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

(10) **DE 698 32 442 T2** 2006.06.08

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 900 957 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 32 442.0**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 116 738.0**
(96) Europäischer Anmeldetag: **03.09.1998**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **10.03.1999**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **23.11.2005**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **08.06.2006**

(51) Int Cl.[8]: ***F16H 61/06*** (2006.01)
B60K 41/04 (2000.01)
B60K 41/06 (2000.01)

(30) Unionspriorität:
24008197 04.09.1997 JP

(73) Patentinhaber:
Aisin AW Co., Ltd., Anjo, Aichi, JP

(74) Vertreter:
Vossius & Partner, 81675 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB, SE

(72) Erfinder:
Tsutsui, Hiroshi, Anjo-shi, Aichi-ken 444-1192, JP; Taniguchi, Takao, Anjo-shi, Aichi-ken 444-1192, JP; Tsukamoto, Kazumasa, Anjo-shi, Aichi-ken 444-1192, JP; Nishida, Masaaki, Anjo-shi, Aichi-ken 444-1192, JP; Yamamoto, Yoshihisa, Anjo-shi, Aichi-ken 444-1192, JP; Saito, Masao, Anjo-shi, Aichi-ken 444-1192, JP

(54) Bezeichnung: **Hydraulikssteuerungssystem für Automatikgetriebe**

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 Hydrauliksteuerungssystem für ein Automatikgetriebe. Die vorliegende Erfindung betrifft insbesondere ein Hydrauliksteuerungssystem, das einen Kupplung-Kupplung-Schaltvorgang ausführt, bei dem ein Reibungseingriffselement eingerückt und gleichzeitig ein anderes Reibungseingriffselement ausgerückt wird, um einen Schaltvorgang auf ein vorgegebenes Übersetzungsverhältnis auszuführen.

[0002] Im allgemeinen beinhalten verschiedene "Fahrzeugfahrzustände" (1) einen Power-on-Zustand, in dem während der Fahrt eines Fahrzeugs ein Beschleunigungspedal betätigt und ein Drehmoment vom Motor zu den Fahrzeugrädern übertragen wird, wobei das Drehmoment einen positiven Wert hat, (2) einen Power-off-Zustand, in dem das Beschleunigungspedal während der Fahrt des Fahrzeugs freigegeben ist und kein Drehmoment vom Motor zu den Fahrzeugrädern, sondern stattdessen ein Drehmoment von den Fahrzeugrädern zum Motor übertragen wird, d.h. das Drehmoment hat einen negativen Wert, und (3) einen Zustand, in dem das Fahrzeug von einem Power-on-Zustand auf einen Power-off-Zustand schaltet. Automatikgetriebe sind derart konstruiert, dass sie eine Schaltsteuerung gemäß den spezifischen Fahrzeugfahrzuständen ausführen.

[0003] Ein herkömmliches Hydrauliksteuerungssystem für ein Automatikgetriebe ist beispielsweise in der JP-A-6-323415 beschrieben. In einem Kupplung-Kupplung-Schaltvorgang zum Heraufschalten erfaßt das Hydrauliksteuerungssystem vor Beginn des Schaltvorgangs den Power-on-Zustand oder den Power-off-Zustand. Dann wird eine Schaltsteuerung gemäß einer von mehreren vorgegebenen Steuerlogiken, die den verschiedenen Fahrzeugfahrzuständen zugeordnet sind, basierend auf dem einen erfaßten Fahrzeugfahrzustand ausgeführt. In diesem herkömmlichen Hydrauliksteuerungssystem wird das Ausgangsdrehmoment durch einen Sensor erfaßt, und dann wird bestimmt, ob das Eingangsdrehmoment des Getriebes einen positiven oder einen negativen Wert hat. Wenn das Eingangsdrehmoment einen positiven Wert hat, d.h., wenn der Fahrzeugfahrzustand der Power-on-Zustand ist, wird der Schaltvorgang durch Steuern der einrückseitigen Drucks ausgeführt, und der ausrückseitige Druck wird derart gesteuert, dass ein ausrückseitiges Reibungseingriffselement am Ende einer Drehmomentphase ausgerückt wird. Wenn das Eingangsdrehmoment einen negativen Wert hat, d.h., wenn der Fahrzeugfahrtzustand der Power-off-Zustand ist, wird der Schaltvorgang durch Steuern des ausrückseitigen Drucks ausgeführt, und der einrückseitige Druck wird derart gesteuert, dass der einrückseitige Druck am Ende des Schaltvorgangs erhöht wird. Durch diese Steuerschemas werden Schaltvorgänge im Power-on-Zustand und im Power-off-Zustand ohne Schaltruck glatt ausgeführt, und das Gefühl einer Geschwindigkeitsreduzierung während des Power-off-Zustands wird vermieden.

[0004] Für das herkömmliche Hydrauliksteuerungssystem ist eine Speicherkapazität für die mit verschiedenen Steuerlogiken für den Power-on-Zustand und den Power-off-Zustand ausgeführten Hydrauliksteuerungen erforderlich. Der Fahrzeugfahrzustand wechselt während eines Schaltvorgangs im Power-off-Zustand auf den Power-on-Zustand, wenn ein Fahrer beispielsweise das Beschleunigungspedal betätigt, um die Fahrzeuggeschwindigkeit beizubehalten oder zu erhöhen, wenn, während das Fahrzeug durch Trägheit angetrieben wird oder bergab fährt, wobei der Drosselklappenöffnungsgrad klein ist (z.B. 0 beträgt), durch eine Erhöhung der Fahrzeuggeschwindigkeit ein Schaltvorgang zum Heraufschalten verursacht wird. In diesen Fällen wird das ausrückseitige Reibungseingriffselement vollständig ausgerückt, um das Gefühl einer Geschwindigkeitsreduktion zu vermeiden, weil der Schaltvorgang mit der Steuerlogik ausgeführt wird, die zu Beginn des Schaltvorgangs bestimmt wurde und der Fahrzustand zu diesem Zeitpunkt der Power-off-Zustand ist. Daher dreht, wenn der Fahrzustand auf den Power-on-Zustand wechselt, der Motor durch, weil dem ausrückseitigen Reibungseingriffselement kein ausrückseitiger Druck zugeführt wird.

[0005] Im Dokument JP-A-6-323415 wird ein Automatikgetriebe mit einem Hydrauliksteuerungssystem gemäß der Präambel von Patentanspruch 1 und Patentanspruch 21 beschrieben.

[0006] Daher ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Hydrauliksteuerungssystem für ein Automatikgetriebe bereitzustellen, das sowohl für einen Power-on-Zustand als auch für einen Power-off-Zustand eine gemeinsame Steuerlogik verwendet und sowohl das Gefühl einer Geschwindigkeitsreduktion im Power-off-Zustand als auch das Durchdrehen des Motors verhindert, was ansonsten auftreten würde, wenn der Fahrzeugfahrtzustand vom Power-off-Zustand auf den Power-on-Zustand wechselt.

[0007] Um die vorstehende Aufgabe zu lösen, wird erfindungsgemäß ein Hydrauliksteuerungssystem zum Ausführen eines Schaltvorgangs zum Heraufschalten auf ein vorgegebenes Übersetzungsverhältnis durch Einrücken eines ersten Reibungseingriffselements und Ausrücken eines zweiten Reibungseingriffselements bereitgestellt. Das erfindungsgemäß gesteuerte Getriebe weist auf: eine Eingangswelle, die Leistung von einer Motorausgangswelle empfängt, eine mit den Fahrzeugrädern verbundene Abtriebswelle, mehrere Reibungseingriffselemente zum Ändern des Drehmomentübertragungsweges zwischen der Eingangswelle und der Abtriebswelle, die

das erste Reibungseingriffselement und das zweite Reibungseingriffselement aufweisen, Hydraulik-Servoeinrichtungen zum Ein- und Ausrücken der Reibungseingriffselemente, eine Hydraulikbetätigungseinrichtung zum Steuern mindestens der Hydraulikdrücke, die den Hydraulik-Servoeinrichtungen für das erste Reibungseingriffselement und das zweite Reibungseingriffselement zugeführt werden, und eine Steuereinheit, die basierend auf dem Fahrzeugfahrzustand Eingangssignale von verschiedenen Sensoren empfängt und Hydrauliksteuerungssignale an die Hydraulikbetätigungseinrichtung ausgibt. Die erfindungsgemäße Steuereinheit weist eine Eingangsdrehmomentberechnungseinrichtung zum Berechnen eines Eingangsdrehmoments, einen einrückseitigen Druckcontroller zum Steuern des der Hydraulik-Servoeinrichtung für das erste Reibungseingriffselement zugeführten Hydraulikdrucks und einen ausrückseitigen Druckcontroller zum Steuern des der Hydraulik-Servoeinrichtung für das zweite Reibungseingriffselement zugeführten Hydraulikdrucks auf. Der ausrückseitige Hydraulikdruckcontroller setzt den der Hydraulik-Servoeinrichtung für das zweite Reibungseingriffselement zugeführten Hydraulikdruck basierend auf dem Eingangsdrehmoment auf einen Druckhaltebereich, in dem die Hydraulikdrücke höher sind als ein Basisdruck, bei dem das zweite Reibungseingriffselement eine Drehmomentkapazität aufweist, die vom berechneten Eingangsdrehmoment abhängig ist, oder auf einen Schlupfbereich, in dem die Hydraulikdrücke niedriger sind als der Basisdruck.

[0008] Der der Hydraulik-Servoeinrichtung für das zweite Reibungseingriffselement zugeführte Hydraulikdruck wird mindestens dann auf den Druckhaltebereich gesetzt, wenn das Eingangsdrehmoment einen positiven Wert hat, und auf den Schlupfbereich, wenn das Eingangsdrehmoment einen negativen Wert hat, der um einen vorgegebenen Wert kleiner ist als ein Eingangsdrehmoment von 0.

[0009] Der Basisdruck hat einen Minimalwert, wenn das Eingangsdrehmoment einen negativen Wert hat, der um einen vorgegebenen Wert kleiner ist als ein Eingangsdrehmoment von 0, und der mit dem Eingangsdrehmoment in Beziehung stehende Basisdruck wird ausgehend vom Minimalwert kontinuierlich in die positive Richtung erhöht.

[0010] Eine Differenz zwischen (1) dem vom Eingangsdrehmoment abhängigen Basisdruck und (2) dem Hydraulikdruck, der auf einen Wert gesetzt ist, der größer oder kleiner als der Basisdruck ist, nimmt zu, wenn das Eingangsdrehmoment in die positive oder in die negative Richtung zunimmt.

[0011] Der Basisdruck wird auf einen Wert gesetzt, der bezüglich eines Eingangsdrehmoments von 0 um einen vorgegebenen Wert in die negative Richtung versetzt ist, und entspricht einem Hydraulikdruck, der basierend auf einem Absolutwert des Eingangsdrehmoments berechnet wird.

[0012] Der ausrückseitige Hydraulikdruckcontroller weist eine Korrektureinrichtung auf, die den Hydraulikdruck für das zweite Reibungseingriffselement korrigiert, indem der Druckwert basierend auf dem Grad, in dem der Motor durchdreht (nachstehend als "Motordurchdrehwert" bezeichnet) auf einen Wert gesetzt wird, der kleiner oder größer ist als der Basisdruck.

[0013] Die Korrektureinrichtung berechnet den Motordurchdrehwert basierend auf der Differenz zwischen dem Eingangsdrehzahl-Istwert und einer Eingangsdrehzahl, die auf dem Übersetzungsverhältnis vor dem Schaltvorgang zum Heraufschalten basiert, und stellt eine Rückkopplungssteuerung für den der Hydraulik-Servoeinrichtung für das zweite Reibungseingriffselement zugeführten Hydraulikdruck basierend auf dem berechneten Motordurchdrehwert bereit.

[0014] Der durch die Korrektureinrichtung berechnete Hydraulikkorrekturwert ist ein vorgegebener negativer Wert, wenn der Motordurchdrehwert in einem vorgegebenen Maß negativ ist.

[0015] Der einrückseitige Druckcontroller führt eine Servo-Startsteuerung aus, durch die der der Hydraulik-Servoeinrichtung für das erste Reibungseingriffselement zugeführte Hydraulikdruck derart gesteuert wird, dass das erste Reibungseingriffselement auf einen Zustand eingestellt wird, in dem es gerade noch kein Drehmoment überträgt, und die durch den ausrückseitigen Druckcontroller ausgeführte Steuerung ist eine ausrückseitige (Warte) Steuerung, die gleichzeitig mit der Servo-Startsteuerung ausgeführt wird.

[0016] Nach der Servo-Startsteuerung führt der einrückseitige Druckcontroller eine Drehmomentphasensteuerung aus, durch die der der Hydraulik-Servoeinrichtung für das erste Reibungseingriffselement zugeführte Hydraulikdruck mit einem vorgegebenen Gradienten auf einen vorgegebenen Druck-Sollwert erhöht wird.

[0017] Der vorgegebene Druck-Sollwert ist ein Hydraulikdruck, der basierend auf dem Eingangsdrehmoment berechnet wird, wenn das Eingangsdrehmoment einen positiven Wert hat, und der vorgegebene Druck-Sollwert hat auch dann einen positiven Wert, wenn das Eingangsdrehmoment einen negativen Wert hat.

[0018] Der ausrückseitige Druckcontroller führt eine Anfangsphasensteuerung aus, durch die der der Hydraulik-Servoeinrichtung für das zweite Reibungseingriffselement zugeführte Hydraulikdruck basierend

auf dem Hydraulikdruck in der durch den einrückseitigen Druckcontroller ausgeführten Drehmomentphasensteuerung gesteuert wird. D.h., der Hydraulikdruck in der Anfangsphasensteuerung wird basierend auf einem Drehmomentwert berechnet, der durch Subtrahieren des einrückseitigen Übertragungsdrehmoments in der Drehmomentphasensteuerung vom Absolutwert des Eingangsdrehmoments erhalten wird.

[0019] Gemäß einem anderen Aspekt wird erfindungsgemäß ein Speichermedium bereitgestellt, das durch einen Computer lesbar ist, der Eingangssignale von einer Hydraulikbetätigungseinrichtung empfängt, die mindestens die Hydraulikdrücke steuert, die den Hydraulik-Servoeinrichtungen für das erste Reibungseingriffselement und das zweite Reibungseingriffselement zugeführt werden, und Eingangssignale von verschiedenen Sensoren, die den Fahrzeugbetriebszustand steuern, und der Computer gibt in Antwort auf die Eingangssignale Hydrauliksteuerungssignale aus. Das Speichermedium speichert ein codiertes Programm, das eine Eingangsdrehmomentberechnungseinrichtung zum Berechnen eines Eingangsdrehmoments für den ausrückseitigen Hydraulikcontroller aufweist, der den der Hydraulik-Servoeinrichtung für das zweite Reibungseingriffselement zugeführten Hydraulikdruck steuert. Das Speichermedium speichert ferner ein codiertes Programm zum Setzen des der Hydraulik-Servoeinrichtung für das zweite Reibungseingriffselement zugeführten Hydraulikdrucks auf einen Druckhaltebereich, in dem die Hydraulikdrücke höher sind als ein Basisdruck, wobei das zweite Reibungseingriffselement bei dem gesetzten Druckwert eine vom berechneten Eingangsdrehmoment abhängige Drehmomentkapazität aufweist, oder auf einen Schlupfbereich, in dem die Hydraulikdrücke niedriger sind als der auf dem Eingangsdrehmoment basierende Basisdruck.

[0020] Erfindungsgemäß wird die Schaltsteuerung unabhängig von einem Power-on-Zustand oder einem Power-off-Zustand durch eine gemeinsame Steuerlogik ausgeführt. Außerdem wird das zweite Reibungseingriffselement im Power-off-Zustand auf einen Schlupfzustand eingestellt, so dass die Eingangswellendrehzahl abnimmt. Dadurch wird ein Gefühl der Geschwindigkeitsreduktion vermieden. Außerdem wird, wenn der Fahrzeugfahrzustand vom Power-off-Zustand auf den Power-on-Zustand wechselt, der ausrückseitige Druck schnell vom Schlupfbereich auf den Druckhaltebereich geändert, wodurch ein Durchdrehen des Motors vermieden wird.

[0021] Der Druckhaltebereich ist um einen vorgegebenen Wert von einem Eingangsdrehmoment von 0 versetzt (vgl. Fig. 9), und der ausrückseitige Druck wird derart gesetzt, dass ein kleines Anzugsdrehmoment aufrechterhalten wird.

[0022] Der ausrückseitige Druck hat unabhängig vom Eingangsdrehmoment immer einen positiven Wert. Daher wird, wenn das Eingangsdrehmoment einen negativen Wert hat, der Schaltvorgang zum Heraufschalten auf die gleiche Weise verarbeitet als wenn das Eingangsdrehmoment einen positiven Wert hätte.

[0023] Wenn der Fahrzeugfahrzustand während des Schaltvorgangs zwischen dem Power-on-Zustand und dem Power-off-Zustand wechselt, ändert sich die Differenz zwischen dem ausrückseitigen (Warte) Druck und dem Basisdruck glatt. Dadurch wird der Schaltvorgang ohne Schaltruck ausgeführt.

[0024] Der Basisdruck wird basierend auf dem Absolutwert des Eingangsdrehmoments berechnet. Daher wird der Basisdruck unabhängig vom Power-on- oder Power-off-Zustand korrekt berechnet. Außerdem wird der Basisdruck für ein kleines Anzugsdrehmoment gesetzt, weil der Basisdruck um den vorgegebenen Wert in der negativen Richtung versetzt ist.

[0025] Der ausrückseitige (Warte) Druck wird basierend auf dem Motordurchdrehwert korrigiert. Der Motordurchdrehwert wird auf einfache Weise und korrekt als Vergleichswert berechnet, und das tatsächliche Durchdrehen des Motors wird durch die Rückkopplungssteuerung minimiert.

[0026] Der Hydraulikdruckkorrekturwert ist zur negativen Seite versetzt und wird für ein kleines Anzugsdrehmoment gesetzt, um das Durchdrehen des Motors sicher zu vermeiden. Der Hydraulikdruckkorrekturwert wird auf einen negativen Wert gesetzt, wenn der berechnete Motordurchdrehwert um mehr als der vorgegebene Wert auf der negativen Seite liegt. Dadurch wird das ausrückseitige Reibungseingriffselement auf einen Schlupfzustand eingestellt, so dass die Verminderung der Motordrehzahl niedrig ist.

[0027] Die Steuerung des ausrückseitigen Drucks im Druckhaltebereich und im Schlupfbereich ist eine ausrückseitige (Warte) Steuerung, die der Servo-Startsteuerung für das einrückseitige Reibungseingriffselement entspricht. Dadurch wird im Power-off-Zustand ein Schaltvorgang zum Heraufschalten ohne Steuerungsverzögerung schnell und korrekt ausgeführt.

[0028] Der Schaltvorgang zum Heraufschalten wird durch die Drehmomentphasensteuerung für das einrückseitige Reibungseingriffsdrehmoment nach der Servo-Startsteuerung korrekt verarbeitet.

[0029] Im Power-on-Zustand wird die Drehmomentphasensteuerung basierend auf dem vorgegebenen Druck-Sollwert ausgeführt, der basierend auf dem Eingangsdrehmoment berechnet wird. Dadurch wird

gewährleistet, dass der Schaltvorgang zum Heraufschalten korrekt ausgeführt wird. Im Power-off-Zustand ist der gesetzte Wert vom Eingangsdrehmoment unabhängig. Dadurch wird gewährleistet, dass der Schaltvorgang zum Heraufschalten geeignet ausgeführt wird.

[0030] Die ausrückseitige Anfangsphasensteuerung wird mit der gleichen Zeitsteuerung ausgeführt wie die einrückseitige Drehmomentphasensteuerung. Dadurch wird der Schaltvorgang zum Heraufschalten korrekt ausgeführt.

[0031] Der ausrückseitige Druck in der Anfangsphasensteuerung wird basierend auf dem Drehmoment berechnet, das durch Subtrahieren des einrückseitigen Übertragungsdrehmoments vom Absolutwert des Eingangsdrehmoments berechnet wird. Dadurch wird der ausrückseitige Druck unabhängig vom Power-on- oder Power-off-Zustand in Abhängigkeit vom einrückseitigen Druck korrekt bestimmt. Dadurch werden der einrückseitige Druck und der ausrückseitige Druck ausgeglichen und wird ein Schaltvorgang zum Heraufschalten korrekt ausgeführt.

[0032] Die Hydraulikssteuerung im Schaltvorgang zum Heraufschalten wird unter der Steuerung eines gespeicherten Programms ausgeführt, das z.B. auf einem Speichermedium, wie beispielsweise einer CD-ROM, codiert gespeichert ist.

[0033] Die Erfindung wird nachstehend in Verbindung mit den folgenden Zeichnungen beschrieben, in denen ähnliche Merkmale durch ähnliche Bezugszeichen bezeichnet sind; es zeigen:

[0034] Fig. 1 ein Blockdiagramm einer in der vorliegenden Erfindung vorgesehenen elektronischen Steuerschaltung;

[0035] Fig. 2 ein Diagramm einer erfindungsgemäßen Hydraulikschaltung;

[0036] Fig. 3 ein Zeitdiagramm zum Darstellen von Steuersignaldrücken für den einrückseitigen Druck und den ausrückseitigen Druck in einem Power-on-Schaltvorgang zum Heraufschalten;

[0037] Fig. 4 ein Zeitdiagramm zum Darstellen von Steuersignaldrücken für den einrückseitigen Druck und den ausrückseitigen Druck in einem Power-off-Schaltvorgang zum Heraufschalten;

[0038] Fig. 5 ein Zeitdiagramm zum Darstellen von Steuersignaldrücken, wenn der Fahrtzustand sich vom Power-off-Zustand auf den Power-on-Zustand ändert;

[0039] Fig. 6 ein Ablaufdiagramm zum Darstellen einer einrückseitigen Steuerung bei einem Schaltvorgang zum Heraufschalten;

[0040] Fig. 7 eine Fortsetzung des Ablaufdiagramms von Fig. 6;

[0041] Fig. 8 ein Ablaufdiagramm einer Routine für eine ausrückseitige Steuerung bei einem Schaltvorgang zum Heraufschalten;

[0042] Fig. 9 einen Graphen des Hydraulikdrucks in einer ausrückseitigen (Warte) Steuerung;

[0043] Fig. 10 einen Graphen eines Hydraulikdruckkorrekturwertes als Funktion des Motordurchdrehwertes;

[0044] Fig. 11 ein Ablaufdiagramm einer Routine für eine Drehmomentzuteilung in einer einrückseitigen Drehmomentphasensteuerung und einer ausrückseitigen Anfangsphasensteuerung;

[0045] Fig. 12 ein Zeitdiagramm zum Darstellen von Steuersignaldrücken, wenn der Fahrzustand sich während einer einrückseitigen Endphasensteuerung vom Power-off-Zustand auf den Power-on-Zustand ändert; und

[0046] Fig. 13 ein Zeitdiagramm zum Darstellen von Steuersignaldrücken, wenn der Fahrtzustand sich während einer einrückseitigen Trägheitsphasensteuerung vom Power-on-Zustand auf den Power-off-Zustand ändert.

[0047] Die Erfindung wird nachstehend anhand der unter Bezug auf die beigefügten Zeichnungen beschriebenen bevorzugten Ausführungsformen verdeutlicht.

[0048] Das Automatikgetriebe weist viele Reibungseingriffselemente, wie beispielsweise Kupplungen und Bremsen, und einen (nicht dargestellten) Planetengetriebemechanismus zum selektiven Einrichten eines Drehmomentübertragungsweges durch geeignetes Ein- und Ausrücken der Reibungseingriffselemente auf. Die Eingangswelle des Automatikgetriebemechanismus ist über einen Drehmomentwandler mit der Ausgangswelle eines Motors verbunden. Die Abtriebswelle des Automatikgetriebemechanismus ist mit den Antriebsrädern verbunden.

[0049] Fig. 1 zeigt ein Blockdiagramm zum Darstellen einer Ausführungsform einer in der vorliegenden Erfindung vorgesehenen elektronischen Steuerschaltung. Eine Steuereinheit (ECU) **1** wird durch einen Mikrocomputer gebildet, dem Signale von einem Motordrehzahlsensor **2**, einem Drosselklappenöffnungssensor **3**, der den Grad der Betätigung eines Beschleunigungspedals durch einen Fahrer erfaßt, einem Eingangswellendrehzahlsensor **5**, der die Eingangswellendrehzahl (= Turbinendrehzahl) des Ge-

triebes (Automatikgetriebemechanismus) erfaßt, einem Fahrzeuggeschwindigkeits(= Ausgangswellendrehzahl des Automatikgetriebes)sensor **6** und einem Öltemperatursensor **7** zugeführt werden. Die Steuereinheit **1** gibt Signale an lineare Solenoidventile SLS, SLU in der Hydraulikschaltung aus. Die Steuereinheit **1** weist auf: eine Eingangsdrehmomentberechnungseinrichtung **1a** zum Berechnen eines Eingangsdrehmoments basierend auf Signalen vom Motordrehzahlsensor **2**, vom Drosselklappenöffnungssensor **3** und vom Eingangswellendrehzahlsensor **5**; einen einrückseitigen Druckcontroller **1b** zum Steuern eines einer Hydraulik-Servoeinrichtung für das einrückseitige (erste) Reibungseingriffselement zugeführten Hydraulikdrucks; und einen ausrückseitigen Druckcontroller **1c** zum Steuern eines einer Hydraulik-Servoeinrichtung für das ausrückseitige (zweite) Reibungseingriffselement zugeführten Hydraulikdrucks. Der ausrückseitige Druckcontroller **1c** führt eine ausrückseitige (Warte) Steuerung aus durch Setzen des der Hydraulik-Servoeinrichtung für das zweite Reibungseingriffselement zugeführten Hydraulikdrucks auf einen Druckhaltebereich, in dem der Hydraulikdruck höher ist als ein Basisdruck, oder auf einen Schlupfbereich, in dem der Hydraulikdruck niedriger ist als der Basisdruck. Der Basisdruck ist ein Druck, bei dem das ausrückseitige Reibungseingriffselement eine mit dem berechneten Eingangsdrehmoment in Beziehung stehende Drehmomentkapazität aufweist.

[0050] Die in Fig. 2 dargestellte Hydraulikschaltung weist die beiden linearen Solenoidventile SLS, SLU und mehrere Hydraulik-Servoeinrichtungen **9**, **10** auf, die mehrere Reibungseingriffselemente (Kupplungen und Bremsen) ein- und ausrücken, um verschiedene Übersetzungsverhältnisse zu erhalten. Beispielsweise können durch Ändern des Drehmomentübertragungswegs über die Planetengetriebeeinheit des Automatikgetriebemechanismus vier oder fünf Vorwärtsübersetzungsverhältnisse und ein Rückwärtsübersetzungsverhältnis erhalten werden. Eingangsports a_1, a_2 der linearen Solenoidventile SLS und SLU empfangen einen Solenoidmodulationsdruck. Die linearen Solenoidventile SLS, SLU führen Steuerhydraulikkammern **11a**, **12a** von Druckregelventilen **11**, **12** Steuerdrücke über ihre Ausgangsports b_1, b_2 zu. Eingangsports **11b**, **12b** der Druckregelventile **11**, **12** empfangen einen Leitungsdruck. Die durch die Steuerdrücke geregelten Ausgangsdrücke werden den Hydraulik-Servoeinrichtungen **9**, **10** über Schaltventile **13** bzw. **15** von Ausgangsports **11c**, **12c** geeignet zugeführt.

[0051] Die Hydraulikschaltung von Fig. 2 dient lediglich zum Erläutern eines Basiskonzepts der Schaltung, und die Hydraulik-Servoeinrichtungen **9**, **10** und die Schaltventile **13**, **15** sind lediglich zur Erläuterung dargestellt. Tatsächlich weist der Automatikgetriebemechanismus viel mehr Hydraulik-Servoeinrichtungen und Schaltventile zum Schalten der den Hydraulik-Servoeinrichtungen zugeführten Hydraulikdrücke auf. In jeder Hydraulik-Servoeinrichtung, die exemplarisch durch die Hydraulik-Servoeinrichtung **10** dargestellt ist, ist ein Kolben **19** über eine Öldichtung **17** öldicht in einen Zylinder **16** eingepaßt. Der Kolben **19** wird gegen die Kraft einer Rückstellfeder **21** gemäß dem einer Hydraulikkammer **20** vom Steuerventil **12** zugeführten geregelten Druck bewegt, um äußere Reibungsscheiben **22** mit inneren Reibungselementen **23** in Kontakt zu bringen. Obwohl die Reibungsscheiben **22** und die Elemente **23** in Fig. 2 in Form von Kupplungen dargestellt sind, können auch Bremsen auf ähnliche Weise konstruiert sein und betätigt werden.

[0052] Nachstehend wird eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Hydrauliksteuerungsschaltung unter Bezug auf die Fig. 3 bis Fig. 9 beschrieben. Die Hydrauliksteuerungsschaltung wird unter Bezug auf ein Zeitdiagramm für einen Schaltvorgang zum Heraufschalten sowohl für einen Power-on-Zustand (Fig. 3), als auch für einen Power-off-Zustand (Fig. 4) beschrieben.

[0053] Ein Schaltvorgang, beispielsweise ein Schaltvorgang zum Heraufschalten vom zweiten in den dritten Gang, wird basierend auf einem in der Steuereinheit **1** gespeicherten Schaltkennfeld bestimmt, der Signale vom Drosselklappenöffnungssensor **3** gemäß einem erfaßten Betätigungsgrad des Beschleunigungspedals und vom Fahrzeuggeschwindigkeitssensor **6** zugeführt werden. Nachdem eine vorgegebene Zeitdauer zum Vorbereiten von Operationen für ein vorgegebenes Schaltventil verstrichen ist, werden Schaltsteuerungen für den einrückseitigen Druck PA und den ausrückseitigen Druck PB gestartet. Die einrückseitige Drucksteuerung wird nachstehend unter Bezug auf die Fig. 6 und Fig. 7 beschrieben. In Schritt S1 wird ein Zeitgeber zum gleichen Zeitpunkt gestartet, zu dem die Schaltsteuerung startet. In Schritt S2 wird ein vorgegebener Signaldruck an das lineare Solenoidventil SLS (oder SLU) ausgegeben, so dass der der einrückseitigen Hydraulik-Servoeinrichtung zugeführte einrückseitige Druck PA auf einen vorgegebenen Druckwert P_{S1} eingestellt wird. Der vorgegebene Druckwert (Druckgrenzwert) P_{S1} wird derart gesetzt, dass die Hydraulikkammer **20** der Hydraulik-Servoeinrichtung gefüllt wird, und für eine vorgegebene Zeitdauer t_{SA}, gehalten. In Schritt S3 wird nach Ablauf der vorgegebenen Zeitdauer t_{SA} der einrückseitige Druck PA in Schritt S4 mit der Zeit mit einem vorgegebenen Gradienten $[(P_{S1} - P_{S2})/t_{SB}]$ vermindert (nachstehend als "Druckverminderung" bezeichnet). Wenn der einrückseitige Druck PA in Schritt S5 auf einen vorgegebenen niedrigen Druckwert P_{S2} abgenommen hat, wird die Druckverminderung gestoppt, und der einrückseitige Druck PA wird in Schritt S6 bei dem vorgegebenen niedrigen Druckwert P_{S2} (im Be-

reitschaftszustand) gehalten. Der vorgegebene niedrige Druckwert P_{S2} wird derart gesetzt, dass er höher ist als ein Kolbenhubdruck, so dass keine Drehzahländerung an der Eingangswelle auftritt. In Schritt S7 wird der vorgegebene niedrige Druckwert P_{S2} gehalten, bis eine Zeitdauer t verstrichen ist, die einer vorgegebenen Zeitdauer t_{SE} gleicht.

[0054] Die Schritte S2 bis S7 beschreiben eine Servo-Startsteuerung. In der Servo-Startsteuerung wird ein einrückseitiger Hydraulikkolben ausgefahren, um die Abstände innerhalb des einrückseitigen Reibungseingriffselements zu vermindern, wodurch der eigentliche Schaltvorgang zum Heraufschalten ausgeführt wird, in dem das dem einrückseitigen Reibungseingriffselement zugeteilte Drehmoment und die Drehzahl geändert werden.

[0055] In Schritt S8 wird ein einrückseitiges zugeteiltes Drehmoment T_A basierend auf dem Eingangsdrehmoment T_T (= Turbinendrehmoment) folgendermaßen berechnet. Zunächst wird das Motordrehmoment durch eine lineare Interpolation basierend auf dem Drosselklappenöffnungsgrad und der Drehzahl unter Verwendung eines Kennfeldes bestimmt, das gemäß dem Fahrzeugfahrzustand ausgewählt wird. Dann wird ein Drehzahlverhältnis basierend auf der Eingangs- und der Ausgangsdrehzahl des Drehmomentwandlers berechnet. Ein Drehmomentverhältnis wird anhand eines Kennfeldes basierend auf dem Drehzahlverhältnis bestimmt. Dann wird das Eingangsdrehmoment T_T durch Multiplizieren des Motordrehmoments mit dem Drehmomentverhältnis bestimmt. Das einrückseitige zugeteilte Drehmoment T_A wird dann basierend auf dem Drehmomentteilungsverhältnis 1/a und dem Eingangsdrehmoment T_T bestimmt ($T_A = 1/a \cdot T_T$).

[0056] In Schritt S9 wird ein Einrückdruck-Sollwert P_{TA}, durch den die Eingangsdrehzahl N_T (die Drehzahl unmittelbar vor Beginn einer Trägheitsphase) eingestellt wird, basierend auf einer vorgegebenen Funktion $P_{TA} = f_{TA}(T_A)$ berechnet, die sich gemäß dem einrückseitigen zugeteilten Drehmoment T_A ändert. Daher wird der Einrückdruck-Sollwert P_{TA} basierend auf der Gleichung $P_{TA} = (T_A/A_A) + B_A + dP_{TA}$ berechnet, wobei B_A den Kolbenhubdruck (= Federdruck), A_A das Produkt aus effektivem Radius des Reibungseingriffselements × Kolbenfläche × Konstante × Reibungskoeffizient und dP_{TA} einen Hydraulikdruck-Inkrementwert zum Verzögern der Zufuhr eines Hydraulikdrucks bezeichnen. Wenn der Fahrzeugfahrzustand ein Power-on-Zustand ist, wird der Einrückdruck-Sollwert P_{TA} basierend auf dem Eingangsdrehmoment T_T berechnet. Wenn der Fahrzeugfahrzustand ein Power-off-Zustand und der Einrückdruck-Sollwert P_{TA} niedriger ist als ein vorgegebener Druckwert P_{OFFSET}, wird der Einrückdruck-Sollwert auf den vorgegebenen Druckwert P_{OFFSET} gesetzt. Dadurch wird gewährleistet, dass der Schaltvorgang ausgeführt wird, wie später unter Bezug auf **Fig. 11** beschrieben wird. In Schritt S10 wird der Einrückdruck-Sollwert P_{TA} basierend auf Anzugsdrehmomentwerten S_{11}, S_{12} korrigiert. Die Anzugsdrehmomentwerte S_{11}, S_{12} werden basierend auf Kennfeldwerten und Lernwerten berechnet. D.h., die Anzugsdrehmomentwerte S_{11}, S_{12} werden basierend auf Drosselklappenöffnungsgrad-Fahrzeuggeschwindigkeit-Kennfeldern für verschiedene Öltemperaturen gesetzt. Die Anzugsdrehmomentwerte werden korrigiert, um ein unnötiges Durchdrehen des Motors zu vermeiden.

[0057] In Schritt S11 wird ein Gradient $(P_{TA} - P_{S2})/t_{TA}$ basierend auf dem Einrückdruck-Sollwert P_{TAE} berechnet, der basierend auf einer vorgegebenen Zeitdauer t_{TA} und dem Eingangsdrehmoment T_T berechnet wird, und durch den das einrückseitige Reibungseingriffselement auf einen Zustand unmittelbar vor Beginn der Trägheitsphase eingestellt wird. Der einrückseitige Druck PA nimmt mit der Zeit mit einem vorgegebenen Gradienten zu (nachstehend als "Druckerhöhung" bezeichnet).

[0058] In Schritt S12 wird das einrückseitige Drehmoment gemäß einer ersten Druckerhöhung mit einem vergleichsweise steilen Gradienten erhöht, und der einrückseitige Druck PA wird auf einen Zustand unmittelbar vor Beginn einer Änderung der Eingangswellendrehzahl erhöht, d.h. auf den Einrückdruck-Sollwert P_{TA}. Im Power-off-Zustand wird der vorgegebene Druck P_{OFFSET} auf den Einrückdruck-Sollwert eingestellt. Dann wird der einrückseitige Druck PA einer Druckerhöhung mit dem vorgegebenen Gradien $(P_{OFFSET} - P_{S2})/t_{TA}$ unterzogen.

[0059] In Schritt S13 wird, wenn der einrückseitige Druck PA auf den Einrückdruck-Sollwert P_{TA} (oder P_{OFFSET}) angestiegen ist, d.h., wenn die Trägheitsphase beginnt, d.h., wenn die Eingangswellendrehzahl N_T beginnt sich zu ändern, der Gradient (Änderungsrate) δP_{TA} des einrückseitigen Drucks PA basierend auf einer vorgegebenen Funktion berechnet: $\delta P_{TA} = f\delta P_{TA}(\omega a')$, wobei $\omega a'$ einen Drehzahländerungsraten-Sollwert $d\omega s/dt$ bezeichnet, der als Sollwert gesetzt wird, wenn die Eingangswellendrehzahl N_T beginnt sich zu ändern. Daher wird der Gradient δP_{TA} des einrückseitigen Drucks PA durch $\delta P_{TA} = (I \cdot \omega a')/(k \cdot t_{aim})$ berechnet, wobei k eine Konstante, t_{aim} einen Schaltstartzeit-Sollwert und I einen Trägheitswert bezeichnen. Dann wird der einrückseitige Druck PA in Schritt S14 einer Druckerhöhung mit dem Gradienten δP_{TA} unterzogen. Die zweite Druckerhöhung wird fortgesetzt, bis in Schritt S15 ein Drehzahländerungswert ΔN auf eine Drehzahl dN_S zum Erfassen des Starts eines vorgegebenen Schaltvorgangs angestiegen ist. Der Drehzahländerungswert ΔN bezeichnet eine Änderung bezüglich der zu Beginn der Drehzahländerung vorliegenden Eingangsdrehzahl N_{TS}.

[0060] Die Schritte S8 bis S14 beschreiben die Drehmomentphasensteuerung. In der Drehmomentphasensteuerung wird das dem einrückseitigen Reibungseingriffselement zugeteilte Drehmoment erhöht, das dem ausrückseitigen Reibungseingriffselement zugeteilte Drehmoment vermindert und das Übersetzungsverhältnis ist das vor dem Schaltvorgang zum Heraufschalten (d.h. das zweite Übersetzungsverhältnis). Es wird nur die Drehmomentverteilung geändert.

[0061] Die Drehmomentverteilung in der einrückseitigen Drehmomentphasensteuerung wird später unter Bezug auf Fig. 11 beschrieben. Im Power-off-Zustand hat das Eingangsdrehmoment einen negativen Wert, und die Eingangsdrehzahl hat sich durch die Ausrücksteuerung für den ausrückseitigen Druck PB bereits geändert. D.h., Schritt S14 wurde bereits ausgeführt. Daher werden die Schritte S13 und S14 nicht ausgeführt. Außerdem hat sich die Eingangsdrehzahl N_T bereits auf eine Drehzahl für ein hohes Übersetzungsverhältnis (z.B. das Übersetzungsverhältnis für den dritten Gang) geändert. Daher wird Schritt S16 übersprungen und tatsächlich nicht ausgeführt.

[0062] Der Beginn der Änderung der Eingangswellendrehzahl N_T ist der Beginn der Trägheitsphase, d.h., ein Zustand, in dem ein Schaltvorgang (ein Schaltvorgang vom zweiten in den dritten Gang) startet, d.h. die Eingangswellendrehzahl beginnt sich bezüglich der Ausgangswellendrehzahl zu ändern, wodurch das Übersetzungsverhältnis beginnt sich zu ändern. Der Beginn der Änderung der Eingangswellendrehzahl N_T wird hierbei basierend auf Signalen vom Eingangswellendrehzahlsensor **5** und vom Fahrzeuggeschwindigkeitssensor **6** erfaßt. Die Erfassung des Beginns der Änderung der Eingangswellendrehzahl N_T ist jedoch nicht auf die Erfassung einer Änderung des Übersetzungsverhältnisses (Beginn der Trägheitsphase) beschränkt. Es kann auch eine Drehbewegungsänderung in der Trägheitsphase erfaßt werden, weil eine Änderung der Eingangswellendrehzahl N_T begonnen hat, die mit einer Änderung der Drehmomentverteilung in Beziehung steht.

[0063] Eine einrückseitige Druckänderung δP_I wird durch eine Rückkopplungssteuerung basierend auf der Drehzahländerung ΔN gesetzt, die auf durch den Eingangswellendrehzahlsensor **5** erfaßten Werten basiert. Der einrückseitige Druck PA wird in Schritt S16 einer Druckerhöhung mit dem Gradienten δP_I unterzogen. Die Druckerhöhung mit dem Gradienten δP_I wird in Schritt S17 fortgesetzt, bis a(1)%, z.B. 70%, der Drehzahländerung ΔN am Ende des Schaltvorgangs erreicht sind. D.h., die Druckerhöhung mit dem Gradienten δP_I wird fortgesetzt, bis $(\Delta N \cdot 100)/(N_{TS}/g_i) \cdot (g_i - g_{i+1})$ den Wert a(1)% annimmt, wobei N_{TS} die Eingangswellendrehzahl zu Beginn des Schaltvorgangs, ΔN die Drehzahländerung, g_i das Übersetzungsverhältnis vor dem Schaltvorgang und g_{i+1} das Übersetzungsverhältnis nach dem Schaltvorgang bezeichnen. Die Rückkopplungssteuerung in den Schritten S16 und S17 ist die Trägheitsphasensteuerung. Die Drehmomentkapazität des einrückseitigen Reibungseingriffselements nimmt mehr zu als das Motordrehmoment. Die Differenz zwischen dem durch die einrückseitige Drehmomentkapazität bestimmten Eingangsdrehmoment und dem tatsächlichen Motordrehmoment wird eine Last für den Motor, wodurch die Motordrehzahl abnimmt.

[0064] Nachdem a(1)% der Drehzahländerung ΔN erreicht sind, wird durch eine Rückkopplungssteuerung basierend auf einer glatten Eingangswellendrehzahländerung ΔN ein vom Gradienten δP_I verschiedener Hydraulikdruckgradient δP_L gesetzt. Dann wird der einrückseitige Druck PA in Schritt S18 mit dem Gradient δP_L erhöht. Im allgemeinen ist der Gradient δP_L etwas flacher als der Gradient δP_I. Die Druckerhöhung wird fortgesetzt, bis in Schritt S19 a(2)%, z.B. 90%, der Drehzahländerung ΔN erreicht sind, d.h. etwa bis zum Ende des Schaltvorgangs. Die Soll-Schaltzeiten für die Druckerhöhungen mit dem Gradient δP_I und dem Gradient δP_L werden basierend auf einem Drosselklappenöffnung-Fahrzeuggeschwindigkeit-Kennfeld gesetzt, das gemäß der Öltemperatur ausgewählt wird.

[0065] Nachdem die Soll-Schaltzeit abgelaufen ist, wird in Schritt S20 eine Durchdrehzeit t_F gesetzt. Der Zustand zu diesem Zeitpunkt entspricht ungefähr dem Zustand, in dem die Trägheitsphase beendet ist. Außerdem wird ein vergleichsweise steiler Hydraulikdruckgradient δP_F gesetzt, und der einrückseitige Druck PA wird in Schritt S21 mit dem steilen Gradient δP_F erhöht. Nachdem in Schritt S22 eine vorgegebene Zeitdauer t_{FE}, die ausreichend ist, um den Einrückdruck geeignet zu erhöhen, bezüglich der Durchdrehzeit t_F verstrichen ist, wird die einrückseitige Drucksteuerung beendet.

[0066] Nachstehend wird die Steuerung des ausrückseitigen Drucks PB in einem Schaltvorgang zum Heraufschalten unter Bezug auf Fig. 8 beschrieben. In Schritt S31 wird ein Zeitgeber für die ausrückseitige Drucksteuerung durch einen Schaltbefehl von der Steuereinheit **1** zum gleichen Zeitpunkt gestartet, zu dem die einrückseitige Drucksteuerung gestartet wird. Der ausrückseitige Druck PB ist gleichzeitig der für den Einrückvorgang erforderliche hohe Druck. Ein ausrückseitiges Eingangsdrehmoment T_B wird in Schritt S32 basierend auf dem Eingangsdrehmoment T_t berechnet. In diesem Zustand befindet sich das Automatikgetriebe in einem vor dem Schaltvorgang zum Heraufschalten vorliegenden niedrigen Übersetzungsverhältnis (z.B. im zweiten Gang), so dass nahezu das gesamte Eingangsdrehmoment durch das ausrückseitige Reibungseingriffselement bereitgestellt wird. Es wird ein auf dem niedrigen Übersetzungsverhältnis basierendes ausrückseitiges Ein-

gangsdrehmoment T_B berechnet.

[0067] In Schritt S34 wird der ausrückseitige Druck PB basierend auf dem ausrückseitigen Eingangsdrehmoment T_B auf den berechneten ausrückseitigen (Warte) Druck P_W gesetzt. Wie in Fig. 9 dargestellt ist, wird der ausrückseitige (Warte) Druck P_W folgendermaßen gesetzt. Zunächst wird ein Basisdruck P_W' berechnet, mit dem das ausrückseitige Reibungseingriffselement eine dem ausrückseitigen Eingangsdrehmoment T_B entsprechende Drehmomentkapazität aufweist. Der Basisdruck P_W' ist ein Druck, durch den das ausrückseitige Reibungseingriffselement eine begrenzte Drehmomentkapazität aufweist, bei der kein Schlupf auftritt, d.h. das Eingangsdrehmoment T_B. Der Basisdruck P_W' wird basierend auf dem Absolutwert des Eingangsdrehmoments T_T berechnet. Der Basisdruck P_W' wird hinsichtlich eines kleinen Anzugsdrehmoments gesetzt, um ein Durchgehen des Motors zu verhindern. D.h., der Basisdruck P_W' ist um einen vorgegebenen Wert zur negativen Seite versetzt. Wie in Fig. 9 dargestellt ist, wird, wenn das Eingangsdrehmoment sich bezüglich des Versatzwertes auf der positiven Seite befindet, der ausrückseitige (Warte) Druck P_W auf einen Wert gesetzt, der größer ist als der Basisdruck P_W'. Wenn sich dagegen das Eingangsdrehmoment bezüglich des Versatzwertes auf der negativen Seite befindet, wird der ausrückseitige (Warte) Druck P_W auf einen Wert gesetzt, der kleiner ist als der Basisdruck P_W'. D.h., auf der positiven Seite des Versatzwertes weist das ausrückseitige Reibungseingriffselement eine Drehmomentkapazität auf, die größer ist als die dem Eingangsdrehmoment entsprechende Drehmomentkapazität, so dass das Reibungseingriffselement vollständig eingerückt und eingerückt gehalten wird. Dieser Zustand entspricht dem "Druckhaltebereich". Auf der negativen Seite des Versatzwertes weist das ausrückseitige Reibungseingriffselement dagegen eine Drehmomentkapazität auf, die kleiner ist als die dem Eingangsdrehmoment entsprechende Drehmomentkapazität, so dass das Reibungseingriffselement sich in einem Schlupfzustand befindet. Dieser Zustand entspricht dem "Schlupfbereich". Wenn das Eingangsdrehmoment bezüglich des Versatzwertes zur positiven Seite oder zur negativen Seite ansteigt, nimmt die Differenz zwischen dem Basisdruck P_W' und dem ausrückseitigen (Warte) Druck P_W linear zu.

[0068] Der ausrückseitige (Warte) Druck P_W wird basierend auf dem Motordurchdrehwert korrigiert, wie in Fig. 10 dargestellt ist, wobei der Motordurchdrehwert folgendermaßen bestimmt wird. Wenn bestimmt wird, dass die Eingangswellendrehzahl (oder Motordrehzahl) größer ist als die Drehzahl im niedrigen Übersetzungsverhältnis (z.B. im zweiten Gang), d.h. als das Übersetzungsverhältnis vor dem Schaltvorgang zum Heraufschalten, das anhand des Verhältnisses zwischen der Eingangsdrehzahl und der Ausgangsdrehzahl berechnet wird, wird entschieden, dass der Motor durchdreht. Dann stellt die Differenz zwischen der aktuellen Eingangswellendrehzahl und der durch Multiplizieren des niedrigen Drehzahlverhältnisses mit der aktuellen Ausgangswellendrehzahl berechneten Drehzahl (bezüglich des Übersetzungsverhältnisses erhaltene Eingangswellendrehzahl) den Motordurchdrehwert dar. Dann wird, wie in Fig. 10 dargestellt ist, ein Korrekturdruck basierend auf dem Motordurchdrehwert bestimmt, und der ausrückseitige (Warte) Druck P_W wird durch eine Rückkopplungssteuerung basierend auf dem Motordurchdrehwert eingestellt. Der Korrekturdruck-Inkrementwert wird derart gesetzt, dass ein kleines Anzugsdrehmoment bereitgestellt wird, und ein vorgegebener Versatzwert wird gesetzt, um zu verhindern, dass der Motor durchdreht. Wenn der Motordurchdrehwert um mehr als einen vorgegebenen Wert negativ ist, wird der Korrekturdruck-Inkrementwert als vorgegebener negativer Wert gesetzt. Daher ist, wenn das Eingangsdrehmoment negativ ist, das ausrückseitige Reibungseingriffselement auf einen Schlupfzustand eingestellt, und die Verminderung der Motordrehzahl ist gering.

[0069] Der ausrückseitige (Warte) Druck P_W wird gehalten, bis in Schritt S35 eine durch den Zeitzählwert t gemessene vorgegebene Zeitdauer t_{SE} abgelaufen ist, um eine Synchronisation mit der Servo-Startsteuerung für das einrückseitige Reibungseingriffselement zu erreichen. Die Schritte S31 bis S34 beziehen sich auf die ausrückseitige (Warte) Steuerung. Daher wird im in Fig. 3 dargestellten Power-on-Zustand der ausrückseitige (Warte) Druck auf einen Wert gesetzt, der größer ist als der mit dem Eingangsdrehmoment in Beziehung stehende Basisdruck P_W' (Druckhaltebereich), weil das Eingangsdrehmoment T_t positiv ist. Dann wird das ausrückseitige Reibungseingriffselement im eingerückten Zustand gehalten, so dass das Automatikgetriebe im niedrigen Übersetzungsverhältnis (beispielsweise im zweiten Gang) gehalten wird, um auf die Drehmomentphasensteuerung des einrückseitigen Reibungseingriffselements zu warten. Im in Fig. 4 dargestellten Power-off-Zustand wird veranlaßt, dass der ausrückseitige (Warte) Druck P_W niedriger wird als der mit dem Eingangsdrehmoment in Beziehung stehende Basisdruck P_W' (Schlupfbereich). Dann wird das ausrückseitige Reibungseingriffselement auf einen Schlupfzustand eingestellt, und die Eingangswellendrehzahl N_T' wird basierend auf dem Power-off-Zustand vermindert. Dann wird der Schaltvorgang auf das höhere Übersetzungsverhältnis (z.B. in den dritten Gang) ausgeführt.

[0070] In Schritt S36 wird ein ausrückseitiges Zwischendrehmoment T_B' als Funktion des einrückseitigen Drucks PA und des Eingangsdrehmoments T_T berechnet, d.h. $T_B' = f_{TB}(PA, T_T)$. Außerdem wird in Schritt S37 das ausrückseitige Drehmoment T_B als Funktion von Anzugsdrehmomentwerten S_{1D}, S_{2D} be-

rechnet, d.h. $T_B = S_{1D} \cdot T_B + S_{2D}$. Dann wird in Schritt S38 der ausrückseitige Druck PB basierend auf dem ausrückseitigen Drehmoment T_B berechnet, d.h. $PB = f_{PB}(T_B)$. D.h., das zugeteilte Drehmoment T_A für das einrückseitige Reibungseingriffselement wird berechnet durch $T_A = A_A \cdot (PA - B_A)$, wobei A_A das Produkt aus effektivem Radius des Reibungseingriffselements × Kolbenfläche × Konstante × Reibungskoeffizient und B_A den Kolbenhubdruck bezeichnen. Das dem ausrückseitigen Reibungseingriffselement zugeteilte ausrückseitige Zwischendrehmoment T_B' wird durch die Gleichung $T_B' = (1/b)T_T - (a/b)T_A$ berechnet, wobei 1/b das der Ausrückseite zugeteilte Drehmoment 1/a das der Einrückseite zugeteilte Drehmoment und T_T das Eingangswellendrehmoment bezeichnen. Dann wird der Anzugsdrehmomentwert des einrückseitigen Reibungseingriffselements basierend auf den Anzugsdrehmomentwerten S_{1D}, S_{2D} hinsichtlich des Fahrkomforts gesetzt, und das ausrückseitige Drehmoment T_B wird durch $T_B = S_{1D} \cdot T_B + S_{2D}$ berechnet. Die Anzugsdrehmomentwerte S_{1D}, S_{2D} werden basierend auf einem Drosselklappenöffnung-Fahrzeuggeschwindigkeit-Kennfeld gesetzt, das unter mehreren Kennfeldern basierend auf der Öltemperatur ausgewählt wird, so dass der Fahrer ein angenehmes Schaltgefühl empfindet. Außerdem wird der ausrückseitige Druck PB basierend auf dem ausrückseitigen Drehmoment T_B hinsichtlich der Anzugsdrehmomentwerte durch die Gleichung $P_B = (T_B/A_B) + B_B$ berechnet, wobei A_B das Produkt aus dem effektiven Radius des Reibungseingriffselements × Kolbenfläche × Konstante × Reibungskoeffizient und B_B den ausrückseitigen Kolbenhubdruck bezeichnen. Bei der Berechnung des ausrückseitigen Drehmoments T_B wird der Absolutwert T_T verwendet. Daher ist der ausrückseitige Druck immer positiv.

[0071] Weil die Druckverminderung des berechneten ausrückseitigen Drucks PB vom einrückseitigen Druck PA abhängt, werden bei der Druckverminderung ausgehend vom Startzeitpunkt (t_{TA}) der Trägheitsphase, bei der die Eingangswellendrehzahl beginnt sich zu ändern, zwei verschiedene Gradienten verwendet. D.h., die Druckverminderung besteht aus einer der ersten Druckerhöhung des einrückseitigen Drucks entsprechenden Druckverminderung mit einem vergleichsweise steilen Koeffizienten und einer der zweiten Druckerhöhung des einrückseitigen Drucks entsprechenden Druckverminderung mit einem vergleichsweise flachen Gradienten. Dann wird die Druckverminderung fortgesetzt, bis die Eingangswellendrehzahländerung ΔN in Schritt S39 die vorgegebene Drehzahl N_S für die Erfassung des Startzeitpunkts erreicht.

[0072] Die Schritte S36 bis S38 betreffen die Anfangsphasensteuerung und entsprechen der Drehmomentphasensteuerung (im Power-on-Zustand) oder der Drehmomentphasensteuerung + einer Endphasensteuerung (im Power-off-Zustand) für die Einrückseite. Dann wird ein Gradient δP_E für den einrückseitigen Druck gesetzt, und der ausrückseitige Druck PB wird in Schritt S40 mit diesem Hydraulikdruckgradient vermindert. Diese Druckverminderung wird fortgesetzt, bis der ausrückseitige Druck PB in Schritt S41 auf 0 abgenommen hat. Dann wird die ausrückseitige Drucksteuerung beendet. In Schritt S40 wird eine Ausrücksteuerung ausgeführt, die der Trägheitsphasensteuerung + der Endphasensteuerung + einer Endsteuerung (im Power-on-Zustand) oder der Endsteuerung (im Power-off-Zustand) entspricht.

[0073] Nachstehend werden die Drehmomentverteilungssteuerung in der einrückseitigen Drehmomentphasensteuerung und der ausrückseitigen Anfangsphasensteuerung unter Bezug auf **Fig. 11** beschrieben. In Schritt S51 wird der auf dem Eingangsdrehmoment T_t basierende Einrückdruck-Sollwert P_{TA} auf die gleiche Weise berechnet wie in den Schritten S8, S9. Der Einrückdruck-Sollwert P_{TA} wird in Schritt S52 mit dem vorgegebenen Druck P_{OFFSET} verglichen. Der vorgegebene Druck P_{OFFSET} soll ein Wert sein, mit dem der Schaltvorgang in einem Fall ausgeführt werden kann, in dem das Eingangsdrehmoment klein ist und der Schaltvorgang herkömmlich nicht ausgeführt würde. Im Power-on-Zustand wird, wenn der Einrückdruck-Sollwert P_{TA} größer ist als der vorgegebene Druck P_{OFFSET}, in Schritt S53 ein vorgegebener (erster) Gradient $\delta PA1 = (P_{TA} - P_{S2})/t_{TA}$ basierend auf dem Einrückdruck-Sollwert P_{TA}, der vorgegebenen Zeit t_{TA} und dem vorgegebenen niedrigen Druckwert P_{S2} berechnet. Dann wird der einrückseitige Druck PA in Schritt S54 mit dem ersten Gradienten δPA1 erhöht. Die Druckerhöhung wird fortgesetzt, bis der einrückseitige Druck PA in Schritt S55 auf den Einrückdruck-Sollwert P_{TA} angestiegen ist.

[0074] Im Power-off-Zustand wird, wenn der Einrückdruck-Sollwert P_{TA} kleiner ist als der vorgegebene Druck P_{OFFSET}, in Schritt S56 ein vorgegebener Gradient $\delta PA2 = (P_{OFFSET} - P_{S2})/t_{TA}$ basierend auf dem vorgegebenen Druck P_{OFFSET}, der vorgegebenen Zeit t_{TA} und dem vorgegebenen niedrigen Druckwert P_{S2} berechnet. Dann wird der einrückseitige Druck PA in Schritt S57 mit dem vorgegebenen Gradienten δPA2 erhöht. Die Druckerhöhung wird fortgesetzt, bis der einrückseitige Druck PA in Schritt S58 auf den vorgegebenen Druck P_{OFFSET} angestiegen ist.

[0075] Wenn der einrückseitige Druck PA auf den Einrückdruck-Sollwert P_{TA} oder den vorgegebenen Druck P_{OFFSET} angestiegen ist, wie in Schritt S13 dargestellt ist, wird in Schritt S59 ein zweiter Gradient δPA3 als Funktion des Drehzahländerungsraten-Sollwertes (Gradient der Änderung der Eingangswellendrehzahl) ωa' zu Beginn der Änderung der Eingangswellendrehzahl berechnet. D.h., $\delta PA3 = (I \cdot \omega a')/(k \cdot t_{aim})$, wobei k eine Konstante, t_{aim} einen Änderungsstartzeit-Sollwert und I einen Trägheitswert

bezeichnen. Dann wird der einrückseitige Druck PA in Schritt S60 mit dem Gradienten der zweiten Druckerhöhung erhöht. Die zweite Druckerhöhung wird fortgesetzt, bis die Drehzahländerung ΔN in Schritt S61 auf den Drehzahländerungswert dN_S zum Erfassen des vorgegebenen Startzeitpunkts des Schaltvorgangs angestiegen ist. Der Änderungsstartzeit-Sollwert t_{aim} wird als Funktion der Eingangswellendrehzahl N_T gesetzt.

[0076] In der ausrückseitigen Anfangsphasensteuerung in Schritt S62 wird das dem einrückseitigen Reibungseingriffselement zugeteilte einrückseitige Drehmoment T_A basierend auf dem in Schritt S54, S57 oder S60 berechneten einrückseitigen Druck PA berechnet. Dann wird in Schritt S63 das ausrückseitige Drehmoment T_B [= $|T_T| - T_A$] durch Subtrahieren des einrückseitigen Drehmoments T_A vom Absolutwert des Eingangsdrehmoments T_T berechnet. Außerdem wird in Schritt S64 der ausrückseitige Druck PB [= $(T_B/A_B) + B_B$] basierend auf dem ausrückseitigen Drehmoment T_B, einem Koeffizient A_B [= effektiver Radius × Kolbenfläche × Konstante × Reibungskoeffizient] und dem Kolbenhubdruck B_B berechnet. Der berechnete ausrückseitige Druck PB ist vom einrückseitigen Druck PA in der einrückseitigen Drehmomentphasensteuerung abhängig und wird derart gesetzt, dass er der Drehmomentphasensteuerung folgt.

[0077] Nachstehend wird eine durch Betätigen des Beschleunigungspedals während der ausrückseitigen (Warte) Steuerung verursachte Änderung des Fahrzustands vom Power-off-Zustand in den Power-on-Zustand unter Bezug auf Fig. 5 beschrieben. Im Power-off-Zustand befindet sich, wie in Fig. 9 dargestellt ist, der ausrückseitige (Warte) Druck P_W im Schlupfbereich, und die Eingangsdrehzahl N_T ist reduziert. Daraufhin nimmt der ausrückseitige (Warte) Druck P_W aufgrund des Wechsels in den Power-on-Zustand durch eine Erhöhung des Eingangsdrehmoments T_t zu und wird in den Druckhaltebereich gebracht. Dadurch wird die Eingangsdrehzahl N_T erhöht und das niedrigere Übersetzungsverhältnis (z.B. der zweite Gang) aufrechterhalten. Dann wird, wenn die ausrückseitige (Warte) Steuerung und die Servo-Startsteuerung beendet sind und die Anfangsphasensteuerung (Ausrückseite) und die Drehmomentphasensteuerung (Einrückseite) nach Ablauf der vorgegebenen Zeitdauer t_{SE} gestartet werden, der einrückseitige Druck PA mit einem auf dem Einrückdruck-Sollwert P_{TA} und der Drehzahländerungsrate ωa' basierenden Gradienten erhöht. Dann wird der ausrückseitige Druck PB in Abhängigkeit vom einrückseitigen Druck PA vermindert. Der weitere Verlauf der Steuerung ist der gleiche wie im in Fig. 3 dargestellten Power-on-Zustand. In Fig. 5 stellen gestrichelte Linien den Power-off-Zustand dar.

[0078] Fig. 12 zeigt eine Änderung des Fahrzeugfahrzustands vom Power-off-Zustand in den Power-on-Zustand während der einrückseitigen Endphasensteuerung. Im Power-off-Zustand ist das ausrückseitige Reibungseingriffselement auf einen Schlupfzustand eingestellt, und die Eingangsdrehzahl N_T ist reduziert. In diesem Zustand wird, wenn das Eingangsdrehmoment T_t aufgrund des Wechsels in den Power-on-Zustand zunimmt, der einrückseitige Druck PA basierend auf dem Eingangsdrehmoment erhöht und durch eine Rückkopplungssteuerung basierend auf der Eingangswellendrehzahländerung gesteuert.

[0079] Fig. 13 zeigt eine Änderung des Fahrzeugfahrzustands vom Power-on- in den Power-off-Zustand während der einrückseitigen Trägheitssteuerung. Die Eingangswellendrehzahl N_T wird bei einem Wechsel in den Power-off-Zustand mit dem einrückseitigen Druck PA unter einer auf der Eingangswellendrehzahländerung basierenden Rückkopplungssteuerung vermindert. Dadurch wird der einrückseitige Druck PA vermindert, und die Schaltsteuerung rückkopplungsgesteuert.

[0080] Die Änderung vom Power-on-Zustand in den Power-off-Zustand während eines Schaltvorgangs zum Heraufschalten ist nicht auf die vorstehenden Verfahren beschränkt. Wenn der Fahrzeugfahrzustand sich in einem anderen Steuerungszustand vom Power-on- in den Power-off-Zustand oder vom Power-off- in den Power-on-Zustand ändert, wird die Steuerung durch eine gemeinsame Steuerlogik basierend auf den in den Fig. 6 bis Fig. 8 und Fig. 11 dargestellten Ablaufdiagrammen und dem in Fig. 9 dargestellten ausrückseitigen (Warte) Druck P_W ausgeführt.

Patentansprüche

1. Automatikgetriebe mit einem Hydrauliksteuerungssystem, wobei das Automatikgetriebe einen Schaltvorgang zum Heraufschalten in ein vorgegebenes Übersetzungsverhältnis durch Einrücken eines ersten Reibungseingriffselements und Ausrücken eines zweiten Reibungseingriffselements ausführt, wobei das Automatikgetriebe aufweist:
eine Eingangswelle, die Leistung von einer Motorausgangswelle empfängt;
eine mit Fahrzeugrädern verbundene Abtriebswelle;
mehrere Reibungseingriffselemente zum selektiven Umschalten zwischen mehreren Drehmomentübertragungswegen von der Eingangswelle zur Abtriebswelle, die das erste Reibungseingriffselement und das zweite Reibungseingriffselement aufweisen;
Hydraulik-Servoeinrichtungen (**9**, **10**), die dazu geeignet sind, die Reibungseingriffselemente ein- und auszurücken; und
das Hydrauliksteuerungssystem aufweist:
ein Hydraulikbetätigungssystem, das dazu geeignet ist, mindestens Hydraulikdrücke (PA, PB) zu steuern,

die den Hydraulik-Servoeinrichtungen (**9**, **10**) für das erste Reibungseingriffselement und das zweite Reibungseingriffselement zugeführt werden;
gekennzeichnet durch
eine Steuereinheit (**1**), die dazu geeignet ist, Eingangssignale von Sensoren (**2**, **3**, **5**, **6**, **7**) zu empfangen, die verschiedene Fahrzeugbetriebsparameter überwachen, und Hydraulik-steuerungssignale an die Hydraulikbetätigungseinrichtung auszugeben;
wobei die Steuereinheit (**1**) aufweist:
eine Eingangsdrehmomentberechnungseinrichtung (**1a**), die dazu geeignet ist, ein Eingangsdrehmoment (T_A, T_B) zu berechnen;
einen einrückseitigen Druckcontroller (**1b**), der dazu geeignet ist, das Hydraulikbetätigungssystem anzuweisen, den der Hydraulik-Servoeinrichtung für das erste Reibungseingriffselement zugeführten Hydraulikdruck (PA) zu steuern; und
einen ausrückseitigen Druckcontroller (**1c**), der dazu geeignet ist, zu entscheiden, ob das berechnete Eingangsdrehmoment (T_B) größer oder kleiner ist als ein vorgegebener Wert, und das Hydraulikbetätigungssystem anzuweisen, den der Hydraulik-Servoeinrichtung für das zweite Reibungseingriffselement zugeführten Hydraulikdruck (PB) gemäß dem berechneten Eingangsdrehmoment (T_B) und dem Entscheidungsergebnis zu steuern, und wobei der ausrückseitige Hydraulikcontroller (**1c**) dazu geeignet ist, in einem Druckhaltemodus zu arbeiten, wenn entschieden wird, dass das berechnete Eingangsdrehmoment (T_B) größer ist als der vorgegebene Wert, um den Hydraulikdruck (PB) für das zweite Reibungseingriffselement auf einen Druck (P_W) zu setzen, der höher ist als ein Basisdruck (P_W'), und dazu geeignet ist, in einem Schlupfmodus zu arbeiten, wenn entschieden wird, dass das berechnete Eingangsdrehmoment (T_B) kleiner ist als der vorgegebene Wert, um den Hydraulikdruck (PB) für das zweite Reibungseingriffselement auf einen Druck (P_W) zu setzen, der niedriger ist als der Basisdruck (P_W'), wobei der Basisdruck (P_W') sich als Funktion des berechneten Eingangsdrehmoments (T_B) ändert und durch den Basisdruck eine dem berechneten Eingangsdrehmoment (T_B) entsprechende Drehmomentkapazität für das zweite Reibungseingriffselement bereitgestellt wird.

2. System nach Anspruch 1, wobei:
der Hydraulikdruck (P_W) für das zweite Reibungseingriffselement mindestens dann in den Druckhaltemodus gesetzt wird, wenn das berechnete Eingangsdrehmoment (T_B) einen positiven Wert hat, und in den Schlupfmodus gesetzt wird, wenn das berechnete Eingangsdrehmoment (T_B) sich bezüglich eines Eingangsdrehmoments von 0 um mehr als einen vorgegebenen Wert auf der negativen Seite befindet.

3. System nach Anspruch 1 oder 2, wobei:
der Basisdruck (P_W') einen Minimalwert aufweist, wenn das Eingangsdrehmoment (T_B) sich bezüglich eines Eingangsdrehmoments von 0 um den vorgegebenen Wert auf der negativen Seite befindet; und der Basisdruck (P_W') ein positiver Druck ist, der mit zunehmendem Eingangsdrehmoment (T_B) vom Minimalwert ausgehend zunimmt.

4. System nach Anspruch 1, 2 oder 3, wobei:
eine Differenz zwischen dem Basisdruck (P_W') und dem gesetzten Hydraulikdruck (P_W) mit zunehmendem Eingangsdrehmoment in eine positive oder eine negative Richtung zunimmt.

5. System nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, wobei:
der Basisdruck (P_W') ein Wert ist oder als ein Wert gesetzt ist, der bezüglich eines Eingangsdrehmoments von 0 um einen vorgegebenen Wert in eine negative Richtung versetzt ist, der basierend auf dem Absolutwert des Eingangsdrehmoments (T_T) berechnet wird.

6. System nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei:
der ausrückseitige Druckcontroller (**1c**) eine Korrektureinrichtung aufweist, die den für das zweite Reibungseingriffselement gesetzten Hydraulikdruck (P_W) basierend auf einem Motordurchdrehwert korrigiert.

7. System nach Anspruch 6, wobei:
die Korrektureinrichtung den Motordurchdrehwert basierend auf einer Differenz zwischen einer aktuellen Drehzahl der Eingangswelle und einer basierend auf einem Übersetzungsverhältnis vor einem Schaltvorgang zum Heraufschalten bestimmten Drehzahl der Eingangswelle berechnet und eine Rückkopplungssteuerung zum Korrigieren des gesetzten Hydraulikdrucks (P_W) basierend auf dem berechneten Motordurchdrehwert ausführt.

8. System nach Anspruch 6 oder 7, wobei:
der durch die Korrektureinrichtung erhaltene Druckkorrekturwert ein vorgegebener Wert ist, der bezüglich des gesetzten Hydraulikdrucks (P_W) zur negativen Seite versetzt ist.

9. System nach Anspruch 6, 7 oder 8, wobei:
der durch die Korrektureinrichtung erhaltene Druckkorrekturwert ein vorgegebener negativer Wert ist, wenn der berechnete Motordurchdrehwert um mehr als einen vorgegebenen Wert negativ ist.

10. System nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei:
der einrückseitige Druckcontroller (**1b**) eine Servo-Startsteuerungsroutine zum Zuführen eines Hydraulikdrucks (PA) zu einer Hydraulik-Servoeinrichtung für das erste Reibungseingriffselement ausführt, durch die das erste Reibungseingriffselement auf einen Zustand unmittelbar vor einer Drehmomentübertragung durch das erste Reibungseingriffselement eingestellt wird.

11. System nach Anspruch 10, wobei:

der einrückseitige Druckcontroller (**1b**) eine Drehmomentphasensteuerungsroutine ausführt, durch die der Hydraulikdruck (PA) für das erste Reibungseingriffselement nach der Servo-Startsteuerung mit einem vorgegebenen Gradient (δPA3) erhöht wird.

12. System nach Anspruch 11, wobei:
der vorgegebene Hydraulikdruck-Sollwert (P_{TA}) ein basierend auf dem Eingangsdrehmoment (T_T) berechneter Hydraulikdruck ist, wenn das Eingangsdrehmoment einen positiven Wert hat; und
der vorgegebene Hydraulikdruck-Sollwert (P_{TA}) ein vom Eingangsdrehmoment unabhängiger gesetzter Wert ist, wenn das Eingangsdrehmoment (T_T) einen negativen Wert hat.

13. System nach Anspruch 11 oder 12, wobei:
der ausrückseitige Druckcontroller (**1c**) eine Anfangsphasensteuerung ausführt, in der der Hydraulikdruck (PB) für das zweite Reibungseingriffselement in Antwort auf den Hydraulikdruck (PA) in der durch den einrückseitigen Druckcontroller (**1b**) ausgeführten Drehmomentphasensteuerung gesteuert wird.

14. System nach Anspruch 13, wobei:
der gesetzte Hydraulikdruck (PB) in der Anfangsphasensteuerung basierend auf einem Drehmoment (T_B) berechnet wird, das durch Subtrahieren des einrückseitigen Übertragungsdrehmoments (T_A) in der Drehmomentphasensteuerung vom Absolutwert des Eingangsdrehmoments (T_T) berechnet wird.

15. System nach Anspruch 1, wobei der vorgegebene Wert für das berechnete Eingangsdrehmoment (T_B) ein einem Basisdruck (P_W') von 0 entsprechendes berechnetes Eingangsdrehmoment ist.

16. System nach Anspruch 1, wobei der ausrückseitige Hydraulikcontroller (**1c**) Basisdrücke (P_W') basierend auf einem Absolutwert des berechneten Eingangsdrehmoments (T_T) berechnet.

17. System nach Anspruch 1, ferner mit:
einem in einem Speicher gespeicherten einzelnen Kennfeld, wobei die höheren und niedrigeren Hydraulikdrücke für das zweite Reibungseingriffselement mit positiven und negativen Werten für das berechnete Eingangsdrehmoment korreliert sind.

18. Speichermedium zur Verwendung in einem Automatikgetriebe mit einem Hydrauliksteuerungssystem, wobei das Automatikgetriebe aufweist:
eine Eingangswelle, die Leistung von einer Motorausgangswelle empfängt;
eine mit Fahrzeugrädern verbundene Abtriebswelle;
mehrere Reibungseingriffselemente zum selektiven Umschalten zwischen mehreren Drehmomentübertragungswegen von der Eingangswelle zur Abtriebswelle;
Hydraulik-Servoeinrichtungen (**9**, **10**) zum Ein- und Ausrücken der Reibungseingriffselemente;
das Hydrauliksteuerungssystem einen Schaltvorgang zum Heraufschalten auf ein vorgegebenes Übersetzungsverhältnis durch Einrücken eines ersten Reibungseingriffselements der mehreren Reibungseingriffselemente und Ausrücken eines zweiten Reibungseingriffselements der mehreren Reibungseingriffselemente ausführt;
das Speichermedium durch einen Computer lesbar ist, der Eingangssignale von einer Hydraulikbetätigungseinrichtung, die mindestens Hydraulikdrücke (PA, PB) steuert, die Hydraulik-Servoeinrichtungen für das erste Reibungseingriffselement und das zweite Reibungseingriffselement zugeführt werden, und von Sensoren (**2**, **3**, **5**, **6**, **7**) empfängt, die verschiedene Fahrzeugbetriebsparameter überwachen und ein Hydrauliksteuerungssignal ausgeben;
wobei das Speichermedium gekennzeichnet ist durch:
eine Eingangsdrehmomentberechnungsroutine zum Berechnen eines Eingangsdrehmoments (T_A, T_B), das einem einrückseitigen Hydraulikcontroller (**1b**), der den der Hydraulik-Servoeinrichtung für das erste Reibungseingriffselement zugeführten Hydraulikdruck (PA) steuert, und/oder einem ausrückseitigen Hydraulikcontroller (**1c**), der den der Hydraulik-Servoeinrichtung für das zweite Reibungseingriffselement zugeführten Hydraulikdruck (PB) steuert, als Signal zugeführt wird; und
eine Drucksteuerungsroutine zum Ausführen der Programmschritte:
Bestimmen, ob das berechnete Eingangsdrehmoment (T_A, T_B) größer oder kleiner ist als ein vorgegebener Wert; und
Bestimmen eines Basisdrucks (P_W') als Funktion des berechneten Eingangsdrehmoments (T_B), durch den eine dem berechneten Eingangsdrehmoment entsprechende Drehmomentkapazität für das zweite Reibungseingriffselement bereitgestellt wird;
wobei, wenn entschieden wird, dass das berechnete Eingangsdrehmoment (T_B) größer ist als der vorgegebene Wert, der Hydraulikdruck (PB) für das zweite Reibungselement auf einen Druckwert (P_W) gesetzt wird, der höher ist als der Basisdruck (P_W'); und,
wenn entschieden wird, dass das berechnete Eingangsdrehmoment (T_B) kleiner ist als der vorgegebene Wert, der Hydraulikdruck (PB) für das zweite Reibungselement auf einen Druckwert (P_W) gesetzt wird, der niedriger ist als der Basisdruck (P_W').

19. Speichermedium nach Anspruch 18, wobei der vorgegebene Wert für das berechnete Eingangsdrehmoment (T_B) ein einem Basisdruck (P_W') von 0 entsprechendes berechnetes Eingangsdrehmoment ist.

20. Speichermedium nach Anspruch 18, wobei der Basisdruck (P_W') basierend auf einem Absolutwert des berechneten Eingangsdrehmoments (T_T)

berechnet wird.

21. Verfahren zum Steuern eines Automatikgetriebes mit einem Hydraulisteuerungssystem, wobei das Automatikgetriebe einen Schaltvorgang zum Heraufschalten in ein vorgegebenes Übersetzungsverhältnis durch Einrücken eines ersten Reibungseingriffselements und Ausrücken eines zweiten Reibungseingriffselements ausführt, mit den Schritten:
a) Berechnen eines Eingangsdrehmoments (T_A, T_B) des Getriebes in Antwort auf Signale von Sensoren (**2**, **3**, **5**, **6**, **7**), die verschiedene Fahrzeugbetriebsparameter überwachen;
b) Bestimmen eines Basisdrucks (P_W') als Funktion des berechneten Eingangsdrehmoments (T_B);
c) Steuern eines Hydraulik-Servoeinrichtungen für das erste und das zweite Reibungseingriffselement zugeführten Hydraulikdrucks (PB) basierend auf dem berechneten Eingangsdrehmoment (T_B) durch:
c1) Setzen des Hydraulikdrucks für das zweite Reibungseingriffselement auf einen Haltebereich, d.h. auf einen Hydraulikdruck (PB), der höher ist als der Basisdruck (P_W'), wenn das berechnete Eingangsdrehmoment (T_B) größer ist als ein vorgegebener Wert; oder
c2) Setzen des Hydraulikdrucks für das zweite Reibungseingriffselement auf einen Schlupfbereich, d.h. auf einen Hydraulikdruck (PB), der niedriger ist als der Basisdruck (P_W'), wenn das berechnete Eingangsdrehmoment (T_B) kleiner ist als ein vorgegebener Wert.

Es folgen 13 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

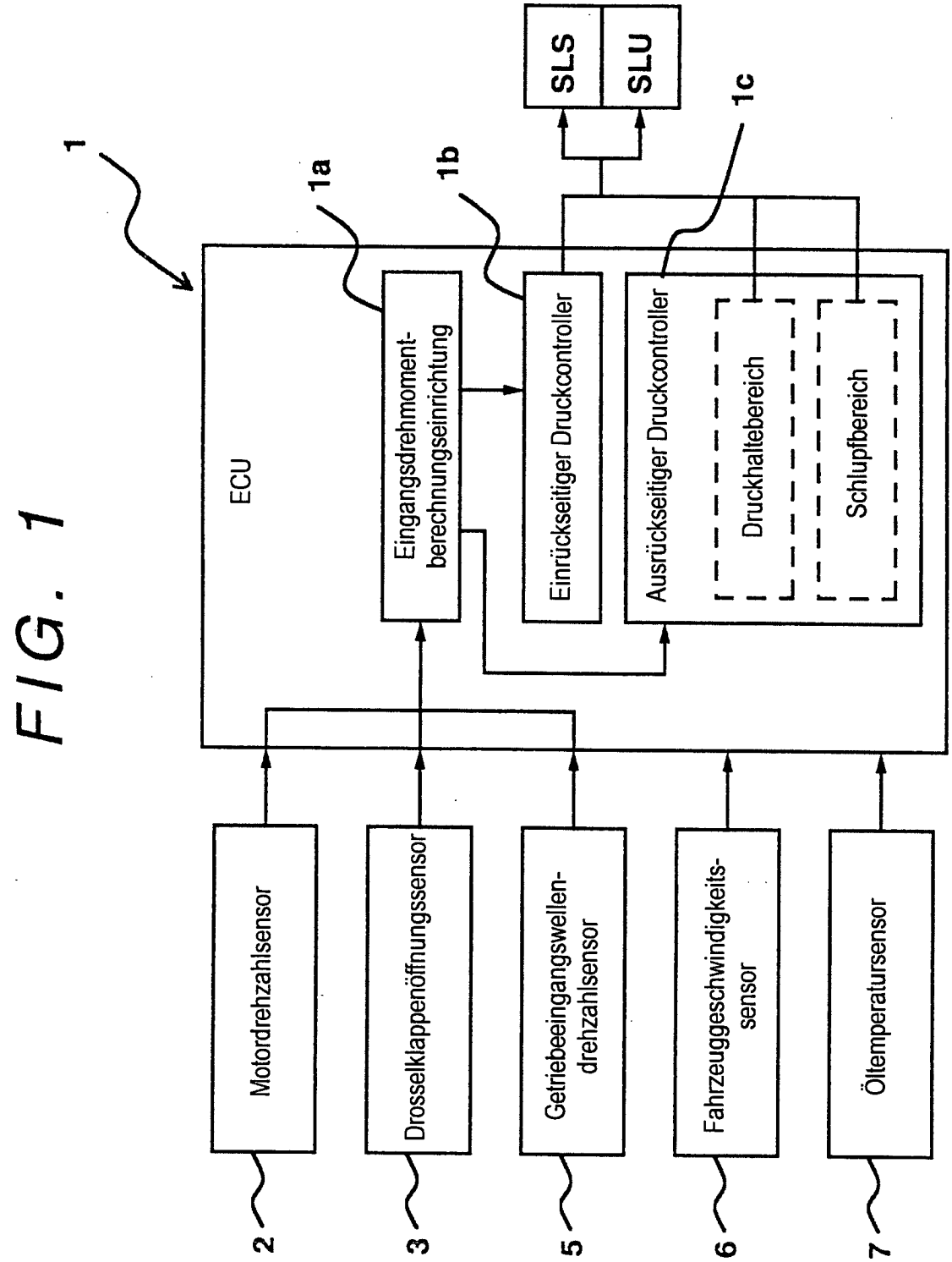


FIG. 2

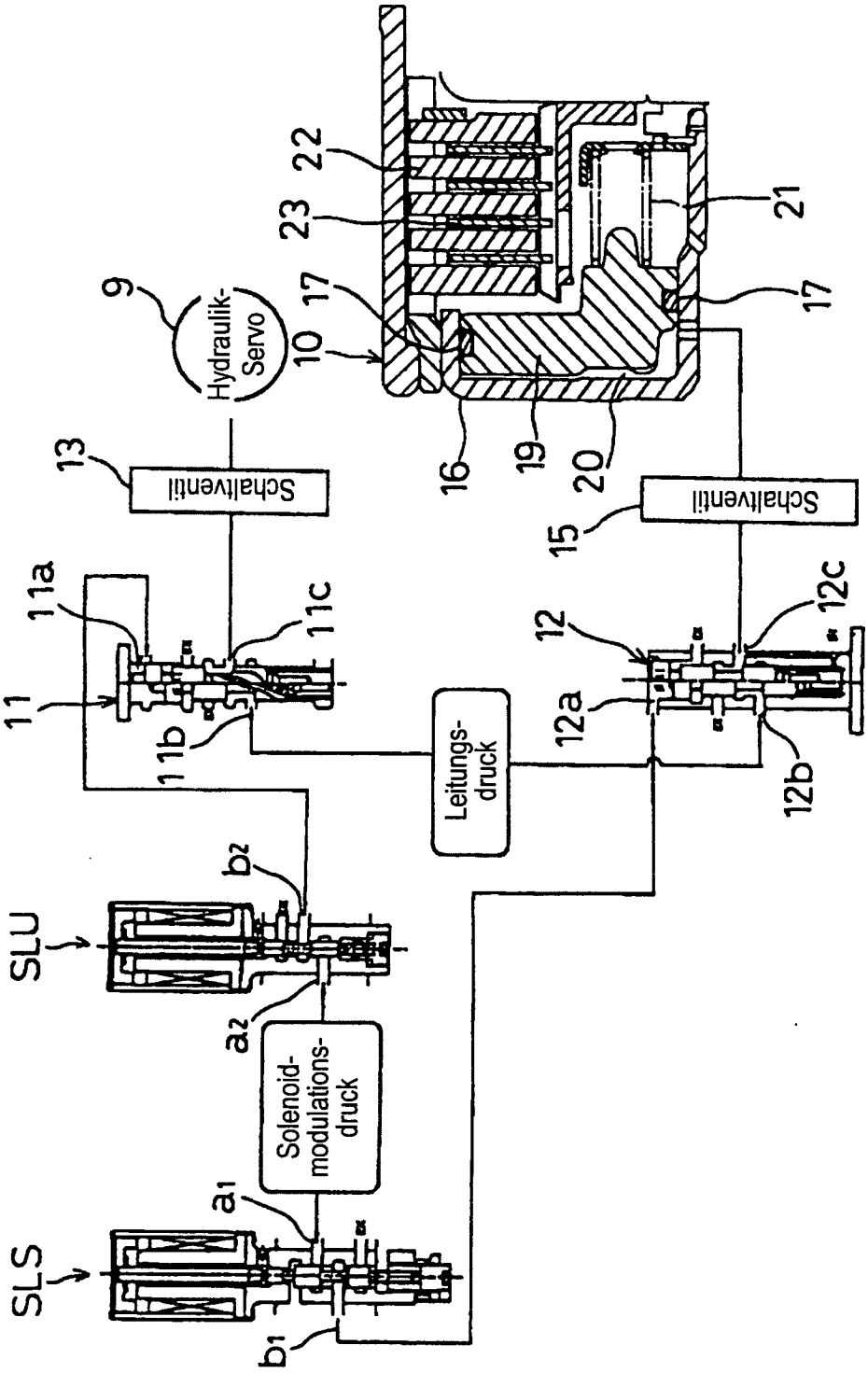

9
Hydraulik-Servo
10
13
Schaltventil
15
Schaltventil
16
17
19
20
21
22
23
11
11a
11b
11c
12
12a
12b
12c
Leitungs-druck
SLU
SLS
a1
a2
b1
b2
Solenoid-modulations-druck

FIG. 3

Zeitdiagramm für Power-on-Schaltvorgang zum Heraufschalten

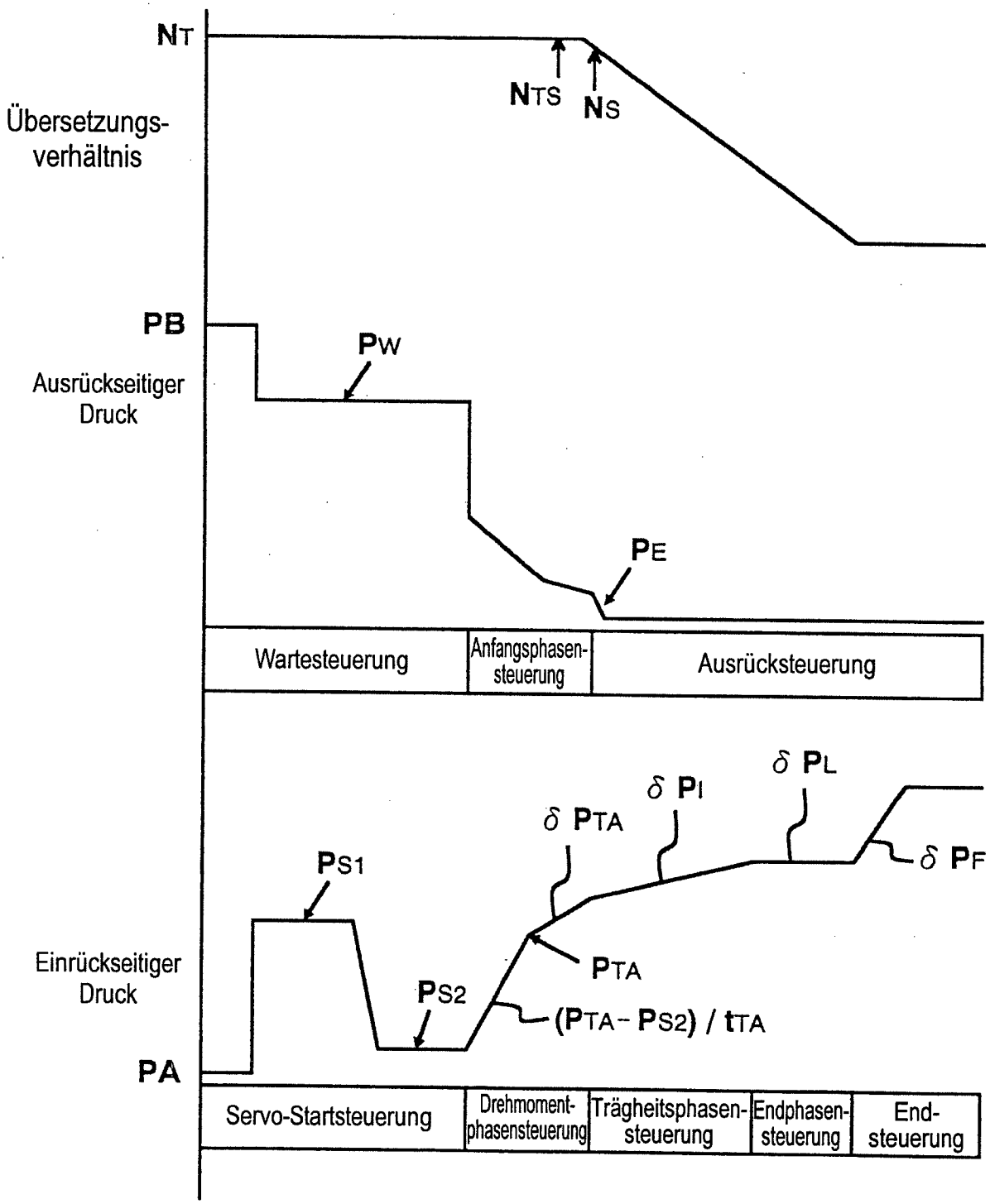


FIG. 4

Zeitdiagramm für Power-off-Schaltvorgang zum Heraufschalten

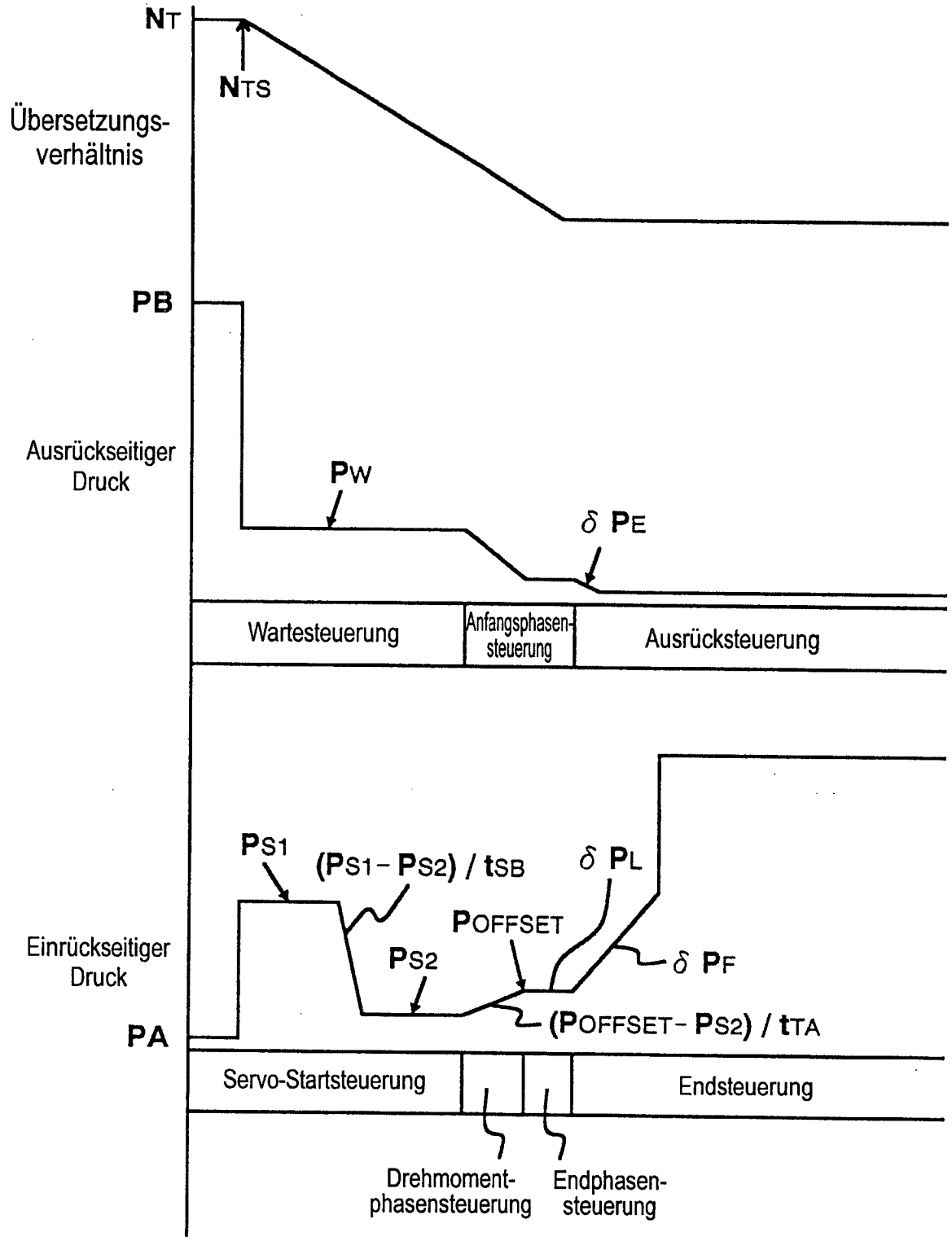


FIG. 5

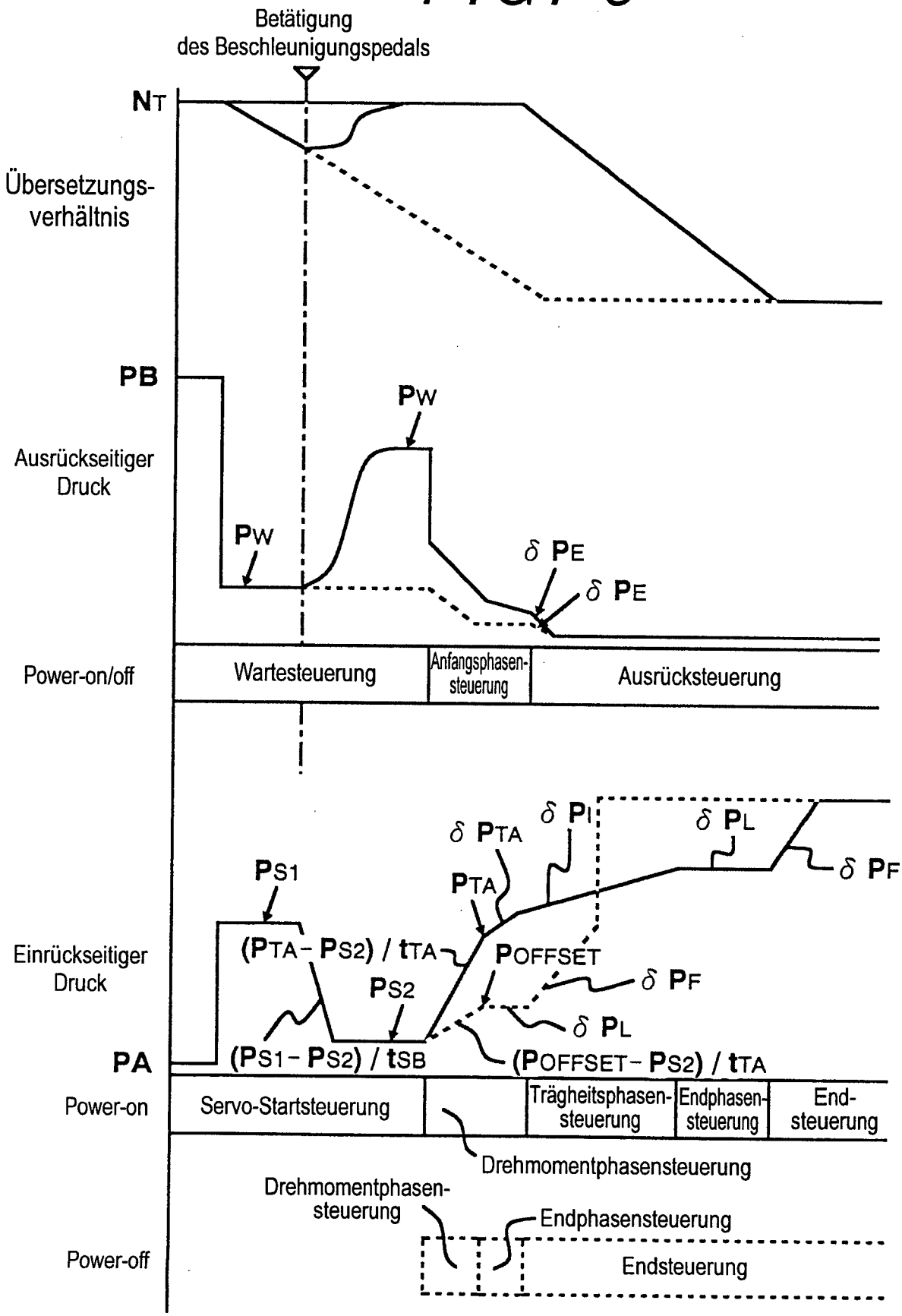

Betätigung des Beschleunigungspedals
NT
Übersetzungs-verhältnis
PB
Ausrückseitiger Druck
PW
PW
δ PE
δ PE
Power-on/off
Wartesteuerung
Anfangsphasen-steuerung
Ausrücksteuerung
δ PI
δ PTA
δ PL
δ PF
PS1
PTA
Einrückseitiger Druck
(PTA – PS2) / tTA
POFFSET
PS2
δ PF
δ PL
PA
(PS1 – PS2) / tSB
(POFFSET – PS2) / tTA
Power-on
Servo-Startsteuerung
Trägheitsphasen-steuerung
Endphasen-steuerung
End-steuerung
Drehmomentphasensteuerung
Drehmomentphasen-steuerung
Endphasensteuerung
Power-off
Endsteuerung

FIG. 6

Einrückseitiges Ablaufdiagramm für Schaltvorgang zum Heraufschalten

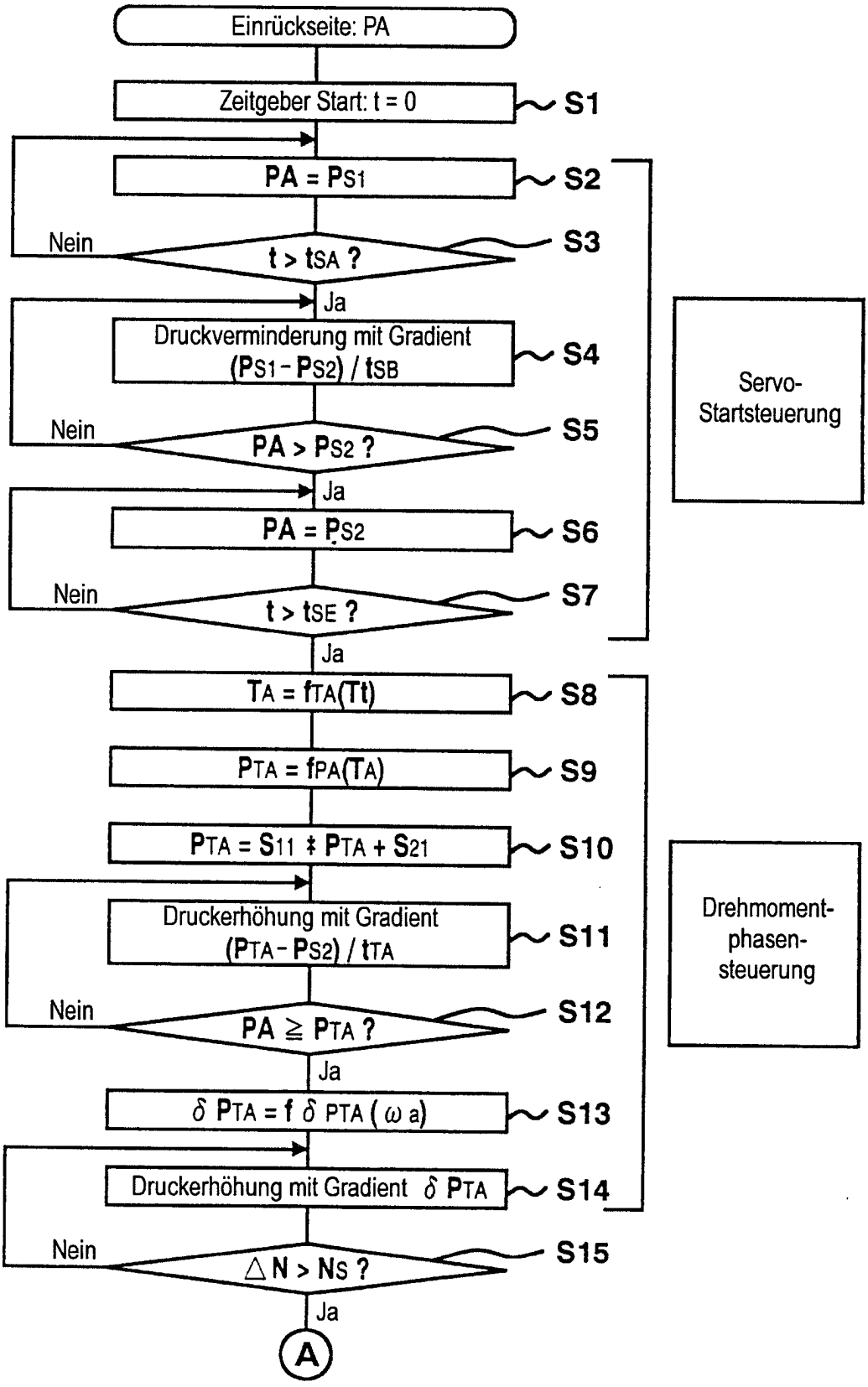


FIG. 7

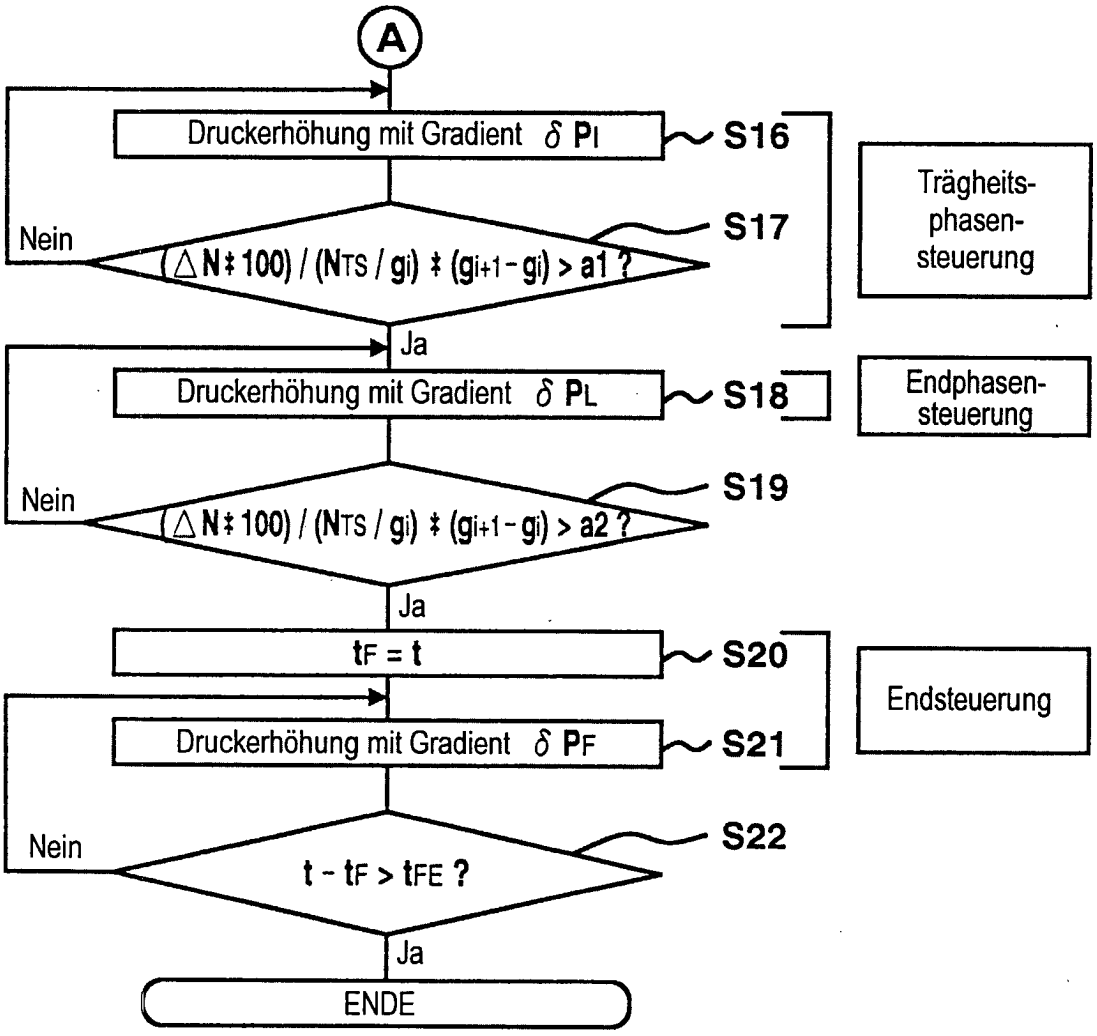

A
Druckerhöhung mit Gradient δ PI
S16
Trägheits-phasen-steuerung
Nein
(△N ǂ 100) / (NTS / gi) ǂ (gi+1 - gi) > a1 ?
S17
Ja
Druckerhöhung mit Gradient δ PL
S18
Endphasen-steuerung
Nein
(△N ǂ 100) / (NTS / gi) ǂ (gi+1 - gi) > a2 ?
S19
Ja
tF = t
S20
Endsteuerung
Druckerhöhung mit Gradient δ PF
S21
Nein
t - tF > tFE ?
S22
Ja
ENDE

FIG. 8

Ausrückseitiges Zeitdiagramm für Schaltvorgang zum Heraufschalten

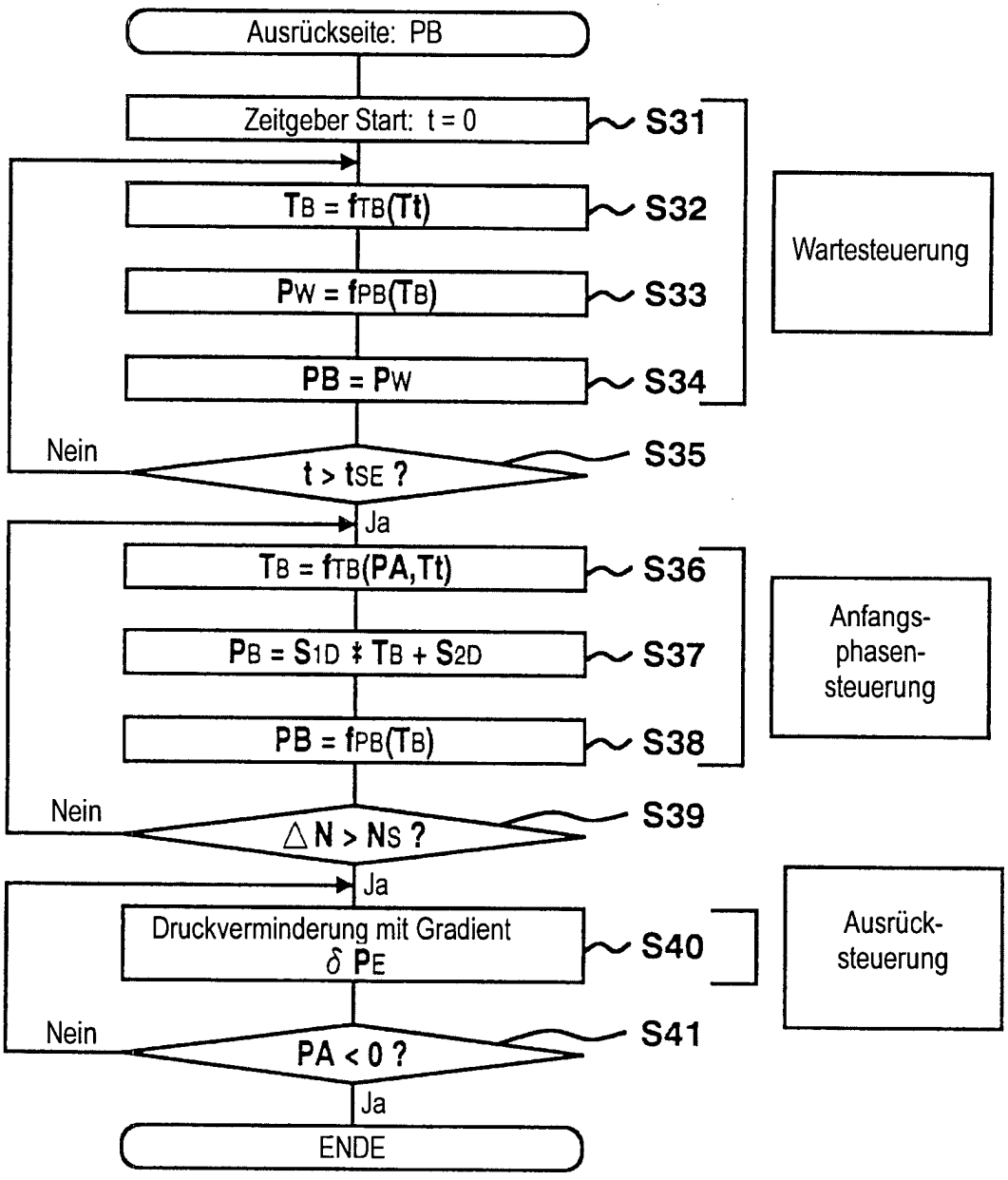


FIG. 9

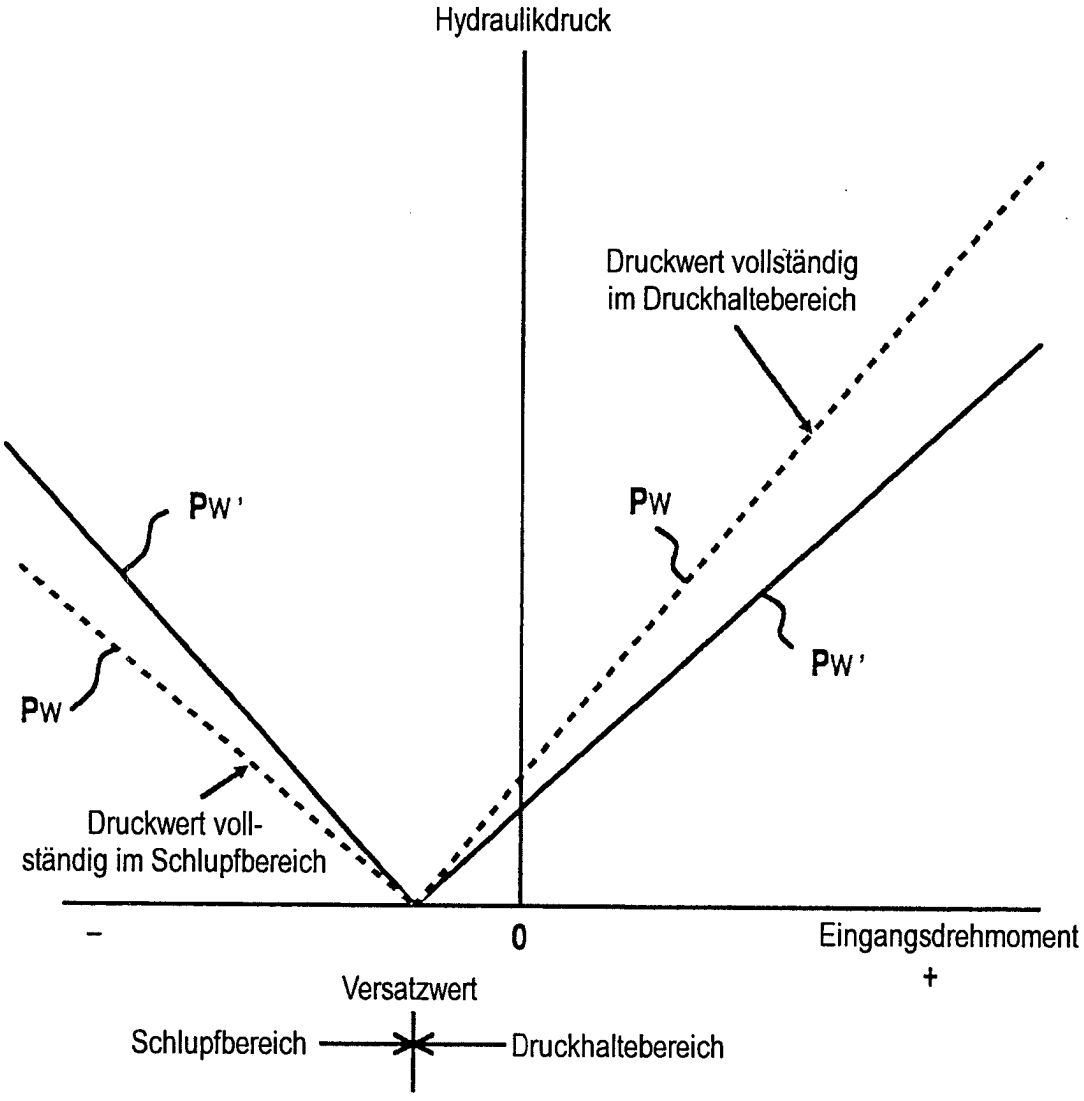

Hydraulikdruck
Druckwert vollständig im Druckhaltebereich
Pw'
Pw
Pw
Pw'
Druckwert voll-ständig im Schlupfbereich
–
0
Eingangsdrehmoment
+
Versatzwert
Schlupfbereich
Druckhaltebereich

FIG. 10

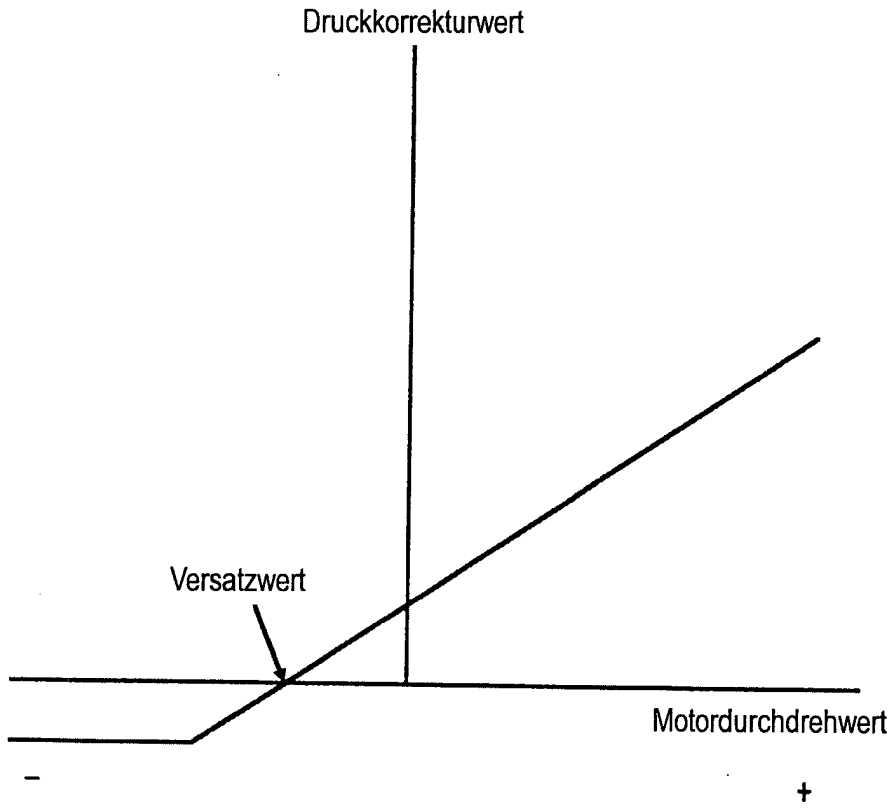


FIG. 11

Ablaufdiagramm der Drehmomentverteilungssteuerung

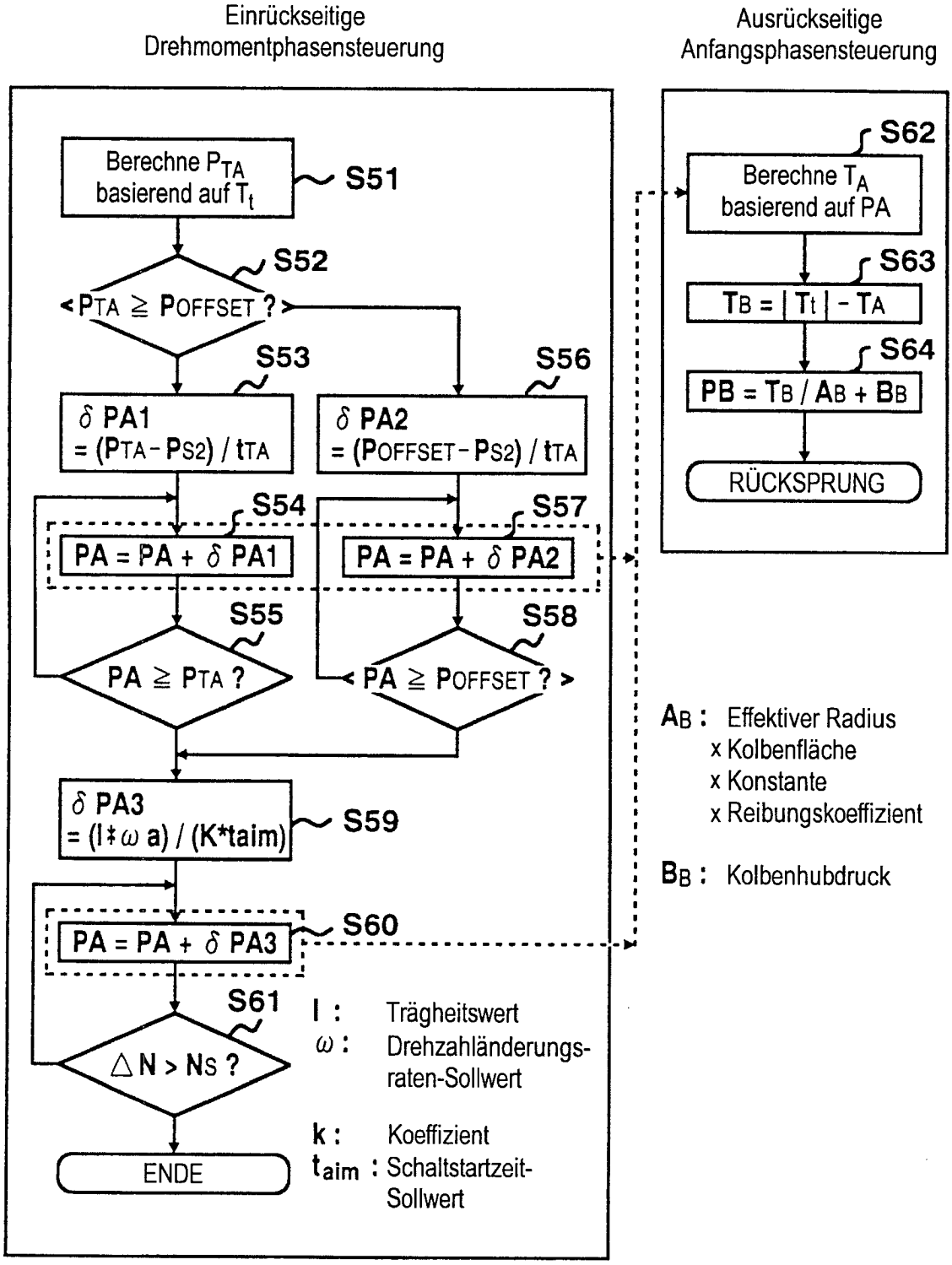


FIG. 12

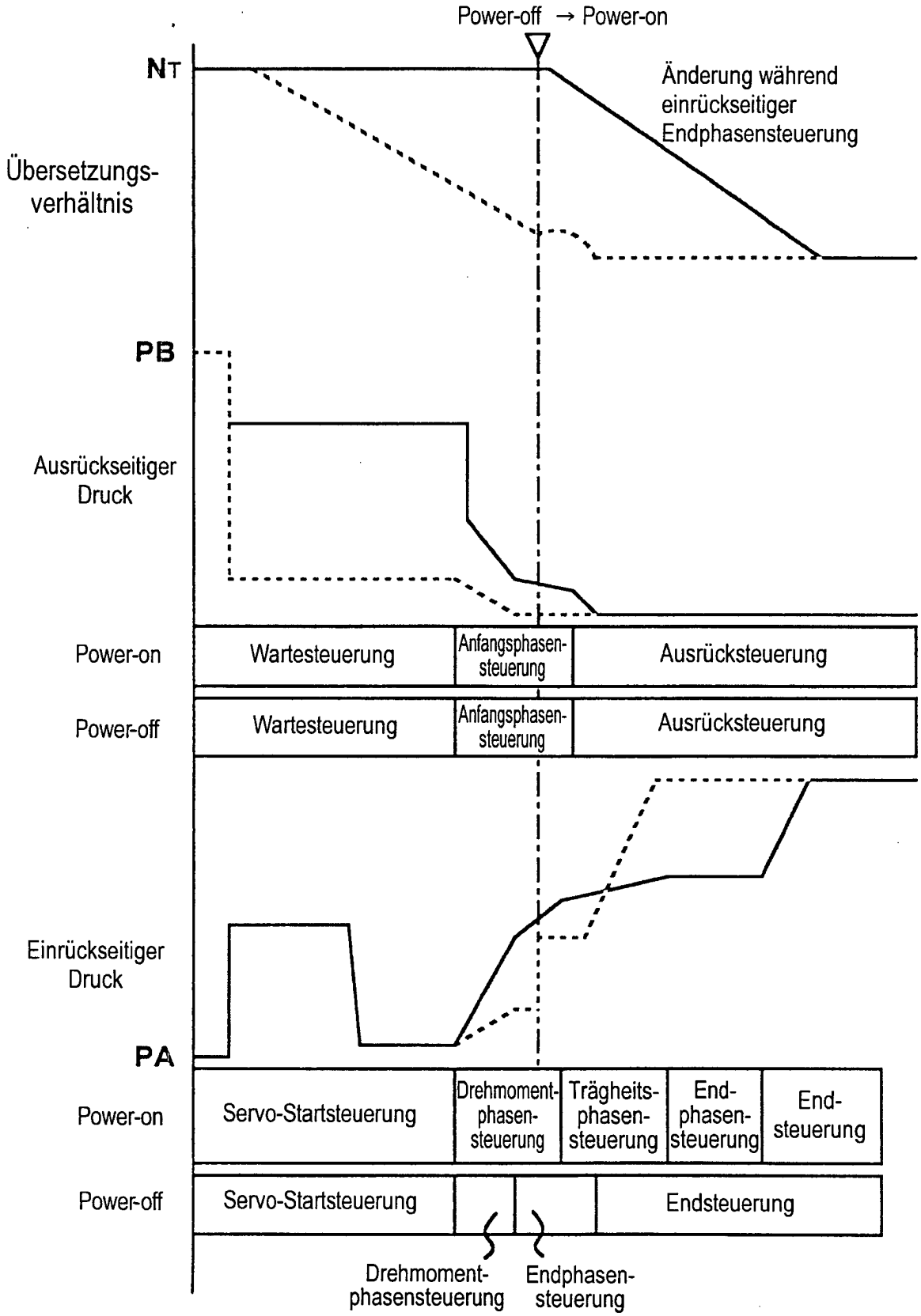
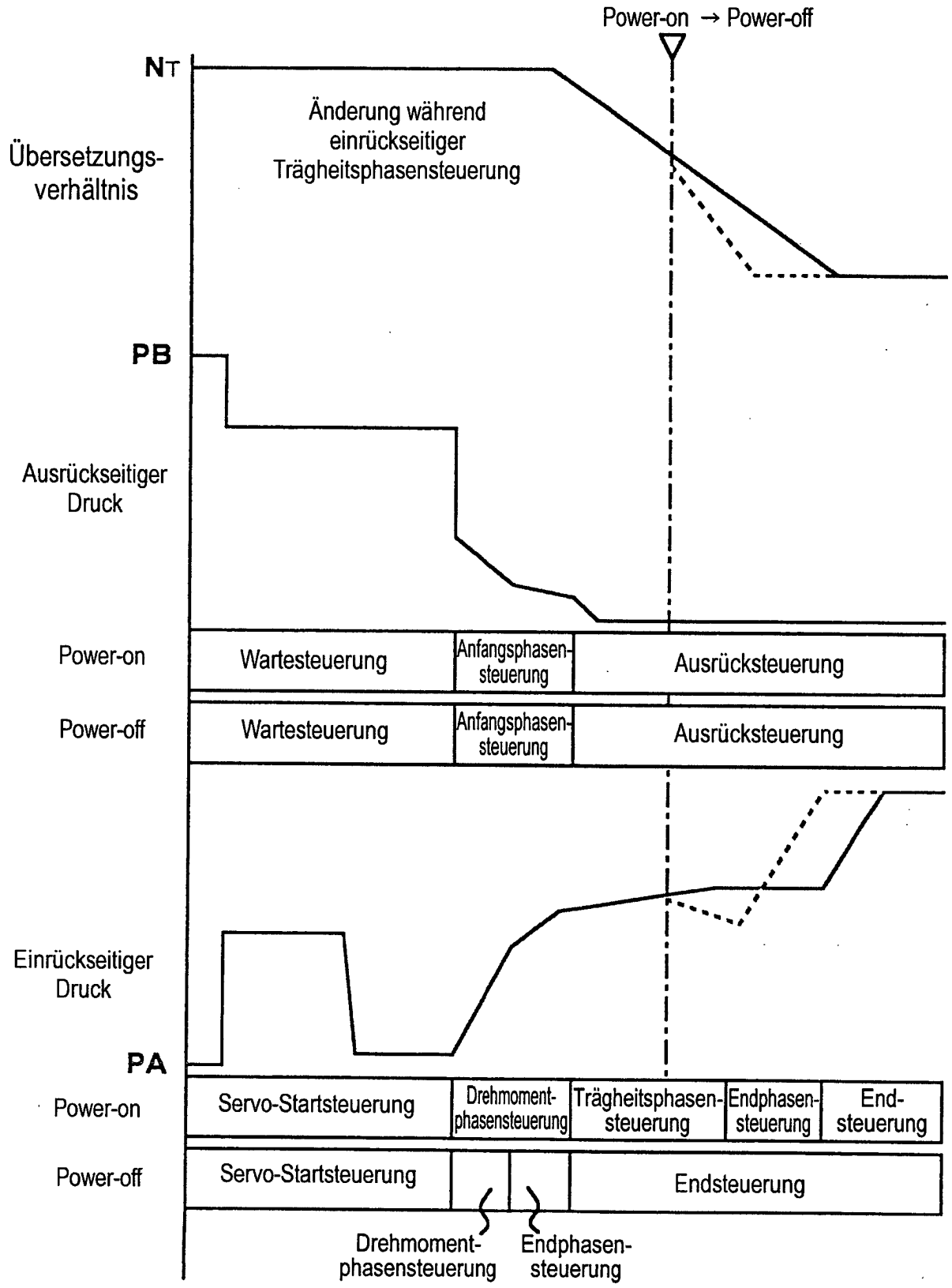

Power-off → Power-on
NT
Änderung während einrückseitiger Endphasensteuerung
Übersetzungs-verhältnis
PB
Ausrückseitiger Druck
Power-on
Wartesteuerung
Anfangsphasen-steuerung
Ausrücksteuerung
Power-off
Wartesteuerung
Anfangsphasen-steuerung
Ausrücksteuerung
Einrückseitiger Druck
PA
Power-on
Servo-Startsteuerung
Drehmoment-phasen-steuerung
Trägheits-phasen-steuerung
End-phasen-steuerung
End-steuerung
Power-off
Servo-Startsteuerung
Endsteuerung
Drehmoment-phasensteuerung
Endphasen-steuerung

FIG. 13


Power-on → Power-off
NT
Übersetzungs-verhältnis
Änderung während einrückseitiger Trägheitsphasensteuerung
PB
Ausrückseitiger Druck
Power-on
Wartesteuerung
Anfangsphasen-steuerung
Ausrücksteuerung
Power-off
Wartesteuerung
Anfangsphasen-steuerung
Ausrücksteuerung
Einrückseitiger Druck
PA
Power-on
Servo-Startsteuerung
Drehmoment-phasensteuerung
Trägheitsphasen-steuerung
Endphasen-steuerung
End-steuerung
Power-off
Servo-Startsteuerung
Endsteuerung
Drehmoment-phasensteuerung
Endphasen-steuerung