



(12) **Patentschrift**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **102 97 481.0**  
 (86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP02/03435**  
 (87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2003/085816**  
 (86) PCT-Anmeldetag: **05.04.2002**  
 (87) PCT-Veröffentlichungstag: **16.10.2003**  
 (43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
 in deutscher Übersetzung: **19.05.2005**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **09.01.2014**

(51) Int Cl.: **H02P 29/00 (2006.01)**

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

(73) Patentinhaber:  
**Mitsubishi Denki K.K., Tokyo, JP**

(74) Vertreter:  
**HOFFMANN - EITLE, 81925, München, DE**

(72) Erfinder:  
**Tsutsui, Kazuhiko, Tokyo, JP**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	42 13 795	C2
DE	195 04 435	A1
DD	2 51 011	A1

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN ZUM BETRIEB EINER MOTORSTEUERVORRICHTUNG**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Betrieb einer Motorsteuervorrichtung mit

- a) einem Motorsteuerabschnitt (30) zum Steuern eines Motors (18), der ein Steuerzielobjekt antreibt, mittels einer Positionsschleife, die
  - einen Codierer (20), der die Drehposition eines Motors (18) erfasst und ein entsprechendes Positionserfassungssignal ( $\theta_s$ ) bereitstellt, und
  - einen Strombegrenzer (115) umfasst,
- b) einem Modellpositionserzeugungsabschnitt (220),
- c) einer Korrekturbeschleunigungseinrichtung (240) und
- d) einem Positionsanweisungs-Erzeugungsabschnitt (260), der eine Differenziereinheit (103) umfasst,

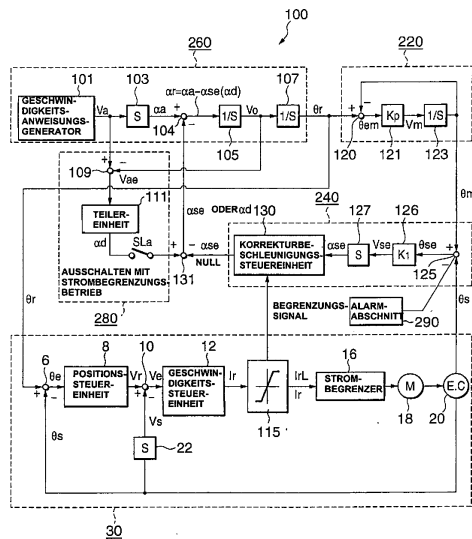
bei dem der Motorsteuerabschnitt (30) ein Positionsanweisungssignal ( $\theta_r$ ) zugeführt wird, das die Drehposition des Motors (18) vorgibt,

- eine Positionsabweichung ( $\theta_e$ ) aus der Differenz zwischen dem Positionsanweisungssignal ( $\theta_r$ ) und dem Positionserfassungssignal ( $\theta_s$ ) bestimmt, und
- den Motor (18) basierend auf der Positionsabweichung ( $\theta_e$ ) steuert, so dass dem Motor (18) ein über ein entsprechendes Stromanweisungssignal ( $I_r$ ) gesteuerter Strom zugeführt wird;

bei dem der Strombegrenzer (115)

- das Stromanweisungssignal ( $I_r$ ) begrenzt und
- ein Begrenzungssignal (L) einschaltet, wenn das Stromanweisungssignal ( $I_r$ ) einen vorgegebenen Stromwert ( $I_rL$ ) erreicht;

bei dem dem Modellpositionserzeugungsabschnitt (220) das Positionsanweisungssignal ( $\theta_r$ ) zugeführt wird und bei dem der Modellpositionserzeugungsabschnitt (220) aus dem Positionsanweisungssignal ( $\theta_r$ ) die Drehposition des Motors (18) auf der Basis eines Modells berechnet und die Drehposition als Modellpositionssignal ( $\theta_m$ ) bereitstellt; bei dem der Korrekturbeschleunigungseinrichtung (240) das Begrenzungssignal (L), das Modellpositionssignal ( $\theta_m$ ) und das Positionserfassungssignal ( $\theta_s$ ) zugeführt werden und ...



**Beschreibung**

## TECHNISCHES GEBIET

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Motorsteuerung, die beispielsweise für Hauptachsenmotoren verwendet wird, die Bearbeitungswerkzeuge antreiben, sowie eine Motorsteuervorrichtung, die dieses Verfahren ausführt.

## STAND DER TECHNIK

**[0002]** Eine herkömmliche Motorsteuervorrichtung wird unter Verwendung von **Fig. 8** beschrieben. **Fig. 8** zeigt ein Blockdiagramm einer Motorsteuervorrichtung mit einer Einrichtung zum Umschalten von einer Geschwindigkeitsschleife in eine Positionsschleife.

**[0003]** In **Fig. 8** umfasst eine Motorsteuervorrichtung **1**: eine Anweisungserzeugungseinheit, bestehend aus einem Positionsanweisungsgenerator **2** und einem Geschwindigkeitsanweisungsgenerator **4** zur Erzeugung eines Positionsanweisungssignals  $\theta_r$  für einen Motor **18**, beziehungsweise eines Geschwindigkeitsanweisungssignals  $V_r$  für den Motor; eine Erfassungseinheit zur Erfassung eines Positionserfassungssignals  $\theta_s$  und eines Geschwindigkeitserfassungssignals  $V_s$  für den Motor **18**; eine Schaltereinheit zum Umschalten einer Steuerung des Motors von der Geschwindigkeitsschleife zu der Positionsschleife; und eine Steuereinheit zum Steuern des Motors **18** basierend auf beispielsweise einer Positionsabweichung  $\theta_e$ , die gleich der Differenz zwischen dem Positionsanweisungssignal  $\theta_r$  und dem Positionserfassungssignal  $\theta_s$  ist.

**[0004]** Die Erfassungseinheit umfasst einen Codierer **20** zur Erfassung des Positionserfassungssignals  $\theta_s$  als die Drehposition des Motors **18**, und eine Geschwindigkeitserfassungseinheit **22** zur Erzeugung des Geschwindigkeitserfassungssignals  $V_s$  aus dem Positionserfassungssignal  $\theta_s$ , das eingegeben wurde.

**[0005]** Die Schaltereinheit schaltet zwischen einem Ausgangsanschluss "a" des Geschwindigkeitsanweisungsgenerators **4** und einem Ausgangsanschluss "b" einer Positionssteuervorrichtung **8** um, und umfasst einen Schalter  $SW_v$ , bei dem ein Anschluss "c" mit einer Subtraktionseinheit **10** verbunden ist, und einen Schalter  $SW_p$ , der mit einem Ausgang des Positionsanweisungsgenerators **2** und einem Eingang einer Subtraktionseinheit **6** verbunden ist.

**[0006]** Die Steuereinheit umfasst: Die Subtraktionseinheit **6** zur Berechnung der Positionsabweichung  $\theta_e$ , die gleich der Differenz zwischen dem Positionserfassungssignal  $\theta_s$  und dem Positionsanweisungssignal  $\theta_r$  ist; die Positionssteuervorrichtung **8**, die

eine Geschwindigkeitsanweisung  $V_r$  basierend auf der Positionsabweichung  $\theta_e$ , die eingegeben wurde, erzeugt, und die eine Positionsverstärkung beziehungsweise einem Positionsgewinn  $K_p$  aufweist; die Subtraktionseinheit **10** zur Berechnung einer Geschwindigkeitsabweichung  $V_e$ , die gleich der Differenz zwischen dem Geschwindigkeitsanweisungssignal  $V_r$  ( $V_{rv}$ ) und dem Geschwindigkeitserfassungssignal  $V_s$  ist; eine Geschwindigkeitssteuereinheit **12**, die ein Stromanweisungssignal  $I_r$  basierend auf der eingegebenen Geschwindigkeitsabweichung  $V_e$  erzeugt; eine Strombegrenzungseinheit **15** zum Ausgeben eines Begrenzungsstromanweisungssignals  $I_{rL}$ , wenn das eingegebene Stromanweisungssignal  $I_r$  einen vorgegebenen Stromwert  $I_{rL}$  überschreitet; und eine Stromsteuereinheit **16**, die den Motor **18** mit einem Strom basierend auf dem Stromanweisungssignal  $I_{rL}$  versorgt.

**[0007]** Dabei ist das Stromanweisungssignal  $I_r$  durch die Strombegrenzungseinheit **15** begrenzt, so dass der Motor **18** konstante Ausgangsleistungscharakteristiken aufweisen wird. Der Grund für eine konstante Ausgangsleistungscharakteristik ist es, dass der Motor **18**, der als Beispiel auf der Hauptachse eines Maschinenwerkzeugs mit numerischer Steuerung verwendet wird, zehntausende von Umdrehungen pro Minute erreicht, und die Ausgabeleistung enorm wäre, falls konstante Drehmomentcharakteristiken vorlägen, und es wird daher bewirkt, dass er konstante Ausgangsleistungscharakteristiken nach mehreren tausend Umdrehungen pro Minute aufweist.

**[0008]** Die Motorsteuervorrichtung **1**, aufgebaut wie oben erläutert, gibt, beim Öffnen des Schalters  $SW_p$  vor einem Beginn des Laufens des Motors und beim Anschalten des Schalters  $SW_v$  auf die Anschluss "a" Seite, in die Subtraktionseinheit **10** das Anweisungssignal  $V_r$  ein, das von dem Geschwindigkeitsanweisungsgenerator **4** basierend auf einer Betriebsbeginninstruktion erzeugt wird, wodurch die Subtraktionseinheit **10** die Geschwindigkeitsabweichung  $V_e$  berechnet, die gleich der Differenz zwischen dem Geschwindigkeitsanweisungssignal  $V_r$  und dem Geschwindigkeitserfassungssignal  $V_s$  ist, wodurch die Motorsteuervorrichtung **1** die Geschwindigkeit des Motors basierend auf der Geschwindigkeitsabweichung  $V_e$  steuert.

**[0009]** Wenn dann der Motor **18** von einer konstanten Geschwindigkeit in einen Geschwindigkeitsreduktionszustand übergeht, wird der Schalter  $SW_p$  aus einer offenen Stellung geschlossen, was die Geschwindigkeit des Motors **18** auf eine vorgegebene Geschwindigkeit reduziert, und nachdem bestätigt wurde, dass das Geschwindigkeitsanweisungssignal  $V_r$  von dem Geschwindigkeitsanweisungsgenerator konsistent mit dem Geschwindigkeitsanweisungssignal  $V_r$  von der Positionssteuervorrichtung **8** ist, wäh-

rend der Motor mit einer konstanten niedrigen Geschwindigkeit läuft, wird der Schalter SWv von dem Anschluss "a" zum Anschluss "b" umgelegt, wodurch der Motor **18** in Übereinstimmung mit der Positionsschleife basierend auf dem Geschwindigkeitsanweisungssignal Vr gesteuert wird.

**[0010]** Obwohl die Steuerung in der Motorsteuervorrichtung **1** von einer Geschwindigkeitsschleife zu einer Positionsschleife umgeschaltet wird, wie vorhergehend erwähnt, ergaben sich jedoch Probleme darin, dass beispielsweise eine Steuerung einer Zeitvorgabe, zu der der Schalter SWv von dem Anschluss "a" zum Anschluss "b" umgelegt wird, kompliziert ist.

**[0011]** Um solche Probleme zu lösen, obwohl es denkbar ist, den Schalter SWp öffnen, bevor der Motor **18** beginnt, zu laufen, und ihn nur durch das Positionsanweisungssignal  $\theta_r$  von dem Positionsanweisungsgenerator **2** durch Umschalten des Schalters SWv zum Anschluss "b" anzusteuern, ergäbe sich ein Problem, dass die Beschleunigung des Motors **18** nach oben hinausschießen würde, da die Positionsabweichung  $\theta_e$  sich aufweiten würde, wenn der Strombegrenzer arbeitet, und die Beschleunigung des Motors **18** abfällt, und wenn die Strombegrenzung durch den Strombegrenzer **15** dann freigegeben wird, würde der Motor **18** auf der großen Positionsabweichung  $\theta_e$  betrieben werden.

**[0012]** DE 42 13 795 C2 beschreibt eine Motor-Servosystem-Regelung, bei der mit Hilfe einer Positionsteuereinrichtung, einer Geschwindigkeitssteuereinrichtung und einer Stromsteuereinrichtung ein Motor angesteuert wird. Der Positionsteuereinrichtung wird ein Positionsstellwert zugeführt. Eine ggf. vorgesehene Strombegrenzung wird nicht bei der Regelung berücksichtigt.

**[0013]** In DE 195 04 435 A1 wird ein Servoregler für Gleichstrommotoren beschrieben, bei dem auch ein Strombegrenzer zum Einsatz kommt. Dieser Strombegrenzer dient allein dazu, den Strom zu begrenzen und gibt kein weiteres Signal ab, auf dessen Grundlage eine Korrektur oder Änderung der Vorgabewerte stattfindet.

**[0014]** In DD 251 011 A1 werden Regelungssysteme mit modelladaptivem Charakter angesprochen, aber ebenfalls ohne Berücksichtigung eines Strombegrenzers, der den Strom zu einem angesteuerten Motor begrenzt.

#### OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

**[0015]** Die vorliegende Erfindung dient der Lösung der oben beschriebenen Probleme. Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren zum Betreiben einer Motorsteuervorrichtung anzugeben, ebenso wie eine Motorsteuervorrichtung, die dieses Ver-

fahren ausführt, zur Steuerung eines Motors unter Verwendung einer Positionsschleife, wobei eine Positionsabweichung nicht erhöht wird, obwohl Stromanweisungen durch einen Strombegrenzer gesteuert werden.

**[0016]** Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen gemäß Patentanspruch 1 und eine Vorrichtung gemäß Patentanspruch 9. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich jeweils aus den Unteransprüchen.

**[0017]** Erfindungsgemäß erhöht sich die Positionsabweichung, die der Differenz zwischen dem Positionsanweisungssignal und dem Positionserfassungssignal entspricht, auch dann nicht, wenn die Strombegrenzungseinrichtung angeschaltet wird, da das ursprüngliche Beschleunigungsanweisungssignal durch das erste Korrekturbeschleunigungssignal vermindert wird. Demzufolge erzielt die Erfindung die Wirkung, ein Verfahren zum Betrieb einer Motorsteuervorrichtung und eine Motorsteuervorrichtung bereitzustellen, bei denen die Steuerung nicht einfach nach oben hinausschießen wird, auch wenn die Strombegrenzungseinrichtung von einem An-Zustand in einen Aus-Zustand geschaltet wird.

**[0018]** Gemäß einer der vorteilhaften Ausgestaltungen wird eine Fluktuation der Beschleunigungsabweichung unter Kontrolle gehalten, wenn die Strombegrenzungseinrichtung von einem An-Zustand in einen Aus-Zustand übergeht, da das zweite Korrekturbeschleunigungssignal, das niedriger als das erste Korrekturbeschleunigungssignal ist, erzeugt wird. Daher erzielt die Erfindung den Effekt, ein anfängliches Überschießen des Motors zu kontrollieren, wenn die Stromsteuereinrichtung freigegeben wird.

**[0019]** Gemäß einer anderen vorteilhaften Ausgestaltung erzielt die Erfindung die Wirkung darin, dass die Beschleunigungsverminderungseinrichtung einfach aufgebaut ist.

**[0020]** Gemäß einer anderen vorteilhaften Ausgestaltung der Motorsteuervorrichtung fährt der Motor mit einer Beschleunigung in einem Beschleunigungsmodus fort, und der Motor fährt mit einer Verzögerung in einem Verzögerungsmodus fort, da eine vorgegebene Begrenzung für das erste Korrekturbeschleunigungssignal vorgegeben ist. Daher erzielt die Erfindung die Wirkung darin, eine Fluktuation des Motors zu kontrollieren.

**[0021]** Gemäß einer der anderen vorteilhaften Ausgestaltungen wird die Beschleunigungsabweichung nicht größer als das ursprüngliche Beschleunigungssignal, da eine geeignete Begrenzung dem ersten Korrekturbeschleunigungssignal hinzugefügt wird, wie oben beschrieben. Daher hat die Erfindung

eine Wirkung darin, eine Beschleunigung und Verzögerung des Motors ohne Fehler zu kontrollieren.

**[0022]** Gemäß einer der weiteren vorteilhaften Ausgestaltungen wird der Motor basierend auf dem kumulativen Positionskorrektursignal angesteuert, akkumuliert basierend auf dem ersten und zweiten Korrekturbeschleunigungssignal, durch Ausschalten des ursprünglichen Geschwindigkeitsanweisungssignals.

**[0023]** Daher erzielt die Erfindung den Effekt, dass eine Motorposition basierend auf dem ursprünglichen Beschleunigungsanweisungssignal gesteuert wird, als ob die Strombegrenzungseinrichtung aus wäre, auch wenn die Strombegrenzungseinrichtung an ist.

**[0024]** Gemäß einer der anderen vorteilhaften Ausgestaltungen erzielt die Erfindung den Effekt, dass der Motor an einer erforderlichen Position angehalten wird, wie wenn die Strombegrenzungseinrichtung aus wäre, auch wenn die Strombegrenzungseinrichtung an ist, da die Stoppsteuereinrichtung den Motor basierend auf dem Korrekturstoppsignal ansteuert und anhält, welches die Summe des Stopposition-Anweisungssignals und des Korrekturpositionssignals ist.

**[0025]** Beispielsweise kann das Stoppositionssignal der Stoppanweisungs-Erzeugungseinrichtung ein Signal sein, um den Motor an einer vorgegebenen Position innerhalb einer Drehung des Motors anzuhalten, und die Korrekturpositionseinrichtung kann das Korrekturpositionssignal innerhalb einer Drehung des Motors basierend auf dem Korrekturbeschleunigungssignal berechnen. In Übereinstimmung mit der Motorsteuervorrichtung weist die Erfindung eine Wirkung darin auf, dass der Motor an einer erforderlichen Position innerhalb einer Drehung angehalten wird. Wenn der Motor beispielsweise auf eine Hauptachse einer numerischen Steuervorrichtung verwendet wird, können demzufolge Werkzeuge einfach an der Vorrichtung angebracht oder entfernt werden, auch wenn die Werkzeuge direkt mit der Motorachse gekoppelt sind, und nicht befestigt oder abgenommen werden können, mit Ausnahme an einer angegebenen Drehposition.

**[0026]** Gemäß einer der anderen vorteilhaften Ausgestaltungen erzielt die Erfindung eine Wirkung darin auf, dass ermöglicht wird, eine irreguläre Positionsabweichung, die gleich der Differenz zwischen dem Modellpositionssignal und dem Positionserfassungssignal ist, schnell erfasst werden kann.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0027]** Fig. 1 veranschaulicht in einem Blockdiagramm eine Motorsteuervorrichtung in Übereinstimmung mit einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

**[0028]** Fig. 2 zeigt eine Geschwindigkeits-/Zeitdarstellung eines durch die in Fig. 1 veranschaulichte Motorsteuervorrichtung angesteuerten Motor;

**[0029]** Fig. 3 veranschaulicht in einem Flussdiagramm Betriebsvorgänge einer in Fig. 1 veranschaulichten Korrekturbeschleunigungsvorrichtung;

**[0030]** Fig. 4 veranschaulicht in einem Blockdiagramm eine Motorsteuervorrichtung in Übereinstimmung mit einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung;

**[0031]** Fig. 5 veranschaulicht in einem Blockdiagramm eine Motorsteuervorrichtung in Übereinstimmung mit einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung;

**[0032]** Fig. 6 veranschaulicht in einem Flussdiagramm Betriebsvorgänge einer Anweisungseinheit innerhalb einer Drehung, in Fig. 5 veranschaulicht;

**[0033]** Fig. 7 veranschaulicht in einem Flussdiagramm Betriebsvorgänge einer Korrekturereinheit innerhalb einer Drehung, in Fig. 5 veranschaulicht; und

**[0034]** Fig. 8 veranschaulicht in einem Blockdiagramm eine herkömmliche Motorsteuervorrichtung.

#### BEVORZUGTE AUSFÜHRUNGSFORM DER ERFINDUNG

##### Ausführungsbeispiel 1

**[0035]** Eins der Ausführungsbeispiele der Erfindung wird mit Bezug auf Fig. 1 erläutert. Fig. 1 zeigt in einem Blockdiagramm eine Motorsteuervorrichtung in Übereinstimmung mit dem Ausführungsbeispiel. In Fig. 1 bezeichnen Bezugszeichen, die die gleichen wie die in Fig. 8 sind, identische oder äquivalente Elemente; daher werden deren Erläuterungen ausgelassen.

**[0036]** In Fig. 1 umfasst eine Motorsteuervorrichtung 100 einen Motorsteuerabschnitt 30 zum Steuern eines Motors 18 mittels eines Positionsinstruktionssignal  $\theta_r$ , eine Korrekturpositionsanweisungseinrichtung zum Erzeugen des geeigneten Positionsanweisungssignals  $\theta_r$ , wenn die Strombegrenzung in Betrieb genommen wird, mittels eines Stromanweisungssignals  $I_r$ , das einen vorgegebenen Begrenzungswert eines Strombegrenzers 115 überschreitet; und einen Alarmabschnitt 290 als einen Alarmeinrichtung, um ein rotes Licht einer roten Leuchtdiode (nicht veranschaulicht) blinken zu lassen, oder um den Motor 18 anzuhalten, wenn die Korrekturpositionsabweichung  $\theta_{se}$ , unterhalb beschrieben, den vorgegeben Wert überschritten hat.

**[0037]** Weiter ist der Motor **18** mit einem Steuerzielobjekt (nicht veranschaulicht) verbunden.

**[0038]** Ein Motorsteuerabschnitt **30** umfasst den Strombegrenzer **115** als eine Strombegrenzungseinrichtung, in die das Stromanweisungssignal  $I_r$  eingegeben wird, und die ein Strombegrenzungssignal  $I_{rL}$  ausgibt. Falls das Strombegrenzungssignal  $I_r$ , eingegeben von einer Geschwindigkeitssteuereinheit **12**, größer als das Strombegrenzungssignal  $I_{rL}$  ist, gibt der Strombegrenzer **115** an einen Strombegrenzer **16** das Strombegrenzungssignal  $I_{rL}$  zur Begrenzung eines Stromes aus, und schaltet ein Begrenzungssignal  $L$  an, (im folgenden als "der Strombegrenzer **115** wird angeschaltet" bezeichnet). Falls das Stromanweisungssignal  $I_r$  nicht größer als das Strombegrenzungssignal  $I_{rL}$  ist, gibt die Motorsteuervorrichtung das Stromanweisungssignal  $I_r$  an den Strombegrenzer **16** aus, ohne das Signal zu ändern, und schaltet das Begrenzungssignal  $L$  aus (im folgenden als "der Strombegrenzer **115** wird ausgeschaltet" bezeichnet).

**[0039]** Die Korrekturpositionsanweisungseinrichtung umfasst: einen Modellpositionserzeugungsabschnitt **220** als eine Modellierungseinrichtung zur Erzeugung eines Modellpositionssignals  $\theta_m$ ; einen Korrekturbeschleunigungs-Erzeugungsabschnitt (Korrekturbeschleunigungseinrichtung) **240** zur Erzeugung eines ersten Korrekturbeschleunigungssignals  $a_{se}$ , auf Grundlage der Korrekturpositionsabweichung  $\theta_{se}$ , die gleich der Differenz zwischen dem Modellpositionssignal  $\theta_m$  und einem Positionserfassungssignal  $\theta_s$  ist, und das erzeugt wird, um ein ursprüngliches Beschleunigungsanweisungssignal  $a_a$ , erzeugt von einer Differenzierereinheit **103**, zu korrigieren; einen Positionsanweisungs-Erzeugungsabschnitt **260** zum Erzeugen des Positionsanweisungssignals  $\theta_r$  basierend auf einer Beschleunigungsabweichung  $a_r$ , die durch ein Subtrahieren des Korrekturbeschleunigungssignals  $a_{se}$  oder eines niedrigen Beschleunigungssignals  $a_d$  von dem ursprünglichen Beschleunigungsanweisungssignals  $a_a$  berechnet wird; und einem Beschleunigungssteuer-(Beschleunigungsverminderungseinrichtung)Abschnitt **280**, um die Beschleunigungsabweichung  $a_r$  unter Kontrolle zu halten, sodass die Beschleunigungsabweichung sich nicht abrupt ändert, wenn der Strombegrenzer **115** von einem An-Zustand in einen Aus-Zustand übergeht.

**[0040]** Der Modellpositionserzeugungsabschnitt **220** enthält ein Äquivalentpositionssteuersystemmodell, das Charakteristiken des Steuerzielobjekts (nicht veranschaulicht) umfasst, angesteuert durch den Motorsteuerabschnitt **30** und den Motor **18**, und das die Drehposition (die tatsächliche Position) des Motors **18** als das Modellpositionssignal  $\theta_m$  basierend auf dem Positionsanweisungssignal  $\theta_r$  berechnet.

**[0041]** Obwohl es eine Anzahl von Beispielen der obig beschriebenen Modelle gibt, wird ein einfaches Beispiel erläutert.

**[0042]** Beim Steuersystem des Motors **18**, das heißt, des Motorsteuerabschnitts **30** und des durch den Motor **18** angetriebenen Steuerzielobjekts (nicht veranschaulicht), ist das Ansprechen auf die Geschwindigkeitsschleife ausreichend viel schneller als das auf die Positionsschleife. Daher wird angenommen, dass das Steuersystem ein primäres Verzögerungssystem ist, wobei eine reale Position  $\theta_s$  durch ein Positionsanweisungssignal  $\theta_r$ , eine Positionsverstärkung  $K_p$  und einer Integriereinheit  $1/s$  erzeugt wird. Demzufolge umfasst der Modellpositionserzeugungsabschnitt **220**: eine Subtraktionseinheit **120** zur Berechnung einer Positionsabweichung  $\theta_m$ , die gleich der Differenz zwischen dem Positionsanweisungssignal  $\theta_r$  und dem Modellpositionssignal  $\theta_m$  ist, eine Verstärkungseinheit **121**, die ein Modellgeschwindigkeitssignal  $V_m$  basierend auf der eingegebenen Positionsabweichung  $\theta_m$  erzeugt, und die eine Positionsverstärkung  $K_p$  aufweist; und eine Integriereinheit **123**, die das Modellpositionssignal  $\theta_m$  basierend auf dem eingegebenen Modellgeschwindigkeitssignal  $V_m$  erzeugt.

**[0043]** Ein Korrekturbeschleunigungs-Erzeugungsabschnitt **240** umfasst eine Subtraktionseinheit **125** zur Berechnung der Positionsabweichung  $\theta_{se}$ , die gleich der Differenz zwischen dem Modellpositionssignal  $\theta_m$  und dem Positionserfassungssignal  $\theta_s$ , erfasst durch den Codierer **20** als einer Positionserfassungseinrichtung, ist; einen Wandler **126**, der ein Korrekturgeschwindigkeitsanweisungssignal  $V_{se}$  basierend auf der eingegebenen Positionsabweichung  $\theta_{se}$  erzeugt, und der eine Verstärkung  $K_1$  aufweist; eine Differenzierereinheit **127**, die das Korrekturbeschleunigungssignal  $a_{se}$  basierend auf dem eingegebenen Korrekturgeschwindigkeitsanweisungssignal  $V_{se}$  erzeugt; und eine Korrekturbeschleunigungs-Steuervorrichtung **130**, die wie im Flussdiagramm von **Fig. 3** erläutert betrieben wird, und die ein Null-Signal oder das Korrekturbeschleunigungssignal  $a_{se}$  beim Anschalten der Strombegrenzungseinheit **115** ausgibt.

**[0044]** Darüber hinaus gibt die Korrekturbeschleunigungs-Steuervorrichtung **130** das Null-Signal aus, wenn der Strombegrenzer **115** aus ist.

**[0045]** Der Positionsanweisungs-Erzeugungsabschnitt **260** erfasst: einen Geschwindigkeitsanweisungsgenerator **101** als eine Geschwindigkeitsanweisungs-Erzeugungseinrichtung, die ein ursprüngliches Geschwindigkeitsanweisungssignal  $V_a$  erzeugt; eine Differenzierereinheit **103**, in die das ursprüngliche Geschwindigkeitsanweisungssignal  $V_a$  eingegeben wird, und die das ursprüngliche Beschleunigungsanweisungssignal  $a_a$  erzeugt; eine Subtraktionseinheit **104** zur Berechnung der Beschleunigungsab-

weichung  $a_r$  gleich der Differenz zwischen dem ursprünglichen Beschleunigungsanweisungssignal  $a_a$  und dem Korrekturbeschleunigungssignal  $a_{se}$ , eine Integriereinheit (eine Referenzgeschwindigkeits-Anweisungserzeugungseinrichtung) **105** zur Erzeugung eines Referenzgeschwindigkeits-Anweisungssignals  $V_0$  basierend auf der eingegebenen Beschleunigungsabweichung  $a_r$ ; und eine Integriereinheit **107** zur Erzeugung des Positionsanweisungssignals  $\theta_r$  basierend auf dem eingegebenen Bezugsgeschwindigkeitsanweisungssignal  $V_0$ .

**[0046]** Weiter berechnet eine Subtraktionseinheit **6** (eine erste Subtraktionseinrichtung), in die das Positionsanweisungssignal  $\theta_r$  eingegeben wird, eine Positionsabweichung  $\theta_m$ , was gleich der Differenz zwischen dem Positionsanweisungssignal  $\theta_r$  und dem Positionserfassungssignal  $\theta_s$  ist.

**[0047]** Ein Beschleunigungssteuerabschnitt **280** umfasst: eine Subtraktionseinheit **109** (eine zweite Subtraktionseinrichtung), die eine Referenzgeschwindigkeitsabweichung  $V_{ae}$  berechnet, gleich der Differenz zwischen dem ursprünglichen Geschwindigkeitsanweisungssignal  $V_a$  und dem Referenzgeschwindigkeits-Anweisungssignal  $V_0$ ; eine Teilereinheit (Wandlereinrichtung) **111**, in der die eingegebene Referenzgeschwindigkeitsabweichung  $V_{ae}$  in das Beschleunigungssignal umgewandelt wird, und durch einen vorgegebenen Wert "d" geteilt wird, um so ein niedriges Beschleunigungssignal (ein zweites Korrekturbeschleunigungssignal)  $a_d$  zu erzeugen, das geringer als das erste Korrekturbeschleunigungssignal  $a_{se}$  ist; einen Schalter  $SL_a$ , dessen eine Seite mit dem Eingangsanschluss der Teilereinheit **111** verbunden ist, und dessen andere Seite mit der Subtraktionseinheit der **131** verbunden ist, und welcher komplementär zum An/Ausbetrieb des Strombegrenzers **115** arbeitet, wobei die Teilereinheit **111** das niedrige Beschleunigungssignal  $a_d$  erzeugt, indem der Schalter  $SL_a$  von einem Aus-Zustand in einen An-Zustand geschaltet wird, wenn der Strombegrenzer **115** von einem Aus-Zustand in einen An-Zustand geschaltet wird, sodass die Beschleunigungsabweichung  $a_r$  so eingerichtet wird, dass sie sich nicht abrupt ändert, nachdem der Strombegrenzer **115** von einem An-Zustand in einen Aus-Zustand zurückkehrt.

**[0048]** Weiter wird durch eine Subtraktionseinheit **131** selektiv das niedrige Beschleunigungssignal  $a_d$  oder das Korrekturbeschleunigungssignal  $a_{se}$  der Subtraktionseinheit **104** hinzugefügt, basierend auf Betriebsvorgängen der Korrekturbeschleunigungs-Steuervorrichtung **130**.

**[0049]** Allgemein gibt die Korrekturbeschleunigungssteuereinheit **130** das eingegebene Korrekturbeschleunigungssignal  $a_{se}$  ohne eine Änderung/Korrektur des Signals aus, wenn der Strombegrenzer **115** an ist, und gibt ein Null-Signal aus, wenn der

Strombegrenzer aus ist. Jedoch gibt die Korrekturbeschleunigungssteuereinheit **130** ein Korrekturbeschleunigungssignal  $a_{se}$  aus, das durch die erste und zweite Korrekturereinrichtung korrigiert ist, wie unterhalb beschrieben, da es manchmal nicht geeignet ist, das Korrekturbeschleunigungssignal  $a_{se}$  ohne Änderung/Korrektur auszugeben.

**[0050]** Falls das Korrekturbeschleunigungssignal  $a_{se}$ , das während einer Motor- **18** Beschleunigung (oder Verzögerung) erlangt wird, nicht gleich oder größer als Null ist (oder kleiner als Null), wird die Korrekturbeschleunigung  $a_{se}$  zum ursprünglichen Beschleunigungsanweisungssignal  $a_a$  addiert; demzufolge ist die Beschleunigungsabweichung  $\theta_r$  größer als das ursprüngliche Beschleunigungsanweisungssignal  $a_a$ , was nicht vorzuziehen ist; daher wird als erstes Korrekturmittel das Korrekturbeschleunigungssignal  $a_{se}$  auf Null gesetzt, sodass die Beschleunigungsabweichung  $a_r$ , was eine Beschleunigungsanweisung (oder Verzögerungsanweisung) des Motors **18** darstellt, nicht größer als das ursprüngliche Beschleunigungsanweisungssignal  $a_a$  wird.

**[0051]** Falls das Korrekturbeschleunigungssignal  $a_{se}$ , das während einer Motor- **18** Beschleunigung (oder Verzögerung) erlangt wird, gleich oder größer als  $a_a$  (oder kleiner als  $a_a$ ) ist, wird die Beschleunigungsabweichung  $a_r$ , was die Beschleunigungsanweisung (oder Verzögerungsanweisung) des Motors **18** ist, negativ (oder positiv), d. h., die Verzögerungsanweisung (Beschleunigungsanweisung); daher wird als ein zweites Korrekturmittel die Beschleunigungsabweichung  $\theta_r$ , was die Beschleunigungsanweisung (oder Verzögerungsanweisung) des Motors **18** ist, auf Null gesetzt, als ein Minimalwert  $a_{min}$ , wobei das Korrekturbeschleunigungssignal  $a_{se}$  identisch zum ursprünglichen Beschleunigungsanweisungssignal  $a_a$  gesetzt wird, und ausgegeben wird.

**[0052]** Daher wird die Beschleunigungsanweisung (oder Verzögerungsanweisung) des Motors **18** basierend auf einem erlaubten Beschleunigungsbereich  $a_x$  zwischen dem ursprünglichen Beschleunigungsanweisungssignal  $a_a$  und einem Null-Signal beschleunigt.

**[0053]** Die Betriebsvorgänge der Motorsteuervorrichtung, die wie oben erläutert konfiguriert ist, werden mit Bezug auf **Fig. 1** bis **Fig. 3** erläutert. Zum Zeitpunkt  $t_0$  wird das ursprüngliche Geschwindigkeitsanweisungssignal  $V_a$  von dem Geschwindigkeitsanweisungsgenerator **101** erzeugt, und das Signal  $V_a$  erzeugt das ursprüngliche Beschleunigungsanweisungssignal  $a_a$  über die Differenziereinheit **103**. Dann ist die Ausgabe des Korrekturbeschleunigungsbegrenzers **130** null, da der Strombegrenzer **115** aus ist.

**[0054]** Dabei ist die Referenzgeschwindigkeitsabweichung  $V_{ae}$ , welches einer Ausgabe der Subtraktionseinheit **109** ist, in dem Beschleunigungssteuerabschnitt **280** null, weil das Referenzgeschwindigkeitssignal das gleiche ist wie das ursprüngliche Geschwindigkeitsanweisungssignal  $V_a$ , wenn der Strombegrenzer **115** ausgeschaltet ist, und der Schalter  $S_{La}$  angeschaltet ist. Daher erzeugt die Teileinheit **111** ein Null-Signal. Daher gibt die Subtraktionseinheit **131** ein Null-Signal in die Subtraktionseinheit **104** ein, da die Ausgabe des Korrekturbeschleunigungsbegrenzers **130** Null ist, und das niedrige Geschwindigkeitssignal  $\alpha_d$  Null ist. Die Subtraktionseinheit **104** gibt in die Integriereinheit **105** das ursprüngliche Beschleunigungsanweisungssignal  $\alpha_a$  ein, ohne das Signal zu verändern, als die Beschleunigungsabweichung  $\alpha_r$ , und erzeugt das Positionsanweisungssignal  $\theta_r$  über die Integriereinheit **105** und **107**.

**[0055]** Der Modellpositionserzeugungsabschnitt **220** erzeugt das Modellpositionssignal  $\theta_m$  basierend auf dem Positionsanweisungssignal  $\theta_r$  über eine Verstärkereinheit **121** und eine Integriereinheit **123**, und dann berechnet eine Subtraktionseinheit **125** die Korrekturpositionsabweichung  $\theta_{se}$ , was gleich der Differenz zwischen dem Modellpositionssignal  $\theta_m$  und dem Positionserfassungssignal  $\theta_s$  ist, und gibt das Korrekturbeschleunigungssignal  $\alpha_{se}$  in den Korrekturbeschleunigungsbegrenzer **130** über eine Wandlereinheit **126** und eine Differenzierereinheit **127** ein.

**[0056]** Die Subtraktionseinheit **6** berechnet die Positionsabweichung  $\theta_e$ , was gleich der Differenz zwischen den Positionsanweisungssignal  $\theta_r$  und dem Positionserfassungssignal  $\theta_s$  ist, und die Positionssteuereinheit **8** erzeugt ein Geschwindigkeitsanweisungssignal  $V_r$  basierend auf der Positionsabweichung  $\theta_e$ . Die Subtraktionseinheit **10** gibt in die Geschwindigkeitssteuereinheit **12** die Geschwindigkeitsabweichung  $V_e$  ein, was gleich der Differenz zwischen dem Geschwindigkeitsanweisungssignal  $V_r$  und dem Geschwindigkeitserfassungssignal  $V_s$  ist. Die Geschwindigkeitssteuereinheit **12** erzeugt das Stromanweisungssignal  $I_r$  basierend auf der Geschwindigkeitsabweichung  $V_e$ . Der Strombegrenzer **115** gibt das Stromanweisungssignal  $I_r$  als das Strombegrenzungssignal  $I_{rL}$  in die Stromsteuereinheit **16** ein, da der Strombegrenzer **115** aus ist. Die Stromsteuereinheit **16** liefert den erforderlichen Strom in den Motor **18** und treibt in basierend auf dem Stromanweisungssignal  $I_{rL}$  an.

**[0057]** Hier ist eine Positionsschleife der Motorsteuervorrichtung eine geschlossene Schleife, wobei das Positionsanweisungssignal  $\theta_r$  in die Subtraktionseinheit **6** eingegeben wird, die Subtraktionseinheit **6** die Positionsabweichung  $\theta_e$  berechnet, und das Positionsanweisungssignal  $\theta_r$  zur Positionssteuereinheit **8**, der Subtraktionseinheit **10**, der Geschwindig-

keitssteuereinheit **12**, dem Strombegrenzer **115**, dem Strombegrenzer **16**, dem Motor **18**, dem Codierer **20**, und zu der Subtraktionseinheit **6** basierend auf der Positionsabweichung  $\theta_e$  übertragen wird, sodass der Motor **18** durch die Positionsschleife gesteuert wird.

**[0058]** Falls sich das Drehmoment und die Umdrehungsgeschwindigkeit des Motors **18** erhöht, wobei der Strombegrenzer **115** zu einem Zeitpunkt  $t_1$  angeschaltet wird, wird das Begrenzungssignal angeschaltet, und der Schalter  $S_{La}$  wird ausgeschaltet, und das Begrenzungssignal  $L$  wird in dem Korrekturbeschleunigungsbegrenzer **130** eingegeben. Der Korrekturbeschleunigungsbegrenzer **130** beurteilt, ob der Strombegrenzer **115** an oder ausgeschaltet ist, basierend darauf, ob das Begrenzungssignal  $L$  an oder aus ist (Schritt S101), und, da das Begrenzungssignal  $L$  an ist, beurteilt er, ob das ursprüngliche Beschleunigungsanweisungssignal  $\alpha_a$  gleich oder größer als Null ist (Schritt S103), und, da der Motor beschleunigt, ist das ursprüngliche Beschleunigungsanweisungssignal  $\alpha_a$  gleich oder größer als Null.

**[0059]** Als nächstes beurteilt der Korrekturbeschleunigungsbegrenzer **130**, ob das Korrekturbeschleunigungssignal  $\alpha_{se}$  gleich oder größer als Null ist (Schritt S105). Falls das Korrekturbeschleunigungssignal  $\alpha_{se}$  gleich oder größer als Null ist, beurteilt er, ob das Korrekturbeschleunigungssignal  $\alpha_{se}$  gleich oder größer als  $\alpha_a$  ist (Schritt S107). Falls das Korrekturbeschleunigungssignal  $\alpha_{se}$  kleiner als  $\alpha_a$  ist, wird das Korrekturbeschleunigungssignal  $\alpha_{se}$  in die Subtraktionseinheit **131** eingegeben (Schritt S115). Die Subtraktionseinheit **131** gibt in die Subtraktionseinheit **104** das Korrekturbeschleunigungssignal  $\alpha_{se}$  ein, da der Schalter  $S_{La}$  ausgeschaltet verbleibt. Die Subtraktionseinheit **104** berechnet die Beschleunigungsabweichung  $\alpha_r$ , was gleich der Differenz zwischen dem ursprünglichen Beschleunigungsanweisungssignal  $\alpha_a$  und dem Korrekturbeschleunigungssignal  $\alpha_{se}$  ist, und gibt in die Integriereinheit **105** die Beschleunigungsabweichung  $\alpha_r$  ein; die Integriereinheit **107** erzeugt das Positionsanweisungssignal  $\theta_r$ , und dann wird der Motor **18** wie oben erläutert angetrieben.

**[0060]** Daneben, falls das Signal  $\alpha_{se}$  gleich oder größer als das Signal  $\alpha_a$  im Schritt S107 ist, wie oben beschrieben, um das ursprüngliche Beschleunigungsanweisungssignal des Motors **18** durch die zweite Korrekturvorrichtung zu  $\alpha_{min}$  (Null) zu machen, setzt der Korrekturbeschleunigungsbegrenzer **130** das Korrekturbeschleunigungssignal  $\alpha_{se}$  gleich dem ursprünglichen Beschleunigungsanweisungssignal  $\alpha_a$  und gibt das Signal  $\alpha_{se}$  aus (Schritt S117). Falls weiter das Signal  $\alpha_{se}$  kleiner als Null ist, wird das Korrekturbeschleunigungssignal  $\alpha_{se}$  als Null ausgegeben (Schritt S113), um das Beschleunigungsanweisungssignal unter dem ursprünglichen

Beschleunigungsanweisungssignal  $\alpha a$  durch die erste Korrekturereinrichtung, oben erläutert, zu steuern.

**[0061]** Zum Zeitpunkt  $t_2$  vermindert sich ein erforderliches Drehmoment des Motors und der Strom  $I_r$  vermindert sich ebenso. Demzufolge wird der Strombegrenzer **115** von einem An-Zustand in einen Aus-Zustand geschaltet, wodurch das Begrenzungssignal  $L$  ausgeschaltet wird, und eine Ausgabe des Korrekturbeschleunigungsbegrenzers **130** wird zu Null, und der Schalter  $S_{La}$  wird angeschaltet. Wenn der Schalter  $S_{La}$  angeschaltet wird, berechnet die Subtraktionseinheit **109** die Bezugsgeschwindigkeitsabweichung  $V_{ae}$  und gibt die Bezugsgeschwindigkeitsabweichung  $V_{ae}$  in die Teilereinheit **111** ein. Die Teilereinheit **111** teilt die Bezugsgeschwindigkeitsabweichung  $V_{ae}$  durch einen konstanten Wert "d", und erzeugt ein niedriges Beschleunigungssignal  $\alpha d$ , und gibt in die Subtraktionseinheit **104** das niedrige Beschleunigungssignal  $\alpha d$  ein. Die Subtraktionseinheit **104** berechnet die Beschleunigungsabweichung  $\alpha r$  und gibt diese in die Integriereinheit **105** ein, und die Integriereinheit **107** erzeugt das Positionsanweisungssignal  $\theta_r$ . Daher kann eine abrupte Änderung des Positionsanweisungssignals  $\alpha r$  durch ein Vermindern der Beschleunigungsabweichung  $\alpha r$  vermindert werden, wenn der Strombegrenzer **115** von einem An-Zustand in einen Aus-Zustand geschaltet wird.

**[0062]** Zum Zeitpunkt  $t_3$  ist die Beschleunigung des Motors **18** beendet. Als nächstes dreht sich der Motor **18** mit einer konstanten Geschwindigkeit und geht von einer Beschleunigung in einen Verzögerungsmodus über. Zum Zeitpunkt  $T_5$ , falls sich das Drehmoment des Motors **18** erhöht, und der Strombegrenzer **115** wieder angeschaltet wird, wird das Begrenzungssignal  $L$  angeschaltet, der Schalter  $S_{La}$  wird ausgeschaltet, und das Begrenzungssignal  $L$  wird in die Korrekturbeschleunigungssteuereinheit **130** eingegeben

**[0063]** Die Korrekturbeschleunigungssteuereinheit **130** führt den obigen Schritt  $S_{101}$  durch, und urteilt, ob das ursprüngliche Beschleunigungsanweisungssignal  $\alpha a$  gleich oder größer als Null ist (Schritt  $S_{103}$ ), da das Begrenzungssignal  $L$  angeschaltet ist. Da der Motor **18** im Verzögerungsmodus ist und das ursprüngliche Beschleunigungsanweisungssignal  $\alpha a$  nicht größer als Null ist, beurteilt sie, ob das Korrekturbeschleunigungssignal  $\alpha se$  kleiner als Null ist (Schritt  $S_{109}$ ); falls das Korrekturbeschleunigungssignal  $\alpha se$  nicht kleiner als Null ist, macht die Korrekturbeschleunigungssteuereinheit das Korrekturbeschleunigungssignal  $\alpha se$  zu Null, mit der ersten Korrekturereinrichtung, um die Steuerung des Beschleunigungsanweisungssignals des Motors **18** unterhalb des ursprünglichen Beschleunigungsanweisungssignals  $\alpha a$  zu halten (Schritt  $S_{113}$ ).

**[0064]** Falls das Korrekturbeschleunigungssignal  $\alpha se$  kleiner als Null ist, im Schritt  $S_{109}$ , urteilt die Korrekturbeschleunigungssteuereinheit **130**, ob das Signal  $\alpha se$  kleiner als das Signal  $\alpha a$  ist, und falls das Signal  $\alpha se$  nicht kleiner als das Signal  $\alpha a$  ist, erzeugt sie das Korrekturbeschleunigungssignal  $\alpha se$  (Schritt  $S_{115}$ , und steuert den Motor **18** durch Erzeugung des Positionsanweisungssignals  $\theta_r$ , wie oben beschrieben. Falls das Signal  $\alpha se$  größer als das Signal  $\alpha a$  im Schritt  $S_{111}$  ist, erzeugt daneben die Korrekturbeschleunigungssteuereinheit **130** das Korrekturbeschleunigungssignal  $\alpha se$  als das ursprüngliche Beschleunigungsanweisungssignal  $\alpha a$ , um so das Beschleunigungssignal des Motors **108** zu Null zu machen (Schritt  $S_{117}$ ).

**[0065]** Zum Zeitpunkt  $t_6$ , falls sich das erforderliche Drehmoment des Motors **18** vermindert und das Stromanweisungssignal  $I_r$  vermindert, wird die Motorsteuervorrichtung **100** auf die gleiche Weise betrieben, wie sie zum Zeitpunkt  $t_2$  betrieben wird, das ursprüngliche Beschleunigungsanweisungssignal  $\alpha a$  wird zum Zeitpunkt  $t_7$  zu Null, und der Betrieb des Motors **18** wird beendet.

**[0066]** Der Modellpositionserzeugungsabschnitt **220** erzeugt das Modellpositionssignal  $\theta_m$ , wie oben beschrieben, der Korrekturbeschleunigungs-Erzeugungsabschnitt **240** erzeugt das Korrekturbeschleunigungssignal  $\alpha se$  unter vorgegebenen Bedingungen basierend auf der Korrekturpositionsabweichung  $\theta_{se}$ , was gleich zur Differenz zwischen dem Modellpositionssignal  $\theta_m$  und dem Positionserfassungssignal  $\theta_s$  ist, wobei das Begrenzungssignal  $L$  des Strombegrenzers **115** angeschaltet wird, und die Subtraktionseinheit **104** erzeugt das Positionsanweisungssignal  $\theta_r$  basierend auf der Beschleunigungsabweichung  $\theta_r$ , berechnet durch Subtrahieren des Korrekturbeschleunigungssignals  $\alpha se$  vom ursprünglichen Beschleunigungsanweisungssignal  $\alpha a$ . Falls der Strombegrenzer **115** angeschaltet wird, ist es daher schwierig, die Positionsabweichung  $\theta_e$  gleich der Differenz zwischen dem Positionserfassungssignal  $\theta_s$  und dem Positionsanweisungssignal  $\theta_r$  zu erhöhen, indem das geeignete Positionsanweisungssignal  $\theta_r$  in den Motorsteuerabschnitt **30** eingegeben wird. Somit kann eine Motorsteuervorrichtung **100** bereitgestellt werden, die ein Überschießen verhindert.

#### Ausführungsbeispiel 2

**[0067]** Ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung wird mit Bezug auf **Fig. 4** erläutert. **Fig. 4** zeigt in einem Blockdiagramm eine Motorsteuervorrichtung in Übereinstimmung mit einem weiteren Ausführungsbeispiel; und in **Fig. 4** bezeichnen Bezugszeichen, die die gleichen wie in **Fig. 1** sind, identische oder äquivalente Elemente; daher werden deren Erläuterungen ausgelassen.



**[0068]** Im Ausführungsbeispiel 1 steuert der Strombegrenzer **115** den Motor **18** basierend auf der Beschleunigungsanweisung (der Beschleunigungsabweichung  $a_r$ ), die durch ein Subtrahieren des Korrekturbeschleunigungssignals  $a_{se}$  oder des niedrigen Beschleunigungssignals  $a_d$  von dem ursprünglichen Beschleunigungsanweisungssignal  $a_a$  basierend auf dem An/Ausbetrieb des Strombegrenzers **115** berechnet wird.

**[0069]** Jedoch unterschied sich das Integral der ursprünglichen Geschwindigkeitsanweisungssignale  $V_a$  von dem Geschwindigkeitsanweisungsgenerator **101**, gleich einem ursprünglichen Positionsanweisungssignal  $\theta_a$  (nicht veranschaulicht), von dem Positionsanweisungssignal  $\theta_r$ . Daher wird eine Motorsteuervorrichtung **300** bereitgestellt, die den Motor **18** an der Position anhält, die mit dem ursprünglichen Positionsanweisungssignal  $\theta_a$  übereinstimmt.

**[0070]** In Fig. 4 enthält die Motorsteuervorrichtung **300** zusätzlich zur Konfiguration des Ausführungsbeispiels 1 einen Korrekturpositionsanweisungsabschnitt **320**, der ein akkumuliertes Korrekturpositionssignal  $a_{as}$  basierend auf dem Korrekturbeschleunigungssignal  $a_{se}$  oder dem niedrigen Beschleunigungssignal  $a_d$  bereitstellt, wobei beide das ursprüngliche Beschleunigungsanweisungssignal  $a_a$  korrigieren, und ein akkumuliertes Geschwindigkeitssignal  $V_L$ s erzeugt, das auf dem akkumulierten Korrekturpositionssignal  $\theta_{as}$  basiert.

**[0071]** Der Korrekturpositionsanweisungsabschnitt **320** umfasst: eine Integriereinheit **323**, die das eingegebene Korrekturbeschleunigungssignal  $a_{se}$  und das niedrige Beschleunigungssignal  $a_d$  als ein Korrekturgeschwindigkeitssignal  $V_{rs}$  ausgibt; eine Integriereinheit **325**, die das eingegebene Korrekturgeschwindigkeitssignal  $V_{rs}$  als ein Korrekturpositionssignal  $\theta_{rs}$  ausgibt; eine Korrekturpositionsintegriereinheit **327**, die das kumulative Korrekturpositionssignal  $\theta_{as}$  berechnet, durch Akkumulation des eingegebenen Korrekturpositionssignals  $\theta_{rs}$ , und die das kumulative Korrekturpositionssignal  $\theta_{as}$  unter zu Nullsetzung des ursprünglichen Geschwindigkeitsanweisungssignals  $V_a$  ausgibt; eine Subtraktionseinheit **328**, die eine Positionsabweichung  $\theta_{es}$  berechnet, was gleich zur Differenz zwischen einem Rückkehrpositionssignal  $\theta_{LS}$  ist, erlangt durch eine Verstärkungseinheit **329** mit einem Verstärkungsfaktor  $K_a$ , und eine Integriereinheit **331**, und das kumulative Korrekturpositionssignal  $\theta_{as}$ ; eine Addiereinheit **333**, die eine Geschwindigkeitsabweichung  $V_{oe}$  berechnet, was die Summe eines von der Verstärkungseinheit **329** ausgegebenen kumulativen Geschwindigkeitssignals  $V_L$ s und eines Bezugsgeschwindigkeitsanweisungssignals  $V_o$  ist; und einen Schalter  $S_L$ s, der von einem Aus-Zustand in einen An-Zustand geschaltet wird, indem das ursprüngliche Geschwindigkeitsanweisungssignal  $V_a$  zu Null gemacht wird.

**[0072]** Darüber hinaus ist die Korrekturpositionsintegriereinheit **327** äquivalent zu einer Korrekturakkumulationseinrichtung und einer kumulativen Anweisungserzeugungseinrichtung.

**[0073]** Der Betrieb der wie oben konfigurierten Motorsteuervorrichtung wird unter Verwendung von Fig. 4 erläutert. Dabei wird, wenn der Strombegrenzer **115** zum Zeitpunkt einer Beschleunigung des Motors **18**, wie in Ausführungsbeispiel 1 beschrieben, angeschaltet wird, das Korrekturbeschleunigungssignal  $a_{se}$  erzeugt, die Integriereinheit **323** erzeugt das Geschwindigkeitssignal  $V_{rs}$  und gibt es in die Integriereinheit **325** ein, und die Integriereinheit **325** erzeugt das Korrekturpositionssignal  $\theta_{rs}$ .

**[0074]** Ähnlich, wenn der Strombegrenzer **115** aus einem An-Zustand in einen Aus-Zustand geschaltet wird, wie im Ausführungsbeispiel 1 beschrieben, das Begrenzungssignal  $L$  ausgeschaltet, und der Schalter  $S_{La}$  wird angeschaltet. Falls der Schalter  $S_{La}$  angeschaltet wird, berechnet die Subtraktionseinheit **109** die Referenzgeschwindigkeitsabweichung  $V_{ae}$  und gibt die Referenzgeschwindigkeitsabweichung  $V_{ae}$  in die Teilereinheit **111** ein. Die Teilereinheit **111** teilt die Referenzgeschwindigkeitsabweichung  $V_{ae}$  durch den konstanten Wert "d", und gibt das niedrige Beschleunigungssignal  $a_d$  in die Integriereinheit **323** ein, über den Schalter  $S_{La}$  und die Subtraktionseinheit **131**. Die Integriereinheit **323** erzeugt das Geschwindigkeitssignal  $V_{rs}$  und gibt es in eine Integriereinheit **325** ein, und die Integriereinheit **325** erzeugt das Korrekturpositionssignal  $\theta_{rs}$ .

**[0075]** Die Korrekturpositionsintegriereinheit **327** berechnet und hält das kumulative Korrekturpositionssignal  $\theta_{as}$ , das Drehpositionssignale des Motors **18** akkumuliert, basierend auf dem Korrekturbeschleunigungssignal  $a_{se}$  und dem niedrigen Beschleunigungssignal  $a_d$ , bis der Geschwindigkeitsanweisungsgenerator **101** ein Erzeugen des ursprünglichen Geschwindigkeitsanweisungssignals  $V_a$  beendet. Wenn der Motor **18** beschleunigt, sich mit konstanter Geschwindigkeit dreht, verzögert, und das ursprüngliche Geschwindigkeitsanweisungssignal  $V_a$  auf Null geht, gibt die Korrekturpositionsintegriereinheit **327** an die Subtraktionseinheit **328** das kumulative Korrekturpositionssignal  $\theta_{as}$  aus.

**[0076]** Die Subtraktionseinheit **328** berechnet eine Korrekturpositionsabweichung  $\theta_{es}$ , gleich der Differenz zwischen dem Rückkehrpositionssignal  $\theta_{LS}$ , erlangt durch die Stärkungseinheit **329** und durch die Integriereinheit **331**, und das kumulative Korrekturpositionssignal  $\theta_{as}$ ; die Verstärkungseinheit **329** erzeugt das akkumulierte Geschwindigkeitssignal  $V_L$ s. Dabei ist die Ausgabe der Korrekturbeschleunigungssteuereinheit **130** Null, da der Strombegrenzer **115** aus ist.

**[0077]** Die Addiereinheit **333** gibt in die Integriereinheit **107** das akkumulierte Geschwindigkeitssignal VLs als die Bezugsgeschwindigkeitsabweichung Voe ein, da das ursprüngliche Geschwindigkeitsanweisungssignal Va, das Korrekturbeschleunigungssignal ase und das niedrige Beschleunigungssignal ad Null sind. Die Integriereinheit **107** gibt in die Subtraktionseinheit **6** das Positionsanweisungssignal  $\theta_r$  basierend auf dem akkumulierten Geschwindigkeitssignal VLs ein.

**[0078]** Wie im Ausführungsbeispiel 1 beschrieben, berechnet die Subtraktionseinheit **6** die Positionsabweichung  $\theta_e$ , und bewirkt basierend auf der Positionsabweichung  $\theta_e$ , dass ein erforderlicher Strom in den Motor **18** fließt, und treibt diesen an.

**[0079]** Da das ursprüngliche Geschwindigkeitsanweisungssignal Va von dem Geschwindigkeitsanweisungsgenerator **101** nicht erzeugt wird, wird das kumulative Korrekturpositionssignal  $\theta_{as}$  basierend auf dem Korrekturbeschleunigungssignal ase und dem niedrigen Beschleunigungssignal ad berechnet, und der Motor **18** wird basierend auf dem akkumulierten Geschwindigkeitssignal VLs angetrieben und gesteuert, das auf dem kumulativen Korrekturpositionssignal  $\theta_{as}$  basiert. Daher kann eine Motorsteuervorrichtung **300** bereitgestellt werden, die den Motor **18** an einer Position anhält, die mit dem ursprünglichen Positionsanweisungssignal  $\theta_a$  übereinstimmt.

### Ausführungsbeispiel 3

**[0080]** Ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung wird mit Bezug auf **Fig. 5** erläutert. **Fig. 5** zeigt in einem Blockdiagramm eine Motorsteuervorrichtung in Übereinstimmung mit einem weiteren Ausführungsbeispiel; und in **Fig. 5** bezeichnen Bezugszeichen, die die Gleichen sind wie in **Fig. 4**, identische oder äquivalente Elemente; und daher werden deren Erläuterungen ausgelassen.

**[0081]** Im Ausführungsbeispiel 2 wurde die Motorsteuervorrichtung **300** bereitgestellt, die den Motor **18** an der Position anhält, die mit dem ursprünglichen Positionsanweisungssignal  $\theta_a$  übereinstimmt, basierend auf dem ursprünglichen Geschwindigkeitsanweisungssignal Va.

**[0082]** Eine Motorsteuervorrichtung in diesem Ausführungsbeispiel, die aus dem Ausführungsbeispiel 2 weiterentwickelt wurde und in **Fig. 5** veranschaulicht ist, treibt den Motor **18** basierend auf dem ursprünglichen Geschwindigkeitsanweisungssignal Va von dem Geschwindigkeitsanweisungsgenerator **101** an, wie im Ausführungsbeispiel 1, nachdem der Motor **18** in die ursprüngliche Position zurückgekehrt ist, und die Motorsteuervorrichtung umfasst weiter: einen Positionsentscheidungs-Anweisungsgenerator **301**, der, wenn das ursprüngliche Geschwindigkeits-

anweisungssignal Va zu Null wird (aus ist), d. h., wenn der Motor dabei ist, anzuhalten, ein Stopp-Positionsanweisungssignal  $\theta_{r1}$  zum Anhalten des Motors **18** an einer erforderlichen Position innerhalb einer einzigen Drehung basierend auf dem ursprünglichen Geschwindigkeitsanweisungssignal Va berechnet, und das Geschwindigkeitsanweisungssignal Vr1 mittels einer Umwandlung aus dem Stopppositions-Anweisungssignal  $\theta_{r1}$  erzeugt; und einen Korrekturpositionsanweisungsgenerator **420**, der ein Korrekturpositionsanweisungssignal  $\theta_{a1}$  basierend auf dem Korrekturbeschleunigungssignal ase und dem niedrigen Beschleunigungssignal ad berechnet, und der das Korrekturpositionsanweisungssignal  $\theta_{a1}$  in ein Geschwindigkeitsanweisungssignal Vr1 umsetzt, und ausgibt; wobei die Motorsteuervorrichtung den Motor **18** genau an einer Position des Stopppositions-Anweisungssignals  $\theta_{r1}$  anhält, durch äquivalente Addition des Korrekturpositionsinstruktionssignals  $\theta_{a1}$  zum Stopppositions-Anweisungssignal  $\theta_{r1}$ .

**[0083]** Der Positionsentscheidungs-Anweisungsgenerator **301** umfasst: eine Integriereinheit **303** zum Integrieren des ursprünglichen Geschwindigkeitsanweisungssignals Va und zum Erzeugen des ursprünglichen Positionsanweisungssignals  $\theta_a$ ; eine innerhalb-Einzeldrehung-Positionserfassungseinheit **305** zur Berechnung einer Stopp-Position innerhalb einer einzelnen Drehung des Motors **18**, wenn das ursprüngliche Geschwindigkeitsanweisungssignal Va zu Null wird, und zur Erzeugung eines Stopppositionssignals  $\theta_t$ ; einen Stoppanweisungsgenerator **307** zur Erzeugung eines ursprünglichen Stoppanweisungssignals  $\theta_{o1}$  zum Anhalten des Motors **18** an einer erforderlichen Position innerhalb einer einzelnen Drehung; eine Subtraktionseinheit **309** zur Berechnung einer Stopp-Positionsabweichung  $\theta_{et}$ , was gleich der Differenz zwischen dem ursprünglichen Stoppanweisungssignal  $\theta_{o1}$  und dem Stopppositionssignal  $\theta_t$  ist; eine innerhalb-Einzeldrehung-Anweisungseinheit **311** zur Erzeugung eines vorgegebenen Stopppositionssignals  $\theta_{r1}$  basierend auf der Stopp-Positionsabweichung  $\theta_{et}$ , als ein Stoppanweisungserzeugungsmittel mit einem RAM (in der Figur nicht beschrieben) als Speicher; eine Differenziereinheit **313** zur Differenzierung des vorgegebenen Stopppositionssignals  $\theta_{r1}$  und zum Erzeugen des Stopp-Geschwindigkeitsanweisungssignals Vr1; und einen Schalter Sp, der angeschaltet wird, wenn das ursprüngliche Geschwindigkeitsanweisungssignal Va Null ist, und der ausgeschaltet wird, wenn das ursprüngliche Geschwindigkeitsanweisungssignal Va nicht Null ist.

**[0084]** Hier wird das vorgegebene Stopppositionssignal  $\theta_{r1}$  in Übereinstimmung mit dem ursprünglichen Geschwindigkeitsanweisungssignal Va, welches Null ist, erzeugt, sodass der Motor **18** unmittelbar das vorgegebene Stopppositionssignal  $\theta_{r1}$  erzeugt, gerade bevor der Motor **18** anhält.

**[0085]** Der Korrekturpositionsanweisungsgenerator **420** umfasst: die Integriereinheit **323** zum Ausgeben des eingegebenen Beschleunigungssignals  $a_{se}$  und des niedrigen Beschleunigungssignals  $a_d$  als Korrekturgeschwindigkeitssignal  $V_{rs}$ ; die Integriereinheit **325** zum Ausgeben des eingegebenen Korrekturgeschwindigkeitssignals  $V_{rs}$  als Korrekturpositionssignal  $\theta_{rs}$ ; eine innerhalb-Einzeldrehung-Korrekturereinheit **427** zur Berechnung eines Mikrokorrekturpositionssignals  $\theta_{a1}$  innerhalb einer einzelnen Drehung des Motors **18** basierend auf dem eingegebenen Korrekturpositionssignal  $\theta_{rs}$ , und zum Ausgeben des Mikrokorrekturpositionssignals  $\theta_{a1}$  als Korrekturpositionsmittel; die Subtraktionseinheit **328** zur Berechnung einer Mikrokorrekturpositionsabweichung  $\theta_{e1}$ , was gleich der Differenz zwischen dem Mikrokorrekturpositionssignal  $\theta_{a1}$  und einem Rückkehrmikrokorrekturpositionssignal  $\theta_{L1}$ , erlangt durch die Verstärkereinheit **329** und der Verstärkung  $K_a$  und durch die Integriereinheit **331**, ist; und eine Subtraktionseinheit **333** zur Berechnung der Korrekturgeschwindigkeitsabweichung  $V_{oe}$ , was gleich zur Differenz zwischen einem Mikrokorrekturgeschwindigkeitssignal  $V_{L1}$  als Ausgabe der Verstärkereinheit **329** und dem Geschwindigkeitsreferenzsignal  $V_o$  ist.

**[0086]** Der Betrieb der Motorsteuervorrichtung, wie oben konfiguriert, wird unter Verwendung von **Fig. 2** und **Fig. 5** bis **Fig. 7** erläutert. Zu einem Zeitpunkt der Betätigung der Motorsteuervorrichtung **400**, nach einer Aktion, während der zur ursprünglichen Position des Motors **18** zurückgekehrt wird, wird der Motor **18** durch Erzeugung des ursprünglichen Geschwindigkeitsanweisungssignals  $V_a$  von dem Geschwindigkeitsanweisungsgenerator **101** angetrieben und gesteuert, wie im Ausführungsbeispiel 1 beschrieben.

**[0087]** Die innerhalb-Einzeldrehung-Anweisungseinheit **311** speichert das ursprüngliche Geschwindigkeitsanweisungssignal  $V_a$  im RAM (Schritt S201), und beurteilt, ob das ursprüngliche Geschwindigkeitsanweisungssignal  $V_a$  Null ist (Schritt S203). Die Beurteilung wird durchgeführt, da das Stopppositions-Anweisungssignal  $\theta_{r1}$  unmittelbar dann erzeugt wird, wenn das ursprüngliche Geschwindigkeitsanweisungssignal  $V_a$  zu Null wird. Wenn das ursprüngliche Geschwindigkeitsanweisungssignal  $V_a$  zu Null wird, wird der Schalter  $S_p$  von einem Aus-Zustand in einen An-Zustand geschaltet, und gerade bevor das ursprüngliche Geschwindigkeitsanweisungssignal  $V_a$  zu Null wird, wird das ursprüngliche Geschwindigkeitsanweisungssignal  $V_a$  aus dem RAM ausgelesen, und es wird geurteilt, ob der Motor in der Vorwärtsrichtung rotiert, in Übereinstimmung damit, ob das ursprüngliche Geschwindigkeitsanweisungssignal  $V_a$  größer als Null ist (Schritt S205). Falls das ursprüngliche Geschwindigkeitsanweisungssignal  $V_a$  gleich oder größer Null ist, das heißt, wenn der Motor **18** in Vorwärtsrichtung

rotiert, wird geurteilt, ob die Stopp-Positionsabweichung gleich oder größer als Null ist (Schritt S207).

**[0088]** Die innerhalb-Einzeldrehung-Anweisungseinheit **311** erzeugt die Stopp-Positionsabweichung  $\theta_{et}$  als die Summierung der Korrekturpositionssignale  $\theta_{rs}$ , falls das Signal  $\theta_{et}$  gleich oder größer als Null ist (Schritt S215), und urteilt, ob ein Auftreten  $N$  jedes Korrekturpositionssignals  $\theta_{r1}$  geringer als eine vorgegebene spezifisches Auftreten  $N_c$  (Schritt S219) ist. Falls es geringer als das vorgegebene spezifische Auftreten  $N_c$  ist, erzeugt die innerhalb-Einzeldrehung-Anweisungseinheit das Korrekturpositionssignal  $\theta_{r1}$  als die Summierung der Korrekturpositionssignale  $\theta_{rs}/N_c$ , und gibt dies in die Integriereinheit **313** ein (Schritt S221). Die innerhalb-Einzeldrehung-Anweisungseinheit tätigt diese Beurteilung, da der Motor **18** gleichmäßig beschleunigt wird, basierend auf einem Stopppositions-Anweisungssignal  $\theta_{r1}$ , das kleiner als die Summierung der Korrekturpositionssignale  $\theta_{rs}$  ist. Die Integriereinheit **313** erzeugt das Stoppgeschwindigkeitsanweisungssignal  $V_{r1}$  und gibt dies in die Differenzierereinheit **103** über die Addiereinheit **315** ein.

**[0089]** Die innerhalb-Einzeldrehung-Anweisungseinheit **311** addiert einen Zähler Schritt zum Auftreten  $N$  (Schritt S223) wiederholt Schritt S219, S221 und S223, und falls das Auftreten  $N$  über dem vorgegebenen Auftreten  $N_c$  liegt, beendet sie ihren Betrieb mit jedem Korrekturpositionssignal  $\theta_{r1}$  bei Null (Schritt S225).

**[0090]** Falls die Stopp-Positionsabweichung  $\theta_{et}$  nicht gleich oder größer als Null ist im Schritt S207, wird die Summierung der Stopppositions-Anweisungssignale  $\theta_{rs}$ , was die Summe eines vorgegebenen Einzel-Drehungsreferenzpositionssignals  $\theta_f$  zum Drehen des Motors **18** mit einer einzelnen Drehung, und der Stopp-Positionsabweichung  $\theta_{et}$  ist, berechnet (Schritt S211). Dabei wird das Einzeldrehungsbezugspositionssignal  $\theta_f$  addiert, sodass die Drehrichtung des Motors **18** nicht umgekehrt wird.

**[0091]** Darüber hinaus wird, falls das ursprüngliche Geschwindigkeitsanweisungssignal  $V_a$  nicht gleich oder größer als Null ist im Schritt S205, d. h., wenn sich der Motor **18** in der Rückwärtsrichtung dreht, eine Beurteilung getätigt, ob die Stopp-Positionsabweichung  $\theta_{et}$  kleiner als Null ist (Schritt S209). Falls die Abweichung  $\theta_{et}$  kleiner als Null ist, wird die Stopp-Positionsabweichung  $\theta_{et}$  als die Summierung der Stopppositions-Anweisungssignale  $\theta_{rs}$  (Schritt S215) betrachtet, und die obigen Schritte S219 bis S225 werden durchgeführt.

**[0092]** Falls die Stopp-Positionsabweichung  $\theta_{et}$  nicht kleiner als Null ist im Schritt S209 wird die Summierung der Stopppositions-Anweisungssignale  $\theta_{rs}$ , berechnet wobei das Einzel-Drehungsreferenzposi-

tionssignal  $\theta_f$  von der Positionsabweichung  $\theta_{et}$  ist (Schritt S213). Dabei wird das Einzel-Drehungsreferenzpositionssignal  $\theta_f$  von der Positionsabweichung  $\theta_{et}$  subtrahiert, sodass die Rotationsrichtung des Motors nicht umgekehrt wird.

**[0093]** Daneben werden das Korrekturbeschleunigungssignal  $a_{se}$ , das bei der Beschleunigung/Verzögerung des Motors **18** im Ausführungsbeispiel 1 erzeugt wurde, und das niedrige Beschleunigungssignal  $a_d$  in die Integriereinheit **323** eingegeben. Die Integriereinheit **323** erzeugt dann das Korrekturgeschwindigkeitssignal  $V_{rs}$  und gibt es in die Integriereinheit **325** ein. Die Integriereinheit **325** erzeugt das Korrekturpositionssignal  $\theta_{rs}$  und gibt es in die innerhalb-Einzeldrehung-Korrekturereinheit **427** ein. Die Innerhalb-Einzeldrehung-Korrekturereinheit **427** berechnet ein Mikrousprungskorrektur-Positionssignal  $\theta_{s1}$ , dass in eine Einzel-Drehungsposition des Motors **18** basierend auf dem Korrekturbeschleunigungssignal  $a_{se}$  und dem niedrigen Beschleunigungssignal  $a_d$  umgewandelt wird (Schritt S301).

**[0094]** Die innerhalb-Einzeldrehung-Korrekturereinheit **427** urteilt, ob ein Reduktionsstrom  $I_b$ , der in den Motor **18** fließt, niedriger als ein vorgegebener Strom  $I_n$  bei Verzögerung ist, wie in **Fig. 2** beschrieben. Falls  $I_b$  gleich oder kleiner als  $I_n$  ist, urteilt die innerhalb-Einzeldrehung-Korrekturereinheit, ob das Korrekturbeschleunigungssignal  $a_{se}$  Null wird (Schritt S303). Dabei wird ein Urteilen, ob  $I_b$  gleich oder geringer als  $I_n$  ist, zur Erzeugung des Mikrokorrekturpositionssignals  $\alpha a_1$  getätigt. Darüber hinaus versteht es sich, dass dann, wenn das Korrekturbeschleunigungssignal  $a_{se}$  nicht Null ist, das Mikrokorrekturpositionssignal  $\alpha a_1$  nicht bestimmt wird.

**[0095]** Die innerhalb-Einzeldrehung-Korrekturereinheit **427** urteilt, ob der Motor **18** sich vorwärts dreht, indem bestimmt wird, ob das ursprüngliche Geschwindigkeitsanweisungssignal  $V_a$  gleich oder größer als Null ist, wenn die Bedingungen des Schritts S303 erfüllt sind (Schritt S307). Falls das ursprüngliche Geschwindigkeitsanweisungssignal  $V_a$  gleich oder größer als Null ist, d. h., wenn sich der Motor **18** vorwärts dreht, urteilt die Einheit, ob das Mikrousprungskorrektur-Positionssignal  $\theta_{s1}$  gleich oder größer als Null ist (Schritt S309). Falls das Signal  $\theta_{s1}$  gleich oder größer als Null ist, berechnet die Subtraktionseinheit **328** eine Mikroabweichungsposition  $\theta_{e1}$ , was gleich der Differenz zwischen dem Rückkehrpositionssignal  $\theta_{L1}$ , erlangt durch die Verstärkereinheit **329** und die Integriereinheit **331**, und dem  $\theta_{a1}$  ist. Die Verstärkereinheit **329** erzeugt dann das Mikrokorrekturgeschwindigkeitssignal  $V_{L1}$  (Schritt S313).

**[0096]** Daneben, wenn das Mikrousprungskorrektur-Positionssignal  $\theta_{s1}$  nicht gleich oder größer als Null ist im Schritt S309, wird das Mikrokorrektur-

positionssignal  $\theta_{a1}$  erzeugt, wobei das Einzel-Drehungsreferenzpositionssignal  $\theta_f$  innerhalb einer einzelnen Drehung zum Mikrousprungskorrektur-Positionssignal  $\theta_{s1}$  hinzuaddiert wird.

**[0097]** Dann, wenn das Ursprungsgeschwindigkeits-Anweisungssignal  $V_a$  nicht gleich oder größer als Null ist im Schritt S307, wird geurteilt, ob das Mikrousprungskorrektur-Positionssignal  $\theta_{s1}$  weniger als Null ist (Schritt S315). Falls das Mikrousprungskorrektur-Positionssignal  $\theta_{s1}$  geringer als Null ist, wird das Mikrokorrekturpositionssignal  $\theta_{a1}$ , was das Gleiche wie das Mikrousprungskorrektur-Positionssignal  $\theta_{s1}$  ist, erzeugt (Schritt S317). Darüber hinaus, falls das Mikrousprungskorrektur-Positionssignal  $\theta_{s1}$  im Schritt S315 nicht geringer als Null ist, wird das Mikrokorrekturpositionssignal  $\theta_{a1}$  erzeugt (Schritt S319), wobei das Einzel-Drehungsreferenzpositionssignal  $\theta_f$  zum Mikrousprungskorrektur-Positionssignal  $\theta_{s1}$  hinzuaddiert wird.

**[0098]** Dann wird das Referenzgeschwindigkeitssignal  $V_o$  basierend auf dem Stoppgeschwindigkeitsanweisungssignal  $V_{r1}$  über die Differenzierereinheit **103**, die Subtraktionseinheit **104** und die Integriereinheit **105** erzeugt. Die Addiereinheit **333** berechnet dann das Stoppgeschwindigkeitsanweisungssignal  $V_{oe}$ , was gleich der Summe des Referenzgeschwindigkeits-Anweisungssignals  $V_o$  und des Mikrokorrekturgeschwindigkeitssignals  $V_{L1}$  ist, und gibt dies in die Integriereinheit **107** ein. Der Motor **18** wird basierend auf dem Positionsanweisungssignal  $\theta_r$  gesteuert und angetrieben, was von der Integriereinheit **107** erzeugt wird. Der Motor wird mit einem erforderlichen Strom angesteuert, der bewirkt wird, wie dies im Ausführungsbeispiel 1 beschrieben ist.

## INDUSTRIELLE ANWENDBARKEIT

**[0099]** Wie oben erläutert ist die Motorsteuervorrichtung der Erfindung für Hauptachsenmotoren von numerisch gesteuerten Vorrichtungen verwendbar.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Motorsteuervorrichtung mit
  - a) einem Motorsteuerabschnitt (**30**) zum Steuern eines Motors (**18**), der ein Steuerzielobjekt antreibt, mittels einer Positionsschleife, die
    - einen Codierer (**20**), der die Drehposition eines Motors (**18**) erfasst und ein entsprechendes Positionserfassungssignal ( $\theta_s$ ) bereitstellt, und
    - einen Strombegrenzer (**115**) umfasst,
  - b) einem Modellpositionserzeugungsabschnitt (**220**),
  - c) einer Korrekturbeschleunigungseinrichtung (**240**) und
  - d) einem Positionsanweisungs-Erzeugungsabschnitt (**260**), der eine Differenzierereinheit (**103**) umfasst,

bei dem der Motorsteuerabschnitt (30) ein Positionsanweisungssignal ( $\theta_r$ ) zugeführt wird, das die Drehposition des Motors (18) vorgibt,

bei dem der Motorsteuerabschnitt (30)

- eine Positionsabweichung ( $\theta_e$ ) aus der Differenz zwischen dem Positionsanweisungssignal ( $\theta_r$ ) und dem Positionserfassungssignal ( $\theta_s$ ) bestimmt, und
- den Motor (18) basierend auf der Positionsabweichung ( $\theta_e$ ) steuert, so dass dem Motor (18) ein über ein entsprechendes Stromanweisungssignal ( $I_r$ ) gesteuerter Strom zugeführt wird;

bei dem der Strombegrenzer (115)

- das Stromanweisungssignal ( $I_r$ ) begrenzt und
- ein Begrenzungssignal (L) einschaltet, wenn das Stromanweisungssignal ( $I_r$ ) einen vorgegebenen Stromwert ( $I_{rL}$ ) erreicht;

bei dem dem Modellpositionserzeugungsabschnitt (220) das Positionsanweisungssignal ( $\theta_r$ ) zugeführt wird und

bei dem der Modellpositionserzeugungsabschnitt (220) aus dem Positionsanweisungssignal ( $\theta_r$ ) die Drehposition des Motors (18) auf der Basis eines Modells berechnet und die Drehposition als Modellpositionssignal ( $\theta_m$ ) bereitstellt;

bei dem der Korrekturbeschleunigungseinrichtung (240) das Begrenzungssignal (L), das Modellpositionssignal ( $\theta_m$ ) und das Positionserfassungssignal ( $\theta_s$ ) zugeführt werden und

bei dem die Korrekturbeschleunigungseinrichtung (240)

- eine Korrekturpositionsabweichung ( $\theta_{se}$ ) aus der Differenz zwischen dem Modellpositionssignal ( $\theta_m$ ) und dem Positionserfassungssignal ( $\theta_s$ ) bestimmt, und

- wenn das Begrenzungssignal (L) eingeschaltet ist, ein erstes Korrekturbeschleunigungssignal ( $a_{se}$ ) basierend auf der Korrekturpositionsabweichung ( $\theta_{se}$ ) ausgibt; und

bei dem der Positionsanweisungs-Erzeugungsabschnitt (260)

- aus einem zugeführten Geschwindigkeitsanweisungssignal ( $V_a$ ) ein Beschleunigungsanweisungssignal ( $a_a$ ) erzeugt, das eine Beschleunigung oder Verzögerung des Motors (18) vorgibt,

- eine Beschleunigungsabweichung ( $\alpha_r$ ) bestimmt, die sich aus der Differenz zwischen dem ursprünglichen Beschleunigungsanweisungssignal ( $a_a$ ) und dem ersten Korrekturbeschleunigungssignal ( $a_{se}$ ) ergibt, und

- die das Positionsanweisungssignal ( $\theta_r$ ) basierend auf der Beschleunigungsabweichung ( $\alpha_r$ ) erzeugt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem

wenn das Begrenzungssignal (L) aus einem eingeschalteten Zustand (An-Zustand) in einen ausgeschalteten Zustand (Aus-Zustand) geschaltet wird, ein zweites Korrekturbeschleunigungssignal ( $a_{sd}$ ) erzeugt wird, das niedriger als das erste Korrekturbeschleunigungssignal ( $a_{se}$ ) ist; und

bei dem der Positionsanweisungs-Erzeugungsabschnitt (260) eine Beschleunigungsabweichung ( $\alpha_r$ ) bestimmt, die sich aus der Differenz zwischen dem ursprünglichen Beschleunigungsanweisungssignal ( $a_a$ ) und der Differenz zwischen dem ersten Korrekturbeschleunigungssignal ( $a_{se}$ ) und dem zweiten Korrekturbeschleunigungssignal ( $a_{sd}$ ) ergibt.

3. Verfahren nach Anspruch 2,

bei dem der Positionsanweisungs-Erzeugungsabschnitt (260) ein Referenzgeschwindigkeits-Anweisungssignal ( $V_o$ ) basierend auf der Beschleunigungsabweichung ( $\alpha_r$ ) erzeugt; und

bei dem eine Referenzgeschwindigkeitsabweichung ( $V_{ae}$ ) gleich der Differenz zwischen dem ursprünglichen Geschwindigkeitsanweisungssignal ( $V_a$ ) und dem Referenzgeschwindigkeits-Anweisungssignal ( $V_{oe}$ ) berechnet wird; und

bei dem das zweite Korrekturbeschleunigungssignal ( $a_{sd}$ ) basierend auf der Referenzgeschwindigkeitsabweichung ( $V_{ae}$ ) berechnet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, bei dem

- wenn der Motor (18) beschleunigt und das erste Korrekturbeschleunigungssignal ( $a_{se}$ ) kleiner als 0 ist oder

- wenn der Motor (18) verzögert und das erste Korrekturbeschleunigungssignal ( $a_{se}$ ) größer als 0 ist, das erste Korrekturbeschleunigungssignal ( $a_{se}$ ) zu Null gesetzt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem

- wenn der Motor (18) beschleunigt und das erste Korrekturbeschleunigungssignal ( $a_{se}$ ) gleich oder größer als das ursprüngliche Beschleunigungsanweisungssignal ( $a_a$ ) ist, oder

- wenn der Motor (18) verzögert und das erste Korrekturbeschleunigungssignal ( $a_{se}$ ) kleiner als das ursprüngliche Beschleunigungsanweisungssignal ( $a_a$ ) ist,

das erste Korrekturbeschleunigungssignal ( $a_{se}$ ) gleich dem ursprünglichen Beschleunigungsanweisungssignal ( $a_a$ ) gesetzt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

bei dem

basierend auf dem ersten und zweiten Korrekturbeschleunigungssignal ( $a_{se}$ ,  $a_{sd}$ ) ein kumulatives Korrekturpositionssignal ( $\theta_{as}$ ) berechnet wird; und

das kumulative Positionskorrektursignal ( $\theta_{as}$ ) erzeugt wird, wenn das Geschwindigkeitsanweisungssignal ( $V_a$ ) ausgeschaltet wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

bei dem

ein Stopppositions-Anweisungssignal ( $\theta_{r1}$ ) erzeugt wird, das den Motor (18) an einer vorgegebenen Stopp-Position anhält, wenn das Geschwindigkeitsanweisungssignal ( $V_a$ ) ausgeschaltet wird; und

ein Korrekturpositionsanweisungssignal ( $\theta_{a1}$ ) für den Motor (**18**) basierend auf dem ersten und zweiten Korrekturbeschleunigungssignal ( $\alpha_{se}$ ,  $\alpha_d$ ) berechnet wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem ein Alarm ausgegeben wird, wenn die Korrekturpositionsabweichung ( $\theta_{se}$ ) einen vorgegebenen Wert erreicht.

9. Motorsteuervorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, mit

- a) einem Motorsteuerabschnitt (**30**) zum Steuern eines Motors (**18**), der ein Steuerzielobjekt antreibt, mittels einer Positionsschleife, die
  - einem Codierer (**20**), der die Drehposition eines Motors (**18**) erfasst und ein entsprechendes Positionserfassungssignal ( $\theta_s$ ) bereitstellt, und
  - einen Strombegrenzer (**115**) umfasst,
- b) einem Modellpositionserzeugungsabschnitt (**220**),
- c) einer Korrekturbeschleunigungseinrichtung (**240**) und
- d) einem Positionsanweisungs-Erzeugungsabschnitt (**260**), die eine Differenziereinheit (**103**) umfasst.

10. Motorsteuervorrichtung nach Anspruch 9, ferner mit einem Beschleunigungssteuerabschnitt (**280**).

11. Motorsteuervorrichtung nach Anspruch 10, wobei der Positionsanweisungs-Erzeugungsabschnitt (**260**) eine Referenzgeschwindigkeitsanweisungs-Erzeugungseinrichtung (**105**) umfasst; und der Beschleunigungssteuerabschnitt (**280**) eine Subtraktionseinheit (**109**) und eine Wandlereinrichtung (**111**) umfasst.

12. Motorsteuervorrichtung nach Anspruch 9, 10 oder 11, wobei die Korrekturbeschleunigungseinrichtung (**240**) eine Korrekturereinrichtung (**130**) umfasst, die das erste Korrekturbeschleunigungssignal ( $\alpha_{se}$ ) zu Null setzt.

13. Motorsteuervorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, wobei die Korrekturbeschleunigungseinrichtung (**240**) eine Korrekturereinrichtung (**130**) umfasst, die das erste Korrekturbeschleunigungssignal ( $\alpha_{se}$ ) gleich dem ursprünglichen Beschleunigungssignal ( $\alpha_a$ ) setzt.

14. Motorsteuervorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 13, ferner mit einer Korrekturpositionsintegriereinheit (**327**).

15. Motorsteuervorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 13, ferner mit einem Stoppanweisungsgenerator (**307**), einer Integriereinheit (**325**) und einer Addiereinheit (**315**).

16. Motorsteuervorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 15, ferner mit einer Alarmeinrichtung (**290**).

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

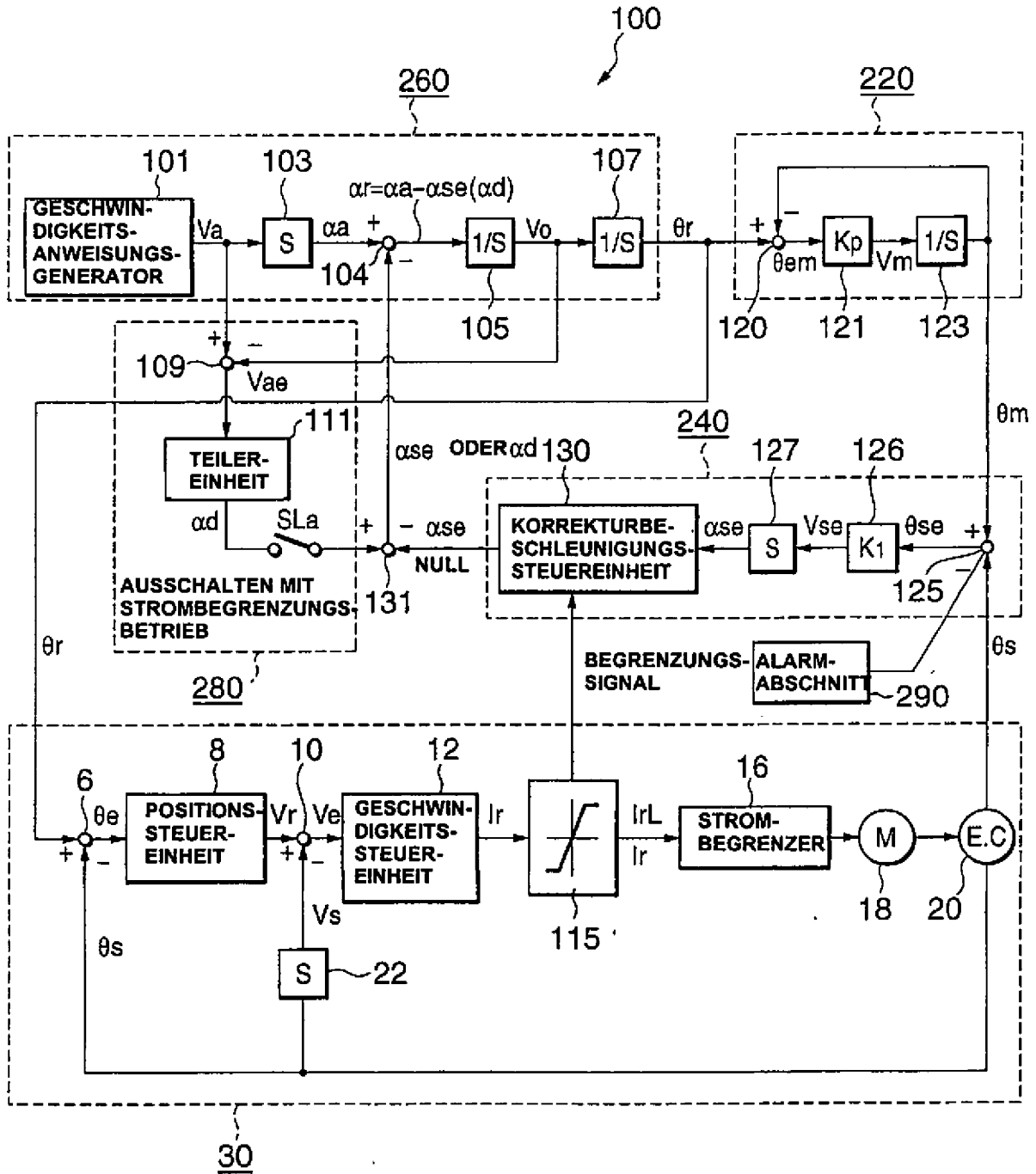


Fig. 2

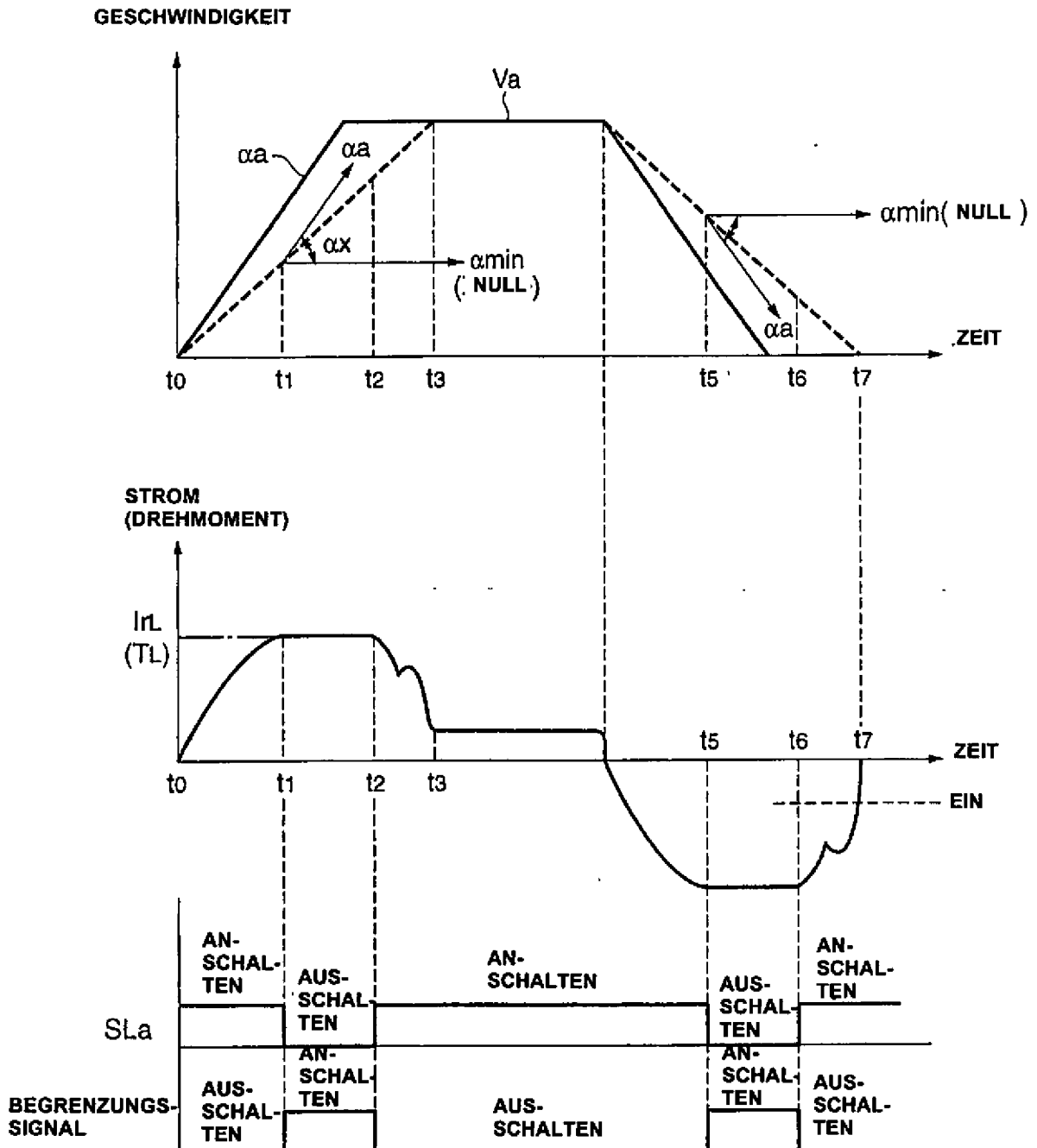




Fig. 3

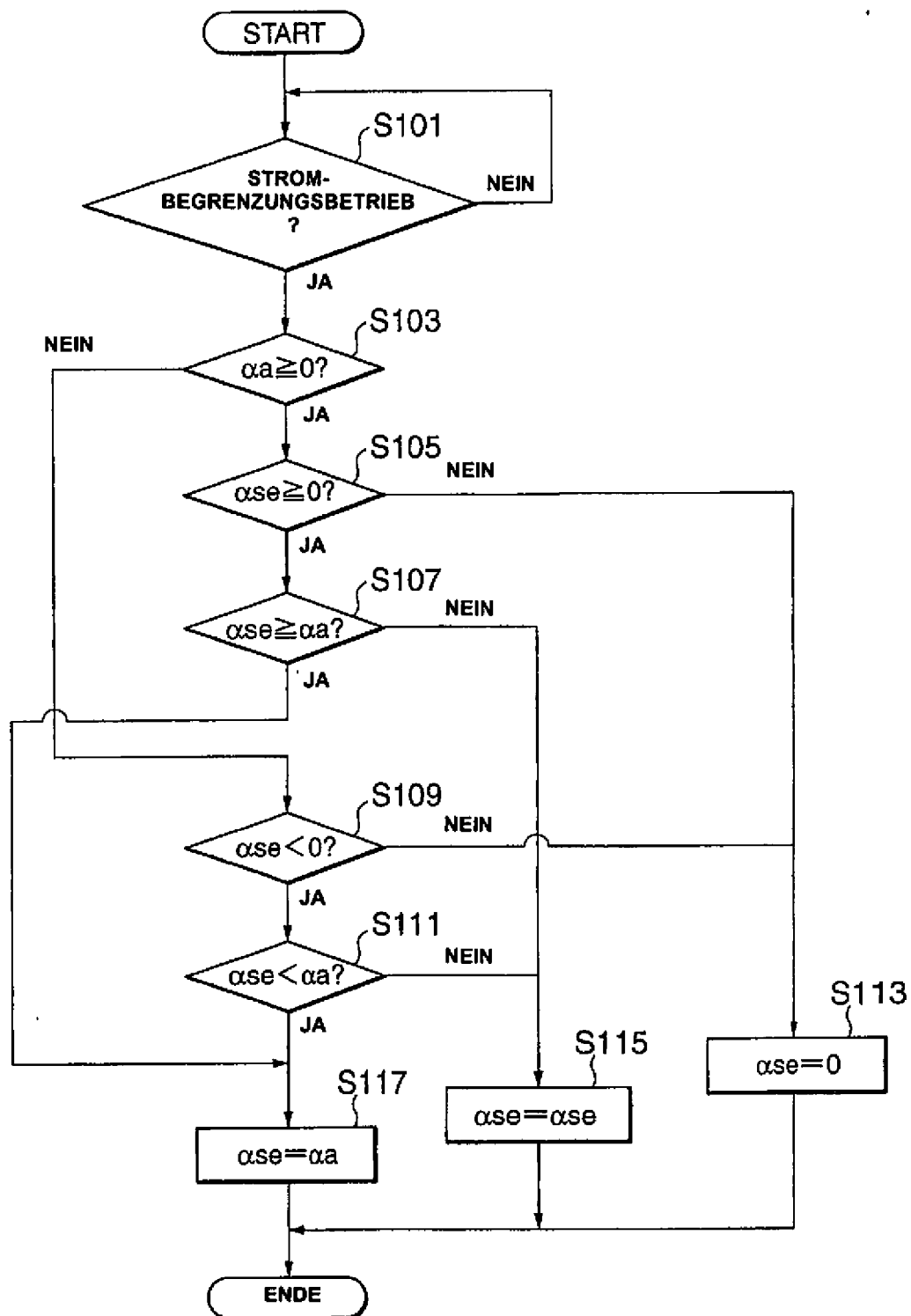




Fig. 5

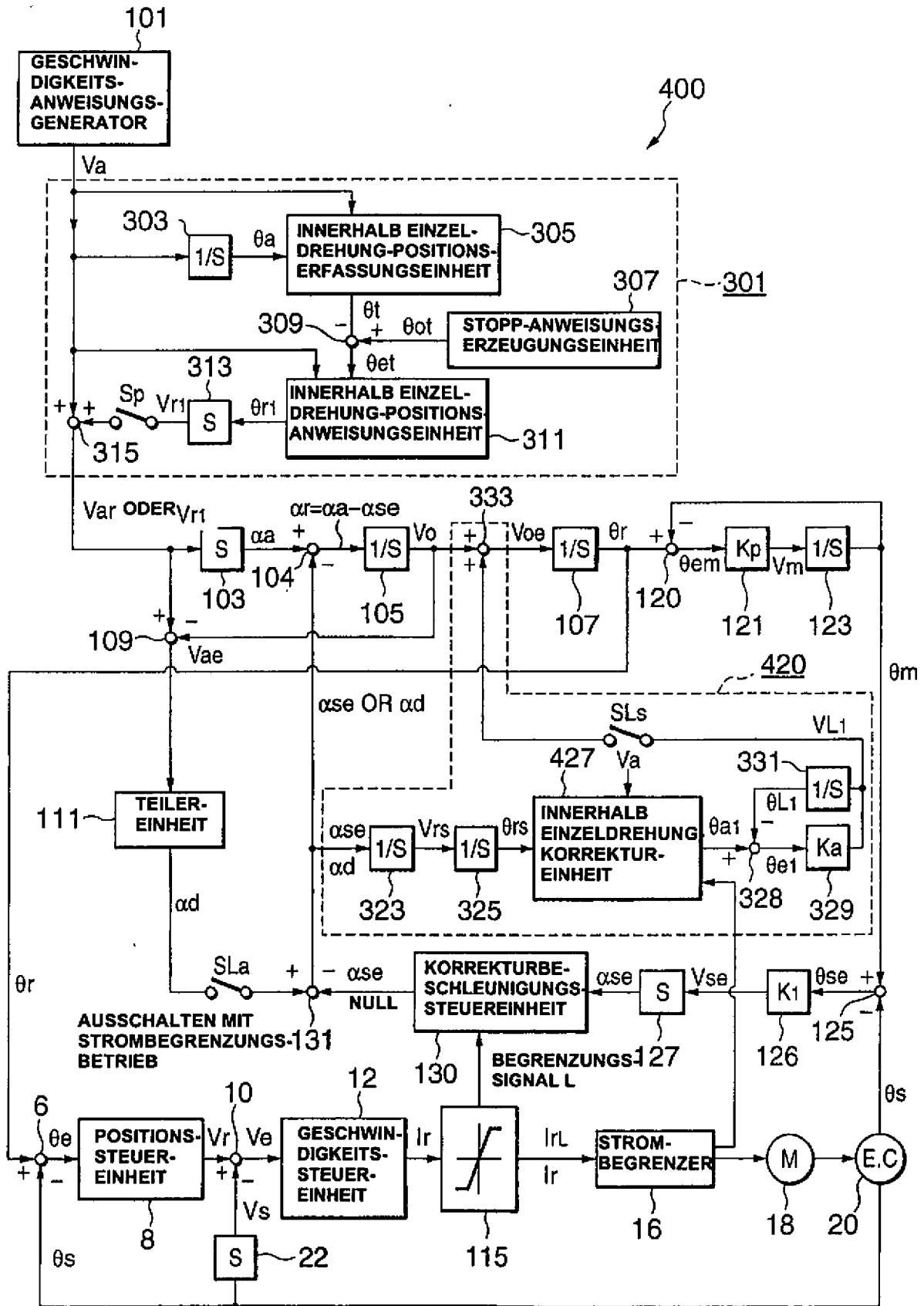


Fig. 6

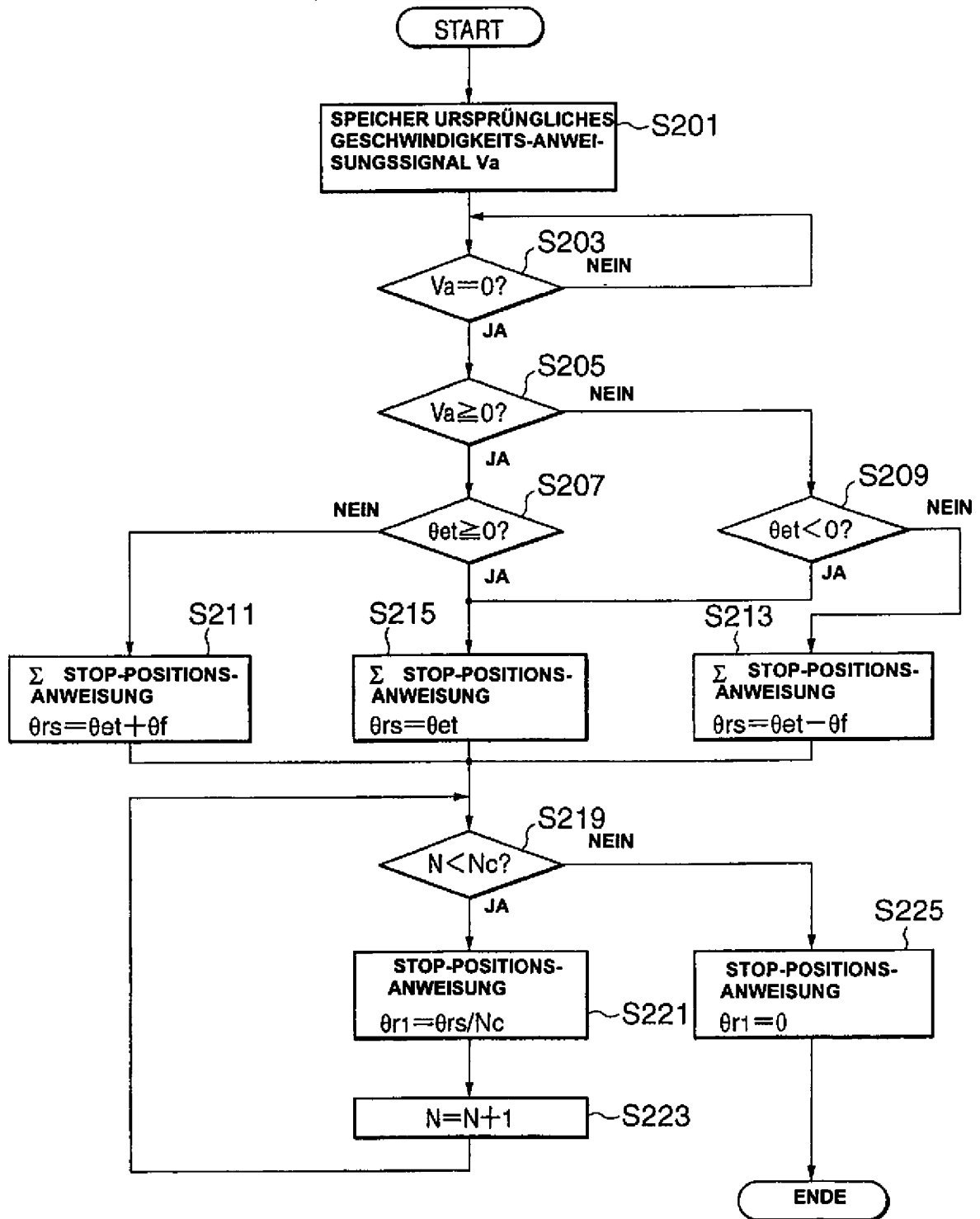


Fig. 7

