



(12) **Patentschrift**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2013 003 540.5**
 (86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2013/068267**
 (87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2014/045672**
 (86) PCT-Anmeldetag: **03.07.2013**
 (87) PCT-Veröffentlichungstag: **27.03.2014**
 (43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
 in deutscher Übersetzung: **02.04.2015**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **19.06.2019**

(51) Int Cl.: **F15B 11/02 (2006.01)**
E02F 9/22 (2006.01)
F15B 11/17 (2006.01)

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

(30) Unionspriorität:
2012207142 **20.09.2012** **JP**

(73) Patentinhaber:
Hitachi Construction Machinery Co., Ltd., Tokyo, JP

(74) Vertreter:
MERH-IP Matias Erny Reichl Hoffmann
Patentanwälte PartG mbB, 80336 München, DE

(72) Erfinder:
Shimizu, Juri, c/o Hitachi, Ltd., Tokyo, JP; Hiraku, Kenji, c/o Hitachi, Ltd., Tokyo, JP; Saitoh, Teppei, c/o Hitachi, Ltd., Tokyo, JP; Mizuochi, Mariko, c/o Hitachi, Ltd., Tokyo, JP; Ishii, Akinori, c/o Hitachi Construction Machin, Tsuchiura-shi, Ibaraki-ken, JP

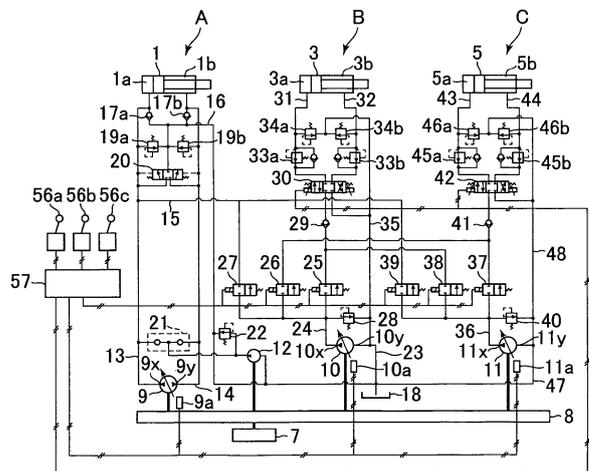
(56) Ermittelte Stand der Technik:

EP	1 571 352	A1
JP	2005- 76 781	A
JP	S58- 57 559	A

(54) Bezeichnung: **Antriebsvorrichtung für eine Arbeitsmaschine und damit ausgerüstete Arbeitsmaschine**

(57) Hauptanspruch: Antriebsvorrichtung für eine Arbeitsmaschine, umfassend:
 eine erste Hydraulikpumpe (9), die eine Durchflusssteuervorrichtung (9a) zum Steuern des Durchflusses und der Richtung von abzugebendem Hydraulikfluid aufweist;
 einen ersten Einzelstangenhydraulikzylinder, der mit dem Hydraulikfluid angetrieben wird, um eines der Arbeitselemente einer Arbeitsvorrichtung (105) der Arbeitsmaschine anzutreiben;
 einen geschlossenen Hydraulikkreis (A), der die erste Hydraulikpumpe (9) mit dem ersten Einzelstangenhydraulikzylinder verbindet, um mittels einer ersten Strömungsleitung (13), durch die das Hydraulikfluid strömt, einen geschlossenen Kreislauf zu bilden;
 eine Verbindungsleitung (15), die von der ersten Strömungsleitung (13) abzweigt;
 eine zweite Strömungsleitung (24), von der ein Ende mit der Verbindungsleitung (15) verbunden ist;
 eine dritte Strömungsleitung (23), von der ein Ende mit einem Tank (18) verbunden ist;
 eine zweite Hydraulikpumpe (10), die zu Vor- und Rückwärtsdrehungen befähigt ist und eine erste und eine zweite Öffnung (10x, 10y) aufweist, wobei die erste Öffnung (10x) mit der zweiten Strömungsleitung (24) und die zweite Öff-

nung (10y) mit dem anderen Ende der dritten Strömungsleitung (23) verbunden ist;
 einen zweiten Einzelstangenhydraulikzylinder, der ein anderes Arbeitselement als das vom ersten Einzelstangenhydraulikzylinder angetriebene Arbeitselement antreibt;
 einen Regler (10a), der an der zweiten Hydraulikpumpe (10) vorgesehen ist und dazu ...



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Antriebsvorrichtung für eine Arbeitsmaschine, wie beispielsweise einen Hydraulikbagger, und auf eine Arbeitsmaschine, die mit der Antriebsvorrichtung ausgerüstet ist.

Stand der Technik

[0002] In neuerer Zeit erfolgt eine Entwicklung hin zu einem Hydraulikkreis (der als geschlossener Kreislauf definiert ist) in einer Arbeitsmaschine, wie beispielsweise einem Hydraulikbagger, wobei der Hydraulikkreis so verbunden ist, dass er zum Antreiben eines hydraulischen Stellglieds weniger Drossel-elemente aufweist und Hydraulikfluid von einer Hydraulikantriebsquelle, wie beispielsweise einer Hydraulikpumpe, dem hydraulischen Stellglied zuführt, bevor das benutzte Hydraulikfluid wieder zur Hydraulikantriebsquelle zurückgeführt wird, ohne dass das Fluid wieder in einen Tank eingespeist wird, so dass die Betriebsstoffverbrauchsrate gesenkt werden kann.

[0003] Bei vielen Arbeitsmaschinen wird ein Einzelstangenzyylinder als hydraulisches Stellglied verwendet. Beim Einzelstangenzyylinder unterscheidet sich die Druckaufnahme-fläche des innenliegenden Kolbens an der Kopfseite von der an der Stangenseite. Wenn daher der Zylinder mit einem geschlossenen Kreislauf verbunden ist, führt das dazu, dass das Antreiben des Kolbens einen Hydraulikfluid-durchfluss-überschuss oder -mangel im Kreislauf hervorruft. Es gibt einen geschlossenen Hydraulikkreis, der mit einem Spülventil ausgestattet ist, um einen solchen Hydraulikfluid-durchfluss-überschuss oder -mangel zu steuern (siehe beispielsweise Patentliteratur 1).

[0004] Es wird auch eine Antriebsvorrichtung für eine Arbeitsmaschine vorgesehen, wobei die Antriebsvorrichtung die optimale Leistung in Übereinstimmung mit einer Last liefern kann und folgendes umfasst: einen geschlossenen Kreislauf, der die Betriebsgeschwindigkeit eines Hydraulikdruckstellglieds steuert, das mit einer Hydraulikdruckpumpe über eine variable Verdrängungssteuerung der Hydraulikdruckpumpe verbunden ist, deren Durchfluss mittels einer variablen Verdrängungsvorrichtung gesteuert wird; einen offenen Kreislauf, der die Betriebsgeschwindigkeit des Hydraulikdruckstellglieds steuert, das mit einem Steuerventil über eine variable Verdrängungssteuerung der Hydraulikdruckpumpe verbunden ist, deren Durchfluss mittels einer variablen Verdrängungsvorrichtung gesteuert wird, die sich von der obigen variablen, den Durchfluss der Hydraulikdruckpumpe im geschlossenen Kreislauf steuernden Verdrängungsvorrichtung unterscheidet, sowie über eine Durchflusssteuerung, die durch das

Steuerventil zum Steuern des von der Hydraulikdruckpumpe zugeführten Hydraulikfluids und durch ein parallel mit dem Steuerventil bereitgestelltes Umgehungsventil bewirkt wird; und einen Verteilungskreis, der das Hydraulikfluid von der Hydraulikdruckpumpe im offenen Kreislauf zum Hydraulikdruckstellglied im geschlossenen Kreislauf verteilt (siehe beispielsweise Patentliteratur 2).

[0005] Patentliteratur 3 beschreibt eine weitere Antriebsvorrichtung für eine Arbeitsmaschine.

Literatur des Standes der Technik

Patentliteratur

Patentliteratur 1: JP-58-57559-A

Patentliteratur 2: JP-2005-76781-A

Patentliteratur 3: EP 1 571 352 A1

Zusammenfassung der Erfindung

Durch die Erfindung zu lösendes Problem

[0006] Mit dem in der oben angegebenen Patentliteratur 1 beschriebenen geschlossenen Hydraulikkreis wird überschüssiges Hydraulikfluid in den Tank unter Verwendung des Spülventils abgeführt, das mittels eines Vorsteuerdrucks betrieben wird, der durch den kopfseitigen Kreislaufdruck auf den Kolben im Zylinder und durch den stangenseitigen Kreislaufdruck auf den Kolben gebildet wird. Dies erlaubt die Steuerung des Durchflusses des Hydraulikfluids, das durch die Strömungsleitungen strömt, und stellt eine stabile Betriebsgeschwindigkeit der Kolbenstange zur Verfügung.

[0007] An der Arbeitsmaschine variiert allerdings die auf den Zylinder ausgeübte Last (Druck innerhalb des Kreislaufs) häufig abhängig von der äußeren Kraft und dem Leergewicht. Gleichzeitig variiert der Durchfluss des überschüssigen, in den Tank abgeführten Hydraulikfluids mit dem Druck innerhalb des Kreislaufs. Wenn die Last auf den Zylinder variiert, ist es daher schwierig, den Durchfluss des in den Zylinder strömenden Hydraulikfluids konstant zu halten. Dadurch wird es schwierig, die Betriebsgeschwindigkeit der Kolbenstange wie von der Bedienperson gewünscht beizubehalten, so dass die Bedienbarkeit der Arbeitsmaschine vermindert wird.

[0008] Die Antriebsvorrichtung für die in der oben angegebenen Patentliteratur 2 beschriebenen Arbeitsmaschine umfasst einen offenen Kreislauf, einen Verteilungskreis und einen geschlossenen Kreislauf, der mit dem in der Patentliteratur 1 offenbarten Spülventil ausgestattet ist. Das überschüssige Hydraulikfluid, das erzeugt wird, wenn die Kolbenstange in die Einfahrriechung getrieben wird, wird über

das Spülventil in den Tank abgeführt; der Hydraulikfluidmangel, der entsteht, wenn die Kolbenstange in die Ausfahrriechung getrieben wird, wird vom offenen Kreislauf wieder aufgefüllt, der mit der Kopfseite des Kolbens im Zylinder verbunden ist. Der Durchfluss des durch die Strömungsleitungen strömenden Hydraulikfluids wird auf diese Weise gesteuert, so dass eine stabile Betriebsgeschwindigkeit der Kolbenstange vorgesehen wird.

[0009] Wenn allerdings der Durchfluss des durch eine Hydraulikpumpe im Inneren des geschlossenen Kreislaufs strömenden Hydraulikfluids sowohl in der Ausfahrriechung als auch der Einfahrriechung der Kolbenstange gleich ist, wird die Betriebsgeschwindigkeit der Kolbenstange in der Einfahrriechung niedriger als in der Ausfahrriechung. Ein daraus resultierendes Problem besteht darin, dass die Bedienbarkeit der Arbeitsmaschine vermindert wird.

[0010] Die vorliegende Erfindung erfolgte im Hinblick auf die obigen Umstände, und eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Antriebsvorrichtung zur Verwendung bei einer Arbeitsmaschine, die ein geschlossenes Hydraulikkreislaufsystem zum Antreiben von Zylindern mit Hydraulikpumpen aufweist und weitgehend dieselbe Betriebsgeschwindigkeit für die Kolbenstange sowohl in der Ausfahrriechung als auch der Einfahrriechung ungeachtet der auf den Zylinder ausgeübten Last zulässt, und eine Arbeitsmaschine vorzusehen, die mit dieser Antriebsvorrichtung ausgestattet ist.

Mittel zum Lösen des Problems

[0011] Um das obige Problem zu lösen, übernimmt die vorliegende Erfindung zum Beispiel die in den beigefügten Ansprüchen beschriebenen Aufbauten. Diese Anmeldung umfasst eine Anzahl von Einrichtungen zum Lösen des obigen Problems, die beispielhaft umfasst: eine erste Hydraulikpumpe, die einen Durchfluss-Steuervorrichtung zum Steuern des Durchflusses und der Richtung des zuzuführenden Hydraulikfluids aufweist; einen mit dem Hydraulikfluid angetriebenen Einzelstangen-Hydraulikzylinder zum Antreiben eines der Arbeitselemente einer Arbeitsvorrichtung auf der Arbeitsmaschine; einen geschlossenen Hydraulikkreis, der die erste Hydraulikpumpe mit dem Einzelstangen-Hydraulikzylinder verbindet, um mittels Strömungsleitungen, durch die das Hydraulikfluid strömt, einen geschlossenen Kreislauf zu bilden; eine Verzweigungsleitung, die zwischen der ersten Hydraulikpumpe und dem Einzelstangen-Hydraulikzylinder von der Strömungsleitung abzweigt; eine erste Strömungsleitung, deren eines Ende mit der Abzweigungsleitung verbunden ist; einen Tank, der mit dem anderen Ende der ersten Strömungsleitung verbunden ist; und eine Hydraulikfluiddurchflussstevorrichtung, die mit der ersten Strömungsleitung verbunden ist, um den Durchfluss des Hydraulikfluids zu

steuern, das von der Abzweigungsleitung zum Tank oder vom Tank zur Abzweigungsleitung strömt.

Wirkung der Erfindung

[0012] Die vorliegende Erfindung besitzt eine Steuervorrichtung, die an eine Strömungsleitung angeschlossen ist, die von einem geschlossenen Hydraulikkreis abzweigt und mit einem Tank verbunden ist, wobei die Steuervorrichtung den Durchfluss und die Richtung des durch die Strömungsleitung strömenden Hydraulikfluids steuert. Dadurch wird es möglich, dass die Betriebsgeschwindigkeit der Kolbenstange in einem durch den geschlossenen Hydraulikkreis betätigten Zylinder sowohl in der Ausfahrriechung als auch in der Einfahrriechung der Kolbenstange ungeachtet der auf die Arbeitsmaschine ausgeübten Last weitgehend gleich ist. Im Ergebnis wird eine ausgezeichnete Bedienbarkeit für die Arbeitsmaschine sichergestellt.

Figurenliste

Fig. 1 ist eine Seitenansicht eines Hydraulikbaggers, der mit einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausgestattet ist, die aus einer Antriebsvorrichtung für eine Arbeitsmaschine und einer damit ausgerüsteten Arbeitsmaschine aufgebaut ist.

Fig. 2 ist ein Hydraulikschaltbild der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die aus der Antriebsvorrichtung für eine Arbeitsmaschine und der damit ausgerüsteten Arbeitsmaschine aufgebaut ist.

Fig. 3 ist eine Tabellenansicht, die typische Arbeitsabläufe von Magnetschaltventilen und Hydraulikpumpen in unterschiedlichen Betriebsarten der ersten Ausführungsform und einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung auflistet, die jeweils aus der Antriebsvorrichtung für eine Arbeitsmaschine und der damit ausgerüsteten Arbeitsmaschine aufgebaut sind.

Fig. 4 ist ein Satz graphischer von Kennfeldern, der typische Beziehungen zwischen dem Zustand eines Schaltventils, dem Durchfluss einer ersten Hydraulikpumpe, dem Durchfluss einer zweiten Hydraulikpumpe und der Geschwindigkeit eines Auslegers in der ersten und zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt, die jeweils aus der Antriebsvorrichtung für eine Arbeitsmaschine und der damit ausgerüsteten Arbeitsmaschine aufgebaut sind.

Fig. 5 ist ein Hydraulikschaltbild der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die aus der Antriebsvorrichtung für eine Arbeitsmaschine und der damit ausgerüsteten Arbeitsmaschine aufgebaut ist.

Methode zum Durchführen der Erfindung

[0013] Nachfolgend werden einige Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung, die jeweils aus der Antriebsvorrichtung für eine Arbeitsmaschine und der damit ausgerüsteten Arbeitsmaschine aufgebaut sind, mit Bezug auf die beigegefügte Zeichnungen erläutert.

<Erste Ausführungsform>

[0014] Fig. 1 ist eine Seitenansicht eines Hydraulikbaggers, der mit der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausgestattet ist, die aus einer Antriebsvorrichtung für eine Arbeitsmaschine und einer damit ausgerüsteten Arbeitsmaschine aufgebaut ist. In Fig. 1 umfasst ein Hydraulikbagger 100 einen Kettenaufbau 101, einen Schwenkaufbau 102, der schwenkbar mit einer dazwischen eingesetzten Schwenkvorrichtung 104 am Kettenaufbau 101 montiert ist, eine Kabine 103, die am Schwenkaufbau 102 montiert ist, und ein gelenkiges vorderes Arbeitsgerät 105, das an der oberen Vorderseite der Kabine 103 und am Schwenkaufbau 102 vertikal drehbar angebracht ist.

[0015] Der Schwenkaufbau 102 ist mit einer Antriebsvorrichtung ausgestattet, die einen geschlossenen Hydraulikkreis und offene Hydraulikkreise umfasst und nachfolgend ausführlich beschrieben ist.

[0016] Das vordere Arbeitsgerät 105 hat einen Ausleger 2, dessen Basisende schwenkbar am Schwenkaufbau 102 angebracht ist, einen Arm 4, der schwenkbar am Spitzenende des Auslegers 2 angebracht ist, und eine Schaufel 6, die schwenkbar am oberen Ende des Arms 4 angebracht ist. Der Ausleger 2, der Arm 4 und die Schaufel 6 werden mittels eines Auslegerzylinders 1, eines Armzylinders 3 bzw. eines Schaufelzylinders 5 betätigt.

[0017] Der Aufbau der Antriebsvorrichtung dieser Ausführungsform wird als Nächstes mit Bezug auf Fig. 2 erläutert. Fig. 2 ist ein Hydraulikschaltbild der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die aus der Antriebsvorrichtung für eine Arbeitsmaschine und der damit ausgerüsteten Arbeitsmaschine aufgebaut ist. Das Schaubild zeigt für diese Ausführungsform nur die Antriebseinheiten der Stellglieder zum Antreiben des Auslegers 2, des Arms 4 und der Schaufel 6, die den Hydraulikbagger 100 bilden; die anderen Antriebseinheiten der verfahrenbaren Stellglieder für den Kettenaufbau 101 sind weggelassen. In Fig. 2 bezeichnen dieselben Bezugszeichen wie in Fig. 1 dieselben Bauteile, so dass ihre ausführlichen Erläuterungen weggelassen werden.

[0018] Diese Ausführungsform umfasst einen geschlossenen Hydraulikkreis A, der den Auslegerzylinder 1 zum Antreiben des Auslegers 2 mit einer ers-

ten Hydraulikpumpe 9 verbindet, einen offenen Hydraulikkreis B, der den Armzylinder 3 zum Antreiben des Arms 4 mit einer zweiten Hydraulikpumpe 10 verbindet, und einen offenen Hydraulikkreis C, der den Schaufelzylinder 5 zum Antreiben der Schaufel 6 mit einer dritten Hydraulikpumpe 11 verbindet. Die zweite und dritte Hydraulikpumpe 10 und 11, die den offenen Hydraulikkreis B und C bilden, sind mit Zwei-Wege-Schrägscheibenmechanismen 10a und 11a zum Ändern der Abgeberichtung ausgerüstet. Die offenen Hydraulikkreise B und C sind mit Magnetschaltventilen 25 bis 27 und 37 bis 39 ausgestattet, um die Abgeberichtung des Hydraulikfluids zu einem der folgenden zu ändern: den geschlossenen Hydraulikkreis bzw. den offenen Hydraulikkreis B oder C. Eine Steuereinheit 57 empfängt die Betriebsgrößen der Steuerhebel 56a bis 56c zum Betätigen des Auslegers 2, des Arms 4 und der Schaufel 6, um so die Abgabe-Durchflussmengen der Hydraulikpumpen 9 bis 11, das Öffnen und Schließen der Magnetschaltventile 25 bis 27 und 37 bis 39 und die Arbeitsabläufe der Proportionschaltventile 30 und 42 zu steuern.

[0019] Im Ergebnis kann der Hydraulikfluidüberschuss oder -mangel, der entsteht, wenn die Kolbenstange des Auslegerzylinders 1 im geschlossenen Hydraulikkreis A ausgefahren und eingefahren wird, durch die Hydraulikpumpen 10 und 11 der offenen Hydraulikkreise B und C kompensiert werden, die eine Hydraulikfluiddurchflusssteuervorrichtung bilden. Demgemäß ist es möglich, Schwankungen bei der Betriebsgeschwindigkeit der Kolbenstange zu verhindern und die Betriebsgeschwindigkeit auszugleichen, wenn die Kolbenstange des Auslegerzylinders 1 ausgefahren und eingefahren wird, wodurch die Bedienbarkeit der Arbeitsmaschine verbessert wird. Die Arbeitsabläufe, die diese Funktionsweise ausführen, sind nachfolgend ausführlich beschrieben.

[0020] In Fig. 2 ist eine Leistungsübertragungsvorrichtung 8 zum Verteilen der Leistung eines Motors 7 mit dem Motor 7 verbunden, der als Leistungsquelle dient. Die Leistungsübertragungsvorrichtung 8 ist mit der ersten Hydraulikpumpe 9 zum Antreiben des Auslegerzylinders 1, der zweiten Hydraulikpumpe 10 zum Antreiben des Armzylinders 3, der dritten Hydraulikpumpe 11 zum Antreiben des Schaufelzylinders 5 und einer Speisepumpe 12 zum Wiederauffüllen einer niederdruckseitigen Leitung im geschlossenen Hydraulikkreis A mit Hydraulikfluid ausgestattet, die weiter unten erörtert sind, wobei jede Pumpe an der Leistungsübertragungsvorrichtung 8 mit einer dazwischen angeordneten Antriebswelle angegeschlossen ist.

[0021] Die erste Hydraulikpumpe 9, die zweite Hydraulikpumpe 10 und die dritte Hydraulikpumpe 11 sind jeweils mit den Zwei-Wege-Schrägscheibenmechanismen, die jeweils ein Paar Einlass- und Auslassöffnungen haben, und Reglern 9a, 19a und 11a

ausgestattet, die jeweils den Kippwinkel der Zwei-Wege-Schrägscheibe regulieren. Die Regler **9a**, **10a** und **11a** werden mittels Befehlssignalen von der Steuereinheit **57** gesteuert. Auf diese Weise werden die Durchflussmengen beim Ansaugen und Abgeben und ihre Richtungen im Hinblick auf die erste bis dritte Hydraulikpumpe **9** bis **11** gesteuert. Weiterhin fungieren die erste bis dritte Hydraulikpumpe **9** bis **11** als Hydraulikmotoren, wenn ihnen Hydraulikfluid zugeführt wird.

[0022] Es wird nun der geschlossene Hydraulikkreis **A** erläutert. Der Auslegerzylinder **1**, der einen Teil des geschlossenen Hydraulikkreises **A** bildet, ist mit einem Zylinderkörper, einem Kolben, der beweglich im Zylinderkörper installiert ist, und einer an der einen Seite des Kolbens angebrachten Kolbenstange ausgerüstet. Von daher bildet der Auslegerzylinder **1** einen Einzelstangenhydraulikzylinder, der mit einer stangenseitigen Ölkammer **1b** und einer kopfseitigen Ölkammer **1a** ausgestattet ist.

[0023] Ein Auslegersteuerhebel **56a** ist in der Kabine **103** installiert. Ein Betriebsgrößensignal vom Auslegersteuerhebel **56a** wird in die Steuereinheit **57** eingegeben. Die Steuereinheit **57** steuert wiederum die Hydraulikpumpen **9**, **10** und **11** und die Schaltventile **25** bis **27** und **37** bis **39** derart, dass die dem Betriebsgrößensignal entsprechende Betriebsgeschwindigkeit der Kolbenstange erreicht wird.

[0024] Die erste Hydraulikpumpe **9** hat zwei Hydraulikfluidabgabe/ansaugöffnungen **9x** und **9y**. Eine Hydraulikfluidabgabe/ansaugöffnung **9x** ist mit einem Ende einer ersten Leitung **13** verbunden. Das andere Ende der ersten Leitung **13** ist mit der Verbindungsöffnung der kopfseitigen Ölkammer **1a** des Auslegerzylinders **1** verbunden. Die andere Hydraulikfluidabgabe/ansaugöffnung **9y** ist mit einem Ende einer zweiten Leitung **14** verbunden. Das andere Ende der zweiten Leitung **14** ist mit der Verbindungsöffnung der stangenseitigen Ölkammer **1b** des Auslegerzylinders **1** verbunden.

[0025] Die erste Leitung **13** ist mit der Auslassseite eines Sperrventils **17a**, das nur ein Ansaugen erlaubt, der Einlassseite eines Überdruckventils **19a**, einer Einlassöffnung eines Spülventils **20** und einer Auslassseite eines Lade-Sperrventils **21** verbunden, das nur ein Ansaugen erlaubt. Die Einlassseite des Sperrventils **17a** und die Auslassseite des Überdruckventils **19a** sind mit der Auslassöffnung des Spülventils **20** verbunden und stehen über eine Leitung **16** mit einem Tank **18** in Verbindung. Weiterhin ist die erste Leitung **13** mit einem Ende einer Verbindungsleitung **15** verbunden, die eine Verbindung mit der zweiten Hydraulikpumpe **10** und der dritten Hydraulikpumpe **11** über Magnetschaltventile erlaubt, wie nachfolgend beschrieben ist.

[0026] Die zweite Leitung **14** ist mit der Auslassseite eines Sperrventils **17b**, das nur ein Ansaugen erlaubt, der Einlassseite eines Überdruckventils **19b**, der anderen Einlassöffnung des Spülventils **20** und der anderen Auslassseite des Lade-Sperrventils **21** verbunden, das nur ein Ansaugen erlaubt. Die Einlassseite des Sperrventils **17b** und die Auslassseite des Überdruckventils **19b** sind mit der Auslassöffnung des Spülventils **20** verbunden und stehen mit dem Tank **18** über die Leitung **16** in Verbindung.

[0027] Die Einlassseite des Lade-Sperrventils **21** ist mit der Abgabelitung der Speisepumpe **12** verbunden. Das von der Speisepumpe **12** abgegebene Hydraulikfluid wird vom Lade-Sperrventil **21** der ersten Leitung **13** oder der zweiten Leitung **14** zugeführt, je nachdem welche den niedrigeren Druck hat. Weiterhin ist ein Lade-Überdruckventil **22** zum Begrenzen des Abgabedruckes der Speisepumpe **12** an der Abgabelitung der Speisepumpe **12** angebracht, wobei die Auslassseite des Lade-Überdruckventils **22** mit dem Tank **18** in Verbindung steht. Außerdem steht die Ansaugöffnung der Speisepumpe **12** mit dem Tank **18** über eine Ansaugleitung in Verbindung.

[0028] Die Sperrventile **17a** und **17b**, die an der ersten bzw. zweiten Leitung **13** bzw. **14** angebracht sind, sind so aufgebaut, dass sie Hydraulikfluid vom Tank **18** über die Leitung **16** zuführen, wenn der Druck in einer der Leitungen zu einem Unterdruck wird oder wenn der Durchfluss des Hydraulikfluids in der stangenseitigen Ölkammer **1b** oder der kopfseitigen Ölkammer **1a** bei Betätigung des Auslegerzylinders **1** unzureichend wird. Dies verhindert das Auftreten von Kavitation.

[0029] Die Überdruckventile **19a** und **19b**, die an der ersten bzw. zweiten Leitung **13** bzw. **14** angebracht sind, sind so aufgebaut, dass Hydraulikfluid über die Leitung **16** in den Tank **18** abgegeben wird, wenn der Druck in einer der Leitungen ein vorbestimmtes Druckniveau überschritten hat. Dies verhindert das Brechen der Pumpen oder Leitungen.

[0030] Das Spülventil **20** wird geschaltet, wenn der Druckunterschied zwischen der ersten Leitung **13** und der zweiten Leitung **14** ein vorbestimmtes Druckniveau überschritten hat. Wenn es auf diese Weise geschaltet wird, verbindet das Spülventil **20** die Leitung mit dem niedrigeren Druck mit der Leitung **16**, wodurch das überschüssige Hydraulikfluid der niederdruckseitigen Leitung in den Tank **18** abgegeben wird.

[0031] Der offene Hydraulikkreis **B** wird als Nächstes erläutert. Wie beim Auslegerzylinder **1** ist der Armzylinder **3** ein Einzelstangen-Hydraulikdruckzylinder, der mit einer stangenseitigen Ölkammer **3b** und einer kopfseitigen Ölkammer **3a** ausgerüstet ist.

[0032] Ein Armsteuerhebel **56b** ist in der Kabine **103** installiert. Ein Betriebsgrößensignal vom Armsteuerhebel **56b** wird in die Steuereinheit **57** eingegeben. Die Steuereinheit **57** steuert wiederum die Hydraulikpumpen **9**, **10** und **11**, die Magnetschaltventile **25**, **26** und **27** und ein ArmzylinderProportional-schaltventil **30** auf eine solche Weise, dass die dem Betriebsgrößensignal entsprechende Betriebsgeschwindigkeit der Kolbenstange erreicht wird.

[0033] Die zweite Hydraulikpumpe **10**, die als Hydraulikflüssigkeitsdurchsatz-Steuervorrichtung fungiert, hat zwei Ansaug/Abgabe-Öffnungen **10x** und **10y**. Eine Ansaug/Abgabe-Öffnung **10y** ist mit einem Ende einer Leitung **23** verbunden. Das andere Ende der Leitung **23** ist mit dem Tank **18** verbunden. Die andere Ansaug/Abgabe-Öffnung **10x** ist mit einem Ende einer Leitung **24** verbunden. Das andere Ende der Leitung **24** verzweigt sich in drei Pfade, wobei die Abzweigungen mit den Einlassöffnungen des ersten bis dritten Magnetschaltventils **25** bis **27** verbunden sind. Außerdem ist ein Überdruckventil **28** zum Begrenzen des Abgabedruckes der zweiten Hydraulikpumpe **10** an der Leitung **24** angebracht, wobei die Auslassseite des Überdruckventils **28** mit dem Tank **18** über die Leitung **23** in Verbindung steht.

[0034] Die ersten bis dritten Magnetschaltventile **25** bis **27** sind jeweils ein Zwei-Wege-Zwei-Positions-Magnetschaltventil, dessen eines Ende mit einem Magnetbetriebsteil zum Empfangen eines Steuersignals von der Steuereinheit **57** ausgerüstet ist, wobei das andere Ende des Ventils mit einem Federteil ausgestattet ist. Das Vorhandensein oder Fehlen des von der Steuereinheit **57** kommenden Befehlssignals löst ein Umschalten des Bestimmungsorts aus, dem das von der zweiten Hydraulikpumpe **10** eingespeiste Hydraulikfluid zugeführt wird. Die Auslassöffnung des ersten Magnetschaltventils **25** ist über eine Leitung mit der Einlassseite des Sperrventils **29** verbunden, das nur eine Abgabe zulässt. Die Auslassseite des Sperrventils **29** ist mit der Pumpenöffnung des Armzylinderproportional-schaltventils **30** zum Steuern des Durchflusses und der Richtung des dem Armzylinder **3** zugeführten Hydraulikfluids verbunden.

[0035] Außerdem ist die Auslassöffnung des zweiten Magnetschaltventils **26** über ein Sperrventil **41** mit der Pumpenöffnung eines Schaufelzylinderproportional-magnetventils **42** verbunden, das später erörtert wird. Weiterhin ist die Auslassöffnung des dritten Magnetschaltventils **27** über die Verbindungsleitung **15** mit der ersten Leitung **13** des geschlossenen Hydraulikkreises **A** verbunden.

[0036] Das Armzylinderproportional-schaltventil **30** ist ein Vier-Wege-Drei-Positions-Magnetproportional-schaltventil, dessen eines Ende mit einem Magnetbetriebsteil zum Empfangen eines Befehlssignals von der Steuereinheit **57** ausgerüstet ist, wo-

bei das andere Ende des Ventils mit einem Federteil ausgestattet ist. Eine Tanköffnung des Armzylinderproportional-schaltventils **30** ist mit dem Tank **18** über eine Leitung **35** verbunden, die mit der Leitung **23** in Verbindung steht. Ein Ende der Auslassöffnung des Armzylinderproportional-schaltventils **30** ist mit einem Ende der ersten Leitung **31** verbunden. Das andere Ende der ersten Leitung **31** ist mit der Verbindungsöffnung der kopfseitigen Ölkammer **3a** des Armzylinders **3** verbunden. Das andere Ende der Auslassöffnung des Armzylinderproportional-schaltventils **30** ist mit einem Ende der zweiten Leitung **32** verbunden. Das andere Ende der zweiten Leitung **32** ist mit der Verbindungsöffnung der stangenseitigen Ölkammer **3b** des Armzylinders **3** verbunden.

[0037] Gemäß dem Befehlssignal von der Steuereinheit **57** schaltet das Armzylinderproportional-schaltventil **30** die Strömungsrichtung des Hydraulikfluids vom Sperrventil **29** entweder zur ersten Leitung **31** oder zur zweiten Leitung **32** und steuert die Ventilöffnung, wodurch der Durchfluss des dem Armzylinder **3** zugeführten Hydraulikfluids gesteuert wird.

[0038] In der ersten Leitung **31** ist seriell ein Ausgleichsventil **33a** so eingebaut, dass seine Einlassseite zum Armzylinder **3** hin und seine Auslassseite zum Armzylinderproportional-schaltventil **30** hin ausgerichtet ist. Die erste Leitung **31** ist auch mit der Einlassseite eines Überdruckventils **34a** verbunden. Die Auslassseite des Überdruckventils **34a** steht mit dem Tank **18** über eine Leitung **35** in Verbindung, die mit der Leitung **23** verbunden ist.

[0039] In der zweiten Leitung **32** ist seriell ein Ausgleichsventil **33b** so installiert, dass seine Einlassseite zum Armzylinder **3** hin und seine Auslassseite zum Armzylinderproportional-schaltventil **30** hin ausgerichtet ist. Die zweite Leitung **32** ist auch mit der Einlassseite eines Überdruckventils **34b** verbunden. Die Auslassseite des Überdruckventils **34a** steht mit dem Tank **18** über die Leitung **35** in Verbindung, die mit der Leitung **23** verbunden ist.

[0040] Die Ausgleichsventile **33a** und **33b**, die in der ersten und zweiten Leitung **31** und **32** installiert sind, sind so aufgebaut, dass verhindert wird, dass der Armzylinder **3** aufgrund seines Leergewichts herunterfällt. In ähnlicher Weise sind die Überdruckventile **34a** und **34b** so aufgebaut, dass das Hydraulikfluid über die Leitung **35** in den Tank **18** abgegeben wird, wenn der Druck in einer der Leitungen ein vorbestimmtes Druckniveau überschritten hat, wodurch ein Brechen von Pumpen oder Leitungen verhindert wird.

[0041] Der offene Hydraulikkreis **C** wird als Nächstes beschrieben. Wie beim Auslegerzylinder **1** ist der Schaufelzylinder **5** ein Einzelstangenhydraulikzylinder.

der, der mit einer stangenseitigen Ölkammer **5b** und einer kopfseitigen Ölkammer **5a** ausgerüstet ist.

[0042] Ein Schaufelsteuerhebel **56c** ist in der Kabine **103** installiert. Ein Betriebsgrößensignal vom Schaufelsteuerhebel **56c** wird in die Steuereinheit **57** eingegeben. Die Steuereinheit **57** steuert wiederum die Hydraulikpumpen **9**, **10** und **11**, die Magnetschaltventile **37**, **38** und **39** und das Schaufelzylinderproportionalmagnetventil **42** so, dass die dem Betriebsgrößensignal entsprechende Betriebsgeschwindigkeit der Kolbenstange erreicht wird.

[0043] Die dritte Hydraulikpumpe **11**, die als Hydraulikfluiddurchflusssteuervorrichtung fungiert, hat zwei Ansaug/Abgabe-Öffnungen **11x** und **11y**. Eine Ansaug/Abgabe-Öffnung **11y** ist mit einem Ende einer Leitung **47** verbunden. Das andere Ende der Leitung **47** ist mit dem Tank **18** verbunden. Die andere Ansaug/Abgabe-Öffnung **11x** ist mit einem Ende einer Leitung **36** verbunden. Das andere Ende der Leitung **36** verzweigt sich in drei Pfade, wobei die Abzweigungen mit den Einlassöffnungen des ersten bis dritten Magnetschaltventils **37** bis **39** verbunden sind. Weiterhin ist ein Überdruckventil **40** zum Begrenzen des Abgabedruckes der dritten Hydraulikpumpe **11** an der Leitung **36** angebracht, wobei die Auslassseite des Überdruckventils **40** über die Leitung **47** mit dem Tank **18** in Verbindung steht.

[0044] Das erste bis dritte Magnetschaltventil **37** bis **39** sind jeweils ein 2-Wege-2-Positions-Magnetschaltventil, dessen eines Ende mit einem Magnetbetriebsteil zum Empfangen eines Befehlssignals von der Steuereinheit **57** ausgerüstet ist, wobei das andere Ende des Ventils mit einem Federteil ausgestattet ist. Das Vorhandensein oder Fehlen des von der Steuereinheit **57** kommenden Befehlssignals löst ein Umschalten des Bestimmungsorts aus, zu dem das von der dritten Hydraulikpumpe **11** kommende Hydraulikfluid geliefert wird. Die Auslassöffnung des ersten Magnetschaltventils **37** wird über eine Leitung mit der Einlassseite des Sperrventils **41** verbunden, das nur eine Abgabe erlaubt. Die Auslassseite des Sperrventils **41** ist mit der Pumpenöffnung des Schaufelzylinderproportionalmagnetventils **42** zum Steuern des Durchflusses und der Richtung des Hydraulikfluids verbunden, das dem Schaufelzylinder **5** zugeführt wird.

[0045] Darüber hinaus ist die Auslassöffnung des zweiten Magnetschaltventils **38** über das Sperrventil **29** mit der Pumpenöffnung des Armzylinderproportionalmagnetventils **30** des offenen Hydraulikkreises **B** verbunden. Weiterhin ist die Auslassöffnung des dritten Magnetschaltventils **39** über die Verbindungsleitung **15** mit der ersten Leitung **13** des geschlossenen Hydraulikkreises **A** verbunden.

[0046] Das Schaufelzylinderproportionalmagnetventil **42** ist ein Vier-Wege-Drei-Positions-Magnetproportionalmagnetventil, dessen eines Ende mit einem Magnetbetriebsteil zum Empfangen eines Befehlssignals von der Steuereinheit **57** ausgerüstet ist, wobei das andere Ende des Ventils mit einem Federteil ausgestattet ist. Die Tanköffnung des Schaufelzylinderproportionalmagnetventils **42** ist mit dem Tank **18** über eine Leitung **48** verbunden, die mit der Leitung **47** in Verbindung steht. Ein Ende der Auslassöffnung des Schaufelzylinderproportionalmagnetventils **42** ist mit einem Ende der ersten Leitung **43** verbunden. Das andere Ende der ersten Leitung **43** ist mit der Verbindungsöffnung der kopfseitigen Ölkammer **5a** des Schaufelzylinders **5** verbunden. Das andere Ende der Auslassöffnung des Schaufelzylinderproportionalmagnetventils **42** ist mit einem Ende der zweiten Leitung **44** verbunden. Das andere Ende der zweiten Leitung **44** ist mit der Verbindungsöffnung der stangenseitigen Ölkammer **5b** des Schaufelzylinders **5** verbunden.

[0047] Gemäß dem Befehlssignal von der Steuereinheit **57** schaltet das Schaufelzylinderproportionalmagnetventil **42** die Strömungsrichtung des Hydraulikfluids vom Sperrventil **41** entweder zur ersten Leitung **43** oder zur zweiten Leitung **44** um und steuert die Ventilöffnung, wodurch der Durchfluss des dem Schaufelzylinder **5** zugeführten Hydraulikfluids gesteuert wird.

[0048] In der ersten Leitung **43** ist seriell ein Ausgleichsventil **45a** so eingebaut, dass seine Einlassseite zum Schaufelzylinder **5** hin und seine Auslassseite zum Schaufelzylinderproportionalmagnetventil **42** hin ausgerichtet ist. Die erste Leitung **43** ist auch mit der Einlassseite eines Überdruckventils **46a** verbunden. Die Auslassseite des Überdruckventils **46a** steht mit dem Tank **18** über die Leitung **48** in Verbindung, die mit der Leitung **47** verbunden ist.

[0049] In der zweiten Leitung **44** ist seriell ein Ausgleichsventil **45b** so eingebaut, dass seine Einlassseite zum Schaufelzylinder **5** hin und seine Auslassseite zum Schaufelzylinderproportionalmagnetventil **42** hin ausgerichtet ist. Die zweite Leitung **44** ist auch mit der Einlassseite eines Überdruckventils **46b** verbunden. Die Auslassseite des Überdruckventils **46a** steht mit dem Tank **18** über die Leitung **48** in Verbindung, die mit der Leitung **47** verbunden ist.

[0050] Die Ausgleichsventile **45a** und **45b**, die in der ersten und zweiten Leitung **43** und **44** eingebaut sind, sind so ausgebildet, dass verhindert wird, dass der Schaufelzylinder **5** aufgrund seines Leergewichts herunterfällt. Gleichermaßen sind die Überdruckventile **46** und **46b** so ausgebildet, dass das Hydraulikfluid über die Leitung **48** in den Tank **18** abgegeben wird, wenn der Druck in einer der Leitungen ein vorbestimmtes Druckniveau überschritten hat, wodurch

ein Brechen der Pumpen oder Leitungen verhindert wird.

[0051] Als Nächstes werden mit Bezug auf **Fig. 3** und **Fig. 4** die Arbeitsabläufe der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erläutert, der aus der Antriebsvorrichtung für eine Arbeitsmaschine und der damit ausgerüsteten Arbeitsmaschine aufgebaut ist. **Fig. 3** ist eine Tabellenansicht, die typische Arbeitsabläufe von Magnetschaltventilen und Hydraulikpumpen in unterschiedlichen Betriebsweisen der ersten und zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung auflistet, die jeweils aus der Antriebsvorrichtung für eine Arbeitsmaschine und der damit ausgerüsteten Arbeitsmaschine aufgebaut ist. **Fig. 4** ist ein Satz von Kennfeldern, der die typischen Beziehungen zwischen dem Zustand eines Schaltventils, dem Durchfluss einer ersten Hydraulikpumpe, dem Durchfluss einer zweiten Hydraulikpumpe und der Geschwindigkeit eines Auslegers in der ersten und zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt, die jeweils aus der Antriebsvorrichtung für eine Arbeitsmaschine und der damit ausgerüsteten Arbeitsmaschine aufgebaut ist. In **Fig. 3** und **Fig. 4** bezeichnen dieselben Bezugszeichen wie in **Fig. 1** und **Fig. 2** dieselben Bauteile, so dass ihre ausführlichen Erläuterungen weggelassen werden.

[0052] **Fig. 3** listet typische Betriebsabläufe der Magnetventile, Proportionalschaltventile und Hydraulikpumpen in unterschiedlichen Betriebsweisen unter der Kontrolle der Steuereinheit **57** in dieser Ausführungsform auf. Zuerst bezieht sich der Nicht-Betriebszustand (Stillstandzustand), der in **Fig. 3** angegeben ist, auf einen Zustand, bei dem weder der Auslegersteuerhebel **56a** noch der Armsteuerhebel **56b** oder der Schaufelsteuerhebel **56c** betrieben wird und bei dem keines der Signale von diesen Steuerhebeln in die Steuereinheit **57** eingegeben wird. In diesem Fall gibt die Steuereinheit **57** ein minimales Kippwinkel-Steuerbefehlssignal an die Regler **9a**, **10a** und **11a** der ersten bis dritten Hydraulikpumpe **9**, **10** und **11** aus, wie in **Fig. 2** gezeigt ist. Zur gleichen Zeit gibt die Steuereinheit **57** ein Absperrschließbefehlssignal an das erste bis dritte Magnetschaltventil **25** bis **27** des offenen Hydraulikkreises **B** und an das erste bis dritte Magnetschaltventil **37** bis **39** des offenen Hydraulikkreises **C** aus. Weiterhin gibt die Steuereinheit **57** ein AbsperrBefehlssignal an das Armzylinderproportionalschaltventil **30** und das Schaufelzylinderproportionalschaltventil **42** aus. Im Ergebnis werden der Auslegerzylinder **1**, der Armzylinder **3** und der Schaufelzylinder **5** im Nichtbetriebszustand gehalten. Weiterhin bezieht sich in **Fig. 3** ein Pumpen-„AUS“ auf einen minimalen Kippwinkelzustand, und ein Pumpen-„EIN“ betrifft einen Zustand, der über dem minimalen Kippwinkelzustand liegt.

[0053] Die einzelne Betätigung des Auslegers **2** wird als Nächstes erläutert. In **Fig. 4** steht die horizontale

Achse für die Zeit. Auf der vertikalen Achse von oben nach unten steht der Bezugsbuchstabe (a) für die Betriebsgröße L_b des Auslegerhebels, (b) für den Zustand C_s des Schaltventils **27**, (c) für den Durchfluss Q_{cp} der ersten Hydraulikpumpe, (d) für den Durchfluss Q_{op} der zweiten Hydraulikpumpe und (e) für die Kolbenstangengeschwindigkeit V_b des Auslegerzylinders **1**. Der Zeitraum von der Zeit t_1 bis zur Zeit t_3 gibt faktisch die Merkmale an, wenn die Kolbenstange des Auslegerzylinders **1** ausgefahren wird (um den Ausleger anzuheben); der Zeitraum von der Zeit t_4 bis zur Zeit t_6 zeigt faktisch die Merkmale, wenn die Kolbenstange des Auslegerzylinders **1** eingefahren wird (um den Ausleger zu senken).

[0054] Der Anhebebetrieb des Auslegers **2** wird zuerst erläutert. Unter erneuter Bezugnahme auf **Fig. 2** gibt, wenn die Bedienperson beginnt, den Auslegersteuerhebel **56a** in der Ausfahrriechung der Kolbenstange zu betätigen, die Steuereinheit **57** ein Befehlssignal an den Regler **9a** der ersten Hydraulikpumpe **9** aus, was bewirkt, dass der Kippwinkel der Schrägscheibe erhöht wird. Wenn hier die Betriebsgröße des Auslegersteuerhebels **56a** nur X_1 ist, wie zur Zeit t_1 in **Fig. 4** angegeben, erreicht der Abgabedurchfluss der ersten Hydraulikpumpe **9** Q_{cp1} , so dass die Kolbenstange des Auslegerzylinders **1** mit der Geschwindigkeit V_1 (niedrige Geschwindigkeit) ausgefahren wird.

[0055] An diesem Punkt wird in **Fig. 2** das Hydraulikfluid von der ersten Hydraulikpumpe **9** der kopfseitigen Ölkammer **1a** des Auslegerzylinders **1** über eine Hydraulikfluidabgabe/ansaugöffnung **9x** der ersten Hydraulikpumpe **9** und die erste Leitung **13** zugeführt. Andererseits wird das Hydraulikfluid in der stangenseitigen Ölkammer **1b** des Auslegerzylinders **1** wieder der anderen Hydraulikfluidabgabe/ansaugöffnung **9y** der ersten Hydraulikpumpe **9** über die zweite Leitung **14** zugeführt. An diesem Punkt ist der Durchfluss des Hydraulikfluids, das von der stangenseitigen Ölkammer **1b** des Auslegerzylinders **1** zur ersten Hydraulikpumpe **9** zurückkehrt, geringer als der Durchfluss des Hydraulikfluids, das von der ersten Hydraulikpumpe **9** an die kopfseitige Ölkammer **1a** des Auslegerzylinders **1** geliefert wird. Der unzureichende Durchfluss des Hydraulikfluids wird durch die Speisepumpe **12** ausgeglichen, die das Hydraulikfluid der anderen Hydraulikfluidabgabe/ansaugöffnung **9y** der ersten Hydraulikpumpe **9** über das Ladesperrventil **21** und die zweite Leitung **14** zuführt.

[0056] Wenn die Bedienperson die Betriebsgröße des Auslegersteuerhebels **56a** erhöht, um die Geschwindigkeit weiter zu erhöhen, bei der die Kolbenstange des Auslegerzylinders **1** ausgefahren wird, gibt die Steuereinheit **57** ein Befehlssignal an den Regler **10a** der zweiten Hydraulikpumpe **10** aus, wodurch bewirkt wird, dass der Kippwinkel der Schrägscheibe erhöht wird. Zur gleichen Zeit gibt die Steuereinheit **57** ein Verbindungsbefehlssignal an das drit-

te Magnetschaltventil **27** des offenen Hydraulikkreises **B** aus. Dies bewirkt, dass die kopfseitige Ölkammer **1a** des Auslegerzylinders **1** wieder mit dem Hydraulikfluid aufgefüllt wird, das von der zweiten Hydraulikpumpe **10** über ein drittes Magnetschaltventil **27** kommt. Wenn hier die Betriebsgröße des Auslegersteuerventils **56a X1** überschritten hat und **X2** erreicht, wie zur Zeit **t2** in **Fig. 4** angegeben ist, wird das dritte Magnetschaltventil **27** in den Verbindungszustand gesetzt und die Abgabedurchflussmengen der zweiten und ersten Hydraulikpumpe **10** und **9** erreichen **Qop1** bzw. **Qcp2**. Im Ergebnis strömt das Hydraulikfluid mit einem Durchfluss von $Q_{op1} + Q_{cp2}$ in die kopfseitige Ölkammer **1a** des Auslegerzylinders **1**, so dass die Kolbenstange mit der Geschwindigkeit **V2** (hohe Geschwindigkeit) ausgefahren wird.

[0057] Wenn die oben beschriebene Hebelbedienung ausgeführt wird, um die Geschwindigkeit zu erhöhen, mit der die Kolbenstange des Auslegerzylinders **1** ausgefahren wird, kann die Steuereinheit **57** ein Befehlssignal an die dritte Hydraulikpumpe **11** und an das dritte Magnetschaltventil **39** des offenen Hydraulikkreises **C** ausgeben, anstatt das Befehlssignal an die zweite Hydraulikpumpe **10** und an das dritte Magnetschaltventil **27** des offenen Hydraulikkreises **B** auszugeben, wodurch der Hochgeschwindigkeitsbetrieb erreicht wird.

[0058] Der Absenkvorgang des Auslegers **2** wird als Nächstes erläutert. Unter erneuter Bezugnahme auf **Fig. 2** gibt, wenn die Bedienperson beginnt, den Auslegersteuerhebel **56a** in der Einfahrrichtung der Kolbenstange zu betätigen, die Steuereinheit **57** ein Befehlssignal an den Regler **9a** der ersten Hydraulikpumpe **9** aus, wodurch der Kippwinkel der Schrägscheibe verringert wird. Wenn hier die Betriebsgröße des Auslegersteuerhebels **56a** nur **-X1** ist, wie zur Zeit **t4** in **Fig. 4** angegeben, erreicht der Abgabe-Durchfluss der ersten Hydraulikpumpe **9** **-Qcp1**, wodurch bewirkt wird, dass die Kolbenstange des Auslegerzylinders **1** mit der Geschwindigkeit **-V1** (niedrige Geschwindigkeit) einfährt.

[0059] An diesem Punkt wird in **Fig. 2** das Hydraulikfluid von der ersten Hydraulikpumpe **9** der stangenseitigen Ölkammer **1b** des Auslegerzylinders **1** über die andere Hydraulikfluidabgabe/ansaugöffnung **9y** der ersten Hydraulikpumpe **9** und der zweiten Leitung **14** zugeführt. Demgegenüber wird das Hydraulikfluid in der kopfseitigen Ölkammer **1a** des Auslegerzylinders **1** wieder der einen Hydraulikfluidabgabe/ansaugöffnung **9x** der ersten Hydraulikpumpe **9** über die erste Leitung **13** zugeführt. An diesem Punkt ist der Durchfluss des Hydraulikfluids, das von der kopfseitigen Ölkammer **1a** des Auslegerzylinders **1** zur ersten Hydraulikpumpe **9** zurückkehrt, höher als der Durchfluss des Hydraulikfluids, das von der ersten Hydraulikpumpe **9** zur stangenseitigen Ölkammer **1b** des Auslegerzylinders **1** zugeführt wird. Das über-

schüssige Hydraulikfluid wird von der ersten Leitung **13** über das Spülventil **20** und die Leitung **16** wieder dem Tank **18** zugeführt.

[0060] An diesem Punkt wird der Druck des Hydraulikfluids, das von der kopfseitigen Ölkammer **1a** des Auslegerzylinders **1** wieder der ersten Hydraulikpumpe **9** zugeführt wird, durch das Leergewicht des vorderen Arbeitsgeräts **105** verstärkt. Wenn das unter Druck stehende Hydraulikfluid zugeführt wird, wird die erste Hydraulikpumpe **9** als Hydraulikmotor angetrieben. Die Leistung der ersten Hydraulikpumpe **9**, die durch das unter Druck stehende Hydraulikfluid erzeugt wird, wird auf den Motor **7** und andere Hydraulikpumpen über die Leistungsübertragungsvorrichtung **8** übertragen und von diesen absorbiert. Obwohl nicht gezeigt, kann die Leistungsübertragungsvorrichtung **8** mit einem Motorgenerator und einer elektrischen Speichervorrichtung verbunden sein, um die Energie zu speichern, die überschüssig ist und nicht absorbiert werden kann, so dass die Energie zurückgewonnen werden kann.

[0061] Wenn die Bedienperson die Betriebsgröße des Auslegersteuerhebels **56a** erhöht, um weiter die Geschwindigkeit anzuheben, mit der die Kolbenstange des Auslegerzylinders **1** einfährt, gibt die Steuereinheit **57** ein Befehlssignal an den Regler **10a** der zweiten Hydraulikpumpe **10** aus, wodurch bewirkt wird, dass der Kippwinkel der Schrägscheibe verringert wird. Zur gleichen Zeit gibt die Steuereinheit **57** ein Verbindungsbefehlssignal an das dritte Magnetschaltventil **27** des offenen Hydraulikkreises **B** aus. Dadurch wird bewirkt, dass die zweite Hydraulikpumpe **10** derart arbeitet, dass das Hydraulikfluid von der anderen Ansaug/Abgabe-Öffnung **10x** angesaugt wird. Im Ergebnis wird die Abgabe des Hydraulikfluids von der kopfseitigen Ölkammer **1a** des Auslegerzylinders **1** in den Tank **18** durch die Verbindungsleitung **15** und das dritte Magnetschaltventil **27** unterstützt.

[0062] Wenn die Betriebsgröße des Auslegersteuerhebels **56a** **-X1** überschreitet und **-X2** erreicht, wie zur Zeit **t5** in **Fig. 4** angegeben, wird das dritte Magnetschaltventil **27** in den Verbindungszustand gesetzt. Zur gleichen Zeit werden die Abgabe-Durchflussmengen der zweiten und ersten Hydraulikpumpe **10** und **9** zu **-Qop1** bzw. **-Qcp2**. Im Ergebnis strömt das Hydraulikfluid aus der kopfseitigen Ölkammer **1a** des Auslegerzylinders **1** mit einem Durchfluss von $-(Q_{op1} + Q_{cp2})$, so dass die Kolbenstange mit der Geschwindigkeit **-V2** (hohe Geschwindigkeit) eingefahren wird. An diesem Punkt wird das Hydraulikfluid, das von der kopfseitigen Ölkammer **1a** des Auslegerzylinders **1** zur zweiten Hydraulikpumpe **10** zurückkehrt, stark unter Druck gesetzt. Beim Zuführen des unter Druck stehenden Hydraulikfluids wird die zweite Hydraulikpumpe **10** als Hydraulikmotor angetrieben. Die Leistung der zweiten Hydraulikpumpe **10**, die von dem unter Druck gesetzten Hydraulikfluid er-

zeugt wird, wird über die Leistungsübertragungsvorrichtung **8** zum Motor **7** und zu anderen Hydraulikpumpen übertragen und von diesen absorbiert.

[0063] Wenn die oben beschriebene Hebelbetätigung durchgeführt wird, um die Geschwindigkeit zu erhöhen, mit der die Kolbenstange des Auslegerzylinders **1** eingefahren wird, kann die Steuereinheit **57** ein Betriebsbefehlssignal an die dritte Hydraulikpumpe und an das dritte Magnetschaltventil **39** des offenen Hydraulikkreises **C** ausgeben, anstatt das Betriebsbefehlssignal an die zweite Hydraulikpumpe **10** und das dritte Magnetschaltventil **27** des offenen Hydraulikkreises **B** auszugeben, wodurch der Hochgeschwindigkeitsbetrieb erreicht wird.

[0064] In dieser Ausführungsform werden, wenn die Hebelbetätigung durchgeführt wird, um die Geschwindigkeit zu erhöhen, mit der die Kolbenstange des Auslegerzylinders **1** einfährt, die zweite Hydraulikpumpe **10** und die erste Hydraulikpumpe **9** zusammen verwendet, um das Hydraulikfluid von der kopfseitigen Ölkammer **1a** des Auslegerzylinders **1** strömen zu lassen. Auf diese Weise wird die Betriebsgeschwindigkeit der Kolbenstange des Auslegerzylinders **1** erhöht.

[0065] Die einzelne Betätigung des Arms **4** wird als Nächstes erläutert. In **Fig. 2** gibt, wenn die Bedienperson beginnt, den Armsteuerhebel **56b** in der Ausfahrrichtung der Kolbenstange zu betätigen, die Steuereinheit **57** ein Befehlssignal an den Regler **10a** der zweiten Hydraulikpumpe **10** aus, wodurch der Kippwinkel der Schrägscheibe erhöht wird. Zur gleichen Zeit gibt die Steuereinheit **57** ein Verbindungsbefehlssignal an das erste Magnetschaltventil **25** des offenen Hydraulikkreises **B** und ein Vorwärtsöffnungsbefehlssignal an das Armzylinderproportionalventil **30** aus. Dadurch wird der Kippwinkel der Schrägscheibe in der zweiten Hydraulikpumpe **10** erhöht und das Armzylinderproportionalventil **30** in der Richtung geöffnet, die das Sperrventil **29** mit der ersten Leitung **31** verbindet.

[0066] Im Ergebnis wird das Hydraulikfluid von der zweiten Hydraulikpumpe **10** an die kopfseitige Ölkammer **3a** des Armzylinders **3** über die andere Ansaug/Abgabe-Öffnung **10x** der Pumpe **10**, die Leitung **24** und die erste Leitung **31** zugeführt. In der Zwischenzeit wird das Hydraulikfluid in der stangenseitigen Ölkammer **3b** des Armzylinders **3** wieder dem Tank **18** über die zweite Leitung **32**, das Armzylinderproportionalventil **30** und die Leitung **35** zugeführt. Demgemäß wird die Kolbenstange des Armzylinders **3** ausgefahren.

[0067] Als Nächstes wird ein Armdämpfungsbetrieb erläutert. Wenn die Bedienperson beginnt, den Armsteuerhebel **56b** in der Einfahrrichtung der Kolbenstange zu betätigen, gibt die Steuereinheit **57** ein Be-

fehlsignal an den Regler **10a** der zweiten Hydraulikpumpe **10** aus, wodurch der Kippwinkel der Schrägscheibe erhöht wird. Gleichzeitig gibt die Steuereinheit **57** ein Verbindungsbefehlssignal an das erste Magnetschaltventil **25** des offenen Hydraulikkreises **B** und ein Rückwärtsöffnungsbefehlssignal an das Armzylinderproportionalventil **30** aus. Dadurch wird der Kippwinkel der Schrägscheibe in der zweiten Hydraulikpumpe **10** erhöht und das Armzylinderproportionalventil **30** in der Richtung geöffnet, in der das Sperrventil **29** mit der zweiten Leitung **32** verbunden ist.

[0068] Das Hydraulikfluid von der zweiten Hydraulikpumpe **10** wird der stangenseitigen Ölkammer **3b** des Armzylinders **3** über die andere Ansaug/Abgabe-Öffnung **10x** der Pumpe **10**, die Leitung **24** und die zweite Leitung **32** zugeführt. In der Zwischenzeit wird das Hydraulikfluid in der kopfseitigen Ölkammer **3a** des Armzylinders **3** über die erste Leitung **31**, das Armzylinderproportionalventil **30** und die Leitung **35** wieder dem Tank **18** zugeführt. Demgemäß wird die Kolbenstange des Armzylinders **3** eingefahren.

[0069] Die einzelne Betätigung der Schaufel **6** wird auf dieselbe Weise wie die des Arms **4** durchgeführt und wird daher nicht weiter erörtert.

[0070] Eine kombinierte Betätigung der Stellglieder wird als Nächstes mit Bezug auf **Fig. 2** und **Fig. 3** erläutert. Wie in **Fig. 3** gezeigt ist, wird davon ausgegangen, dass der Ausleger **2**, der Arm **4** und die Schaufel **6** kombiniert betätigt werden. In diesem Fall werden, wenn der Ausleger **2** mit niedriger Geschwindigkeit betätigt werden soll, der Auslegerzylinder **1**, der Armzylinder **3** und der Schaufelzylinder **5** mit dem Hydraulikfluid von der ersten Hydraulikpumpe **9**, der zweiten Hydraulikpumpe **10** bzw. der dritten Hydraulikpumpe **11** versorgt, die die jeweiligen Kolbenstangen antreiben. Insbesondere gibt die Steuereinheit **57** ein Verbindungsbefehlssignal an das erste Magnetschaltventil **25** des offenen Hydraulikkreises **B**, ein Öffnungsbefehlssignal an das Armzylinderproportionalventil **30**, ein Verbindungsbefehlssignal an das erste Magnetschaltventil **37** des offenen Hydraulikkreises **C** und ein Öffnungsbefehlssignal an das Schaufelzylinderproportionalventil **42** aus.

[0071] Wenn demgegenüber der Ausleger **2** mit hoher Geschwindigkeit betätigt werden soll, zum Beispiel wenn die Kolbenstange des Auslegerzylinders **1** mit einer Geschwindigkeit ausgefahren werden soll, die einen vorbestimmten Schwellwert überschreitet, gibt die Steuereinheit **57** ein Befehlssignal an den Regler **10a** der zweiten Hydraulikpumpe **10** aus, wodurch der Kippwinkel der Schrägscheibe die Betriebsgröße des Auslegersteuerhebels **56a** widerspiegelt. Gleichzeitig gibt die Steuereinheit **57** ein Absperrbefehlssignal an das erste Magnetschaltventil **25** des offenen Hydraulikkreises **B** und ein Verbin-

dungsbefehlssignal an das dritte Magnetschaltventil **27** aus.

[0072] Im Ergebnis wird die kopfseitige Ölkammer **1a** des Auslegerzylinders **1** wieder mit dem Hydraulikfluid von der zweiten Hydraulikpumpe **10** aufgefüllt, so dass die Kolbenstange des Auslegerzylinders **1** mit einer Geschwindigkeit ausgefahren wird, die der Betriebsgröße des Auslegersteuerhebels **56a** entspricht.

[0073] In der Zwischenzeit gibt die Steuereinheit **57** ein Befehlssignal an den Regler **11a** der dritten Hydraulikpumpe **11** aus, wodurch der Kippwinkel der Schrägscheibe die Betriebsgröße des Armsteuerhebels **56b** widerspiegelt, und gibt auch ein Verbindungsbefehlssignal an das zweite Magnetschaltventil **38** des offenen Hydraulikkreises **C** aus. Dadurch wird der Armzylinder **3** mit dem Hydraulikfluid von der dritten Hydraulikpumpe **11** über das Armzylinderproportionalventil **30** versorgt, wodurch die Kolbenstange des Armzylinders **3** antriebsgesteuert ist.

[0074] Wenn der obige Arbeitsablauf durchgeführt wird, kann die Steuereinheit **57** die Schrägscheibe der dritten Hydraulikpumpe **11** anstatt der zweiten Hydraulikpumpe **10** steuern und kann an das erste Magnetschaltventil **37** des offenen Hydraulikkreises **C** ein Absperrbefehlssignal und an das dritte Magnetschaltventil **38** ein Verbindungsbefehlssignal **39** ausgeben, anstatt das Absperrbefehlssignal an das erste Magnetschaltventil **25** des offenen Hydraulikkreises **B** und das Verbindungsbefehlssignal an das dritte Magnetschaltventil **27** auszugeben, wodurch die kopfseitige Ölkammer **1a** des Auslegerzylinders **1** wieder mit dem Hydraulikfluid von der dritten Hydraulikpumpe **11** aufgefüllt wird.

[0075] Wenn der Ausleger **2**, der Arm **4** und die Schaufel **6** kombiniert betätigt werden und wenn die Kolbenstange des Auslegerzylinders **1** mit niedriger Geschwindigkeit eingefahren wird, wird der erste Hydraulikmotor **9** als Hydraulikmotor angetrieben, wie oben beschrieben. Aus diesem Grund wird die Leistung der ersten Hydraulikpumpe **9**, die durch das unter Druck stehende Hydraulikfluid erzeugt wird, über die Leistungsübertragungseinrichtung **8** auf den Motor **7** und andere Hydraulikpumpen übertragen und von diesen aufgenommen.

[0076] Wenn in der Zwischenzeit die Kolbenstange des Auslegerzylinders **1** mit einer Geschwindigkeit eingefahren werden soll, die einen vorbestimmten Schwellwert überschreitet, gibt die Steuereinheit **57** ein Befehlssignal an den Regler **10a** der zweiten Hydraulikpumpe **10** aus, das die Betriebsgröße des Auslegersteuerhebels **56a** in der entgegengesetzten Richtung des oben erwähnten Ausfahrens bei hoher Geschwindigkeit widerspiegelt. Gleichzeitig gibt die Steuereinheit **57** ein Absperrbefehlssignal an das

erste Magnetschaltventil **25** des offenen Hydraulikkreises **B** und ein Verbindungsbefehlssignal an das dritte Magnetschaltventil **27** aus.

[0077] Im Ergebnis arbeitet die zweite Hydraulikpumpe **10** so, dass das Hydraulikfluid von der kopfseitigen Ölkammer **1a** des Auslegerzylinders **1** angesaugt wird, so dass die Kolbenstange des Auslegerzylinders **1** so gesteuert wird, dass sie mit einer Geschwindigkeit einfährt, die der Betriebsgröße des Auslegersteuerhebels **56a** entspricht. An diesem Punkt wird das Hydraulikfluid, das zur zweiten Hydraulikpumpe **10** zurückkehrt, stark unter Druck gesetzt. Beim Zuführen des unter Druck stehenden Hydraulikfluids wird die zweite Hydraulikpumpe **10** als Hydraulikmotor angetrieben. Die Leistung der zweiten Hydraulikpumpe **10**, die von dem unter Druck stehenden Hydraulikfluid erzeugt wird, wird über die Kraftübertragungsvorrichtung **8** auf den Motor **7** und andere Hydraulikpumpen übertragen und von diesen absorbiert.

[0078] In der Zwischenzeit gibt die Steuereinheit **57** ein Befehlssignal an den Regler **11a** der dritten Hydraulikpumpe **11** aus, wodurch der Kippwinkel der Schrägscheibe die Betriebsgröße des Armsteuerhebels **56b** widerspiegelt, und gibt auch ein Verbindungsbefehlssignal an das zweite Magnetschaltventil **38** des offenen Hydraulikkreises **C** aus. Dadurch wird der Armzylinder **3** mit dem Hydraulikfluid von der dritten Hydraulikpumpe **11** über das Armzylinderproportionalventil **30** versorgt, wodurch die Kolbenstange des Armzylinders **3** antriebsgesteuert ist.

[0079] Wenn die obige Betätigung durchgeführt wird, kann die Steuereinheit **57** die Schrägscheibe der dritten Hydraulikpumpe **11** anstatt die zweite Hydraulikpumpe **10** steuern und kann ein Absperrbefehlssignal an das erste Magnetschaltventil **37** des offenen Hydraulikkreises **C** und ein Verbindungsbefehlssignal an das dritte Magnetschaltventil **39** ausgeben, anstatt das Absperrbefehlssignal an das erste Magnetschaltventil **25** des offenen Hydraulikkreises **B** und das Verbindungsbefehlssignal an das dritte Magnetschaltventil **27** auszugeben, wodurch die dritte Hydraulikpumpe **11** mit dem Hydraulikfluid von der kopfseitigen Ölkammer **1a** des Auslegerzylinders **1** versorgt wird.

[0080] Gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die aus der Antriebsvorrichtung für eine Arbeitsmaschine und die damit ausgerüstete Arbeitsmaschine aufgebaut ist, werden die zweite Hydraulikpumpe **10** und die dritte Hydraulikpumpe **11** an die Verbindungsleitung **15** angeschlossen, die vom geschlossenen Hydraulikkreis abzweigt und mit dem Tank **18** verbunden ist, wobei die Pumpen **10** und **11** als Vorrichtung zum Steuern des Durchflusses und der Richtung des Hydraulikfluids (d.h. Betriebsöls) dienen, das durch die Verbindungsleitung

15 strömt. Mit diesem Aufbau wird die Betriebsgeschwindigkeit der Kolbenstange des Auslegerzylinders **1**, die vom geschlossenen Hydraulikkreis betätigt wird, sowohl in der Ausfahr- als auch in der Einfahrriktion weitgehend gleich, und zwar ungeachtet der Last, die auf die Arbeitsmaschine ausgeübt wird. Im Ergebnis wird für die Arbeitsmaschine eine ausgezeichnete Bedienbarkeit sichergestellt.

[0081] Gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die aus der Antriebsvorrichtung für eine Arbeitsmaschine und der damit ausgerüsteten Arbeitsmaschine aufgebaut ist, wird eine Zwei-Wege-Schrägscheibenmechanismus-Pumpe als zweite Hydraulikpumpe **10** verwendet, die in der Lage ist, die Abgaberichtung zu steuern. Daher sorgt die zweite Hydraulikpumpe **10** dafür, dass der Durchfluss des Hydraulikfluids, mit dem die kopfseitige Ölkammer **1a** des Auslegerzylinders **1** aufgefüllt wird, wenn die Kolbenstange des Auslegerzylinders **1** mit hoher Geschwindigkeit ausgefahren wird, weitgehend gleich dem Durchfluss des Hydraulikfluids ist, das aus der kopfseitigen Ölkammer **1a** des Auslegerzylinders **1** strömt, wenn die Kolbenstange des Auslegerzylinders **1** mit hoher Geschwindigkeit eingefahren wird. Im Ergebnis wird die Betriebsgeschwindigkeit der Kolbenstange des Auslegerzylinders **1** sowohl in der Ausfahr- als auch in der Einfahrriktion weitgehend gleich, so dass eine ausgezeichnete Bedienbarkeit der Arbeitsmaschine vorgesehen wird.

[0082] Weiter werden gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die aus der Antriebsvorrichtung für eine Arbeitsmaschine und der damit ausgerüsteten Arbeitsmaschine aufgebaut ist, wenn die Kolbenstange des Auslegerzylinders **1** mit niedriger Geschwindigkeit betätigt wird, die Speisepumpe **12** und das Spülventil **20** kombiniert, um den Hydraulikfluidüberschuss oder -mangel in der Durchflussbilanz zu kompensieren, der durch den Volumenunterschied zwischen der kopfseitigen Ölkammer **1a** und der stangenseitigen Ölkammer **1b** des Auslegerzylinders **1** hervorgerufen wird; wenn die Kolbenstange des Auslegerzylinders **1** mit hoher Geschwindigkeit betätigt wird, gleicht die zweite Hydraulikpumpe **10** den oben erwähnten Überschuss oder Mangel des Hydraulikfluids in der Durchflussbilanz des Auslegerzylinders **1** aus. Auf diese Weise wird gemäß der Betriebsgeschwindigkeit der Kolbenstange des Auslegerzylinders **1** die Verwendung oder Nichtverwendung der zweiten Hydraulikpumpe **10** im geschlossenen Hydraulikkreis **A** ausgewählt, wodurch es möglich wird, die Speisepumpe **12** zu verkleinern. Wenn außerdem Druckschwankungen im Inneren der Leitungen während des Hochgeschwindigkeitsbetriebs auftreten, sieht die zweite Hydraulikpumpe **10** eine Durchflusssteuerung vor, wodurch ein stabiler Betriebszustand sichergestellt wird.

[0083] Gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die aus der Antriebsvorrichtung für eine Arbeitsmaschine und der damit ausgerüsteten Arbeitsmaschine aufgebaut wird, wird auch das Hydraulikfluid, das aus der kopfseitigen Ölkammer **1a** des Auslegerzylinders **1** strömt, wenn die Kolbenstange des Auslegerzylinders **1** mit hoher Geschwindigkeit eingefahren wird, zur ersten Hydraulikpumpe **9** und zur zweiten Hydraulikpumpe **10** geführt. Dadurch wird es möglich, dass die Verdrängung der ersten Hydraulikpumpe **9** kleiner als die ihres Gegenstücks in der Vergantheit wird.

[0084] Weiterhin sind gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die aus der Antriebsvorrichtung für eine Arbeitsmaschine und der damit ausgerüsteten Arbeitsmaschine aufgebaut ist, die zweite Hydraulikpumpe **10** und die dritte Hydraulikpumpe **11** als die Hydraulikpumpen der offenen Hydraulikkreise vorgesehen. Wenn die zweite Hydraulikpumpe **10** verwendet wird, um zum Beispiel die Kolbenstange des Auslegerzylinders **1** anzutreiben, kann mit diesem Aufbau die dritte Hydraulikpumpe **11** dazu verwendet werden, die Kolbenstange des Armzylinders **3** sowie die Kolbenstange des Schaufelzylinders **5** anzutreiben.

<Zweite Ausführungsform>

[0085] Nachstehend wird mit Bezug auf die relevanten beigefügten Zeichnungen die zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erläutert, die aus der Antriebsvorrichtung für eine Arbeitsmaschine und der damit ausgerüsteten Arbeitsmaschine aufgebaut ist. **Fig. 5** ist ein Hydraulikschaltbild der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die aus der Antriebsvorrichtung für eine Arbeitsmaschine und der damit ausgerüsteten Arbeitsmaschine aufgebaut ist. In **Fig. 5** bezeichnen dieselben Bezugszeichen wie in **Fig. 1** bis **Fig. 4** dieselben Bauteile, und ihre ausführlichen Erläuterungen werden weggelassen.

[0086] Die zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die aus der Antriebsvorrichtung für eine Arbeitsmaschine und der damit ausgerüsteten Arbeitsmaschine aufgebaut ist, wie in **Fig. 5** gezeigt, ist in etwa mit denselben Bauteilen wie die erste Ausführungsform ausgebildet, mit Ausnahme der folgenden Aufbauten: In der ersten Ausführungsform werden die erste bis dritte Hydraulikpumpe **9** bis **11** und die Speisepumpe **12** durch die Kraftübertragungsvorrichtung **8** angetrieben, die die Kraft des Motors **7** durch die Antriebswellen dieser Pumpen verteilt. In der zweiten Ausführungsform wird dagegen eine erste bis dritte Hydraulikpumpe **60** bis **62** und eine Speisepumpe **61** von einem ersten bis dritten Motorgenerator **50** bis **52** und einen Lademotorgenerator **53** angetrieben, die mit diesen Pumpen über ihre Antriebswellen verbunden sind. Und in dieser ersten Ausfüh-

rungsform sind die erste bis dritte Hydraulikpumpe **9** bis **11** jeweils eine Zwei-Wege-Schrägscheibenmechanismus-Hydraulikpumpe mit einem Paar Einlass- und Auslassöffnungen. In der zweiten Ausführungsform sind dagegen die erste bis dritte Hydraulikpumpe **60** bis **62** jeweils eine Hydraulikpumpe, die zu einer Vorwärts- und Rückwärtsdrehung in der Lage ist.

[0087] In **Fig. 5** ist eine Leistungseinheit **54**, die als Leistungszufuhr wirkt, elektrisch mit dem ersten Motorgenerator **50**, der die erste Hydraulikpumpe **60** zum Zuführen des Hydraulikfluids zum Auslegerzylinder **1** antreibt, dem zweiten Motorgenerator **51**, der die zweite Hydraulikpumpe **61** zum Zuführen des Hydraulikfluids zum Armzylinder **3** antreibt, dem dritten Motorgenerator **52**, der die dritte Hydraulikpumpe **62** zum Zuführen des Hydraulikfluids zum Schaufelzylinder **5** antreibt, und dem Lademotorgenerator **53** verbunden, der eine Speisepumpe **63** zum Zuführen des Hydraulikfluids zur Niederdruckleitung des geschlossenen Hydraulikkreises **A** antreibt, wobei die Leistungseinheit **54** über Leistungssteuereinheiten **50a** bis **53** zum Steuern dieser Motorgeneratoren **50** bis **53** und über eine elektrische Verdrahtung daran angeschlossen ist. Die elektrische Energie wird zwischen der Leistungseinheit **54** einerseits und den Leistungssteuereinheiten **50a** bis **53a** andererseits ausgetauscht. Die Leistungseinheit **54** kann die elektrische Energie speichern, die von den Leistungssteuereinheiten **50a** bis **53a** kommt.

[0088] Die Drehzahlen des ersten bis dritten Motorgenerators **50** bis **52** und des Lademotorgenerators **53** werden mit den Ausgängen von den Leistungssteuereinheiten **50a** bis **53a** gesteuert, die auf Befehlssignale von der Steuereinheit **57** reagieren. Auf diese Weise werden der Durchfluss und die Ansaug- und Abgaberrichtung des Hydraulikfluids jeweils durch die erste bis dritte Hydraulikpumpe **60** bis **62** gesteuert. Beim Zuführen des Hydraulikfluids fungieren die erste bis dritte Hydraulikpumpe **60** bis **62** jeweils als Hydraulikmotor.

[0089] Die mit der ersten Hydraulikpumpe **60**, der zweiten Hydraulikpumpe **61**, der dritten Hydraulikpumpe **62** und der Speisepumpe **63** verbundenen Leitungen und die gleichartigen Bauteile sind dieselben wie die in der ersten Ausführungsform verwendeten und werden daher nicht weiter erörtert.

[0090] Nachfolgend wird mit Bezug auf **Fig. 3** bis **Fig. 5** der Betrieb der zweiten Ausführungsform dieser Ausgestaltung erläutert, das aus der Antriebsvorrichtung für eine Arbeitsmaschine und der damit ausgerüsteten Arbeitsmaschine aufgebaut ist. Zuerst gibt, wenn weder der Auslegersteuerhebel **56a** noch der Armsteuerhebel **56b** oder der Schaufelsteuerhebel **56c** im Nichtbetriebszustand (Stillstandszustand), wie in **Fig. 3** gezeigt, betätigt wird, die Steuereinheit **57** ein Stoppsteuerbefehlssignal an die Leistungs-

steuereinheiten **50a**, **51a**, **52a** und **53a** des ersten Motorgenerators **50**, der die erste Hydraulikpumpe **60** antreibt, des zweiten Motorgenerators **51**, der die zweite Hydraulikpumpe **61** antreibt, des dritten Motorgenerators **52**, der die dritte Hydraulikpumpe **62** antreibt, und des Lademotorgenerators **53** aus, der die Speisepumpe **63** antreibt, die alle in **Fig. 5** gezeigt sind. Gleichzeitig gibt die Steuereinheit **57** ein Absperrschließbefehlssignal an das erste bis dritte Magnetschaltventil **25** bis **27** des offenen Hydraulikkreises **B** und an das erste bis dritte Magnetschaltventil **37** bis **39** des offenen Hydraulikkreises **C** aus. Die Steuereinheit **57** gibt weiter ein Absperrbefehlssignal an das Armzylinderproportionalschaltventil **30** und das Schaufelzylinderproportionalschaltventil **42** aus. Im Ergebnis werden der Auslegerzylinder **1**, der Armzylinder **3** und der Schaufelzylinder **5** im Nichtbetriebszustand gehalten.

[0091] Die einzelne Betätigung des Auslegers **2** wird als Nächstes erläutert. Das Anheben des Auslegers **2** wird zuerst erläutert. In **Fig. 5** gibt, wenn die Bedienperson beginnt, den Auslegersteuerhebel **56a** in der Ausfahrerrichtung der Kolbenstange zu betätigen, die Steuereinheit **57** ein Vorwärtsdrehmomentenerhöhungsbefehlssignal an die Leistungssteuereinheit **50a** des ersten Motorgenerators **50** und ein Drehmomentenerhöhungsbefehlssignal an die Leistungssteuereinheit **53a** des Lademotorgenerators **53** aus. Im Ergebnis werden die erste Hydraulikpumpe **60** und die Speisepumpe **63** angetrieben. Wenn die Betriebsgröße des Auslegersteuerhebels **56a** hier nur **X1** beträgt, wie zur Zeit **t1** in **Fig. 4** angegeben, erreicht der Abgabedurchfluss der ersten Hydraulikpumpe **60** **Qcp1**, so dass die Kolbenstange des Auslegerzylinders **1** mit der Geschwindigkeit **V1** (niedrige Geschwindigkeit) ausgefahren wird.

[0092] An diesem Punkt wird in **Fig. 5** das Hydraulikfluid von der ersten Hydraulikpumpe **60** zur kopfseitigen Ölkammer **1a** des Auslegerzylinders **1** über die erste Leitung **13** zugeführt. Demgegenüber wird das Hydraulikfluid in der stangenseitigen Ölkammer **1b** des Auslegerzylinders **1** wieder der ersten Hydraulikpumpe **60** über die zweite Leitung **14** zugeführt. An diesem Punkt ist der Durchfluss des Hydraulikfluids, das von der stangenseitigen Ölkammer **1b** des Auslegerzylinders **1** zur ersten Hydraulikpumpe **60** zurückkehrt, niedriger als der Durchfluss des Hydraulikfluids, das von der ersten Hydraulikpumpe **60** zur kopfseitigen Ölkammer **1a** des Auslegerzylinders **1** geliefert wird. Der unzureichende Durchfluss des Hydraulikfluids wird durch die Speisepumpe **63** ausgeglichen, die das Hydraulikfluid an die erste Hydraulikpumpe **60** über das Ladesperrventil **21** und die zweite Leitung **14** zuführt.

[0093] Wenn die Bedienperson die Betriebsgröße des Auslegersteuerhebels **56a** erhöht, um die Geschwindigkeit, mit der die Kolbenstange des Aus-

legerzylinders **1** ausfährt, weiter zu erhöhen, gibt die Steuereinheit **57** ein Vorwärtsdrehmomenterhöhungsbefehlssignal an die Leistungssteuereinheit **51a** des zweiten Motorgenerators **51** und ein Verbindungsbefehlssignal an das dritte Magnetschaltventil **27** des offenen Hydraulikkreises **B** aus. Dadurch wird bewirkt, dass die kopfseitige Ölkammer **1a** des Auslegerzylinders **1** wieder mit dem Hydraulikfluid aufgefüllt wird, das vom Tank **18** angesaugt wird und durch die zweite Hydraulikpumpe **61** befördert wird. Wenn hier die Betriebsgröße des Auslegersteuerhebels **56a** **X1** überschreitet und **X2** erreicht, wie zur Zeit **t2** in **Fig. 4** angegeben, wird das dritte Magnetschaltventil **27** in den Verbindungszustand versetzt, und die Abgabedurchflussmengen der zweiten und ersten Hydraulikpumpe **61** und **60** erreichen **Qop1** bzw. **Qcp2**. Im Ergebnis strömt das Hydraulikfluid in die kopfseitige Ölkammer **1a** des Auslegerzylinders **1** mit einem Durchfluss von $Qop1 + Qcp2$, so dass die Kolbenstange mit der Geschwindigkeit **V2** (hohe Geschwindigkeit) ausgefahren wird.

[0094] Wenn die oben beschriebene Hebelbetätigung durchgeführt wird, um die Geschwindigkeit zu erhöhen, mit der die Kolbenstange des Auslegerzylinders **1** ausfährt, kann die Steuereinheit **57** ein Befehlssignal an die Leistungssteuereinheit **52a** des dritten Motorgenerators **52** zum Antreiben der dritten Hydraulikpumpe **62** und an das dritte Magnetschaltventil **39** des offenen Hydraulikkreises **C** ausgeben, anstatt das Befehlssignal an die Leistungssteuereinheit **51a** des zweiten Motorgenerators **51** zum Antreiben der zweiten Hydraulikpumpe **61** und an das dritte Magnetschaltventil **27** des offenen Hydraulikkreises **B** auszugeben, wodurch der Hochgeschwindigkeitsbetrieb erreicht wird.

[0095] Der Absenkbetrieb des Auslegers **2** wird als Nächstes erläutert. Unter erneuter Bezugnahme auf **Fig. 5** gibt, wenn die Bedienperson beginnt, den Auslegersteuerhebel **56a** in der Einfahrrichtung der Kolbenstange zu betätigen, die Steuereinheit **57** ein Rückwärtsdrehmomenterhöhungsbefehlssignal an die Leistungssteuereinheit **50a** des ersten Motorgenerators **50** aus. Wenn hier die Betriebsgröße des Auslegersteuerhebels **56a** nur **X1** ist, wie zur Zeit **t4** in **Fig. 4** angegeben, erreicht der Abgabe-Durchfluss der ersten Hydraulikpumpe **60** - **Qcp1**, wodurch bewirkt wird, dass die Kolbenstange des Auslegerzylinders **1** mit der Geschwindigkeit **-V1** (niedrige Geschwindigkeit) einfährt.

[0096] An diesem Punkt in **Fig. 5** ist der Durchfluss des Hydraulikfluids, das von der kopfseitigen Ölkammer **1a** des Auslegerzylinders **1** wieder der ersten Hydraulikpumpe **60** zugeführt wird, höher als der Durchfluss des Hydraulikfluids, das von der ersten Hydraulikpumpe **60** der stangenseitigen Ölkammer **1b** des Auslegerzylinders **1** zugeführt wird. Das überschüssige Hydraulikfluid wird von der ersten Leitung **13** wie-

der dem Tank **18** über das Spülventil **20** und die Leitung **16** zugeführt.

[0097] Weiterhin wird an diesem Punkt der Druck des Hydraulikfluids, das von der kopfseitigen Ölkammer **1a** des Auslegerzylinders **1** der ersten Hydraulikpumpe **60** zugeführt wird, unter dem Leergewicht des vorderen Arbeitsgeräts **105** verstärkt. Beim Zuführen des unter Druck stehenden Hydraulikfluids fungiert die erste Hydraulikpumpe **60** als Hydraulikmotor, um den ersten Motorgenerator **50** anzutreiben. Die Leistung, die auf diese Weise vom ersten Motorgenerator **50** erzeugt wird, wird in der Leistungseinheit **54** über die Leistungssteuereinheit **50a** gespeichert.

[0098] Wenn die Bedienperson die Betriebsgröße des Auslegersteuerhebels **56a** erhöht, um die Geschwindigkeit weiter zu erhöhen, mit der die Kolbenstange des Auslegerzylinders **1** eingefahren wird, gibt die Steuereinheit **57** ein Rückwärtsdrehmomenterhöhungsbefehlssignal an die Leistungssteuereinheit **51a** des zweiten Motorgenerators **51** und ein Verbindungsbefehlssignal an das dritte Magnetschaltventil **27** des offenen Hydraulikkreises **B** aus. Dadurch wird bewirkt, dass die zweite Hydraulikpumpe **61** so funktioniert, dass das Hydraulikfluid angesaugt wird. Im Ergebnis wird die Abgabe des Hydraulikfluids von der kopfseitigen Ölkammer **1a** des Auslegerzylinders **1** in den Tank **18** durch die Verbindungsleitung **15** und das dritte Magnetschaltventil **27** unterstützt.

[0099] An diesem Punkt wird, wenn die Betriebsgröße des Auslegersteuerhebels **56a** **-X1** überschreitet und **-X2** erreicht, wie zur Zeit **t5** in **Fig. 4** angegeben, das dritte Magnetschaltventil **27** in den Verbindungszustand versetzt. Zur gleichen Zeit werden die Abgabe-Durchflussmengen der zweiten und ersten Hydraulikpumpe **61** und **60** zu **-Qop1** bzw. **-Qcp2**. Im Ergebnis strömt das Hydraulikfluid aus der kopfseitigen Ölkammer **1a** des Auslegerzylinders **1** mit einem Durchfluss von $-(Qop1 + Qcp2)$, so dass die Kolbenstange mit der Geschwindigkeit **-V2** (hohe Geschwindigkeit) eingefahren wird. An diesem Punkt wird das Hydraulikfluid, das von der kopfseitigen Ölkammer **1a** des Auslegerzylinders **1** wieder der zweiten Hydraulikpumpe **61** zugeführt wird, stark unter Druck gesetzt. Beim Zuführen des unter Druck stehenden Hydraulikfluids fungiert die zweite Hydraulikpumpe **61** als Hydraulikmotor, um den zweiten Motorgenerator **51** anzutreiben. Die Leistung, die durch den zweiten Motorgenerator **51** auf diese Weise erzeugt wird, wird in der Leistungseinheit **54** über die Leistungssteuereinheit **51a** gespeichert.

[0100] Wenn die oben beschriebene Hebelbetätigung ausgeführt wird, um die Geschwindigkeit zu erhöhen, mit der die Kolbenstange des Auslegerzylinders **1** einfährt, kann die Steuereinheit **57** ein Betätigungsbefehlssignal an die Leistungssteuereinheit **52a** des dritten Motorgenerators **52** und an das dritte

Magnetschaltventil **39** des offenen Hydraulikkreises **C** ausgeben, anstatt das Betätigungsbefehlssignal an die Leistungssteuereinheit **51a** des zweiten Motorgenerators **51** und an das dritte Magnetschaltventil **27** des offenen Hydraulikkreises **B** auszugeben, wodurch der Hochgeschwindigkeitsbetrieb erzielt wird.

[0101] Mit dieser Ausführungsform werden, wenn die Hebelbetätigung ausgeführt wird, um die Geschwindigkeit zu erhöhen, mit der die Kolbenstange des Auslegerzylinders **1** einfährt, die zweite Hydraulikpumpe **61** und die erste Hydraulikpumpe **60** zusammen verwendet, um das Hydraulikfluid aufzunehmen, das aus der kopfseitigen Ölkammer **1a** des Auslegerzylinders **1** strömt, so dass die Betriebsgeschwindigkeit der Kolbenstange des Auslegerzylinders **1** erhöht wird.

[0102] Die einzelne Betätigung des Arms **4** wird als Nächstes erläutert. In **Fig. 5** gibt, wenn die Bedienerperson beginnt, den Armsteuerhebel **56b** in der Einfahrriechung der Kolbenstange zu betätigen, die Steuereinheit **57** ein Vorwärtsdrehmomenterbefehlssignal an die Leistungssteuereinheit **51a** des zweiten Motorgenerators **51**, ein Verbindungsbefehlssignal an das erste Magnetschaltventil **25** des offenen Hydraulikkreises **B** und ein Vorwärtsöffnungsbefehlssignal an das Armzylinderproportionschaltventil **30** aus. Im Ergebnis gibt die zweite Hydraulikpumpe **61** das vom Tank **18** angesaugte Hydraulikfluid ab, und das Armzylinderproportionschaltventil **30** öffnet in der Richtung, die das Sperrventil **29** mit der ersten Leitung **31** verbindet.

[0103] Das Hydraulikfluid von der zweiten Hydraulikpumpe **61** wird der kopfseitigen Ölkammer **3a** des Armzylinders **3** über die Leitung **24** und die erste Leitung **31** zugeführt. Demgegenüber wird das Hydraulikfluid in der stangenseitigen Ölkammer **3b** des Armzylinders **3** wieder dem Tank **18** über die zweite Leitung **32**, das Armzylinderproportionschaltventil **30** und die Leitung **35** zugeführt. Im Ergebnis wird die Kolbenstange des Armzylinders **3** ausgefahren.

[0104] Der Armdämpfungsbetrieb wird als Nächstes erläutert. Wenn die Bedienerperson beginnt, den Armsteuerhebel **56b** in der Einfahrriechung der Kolbenstange zu betätigen, gibt die Steuereinheit **57** ein Vorwärtsdrehmomenterbefehlssignal an die Leistungssteuereinheit **51a** des zweiten Motorgenerators **51**, ein Verbindungsbefehlssignal an das erste Magnetschaltventil **25** des offenen Hydraulikkreises **B**, und ein Rückwärtsöffnungsbefehlssignal an das Armzylinderproportionschaltventil **30** aus. Im Ergebnis gibt die zweite Hydraulikpumpe **61** das vom Tank **18** angesaugte Hydraulikfluid ab, und das Armzylinderproportionschaltventil **30** öffnet in der Richtung, die das Sperrventil **29** mit der zweiten Leitung **32** verbindet.

[0105] Das Hydraulikfluid von der zweiten Hydraulikpumpe **61** wird der stangenseitigen Ölkammer **3b** des Armzylinders **3** über die Leitung **24** und die zweite Leitung **32** zugeführt. Demgegenüber wird das Hydraulikfluid in der kopfseitigen Ölkammer **3a** des Armzylinders **3** wieder dem Tank **18** über die erste Leitung **31**, dem Armzylinderproportionschaltventil **30** und die Leitung **35** zugeführt. Im Ergebnis wird die Kolbenstange des Armzylinders **3** eingefahren.

[0106] Die einzelne Betätigung der Schaufel **6** wird auf dieselbe Weise wie beim Arm **4** durchgeführt und wird nicht weiter erörtert.

[0107] Der kombinierte Betrieb der Stellglieder wird als Nächstes mit Bezug auf **Fig. 3** und **Fig. 5** erläutert. Wie in **Fig. 3** gezeigt ist, wird davon ausgegangen, dass der Ausleger **2**, der Arm **4** und die Schaufel **6** kombiniert betätigt werden. In diesem Fall werden, wenn der Ausleger **2** mit niedriger Geschwindigkeit betrieben werden soll, der Auslegerzylinder **1**, der Armzylinder **3** und der Schaufelzylinder **5** mit dem Hydraulikfluid von der ersten Hydraulikpumpe **60**, der zweiten Hydraulikpumpe **61** bzw. der dritten Hydraulikpumpe **62** zugeführt, die die jeweiligen Kolbenstangen antreiben. Insbesondere gibt die Steuereinheit **57** ein Verbindungsbefehlssignal an das erste Magnetschaltventil **25** des offenen Hydraulikkreises **B**, ein Öffnungsbefehlssignal an das Armzylinderproportionschaltventil **30**, ein Verbindungsbefehlssignal an das erste Magnetschaltventil **37** des offenen Hydraulikkreises **C** und ein Öffnungsbefehlssignal an das Schaufelzylinderproportionschaltventil **42** aus.

[0108] Demgegenüber gibt, wenn der Ausleger **2** mit hoher Geschwindigkeit betrieben werden soll, z.B. wenn die Kolbenstange des Auslegerzylinders **1** mit einer Geschwindigkeit ausgefahren werden soll, die einen vorbestimmten Schwellwert übersteigt, die Steuereinheit **57** an die Leistungssteuereinheit **51a** des zweiten Motorgenerators **51** ein Vorwärtsdrehmomenterbefehlssignal aus, das der Betriebsgröße des Auslegersteuerhebels **56a** entspricht. Zur gleichen Zeit gibt die Steuereinheit **57** ein Absperrbefehlssignal an das erste Magnetschaltventil **25** des offenen Hydraulikkreises **B** und ein Verbindungsbefehlssignal an das dritte Magnetschaltventil **27** aus.

[0109] Im Ergebnis wird die kopfseitige Ölkammer **1a** des Auslegerzylinders wieder mit dem Hydraulikfluid von der zweiten Hydraulikpumpe **61** aufgefüllt, so dass die Kolbenstange des Auslegerzylinders **1** mit einer Geschwindigkeit ausgefahren wird, die der Betriebsgröße des Auslegersteuerhebels **56a** entspricht.

[0110] In der Zwischenzeit gibt die Steuereinheit **57** an die Leistungssteuereinheit **52a** des dritten Motorgenerators **52** ein Vorwärtsdrehmomenterbefehlssignal aus.

befehlssignal aus, das der Betriebsgröße des Armsteuerhebels **56b** entspricht. Die Steuereinheit **57** gibt auch ein Verbindungsbefehlssignal an das zweite Magnetschaltventil **38** des offenen Hydraulikkreises **C** aus. Dadurch wird bewirkt, dass der Armzylinder **3** mit dem Hydraulikfluid von der dritten Hydraulikpumpe **62** über das Armzylinderproportional-schaltventil **30** zugeführt wird, wodurch die Kolbenstange des Armzylinders **3** antriebsgesteuert ist.

[0111] Wenn der obige Arbeitsablauf durchgeführt wird, kann die Steuereinheit **57** die Ausgabe der Leistungssteuereinheit **52a** des dritten Motorgenerators **52** anstatt der Ausgabe der Leistungssteuereinheit **51a** des zweiten Motorgenerators **51** steuern, und kann ein Absperrbefehlssignal an das erste Magnetschaltventil **37** des offenen Hydraulikkreises **C** und ein Verbindungsbefehlssignal an das dritte Magnetschaltventil **39** ausgeben, anstatt das Absperrbefehlssignal an das erste Magnetschaltventil **25** des offenen Hydraulikkreises **B** und das Verbindungsbefehlssignal an das dritte Magnetschaltventil **27** auszugeben, wodurch die kopfseitige Ölkammer **1a** des Auslegerzylinders **1** wieder mit dem Hydraulikfluid aus der dritten Hydraulikpumpe **62** aufgefüllt wird.

[0112] Wenn der Ausleger **2**, der Arm **4** und die Schaufel **6** kombiniert betätigt werden und wenn die Kolbenstange des Auslegerzylinders **1** mit niedriger Geschwindigkeit eingefahren wird, fungiert der erste Hydraulikmotor **60** als Hydraulikmotor, um den ersten Motorgenerator **50** anzutreiben, wie zuvor beschrieben. Die Leistung, die durch den ersten Motorgenerator **50** auf diese Weise erzeugt wird, wird über die Leistungssteuereinheit **50a** in der Leistungseinheit **54** gespeichert.

[0113] In der Zwischenzeit gibt, wenn die Kolbenstange des Auslegerzylinders **1** mit einer Geschwindigkeit eingefahren werden soll, die einen vorbestimmten Schwellwert überschreitet, die Steuereinheit **57** an die Leistungssteuereinheit **51a** des zweiten Motorgenerators **51** ein Rückwärtsdrehmomenterhöhungsbefehlssignal aus, das der Betriebsgröße des Auslegersteuerhebels **56a** entspricht. Zur gleichen Zeit gibt die Steuereinheit **57** ein Absperrbefehlssignal an das erste Magnetschaltventil **25** des offenen Hydraulikkreises **B** und ein Verbindungsbefehlssignal an das dritte Magnetschaltventil **27** aus.

[0114] Im Ergebnis fungiert die zweite Hydraulikpumpe **61** so, dass das Hydraulikfluid von der kopfseitigen Ölkammer **1a** des Auslegerzylinders **1** angesaugt wird, so dass die Kolbenstange des Auslegerzylinders **1** so gesteuert wird, dass sie mit einer Geschwindigkeit eingefahren wird, die der Betriebsgröße des Auslegersteuerhebels **56a** entspricht. An diesem Punkt wird das Hydraulikfluid, das wieder der zweiten Hydraulikpumpe **61** zugeführt wird, stark unter Druck gesetzt. Beim Zuführen des unter Druck

stehenden Hydraulikfluids wirkt die zweite Hydraulikpumpe **61** als Hydraulikmotor, um den zweiten Motorgenerator **51** anzutreiben. Die Leistung, die vom zweiten Motorgenerator **51** auf diese Weise erzeugt wird, wird in der Leistungseinheit **54** über die Leistungssteuereinheit **51a** gespeichert.

[0115] In der Zwischeneinheit gibt die Steuereinheit **57** an die Leistungssteuereinheit **52a** des dritten Motorgenerators **52** ein Vorwärtsdrehmomenterhöhungsbefehlssignal aus, das der Betriebsgröße des Auslegersteuerhebels **56b** entspricht. Gleichzeitig gibt die Steuereinheit **57** ein Verbindungsbefehlssignal an das zweite Magnetschaltventil **38** des offenen Hydraulikkreises **C** aus. Dies bewirkt, dass dem Armzylinder **3** das Hydraulikfluid von der dritten Hydraulikpumpe **62** über das Armzylinderproportional-schaltventil **30** zugeführt wird, wodurch die Kolbenstange des Armzylinders **3** antriebsgesteuert ist.

[0116] Wenn der obige Arbeitsablauf durchgeführt wird, kann die Steuereinheit **57** die Ausgabe der Leistungssteuereinheit **52a** des dritten Motorgenerators **52** anstatt der Ausgabe der Leistungssteuereinheit **51a** des zweiten Motorgenerators **51** steuern und kann ein Absperrbefehlssignal an das erste Magnetschaltventil **37** des offenen Hydraulikkreises **C** und ein Verbindungsbefehlssignal an das dritte Magnetschaltventil **39** ausgeben, anstatt das Absperrbefehlssignal an das erste Magnetschaltventil **25** des offenen Hydraulikkreises **B** und das Verbindungsbefehlssignal an das dritte Magnetschaltventil **27** auszugeben, wodurch die dritte Hydraulikpumpe **62** mit dem Hydraulikfluid von der kopfseitigen Ölkammer **1a** des Auslegerzylinders **1** versorgt wird.

[0117] Die oben beschriebene zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die aus der Antriebsvorrichtung für eine Arbeitsmaschine und der damit ausgerüsteten Arbeitsmaschine aufgebaut ist, sieht dieselben Wirkungen wie die vorher erörterte erste Ausführungsform vor.

[0118] Weiter wird gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die aus der Antriebsvorrichtung für eine Arbeitsmaschine und der damit ausgerüsteten Arbeitsmaschine aufgebaut ist, eine Hydraulikpumpe, die zu Vorwärts- und Rückwärtsdrehungen in der Lage ist, als zweite Hydraulikpumpe **61** verwendet. Als solches kann die zweite Hydraulikpumpe **61** den Durchfluss des Hydraulikfluids, das die kopfseitige Ölkammer **1a** des Auslegerzylinders **1** auffüllt, wenn die Kolbenstange des Auslegerzylinders **1** mit hoher Geschwindigkeit ausgefahren wird, weitgehend gleich dem Durchfluss des Hydraulikfluids machen, das aus der kopfseitigen Ölkammer **1a** des Auslegerzylinders **1** strömt, wenn die Kolbenstange des Auslegerzylinders **1** mit hoher Geschwindigkeit eingefahren wird. Im Ergebnis wird die Geschwindigkeit, mit der die Kolbenstange des Aus-

legerzylinders **1** ausgefahren und eingefahren wird, weitgehend gleich, so dass eine ausgezeichnete Bedienbarkeit der Arbeitsmaschine wie im Fall der ersten Ausführungsform erhalten wird.

[0119] Weiter kompensieren gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die aus der Antriebsvorrichtung für eine Arbeitsmaschine und der damit ausgerüsteten Arbeitsmaschine aufgebaut ist, wenn die Kolbenstange des Auslegerzylinders **1** mit niedriger Geschwindigkeit betrieben wird, die Speisepumpe **63** und das Spülventil **20** den Hydraulikfluidüberschuss oder -mangel in der Durchflussbilanz, der durch den Volumenunterschied zwischen der kopfseitigen Ölkammer **1a** und der stangenseitigen Ölkammer **1b** des Auslegerzylinders **1** hervorgerufen wird. Wenn die Kolbenstange des Auslegerzylinders **1** mit hoher Geschwindigkeit betrieben wird, kompensiert die zweite Hydraulikpumpe **61** den Hydraulikfluidüberschuss oder -mangel in der Durchflussbilanz des oben erwähnten Auslegerzylinders **1**. Auf diese Weise wird gemäß der Betriebsgeschwindigkeit der Kolbenstange des Auslegerzylinders **1** die Verwendung oder Nichtverwendung der zweiten Hydraulikpumpe **61** im geschlossenen Hydraulikkreis **A** ausgewählt, wodurch es möglich ist, die Speisepumpe **63** zu verkleinern. Wenn auch Druckschwankungen im Inneren der Leitungen während des Hochgeschwindigkeitsbetriebs auftreten, sieht die zweite Hydraulikpumpe **61** eine Durchflusssteuerung vor, um so einen stabilen Betriebszustand sicherzustellen..

[0120] Weiterhin wird gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die aus der Antriebsvorrichtung für eine Arbeitsmaschine und der damit ausgerüsteten Arbeitsmaschine aufgebaut ist, das Hydraulikfluid, das aus der kopfseitigen Ölkammer **1a** des Auslegerzylinders **1** strömt, wenn die Kolbenstange des Auslegerzylinders **1** mit hoher Geschwindigkeit eingefahren wird, zur ersten Hydraulikpumpe **60** und zur zweiten Hydraulikpumpe **61** geführt. Dies macht es möglich, dass die Verdrängung der ersten Hydraulikpumpe **60** kleiner als die seines Gegenstücks in der Vergangenheit wird.

[0121] Weiterhin sind gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die aus der Antriebsvorrichtung für eine Arbeitsmaschine und der damit ausgerüsteten Arbeitsmaschine aufgebaut ist, die Motorgeneratoren zum Antreiben der Hydraulikpumpen direkt daran angeschlossen. Im Ergebnis werden Übertragungsverluste, die entstehen, wenn die Hydraulikpumpen angetrieben werden oder dazu dienen, die Energie zurückzugewinnen, kleiner als in dem Fall der ersten Ausführungsform.

[0122] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die oben erörterten Ausführungsformen beschränkt und kann auch in verschiedenen Variationen ausgeführt sein. Die obigen Ausführungsformen sind als aus-

führlische Beispiele beschrieben, die helfen, dass diese Erfindung besser verstanden wird. Die vorliegende dargestellte Erfindung ist nicht notwendigerweise auf eine Ausführungsform beschränkt, die alle oben beschriebenen Aufbauten enthält.

Bezugszeichenliste

1	Auslegerzylinder
1a	kopfseitige Ölkammer
1b	stangenseitige Ölkammer
2	Ausleger
3	Armzylinder
4	Arm
5	Schaufelzylinder
6	Schaufel
7	Motor
8	Leistungsübertragungsvorrichtung
9	erste Hydraulikpumpe
10	zweite Hydraulikpumpe
10a	Regler
10x,y	erste und zweite (Ansaug/Abgabe-) Öffnung
11	dritte Hydraulikpumpe
12	Speisepumpe
13	erste (Strömungs-)Leitung
14	zweite Leitung
15	Verbindungsleitung
18	Tank
20	Spülventil
21	Lade-Sperrventil
23	dritte Strömungsleitung
24	zweite Strömungsleitung
25	erstes Magnetschaltventil
26	zweites Magnetschaltventil
27	drittes Magnetschaltventil bzw. Schaltventil
30	Durchflusssteuerungsventil bzw. Armzylinderproportionalschaltventil
31, 32	vierte Strömungsleitung
35	fünfte Strömungsleitung
42	Durchflusssteuerungsventil bzw. Schaufelzylinderproportionalschaltventil
56a	Auslegersteuerhebel

56b	Armsteuerhebel
56c	Schaufelsteuerhebel
57	Steuereinheit
105	Arbeitsgerät bzw. Arbeitsvorrichtung
A	geschlossener Hydraulikkreis
B	offener Hydraulikkreis
C	offener Hydraulikkreis

Patentansprüche

1. Antriebsvorrichtung für eine Arbeitsmaschine, umfassend:

eine erste Hydraulikpumpe (9), die eine Durchflusssteuervorrichtung (9a) zum Steuern des Durchflusses und der Richtung von abzugebendem Hydraulikfluid aufweist;

einen ersten Einzelstangenhydraulikzylinder, der mit dem Hydraulikfluid angetrieben wird, um eines der Arbeitselemente einer Arbeitsvorrichtung (105) der Arbeitsmaschine anzutreiben;

einen geschlossenen Hydraulikkreis (A), der die erste Hydraulikpumpe (9) mit dem ersten Einzelstangenhydraulikzylinder verbindet, um mittels einer ersten Strömungsleitung (13), durch die das Hydraulikfluid strömt, einen geschlossenen Kreislauf zu bilden;

eine Verbindungsleitung (15), die von der ersten Strömungsleitung (13) abzweigt;

eine zweite Strömungsleitung (24), von der ein Ende mit der Verbindungsleitung (15) verbunden ist;

eine dritte Strömungsleitung (23), von der ein Ende mit einem Tank (18) verbunden ist;

eine zweite Hydraulikpumpe (10), die zu Vor- und Rückwärtsdrehungen befähigt ist und eine erste und eine zweite Öffnung (10x, 10y) aufweist, wobei die erste Öffnung (10x) mit der zweiten Strömungsleitung (24) und die zweite Öffnung (10y) mit dem anderen Ende der dritten Strömungsleitung (23) verbunden ist;

einen zweiten Einzelstangenhydraulikzylinder, der ein anderes Arbeitselement als das vom ersten Einzelstangenhydraulikzylinder angetriebene Arbeitselement antreibt;

einen Regler (10a), der an der zweiten Hydraulikpumpe (10) vorgesehen ist und dazu eingerichtet ist, eine Strömungsrichtung des Hydraulikfluides, das von der Verbindungsleitung (15) zum Tank (18) fließt, und des Hydraulikfluides, das vom Tank (18) zu der Verbindungsleitung (15) fließt, zu ändern;

ein Durchflusssteuerungsventil (30), das den Durchfluss und die Strömungsrichtung des Hydraulikfluides, das von der zweiten Hydraulikpumpe (10) bereitgestellt wird, ändert, und das Durchflusssteuerungsventil (30) das bereitgestellte Hydraulikfluid weiter an den zweiten Einzelstangenhydraulikzylinder liefert;

einen offenen Hydraulikkreis (B) mit einer vierten Strömungsleitung (31, 32), die das Durchflusssteuerungsventil (30) mit dem zweiten Einzelstangen-

hydraulikzylinder verbindet, und einer fünften Strömungsleitung (35), die das Durchflusssteuerungsventil (30) mit dem Tank (18) verbindet;

einem Schaltventil (27), das an die zweite Strömungsleitung (24) angeschlossen ist und das ein Durchleiten oder ein Unterbrechen der zweiten Strömungsleitung (24) auswählt; und

eine Steuerung, die die erste Hydraulikpumpe (9), die zweite Hydraulikpumpe (10), das Schaltventil (27) und den Regler (10a) steuert, gekennzeichnet dadurch, dass

die Steuerung dazu eingerichtet ist, das Schaltventil (27) zu öffnen und den Regler (10a) derart zu steuern, dass die zweite Hydraulikpumpe (10) als hydraulischer Motor arbeitet, wenn der erste Einzelstangenhydraulikzylinder in einer Kolbenstangen-Kontraktionsrichtung arbeitet.

2. Antriebsvorrichtung für die Arbeitsmaschine nach Anspruch 1, weiter umfassend:

eine Mehrzahl offener Hydraulikkreise (B, C);

eine Strömungsleitung, die die zweite Hydraulikpumpe (10) in einem offenen Hydraulikkreis (B) mit einem Durchflusssteuerventil (42) in einem anderen offenen Hydraulikkreis (C) verbindet; und ein Schaltventil (26), das an die Strömungsleitung angeschlossen ist, die die zweite Hydraulikpumpe (10) mit dem Durchflusssteuerventil (42) des anderen offenen Hydraulikkreises (C) verbindet, wobei das Schaltventil (26) entweder die Verbindung oder Absperrung des Hydraulikfluides in der Strömungsleitung, die die zweite Hydraulikpumpe (10) mit dem Durchflusssteuerventil (42) des anderen offenen Hydraulikkreises (C) verbindet, auswählt.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

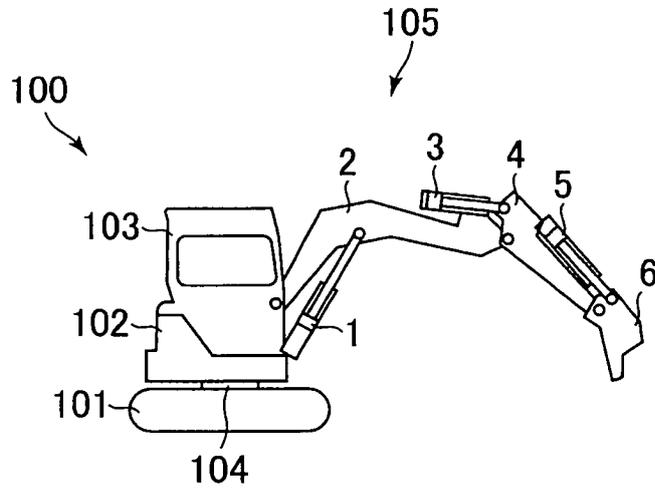


FIG. 2

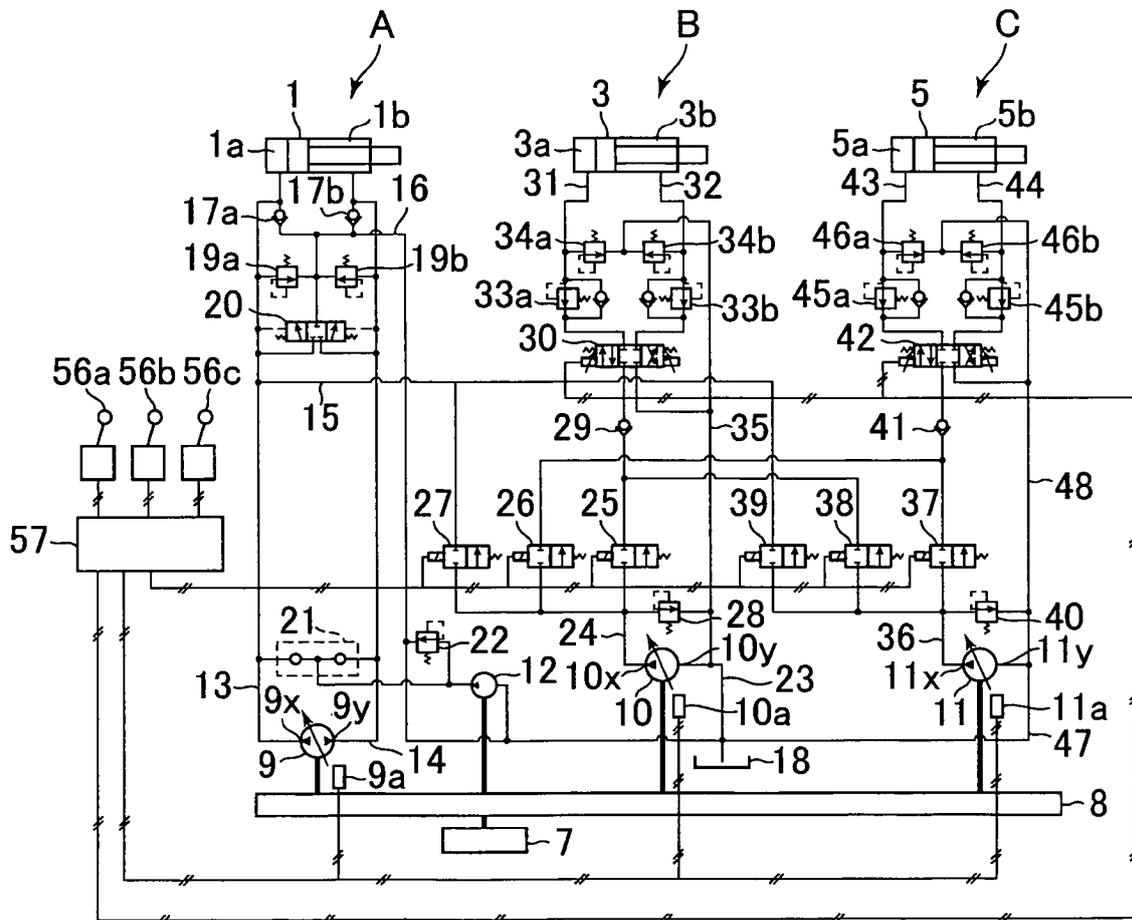


FIG. 3

		VENTILE											
		SCHALTVENTILE										PROPORTIONAL-SCHALTVENTILE	
		PUMPEN		9.60	10.61	11.62	25	26	27	37	38	39	30
NICHT-BETRIEB	0	ANGEHALTENER ZUSTAND	AUS	AUS	AUS	ABGE-SPERRT	ABGE-SPERRT						
	1	AUSLEGER (NIEDRIGE GESCHW.)	EIN	AUS	AUS	ABGE-SPERRT	ABGE-SPERRT						
EINZELN. BETRIEB	2	AUSLEGER (HOHE GESCHWINDIGK.)	EIN	EIN	AUS	ABGE-SPERRT	ABGE-SPERRT	VER-BUNDEN	ABGE-SPERRT	ABGE-SPERRT	ABGE-SPERRT	ABGE-SPERRT	ABGE-SPERRT
	3	ARMZUS.FAHREN	AUS	EIN	AUS	VER-BUNDEN	ABGE-SPERRT	ABGE-SPERRT	ABGE-SPERRT	ABGE-SPERRT	ABGE-SPERRT	VER-BUNDEN	ABGE-SPERRT
	4	SCHAUFELAUSKIPPEN	AUS	AUS	EIN	ABGE-SPERRT	ABGE-SPERRT	ABGE-SPERRT	ABGE-SPERRT	VER-BUNDEN	ABGE-SPERRT	ABGE-SPERRT	VER-BUNDEN
KOMB. BETRIEB	5	AUSLEGER (NIEDR. GESCHW./ARM/ SCHAUFEL KOMB.)	EIN	EIN	EIN	VER-BUNDEN	ABGE-SPERRT	ABGE-SPERRT	ABGE-SPERRT	VER-BUNDEN	ABGE-SPERRT	VER-BUNDEN	VER-BUNDEN
	6	AUSLEGER (HOHE GESCHW./ARM SCHAUFEL KOMB.)	EIN	EIN	EIN	ABGE-SPERRT	ABGE-SPERRT	VER-BUNDEN	ABGE-SPERRT	VER-BUNDEN	VER-BUNDEN	VER-BUNDEN	VER-BUNDEN

FIG. 4

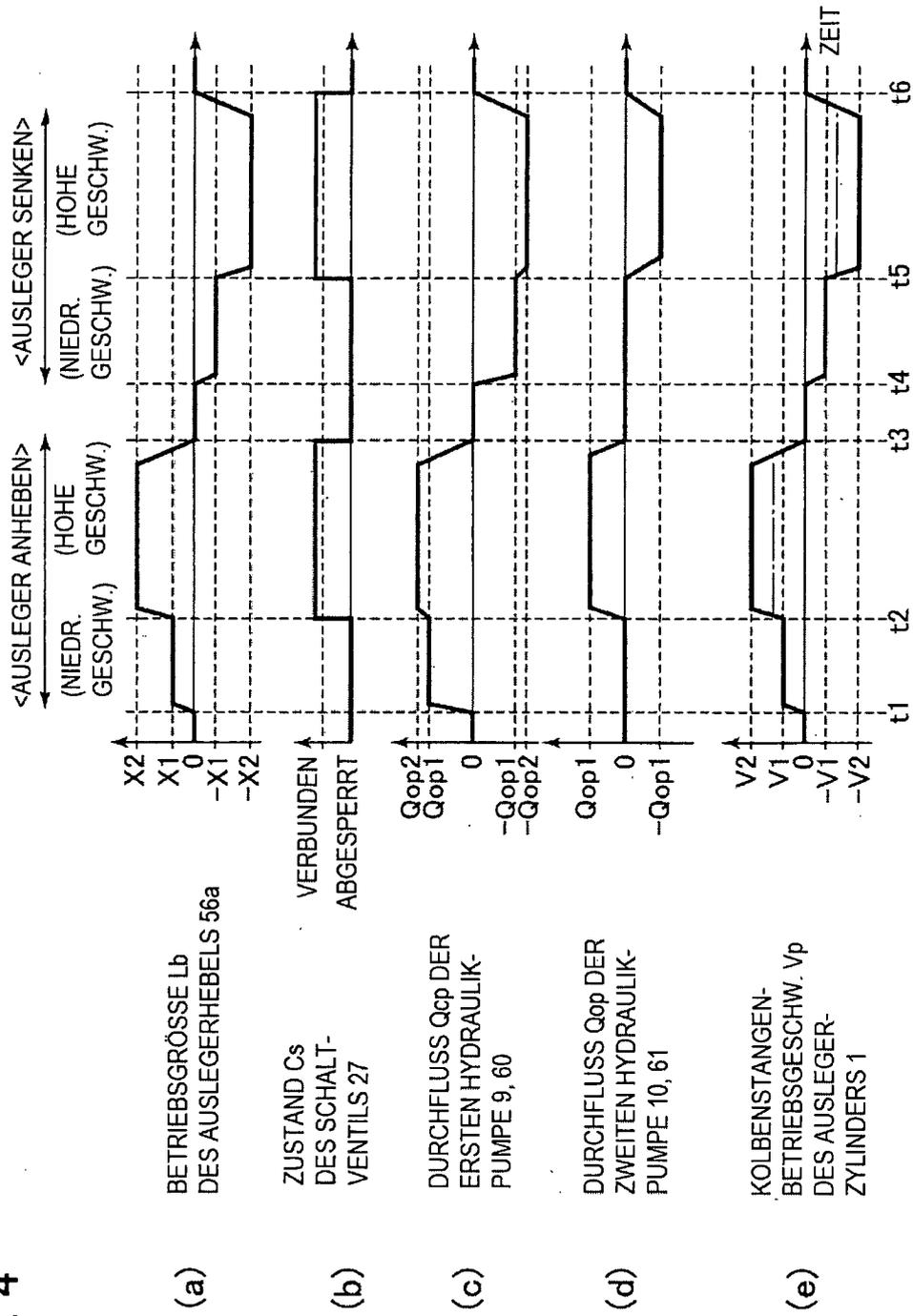


FIG. 5

