



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 36 149 T2** 2007.05.03

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 803 614 B1**

(51) Int Cl.⁸: **E02F 3/43** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 36 149.7**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 106 649.3**

(96) Europäischer Anmeldetag: **22.04.1997**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **29.10.1997**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **21.06.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **03.05.2007**

(30) Unionspriorität:

10721296 26.04.1996 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, IT

(73) Patentinhaber:

**Hitachi Construction Machinery Co., Ltd.,
Tokio/Tokyo, JP**

(72) Erfinder:

**Haga, Masakazu, Niihari-gun, Ibaraki-ken, JP;
Watanabe, Hiroshi, Ushiku-shi, Ibaraki-ken, JP;
Fujishima, Hitachikenki Tsukuba-ryo, Kazuo,
Niihari-gun, Ibaraki-ken, JP**

(74) Vertreter:

**BEETZ & PARTNER Patentanwälte, 80538
München**

(54) Bezeichnung: **Einrichtung zum Steuern des geometrischen Ortes für Baumaschinen**

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 vorliegende Erfindung betrifft ein in einer Baumaschine vorgesehenes Ortssteuersystem, das das Bewegen beispielsweise einer Schaufelspitze entlang eines Zielorts ermöglicht, wie im Oberbegriff des Anspruchs 1 definiert.

[0002] Ein derartiges Orts- bzw. Positionierungssteuersystem für Baumaschinen ist in der EP-A-0707118 und in der WO 95/30059 offenbart. Gemäß dem vorstehend aufgeführten Stand der Technik wird bei einem Steuersystem zur Bereichsbegrenzung für hydraulische Bagger ein Bereich, innerhalb dessen eine Bewegung eines Frontgeräts bzw. eines vorderen Aufbaus zulässig ist, vorab eingestellt, und eine Steuereinheit berechnet anhand der Signale von Winkelsensoren die Position und die Stellung und anhand der Signale von Steuerhebelvorrichtungen einen Sollgeschwindigkeitsvektor des vorderen Aufbaus. Durch die Berechnung hält die Steuereinheit den Sollgeschwindigkeitsvektor unverändert, wenn sich das Frontgerät innerhalb des eingestellten Bereichs befindet und von dessen Grenzen entfernt ist, verändert den Sollgeschwindigkeitsvektor so, daß eine Vektorkomponente in der Richtung einer Annäherung an die Grenze des eingestellten Bereichs verringert wird, wenn sich das Frontgerät innerhalb des eingestellten Bereichs in der Nähe von dessen Grenze befindet, und verändert den Sollgeschwindigkeitsvektor so, daß das Frontgerät in den eingestellten Bereich zurückgeführt wird, wenn es sich außerhalb des eingestellten Bereichs befindet. Auf diese Weise soll das herkömmliche System Grabarbeiten innerhalb eines begrenzten Bereichs effizient und gleichmäßig ausführen.

[0003] Im allgemeinen bewegt ein Bediener die Spitze des Frontgeräts, während er sich unbewußt vorstellt, welcher Weg zum Zielort bzw. Zielbereich genommen werden sollte, wenn er die Spitze des Frontgeräts an einer tatsächlichen Arbeitsstelle entlang eines bestimmten Zielorts bewegt. Wenn die Betätigungsgeschwindigkeit der Spitze des Frontgeräts verhältnismäßig gering ist, wählt der Bediener beispielsweise einen Weg, auf dem die Spitze des Frontgeräts den Zielort auf dem kürzesten Weg erreicht, und der Sollgeschwindigkeitsvektor wird entsprechend dem ausgewählten Weg eingestellt, wobei dem raschesten Weg zum Erreichen des Zielorts höchste Priorität eingeräumt wird. Ist die Betätigungsgeschwindigkeit der Spitze des Frontgeräts verhältnismäßig hoch, wählt der Bediener einen Weg, auf dem die Spitze des Frontgeräts so bewegt wird, daß sie den Zielort statt auf dem kürzesten Weg in der Grabrichtung an einer Stelle geringfügig vor einem Zielpunkt erreicht, und der Sollgeschwindigkeitsvektor wird entsprechend dem ausgewählten Weg so eingestellt, daß einer weichen Landung am Zielort höchste Priorität eingeräumt wird. Bei einer

Orts- oder Bereichsbegrenzungssteuerung ist es daher wünschenswert, die Steuerung auf die gleiche Weise auszuführen, wie bei dem vom Bediener tatsächlich ausgeführten Prozeß, damit sich die Spitze des Frontgeräts so weit wie möglich entsprechend dem menschlichen Empfinden bewegt.

[0004] Ein Steuerprozeß des oben beschriebenen Steuersystems gemäß dem Stand der Technik wird nachstehend genauer beschrieben. Wird beispielsweise davon ausgegangen, daß eine zum Zielort vertikale Komponente des Geschwindigkeitsvorgabevektors A, wie in [Fig. 19](#) gezeigt, durch A_y gegeben ist, wenn der Bediener einen Steuerhebel betätigt, um mit der Absicht, die Spitze des drehbar mit einem Körper **1B** gekoppelten Frontgeräts **1A** (das einen Ausleger **1a**, einen Arm **1b** und eine Schaufel **1c** umfaßt), d.h. die Spitze der Schaufel, vertikal zu einem Zielort zu bewegen, einen bestimmten Geschwindigkeitsvorgabevektor A vorzugeben. Da A_y in bezug auf den Abstand y zwischen der Spitze der Schaufel **1c** und dem Zielort jedoch zu groß ist, wird ein Y-Komponentenvektor B_y zum Anheben des Auslegers **1a** zum Verlangsamen der Spitze der Schaufel **1c** berechnet. Der Y-Komponentenvektor B_y wird beispielsweise wie folgt berechnet. Vorab wird eine bestimmte Tabelle zum Herstellen einer Korrelation zwischen A_y und dem Abstand y zwischen der Spitze der Schaufel **1c** und dem Zielort erstellt. Die Tabelle ist so eingestellt, daß B_y zur Verringerung von A_y 0 ist ($B_y = 0$) und A_y nicht zur Verlangsamung verändert wird, wenn y größer als ein vorgegebener Abstand y_0 ist. Wenn y dann kleiner als der vorgegebene Abstand y_0 wird, nimmt B_y zur Verringerung von A_y bei einem kleineren Wert von y einen größeren Wert an.

[0005] Anschließend wird auf der Grundlage des auf diese Weise berechneten Werts B_y ein Geschwindigkeitsvorgabevektor B in der tatsächlichen Bewegungsrichtung des Auslegers **1a** berechnet, und danach wird der Ausleger **1a** bewegt. Dadurch ist der Sollgeschwindigkeitsvektor an der Spitze der Schaufel **1c**, wie dargestellt, durch $A + B$ gegeben.

[0006] Bei dem vorstehend beschriebenen Steuerprozeß wird nur Wert darauf gelegt, möglichst zu verhindern, daß sich die Spitze der Schaufel **1c** über den Zielort hinaus nach unten bewegt. Anders ausgedrückt wird die Richtung des endgültigen Sollgeschwindigkeitsvektors an der Spitze der Schaufel **1c** lediglich als Ergebnis einer nach der Betätigung des Steuerhebels durch den Bediener ausgeführten Berechnung bestimmt. Dementsprechend wird der Weg der Spitze der Schaufel **1c** zum Zielort abhängig von der vom Bediener vorgenommenen Betätigung verändert. Daher ist eine stabile Steuerung schwierig, was dazu führt, daß sich die Spitze der Schaufel **1c** mehrfach über den Zielort hinausbewegen oder ein Nachlauf verursacht werden können.

[0007] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Orts- bzw. Positionierungssteuersystem für Baumaschinen zu schaffen, das das Bewegen der Spitze eines Frontgeräts über einen zufriedenstellenden Weg, der stets dem menschlichen Empfinden entspricht, zu einem Zielort ermöglicht und das so eine stabile und genaue Betätigung sicherstellt.

(1) Zur Lösung der oben genannten Aufgabe weist das Orts- bzw. Positionierungssteuersystem erfindungsgemäß die Merkmale des Anspruchs 1 auf. Die Baumaschine umfaßt mehrere anzutreibende Glieder einschließlich mehreren Frontgliedern, die ein Frontgerät mit mehreren Gelenken bilden und jeweils vertikal drehbar sind, mehrere hydraulische Aktoren bzw. Stellglieder zum jeweiligen Antreiben der mehreren angetriebenen Glieder, mehrere Betriebsmittel bzw. Betätigungseinrichtungen zum Veranlassen von Bewegungen der mehreren anzutreibenden Glieder und mehrere hydraulische Steuerventile, die entsprechend Betriebs- bzw. Betätigungssignalen von den mehreren Betriebsmitteln bzw. Betätigungseinrichtungen angetrieben werden und die Fließmengen des den mehreren hydraulischen Aktoren bzw. Stellgliedern zugeführten hydraulischen Fluids steuern. Das Orts- bzw. Positionierungssteuersystem umfaßt Ortsstellmittel zum Einstellen eines Zielorts, entlang dem das Frontgerät bewegt werden soll, erste Erfassungsmittel zum Erfassen des in Bezug auf eine Position und Lage bzw. Stellung variablen Zustands des Frontgeräts, erste Berechnungsmittel zur Berechnung der Position und Lage bzw. Stellung des Frontgeräts auf der Grundlage der Signale von dem ersten Erfassungsmittel und Signalmodifiziermittel, die auf der Grundlage der Betriebs- bzw. Betätigungssignale von denjenigen unter den Betriebsmitteln, die bestimmten Frontgliedern zugeordnet sind, und der vom ersten Berechnungsmittel berechneten Werte mindestens eines der Betriebssignale von den den bestimmten Frontgliedern zugeordneten Betriebsmitteln so modifizieren, daß das Frontgerät zum Erreichen des Zielorts bewegt wird, wobei die Signalmodifiziermittel die Betriebssignale so modifizieren, daß das Frontgerät zu einem zweiten Punkt auf dem Zielort bewegt wird, der in der Grabrichtung um eine zweite Distanz hinter einem ersten Punkt liegt, der um eine erste Distanz von dem Frontgerät entfernt auf dem Zielort angeordnet ist.

[0008] Genauer modifiziert das Signalmodifiziermittel die Betriebssignale von den den bestimmten Frontgliedern zugeordneten Betriebsmitteln auf der Grundlage der Betriebssignale von den bestimmten Frontgliedern zugeordneten Betriebsmitteln und von vom ersten Berechnungsmittel berechneten, die Position und Stellung des Frontgeräts betreffenden Werten derart, daß das Frontgerät so bewegt wird, daß es schließlich den Zielort erreicht, wenn sich das

Frontgerät der Nähe des vorab über das Ortsstellmittel eingestellten Zielorts, längs dem das Frontgerät bewegt werden soll, nähert und sie erreicht.

[0009] Wenn das Frontgerät bei der vorliegenden Erfindung mittels des vorstehend beschriebenen Prozesses so bewegt wird, daß es schließlich den Zielort erreicht, verändern die Signalmodifiziermittel die Betriebssignale so, daß das Frontgerät zum zweiten Punkt, d.h. einem Punkt auf dem Zielort bewegt wird, der in der Grabrichtung um eine zweite Distanz hinter einem ersten Punkt liegt, der um eine erste Distanz von dem Frontgerät entfernt auf dem Zielort angeordnet ist. Durch diese Modifikation wird die Bewegungsrichtung des Frontgeräts, d.h. die Richtung eines Sollvektors, unabhängig davon, wie der Bediener die Betriebsmittel betätigt, stets auf eine Ausrichtung auf den zweiten Punkt gesteuert.

[0010] Bei der Bestimmung des zweiten Punkts kann dann der Weg der Bewegung des Frontgeräts von der aktuellen Position zum Zielort abhängig von den Anwendungen und/oder den Arbeitsbedingungen wahlweise auf jeden gewünschten Weg eingestellt werden, indem die zweite Distanz beispielsweise so gewählt wird, daß sie klein ist, damit das Frontgerät rascher von der aktuellen Position zum Zielort bewegt wird, oder indem die zweite Distanz so gewählt wird, daß sich das Frontgerät dem Zielort moderater nähert. Anders als bei einem herkömmlichen System, bei dem der Weg, dem die Spitze des Frontgeräts folgt, bis sie den Zielort erreicht, nicht endgültig ist, sondern von der Betätigung durch den Bediener abhängt, kann die Spitze des Frontgeräts dementsprechend auf eine relativ rasche, stabile und hoch akkurate Weise über einen zufriedenstellenden Weg, der dem menschlichen Empfinden entspricht, zum Zielort bewegt werden.

(2) Bei dem Ortssteuersystem für eine Baumaschine gemäß dem vorstehend ausgeführten Punkt (1) verändern die Signalmodifiziermittel die Betriebssignale vorzugsweise so, daß das Frontgerät zu einem zweiten Punkt auf dem Zielort bewegt wird, der in Grabrichtung um eine zweite Distanz hinter einem ersten Punkt auf dem Zielort liegt, der um eine erste Distanz vom Grabteil des Frontgeräts entfernt ist.

(3) Bei dem Ortssteuersystem für eine Baumaschine gemäß dem vorstehend ausgeführten Punkt (1) verwenden die Signalmodifiziermittel vorzugsweise eine minimale Distanz zwischen dem Zielort und dem Frontgerät als erste Distanz.

(4) Bei dem Ortssteuersystem für eine Baumaschine gemäß dem vorstehend ausgeführten Punkt (1) stellen die Signalmodifiziermittel die zweite Distanz vorzugsweise als festen Wert ein.

(5) Bei dem Ortssteuersystem für eine Baumaschine gemäß dem vorstehend ausgeführten Punkt (1) stellen die Signalmodifiziermittel die zweite Distanz vorzugsweise abhängig von der

ersten Distanz variabel ein.

[0011] Durch dieses Merkmal kann die Spitze des vorderen Aufbaus rasch zum Zielort bewegt werden, indem die zweite Distanz klein eingestellt wird, wenn die erste Distanz verhältnismäßig groß ist.

(6) Bei dem Ortssteuersystem für eine Baumaschine gemäß dem vorstehend ausgeführten Punkt (1) stellen die Signalmodifiziermittel die zweite Distanz vorzugsweise abhängig von den Betriebssignalen aus den Betriebsmitteln für das Frontgerät variabel ein.

[0012] Durch dieses Merkmal können beispielsweise ein Nachlaufen oder dergleichen verhindert und die Stabilität des Steuerungsprozesses erhöht werden, indem die zweite Distanz groß eingestellt wird, wenn die Größen der Betätigungssignale zur Vorgabe einer Bewegung des vorderen Aufbaus relativ groß sind.

(7) Bei dem Ortssteuersystem für eine Baumaschine gemäß dem vorstehend ausgeführten Punkt (1) stellen die Signalmodifiziermittel die zweite Distanz vorzugsweise abhängig von der Bewegungsgeschwindigkeit des Frontgeräts variabel ein.

[0013] Durch dieses Merkmal können beispielsweise ein Nachlaufen oder dergleichen verhindert und die Stabilität des Steuerungsprozesses erhöht werden, indem die zweite Distanz auf einen großen Wert eingestellt wird, wenn die Bewegungsgeschwindigkeit der Spitze des Frontgeräts verhältnismäßig hoch ist.

(8) Bei dem Ortssteuersystem für eine Baumaschine gemäß dem vorstehend ausgeführten Punkt (1) umfassen die Signalmodifiziermittel vorzugsweise zweite Berechnungsmittel zum Berechnen eines Sollgeschwindigkeitsvektors des Frontgeräts auf der Grundlage der Betriebs- bzw. Betätigungssignale von den den jeweiligen Frontgliedern zugeordneten Betriebsmitteln bzw. Betätigungseinrichtungen, dritte Berechnungsmittel zum Empfangen von durch die ersten und zweiten Berechnungsmittel berechneten Werten, zum Berechnen eines Modifiziervektors zum Modifizieren des auf den erhaltenen Werten basierenden Sollgeschwindigkeitsvektors und zum Modifizieren des Sollgeschwindigkeitsvektors auf der Grundlage des Modifiziervektors zum Hinführen auf den zweiten Punkt und Ventilsteuermittel zum derartigen Betätigen der zugehörigen hydraulischen Steuerventile, daß das Frontgerät in Übereinstimmung mit dem von dem dritten Berechnungsmittel modifizierten Sollgeschwindigkeitsvektor bewegt wird.

(9) Bei dem Ortssteuersystem für eine Baumaschine gemäß dem vorstehend ausgeführten Punkt (1) modifizieren die Signalmodifiziermittel die Betriebssignale vorzugsweise nur, wenn die

erste Distanz größer als ein vorgegebener Wert ist.

[0014] Durch dieses Merkmal kann die Arbeit auf die normale Art durch Betätigen des Frontgeräts ausgeführt werden, wenn das Frontgerät weiter als um die vorgegebene Distanz von dem Zielort entfernt ist.

(10) Bei dem Ortssteuersystem für eine Baumaschine gemäß dem vorstehend ausgeführten Punkt (8) umfaßt das dritte Berechnungsmittel vorzugsweise Wandlermittel zum Verändern des Modifiziervektors in Abhängigkeit von der ersten Distanz.

(11) Bei dem Ortssteuersystem für eine Baumaschine gemäß dem vorstehend ausgeführten Punkt (7), bei dem mindestens die den bestimmten Frontgliedern zugeordneten unter den Betriebsmitteln vom hydraulischen Pilottyp sind, bei dem Pilot- bzw. Steuerdrücke als Betriebs- bzw. Betätigungssignale ausgegeben werden, und ein Betriebssystem mit den Betriebsmitteln bzw. Betätigungseinrichtungen vom hydraulischen Pilottyp die zugehörigen hydraulischen Steuerventile antreibt, umfaßt das Steuersystem ferner vorzugsweise zweite Erfassungsmittel zum Erfassen der Eingangswerte, um die die Betriebsmittel vom hydraulischen Pilotdruck betätigt werden, sind die zweiten Berechnungsmittel Mittel zum Berechnen eines Sollgeschwindigkeitsvektors des Frontgeräts auf der Grundlage von Signalen von den zweiten Erfassungsmitteln und umfassen die Ventilsteuermittel vierte Berechnungsmittel zur Berechnung von Sollpilotdrücken zum Antreiben der zugehörigen hydraulischen Steuerventile auf der Grundlage des modifizierten Sollgeschwindigkeitsvektors und Pilotsteuermittel zum derartigen Steuern des Betriebssystems, daß die Sollpilotdrücke eingestellt werden.

(12) Bei dem Ortssteuersystem für eine Baumaschine gemäß dem vorstehend ausgeführten Punkt (11) umfaßt das Betriebssystem vorzugsweise eine erste Pilotleitung zum derartigen Aufbringen eines Pilotdrucks auf das zugehörige hydraulische Steuerventil, daß das Frontgerät vom Zielort wegbewegt wird, das vierte Berechnungsmittel umfaßt Mittel zum Berechnen eines Sollpilotdrucks in der ersten Pilotleitung auf der Grundlage des modifizierten Sollgeschwindigkeitsvektors, und das Pilotsteuermittel umfaßt Mittel zur Ausgabe eines dem Sollpilotdruck entsprechenden ersten elektrischen Signals, elektrohydraulische Wandlermittel zum Umwandeln des ersten elektrischen Signals in einen hydraulischen Druck und zum Ausgeben eines dem Sollpilotdruck entsprechenden Steuerdrucks und Druckauswahlmittel zum Auswählen des höheren unter dem Pilotdruck in der ersten Pilotleitung und dem von dem elektrohydraulischen Wandlermittel ausgegebenen Steuerdruck und zum Aufbringen des ausgewählten Drucks auf das zugehörige hydrau-

liche Steuerventil.

(13) Bei dem Ortssteuersystem für eine Baumaschine gemäß dem vorstehend ausgeführten Punkt (11) umfaßt das Betriebssystem vorzugsweise eine zweite Pilotleitung zum derartigen Aufbringen eines Pilotdrucks auf das zugehörige hydraulische Steuerventil, daß das Frontgerät zum Zielort bewegt wird, das vierte Berechnungsmittel umfaßt Mittel zum Berechnen eines Sollpilotdrucks in der zweiten Pilotleitung auf der Grundlage des modifizierten Sollgeschwindigkeitsvektors, und das Pilotsteuermittel umfaßt Mittel zur Ausgabe eines dem Sollpilotdruck entsprechenden zweiten elektrischen Signals und in der zweiten Pilotleitung angeordnete und entsprechend dem zweiten elektrischen Signal betätigte Druckreduzierungsmittel zum Verringern des Pilotdrucks in den zweiten Pilotleitungen auf den Sollpilotdruck.

(14) Bei dem Ortssteuersystem für eine Baumaschine gemäß dem vorstehend ausgeführten Punkt (11) umfaßt das Betriebssystem vorzugsweise eine erste Pilotleitung zum derartigen Aufbringen eines Pilotdrucks auf das zugehörige hydraulische Steuerventil, daß das Frontgerät vom Zielort wegbewegt wird, und eine zweite Pilotleitung zum derartigen Aufbringen eines Pilotdrucks auf das zugehörige hydraulische Steuerventil, daß das Frontgerät auf den Zielort zu bewegt wird, das vierte Berechnungsmittel umfaßt Mittel zum Berechnen der Sollpilotdrücke in den ersten und zweiten Pilotleitungen auf der Grundlage des modifizierten Sollgeschwindigkeitsvektors, und die Pilotsteuermittel umfassen Mittel zur Ausgabe von einem ersten und einem zweiten, den Sollpilotdrücken entsprechenden elektrischen Signalen, elektrohydraulische Wandlerrmittel zum Umwandeln des ersten elektrischen Signals in einen hydraulischen Druck und zum Ausgeben eines dem Sollpilotdruck entsprechenden Steuerdrucks, Druckauswahlmittel zum Auswählen des höheren unter dem Pilotdruck in der ersten Pilotleitung und dem von den elektrohydraulischen Wandlerrmitteln ausgegebenen Steuerdruck und zum Aufbringen des ausgewählten Drucks auf das zugehörige hydraulische Steuerventil sowie in der zweiten Pilotleitung angeordnete und entsprechend dem zweiten elektrischen Signal betätigte Druckreduzierungsmittel zur Verringerung des Pilotdrucks in der zweiten Pilotleitung auf den Sollpilotdruck.

(15) Bei dem Ortssteuersystem für eine Baumaschine gemäß dem vorstehend ausgeführten Punkt (12) oder (14) schließen die bestimmten Frontglieder vorzugsweise einen Ausleger und einen Arm eines hydraulischen Baggers ein und die erste Pilotleitung ist eine Pilotleitung auf der Seite für das Anheben des Auslegers.

(16) Bei dem Ortssteuersystem für eine Baumaschine gemäß dem vorstehend ausgeführten Punkt (13) oder (14) schließen die bestimmten

Frontglieder vorzugsweise einen Ausleger und einen Arm eines hydraulischen Baggers ein und die zweite Pilotleitung umfaßt Pilotleitungen auf der Seite für ein Absenken des Auslegers und auf der Seite für ein Anziehen des Arms.

(17) Bei dem Ortssteuersystem für eine Baumaschine gemäß dem vorstehend ausgeführten Punkt (13) oder (14) schließen die bestimmten Frontglieder vorzugsweise einen Ausleger und einen Arm eines hydraulischen Baggers ein und die zweite Pilotleitung umfaßt Pilotleitungen auf der Seite für ein Absenken des Auslegers, auf der Seite für ein Anziehen des Arms und auf der Seite für ein Ausstrecken des Arms.

(18) Bei dem Ortssteuersystem für eine Baumaschine gemäß dem vorstehend ausgeführten Punkt (1) umfaßt das erste Erfassungsmittel vorzugsweise mehrere Winkelsensoren zur Erfassung der Drehwinkel der mehreren Frontglieder.

(19) Bei dem Ortssteuersystem für eine Baumaschine gemäß dem vorstehend ausgeführten Punkt (1) umfaßt das erste Erfassungsmittel vorzugsweise mehrere Verschiebesensoren zur Erfassung der Hübe der mehreren Aktoren bzw. Stellglieder.

(20) Bei dem Ortssteuersystem für eine Baumaschine gemäß dem vorstehend ausgeführten Punkt (11) umfaßt das zweite Erfassungsmittel vorzugsweise in den Pilotleitungen des Betriebssystems angeordnete Drucksensoren.

(21) Bei dem Ortssteuersystem für eine Baumaschine gemäß einem der vorstehend ausgeführten Punkte (1) bis (20) modifizieren die Signalmodifizierungsmittel die Betriebssignale nur, wenn die Betriebssignale von denjenigen unter den mehreren Betriebsmitteln, die den bestimmten Frontgliedern zugeordnet sind, Betriebssignale in der Richtung sind, in der eine Annäherung des Frontgeräts an den Zielort veranlaßt wird.

[0015] Durch dieses Merkmal kann der Steuerungsprozeß weiter vereinfacht werden, und die Spitze des Frontgeräts kann gleichmäßiger vom Zielort fort bewegt werden, wenn sie von der Nähe des Zielorts abweicht.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0016] [Fig. 1](#) ist ein Diagramm, das ein Orts- bzw. Positionierungssteuersystem für Baumaschinen gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sowie deren hydraulisches Antriebssystem zeigt;

[0017] [Fig. 2](#) ist eine perspektivische Ansicht, die das äußere Erscheinungsbild eines hydraulischen Baggers zeigt, auf den die vorliegende Erfindung angewendet wird;

[0018] [Fig. 3](#) ist ein Diagramm, das Einzelheiten ei-

ner Steuerhebelvorrichtung des hydraulisch gesteuerten Typs zeigt;

[0019] [Fig. 4](#) ist ein funktionales Blockdiagramm, das die Steuerfunktionen einer Steuereinheit zeigt;

[0020] [Fig. 5](#) ist eine Ansicht zur Erläuterung eines Verfahrens zum Einstellen eines Koordinatensystems und eines Bereichs zur Verwendung bei der Positionierungssteuerung gemäß der Ausführungsform;

[0021] [Fig. 6](#) ist eine Ansicht zur Erläuterung eines Verfahrens zur Modifikation eines Neigungswinkels;

[0022] [Fig. 7](#) ist eine Ansicht, die ein Beispiel des bei der Ausführungsform eingestellten Zielorts zeigt;

[0023] [Fig. 8](#) ist ein Diagramm, das die Beziehung zwischen einem Pilotdruck und einer durch ein Stromventil strömenden Fördermenge in einem Abschnitt zur Berechnung einer Sollzylindergeschwindigkeit zeigt;

[0024] [Fig. 9](#) ist ein Blockdiagramm, das einen Steuerungsprozeß in einem Abschnitt zur Modifikation einer Vektorrichtung zeigt;

[0025] [Fig. 10](#) ist ein Ablaufdiagramm, das eine Prozedur bei der Verarbeitung durch einen Abschnitt zur Berechnung einer Modifikation eines Auslegerhebe- bzw. Senkvektors zeigt;

[0026] [Fig. 11](#) ist eine erläuternde Ansicht, die die Inhalte der Verarbeitung durch den Abschnitt zur Berechnung der Modifikation des Auslegerhebe- bzw. Senkvektors zeigt;

[0027] [Fig. 12](#) ist eine Ansicht, die ein Beispiel der Positionierung einer Schaufel zeigt;

[0028] [Fig. 13](#) ist ein Blockdiagramm, das einen Steuerprozeß bei einer Variante des Abschnitts zur Modifikation der Vektorrichtung zeigt;

[0029] [Fig. 14](#) ist ein Blockdiagramm, das einen Steuerprozeß bei einer weiteren Variante des Abschnitts zur Modifikation der Vektorrichtung zeigt;

[0030] [Fig. 15](#) ist ein Blockdiagramm, das einen Steuerprozeß bei einer weiteren Variante des Abschnitts zur Modifikation der Vektorrichtung zeigt;

[0031] [Fig. 16](#) ist ein Blockdiagramm, das einen Steuerprozeß bei einer weiteren Variante des Abschnitts zur Modifikation der Vektorrichtung zeigt;

[0032] [Fig. 17](#) ist ein Ablaufdiagramm, das eine weitere Prozedur bei der Verarbeitung durch den in [Fig. 16](#) dargestellten Abschnitt zur Berechnung der Modifikation des Auslegerhebe- bzw. Senkvektors

zeigt;

[0033] [Fig. 18](#) ist eine erläuternde Ansicht, die die Inhalte der Verarbeitung durch den in [Fig. 16](#) dargestellten Abschnitt zur Berechnung der Modifikation des Auslegerhebe- bzw. Absenkvektors zeigt; und

[0034] [Fig. 19](#) ist eine Ansicht zur Erläuterung eines herkömmlichen Steuerverfahrens.

GENAUE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORM

[0035] Nachstehend wird unter Bezugnahme auf die [Fig. 1](#) bis [Fig. 15](#) eine Ausführungsform beschrieben, bei der die vorliegende Erfindung auf einen hydraulischen Bagger angewendet wird.

[0036] Gemäß [Fig. 1](#) umfaßt ein hydraulischer Bagger, auf den die vorliegende Erfindung angewendet wird, eine Hydraulikpumpe **2**, mehrere hydraulische Stellglieder einschließlich eines Auslegerzylinders **3a**, eines Armzylinders **3b**, eines Schaufelzylinders **3c**, eines Schwenkmotors **3d** und eines linken und eines rechten Raupenmotors **3e**, **3f**, die durch von der Hydraulikpumpe **2** gefördertes Hydraulikfluid angetrieben werden, mehrere jeweils entsprechend den hydraulischen Stellgliedern **3a-3f** vorgesehene Steuerhebelvorrichtungen **4a-4f**, mehrere zwischen der Hydraulikpumpe **2** und den mehreren hydraulischen Stellgliedern **3a-3f** angeschlossene und entsprechend Betätigungssignalen von den Steuerhebelvorrichtungen **4a-4f** gesteuerte Stromventile **5a-5f**, die als hydraulische Steuerventile zum Steuern der Strömungsmengen des den hydraulischen Stellgliedern **3a-3f** jeweils zugeführten Hydraulikfluids dienen, und ein Entlastungsventil **6**, das geöffnet wird, wenn der Druck zwischen der Hydraulikpumpe **2** und einem der Stromventile **5a-5f** einen eingestellten Wert überschreitet. Diese Bauteile bilden ein hydraulisches Antriebssystem zum Antreiben anzutreibender Elemente des hydraulischen Baggers.

[0037] Ebenso umfaßt der hydraulische Bagger, wie in [Fig. 2](#) gezeigt, ein Frontgerät **1A** mit mehreren Gelenken, das aus einem Ausleger **1a**, einem Arm **1b** und einer Schaufel **1c** zusammengesetzt ist, die jeweils vertikal drehbar sind, sowie eine Karosserie **1B**, die aus einer oberen Schwenkstruktur **1d** und einem Unterwagen **1e** zusammengesetzt ist. Der Ausleger **1a** des Frontgeräts **1A** wird an seinem unteren Ende von einem vorderen Abschnitt der oberen Schwenkstruktur **1d** gehalten. Der Ausleger **1a**, der Arm **1b**, die Schaufel **1c**, die obere Schwenkstruktur **1d** und der Unterwagen **1e** dienen als anzutreibende Elemente, die jeweils von dem Auslegerzylinder **3a**, dem Armzylinder **3b**, dem Schaufelzylinder **3c**, dem Schwenkmotor **3d** und dem linken und dem rechten Raupenmotor **3e**, **3f** angetrieben werden. Die Bewegungen der angetriebenen Elemente werden über

die Steuerhebelvorrichtungen **4a-4f** vorgegeben.

[0038] Die Steuerhebelvorrichtungen **4a-4f** gemäß [Fig. 1](#) gehören jeweils dem hydraulisch gesteuerten Typ an und treiben ein entsprechendes der Stromventile **5a-5f** mittels eines Pilotdrucks an. Jede der Steuerhebelvorrichtungen **4a-4f** umfaßt, wie in [Fig. 3](#) gezeigt, einen vom Bediener betätigten Steuerhebel **40** und zwei Druckreduzierventile **41**, **42** zur Erzeugung eines Pilotdrucks in Abhängigkeit von der Eingangsgröße und -richtung der Betätigung des Steuerhebels **40**. Die Druckreduzierventile **41**, **42** sind an primären Anschlüssen mit einer Pilotpumpe **43** und an sekundären Anschlüssen über Pilotleitungen **44a**, **44b**; **45a**, **45b**; **46a**, **46b**; **47a**, **47b**; **48a**, **48b**; **49a**, **49b** mit einem entsprechenden der hydraulischen Antriebsanschlüsse **50a**, **50b**; **51a**, **51b**; **52a**, **52b**; **53a**, **53b**; **54a**, **54b**; **55a**, **55b** der Stromventile verbunden.

[0039] Ein Orts- bzw. Positionierungssteuersystem gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist in einem hydraulischen Bagger vorgesehen, der konstruiert ist, wie vorstehend beschrieben. Das Steuersystem umfaßt eine Einstellvorrichtung **7** zur vorherigen Erstellung einer Anweisung zum Einstellen eines Zielorts, längs dem ein vorgegebener Teil des Frontgeräts **1A**, beispielsweise die Spitze der Schaufel **1c**, bewegt werden soll, in Abhängigkeit von der geplanten Arbeiten, jeweils an den Drehpunkten des Auslegers **1a**, des Arms **1b** und der Schaufel **1c** angeordnete Winkelsensoren **8a**, **8b**, **8c** zur Erfassung jeweiliger Drehwinkel α , β , γ dieser (siehe die später beschriebene [Fig. 5](#)) als die Position und Stellung des Frontgeräts **1A** betreffende Statusvariablen, einen Neigungswinkelsensor **8d** zur Erfassung des Neigungswinkels θ der Karosserie **1B** nach vorne und hinten, in den mit den Steuerhebelvorrichtungen **4a-4f** für den Ausleger und den Arm verbundenen Pilotleitungen **44a**, **44b**; **45a**, **45b** angeordnete Drucksensoren **60a**, **60b**; **61a**, **61b** zur Erfassung jeweiliger Pilotdrücke als Eingangsgrößen, mit denen die Steuerhebelvorrichtungen **4a**, **4b** betätigt werden, eine Steuereinheit **9** zum Empfangen eines Initialisierungssignals von der Einstellvorrichtung **7**, der Erfassungssignale von den Winkelsensoren **8a**, **8b**, **8c** und dem Neigungswinkelsensor **8d** und der Erfassungssignale von den Drucksensoren **60a**, **60b**; **61a**, **61b**, zum Einstellen des Zielorts, längs dem die Spitze der Schaufel **1c** bewegt werden soll, und zur Ausgabe elektrischer Signale zum Ausführen einer Steuerung zum Graben längs des Zielorts, durch von der Steuereinheit **9** ausgegebene elektrische Signale angetriebene elektromagnetische Proportionalventile **10a**, **10b**, **11a**, **11b** und ein Wechselventil **12**.

[0040] Das elektromagnetische Proportionalventil **10a** weist einen mit der Pilotpumpe **43** verbundenen primären Anschluß und einen mit dem Wechselventil **12** verbundenen sekundären Anschluß auf. Das

Wechselventil **12** zur Auswahl des höheren Drucks unter dem Pilotdruck in der Pilotleitung **44a** und dem von dem elektromagnetischen Proportionalventil **10a** verringerten Steuerdruck und zum anschließenden Aufbringen des ausgewählten Drucks auf den hydraulischen Antriebsabschnitt **50a** des Stromventils **5a** ist in der Pilotleitung **44a** angeordnet. Die elektromagnetischen Proportionalventile **10a**, **11a**, **11b** zum Verringern der Pilotdrücke in den Pilotleitungen entsprechend den jeweils an sie angelegten elektrischen Signalen und zum Ausgeben der verringerten Pilotdrücke sind jeweils in den Pilotleitungen **44b**, **45a**, **45b** angeordnet.

[0041] Die Einstellvorrichtung **7** umfaßt eine auf einer Steuerkonsole angeordnete Betätigungseinrichtung, wie einen Schalter, oder einen Griff zur Ausgabe eines Initialisierungssignals zum Befehlen der Einstellung des Zielorts an die Steuereinheit **9**. Weitere geeignete Hilfsmittel, wie eine Anzeige, können ebenfalls auf der Steuerkonsole vorgesehen sein. Die Einstellung des Zielorts kann gemäß jedem anderen geeigneten Verfahren, wie unter Verwendung von IC-Karten, Barcodes, Lasern und einer drahtlosen Kommunikation, erfolgen.

[0042] Die Steuerfunktionen der Steuereinheit **9** sind in [Fig. 4](#) gezeigt. Die Steuereinheit übernimmt Funktionen, die von einem Abschnitt **9a** zur Berechnung der Einstellung des Zielorts, einem Abschnitt **9b** zur Berechnung der Stellung des Frontgeräts, einem Abschnitt **9c** zur Berechnung der Sollzylindergeschwindigkeit, einem Abschnitt **9d** zur Berechnung des Sollgeschwindigkeitsvektors für die Spitze, einem Abschnitt **9e** zur Modifikation der Vektorrichtung, einem Abschnitt **9f** zur Berechnung der Sollzylindergeschwindigkeit nach der Modifikation, einem Abschnitt **9g** zur Berechnung des Sollpilotdrucks und einem Abschnitt **9h** zur Berechnung der Befehle für die Ventile ausgeführt werden.

[0043] Der Abschnitt **9a** zur Berechnung der Einstellung des Zielorts führt als Reaktion auf eine Anweisung von der Einstellvorrichtung **7** eine Berechnung zur Einstellung des Zielorts aus, längs dem die Spitze der Schaufel **1c** bewegt werden soll. Ein Beispiel eines Verfahrens zum Einstellen des Zielorts wird unter Bezugnahme auf [Fig. 5](#) beschrieben. Es wird darauf hingewiesen, daß der Zielort bei dieser Ausführungsform in einer vertikalen Ebene eingestellt wird.

[0044] Gemäß [Fig. 5](#) wird als Reaktion auf eine Anweisung von der Einstellvorrichtung **7** die gegenwärtige Position der Spitze der Schaufel **1c** berechnet, nachdem die Spitze der Schaufel **1c** vom Bediener, der das Frontgerät betätigt, zur Position eines Punktes P1 bewegt wurde, und dann wird die Einstellvorrichtung **7** betätigt, um zur Bestimmung eines Punktes P1* auf dem einzustellenden Zielort eine Tiefe h1 von dieser Position einzugeben. Anschließend wird, äh-

lich wie oben beschrieben, als Reaktion auf eine Anweisung von der Einstellvorrichtung **7** die gegenwärtige Position der Spitze der Schaufel **1c** berechnet, nachdem die Spitze der Schaufel **1c** zur Position eines Punkts P2 bewegt wurde, worauf die Einstellvorrichtung **7** betätigt wird, um zur Bestimmung eines Punkts P2* auf dem einzustellenden Zielort eine Tiefe h2 von dieser Position einzugeben. Eine Formel, die die gerade Linie ausdrückt, die die beiden Punkte P1* und P2* verbindet, wird berechnet und als Zielort eingestellt.

[0045] Bei dem vorstehend beschriebenen Prozeß werden die Positionen der beiden Punkte P1, P2 von dem später beschriebenen Abschnitt **9b** zur Berechnung der Stellung des Frontgeräts berechnet, und der Abschnitt **9a** zur Berechnung der Einstellung des Zielorts berechnet die Formel der geraden Linie anhand die Positionen der beiden Punkte betreffender Informationen. Genauer sind in der Steuereinheit **9** verschiedene Abmessungen des Frontgeräts **1A** und der Karosserie **1B** gespeichert, und der Abschnitt **9b** zur Berechnung der Stellung des Frontgeräts berechnet die Positionen der beiden Punkte P1, P2 auf der Grundlage der gespeicherten Daten und der jeweils von den Winkelsensoren **8a**, **8b**, **8c** erfaßten Werte der Drehwinkel α , β , γ . Zu diesem Zeitpunkt werden die Positionen der beiden Punkte P1, P2 beispielhaft als Koordinatenwerte (X1, Y1), (X2, Y2) auf einem XY-Koordinatensystem bestimmt, als dessen Ursprung der Schwenkpunkt des Auslegers **1a** definiert ist. Das XY-Koordinatensystem ist ein an der Karosserie **1B** festgelegtes, rechtwinkliges Koordinatensystem, und es wird davon ausgegangen, daß es in einer vertikalen Ebene liegt. Unter der Voraussetzung, daß der Abstand zwischen dem Schwenkpunkt des Auslegers **1a** und dem Schwenkpunkt des Arms **1b** L1, der Abstand zwischen dem Schwenkpunkt des Arms **1b** und dem Schwenkpunkt der Schaufel **1c** L2 und der Abstand zwischen dem Schwenkpunkt der Schaufel **1c** und der Spitze der Schaufel **1c** L3 ist, werden die Koordinatenwerte (X1, Y1), (X2, Y2) auf dem XY-Koordinatensystem unter Verwendung der nachstehenden Formeln von den Drehwinkeln α , β , γ abgeleitet.

$$X = L1 \sin \alpha + L2 \sin(\alpha + \beta) + L3 \sin(\alpha + \beta + \gamma)$$

$$Y = L1 \cos \alpha + L2 \cos(\alpha + \beta) + L3 \cos(\alpha + \beta + \gamma)$$

[0046] Der Abschnitt **9a** zur Berechnung der Einstellung des Zielorts bestimmt die Koordinatenwerte der beiden Punkte P1*, P2* auf der Grenze eines Ausschachtungsbereichs, d.h. auf dem Zielort, durch Berechnen der Y-Koordinatenwerte wie folgt.

$$Y1^* = Y1 - h1$$

$$Y2^* = Y2 - h2$$

[0047] Die Formel, die die gerade Linie ausdrückt, die die beiden Punkte P1* und P2* verbindet, wird anhand der folgenden Gleichung berechnet.

$$Y = (Y2^* - Y1^*)X/(X2 - X1) + (X2Y1^* - X1Y2^*)/(X2 - X1)$$

[0048] Dann wird ein rechtwinkliges Koordinatensystem, dessen Ursprung auf der oben beschriebenen geraden Linie liegt und dessen eine Achse von der oben beschriebenen geraden Linie definiert wird, beispielsweise ein XaYa-Koordinatensystem eingestellt, als dessen Ursprung der Punkt P2* definiert ist, und Koordinatenumwandlungsdaten aus dem XY-Koordinatensystem in das XaYa-Koordinatensystem werden abgeleitet.

[0049] Nun wird davon ausgegangen, daß die relative Positionsbeziehung zwischen der Spitze der Schaufel und dem Boden verändert wird und das Einstellen des Ausschachtungsbereichs nicht korrekt ausgeführt werden kann, wenn die Karosserie **1B** geneigt ist, wie in [Fig. 6](#) gezeigt. Bei dieser Ausführungsform wird daher der Neigungswinkel θ der Karosserie **1B** vom Neigungswinkelsensor **8d** erfaßt, und der erfaßte Wert des Neigungswinkels θ wird in den Abschnitt **9b** zur Berechnung der Stellung des Frontgeräts eingegeben, der die Position der Spitze der Schaufel auf einem XbYb-Koordinatensystem berechnet, das durch Drehen des XY-Koordinatensystems um den Winkel θ erzeugt wird. Dies ermöglicht selbst dann ein korrektes Einstellen des Ausschachtungsbereichs, wenn die Karosserie **1B** schräg steht. Es wird darauf hingewiesen, daß der Neigungswinkelsensor nicht immer erforderlich ist, wenn die Arbeit bei schräg stehender Karosserie nach der Korrektur der Neigung der Karosserie aufgenommen wird oder wenn die Grabarbeiten an einer Arbeitsstelle ausgeführt werden, an der keine Schrägstellung der Karosserie auftritt.

[0050] Obwohl die Grenze des Ausschachtungsbereichs bei dem vorstehenden Beispiel auf eine einzige gerade Linie eingestellt wird, kann durch Kombinieren mehrerer gerader Linien ein Ausschachtungsbereich mit jeder gewünschten Form in einer vertikalen Ebene eingestellt werden. [Fig. 7](#) zeigt ein Beispiel des zuletzt genannten Falls, bei dem der Ausschachtungsbereich unter Verwendung von drei geraden Linien A1, A2 und A3 eingestellt wird. Hierbei kann die Grenze des Ausschachtungsbereichs durch Ausführen des gleichen Vorgangs und der vorstehend beschriebenen Berechnung für jede der geraden Linien A1, A2 und A3 eingestellt werden.

[0051] Wie vorstehend erläutert, berechnet der Abschnitt **9b** zur Berechnung der Stellung des Frontgeräts die Position eines vorgegebenen Teils des Frontgeräts **1A** auf der Grundlage der verschiedenen, im Speicher der Steuereinheit **9** gespeicherten Abmes-

sungen des Frontgeräts **1A** und der Karosserie **1B** sowie der jeweils von den Winkelsensoren **8a**, **8b**, **8c** erfaßten Werte der Drehwinkel α , β , γ als Koordinatenwerte auf dem XY-Koordinatensystem.

[0052] Der Abschnitt **9c** zur Berechnung der Sollzyklindergeschwindigkeit empfängt die von den Drucksensoren **60a**, **60b**, **61a**, **61b** erfaßten Werte der Pilotdrücke, bestimmt die durch die Stromventile **5a**, **5b** strömenden Strömungsmengen und berechnet die Sollgeschwindigkeiten des Auslegerzylinders **3a** und des Armzylinders **3b** anhand der bestimmten Strömungsmengen. Im Speicher der Steuereinheit **9** sind die Beziehungen zwischen den Pilotdrücken P_{BU} , P_{BD} , P_{AC} , P_{AD} und den durch die Stromventile **5a**, **5b** strömenden Strömungsmengen V_B , V_A gespeichert, wie in **Fig. 8** gezeigt. Der Abschnitt **9c** zur Berechnung der Sollzyklindergeschwindigkeit bestimmt die durch die Stromventile **5a**, **5b** strömenden Strömungsmengen auf der Grundlage dieser Beziehungen. Alternativ kann die Sollzyklindergeschwindigkeit durch Speichern der vorab berechneten Beziehung zwischen dem Pilotdruck und der Sollzyklindergeschwindigkeit im Speicher der Steuereinheit **9** direkt anhand des Pilotdrucks bestimmt werden.

[0053] Der Abschnitt **9d** zur Berechnung des Sollgeschwindigkeitsvektors für die Spitze bestimmt den Sollgeschwindigkeitsvektor V_C der Spitze der Schaufel **1c** anhand der vom Abschnitt **9b** zur Berechnung der Stellung des Frontgeräts bestimmten Position der Spitze der Schaufel **1c**, der vom Abschnitt **9c** zur Berechnung der Sollzyklindergeschwindigkeit bestimmten Sollzyklindergeschwindigkeit und der verschiedenen im Speicher der Steuereinheit **9** gespeicherten Abmessungen, wie L_1 , L_2 und L_3 . Zu diesem Zeitpunkt wird der Sollgeschwindigkeitsvektor V_C zunächst als Werte auf dem in **Fig. 5** gezeigten XY-Koordinatensystem und anschließend durch Umwandeln der Werte auf dem XY-Koordinatensystem in die Werte auf dem XaYa-Koordinatensystem unter Verwendung der vorab vom Abschnitt **9a** zur Berechnung der Einstellung des Zielorts bestimmten Umwandlungsdaten aus dem XY-Koordinatensystem in das XaYa-Koordinatensystem als Werte auf dem XaYa-Koordinatensystem bestimmt. Hierbei repräsentieren ein Xa-Koordinatenwert V_{Cx} des Sollgeschwindigkeitsvektors V_C auf dem XaYa-Koordinatensystem eine Vektorkomponente des Sollgeschwindigkeitsvektors V_C in der zum Zielort parallelen Richtung und ein Ya-Koordinatenwert V_{Cy} des Sollgeschwindigkeitsvektors V_C auf dem XaYa-Koordinatensystem eine Vektorkomponente des Sollgeschwindigkeitsvektors V_C in der zum Zielort vertikalen Richtung.

[0054] Wenn sich die Spitze der Schaufel **1c** innerhalb eines (später beschriebenen) vorgegebenen Bereichs in der Nähe des Zielorts befindet, verändert der Abschnitt **9e** zur Modifikation der Vektorrichtung den Sollgeschwindigkeitsvektor V_C so, daß die Spitze

der Schaufel **1c** den Zielort erreicht.

[0055] **Fig. 9** ist ein Blockdiagramm, das einen Steuerungsprozeß des Abschnitts **9e** zur Modifikation der Vektorrichtung zeigt.

[0056] Gemäß **Fig. 9** berechnet zunächst ein Abschnitt **9e1** zur Berechnung einer Modifikation des Auslegerhebe- bzw. Absenkvektors auf der Grundlage des vom Abschnitt **9d** zur Berechnung des Sollgeschwindigkeitsvektors für die Spitze berechneten Sollgeschwindigkeitsvektors V_C , des vom Abschnitt **9a** zur Berechnung der Einstellung des Zielorts eingestellten Zielorts und einer vorab von der Steuereinheit **9** eingestellten und gespeicherten zweiten Distanz, beispielsweise l_1 , einen Auslegerhebevektor (bzw. Auslegersenkvektor) V_D als Modifikationsvektor zur Modifikation des Sollgeschwindigkeitsvektors V_C . **Fig. 10** ist ein Ablaufdiagramm, das eine Prozedur bei einer Verarbeitung durch den Abschnitt **9e1** zur Berechnung einer Modifikation des Auslegerhebe- bzw. Absenkvektors zeigt, und **Fig. 11** ist eine erläuternde Ansicht, die die Inhalte der Verarbeitung zeigt.

[0057] Gemäß **Fig. 10** wird in einem Schritt **100** zunächst ein um eine erste Distanz, beispielsweise um eine minimale Distanz (siehe **Fig. 11**), von der Spitze P3 der Schaufel **1c** entfernter Punkt P4 auf dem Zielort bestimmt.

[0058] Als nächstes wird in einem Schritt **101** ein Punkt P5 auf dem Zielort bestimmt, der in der Grabrichtung um eine Distanz l_1 vor dem Punkt P4 liegt (siehe **Fig. 11**).

[0059] Die Größe des Auslegerhebevektors (bzw. Auslegersenkvektors) V_D wird dann im Schritt **102** so bestimmt, daß die Beziehung $V_C + V_D = mP3P5$ gegeben ist (wobei m ein Koeffizient ist), d.h. daß die Richtung von $V_C + V_D$ mit der des Vektors P3P5 übereinstimmt.

[0060] Auf diese Weise wird der Auslegerhebevektor (bzw. Auslegersenkvektor) V_D für die Modifikation bestimmt. Ob V_D bei dem vorstehend beschriebenen Prozeß ein Auslegerhebevektor oder ein Auslegersenkvektor ist, hängt von der Richtung des Sollgeschwindigkeitsvektors V_C ab. Anders ausgedrückt ist V_D ein Auslegerhebevektor, wenn der Sollgeschwindigkeitsvektor V_C zum Erreichen des Zielorts um einen ausreichenden Weg nach unten gerichtet ist (siehe die später beschriebene **Fig. 12**), und ein Auslegersenkvektor, wenn er um einen ausreichenden Weg nach oben gerichtet ist.

[0061] Gemäß **Fig. 9** bestimmt ein Abschnitt **9e2** zur Erfassung der minimalen Distanz auf der Grundlage des vom Abschnitt **9a** zur Berechnung der Einstellung des Zielorts eingestellten Zielorts und der vom Abschnitt **9b** zur Berechnung der Stellung des

Frontgeräts bestimmten Position der Spitze der Schaufel **1c** eine minimale Distanz Δh zwischen der Spitze der Schaufel und dem Zielort.

[0062] Dann stellt ein Abschnitt **9e3** zur Einstellung einer Steuerverstärkung auf der Grundlage der minimalen Distanz Δh eine Steuerverstärkung K ein. Wie in **Fig. 9** gezeigt, wird die Steuerverstärkung K so eingestellt, daß ihr Wert 0 ist, wenn die minimale Distanz Δh größer als ein vorgegebener Wert Δh_o ist, 1 ist, wenn Δh kleiner als ein vorgegebener Wert Δh_i ist, und kontinuierlich von 0 bis 1 zunimmt, wenn Δh kleiner wird, während $\Delta h_i \leq \Delta h \leq \Delta h_o$ gilt.

[0063] Die so abgeleitete Steuerverstärkung K wird von einer Multipliziereinrichtung **9e4** mit dem auf die vorstehend beschriebene Weise vom Abschnitt **9e1** zur Berechnung einer Modifikation des Auslegerhebe- bzw. Absenkvektors bestimmten Auslegerhebevektor (bzw. Auslegersenkvektor) V_D multipliziert.

[0064] Danach wird der Sollgeschwindigkeitsvektor V_C vom Abschnitt **9d** zur Berechnung des Sollgeschwindigkeitsvektors für die Spitze von einer Addiereinrichtung **9e5** zu dem Wert KV_D von der Multipliziervorrichtung **9e4** addiert, und schließlich wird $V_C + KV_D$ vom Abschnitt **9e** zur Modifikation der Vektorrichtung ausgegeben.

[0065] Da hier der Wert der Steuerverstärkung K vom Abschnitt **9e3** zur Einstellung der Steuerverstärkung eingestellt wird, wie vorstehend beschrieben, nimmt der Ausgang des Abschnitts **9e** zur Modifikation der Vektorrichtung den Wert von V_C an, wenn $\Delta h > \Delta h_o$ gilt, den Wert von $V_C + V_D$, wenn $\Delta h < \Delta h_i$ gilt, und einen Wert im Bereich von V_C bis $V_C + V_D$, wenn $\Delta h_i \leq \Delta h \leq \Delta h_o$ gilt. Anders ausgedrückt handelt es sich um einen Bereich, in dem keine Modifikation vorgenommen wird, in dem der Sollgeschwindigkeitsvektor nicht verändert wird, wenn die minimale Distanz Δh zwischen der Spitze der Schaufel **1c** und dem Zielort größer als Δh_o ist. Liegt die minimale Distanz Δh im Bereich zwischen Δh_i und Δh_o , repräsentiert dies einen Übergangsbereich, in dem der Sollgeschwindigkeitsvektor in einem größeren Ausmaß verändert wird, wenn sich der minimale Abstand verringert. Ist der minimale Abstand Δh kleiner als Δh_i , repräsentiert dies einen Modifikationsbereich, in dem der Sollgeschwindigkeitsvektor in vollem Ausmaß modifiziert wird.

[0066] Wie vorstehend beschrieben, wird der Sollgeschwindigkeitsvektor V_C durch Addieren des Auslegerhebevektors (bzw. Auslegersenkvektors) V_D für die Modifikation zum Sollgeschwindigkeitsvektor V_C auf einen Sollgeschwindigkeitsvektor $V_C + KV_D$ modifiziert (wobei $K = 0$ bis 1 gilt).

[0067] **Fig. 12** zeigt ein Beispiel eines Zielorts, längs dem sich die Spitze der Schaufel **1c** bewegt,

wenn die Spitze der Schaufel mittels der vorstehend beschriebenen Modifikation so gesteuert wird, daß sie den Sollgeschwindigkeitsvektor $V_C + V_D$ aufweist (d.h. $K = 1$ im Bereich $\Delta h \leq \Delta h_i$).

[0068] Wie in **Fig. 12** gezeigt, wird der Sollgeschwindigkeitsvektor V_C unter der Voraussetzung, daß er ein konstanter, schräg nach unten gerichteter Vektor ist, bei jedem Modifikationsprozeß stets auf einen Sollgeschwindigkeitsvektor $V_C + V_D$ modifiziert, der auf einen Punkt **11** ausgerichtet ist, der in der Grabrichtung vor dem Punkt auf dem Zielort unmittelbar unter der Position der Spitze der Schaufel **1c** angeordnet ist. Genauer ist unter der Voraussetzung, daß die Ausgangsposition der Spitze der Schaufel **1c** ein Punkt P3a ist, der unmittelbar unter der Position der Spitze der Schaufel **1c** gelegene Punkt auf dem Zielort beispielsweise ein Punkt P4a, der in der Grabrichtung um 11 davor gelegene Punkt ist ein Punkt P5a, und als Sollgeschwindigkeitsvektor ist der Sollgeschwindigkeitsvektor $V_C + V_D$ gegeben, der auf den Punkt P5a ausgerichtet ist. Wenn die Position der Spitze der Schaufel **1c** anschließend einen Punkt P3b erreicht, ist als Sollgeschwindigkeitsvektor der Sollgeschwindigkeitsvektor $V_C + V_D$ gegeben, der auf den Punkt P5b ausgerichtet ist. Wenn die Position der Spitze der Schaufel **1c** dann einen Punkt P3c erreicht, ist als Sollgeschwindigkeitsvektor der Sollgeschwindigkeitsvektor $V_C + V_D$ gegeben, der auf den Punkt P5c ausgerichtet ist, und wenn die Spitze der Schaufel daraufhin einen Punkt P3d erreicht, ist er als Sollgeschwindigkeitsvektor $V_C + V_D$ gegeben, der auf den Punkt P5d ausgerichtet ist. Schließlich ist der Zielort der Spitze der Schaufel, wie aus **Fig. 12** ersichtlich, durch eine gekrümmte Linie gegeben, die sich bei zunehmender Annäherung an den Zielort zunehmend einem parallelen Verhältnis zum diesem nähert und schließlich gleichmäßig zum Zielort konvergiert. Selbst wenn die Spitze der Schaufel **1c** nach unten vom Zielort abweicht, wird sie auch von unten auf den Zielort eingestellt, wobei eine ähnlich gleichmäßige Positionierung erfolgt.

[0069] Gemäß **Fig. 4** berechnet der Abschnitt **9f** zur Berechnung der Sollzylindergeschwindigkeit nach der Modifikation die Sollzylindergeschwindigkeiten des Auslegerzylinders **3a** und des Armzylinders **3b** anhand des vom Abschnitt **9e** zur Modifikation der Vektorrichtung bestimmten Sollgeschwindigkeitsvektors $V_C + V_D$ nach der Modifikation. Dieser Prozeß ist eine Umkehrung der vom Abschnitt **9d** zur Berechnung des Sollgeschwindigkeitsvektors für die Spitze ausgeführten Berechnung.

[0070] Der Abschnitt **9g** zur Berechnung des Sollpilotdrucks berechnet die Sollpilotdrücke in den Pilotleitungen **44a**, **44b**, **45a**, **45b** auf der Grundlage der jeweiligen Sollzylindergeschwindigkeiten vom Abschnitt **9f** zur Berechnung der Sollzylindergeschwindigkeit nach der Modifikation. Dieser Prozeß ist eine

Umkehrung der vom Abschnitt **9c** zur Berechnung der Sollzylindergeschwindigkeit ausgeführten Berechnung.

[0071] Der Abschnitt **9h** zur Berechnung der Befehle für die Ventile berechnet anhand der vom Abschnitt **9g** zur Berechnung des Sollpilotdrucks berechneten Sollpilotdrücke zum Herstellen dieser Sollpilotdrücke erforderliche Befehlswerte für die elektromagnetischen Proportionalventile **10a, 10b, 11a, 11b**. Die Befehlswerte werden von Verstärkern verstärkt und als elektrische Signale an die elektromagnetischen Proportionalventile ausgegeben. Da der Sollgeschwindigkeitsvektor V_C unter Verwendung des Auslegerhebevektors (bzw. des Auslegersenkvektors) V_D modifiziert wird, wie in dem in [Fig. 10](#) gezeigten Ablaufdiagramm im Schritt **102** dargestellt, wird hier ein der Modifikation entsprechendes elektrisches Signal an das der Pilotleitung **44a** auf der Seite für das Anheben des Auslegers zugeordnete elektromagnetische Proportionalventil **10a** (bzw. das der Pilotleitung **44b** auf der Seite für das Absenken des Auslegers zugeordnete elektromagnetische Proportionalventil **10b**) ausgegeben.

[0072] Bei der vorstehend beschriebenen Konstruktion bilden die Steuerhebelvorrichtungen **4a-4f** die hydraulisch gesteuerten Betätigungseinrichtungen bzw. Betriebsmittel zur Erzeugung von Anweisungen zur Betätigung der mehreren anzutreibenden Elemente, d.h. des Auslegers **1a**, des Arms **1b**, der Schaufel **1c**, der oberen Schwenkstruktur **1d** und des Unterwagens **1e**. Die Einstellvorrichtung **7** und der Abschnitt **9a** zur Berechnung der Einstellung des Zielorts bilden die Bereichseinstelleinrichtung bzw. die Ortsstellmittel zum Einstellen eines Zielbereichs bzw. Zielorts, längs dem das Frontgerät **1A** bewegt werden soll. Die Winkelsensoren **8a-8c** und der Neigungswinkelsensor **8d** bilden das erste Erfassungsmittel zur Erfassung der die Position und Stellung des Frontgeräts **1A** betreffenden Statusvariablen. Der Abschnitt **9b** zur Berechnung der Stellung des Frontgeräts bildet das erste Berechnungsmittel zum Berechnen der Position und Stellung des Frontgeräts **1A** auf der Grundlage der Signale von der ersten Erfassungseinrichtung.

[0073] Ebenso bilden die Punkte P4, P4a, ... jeweils einen um die erste Distanz vom Frontgerät **1A** entfernten ersten Punkt auf dem Zielort, und die Punkte P5, P5a, P5b, P5c, P5d, ... bilden jeweils einen in der Grabrichtung um die Distanz **11** vor dem ersten Punkt gelegenen zweiten Punkt auf dem Zielort. Der Abschnitt **9c** zur Berechnung der Sollzylindergeschwindigkeit, der Abschnitt **9d** zur Berechnung des Sollgeschwindigkeitsvektors für die Spitze, der Abschnitt **9e** zur Modifikation der Vektorrichtung, der Abschnitt **9f** zur Berechnung der Sollzylindergeschwindigkeit nach der Modifikation, der Abschnitt **9g** zur Berechnung des Sollpilotdrucks, der Abschnitt **9h** zur Be-

rechnung der Befehle für die Ventile und die elektromagnetischen Proportionalventile **10a, 10b, 11a, 11b** bilden das Signalmodifiziermittel zum derartigen Verändern der Betriebssignale von den bestimmten Betriebsmitteln **4a, 4b** für das Frontgerät **1A** auf der Grundlage der Betätigungs- bzw. Betriebssignale von den den bestimmten Frontgliedern **1a, 1b** zugeordneten **4a, 4b** unter den mehreren Betätigungseinrichtungen **4a-4f** und der von den ersten Berechnungsmitteln **9b** berechneten Werte, daß das Frontgerät **1A** so gesteuert wird, daß es nacheinander zu den Punkten P5, P5a, P5b, P5c, P5d ... bewegt wird und schließlich den Zielort erreicht.

[0074] Der Abschnitt **9c** zur Berechnung der Sollzylindergeschwindigkeit und der Abschnitt **9d** zur Berechnung des Sollgeschwindigkeitsvektors für die Spitze bilden das zweite Berechnungsmittel zum Berechnen des Sollgeschwindigkeitsvektors des Frontgeräts **1A** auf der Grundlage der Betätigungs- bzw. Betriebssignale von den den bestimmten Frontgliedern **1a, 1b** zugeordneten Betätigungseinrichtungen bzw. Betriebsmitteln. Der Abschnitt **9e** zur Modifikation der Vektorrichtung bildet das dritte Berechnungsmittel zum Empfangen der vom ersten und zweiten Berechnungsmittel berechneten Werte, zum Berechnen des Modifikationsvektors V_D zum Modifizieren des Sollgeschwindigkeitsvektors V_C auf der Grundlage der empfangenen Werte und zum derartigen Modifizieren des Sollgeschwindigkeitsvektors V_C auf der Grundlage des Modifikationsvektors V_D , daß der Sollgeschwindigkeitsvektor V_C auf den zweiten Punkt P5 ausgerichtet ist. Der Abschnitt **9f** zur Berechnung der Sollzylindergeschwindigkeit nach der Modifikation, der Abschnitt **9g** zur Berechnung des Sollpilotdrucks, der Abschnitt **9h** zur Berechnung der Befehle für die Ventile und die elektromagnetischen Proportionalventile **10a, 10b; 11a, 11b** bilden die Ventilsteuermittel zum derartigen Antreiben der zugeordneten hydraulischen Steuerventile **5a, 5b**, daß das Frontgerät **1A** nach Maßgabe des modifizierten Sollgeschwindigkeitsvektors $V_C + KV_D$ bewegt wird.

[0075] Ferner bilden der Abschnitt **9e3** zur Einstellung einer Steuerverstärkung und die Multiplikationseinrichtung **9e4** des Abschnitts **9e** zur Modifikation der Vektorrichtung die Einrichtung zum Modifizieren des Modifikationsvektors V_D entsprechend der ersten Distanz.

[0076] Die Steuerhebelvorrichtungen **4a-4f** und die Pilotleitungen **44a -49b** bilden das Betätigungs- bzw. Betriebssystem zum Antreiben der hydraulischen Steuerventile **5a-5f**. Die Drucksensoren **60a, 60b; 61a, 61b** bilden das zweite Erfassungsmittel zur Erfassung der Eingangsgrößen, mit denen die Betätigungseinrichtungen für das Frontgerät betätigt werden. Der Abschnitt **9c** zur Berechnung der Sollzylindergeschwindigkeit und der Abschnitt **9d** zur Berechnung des Sollgeschwindigkeitsvektors für die Spitze,

die zusammen das oben erwähnte zweite Berechnungsmittel bilden, dienen als Einrichtung zum Berechnen des Sollgeschwindigkeitsvektors des Frontgeräts **1A** auf der Grundlage der Signale von den zweiten Erfassungsmitteln. Unter den Elementen, die die vorstehend erläuterte Ventilsteuereinrichtung bilden, bilden der Abschnitt **9f** zur Berechnung der Sollzylindergeschwindigkeit nach der Modifikation und der Abschnitt **9g** zur Berechnung des Sollpilotdrucks ein viertes Berechnungsmittel zum Berechnen der Sollpilotdrücke zum Antreiben der zugeordneten hydraulischen Steuerventile **5a**, **5b** auf der Grundlage des modifizierten Sollgeschwindigkeitsvektors, wogegen der Abschnitt **9h** zur Berechnung der Befehle für die Ventile und die elektromagnetischen Proportionalventile **10a**, **10b**, **11a**, **11b** Pilotsteuermittel zum derartigen Steuern des Betriebssystems bilden, daß die berechneten Sollpilotdrücke eingestellt werden.

[0077] Die Pilotleitung **44a** bildet die erste Pilotleitung zum derartigen Aufbringen eines Pilotdrucks auf das zugeordnete hydraulische Steuerventil **5a**, daß das Frontgerät **1A** vom Zielort entfernt wird. Der Abschnitt **9f** zur Berechnung der Sollzylindergeschwindigkeit nach der Modifikation und der Abschnitt **9g** zur Berechnung des Sollpilotdrucks bilden eine Einrichtung zum Berechnen des Sollpilotdrucks in der ersten Pilotleitung auf der Grundlage des modifizierten Sollgeschwindigkeitsvektors. Der Abschnitt **9h** zur Berechnung der Befehle für die Ventile bildet eine Einrichtung zur Ausgabe eines dem Sollpilotdruck entsprechenden ersten elektrischen Signals. Das elektromagnetische Proportionalventil **10a** bildet eine elektrohydraulische Wandlereinrichtung zum Umwandeln des ersten elektrischen Signals in einen hydraulischen Druck und zum Ausgeben eines dem Sollpilotdruck entsprechenden Steuerdrucks. Das Wechselventil **12** bildet die Einrichtung zum Auswählen des höheren Drucks zur Auswahl des höheren unter dem Pilotdruck in der ersten Pilotleitung und dem von der elektrohydraulischen Wandlereinrichtung ausgegebenen Steuerdruck und zum Aufbringen des ausgewählten Drucks auf das zugeordnete hydraulische Steuerventil **5a**.

[0078] Überdies bilden die Pilotleitungen **44b**, **45a**, **45b** zweite Pilotleitungen zum derartigen Aufbringen von Pilotdrücken auf die zugeordneten hydraulischen Steuerventile **5a**, **5b**, daß das Frontgerät **1A** zum Zielort bewegt wird. Der Abschnitt **9f** zur Berechnung der Sollzylindergeschwindigkeit nach der Modifikation und der Abschnitt **9g** zur Berechnung des Sollpilotdrucks bilden eine Einrichtung zur Berechnung der Sollpilotdrücke in den zweiten Pilotleitungen auf der Grundlage des modifizierten Sollgeschwindigkeitsvektors. Der Abschnitt **9h** zur Berechnung der Befehle für die Ventile bildet eine Einrichtung zum Ausgeben zweiter elektrischer Signale, die den Sollpilotdrücken entsprechen. Die elektromagnetischen Proportionalventile **10b**, **11a**, **11b** bilden in den zweiten Pi-

lotleitungen angeordnete und entsprechend den zweiten elektrischen Signalen betätigte Druckreduziereinrichtungen zum Verringern der Pilotdrücke in den zweiten Pilotleitungen auf die Sollpilotdrücke.

[0079] Die Funktionsweise der so konstruierten vorliegenden Ausführungsform wird nachstehend beschrieben. Die folgende Beschreibung erfolgt anhand (1) eines Falls, in dem die Schaufelspitze horizontal angezogen wird (d.h. eines sogenannten geraden Anziehens) und (2) eines Falls, in dem die Schaufelspitze horizontal vorwärtsgedrückt wird (d.h. eines sogenannten geraden Vorwärtsdrückens) als Arbeitsbeispiele.

(1) Das gerade Anziehen

<1> Erreichen des Zielorts (Vorgang des Anziehens des Arms)

[0080] Hierbei führt der Bediener zunächst beispielsweise den Vorgang des Anziehens des Arms aus, um ausgehend von einer Position über dem Zielort eine Annäherung der Spitze der Schaufel **1c** an den Zielort zu veranlassen. Wenn die minimale Distanz Δh zwischen der Spitze der Schaufel und dem Zielort zu diesem Zeitpunkt kleiner als Δh_0 wird, wird vom Abschnitt **9e** zur Modifikation der Vektorrichtung, der den Auslegerhebevektor (bzw. Auslegersenkvektor) V_D zum derartigen Modifizieren des Sollgeschwindigkeitsvektors V_C erzeugt, daß der Sollgeschwindigkeitsvektor V_C auf den in der Grabrichtung um l_1 vor dem unmittelbar unter der Position der Spitze der Schaufel **1c** befindlichen Punkt P4, etc. auf dem Zielort gelegenen Punkt P5, etc. ausgerichtet wird, eine Modifikation des Sollgeschwindigkeitsvektors V_C eingeleitet und anschließend der aus einer Multiplikation von V_D mit der Steuerverstärkung K resultierende Wert KV_D zu V_C addiert. Die Steuerverstärkung K nimmt einen größeren Wert an, wenn sich die minimale Distanz Δh zwischen der Spitze der Schaufel und dem Zielort Δh_i nähert, und wird 1 ($K = 1$), wenn $\Delta h = \Delta h_i$ gilt. Wenn die minimale Distanz Δh kleiner als Δh_i ist, wird der Sollgeschwindigkeitsvektor V_C stets auf $V_C + V_D$ modifiziert.

[0081] Anschließend berechnet der Abschnitt **9f** zur Berechnung der Sollzylindergeschwindigkeit nach der Modifikation eine Zylindergeschwindigkeit in der Richtung für ein Ausfahren (oder Zusammenziehen) des Auslegerzylinders **3a** und eine Zylindergeschwindigkeit in der Richtung für ein Ausfahren des Armzylinders **3b** entsprechend dem modifizierten Sollgeschwindigkeitsvektor $V_C + V_D$. Der Abschnitt **9g** zur Berechnung des Sollpilotdrucks berechnet einen Sollpilotdruck in der Pilotleitung **44a** auf der Seite für ein Anheben des Auslegers (bzw. in der Pilotleitung **44b** auf der Seite für ein Absenken des Auslegers) und einen Sollpilotdruck in der Pilotleitung **45a** auf der Seite für ein Anziehen des Arms, und der Ab-

schnitt **9h** zur Berechnung der Befehle für die Ventile gibt elektrische Signale an die elektromagnetischen Proportionalventile **10a**, (bzw. **10b**) und **11a** aus. Dadurch führt das elektromagnetische Proportionalventil **10a** eine dem vom Abschnitt **9g** zur Berechnung des Sollpilotdrucks berechneten Sollpilotdruck entsprechende Druckverringerung eines Steuerdrucks aus, und der Steuerdruck wird vom Wechselventil **12** ausgewählt und auf den hydraulischen Antriebsabschnitt **50a** auf der Seite für ein Anheben des Auslegers des Stromventils **5a** des Auslegers aufgebracht (oder das elektromagnetische Proportionalventil **10b** führt eine dem vom Abschnitt **9g** zur Berechnung des Sollpilotdrucks berechneten Sollpilotdruck entsprechende Druckverringerung eines Steuerdrucks aus, und der Steuerdruck wird auf den hydraulischen Antriebsabschnitt **50b** auf der Seite für ein Absenken des Auslegers des Stromventils **5a** des Auslegers aufgebracht). Ähnlich führt das elektromagnetische Proportionalventil **11a** eine dem vom Abschnitt **9g** zur Berechnung des Sollpilotdrucks berechneten Sollpilotdruck entsprechende Druckverringerung eines Steuerdrucks aus, und der Steuerdruck wird auf den hydraulischen Antriebsabschnitt **51a** auf der Seite für ein Anziehen des Arms des Stromventils **5a** des Arms aufgebracht. Da das elektromagnetische Proportionalventil **10a** (bzw. **10b**) bei dem vorstehend beschriebenen Prozeß entsprechend dem aus der Summe des Sollgeschwindigkeitsvektors V_C und des Auslegerhebevektors (bzw. des Auslegersenkvektors) V_D zu dessen Modifikation abgeleiteten elektrischen Signal betätigt wird, kann die Spitze der Schaufel **1c** schließlich so bewegt werden, daß sie gleichmäßig zum Zielort gebracht wird, während sie dem in [Fig. 12](#) gezeigten Weg folgt.

[0082] Wie vorstehend beschrieben, ermöglicht diese Ausführungsform, anders als das herkömmliche System, bei dem der Weg, dem die Spitze der Schaufel **1c** bis zum Erreichen des Zielorts folgt, nicht festgelegt ist, sondern von der Betätigung durch den Bediener abhängt, eine relativ rasche, stabile und hoch genaue Hinführung der Spitze der Schaufel **1c** zum Zielort über einen zufriedenstellenden Weg, der dem menschlichen Empfinden entspricht.

<2> Die erste Hälfte des geraden Anziehens (der kombinierte Vorgang des Anziehens des Arms und des Anhebens des Auslegers)

[0083] Nachdem die Spitze der Schaufel **1c** den Zielort gleichmäßig erreicht hat, wie vorstehend unter <1> beschrieben, beabsichtigt der Bediener, die Spitze der Schaufel **1c** beispielsweise durch die kombinierte Betätigung eines Anziehens des Arms und eines Anhebens des Auslegers längs dem Zielort zu bewegen. Wenn die Spitze der Schaufel **1c** zu diesem Zeitpunkt nach unten oder oben vom Zielort abweicht, modifiziert der Abschnitt **9e** zur Modifikation der Vektorrichtung den Sollgeschwindigkeitsvektor

stets auf $V_C + V_D$ (wobei V_D der Auslegerhebevektor bzw. der Auslegersenkvektor ist), wie vorstehend unter <1> beschrieben, da die minimale Distanz Δh zwischen der Spitze der Schaufel **1c** und dem Zielort ausreichend klein ist. Dann berechnet der Abschnitt **9f** zur Berechnung der Sollzylindergeschwindigkeit nach der Modifikation entsprechend dem modifizierten Sollgeschwindigkeitsvektor $V_C + V_D$ die Zylindergeschwindigkeit in der Richtung des Ausfahrens (oder Zusammenziehens) des Auslegerzylinders **3a** und eine Zylindergeschwindigkeit in der Richtung des Ausfahrens des Armzylinders **3b**. Der Abschnitt **9g** zur Berechnung des Sollpilotdrucks berechnet den Sollpilotdruck in der Pilotleitung **44a** auf der Seite für ein Anheben des Auslegers (bzw. in der Pilotleitung **44b** auf der Seite für ein Absenken des Auslegers) und einen Sollpilotdruck in der Pilotleitung **45a** auf der Seite für ein Anziehen des Arms, und der Abschnitt **9h** zur Berechnung der Befehle für die Ventile gibt elektrische Signale an die elektromagnetischen Proportionalventile **10** (bzw. **10b**) und **11a** aus. Daher führen die elektromagnetischen Proportionalventile **10** (bzw. **10b**) und **11a** eine Druckverringerung jeweiliger Steuerdrücke aus, die den vom Abschnitt **9g** zur Berechnung des Sollpilotdrucks berechneten Sollpilotdrücken entsprechen, und die Steuerdrücke werden auf den hydraulischen Antriebsabschnitt **50a** auf der Seite für ein Anheben des Auslegers (bzw. den hydraulischen Antriebsabschnitt **50b** auf der Seite für ein Absenken des Auslegers) des Stromventils **5a** des Auslegers und auf den hydraulischen Antriebsabschnitt **51a** auf der Seite für ein Anziehen des Arms des Stromventils **5b** des Arms aufgebracht. Da das elektromagnetische Proportionalventil **10a** (bzw. **10b**) bei dem vorstehend beschriebenen Prozeß entsprechend dem aus der Summe des Sollgeschwindigkeitsvektors V_C und des Auslegerhebevektors (bzw. des Auslegersenkvektors) V_D zu dessen Modifikation abgeleiteten elektrischen Signal betätigt wird, kann die Spitze der Schaufel **1c** schließlich längs des Zielorts bewegt werden, ohne nach unten oder oben vom Zielort abzuweichen.

<2> Die zweite Hälfte des geraden Anziehens (die kombinierte Betätigung des Anziehens des Arms und des Absenkens des Auslegers)

[0084] Wenn der Bediener das Graben längs des Zielorts zur Karosserie durch die vorstehend unter <2> beschriebene Betätigung fortsetzt und eine bestimmte, ziemlich nahe an der Karosserie befindliche Position erreicht, stellt er den Betätigungsmodus beispielsweise auf die kombinierte Betätigung des Anziehens des Arms und des Absenkens des Auslegers um, um die Spitze der Schaufel **1c** kontinuierlich längs des Zielorts zu bewegen. Die Steuerung stimmt in diesem Fall im wesentlichen mit der vorstehend unter <2> beschriebenen überein.

[0085] Wenn die Spitze der Schaufel **1c** nach unten

oder oben vom Zielort abzuweichen droht, wird der Sollgeschwindigkeitsvektor stets auf $V_C + V_D$ modifiziert (wobei V_D der Auslegerhebevektor bzw. Auslegersenkvektor ist), und die dem modifizierten Sollgeschwindigkeitsvektor $V_C + V_D$ entsprechenden Zylinderdrücken werden berechnet. Dann führen die elektromagnetischen Proportionalventile **10** (bzw. **10b**) und **11a** eine Druckverringerung an jeweiligen, den berechneten Sollpilotdrücken entsprechenden Steuerdrücken aus, und die Steuerdrücke werden auf den hydraulischen Antriebsabschnitt **50a** auf der Seite für ein Anheben des Auslegers (bzw. den hydraulischen Antriebsabschnitt **50b** auf der Seite für ein Absenken des Auslegers) des Stromventils **5a** des Auslegers und auf den hydraulischen Antriebsabschnitt **51a** auf der Seite für ein Anziehen des Arms des Stromventils **5b** des Arms aufgebracht. Dadurch kann die Spitze der Schaufel **1c** schließlich längs dem Zielort bewegt werden, ohne nach unten (bzw. oben) vom Zielort abzuweichen.

[0086] Während des Grabens längs des Zielorts gemäß den vorstehend beschriebenen Vorgängen <2> und <3> wünscht der Bediener gelegentlich, manuell ein Anheben des Auslegers zu veranlassen, wenn die Schaufel beispielsweise mit Erde und Sand gefüllt ist, wenn auf halbem Weg ein Hindernis auftaucht oder wenn der Grabwiderstand verringert werden muß, weil das Frontgerät aufgrund eines übermäßigen Grabwiderstands anhält. In einem derartigen Fall betätigt der Bediener lediglich die Steuerhebelvorrichtung **4a** für den Ausleger in der Richtung für ein Anheben des Auslegers. Bei der Betätigung wird ein Pilotdruck in der Pilotleitung **44a** auf der Seite für ein Anheben des Auslegers aufgebaut, und wenn der Pilotdruck den vom elektromagnetischen Proportionalventil **10a** erzeugten Steuerdruck übersteigt, wird er vom Wechselventil **12** ausgewählt, wodurch der Ausleger angehoben werden kann.

(2) Das gerade Vorwärtsdrücken

[0087] In diesem Fall stimmt der grundlegende Steuerungsprozeß mit der Ausnahme mit dem vorstehend unter (1) <1> bis <3> beschriebenen überein, daß der Bediener die Betätigung in der Reihenfolge <1> Ausstrecken des Arms zum Veranlassen einer Bewegung der Spitze der Schaufel zum Zielort → <2> kombiniertes Ausstrecken des Arms und Anhebens des Auslegers (erste Hälfte) → <3> kombiniertes Ausstrecken des Arms und Absenken des Auslegers (zweite Hälfte) ausführt. Beim Vorgang <1> kann die Spitze der Schaufel **1c** verhältnismäßig rasch, stabil und hoch genau über einen zufriedenstellenden, dem menschlichen Empfinden entsprechenden Weg zum Zielort bewegt werden. Bei den Vorgängen <2> und <3> kann die Spitze der Schaufel **1c** längs dem Zielort bewegt werden, ohne nach unten (bzw. oben) vom Zielort abzuweichen.

[0088] Wenn die Spitze der Schaufel **1c** bei dieser Ausführungsform, wie vorstehend beschrieben, so gesteuert wird, daß sie sich dem Zielort nähert und an diesem ankommt, wird der Sollgeschwindigkeitsvektor V_C nicht modifiziert, und die Arbeit kann wie gewöhnlich ausgeführt werden, wenn die Spitze der Schaufel **1c** weit vom Zielort entfernt ist. Wenn sich die Spitze der Schaufel **1c** dem Zielort nähert, erfolgt eine derartige Steuerung zur Modifikation der Richtung des Sollgeschwindigkeitsvektors, daß die Spitze der Schaufel **1c** auf einem zufriedenstellenden, dem menschlichen Empfinden entsprechenden Weg verhältnismäßig rasch, stabil und hoch genau auf dem Zielort positioniert werden kann.

[0089] Da die Positionierungssteuerung durch den Einbau der elektromagnetischen Proportionalventile **10a**, **10b**, **11a**, **11b** und des Wechselventils **12** in die Pilotleitungen **44a**, **44b**, **45a**, **45b** und durch Steuern der Pilotdrücke erfolgt, kann auch die Funktion des Ermöglichens einer effizienten Ausführung des Grabens innerhalb eines begrenzten Bereichs leicht zu jedem System mit hydraulisch gesteuerten Steuerhebelvorrichtungen **4a**, **4b** hinzugefügt werden.

[0090] Bei der vorstehend beschriebenen Ausführungsform verwendet der Abschnitt **9e** zur Modifikation der Vektorrichtung den Auslegerhebevektor bzw. Auslegersenkvektor V_D zur Modifikation zum Modifizieren des Sollgeschwindigkeitsvektors V_C , die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht darauf beschränkt. Statt dessen oder in Kombination mit dem Auslegerhebevektor bzw. Auslegersenkvektor V_D zur Modifikation kann ein (nicht dargestellter) Armanziehvektor bzw. Armstreckvektor V_E zur Modifikation erzeugt und verwendet werden. In diesem Fall wird nach der Addition zu einer dem Armanziehvektor (bzw. Armstreckvektor) V_E zum Modifizieren des Sollgeschwindigkeitsvektors V_C entsprechenden Komponente ein elektrisches Signal zum letztendlichen Betätigen des elektromagnetischen Proportionalventils **11a** (bzw. **11b**) erzeugt.

[0091] Ferner wird der Sollgeschwindigkeitsvektor bei der vorstehend beschriebenen Ausführungsform unabhängig davon, ob die von den Drucksensoren **60a**, **60b**; **61a**, **61b** erfaßten Betätigungssignale Betätigungssignale, durch die die Spitze der Schaufel zum Zielort bewegt wird, oder Betätigungssignale sind, durch die die Spitze der Schaufel vom Zielort weg bewegt wird, stets verändert, wenn sich die Spitze der Schaufel vom Zielort aus gesehen innerhalb des vorgegebenen Bereichs befindet. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht darauf beschränkt, sondern kann auch so beschaffen sein, daß keine Modifikation erfolgt, wenn die Spitze der Schaufel (beispielsweise durch Anheben des Auslegers) in einer Richtung betätigt wird, in der sie sich vom Zielort entfernt. Durch diese Konstruktion können der Steuerungsprozeß weiter vereinfacht und die Spitze der

Schaufel gleichmäßiger vom Zielort entfernt werden, wenn sie die Nähe des Zielorts verläßt.

[0092] Obwohl die Distanz $I1$ auf dem Zielort zur Verwendung durch den Abschnitt **9e** zur Modifikation der Vektorrichtung der Steuereinheit **9** bei der vorstehend beschriebenen Ausführungsform ein fester Wert ist, kann zudem die Distanz $I1$ bei Varianten des Abschnitts **9e** zur Modifikation der Vektorrichtung ein variabler Wert sein. Die Distanz $I1$ kann abhängig von Δh , dem Betätigungssignal für den Ausleger oder den Arm oder der Bewegungsgeschwindigkeit des Auslegers oder des Arms variabel sein. Verschiedene Varianten des Abschnitts **9e** zur Modifikation der Vektorrichtung, die eines der vorstehend erwähnten Beispiele verwenden und den Erfordernissen entsprechend weitere zur Steuereinheit **9** hinzugefügte Funktionen erfüllen, werden nachstehend beschrieben.

<1> Variante, bei der $I1$ abhängig von Δh verändert wird

[0093] In [Fig. 13](#) ist ein Blockdiagramm gezeigt, das einen Steuerungsprozeß bei dieser Variante des Abschnitts **9e** zur Modifikation der Vektorrichtung darstellt. [Fig. 13](#) unterscheidet sich hinsichtlich der Konfiguration primär dadurch von [Fig. 9](#), daß zusätzlich ein Abschnitt **9e6** zum Einstellen von $I1$ vorgesehen ist, der $I1$ abhängig von dem vom Abschnitt **9e2** zur Erfassung der minimalen Distanz erfaßten Wert von Δh variabel einstellt. Anschließend wird $I1$ unter Verwendung der dargestellten Tabelle so eingestellt, daß der Wert von $I1$ bei einer Verringerung von Δh größer und bei einer Zunahme von Δh kleiner wird. Der Wert von $I1$ wird an den Abschnitt **9e1** zur Berechnung des Auslegerhebe- bzw. Absenkvektors für die Modifikation ausgegeben.

[0094] Wenn die minimale Distanz Δh bei dieser Variante verhältnismäßig groß ist, nimmt die Distanz $I1$ einen verhältnismäßig kleinen Wert an, und daher kann die Spitze der Schaufel rascher zum Zielort bewegt werden. Ebenso nimmt die Distanz $I1$ einen verhältnismäßig großen Wert an, wenn die minimale Distanz Δh verhältnismäßig klein ist, und daher kann die Spitze der Schaufel gleichmäßiger und sanfter zum Zielort bewegt werden.

<2> Variante, bei der $I1$ (wahlweise) abhängig von dem Betätigungssignal für den Ausleger oder den Arm oder von der Bewegungsgeschwindigkeit des Auslegers oder des Arms verändert wird

[0095] In [Fig. 14](#) ist ein Blockdiagramm gezeigt, das einen Steuerungsprozeß bei dieser Variante des Abschnitts **9e** zur Modifikation der Vektorrichtung darstellt. Die neu zur Steuereinheit **9** gemäß der Variante hinzugefügten Funktionen sind auch in [Fig. 14](#) gezeigt. [Fig. 14](#) unterscheidet sich hinsichtlich der Kon-

figuration primär wie folgt von [Fig. 13](#). Zunächst umfaßt die Steuereinheit **9** ferner einen Abschnitt **9i** zum Berechnen einer Sollgeschwindigkeit der Spitze zur Bestimmung einer Sollspitzengeschwindigkeit $v1$ für den Ausleger **1a** auf der Grundlage der vom Abschnitt **9c** zur Berechnung der Sollzylindergeschwindigkeit und der verschiedenen im Speicher der Steuereinheit **9** gespeicherten Abmessungen, wie $L1$, $L2$ und $L3$ bestimmten Sollzylindergeschwindigkeit und einen Abschnitt **9j** zur Berechnung der tatsächlichen Geschwindigkeit zur Bestimmung der tatsächlichen Geschwindigkeit $v2$ des Auslegers **1a** an seiner Spitze auf der Grundlage der verschiedenen Abmessungen, wie $L1$, $L2$ und $L3$, und der jeweils von den Winkelsensoren **8a**, **8b**, **8c**, **8d** erfaßten Werte der Drehwinkel α , β , γ , θ . Ebenso umfaßt der Abschnitt **9e** zur Modifikation der Vektorrichtung zusätzlich einen Abschnitt **9e7** zur Berechnung einer Modifikationsverstärkung zum Bestimmen einer Modifikationsverstärkung $K1$ auf der Grundlage der Sollspitzengeschwindigkeit $v1$ vom Abschnitt **9i** zum Berechnen der Sollgeschwindigkeit der Spitze, einen Abschnitt **9e8** zur Berechnung einer Modifikationsverstärkung zur Bestimmung einer Modifikationsverstärkung $K2$ auf der Grundlage der tatsächlichen Geschwindigkeit $v2$ vom Abschnitt **9j** zur Berechnung der tatsächlichen Geschwindigkeit, einen Abschnitt **9e9** zur Auswahl des maximalen Werts zum Auswählen der maximalen unter den Modifikationsverstärkungen $K1$, $K2$ und eine Multiplikationseinrichtung **9e10** zum Multiplizieren des ausgewählten Werts $K1$ bzw. $K2$ mit dem Wert $I1$ vom Abschnitt **9e6** zum Einstellen von $I1$ zur Erzeugung von $I2$. Ferner berechnet der Abschnitt **9e1** zur Berechnung des Auslegerhebe- bzw. Absenkvektors für die Modifikation den Auslegerhebevektor V_D unter Verwendung von $I2$ von der Multiplikationseinrichtung **9e10**.

[0096] Zusätzlich zu den Vorteilen der vorstehend beschriebenen Variante <1> hat diese Variante den Vorteil, daß die Distanz $v2$ auf einen größeren Wert eingestellt wird, wenn die Eingangsgröße zur Betätigung des Auslegers, d.h. die Sollgeschwindigkeit $v1$ des Auslegers **1a**, verhältnismäßig groß ist oder wenn die tatsächliche Geschwindigkeit $v2$ der Spitze des Auslegers verhältnismäßig hoch ist, wodurch auch ein Nachlaufen oder dergleichen verhindert und die Stabilität des Steuerungsprozesses erhöht werden. Da die Sollgeschwindigkeit $v1$ und die tatsächliche Geschwindigkeit $v2$ kombiniert verwendet werden, hat diese Variante aufgrund der zuerst genannten überdies den Vorteil eines raschen Ansprechverhaltens und aufgrund der zuletzt genannten den einer hohen Genauigkeit.

<3> Variante, bei der $I1$ abhängig von dem Betätigungssignal für den Ausleger oder den Arm und von

der Bewegungsgeschwindigkeit des Auslegers oder des Arms verändert wird

[0097] In [Fig. 15](#) ist ein Blockdiagramm gezeigt, das einen Steuerungsprozeß bei dieser Variante des Abschnitts **9e** zur Modifikation der Vektorrichtung darstellt. [Fig. 15](#) unterscheidet sich hinsichtlich der Konstruktion primär dadurch von [Fig. 14](#), daß die beiden Steuerungsverstärkungen K1, K2 in jeweiligen Multiplikationseinrichtungen **9e11**, **9e12** mit dem Wert I1 vom Abschnitt **9e6** zum Einstellen von I1 multipliziert werden, um den Wert $I3 = K1 \cdot K2 \cdot I1$ zu erzeugen, der schließlich an den Abschnitt **9e1** zur Berechnung des Auslegerhebe- bzw. Absenkvektors für die Modifikation ausgegeben wird, und daß der Abschnitt **9e1** zur Berechnung des Auslegerhebe- bzw. Absenkvektors für die Modifikation den Auslegerhebevektor V_D unter Verwendung von I3 berechnet.

[0098] Diese Variante bietet ebenfalls ähnliche Vorteile, wie die vorstehend beschriebene Variante <2>.

[0099] Ferner wird der Auslegerhebevektor (bzw. Auslegersenkvektor) V_D für die Modifikation zum Modifizieren des Sollgeschwindigkeitsvektors V_C aus dem Sollgeschwindigkeitsvektor V_C selbst abgeleitet, wie im Zusammenhang mit [Fig. 11](#) beschrieben, die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht darauf beschränkt. So kann der Sollgeschwindigkeitsvektors V_C vorab entsprechend der Distanz Δh zwischen der Spitze der Schaufel **1c** und dem Zielort verringert werden, und der Auslegerhebevektor (bzw. Auslegersenkvektor) V_D für die Modifikation kann unter Verwendung des verringerten Sollgeschwindigkeitsvektors abgeleitet werden. In [Fig. 16](#) ist ein Blockdiagramm gezeigt, das einen Steuerungsprozeß bei dieser Variante des Abschnitts **9e** zur Modifikation der Vektorrichtung zeigt. [Fig. 1b](#) entspricht [Fig. 9](#) für die vorliegende Ausführungsform.

[0100] [Fig. 16](#) unterscheidet sich hinsichtlich der Konstruktion dadurch von [Fig. 9](#), daß der vom Abschnitt **9d** zur Berechnung des Sollgeschwindigkeitsvektors für die Spitze berechnete Sollgeschwindigkeitsvektor V_C nicht direkt in den Abschnitt **9e1** zur Berechnung des Auslegerhebe- bzw. Absenkvektors für die Modifikation eingegeben wird. Genauer wird von einem Abschnitt **9e13** zur Berechnung eines Verlangsamungskoeffizienten entsprechend der vom Abschnitt **9e2** zur Erfassung der minimalen Distanz berechneten minimalen Distanz Δh ein Verlangsamungskoeffizient G berechnet, und der Verlangsamungskoeffizient G wird von einer Multiplikationseinrichtung **9e14** mit V_C multipliziert, um den Vektor GV_C zu erzeugen, der in den Abschnitt **9e1** zur Berechnung des Auslegerhebe- bzw. Absenkvektors für die Modifikation eingegeben wird. Der Abschnitt **9e1** zur Berechnung des Auslegerhebe- bzw. Absenkvektors für die Modifikation berechnet den Auslegerhebevektor (bzw. Auslegersenkvektor) V_D für die Modifikation

entsprechend GV_C . In [Fig. 17](#) ist ein Ablaufdiagramm gezeigt, das eine Verarbeitungsprozedur bei dieser Variante darstellt, und [Fig. 18](#) ist eine erläuternde Ansicht, die die Inhalte der Verarbeitung zeigt. Die [Fig. 17](#) und [Fig. 18](#) entsprechen jeweils den [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#) für die vorstehend beschriebene Ausführungsform.

[0101] Gemäß [Fig. 17](#) wird, wie durch die Prozedur gemäß [Fig. 10](#), in einem Schritt **100** ein um eine minimale Distanz von der Spitze P3 der Schaufel **1c** entfernter Punkt P4 auf dem Zielort (siehe [Fig. 18](#)) bestimmt. Dann wird in einem Schritt **101** ein in der Grabrichtung um eine Distanz **11** vor dem Punkt P4 gelegener Punkt P5 auf dem Zielort (siehe [Fig. 18](#)) bestimmt. Im Anschluß wird, anders als bei der Prozedur gemäß [Fig. 10](#), in einem Schritt **103** die Größe des Auslegerhebevektor (bzw. Auslegersenkvektor) V_D so bestimmt, daß die Beziehung $GV_C + V_D = mP3P5$ gegeben ist (wobei m ein Koeffizient ist), d.h. daß die Richtung von $GV_C + V_D$ mit der des Vektors P3P5 übereinstimmt.

[0102] Bei dieser Variante wird die Spitze der Schaufel **1c** um so mehr verlangsamt, je näher sie dem Zielort kommt. Dies hat den Vorteil, daß die Gefahr verringert wird, daß die Spitze der Schaufel **1c** aufgrund einer Verzögerung des Ansprechverhaltens bei der Steuerung oder aus anderen Gründen (beispielsweise nach unten) vom Zielort abweicht, wenn die Spitze der Schaufel **1c** zum Zielort bewegt wird.

[0103] Überdies wird der Punkt P4 (siehe [Fig. 11](#)) unmittelbar unter der Spitze P3 der Schaufel **1c** bei der vorstehend beschriebenen Ausführungsform unter Verwendung einer minimalen Distanz als erste Distanz bestimmt, doch die vorliegende Erfindung ist nicht darauf beschränkt. P4 kann beispielsweise ein Punkt sein, der um eine minimale Distanz x mit einem bestimmten Wert von P3 entfernt ist. Alternativ kann von P3 eine gerade Linie gezogen werden, die den Zielort in einem Winkel θ (von beispielsweise 60°) schneidet, und der Schnittpunkt zwischen der geraden Linie und dem Zielort kann als P4 eingestellt werden.

[0104] Ebenso werden bei der vorstehend beschriebenen Ausführungsform die Winkelsensoren **8a**, **8b**, **8c** zur Erfassung der Drehwinkel der Elemente des Frontgeräts **1A** als erste Erfassungsmittel zur Erfassung der die Position und Stellung des Frontgeräts betreffenden Statusvariablen verwendet. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht darauf begrenzt, und an ihrer Stelle können beispielsweise Verschiebungssensoren zur Erfassung von Stellgliedhüben verwendet werden.

[0105] Überdies wird bei der vorstehend beschriebenen Ausführungsform der Auslegerhebevektor (bzw. Auslegersenkvektor) V_D als Modifikationsvektor

zum Modifizieren des Sollgeschwindigkeitsvektors V_C verwendet. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht darauf beschränkt, an seiner Stelle können beispielsweise ein Armanzieh- oder Armstreckvektor oder sowohl ein Auslegerhebe- bzw. Auslegersenkvektor als auch ein Armanzieh- bzw. Armstreckvektor verwendet werden.

[0106] Obwohl im Zusammenhang mit der vorstehend beschriebenen Ausführungsform ausgeführt wurde, daß die vorliegende Erfindung auf einen hydraulischen Bagger mit Steuerhebelvorrichtungen angewendet wird, die eine hydraulische Steuerung implementieren, kann die vorliegende Erfindung zudem ähnlich auf einen hydraulischen Bagger mit elektrischen Hebelvorrichtungen angewendet werden. Auch in diesem Fall können ähnliche Vorteile erzielt werden.

[0107] Erfindungsgemäß nimmt die Signalmodifikationseinrichtung derartige Modifikationen vor, daß das Frontgerät zum zweiten Punkt bewegt wird, wenn das Frontgerät so betätigt wird, daß es den Zielort erreicht. Daher kann durch Bestimmen des zweiten Punkts in Abhängigkeit von den Anwendungen und/oder Situationen bei der Arbeit der Weg der Bewegung des Frontgeräts von der aktuellen Position zum Zielort wahlweise auf jeden gewünschten Weg eingestellt werden. Dadurch kann die Spitze des Frontgeräts, anders als bei einem herkömmlichen System, bei dem der Weg, dem die Spitze des Frontgeräts bis zum Erreichen des Zielorts folgt, nicht festgelegt ist, sondern von der Betätigung durch den Bediener abhängt, über einen zufriedenstellenden Weg, der dem menschlichen Empfinden entspricht, relativ rasch, stabil und hoch genau zum Zielort bewegt werden.

Patentansprüche

1. Ortssteuersystem, mit dem eine Baumaschine (**1A**, **1B**) ausgerüstet ist, mit einer Mehrzahl von anzutreibenden Gliedern, incl. mehreren Frontgliedern (**1a**, **1b**, **1c**), die ein mehrgelenkiges Frontgerät (**1A**) bilden und jeweils in einer vertikalen Ebene drehbar sind, mit mehreren hydraulischen Aktoren (**3a**, **3b**, **3c**) für den Antrieb der jeweiligen Frontglieder (**1a**, **1b**, **1c**), mehreren Betriebsmitteln (**4a**, **4b**, **4c**) zum Bewegen der anzutreibenden Frontglieder (**1a**, **1b**, **1c**) und mehreren hydraulischen Steuerventilen (**5a**, **5b**, **5c**), die durch Betriebssignale aus den Betriebsmitteln (**4a**, **4b**, **4c**) betätigt werden und Fließmengen eines hydraulischen Fluids zu den hydraulischen Aktoren (**3a**, **3b**, **3c**) steuern, wobei das Ortssteuersystem enthält:
Stellmittel (**7**, **9a**) zum Einstellen eines Zielortes, längs dem das Frontgerät (**1a**) bewegt werden soll, erste Erfassungsmittel (**8a**, **8b**, **8c**) zum Erfassen des in Bezug auf eine Position und Lage variablen Zustands des Frontgerätes (**1A**), erste Berechnungs-

mittel (**9b**) zur Berechnung der Position und Lage des Frontgeräts (**1a**) auf der Grundlage der Signale aus dem ersten Erfassungsmittel (**8a**, **8b**, **8c**) und Signalmodifizierungsmittel (**9d-h**), die auf der Grundlage der Betriebssignale aus den speziellen Frontgliedern (**1a**, **1b**, **1c**) zugeordneten Betriebsmitteln (**4a**, **4b**, **4c**) und der vom ersten Berechnungsmittel (**9b**) berechneten Werte mindestens eines der Betriebssignale aus den den Frontgliedern (**1a**, **1b**, **1c**) zugeordneten Betriebsmitteln (**4a**, **4b**, **4c**) modifizieren, sodass das Frontgerät (**1A**) zum Erreichen des Zielortes bewegt wird, wobei das Ortssteuersystem **dadurch gekennzeichnet** ist, dass die Signalmodifizierungsmittel (**9d-h**) einen ersten Punkt (P4) auf dem Zielort und eine erste Distanz (Δh) zwischen der Position (P3) des Frontgeräts (**1A**) und dem ersten Punkt (P4) bestimmen, die Signalmodifizierungsmittel (**9d-h**) ferner einen zweiten Punkt (P5) auf dem Zielort in Grabrichtung des Frontgeräts (**1A**) in einer vorgegebenen zweiten Distanz (l1) vom ersten Punkt (P4) bestimmen, die Signalmodifizierungsmittel (**9d-h**) die Betriebssignale (**10a**, **10b**, **11a**, **11b**) modifizieren, sodass das Frontgerät (**1A**) zum zweiten Punkt (P5) bewegt wird.

2. Ortssteuersystem nach Anspruch 1, bei welchem die Signalmodifizierungsmittel (**9d-h**) die Betriebssignale so modifizieren, dass das Frontgerät (**1A**) gegen den zweiten Punkt (P5) auf dem Zielort in Grabrichtung fortschreitend um die vorbestimmte zweite Distanz (l1) vom ersten auf dem Zielort in der ersten Distanz (Δh) vom Grabteil (**1c**) des Frontgeräts (**1A**) befindlichen Punkt (P4) bewegt wird.

3. Ortssteuersystem nach Anspruch 1 oder 2, bei welchem die Signalmodifizierungsmittel (**9d-h**) als erste Distanz (Δh) eine Minimaldistanz zwischen dem Zielort und dem Frontgerät verwenden.

4. Ortssteuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei welchem die Signalmodifizierungsmittel (**9d-9h**) die zweite Distanz (l1) als festen Wert einstellen.

5. Ortssteuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei welchem die Signalmodifizierungsmittel (**9d-9h**) die zweite Distanz (l1) in Abhängigkeit von der ersten Distanz (Δh) variabel einstellen.

6. Ortssteuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei welchem die Signalmodifizierungsmittel (**9d-9h**) die zweite Distanz (**21**) in Abhängigkeit von den Betriebssignalen aus den Betriebsmitteln (**4a-4c**) für das Frontgerät (**1A**) variabel einstellen.

7. Ortssteuersystem nach Anspruch 1 bis 3, bei welchem die Signalmodifizierungsmittel (**9d-9h**) die zweite Distanz (l1) in Abhängigkeit von einer Bewegungsgeschwindigkeit des Frontgeräts (**1A**) variabel einstellen.

8. Ortssteuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei welchem die Signalmodifiziermittel (**9d-9h**) aufweisen: zweite Berechnungsmittel (**9c-9d**) zum Berechnen eines Soll-Geschwindigkeitsvektors (V_C) des Frontgeräts (**1A**) basierend auf den Betriebssignalen aus den den jeweiligen Frontgliedern (**1a**, **1b**) zugehörigen Betriebsmitteln (**4a**, **4b**), dritte Berechnungsmittel (**9e**) zum Erhalt von durch die ersten und zweiten Berechnungsmittel (**9b**, **9c**, **9d**) berechneten Werten zum Berechnen eines Modifiziervektors (V_D) zum Modifizieren des auf den erhaltenen Werten basierenden Soll-Geschwindigkeitsvektors (V_C) und zum Modifizieren des Soll-Geschwindigkeitsvektors (V_C) auf der Grundlage des Modifiziervektors (V_D) zum Hinführen auf den zweiten Punkt (P5), und Ventilsteuermittel (**10a**, **10b**, **11a**, **11b**) zum Betätigen der zugehörigen hydraulischen Steuerventile (**5a**, **5b**), sodass das Frontgerät (**1A**) in Übereinstimmung mit dem Soll-Geschwindigkeitsvektor bewegt wird, welcher von dem dritten Berechnungsmittel modifiziert wurde.

9. Ortssteuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei welchem die Signalmodifiziermittel (**9d-9h**) die Betriebssignale nur dann modifizieren, wenn die erste Distanz (Δh) größer als ein vorgegebener Wert ist.

10. Ortssteuersystem nach Anspruch 8, bei welchem das dritte Berechnungsmittel (**9e**) Wandlermittel zum Verändern des Modifiziervektors in Abhängigkeit von der ersten Distanz (Δh) enthält.

11. Ortssteuersystem nach Anspruch 7, bei welchem mindestens diejenigen (**4a**, **4b**) der den Frontgliedern (**1a**, **1b**) zugehörigen Betriebsmittel (**4a-4d**) vom hydraulischen Pilottyp sind, die Pilotdrücke als Betriebssignale ausgeben und ein diese Betriebsmittel vom hydraulischen Pilottyp enthaltendes Betriebssystem die zugehörigen hydraulischen Steuerventile (**5a**, **5b**) betätigt, wobei das Steuersystem ferner zweite Erfassungsmittel (**60a-61a**) zum Erfassen der Eingangswerte enthält, bei denen die Betriebsmittel (**4a**, **4b**) vom hydraulischen Pilottyp betätigt werden, die zweiten Berechnungsmittel (**9c**, **9d**) Mittel zum Berechnen eines Soll-Geschwindigkeitsvektors (V_C) des Frontgeräts (**1A**) auf der Grundlage von Signalen aus den zweiten Erfassungsmitteln (**60a-61b**) sind und die Ventilsteuermittel vierte Berechnungsmittel (**9f**, **9g**) zu der auf dem modifizierten Soll-Geschwindigkeitsvektor basierenden Berechnung von Soll-Pilotdrücken zur Betätigung der zugehörigen hydraulischen Steuerventile (**5a**, **5b**) enthält, und Pilot-Steuermittel (**10a-11b**) zum Steuern des Betriebssystems vorgesehen sind, sodass die Soll-Pilotdrücke gebildet werden.

12. Ortssteuersystem nach Anspruch 11, bei welchem das Betriebssystem eine erste Pilotleitung (**44a**) zum Hinführen eines Pilotdruckes zu dem zu-

gehörigen hydraulischen Steuerventil (**5a**) enthält, sodass das Frontgerät (**1A**) vom Zielort wegbewegt wird, das vierte Berechnungsmittel Mittel (**9f**, **9g**) zum Berechnen eines Soll-Pilotdruckes in der ersten Pilotleitung (**44a**) basierend auf dem modifizierten Soll-Geschwindigkeitsvektor enthält, und das Pilotsteuermittel enthält: Mittel (**9h**) zur Ausgabe eines ersten dem Soll-Pilotdruck entsprechenden elektrischen Signals, elektro-hydraulische Wandlermittel (**10a**) zur Wandlung eines ersten elektrischen Signals in einen hydraulischen Druck und Ausgeben eines dem Soll-Pilotdruck entsprechenden Steuerdrucks, sowie Druckauswahlmittel (**12**) zum Auswählen eines höheren der Pilotdrücke in der ersten Pilotleitung (**44a**) und des Steuerdruckausgangs vom elektro-hydraulischen Wandlermittel (**10a**) und Hinführen des ausgewählten Drucks zu dem zugehörigen hydraulischen Steuerventil (**5a**).

13. Ortssteuersystem nach Anspruch 11, bei welchem das Betriebssystem eine zweite Pilotleitung (**44b**, **45a**, **45b**) zum Zuleiten eines Pilotdruckes zu dem zugehörigen hydraulischen Steuerventil (**5a**, **5b**) enthält, sodass das Frontgerät (**1A**) zum Zielort hinbewegt wird, das vierte Berechnungsmittel Mittel (**9f**, **9g**) zum Berechnen eines Soll-Pilotdruckes in der zweiten Pilotleitung (**44b**, **45a**, **45b**) basierend auf dem modifizierten Soll-Geschwindigkeitsvektor enthält, und das Pilot-Steuermittel Mittel (**9h**) zur Ausgabe eines dem Soll-Pilotdruck entsprechenden zweiten elektrischen Signals enthält und Druckreduzierungsmittel (**10b**, **11a**, **11b**) in der zweiten Pilotleitung angeordnet sind, die in Übereinstimmung mit dem zweiten elektrischen Signal zum Reduzieren des Pilotdruckes in der zweiten Pilotleitung zu dem Soll-Pilotdruck betrieben werden.

14. Ortssteuersystem nach Anspruch 11, bei welchem das Betriebssystem eine erste Pilotleitung (**44a**) zum Hinführen eines Pilotdruckes zu dem zugehörigen hydraulischen Steuerventil (**5a**) enthält, sodass das Frontgerät (**1A**) von dem Zielort wegbewegt wird, und eine zweite Pilotleitung (**44b**, **45a**, **45b**) zum Hinführen eines Pilotdruckes zu dem zugehörigen hydraulischen Steuerventil (**5a**) enthält, sodass das Frontgerät (**1A**) zu dem Zielort hinbewegt wird, wobei vierte Berechnungsmittel (**9g**) Mittel zur Berechnung von Soll-Pilotdrücken in den ersten und zweiten Pilotleitungen (**44**, **44b**, **45a**, **45b**) basierend auf dem modifizierten Soll-Geschwindigkeitsvektor ($V_C + V_D$) aufweisen, und die Pilot-Steuermittel enthalten: Mittel (**9h**) zur Ausgabe von den Soll-Pilotdrücken entsprechenden ersten und zweiten elektrischen Signalen, elektro-hydraulische Wandlermittel (**10a**) zum Umwandeln des ersten elektrischen Signals in einen hydraulischen Druck und zum Ausgeben eines dem Soll-Pilotdruck entsprechenden Steuerdrucks, Druckauswahlmittel (**12**) zum Auswählen eines höheren Pilotdruckes in der ersten Pilotleitung (**44a**) und der Steuerdruckausgabe aus dem elek-

tro-hydraulischen Wandlerrmittel (**10a**) und zum Zuführen des ausgewählten Drucks zu dem zugehörigen hydraulischen Steuerventil (**5a**), und in der zweiten Pilotleitung (**44b**) angeordnete Druckreduziermittel (**10b**, **11a**, **11b**), die entsprechend dem zweiten elektrischen Signal zur Reduzierung des Pilotdruckes in der zweiten Pilotleitung (**44b**) auf den Soll-Pilotdruck betätigt werden.

15. Ortssteuersystem nach Anspruch 12 oder 14, bei welchem die Frontglieder (**1a-1c**) einen Ausleger (**1a**), einen Arm (**1b**) eines hydraulischen Baggers enthalten und die erste Pilotleitung eine Pilotleitung (**44a**) an der Auslegerseite aufweist.

16. Ortssteuersystem nach Anspruch 13 oder 14, bei welchem die Frontglieder (**1a-1c**) einen Ausleger (**1a**) und einen Arm (**1b**) eines hydraulischen Baggers enthalten und die zweite Pilotleitung Pilotleitungen (**44b**, **45a**) an der unteren Auslegerseite und der Armseite aufweist.

17. Ortssteuersystem nach Anspruch 13 oder 14, bei welchem die Frontglieder (**1a-1c**) einen Ausleger (**1a**) und einen Arm (**1b**) eines hydraulischen Baggers enthalten und die zweite Pilotleitung Pilotleitungen (**44b**, **45a**, **45b**) auf der unteren Auslegerseite, der Arm-Stoßseite und der Arm-Kippseite aufweist.

18. Ortssteuersystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welchem das erste Erfassungsmittel mehrere Winkelsensoren (**8a-8c**) zum Erfassen der Drehwinkel der Frontglieder (**1a-1c**) enthält.

19. Ortssteuerermittel nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei welchem das erste Erfassungsmittel mehrere Verschiebesensoren zum Erfassen der Hübe der Mehrzahl an Aktoren (**3a-3c**) aufweist.

20. Ortssteuersystem nach Anspruch 11, bei welchem das zweite Erfassungsmittel Drucksensoren (**60a**, **60b**, **61a**, **61b**) aufweist, die in den Pilotleitungen (**44a**, **44b**, **45a**, **45b**) des Betriebssystems angeordnet sind.

21. Ortssteuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 20, bei welchem die Signalmodifiziermittel (**9b-9h**) die Betriebssignale nur dann modifizieren, wenn diese Betriebssignale aus den den Frontgliedern (**1a**, **1b**) zugeordneten Betriebsmitteln (**4a**, **4b**) in Richtung des Frontgeräts weisende Betriebssignale zum Erreichen des Zielortes sind.

Es folgen 19 Blatt Zeichnungen

FIG.1

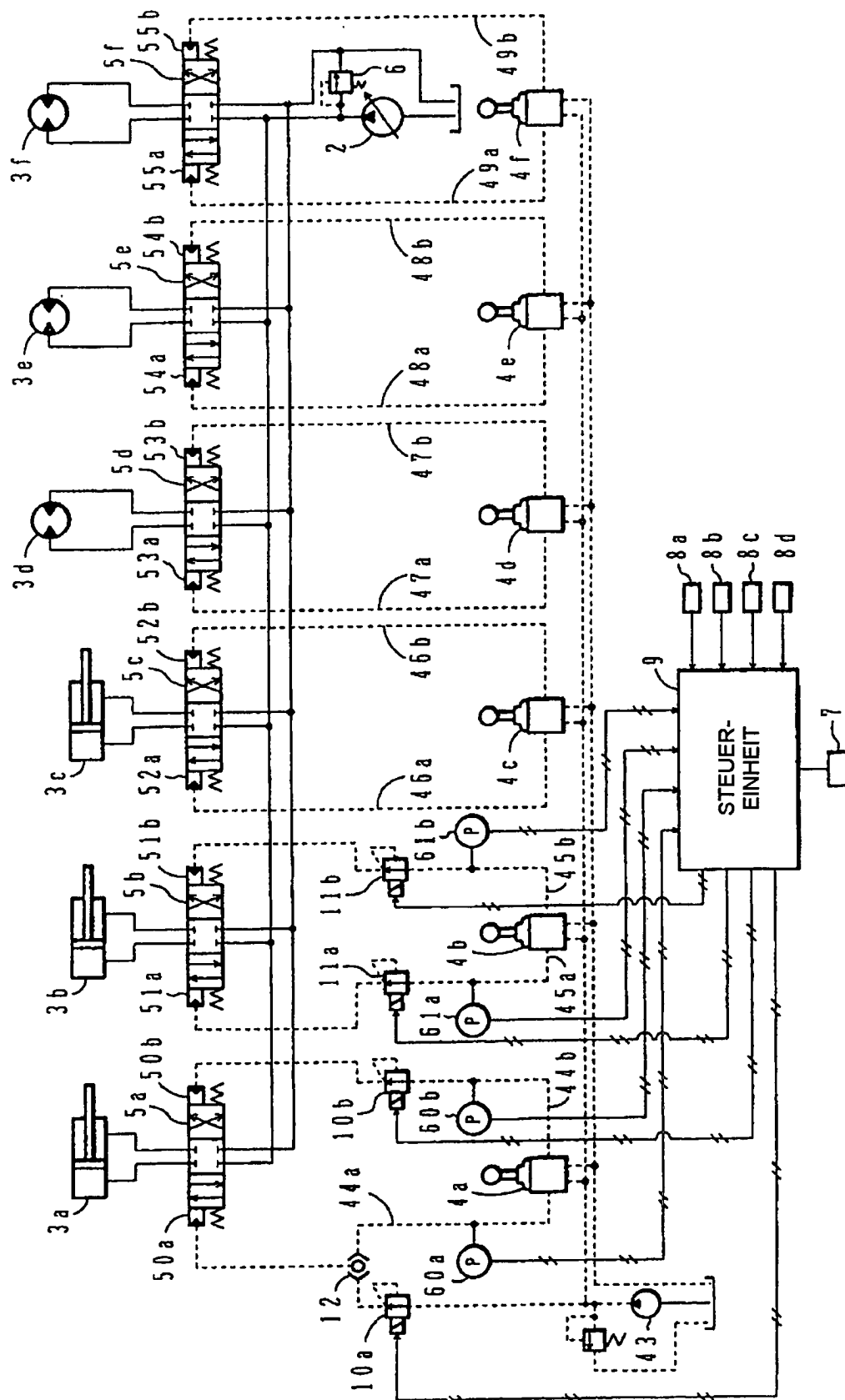


FIG.2

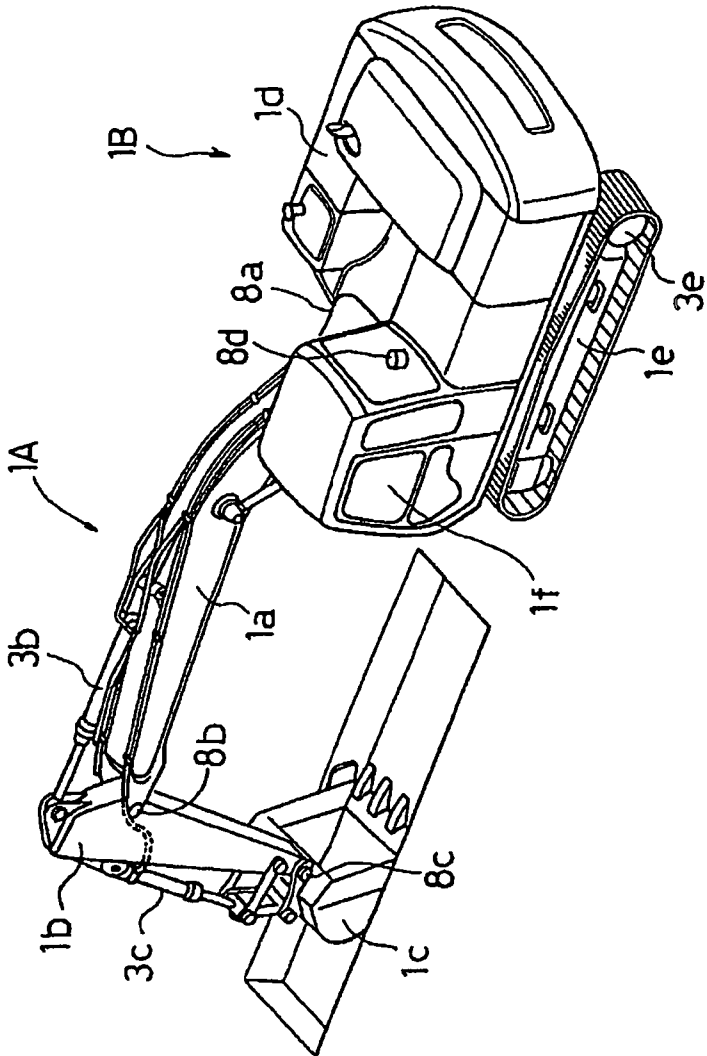


FIG.3

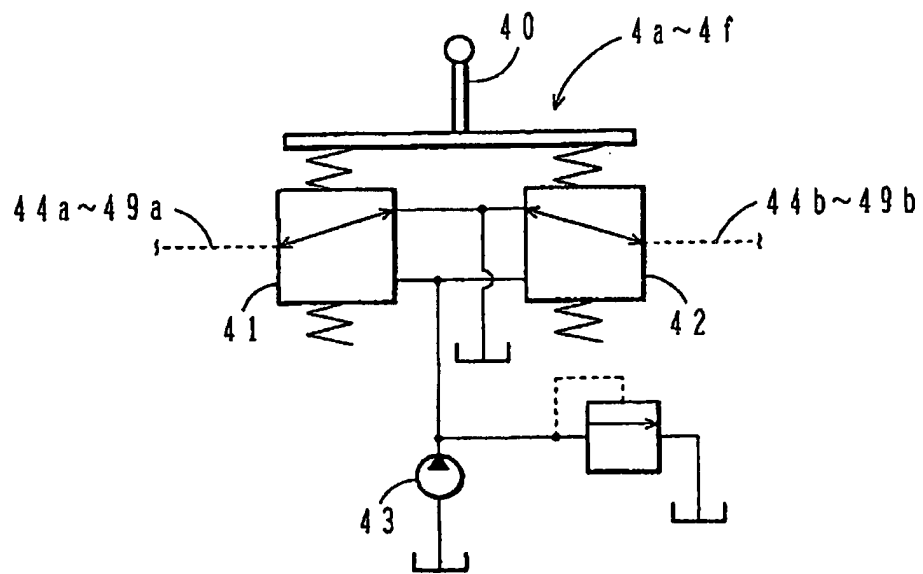


FIG.4

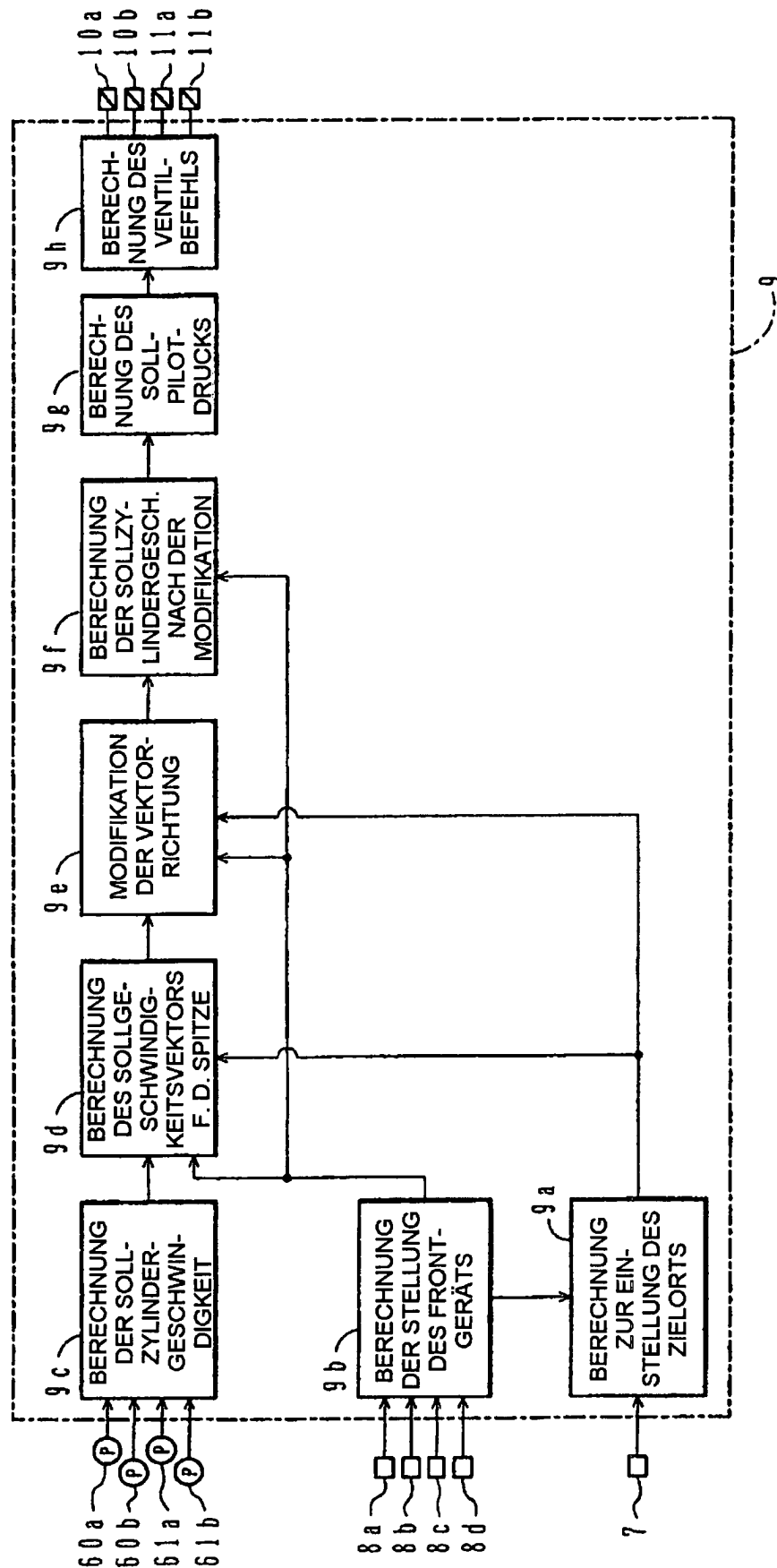


FIG.5

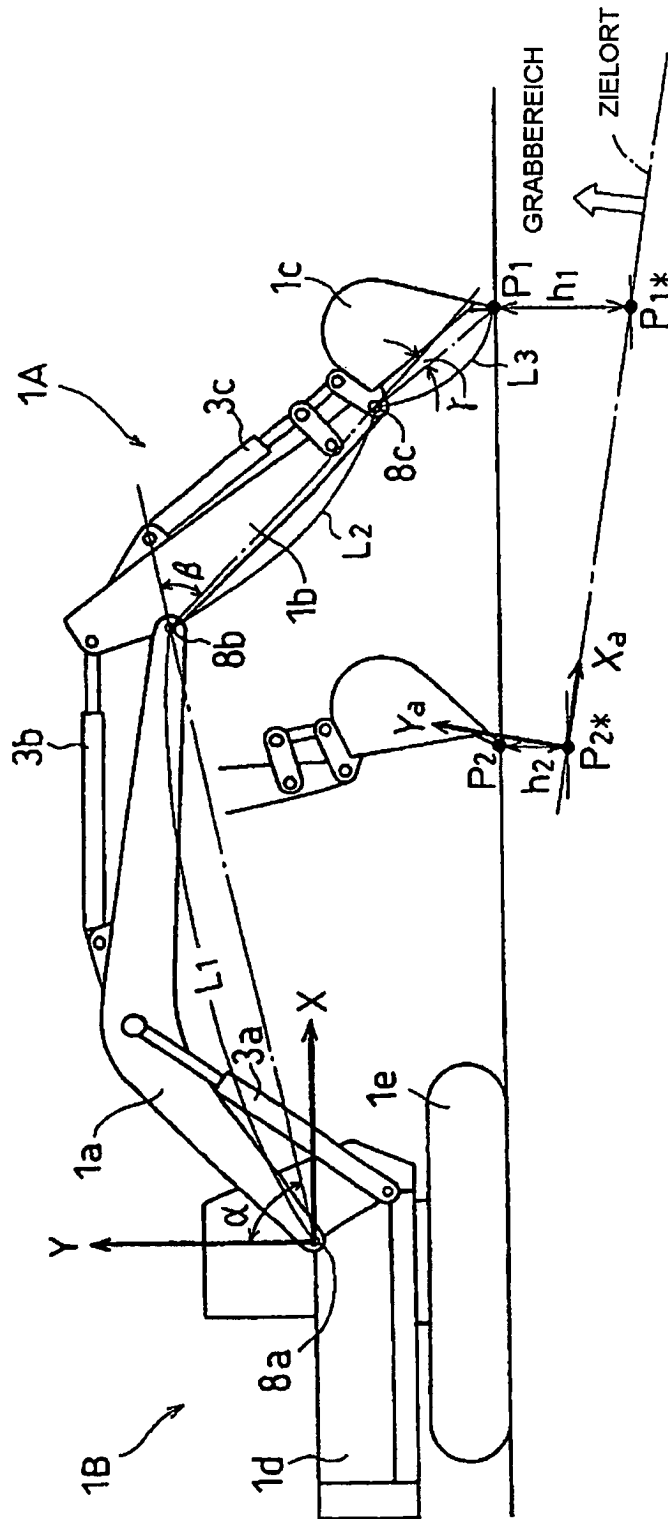


FIG.6

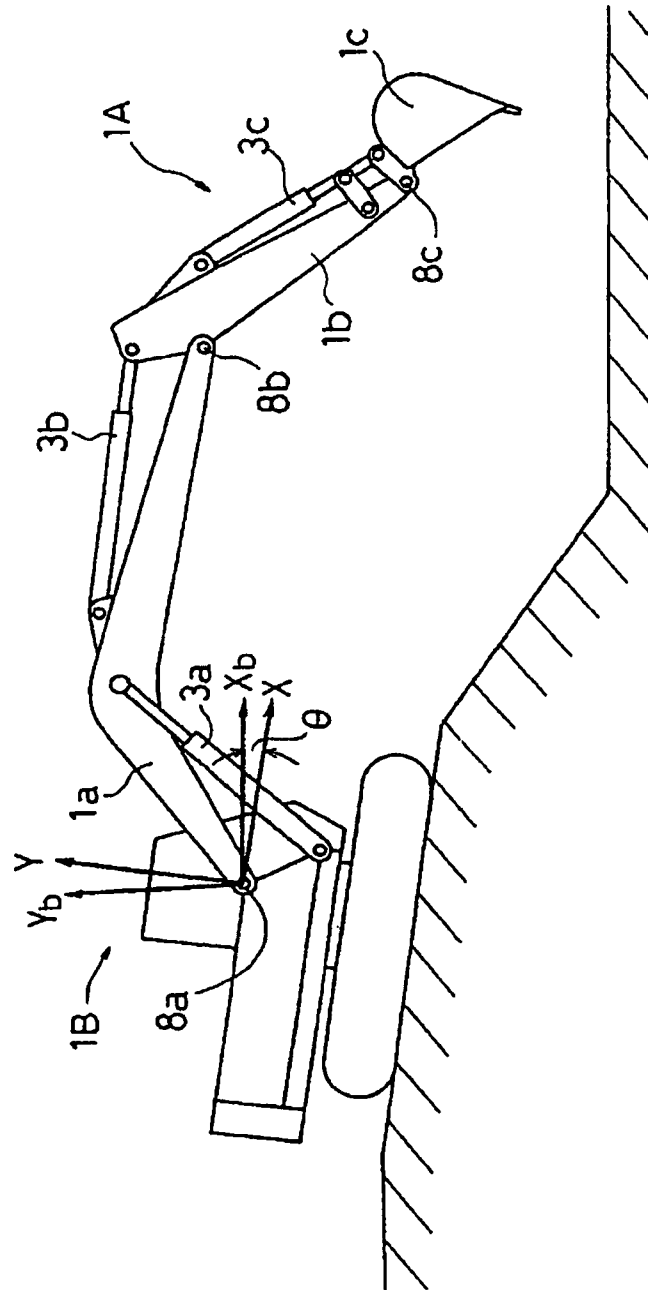


FIG.7

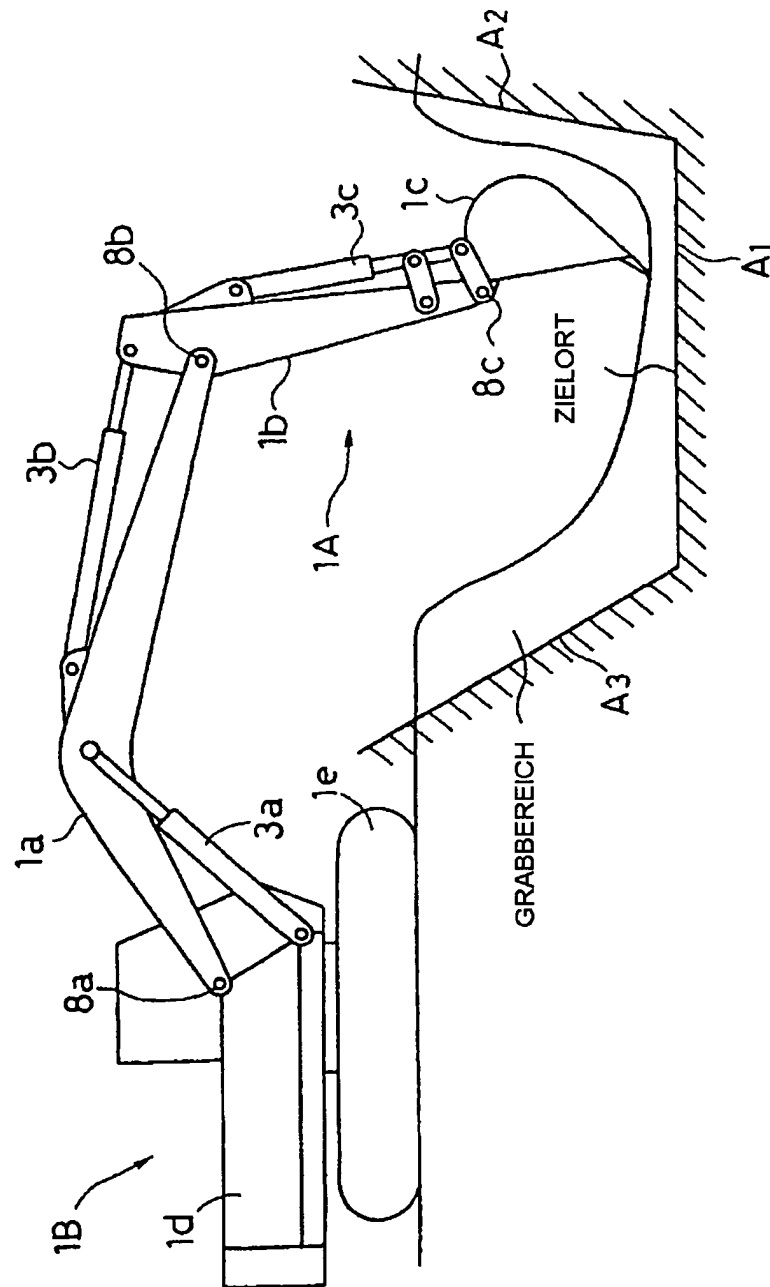


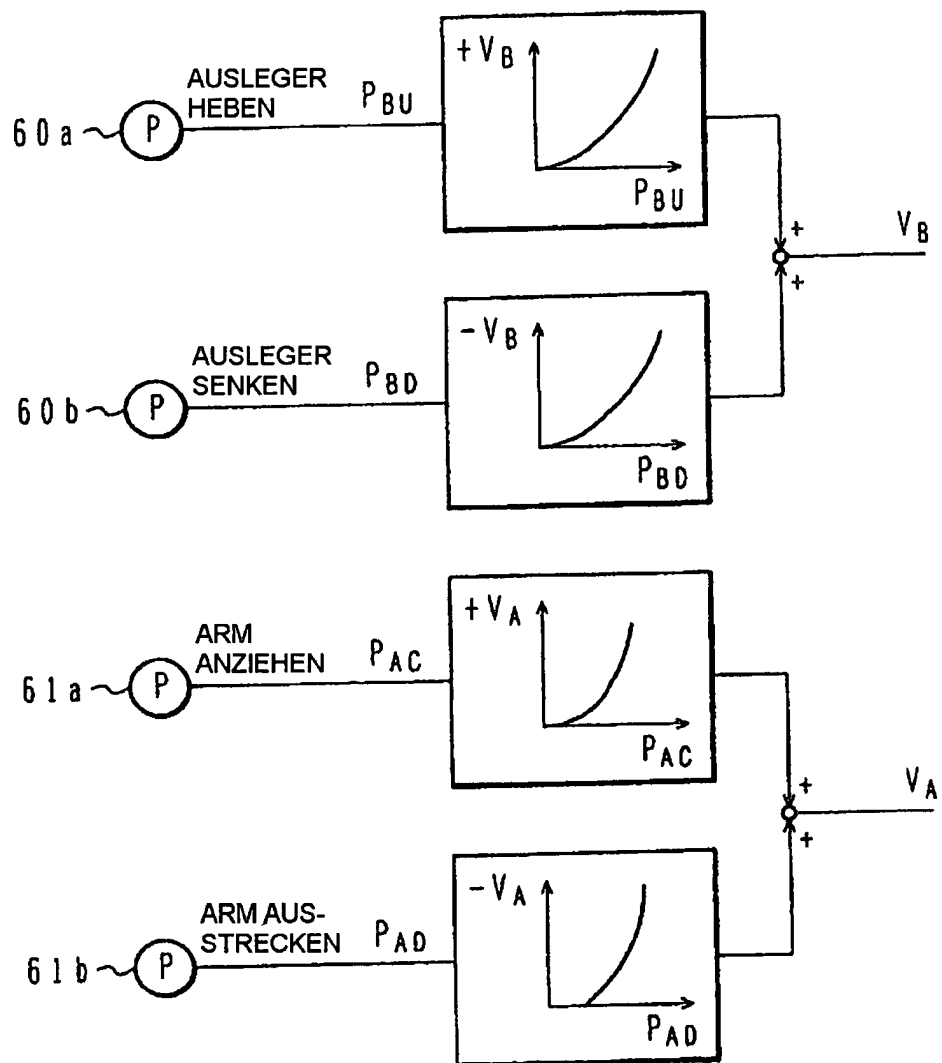
FIG.8

FIG.9

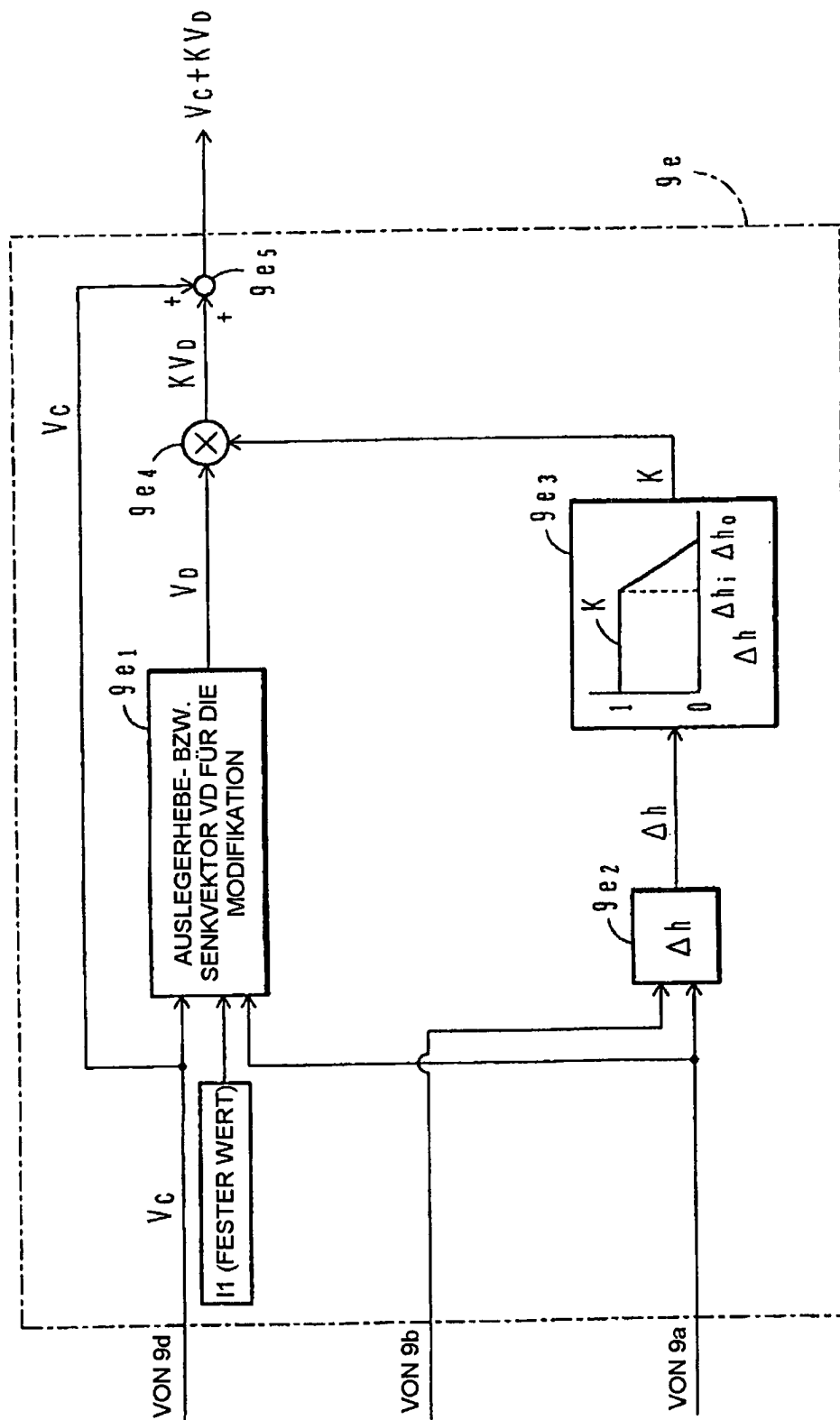


FIG.10

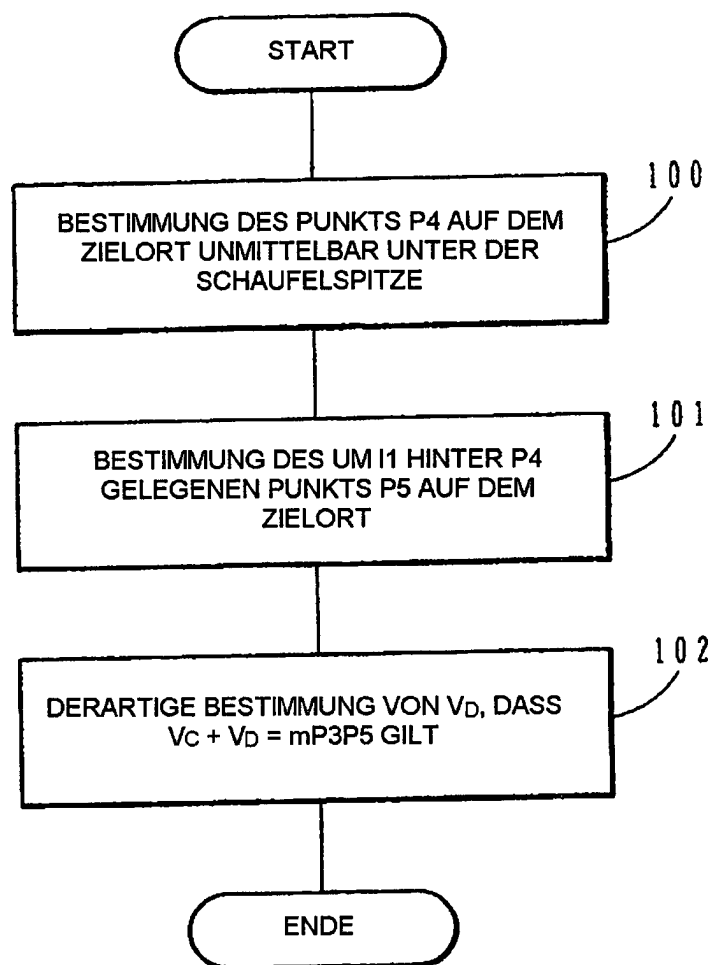


FIG.11

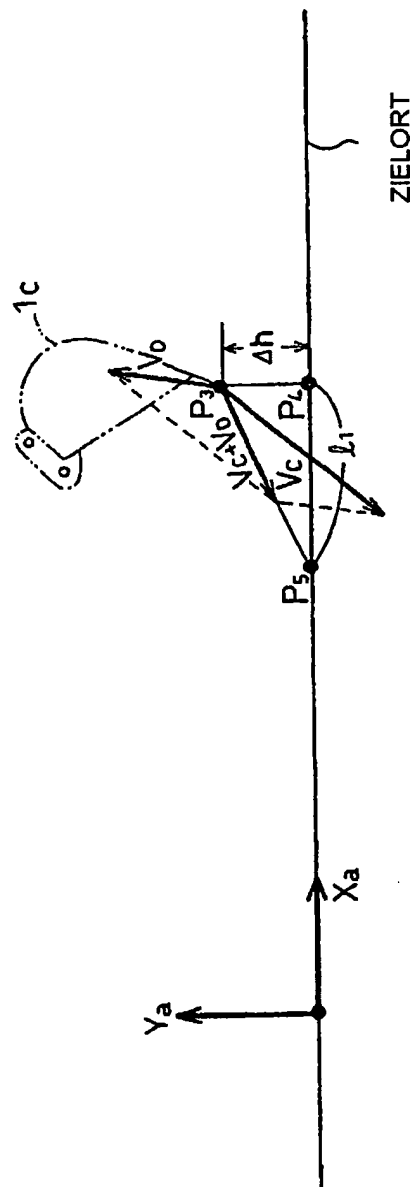


FIG. 12

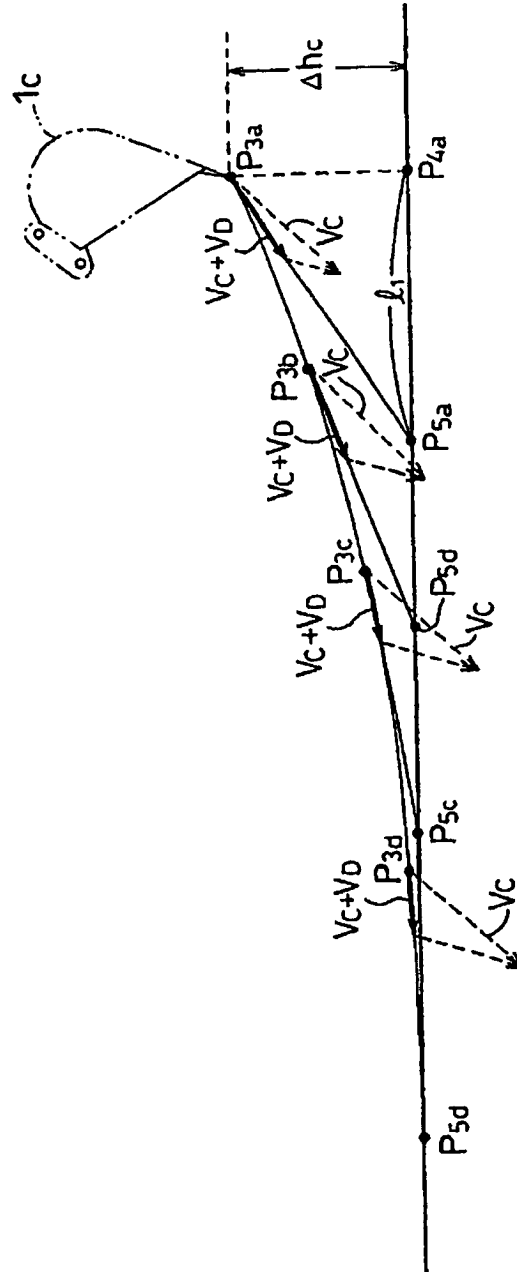


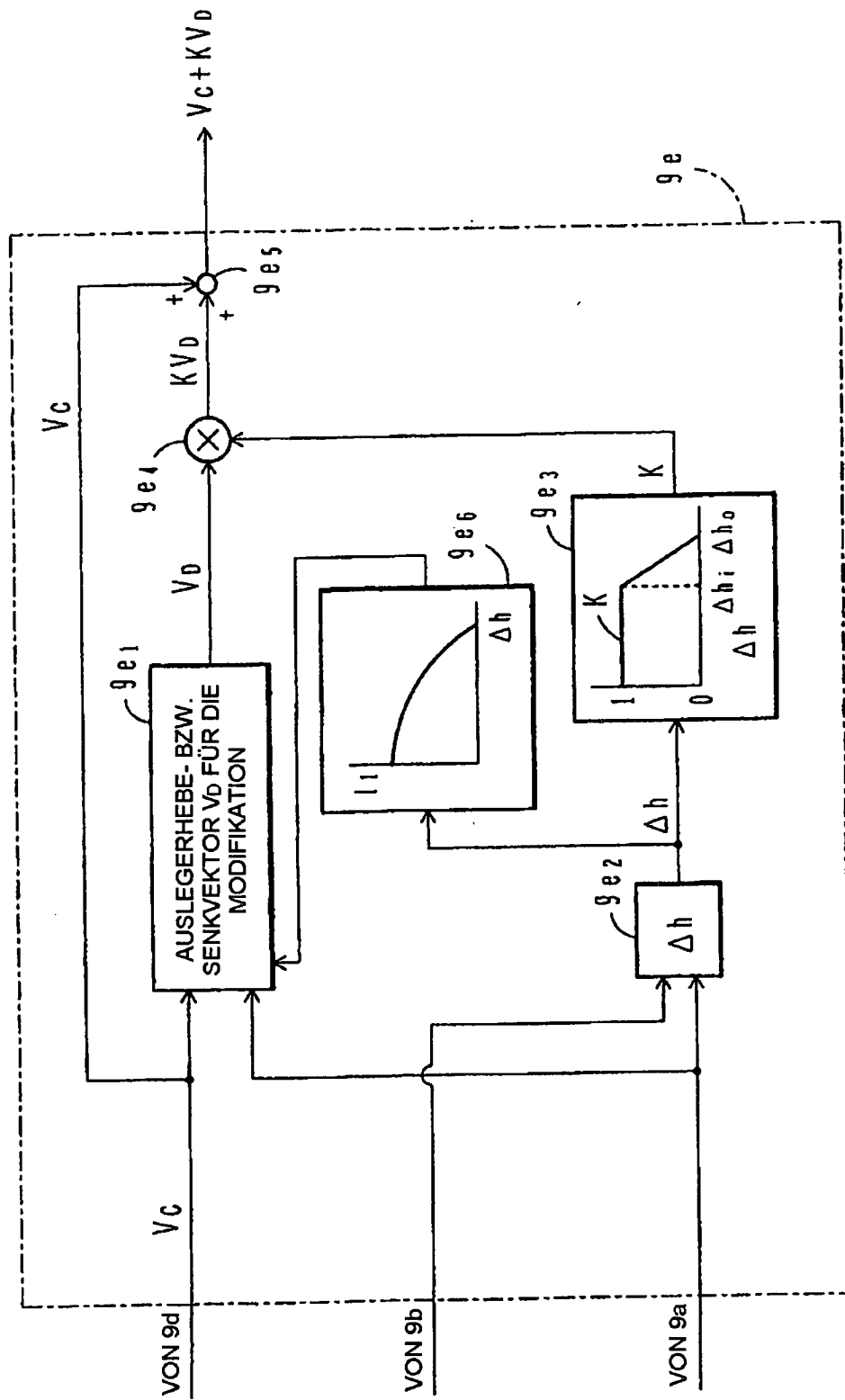
FIG.13

FIG. 14

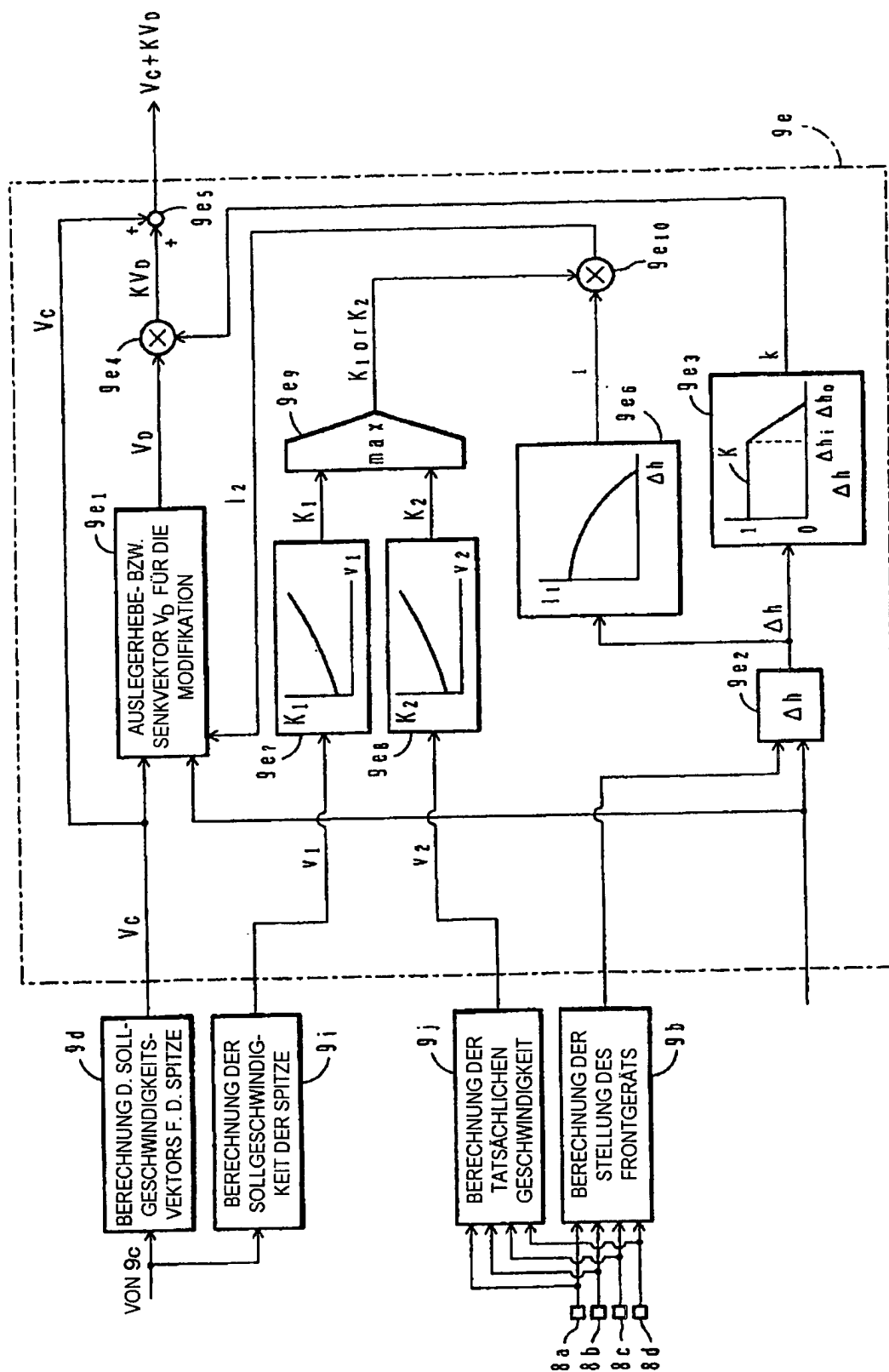


FIG. 15

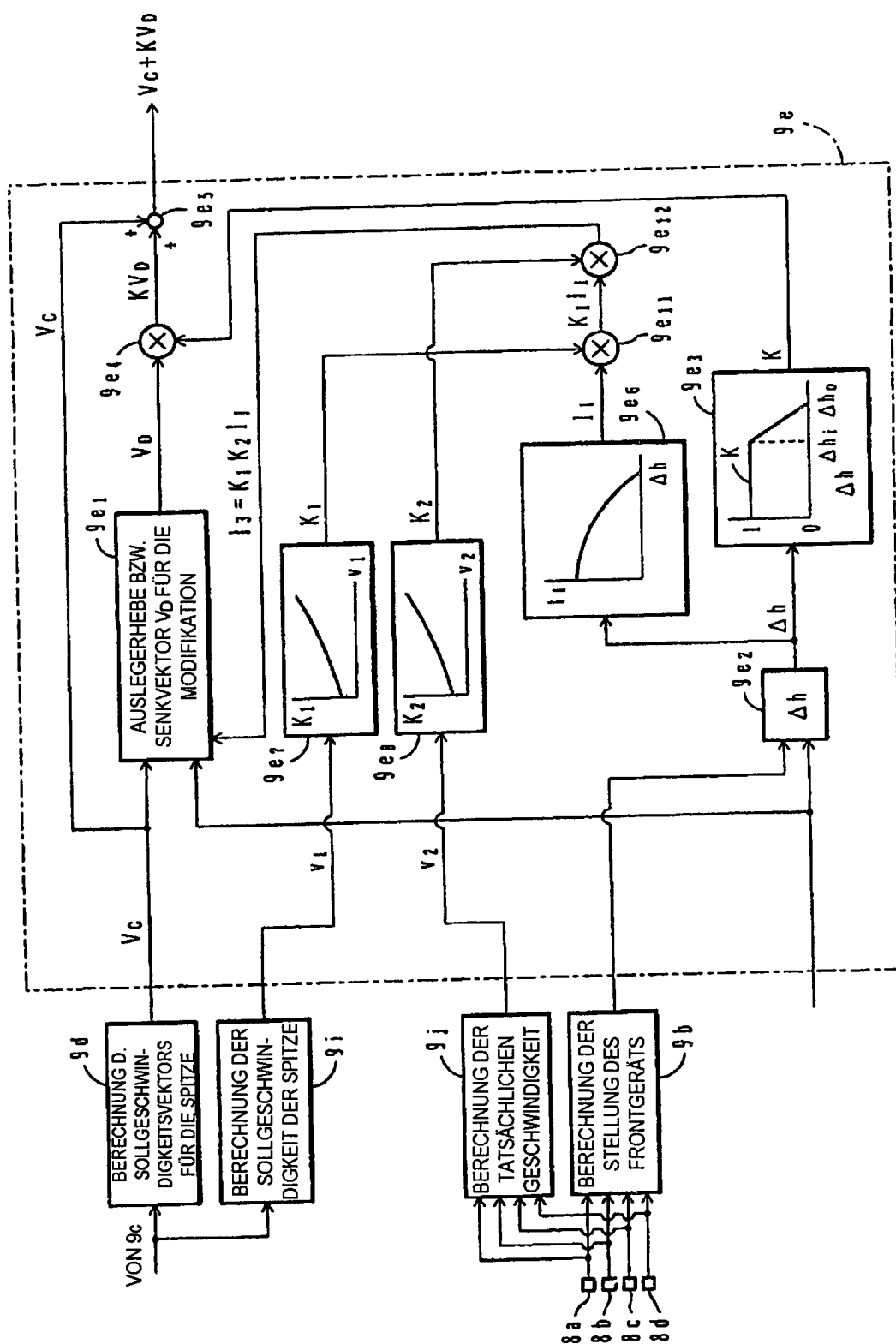


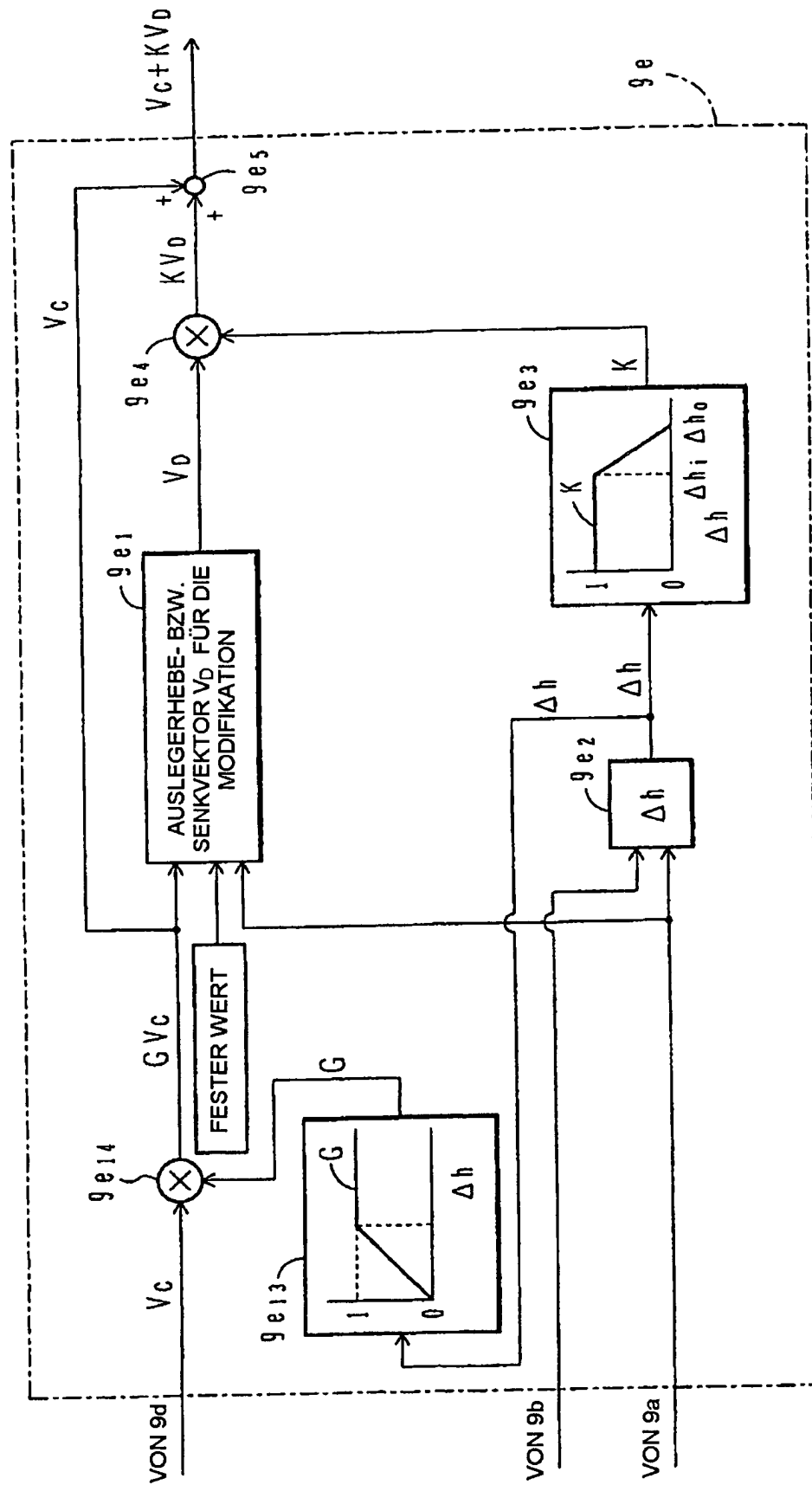
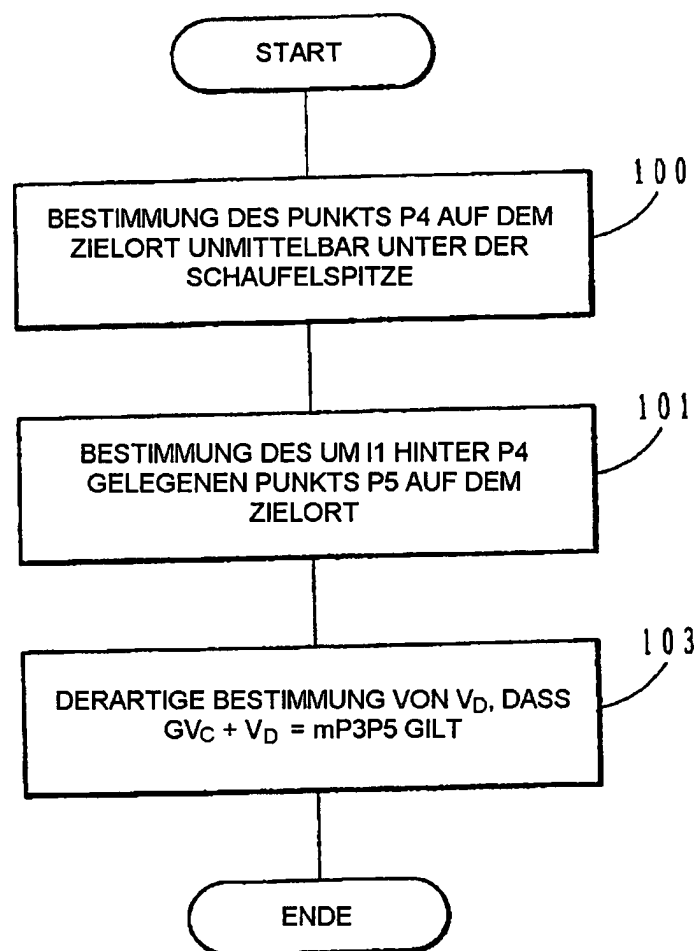
FIG.16

FIG.17



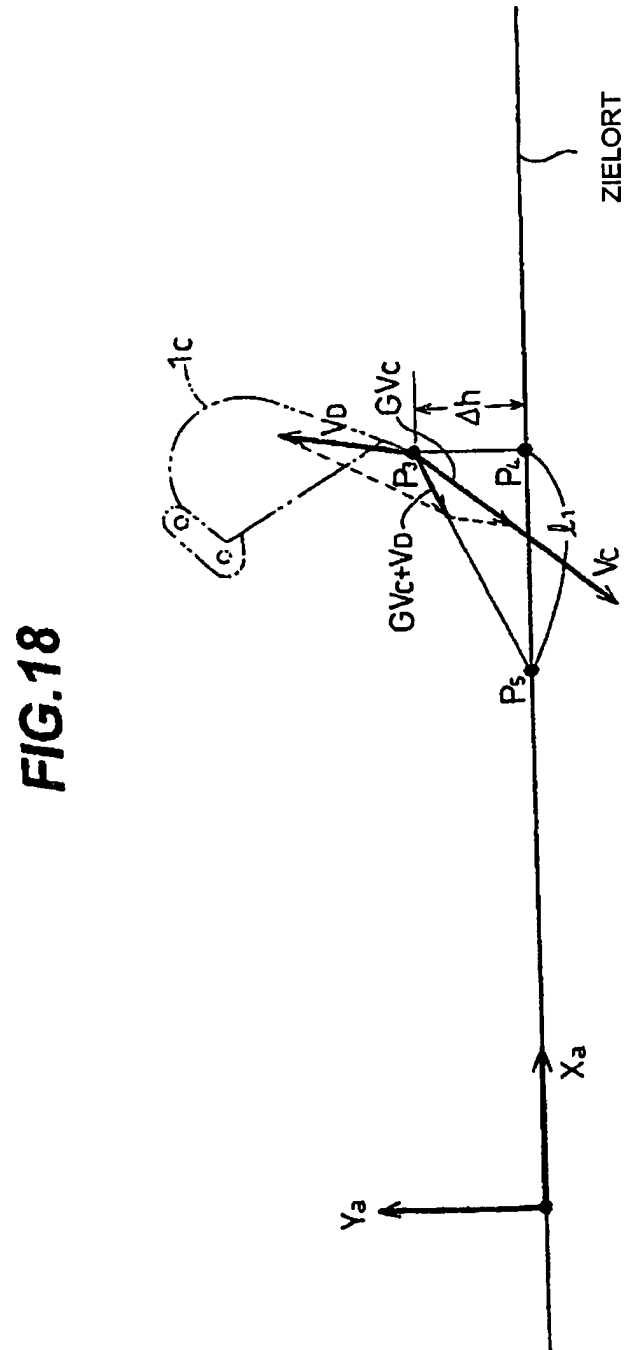


FIG. 19

