



(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2023/188407**  
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2  
IntPatÜbkG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2022 005 601.0**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2022/016931**  
(86) PCT-Anmeldetag: **31.03.2022**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **05.10.2023**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **19.09.2024**

(51) Int Cl.: **B25J 13/08 (2006.01)**  
**B25J 9/16 (2006.01)**

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

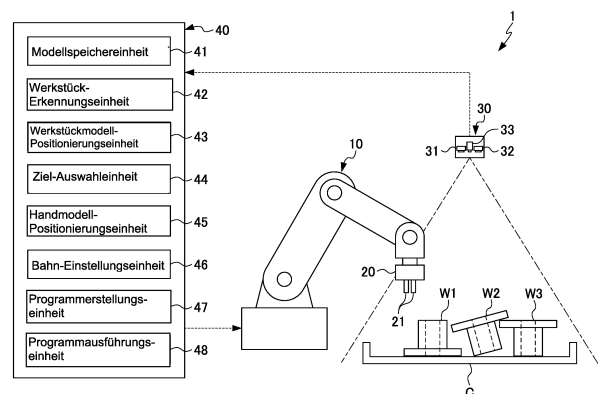
(72) Erfinder:  
**Tooyama, Wataru, Oshino-mura, Yamanashi, JP**

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

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

(54) Bezeichnung: **Robotersystem**

(57) Zusammenfassung: Ein Robotersystem gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung umfasst: eine Modellspeichereinheit, die ein Werkstückmodell speichert; eine Werkstück-Erkennungseinheit, die die Position und Ausrichtung eines Werkstücks durch Vergleich von Merkmalen einer von einem dreidimensionalen Sensor gemessenen Oberflächenform mit Merkmalen des Werkstückmodells erkennt; eine Werkstückmodell-Positionierungseinheit, die das Werkstückmodell in einem virtuellen Raum positioniert; und eine Bahn-Einstellungseinheit, die in dem virtuellen Raum einen Entfernungspfad festlegt, um das Werkstückmodell, das ein zu entfernendes Objekt ist, zu bewegen und zu entnehmen, ohne mit einem anderen Werkstückmodell in Konflikt zu geraten.



**Beschreibung**

## TECHNISCHES GEBIET

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Robotersystem.

## STAND DER TECHNIK

**[0002]** Ein Robotersystem ist weit verbreitet, bei dem Informationen über die Oberflächenform eines Objekts, wie z.B. ein Abstandsbild und Punktwolken-daten, erfasst werden und eine Position und eine Stellung eines Werkstücks durch einen Abgleichprozess festgelegt werden, so dass das Werkstück von einem Roboter entfernt wird. In manchen Fällen ist es notwendig, die Werkstücke der Reihe nach von dem Werkstück zu entfernen, das auf der obersten Seite einer Vielzahl von Werkstücken angeordnet ist, die sich zufällig überlappen.

**[0003]** Bei der Entnahme des Werkstücks durch den Roboter muss die Stellung des Roboters so bestimmt werden, dass andere Werkstücke, der Behälter, der die Werkstücke enthält, und ähnliches die Hand des Roboters nicht kollidieren. Es wird vorgeschlagen, eine Überlappungsbestimmung zwischen einem Erkennungsziel und einem verwandten Objekt durch einen informationsverarbeitenden Apparat durchzuführen, der eine Empfangseinheit, die ein Entfernungsbild eines Subjekts empfängt, eine Erkennungseinheit, die ein Erkennungsziel (Werkstück) in dem Entfernungsbild erkennt, eine Umwandlungseinheit, die Informationen einer vorbestimmten Oberfläche des verwandten Objekts (Hand), die mit dem Erkennungsziel in Beziehung steht, in Informationen auf dem Entfernungsbild umwandelt, und eine Ausgabeeinheit, die ein Bewertungsergebnis basierend auf den umgewandelten Informationen ausgibt, enthält (siehe Patentdokument 1).

## Zitierliste

## Patentdokument

**[0004]** Patentdokument 1: Japanische ungeprüfte Patentanmeldung, Veröffentlichung Nr. 2019-116294

## OFFENLEGUNG DER ERFINDUNG

Probleme, die durch die Erfindung gelöst werden sollen

**[0005]** In dem in Patentdokument 1 offenbarten Apparat wird das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein von Kollisionen anhand eines Abstandsbildes überprüft, das die Oberflächenform eines Werkstücks oder einer Hand darstellt. In einem Fall, in

dem beispielsweise eine Spitze eines Werkstücks in eine Öffnung eines anderen Werkstücks eingeführt wird, ist es jedoch nicht möglich, das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein von Interferenzen zwischen den Werkstücken nur anhand einer Vorder-Rückseite-Beziehung des Abstandsbildes genau zu bestimmen. Daher besteht ein Bedarf an einer Technik, die zuverlässiger verhindern kann, dass ein Zielwerkstück und eine Hand, die das Zielwerkstück hält, mit Hindernissen wie anderen Werkstücken kollidieren, wenn das Zielwerkstück entfernt wird, selbst wenn die Form und Anordnung des Werkstücks kompliziert sind.

## Mittel zur Lösung der Probleme

**[0006]** Ein Robotersystem gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung umfasst einen Roboter, einen dreidimensionalen Sensor, der so konfiguriert ist, dass er eine Oberflächenform eines Zielbereichs misst, in dem sich Werkstücke befinden können, und eine Steuervorrichtung, die so konfiguriert ist, dass sie basierend auf der von dem dreidimensionalen Sensor gemessenen Oberflächenform einen Entfernungspfad zum Entfernen mindestens eines der Werkstücke durch den Roboter erzeugt. Die Steuervorrichtung umfasst eine Modellspeichereinheit, die so konfiguriert ist, dass sie ein Werkstückmodell speichert, das durch Modellierung einer dreidimensionalen Form der Werkstücke erhalten wurde, eine Werkstück-Erkennungseinheit, die so konfiguriert ist, dass sie Positionen und Stellungen der Werkstücke durch Abgleich eines Merkmals der von dem dreidimensionalen Sensor gemessenen Oberflächenform mit einem Merkmal des Werkstückmodells erkennt, eine Werkstückmodell-Positionierungseinheit, die so konfiguriert ist, dass sie das Werkstückmodell in einem virtuellen Raum in den Positionen und Stellungen der von der Werkstück-Erkennungseinheit erfassten Werkstücke positioniert, und eine Bahn-Einstellungseinheit, die so konfiguriert ist, dass sie den Entfernungspfad durch Bewegen eines Werkstückmodells der Werkstückmodelle so einstellt, dass es nicht mit einem anderen Werkstückmodell der Werkstückmodelle in dem virtuellen Raum kollidiert.

## Auswirkungen der Erfindung

**[0007]** Gemäß der vorliegenden Offenbarung ist es möglich, zu verhindern, dass ein Zielwerkstück und eine Hand, die das Zielwerkstück hält, beim Entfernen des Zielwerkstücks mit Hindernissen wie anderen Werkstücken in Konflikt geraten.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**Fig. 1** ist eine schematische Darstellung der Konfiguration eines Robotersystems gemäß

einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung;

**Fig. 2** ist eine schematische Darstellung der Entfernung eines Werkstücks nach herkömmlicher Art; und

**Fig. 3** ist eine schematische Darstellung der Entnahme eines Werkstücks durch das Robotersystem aus **Fig. 1**.

#### BEVORZUGTE AUSFÜHRUNGSFORM DER ERFINDUNG

**[0008]** Nachfolgend wird eine Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. **Fig. 1** ist eine schematische Darstellung, die die Konfiguration eines Robotersystems 1 gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung zeigt. Das Robotersystem 1 entnimmt mindestens eines der Werkstücke W (im Folgenden wird, wenn es zur Unterscheidung der Werkstücke notwendig ist, dem Ende der Referenznummer eine Nummer zugeordnet), die zufällig eines nach dem anderen angeordnet sind. Das heißt, das Robotersystem 1 entnimmt ein Werkstück W aus der Vielzahl der Werkstücke W.

**[0009]** Das Robotersystem 1 umfasst einen Roboter 10, eine Hand 20, die am distalen Ende des Roboters 10 angebracht ist und ein Werkstück W halten kann, einen dreidimensionalen Sensor 30, der eine Oberflächenform eines Zielbereichs misst, in dem das Werkstück W vorhanden sein kann, und eine Steuervorrichtung 40, die basierend auf der vom dreidimensionalen Sensor 30 gemessenen Oberflächenform ein Betriebsprogramm des Roboters 10 erstellt. In dem gezeigten Beispiel handelt es sich bei den mehreren Werkstücken W1, W2 und W3 um kurze, röhrenförmige Bauteile mit der gleichen Form und einem Flansch an einem Ende. Der Roboter 10 bestimmt die Position und Stellung der Hand 20, d.h. die Koordinaten des Referenzpunktes der Hand 20 und die Ausrichtung der Hand 20. Wie in **Fig. 1** gezeigt, kann der Roboter 10 ein vertikaler Knickarmroboter sein, ist aber nicht darauf beschränkt, sondern kann beispielsweise ein orthogonaler Koordinatenroboter, ein skalarer Roboter, ein Parallelgelenkroboter oder ähnliches sein.

**[0010]** Die Hand 20 kann eine beliebige Hand sein, die das Werkstück W halten kann. Im gezeigten Beispiel umfasst die Hand 20 ein Paar Fingerelemente 21, die in das Werkstück W eingreifen, indem sie das Werkstück W von außen greifen oder in das Werkstück W eingeführt werden und sich nach außen ausdehnen. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht darauf beschränkt, und die Hand 20 kann auch einen anderen Haltemechanismus aufweisen, wie z.B. einen Saugnapf, der das Werkstück W durch Ansaugen hält.

**[0011]** Der dreidimensionale Sensor 30 misst den Abstand, in der Richtung der zentralen Achse des Sichtfelds, der Oberfläche auf der Seite des dreidimensionalen Sensors 30 von jedem der im Sichtfeld befindlichen Objekte (im gezeigten Beispiel drei Werkstücke W1, W2 und W3 sowie ein schalenförmiger Behälter C, auf dem die Werkstücke W1, W2 und W3 platziert sind), vom dreidimensionalen Sensors 30 für jede Position in einer ebenen Richtung senkrecht zur Mittelachse des Sichtfelds. Das heißt, der dreidimensionale Sensor 30 erfasst Informationen über die Oberflächenform, wie z.B. ein Abstandsbild und Punktwolkendaten eines Messziels, mit denen ein dreidimensionales Bild eines Objekts erstellt werden kann.

**[0012]** Der dreidimensionale Sensor 30 kann zwei zweidimensionale Kameras 31 und 32 umfassen, die jeweils ein zweidimensionales Bild eines Messziels aufnehmen, sowie einen Projektor 33, der ein Bild mit gitterförmigen Referenzpunkten auf das Messziel projiziert. Ein solcher dreidimensionaler Sensor 30 erfasst Bilder eines Messziels, auf das mit den beiden zweidimensionalen Kameras 31 und 32 gitterförmige Referenzpunkte projiziert werden, und kann basierend auf einer Positionsdifferenz zwischen den Gittern, die durch die Parallaxe zwischen den erfassten Bildern der beiden zweidimensionalen Kameras 31 und 32 verursacht wird, einen Abstand des dreidimensionalen Sensors 30 zu jedem Gitter berechnen. Alternativ kann der dreidimensionale Sensor 30 auch eine Vorrichtung sein, die andere dreidimensionale Messungen durchführen kann, wie z.B. ein dreidimensionaler Laserscanner.

**[0013]** Die Steuervorrichtung 40 umfasst eine Modellspeichereinheit 41, eine Werkstück-Erkennungseinheit 42, eine Werkstückmodell-Positionierungseinheit 43, eine Ziel-Auswahleinheit 44, eine Handmodell-Positionierungseinheit 45, eine Bahn-Einstellungseinheit 46, eine Programmerstellungseinheit 47 und eine Programmausführungseinheit 48. Die Steuervorrichtung 40 umfasst beispielsweise einen Speicher, eine CPU, eine Eingabe- /Ausgabeschnittstelle und dergleichen und kann durch eine oder mehrere Computervorrichtungen realisiert werden, die entsprechende Programme ausführen. Bei den Komponenten der Steuervorrichtung 40 handelt es sich um solche, die unter kategorisierte Funktionen der Steuervorrichtung 40 fallen, und sie müssen in Bezug auf die physische Struktur oder die Programmstruktur nicht klar unterscheidbar sein.

**[0014]** Die Modellspeichereinheit 41 speichert im Voraus ein Werkstückmodell (z.B. CAD-Daten oder ähnliches), das durch Modellierung der dreidimensionalen Form des Werkstücks W vor dem Betrieb zur Entfernung des Werkstücks W erhalten wurde. Vorzugsweise speichert die Modellspeichereinheit 41 außerdem im Voraus ein Handmodell, das durch

Modellierung der dreidimensionalen Form der Hand 20 gewonnen wurde, und ein Robotermodell, das durch Modellierung der dreidimensionalen Form zumindest des distalen Endabschnitts des Roboters 10 gewonnen wurde. Die Modellspeichereinheit 41 kann eine Vielzahl von Werkstückmodellen mit unterschiedlichen Formen speichern und kann außerdem ein Hindernismodell speichern, das durch die Modellierung eines Objekts erhalten wird, das ein anderes Hindernis als das Werkstück W sein kann, wie z.B. ein Behälter C, auf dem das Werkstück W platziert ist.

**[0015]** Die Werkstück-Erkennungseinheit 42 wandelt die Informationen zur Oberflächenform, die die vom dreidimensionalen Sensor 30 gemessene Oberflächenform repräsentieren, in dreidimensionale Punktdaten um, die im gleichen Koordinatenraum wie die Werkstückmodelle verarbeitet werden können. Die Werkstück-Erkennungseinheit 42 erkennt die Position und Stellung jedes der Werkstücke W1, W2 und W3, indem sie die Merkmale der dreidimensionalen Punktdaten mit den Merkmalen der Werkstückmodelle abgleicht. Eine solche Erkennung der Werkstücke W1, W2 und W3 kann mit einem bekannten Abgleichverfahren durchgeführt werden. Vorzugsweise erkennt die Werkstück-Erkennungseinheit 42 auch die Position und Stellung des Hindernisses durch den Abgleichprozess. Wenn der Behälter C beispielsweise eine Form hat, die das Werkstück W oder die Hand 20 kollidieren könnte, wenn das Werkstück W entnommen wird, ist es vorteilhaft, dass die Werkstück-Erkennungseinheit 42 auch die Position und die Stellung des Behälters C erkennt.

**[0016]** Die Werkstückmodell-Positionierungseinheit 43 positioniert die Werkstückmodelle jeweils in den Positionen und Stellungen der mehreren von der Werkstück-Erkennungseinheit 42 erfassten Werkstücke W1, W2 und W3 in einem virtuellen Raum. Wenn ein Entfernungsziel im Voraus ausgewählt wird, registriert die Werkstückmodell-Positionierungseinheit 43 vorzugsweise nur die Werkstückmodelle anderer Werkstücke W als Hindernisse, kann aber vorübergehend die Werkstückmodelle, die allen von der Werkstück-Erkennungseinheit 42 erfassten Werkstücken W1, W2 und W3 entsprechen, als Hindernisse registrieren. Darüber hinaus kann die Werkstückmodell-Positionierungseinheit 43 ein Hindernismodell wie den Behälter C, auf dem die mehreren Werkstücke W1, W2 und W3 liegen, im virtuellen Raum positionieren.

**[0017]** Die Ziel-Auswahleinheit 44 wählt eines der von der Werkstück-Erkennungseinheit 42 erkannten Werkstücke W1, W2 und W3 als Entfernungsziel aus. Die Ziel-Auswahleinheit 44 kann basierend auf den Daten der Positionen und Stellungen der von der Werkstück-Erkennungseinheit 42 erkannten Werk-

stücke W1, W2 und W3 das oberste Werkstück als Entfernungsziel auswählen, wählt aber vorzugsweise das Entfernungsziel durch Überprüfung der von der Werkstückmodell-Positionierungseinheit 43 im virtuellen Raum positionierten Werkstückmodelle aus. Beispielsweise kann die Ziel-Auswahleinheit 44 ein Werkstückmodell als Entfernungsziel auswählen, dessen Oberseite (die Seite des dreidimensionalen Sensors 30) nicht mit einem anderen Werkstückmodell in Kontakt ist.

**[0018]** Wenn die Werkstückmodell-Positionierungseinheit 43 die Werkstückmodelle aller Werkstücke W1, W2 und W3 als Hindernisse registriert, schließt die Ziel-Auswahleinheit 44 das Werkstückmodell als das ausgewählte Entfernungsziel von den Hindernissen aus. Wie oben beschrieben, ist es durch die vorübergehende Registrierung aller erkannten Werkstücke W1, W2 und W3 als Hindernisse und den anschließenden Ausschluss eines ausgewählten Entfernungsziels aus den Hindernissen möglich, ein angemessenes Entfernungsziel auszuwählen und der Bahn-Einstellungseinheit 46 genaue Informationen zu liefern. Wenn die Entfernung des als Entfernungsziel ausgewählten Werkstücks (z.B. W2) abgeschlossen ist, kann die Ziel-Auswahleinheit 44, die wie oben beschrieben konfiguriert ist, das nächste Entfernungsziel aus den verbleibenden Werkstücken (den Werkstücken W1 und W3), die als Hindernisse registriert sind, auswählen, so dass es nicht notwendig ist, die Erfassung der Oberflächenformdaten durch den dreidimensionalen Sensor 30 und den Abgleich durch die Werkstück-Erkennungseinheit 42 erneut durchzuführen. Zu diesem Zeitpunkt aktualisiert die Ziel-Auswahleinheit 44 die Informationen über die Hindernisse, indem sie das Werkstückmodell als neues Entfernungsziel aus den Hindernissen ausschließt.

**[0019]** Die Handmodell-Positionierungseinheit 45 positioniert das Handmodell im virtuellen Raum in einer Position und einer Stellung, die das Werkstückmodell als Entfernungsziel halten. So können Kollisionen zwischen den Werkstücken W1, W2 und W3 und der Hand 20 überprüft werden. Die Handmodell-Positionierungseinheit 45 kann ein zusammengesetztes Modell erzeugen, in dem das Werkstückmodell als Entfernungsziel und das positionierte Handmodell kombiniert sind. Durch die Erzeugung eines zusammengesetzten Modells ist es nur notwendig, eine Simulation für die Bewegung eines einzigen zusammengesetzten Modells durchzuführen, und somit kann die Rechenlast niedrig gehalten werden. Die Handmodell-Positionierungseinheit 45 kann das Robotermodell zusammen mit dem Handmodell positionieren. Die Kollisionen zwischen den Werkstücken W1, W2 und W3, der Hand 20 und dem Roboter 10 kann auch durch eine Simulation mit dem Robotermodell überprüft werden. Die Bahn-Einstellungseinheit 46 legt den Entfernungspfad im virtuellen

Raum so fest, dass das Werkstückmodell als Entfernungsziel so bewegt und zurückgezogen wird, dass es nicht mit den anderen Werkstückmodellen, d.h. den als Hindernisse registrierten Werkstückmodellen und anderen Hindernismodellen, in Kollisionen gerät. Vorzugsweise bewegt die Bahn-Einstellungseinheit 46 das Werkstückmodell des Entfernungsziels zusammen mit dem Handmodell, zum Beispiel als das oben beschriebene zusammengesetzte Modell, um das Werkstückmodell als Entfernungsziel zurückzuziehen, ohne die relative Positionsbeziehung zwischen dem Werkstückmodell und dem Handmodell zu verändern. Vorzugsweise ist die Bahn-Einstellungseinheit 46 so konfiguriert, dass sie den Entfernungspfad so festlegt, dass sich das Werkstückmodell, das Handmodell und das Robotermodell nicht gegenseitig kollidieren. Die Bahn-Einstellungseinheit 46 kann den Entfernungspfad mit einer Vielzahl von geraden Linien oder Kurven definieren, die an einem oder mehreren Zwischenpunkten verbunden sind.

**[0020]** Wenn das Werkstück W2, das als Entfernungsziel dient, in vertikaler Richtung angehoben wird, kollidiert der kurze Rohrabschnitt des Werkstücks W2, das als Entfernungsziel dient, beispielsweise den Flanschabschnitt des benachbarten Werkstücks W3, wie in **Fig. 2** gezeigt. Wie in **Fig. 3** gezeigt, stellt die Bahn-Einstellungseinheit 46 daher den Entfernungspfad so ein, dass das Werkstück W2 als Entfernungsziel in einer geneigten Richtung angehoben wird, um Kollisionen zwischen dem Werkstück W2 als Entfernungsziel und dem Werkstück W1 und dem Werkstück W3 zu vermeiden.

**[0021]** Die Programmerstellungseinheit 47 erzeugt ein Betriebsprogramm des Roboters 10, das die Hand 20 entlang des Entfernungspfads bewegt, der von der Bahn-Einstellungseinheit 46 festgelegt wurde. Ein solches Betriebsprogramm kann mit einer bekannten Technik erzeugt werden.

**[0022]** Die Programmausführungseinheit 48 betreibt den Roboter 10 in Übereinstimmung mit dem von der Programmerstellungseinheit 47 erzeugten Betriebsprogramm. Insbesondere wandelt die Programmausführungseinheit 48 einen Befehl des Betriebsprogramms in eine Position oder eine Geschwindigkeit jeder Antriebswelle des Roboters 10 um, die für den Befehl erforderlich ist, erzeugt einen Befehlswert für jede Antriebswelle des Roboters 10 und gibt diese Befehlswerte in einen Servoverstärker ein, der jede Antriebswelle des Roboters 10 antreibt.

**[0023]** Das Robotersystem 1 positioniert das Werkstückmodell des Werkstücks W2 als Entfernungsziel, die Werkstückmodelle der anderen Werkstücke W1 und W3, die Hindernisse sein sollen, und das Handmodell der Hand 20, die das Werkstück W2 hält, als Entfernungsziel im virtuellen Raum und stellt einen Entfernungspfad ein, der so simuliert wird, dass das

Werkstückmodell des Werkstücks W2 als Entfernungsziel und das Handmodell die Werkstückmodelle der anderen Werkstücke W1 und W3 nicht kollidieren. Daher muss das Robotersystem 1 nur die Kollisionen zwischen dem Handmodell und dem Modell des Hindernisses überprüfen, dessen Datenmenge kleiner ist als die der vom dreidimensionalen Sensor 30 erfassten Daten zur Oberflächenform, wodurch der Rechenaufwand verringert wird. Da das Robotersystem 1 außerdem die Daten verwendet, aus denen das Rauschen der vom dreidimensionalen Sensor 30 erfassten Daten zur Oberflächenform entfernt wurde, kann ein besser geeigneter Entfernungspfad festgelegt werden. Da das Robotersystem 1 außerdem die Formen der verborgenen Rückseiten der Werkstücke W1, W2 und W3 berücksichtigen kann, die mit den vom dreidimensionalen Sensor 30 erfassten Oberflächenformdaten nicht überprüft werden können, kann ein noch besserer Entfernungspfad festgelegt werden. Selbst in einem Fall, in dem Werkstücke mit komplizierten Formen so angeordnet sind, dass sie ineinander greifen, und kein Werkstück vollständig freiliegt, kann es möglich sein, die Werkstücke zu entfernen.

**[0024]** Obwohl die Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung oben beschrieben wurde, ist die vorliegende Erfindung nicht auf die oben beschriebene Ausführungsform beschränkt. Darüber hinaus sind die in der oben beschriebenen Ausführungsform beschriebenen Effekte lediglich als vorteilhafte Effekte der vorliegenden Erfindung aufgeführt, und die Effekte der vorliegenden Erfindung sind nicht auf die in der oben beschriebenen Ausführungsform beschriebenen Effekte beschränkt. Beispielsweise kann das Robotersystem gemäß der vorliegenden Erfindung nur die Kollisionen zwischen dem Werkstückmodell als Entfernungsziel und anderen Werkstückmodellen als dem Entfernungsziel prüfen, ohne das Handmodell zu verwenden.

#### ERKLÄRUNG DER REFERENZZEICHEN

1	Robotersystem
10	Roboter
20	Hand
31, 32	zweidimensionale Kamera
33	Projektor
30	dreidimensionaler Sensor
40	Steuervorrichtung
41	Modellspeichereinheit
42	Werkstück-Erkennungseinheit
43	Werkstückmodell-Positionierungseinheit
44	Ziel-Auswahleinheit

45	Handmodell-Positionierungseinheit
46	Bahn-Einstellungseinheit
47	Programmerstellungseinheit
48	Programmausführungseinheit
C	Behälter
W1, W2, W3	Werkstück

**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 2019116294 [0004]

**Patentansprüche**

1. Ein Robotersystem umfassend:
  - einen Roboter;
  - einen dreidimensionalen Sensor, der so konfiguriert ist, dass er die Oberflächenform eines Zielbereichs misst, in dem Werkstücke existieren können; und
  - eine Steuervorrichtung, die so konfiguriert ist, dass sie basierend auf der von dem dreidimensionalen Sensor gemessenen Oberflächenform einen Entfernungspfad zum Entfernen mindestens eines der Werkstücke durch den Roboter erzeugt, wobei die Steuervorrichtung aufweist:
    - eine Modellspeichereinheit, die so konfiguriert ist, dass sie ein Werkstückmodell speichert, das durch Modellierung einer dreidimensionalen Form der Werkstücke erhalten wurde;
    - eine Werkstück-Erkennungseinheit, die so konfiguriert ist, dass sie Positionen und Stellungen der Werkstücke erkennt, indem sie ein Merkmal der von dem dreidimensionalen Sensor gemessenen Oberflächenform mit einem Merkmal des Werkstückmodells abgleicht;
    - eine Werkstückmodell-Positionierungseinheit, die so konfiguriert ist, dass sie das Werkstückmodell in einem virtuellen Raum in den Positionen und Stellungen der von der Werkstück-Erkennungseinheit erfassten Werkstücke positioniert; und
    - eine Bahn-Einstellungseinheit, die so konfiguriert ist, dass sie den Entfernungspfad festlegt, indem sie ein Werkstückmodell der Werkstückmodelle so bewegt, dass es nicht mit einem anderen Werkstückmodell der Werkstückmodelle im virtuellen Raum kollidiert.
2. Das Robotersystem nach Anspruch 1, wobei die Steuervorrichtung ferner eine Ziel-Auswahleinheit aufweist, die so konfiguriert ist, dass sie eines der von der Werkstück-Erkennungseinheit erkannten Werkstücke als Entfernungsziel auswählt.
3. Das Robotersystem nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Steuervorrichtung das eine Werkstückmodell, das von der Werkstückmodell-Positionierungseinheit positioniert wurde, als Entfernungsziel auswählt.
4. Das Robotersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Werkstückmodell-Positionierungseinheit das andere Werkstückmodell als ein Hindernis registriert, und das eine Werkstückmodell ist von der Registrierung als Hindernis ausgeschlossen.
5. Das Robotersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, das ferner eine Hand umfasst, die an einem distalen Ende des Roboters vorgesehen ist, wobei die Modellspeichereinheit speichert außerdem ein Handmodell, das durch Modellierung einer dreidimensionalen Form der

Hand erhalten wurde, die Steuervorrichtung ferner eine Handmodell-Positionierungseinheit aufweist, die so konfiguriert ist, dass sie das Handmodell in einer Position und einer Stellung positioniert, die das eine Werkstückmodell im virtuellen Raum halten, und die Bahn-Einstellungseinheit stellt den Entfernungspfad so ein, dass das Handmodell nicht mit dem anderen Werkstückmodell kollidiert, ohne eine relative Positionsbeziehung zwischen dem einen Werkstückmodell und dem Handmodell zu verändern.

6. Das Robotersystem nach Anspruch 5, wobei die Handmodell-Positionierungseinheit ein zusammengesetztes Modell erzeugt, in dem das eine Werkstückmodell und das Handmodell kombiniert sind.

7. Das Robotersystem nach Anspruch 5 oder 6, wobei die Modellspeichereinheit speichert außerdem ein Robotermodell, das durch Modellierung einer dreidimensionalen Form mindestens eines distalen Endabschnitts des Roboters erhalten wurde, die Handmodell-Positionierungseinheit positioniert das Robotermodell zusammen mit dem Handmodell, und die Bahn-Einstellungseinheit legt den Entfernungspfad so fest, dass das Werkstückmodell, das Handmodell und das Robotermodell nicht gegenseitig kollidieren.

8. Das Robotersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Steuervorrichtung ferner eine Programmerstellungseinheit aufweist, die so konfiguriert ist, dass sie ein Betriebsprogramm zum Bewegen des Roboters entlang des von der Bahn-Einstellungseinheit festgelegten Entfernungspfades erzeugt.

9. Das Robotersystem nach Anspruch 8, wobei die Steuervorrichtung ferner eine Programmausführungseinheit aufweist, die so konfiguriert ist, dass sie den Roboter in Übereinstimmung mit dem von der Programmerstellungseinheit erzeugten Betriebsprogramm betreibt.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

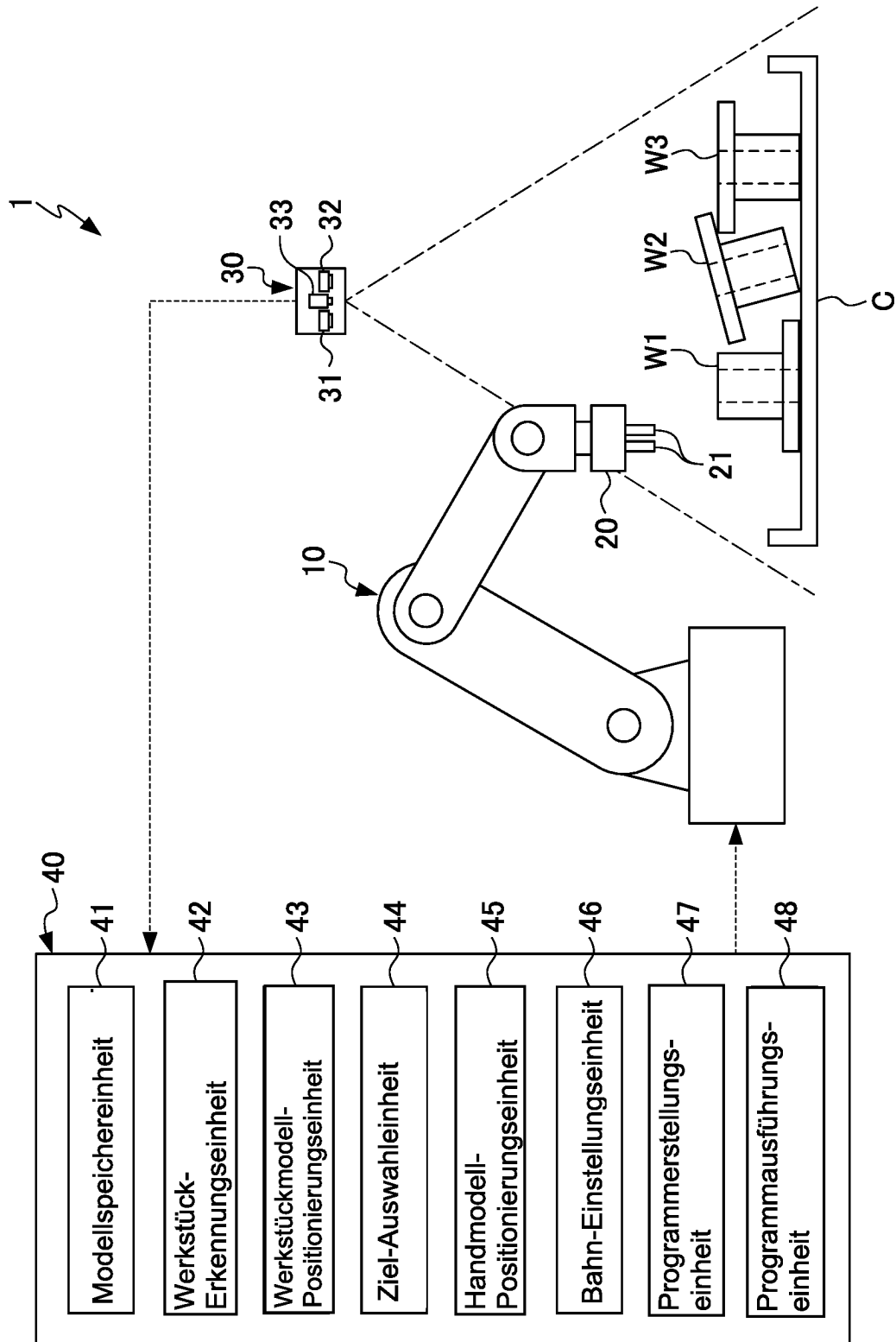


FIG. 2

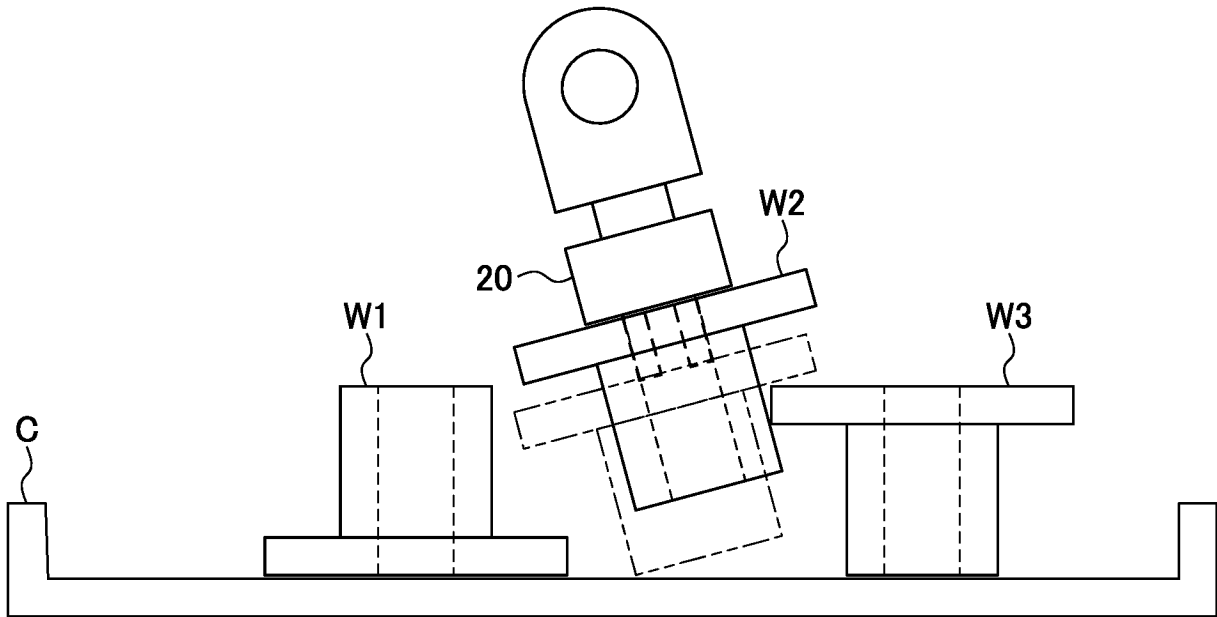


FIG. 3

