(19) **Bundesrepublik Deutschland**
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 697 22 312 T2** 2004.04.29

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 816 579 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 22 312.4**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 110 488.0**
(96) Europäischer Anmeldetag: **26.06.1997**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **07.01.1998**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **28.05.2003**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **29.04.2004**

(51) Int Cl.[7]: **E02F 3/43**
**E02F 9/22, E02F 9/26, E02F 9/20**

(30) Unionspriorität:
**16637896 26.06.1996 JP**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**DE, GB, IT**

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

(74) Vertreter:
**Beetz & Partner, 80538 München**

(72) Erfinder:
**Fujishima, Kazuo, Niihari-gun, Ibaraki-ken, JP;**
**Watanabe, Hiroshi, Ushiku-shi, Ibaraki-ken, JP;**
**Haga, Masakazu, Niihari-gun, Ibaraki-ken, JP;**
**Nakagawa, Takashi, Niihari-gun, Ibaraki-ken, JP**

(54) Bezeichnung: **Steuersystem einer Baumaschine**

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

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

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein in einer Baumaschine, beispielsweise einem hydraulischen Bagger, montiertes Steuersystem gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Ein derartiges Steuersystem ist in der EP 0537 349 A1 offenbart.

[0002] Bei einem hydraulischen Bagger werden vordere Elemente, wie ein Ausleger und ein Arm, die einen vorderen Aufbau bilden, von einem Bediener betätigt, der jeweilige Handsteuerhebel manipuliert. Da die vorderen Elemente über Gelenke zur relativen Drehung miteinander gekoppelt sind, ist es sehr schwierig, durch Betätigen der vorderen Elemente Ausschachtungsarbeiten innerhalb eines vorgegebenen Bereichs oder auf einer vorgegebenen Ebene auszuführen. Ebenso muß beim Ausführen von Ausschachtungsarbeiten in städtischen Gebieten, etc. große Sorgfalt darauf verwendet werden, zu verhindern, daß die vordere Vorrichtung mit umgebenden Objekten, beispielsweise elektrischen Leitungen und Wänden, in Berührung kommt.

[0003] Hinsichtlich des vorstehend erwähnten Stands der Technik wurden verschiedene Vorschläge zur Vereinfachung von Ausschachtungsarbeiten und zum Verhindern eines Zusammenstoßes des vorderen Aufbaus mit umgebenden Objekten gemacht.

[0004] Gemäß der JP-A-4-136324 wird beispielsweise an einer Position vor dem Erreichen eines Bereichs, in den nicht eingetreten werden darf, ein Verlangsamungsbereich eingestellt, und der vordere Aufbau wird durch Reduzieren eines über einen Steuerhebel eingegebenen Betätigungssignals verlangsamt, wenn ein Teil des vorderen Aufbaus, beispielsweise die Schaufel, in den Verlangsamungsbereich eintritt, und angehalten, wenn die Schaufel die Grenze des Bereichs erreicht, in den nicht eingetreten werden darf.

[0005] Auch gemäß der WO 95/30059 wird vorab ein auszuschachtender Bereich eingestellt, und ein Teil des vorderen Aufbaus, beispielsweise eine Schaufel, wird so gesteuert, daß ihre Bewegung nur in der Richtung zum Ausschachtungsbereich verlangsamt wird, wenn sich die Schaufel der Grenze des Ausschachtungsbereichs nähert, und entlang der Grenze des Ausschachtungsbereichs bewegt werden kann, ohne den Ausschachtungsbereich zu verlassen, wenn die Schaufel die Grenze des Ausschachtungsbereichs erreicht.

[0006] Gleichzeitig wird bei Maschinen, wie hydraulischen Baggern, bei denen Arbeitselemente durch Hydraulikdruck angetrieben werden, eine Hydraulikpumpe von einem Hauptantrieb gedreht, so daß sie Hydraulikfluid (Öl) zum Antreiben eines hydraulischen Stellglieds fördert. Wie bei normalen Kraftfahrzeugen erfordert eine derartige hydraulische Maschine beim Anlassen einen Aufwärmvorgang für den Primärantrieb. Um den Bediener zu informieren, daß sich die Maschine im Aufwärmvorgang befindet, enthält daher eine tatsächliche Maschine ein Thermometer zum Erfassen der Temperatur des Kühlwassers für den Primärantrieb und eine Aufwärmlampe. Die Aufwärmlampe wird eingeschaltet, wenn die Wassertemperatur nicht höher als ein vorgegebener Wert ist, und wird ausgeschaltet, wenn sie den vorgegebenen Wert überschreitet.

[0007] Im allgemeinen tendieren durch Hydraulikdruck angetriebene Maschinen zu einer temperaturabhängigen Verschlechterung des Ansprechverhaltens bei einer mechanischen Betätigung, da das Hydrauliköl bei niedrigen Temperaturen eine gesteigerte Viskosität aufweist. Dies gilt auch für das vorstehend erwähnte Steuersystem für den vorderen Aufbau. Wenn die Temperatur des Hydrauliköls extrem niedrig ist, führt dies zu einer Verringerung der Steuerungsgenauigkeit aufgrund einer Reaktionsverzögerung der hydraulischen Vorrichtungen. Genauer kann sich bei einem System, daß zum Ausführen der vorstehend erwähnten Steuerung des vorderen Aufbaus vorgesehen ist, das Schaufelende insbesondere dann über die Grenze des eingestellten Bereichs hinausbewegen und in den unzulässigen Bereich gelangen, wenn ein Steuerhebel abrupt betätigt wird, während sich das Schaufelende in der Nähe der Grenze des eingestellten Bereichs befindet.

[0008] Ebenso enthalten hydraulische Maschinen, wie hydraulische Bagger, wie vorstehend erwähnt eine Aufwärmleuchte, die eingeschaltet wird, wenn die Temperatur des Kühlwassers für einen Primärantrieb nicht höher als ein vorgegebener Wert ist. Das Kühlwasser für den Primärantrieb wird jedoch vom Primärantrieb erwärmt, wogegen das Hydrauliköl bei hydraulischen Maschinen von dem Drosselverlust erwärmt wird, der verursacht wird, wenn das Öl durch Rohre, verschiedene Ventile, etc. strömt. Anders ausgedrückt entspricht die Temperatur des Kühlwassers für den Primärantrieb nicht direkt der Temperatur des Hydrauliköls. Daher reicht die Information, die nur durch Ein- oder Ausschalten der Aufwärmleuchte vermittelt wird, nicht aus, daß der Bediener beurteilen kann, ob die Steuerung des vorderen Aufbaus ausgeführt werden kann, und um das vorstehend ausgeführte Problem zu lösen.

[0009] In der erwähnten EP 0 537 349 A1 ist ein hydraulisches Antriebssystem einer Baumaschine mit besonderen Ventilen zum Verhindern von Rückschwingbewegungen eines schwenkbaren Elements eines vorderen Aufbaus mit mehreren Gelenken offenbart. Dieses System umfaßt ferner einen Temperatursensor zur Erfassung der Temperatur des Hydrauliköls und eine Steuereinheit zum Antreiben eines Auswahlventils nach Maßgabe der Ausgangssignale des Temperatursensors, wobei das Auswahlventil in seine Sperrstellung geschaltet wird, wenn die erfaßte Öltemperatur niedriger als ein vorab eingestellter Wert ist. Wenn die Baumaschine in einer Umgebung mit niedrigen Temperaturen auf einem geneigten Boden betätigt wird, wird der Bediener ohne anomale Aktion aufgehalten.

[0010] Es ist die Aufgabe der Erfindung, die Sicher-

heit und Zuverlässigkeit der Steuerung eines vorderen Aufbaus einer Baumaschine mit mehreren Gelenken in einem Temperaturbereich zu verbessern, der niedriger als die normale Betriebstemperatur ist.

[0011] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0012] Durch die vorliegende Erfindung wird ein Steuersystem für einen vorderen Aufbau geschaffen, das auf einer Baumaschine installiert ist, die einen vorderen Aufbau mit mehreren Gelenken aufweist, der aus mehreren, in vertikaler Richtung drehbaren, vorderen Elementen, mehreren hydraulischen Stellgliedern zum jeweiligen Antreiben der mehreren vorderen Elemente und mehreren, entsprechend jeweiligen, über mehrere Betätigungseinrichtungen eingegebenen Signalen angetriebenen, hydraulischen Steuerventilen zum Steuern der Strömungsmengen des den mehreren hydraulischen Stellgliedern zugeführten Hydrauliköls aufgebaut ist, wobei das Steuersystem für den vorderen Aufbau den vorderen Aufbau so steuert, daß er in einem vorab eingestellten Bereich bewegt wird, und eine Öltemperaturerfassungseinrichtung zum Erfassen der Temperatur des Hydrauliköls und eine Warneinrichtung zum Bestimmen, in welchen von mindestens drei Öltemperaturbereichen einschließlich eines ersten Öl-temperaturbereichs, eines zweiten Öltemperaturbereichs, der höher als der erste Öltemperaturbereich ist, und eines dritten Öltemperaturbereichs, der höher als der zweite Öltemperaturbereich ist, die von der Öltemperaturerfassungseinrichtung erfaßte Temperatur des Hydrauliköls fällt, und zur Ausgabe verschiedener Warnsignale für den ersten Öltemperaturbereich und den zweiten Öltemperaturbereich umfaßt, wenn die Temperatur des Hydrauliköls im ersten oder im zweiten Öltemperaturbereich liegt.

[0013] Durch dieses Merkmal kann der Bediener seine Arbeit verrichten, wobei er erkennt, ob die Öltemperatur, die ein wesentlicher Faktor bei der Bedienung von Baumaschinen ist, niedrig ist oder nicht und in welches Niveau in den unteren Bereichen die Öltemperatur gegenwärtig fällt. Genauer wird der Bediener, wenn die Öltemperatur im (ziemlich niedrigen) zweiten Öltemperaturbereich liegt, durch das Warnsignal gewarnt, so daß er die Baumaschine unter Berücksichtigung einer Verminderung des Ansprechverhaltens sorgfältig betätigen und die Arbeit mit der verbesserten Steuerung ausführen kann. Wenn die Öltemperatur im (sehr niedrigen) ersten Öltemperaturbereich liegt, wird der Bediener von dem Warnsignal aufgefordert, die Arbeit auf eine Weise auszuführen, die normalerweise bei einer Betätigung der Betätigungseinrichtungen ohne Nutzung der Steuerung für den vorderen Aufbau erreicht wird, weil die Steuerung für den vorderen Aufbau für ein derart niedriges Temperaturniveau nicht geeignet ist. Dementsprechend kann die Steuerung des vorderen Aufbaus selbst dann genau und sicher ausgeführt werden, wenn die Temperatur des Hydrauliköls niedrig ist.

[0014] Vorzugsweise umfaßt die Warneinrichtung eine Warnungsanzeigeeinrichtung, die es einem Bediener ermöglicht, die Warnung visuell zu erkennen, und die Warnung wird ausgegeben, indem die Warnungsanzeigeeinrichtung aktiviert wird.

[0015] Durch diese Eigenschaft kann der Bediener erkennen, ob die Öltemperatur niedrig ist oder nicht und auf welchem Niveau unter den niedrigeren Bereichen die Öltemperatur gegenwärtig liegt.

[0016] Ferner gibt die Warneinrichtung die Warnung vorzugsweise kontinuierlich aus, wenn die Temperatur des Hydrauliköls im ersten Öltemperaturbereich liegt, und intermittierend, wenn die Temperatur des Hydrauliköls im zweiten Öltemperaturbereich liegt.

[0017] Durch dieses Merkmal kann der Bediener bei einer niedrigen Öltemperatur unterscheiden, ob die Öltemperatur im ersten oder im zweiten Öltemperaturbereich liegt.

[0018] Vorzugsweise gibt die Warneinrichtung die Warnung in Intervallen aus, die sich mit bei einer Verringerung der Öltemperatur verkleinern, wenn die Temperatur des Hydrauliköls im zweiten Öltemperaturbereich liegt.

[0019] Durch dieses Merkmal kann der Bediener erkennen, auf welchem Niveau innerhalb des zweiten Öltemperaturbereichs die Öltemperatur gegenwärtig liegt, wenn die Öltemperatur im zweiten Öltemperaturbereich liegt, der ein ziemlich niedriges Niveau angibt.

[0020] Die Warneinrichtung gibt die Warnung aus und setzt gleichzeitig die Steuerung des vorderen Aufbaus aus, wenn die Temperatur des Hydrauliköls im ersten Öltemperaturbereich liegt.

[0021] Durch dieses Merkmal wird zwangsweise verhindert, daß die Steuerung des vorderen Aufbaus aktiviert wird, wenn die Öltemperatur sehr niedrig ist. Daher wird verhindert, daß die Steuerung des vorderen Aufbaus irrtümlicher Weise trotz einer sehr niedrigen Öltemperatur ausgeführt wird.

[0022] Die mehreren Bedieneinrichtungen gehören dem mit einem hydraulischen Steuerdruck arbeitenden Typ an, bei dem den mehreren hydraulischen Steuerventilen zum Ansteuern der entsprechenden Steuerventile über jeweilige Steuerleitungen von den Eingangsgrößen der Betätigungseinrichtungen abhängige Steuerdrücke zugeführt werden, und die Einrichtung zur Erfassung der Öltemperatur ist zur Erfassung der Temperatur des Hydrauliköls in der einen Steuerleitung in einer der Steuerleitungen der hydraulischen Steuerventile angeordnet, die an der Steuerung des vorderen Aufbaus beteiligt sind.

[0023] Durch dieses Merkmal ist es möglich, die Steuerung des vorderen Aufbaus auf der Grundlage der Informationen genau und sicher auszuführen, weil der Bediener Informationen hinsichtlich der Öltemperatur in der Steuerleitung erhält, in der die Öltemperatur schwer zu erhöhen ist und die direkt an der Steuerung des vorderen Aufbaus beteiligt ist.

[0024] Vorzugsweise umfaßt die Warnungsanzeigeeinrichtung eine Warnleuchte, die auf einer kasten-

förmigen Steuerkonsole in einer Kabine angeordnet ist.

[0025] Durch dieses Merkmal kann der Bediener den Zustand der Öltemperatur einschätzen, während er auf dem Bedienersitz sitzt. Dies ist für den Bediener hinsichtlich der akkuraten und sicheren Steuerung des vorderen Aufbaus vorteilhaft.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0026] **Fig.** 1 ist ein Diagramm, das ein Steuersystem für den vorderen Aufbau gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zusammen mit einem entsprechenden hydraulischen Antriebssystem zeigt;

[0027] **Fig.** 2 ist eine Ansicht, die das Erscheinungsbild eines hydraulischen Baggers zeigt, für den die vorliegende Erfindung verwendet wird;

[0028] **Fig.** 3 ist ein funktionales Blockdiagramm, das die Steuerfunktionen einer Steuereinheit zeigt;

[0029] **Fig.** 4 ist eine seitliche Ansicht zur Erläuterung der Methode zur Einstellung eines Ausschachtungsbereichs zur Verwendung für eine bereichsbeschränkende Ausschachtungssteuerung gemäß der ersten Ausführungsform;

[0030] **Fig.** 5 ist ein Diagramm, das die Beziehung zwischen dem Abstand eines Schaufelendes von der Grenze eines eingestellten Bereichs und einem Grenzwert für die Geschwindigkeit des Schaufelendes zeigt, wobei die Beziehung bei der Bestimmung des Grenzwerts verwendet wird;

[0031] **Fig.** 6 ist eine veranschaulichende Ansicht, die Differenzen zwischen dem Vorgang der Veränderung einer auslegerabhängigen Geschwindigkeit des Schaufelendes in einem Fall, in dem das Schaufelende innerhalb des eingestellten Bereichs angeordnet ist, einem Fall, in dem das Schaufelende auf der Grenze des eingestellten Bereichs angeordnet ist, und einem Fall zeigt, in dem das Schaufelende außerhalb des eingestellten Bereichs angeordnet ist;

[0032] **Fig.** 7 ist eine veranschaulichende Ansicht zur Erläuterung des Konzepts, auf dessen Grundlage ein Öltemperaturerfassungs- und Berechnungsabschnitt die Bereiche der Öltemperatur in drei Öltemperaturbereiche unterteilt;

[0033] **Fig.** 8 ist ein Ablaufdiagramm, das die Verarbeitungsschritte zeigt, die in dem Öltemperaturerfassungs- und Berechnungsabschnitt ausgeführt werden;

[0034] **Fig.** 9 ist eine veranschaulichende Ansicht, die ein Beispiel einer Stelle zeigt, entlang das Schaufelende bei einer modifizierten Betätigung bewegt wird, wenn es sich innerhalb des eingestellten Bereichs befindet;

[0035] **Fig.** 10 ist eine veranschaulichende Ansicht, die ein Beispiel einer Stelle zeigt, entlang das Schaufelende bei einer modifizierten Betätigung bewegt wird, wenn es sich außerhalb des eingestellten Bereichs befindet;

[0036] **Fig.** 11 ist ein Diagramm, das ein Steuersystem für den vorderen Aufbau für eine Baumaschine gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zusammen mit dem entsprechenden hydraulischen Antriebssystem zeigt; und

[0037] **Fig.** 12 ist eine Ansicht, die eine Ausführungsform einer Steuerkonsole zur Verwendung mit dem erfindungsgemäßen Steuersystem für den vorderen Aufbau zeigt.

[0038] Unter Bezugnahme auf die **Fig.** 1 bis 10 werden nachstehend mehrere Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beschrieben, bei denen die Erfindung auf ein bereichsbegrenzendes Ausschachtungssteuersystem für einen hydraulischen Bagger anwendet wird.

[0039] Gemäß **Fig.** 1 weist ein hydraulischer Bagger, auf den die vorliegende Erfindung angewendet wird, eine Hydraulikpumpe **2**, mehrere durch Hydraulikfluid (Öl) von der Hydraulikpumpe **2** angetriebene hydraulische Stellglieder einschließlich eines Auslegerzylinders **3a**, eines Armzylinders **3b**, eines Schaufelzylinders **3c**, eines Schwenkmotors **3d** und eines linken und eines rechten Verfahrmotors **3e**, **3f**, mehrere, jeweils den hydraulischen Stellgliedern **3a**–**3f** zugeordnete Steuerhebeleinheiten **4a**–**4f**, mehrere, zwischen die Hydraulikpumpe **2** und die mehreren, hydraulischen Stellglieder **3a**–**3f** geschaltete und nach Maßgabe jeweiliger über die Steuerhebeleinheiten **4a**–**4f** eingegebener Betätigungssignale gesteuerte Stromventile **5a**–**5f** zur Steuerung jeweiliger Strömungsmengen des den hydraulischen Stellgliedern **3a**–**3f** zugeführten Hydraulikfluids und ein Entlastungsventil **6** auf, das geöffnet wird, wenn der Druck zwischen der Hydraulikpumpe **2** und den Stromventilen **5a**–**5f** einen vorab eingestellten Wert übersteigt. Die vorstehend aufgezählten Bauteile bilden zusammen ein hydraulisches Antriebssystem zum Antreiben angetriebener Elemente des hydraulischen Baggers.

[0040] Wie in **Fig.** 2 gezeigt, besteht der hydraulische Bagger aus einem vorderen Aufbau **1A** mit mehreren Gelenken, der einen Ausleger **1a**, einen Arm **1b** und eine Schaufel **1c** umfaßt, die jeweils in vertikaler Richtung drehbar sind, und einem Körper **1B** mit einem oberen Aufbau 1 d und einem Fahrgestell **1e**. Der Ausleger **1a** des vorderen Aufbaus **1A** wird an seinem Basisende von einem vorderen Abschnitt des oberen Aufbaus **1d** gehalten. Der Ausleger **1a**, der Arm **1b**, die Schaufel **1c**, der obere Aufbau 1 d und das Fahrgestell **1e** dienen als angetriebene Elemente, die jeweils von dem Auslegerzylinder **3a**, dem Armzylinder **3b**, dem Schaufelzylinder **3c**, dem Schwenkmotor **3d** und dem linken und dem rechten Verfahrmotor **3e**, **3f** angetrieben werden. Die angetriebenen Elemente werden nach Maßgabe der Anweisungen von den Steuerhebeleinheiten **4a**–**4f** betätigt.

[0041] Ferner gehören die Steuerhebeleinheiten **4a**–**4f** dem mit einem hydraulischen Steuerdruck arbeitenden Typ an und erzeugen jeweils in Abhängigkeit von der Eingangsgröße und -richtung bei der Ma-

nipulation der Steuerhebel **40a**–**40f** durch den Bediener einen Steuerdruck, der dem entsprechenden hydraulischen Antriebsabschnitt **50a** –**55b** der Stromventile **5a**–**5f** über Steuerleitungen **44a**–**49b** zugeführt wird, wodurch die Stromventile angesteuert werden.

[0042] Der wie vorstehend erläutert aufgebaute hydraulische Bagger ist mit einem bereichsbegrenzenden Ausschachtungssteuersystem gemäß dieser Ausführungsform ausgestattet. Das Steuersystem umfaßt eine Einstelleinrichtung 7 zum vorherigen Erteilen einer Anweisung zum Einstellen eines Ausschachtungsbereichs, in dem sich ein vorgegebener Teil des vorderen Aufbaus, beispielsweise das Ende der Schaufel **1c**, zu Ausschachtungszwecken bewegen darf, in Abhängigkeit von der geplanten Arbeit, jeweils an den Schwenkpunkten des Auslegers **1a**, des Arms **1b** und der Schaufel **1c** angeordnete Winkelsensoren **8a**, **8b**, **8c** zur Erfassung jeweiliger Drehwinkel des Auslegers **1a**, des Arms **1b** und der Schaufel **1c** als die Position und Stellung des vorderen Aufbaus betreffende Statusvariablen, einen Neigungswinkelsensor **8d** zur Erfassung des Neigungswinkels des Körpers **1B** nach vorne und hinten, einen Öltemperatursensor **13** zur Erfassung der Temperatur des Hydrauliköls und zur Ausgabe eines der erfaßten Temperatur entsprechenden Signals, in den Steuerleitungen **45a**, **45b** der Steuerhebeleinheit **4b** für den Arm angeordnete Drucksensoren **61a**, **61b** zur Erfassung jeweiliger Steuerdrücke, die die Eingangsgröße repräsentieren, um die die Steuerhebeleinheit **4b** betätigt wurde, eine Warnlampe **14**, ein auf der Seite seines Primäranschlusses mit einer Steuerpumpe **43** verbundenes, elektromagnetisches Proportionalventil **10a** zum Reduzieren des Steuerdrucks von der Steuerpumpe **43** nach Maßgabe eines daran angelegten elektrischen Signals und zur Ausgabe des reduzierten Steuerdrucks, ein an die Steuerleitung **44a** der Steuerhebeleinheit **4a** für den Ausleger und die Seite des sekundären Anschlusses des elektromagnetischen Proportionalventils **10a** angeschlossenes Wechselventil **12** zur Auswahl des höheren unter dem Steuerdruck in der Steuerleitung **44a** und dem von dem elektromagnetischen Proportionalventil **10a** zugeführten Steuerdruck und zum Beaufschlagen des hydraulischen Antriebsabschnitts **50a** des Stromventils **5a** mit dem ausgewählten Druck, ein in der Steuerleitung **44b** der Steuerhebeleinheit **4a** für den Ausleger angeordnetes elektromagnetisches Proportionalventil **10b** zum Reduzieren des Steuerdrucks in der Steuerleitung **44b** nach Maßgabe eines daran angelegten elektrischen Signals und zur Ausgabe des reduzierten Steuerdrucks und eine Steuereinheit 9 zum Empfangen eines Einstellsignals von der Einstellvorrichtung **7** und der Erfassungssignale von den Winkelsensoren **8a**, **8b**, **8c**, dem Neigungswinkelsensor **8d**, dem Öltemperatursensor **13** und den Drucksensoren **61a**, **61b**, zum Einstellen des Ausschachtungsbereichs, in dem das Ende der Schaufel **1c** bewegt werden darf, zum Ausgeben von elektrischen Signalen zum Modifizieren der Betätigungssignale an die elektromagnetischen Proportionalventile **10a**, **10b** zum Ausführen einer Steuerung zur Ausschachtung innerhalb eines begrenzten Bereichs und zum Einschalten der Warnlampe **14** zur Ausgabe einer Warnung bei einer verringerten Temperatur des Hydrauliköls.

[0043] Die Einstellvorrichtung **7** weist eine auf einer Steuerkonsole oder einem Griff angeordnete Bedieneinrichtung, wie einen Schalter, zur Ausgabe eines Einstellsignals an die Steuereinheit **9** zur Vorgabe der Einstellung des Ausschachtungsbereichs auf. Weitere geeignete Hilfsmittel, wie eine Anzeige, können auf der Steuerkonsole vorgesehen sein. Als Alternative kann die Einstellung des Ausschachtungsbereichs durch andere geeignete Verfahren, wie die Verwendung von IC-Karten, Strichcodes, Lasern und drahtloser Kommunikation, veranlaßt werden.

[0044] Der Öltemperatursensor **13** kann überall angeschlossen sein, solange die Temperatur des Hydrauliköls erfaßt werden kann. Bei dieser Ausführungsform ist der Sensor **13** beispielhaft mit einer Leitung auf der Eingangsseite der Hydraulikpumpe **2** verbunden.

[0045] **Fig.** 3 zeigt Steuerfunktionen der Steuereinheit **9**. Die Steuereinheit **9** hat verschiedene Funktionen, die von einem Abschnitt **9a** zur Berechnung der Stellung des vorderen Aufbaus, einem Abschnitt **9b** zur Berechnung der Bereichseinstellung, einem Abschnitt **9c** zur Berechnung eines Grenzwerts für die Geschwindigkeit des Schaufelendes, einem Abschnitt **9d** zur Berechnung der Geschwindigkeit des Armzylinders, einem Abschnitt **9e** zur Berechnung der armabhängigen Geschwindigkeit des Schaufelendes, einem Abschnitt **9f** zur Berechnung eines Grenzwerts für die auslegerabhängige Geschwindigkeit des Schaufelendes, einem Abschnitt **9g** zur Berechnung eines Grenzwerts für die Geschwindigkeit des Auslegerzylinders, einem Abschnitt **9h** zur Berechnung eines Grenzwerts für den Steuerdruck für den Ausleger, einem Abschnitt **9p** zur Erfassung und Berechnung der Öltemperatur, einem Abschnitt **9q** zur Berechnung der Steuerung der LED, einem Abschnitt **9r** zur Berechnung eines Umschaltens der bereichsbegrenzenden Steuerung und einem Abschnitt **9i** zur Berechnung eines Befehls für den Ausleger ausgeführt werden.

[0046] Der Abschnitt **9a** zur Berechnung der Stellung des vorderen Aufbaus berechnet die Position und die Stellung des vorderen Aufbaus **1A** auf der Grundlage der jeweiligen, von den Winkelsensoren **8a**–**8c** erfaßten Drehwinkel des Auslegers, des Arms und der Schaufel sowie des vom Neigungswinkelsensor **8d** erfaßten Neigungswinkels des Körpers **1B** nach vorne und hinten.

[0047] Der Abschnitt **9b** zur Berechnung der Bereichseinstellung führt nach Maßgabe einer Anweisung von der Einstellvorrichtung **7** eine Berechnung zum Einstellen des Ausschachtungsbereichs aus, innerhalb dessen das Ende der Schaufel **1c** bewegt

werden kann. Die Berechnung der Einstellung kann entweder durch eine direkte Programmierung oder durch eine numerische Eingabe erfolgen. Ein Beispiel für eine Methode zum Einstellen des Ausschachtungsbereichs durch direkte Programmierung wird unter Bezugnahme auf **Fig.** 4 beschrieben.

[0048] Gemäß **Fig.** 4 wird, nachdem das Ende der Schaufel **1c** vom Bediener durch Betätigen des vorderen Aufbaus auf die Position eines Punkts P bewegt wurde, als Reaktion auf eine Anweisung von der Einstellvorrichtung **7** die aktuelle Position des Endes der Schaufel **1c** berechnet. Dann wird auf der Grundlage eines von der Einstellvorrichtung **7** vorgegebenen Neigungswinkels ζ die Grenze L des begrenzten Ausschachtungsbereichs eingestellt.

[0049] Hierbei sind im Speicher der Steuereinheit **9** verschiedene Abmessungen des vorderen Aufbaus **1A** und des Körpers **1B** gespeichert, und der Abschnitt **9b** zur Berechnung der Bereichseinstellung berechnet in Zusammenarbeit mit dem Abschnitt **9a** zur Berechnung der Stellung des vorderen Aufbaus auf der Grundlage der gespeicherten Daten, der von den Winkelsensoren **8a**, **8b**, **8c** erfaßten Drehwinkel und des vom Neigungswinkelsensor **8d** erfaßten Neigungswinkels des Körpers **1B** die Position des Punkts P. Zu diesem Zeitpunkt wird die Position des Punkts P als Koordinatenwerte auf einem XY-Koordinatensystem bestimmt, dessen Ursprung beispielsweise durch den Schwenkpunkt des Auslegers **1a** definiert wird. Das XY-Koordinatensystem ist ein rechtwinkliges Koordinatensystem, das am Körper **1B** festgelegt ist und in einer vertikalen Ebene liegt.

[0050] Dann leitet der Abschnitt **9b** zur Berechnung der Bereichseinstellung auf der Grundlage der Position des Punkts P und des von der Einstellvorrichtung **7** vorgegebenen Neigungswinkels ζ eine Formel einer geraden Linie ab, die die Grenze L des begrenzten Ausschachtungsbereichs ausdrückt, und erstellt ein XaYa-Koordinatensystem, dessen Ursprung auf der geraden Linie angeordnet ist und dessen eine Achse durch die gerade Linie definiert wird, beispielsweise ein XaYa-Koordinatensystem, dessen Ursprung durch den Punkt P definiert wird. Ferner bestimmt der Berechnungsabschnitt **9b** Umwandlungsdaten aus dem XY-Koordinatensystem in das XaYa-Koordinatensystem.

[0051] Der Abschnitt **9c** zur Berechnung eines Grenzwerts für die Geschwindigkeit des Schaufelendes berechnet abhängig vom Abstand D zwischen dem Schaufelende und der Grenze L einen Grenzwert a für die zur Grenze L des eingestellten Bereichs vertikale Komponente der Geschwindigkeit des Schaufelendes. Diese Berechnung wird durch vorheriges Speichern der in **Fig.** 5 gezeigten Beziehung im Speicher der Steuereinheit **9** und Herauslesen der gespeicherten Beziehung ausgeführt.

[0052] In **Fig.** 5 repräsentiert die horizontale Achse den Abstand D zwischen dem Schaufelende und der Grenze L des eingestellten Bereichs, und die vertikale Achse repräsentiert den Grenzwert a der zur Grenze L vertikalen Komponente der Geschwindigkeit des Schaufelendes. Wie bei dem XaYa-Koordinatensystem sind der Abstand D auf der horizontalen Achse und der Grenzwert a für die Geschwindigkeit auf der vertikalen Achse in der Richtung von außerhalb des eingestellten Bereichs zum Inneren des eingestellten Bereichs jeweils als positiv (+) definiert. Die Beziehung zwischen dem Abstand D und dem Grenzwert a ist so eingestellt, daß eine zum Abstand D proportionale Geschwindigkeit in der negativen Richtung (-) als Grenzwert a der zur Grenze L vertikalen Komponente der Geschwindigkeit des Schaufelendes gegeben ist, wenn sich das Schaufelende innerhalb des eingestellten Bereichs befindet, und daß eine zum Abstand D proportionale Geschwindigkeit in der positiven Richtung (+) als Grenzwert a der zur Grenze L vertikalen Komponente der Geschwindigkeit des Schaufelendes gegeben ist, wenn sich das Schaufelende außerhalb des eingestellten Bereichs befindet. Dementsprechend wird das Schaufelende innerhalb des eingestellten Bereichs nur verlangsamt, wenn die die zur Grenze L vertikale Komponente der Geschwindigkeit des Schaufelendes den Grenzwert in der negativen Richtung (-) überschreitet, und außerhalb des eingestellten Bereichs erfolgt eine Beschleunigung des Schaufelendes in der positiven Richtung (+).

[0053] Es wird darauf hingewiesen, daß die Beziehung zwischen dem Abstand D zwischen dem Schaufelende und der Grenze L des eingestellten Bereichs und dem Grenzwert a für die Geschwindigkeit des Schaufelendes, obwohl sie vorstehend als linear proportional beschrieben wurde, nicht auf das obige Beispiel begrenzt ist, sondern auf jede andere von unterschiedlichen geeigneten Arten eingestellt werden kann.

[0054] Der Abschnitt **9d** zur Berechnung der Geschwindigkeit des Armzylinders schätzt die Geschwindigkeit des Armzylinders auf der Grundlage eines von dem Drucksensor **61a**, **61b** erfaßten Befehlswerts (des Steuerdrucks), mit dem das Stromventil **5b** für den Arm beaufschlagt wird, und der Strömungsmengenkennlinie des Stromventils **5b**.

[0055] Der Abschnitt **9e** zur Berechnung der armabhängigen Geschwindigkeit des Schaufelendes berechnet auf der Grundlage der Geschwindigkeit des Armzylinders und der vom Abschnitt **9a** zur Berechnung der Stellung des vorderen Aufbaus bestimmten Position und Stellung des vorderen Aufbaus **1A** die armabhängige Geschwindigkeit b des Schaufelendes.

[0056] Der Abschnitt **9f** zur Berechnung eines Grenzwerts für die auslegerabhängige Geschwindigkeit des Schaufelendes wandelt die vom Berechnungsabschnitt **9e** bestimmte armabhängige Geschwindigkeit b des Schaufelendes unter Verwendung der vom Abschnitt **9b** zur Berechnung der Bereichseinstellung bestimmten Umwandlungsdaten aus dem XY-Koordinatensystem in das XaYa-Koordinatensystem um und berechnet die armabhängigen

Geschwindigkeiten ($b_x$, $b_y$) des Schaufelendes und anschließend auf der Grundlage des vom Berechnungsabschnitt **9c** bestimmten Grenzwerts a der zur Grenze L vertikalen Komponente der Geschwindigkeit des Schaufelendes und der zur Grenze L vertikalen Komponente by der armabhängigen Geschwindigkeit des Schaufelendes den Grenzwert c der zur Grenze L vertikalen Komponente der auslegerabhängigen Geschwindigkeit des Schaufelendes. Dieser Prozeß wird nun unter Bezugnahme auf **Fig.** 6 beschrieben.

[0057] Gemäß **Fig.** 6 liefert die Differenz ($a - b_y$) zwischen dem vom Abschnitt **9c** zur Berechnung eines Grenzwerts für die Geschwindigkeit des Schaufelendes bestimmten Grenzwert a der zur Grenze L vertikalen Komponente der Geschwindigkeit des Schaufelendes und der vom Abschnitt **9e** zur Berechnung der armabhängigen Geschwindigkeit des Schaufelendes bestimmten, zur Grenze L vertikalen Komponente $b_y$ der armabhängigen Geschwindigkeit b des Schaufelendes einen Grenzwert c der zur Grenze L vertikalen Komponente der auslegerabhängigen Geschwindigkeit des Schaufelendes. Dann berechnet der Abschnitt **9f** zur Berechnung eines Grenzwerts für die auslegerabhängige Geschwindigkeit des Schaufelendes anhand der Formel c = a –by den Grenzwert c.

[0058] Die Bedeutung des Grenzwerts c wird für den Fall, in dem sich das Schaufelende innerhalb des eingestellten Bereichs befindet, den Fall, in dem sich das Schaufelende auf der Grenze des eingestellten Bereichs befindet, und den Fall, in dem sich das Schaufelende außerhalb des eingestellten Bereichs befindet, jeweils separat beschrieben.

[0059] Wenn sich das Schaufelende innerhalb des eingestellten Bereichs befindet, wird die Geschwindigkeit des Schaufelendes auf den zum Abstand D zwischen dem Schaufelende und der Grenze L proportionalen Grenzwert a der zur Grenze L vertikalen Komponente der Geschwindigkeit des Schaufelendes begrenzt, und daher wird die zur Grenze L vertikale Komponente der auslegerabhängigen Geschwindigkeit des Schaufelendes auf c (= a – by) begrenzt. Wenn die zur Grenze L vertikale Komponente by der armabhängigen Geschwindigkeit b des Schaufelendes c übersteigt, wird daher der Ausleger auf c verlangsamt.

[0060] Wenn sich das Schaufelende auf der Grenze L des eingestellten Bereichs befindet, wird der Grenzwert a der zur Grenze L vertikalen Komponente der Geschwindigkeit des Schaufelendes auf 0 eingestellt, und die armabhängige Geschwindigkeit b des Schaufelendes aus dem eingestellten Bereich heraus wird durch den kompensierenden Vorgang des Anhebens des Auslegers mit der Geschwindigkeit c ausgeglichen. Dadurch wird die zur Grenze L vertikale Komponente by der Geschwindigkeit des Schaufelendes 0.

[0061] Befindet sich das Schaufelende außerhalb des eingestellten Bereichs, wird die zur Grenze L vertikale Komponente der Geschwindigkeit des Schaufelendes proportional zum Abstand D zwischen dem Schaufelende und der Grenze L auf die nach oben gerichtete Geschwindigkeit a begrenzt. Dadurch wird der kompensierende Vorgang des Anhebens des Auslegers mit der Geschwindigkeit c stets ausgeführt, so daß das Schaufelende in den eingestellten Bereich zurückgeführt wird.

[0062] Der Abschnitt **9g** zur Berechnung eines Grenzwerts für die Geschwindigkeit des Auslegerzylinders berechnet mittels einer Koordinatenumwandlung unter Verwendung der vorstehend erwähnten Umwandlungsdaten auf der Grundlage des Grenzwerts c der zur Grenze L vertikalen Komponente der auslegerabhängigen Geschwindigkeit des Schaufelendes und der Position und Stellung des vorderen Aufbaus **1A** einen Grenzwert für die Geschwindigkeit des Auslegerzylinders.

[0063] Der Abschnitt **9h** zur Berechnung eines Grenzwerts für den Steuerdruck für den Ausleger bestimmt auf der Grundlage der Strömungsmengenkennlinien des Stromventils **5a** für den Ausleger einen dem vom Berechnungsabschnitt **9g** bestimmten Grenzwert für die Geschwindigkeit des Auslegerzylinders entsprechenden Grenzwert für den Steuerdruck für den Ausleger.

[0064] Der Abschnitt **9p** zur Erfassung und Berechnung der Öltemperatur wandelt ein Signal von dem Öltemperatursensor **13** auf der Grundlage einer vorab angelegten Tabelle in eine Öltemperatur um. Ebenso werden, wie in **Fig.** 7 gezeigt, vorab Schwellenwerte $T_1$, $T_2$ im Berechnungsabschnitt **9p** eingestellt, um den Öltemperaturbereich in einen ersten Öltemperaturbereich A, der das niedrigste Niveau repräsentiert, einen zweiten Öltemperaturbereich B, der ein verhältnismäßig niedriges Niveau repräsentiert, und einen dritten Öltemperaturbereich C zu unterteilen, der ein normales Niveau repräsentiert. Der Berechnungsabschnitt **9p** führt einen Warnungssteuerungsprozeß aus, indem er die erfaßte Öltemperatur mit den Schwellenwerten $T_1$, $T_2$ vergleicht.

[0065] Die Einzelheiten des Warnungssteuerungsprozesses sind in **Fig.** 8 in einem Ablaufdiagramm dargestellt. Gemäß **Fig.** 8 wird, wenn die erfaßte Öltemperatur im ersten Öltemperaturbereich A liegt, ein Prozeß zum Veranlassen eines durchgehenden Leuchtens der Warnlampe **14** ausgeführt (Schritte 100 → 110 → 120). Liegt die erfaßte Öltemperatur im zweiten Öltemperaturbereich B, wird ein Prozeß zum Veranlassen eines Blinkens der Warnlampe **14** ausgeführt (100 → 110 → 130 → 140). Wenn die erfaßte Öltemperatur im dritten Öltemperaturbereich C liegt, wird ein Prozeß zum Ausschalten der Warnlampe **14** ausgeführt (Schritte 100 → 110 → 130 → 150).

[0066] Entsprechend dem Ergebnis des vom Abschnitt **9p** zur Erfassung und Berechnung der Öltemperatur ausgeführten Prozesses veranlaßt der Abschnitt **9q** zur Berechnung der Steuerung der LED ein durchgehendes Leuchten der Warnlampe **14**, wenn die erfaßte Öltemperatur im ersten Öltempera-

turbereich A liegt, wodurch der Bediener informiert wird, daß die Öltemperatur ziemlich niedrig ist. Wenn die erfaßte Öltemperatur im zweiten Öltemperaturbereich B liegt, veranlaßt der Berechnungsabschnitt **9q** ein Blinken der Warnlampe **14**, wodurch der Bediener informiert wird, daß die Öltemperatur etwas niedrig ist. Wenn die Öltemperatur im dritten Öltemperaturbereich liegt, schaltet der Berechnungsabschnitt **9q** die Warnlampe **14** ab, wodurch der Bediener informiert wird, daß die Öltemperatur ein normales Niveau hat.

[0067] Liegt die erfaßte Öltemperatur im zweiten Öltemperaturbereich B, führt der Berechnungsabschnitt 9q zudem einen Prozeß zum Verändern des Intervalls aus, mit dem die Warnlampe im zweiten Öltemperaturbereich B blinkt. Wird davon ausgegangen, daß der erfaßte Wert der Öltemperatur T ist ($T_1 < T < T_2$), das Blinkintervall bei einer Öltemperatur nahe dem ersten Öltemperaturbereich A $t_1$ ist, das Blinkintervall bei einer Öltemperatur nahe dem dritten Öltemperaturbereich C $t_2$ ist und das Sollblinkintervall t ist, bestimmt der Berechnungsabschnitt **9qt** anhand der folgenden Formel:

$$T = ((T - T_1)/T_2 - T_1))(t_2 - t_1) + t_1$$

[0068] Durch den vorstehend beschriebenen Prozeß kann der Bediener durch Bewerten des Intervalls, mit dem die Warnlampe **14** blinkt, einschätzen, ob sich die Öltemperatur näher an der höheren oder an der niedrigeren Seite des zweiten Öltemperaturbereichs B befindet.

[0069] Der Abschnitt **9r** zur Berechnung eines Umschaltens der bereichsbegrenzenden Steuerung gibt als Grenzwert für den Steuerdruck für den Ausleger den maximalen Wert aus, wenn die erfaßte Öltemperatur im ersten Öltemperaturbereich A liegt, und unverändert den vom Berechnungsabschnitt **9h** berechneten Wert, wenn die erfaßte Öltemperatur im zweiten Öltemperaturbereich B bzw. im dritten Öltemperaturbereich C liegt. Hierbei bedeutet das Einstellen des Grenzwerts für den Steuerdruck für den Ausleger auf den maximalen Wert, daß die bereichsbegrenzende Ausschachtungssteuerung ausgesetzt wird.

[0070] Der Abschnitt **9i** zur Berechnung eines Befehls für den Ausleger empfängt den Grenzwert für den Steuerdruck vom Berechnungsabschnitt **9r**, und wenn der empfangene Grenzwert positiv ist, legt er eine dem Grenzwert entsprechende Spannung an das elektromagnetische Proportionalventil **10a** auf der Seite für das Anheben des Auslegers an, wodurch der Steuerdruck, mit dem der hydraulische Antriebsabschnitt **50a** des Stromventils **5a** beaufschlagt wird, auf diesen Grenzwert begrenzt wird, wogegen er eine Spannung von 0 an das elektromagnetische Proportionalventil **10b** auf der Seite für das Absenken des Auslegers anlegt, wodurch der Steuerdruck, mit dem der hydraulische Antriebsabschnitt **50b** des Stromventils **5a** beaufschlagt wird, auf null (0) eingestellt wird. Ist der empfangene Grenzwert negativ, gibt der Abschnitt **9i** zur Berechnung eines Befehls für den Ausleger eine dem Grenzwert entsprechende Spannung an das elektromagnetische Proportionalventil **10b** auf der Seite für das Absenken des Auslegers aus, wodurch der Steuerdruck, mit dem der hydraulische Antriebsabschnitt **50b** des Stromventils **5a** beaufschlagt wird, auf diesen Grenzwert begrenzt wird, und er gibt eine Spannung von 0 an das elektromagnetische Proportionalventil **10a** auf der Seite für ein Anheben des Auslegers aus, wodurch der Steuerdruck, mit dem der hydraulische Antriebsabschnitt **50a** des Stromventils **5a** beaufschlagt wird, auf null (0) eingestellt wird.

[0071] Bei der vorstehend beschriebenen Konstruktion bilden der Öl-temperatursensor **13**, der Abschnitt **9p** zur Erfassung und Berechnung der Öltemperatur und der Abschnitt **9q** zur Berechnung der Steuerung der LED der Steuereinheit **9** sowie die Warnlampe 14 gemeinsam einen Öltemperaturindikator, durch den die Steuerung des vorderen Aufbaus selbst bei einer niedrigen Temperatur des Hydrauliköls genau und sicher ausgeführt werden kann.

[0072] Die Funktionsweise der Ausführungsform mit dem vorstehend erläuterten Aufbau wird nachstehend im Zusammenhang mit mehreren Arbeitspeispielen beschrieben, d. h. für einen Fall, in dem der Steuerhebel der Steuerhebeleinheit **4a** für den Ausleger mit der Absicht eines Positionierens des Schaufelendes in der Auslegerabsenkrichtung zum Absenken des Auslegers betätigt wird (d. h. für den Vorgang des Absenkens des Auslegers) und für einen Fall, in dem der Steuerhebel der Steuerhebeleinheit **4b** für den Arm mit der Absicht, den Boden zum Körper hin aufzugraben, in der Armanziehrichtung zum Anziehen des Arms betätigt wird (d. h. für den Vorgang des Anziehens des Arms).

[0073] Wenn der Steuerhebel der Steuerhebeleinheit **4a** für den Ausleger in der Absicht, das Schaufelende zu positionieren, in der Richtung zum Absenken des Auslegers betätigt wird, wird der hydraulische Antriebsabschnitt **50b** des Stromventils **5a** auf der Seite für das Absenken des Auslegers über die Steuerleitung **44b** mit einem den Befehlswert von der Steuerhebeleinheit **4a** repräsentierenden Steuerdruck beaufschlagt. Gleichzeitig berechnet der Abschnitt **9c** zur Berechnung eines Grenzwerts für die Geschwindigkeit des Schaufelendes auf der Grundlage der in **Fig.** 5 gezeigten Beziehung einen zum Abstand D zwischen dem Schaufelende und der Grenze L des eingestellten Bereichs proportionalen Grenzwert a (< 0) für die Geschwindigkeit des Schaufelendes, der Abschnitt **9f** zur Berechnung eines Grenzwerts für die auslegerabhängige Geschwindigkeit des Schaufelendes berechnet einen Grenzwert c = a (< 0) für die auslegerabhängige Geschwindigkeit des Schaufelendes, und der Abschnitt **9h** zur Berechnung eines Grenzwerts für den Steuerdruck für den Ausleger berechnet einen dem Grenzwert c entsprechenden negativen Grenzwert für den Steuerdruck

für den Ausleger. Dann gibt der Abschnitt **9i** zur Berechnung eines Befehls für den Ausleger eine dem berechneten Grenzwert entsprechende Spannung an das elektromagnetische Proportionalventil **10b** aus, wodurch der auf den hydraulischen Antriebsabschnitt **50b** des Stromventils **5a** auf der Seite für das Absenken des Ausleger aufgebrachte Steuerdruck begrenzt wird, und er gibt auch eine Spannung von 0 an das elektromagnetische Proportionalventil **10a** aus, um den auf den hydraulischen Antriebsabschnitt **50a** des Stromventils **5a** auf der Seite für ein Anheben des Auslegers aufgebrachten Steuerdruck auf null (0) einzustellen. Wenn das Schaufelende hierbei weit von der Grenze L des eingestellten Bereichs entfernt ist, hat der vom Berechnungsabschnitt **9h** bestimmte Grenzwert für den Steuerdruck für den Ausleger einen absoluten Wert, der größer als der des Steuerdrucks von der Steuerhebeleinheit **4a** ist, und daher gibt das elektromagnetische Proportionalventil **10b** den Steuerdruck von der Steuerhebeleinheit **4a** unverändert aus. Dementsprechend wird der Ausleger abhängig vom Steuerdruck von der Steuerhebeleinheit **4a** allmählich nach unten bewegt.

[0074] Wenn der Ausleger allmählich nach unten bewegt wird und das Schaufelende sich der Grenze L des eingestellten Bereichs nähert, wie vorstehend erwähnt, wird der vom Berechnungsabschnitt **9f** berechnete Grenzwert c = a (< 0) der auslegerabhängigen Geschwindigkeit des Schaufelendes erhöht (sein absoluter Wert |a| bzw. |c| wird verringert), und der absolute Wert des entsprechenden, vom Berechnungsabschnitt **9h** berechneten Grenzwerts für den Befehl für den Ausleger (< 0) wird verringert. Wenn der absolute Wert des Grenzwerts dann kleiner als der Befehlswert von der Steuerhebeleinheit **4a** wird und die vom Abschnitt **9i** zur Berechnung eines Befehls für den Ausleger an das elektromagnetische Proportionalventil **10b** ausgegebene Spannung entsprechend verringert wird, verringert das elektromagnetische Proportionalventil **10b** den Steuerdruck von der Steuerhebeleinheit **4a** und gibt ihn dann aus, um den auf den hydraulischen Antriebsabschnitt **50b** des Stromventils **5a** auf der Seite zum Absenken des Auslegers aufgebrachten Steuerdruck abhängig vom Grenzwert c allmählich zu begrenzen. Dadurch wird die Geschwindigkeit, mit der der Ausleger gesenkt wird, allmählich verringert, wenn sich das Schaufelende der Grenze L des eingestellten Bereichs nähert, und der Ausleger wird angehalten, wenn das Schaufelende die Grenze L des eingestellten Bereichs erreicht. Dadurch kann das Schaufelende leicht und gleichmäßig positioniert werden.

[0075] Wenn sich das Schaufelende über die Grenze L des eingestellten Bereichs hinaus bewegt hat, wird vom Berechnungsabschnitt **9c** auf der Grundlage der in **Fig.** 5 gezeigten Beziehung als zum Abstand D zwischen dem Schaufelende und der Grenze L des eingestellten Bereichs proportionaler Grenzwert a (= c) für die Geschwindigkeit des Schaufelendes ein positiver Wert berechnet, und der Abschnitt **9i** zur Berechnung eines Befehls für den Ausleger gibt eine dem Grenzwert c entsprechende Spannung an das elektromagnetische Proportionalventil **10a** aus, damit der hydraulische Antriebsabschnitt **50a** des Stromventils **5a** auf der Seite für das Anheben des Auslegers mit einem dem Grenzwert a entsprechendem Steuerdruck beaufschlagt wird. Dadurch wird der Ausleger zur Rückführung ins Innere des eingestellten Bereichs mit einer zum Abstand D proportionalen Geschwindigkeit angehoben und dann angehalten, wenn das Schaufelende zur Grenze L des eingestellten Bereichs zurückgeführt wurde. Dadurch kann das Schaufelende gleichmäßiger positioniert werden.

[0076] Wenn der Steuerhebel der Steuerhebeleinheit **4b** für den Arm mit der Absicht, den Boden zum Körper hin aufzugraben, in der Richtung für ein Anziehen des Arms betätigt wird, wird ferner ein den Befehlswert von der Steuerhebeleinheit **4b** repräsentierender Steuerdruck auf den hydraulischen Antriebsabschnitt **51a** des Stromventils **5b** auf der Seite für das Anziehen des Arms aufgebracht, wodurch der Arm abwärts auf den Körper zu bewegt wird. Gleichzeitig wird der Steuerdruck von der Steherhebeleinheit **4b** von dem Drucksensor **61a** erfaßt und in den Berechnungsabschnitt **9d** eingegeben, der die Geschwindigkeit des Armzylinders berechnet. Dann berechnet der Berechnungsabschnitt **9e** die armabhängige Geschwindigkeit b des Schaufelendes. Andererseits berechnet der Berechnungsabschnitt **9c** auf der Grundlage der in **Fig.** 5 gezeigten Beziehung einen zum Abstand D zwischen dem Schaufelende und der Grenze L des eingestellten Bereichs proportionalen Grenzwert a (< 0) für die Geschwindigkeit des Schaufelendes, und der Berechnungsabschnitt **9f** berechnet den Grenzwert c = a – by für die auslegerabhängige Geschwindigkeit des Schaufelendes. Wenn das Schaufelende hierbei so weit von der Grenze L des eingestellten Bereichs entfernt ist, daß die Bedingung a < by (|a| > $|b_y|$) erfüllt ist, wird vom Berechnungsabschnitt **9f** ein negativer Wert als Grenzwert c berechnet. Daher gibt der Abschnitt **9i** zur Berechnung eines Befehls für den Ausleger eine dem berechneten Grenzwert entsprechende Spannung an das elektromagnetische Proportionalventil **10b** aus, wodurch der auf den hydraulischen Antriebsabschnitt **50b** des Stromventils **5a** auf der Seite für ein Absenken des Auslegers aufgebrachte Steuerdruck begrenzt wird, und er gibt auch eine Spannung von 0 an das elektromagnetische Proportionalventil **10a** aus, um den auf den hydraulischen Antriebsabschnitt **50a** des Stromventils **5a** auf der Seite für ein Anheben des Auslegers aufgebrachten Steuerdruck auf null (0) einzustellen. Da die Steuerhebeleinheit **4a** zu diesem Zeitpunkt nicht betätigt wird, wird auf den hydraulischen Antriebsabschnitt **50b** des Stromventils **5a** kein Steuerdruck aufgebracht. Dadurch wird der Arm abhängig vom Steuerdruck von der Steuerhebeleinheit **4b** allmählich auf den Körper zu bewegt.

[0077] Wenn der Arm allmählich zum Körper be-

wegt wird und sich das Schaufelende, wie vorstehend erwähnt, der Grenze L des eingestellten Bereichs nähert, wird der vom Berechnungsabschnitt **9c** berechnete Grenzwert a für die Geschwindigkeit des Schaufelendes gesteigert (sein absoluter Wert a wird verringert). Wenn der Grenzwert a dann größer als die vom Berechnungsabschnitt **9e** berechnete, zur Grenze L vertikale Komponente by der armabhängigen Geschwindigkeit b des Schaufelendes wird, wird vom Berechnungsabschnitt **9f** als Grenzwert c = a – by für die auslegerabhängige Geschwindigkeit des Schaufelendes ein positiver Wert berechnet. Daher gibt der Abschnitt **9i** zur Berechnung eines Befehls für den Ausleger eine dem Grenzwert c entsprechende Spannung an das elektromagnetische Proportionalventil **10a** auf der Seite für das Anheben des Auslegers aus, wodurch der auf den hydraulischen Antriebsabschnitt **50a** des Stromventils **5a** aufgebrachte Steuerdruck auf diesen Grenzwert begrenzt wird, und er gibt auch eine Spannung von 0 an das elektromagnetische Proportionalventil 10b auf der Seite für das Absenken des Auslegers aus, um den auf den hydraulischen Antriebsabschnitt **50b** des Stromventils **5a** aufgebrachten Steuerdruck auf null (0) einzustellen. Dementsprechend wird der Vorgang des Anhebens des Auslegers zur Modifikation der Geschwindigkeit des Schaufelendes ausgeführt, so daß die zur Grenze L vertikale Komponente der Geschwindigkeit des Schaufelendes proportional zum Abstand D zwischen dem Schaufelende und der Grenze L allmählich begrenzt wird. Dadurch wird eine Richtungsänderungssteuerung ausgeführt, bei der die zur Grenze L paral-lele Komponente $b_x$ der armabhängigen Geschwindigkeit des Schaufelendes unverändert bleibt und die zur Grenze L vertikale Komponente der Geschwindigkeit nach Maßgabe des Grenzwerts c verändert wird, wie in **Fig.** 9 gezeigt, wodurch das Ausführen einer Ausschachtung entlang der Grenze L des eingestellten Bereichs ermöglicht wird.

[0078] Hat sich das Schaufelende über die Grenze L des eingestellten Bereichs hinaus bewegt, wird vom Berechnungsabschnitt **9c** auf der Grundlage der in **Fig.** 5 gezeigten Beziehung als zum Abstand D zwischen dem Schaufelende und der Grenze L des eingestellten Bereichs proportionaler Grenzwert a der Geschwindigkeit des Schaufelendes ein positiver Wert berechnet, der vom Berechnungsabschnitt **9f** berechnete Grenzwert c = a – by (> 0) der auslegerabhängigen Geschwindigkeit des Schaufelendes wird proportional zum Grenzwert a erhöht, und die vom Abschnitt **9i** zur Berechnung eines Befehls für den Ausleger an das elektromagnetische Proportionalventil **10a** auf der Seite für das Anheben des Auslegers ausgegebene Spannung wird abhängig vom Grenzwert c erhöht. Hat sich das Schaufelende aus dem eingestellten Bereich herausbewegt, wird daher der Vorgang des Anhebens des Auslegers ausgeführt, um die Geschwindigkeit des Schaufelendes so zu verändern, daß das Schaufelende mit einer zum Abstand D proportionalen Geschwindigkeit in den eingestellten Bereichs zurückgeführt wird. Daher erfolgt eine Ausschachtung, bei der die zur Grenze L parallele Komponente $b_x$ der armabhängigen Geschwindigkeit des Schaufelendes unverändert bleibt und die zur Grenze L vertikale Komponente der Geschwindigkeit nach Maßgabe des Grenzwerts c verändert wird, wobei das Schaufelende allmählich zurückgeführt und entlang der Grenze L des eingestellten Bereichs bewegt wird, wie in **Fig.** 10 gezeigt. Dementsprechend kann die Ausschachtung entlang der Grenze L des eingestellten Bereichs nur durch Anziehen des Arms gleichmäßig ausgeführt werden.

[0079] Der vorstehend erwähnte Vorgang wird ausgeführt, wenn die Temperatur des Hydrauliköls im zweiten Öltemperaturbereich B oder im dritten Öltemperaturbereich C liegt. Genauer leuchtet die Warnlampe **14** nicht, wenn die Temperatur des Hydrauliköls im dritten Öl-temperaturbereich C liegt, was es dem Bediener ermöglicht, zu erkennen, daß die Öltemperatur nicht niedrig ist. Dann kann der Bediener den Vorgang des Absenkens des Auslegers und den Vorgang des Anziehens des Arms bedenkenlos unter der bereichsbegrenzenden Ausschachtungssteuerung ausführen. Wenn die Temperatur des Hydrauliköls im zweiten Öltemperaturbereich B liegt, blinkt die Warnlampe 14, um den Bediener zu informieren, daß die Öltemperatur ziemlich niedrig ist. Das ermöglicht es dem Bediener, zu erkennen, daß das Ansprechverhalten der Maschine aufgrund der vergleichsweise niedrigen Öltemperatur mangelhaft ist und daß der Vorgang unter Berücksichtigung des mangelhaften Ansprechverhaltens der Maschine sorgfältig ausgeführt werden muß. Daher kann der Bediener den Vorgang des Absenkens des Auslegers und den Vorgang des Anziehens des Arms unter der bereichsbegrenzenden Ausschachtungssteuerung genau und sicher ausführen. Zudem liefern die unterschiedlichen Intervalle, in denen die Warnlampe **14** blinkt, dem Bediener Informationen darüber, welches Niveau die Öltemperatur innerhalb des zweiten Öltemperaturbereichs B hat. Dementsprechend weiß der Bediener über Veränderungen der Öltemperatur Bescheid und kann den Vorgang abhängig von der Öltemperatur ausführen, was in einem gesteigerten Wohlbefinden resultiert.

[0080] Wenn die Temperatur des Hydrauliköls andererseits im ersten Öltemperaturbereich A liegt, leuchtet die Warnlampe **14** durchgehend, um den Bediener zu informieren, daß die Öltemperatur sehr niedrig ist. Gleichzeitig gibt der Abschnitt **9r** zur Berechnung eines Umschaltens der bereichsbegrenzenden Steuerung als Grenzwert für den Steuerdruck für den Ausleger den maximalen Wert aus, wodurch die bereichsbegrenzende Ausschachtungssteuerung zwangsweise abgeschaltet wird. Dadurch wird das irrtümliche Ausführen der bereichsbegrenzenden Ausschachtungssteuerung sicher verhindert, wenn die Öltemperatur sehr niedrig ist, und es wird verhindert, daß sich das Schaufelende über die Grenze des

eingestellten Bereichs hinaus bewegt und aufgrund einer Verzögerung des Ansprechverhaltens der hydraulischen Vorrichtungen in den Sperrbereich eintritt.

[0081] Wenn sich das Schaufelende bei dieser Ausführungsform, wie vorstehend beschrieben, innerhalb des eingestellten Bereichs befindet, wird die zur Grenze L vertikale Komponente der Geschwindigkeit des Schaufelendes entsprechend dem zum Abstand D zwischen dem Schaufelende und der Grenze L des eingestellten Bereichs proportionalen Grenzwert a begrenzt. Daher kann das Schaufelende beim Vorgang des Absenkens des Auslegers leicht und gleichmäßig positioniert werden und beim Vorgang des Anziehens des Arms entlang der Grenze L des eingestellten Bereichs bewegt werden. Dies ermöglicht ein effizientes und gleichmäßiges Ausführen einer Ausschachtung innerhalb eines begrenzten Bereichs.

[0082] Wenn sich das Schaufelende außerhalb des eingestellten Bereichs befindet, wird der vordere Aufbau so gesteuert, daß er entsprechend dem zum Abstand D zwischen dem Schaufelende und der Grenze L des eingestellten Bereichs proportionalen Grenzwert a zurückgeführt wird. Daher kann der vordere Aufbau selbst dann, wenn er rasch bewegt wird, entlang der Grenze L des eingestellten Bereichs bewegt werden, und die Ausschachtung innerhalb eines eingestellten Bereichs kann präzise ausgeführt werden.

[0083] Da das Schaufelende, wie vorstehend beschrieben, unter der Richtungsänderungssteuerung verlangsamt wird, bevor es die Grenze des eingestellten Bereichs erreicht, wird ferner der Betrag verringert, um den das Schaufelende aus dem eingestellten Bereich ragt, und der Stoß, der bei der Rückführung des Schaufelendes in den eingestellten Bereich verursacht wird, wird erheblich abgemildert. Daher kann der vordere Aufbau selbst, wenn er rasch bewegt wird, gleichmäßig in den eingestellten Bereich zurück bewegt werden, und die Ausschachtung innerhalb eines begrenzten Bereichs kann gleichmäßig ausgeführt werden.

[0084] Überdies wird bei dieser Ausführungsform die Öltemperatur durch den Öltemperatursensor **13** erfaßt. Wenn die Temperatur des Hydrauliköls ziemlich niedrig ist, wird daher die Warnlampe **14** durchgehend eingeschaltet, wodurch es dem Bediener ermöglicht wird, zu erkennen, daß die Öltemperatur so niedrig ist, und gleichzeitig wird die bereichsbegrenzende Ausschachtungssteuerung zwangsweise ausgesetzt. Es ist daher möglich, ein irrtümliches Ausführen der bereichsbegrenzenden Steuerung zu vermeiden, wenn die Öltemperatur ziemlich niedrig ist. Ist die Öltemperatur etwas niedrig, blinkt die Warnlampe **14**, wodurch der Bediener erkennen kann, daß das Ansprechverhalten der Maschine aufgrund der verhältnismäßig niedrigen Öltemperatur mangelhaft ist und daß die Betätigung unter Berücksichtigung des mangelhaften Ansprechverhaltens sorgfältig erfolgen muß. Dadurch kann der Bediener Ausschachtungsarbeiten unter der bereichsbegrenzenden Ausschachtungssteuerung genau und sicher ausführen.

[0085] Eine zweite Ausführungsform der Erfindung wird unter Bezugnahme auf **Fig.** 11 beschrieben. In dieser Zeichnung sind den in **Fig.** 1 gezeigten entsprechende Elemente durch die gleichen Bezugszeichen bezeichnet. Bei dieser Ausführungsform ist der Öltemperatursensor an einer anderen Position als der im Zusammenhang mit der vorstehend beschriebenen Ausführungsform genannten angeschlossen.

[0086] Gemäß **Fig.** 11 ist ein Öltemperatursensor **13A** zwischen dem Drucksensor **61a** und dem hydraulischen Antriebsabschnitt **51a** des Stromventils **5b** mit der Steuerleitung **45a** der Steuerhebeleinheit **4b** für den Arm verbunden. Ein Erfassungssignal vom Öltemperatursensor **13A** wird in die Steuereinheit **9** eingegeben, um den Warnungssteuerungsprozeß zum Einschalten, Blinken oder Ausschalten der Warnlampe **14** auszuführen, wie bei der ersten Ausführungsform.

[0087] Die Steuerleitungen **44a**–**49b** dienen der Übertragung der bei der Betätigung der Steuerhebeleinheiten **4a**–**4f** erzeugten Steuerdrücke an die hydraulischen Antriebsabschnitte **50a**–**55b** der Stromventile **5a**–**5f**, und die Übertragung der Steuerdrücke erzeugt einen sehr geringen Strom von Hydrauliköl in den Steuerleitungen **44a**–**49b**. Daher steigt die Temperatur des Hydrauliköls in den Steuerleitungen **44a**–**49b** schwerer an, als die des Hydrauliköls in der mit der Hydraulikpumpe **2** verbundenen Hauptleitung. Auch erfolgt bei der vorliegenden Erfindung eine Ausschachtung entlang der Grenze L des eingestellten Bereichs unter der vorstehen beschriebenen Steuerung des vorderen Aufbaus, wenn der Arm **1b** in der Richtung für ein Anziehen des Arms betätigt wird (d. h. wenn in der Steuerleitung **45a** ein Steuerdruck erzeugt wird.

[0088] Bei dieser Ausführungsform ist der Öltemperatursensor **13A** daher mit der Steuerleitung **45a** verbunden, in der die Temperatur des Hydrauliköls schwerer ansteigt und die direkt an der Steuerung des vorderen Aufbaus beteiligt ist, um die Öltemperatur in der Steuerleitung **45a** zu erfassen. Dadurch erhält der Bediener Informationen über die Öltemperatur in einem Abschnitt, der direkt an der Steuerung des vorderen Aufbaus beteiligt ist, und kann auf der Basis dieser Informationen die bereichsbegrenzende Ausschachtung genauer und sicherer ausführen.

[0089] Eine weitere, an der Steuerung des vorderen Aufbaus beteiligte Steuerleitung ist die Steuerleitung **44a** für das Anheben des Auslegers, in der der Steuerdruck zum Anheben des Auslegers **1a** erzeugt wird, wenn unter der Steuerung des vorderen Aufbaus eine Ausschachtung entlang der Grenze L des eingestellten Bereichs ausgeführt wird. Daher können durch Verbinden eines Öltemperatursensors **13A** mit der Steuerleitung **44a**, wie in **Fig.** 11 durch Punkt-Strich-Linien dargestellt, ähnliche Vorteile erzielt werden, wie vorstehend ausgeführt.

[0090] Eine Ausführungsform der Einstellvorrichtung zur Verwendung für das erfindungsgemäße

Steuersystem für den vorderen Aufbau wird unter Bezugnahme auf **Fig.** 12 beschrieben. Bei dieser Ausführungsform ist die Einstellvorrichtung eine kastenförmige Steuerkonsole.

[0091] In **Fig.** 12 bezeichnet **500** eine kastenförmige Steuerkonsole. Auf der Steuerkonsole **500** befinden sich verschiedene Schalter, wie ein Hauptsschalter **501**, ein Schalter **502** für eine direkte Einstellung, ein Hochzählschalter **503a** und ein Herunterzählschalter **503b** für die Einstellung durch eine numerische Eingabe, ein Schalter **504** für einen Niedergeschwindigkeitsmodus, ein Schalter **505** zum Umschalten der Anzeige und ein Schalter **506** für eine Einstellung auf 0, verschiedene, diesen Schaltern zugeordnete LEDs **510**–**516**, eine Aufwärmwarnlampe **517** und ein Flüssigkristallanzeigebildschirm **520**. Diese Bauteile sind auf einem Konsolenkörper **530** montiert.

[0092] Der Hauptschalter **501** dient der Auswahl, ob die erfindungsgemäße, bereichsbegrenzende Ausschachtungssteuerung eingeschaltet werden soll oder nicht. Wenn der Hauptschalter **501** gedrückt (eingeschaltet) wird, wird ein Signal für den Beginn der Steuerung, das ein Umschalten aus dem normalen Modus in einen Steuerungsmodus für die bereichsbegrenzende Ausschachtung veranlaßt, an die Steuereinheit **9** ausgegeben, wodurch es beispielsweise möglich wird, die Einstellung des Ausschachtungsbereichs und die in **Fig.** 3 gezeigte und im Zusammenhang mit der ersten Ausführungsform beschriebene bereichsbegrenzende Ausschachtungssteuerung auszuführen. Gleichzeitig wird die LED **510** eingeschaltet, um den Bediener zu informieren, daß nun der Steuerungsmodus für die bereichsbegrenzende Ausschachtung ausgewählt wurde.

[0093] Der Schalter **502** für die direkte Einstellung dient dem Einstellen eines Ausschachtungsbereichs durch die im Zusammenhang mit der ersten Ausführungsform als ein Beispiel für Einstellverfahren beschriebene direkte Programmierung. Wird der Schalter **502** gedrückt, wird ein Signal für die Einstellung durch direkte Programmierung an die Steuereinheit **9** ausgegeben, worauf, wie vorstehend beschrieben, die aktuelle Position eines vorgegebenen Teils des vorderen Aufbaus **1A**, beispielsweise des Endes der Schaufel **1c**, berechnet und der Ausschachtungsbereich auf der Grundlage des berechneten Werts eingestellt werden. Gleichzeitig wird die LED **511** eingeschaltet, um den Bediener zu informieren, daß der Ausschachtungsbereich eingestellt wird.

[0094] Der Hochzählschalter **503a** und der Herunterzählschalter **503b** für die Einstellung durch eine numerische Eingabe dienen dem Einstellen eines Ausschachtungsbereichs durch die Eingabe eines numerischen Werts. Wenn einer dieser Schalter gedrückt wird, wird ein numerischer Wert in Einheiten von einer vorgegebenen Größe erhöht oder verringert, wobei beispielsweise 0 als Basis dient und der Eingangswert auf dem Flüssigkristallanzeigebildschirm **520** angezeigt wird. Der eingegebene Wert wird auch als Signal für die Einstellung durch eine numerische Eingabe an die Steuereinheit **9** angelegt, und der Ausschachtungsbereich wird entsprechend dem eingegebenen Wert eingestellt. Gleichzeitig wird die LED **511** eingeschaltet, um den Benutzer zu informieren, daß der Ausschachtungsbereich eingestellt wird. Durch das Drücken des Hochzählschalters **503a** wird der numerische Wert erhöht, und durch Drücken des Herunterzählschalters **503** wird der numerische Wert verringert.

[0095] Der Schalter **504** für den Niedergeschwindigkeitsmodus dient der Auswahl, ob die in **Fig.** 3 gezeigte und im Zusammenhang mit der ersten Ausführungsform beschriebene bereichsbegrenzende Ausschachtungssteuerung beispielsweise in einem Arbeitsmodus, in dem der Geschwindigkeit Vorrang eingeräumt wird, oder in einem Arbeitsmodus ausgeführt werden soll, in dem der Genauigkeit Vorrang eingeräumt wird. Wird der Modusschalter **504** nicht gedrückt und ausgeschaltet gehalten, ist der Arbeitsmodus ausgewählt, in dem der Geschwindigkeit Vorrang eingeräumt wird, und die bereichsbegrenzende Ausschachtungssteuerung kann unter Verwendung der unveränderten Erfassungssignale von den Drucksensoren **61a**, **61b** effizient ausgeführt werden. Wird der Modusschalter **504** gedrückt und eingeschaltet, ist der Arbeitsmodus ausgewählt, in dem der Genauigkeit Vorrang eingeräumt wird, so daß das Niveau der Erfassungssignale von den Drucksensoren **61a**, **61b** verringert wird und die bereichsbegrenzende Ausschachtungssteuerung unter Verwendung der reduzierten Werte präzise ausgeführt werden kann.

[0096] Der Schalter **505** für das Umschalten der Anzeige dient dem Umschalten der auf dem Flüssigkristallanzeigebildschirm **520** angezeigten Daten. Wird der in **Fig.** 12 gezeigte Schalter **505** gedrückt, um die „TIEFE" auszuwählen, wird die LED **513** eingeschaltet, und die von der Steuereinheit **9** berechnete Tiefe (oder Höhe) der Position des Endes der Schaufel **1c** wird auf dem Flüssigkristallanzeigebildschirm **520** angezeigt. Wird er gedrückt, um den "SCHAUFELWINKEL" auszuwählen, wird die LED **514** eingeschaltet, und der von der Steuereinheit **9** berechnete Winkel der Schaufel **1c** wird auf dem Flüssigkristallanzeigebildschirm **520** angezeigt. Wird er gedrückt, um die "QUERNEIGUNG" auszuwählen, wird die LED **515** eingeschaltet, und der von der Steuereinheit **9** berechnete Neigungswinkel des Körpers in Querrichtung (siehe **Fig.** 2) wird auf dem Flüssigkristallanzeigebildschirm **520** angezeigt. Wird er gedrückt um die "NUMERISCHE EINSTELLUNG" auszuwählen, wird die LED **516** eingeschaltet, und der Ausschachtungsbereich kann durch die Eingabe eines numerischen Werts über den Hochzählschalter **503a** bzw. den Herunterzählschalter **503b** eingestellt werden, wie vorstehend beschrieben.

[0097] Der Schalter **506** für eine Einstellung auf 0 dient dem Einstellen einer Basis für den eingegebenen Wert, wenn über den Schalter **505** für das Umschalten der Anzeige die "TIEFE" oder der

"SCHAU-FELWINKEL" ausgewählt werden. Wird der Schalter **506** nicht gedrückt und ausgeschaltet gehalten, wird die Tiefe mit dem Niveau des Körpers **1B** auf der Bodenfläche als Basis (0) für die "TIEFE" berechnet und angezeigt, und der Winkel wird mit der Horizontalen als Basis (0) für den "SCHAUFELWINKEL" berechnet und angezeigt. Wird der Schalter **506** gedrückt und eingeschaltet, wird die Tiefe mit der aktuellen Position des Schaufelendes als Basis für die "TIEFE" berechnet und angezeigt, und der Winkel wird mit der aktuellen Ausrichtung der Schaufel als Basis für den "SCHAUFELWINKEL" berechnet und angezeigt.

[0098] Die Aufwärmwarnlampe **517** entspricht beispielsweise der Warnlampe **14**, die ein Teil des in **Fig.** 1 gezeigten erfindungsgemäßen Öltemperaturindikators ist. Wie vorstehend beschrieben, wird die Warnlampe nicht eingeschaltet, wenn die Temperatur des Hydrauliköls im dritten Öltemperaturbereich C liegt (siehe **Fig.** 7), wodurch der Bediener erkennen kann, daß die Öltemperatur nicht niedrig ist. Liegt die Temperatur des Hydrauliköls im zweiten Öltemperaturbereich B (siehe **Fig.** 7), blinkt die Warnlampe **517**, um den Bediener zu informieren, daß die Öltemperatur etwas gering ist. Wenn die Temperatur des Hydrauliköls im ersten Öltemperaturbereich A liegt (siehe **Fig.** 7), leuchtet die Alarmlampe **517** durchgehend, um den Bediener zu informieren, daß die Öltemperatur ziemlich niedrig ist und daß gleichzeitig die bereichsbegrenzende Ausschachtungssteuerung zwangsweise ausgesetzt wird.

[0099] Die kastenförmige Steuerkonsole **500** ist getrennt von einer Steuerkonsole vorgesehen, die normalerweise in der Kabine eines hydraulischen Baggers angeordnet ist, beispielsweise vor dem Sitz des Bedieners, und sie ist in einer Position installiert, die das Gesichtsfeld des Bedieners nicht beeinträchtigt, beispielsweise in der vorderen Ecke der Kabine. Mit Hilfe der Steuerkonsole **500** kann der Bediener den Vorgang des Wechsels des Steuerungsmodus und den Vorgang der Einstellung eines Bereichs leicht ausführen und ebenso die erforderlichen Informationen hinsichtlich der Position und Stellung des vorderen Aufbaus erhalten. Ferner ist dem Bediener anhand der Aufwärmwarnlampe **517** auf der Steuerkonsole **500** der aktuelle Status der Öltemperatur genau bekannt, und daher kann er die bereichsbegrenzende Ausschachtung genau und sicher ausführen.

[0100] Obwohl vorstehend mehrere typische Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beschrieben wurden, ist die vorliegende Erfindung nicht auf diese Ausführungsformen begrenzt, sondern kann auf verschiedene Arten modifiziert werden.

[0101] So wird bei den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen beispielsweise eine Warnlampe verwendet, anstelle der Warnlampe kann jedoch auch ein Summer verwendet werden.

[0102] Obwohl die bereichsbegrenzende Ausschachtungssteuerung zwangsweise ausgesetzt wird, wenn die Öltemperatur zu niedrig ist (im ersten Öltemperaturbereich liegt), kann auch nur die Warnlampe aufleuchten, um den Bediener zu informieren, daß die Öltemperatur ziemlich niedrig ist. In diesem Fall kann die bereichsbegrenzende Ausschachtungssteuerung nach dem Ermessen des Bedieners ausgesetzt werden.

[0103] Obwohl bei den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen mit hydraulischen Steuerdrücken arbeitende Steuerhebeleinheiten verwendet wurden, können statt dessen auch elektrische Steuerhebeleinheiten verwendet werden.

[0104] Bei den vorstehen beschriebenen Ausführungsformen wurde der Abstand D zwischen dem Schaufelende und der Grenze L des eingestellten Bereichs für die bereichsbegrenzende Ausschachtungssteuerung verwendet. Unter dem Gesichtspunkt einer einfacheren Implementierung der Erfindung kann statt dessen jedoch auch der Abstand zwischen einem Stift am Ende des Arms und der Grenze des eingestellten Bereichs verwendet werden. Ferner kann beim Einstellen eines Bereichs zum Zwecke des Verhinderns eines Zusammenstoßes des vorderen Aufbaus mit anderen Elementen und der Gewährleistung der Sicherheit ein vorgegebener Teil des vorderen Aufbaus jeder andere Teil sein, der einen solchen Zusammenstoß verursachen kann.

[0105] Obwohl das hydraulische Ansteuersystem, auf das die vorliegende Erfindung angewendet wird, als System mit geschlossener Mitte mit Stromventilen des Typs mit geschlossener Mitte beschrieben wurde, ist die Erfindung auch auf ein System mit offener Mitte mit Stromventilen des Typs mit offener Mitte anwendbar.

[0106] Obwohl die bereichsbegrenzende Ausschachtungssteuerung als Beispiel für die Steuerung des vorderen Aufbaus von hydraulischen Baggern beschrieben wurde, kann die Erfindung auch auf andere Arten von Steuerung des vorderen Aufbaus, wie eine Steuerung zum Verhindern von Zusammenstößen zwischen dem vorderen Aufbau und einem umliegenden Objekt, angewendet werden.

## Patentansprüche

1. Auf einer Baumaschine installiertes Steuersystem zur Steuerung der vertikalen Bewegungen eines vorderen Aufbaus (**1A**) mit mehreren Gelenken mit
– mehreren hydraulischen Stellgliedern (**3a** bis **3c**) zum jeweiligen Ansteuern mehrerer vorderer Glieder (**1a** bis **1c**) des vorderen Aufbaus (**1A**),
– mehreren hydraulischen Stromventilen (**5a** bis **5f)** zur Steuerung der Strömungsmengen des den hydraulischen Stellgliedern (**3a** bis **3c**) zugeführten Hydraulikfluids,
– mehreren Betätigungseinrichtungen (**4a** bis **4f**) zur Erzeugung von Ansteuersignalen für die hydraulischen Stromventile (**5a** bis **5f**),
– Temperaturerfassungseinrichtungen (**13**, **13A**, **13B**) zur Erfassung der Öltemperatur und
– einer Steuereinheit (**9**), die zumindest bestimmt, ob

die von der Temperaturerfassungseinrichtungen (**13**) erfaßte Öltemperatur niedriger als eine eingestellte Temperatur ist, gekennzeichnet durch
– eine Alarmeinrichtung (**14**) zur Bestimmung, in welchem von mindestens drei Öltemperaturbereichen sich die Öltemperatur befindet, wobei die Öltemperatur im zweiten Bereich höher als im ersten und im dritten höher als im zweiten Bereich ist, wodurch eine erste Art von Alarm ausgegeben wird, wenn sich die festgestellte Öltemperatur im ersten, niedrigsten Temperaturbereich (A) befindet, und eine zweite Art von Alarm, wenn sich die festgestellte Öltemperatur im zweiten, niedrigen Temperaturbereich (B) befindet, der höher als der erste Temperaturbereich (A) ist.

2. Steuersystem nach Anspruch 1, bei dem die Alarmeinrichtung eine Alarmanzeigeeinrichtung (**14**) enthält, die einem Bediener die optische Erkennung des Alarms ermöglicht, und der Alarm durch die Aktivierung der Alarmanzeigeeinrichtung ausgegeben wird.

3. Steuersystem nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die Alarmeinrichtung (**14**) den Alarm durchgehend ausgibt, wenn sich die Öltemperatur im ersten Temperaturbereich (A) befindet, und mit Unterbrechungen, wenn sich die Öltemperatur im zweiten Temperaturbereich (B) befindet.

4. Steuersystem nach Anspruch 3, bei dem die Alarmeinrichtung (**14**) den Alarm im zweiten Temperaturbereich (B) bei sinkender Öltemperatur in kürzeren Intervallen ausgibt.

5. Steuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die Alarmeinrichtung (**14**) den Alarm ausgibt und gleichzeitig die Steuerung des vorderen Aufbaus (**1A**) zwangsweise aussetzt, wenn sich die Öltemperatur im ersten Temperaturbereich (A) befindet.

6. Steuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem die Betätigungseinrichtungen (**4a**–**4f**) dem hydraulisch gesteuerten Typ angehören, bei dem den hydraulischen Stromventilen (**5a**-**5f**) über entsprechende Steuerleitungen abhängig von Eingangsgrößen von den Betätigungseinrichtungen erzeugte Steuerdrücke zur Ansteuerung der entsprechenden hydraulischen Stromventile (**5a**–**5f**) zugeführt werden und die Öltemperaturerfassungseinrichtung (**13**) zur Erfassung der Öltemperatur in der einen Steuerleitung in einer der Steuerleitungen der hydraulischen Stromventile (**5a**–**5f**) angeordnet ist, die an der Steuerung des vorderen Aufbaus (**1A**) beteiligt sind.

7. Steuersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Alarmanzeigeeinrichtung eine auf einer in einer Kabine installierten, kastenförmigen Steuerkonsole angeordnete Alarmleuchte (**14**) umfaßt.

8. Steuersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einer Alarmsteuereinrichtung (**9p**, **9q**) zum Empfangen eines Signals von der Öltemperaturerfassungseinrichtung (**13**) und zum Verarbeiten des Signals mittels vorgegebener Berechnungsschritte sowie zur Aktivierung der Alarmeinrichtung (**14**) auf jeweils unterschiedliche Arten, wenn sich die Öltemperatur im ersten Öltemperaturbereich (A) bzw. im zweiten Öltemperaturbereich (B) befindet.

9. Steuersystem nach Anspruch 8, bei dem die Steuereinheit (**9**) einen mit der Temperaturerfassungseinrichtung (**13**) verbundenen Berechnungsabschnitt (**9p**) zum Ausführen eines Alarmsteuerprozesses durch Vergleichen der erfaßten Öltemperatur mit vorab eingestellten Schwellenwerten $T_1$ und $T_2$ aufweist.

10. Steuersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Temperaturerfassungseinrichtung einen ersten Sensor (**13**), der die Öltemperatur in der hydraulischen Hauptschaltung erfaßt, und mindestens einen weiteren Temperatursensor (**13A**, **13B**) umfaßt, der die Öltemperatur in mindestens einer Steuerleitung (**44a**, **45a**) erfaßt.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

**Anhängende Zeichnungen**

FIG.1

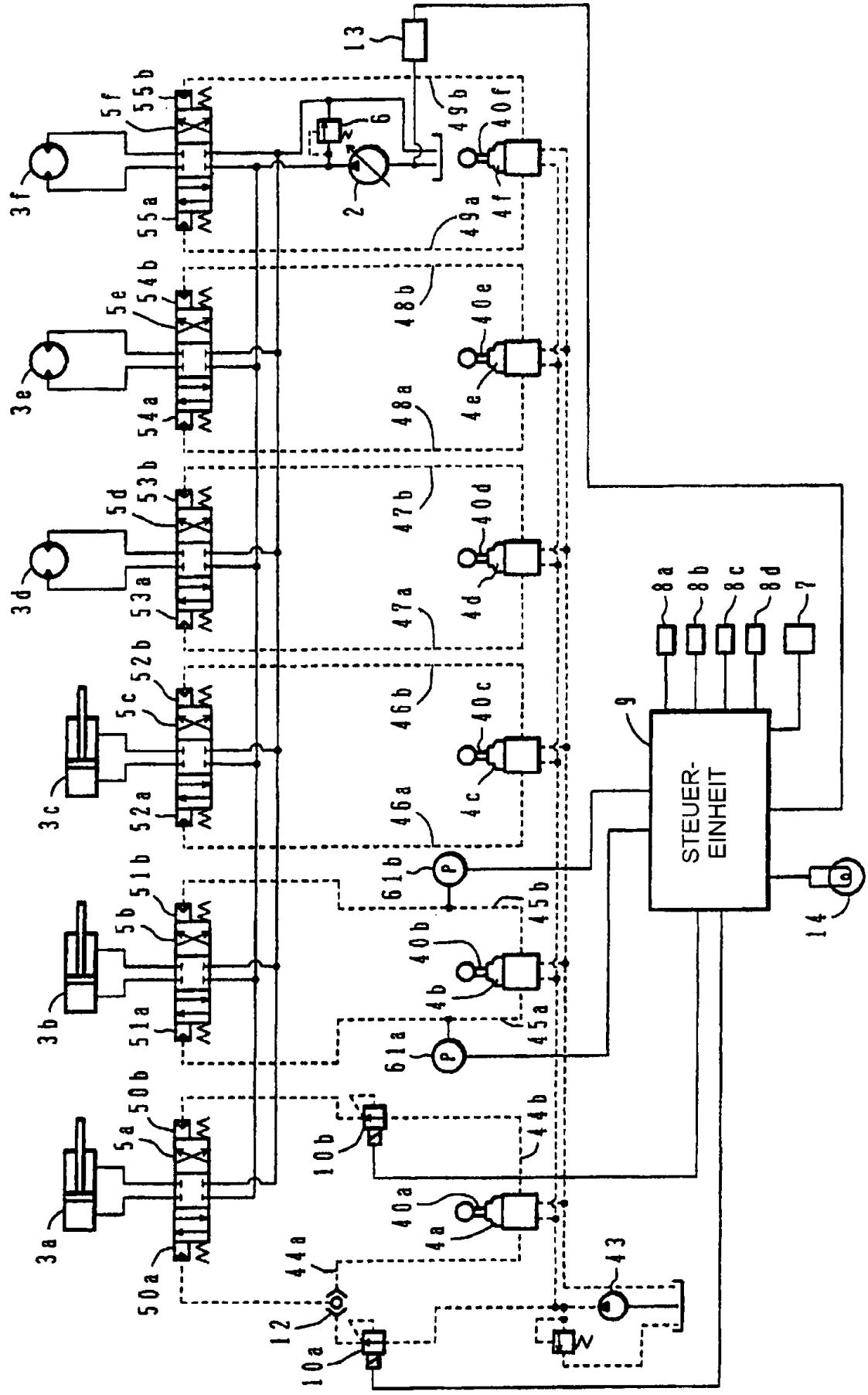


FIG.2

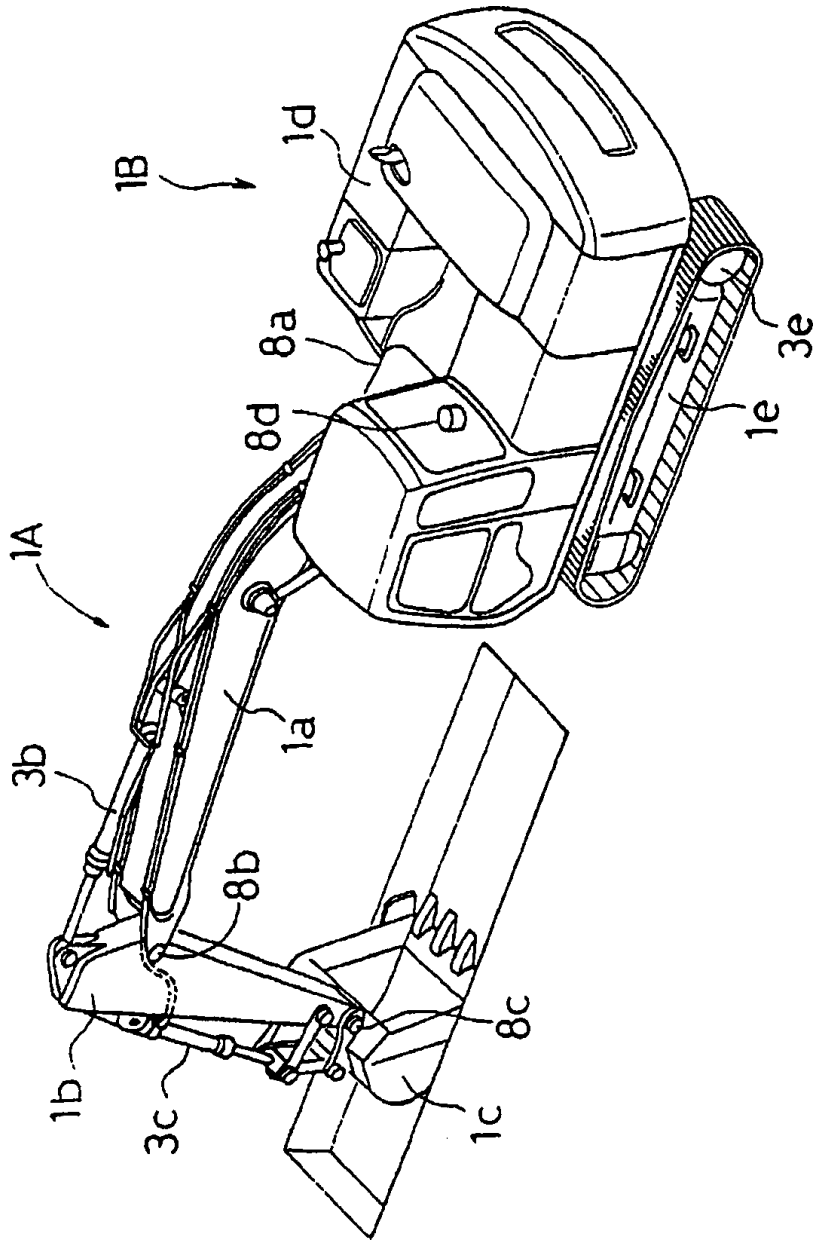


FIG.3

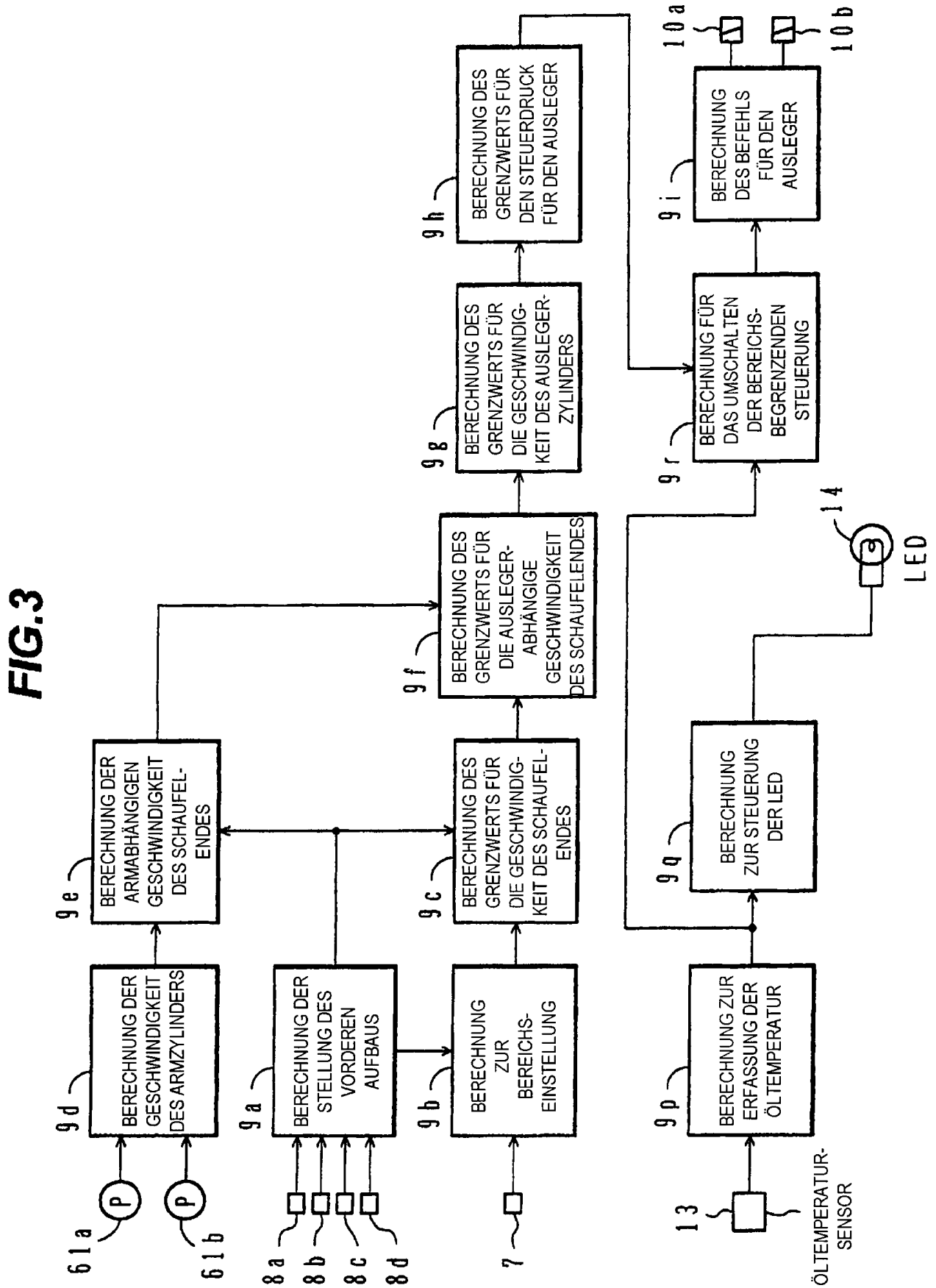

BERECHNUNG DER ARMABHÄNGIGEN GESCHWINDIGKEIT DES SCHAUFEL-ENDES
BERECHNUNG DER GESCHWINDIGKEIT DES ARMZYLINDERS
BERECHNUNG DER STELLUNG DES VORDEREN AUFBAUS
BERECHNUNG ZUR BEREICHS-EINSTELLUNG
BERECHNUNG DES GRENZWERTS FÜR DIE GESCHWINDIG-KEIT DES SCHAUFEL-ENDES
BERECHNUNG DES GRENZWERTS FÜR DIE AUSLEGER-ABHÄNGIGE GESCHWINDIGKEIT DES SCHAUFELENDES
BERECHNUNG DES GRENZWERTS FÜR DIE GESCHWINDIG-KEIT DES AUSLEGER-ZYLINDERS
BERECHNUNG DES GRENZWERTS FÜR DEN STEUERDRUCK FÜR DEN AUSLEGER
BERECHNUNG ZUR ERFASSUNG DER ÖLTEMPERATUR
BERECHNUNG ZUR STEUERUNG DER LED
BERECHNUNG FÜR DAS UMSCHALTEN DER BEREICHS-BEGRENZENDEN STEUERUNG
BERECHNUNG DES BEFEHLS FÜR DEN AUSLEGER
ÖLTEMPERATUR-SENSOR
LED
9e
9d
9a
9b
9c
9f
9g
9h
9p
9q
9r
9i
61a
61b
8a
8b
8c
8d
7
13
14
10a
10b

FIG.4

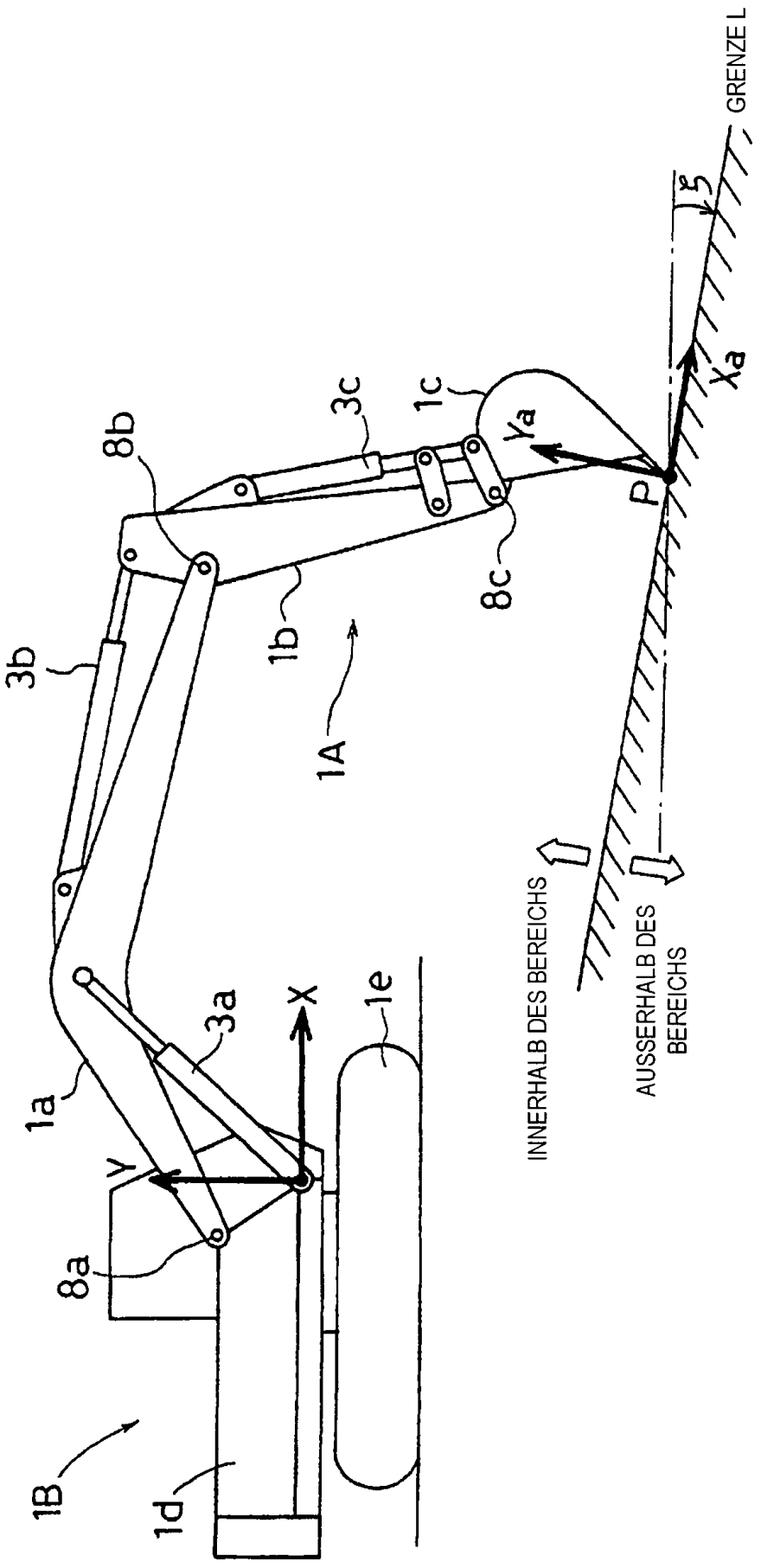

GRENZE L
ε
Xa
Ya
P
8b
3c
1c
8c
1b
3b
1A
1a
3a
X
Y
1e
8a
1B
1d
INNERHALB DES BEREICHS
AUSSERHALB DES BEREICHS

**FIG.5**

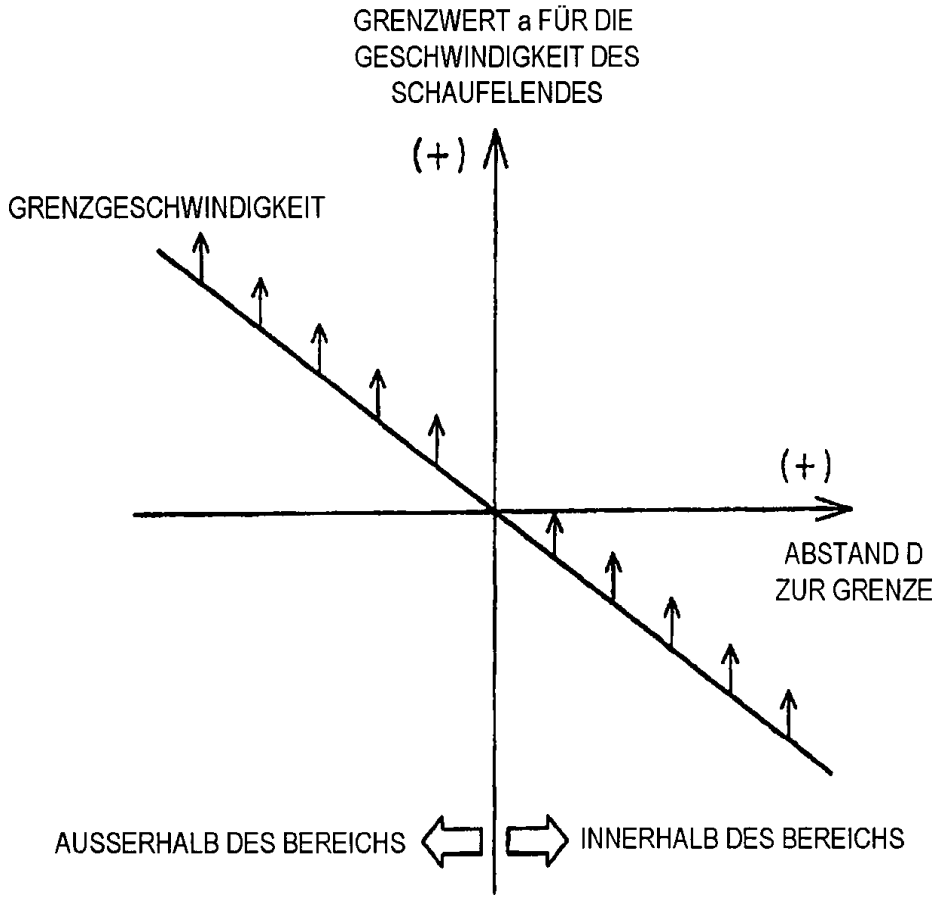
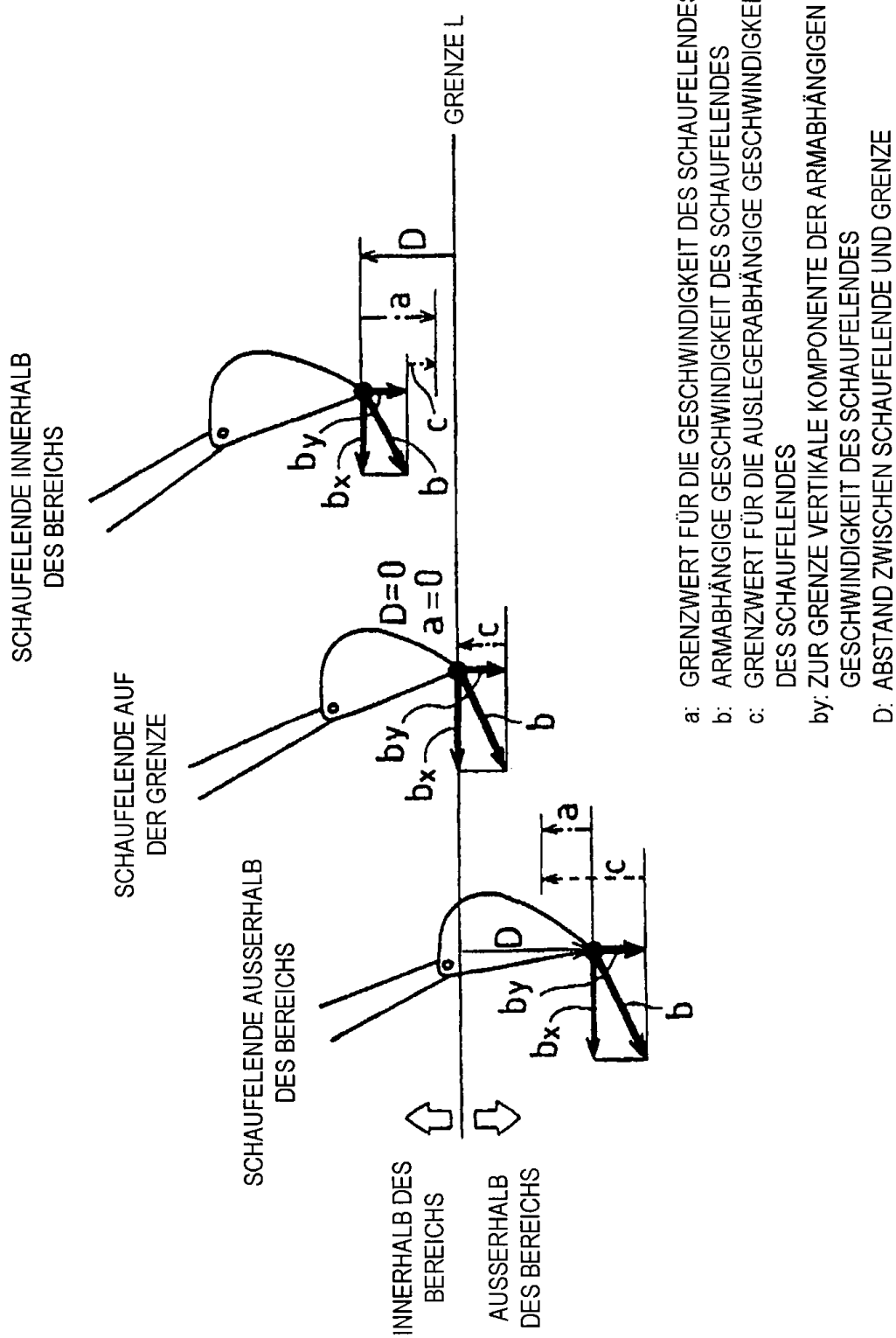

GRENZWERT a FÜR DIE
GESCHWINDIGKEIT DES
SCHAUFELENDES
(+)
GRENZGESCHWINDIGKEIT
(+)
ABSTAND D
ZUR GRENZE
AUSSERHALB DES BEREICHS
INNERHALB DES BEREICHS

FIG.6




a: GRENZWERT FÜR DIE GESCHWINDIGKEIT DES SCHAUFELENDES
b: ARMABHÄNGIGE GESCHWINDIGKEIT DES SCHAUFELENDES
c: GRENZWERT FÜR DIE AUSLEGERABHÄNGIGE GESCHWINDIGKEIT DES SCHAUFELENDES
by: ZUR GRENZE VERTIKALE KOMPONENTE DER ARMABHÄNGIGEN GESCHWINDIGKEIT DES SCHAUFELENDES
D: ABSTAND ZWISCHEN SCHAUFELENDE UND GRENZE

FIG.7

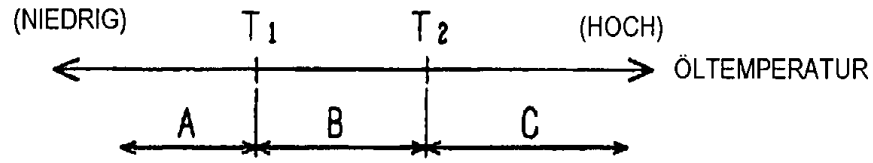

(NIEDRIG)
T1
T2
(HOCH)
ÖLTEMPERATUR
A
B
C

FIG.8

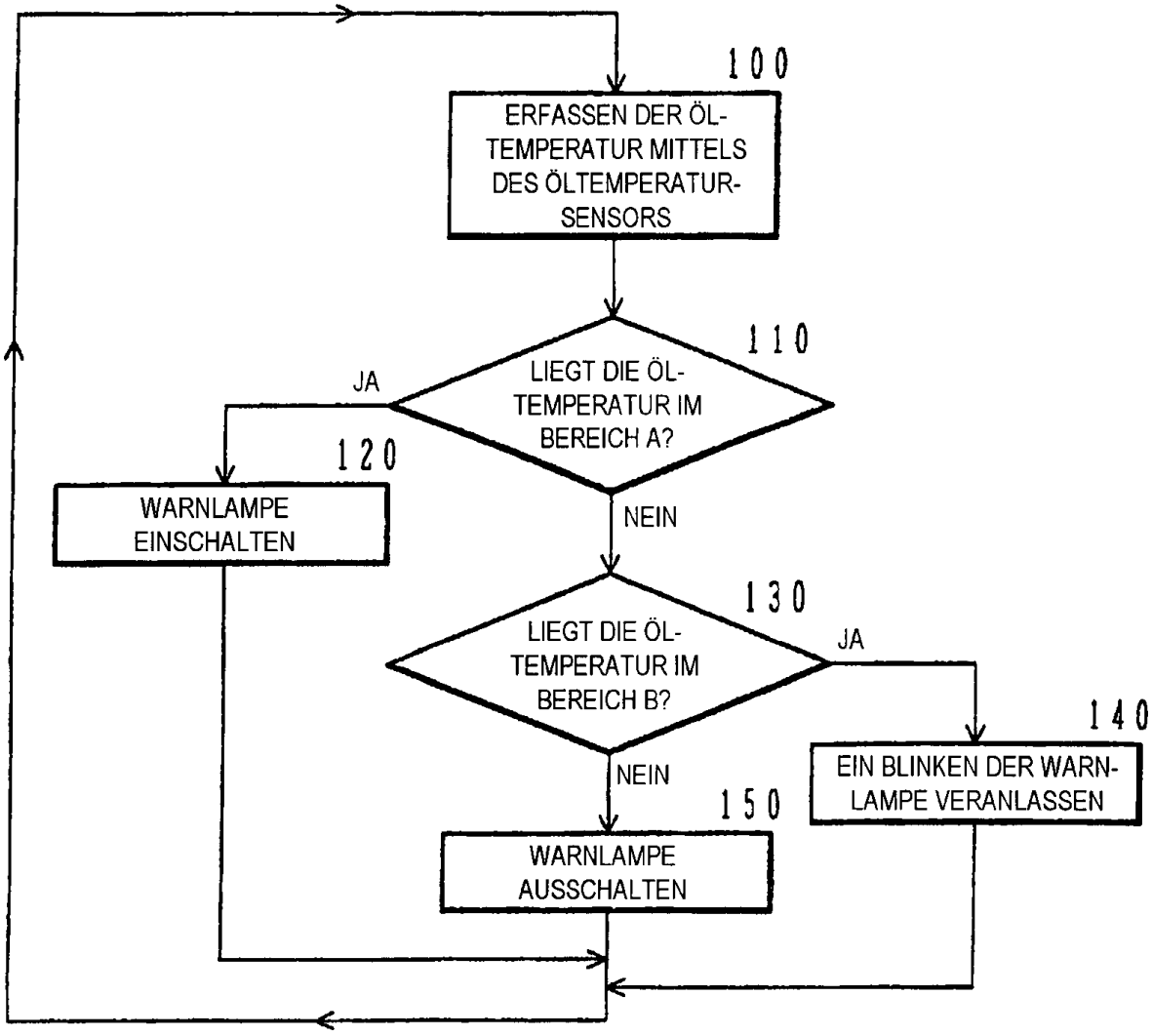

100
ERFASSEN DER ÖL-TEMPERATUR MITTELS DES ÖLTEMPERATUR-SENSORS
110
LIEGT DIE ÖL-TEMPERATUR IM BEREICH A?
JA
120
WARNLAMPE EINSCHALTEN
NEIN
130
LIEGT DIE ÖL-TEMPERATUR IM BEREICH B?
JA
140
EIN BLINKEN DER WARN-LAMPE VERANLASSEN
NEIN
150
WARNLAMPE AUSSCHALTEN

FIG.9

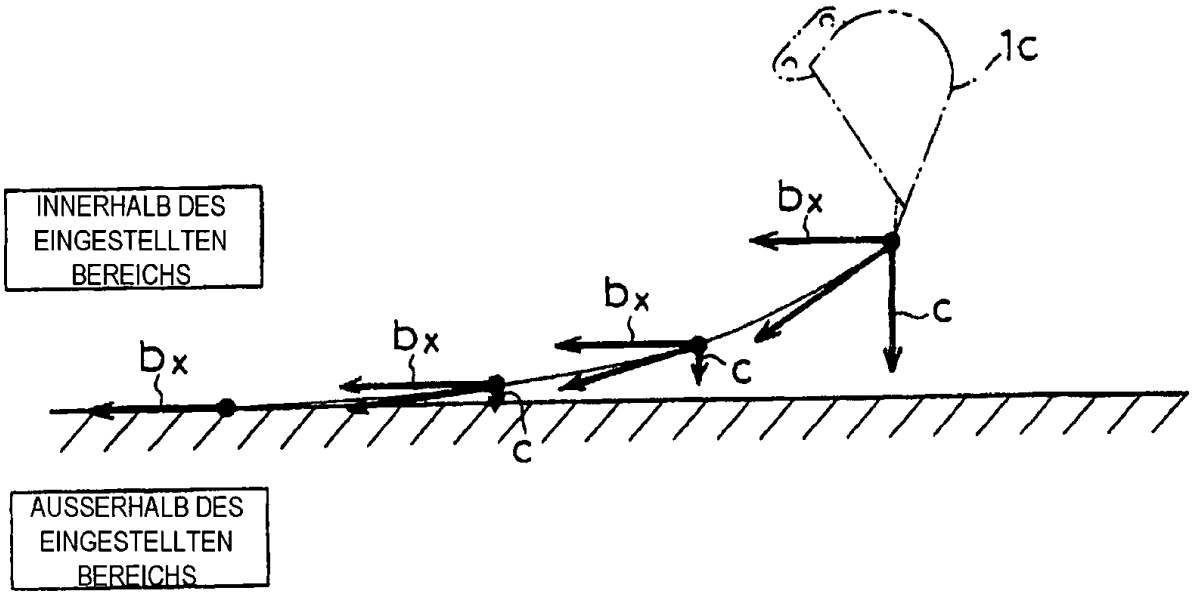

1c
INNERHALB DES EINGESTELLTEN BEREICHS
bx
bx
bx
bx
c
c
c
AUSSERHALB DES EINGESTELLTEN BEREICHS

FIG.10

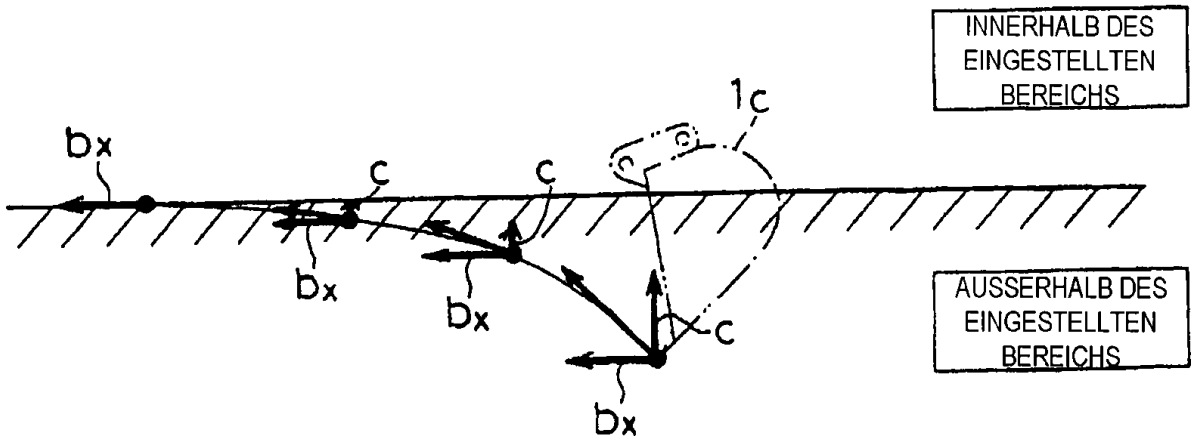

INNERHALB DES EINGESTELLTEN BEREICHS
1c
bx
c
c
bx
bx
c
bx
AUSSERHALB DES EINGESTELLTEN BEREICHS

FIG.11

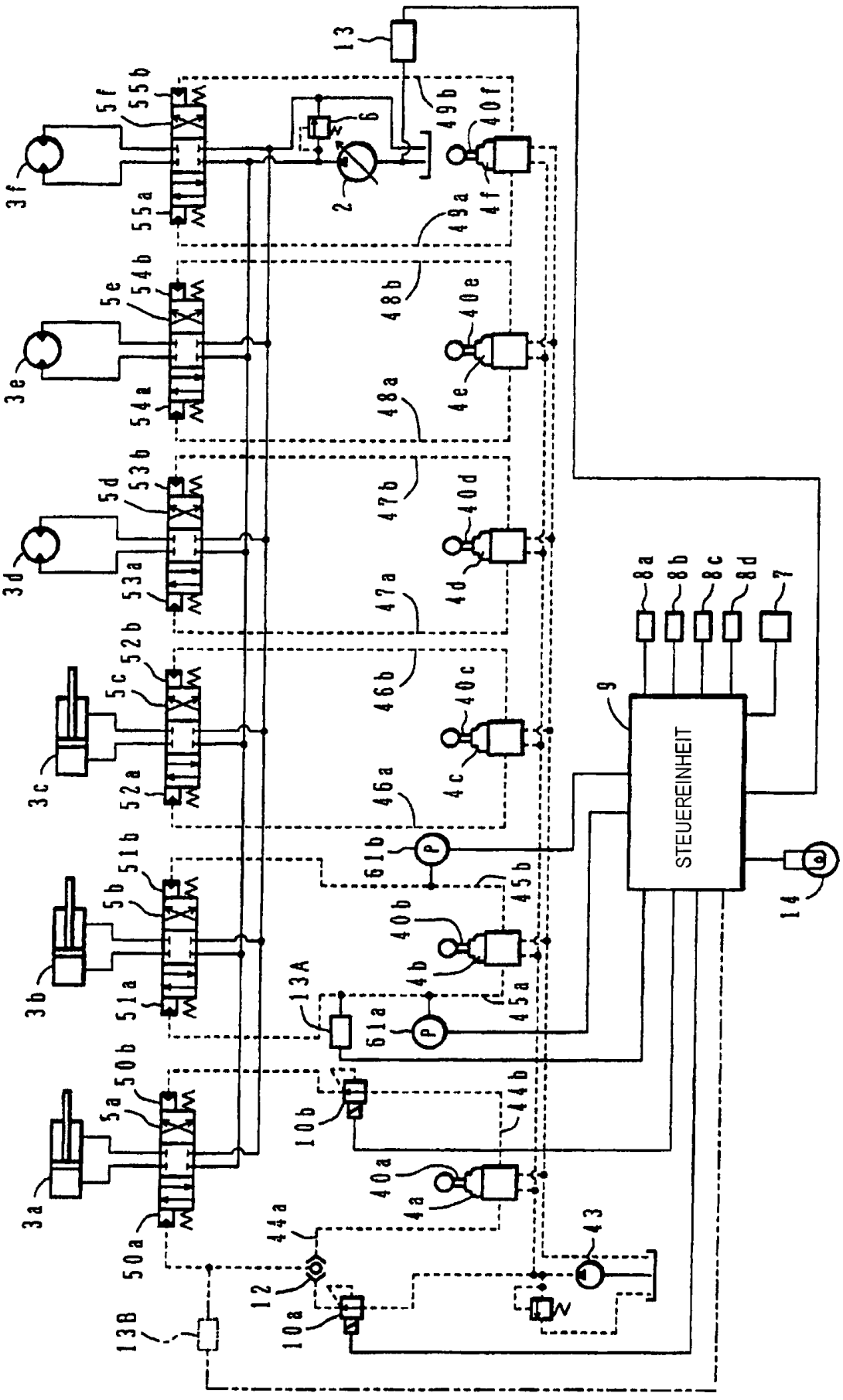
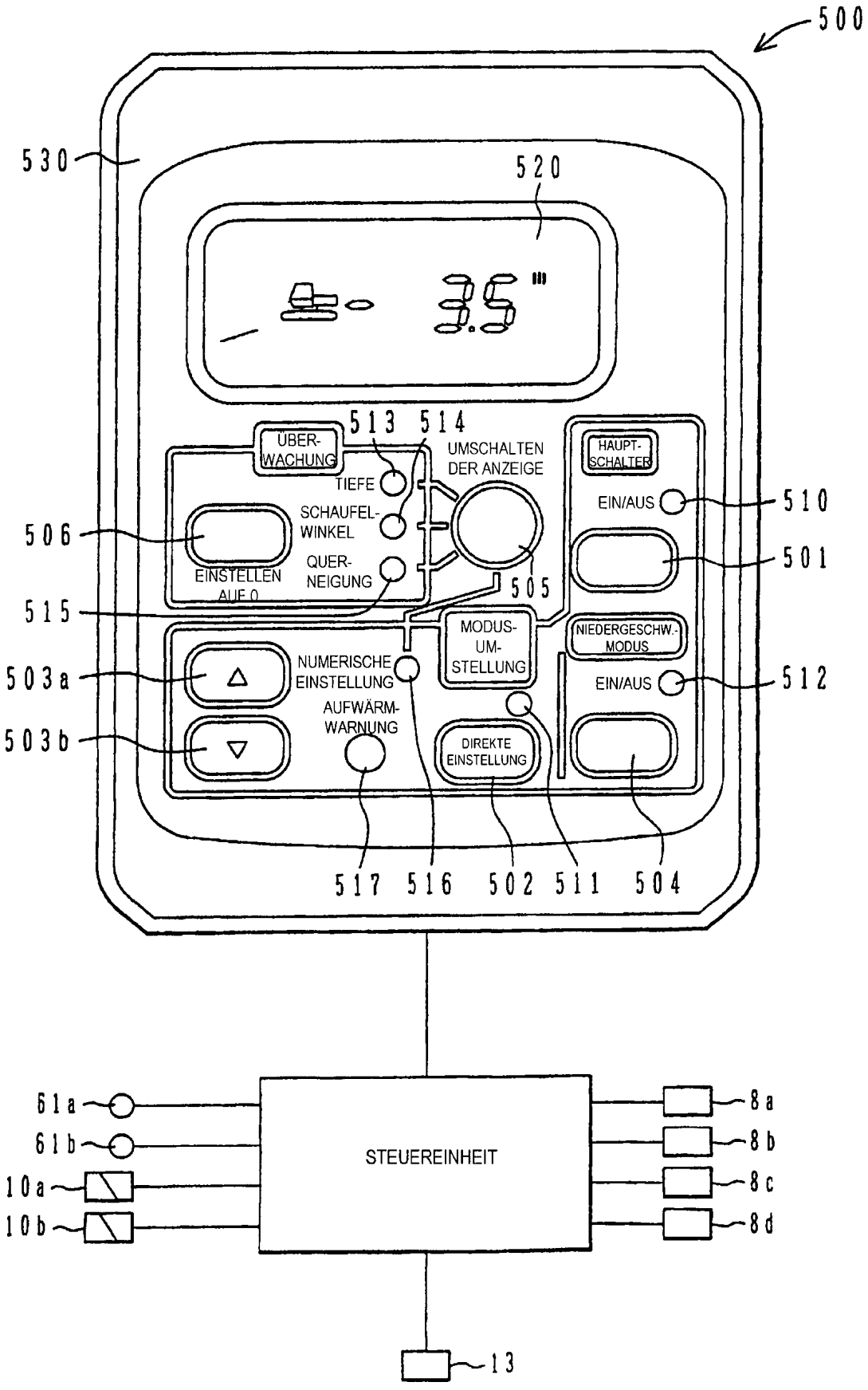


**FIG.12**


500
530
520
513
514
ÜBER-WACHUNG
TIEFE
SCHAUFEL-WINKEL
QUER-NEIGUNG
UMSCHALTEN DER ANZEIGE
HAUPT-SCHALTER
EIN/AUS
510
506
EINSTELLEN AUF 0
501
505
515
MODUS-UM-STELLUNG
NIEDERGESCHW.-MODUS
503a
NUMERISCHE EINSTELLUNG
EIN/AUS
512
503b
AUFWÄRM-WARNUNG
DIREKTE EINSTELLUNG
517
516
502
511
504
61a
61b
10a
10b
STEUEREINHEIT
8a
8b
8c
8d
13