



(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2018 006 614.3**
(22) Anmeldetag: **21.08.2018**
(43) Offenlegungstag: **28.02.2019**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **02.11.2023**

(51) Int Cl.: **B23Q 15/013 (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:
2017-159547 **22.08.2017** **JP**

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

(74) Vertreter:
**Wuesthoff & Wuesthoff, Patentanwälte PartG
mbB, 81541 München, DE**

(72) Erfinder:
**Watanabe, Toshihiro, Oshino-mura, Yamanashi,
JP**

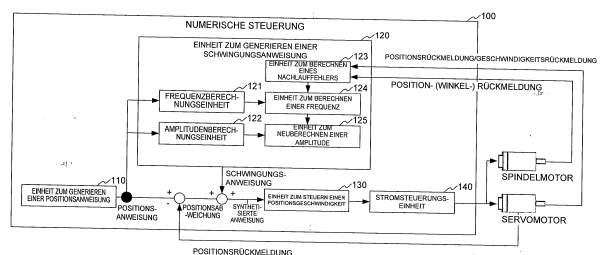
(56) Ermittelte Stand der Technik:

DE	11 2014 000 229	T5
JP	2017- 56 515	A

(54) Bezeichnung: **Numerische Steuerung**

(57) Hauptanspruch: Numerische Steuerung (100), die konfiguriert ist, um ein Schwingungsschneiden auszuführen, indem eine Schwingungsanweisung einer Positionsanweisung überlagert wird, wobei die Schwingungsanweisung das Vorgeben einer Schwingungsfrequenz und einer Schwingungsamplitude umfasst, wobei die numerische Steuerung (100) umfasst:
eine Einheit zum Generieren einer Positionsanweisung (110), die konfiguriert ist, um die Positionsanweisung zu generieren;
eine Einheit zum Generieren einer Schwingungsanweisung (120), die konfiguriert ist, um die Schwingungsanweisung zu generieren;
eine Einheit zum Steuern einer Positionsgeschwindigkeit (130), die konfiguriert ist, um die Positionsanweisung und die Schwingungsanweisung zu addieren, um eine synthetisierte Anweisung zu generieren; und
eine Stromsteuereinheit (140), die konfiguriert ist, um die Bewegung eines Werkzeugs oder die Rotation einer Spindel zu steuern, wobei
die Einheit zum Generieren einer Schwingungsanweisung (120) umfasst
eine Einheit zum Berechnen eines Nachlauffehlers (123), die konfiguriert ist, um einen tatsächlichen Winkel und einen idealen Winkel der Spindel zu erzielen und zu berechnen, und
eine Einheit zum Neuberechnen einer Frequenz (124), die konfiguriert ist, um die Schwingungsfrequenz oder eine Drehzahl (S) der Spindel basierend auf dem tatsächlichen Winkel und dem idealen Winkel neu zu berechnen, und
die Stromsteuereinheit (140) die Bewegung des Werkzeugs oder die Rotation der Spindel gemäß der neu

berechneten Schwingungsfrequenz oder Drehzahl (S) der Spindel steuert.



Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine numerische Steuerung und betrifft genauer gesagt eine numerische Steuerung, die ein Schwingungsschneiden ausführen und dabei eine Spanzerkleinerungsfähigkeit aufrechterhalten kann.

Beschreibung der verwandten Technik

[0002] Ein Bearbeitungsverfahren, um ein Werkzeug in einer Schneidrichtung in Schwingung zu versetzen und Späne zu zerkleinern, wird als Schwingungsschneiden bezeichnet.

[0003] Eine herkömmliche numerische Steuerung führt das Schwingungsschneiden aus, indem sie die folgende Schwingungsanweisung einer Bearbeitungsanweisung überlagert.

$$\text{Schwingungsanweisung} = (K \times F/2) \times \sin(2\pi \times S/60 \times I \times t)$$

[0004] In der obigen Gleichung wird $K \times F/2$ als Schwingungsamplitude bezeichnet, und $2\pi \times S/60 \times I$ wird als Schwingungsfrequenz bezeichnet. Zudem stellt F den Vorschub pro Umdrehung [mm/U] dar, S stellt eine Spindeldrehzahl [min⁻¹] dar, t stellt eine Zeit [s] dar, K stellt einen Multiplikationsfaktor der Schwingungsamplitude dar, und I stellt einen Multiplikationsfaktor der Schwingungsfrequenz dar (die Anzahl der Schwingungen pro Rotation).

[0005] Wenn eine Schwingungsanweisung (Sinuswelle) zu einer Bearbeitungsanweisung addiert wird, fährt ein Werkzeug mit der Bearbeitung fort, während es eine Hin- und Herbewegung in einer Vorschubrichtung wiederholt. Wenn sich in diesem Fall eine Werkzeugbahn einer ersten Rotation und eine Werkzeugbahn einer zweiten Rotation überlappen und die Bearbeitung mit einem Fehlschlag endet, werden die Späne zerkleinert. **Fig. 1** ist eine Ansicht, die eine Werkzeugbahn für den Fall eines Frequenzmultiplikationsfaktors $I = 4,5$ (4,5mal die Schwingungen pro Rotation der Spindel) und eines Amplitudenmultiplikationsfaktors $K = 1,05$ abbildet.

[0006] Wenn man sich auf eine Werkzeugposition konzentriert, überlappt sich die Werkzeugbahn der zweiten Rotation mit der Werkzeugbahn der ersten Rotation 4,5mal pro Rotation (in **Fig. 1** durch einen gestrichelten Kreis angegeben). Daher werden bei diesem Beispiel die Späne während der zweiten Rotation 4,5mal zerkleinert.

[0007] Gemäß der japanischen Patent-Auslegeschrift JP 2017 - 56 515 A addiert eine numerische Steuerung eine Schwingungsanweisung zu einer Bearbeitungsanweisung, für die eine Schwingungsfrequenz und eine Schwingungsamplitude derart eingestellt wurden, dass jedes Mal eine Verschiebung um einen halben Zyklus generiert wird, wenn sich ein Werkstück einmal dreht, und führt ein Schwingungsschneiden aus und kann folglich bewirken, dass sich die Werkzeugbahnen überlappen, und Späne zerkleinern.

[0008] Selbst wenn ein Schwingungsschneiden ausgeführt wird, wie in der japanischen Patent-Auslegeschrift JP 2017 - 56 515 A offenbart, falls ein Nachlauffehler zwischen einer Spindelrotation und einer Schwingungsbetätigung (Frequenz) vorkommt, können die Späne jedoch nicht gut zerkleinert werden. Der Nachlauffehler kommt vor, wenn beispielsweise eine Spindeldrehzahl schwankt. **Fig. 2** bildet ein Beispiel eines Nachlauffehlers ab, der verursacht wird, wenn eine Spindeldrehzahl allmählich zunimmt. **Fig. 2** bildet eine tatsächliche Werkzeugbahn und eine ideale Werkzeugbahn ab (eine Werkzeugbahn, die vorausgesetzt wird, wenn die Spindeldrehzahl konstant ist). Es wird vorausgesetzt, dass sich, falls die Spindeldrehzahl konstant ist und die Technik, die in der japanischen Patent-Auslegeschrift JP 2017 - 56 515 A offenbart wird, verwendet wird, eine Werkzeugbahn einer ersten Rotation und eine Werkzeugbahn einer zweiten Rotation überlappen, wie durch eine gestrichelte Linie in **Fig. 2** angegeben, und dass die Späne in einem überlappenden Abschnitt zerkleinert werden. Wenn jedoch eine Schwingungsbetätigung auf einer vorherigen Frequenz fortfährt, während die Spindeldrehzahl allmählich zunimmt, verursacht die Schwingungsbetätigung eine relative Verzögerung, die Werkzeugbahn der ersten Rotation und die Werkzeugbahn der zweiten Rotation überlappen sich nicht, wie durch eine durchgezogene Linie in **Fig. 2** angegeben, und folglich werden die Späne nicht zerkleinert.

[0009] Weiteren Stand der Technik beschreibt die Druckschrift DE 11 2014 000 229 T5.

KURZDARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0010] Die vorliegende Erfindung wurde erdacht, um das obige Problem zu lösen. Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine numerische Steuerung bereitzustellen, die, selbst wenn ein Nachlauffehler zwischen einer Spindelrotation und einer Schwingungsbetätigung vorkommt, ein Schwingungsschneiden ausführen und dabei die Spanzerkleinerungsfähigkeit aufrechterhalten kann.

[0011] Gelöst wird die Aufgabe durch eine numerische Steuerung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1. Diese numerische Steuerung ist konfiguriert, um das Schwingungsschneiden auszuführen, indem sie eine Schwingungsanweisung einer Positionsanweisung überlagert, wobei die Schwingungsanweisung das Vorgeben einer Schwingungsfrequenz und einer Schwingungsamplitude umfasst, und umfasst: eine Einheit zum Generieren einer Positionsanweisung, die konfiguriert ist, um die Positionsanweisung zu generieren; eine Einheit zum Generieren einer Schwingungsanweisung, die konfiguriert ist, um die Schwingungsanweisung zu generieren; eine Einheit zum Steuern einer Positionsgeschwindigkeit, die konfiguriert ist, um die Positionsanweisung und die Schwingungsanweisung zu addieren, um eine synthetisierte Anweisung zu generieren; und eine Stromsteuereinheit, die konfiguriert ist, um die Bewegung eines Werkzeugs oder die Rotation einer Spindel zu steuern, und die Einheit zum Generieren einer Schwingungsanweisung umfasst eine Einheit zum Berechnen eines Nachlauffehlers, die konfiguriert ist, um einen tatsächlichen Winkel und einen idealen Winkel der Spindel zu erzielen und zu berechnen, und eine Einheit zum Neuberechnen einer Frequenz, die konfiguriert ist, um die Schwingungsfrequenz oder eine Drehzahl der Spindel basierend auf dem tatsächlichen Winkel und dem idealen Winkel neu zu berechnen, und die Stromsteuereinheit steuert die Bewegung des Werkzeugs oder die Rotation der Spindel gemäß der neu berechneten Schwingungsfrequenz oder Drehzahl der Spindel.

[0012] Bei der numerischen Steuerung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst die Einheit zum Generieren einer Schwingungsanweisung ferner eine Einheit zum Neuberechnen einer Amplitude, die konfiguriert ist, um die Schwingungsamplitude neu zu berechnen, so dass sich die Werkzeugbahnen überlappen, und die Stromsteuereinheit steuert ferner die Bewegung des Werkzeugs gemäß der neu berechneten Schwingungsamplitude.

[0013] Die vorliegende Erfindung kann eine numerische Steuerung bereitstellen, die, selbst wenn ein Nachlauffehler zwischen einer Spindelrotation und einer Schwingungsbetätigung vorkommt, das Schwingungsschneiden ausführen und dabei eine Spanzerkleinerungsfähigkeit aufrechterhalten kann.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0014] Die zuvor erwähnten und andere Aufgaben und Kennzeichen der vorliegenden Erfindung werden aus der Beschreibung der folgenden Ausführungsform angesichts der beiliegenden Zeichnungen besser hervorgehen. Es zeigen:

Fig. 1 eine Ansicht zum Erklären eines Prinzips des herkömmlichen Schwingungsschneidens;

Fig. 2 eine Ansicht zum Erklären eines Problems, das durch einen Nachlauffehler des herkömmlichen Schwingungsschneidens verursacht wird;

Fig. 3 ein Blockdiagramm zum Erklären einer Konfiguration einer numerischen Steuerung;

Fig. 4 eine Ansicht zum Erklären von Betätigungen einer Einheit zum Berechnen eines Nachlauffehlers und einer Einheit zum Neuberechnen einer Frequenz;

Fig. 5 eine Ansicht zum Erklären einer Betätigung einer Einheit zum Neuberechnen einer Amplitude;

Fig. 6 eine Ansicht zum Erklären einer Betätigung gemäß einer ersten Ausführungsform; und

Fig. 7 eine Ansicht zum Erklären einer Betätigung gemäß einer zweiten Ausführungsform.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0015] Die Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden nachstehend mit Bezug auf die nachstehenden Zeichnungen beschrieben.

[0016] Fig. 3 ist ein Blockdiagramm zum Erklären eines Funktionsaspekts einer numerischen Steuerung 100 gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die numerische Steuerung 100 umfasst eine Einheit zum Generieren einer Positionsanweisung 110, die eine Positionsanweisung, d.h. eine Bewegungsanweisung eines Werkzeugs, gemäß einem Bearbeitungsprogramm generiert, eine Einheit 120 zum Generieren einer Schwingungsanweisung, die eine Schwingungsanweisung generiert; eine Einheit 130 zum Steuern einer Positionsgeschwindigkeit, welche die Positionsanweisung und die Schwingungsanweisung addiert, um eine synthetisierte Anweisung zu generieren; und eine Stromsteuereinheit 140, die einen Strom steuert, um einen Spindelmotor oder einen Servomotor gemäß der synthetisierten Anweisung anzutreiben.

[0017] Eine herkömmliche Stromsteuereinheit steuert typischerweise nur einen Servomotor, der eine Werkzeugposition bewegt. Die Stromsteuereinheit 140 gemäß der vorliegenden Ausführungsform steuert jedoch einen Spindelmotor, der eine Spindel dreht. Ferner empfängt eine herkömmliche numerische Steuerung eine Positionsrückmeldung von dem Servomotor und korrigiert eine Positionsabweichung. Gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist es jedoch auch möglich, ebenso eine Positionsabweichung zu korrigieren.

[0018] Die Einheit 120 zum Generieren einer Schwingungsanweisung umfasst eine Frequenzberechnungseinheit 121, die eine geeignete Schwingungsfrequenz berechnet, um das Schwingungsschneiden auszuführen, eine Amplitudenberechnungseinheit 122, die ebenso eine Schwingungsamplitude berechnet, eine Einheit 123 zum Berechnen eines Nachlauffehlers, die einen Nachlauffehler basierend auf Rückmeldungen von einem Spindelmotor und einem Servomotor berechnet, eine Einheit 124 zum Neuberechnen einer Frequenz, die eine Frequenz gemäß dem Nachlauffehler korrigiert, und eine Einheit 125 zum Neuberechnen einer Amplitude, die eine Amplitude gemäß dem Nachlauffehler korrigiert. Die Einheit 124 zum Neuberechnen einer Frequenz und die Einheit 125 zum Neuberechnen einer Amplitude korrigieren die Frequenz und die Amplitude, so dass sich die Werkzeugbahnen überlappen, selbst wenn der Nachlauffehler vorkommt, so dass die Späne weiter zerkleinert werden.

[0019] Es wird eine Betätigung der numerischen Steuerung 100 mit Bezug auf Fig. 3 und Fig. 4 beschrieben. In dieser Hinsicht beschreibt die vorliegende Ausführungsform hauptsächlich eine Verarbeitung, die anders als das herkömmliche Schwingungsschneiden ist, und unterlässt oder vereinfacht gegebenenfalls eine bekannte Verarbeitung.

[0020] Zuerst interpretiert die Einheit zum Generieren einer Positionsanweisung 110 das Bearbeitungsprogramm und generiert eine Positionsanweisung. Die Einheit 120 zum Generieren einer Schwingungsanweisung generiert eine Schwingungsanweisung. In dieser Hinsicht bestimmen die Frequenzberechnungseinheit 121 und die Amplitudenberechnungseinheit 122 eine geeignete Schwingungsfrequenz und Schwingungsamplitude zum Zerkleinern von Spänen gemäß einer bekannten Technik, die beispielsweise in der japanischen Patent-Auslegeschrift JP 2017 - 56 515 A offenbart wird. Die Einheit 130 zum Steuern einer Positionsgeschwindigkeit addiert die Positionsanweisung und die Schwingungsanweisung, um eine synthetisierte Anweisung zu generieren. Die Stromsteuereinheit 140 steuert den Servomotor gemäß der synthetisierten Anweisung und betätigt das Werkzeug (Vorschub und Schwingung).

[0021] Die Einheit 123 zum Berechnen eines Nachlauffehlers empfängt eine Positions-(Winkel-) Rückmeldung von dem Spindelmotor und detektiert, dass sich eine Spindel einmal dreht (d.h. ein Rotationswinkel, der tatsächlich gleich eins ist (nachstehend als tatsächlicher Winkel bezeichnet), beträgt 360 Grad). Ferner empfängt die Einheit 123 zum Berechnen eines Nachlauffehlers die Rückmeldungen für Position und Geschwindigkeit von dem Servomotor und erzielt eine Position, die tatsächlich gleich eins ist (als tatsächliche Position bezeichnet), oder eine Geschwindigkeit, die tatsächlich gleich eins ist (als tatsächliche Geschwindigkeit bezeichnet), des Werkzeugs zu einem Zeitpunkt, zu dem sich die Spindel einmal dreht. Ferner berechnet die Einheit 123 zum Berechnen eines Nachlauffehlers einen Winkel, der ideal eins ist (als idealer Winkel bezeichnet), für die Spindel und zu der tatsächlichen Position oder der tatsächlichen Geschwindigkeit des Werkzeugs passt.

[0022] Dies wird mit Bezug auf Fig. 4 beschrieben. Beispielsweise wird vorausgesetzt, dass eine Schwingungsanweisung mit $I = 2,5$ (2,5 Schwingungen pro Rotation der Spindel) generiert wird. Zu einem Zeitpunkt, zu dem die Spindel sich ungefähr einmal dreht (tatsächlicher Winkel = 370 Grad), wird die tatsächliche Position des Werkzeugs, die einem schwarzen Punkt in Fig. 4 entspricht, erzielt. Ein Spindelwinkel, der dieser tatsächlichen Position entspricht, wird angesichts der synthetisierten Anweisung mit 340 Grad berechnet. Dieser Winkel von 340 Grad ist der ideale Winkel. Wenn es eine Differenz zwischen dem tatsächlichen Winkel und dem idealen Winkel gibt, kommt es somit zu einem Nachlauffehler.

[0023] Die Einheit 124 zum Neuberechnen einer Frequenz berechnet die Schwingungsfrequenz basierend auf dem tatsächlichen Winkel und dem idealen Winkel der Spindel neu. Beispielsweise wird der Multiplikationsfaktor I der Schwingungsfrequenz gemäß der folgenden Gleichung neu berechnet.

Neu berechneter Multiplikationsfaktor I der Schwingungsfrequenz = aktueller
Multiplikationsfaktor I der Schwingungsfrequenz \times (idealer Winkel/
tatsächlicher Winkel)

[0024] Wenn beispielsweise der aktuelle Multiplikationsfaktor I der Schwingungsfrequenz 2,5 beträgt, der ideale Winkel 340 Grad beträgt und der tatsächliche Winkel 370 Grad beträgt, wird der neu berechnete Multiplikationsfaktor I der Schwingungsfrequenz folgendermaßen berechnet

$$2,5 \times 340/370 = 2,297.$$

[0025] Alternativ kann man statt der Anpassung des Multiplikationsfaktors I der Schwingungsfrequenz den Multiplikationsfaktor I der Schwingungsfrequenz behalten, und es kann eine Spindeldrehzahl S angepasst werden. Beispielsweise wird die Spindeldrehzahl S gemäß der folgenden Gleichung neu berechnet.

Neu berechnete Spindeldrehzahl S = aktuelle Spinderdrehzahl S \times (idealer
Winkel/tatsächlicher Winkel)

[0026] Wenn beispielsweise die aktuelle Spindeldrehzahl S 200 ist, der ideale Winkel 340 Grad beträgt und der tatsächliche Winkel 370 Grad beträgt, wird die neu berechnete Spindeldrehzahl S folgendermaßen berechnet

$$200 \times 340/370 = 183,78.$$

[0027] Wenn die neu berechnete Frequenz übernommen wird, berechnet die Einheit 125 zum Neuberechnen einer Amplitude eine Amplitude derart neu, dass sich die Werkzeugbahn der ersten Rotation und eine Werkzeugbahn der zweiten Rotation überlappen.

[0028] Die Bedeutung einer Neuberechnung der Amplitude wird mit Bezug auf **Fig. 5** beschrieben. Eine durchgezogene Linie in **Fig. 5** gibt eine Werkzeugbahn an, die eine Frequenz nach der Neuberechnung aufweist. Die Werkzeugbahn der ersten Rotation und die Werkzeugbahn der zweiten Rotation, die sich auf Grund des Nachlauffehlers nicht länger überlappen, kommen sich dank der Verarbeitung der Neuberechnung der Frequenz einigermaßen nahe, überlappen sich aber nicht. Wenn in diesem Fall die Amplitudenberechnungseinheit 122 die Amplitude anpasst, wie beispielsweise in **Fig. 5** abgebildet, kann bewirkt werden, dass sich die Werkzeugbahn der ersten Rotation und die Werkzeugbahn der zweiten Rotation überlappen (durch einen gestrichelten Kreis in **Fig. 5** angegeben).

[0029] Zudem bewirkt nur die Verarbeitung der Neuberechnung der Frequenz, die durch die Einheit 124 zum Neuberechnen einer Frequenz ausgeführt wird, eine Überlappung der Werkzeugbahn der ersten Rotation und der Werkzeugbahn der zweiten Rotation. Wenn beispielsweise die Schwingungsamplitude von Beginn an einigermaßen hoch ist, reicht es aus, nur die Frequenz anzupassen. In diesem Fall muss die Einheit 125 zum Neuberechnen einer Amplitude die Amplitude nicht neu berechnen.

[0030] Die Einheit 125 zum Neuberechnen einer Amplitude berechnet einen Multiplikationsfaktor K der Schwingungsamplitude beispielsweise gemäß der folgenden Vorgehensweise. Die Einheit 125 zum Neuberechnen einer Amplitude speichert die Werkzeugbahnen von zwei Rotationen der Spindel jederzeit in einem Zwischenspeicher. Die Einheit 125 zum Neuberechnen einer Amplitude bestimmt, ob eine Kurve, die durch die Werkzeugbahn der ersten Rotation angegeben wird, und eine Kurve, die durch die Werkzeugbahn der zweiten Rotation angegeben wird, einen Schnittpunkt aufweisen oder nicht. Wenn es einen Schnittpunkt gibt, wird der vorherige Multiplikationsfaktor K der Schwingungsamplitude ständig verwendet, ohne den Multiplikationsfaktor K der Schwingungsamplitude neu zu berechnen. Wenn es keinen Schnittpunkt gibt, wird eine Kurve, welche die Werkzeugbahn der zweiten Rotation angibt, korrigiert, um den aktuellen Multiplikationsfaktor K der Schwingungsamplitude zu erhöhen (indem beispielsweise der aktuelle Multiplikationsfaktor K der Schwingungsamplitude mit einem Multiplikationsfaktor multipliziert wird, der größer als die vorbestimmte 1 ist), um den neu berechneten Multiplikationsfaktor K der Schwingungsamplitude zu erzielen. Somit wird die Schwingungsamplitude korrigiert, so dass sie zunimmt. Auch für den neu berechneten Multiplikationsfaktor K

der Schwingungsamplitude führt die Einheit 125 zum Neuberechnen einer Amplitude wiederholt eine Verarbeitung im Anschluss an die obige Bestimmungsverarbeitung aus, bis es einen Schnittpunkt gibt.

[0031] Zudem wird durch die erste Bestimmungsverarbeitung bestimmt, dass es einen Schnittpunkt gibt, und der aktuelle Multiplikationsfaktor K der Schwingungsamplitude kann korrigiert werden, so dass er abnimmt (beispielsweise durch Multiplizieren des aktuellen Multiplikationsfaktors K der Schwingungsamplitude mit einem Multiplikationsfaktor, der kleiner als die vorbestimmte 1 ist). Ferner wird durch wiederholtes Ausführen der Korrektur- und Bestimmungsverarbeitung der minimale Multiplikationsfaktor K der Schwingungsamplitude, der den Schnittpunkt aufweist, erzielt. Im Allgemeinen ist, wenn eine Amplitude höher ist, eine Last eines Servomotors größer. Folglich ist es durch die Verwendung des minimalen Multiplikationsfaktors K der Schwingungsamplitude, die den Schnittpunkt aufweist, möglich, die Last des Servomotors zu minimieren.

[0032] Die Einheit 130 zum Steuern einer Positionsgeschwindigkeit addiert die Schwingungsanweisung, welche die neu berechnete Schwingungsfrequenz und die Schwingungsamplitude umfasst, zu der Positionsanweisung, um die synthetisierte Anweisung zu generieren. Die Stromsteuereinheit 140 steuert den Servomotor gemäß der synthetisierten Anweisung.

[0033] Wenn zudem die Einheit 124 zum Neuberechnen einer Frequenz die Spindeldrehzahl S anstelle des Frequenzmultiplikationsfaktors I anpasst, addiert die Einheit 130 zum Steuern einer Positionsgeschwindigkeit die Schwingungsanweisung, welche die neu berechnete Schwingungsamplitude umfasst, zu der Positionsanweisung, um die synthetisierte Anweisung zu generieren. Die Stromsteuereinheit 140 steuert den Servomotor gemäß der synthetisierten Anweisung. Zudem steuert die Stromsteuereinheit 140 den Spindelmotor gemäß der neu berechneten Spindeldrehzahl S .

[0034] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform berechnet die Einheit 123 zum Berechnen eines Nachlauffehlers der Einheit 120 zum Generieren einer Schwingungsanweisung den tatsächlichen Winkel und den idealen Winkel der Spindel, und die Einheit 124 zum Neuberechnen einer Frequenz und die Einheit 125 zum Neuberechnen einer Amplitude berechnen die Frequenz und die Amplitude neu. Folglich werden, selbst wenn die Spindeldrehzahl schwankt und der Nachlauffehler vorkommt, die Werkzeugbahn der ersten Rotation und die Werkzeugbahn der zweiten Rotation automatisch angepasst, um sich wieder zu überlappen, und die Spanzerkleinerungsfähigkeit wird aufrechterhalten, ohne dass ein Benutzer eine Einstellung vornehmen müsste.

Erste Ausführungsform

[0035] Die erste Ausführungsform beschreibt eine typische Betätigung einer numerischen Steuerung 100 für den Fall, dass eine Spindelübersteuerung geändert wird.

[0036] Es wird ein Fall, bei dem die Spindelübersteuerung von 150 % auf 100 % zu einem Zeitpunkt geändert wird, wie beispielsweise in **Fig. 6** abgebildet, beschrieben. Wenn die Spindelübersteuerung geändert wird, um abzunehmen, wird eine Schwingungsbetätigung schneller als eine Rotation einer Spindel sofort nach der Änderung, und daher können die Späne manchmal nicht richtig geschnitten werden. Wenn in diesem Fall eine Einheit 123 zum Berechnen eines Nachlauffehlers einer Frequenzberechnungseinheit 121 einen Nachlauffehler detektiert, führt eine Einheit 124 zum Neuberechnen einer Frequenz eine Verarbeitung zum Neuberechnen eines Multiplikationsfaktors I der Schwingungsfrequenz und zum Korrigieren des Multiplikationsfaktors I der Schwingungsfrequenz, so dass er abnimmt, aus. Zudem wird gemäß der vorliegenden Ausführungsform eine Spindeldrehzahl durch eine Übersteuerung definiert, und daher ist eine Verarbeitung zum Anpassen einer Spindeldrehzahl S ungeeignet. Anschließend berechnet eine Einheit 125 zum Neuberechnen einer Amplitude einen Multiplikationsfaktor K der Schwingungsamplitude gegebenenfalls neu.

[0037] Wie zuvor beschrieben, verringert sich gemäß der vorliegenden Ausführungsform auch die Schwingungsfrequenz infolge einer Verringerung der Spindeldrehzahl, so dass eine Spanzerkleinerungsfähigkeit aufrechterhalten wird.

Zweite Ausführungsform

[0038] Die zweite Ausführungsform beschreibt eine typische Betätigung einer numerischen Steuerung 100 für den Fall, dass eine konstante Steuerung der Umfangsgeschwindigkeit und ein Schwingungsschneiden gleichzeitig ausgeführt werden.

[0039] Wie beispielsweise in **Fig. 7** abgebildet, wird die konstante Steuerung der Umfangsgeschwindigkeit durchgeführt, um eine Verjüngung vorzunehmen. Die konstante Steuerung der Umfangsgeschwindigkeit ist eine Steuerung zum Anpassen einer Spindeldrehzahl, um einen konstanten Schneidbetrag pro Zeiteinheit einzuhalten. Dadurch dass sich die Spindel beispielsweise schneller dreht, wenn der Durchmesser eines Werkstücks kleiner ist, ist es möglich, einen konstanten Bearbeitungsabstand eines Werkzeugs pro Zeiteinheit einzuhalten. Wenn die Spindeldrehzahl durch die konstante Steuerung der Umfangsgeschwindigkeit geändert wird, so dass sie allmählich zunimmt, kann eine Schwingungsbetätigung die Rotation der Spindel nicht verfolgen und die Späne können manchmal nicht richtig geschnitten werden. Wenn in diesem Fall eine Einheit 123 zum Berechnen eines Nachlauffehlers einer Frequenzberechnungseinheit 121 einen Nachlauffehler detektiert, führt eine Einheit 124 zum Neuberechnen einer Frequenz eine Verarbeitung zum Neuberechnen eines Multiplikationsfaktors I der Schwingungsfrequenz und zum Korrigieren des Multiplikationsfaktors I der Schwingungsfrequenz, so dass er zunimmt, aus. Zudem wird gemäß der vorliegenden Ausführungsform eine Spindeldrehzahl durch die konstante Steuerung der Umfangsgeschwindigkeit definiert, und daher ist eine Verarbeitung einer Spindeldrehzahl S ungeeignet. Anschließend berechnet eine Einheit 125 zum Neuberechnen einer Amplitude einen Multiplikationsfaktor K der Schwingungsamplitude gegebenenfalls neu.

[0040] Wie zuvor beschrieben steigt gemäß der vorliegenden Ausführungsform die Schwingungsfrequenz auch infolge einer Erhöhung der Spindeldrehzahl an, so dass eine Spanzerkleinerungsfähigkeit aufrechterhalten wird.

[0041] Die Ausführungsformen gemäß der vorliegenden Erfindung wurden zuvor beschrieben. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf Beispiele der obigen Ausführungsformen eingeschränkt und kann in diversen Formen ausgeführt werden, indem optionale Änderungen hinzugefügt werden.

[0042] Beispielsweise haben die obigen Ausführungsformen Beispiele beschrieben, bei denen, wenn ein Nachlauffehler vorkommt, die Einheit 124 zum Neuberechnen einer Frequenz zuerst die Schwingungsfrequenz neu berechnet, und dann die Einheit 125 zum Neuberechnen einer Amplitude die Schwingungsamplitude neu berechnet.

[0043] Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht darauf eingeschränkt und eine Anpassungsreihenfolge der Schwingungsfrequenz und der Schwingungsamplitude ist eine beliebige Reihenfolge. Beispielsweise kann die Einheit 125 zum Neuberechnen einer Amplitude zuerst die Schwingungsamplitude neu berechnen, und dann kann die Einheit 124 zum Neuberechnen einer Frequenz die Schwingungsfrequenz neu berechnen. Falls in diesem Fall eine Überlappung einer Werkzeugbahn einer ersten Rotation und einer Werkzeugbahn einer zweiten Rotation bewirkt werden kann, indem nur die Schwingungsamplitude angepasst wird, muss die Schwingungsfrequenz nicht unbedingt angepasst werden.

[0044] Die Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung wurden zuvor beschrieben. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf die Beispiele der obigen Ausführungsformen eingeschränkt und kann in diversen Formen ausgeführt werden, indem optionale Änderungen hinzugefügt werden.

Patentansprüche

1. Numerische Steuerung (100), die konfiguriert ist, um ein Schwingungsschneiden auszuführen, indem eine Schwingungsanweisung einer Positionsanweisung überlagert wird, wobei die Schwingungsanweisung das Vorgeben einer Schwingungsfrequenz und einer Schwingungsamplitude umfasst, wobei die numerische Steuerung (100) umfasst:

eine Einheit zum Generieren einer Positionsanweisung (110), die konfiguriert ist, um die Positionsanweisung zu generieren;

eine Einheit zum Generieren einer Schwingungsanweisung (120), die konfiguriert ist, um die Schwingungsanweisung zu generieren;

eine Einheit zum Steuern einer Positionsgeschwindigkeit (130), die konfiguriert ist, um die Positionsanweisung und die Schwingungsanweisung zu addieren, um eine synthetisierte Anweisung zu generieren; und

eine Stromsteuereinheit (140), die konfiguriert ist, um die Bewegung eines Werkzeugs oder die Rotation einer Spindel zu steuern, wobei

die Einheit zum Generieren einer Schwingungsanweisung (120) umfasst

eine Einheit zum Berechnen eines Nachlauffehlers (123), die konfiguriert ist, um einen tatsächlichen Winkel und einen idealen Winkel der Spindel zu erzielen und zu berechnen, und

eine Einheit zum Neuberechnen einer Frequenz (124), die konfiguriert ist, um die Schwingungsfrequenz

oder eine Drehzahl (S) der Spindel basierend auf dem tatsächlichen Winkel und dem idealen Winkel neu zu berechnen, und
die Stromsteuereinheit (140) die Bewegung des Werkzeugs oder die Rotation der Spindel gemäß der neu berechneten Schwingungsfrequenz oder Drehzahl (S) der Spindel steuert.

2. Numerische Steuerung (100) nach Anspruch 1, wobei
die Einheit zum Generieren einer Schwingungsanweisung (120) ferner eine Einheit zum Neuberechnen einer Amplitude (125) umfasst, die konfiguriert ist, um die Schwingungsamplitude neu zu berechnen, so dass sich die Werkzeugbahnen überlappen, und
die Stromsteuereinheit (140) ferner die Bewegung des Werkzeugs gemäß der neu berechneten Schwingungsamplitude steuert.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

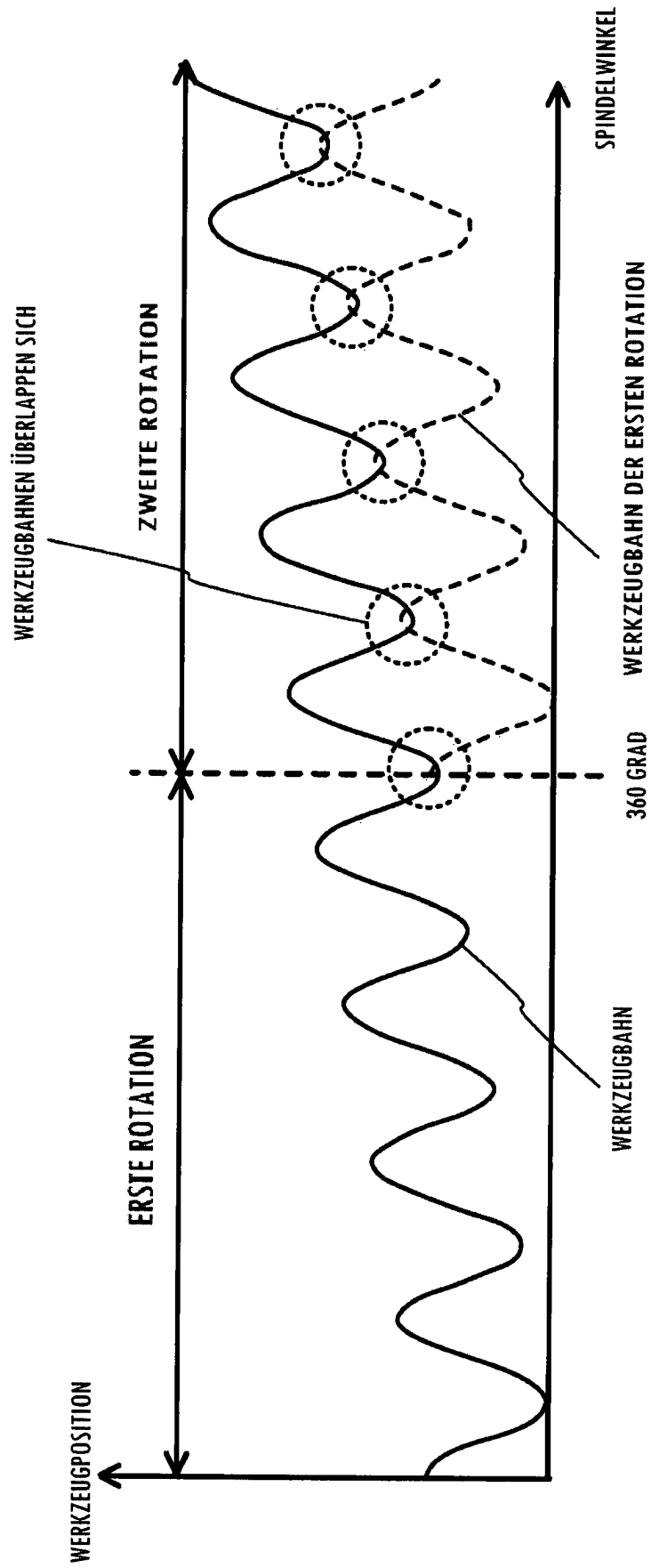


FIG.2

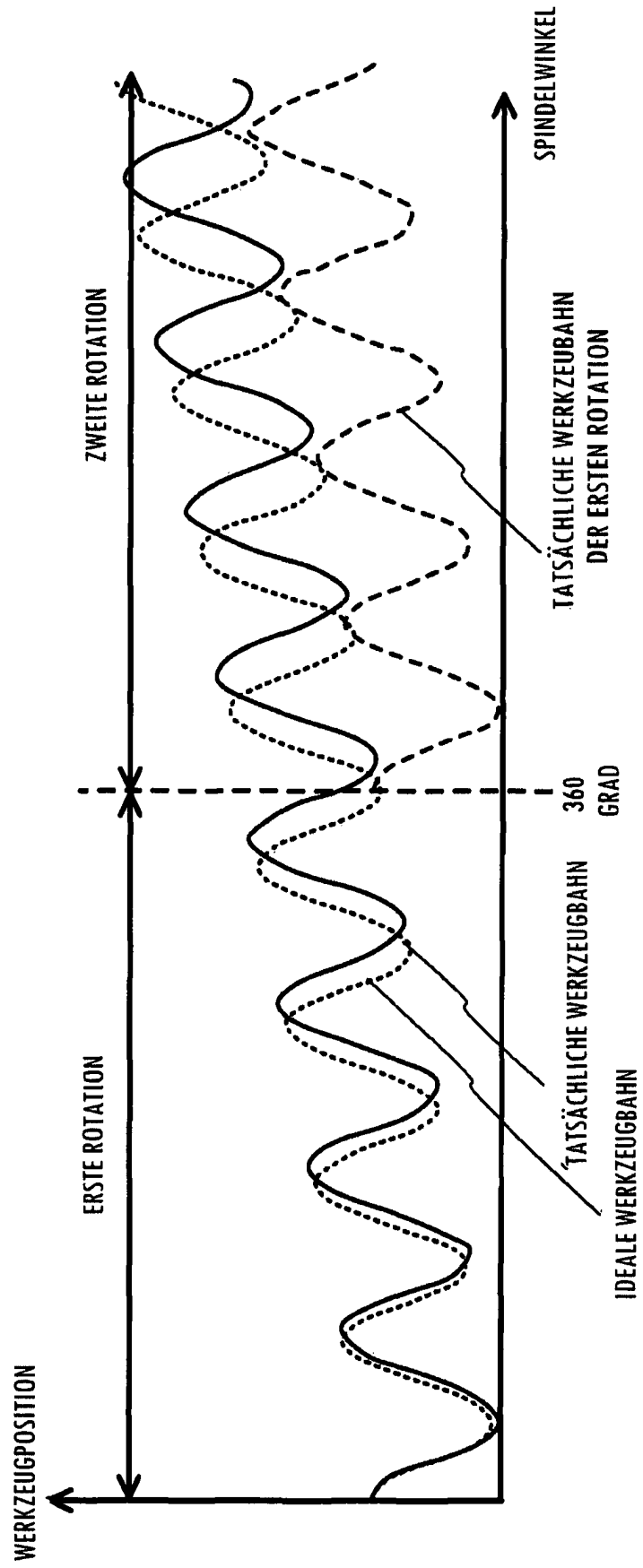


FIG.4

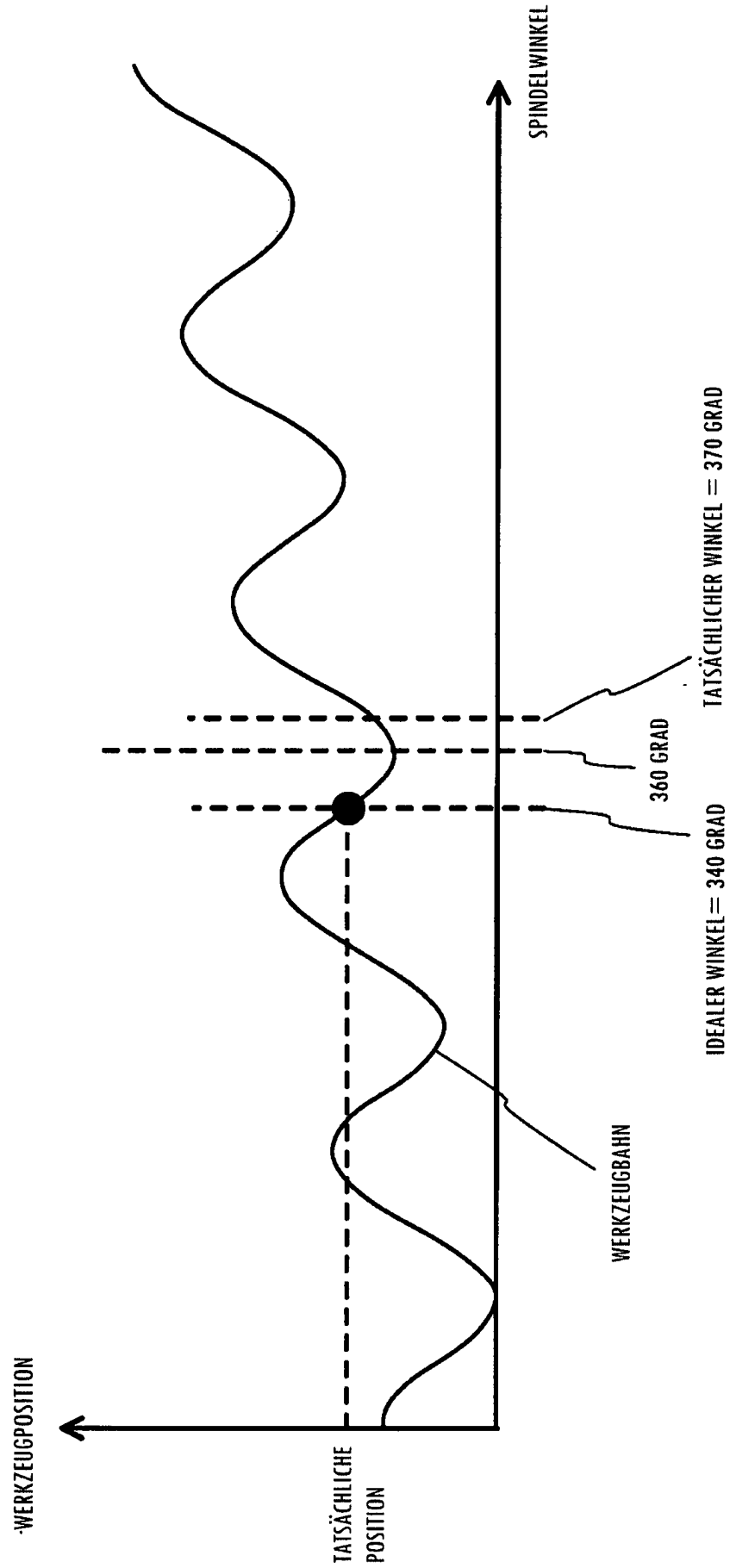


FIG.5

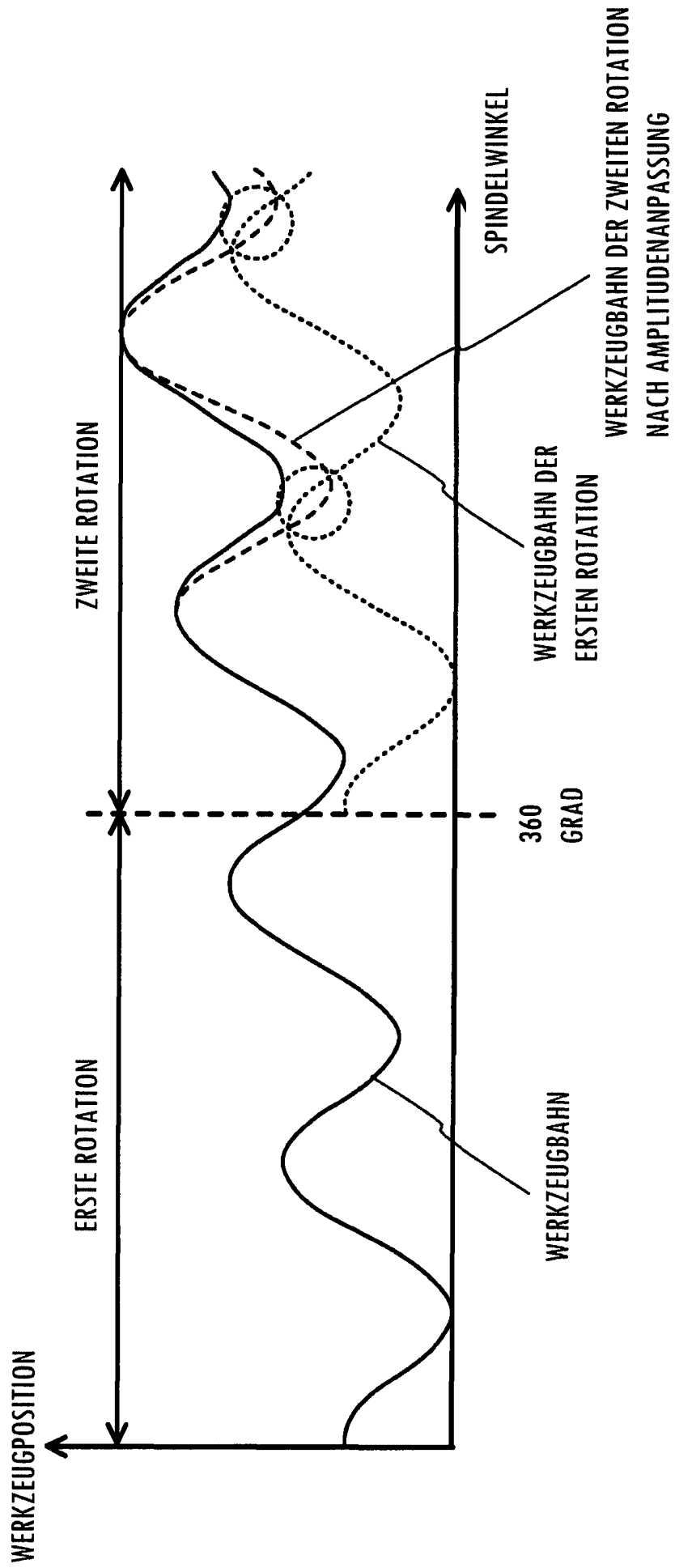


FIG.6

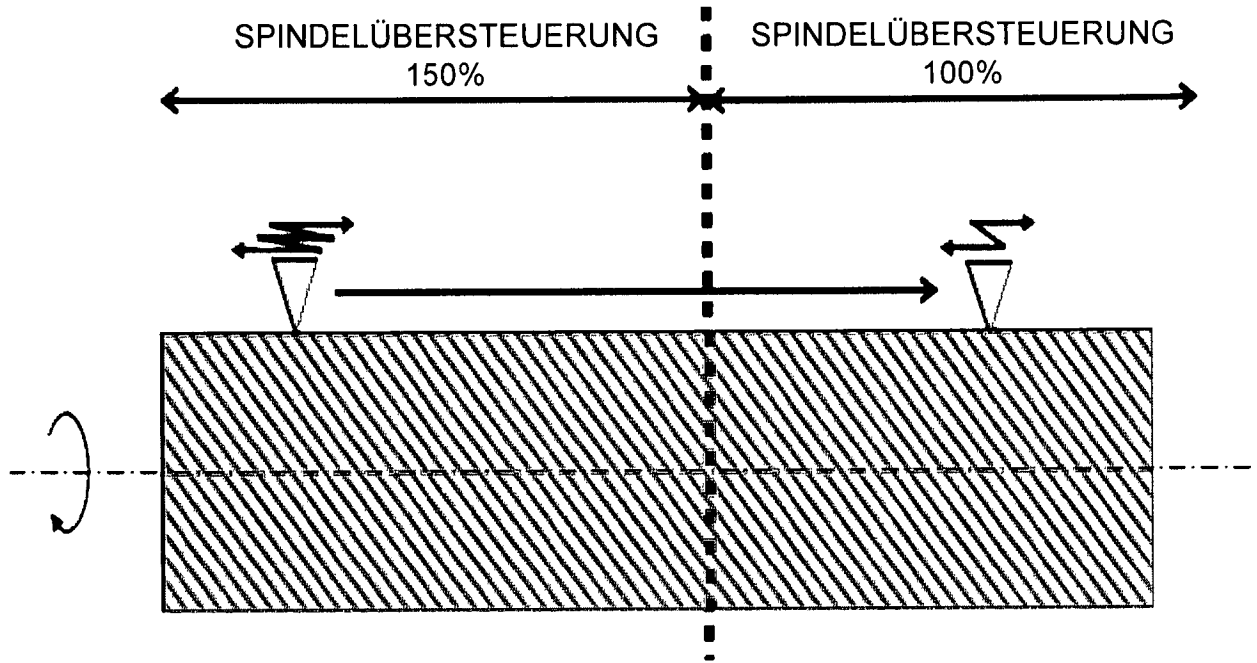


FIG.7

SPINDELDREHZAHL

NIEDRIG



HOCH

