(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2022 007 565 T5** 2025.05.15

(12) # Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2024/069951**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2022 007 565.1**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2022/036751**
(86) PCT-Anmeldetag: **30.09.2022**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **04.04.2024**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung in deutscher Übersetzung: **15.05.2025**

(51) Int Cl.: ***B23Q 15/00*** (2006.01)
G05B 19/4093 (2006.01)
B23Q 17/00 (2006.01)
B23B 1/00 (2006.01)

(71) Anmelder:
FANUC CORPORATION, Oshino-mura, Yamanashi, JP

(74) Vertreter:
Grünecker Patent- und Rechtsanwälte PartG mbB, 80802 München, DE

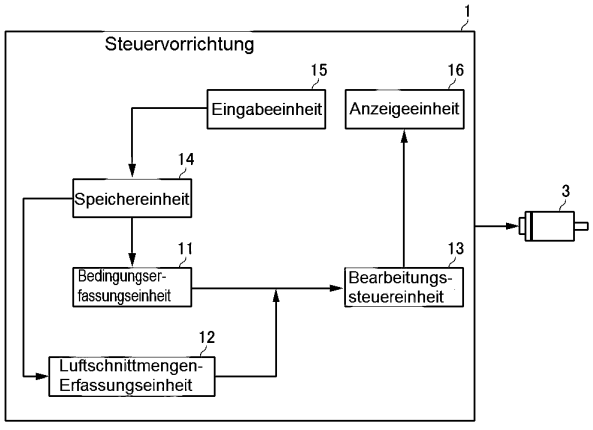
(72) Erfinder:
Yasuda, Masashi, Oshino-mura, Yamanashi, JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Steuervorrichtung für eine Werkzeugmaschine und Anzeigevorrichtung für eine Werkzeugmaschine**

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Technologie zur Verfügung gestellt, die eine genaue Beurteilung ermöglicht, ob beim oszillierenden Schneiden eine Zerkleinerung der Späne möglich ist, auch wenn sich die Bearbeitungsbedingungen ändern, und die auch die Anpassung der Bearbeitungsbedingungen erleichtert. Eine Steuervorrichtung 1 für eine Werkzeugmaschine umfasst: eine Bedingungserfassungseinheit 11, die als Vorbedingungen eine oder zwei Informationen aus drei Informationen erfasst, die eine Vorschubmenge F, ein Oszillationsfrequenzmultiplikator I und ein Oszillationsamplitudenmultiplikator K sind; eine Luftschnittmengen-Erfassungseinheit 12, die eine festgelegte Luftschnittmenge erfasst, die den Grad des Luftschneidens in einer Oszillationsrichtung anzeigt und eine Bearbeitungssteuereinheit 13, die auf der Grundlage der Vorbedingungen die Information/en unter den drei Informationen bestimmt, die von der Bedingungserfassungseinheit 11 nicht erfasst werden, so dass eine Luftschnittmenge, die auf einer Menge zwischen n-Drehungsdurchläufen und dem Drehungsdurchlauf nach der n-ten Drehung folgen, basiert, einer festgelegten Luftschnittmenge entspricht, und die eine Bearbeitungssteuerung durchführt.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf eine Steuervorrichtung für eine Werkzeugmaschine und eine Anzeigevorrichtung für eine Werkzeugmaschine.

Stand der Technik

[0002] Während der Bearbeitung werden kontinuierlich Späne erzeugt. Es ist bekannt, die Bearbeitung durchzuführen, während ein Schneidwerkzeug und ein Werkstück relativ oszillieren, um eine Situation zu vermeiden, in der ein Verwickeln der Späne mit dem Werkstück und dem Schneidwerkzeug oder ein ähnliches Verhalten der Späne zu Bearbeitungsfehlern, Maschinenausfällen und dergleichen führt.

[0003] Bei dieser Art der oszillierenden Bearbeitung wird eine Einstellung vorgenommen, sodass sich ein Werkzeugweg, d. h. eine Trajektorie des Werkzeugs, teilweise mit dem vorherigen Werkzeugweg überschneidet. Dadurch wird das Werkzeug zu einer Leerlaufbewegung veranlasst, während es von der Oberfläche des Werkstücks getrennt ist, was als Luftschneiden bezeichnet wird, wobei die Späne zerkleinert werden (siehe z. B. die Patentdokumente 1 und 2).

Zitierliste

Patentdokument

Patentdokument 1: Ungeprüfte japanische Patentanmeldung, Veröffentlichungsnummer 2018-094690

Patentdokument 2: Ungeprüfte japanische Patentanmeldung, Veröffentlichungsnummer 2020-009248

Offenbarung der Erfindung

Durch die Erfindung zu lösende Probleme

[0004] Die Einstellungen für den Schneidvorgang werden häufig auf der Grundlage eines Amplitudenmultiplikationsfaktors festgelegt, der ein Verhältnis einer Amplitude zu einer Vorschubmenge eines Werkzeugs pro Drehung einer Spindel darstellt. Um sicherzustellen, dass das Werkzeug den Luftschneidvorgang ausführt, wird der Amplitudenmultiplikationsfaktor auf einen Wert mit einem geringen Spielraum eingestellt und nicht auf den Grenzwert eines Bereichs, in dem das Werkzeug den Luftschnitt ausführt. Zum Beispiel wurde selbst in einem Fall, in dem das Schneidwerkzeug theoretisch das Luftschneiden mit einem Amplitudenmultiplikationsfaktor von 1,0 durchführt, die Bearbeitung üblicherweise mit einem Amplitudenmultiplikationsfaktor von 1,2 durchgeführt, der einen Spielraum aufweist.

[0005] Wenn jedoch die Methode zur Bestimmung einer Oszillationsamplitude auf der Grundlage des Amplitudenmultiplikationsfaktors angewendet wird, ermöglicht oder verhindert ein Unterschied in der Vorschubgeschwindigkeit die Zerkleinerung der Späne selbst bei gleichem Amplitudenmultiplikationsfaktor. Bei der Kegelbearbeitung ist in einem Fall, in dem die Vorschubgeschwindigkeit konstant, der Kegelwinkel jedoch groß ist, die Spänezerkleinerung möglich oder unmöglich, da die Vorschubgeschwindigkeit in einer Oszillationsrichtung gering ist. Daher ist es schwierig, die Bearbeitungsbedingungen anzupassen.

[0006] Erstens, da ein zur Ermöglichung der Spanzerkleinerung notwendiger Wert des Amplitudenmultiplikationsfaktors, von einem Wert abhängt, der als ein Frequenzmultiplikationsfaktor festgelegt ist und die Anzahl der Oszillationen pro Drehung der Spindel angibt, ist die Methode zur Einstellung des Amplitudenmultiplikationsfaktors an sich schwer zu verstehen, wenn es darum geht ob eine Spanzerkleinerung möglich ist oder nicht, was die Anpassung der Bearbeitungsbedingungen erschwert.

[0007] Die vorliegende Offenbarung wurde im Hinblick auf die oben beschriebenen Nachteile erzielt, und ein Ziel der vorliegenden Offenbarung ist es, ein Verfahren zum Oszillationsschneiden bereitzustellen, das es ermöglicht, genau zu bestimmen, ob eine Spanzerkleinerung möglich ist oder nicht, und die Anpassung einer Bearbeitungsbedingung erleichtert.

Mittel zur Lösung der Probleme

[0008] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf eine Steuervorrichtung für eine Werkzeugmaschine, die eine Bearbeitung durchführt, während ein Schneidwerkzeug und ein Werkstück relativ zueinander oszillieren, wobei die Steuervorrichtung umfasst: eine Bedingungserfassungseinheit, die so konfiguriert ist, dass sie als Vorbedingung eine oder zwei Informationen aus drei Informationen erfasst, umfassend Informationen bezüglich einer Vorschubmenge pro relativer Drehung des Schneidwerkzeugs und des Werkstücks, Informationen bezüglich einer Anzahl von Oszillationen pro relativer Drehung des Schneidwerkzeugs und des Werkstücks und Informationen bezüglich eine Oszillationsamplitude in Bezug auf die Vorschubmenge pro relativer Drehung des Schneidwerkzeugs und des Werkstücks; eine Luftschnittmengen-Erfassungseinheit, die so konfiguriert ist, dass sie eine festgelegte Luftschnittmenge erfasst, die einen Grad des Luftschneidens in einer Oszillationsrichtung angibt; und eine Bearbeitungssteuereinheit, die so konfiguriert ist, dass sie auf der Grundlage der Vorbedingung die Information unter den drei Informationen bestimmt, die von der Bedingungserfassungseinheit nicht erfasst wird, so dass eine Luftschnittmenge auf der Grundlage eines Intervalls zwischen einem Durchlauf in einer n-ten Drehung und einem Durchlauf in einer Drehung nach der n-ten Drehung der festgelegten Luftschnittmenge entspricht, wobei die Bearbeitungssteuereinheit so konfiguriert ist, dass sie eine Bearbeitungssteuerung durchführt.

[0009] Ferner ist die vorliegende Offenbarung auf eine Anzeigevorrichtung für eine Werkzeugmaschine gerichtet, die eine Bearbeitung durchführt, während ein Schneidwerkzeug und ein Werkstück relativ zueinander oszillieren, wobei die Anzeigevorrichtung umfasst: eine Bedingungseingabeeinheit, die so konfiguriert ist, dass sie als Vorbedingung eine Eingabe von einer oder zwei Informationen aus drei Informationen empfängt, umfassend Informationen bezüglich einer Vorschubmenge pro relativer Drehung des Schneidwerkzeugs und des Werkstücks, Informationen bezüglich einer Anzahl von Oszillationen pro relativer Drehung des Schneidwerkzeugs und des Werkstücks und Informationen bezüglich eine Oszillationsamplitude in Bezug auf die Vorschubmenge pro relativer Drehung des Schneidwerkzeugs und des Werkstücks; eine Luftschnittmengen-Eingabeeinheit, die so konfiguriert ist, dass sie eine Eingabe einer festgelegten Luftschnittmenge empfängt, die einen Grad des Luftschneidens in einer Oszillationsrichtung angibt; eine Informationsberechnungseinheit, die so konfiguriert ist, dass sie auf der Grundlage der Vorbedingung die Informationen unter den drei Informationen berechnet, die nicht von der Bedingungseingabeeinheit empfangen wird, so dass eine Luftschnittmenge auf der Grundlage eines Intervalls zwischen einem Durchlauf in einer n-ten Drehung und einem Durchlauf in einer Drehung nach der auf die n-te Drehung folgenden Drehung der festgelegten Luftschnittmenge entspricht; und eine Anzeigeeinheit, die so konfiguriert ist, dass sie die von der Informationsberechnungseinheit berechneten Informationen anzeigt.

Wirkungen der Erfindung

[0010] Die vorliegende Offenbarung kann eine Technik für das oszillierende Schneiden bereitstellen, die es ermöglicht, genau zu bestimmen, ob eine Spanzerkleinerung möglich ist oder nicht, und die Einstellung der Bearbeitungsbedingungen erleichtert.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 ist ein Diagramm zur Erläuterung des oszillierenden Schneidens;

Fig. 2 ist ein Funktionsblockdiagramm einer Steuervorrichtung für eine Werkzeugmaschine gemäß einer ersten Ausführungsform;

Fig. 3 ist ein Blockdiagramm, das die von einer Bedingungserfassungseinheit gemäß der ersten Ausführungsform erfassten Bedingungen zeigt;

Fig. 4 zeigt ein Beispiel für ein Bearbeitungsprogramm;

Fig. 5 ist ein Diagramm, das schematisch eine Positionsbeziehung zwischen einem Werkstück und einem Schneidwerkzeug darstellt;

Fig. 6 ist ein Blockdiagramm, das die von einer Bedingungserfassungseinheit gemäß einer zweiten Ausführungsform erfassten Bedingungen darstellt;

Fig. 7 ist ein Diagramm, das schematisch eine Positionsbeziehung zwischen einem Werkstück und einem Schneidwerkzeug darstellt, wenn ein Kegelwinkel klein ist;

Fig. 8 ist ein Diagramm, das schematisch eine Positionsbeziehung zwischen einem Werkstück und einem Schneidwerkzeug darstellt, wenn ein Kegelwinkel groß ist;

Fig. 9 ist ein Blockdiagramm, das die von einer Bedingungserfassungseinheit gemäß einer dritten Ausführungsform erfassten Bedingungen zeigt; und

Fig. 10 ist ein Funktionsblockdiagramm einer Anzeigevorrichtung für eine Werkzeugmaschine gemäß einer Modifikation.

Bevorzugte Weise zur Durchführung der Erfindung

[0011] Im Folgenden werden Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen im Einzelnen beschrieben.

[Erste Ausführungsform]

[0012] Eine Steuervorrichtung 1 für eine Werkzeugmaschine gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist zur Durchführung eines oszillierenden Schneidens (Drehen) geeignet, bei dem ein Schneidwerkzeug ein Werkstück schneidet, während das Schneidwerkzeug und das Werkstück relativ zueinander oszillieren. Zunächst wird das oszillierende Schneiden unter Bezugnahme auf **Fig.** 1 beschrieben.

[0013] **Fig.** 1 ist ein Diagramm zur Erläuterung des oszillierenden Schneidens. In dem in **Fig.** 1 dargestellten Beispiel des oszillierenden Schneidens werden mindestens eine Spindel S, die das Schneidwerkzeug T und das Werkstück W relativ zueinander dreht, und mindestens eine Vorschubwelle, die das Schneidwerkzeug T relativ zum Werkstück W bewegt, so betrieben, dass das Schneiden durchgeführt wird, während das Schneidwerkzeug T und das Werkstück W gleichzeitig mit der relativen Drehung des Schneidwerkzeugs T und des Werkstücks W in einer Vorschubrichtung relativ zueinander oszillieren. Zu diesem Zeitpunkt wird der Werkzeugweg, d.h. die Trajektorie des Schneidwerkzeugs T, so eingestellt, dass sich der aktuelle Weg teilweise mit dem vorherigen Weg überschneidet. Da ein in dem vorherigen Weg bearbeiteter Abschnitt teilweise in dem aktuellen Weg enthalten ist, wird die Schneidkante des Schneidwerkzeugs T zu einer Leerlaufbewegung veranlasst, während sie von der Oberfläche des Werkstücks W getrennt ist, was als Luftschneiden bezeichnet wird, wodurch Späne zerkleinert werden.

[0014] Es sollte beachtet werden, dass das Werkstück für das oszillierende Schneiden in der vorliegenden Ausführungsform nicht auf eine bestimmte Form beschränkt ist. Insbesondere ist das oszillierende Schneiden gemäß der vorliegenden Ausführungsform in einem Fall anwendbar, in dem mehrere Vorschubachsen (eine Z-Achse und eine X-Achse) erforderlich sind, um ein Werkstück mit einem konischen Abschnitt oder einem bogenförmigen Abschnitt auf einer zu bearbeitenden Oberfläche zu bearbeiten, und in einem Fall, in dem eine bestimmte einzelne Vorschubachse (eine Z-Achse) ausreicht, um ein Werkstück mit einer kreisförmigen Säulenform oder einer zylindrischen Form zu bearbeiten.

[0015] Nachfolgend wird eine Konfiguration der Steuervorrichtung 1 für eine Werkzeugmaschine beschrieben. **Fig.** 2 ist ein Funktionsblockdiagramm der Steuervorrichtung 1 für eine Werkzeugmaschine gemäß der vorliegenden Ausführungsform. Die Steuervorrichtung 1 für eine Werkzeugmaschine besteht beispielsweise aus einem Computer mit Speichern wie einem Festwertspeicher (ROM) und einem Arbeitsspeicher (RAM), einer zentralen Verarbeitungseinheit (CPU) und einer Kommunikationssteuereinheit, die über einen Bus miteinander verbunden sind. Die Funktionen und Operationen der Funktionseinheiten werden durch die Zusammenarbeit zwischen der CPU und den im Computer eingebauten Speichern und den in den Speichern gespeicherten Steuerprogrammen realisiert. Die Steuervorrichtung 1 für eine Werkzeugmaschine kann durch eine numerische Computersteuerung (CNC), eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) oder dergleichen gebildet werden. Alternativ kann die Steuervorrichtung 1 für eine Werkzeugmaschine mit einem Host-Computer verbunden sein, der zusätzlich zu einem Bearbeitungsprogramm Bearbeitungsbedingungen wie eine Drehzahl und dergleichen ausgibt. Der Einfachheit halber ist in **Fig.** 2 nur ein Motor 3 dargestellt, der eine Vorschubwelle antreibt.

[0016] Wie in **Fig.** 2 dargestellt, umfasst die Steuervorrichtung 1 für eine Werkzeugmaschine eine Bedingungserfassungseinheit 11, eine Luftschnittmengen-Erfassungseinheit 12, eine Bearbeitungssteuereinheit 13, eine Speichereinheit 14, eine Eingabeeinheit 15 und eine Anzeigeeinheit 16.

[0017] Die Bedingungserfassungseinheit 11 erfasst eine Bearbeitungsbedingung und eine Oszillationsbedingung zur Durchführung einer oszillierenden Bearbeitung des Werkstücks W. Die Bearbeitungsbedingung und die Oszillationsbedingung können in der Speichereinheit 14 gespeichert oder von einem externen Computer ausgegeben werden.

[0018] Dabei umfasst die Bearbeitungsbedingung zumindest Informationen über eine Vorschubmenge pro relativer Drehung des Schneidwerkzeugs und des Werkstücks sowie Informationen über eine Form einer Schneidkante des Schneidwerkzeugs. Darüber hinaus umfasst die Bearbeitungsbedingung beispielsweise Informationen über eine Drehzahl S (1/min) einer Spindel, eine Vorschubgeschwindigkeit (mm/min) für das Schneidwerkzeug, einen Werkstückradius (mm), einen Freiwinkel (°) des Schneidwerkzeugs und dergleichen. Beispiele für Informationen bezüglich einer Vorschubmenge pro relativer Drehung des Schneidwerkzeugs und des Werkstücks umfassen eine Vorschubmenge F pro Drehung (mm/U), eine Kombination aus einer Drehzahl S (1/min) der Spindel und einer Vorschubgeschwindigkeit (mm/min) des Schneidwerkzeugs und dergleichen. Ein Beispiel für eine Information über die Form der Schneidkante des Schneidwerkzeugs ist die Schneidkante R (mm).

[0019] Die Oszillationsbedingung umfasst Informationen über die Anzahl der Oszillationen pro relativer Drehung des Schneidwerkzeugs und des Werkstücks sowie Informationen bezüglich einer Oszillationsamplitude in Bezug auf die Vorschubmenge pro relativer Drehung des Schneidwerkzeugs und des Werkstücks. Ein Beispiel für die Information bezüglich der Anzahl der Oszillationen pro relativer Drehung des Schneidwerkzeugs und des Werkstücks ist ein Oszillationsfrequenz-Multiplikationsfaktor I (mal), der eine Oszillationsfrequenz pro Drehung der Spindel angibt. Ein Beispiel für die Information über die Oszillationsamplitude in Bezug auf die Vorschubmenge pro relativer Drehung des Schneidwerkzeugs und des Werkstücks ist ein Oszillationsamplituden-Multiplikationsfaktor K (mal), der die Größe einer Oszillationsamplitude in Bezug auf die Größe einer Vorschubmenge pro Drehung der Spindel angibt. Der Oszillationsfrequenz-Multiplikationsfaktor I (mal) kann direkt festgelegt werden oder aus einer zuvor festgelegten Oszillationsfrequenz (Hz) und einer Spindeldrehungszahl S (1/min) berechnet werden. Ebenso kann der Multiplikationsfaktor für die Oszillationsamplitude K (mal) direkt festgelegt werden oder aus einer zuvor festgelegten Oszillationsamplitude (mm), einer Vorschubgeschwindigkeit (mm/min) und einer Spindeldrehzahl S (1/min) berechnet werden.

[0020] Die Luftschnittmengen-Erfassungseinheit 12 erfasst eine festgelegte Luftschnittmenge, die im Voraus von einem Bediener oder dergleichen festgelegt wird. Die Luftschnittmenge kann beispielsweise in der Speichereinheit 14 gespeichert sein, von einem externen Computer abgerufen oder über die Eingabeeinheit 15 eingegeben werden.

[0021] Die hier verwendete Luftschnittmenge bezieht sich auf eine Luftschnittmenge im Intervall zwischen einem Durchgang in einer n-ten Drehung und einem Durchgang in einer Drehung nach der n-ten Drehung (die (n+ 1)-te oder folgende Drehung). In der vorliegenden Ausführungsform wird die Luftschnittmenge im Intervall zwischen dem Durchgang in der n-ten Drehung und dem Durchgang in der (n+ 1)-ten Drehung zur Bestimmung der Bearbeitungsbedingung verwendet, die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht darauf beschränkt. Beispielsweise kann eine Luftschnittmenge im Intervall zwischen dem Durchlauf in der n-ten Drehung und dem Durchlauf in der (n+ 2)-ten Drehung zur Bestimmung der Bearbeitungsbedingung verwendet werden.

[0022] In der vorliegenden Ausführungsform wird ein Abstand in einer Oszillationsrichtung als Luftschnittmenge verwendet. In der vorliegenden Ausführungsform erfolgt die Oszillation in der Vorschubrichtung der Vorschubwelle, und dementsprechend ist die Luftschnittmenge ein numerischer Wert, der den Grad des Luftschneidens in der Vorschubrichtung angibt. Es ist zweckmäßig, dass die Luftschnittmenge ein Indikator für das Ausmaß des Luftschneidens ist, und die Luftschnittmenge kann ein Abstand in der Oszillationsrichtung sein. Alternativ kann die Luftschnittmenge durch eine Fläche ausgedrückt werden, umfassend die Oszillationsrichtung, eine Ebene bzw. Maß, die mit einer im Voraus in einer Tabelle festgelegten Luftschnittmenge verbunden ist, oder einen Multiplikationsfaktor in Bezug auf einen beliebigen Referenzwert (z. B. einen Werkstückradius, eine Vorschubmenge usw.).

[0023] Die Bearbeitungssteuereinheit 13 führt eine Bearbeitungssteuerung auf der Grundlage der von der Bedingungserfassungseinheit 11 erfassten Bedingung durch, so dass die Luftschnittmenge nach Beginn der Bearbeitung der festgelegten Luftschnittmenge entspricht. Die Einzelheiten der Bearbeitungssteuerung durch die Bearbeitungssteuereinheit 13 werden später beschrieben.

[0024] In der Speichereinheit 14 werden verschiedene Arten von Informationen zur Steuerung der Werkzeugmaschine und zur Durchführung der Bearbeitung gespeichert. n der vorliegenden Ausführungsform speichert die Speichereinheit 14 die Bearbeitungsbedingung, die Oszillationsbedingung und die Luftschnittmenge, die vom Bediener festgelegt werden. Die Bearbeitungsbedingung, die Oszillationsbedingung und die Luftschnittmenge werden beispielsweise vom Bediener in ein Bearbeitungsprogramm eingegeben oder als

Parameter der Werkzeugmaschine festgelegt. Die Speichereinheit 14 kann außerhalb der Steuervorrichtung 1 angeordnet sein, anstatt in der Steuervorrichtung 1 angeordnet zu sein.

[0025] Die Eingabeeinheit 15 gibt Informationen über die Bearbeitung ein, wenn der Bediener eine Eingabe über ein Eingabemittel (nicht dargestellt), wie einer Tastatur oder einem Touchpanel, vornimmt. Die von der Eingabeeinheit 15 eingegebenen Informationen bezüglich der Bearbeitung werden in der Speichereinheit 14 und dergleichen gespeichert oder in jede Einheit der Steuervorrichtung 1 eingegeben.

[0026] Die Anzeigeeinheit 16 zeigt verschiedene Arten von Informationen bezüglich der Werkzeugmaschine, der Steuervorrichtung 1 und der Bearbeitung an.

[0027] Nachfolgend werden die von der Bedingungserfassungseinheit 11 erfassten Bedingungen und die von der Bearbeitungssteuereinheit 13 durchgeführte Bearbeitungssteuerung unter Bezugnahme auf **Fig.** 3 beschrieben. **Fig.** 3 ist ein Blockdiagramm, das die von der Bedingungserfassungseinheit 11 gemäß der ersten Ausführungsform erfassten Bedingungen zeigt.

[0028] Wie in **Fig.** 3 dargestellt, umfasst die Bedingungserfassungseinheit 11 eine Frequenzmultiplikationsfaktor-Erfassungseinheit 21 und eine Vorschubmengen-Erfassungseinheit 22. Die Frequenzmultiplikationsfaktor-Erfassungseinheit 21 ist eine Oszillationszahl-Erfassungseinheit zur Erfassung von Informationen bezüglich der Anzahl der Oszillationen pro relativer Drehung des Schneidwerkzeugs und des Werkstücks und erfasst den Oszillationsfrequenz-Multiplikationsfaktor I (mal) als Information über die Anzahl der Oszillationen. Die Vorschubmengen-Erfassungseinheit 22 erfasst die Vorschubmenge F (mm/U) pro Spindeldrehung als Information bezüglich der Vorschubmenge pro relativer Drehung des Schneidwerkzeugs und des Werkstücks.

[0029] **Fig.** 4 zeigt ein Beispiel für ein Bearbeitungsprogramm. Das in **Fig.** 4 dargestellte Bearbeitungsprogramm enthält verschiedene Arten von Informationen, die vom Bediener über die Eingabeeinheit 15 oder dergleichen festgelegt werden. In dem in **Fig.** 4 dargestellten Bearbeitungsprogramm ist der Block „S2000 M03“ eine Beschreibung, die angibt, dass die Spindel vorwärts gedreht werden soll. Der Block „G8.5 P2 I0.5 L0.02“ enthält „I0.5“, was einen Frequenzmultiplikationsfaktor angibt, und „L0.02“, was eine festgelegte Luftschnittmenge angibt. Im Block „G01 Z20.0 F0.1“ ist „F0.1“ eine Beschreibung, die eine Vorschubmenge angibt.

[0030] Beim Start eines Bearbeitungsvorgangs erfasst die Bedingungserfassungseinheit 11 der Steuervorrichtung 1 einen Frequenzmultiplikationsfaktor und eine Vorschubmenge aus dem Bearbeitungsprogramm, und die Luftschnittmengen-Erfassungseinheit 12 erfasst eine festgelegte Luftschnittmenge. In dem in **Fig.** 4 dargestellten Beispiel erfasst die Bedingungserfassungseinheit 11 einen Frequenzmultiplikationsfaktor von 0,5 [mal] aus „I0.5“ und erfasst eine Vorschubmenge pro Drehung von 0,1 [mm/U] aus „F0.1“. Die Luftschnittmengen-Erfassungseinheit 12 erfasst eine festgelegte Luftschnittmenge von 0,02 [mm] aus „L0.02“.

[0031] Auf der Grundlage des Frequenzmultiplikationsfaktors und der Vorschubmenge, die von der Bedingungserfassungseinheit 11 erfasst werden, und der festgelegten Luftschnittmenge, die von der Luftschnittmengen-Erfassungseinheit 12 erfasst wird, bestimmt die Bearbeitungssteuereinheit 13 eine Oszillationsamplitude zur Durchführung des oszillierenden Schneidens gemäß der folgenden Gleichung. In diesem Beispiel werden ein Frequenzmultiplikationsfaktor von 0,5 [mal], eine Vorschubmenge pro Drehung von 0,1 [mm/U] und eine festgelegte Luftschnittmenge von 0,02 [mm] in die Gleichung eingesetzt.

$$\left(F\left(\frac{\theta-2\pi}{2\pi}\right)+\left(A\cdot\left(cos\left(I\left(\theta-2\pi\right)\right)-1\right)\right)\right)-\left(F\left(\frac{\theta}{2\pi}\right)+\left(A\cdot\left(cos\left(I\theta\right)-1\right)\right)\right)=L\left[mm\right] \qquad \text{[Gleichung 1]}$$

[0032] In Gleichung (1) steht I für den Frequenzmultiplikationsfaktor [mal], F steht für die Vorschubmenge pro Drehung [mm/U], L steht für die festgelegte Luftschnittmenge [mm], A steht für die Oszillationsamplitude [mm] und θ steht für eine Werkstückphase [°], in der die Luftschnittmenge L erreicht wird.

[0033] **Fig.** 5 ist ein Diagramm, das schematisch eine Positionsbeziehung zwischen dem Werkstück W und dem Schneidwerkzeug T veranschaulicht. Wie in **Fig.** 5 veranschaulicht, führt die Bearbeitungssteuereinheit 13 das oszillierende Schneiden auf der Grundlage der gemäß Gleichung (1) berechneten Oszillationsamplitude A durch, so dass die Luftschnittmenge in dem Intervall zwischen dem vorhergehenden Durchlauf, der der n-te Schneiddurchlauf ist, und dem aktuellen Durchlauf, der der (n+1)-te Schneiddurchlauf ist, der festgelegten Luftschnittmenge entspricht.

[0034] Die Bearbeitungssteuereinheit 13 gibt Informationen über die berechnete Oszillationsamplitude an die Anzeigeeinheit 16 aus. Die Anzeigeeinheit 16 übermittelt die Oszillationsamplitude an den Bediener mittels Zeicheninformationen, die die Oszillationsamplitude anzeigen, durch grafische Informationen, die die Oszillationsamplitude angeben, durch eine Kombination davon oder dergleichen.

[0035] Gemäß der oben beschriebenen ersten Ausführungsform übt die Steuervorrichtung 1 für eine Werkzeugmaschine, die eine Bearbeitung durchführt, während ein Schneidwerkzeug T und ein Werkstück W relativ zueinander oszillieren, die folgenden Wirkungen aus.

[0036] Die Steuervorrichtung 1 für eine Werkzeugmaschine gemäß der vorliegenden Ausführungsform umfasst: eine Bedingungserfassungseinheit 11, die als eine Vorbedingung eine oder zwei Informationen aus drei Informationen erfasst, einschließlich Informationen bezüglich einer Vorschubmenge pro relativer Drehung des Schneidwerkzeugs T und des Werkstücks W (z.B., eine Vorschubmenge F), Informationen über die Anzahl der Oszillationen pro relativer Drehung des Schneidwerkzeugs T und des Werkstücks W (z.B. ein Oszillationsfrequenz-Multiplikationsfaktor I) und Informationen über eine Oszillationsamplitude in Bezug auf die Vorschubmenge pro relativer Drehung des Schneidwerkzeugs T und des Werkstücks (z.B., einen Oszillationsamplituden-Multiplikationsfaktor K); eine Luftschnittmengen-Erfassungseinheit 12, die eine festgelegte Luftschnittmenge erfasst, die einen Grad des Luftschneidens in einer Oszillationsrichtung angibt; und eine Bearbeitungssteuereinheit 13, die auf der Grundlage der Vorbedingung die Information drei Informationen bestimmt, die nicht von der Bedingungserfassungseinheit 11 erfasst wird, so dass eine Luftschnittmenge auf der Grundlage eines Intervalls zwischen einem Durchlauf in einer n-ten Drehung und einem Durchlauf in einer Drehung nach der n-ten Drehung gleich der festgelegten Luftschnittmenge entspricht, wobei die Bearbeitungssteuereinheit 13 so konfiguriert ist, dass sie eine Bearbeitungssteuerung durchführt. Aufgrund dieses Merkmals ist es, da die festgelegte Luftschnittmenge als ein Zielwert eingestellt ist, möglich, genau zu bestimmen, ob eine Spanzerkleinerung möglich ist oder nicht, selbst wenn die Bearbeitungsbedingung während des oszillierenden Schneidens geändert wird und die Einstellung der Bearbeitungsbedingung kann erleichtert werden.

[0037] Die Bedingungserfassungseinheit 11 der vorliegenden Ausführungsform erfasst als Vorbedingung die Informationen bezüglich der Vorschubmenge und die Informationen bezüglich der Anzahl der Oszillationen aus den drei Informationen, und die Bearbeitungssteuereinheit 13 bestimmt die Informationen bezüglich der Oszillationsamplitude auf der Grundlage der Informationen bezüglich der Vorschubmenge und der Informationen bezüglich der Anzahl der Oszillationen, so dass der Luftschnittmenge auf der Grundlage des Intervalls zwischen dem Durchlauf in der n-ten Drehung und dem Durchlauf in der Drehung nach der n-ten Drehung ((n+1)-te Drehung) der festgelegten Luftschnittmenge entspricht. Bei Anwendung des Verfahrens zur Bestimmung einer Oszillationsamplitude durch Einstellen eines Oszillationsamplituden-Multiplikationsfaktors wie im Stand der Technik ermöglicht oder verhindert ein Unterschied in der Vorschubgeschwindigkeit die Spanzerkleinerung auch bei gleichem Amplitudenmultiplikationsfaktor. Wenn zum Beispiel der Frequenzmultiplikationsfaktor 0,5 [mal], der Amplitudenmultiplikationsfaktor 1,2 [mal] und der Vorschub 0,04 [mm/U] beträgt, beträgt die theoretische Luftschnittmenge 8,0 [µm]. Andererseits, obwohl der Frequenzmultiplikationsfaktor 0,5 [mal] und der Amplitudenmultiplikationsfaktor 1,2 [mal] ist, beträgt die theoretische Luftschnittmenge 2,0 [µm], wenn die Vorschubmenge 0,01 [mm/U] beträgt. In dieser Hinsicht berechnet die Steuervorrichtung 1 der vorliegenden Ausführungsform die Oszillationsamplitude auf der Grundlage der festgelegten Luftschnittmenge, selbst wenn sich die Vorschubmenge ändert, wodurch es möglich ist, eine Situation zu vermeiden, in der das Ergebnis der Bestimmung der Spanzerkleinerung aufgrund einer Änderung der Vorschubmenge variiert.

[0038] Die Steuervorrichtung 1 der vorliegenden Ausführungsform umfasst ferner eine Anzeigeeinheit 16, die die von der Bearbeitungssteuereinheit 13 ermittelten Informationen ausgibt. Diese Funktion ermöglicht es einem Bediener, auf einfache Weise die Sicherheit und einen Fertigungsplan auf der Grundlage des Berechnungsergebnisses der Steuereinheit 13, wie z. B. der Oszillationsamplitude, zu überprüfen.

[0039] Als nächstes werden Ausführungsformen beschrieben, die sich von der ersten Ausführungsform unterscheiden. In der folgenden Beschreibung werden die Komponenten, die mit der oben beschriebenen Ausführungsform übereinstimmen, mit denselben Bezugszeichen versehen, und eine detaillierte Beschreibung davon kann gegebenenfalls weggelassen werden.

[Zweite Ausführungsform]

[0040] **Fig.** 6 ist ein Blockdiagramm, das die von einer Bedingungserfassungseinheit 11a einer zweiten Ausführungsform erfassten Bedingungen darstellt. Die Steuervorrichtung 1 gemäß der zweiten Ausführungsform ist die gleiche wie die Steuervorrichtung 1 für eine Werkzeugmaschine gemäß der ersten Ausführungsform, mit Ausnahme der von der Bedingungserfassungseinheit 11a erfassten Bedingungen und des von einer Bearbeitungssteuereinheit 13a ausgeführten Steuerverfahrens.

[0041] Wie in **Fig.** 6 dargestellt, umfasst die Bedingungserfassungseinheit 11a eine Frequenzmultiplikationsfaktor-Erfassungseinheit 21, eine Vorschubmengen-Erfassungseinheit 22 und eine Kegelinformations-Erfassungseinheit 23.

[0042] Die Kegelinformationserfassungseinheit 23 erfasst Kegelinformationen bezüglich eines Kegels eines Werkstücks W aus einer Speichereinheit 14. Die Kegelinformationen umfassen beispielsweise Informationen über die Kegelbearbeitung, wie eine Bewegungsrichtung eines Schneidwerkzeugs T und einen Kegelwinkel, der ein Bewegungswinkel des Schneidwerkzeugs T ist. Der Kegelwinkel ist beispielsweise ein Winkel, der durch eine Mittelachse und eine Oberfläche des Werkstücks W gebildet wird. Die Kegelinformationen können in einem Bearbeitungsprogramm entsprechend der Bestimmung durch einen Bediener beschrieben oder als Parameter der Werkzeugmaschine gespeichert werden.

[0043] Bei der Durchführung einer Kegelbearbeitung ändert die Bearbeitungssteuereinheit 13a der zweiten Ausführungsform die Berechnung einer Schwingungsamplitude unter Berücksichtigung der Größe des Kegelwinkels. Genauer gesagt berechnet die Bearbeitungssteuereinheit 13a die Schwingungsamplitude auf der Grundlage von Fz, einer Geschwindigkeitskomponente einer Vorschubmenge F in Z-Achsenrichtung. Der Einfluss des Kegelwinkels hängt davon ab, wie groß oder klein der Winkel ist. Im Folgenden wird die Berechnung von Fz, der Geschwindigkeitskomponente der Vorschubmenge F in Z-Achsenrichtung, sowohl für den Fall, dass der Konuswinkel klein ist, als auch für den Fall, dass der Konuswinkel groß ist, beschrieben.

[0044] **Fig.** 7 ist ein Diagramm, das schematisch eine Positionsbeziehung zwischen dem Werkstück und dem Schneidwerkzeug zeigt, wenn der Kegelwinkel θ1 klein ist. In dem in **Fig.** 7 dargestellten Beispiel ist, da der Kegelwinkel θ1 klein ist, selbst wenn Fz, die Geschwindigkeitskomponente der Vorschubmenge F in Z-Achsenrichtung, mittels geometrischer Berechnung berechnet wird, die Geschwindigkeitskomponente Fz des Vorschubbetrags F in Z-Achsenrichtung, im Wesentlichen die gleiche wie die Vorschubmenge F, da F ≈ Fz erfüllt ist. Selbst wenn beispielsweise F = einer Vorschubmenge von 0,1 [mm/U], kann Fz auf 0,1 [mm/U] eingestellt werden. In diesem Fall wird Fz = 0,1 als F in Gleichung (1) eingesetzt, um die Oszillationsamplitude A zu berechnen.

[0045] **Fig.** 8 ist ein Diagramm, das schematisch eine Positionsbeziehung zwischen dem Werkstück und dem Schneidwerkzeug zeigt, wenn der Kegelwinkel klein ist. In dem in **Fig.** 8 dargestellten Beispiel ist der Kegelwinkel θ2 groß, so dass F ≈ Fz nicht erfüllt werden kann, selbst wenn Fz mit Hilfe einer geometrischen Berechnung berechnet wird. Wenn zum Beispiel F = einer Vorschubmenge von 0,1 [mm/U], beträgt Fz 0,01 [mm/U]. In diesem Fall wird Fz = 0,01 als F in Gleichung (1) eingesetzt, um die Oszillationsamplitude A zu berechnen.

[0046] Gemäß der oben beschriebenen zweiten Ausführungsform übt die Steuervorrichtung 1 für eine Werkzeugmaschine, die eine Bearbeitung durchführt, während ein Schneidwerkzeug T und ein Werkstück W relativ zueinander oszillieren, die folgenden Wirkungen aus.

[0047] Gemäß der zweiten Ausführungsform erfasst eine Bedingungserfassungseinheit 11a Kegelinformationen bezüglich einer Bewegungsrichtung und eines Bewegungswinkels des Schneidwerkzeugs T, und eine Bearbeitungssteuereinheit 13a erfasst eine Vorschubmenge (Vorschubmenge F) in einer Oszillationsrichtung auf der Grundlage der Kegelinformationen und der Informationen bezüglich der Vorschubmenge und bestimmt Informationen, die nicht von der Bedingungserfassungseinheit 11a erfasst werden (eine Oszillationsamplitude A), unter Verwendung der Vorschubmenge in der Oszillationsrichtung. Nach dem Stand der Technik ist in den beiden in den **Fig.** 6 und 7 dargestellten Fällen keine Luftschnittmenge festgelegt, und daher ändert sich, selbst wenn die Vorschubgeschwindigkeit konstant eingestellt ist, die Vorschubgeschwindigkeit in der Z-Achsenrichtung, und das Ergebnis der Bestimmung der Spanzerkleinerung variiert. In dieser Hinsicht berechnet die Steuervorrichtung 1 der zweiten Ausführungsform die Oszillationsamplitude auf der Grundlage einer festgelegten Luftschnittmenge, und daher ist es möglich, eine Situation zu vermeiden, in der das Ergebnis der Bestimmung der Spanzerkleinerung aufgrund eines Unterschieds im Kegelwinkel variiert,

selbst wenn ein Kegelwinkel groß ist und die Geschwindigkeitskomponente in der Z-Achsenrichtung erheblich unterschiedlich ist.

[Dritte Ausführungsform]

[0048] **Fig.** 9 ist ein Blockdiagramm, das die von einer Bedingungserfassungseinheit 11b einer dritten Ausführungsform erfassten Bedingungen darstellt. Die Steuervorrichtung 1 gemäß der dritten Ausführungsform ist die gleiche wie die Steuervorrichtung 1 für eine Werkzeugmaschine gemäß der ersten Ausführungsform, mit Ausnahme der von der Bedingungserfassungseinheit 11b erfassten Bedingungen und des von einer Bearbeitungssteuereinheit 13b ausgeführten Steuerverfahrens.

[0049] Wie in **Fig.** 9 dargestellt, umfasst die Bedingungserfassungseinheit 11b eine Vorschubmengen-Erfassungseinheit 22 und eine Identifikationsinformation-Erfassungseinheit 24.

[0050] Die Identifikationsinformation-Erfassungseinheit 24 erfasst von einer Speichereinheit 14 Identifikationsinformationen für die Bearbeitungssteuereinheit 13b, um Informationen bezüglich der Anzahl von Oszillationen pro relativer Drehung eines Schneidwerkzeugs T und eines Werkstücks W (oszillationsfrequenz-Multiplikationsfaktor I) und einer Oszillationsamplitude in Bezug auf eine Vorschubmenge pro relativer Drehung des Schneidwerkzeugs T und des Werkstücks (Oszillationsamplituden-Multiplikationsfaktor K) zu identifizieren. Wenn einer der Faktoren Oszillationsfrequenz-Multiplikationsfaktor I oder Oszillationsamplituden-Multiplikationsfaktor K eindeutig bestimmt ist, kann der andere gemäß Gleichung (1) berechnet werden.

[0051] Im Folgenden werden Beispiele für die von der Erfassungseinheit 24 erfassten Identifikationsinformationen beschrieben. Die Identifikationsinformation kann eine festgelegte Spanlänge sein, die eine von einem Bediener festgelegte Spanlänge angibt. Durch Einstellung der festgelegten Spanlänge kann der Oszillationsfrequenz-Multiplikationsfaktor I eindeutig bestimmt werden. Alternativ kann die Identifikationsinformation auch ein oberer Frequenzgrenzwert sein. Beispielsweise kann eine Konfiguration gewählt werden, bei der die Oszillationsfrequenz so eingestellt ist, dass sie immer nahe am oberen Frequenzgrenzwert liegt, die Oszillationszahl pro Spindeldrehung auf 0,5 festgelegt ist, solange der obere Frequenzgrenzwert nicht überschritten wird, und in einem Fall, in dem die Oszillationsfrequenz den oberen Frequenzgrenzwert überschreitet, die Anzahl von Oszillationen pro Spindeldrehung reduziert wird, bis die Oszillationsfrequenz auf den oberen Frequenzgrenzwert oder weniger sinkt. Mit dieser Konfiguration kann der Oszillationsfrequenz-Multiplikationsfaktor I ermittelt werden. Alternativ kann die Identifizierungsinformation ein empfohlener Wert für die Oszillationsfrequenz sein, und es kann eine Einstellung vorgenommen werden, so dass der Betrieb mit dem empfohlenen Wert durchgeführt wird, wodurch der Oszillationsfrequenz-Multiplikationsfaktor I eindeutig identifiziert werden kann.

[0052] Alternativ kann die Identifikationsinformation ein oberer Grenzwert der Oszillationsamplitude sein, und die Oszillationsamplitude kann immer auf den oberen Grenzwert gesetzt werden, wodurch der Oszillationsamplituden-Multiplikationsfaktor K eindeutig identifiziert werden kann. Alternativ kann in einem Fall, in dem der Oszillationsamplituden-Multiplikationsfaktor K als die Identifikationsinformation eingestellt ist und es eine Vielzahl von Optionen des Oszillationsfrequenz-Multiplikationsfaktors I gibt, eine Einstellung so vorgenommen werden, dass ein Oszillationsfrequenz-Multiplikationsfaktor I mit einem kleinen Wert ausgewählt wird, wodurch der Oszillationsfrequenz-Multiplikationsfaktor I zur Durchführung der Bearbeitungssteuerung eindeutig identifiziert werden kann. Alternativ kann die Identifikationsinformation ein unterer Grenzwert der Oszillationsamplitude sein, und eine Einstellung kann so vorgenommen werden, dass, wenn der obere Amplitudengrenzwert erreicht wird, während der Oszillationsfrequenz-Multiplikationsfaktor I 1,0 oder 0,99 beträgt, der Oszillationsfrequenz-Multiplikationsfaktor I so verschoben wird, dass er verringert wird, wodurch der Oszillationsfrequenz-Multiplikationsfaktor I eindeutig identifiziert werden kann. Alternativ kann ein festgelegter oberer Geschwindigkeitsgrenzwert, ein festgelegter oberer Beschleunigungsgrenzwert, ein festgelegter oberer Ruckgrenzwert oder dergleichen als Identifikationsinformation eingestellt werden. Alternativ kann die Steuerung so erfolgen, dass die Beschleunigung am niedrigsten wird. Darüber hinaus können zwei oder mehr der oben beschriebenen Beispiele für die Identifikationsinformationen kombiniert werden. Wie oben beschrieben, ist die Identifikationsinformation ein Regelsatz für die Werkzeugmaschine und kann jede beliebige Information sein, solange sie es der Bearbeitungssteuereinheit 13 ermöglicht, die Information zu identifizieren.

[0053] In dem oben beschriebenen Beispiel wird von den drei Informationen, d.h. der Vorschubmenge, dem Oszillationsfrequenz-Multiplikationsfaktor I und dem Oszillationsamplituden-Multiplikationsfaktor K, die Information bezüglich der Vorschubmenge erfasst, und der Oszillationsfrequenz-Multiplikationsfaktor I und der

Oszillationsamplituden-Multiplikationsfaktor K werden auf der Grundlage der festgelegten Luftschnittmenge und der Identifikationsinformation bestimmt. Anstelle der Vorschubmenge kann jedoch auch der Oszillationsfrequenz-Multiplikationsfaktor I oder der Oszillationsamplituden-Multiplikationsfaktor K ermittelt werden, und die übrigen beiden Informationen können auf der Grundlage der festgelegten Luftschnittmenge und der Identifikationsinformationen bestimmt werden.

[0054] In diesem Fall ermöglicht die Identifikationsinformation eine eindeutige Identifizierung der Vorschubgeschwindigkeit der Grundlage eines Indikators bezüglich der Zykluszeit oder eines Indikators bezüglich der Oberflächenrauhigkeit.

[0055] Die Bearbeitungssteuereinheit 13b der dritten Ausführungsform bestimmt den Oszillationsfrequenz-Multiplikationsfaktor I und den Oszillationsamplituden-Multiplikationsfaktor K auf der Grundlage der Vorschubmenge, der festgelegten Luftschnittmenge und der Identifikationsinformationen.

[0056] Gemäß der oben beschriebenen dritten Ausführungsform übt die Steuervorrichtung 1 für eine Werkzeugmaschine, die eine Bearbeitung durchführt, während ein Schneidwerkzeug T und ein Werkstück W relativ zueinander oszillieren, die folgenden Wirkungen aus.

[0057] Die Bedingungserfassungseinheit 11b der dritten Ausführungsform erfasst als Vorbedingung Informationen bezüglich der Vorschubmenge aus den drei Informationen und erfasst Identifikationsinformationen, die eine Bedingung für die Identifikation von Informationen über die Anzahl von Oszillationen oder Informationen über eine Oszillationsamplitude angeben. Die Bearbeitungssteuereinheit 13b bestimmt die Informationen über die Anzahl der Oszillationen und die Informationen über die Oszillationsamplitude auf der Grundlage der Informationen bezüglich der Vorschubmenge und der Identifikationsinformationen, so dass die Luftschnittmenge auf der Grundlage des Intervalls zwischen dem Durchlauf in der n-ten Drehung und dem Durchgang in der Drehung nach der n-ten Drehung der festgelegten Luftschnittmenge entspricht. Aufgrund dieses Merkmals können in Konfiguration, in der die Bedingungserfassungseinheit 11b die Vorschubmenge erfasst, der Oszillationsfrequenz-Multiplikationsfaktor I und der Oszillationsamplituden-Multiplikationsfaktor K durch Verwendung der Identifikationsinformationen leicht identifiziert werden.

[0058] Die Konfiguration der Steuervorrichtung 1 der oben beschriebenen Ausführungsformen kann den Umständen entsprechend modifiziert werden, indem z. B. ein Teil der Funktionen weggelassen oder eine andere Funktion hinzugefügt wird.

[0059] In den obigen Ausführungsformen berechnen die Bearbeitungssteuereinheiten 13, 13a und 13b jeweils die Oszillationsamplitude, können aber so konfiguriert sein, dass sie anstelle der Oszillationsamplitude einen Amplitudenmultiplikationsfaktor ermitteln. In diesem Fall wird in einer Steuerstufe eine Amplitude aus einer Vorschubmenge pro Drehung der Spindel und einem Amplitudenmultiplikationsfaktor bestimmt und die Steuerung wird auf der Grundlage der Amplitude durchgeführt.

[0060] Die Bearbeitungssteuereinheit kann so konfiguriert sein, dass sie in Abhängigkeit von den von der Bedingungserfassungseinheit erfassten Bedingungen andere Informationen als die Informationen bezüglich der Oszillationsamplitude bestimmt. Zum Beispiel kann die Bedingungserfassungseinheit die Informationen bezüglich der Anzahl von Oszillationen und die Informationen bezüglich der Oszillationsamplitude erfassen, und die Bearbeitungssteuereinheit kann die Informationen bezüglich der Vorschubmenge auf der Grundlage der Informationen bezüglich der Anzahl von Oszillationen und der Informationen über die Oszillationsamplitude bestimmen. Alternativ kann die Bedingungserfassungseinheit die Information bezüglich der Anzahl von Oszillationen und die Identifikationsinformation zur Identifizierung der Information bezüglich eine für die Werkzeugmaschine eingestellte Vorschubmenge und die Information bezüglich der Oszillationsamplitude erfassen, und die Bearbeitungssteuereinheit kann die Information bezüglich der Vorschubmenge und die Information bezüglich der Oszillationsamplitude auf der Grundlage der Information bezüglich der Anzahl von Oszillationen und der Identifikationsinformation bestimmen. Alternativ kann die Bedingungserfassungseinheit die Informationen bezüglich der Oszillationsamplitude und die Identifikationsinformationen erfassen, um die Informationen bezüglich einer für die Werkzeugmaschine eingestellter Vorschubmenge und die Informationen bezüglich der Anzahl von Oszillationen zu identifizieren, und die Bearbeitungssteuereinheit kann die Informationen bezüglich der Vorschubmenge und die Informationen bezüglich der Anzahl von Oszillationen auf der Grundlage der Informationen bezüglich der Oszillationsamplitude und der Identifikationsinformationen bestimmen. Spezifische numerische Werte können nach Gleichung (1) berechnet werden.

[0061] Das oben beschriebene Bestimmungsverfahren und das Berechnungsverfahren sind Beispiele und die für die Bearbeitungssteuerung erforderlichen Informationen können durch ein anderes Verfahren als das Verfahren unter Verwendung der oben beschriebenen mathematischen Gleichung berechnet werden.

[0062] Es wird darauf hingewiesen, dass die vorliegende Offenbarung nicht auf die oben beschriebenen Ausführungsformen beschränkt ist und dass Modifikationen und Verbesserungen innerhalb eines Bereichs, in dem der Gegenstand der vorliegenden Offenbarung erzielt werden kann, von der vorliegenden Offenbarung umfasst werden.

[0063] In den obigen Ausführungen wird die vorliegende Offenbarung auf die Steuervorrichtung für eine Werkzeugmaschine angewendet, die vorliegende Offenbarung ist jedoch nicht darauf beschränkt. Die vorliegende Offenbarung kann auch auf eine Anzeigevorrichtung für eine Werkzeugmaschine angewendet werden.

[0064] Fig. 10 ist ein Funktionsblockdiagramm einer Anzeigevorrichtung 9 für eine Werkzeugmaschine gemäß einer Modifikation. Wie in **Fig.** 10 dargestellt, umfasst die Anzeigevorrichtung 9 für eine Werkzeugmaschine eine Bedingungseingabeeinheit 91, eine Luftschnittmengen-Eingabeeinheit 92, eine Informationsberechnungseinheit 93 und eine Anzeigeeinheit 96.

[0065] Die Bedingungseingabeeinheit 91 entspricht den Bedingungserfassungseinheiten 11, 11a und 11b der oben beschriebenen Ausführungsformen. Insbesondere empfängt die Bedingungseingabeeinheit 91 als Vorbedingung eine Eingabe von einer oder zwei Informationen von aus drei Informationen, umfassend Informationen bezüglich einer Vorschubmenge pro relativer Drehung eines Schneidwerkzeugs und eines Werkstücks, Informationen bezüglich der Anzahl von Oszillationen pro relativer Drehung des Schneidwerkzeugs und des Werkstücks und Informationen bezüglich einer Oszillationsamplitude in Bezug auf die Vorschubmenge pro relativer Drehung des Schneidwerkzeugs und des Werkstücks.

[0066] Die Luftschnittmengen-Eingabeeinheit 92 entspricht der Luftschnittmengen-Erfassungseinheit 12 der obigen Ausführungsformen. Insbesondere empfängt die Luftschnittmengen-Eingabeeinheit 92 eine Eingabe einer festgelegten Luftschnittmenge, die den Grad des Luftschneidens in einer Oszillationsrichtung angibt.

[0067] Die Informationsberechnungseinheit 93 entspricht einem Teil der Bearbeitungssteuereinheiten 13, 13a und 13b der obigen Ausführungsformen. Insbesondere berechnet die Informationsberechnungseinheit 93 auf der Grundlage der Vorbedingung die Informationen unter den drei Informationen, die nicht von der Bedingungseingabeeinheit empfangen wird, so dass eine Luftschnittmenge auf der Grundlage eines Intervalls zwischen einem Durchlauf in einer n-ten Drehung und einem Durchlauf in einer Drehung nach der n-ten Drehung der festgelegten Luftschnittmenge entspricht.

[0068] Die Anzeigeeinheit 96 entspricht der Anzeigeeinheit 16 der oben beschriebenen Ausführungsformen. Insbesondere zeigt die Anzeigeeinheit 96 die von der Berechnungseinheit 93 berechneten Informationen an.

[0069] Das Anzeigevorrichtung 9 für eine Werkzeugmaschine mit der oben beschriebenen Konfiguration hat die gleichen Wirkungen aus wie die Steuervorrichtung 1 für eine Werkzeugmaschine gemäß den oben beschriebenen Ausführungsformen.

Erläuterung der Bezugszeichen

1	Steuervorrichtung für Werkzeugmaschinen
11, 11a, 11b	Bedingungserfassungseinheit
12	Luftschnittmengen-Erfassungseinheit
13, 13a, 13b	Bearbeitungssteuereinheit
16	Anzeigeeinheit
9	Anzeigevorrichtung für Werkzeugmaschinen
91	Bedingungseingabeeinheit
92	Luftschnittmengen-Eingabeeinheit
93	Informationsberechnungseinheit
96	Anzeigeeinheit

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 2018-094690 [0003]
- JP 2020-009248 [0003]

Patentansprüche

1. Eine Steuervorrichtung für eine Werkzeugmaschine, die eine Bearbeitung durchführt, während ein Schneidwerkzeug und ein Werkstück relativ zueinander oszillieren, wobei die Steuervorrichtung umfasst:
eine Bedingungserfassungseinheit, die so konfiguriert ist, dass sie als Vorbedingung eine oder zwei Informationen aus drei Informationen erfasst, umfassend Informationen bezüglich einer Vorschubmenge pro relativer Drehung des Schneidwerkzeugs und des Werkstücks, Informationen bezüglich einer Anzahl von Oszillationen pro relativer Drehung des Schneidwerkzeugs und des Werkstücks und Informationen bezüglich einer Oszillationsamplitude in Bezug auf die Vorschubmenge pro relativer Drehung des Schneidwerkzeugs und des Werkstücks;
eine Luftschnittmengen-Erfassungseinheit, die so konfiguriert ist, dass sie eine festgelegte Luftschnittmenge erfasst, die einen Grad des Luftschneidens in einer Oszillationsrichtung angibt; und
eine Bearbeitungssteuereinheit, die so konfiguriert ist, dass sie auf der Grundlage der Vorbedingung die Information unter den drei Informationen bestimmt, die von der Bedingungserfassungseinheit nicht erfasst wird, so dass eine Luftschnittmenge auf der Grundlage eines Intervalls zwischen einem Durchlauf in einer n-ten Drehung und einem Durchlauf in einer Drehung nach der n-ten Drehung dem festgelegten Luftschnittbetrag entspricht, wobei die Bearbeitungssteuereinheit so konfiguriert ist, dass sie eine Bearbeitungssteuerung durchführt.

2. Die Steuervorrichtung nach Anspruch 1, wobei
die Bedingungserfassungseinheit als Vorbedingung von den drei Informationen die Information über die Vorschubmenge und die Information über die Anzahl der Oszillationen erfasst, und
die Bearbeitungssteuereinheit die Information bezüglich der Oszillationsamplitude auf der Grundlage der Information bezüglich der Vorschubmenge und der Information bezüglich der Anzahl der Oszillationen so bestimmt, dass die Luftschnittmenge basierend auf dem Intervall zwischen dem Durchlauf in der n-ten Drehung und dem Durchlauf in der Drehung nach der n-ten Drehung der festgelegten Luftschnittmenge entspricht.

3. Die Steuervorrichtung nach Anspruch 1, wobei
die Bedingungserfassungseinheit eine der drei Informationen als die Vorbedingung erfasst und Identifikationsinformationen erfasst, die eine Bedingung für die Identifizierung der verbleibenden zwei Informationen der drei Informationen angeben, und
die Bearbeitungssteuereinheit die verbleibenden zwei Informationen auf der Grundlage der einen der drei Informationen und der Identifikationsinformationen so bestimmt, dass die Luftschnittmenge auf der Grundlage des Intervalls zwischen dem Durchlauf in der n-ten Drehung und dem Durchlauf in der Drehung nach der n-ten Drehung der festgelegten Luftschnittmenge entspricht.

4. Die Steuervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei
die Bedingungserfassungseinheit Kegelinformationen bezüglich einer Bewegungsrichtung und eines Bewegungswinkels des Schneidwerkzeugs erfasst, und
die Bearbeitungssteuereinheit die Vorschubmenge anhand der Kegelinformation bestimmt.

5. Eine Anzeigevorrichtung für eine Werkzeugmaschine, die eine Bearbeitung durchführt, während ein Schneidwerkzeug und ein Werkstück relativ zueinander oszillieren, wobei die Anzeigevorrichtung umfasst:
eine Bedingungseingabeeinheit, die so konfiguriert ist, dass sie als Vorbedingung eine Eingabe von einer oder zwei Informationen aus drei Informationen empfängt, umfassend Informationen bezüglich einer Vorschubmenge pro relativer Drehung des Schneidwerkzeugs und des Werkstücks, Informationen bezüglich einer Anzahl von Oszillationen pro relativer Drehung des Schneidwerkzeugs und des Werkstücks und Informationen bezüglich einer Oszillationsamplitude in Bezug auf die Vorschubmenge pro relativer Drehung des Schneidwerkzeugs und des Werkstücks;
eine Luftschnittmengen-Eingabeeinheit, die so konfiguriert ist, dass sie eine Eingabe einer festgelegten Luftschnittmenge empfängt, die einen Grad des Luftschneidens in einer Oszillationsrichtung angibt;
eine Informationsberechnungseinheit, die so konfiguriert ist, dass sie auf der Grundlage der Vorbedingung die Information unter den drei Informationen berechnet, die nicht von der Bedingungseingabeeinheit empfangen wird, so dass eine Luftschnittmenge auf der Grundlage eines Intervalls zwischen einem Durchlauf in einer n-ten Drehung und einem Durchlauf in einer Drehung nach der n-ten Drehung der festgelegten Luftschnittmenge entspricht; und

eine Anzeigeeinheit, die zum Anzeigen der von der Informationsberechnungseinheit berechneten Informationen konfiguriert ist.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

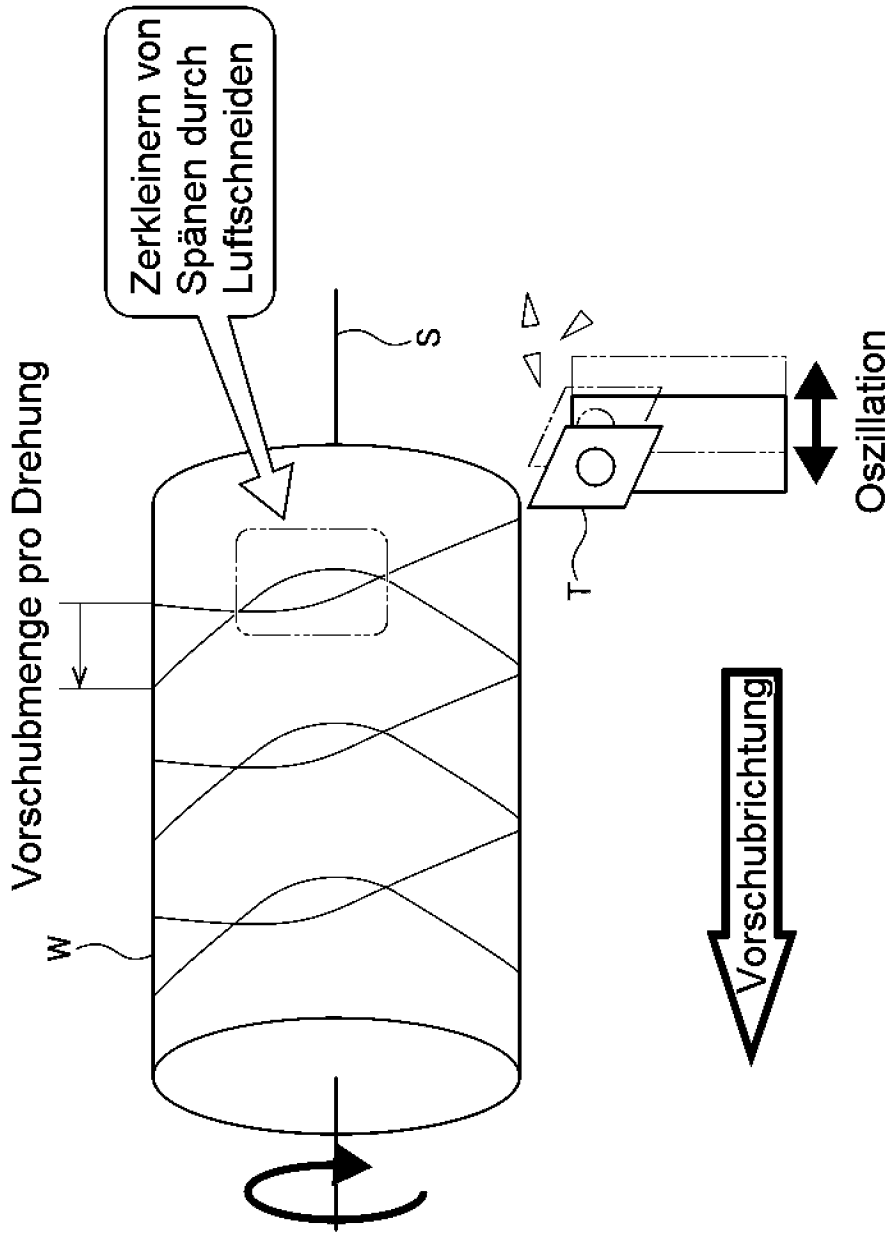


FIG. 2

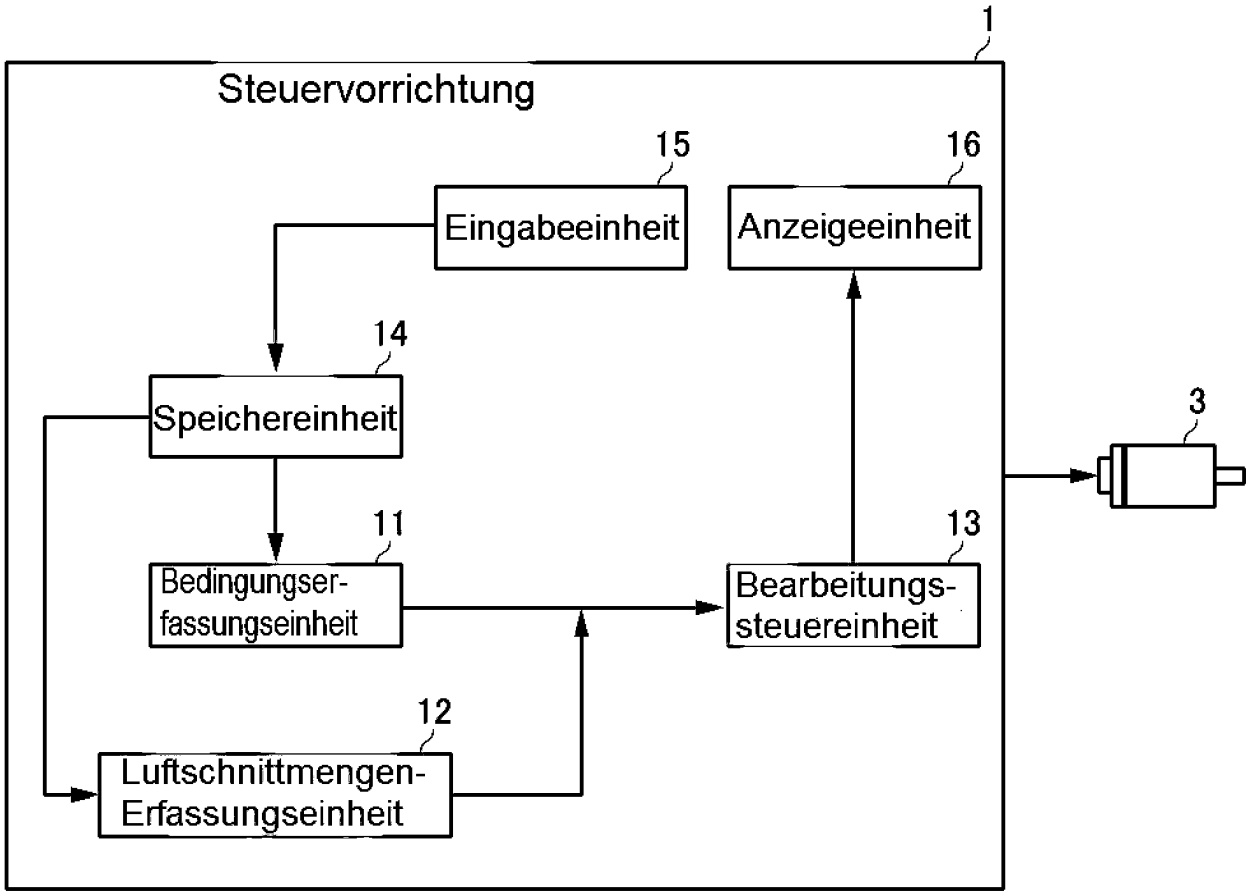

1
Steuervorrichtung
15
Eingabeeinheit
16
Anzeigeeinheit
14
Speichereinheit
3
11
Bedingungser-
fassungseinheit
13
Bearbeitungs-
steuereinheit
12
Luftschnittmengen-
Erfassungseinheit

FIG. 3

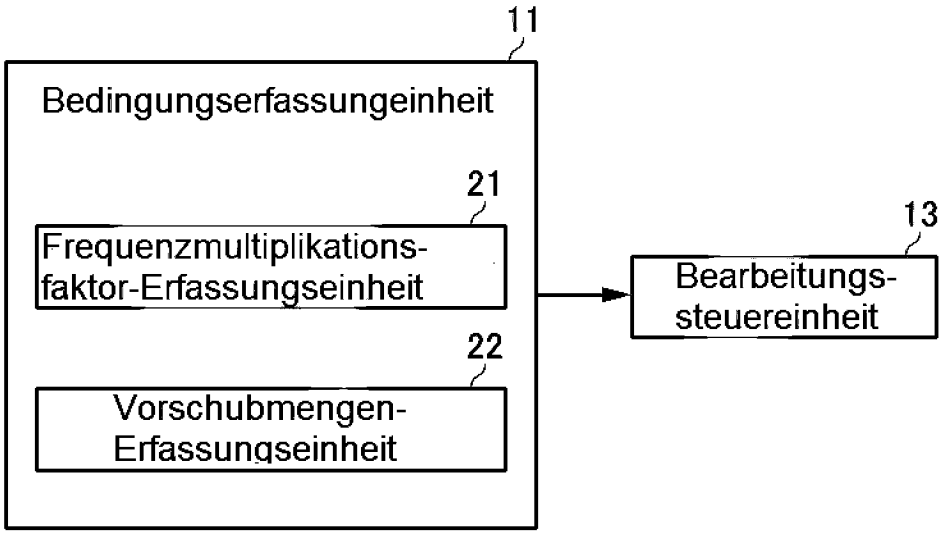

11
Bedingungserfassungeinheit
21
Frequenzmultiplikations-faktor-Erfassungseinheit
22
Vorschubmengen-Erfassungseinheit
13
Bearbeitungs-steuereinheit

FIG. 4

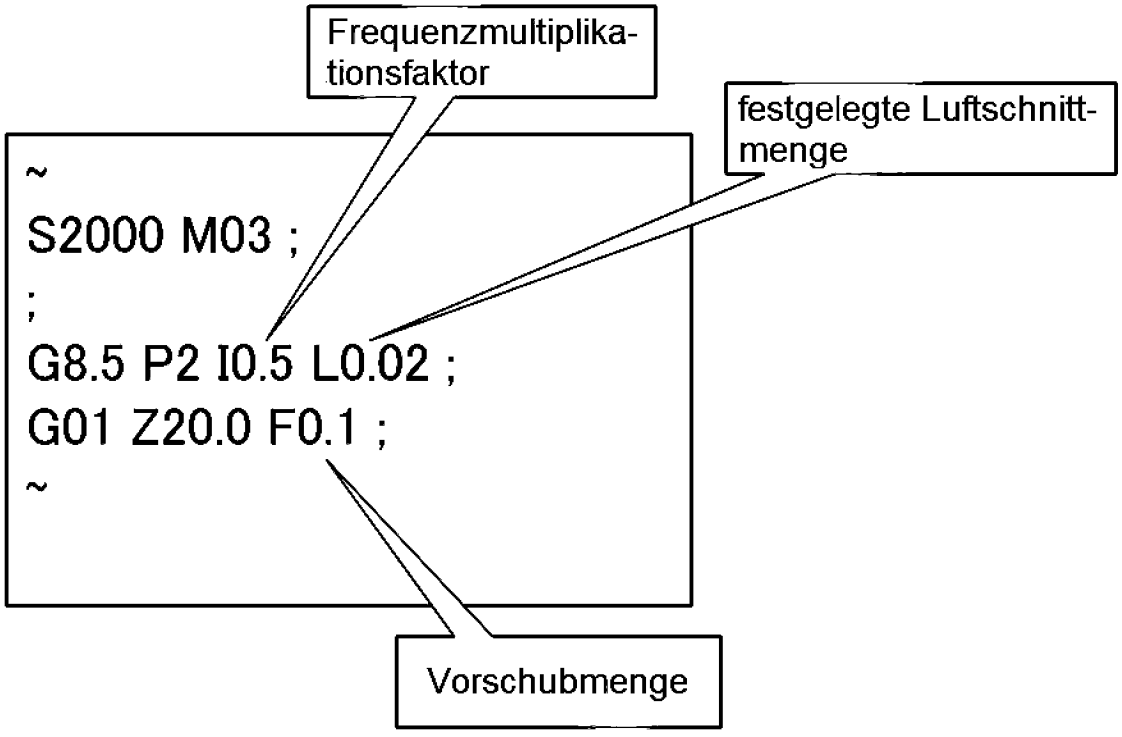

Frequenzmultiplika-tionsfaktor
festgelegte Luftschnitt-menge
~
S2000 M03 ;
;
G8.5 P2 I0.5 L0.02 ;
G01 Z20.0 F0.1 ;
~
Vorschubmenge

FIG. 5

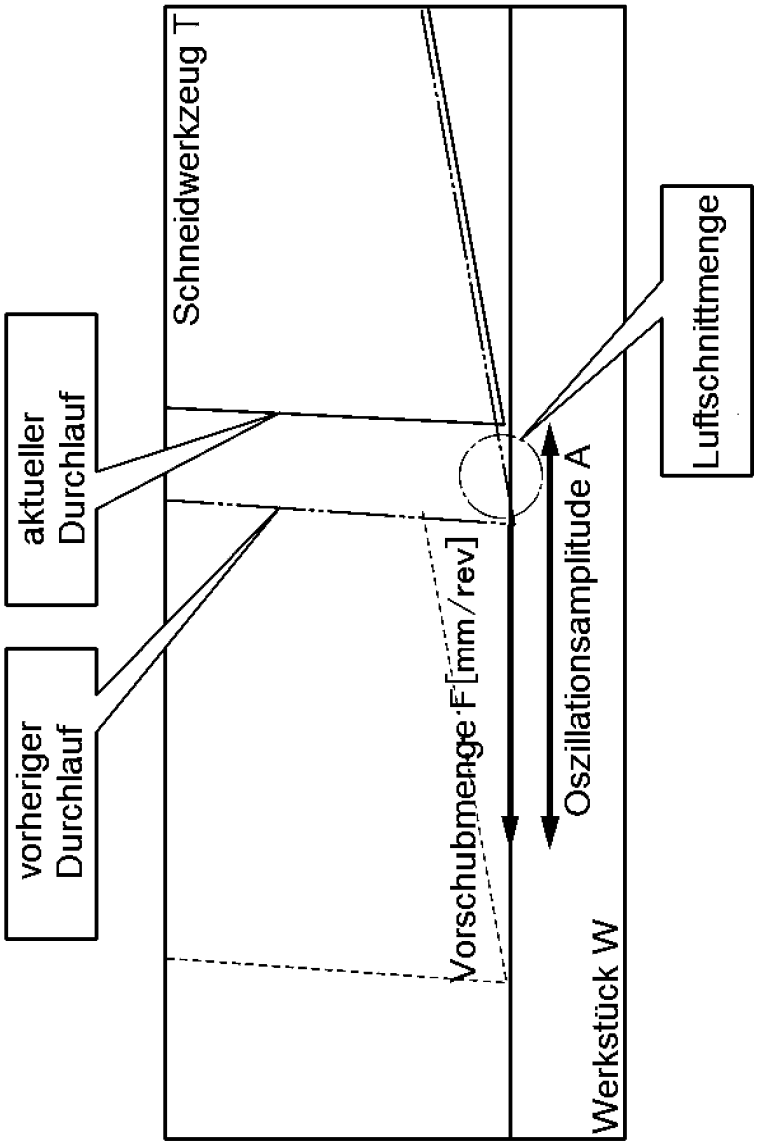

Schneidwerkzeug T
aktueller Durchlauf
vorheriger Durchlauf
Vorschubmenge F [mm/rev]
Oszillationsamplitude A
Luftschnittmenge
Werkstück W

FIG. 6

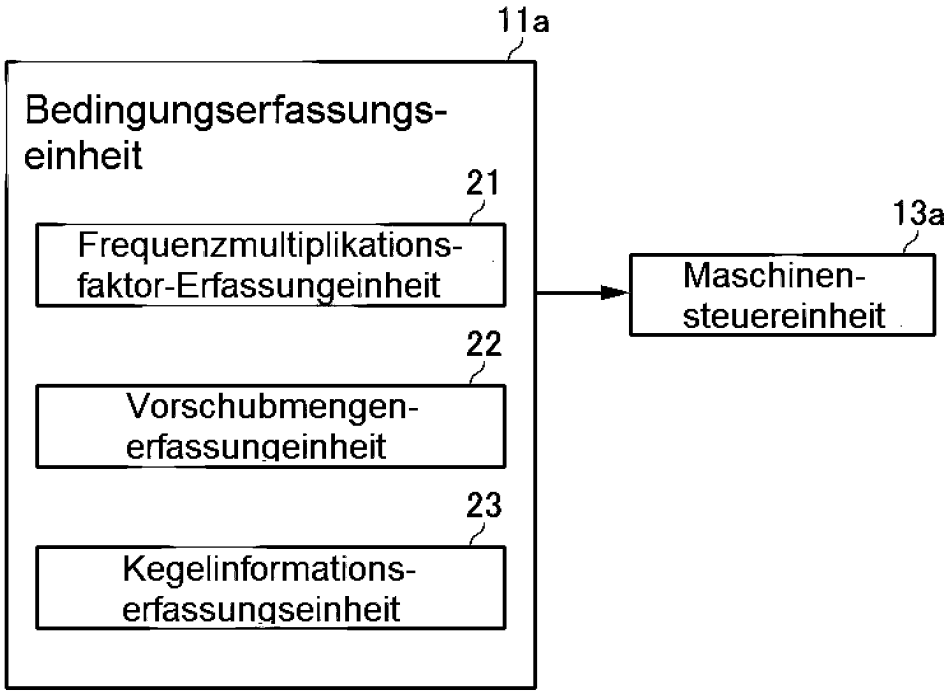

11a
Bedingungserfassungs-
einheit
21
Frequenzmultiplikations-
faktor-Erfassungeinheit
22
Vorschubmengen-
erfassungeinheit
23
Kegelinformations-
erfassungseinheit
13a
Maschinen-
steuereinheit

FIG. 7

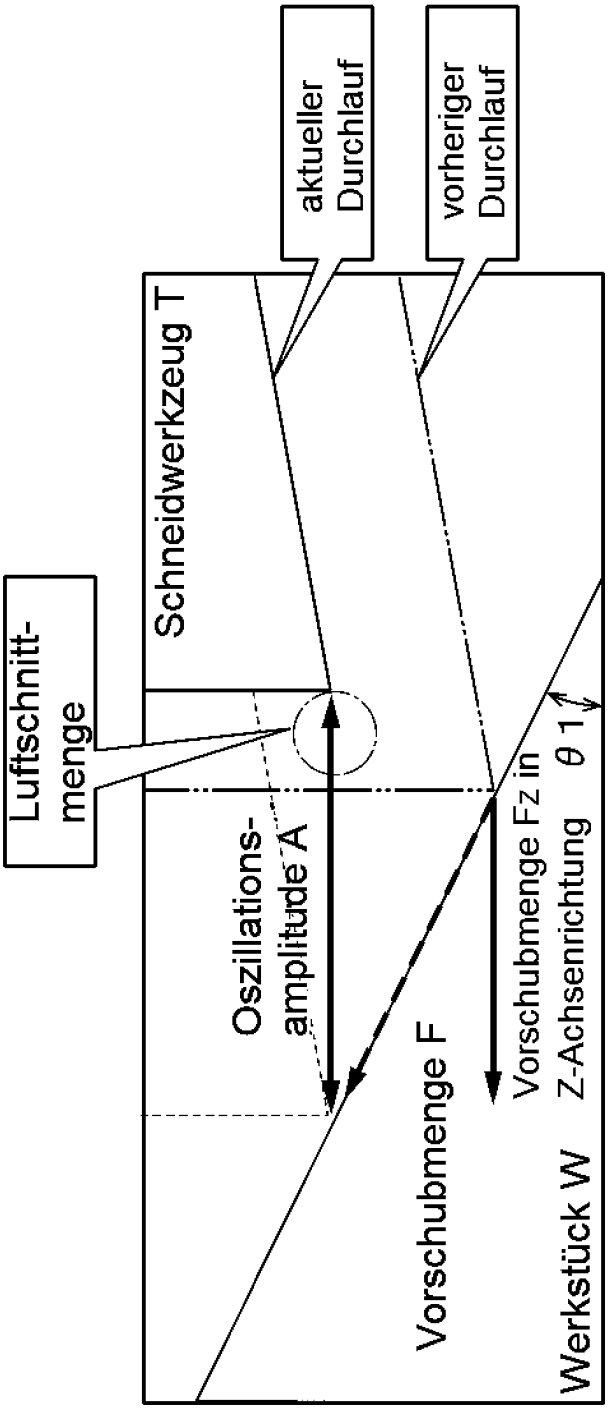

aktueller Durchlauf
vorheriger Durchlauf
Schneidwerkzeug T
Luftschnitt-menge
Oszillations-amplitude A
Vorschubmenge F
Vorschubmenge Fz in Z-Achsenrichtung
θ1
Werkstück W

FIG. 8

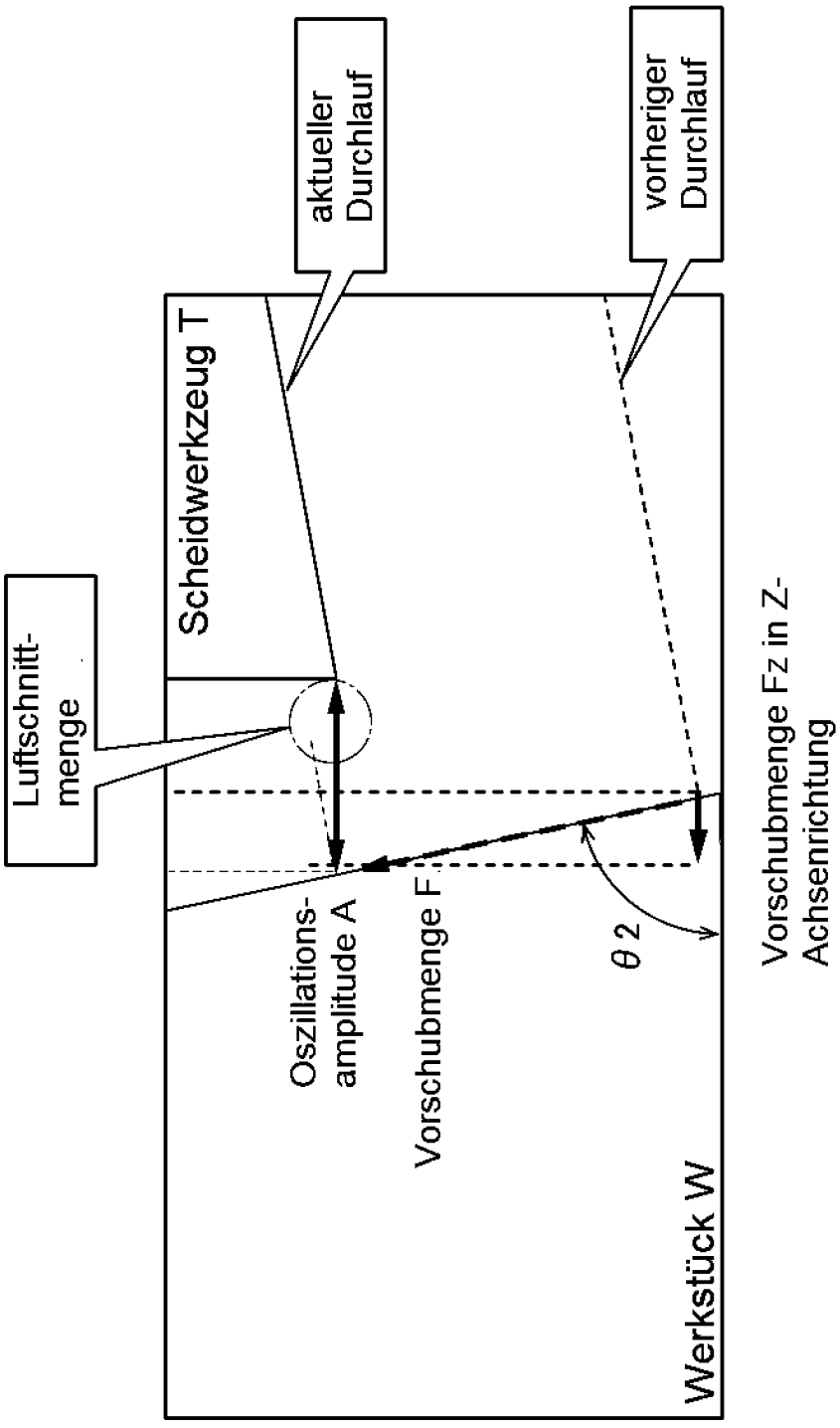

Luftschnitt-
menge
Scheidwerkzeug T
aktueller
Durchlauf
vorheriger
Durchlauf
Oszillations-
amplitude A
Vorschubmenge F
θ 2
Vorschubmenge Fz in Z-
Achsenrichtung
Werkstück W

FIG. 9

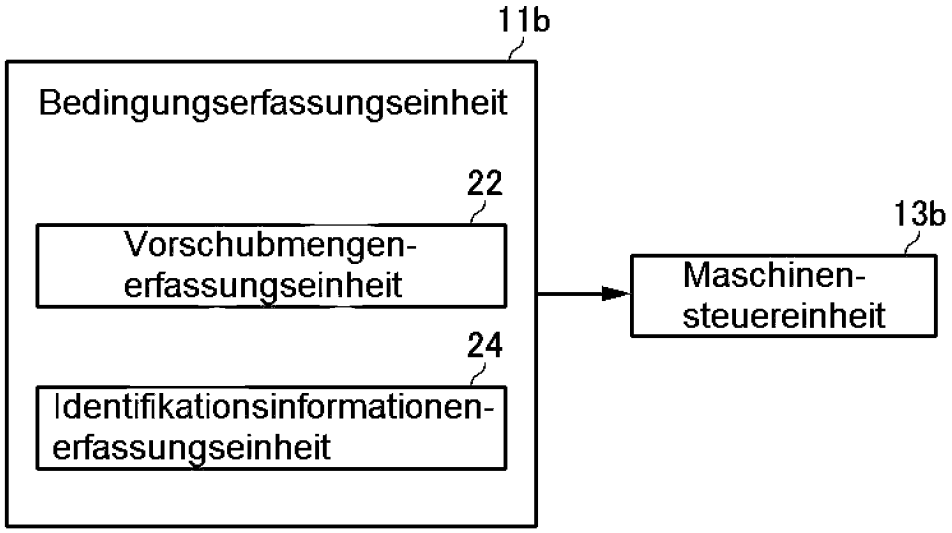
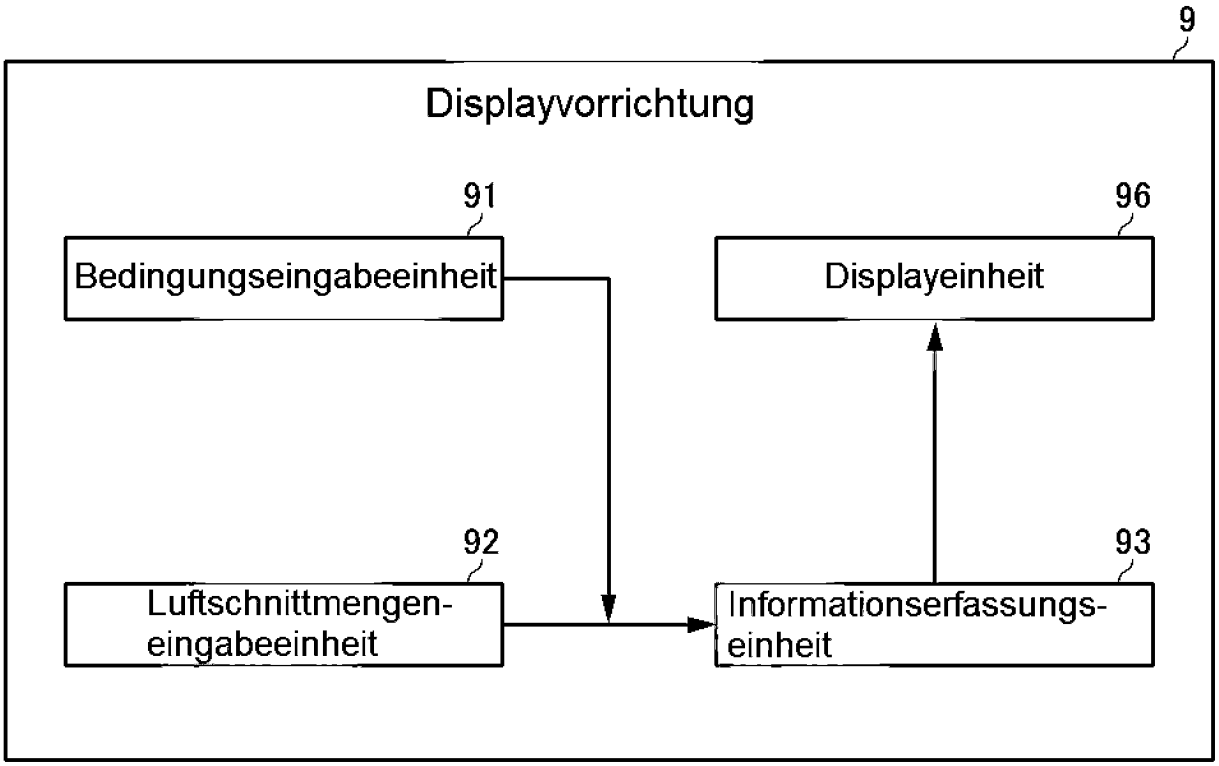


FIG. 10



 Das Dokument wurde durch die Firma Luminess hergestellt.