



(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
 (87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2022/138843**
 in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
 IntPatÜbkG)
 (21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2021 005 488.0**
 (86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2021/047946**
 (86) PCT-Anmeldetag: **23.12.2021**
 (87) PCT-Veröffentlichungstag: **30.06.2022**
 (43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
 in deutscher Übersetzung: **10.08.2023**

(51) Int Cl.: **G05B 19/4093** (2006.01)
B23Q 15/12 (2006.01)

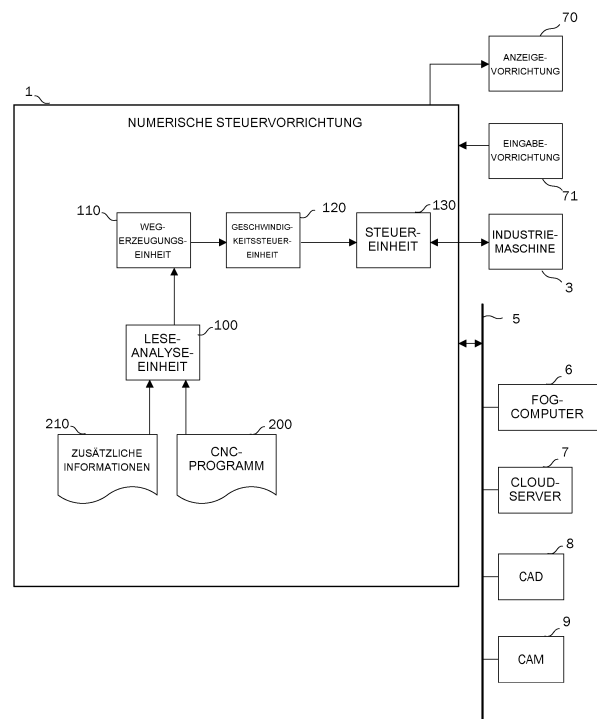
(30) Unionspriorität:
2020-216274 **25.12.2020** **JP**
 (71) Anmelder:
FANUC CORPORATION, Oshino-mura,
Yamanashi, JP
 (74) Vertreter:
Wuesthoff & Wuesthoff, Patentanwälte PartG
mbB, 81541 München, DE

(72) Erfinder:
Murakami, Hiroki, Oshino-mura, Yamanashi, JP;
Kawamura, Hiroyuki, Oshino-mura, Yamanashi,
JP; Fujiyama, Jirou, Oshino-mura, Yamanashi, JP;
Koide, Naoya, Oshino-mura, Yamanashi, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **NUMERISCHE STEUERVORRICHTUNG**

(57) Zusammenfassung: Eine numerische Steuervorrichtung 1 beinhaltet eine Leseranalyseeinheit 100, die ein CNC-Programm 200 und zusätzliche Informationen 210 liest, eine Wegerzeugungseinheit 110, die einen Bewegungsweg eines Werkzeugs bestimmt, und eine Geschwindigkeitssteuereinheit 120, die eine Geschwindigkeit zum Bewegen des Werkzeugs gemäß dem Bewegungsweg des Werkzeugs bestimmt, und Bearbeitungsfehler, eine Verschlechterung einer Qualität einer bearbeiteten Oberfläche oder ein Anstieg einer Zykluszeit werden verringert, ohne eine Größe eines CNC-Programms und eine einer Steuerung zugehörige Berechnungszeit mehr als nötig zu erhöhen.



Beschreibung

GEBIET DER TECHNIK

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine numerische Steuervorrichtung.

STAND DER TECHNIK

[0002] Wie in **Fig. 10** dargestellt, handelt es sich bei einem durch eine Vorrichtung für eine CAM (Computer Aided Manufacturing, computergestützte Fertigung) erzeugten Programm 200 für eine CNC (Computerized Numerical Control, computergestützte numerische Steuerung) um eine Liste von Koordinatenwerten (von Koordinatenwerten von Befehlspunkten 403), die eine Vorschubachse einer Werkzeugmaschine durchlaufen muss. Eine numerische Steuervorrichtung liest das CNC-Programm 200, führt eine Wegerzeugung und eine Geschwindigkeitsplanung gemäß befohlenen Koordinatenwerten durch, bewegt ein Werkzeug 402 durch Antreiben und Steuern einer Antriebseinheit der zu steuernden Werkzeugmaschine entlang einer Achse auf Grundlage eines Ergebnisses davon und bearbeitet ein Werkstück 401. In **Fig. 10** bezeichnet ein Bezugszeichen 404 einen Werkzeugweg und bezeichnet ein Bezugszeichen 405 einen Steuerpunktweg.

[0003] Eine CAM-Vorrichtung erstellt einen Werkzeugweg aus einer auf einer Vorrichtung für CAD (Computer Aided Design, computergestützte Konstruktion) erstellten anpassbaren Oberfläche und ersetzt den Werkzeugweg mit einem CNC-Programm. Da der Werkzeugweg allgemein mit einem Satz von Koordinatenwerten ersetzt wird, gehen dabei Informationen darüber, um welche Art einer Form eines CAD-Modells es sich handelt, zwischen den Koordinatenwerten verloren. Wenn die Werkzeugmaschine auf Grundlage des CNC-Programms gesteuert wird, wird aus diesem Grund eine lineare Interpolation zwischen den in dem CNC-Programm aufgeführten Koordinatenwerten durchgeführt oder werden ein(e) ursprüngliche(r) Form und Werkzeugweg vorhergesagt, wodurch eine Wegerzeugung und eine Geschwindigkeitssteuerung durchgeführt werden (zum Beispiel Patendokument 1 usw.).

ZITIERLISTE

PATENTDOKUMENT

[0004] Patendokument 1: JP 2013-171376 A

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

DURCH DIE ERFINDUNG ZU LÖSENDE AUFGABE

[0005] Wenn die verlorenen Informationen jedoch auf Grundlage einer Vorhersage interpoliert werden, besteht eine Möglichkeit eines Auftretens von Problemen wie zum Beispiel eines Fehlers zwischen dem CAD-Modell und einem Bearbeitungsergebnis (einer verschlechterten Bearbeitungsgenauigkeit), einer Verschlechterung einer Qualität einer bearbeiteten Oberfläche aufgrund einer Schwankung bei einer Bearbeitungsgeschwindigkeit und eines Anstiegs einer Zykluszeit aufgrund eines Auftretens einer unnötigen Verzögerung (die als Ergebnis eines Überschätzens einer Beschleunigung auftritt). Ein Verfahren zum Verringern eines zulässigen Fehlers auf weniger als 1 µm kann, wenn das CNC-Programm mithilfe der CAM-Vorrichtung erzeugt wird, angewendet werden, um den Fehler zwischen dem CAD-Modell und dem Bearbeitungsergebnis zu verringern. Wenn ein solches Verfahren angewendet wird, treten jedoch sonstige Probleme auf, zum Beispiel ein Anstieg einer Größe des CNC-Programms und ein Anstieg einer Berechnungszeit.

[0006] Es wird eine Technologie gewünscht, um Bearbeitungsfehler, eine Verschlechterung einer Qualität einer bearbeiteten Oberfläche oder einen Anstieg einer Zykluszeit zu verringern, ohne eine Größe eines CNC-Programms und eine der Steuerung zugehörige Berechnungszeit wesentlich zu erhöhen.

MITTEL ZUR LÖSUNG DER AUFGABE

[0007] Eine numerische Steuervorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung fügt zusätzliche Informationen in Bezug auf eine Form, die verloren gehen, wenn eine CAM-Vorrichtung ein CNC-Programm erzeugt, zu dem CNC-Programm hinzu. Die hinzugefügten zusätzlichen Informationen können eine Krümmung, einen Krümmungsradius, eine Kurvenfunktion usw. beinhalten. Darüber hinaus verwendet die numerische Steuervorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung die zusätzlichen Informationen, wenn sie das CNC-Programm ausführt, um einen Korrekturprozess von Befehlskoordinaten, einen Interpolationsprozess zwischen Befehlskoordinaten oder einen Geschwindigkeitssteuerungsprozess durchzuführen. In diesen Prozessen werden die zusätzlichen Informationen direkt verwendet, ohne einen Parameter der numerischen Steuerung zu ändern. Es ist zu beachten, dass die zusätzlichen Informationen zusammen mit dem CNC-Programm (den befohlenen Koordinatenwerten) zu der numerischen Steuervorrichtung übertragen werden können oder getrennt von dem CNC-Programm (den befohlenen

lenen Koordinatenwerten) zu der numerischen Steuervorrichtung übertragen werden können.

[0008] Bei einem Aspekt der vorliegenden Erfindung handelt es sich ferner um eine numerische Steuervorrichtung zum Steuern einer Maschine, die ein Werkzeug beinhaltet, auf Grundlage eines CNC-Programms, das eine Mehrzahl von Befehlspunkten zum Befehlen einer Bewegung des Werkzeugs beinhaltet, wobei die numerische Steuervorrichtung eine Lese-Analyse-Einheit, die dazu ausgebildet ist, das CNC-Programm und zusätzliche Informationen des CNC-Programms zu lesen, eine Wegerzeugungseinheit, die dazu ausgebildet ist, einen Bewegungsweg des Werkzeugs zu bestimmen, und eine Geschwindigkeitssteuereinheit beinhaltet, die dazu ausgebildet ist, eine Geschwindigkeit zum Bewegen des Werkzeugs gemäß dem Bewegungsweg des Werkzeugs zu bestimmen. Die zusätzlichen Informationen werden dazu verwendet, einen Weg zwischen Befehlspunkten einschließlich Befehlspunkten durch die Wegerzeugungseinheit zu erzeugen. Die zusätzlichen Informationen beinhalten ferner eine geforderte Oberflächenrauheit eines Werkstücks, Bemaßungen einer Zeichnung, eine durch eine Formel dargestellte Werkstückform, eine Torsion eines Werkzeugwegs, einen durch eine Formel dargestellten Werkzeugweg, einen Änderungsbetrag eines Werkzeugvektors, einen Ruck eines Werkzeugspitzenpunktes, eine Torsion eines Schnittpunktwegs, einen durch eine Formel dargestellten Schnittpunktweg, einen Ruck eines Schnittpunktwegs, einen vorgegebenen Genauigkeitsgrad, eine Krümmung eines Werkstücks, eine Krümmung eines Werkzeugwegs, eine Krümmung eines Schnittpunktwegs, eine Beschleunigung eines Werkzeugspitzenpunktes, eine Beschleunigung eines Schnittpunktwegs und/oder eine geforderte Genauigkeit eines Werkstücks.

WIRKUNG DER ERFINDUNG

[0009] Ein Aspekt der vorliegenden Erfindung kann eine Bearbeitungsgenauigkeit verbessern, ohne eine Größe eines Programms (die Anzahl von befohlenen Koordinatenpunkten) und eine Berechnungszeit zu erhöhen.

Figurenliste

Fig. 1 ist eine schematische graphische Darstellung einer Hardware-Konfiguration einer Steuervorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform;

Fig. 2 ist eine schematische graphische Blockdarstellung, die Funktionen der Steuervorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform darstellt;

Fig. 3 ist eine graphische Darstellung, die ein Beispiel darstellt, in dem zusätzliche Informatio-

nen durch einen Krümmungsradius gegeben werden;

Fig. 4 ist eine graphische Darstellung, die ein Beispiel darstellt, in dem zusätzliche Informationen durch eine Formel gegeben werden;

Fig. 5 ist eine graphische Darstellung, die ein Beispiel für eine Befehlspunktreihe darstellt, zu der ein Befehlspunkt hinzugefügt werden muss;

Fig. 6 ist eine graphische Darstellung, die ein Beispiel für eine Befehlspunktreihe darstellt, zu der ein Befehlspunkt hinzugefügt worden ist;

Fig. 7 ist eine graphische Darstellung, die ein Beispiel für einen zu löschenden Befehlspunkt darstellt;

Fig. 8 ist eine graphische Darstellung, die ein Beispiel für einen Befehlspunkt darstellt, dessen Position zu korrigieren ist;

Fig. 9 ist eine graphische Darstellung, die ein Beispiel für eine Glättungsverarbeitung darstellt; und

Fig. 10 ist eine graphische Darstellung, die ein Beispiel für ein CNC-Programm und einen Bearbeitungsweg gemäß einer herkömmlichen Technologie darstellt.

MODUS/MODI ZUM AUSFÜHREN DER ERFINDUNG

[0010] Im Folgenden werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

[0011] **Fig. 1** ist eine schematische graphische Darstellung einer Hardware-Konfiguration, die Hauptteile einer numerischen Steuervorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt. Die numerische Steuervorrichtung 1 weist eine Funktion zum Steuern einer Industriemaschine 3 wie zum Beispiel einer Werkzeugmaschine oder einer 5-achsigen Maschine auf Grundlage eines CNC-Programms auf.

[0012] Eine in der numerischen Steuervorrichtung 1 gemäß der vorliegenden Ausführungsform beinhaltete CPU 11 ist ein Prozessor, der die numerische Steuervorrichtung 1 insgesamt steuert. Die CPU 11 liest ein in einem ROM 12 gespeichertes Systemprogramm über einen Bus 22 und steuert die gesamte numerische Steuervorrichtung 1 gemäß dem Systemprogramm. Ein RAM 13 speichert vorübergehend Berechnungsdaten oder Anzeigedaten, verschiedene von außen eingegebene Daten usw.

[0013] Beispielsweise beinhaltet ein nichtflüchtiger Speicher 14 einen durch eine (nicht dargestellte) Batterie gesicherten Speicher, ein SSD (Solid State Drive, Halbleiterlaufwerk) usw. und erhält einen Spei-

cherzustand aufrecht, selbst wenn eine Stromversorgung der numerischen Steuervorrichtung 1 abgeschaltet wird. Der nichtflüchtige Speicher 14 speichert ein Steuerprogramm und Daten, die von einer externen Vorrichtung 72 über eine Schnittstelle 15 gelesen werden, ein Steuerprogramm und Daten, die von einer Eingabevorrichtung 71 über eine Schnittstelle 18 eingegeben werden, und ein Steuerprogramm und Daten, die von einer weiteren Vorrichtung wie zum Beispiel einem Fog-Computer 6 oder einem Cloud-Server 7 über ein Netzwerk 5 gewonnen werden, usw. Die in dem nichtflüchtigen Speicher 14 gespeicherten Daten können zum Beispiel Daten in Bezug auf eine Position, eine Geschwindigkeit, eine Beschleunigung und eine Last jedes in der Industriemaschine 3 beinhalteten Motors, jede von sonstigen physikalischen Größen, die durch (nicht dargestellte) an einer Industriemaschine 3 angebrachte Sensoren erfasst werden, usw. beinhalten. Das/Die in dem nichtflüchtigen Speicher 14 gespeicherte(n) Steuerprogramm und Daten können während einer Ausführung/Verwendung in dem RAM 13 geladen sein. Darüber hinaus werden verschiedene Systemprogramme wie zum Beispiel ein bekanntes Analyseprogramm im Voraus in den ROM 12 geschrieben.

[0014] Die Schnittstelle 15 ist eine Schnittstelle zum Miteinanderverbinden der CPU 11 der numerischen Steuervorrichtung 1 und der externen Vorrichtung 72 wie zum Beispiel eines externen Speichermediums. Von der Seite der externen Vorrichtung 72 aus werden zum Beispiel ein Steuerprogramm, das zum Steuern der Industriemaschine 3 verwendet wird, Einstellungsdaten usw. gelesen. Darüber hinaus können ein Steuerprogramm, Einstellungsdaten usw., die in der numerischen Steuervorrichtung 1 bearbeitet worden sind, über die externe Vorrichtung 72 in dem externen Speichermedium wie zum Beispiel einer CF-Karte oder einem USB-Speicher (nicht dargestellt) gespeichert werden. Eine PLC (Programmable Logic Controller, speicherprogrammierbare Steuerung) 16 führt ein Leiterprogramm zum Ausgeben eines Signals an die Industriemaschine 3 und Peripherievorrichtungen der Industriemaschine 3 (zum Beispiel einen Werkzeugwechsler, einen Aktuator wie etwa einen Roboter und einen an der Industriemaschine 3 angebrachten Sensor wie etwa einen Temperatursensor oder einen Feuchtigkeitssensor) über eine E/A-Einheit 19 aus, wodurch sie einen Steuervorgang durchführt. Darüber hinaus empfängt die PLC 16 Signale von verschiedenen Schaltern auf einer an einem Hauptkörper der Industriemaschine 3 oder den Peripherievorrichtungen angeordneten Bedientafel, führt eine erforderliche Signalverarbeitung durch und überträgt anschließend die Signale an die CPU 11.

[0015] Bei einer Schnittstelle 20 handelt es sich um eine Schnittstelle zum Verbinden der CPU 11 der

numerischen Steuervorrichtung 1 und dem drahtgebundenen oder drahtlosen Netzwerk 5. Beispielsweise kann das Netzwerk 5 eine Datenübertragung mithilfe von Techniken wie etwa einer seriellen Datenübertragung wie etwa RS-485, einer Datenübertragung mit Ethernet (eingetragene Marke), einer optischen Datenübertragung, drahtlosem LAN, Wi-Fi (eingetragene Marke) und Bluetooth (eingetragene Marke) durchführen. Sonstige Vorrichtungen wie zum Beispiel eine CAD-Vorrichtung 8 und eine CAM-Vorrichtung 9 und Host-Verwaltungsvorrichtungen wie zum Beispiel ein Fog-Computer 6 und ein Cloud-Server 7 sind mit dem Netzwerk 5 verbunden, um gemeinsam Daten mit der numerischen Steuervorrichtung 1 auszutauschen.

[0016] Jedes einzelne von in einen Speicher gelesenen Daten und Daten usw., die als Ergebnis eines Ausführens eines Programms gewonnen werden, usw. werden über eine Schnittstelle 17 an eine Anzeigevorrichtung 70 ausgegeben und auf dieser angezeigt. Darüber hinaus überträgt die Eingabevorrichtung 71, die eine Tastatur, eine Zeigevorrichtung usw. beinhaltet, einen Befehl, Daten usw. auf Grundlage einer Bedienung durch einen Bediener über die Schnittstelle 18 an die CPU 11.

[0017] Eine Achsensteuerschaltung 30 zum Antreiben einer in der Industriemaschine 3 beinhalteten Antriebseinheit entlang einer Achse empfängt einen Bewegungsbefehlsbetrag in Bezug auf die Achse von der CPU 11 und gibt jeden Befehl in Bezug auf die Achse an einen Servoverstärker 40 aus. Der Servoverstärker 40 empfängt diesen Befehl und treibt jeden Servomotor 50 an, um die in der Industriemaschine 3 beinhaltete Antriebseinheit entlang der Achse zu bewegen. Der Servomotor 50 der Achse enthält einen Positions-/Geschwindigkeitsdetektor, führt jedes Positions-/Geschwindigkeits-Rückkopplungssignal von dem Positions-/Geschwindigkeitsdetektor zu der Achsensteuerschaltung 30 zurück und führt eine Positions-/Geschwindigkeitsregelung durch. Es ist zu beachten, dass, obwohl in der graphischen Darstellung der Hardware-Konfiguration von **Fig. 1** nur eine Achsensteuerschaltung 30, ein Servoverstärker 40 und ein Servomotor 50 dargestellt sind, in der Praxis jede der Anzahlen von bereitgestellten Achsensteuerschaltungen 30, Servoverstärkern 40 und Servomotoren 50 der in der zu steuernden Industriemaschine 3 beinhalteten Anzahl von Achsen entspricht.

[0018] Eine Spindelsteuerschaltung 60 empfängt einen Hauptwellen-Drehbefehl und gibt ein Spindelgeschwindigkeitssignal an einen Spindelverstärker 61 aus. Der Spindelverstärker 61 empfängt dieses Spindelgeschwindigkeitssignal und dreht einen Spindelmotor 62 der Industriemaschine 3 mit einer befohlenen Drehgeschwindigkeit. Ein Positionsgeber 63 ist mit dem Spindelmotor 62 verbunden, der Posi-

tionsgeber 63 gibt einen Rückkopplungsimpuls synchron zu einer Drehung einer Hauptwelle aus, und der Rückkopplungsimpuls wird durch die CPU 11 gelesen.

[0019] Fig. 2 stellt als schematische graphische Blockdarstellung Funktionen der numerischen Steuervorrichtung 1 gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar. Jede in der numerischen Steuervorrichtung 1 gemäß der vorliegenden Ausführungsform vorgesehene Funktion wird durch die CPU 11 umgesetzt, die in der in Fig. 1 dargestellten numerischen Steuervorrichtung 1 vorgesehen ist, die ein Systemprogramm ausführt und einen Betrieb jeder Einheit der numerischen Steuervorrichtung 1 steuert.

[0020] Die numerische Steuervorrichtung 1 der vorliegenden Ausführungsform beinhaltet eine Lese-Analyse-Einheit 100, eine Wegerzeugungseinheit 110, eine Geschwindigkeitssteuereinheit 120 und eine Steuereinheit 130. Darüber hinaus sind ein zum Steuern der Industriemaschine 3 verwendetes CNC-Programm 200 und zusätzliche Informationen 210 in Bezug auf das CNC-Programm 200 in dem RAM 13 oder dem nichtflüchtigen Speicher 14 der numerischen Steuervorrichtung 1 gespeichert.

[0021] Die Lese-Analyse-Einheit 100 wird durch die CPU 11 umgesetzt, die in der in Fig. 1 dargestellten numerischen Steuervorrichtung 1 beinhaltet ist, die ein aus dem ROM 12 gelesenes Systemprogramm ausführt und eine Arithmetikverarbeitung mithilfe des RAM 13 und des nichtflüchtigen Speichers 14 vor allem durch die CPU 11 durchführt. Die Lese-Analyse-Einheit 100 liest und analysiert das CNC-Programm 200 und zusätzliche Informationen in Bezug auf das CNC-Programm und ordnet jeden Befehl und die zusätzlichen Informationen, die in dem CNC-Programm 200 beinhaltet sind, zu und gibt diese aus. Die jedem Befehl zugehörigen zusätzlichen Informationen 210 können eine Form, eine geforderte Qualität und eine geforderte Genauigkeit eines Werkstücks in einem Bereich einer Bearbeitung durch jede(n)Befehl, Beschleunigung und Ruck eines Werkzeugs usw. beinhalten. Genauer gesagt, die zusätzlichen Informationen 210 können eine Krümmung eines Werkstücks in dem Bereich einer Bearbeitung durch jeden Befehl, Bemaßungen einer Zeichnung, eine durch eine Formel dargestellte Werkstückform, eine Krümmung eines Werkzeugwegs, eine Torsion eines Werkzeugwegs, einen durch eine Formel dargestellten Werkzeugweg, den Änderungsbetrag eines Werkzeugvektors, eine Krümmung eines Schnittpunktwegs, einen durch eine Formel dargestellten Schnittpunktweg, eine Torsion eines Schnittpunktwegs, eine geforderte Oberflächenrauheit eines Werkstücks, einen vorgegebenen Genauigkeitsgrad, eine geforderte Genauigkeit eines Werkstücks, eine Beschleunigung eines Werk-

zeugspitzenpunktes, eine Beschleunigung eines Schnittpunktwegs, einen Ruck eines Werkzeugspitzenpunktes, einen Ruck eines Schnittpunktwegs usw. beinhalten.

[0022] Die zusätzlichen Informationen 210 können in einem beliebigen Format erstellt werden, sofern die zusätzlichen Informationen 210 jedem Befehl des CNC-Programms 200 zugeordnet werden können. Wie in Fig. 3 dargestellt, können zum Beispiel die zusätzlichen Informationen 210 so erstellt werden, dass jede Position (Anzahl von Zeilen usw.) der zusätzlichen Informationen 210 einer Position (Anzahl von Zeilen usw.) jedes Befehls in dem CNC-Programm 200 entspricht oder eine Entsprechung durch eine Blocknummer usw. erkennbar sein kann. Darüber hinaus kann ein getrennter Code usw. so zugewiesen sein, dass eine entsprechende Beziehung erkennbar ist. Ferner können die zusätzlichen Informationen 210 innerhalb des CNC-Programms 200 in der Nähe eines entsprechenden Befehls (zum Beispiel hinter dem Befehl) hinzugefügt sein. In dem Beispiel von Fig. 3 werden jeweilige Axialrichtungskomponenten X, Y und Z eines Krümmungsradius durch Rx, Ry und Rz als die zusätzlichen Informationen angegeben. Die zusätzlichen Informationen können Informationen an einer Befehlspunktposition angeben. Beispielsweise kann eine Krümmung usw. eine Krümmung an einem aktuellen Befehlspunkt angeben. Unterdessen können die zusätzlichen Informationen Informationen in Bezug auf eine Verarbeitung einer Kurve von einem vorherigen Befehlspunkt zu einem aktuellen Befehlspunkt angeben. Wenn zum Beispiel ein durch eine Formel dargestellter Werkzeugweg als zusätzliche Informationen verwendet wird, wie in Fig. 4 dargestellt, kann ein Weg, der eine Kurve von einem vorherigen Befehlspunkt zu einem aktuellen Befehlspunkt angibt, durch eine Formel dargestellt werden, die eine vorgegebene intervenierende Variable als Parameter aufweist, oder kann durch ein allgemeines Polynom, das durch x, y und z ausgedrückt wird (einschließlich eines linearen Ausdrucks), eine NURBS-Kurve, eine Kreisbogenfunktion usw. und einen Bereich davon dargestellt werden. Die Formel, die Torsion, der Ruck usw. sind zum Angeben von Informationen in Bezug auf eine Verarbeitung einer Kurve von einem vorherigen Befehlspunkt zu einem aktuellen Befehlspunkt geeignet.

[0023] Die Wegerzeugungseinheit 110 wird durch die CPU 11 umgesetzt, die in der in Fig. 1 dargestellten numerischen Steuervorrichtung 1 beinhaltet ist, die ein aus dem ROM 12 gelesenes Systemprogramm ausführt und eine Arithmetikverarbeitung mithilfe des RAM 13 und des nichtflüchtigen Speichers 14 vor allem durch die CPU 11 durchführt. Die Wegerzeugungseinheit 110 erzeugt einen Werkzeugweg zwischen Befehlspunkten auf Grundlage jedes in dem von der Lese-Analyse-Einheit 100 eingegebenen

nen CNC-Programm 200 beinhalteten Befehls und der diesem Befehl zugehörigen zusätzlichen Informationen 210.

[0024] Wenn beispielsweise durch die zusätzlichen Informationen 210 Krümmungsradien R_{x_i} , R_{y_i} und R_{z_i} an einem Befehlspunkt P_j an einen Schneidbefehl, der den Befehlspunkt P_i erreicht, gegeben werden, und Krümmungsradien $R_{x_{i+1}}$, $R_{y_{i+1}}$ und $R_{z_{i+1}}$ an einen Schneidbefehl, der einen Befehlspunkt P_{i+1} erreicht, gegeben werden, legt die Wegerzeugungseinheit 110 den Befehlspunkt P_i und den Befehlspunkt P_{i+1} auf einen Startpunkt bzw. einen Endpunkt fest und berechnet als Werkzeugweg eine Kurve, auf der es sich bei den Krümmungsradien um R_{x_i} , R_{y_i} und R_{z_i} in der Nähe des Befehlspunkts P_i handelt und es sich bei den Krümmungsradien um $R_{x_{i+1}}$, $R_{y_{i+1}}$ und $R_{z_{i+1}}$ in der Nähe des Befehlspunkts P_{i+1} handelt. Wenn eine Torsion $\tau(s)$ zusammen mit einer Krümmung gegeben ist, ist es darüber hinaus möglich, als Werkzeugweg eine Kurve der Torsion $\tau(s)$ mit einer Ebene, die einen axialen Richtungsvektor des Werkzeugs und einen Bewegungsrichtungsvektor des Werkzeugs beinhaltet, als Bezugsebene zu berechnen. Wenn ein durch eine Formel dargestellter Werkzeugweg gegeben ist, kann eine Kurve berechnet werden, auf der die durch die Formel berechneten Befehlspunkte P_i und P_{i+1} als Startpunkt bzw. Endpunkt als Werkzeugweg festgelegt werden. Wenn die zusätzlichen Informationen 210 in Bezug auf das Werkstück und die zusätzlichen Informationen 210 in Bezug auf den Schnittpunktweg gegeben sind, kann ein Werkzeugweg berechnet werden, auf dem eine Werkstückform und ein Schnittpunktweg, der unter Berücksichtigung einer Werkzeuglänge, einer Werkzeugbreite usw. abgestimmt wird, gewonnen werden.

[0025] Ferner kann die Wegerzeugungseinheit 110 einen Befehlspunkt hinzufügen oder löschen oder eine Position eines Befehlspunkts korrigieren, wenn eine Störung in einem Array einer Befehlspunktreihe vorliegt, die eine Mehrzahl von Befehlspunkten beinhaltet, die durch das CNC-Programm 200 nach Bedarf befohlen werden, so dass eine glattere bearbeitete Oberfläche erzielt werden kann.

[0026] Wie in **Fig. 5** dargestellt, wird zum Beispiel angenommen, dass ein Befehlsweg 406 vorhanden ist, auf dem ein Befehlspunkt 403 im Vergleich mit einem benachbarten Befehlsweg 407 verloren geht. In einem solchen Fall wird, wie in **Fig. 6** dargestellt, ein Befehlspunkt 408 hinzugefügt, so dass ein Schritt zwischen dem Befehlsweg 406 und dem benachbarten Befehlsweg 407 kleiner wird. Beim Durchführen einer solchen Verarbeitung ist es möglich, eine Position des zusätzlichen Befehlspunkts 408 durch Bezugnahme auf eine Krümmung, eine Wegformel usw., die als einem Befehl zugehörige zusätzliche

Informationen gegeben werden, genau zu bestimmen.

[0027] Darüber hinaus wird, wie in **Fig. 7** dargestellt, angenommen, dass ein unnötiger Befehlspunkt 409 (ein Punkt, der redundant ist, obwohl der Punkt im Vergleich mit einem Befehlsweg ohne den Befehlspunkt oder einem benachbarten Befehlsweg innerhalb einer Toleranz liegt) im Vergleich mit dem benachbarten Befehlsweg 407 beinhaltet ist. In einem solchen Fall ist es möglich, unter Bezugnahme auf eine Krümmung, eine Wegformel usw., die als einem Befehl zugehörige zusätzliche Informationen gegeben werden, zu bestimmen, ob der Punkt gelöscht werden muss. Beispielsweise wird durch Löschen des Befehlspunkts 409, wenn der Betrag der Abweichung von der Wegformel nur an dem Befehlspunkt 409 groß ist oder wenn nur die Umgebung des Befehlspunkts 409 des Befehlswegs vorspringt und eine kleine oder große Krümmung aufweist, obwohl keine signifikante Änderung der Krümmung der zusätzlichen Informationen 210 vorliegt, ein Schritt in Bezug auf den benachbarten Befehlspunkt beseitigt und wird eine sauber bearbeitete Oberfläche erzielt.

[0028] In ähnlicher Weise wird, wie in **Fig. 8** dargestellt, durch Korrigieren einer Position des Befehlspunktes 410 unter Bezugnahme auf die zusätzlichen Informationen, wenn der Betrag der Abweichung von der Wegformel, die in den zusätzlichen Informationen beinhaltet ist, an einem Befehlspunkt 410 im Vergleich mit dem benachbarten Befehlsweg 407 groß ist oder wenn nur die Umgebung des Befehlspunktes 410 vorspringt und eine kleine oder große Krümmung aufweist, obwohl keine signifikante Änderung der Krümmung der zusätzlichen Informationen vorliegt, ein Schritt in Bezug auf den benachbarten Befehlspunkt beseitigt und wird eine sauber bearbeitete Oberfläche erzielt.

[0029] Darüber hinaus kann die Wegerzeugungseinheit 110 eine Glättungsverarbeitung an der Befehlspunktreihe durchführen, die die Mehrzahl von Befehlspunkten beinhaltet. Wenn zum Beispiel, wie in **Fig. 9** dargestellt, aus der Befehlspunktreihe mit Hilfe des Verfahrens der kleinsten Quadrate usw. eine Näherungskurve erstellt wird, kann eine Verschiebung zwischen den Befehlspunkten und der Näherungskurve erzeugt werden. Wenn eine Variation der Krümmung in einem bestimmten Bereich klein ist oder wenn sich die Krümmung sanft ändert, ist es möglich zu bestimmen, dass der Weg durch ein Polynom niedriger Ordnung wie zum Beispiel ein Polynom zweiter Ordnung oder dritter Ordnung in diesem Bereich angenähert werden kann. Es wird also davon ausgegangen, dass die Verschiebung zwischen den Befehlspunkten und der Näherungskurve durch Berechnungsfehler verursacht wird. Daher ist es möglich zu bestimmen, dass

die Werkzeugbewegung dieser Verschiebung nicht folgen muss. Wenn eine solche Bestimmung durchgeführt wird, ist es möglich, unter Bezugnahme auf eine Krümmung, eine Wegformel usw., die als dem Befehl zugehörige zusätzliche Informationen gegeben werden, genau zu bestimmen, ob die Werkzeugbewegung der Verschiebung folgen muss. Wenn bestimmt wird, dass keine Notwendigkeit zum Folgen besteht, kann die Wegerzeugungseinheit 110 jeden Befehlspunkt glätten und eine Glättungsverarbeitung durchführen, um den Befehlsweg zu einem glatten Weg zu korrigieren.

[0030] Dieses Glätten kann auf einer Näherungskurve ausgeführt werden, oder das Glätten kann durch Anwenden eines Filtertyps wie zum Beispiel eines Gleitender-Mittelwert-Filters durchgeführt werden.

[0031] Die Geschwindigkeitssteuereinheit 120 wird durch die CPU 11 umgesetzt, die in der in **Fig. 1** dargestellten numerischen Steuervorrichtung 1 beinhaltet ist, die ein aus dem ROM 12 gelesenes Systemprogramm ausführt und eine Arithmetikverarbeitung mithilfe des RAM 13 und des nichtflüchtigen Speichers 14 vor allem durch die CPU 11 durchführt. Die Geschwindigkeitssteuereinheit 120 berechnet eine Bewegungsgeschwindigkeit des Werkzeugs gemäß einem Weg.

[0032] Wenn beispielsweise zusätzliche Informationen in Bezug auf eine Bearbeitungsqualität des Werkstücks (geforderte Oberflächenrauheit des Werkstücks, geforderte Genauigkeit des Werkstücks usw.) an einen Schneidbefehl gegeben werden, um das Werkzeug von dem Befehlspunkt P_i zu dem Befehlspunkt P_{i+1} zu bewegen, berechnet die Geschwindigkeitssteuereinheit 120 durch die zusätzlichen Informationen eine Bewegungsgeschwindigkeit des Werkzeugs so, dass eine Beschleunigung und ein Ruck zu einer/einem oberen Grenzbeschleunigung und -ruck innerhalb eines Bereichs werden, in dem die Qualität beim Bewegen auf dem Werkzeugweg für die Bearbeitung erfüllt werden kann. Bereiche der Krümmung usw., der Beschleunigung und des Rucks des Werkzeugwegs, die eine vorgegebene Qualität erfüllen, können im Voraus durch ein Experiment usw. gewonnen und in dem nichtflüchtigen Speicher 14 gespeichert werden. In einem einfachsten Modell der Oberflächenrauheit kann beispielsweise eine Beziehung zwischen der Oberflächenrauheit R und einer Geschwindigkeit V durch eine Gleichung (1) im Folgenden ausgedrückt werden. Es ist zu beachten, dass $Const$ eine vorgegebene Konstante ist. Daher kann die Geschwindigkeit V , die als Ergebnis eines Lösens von Gleichung 1 gewonnen wird, als Geschwindigkeitsgrenze festgelegt werden, und die Geschwindigkeit kann durch Steuern der Beschleunigung und des Rucks innerhalb eines Bereichs gesteuert werden, in dem die

Geschwindigkeit auf einer Kurve nicht überschritten wird, usw.

$$R = Const \times V^2 \quad [\text{Gleichung 1}]$$

[0033] Wenn zusätzliche Informationen in Bezug auf die Beschleunigung und den Ruck des Werkzeugs gegeben werden, wird darüber hinaus die Bewegungsgeschwindigkeit des Werkzeugs so berechnet, dass sich das Werkzeug mit der/dem gegebenen Beschleunigung, maximalen Beschleunigung und Ruck bewegt, wenn es sich auf dem Werkzeugweg für die Bearbeitung bewegt. Wenn darüber hinaus eine Formel $f(s)$ und eine Torsion $\tau(s)$, die eine Krümmung und den Werkzeugweg angeben, als zusätzliche Informationen gegeben werden, können eine Beschleunigung A und ein Ruck J mithilfe von Gleichung 3 und Gleichung 4 auf Grundlage von Gleichung 2, die im Folgenden angegeben sind, (Frenet-Serret-Formeln) gewonnen werden. Es ist zu beachten, dass in den Gleichungen 2, 3 und 4 s (> 0) einen Weglängenparameter bezeichnet, κ eine Krümmung bezeichnet, τ eine Torsion bezeichnet, T einen Tangentialvektor bezeichnet, n einen Normalenvektor bezeichnet, b einen Normalenvektor bezeichnet und V den Absolutwert einer Geschwindigkeit bezeichnet.

$$\frac{d}{ds} \begin{pmatrix} T \\ n \\ b \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & \kappa & 0 \\ -\kappa & 0 & \tau \\ 0 & -\tau & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} T \\ n \\ b \end{pmatrix} \quad [\text{Gleichung 2}]$$

$$A = \left| \frac{d^2 f(s)}{dt^2} \right| = V^2 \kappa \quad [\text{Gleichung 3}]$$

wobei

$$V = \left| \frac{df(s)}{dt} \right| = \left| \frac{df(s)}{ds} \frac{ds}{dt} \right| = \frac{ds}{dt}$$

$$J = \left| \frac{d^3 f(s)}{dt^3} \right| = V^3 \kappa \sqrt{\kappa^2 + \tau^2} \quad [\text{Gleichung 4}]$$

[0034] Es ist zu beachten, dass eine Erzeugung des Werkzeugweges durch die Wegerzeugungseinheit 110 auf Grundlage der zusätzlichen Informationen 210 und eine Steuerung der Bewegungsgeschwindigkeit des Werkzeugs durch die Geschwindigkeitssteuereinheit 120 auf Grundlage der zusätzlichen Informationen 210 nicht zwingend gleichzeitig durchgeführt werden müssen. Beispielsweise kann nur eine Erzeugung des Werkzeugweges durch die Wegerzeugungseinheit 110 auf Grundlage der zusätzlichen Informationen 210 durchgeführt werden oder kann nur eine Steuerung der Bewegungsgeschwindigkeit des Werkzeugs durch die Geschwindigkeitssteuereinheit 120 auf Grundlage der zusätzlichen Informationen 210 durchgeführt werden.

Diese Wegerzeugung und Geschwindigkeitssteuerung können in geeigneter Weise und wahlweise gemäß dem Zweck der Bearbeitung durchgeführt werden.

[0035] Die Steuereinheit 130 wird durch die CPU 11 umgesetzt, die in der in **Fig. 1** dargestellten numerischen Steuervorrichtung 1 beinhaltet ist, die ein aus dem ROM 12 gelesenes Systemprogramm ausführt und eine Arithmetikverarbeitung mithilfe des RAM 13 und des nichtflüchtigen Speichers 14 vor allem durch die CPU 11 und eine Steuerverarbeitung der Industriemaschine 3 mithilfe der Achsensteuerschaltung 30 durchführt. Die Steuereinheit 130 steuert eine Bewegung der Antriebseinheit der Industriemaschine 3 auf Grundlage des durch die Wegerzeugungseinheit 110 erzeugten Werkzeugwegs und der durch die Geschwindigkeitssteuereinheit 120 bestimmten Bewegungsgeschwindigkeit. Die Steuereinheit 130 steuert den Werkzeugweg und die Bewegungsgeschwindigkeit des Werkzeugs durch Verteilen des Bewegungsbetrags an jede Achsensteuerschaltung 30, so dass der Bewegungsweg des Werkzeugs zu dem durch die Wegerzeugungseinheit 110 erzeugten Werkzeugweg wird und die Bewegungsgeschwindigkeit des Werkzeugs zu der durch die Geschwindigkeitssteuereinheit 120 bestimmten Bewegungsgeschwindigkeit wird.

[0036] Die numerische Steuervorrichtung 1 mit der obigen Konfiguration kann den Werkzeugweg auf Grundlage der zusätzlichen Informationen 210 erzeugen und eine Bearbeitungsgenauigkeit zwischen den Befehlspunkten verbessern, indem sie die zusätzlichen Informationen 210 in Bezug auf eine durch eine CAD erzeugte Form des Werkstücks an jeden Befehlspunkt gibt. Diese Bearbeitung muss nicht unbedingt die Befehlspunkte in der CAM erhöhen und kann daher implementiert werden, ohne die Größe (die Anzahl der befohlenen Koordinatenpunkte) des CNC-Programms 200 und die Berechnungszeit mehr als nötig zu erhöhen. Darüber hinaus wird durch Angeben zusätzlicher Informationen in Bezug auf eine Geschwindigkeit für jeden Befehlspunkt eine geeignetere Beschleunigungs-/Verzögerungssteuerung möglich, wodurch eine Verbesserung der Zykluszeit und eine Verbesserung der Bearbeitungsgenauigkeit erwartet werden können und ferner ein Erzielen einer glatteren bearbeiteten Oberfläche erwartet wird. Unter Bezugnahme auf eine solche Wirkung kann, statt zusätzliche Informationen nur durch eine Krümmung und einen Krümmungsradius anzugeben, wenn zusätzliche Informationen insbesondere in sonstigen Formen angegeben werden, der Werkzeugweg zwischen den Befehlspunkten an die durch die CAD erstellte Form des Werkstücks angenähert werden und kann eine deutliche Wirkung erwartet werden. Darüber hinaus kann die Geschwindigkeit gemäß einem in geeigneter Weise ausgedrückten Werkzeugweg

gesteuert werden, und daher ist es auch möglich, ein Aufrechterhalten einer fein abgestimmten Qualität zu erwarten.

[0037] Wenngleich oben eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben worden ist, ist die vorliegende Erfindung nicht nur auf die oben beschriebenen Beispiele der Ausführungsform beschränkt und kann in verschiedenen Modi durch Hinzufügen geeigneter Modifizierungen implementiert werden.

[0038] Beispielsweise wird bei der oben beschriebenen Ausführungsform ein Modus dargestellt, bei dem die zusätzlichen Informationen 210 in dem RAM 13 oder dem nichtflüchtigen Speicher 14 der numerischen Steuervorrichtung 1 gespeichert sind. Jedoch können zum Beispiel das CNC-Programm 200 und die zusätzlichen Informationen 210 eine Bearbeitung durchführen, während sie über das Netzwerk 5 direkt aus der CAD-Vorrichtung 8 oder der CAM-Vorrichtung 9 gelesen werden oder können in ähnlicher Weise eine Bearbeitung durchführen, während sie über das Netzwerk 5 aus dem Fog-Computer 6 oder dem Cloud-Server 7 gelesen werden.

Bezugszeichenliste

1	NUMERISCHE STEUERVORRICHTUNG
3	INDUSTRIEMASCHINE
5	NETZWERK
6	FOG-COMPUTER
7	CLOUD-SERVER
8	CAD-VORRICHTUNG
9	CAM-VORRICHTUNG
11	CPU
12	ROM
13	RAM
14	NICHTFLÜCHTIGER SPEICHER
15, 17, 18, 20	SCHNITTSTELLE
16	PLC
19	E/A-EINHEIT
22	BUS
30	ACHSENSTEUER- SCHALTUNG
40	SERVOVERSTÄRKER
50	SERVOMOTOR

70	ANZEIGEVORRICH- TUNG
71	EINGABEVORRICH- TUNG
72	EXTERNE VORRICH- TUNG
100	LESE-ANALYSE-EIN- HEIT
110	WEGERZEUGUNGS- EINHEIT
120	GESCHWINDIGKEITS- STEUEREINHEIT
130	STEUEREINHEIT
200	CNC-PROGRAMM
210	ZUSÄTZLICHE INFOR- MATIONEN

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 2013171376 A [0004]

Patentansprüche

1. Numerische Steuervorrichtung zum Steuern einer Maschine, die ein Werkzeug beinhaltet, auf Grundlage eines CNC-Programms, das eine Mehrzahl von Befehlspunkten zum Befehlen einer Bewegung des Werkzeugs beinhaltet, wobei die numerische Steuervorrichtung aufweist:

eine Lese-Analyse-Einheit, die dazu ausgebildet ist, das CNC-Programm und zusätzliche Informationen des CNC-Programms zu lesen;

eine Wegerzeugungseinheit, die dazu ausgebildet ist, einen Bewegungsweg des Werkzeugs zu bestimmen; und

eine Geschwindigkeitssteuereinheit, die dazu ausgebildet ist, eine Geschwindigkeit zum Bewegen des Werkzeugs gemäß dem Bewegungsweg des Werkzeugs zu bestimmen, wobei:

die zusätzlichen Informationen dazu verwendet werden, einen Weg zwischen Befehlspunkten einschließlich Befehlspunkten durch die Wegerzeugungseinheit zu erzeugen; und

die zusätzlichen Informationen eine geforderte Oberflächenrauheit eines Werkstücks, Bemaßungen einer Zeichnung, eine durch eine Formel dargestellte Werkstückform, eine Torsion eines Werkzeugwegs, einen durch eine Formel dargestellten Werkzeugweg, einen Änderungsbetrag eines Werkzeugvektors, einen Ruck eines Werkzeugspitzenpunktes, eine Torsion eines Schnittpunktwegs, einen durch eine Formel dargestellten Schnittpunktweg, einen Ruck eines Schnittpunktwegs, einen vorgegebenen Genauigkeitsgrad, eine Krümmung eines Werkstücks, eine Krümmung eines Werkzeugwegs, eine Krümmung eines Schnittpunktwegs, eine Beschleunigung eines Werkzeugspitzenpunktes, eine Beschleunigung eines Schnittpunktwegs und/oder eine geforderte Genauigkeit eines Werkstücks beinhalten.

2. Numerische Steuervorrichtung zum Steuern einer Maschine, die ein Werkzeug beinhaltet, auf Grundlage eines CNC-Programms, das eine Mehrzahl von Befehlspunkten zum Befehlen einer Bewegung des Werkzeugs beinhaltet, wobei die numerische Steuervorrichtung aufweist:

eine Lese-Analyse-Einheit, die dazu ausgebildet ist, das CNC-Programm und zusätzliche Informationen des CNC-Programms zu lesen;

eine Wegerzeugungseinheit, die dazu ausgebildet ist, einen Bewegungsweg des Werkzeugs zu bestimmen; und

eine Geschwindigkeitssteuereinheit, die dazu ausgebildet ist, eine Geschwindigkeit zum Bewegen des Werkzeugs gemäß dem Bewegungsweg des Werkzeugs zu bestimmen, wobei:

die zusätzlichen Informationen dazu verwendet werden, die Geschwindigkeit für das Bewegen durch die Geschwindigkeitssteuereinheit zu bestimmen; und die zusätzlichen Informationen eine geforderte

Oberflächenrauheit eines Werkstücks, Bemaßungen einer Zeichnung, eine durch eine Formel dargestellte Werkstückform, eine Torsion eines Werkzeugwegs, einen durch eine Formel dargestellten Werkzeugweg, einen Änderungsbetrag eines Werkzeugvektors, einen Ruck eines Werkzeugspitzenpunktes, eine Torsion eines Schnittpunktwegs, einen durch eine Formel dargestellten Schnittpunktweg, einen Änderungsbetrag eines Werkzeugvektors, einen Ruck eines Schnittpunktwegs und/oder einen vorgegebenen Genauigkeitsgrad beinhalten.

3. Numerische Steuervorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Geschwindigkeitssteuereinheit durch die Wegerzeugungseinheit auf Grundlage der zusätzlichen Informationen bestimmte Informationen über den Bewegungsweg des Werkzeugs verwendet.

4. Numerische Steuervorrichtung nach Anspruch 2, wobei die Geschwindigkeitssteuereinheit ferner eine Krümmung eines Werkstücks, eine Krümmung eines Werkzeugwegs, eine Krümmung eines Schnittpunktwegs, eine Beschleunigung eines Werkzeugspitzenpunktes, eine Beschleunigung eines Schnittpunktwegs und/oder eine geforderte Genauigkeit eines Werkstücks als zusätzliche Informationen verwendet.

5. Numerische Steuervorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die zusätzlichen Informationen in dem CNC-Programm hinzugefügt sind.

6. Numerische Steuervorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die zusätzlichen Informationen getrennt von dem CNC-Programm beschrieben sind.

7. Numerische Steuervorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Wegerzeugungseinheit eine Krümmung eines Werkzeugwegs und eine geforderte Genauigkeit eines Werkstücks als die zusätzlichen Informationen verwendet.

8. Numerische Steuervorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Wegerzeugungseinheit einen durch das CNC-Programm befohlenen Befehlspunkt hinzufügt oder löscht.

9. Numerische Steuervorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Wegerzeugungseinheit einen Bewegungsweg des Werkzeugs durch Glätten einer Befehlspunktreihe bestimmt, die eine Mehrzahl von durch das CNC-Programm befohlenen Befehlspunkten beinhaltet.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

FIG.2

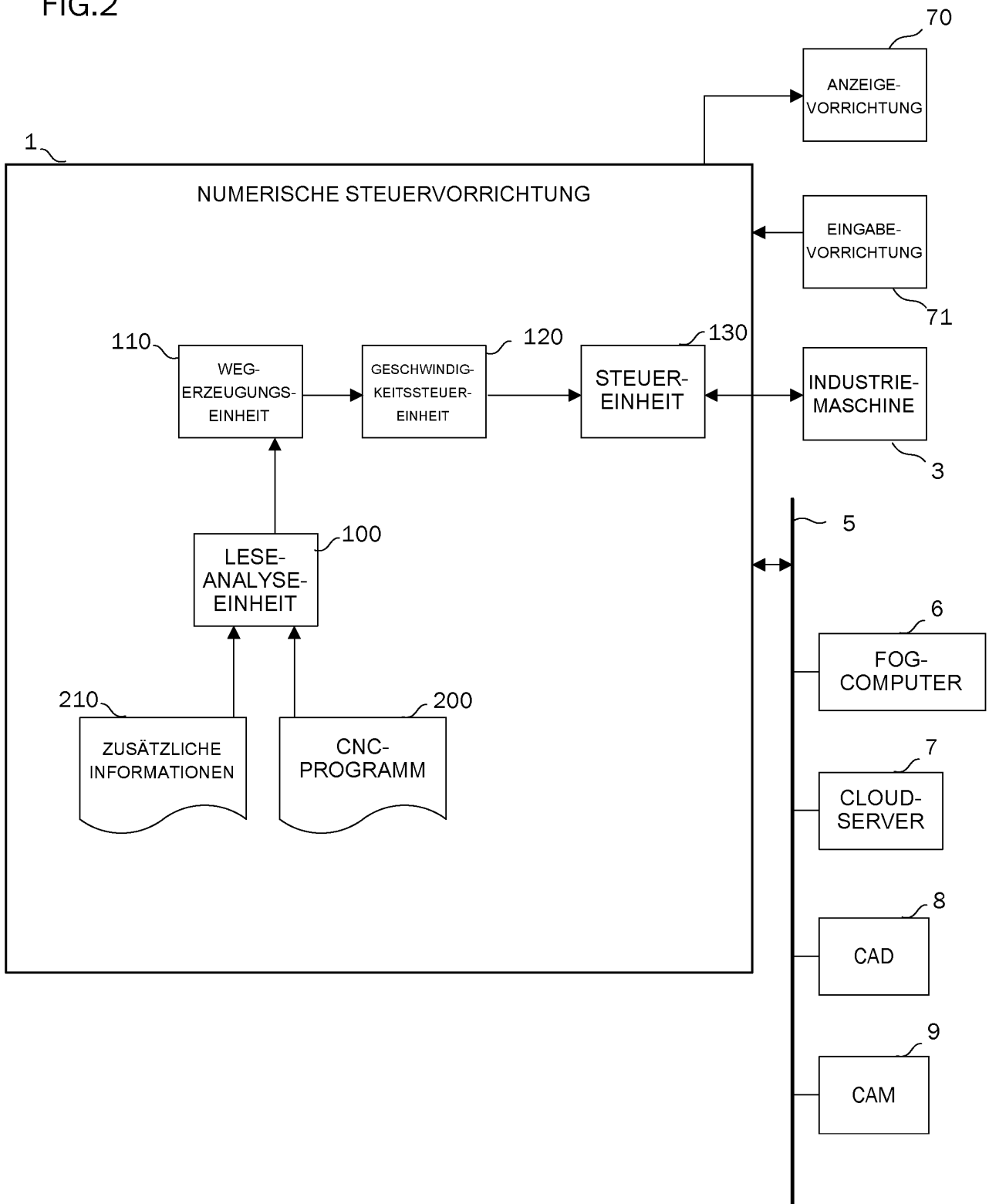
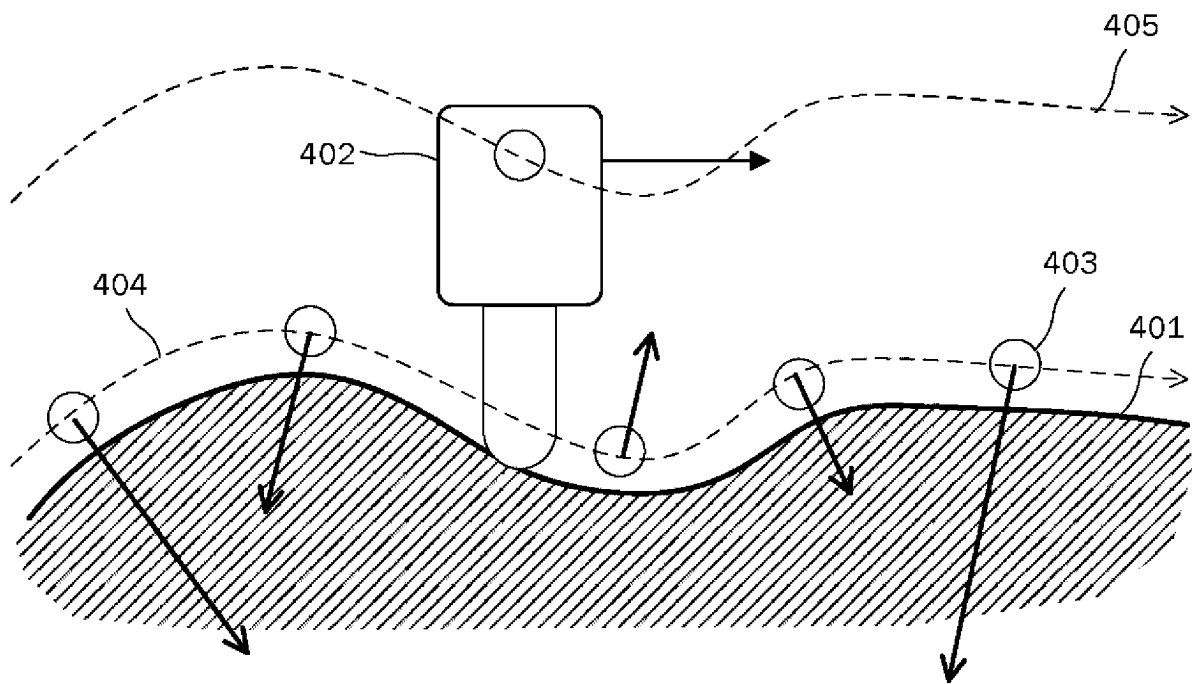


FIG.3



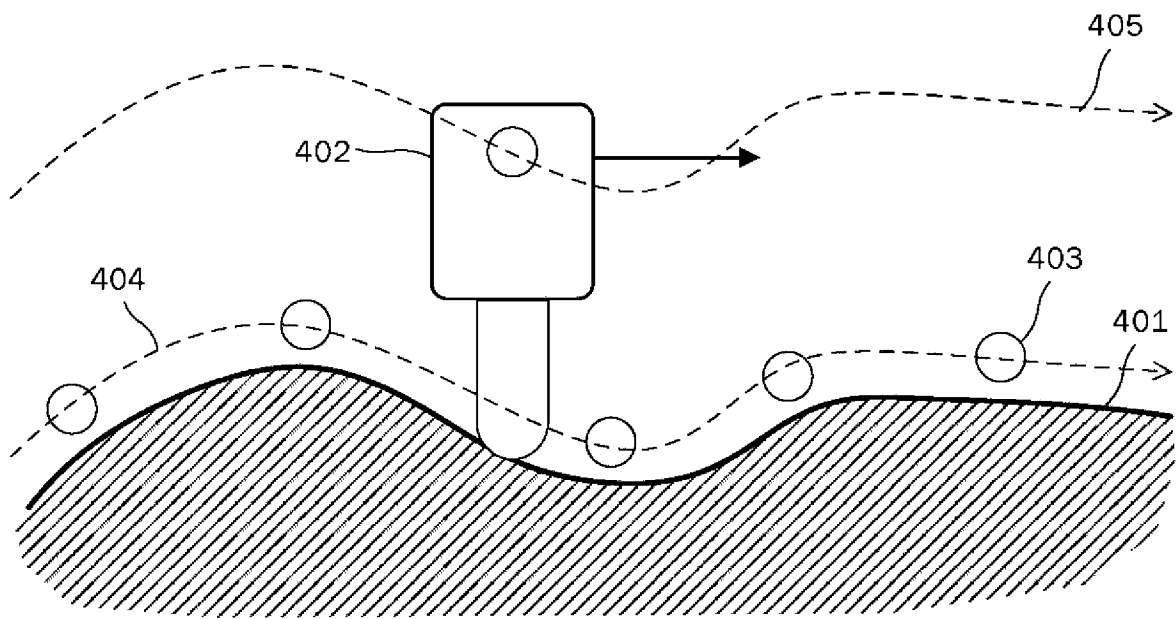
X1.0 Y0.0 Z0.0
X2.0 Y0.0 Z1.0
X3.0 Y0.0 Z-0.5
X4.0 Y0.0 Z0.2
...

200

Rx3.0 Ry0.0 Rz-3.0
Rx-0.2 Ry0.0 Rz-2.0
Rx0.0 Ry0.0 Rz1.0
Rx0.3 Ry0.0 Rz-1.5
...

210

FIG.4



```
X1.0 Y0.0 Z0.0  
X2.0 Y0.0 Z1.0  
X3.0 Y0.0 Z-0.5  
X4.0 Y0.0 Z0.2  
...
```

200

```
f1(u) g1(u) h1(u) a1<u<=a2  
f2(u) g2(u) h2(u) a2<u<=a3  
f3(u) g3(u) h3(u) a3<u<=a4  
f4(u) g4(u) h4(u) a4<u<=a5  
...
```

210

FIG.5

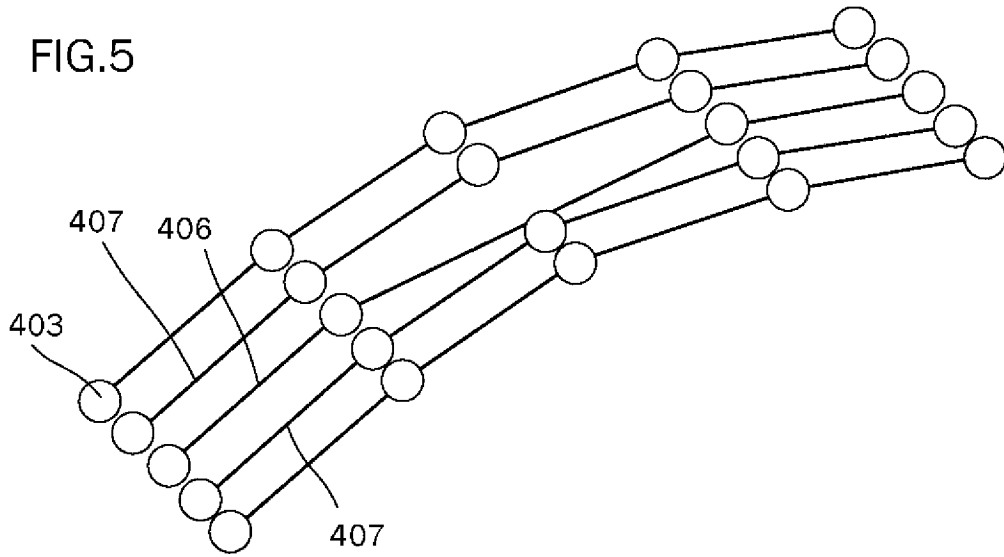


FIG.6

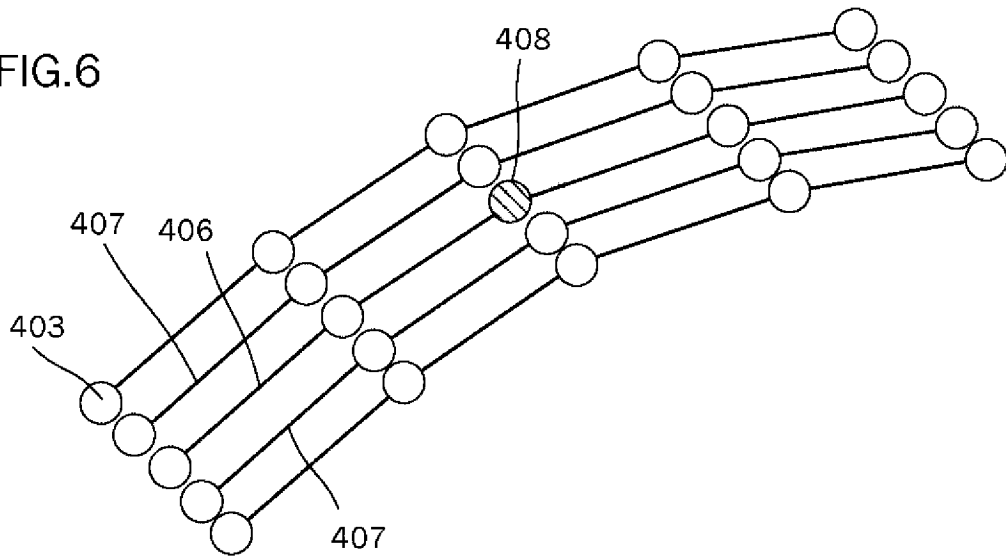


FIG.7

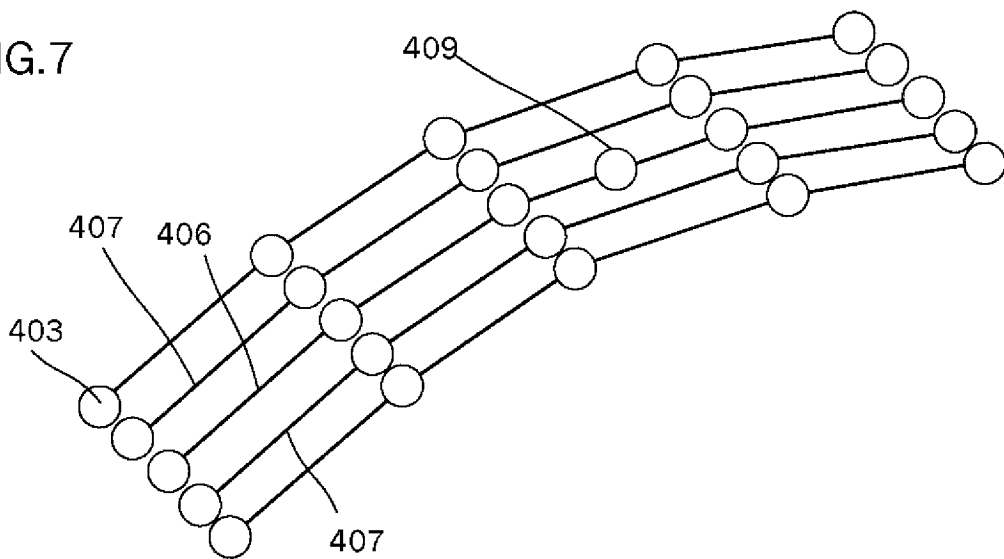


FIG.8

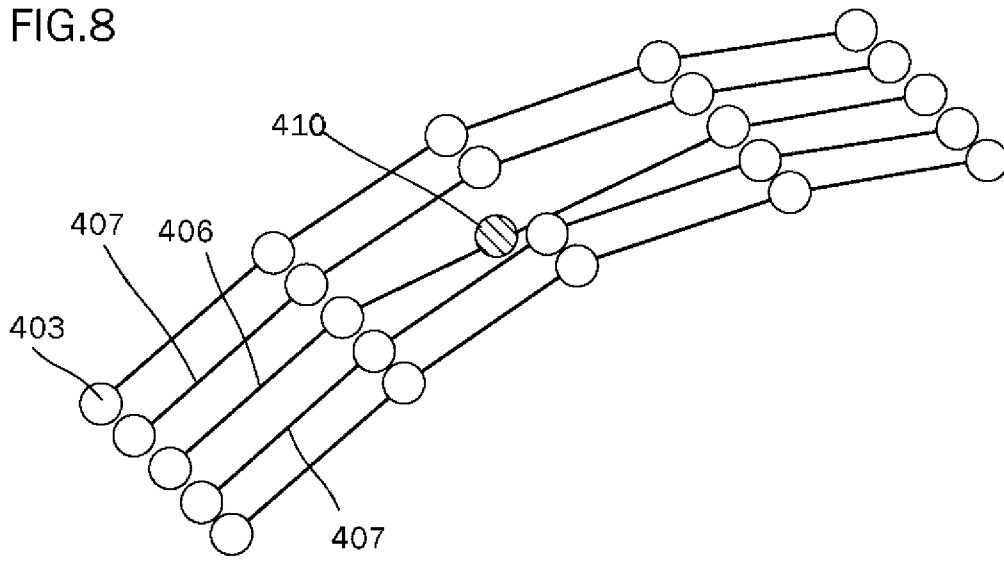


FIG.9

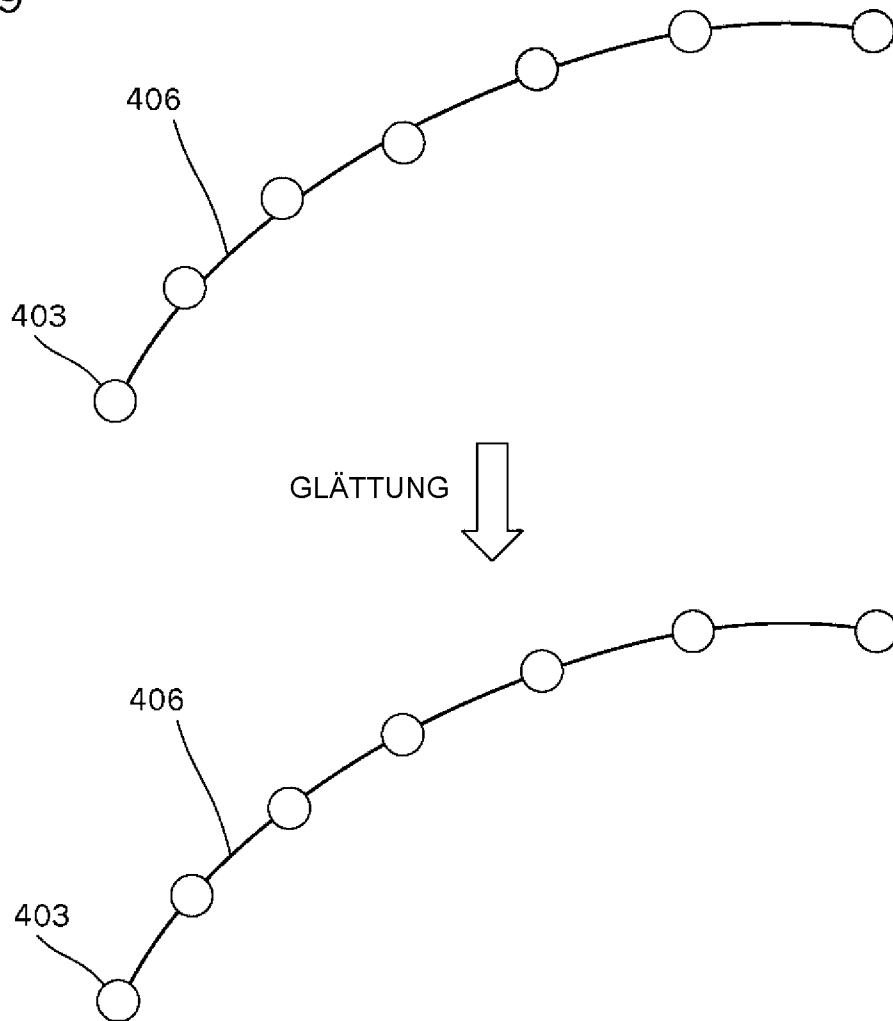
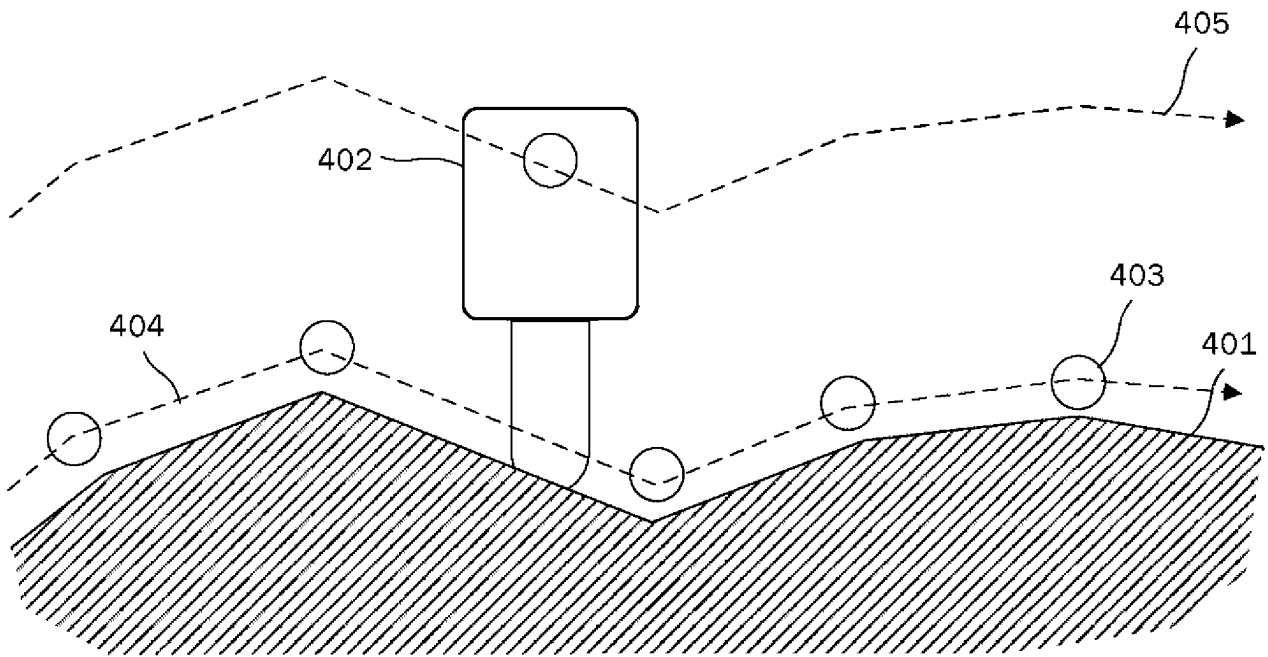


FIG.10



```
X1.0 Y0.0 Z0.0  
X2.0 Y0.0 Z1.0  
X3.0 Y0.0 Z-0.5  
X4.0 Y0.0 Z0.2  
...
```

200