



(10) **DE 11 2013 000 992 B4** 2018.05.03

(12)

Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2013 000 992.7**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2013/052550**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2013/121922**
(86) PCT-Anmeldetag: **05.02.2013**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **22.08.2013**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **31.12.2014**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **03.05.2018**

(51) Int Cl.: **F15B 11/17 (2006.01)**
F15B 21/14 (2006.01)
E02F 9/22 (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:
2012-033270 **17.02.2012** **JP**

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

(74) Vertreter:
**Beetz & Partner mbB Patent- und Rechtsanwälte,
80538 München, DE**

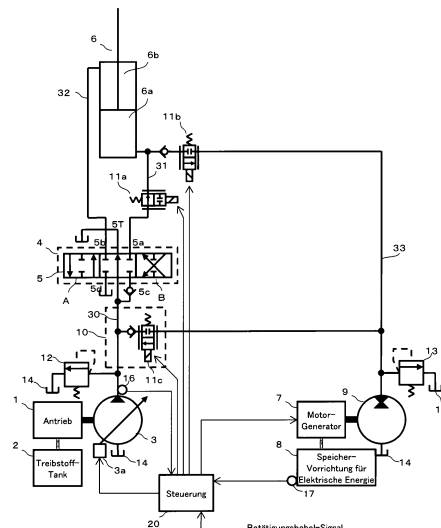
(72) Erfinder:
**Imura, Shinya, c/o Hitachi Ltd., Tokio, JP; Satake,
Hidetoshi, Tsuchiura-shi, Ibaraki, JP; Ishikawa,
Kouji, c/o Hitachi Construction Machinery,
Tsuchiura-shi, Ibaraki, JP; Hijikata, Seiji, c/
o Hitachi Construction Machinery, Tsuchiura-
shi, Ibaraki, JP; Kaneta, Tomoaki, c/o Hitachi
Construction Machinery, Tsuchiura-shi, Ibaraki, JP**

(56) Ermittelter Stand der Technik:
siehe Folgeseiten

(54) Bezeichnung: **Baumaschine**

(57) Hauptanspruch: Baumaschine umfassend einen Aktuator (6);
eine erste Hydraulikpumpe (3) zum Fördern von Hydrauliköl zum Betätigen des Aktuators (6);
einen ersten Primärmotor (1) zum Antreiben der ersten Hydraulikpumpe (3);
eine zweite Hydraulikpumpe (9) zum Fördern von Hydrauliköl zum Betätigen des Aktuators (6);
einen zweiten Primärmotor (7) zum Antreiben der zweiten Hydraulikpumpe (9);
eine Energiespeichervorrichtung (8) zum Speichern von Energie zum Antreiben des zweiten Primärmotors (7); und
einen Hydraulikölversorgungskreislauf (10), welcher einen Hydraulikölschaltabschnitt (11c) umfasst, welcher das von der ersten Hydraulikpumpe (3) geförderte Hydrauliköl und das von der zweiten Hydraulikpumpe (9) geförderte Hydrauliköl aufnimmt und entweder eine Mischung der aufgenommenen Hydrauliköle oder ein ausgewähltes der aufgenommenen Hydrauliköle an den Aktuator (6) weiterleitet;
dadurch gekennzeichnet, dass die Baumaschine eine Förderdruck-Detektionsvorrichtung (16) zum Detektieren eines Förderdrucks der ersten Hydraulikpumpe (3) umfasst oder eine Drehmoment-Detektionsvorrichtung zum Detektieren des Antriebsdrehmoments des zweiten Primärmotors (7),

und die Baumaschine eine Steuervorrichtung umfasst, welche als Antriebseffizienz der zweiten Hydraulikpumpe (9) den Förderdruck der ersten Hydraulikpumpe (3), der von der Förderdruck-Detektionsvorrichtung erfasst wird, oder das Antriebsdrehmoment des zweiten Primärmotors (7), das von der Drehmoment-Detektionsvorrichtung ...



(19)  Deutsches
Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2013 000 992 B4** 2018.05.03

(56) Ermittelter Stand der Technik:

WO	2011/ 078 586	A2
JP	2000- 136 806	A

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Baumaschine mit den im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmalen. Eine gattungsgemäße Baumaschine ist aus der WO 2011/078586 A2 bekannt.

Stand der Technik

[0002] Im Allgemeinen umfasst ein Hydraulikbagger, der zu den Baumaschinen gehört, eine Maschine, wie beispielsweise einen Antriebsmotor, eine Hydraulikpumpe, die von dem Motor angetrieben wird, einen Hydraulikaktuator und ein Steuerventil zum Umschalten auf den Hydraulikaktuator und zum Zuführen des Hydrauliköls aus der Hydraulikpumpe zu dem Hydraulikaktuator, wobei der Hydraulikaktuator beispielsweise zum Antrieb eines Auslegers, eines Arms, einer Schaufel oder einer Schwenkstruktur mit Hilfe des von der Hydraulikpumpe geforderten Hydrauliköls dient. Eine für solche Baumaschinen vorgeschlagene Technologie gewinnt die potentielle Energie des unter seinem eigenen Gewicht herunterfallenden Auslegers und die kinetische Trägheitsenergie der Schwenkstruktur zurück und verwendet die rückgewonnene Energie effizient, um die Bewegungsarbeit einer Bewegungsarbeitsquelle zu reduzieren und den Treibstoffverbrauch der gesamten Baumaschine zu verringern.

[0003] Eine Hydraulikölenergie-Rückgewinnungs-/Regenerationsvorrichtung, wie sie beispielsweise im weiteren Stand der Technik gemäß der JP 2000-136806 A offenbart ist, umfasst einen Hydraulikaktuator, eine Rückgewinnungsvorrichtung, eine Energiespeichervorrichtung und eine Regenerationsvorrichtung. Der Hydraulikaktuator wird angetrieben, wenn von einer Hydraulikpumpe geförderter Hydrauliköl zum Treiben des Hydraulikaktuators zugeführt wird. Die Rückgewinnungsvorrichtung gewinnt zurückfließendes Hydrauliköl zurück, welches aus dem Hydraulikaktuator herausfließt. Die Energiespeichervorrichtung wandelt die Energie des rückgewonnenen zurückfließenden Hydrauliköls in eine vorgegebene Energie um und speichert die gewonnene Energie. Die Regenerationsvorrichtung nutzt die in der Energiespeichervorrichtung gespeicherte Energie, um die zum Antreiben der den Hydraulikaktuator betreibenden Hydraulikpumpe bereitgestellte Energie zu ergänzen. Die Energiespeichervorrichtung umfasst einen Rückgewinnungshydraulikmotor, einen Generator und eine Batterie. Der Rückgewinnungshydraulikmotor wird angetrieben, wenn das aus dem Hydraulikaktuator herausfließende, rückfließende Hydrauliköl in den Rückgewinnungshydraulikmotor fließt. Der Generator erzeugt elektrische Energie, wenn die Antriebskraft des Rückgewinnungs-

hydraulikmotors in den Generator eingegeben wird. Die Batterie speichert die von dem Generator erzeugte elektrische Energie. Die Regenerationsvorrichtung umfasst eine Regenerationsvorrichtung, welche die in der Batterie gespeicherte elektrische Energie verwendet, um die zum Antreiben der den Hydraulikaktuator betreibenden Hydraulikpumpe genutzte Energie zu ergänzen.

Zusammenfassung der Erfindung

Von der Erfindung gelöste Probleme

[0004] Gemäß der in dem weiteren Stand der Technik nach JP 2000-136806 A beschriebenen herkömmlichen Technologie treibt die in der Batterie gespeicherte elektrische Energie den Generator als Elektromotor an und treibt ferner den Rückgewinnungshydraulikmotor als Regenerations-/ Hydraulikpumpe an. Durch diese Antriebsart wird es möglich, die Förderrate der Hydraulikpumpe, welche den Hydraulikaktuator antreibt (im Folgenden als die Hauptpumpe bezeichnet), zu reduzieren. Durch diese Verringerung wird eine Verringerung der auf die Maschine wirkenden Last erreicht, welche die Hauptpumpe antreibt. Dadurch kann der Treibstoffverbrauch reduziert werden.

[0005] Allerdings muss der Elektromotor zum Antreiben der Regenerationshydraulikpumpe nicht nur ein zum Erzeugen des Förderdrucks der Regenerationshydraulikpumpe notwendiges Drehmoment erzeugen, sondern auch ein Drehmoment zum Überwinden der Reibung und des Förderwiderstands (im Folgenden als Widerstandsdrehmoment bezeichnet), der aufgrund der Rotation der Regenerationshydraulikpumpe erzeugt wird. Wenn daher beispielsweise die Regenerationshydraulikpumpe bei geringem Förderdruck betrieben wird, kann das Verhältnis des Widerstandsdrehmoments zum Gesamtdrehmoment des Elektromotors größer werden als es im Fall des Betriebs der Regenerationshydraulikpumpe bei hohem Förderdruck wäre.

[0006] Wenn beispielsweise die elektrische Energie, die in die Batterie eingespeist wird, zum Antreiben des Elektromotors zum Betreiben der Regenerationshydraulikpumpe bei geringem Förderdruck, aufgebraucht wird, sodass die Regenerationshydraulikpumpe nicht mit einem hohen Förderdruck betrieben werden kann, wird der größte Teil der rückgewonnenen Energie praktisch durch das Widerstandsdrehmoment aufgebraucht. Dadurch wird die Energieeffizienz verringert.

[0007] Es muss daher berücksichtigt werden, wann die rückgewonnene Energie regeneriert und wiederverwendet wird (der Zeitpunkt, in welchem der Elektromotor die Regenerationshydraulikpumpe betreibt), wenn die Energieeffizienz derart erhöht werden soll,

dass der Treibstoffverbrauch hinreichend reduziert wird.

[0008] Obwohl der Stand der Technik nach JP 2000-136806 A eine Hydraulikölenergie-Rückgewinnungs-/Regenerationsvorrichtung offenbart, beschreibt er beispielsweise nicht den Zeitpunkt, in welchem die Energie rückgewonnen und wiederverwertet wird.

[0009] Die WO 2011/078586 A2 beschreibt eine Baumaschine umfassend einen Aktuator; eine erste Hydraulikpumpe zum Fördern von Hydrauliköl zum Betätigen des Aktuators; einen ersten Primärmotor zum Antreiben der ersten Hydraulikpumpe; eine zweite Hydraulikpumpe zum Fördern von Hydrauliköl zum Betätigen des Aktuators; einen zweiten Primärmotor zum Antreiben der zweiten Hydraulikpumpe; eine Energiespeichervorrichtung zum Speichern von Energie zum Antreiben des zweiten Primärmotors; und einen Hydraulikölversorgungskreislauf, welcher einen Hydraulikölschaltabschnitt umfasst, welcher das von der ersten Hydraulikpumpe geförderte Hydrauliköl und das von der zweiten Hydraulikpumpe geförderte Hydrauliköl aufnimmt und entweder eine Mischung der aufgenommenen Hydrauliköle oder ein ausgewähltes der aufgenommenen Hydrauliköle an den Aktuator weiterleitet.

[0010] Die vorliegende Erfindung wurde im Hinblick auf die obigen Umstände gemacht. Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Baumaschine bereitzustellen, die in der Lage ist, den Treibstoffverbrauch stark zu reduzieren, indem die rückgewonnene Energie effizient genutzt wird.

[0011] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Baumaschine mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0012] Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0013] Nach einer ersten vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird eine Baumaschine bereitgestellt, wie sie nach dem ersten Aspekt beschrieben wurde, die ferner eine Steuervorrichtung umfasst, welche dann, wenn die Antriebseffizienz der zweiten Hydraulikpumpe geringer als ein vorausgewählter Einstellwert ist, einen Schaltbefehl an den Hydraulikölschaltabschnitt ausgibt und einen Rotationsgeschwindigkeitsverringerbefehl oder einen Stoppbefehl an den zweiten Motor.

[0014] Nach einer zweiten vorteilhaften Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung wird eine Baumaschine bereitgestellt, die ferner eine Output-Detektionsvorrichtung zum Detektieren des Outputs der Energiespeichervorrichtung umfasst. Die Steuervorrichtung erfasst den Output der Energiespeichervorrichtung,

der von der Output-Detektionsvorrichtung detektiert wurde. Wenn das Verhältnis des Outputs der zweiten Hydraulikpumpe zum Output der Energiespeichervorrichtung größer als der vorgegebene Referenzwert ist, gibt die Steuervorrichtung einen Antriebsbefehl an den zweiten Motor aus. Wenn das Verhältnis des Outputs der zweiten Hydraulikpumpe zu dem Output der Energiespeichervorrichtung kleiner als der vorgegebene Referenzwert ist, gibt die Steuervorrichtung einen Rotationsgeschwindigkeitsverringerbefehl oder einen Stoppbefehl an den zweiten Motor aus. Die Steuervorrichtung gibt einen Schaltbefehl an den Hydraulikölschaltabschnitt aus, sodass dieser das von der ersten Hydraulikpumpe geförderte Hydrauliköl und das von der zweiten Hydraulikpumpe geförderte Hydrauliköl aufnimmt und entweder eine Mischung dieser beiden Hydrauliköle oder das von der zweiten Hydraulikpumpe geförderte Hydrauliköl an den Aktuator ausgibt, wenn das Verhältnis des Outputs der zweiten Hydraulikpumpe zu dem Output der Energiespeichervorrichtung größer als der vorgegebene Referenzwert ist, und das von der ersten Hydraulikpumpe geförderte Hydrauliköl an den Aktuator ausgegeben wird, wenn das Verhältnis des Outputs der zweiten Hydraulikpumpe zu dem Output der Energiespeichervorrichtung kleiner als der vorgegebene Referenzwert ist.

[0015] Nach einer dritten vorteilhaften Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung wird eine Baumaschine bereitgestellt, die ferner eine Förderdruck-Detektionsvorrichtung zum Detektieren des Förderdrucks der ersten Hydraulikpumpe umfasst. Die Steuervorrichtung erfasst den Förderdruck der ersten Hydraulikpumpe, welcher von der Förderdruck-Detektionsvorrichtung detektiert wurde. Wenn der Förderdruck der ersten Hydraulikpumpe innerhalb des vorgegebenen Referenzdruckbereichs liegt, gibt die Steuervorrichtung einen Antriebsbefehl an den zweiten Motor aus. Wenn der Förderdruck der ersten Hydraulikpumpe außerhalb des vorgegebenen Referenzdruckbereichs liegt, gibt die Steuervorrichtung einen Rotationsgeschwindigkeitsverringerbefehl oder einen Stoppbefehl an den zweiten Motor aus. Die Steuervorrichtung gibt einen Schaltbefehl an den Hydraulikölschaltabschnitt aus, sodass dieser das von der ersten Hydraulikpumpe geförderte Hydrauliköl und das von der zweiten Hydraulikpumpe geförderte Hydrauliköl aufnimmt und entweder eine Mischung dieser beiden Hydrauliköle oder das von der zweiten Hydraulikpumpe geförderte Hydrauliköl an einen Aktuator ausgibt, wenn der Förderdruck der ersten Hydraulikpumpe innerhalb des vorgegebenen Referenzdruckbereichs liegt, und das von der ersten Hydraulikpumpe geförderte Hydrauliköl an den Aktuator ausgibt, wenn der Förderdruck der ersten Hydraulikpumpe außerhalb des vorgegebenen Referenzdruckbereichs liegt.

[0016] Nach einer vierten vorteilhaften Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung wird eine Baumaschine bereitgestellt, wie sie in einem der ersten bis dritten Ausführungsbeispiele beschrieben wurde, und die ferner eine Energie-Detektionsvorrichtung zum Detektieren einer in der Energiespeichervorrichtung gespeicherten Energiemenge umfasst. Die Steuervorrichtung erfasst die in der Energiespeichervorrichtung gespeicherte Energiemenge, die von der Energie-Detektionsvorrichtung detektiert wurde. Wenn die in der Energiespeichervorrichtung gespeicherte Energiemenge größer als eine vorgegebene Referenzenergie ist, gibt die Steuervorrichtung einen Antriebsbefehl an den zweiten Motor aus. Wenn die in der Energiespeichervorrichtung gespeicherte Energiemenge kleiner als die vorgegebene Referenzenergie ist, gibt die Steuervorrichtung einen Rotationsgeschwindigkeitsverringerbefehl oder einen Stoppbefehl an den zweiten Motor aus. Die Steuervorrichtung gibt einen Schaltbefehl an den Hydraulikölschaltabschnitt aus, sodass dieser das von der ersten Hydraulikpumpe geförderte Hydrauliköl und das von der zweiten Hydraulikpumpe geförderte Hydrauliköl aufnimmt und entweder eine Mischung dieser beiden Hydrauliköle oder das von der zweiten Hydraulikpumpe geförderte Hydrauliköl an den Aktuator abgibt, wenn die in der Energiespeichervorrichtung gespeicherte Energiemenge größer als die vorgegebene Referenzenergie ist, und das von der ersten Hydraulikpumpe geförderte Hydrauliköl an den Aktuator abgibt, wenn die in der Energiespeichervorrichtung gespeicherte Energiemenge kleiner als die vorgegebene Referenzenergie ist.

Vorteile der Erfindung

[0017] Die vorliegende Erfindung stellt eine Baumaschine bereit, welche die rückgewonnene Energie effizient nutzt, um die Bewegungsarbeit einer Bewegungsarbeitsquelle zu reduzieren, um den Treibstoffverbrauch der gesamten Baumaschine stark zu verringern. Dadurch kann die Betriebszeit der Baumaschine verlängert werden, um eine höhere Produktivität zu erreichen.

Figurenliste

Fig. 1 ist eine Seitenansicht eines Hydraulikbaggers als Beispiel einer Baumaschine nach dem Stand der Technik, bei der die Erfindung angewendet werden kann.

Fig. 2 ist ein Systemkonfigurationsdiagramm, welches elektrische/hydraulische Geräte illustriert, die in einem ersten Ausführungsbeispiel der Baumaschine nach der vorliegenden Erfindung enthalten sind.

Fig. 3 ist eine Tabelle, welche ein Beispiel für Hydraulikpumpen-/ Motor-Einheit-Antriebsbedingungen für eine in dem ersten Ausführungs-

beispiel der Baumaschine gemäß der vorliegenden Erfindung enthaltene Steuerung illustriert.

Fig. 4 ist ein Flussdiagramm, welches einen von der in dem ersten Ausführungsbeispiel der Baumaschine nach der vorliegenden Erfindung enthaltene Steuerung ausgeführten Prozess illustriert.

Fig. 5 ist ein Kennliniendiagramm, welches die Sollwerte für Förderdruck und Förderrate einer Hauptpumpe und Hydraulikpumpe/Motor-Einheit in der Baumaschine illustriert und welches beispielhaft eine Beziehung zwischen dem Antriebsdrehmoment eines Motor-Generators und dem Widerstandsdrehmoment der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit zeigt.

Fig. 6 ist ein Kennliniendiagramm, welches die Sollwerte für Förderdruck und Förderrate der Hauptpumpe und der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit in dem ersten Ausführungsbeispiel der Baumaschine nach der vorliegenden Erfindung zeigt und welches eine beispielhafte Beziehung zwischen dem Antriebsdrehmoment des Motor-Generators und dem Widerstandsdrehmoment der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit zeigt.

Fig. 7 ist ein Kennliniendiagramm, welches ein Beispiel der Antriebseffizienz der in dem ersten Ausführungsbeispiel der Baumaschine nach der vorliegenden Erfindung enthaltene Hydraulikpumpe/Motor-Einheit zeigt.

Fig. 8 ist eine Tabelle, welche ein anderes Beispiel der Antriebsbedingungen für die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit für die in dem ersten Ausführungsbeispiel der Baumaschine nach der vorliegenden Erfindung enthaltene Steuerung zeigt.

Fig. 9 ist ein Systemkonfigurationsdiagramm, welches in einem zweiten Ausführungsbeispiel der Baumaschine nach der vorliegenden Erfindung enthaltene Elektro-/Hydraulikvorrichtungen illustriert.

Ausführungsbeispiel der Erfindung

[0018] Im Folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung bezugnehmend auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben. In der folgenden Beschreibung wird ein Hydraulikbagger als Beispiel für eine Baumaschine zitiert. Die vorliegende Erfindung ist jedoch auf Baumaschinen insgesamt (auch Arbeitsmaschinen) anwendbar. Die vorliegende Erfindung ist nicht auf Hydraulikbagger begrenzt.

Erstes Ausführungsbeispiel

[0019] Bezugnehmend auf **Fig. 1** umfasst ein elektrisch betätigter Hydraulikbagger eine Fahrstruktur 40, eine Schwenkstruktur 50 und einen Baggerme-

chanismus 60. Die Schwenkstruktur 50 ist schwenkbar auf der Fahrstruktur 40 montiert. Der Baggermechanismus 60 ist an der Schwenkstruktur 50 montiert.

[0020] Der Baggermechanismus 60 umfasst beispielsweise einen Ausleger 61, einen Auslegerzylinder 6, einen Arm 62, einen Armzylinder 64, eine Schaufel 63 und einen Schaufelzylinder 65. Der Auslegerzylinder 6 treibt den Ausleger 61 an. Der Arm 62 ist schwenkbar im Bereich des vorderen Endes des Auslegers 61 angeordnet. Der Armzylinder 64 treibt den Arm 62 an. Die Schaufel ist schwenkbar am vorderen Ende des Arms 62 angeordnet. Der Schaufelzylinder 65 treibt die Schaufel 63 an.

[0021] Ein Motorraum 51 ist im hinteren Bereich der Schwenkstruktur 50 angeordnet und nimmt beispielsweise die Maschine und Hauptpumpe auf, die später beschrieben werden.

[0022] Der Systemaufbau der Elektro-/Hydraulikgeräte, die in dem Hydraulikbagger enthalten sind, wird nun bezugnehmend auf **Fig. 2** beschrieben. In dem ersten Ausführungsbeispiel wird der Auslegerzylinder 6 als ein Beispiel für einen Aktuator beschrieben. **Fig. 2** ist ein Systemaufbaudiagramm, welches die in dem ersten Ausführungsbeispiel der Baumaschine nach der vorliegenden Erfindung enthaltene Elektro-/Hydraulikgeräte illustriert. Elemente, die in **Fig. 2** dargestellt sind und durch die gleichen Bezugszeichen wie Elemente aus **Fig. 1** bezeichnet sind, sind identisch zu den in **Fig. 1** gezeigten Elementen und werden nicht detailliert beschrieben.

[0023] Bezugnehmend auf **Fig. 2** bezeichnet die Bezugsziffer 1 einen Motor (ersten Motor), welcher als Bewegungsantriebsquelle wirkt; die Bezugsziffer 2 bezeichnet einen Treibstofftank zum Speichern von Treibstoff, mit dem der Motor versorgt wird; die Bezugsziffer 3 bezeichnet eine Hauptpumpe mit variablem Hub (erste Pumpe), welche von dem Motor 1 angetrieben wird; die Bezugsziffer 4 bezeichnet ein Steuerventil, welches als Flussrateneinstellvorrichtung wirkt; die Bezugsziffer 5 bezeichnet ein Auslegerbetätigungs-Regelventil; die Bezugsziffer 6 bezeichnet einen Auslegerzylinder; die Bezugsziffer 7 bezeichnet einen Motor-Generator (zweiter Motor); die Bezugsziffer 8 bezeichnet eine Elektroenergie-Speichervorrichtung (Energiespeichervorrichtung), die durch einen Kondensator oder eine Batterie gebildet ist; die Bezugsziffer 9 bezeichnet eine Hydraulikpumpe/Motor-Einheit (zweite Hydraulikpumpe), die von dem Motor-Generator 7 betrieben wird; die Bezugsziffer 10 bezeichnet einen Hydrauliköl-Versorgungskreislauf zum Mischen des von der Hauptpumpe 3 geförderten Hydrauliköls mit dem von der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit 9 geförderten Hydrauliköl; die Bezugsziffern 11a und 11c bezeichnen jeweils Schaltventile; und die Bezugsziffer 20 bezeichnet eine Steuerung (Steuervorrichtung). Die

Hauptpumpe 3 umfasst eine geneigte Achse als einen Mechanismus zum Verstellen des Hubs. Eine Hub-Steuervorrichtung 3a stellt den Neigungswinkel der geneigten Achse zum Verändern des Hubs der Hauptpumpe 3 ein, um die Förderrate des Hydrauliköls steuern zu können.

[0024] Eine Hauptleitung 30 zum Zuführen des von der Hauptpumpe 3 geförderten Hydrauliköls zu verschiedenen Aktuatoren, wie beispielsweise dem Auslegerzylinder, ist mit einem Ablassventil 12 ausgestattet, welches den Druck des Hydrauliköls in der Hauptleitung 30 begrenzt, sowie einem Steuerventil 4, welches die Richtung und die Flussrate des Hydrauliköls steuert. Wenn der Druck in den Hydraulikleitungen über einen vorausgewählten Druck steigt, ermöglicht das Ablassventil 12, dass das Hydrauliköl in der Hauptleitung 3 in einen Hydrauliköltank 14 abfließt.

[0025] Das Steuerventil 4, welches als die Flussrateneinstellvorrichtung wirkt, umfasst das Regelventil 5 zum Betätigen des Auslegers. Das Regelventil 5 zum Betätigen des Auslegers ist ein Schalt-/Steuerventil mit drei Positionen und sechs Anschlüssen, welches die Öffnungsfläche eines Hydraulikölflusses durch eine Änderung der Position des Regelventils 5 abhängig von einem Pilotdruck verändert, welcher an beide pilotbetätigte Abschnitte (nicht dargestellt) des Regelventils 5 angelegt wird. Dadurch wird gewährleistet, dass der Auslegerzylinder 6 durch die Steuerung der Richtung und Flussrate des von der Hauptpumpe 3 an den Auslegerzylinder 6 geleiteten Hydrauliköls betätigt wird. Ferner umfasst das Regelventil 5 zum Betätigen des Auslegers einen Einlassanschluss 5c, in welchen Hydrauliköl von der Hauptpumpe 3 eingespeist wird, einen Auslassanschluss 5d, der mit dem Hydrauliköltank 14 kommuniziert, einen Mittelanschluss 5T, welcher in neutraler Position eine Verbindung herstellt, und Verbindungsanschlüsse 5a, 5b, welche die Verbindung zu dem Auslegerzylinder 6 herstellen.

[0026] Der Auslegerzylinder 6 umfasst einen Zylinder und eine Kolbenstange. Der Zylinder umfasst eine Ölkammer 6a an einer Unterseite und eine Ölkammer 6b auf einer Stangenseite. Die Ölkammer 6a an der Unterseite ist mit einem Ende einer ersten Leitung 31 verbunden, in welcher das später beschriebene Schaltventil 11a angeordnet ist. Das andere Ende der ersten Leitung 31 ist mit dem Verbindungsanschluss des Regelventils 5 zur Betätigung des Auslegers verbunden. Die Ölkammer 6b auf der Stangenseite ist mit einem Ende einer zweiten Leitung 32 verbunden. Das andere Ende der zweiten Leitung 32 ist mit dem Verbindungsanschluss 5b des Auslegerbetätigungs-Regelventils verbunden.

[0027] Der Motor-Generator 7 führt entweder eine Leistungslaufsteuerung oder eine Regenerations-

steuerung abhängig von dem Befehl der später beschriebenen Steuerung **20** aus. Während der Leistungslaufsteuerung wird mit Hilfe von elektrischer Energie aus der elektrischen Energiespeichervorrichtung **8** Drehmoment erzeugt. Während der Regenerationssteuerung wird elektrische Leistung erzeugt, während Drehmoment absorbiert wird. Die erzeugte Leistung wird dann in der Elektrische-Energie-Speichervorrichtung **8**, welche als die Energiespeichervorrichtung wirkt, gespeichert.

[0028] Die rotierende Welle der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** ist direkt oder mechanisch über Zahnräder oder ähnliches mit der rotierenden Welle des Motor-Generators **7** verbunden. Wenn der Motor-Generator **7** der Leistungslaufsteuerung unterliegt, wirkt die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** als eine Hydraulikpumpe, sodass das Hydrauliköl aus dem Hydrauliköltank **14** angesaugt und in eine später beschriebene Nebenleitung **33** abgelassen wird. Wenn andererseits der Motor-Generator **7** der Regenerationssteuerung unterliegt, wirkt die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** als ein Hydraulikmotor und wird mittels des Drucks des Hydrauliköls aus der später beschriebenen Nebenleitung **33** zum Drehen gebracht.

[0029] Ein Ablassventil **13** und die Schaltventile **11b**, **11c** sind in der Nebenleitung **33** angeordnet, in welches das Hydrauliköl von der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** gefördert wird, wenn die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** als Hydraulikpumpe arbeitet. Das Ablassventil **13** begrenzt den Druck des Hydrauliköls in der Nebenleitung **33**. Die Schaltventile **11b**, **11c** führen eine Steuerung aus, durch welche ein Fluss des Hydrauliköls oder ein Blockieren desselben ermöglicht wird. Wenn der Druck in den Hydraulikleitungen über einen vorgegebenen Druck hinaus ansteigt, ermöglicht es das Ablassventil **13**, dass Hydrauliköl in der Nebenleitung **33** in den Hydrauliköltank **14** abfließt. Die Schaltventile **11b**, **11c** sind elektromagnetische Schaltventile mit zwei Anschlüssen und zwei Positionen und unterliegen einer Schaltsteuerung abhängig von einem Befehl der später beschriebenen Steuerung **20**.

[0030] Ein Anschluss des Schaltventils **11b** ist mit der Auslassseite eines Absperrventils verbunden, welches nur einen Ausfluss aus der ersten Leitung **31** erlaubt. Der andere Anschluss des Schaltventils ist mit der Nebenleitung **33** verbunden. Ein Anschluss des Schaltventils **11c** ist mit der Einlassseite eines Sperrventils verbunden, welches nur ein Einfließen in die Hauptleitung **30** erlaubt. Der andere Anschluss des Schaltventils **11c** ist mit der Nebenleitung **33** verbunden.

[0031] Ein Hydraulikölversorgungskreislauf **10** wird durch das Schaltventil **11c** gebildet, welches als ein Hydraulikölschaltabschnitt wirkt, sowie durch das Sperrventil, welches mit einem Anschluss des Schalt-

ventils **11c** verbunden ist, sodass es nur das Einfließen in die Hauptleitung **30** von der Nebenleitung **33** aus erlaubt. Der Hydraulikölversorgungskreislauf **10** führt eine Steuerung abhängig von einem Befehl der Steuerung **20** aus, um zu entscheiden, ob das von der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** geförderte Hydrauliköl in die Hauptleitung **30** fließt oder nicht.

[0032] Ein Drucksensor **16** ist in der Hauptleitung **30** angeordnet, um den Förderdruck der Hauptpumpe **3** zu detektieren. Ein Speichermengensensor **17** für elektrische Energie ist in der Elektrische-Energie-Speichervorrichtung **8** angeordnet, um die Menge der in der Elektrische-Energie-Speichervorrichtung **8** gespeicherten elektrischen Energie zu detektieren. Das vorliegende Ausführungsbeispiel umfasst einen Spannungssensor zum Detektieren eines Spannungswerts der Elektrische-Energie-Speichervorrichtung. Ein Förderdruck-Detektionssignal der Hauptpumpe **3**, welches von dem Drucksensor **16** ausgegeben wird, und ein Elektrische-Energie-Speichermengen-Detektionssignal der Elektrische-Energie-Speichervorrichtung **8**, welches von dem Speichermengensensor **17** für elektrische Energie ausgegeben wird, werden in die Steuerung **20** eingegeben.

[0033] Die Steuerung **20** umfasst einen Eingabeabschnitt, einen Berechnungsabschnitt, einen Speicherabschnitt und einen Ausgabeabschnitt. Der Eingabeabschnitt erfasst ein Betätigungssignal im Hinblick auf jeden Betätigungshebel (nicht dargestellt), das Förderdruck-Detektionssignal betreffend die Hauptpumpe **3**, welches von dem Drucksensor **16** erzeugt wird, das Elektrische-Energie-Speichermengen-Detektionssignal, welches die Elektrische-Energie-Speichervorrichtung **8** betrifft und welches von dem Speichermengensensor **17** für elektrische Energie ausgegeben wird. Der Berechnungsabschnitt führt den später beschriebenen Berechnungsvorgang abhängig von den oben genannten Detektionssignalen aus. Der Speicherabschnitt speichert beispielsweise später beschriebene vorgegebene Referenzwerte für die Elektrische-Energie-Speichermenge, welche hohe, mittlere und niedrige Referenzwerte für die Elektrische-Energie-Speichervorrichtung **8** definieren, sowie später beschriebene vorgegebene Förderdruck-Referenzwerte, welche hohe und geringe Referenzwerte für die Hauptpumpe **3** definieren. Der Ausgabeabschnitt gibt nicht nur einen Förderratenbefehl an die Hub-Steuervorrichtung **3a** zur Steuerung der Förderrate der Hauptpumpe **3** aus, der von dem Berechnungsabschnitt berechnet wurde, sondern gibt auch einen Leistungslaufbefehl oder einen Regenerationsbefehl für den Motor-Generator **7** zur Steuerung des Drehmoments der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** aus, der von dem Berechnungsabschnitt berechnet wurde. Ferner gibt der Ausgabeabschnitt zum Steuern des Öffnungs-/Schließzustand der jeweiligen Schaltventile **11a** bis **11c** einen Elektrischen-Strom-Befehl an elektromagnetische Betäti-

gungsabschnitte der Schaltventile **11a** bis **11c** in Öffnungs-/Schließzeitpunkten aus, die von dem Berechnungsabschnitt berechnet wurden.

[0034] Ein von dem Berechnungsabschnitt der Steuerung **20** durchgeführter Prozess wird nun bezugnehmend auf die **Fig. 3** und **Fig. 4** beschrieben. **Fig. 3** ist eine Tabelle, welche ein Beispiel der Antriebsbedingungen zur Steuerung der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit illustriert, die in dem ersten Ausführungsbeispiel der Baumaschine nach der vorliegenden Erfindung enthalten sind. **Fig. 4** ist ein Flussdiagramm, welches einen von der in der im ersten Ausführungsbeispiel der Baumaschine nach der vorliegenden Erfindung enthaltenen Steuerung durchgeführten Prozess illustriert. Die in den **Fig. 3** und **Fig. 4** gezeigten Elemente, die die gleichen Bezugszeichen wie die Elemente in **Fig. 2** haben, sind identisch zu den Elementen, die in **Fig. 2** dargestellt sind und werden nicht detailliert beschrieben.

[0035] Das vorliegende Ausführungsbeispiel ist dadurch gekennzeichnet, dass die in der Elektrische-Energie-Speichervorrichtung **8** gespeicherte elektrische Energie effizient wiederverwertet wird. Wenn daher ein Anhebevorgang des Auslegers ausgeführt wird, ermittelt die Steuerung **20** die Antriebseffizienz abhängig von vorgegebenen Bedingungen und führt eine Steuerung derart aus, dass die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** angetrieben oder gestoppt wird.

[0036] Die Tabelle in **Fig. 3** zeigt die Antriebs-/Stopp-Entscheidungskriterien für die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9**, die von der Steuerung **20** gesteuert werden. Die Elektroenergie-Speichermenge, die in der vertikalen Spalte (hoch, mittel, oder niedrig) angegeben ist, wird durch einen Vergleich der in der Elektrische-Energie-Speichervorrichtung **8** gespeicherten elektrischen Energie, die von dem Speichermengensensor **17** für elektrische Energie detektiert wurde, mit vorgegebenen Referenzwerten ermittelt, welche hohe, mittlere und niedrige Werte für die Menge der in der Elektrische-Energie-Speichervorrichtung **8** gespeicherten elektrischen Energie definieren. Ferner wird der in der horizontalen Spalte (hoch oder niedrig) angegebene Förderdruck durch einen Vergleich des Förderdruck-Detektionssignals bezogen auf die Hauptpumpe **3**, welches von dem Drucksensor **16** erzeugt wird, mit dem vorgegebenen Referenzdruckwert für den Förderdruck der Hauptpumpe **3** erzeugt. Insbesondere wird entschieden, dass der Förderdruck hoch ist, wenn das Förderdruck-Detektionssignal einen Wert darstellt, der nicht niedriger als der Referenzdruckwert ist, und wird als niedrig erkannt, wenn das Förderdruck-Detektionssignal einen Wert darstellt, der niedriger als der Referenzdruckwert ist.

[0037] Wenn beispielsweise die Menge der in der Elektrische-Energie-Speichervorrichtung **8** gespeicherten

elektrischen Energie, die von dem Speichermengensensor **17** für elektrische Energie detektiert wurde, innerhalb des Bereichs des vorgegebenen „Hoch“-Referenzwerts für die Menge der in der Elektrische-Energie-Speichervorrichtung **8** gespeicherten elektrischen Energie liegt, führt die Steuerung eine Steuerung derart aus, dass die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** unabhängig davon, ob der Förderdruck der Hauptpumpe, dargestellt durch das Förderdruck-Detektionssignal für die Hauptpumpe **3**, welches von dem Drucksensor **16** erzeugt wird, hoch oder niedrig ist, betrieben wird.

[0038] Wenn die Menge der in der Elektrische-Energie-Speichervorrichtung **8** gespeicherten elektrischen Energie innerhalb des Bereichs des vorgegebenen „Mittel“-Referenzwertbereichs für die Menge der in der Elektrische-Energie-Speichervorrichtung **8** gespeicherten elektrischen Energie liegt, führt die Steuerung **20** eine Steuerung derart aus, dass die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** angetrieben wird, wenn das Förderdruck-Detektionssignal der Hauptpumpe **3** einen Wert hat, der nicht niedriger als der Referenzdruckwert ist, oder führt eine Steuerung zum Stoppen der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** aus, wenn das Förderdruck-Detektionssignal der Hauptpumpe einen Wert hat, der niedriger als der Referenzdruckwert ist.

[0039] Wenn die Menge der in der Elektrische-Energie-Speichervorrichtung **8** gespeicherten elektrischen Energie innerhalb des Bereichs des vorgegebenen „Niedrig“-Referenzwertbereichs für die Menge der in der Elektrische-Energie-Speichervorrichtung **8** gespeicherten elektrischen Energie liegt, führt die Steuerung **20** eine Steuerung derart aus, dass die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** gestoppt wird, und zwar unabhängig davon, ob der Förderdruck der Hauptpumpe, dargestellt durch das Förderdruck-Detektionssignal der Hauptpumpe **3**, welches von dem Drucksensor **16** erzeugt wird, hoch oder niedrig ist.

[0040] Ein von der Steuerung **20** durchgeführter Prozess wird nun bezugnehmend auf **Fig. 4** beschrieben. Die Steuerung **20** ermittelt zunächst, ob bereits ein Auslegeranhebevorgang durchgeführt wurde oder nicht (Schritt S1). Insbesondere wird diese Entscheidung durch das Überprüfen, ob ein Auslegeranhebevorgangssignal von einem Betätigungshebel (nicht dargestellt) eingegeben wurde oder nicht, durchgeführt. Wenn bereits ein Auslegeranhebevorgang durchgeführt wurde, fährt das Verfahren mit Schritt S2 fort. Ansonsten kehrt das Verfahren zu Schritt S1 zurück.

[0041] Die Steuerung gibt dann einem Öffnungsbefehl an das Schaltventil **11a** und einen Schließbefehl an das Schaltventil **11b** aus (Schritt S2). Diese Ausgabe ermöglicht es, dass Hydrauliköl aus der Hauptpumpe **3** über das Regelventil **5** in die untere Öl-

kammer 6a des Auslegerzylinders **6** eingespeist wird, die in **Fig. 2** gezeigt ist, und schließt ein Rückgewinnungssystem für die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9**.

[0042] Die Steuerung **20** ermittelt, ob die in der Elektrische-Energie-Speichervorrichtung **8** gespeicherte Menge von elektrischer Energie innerhalb des hohen Referenzwertbereichs liegt (Schritt S3). Insbesondere erfolgt diese Entscheidung aufgrund des Vergleichs der Menge der in der Elektrische-Energie-Speichervorrichtung **8** gespeicherten elektrischen Energie, die von dem Speichermengensensor **17** für elektrische Energie detektiert wurde, mit dem vorgegebenen hohen Referenzwert für die in der Elektrische-Energie-Speichervorrichtung gespeicherte Menge von elektrischer Energie. Wenn die Menge der in der Elektrische-Energie-Speichervorrichtung **8** gespeicherten elektrischen Energie innerhalb des hohen Referenzwertbereichs liegt, fährt das Verfahren mit Schritt S4 fort. Falls nicht, fährt das Verfahren mit Schritt S5 fort.

[0043] Die Steuerung **20** gibt einen Öffnungsbefehl an das Schaltventil **11c**, einen Leistungslaufbefehl an den Motor-Generator **7** und einen Förderratenverringerbefehl an die Hub-Steuervorrichtung 3a aus (Schritt S4). Diese Ausgabe betreibt den Motor-Generator **7**, der in **Fig. 2** gezeigt ist, in einem Leistungslaufmodus, betätigt die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** als eine Hydraulikpumpe, stellt von der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** über die Nebenleitung **33** und das Schaltventil **11c** zu der Hauptleitung **30** gefördertes Hydrauliköl bereit und bewirkt, dass sich das Hydrauliköl von der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** mit dem Hydrauliköl aus der Hauptpumpe **3** mischt.

[0044] Ferner wird die Förderrate der Hauptpumpe **3** so geregelt, dass sie um die Menge des von dem Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** bereitgestellten Hydrauliköls geringer ist. Die Menge des für den Auslegerzylinder **6** bereitgestellten Hydrauliköls bleibt daher unverändert, während die Last des Motors **1** geringer wird, wobei die Last als Antriebsquelle dient. Diese geringere Last ermöglicht es, den Treibstoffverbrauch des Antriebsmotors **1** zu reduzieren.

[0045] Falls das Ergebnis der Entscheidung in Schritt S3 nicht anzeigt, dass die Menge der in der Elektrische-Energie-Speichervorrichtung **8** gespeicherten elektrischen Energie innerhalb des hohen Referenzwertbereichs liegt, entscheidet die Steuerung **20** andererseits, ob die Menge der in der Elektrische-Energie-Speichervorrichtung **8** gespeicherten elektrischen Energie innerhalb des mittleren Referenzwertbereichs liegt (Schritt S5). Insbesondere erfolgt diese Entscheidung aufgrund des Vergleichs der Menge der in der Elektrische-Energie-Speichervorrichtung **8** gespeicherten elektrischen Energie,

die von dem Speichermengensensor **17** für elektrische Energie detektiert wurde, mit dem vorgegebenen mittleren Referenzwert für die Menge der in der Elektrische-Energie-Speichervorrichtung **8** gespeicherten elektrischen Energie. Wenn die Menge der in der Elektrische-Energie-Speichervorrichtung **8** gespeicherten elektrischen Energie innerhalb des mittleren Referenzwertbereichs liegt, wird das Verfahren in Schritt S6 fortgesetzt. Falls nicht, fährt das Verfahren mit Schritt S7 fort.

[0046] Die Steuerung **20** ermittelt, ob der Förderdruck der Hauptpumpe **3** nicht niedriger als der Referenzdruckwert ist (Schritt S6). Insbesondere erfolgt diese Entscheidung aufgrund des Vergleichs des Förderdruck-Detektionssignals der Hauptpumpe **3**, welches von dem Drucksensor **16** erzeugt wird, mit dem vorgegebenen Referenzdruckwert für den Förderdruck der Hauptpumpe **3**. Wenn der Förderdruck der Hauptpumpe **3** nicht geringer als der Referenzdruckwert ist, wird das Verfahren in Schritt S4 fortgesetzt. In anderen Fällen wird das Verfahren in Schritt S7 fortgesetzt.

[0047] Die Steuerung **20** gibt einen Öffnungsbefehl an das Schaltventil **11c** und einen Stopp-Befehl an den Motor-Generator **7** aus (Schritt S7). Diese Ausgabe stoppt den Motor-Generator **7**, der in **Fig. 2** dargestellt ist, wie auch die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** und unterbricht die Versorgung von Hydrauliköl, welches aus der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** in die Hauptleitung **30** gefördert wird.

[0048] Die in dem ersten Ausführungsbeispiel der Baumaschine nach der vorliegenden Erfindung durchgeführten Vorgänge werden nun beschrieben. Die von der Steuerung **20** ausgeführte Steuerung, für den Fall, dass die Menge der in der Elektrische-Energie-Speichervorrichtung **8** gespeicherten elektrischen Energie innerhalb des niedrigen Referenzwertbereichs liegt, wird als erstes beschrieben. In diesem Fall führt die Steuerung **20**, wie bereits zuvor beschrieben, eine Steuerung derart aus, dass die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** unabhängig von dem Wert des Förderdruck-Detektionssignals der Hauptpumpe **3**, welches von dem Drucksensor **16** erzeugt wird, gestoppt wird.

[0049] Bezugnehmend auf **Fig. 2** befindet sich das Regelventil **5** zum Betätigen des Auslegers in seiner neutralen Position. In diesem Fall stellt der mittlere Anschluss 5T eine Verbindung her, während die Verbindungsanschlüsse 5a, 5b jeweils von dem Einlassanschluss 5c und dem Auslassanschluss 5d getrennt sind. Das Hydrauliköl von der Hydraulikpumpe **3** wird daher in den Hydrauliköltank **14** eingespeist.

[0050] Wenn ein Benutzer durch Betätigung eines Betätigungshebels (nicht dargestellt) einen Auslegeranhebevorgang durchführt, bewegt ein an einem pi-

lotbetätigten Abschnitt (nicht dargestellt) angelegter Druck das Regelventil **5** zum Betätigen des Auslegers nach rechts in die Position A. Diese Bewegung bewirkt, dass der Einlassanschluss 5c mit dem Verbindungsanschluss 5a verbunden wird, und bewirkt ferner, dass der Auslassanschluss 5d in Verbindung mit dem Verbindungsanschluss 5b tritt. Ferner verwendet die Steuerung gemäß den in **Fig. 3** dargestellten Entscheidungskriterien Eingangssignale, welche den Förderdruck der Hauptpumpe **3** und die Menge der in der Elektrische-Energie-Speichervorrichtung **8** gespeicherten elektrischen Energie angeben, um zu entscheiden, ob eine Steuerung zum Antreiben oder Stoppen der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** durchgeführt werden soll. In der oben beschriebenen Situation führt die Steuerung **20** eine Steuerung derart aus, dass die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** gestoppt wird. Die Steuerung **20** gibt ein Auslegeranhebevorgangssignal aus und gibt einen Öffnungsbefehl an den elektromagnetischen Betätigungsabschnitt des Schaltventils **11a**, einen Schließbefehl an den elektromagnetischen Betätigungsabschnitt des Schaltventils **11b** und einen Schließbefehl an den elektromagnetischen Betätigungsabschnitt des Schaltventils **11c** aus. Ferner gibt die Steuerung **20** einen Stopp-Befehl an den Motor-Generator **7** aus.

[0051] Das Hydrauliköl von der Hauptpumpe **3** wird daher über die erste Leitung 31 in die untere Ölkammer 6a des Auslegerzylinders **6** eingespeist. Das Hydrauliköl in der stangenseitigen Ölkammer 6b des Auslegerzylinders 6a wird über die zweite Leitung 32 in den Hydrauliköltank **14** abgelassen. Dadurch wird die Kolbenstange des Auslegerzylinders **6** ausgefahren.

[0052] Wenn der Benutzer allerdings in dem oben beschriebenen Zustand einen Auslegerabsenkvorgang durchführt, bewegt der an dem pilotbetätigten Abschnitt (nicht dargestellt) anliegende Druck das Regelventil **5** zum Betätigen des Auslegers nach links in die Position B. Diese Bewegung bewirkt, dass die Einlassöffnung 5c mit dem Verbindungsanschluss 5b verbunden wird, und bewirkt ferner, dass der Auslassanschluss 5d mit dem Verbindungsanschluss 5a verbunden wird. Ferner gibt die Steuerung ein Auslegerabsenkvorgangssignal ein und gibt einen Schließbefehl an den elektromagnetischen Betätigungsabschnitt des Schaltventils **11a** und einen Öffnungsbefehl an den elektromagnetischen Betätigungsabschnitt des Schaltventils **11b** aus. Das Hydrauliköl von der Hauptpumpe **3** wird daher in die stangenseitige Ölkammer 6b des Auslegerzylinders **6** über die zweite Leitung 32 eingespeist, um die Kolbenstange des Auslegerzylinders **6** einzuziehen. Gleichzeitig wird das von der Ölkammer 6a an der Unterseite des Auslegerzylinders **6** abgelassene Hydrauliköl über die Nebenleitung **33** in die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** eingespeist. Diese Einspeisung bewirkt, dass die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** als

Hydraulikmotor arbeitet und so den Motor-Generator **7** dreht. In diesem Fall führt die Steuerung **20** eine Regenerationssteuerung des Motor-Generators **7** durch, um ein Drehmoment in eine Richtung entgegen der Rotationsrichtung zu erzeugen, und speichert die erzeugte elektrische Leistung in der Elektrische-Energie-Speichervorrichtung **8**.

[0053] Die von der Steuerung **20** ausgeführte Steuerung, falls die in der Elektrische-Energie-Speichervorrichtung **8** gespeicherte Menge von elektrischer Energie innerhalb des hohen Referenzwertbereichs liegt, wie in **Fig. 3** dargestellt, wird nun beschrieben. In diesem Fall führt die Steuerung **20**, wie bereits gesagt, eine Steuerung derart aus, dass die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** unabhängig vom Wert des Förderdruck-Detektionssignals der Hauptpumpe **3**, welches von dem Drucksensor **16** erzeugt wurde, angetrieben wird.

[0054] Wenn der Benutzer mit einem Betätigungshebel (nicht dargestellt) einen Auslegeranhebevorgang durchführt, führen das Regelventil **5** und andere Bauteile die gleichen Vorgänge aus wie zuvor beschrieben.

[0055] Gemäß den in **Fig. 3** dargestellten Entscheidungskriterien verwendet die Steuerung **20** Eingabesignale, welche den Förderdruck in der Hauptpumpe **3** und die Menge der in der Elektrische-Energie-Speichervorrichtung **8** gespeicherten elektrischen Energie angeben, um zu entscheiden, ob eine Steuerung ausgeführt werden soll, nach welcher die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit angetrieben oder gestoppt wird. In der oben beschriebenen Situation für die Steuerung **20** eine Steuerung zum Antreiben der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** aus. Die Steuerung **20** empfängt ein Auslegeranhebebetätigungssignal und gibt einen Öffnungsbefehl an den elektromagnetischen Betätigungsabschnitt des Schaltventils **11a** und einen Schließbefehl an den elektromagnetischen Betätigungsabschnitt des Schaltventils **11b** sowie einen Öffnungsbefehl an den elektromagnetischen Betätigungsabschnitt des Schaltventils **11c** aus. Ferner gibt die Steuerung **20** einen Leistungslaufbefehl an den Motor-Generator **7** aus, um die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** als eine Hydraulikpumpe zu betreiben, sodass das von der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** geförderte Hydrauliköl sich mit dem von der Hauptpumpe **3** geförderten Hydrauliköl über die Nebenleitung **33** und das Schaltventil **11c** in der Hauptleitung **30** mischt.

[0056] Die Steuerung **20** gibt unterdessen einen Förderratenverringerbefehl an die Förder-Hub-Steuervorrichtung 3a aus und führt eine Steuerung derart aus, dass der Hub der Hauptpumpe **3** um die Menge des von der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** geförderten Hydrauliköls zum Einmischen in die Hauptleitung **30** reduziert wird. Die Menge des

für den Auslegerzylinder **6** bereitgestellten Hydrauliköls bleibt daher unabhängig davon, ob die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** angetrieben oder gestoppt wird, unverändert. Es erfolgt daher keine Änderung der Betätigung, wenn die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** angetrieben oder gestoppt wird. Ferner wird, da die Förderrate der Hauptpumpe **3** reduziert wird, die Last auf den Antriebsmotor **1**, welcher als Antriebsquelle wirkt, geringer. Durch die geringere Last wird es möglich, den Treibstoffverbrauch des Motors **1** zu reduzieren.

[0057] Obwohl das vorliegende Ausführungsbeispiel so beschrieben wurde, dass der Auslegerzylinder **6** als Beispiel gewählt wurde, ist die vorliegende Erfindung nicht auf Situationen beschränkt, in denen der Auslegerzylinder als ein Aktuator verwendet wird. Wenn ein anderer Aktuator als der in **Fig. 2** dargestellte Auslegerzylinder **6** vorhanden ist und es nötig ist, Hydrauliköl für diesen Aktuator bereitzustellen, verwendet die Steuerung **20** die in **Fig. 3** dargestellten Entscheidungskriterien zum Entscheiden, ob die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** angetrieben oder gestoppt werden muss. Wenn die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** angetrieben werden muss, gibt die Steuerung **20** einen Öffnungsbefehl an den elektromagnetischen Betätigungsabschnitt des Schaltventils **11c** aus. Die Steuerung **20** gibt ferner einen Leistungslaufbefehl an den Motor-Generator **7** aus, um die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** als Hydraulikpumpe zu betreiben, sodass das von der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** geförderte Hydrauliköl sich mit dem von der Hauptpumpe **3** geförderten Hydrauliköl über die Nebenleitung **33** und das Schaltventil **11c** in der Hauptleitung **30** mischt. Ferner gibt die Steuerung **20** einen Förderratenverringerbefehl an die Hub-Steuervorrichtung **3a** aus und führt eine Steuerung zum Reduzieren des Hubs der Hauptpumpe um die Menge des zusätzlich von der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** geförderten Hydrauliköls aus.

[0058] Im Folgenden wird bezugnehmend auf **Fig. 5** ein Problem beschrieben, das auftritt, wenn die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** eine Antriebssteuerung abhängig von der Menge der in der Elektrische-Energie-Speichervorrichtung **8** gespeicherten elektrischen Energie ohne Rücksicht auf den Förderdruck der Hauptpumpe **3** betrieben wird. **Fig. 5** ist ein Kennliniendiagramm, welches die Sollwerte von Förderdruck und Förderrate der Hauptpumpe und der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit in der Baumaschine zeigt, und welches eine beispielhafte Beziehung zwischen dem Antriebsdrehmoment des Motor-Generators und dem Widerstandsdrehmoment der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit zeigt. Um die Merkmale des vorliegenden Ausführungsbeispiels zu illustrieren, zeigt **Fig. 5** eine beispielhafte Betätigung, die durchgeführt wird, wenn die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** angetrieben wird, während elektrische En-

ergie in der Elektrische-Energie-Speichervorrichtung **8** gespeichert wird, und gestoppt wird, wenn keine elektrische Energie in der Elektrische-Energie-Speichervorrichtung **8** gespeichert wird, und zwar in einer Situation, in welcher eine Hebelbetätigung, die die Bereitstellung von Hydrauliköl für einen Aktuator notwendig macht, zum Ändern des Förderdrucks der Hauptpumpe **3** durchgeführt wird.

[0059] Bezugnehmend auf **Fig. 5** stellt die horizontale Achse die Zeit dar und vertikale Achsen (A) bis (F) stellen von oben nach unten die Menge der elektrischen Energie V , die in der Elektrische-Energie-Speichervorrichtung **8** gespeichert ist, den Förderdruck P_m der Hauptpumpe **3**, einen Sollwert Q_h für die Förderrate der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9**, einen Sollwert Q_m für die Förderrate der Hauptpumpe **3** und einen Öffnungs-/Schließbefehl C_c für das Schaltventil **11c**, und das Antriebsdrehmoment T_g des Motor-Generators **7** und das Widerstandsdrehmoment T_r der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit dar. Zum Zeitpunkt t_0 erfolgt eine Hebelbetätigung, welche das Einspeisen von Hydrauliköl in einen Aktuator notwendig macht. Zum Zeitpunkt t_1 wird in der Elektrische-Energie-Speichervorrichtung **8** gespeicherte elektrische Energie auf Null reduziert, da die gespeicherte elektrische Energie von dem Motor-Generator **7**, welcher die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** antreibt, aufgebraucht wurde.

[0060] Wenn der Auslegeranhebevorgang während eines Zeitintervalls zwischen dem Zeitpunkt t_0 und dem Zeitpunkt t_1 durchgeführt wird, innerhalb dessen die Menge der elektrischen Energie V , die in der Elektrische-Energie-Speichervorrichtung **8** gespeichert ist, ausreichend ist, empfängt die Steuerung **20** ein Auslegeranhebevorgangssignal und, wie dies bei (E) in **Fig. 5** dargestellt ist, gibt einen Öffnungsbefehl an den elektromagnetischen Betätigungsabschnitt des Schaltventils **11c** aus. Ferner gibt die Steuerung, wie dies bei (F) in **Fig. 5** dargestellt ist, einen Leistungslaufbefehl (Drehmomentbefehl) an den Motor-Generator **7** aus, um die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** als Hydraulikpumpe zu betätigen, sodass das von der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** geförderte Hydrauliköl sich mit dem von der Hauptpumpe **3** geförderten Hydrauliköl über die Nebenleitung **33** und das Schaltventil **11c** in der Hauptleitung mischt. Der in dem obigen Fall verwendete Drehmomentbefehl wird abhängig von einem Sollwert Q_s für die Förderrate der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** berechnet, der bei (C) in **Fig. 5** dargestellt ist.

[0061] Unterdessen gibt die Steuerung **20** einen Befehl zur Verringerung der Förderrate an die Hubsteuervorrichtung **3a** abhängig von dem durch Subtraktion von Q_s von einem herkömmlichen Förderraten-Sollwert Q_{m1} ermittelten Sollwert, wie bei (D) in **Fig. 5** dargestellt, aus, um die Förderrate um die Men-

ge des Hydrauliköls zu reduzieren, die von der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** gefördert wird und in die Hauptleitung **30** gemischt wird.

[0062] Zum Zeitpunkt t_1 unterliegt die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** einer Stopp-Steuerung, nachdem die Menge der in der Elektrische-Energie-Speichervorrichtung **8** gespeicherten elektrischen Energie V , die bei (A) in **Fig. 5** dargestellt ist, auf Null gefallen ist. Die Steuerung **20** ändert nicht nur den Förderraten-Sollwert Q_m zurück auf den herkömmlichen Förderraten-Sollwert Q_{m1} , wie dies bei (D) in **Fig. 5** dargestellt ist, sondern gibt auch einen Schließbefehl an den elektromagnetischen Betätigungsabschnitt des Schaltventils **11c** aus, wie dies bei (E) in **Fig. 5** gezeigt ist. Wie bei (B) in **Fig. 5** dargestellt, steigt der Förderdruck P_m der Hauptpumpe **3** im Zeitpunkt t_1 und danach allmählich weiter an. Während eines Intervalls zwischen dem Zeitpunkt t_1 und dem Zeitpunkt t_2 wird die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** so gesteuert, dass sie angetrieben wird. Während des Intervalls zwischen dem Zeitpunkt t_0 und dem Zeitpunkt t_1 nimmt der Förderdruck P_m der Hauptpumpe **3**, wie dies bei (B) in **Fig. 5** dargestellt ist, allmählich zu. Wenn die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** angetrieben wird, während der Förderdruck P_m der Hauptpumpe **3** gering bleibt, ist das Verhältnis des Widerstands Drehmoments T_r zu dem Drehmoment T_g zum Antreiben des Motor-Generators **7** unvorteilhaft hoch, wie dies bei (F) in **Fig. 5** dargestellt ist. Im Zeitpunkt t_1 , in welchem das Verhältnis des Widerstands Drehmoments T_r zu dem Drehmoment T_g zum Antreiben des Motor-Generators **7** abnimmt, gibt es keine andere Alternative als die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** zu stoppen, da die Menge der in der Elektrische-Energie-Speichervorrichtung **8** gespeicherten elektrischen Energie V auf Null verringert wurde. In anderen Worten, wurde der größte Teil der rückgewonnenen Energie V durch das Widerstands Drehmoment P_r aufgebraucht, was zu einer verschlechterten Energieeffizienz führt.

[0063] Mit Blick auf die oben genannten Umstände ermittelt das vorliegende Ausführungsbeispiel die Antriebseffizienz der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** abhängig von der Menge der in der Elektrische-Energie-Speichervorrichtung **8** gespeicherten elektrischen Energie V und dem Förderdruck P_m der Hauptpumpe **3** und führt eine Steuerung zum Antreiben oder Stoppen der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** aus. Der Übergang des Förderdrucks P_m der Hauptpumpe **3** und des Drehmoments T_g zum Antreiben des Motor-Generators **7**, wenn die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** angetrieben oder gestoppt wird, wird nun bezugnehmend auf **Fig. 6** beschrieben. **Fig. 6** ist ein Kennliniendiagramm, welches die Sollwerte von Förderdruck und Förderrate der Hauptpumpe und Hydraulikpumpe/Motor-Einheit in dem ersten Ausführungsbeispiel der Baumaschine nach der vorliegenden Erfindung illustriert und welches ei-

ne beispielhafte Beziehung zwischen dem Antriebsdrehmoment des Motor-Generators und dem Widerstands Drehmoment der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit zeigt. Die in **Fig. 6** gezeigten Elemente, die mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet sind wie in **Fig. 2** bis **Fig. 5** gezeigte Elemente, sind identisch zu den in **Fig. 2** bis **Fig. 5** gezeigten Elementen und werden nicht detailliert beschrieben.

[0064] Im Zeitpunkt t_2 erfolgt eine Hebelbetätigung, durch welche es notwendig wird, Hydrauliköl für einen Aktuator bereitzustellen. Im Zeitpunkt t_3 ist der Förderdruck P_m der Hauptpumpe **3** nicht geringer als der Referenzdruck P_{th} . Im Zeitpunkt t_4 ist der Förderdruck P_m der Hauptpumpe **3** geringer als der Referenzdruck P_{th} . Ein Verfahren zum Einstellen des Referenzdrucks P_{th} und andere Details werden später beschrieben.

[0065] Die Menge der in der Elektrische-Energie-Speichervorrichtung **8** gespeicherten elektrischen Energie V , die bei (A) in **Fig. 6** gezeigt ist, liegt zu jedem Zeitpunkt zwischen dem Zeitpunkt t_1 und t_4 innerhalb des mittleren Referenzwertbereichs der Steuerung **20**.

[0066] Wenn im Zeitpunkt t_2 eine Hebelbetätigung zum Anheben des Auslegers erfolgt, empfängt die Steuerung **20** zunächst ein Auslegeranhebebetätigungssignal und, wie bei (D) in **Fig. 6** dargestellt, hebt den Sollwert Q_m für die Förderrate der Hauptpumpe **3** auf Q_{m1} an. Während eines Zeitintervalls zwischen t_2 und einem Zeitpunkt, der vor dem Zeitpunkt t_3 liegt, führt die Steuerung **20** keine Steuerung zum Antreiben der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** aus, da der Förderdruck P_m der Hauptpumpe **3** niedriger als der Referenzdruck P_{th} ist. In anderen Worten wird nur das von der Hauptpumpe **3** geförderte Hydrauliköl in den Auslegerzylinder **6** eingespeist.

[0067] Als nächstes ist in einem Zeitpunkt t_3 der Förderdruck P_m der Hauptpumpe **3** nicht geringer als der Referenzdruck P_{th} , wie dies bei (B) in **Fig. 6** dargestellt ist. In diesem Fall gibt die Steuerung **20**, wie bei (E) in **Fig. 6** dargestellt, einen Öffnungsbefehl an den elektromagnetischen Betätigungsabschnitt des Schaltventils **11c** aus. Ferner gibt die Steuerung **20** einen Leistungslaufbefehl (Drehmomentbefehl) an den Motor-Generator **7** aus, wie dies bei (F) in **Fig. 6** gezeigt ist. Der Leistungslaufbefehl (Drehmomentbefehl) wird abhängig von dem Sollwert Q_s für die Förderrate der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit berechnet, welcher bei (C) in **Fig. 6** gezeigt ist.

[0068] Ferner gibt die Steuerung **20** einen Förderratenverringerbefehl an die Hubsteuervorrichtung **3a** abhängig von dem durch Subtraktion von Q_s von dem herkömmlichen Förderraten-Sollwert Q_{m1} ermittelten Sollwert aus, wie dies bei (D) in **Fig. 6** gezeigt ist, um die Förderrate um die Menge des von

der Hydraulikpumpe/Motor geförderten Hydrauliköls zu reduzieren, das in die Hauptleitung **30** gemischt wird.

[0069] Zum Zeitpunkt t_4 erfolgt eine Stopp-Steuerung der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9**, nachdem der Förderdruck P_m der Hauptpumpe **3** geringer als der Referenzdruck P_{th} ist, wie dies bei (B) in **Fig. 6** gezeigt ist. Die Steuerung **20** ändert nicht nur den Förderraten-Sollwert Q_m zurück auf den herkömmlichen Förderraten-Sollwert Q_{m1} , wie dies bei (D) in **Fig. 6** gezeigt ist, sondern gibt auch einen Schließbefehl an den elektromagnetischen Betätigungsabschnitt des Schaltventils **11c** aus, wie dies bei (E) in **Fig. 6** gezeigt ist. Wie bei (B) in **Fig. 6** dargestellt, fällt der Förderdruck P_m der Hauptpumpe **3** im Zeitpunkt t_4 und danach allmählich weiter ab.

[0070] Während eines Intervalls zwischen dem Zeitpunkt t_3 und dem Zeitpunkt t_4 wird die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** einer Antriebssteuerung unterworfen. Während des Intervalls zwischen dem Zeitpunkt t_3 und dem Zeitpunkt t_4 ist der Förderdruck P_m der Hydraulikpumpe **3** nicht geringer als der Referenzdruck P_{th} . Wie oben beschrieben, wird die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** angetrieben, während der Förderdruck P_m der Hauptpumpe **3** nicht geringer als der Referenzdruck P_{th} ist. Das Verhältnis des Widerstands Drehmoments T_r zum Drehmoment T_g zum Antreiben des Motor-Generators **7** kann verringert werden, wie dies bei (F) in **Fig. 6** gezeigt ist. Auf diese Weise führt das vorliegende Ausführungsbeispiel eine Steuerung zum Betreiben der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** aus, während die Antriebseffizienz der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** hoch ist, sodass es möglich wird, die rückgewonnene Energie V mit hoher Effizienz zu nutzen.

[0071] Die Einstellung des Referenzdrucks P_{th} für den Förderdruck der Hauptpumpe **3** wird nun Bezugnehmend auf **Fig. 7** beschrieben. **Fig. 7** ist ein Kennliniendiagramm, welches ein Beispiel für die Antriebseffizienz der in dem ersten Ausführungsbeispiel der Baumaschine nach der vorliegenden Erfindung enthaltenen Hydraulikpumpe/Motor-Einheit ist. In **Fig. 7** stellt die horizontale Achse den Pumpenförderdruck P_p der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** dar, und die vertikale Achse stellt die Pumpenantriebseffizienz E_p der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** dar.

[0072] Wie in **Fig. 7** dargestellt, nimmt die Antriebseffizienz E_p der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit allmählich, abhängig vom Förderdruck P_p der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit, zu und wird bei einem vorgegebenen Förderdruck maximiert. Daher kann die Antriebseffizienz verbessert werden, wenn die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** betätigt wird, wenn der Förderdruck der Hauptpumpe **3** nicht geringer als der Referenzdruck P_{th} ist. Dabei kann die Antriebseffizienz als das Verhältnis des Outputs der Hydraulik-

pumpe/Motor-Einheit **9** zu dem Output des Motors (Motor-Generators **7**) definiert werden, welcher den Pumpetrieb der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** bildet. Beispielsweise kann der Output der Elektrische-Energie-Speichervorrichtung **8** als der Output des Motors verwendet werden.

[0073] Der Referenzdruck P_{th} kann im Voraus eingestellt werden, beispielsweise durch eine experimentelle Ermittlung des Drucks, bei welchem die Mengen der Aufladung in und der Entladung aus der Elektrische-Energie-Speichervorrichtung **8** im Gleichgewicht gehalten werden, wenn die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** einem Leistungslauf-/Regenerationssteuerbetrieb in einem normalen Betriebsmodus der Baumaschine unterworfen wird.

[0074] Wie oben beschrieben, führt das vorliegende Ausführungsbeispiel eine Steuerung zum Betätigen der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** aus, während die Antriebseffizienz der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** hoch ist. Der Bereich, innerhalb dessen die Antriebseffizienz der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** hoch ist, kann wie unten beschrieben eingestellt werden.

[0075] Wie in **Fig. 3** gezeigt, vergleicht die Steuerung **20** den Förderdruck P_m der Hauptpumpe **3** mit dem Referenzdruck P_{th} , um zu entscheiden, ob die Steuerung zum Betätigen oder Stoppen der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** ausgeführt werden sollte. Alternativ dazu kann diese Entscheidung jedoch auch aufgrund einer Überprüfung erfolgen, ob das zum Antreiben der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** benötigte Drehmoment des Motor-Generators **7** höher oder niedriger als das Referenzdrehmoment ist. Der Grund dafür ist, dass, je höher das Drehmoment zum Antreiben der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** ist, desto höher ist in der Regel die Antriebseffizienz der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9**. Solange die Menge der elektrischen Energie sich daher innerhalb des mittleren Referenzwertbereichs befindet, wird die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** angetrieben, wenn das Drehmoment des Motor-Generators **7** höher als das Referenzdrehmoment ist, und die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** wird gestoppt, wenn das Drehmoment des Motor-Generators geringer als das Referenzdrehmoment ist. In diesem Fall kann ein Drehmomentsensor installiert und als die Drehmoment-Detektionsvorrichtung zum Detektieren des Drehmoments des Motor-Generators **7** verwendet werden, oder alternativ dazu kann die elektrische Leistung gemessen werden, die in den Motor-Generator **7** eingespeist wird.

[0076] Bezugnehmend auf **Fig. 3** vergleicht die Steuerung **20** dann, wenn die Menge der gespeicherten elektrischen Energie innerhalb des mittleren Referenzbereichs liegt, den Förderdruck P_m der Hauptpumpe **3** mit dem Referenzdruck P_{th} , um zu ent-

scheiden, ob für die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** eine Antriebssteuerung oder ein Stopp durchgeführt werden sollte. Es kann jedoch auch eine alternative Steuerung ohne den Vergleich des Förderdrucks P_m der Hauptpumpe **3** mit dem Referenzdruck P_{th} für den Antrieb der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** durchgeführt werden, wenn der Förderdruck P_m der Hauptpumpe **3** innerhalb eines vorgegebenen Bereichs liegt, und die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** kann gestoppt werden, wenn der Förderdruck P_m der Hauptpumpe **3** außerhalb des vorgegebenen Bereichs liegt. Eine solche Konfiguration ermöglicht die Durchführung einer Antriebs- oder Stoppsteuerung der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** mit hoher Effizienz selbst dann, wenn beispielsweise die Antriebseffizienz der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** bei über einen Spitzenwert hinaus ansteigendem Förderdruck abnimmt. Entsprechend kann die rückgewonnene Energie effizient genutzt werden.

[0077] Obwohl ein Beispiel der Antriebsbedingungen der Hydraulikpumpen/Motor-Einheit **9** für die Steuerung **20** in **Fig. 3** dargestellt ist, kann auch die Konfiguration aus **Fig. 8** übernommen werden. **Fig. 8** ist eine Tabelle, welche ein anderes Beispiel der Hydraulikpumpen/Motor-Einheit-Antriebsbedingungen für die in dem ersten Ausführungsbeispiel der Baumaschine nach der vorliegenden Erfindung enthaltene Steuerung illustriert.

[0078] **Fig. 8** unterscheidet sich von **Fig. 3** dadurch, dass letztere zu graduelleren Änderungen durch eine Klassifikation der durch die Antriebssteuerung der Hydraulikpumpe/ des Motors **9** in „starker Antrieb“ und „schwacher Antrieb“ führt. „Starker Antrieb“ und „schwacher Antrieb“ bezeichnen jeweils große oder kleine Sollwerte für die Förderrate der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9**. Diese Sollwerte sind in der Steuerung **20** voreingestellt. Eine Alternative besteht darin, detailliertere graduelle Änderungen in der Antriebsstärke der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** vorzusehen, als diejenigen, die in **Fig. 8** dargestellt sind. Eine weitere Alternative ist es, kontinuierliche Änderungen der Antriebsstärke der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** vorzusehen.

[0079] Ferner kann die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9**, obwohl **Fig. 3** und **Fig. 8** angeben, dass die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** „angetrieben oder gestoppt“ ist, auch „angetrieben oder mit reduzierter Rotationsgeschwindigkeit angetrieben“ sein. In diesem Fall rotiert die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** permanent. Wenn daher eine hohe Rotationsgeschwindigkeit benötigt wird, kann die Rotationsgeschwindigkeit schnell ansteigen. Wenn die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** konstant rotiert, kann auf der Förderseite der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** ein unbelastetes Ventil vorgesehen sein, um zu gewährleisten, dass die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** nicht

belastet wird, wenn sie mit einer vorgegebenen Rotationsgeschwindigkeit angetrieben wird.

[0080] Das erste Ausführungsbeispiel der Baumaschine nach der vorliegenden Erfindung, welches oben beschrieben wurde, ermöglicht es, eine Baumaschine bereitzustellen, welche den Treibstoffverbrauch der gesamten Baumaschine stark reduzieren kann, indem die rückgewonnene Energie effizient genutzt wird, um die Bewegungsleistung des Motors, der als Bewegungsleistungsquelle dient, zu reduzieren. Dadurch kann die Betriebszeit der Baumaschine erhöht werden und eine verbesserte Produktivität erreicht werden.

[0081] Das vorliegende Ausführungsbeispiel wurde unter der Annahme beschrieben, dass die Sollwerte für die Förderraten der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** und der Hauptpumpe **3**, wie in **Fig. 5** dargestellt, schrittweise geändert werden. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf eine solche schrittweise Änderung der Sollwerte beschränkt. Die Sollwerte können alternativ, beispielsweise auch in einer kontinuierlichen Weise, geändert werden.

[0082] Ferner kann die Steuerung **20** zur Vermeidung eines Steuerungsvorgangs mit häufigen Schaltvorgängen zwischen Antrieb und Stopp der Hydraulikpumpen/Motoreinheit **9** ein Förderdrucksignal verwenden, welches einem Mittelungsvorgang unterworfen wurde (Tiefpassfiltervorgang), oder kann eine Hysterese vorsehen, indem ein höherer Förderdruck zum Initiieren des Betriebs der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** im Vergleich zu einem Förderdruck zum Stoppen der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** verwendet wird.

Zweites Ausführungsbeispiel

[0083] Das zweite Ausführungsbeispiel der Baumaschine nach der vorliegenden Erfindung wird nun Bezugnehmend auf die beiliegenden Zeichnungen erläutert. **Fig. 9** ist ein Systemkonfigurationsdiagramm, welches die elektrischen/hydraulischen Vorrichtungen illustriert, die in dem zweiten Ausführungsbeispiel der Baumaschine nach der vorliegenden Erfindung enthalten sind. Elemente, die in **Fig. 9** gezeigt sind und die durch die gleichen Bezugszeichen wie die Elemente, die in den **Fig. 2** bis **Fig. 8** gezeigt sind, bezeichnet sind, sind identisch zu den Elementen, die in den **Fig. 2** bis **Fig. 8** gezeigt sind und werden nicht detailliert beschrieben.

[0084] Das zweite Ausführungsbeispiel der Baumaschine nach der vorliegenden Erfindung, welches in **Fig. 9** gezeigt ist, umfasst im Wesentlichen die gleichen Elemente wie das erste Ausführungsbeispiel, unterscheidet sich jedoch von dem ersten Ausführungsbeispiel durch die folgenden Elemente.

[0085] In dem ersten Ausführungsbeispiel ist der Hydraulikölversorgungskreislauf **10** durch das Schaltventil **11c** gebildet, welches als Hydraulikölschaltabschnitt dient. Und die Steuerung **20** gibt einen Steuerbefehl aus, der es ermöglicht, dass das von der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** geförderte Hydrauliköl sich mit dem Hydrauliköl in der Hauptleitung **30** mischen kann. In dem zweiten Ausführungsbeispiel ist jedoch der Hydraulikölversorgungskreislauf **10** durch ein Schaltventil **15** gebildet, welches als Hydraulikölschaltabschnitt dient. Ferner gibt die Steuerung **20** einen Steuerungsbefehl aus, um ein System zur Bereitstellung von Hydrauliköl für das Regelventil **5** und für einen Aktuator auszuwählen. Ferner ist die Nebenleitung **33** in dem zweiten Ausführungsbeispiel mit einem Drucksensor **18** ausgestattet, welcher den Förderdruck der Hydraulikpumpe des Motors **9** detektiert. Das die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** betreffende Förderdruck-Detektionssignal, welches von dem Drucksensor **18** erzeugt wird, wird in die Steuerung **20** eingegeben.

[0086] Bezugnehmend auf **Fig. 9** ist der Hydraulikölversorgungsschaltkreis **10** durch das Schaltventil **15** gebildet, welches ein elektromagnetisches Schaltventil mit drei Anschlüssen und zwei Positionen ist. Ein Einlassanschluss des Schaltventils **15** ist mit der Nebenleitung **33** verbunden, in welcher das Hydrauliköl von der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** gefördert wird. Der andere Einlassanschluss ist mit der stromaufwärtigen Seite der Hauptleitung **30** verbunden, in welche das Hydrauliköl von der Hauptpumpe **3** gefördert wird. Der Auslassanschluss des Schaltventils **15** ist mit dem anderen stromabwärtigen Ende der Hauptleitung **30** verbunden. Der elektromagnetische Betätigungsabschnitt des Schaltventils **15** ist mit der Steuerung **20** verbunden.

[0087] In dem zweiten Ausführungsbeispiel wählt die Steuerung **20** entweder ein Hydraulikölsystem, in welches die Hauptpumpe **3** das Hydrauliköl fördert, oder ein Hydraulikölsystem, in welches die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** das Hydrauliköl fördert, als das System zur Bereitstellung von Hydrauliköl für das Regelventil **5** und den Aktuator aus. Der Hub der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** in dem zweiten Ausführungsbeispiel muss daher im Wesentlichen der gleiche wie der Hub der Hauptpumpe sein. In dieser Hinsicht unterscheidet sich das zweite Ausführungsbeispiel von dem ersten Ausführungsbeispiel.

[0088] Die in dem zweiten Ausführungsbeispiel der Baumaschine nach der vorliegenden Erfindung durchgeführten Operationen werden nun beschrieben.

[0089] Gemäß den Entscheidungskriterien, die in **Fig. 3** dargestellt sind, verwendet die Steuerung Eingangssignale, welche den Förderdruck der Hauptpumpe **3** und die Menge der in der Elektrische-

Energie-Speichervorrichtung **8** gespeicherten elektrischen Energie angeben, um zu entscheiden, ob eine Steuerung zum Betreiben oder zum Stoppen der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** verwendet werden soll. Wenn die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** so gesteuert wird, dass sie betrieben wird, gibt die Steuerung einen Öffnungsbefehl an den elektromagnetischen Betätigungsabschnitt des Schaltventils **11a**, einen Schließbefehl an den elektromagnetischen Betätigungsabschnitt des Schaltventils **11b** und einen Schaltbefehl an den elektromagnetischen Betätigungsabschnitt des Schaltventils **15** aus. Das Schaltventil **15** bewegt sich von der Position A in Position B. Ferner gibt die Steuerung einen Leistungslaufbefehl an den Motor-Generator **7** aus, um die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** als Hydraulikpumpe zu betreiben, sodass das von der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** geförderte Hydrauliköl über die Nebenleitung **33** und das Schaltventil **15** in die Hauptleitung **30** eingespeist wird.

[0090] Die Steuerung **20** gibt unterdessen einen Förderratenverringerbefehl an die Hubsteuervorrichtung 3a aus und führt eine Steuerung zum Verringern des Hubs der Hauptpumpe **3** durch, um so die Förderrate der Hauptpumpe **3** im Wesentlichen auf Null bis zu einer extrem geringen Förderrate zu reduzieren.

[0091] Wie oben beschrieben, ermittelt die Steuerung **20** den Förderdruck der Hauptpumpe **3**, wenn die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** weiterhin das Hydrauliköl bereitstellt, wie dies gemäß den Entscheidungskriterien aus **Fig. 3** definiert ist, wobei das die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** betreffende Förderdruck-Detektionssignal, welches von dem Drucksensor **18** erzeugt wird, verwendet wird.

[0092] Bezugnehmend auf **Fig. 3** führt die Steuerung **20** eine Steuerung zum Stoppen der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** aus, wenn beispielsweise die Menge der in der Elektrische-Energie-Speichervorrichtung **8** gespeicherten elektrischen Energie innerhalb des mittleren Referenzwertbereichs liegt und der Förderdruck der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** unterhalb des Referenzdrucks P_{th} liegt. Die Steuerung **20** gibt einen Schaltbefehl an den elektromagnetischen Betätigungsabschnitt des Schaltventils **15** aus, um das Schaltventil **15** aus der Position B in die Position A zu bewegen, und stoppt die Ausgabe des Leistungslaufbefehls an den Motor-Generator **7**.

[0093] Die Steuerung **20** stoppt die Ausgabe des Förderratenverringerbefehls an die Hub-Steuervorrichtung 3a und gibt einen Förderratenanhebebefehl an die Hub-Steuervorrichtung 3a aus, um so die Förderrate der Hauptpumpe **3** zurück auf das Niveau zu ändern, bei welchem das Schaltventil **15** sich in der A-Position befand. Wie oben beschrieben, kann der Treibstoffverbrauch des Antriebsmotors **1**, wel-

cher als der Motor zum Antreiben der Hauptpumpe **3** wirkt, durch die Ausführung der Steuerung zum Betätigen der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** reduziert werden.

[0094] Das zweite Ausführungsbeispiel der Baumaschine nach der vorliegenden Erfindung, welches oben beschrieben wurde, hat die gleichen Vorteile wie das erste Ausführungsbeispiel, was zuvor beschrieben wurde.

[0095] In den vorgenannten Ausführungsbeispielen führt die Steuerung eine Steuerung zum Betreiben der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** aus, wenn die Antriebseffizienz der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** nicht geringer als der vorgegebene Referenzwert ist, und führt eine Steuerung zum Stoppen der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** aus, wenn die Antriebseffizienz der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** niedriger als der vorgegebene Referenzwert ist. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf ein solches Schema begrenzt. Beispielsweise kann in einer Situation, in welcher die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** einer Antriebssteuerung unterworfen wird, wenn die Antriebseffizienz der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** nicht kleiner als der vorgegebene Referenzwert ist, eine andere Möglichkeit zum Durchführen der Steuerung zum Stoppen der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** gewählt werden.

[0096] Die vorgenannten Ausführungsbeispiele wurden unter der Annahme beschrieben, dass der Motor für die Hauptpumpe **3** den Antriebsmotor **1** und den Treibstofftank **2** umfasst. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf eine solche Konfiguration beschränkt. Beispielsweise kann der Motor für die Hauptpumpe **3** alternativ einen Elektromotor und eine Quelle elektrischer Leistung (Stromversorgung und Elektrische-Energie-Speichervorrichtung) umfassen. Eine solche alternative Konfiguration führt auch zu den gleichen Vorteilen wie die vorgenannten Ausführungsbeispiele.

[0097] Die vorgenannten Ausführungsbeispiele wurden unter der Annahme beschrieben, dass der Motor für die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** den Motor-Generator **7** und die Elektrische-Energie-Speichervorrichtung **8** umfasst. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf eine solche Konfiguration begrenzt. Beispielsweise kann der Motor für die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** alternativ eine Hydraulikpumpe/Motor-Einheit und eine Akkumulator umfassen. Ferner können entweder die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit oder die Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** nach dem ersten Ausführungsbeispiel vom Typ mit einstellbarem Hub sein, sodass das Verhältnis zwischen dem Druck des Akkumulators und dem Förderdruck der Hydraulikpumpe/Motor-Einheit **9** verändert werden kann.

Bezugszeichenliste

1	Antriebsmotor (erster Motor)
2	Treibstofftank
3	Hauptpumpe (erste Hydraulikpumpe)
4	Steuerventil
5	Auslegerbetätigungsregelventil
6	Auslegerzylinder (Aktuator)
7	Motor-Generator (zweiter Motor)
8	Elektrische-Energie-Speichervorrichtung (Energiespeichervorrichtung)
9	Hydraulikpumpe/Motor-Einheit (zweite Hydraulikpumpe)
10	Hydraulikölversorgungskreislauf
11a	Schaltventil
11b	Schaltventil
11c	Schaltventil (Hydraulikölschaltabschnitt)
12	Ablassventil
13	Ablassventil
14	Hydrauliköltank
15	Schaltventil (Hydraulikölschaltabschnitt)
16	Drucksensor (Förderdruck-Detektorvorrichtung)
17	Speichermengensensor für elektrische Energie (Energie-Detektorvorrichtung)
18	Drucksensor
20	Steuerung (Steuervorrichtung)
30	Hauptleitung
33	Nebenleitung

Patentansprüche

1. Baumaschine umfassend
 einen Aktuator (6);
 eine erste Hydraulikpumpe (3) zum Fördern von Hydrauliköl zum Betätigen des Aktuators (6);
 einen ersten Primärmotor (1) zum Antreiben der ersten Hydraulikpumpe (3);
 eine zweite Hydraulikpumpe (9) zum Fördern von Hydrauliköl zum Betätigen des Aktuators (6);
 einen zweiten Primärmotor (7) zum Antreiben der zweiten Hydraulikpumpe (9);
 eine Energiespeichervorrichtung (8) zum Speichern von Energie zum Antreiben des zweiten Primärmotors (7); und
 einen Hydraulikölversorgungskreislauf (10), welcher einen Hydraulikölschaltabschnitt (11c) umfasst, welcher das von der ersten Hydraulikpumpe (3) geförderte Hydrauliköl und das von der zweiten Hydraulikpumpe (9) geförderte Hydrauliköl verbindet.

likpumpe (9) geförderte Hydrauliköl aufnimmt und entweder eine Mischung der aufgenommenen Hydrauliköle oder ein ausgewähltes der aufgenommenen Hydrauliköle an den Aktuator (6) weiterleitet; **dadurch gekennzeichnet**, dass die Baumaschine eine Förderdruck-Detektionsvorrichtung (16) zum Detektieren eines Förderdrucks der ersten Hydraulikpumpe (3) umfasst oder eine Drehmoment-Detektionsvorrichtung zum Detektieren des Antriebsdrehmoments des zweiten Primärmotors (7), und die Baumaschine eine Steuervorrichtung umfasst, welche als Antriebseffizienz der zweiten Hydraulikpumpe (9) den Förderdruck der ersten Hydraulikpumpe (3), der von der Förderdruck-Detektionsvorrichtung erfasst wird, oder das Antriebsdrehmoment des zweiten Primärmotors (7), das von der Drehmoment-Detektionsvorrichtung detektiert wird, erfasst, und dann, wenn die Antriebseffizienz der zweiten Hydraulikpumpe (9) größer als ein vorausgewählter Einstellwert ist, einen Schaltbefehl an den Hydraulikölschaltabschnitt (11c) ausgibt sowie einen Antriebsbefehl an den zweiten Primärmotor (7), sodass der Hydraulikölschaltabschnitt (11c) das von der ersten Hydraulikpumpe (3) geförderte Hydrauliköl und das von der zweiten Hydraulikpumpe (9) geförderte Hydrauliköl aufnimmt und entweder die Mischung dieser beiden Hydrauliköle oder das von der zweiten Hydraulikpumpe (9) geförderte Hydrauliköl an den Aktuator (6) weiterleitet, und wenn die Antriebseffizienz der zweiten Hydraulikpumpe (9) kleiner als der vorausgewählte Einstellwert ist, einen Schaltbefehl an den Hydraulikölschaltabschnitt (11c) abgibt, um nur das von der ersten Hydraulikpumpe (3) geförderte Hydrauliköl in den Aktuator (6) einzuspeisen.

2. Baumaschine nach Anspruch 1, ferner umfassend:
eine Steuervorrichtung (20), die, wenn die Antriebseffizienz der zweiten Hydraulikpumpe (9) geringer als ein vorausgewählter Einstellwert ist, einen Schaltbefehl an den Hydraulikölschaltabschnitt (11c) und einen Rotationsgeschwindigkeitsverringerbefehl oder einen Stoppbefehl an den zweiten Primärmotor (7) ausgibt.

3. Baumaschine nach Anspruch 1 oder 2, ferner umfassend:
eine Output-Detektionsvorrichtung (17) zum Detektieren des Outputs der Energiespeichervorrichtung (8), wobei die Steuervorrichtung (20) den Output der Energiespeichervorrichtung (8) erfasst, der von der Output-Detektionsvorrichtung (17) detektiert wurde, den Antriebsbefehl an den zweiten Primärmotor (7) ausgibt, wenn das Verhältnis des Outputs der zweiten Hydraulikpumpe (9) zu dem Output der Energiespeichervorrichtung (8) größer als der vorgegebene Referenzwert ist, und den Rotationsgeschwindigkeitsverringerbefehl oder den Stoppbefehl an den zweiten Primärmotor (7) ausgibt, wenn das Verhältnis des

Outputs der zweiten Hydraulikpumpe (9) zu dem Output der Energiespeichervorrichtung (8) geringer als der vorgegebene Referenzwert ist, und wobei die Steuervorrichtung (20) den Schaltbefehl an den Hydraulikölschaltabschnitt (11c) ausgibt, sodass dieser das von der ersten Hydraulikpumpe (3) geförderte Hydrauliköl und das von der zweiten Hydraulikpumpe (9) geförderte Hydrauliköl aufnimmt und entweder eine Mischung dieser beiden Hydrauliköle oder das von der zweiten Hydraulikpumpe (9) geförderte Hydrauliköl an den Aktuator (6) weiterleitet, wenn das Verhältnis des Outputs der zweiten Hydraulikpumpe (9) zu dem Output der Energiespeichervorrichtung (8) größer als der vorgegebene Referenzwert ist, und das von der ersten Hydraulikpumpe (3) geförderte Hydrauliköl an den Aktuator (6) weiterleitet, wenn das Verhältnis des Outputs der zweiten Hydraulikpumpe (9) zu dem Output der Energiespeichervorrichtung (8) geringer als der vorgegebene Referenzwert ist.

4. Baumaschine nach Anspruch 3, wobei die Steuervorrichtung den Antriebsbefehl an den zweiten Primärmotor (7) ausgibt, wenn der Förderdruck der ersten Hydraulikpumpe (3) innerhalb des vorgegebenen Referenzdruckbereichs liegt, und den Rotationsgeschwindigkeitsverringerbefehl oder den Stoppbefehl an den zweiten Primärmotor (7) ausgibt, wenn der Förderdruck der ersten Hydraulikpumpe (3) außerhalb des vorgegebenen Referenzdruckbereichs liegt, und wobei die Steuervorrichtung (20) den Schaltbefehl an den Hydraulikölschaltabschnitt (11c) ausgibt, sodass dieser das von der ersten Hydraulikpumpe (3) geförderte Hydrauliköl und das von der zweiten Hydraulikpumpe (9) geförderte Hydrauliköl aufnimmt und entweder eine Mischung dieser beiden Hydrauliköle oder das von der zweiten Hydraulikpumpe (9) geförderte Hydrauliköl an den Aktuator (6) abgibt, wenn der Förderdruck der ersten Hydraulikpumpe (3) innerhalb des vorgegebenen Referenzdruckbereichs liegt, und das von der ersten Hydraulikpumpe (3) geförderte Hydrauliköl an den Aktuator (6) weiterleitet, wenn der Förderdruck der ersten Hydraulikpumpe (3) außerhalb des vorgegebenen Referenzdruckbereichs liegt.

5. Baumaschine nach einem der Ansprüche 2 bis 4, ferner umfassend:
eine Energie-Detektionsvorrichtung (17) zum Detektieren der Menge der in der Energiespeichervorrichtung (8) gespeicherten Energie, wobei die Steuervorrichtung (20) die Menge der in der Energiespeichervorrichtung (8) gespeicherten Energie erfasst, welche von der Energie-Detektionsvorrichtung (17) detektiert wurde, den Antriebsbefehl für den zweiten Primärmotor (7) ausgibt, wenn die Menge der in der Energiespeichervorrichtung (8) gespeicherten Energie größer als eine vorgegebene Referenzenergie ist, und den Rotationsgeschwindigkeits-

verringereungsbeehl oder den Stoppbeehl an den zweiten Primärmotor (7) ausgibt, wenn die Menge der in der Energiespeichervorrichtung (8) gespeicherten Energie niedriger als die vorgegebene Referenzenergie ist, und

wobei die Steuervorrichtung (20) den Schaltbeehl an den Hydraulikölschaltabschnitt (11c) ausgibt, sodass dieser das von der ersten Hydraulikpumpe (3) geförderte Hydrauliköl und das von der zweiten Hydraulikpumpe (9) geförderte Hydrauliköl aufnimmt und entweder eine Mischung dieser beiden Hydrauliköle oder das von der zweiten Hydraulikpumpe (9) geförderte Hydrauliköl an den Aktuator (6) weiterleitet, wenn die Menge der in der Energiespeichervorrichtung (8) gespeicherten Energie größer als die vorgegebene Referenzenergie ist, und das von der ersten Hydraulikpumpe (3) geförderte Hydrauliköl an den Aktuator (6) weiterleitet, wenn die Menge der in der Energiespeichervorrichtung (8) gespeicherten Energie niedriger als die vorgegebene Referenzenergie ist.

Es folgen 9 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

STAND DER TECHNIK

Fig. 1

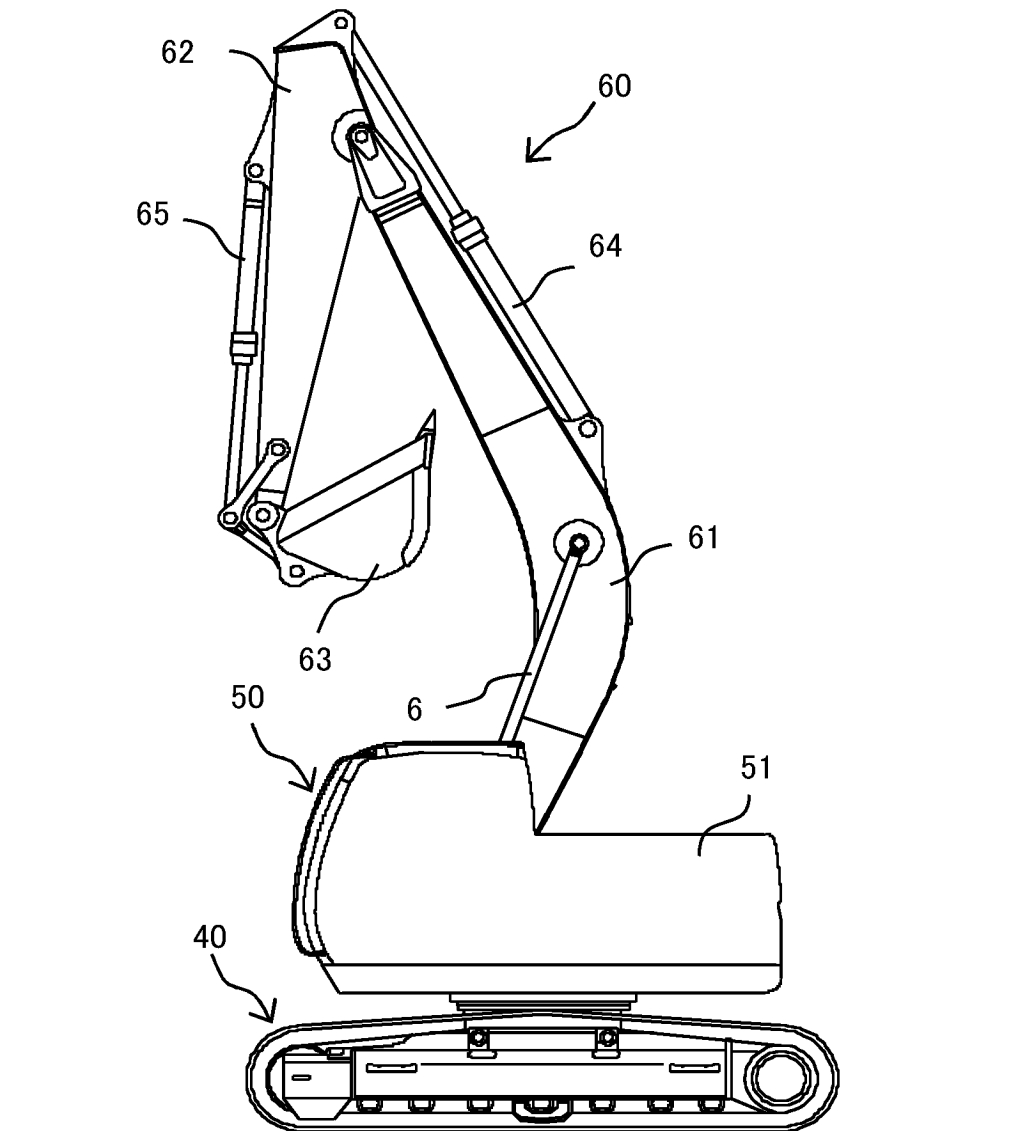


Fig. 2

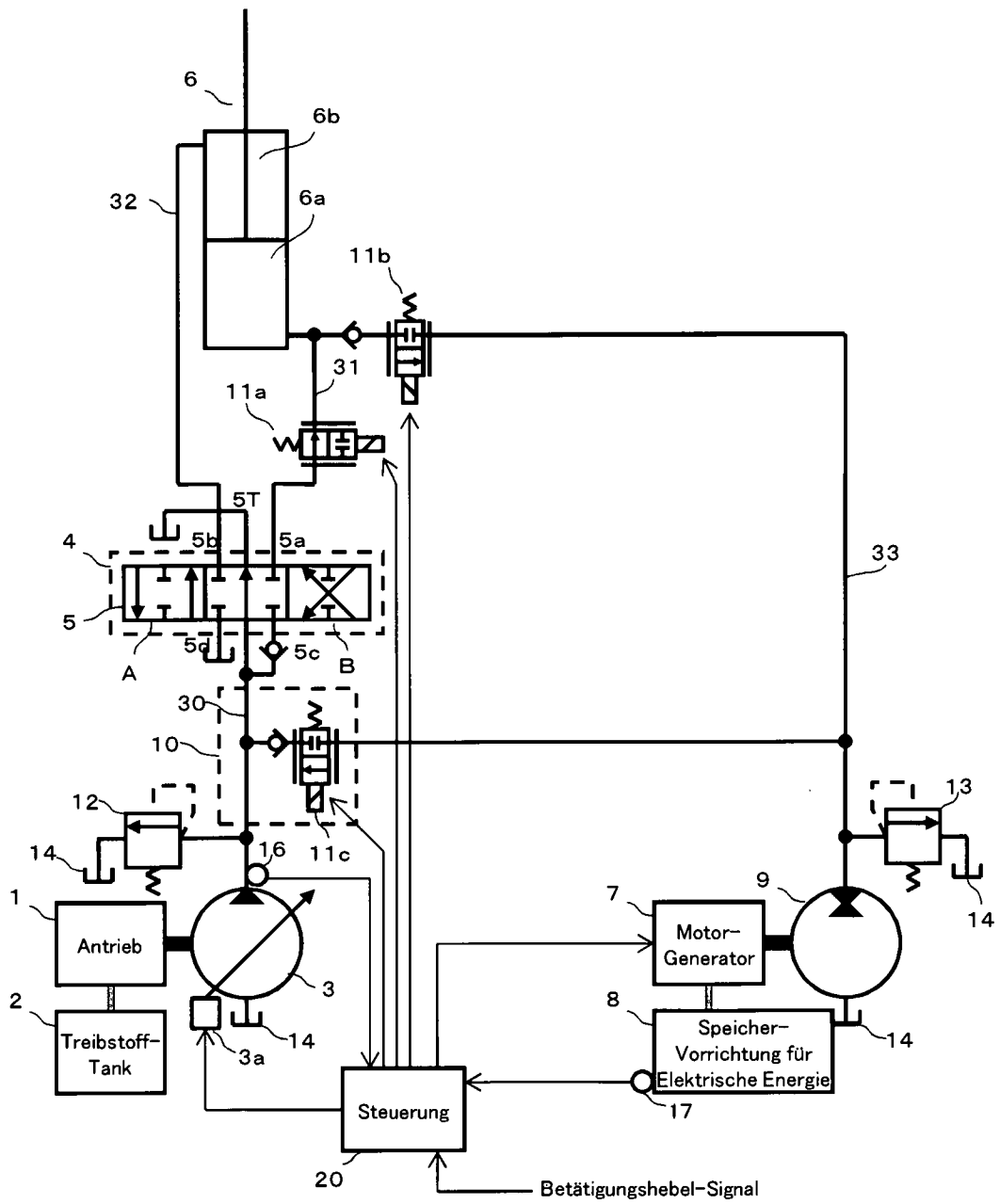


Fig. 3

Förderdruck Menge der gespeicherten elektrischen Energie	Niedrig	Hoch
Groß	Antrieb	Antrieb
Mittel	Stopp	Antrieb
Klein	Stopp	Stopp

Fig. 4

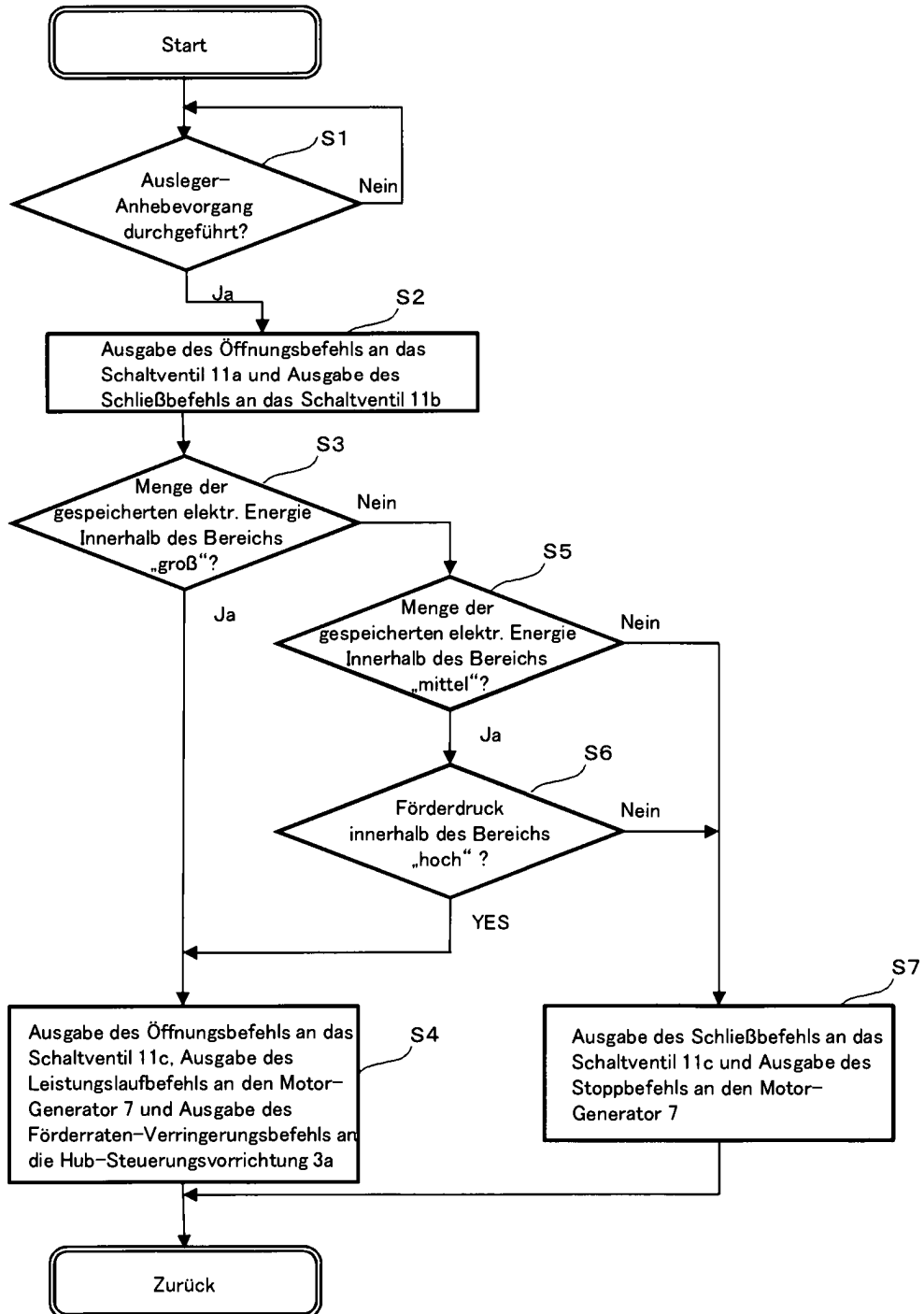


Fig. 5

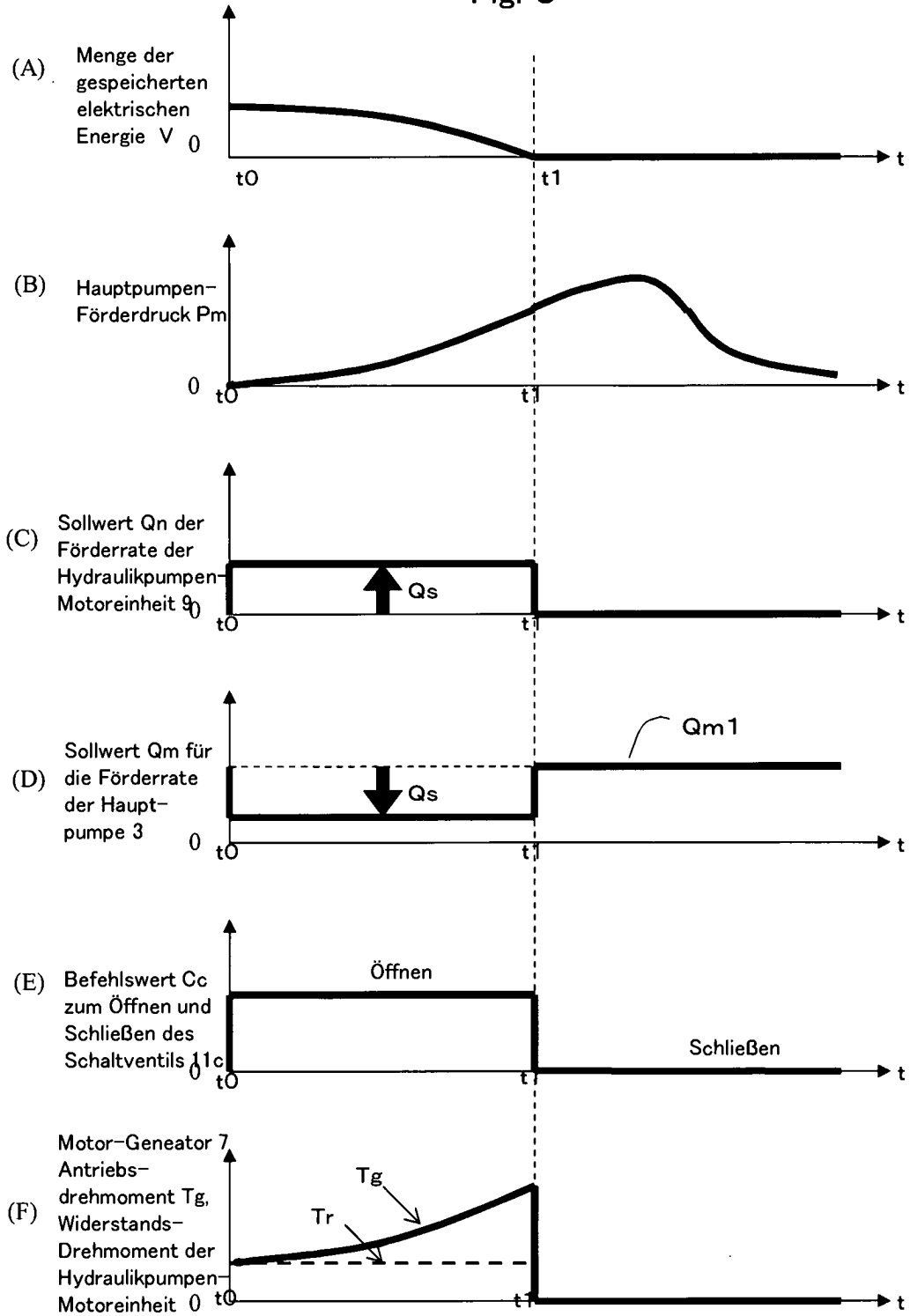
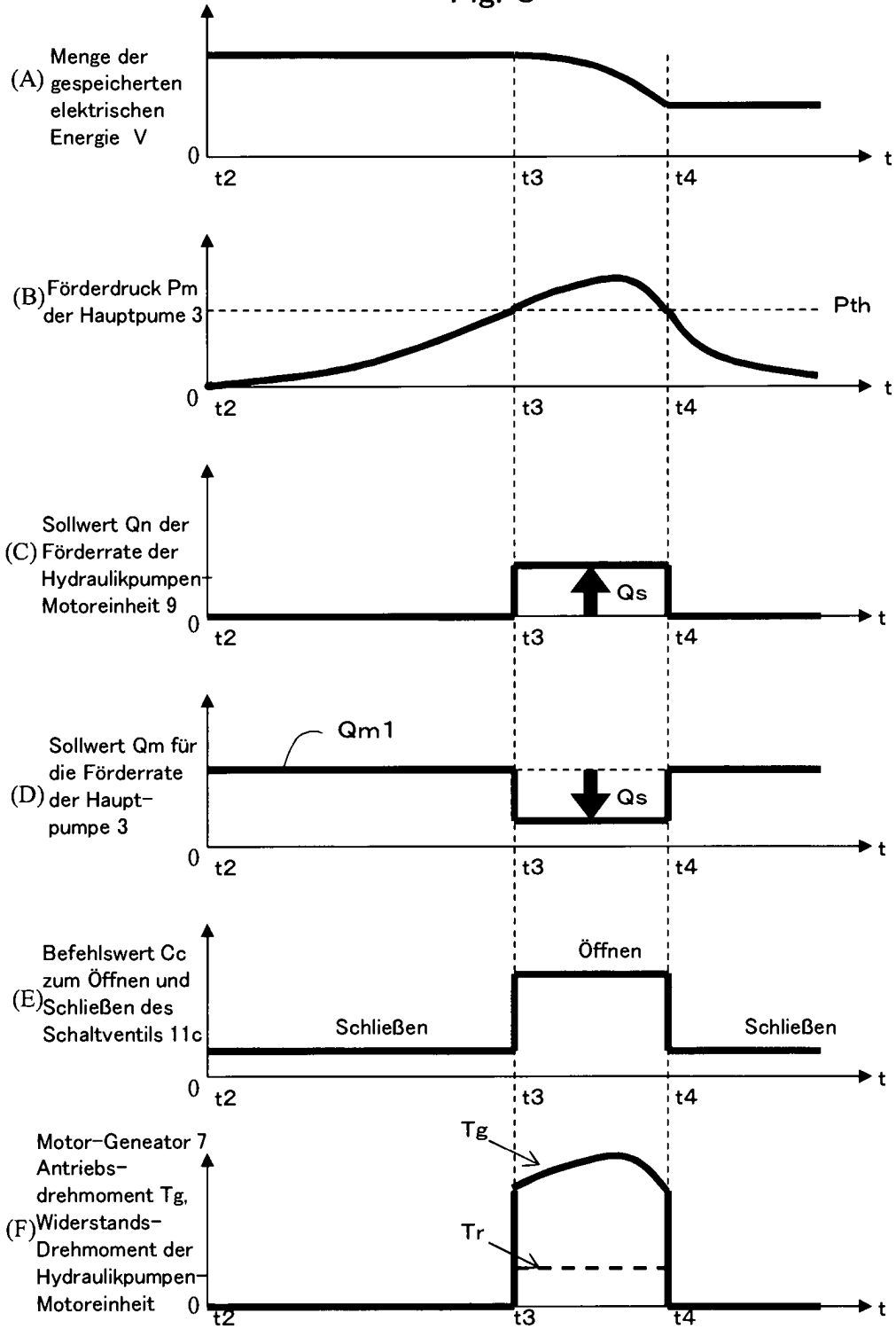


Fig. 6



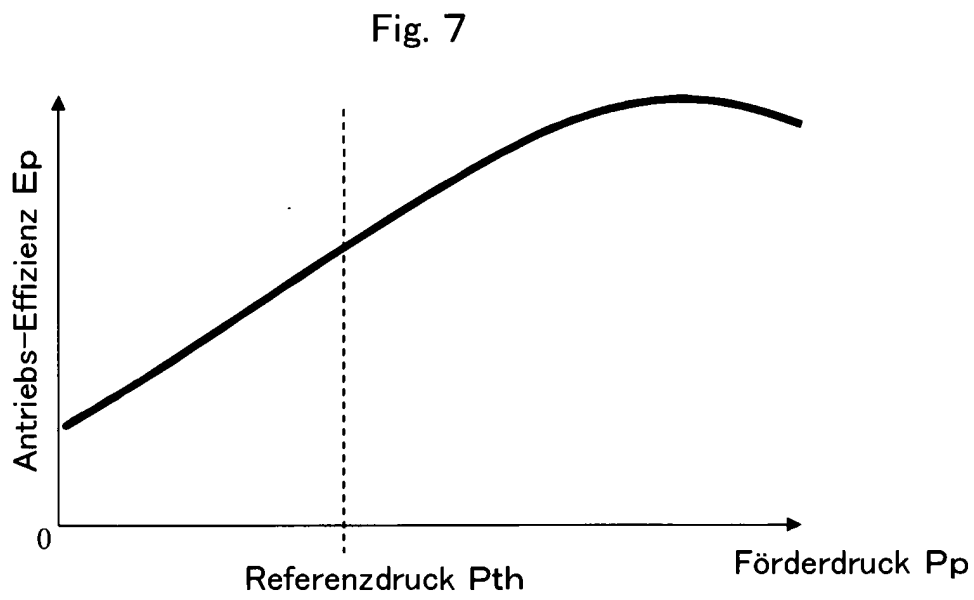


Fig. 8

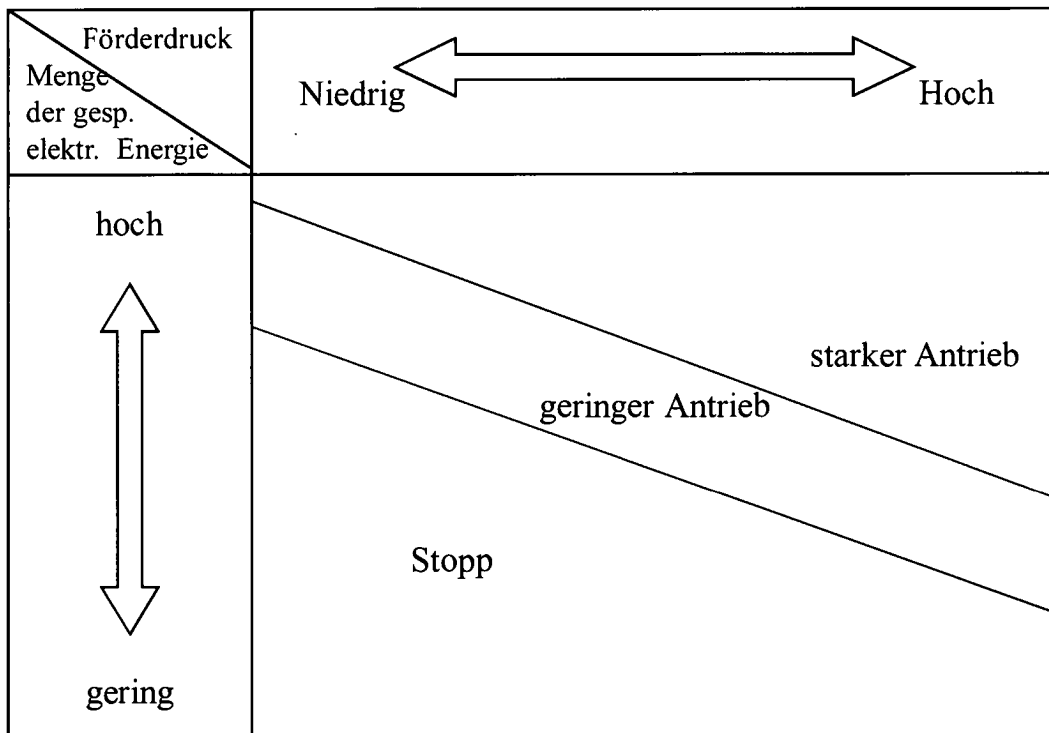


Fig. 9

