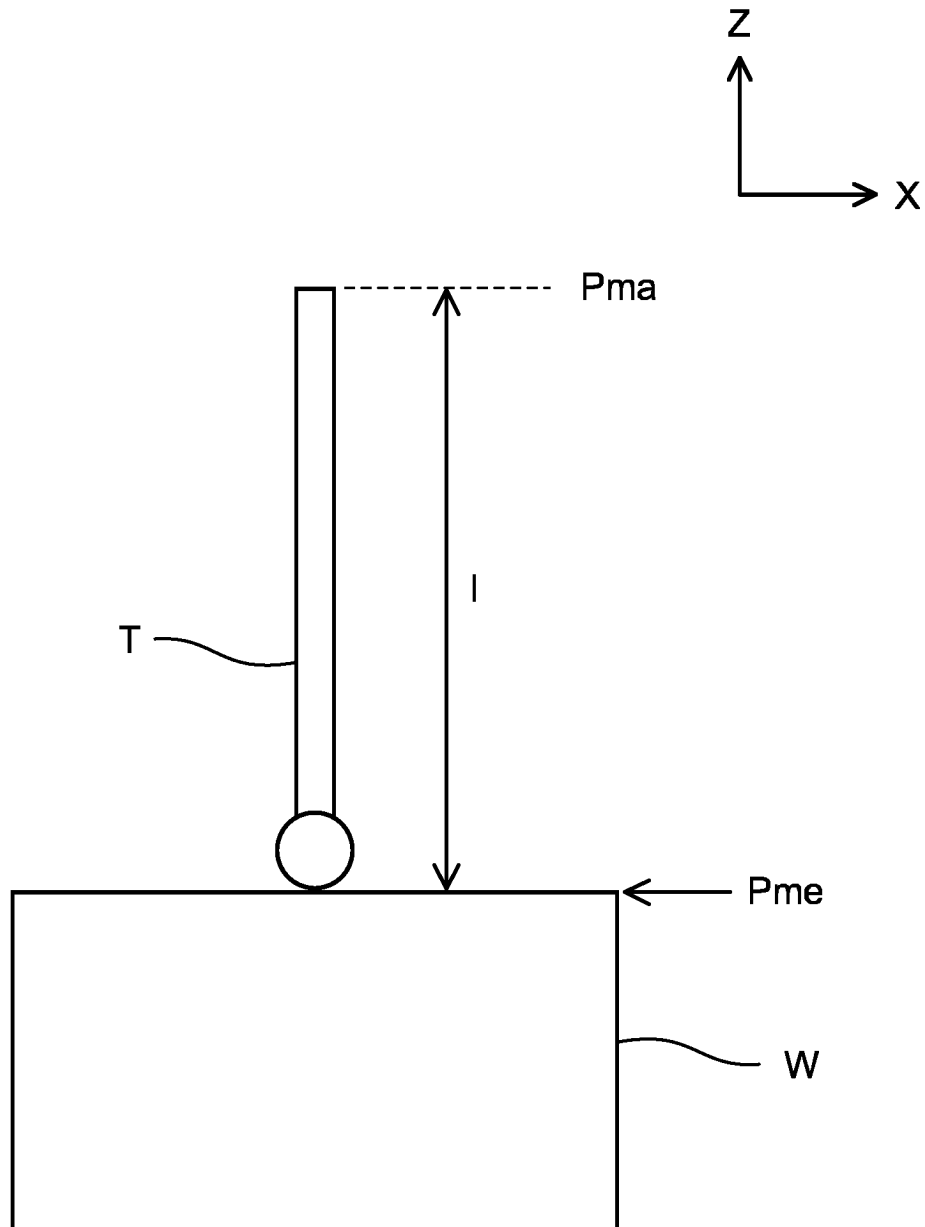


FIG. 3

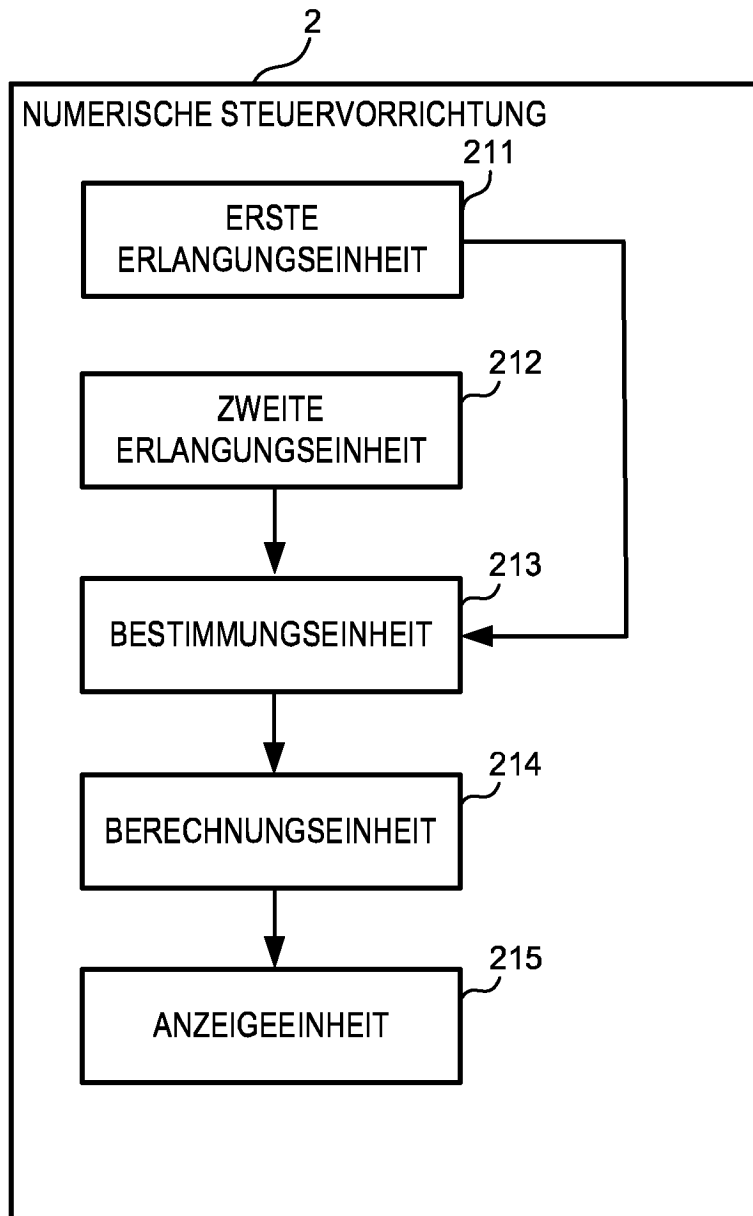


FIG. 4A

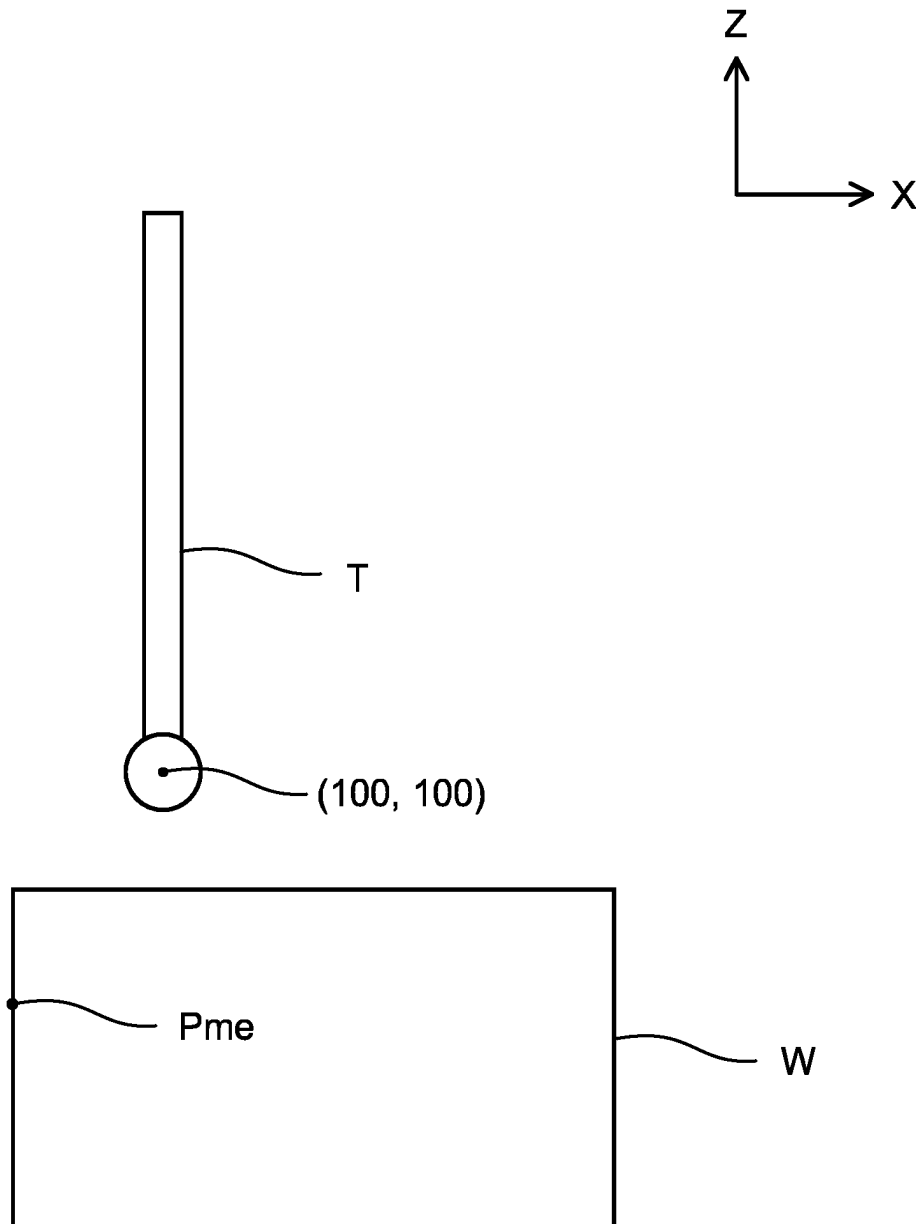


FIG. 4B

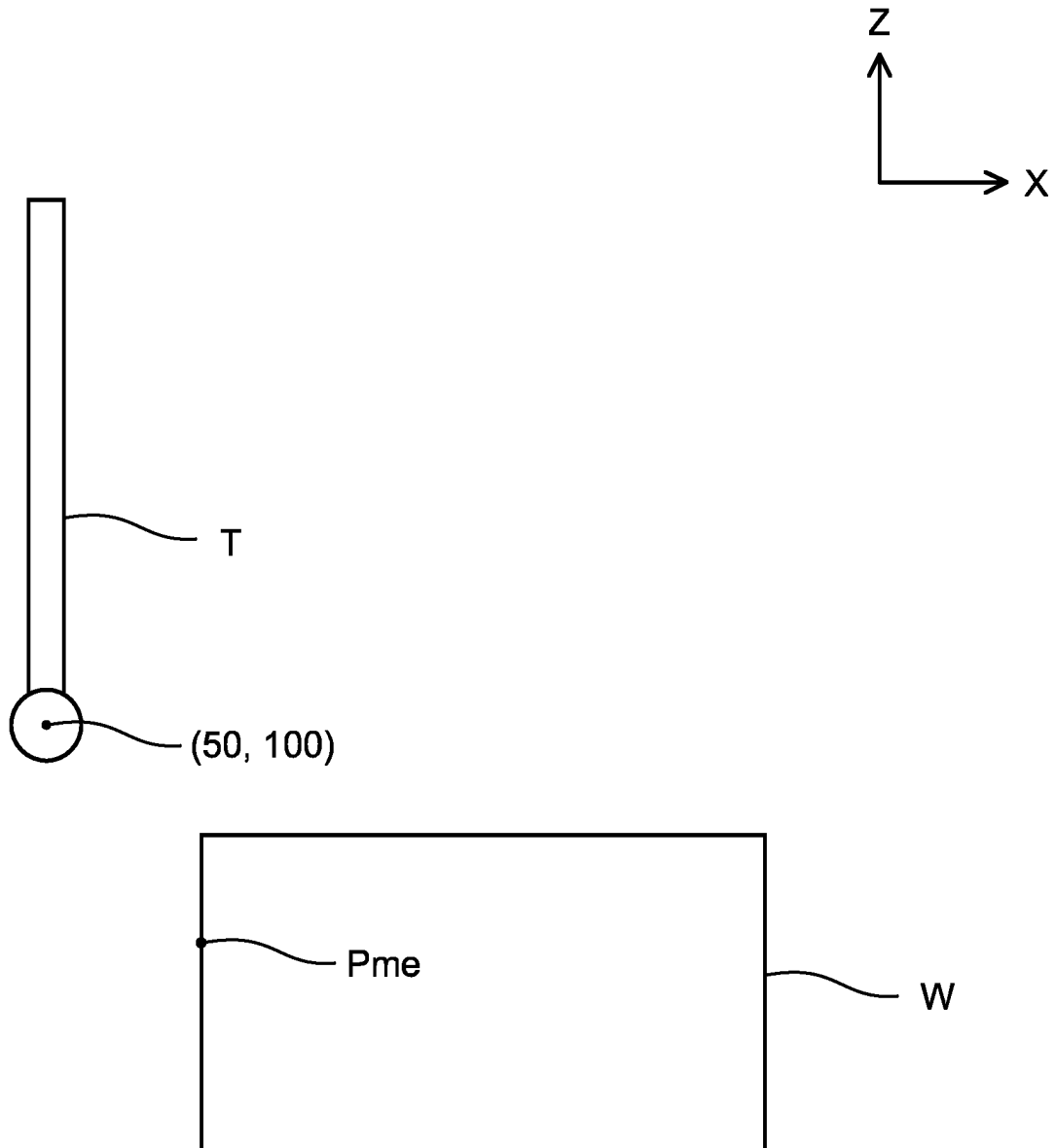


FIG. 4C

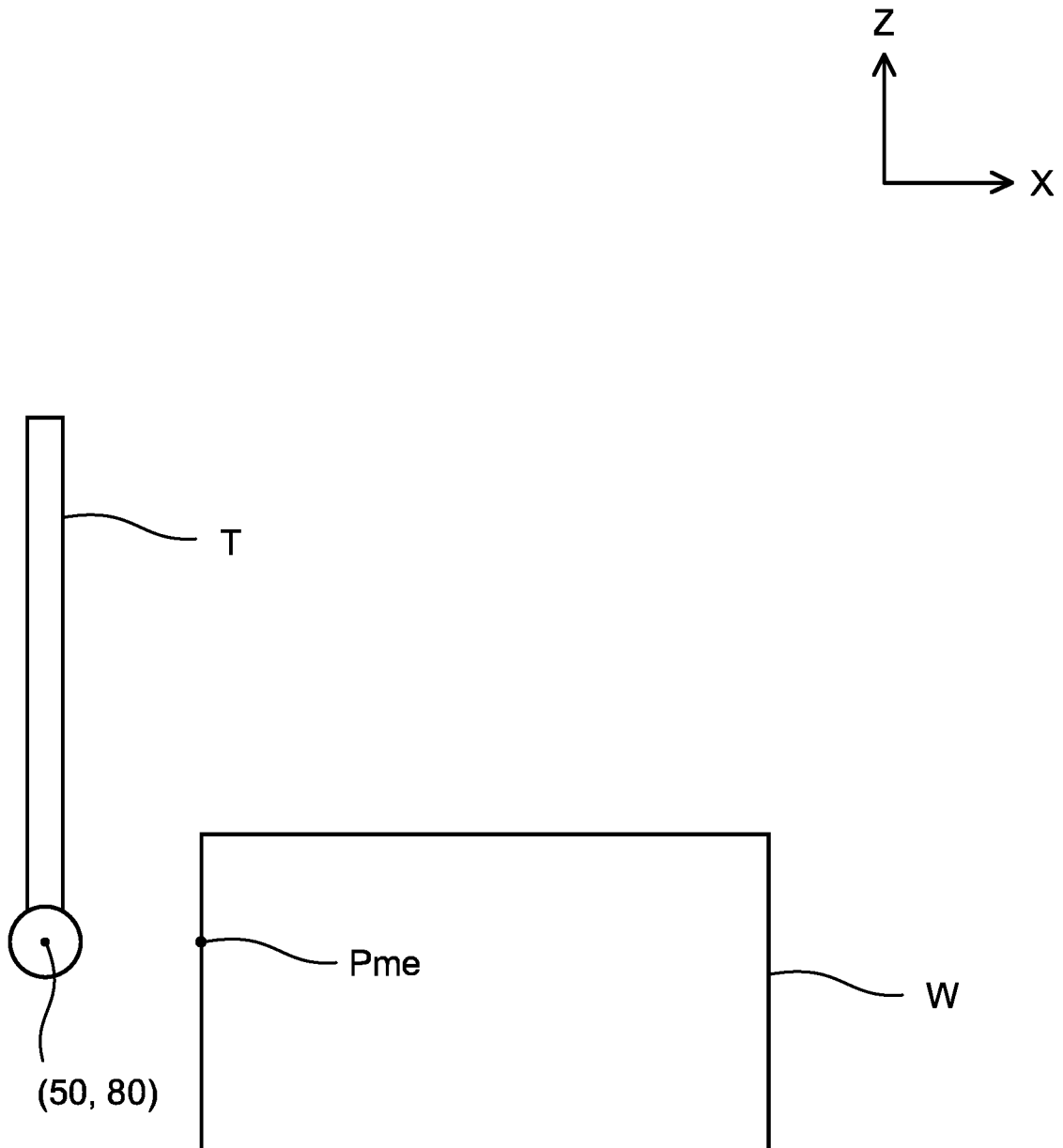


FIG. 4D

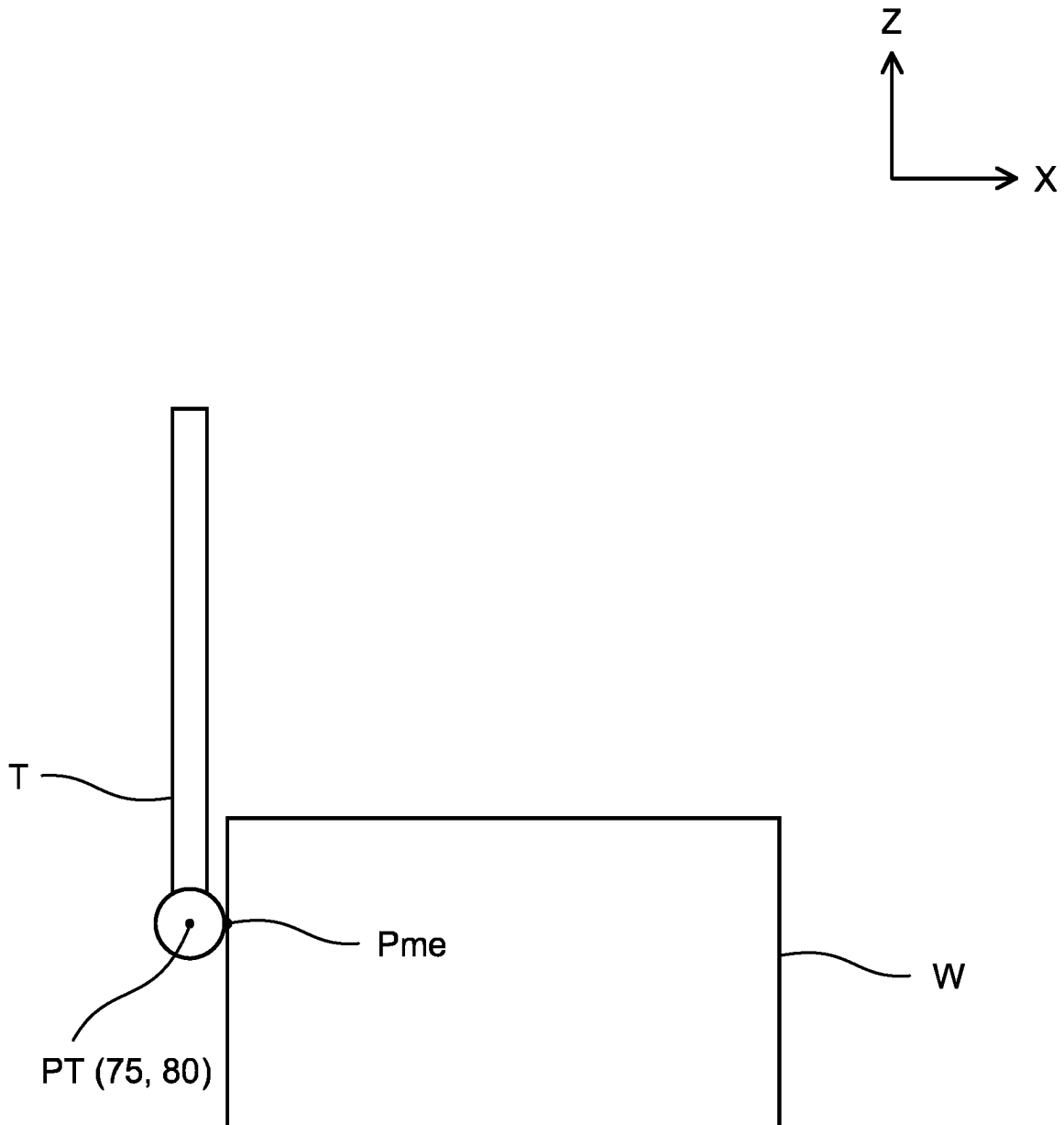


FIG. 5

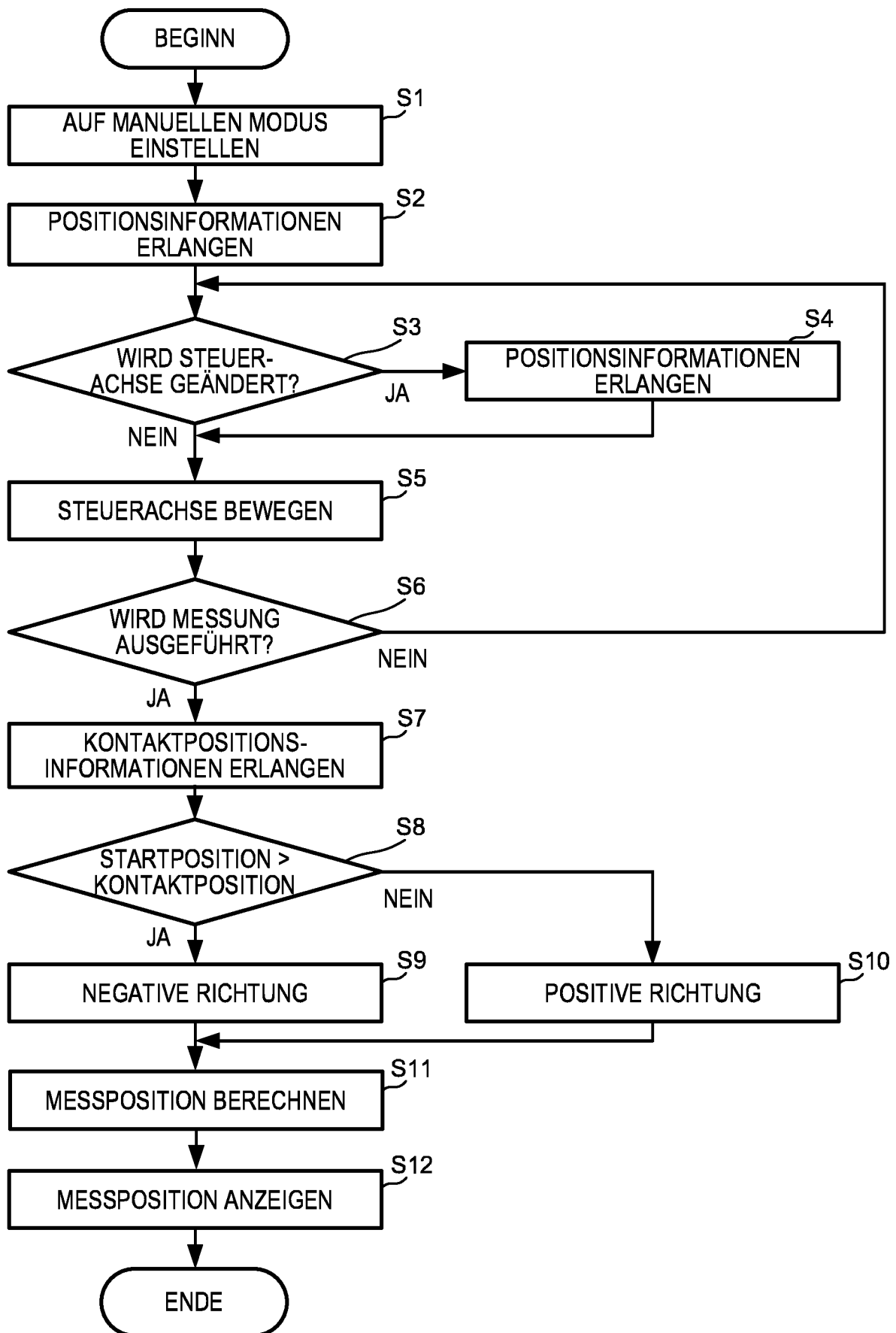


FIG. 6

