



(10) **DE 10 2012 108 963 B4** 2018.09.20

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 108 963.9**
 (22) Anmeldetag: **24.09.2012**
 (43) Offenlegungstag: **28.03.2013**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **20.09.2018**

(51) Int Cl.: **G05B 19/4068 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
2011-209033 **26.09.2011** **JP**

(73) Patentinhaber:
FANUC Corporation, Oshino-mura, Yamanashi, JP

(74) Vertreter:
Haseltine Lake LLP, 80538 München, DE

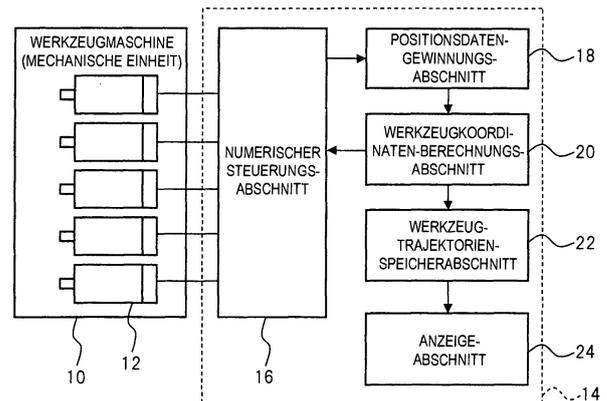
(72) Erfinder:
Iwashita, Yasusuke, Yamanashi, JP; Ogawa, Hajime, Yamanashi, JP

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	42 31 613	A1
DE	101 45 515	A1
DE	196 37 632	A1
JP	2003- 075 472	A
JP	2006- 227 886	A
JP	2011- 022 666	A
JP	H06- 59 717	A

(54) Bezeichnung: **Numerische Steuerung mit einer Darstellung der Werkzeug-Trajektorie**

(57) Hauptanspruch: Numerischer Controller (14), für eine Werkzeugmaschine (10) mit einer Mehrzahl von Antriebsachsen (12), umfassend:
 ein numerisches Steuerteil (16), das die Mehrzahl von Antriebsachsen (12) der Werkzeugmaschine (10) steuert;
 einen Werkzeugkoordinaten-Berechnungsabschnitt (20), der eine erste Rückführtrajektorie eines repräsentativen Punkts eines Werkzeugs gestützt auf die Positionsrückführung der Antriebsachsen (12) und Information über die mechanische Struktur der Werkzeugmaschine (10) berechnet;
 einen Werkzeugtrajektorien-Speicherabschnitt (22), der die erste Rückführtrajektorie speichert; und
 einen Anzeigeabschnitt (24), der die erste Rückführtrajektorie darstellt,
 wobei der Anzeigeabschnitt (24) zumindest eine frühere zweite Rückführtrajektorie darstellt, die in dem Werkzeugtrajektorien-Speicherabschnitt (22) abgelegt ist, und zwar auf der ersten Rückführtrajektorie, die im Anzeigeabschnitt (24) dargestellt wird, derart, dass die zweite Rückführtrajektorie der ersten Rückführtrajektorie im gleichen Koordinatensystem überlagert wird, so dass eine Veränderung der Trajektorie des repräsentativen Punkts des Werkzeugs, vor und nach der Veränderung der Bearbeitungsbedingung der Werkzeugmaschine (10), visuell verglichen werden kann, und wobei
 der Anzeigeabschnitt (24) einen Fehler der ersten und der zweiten Rückführtrajektorie bezüglich einer dargestellten Solltrajektorie des repräsentativen Punkts des Werkzeugs, die gestützt auf einen Positionsbehehl ...



Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft einen numerischen Controller, der eine Funktion zum Darstellen einer Trajektorie eines repräsentativen Punkts einer Werkzeugmaschine aufweist, beispielsweise eines Werkzeug-Mittelpunkts.

Beschreibung des Stands der Technik

[0002] Herkömmlicherweise wird als Verfahren zum Beobachten eines Formfehlers eines bearbeiteten Objekts ein Anzeigeverfahren für eine Werkzeugtrajektorie verwendet. Dabei wird eine Solltrajektorie eines repräsentativen Punkts (beispielsweise eines Werkzeug-Mittelpunkts) einer Werkzeugmaschine und eine Rückführtrajektorie, die man erhält, wenn der repräsentative Punkt tatsächlich gemäß dem Befehl bewegt wird, überlagert und dargestellt, damit man einen Fehler der Rückführtrajektorie bezogen auf die Solltrajektorie visuell beobachten kann. Beispielsweise offenbart die JP 2003-075 472 A eine Vorgehensweise zum Darstellen von zwei Servoinformations-Kurven gestützt auf die Servoinformation von einem Controller, wobei die beiden Kurven jeweils miteinander in einem einzigen Anzeigebild überlagert werden.

[0003] In der JP H06-59 717 A ist eine NC-Vorrichtung offenbart, die eine Funktion zum Überlagern einer Bewegungstrajektorie eines Werkzeugs aufweist, die durch Analyse eines NC-Programms erzeugt wird, und zwar mit Positionsdaten, die man erhält, wenn das Werkzeug auf dem Bewegungspfad bewegt wird.

[0004] In der JP 2006-227 886 A sind ein Servocontroller und ein Verfahren zum Justieren eines Servosystems offenbart. Beschrieben ist: „Ein Sinusbogenbefehl wird als periodischer Bewegungsbefehl an ein Servosystem gegeben. Die Positionsrückführdaten und Daten vor einem viertel Zyklus oder nach einem viertel Zyklus oder Positionsdaten, die von dem Positionsbefehl vor einem viertel Zyklus oder nach einem viertel Zyklus abhängen, werden jeweils in Positionsdaten der X-Achse und der Y-Achse umgewandelt, und ein erhaltenes Bild wird in der zweidimensionalen Ebene (X-Y Ebene) gezeichnet.“

[0005] Zudem ist in der JP 2011-022 666 A eine Analyse/Editier-Vorrichtung für ein NC-Programm offenbart, die Mittel zum Darstellen einer Werkzeugtrajektorie und von Zeichnungen von Bohrungen und eines Werkstücks aufweist, wobei die Werkzeugtrajektorie und die Zeichnungen einander überlagern.

[0006] Da gemäß dem Stand der Technik Rückführtrajektorien vor und nach dem Verändern einer Bearbeitungsbedingung, beispielsweise der Bearbeitungsgeschwindigkeit, nicht einander überlagert dargestellt werden können, muss man jede Trajektorie für sich auf verschiedenen Anzeigen darstellen, damit man die Trajektorien visuell vergleichen kann. Damit kann man gemäß dem Stand der Technik die Differenz der Trajektorien vor und nach dem Verändern der Bearbeitungsbedingung nicht exakt bewerten.

[0007] Obgleich beispielsweise die JP 2003-075 472 A das Überlagern bezüglich der Zeitachse offenbart, ist in diesem Dokument das Überlagern von Daten, die nicht von der Zeit abhängen, beispielsweise einer Werkzeugtrajektorie, nicht beschrieben. Die JP H06-59 717 A und die JP 2006-227 886 A offenbaren zwar, dass die Rückführtrajektorie mit der Solltrajektorie überlagert wird. Diese Dokumente beschreiben jedoch nicht, dass mehrere Rückführtrajektorien miteinander überlagert werden. Auch die JP 2011-22 666 A offenbart nur, dass die Werkzeugtrajektorie, die bearbeitete Form des Werkstücks und des gebohrten Werkstücks miteinander überlagert werden. Dieses Dokument beschreibt kein Verfahren zum Überlagern mehrerer Rückführtrajektorien miteinander.

[0008] Die DE 196 37 632 A1 zeigt als nächstliegender Stand der Technik eine überlagerte Abbildung zweier Kreisformtests zweier verschiedener Bahn-Steuerungs-systeme, deren gemeinsamer Maßstab so gewählt ist, dass Abweichungen vergrößert über dem Umfang dargestellt werden.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0009] Es ist Aufgabe der Erfindung, einen numerischen Controller bereitzustellen, mit dem eine Veränderung einer Werkzeugtrajektorie vor und nach dem Verändern einer Bearbeitungsbedingung exakt überwacht und analysiert werden kann.

[0010] Die Erfindung stellt einen numerischen Controller gemäß Anspruch 1 bereit. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

[0011] In einer bevorzugten Ausführungsform stellt der Anzeigebereich die Solltrajektorie und zudem eine oder mehrere erste und zweite Rückführtrajektorien dar, wobei die ersten und zweiten Rückführtrajektorien mit der Solltrajektorie überlagert werden.

[0012] In einer bevorzugten Ausführungsform werden die Solltrajektorie oder die erste und die zweite Rückführtrajektorie auf eine zweidimensionale Ebene projiziert.

Figurenliste

[0013] Die genannte Aufgabe und die Merkmale und Vorteile der Erfindung und weitere Merkmale und Vorteile gehen aus der folgenden Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnungen deutlicher hervor.

[0014] Es zeigt:

Fig. 1 ein Blockdiagramm mit dem schematischen Aufbau eines numerischen Controllers einer Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 2 ein Flussdiagramm, das ein Beispiel für die Prozedur des numerischen Controllers darstellt;

Fig. 3 eine Skizze eines Beispiels, in dem eine rechteckig vorgegebene Trajektorie und zwei Rückführtrajektorien bei unterschiedlichen Bearbeitungsbedingungen einander überlagert dargestellt sind;

Fig. 4 eine vergrößerte Ansicht einer Ecke des Rechtecks in **Fig. 3**;

Fig. 5 eine Skizze eines Beispiels, in dem Fehler der beiden Rückführtrajektorien bezogen auf die Solltrajektorie vergrößert dargestellt sind;

Fig. 6 eine Skizze eines Beispiels, in dem Fehler von zwei Rückführtrajektorien bezogen auf die Solltrajektorie vergrößert dargestellt sind, wobei die Solltrajektorie einen Kreis bildet; und

Fig. 7 eine Skizze eines Beispiels, in dem zwei dreidimensionale Rückführtrajektorien einander überlagert auf eine zweidimensionale Kurve projiziert sind.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

[0015] **Fig. 1** zeigt ein Beispiel einer Systemkonfiguration, die einen numerischen Controller enthält, der eine Trajektorien-Anzeigefunktion der Erfindung aufweist. Eine Werkzeugmaschine 10 (mechanische Einheit) weist mindestens eine Antriebsachse 12 (fünf in der dargestellten Ausführungsform) auf, beispielsweise einen Servomotor. Jede Antriebsachse 12 wird von dem numerischen Controller (CNC) 14 gesteuert. Der numerische Controller 14 besitzt einen numerischen Steuerungsabschnitt 16, der jede Antriebsachse 12 gemäß einem vorbestimmten Positionsbefehl steuert, einen Positionsdaten-Gewinnungsabschnitt 18, der Positionsdaten einer jeden Antriebsachse 12 gewinnt, die der numerische Steuerungsabschnitt 16 steuert, einen Werkzeugkoordinaten-Berechnungsabschnitt 20, der eine Rückführtrajektorie oder eine Koordinate eines repräsentativen Punkts eines Werkzeugs (beispielsweise eines Werkzeug-Mittelpunkts) gestützt auf die Positionsrückführung oder gewonnene Positionsdaten einer

jeden Antriebsachse und Information über jede Komponente des mechanischen Aufbaus der Werkzeugmaschine 10 berechnet, einen Werkzeugtrajektorien-Speicherabschnitt 22, der die berechnete Koordinate des repräsentativen Punkts des Werkzeugs als Rückführtrajektorie speichert, und einen Anzeigeabschnitt 24, beispielsweise einen Monitor, der die gespeicherte Rückführtrajektorie auf einer Anzeige darstellt.

[0016] Der numerische Controller 16 nimmt eine Rückführregelung einer jeden Antriebsachse 12 abhängig von dem vorbestimmten Positionsbefehl vor. Der Positionsdaten-Gewinnungsabschnitt 18 kann den Positionsbefehl für jede Antriebsachse 12 vom numerischen Controller 16 erhalten, und der Werkzeugkoordinaten-Berechnungsabschnitt 20 kann eine Solltrajektorie des Werkzeug-Mittelpunkts anhand des Positionsbefehls und Information über die mechanische Struktur der Werkzeugmaschine 10 berechnen. Der Positionsdaten-Gewinnungsabschnitt 18 kann die Positionsrückführung einer jeden Antriebsachse 12 erhalten, die von einer Messvorrichtung (nicht dargestellt) gemessen wird, beispielsweise einem Geber, und der Werkzeugkoordinaten-Berechnungsabschnitt 20 kann eine Rückführtrajektorie des repräsentativen Punkts des Werkzeugs (beispielsweise des Werkzeug-Mittelpunkts) ausgehend von der Positionsrückführung berechnen. Die Solltrajektorie und die Rückführtrajektorie des repräsentativen Punkts des Werkzeugs (beispielsweise des Werkzeug-Mittelpunkts), die von dem Werkzeugkoordinaten-Berechnungsabschnitt 20 berechnet werden, werden im Werkzeugtrajektorien-Speicherabschnitt 22 abgelegt. Der Anzeigeabschnitt 24 stellt die Solltrajektorie und die im Werkzeugtrajektorien-Speicherabschnitt 22 hinterlegte Rückführtrajektorie in einem Positionskoordinatensystem auf einer Anzeige dar, siehe unten.

[0017] **Fig. 2** zeigt ein Flussdiagramm, das ein Beispiel für die Prozedur des numerischen Controllers der Erfindung darstellt. Im Schritt S1 berechnet der Werkzeugkoordinaten-Berechnungsabschnitt 20 zuerst eine Bewegungstrajektorie des repräsentativen Punkts des Werkzeugs (beispielsweise des Werkzeug-Mittelpunkts) als erste Rückführtrajektorie, und zwar gestützt auf die Positionsrückführung jeder Antriebsachse 12 und Information über jede Komponente der Werkzeugmaschine. Die erste Rückführtrajektorie wird im Werkzeugtrajektorien-Speicherabschnitt 22 abgelegt (Schritt S2).

[0018] Im folgenden Schritt S3 wird die erste Rückführtrajektorie auf dem Anzeigeabschnitt 24 dargestellt. Nun wird im Schritt S4 eine zweite Rückführtrajektorie, die in Form vorhergehender Daten gespeichert ist, dargestellt und der ersten Rückführtrajektorie auf dem Anzeigeabschnitt 24 überlagert (genauer gesagt werden zwei Rückführtrajektorien im gleichen Koordinatensystem dargestellt). Die (Soll-)Tra-

jektorie für die zweite Rückführtrajektorie, auf der der repräsentative Punkt des Werkzeugs (beispielsweise der Werkzeug-Mittelpunkt) verlaufen soll, ist die gleiche Solltrajektorie wie für die erste Rückführtrajektorie. Die zweite Rückführtrajektorie ist jedoch die Trajektorie des repräsentativen Punkts des Werkzeugs (beispielsweise der Werkzeug-Mittelpunkt), die man durch Steuern jeder Achse **12** der Werkzeugmaschine **10** mit einer Bewegungsbedingung (beispielsweise der Bewegungsgeschwindigkeit und/oder einem Verstärkungsparameter) erhält, die sich von der Bewegungsbedingung beim ersten Rückführvorgang unterscheidet. Die zweite Rückführtrajektorie wird vorab in einem Werkzeugtrajektorien-Speicherabschnitt **22** abgelegt, und zwar mit einer Prozedur, die den oben beschriebenen Schritten S1 und S2 gleicht.

[0019] Vor dem Schritt S1 oder zu einem anderen geeigneten Zeitpunkt kann man einen Schritt zum Darstellen der Solltrajektorie auf der Anzeige zufügen. Im Einzelnen wird die Solltrajektorie des repräsentativen Punkts des Werkzeugs (beispielsweise des Werkzeug-Mittelpunkts) abhängig von der für jede Achse befohlenen Position und der Aufbauinformation der Werkzeugmaschine berechnet. Die berechnete Solltrajektorie wird in dem Koordinatensystem der Rückführtrajektorie und überlagert mit dieser dargestellt. Hierdurch kann man die Rückführtrajektorie leicht mit der Solltrajektorie vergleichen, und man kann einen Parameter oder eine andere Größe der Antriebsachse rasch richtig einstellen.

[0020] Fig. 3 zeigt ein Darstellungsbeispiel auf dem Anzeigeabschnitt **24** des numerischen Controllers **14** der Erfindung. Im Einzelnen zeigt Fig. 3 die Rückführtrajektorien **32** und **34** des Werkzeug-Mittelpunkts, die durch den Betrieb der Werkzeugmaschine mit zwei unterschiedlichen Bearbeitungsbedingungen (oder Bewegungsbedingungen des Werkzeugs) erhalten wurden, und zwar für den Fall, dass Schneiden, eine Laserbearbeitung oder ein Schweißvorgang ausgeführt wird, indem der Werkzeug-Mittelpunkt entlang einer angewiesenen quadratischen Trajektorie **30** bewegt wird, wobei die Abmessungen der horizontalen Achse (X-Achse) und der vertikalen Achse (Y-Achse) 20 mm betragen. Im Beispiel in Fig. 3 werden die Solltrajektorie **30** und zwei Rückführtrajektorien **32** und **34**, die einander überlagern, im gleichen Positionskoordinatensystem dargestellt (X-Y-Koordinatensystem). Bei der Anzeigevergrößerung in Fig. 3 ist es jedoch schwierig, den Unterschied zwischen den drei Trajektorien zu erkennen.

[0021] Daher, siehe Fig. 4, kann der Anzeigeabschnitt **24** einen Teil (oder eine Ecke) **36** der in Fig. 3 abgebildeten Trajektorie vergrößern. Erhält man beispielsweise für den Fall in Fig. 4 eine Rückführtrajektorie **32** des Werkzeug-Mittelpunkts durch eine Bearbeitung mit einer ersten Bearbeitungsbedingung, so

findet man einen Fehler nahe an der Ecke der Solltrajektorie **30**, indem man die erste Rückführtrajektorie **32** mit der Solltrajektorie **30** überlagert. Vor dem Gewinnen der ersten Rückführtrajektorie **32** wurde eine zweite Rückführtrajektorie **34** (gestrichelt eingezeichnet) des Werkzeug-Mittelpunkts durch eine Bearbeitung mit einer zweiten Bearbeitungsbedingung erhalten, und die zweite Rückführtrajektorie **34** wurde vorab im Werkzeugtrajektorien-Speicherabschnitt **22** abgelegt. Durch das Überlagern der zweiten Rückführtrajektorie **34** mit der ersten Rückführtrajektorie **32** (d. h. durch das Darstellen der zweiten Rückführtrajektorie **34** im gleichen Koordinatensystem wie die erste Rückführtrajektorie **32**) kann man die Differenz zwischen den Rückführtrajektorien (d. h. eine Veränderung durch unterschiedliche Bearbeitungsbedingungen) visuell leicht beobachten. Beispielsweise ist im Fall von Fig. 4 die erste Rückführtrajektorie **32** verglichen mit der zweiten Rückführtrajektorie **34** beträchtlich verbessert, und zwar bezüglich der Größe der Abweichung von der Solltrajektorie **30**.

[0022] Vergrößert man lediglich, siehe Fig. 4, den Abschnitt der Trajektorie, so ist nicht sicher, dass der Fehler der Rückführtrajektorie bezogen auf die Solltrajektorie oder die Abweichung zwischen den Rückführtrajektorien klar zu Tage tritt. In einem derartigen Fall, siehe Fig. 5, ist es wirkungsvoll, die zu vergleichende Rückführtrajektorie zu vergrößern, und zwar nur in einer Abweichungsrichtung, die hervorgehoben werden soll (in der X-Richtung in dem Beispiel in Fig. 5). In Fig. 5 ist die erste Rückführtrajektorie **32** nur in X-Richtung fünffach vergrößert und bezüglich der Solltrajektorie **30** dargestellt. Die erste Rückführtrajektorie wird mit einer dritten (gestrichelt eingetragenen) Rückführtrajektorie **38** verglichen, die ebenfalls nur in X-Richtung fünffach vergrößert ist. Man erhält die dritte Rückführtrajektorie durch eine Bearbeitung unter einer dritten Bearbeitungsbedingung, die der ersten Bearbeitungsbedingung ziemlich ähnlich ist.

[0023] Fig. 6 zeigt ein Beispiel, in dem die Solltrajektorie ein Kreis ist und Rückführtrajektorien überlagert dargestellt sind. Erfolgt die Bearbeitung für eine kreisförmige Solltrajektorie **40**, bei der sowohl die X-Achse als auch die Y-Achse bewegt wird, so kann man in vielen Fällen eine Abweichung visuell fasst nicht erfassen, wenn die erhaltene Rückführtrajektorie der Solltrajektorie ohne Vergrößerung überlagert wird. Hierzu, siehe Fig. 6, ist es wirkungsvoll, zwei Rückführtrajektorien **42** und **44** zu vergrößern (beispielsweise zehnfach), die man unter verschiedenen Bearbeitungsbedingungen erhalten hat, und zwar in einer Fehlerrichtung (d. h. in radialer Richtung). Dadurch lässt sich die Differenz zwischen den Rückführtrajektorien aufgrund der veränderten Bearbeitungsbedingungen einfach visuell beobachten.

[0024] Im allgemeinen Fall wird das Werkzeug von mehreren Antriebsachsen bewegt, und damit stellt die Trajektorie des Werkzeug-Mittelpunkts in vielen Fällen eine komplizierte dreidimensionale Trajektorie dar. Hierbei, siehe **Fig. 7**, ist es sehr wirkungsvoll, mehrere verschiedene (zwei in der dargestellten Ausführungsform) dreidimensionale Rückführtrajektorien 46 und 48 so auf eine zweidimensionale Ebene zu projizieren, dass die Rückführtrajektorien in dem gleichen Koordinatensystem dargestellt werden, und zwar einander überlagert. Dadurch können die beiden Trajektorien geeignet miteinander verglichen werden, und die Differenz zwischen ihnen ist visuell leicht erfassbar. Zudem lässt sich auch im Fall von **Fig. 7** die Abweichung nur in der Fehlerrichtung vergrößern, die betont werden soll.

[0025] Wird die Rückführtrajektorie mit der Solltrajektorie überlagert oder werden die verschiedenen Rückführtrajektorien untereinander überlagert, so bevorzugt man wie in den obigen Ausführungsformen, dass die Trajektorien in dem Positionskoordinatensystem dargestellt werden, beispielsweise der X-Y-Ebene, das keine Zeitachse enthält. Hierdurch lässt sich die Abweichung der Rückführtrajektorie von der Solltrajektorie oder der Unterschied zwischen den einander überlagerten Rückführtrajektorien visuell leicht erfassen.

[0026] Werden die unterschiedlichen Rückführtrajektorien wie anhand von **Fig. 3** bis **Fig. 7** erklärt einander überlagert, so kann man die Darstellungsattribute, beispielsweise Farbe, Linienart, Liniendicke einer jeden Trajektorie und/oder die Darstellungsreihenfolge der Trajektorien hinsichtlich der Anzeigewirkung geeignet auswählen.

[0027] Mit dem numerischen Controller der Erfindung kann man durch Überlagern der Rückführtrajektorien unter jeder Bearbeitungsbedingung die Abweichungen der bearbeiteten Formen leicht miteinander vergleichen, wodurch sich eine bestmögliche Bearbeitungsbedingung leicht und einfach suchen oder schätzen lässt.

[0028] Durch Überlagern der Rückführtrajektorie unter verschiedenen Bearbeitungsbedingungen kann man gemäß der Erfindung die Veränderung der Trajektorie des repräsentativen Werkzeugpunkts vor und nach der Veränderung der Bearbeitungsbedingung visuell exakt untersuchen, wodurch sich die Parameter der Antriebsachsen passend einstellen lassen. Da sowohl die Rückführtrajektorie als auch die Solltrajektorie in dem Positionskoordinatensystem dargestellt werden, das keine Zeitachse enthält, kann man einen Einfluss der Bewegungsgeschwindigkeit oder Bewegungszeit des Werkzeugs außer Acht lassen. Dadurch lässt sich der Unterschied zwischen den Trajektorien einfacher beobachten.

[0029] Durch das Überlagern der Rückführtrajektorie mit der Solltrajektorie kann man die Abweichung der Rückführtrajektorie bezüglich der Solltrajektorie visuell einfach überblicken.

[0030] Durch die Projektion der dreidimensionalen Rückführtrajektorie auf eine zweidimensionale Ebene lässt sich auch eine komplizierte dreidimensionale Trajektorie visuell einfach beobachten.

[0031] Durch das Vergrößern der Darstellung der Abweichungen der Rückführtrajektorien von der Solltrajektorie oder der Differenz zwischen den Rückführtrajektorien nur in einer axialen Richtung einer Mehrzahl von Antriebsachsen kann man die Abweichung oder die Differenz einfacher beobachten.

Patentansprüche

1. Numerischer Controller (14), für eine Werkzeugmaschine (10) mit einer Mehrzahl von Antriebsachsen (12), umfassend:
 ein numerisches Steuerteil (16), das die Mehrzahl von Antriebsachsen (12) der Werkzeugmaschine (10) steuert;
 einen Werkzeugkoordinaten-Berechnungsabschnitt (20), der eine erste Rückführtrajektorie eines repräsentativen Punkts eines Werkzeugs gestützt auf die Positionsrückführung der Antriebsachsen (12) und Information über die mechanische Struktur der Werkzeugmaschine (10) berechnet;
 einen Werkzeugtrajektorien-Speicherabschnitt (22), der die erste Rückführtrajektorie speichert; und
 einen Anzeigeabschnitt (24), der die erste Rückführtrajektorie darstellt,
 wobei der Anzeigeabschnitt (24) zumindest eine frühere zweite Rückführtrajektorie darstellt, die in dem Werkzeugtrajektorien-Speicherabschnitt (22) abgelegt ist, und zwar auf der ersten Rückführtrajektorie, die im Anzeigeabschnitt (24) dargestellt wird, derart, dass die zweite Rückführtrajektorie der ersten Rückführtrajektorie im gleichen Koordinatensystem überlagert wird, so dass eine Veränderung der Trajektorie des repräsentativen Punkts des Werkzeugs, vor und nach der Veränderung der Bearbeitungsbedingung der Werkzeugmaschine (10), visuell verglichen werden kann, und wobei
 der Anzeigeabschnitt (24) einen Fehler der ersten und der zweiten Rückführtrajektorie bezüglich einer dargestellten Solltrajektorie des repräsentativen Punkts des Werkzeugs, die gestützt auf einen Positionsbefehl zum Steuern der Antriebsachsen (12) und die Information über den mechanischen Aufbau der Werkzeugmaschine (10) berechnet wird, oder eine Abweichung zwischen der ersten und zweiten Rückführtrajektorie anzeigt, wobei die Größe der Darstellung des Fehlers oder der Abweichung nur in einer axialen Richtung einer der Mehrzahl von Antriebsachsen (12) erhöht wird.

2. Numerischer Controller nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Anzeigeabschnitt (24) die Solltrajektorie darstellt und der Anzeigeabschnitt (24) zudem eine oder mehrere erste und zweite Rückführtrajektorien darstellt, wobei die ersten und zweiten Rückführtrajektorien mit der Solltrajektorie überlagert werden.

3. Numerischer Controller nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Solltrajektorie oder die erste und zweite Rückführtrajektorie zur Darstellung derselben auf eine zweidimensionale Ebene des gleichen Koordinatensystems projiziert werden.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

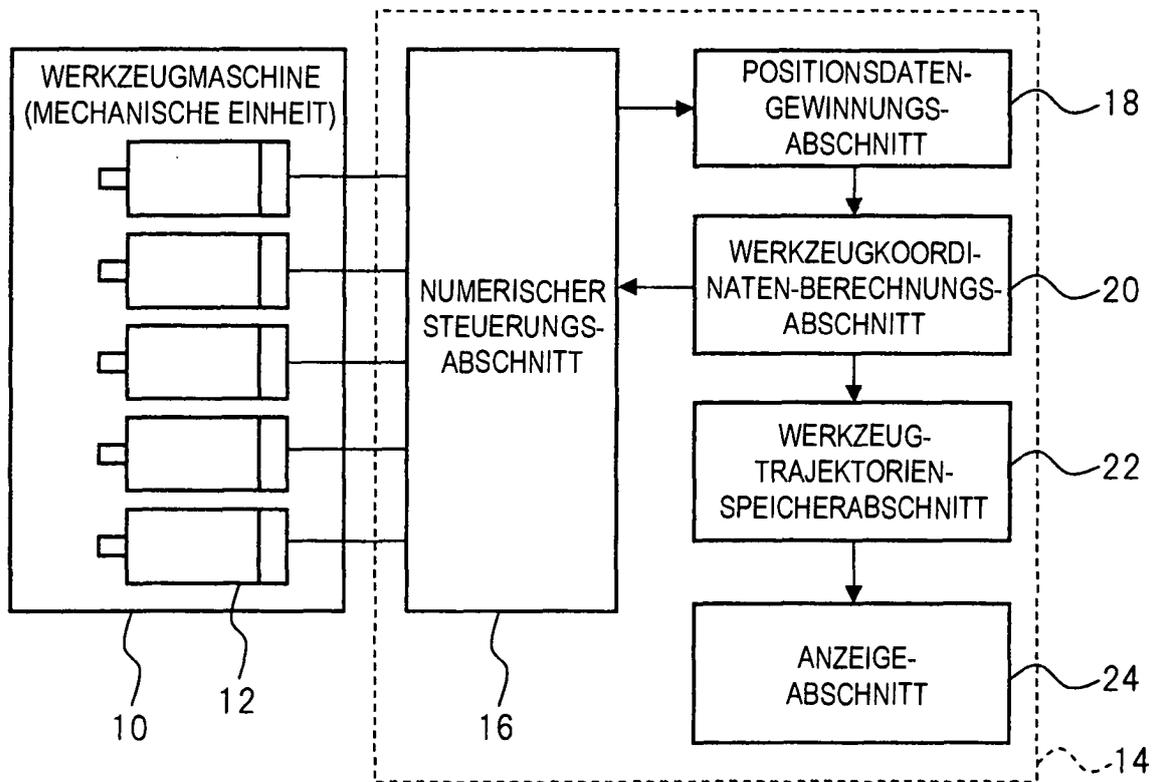


FIG.2

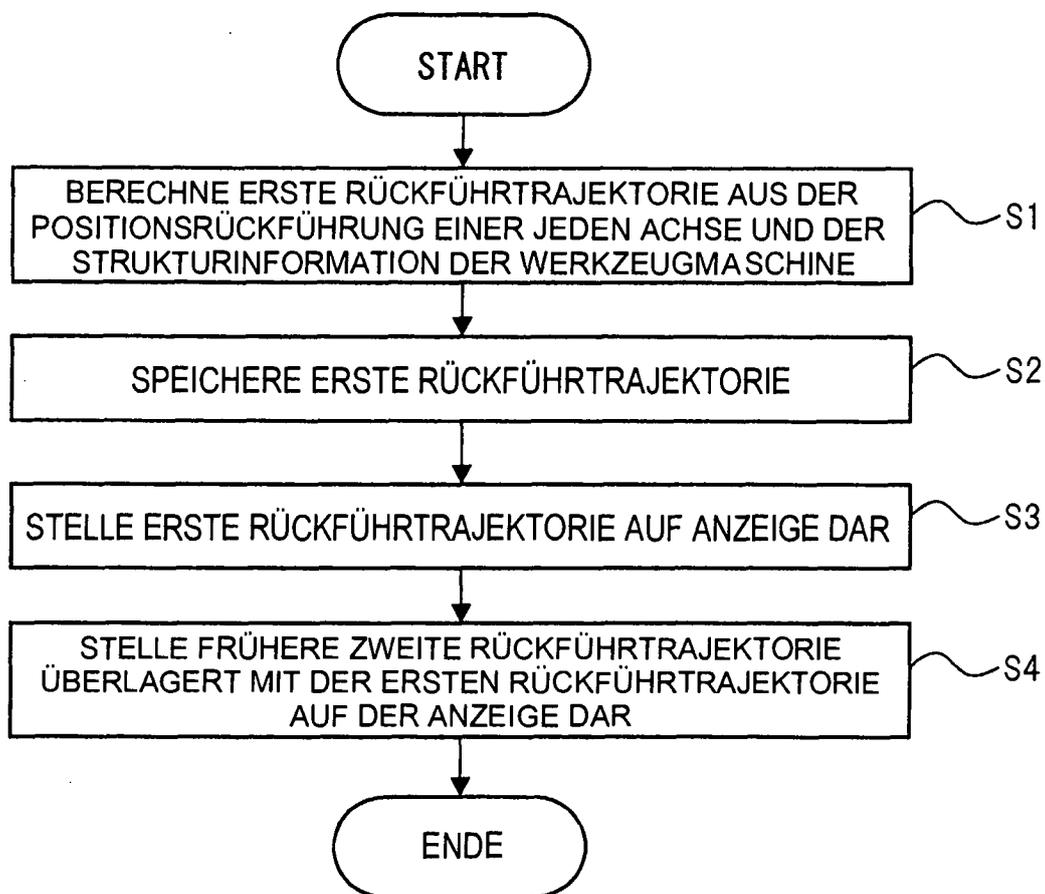


FIG.3

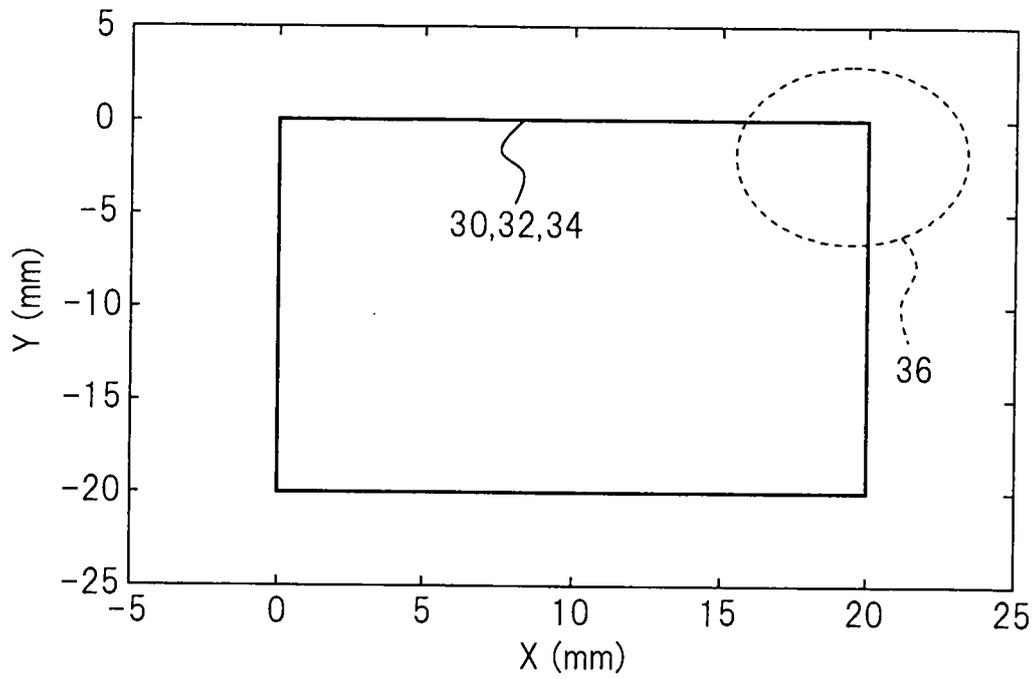


FIG.4

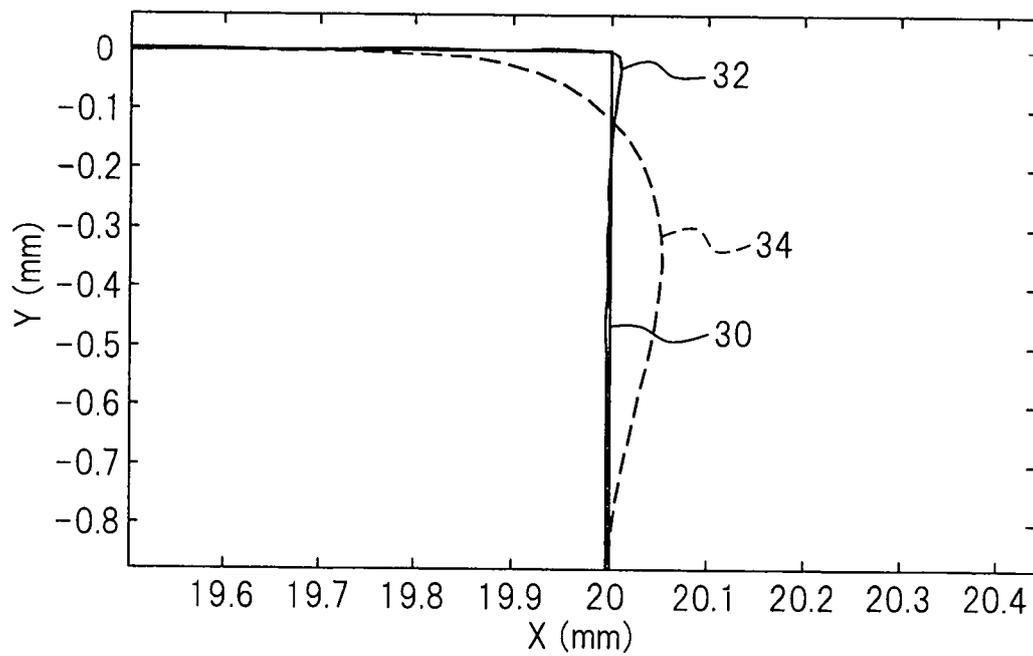


FIG.5

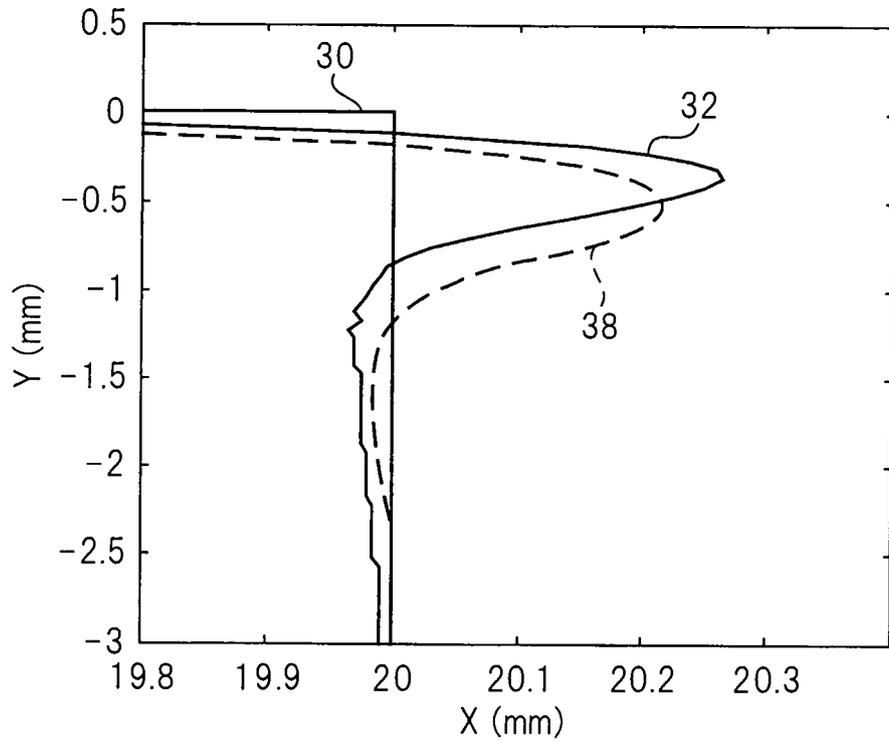


FIG.6

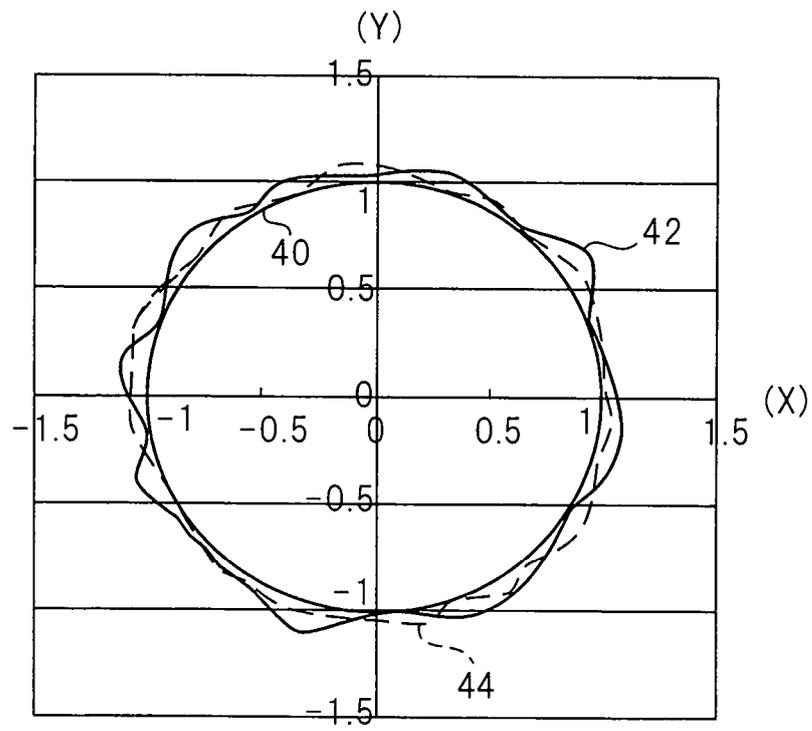


FIG. 7

