



(10) **DE 10 2005 013 882 B4** 2018.06.14

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2005 013 882.9**
(22) Anmeldetag: **24.03.2005**
(43) Offenlegungstag: **22.12.2005**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **14.06.2018**

(51) Int Cl.: **F16H 61/00 (2006.01)**
F16H 59/06 (2006.01)
F16H 61/662 (2006.01)

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

(30) Unionspriorität:
2004-091307 26.03.2004 JP

(72) Erfinder:
Shimoda, Azusa, Fuji, Shizuoka, JP

(73) Patentinhaber:
JATCO Ltd, Fuji, Shizuoka, JP

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE 101 64 490 A1
JP 2001- 304 389 A

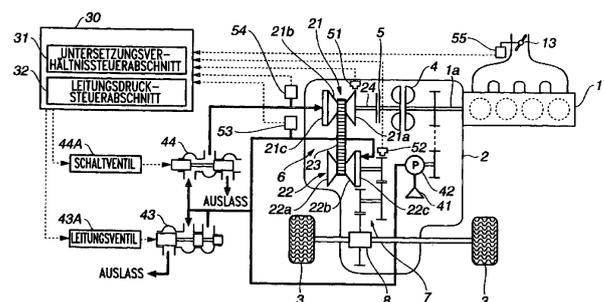
(74) Vertreter:
**Grünecker Patent- und Rechtsanwälte PartG
mbB, 80802 München, DE**

(54) Bezeichnung: **Schaltsteuereinrichtung und zugehöriges Verfahren für stufenloses Riemengetriebe**

(57) Hauptanspruch: Schaltsteuereinrichtung für ein stufenloses Getriebe, wobei vorgesehen sind:

eine primäre Riemenscheibe (21);
eine sekundäre Riemenscheibe (22);
ein Endlosriemen (23), der um die primäre und die sekundäre Riemenscheibe (21,22) herumgeschlungen ist;
ein Untersetzungsverhältnissteuerabschnitt (31), der das Untersetzungsverhältnis (N_p/N_s) zwischen der primären Riemenscheibe (21) und der sekundären Riemenscheibe (22) steuert;
einen Schaltgeschwindigkeitserfassungsabschnitt (38,51, 52), der eine Schaltgeschwindigkeit (V_{ratio}) erfasst, wobei die Schaltgeschwindigkeit (V_{ratio}) eine Änderungsgröße des Untersetzungsverhältnisses (N_p/N_s) pro Zeiteinheit (Δt) ist; und
ein Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsabschnitt (40), der eine Voreilung der Untersetzungsverhältnissteuerung mit Hilfe des

Untersetzungsverhältnissteuerabschnitts (31) begrenzt, um die Schaltgeschwindigkeit (V_{ratio}) zu begrenzen, wenn die Größe der Schaltgeschwindigkeit (V_{ratio}) größer oder gleich einem vorbestimmten Wert ($RAT_{limit} 1..3$) ist, wobei der Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsabschnitt (40) eine Begrenzungsgröße ($K1..3$) einstellt, um das Voreilen der Untersetzungsverhältnissteuerung zu begrenzen, um so die Schaltgeschwindigkeit (V_{ratio}) zu begrenzen, dadurch gekennzeichnet, dass der Untersetzungsverhältnissteuerabschnitt (31) weiterhin einen PID-Steuerabschnitt (35) aufweist, der eine Rückkopplungskorrekturgröße (D_F) ausgibt, die in Abhängigkeit von der Größe der Schaltgeschwindigkeit ...



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Schaltsteuereinrichtung gemäß dem Oberbegriff des unabhängigen Patentanspruchs 1 und ein Schaltsterverfahren gemäß dem Oberbegriff des unabhängigen Patentanspruchs 16. Eine derartige Schaltsteuereinrichtung und ein derartiges Schaltsterverfahren ist aus der DE 101 64 490 A1 bekannt.

[0002] Seit kurzem wurde einem stufenlose Getriebe Beachtung geschenkt, das ein Untersetzungsverhältnis oder Übersetzungsverhältnis (nachstehend zusammenfassend als Untersetzungsverhältnis bezeichnet) (oder Drehzahlverhältnis) stufenlos steuert, damit ein Schaltstoß vermieden werden kann, oder ein besserer Kraftstoffverbrauchswirkungsgrad erzielt werden kann. Insbesondere wurden zahlreiche Fahrzeuge entwickelt, die mit einem stufenlosen Getriebe ausgerüstet sind. Ein stufenloses Getriebe, das momentan in die Praxis umgesetzt wird, umfasst ein stufenloses Riemengetriebe für Brennkraftmaschinen mit relativ niedriger Ausgangsleistung und ein stufenloses Getriebe des Toroidtyps für Brennkraftmaschinen mit relativ hoher Ausgangsleistung. Das stufenlose Riemengetriebe weist eine primäre Riemenscheibe auf, die mit einer Ausgangswelle einer Brennkraftmaschine verbunden ist, eine sekundäre Riemenscheibe, die mit Antriebsrädern verbunden ist, und einen Riemen, der um diese beiden Riemenscheiben herumgeschlungen ist. Von der Brennkraftmaschine erzeugte Leistung wird von der primären Riemenscheibe auf die sekundäre Riemenscheibe über den Riemen übertragen, und an die Antriebsräder übertragen. Hierbei wirkt ein Hydraulikdruck (ein Druck für die sekundäre Riemenscheibe), der in Abhängigkeit von einer grundlegenden Eigenschaft der sekundären Riemenscheibe eingestellt ist, beispielsweise dem übertragenen Drehmoment, auf die sekundäre Riemenscheibe ein, um eine Klemmkraft für den Riemen zur Verfügung zu stellen. Ein Hydraulikdruck (ein Primärdruck), der auf die primäre Riemenscheibe einwirkt, wird so eingestellt, dass das Untersetzungsverhältnis (das Drehzahlverhältnis) eingestellt wird (oder ein effektives Radiusverhältnis der primären und der sekundären Riemenscheibe). Auf diese Weise wird ein Gangschaltvorgang durchgeführt. Üblicherweise wird bei einer derartigen Gangschaltsteuerung, wie sie voranstehend beschrieben wurde, eine Solldrehzahl der primären Riemenscheibe auf Grundlage der Fahrzeuggeschwindigkeit oder des Öffnungsgrades der Drosselklappe einer Brennkraftmaschine eingestellt, und wird der Primärdruck so gesteuert, dass die tatsächliche Drehzahl der primären Riemenscheibe mit deren Soll-Drehzahl übereinstimmt. Anders ausgedrückt wird eine Regelgröße für den Primärdruck in Abhängigkeit von einer Abweichung zwischen der tatsächlichen Drehzahl der primären Riemenscheibe und deren Solldrehzahl festgelegt. Wenn die Abweichung zwischen der tatsäch-

lichen Drehzahl und der Solldrehzahl groß wird, wird die Regelgröße für den Primärdruck groß, so dass die Schaltgeschwindigkeit (die Änderungsgeschwindigkeit des Untersetzungsverhältnisses) hoch wird. Wenn daher ein abruptes Betätigen eines Gaspedals während des Fahrens im Leerlauf, bei welchem das Gaspedal nicht betätigt wird, durchgeführt wird, wird die Solldrehzahl auf einen hohen Wert entsprechend dem Öffnungswinkel der Drosselklappe eingestellt. Daher wird die Abweichung zwischen der tatsächlichen Drehzahl und der Solldrehzahl plötzlich groß, und wird die Schaltgeschwindigkeit extrem hoch. Obwohl die schnelle Schaltgeschwindigkeit eine hohe Beschleunigung ermöglicht, und dies in Bezug auf die Schaltleistung wünschenswert ist, führt die extrem hohe Schaltgeschwindigkeit wiederum dazu, dass das Untersetzungsverhältnis abrupt geändert wird, so dass ein Riemenschlupf auftritt. Im schlimmsten Fall besteht daher die Möglichkeit, dass der Riemen und die Riemenscheiben beschädigt werden.

[0003] Um einen derartigen Riemenschlupf zu verhindern, wie er voranstehend beschrieben wurde, wird in der japanischen ersten Veröffentlichung der Patentanmeldung Nr. 2001-304389, veröffentlicht am 31. Oktober 2001, eine bereits vorgeschlagene Schaltsteuereinrichtung beschrieben, bei welcher dann, wenn die Schaltgeschwindigkeit größer oder gleich einem voreingestellten, vorbestimmten Wert ist, eine Voreilung der Untersetzungssteuerung unterdrückt wird, um die Schaltgeschwindigkeit herabzusetzen. Im Einzelnen wird bei der Schaltsteuereinrichtung, bei welcher die Größe (des primären (Riemenscheiben-)Drucks mit Hilfe einer Rückkopplungsregelung korrigiert wird, wenn die Schaltgeschwindigkeit einen Schwellenwert überschreitet, der auf die Nähe einer Obergrenze für die Schaltgeschwindigkeit gesetzt ist, unterhalb welcher kein Riemenschlupf auftritt, eine Korrekturgröße (beispielsweise eine Integralkorrekturgröße, eine Proportionalkorrekturgröße, oder eine Differentialkorrekturgröße) einer Hydrauliksteuerung unter Rückkopplungskorrekturgrößen in einem Fall, in welchem eine Zeitverzögerung des Anstiegs der tatsächlichen Drehzahl in Bezug auf eine Änderung des Primärdrucks infolge einer mechanischen Reaktionsverzögerung der primären Riemenscheibe auftritt, auf Null zurückgesetzt. Wenn die Schaltgeschwindigkeit kleiner oder gleich einem Schwellenwert V_0 ist, kann daher die Korrektur der Rückkopplungssteuerung oder Rückkopplungsregelung die Schaltleistung verbessern. Wenn die Schaltgeschwindigkeit den Schwellenwert V_0 überschreitet, wird die Korrekturgröße für die Rückkopplungssteuerung oder Rückkopplungsregelung verkleinert, und kann ein Anstieg der Schaltgeschwindigkeit unterdrückt werden.

[0004] Allerdings gibt es jenen Fall, in welchem die bereits vorgeschlagene Schaltsteuereinrichtung, die in der voranstehend genannten ersten Veröffentli-

chung einer japanischen Patentanmeldung vorgeschlagen wurde, nicht die Erhöhung der Schaltgeschwindigkeit unterdrücken kann. Wenn beispielsweise die tatsächliche Drehzahl der primären Riemenscheibe etwas niedriger ist als die Solldrehzahl infolge der Reaktionsverzögerung, wird die Solldrehzahl abrupt erhöht, und wird die Rückkopplungskorrekturgröße verkleinert, so dass die Hydraulikregelgröße ebenfalls verkleinert werden kann. Daher kann eine Erhöhung der Schaltgeschwindigkeit unterdrückt werden. Wenn jedoch im Gegensatz die tatsächliche Drehzahl der primären Riemenscheibe etwas höher ist als die Solldrehzahl, wird die Solldrehzahl abrupt erhöht, und nimmt die Rückkopplungskorrekturgröße einen negativen Wert an. Selbst wenn die Rückkopplungskorrekturgröße verkleinert wird, kann daher nicht die Auswirkung erreicht werden, den Anstieg der Schaltgeschwindigkeit zu unterdrücken.

[0005] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Schaltsteuereinrichtung für ein stufenloses Getriebe sowie ein Schaltsterverfahren für ein stufenloses Getriebe anzugeben, wobei wirksam ein Riemenschlupf bei einer abrupten Änderung des Untersetzungsverhältnisses verhindert werden kann und gleichzeitig die Schaltleistung des stufenlosen Getriebes sichergestellt werden kann.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch Schaltsteuereinrichtung für ein stufenloses Getriebe mit den Merkmalen des unabhängigen Patentanspruchs 1. Weiterhin wird die Aufgabe erfindungsgemäß gelöst durch ein Schaltsterverfahren für ein stufenloses Getriebe mit den Merkmalen des unabhängigen Patentanspruchs 16. Bevorzugte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen dargelegt.

[0007] Die Erfindung wird nachstehend anhand zeichnerisch dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert, aus welchen weitere Vorteile und Merkmale hervorgerufen. Es zeigt

Fig. 1 den Aufbau eines Kraftübertragungssystems und eines Steuersystems eines Kraftfahrzeugs, bei welchem eine Schaltsteuereinrichtung für ein stufenloses Riemengetriebe gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung einsetzbar ist;

Fig. 2 ein Funktionsblockdiagramm zur Erläuterung von Funktionen einer Schaltsteuerung der Schaltsteuereinrichtung bei der in **Fig. 1** gezeigten, bevorzugten Ausführungsform;

Fig. 3 ein Beispiel für ein Steuerkennfeld für die Schaltsteuerung in der in **Fig. 1** gezeigten Schaltsteuereinrichtung;

Fig. 4 ein Flussdiagramm zur Erläuterung von Steuervorgängen der Schaltsteuereinrichtung

der in **Fig. 1** gezeigten, bevorzugten Ausführungsform;

Fig. 5 ein Flussdiagramm zur Erläuterung von Steuervorgängen der Schaltsteuereinrichtung bei der in **Fig. 1** gezeigten, bevorzugten Ausführungsform;

Fig. 6A, Fig. 6B und **Fig. 6C** eine Zusammenfassung eines Zeitablaufdiagramms zur Erläuterung der Auswirkungen der Schaltsteuerung der Schaltsteuereinrichtung bei der in **Fig. 1** gezeigten, bevorzugten Ausführungsform;

Fig. 7 ein Funktionsblockdiagramm eines Berechnungsabschnitts für die Schaltbezugseinschaltdauer der in **Fig. 1** gezeigten Schaltsteuereinrichtung; und

Fig. 8 ein Funktionsblockdiagramm der Schaltsteuereinrichtung für das stufenlose Riemengetriebe gemäß einer Abänderung der bevorzugten Ausführungsform.

[0008] Um ein besseres Verständnis der vorliegenden Erfindung zu erleichtern, wird nachstehend Bezug auf die Zeichnungen genommen.

[0009] Die **Fig. 1** bis **Fig. 7** zeigen eine Schaltsteuereinrichtung für ein stufenloses Riemengetriebe gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. **Fig. 1** zeigt schematisch eine Darstellung zur Erläuterung eines Kraftübertragungssystems und eines Steuersystems, bei welchem eine Schaltsteuereinrichtung gemäß einer bevorzugten Ausführungsform einsetzbar ist. **Fig. 2** zeigt ein Funktionsblockdiagramm zur Erläuterung der Funktionen einer Schaltsteuerung bei der in **Fig. 1** gezeigten Schaltsteuereinrichtung. **Fig. 3** zeigt ein Steuerkennfeld für die Schaltsteuerung bei der Schaltsteuereinrichtung bei dieser Ausführungsform. Die **Fig. 4** und **Fig. 5** zeigen Steuerflussdiagramme zur Erläuterung von Steuervorgängen der in **Fig. 1** gezeigten Schaltsteuereinrichtung. **Fig. 6A** zeigt ein Diagramm, das die Änderung einer tatsächlichen Schalteinschaltdauer D zeigt, die an einen Elektromagneten zum Zwecke der Schaltsteuerung ausgegeben wird. **Fig. 6B** zeigt ein Diagramm, das die Änderung eines Untersetzungsverhältnisses zwischen einer primären Riemenscheibe und einer sekundären Riemenscheibe zeigt. **Fig. 6C** zeigt ein Diagramm, das eine Änderung einer Änderungsgeschwindigkeit zeigt. **Fig. 7** zeigt ein Funktionsblockdiagramm, welches einen Berechnungsabschnitt für die Schaltbezugseinschaltdauer bei der Schaltsteuereinrichtung zeigt. **Fig. 8** zeigt ein Funktionsblockdiagramm einer Abänderung der Schaltsteuereinrichtung der bevorzugten Ausführungsform.

[0010] Zuerst wird unter Bezugnahme auf **Fig. 1** ein Fahrzeugkraftübertragungsmechanismus erläutert, bei welchem eine Schaltsteuereinrichtung ge-

mäß einer bevorzugten Ausführungsform einsetzbar ist. Ein Fahrzeug, bei welchem die Schaltsteuereinrichtung gemäß der bevorzugten Ausführungsform einsetzbar ist, ist ein Fahrzeug mit Vorderradantrieb. Die Drehung, die von einer Brennkraftmaschine **1** ausgegeben wird, wird an Vorderräder **3, 3** in einem Gang ausgegeben, der mit Hilfe eines stufenlosen Getriebes geschaltet wird. Das stufenlose Getriebe **2** weist einen Drehmomentwandler **4**, einen Schaltmechanismus **5** der Drehung in Vorwärtsrichtung und in Rückwärtsrichtung, einen stufenlosen Riemengetriebemechanismus **6**, einen Drehzahluntersetzungsmechanismus **7**, und einen Differentialmechanismus (vorderes Differential) **8** auf. Der Drehmomentwandler **4** ist mit einer Ausgangswelle (Achse) **1a** der Brennkraftmaschine **1** verbunden. Die Drehung der Brennkraftmaschine **1** wird an den Schaltmechanismus **5** der Drehung in Vorwärtsrichtung bzw. Rückwärtsrichtung über den Drehmomentwandler **4** übertragen, und wird an den stufenlosen Riemengetriebemechanismus **6** über den Schaltmechanismus **5** für Drehung in Vorwärtsrichtung bzw. Rückwärtsrichtung übertragen. Wenn dann im stufenlosen Riemengetriebe **6** der richtige Gang eingestellt ist, wird die Leistung an den Differentialmechanismus **8** über den Drehzahluntersetzungsmechanismus **7** übertragen, und an das linke und rechte Vorderrad **3, 3** verteilt. Es wird darauf hingewiesen, dass der Drehmomentwandler **4**, der Schaltmechanismus **5** für Drehung in Vorwärtsrichtung und Rückwärtsrichtung, der Drehzahluntersetzungsmechanismus **7**, und der Differentialmechanismus **8** bereits bekannt sind, und daher nicht im Einzelnen beschrieben werden.

[0011] Das stufenlose Riemengetriebe **6** weist eine primäre Riemenscheibe **21**, eine sekundäre Riemenscheibe **22**, und einen Riemen **23** auf. Die Drehung, die von dem Schaltmechanismus **5** für Drehung in Vorwärtsrichtung oder Rückwärtsrichtung einer Primärwelle **24** zugeführt wird, wird von einer primären Riemenscheibe, die koaxial mit der Primärwelle **24** verbunden ist, einer sekundären Riemenscheibe über den Riemen **23** zugeführt. Die primäre Riemenscheibe **21** und die sekundäre Riemenscheibe **22** werden durch zwei Antriebsscheiben **21a, 21b** bzw. **22a, 22b** gebildet, die sich jeweils zusammen drehen. Eine der Antriebsscheiben **21a, 22a** ist eine in Axialrichtung ortsfeste Antriebsscheibe, und die andere Antriebsscheibe **21b, 22b**, ist eine, mit Hilfe eines Hydraulikkolbens **21c, 22c**, in Axialrichtung bewegbare Scheibe.

[0012] Jeder Hydraulikkolben **21c, 22c** empfängt einen gesteuerten Hydraulikdruck, der dadurch erhalten wird, dass eine Ölpumpe **42** Druck auf ein Arbeitsöl in einem Öltank **41** ausübt. Im einzelnen empfängt der Hydraulikkolben **22c** der sekundären Riemenscheibe **22** einen Leitungsdruck P_L , der mit Hilfe eines Druckregelventils (Leitungsdruckeinstellventils) **43** eingestellt wird, und der Hydraulikkolben **21c** der

primären Riemenscheibe **21** empfängt ein Arbeitsöl, dessen Flussmenge mit Hilfe eines Flussmengensteuerventils (Untersetzungsverhältniseinstellventils) **44** eingestellt wird. Das Arbeitsöl, das der sekundären Riemenscheibe **22** zugeführt wird, wirkt als Hydraulikdruck (Sekundärdruck) zum Klemmen des Riemens **23**, und das Arbeitsöl, das der primären Riemenscheibe **21** zugeführt wird, wirkt als Untersetzungsverhältniseinstellölldruck (Primärdruck) P_P . Es wird darauf hingewiesen, dass die Ölpumpe **42** durch die Ausgangsachse **1a** der Brennkraftmaschine **1** zur Drehung veranlasst wird.

[0013] Als nächstes wird das Fahrzeugsteuersystem beschrieben. Der voranstehend geschilderte Kraftübertragungsmechanismus wird insgesamt mit Hilfe einer ECU (elektronische Steuereinheit) **30** gesteuert. Bei der vorliegenden Ausführungsform umfassen Erfassungsvorrichtungen zum Erfassen verschiedener Arten von Information in Bezug auf den Fahrzeugzustand des Fahrzeugs: einen primären Drehsensor **51**, der eine Drehzahl (primäre Drehzahl) N_P der primären Riemenscheibe **21** erfasst; einen sekundären Drehsensor **52**, der eine Drehzahl (sekundäre Drehzahl) N_S der sekundären Riemenscheibe **22** erfasst; einen Leitungsdrucksensor **53**, der einen Leitungsdruck P_L erfasst, einen primären Drucksensor **54**, der den Primärdruck P_P erfasst; und einen Drosselklappenöffnungssensor **55**, der den Drosselklappenöffnungswinkel θ_s der Brennkraftmaschine **1** erfasst. Es wird darauf hingewiesen, dass die Brennkraftmaschinendrehzahl (die Drehzahl der Ausgangsachse der Brennkraftmaschine **1**) aus der primären Drehzahl N_P berechnet wird, die von dem primären Drehsensor **51** erfasst wird. Die Fahrzeuggeschwindigkeit (die Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs) kann aus der sekundären Drehzahl N_S berechnet werden, die von dem sekundären Drehsensor **52** berechnet wird.

[0014] Die ECU **30** empfängt Mess- oder Erfassungssignale von den verschiedenen Sensoren **51** bis **55**. Die ECU **30** steuert die Brennkraftmaschine **1** und das stufenlose Getriebe **2** auf Grundlage dieser Messsignale und von Auswahlsignalen. Genauer gesagt steuert zum Steuern des stufenlosen Getriebes **2** die ECU **30** das Druckregelventil **43** und das Flussmengensteuerventil **44**, die in einem Hydrauliksystem vorgesehen sind, für jede Riemenscheibe **21, 22**. Es wird darauf hingewiesen, dass das Druckregelventil **43** dadurch gesteuert wird, dass ein Leitungsdrucksteuerelektromagnet **43A** gesteuert wird, unter Verwendung einer Einschaltdauer (Tastverhältnis) eines dort zugeführten elektrischen Signals, und dass das Flussmengensteuerventil **44** dadurch gesteuert wird, dass ein Untersetzungsverhältnissteuerelektromagnet (Schaltsteuerelektromagneten) **44A** unter Verwendung einer Einschaltdauer (Tastverhältnis) eines dort zugeführten elektrischen Signals gesteuert wird.

[0015] Im einzelnen weist die ECU **30** einen Untersetzungsverhältnissteuerabschnitt **31** auf, um das Flussmengensteuerventil zu steuern (Untersetzungsverhältnissteuerung), und einen Leitungsdrucksteuerabschnitt **32** zum Steuern des Druckregelventils **43** (Leitungsdrucksteuerung). Bei der vorliegenden Ausführungsform bildet der Untersetzungsverhältnissteuerabschnitt **31** einen Rückkopplungsregelabschnitt, der eine Rückkopplungsregelung des Flussmengensteuerventils **44** durchführt, welches das Hydrauliksteuersystem der primären Riemenscheibe **21** darstellt.

[0016] Wie in **Fig. 2** gezeigt, weist der Untersetzungsverhältnissteuerabschnitt (Ganguntersetzungssteuerabschnitt) **31** auf: einen Soll-Primärdrehzahleinstellabschnitt **33**; einen Subtrahierer **34**; einen PID-Steuerabschnitt **35**, einen Untersetzungsverhältnisbezugseinschaltdauerberechnungsabschnitt (Schaltbezugseinschaltdauerberechnungsabschnitt) **36**; einen Addierer **37**; einen Schaltgeschwindigkeitsberechnungsabschnitt **38**, einen Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsbestimmungsabschnitt **39**; und einen Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsabschnitt **40**. Jedes Funktionselement wird nachstehend genauer erläutert. Der Soll-Primärdrehzahleinstellabschnitt **33** stellt die Soll-drehzahl N_{P0} der primären Riemenscheibe **41** ein, aus einem Parameter entsprechend der Fahrzeuggeschwindigkeit (im vorliegenden Fall der Drehzahl (der sekundären Drehzahl) der sekundären Riemenscheibe **22** entsprechend der Fahrzeuggeschwindigkeit), und der Last (Drosselklappenöffnungswinkel θ_s) der Brennkraftmaschine **1**. Hierbei wird die Soll-primären Drehzahl N_{P0} aus einem in **Fig. 3** dargestellten Steuerkennfeld bestimmt.

[0017] Bei dem in **Fig. 3** gezeigten Steuerkennfeld M1 wird die Soll-primären Drehzahl N_{P0} höher eingestellt, wenn der Drosselklappenöffnungsgrad (Drosselklappenöffnungswinkel) θ_s größer wird, und wird maximal zum Zeitpunkt eines Zustands mit voller Last (der Drosselklappenöffnungswinkel θ_s befindet sich auf 100 %). Weiterhin ist eine Linie FL, die im Steuerkennfeld M1 dargestellt ist, eine Schaltlinie, wenn das Untersetzungsverhältnis maximal ist (also bei vollständiger Last), und eine Linie OD ist eine Schaltlinie, wenn das Untersetzungsverhältnis minimal ist (also ein Overdrive). Die Soll-primären Drehzahl N_{P0} wird innerhalb eines Bereiches eingestellt, der von der Linie FL und der Linie OD begrenzt wird.

[0018] Wenn bei unbetätigtem Gaspedal der Drosselklappenöffnungswinkel θ_s einer vollständig geschlossenen Drosselklappe entspricht, wird die Soll-primären Drehzahl N_{P0} auf die Linie OD eingestellt. Wenn dann die Fahrzeuggeschwindigkeit (nämlich die sekundäre Drehzahl N_S) abnimmt, wird die Soll-primären Drehzahl N_{P0} verringert, und entlang der Linie OD eingestellt. Wenn jedoch die sekundäre

Drehzahl N_S kleiner oder gleich einem vorbestimmten Wert N_{S1} ist, wird die Soll-primären Drehzahl N_{P0} auf einem vorbestimmten Wert N_{P1} außerhalb der Linie OD gehalten.

[0019] Der Subtrahierer **34** berechnet eine Abweichung $\Delta N_P (=N_{P0}-N_P)$ zwischen der tatsächlichen Drehzahl (der tatsächlichen primären Drehzahl N_P) der primären Riemenscheibe **21**, die von dem primären Drehsensor **51** erfasst wird, und der Soll-primären Drehzahl N_{P0} . Die berechnete Abweichung ΔN_P wird an den PID-Steuerabschnitt **35** ausgegeben. Der PID-Steuerabschnitt **35** führt eine Korrektur für die Abweichung ΔN_P ($N_{P0}-N_P$) durch, die vom Subtrahierer **34** berechnet wird, mit Hilfe einer PID-Steuerung (Proportional-Integral-Differential-Steuerung). Genauer gesagt, weist der PID-Steuerabschnitt **35** auf: einen Proportionalkorrekturgrößenberechnungsabschnitt **60** zur Berechnung einer Rückkopplungskorrekturgröße mit Hilfe einer Proportionalsteuerung (P-Steuerung); einen Integralkorrekturgrößenberechnungsabschnitt **61** zur Berechnung einer Rückkopplungskorrekturgröße mit Hilfe einer Integralsteuerung (I-Steuerung); einen Differentialkorrekturgrößenberechnungsabschnitt **62** zur Berechnung einer Rückkopplungskorrekturgröße mit Hilfe einer Differentialsteuerung (D-Steuerung); und einen Addierer **63**, bei welchem sämtliche Rückkopplungskorrekturgrößen miteinander addiert werden.

[0020] Der Proportionalkorrekturgrößenberechnungsabschnitt **60** berechnet eine Proportionalkorrekturgröße $D_{FP} (=K_P \times \Delta N_P)$ (Rückkopplungskorrekturgröße mit Hilfe der Proportionalsteuerung), durch Multiplizieren der Abweichung ΔN_P mit einer vorbestimmten Proportionalsteuerverstärkung K_P . Der Integralkorrekturgrößenberechnungsabschnitt **61** berechnet eine Integralkorrekturgröße $D_{FI} [\int (K_I \times \Delta N_P) dt]$ (Rückkopplungskorrekturgröße mit Hilfe der Integralsteuerung), durch Integrieren der Abweichung ΔN_P , multipliziert mit einer vorbestimmten Integrationssteuerverstärkung K_I . Weiterhin berechnet der Differentialkorrekturgrößenberechnungsabschnitt **62** eine Differentialkorrekturgröße $D_{FD} [=d(K_D \times \Delta N_P)/dt]$ (Rückkopplungskorrekturgröße mit Hilfe der Differentialsteuerung) durch Differenzieren der Abweichung ΔN_P , multipliziert mit einer vorbestimmten Differentialsteuerverstärkung K_D . Es wird darauf hingewiesen, dass jede Verstärkung K_P , K_I , und K_D mit der primären Drehzahl N_P , der sekundären Drehzahl N_S , und der Öltemperatur als Parameter eingestellt wird. Sämtliche Korrekturgrößen D_{FP} , D_{FI} , und D_{FD} , die von dem jeweiligen Korrekturgrößenberechnungsabschnitt **60**, **61** bzw. **62** berechnet wird, werden am Addierer **63** addiert, und an einen Addierer **37** als Rückkopplungskorrekturgröße D_F ausgegeben ($= D_{FP} + D_{FI} + D_{FD}$).

[0021] Der Addierer **37** empfängt zusätzlich zur Rückkopplungskorrekturgröße D_F eine Schaltbezug-

seinschaltdauer D_{BASE} von einem Schaltbezugseinschaltdauerberechnungsabschnitt **36**. Die Schaltbezugseinschaltdauer D_{BASE} ist eine Einschaltdauer für das Zuführen eines erforderlichen Öldrucks (Primärdrucks) zur Aufrechterhaltung der momentanen Untersetzung. Der Schaltbezugseinschaltdauerberechnungsabschnitt **36** wandelt den Leitungsdruck P_L , der von dem Leitungsdrucksensor **53** erfasst wird, in eine Einschaltdauer um, unter Verwendung eines vorher gespeicherten Kennfeldes, und berechnet die Schaltbezugseinschaltdauer D_{BASE} mittels Durchführung einer Korrektur in Abhängigkeit von dem Öldruck, dem Untersetzungsverhältnis (N_P/N_S), einem Eingangsdrehmoment, und der Brennkraftmaschinendrehzahl N_E . Dieser Addierer **37** addiert die Rückkopplungskorrekturgröße D_F zur Schaltbezugseinschaltdauer D_{BASE} , und gibt das Ergebnis der Addition als eine Schalteinschaltdauer $D_D (= D_{BASE} + D_F)$ am dem Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsabschnitt **40** aus.

[0022] Der Schaltbezugseinschaltdauerberechnungsabschnitt **36** weist, wie in **Fig. 7** gezeigt, einen Wandler **71**, der den vom Leitungsdrucksensor **53** erfassten Leitungsdruck P_L in die Einschaltdauer umwandelt, sowie einen Öldruckkorrekturabschnitt **76**, einen Lernwertkorrekturabschnitt **77**, einen Drehzahlkorrekturabschnitt **78**, und einen Korrekturabschnitt **79** für externe Störungen auf. Diesen Korrekturabschnitten **76**, **77**, **78** und **79** wird jeweils die Öltemperatur bzw. der Primärdruck P_P , die Brennkraftmaschinendrehzahl N_E , ein Eingangsdrehmoment, und das Untersetzungsverhältnis N_P/N_S zugeführt. Es wird der Korrekturwert für die Einschaltdauer entsprechend diesen Parametern berechnet. Im Einzelnen wird ein Kennfeld entsprechend dem Korrekturwert für die Einschaltdauer für jeden Parameter auf Grundlage von Experimenten erzeugt. Jeder Korrekturwert wird Addierern **72**, **73**, **74**, und **75** für die Einschaltdauer hinzuaddiert, die vom Wandler **71** ausgegeben wird.

[0023] Es wird darauf hingewiesen, dass ein Lernwertkorrekturabschnitt (eine Lernwertkorrektur) **77** eine Differenz zwischen der Schaltbezugseinschaltdauer D_{BASE} (nämlich einer Einschaltdauer-Regelgröße als Sollwert der primären Riemenscheibe), die von dem Schaltbezugseinschaltdauerberechnungsabschnitt **36** selbst berechnet wird, und der Einschaltdauer entsprechend dem tatsächlichen Primärdruck, bei welchem das Untersetzungsverhältnis des Fahrzeugs in einem vollständig niedrigen Zustand gehalten wird (maximales Untersetzungsverhältnis), im angehaltenen Zustand des Fahrzeugs (in einem Zustand, bei welchem ein Schalthebel auf den Bereich D geschaltet ist), als einen Lernwert speichert. Es wird die Korrektur entsprechend dem Lernwert durchgeführt. (Es wird darauf hingewiesen, dass für die Korrektur entsprechend dem Lernwert ein entspre-

chendes Kennfeld zwischen dem Lernwert und dem Korrekturwert eingesetzt werden kann).

[0024] Weiterhin wird in einem Anfangszustand (einem Zustand, in welchem das Getriebe zum ersten Mal eingesetzt wurde, und die Zeit seit dem ersten Einsatz des Getriebes nicht lang ist), die Schaltbezugseinschaltdauer D_{BASE} , die von dem Schaltbezugseinschaltdauerberechnungsabschnitt **36** berechnet wird, so eingestellt, dass sie zu einer niedrigen Einschaltdauer tendiert. Der Lernwertkorrekturabschnitt **77** korrigiert zusätzlich die Schaltbezugseinschaltdauer D_{BASE} entsprechend dem Lernen. Im einzelnen wird, verglichen mit der Einschaltdauer entsprechend dem tatsächlich Primärdruck, die Schaltbezugseinschaltdauer D_{BASE} als geringfügig kleiner Wert berechnet, und wird ihre Differenz als der Lernwert gespeichert. Entsprechend dieser Speicherung können Änderungen des Berechnungsergebnisses für die Schaltbezugseinschaltdauer D_{BASE} , die infolge unterschiedlicher Getriebe auftreten, ausgeglichen werden.

[0025] Ein Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsabschnitt (Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsvorrichtung) **40** berechnet eine tatsächliche Schalteinschaltdauer D durch Multiplizieren der Schalteinschaltdauer D_D , die vom Addierer **37** eingegeben wird, mit einem vorbestimmten Koeffizienten, und gibt die tatsächliche Schalteinschaltdauer D an den Schaltsteuerelektromagneten **44A** aus. Es wird darauf hingewiesen, dass der Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsabschnitt **40** einen vorbestimmten Koeffizienten einstellen kann, zur Berechnung der tatsächlichen Schalteinschaltdauer D in Abhängigkeit von einer Schaltgeschwindigkeit (genauer gesagt, in Abhängigkeit von einem Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal), wie dies nachstehend erläutert wird. Es wird darauf hingewiesen, dass der vorbestimmte Koeffizient einen Prozentsatz zwischen der Schalteinschaltdauer D_D , die von dem Untersetzungsverhältnissteuerabschnitt **31** berechnet wird, und der tatsächlichen Schalteinschaltdauer D repräsentiert, die tatsächlich beim Steuern des Schaltsteuerelektromagneten **44A** verwendet wird. Ein Schalteinschaltdauerverhältnis D_D wird verkleinert, um die tatsächliche Schalteinschaltdauer D durch Multiplizieren der Schalteinschaltdauer D_D mit einem vorbestimmten Koeffizienten zu berechnen. Im einzelnen kann die Größe der Einschaltdauer, die zum tatsächlichen Steuern des Schaltsteuerelektromagneten **44A** verwendet wird, vereinigt zu einem Zeitpunkt verringert werden, unmittelbar bevor die Einschaltdauer an den Schaltsteuerelektromagneten **44A** ausgegeben wird.

[0026] Der Schaltsteuerelektromagnet **44A** betreibt das Flussmengensteuerventil **44** entsprechend der Schalteinschaltdauer D , die von dem Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsabschnitt **40** eingegeben wird. Daher wird der Primärdruck so eingestellt, dass

die tatsächliche primäre Drehzahl N_p der primären Riemenscheibe **21** sich an die primäre Solldrehzahl N_{p0} annähert.

[0027] Als nächstes werden ein Schaltgeschwindigkeitsberechnungsabschnitt (Schaltgeschwindigkeits-erfassungsabschnitt) **38** und ein Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsbestimmungsabschnitt **39** nachstehend beschrieben. Dieser Funktionsabschnitt arbeitet so, dass er einen Riemenschlupf verhindert, durch Verringerung der Schaltgeschwindigkeit in einem Fall, in welchem die Schaltgeschwindigkeit, nämlich die Änderungsgeschwindigkeit des Untersetzungsverhältnisses, zu hoch ist. Deswegen berechnet der Schaltgeschwindigkeitsberechnungsabschnitt **38** die Schaltgeschwindigkeit von dem primären Drehsensor **51** und auch der sekundären Drehzahl N_s , die von dem sekundären Drehsensor **52** erfasst wird. Der primäre Drehsensor **51**, der sekundäre Drehsensor **52**, und der Schaltgeschwindigkeitsberechnungsabschnitt **38** bilden daher einen Schaltgeschwindigkeitserfassungsabschnitt (eine entsprechende Vorrichtung) zur Erfassung der Schaltgeschwindigkeit. Die Verwendung der Schlupfgeschwindigkeit als Kriterium zur Bestimmung einer Verhinderung des Riemenschlupfes liegt an folgendem: der Riemenschlupf steht nämlich in Beziehung zur Bewegungsgeschwindigkeit des Riemens **23** in Radialrichtung. Überschreitet diese Bewegungsgeschwindigkeit eine vorbestimmte Geschwindigkeit, so tritt ein Riemenschlupf auf. Die Bewegungsgeschwindigkeit des Riemens **23** entspricht exakt der Schaltgeschwindigkeit in einer Beziehung von 1:1. Wenn die Schaltgeschwindigkeit als Kriterium für die Festlegung verwendet wird, kann daher der Riemenschlupf exakt bestimmt werden. Wenn andererseits beispielsweise die Brennkraftmaschinenbeschleunigung als das Kriterium für die Bestimmung verwendet wird, entspricht die Brennkraftmaschinenbeschleunigung nicht direkt der Bewegungsgeschwindigkeit in Radialrichtung. Selbst bei derselben Beschleunigung kann die Bewegungsgeschwindigkeit in Radialrichtung des Riemens **23** unterschiedlich sein, abhängig von der Fahrzeuggeschwindigkeit. Daher ist die Brennkraftmaschinenbeschleunigung ungeeignet als Festlegungskriterium zum Verhindern des Riemenschlupfes.

[0028] Im Einzelnen berechnet der Schaltgeschwindigkeitsberechnungsabschnitt **38** ein Verhältnis zwischen der primären Drehzahl N_p und der sekundären Drehzahl N_s für jeden Berechnungszeitraum, also das Untersetzungsverhältnis (oder so genannte Drehzahlverhältnis) Ratio ($= N_p/N_s$). Dann berechnet der Schaltgeschwindigkeitsberechnungsabschnitt **38** eine Abweichung ΔRatio ($= \text{Ratio} - \text{Ratio}_{\text{old}}$) aus dem Untersetzungsverhältnis $\text{Ratio}_{\text{old}}$, das im vorherigen Berechnungszeitraum berechnet wurde, und dividiert diese Abweichung durch den Berechnungszeitraum

Δt , um die Schaltgeschwindigkeit V_{Ratio} ($= \Delta\text{Ratio}/\Delta t$) zu bestimmen.

[0029] Der Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsbestimmungsabschnitt **39** stellt eine Änderung einer Unterdrückungsgröße zum Unterdrücken eines Voreilens der Untersetzungsverhältnissteuerung entsprechend der Schaltgeschwindigkeit V_{Ratio} ein, die von dem Schaltgeschwindigkeitsberechnungsabschnitt **38** berechnet wird. Auf diese Weise wird die Schaltgeschwindigkeit V_{Ratio} unterdrückt oder verringert. Bei der vorliegenden Ausführungsform stellt der Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsbestimmungsabschnitt **39** fest, ob die Größe der Schaltgeschwindigkeit V_{Ratio} , berechnet vom Schaltgeschwindigkeitsberechnungsabschnitt **38**, größer oder gleich mehreren vorbestimmten Schwellenwerten ist, und zwar schrittweise. Auf Grundlage des Ermittlungsergebnisses wird eine Unterdrückungssteuerung für die Schaltgeschwindigkeit am PID-Steuerabschnitt **35** und am Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsabschnitt durchgeführt.

[0030] Zuerst stellt der Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsbestimmungsabschnitt **39** fest, ob die Schaltgeschwindigkeit V_{Ratio} größer oder gleich einem ersten Schwellenwert (einem vorbestimmten Wert) $\text{RAT}_{\text{limit1}}$ ist. Dieser erste Schwellenwert $\text{RAT}_{\text{limit1}}$ ist auf einen Wert eingestellt, der ausreichend kleiner ist als eine Schaltgeschwindigkeitsgrenze (ein zulässiger Wert für die Schaltgeschwindigkeit), an welcher der Riemen schlupft. Andererseits wird bei der früher vorgeschlagenen Schaltsteuereinrichtung, die in der ersten Veröffentlichung der japanischen Patentanmeldung Nr. 2001-304389 beschrieben wird, der Schwellenwert V_0 aus Versuchen bestimmt, und wird so eingestellt, dass der Schwellenwert V_0 in der Nähe einer Obergrenze für die Schaltgeschwindigkeit liegt, bei welcher kein Schlupf des Riemens auftritt. Bei der vorliegenden Ausführungsform jedoch werden mehrere Schwellenwerte eingestellt. Der erste Schwellenwert $\text{RAT}_{\text{limit1}}$ ist so eingestellt, dass er kleiner ist als der Schwellenwert V_0 .

[0031] Wenn die Größe der Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} kleiner ist als der erste Schwellenwert $\text{RAT}_{\text{limit1}}$, wird kein Signal an den PID-Steuerabschnitt **35** und den Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsabschnitt **40** ausgegeben. Wenn jedoch die Größe der Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} als größer oder gleich dem ersten Schwellenwert $\text{RAT}_{\text{limit1}}$ festgestellt wird, gibt der Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsbestimmungsabschnitt **39** ein erstes Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal an den PID-Steuerabschnitt **35** und den Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsabschnitt **40** aus. Im Einzelnen wird, wenn die Schaltgeschwindigkeit (deren Größe) kleiner ist als der erste Schwellenwert $\text{RAT}_{\text{limit1}}$, eine normale Schaltsteuerung durchgeführt, da keine Möglichkeit für einen Riemenschlupf besteht. Ist die Schaltgeschwindigkeit

größer oder gleich dem ersten Schwellenwert, wird eine Schaltgeschwindigkeitsverringerungssteuerung durchgeführt.

[0032] Weiterhin stellt der Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsbestimmungsabschnitt **39** fest, ob die Größe der Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} größer oder gleich einem zweiten Schwellenwert RAT_{limit2} ist, der größer ist als der erste Schwellenwert RAT_{limit1} , jedoch kleiner als der zulässige Wert für die Schaltgeschwindigkeit. Wenn von der Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} festgestellt wird, dass sie kleiner ist als der zweite Schwellenwert RAT_{limit2} , werden der Vergleich und die Bestimmung zwischen der Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} und dem ersten Schwellenwert RAT_{limit1} wiederholt, da die Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} zu diesem Zeitpunkt innerhalb eines Bereiches von dem ersten Schwellenwert RAT_{limit1} bis zum zweiten Schwellenwert RAT_{limit2} liegt. Wenn andererseits von der Größe der Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} festgestellt wird, dass sie größer oder gleich dem zweiten Schwellenwert RAT_{limit2} ist, gibt der Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsbestimmungsabschnitt **39** ein zweites Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal an den Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsabschnitt **40** aus. Weiterhin stellt der Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsbestimmungsabschnitt **39** fest, ob die Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} größer oder gleich einem dritten Schwellenwert RAT_{limit3} ist, der so eingestellt ist, dass er größer ist als der zweite Schwellenwert, jedoch kleiner als der zulässige Wert für die Schaltgeschwindigkeit. Wenn in diesem Fall die Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} kleiner ist als der dritte Schwellenwert RAT_{limit3} , werden der Vergleich und die Bestimmung zwischen der Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} und dem zweiten Schwellenwert RAT_{limit2} wiederholt. Ist die Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} größer oder gleich dem dritten Schwellenwert RAT_{limit3} , gibt der Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsbestimmungsabschnitt **39** ein drittes Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal an den PID-Steuerabschnitt **35** und den Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsabschnitt **40** aus.

[0033] Auf diese Weise bestimmt der Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsbestimmungsabschnitt **39** die Größe der Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} schrittweise, und gibt das Schalteinschaltdauersignal entsprechend einem zugehörigen Schritt aus. Die Einzelheiten der Unterdrückungssteuerung oder Begrenzungssteuerung der Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} mit Hilfe des Schalteinschaltdauerbegrenzungssignals werden nachstehend erläutert. Es wird darauf hingewiesen, dass bei der vorliegenden Ausführungsform unter Verwendung von drei Schwellenwerten, nämlich des ersten Schwellenwertes RAT_{limit1} , des zweiten Schwellenwertes RAT_{limit2} , und des dritten Schwellenwertes RAT_{limit3} , die Größe der Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} schrittweise bestimmt wird, und drei Arten von Schaltein-

schaltdauerbegrenzungssignalen ausgegeben werden. Allerdings ist die Anzahl an Schritten zur Bestimmung der Größe der Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} frei wählbar. So kann beispielsweise die Größe der Schaltgeschwindigkeit kontinuierlich bestimmt werden, und die Unterdrückungssteuerung oder Begrenzungssteuerung entsprechend dem bestimmten Wert durchgeführt werden.

[0034] Wenn eines der voranstehend geschilderten Schalteinschaltdauerbegrenzungssignale dem PID-Steuerabschnitt **35** und dem Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsabschnitt **40** zugeführt wird, wird die Begrenzungssteuerung oder Unterdrückungssteuerung entsprechend dem zugeführten Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal durchgeführt. Zuerst addiert der PID-Steuerabschnitt **35** jede Korrekturgröße, die von jedem Steuerabschnitt berechnet wird, nämlich dem Proportionalkorrekturgrößenberechnungsabschnitt **60**, dem Integralkorrekturgrößenberechnungsabschnitt **61**, und dem Differentialkorrekturgrößenberechnungsabschnitt **62**, um eine Rückkopplungskorrekturgröße D_F wie voranstehend geschildert zu berechnen, in einem Fall, in welchem kein Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal eingegeben wird. Wenn jedoch das erste Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal eingegeben wird, stellt der PID-Steuerabschnitt **35** die Rückkopplungskorrekturgröße D_F so ein, dass sie verkleinert wird. Zu diesem Zeitpunkt wird bei der vorliegenden Ausführungsform ein Wert der Addition (nachstehend als Rückkopplungsadditionswert bezeichnet) jeder Korrekturgröße, die vom Proportionalkorrekturgrößenberechnungsabschnitt **60** berechnet wird, vom Integralkorrekturgrößenberechnungsabschnitt **61**, und vom Differentialkorrekturgrößenberechnungsabschnitt **62**, multipliziert mit einer ersten Korrekturverstärkung J_1 ($0 < J_1 < 1$), als Rückkopplungskorrekturgröße D_F ausgegeben. Weiterhin wird in einem Fall, in welchem das zweite Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal eingegeben wird, der Wert des Rückkopplungsadditionswertes, multipliziert mit einer zweiten Korrekturverstärkung J_2 ($J_2 < J_1$, $0 < J_2 < 1$) als Rückkopplungskorrekturgröße D_F ausgegeben. In einem Fall, in welchem das dritte Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal eingegeben wird, wird der Wert des Rückkopplungsadditionswertes, multipliziert mit einer dritten Korrekturverstärkung J_3 , die so eingestellt ist, dass sie noch kleiner ist als die zweite Korrekturverstärkung J_2 , als Rückkopplungskorrekturwert-Durchführung ausgegeben. Auf diese Weise wird im PID-Steuerabschnitt **35** die Rückkopplungskorrekturgröße D_F , die in Abhängigkeit von der Schaltgeschwindigkeit berechnet wird, so eingestellt, dass sie verkleinert wird.

[0035] Im Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsabschnitt **40** wird eine derartige normale Unterdrückungssteuerung durchgeführt, dass die tatsächliche Schalteinschaltdauer D dadurch berechnet wird,

dass die Schalteinschaltdauer D_D mit einem vorbestimmten, normalen Koeffizienten K_0 ($D = K_0 \times D_D$) multipliziert wird, in einem Fall, in welchem kein Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal eingegeben wird. Wenn jedoch das erste Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal eingegeben wird, wird die tatsächliche Schalteinschaltdauer D dadurch berechnet, dass der erste Koeffizient K_1 mit der Schalteinschaltdauer D_D multipliziert wird ($D = K_1 \times D_D$). Weiterhin wird, wenn das zweite Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal eingegeben wird, ein zweiter Koeffizient K_2 , der auf einen Wert kleiner als jenen des ersten Koeffizienten K_1 eingestellt ist, mit der Schalteinschaltdauer D_D multipliziert, um die tatsächliche Schalteinschaltdauer D zu berechnen ($D = K_2 \times D_D$). Weiterhin wird, wenn das dritte Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal eingegeben wird, ein dritter Koeffizient K_3 , der auf einen kleineren Wert eingestellt als jenen des zweiten Koeffizienten K_2 , mit der Schalteinschaltdauer D_D multipliziert, um die tatsächliche Schalteinschaltdauer D zu berechnen ($D = K_3 \times D_D$).

[0036] Auf diese Weise wird in dem Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsschnitt **40** auf dieselbe Weise wie beim PID-Steuerabschnitt **35** die Verringerungsgröße zum Begrenzen oder Unterdrücken des Voreilens der Untersetzungsverhältnissteuerung entsprechend der Schaltgeschwindigkeit eingestellt. Hierbei wird, wenn die Größe der Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} größer oder gleich dem ersten Schwellenwert RAT_{limit1} ist, der mit der Schalteinschaltdauer D_D multiplizierte Koeffizient klein, und wird die tatsächliche Schalteinschaltdauer D verkleinert (nämlich $K_3 < K_2 < K_1 < K_0$).

[0037] Es wird darauf hingewiesen, dass bei der vorliegenden Ausführungsform sowohl der erste Koeffizient K_1 als auch der zweite Koeffizient K_2 und der dritte Koeffizient K_3 auf einen festen Wert eingestellt werden. Es ist vorzuziehen, dass jeder Koeffizient in Abhängigkeit von einer Eigenschaft des Flussmengensteuerventils **44** eingestellt wird. Darüber hinaus kann beispielsweise jeder Koeffizient als Funktion eingestellt werden, mit dem Untersetzungsverhältnis Ratio und der primären Drehzahl N_P als Parameter. Da die Schaltsteuereinrichtung für ein stufenloses Riemengetriebe bei der bevorzugten Ausführungsform so ausgebildet ist, wie dies voranstehend geschildert wurde, wird die Schaltsteuerung für das stufenlose Riemengetriebe so durchgeführt, wie dies in den Flussdiagrammen der **Fig. 4** und **Fig. 5** angegeben ist.

[0038] Bei dem in **Fig. 4** dargestellten Flussdiagramm bestimmt der Untersetzungsverhältnissteuerabschnitt **31** im Schritt A10 die Soll-primären Drehzahl N_{P0} aus einem Steuerkennfeld auf Grundlage der sekundären Drehzahl N_S und des Drosselklappenöffnungswinkels θ_s . Im nächsten Schritt A20 liest der Untersetzungsverhältnissteuerabschnitt **31**

die tatsächliche primären Drehzahl N_P , die mit Hilfe eines primären Drehsensors **51** erfasst wird, und berechnet eine Rückkopplungskorrekturgröße D ($= D_{FP} + D_{FI} + D_{FD}$), mittels einer Proportional-, Integral- und Differentialsteuerung, auf Grundlage der Abweichung ΔN_P ($= N_{PD} - N_P$) zwischen der Soll-primären Drehzahl N_{P0} und der tatsächlichen primären Drehzahl N_P .

[0039] Dann berechnet in einem Schritt A40 der Untersetzungsverhältnissteuerabschnitt **31** das Untersetzungsverhältnis Ratio ($= N_P/N_S$) auf Grundlage der primären Drehzahl N_P und der sekundären Drehzahl N_S , und berechnet in einem Schritt A50 die Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} ($= \Delta Ratio/\Delta t$), auf der Grundlage der Abweichung $\Delta Ratio$ ($= Ratio - Ratio_{old}$) zwischen dem momentan berechneten Untersetzungsverhältnis Ratio und dem vorher berechneten Untersetzungsverhältnis $Ratio_{old}$. Dann wird in einem Schritt A60 das Untersetzungsverhältnis-einschaltdauerverringersignal gelesen. Dann liest in einem Schritt S60 der Untersetzungsverhältnissteuerabschnitt **31** das Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal. Dann wird in einem Schritt S70 die Begrenzungsteuerung für die Schaltgeschwindigkeit entsprechend dem Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal durchgeführt.

[0040] Bei dem im Flussdiagramm dargestellten Vorgang wird das Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal, das im Schritt A60 gelesen wurde, von dem Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsbestimmungsabschnitt **39** durch das in **Fig. 5** gezeigte Flussdiagramm ausgegeben. Dies bedeutet, dass der Untersetzungsverhältnissteuerabschnitt **31** wiederholt die Betriebsabläufe der Flussdiagramme der **Fig. 4** und **Fig. 5** parallel zueinander steuert. Die berechneten Daten und Ermittlungsergebnisse bei den beiden Betriebsabläufen werden aneinander übertragen.

[0041] Bei dem in **Fig. 5** gezeigten Flussdiagramm bestimmt der Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsbestimmungsabschnitt **39** in einem Schritt B10, ob die Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} , berechnet im Schritt A50, größer oder gleich dem ersten Schwellenwert RAT_{limit1} ist. Für $V_{ratio} \geq RAT_{limit1}$, geht der Betriebsablauf zu einem Schritt B20 über. Im Schritt B20 gibt der Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsbestimmungsabschnitt **39** ein erstes Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal an den PID-Steuerabschnitt **35** und den Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsschnitt **40** aus, und dann geht der Betriebsablauf zu einem Schritt B30 über. Für $V_{ratio} \leq RAT_{limit1}$ (NEIN) im Schritt B10 wird kein Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal ausgegeben, und endet dieser Betriebsablauf. Im Schritt B30 stellt der Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsbestimmungsabschnitt **39** fest, ob die Größe der Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} größer oder gleich dem zweiten Schwellenwert RAT_{limit2} ist. Für $V_{ratio} \geq RAT_{limit2}$ geht der Betriebs-

ablauf zu einem Schritt B40 über. Im Schritt B40 gibt der Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsbestimmungsabschnitt **39** ein zweites Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal an den PID-Steuerabschnitt **35** und den Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsabschnitt **40** aus. Dann geht der Betriebsablauf zu einem Schritt B50 über. Wenn in diesem Schritt B30 die Bedingung $V_{ratio} < RAT_{limit2}$ erfüllt ist, kehrt der Betriebsablauf zum Schritt B10 zurück.

[0042] Es wird angenommen, dass dieser Betriebsablauf beendet wurde, wenn die Bedingung für die Abfrage im Schritt B30 nicht erfüllt ist. Wird dieser Betriebsablauf durchgeführt, empfängt der Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsbestimmungsabschnitt **39** das erste Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal. Daher wird die Begrenzungssteuerung für die Schaltgeschwindigkeit in jedem der Schritte A60 und A70 durchgeführt. In diesem Fall hängt der Zeitraum, in welchem das Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal aktualisiert wird, von dem Zeitraum für die Ausführung dieses Betriebsablaufs ab. Zumindest wird der Zeitraum länger als der Ausführungszeitraum für diesen Betriebsablauf.

[0043] Daher kehrt bei der vorliegenden Ausführungsform, wenn die Bedingung für die Abfrage im Schritt B30 nicht erfüllt ist, der Betriebsablauf zum Schritt B10 zurück. Im Schritt B10 wird der Vergleich zwischen der Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} und dem ersten Schwellenwert RAT_{limit1} erneut durchgeführt, so dass eine hohe Reaktionsgeschwindigkeit erreicht werden kann. Im einzelnen wird der Zeitraum für den Vergleich zwischen der Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} und dem Schwellenwert auf den kürzest möglichen Zeitraum verkürzt, und kann das Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal mit einer schnellen Reaktionsantwort auf die Änderung der Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} ausgegeben werden.

[0044] Dann bestimmt im Schritt B50 der Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsbestimmungsabschnitt **39**, ob die Größe der Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} größer oder gleich dem dritten Schwellenwert RAT_{limit3} ist. Für $V_{ratio} \geq RAT_{limit3}$ geht der Betriebsablauf zum Schritt B60 über. Im Schritt B60 gibt der Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsbestimmungsabschnitt **39** ein drittes Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal an den PID-Steuerabschnitt **35** und an den Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsabschnitt **40** aus. Dann kehrt der Betriebsablauf zum Schritt B50 zurück, in welchem der Vergleich zwischen der Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} und dem dritten Schwellenwert RAT_{limit3} wiederholt durchgeführt wird. Falls im Schritt B50 die Bedingung $V_{ratio} < RAT_{limit2}$ erfüllt ist, kehrt der Betriebsablauf zum Schritt B30 zurück.

[0045] Der in **Fig. 5** dargestellte Betriebsablauf wird in einem im Wesentlichen konstanten Zeitraum durchgeführt, wenn die Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} kleiner ist als der erste Schwellenwert RAT_{limit1} (in diesem Fall wird das Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal nicht ausgegeben). Sobald die Größe der Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} größer oder gleich dem ersten Schwellenwert RAT_{limit1} ist, wird das Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal ausgegeben, und endet der Betriebsablauf nicht, bis die Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} kleiner ist als der erste Schwellenwert RAT_{limit1} .

[0046] Wie voranstehend geschildert, führt der in **Fig. 5** dargestellte Betriebsablauf dazu, dass entweder das erste, zweite oder dritte Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal von dem Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsbestimmungsabschnitt **39** ausgegeben wird. Wenn dieses Signal in dem in **Fig. 4** gezeigten Schritt A60 gelesen wird, wird die Steuerung entsprechend dem gelesenen Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal am PID-Steuerabschnitt **35** und am Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsabschnitt **40** durchgeführt. Zuerst gibt der PID-Steuerabschnitt **35**, wenn das erste Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal zugeführt wird, den Rückkopplungsadditionswert, multipliziert mit der ersten Korrekturverstärkung J_1 , an den Addierer **37** als Rückkopplungskorrekturgröße D_F aus. Wenn das zweite Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal zugeführt wird, gibt der PID-Steuerabschnitt **35** den Rückkopplungsadditionswert, multipliziert mit der zweiten Korrekturverstärkung J_2 , an den Addierer **37** als Rückkopplungskorrekturgröße D_F aus. Andererseits multipliziert der Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsabschnitt **40** die Schalteinschaltdauer D_D , die vom Addierer **37** ausgegeben wird, mit dem ersten Koeffizienten K_1 , um die tatsächliche Schalteinschaltdauer D zu berechnen, und gibt die tatsächliche Schalteinschaltdauer D an den Schaltsteuerelektromagneten **44A** aus, um das Flussmengensteuerventil **44** zu steuern, wenn das erste Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal zugeführt wird. Weiterhin multipliziert, wenn das zweite Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal zugeführt wird, der Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsabschnitt **40** die Schalteinschaltdauer D_D , die vom Addierer **37** ausgegeben wird, mit dem zweiten Koeffizienten K_2 , um die tatsächliche Schalteinschaltdauer D zu berechnen, und gibt die tatsächliche Schalteinschaltdauer D an den Schaltsteuerelektromagneten **44A** aus, um das Flussmengensteuerventil **44** zu steuern. Auf dieselbe Weise multipliziert, wenn das dritte Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal zugeführt wird, der Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsabschnitt **40** die Schalteinschaltdauer D_D , die vom Addierer **37** ausgegeben wird, mit dem dritten Koeffizienten K_3 , um die tatsächliche Schalteinschaltdauer D zu berechnen, und gibt die tatsächliche Schalteinschaltdauer D an den Schaltsteuerelektromagneten **44A** aus, um das Flussmengensteuerventil **44** zu steuern.

[0047] Auf diese Weise berechnet bei dieser Ausführungsform der PID-Steuerabschnitt **35** die Rückkopplungskorrekturgröße $D_F (= D_{FP} + D_{FI} + D_{FD})$, multipliziert mit der ersten Korrekturverstärkung J_1 , falls die Größe der Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} größer oder gleich dem vorbestimmten ersten Schwellenwert RAT_{limit1} ist. Daher wird die Rückkopplungskorrekturgröße D_F , die an den Addierer **37** ausgegeben wird, verkleinert, verglichen mit einem Fall, in welchem die Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} kleiner ist als der vorbestimmte erste Schwellenwert RAT_{limit1} . Weiterhin wird in einem Fall, in welchem die Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} groß ist, die Rückkopplungskorrekturgröße D_F noch weiter verkleinert, entsprechend dem Ausmaß der Größe der Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} . Daher wird ein Anstieg des Primärdrucks P_p , welcher der primären Riemenscheibe **21** zugeführt wird, unterdrückt. Daher wird die Änderungsgeschwindigkeit des Untersetzungsverhältnisses Ratio ($= N_P/N_S$), nämlich die Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} , verringert.

[0048] Wenn beispielsweise das Gaspedal abrupt beim Fahren im Leerlauf mit freigegebenem Gaspedal betätigt wird, oder falls mechanische Reaktionsverzögerungen der Riemenscheiben auftreten, kann die Schaltgeschwindigkeit wirksam verringert werden. Während die Schalteistung des Automatikgetriebes sichergestellt wird, kann ein Riemenschlupf infolge einer abrupten Änderung des Untersetzungsverhältnisses wirksam verhindert werden. Weiterhin wird das Ausmaß der Größe der Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} schrittweise bestimmt, mit Hilfe von drei Schwellenwerten, nämlich dem ersten Schwellenwert RAT_{limit1} , dem zweiten Schwellenwert RAT_{limit2} , und dem dritten Schwellenwert RAT_{limit3} (also entsprechend dem Ausmaß einer abrupten Änderung des Untersetzungsverhältnisses). Wenn die Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} groß wird, wird die Rückkopplungskorrekturgröße D_F verkleinert (also wird das Ausmaß der Unterdrückung groß). Durch einen einfachen Aufbau kann daher die Untersetzungsverhältnissteuerung einfach durchgeführt werden. Daher kann die Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} wirksam begrenzt werden.

[0049] Gleichzeitig mit der Begrenzungssteuerung für die Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} im PID-Steuerabschnitt **35** multipliziert dann, wenn die Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} größer oder gleich dem ersten Schwellenwert RAT_{limit1} ist, der Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsabschnitt **40** die Schalteinschaltdauer D_D , die vom Addierer ausgegeben wird, mit dem ersten Koeffizient K_1 , um die tatsächliche Schalteinschaltdauer D zu berechnen. Daher wird die tatsächliche Schalteinschaltdauer D , die an den Schaltsteuerelektromagneten **44A** ausgegeben wird, noch weiter verkleinert. Daher wird ein Anstieg des Primärdrucks P_p unterdrückt, welcher der primären Riemenscheibe **21** zugeführt wird. Daher wird die Änderungs-

geschwindigkeit des Untersetzungsverhältnisses Ratio ($= N_P/N_S$), nämlich die Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} , noch stärker begrenzt.

[0050] Weiterhin wird das Ausmaß der Größe der Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} schrittweise bestimmt, mit Hilfe von drei Schwellenwerten, einem ersten Schwellenwert RAT_{limit1} , einem zweiten Schwellenwert RAT_{limit2} , und einem dritten Schwellenwert RAT_{limit3} . Wenn die Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} größer wird, wird der mit der Schalteinschaltdauer D_D multiplizierte Koeffizient kleiner (also wird die Begrenzung größer). Mit einem einfachen Aufbau kann daher die Untersetzungsverhältnissteuerung einfach durchgeführt werden, und kann die Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} wirksam begrenzt werden.

[0051] Da die Größe der Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} schrittweise festgestellt wird, wird darüber hinaus eine schrittweise Begrenzung in Abhängigkeit von der Größe der Schaltgeschwindigkeit (also von dem Ausmaß der abrupten Änderung des Untersetzungsverhältnisses) ermöglicht. Die Schaltgeschwindigkeit überschreitet nicht die Schaltgeschwindigkeitsgrenze (den zulässigen Wert für die Schaltgeschwindigkeit), und es kann die Zulässigkeitsgrenze für die Schaltgeschwindigkeit sichergestellt werden. Dies bedeutet, dass dann, wie dies in **Fig. 6C** mit einer durchgezogenen Linie dargestellt ist, wenn der Fahrer des Fahrzeugs das Gaspedal zu einem Zeitpunkt t_0 betätigt, die Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} anzusteigen beginnt. Wie in **Fig. 6A** gezeigt, wird als übliche Begrenzungssteuerung ein vorbestimmter, normaler Koeffizient K_0 mit der Schalteinschaltdauer D_D multipliziert, um die tatsächliche Schalteinschaltdauer D zu berechnen. Danach steigt die Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} weiter an. Wird die Schaltgeschwindigkeit größer oder gleich dem ersten Schwellenwert RAT_{limit1} , wird der erste Koeffizient K_1 , der kleiner ist als der vorbestimmte, normale Koeffizient K_0 , mit der Schalteinschaltdauer D_D multipliziert, und wird die Schaltgeschwindigkeit durch die begrenzte Einschaltdauer D gesteuert (wie in **Fig. 6A** durch die durchgezogene Linie angedeutet). Wenn die Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} größer oder gleich dem zweiten Schwellenwert RAT_{limit2} zu einem Zeitpunkt t_2 wird, wird der zweite Koeffizient K_2 , der kleiner ist als der vorbestimmte erste Koeffizient K_1 , mit der Schalteinschaltdauer D_D multipliziert. Die Schaltgeschwindigkeit wird durch die weiter begrenzte, tatsächliche Schalteinschaltdauer D gesteuert. Wenn die Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} kleiner ist als der zweite Schwellenwert RAT_{limit2} zu einem Zeitpunkt t_3 , wird die Schaltgeschwindigkeit durch die tatsächliche Schalteinschaltdauer D gesteuert, die sich aus der Multiplikation der Schalteinschaltdauer D_D mit dem ersten Koeffizienten K_1 ergibt. Wenn die Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} kleiner ist als der erste Schwellenwert RAT_{limit1} , zum Zeitpunkt t_4 , wird der vorbestimmte, normale Koeffi-

zient K_0 mit der Schalteinschaltdauer D_D wie bei der üblichen Steuerung multipliziert.

[0052] Es wird angenommen, dass während eines Zeitintervalls zwischen den Zeitpunkten t_2 und t_3 (also gesteuert durch das zweite Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal) die Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} größer oder gleich dem dritten Schwellenwert RAT_{limit3} wird (also in dem durch das dritte Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal gesteuerten Zustand). In diesem Fall ist das Ausmaß der Begrenzung nicht ausreichend, die entsprechend dem zweiten Schwellenwert RAT_{limit2} eingestellt wird. Da bei der vorliegenden Ausführungsform durch die noch größere Begrenzungsgröße, die durch den dritten Schwellenwert RAT_{limit3} eingestellt wird, die Steuerung der Schaltgeschwindigkeit durchgeführt wird, wird die Begrenzungssteuerung entsprechend dem zweiten Schwellenwert RAT_{limit2} durch die Begrenzungssteuerung entsprechend dem dritten Schwellenwert RAT_{limit3} garantiert.

[0053] Da bei dem in den **Fig. 6A** bis **Fig. 6C** gezeigten Beispiel in dem gesteuerten Zustand mit Hilfe des ersten Schalteinschaltdauererregungssignals die Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} größer oder gleich dem zweiten Schwellenwert RAT_{limit2} wird (also in dem gesteuerten Zustand mit Hilfe des zweiten Schalteinschaltdauererregungssignals), zum Zeitpunkt t_2 , ist das Ausmaß der Begrenzung nicht ausreichend, die durch den ersten Schwellenwert RAT_{limit1} eingestellt wird, und wird zu diesem Zeitpunkt ein noch größeres Ausmaß der Begrenzung durch den zweiten Schwellenwert RAT_{limit2} eingestellt. Anders ausgedrückt, wird die Begrenzungssteuerung entsprechend dem ersten Schwellenwert RAT_{limit1} durch die Begrenzungssteuerung entsprechend dem zweiten Schwellenwert RAT_{limit2} garantiert.

[0054] Wie voranstehend geschildert, wird die Größe der Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} schrittweise bestimmt, so dass die Begrenzungssteuerung für die Schaltgeschwindigkeit für jeden Schritt garantiert werden kann (es wird darauf hingewiesen, dass im Falle einer Steuerung, wie sie in der ersten Veröffentlichung der japanischen Patentanmeldung Nr. 2001-304389 beschrieben wird, selbst dann, wenn beispielsweise der ersten Schwellenwert RAT_{limit1} als Schwellenwert V_0 für die Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} eingestellt wird, keine Garantie für die Begrenzungssteuerung vorhanden ist). Daher kann, wie durch eine dick gepunktete Linie in **Fig. 6C** angedeutet, in einem Fall, in welchem die Schaltgeschwindigkeit den zulässigen Wert überschreitet, das Auftreten eines Riemenschlupfes nicht verhindert werden.

[0055] Andererseits ist in einem Fall, in welchem die Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} nicht größer oder gleich dem zweiten Schwellenwert RAT_{limit2} nach der Begrenzungssteuerung entsprechend dem ers-

ten Schwellenwert RAT_{limit1} seit dem Zeitpunkt t_1 ist, das Ausmaß der Verringerung ausreichend, das mit Hilfe des ersten Schwellenwertes RAT_{limit1} eingestellt wird. Im einzelnen kann, statt in jenem Fall, in welchem eine große Begrenzungsgröße vorher eingestellt wird, unter der Annahme, dass die Größe der Begrenzung nicht ausreicht, die entsprechend dem ersten Schwellenwert RAT_{limit1} eingestellt wird, eine noch kleinere Verkleinerungsgröße die Steuerung durchführen, zusätzlich zur Sicherstellung eines ausreichenden Ausmaßes der Begrenzung. Während wirksam ein Riemenschlupf infolge einer Erhöhung der Schaltgeschwindigkeit verhindert wird, kann die Schaltleistung sichergestellt werden. Dies führt dazu, dass unter wirksamer Verhinderung eines Riemenschlupfes, wie durch eine durchgezogene Linie in **Fig. 6B** angedeutet, die Schaltleistung im selben Ausmaß wie im Falle der Steuerung (angedeutet durch eine gepunktete Linie in **Fig. 6B**) erhalten werden kann, wie sie in der ersten Veröffentlichung der japanischen Patentanmeldung Nr. 2001-304389 beschrieben wird.

[0056] Weiterhin wird bei der vorliegenden Ausführungsform die Schaltbezugseinschaltdauer D_{BASE} , die von dem Schaltbezugseinschaltdauerberechnungsabschnitt **36** berechnet wird, so eingestellt, dass sie eine Tendenz zu einer kurzen Einschalt-dauer aufweist, und wird die Differenz zwischen der Schalteinschaltdauer und der tatsächlichen Einschalt-dauer entsprechend dem Primärdruck gelernt und korrigiert. Selbst wenn beispielsweise das Gaspedal abrupt betätigt wird, beim Fahren im Leerlauf mit freigegebenem Gaspedal, wird daher die Soll-drehzahl auf einen hohen Wert entsprechend dem Drosselklappenöffnungsgrad eingestellt, und wird die Abweichung zwischen der tatsächlichen Drehzahl und der Solldrehzahl plötzlich groß, jedoch kann die Schaltgeschwindigkeit wirksam begrenzt werden, kann ein Riemenschlupf infolge der abrupten Änderung des Untersetzungsverhältnisses wirksam verhindert werden, während die Schaltleistung des stufenlosen Getriebes sichergestellt bleibt. Wie voranstehend erwähnt, ist die Begrenzung der Schaltgeschwindigkeit im Anfangszustand des Getriebes effektiv.

[0057] Voranstehend wurde die Schaltsteuereinrichtung für ein stufenloses Getriebe gemäß der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung beschrieben. Bei der voranstehend geschilderten Ausführungsform wird eine Schaltsteuereinrichtung für ein stufenloses Getriebe (des Riementyps) eingesetzt, das einen Untersetzungsverhältnissteuerabschnitt **31** aufweist, in welchem die PID-Steuerung durchgeführt wird. Wie in **Fig. 8** gezeigt (in welcher dieselben Bezugszeichen gleiche Funktionselemente bezeichnen), kann auch bei einer Alternative für die Schaltsteuereinrichtung eingesetzt werden, bei welcher

der Untersetzungsverhältnissteuerabschnitt nicht die PID-Steuerung durchführt.

[0058] Im einzelnen wird bei der üblichen Steuerung, wie anhand der voranstehend geschilderten Ausführungsform beschrieben, die Soll Drehzahl der primären Riemenscheibe auf Grundlage der Fahrzeuggeschwindigkeit und des Drosselklappenöffnungswinkels eingestellt, und wird mit dem Druck für die primäre Riemenscheibe eine Rückkopplungsregelung durchgeführt, so dass die tatsächliche Drehzahl der primären Riemenscheibe mit dieser Soll Drehzahl übereinstimmt. Als eine Betriebsart des stufenlosen Getriebes ist eine so genannte Sportbetriebsart vorgesehen. Da hierbei eine schnelle Schaltreaktion zum Zeitpunkt des Heraufschaltens und des Herunterschaltens benötigt wird, ist ein Obergrenzen- oder Untergrenzen-Einstellabschnitt **70** vorgesehen, um eine Regelgröße für den tatsächlichen Primärdruck auf eine mechanische Obergrenze oder Untergrenze einzustellen (vgl. **Fig. 8**). Eine Summe aus dem Obergrenzenwert oder dem Untergrenzenwert für die Schalteinschaltdauer, der von dem Einstellabschnitt **70** für die Obergrenze oder Untergrenze eingestellt wird, und der Schaltbezugseinschaltdauer D_{BASE} , die von dem Schaltbezugseinschaltdauerberechnungsabschnitt **36** berechnet wird, wird an den Schaltsteuerelektromagneten **44A** ausgegeben.

[0059] In diesem Fall nimmt die PID-Steuerung nicht direkt an der Regelgröße für den Primärdruck teil. Daher kann die Schaltgeschwindigkeit nicht durch Verringerung der Rückkopplungskorrekturgröße begrenzt werden. Allerdings kann bei dieser Alternative die tatsächliche Schalteinschaltdauer D dadurch verringert werden, dass die Schalteinschaltdauer D_D , vom Addierer **37** ausgegeben wird, mit dem Koeffizient multipliziert wird, der in Abhängigkeit von der Größe der Schaltgeschwindigkeit eingestellt wird. Der Anstieg des Primärdrucks P_p , welcher der primären Riemenscheibe **21** zugeführt wird, wird so begrenzt, so dass die Änderungsgeschwindigkeit von Ratio ($= N_p/N_s$), also die Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} , begrenzt werden kann.

[0060] Darüber hinaus werden die Koeffizienten, die mit der Schalteinschaltdauer D_D multipliziert werden sollen, entsprechend der Größe der Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} eingestellt, welche schrittweise bestimmt wird. Hierdurch wird eine schrittweise Begrenzung entsprechend der Größe der Schaltgeschwindigkeit ermöglicht. Die Schaltgeschwindigkeit überschreitet nicht die Schaltgeschwindigkeitsgrenze (den zulässigen Wert für die Schaltgeschwindigkeit), und die Zulässigkeitsgrenze für die Schaltgeschwindigkeit kann sichergestellt werden. Weiterhin werden die Koeffizienten, die mit der Schalteinschaltdauer D_D multipliziert werden sollen, entsprechend der Größe der Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} eingestellt, welche schrittweise bestimmt wird. Hierdurch

wird eine schrittweise Begrenzung in Abhängigkeit von der Größe der Schaltgeschwindigkeit ermöglicht. Die Schaltgeschwindigkeit überschreitet nicht die Schaltgeschwindigkeitsgrenze (den zulässigen Wert für die Schaltgeschwindigkeit), und die Zulässigkeitsgrenze für die Schaltgeschwindigkeit kann sichergestellt werden. Weiterhin wird bei der voranstehend geschilderten Ausführungsform die Größe der Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} schrittweise mit Hilfe von drei Schwellenwerten bestimmt, nämlich einem ersten Schwellenwert RAT_{limit1} , einem zweiten Schwellenwert RAT_{limit2} , und einem dritten Schwellenwert RAT_{limit3} , und werden drei Arten von Schalt-Einschaltdauer-Begrenzungssignalen ausgegeben. Allerdings ist die Anzahl an Schritten zur Bestimmung der Größe der Schaltgeschwindigkeit frei wählbar. Wenn daher die Anzahl an Schritten zur Bestimmung der Größe der Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} vergrößert wird, kann der Bereich für die Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} , über welchen die garantierte Begrenzungssteuerung durchgeführt werden kann, erweitert werden. Zusammen mit der Erhöhung der Anzahl an Schritten zur Bestimmung der Größe der Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} wird die Breite der Größe der Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} fein so eingestellt, dass die Größe der Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} kontinuierlich bestimmt werden kann. In diesem Fall können dieselben Vorteile wie im Falle der zweiten Ausführungsform erreicht werden.

[0061] Die Größe der Schaltgeschwindigkeit V_{ratio} entsprechend der Begrenzungssteuerung wird als Funktion eingestellt. Für die Änderung der Größe kann die Begrenzungsgröße kontinuierlich eingestellt werden. Bei einer derartigen Ausbildung wird die Entsprechungsbeziehung zwischen der Schaltgeschwindigkeit und der Begrenzungsgröße zum Begrenzen des Voreilens der Untersetzungsverhältnissteuerung klar. Es kann eine exakte Steuerung erreicht werden. Zusätzlich ist bei der voranstehend geschilderten Ausführungsform der Lernwertkorrekturabschnitt **77** vorhanden (eine Lernwertkorrektur in **Fig. 7**), der eine Differenz zwischen der Schaltbezugseinschaltdauer D_{BASE} und der Einschaltdauer entsprechend dem tatsächlichen Primärdruck lernt und korrigiert, so dass die Schaltbezugseinschaltdauer D_{BASE} , die durch die Schaltbezugseinschaltdauer berechnet wird, die vom Schaltbezugseinschaltdauerberechnungsabschnitt **36** berechnet wird, so eingestellt wird, dass sie eine Tendenz zu einer kurzen Einschaltdauer aufweist. Allerdings sind diese Situationen nicht unbedingt erforderlich.

[0062] Es wird darauf hingewiesen, dass bei der voranstehend geschilderten Ausführungsform ein Fahrzeug mit Vorderradantrieb beschrieben wurde. Die Antriebsart des Fahrzeugs ist jedoch frei wählbar. So ist beispielsweise die vorliegende Erfindung bei ei-

nem Fahrzeug mit Vierradantrieb einsetzbar, oder bei einem Fahrzeug mit Hinterradantrieb.

Patentansprüche

1. Schaltsteuereinrichtung für ein stufenloses Getriebe, wobei vorgesehen sind:
eine primäre Riemenscheibe (21);
eine sekundäre Riemenscheibe (22);
ein Endlosriemen (23), der um die primäre und die sekundäre Riemenscheibe (21,22) herumgeschlungen ist;
ein Untersetzungsverhältnissteuerabschnitt (31), der das Untersetzungsverhältnis (N_p/N_s) zwischen der primären Riemenscheibe (21) und der sekundären Riemenscheibe (22) steuert;
einen Schaltgeschwindigkeitserfassungsabschnitt (38,51,52), der eine Schaltgeschwindigkeit (V_{ratio}) erfasst, wobei die Schaltgeschwindigkeit (V_{ratio}) eine Änderungsgröße des Untersetzungsverhältnisses (N_p/N_s) pro Zeiteinheit (Δt) ist; und
ein Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsabschnitt (40), der eine Voreilung der Untersetzungsverhältnissteuerung mit Hilfe des Untersetzungsverhältnissteuerabschnitts (31) begrenzt, um die Schaltgeschwindigkeit (V_{ratio}) zu begrenzen, wenn die Größe der Schaltgeschwindigkeit (V_{ratio}) größer oder gleich einem vorbestimmten Wert ($RAT_{limit\ 1..3}$) ist, wobei der Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsabschnitt (40) eine Begrenzungsgröße ($K_{1..3}$) einstellt, um das Voreilen der Untersetzungsverhältnissteuerung zu begrenzen, um so die Schaltgeschwindigkeit (V_{ratio}) zu begrenzen, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Untersetzungsverhältnissteuerabschnitt (31) weiterhin einen PID-Steuerabschnitt (35) aufweist, der eine Rückkopplungskorrekturgröße (D_F) ausgibt, die in Abhängigkeit von der Größe der Schaltgeschwindigkeit (V_{ratio}) verkleinert wird.

2. Schaltsteuereinrichtung für ein stufenloses Getriebe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsabschnitt (40) die Begrenzungsgröße ($K_{1..3}$) als Funktion der Schaltgeschwindigkeit (V_{ratio}) in einem Bereich einstellt, in welchem die Größe der Schaltgeschwindigkeit (V_{ratio}) größer oder gleich dem vorbestimmten Wert ($RAT_{limit\ 1..3}$) ist.

3. Schaltsteuereinrichtung für ein stufenloses Getriebe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsabschnitt (40) die Begrenzungsgröße ($K_{1..3}$) schrittweise in einem Bereich einstellt, in welchem die Größe der Schaltgeschwindigkeit (V_{ratio}) größer oder gleich dem vorbestimmten Wert ($RAT_{limit\ 1..3}$) ist.

4. Schaltsteuereinrichtung für ein stufenloses Getriebe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Begrenzungsgröße ($K_{1..3}$) größer eingestellt

wird, wenn die Schaltgeschwindigkeit (V_{ratio}) größer wird, in einem Bereich, in welchem die Größe der Schaltgeschwindigkeit (V_{ratio}) größer oder gleich dem vorbestimmten Wert ($RAT_{limit\ 1..3}$) ist.

5. Schaltsteuereinrichtung für ein stufenloses Getriebe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Untersetzungsverhältnissteuerabschnitt (31) einen Rückkopplungssteuerabschnitt aufweist, der eine Rückkopplungssteuerung für ein Hydrauliksteuersystem der primären Riemenscheibe (21) durchführt, auf Grundlage einer Abweichung zwischen einem Sollwert entsprechend einem Fahrzustand und einem der Drehzahl der primären Riemenscheibe (21) entsprechenden Wert, auf solche Weise, dass der der Drehzahl der primären Riemenscheibe (21) entsprechende Wert zur Übereinstimmung mit dem Sollwert veranlasst wird, wobei der Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsabschnitt (40) die Begrenzungsgröße ($K_{1..3}$) so einstellt, dass die Rückkopplungskorrekturgröße (D_F), die in dem Rückkopplungskorrekturabschnitt eingesetzt wird, entsprechend der Schaltgeschwindigkeit (V_{ratio}) verkleinert wird.

6. Schaltsteuereinrichtung für ein stufenloses Getriebe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schaltgeschwindigkeitserfassungsabschnitt (38,51,52) aufweist: einen primären Drehsensor (51) zur Erfassung einer primären Drehzahl (N_p) der primären Riemenscheibe (21); einen sekundären Drehsensor (52) zur Erfassung einer sekundären Drehzahl (N_s) der sekundären Riemenscheibe (22); und einen Schaltgeschwindigkeitsberechnungsabschnitt (38), welcher die Schaltgeschwindigkeit (V_{ratio}) aus der primären und der sekundären Drehzahl (N_p , N_s) berechnet.

7. Schaltsteuereinrichtung für ein stufenloses Getriebe nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schaltgeschwindigkeitsberechnungsabschnitt (38) die Schaltgeschwindigkeit (V_{ratio}) folgendermaßen berechnet: $V_{ratio} = \Delta Ratio = (Ratio - Ratio_{old})/\Delta t$, wobei Δt einen vorbestimmten Berechnungszeitraum bezeichnet, $Ratio = N_p/N_s$ ist, N_p die primäre Drehzahl bezeichnet, N_s die sekundäre Drehzahl bezeichnet, und $Ratio_{old}$ Ratio bevor einem vorbestimmten Berechnungszeitraum ist.

8. Schaltsteuereinrichtung für ein stufenloses Getriebe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Untersetzungsverhältnissteuerabschnitt (31) einen Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungsbestimmungsabschnitt (39) aufweist, der festlegt, ob die Größe der Schaltgeschwindigkeit (V_{ratio}) größer oder gleich einem ersten Schwellenwert (RAT_{limit1}) ist, welcher dem vorbestimmten Wert ($RAT_{limit\ 1..3}$) entspricht, und kleiner ist als ein zulässiger Wert (V_o) für die Schaltgeschwindigkeit (V_{ratio}), und ein erstes Schaltein Schaltdauerbegrenzungs-

gnal ausgibt, wenn festgestellt wird, dass die Größe der Schaltgeschwindigkeit (V_{ratio}) größer oder gleich dem ersten Schwellenwert (RAT_{limit1}) ist, feststellt, ob die Größe der Schaltgeschwindigkeit (V_{ratio}) größer oder gleich einem zweiten Schwellenwert (RAT_{limit2}) ist, der größer ist als der erste Schwellenwert (RAT_{limit1}), jedoch kleiner als der zulässige für die Schaltgeschwindigkeit (V_{ratio}), wenn das erste Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal ausgegeben wird, und ein zweites Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal ausgibt, wenn festgestellt wird, dass die Größe der Schaltgeschwindigkeit (V_{ratio}) größer oder gleich dem zweiten Schwellenwert (RAT_{limit2}) ist, und feststellt, ob die Größe der Schaltgeschwindigkeit (V_{ratio}) größer oder gleich einem dritten Schwellenwert (RAT_{limit3}) ist, der größer ist als der zweite Schwellenwert (RAT_{limit2}), jedoch kleiner als der zulässige Wert (V_0) für die Schaltgeschwindigkeit (V_{ratio}), wenn das zweite Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal ausgegeben wird, und ein drittes Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal ausgibt, wenn festgestellt wird, dass die Größe der Schaltgeschwindigkeit (V_{ratio}) größer oder gleich dem dritten Schwellenwert (RAT_{limit3}) ist.

9. Schaltsteuereinrichtung für ein stufenloses Getriebe nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der PID-Steuerabschnitt (35) eine Korrektur für eine Abweichung ΔN_P ($N_{PO} - N_P$) zwischen der tatsächlichen primären Drehzahl (N_P) und einer primären Soll Drehzahl (N_{PO}) mit Hilfe einer PID-Steuerung durchführt.

10. Schaltsteuereinrichtung für ein stufenloses Getriebe nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der PID-Steuerabschnitt (35) aufweist: einen Proportionalrückkopplungsabschnitt (60), der eine Proportionalrückkopplungskorrekturgröße (D_{FP}) mit Hilfe einer Proportionalsteuerung für die Abweichung (ΔN_P) berechnet; einen Integralrückkopplungsabschnitt (61), der eine Integralrückkopplungskorrekturgröße (D_{FI}) mit Hilfe einer Integralsteuerung für die Abweichung (ΔN_P) berechnet; einen Differentialrückkopplungsabschnitt (62), der eine Differentialrückkopplungskorrekturgröße (D_{FD}) mit Hilfe einer Differentialsteuerung für die Abweichung (ΔN_P) berechnet; und einen ersten Addierer (63), welcher die Proportionalrückkopplungskorrekturgröße (D_{FP}), die Integralrückkopplungskorrekturgröße (D_{FI}), und die Differentialrückkopplungskorrekturgröße (D_{FD}) addiert, wobei das Additionsergebnis des ersten Addierers (63) die Rückkopplungskorrekturgröße (D_F) ist.

11. Schaltsteuereinrichtung für ein stufenloses Getriebe nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schaltsteuereinrichtung weiterhin einen zweiten Addierer (37) aufweist, welcher die Rückkopplungskorrekturgröße (D_F) von dem PID-Steuerabschnitt (35) zu einer Schaltbezugseinschaltdauer

(D_{BASE}) von einem Schaltbezugseinschaltdauerberechnungsabschnitt (36) addiert, wobei die Schaltbezugseinschaltdauer eine Einschaltdauer zum Liefern eines Drucks für die primäre Riemenscheibe (21) ist, der dazu erforderlich ist, das momentane Untersetzungsverhältnis (N_P/N_S) beizubehalten, und das Additionsergebnis des zweiten Addierers (37) eine Schalteinschaltdauer (D_D) ist, die an den Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungssignalabschnitt (40) ausgegeben wird.

12. Schaltsteuereinrichtung für ein stufenloses Getriebe nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungssignalabschnitt (40) die Schalteinschaltdauer (D_D) von dem zweiten Addierer (37) mit einem vorbestimmten Koeffizienten (K_1-K_3) multipliziert, um eine tatsächliche Schalteinschaltdauer (D) zu berechnen, und die tatsächliche Schalteinschaltdauer (D) an einen Schaltsteuerelektromagneten (44A) eines Flussmengensteuerventils (44) ausgibt, wobei der vorbestimmte Koeffizient (K_1-K_3) in Abhängigkeit von der Schaltgeschwindigkeit (V_{ratio}) eingestellt wird.

13. Schaltsteuereinrichtung für ein stufenloses Getriebe nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungssignalabschnitt (40) den vorbestimmten Koeffizienten (K_1-K_3) entsprechend dem ersten, zweiten, und dritten Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal einstellt.

14. Schaltsteuereinrichtung für ein stufenloses Getriebe nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass der PID-Steuerabschnitt (35), wenn das erste Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal zugeführt wird, einen Additionswert der jeweiligen Rückkopplungskorrekturgrößen mit einer ersten Korrekturverstärkung (J_1 ; $0 < J_1 < 1$) multipliziert, zur Ausgabe als die Rückkopplungskorrekturgröße D_F , und wenn das zweite Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal zugeführt wird, den Additionswert der jeweiligen Rückkopplungskorrekturgrößen mit einer zweiten Korrekturverstärkung ($J_2 < J_1$, $0 < J_2 < 1$) multipliziert, zur Ausgabe als die Rückkopplungskorrekturgröße D_F , und dann, wenn das dritte Schalteinschaltdauerunterdrückungssignal zugeführt wird, den Additionswert mit einer dritten Korrekturverstärkung J_3 ($J_3 < J_2$, $0 < J_3 < 1$) multipliziert, zur Ausgabe als die Rückkopplungskorrekturgröße D_F .

15. Schaltsteuereinrichtung für ein stufenloses Getriebe nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schaltgeschwindigkeitsbegrenzungssignalabschnitt (40), wenn kein Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal zugeführt wird, die Schalteinschaltdauer (D_D) mit einem vorbestimmten, normalen Koeffizienten (K_0) multipliziert, um die tatsächliche Schalteinschaltdauer (D) zu berechnen ($D = K_0 \times D_D$), und dann, wenn das erste Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal zugeführt wird, die Schalteinschaltdauer

er (D_D) mit einem ersten Koeffizienten (K_1) multipliziert, der kleiner ist als der vorbestimmte, normale Koeffizient (K_0), um die tatsächliche Schalteinschaltdauer (D) zu berechnen ($D = K_1 \times D_D$), und dann, wenn das zweite Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal zugeführt wird, die Schalteinschaltdauer (D_D) mit einem zweiten Koeffizienten (K_2) multipliziert, der kleiner ist als der erste Koeffizient, um die tatsächliche Schalteinschaltdauer (D) zu berechnen ($D = K_2 \times D_D$), und dann, wenn das dritte Schalteinschaltdauerbegrenzungssignal zugeführt wird, die Schalteinschaltdauer (D_D) mit einem dritten Koeffizient (K_3) multipliziert, der kleiner ist als der zweite Koeffizient, um die tatsächliche Schalteinschaltdauer (D) zu berechnen ($D = K_3 \times D_D$).

16. Schaltsterverfahren für ein stufenloses Getriebe, welches aufweist: eine primäre Riemenscheibe (21); eine sekundäre Riemenscheibe (22); und einen Endlosriemen (23), der um die primäre und die sekundäre Riemenscheibe (22) geschlungen ist, wobei das Schaltsterverfahren aufweist: Steuern eines Untersetzungsverhältnisses (N_p/N_s) zwischen der primären Riemenscheibe (21) und der sekundären Riemenscheibe (22),

Erfassung einer Schaltgeschwindigkeit (V_{ratio}), wobei die Schaltgeschwindigkeit (V_{ratio}) eine Änderungsgröße des Untersetzungsverhältnisses (N_p/N_s) pro Zeiteinheit (Δt) ist; und

Begrenzen einer Voreilung der Untersetzungsverhältnissteuerung zur Begrenzung der Schaltgeschwindigkeit (V_{ratio}), wenn die Größe der Schaltgeschwindigkeit (V_{ratio}) größer oder gleich einem vorbestimmten Wert ($RATlimit_{1..3}$) ist, wobei während der Schaltgeschwindigkeitsbegrenzung eine Begrenzungsgröße ($K_{1..3}$) so eingestellt wird, dass das Voreilen der Untersetzungsverhältnissteuerung begrenzt wird, um so die Schaltgeschwindigkeit (V_{ratio}) zu begrenzen, **gekennzeichnet durch**

Ausgeben einer Rückkopplungskorrekturgröße (D_F) durch einen PID-Steuerabschnitt (35), wobei die Rückkopplungskorrekturgröße (D_F) in Abhängigkeit von der Größe der Schaltgeschwindigkeit (V_{ratio}) verkleinert wird.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

FIG.2

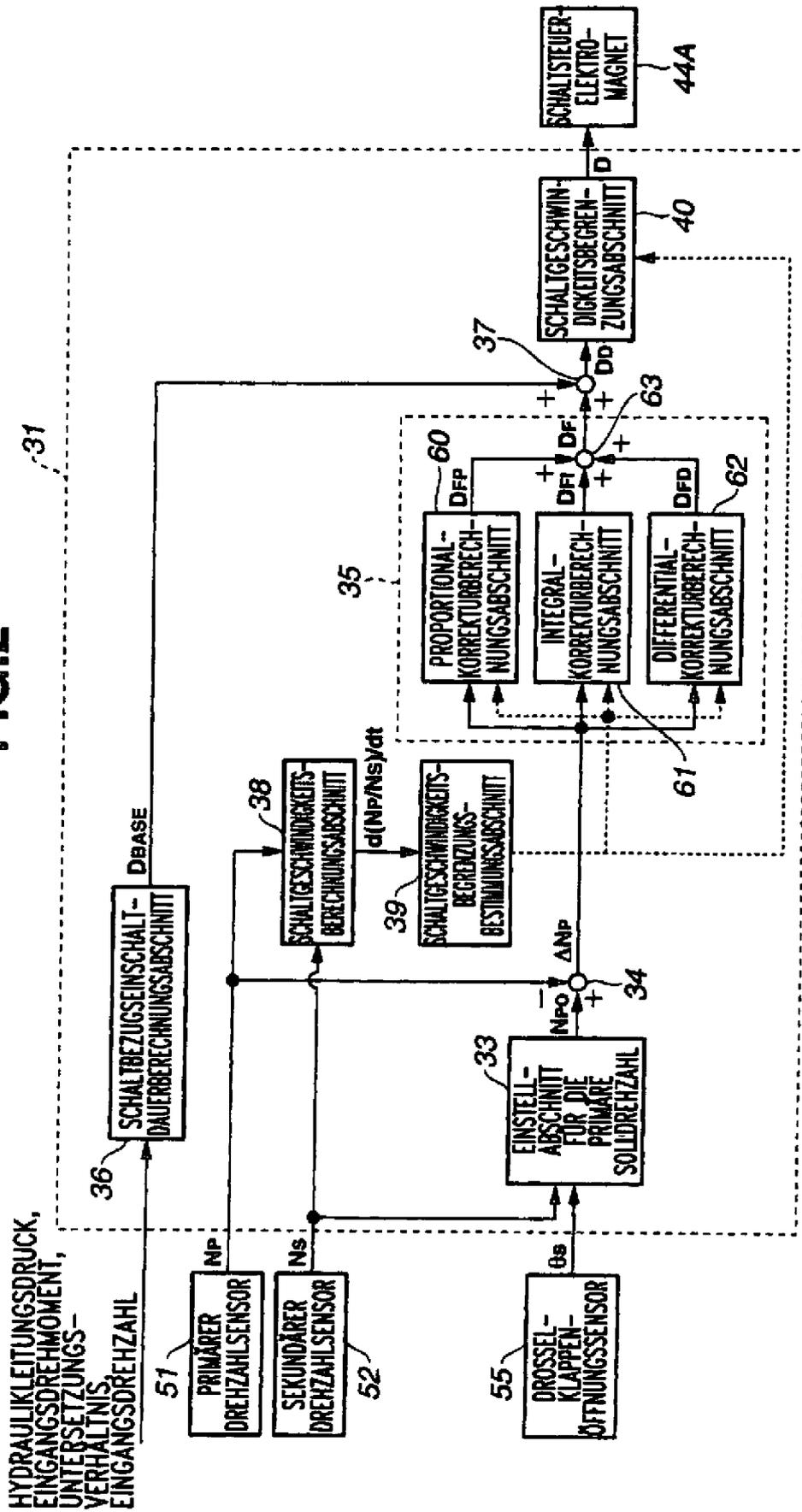


FIG.3

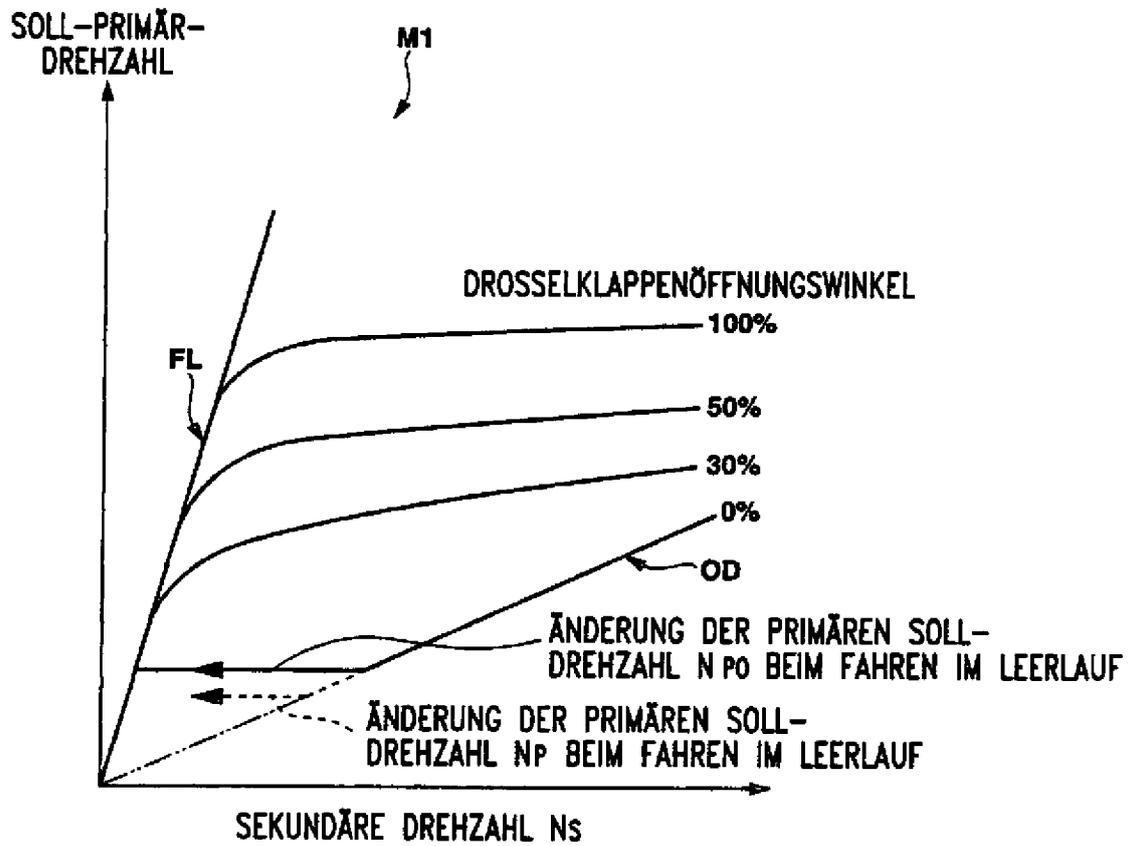


FIG.4

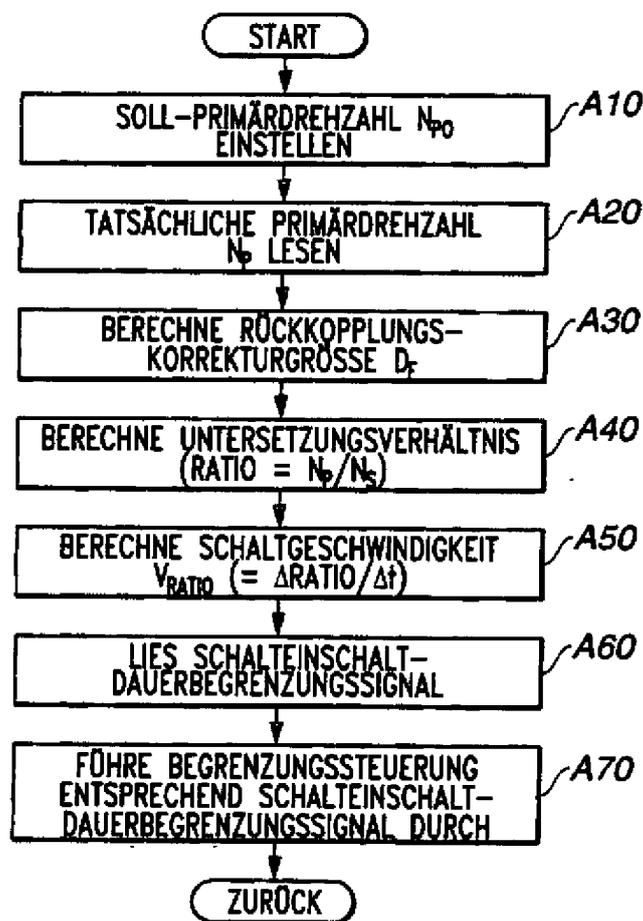


FIG.5

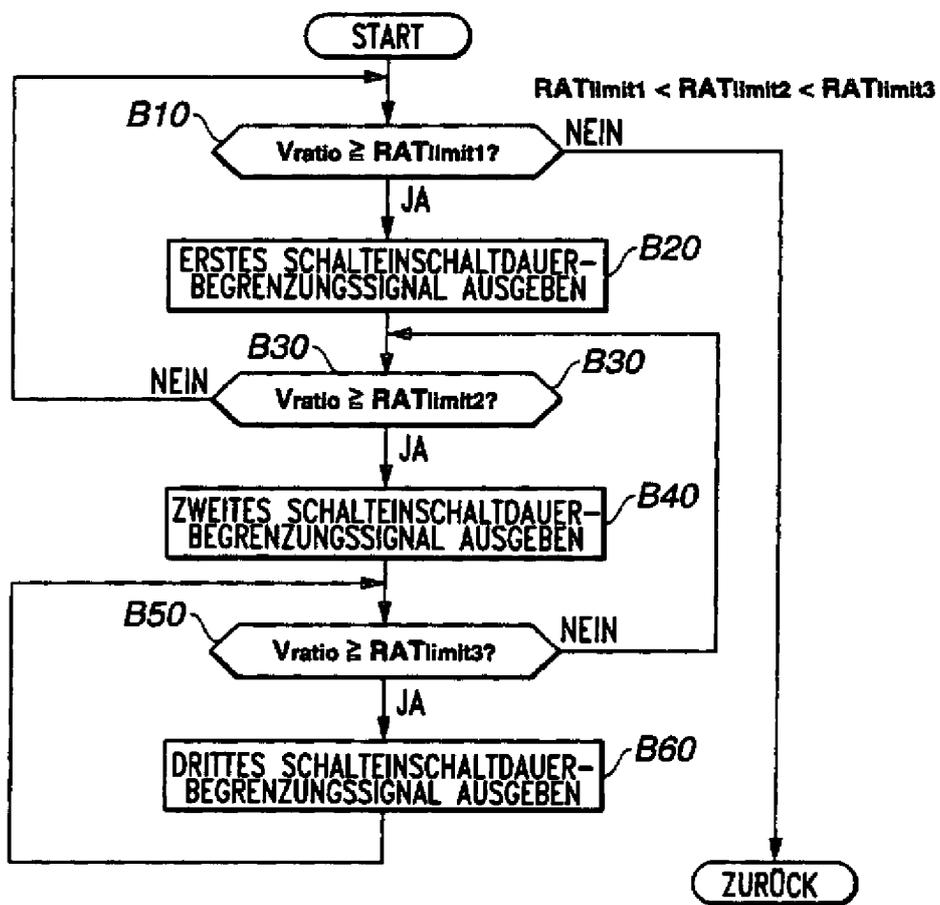


FIG.6A

TATSÄCHLICHE SCHALTEINSCHALTDAUER

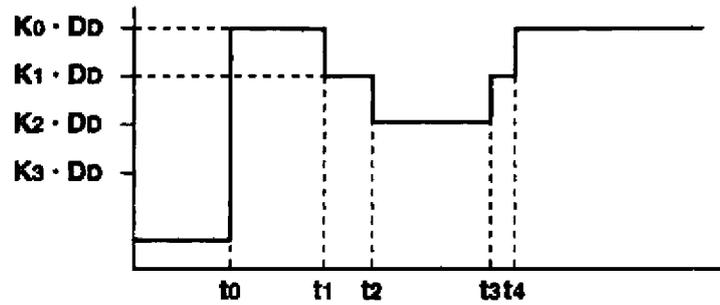


FIG.6B

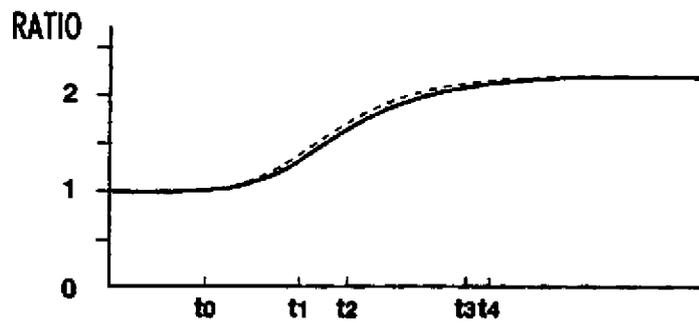


FIG.6C

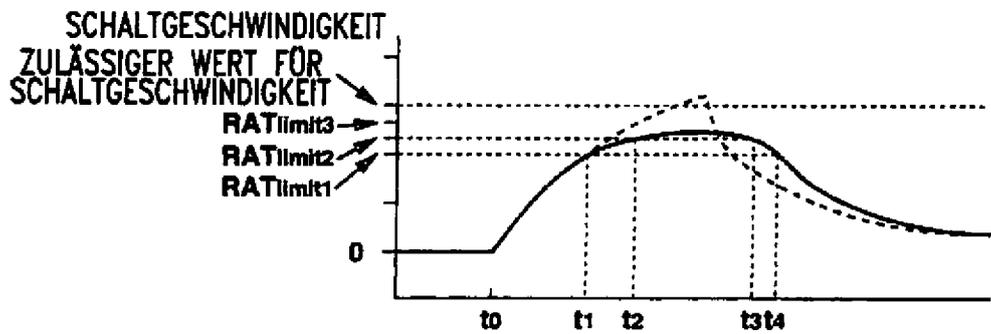


FIG.7

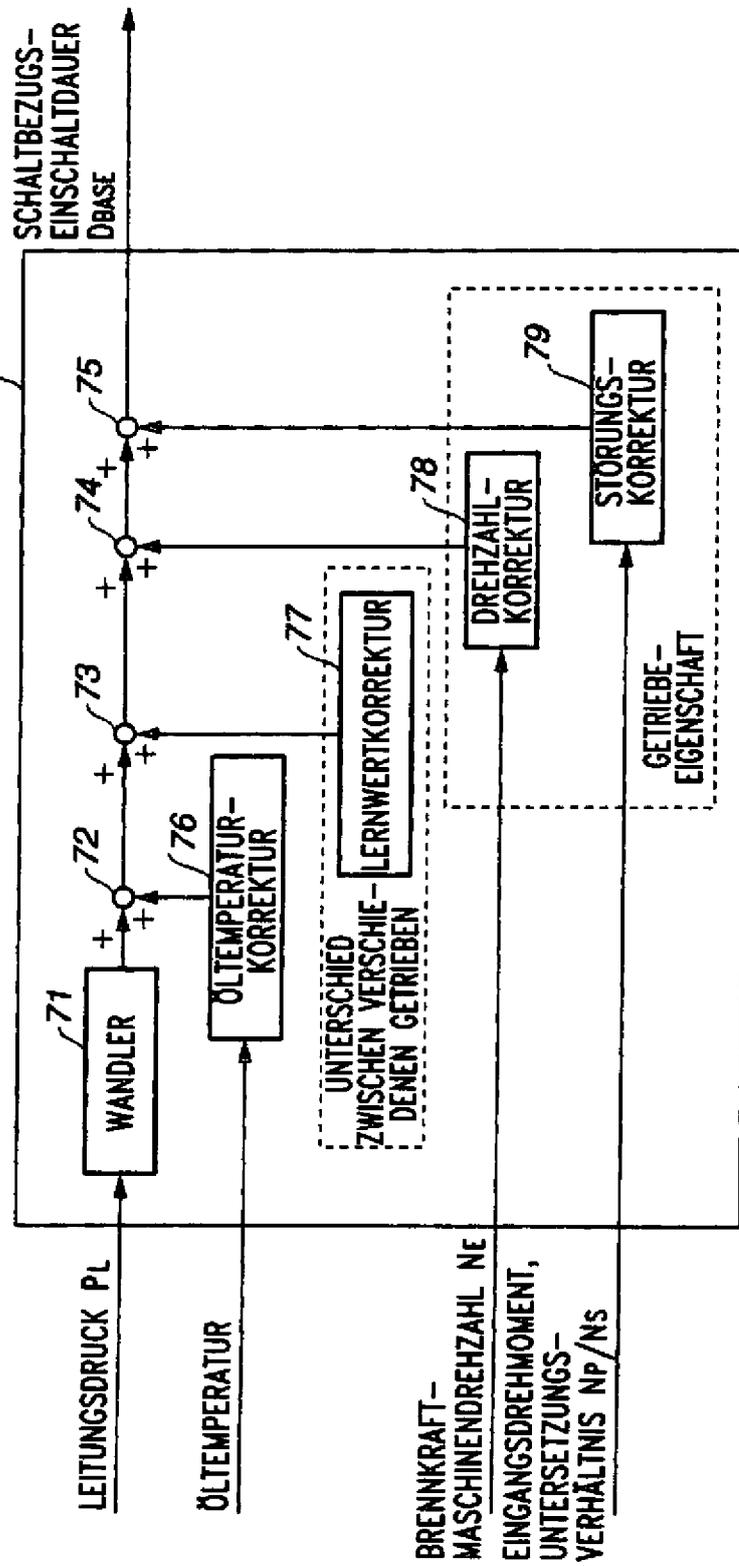


FIG.8

