



(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2022/196776**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2022 001 571.3**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2022/012421**
(86) PCT-Anmeldetag: **17.03.2022**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **22.09.2022**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **08.02.2024**

(51) Int Cl.: **E02F 3/43** (2006.01)
E02F 9/22 (2006.01)
E02F 9/26 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2021-044182 **17.03.2021** **JP**

(71) Anmelder:
Sumitomo Heavy Industries, Ltd., Tokyo, JP

(74) Vertreter:
**LOUIS PÖHLAU LOHRENTZ Patentanwälte
Partnerschaft mbB, 90409 Nürnberg, DE**

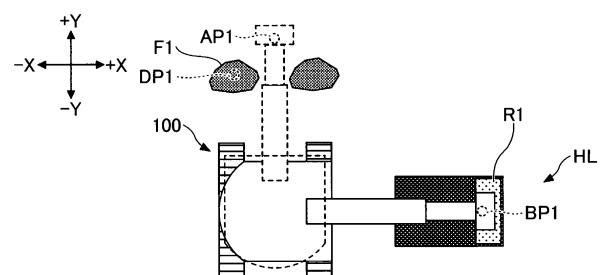
(72) Erfinder:
Wu, Chunnan, Yokosuka-shi, Kanagawa, JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **BAGGER**

(57) Zusammenfassung: Bagger (100) umfassend einen unteren Fahrkörper (1); einen oberen Drehkörper (3), der drehbar an dem unteren Fahrkörper (1) angebracht ist; und eine Steuerung (30), die in dem oberen Drehkörper (3) angeordnet ist, wobei die Steuerung (30) konfiguriert ist, eine Position, die einem Verfüllvorgang unterzogen wird, zu erkennen, und eine Zielposition in Bezug auf den Verfüllvorgang zu erzeugen.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf einen Bagger.

HINTERGRUNDTECHNIK

[0002] Im Stand der Technik ist bekannt, dass Hydraulikbagger in der Regel mit einem teilautonomen Aushubsteuersystem ausgestattet sind (siehe Patentedokument 1). Das Aushubsteuersystem ist konfiguriert, einen autonomen Auslegerhebe-Drehvorgang durchzuführen, wenn eine vorbestimmte Bedingung erfüllt ist.

VERWANDTER STAND DER TECHNIK

PATENT DOKUMENT

[0003] Patentedokument 1: Japanische Übersetzung von internationaler PCT-Anmeldung, Publikationsnummer JP-T-2011-514456

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

DURCH DIE ERFINDUNG ZU LÖSENDE PROBLEME

[0004] Das vorstehend beschriebene Aushubsteuersystem ist jedoch nicht konfiguriert, um einen autonomen Verfüllvorgang durchzuführen. Dementsprechend kann das vorstehend beschriebene Aushubsteuersystem versagen, die Effizienz des Verfüllvorgangs zu verbessern.

[0005] Daher ist es wünschenswert, einen Bagger bereitzustellen, der die Effizienz des Verfüllvorgangs erhöht.

MITTEL ZUR LÖSUNG DER PROBLEME

[0006] Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst ein Bagger einen unteren Fahrkörper; einen oberen Drehkörper, der drehbar an dem unteren Fahrkörper montiert ist; und eine Steuervorrichtung, die in dem oberen Drehkörper angeordnet ist, wobei die Steuervorrichtung konfiguriert ist, eine Position zu erkennen, die einem Verfüllvorgang unterzogen wird, und eine Zielposition in Bezug auf den Verfüllvorgang zu erzeugen.

WIRKUNGEN DER ERFINDUNG

[0007] Gemäß der vorstehenden Ausführungsform kann eine Technik vorgesehen werden, die die Effizienz des Verfüllvorgangs erhöht.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[Fig. 1A] **Fig. 1A** ist eine Seitenansicht, die einen Bagger gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt.

[Fig. 1B] **Fig. 1B** ist eine Draufsicht, die den Bagger gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt.

[Fig. 2] **Fig. 2** ist ein Diagramm, das ein Beispiel für eine Konfiguration eines an einem Bagger montierten Hydrauliksystems darstellt.

[Fig. 3A] **Fig. 3A** ist ein Diagramm, das einen Teil des Hydrauliksystems in Bezug auf eine Betätigung eines Armzylinders darstellt.

[Fig. 3B] **Fig. 3B** ist ein Diagramm, das einen Teil des Hydrauliksystems in Bezug auf eine Betätigung eines Drehhydraulikmotors darstellt.

[Fig. 3C] **Fig. 3C** ist ein Diagramm, das einen Teil des Hydrauliksystems in Bezug auf eine Betätigung eines Auslegerzylinders darstellt.

[Fig. 3D] **Fig. 3D** ist ein Diagramm, das einen Teil des Hydrauliksystems in Bezug auf eine Betätigung eines Schaufelzylinders darstellt.

[Fig. 4] **Fig. 4** ist ein Funktionsblockdiagramm, das eine Steuerung darstellt.

[Fig. 5] **Fig. 5** ist ein Blockdiagramm, das eine autonome Steuerfunktion darstellt.

[Fig. 6] **Fig. 6** ist ein Blockdiagramm, das eine autonome Steuerfunktion darstellt.

[Fig. 7A] **Fig. 7A** ist eine Draufsicht, die den Bagger bei Durchführung eines Verfüllvorgangs darstellt.

[Fig. 7B] **Fig. 7B** ist eine Draufsicht, die den Bagger bei Durchführung eines Verfüllvorgangs darstellt.

[Fig. 7C] **Fig. 7C** ist eine Draufsicht, die den Bagger bei Durchführung eines Verfüllvorgangs darstellt.

[Fig. 8A] **Fig. 8A** ist eine Querschnittsansicht, die ein Loch darstellt, das einem Verfüllvorgang unterzogen wird.

[Fig. 8B] **Fig. 8B** ist eine Querschnittsansicht, die das Loch zeigt, das einem Verfüllvorgang unterzogen wird.

[Fig. 8C] **Fig. 8C** ist eine Querschnittsansicht, die das Loch darstellt, das einem Verfüllvorgang unterzogen wird.

[Fig. 9A] **Fig. 9A** ist eine Querschnittsansicht, die das verfüllte Loch darstellt.

[Fig. 9B] **Fig. 9B** ist eine Querschnittsansicht, die das verfüllte Loch darstellt.

[Fig. 10A] Fig. 10A ist eine Draufsicht, die den Bagger beim Durchführen eines weiteren Verfüllvorgangs darstellt.

[Fig. 10B] Fig. 10B ist eine Querschnittsansicht, die ein Loch darstellt, das einem weiteren Verfüllvorgang unterzogen wird.

[Fig. 11] Fig. 11 ist eine Draufsicht, die den Bagger beim Durchführen eines noch weiteren Verfüllvorgangs darstellt.

[Fig. 12A] Fig. 12A ist eine Querschnittsansicht eines Lochs, das einem noch weiteren Verfüllvorgang unterzogen wird.

[Fig. 12B] Fig. 12B ist eine Querschnittsansicht, die das Loch darstellt, das einem noch weiteren Verfüllvorgang unterzogen wird.

[Fig. 12C] Fig. 12C ist eine Querschnittsansicht, die das Loch darstellt, das einem noch weiteren Verfüllvorgang unterzogen wird.

AUSFÜHRUNGSFORM DER ERFINDUNG

[0008] Zunächst wird ein Bagger 100 als ein Bagger gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit Bezug auf Fig. 1A und Fig. 1B beschrieben. Fig. 1A ist eine Seitenansicht, die den Bagger 100 darstellt, und Fig. 1B ist eine Draufsicht, die den Bagger 100 darstellt.

[0009] Bei der vorliegenden Ausführungsform umfasst ein unterer Fahrkörper 1 des Baggers 100 eine Raupe 1C. Die Raupe 1C wird von einem Fahrhydraulikmotor 2M angetrieben, der an dem unteren Fahrkörper 1 montiert ist. Insbesondere umfasst die Raupe 1C eine linke Raupe 1CL und eine rechte Raupe 1CR. Die linke Raupe 1CL wird von einem linken Fahrhydraulikmotor 2ML angetrieben, und die rechte Raupe 1CR wird von einem rechten Fahrhydraulikmotor 2MR angetrieben.

[0010] Ein oberer Drehkörper 3 ist an dem unteren Fahrkörper 1 so montiert, dass er durch einen Drehmechanismus 2 gedreht werden kann. Der Drehmechanismus 2 wird von einem Drehhydraulikmotor 2A angetrieben, der an dem oberen Drehkörper 3 montiert ist. Der Drehhydraulikmotor 2A kann jedoch auch ein elektrischer Drehgenerator als ein elektrischer Aktuator sein.

[0011] An dem oberen Drehkörper 3 ist ein Ausleger 4 angebracht. An der Spitze des Auslegers 4 ist ein Arm 5 angebracht, und an der Spitze des Arms 5 ist eine Schaufel 6 als ein Endansatzstück angebracht. Der Ausleger 4, der Arm 5 und die Schaufel 6 bilden ein Aushubansatzstück AT, das ein Beispiel für ein Ansatzstück ist. Der Ausleger 4 wird von einem Auslegerzylinder 7, der Arm 5 von einem Armzylinder 8 und die Schaufel 6 von einem Schaufelzylinder 9 angetrieben.

[0012] Der Ausleger 4 ist in Bezug auf den oberen Drehkörper 3 auf eine vertikal drehbare Weise gelagert. An dem Ausleger 4 ist ein Auslegerwinkelsensor S1 angebracht. Der Auslegerwinkelsensor S1 kann einen Auslegerwinkel β_1 detektieren, bei dem es sich um einen Drehwinkel des Auslegers 4 handelt. Der Auslegerwinkel β_1 ist zum Beispiel ein Anstiegswinkel gegenüber einem Zustand, in dem der Ausleger 4 am weitesten abgesenkt ist. Daher ist der Auslegerwinkel β_1 maximal, wenn der Ausleger 4 am weitesten angehoben ist.

[0013] Der Arm 5 ist in Bezug auf den Ausleger 4 drehbar gelagert. An dem Arm 5 ist ein Armwinkelsensor S2 angebracht. Der Armwinkelsensor S2 kann einen Armwinkel β_2 detektieren, der ein Drehwinkel des Arms 5 ist. Der Armwinkel β_2 ist zum Beispiel ein Öffnungswinkel gegenüber dem Zustand, in dem der Arm 5 am weitesten geschlossen ist. Daher ist der Armwinkel β_2 maximal, wenn der Arm 5 am weitesten geöffnet ist.

[0014] Die Schaufel 6 ist in Bezug auf den Arm 5 drehbar gelagert. Ein Schaufelwinkelsensor S3 ist an der Schaufel 6 angebracht. Der Schaufelwinkelsensor S3 kann einen Schaufelwinkel β_3 detektieren, der ein Drehwinkel der Schaufel 6 ist. Der Schaufelwinkel β_3 ist ein Öffnungswinkel gegenüber dem Zustand, in dem die Schaufel 6 am weitesten geschlossen ist. Daher ist der Schaufelwinkel β_3 maximal, wenn die Schaufel 6 am weitesten geöffnet ist.

[0015] Bei der in Fig. 1A und Fig. 1B dargestellten Ausführungsform umfassen der Auslegerwinkelsensor S1, der Armwinkelsensor S2 und der Schaufelwinkelsensor S3 jeweils eine Kombination aus einem Beschleunigungssensor und einem Kreisel-sensor. Der Auslegerwinkelsensor S1, der Armwinkelsensor S2 und der Schaufelwinkelsensor S3 können jedoch jeweils so konfiguriert sein, dass sie nur einen Beschleunigungssensor enthalten. Der Auslegerwinkelsensor S1 kann ein an dem Auslegerzylinder 7 angebrachter Hubsensor sein, oder kann ein Drehgeber, ein Potentiometer oder ein Trägheitsmessgerät sein. Das Gleiche gilt für den Armwinkelsensor S2 und den Schaufelwinkelsensor S3.

[0016] Der obere Drehkörper 3 ist mit einer Kabine 10 als eine Fahrerkabine ausgestattet, und eine oder mehrere Energiequellen sind an dem oberen Drehkörper 3 montiert. Bei der vorliegenden Ausführungsform ist der obere Drehkörper 3 mit einem Motor 11 als eine Energiequelle ausgestattet. Der obere Drehkörper 3 ist mit einer Objektdetektionsvorrichtung 70, einer Bildgebungsvorrichtung 80, einem Körperneigungssensor S4, einem Drehwinkelgeschwindigkeitssensor S5 und dergleichen ausgestattet. Im Inneren der Kabine 10 befinden sich eine Betätigungsvorrichtung 26, eine Steuerung 30, eine Anzei-

gevorrichtung D1 und eine Tonausgabevorrichtung D2. Bei dieser Beschreibung wird der Einfachheit halber die Seite, an der das Aushubansatzstück AT angebracht ist, als eine Vorderseite und die Seite, an der ein Gegengewicht angebracht ist, wird als eine Rückseite bezeichnet.

[0017] Die Objektdetektionsvorrichtung 70 ist konfiguriert, ein Objekt zu detektieren, das sich um den Bagger 100 herum befindet. Bei dem Objekt kann es sich zum Beispiel um eine Person, ein Tier, ein Fahrzeug, eine Baumaschine, ein Bauwerk, eine Wand, einen Zaun oder ein Loch handeln. Die Objektdetektionsvorrichtung 70 kann beispielsweise ein Ultraschallsensor, ein Millimeterwellenradar, eine Stereokamera, ein LIDAR, ein Entfernungsbildsensor oder ein Infrarotsensor sein. Bei der vorliegenden Ausführungsform umfasst die Objektdetektionsvorrichtung 70 einen vorderen Sensor 70F, der an einem vorderen Ende einer oberen Fläche der Kabine 10 angebracht ist, einen hinteren Sensor 70B, der an einem hinteren Ende einer oberen Fläche des oberen Drehkörpers 3 angebracht ist, einen linken Sensor 70L, der an einem linken Ende der oberen Fläche des oberen Drehkörpers 3 angebracht ist, und einen rechten Sensor 70R, der an einem rechten Ende der oberen Fläche des oberen Drehkörpers 3 angebracht ist. Jeder Sensor umfasst ein LIDAR.

[0018] Die Objektdetektionsvorrichtung 70 kann unabhängig von dem Bagger 100 sein. In diesem Fall kann die Steuerung 30 ein Bild einer Baustelle um den Bagger herum erfassen, das von der Objektdetektionsvorrichtung 70 über eine Kommunikationsvorrichtung ausgegeben wird. Insbesondere kann die Objektdetektionsvorrichtung 70 an einem Multi-Kopter für Luftaufnahmen befestigt sein oder kann an einem Stahlurm, einem Strommast oder dergleichen befestigt sein, der an der Baustelle installiert ist. Dann kann die Steuerung 30 basierend auf dem von oben aufgenommenen Bild Informationen über der Baustelle erfassen.

[0019] Die Objektdetektionsvorrichtung 70 kann konfiguriert sein, ein vorbestimmtes Objekt innerhalb eines vorbestimmten Bereichs um den Bagger 100 herum zu detektieren. Das heißt, die Objektdetektionsvorrichtung 70 kann konfiguriert sein, die Art des Objekts zu identifizieren. Beispielsweise kann die Objektdetektionsvorrichtung 70 konfiguriert sein, zwischen einer Person und einem anderen Objekt als der Person zu unterscheiden (Muldenkipper, Versorgungsmasten, Zäune, Löcher oder Landformen wie Sedimenthaufen usw.). Die Objektdetektionsvorrichtung 70 kann konfiguriert sein, einen Abstand zwischen der Objektdetektionsvorrichtung 70 oder dem Bagger 100 und einem erkannten Objekt zu berechnen. Wenn es sich bei dem zu erkennenden Objekt somit um eine Landform handelt, kann die

Objektdetektionsvorrichtung 70 einen Abstand von der Objektdetektionsvorrichtung 70 oder dem Bagger 100 zu jeder Messposition der zu messenden Landform erkennen und kann auch eine unebene Form der zu messenden Landform erkennen. Wenn ein Loch in der zu messenden Landform vorhanden ist, kann die Objektdetektionsvorrichtung 70 auch eine Form (Fläche, Tiefe usw.) und eine Position des Lochs erkennen.

[0020] Die Bildaufnahmevorrichtung 80 ist konfiguriert, einen Bereich um den Bagger 100 herum abzubilden. Bei der vorliegenden Ausführungsform umfasst die Bildgebungsvorrichtung 80 eine hintere Kamera 80B, die an dem oberen hinteren Ende des oberen Drehkörpers 3 angebracht ist, eine vordere Kamera 80F, die an dem oberen vorderen Ende der Kabine 10 angebracht ist, eine linke Kamera 80L, die an dem oberen linken Ende des oberen Drehkörpers 3 angebracht ist, und eine rechte Kamera 80R, die an dem oberen rechten Ende des oberen Drehkörpers 3 angebracht ist.

[0021] Die hintere Kamera 80B ist neben dem hinteren Sensor 70B angeordnet, die vordere Kamera 80F ist neben dem vorderen Sensor 70F angeordnet, die linke Kamera 80L ist neben dem linken Sensor 70L angeordnet, und die rechte Kamera 80R ist neben dem rechten Sensor 70R angeordnet.

[0022] Das von der Bildgebungsvorrichtung 80 aufgenommene Bild wird auf der Anzeigevorrichtung D1 angezeigt. Die Bildgebungsvorrichtung 80 kann konfiguriert sein, ein Blickpunktumwandlungsbild, wie beispielsweise ein Bild der Überkopfansicht, auf der Anzeigevorrichtung D1 anzuzeigen. Das Bild der Überkopfansicht wird erzeugt, indem Bilder kombiniert werden, die zum Beispiel von der hinteren Kamera 80B, der linken Kamera 80L und der rechten Kamera 80R ausgegeben werden.

[0023] Die Bildgebungsvorrichtung 80 kann als die Objektdetektionsvorrichtung 70 verwendet werden. In diesem Fall kann die Objektdetektionsvorrichtung 70 weggelassen werden.

[0024] Der Körperneigungssensor S4 ist konfiguriert, eine Neigung des oberen Drehkörpers 3 in Bezug auf eine vorbestimmte Ebene zu detektieren. Bei der vorliegenden Ausführungsform ist der Körperneigungssensor S4 ein Beschleunigungssensor, der konfiguriert ist, einen Neigungswinkel des oberen Drehkörpers 3 um die Längsachse und einen Neigungswinkel um die Querachse in Bezug auf eine virtuelle horizontale Ebene zu detektieren. Die Längsachse (vorne-hinten) und die Querachse (links-rechts) des oberen Drehkörpers 3 sind beispielsweise orthogonal zueinander und gehen durch den Mittelpunkt des Baggers, der ein Punkt auf der Drehachse des Baggers 100 ist.

[0025] Der Drehwinkelgeschwindigkeitssensor S5 ist konfiguriert, die Drehwinkelgeschwindigkeit des oberen Drehkörpers 3 zu detektieren. Bei der vorliegenden Ausführungsform ist der Drehwinkelgeschwindigkeitssensor S5 ein Kreiselsensor. Der Drehwinkelgeschwindigkeitssensor S5 kann ein Resolver oder ein Drehgeber sein. Der Drehwinkelgeschwindigkeitssensor S5 kann Drehgeschwindigkeit detektieren. Die Drehgeschwindigkeit kann aus der Drehwinkelgeschwindigkeit berechnet werden.

[0026] Im Folgenden werden der Auslegerwinkelsensor S1, der Armwinkelsensor S2, der Schaufelwinkelsensor S3, der Körperneigungssensor S4 und der Drehwinkelgeschwindigkeitssensor S5 jeweils auch als eine Stellungsdetektionsvorrichtung bezeichnet.

[0027] Die Anzeigevorrichtung D1 ist eine Vorrichtung zur Anzeige von Informationen. Die Tonausgabevorrichtung D2 ist eine Vorrichtung zur Ausgabe von Ton. Die Betätigungsvorrichtung 26 ist eine Vorrichtung, die von einem Bediener zur Betätigung eines Aktuators verwendet wird.

[0028] Die Steuerung 30 ist eine Steuervorrichtung, die zur Steuerung des Baggers 100 konfiguriert ist. Bei der vorliegenden Ausführungsform umfasst die Steuerung 30 einen Computer mit einer CPU, einer flüchtigen Speichervorrichtung, einer nichtflüchtigen Speichervorrichtung und dergleichen. Die Steuerung 30 liest ein jeder Funktion entsprechendes Programm aus der nichtflüchtigen Speichervorrichtung, lädt das Programm in die flüchtige Speichervorrichtung und veranlasst die CPU, einen entsprechenden Prozess auszuführen. Jede Funktion umfasst zum Beispiel eine Maschinenführungsfunktion, die eine manuelle Betätigung des Baggers 100 durch den Bediener anleitet, und eine Maschinensteuerfunktion, die die manuelle Betätigung des Baggers 100 durch den Bediener automatisch unterstützt.

[0029] Als Nächstes wird ein Beispiel für eine Konfiguration eines an dem Bagger 100 montierten Hydrauliksystems unter Bezugnahme auf **Fig. 2** beschrieben. **Fig. 2** ist ein Diagramm, das ein Beispiel für die Konfiguration eines an dem Bagger 100 montierten Hydrauliksystems darstellt. **Fig. 2** stellt eine mechanische Kraftübertragungsleitung dar, eine Hydraulikfluidleitung, eine Vorsteuerleitung und eine elektrische Steuerleitung durch doppelte, durchgezogene, gestrichelte bzw. gepunktete Linien.

[0030] Das Hydrauliksystem des Baggers 100 umfasst im Wesentlichen einen Motor 11, einen Regler 13, eine Hauptpumpe 14, eine Vorsteuerpumpe 15, eine Steuerventileinheit 17, eine Betätigungsvorrichtung 26, einen Abgabedrucksensor 28, einen Betätigungsdrucksensor 29, eine Steuerung 30 und dergleichen.

[0031] In **Fig. 2** zirkuliert das Hydrauliksystem ein Hydraulikfluid von der von dem Motor 11 angetriebenen Hauptpumpe 14 durch einen mittleren Bypassleitungs kanal 40 oder einen parallelen Leitungskanal 42 zu einem Hydraulikfluidtank.

[0032] Der Motor 11 ist eine Antriebsquelle für den Bagger 100. Bei der vorliegenden Ausführungsform ist der Motor 11 beispielsweise ein Dieselmotor, der betrieben wird, um eine vorbestimmte Drehgeschwindigkeit beizubehalten. Eine Ausgabewelle des Motors 11 ist mit den jeweiligen Eingabewellen der Hauptpumpe 14 und der Vorsteuerpumpe 15 verbunden.

[0033] Die Hauptpumpe 14 ist konfiguriert, der Steuerventileinheit 17 via die Hydraulikleitung Hydraulikfluid zuzuführen. Bei der vorliegenden Ausführungsform ist die Hauptpumpe 14 eine Taumelscheiben-Hydraulikpumpe mit variabler Verdrängung.

[0034] Der Regler 13 ist konfiguriert, eine Abgabemenge (Push-Off-Volumen Volumen) der Hauptpumpe 14 zu steuern. Bei der vorliegenden Ausführungsform steuert der Regler 13 in Reaktion auf eine Steueranweisung von der Steuerung 30 die Abgabemenge (Push-Off-Volumen Volumen) der Hauptpumpe 14 durch Einstellen eines Taumelscheiben-Neigungswinkels der Hauptpumpe 14.

[0035] Die Vorsteuerpumpe 15 ist konfiguriert, via eine Vorsteuerleitung Hydraulikfluid an die hydraulische Steuervorrichtung, die die Betätigungsvorrichtung 26 enthält, zuzuführen. Bei der vorliegenden Ausführungsform ist die Vorsteuerpumpe 15 eine Hydraulikpumpe mit fester Verdrängung. Die Vorsteuerpumpe 15 kann jedoch auch weggelassen werden. In diesem Fall kann die Funktion der Vorsteuerpumpe 15 von der Hauptpumpe 14 übernommen werden. Das heißt, die Hauptpumpe 14 kann neben einer Funktion von Zufuhr von Hydraulikfluid zu der Steuerventileinheit 17 auch eine Funktion von Zufuhr von Hydraulikfluid zu der Betätigungsvorrichtung 26 oder dergleichen aufweisen, nachdem der Druck des Hydraulikfluids durch eine Drossel oder dergleichen gesenkt wurde.

[0036] Die Steuerventileinheit 17 ist konfiguriert, einen Strom von Hydraulikfluid in dem Hydrauliksystem zu steuern. Bei der vorliegenden Ausführungsform umfasst die Steuerventileinheit 17 Steuerventile 171 bis 176. Das Steuerventil 175 umfasst ein Steuerventil 175L und ein Steuerventil 175R, und das Steuerventil 176 umfasst ein Steuerventil 176L und ein Steuerventil 176R. Die Steuerventileinheit 17 kann das von der Hauptpumpe 14 abgegebene Hydraulikfluid über die Steuerventile 171 bis 176 selektiv einem oder mehreren hydraulischen Aktuatoren zuführen. Die Steuerventile 171 bis 176 steuern Strömungsraten des von der Hauptpumpe

14 zu den hydraulischen Aktuatoren strömenden Hydraulikfluids und Strömungsraten des von den hydraulischen Aktuatoren zu dem Hydraulikfluidtank strömenden Hydraulikfluids. Die hydraulischen Aktuatoren umfassen einen Auslegerzylinder 7, einen Armzylinder 8, einen Schaufelzylinder 9, einen linken Fahrhydraulikmotor 2ML, einen rechten Fahrhydraulikmotor 2MR und einen Drehhydraulikmotor 2A.

[0037] Die Betätigungsverrichtung 26 ist eine Vorrichtung, die von einem Bediener zur Betätigung eines Aktuators verwendet wird. Der Aktuator umfasst mindestens einen von einem hydraulischen Aktuator und einem elektrischen Aktuator. Bei der vorliegenden Ausführungsform führt die Betätigungsverrichtung 26 einem Vorsteueranschluss des entsprechenden Steuerventils in der Steuerventileinheit 17 via die Vorsteuerleitung von der Vorsteuerpumpe 15 abgegebenes Hydraulikfluid zu. Der Druck des Hydraulikfluids, der jedem der Vorsteueranschlüsse zugeführt wird (Vorsteuerdruck), ist ein Druck, der einer Betätigungsrichtung und einem Betätigungsbetrag eines Hebels oder eines Pedals (nicht dargestellt) der Betätigungsverrichtung 26 in Bezug auf einen entsprechenden der hydraulischen Aktuatoren entspricht; die Betätigungsverrichtung 26 kann jedoch auch eine elektrische Betätigungsverrichtung und nicht die vorstehend beschriebene hydraulische Betätigungsverrichtung sein. In diesem Fall kann das Steuerventil in der Steuerventileinheit 17 ein elektromagnetisches Schieberventil sein.

[0038] Der Abgabedrucksensor 28 ist konfiguriert, einen Abgabedruck der Hauptpumpe 14 zu detektieren. Bei der vorliegenden Ausführungsform gibt der Abgabedrucksensor 28 einen detektierten Wert an die Steuerung 30 aus.

[0039] Der Betätigungsdrucksensor 29 ist konfiguriert, eine von dem Bediener durchgeführte Betätigung der Betätigungsverrichtung 26 zu detektieren. Bei der vorliegenden Ausführungsform detektiert der Betätigungsdrucksensor 29 die Betätigungsrichtung und den Betätigungsbetrag der Betätigungsverrichtung 26 entsprechend jedem Aktuator in der Form von Druck (Betätigungsdruck) und gibt den detektierten Wert als Betätigungsdaten an die Steuerung 30 aus. Der Betätigungsinhalt der Betätigungsverrichtung 26 kann unter Verwendung von anderen Sensoren als dem Betätigungsdrucksensor detektiert werden.

[0040] Die Hauptpumpe 14 umfasst eine linke Hauptpumpe 14L und eine rechte Hauptpumpe 14R. Die linke Hauptpumpe 14L ist konfiguriert, Hydraulikfluid via einen linken mittleren Bypassleitungskanal 40L oder einen linken parallelen Leitungskanal 42L zu dem Hydraulikfluidtank zu zirkulieren. Die rechte Hauptpumpe 14R ist konfiguriert, Hydraulikf-

fluid via einen rechten mittleren Bypassleitungskanal 40R oder einen rechten parallelen Leitungskanal 42R zu dem Hydraulikfluidtank zu zirkulieren.

[0041] Der linke mittlere Bypassleitungskanal 40L ist eine Hydraulikfluidleitung, die durch die Steuerventile 171, 173, 175L und 176L, die in der Steuerventileinheit 17 angebracht sind, führt. Der rechte mittlere Bypassleitungskanal 40R ist eine Hydraulikfluidleitung, die durch die Steuerventile 172, 174, 175R und 176R, die in der Steuerventileinheit 17 angebracht sind, führt.

[0042] Das Steuerventil 171 ist ein Schieberventil, das das von der linken Hauptpumpe 14L abgegebene Hydraulikfluid dem linken Fahrhydraulikmotor 2ML zuführt und einen Hydraulikfluidstrom umschaltet, um das von dem linken Fahrhydraulikmotor 2ML abgegebene Hydraulikfluid in den Hydraulikfluidtank abzugeben.

[0043] Das Steuerventil 172 ist ein Schieberventil, das das von der rechten Hauptpumpe 14R abgegebene Hydraulikfluid dem rechten Fahrhydraulikmotor 2MR zuführt und die Strömung von Hydraulikfluid umschaltet, um das von dem rechten Fahrhydraulikmotor 2MR abgegebene Hydraulikfluid in den Hydraulikfluidtank abzugeben.

[0044] Das Steuerventil 173 ist ein Schieberventil, das das von der linken Hauptpumpe 14L abgegebene Hydraulikfluid dem Drehhydraulikmotor 2A zuführt und die Strömung von Hydraulikfluid umschaltet, um das von dem Drehhydraulikmotor 2A abgegebene Hydraulikfluid in den Hydraulikfluidtank abzugeben.

[0045] Das Steuerventil 174 ist ein Schieberventil, das das von der rechten Hauptpumpe 14R abgegebene Hydraulikfluid dem Schaufelzylinder 9 zuführt und die Strömung von Hydraulikfluid umschaltet, um das Hydraulikfluid in dem Schaufelzylinder 9 in den Hydraulikfluidtank abzugeben.

[0046] Das Steuerventil 175L ist ein Schieberventil, das die Strömung des Hydraulikfluids umschaltet, um das von der linken Hauptpumpe 14L abgegebene Hydraulikfluid dem Auslegerzylinder 7 zuzuführen. Das Steuerventil 175R ist ein Schieberventil, das die Strömung des Hydraulikfluids umschaltet, um das von der rechten Hauptpumpe 14R abgegebene Hydraulikfluid dem Auslegerzylinder 7 zuzuführen, und das Hydraulikfluid in dem Auslegerzylinder 7 in den Hydraulikfluidtank abzugeben.

[0047] Das Steuerventil 176L ist ein Schieberventil, das die Strömung des Hydraulikfluids umschaltet, um das von der linken Hauptpumpe 14L abgegebene Hydraulikfluid dem Armzylinder 8 zuzuführen, und

das Hydraulikfluid in dem Armzylinder 8 in den Hydraulikfluidtank abzugeben.

[0048] Das Steuerventil 176R ist ein Schieberventil, das die Strömung des Hydraulikfluids umschaltet, um das von der rechten Hauptpumpe 14R abgegebene Hydraulikfluid dem Armzylinder 8 zuzuführen, und das Hydraulikfluid in dem Armzylinder 8 in den Hydraulikfluidtank abzugeben.

[0049] Der linke parallele Leitungskanal 42L ist eine Hydraulikfluidleitung, die parallel zu dem linken mittleren Bypassleitungskanal 40L verläuft. Der linke parallele Leitungskanal 42L kann einem weiteren stromabwärts gelegenen Steuerventil Hydraulikfluid zuführen, wenn das durch den linken mittleren Bypassleitungskanal 40L strömende Hydraulikfluid entweder durch die Steuerventile 171, 173 oder 175L eingeschränkt oder blockiert wird. Der rechte parallele Leitungskanal 42R ist eine Hydraulikfluidleitung, die parallel zu dem rechten mittleren Bypassleitungskanal 40R verläuft. Der rechte parallele Leitungskanal 42R kann Hydraulikfluid einem weiteren stromabwärts gelegenen Steuerventil zuführen, wenn das durch den rechten mittleren Bypassleitungskanal 40R strömende Hydraulikfluid entweder durch die Steuerventile 172, 174 oder 175R eingeschränkt oder blockiert wird.

[0050] Der Regler 13 umfasst einen linken Regler 13L und einen rechten Regler 13R. Der linke Regler 13L steuert die Abgabemenge der linken Hauptpumpe 14L durch Einstellen eines Taumelscheiben-Neigungswinkels der linken Hauptpumpe 14L entsprechend dem Abgabedruck der linken Hauptpumpe 14L. Insbesondere verringert der linke Regler 13L die Abgabemenge, indem er zum Beispiel den Taumelscheiben-Neigungswinkel der linken Hauptpumpe 14L entsprechend einem Anstieg des Abgabedrucks der linken Hauptpumpe 14L einstellt. Das Gleiche gilt für den rechten Regler 13R. Der Grund dafür ist, dass die absorbierte Leistung (z. B. absorbierte PS) der Hauptpumpe 14, die durch das Produkt aus dem Abgabedruck und der Abgabemenge dargestellt wird, die Ausgabeleistung (z. B. ausgegebene PS) des Motors 11 nicht überschreitet.

[0051] Die Betätigungsverrichtung 26 umfasst einen linken Betätigungshebel 26L, einen rechten Betätigungshebel 26R und einen Fahrhebel 26D. Der Fahrhebel 26D umfasst einen linken Fahrhebel 26DL und einen rechten Fahrhebel 26DR.

[0052] Der linke Betätigungshebel 26L ist einer der Betätigungshebel und wird für Drehbetätigung und Betätigung des Arms 5 verwendet. Wenn der linke Betätigungshebel 26L in der Vorne-Hinten-Richtung betätigt wird, wird das von der Vorsteuerpumpe 15 abgegebene Hydraulikfluid verwendet, um den Steuerdruck entsprechend dem Hebelbetätigungs-

betrag auf den Vorsteueranschluss des Steuerventils 176 auszuüben. Wenn der linke Betätigungshebel 26L in der Links-Rechts-Richtung betätigt wird, wird das von der Vorsteuerpumpe abgegebene Hydraulikfluid verwendet, um den Steuerdruck, der dem Hebelbetätigungsbetrag entspricht, auf den Vorsteueranschluss des Steuerventils 173 auszuüben.

[0053] Insbesondere wenn der linke Betätigungshebel 26L in der Armschließrichtung betätigt wird, wird das Hydraulikfluid in den rechten Vorsteueranschluss des Steuerventils 176L eingeleitet, und das Hydraulikfluid wird in den linken Vorsteueranschluss des Steuerventils 176R eingeleitet. Wenn der linke Betätigungshebel 26L in einer Armöffnungsrichtung betätigt wird, wird das Hydraulikfluid in den linken Vorsteueranschluss des Steuerventils 176L eingeleitet, und das Hydraulikfluid wird in den rechten Vorsteueranschluss des Steuerventils 176R eingeleitet. Wenn der linke Betätigungshebel 26L in eine Linksdrehrichtung betätigt wird, wird das Hydraulikfluid in den linken Vorsteueranschluss des Steuerventils 173 eingeleitet, und wenn der linke Betätigungshebel 26L in eine Rechtsdrehrichtung betätigt wird, wird das Hydraulikfluid in den rechten Vorsteueranschluss des Steuerventils 173 eingeleitet.

[0054] Der rechte Betätigungshebel 26R ist einer der Betätigungshebel und wird für Betätigung des Auslegers 4 und Betätigung der Schaufel 6 verwendet. Wenn der rechte Betätigungshebel 26R in der Vorne-Hinten-Richtung betätigt wird, wird das von der Vorsteuerpumpe 15 abgegebene Hydraulikfluid verwendet, um den Steuerdruck entsprechend dem Hebelbetätigungsbetrag an dem Vorsteueranschluss des Steuerventils 175 zu betätigen. Wenn der rechte Betätigungshebel 26R in der Links-Rechts-Richtung betätigt wird, wird das von der Vorsteuerpumpe abgegebene Hydraulikfluid verwendet, um den Steuerdruck, der dem Hebelbetätigungsbetrag entspricht, an dem Vorsteueranschluss des Steuerventils 174 zu betätigen.

[0055] Insbesondere wenn der rechte Betätigungshebel 26R in der Auslegerabsenkrichtung betätigt wird, wird das Hydraulikfluid in den rechten Vorsteueranschluss des Steuerventils 175R eingeleitet. Wenn der rechte Betätigungshebel 26R in der Auslegerheberichtung betätigt wird, wird das Hydraulikfluid in den rechten Vorsteueranschluss des Steuerventils 175L eingeleitet, und das Hydraulikfluid wird in den linken Vorsteueranschluss des Steuerventils 175R eingeleitet. Wenn der rechte Betätigungshebel 26R in der Schaufelschließrichtung betätigt wird, wird das Hydraulikfluid in den linken Vorsteueranschluss des Steuerventils 174 eingeleitet, und wenn der rechte Betätigungshebel 26R in der Schaufelöffnungsrichtung betätigt wird, wird das Hydraulikfluid in den rechten Vorsteueranschluss des Steuerventils 174 eingeleitet.

[0056] Der Fahrhebel 26D dient zur Betätigung der Raupe 1C. Insbesondere wird der linke Fahrhebel 26DL zur Betätigung der linken Raupe 1CL verwendet. Der linke Fahrhebel 26DL kann so konfiguriert sein, dass er mit dem linken Fahrpedal verriegelt ist. Wenn der linke Fahrhebel 26DL in der Vorne-Hinten-Richtung betätigt wird, wird das von der Vorsteuerpumpe 15 abgegebene Hydraulikfluid verwendet, um den Steuerdruck entsprechend dem Hebelbetätigungsbetrag an dem Vorsteueranschluss des Steuerventils 171 zu steuern. Der rechte Fahrhebel 26DR wird zur Betätigung der rechten Raupe 1CR verwendet. Der rechte Fahrhebel 26DR kann so konfiguriert sein, dass er mit dem rechten Fahrpedal verriegelt ist. Bei Betätigung in der Vorne-Hinten-Richtung nutzt der rechte Fahrhebel 26DR von der Vorsteuerpumpe 15 abgegebenes Hydraulikfluid, um einen Steuerdruck entsprechend dem Hebelbetätigungsbetrag auf den Vorsteueranschluss des Steuerventils 172 auszuüben.

[0057] Der Abgabedrucksensor 28 umfasst einen Abgabedrucksensor 28L und einen Abgabedrucksensor 28R. Der Abgabedrucksensor 28L detektiert den Abgabedruck der linken Hauptpumpe 14L und gibt den detektierten Wert an die Steuerung 30 aus. Das Gleiche gilt für den Abgabedrucksensor 28R.

[0058] Der Betätigungsdrucksensor 29 umfasst Betätigungsdrucksensoren 29LA, 29LB, 29RA, 29RB, 29DL und 29DR. Der Betätigungsdrucksensor 29LA detektiert den Inhalt der Betätigung des linken Betätigungshebels 26L durch den Bediener in der Vorne-Hinten-Richtung in der Form von Druck und gibt den detektierten Wert an die Steuerung 30 aus. Der Inhalt der Betätigung ist zum Beispiel die Hebelbetätigungsrichtung und der Hebelbetätigungsbetrag (Hebelbetätigungswinkel).

[0059] In ähnlicher Weise detektiert der Betätigungsdrucksensor 29LB den Inhalt der Betätigung des Bedieners in der Links-Rechts-Richtung in Bezug auf den linken Betätigungshebel 26L in der Form von Druck und gibt den detektierten Wert an die Steuerung 30 aus. Der Betätigungsdrucksensor 29RA detektiert den Inhalt der Betätigung des Bedieners in der Vorne-Hinten-Richtung in Bezug auf den rechten Betätigungshebel 26R in der Form von Druck und gibt den detektierten Wert an die Steuerung 30 aus. Der Betätigungsdrucksensor 29RB detektiert den Inhalt der Betätigung des Bedieners in der Links-Rechts-Richtung in Bezug auf den rechten Betätigungshebel 26R in der Form von Druck und gibt den detektierten Wert an die Steuerung 30 aus. Der Betätigungsdrucksensor 29DL detektiert den Inhalt der Betätigung des Bedieners in der Vorne-Hinten-Richtung in Bezug auf den linken Fahrhebel 26DL in der Form von Druck und gibt den detektierten Wert an die Steuerung 30 aus. Der Betätigungsdrucksensor 29DR detektiert den Inhalt der Betäti-

gung des Bedieners in der Vorne-Hinten-Richtung in Bezug auf den rechten Fahrhebel 26DR in der Form von Druck und gibt den detektierten Wert an die Steuerung 30 aus.

[0060] Die Steuerung 30 empfängt die Ausgabe des Betätigungsdruckensors 29 und gibt, falls nötig, eine Steueranweisung an den Regler 13 aus, um die Abgabemenge der Hauptpumpe 14 zu ändern. Die Steuerung 30 empfängt die Ausgabe des Steuerdruckensors 19, der stromaufwärts der Drossel 18 vorgesehen ist, und gibt, falls nötig, eine Steueranweisung an den Regler 13 aus, um die Abgabemenge der Hauptpumpe 14 zu ändern. Die Drossel 18 umfasst eine linke Drossel 18L und eine rechte Drossel 18R, und der Steuerdrucksensor 19 umfasst einen linken Steuerdrucksensor 19L und einen rechten Steuerdrucksensor 19R.

[0061] In dem linken mittleren Bypassleitungs kanal 40L ist zwischen dem am weitesten stromabwärts gelegenen Steuerventil 176L und dem Hydraulikfluidtank eine linke Drossel 18L angeordnet. Daher wird die Strömung des von der linken Hauptpumpe 14L abgegebene Hydraulikfluids durch die linke Drossel 18L begrenzt. Die linke Drossel 18L erzeugt einen Steuerdruck zur Steuerung des linken Reglers 13L. Der linke Steuerdrucksensor 19L ist ein Sensor, der konfiguriert ist, den Steuerdruck zu detektieren und den detektierten Wert an die Steuerung 30 auszugeben. Die Steuerung 30 steuert die Abgabemenge der linken Hauptpumpe 14L, indem sie den Taumelscheiben-Neigungswinkel der linken Hauptpumpe 14L entsprechend dem Steuerdruck einstellt. Die Steuerung 30 verringert die Abgabemenge der linken Hauptpumpe 14L, wenn der Steuerdruck größer ist, und erhöht die Abgabemenge der linken Hauptpumpe 14L, wenn der Steuerdruck kleiner ist. Die Abgabemenge der rechten Hauptpumpe 14R wird in ähnlicher Weise gesteuert.

[0062] Insbesondere wenn sich die hydraulischen Aktuatoren in dem Bagger 100, wie in **Fig. 2** dargestellt, in einem Bereitschaftszustand befinden, in dem keiner der hydraulischen Aktuatoren betätigt wird, strömt das von der linken Hauptpumpe 14L abgegebene Hydraulikfluid durch den linken mittleren Bypassleitungs kanal 40L zu der linken Drossel 18L. Das von der linken Hauptpumpe 14L abgegebene Hydraulikfluid erhöht den stromaufwärts der linken Drossel 18L erzeugten Steuerdruck. Infolgedessen reduziert die Steuerung 30 die Abgabemenge der linken Hauptpumpe 14L auf die minimal zulässige Abgabemenge und verhindert den Druckverlust (Pumpverlust), wenn das von der linken Hauptpumpe 14L abgegebene Hydraulikfluid durch den linken mittleren Bypassleitungs kanal 40L strömt. Andererseits strömt das von der linken Hauptpumpe 14L abgegebene Hydraulikfluid bei Betätigung eines beliebigen hydraulischen Aktuators in den zu betäti-

genden hydraulischen Aktuator via das dem zu betätigenden hydraulischen Aktuator entsprechende Steuerventil. Somit wird die Menge des von der linken Hauptpumpe 14L abgegebenen Hydraulikfluids, das die linke Drossel 18L erreicht, reduziert oder eliminiert, was den stromaufwärts der linken Drossel 18L erzeugten Steuerdruck verringert. Infolgedessen erhöht die Steuerung 30 die Abgabemenge der linken Hauptpumpe 14L, lässt ausreichend Hydraulikfluid in den zu betätigenden hydraulischen Aktuator strömen und gewährleistet die Betätigung des zu betätigenden hydraulischen Aktuators. Die Steuerung 30 steuert auch die Abgabemenge der rechten Hauptpumpe 14R auf die gleiche Weise.

[0063] Mit der vorstehend beschriebenen Konfiguration kann das Hydrauliksystem von **Fig. 2** verschwenderischen Energieverbrauch in Bezug auf die Hauptpumpe 14 in dem Bereitschaftszustand verhindern. Der verschwenderische Energieverbrauch umfasst Pumpverluste, die durch das von der Hauptpumpe 14 in dem mittleren Bypassleitungskanal 40 abgegebene Hydraulikfluid verursacht werden. Darüber hinaus kann das Hydrauliksystem von **Fig. 2** zuverlässig das notwendige und ausreichende Hydraulikfluid von der Hauptpumpe 14 dem zu betätigenden hydraulischen Aktuator zuführen, wenn der hydraulische Aktuator betätigt wird.

[0064] Als Nächstes wird unter Bezugnahme auf **Fig. 3A** bis **Fig. 3D** eine Konfiguration für Betätigung des Aktuators durch die Maschinensteuerfunktion der Steuerung 30 beschrieben. **Fig. 3A** bis **Fig. 3D** sind Ansichten, in denen ein Teil des Hydrauliksystems extrahiert ist. Insbesondere ist **Fig. 3A** eine Ansicht, in der ein Teil des Hydrauliksystems, der sich auf die Betätigung des Armzylinders 8 bezieht, extrahiert ist, und **Fig. 3B** ist eine Ansicht, in der ein Teil des Hydrauliksystems, der sich auf die Betätigung des Auslegerzylinders 7 bezieht, extrahiert ist. **Fig. 3C** ist eine Ansicht, in der ein Teil des Hydrauliksystems, der sich auf die Betätigung des Schaufelzylinders 9 bezieht, extrahiert ist, und **Fig. 3D** ist eine Ansicht, in der ein Teil des Hydrauliksystems, der sich auf den Betrieb des Drehhydraulikmotors 2A bezieht, extrahiert ist.

[0065] Wie in **Fig. 3A** bis **Fig. 3D** dargestellt, umfasst das Hydrauliksystem ein Proportionalventil 31. Das Proportionalventil 31 umfasst Proportionalventile 31AL bis 31DL und Proportionalventile 31AR bis 31DR.

[0066] Das Proportionalventil 31 fungiert als ein Steuerventil für Maschinensteuerung. Das Proportionalventil 31 ist in eines Leitungskanals angeordnet, der die Vorsteuerpumpe 15 und einen Vorsteueranschluss eines entsprechenden Steuerventils in der Steuerventileinheit 17 verbindet, und ist konfiguriert, den Strömungsbereich dieses Leitungskanals zu

ändern. Bei der vorliegenden Ausführungsform arbeitet das Proportionalventil 31 in Reaktion auf eine von der Steuerung 30 ausgegebene Steueranweisung. Daher kann die Steuerung 30 das von der Vorsteuerpumpe 15 abgegebene Hydraulikfluid via das Proportionalventil 31 dem Vorsteueranschluss des entsprechenden Steuerventils in der Steuerventileinheit 17 zuführen, unabhängig von der Betätigung der Betätigungsvorrichtung 26 durch den Bediener. Die Steuerung 30 kann dann den von dem Proportionalventil 31 erzeugten Vorsteuerdruck an den Vorsteueranschluss des entsprechenden Steuerventils anlegen.

[0067] Mit dieser Konfiguration kann die Steuerung 30 den hydraulischen Aktuator, der der spezifischen Betätigungsvorrichtung 26 entspricht, selbst dann betätigen, wenn keine Betätigung an der spezifischen Betätigungsvorrichtung 26 durchgeführt wird. Die Steuerung 30 kann Betätigung der hydraulischen Aktuatoren, die der spezifischen Betätigungsvorrichtung 26 entsprechen, zwangsweise stoppen, selbst wenn eine Betätigung an der spezifischen Betätigungsvorrichtung 26 durchgeführt wird.

[0068] Wie in **Fig. 3A** dargestellt, wird beispielsweise der linke Betätigungshebel 26L zur Betätigung des Arms 5 verwendet. Insbesondere verwendet der linke Betätigungshebel 26L Hydraulikfluid, das von der Vorsteuerpumpe 15 abgegeben wird, um auf den Vorsteueranschluss des Steuerventils 176 mit einem Vorsteuerdruck zu wirken, der der Betätigung in der Vorne-Hinten-Richtung entspricht. Weiter insbesondere wirkt der linke Betätigungshebel 26L auf den rechten Vorsteueranschluss des Steuerventils 176L und den linken Vorsteueranschluss des Steuerventils 176R mit Vorsteuerdrücken, die den Betätigungsbeträgen bei Betätigung in der Armschließrichtung (Rückwärtsrichtung) entsprechen. Ferner wirkt der linke Betätigungshebel 26L auf den linken Vorsteueranschluss des Steuerventils 176L und den rechten Vorsteueranschluss des Steuerventils 176R mit Vorsteuerdrücken, die den Betätigungsbeträgen entsprechen, wenn er in der Armöffnungsrichtung (Vorwärtsrichtung) betätigt wird.

[0069] Der linke Betätigungshebel 26L ist mit einem Schalter NS versehen. Bei der vorliegenden Ausführungsform ist der Schalter NS ein Druckknopfschalter, der an der Spitze des linken Betätigungshebels 26L angebracht ist. Der Bediener kann den linken Betätigungshebel 26L durch Drücken des Schalters NS betätigen. Der Schalter NS kann an dem rechten Betätigungshebel 26R oder an einer anderen Stelle in der Kabine 10 angeordnet sein.

[0070] Der Betätigungsdrucksensor 29LA detektiert den Inhalt der Betätigung in der Vorne-Hinten-Richtung in Bezug auf den linken Betätigungshebel 26L

durch den Bediener und gibt den detektierten Wert an die Steuerung 30 aus.

[0071] Ein Proportionalventil 31AL arbeitet in Reaktion auf eine von der Steuerung 30 ausgegebene Steueranweisung (Stromanweisung). Der Vorsteuerdruck des von der Vorsteuerpumpe 15 in den rechten Vorsteueranschluss des Steuerventils 176L und den linken Vorsteueranschluss des Steuerventils 176R eingeleiteten Hydraulikfluids wird via das Proportionalventil 31AL eingestellt. Ein Proportionalventil 31AR arbeitet in Reaktion auf eine von der Steuerung 30 ausgegebene Steueranweisung (Stromanweisung). Dann wird der Vorsteuerdruck des Hydraulikfluids, das in den linken Vorsteueranschluss des Steuerventils 176L und den rechten Vorsteueranschluss des Steuerventils 176R eingeleitet wird, von der Vorsteuerpumpe 15 via das Proportionalventil 31AR eingestellt. Das Proportionalventil 31AL kann den Vorsteuerdruck so einstellen, dass das Steuerventil 176L und das Steuerventil 176R in jeder Ventilstellung gestoppt werden können. In ähnlicher Weise kann das Proportionalventil 31AR den Vorsteuerdruck so einstellen, dass das Steuerventil 176L und das Steuerventil 176R in jeder Ventilstellung gestoppt werden können.

[0072] Bei dieser Konfiguration kann die Steuerung 30 das von der Vorsteuerpumpe 15 abgegebene Hydraulikfluid via das Proportionalventil 31AL in Reaktion auf die Armschließbetätigung durch den Bediener dem rechten Vorsteueranschluss des Steuerventils 176L und dem linken Vorsteueranschluss des Steuerventils 176R zuführen. Die Steuerung 30 kann auch das von der Vorsteuerpumpe 15 abgegebene Hydraulikfluid via das Proportionalventil 31AL unabhängig von der Armschließbetätigung des Bedieners dem rechten Vorsteueranschluss des Steuerventils 176L und dem linken Vorsteueranschluss des Steuerventils 176R zuführen. Das heißt, die Steuerung 30 kann den Arm 5 in Reaktion auf die Armschließbetätigung des Bedieners oder unabhängig von der Armschließbetätigung des Bedieners schließen.

[0073] Als Reaktion auf die Armöffnungsbetätigung durch den Bediener kann die Steuerung 30 das von der Vorsteuerpumpe 15 abgegebene Hydraulikfluid via das Proportionalventil 31AR dem linken Vorsteueranschluss des Steuerventils 176L und dem rechten Vorsteueranschluss des Steuerventils 176R zuführen. Unabhängig von der Armöffnungsbetätigung des Bedieners kann die Steuerung 30 das von der Vorsteuerpumpe 15 abgegebene Hydraulikfluid via das Proportionalventil 31AR dem linken Vorsteueranschluss des Steuerventils 176L und dem rechten Vorsteueranschluss des Steuerventils 176R zuführen. Das heißt, die Steuerung 30 kann den Arm 5 in Reaktion auf die Armöffnungsbetätigung des

Bedieners oder unabhängig von der Armöffnungsbetätigung des Bedieners öffnen.

[0074] Mit dieser Konfiguration kann die Steuerung 30 den Vorsteuerdruck, der auf den geschlossenen Vorsteueranschluss des Steuerventils 176 (den linken Vorsteueranschluss des Steuerventils 176L und den rechten Vorsteueranschluss des Steuerventils 176R) wirkt, falls nötig, reduzieren und die Schließbetätigung des Arms 5 zwangsweise stoppen, selbst wenn der Bediener die Armschließbetätigung durchführt. Dasselbe gilt für den Fall, dass die Öffnungsbetätigung des Arms 5 zwangsweise gestoppt wird, wenn der Bediener die Armöffnungsbetätigung durchführt.

[0075] Alternativ kann die Steuerung 30, falls nötig, das Proportionalventil 31AR steuern, den Vorsteuerdruck, der auf den offenen Vorsteueranschluss des Steuerventils 176 (den rechten Vorsteueranschluss des Steuerventils 176L und den linken Vorsteueranschluss des Steuerventils 176R) wirkt, gegenüber dem geschlossenen Vorsteueranschluss des Steuerventils 176 erhöhen und das Steuerventil 176 zwangsweise in die Neutralstellung zurückführen, um die Schließbetätigung des Arms 5 zwangsweise zu stoppen, selbst wenn ein Bediener eine Armschließbetätigung durchführt. Dasselbe gilt für den Fall, dass die Öffnungsbetätigung des Arms 5 zwangsweise gestoppt wird, wenn ein Bediener eine Armöffnungsbetätigung durchführt.

[0076] Dasselbe gilt für einen Fall, dass die Betätigung des Auslegers 4 zwangsweise gestoppt wird, wenn der Bediener eine Auslegerhebebetätigung oder eine Auslegerabsenkbetätigung durchführt, für einen Fall, dass die Betätigung der Schaufel 6 zwangsweise gestoppt wird, wenn eine Schaufel-schließbetätigung oder eine Schaufelöffnungsbetätigung durch den Bediener durchgeführt wird, und für den Fall, dass die Drehbetätigung des oberen Drehkörpers 3 zwangsweise gestoppt wird, wenn die Drehbetätigung durch den Bediener durchgeführt wird, obwohl die Darstellung mit Bezug auf die nachstehenden **Fig. 3B** bis **Fig. 3D** weggelassen wird. Dasselbe gilt für einen Fall, dass eine Fahrbetätigung des unteren Fahrkörpers 1 zwangsweise gestoppt wird, wenn die Fahrbetätigung von dem Bediener durchgeführt wird.

[0077] Wie in **Fig. 3B** dargestellt, wird der rechte Betätigungshebel 26R zur Betätigung des Auslegers 4 verwendet. Insbesondere nutzt der rechte Betätigungshebel 26R das von der Vorsteuerpumpe 15 abgegebene Hydraulikfluid und bewirkt, dass der der Betätigung in der Vorne-Hinten-Richtung entsprechende Vorsteuerdruck auf den Vorsteueranschluss des Steuerventils 175 wirkt. Weiter insbesondere bewirkt der rechte Betätigungshebel 26R, dass der Vorsteuerdruck, der dem Betätigungsbetrag

entspricht, auf den rechten Vorsteueranschluss des Steuerventils 175L und den linken Vorsteueranschluss des Steuerventils 175R wirkt, wenn er in der Auslegerheberichtung (Rückwärtsrichtung) betätigt wird. Wenn der rechte Betätigungshebel 26R in der Auslegerabsenkrichtung (Vorwärtsrichtung) betätigt wird, wirkt der dem Betätigungsbetrag entsprechende Vorsteuerdruck auf den rechten Vorsteueranschluss des Steuerventils 175R.

[0078] Der Betätigungsdrucksensor 29RA detektiert den Inhalt der Betätigung des rechten Betätigungshebels 26R durch den Bediener in der Vorne-Hinten-Richtung und gibt den detektierten Wert an die Steuerung 30 aus.

[0079] Ein Proportionalventil 31BL arbeitet in Reaktion auf eine von der Steuerung 30 ausgegebene Steueranweisung (Stromanweisung). Dann wird der Vorsteuerdruck durch das Hydraulikfluid, das in den rechten Vorsteueranschluss des Steuerventils 175L und den linken Vorsteueranschluss des Steuerventils 175R eingeleitet wird, von der Vorsteuerpumpe 15 via das Proportionalventil 31BL eingestellt. Ein Proportionalventil 31BR arbeitet in Reaktion auf eine Steueranweisung (Stromanweisung), die von der Steuerung 30 ausgegeben wird. Dann wird der Vorsteuerdruck aufgrund des Hydraulikfluids, das von der Vorsteuerpumpe 15 via das Proportionalventil 31BR in den rechten Vorsteueranschluss des Steuerventils 175R eingeleitet wird, eingestellt. Das Proportionalventil 31BL kann den Vorsteuerdruck so einstellen, dass das Steuerventil 175L und das Steuerventil 175R in jeder Ventilstellung gestoppt werden können. Das Proportionalventil 31BR kann den Vorsteuerdruck so einstellen, dass das Steuerventil 175R in jeder beliebigen Ventilstellung gestoppt werden kann.

[0080] Bei dieser Konfiguration kann die Steuerung 30 das von der Vorsteuerpumpe 15 abgegebene Hydraulikfluid via das Proportionalventil 31BL in Reaktion auf die Auslegerhebebetätigung durch den Bediener dem rechten Vorsteueranschluss des Steuerventils 175L und dem linken Vorsteueranschluss des Steuerventils 175R zuführen. Die Steuerung 30 kann das von der Vorsteuerpumpe 15 abgegebene Hydraulikfluid auch unabhängig von der Auslegerhebebetätigung durch den Bediener via das Proportionalventil 31BL dem rechten Vorsteueranschluss des Steuerventils 175L und dem linken Vorsteueranschluss des Steuerventils 175R zuführen. Das heißt, die Steuerung 30 kann den Ausleger 4 in Reaktion auf die Auslegerhebebetätigung durch den Bediener oder unabhängig von der Auslegerhebebetätigung durch den Bediener anheben.

[0081] Darüber hinaus kann die Steuerung 30 das von der Vorsteuerpumpe 15 abgegebene Hydraulikfluid via das Proportionalventil 31BR in Reaktion auf

die Auslegerabsenkbetätigung des Bedieners dem rechten Vorsteueranschluss des Steuerventils 175R zuführen. Darüber hinaus kann die Steuerung 30 das von der Vorsteuerpumpe 15 abgegebene Hydraulikfluid via das Proportionalventil 31BR unabhängig von der Auslegerabsenkbetätigung des Bedieners dem rechten Vorsteueranschluss des Steuerventils 175R zuführen. Das heißt, die Steuerung 30 kann den Ausleger 4 in Reaktion auf die Auslegerabsenkbetätigung des Bedieners oder unabhängig von der Auslegerabsenkbetätigung des Bedieners absenken.

[0082] Wie in **Fig. 3C** dargestellt, wird der rechte Betätigungshebel 26R auch zur Betätigung der Schaufel 6 verwendet. Insbesondere nutzt der rechte Betätigungshebel 26R das von der Vorsteuerpumpe 15 abgegebene Hydraulikfluid, um den Vorsteuerdruck, der der Betätigung in der Links-Rechts-Richtung entspricht, zu veranlassen, auf den Vorsteueranschluss des Steuerventils 174 zu wirken. Weiter insbesondere wenn er in der Schaufelschließrichtung (linke Richtung) betätigt wird, bewirkt der rechte Betätigungshebel 26R, dass der Vorsteuerdruck, der dem Betätigungsbetrag entspricht, veranlasst wird, auf den linken Vorsteueranschluss des Steuerventils 174 zu wirken. Bei Betätigung in der Schaufelöffnungsrichtung (rechte Richtung) bewirkt der rechte Betätigungshebel 26R, dass der dem Betätigungsbetrag entsprechende Vorsteuerdruck veranlasst wird, auf den rechten Vorsteueranschluss des Steuerventils 174 zu wirken.

[0083] Der Betätigungsdrucksensor 29RB detektiert den Inhalt der Betätigung durch den Bediener in der Rechts-Links-Richtung in Bezug auf den rechten Betätigungshebel 26R und gibt den detektierten Wert an die Steuerung 30 aus.

[0084] Ein Proportionalventil 31CL arbeitet in Reaktion auf eine von der Steuerung 30 ausgegebene Steueranweisung (Stromanweisung). Dann wird der Vorsteuerdruck durch das von der Vorsteuerpumpe 15 in den linken Vorsteueranschluss des Steuerventils 174 via das Proportionalventil 31CL eingeleitete Hydraulikfluid eingestellt. Ein Proportionalventil 31CR arbeitet in Reaktion auf eine von der Steuerung 30 ausgegebene Steueranweisung (Stromanweisung). Der Vorsteuerdruck aufgrund des von der Vorsteuerpumpe 15 via das Proportionalventil 31CR in den rechten Vorsteueranschluss des Steuerventils 174 eingeleiteten Hydraulikfluids wird eingestellt. Mit dem Proportionalventil 31CL kann der Vorsteuerdruck so eingestellt werden, dass das Steuerventil 174 in jeder beliebigen Ventilstellung gestoppt wird. In ähnlicher Weise kann das Proportionalventil 31CR den Vorsteuerdruck so einstellen, dass das Steuerventil 174 in jeder beliebigen Ventilstellung gestoppt wird.

[0085] Bei dieser Konfiguration kann die Steuerung 30 das von der Vorsteuerpumpe 15 abgegebene Hydraulikfluid via das Proportionalventil 31CL in Reaktion auf die Schaufelschließbetätigung des Bedieners dem linken Vorsteueranschluss des Steuerventils 174 zuführen. Die Steuerung 30 kann das von der Vorsteuerpumpe 15 abgegebene Hydraulikfluid via das Proportionalventil 31CL auch unabhängig von der Schaufelschließbetätigung des Bedieners dem linken Vorsteueranschluss des Steuerventils 174 zuführen. Das heißt, die Steuerung 30 kann die Schaufel 6 in Reaktion auf die Schaufelschließbetätigung des Bedieners oder unabhängig von der Schaufelschließbetätigung des Bedieners schließen.

[0086] Die Steuerung 30 kann auch das von der Vorsteuerpumpe 15 abgegebene Hydraulikfluid via das Proportionalventil 31CR in Reaktion auf die Schaufelöffnungsbetätigung des Bedieners dem rechten Vorsteueranschluss des Steuerventils 174 zuführen. Die Steuerung 30 kann das von der Vorsteuerpumpe 15 abgegebene Hydraulikfluid via das Proportionalventil 31CR auch unabhängig von der Schaufelöffnungsbetätigung des Bedieners dem rechten Vorsteueranschluss des Steuerventils 174 zuführen. Das heißt, die Steuerung 30 kann die Schaufel 6 in Reaktion auf die Schaufelöffnungsbetätigung des Bedieners oder unabhängig von der Schaufelöffnungsbetätigung des Bedieners öffnen.

[0087] Wie in **Fig. 3D** dargestellt, wird der linke Betätigungshebel 26L auch zur Betätigung des Drehmechanismus 2 verwendet. Insbesondere verwendet der linke Betätigungshebel 26L Hydraulikfluid, das von der Vorsteuerpumpe 15 abgegeben wird, um auf den Vorsteueranschluss des Steuerventils 173 mit einem Vorsteuerdruck zu wirken, der der Betätigung in der Links-Rechts-Richtung entspricht. Weiter insbesondere, wenn er in die Linksdrehrichtung (linke Richtung) betätigt wird, wirkt der linke Betätigungshebel 26L auf den linken Vorsteueranschluss des Steuerventils 173 mit einem dem Betätigungsbeitrag entsprechenden Vorsteuerdruck. Bei Betätigung in der Rechtsdrehrichtung (rechte Richtung) wirkt der linke Betätigungshebel 26L auf den rechten Vorsteueranschluss des Steuerventils 173 mit Vorsteuerdruck, der dem Betätigungsbeitrag entspricht.

[0088] Der Betätigungsdrucksensor 29LB detektiert den Inhalt der Betätigung in der Links-Rechts-Richtung in Bezug auf den linken Betätigungshebel 26L durch den Bediener und gibt den detektierten Wert an die Steuerung 30 aus.

[0089] Ein Proportionalventil 31DL arbeitet in Reaktion auf eine von der Steuerung 30 ausgegebene Steueranweisung (Stromanweisung). Dann wird der Vorsteuerdruck durch das von der Vorsteuerpumpe 15 in den linken Vorsteueranschluss des Steuerventils

173 via das Proportionalventil 31DL eingeleitete Hydraulikfluid eingestellt. Ein Proportionalventil 31DR arbeitet in Reaktion auf eine von der Steuerung 30 ausgegebene Steueranweisung (Stromanweisung). Der Vorsteuerdruck aufgrund des von der Vorsteuerpumpe 15 via das Proportionalventil 31DR in den rechten Vorsteueranschluss des Steuerventils 173 eingeleiteten Hydraulikfluids wird eingestellt. Das Proportionalventil 31DL kann den Vorsteuerdruck so einstellen, dass das Steuerventil 173 in jeder Ventilstellung gestoppt werden kann. In ähnlicher Weise kann das Proportionalventil 31DR den Vorsteuerdruck so einstellen, dass das Steuerventil 173 in jeder Ventilstellung gestoppt werden kann.

[0090] Bei dieser Konfiguration kann die Steuerung 30 in Reaktion auf eine Linksdrehbetätigung des Bedieners das von der Vorsteuerpumpe 15 abgegebene Hydraulikfluid via das Proportionalventil 31DL dem linken Vorsteueranschluss des Steuerventils 173 zuführen. Die Steuerung 30 kann das von der Vorsteuerpumpe 15 abgegebene Hydraulikfluid via das Proportionalventil 31DL auch unabhängig von der Linksdrehbetätigung des Bedieners dem linken Vorsteueranschluss des Steuerventils 173 zuführen. Das heißt, die Steuerung 30 kann den Drehmechanismus 2 in Reaktion auf die Linksdrehbetätigung des Bedieners oder unabhängig von der Linksdrehbetätigung des Bedieners nach links drehen lassen.

[0091] Darüber hinaus kann die Steuerung 30 das von der Vorsteuerpumpe 15 abgegebene Hydraulikfluid via das Proportionalventil 31DR in Reaktion auf die Rechtsdrehbetätigung des Bedieners dem rechten Vorsteueranschluss des Steuerventils 173 zuführen. Außerdem kann die Steuerung 30 das von der Vorsteuerpumpe 15 abgegebene Hydraulikfluid via das Proportionalventil 31DR unabhängig von der Rechtsdrehbetätigung des Bedieners dem rechten Vorsteueranschluss des Steuerventils 173 zuführen. Das heißt, die Steuerung 30 kann den Drehmechanismus 2 in Reaktion auf die Rechtsdrehbetätigung des Bedieners oder unabhängig von der Rechtsdrehbetätigung des Bedieners nach rechts drehen lassen.

[0092] Der Bagger 100 kann konfiguriert sein, den unteren Fahrkörper 1 automatisch vorwärts und rückwärts zu bewegen. In diesem Fall kann der Abschnitt des Hydrauliksystems, der sich auf die Betätigung des linken Fahrhydraulikmotors 2ML bezieht, und der Abschnitt des Hydrauliksystems, der sich auf die Betätigung des rechten Fahrhydraulikmotors 2MR bezieht, auf dieselbe Weise wie der Abschnitt des Hydrauliksystems, der sich auf die Betätigung des Auslegerzylinders 7 bezieht, konfiguriert sein.

[0093] Obwohl die Beschreibung des elektrischen Betätigungshebels als eine Form der Betätigungs-

vorrichtung 26 beschrieben wurde, kann anstelle des elektrischen Betätigungshebels ein hydraulischer Betätigungshebel verwendet werden. In einem solchen Fall kann der Hebelbetätigungsbetrag des hydraulischen Betätigungshebels in der Form von Druck durch einen Drucksensor detektiert und in die Steuerung 30 eingegeben werden. Zwischen der Betätigungsvorrichtung 26 als dem hydraulischen Betätigungshebel und dem Vorsteueranschluss eines jeden Steuerventils kann ein Magnetventil angeordnet sein. Das Magnetventil ist konfiguriert, in Reaktion auf ein elektrisches Signal der Steuerung 30 hin zu arbeiten. Bei dieser Konfiguration kann die Betätigungsvorrichtung 26, wenn eine manuelle Betätigung unter Verwendung der Betätigungsvorrichtung 26 als ein hydraulischer Betätigungshebel durchgeführt wird, jedes Steuerventil durch Erhöhen oder Verringern des Vorsteuerdrucks entsprechend dem Hebelbetätigungsbetrag bewegen. Außerdem kann jedes Steuerventil aus einem Magnetschieberventil aufgebaut sein. In diesem Fall wird das Magnetschieberventil in Reaktion auf ein elektrisches Signal von der Steuerung 30 entsprechend dem Hebelbetätigungsbetrag des elektrischen Betätigungshebels betätigt.

[0094] Als nächstes werden die Funktionen der Steuerung 30 unter Bezugnahme auf **Fig. 4** beschrieben. **Fig. 4** ist ein Funktionsblockdiagramm der Steuerung 30. In dem Beispiel von **Fig. 4** ist die Steuerung 30 konfiguriert, Signale zu empfangen, die von einer Stellungen-detektionsvorrichtung, der Betätigungsvorrichtung 26, der Objektdetektionsvorrichtung 70, der Bildgebungsvorrichtung 80, dem Schalter NS usw. ausgegeben werden, verschiedene Betätigungen durchzuführen und Steueranweisungen an das Proportionalventil 31, die Anzeigevorrichtung D1, die Tonausgabevorrichtung D2 usw. auszugeben. Die Stellungen-detektionsvorrichtung umfasst beispielsweise einen Auslegerwinkelsensor S1, einen Armwinkelsensor S2, einen Schaufelwinkelsensor S3, einen Körperneigungssensor S4 und einen Drehwinkelgeschwindigkeitssensor S5. Die Steuerung 30 weist ein Trajektorien-Erzeugungsteil 30A und ein autonomes Steuerteil 30B als Funktionsblöcke auf. Jeder Funktionsblock kann aus Hardware oder Software bestehen.

[0095] Das Trajektorien-Erzeugungsteil 30A ist konfiguriert, eine Zieltrajektorie zu erzeugen, die eine Trajektorie ist, die von einem vorbestimmten Teil des Baggers 100 dargestellt wird, wenn der Bagger 100 autonom betätigt wird. Der vorbestimmte Teil ist zum Beispiel ein Klauenende der Schaufel 6 oder ein vorbestimmter Punkt auf der Rückseite der Schaufel 6. Bei der vorliegenden Ausführungsform erzeugt das Trajektorien-Erzeugungsteil 30A eine Zieltrajektorie, die das autonome Steuerteil 30B zur autonomen Betätigung des Baggers 100 verwendet. Insbesondere erzeugt das Trajektorien-Erzeugungsteil

30A eine Zieltrajektorie basierend auf einer Ausgabe mindestens einer von der Objektdetektionsvorrichtung 70 und der Bildgebungsvorrichtung 80.

[0096] Das autonome Steuerteil 30B ist konfiguriert, den Bagger 100 autonom zu betätigen. Bei der vorliegenden Ausführungsform ist das autonome Steuerteil 30B konfiguriert, einen vorbestimmten Teil des Baggers 100 entlang einer Zieltrajektorie zu bewegen, die von dem Trajektorien-Erzeugungsteil 30A erzeugt wird, wenn eine vorbestimmte Startbedingung erfüllt ist. Insbesondere betätigt das autonome Steuerteil 30B den Bagger 100 autonom, so dass sich der vorbestimmte Teil des Baggers 100 entlang der Zieltrajektorie bewegt, wenn die Betätigungsvorrichtung 26 betätigt wird, während der Schalter NS gedrückt ist. Zum Beispiel steuert das autonome Steuerteil 30B autonom das Aushubansatzstück AT, so dass sich das Klauenende der Schaufel 6 entlang der Zieltrajektorie bewegt, wenn der linke Betätigungshebel 26L in der Armöffnungsrichtung betätigt wird, während der Schalter NS gedrückt ist. Das autonome Steuerteil 30B kann den Bagger 100 autonom betätigen, so dass sich der vorbestimmte Teil des Baggers 100 entlang der Zieltrajektorie bewegt, wenn der Schalter NS gedrückt wird, unabhängig davon, ob die Betätigungsvorrichtung 26 betätigt wird.

[0097] Als nächstes wird unter Bezugnahme auf **Fig. 5** und **Fig. 6** ein Beispiel für eine Funktion (nachfolgend als „autonome Steuerfunktion“ bezeichnet) beschrieben, bei der die Steuerung 30 die Bewegung des Ansatzstücks autonom steuert. **Fig. 5** und **Fig. 6** sind Blockdiagramme, die die autonome Steuerfunktion veranschaulichen.

[0098] Wie in **Fig. 5** dargestellt, bestimmt die Steuerung 30 zunächst die Zielbewegungsgeschwindigkeit und die Zielbewegungsrichtung basierend auf der Betätigungsneigung. Die Betätigungsneigung wird zum Beispiel basierend auf dem Hebelbetätigungsbetrag bestimmt. Eine Zielbewegungsgeschwindigkeit ist ein Zielwert der Bewegungsgeschwindigkeit eines Steuerreferenzpunkts, und eine Zielbewegungsrichtung ist ein Zielwert einer Bewegungsrichtung des Steuerreferenzpunkts. Der Steuerreferenzpunkt ist zum Beispiel ein Klauenende der Schaufel 6 oder ein vorbestimmter Punkt auf der Rückseite der Schaufel 6. Der Steuerreferenzpunkt wird beispielsweise basierend auf dem Auslegerwinkel β_1 , dem Armwinkel β_2 , dem Schaufelwinkel β_3 und dem Drehwinkel α_1 berechnet.

[0099] Danach berechnet die Steuerung 30 dreidimensionale Koordinaten (Xer, Yer, Zer) des Steuerreferenzpunkts nach Ablauf der Zeiteinheit basierend auf der Zielbewegungsgeschwindigkeit, der Zielbewegungsrichtung und den dreidimensionalen Koordinaten (Xe, Ye, Ze) des Steuerreferenzpunkts. Die

dreidimensionalen Koordinaten (X_r , Y_r , Z_r) des Steuerreferenzpunkts nach Ablauf der Zeiteinheit sind zum Beispiel Koordinaten auf der Zieltrajektorie. Die Zeiteinheit ist zum Beispiel die Zeit, die einem ganzzahligen Vielfachen des Steuerzeitraums entspricht.

[0100] Die Zieltrajektorie kann beispielsweise Zieltrajektorie sein, die sich auf einen Verfüllvorgang bezieht, der für eine Verfüllarbeit durchgeführt wird, was eine Arbeit zum Verfüllen eines Lochs ist. Der Verfüllvorgang umfasst einen Vorgang, bei dem ein Sediment als ein Beispiel für eine Masse aus Erde und Sand in der Schaufel 6 in das Loch eingebracht wird, und einen Vorgang, bei dem ein um das Loch herum angeordnetes Sediment mit der Schaufel 6 in das Loch geschoben wird. In der Regel ist der Verfüllvorgang ein kombinierter Vorgang, der die Schaufelöffnungsbetätigung und die Armöffnungsbetätigung umfasst. In diesem Fall kann die Zieltrajektorie beispielsweise basierend auf mindestens einem von der Form der Lochöffnung, der Tiefe des Lochs, des Volumens des bereits in das Loch eingebrachten Sediments und des Volumens des in die Schaufel 6 eingelegten Sediments berechnet werden. Die Form des Lochs, die Tiefe des Lochs, das Volumen des bereits in das Loch eingebrachten Sediments und das Volumen des in die Schaufel 6 eingelegten Sediments können beispielsweise basierend auf der Ausgabe mindestens einer von der Objektdetektionsvorrichtung 70 und der Bildgebungsvorrichtung 80 abgeleitet werden. Beispielsweise kann die Zieltrajektorie so eingestellt sein, dass die Tiefenabweichung jedes Teils des Lochs nicht signifikant groß ist. Das heißt, die Zieltrajektorie kann so eingestellt sein, dass nur ein Abschnitt des Lochs nicht intensiv verfüllt wird. Umgekehrt kann die Zieltrajektorie so eingestellt sein, dass nur ein Abschnitt des Lochs intensiv verfüllt wird.

[0101] Die Zieltrajektorie wird in der Regel vor Start des Verfüllvorgangs berechnet und bis zum Ende des Verfüllvorgangs nicht geändert. Die Zieltrajektorie kann jedoch auch während der Ausführung des Verfüllvorgangs geändert werden. Das heißt, ein Inhalt des Verfüllvorgangs kann geändert werden.

[0102] Danach erzeugt die Steuerung 30 basierend auf den berechneten dreidimensionalen Koordinaten (X_r , Y_r , Z_r) Anweisungswerte β_{1r} , β_{2r} , und β_{3r} bezüglich der Drehungen des Auslegers 4, des Arms 5 und der Schaufel 6 sowie einen Anweisungswert α_{1r} bezüglich der Drehung des oberen Drehkörpers 3. Der Anweisungswert β_{1r} stellt beispielsweise den Auslegerwinkel β_1 dar, wenn der Steuerreferenzpunkt auf die dreidimensionalen Koordinaten (X_r , Y_r , Z_r) eingestellt werden kann. In ähnlicher Weise stellt der Anweisungswert β_{2r} einen Auslegerwinkel β_2 dar, wenn der Steuerreferenzpunkt auf die dreidimensionalen Koordinaten (X_r , Y_r , Z_r) einge-

stellt werden kann, der Anweisungswert β_{3r} stellt einen Schaufelwinkel β_3 dar, wenn der Steuerreferenzpunkt auf die dreidimensionalen Koordinaten (X_r , Y_r , Z_r) eingestellt werden kann, und der Anweisungswert α_{1r} stellt einen Drehwinkel α_1 dar, wenn der Steuerreferenzpunkt auf die dreidimensionalen Koordinaten (X_r , Y_r , Z_r) eingestellt werden kann.

[0103] Der Anweisungswert β_{3r} für die Drehung der Schaufel 6 kann während der Ausführung des Verfüllvorgangs geändert werden. Zum Beispiel kann der Anweisungswert β_{3r} kleiner eingestellt werden, wenn die Tiefe des Lochs in dem verfüllten Abschnitt flacher als die gewünschte Tiefe wird. Das heißt, der Anweisungswert β_{3r} wird in der Regel durch offenen Regelkreis gesteuert, kann aber entsprechend der Tiefe des Lochs in dem verfüllten Bereich mit einer Rückkopplungssteuerung gesteuert werden.

[0104] Danach steuert die Steuerung 30, wie in Fig. 6 dargestellt, den Auslegerzylinder 7, den Armzylinder 8, den Schaufelzylinder 9 und den Drehhydraulikmotor 2A so, dass der Auslegerwinkel β_1 , der Armwinkel β_2 , der Schaufelwinkel β_3 und der Drehwinkel α_1 die erzeugten Anweisungswerte β_{1r} , β_{2r} , β_{3r} , beziehungsweise α_{1r} aufweisen. Der Drehwinkel α_1 wird zum Beispiel basierend auf einer Ausgabe des Drehwinkelgeschwindigkeitssensors S5 berechnet.

[0105] Insbesondere erzeugt die Steuerung 30 eine Auslegerzylinder-Vorsteuerdruckanweisung entsprechend der Differenz $\Delta\beta_1$ zwischen einem aktuellen Wert und dem Anweisungswert β_{1r} des Auslegerwinkels β_1 . Ein Steuerstrom, der der Auslegerzylinder-Vorsteuerdruckanweisung entspricht, wird an einen Auslegersteuermechanismus 31B ausgegeben. Der Auslegersteuermechanismus 31B ist so konfiguriert, dass ein Vorsteuerdruck in Reaktion auf einen Steuerstrom, der der Auslegerzylinder-Vorsteuerdruckanweisung entspricht, auf das Steuerventil 175 als ein Auslegersteuerventil angewendet werden kann. Der Auslegersteuermechanismus 31B kann beispielsweise das Proportionalventil 31BL und das Proportionalventil 31BR in Fig. 3B sein.

[0106] Danach veranlasst das Steuerventil 175, das den von dem Auslegersteuermechanismus 31B erzeugten Vorsteuerdruck empfangen hat, dass das von der Hauptpumpe 14 abgegebene Hydraulikfluid in den Auslegerzylinder 7 in der Strömungsrichtung und mit einer Strömungsrate strömt, die dem Steuerdruck entsprechen.

[0107] Zu diesem Zeitpunkt kann die Steuerung 30 eine Auslegerschieber-Steueranweisung basierend auf einem von dem Auslegerschieber-Verdrängungssensor S7 erfassten Verdrängungsbetrag des Schie-

bers des Steuerventils 175 erzeugen. Der Auslegerschieber-Verdrängungssensor S7 ist ein Sensor, der konfiguriert ist, den Verdrängungsbetrag eines das Steuerventil 175 bildenden Schiebers zu detektieren. Die Steuerung 30 kann einen Steuerstrom, der der Auslegerschieber-Steueranweisung entspricht, an den Auslegersteuermechanismus 31B ausgeben. In diesem Fall wendet der Auslegersteuermechanismus 31B in Reaktion auf den Steuerstrom, der der Auslegerschieber-Steueranweisung entspricht, einen Steuerdruck auf das Steuerventil 175 an.

[0108] Der Auslegerzylinder 7 wird durch Hydraulikfluid, das via das Steuerventil 175 zugeführt wird, aus- und eingefahren. Der Auslegerwinkelsensor S1 detektiert den Auslegerwinkel β_1 des Auslegers 4, der durch Ausfahren und Einfahren des Auslegerzylinders 7 bewegt wird.

[0109] Danach koppelt die Steuerung 30 den von dem Auslegerwinkelsensor S1 detektierten Auslegerwinkel β_1 als einen aktuellen Wert des Auslegerwinkels β_1 zurück, der bei Erzeugung der Auslegerzylinder-Vorsteuerdruckanweisung verwendet wird.

[0110] Obwohl sich die vorstehende Beschreibung auf die Betätigung des Auslegers 4 basierend auf dem Anweisungswert β_{1r} bezieht, gilt das Gleiche für die Betätigung des Arms 5 basierend auf dem Anweisungswert β_{2r} , die Betätigung der Schaufel 6 basierend auf dem Anweisungswert β_{3r} und die Drehbetätigung des oberen Drehkörpers 3 basierend auf dem Anweisungswert α_{1r} . Ein Armsteuermechanismus 31A ist so konfiguriert, dass ein Vorsteuerdruck in Reaktion auf einen Steuerstrom, der einer Armzylindervorsteuerdruckanweisung entspricht, auf das Steuerventil 176 als ein Armsteuerventil angewendet werden kann. Der Armsteuermechanismus 31A kann beispielsweise das Proportionalventil 31AL und das Proportionalventil 31AR in **Fig. 3A** sein. Ein Schaufelsteuermechanismus 31C ist so konfiguriert, dass ein Vorsteuerdruck in Reaktion auf einen Steuerstrom, der einer Schaufelzylindervorsteuerdruckanweisung entspricht, auf das Steuerventil 174 als ein Schaufelsteuerventil angewendet werden kann. Der Schaufelsteuermechanismus 31C kann zum Beispiel das Proportionalventil 31CL und das Proportionalventil 31CR in **Fig. 3C** sein. Ein Drehsteuermechanismus 31D ist so konfiguriert, dass das Steuerventil 173 als ein Drehsteuerventil mit einem Vorsteuerdruck entsprechend einem Steuerstrom beaufschlagt werden kann, der einer Drehhydraulikmotor-Vorsteuerdruckanweisung entspricht. Der Drehsteuermechanismus 31D kann zum Beispiel das Proportionalventil 31DL und das Proportionalventil 31DR in **Fig. 3D** sein. Ein Armschieber-Verdrängungssensor S8 ist ein Sensor, der konfiguriert ist, den Verdrängungsbetrag eines das Steuerventil 176 bildenden Schiebers zu detektieren, ein Schaufelschieber-Verdrängungssensor

S9 ist ein Sensor, der konfiguriert ist, einen Verdrängungsbetrag eines das Steuerventil 174 bildenden Schiebers zu detektieren, und ein Drehschieber-Verdrängungssensor S6 ist ein Sensor, der konfiguriert ist, einen Verdrängungsbetrag eines das Steuerventil 173 bildenden Schiebers zu detektieren.

[0111] Wie in **Fig. 5** dargestellt, kann die Steuerung 30 die Pumpenabgabemengen aus den Anweisungswerten β_{1r} , β_{2r} , β_{3r} , und α_{1r} ableiten, indem sie die Pumpenabgabemenge ableitenden Teile CP1, CP2, CP3 und CP4 verwendet. Bei der vorliegenden Ausführungsform leiten die Teile CP1, CP2, CP3 und CP4 zur Ableitung der Pumpenabgabemenge die Pumpenabgabemengen von den Anweisungswerten β_{1r} , β_{2r} , β_{3r} , und α_{1r} unter Verwendung einer vorregistrierten Referenztabelle oder dergleichen ab. Die von den Teilen CP1, CP2, CP3 und CP4 zur Ableitung der Pumpenabgabemenge abgeleiteten Pumpenabgabemengen werden summiert und als Gesamtpumpenabgabemenge in ein Pumpenstrom-Berechnungsteil eingegeben. Das Pumpenstrom-Berechnungsteil steuert die Abgabemenge der Hauptpumpe 14 basierend auf der eingegebenen Gesamtpumpenabgabemenge. Bei der vorliegenden Ausführungsform steuert das Pumpenstrom-Berechnungsteil die Abgabemenge der Hauptpumpe 14 durch Ändern eines Taumelscheiben-Neigungswinkels der Hauptpumpe 14 entsprechend der Gesamtpumpenabgabemenge.

[0112] Somit kann die Steuerung 30 Steuerung der jeweiligen Öffnungen des Steuerventils 175 als das Auslegersteuerventil, des Steuerventils 176 als das Armsteuerventil, des Steuerventils 174 als das Schaufelsteuerventil und des Steuerventils 173 als das Drehsteuerventil gleichzeitig mit Steuerung der Abgabemenge der Hauptpumpe 14 durchführen. Daher kann die Steuerung 30 jedem von dem Auslegerzylinder 7, dem Armzylinder 8, dem Schaufelzylinder 9 und dem Drehhydraulikmotor 2A eine geeignete Menge an Hydraulikfluid zuführen.

[0113] Die Steuerung 30 berechnet dreidimensionale Koordinaten (X_r , Y_r , Z_r), erzeugt Anweisungswerte β_{1r} , β_{2r} , β_{3r} , und α_{1r} und bestimmt eine Abgabemenge der Hauptpumpe 14 als einen Steuerzyklus und wiederholt diesen Steuerzyklus, um autonome Steuerung durchzuführen. Die Steuerung 30 kann die Genauigkeit von autonomer Steuerung durch Rückkopplungssteuerung des Steuerreferenzpunkts basierend auf den jeweiligen Ausgaben des Auslegerwinkelsensors S1, des Armwinkelsensors S2, des Schaufelwinkelsensors S3 und des Drehwinkelsensors S5 verbessern. Insbesondere kann die Steuerung 30 die Genauigkeit von autonomer Steuerung durch Rückkopplungssteuerung der Strömungsraten des Hydraulikfluids verbessern, das in den Auslegerzylinder 7, den Armzylinder 8, den

Schaufelzylinder 9 und den Drehhydraulikmotor 2A strömt.

[0114] Ferner kann die Steuerung 30 konfiguriert sein, den Abstand zwischen der Schaufel 6 und den umgebenden Hindernissen zu überwachen, so dass die Schaufel 6 nicht mit den umgebenden Hindernissen in Kontakt kommt, wenn autonome Steuerung für den Verfüllvorgang durchgeführt wird. Beispielsweise kann die Steuerung 30 die Bewegung des Aushubansatzstücks AT stoppen, wenn sie bestimmt, dass der Abstand zwischen einem oder jedem mehrerer vorbestimmter Punkte in der Schaufel 6 und den umgebenden Hindernissen unter einen vorbestimmten Wert fällt, der auf den Ausgaben der Stellungen detektionsvorrichtung und der Objektdetektionsvorrichtung 70 basiert.

[0115] Als Nächstes wird unter Bezugnahme auf **Fig. 7A bis Fig. 7C** und **Fig. 8A bis Fig. 8C** ein Beispiel für autonome Steuerung des Verfüllvorgangs beschrieben. **Fig. 7A bis Fig. 7C** sind Draufsichten, die den Bagger 100, der den Verfüllvorgang durchführt, und ein Loch HL, das dem Verfüllvorgang unterzogen wird, darstellen. **Fig. 8A bis Fig. 8C** sind Querschnittsansichten, die das Loch HL darstellen. Die Steuerung 30 erkennt eine Position des Lochs HL als ein Objekt, das dem Verfüllvorgang unterzogen wird (die zu verfüllende Position), und erzeugt eine Zieltrajektorie von dem Sedimenthaufen (eine Aushubfertigstellungsposition) zu dem Loch HL.

[0116] Die Aushubfertigstellungsposition kann auf die Position der Schaufel 6 festgelegt werden, wenn das Sediment in die Schaufel 6 gefüllt wird. Alternativ kann die Aushubfertigstellungsposition auf die Position der Schaufel 6 festgelegt werden, wenn die Schaufel 6 um eine vorbestimmte Höhe von der Position der Schaufel 6 angehoben wird, wenn das Sediment in die Schaufel 6 gefüllt wird.

[0117] Die Steuerung 30 kann die Form (Öffnungsfläche, Tiefe usw.) des Lochs HL oder eine Position des Lochs HL basierend auf der Ausgabe der Objektdetektionsvorrichtung 70 erkennen und eine Zielposition in Bezug auf den Verfüllvorgang festlegen. Die Steuerung 30 kann die unebene Form einer Landform basierend auf der Ausgabe der Objektdetektionsvorrichtung 70 erkennen und die erkannte unebene Form auf der Anzeigevorrichtung D1 anzeigen. In diesem Fall kann die Steuerung 30 einen Rahmen oder Markierung oder dergleichen auf dem Bild des Lochs HL oder der unebenen Form oder dergleichen (nachfolgend als „Loch HL oder dergleichen“ bezeichnet) anzeigen, das auf der Anzeigevorrichtung D1 angezeigt wird, so dass der Bediener des Baggers 100 das Loch HL oder dergleichen erkennen kann. Das Bild des Lochs HL oder dergleichen ist in dem aufgenommenen Bild enthalten, das

von der Bildgebungsvorrichtung 80 (Objektdetektionsvorrichtung 70) ausgegeben wird. Dann kann die Steuerung 30 eine Zielposition für das Loch HL oder dergleichen festlegen, indem sie Eingabe (Auswahl) des Lochs HL oder dergleichen festlegt, das von dem Bediener erkannt werden soll. Der Bediener kann ein Bild des zu verfüllenden Lochs HL oder dergleichen aus dem erfassten Bild auswählen, das auf der Anzeigevorrichtung D1 angezeigt wird, und das ausgewählte Bild als eine Zielposition festlegen. In diesem Fall wird die tatsächliche Position in einem auf der Anzeigevorrichtung D1 angezeigten Landformbereich mit der Position des Bildes in einem Anzeigebereich der Anzeigevorrichtung D1 verknüpft. Indem der Bediener eine vorbestimmte Position in dem Anzeigebereich der Anzeigevorrichtung D1 auswählt, kann die Steuerung 30 daher die tatsächliche Position des Lochs HL relativ zum Bagger 100 erkennen und die Zielposition für Verfüllung festlegen.

[0118] Auf diese Weise erzeugt die Steuerung 30 eine Trajektorie bis zu der eingestellten Zielposition als die Zieltrajektorie. In der Regel wird die Zielposition oberhalb des Bodens des Lochs HL festgelegt. In der Regel wird die Zielposition auch innerhalb der Kontur des Lochs HL festgelegt.

[0119] **Fig. 7A** und **Fig. 8A** zeigen insbesondere einen Zustand, in dem ein erster Verfüllvorgang durch autonome Steuerung abgeschlossen ist. Ein durch die gestrichelte Linie in **Fig. 7A** dargestellter Bagger stellt einen Zustand des Baggers 100 nach Abschluss des ersten Aushubvorgangs durch manuelle Betätigung und vor Start des ersten Verfüllvorgangs dar. Ein Sediment R1 stellt ein Sediment dar, das durch den ersten Verfüllvorgang in das Loch HL gelangt. Das Sediment R1 wird zum Beispiel in den am weitesten von dem Bagger 100 entfernten Abschnitt des Lochs HL eingebracht. In dem in **Fig. 7A** und **Fig. 8A** dargestellten Zustand erzeugt die Steuerung 30 eine Zieltrajektorie zwischen den Positionen des Sedimenthaufens und dem am weitesten entfernten Abschnitt des Lochs HL. Die Steuerung 30 kann die Zielposition bei jedem Verfüllvorgang ändern. Infolgedessen werden die Zielposition und die Zieltrajektorie bei dem zweiten oder dritten Verfüllvorgang geändert. Die Zielposition und der Zeitpunkt für die Änderung der Zieltrajektorie können entsprechend der Form (Größe oder Tiefe usw.) des Lochs HL geändert werden.

[0120] **Fig. 7B** und **Fig. 8B** veranschaulichen einen Zustand, in dem ein zweiter Verfüllvorgang durch autonome Steuerung abgeschlossen ist. Der durch die gestrichelte Linie in **Fig. 7B** dargestellte Bagger stellt einen Zustand des Baggers 100 dar, nachdem der zweite Aushubvorgang durch manuelle Betätigung abgeschlossen ist und bevor der zweite Verfüllvorgang gestartet wird. Ein Sediment R2 stellt ein

Sediment dar, das durch den zweiten Verfüllvorgang in das Loch HL gelangt. Das Sediment R2 wird in einen Abschnitt des Lochs HL freigesetzt, der sich näher an dem Bagger 100 befindet als das Sediment R1, zum Beispiel um in der Nähe des Sediments R1 zu sein. In dem in **Fig. 7B** und **Fig. 8B** dargestellten Zustand aktualisiert die Steuerung 30 die in dem in **Fig. 7A** und **Fig. 8A** dargestellten Zustand erzeugte Zieltrajektorie.

[0121] **Fig. 7C** und **Fig. 8C** veranschaulichen den Zustand, in dem ein dritter Verfüllvorgang durch autonome Steuerung abgeschlossen ist. Der durch die gestrichelte Linie in **Fig. 7C** dargestellte Bagger stellt einen Zustand des Baggers 100 dar, nachdem ein dritter Aushubvorgang durch manuelle Betätigung abgeschlossen ist und bevor der dritte Verfüllvorgang gestartet wird. Ein Sediment R3 stellt ein Sediment dar, das durch den dritten Verfüllvorgang in das Loch HL gelangt. Das Sediment R3 wird beispielsweise in einem Abschnitt des Lochs HL freigesetzt, der näher an dem Bagger 100 als das Sediment R2 ist, so dass er zu dem Sediment R2 benachbart ist. In dem in **Fig. 7C** und **Fig. 8C** dargestellten Zustand aktualisiert die Steuerung 30 die Zieltrajektorie, die in dem in **Fig. 7B** und **Fig. 8B** dargestellten Zustand aktualisiert wurde. Es ist zu beachten, dass die Steuerung 30 die Form des in das Loch HL gefallenen Sediments anhand der Ausgabe der Bildgebungsvorrichtung 80 (Objektdetektionsvorrichtung 70) erkennen kann. Zum Beispiel kann die Steuerung 30 die Form des in das Loch HL gefallenen Sediments basierend auf der Form des Lochs HL, der Sedimenteigenschaften, der Fallposition und dergleichen schätzen. Somit kann die Steuerung 30 die Zielposition bei dem nächsten Verfüllvorgang ändern, indem sie die Form des in das Loch HL gefallenen Sediments identifiziert.

[0122] Der Bediener des Baggers 100 führt den ersten Verfüllvorgang durch autonome Steuerung aus, indem er den Schalter NS zum Zeitpunkt vor Start des ersten Verfüllvorgangs drückt, d. h. wenn der Zustand des Baggers 100 auf den durch die gestrichelte Linie in **Fig. 7A** angezeigten Zustand eingestellt ist. In dem in **Fig. 7A** bis **Fig. 7C** und **Fig. 8A** bis **Fig. 8C** dargestellten Beispiel ist der Bagger 100 konfiguriert, den Verfüllvorgang auszuführen, wenn der Schalter NS gedrückt ist, aber der Bagger 100 kann konfiguriert sein, den Verfüllvorgang auszuführen, wenn der linke Betätigungshebel 26L in die rechte Drehrichtung betätigt wird, während der Schalter NS gedrückt ist.

[0123] In dem in **Fig. 7A** dargestellten Beispiel wird die Zieltrajektorie für den ersten Verfüllvorgang basierend auf einer aktuellen Klauenendposition AP1 der Schaufel 6 und einer Klauenendposition BP1 der Schaufel 6 nach Abschluss des ersten Verfüllvorgangs erstellt. Die Position BP1 wird so festge-

legt, dass sich das Klauenende der Schaufel 6 beispielsweise direkt über dem Mittelpunkt des Sediments R1 befindet. Das Sediment R1 ist ein Sediment, das durch den ersten Verfüllvorgang in das Loch HL eingebracht wird.

[0124] Danach führt die Steuerung 30 den ersten Verfüllvorgang durch autonome Steuerung unter Verwendung der berechneten Zieltrajektorie aus. Insbesondere dreht die Steuerung 30 den oberen Drehkörper 3 automatisch nach rechts, um das Aushubansatzstück AT automatisch auszufahren und einzufahren, so dass die von dem Klauenende der Schaufel 6 aufgezeichnete Trajektorie der Zieltrajektorie folgt.

[0125] Nach Beendigung des ersten, autonom gesteuerten Verfüllvorgangs führt der Bediener des Baggers 100 einen Zwischenvorgang durch, der eine manuell betätigte Linksdrehbetätigung umfasst, um die Schaufel 6 näher an einen in **Fig. 7A** dargestellten Sedimenthaufen F1 zu bringen. Dieser Zwischenvorgang zum Bewegen des Klauenendes der Schaufel 6 von der Position, in der der Verfüllvorgang abgeschlossen ist, zu der Position, in der der nächste Aushubvorgang gestartet wird, kann autonom ohne die manuelle Betätigung des Bedieners durchgeführt werden und kann halbautonom durchgeführt werden, um die manuelle Betätigung des Bedieners zu unterstützen. Wenn dieser Zwischenvorgang autonom durchgeführt wird, wird eine Zieltrajektorie für diesen Zwischenvorgang basierend auf einer aktuellen Klauenendposition BP1 der Schaufel 6 und einer Klauenendposition DP1 der Schaufel 6 zum Start des zweiten Aushubvorgangs erzeugt. Die Position DP1 wird zum Beispiel so festgelegt, dass sie sich direkt über dem Mittelpunkt des Sedimenthaufens F1 befindet. Die halbautonome Betätigung unterscheidet sich von der autonomen Betätigung dadurch, dass die halbautonome Betätigung in Reaktion auf die manuelle Betätigung des Betätigungshebels durch den Bediener ausgeführt wird, aber die halbautonome Betätigung hat mit der autonomen Betätigung gemeinsam, dass das Klauenende der Schaufel 6 entlang der Zieltrajektorie bewegt wird.

[0126] Danach legt der Bediener das Sediment, das den Sedimenthaufen F1 bildet, durch einen manuell betätigten Aushubvorgang in die Schaufel 6. Danach führt der Bediener den zweiten Verfüllvorgang durch autonome Steuerung aus, indem er den Schalter NS zu einem Zeitpunkt drückt, nachdem der Aushubvorgang beendet ist, das heißt, wenn der Zustand des Baggers 100 in den durch die gestrichelte Linie in **Fig. 7B** angezeigten Zustand gebracht ist.

[0127] In dem in **Fig. 7B** dargestellten Beispiel wird die Zieltrajektorie für den zweiten Verfüllvorgang basierend auf einer aktuellen Klauenendposition

AP2 der Schaufel 6 und einer Klauenendposition BP2 der Schaufel 6 nach Abschluss des zweiten Verfüllvorgangs erstellt. Die Position BP2 wird so eingestellt, dass sich das Klauenende der Schaufel 6 beispielsweise direkt über dem Mittelpunkt des Sediments R2 befindet. Bei dem Sediment R2 handelt es sich um ein Sediment, das durch den zweiten Verfüllvorgang in das Loch HL eingebracht wird.

[0128] Danach führt die Steuerung 30 den zweiten Verfüllvorgang durch autonome Steuerung unter Verwendung der berechneten Zieltrajektorie aus. Insbesondere dreht die Steuerung 30 den oberen Drehkörper 3 automatisch nach rechts und fährt das Aushubansatzstück AT automatisch aus und ein, so dass die von dem Klauenende der Schaufel 6 aufgezeichnete Trajektorie der Zieltrajektorie folgt.

[0129] Nach Abschluss des zweiten, autonom gesteuerten Verfüllvorgangs führt der Bediener des Baggers 100 einen Zwischenvorgang durch, der eine manuell betätigte Linksdrehbetätigung umfasst, um die Schaufel 6 näher an einen in **Fig. 7B** dargestellten Sedimenthaufen F2 zu bringen. Dieser Zwischenvorgang kann autonom ohne die manuelle Betätigung des Bedieners durchgeführt werden und kann halbautonom zur Unterstützung der manuellen Betätigung des Bedieners durchgeführt werden. Wenn dieser Zwischenvorgang autonom durchgeführt wird, wird eine Zieltrajektorie für diesen Zwischenvorgang basierend auf einer aktuellen Klauenendposition BP2 der Schaufel 6 und einer Klauenendposition DP2 der Schaufel 6 zu Beginn des dritten Aushubvorgangs erstellt. Die Position DP2 wird so festgelegt, dass sie sich zum Beispiel direkt über dem Mittelpunkt des Sedimenthaufens F2 befindet.

[0130] Dann legt der Bediener ein Sediment, das den Sedimenthaufen F2 bildet, durch manuell ausgeführten Aushubvorgang in die Schaufel 6. Dann führt der Bediener den dritten Verfüllvorgang durch autonome Steuerung aus, indem er den Schalter NS zu einem Zeitpunkt drückt, nachdem der Aushubvorgang beendet ist, das heißt wenn der Zustand des Baggers 100 in den durch die gestrichelte Linie in **Fig. 7C** angezeigten Zustand gebracht ist.

[0131] Auf diese Weise kann die Steuerung 30 den Bediener bei dem manuellen Verfüllvorgang entlasten, indem sie den Verfüllvorgang autonom ausführt. Bei der vorstehend beschriebenen Ausführungsform werden der Zwischenvorgang und der Aushubvorgang in Reaktion auf die manuelle Betätigung des Bedieners ausgeführt; mindestens einer von dem Zwischenvorgang und dem Aushubvorgang kann jedoch von der Steuerung 30 autonom oder halbautonom in der gleichen Weise wie der Verfüllvorgang ausgeführt werden.

[0132] Unter Bezugnahme auf **Fig. 9A** und **Fig. 9B** wird ein Beispiel für einen Nivelliervorgang beschrieben, der nach dem Verfüllen des Lochs HL durchgeführt wird. **Fig. 9A** und **Fig. 9B** sind Querschnittsansichten, die das verfüllte Loch HL darstellen und **Fig. 8A** bis **Fig. 8C** entsprechen. Insbesondere veranschaulichen **Fig. 9A** und **Fig. 9B** einen Zustand des in das Loch HL durch mehrere Verfüllvorgänge verfüllten Sediments. Weiter insbesondere veranschaulicht **Fig. 9A** einen Zustand des Sediments in dem Loch HL vor Durchführung des Nivelliervorgangs, und **Fig. 9B** veranschaulicht einen Zustand des Sediments in dem Loch HL nach Durchführung des Nivelliervorgangs. Zur Verdeutlichung ist in **Fig. 9A** und **Fig. 9B** der Boden um das Loch HL herum mit einem schattierten Muster markiert und das in dem Loch HL verfüllte Sediment ist mit einem Punktmuster gekennzeichnet.

[0133] Bei der vorliegenden Ausführungsform ist die Steuerung 30 konfiguriert, die Höhe einer Zieloberfläche TS vor Durchführung des Verfüllvorgangs festzulegen. Die Zieloberfläche TS ist eine virtuelle Fläche, die dem Boden entspricht, der entsteht, wenn ein zu verfüllendes Loch HL mit einem Sediment verfüllt wird, und ist in der Regel eine virtuelle horizontale Ebene. Die Steuerung 30 detektiert beispielsweise das Loch HL und eine umgebende Fläche CS, die den Boden um das Loch HL herum darstellt, basierend auf der Ausgabe der Objektdetektionsvorrichtung 70. Die Steuerung 30 legt eine Höhe der Zieloberfläche TS basierend auf einer Höhe der detektierten Umgebungsfläche CS fest. Die Höhe der Zieloberfläche TS wird in der Regel so festgelegt, dass sie mit der Höhe der umgebenden Fläche CS übereinstimmt. Jeweilige gestrichelt-einpunktige Linien in **Fig. 9A** und **Fig. 9B** stellen die Zieloberfläche TS dar.

[0134] Die Steuerung 30 bestimmt dann zum Beispiel basierend auf der Ausgabe der Objektdetektionsvorrichtung 70, ob das Loch HL mit dem Sediment verfüllt wurde. Bei dem in **Fig. 9A** und **Fig. 9B** dargestellten Beispiel bestimmt die Steuerung 30, dass das Loch HL mit dem Sediment verfüllt wurde, wenn die gesamte Zieloberfläche TS mit dem Sediment verfüllt wurde. Die Steuerung 30 führt dann einen autonomen Nivelliervorgang aus, wenn sie bestimmt, dass das Loch HL mit dem Sediment verfüllt wurde. Der vor dem Nivelliervorgang ausgeführte Verfüllvorgang wird so ausgeführt, dass die Höhe des in dem Loch HL verfüllten Sediments geringfügig höher als die Höhe der Zieloberfläche TS ist.

[0135] Wenn bestimmt wird, dass das Loch HL mit dem Sediment verfüllt wurde, erzeugt die Steuerung 30 eine Zieltrajektorie entlang der Zieloberfläche TS und führt einen Nivelliervorgang durch, indem sie das Klauenende der Schaufel 6 automatisch in eine Rich-

tung weg von dem Bagger 100 entlang der Zieltrajektorie bewegt. In diesem Fall ist der Nivelliervorgang eine kombinierte Betätigung, die eine Armöffnungsbetätigung umfasst. **Fig. 9A** stellt eine Position der Schaufel 6 dar, wenn der Nivelliervorgang gestartet wird, und **Fig. 9B** stellt eine Position der Schaufel 6 dar, wenn der Nivelliervorgang abgeschlossen ist. Die Steuerung 30 kann die Zieloberfläche TS basierend auf der Höhe der zu dem Loch HL benachbarten Geländeform festlegen. Alternativ kann die Steuerung 30 die Zieloberfläche TS basierend auf der Höhe des im Loch HL verfüllten Sediments oder der Sedimentform festlegen. Alternativ kann die Steuerung 30 die Zieloberfläche TS basierend auf dem Bauplan (Konstruktionsdaten) festlegen.

[0136] Diese Konfiguration ermöglicht es der Steuerung 30, eine Oberfläche des in dem Loch HL verfüllten Sediments zu nivellieren, so dass die Oberfläche des in dem Loch HL verfüllten Sediments keine Unregelmäßigkeiten aufweist. Außerdem ermöglicht diese Konfiguration der Steuerung 30, die Höhe der Oberfläche des in dem Loch HL verfüllten Sediments und die Höhe der umgebenden Oberfläche CS im Wesentlichen anzugleichen.

[0137] Als Nächstes wird anhand von **Fig. 10A** und **Fig. 10B** ein weiteres Beispiel für autonome Steuerung des Verfüllvorgangs beschrieben. **Fig. 10A** ist eine Draufsicht, die den Bagger 100 bei der Durchführung des Verfüllvorgangs und das dem Verfüllvorgang unterzogene Loch HL zeigt, was **Fig. 7A** bis **Fig. 7C** entspricht. **Fig. 10B** ist eine Querschnittsansicht, die das Loch HL zeigt, das **Fig. 8A** bis **Fig. 8C** entspricht.

[0138] In dem in **Fig. 10A** und **Fig. 10B** dargestellten Beispiel ist die Steuerung 30 konfiguriert, ein Sediment in das Loch HL zu schieben, indem sie es mit der Schaufel 6 verschiebt, ohne das Sediment mit der Schaufel 6 anzuheben, wenn sich das in das Loch HL zu verfüllende Sediment innerhalb eines vorbestimmten Abstandsbereichs zu dem Loch HL befindet. In dem in **Fig. 10A** und **Fig. 10B** dargestellten Beispiel verwendet die Steuerung 30 eine Rückseite BF der Schaufel 6, um autonom einen Verschiebevorgang durchzuführen, um ein Sediment, das einen Sedimenthaufen F10 bildet, innerhalb des vorbestimmten Abstandsbereichs von dem Loch HL in das Loch HL zu verschieben. In **Fig. 10A** ist der vorbestimmte Abstandsbereich ein Bereich 21, der von einer gestrichelten Linie umgeben ist.

[0139] Wie insbesondere in **Fig. 10B** dargestellt, steuert die Steuerung 30 das Aushubansatzstück AT autonom, um das Sediment, das den Sedimenthaufen F10 bildet, durch zwei Verfüllvorgänge (Verschiebevorgänge) in das Loch HL zu schieben.

[0140] Beispielsweise erkennt die Steuerung 30 eine Position und eine Form des Sedimenthaufens F10 basierend auf der Ausgabe der Objektdetektionsvorrichtung 70. Basierend auf der erkannten Position und Form des Sedimenthaufens F10 erzeugt die Steuerung 30 eine Zieltrajektorie TL, um das Sediment, das den Sedimenthaufen F10 bildet, in das Loch HL zu schieben. Zu diesem Zeitpunkt kann die Steuerung 30 das Volumen oder Gewicht des Sediments, das den Sedimenthaufen F10 bildet, berechnen. Es gibt einen Grenzwert für das Volumen oder Gewicht des Sediments, das durch einen einzigen Verschiebevorgang verschoben werden kann, so dass die Zieltrajektorie so erzeugt werden kann, dass dieser Grenzwert nicht überschritten wird.

[0141] **Fig. 10B** veranschaulicht eine Zieltrajektorie TL1, die ein Teil der Zieltrajektorie TL für den ersten Verschiebevorgang ist, als eine gestrichelt-einpunktige Linie, und eine Zieltrajektorie TL2, die ein Teil der Zieltrajektorie TL für den zweiten Verschiebevorgang ist, als eine gestrichelt-zweipunktige Linie. **Fig. 10A** und **Fig. 10B** veranschaulichen einen Zustand der Schaufel 6, wenn der erste Verschiebevorgang abgeschlossen ist, als eine durchgezogene Linie, und einen Zustand der Schaufel 6, wenn der erste Verschiebevorgang gestartet wird, als eine Schaufelzeichnung 6A, die mit einer gestrichelten Linie dargestellt ist. Ferner veranschaulicht **Fig. 10B** ein Sediment F10T, das durch den ersten Verschiebevorgang aus dem Sedimenthaufen F10 in das Loch HL geschoben wird, als eine durchgezogene Linie, und einen Abschnitt F10T1, der dem Sediment F10T des Sedimenthaufens F10 entspricht, bevor der erste Verschiebevorgang gestartet wird, als eine gestrichelte Linie.

[0142] Ein Sediment F10B, das auch nach dem ersten Verschiebevorgang unter den Sedimenten verbleibt, die den Sedimenthaufen F10 bilden, wird durch den zweiten Verschiebevorgang in das Loch HL geschoben, das heißt durch Bewegen des Klauenendes der Schaufel 6 von der Seite nahe dem Bagger 100 zu der entfernten Seite entlang der Zieltrajektorie TL2.

[0143] Durch Ausführen des Verschiebevorgangs, wie vorstehend beschrieben, kann die Steuerung 30 das Sediment relativ nahe an dem Loch HL in das Loch HL schieben. In dem vorstehend beschriebenen Beispiel ist die Steuerung 30 konfiguriert, den Verschiebevorgang zum Reinwerfen eines Sediments in das Loch HL unter Verwendung der Rückseite BF der Schaufel 6 auszuführen, kann aber auch konfiguriert sein, einen Verschiebevorgang zum Reinwerfen eines Sediments in das Loch HL unter Verwendung einer Vorderseite oder einer Seitenfläche der Schaufel 6 auszuführen. Zum Beispiel kann die Steuerung 30 konfiguriert sein, den Verschiebevorgang zum Reinwerfen eines Sediments in das

Loch HL unter Verwendung der Vorderseite der Schaufel 6 auszuführen, wenn das Sediment, das einen Sedimenthaufen F11 bildet, auf der +X-Seite (der von dem Bagger 100 entfernten Seite) des Lochs HL in dem Bereich Z1 reingeworfen wird.

[0144] Die Steuerung 30 kann auch konfiguriert sein, ein Sediment, das in die Schaufel 6 eingebracht und durch den Aushubvorgang angehoben wurde, in das Loch HL freizugeben, wie unter Bezugnahme auf **Fig. 7A bis Fig. 7C** und **Fig. 8A bis Fig. 8C** beschrieben, wenn das in das Loch HL zu verfüllende Sediment außerhalb des vorbestimmten Abstandsbereichs von dem Loch HL liegt. Insbesondere in Bezug auf einen Sedimenthaufen F12 außerhalb des Bereichs 21 kann die Steuerung 30 konfiguriert sein, ein den Sedimenthaufen F12 bildendes Sediment, das in die Schaufel 6 eingebracht und durch den Aushubvorgang angehoben wurde, durch einen autonomen Verfüllvorgang in das Loch HL freizugeben.

[0145] In dem in **Fig. 10A** und **Fig. 10B** dargestellten Beispiel kann die Steuerung 30 konfiguriert sein, den Verschiebevorgang durchzuführen, wenn der Schalter NS gedrückt ist, aber kann konfiguriert sein, den Verschiebevorgang durchzuführen, wenn der linke Betätigungshebel 26L in die Armöffnungsrichtung betätigt wird, während der Schalter NS gedrückt ist.

[0146] Als Nächstes wird unter Bezugnahme auf **Fig. 11** ein Verfüllvorgang (Verschiebevorgang) beschrieben, bei dem das Sediment unter Verwendung der Seitenfläche der Schaufel 6 in das Loch HL reingeworfen wird. **Fig. 11** ist eine Draufsicht auf den Bagger 100, wenn der Verfüllvorgang (Verschiebevorgang) durchgeführt wird und das Loch HL dem Verfüllvorgang (Verschiebevorgang) unterzogen wird, was **Fig. 10A** entspricht.

[0147] In dem in **Fig. 11** dargestellten Beispiel ist die Steuerung 30 konfiguriert, das Sediment in das Loch HL zu schieben, indem sie das Sediment mit der Schaufel 6 verschiebt, ohne das Sediment mit der Schaufel 6 anzuheben, wenn sich das in dem Loch HL zu verfüllende Sediment innerhalb eines vorbestimmten Abstandsbereichs von dem Loch HL befindet, wie in dem in **Fig. 10A** und **Fig. 10B** dargestellten Beispiel. Wenn das in dem Loch HL zu verfüllende Sediment außerhalb des vorbestimmten Abstandsbereichs von dem Loch HL liegt, ist die Steuerung 30 konfiguriert, das Sediment in die Schaufel 6 zu legen und das Sediment in der Schaufel 6 durch den Aushubvorgang anzuheben und dann das in die Schaufel 6 gelegte Sediment in das Loch HL freizugeben, wie unter Bezugnahme auf **Fig. 7A bis Fig. 7C** und **Fig. 8A bis Fig. 8C** beschrieben.

[0148] In dem in **Fig. 11** dargestellten Beispiel verwendet die Steuerung 30 eine Seitenfläche SF (linke

Seitenfläche LSF) der Schaufel 6, um einen Verschiebevorgang autonom durchzuführen, um ein Sediment, das einen Sedimenthaufen F13 bildet, innerhalb eines vorbestimmten Abstandsbereichs von dem Loch HL in das Loch HL zu schieben. In **Fig. 11** ist der vorbestimmte Abstandsbereich ein Bereich 21, der von einer gestrichelten Linie umgeben ist.

[0149] Insbesondere, wie in **Fig. 11** dargestellt, ist die Steuerung 30 konfiguriert, den oberen Drehkörper 3 autonom nach links zu drehen, um das Sediment, das den Sedimenthaufen F13 bildet, durch zwei Verfüllvorgänge (Abschiebevorgänge) in das Loch HL zu schieben.

[0150] Beispielsweise erkennt die Steuerung 30 eine Position und eine Form des Sedimenthaufens F13 basierend auf der Ausgabe der Objektdetektionsvorrichtung 70. Dann erzeugt die Steuerung 30 basierend auf der erkannten Position und Form des Sedimenthaufens F13 eine Zieltrajektorie TL zum Schieben des Sediments, das den Sedimenthaufen F13 bildet, in das Loch HL. Zu diesem Zeitpunkt kann die Steuerung 30 das Volumen oder Gewicht des Sediments, das den Sedimenthaufen F13 bildet, berechnen. Es gibt einen Grenzwert für das Volumen oder Gewicht des Sediments, das durch einen einzigen Verschiebevorgang verschoben werden kann, so dass die Zieltrajektorie TL so erzeugt werden kann, dass dieser Grenzwert nicht überschritten wird.

[0151] **Fig. 11** stellt eine Zieltrajektorie TL3 dar, die ein Teil der Zieltrajektorie TL für den ersten Verschiebevorgang ist, als gestrichelt-einpunktige Linie. **Fig. 11** stellt einen Zustand der Schaufel 6, wenn der erste Verschiebevorgang abgeschlossen ist, als eine durchgezogene Linie, und die Position der Schaufel 6, wenn der erste Verschiebevorgang gestartet wird, als eine Schaufelzeichnung 6B, die als eine gestrichelte Linie dargestellt ist, dar. Ferner stellt **Fig. 11** ein Sediment F13T, das durch den ersten Verschiebevorgang in das Loch HL unter dem Sediment, das den Sedimenthaufen F13 bildet, geschoben wurde, und ein Sediment F13B, das nach dem ersten Verschiebevorgang unter dem Sediment, das den Sedimenthaufen F10 bildet, verbleibt, als durchgezogene Linien, dar.

[0152] Das Sediment F13T wird durch den ersten Verschiebevorgang in das Loch HL geschoben, das heißt durch Bewegung des Klauenendes der Schaufel 6 von rechts nach links entlang der Zieltrajektorie TL3.

[0153] Das Sediment F13B wird durch den zweiten Verschiebevorgang in das Loch HL geschoben, das heißt durch Bewegung des Klauenendes der Schaufel 6 von rechts nach links entlang einer Zieltrajektorie

(nicht dargestellt) für den zweiten Verschiebevorgang.

[0154] Durch Durchführung des Verschiebevorgangs, einschließlich des vorstehend beschriebenen Drehvorgangs, kann die Steuerung 30 das Sediment relativ nahe an dem Loch HL in das Loch HL schieben. In dem vorstehend beschriebenen Beispiel ist die Steuerung 30 konfiguriert, den Verschiebevorgang zum Abwerfen des Sediments in das Loch HL unter Verwendung der linken Seitenfläche LSF der Schaufel 6 durchzuführen, aber die Steuerung 30 kann konfiguriert sein, den Verschiebevorgang zum Reinwerfen des Sediments in das Loch HL unter Verwendung einer rechten Seitenfläche der Schaufel 6 durchzuführen. Zum Beispiel kann die Steuerung 30 konfiguriert sein, den Verschiebevorgang zum Reinwerfen des Sediments in das Loch HL unter Verwendung der rechten Seitenfläche der Schaufel 6 durchzuführen, wenn das Sediment, das den Sedimenthaufen auf der +Y-Seite des Lochs HL in dem Bereich 21 bildet, in das Loch HL reingeworfen wird.

[0155] Nachfolgend wird mit Bezug auf **Fig. 12A bis Fig. 12C** ein noch weiteres Beispiel für autonome Steuerung des Verfüllvorgangs beschrieben. **Fig. 12A bis Fig. 12C** sind Querschnittsansichten, die das Loch HL darstellen und **Fig. 9A** und **Fig. 9B** entsprechen. Insbesondere stellen **Fig. 12A bis Fig. 12C** Zustände eines in das Loch HL durch mehrere Verfüllvorgänge verfüllten Sediments GR dar. Weiter insbesondere stellt **Fig. 12A** einen Zustand des Sediments GR in dem Loch HL dar, bevor ein vorletzter Verfüllvorgang (Verschiebevorgang) durchgeführt wird, **Fig. 12B** stellt einen Zustand des Sediments in dem Loch HL dar, nachdem der vorletzte Verfüllvorgang (Verschiebevorgang) durchgeführt wurde, und **Fig. 12C** stellt einen Zustand des Sediments in dem Loch HL dar, nachdem der letzte Verfüllvorgang (Verschiebevorgang) durchgeführt wurde.

[0156] In dem in **Fig. 12A bis Fig. 12C** dargestellten Beispiel ist die Steuerung 30 konfiguriert, die Höhe der Zieloberfläche TS vor der Durchführung des Verfüllvorgangs festzulegen. Die Zieloberfläche TS ist eine virtuelle Fläche, in der Regel eine virtuelle horizontale Ebene, die dem Boden entspricht, der entsteht, wenn das zu verfüllende Loch HL mit Sediment verfüllt wird. Die Steuerung 30 detektiert zum Beispiel das Loch HL und die umgebende Fläche CS, die der Boden um das Loch HL ist, basierend auf der Ausgabe der Objektdetektionsvorrichtung 70. Die Steuerung 30 legt die Höhe der Zieloberfläche TS basierend auf der Höhe der detektierten Umgebungsfläche CS fest. Die Höhe der Zieloberfläche TS wird in der Regel so festgelegt, dass sie mit der Höhe der umgebenden Fläche CS übereinstimmt.

Die untere gestrichelt-einpunktige Linie in **Fig. 12A** stellt die Zieloberfläche TS dar.

[0157] Die Steuerung 30 bestimmt beispielsweise basierend auf der Ausgabe der Objektdetektionsvorrichtung 70, ob ein Sedimenthaufen innerhalb eines vorbestimmten Abstandsbereichs von dem Loch HL vorhanden ist oder nicht. Wenn der Sedimenthaufen innerhalb des vorbestimmten Abstandsbereichs von dem Loch HL vorhanden ist, berechnet die Steuerung 30 beispielsweise basierend auf der Ausgabe der Objektdetektionsvorrichtung 70 ein Volumen eines Sediments, das den Sedimenthaufen bildet. Der Sedimenthaufen, der innerhalb des vorbestimmten Abstandsbereichs von dem Loch HL vorhanden ist, ist ein Sedimenthaufen, der durch einen Verschiebevorgang in das Loch HL geschoben werden soll, und wird nachfolgend als ein „benachbarter Sedimenthaufen“ bezeichnet. In dem in **Fig. 12A bis Fig. 12C** dargestellten Beispiel erkennt die Steuerung 30, dass ein Sedimenthaufen F14 als ein benachbarter Sedimenthaufen auf der -X-Seite des Lochs HL (der Seite nahe dem Bagger 100) existiert. Daher berechnet die Steuerung 30 das Volumen des Sediments, aus dem der Sedimenthaufen F14 besteht.

[0158] Beispielsweise berechnet die Steuerung 30 jedes Mal, wenn der Verfüllvorgang abgeschlossen ist, basierend auf der Ausgabe der Objektdetektionsvorrichtung 70 ein Volumen (erforderliches Volumen) des Sediments, das zum vollständigen Verfüllen des Lochs HL erforderlich ist. Das erforderliche Volumen entspricht einem Volumen (ohne das Volumen des bereits mit dem Sediment verfüllten Teils) des Raums, der sich unterhalb der Zieloberfläche TS in dem Loch HL befindet. Dann bestimmt die Steuerung 30, ob das Volumen des Sediments, das den benachbarten Sedimenthaufen (Sedimenthaufen F14) bildet, gleich oder größer als das erforderliche Volumen ist. Es ist zu beachten, dass die Steuerung 30 in der Regel konfiguriert ist, das Volumen des Sediments, das durch den vorhergehenden Verfüllvorgang in das Loch HL verfüllt werden soll, so einzustellen, dass das erforderliche Volumen ungefähr dem Volumen des benachbarten Sedimenthaufens entspricht.

[0159] Wenn bestimmt wird, dass das Volumen des Sediments, aus dem der benachbarte Sedimenthaufen (Sedimenthaufen F14) besteht, gleich oder größer als das erforderliche Volumen ist, führt die Steuerung 30 einen autonomen Verschiebevorgang als einen autonomen Verfüllvorgang durch.

[0160] Insbesondere erzeugt die Steuerung 30 basierend auf der Position und Form des Sedimenthaufens F14 eine Zieltrajektorie TL, um das Sediment, das den Sedimenthaufen F14 bildet, in das Loch HL zu schieben. In diesem Fall kann die Steuerung

zung 30 eine Zielposition in Bezug auf das Loch HL einstellen und eine Zieltrajektorie TL erzeugen.

[0161] Fig. 12A und Fig. 12B stellen eine Zieltrajektorie TL4 dar, die ein Teil der Zieltrajektorie TL für einen zweitletzten Verschiebevorgang ist, als eine gestrichelt-einpunktige Linie. Fig. 12B und Fig. 12C stellen eine Zieltrajektorie TL5, die ein Teil der Zieltrajektorie TL für einen letzten Verschiebevorgang ist, als eine gestrichelt-zweipunktige Linie dar.

[0162] Fig. 12A veranschaulicht einen Zustand der Schaufel 6 als eine durchgezogene Linie, wenn der zweitletzte Verschiebevorgang gestartet wird. Fig. 12B stellt einen Zustand der Schaufel 6 als eine durchgezogene Linie dar, wenn der letzte Verschiebevorgang gestartet wird, und stellt das Sediment F14T dar, das durch den zweitletzten Verschiebevorgang aus den Sedimenten, die den Sedimenthaufen F14 bilden, als ein grobes Punktmuster in das Loch HL geschoben wird. Fig. 12C stellt einen Zustand der Schaufel 6 als eine durchgezogene Linie dar, wenn der letzte Verschiebevorgang abgeschlossen ist. In Fig. 12A bis Fig. 12C ist zur Verdeutlichung ein feines Punktmuster auf dem Sediment GR und dem Sedimenthaufen F14 (mit Ausnahme des Sediments F14T) angebracht, und ein schattiertes Muster ist auf dem Boden um das Loch HL angebracht.

[0163] Wie in Fig. 12B dargestellt, wird ein Sediment F14B, das nach dem zweitletzten Verschiebevorgang des Sedimenthaufens F14 verblieben ist, durch den letzten Verschiebevorgang in das Loch HL geschoben, das heißt durch Bewegen des Klauenendes der Schaufel 6 entlang der Zieltrajektorie TL5 von der Seite nahe dem Bagger 100 zu der Seite weg von dem Bagger, wie in Fig. 12C dargestellt.

[0164] Durch Ausführen des Verschiebevorgangs, wie vorstehend beschrieben, ist die Steuerung 30 in der Lage, das Sediment relativ nahe zu dem Loch HL in das Loch HL zu schieben und gleichzeitig die Oberfläche des in das Loch HL verfüllten Sediments zu nivellieren, so dass die Oberfläche des in das Loch HL verfüllten Sediments keine Unregelmäßigkeiten aufweist. Darüber hinaus kann die Steuerung 30 die Höhe der Oberfläche des in das Loch HL verfüllten Sediments und die Höhe der umgebenden Oberfläche CS im Wesentlichen angleichen. Es ist anzumerken, dass in dem in Fig. 12A bis Fig. 12C dargestellten Beispiel die Steuerung 30 konfiguriert ist, den Verschiebevorgang zum Reinwerfen des Sediments in das Loch HL und den Nivelliervorgang gleichzeitig unter Verwendung der Rückseite BF der Schaufel 6 durchzuführen, aber konfiguriert sein kann, den Verschiebevorgang zum Reinwerfen des Sediments in das Loch HL und den Nivelliervorgang gleichzeitig unter Verwendung der Vorderseite oder der Seitenfläche der Schaufel 6 durchzuführen.

[0165] Somit führt die Steuerung 30 den Verfüllvorgang und den Nivelliervorgang autonom und gleichzeitig durch, wodurch die Belastung des Bedieners durch den Verfüllvorgang und den Nivelliervorgang durch manuelle Betätigung verringert wird. Darüber hinaus kann die Steuerung 30 die Effizienz des Verfüllvorgangs im Vergleich zu dem Fall, in dem der Verfüllvorgang und der Nivelliervorgang separat durchgeführt werden, verbessern.

[0166] Wie vorstehend beschrieben, umfasst der Bagger 100 gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung einen unteren Fahrkörper 1, einen oberen Drehkörper 3, der drehbar an dem unteren Fahrkörper 1 montiert ist, und die Steuerung 30 als eine Steuervorrichtung, die in dem oberen Drehkörper 3 angeordnet ist. Die Steuerung 30 ist konfiguriert, einen autonomen Verfüllvorgang durch den Bagger 100 zu starten, wenn eine vorbestimmte Bedingung erfüllt ist.

[0167] Die vorbestimmte Bedingung ist beispielsweise eine Bedingung, bei der ein vorbestimmter Schalter betätigt wurde, oder eine Bedingung, bei der der Betätigungshebel in einer vorbestimmten Richtung in einem vorbestimmten Betriebsmodus betätigt wurde.

[0168] Der vorbestimmte Schalter ist zum Beispiel ein Schalter NS, der an dem Betätigungshebel angeordnet ist. Der vorbestimmte Betriebsmodus ist zum Beispiel ein Verfüllmodus. Der Bediener des Baggers 100 kann einen Betriebsmodus des Baggers 100 zwischen einem normalen Modus und dem Verfüllmodus umschalten, indem er zum Beispiel den Schalter NS betätigt. Wenn der Betriebsmodus des Baggers 100 der Verfüllmodus ist, kann der Bediener einen autonomen Verfüllvorgang durchführen, wie in Fig. 7A bis Fig. 7C dargestellt, indem er zum Beispiel den linken Betätigungshebel 26L in die linke Drehrichtung betätigt, oder er kann einen autonomen Verfüllvorgang (Verschiebevorgang) durchführen, wie in Fig. 10A und Fig. 10B dargestellt, indem er den linken Betätigungshebel 26L in die Armöffnungsrichtung betätigt.

[0169] Diese Konfiguration kann die Effizienz des Verfüllvorgangs im Vergleich zu dem Verfüllvorgang, der in Reaktion auf die manuelle Betätigung des Betätigungshebels durchgeführt wird, erhöhen. Darüber hinaus kann diese Konfiguration die Belastung des Bedieners des Baggers 100 für den Verfüllvorgang verringern.

[0170] Der Verfüllvorgang kann mindestens eine Betätigung des an dem oberen Drehkörper 3 angebrachten Aushubansatzstücks AT und eine Drehbetätigung des oberen Drehkörpers 3 umfassen. Insbesondere kann der Verfüllvorgang mindestens einen von der Auslegerhebebetätigung, der Auslegerab-

senkbetätigung, der Armöffnungsbetätigung, der Armschließbetätigung, der Schaufelöffnungsbetätigung, der Schaufelschließbetätigung, der Linksdrehbetätigung und der Rechtsdrehbetätigung, wie in **Fig. 7A bis Fig. 7C** dargestellt, umfassen. Alternativ kann der Verfüllvorgang die Drehbetätigung, wie in **Fig. 10A und Fig. 10B** dargestellt, nicht umfassen. Alternativ kann der Verfüllvorgang die Betätigung des Aushubansatzstückes AT nicht umfassen. Darüber hinaus kann der Verfüllvorgang mindestens eine Betätigung zum Schieben eines Sediments mit der Vorderseite der Schaufel 6, eine Betätigung zum Schieben eines Sediments mit der Seitenfläche SF der Schaufel 6 und eine Betätigung zum Schieben eines Sediments mit der Rückseite BF der Schaufel 6 umfassen.

[0171] Diese Konfiguration kann die Effizienz des Verfüllvorgangs weiter verbessern, indem sie beispielsweise die autonome Ausführung eines geeigneten Verfüllvorgangs entsprechend einer Positionsbeziehung zwischen einem Loch, das einer Verfüllarbeit unterzogen wird, und einem Sedimenthaufen, der einer Verfüllarbeit unterzogen wird, ermöglicht.

[0172] Die Steuerung 30 kann konfiguriert sein, eine Position eines Landschaftsmerkmals, das Verfüllen unterzogen wird, basierend auf einer Ausgabe der Objektdetektionsvorrichtung 70 zu spezifizieren. Das Landschaftsmerkmal, das Verfüllen unterzogen wird, ist beispielsweise ein zu verfüllendes Loch und ein zu verfüllender Sedimenthaufen sein. Beispielsweise kann die Steuerung 30 konfiguriert sein, eine Position eines zu verfüllenden Landschaftsmerkmals basierend auf einem von der Bildgebungsvorrichtung 80 aufgenommenen Bild zu spezifizieren. Alternativ kann die Steuerung 30 konfiguriert sein, eine Position eines Landschaftsmerkmals, das Verfüllen unterzogen wird, basierend auf Entfernungsinformationen, die von LIDAR gemessen wurden, zu spezifizieren. In diesem Fall kann die Steuerung 30 konfiguriert sein, mindestens eine Form, eine Tiefe und ein Volumen des zu verfüllenden Lochs; eine Form, eine Höhe und ein Volumen des zu verfüllenden Sedimenthaufens und einen Fortschritt der Verfüllarbeit basierend auf einer Ausgabe der Objektdetektionsvorrichtung 70 zu erkennen.

[0173] Die bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wurde im Detail beschrieben. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf die vorstehend beschriebene Ausführungsform beschränkt, noch ist sie auf das beschränkt, was unten beispielhaft dargestellt ist. Die vorstehend beschriebene Ausführungsform kann verschiedenen Modifikationen, Substitutionen und dergleichen unterzogen sein, ohne von dem Umfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Darüber hinaus können die separat beschriebenen Merkmale kombiniert wer-

den, vorausgesetzt, dass keine technischen Unstimmigkeiten entstehen.

[0174] Gemäß der vorstehend beschriebenen Ausführungsform ist die Steuerung 30 beispielsweise konfiguriert, den Verfüllvorgang oder dergleichen autonom oder halbautonom durchzuführen, wodurch die Belastung für den auf einem Fahrersitz in der Kabine 10 sitzenden Bediener verringert wird. Die autonome oder halbautonome Betätigung durch die Steuerung 30 kann jedoch auch auf einen fernbetätigten Bagger angewendet werden. In diesem Fall kann die Steuerung 30 den Verfüllvorgang oder dergleichen autonom oder halbautonom durchführen, wodurch die Belastung für einen entfernten Bediener, der auf einem Fahrersitz in einem ferngesteuerten Raum sitzt, der mit dem Bagger 100 via Funkkommunikation verbunden ist, verringert wird.

[0175] Die Steuerung 30 kann auch konfiguriert sein, eine Positionsbeziehung zwischen dem Bagger 100 und dem Loch HL basierend auf der Ausgabe der Objektdetektionsvorrichtung 70 zu erkennen. In diesem Fall kann die Steuerung 30 die Position des Lochs HL basierend auf der Ausgabe einer an dem Bagger 100 montierten Positionierungsvorrichtung (wie beispielsweise GNSS) spezifizieren. Die Steuerung 30 kann konfiguriert sein, die Positionsbeziehung zwischen dem Bagger 100 und einem Sedimenthaufen basierend auf der Ausgabe der Objektdetektionsvorrichtung 70 zu erkennen. In diesem Fall kann die Steuerung 30 die Position des Sedimenthaufens basierend auf der Ausgabe der an dem Bagger 100 montierten Positionierungsvorrichtung spezifizieren.

[0176] Darüber hinaus kann die Steuerung 30 konfiguriert sein, die Position des Lochs HL basierend auf dem durch Kommunikation, usw. eingegebenen Bauplan zu erkennen, wenn die Position oder Form des Lochs, das dem Verfüllvorgang unterzogen wird, im Voraus in dem Bauplan (Konstruktionsdaten) festgelegt wird. In ähnlicher Weise kann die Steuerung 30 konfiguriert sein, die Position des Sedimenthaufens basierend auf dem durch Kommunikation eingegebenen Bauplan usw. zu erkennen, wenn die Position oder dergleichen des Sedimenthaufens, der dem Verfüllvorgang unterzogen wird, im Voraus in dem Bauplan (Konstruktionsdaten) festgelegt ist. Somit kann die Steuerung 30 die Position der Schaufel 6 steuern, indem sie den Steuerreferenzpunkt, der basierend auf der Ausgabe der Positionierungsvorrichtung (GNSS usw.) oder des Lagesensors usw., die an dem Bagger 100 montiert sind, berechnet wird, mit der Position (Zielposition) des Sedimenthaufens, des Lochs HL oder dergleichen auf dem Bauplan vergleicht.

[0177] Die vorliegende Anmeldung beansprucht Priorität der japanischen Patentanmeldung Nr.

2021-044182, die am 17. März 2021 eingereicht wurde, deren gesamter Inhalt hiermit hierin durch Bezugnahme aufgenommen ist.		29,	29DL, 29DR, 29LA, 29LB, 29RA, 29RB Betätigungsdruck- sensor
BESCHREIBUNG DER REFERENZNUMMERN		30	Steuerung
1	unterer Fahrkörper	30A	Trajektorie-Erzeugungsteil
1	Raupe		autonomes Steuerteil
1CL	linke Raupe	30B	Proportionalventil
1CR	rechte Raupe	31, 31AL-31DL, 31AR-31DR	
2	Drehmechanismus	40	mittlere Bypassleitung
2A	Drehhydraulikmotor		
2M	Fahrhydraulikmotor	42	parallele Leitung
		70	Objektdetektionsvorrichtung
2ML	linker Fahrhydraulikmotor	70F	vorderer Sensor
2MR	rechter Fahrhydraulikmotor	70B	hinterer Sensor
		70L	linker Sensor
3	oberer Drehkörper	70R	rechter Sensor
4	Ausleger		
5	Arm	80	Bildgebungsvorrichtung
6	Schaufel	80B	hintere Kamera
7	Auslegerzylinder	80F	vordere Kamera
8	Armzylinder	80L	linke Kamera
9	Schaufelzylinder	80R	rechte Kamera
10	Kabine	100	Bagger
11	Motor	171-176	Steuerventil
13	Regler	AT	Aushubansatzstück
14	Hauptpumpe	D1	Anzeigevorrichtung
15	Vorsteuerpumpe	D2	Tonausgabevorrichtung
17	Steuerventileinheit		
18	Drossel	F1, F2, F10-F14	Sedimenthaufen
19	Steuerdrucksensor	NS	Schalter
26	Betätigungsvorrichtung	S1	Auslegerwinkelsensor
26D	Fahrhebel	S2	Armwinkelsensor
26DL	linker Fahrhebel	S3	Schaufelwinkelsensor
26DR	rechter Fahrhebel		
26L	linker Betätigungshebel	S4	Körperneigungssensor
26R	rechter Betätigungshebel	S5	Drehwinkelgeschwindigkeitssensor
28,	28L, 28R Abgabedrucksensor	S6	Drehschieber-Verdrängungssensor

S7	Auslegerschieber- Verdrängungssensor
S8	Armschieber-Ver- drängungssensor
S9	Schaufelschieber- Verdrängungssensor
TL, TL1-TL5	Zieltrajektorie

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 2011514456 T [0003]
- JP 2021044182 [0177]

Patentansprüche

1. Bagger, umfassend:
einen unteren Fahrkörper;
einen oberen Drehkörper, der drehbar an dem unteren Fahrkörper montiert ist; und
eine Steuervorrichtung, die in dem oberen Drehkörper angeordnet ist, wobei die Steuervorrichtung konfiguriert ist, eine Position zu erkennen, die einem Verfüllvorgang unterzogen wird, und eine Zielposition in Bezug auf den Verfüllvorgang zu erzeugen.

2. Bagger nach Anspruch 1, wobei die Steuervorrichtung die Zielposition entsprechend einer Form eines Sediments an der Position, die dem Verfüllvorgang unterzogen wird, ändert.

3. Bagger nach Anspruch 1, wobei die Steuervorrichtung den Betätigungsinhalt entsprechend einer Höhe eines Sediments an der Position, die dem Verfüllvorgang unterzogen wird, ändert.

4. Bagger umfassend:
einen unteren Fahrkörper;
einen oberen Drehkörper, der drehbar an dem unteren Fahrkörper montiert ist;
eine Steuervorrichtung, die in dem oberen Drehkörper angeordnet ist, wobei die Steuervorrichtung konfiguriert ist, eine Zieltrajektorie zu erzeugen, die einer Form eines geografischen Merkmals, das einem Vorgang unterzogen wird, entspricht.

5. Bagger umfassend:
einen unteren Fahrkörper;
einen oberen Drehkörper, der drehbar an dem unteren Fahrkörper montiert ist; und
eine Steuervorrichtung, die in dem oberen Drehkörper angeordnet ist, wobei die Steuervorrichtung konfiguriert ist, einen autonomen Verfüllvorgang durch den Bagger zu starten, wenn eine vorbestimmte Bedingung erfüllt ist.

6. Bagger nach Anspruch 5, wobei die vorbestimmte Bedingung eine Bedingung ist, bei der ein vorbestimmter Schalter betätigt worden ist, oder eine Bedingung, bei der ein Betätigungshebel in eine vorbestimmte Richtung in einem vorbestimmten Betriebsmodus betätigt worden ist.

7. Bagger nach Anspruch 5, wobei der Verfüllvorgang mindestens einen von einem Vorgang eines an dem oberen Drehkörper angebrachten Ansatzstücks oder einem Drehvorgang des oberen Drehkörpers umfasst.

8. Bagger nach Anspruch 5, wobei der Verfüllvorgang mindestens eines von Schieben eines Sediments mit einer Vorderseite einer Schaufel, Schieben des Sediments mit einer Seitenfläche der

Schaufel und Schieben des Sediments mit einer Rückseite der Schaufel umfasst.

9. Bagger nach Anspruch 5, ferner umfassend:
eine Objektdetektionsvorrichtung, die an dem oberen Drehkörper angebracht ist, wobei die Steuervorrichtung konfiguriert ist, eine Position eines Landschaftsmerkmals, das dem Verfüllvorgang unterzogen wird, basierend auf einer Ausgabe der Objektdetektionsvorrichtung zu spezifizieren.

Es folgen 20 Seiten Zeichnungen

FIG.2

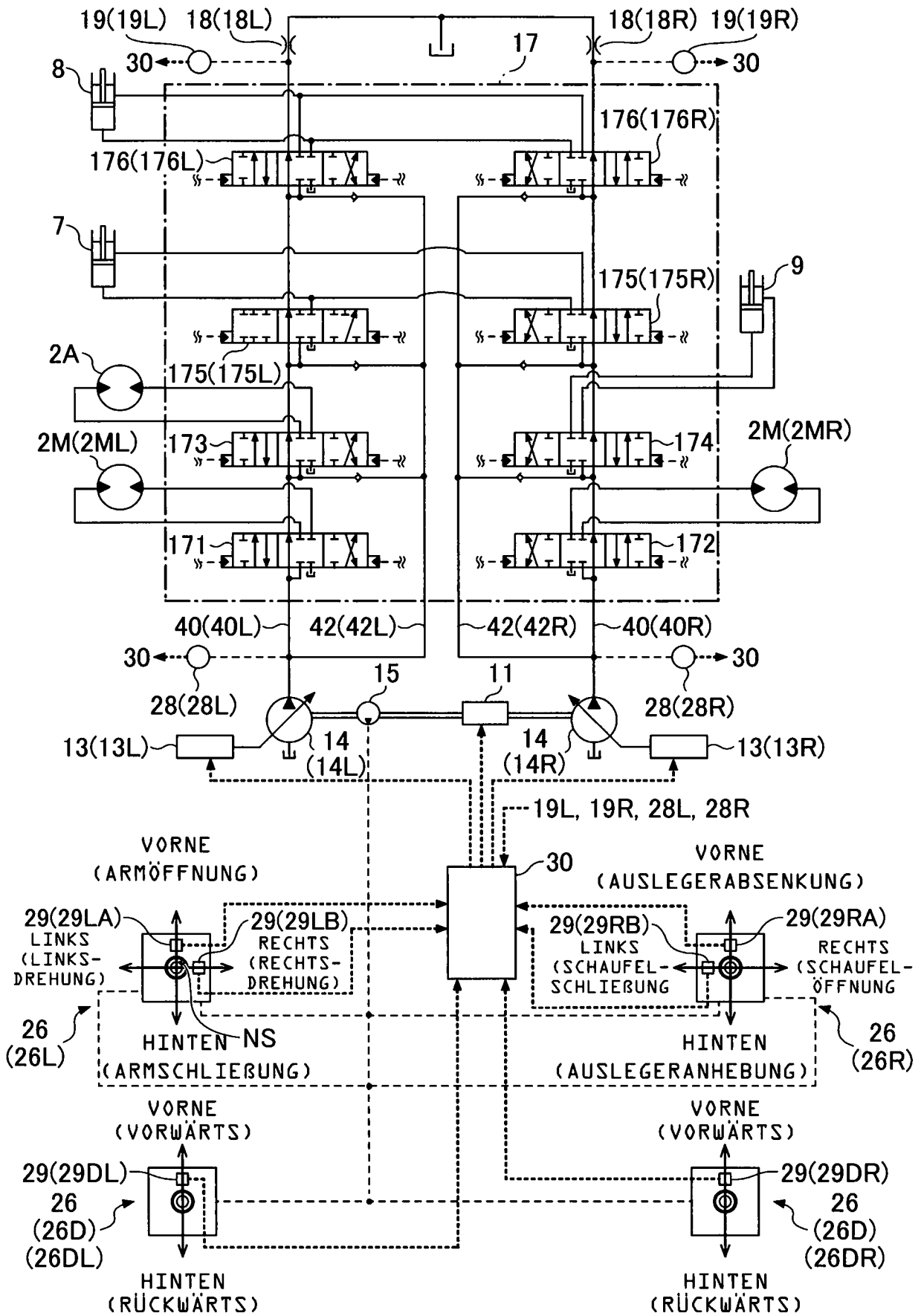


FIG.3A

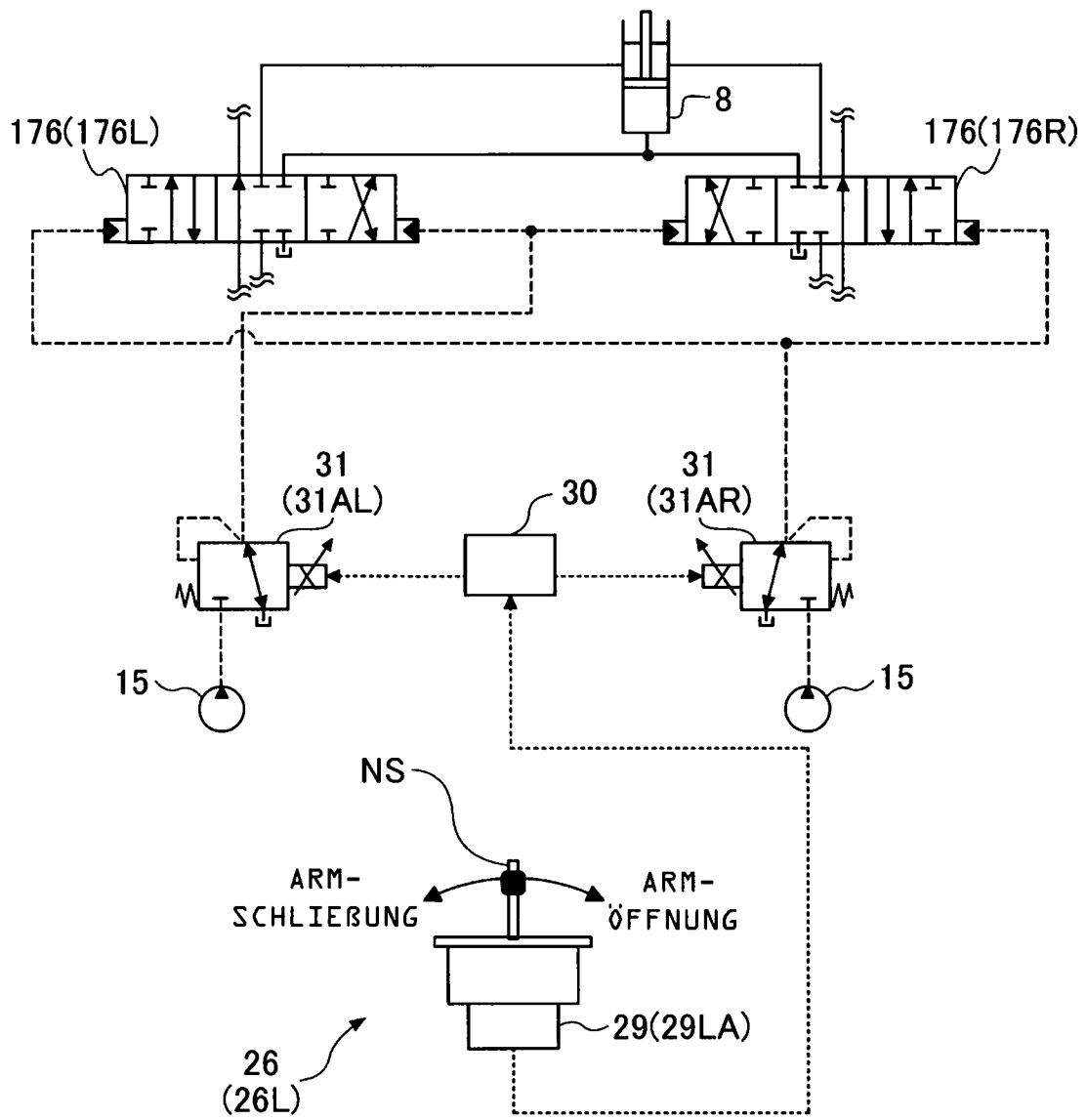


FIG.3B

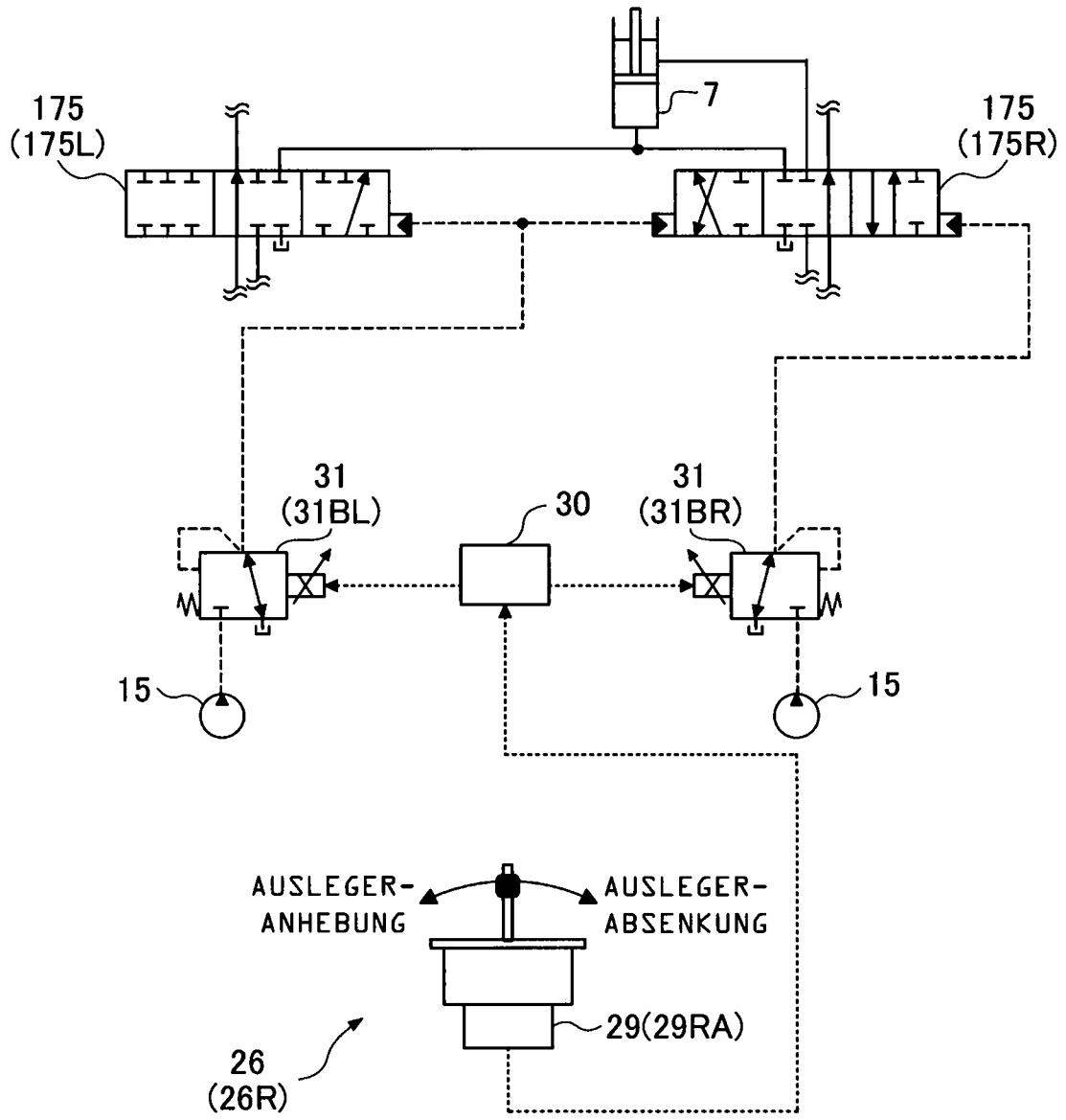


FIG.3C

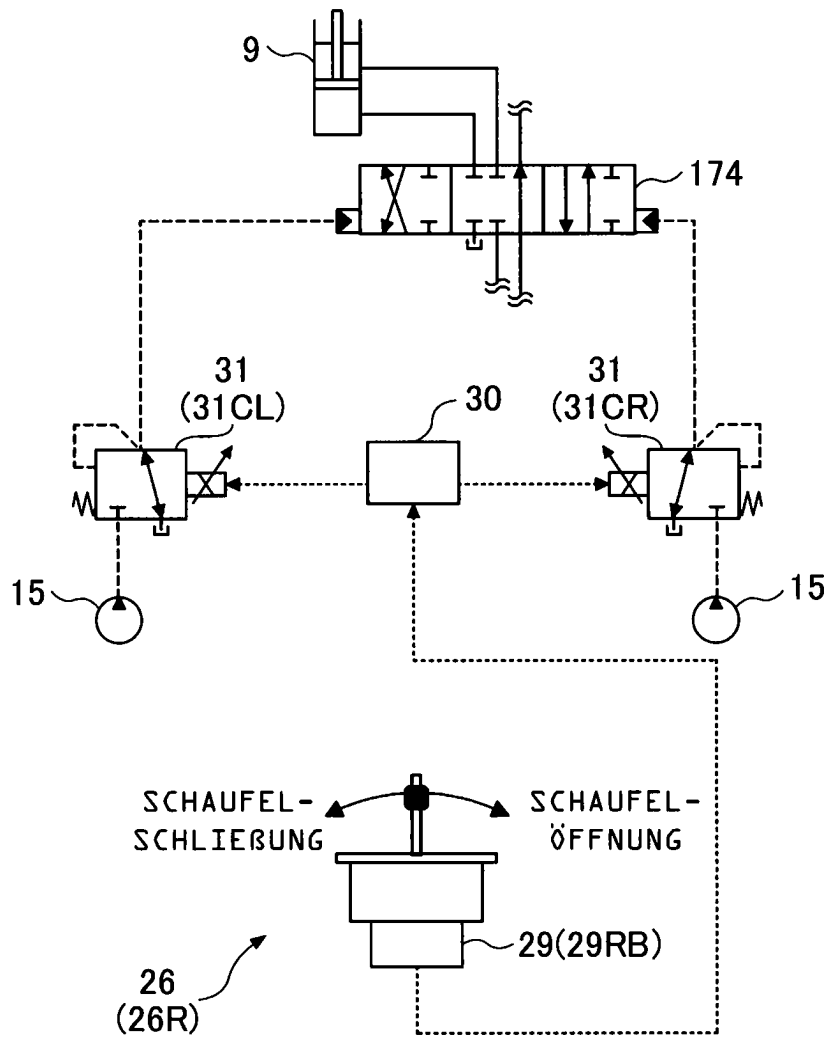
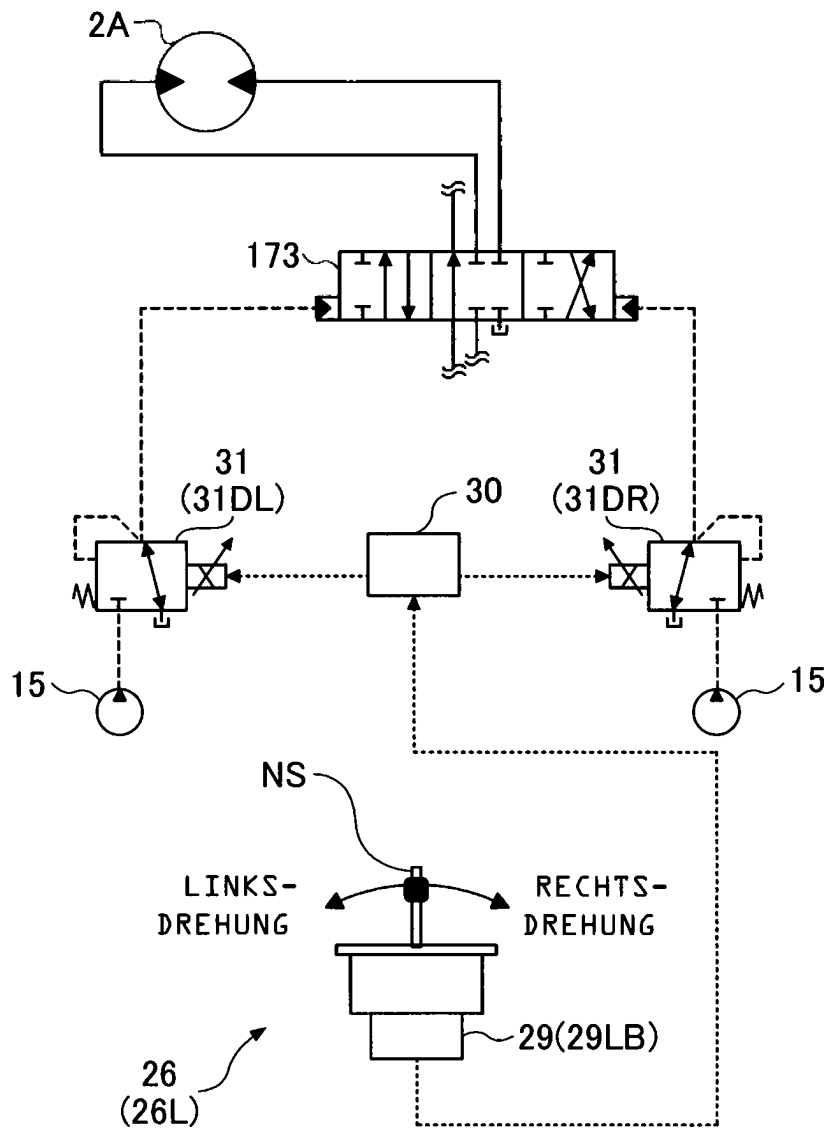


FIG.3D



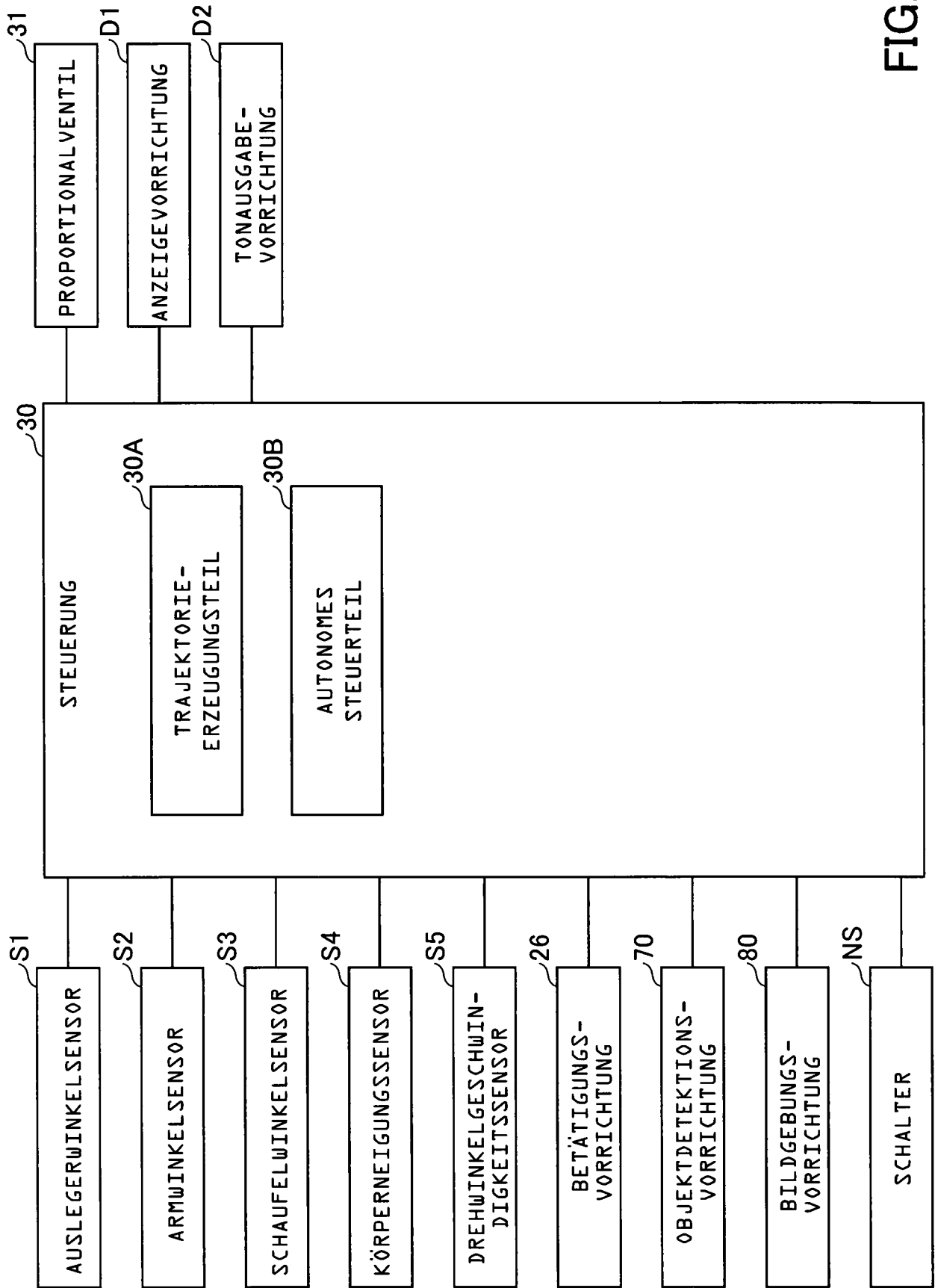
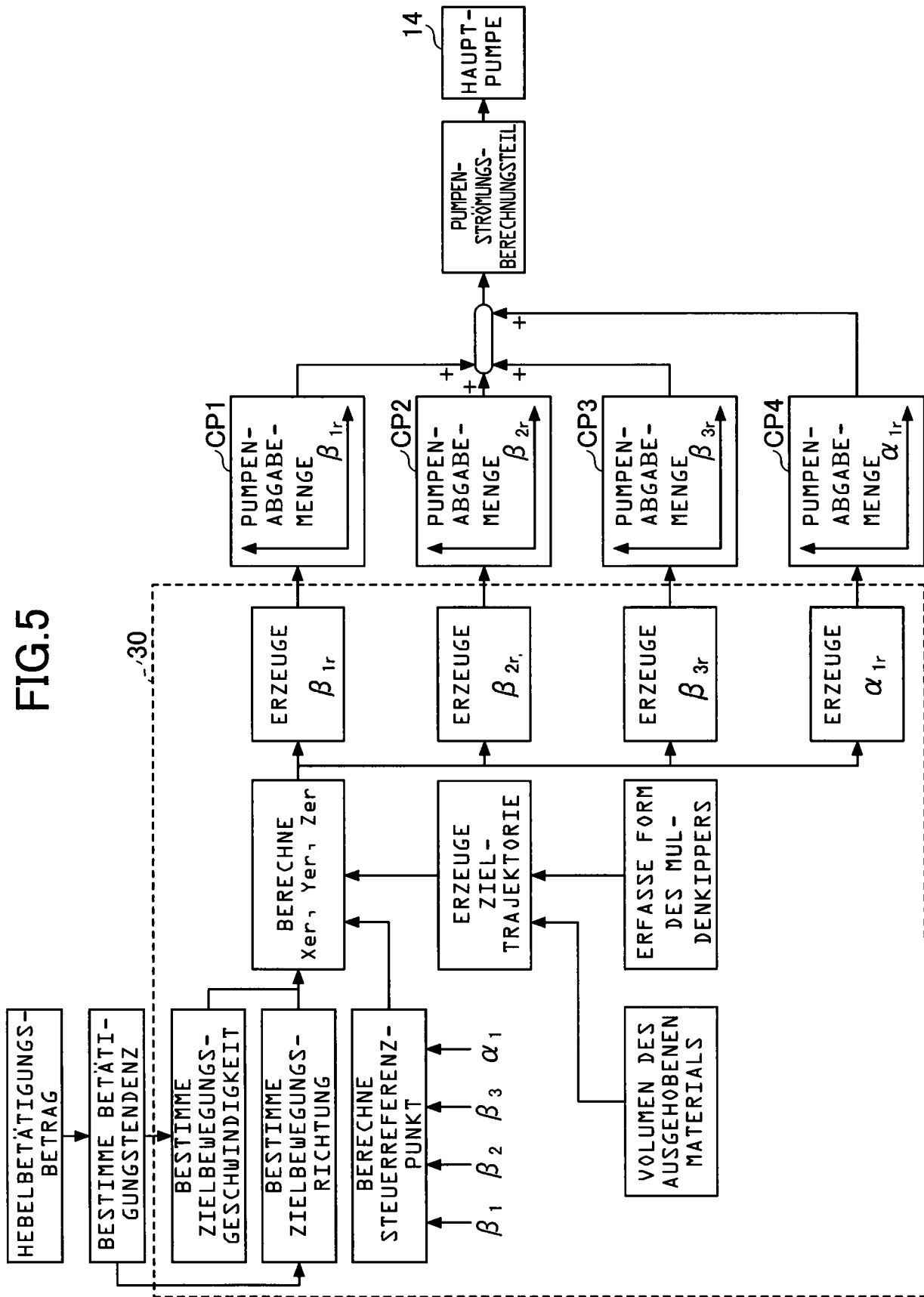


FIG.4

FIG.5



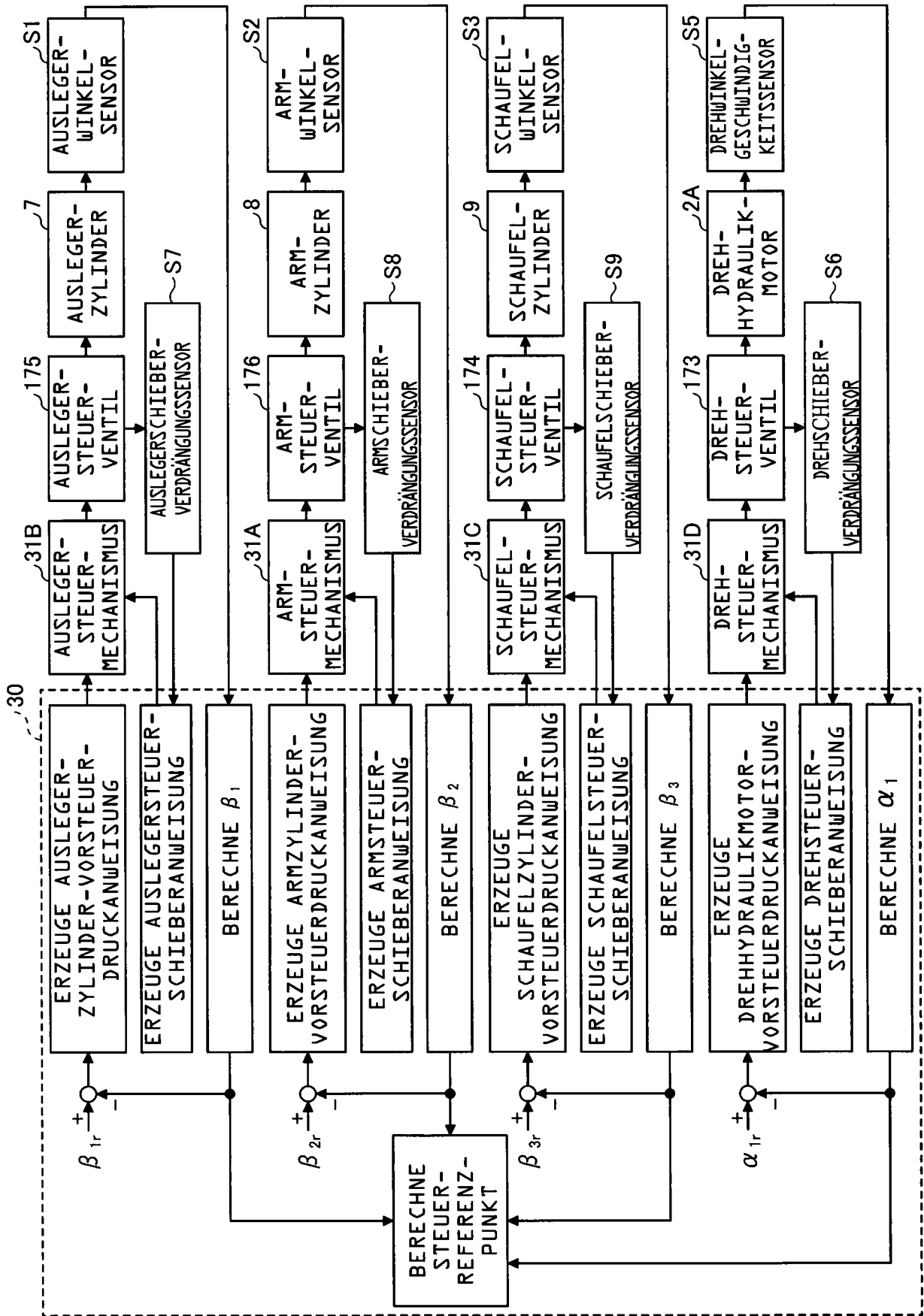


FIG.6

FIG.7A

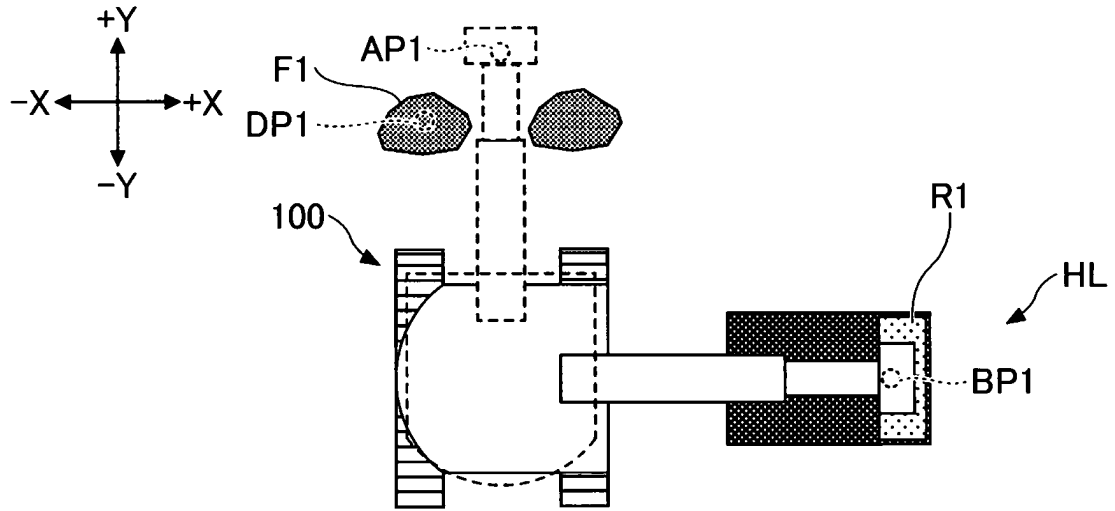


FIG.7B

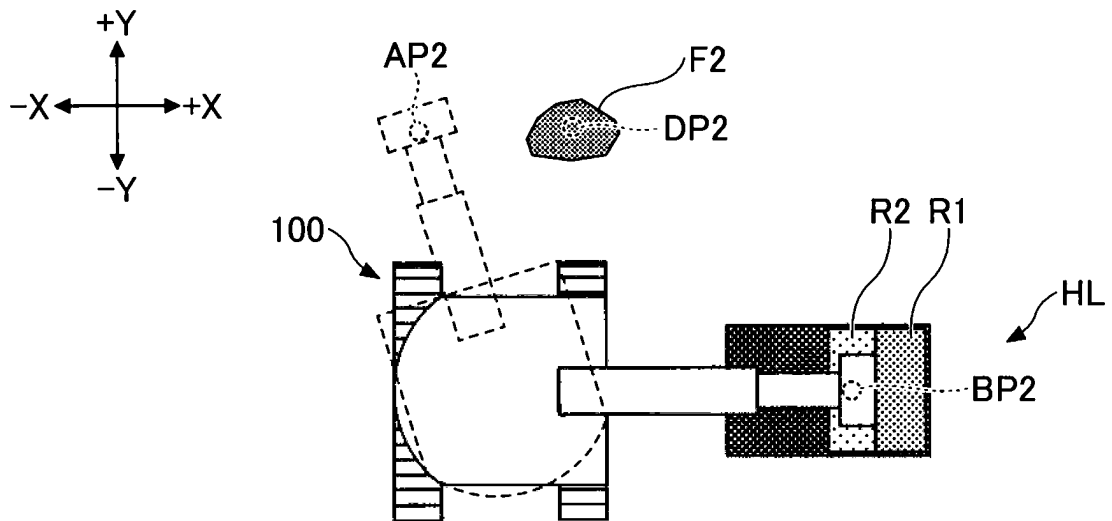


FIG.7C

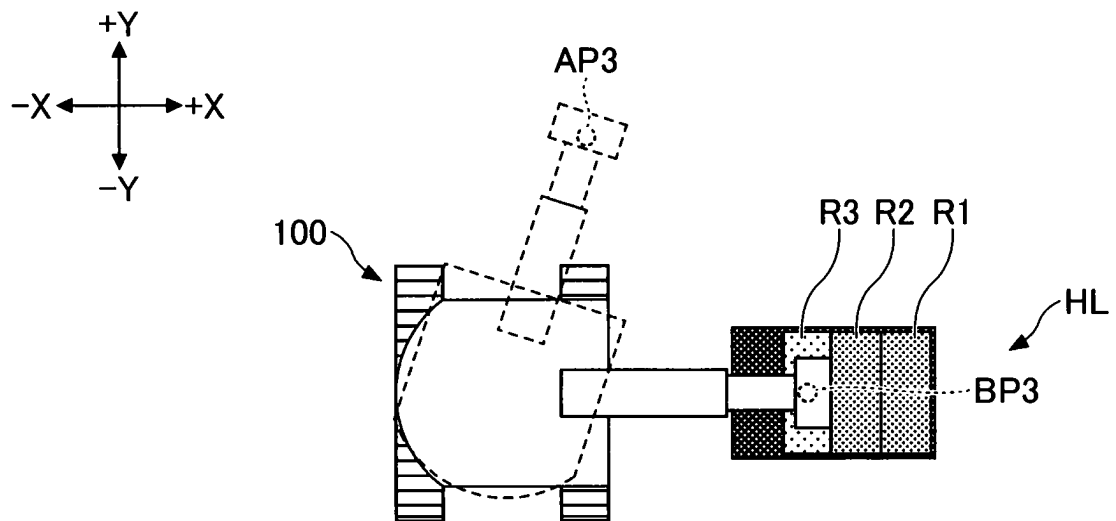


FIG.8A

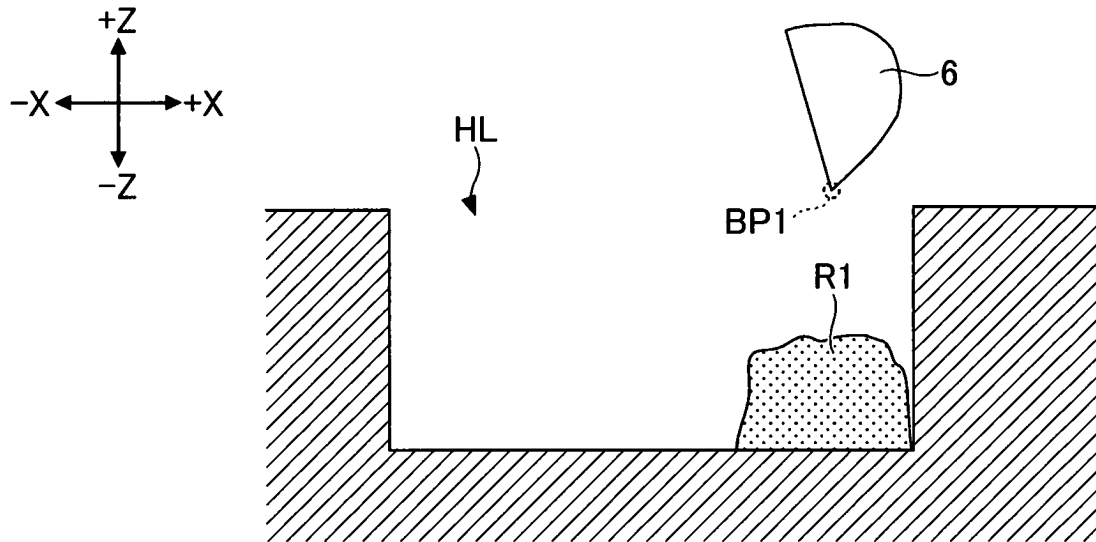


FIG.8B

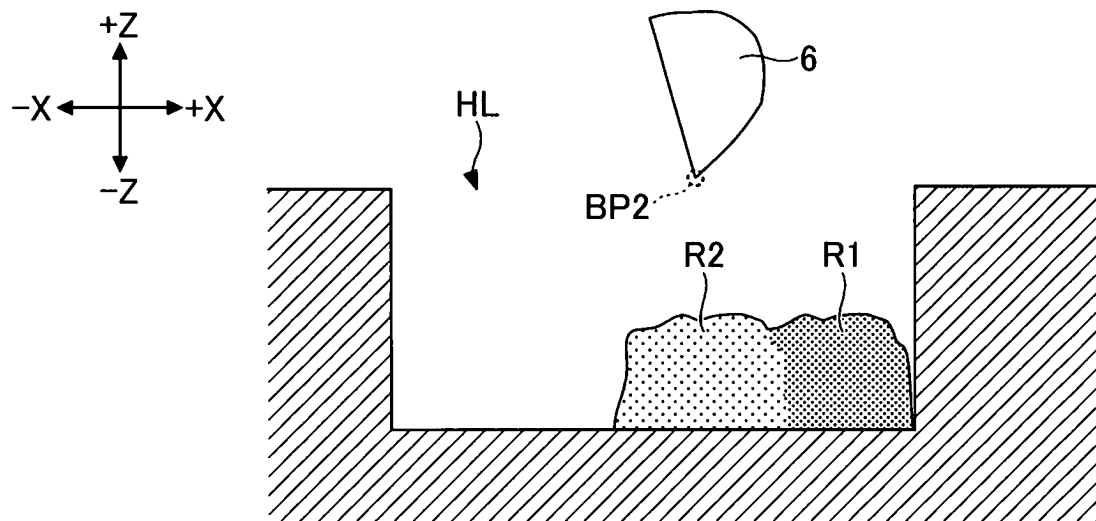


FIG.8C

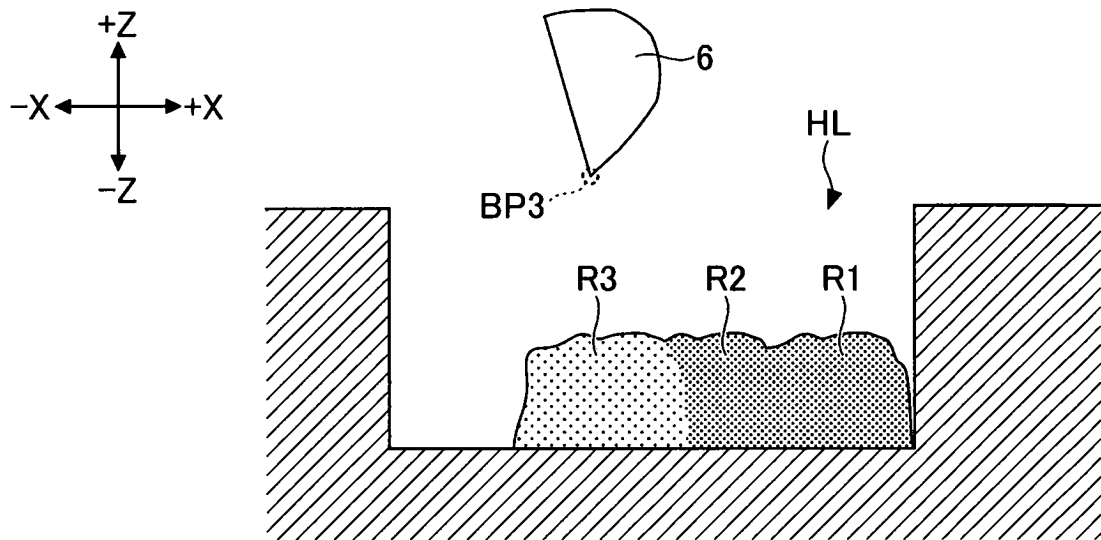


FIG.9A

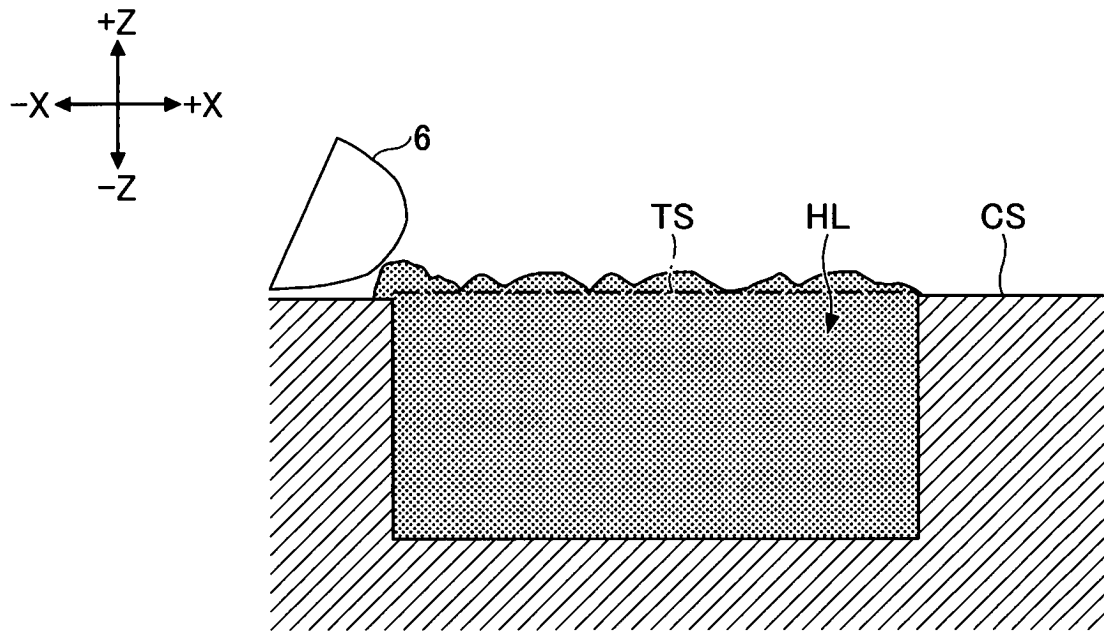


FIG.9B

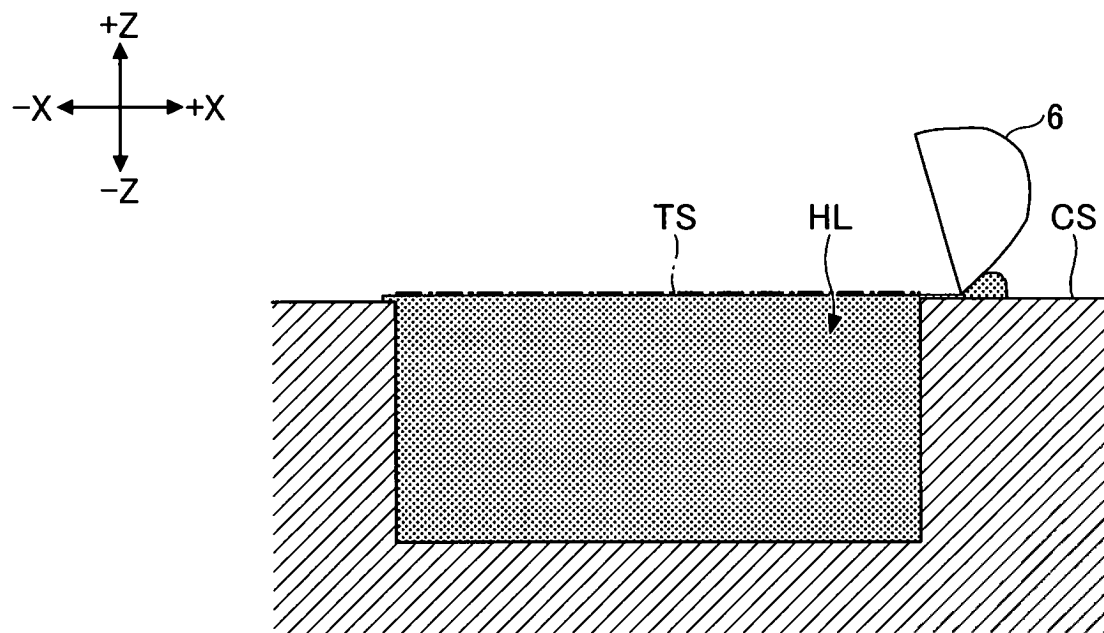


FIG.10A

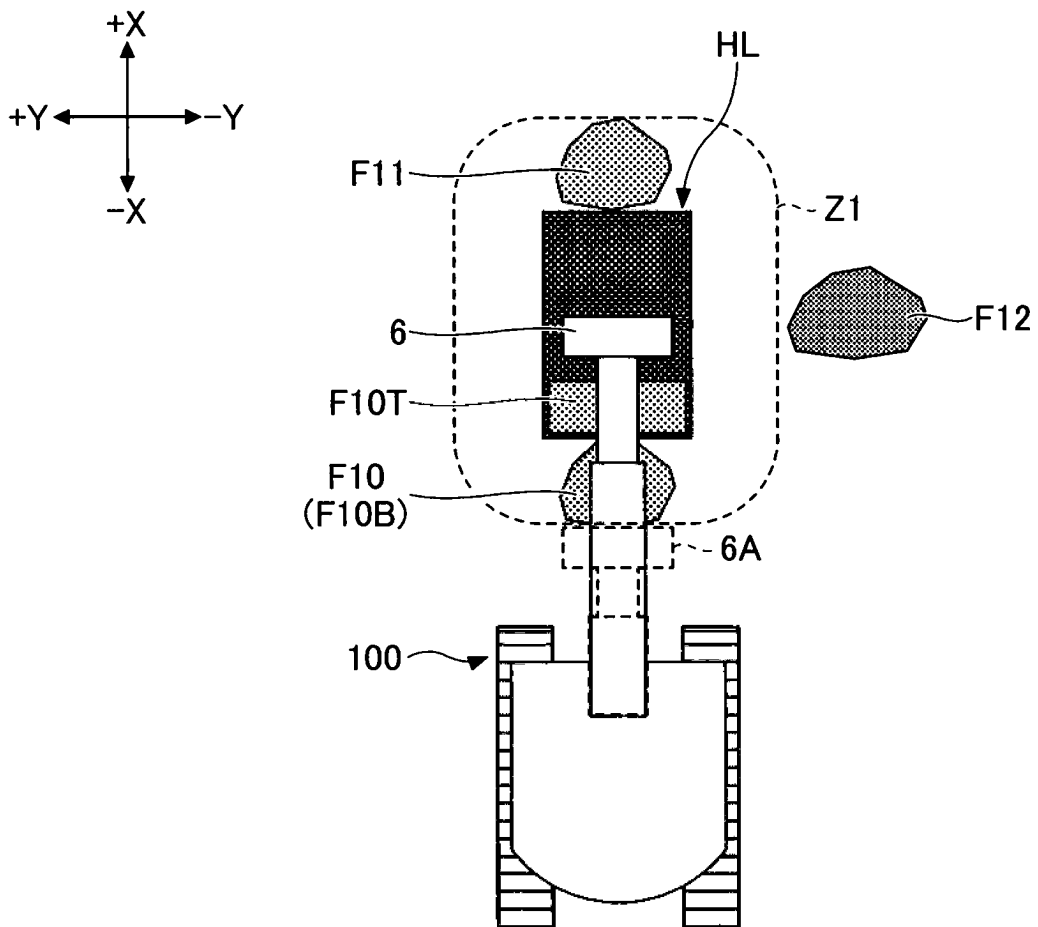


FIG.10B

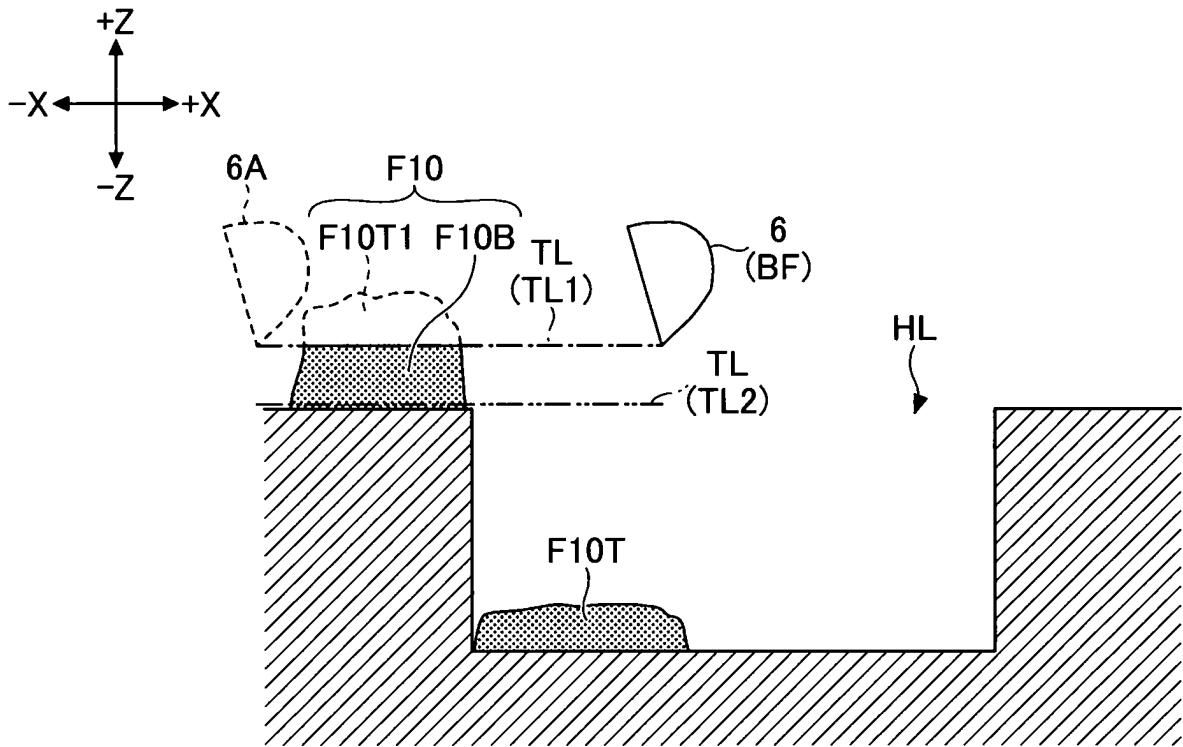


FIG.11

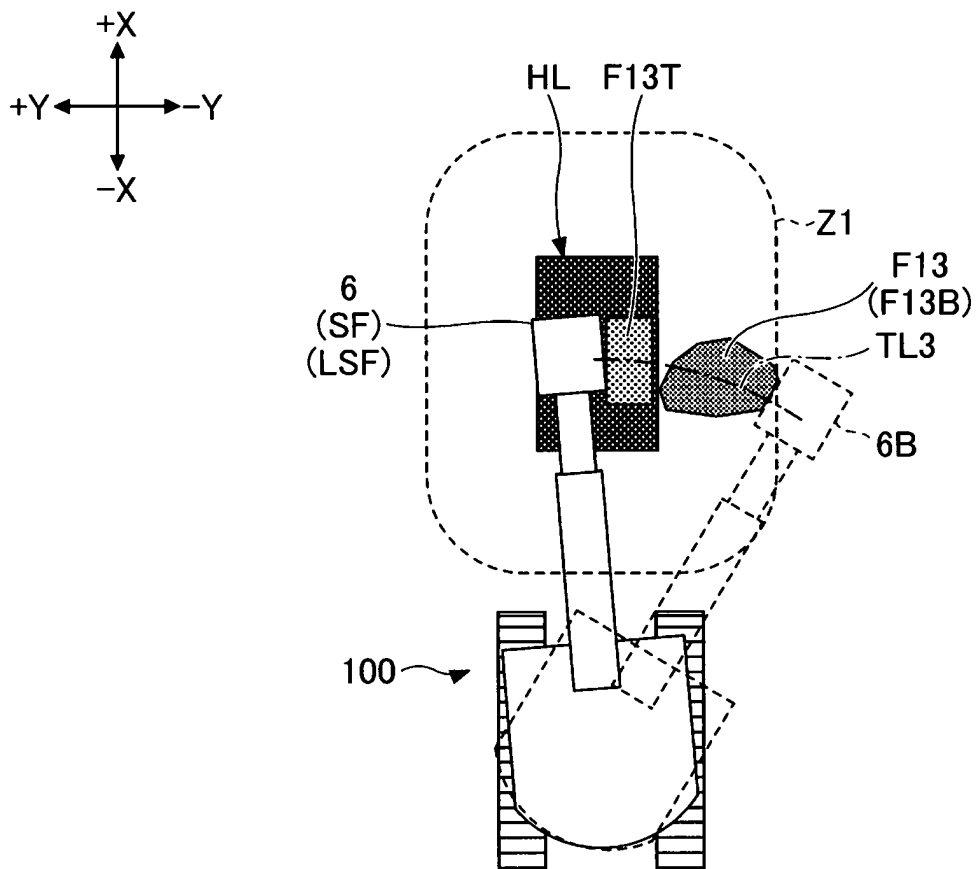


FIG.12A

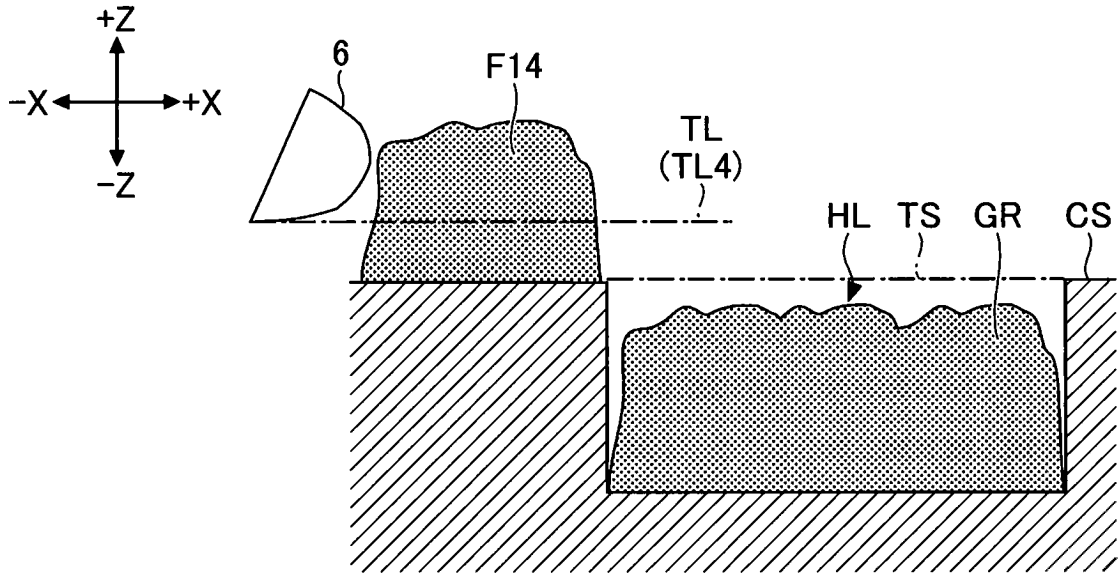


FIG.12B

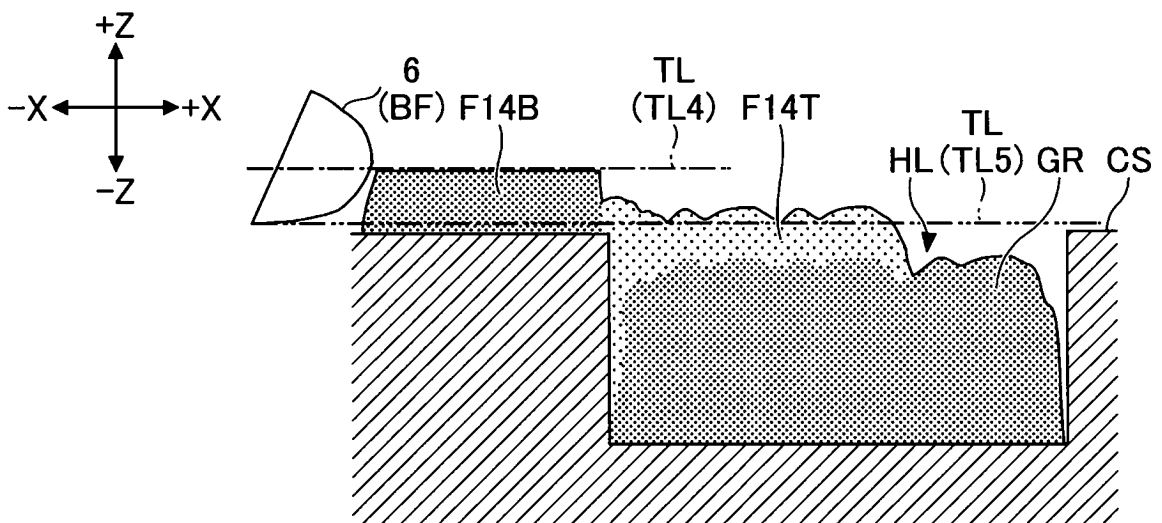


FIG.12C

