



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 36 733 T2** 2007.02.15

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 845 725 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 36 733.9**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP97/02137**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 927 411.5**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 1997/049016**

(86) PCT-Anmeldetag: **20.06.1997**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **24.12.1997**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **03.06.1998**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **27.09.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **15.02.2007**

(51) Int Cl.⁸: **G05B 19/4155** (2006.01)
G05B 19/425 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
17869196 20.06.1996 JP

(73) Patentinhaber:
Fanuc Ltd., Yamanashi, JP

(74) Vertreter:
Haseltine Lake Partners GbR, 80333 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE

(72) Erfinder:
**ITO, Fanuc Manshion Harimomi, Takayuki,
Minamitsuru-gun, Yamanashi 401-05, JP;
KOSAKA, Fanuc Manshion Harimomi, Tetsuya,
Minamitsuru-gun, Yamanashi 401-05, JP;
ARAMAKI, Fanuc Manshion Harimomi, Takeaki,
Minamitsuru-gun, Yamanashi 401-05, JP**

(54) Bezeichnung: **ROBOTSTEUERUNG MIT EINER FUNKTION UM DEN ROBOTER RÜCKWÄRTS ZU BEWEGEN**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Roboter-Steuvorrichtung und insbesondere eine Roboter-Steuvorrichtung mit einer Rückwärtsbetriebsfunktion zum Betreiben eines Roboters, so dass der Verlauf der Programmausführung nachvollzogen werden kann.

[0002] Eine der allgemeinen Funktionen der Roboter-Steuvorrichtung wird als Rückwärtsbetriebsfunktion bezeichnet. Diese Steuerungsfunktion dient im Gegensatz zur Vorwärtsbetriebsfunktion dem Antrieb eines Roboters durch Vorwärtslesen eines Betriebsprogramms, und wird zum Betreiben eines Roboters zum Nachvollziehen des Vorwärtsbetriebs verwendet.

[0003] Die Rückwärtsbetriebsfunktion wird beispielsweise verwendet, wenn man den Roboter an eine Zwischenposition oder an eine Anfangsposition auf einem einprogrammierten Weg zurückführen muss, so dass der einprogrammierte Weg bestätigt wird oder die programmierten Positionen in einem Programmierbetrieb modifiziert werden, oder wenn man den Roboter, der gestört und notgestoppt wurde, aus der gestörten Position zurückziehen muss.

[0004] Die herkömmliche Rückwärtsbetriebsfunktion hat jedoch die nachstehend genannten funktionellen Einschränkungen.

(1) Beim Rückwärtsbetrieb werden nur Bewegungsbefehle ausgeführt, und es werden keine Bewegungen berücksichtigt, die den Eingang bzw. Ausgang von externen Signalen beinhalten. Wird beispielsweise die Rückwärtsbetriebsfunktion in Bezug auf den Vorwärtsbetrieb, einschließlich der Schließ- (oder Öffnungs-)Wirkung einer Hand oder einer Spot-Gun, durch ein Ausgangssignal nach außen aktiviert, wird keine Öffnungs- oder Schließ-)Wirkung zum Rückführen der Hand oder der Spot-Gun in den Ursprungszustand durchgeführt.

Der Operator muss daher separat einen Arbeitsvorgang zum Rückführen (Öffnen oder Schließen) der Hand oder der Spot-Gun in der Mitte des Rückwärtsbetriebs durchführen. Lässt der Operator die Durchführung des Rückföhrbetriebs weg oder ist die Rückföhrbewegung unvollständig (beispielsweise ist die Hand oder die Spot-Gun halb geöffnet), kann es möglicherweise zu einer Störung kommen.

(2) Wird ein Verzweigungsbefehl während eines Vorwärtsbetriebs ausgeführt, wird ein Rückwärtsbetrieb, der nicht genau dem Ausführungsverlauf entspricht, durchgeführt. Gemäß der herkömmlichen Rückwärtsbetriebsfunktion wird nämlich ein Satz von Befehlen, die im Betriebsprogramm geschrieben sind, für den Vorwärtsbetrieb einfach in der umgekehrten Reihenfolge ausgeführt. Wird folglich nach dem Ausführen eines Verzweigungs-

befehls während eines Vorwärtsbetriebs die Rückwärtsbetriebsfunktion aktiviert, wird ein Befehl, der aufgrund des Verzweigungsbefehls übersprungen wurde und tatsächlich nicht ausgeführt wurde (Befehl der nicht im Vorwärtsbetriebsverlauf ist), während des Rückwärtsbetriebs ausgeführt.

Der Roboter kann sich daher zu einer Position bewegen, die für den Operator während des Rückwärtsbetriebs unerwartet ist. Der Operator vermeidet dies, indem er den Rückwärtsbetrieb an einer Stelle aufschieben muss, die direkt dem Verzweigungsbefehl folgt, den Roboter manuell zu einer Position unmittelbar vor dem Verzweigungsbefehl bewegt und dann den Rückwärtsbetrieb startet, was somit einen komplizierten Betrieb erfordert.

(3) Es ist nicht möglich, ein im Rückwärtsmodus ausführbares Programm zu programmieren, das speziell für den Rückwärtsbetrieb hergestellt wird, und das nur während des Rückwärtsbetriebs ausgeführt werden soll, und somit ein solches im Rückwärtsmodus ausführbares Programm an einer festgelegten Stufe in dem Verfahren des Rückwärtsbetriebs zu starten bzw. auszuführen. Man kann beispielsweise den Roboter schwer dazu bringen, dass er automatisch einen "Rundkurs von einer bestimmten Roboterposition zur nächsten Roboterposition (unmittelbar vorhergehenden Position) über eine weitere Roboterposition" nur während des Rückwärtsbetriebs einschlägt.

(4) Entsprechend kann man keinen Befehl programmieren, der nur während des Rückwärtsbetriebs ausgeführt werden soll (nachstehend als rückwärtsmodusdedizierter Befehl bezeichnet), und man kann somit keinen solchen rückwärtsmodusdedizierten Befehl in einer festgelegten Stufe in dem Prozess des Rückwärtsbetriebs ausführen. Man kann beispielsweise den Roboter schwer dazu bringen, dass er ein festgelegtes Signal vor seiner Bewegung von einer bestimmten Roboterposition zur nächsten Roboterposition (unmittelbar vorhergehenden Position) nur während des Rückwärtsbetriebs nach außen ausgibt.

(5) In Zusammenhang mit dem Problem, dass Bewegungen, die den Eingang bzw. Ausgang von externen Signalen beinhalten, nicht während des Rückwärtsbetriebs berücksichtigt werden, können die Ausgangszustände von Befehlen (nachstehend als I/O-Befehle bezeichnet), die über die Zustände der externen Geräte während des Rückwärtsbetriebs dominieren, nicht frei selektiv angegeben werden (beispielsweise die Angabe des Handöffnungszustands).

(6) Da die Bewegungen, die die Berechnung der Registerwerte beinhalten, auch während des Rückwärtsbetriebs nicht berücksichtigt werden, kann der Rückwärtsbetrieb, der die Wiederherstellung der Registerwerte verursacht, nicht aus-

geführt werden.

[0005] EP-A-0368088 offenbart eine Roboter-Steuervorrichtung mit einer Rückwärtsbetriebsfunktion, wie es in dem Oberbegriff des beigefügten Anspruchs 1.

[0006] Eine Aufgabe der Erfindung ist die Bereitstellung einer Roboter-Steuervorrichtung mit einer Rückwärtsbetriebsfunktion, wobei die Vorrichtung ebenfalls Bewegungen kooperierender Vorrichtungen berücksichtigt, die den Eingang bzw. Ausgang externer Signale beinhaltet, wie eine Öffnungs- bzw. Schließbewegung einer Hand oder einer Spot-Gun. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist die Bereitstellung einer Roboter-Steuervorrichtung mit einer Rückwärtsbetriebsfunktion, wodurch selbst bei Ausführung eines Verzweigungsbefehls während des Vorwärtsbetriebs, der Rückwärtsbetrieb auf der Basis eines genauen Ausführungsverlaufs durchgeführt werden kann, wobei ein solcher Verzweigungsbefehl berücksichtigt wird.

[0007] Zudem können die erfindungsgemäßen Ausführungsformen eine Roboter-Steuervorrichtung bereitstellen, die ein im Rückwärtsmodus ausführbares Programm oder einen Befehl in Kombination ausführen kann, wenn die Rückwärtsbetriebsfunktion aktiviert ist, und können eine Roboter-Steuervorrichtung bereitstellen, die es gestattet, dass die Ausgangszustände der I/O-Befehle angegeben werden, und es gestattet, dass ein Rückwärtsbetrieb, der die Wiederherstellung eines Registerwertes verursacht, ausgeführt wird.

[0008] Erfindungsgemäß wird eine Roboter-Steuervorrichtung zum Steuern eines Roboters bereitgestellt, umfassend:

erste Speichervorrichtungen zum Speichern eines Betriebsprogramms, das mindestens eine Angabe zum Festlegen eines Betriebs des Roboters enthält; Vorwärtsbetriebsverarbeitungsvorrichtungen zum Durchführen der Vorwärtsbetriebsverarbeitung des Roboters gemäß dem Betriebsprogramm; zweite Speichervorrichtungen zum Speichern von Verlaufsdaten der Vorwärtsarbeitsschritte des Roboters bei der Durchführung der Vorwärtsbetriebsverarbeitung; und Rückwärtsbetriebsverarbeitungsvorrichtungen zum Durchführen der Rückwärtsbetriebsverarbeitung des Roboters, so dass der Verlauf des Vorwärtsbetriebs des Roboters auf der Basis der in der zweiten Speichervorrichtung gespeicherten Verlaufsdaten nachvollzogen wird;

dadurch gekennzeichnet, dass

die Roboter-Steuervorrichtung ebenfalls eine mechanisch arbeitende kooperierende Vorrichtung für den Betrieb mit dem Roboter steuert, so dass ein geeigneter mechanischer Betrieb zusammen mit dem Roboter durchgeführt wird;

das Betriebsprogramm zudem mindestens eine Angabe zum Festlegen eines Betriebs der kooperierenden Vorrichtung aufweist;

die Vorwärtsbetriebsverarbeitungsvorrichtung auch den Betrieb der kooperierenden Vorrichtung vorwärts gemäß dem Betriebsprogramm verarbeitet;

die zweite Speichervorrichtung auch speichert die Verlaufsdaten der Vorwärtsarbeitsschritte der kooperierenden Vorrichtung bei der Durchführung der Vorwärtsbetriebsverarbeitung, zusammen mit Daten, die die Arten der Befehle definieren, die von den Angaben in dem Betriebsprogramm sowohl für den Roboter als auch die kooperierende Vorrichtung erteilt werden; und

die Rückwärtsbetriebsverarbeitungsvorrichtung den Betrieb des Roboters und der kooperierenden Vorrichtung rückwärts verarbeitet, so dass der Verlauf der Vorwärtsarbeitsschritte von Roboter und der kooperierenden Vorrichtung auf der Basis der in der zweiten Speichervorrichtung gespeicherten Verlaufsdaten und zudem auf der Basis der Ergebnisse der Unterscheidung der Arten der Befehle, die durch die Angaben in dem Betriebsprogramm erteilt werden, zurückverfolgt wird, so dass der Rückwärtsbetrieb nicht bloß durch Zurückverfolgen der gespeicherten Verlaufsdaten des Vorwärtsbetriebs des Roboters und der kooperierenden Vorrichtung erzielt wird.

[0009] Die Rückwärtsbetriebsverarbeitungsvorrichtung führt die Rückwärtsverarbeitung von Roboter und kooperierender Vorrichtung durch, so dass der Verlauf des Vorwärtsbetriebs von Roboter und kooperierender Vorrichtung rückwärts nachvollzogen wird.

[0010] Ist ein Eingangs- bzw. Ausgangsbefehl, der den Eingang bzw. Ausgang eines Signals beinhaltet, das den Zustand einer kooperierenden Vorrichtung bestimmt, wie einer Roboterhand, einem Förderband oder dergleichen, in mindestens einer Angabe zum Festlegen des Betriebs der kooperierenden Vorrichtung enthalten, können die Ausführungs-Verlaufsdaten Daten umfassen, die einen Status einer solchen externen Vorrichtung anzeigen, bevor der Zustand der Vorrichtung sich in Reaktion auf den Vorwärtsbetrieb ändert. Dann erfolgt auf der Basis der Daten, die den Zustand vor der Änderung anzeigen, die Rückwärtsbetriebsverarbeitung, so dass der Zustand des externen Geräts wiederhergestellt wird.

[0011] In Zusammenhang mit der Wiederherstellung des Zustands der externen Vorrichtung während der Rückwärtsbetriebsverarbeitung werden jedoch bevorzugt Vorrichtungen zum selektiven Außerkräftsetzen der Wiederherstellung bereitgestellt.

[0012] Ist ein Rechenbefehl in mindestens einer Angabe zur Spezifizierung des Betriebs der kooperierenden Vorrichtung enthalten, können die Verlaufsdaten Daten enthalten, die einen Rechenwert anzei-

gen, bevor er sich in Reaktion auf den Vorwärtsbetrieb ändert, und auf der Basis von Daten, die den Wert vor der Änderung anzeigen, kann die Rückwärtsbetriebsverarbeitung durchgeführt werden, so dass der Rechenwert wiederhergestellt wird.

[0013] Umfasst das Betriebsprogramm einen rückwärtsbetriebsdeditierten Befehl, der nur während des Rückwärtsbefehls ausgeführt werden soll, können die Verlaufsdaten Daten des rückwärtsbetriebsdeditierten Befehls umfassen, und während des Rückwärtsbetriebs kann der rückwärtsbetriebsdeditierte Befehl gemäß den Daten des rückwärtsbetriebsdeditierten Befehls ausgeführt werden.

[0014] Umfasst das Betriebsprogramm zudem einen Startbefehl zum Starten eines Unterprogramms, das einen rückwärtsbetriebsdeditierten Befehl umfasst, der nur während des Rückwärtsbetriebs ausgeführt werden soll, können die Verlaufsdaten Daten des Unterprogramm-Startbefehls umfassen, und während des Rückwärtsbetriebs kann das Unterprogramm gemäß den Daten des Unterprogramm-Startbefehls ausgeführt werden.

[0015] Es ist natürlich bevorzugt, dass der kontinuierliche oder der Schrittmodus zur Ausführung des Rückwärtsbetriebs selektierbar ist. Zur Gewährleistung der Sicherheit des Operators wird auch die Aufmerksamkeit des Operators vorzugsweise bei der Durchführung des Rückwärtsbetriebs erregt.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0016] Es zeigt/zeigen:

[0017] [Fig. 1](#), ein Blockdiagramm, die Anordnung eines Hauptteils einer Roboter-Steuervorrichtung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

[0018] [Fig. 2](#), ein Fließschema, schematisch den Fluss der Arbeitsschritte und der Verarbeitung in Bezug auf die Rückwärtsbetriebsfunktion;

[0019] [Fig. 3](#), ein Fließschema, schematisch ein Befehlstypüberprüfungsverfahren;

[0020] [Fig. 4](#), ein Diagramm, eine Anordnung einer Ausführungsverlaufs-tabelle;

[0021] [Fig. 5](#), ein Fließschema, schematisch ein vom Befehlstyp abhängiges Ausführungsverfahren;

[0022] [Fig. 6](#), ein Diagramm, einen Bildschirm, der eine I/O-Auswahl-Nachricht anzeigt;

[0023] [Fig. 7](#) ein schematisches Diagramm eines Betriebsprogramms für Vorwärts- und Rückwärtsarbeitsschritte;

[0024] [Fig. 8](#), ein Teil eines Fließschemas, einen Vorwärtsbetriebsverlaufsfluss gemäß dem Betriebsprogramm, zusammen mit dem Zustand des Schreibens der Ausführungsverlaufsdaten;

[0025] [Fig. 9](#) eine Fortsetzung des Fließschemas von [Fig. 8](#);

[0026] [Fig. 10](#) eine Fortsetzung des Fließschemas von [Fig. 9](#);

[0027] [Fig. 11](#) eine Fortsetzung des Fließschemas von [Fig. 10](#);

[0028] [Fig. 12](#) eine Fortsetzung des Fließschemas von [Fig. 11](#);

[0029] [Fig. 13](#), ein Diagramm, die Übereinstimmung des geschriebenen Zustands der Ausführungsverlaufs-tabelle zum Rückwärtsbetriebsverfahren;

[0030] [Fig. 14](#) ein Teil eines Fließschemas des Rückwärtsbetriebsverfahrens;

[0031] [Fig. 15](#) eine Fortsetzung des Fließschemas von [Fig. 14](#);

[0032] [Fig. 16](#) eine Fortsetzung des Fließschemas von [Fig. 15](#);

[0033] [Fig. 17](#) eine Fortsetzung des Fließschemas von [Fig. 16](#);

[0034] [Fig. 18a–Fig. 18c](#) schematische Diagramme des Fortgangs des Betriebs während eines Vorwärtsbetriebs; und

[0035] [Fig. 19a–Fig. 19d](#) schematische Diagramme des Fortgangs des Betriebs während eines Rückwärtsbetriebs.

[0036] Die [Fig. 1](#) zeigt eine Anordnung eines Hauptteils einer Roboter-Steuervorrichtung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung in Form eines Blockdiagramms.

[0037] In [Fig. 1](#) hat eine Roboter-Steuervorrichtung **10** eine zentrale Verarbeitungseinheit (CPU) **11**, die an einen Speicher **12** in ROM-Form, einen Speicher **13** in RAM-Form, einen nicht-flüchtigen Speicher **14** in CMOS-Form usw., eine Programmierkonsole **16** mit einer LCD (Flüssigkristallanzeige) **15**, einen Roboterachsensteuerabschnitt **17** zum Steuern der einzelnen Achsen des Roboters angeschlossen ist, und eine Alzweck-Signal-Schnittstelle **19**, die an externe Geräte (wie eine Hand, ein Förderband, einen Werkstück-Kistentauscher, eine Spot-Gun, eine Alarmlampe, einen Summer und eine Offline-Programmiervorrichtung, welche nicht gezeigt sind) über einen Bus **20** angeschlossen ist. Der Roboterachsensteuerab-

schnitt **17** ist ebenfalls an einem Roboterkörper **30** über eine Servosteuerungschaltung **18** angeschlossen.

[0038] Der ROM **12** speichert verschiedene Programme, die durch die CPU **11** ausgeführt werden, so dass der Roboter **30** sowie die Roboter-Steuervorrichtung **10** selbst gesteuert wird. Der RAM **13** ist ein Speicher, der zur vorübergehenden Speicherung von Daten und zur Berechnung verwendet wird. Der nichtflüchtige Speicher **14** wird zum Speichern verschiedener Parameterstellwerte und Programmdateien verwendet, die manuell aus der Programmierkonsole **16** eingegeben werden, oder welche offline über die Schnittstelle **19** eingegeben werden.

[0039] Die vorstehend genannte Anordnung ist grundlegend identisch mit derjenigen einer herkömmlichen Robotersteuervorrichtung; der nichtflüchtige Speicher **14** speichert Programmdateien, die zum Durchführen einer Rückwärtsbetriebsfunktion gemäß der charakterisierenden Eigenschaften der Erfindung nötig sind und hat einen erforderlichen Pufferbereich, Register usw. dort eingestellt. Im Folgenden werden die Verfahren, die eine Rückwärtsbetriebsfunktion betreffen, aufgeführt und eingehend anhand eines spezifischen Beispiels des Betriebsprogramms erläutert.

[1] Modi (kontinuierliche bzw. Schritt-Modi) des Rückwärtsbetriebs und Veranschaulichung des Betriebsflusses

[0040] Die Rückwärtsbetriebsfunktion ist eine Funktion in Bezug zu einem Vorwärtsbetrieb, der durchgeführt wird durch Vorwärtslesen eines Programms, und umfasst einen kontinuierlichen Modus und einen schrittweisen Modus als Modi zur Ausführung. Der Erstere ist ein Modus, in dem die Verlaufsdaten über den Vorwärtsbetrieb kontinuierlich und automatisch rückwärts gelesen werden, so dass ein sukzessiver Rückwärtsbetrieb erhalten wird. Wird die Rückwärtsbetriebsfunktion in einem kontinuierlichen Modus aktiviert, wird der Rückwärtsbetrieb kontinuierlich bis zum Erreichen des Beginns der Verlaufsdaten oder des Ende eines Zurückverfolgungsbereichs durch den Operator durchgeführt, sofern nicht ein Befehl zum Unterbinden der Ausführung des Rückwärtsbetriebs eingegeben wird, oder inmitten der Bewegung ein Alarm ausgegeben wird.

[0041] Letzterer ist dagegen ein Modus, bei dem die Verlaufsdaten Schritt für Schritt rückwärts ausgeführt werden, wenn vom Operator ein Befehl zum Fortsetzen des Rückwärtsbetriebs erhalten wird. Folglich wird der Rückwärtsbetrieb des Roboters nicht fortgesetzt, wenn der Befehl nicht Schritt für Schritt eingegeben wird.

[0042] Die [Fig. 2](#) ist ein Fließschema, das schematisch einen Betriebsfluss und die Verarbeitung zeigt,

die eine Rückwärtsbetriebsfunktion betrifft, wobei die vorstehend genannte Angelegenheit, sowie die Ausführung eines im Rückwärtsmodus ausführbaren Programms bzw. Befehls und die selektive Festlegung der Ausgangszustände der I/O-Befehle berücksichtigt werden.

[0043] Zuerst legt der Operator ein Programm für den Roboter fest und startet es wie beim normalen Playback-Betrieb, woraufhin die Ausführung des Programms begonnen wird (Schritt S1). Die Verarbeitung die in diesem Fall ausgeführt wird, ist natürlich ein Vorwärtsbetrieb. Die Bewegung des Roboters wird zum Zeitpunkt eines Ausgangs eines Bewegungsbefehls gestartet.

[0044] Nach dem Start des Vorwärtsbetriebs wird ein Verfahren zum Schreiben der Ausführungsverlaufsdaten in dem Speicher gestartet (Schritt S2). Die in dem Speicher geschriebenen Verlaufsdaten können andere Daten als diejenigen enthalten, die die tatsächlich ausgeführten Befehle betreffen, wie es später anhand eines spezifischen Beispiels beschrieben wird.

[0045] Nach dem Beenden des Vorwärtsbetriebs gemäß dem Programm (Schritt S3), wenn die CPU **11** die Absicht des Operators zur Durchführung des Rückwärtsbetriebs ("Ja" in Schritt S4) auf der Basis einer manuellen Eingabe des Operators oder eines externen Signaleingangs bestätigt, wird bestimmt, ob der Rückwärtsbetrieb im kontinuierlichen Modus oder im Schrittmodus durchgeführt wird (Schritt S5) oder nicht, und dann wird eine Rückwärtsbetriebsverarbeitung in dem kontinuierlichen oder Schrittmodus ausgeführt (Schritt S6 oder S7).

[0046] Der Vorwärtsbetrieb kann in Schritt S3 an einer Zwischenstufe des Vorwärtsbetriebs gemäß dem Programm beendet werden. Die Position (Reihe) auf dem Programm, bei dem der Vorwärtsbetrieb beendet wird, kann nicht notwendigerweise gleich sein, wie die Position (Reihe) auf dem Programm, aus dem der Rückwärtsbetrieb gestartet werden soll (beispielsweise kann der Rückwärtsbetrieb gestartet werden von der 15. Reihe nach der Ausführung des Vorwärtsbetriebs durch die 1. bis 20. Reihe). Es wird durch die CPU **11** bestätigt, dass der Operator keine Durchführung des Rückwärtsbetriebs beabsichtigt ("Nein" in Schritt S4), die Verarbeitung wird natürlich beendet.

[2] Veranschaulichung eines Verfahrens zum Schreiben der Ausführungsverlaufsdaten in den Speicher.

[0047] Während des Vorwärtsbetriebs wird das Programm Zeile für Zeile gelesen und ausgeführt. Jedes Mal, wenn eine Befehlszeile ausgeführt wird, werden die Ausführungsverlaufsdaten in den Speicher geschrieben. Für Befehle, die nicht während des Vor-

wärtsbetriebs ausgeführt werden, wie rückwärtsmodusdedizierte Befehle, werden jedoch entsprechende Verlaufsdaten geschrieben, ohne dass die Ausführung dieser Befehle während des Vorwärtsbetriebs erfolgt. Bei dem Schreibverfahren wird eine Art des ausgeführten Befehls in der Form einer Kombination der Befehls-Diskriminierungsdaten und der verwandten Verlaufsdaten erzeugt.

[0048] In dieser Ausführungsform werden die Tabellendaten "(*)2) Ausführungsverlaufstabelle", wie in der [Fig. 4](#) gezeigt, sukzessive durch Ausführung des Verfahrens in [Fig. 3](#) gezeigten "(*)1) Befehls-Überprüfungsfluss" erzeugt. Die Symbole (*1), (*2) usw. werden der Einfachheit zur Unterscheidung in den Zeichnungen und der damit einher gehenden folgenden Erklärung verwendet.

[0049] Fünf Befehlstypen, die in den Schritten S11 bis S14 des (*1)-Befehltyp-Überprüfungsflusses verwendet werden, sind wie nachstehend beschrieben definiert. Die Schritte S15 bis S19 werden je nach den in den Schritten S11 bis S14 durchgeführten Entscheidungen ausgeführt. Wie sich aus dem Ausführungsverlauf-Schreibregeln ergeben lässt, die in der Figur nächst den jeweiligen Schritten S15 bis S19 gezeigt sind, variieren die zu schreibenden Verlaufsdaten je nach dem dedizierten Befehlstyp.

Typ 1 (rückwärtsmodusdedizierter Befehl): Ein Befehl, der die Ausführung nur während des Rückwärtsbetriebs ermöglicht. Diese Art von Befehl kann jedoch in einem Programm geschrieben werden, als Befehl, der die Angabe begleitet, die während des Vorwärtsbetriebs ausgeübt werden soll, wie nachstehend beschrieben ist (siehe Zeile 7 eines in [Fig. 7](#) gezeigten Hauptprogramms). So wird der Begriff "rückwärtsmodusdedizierter Befehl" hier verwendet, um zu bezeichnen eine "Befehlszeile, die durch eine solche Angabe beschrieben ist, damit sie einen Befehl umfasst, der nur während des Rückwärtsbetriebs ausgeführt wird".

Typ 2 (Bewegungsbefehl): Ein Befehl, der die Bewegung des Roboters selbst betrifft (durch eine Roboterachse getriebenes Teil).

Typ 3 (I/O-Befehl): Ein Befehl, der den Eingang/Ausgang in Bezug auf die externen Vorrichtungen, wie die Hand, festlegt.

Typ 4 (Rechenbefehl): Ein Befehl, der die Berechnung, wie eine schrittweise Erhöhung bzw. Senkung der Registerwerte, festlegt.

Typ 5 (andere Befehle): Ein Befehl, der nicht zu einem der Typen 1 bis 4 gehört, wie ein Verzweigungsbefehl.

[0050] Zur Unterscheidung der Befehlstypen kann ein Verfahren eingesetzt werden, wobei die einzelnen Befehle vorher mit den jeweiligen Befehlscodes markiert werden, und die Unterscheidung durch Auslesen der Befehlscodes erfolgt. Als Alternative kann die Unterscheidung erfolgen mit Identifizierungsbegriffen, die den jeweiligen Befehlstypen eigen sind. Der Typ 1 kann beispielsweise durch den Begriff "RÜCKWÄRTS", Typ 2 durch "POSITIONIERUNG", "GLATT" usw. Typ 3 durch "SDI", "SDO", usw., Typ 4 durch "REG", "ZÄHLEN" usw. identifiziert werden, und die Befehle, die diese Begriffe nicht einschließen, können als Typ 5 angesehen werden.

[0051] Der [Fig. 4](#) zufolge hat in dieser Ausführungsform ein Puffer zum Schreiben der Ausführungsverlaufsdaten darin die Spalten 1 bis 5, in denen jeweils das Ergebnis der Befehltyp-Unterscheidung, die betroffene Reihenummer, die Position des Roboters, der Zustand des I/O-Signals vor der Ausführung des Befehls, und der Wert eines Ziels des Rechenbefehls (beispielsweise Register) vor der Ausführung des Rechenbefehls gemäß den Ausführungsverlaufs-schreibregeln geschrieben ist. Die Figur zeigt beispielsweise den Zustand, in dem das Schreiben der Daten bis zu Reihe 10 beendet ist. Die Art und Weise, wie die Ausführungsverlaufsdaten erzeugt werden, wird später eingehend beschrieben.

[3] Zusammenfassung des Rückwärtsbetriebsverfahrens.

[0052] Bei der Durchführung eines Rückwärtsbetriebs werden die Daten, welche in der (*2)-Ausführungsverlaufstabelle geschrieben sind, Reihe für Reihe rückwärts gelesen (d.h. nach oben in der [Fig. 4](#)) und gemäß dem Typ des gelesenen Befehls, wird das nötige Verfahren ausgeführt. Eine Zusammenfassung des Verfahrens ist in "(*)3)-Befehltypabhängigem Ausführungsfluss" von [Fig. 5](#) gezeigt. Man kann angeben, aus welcher Reihe in der (*2)-Ausführungsverlaufstabelle die Rückwärts-Ablesung gestartet werden soll.

[0053] Der Befehltyp Unterscheidungen in den Schritten S21 bis S24 des (*3)-befehltypabhängigen Ausführungsfluss kann sofort auf der Basis der Spalte 1 der gelesenen Reihe durchgeführt werden. In den Schritten S25 bis S29 werden die Verfahren für den nachstehend zusammengefassten Rückwärtsbetrieb gemäß dem Ergebnis der Unterscheidung ausgeführt.

1. Typ 1 (rückwärtsmodusdedizierter Befehl): Da dies ein Befehl ist, der die Ausführung nur im Rückwärtsbetrieb festlegt, wird ein gesondert programmierter Rückwärtsmodus-dedizierter Befehl gelesen und ausgeführt. Ist der gelesene Befehl ein Befehl zur Ausgabe eines Signals an eine externe Vorrichtung (beispielsweise Hand), wird jedoch ein solcher Signalausgangsbefehl nach der Beendigung der Bewegung (Roboter-Rückwärtsbetrieb) zur gespeicherten Position ausgeführt (wenn das Signal ausgegeben wird, bevor die Roboterbewegung gemäß einem vorher gelesenen Bewegungsbefehl beendet wird, dann kann der Rückwärtsbefehl nicht mehr der richtigen Reihen-

folge folgen).

2. Typ 2 (Bewegungsbefehl): Es erfolgt eine Bewegung (Roboterrückwärtsbetrieb) zur gespeicherten Bewegung.

3. Typ 3 (I/O-Befehl): Nach Beendigung der Bewegung (Roboter-Rückwärtsbetrieb) zur gespeicherten Position wird das nächste Verfahren gemäß der Einstellung ausgeführt (gültige bzw. ungültige Einstellung) zur Festlegung der Umkehrung des I/O-Signals. Die gültige bzw. ungültige Einstellung der Signalumkehrungsspezifizierung kann geändert werden mit Hilfe der variablen Einstellung des Systems (*4).

Ist die eingestellte Umkehrungsspezifizierung "gültig", wird der gespeicherte Zustand des Signals vor der Änderung aus der Spalte 4 in der (*2)-Ausführungsverlauftabelle und dem Ausgang gelesen. Ist die eingestellte Umkehrfeststellung "ungültig" wird eine in der [Fig. 6](#) gezeigte (*6)-I/O-Auswahlnachricht auf dem Bildschirm der LCD **15** der Programmierkonsole **16** angezeigt, wodurch der Operator AN oder AUS (*5) wählen muss. Im veranschaulichten Beispiel ist AN gewählt.

4. (Typ 4) (Rechenbefehl): Der Speicherwert vor der Änderung wird aus der Spalte 5 in der (*2)-Ausführungsverlauftabelle und dem Ausgang gelesen.

5. Typ 5 (andere Befehle): Das nächste Verfahren wird ausgeführt, ohne dass irgend eine Durchführung erfolgt. Die nächste Reihe (die Reihe unmittelbar darüber) in der (*2)-Ausführungsverlauftabelle wird gelesen und der Registerwert wird auf diesen Wert wiederhergestellt.

[4] Beispiel für ein Betriebsprogramm und einen Betrieb, der während des Vorwärtsbetriebs durchgeführt wird.

Vorwärtsbetrieb

[0054] Im Folgenden wird ein in [Fig. 7](#) gezeigtes Programm als Beispiel verwendet. Dieses Programm betrifft eine Aufgabe, wodurch ein Werkstück, das bis zu einer bestimmten Position gebracht wird, mit der Roboterhand erfasst wird und auf einem Förderband zur Verpackung in einer Kiste untergebracht wird. Obgleich eine Zusammenfassung der Aufgabe ebenfalls in der [Fig. 7](#) gezeigt ist, wird eine Zusatzklärung anhand der schematischen Diagramme der [Fig. 18a](#) bis [Fig. 18c](#) gegeben.

[0055] Zuerst wird wie in der [Fig. 18a](#) gezeigt, ein Roboter **1** von einer Warte-Position (nicht gezeigt) zu einer POSITION [1] (Ursprungsposition auf einem Bewegungsweg) (Zeile 1) bewegt. Der Roboter wird dann zur POSITION [2] bewegt, die einer Zufuhrposition (Erfassungsposition) eines Werkstücks W (Zeile 2) entspricht, und eine Hand **2** wird geschlossen, wodurch das Werkstück W gefasst wird (Leitung 3; SDO

[1] AN).

[0056] Anschließend wird der [Fig. 18b](#) zufolge der Roboter **1** mit festgehaltenem Werkstück zur POSITION [3] bewegt, welche eine Unterbringungsposition über einem Förderband **3** ist (Zeile 4). Die Hand **2**, die das Werkstück W festhält, wird dann geöffnet, um das Werkstück W auf dem Förderband **3** unterzubringen (Zeile 5; SDO [1] AUS).

[0057] Zudem wird der [Fig. 18c](#) zufolge der Roboter, der die Unterbringung des Werkstücks W auf dem Förderband **3** beendet hat, zur POSITION [4] bewegt, die eine Rückzugsposition ist (Zeile 6). Dann wird SDO [2], welche ein Vorwärts-Bewegungssignal für das Förderband **3** ist, AN-geschaltet, so dass das Förderband für einen festgelegten Abstand vorwärts bewegt wird (Zeile 7). Die Zeile 7 umfasst einen Befehl (in Klammern gesetzter Befehl), der nur während des Rückwärtsbetriebs ausgeführt wird, und somit wird der Befehlstyp davon als rückwärtsmodusdedizierter Befehl kategorisiert. Während des Rückwärtsbetriebs wird die SDO [2] gemäß dem Befehl in Klammern, wie später beschrieben, AUS-geschaltet (die Bewegung des Förderbands wird gestoppt). Die nächste Zeile 8 ist ein rückwärtsmodusdedizierter Befehl, der es nicht erfordert, dass ein Befehl während des Vorwärtsbetriebs ausgeführt wird und folglich schreitet die Aufgabe nicht fort. Zudem wird der Registerwert um "1" erhöht, so dass die Daten gespeichert werden, dass ein Werkstück W befördert worden ist (Zeile 9).

[0058] Die Zeile 10 und die folgenden Zeilen betreffen ein Verfahren zum Auswechseln der Werkstückkiste **4** gegen eine neue **4'**, wenn die Werkstückkiste **4** mit den Werkstücken gefüllt wird (in diesem Fall zehn Werkstücke).

[0059] Zeigt der Registerwert spezifisch einen Sättigungswert von "10", wird beurteilt, dass die Werkstückkiste **4** gefüllt ist. Ist "10" vom Registerwert noch nicht erreicht, springt das Programm zu MARKIERUNG [1] (Zeile 10, Zeile 13), und der Roboter wird zur POSITION [1] (Zeile 14) zurückgeführt.

[0060] Wurde die in den [Fig. 18a](#) bis [Fig. 18c](#) gezeigte Aufgabe zehn Mal wiederholt, erreicht der Registerwert "10", bevor das Programm von Zeile 10 zu Zeile 11 fortschreitet, woraufhin der Registerwert auf "0" initialisiert wird. Zudem wird die SDO [3], die ein Änderungssignal für die Werkstückkiste **4** ist, angeschaltet, wodurch ein Änderungsmechanismus, nicht gezeigt, so betrieben wird, dass die Werkstückkiste **4** durch eine neue **4'** ersetzt wird (Zeile 12). Nach der Beendigung des Austauschs der Werkstückkisten schreitet das Programm zu MARKIEREN [1] fort (es wird keine Aufgabe durchgeführt) (Zeile 13), und dann wird der Roboter **1** zu POSITION [1] zurückgeführt (Zeile 14).

[0061] Ein Unterprogramm, das nur während des Rückwärtsbetriebs durch den rückwärtsmodusdedizierten Befehl an Zeile 8 aufgerufen wird, umfasst einen Befehl, wodurch SDO [4], die ein Rückwärtsbewegungssignal für das Förderband 3 ist, AN-geschaltet wird, wie es im untersten Teil von [Fig. 7](#) gezeigt ist, so dass das Förderband rückwärts auf die festgelegte Distanz bewegt wird. Arbeitsschritte während des Rückwärtsbetriebs, die die Ausführung dieses Befehls umfassen, werden nachstehend beschrieben. Im Folgenden wird der Teil (Zeilen 1 bis 14) des in [Fig. 7](#) gezeigten Programms mit Ausnahme des Unterprogramms als Hauptprogramm bezeichnet.

[5] Einzelheiten des Vorwärtsbetriebsverfahrensflusses

[0062] Die [Fig. 8](#) bis [Fig. 12](#) sind Fließschemata, die einen Verfahrensfluss des Vorwärtsbetriebs gemäß dem Hauptprogramm veranschaulichen, zusammen mit dem Zustand der Ausführungsverlaufstabelle. Der Verfahrensfluss wird nachstehend in der Reihenfolge erläutert. Im Folgenden wird angenommen, dass der Registerwert von REG [1] (der Registerwert, der die Anzahl der Werkstücke anzeigt, die in der Werkstückkiste enthalten sind) am Start des Verarbeitungszyklus beispielsweise "5" ist.

([Fig. 8](#))

[0063] [Ausführung von Leitung 1]: Lesen der Programmdatei (F11); Es werden die Daten in die Ausführungsverlaufstabelle (F12) geschrieben und der Befehl (F13) ausgeführt. Das Schreibverfahren in Bezug auf die Ausführungsverlaufstabelle erfolgt gemäß dem vorstehend genannten (*1) Befehlsüberprüfungsfluss (siehe [Fig. 3](#); S11–S19). Dies ist der Fall der Programmierung der jeweils nachstehend beschriebenen Zeilen; daher wird im Folgenden eine wiederholte Erklärung und Veranschaulichung von "S11–S19" in den Figuren weggelassen.

[0064] Der Befehl in Zeile 1 ist ein Roboterbewegungsbefehl zur Bewegung des Roboters zu POSITION [1]. Folglich werden die Daten "TYP 2", "1" und "POSITION [1]" in den Spalten 1 bis 3 in der ersten Reihe der Tabelle geschrieben, und die Spalten 4 und 5 werden leer gelassen. (TB1). Die Ausführung des Befehls an dieser Zeile bewegt den Roboter zu POSITION [1] (Annäherungsposition zum Festhalten eines Werkstücks).

[0065] [Ausführen von Zeile 2]: Entsprechend der Zeile 1 wird das Auslesen der Programmdatei (F21), der in die Ausführungsverlaufstabelle (F22) geschriebenen Daten und Ausführung des Befehls durchgeführt. Da der Befehl an dieser Stelle 2 ein Roboterbewegungsbefehl zur Bewegung des Roboters an POSITION [2] ist, werden die Daten "TYP 2", "2" und POSITION [2]" jeweils in die Spalten 1 bis 3 an der

zweiten Reihe der Tabelle geschrieben, wohingegen die Spalten 4 und 5 jeweils leer gelassen werden (TB2). Die Ausführung des Befehls an dieser Zeile bewegt den Roboter zu POSITION [2] (Werkstück-Festhalteposition).

[0066] [Ausführung der Zeile 3]: Wie bei den Zeilen 1 und 2 wird das Auslesen der Programmdatei (F31), der Dateneintrag in die Ausführungsverlaufstabelle (F32) und die Ausführung des Befehls (F33) durchgeführt. Gemäß dem (*1)-Befehl-Überprüfungsfluss erfolgt das Schreibverfahren in Bezug auf die Ausführungsverlaufstabelle. Der Befehl in der Zeile 3 betrifft ein I/O-Signal und ist ein Befehl zum Schalten der SDO [1] von AUS nach AN. Folglich werden die Daten "TYP 3", "3" und POSITION [2]" jeweils in den Spalten 1 bis 3 an der dritten Reihe der Tabelle geschrieben, wohingegen die Daten, die "AUS" anzeigen, in der Spalte 4 als Signalzustand vor der Änderung geschrieben werden. Die Spalte 5 wird leer gelassen (TB3). Als Folge der Ausführung des Befehls zum AN-Stellen von SDO [1], wird die Hand geschlossen (das Werkstück W wird festgehalten).

([Fig. 9](#))

[0067] [Ausführung von Zeile 4]: Es erfolgt das Ablesen der Programmdatei (F41), der Dateneintrag in die Ausführungsverlaufstabelle (F42) und die Ausführung des Befehls (F43). Da der Befehl an der Zeile 4 ein Roboterbewegungsbefehl zur Bewegung des Roboters zur Position [3] ist, werden die Daten "TYP 2", "4" und "POSITION[3]" jeweils in die Spalten 1 bis 3 an der vierten Tabellenreihe geschrieben, wohingegen die Spalten 4 und 5 leer gelassen werden (TB4). Die Ausführung des Befehls an dieser Zeile bewegt den Roboter, der das Werkstück W festhält, zur "POSITION [3]" (Förderband-Unterbringungsposition).

[0068] [Ausführung von Zeile 5]: Es erfolgt das Ablesen der Programmdatei (F51), der Dateneintrag in die Ausführungsverlaufstabelle (F52) und die Ausführung des Befehls (F53). Der Befehl in der Zeile 5 betrifft ein I/O-Signal und ist ein Befehl zum Umschalten der SDO [1] von AN nach AUS. Folglich werden die Daten "TYP 3", "5" und "POSITION [3]" jeweils in die Spalten 1 bis 3 an der fünften Reihe der Tabelle geschrieben, wohingegen die Daten, die "AN" anzeigen, in die Spalte 4 als Signalzustand vor der Änderung geschrieben werden. Die Spalte 5 wird leer gelassen (TB5). Als Folge der Ausführung des Befehls zum AUS-Stellen von SDO [1] wird die Hand geöffnet (das Werkstück W wird auf dem Förderband 3 untergebracht).

[0069] [Ausführung von Zeile 6]: Es erfolgt das Ablesen der Programmdatei (F61), der Dateneintrag in die Ausführungsverlaufstabelle (F62) und die Ausführung des Befehls (F63). Der Befehl an der Zeile 6

ist ein Roboterbewegungsbefehl zur Bewegung des Roboters an die POSITION [4]; daher werden die Daten "TYP 2", "6" und POSITION [4]" jeweils in die Spalten 1 bis 3 an der sechsten Reihe der Tabelle geschrieben, wohingegen die Spalten 4 und 5 leer gelassen werden (TB6). Als Folge der Ausführung des Befehls an dieser Zeile bewegt sich der Roboter, der das Werkstück W gelöst hat, auf dem Förderband 3 zur POSITION [4] (Rückzugsposition).

(Fig. 10)

[0070] [Ausführung der Leitung 7]: Es erfolgt das Ablesen der Programmdatei (F71), der Dateneintrag in die Ausführungsverlaufs-tabelle (F72) und die Ausführung des Befehls (F73). Der Befehl in der Zeile 7 ist als Typ 4 charakterisiert (rückwärtsmodusdedizierter Befehl), wie vorstehend erwähnt. Da jedoch ein Befehl zum AN-Stellen von SDO [2] enthalten ist als während des Vorwärtsbetriebs auszuführender Befehl, wird SDO [2] während des Vorwärtsbetriebs AN-gestellt (das Förderband 3 wird vorwärts bewegt). Die Daten "TYP1 ", "7" und "POSITION [4]" werden jeweils in die Spalten 1 bis 3 an der siebten Reihe der Tabelle geschrieben, wohingegen die Spalten 4 und 5 leer gelassen werden (TB7).

[0071] [Ausführung von Zeile 8]: Es erfolgt das Ablesen der Programmdatei (F81), der Dateneintrag in die Ausführungsverlaufs-tabelle (F82) und die Ausführung des Befehls (F83). Der Befehl an der Zeile 8 ist als rückwärtsmodusdedizierter Befehl kategorisiert. Da der rückwärtsmodusdedizierte Befehl an dieser Zeile keinen während des Vorwärtsbetriebs auszuführenden Befehl umfasst, wird kein wesentliches Verfahren in Schritt F83 ausgeführt (übersprungen). Die Daten "TYP 1" und "8" werden jeweils in die Spalten 1 und 2 an der achten Reihe der Tabelle geschrieben, und die Spalten 3 bis 5 werden leer gelassen (TB8).

(Fig. 11)

[0072] [Ausführung von Zeile 9]: Es erfolgt das Ablesen der Programmdatei (F91), der Dateneintrag in die Ausführungsverlaufs-tabelle (F92) und die Ausführung des Befehls (F93). Der Befehl an der Zeile 9 ist die Durchführung der Addition in REG [1] und wird somit als Typ 4 kategorisiert, d.h. der Rechenbefehl. Folglich werden diese Daten "Typ 4" und "9" jeweils in die Spalten 1 und 2 an der neunten Tabellenreihe geschrieben und "5" wird in Spalte 5 als der Registerwert vor der Addition geschrieben (in diesem Beispiel wird "5" angenommen). Die Spalten 3 und 4 werden leer gelassen (TB9). Als Ergebnis der Ausführung des Befehls an dieser Zeile, wird der Registerwert, der die Anzahl der beförderten (oder in der Werkstückkiste 4 enthaltenen) Werkstücke W anzeigt, um "1" auf "6" erhöht.

[0073] [Ausführung der Zeile 10]: Es erfolgt das Ablesen der Programmdatei (F101), der Dateneintrag in die Ausführungsverlaufs-tabelle (F102) und die Ausführung des Befehls (F103). Der Befehl an der Zeile 10 ist ein Verzweigungsbefehl, der eine Bedingungsentscheidung auf der Basis von REG [1] beinhaltet, und wird daher als Typ 5 kategorisiert. Folglich werden die Daten "Typ 5" und "10" jeweils in die Spalten 1 und 2 an der zehnten Reihe der Tabelle geschrieben und die Spalten 3 bis 5 werden leer gelassen (TB10). In Schritt F103 wird bestimmt, ob der Registerwert "10" erreicht hat (da der Registerwert "6" erreicht hat, ist in diesem Beispiel das Ergebnis der Entscheidung Ja und das Programm springt auf MARKIEREN [1]).

[0074] Die dann ausgeführte Zeile ist daher Zeile 13 mit MARKIEREN [1] und nicht Zeile 11.

(Fig. 12)

[0075] [Ausführung der Zeile 13]: Es erfolgt die Ablesung der Programmdatei (F131), der Dateneintrag in die Ausführungsverlaufs-tabelle (F132) und die Ausführung des Befehls (F133). Der Befehl an der Zeile 13 ist ein Befehl, der MARKIEREN [1] betrifft, der ein Sprungziel spezifiziert und somit als Typ 5 kategorisiert wird. Folglich werden die Daten "TYP 5" und "13" jeweils in die Spalten 1 und 2 an der 11. Reihe der Tabelle geschrieben werden, wohingegen die Spalten 3 bis 5 leer gelassen werden (TB13). In Schritt F133 wird die Bestätigung von MARKIEREN [1] allein gemacht.

[0076] [Ausführung von Zeile 14]: Es erfolgt das Ablesen der Programmdatei (F141), der Dateneintrag in die Ausführungsverlaufs-tabelle (F142) und die Ausführung des Befehls (F143). Der Befehl an der Zeile 14 ist ein Roboterbewegungsbefehl, zur Bewegung des Roboters an Position [1]. Folglich werden die Daten "TYP2" "14" und "POSITION [1]" jeweils in die Spalten 1 bis 3 an der 12. Reihe der Tabelle geschrieben, wohingegen die Spalten 4 und 5 werden leer gelassen (TB14). Die Ausführung des Befehls in dieser Zeile führt den Roboter zur POSITION [1] (Ursprungsposition auf dem Bewegungsweg).

[0077] Das Vorstehende vervollständigt das Vorrätsbetriebsverfahren. Die durchgeführte Aufgabe umfasst die Unterbringung eines Werkstücks W auf dem Förderband 3, befördert die Werkstücke W und fügt ein Werkstück W in die Werkstückkiste 4, wie anhand der Fig. 7 und Fig. 18a bis Fig. 18c erläutert. In diesem Stadium ist die (*1)-Ausführungsverlaufs-tabelle in dem Zustand, der durch TB14 angegeben wird.

[0078] Der Werkstückverpackungsbetrieb schreite fort mit dem Wiederholen des vorstehend genannten Verfahrenszyklus, und wenn der Registerwert "10"

erreicht (die Werkstückkiste 4 ist gefüllt), ist das Ergebnis der Entscheidung an Schritt F103 NEIN, wenn die Zeile 10 ausgeführt wird; in diesem Fall macht das Programm keinen Sprung, und die Zeilen 11 und 12 werden ausgeführt, gefolgt von der Ausführung der Zeilen 13 und 14.

[0079] Wie das Verfahren an jeder dieser oben beschriebenen Zeilen, erfolgt auch bei Ausführung der Zeile 11 das Auslesen der Programmdatei (F111), der Dateneintrag in die Ausführungsverlaufstabelle (F112) und die Ausführung des Befehls (F113), obgleich dies nicht in der Form des Fließschemas veranschaulicht ist. Der Befehl an der Zeile 11 ist ein Befehl, der die Initialisierung von REG [1] betrifft und somit als Typ 4 kategorisiert wird. Folglich werden die Daten "TYP 4" und "11" jeweils in die Spalten 1 und 2 der Tabelle geschrieben, wohingegen "10" in die Spalte 5 als Registerwert vor der Initialisierung geschrieben wird. Die Spalten 3 und 4 werden leer gelassen.

[0080] Wird auch die Zeile 12 ausgeführt, erfolgt das Ablesen der Programmdatei (F121), der Dateneintrag in die Ausführungsverlaufstabelle (F122) und die Ausführung des Befehls (F123). Der Befehl an der Zeile 12 ist ein I/O-Befehl zum AN-Stellen von SDO [3], und somit ist dessen Kategorie TYP 3. Folglich werden die Daten "TYP3", "12" und "Position [4]" jeweils in die Spalten 1 bis 3 der Tabelle geschrieben, und "AUS" wird in die Spalte 4 als der Signalzustand vor der Änderung geschrieben. Die Spalte 5 wird leer gelassen. Wie bereits erwähnt wird als Folge der Ausführung des Befehls zum AN-Stellen von SDO [3], die Werkstückkiste 4 durch eine neuen leeren Werkstückkiste 4' ersetzt.

[6] Einzelheiten des Rückwärtsbetriebsverfahrensflusses

[0081] Es folgt eine eingehende Erklärung eines Verfahrensflusses, wenn die Rückwärtsbetriebsfunktion aktiviert ist.

[0082] Es wird hier angenommen, dass das System bei aktivierter Rückwärtsfunktion in einem Zustand ist, in dem der Verfahrenszyklus (ein Zyklus), der in den [Fig. 8](#) bis [Fig. 12](#) gezeigt ist, beendet ist. Im Allgemeinen kann der Roboter an einer beliebigen Stelle sein. Der Registerwert ist "6", weil "1" zum Wert "5" addiert wurde, der am Start an dem Verarbeitungszyklus gehalten wurde.

[0083] Die Daten wurden in die (*1)-Ausführungsverlaufstabelle geschrieben, wie angegeben durch (TB14) in der [Fig. 12](#). Die [Fig. 13](#) zeigt die Übereinstimmung der Daten, die in der (*1)-Ausführungsverlaufstabelle geschrieben sind, mit dem "Rückwärtsbetrieb (1)" durch den "Rückwärtsbetrieb (12)", der den Fortschritt eines nachstehend erläuterten Rück-

wärtsbetriebs-Verfahrensflusses anzeigt. Aus der Figur ist ersichtlich, dass der Rückwärtsbetriebsverfahrensfluss ausgeübt wird durch das Ablesen der Daten, so dass der Ausführungsverlauf rückwärts verfolgt wird, d.h. von der untersten Zeile aufwärts.

[0084] Die [Fig. 14](#) bis [Fig. 17](#) sind Fließschemata, ähnlich denjenigen der [Fig. 8](#) bis [Fig. 12](#), welche einen Verfahrensfluss gemäß einem Programm (Hauptprogramm + Unterprogramm) für einen Rückwärtsbetrieb in dieser Ausführungsform veranschaulichen. Die Fließschemata werden nun in der Reihenfolge erläutert. Man beachte, dass das "Rückwärtsverfahren", das in der folgenden Erklärung verwendet wird, kein enggefasster Begriff ist, der restriktiv ein Verfahren für einen Rückwärtsbetrieb des Roboters selbst anzeigt, aber ein generischer Begriff, der ein Verfahren von Arbeitsschritten darstellt, welche durch die Roboter-Steuervorrichtung während des Rückwärtsbetriebs durchgeführt wird, und kann die folgenden Verfahren beinhalten.

1. Verfahren für einen Rückwärtsbetrieb (eine solche Bewegung ist die Nachvollziehung des Vorwärtsbetriebswegs rückwärts) des Roboters selbst.
2. Verfahren zum Wiederherstellen der Zustände der externen Signale gegenüber denjenigen vor der Ausführung der entsprechenden I/O-Befehle während des Vorwärtsbetriebs (d.h. der Zustände vor der Änderung). Im Falle, wo "ungültig" für die Umkehrfestlegung eingestellt ist, wird der externe Signalzustand direkt festgelegt.
3. Verfahren zum Wiederherstellen der berechneten Werfe, wie des Registerwertes, auf die Zustände vor der Ausführung der entsprechen Rechenbefehle während des Vorwärtsbetriebs (d.h. zu den Zuständen vor der Änderung).

([Fig. 14](#))

[0085] [Rückwärtsbetrieb (1)]: Die Daten in der Ausführungsverlaufstabelle werden gelesen (B11), und das Verfahren des (*3) Befehlstyp-abhängigen Ausführungsflusses (B12) wird an den abgelesenen Daten durchgeführt. Dann wird gemäß dem Ergebnis (B13) der Entscheidung bezüglich des Befehlstyps (Kategorie), das Rückwärtsverfahren ausgeführt (B14). Das Verfahren des befehlstypabhängigen Ausführungsflusses gemäß dem vorstehend genannten (*3)-Befehlsüberprüfungsfluss wird ausgeführt (siehe [Fig. 5](#); S21–S29). Dies ist der Fall bei der Ausführung jeder der nachstehend beschriebenen Reihen; daher wird im Folgenden die wiederholte Erklärung und Veranschaulichung von "S21–S29" in den Figuren weggelassen.

[0086] Die aus der Ausführungsverlaufstabelle gelesenen Daten sind in diesem Fall die Daten in den Spalten 1 bis 3 an der zwölften Reihe. Folglich ist das Ergebnis der Befehlstypunterscheidung (B13) Typ 2

(Bewegungsbefehl), und ein Verfahren zum Bewegen des Roboters zur POSITION [1] (ursprüngliche Position auf dem Bewegungsweg), beschrieben in der Spalte 3, wird als Rückwärtsverfahren durchgeführt (B14).

[0087] Die Daten in der Spalte 2 werden benötigt zur Bestimmung des Zustandes für den Bewegungstyp (lineare Bewegung, kreisförmige Bewegung, Bewegung jeder Achse, usw.) und dergleichen. Ein Überbrücken des Rückwärtsbetriebs wird gesondert eingestellt. Für den Rückwärtsbetrieb wird gewöhnlich eine Überbrückung kleiner als diejenige festgelegt, die für den Vorwärtsbetrieb eingestellt wird (die Geschwindigkeit ist reduziert). Diese gelten für andere Rückwärtsarbeitsschritte des nachstehend beschriebenen Roboters und daher wird im Folgenden eine wiederholte Erklärung weggelassen.

[0088] [Rückwärtsbetrieb (2)]: Die Daten in der Ausführungsverlaufs-tabelle werden gelesen (B21), und das Verfahren des (*3)-Befehlstyp-abhängigen Ausführungsflusses (B22) wird an den Ablesedaten durchgeführt. Dann wird gemäß dem Ergebnis der Befehls-Unterscheidung (B23) das Rückwärtsverfahren durchgeführt (B24).

[0089] In diesem Fall sind die Daten, die aus der Ausführungsverlaufs-tabelle gelesen werden, die Daten in den Spalten 1 und 2 an der elften Reihe, und somit ist das Ergebnis der Befehlstypunterscheidung (B23) Typ 5 (anderer Befehl). Bei dem Rückwärtsverfahren wird daher nur der Fortschritt zum nächsten Schritt bestätigt, und es erfolgt keine wesentliche Änderung im Systemzustand (B24).

[0090] [Rückwärtsbetrieb (3)]: Die Daten in der Ausführungsverlaufs-tabelle werden gelesen (B31), und das Verfahren des (*3)-Befehlstyp-abhängigen Ausführungsflusses (B32) erfolgt an den abgelesenen Daten. Dann wird gemäß dem Ergebnis der Befehlstypunterscheidung (B33) das Rückwärtsverfahren ausgeführt (B34).

[0091] Die aus der Ausführungsverlaufs-tabelle gelesenen Daten sind in diesem Fall die Daten in den Spalten 1 und 2 an der zehnten Reihe. Folglich ist das Ergebnis der Befehlstypunterscheidung (B33) Typ 5 (anderer Befehl), und der Systemzustand ändert sich nicht wesentlich (B34), wie bei dem Rückwärtsbetrieb (2).

[0092] [Rückwärtsbetrieb (4)]: Die Daten in der Ausführungsverlaufs-tabelle werden abgelesen (B41), und das Verfahren des (*3)-Befehlstyp-abhängigen Ausführungsflusses (B42) wird anhand der abgelesenen Daten durchgeführt. Dann wird gemäß dem Ergebnis der Befehlstypunterscheidung (B43) das Rückwärtsverfahren (B44) durchgeführt.

[0093] In diesem Fall sind die aus der Ausführungsverlaufs-tabelle gelesenen Daten die Daten in den Spalten 1, 2 und 5 an der neunten Reihe. Somit ist das Ergebnis der Befehlstyp-Unterscheidung (B43) Typ 4 (Rechenbefehl). In den Rückwärtsverfahren (B44) wird daher das Verfahren zum Rückstellen des Registerwertes von REG [1] auf "5", wie in der Spalte 5 beschrieben, durchgeführt.

([Fig. 15](#))

[0094] [Rückwärtsbetrieb (5)]: Die Daten in der Ausführungsverlaufs-tabelle werden gelesen (B51), und das Verfahren des (*3)-Befehlstyp-abhängigen Ausführungsflusses wird an den abgelesenen Daten durchgeführt. Dann wird gemäß dem Ergebnis der Befehlstypunterscheidung (B53) das Rückwärtsverfahren durchgeführt (B54).

[0095] Die aus der Ausführungsverlaufs-tabelle gelesenen Daten in diesem Fall sind die Daten in den Spalten 1 und 2 an der achten Reihe, und somit ist das Ergebnis der Befehlstyp-Unterscheidung (B53) Typ1 (rückwärtsmodusdedizierter Befehl). In dem Rückwärtsverfahren wird daher das Unterprogramm (siehe der untere Teil von [Fig. 7](#)) in Übereinstimmung mit der Feststellung an Reihe 8 des Hauptprogramms, wie in den Daten durch die Spalte 2 spezifiziert, aufgeführt. Das I/O-Signal SDO [4] wird AN-gestellt, um das Förderband 3 rückwärts (B54) zu bewegen.

[0096] [Rückwärtsbetrieb (6)]: Die Daten in der Ausführungsverlaufs-tabelle werden gelesen (B61), und das Verfahren des (*3)-Befehlstyp-abhängigen Ausführungsflusses (B52) wird an den abgelesenen Daten durchgeführt. Dann wird gemäß dem im Ablauf (B63) unterschiedenen Befehlstyp das Rückwärtsverfahren ausgeführt (B64, B65).

[0097] In diesem Fall sind die Daten, die aus der Ausführungsverlaufs-tabelle gelesen werden, Daten in den Spalten 1 bis 3 an der siebten Reihe. Das Ergebnis der Befehlstypunterscheidung (B63) ist Typ 1 (rückwärtsmodusdedizierter Befehl); im Gegensatz zum Fall zum [Rückwärtsbetrieb (5)], wird die "POSITION [4]" in der Spalte 3 an der siebten Reihe beschrieben. Im Rückwärtsverfahren wird der Roboter zuerst zu POSITION [4] (Rückzugsposition) (B64) bewegt, und dann wird gemäß dem in Klammern gesetzten Befehl in der Angabe an Reihe 7 des Hauptprogramms wie durch die Daten in der Spalten 2 festgelegt, das I/O-Signal SDO [2] AUS-geschaltet, wodurch das Förderband 3 (B65) gestoppt wird.

[0098] [Rückwärtsbetrieb (7)]: Die Daten in der Ausführungsverlaufs-tabelle werden gelesen (B71), und das Verfahren des (*3)-befehlstypabhängigen Ausführungsflusses (B72) wird an den gelesenen Daten ausgeführt. Dann wird gemäß dem Ergebnis der in

dem Fluss durchgeführten Befehlstypunterscheidung (B73) das Rückwärtsverfahren durchgeführt (B74).

[0099] Die aus der Ausführungsverlaufs-tabelle gelesenen Daten sind die Daten in den Spalten 1 bis 3 an der sechsten Reihe, und somit ist die Befehlstypunterscheidung (B73) Typ 2 (Bewegungsbefehl). In dem Rückwärtsverfahren wird daher das Verfahren zum Bewegen des Roboters zu POSITION [4] (Rückzugsposition), beschrieben in der Spalte 3, ausgeführt (B74). In diesem Fall erfolgt jedoch keine tatsächliche Roboterbewegung, da der Roboter bereits zur POSITION [4] in B64 des Rückwärtsbetriebs bewegt wurde.

(Fig. 16)

[0100] [Rückwärtsbetrieb (8)]: Die Daten in der Ausführungsverlaufs-tabelle werden gelesen (B81), und das Verfahren des (*3)-Befehlstyp-abhängigen Ausführungsflusses (B82) wird an den gelesenen Daten durchgeführt. Dann wird gemäß dem Ergebnis der Befehlstyp-Unterscheidung (B83), das Rückwärtsverfahren durchgeführt (B84–B87).

[0101] In diesem Fall sind die Daten aus der Ausführungsverlaufs-tabelle die Daten in den Spalten 1 bis 4 an der fünften Reihe, und folglich ist das Ergebnis der Befehlstyp-Unterscheidung (B83) Typ 3 (I/O-Befehl). Da jedoch "POSITION [3]" in der Spalte 3 an der fünften Reihe beschrieben ist, wird der Roboter in dem Rückwärtsverfahren zuerst zu POSITION [3] (Förderband-Unterbringungsposition) bewegt.

[0102] Anschließend erfolgt eine Bestimmung in Bezug auf die Einstellung (gültige bzw. ungültige Einstellung) der Umkehrfestlegung des I/O-Befehls (B85), und wenn die eingestellte Umkehrspezifikation "gültig" ist, wird SDO [1] AN-gestellt, um die Hand 2 (B86) gemäß den Daten in den Spalten 2 und 4 zu schließen. Wird die Umkehrfestlegung als "ungültig" eingestellt, wird die (*6)-I/O-Auswahl-Nachricht (siehe Fig. 6) auf der LCD 15 der Programmierkonsole 16 angezeigt, und gemäß der Auswahl von AN oder AUS, wird SDO [1] AN oder AUS gestellt (B87).

[0103] [Rückwärtsbetrieb (9)]: Die Daten in der Ausführungsverlaufs-tabelle werden gelesen (B91), und das Verfahren des (*3)-Befehlstyp-abhängigen Ausführungsflusses (B92) wird an den abgelesenen Daten durchgeführt. Dann wird gemäß dem Ergebnis der Befehlstyp-Unterscheidung (B93) das Rückwärtsverfahren durchgeführt (B94).

[0104] In diesem Fall sind die Daten, die aus der Ausführungsverlaufs-tabelle gelesen werden, die Daten in den Spalten 1 bis 3 an der vierten Reihe. Folglich ist das Ergebnis der Befehlstyp-Unterscheidung (B93) Typ 2 (Bewegungsbefehl), und in dem Rückwärtsverfahren wird das Verfahren zum Bewegen

des Roboters zu POSITION [3] (Förderbandunterbringungsposition), beschrieben in Spalte 3, ausgeführt (B94). Da in diesem Fall jedoch der Roboter bereits in B84 des Rückwärtsbetriebs (8) zur POSITION [3] bewegt wurde, erfolgt keine tatsächliche Roboterbewegung.

[0105] [Rückwärtsbetrieb (10)]: Die Daten in der Ausführungsverlaufs-tabelle werden gelesen (B101) und das Verfahren des (*3)-Befehlstyp-abhängigen Ausführungsflusses (B102) wird an den abgelesenen Daten durchgeführt. Dann wird gemäß dem Ergebnis der Befehlstyp-Unterscheidung (B103) das Rückwärtsverfahren durchgeführt (B104–B107).

[0106] Die Daten, die in diesem Falle aus der Ausführungsverlaufs-tabelle gelesen werden, sind die Daten in den Spalten 1 bis 4 an der dritten Reihe, und daher ist das Ergebnis der Befehlstyp-Unterscheidung (B103) Typ 3 (I/O-Befehl). Da jedoch "POSITION [2]" in der Spalte 3 an der dritten Reihe beschrieben wird, wird der Roboter zuerst in dem Rückwärtsverfahren zur POSITION [2] bewegt (Werkstück-Festhalteposition).

[0107] Anschließend wird die Einstellung (gültige bzw. ungültige Einstellung) der Umkehrfestlegung des I/O-Befehls (B105) bestimmt, und wenn die eingestellte Umkehrfestlegung "gültig" ist, wird SDO [1] AUS-gestellt, so dass die Hand 2 (B106) gemäß den Daten in den Spalten 2 und 4 geöffnet wird. Wird die Umkehrfestlegung als "ungültig" eingestellt, wird die (*6)-I/O-Auswahl-nachricht (siehe Fig. 6) auf der LCD 15 der Programmierkonsole 16 angezeigt, und gemäß der Auswahl von AN oder AUS wird SDO [1] AN- oder AUS-gestellt (B107).

(Fig. 17)

[0108] [Rückwärtsbetrieb (11)]: Die Daten in der Ausführungsverlaufs-tabelle werden gelesen (B111) und das Verfahren des (*3)-Befehlstyp-abhängigen Ausführungsflusses (B112) wird an den gelesenen Daten durchgeführt. Dann wird gemäß dem Ergebnis der Befehlstyp-Unterscheidung (B113) das Rückwärtsverfahren durchgeführt (B114).

[0109] In diesem Fall sind die Daten, die aus der Ausführungsverlaufs-tabelle gelesen werden, Daten in den Spalten 1 bis 3 an der zweiten Reihe. Somit ist das Ergebnis der Befehlstyp-Unterscheidung (B113) Typ 2 (Bewegungsbefehl), und das Verfahren zum Bewegen des Roboters zur POSITION [2] (Werkstückfesthalteposition), beschrieben in der Spalte 3, wird ausgeführt (B114). Da jedoch der Roboter bereits zur POSITION [2] in B104 des Rückwärtsbetriebs (10) bewegt wurde, erfolgt keine tatsächliche Roboterbewegung.

[0110] [Rückwärts-Öffnungsbewegung (12)]: Die

Daten in der Ausführungsverlaufs-tabelle werden gelesen (B121), und das Verfahren des (*3)-Befehlstyp-abhängigen Ausführungsflusses wird an den abgelesenen Daten (B122) durchgeführt. Dann wird gemäß dem Ergebnis der Befehlstypunterscheidung (B123) der Rückwärtsbetrieb ausgeführt (B124).

[0111] Die aus der Ausführungsverlaufs-tabelle in diesem Fall abgelesenen Daten sind die Daten in den Spalten 1 bis 3 an der ersten Reihe. Folglich ist das Ergebnis der Befehlstyp-Unterscheidung (B123) Typ 2 (Bewegungsbefehl), und in dem Rückwärtsverfahren wird das Verfahren zum Bewegen des Roboters zur POSITION [1] (Ursprungsposition auf dem Bewegungsweg), beschrieben in der Spalte 3, ausgeführt (B124).

[7] Während des Rückwärtsbetriebs durchgeführter Betrieb

[0112] In der **Fig. 19** wird ähnlich zu **Fig. 18** der Rückwärtsbetrieb, der durchgeführt wird, wenn der Rückwärtsbetriebsverfahrensfluss auf die vorstehend beschriebene Weise durchgeführt wird, veranschaulicht.

[0113] Zuerst bewegt sich wie in der **Fig. 19a** gezeigt der Roboter **1** zu POSITION [1] (Ursprungsposition auf dem Bewegungsweg). Fällt jedoch die Roboterposition am Start des Rückwärtsbetriebs mit der POSITION [1] zusammen, bewegt sich der Roboter in Wahrheit nicht. Anschließend wird der Registerwert, der die Anzahl der Werkstücke W anzeigt, die in der Werkstückkiste **4** befördert werden, schrittweise um "1" gesenkt, und das Förderband **3** bewegt sich um die festgelegte Distanz zurück. Folglich kehrt das Werkstück W, das sich vorher auf dem Förderband **3** befand, zu der Förderbandunterbringungsposition zurück. Diese Rückwärtsschritte werden erzielt durch die Rückwärtsschritte (1) bis (5), die oben erläutert sind.

[0114] Dann bewegt sich wie in der **Fig. 19b** gezeigt der Roboter **1** zur POSITION [3] (Förderband-Unterbringungsposition) über die POSITION [4] (Rückzugsposition) und schließt die Hand **2** zum Festhalten des Werkstücks. Diese Rückwärtsschritte werden erzielt durch die oben erklärten Rückwärtsschritte (6) bis (8).

[0115] Anschließend bewegt sich der Roboter **1** wie in der **Fig. 19c** gezeigt zur POSITION [2] (Festhalteposition) und er greift das Werkstück W und öffnet die Hand **2** und lässt das Werkstück W los. Diese Rückwärtsschritte werden erzielt durch die oben erläuterten Rückwärtsschritte (9) bis (11).

[0116] Schließlich kehrt der Roboter **1** wie in der **Fig. 19d** gezeigt, der das Werkstück W losgelassen hat, zur POSITION [1] zurück (Ursprungsposition auf

dem Bewegungsweg). Dieser Arbeitsschritt wird erzielt durch den oben erläuterten Rückwärtsbetrieb (12).

[0117] Wie bereits anhand der **Fig. 2** erwähnt, wenn die Rückwärtsbetriebsfunktion im kontinuierlichen Modus aktiviert wird, werden die vorstehend beschriebenen Rückwärtsschritte kontinuierlich durchgeführt. Durch Aktivieren der Rückwärtsbetriebsfunktion im Schrittmodus kann man die Rückwärtsarbeitsschritte unterbrochen durchführen. Vorzugsweise ist nur ein einfacher Key-in-Betrieb der Programmierkonsole **16** erforderlich, um den kontinuierlichen Modus oder Schrittmodus auszuwählen und um die Rückwärtsarbeitsschritte Schritt für Schritt durchzuführen, wenn der Schrittmodus ausgewählt ist.

[0118] Die Funktion einer EINZELSCHRITT-Taste kann derart ausgelegt sein, dass das Drücken der EINZELSCHRITT-Taste einmal den Schrittmodus auswählt, und dass das nochmalige Drücken der EINZELSCHRITT-Taste die Modus-Auswahl wieder in den kontinuierlichen Modus zurück bringt. Nach der Auswahl des Schrittmodus, können die vorstehend genannten Rückwärtsschritte (1) bis (12) in der Reihenfolge durchgeführt werden, und zwar einer nach dem anderen, jedes Mal, wenn eine BWD-Taste gedrückt wird, wobei die Shift-Taste gedrückt gehalten bleibt.

[0119] Bei der vorstehenden Beschreibung der Ausführungsform wird die Umkehrfestlegung der I/O-Signale "gültig" gesetzt, aber je nach dem Aufgabentyp und den Umständen kann die Umkehrfestlegung "ungültig" gesetzt werden, so dass der Operator die I/O-Signalzustände einzeln spezifizieren kann (d.h. die Zustände der Hand usw.) während der Rückwärtsschritte.

[0120] Wird zudem ein Rückwärtsbetrieb durchgeführt (beispielsweise wenn die BWD-Taste gedrückt wird), wird vorzugsweise ein Alarmsignal an die mit der Programmierkonsole einhergehende LCD **15**, eine Alarmlampe, einen Summer usw. ausgegeben, welche an die Allzweck-Schnittstelle **19** angeschlossen sind, so dass die Aufmerksamkeit des Operators erregt wird und somit die Sicherheit des Operators gewährleistet ist.

[0121] Somit erweitert die Erfindung erheblich die Rückwärtsbetriebsfunktion der Roboter-Steuervorrichtung und steigert den Nutzen für den Operator. Der Rückwärtsbetrieb kann insbesondere wie gewünscht durchgeführt werden, während die wahlfreien Einstellungen verschiedener anderer Arbeitsschritte als die Bewegungen des Roboters selbst ermöglicht werden (Bewegung, die den Eingang bzw. Ausgang eines externen Signals, wie das Öffnen bzw. Schließen der Hand oder der Spot-Gun, Berechnung wie Addition oder Subtraktion des Registerwer-

tes, usw. beinhaltet). Selbst, wenn ein Verzweigungsbefehl während des Vorwärtsbetriebs ausgeführt wird, kann ein Rückwärtsbetrieb auf der Basis eines korrekten Ausführungsverlaufs erzielt werden, wobei der Verzweigungsbefehl berücksichtigt wird. Wird zudem die Rückwärtsbetriebsfunktion aktiviert, kann das im Rückwärtsmodus ausführbare Programm oder der Befehl auch kombiniert ausgeführt werden.

Patentansprüche

1. Roboter-Steuervorrichtung (10) zum Steuern eines Roboters (1), umfassend:
 erste Speichervorrichtungen (12) zum Speichern eines Betriebsprogramm, das mindestens eine Angabe zum Festlegen eines Betriebs des Roboters (1) enthält;
 Vorwärtsbetriebsverarbeitungsvorrichtungen (11) zum Durchführen der Vorwärtsbetriebsverarbeitung von Roboter (1) gemäß dem Betriebsprogramm;
 zweite Speichervorrichtungen (14) zum Speichern von Verlaufsdaten der Vorwärtsarbeitsschritte von Roboter (1) bei der Durchführung der Vorwärtsbetriebsverarbeitung; und
 Rückwärtsbetriebsverarbeitungsvorrichtungen (11) zum Durchführen der Rückwärtsbetriebsverarbeitung von Roboter (1), so dass der Verlauf des Vorwärtsbetriebs von Roboter (1) auf der Basis der in der zweiten Speichervorrichtung (14) gespeicherten Verlaufsdaten nachvollzogen wird;
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Roboter-Steuervorrichtung (10) ebenfalls eine mechanisch arbeitende kooperierende Vorrichtung (2, 3, 4) für den Betrieb mit dem Roboter (1) steuert, so dass ein geeigneter mechanischer Betrieb zusammen mit dem Roboter (1) durchgeführt wird;
 wobei:
 das Betriebsprogramm zudem mindestens eine Angabe zum Festlegen eines Betriebs der kooperierenden Vorrichtung (2, 3, 4) aufweist;
 die Vorwärtsbetriebsverarbeitungsvorrichtung (11) auch den Betrieb der kooperierenden Vorrichtung (2, 3, 4) vorwärts gemäß dem Betriebsprogramm verarbeitet;
 die zweite Speichervorrichtung (14) auch speichert die Verlaufsdaten der Vorwärtsarbeitsschritte der kooperierenden Vorrichtung (2, 3, 4) bei der Durchführung der Vorwärtsbetriebsverarbeitung, zusammen mit Daten, die die Arten der Befehle definieren, die von den Angaben in dem Betriebsprogramm sowohl für den Roboter (1) als auch die kooperierende Vorrichtung (2, 3, 4) erteilt werden; und
 die Rückwärtsbetriebsverarbeitungsvorrichtung (11) den Betrieb von Roboter (1) und der kooperierenden Vorrichtung (2, 3, 4) rückwärts verarbeitet, so dass der Verlauf der Vorwärtsarbeitsschritte von Roboter (1) und der kooperierenden Vorrichtung (2, 3, 4) auf der Basis der in der zweiten Speichervorrichtung (14) gespeicherten Verlaufsdaten und zudem auf der Basis der Ergebnisse der Unterscheidung der Arten der

Befehle, die durch die Angaben in dem Betriebsprogramm erteilt werden, zurückverfolgt wird, so dass der Rückwärtsbetrieb nicht bloß durch Zurückverfolgen der gespeicherten Verlaufsdaten des Vorwärtsbetriebs von Roboter (1) und der kooperierenden Vorrichtung (2, 3, 4) erzielt wird.

2. Roboter-Steuervorrichtung nach Anspruch 1, wobei:
 die mindestens eine Angabe zum Festlegen des Betriebs der kooperierenden Vorrichtung (2, 3, 4) einen Eingangs-/Ausgangs-Befehl umfasst, der einem Eingang bzw. Ausgang eines Signals zum Bestimmen des Zustands der kooperierenden Vorrichtung (2, 3, 4) zugehört,
 die Verlaufsdaten Daten umfassen, die den Zustand der kooperierenden Vorrichtung (2, 3, 4) anzeigen, bevor sich der Zustand in Reaktion auf den Eingangs-/Ausgangs-befehl während des Vorwärtsbetriebs ändert, und die Rückwärtsbetriebsverarbeitungsvorrichtung (11) die Rückwärtsbetriebsverarbeitung auf der Basis der Daten ausführt, die den Zustand vor der Änderung anzeigen, so dass der Zustand der kooperierenden Vorrichtung (2, 3, 4) wiederhergestellt wird.

3. Roboter-Steuervorrichtung nach Anspruch 2, zudem mit Vorrichtungen zum selektiven Außerkraftsetzen der Wiederherstellung des Zustands der kooperierenden Vorrichtung (2, 3, 4) während der Rückwärtsbetriebsverarbeitung.

4. Roboter-Steuervorrichtung nach Anspruch 1, wobei:
 die mindestens eine Angabe zum Festlegen des Betriebs der kooperierenden Vorrichtung (2, 3, 4) einen Eingangs-/Ausgangs-befehl umfasst, der einem Eingang bzw. Ausgang eines Signals zum Bestimmen eines Auf/Zu-Zustands einer Roboterhand (2) zugehört,
 die Verlaufsdaten Daten umfassen, die den Auf/Zu-Zustand der Roboterhand (2) anzeigen, bevor sich der Zustand in Reaktion auf den Eingangs-/Ausgangs-befehl während des Vorwärtsbetriebs ändert, und
 die Rückwärtsbetriebsverarbeitungsvorrichtung (11) die Rückwärtsbetriebsverarbeitung auf der Basis der Daten ausführt, die den Zustand vor der Änderung anzeigen, so dass der Auf/Zu-Zustand der Roboterhand (2) wiederhergestellt wird.

5. Roboter-Steuervorrichtung nach Anspruch 4, zudem mit Vorrichtungen zum selektiven Außerkraftsetzen der Wiederherstellung des Auf/Zu-Zustands der Roboterhand (2) während der Rückwärtsbetriebsverarbeitung.

6. Roboter-Steuervorrichtung nach Anspruch 1, wobei:
 die mindestens eine Angabe zum Festlegen des Be-

triebs der kooperierenden Vorrichtung (2, 3, 4) einen Rechnerbefehl umfasst,
 die Verlaufsdaten Daten umfassen, die einen Rechenwert anzeigen, bevor der Wert sich in Reaktion auf den Rechnerbefehl während des Vorwärtsbetriebs ändert, und
 die Rückwärtsbetriebsverarbeitungsvorrichtung (11) die Rückwärtsbetriebsverarbeitung auf der Basis von Daten ausführt, die den Rechenwert vor der Änderung anzeigen, so dass der Rechenwert wiederhergestellt wird.

7. Roboter-Steuervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei:
 das Betriebsprogramm einen für den Rückwärtsbetrieb dedizierten Befehl umfasst, der nur während des Rückwärtsbetriebs ausgeführt werden soll,
 die Verlaufsdaten Daten des für den Rückwärtsbetrieb dedizierten Befehls umfassen; und
 die Rückwärtsbetriebsverarbeitungsvorrichtung (11) den für den Rückwärtsbetrieb dedizierten Befehl gemäß den Daten des für den Rückwärtsbetrieb dedizierten Befehls ausführen.

8. Roboter-Steuervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei:
 das Betriebsprogramm einen Startbefehl zum Starten eines Unterprogramms aufweist, das einen für den Rückwärtsbetrieb dedizierten Befehl umfasst, der nur während des Rückwärtsbetriebs ausgeführt werden soll,
 die Verlaufsdaten Daten des Unterprogramm-Startbefehls umfassen, und
 die Rückwärtsbetriebsverarbeitungsvorrichtung (11) das Unterprogramm gemäß den Daten des Unterprogramm-Startbefehls ausführt.

9. Roboter-Steuervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, zudem mit Vorrichtungen zum selektiven Einstellen eines kontinuierlichen Modus oder Schrittmodus für den Rückwärtsbetrieb.

10. Roboter-Steuervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, zudem mit Vorrichtungen, die die Aufmerksamkeit des Bedienungspersonals während des Rückwärtsbetriebs erregen.

Es folgen 18 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

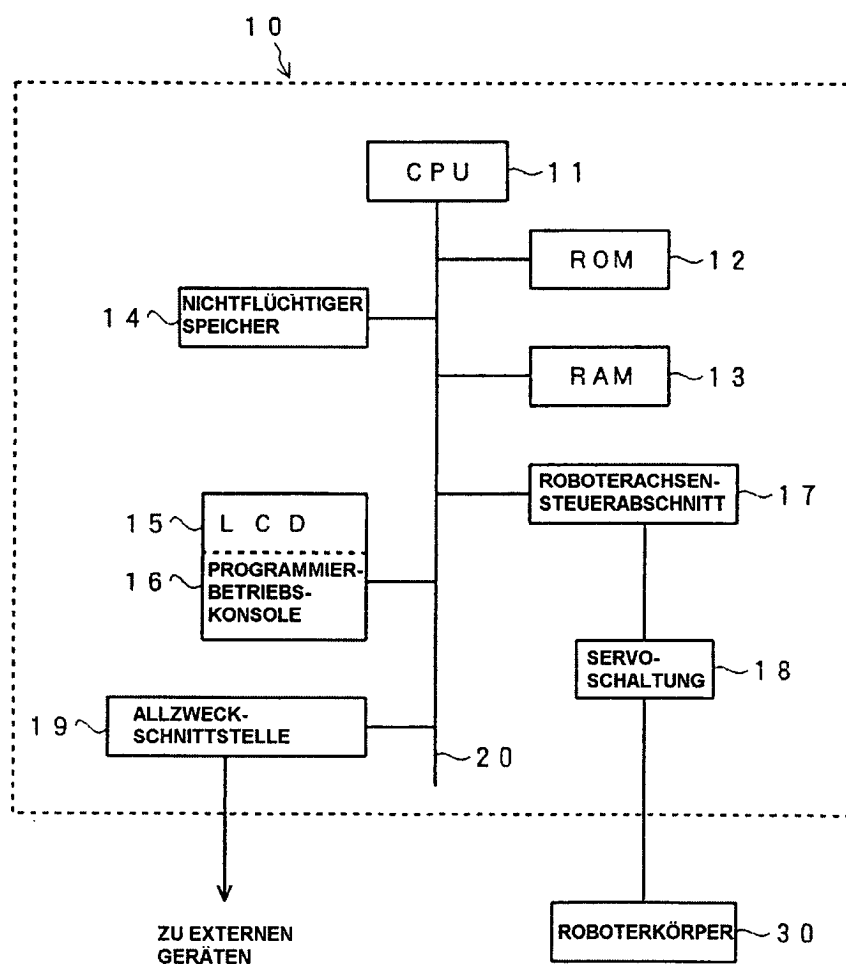


FIG. 2

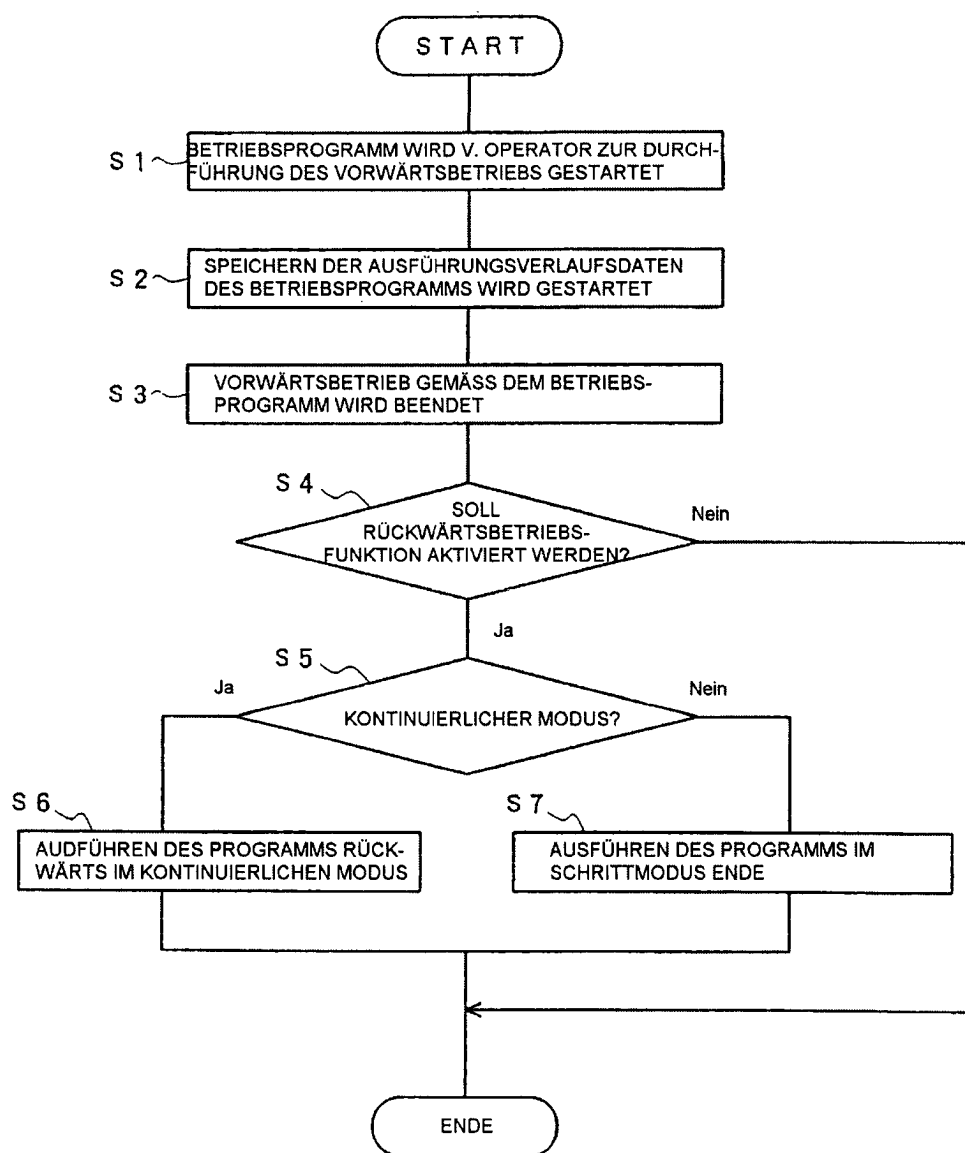


FIG. 3

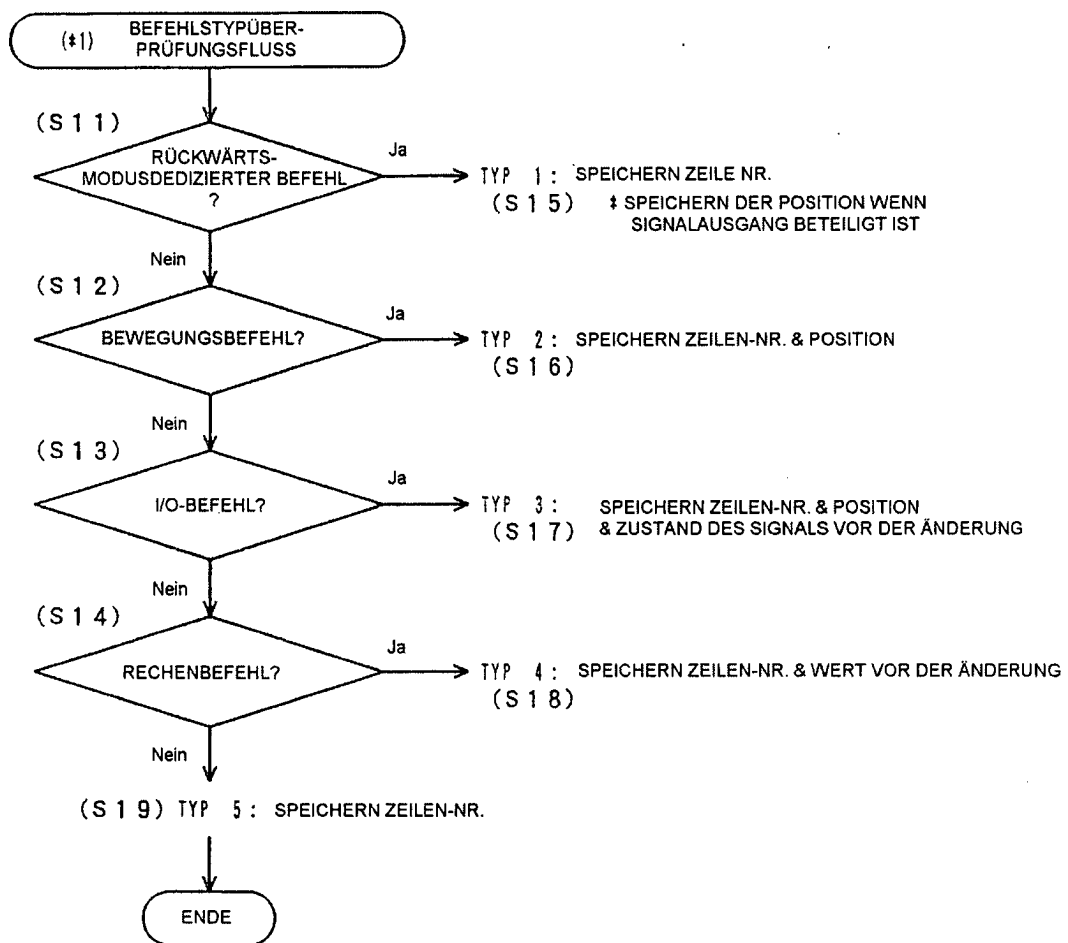


FIG. 4

(*2) AUSFÜHRUNGSVERLAUFTABELLE

REIHE	SPALTE 1	SPALTE 2	SPALTE 3	SPALTE 4	SPALTE 5
	BEFEHLSTYP	ZEILEN-NR.	POSITION	SIGNALZUSTAND VOR DER ÄNDERUNG	WERT VOR DER ÄNDERUNG
1	TYPE 2	1	POSITION [1]	—	—
2	TYP 2	2	POSITION [2]	—	—
3	TYP 3	3	POSITION [2]	AUS	—
4	TYP 2	4	POSITION [3]	—	—
5	TYP 3	5	POSITION [3]	AN	—
6	TYP 2	6	POSITION [4]	—	—
7	TYP 1	7	POSITION [4]	—	—
8	TYP 1	8	—	—	—
9	TYP 4	9	—	—	5
10	TYP 5	10	—	—	—
11	.....	...	.....	.....	.....
12	.....	...	.....	.....	.....
13	.....	...	.....	.....	.....

FIG. 5

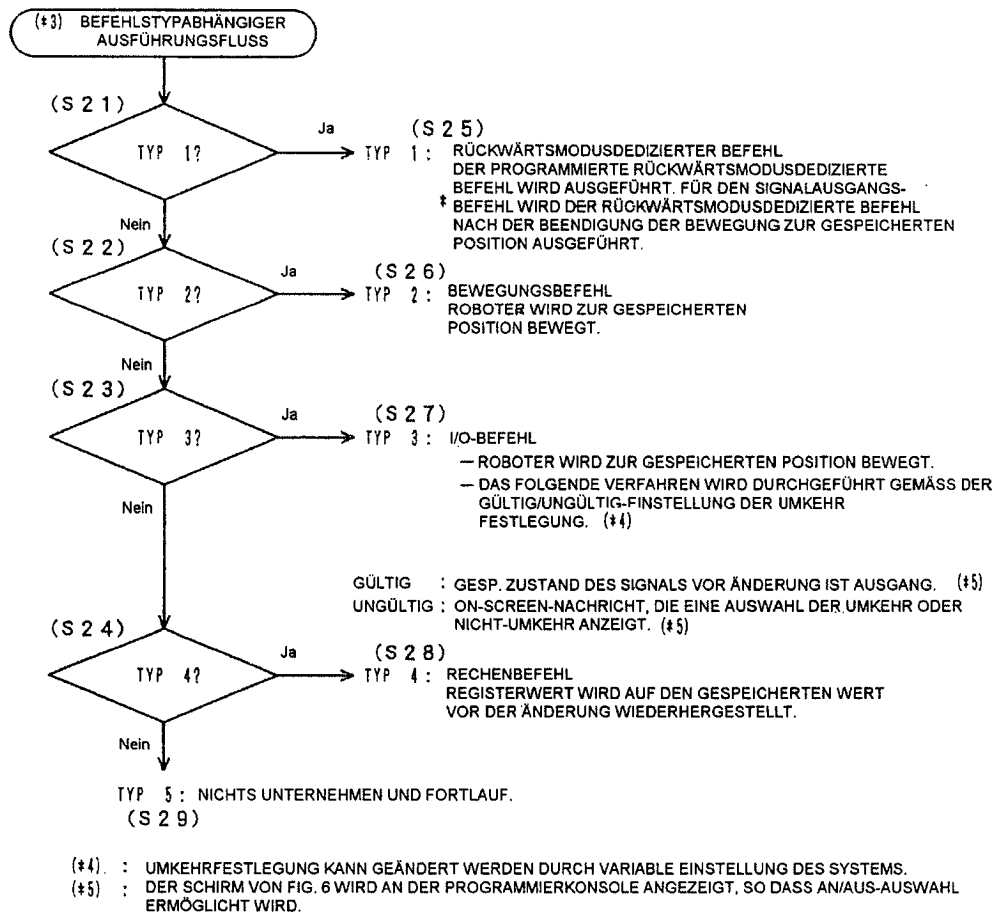


FIG. 6

(#6) I/O-AUSWAHL-NACHRICHT

AUSWAHL DES AUSZUGEBENDEN SIGNALZUSTANDS.	
AN	AUS

FIG. 7

◇ HAUPTPROGRAMM

1	:	JEDE ACHSE	POSITION [1]	100%	POSITIONIERUNG
2	:	JEDE ACHSE	POSITION [2]	100%	POSITIONIERUNG
3	:	SDO [1]	= AN		
4	:	JEDE ACHSE	POSITION [3]	100%	POSITIONIERUNG
5	:	SDO [1]	= AUS		
6	:	JEDE ACHSE	POSITION [4]	100%	POSITIONIERUNG
7	:	SDO [2]	=AN (AUS)	→	RÜCKWÄRTSMODUSDEDIZIERTER BEFEHL: IN KLAMMERN WÄHREND RÜCKWÄRTSBETRIEB WIRD SDO [2] AUS GESTELLT.
8	:	AUFR. RÜCKW.-UNTERPROG.		→	RÜCKWÄRTSMODUSDEDIZIERTER BEFEHL UNTERPROGRAMM WIRD NUR BEI RÜCKWÄRTSBETRIEB AUSGEFÜHRT
9	:	REG [1]	← REG [1] + 1		
10	:	WENN REG [1] < 10	SPRINGE ZU MARKIERUNG [1]		
11	:	REG [1]	← 0		
12	:	SDO [3]	= AN		
13	:	JEDE ACHSE			
14	:	JEDE ACHSE	POSITION [1]	100%	POSITIONIERUNG

[AUFGABE AUSGEFÜHRT]

ZEILE 1 : BEWEGEN ZU POSITION [1]
 ZEILE 2 : BEWEGEN ZU POSITION [2]
 ZEILE 3 : ANSTELLEN D. HAND-ÖFFNUNGS-/SCHLIESS-SIGNALS SDO [1] ZUM FASSEN DES WERKSTÜCKS
 ZEILE 4 : BEWEGEN ZU POSITION [3]
 ZEILE 5 : AUSSTELLEN DES HAND-ÖFFNUNGS-/SCHLIESS-SIGNALS ZUM LOSLASSEN D. WERKST. AUF DAS FÖRDERBAND
 ZEILE 6 : BEWEGEN ZU POSITION [4]
 ZEILE 7 : ANSTELLEN DES BANDVORWÄRTSBEWEGUNGSSIGNALS SDO [2] ZUM VORBEWEGEN DES BANDS
 ZEILE 8 : AUSFÜHREN DES UNTERPROGRAMMS NUR BEIM RÜCKWÄRTSBETRIEB (ÜBERSPR. B. VORW.-BETRIEB)
 ZEILE 9 : ERHÖHEN DES REGISTERWERTES [1] UM '1'
 ZEILE 10 : IST DER REGISTERWERT [1] NICHT '10'; SPRINGEN ZU MARKIERUNG [1]
 IST DER REGISTERWERT [1] '10', WEITER ZU ZEILE 11
 ZEILE 11 : INITIALISIEREN VON REGISTER [1] AUF WERT '0'
 ZEILE 12 : ANSTELLEN D. WERKSTÜCKAUSTAUSCHSIGNALS [3], ZUM AUSWECHSELN DER WERKSTÜCKKÄSTEN
 ZEILE 13 : MARKIERUNG [1]
 ZEILE 14 : BEWEGEN ZU POSITION [1]

◇ UNTERPROGRAMM

1 : SDO [4] = AN

[AUFGABE AUSGEFÜHRT]

LINE 1 : ANSTELLEN D. FÖRDERBAND-RÜCKWÄRTSBEWEGUNGSSIGNALS [4], ZUM RÜCKWÄRTSBEWEGEN D. BANDS

FIG. 8

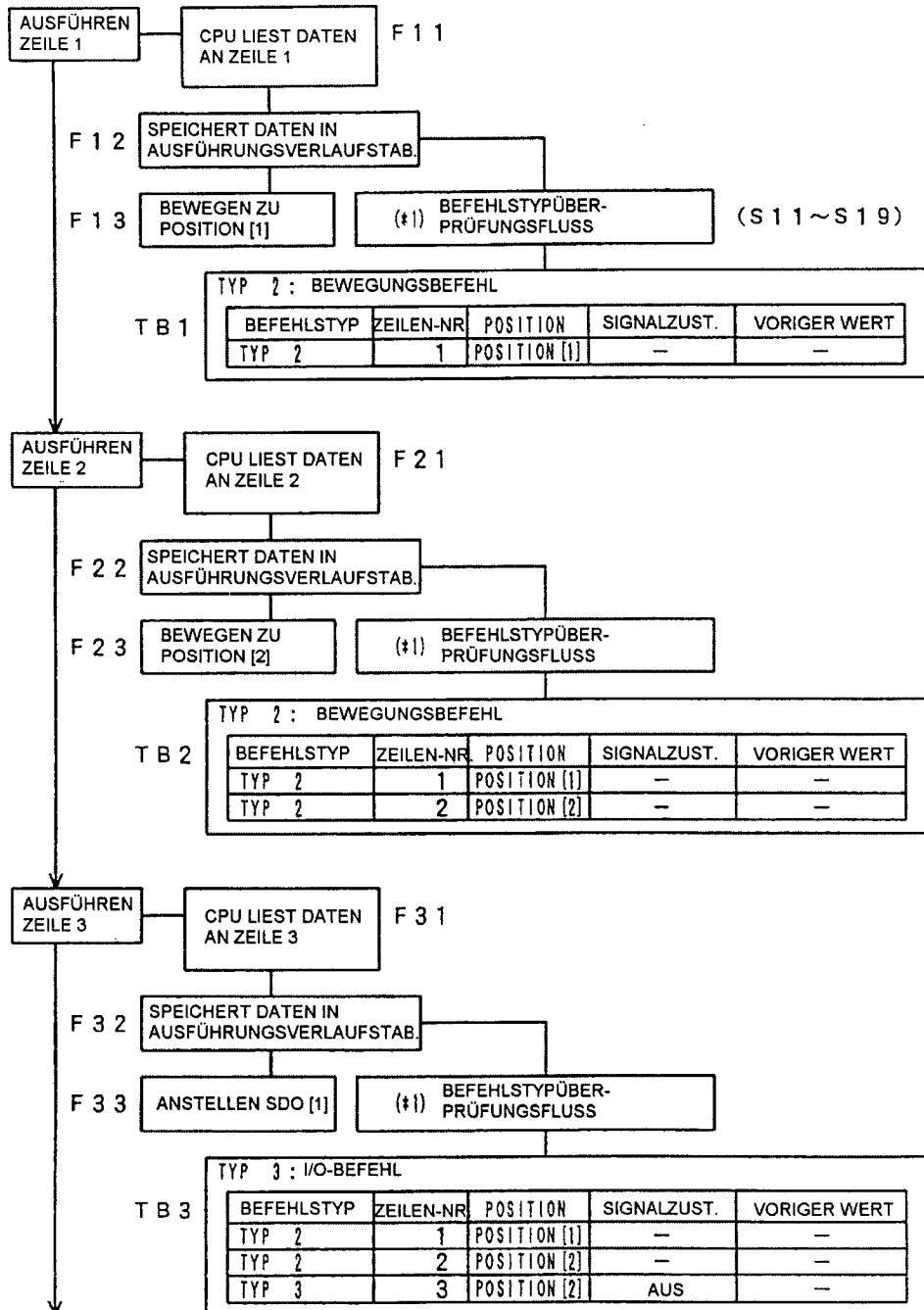


FIG. 9

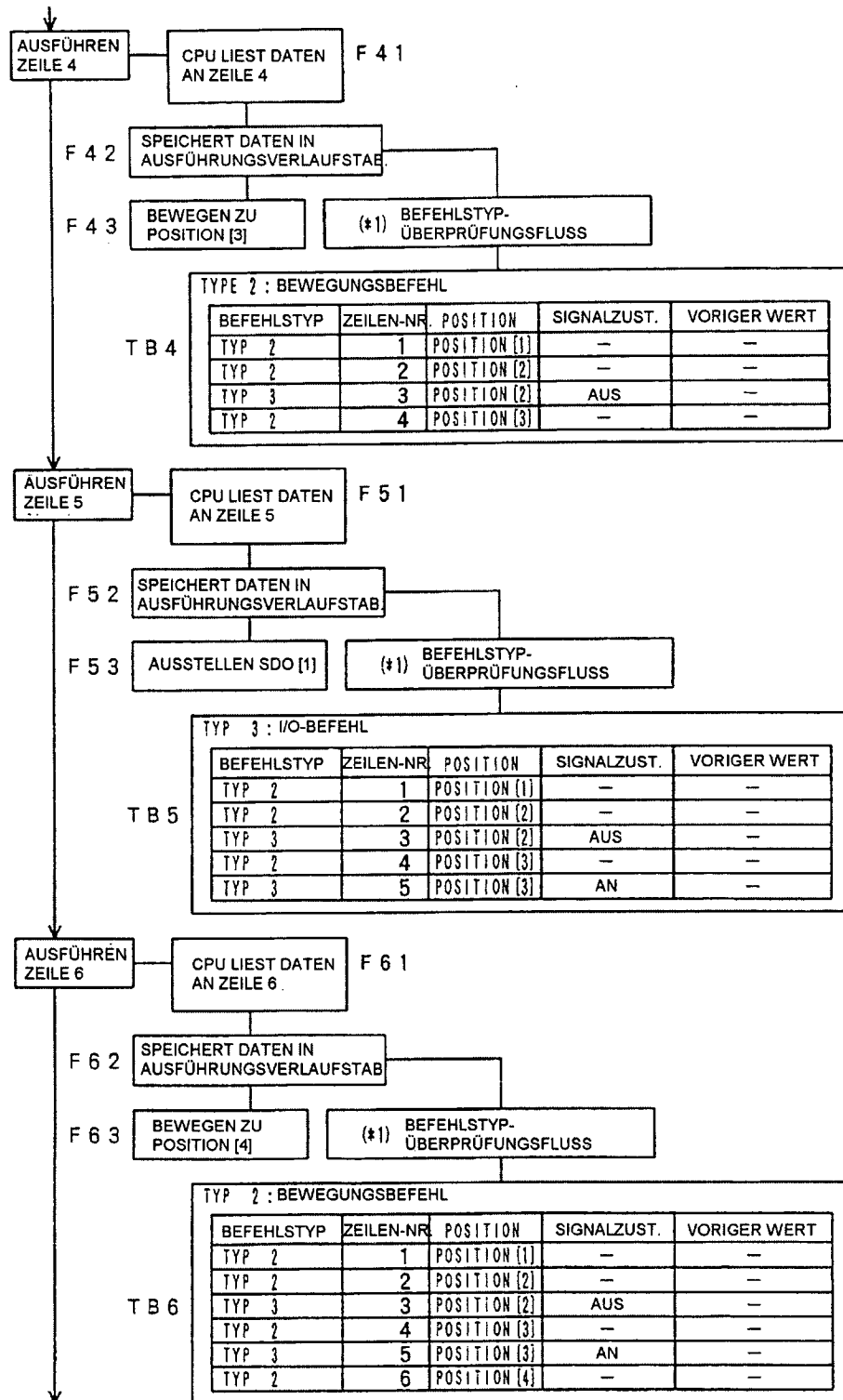


FIG. 10

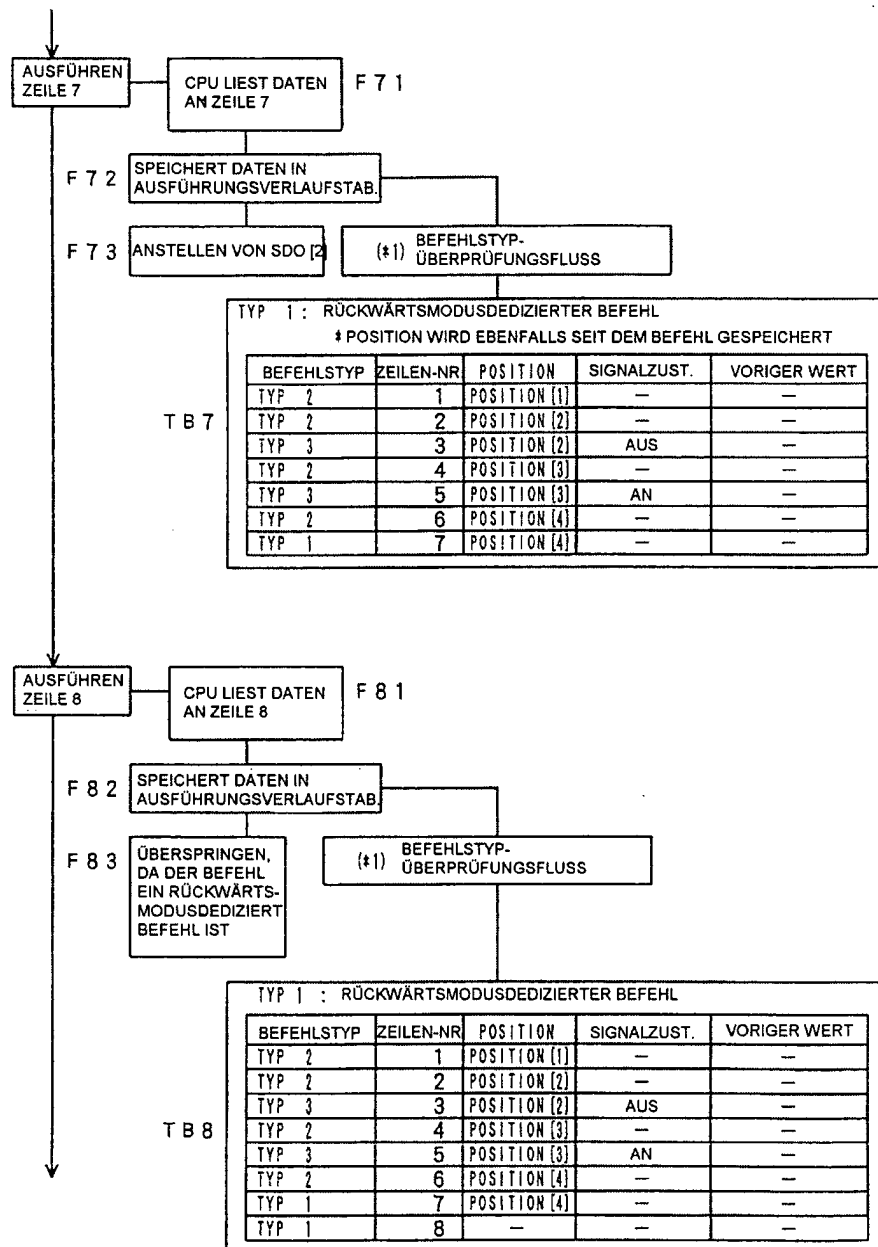


FIG. 11

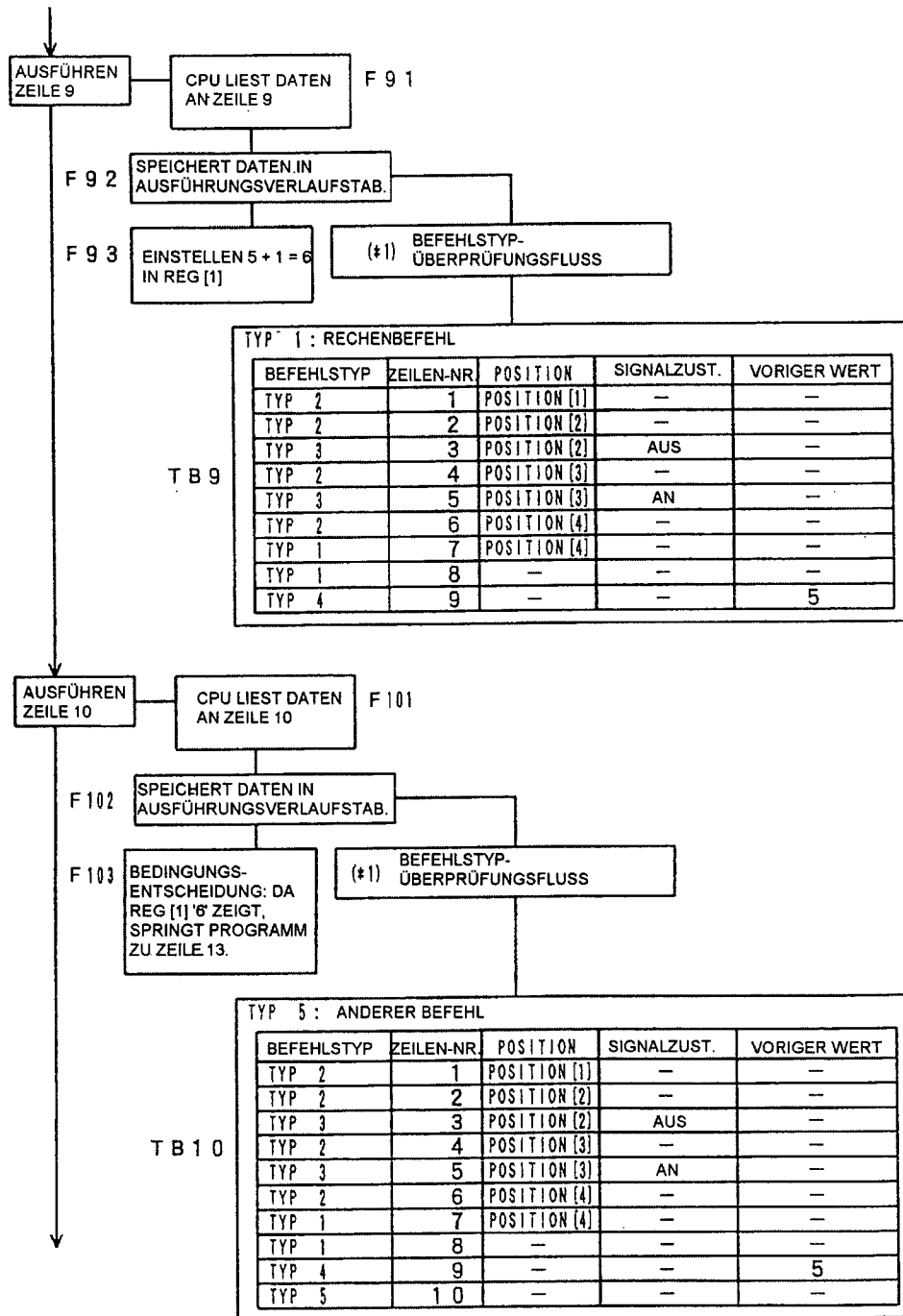
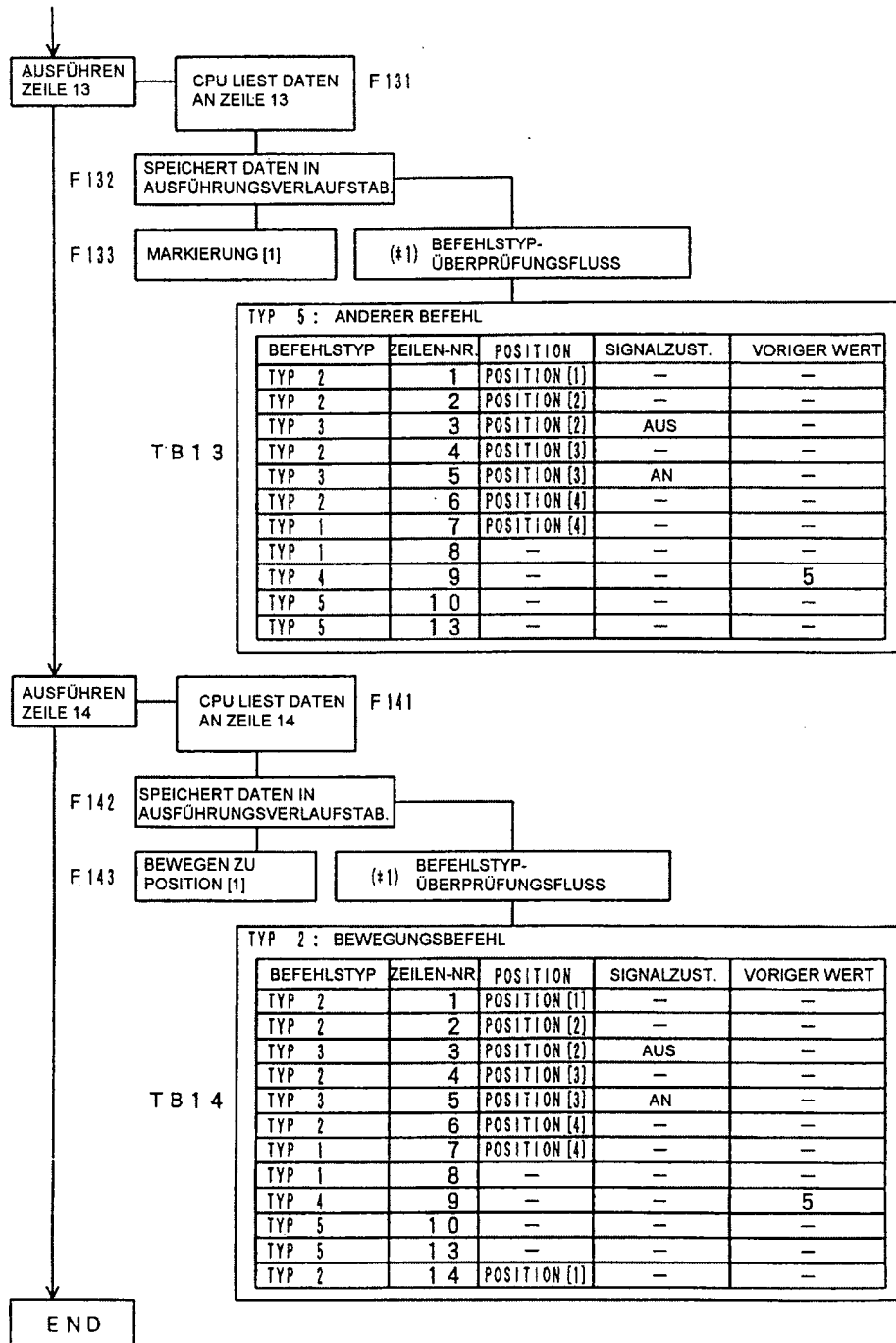


FIG. 12



F I G. 13

DATEN IN DER AUSFÜHRUNGSVERLAUFSTABELLE WÄHREND DES VORWÄRTSBETRIEBS

	BEFEHLSTYP	ZEILEN-NR.	POSITION	SIGNALZUST. VOR ÄNDERUNG	WERT VOR ÄNDERUNG	ÜBEREINSTIMMUNG MIT FORTGANG DES RÜCKWÄRTSBETRIEBSFLUSSES
1	TYP 2	1	POSITION [1]	—	—	→ RÜCKWÄRTSBETRIEB (12)
2	TYP 2	2	POSITION [2]	—	—	→ RÜCKWÄRTSBETRIEB (11)
3	TYP 3	3	POSITION [2]	AUS	—	→ RÜCKWÄRTSBETRIEB (10)
4	TYP 2	4	POSITION [3]	—	—	→ RÜCKWÄRTSBETRIEB (9)
5	TYP 3	5	POSITION [3]	AN	—	→ RÜCKWÄRTSBETRIEB (8)
6	TYP 2	6	POSITION [4]	—	—	→ RÜCKWÄRTSBETRIEB (7)
7	TYP 1	7	POSITION [4]	—	—	→ RÜCKWÄRTSBETRIEB (6)
8	TYP 1	8	—	—	—	→ RÜCKWÄRTSBETRIEB (5)
9	TYP 4	9	—	—	5	→ RÜCKWÄRTSBETRIEB (4)
10	TYP 5	10	—	—	—	→ RÜCKWÄRTSBETRIEB (3)
11	TYP 5	13	—	—	—	→ RÜCKWÄRTSBETRIEB (2)
12	TYP 2	14	POSITION [1]	—	—	→ RÜCKWÄRTSBETRIEB (1)

FIG. 14

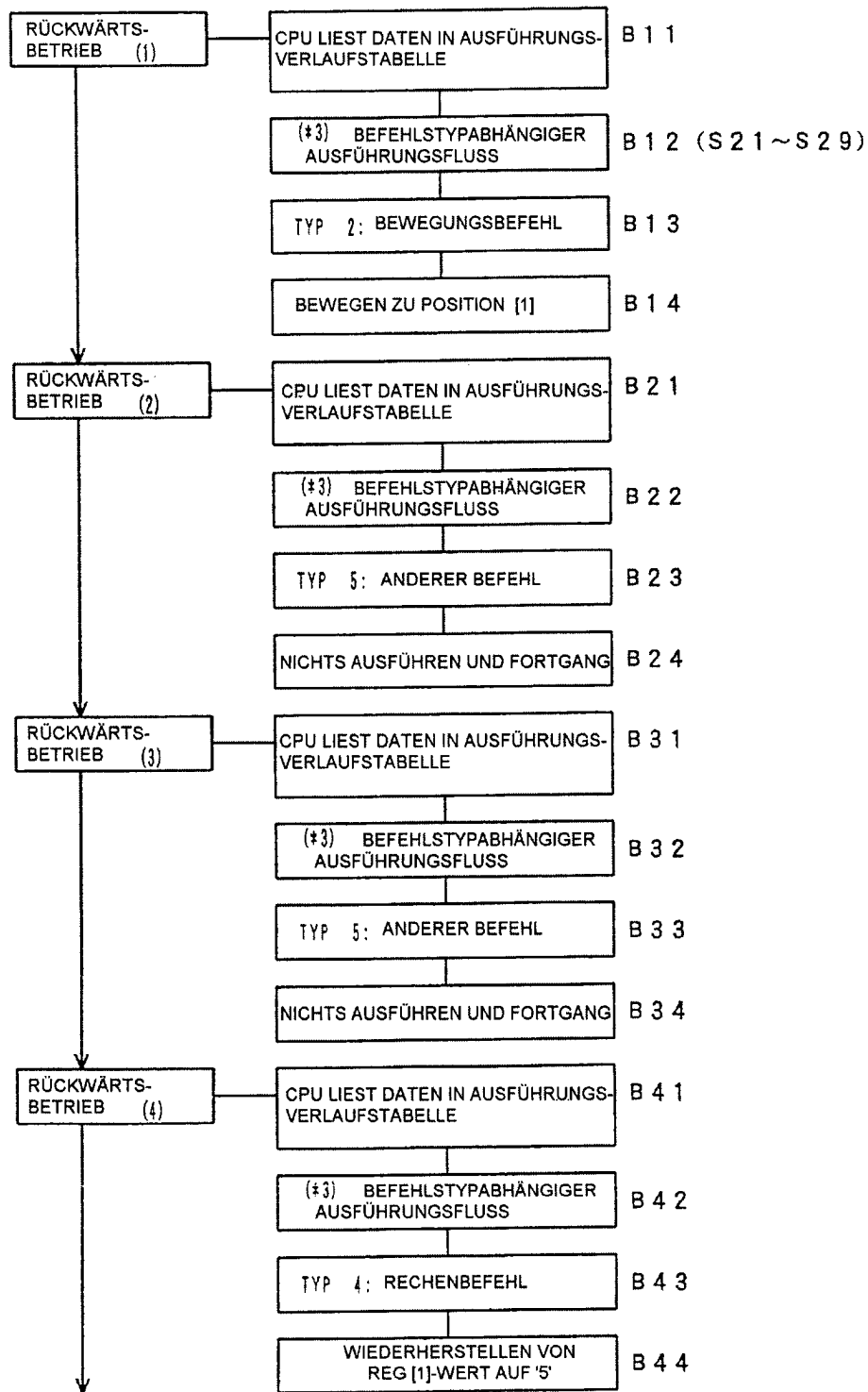


FIG. 15

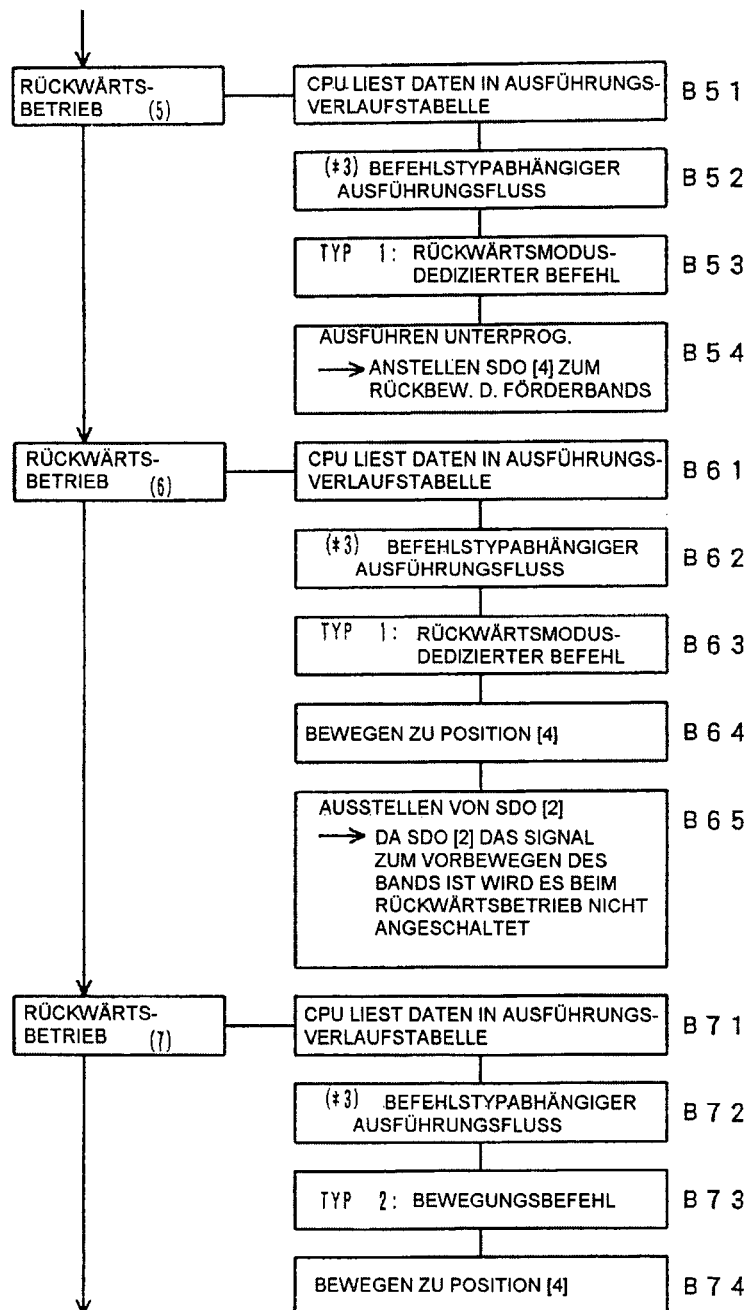


FIG. 16

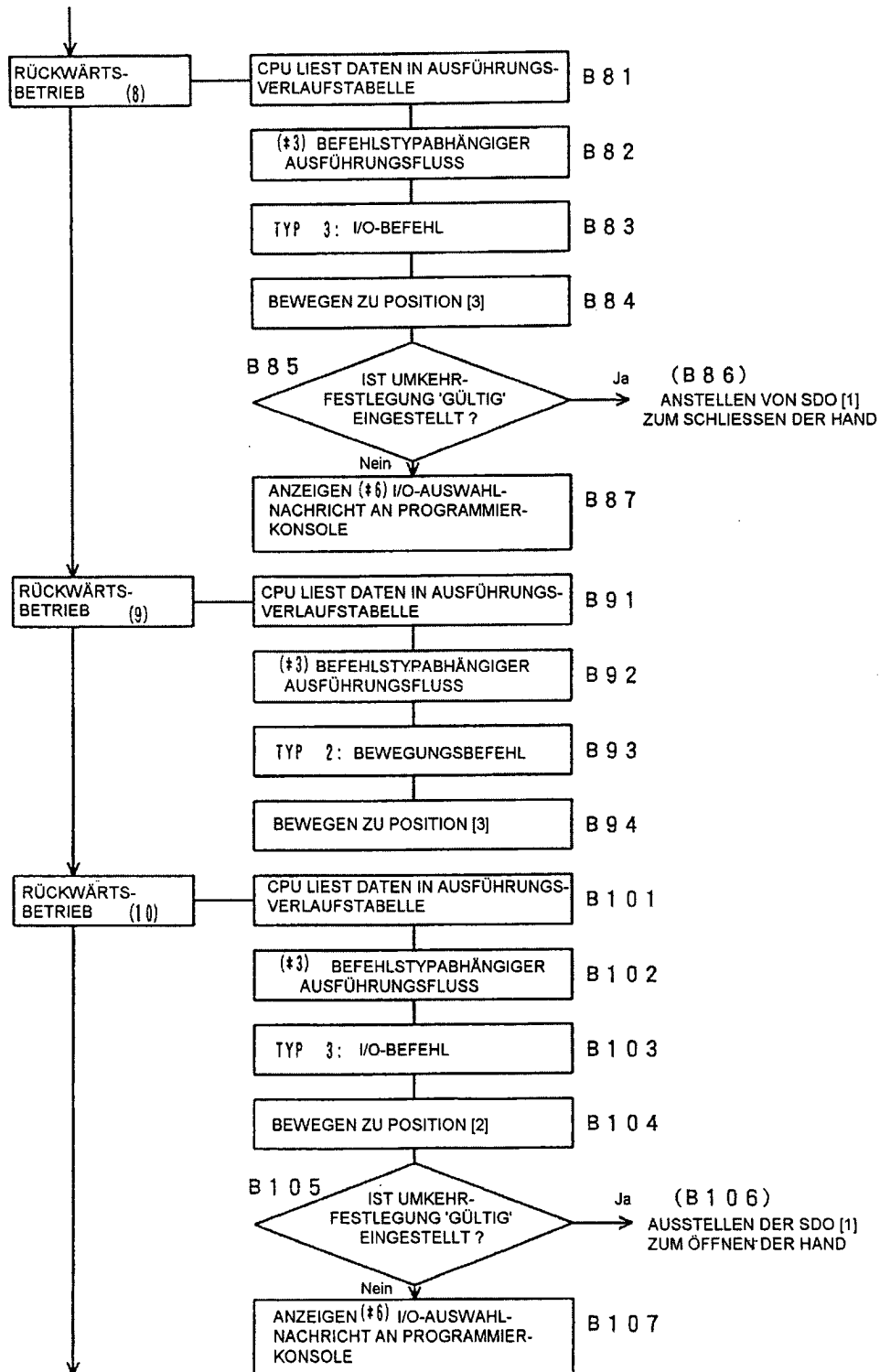


FIG. 17

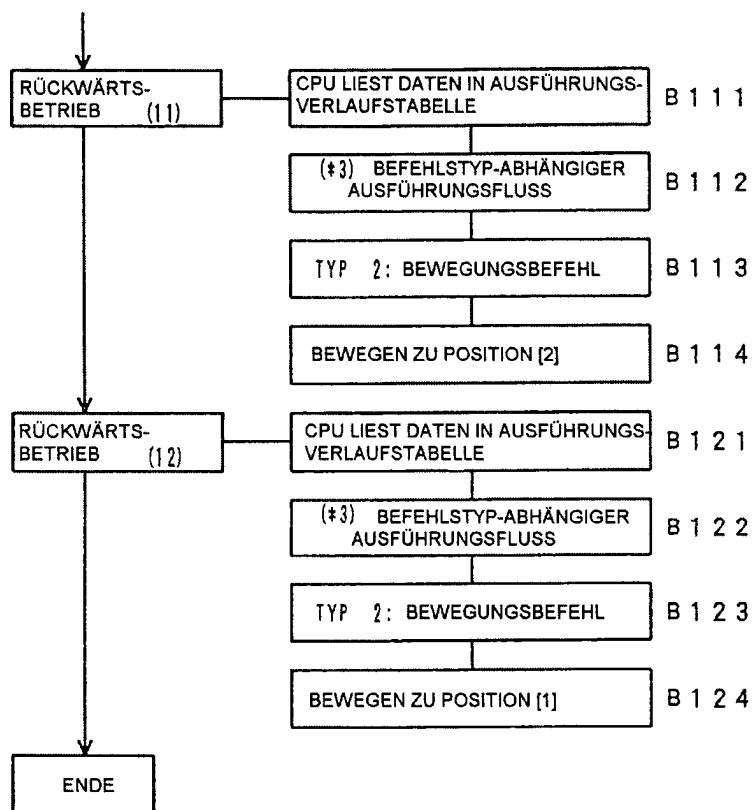


FIG. 18a

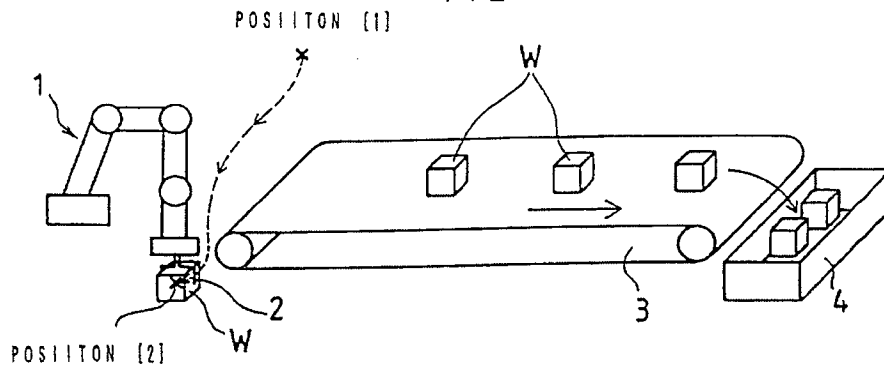


FIG. 18b

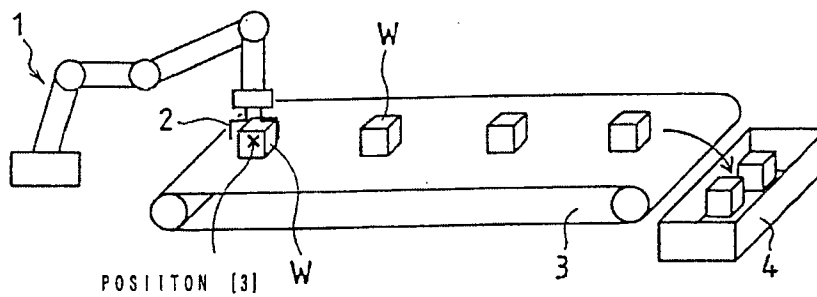


FIG. 18c

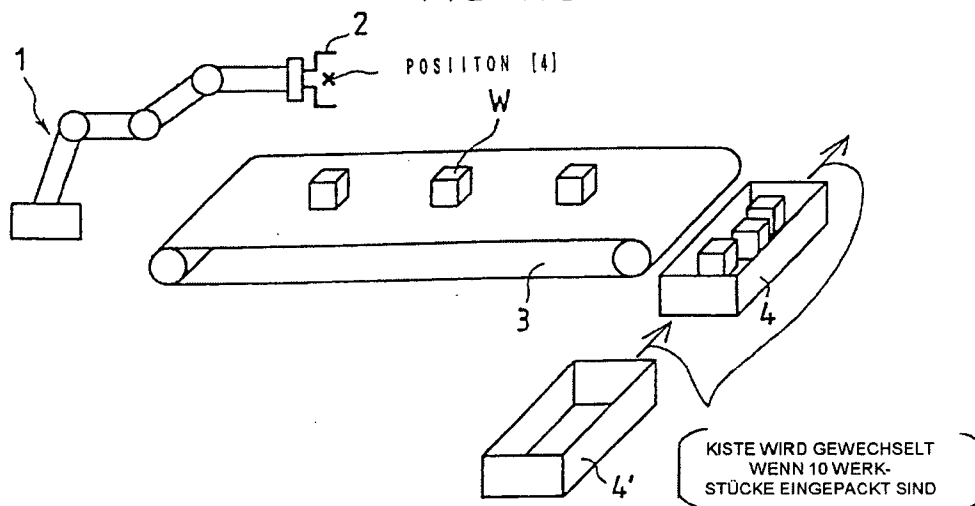


FIG. 19a

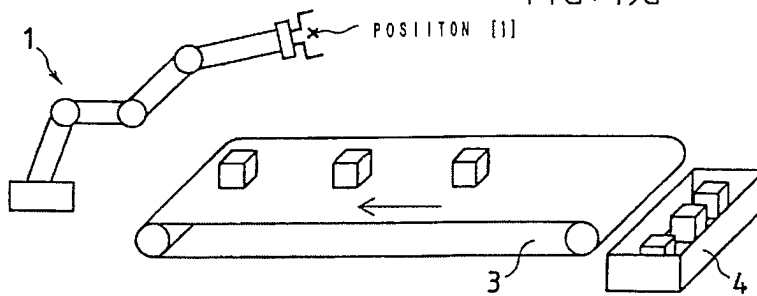


FIG. 19b

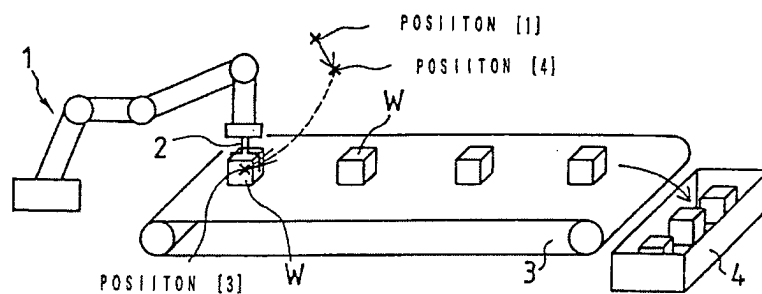


FIG. 19c

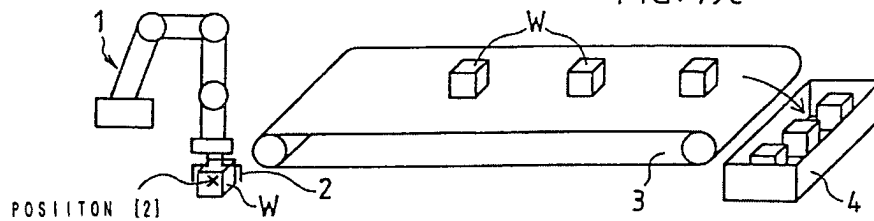


FIG. 19d

