



(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2023/170764**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2022 005 804.8**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2022/009814**
(86) PCT-Anmeldetag: **07.03.2022**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **14.09.2023**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **10.10.2024**

(51) Int Cl.: **B25J 9/22 (2006.01)**

(71) Anmelder:
FANUC CORPORATION, Yamanashi, JP

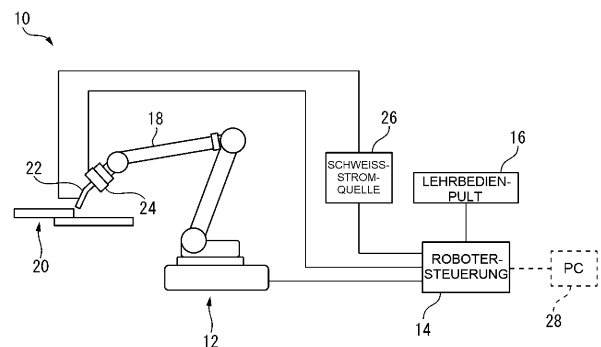
(74) Vertreter:
**BOEHMERT & BOEHMERT Anwaltspartnerschaft
mbB - Patentanwälte Rechtsanwälte, 28359
Bremen, DE**

(72) Erfinder:
**Furuta, Tomohiro, Yamanashi, JP; Yoshida,
Shigeo, Yamanashi, JP; Teramoto, Kiichi,
Yamanashi, JP**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **VORRICHTUNG ZUM ERZEUGEN EINES SUCHPROGRAMMS FÜR EINEN ROBOTER**

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Programmerzeugungs-
vorrichtung bereitgestellt, die die Tätigkeiten eines
Benutzers bei der Erzeugung eines Suchprogramms zum
Erzeugen von Lehrpunkten stark vereinfachen kann. Die
Programmerzeugungs-
vorrichtung weist eine Entgegennah-
meeinheit, die eine Eingabe einer Suchstartposition und
einer Suchendposition auf einer Tätigkeitslinie von einem
Sensor und eine Eingabe von Informationen hinsichtlich
eines Suchprogramms, die die Detektionsbedingungen
des Sensors enthalten, erhält; und eine Programmerzeugungs-
einheit, die auf der Basis der Inhalte, die durch die Entge-
gennahmeeinheit erhalten wurden, ein Suchprogramm zum
Festlegen von Lehrpunkten, die Positionen auf der Tätigkeits-
linie entsprechen, festlegt, auf.



Beschreibung

[LITERATURLISTE]

TECHNISCHES GEBIET

[PATENTLITERATUR]

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Programmerzeugungsvorrichtung zum Erzeugen eines Suchprogramms für einen Roboter.

[PTL 1] JP 1995(H07)-104831 A

[PTL 2] JP 2001-129776 A

ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK

KURZDARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[TECHNISCHES PROBLEM]

[0002] Ein Robotersystem, das einen Roboter, ein Arbeitswerkzeug wie etwa einen Schweißbrenner, der an dem Roboter angebracht ist, und eine Steuerung zum Steuern des Roboters aufweist, ist wohlbekannt. Die Steuerung treibt den Roboter und das Arbeitswerkzeug auf der Basis eines Betriebsprogramms an, und ein Benutzer des Roboters kann vorab Lehrpunkte lehren, um die Position und die Lage des Roboters während einer Tätigkeit zu bestimmen. Das Betriebsprogramm wird auf der Basis der Lehrpunkte erzeugt.

[0006] Um eine Positionsabweichung des Betriebspfads des Roboters wirksam zu unterdrücken, ist es wünschenswert, die Lehrpunkte präzise zu erzeugen und festzulegen. Zum Beispiel kann ein Lehrpunkt durch den Betreiber, der den Roboter manuell an eine gewünschte Position und in eine gewünschte Lage bewegt, festgelegt werden, doch benötigt ein Lehrpunkt häufig eine hohe Präzision von 1 mm oder weniger. Daher muss der Betreiber hochqualifiziert sein und kann selbst ein erfahrener Betreiber viel Arbeitszeit benötigen.

[0003] Die Stelle des Lehrpunkts kann eine bedeutende Auswirkung auf die Qualität der durch den Roboter durchgeführten Tätigkeit aufweisen. Zum Beispiel bewegt der Roboter in einem Robotersystem, das ein Bogenschweißen vornimmt, einen Schweißbrenner, der an einem Roboterarm usw. angebracht ist, entlang eines Betriebspfads, der auf der Basis der Lehrpunkte bestimmt ist. Wenn der Betriebspfad von einem gewünschten Pfad abweicht, weicht auch eine Schweißlinie von dem gewünschten Pfad ab, was zu einer Abnahme der Bearbeitungsgenauigkeit führt.

[0007] Bei einer Weise, um einen Lehrpunkt zu erzeugen, ist, wird auf der Basis eines bestimmten Lehrpunkts ein Suchpunkt zum Bestimmen des nächsten Lehrpunkts entlang des Betriebspfads festgelegt. Doch da es für den Benutzer schwierig ist, den Suchpunkt visuell zu erkennen, kann es zu einer unerwarteten Bewegung des Roboters kommen. Ferner muss die Position des Suchpunkts wiederholt berechnet werden und kann es als Ergebnis einige Zeit dauern, bis der Lehrpunkt erzeugt ist. Darüber hinaus kann es nötig sein, an dem Lehrpunkt und/oder dem Suchausgangspunkt usw. ein Lehren vorzunehmen, und benötigt der Benutzer Geschick, um ein präzises Lehren durch einen Schrittbetrieb usw. durchzuführen.

[0004] Zur Korrektur einer solchen Abweichung bei dem Betriebspfad ist ein Steuerverfahren bekannt, bei dem ein Sensor an einem Arbeitswerkzeug wie etwa dem Schweißbrenner bereitgestellt ist und der Betriebspfad korrigiert wird, während eine Tätigkeit wie etwa ein Schweißen durchgeführt wird. Zum Beispiel ist ein Steuerverfahren bekannt, bei dem vorab ein Betriebspfad erzeugt wird, indem ein Start- und ein Endpunkt bestimmt werden und dann, während die Position des Roboters den Betriebspfad entlang bewegt wird, Positionen, an denen ein Schweißen durchgeführt werden soll, die durch den Roboter detektiert wurden, als Lehrpunkte festgelegt werden (siehe z.B. das Patentliteraturbeispiel 1).

[LÖSUNG DES PROBLEMS]

[0005] Außerdem ist ein Roboter, der so ausgeführt ist, dass er die Position einer Schweißlinie unter Verwendung eines Lasersensors detektiert und gleichzeitig ein Arbeitswerkzeug die detektierte Linie entlang bewegt, um eine Tätigkeit wie etwa ein Schweißen durchzuführen, wohlbekannt (siehe z.B. das Patentliteraturbeispiel 2).

[0008] Ein Aspekt der vorliegenden Offenbarung stellt eine Programmerzeugungsvorrichtung bereit, die so ausgeführt ist, dass sie ein Programm zum Steuern eines Roboters, der einen Sensor, der eine Tätigkeitslinie eines Werkstücks detektieren kann, aufweist, erzeugt, wobei die Programmerzeugungseinheit eine Entgegennahmeeinheit, die so ausgeführt ist, dass sie eine Eingabe einer Suchstartposition und einer Suchendposition der Tätigkeitslinie von dem Sensor und eine Eingabe von Informationen im Zusammenhang mit einem Suchprogramm, die eine Detektionsbedingung des Sensors enthalten, erhält; und eine Programmerzeugungseinheit, die so ausgeführt ist, dass sie auf der Basis der Inhalte, die durch die Entgegennahmeeinheit erhalten wurden, ein Suchprogramm zum Festlegen eines Lehrpunkts, der einer Position der Tätigkeitslinie entspricht, erzeugt, aufweist.

[0009] Ein anderer Aspekt der vorliegenden Offenbarung stellt eine Programmerzeugungsvorrichtung bereit, die so ausgeführt ist, dass sie ein Programm zum Steuern eines Roboters, der einen Sensor, der eine Tätigkeitslinie eines Werkstücks detektieren kann, aufweist, erzeugt, wobei die Programmerzeugungseinheit eine Anzeigeeinheit, die das Programm anzeigen kann; eine Anzeigesteuereinheit, die bewirkt, dass ein Assistent an der Anzeigeeinheit angezeigt wird, wobei der Assistent so ausgeführt ist, dass er eine Eingabe einer Suchstartposition und einer Suchendposition der Tätigkeitslinie von dem Sensor und eine Eingabe von Informationen im Zusammenhang mit einem Suchprogramm, die eine Detektionsbedingung des Sensors enthalten, erhält; und eine Programmerzeugungseinheit, die so ausgeführt ist, dass sie auf der Basis der Inhalte, die durch den Assistenten erhalten wurden, ein Suchprogramm zum Festlegen eines Lehrpunkts, der einer Position der Tätigkeitslinie entspricht, erzeugt, aufweist.

[VORTEILHAFTE WIRKUNGEN DER ERFINDUNG]

[0010] Nach der vorliegenden Offenbarung wird die Tätigkeit des Betreibers bei dem Erzeugen des Suchprogramms durch die Eingabe über die Entgegennahmeeinheit stark vereinfacht und kann der Benutzer daher das Suchprogramm zum Erzeugen der Lehrpunkte leicht rasch erzeugen..

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Fig. 1 ist eine schematische Aufbauansicht eines Robotersystems nach einer Ausführungsform.

Fig. 2 ist eine Ansicht, die eine Schweißtätigkeit durch einen Roboter schematisch zeigt.

Fig. 3 ist eine Ansicht, die ein Beispiel zeigt, bei dem ein Suchstartpunkt unter Verwendung einer Benutzerschnittstelle gelehrt wird.

Fig. 4 ist eine Ansicht, die ein Beispiel zeigt, bei dem ein Suchendpunkt unter Verwendung der Benutzerschnittstelle gelehrt wird.

Fig. 5 ist eine Ansicht, die ein Beispiel zeigt, bei dem ein Schweißprogramm unter Verwendung der Benutzerschnittstelle ausgeführt wird.

Fig. 6 ist eine Ansicht, die ein Beispiel zeigt, bei dem ein Betriebsprogramm unter Verwendung der Benutzerschnittstelle automatisch erzeugt wird.

Fig. 7 ist eine Ansicht, die ein anderes Beispiel zeigt, bei dem der Suchpunkt unter Verwendung der Benutzerschnittstelle gelehrt wird.

Fig. 8 ist eine Ansicht, die einen Assistenten veranschaulicht, der bei dem Beispiel von

Fig. 7 an der Benutzerschnittstelle angezeigt wird.

Fig. 9 ist ein Ablaufdiagramm, das ein Beispiel für einen Prozess in einer Programmerzeugungsvorrichtung zeigt.

BESCHREIBUNG VON AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0011] **Fig. 1** ist eine schematische Aufbauansicht eines Robotersystems nach einer bevorzugten Ausführungsform. Das Robotersystem 10 weist wenigstens einen Roboter 12, eine Robotersteuerung 14, die so ausgeführt ist, dass sie den Roboter 12 steuert, und ein Lehrbedienpult 16, das drahtlos oder drahtgebunden kommunikationsfähig mit der Robotersteuerung 14 verbunden ist, auf.

[0012] Der Roboter 12 ist zum Beispiel ein industrieller Knickarmroboter und weist einen beweglichen Abschnitt (einen Arm) 8, ein Arbeitswerkzeug 22, das an einem vorderen Ende des beweglichen Abschnitts 18 angebracht ist und so ausgeführt ist, dass es an einem Arbeitsobjekt (einem Werkstück) 20 eine vorherbestimmte Tätigkeit durchführt, und einen Sensor 24, der eine Position einer Tätigkeitsstelle (z.B. einer Tätigkeitslinie) durch das Arbeitswerkzeug 22 auf dem Werkstück 20 detektieren kann, auf. Bei dieser Ausführungsform ist das Arbeitswerkzeug 22 ein Schweißbrenner und weist das Robotersystem 10 entsprechend eine Schweißstromquelle 26 auf, um dem Schweißbrenner 22 auf der Basis eines Befehls von der Robotersteuerung 14 Strom zu liefern. Wie oben beschrieben wurde, weist die Tätigkeitslinie bei dieser Ausführungsform den zu schweißenden Abschnitt des Werkstücks auf, obwohl die vorliegende Offenbarung nicht darauf beschränkt ist. Zum Beispiel kann die vorherbestimmte Tätigkeit, die durch den Roboter durchgeführt werden soll, eine Versiegelungstätigkeit sein, die Tätigkeitslinie einen zu versiegelnden Abschnitt des Werkstücks enthalten und das Arbeitswerkzeug 22 eine Düse zum Abgeben eines Klebstoffs sein.

[0013] Bei der Ausführungsform ist der Sensor 24 ein 3D-Sensor vom Laserscannertyp (ein Lasersensor), der eine Ausstrahleinheit, die so ausgeführt ist, dass sie auf der Basis eines Befehls von der Robotersteuerung 14 Licht (z.B. einen Laserstrahl) ausstrahlt, und einen Bildsensor (CCD, CMOS usw.), der so ausgeführt ist, dass er das von dem Werkstück reflektierte Licht empfängt und in Strom umwandelt, aufweist. Der Sensor 24 ist unter Verwendung einer passenden Halterung (nicht gezeigt) an dem vorderen Ende des beweglichen Abschnitts 18 oder dem Schweißbrenner 22 angebracht und kann die Tätigkeitslinie durch fortlaufendes Abtasten des Werkstücks entlang der Tätigkeitslinie suchen. Der Sensor ist jedoch nicht auf einen Lasersensor beschränkt, es kann jeder beliebige Sensor verwendet werden, der in der Lage ist, die Tätigkeitslinie zu

detektieren. Zum Beispiel kann auch ein 3D-Sensor verwendet werden. Beispiele für den 3D-Sensor können eine Laufzeitkamera (time-of-flight camera, ToF-Kamera), die so ausgeführt ist, dass sie unter Verwendung eines Laufzeitverfahrens ein Entfernungsbild aufnimmt, oder eine Stereokamera, die so ausgeführt ist, dass sie auf der Basis einer Parallaxe, die durch zwei 2D-Kameras aufgenommen wurde, eine 3D-Position detektiert, usw. umfassen.

[0014] Der Roboter 12 ist so ausgeführt, dass er auf der Basis eines Befehls, der von der Robotersteuerung 14 gesendet wird, verschiedene Prozesse und/oder Tätigkeiten wie etwa ein Schweißen durchführen kann. Die Robotersteuerung 14 weist einen Prozessor und eine Speichereinheit (einen Speicher usw.) auf und kann den Roboter 12 auf der Basis eines nachstehend beschriebenen Betriebsprogramms steuern. Zusätzlich zu dem Betriebsprogramm zum Steuern des Roboters 12 kann die Robotersteuerung 14 ein Suchprogramm, das später beschrieben werden wird, erzeugen und speichern und dieses ausführen, um den Sensor 24 zu steuern. Mit anderen Worten weist der Prozessor der Robotersteuerung 14 bei dieser Ausführungsform die Funktionen einer Anzeigesteuereinheit und einer Programmerzeugungseinheit auf. Doch die vorliegende Erfindung ist nicht darauf beschränkt, und zum Beispiel kann ein Computer wie etwa ein Personal Computer (PC), der drahtgebunden oder drahtlos an die Steuerung 14 angeschlossen ist und einen Prozessor und eine Speichereinheit (einen Speicher usw.) aufweist, jedes Programm erzeugen und kann das erzeugte Programm von dem PC 28 zu der Steuerung 14 übertragen werden.

[0015] Das Lehrbedienpult 16 weist eine Entgegennahmeeinheit wie etwa eine Tastatur oder ein Touchpanel, die von dem Benutzer verschiedene Eingaben erhalten kann, und eine Anzeigeeinheit wie etwa eine Anzeige auf. Die Entgegennahmeeinheit und die Anzeigeeinheit bilden eine nachstehend beschriebene Benutzerschnittstelle.

(Erstes Beispiel)

[0016] Fig. 2 ist eine Ansicht, die ein Schweißen als ein Beispiel für eine Tätigkeit, die durch den Roboter 12 durchgeführt wird, schematisch darstellt. Hierbei werden die Formen von zwei plattenförmigen Werkstücken 20a und 20b mit Unebenheiten unter Verwendung des Lasersensors 24, der an dem Schweißbrenner 22 angebracht ist, vermessen und auf der Basis der Informationen, die von dem Sensor 24 erhalten wurden, automatisch Lehrpunkte erzeugt. Dann wird ein Bogenschweißen entlang einer Schweißlinie 30 durchgeführt.

[0017] Nachstehend werden die Mittel und Vorgänge zum Erzeugen eines Suchprogramms und

eines Betriebsprogramms unter Bezugnahme auf eine in Fig. 3 bis 6 gezeigte Benutzerschnittstelle und ein in Fig. 9 gezeigtes Ablaufdiagramm beschrieben werden. Bei dieser Ausführungsform kann der Benutzer oder Betreiber des Roboters 12 (nachstehend einfach als der Benutzer bezeichnet) über eine Benutzerschnittstelle (user interface, UI) 17, die an der Anzeige des Lehrbedienpults 16 usw. angezeigt wird, verschiedene Informationen zum Erzeugen des Suchprogramms und des Betriebsprogramms, die nachstehend beschrieben werden, eingeben. Mit anderen Worten weist die UI 17 die Funktionen der Anzeigeeinheit, die dem Benutzer ein visuelles Erkennen von verschiedenen Informationen gestattet, und der Entgegennahmeeinheit, die von dem Benutzer verschiedene Eingaben erhält, auf. Die UI 17 weist einen Roboteranzeigebereich 32, der ein Roboterbild, das der Position und der Lage des tatsächlichen Roboters entspricht, anzeigen kann, einen Zeitachsenanzeigebereich 34, der Icons (später beschrieben), die in einer chronologischen Reihenfolge angeordnet sind, anzeigen kann, und einen Menübereich 36, der die einzelnen Icons so anzeigen kann, dass der Benutzer ein gewünschtes Icon wählen kann, auf.

[0018] Zuerst lehrt der Benutzer des Roboters 12 in Schritt S1 eine Suchstartposition (einen Suchstartpunkt) für den Roboter 12. Konkret bewegt der Benutzer den Roboter 12 so, dass der Sensor an einem Suchstartpunkt A (siehe Fig. 2), an dem der Sensor 24 die Schweißstartposition oder deren Umgebung detektieren kann, positioniert wird. Dabei kann in dem Roboteranzeigebereich 32 ein Bild angezeigt werden, das der Position und der Lage des tatsächlichen Roboters 12, der durch den Benutzer bewegt wurde, entspricht. Nach einer Überprüfung, dass der Roboter 12 an dem Suchstartpunkt A positioniert ist, wählt der Benutzer das Icon 38 (L), das den Suchpunkt darstellt, aus dem Menüanzeigebereich 36 und bewegt das gewählte Icon durch eine Tätigkeit wie etwa Ziehen und Ablegen in den Zeitachsenanzeigebereich 34. Dann wird das Icon „L“ an dem linken Ende des Zeitachsenanzeigebereichs 34 angeordnet, was bedeutet, dass die Suchstartposition gelehrt wurde.

[0019] Dabei unterscheidet sich die Suchstartposition von der Schweißstartposition (Tätigkeitsstartposition). Zum Beispiel kann es bei einem direkten Lehren aufgrund einer Kollision zwischen dem Roboter und dem Werkstück schwierig sein, die Schweißstartposition zu lehren. In einem solchen Fall kann das Lehren durch Verwenden der Suchstartposition, die sich in einiger Entfernung von der Schweißstartposition befindet, erleichtert werden. Doch wenn keine Beschränkungen wie etwa Kollisionen bestehen, können die Suchstartposition und die Schweißstartposition letztendlich die gleiche Position werden. Ebenso unterscheidet sich die Suchendposition von

der Schweißendposition (der Tätigkeitsendposition), doch kann sie letztendlich die gleiche Position werden.

[0020] Als nächstes wählt der Benutzer ein Icon 40 (Start), das einen Suchstartbefehl darstellt, aus dem Menüanzeigebereich 36 und bewegt das gewählte Icon durch eine Tätigkeit wie etwa Ziehen und Ablegen in den Zeitachsenanzeigebereich 34. Dann wird das Icon „Start“ in dem Zeitachsenanzeigebereich 34 rechts von dem Icon „L“ angeordnet.

[0021] Durch den Suchstartbefehl kann der Benutzer verschiedene Parameter in dem Suchprogramm festlegen (Schritt S2). Zum Beispiel kann das Suchprogramm wenigstens eines aus einer Information im Zusammenhang mit dem Suchbereich des Sensors 24, einer Information im Zusammenhang mit dem Ausgang des Sensors 24, einer Information im Zusammenhang mit dem Pfad des Sensors 24 und einer Information im Zusammenhang mit dem automatisch erzeugten Betriebsprogramm enthalten. Zum Beispiel kann der Benutzer einen Abstand zwischen den einzelnen Lehrpunkten als die Information im Zusammenhang mit dem Pfad des Sensors 24 eingeben. Außerdem kann der Benutzer eine Information im Zusammenhang mit dem automatisch erzeugten Betriebsprogramm eingeben, z.B. einen Brennerwinkel und/oder eine Schweißgeschwindigkeit in dem Betriebsprogramm bestimmen.

[0022] Dann lehrt der Benutzer des Roboters 12 wie in **Fig. 4** gezeigt die Suchendposition) den Suchendpunkt) für den Roboter 12 (Schritt S3). Konkret bewegt der Benutzer den Roboter 12 so, dass der Sensor 24 an einem Suchendpunkt B (siehe **Fig. 2**), an dem der Sensor 24 die Schweißendposition oder deren Umgebung detektieren kann, positioniert wird. Dabei zeigt der Roboteranzeigebereich 32 den Zustand des tatsächlichen Roboters 12, der durch den Benutzer bewegt wurde, an. Nach einer Überprüfung, dass der Roboter 12 an dem Suchendpunkt B positioniert ist, wählt der Benutzer das Icon 38 (L), das den Lehrpunkt darstellt, aus dem Menüanzeigebereich 36 und bewegt das gewählte Icon durch die Tätigkeit wie etwa Ziehen und Ablegen in den Zeitachsenanzeigebereich 34. Dann wird das Icon „L“ in dem Zeitachsenanzeigebereich 34 rechts von dem Icon „Start“ angeordnet, was bedeutet, dass die Suchendposition gelehrt wurde.

[0023] Als nächstes wählt der Benutzer ein Icon 42 (Stopp), das darstellt, dass die Suche abgeschlossen ist, aus dem Menüanzeigebereich 36 und bewegt es durch die Tätigkeit wie etwa Ziehen und Ablegen in den Zeitachsenanzeigebereich 34. Dann wird das Icon „Stopp“ an dem rechten Ende des Zeitachsenanzeigebereichs 34 angeordnet.

[0024] Nachdem die Prozesse von S1 bis S3 abgeschlossen wurden, beendet die Robotersteuerung 14 oder der PC 28, die bzw. der der Programmierungseinheit entspricht, die Erzeugung des Suchprogramms zur Durchführung der Suche unter Verwendung des Sensors 24 (Schritt S4). Mit anderen Worten kann das Suchprogramm als eine Abfolge von Icons, die in einer chronologischen Reihe in dem Zeitachsenanzeigebereich 34 angeordnet und dargestellt sind, angezeigt werden. Auf diese Weise kann der Benutzer das Suchprogramm durch visuell und intuitiv leicht verständliche Tätigkeiten über das Lehrbedienpult (die UI) erzeugen. Daher kann der Benutzer das gewünschte Suchprogramm auch dann in einer kurzen Zeit durch einfache Tätigkeiten erzeugen, wenn er kein Experte ist. Bei dieser Ausführungsform lehrt der Benutzer den Suchstartpunkt und den Suchendpunkt durch direktes Bewegen des Roboters mit der Hand (durch ein sogenanntes direktes Lehren). Doch die vorliegende Offenbarung ist nicht darauf beschränkt, der Benutzer kann den Roboter zum Beispiel durch einen Schrittbetrieb bewegen.

[0025] Ferner kann der Benutzer in dem Suchprogramm nicht nur den Suchstartpunkt und den Suchendpunkt, sondern auch jeden beliebigen willkürlichen Punkt hinzufügen. Zum Beispiel kann zum Zweck einer Änderung der Bewegungsrichtung des Brenners während der Laserbestrahlung wenigstens ein Zwischenpunkt zwischen dem Suchstartpunkt und dem Suchendpunkt gelehrt werden. Darüber hinaus ist der Betriebsmodus des Brenners nicht auf eine gerade Linie beschränkt, sondern kann der Brenner zum Beispiel entlang eines Bogens betrieben werden. Informationen im Zusammenhang mit diesen Zwischenpunkten können ebenfalls als Icons angezeigt werden.

[0026] Als nächstes wird das Suchprogramm, das in Schritt S4 erzeugt wurde, ausgeführt (Schritt S5). Hierbei wird der Abtastlaser in einem Bereich von dem Suchstartpunkt zu dem Suchendpunkt zu dem Werkstück hin ausgestrahlt und in dem gleichen Abschnitt wenigstens ein Lehrpunkt erzeugt. Dadurch wird automatisch ein Betriebsprogramm, das den Lehrpunkt enthält, erzeugt (Schritt S6). Zum Beispiel wird wie in **Fig. 5** gezeigt nach der Erzeugung des Suchprogramms ein Programmausführungsmenü 44 angezeigt und beginnt der Roboter 12 einen auf dem Suchprogramm beruhenden Suchbetrieb, wenn der Benutzer eine Programmausführungstaste 46 des Ausführungsmenüs 44 berührt.

[0027] Bei dem Suchbetrieb werden wie in **Fig. 2** gezeigt die Formen der Werkstücke 20a und 20b detektiert, während sich der Sensor 24 von der Suchstartposition A zu der Suchendposition B bewegt, und werden auf der Basis dieses Ergebnisses automatisch Lehrpunkte des Roboters 12 erzeugt. Da

das Werkstück bei diesem Beispiel in der Nähe der Mitte einen erhöhten Abschnitt aufweist, werden ein Laserbestrahlungsstartpunkt 54a, der dem Anfangsende der Schweißlinie 30 entspricht, ein Laserbestrahlungsendepunkt 54e, der dem Abschlussende der Schweißlinie 30 entspricht, und Zwischenlehrpunkte 54b bis 54d zwischen den Punkten 54a und 54e erzeugt. Genauer entsprechen die Lehrpunkte 54b und 54d den untersten Teilen des erhöhten Abschnitts und entspricht der Lehrpunkt 54c dem obersten Teil des erhöhten Abschnitts.

[0028] Nachdem die Suche abgeschlossen wurde und die Lehrpunkte erzeugt wurden, wird das Betriebsprogramm, das die erzeugten Lehrpunkte enthält, automatisch erzeugt. Zum Beispiel wird das Betriebsprogramm wie in **Fig. 6** gezeigt als eine Kombination von Icons 48 in dem Zeitachsenanzeigebereich 34 angezeigt. Diesbezüglich enthält das Betriebsprogramm 48 ein Icon 54a, das den Beginn des Schweißens darstellt, ein Icon 54e, das das Ende des Schweißens darstellt, und Icons 54b bis 54d, die jeden Lehrpunkt bei dem Schweißbetrieb zwischen den Icons 54a und 54e darstellen. Diese Icons werden in dem Zeitachsenanzeigebereich 34 in chronologischer Reihenfolge angezeigt. Bei dem Beispiel von **Fig. 6** werden alle Icons 54a bis 54e angezeigt, doch kann wenigstens eines aus dem Icon 54a, das eine Information bezüglich der Suchstartposition enthält, dem Icon 54e, das eine Information bezüglich der Suchendposition enthält, und den Icons 54b bis 54d, die Informationen bezüglich der Zwischenpunkte zwischen der Suchstartposition und der Suchendposition enthalten, angezeigt werden.

[0029] Der Benutzer kann das automatisch erzeugte Betriebsprogramm über die UI 17 des Lehrbedienpults 16 überprüfen und bearbeiten. Zum Beispiel werden durch Klicken auf ein beliebiges der Icons 54a bis 54c in dem Zeitachsenanzeigebereich 34 verschiedene Icons, die Arbeitsinformationen usw. enthalten, in dem Menüanzeigebereich 36 angezeigt. Dann kann der Benutzer verschiedene Parameter in dem Betriebsprogramm einstellen oder ändern, z.B. die Position eines Lehrpunkts ändern usw.

[0030] Nachdem die Erzeugung (und gegebenenfalls die Bearbeitung) des Betriebsprogramms beendet wurde, wird der Roboter auf der Basis des Betriebsprogramms gesteuert (Schritt S7). Dadurch kann der Roboter auf der Basis des automatisch erzeugten Betriebsprogramms eine vorherbestimmte Tätigkeit wie etwa ein Schweißen durchführen.

(Zweites Beispiel)

[0031] **Fig. 7** und **8** zeigen ein anderes Beispiel für die UI zum Erzeugen des Suchprogramms. Bei dem zweiten Beispiel werden nur die Teile, die sich von dem ersten Beispiel unterscheiden, erklärt werden und wird auf eine Erklärung der Teile, die jenen bei dem ersten Beispiel gleich sein können, verzichtet werden.

[0032] **Fig. 7** zeigt ein Beispiel für die UI, die an dem Lehrbedienpult 16 angezeigt wird. Zuerst wählt der Benutzer ein Pfadlehricon 60 (Autopfadaabtastung), das in dem Menüanzeigebereich 36 dargestellt ist, und bewegt das gewählte Icon durch eine Tätigkeit wie etwa Ziehen und Ablegen in den Zeitachsenanzeigebereich 34. Dann wird ein Icon „Autopfadaabtastung“ an dem linken Ende des Zeitachsenanzeigebereichs 34 angeordnet und wird ein wie in **Fig. 8** dargestellter Assistent zum Festlegen eines Suchpfads an einer passenden Stelle in der UI 17 des Lehrbedienpanels 16 angezeigt.

[0033] Was den Assistenten zum Festlegen eines Suchpfads betrifft, wird zuerst wie durch das Bezugszeichen 62 gezeigt eine Bildschirmdarstellung, die den Benutzer auffordert, den Suchstartpunkt zu speichern, angezeigt. Als Reaktion darauf bewegt der Benutzer den Roboter 12 wie bei dem ersten Beispiel an den Suchstartpunkt und tippt eine Speichersstarttaste 64 an. Dadurch wird in dem Speicher der Steuerung 14 usw. eine Information bezüglich des Suchstartpunkts A gespeichert.

[0034] Als nächstes wird wie durch das Bezugszeichen 66 gezeigt eine Bildschirmdarstellung, die den Benutzer auffordert, den Suchendpunkt zu speichern, angezeigt. Als Reaktion darauf bewegt der Benutzer den Roboter 12 wie bei dem ersten Beispiel an den Suchendpunkt und tippt eine Speichersstarttaste 68 an. Dadurch wird in dem Speicher der Steuerung 14 usw. eine Information bezüglich des Suchendpunkts B gespeichert und ein Suchprogramm, das dem in **Fig. 4** gezeigten im Wesentlichen gleich ist, erzeugt. Es ist zu beachten, dass der Benutzer in diesem Stadium verschiedene Parameter in dem Suchprogramm festlegen kann.

[0035] Dann wird wie durch das Bezugszeichen 70 angegeben eine Bildschirmdarstellung, die den Benutzer auffordert, einen Suchpfad zu detektieren, angezeigt. Wenn der Benutzer als Reaktion darauf eine Detektionsstarttaste antippt, wird der Suchpfad von dem Suchstartpunkt A zu dem Suchendpunkt B unter Verwendung des erzeugten Suchprogramms detektiert und werden in diesem Stadium auch Lehrpunkte automatisch erzeugt.

[0036] Nachdem die Detektion des Suchpfads abgeschlossen wurde, wird wie durch das Bezugs-

zeichen 14 angegeben eine Bildschirmdarstellung, die den Benutzer davon in Kenntnis setzt, angezeigt. In diesem Stadium wurde auch das Betriebsprogramm für den Roboter, das automatisch erzeugte Lehrpunkte enthält, automatisch erzeugt. Der Benutzer kann das automatisch erzeugte Betriebsprogramm über eine Bildschirmdarstellung, die der in **Fig. 6** gezeigten gleich ist, überprüfen und bearbeiten.

[0037] Auf diese Weise unterscheiden sich die UI 17 zum Erzeugen des Suchprogramms und die begleitenden Benutzertätigkeiten bei dem zweiten Beispiel zwar von jenen bei dem ersten Beispiel, doch kann das erhaltene Suchprogramm selbst im Wesentlichen das gleiche wie bei dem ersten Beispiel sein. Daher kann auch das Betriebsprogramm, das durch Ausführen des Suchprogramms erhalten wird, im Wesentlichen das gleiche wie bei dem ersten Beispiel sein.

[0038] Gemäß den oben beschriebenen Beispielen werden die Tätigkeiten des Benutzers wie etwa das Lehren bei dem Erzeugen des Suchprogramms zum Erzeugen der Lehrpunkte durch eine visuelle Tätigkeit/Eingabe über die UI deutlich vereinfacht. Daher kann sogar ein unerfahrener Benutzer ein gewünschtes Suchprogramm durch einfache Tätigkeiten in einer kurzen Zeit erzeugen und können darüber hinaus durch Ausführen des Suchprogramms automatisch passende Lehrpunkte (oder ein Betriebsprogramm) erzeugt werden.

| | |
|----------------|--------------------------|
| 44 | Ausführungsmenü |
| 46 | Programmausführungstaste |
| 48 | Betriebsprogramm |
| 54a - 54e | Lehrpunkt |
| 62, 66, 70, 74 | Assistent |
| 64, 68 | Speicherungsstarttaste |
| 72 | Detektionsstarttaste |

BEZUGSZEICHENLISTE

| | |
|----------------|--------------------------|
| 10 | Robotersystem |
| 12 | Roboter |
| 14 | Robotersteuerung |
| 16 | Lehrbedienpult |
| 17 | Benutzerschnittstelle |
| 18 | Roboterarm |
| 20 | Werkstück |
| 22 | Schweißbrenner |
| 24 | Sensor |
| 26 | Schweißstromquelle |
| 28 | PC |
| 30 | Schweißlinie |
| 32 | Roboteranzeigebereich |
| 34 | Zeitachsenanzeigebereich |
| 36 | Menüanzeigebereich |
| 38, 40, 42, 60 | Icon |

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 2001129776 A [0005]

Patentansprüche

1. Programmerzeugungsvorrichtung, die so ausgeführt ist, dass sie ein Programm zum Steuern eines Roboters, der einen Sensor, der eine Tätigkeitslinie eines Werkstücks detektieren kann, aufweist, erzeugt, wobei die Programmerzeugungseinheit umfasst:

eine Entgegennahmeeinheit, die so ausgeführt ist, dass sie eine Eingabe einer Suchstartposition und einer Suchendposition der Tätigkeitslinie von dem Sensor und eine Eingabe von Informationen im Zusammenhang mit einem Suchprogramm, die eine Detektionsbedingung des Sensors enthalten, erhält; und

eine Programmerzeugungseinheit, die so ausgeführt ist, dass sie auf der Basis der Inhalte, die durch die Entgegennahmeeinheit erhalten wurden, ein Suchprogramm zum Festlegen eines Lehrpunkts, der einer Position der Tätigkeitslinie entspricht, erzeugt.

2. Programmerzeugungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Programmerzeugungseinheit so ausgeführt ist, dass sie auf der Basis eines Ergebnisses der Ausführung des Suchprogramms automatisch ein Betriebsprogramm erzeugt, das den Lehrpunkt, der der Position der Tätigkeitslinie entspricht, enthält.

3. Programmerzeugungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Eingabe der Suchstartposition und der Suchendposition durch Bewegungen des Roboters durch direktes Lehren oder einen Schrittbetrieb ausgeführt wird.

4. Programmerzeugungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Suchen der Tätigkeitslinie durch den Sensor ein fortlaufendes Abtasten durch den Sensor entlang der Tätigkeitslinie umfasst.

5. Programmerzeugungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, ferner aufweisend eine Anzeigeeinheit, die das Programm anzeigen kann, wobei die Anzeigeeinheit so ausgeführt ist, dass sie wenigstens eines aus einem Icon, das eine Information bezüglich der Suchstartposition enthält; einem Icon, das eine Information bezüglich der Suchendposition enthält; und einem Icon, das eine Information bezüglich eines Zwischenpunkts zwischen der Suchstartposition und der Suchendposition enthält, anzeigt.

6. Programmerzeugungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, ferner aufweisend eine Anzeigeeinheit, die das Programm anzeigen kann, wobei die Anzeigeeinheit so ausgeführt ist, dass sie einen Assistenten zum Festlegen wenigstens

eines aus der Suchstartposition, der Suchendposition und des Suchprogramms anzeigt.

7. Programmerzeugungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das Suchprogramm wenigstens eines aus einer Information im Zusammenhang mit einem Suchbereich des Sensors; einer Information im Zusammenhang mit einem Ausgang des Sensors; einer Information im Zusammenhang mit einem Pfad des Sensors; und einer Information im Zusammenhang mit einem Betriebsprogramm, das auf der Basis eines Ergebnisses der Ausführung des Suchprogramms erzeugt wurde, enthält.

8. Programmerzeugungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Tätigkeitslinie einen Schweißpunkt des Werkstücks oder einen Versiegelungspunkt des Werkstücks enthält.

9. Programmerzeugungsvorrichtung, die so ausgeführt ist, dass sie ein Programm zum Steuern eines Roboters, der einen Sensor, der eine Tätigkeitslinie eines Werkstücks detektieren kann, aufweist, erzeugt, wobei die Programmerzeugungseinheit eine Anzeigeeinheit, die das Programm anzeigen kann; eine Anzeigesteuereinheit, die bewirkt, dass ein Assistent der Anzeigeeinheit angezeigt wird, wobei der Assistent so ausgeführt ist, dass er eine Eingabe einer Suchstartposition und einer Suchendposition der Tätigkeitslinie von dem Sensor und eine Eingabe von Informationen im Zusammenhang mit einem Suchprogramm, die eine Detektionsbedingung des Sensors enthalten, erhält; und eine Programmerzeugungseinheit, die so ausgeführt ist, dass sie auf der Basis der Inhalte, die durch den Assistenten erhalten wurden, ein Suchprogramm zum Festlegen eines Lehrpunkts, der einer Position der Tätigkeitslinie entspricht, erzeugt, aufweist.

Es folgen 9 Seiten Zeichnungen

Fig. 2

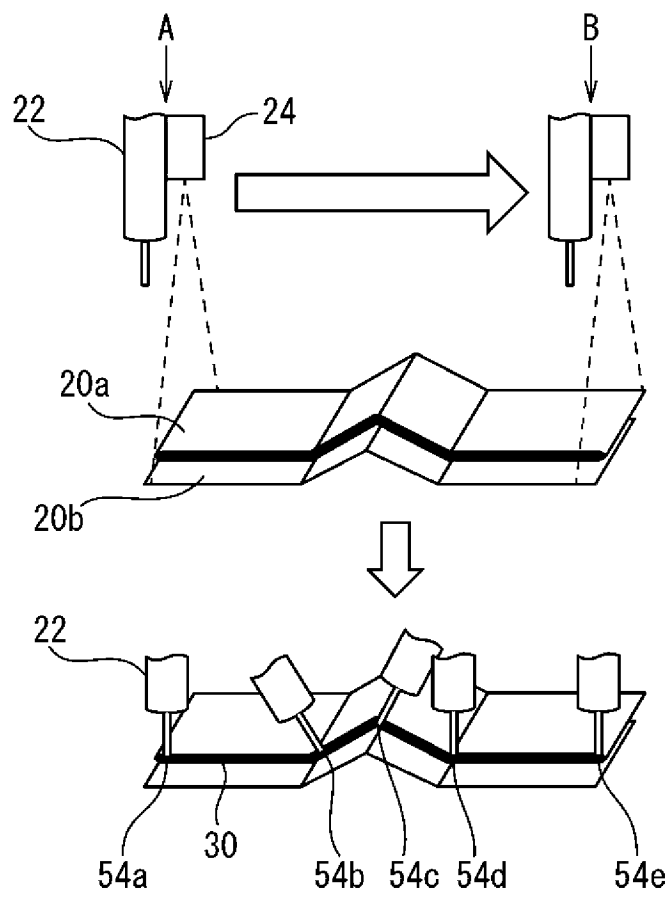


Fig. 3

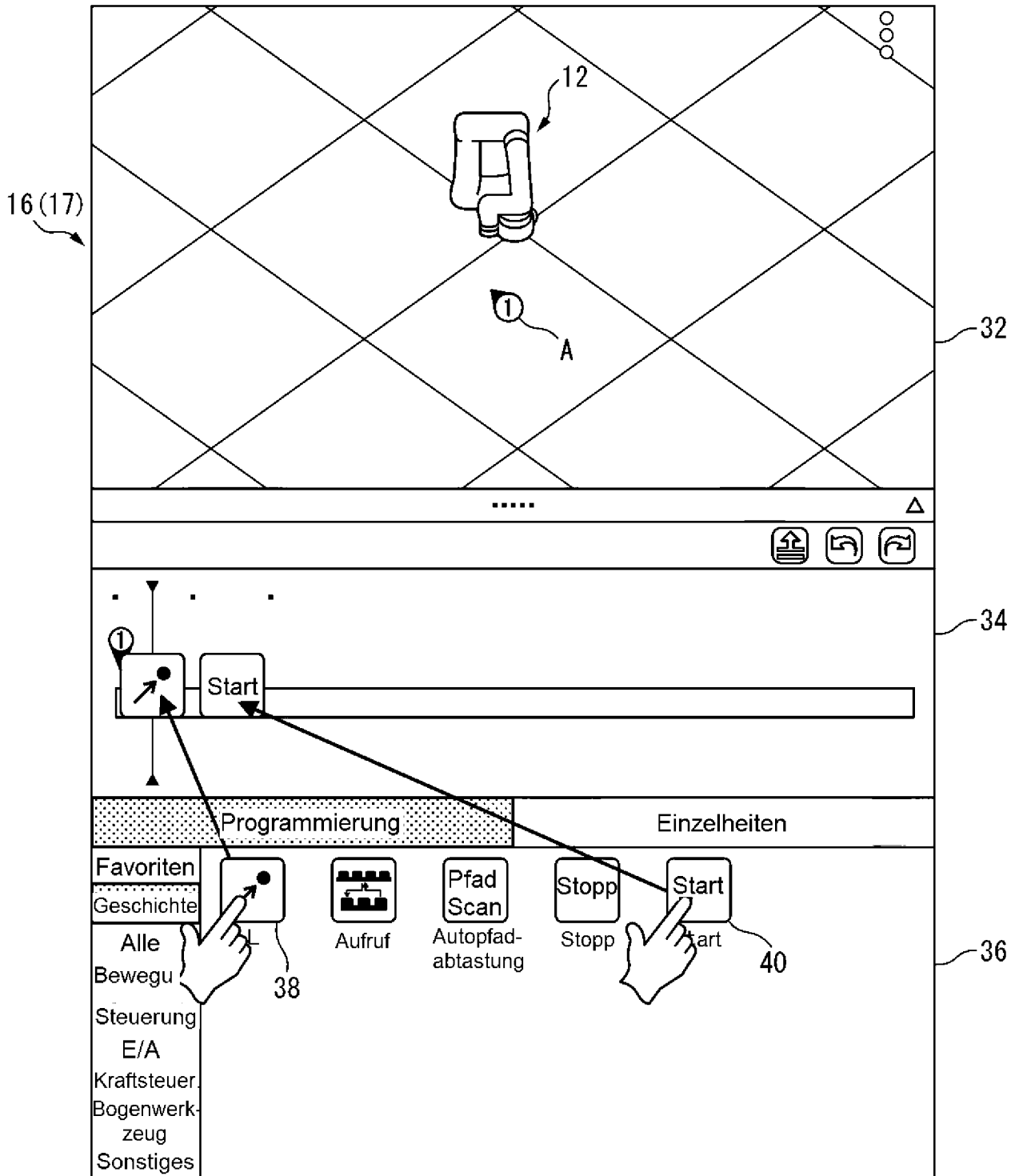


Fig. 4

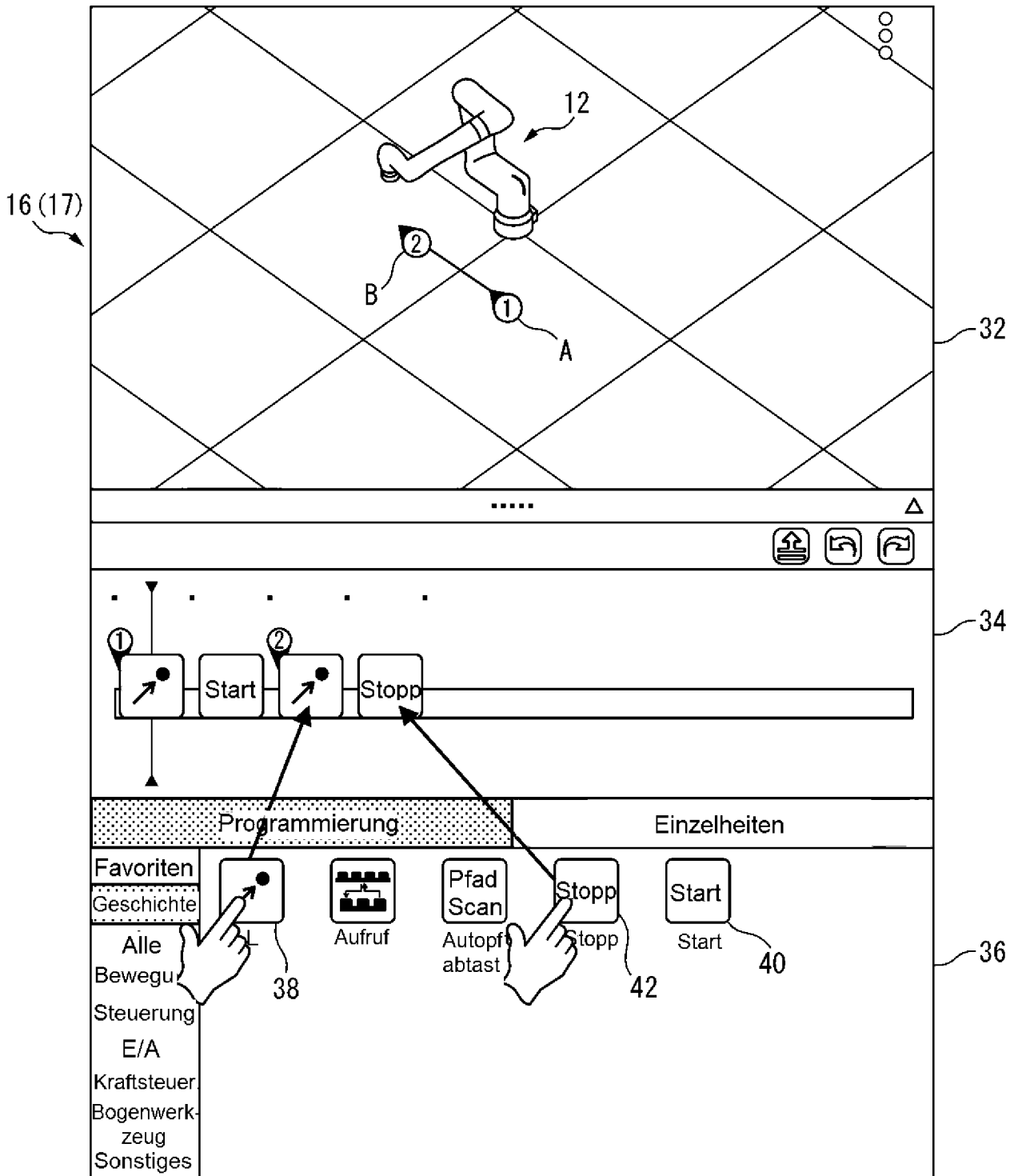


Fig. 5

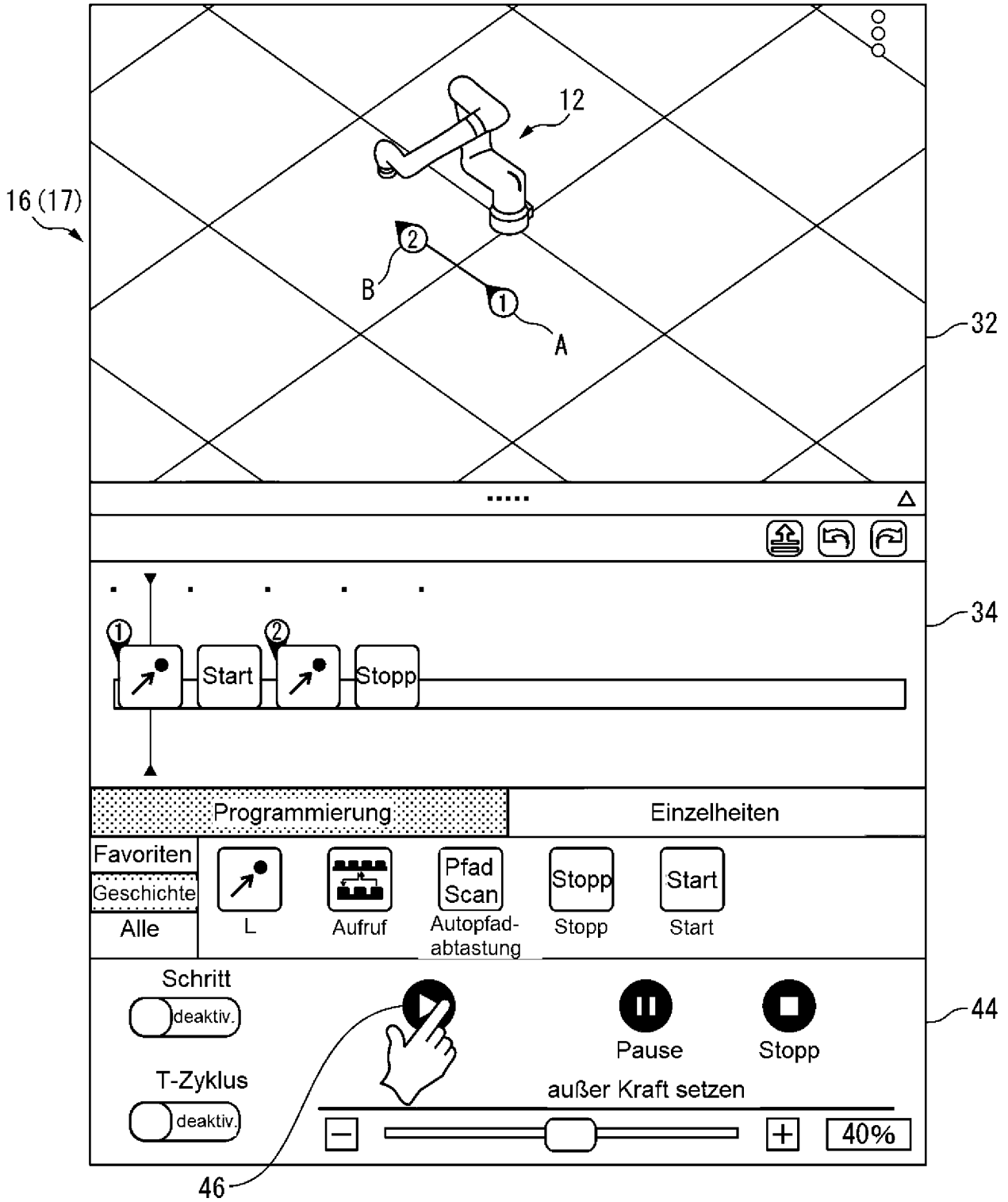


Fig. 6

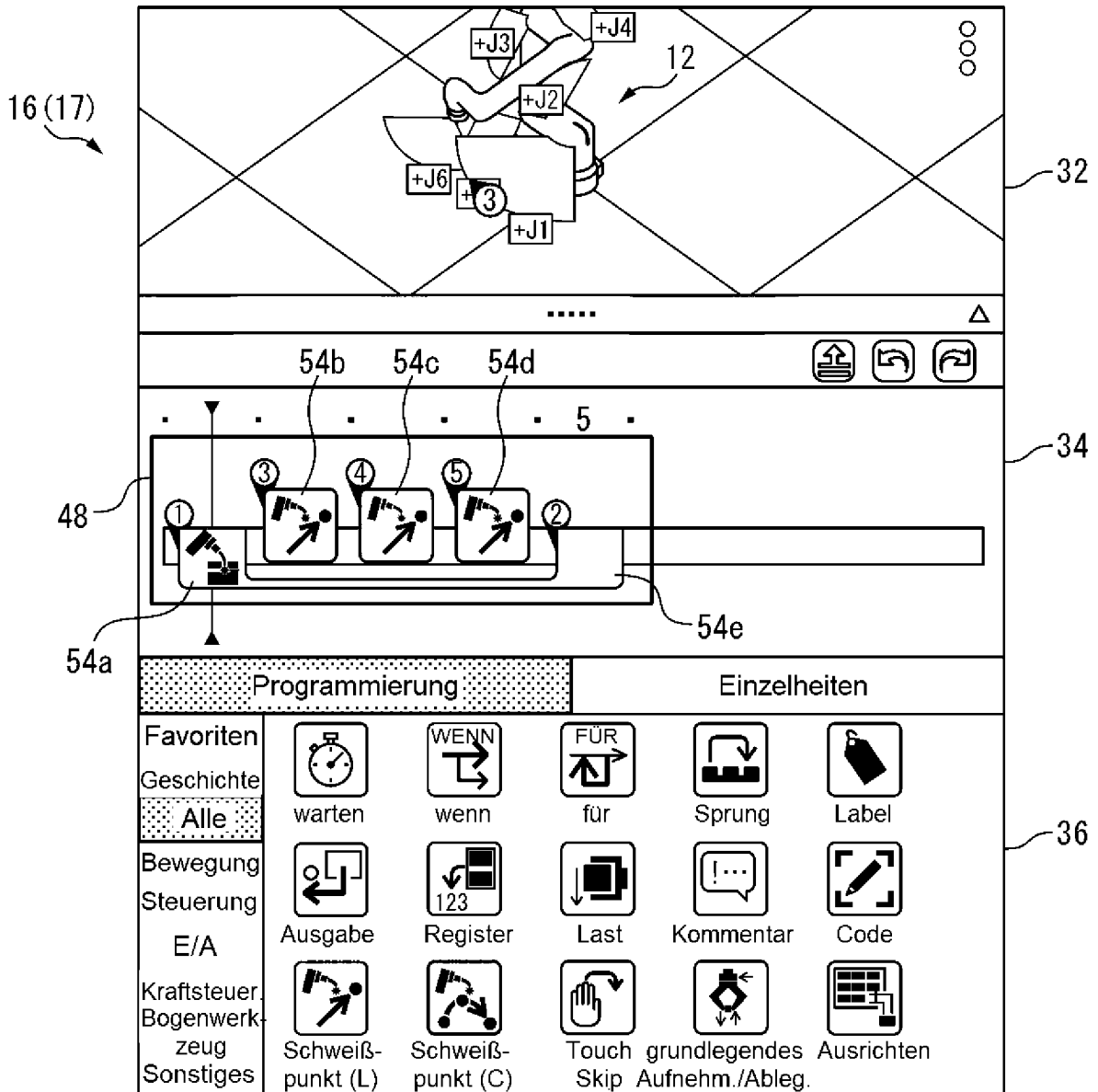


Fig. 7

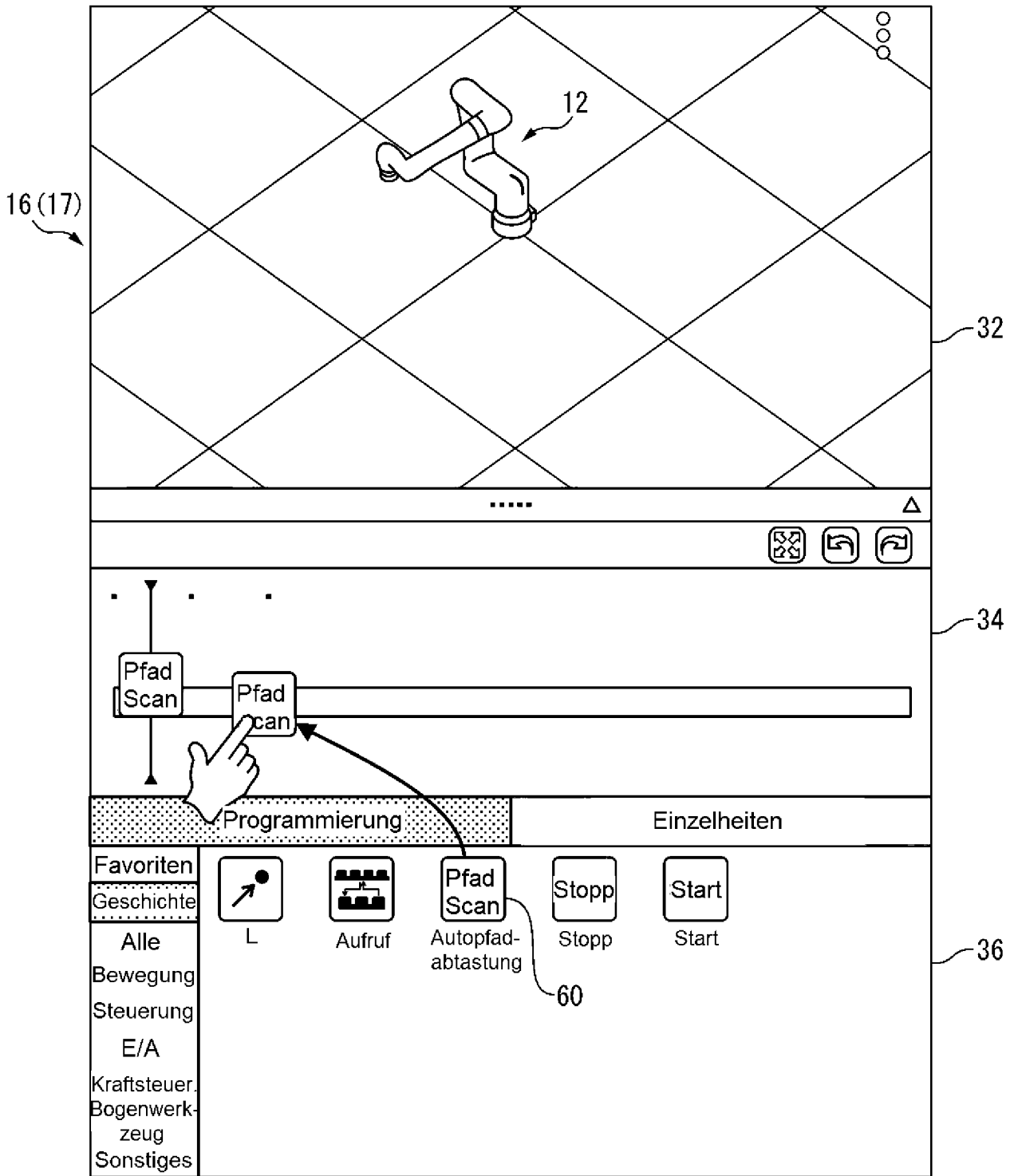


Fig. 8

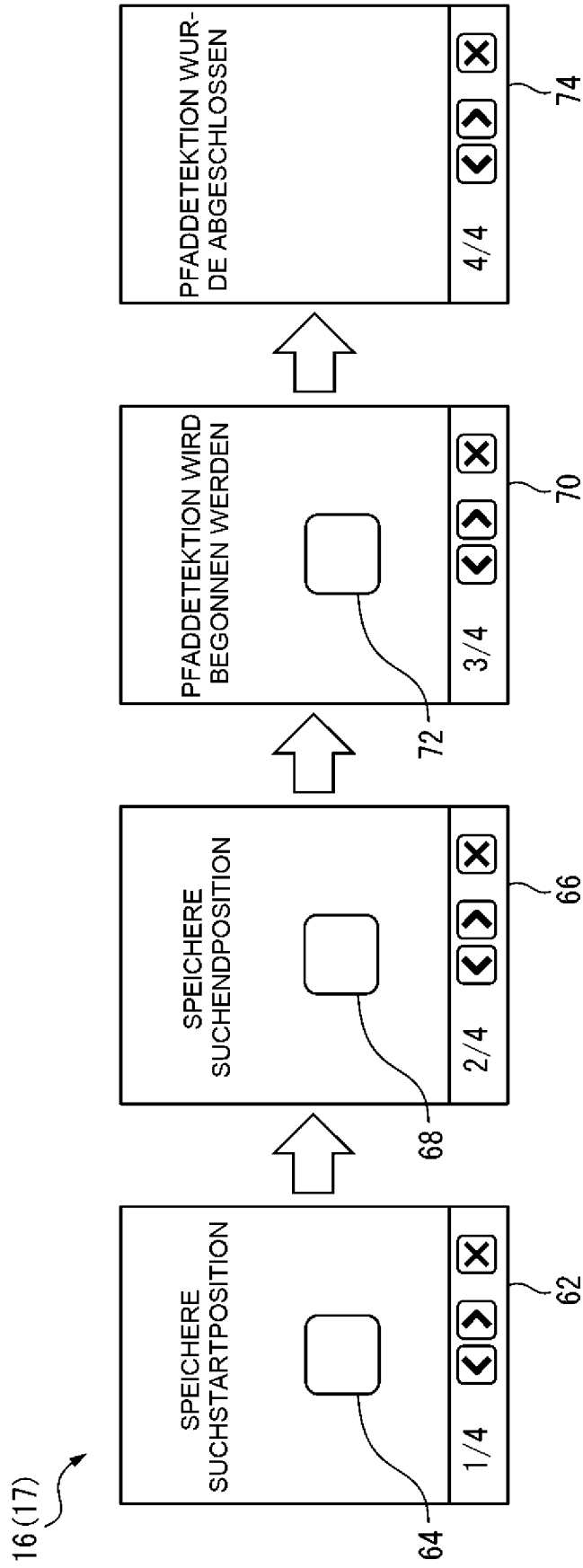


Fig. 9

