



(10) **DE 11 2016 002 853 B4** 2019.04.25

(12) **Patentschrift**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2016 002 853.9**  
 (86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2016/002922**  
 (87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2016/208165**  
 (86) PCT-Anmeldetag: **17.06.2016**  
 (87) PCT-Veröffentlichungstag: **29.12.2016**  
 (43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
 in deutscher Übersetzung: **08.03.2018**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **25.04.2019**

(51) Int Cl.: **B25J 13/00 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:  
**2015-125284**      **23.06.2015**    **JP**

(73) Patentinhaber:  
**Canon Kabushiki Kaisha, Tokyo, JP**

(74) Vertreter:  
**TBK, 80336 München, DE**

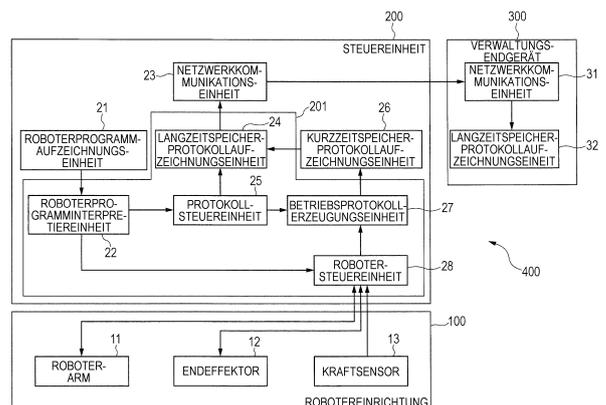
(72) Erfinder:  
**Kobayashi, Takayuki, Tokyo, JP**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

<b>DE</b>	<b>10 2013 109 823</b>	<b>A1</b>
<b>EP</b>	<b>1 935 578</b>	<b>B1</b>
<b>JP</b>	<b>2014- 117 720</b>	<b>A</b>
<b>JP</b>	<b>2014- 104 561</b>	<b>A</b>
<b>JP</b>	<b>2006- 260 434</b>	<b>A</b>
<b>JP</b>	<b>2015- 125 284</b>	<b>A</b>
<b>JP</b>	<b>2003- 103 485</b>	<b>A</b>
<b>JP</b>	<b>2011- 56 589</b>	<b>A</b>

(54) Bezeichnung: **Steuerverfahren eines Robotersystems, Robotersteuerprogramm, nichtflüchtiges computerlesbares Speichermedium, Herstellungsverfahren und Robotersysteme**

(57) Hauptanspruch: Steuerverfahren eines Robotersystems (400), das einen Roboter (100) und eine Steuereinheit (200) zur Steuerung eines Betriebs des Roboters (100) aufweist und ein Protokoll hinsichtlich des Betriebs des Roboters (100) zu einer Protokollspeichereinrichtung (300) überträgt, mit einem Protokolldatenerzeugungsschritt (S101-S110; S301-S314) zum Ermöglichen der Steuereinheit (200) zur Erzeugung von Protokoll Daten hinsichtlich des Betriebs des Roboters (100), während sie den Roboter (100) betriebsfähig macht, und zur Speicherung in einer temporären Speichereinrichtung (26), einem Extraktionsschritt (S203, S206, S208; S403, S406, S408) zum Ermöglichen der Steuereinheit (200) zum Extrahieren eines Teils der in der temporären Speichereinrichtung (26) gespeicherten Protokoll Daten in einem Fall, wenn ein vorbestimmtes Ereignis in dem Robotersystem (400) auftritt, und einem Protokollübertragungsschritt (S204, S207, S209; S404, S407, S409) zum Übertragen der extrahierten Protokoll Daten zu der Protokollspeichereinrichtung (300) gemäß dem Betrieb des Roboters (100), wenn eine Protokollübertragungszeitvorgabe gekommen ist.



## Beschreibung

**[0001]** Diese Anmeldung beansprucht die Priorität der japanischen Patentanmeldung JP 2015-125 284 A, eingereicht am 23. Juni 2015, die hier insgesamt durch Bezugnahme aufgenommen ist.

**[0002]** Die Erfindung bezieht sich auf ein Steuerverfahren eines Robotersystems, das einen Roboter und eine Steuereinheit zur Steuerung einer Bedienung des Roboters aufweist und ein Protokoll hinsichtlich der Bedienung des Roboters zu einer Protokollspeichereinrichtung überträgt, auf ein Robotersteuerprogramm, ein nichtflüchtiges computerlesbares Speichermedium, ein Herstellungserfahren und auf Robotersysteme.

**[0003]** In den vergangenen Jahren hat sich die Anzahl an Zellproduktionssystemen, die eine Produktion einer Vielzahl von Modellen in kleineren Mengen realisieren, die mit Bedürfnissen von Kunden flexibel fertig werden, in einer Fabrikfertigungslinie anstelle eines für die Massenproduktion geeigneten Bandfertigungssystems erhöht. Im Zellproduktionssystem führt ein Arbeiter eine Vielzahl von Arbeitsschritten durch und erzeugt ein Produkt (oder einen Teil eines Produkts) an einem Arbeitsplatz, der Zelle für die Produktion genannt wird. In dem Zellproduktionssystem gibt es auch einen Fall, in dem ein Teilezusammensetzungsvorgang für eine Arbeit durch den Arbeiter durch eine Roboterzelle anstelle des Arbeiters ausgeführt wird, und das Zellproduktionssystem durch die Roboterzelle gebildet ist.

**[0004]** In der Roboterzelle ist es erforderlich, dass der präzise und komplizierte Zusammensetzungsvorgang eines hohen Schwierigkeitsgrades, der durch den Arbeiter ausgeführt wird, durch einen Roboter anstelle des Arbeiters durchgeführt wird. Zu diesem Zweck gibt es einen Fall, in dem eine derartige Robotersteuerung verwendet wird, dass ein Kraftsensor für den Roboter vorgesehen ist, und unter Anwendung einer Kraftsteuerung eine Arbeit zusammengesetzt wird oder der Roboter ein Werkzeug von einer Hand in die andere gemäß der zusammensetzenden Arbeit nimmt und den Vorgang ausführt.

**[0005]** In dem Robotersystem, wie einer Roboterzelle, gibt es eine Anforderung, dass der Betreiber Betriebsinformationen über einen Zeitabschnitt, der so lange als möglich ist, zum Zweck der Durchführung eines Analysevorgangs speichern möchte, wenn ein Fehler auftritt. Die Betriebsinformationen bezeichnen Sensorinformationen, wie Ausgaben eines Kodierers und eines Kraftsensors, die an einer jeweiligen Position, wie eines Gelenks oder dergleichen, angeordnet sind, neben Steuerinformationen von Gelenken und einem Endeffektor eines Roboterarms und Steuerinformationen verschiedener Arten von Werkzeugen. Eine Datendatei oder ein Datenstrom derartiger

Betriebsinformationen wird allgemein „Protokoll“ oder dergleichen genannt. Es gibt einen Fall, in dem eine Übertragung oder ein Aufzeichnungsprozess der Betriebsinformationen „Protokollierung“ oder dergleichen genannt wird. Die Protokollierung der Betriebsinformationen wird in einer Speichereinrichtung, wie einer Platteneinrichtung, einem Flashspeicher oder dergleichen, durchgeführt, der in einer Steuereinheit des Roboters angeordnet ist, oder die Betriebsinformationen werden über ein Netzwerk übertragen und in einem externen Verwaltungsendgerät der Roboter-einrichtung gespeichert.

**[0006]** Die Datenmenge der Betriebsinformationen erhöht sich in Verbindung mit der Komplexität des Zusammensetzungsvorgangs, und je länger ein Arbeitszeitabschnitt des Systems ist, erhöht sich eine derartige Datenmenge in Verbindung damit, und eine Last einer Robotersteuereinheit oder eines Netzwerks oder eines externen Verwaltungsendgeräts erhöht sich auch auf Grund der Protokollierung. In Anbetracht dieses Punktes wurde beispielsweise ein Aufbau vorgeschlagen, dass in einem Fall, wenn die Größe der Betriebsinformationen des Roboters eine vorbestimmte Menge erreicht, oder wenn eine vorbestimmte Zeit abgelaufen ist, die Betriebsinformationen über eine Kommunikationsnetzwerkeinheit zu dem externen Verwaltungsendgerät übertragen werden (siehe beispielsweise PTL 1: japanische Patentanmeldungsoffenlegung JP 2003- 103 485 A).

**[0007]** Da bei dem Aufbau der vorstehenden PTL1 die Protokollübertragung zu dem Verwaltungsendgerät zeitweise durchgeführt wird, wird angenommen, dass die Last hinsichtlich der Protokollierung für einen anderen Zeitabschnitt reduziert werden kann, während dessen die Protokollübertragung nicht durchgeführt wird. Allerdings beruht die PTL1 auf einem derartigen Aufbau, dass alle erzeugten Protokolle übertragen werden. In einem derartigen Robotersystem, in dem aufgrund der Komplexität der Vorgänge und einer Erhöhung des Arbeitszeitabschnitts eine große Menge an Protokollen erzeugt wird, wird eine Last eines Protokollübertragungszeitabschnitts äußerst hoch, und es besteht die Möglichkeit, dass sie Einfluss auf einen anderen normalen Arbeitszeitabschnitt ausübt. Gibt es eine Begrenzung der Dauer des Protokollübertragungszeitabschnitts, besteht die Möglichkeit, dass das gesamte Protokoll nicht übertragen werden kann.

**[0008]** DE 10 2013 109 823 A1 beschreibt ein Roboterüberwachungssystem zur Überwachung und zum Analysieren von roboterbezogenen Daten und zur Anzeige der Daten auf einem Smart-Gerät. Das Smart-Gerät wird bei Auftreten eines vorbestimmten Ereignisses während der Überwachung des Betriebs eines Roboters benachrichtigt, und das Analyseergebnis wird zu einem Speichersystem gesendet. Die Informationen über das vorbestimmte Ereignis und

nach dem Auftreten des vorbestimmten Ereignisses werden gespeichert.

**[0009]** Weiterer relevanter Stand der Technik findet sich in EP 1 935 578 B1, JP 2014-117 720 A, JP 2014- 104 561 A, JP 2011- 56 589 A und JP 2006-260 434 A.

**[0010]** Eine Aufgabe der Erfindung besteht in der Lösung der vorstehenden Probleme und darin, dass in einem Robotersystem eine Datenmenge von Betriebsinformationen (Protokoll), die zu übertragen oder aufzuzeichnen sind, verringert wird, wodurch die Übertragung oder Aufzeichnung der Betriebsinformationen (des Protokolls) mit geringer Last ermöglicht wird.

**[0011]** Zur Lösung vorstehender Aufgabe sind erfindungsgemäß ein Steuerverfahren eines Robotersystems, ein Robotersteuerprogramm, ein nichtflüchtiges computerlesbares Speichermedium, ein Herstellungserfahren und Robotersysteme wie in den beiliegenden Patentansprüchen spezifiziert bereitgestellt.

**[0012]** Mit dem erfindungsgemäßen Aufbau kann ein Teil von in einer temporären Speichereinrichtung gespeicherten Protokollaten extrahiert und gemäß einem Betrieb eines Roboters als Protokoll zu einer Protokollspeichereinrichtung übertragen werden. Ein herausragender Effekt besteht erfindungsgemäß darin, dass eine Datenmenge der Betriebsinformationen (des Protokolls), die zu übertragen oder aufzuzeichnen sind, verringert ist, und die Betriebsinformationen (das Protokoll) mit geringer Last übertragen oder aufgezeichnet werden können.

**[0013]** Weitere Merkmale der Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen ersichtlich.

**Fig. 1** zeigt ein Blockschaltbild eines Funktionsaufbaus eines Robotersystems, das die Erfindung verkörpern kann.

**Fig. 2** zeigt ein Blockschaltbild eines spezifischen Aufbaus des Robotersystems von **Fig. 1** als Ausführungsbeispiel 1 der Erfindung.

**Fig. 3** zeigt ein Ablaufdiagramm einer Protokollsteuerprozedur durch eine Protokollsteuer-einheit im Robotersystem von **Fig. 2**.

**Fig. 4** zeigt ein Ablaufdiagramm einer Protokollauswahlprozedur durch eine Langzeitspeicherprotokollauswahleinheit im Robotersystem von **Fig. 2**.

**Fig. 5** zeigt eine Beispieldarstellung, die einen Zustand der Protokollauswahl durch die Langzeitspeicherprotokollauswahleinheit in dem Robotersystem von **Fig. 2** schematisch darstellt.

**Fig. 6** zeigt ein Blockschaltbild eines spezifischen Aufbaus des Robotersystems von **Fig. 1** als Ausführungsbeispiel 2 der Erfindung.

**Fig. 7** zeigt ein Ablaufdiagramm einer Protokollsteuerprozedur durch eine Protokollsteuer-einheit im Robotersystem von **Fig. 6**.

**Fig. 8** zeigt ein Ablaufdiagramm einer Protokollauswahlprozedur durch eine Langzeitspeicherprotokollauswahleinheit im Robotersystem von **Fig. 6**.

**Fig. 9** zeigt eine Beispieldarstellung, die einen Zustand der Protokollauswahl durch die Langzeitspeicherprotokollauswahleinheit im Robotersystem von **Fig. 6** schematisch darstellt.

**Fig. 10A** zeigt eine Beispieldarstellung eines Roboterarmbetriebsprotokolls einer Robotereinrichtung, das durch das Ausführungsbeispiel 1 der Erfindung verarbeitet werden kann.

**Fig. 10B** zeigt eine Beispieldarstellung eines Endeffektorbetriebsprotokolls der Robotereinrichtung, das durch das Ausführungsbeispiel 1 der Erfindung verarbeitet werden kann.

**Fig. 11A** zeigt eine Beispieldarstellung eines Kraftsensorprotokolls einer Robotereinrichtung, das durch das Ausführungsbeispiel 2 der Erfindung verarbeitet werden kann.

**Fig. 11B** zeigt eine Beispieldarstellung eines Werkzeugbetriebsprotokolls der Robotereinrichtung, das durch das Ausführungsbeispiel 2 der Erfindung verarbeitet werden kann.

**Fig. 12** zeigt eine Beispieldarstellung eines Ereignisprotokolls der Robotereinrichtung, das durch die Erfindung verarbeitet werden kann.

**Fig. 13** zeigt eine Beispieldarstellung einer Außenansicht eines Robotersystems, das die Erfindung verkörpern kann.

**Fig. 14** zeigt ein Ablaufdiagramm eines Beispiels einer Einstellprozedur eines bestimmten Teils, der als Extraktionsziel eines Langzeitspeicherprotokolls dient, und einer Extraktionsdauer.

**[0014]** Nachstehend werden Verfahren zur Ausführung der Erfindung unter Bezugnahme auf Ausführungsbeispiele beschrieben, die in den beiliegenden Zeichnungen veranschaulicht sind. Die nachstehend ausgeführten Ausführungsbeispiele sind lediglich Beispiele, wobei beispielsweise ein Aufbau detaillierter Abschnitte durch den Fachmann innerhalb des Schutzbereichs geeignet modifiziert werden kann, ohne von der Idee der Erfindung abzuweichen. In den Ausführungsbeispielen angegebene numerische Werte sind numerische Bezugswerte, und schränken die Erfindung nicht ein.

**[0015]** Fig. 1 zeigt einen Funktionsaufbau eines Robotersystems, das die Erfindung verkörpern kann. Fig. 1 zeigt eine Beispieldarstellung eines schematischen Aufbaus einer Robotereinrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel 1 der Erfindung. Ein Robotersystem 400 weist eine Robotereinrichtung 100, eine Steuereinheit 200 und ein Verwaltungsendgerät 300 auf.

**[0016]** Die Robotereinrichtung 100 ist beispielsweise ein gelenkiger Roboter zur Ausführung von Vorgängen, wie eines Zusammensetzvorgangs und dergleichen, wie es in Fig. 13 veranschaulicht ist. Die Robotereinrichtung 100 umfasst einen Roboter 11 und einen Endeffektor 12, der an einer Spitze des Roboters angebracht ist. Der Roboter 11 ist vorzugsweise ein gelenkiger Roboterarm 11. Je größer die Anzahl der Gelenke des Roboterarms ist, werden Protokolldaten für jedes Gelenk akkumuliert, und eine Informationsmenge ist extrem groß. Eine Wirkung der Erfindung wird daher markanter. Fig. 13 zeigt eine Darstellung des gelenkigen Roboterarms 11 mit sechs vertikalen Achsen. Der Roboterarm 11 hat Verbindungen 1211 bis 1216 auf einer Grundplatte 1210, um einen Unterbau für sequentiell untereinander bewegliche Gelenke J1 bis J6 zu haben. Eine Antriebseinrichtung 1230, die durch eine gestrichelte Linie bezüglich des Gelenks J2 dargestellt ist, ist in jedem Gelenk J1 bis J6 vorgesehen. Die Antriebseinrichtung des Gelenks ist beispielsweise unter Verwendung einer Rotationsantriebsquelle, wie eines Motors und Untersetzungen unter Verwendung einer Wellengetriebeeinrichtung oder dergleichen, aufgebaut.

**[0017]** In dem Fall von Fig. 13 ist eine Bedieneinrichtung 401 mit der Steuereinheit 200 verbunden. Die Bedieneinrichtung 401 weist beispielsweise eine Tastatur zur Steuerung der Betriebe der Gelenke J1 bis J6, eine Anzeige zum Anzeigen verschiedener Arten von Informationen und dergleichen auf und wird zum Einlernen des Betriebs des Roboterarms 11 an einer Installationsseite der Robotereinrichtung 100 verwendet. Eine derartige Bedieneinrichtung 401 wird beispielsweise Handprogrammiergerät oder dergleichen genannt. Die Steuereinheit 200 kann in der Robotereinrichtung 100 eingebaut sein oder kann eine von der Robotereinrichtung 100 verschiedene Steuereinrichtung sein.

**[0018]** Der Endeffektor 12 ist beispielsweise eine Hand, ein Greifer oder dergleichen, der von der Verbindung 1216 an einer Spitze des Roboters 11 abnehmbar ist. Nachstehend gibt es einen Fall, in dem der Roboter 11 Roboterarm 11 genannt wird. In Fig. 13 ist ein Aufbau als Beispiel veranschaulicht, in dem der Endeffektor 12 durch eine Greifeinrichtung, wie eine Hand (oder einen Greifer), mit einem Finger 1220 aufgebaut ist. Durch Steuern der Greifeinrichtung des Endeffektors 12 durch die Steuereinheit 200 in einer ineinandergreifenden, relationalen Weise mit

dem Roboterarm 11 wird beispielsweise eine Arbeit W1 gegriffen und mit einer Arbeit W2 zusammengesetzt, wodurch dem Roboterarm 11 die Ausführung eines Vorgangs zur Herstellung eines bestimmten Artikels ermöglicht wird.

**[0019]** Wie es durch ein Bezugszeichen in Klammern in Fig. 13 gezeigt ist, greift der Endeffektor 12 nicht nur die Arbeit W1, sondern auch ein Werkzeug T1, wie einen Elektroschrauber, und kann einen maschinellen Bearbeitungs- oder einen Zusammensetzvorgang einer Arbeit (teils) durch das Werkzeug T1 ausführen. In der folgenden Beschreibung wird angenommen, dass ein derartiges Werkzeug T1 in einem Zustand verwendet wird, in dem es beispielsweise durch den Endeffektor 12 gegriffen wird. Allerdings wird auch ein Fall, in dem das Werkzeug T1 als einer der Endeffektoren 12 direkt an der Verbindung 1216 an der Spitze des Roboterarms 11 angebracht ist, in Anlehnung an die Spezifikationen des Robotersystems betrachtet. In vorliegender Beschreibung werden alle Einrichtungen, bei denen das Werkzeug T1 von der Spitze des Roboters 11 abnehmbar ist, Endeffektor genannt. Daher sind die vorstehend angeführte Hand, der Greifer und das Werkzeug T1 vom Endeffektor 12 umfasst.

**[0020]** Im Fall von Fig. 1 ist ein Kraftsensor für den Roboterarm 11 vorgesehen, sodass eine für eine präzise Zusammensetzung erforderliche Kraftsteuerung ausgeführt werden kann. Der Kraftsensor 13 ist beispielsweise durch einen Drehmomentsensor oder dergleichen aufgebaut, der einen Dehnmessstreifen oder dergleichen verwendet. Der Kraftsensor 13 ist beispielsweise nahe einer Anbringungsfläche des Endeffektors 12 mit der Verbindung 1216 angeordnet. Der Kraftsensor 13 erfasst beispielsweise eine Reaktionskraft, die in der Richtung senkrecht zu der Anbringungsfläche des Endeffektors 12 wirkt, ein Drehmoment, das um eine Mittelnachse des Endeffektors 12 wirkt, oder dergleichen, wenn die Arbeit W1 oder das Werkzeug T1 betätigt wird. Der Roboterarm 11 und der Endeffektor 12 empfangen einen Steuerwert mit einem vorbestimmten Datenformat von der Steuereinheit 200, führen den dem Steuerwert entsprechenden Betrieb aus und senden ein Steuerergebnis zu der Steuereinheit 200. Während des Betriebs des Roboterarms 11 und des Endeffektors 12 sendet der Kraftsensor 13 beispielsweise einen erfassten Kraftwert zu einer beliebigen Zeit zu der Steuereinheit 200.

**[0021]** Die Antriebseinrichtung 1230 der jeweiligen Gelenke J1 bis J6 des Roboterarms 11 empfängt den von der Steuereinheit 200 gesendeten Steuerwert mit dem vorbestimmten Datenformat und führt den dem Steuerwert entsprechenden Betrieb aus. Die Steuereinheit 200 interpretiert beispielsweise ein vorbereitetes Roboterprogramm durch eine Roboterprogramminterpretiereinheit 22, die nachstehend be-

schrieben wird, und bestimmt Steuerwerte der Gelenke **J1** bis **J6**, sodass ein vorbestimmter Abschnitt, wie eine Spitze oder dergleichen des Roboterarms **11** eine einem vorbestimmten Einlernpunkt entsprechende Stellung einnimmt. Ein Kodierer (ein Winkelsensor oder eine Positionserfassungseinrichtung) zur Erfassung einer Drehposition sowohl einer Eingangsachse als auch einer Ausgangsachse der Untersetzungen ist in der Antriebseinrichtung **1230** jedes Gelenks **J1** bis **J6** beispielsweise an jeder dieser Achsen angeordnet. Wie im Fall des vorstehenden Kraftsensors **13** werden Ausgaben von bezüglich des Roboterarms **11** angeordneten Sensoren während des Betriebs des Roboterarms **11** auch sukzessive zu der Steuereinheit **200** gesendet. Wenn der Kodierer, wie ein Ähnlichkeitswinkelsensor oder eine Positionserfassungseinrichtung bezüglich einer Antriebseinrichtung, wie einer Greifeinrichtung oder dergleichen, des Endeffektors **12** angeordnet ist, werden seine Ausgaben während des Betriebs auch zu der Steuereinheit **200** gesendet.

**[0022]** In **Fig. 1** weist die Steuereinheit **200** eine CPU **201** als Arithmetik-operationseinheit auf. Die CPU **201** steuert den Betrieb der Roboterantriebseinrichtung **100**, die als Steuerziel dient, gemäß einem in einer Roboterprogrammzeichnungseinheit aufgezeichneten Roboterprogramm. Ein in einem Block **201** in **Fig. 1** gezeigter kleiner Block gibt eine Steuerfunktion an, die realisiert wird, wenn die CPU **201** ein Steuerprogramm ausführt.

**[0023]** Die Roboterprogramminterpretiereinheit **22** zum Interpretieren des in der Roboterprogrammzeichnungseinheit **21** gespeicherten Roboterprogramms ist in diesen Funktionsblöcken enthalten. Eine Robotersteuereinheit **28** sendet gemäß einem Verarbeitungsergebnis der Roboterprogramminterpretiereinheit **22** einen Steuerbefehl zu der Roboterantriebseinrichtung **100** und erhält die Ausgaben der Sensoren, wie des Kraftsensors **13**, des Kodierers und dergleichen, die von der Roboterantriebseinrichtung **100** wie vorstehend angeführt gesendet werden.

**[0024]** In dem Robotersystem **400** des Ausführungsbeispiels werden ein Erzeugungs- und ein Speicherprozess eines Protokolls als Betriebsinformationen (Betriebsdaten) der Roboterantriebseinrichtung **100** ausgeführt. Funktionsblöcke der CPU **201** zu diesem Zweck entsprechen einer Protokollsteuereinheit **25**, einer Betriebsprotokollerzeugungseinheit **27** und einer Langzeitspeicherprotokollauswahleinheit **24**.

**[0025]** Die Betriebsprotokollerzeugungseinheit **27** erzeugt Protokoll Daten hinsichtlich des Betriebs des Roboterarms **11** aus dem Steuerwert des Roboterarms **11**, der durch die Robotersteuereinheit **28** eingegeben und ausgegeben wird, und die Ausgaben der Sensoren, wie des Kraftsensors **13**, des Kodierers und dergleichen, die von der Roboterantriebseinrichtung

**100** gesendet werden. Das heißt, die Betriebsprotokollerzeugungseinheit **27** erzeugt die Protokoll Daten aus einer Ausgabe eines ersten Sensors zur Erfassung eines Betriebszustands einer Antriebseinrichtung zum Antreiben des Roboters und einer Ausgabe eines zweiten Sensors zur Erfassung eines Betriebszustands einer Antriebseinrichtung zum Antreiben des Endeffektors. Die Betriebsprotokollerzeugungseinheit **27** enthält eine erste Protokollerzeugungseinheit zur Erzeugung eines Protokolls während des Betriebs der Antriebseinrichtung zum Antreiben des Roboters aus einem Ausgabewert, der aus dem ersten Sensor ausgegeben wird. Die Betriebsprotokollerzeugungseinheit **27** enthält auch eine zweite Protokollerzeugungseinheit zur Erzeugung eines Protokolls während des Betriebs der Antriebseinrichtung zum Antreiben des Endeffektors aus einem Ausgabewert, der aus dem zweiten Sensor ausgegeben wird. Die Protokoll Daten sind beispielsweise aus einem Zeitstempel (Zeit/Datum-Daten), wie in den **Fig. 10A** und **Fig. 10B** veranschaulicht, was nachstehend beschrieben wird, und dergleichen und mit diesen assoziierten Ereignisinhalten aufgebaut. Der Zeitstempel (Zeit/Datum-Daten) und die damit assoziierten Ereignisinhalte sind beispielsweise der Steuerwert des Roboterarms **11** und numerische Wertdaten von Sensorinformationen, die als tatsächliche Werte dienen, die von den für den Roboterarm **11** vorgesehenen Sensoren erhalten werden. Die Protokoll Daten werden durch ein Format, wie Textdaten, die (nur) durch lesbare Zeichen aufgebaut sind, Binärdaten mit einer bestimmten Datenbreite oder dergleichen ausgedrückt.

**[0026]** Die durch die Betriebsprotokollerzeugungseinheit **27** erzeugten Protokoll Daten werden beispielsweise in einer Kurzzeitspeicherprotokollaufzeichnungseinheit **26** gespeichert, die durch eine temporäre Speichereinrichtung, wie einen RAM **203**, aufgebaut ist. Wie in einer Steuerprozedur gezeigt, die nachstehend beschrieben wird, erzeugt die Betriebsprotokollerzeugungseinheit **27** lediglich die erforderlichen Protokoll Daten gemäß den Betriebsinhalten des Roboterarms **11** anstelle der Erzeugung der Protokoll Daten hinsichtlich aller Operationen des Roboterarms **11**. Eine derartige selektive Protokoll Datenerzeugung der Betriebsprotokollerzeugungseinheit **27** wird gemäß einer Steuerung der Protokollsteuereinheit **25** ausgeführt.

**[0027]** Das heißt, die Betriebsprotokollerzeugungseinheit **27** entspricht einem Funktionsblock zur Ausführung eines Protokoll Datenerzeugungsschritts, der der Steuereinheit **200** die Erzeugung der Protokoll Daten hinsichtlich des Betriebs des Roboterarms **11**, während der Roboterarm **11** betriebsfähig gemacht ist, und die Speicherung in der Kurzzeitspeicherprotokollaufzeichnungseinheit **26** (temporären Speichereinrichtung) ermöglicht.

**[0028]** Ein bestimmter Teil der in der Kurzzeitspeicherprotokollaufzeichnungseinheit **26** gesammelten Protokoll Daten wird durch die Langzeitspeicherprotokollauswahleinheit **24** zu einem geeigneten Protokollübertragungszeitpunkt extrahiert und über eine Netzwerkkommunikationseinheit **23** zu dem externen Verwaltungsendgerät **300** übertragen, das einer Protokollspeichereinrichtung entspricht. In dieser Beschreibung gibt es einen Fall, in dem die Langzeitspeicherprotokollauswahleinheit **24** Sendeeinheit genannt wird. Die Langzeitspeicherprotokollauswahleinheit **24** extrahiert den bestimmten Teil der in der Kurzzeitspeicherprotokollaufzeichnungseinheit **26** gesammelten Protokoll Daten gemäß dem Betrieb des Roboterarms, der z.B. zum Protokollübertragungszeitpunkt (beispielsweise kurz davor) ausgeführt wurde. Die Langzeitspeicherprotokollauswahleinheit **24** (Sendeeinheit) sendet beispielsweise das zweite Protokoll innerhalb eines Zeitabschnitts vom Start des Betriebs des Endeffektors bis zur Übertragung und das erste Protokoll innerhalb eines Zeitabschnitts von dem Zeitpunkt, der vor dem Start des Betriebs des Endeffektors um eine vorbestimmte Zeit liegt, bis zur Übertragung. Ein Sendeziel ist beispielsweise durch eine externe Speichereinrichtung gebildet, die eine große Menge an Daten über eine lange Zeit stabil speichern kann, wie eine HDD oder optische Scheibeneinrichtung, die das Protokoll für lange Zeit speichern kann. Nach der Übertragung können die Protokoll Daten durch eine Löscheinheit zum Löschen der in der Kurzzeitspeicherprotokollaufzeichnungseinheit **26** gesammelten Protokoll Daten gelöscht werden.

**[0029]** Die Langzeitspeicherprotokollauswahleinheit **24** entspricht einem derartigen Funktionsblock, dass die Steuereinheit **200** dann, wenn die Protokollübertragungszeit gekommen ist, einen Teil der Protokoll Daten in der Kurzzeitspeicherprotokollaufzeichnungseinheit **26** (temporären Speichereinrichtung) gemäß dem Betrieb des Roboterarms **11** extrahiert. Dieser Funktionsblock überträgt ferner die wie vorstehend angeführt extrahierten Protokoll Daten als Protokoll zu dem Verwaltungsendgerät **300** (der Protokollspeichereinrichtung). Ein Protokollübertragungsschritt ist durch diese Extraktion und Übertragung der Protokoll Daten durch die Langzeitspeicherprotokollauswahleinheit **24** gebildet.

**[0030]** Das Verwaltungsendgerät **300** kann beispielsweise in einer Form, wie als Servercomputer zur Verwaltung der Betriebsinformationen des Robotersystems, installiert sein. Es wird auch in Betracht gezogen, dass eine Netzwerkspeichereinrichtung, wie ein NAS, als Verwaltungsendgerät **300** verwendet werden kann. Das Verwaltungsendgerät **300** gemäß dem Ausführungsbeispiel enthält eine Netzwerkkommunikationseinheit **31**, die mit der Netzwerkkommunikationseinheit **23** der Steuereinheit **200** kommunizieren kann, eine Langzeitspeicherproto-

kollaufzeichnungseinheit **32** zur Speicherung des von der Seite der Steuereinheit **200** empfangenen Protokolls (Langzeitspeicherprotokolls). Die Langzeitspeicherprotokollaufzeichnungseinheit **32** ist beispielsweise durch eine externe Speichereinrichtung gebildet, die eine große Menge an Daten über eine lange Zeit stabil speichern kann, wie eine HDD oder optische Scheibeneinrichtung.

**[0031]** Eine Datei des Protokolls oder ein Strom des Protokolls, das durch die Langzeitspeicherprotokollauswahleinheit **24** extrahiert und zu dem Verwaltungsendgerät **300** übertragen wird, kann durch ein vorbestimmtes Datenkompressionssystem komprimiert und übertragen werden. Oder auf der Seite des Verwaltungsendgeräts **300** kann eine empfangene nichtkomprimierte Datei oder ein empfangener nichtkomprimierter Strom des Protokolls bezüglich der Daten komprimiert werden, und die Protokoll Daten nach der Kompression können in der Langzeitspeicherprotokollaufzeichnungseinheit **32** gespeichert werden. Als derartige Datenkompressionssysteme kann natürlich ein Datenkompressionssystem, das das durch ein Format, wie eine Textdatei, Binärdaten, oder dergleichen, ausgedrückte Protokoll effektiv komprimieren kann, ausgewählt werden.

**[0032]** Die vorstehende temporäre Speichereinrichtung (der RAM **203**) speichert die Protokoll Daten für eine kurze Zeit, und die Protokollspeichereinrichtung (das Verwaltungsendgerät **300**) speichert die Protokoll Daten über eine lange Zeit.

**[0033]** Aus Sicherheitsgründen kann ein System zur Verschlüsselung des Protokolls und Übertragung dieses gemäß einem Netzwerkaufbau zwischen der Steuereinheit **200** und dem Verwaltungsendgerät **300** angewendet werden. Als Verschlüsselungssystem des Protokolls können verschiedene Arten gut bekannter Verschlüsselungssysteme mit öffentlichem Schlüssel oder dergleichen verwendet werden. Das Netzwerk zwischen der Steuereinheit **200** und dem Verwaltungsendgerät **300** kann auch durch ein Netzwerk einer Drahtlosverbindung neben einem Netzwerk einer drahtgebundenen Verbindung aufgebaut sein.

**[0034]** Die folgende Beschreibung beruht auf der Annahme, dass das Verwaltungsendgerät **300** eines Formats, wie beispielsweise ein Servercomputer wie vorstehend angeführt, als Protokollspeichereinrichtung verwendet wird. Ein Übertragungsziel des durch die Langzeitspeicherprotokollauswahleinheit **24** extrahierten Protokolls kann allerdings eine Protokollspeichereinrichtung einer lokalen Verbindung (anstelle einer Netzwerk-(entfernten) Verbindung) sein. Als Protokollspeichereinrichtung der lokalen Verbindung wird beispielsweise eine externe Speichereinrichtung, wie eine HDD oder eine optische Scheibeneinrichtung, betrachtet, die in der Steuereinheit **200**

eingebaut wurde oder extern angebracht wurde. Diese Protokollspeichereinrichtung der lokalen Verbindung ist in der Steuereinheit **200** oder nahe der Roboteranordnung **100** oder der Steuereinheit **200** angeordnet und ist mit der Steuereinheit **200** über eine Schnittstelle einer lokalen Verbindung (anstelle einer Netzwerk-(entfernten) Verbindung) verbunden.

**[0035]** Während der Roboterarm **11** betriebsfähig gemacht ist, erzeugt die Steuereinheit **200** wie vorstehend beschrieben die Protokolldaten hinsichtlich des Betriebs des Roboterarms **11** und speichert sie in der temporären Speichereinrichtung (Protokolldatenerzeugungsschritt). Ist die Protokollübertragungszeit gekommen, extrahiert die Steuereinheit **200** einen Teil der Protokolldaten in der Kurzzeitspeicherprotokollaufzeichnungseinheit **26** (temporären Speichereinrichtung) gemäß dem Betrieb des Roboterarms **11** und überträgt sie als Protokoll zu dem Verwaltungsendgerät **300** (der Protokollspeichereinrichtung) (Protokollübertragungsschritt).

**[0036]** So können beispielsweise lediglich die Protokolldaten eines erforderlichen Abschnitts in den Protokolldaten in der Kurzzeitspeicherprotokollaufzeichnungseinheit **26** (temporären Speichereinrichtung) gemäß dem Betrieb des Roboterarms **11** extrahiert werden, und können sukzessive als Protokoll zu dem Verwaltungsendgerät **300** (der Protokollspeichereinrichtung) übertragen und darin gespeichert werden. Daher wird eine Kapazität des Protokolls als Roboterbetriebsinformationen, die in der Protokollspeichereinrichtung (dem Verwaltungsendgerät **300**) zu speichern sind, merklich reduziert, und wenn die Protokollspeichereinrichtung eine Einrichtung der Netzwerkverbindung ist, kann eine zur Übertragung des Protokolls erforderliche Bandbreite merklich reduziert werden.

**[0037]** Ein Bezug der Protokolldatenextraktion, die durch die Langzeitspeicherprotokollauswahleinheit **24** ausgeführt wird, wird beispielsweise gemäß dem Betrieb des Roboterarms, der zur Protokollübertragungszeit ausgeführt wird (beispielsweise kurz davor) derart bestimmt, dass ein für eine nachfolgende Betriebsanalyse oder dergleichen erforderlicher Abschnitt in der Protokollspeichereinrichtung (dem Verwaltungsendgerät **300**) belassen wird. Beispielsweise werden Protokolldaten hinsichtlich eines bestimmten Teils des Roboterarms **11** extrahiert, der bei einem bestimmten Betrieb des Roboterarms **11** verwendet wird, der zur Protokollübertragungszeit (beispielsweise kurz davor) ausgeführt wird.

**[0038]** Wie vorstehend angeführt, kann der bestimmte Teil hinsichtlich der Protokolldaten, die aus dem Langzeitspeicherprotokoll extrahiert wird und als Langzeitspeicherprotokoll zu der Protokollspeichereinrichtung übertragen werden sollen, ein beliebiger Abschnitt des Roboterarms **11** sein. Beispiels-

weise wird ein Fall einer Steuerung betrachtet, dass Protokolldaten hinsichtlich eines Gelenks (ein Steuerwert seines Winkels und ein von dem Kodierer erhaltener tatsächlicher Wert) des Roboterarms **11** aus dem Kurzzeitspeicherprotokoll extrahiert und als Langzeitspeicherprotokoll zu der Protokollspeichereinrichtung übertragen wird. Die Protokolldaten hinsichtlich des Gelenks (der Steuerwert seines Winkels und der von dem Kodierer erhaltene tatsächliche Wert) sind Protokolldaten beispielsweise hinsichtlich des Arms.

**[0039]** Auf dem Verwendungsgebiet, dass der Roboterarm **11** zum Zusammensetzen eines Artikels verwendet wird, wird berücksichtigt, dass ein bestimmter Betrieb (darauf bezogene Protokolldaten), der ausgeführt wird, wenn der Protokollübertragungszeitpunkt kommt, insbesondere der bestimmte Betrieb, der in einem Abschnitt der Fingerspitzen ausgeführt wird, bei der folgenden Protokollanalyse besonders wichtig ist. Von diesem Standpunkt aus wird als bestimmter Teil des Roboterarms **11** hinsichtlich der Protokolldaten, die aus dem Kurzzeitspeicherprotokoll extrahiert werden und als Langzeitspeicherprotokoll zu der Protokollspeichereinrichtung übertragen werden sollen, der Endeffektor **12** oder das an dem Roboterarm **11** angebrachte Werkzeug **T1** betrachtet.

**[0040]** Es wird auch berücksichtigt, dass der Protokollübertragungszeitpunkt auf einen Endzeitpunkt einer bestimmten Einheit des Roboterprogramms eingestellt ist. In den folgenden Ausführungsbeispielen **1** und **2** werden in einer Steuereinheit, wie einer Zeile (einem Schritt), des eingestellten Roboterprogramms beispielsweise Kurzzeitspeicherprotokollaten hinsichtlich eines voreingestellten bestimmten Teils extrahiert und als Langzeitspeicherprotokoll zu der Protokollspeichereinrichtung übertragen.

**[0041]** Der Protokollübertragungszeitpunkt kann beispielsweise unter Verwendung einer Funktion, wie einer Softwareunterbrechung der CPU **201**, erzeugt werden. Es kann auch eine Steuerung derart durchgeführt werden, dass die Protokollübertragung intermittierend mit einem vorbestimmten Intervall unter Verwendung einer Zeitgebereinrichtung, wie einer RTC (Echtzeituhr), durchgeführt wird.

**[0042]** Zusätzlich zu einer derartigen Protokollübertragungszeitvorgabe kann auch eine Steuerung derart durchgeführt werden, dass der Protokollübertragungszeitpunkt erzeugt wird, wenn ein Not-Aus des Roboterarms **11** durchgeführt wurde. Im Allgemeinen ist diese Art Robotersystem **400** derart aufgebaut, dass das Not-Aus des Roboterarms **11** beispielsweise anhand einer Beurteilung des Benutzers über die Bedienung eines Not-Ausknopfs (Details sind hier nicht gezeigt) durchgeführt werden kann, der für die Bedieneinrichtung **401** vorgesehen ist. Es wird auch ein Fall berücksichtigt, in dem das Not-Aus des Robo-

terarms **11** durch eine Fehlerentscheidung der Steuereinheit **200** durchgeführt wird, wenn ein Kraftwert des Kraftsensors **13** oder Positionsinformationen des Kodierers des jeweiligen Gelenks **J1** bis **J6** einen anomalen Wert zeigt. Sind Sensoren, wie ein Beschleunigungssensor und dergleichen, für den Roboterarm **11** vorgesehen, wird auch eine Steuerung berücksichtigt, dass das Not-Aus des Roboterarms **11** beispielsweise gemäß einer Beschleunigung (Erschütterung) durchgeführt wird, mit der der Arm beaufschlagt wird. Der Protokollübertragungszeitpunkt kann auch in einem beliebigen der vorstehenden Fälle des Not-Aus erzeugt werden.

**[0043]** Im Fall der Extraktion der Protokoll Daten wird beispielsweise eine Steuerung durchgeführt, dass die Langzeitspeicherprotokollauswahleinheit **24** die Protokoll Daten innerhalb eines Bereichs einer bestimmten Zeitdauer extrahieren und als Protokoll zu der Protokollspeichereinrichtung übertragen kann. Durch dieses Verfahren kann die Speicherkapazität der Protokollspeichereinrichtung reduziert werden, oder eine Bandbreite des Netzwerks, die für die Protokollübertragung erforderlich ist, kann weiter verringert werden. Als Bereich der Zeitdauer, während der die Protokoll Daten extrahiert werden, wird beispielsweise ein Bereich von ungefähr einer Sekunde bis mehrere Sekunden bis zu mehreren zehn Sekunden in Erwägung gezogen, die ein Betriebsintervall des bestimmten Teils enthalten. Es ist auch ein Aufbau derart möglich, dass ein beliebiger Wert als derartige Zeitdauer wie folgt eingestellt werden kann.

**[0044]** Es besteht die Möglichkeit, dass die Intention der Protokollanalyse, die später durchgeführt wird, sich im Ansprechen auf das Langzeitspeicherprotokoll variabel ändert. In dem Ausführungsbeispiel wird daher ein Aufbau derart bevorzugt, dass der bestimmte Teil des Roboterarms **11** bezüglich der als Langzeitspeicherprotokoll zu der Protokollspeichereinrichtung zu übertragenden Protokoll Daten durch eine Einstellprozedur wie in **Fig. 14** veranschaulicht eingestellt werden kann. In der Einstellprozedur in **Fig. 14** kann der Benutzer (Administrator) auch die Zeitdauer einstellen, während der die Langzeitspeicherprotokollauswahleinheit **24** die Protokoll Daten extrahiert. Die Prozedur in **Fig. 14** kann beispielsweise vorab in einem ROM **202** oder dergleichen als Steuerprogramm gespeichert werden, das durch die CPU **201** der Steuereinheit **200** ausgeführt wird.

**[0045]** In Schritt **S501** in **Fig. 14** kann der Benutzer (Administrator) einen die Protokoll Daten betreffenden Teil einstellen, die aus dem Kurzzeitspeicherprotokoll extrahiert werden, wie den Roboterarm **11** (jedes Gelenk), den Endeffektor **12** oder das Werkzeug **T1**, und als Langzeitspeicherprotokoll zu der Protokollspeichereinrichtung übertragen werden sollen. Eine derartige Einstellbenutzerschnittstelle kann

beispielsweise unter Verwendung einer Tastatur und einer Anzeige der Bedieneinrichtung **401** oder einer Tastatur und einer Anzeige (deren Einzelheiten nicht gezeigt sind) des Verwaltungsendgeräts **300** gebildet sein. Schritt **S501** entspricht einem Protokollzielteilstellschritt, der der Steuereinheit die Einstellung des bestimmten Teils bezüglich der Protokoll Daten ermöglicht, die aus dem Kurzzeitspeicherprotokoll extrahiert werden und als Langzeitspeicherprotokoll zu der Protokollspeichereinrichtung in dem Protokollübertragungsschritt übertragen werden sollen.

**[0046]** In Schritt **S502** in **Fig. 14** kann der Benutzer (Administrator) die Zeitdauer einstellen, während der die Langzeitspeicherprotokollauswahleinheit **24** die Protokoll Daten extrahiert. Wie in Schritt **S501** kann eine derartige Benutzerschnittstelle beispielsweise unter Verwendung einer Tastatur und einer Anzeige der Bedieneinrichtung **401** oder des Verwaltungsendgeräts **300** gebildet sein. Schritt **S502** entspricht einem Langzeitdauereinstellschritt, der der Langzeitspeicherprotokollauswahleinheit **24** die Einstellung einer bestimmten Zeitdauer ermöglicht, während der die Protokoll Daten extrahiert und als Protokoll zu der Protokollspeichereinrichtung übertragen werden.

**[0047]** Ein bestimmter Teil bezüglich der Protokoll Daten, die aus dem Kurzzeitspeicherprotokoll extrahiert werden, wie der Roboterarm **11** (jedes Gelenk), der Endeffektor **12** und das Werkzeug **T1**, und als Langzeitspeicherprotokoll zu der Protokollspeichereinrichtung übertragen werden sollen, kann vorab durch die Einstellprozedur wie in **Fig. 14** gezeigt eingestellt werden. Eine bestimmte Zeitdauer, während der die Protokoll Daten extrahiert und als Protokoll zu der Protokollspeichereinrichtung übertragen werden, kann durch die Langzeitspeicherprotokollauswahleinheit **24** eingestellt werden.

**[0048]** In den nachstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen **1** und **2** wird eine vorbestimmte Zeit (**11a**) von einer ansteigenden Flanke einer Betriebsstartzeit des bestimmten Teils des Roboterarms **11** abgezogen, der als Teil bezüglich der Extraktion und der Übertragung der Protokoll Daten eingestellt ist, wodurch ein zeitabhängiger Protokollextraktionsbereich (**13a**) erhalten wird, in dem die Protokoll Daten extrahiert werden sollen. Oder in den nachstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen **1** und **2** wird der Extraktionsbereich zum Extrahieren und Übertragen der Protokoll Daten unter Einbeziehung des Protokolls des Roboterarms **11** und des Protokolls des Kraftsensors **13** auf einen Protokollextraktionsbereich (**23a**) (**Fig. 5** und **Fig. 9**) nach vorne erweitert. In Schritt **S502** in **Fig. 14** reicht es aus, dass die bestimmte Zeitdauer, die die Protokoll Daten des bestimmten Teils des Roboterarms **11** enthält, der als Teil bezüglich zumindest der Extraktion und Übertragung der Protokoll Daten eingestellt wurde, eingestellt

werden kann. In Schritt **S502** in **Fig. 14** wird beispielsweise ein Aufbau derart erwogen, dass die vorbestimmte Zeit (**11a**), die von der ansteigenden Flanke der Betriebsstartzeit des bestimmten Teils zu subtrahieren ist, oder die (ein oberer Grenzwert der) gesamten Zeitdauer des Protokollextraktionsbereichs (**13a**: **Fig. 5** und **Fig. 9**), die entsprechend der vorbestimmten Zeit (**11a**) bestimmt wird, eingestellt werden kann. Oder in Schritt **S502** in **Fig. 14** wird ferner ein Aufbau derart erwogen, dass die (ein oberer Grenzwert der) gesamte Zeitdauer des Protokollextraktionsbereichs (**23a**), der in dem Fall erweitert ist, in dem das Protokoll des Roboterarms **11** und das Protokoll des Kraftsensors **13** enthalten sind, eingestellt werden kann.

**[0049]** In den folgenden Ausführungsbeispielen **1** und **2** wird der Endeffektor **12** oder das Werkzeug **T1** (beliebig) als bestimmter Teil hinsichtlich der Protokoll Daten ausgewählt, die aus dem Kurzzeitspeicherprotokoll extrahiert werden und als Langzeitspeicherprotokoll zu der Protokollspeichereinrichtung übertragen werden sollen. Durch die in **Fig. 14** gezeigte Einstellprozedur kann aber auch eine Vielzahl bestimmter Teile als bestimmte Teile hinsichtlich der Protokoll Daten eingestellt werden, die aus dem Kurzzeitspeicherprotokoll extrahiert werden und als Langzeitspeicherprotokoll zu der Protokollspeichereinrichtung übertragen werden sollen (das folgende Ausführungsbeispiel **2**). In diesem Fall werden die Protokoll Daten aus dem Kurzzeitspeicherprotokoll hinsichtlich jedes der eingestellten bestimmten Teile extrahiert und als Langzeitspeicherprotokoll zu der Protokollspeichereinrichtung übertragen.

**[0050]** Wurde beispielsweise der Endeffektor (**12**) durch die in **Fig. 14** gezeigte Einstellprozedur als bestimmter Teil hinsichtlich der Protokoll Daten eingestellt, die als Langzeitspeicherprotokoll zu der Protokollspeichereinrichtung zu übertragen sind, wird eine Steuerung gemäß dem folgenden Ausführungsbeispiel **1** durchgeführt. Wurden beispielsweise der Endeffektor (**12**) und das Werkzeug (**T1**) durch die in **Fig. 14** gezeigte Einstellprozedur als bestimmte Teile hinsichtlich der Protokoll Daten eingestellt, die als Langzeitspeicherprotokolle zu der Protokollspeichereinrichtung zu übertragen sind, wird eine Steuerung gemäß dem folgenden Ausführungsbeispiel **2** durchgeführt.

**[0051]** In den folgenden Ausführungsbeispielen **1** und **2** wird angenommen, dass die Protokoll Daten hinsichtlich des Roboterarms **11** (jedes Gelenks) nicht besonders als bestimmter Teil hinsichtlich der Protokoll Daten eingestellt wird, die als Langzeitspeicherprotokoll zu der Protokollspeichereinrichtung zu übertragen sind. In den folgenden Ausführungsbeispielen **1** und **2** können die Protokoll Daten hinsichtlich des Roboterarms **11** (jedes Gelenks) aber zusammen als ein Betriebsprotokoll extrahiert werden,

das mit dem Betrieb des Endeffektors **12** oder des Werkzeugs **T1** verknüpft ist.

#### Ausführungsbeispiel 1

**[0052]** **Fig. 2** zeigt einen Aufbau eines Steuersystems des Robotersystems **400** gemäß dem Ausführungsbeispiel **1** der Erfindung zusammen mit einem speziellen Aufbau der Steuereinheit **200**. In **Fig. 2** sind hauptsächlich Bauteile hinsichtlich der Steuerung veranschaulicht, wenn der Protokollübertragungszeitpunkt gekommen ist, beispielsweise wenn der Endeffektors **12** arbeitet.

**[0053]** Gemäß **Fig. 2** weist die Steuereinheit **200** die CPU **201** auf, die als Hauptteil des Computers und als Steuereinheit (Arithmetikoperationseinheit) zur Steuerung des Betriebs der Robotereinrichtung **100** als Steuerziel wie vorstehend angeführt dient. Die Steuereinheit **200** weist ferner den ROM **202**, RAM **203** und das HDD **204** (oder SD oder dergleichen) auf, die als Speichereinheit dienen. Die Steuereinheit **200** umfasst auch eine Schnittstelle **211** zur Kommunikation mit der Robotereinrichtung **100** und eine Schnittstelle **212** zur Kommunikation mit dem Verwaltungsendgerät **300**. Die Schnittstelle **211** ist beispielsweise durch eine Schnittstelle einer beliebigen verschiedener Arten serieller/paralleler Systeme, eine Netzwerkschnittstelle oder dergleichen gebildet. Die Schnittstelle **212** ist durch eine Netzwerkschnittstelle (IEEE802,x) einer beliebigen verschiedener Arten drahtgebundener oder drahtloser Verbindungen und dergleichen gebildet.

**[0054]** Der ROM **202**, RAM **203**, das HDD **204** und die Schnittstellen **211** und **212** sind über einen Bus **210** mit der CPU **201** verbunden.

**[0055]** Ein Aktivierungsprogramm, wie ein BIOS, ein Boot-Ladeprogramm oder dergleichen, für die Robotersteuerung erforderliche Firmware und Daten, wie verschiedene Arten von Regelkonstanten, sind im ROM **202** gespeichert. Der RAM **203** ist eine Speichereinrichtung zur temporären Speicherung von Arithmetikoperationsverarbeitungsergebnissen und dergleichen der CPU **201**, verschiedener Arten von Daten, eines Roboterbetriebsprotokolls **220** und eines Roboterkurzzeitspeicherprotokolls **221**. Die CPU **201** führt beispielsweise im ROM **202** oder dem HDD **204** gespeicherte Programme (**230**, **231**) unter Verwendung des RAM **203** als Arbeitsbereich aus, sodass jeder Funktionsblock (**21** bis **28**) in **Fig. 1** gebildet wird.

**[0056]** Das Steuerprogramm **231** und das Roboterprogramm **230** können in dem HDD **204** gespeichert sein. Das Speicherungsziel von Steuerdaten und verschiedener Arten von Programmen ist allerdings nicht auf das in dem Ausführungsbeispiel angeführte Beispiel des Speichermediums eingeschränkt.

**[0057]** Ein Robotersteuerprogramm, Einlernpunkt-daten, ein mit dem Protokoll verknüpftes Steuerprogramm, was nachstehend beschrieben wird, oder dergleichen können in dem HDD **204** in einem Dateiformat gespeichert sein. Aufzeichnungsmedien, wie verschiedene Arten von abnehmbaren optischen Scheiben, eine Scheibeneinrichtung, wie eine abnehmbare SSD oder HDD oder ein abnehmbarer Flashspeicher, können für das HDD **204** eingesetzt werden. Derartige verschiedene Arten abnehmbarer computerlesbarer Aufzeichnungsmedien können beispielsweise zum Installieren oder Aktualisieren eines Zugangssteuerprogramms, das einen Teil der Erfindung bildet, in dem (E(E)PROM-Bereich) im ROM **202** verwendet werden. In diesem Fall ist das die Erfindung bildende Steuerprogramm in diesen verschiedenen Arten abnehmbarer computerlesbarer Aufzeichnungsmedien gespeichert, und diese Aufzeichnungsmedien selbst bilden die Erfindung.

**[0058]** Das Steuerprogramm **231** ist eine grundlegende Software, die durch das im ROM **202** gespeicherte Boot-Ladeprogramm oder dergleichen in den RAM **203** ausgelesen wird, und beispielsweise einer Schicht eines OS (Betriebssystems) entspricht. Das Roboterprogramm **230** arbeitet im System des Steuerprogramms **231**. Das Roboterprogramm **230** wird durch den Benutzer (Administrator) (oder Verkäufer der Robotereinrichtung **100**) oder dergleichen erstellt, um dem Roboterarm **11** die Ausführung eines bestimmten Betriebs, wie einer Zusammensetzung eines Artikels oder dergleichen, zu ermöglichen. Oder das Roboterprogramm **230** kann auch durch ein Verfahren gebildet sein, durch das die Bedieneinrichtung **401** sequenziell Einlernpunkte festlegt, die einer Stellung entsprechen, in die ein bestimmter Teil des Roboterarms **11** gebracht werden soll, oder dergleichen.

**[0059]** Die Robotereinrichtung **11** ist mit der Schnittstelle **211** verbunden. Die CPU **201** gibt einen Winkel-anweisungswert (Positionsanweisungswert) zu einer Antriebseinheit eines jeweiligen Gelenks des Roboterarms **11** und des Endeffektors **12** über den Bus **210** und die Schnittstelle **211** aus und steuert den Betrieb der Robotereinrichtung **100**. Die Steuereinheit **200** empfängt einen Kraftwert, der aus dem Kraftsensor **13** ausgegeben wird, und verwendet ihn zur Steuerung des Roboterarms **11** und des Endeffektors **12**. Das Verwaltungsendgerät **300** ist mit der Schnittstelle **212** verbunden. Die Schnittstelle **212** arbeitet als in Fig. 1 gezeigte Netzwerkkommunikationseinheit **23**.

**[0060]** Die Steuereinheit **200** des Ausführungsbeispiels ist wie in Fig. 2 gezeigt aufgebaut. Die CPU **201** führt das Roboterprogramm **230** und das Steuerprogramm **231** aus, sodass die Funktionen der Roboterprogramminterpretiereinheit **22**, der Langzeitspeicherprotokollauswahleinheit **24**, der Protokollsteuer-einheit **25**, der Betriebsprotokollerzeugungseinheit

**27**, der Robotersteuereinheit **28** und dergleichen realisiert werden.

**[0061]** Der RAM **203** ist beispielsweise eine temporäre Speichereinrichtung und arbeitet als Kurzzeitspeicherprotokollaufzeichnungseinheit **26** gemäß Fig. 1. In dem Aufbau von Fig. 2 ist die Roboterprogrammaufzeichnungseinheit **21** in Fig. 1 durch das HDD **204** gebildet. Die Schnittstelle **212** arbeitet als Netzwerkkommunikationseinheit **23**.

**[0062]** In dem Ausführungsbeispiel arbeitet der Roboterarm **11** beruhend auf der von der Robotersteuereinheit **28** der Steuereinheit **200** empfangenen Betriebsanweisung und gibt Steuerergebnisse (beispielsweise Kodiererwerte der Gelenke **J1** bis **J6**) zu der Robotersteuereinheit **28** zurück. Der Endeffektor **12** arbeitet beruhend auf der von der Robotersteuereinheit **28** der Steuereinheit **200** empfangenen Betriebsanweisung und sendet Steuerergebnisse zu der Robotersteuereinheit **28**. Der Kraftwert, der durch den Kraftsensor **13** erfasst wird, der an einer vorbestimmten Position des Roboterarms **11**, beispielsweise nahe der Anbringungsposition des Endeffektors **12** oder dergleichen angeordnet ist, wird zu der Robotersteuereinheit **28** der Steuereinheit **200** gesendet.

**[0063]** Die Funktion jedes Blocks in Fig. 1 wird unter Bezugnahme auf den vorstehenden Aufbau von Fig. 2 beschrieben. Das Roboterprogramm, das beschreibt, wie die Robotereinrichtung **100** durch die Steuereinheit **200** zu steuern und betriebsfähig zu machen ist, ist in der Roboterprogrammaufzeichnungseinheit **21** (HDD **204**) aufgezeichnet.

**[0064]** Fig. 12 veranschaulicht beispielsweise eine Entsprechung zwischen Anweisungen (**1001**, **1001**, ...) des Roboterprogramms und Stellungen (**1010**, **1011**, **1012**) der den jeweiligen Anweisungen entsprechenden Einlernpunkte anhand eines Formats von Roboterereignisprotokollen (**RE1** bis **RE4**). Der Einlernpunkt entspricht dreidimensionalen (x, y, z) Koordinaten, wo eine Bezugsposition (beispielsweise ein Mittelpunkt einer Anbringungsfläche des Endeffektors oder dergleichen) des Roboterarms **11** einzustellen ist, und einer Drehposition (tX, tY, tZ) um jede Achse.

**[0065]** Die Steuerung des Roboterereignisprotokolls **RE1** ist eine Steuerung derart, dass die Steuereinheit **200** einen Befehl zum Bewegen (ARM-MOVE) an die einem Steuerwert (Einlernpunkt) einer Bezugsposition des Roboterarms **11** entsprechende Stellung sendet (SEND). Ein tatsächlicher Wert der Stellung der Bezugsposition des Roboterarms **11** und ein Wert einer Fehlerstufe werden in das Roboterereignisprotokoll **RE2** aufgenommen, damit die Inhalte von der Seite der Robotereinrichtung **11** im Ansprechen auf eine Betriebsanweisung des Roboterereignisprotokolls **RE1** (**1010**) zurückgegeben (RECV) werden.

**[0066]** Handshakes der Roboterereignisprotokolle **RE3** und **RE4** sind jeweils Ereignisse einer Betriebsanweisung (TOOL-MOVE) (**1011**) des Endeffektors und eines von der Seite der Roboteranrichtung **11** zurückgegebenen (RECV) tatsächlichen Werts (**1012**). Bei diesem Beispiel sind als Steuerwert des Endeffektors ein Sollkraftwert (Force) und ein Wert seines Steuerwerts (Limit) in der Betriebsanweisung (TOOL-MOVE) (**1011**) des Endeffektors enthalten. Positionsinformationen (Pos) des Endeffektors und ein Wert einer Fehlerstufe sind in dem tatsächlichen Wert (**1012**) enthalten, der von der Seite der Roboteranrichtung **100** zurückgegeben (RECV) wird.

**[0067]** Der Steuerwert des Roboterarms **11** in **Fig. 12** und sein tatsächlicher Wert sind beispielsweise eine Stellung einer Bezugsposition des spezifischen Roboterarms **11** durch einen sogenannten Lernpunktausdruck, und ein Armbetriebsprotokoll dieses Formats kann auch durch ein Armbetriebsprotokoll aufgezeichnet werden, was nachstehend beschrieben ist. Obwohl die Protokollierung der Anweisung des Roboterprogramms in der Steuerung nicht gehandhabt wird, was nachstehend beschrieben wird, kann unter den Roboterereignisprotokollen **RE1** bis **RE4** in **Fig. 12** die Anweisung des Roboterprogramms als Protokolldaten in Verbindung mit dem Zeitstempel gespeichert werden. Oder das Armbetriebsprotokoll des Lernpunktformats in **Fig. 12** und die Protokolldaten der Anweisung des Roboterprogramms können als Teil des Armbetriebsprotokolls, was nachstehend beschrieben wird, zusammen mit den Protokolldaten hinsichtlich eines bestimmten Teils extrahiert werden, was nachstehend beschrieben wird, und können zu der Protokollspeichereinrichtung (dem Verwaltungsendgerät **300**) übertragen werden. Insbesondere wird in Erwägung gezogen, dass bei Extraktion der Anweisung des Roboterprogramms zusammen mit den Protokolldaten hinsichtlich des bestimmten Abschnitts und Speicherung in der Protokollspeichereinrichtung (dem Verwaltungsendgerät **300**) über einen langen Zeitabschnitt die nachfolgende Analyse sehr einfach wird.

**[0068]** Die Roboterprogramminterpretiereinheit **22** liest das in der Roboterprogrammaufzeichnungseinheit **21** gespeicherte Roboterprogramm aus, wandelt es in eine Betriebsanweisung, die den Roboter steuern kann, anhand des ausgelesenen Roboterprogramms um und weist die Robotersteuereinheit **28** an. Die Robotersteuereinheit **28** macht die Roboteranrichtung **100** im Ansprechen auf die von der Roboterprogramminterpretiereinheit **22** empfangene Betriebsanweisung betriebsfähig.

**[0069]** Die Funktionen der Roboterprogramminterpretiereinheit **22** und der Robotersteuereinheit **28** sind gemäß einem Installationsverfahren des Steuerprogramms der CPU **201** zu deren Realisierung be-

liebig eingeteilt. Durch die Roboterprogramminterpretiereinheit **22** und die Robotersteuereinheit **28** werden beispielsweise spezifischere Steuerdaten, die die Gelenke **J1** bis **J6** des Arms steuern können, direkt aus dem Lernpunktausdruck erzeugt, der die Stellung der Bezugsposition des Roboterprogramms **11** im Roboterprogramm beschreibt. Die Roboterprogramminterpretiereinheit **22** und die Robotersteuereinheit **28** erzeugen beispielsweise Daten eines Formats, wie Winkelinformationen oder dergleichen der Gelenke **J1** bis **J6**, zum Realisieren der Stellung der Bezugsposition des Roboterarms **11**, die im Roboterprogramm beschrieben ist.

**[0070]** Die Betriebsanweisungsinformationen der Roboterprogramminterpretiereinheit **22** wird auch zu der Protokollsteuereinheit **25** ausgegeben. Die Protokollsteuereinheit **25** erzeugt (**Fig. 3**) die Protokolldaten gemäß den Betriebsanweisungsinformationen der Roboterprogramminterpretiereinheit **22** beispielsweise gemäß dem Betrieb, der durch den Roboterarm **11** zu diesem Zeitpunkt ausgeführt wird. Es reicht aus, dass die Betriebsanweisungsinformationen, die von der Roboterprogramminterpretiereinheit **22** zu der Protokollsteuereinheit **25** gesendet werden, beispielsweise Anweisungsinformationen sind, die eine Protokolldatenerzeugung durchführen können (**Fig. 3**), was nachstehend beschrieben wird, und es ist nicht immer erforderlich, dass sie gleich den Betriebsanweisungsinformationen sind, die zu der Robotersteuereinheit **28** ausgegeben werden.

**[0071]** Von der Roboteranrichtung **100** empfangene Steuerergebnisse und Sensorwerte werden zu der Betriebsprotokollerzeugungseinheit **27** gesendet. Die Protokollsteuereinheit **25** sendet im Ansprechen auf die von der Roboterprogramminterpretiereinheit **22** empfangene Betriebsanweisung eine Protokollspeicheranweisung zu der Betriebsprotokollerzeugungseinheit **27**. Die Protokollsteuereinheit **25** sendet auch eine Langzeitspeicherprotokollerzeugungsanweisung zu der Langzeitspeicherprotokollauswahleinheit. Die Betriebsprotokollerzeugungseinheit **27** wandelt die Steuerergebnisse und den Kraftsensorwert der Roboteranrichtung **100**, die von der Robotersteuereinheit **28** empfangen werden, in ein Protokollformat um und sendet es zu der Kurzzeitspeicherprotokollaufzeichnungseinheit **26**. Das hier erzeugte Protokoll wird beruhend auf der von der Protokollsteuereinheit **25** empfangenen Protokollspeicheranweisung beurteilt. Die Kurzzeitspeicherprotokollaufzeichnungseinheit **26** speichert die Daten als Kurzzeitspeicherprotokoll, die von der Betriebsprotokollerzeugungseinheit **27** empfangen werden und in das Protokollformat umgewandelt sind. Gibt es eine Ausleseanfrage des Protokolls von der Langzeitspeicherprotokollauswahleinheit **24**, liest die Kurzzeitspeicherprotokollaufzeichnungseinheit **26** die Protokolle in einem festgelegten Bereich aus und sendet sie.

**[0072]** Wenn die Protokollspeicherung von der Protokollsteuereinheit **25** angewiesen wird, extrahiert die Langzeitspeicherprotokollauswahleinheit **24** ein über einen langen Zeitabschnitt zu speicherndes Protokoll aus den in der Kurzzeitspeicherprotokollaufzeichnungseinheit **26** gespeicherten Protokollen und sendet es zu der Netzwerkkommunikationseinheit **23**. Die Netzwerkkommunikationseinheit **23** kommuniziert mit dem Verwaltungsendgerät **300**.

**[0073]** Die Netzwerkkommunikationseinheit **31** des Verwaltungsendgeräts **300** in **Fig. 1** empfängt das Langzeitspeicherprotokoll von der Steuereinheit **200** und speichert es in der Langzeitspeicherprotokollaufzeichnungseinheit **32**. Die Langzeitspeicherprotokollaufzeichnungseinheit **32** ist beispielsweise als HDD, verschiedene Arten optischer Scheibeneinrichtungen oder dergleichen gebildet und speichert das empfangene Langzeitspeicherprotokoll.

**[0074]** Nun wird die Robotersteuerung bei dem vorstehenden Aufbau beschrieben. Hier werden die Protokolldatenextraktion und die Übertragungssteuerung in dem Fall beschrieben, in dem der Endeffektor **12** durch die in **Fig. 14** veranschaulichte vorstehende Einstellprozedur als bestimmter Teil hinsichtlich der Protokolldaten eingestellt ist, die als Langzeitspeicherprotokoll zu der Protokollspeichereinrichtung zu übertragen sind.

**[0075]** **Fig. 3** veranschaulicht einen Protokolldaten-erzeugungsschritt durch die Protokollsteuereinheit **25** der Steuereinheit **200** gemäß dem Ausführungsbeispiel. Der Protokolldaten-erzeugungsschritt in **Fig. 3** wird unter der Annahme beschrieben, dass die Ausführung des Roboterprogramms einer Zeile (eines Schritts) als Einheit eingestellt ist, und über einen Zeitabschnitt ausgeführt wird, während dessen der Roboterarm **11** gemäß dem Roboterprogramm arbeitet. **Fig. 4** veranschaulicht die Protokolldatenextraktion und die Übertragungssteuerung, die ausgeführt werden, wenn die Ausführung des Roboterprogramms einer Zeile (eines Schritts) in **Fig. 3** beendet ist, d.h. wenn der Protokollübertragungszeitpunkt gekommen ist.

**[0076]** In Schritt **S101** in **Fig. 3** entscheidet die Protokollsteuereinheit **25** das über einen kurzen Zeitabschnitt aufzuzeichnende Protokoll und weist die Betriebsprotokollerzeugungseinheit **27** zur Erzeugung des Betriebsprotokolls an. In Schritt **S102** wartet die Vorrichtung, bis die Betriebsanweisung von der Roboterprogramminterpretiereinheit **22** empfangen wird. Wenn die Betriebsanweisung einer Zeile empfangen wird, startet der Betrieb des Roboterarms **11**.

**[0077]** Schritte **S103** bis **S106** zweigen im Ansprechen auf die von der Roboterprogramminterpretiereinheit **22** empfangene Betriebsanweisung ab. In Schritt **S101** wird unterschieden, ob die empfangene

ne Betriebsanweisung der Start des Armbetriebs ist oder nicht. Ist sie der Start des Armbetriebs, wird die Betriebsprotokollerzeugungseinheit **27** zum Starten der Erzeugung des Armbetriebsprotokolls angewiesen (**S107**).

**[0078]** In Schritt **S105** wird unterschieden, ob die Betriebsanweisung das Ende des Armbetriebs ist oder nicht. Ist sie das Ende des Armbetriebs, wird die Betriebsprotokollerzeugungseinheit **27** zum Stoppen der Erzeugung des Armbetriebsprotokolls angewiesen (**S109**). Gleichermaßen wird in den Schritten **S104** und **S108** der Start der Protokollerzeugung des Endeffektors angewiesen. In den Schritten **S106** und **S110** wird der Stopp der Protokollerzeugung des Endeffektors angewiesen.

**[0079]** Wie vorstehend beschrieben, werden synchron mit dem Betrieb des Roboterarms **11** das Betriebsprotokoll des Roboterarms **11** und das Betriebsprotokoll des Endeffektors **12** gemäß dem Teil erzeugt, der arbeitet. Diese erzeugten Betriebsprotokolle (Protokoll Daten) werden als Kurzzeitspeicherprotokolle in der Kurzzeitspeicherprotokollaufzeichnungseinheit **26** (dem RAM **203**) gespeichert.

**[0080]** **Fig. 10A** zeigt ein Beispiel des wie vorstehend beschrieben erzeugten Betriebsprotokolls des Roboterarms **11**. Wie in der Zeichnung dargestellt, ist das Betriebsprotokoll des Roboterarms **11** in der Darstellung aufgebaut durch: einen Zeitstempel **1001** (Datum und Zeit) des Ereignisses, eine Sollposition (Steuerwert) **1002** jedes Gelenks **J1** bis **J6** (was der ersten Achse bis sechsten Achse in der Darstellung entspricht) und eine aktuelle Position **1003** jedes Gelenks **J1** bis **J6** (erste Achse bis sechste Achse). Die Sollposition (der Steuerwert) **1002** ist beispielsweise ein Steuerwert, der über die Robotersteuereinheit **28** zu dem Roboterarm gesendet wird. Die aktuelle Position **1003** wird unter Verwendung der Kodiererausgabe (Positionsinformationen) jedes Gelenks **J1** bis **J6** erzeugt, die über die Robotersteuereinheit **28** erhalten wird. Die Sollposition (der Steuerwert) **1002** und die aktuelle Position **1003** werden beispielsweise durch die Anzahl an Impulsen eines Steuertakts ausgedrückt.

**[0081]** **Fig. 10B** veranschaulicht ein Beispiel des wie vorstehend beschrieben erzeugten Betriebsprotokolls des Endeffektors **12**. Das Betriebsprotokoll des Endeffektors **12** in der Darstellung ist aufgebaut durch: den Zeitstempel **1001** (Datum und Zeit), eine Sollposition (einen Steuerwert **1004**) und eine aktuelle Position **1005**. Eine Einheit eines numerischen Werts jedes Protokolls ist beispielsweise die Anzahl an Impulsen ähnlich wie vorstehend beschrieben.

**[0082]** **Fig. 11A** veranschaulicht einen Aufbau eines Kraftsensorprotokolls, in dem der Ausgabewert des Kraftsensors **13** aufgezeichnet ist. Bezüglich des

Kraftsensoren **13** wird angenommen, dass beispielsweise das Kraftsensorprotokoll sukzessive in einem Kraftsensorprotokollbereich aufgezeichnet wird, der im RAM **203** vorgesehen ist und zyklisch verwendet wird. Wie in **Fig. 11A** gezeigt, ist auch das Kraftsensorprotokoll aufgebaut durch: den Zeitstempel **1001** (Datum und Zeit) und gemessene Kraftwerte (**1006**, **1007**). Die Kraftwerte (**1006**, **1007**) sind durch einen Datenausdruck aufgezeichnet, der sich in Abhängigkeit von Entwurf und Aufbau des Kraftsensoren **13** unterscheidet. In dem dargestellten Beispiel ist der Kraftwert **1006** eine Kraft (FX, FY, FZ) beispielsweise entlang dreidimensionaler Koordinatenachsen (ein Mittelpunkt der Anbringungsfläche des Endeffektors ist als Ursprung eingestellt), und seine Einheit ist N. Der Kraftwert **1007** ist beispielsweise ein Drehmoment (MX, MY, MZ) um die dreidimensionalen Koordinatenachsen, und seine Einheit ist Nm.

**[0083]** In dem Zeitstempel **1001** des in den **Fig. 10A** bis **Fig. 11B** dargestellten Beispiels der Protokoll-Daten stellt „Zeit“ (Stunden : Minuten : Sekunden-) Daten dar, die durch „:“ unterteilt sind. Insbesondere sind die „Sekunden“-Daten beispielsweise durch sechs Ziffern nach einem Dezimalpunkt aufgezeichnet, d.h. in der Einheit Mikrosekunden gemäß Präzisionsbedingungen, die für die Robotersteuerung und Protokollanalyse erforderlich sind. Derartige Zeit/Datum-Daten können unter Verwendung einer Zeitgebereinrichtung, wie einer (nicht gezeigten) RTC, erzeugt werden. Obwohl der Zeitstempel **1001** zur Erleichterung des Verständnisses durch das Datum und die (Stunden : Minuten : Sekunden-)Daten gezeigt ist, hat ein Aufzeichnungsformat in der Kurzzeitspeicherprotokollaufzeichnungseinheit **26** (RAM **203**) ein beliebiges Format. Die Zeit/Datum-Daten können beispielsweise durch ein Format wie vergangene Sekunden von der vergangenen bestimmten Zeit/Datum im RAM **203** oder dergleichen aufgezeichnet werden.

**[0084]** **Fig. 4** zeigt ein Ablaufdiagramm eines Extraktions- und Übertragungsschritts des Langzeitspeicherprotokolls durch die Langzeitspeicherprotokollauswahleinheit **24** der Steuereinheit **200** gemäß dem Ausführungsbeispiel **1** der Erfindung.

**[0085]** Der Start des Prozesses in **Fig. 4** wird von der Protokollsteuereinheit **25** nach Ausführung von Schritt **S110** in **Fig. 3** angewiesen. In Schritt **S201** in **Fig. 4** wird eine Startzeit des Endeffektorbetriebsprotokolls, die dem in Schritt **S110** in **Fig. 3** beendeten Endeffektorbetrieb entspricht, abgerufen.

**[0086]** Dann wird in Schritt **S202** eine Zeitdauer in einen Bereich von der in Schritt **S201** abgerufenen Startzeit bis zu der Zeit, die durch Subtrahieren einer bestimmten Zeitdauer von der Startzeit erhalten wird, für einen Protokolldatenextraktions-(speicher-)bereich eingestellt. Diese bestimmte Zeitdauer ist eine Zeitdauer der vorhergehenden Protokoll-Daten-

extraktion, und es wird angenommen, dass sie beispielsweise in Schritt **S502** in **Fig. 14** voreingestellt wurde.

**[0087]** In Schritt **S203** wird ein Endeffektorbetriebsprotokoll innerhalb des in Schritt **S202** entschiedenen Protokoll-Datenextraktionsbereichs aus der Kurzzeitspeicherprotokollaufzeichnungseinheit **26** in **Fig. 1** extrahiert. Die CPU **201** kann unterscheiden, ob die Daten der bestimmten Zeitdauer innerhalb des Protokoll-Datenextraktionsbereichs entsprechende Protokoll-Daten sind oder nicht, indem sie auf den Zeitstempel **1001** (**Fig. 10A** und **Fig. 10B**) der Protokoll-Daten in der Kurzzeitspeicherprotokollaufzeichnungseinheit **26** (RAM **203**) Bezug nimmt.

**[0088]** Das in Schritt **S203** extrahierte Endeffektorbetriebsprotokoll wird als Langzeitspeicherprotokoll über die Netzwerkkommunikationseinheit **23** in **Fig. 1** in Schritt **S204** zu dem Verwaltungsendgerät **300** übertragen. In dem Verwaltungsendgerät **300** wird das empfangene Protokoll in der Langzeitspeicherprotokollaufzeichnungseinheit **32** aufgezeichnet.

**[0089]** In Schritt **S205** wird dann unterschieden, ob das Armbetriebsprotokoll innerhalb des in Schritt **S202** definierten Protokoll-Extraktionsbereichs gespeichert ist oder nicht. Ist das Armbetriebsprotokoll dort gespeichert, wird das entsprechende Armbetriebsprotokoll in Schritt **S206** aus der Kurzzeitspeicherprotokollaufzeichnungseinheit **26** in **Fig. 1** extrahiert. In Schritt **S207** wird das extrahierte Armbetriebsprotokoll als Langzeitspeicherprotokoll über die Netzwerkkommunikationseinheit **23** in **Fig. 1** zu dem Verwaltungsendgerät **300** übertragen und in der Langzeitspeicherprotokollaufzeichnungseinheit **32** aufgezeichnet.

**[0090]** Ist das Armbetriebsprotokoll für einen langen Zeitabschnitt gespeichert, wird der in Schritt **S202** definierte Protokoll-Extraktionsbereich auf einen Speicherbereich einer guten Unterteilung des Armbetriebsprotokolls erweitert (Schritt **S208**). In Schritt **S209** wird ein Kraftsensorprotokoll beruhend auf dem Protokollspeicherbereich extrahiert, der in Schritt **S202** definiert wurde, oder in Schritt **S208** neu definiert wurde. Das Kraftsensorprotokoll wird über die Netzwerkkommunikationseinheit **23** in **Fig. 1** als Langzeitspeicherprotokoll zu dem Verwaltungsendgerät **300** übertragen und wird in der Langzeitspeicherprotokollaufzeichnungseinheit **32** aufgezeichnet. Wenn Schritt **S210** beendet ist, kehrt die Verarbeitungsroutine zu (B) in **Fig. 3** zurück, und die Vorrichtung wartet, bis die nächste Betriebsanweisung von der Roboterprogramminterpretiereinheit **22** in Schritt **S102** empfangen wird.

**[0091]** **Fig. 5** zeigt schematisch einen Protokollauswahlzustand durch die Langzeitspeicherprotokollauswahleinheit **24** gemäß dem Ausführungsbeispiel

spiel. Die blockähnliche Anzeige in der Darstellung gibt einen Bereich der Protokolldaten an, und die Protokolldaten des Endeffektors **12** sind durch dasselbe Bezugszeichen gezeigt. Die seitliche Richtung in **Fig. 5** entspricht beispielsweise einer Zeitachse.

**[0092]** In **Fig. 5** wird bezüglich der in **Fig. 4** dargestellten Extraktionssteuerung des Langzeitspeicherprotokolls die Startzeit des Endeffektorbetriebs abgerufen, und die durch Subtrahieren einer Zeit (**11a**) eines bestimmten Werts erhaltene Zeit wird als Protokollextraktionsbereich **13a** definiert (Schritte **S201** und **S202**). Das zu speichernde Betriebsprotokoll des Endeffektors **12** wird aus dem Protokollextraktionsbereich **13a** extrahiert und wird in der Langzeitspeicherprotokollaufzeichnungseinheit **32** aufgezeichnet (Schritte **S203** und **S204**). Ist das Armbetriebsprotokoll in dem Protokollextraktionsbereich **13a** enthalten, wird ein Armbetriebsprotokoll **22a** bis zu einem Abschnitt einer guten Unterteilung extrahiert und wird in der Langzeitspeicherprotokollaufzeichnungseinheit **32** aufgezeichnet (Schritte **S205** bis **S207**).

**[0093]** Das heißt, wenn das Armbetriebsprotokoll vorhanden ist, wird der Protokollextraktionsbereich **13a** durch Rückverfolgung des Protokollextraktionsbereichs **13a** erweitert, der unter Berücksichtigung eines Aufzeichnungsbereichs des Armbetriebsprotokolls **22a** eingestellt ist (Schritt **S208**). Als Bezug der Erweiterung des Protokollextraktionsbereichs **23a** zu diesem Zeitpunkt reicht es beispielsweise aus, diesen Bezug derart einzustellen, dass er zu einer ansteigenden Flanke des Armbetriebsprotokolls (**22a**) erweitert wird, in dem der Protokollextraktionsbereich **13a** vorhanden ist. In dem Protokollextraktionsbereich **23a** ist kein Armbetriebsprotokoll **21a** enthalten, und es wird nicht als Langzeitspeicherprotokoll übertragen.

**[0094]** Ein Kraftsensorprotokoll **31a** wurde in dem Kraftsensorprotokollbereich sukzessive aufgezeichnet, der im RAM **203** vorgesehen ist und zyklisch verwendet wird. Bezüglich des Kraftsensorprotokolls **31a** reicht es beispielsweise aus, die Protokolldaten des Kraftsensors innerhalb des Protokollextraktionsbereichs **23a** zu extrahieren, der hinsichtlich des Armbetriebsprotokolls (**22a**) wie vorstehend beschrieben erweitert wurde, und sie zu übertragen.

**[0095]** Wie vorstehend beschrieben, wird bei dem Ausführungsbeispiel das Roboterbetriebsprotokoll als bestimmter Teil hinsichtlich der als Langzeitspeicherprotokoll zu der Protokollspeichereinrichtung (dem Verwaltungsendgerät **300**) zu übertragenden Protokolldaten festgelegt, und das Protokoll hinsichtlich dieses bestimmten Teils kann extrahiert und übertragen werden. Unter Beibehaltung der Langzeitspeicherung des Protokolls der Robotereinrichtung **100**, das als Betriebsinformationen erforderlich ist, können daher die nicht erforderlichen Pro-

tokolle verringert werden, die Last der Steuereinheit **200** kann reduziert werden, und das für die Übertragung erforderliche Übertragungsband kann verkleinert werden. Wenn der Benutzer im Stand der Technik versucht, ein ausführliches Roboterbetriebsprotokoll zu erhalten, ist ein manueller Editiervorgang derart erforderlich, dass ein erforderlicher Abschnitt manuell aus dem Protokoll oder dergleichen extrahiert wird. Gemäß dem Ausführungsbeispiel kann allerdings das Protokoll hinsichtlich des Abschnitts des Roboterarms, der erforderlich (wichtig) bezüglich des Analysevorgangs ist, automatisch extrahiert werden.

**[0096]** Im Ausführungsbeispiel **1** ist der Endeffektor als bestimmter Teil hinsichtlich der Protokolldaten festgelegt, die als Langzeitspeicherprotokoll zu übertragen sind. Nicht nur das Protokoll hinsichtlich des Endeffektors, sondern auch die Protokolle des Roboterarms und des Kraftsensors können auf verzahnte relationale Weise mit dem Endeffektorbetrieb extrahiert und übertragen werden. In einer Betriebsumgebung, wie einer Roboterzelle, sind beispielsweise die Betriebsinformationen, die bei der Analyse zum Zeitpunkt des Auftretens eines Fehlers wichtig sind, der Zuführbetrieb und der Zusammensetzungsbetrieb der Arbeit. Der Zuführbetrieb und der Zusammensetzungsbetrieb der Arbeit werden durch den Endeffektor ausgeführt, der die Arbeit direkt bearbeitet. Wenn der Zuführbetrieb und der Zusammensetzungsbetrieb der Arbeit durch den Roboter ausgeführt werden, wird daher berücksichtigt, dass sie den gerade vorangehenden Roboterbetrieb darstellen, der mit dem Endeffektorbetrieb hinsichtlich des Analysevorgangs verknüpft ist.

**[0097]** Wenn bei dem Ausführungsbeispiel beispielsweise die jeweilige vorstehende Protokollübertragungszeit gekommen ist, kann das Protokoll hinsichtlich des Endeffektors extrahiert und übertragen werden. Die Protokolle des Roboterarms und des Kraftsensors können auch auf verschachtelte relationale Weise mit dem Endeffektorbetrieb extrahiert und übertragen werden. Daher können das Protokoll hinsichtlich des Endeffektors, das bei der Analyse zum Zeitpunkt des Auftretens eines Fehlers oder dergleichen wichtig ist, und die (nur die Abschnitte der) Protokolldaten des Roboterarms und des Kraftsensors können daher extrahiert und zu der Protokollspeichereinrichtung übertragen werden. Da die Protokolle wie Zuführbetrieb der Arbeit, Zusammensetzungsbetrieb der Arbeit und dergleichen, die bei der Analyse besonders wichtig sind, extrahiert werden, und die Abschnitte der anderen Protokolldaten, die nicht so wichtig sind, nicht übertragen werden müssen, kann das Protokoll der Robotereinrichtung daher äußerst effizient übertragen und über einen langen Zeitabschnitt gespeichert werden. Obwohl die Langzeitspeicherkapazität des Protokolls und das Übertragungsband gemäß dem Ausführungsbeispiel verringert werden können, kann der nachfolgende Pro-

tokollanalysevorgang genau durchgeführt werden, da der Abschnitt der Protokoll Daten, der für die Analyse erforderlich ist, gewiss gespeichert wird.

**[0098]** Es wird angenommen, dass die in **Fig. 14** veranschaulichte Einstellung des bestimmten Teils hinsichtlich der Protokoll Daten, der zu extrahieren ist, und die Einstellung der Extraktionszeitdauer durch die Einstellbedienung des Benutzers (Administrators) durchgeführt wird. Allerdings können beispielsweise ein Befehl und eine Anweisung, die den bestimmten Teil einstellen können, und die Extraktionszeitdauer in Sprachbeschreibungen des Roboterprogramms bereitgestellt sein. Das heißt, der Protokollzielteil-einstellschritt des Einstellens des bestimmten Teils und der Protokollzeitdauereinstellschritt in dem Ausführungsbeispiel können nicht nur durch die Benutzereinstellbedienung, sondern auch durch eine Befehls- und Anweisungsbeschreibung des Roboterprogramms realisiert werden. Im Fall der Beschreibung des Roboterprogramms zum Ermöglichen der Ausführung des bestimmten Zusammensetzungsbetriebs können daher beispielsweise ein bestimmter Teil hinsichtlich der Protokoll Daten, die für den bestimmten Zusammensetzungsbetrieb besonders sind und extrahiert werden sollten, und eine Extraktionszeitdauer unter Verwendung des Befehls und der Anweisung eingestellt werden. Demnach kann eine Extraktionsbedingung der verschiedenen Roboterbetriebsprotokolle für jeden bestimmten Zusammensetzungsbetrieb automatisch gesteuert werden, und eine Belastung des Benutzers (Administrators) kann verringert werden.

#### Ausführungsbeispiel 2

**[0099]** In dem Ausführungsbeispiel werden eine Protokoll Datenextraktion und Übertragungssteuerung in dem Fall beschrieben, in dem zusätzlich zu dem Endeffektor (**12**) das Werkzeug (**T1**) durch die vorstehende Einstellprozedur, wie in **Fig. 14** gezeigt, als bestimmter Teil hinsichtlich der als Langzeitspeicherprotokoll zu der Protokollspeichereinrichtung zu übertragenden Protokoll Daten eingestellt wurde.

**[0100]** **Fig. 6** entspricht **Fig. 2** des vorstehenden Ausführungsbeispiels **1** und ist ein Blockschaltbild, das schematisch einen Teil von Abschnitten gemäß dem Ausführungsbeispiel veranschaulicht. **Fig. 6** unterscheidet sich von **Fig. 2** hinsichtlich eines Punkts, dass ein Werkzeug **14** (zuvor **T1**) in der Roboteranrichtung **100** gezeigt ist. Der weitere Aufbau gleicht dem in **Fig. 2**, und auf seine ausführliche Beschreibung wird hier verzichtet. Es wird angenommen, dass der bestimmte Aufbau des Arms in **Fig. 13**, der Funktionsblockaufbau in **Fig. 1** und dergleichen bei diesem Ausführungsbeispiel auch ähnlich sind.

**[0101]** Die **Fig. 7** und **Fig. 8** des Ausführungsbeispiels entsprechen jeweils den **Fig. 3** und **Fig. 4** des

vorhergehenden Ausführungsbeispiels **1**. **Fig. 7** veranschaulicht einen Protokoll Datenerzeugungsschritt durch die Protokoll Steuereinheit **25** der Steuereinheit **200** des Ausführungsbeispiels. Der Protokoll Datenerzeugungsschritt in **Fig. 7** wird unter der Annahme beschrieben, dass die Ausführung des Roboterprogramms einer Zeile (eines Schritts) als Einheit eingestellt ist, und es über einen Zeitabschnitt ausgeführt wird, während dessen der Roboterarm **11** gemäß dem Roboterprogramm arbeitet.

**[0102]** **Fig. 8** veranschaulicht eine Protokoll Datenextraktion und Übertragungssteuerung hauptsächlich hinsichtlich des Werkzeugs **14 (T1)**, die ausgeführt werden, wenn die Ausführung des Roboterprogramms einer Zeile (eines Schritts) in **Fig. 7** beendet ist, d.h. wenn der Protokollübertragungszeitpunkt gekommen ist. Wenn der Betrieb des Endeffektors in **Fig. 7** beendet ist (Schritte **S307** und **S313** in **Fig. 7**), werden eine Protokoll Datenextraktion und eine Übertragungssteuerung hinsichtlich des in **Fig. 4** gezeigten Endeffektors ausgeführt.

**[0103]** Wie in **Fig. 6** gezeigt, unterscheidet sich das Ausführungsbeispiel **2** vom Ausführungsbeispiel **1** hinsichtlich des Punkts, dass das Werkzeug **14 (T1)** vorhanden ist. In der Roboterzelle gibt es zur Realisierung einer multifunktionalen Werkzeugmaschine einen Fall, in dem der Endeffektor **12** ein für den Betrieb in dem Zusammensetzungsschritt geeignetes Werkzeug greift und verwendet. Dieses Werkzeug ist beispielsweise ein (Elektro-) Schrauber zur Befestigung mittels einer Schraube, ein elektrisches Futter, an dem ein Paar Pinzetten zum Greifen von Mikroteilen angebracht wurden, oder dergleichen.

**[0104]** Es wird angenommen, dass das Roboterprogramm (**Fig. 7**), das in dem Ausführungsbeispiel ausgeführt wird, auf eine Weise beschrieben ist, dass der Endeffektor **12** das Werkzeug **14 (T11)** greift und den Zusammensetzungsbetrieb (beispielsweise Befestigung mittels einer Schraube oder dergleichen) durch das Werkzeug **14 (T1)** ausführt. Obwohl die Steuerprozedur von **Fig. 7** und **Fig. 8** nachstehend beschrieben werden, wird nun angenommen, dass hinsichtlich Abschnitten, die jene in den **Fig. 3** und **Fig. 4** überlappen, nur die Entsprechungen der Schrittnummern gezeigt sind, und hinsichtlich Einzelheiten der Inhalte der Schritte, die bereits in dem vorstehenden Ausführungsbeispiel **1** beschrieben wurden, auf die Beschreibung verzichtet wird.

**[0105]** Der gesamte Ablauf der Robotersteuerung (einschließlich des Protokoll Datenerzeugungsschritts) in **Fig. 7** gleicht dem in **Fig. 3**. In Schritt **S301** entscheidet die Protokoll Steuereinheit **25** das für einen kurzen Zeitabschnitt aufzuzeichnende Protokoll und weist die Betriebsprotokollerzeugungseinheit **27** zur Erzeugung von Protokoll Daten an. In Schritt **S302** wartet die Vorrichtung auf den Empfang einer Be-

triebsanweisung von der Roboterprogramminterpretiereinheit **22**, und wenn die Betriebsanweisung einer Zeile empfangen wird, wird dem Roboterarm **11** das Starten des Betriebs erlaubt.

**[0106]** Ein Schleifenaufbau der Schritte **S302** bis **S314** in **Fig. 7** wird durch Hinzufügen von Schritten hinsichtlich des Werkzeugs zu dem als Schritte **S102** bis **S110** in **Fig. 3** gezeigten Schleifenaufbau erhalten. Die Schritte hinsichtlich des Werkzeugs in **Fig. 7** (die in **Fig. 3** nicht gezeigt sind), sind Schritte **S305**, **S311**, **S308** und **S314**. Die anderen Schritte gleichen jenen in **Fig. 3**, und die Entsprechung der Schrittnummern ist wie folgt definiert.

**[0107]** Die Schritte **S303** und **S309** in **Fig. 7** entsprechen den Schritten **S103** und **S107** in **Fig. 3** und sind Schritte zum Starten einer Erzeugung eines Armbetriebsprotokolls als Kurzzeitspeicherprotokolldaten gemäß dem Armbetrieb. Die Schritte **S304** und **S310** in **Fig. 7** entsprechen den Schritten **S104** und **S108** in **Fig. 3** und sind Schritte zum Starten einer Erzeugung eines Endeffektorbetriebsprotokolls als Kurzzeitspeicherprotokolldaten gemäß dem Endeffektorbetrieb.

**[0108]** Die Schritte **S306** und **S312** in **Fig. 7** entsprechen den Schritten **S105** und **S109** in **Fig. 3** und sind Schritte zum Stoppen der Erzeugung des Armbetriebsprotokolls entsprechend dem Ende des Armbetriebs. Die Schritte **S307** und **S313** in **Fig. 7** entsprechen den Schritten **S106** und **S110** in **Fig. 3** und sind Schritte zum Stoppen der Erzeugung des Endeffektorbetriebsprotokolls entsprechend dem Ende des Endeffektorbetriebs.

**[0109]** Wenn die Erzeugung des Endeffektorbetriebsprotokolls gemäß dem Ende des Endeffektorbetriebs gestoppt wird (in Schritt **S313**), verzweigt die Verarbeitungsroutine zu Schritt **S201** in **Fig. 4**. Durch die Steuerung in **Fig. 4** werden eine Extraktion der Protokolldaten (hauptsächlich) hinsichtlich des Endeffektors wie im vorstehenden Ausführungsbeispiel **1** und ein Übertragungsprozess zu der Protokollspeichereinrichtung (dem Verwaltungsendgerät **300**) ausgeführt.

**[0110]** Eine Betriebsbeurteilung hinsichtlich des Werkzeugs **14 (T1)** und Start und Stopp der Erzeugung der Protokolldaten werden auch ähnlich wie vorstehend beschrieben ausgeführt. Zuerst wird in Schritt **S305** in **Fig. 7** unterschieden, ob die empfangene Betriebsanweisung der Start des Betriebs des Werkzeugs ist oder nicht. Ist sie der Start des Werkzeugbetriebs, wird die Betriebsprotokollerzeugungseinheit **27** in Schritt **S311** zum Starten der Erzeugung des Werkzeugbetriebsprotokolls angewiesen. In Schritt **S308** wird unterschieden, ob die Betriebsanweisung das Ende des Werkzeugbetriebs ist oder nicht. Ist sie das Ende des Werkzeugbetriebs, wird die Betriebsprotokollerzeugungseinheit **27** in Schritt

**S314** zum Stoppen der Erzeugung des Werkzeugbetriebsprotokolls angewiesen.

**[0111]** Wurde die Erzeugung des Werkzeugbetriebsprotokolls entsprechend dem Ende des Werkzeugbetriebs gestoppt (Schritt **S314**), verzweigt die Verarbeitungsroutine zu Schritt **S401** in **Fig. 8**, und eine Extraktion der Protokolldaten hauptsächlich hinsichtlich des Werkzeugs und ein Übertragungsprozess zu der Protokollspeichereinrichtung (dem Verwaltungsendgerät **300**) werden ausgeführt.

**[0112]** Die Extraktion der Protokolldaten hinsichtlich des Werkzeugs und der Übertragungsprozess zu der Protokollspeichereinrichtung (dem Verwaltungsendgerät **300**) in **Fig. 8** stellen einen Ablauf dar, der der Extraktion der Protokolldaten hinsichtlich des Endeffektors und dem Übertragungsprozess zu der Protokollspeichereinrichtung (dem Verwaltungsendgerät **300**) in **Fig. 4** ziemlich ähnlich ist. Die den Schrittnummern in den **200** in **Fig. 4** ziemlich entsprechenden Schritte sind in **Fig. 8** durch Schrittnummern in den **400** gezeigt. **Fig. 8** unterscheidet sich von **Fig. 4** hinsichtlich des Punkts, dass die Schritte **S401** bis **S404** einen Protokollspeicherablauf darstellen, in dem der Werkzeugbetrieb für einen Startpunkt eingestellt ist. Die Prozesse zum Extrahieren der Protokolldaten des Armprotokolls und des Kraftsensorprotokolls und die Übertragung zu der Protokollspeichereinrichtung (dem Verwaltungsendgerät **300**) nach Schritt **S405** sind aber im Wesentlichen dieselben wie im vorstehenden Ausführungsbeispiel **1**.

**[0113]** In Schritt **S401** wird eine Startzeit des Werkzeugbetriebsprotokolls abgerufen, die dem in Schritt **S314** in **Fig. 7** beendeten Betrieb des Werkzeugs **14 (T1)** entspricht.

**[0114]** Danach wird eine Zeitdauer in einem Bereich von der in Schritt **S401** abgerufenen Startzeit zu der durch Subtrahieren einer bestimmten Zeitdauer von der Startzeit erhaltenen Zeit in Schritt **S402** für einen Protokolldatenextraktionsbereich eingestellt. Es wird angenommen, dass die bestimmte Zeitdauer eine Zeitdauer der vorstehenden Protokolldatenextraktion ist und beispielsweise in Schritt **S502** in **Fig. 14** voreingestellt wurde.

**[0115]** In Schritt **S403** wird das Werkzeugbetriebsprotokoll innerhalb des in Schritt **S402** entschiedenen Protokolldatenextraktionsbereichs aus der Kurzzeitspeicherprotokollaufzeichnungseinheit **26** in **Fig. 1** extrahiert. Die CPU **201** kann unterscheiden, ob die Daten der bestimmten Zeitdauer innerhalb des Protokolldatenextraktionsbereichs entsprechende Protokolldaten sind oder nicht, indem sie auf den Zeitstempel **1001 (Fig. 11B)** der Protokolldaten in der Kurzzeitspeicherprotokollaufzeichnungseinheit **26 (RAM 203)** Bezug nimmt.

**[0116]** Das in Schritt **S403** extrahierte Werkzeugbetriebsprotokoll wird als Langzeitspeicherprotokoll über die Netzwerkkommunikationseinheit **23** in **Fig. 1** in Schritt **S404** zu dem Verwaltungsendgerät **300** übertragen. In dem Verwaltungsendgerät **300** wird das empfangene Protokoll in der Langzeitspeicherprotokollaufzeichnungseinheit **32** aufgezeichnet.

**[0117]** **Fig. 9** entspricht **Fig. 5** im vorstehenden Ausführungsbeispiel **1** und veranschaulicht schematisch ein Protokollauswahlverfahren durch die Langzeitspeicherprotokollauswahleinheit gemäß dem Ausführungsbeispiel. Die blockähnliche Anzeige in **Fig. 9** gibt einen Bereich der Protokoll Daten an, und die Protokoll Daten des Werkzeugs **14** sind durch dasselbe Bezugszeichen gezeigt. Die seitliche Richtung in **Fig. 5** entspricht beispielsweise einer Zeitachse.

**[0118]** Obwohl in dem vorstehenden Ausführungsbeispiel **1** der Protokoll extraktionsbereich **23a** unter Einstellung des Endeffektorbetriebs auf einen Startpunkt berechnet wird, unterscheidet sich **Fig. 9** davon hinsichtlich des Punkts, dass er unter Einstellung des Werkzeugbetriebs (**14**) auf einen Startpunkt berechnet wird. Der weitere Aufbau gleicht dem in **Fig. 5**. Obwohl der Endeffektorbetrieb in **Fig. 9** als Leerstelle gezeigt ist, werden bezüglich des Endeffektorbetriebsprotokolls eine Protokoll Datenextraktion und eine Übertragung in der Form wie in **Fig. 5** durch eine Abzweigung vom vorstehenden Schritt **S313** zu der Steuerung in **Fig. 4** durchgeführt.

**[0119]** Wie in dem Ausführungsbeispiel **2** gezeigt und wie vorstehend beschrieben, kann zusätzlich zu dem Endeffektor (**12**) das Werkzeug (**14**, **T1**) auch als bestimmter Teil hinsichtlich der Protokoll Daten eingestellt werden, die als Langzeitspeicherprotokoll zu der Protokollspeichereinrichtung zu übertragen sind. So können die Protokoll Daten hinsichtlich dieser bestimmten Teile als Kurzzeitspeicherprotokolle aus der temporären Speichereinrichtung (dem RAM **203**) auf verschachtelte relationale Weise nicht nur mit dem Endeffektorbetrieb sondern auch dem Werkzeugbetrieb extrahiert und zu der Protokollspeichereinrichtung (dem Verwaltungsendgerät **300**) übertragen werden. Die Protokolle des Roboterarms und des Kraftsensors können auch in Verbindung miteinander extrahiert und zu der Protokollspeichereinrichtung (dem Verwaltungsendgerät **300**) übertragen werden. Auf einem Anwendungsgebiet, wie in einer Roboterzelle, zur Realisierung einer Vielzahl von Schritten ist die Durchführung des Zusammensetzungsbetriebs durch eine Art Endeffektor schwierig, und der Endeffektor greift das Werkzeug und führt den Betrieb nach Bedarf durch. Da die Protokolle nicht nur hinsichtlich des Endeffektors, sondern auch des Werkzeugs gewiss extrahiert und als Langzeitspeicherprotokolle übertragen werden können, können die für den Analysevorgang zur Zeit des Auftretens eines Fehlers erforderlichen Daten gemäß dem Aus-

führungsbeispiel selbst auf diesem Anwendungsgebiet ohne Verlust aufgezeichnet werden. Auch bei diesem Ausführungsbeispiel sind die Wirkung, dass die Langzeitspeicherkapazität des Langzeitspeicherprotokolls und das Übertragungsband reduziert sind, und dergleichen, ähnlich jener im vorstehenden Ausführungsbeispiel **1**.

**[0120]** In den vorstehenden Ausführungsbeispielen **1** und **2** wird der Protokollübertragungszeitpunkt, wann die Protokoll Daten extrahiert und als Langzeitspeicherprotokoll zu der Protokollspeichereinrichtung zu übertragen sind, auf den Endzeitpunkt der bestimmten Einheit des Roboterprogramms eingestellt. Insbesondere werden bei den vorstehenden Ausführungsbeispielen **1** und **2** in der eingestellten Steuereinheit, wie einer Zeile (eines Schritts) des Roboterprogramms, die Kurzzeitspeicherprotokoll Daten hinsichtlich des voreingestellten bestimmten Teils extrahiert und als Langzeitspeicherprotokoll zu der Protokollspeichereinrichtung übertragen. Andererseits kann die vorstehende Steuerung auch in dem Fall der Erzeugung des Protokollübertragungszeitpunkts zur Extraktion der Protokoll Daten und Übertragung als Langzeitspeicherprotokoll aufgrund einer vorangehenden periodischen Zeitgeberunterbrechung oder eines Not-Aus angewendet werden. Beispielsweise kann eine Steuerung derart ausgeführt werden, dass beim Auftreten eines Ereignisses, wie einer periodischen Zeitgeberunterbrechung, Not-Aus, oder dergleichen, die Verarbeitungsroutine unmittelbar zu der Extraktion und dem Übertragungsprozess der Protokoll Daten, wie in den **Fig. 4** und **Fig. 8** gezeigt, entsprechend der Zeitgeberunterbrechung oder eines Ausnahmeprozesses (Softwareunterbrechung oder dergleichen) verzweigen. In diesem Fall wird der Erzeugungsprozess der Kurzzeitprotokoll Daten in den **Fig. 3** und **Fig. 7** selbstverständlich gemäß dem normalen Betrieb des Roboterarms **11** ähnlich wie vorstehend beschrieben ausgeführt.

**[0121]** Die Erfindung kann auch durch Prozesse realisiert werden, dass ein Programm zum Realisieren einer oder mehrerer der Funktionen der vorstehenden Ausführungsbeispiele einem System oder einer Vorrichtung über ein Netzwerk oder ein Speichermedium zugeführt wird, und ein oder mehrere Prozessoren in einem Computer des Systems oder der Vorrichtung das Programm auslesen und ausführen. Die Erfindung kann auch durch einen Schaltkreis (beispielsweise ASIC) zum Realisieren einer oder mehrerer der Funktionen realisiert werden.

[Weitere Ausführungsbeispiele]

**[0122]** Ausführungsbeispiele der Erfindung können auch durch einen Computer eines Systems oder einer Vorrichtung, der auf einem Speichermedium (das vollständiger auch als „nichtflüchtiges computerlesbares Speichermedium“ bezeichnet werden kann)

aufgezeichnete computerausführbare Instruktionen (beispielsweise ein Programm oder mehrere Programme) ausliest und ausführt, um die Funktionen eines oder mehrerer der vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele durchzuführen, und/oder der eine oder mehrere Schaltungen (beispielsweise eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung (ASIC)) zur Durchführung der Funktionen eines oder mehrerer der vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele enthält, und durch ein durch den Computer des Systems oder der Vorrichtung durchgeführtes Verfahren beispielsweise durch Auslesen und Ausführen der computerausführbaren Anweisungen aus dem Speichermedium zur Durchführung der Funktionen eines oder mehrerer der vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele und/oder Steuerung der einen oder der mehreren Schaltungen zur Durchführung der Funktionen eines oder mehrerer der vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele realisiert werden. Der Computer kann einen oder mehrere Prozessoren (beispielsweise eine Zentralverarbeitungseinheit (CPU), Mikroverarbeitungseinheit (MPU)) umfassen und kann ein Netzwerk separater Computer oder separater Prozessoren zum Auslesen und Ausführen der computerausführbaren Anweisungen enthalten. Die computerausführbaren Anweisungen können dem Computer beispielsweise von einem Netzwerk oder dem Speichermedium bereitgestellt werden. Das Speichermedium kann beispielsweise eine Festplatte, und/oder einen Speicher mit wahlfreiem Zugriff (RAM), und/oder einen Nur-Lese-Speicher (ROM), und/oder einen Speicher verteilter Rechen-systeme, und/oder eine optische Scheibe (wie eine Kompaktdisk (CD), Digital Versatile Disk (DVD) oder Blue-ray Disk (BD™), und/oder eine Flash-Speichereinrichtung, und/oder eine Speicherkarte und dergleichen enthalten.

### Patentansprüche

1. Steuerverfahren eines Robotersystems (400), das einen Roboter (100) und eine Steuereinheit (200) zur Steuerung eines Betriebs des Roboters (100) aufweist und ein Protokoll hinsichtlich des Betriebs des Roboters (100) zu einer Protokollspeichereinrichtung (300) überträgt, mit einem Protokolldatenerzeugungsschritt (S101-S110; S301-S314) zum Ermöglichen der Steuereinheit (200) zur Erzeugung von Protokolldaten hinsichtlich des Betriebs des Roboters (100), während sie den Roboter (100) betriebsfähig macht, und zur Speicherung in einer temporären Speichereinrichtung (26), einem Extraktionsschritt (S203, S206, S208; S403, S406, S408) zum Ermöglichen der Steuereinheit (200) zum Extrahieren eines Teils der in der temporären Speichereinrichtung (26) gespeicherten Protokolldaten in einem Fall, wenn ein vorbestimmtes Ereignis in dem Robotersystem (400) auftritt, und einem Protokollübertragungsschritt (S204, S207, S209; S404, S407, S409) zum Übertragen der ex-

trahierten Protokolldaten zu der Protokollspeichereinrichtung (300) gemäß dem Betrieb des Roboters (100), wenn eine Protokollübertragungszeitvorgabe gekommen ist.

2. Steuerverfahren nach Anspruch 1, wobei die Steuereinheit (200) in dem Extraktionsschritt (S203, S206, S208; S403, S406, S408) die Protokolldaten hinsichtlich zumindest eines bestimmten Teils des Roboters (100), der im Betrieb verwendet wird, aus den in der temporären Speichereinrichtung (26) gespeicherten erzeugten Protokolldaten extrahiert und in dem Protokollübertragungsschritt (S204, S207, S209; S404, S407, S409) zu der Protokollspeichereinrichtung (300) überträgt.

3. Steuerverfahren nach Anspruch 2, wobei der bestimmte Teil ein an dem Roboter (100) angebrachter Endeffektor (12) ist.

4. Steuerverfahren nach Anspruch 2 oder 3, ferner mit einem Protokollzielteileinstellabschnitt (S501) zum Ermöglichen der Steuereinheit (200) zum Einstellen eines bestimmten Teils hinsichtlich der Protokolldaten, die in dem Extraktionsschritt (S203, S206, S208; S403, S406, S408) extrahiert werden und in dem Protokollübertragungsschritt (S204, S207, S209; S404, S407, S409) zu der Protokollspeichereinrichtung (300) übertragen werden sollen.

5. Steuerverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Steuereinheit (200) in dem Protokolldatenerzeugungsschritt (S101-S110; S301-S314) die Protokolldaten aus einem Steuerwert des Roboters (100) oder Sensorinformationen erzeugt, die aus einem für den Roboter (100) vorgesehenen Sensor (13) ausgegeben werden.

6. Steuerverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Protokollspeichereinrichtung (300) eine externe Speichereinrichtung oder ein durch ein Netzwerk verbundenes externes Verwaltungsendgerät ist.

7. Steuerverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die temporäre Speichereinrichtung (26) die Protokolldaten für einen kurzen Zeitabschnitt speichert, und die Protokollspeichereinrichtung (300) die Protokolldaten für einen langen Zeitabschnitt speichert.

8. Steuerverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Steuereinheit (200) in dem Extraktionsschritt (S203, S206, S208; S403, S406, S408) die Protokolldaten innerhalb eines Bereichs einer bestimmten Zeitdauer extrahiert und in dem Protokollübertragungsschritt (S204, S207, S209; S404, S407, S409) zu der Protokollspeichereinrichtung (300) überträgt.

9. Steuerverfahren nach Anspruch 8, ferner mit einem Protokollzeitdauereinstellschritt (S502) zum Einstellen der bestimmten Zeitdauer.

10. Steuerverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die extrahierten Protokolldaten komprimiert werden und die Protokolldaten nach der Kompression als Protokoll zu der Protokollspeichereinrichtung (300) übertragen werden.

11. Steuerverfahren nach Anspruch 1, wobei in dem Extraktionsschritt (S203, S206, S208; S403, S406, S408) die Protokolldaten mit einer Zeitvorgabe extrahiert werden, die zeitlich vor der Zeitvorgabe liegt, zu der das Ereignis aufgetreten ist.

12. Steuerverfahren nach Anspruch 1, wobei in dem Extraktionsschritt (S203, S206, S208; S403, S406, S408) zusammen mit den Protokolldaten eines Teils, als das Ereignis aufgetreten ist, Informationen über einen Teil extrahiert werden, der von dem Teil, als das Ereignis aufgetreten ist, verschieden ist, und der Teil, der von dem Teil verschieden ist, als das Ereignis aufgetreten ist, zu einer Zeitvorgabe in Betrieb ist, als das Ereignis aufgetreten ist.

13. Robotersteuerprogramm zum Ermöglichen der Steuereinheit (200) zum Ausführen des Protokolldatenerzeugungsschritts (S101-S110; S301-S314), des Extraktionsschritts (S203, S206, S208; S403, S406, S408) und des Protokollübertragungsschritts (S204, S207, S209; S404, S407, S409) nach einem der Ansprüche 1 bis 12.

14. Nichtflüchtiges computerlesbares Speichermedium, das das Robotersteuerprogramm nach Anspruch 13 speichert.

15. Herstellungsverfahren eines Produkts mit dem Schritt des Ermöglichens der Steuereinheit (200) zum Betriebsfähig-Machen des Roboters (100) und zur Herstellung des Produkts durch das Steuerverfahren des Robotersystems (400) nach einem der Ansprüche 1 bis 8.

16. Robotersystem (400), das einen Roboter (100) und eine Steuereinheit (200) zur Steuerung eines Betriebs des Roboters (100) aufweist und ein Protokoll hinsichtlich des Betriebs des Roboters (100) zu einer Protokollspeichereinrichtung (300) überträgt, wobei die Steuereinheit (200) Protokolldaten hinsichtlich des Betriebs des Roboters (100) erzeugt, während sie den Roboter betriebsfähig macht, in einer temporären Speichereinrichtung (26) speichert, einen Teil der in der temporären Speichereinrichtung (26) gespeicherten Protokolldaten in einem Fall extrahiert, wenn ein vorbestimmtes Ereignis in dem Robotersystem (400) auftritt, und, wenn eine Protokollübertragungszeitvorgabe gekommen ist, die extrahierten Protokolldaten zu der Protokollspeicher-

einrichtung (300) gemäß dem Betrieb des Roboters (100) überträgt.

17. Robotersystem (400) mit einem Roboter (100), einem an einer Spitze des Roboters (100) angebrachten Endeffektor (12), einem ersten Sensor zur Erfassung eines Betriebszustands einer Antriebseinrichtung (1230) zum Antreiben des Roboters (100) und einem zweiten Sensor zur Erfassung eines Betriebszustands einer Antriebseinrichtung zum Antreiben des Endeffektors (12), einer ersten Protokollerzeugungseinheit (27) zur Erzeugung eines Protokolls während des Betriebs der Antriebseinrichtung (1230) zum Antreiben des Roboters (100) aus einem Ausgabewert, der aus dem ersten Sensor ausgegeben wird, einer zweiten Protokollerzeugungseinheit (27) zur Erzeugung eines Protokolls während des Betriebs der Antriebseinrichtung zum Antreiben des Endeffektors (12) aus einem Ausgabewert, der aus dem zweiten Sensor ausgegeben wird, einer Kurzzeitspeicherprotokollaufzeichnungseinheit (26) zur Speicherung eines durch die erste Protokollerzeugungseinheit (27) erzeugten ersten Protokolls und eines durch die zweite Protokollerzeugungseinheit (27) erzeugten zweiten Protokolls, einer Extraktionseinheit (24) zum Extrahieren eines Teils der in der Kurzzeitspeicherprotokollaufzeichnungseinheit (26) gespeicherten Protokolle in einem Fall, wenn ein vorbestimmtes Ereignis in dem Robotersystem (400) auftritt, und einer Übertragungseinheit (24) zur Übertragung des extrahierten Teils des ersten Protokolls und des zweiten Protokolls aus der Kurzzeitspeicherprotokollaufzeichnungseinheit (26), wobei die Extraktionseinheit (24) das zweite Protokoll innerhalb eines Bereichs ab einer Startzeit des Betriebs des Endeffektors (12) bis zu einer Übertragungszeit und das erste Protokoll in einem Bereich ab einer Zeitvorgabe, die um eine vorbestimmte Zeit vor der Betriebsstartzeit des Endeffektors (12) liegt, bis zu der Übertragungszeit extrahiert.

18. Robotersystem (400) nach Anspruch 17, ferner mit einer Löscheinheit, die das erste Protokoll und das zweite Protokoll nach der Übertragung löschen kann.

Es folgen 14 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

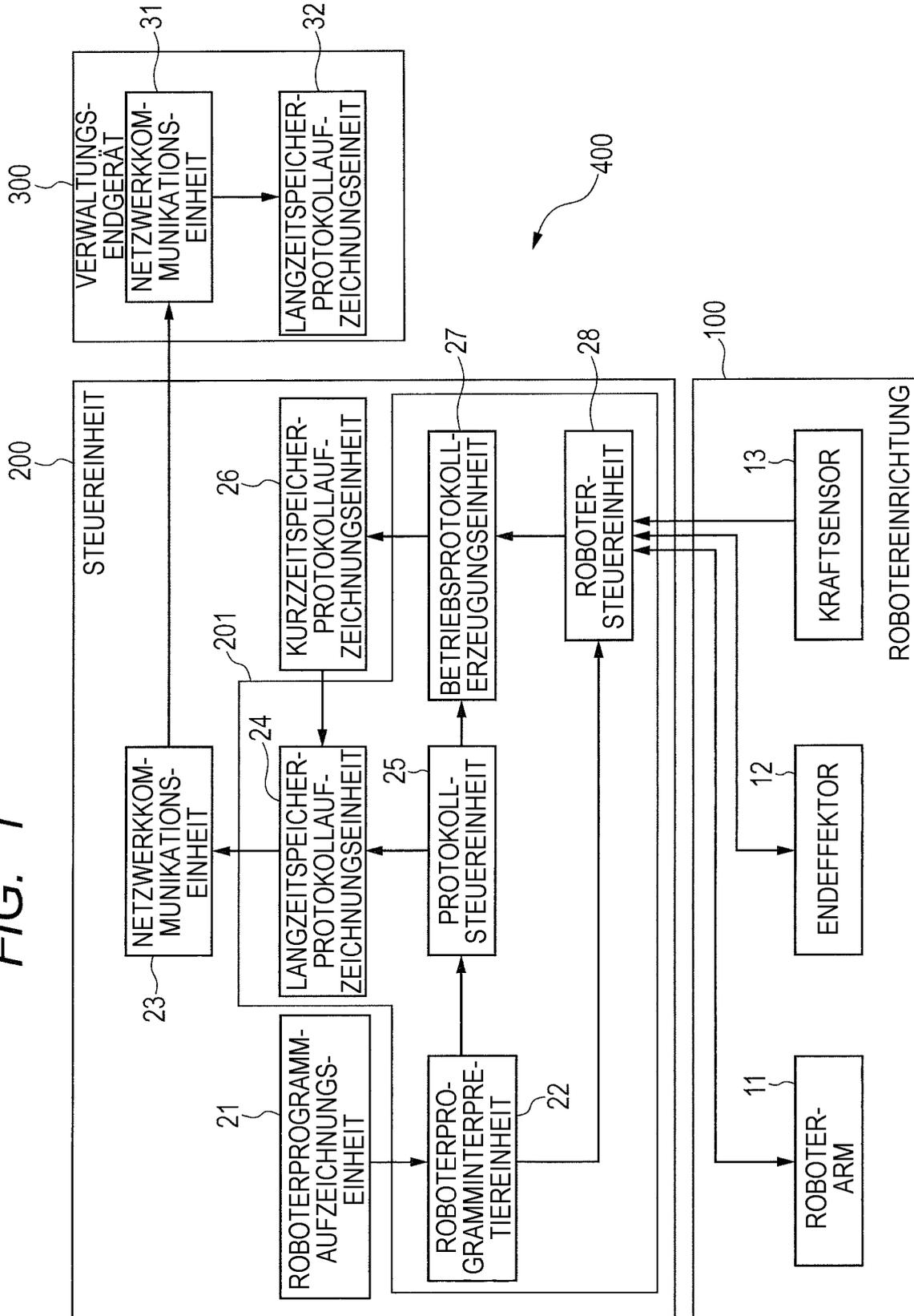


FIG. 2

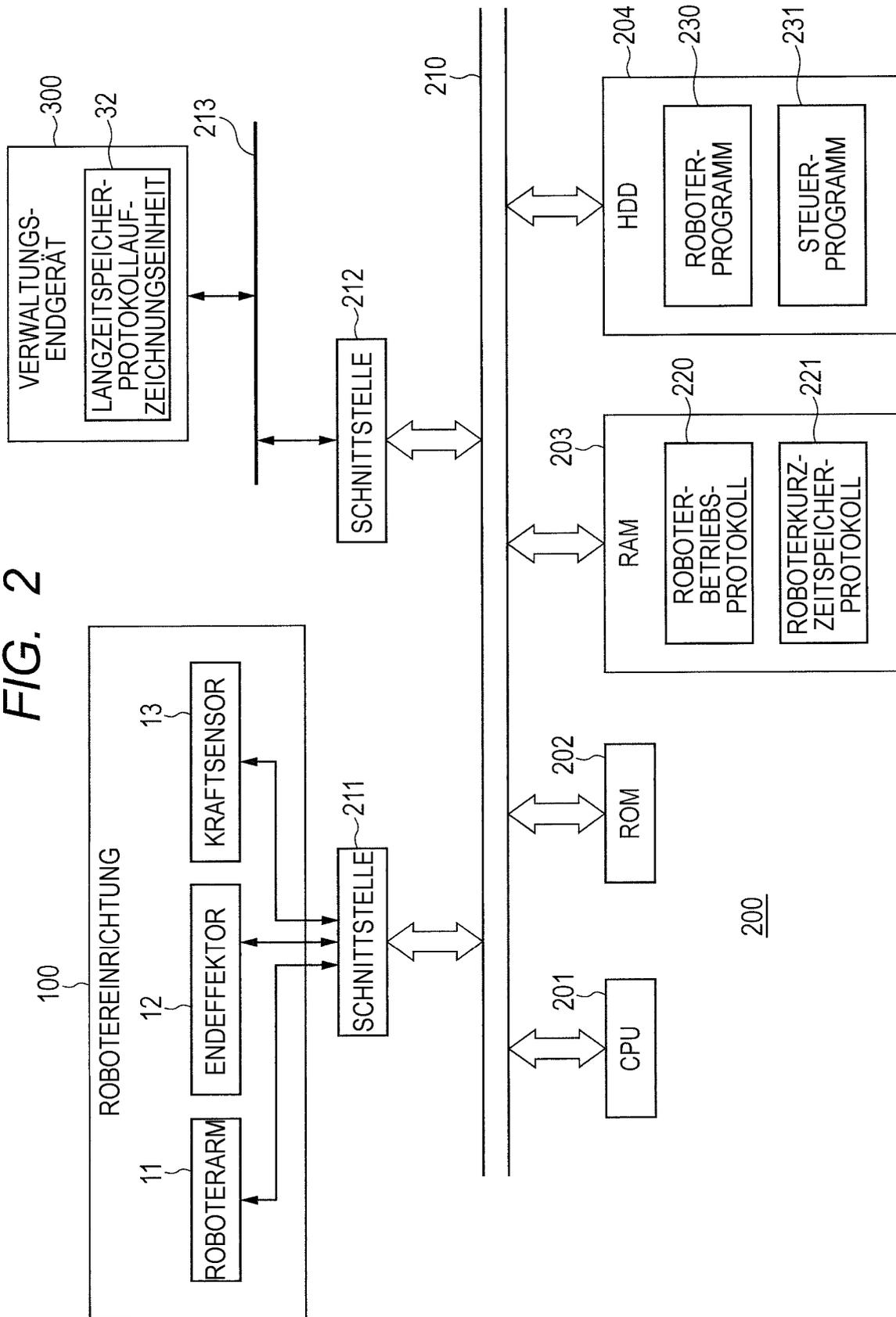


FIG. 3

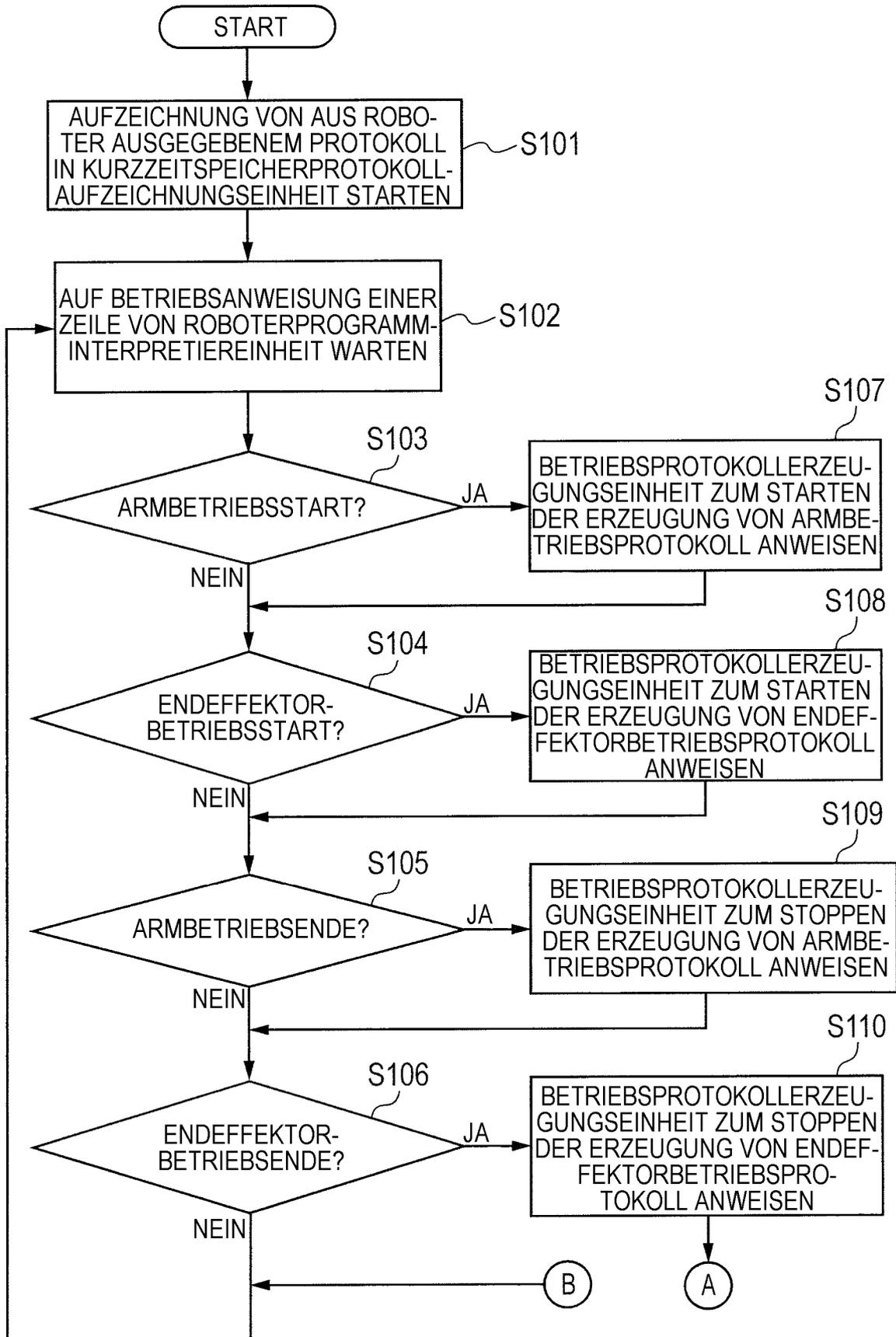


FIG. 4

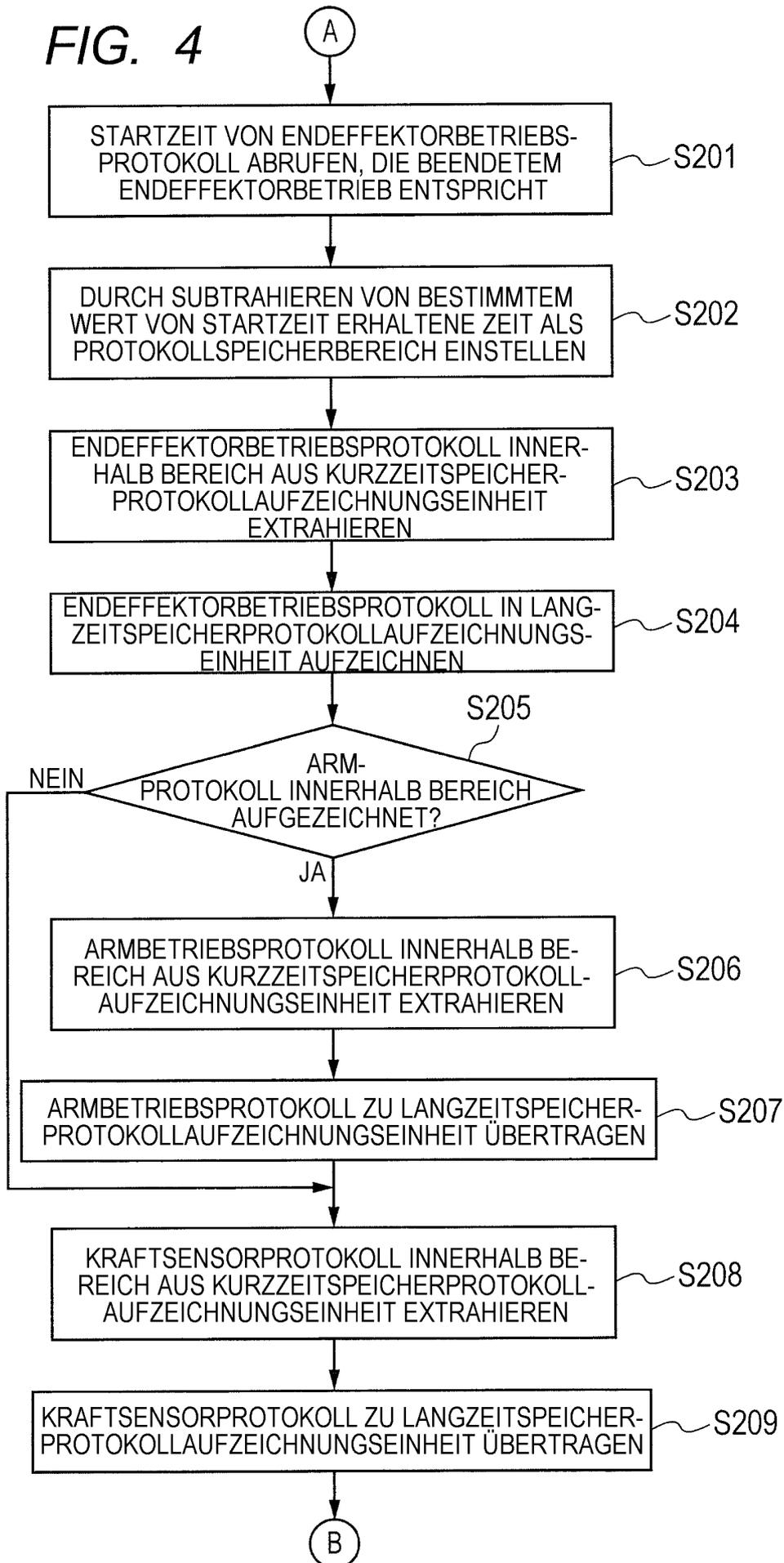


FIG. 5

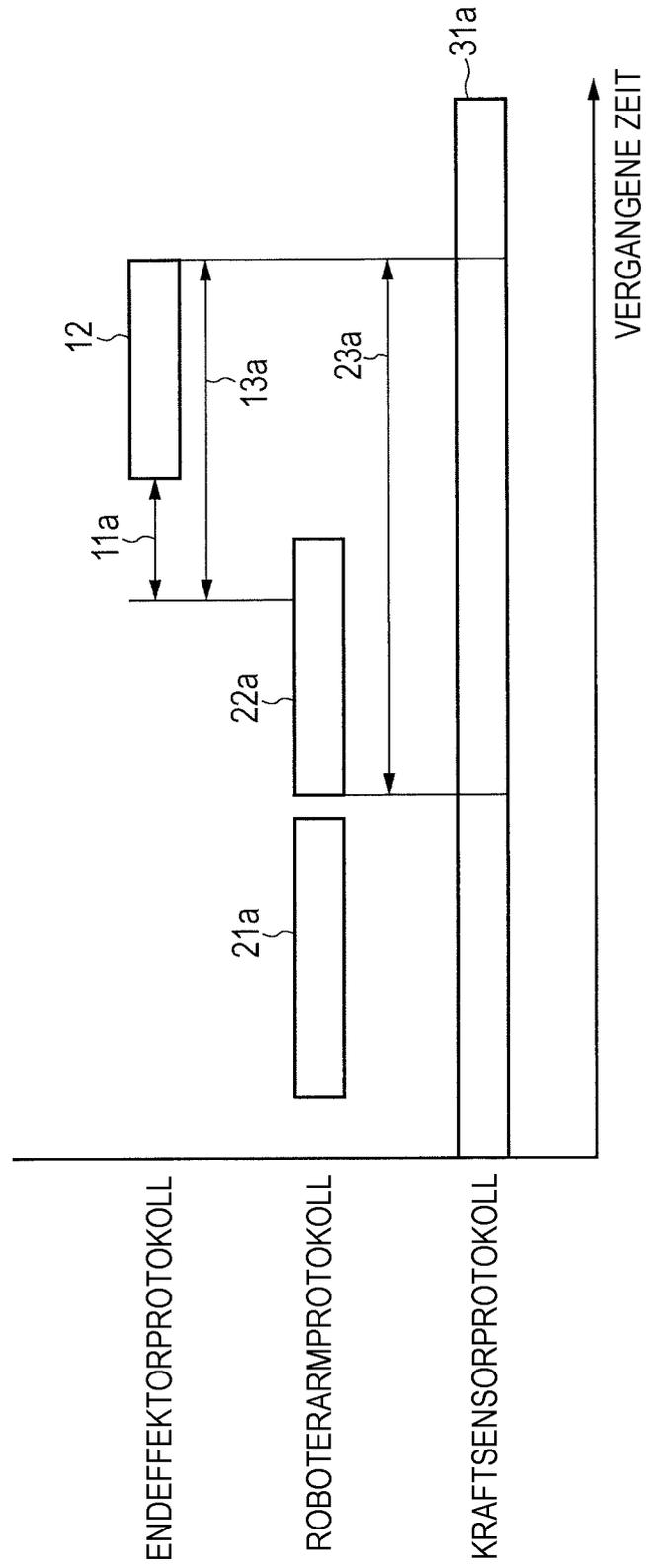


FIG. 6

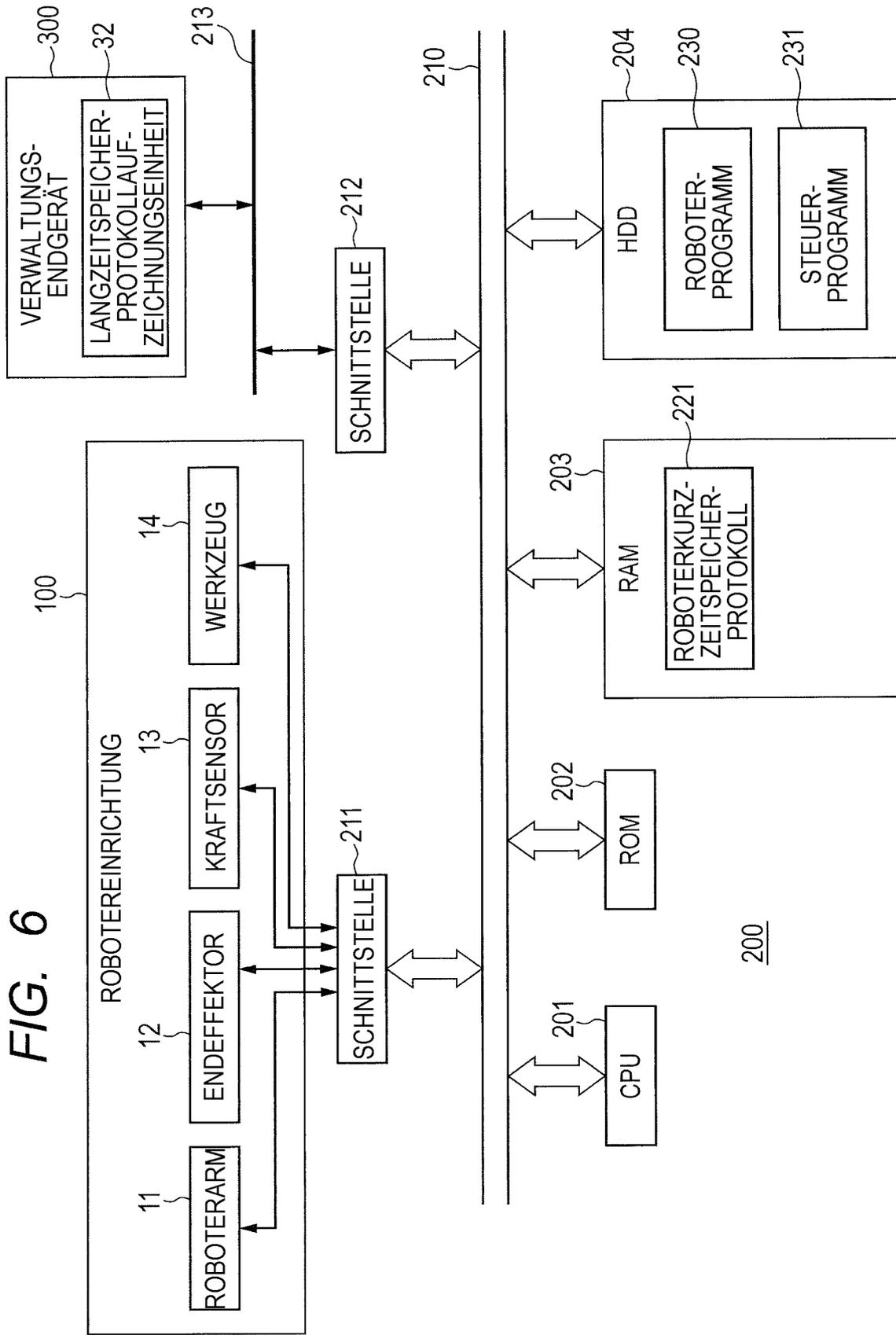


FIG. 7

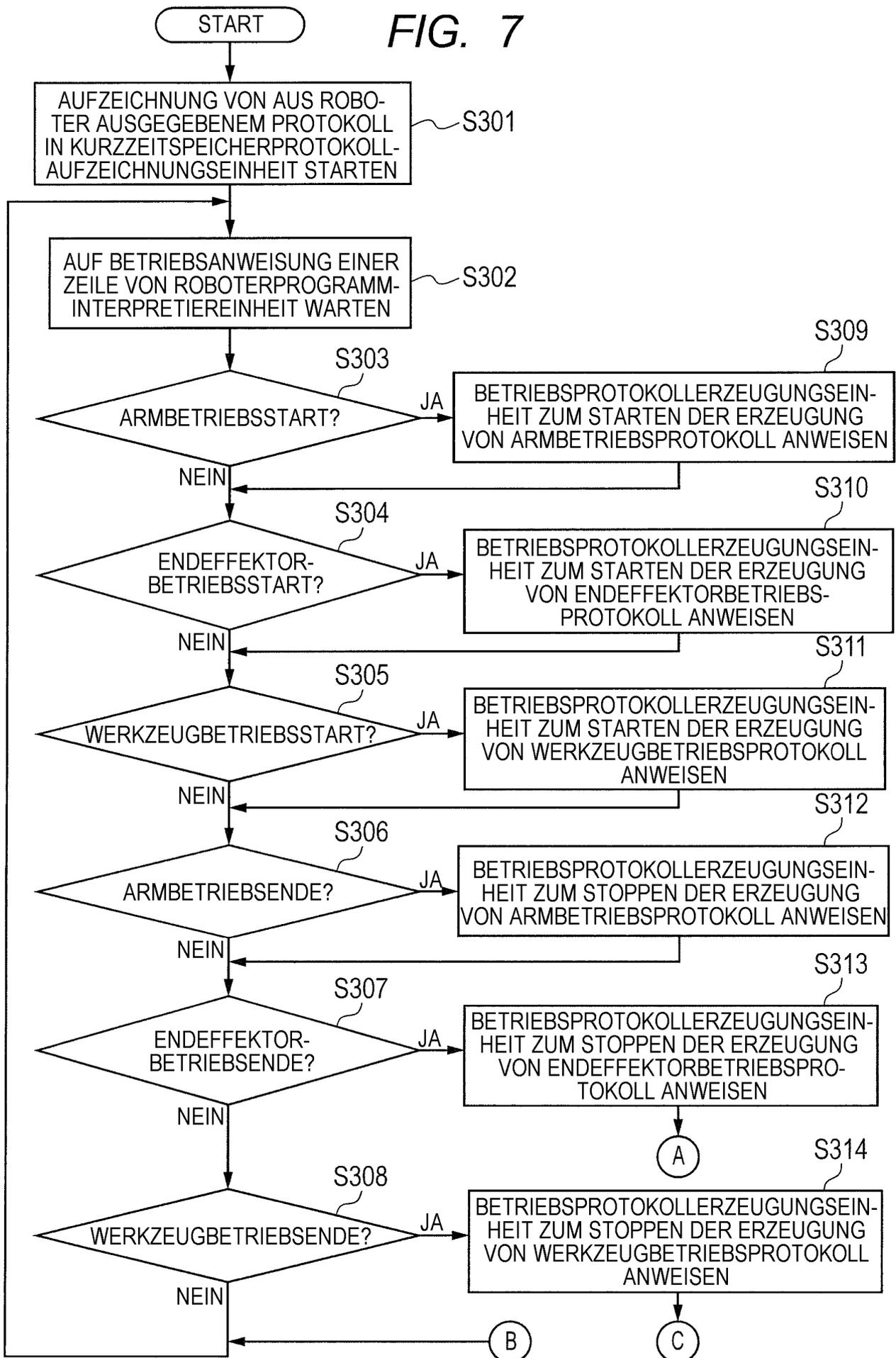


FIG. 8

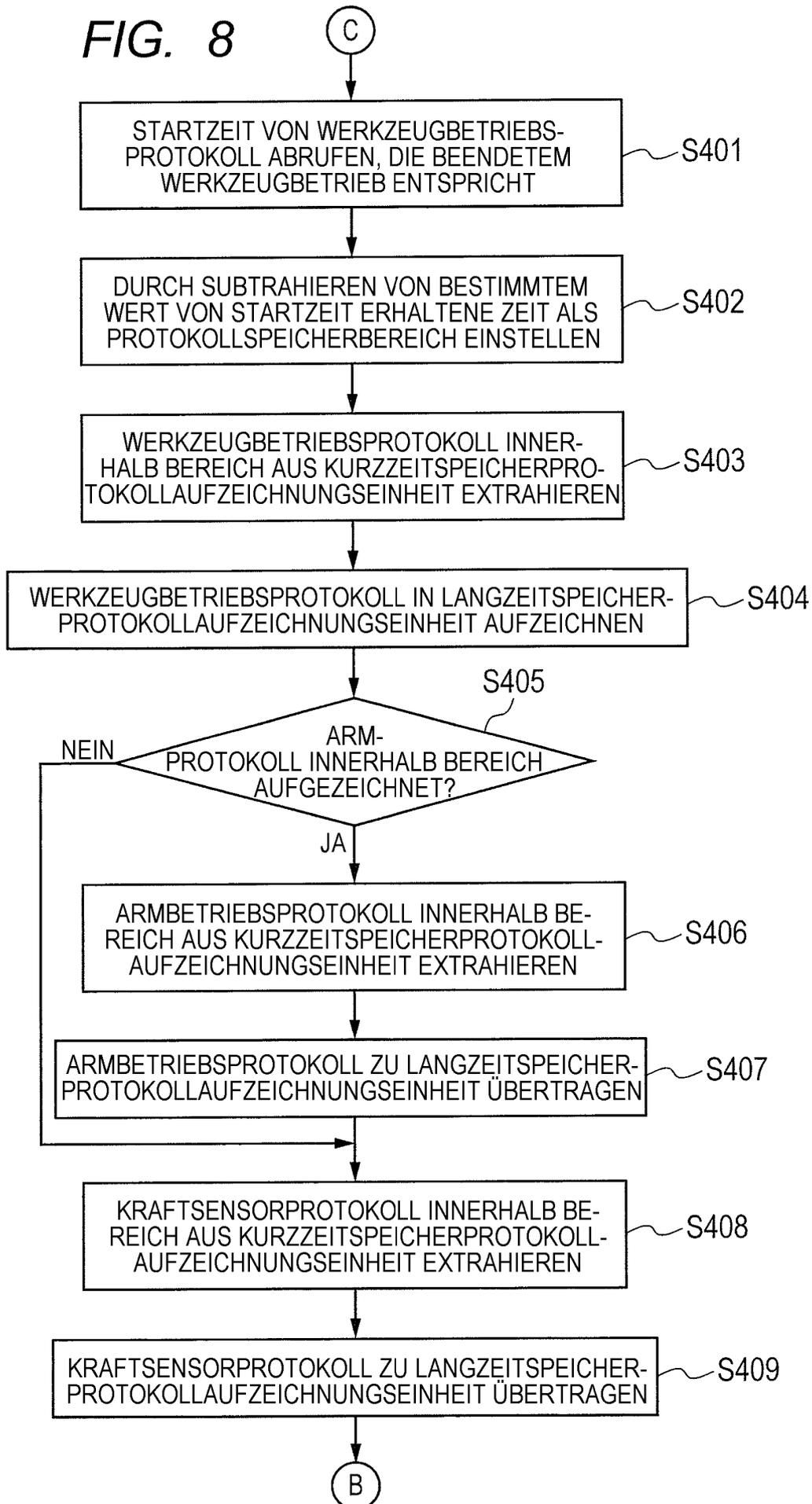
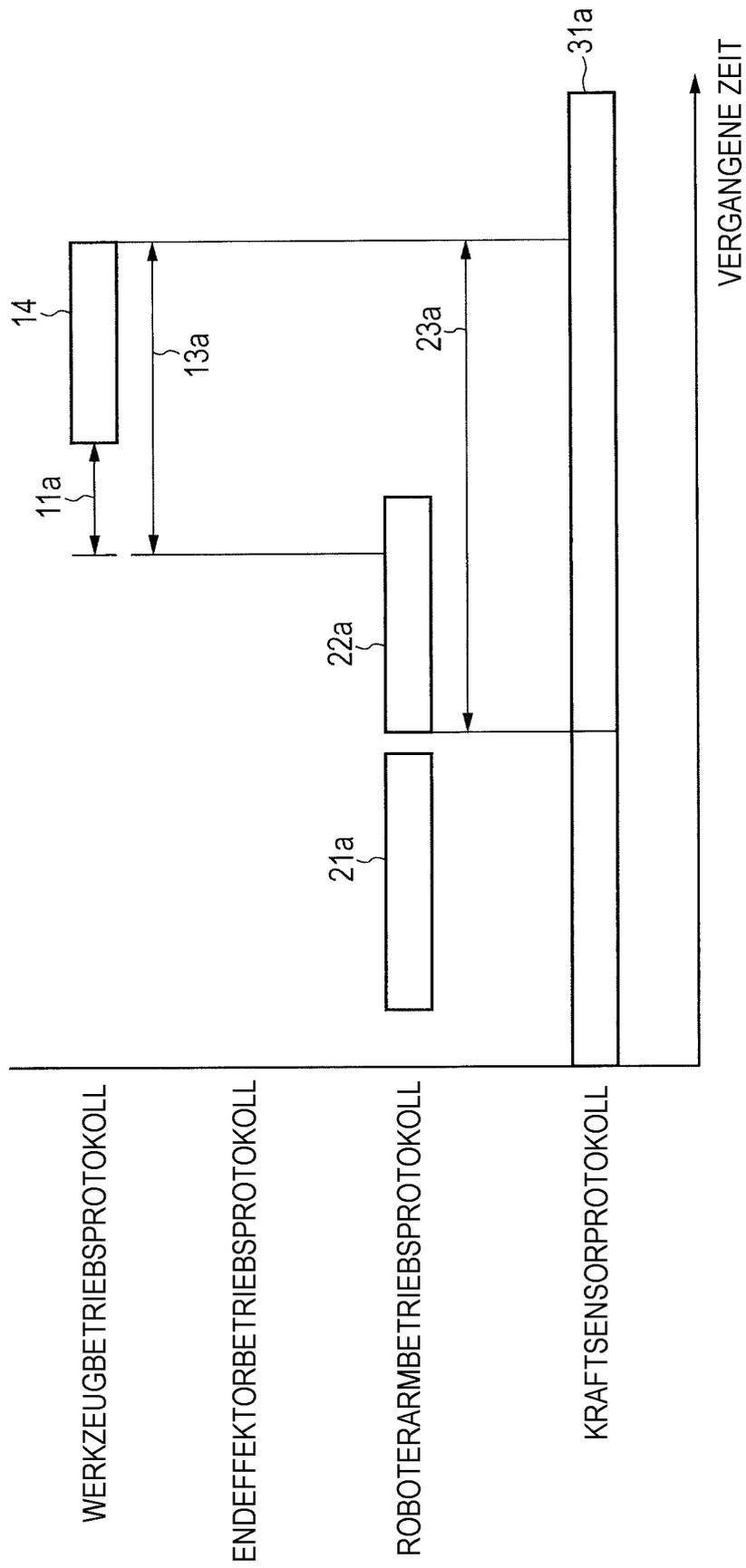


FIG. 9



ROBOTERARMBETRIEBSPROTOKOLL (ZEITACHSE)

DATUM	ZEIT	SOLLPOSITION [IMPULS]						AKTUELLE POSITION [IMPULS]																
		ERS- TE ACHSE	ZWEI- TE ACHSE	DRIT- TE ACHSE	VIER- TE ACHSE	FÜNF- TE ACHSE	SECHS- TE ACHSE	ERS- TE ACHSE	ZWEI- TE ACHSE	DRIT- TE ACHSE	VIER- TE ACHSE	FÜNF- TE ACHSE	SECHS- TE ACHSE											
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
2015/04/02	14:38:56.782917	1333886	-327509	948580	308912	500422	-533155	1333257	-329058	949239	309056	500978	-533498	1333647	-327023	948801	308991	500364	-533091	1333984	-325566	948019	500061	-532919
2015/04/02	14:38:56.793902	1333832	-326661	948081	308852	500002	-532955	1333647	-327023	948801	308991	500364	-533091	1333984	-325566	948019	500061	-532919	1333647	-327023	948801	308991	500364	-533091
2015/04/02	14:38:56.804932	1334236	-324672	947502	308781	499628	-532661	1333984	-325566	948019	500061	-532919	1333647	-327023	948801	308991	500364	-533091	1333984	-325566	948019	500061	-532919	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
		1001						1002						1003										

FIG. 10A

ENDEFFEKTORBETRIEBSPROTOKOLL (ZEITACHSE)

DATUM	ZEIT	SOLL- POSITION [IMPULS]	AKTUELLE POSITION [IMPULS]
2015/04/02	14:38:57.547801	111915	111915
2015/04/02	14:38:57.557913	111915	111915
2015/04/02	14:38:57.568488	111915	111915
...	...	...	...
		1001	
		1004	
		1005	

FIG. 10B

FIG. 11A

## KRAFTSENSORPROTOKOLL (ZEITACHSE)

DATUM	ZEIT	KRAFT [N]			DREHMOMENT [Nm]		
		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
...	...	...	...	...	...	...	...
2015/04/02	14:38:57.547801	1.16928711	-0.81294922	14.99125977	0.0056882813	0.0355886719	0.0221126953
2015/04/02	14:38:57.557913	1.46928711	-0.71294922	15.84125977	0.0076182813	0.02558889638	0.0261646221
2015/04/02	14:38:57.568488	1.56644531	-0.44145508	15.21628906	-0.0051679687	0.0557314453	0.0248431641
...	...	...	...	...	...	...	...
1001		1006			1007		

FIG. 11B

## WERKZEUGBETRIEBSPROTOKOLL (ZEITACHSE)

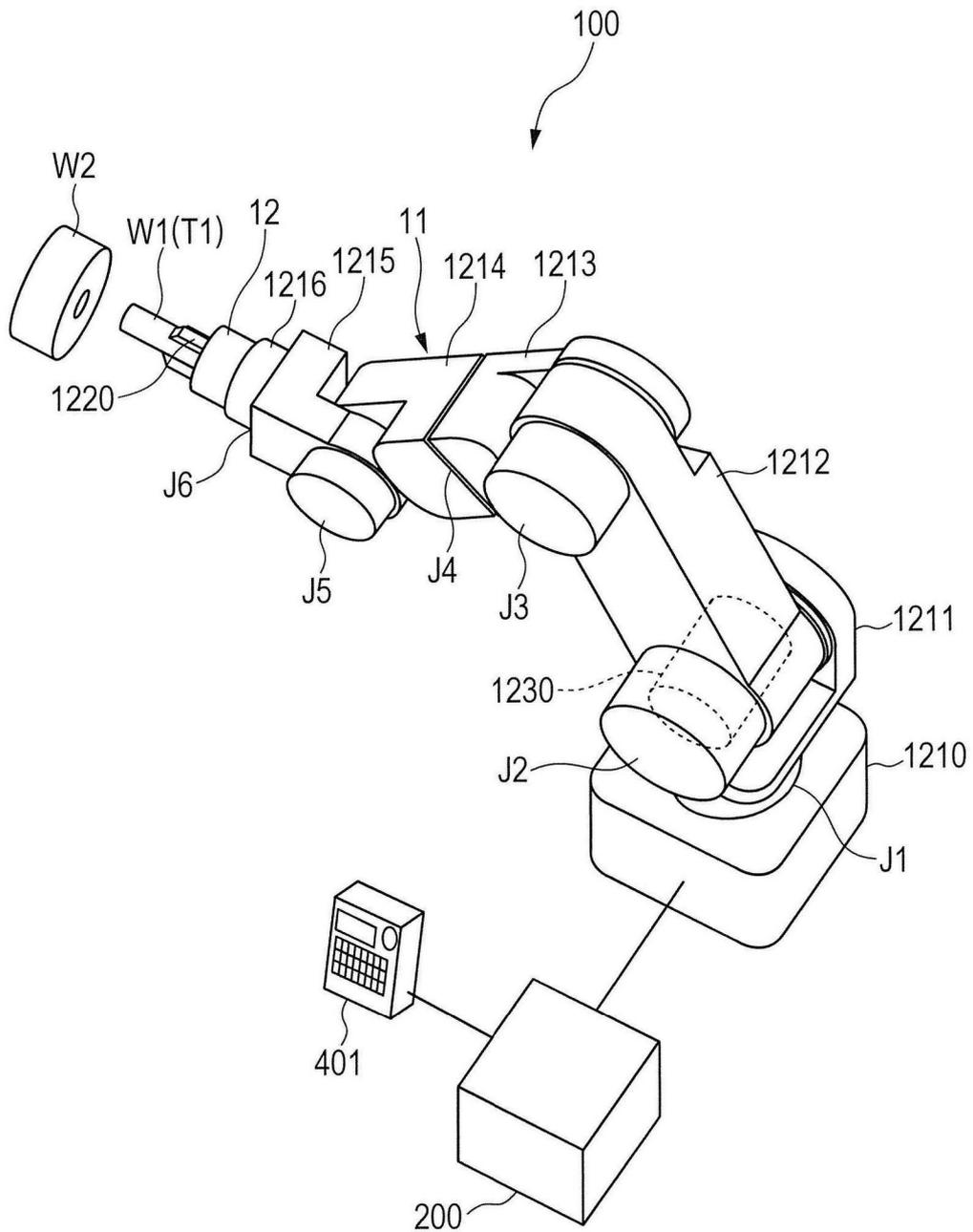
DATUM	ZEIT	SOLLPOSITION [IMPULS]		AKTUELLE POSITION [IMPULS]	
		ERSTE ACHSE	ERSTE ACHSE	ERSTE ACHSE	ERSTE ACHSE
2015/04/02	14:38:57.547801	16711	16711	15310	15310
2015/04/02	14:38:57.557913	16711	16711	15928	15928
2015/04/02	14:38:57.568488	16711	16711	16711	16711
...	...	...	...	...	...
1001		1008		1009	

**FIG. 12**

ROBOTEREREIGNISPROTOKOLL	
RE1	2015/04/02,14:38:56.018279 [SEND](ARM-MOVE) x = 62.180046 y = 317.535563 z = 261.853801 tX = -179.774824 tY = 29.833870 tZ = -90.574931
RE2	2015/04/02,14:38:56.818279 [RECV](ARM-MOVE) x = 62.180335 y = 317.535565 z = 261.853884 tX = -179.774783 tY = 29.833875 tZ = -90.574927 error = 0
RE3	2015/04/02,14:38:57.482912 [SEND](TOOL-MOVE) Force = 15.000000 Limit = 0.919000
RE4	2015/04/02,14:38:57.673911 [RECV](TOOL-MOVE) Pos = 2.363119 error = 0

1001  
1010  
1001  
1010  
1001  
1011  
1001  
1012

FIG. 13



**FIG. 14**

