



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 196 80 480 B4 2007.05.10**

(12)

Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **196 80 480.9**
 (86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP96/01284**
 (87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 1996/036801**
 (86) PCT-Anmeldetag: **15.05.1996**
 (87) PCT-Veröffentlichungstag: **21.11.1996**
 (43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
 in deutscher Übersetzung: **05.06.1997**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **10.05.2007**

(51) Int Cl.⁸: **F02D 41/00 (2006.01)**
F02D 41/38 (2006.01)
F02D 41/08 (2006.01)

Innerhalb von drei 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. 2 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
7/115775 15.05.1995 JP
7/115776 15.05.1995 JP

(73) Patentinhaber:
Mitsubishi Jidosha Kogyo K.K., Tokio/Tokyo, JP

(72) Erfinder:
Iida, Kazumasa, Tokio/Tokyo, JP; Tamura, Yasuki, Tokio/Tokyo, JP; Omori, Shogo, Tokio/Tokyo, JP; Miyamoto, Katsuhiko, Tokio/Tokyo, JP; Yoshida, Masato, Tokio/Tokyo, JP; Tonomura, Yuichi, Tokio/Tokyo, JP; Aoki, Jun, Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:
Schieber · Farago, 80538 München

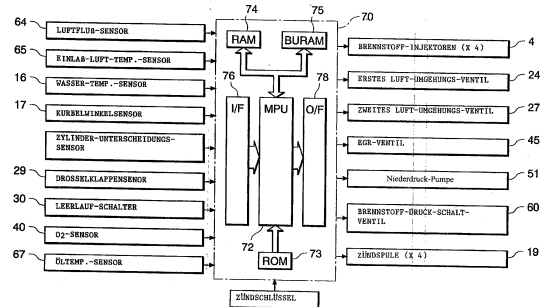
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
DE 41 10 618 A1
JP 05-3 21 718 A
JP 05-0 79 370 A

(54) Bezeichnung: **Viertaktmotor mit Direkteinspritzung und Innenverbrennung und Brennstoff-Einspritz-Steuergerät dafür**

(57) Hauptanspruch: Steuergerät (70) für einen Viertaktmotor mit Direkteinspritzung und Innenverbrennung in Verbindung mit einem Motordrehzahlsensor (17) zur Erfassung der Motordrehzahl (N_E) und zur Ausgabe der Motordrehzahl (N_E) und mit einem Drosselklappensensor (29) zur Bestimmung eines ersten Parameters (θ_{TH} , $\Delta\theta_{TH}$) als Soll-Last-bezogenen Wert und zur Ausgabe des ersten Parameters (θ_{TH} , $\Delta\theta_{TH}$), wobei der Soll-Last-bezogene Wert eine vom Fahrer beeinflusste Fahrzeugdrosselklappenöffnung bzw. eine Änderung davon anzeigt, worin das Steuergerät (70) ausgebildet ist, um folgende Routinen durchzuführen:

eine Routine zur Berechnung eines zweiten Parameters (P_E) als Motorlast-bezogenen Wert, in Übereinstimmung mit dem vom Drosselklappensensor (29) erfassten ersten Parameter (θ_{TH} , $\Delta\theta_{TH}$) und der vom Motordrehzahlsensor (17) erfassten Motordrehzahl (N_E) und zur Ausgabe des zweiten Parameters (P_E);

eine Routine zur Durchführung eines Schaltvorgangs zwischen einem Frühstadium-Einspritz-Steuermodus, in dem Brennstoff während eines Ansaughubs eingespritzt wird, und einem Spätstadium-Einspritz-Steuermodus, in dem Brennstoff während eines Kompressionshubs eingespritzt wird, in Übereinstimmung mit der Ausgabe des Motordrehzahlsensors (17) und...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Viertaktmotor mit Direkteinspritzung und Innenverbrennung und ein Brennstoff-Einspritz-Steuergerät für einen derartigen Motor.

Stand der Technik

Hintergrund

[0002] In den letzten Jahren sind Motoren mit Direkteinspritzung und Innenverbrennung entwickelt worden, um als Motoren für Kraftfahrzeuge Verwendung zu finden. In solchen Motoren mit Direkteinspritzung und Innenverbrennung wird Brennstoff direkt in die Verbrennungskammern eingespritzt, d.h. in die Motorzylinder, und dafür sind verschiedene Maßnahmen angewandt worden, um eine Mischung aus Luft und Brennstoff mit einem Luft-Brennstoff-Verhältnis nahe dem stöchiometrischen Verhältnis nur im Bereich der Zündkerze zu erhalten. Selbst wenn die in den Zylinder des Motors mit Direkteinspritzung und Innenverbrennung zugeführte Mischung als Ganzes mager ist, d.h. selbst wenn das mittlere Luft-Brennstoff-Verhältnis größer als das stöchiometrische Verhältnis ist, kann der Brennstoff derartig gezündet werden, daß er zufriedenstellend verbrannt wird. Als Ergebnis werden der Kohlenstoff-Monoxid (CO) und die Kohlen-Wasserstoffe (HC), die im Abgas des Motors mit Innenverbrennung enthalten sind, verringert, und es ist auch möglich, den Brennstoffverbrauch während des Leerlauf-Betriebs des Motors mit Innenverbrennung oder wenn das Kraftfahrzeug mit dem Motor unter gleichbleibenden Bedingungen läuft, stark zu verringern. In einem herkömmlichen Motor mit Innenverbrennung, in dem der Brennstoff in einen Ausangstrakt eingespritzt wird, wird eine Mischung im Ausangstrakt erzeugt, und dementsprechend liegt eine Zeitverzögerung vor, bevor die Mischung in den Zylinder fließt. Im Falle des Motors mit Direkteinspritzung und Innenverbrennung erfolgt im Gegensatz dazu keine derartige Zeitverzögerung, wobei sich ausgezeichnete Reaktionseigenschaften in Bezug auf Beschleunigung und Verlangsamung des Motors mit Innenverbrennung ergeben.

[0003] Dieser Vorteil des Motors mit Direkteinspritzung und Innenverbrennung liegt jedoch nur dann vor, wenn der Motor bei ziemlich niedrigen Lastbedingungen betrieben wird. Insbesondere wenn die Menge des eingespritzten Brennstoffes erhöht wird, während die Last auf dem Motor mit Innenverbrennung zunimmt, wird die Mischung um die Zündkerze herum extrem reich, so daß der Brennstoff nicht gezündet werden kann, wodurch Fehlzündungen entstehen. Es ist nämlich schwierig, mit dem Motor mit Direkteinspritzung und Innenverbrennung eine Mischung zu erzeugen, die ein optimales Luft-Brennstoff-Verhältnis nur in der Nähe der Zündkerze über den gesam-

ten Betriebsbereich hin aufweist.

[0004] Um Nachteile zu vermeiden, beschreibt die JP 50 79370 A einen Motor mit Direkteinspritzung und Innenverbrennung, der als Brennstoff-Einspritzmodus einen Frühstadium-Einspritz-Modus aufweist, in den Brennstoff während des Ansaugtaktes eingespritzt wird, und einen Spätstadium-Einspritz-Modus aufweist, in den Brennstoff während des Kompressionstaktes eingespritzt wird; und dann wird die Schaltung zwischen dem Früh- und Spätstadium-Einspritz-Modus in Übereinstimmung mit der Motorlast gesteuert. Im Spätstadium-Einspritz-Modus erzeugt der eingespritzte Brennstoff eine Mischung mit einem Luft-Brennstoff-Verhältnis nahe dem stöchiometrischen Verhältnis, und zwar nur im Bereich der Zündkerze. Selbst wenn die Mischung im Zylinder als Ganzes mager ist, kann deshalb der Brennstoff gezündet werden, wodurch es möglich wird, den CO und HC im Abgas zu verringern. Somit kann der Brennstoffverbrauch wesentlich verringert werden, wenn sich der Motor mit Innenverbrennung im Leerlauf befindet oder sich das Fahrzeug bei gleichbleibenden Bedingungen fortbewegt. Im Frühstadium-Einspritz-Modus wird andererseits Brennstoff während des Ansaugtaktes eingespritzt und eine Mischung mit einer gleichbleibenden Brennstoffkonzentration wird durch den Zylinder gebildet. Folglich ist der Luftverbrauchs-faktor hoch, wodurch die Menge des eingespritzten Brennstoffes erhöht werden kann und es möglich ist, die Ausgabe des Motors mit Innenverbrennung gänzlich zu verbessern.

[0005] Obwohl der Brennstoff-Einspritz-Modus im Spät- oder Früheinspritz-Modus in Übereinstimmung mit dem Dauerbetriebs-Zustand geschaltet ist, finden somit in dem oben erwähnten, dem Stand der Technik bekannten Motor mit Direkteinspritzung und Innenverbrennung die Übergangs-Betriebszustände wie beispielsweise bei Fahrzeugstart, bei Beschleunigung, Verlangsamung oder bei kaltem Zustand keine Beachtung. Wenn der Motor mit Innenverbrennung in einem Übergangszustand betrieben wird, kann es daher vorkommen, daß der Brennstoff-Einspritz-Modus oder das mittlere Luft-Brennstoff-Verhältnis im Zylinder nicht richtig eingestellt ist, wobei in diesem Falle die Leistung des Motors als Eigenantriebsmotor nicht vollständig erreicht werden kann.

[0006] Aus der DE 41 10 618 A1 ist ein Zweitaktmotor mit drei Ladungsmodi bekannt. Der erste Ladungsmodus ist ein Schichtladungsmodus, der angewendet wird, wenn der Motor in einem Niedrig-/Mittel-lastbereich betrieben wird, und bei dem der Brennstoff in geschichteter Form in die Brennkammer des Motors eingespritzt wird. Der zweite Ladungsmodus ist ein homogener Ladungsmodus, der angewendet wird, wenn der Motor in einem Hochlastbereich betrieben wird, und bei dem der Brennstoff in einheitlicher Form in die Brennkammer des Motors einge-

spritzt wird. Der dritte Ladungsmodus ist ein Übergangsladungsmodus, der beim Umschalten zwischen dem Schichtladungsmodus und dem homogenen Ladungsmodus angewendet wird, und bei dem der Brennstoff in zwei Zuständen, d.h. dem früheren und dem späteren Zustand des Kompressionshubs eingespritzt und in der Brennkammer vermischt wird.

[0007] Darüber hinaus offenbart die DE 41 10 618 A1 ein Verfahren, bei dem, sofern der Motor im homogenen Ladungsmodus betrieben wird, eine Brennstoffmenge, die der Motorlast entspricht, im frühen Zustand des Kompressionshubs geladen wird und bei dem dann eine kleine Brennstoffmenge zu Feuerungszwecken unmittelbar vor der Zündung eingespritzt wird.

[0008] JP 53 217 18 A beschreibt eine Steuereinrichtung für einen Verbrennungsmotor, wobei Brennstoff in eine Brennkammer gegen Ende des Kompressionshubs eingespritzt wird, wenn der Motor in einem Niederlast-Zustand betrieben wird, wodurch eine Schichtverbrennung durchgeführt wird. Im Gegensatz dazu wird, wenn der Motor in einem Hochlast-Zustand betrieben wird, Brennstoff in die Brennkammer eingespritzt nachdem ein Auslassventil geschlossen wird, wodurch eine gleichmäßige Verbrennung stattfindet. Wenn jedoch ein Zustand vorliegt, in dem die Brennstoffeinspritzung in einem Verlangsamungsmodus in einem Hochlast-Zustand verhindert wird (das Drosselventil ist komplett geschlossen und die Drehzahl des Motors ist größer oder gleich einer vorbestimmten Drehzahl), wird der Verbrennungsmodus des Brennstoffs von der gleichmäßigen Verbrennung in eine Schichtverbrennung abgeändert. Anschließend wird die Brennstoffeinspritzzeit schrittweise verringert und die Brennstoffeinspritzung verhindert. Somit wird der Verlangsamungsstoß des Fahrzeugs verringert.

Aufgabenstellung

[0009] Die Erfindung wurde in Anbetracht der oben erwähnten Umstände geschaffen und eine Aufgabe besteht in der Bereitstellung eines Steuergerätes für einen Viertaktmotor mit Direkteinspritzung und Innenverbrennung, wobei die Steuerung des Brennstoff-Einspritz-Modus oder das mittlere Luft-Brennstoff-Verhältnis in Übereinstimmung mit Übergangs-Betriebszuständen optimiert werden kann.

Beschreibung der Erfindung

[0010] Die oben erwähnte Aufgabe wird durch ein Steuergerät für einen Viertaktmotor mit Direkteinspritzung und Innenverbrennung in Verbindung mit einem Motordrehzahlsensor zur Erfassung der Motordrehzahl und zur Ausgabe der Motordrehzahl und mit einem Drosselklappensensor zur Bestimmung eines ersten Parameters als Soll-Last-bezogenen Wert

und zur Ausgabe des ersten Parameters, wobei der Soll-Last-bezogene Wert eine vom Fahrer beeinflusste Fahrzeugdrosselklappenöffnung bzw. eine Änderung davon anzeigt, worin das Steuergerät ausgebildet ist, um die Rantinen gemäß Anspruch 1 durchzuführen. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen ausgeführt.

Ausführungsbeispiel

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0011] [Fig. 1](#) ist eine schematische Darstellung, die eine Anordnung eines Motorsystems zeigt;

[0012] [Fig. 2](#) ist eine vergrößerte Ansicht eines Motors aus [Fig. 1](#) und seiner peripheren Teile;

[0013] [Fig. 3](#) ist eine graphische Darstellung, die eine Eigenschaft einer Torsionsfeder in einer Kuppelung zeigt;

[0014] [Fig. 4](#) ist ein Blockdiagramm, das insgesamt verschiedene Sensoren, Schalter und Steuervorrichtungen, die mit einer elektronischen Steuerungseinheit ECU verbunden sind, aufzeigt;

[0015] [Fig. 5](#) ist eine graphische Darstellung, die Brennstoff-Einspritz-Steuermodi aufzeigt, die von den Betriebszuständen des Motors nach Beendigung der Aufwärmung abhängig sind;

[0016] [Fig. 6](#) ist eine Ansicht, die das Einspritzen des Brennstoffes während eines Kompressionstaktes aufzeigt;

[0017] [Fig. 7](#) ist ein Flußdiagramm, das eine Hauptroutine für die Brennstoff-Einspritz-Steuerung während eines Übergangs-Betriebszustandes des Motors zeigt;

[0018] [Fig. 8](#) ist ein Flußdiagramm, das Einzelheiten über eine Fahrzeugstart-Steerroutine zeigt;

[0019] [Fig. 9](#) ist ein Flußdiagramm, das Einzelheiten über eine Beschleunigungs-Stoß-Steerroutine zeigt;

[0020] [Fig. 10](#) ist ein Flußdiagramm, das Einzelheiten über eine Beschleunigungs-Reaktions-Steerroutine zeigt;

[0021] [Fig. 11](#) ist ein Flußdiagramm, das Einzelheiten über eine Verlangsamungs-Stoß-Steerroutine zeigt;

[0022] [Fig. 12](#) ist ein Flußdiagramm, das Einzelheiten über eine Steerroutine zur Erholung von der Brennstoff-Unterbrechung zeigt;

[0023] [Fig. 13](#) ist ein Flußdiagramm, das Einzelheiten über eine Routine zur Steuerung der Menge an Rauch im Abgas (nachstehend Rauch-Steueroutine) zeigt;

[0024] [Fig. 14](#) ist ein Flußdiagramm, das Einzelheiten über eine Einspritz-Steuermodus-Steueroutine zeigt;

[0025] [Fig. 15](#) ist ein Flußdiagramm, das Einzelheiten über eine Einspritz-Endzeit-Steueroutine zeigt;

[0026] [Fig. 16](#) ist ein Flußdiagramm, das eine Änderung der Erholungs-Steueroutine aus [Fig. 13](#) zeigt;

[0027] [Fig. 17](#) ist eine graphische Darstellung, die das Verhältnis zwischen der Motordrehzahl und der Anzahl von Takten zeigt;

[0028] [Fig. 18](#) ist ein Diagramm, das einen zu ändernden Teil in der Entscheidungsroutine aus [Fig. 15](#) zeigt, wenn die Erholungs-Steueroutine aus [Fig. 17](#) durchgeführt ist; und

[0029] [Fig. 19](#) ist eine graphische Darstellung, die die Meßergebnisse der Betriebszustände zeigt, wenn sich der Motorbetrieb von einer Brennstoff-Unterbrechung erholt.

[0030] Unter Bezugnahme auf [Fig. 1](#) wird ein Motorsystem für ein Kraftfahrzeug mit einem Viertaktmotor mit Direkteinspritzung und Innenverbrennung **1** (nachstehend lediglich als „Motor“ bezeichnet) gezeigt, und unter Bezugnahme auf [Fig. 2](#) wird eine vergrößerte Ansicht dieses Motors **1** gezeigt. Der Motor **1** weist einen Zylinderkopf **2**, einen Zylinderblock und eine Ölwanne auf, wobei vier Zylinderbohrungen **6** im Zylinderblock gebildet sind. Ein Kolben **7** ist in jeder Zylinderbohrung **6** eingeführt und durch einen Verbindungsstab mit einer Pleuellwelle verbunden. Der Zylinderkopf **2** verfügt für jede Zylinderbohrung **6** über eine Zündkerze **3**, einen magnetventilartigen Brennstoff-Injektor **4**, ein Paar Einlaß-Ventile **9** und ein Paar Auslaß-Ventile **10**. Die Zündkerze **3** ist mit einer Zündspule **19** elektrisch verbunden (siehe [Fig. 1](#)), die eine hohe Spannung an die Zündkerze **3** anlegen kann.

[0031] Jeder Brennstoff-Injektor **4** spritzt Zerstäubungsbrennstoff direkt in eine Verbrennungskammer **5** ein, die in der entsprechenden Zylinderbohrung **6** zwischen der Oberfläche des Kolbens **7** und dem Zylinderkopf **2** ausgebildet ist. Insbesondere ist eine halbkugelförmige Vertiefung **8** in der Oberfläche eines jeden Kolbens **7** an einer Stelle nahe dem Brennstoff-Injektor **4** gebildet. Da Zerstäubungsbrennstoff vom Brennstoff-Injektor **4** eingespritzt wird, wenn der Kolben **7** eine Stelle nahe dem oberen Totpunkt erreicht, wird folglich Brennstoff in der Vertiefung **8** aufgenommen.

[0032] Verglichen mit einem herkömmlichen Motor, in dem Brennstoff in den Ausangstrakt (Einlassdurchgang) eingespritzt wird, weist der Zylinder-Einspritz-Motor **1** ein hohes Kompressionsverhältnis auf, das beispielsweise bei **12** (zwölf) liegen kann. Deshalb kann der Motor **1** im Vergleich zum herkömmlichen Motor eine hohe Leistung liefern.

[0033] Der Motor **1** ist mit einem obenliegenden doppelnockenartigen (DOHC) Ventilbetätigungsmechanismus ausgestattet, der Einlaß- und Auslaßnockenwellen **11** und **12** aufweist, die jeweils mit den Einlaß- und Auslaß-Ventilen **9** und **10** verbunden sind, um die jeweiligen Einlaß- und Auslaß-Ventile **9** und **10** der einzelnen Zylinder zu betätigen. Die Pleuellwellen **11** und **12** werden drehbar durch den Zylinderkopf **2** getragen.

[0034] Der Zylinderkopf **2** weist darin ausgebildete Einlaßdurchgänge **13** und Auslaßdurchgänge **14** auf, die den jeweiligen Einlaß- und Auslaß-Ventilen **9** und **10** der einzelnen Zylinder entsprechen. Jeder Einlaßdurchgang **13** erstreckt sich gerade an einer Stelle zwischen den Pleuellwellen **11** und **12** entlang der Achse der entsprechenden Zylinderbohrung **6**. Wie aus [Fig. 2](#) ersichtlich, ist insbesondere jeder Einlaßdurchgang **13** an einem vorbestimmten Winkel in bezug zur Achse der entsprechenden Zylinderbohrung **6** geneigt. Jeder Einlaßdurchgang **13** ist an einer Endöffnung davon mit der Verbrennungskammer **5** verbunden, wodurch eine Einlaßöffnung gebildet wird, die durch das Einlaß-Ventil **9** geöffnet und geschlossen wird, und das andere Ende davon ist mit einem Einlaßkrümmer **21** verbunden. Demzufolge öffnen ein Paar Einlaßöffnungen die Verbrennungskammer **5** jedes Zylinders, und die Düse des Brennstoff-Injektors **4** befindet sich zwischen den zwei Einlaßöffnungen. Da sich jeder Einlaßdurchgang **13** direkt entlang der Achse der entsprechenden Zylinderbohrung **6** erstreckt, wie oben erwähnt, bildet die über dem Einlaßdurchgang **13** in den Zylinder fließende Einlaßluft mit Hilfe der Vertiefung **8** des Kolbens **7** einen umkehrenden Gegenstrom innerhalb des Zylinders, und es wird auch die Trägheitswirkung der in den Zylinder eingeführten Einlaßluft verbessert, wobei die Motorausgabe verbessert werden kann.

[0035] Ein Wassermantel ist im Zylinderblock gebildet und Abkühlungswasser zirkuliert im Wassermantel. Ein Wasser-Temperatur-Sensor **16** zur Erfassung der Temperatur des Kühlwassers ist auf dem Zylinderblock angebracht.

[0036] Im Motorgehäuse sind Pleuellwinkel-Sensoren **17** zur Erfassung der Pleuellwinkel der jeweiligen Zylinder angebracht. In dieser Ausführungsform gibt jeder Pleuellwinkel-Sensor **17** ein Pleuellwinkelsignal SGT aus, wenn der Pleuellwinkel des entsprechenden Zylinders mit jeder der ersten und zweiten Win-

kelstellungen übereinstimmt. Die erste und zweite Winkelstellung ist in dieser Ausführungsform jeweils auf 75° (75° TDC) und 5° (5° TDC) vor dem oberen Totpunkt (TDC) des Kolbens **7** auf der Grundlage des Drehwinkels der Kurbelwelle gesetzt.

[0037] Ein Zylinder-Unterscheidungs-Sensor ist auf einer der Einlaß- und Auslaßnockenwellen **11** und **12** angebracht, z.B. an der Einlaßnockenwelle **11**, und gibt ein Zylinder-Unterscheidungssignal SGC bei jedem der Bezugsdrehwinkel auf der Grundlage des Drehwinkels der Nockenwelle **11** aus.

[0038] Im Gegensatz zu den Einlaßdurchgängen **13** erstreckt sich jeder Auslaßdurchgang **14** in eine Richtung, die zur Achse der entsprechenden Zylinderbohrung **6** senkrecht liegt. Jeder Auslaßdurchgang **14** ist an einer Endöffnung davon mit der entsprechenden Brennkammer **5** verbunden, wodurch eine Auslaßöffnung gebildet wird, die durch das Auslaß-Ventil **10** geöffnet und geschlossen wird und ist am anderen Ende davon an einen Auslaßkrümmer **41** angeschlossen. Ein O₂ Sensor **40** ist am Auslaßkrümmer **41** angebracht.

[0039] Wie in [Fig. 1](#) gezeigt, ist ein Drosselklappen-Körper über einen Druckausgleichsbehälter **20** mit dem Einlaß **21** verbunden und ein Einlaßrohr **25** erstreckt sich zum Drosselklappen-Körper **23** hin. Das Einlaßrohr **25** hat sein äußeres Ende an einen Luftreiniger **22** angeschlossen. Der Luftreiniger **22** umfaßt einen Luftfilter **63**, einen Luftfluß-Sensor **64** zur Erfassung der Einlaßluftmenge, und einen Einlaßluft-Temperatur-Sensor **65** zur Erfassung der Temperatur der Einlaßluft. Der Drosselklappen-Körper **23** weist einen Ventildurchgang auf, der mit dem Druckausgleichsbehälter **20** und dem Einlaßrohr **25** verbunden ist, und ein Drosselklappen-Ventil **28** ist im Ventildurchgang angeordnet. Das Drosselklappen-Ventil **28** ist ausgebildet, um den Ventildurchgang in Übereinstimmung mit der Betätigung eines (nicht gezeigten) Fahrpedals zu öffnen. Ein Bypassdurchgang, der das Drosselklappen-Ventil **28** umgeht, wird ebenfalls im Drosselklappen-Körper **23** separat vom Ventildurchgang gebildet, und ein erstes Luftumgehungs-Ventil **24** ist im Bypassdurchgang angeordnet. Das erste Luftumgehungs-Ventil **24** wird durch einen (nicht gezeigten) Schrittmotor betätigt. Desweiteren sind im Drosselklappen-Körper **23** ein Drosselklappen-Sensor **29** zur Erfassung der Öffnung des Drosselklappen-Ventils **28**, d.h. einer Drosselklappen-Öffnung θ TH, und ein Leerlauf-Schalter **30** zur Erfassung des vollständig geschlossenen Zustands des Drosselklappen-Ventils **28** angeordnet.

[0040] Ein Umgehungsrohr **26** verzweigt sich vom Einlaßrohr **25** an einer Stelle, die stärker stromaufwärts als der Drosselklappen-Körper **23** liegt, und kommuniziert mit einem stromabwärts gelegenen Endabschnitt des Ventildurchlasses des Drosselklap-

pen-Körpers **23**. Das Umgehungsrohr **26** hat eine Flußquerschnittsfläche, die in etwa der des Einlaßrohres **25** entspricht, und ein zweites Luftumgehungs-Ventil **27** ist in der Mitte des Umgehungsrohres **26** eingesetzt. Das zweite Luftumgehungs-Ventil **27** umfaßt ein lineares Magnet-Ventil.

[0041] Ein Auslaßrohr **23** erstreckt sich vom Auslaßkrümmer **41** und hat sein äußeres Ende an einem (nicht gezeigten) Auspufftopf angeschlossen. Eine Abgasreinigungsvorrichtung **42**, die einen Dreiwege-Katalysator umfaßt, ist in der Mitte des Auslaßrohres angeordnet.

[0042] Die EGR-Durchgänge **15** verzweigen sich im Zylinderkopf **2** von einem Paar von Auslaßdurchgängen **14** eines jeden Zylinders. Die EGR-Durchgänge **15** sind über einen (nicht gezeigten) Krümmer an ein Ende eines EGR-Rohres **44** angeschlossen, wobei sein anderes Ende an einem stromaufwärts gelegenen Endabschnitt des Druckausgleichsbehälters **20** angeschlossen ist. Ein EGR-Ventil **45** ist in der Mitte des EGR-Rohres **44** angeordnet und wird durch einen (nicht gezeigten) Schrittmotor angetrieben.

[0043] Das Motorsystem ist ebenfalls mit einem Brennstofftank **50** ausgestattet, der am hinteren (nicht gezeigten) Abschnitt der Fahrzeugkarosserie angebracht ist. Eine elektrische Niederdruck-Pumpe **51** ist am Brennstofftank **50** angebracht und über ein Niederdruck-Rohr an einer Hochdruck-Pumpe **55** angeschlossen. Ein Rücklaufrohr **53** verzweigt sich vom Niederdruck-Rohr **52** und ist mit dem Brennstofftank **50** verbunden. Wenn die Niederdruck-Pumpe **51** betrieben wird, saugt sie daher Brennstoff aus dem Brennstofftank **50** aus und speist ihn zur Hochdruck-Pumpe **55**. Ein Niederdruck-Regler **54** ist im Rücklaufrohr **53** angebracht und ausgebildet, um den Druck des von der Niederdruck-Pumpe **51** zu der Hochdruck-Pumpe **55** zugespeisten Brennstoffes, d.h. der Brennstoffdruck in der Niederdruck-Pumpe **51**, auf einen festen Niederdruck-Wert (z.B. 3,35 kg/mm²) einzustellen.

[0044] Die Hochdruck-Pumpe **55** umfaßt eine Taumelscheiben-Axial-Kolbenpumpe, deren Kolbenschaft an der Auslaßnockenwelle **12** angeschlossen ist. Ein Hochdruck-Rohr **56** erstreckt sich von der Hochdruck-Pumpe **55** und ist an einem Verteilerrohr **57** angeschlossen. Vier Abgaberöhren **62** verzweigen sich vom Verteilerrohr **57** und sind an die entsprechenden Brennstoff-Injektoren **4** angeschlossen. Wenn die Hochdruck-Pumpe **55** durch die Drehung des Motors, d.h. durch die Drehung der Auslaßseitigen Nockenwelle **12**, betrieben wird, saugt die Pumpe **55** Brennstoff aus dem Brennstofftank **50** durch die Niederdruck-Pumpe **51** und das Niederdruck-Rohr **52** aus, und führt den Brennstoff über das Hochdruck-Rohr **56**, das Verteilerrohr **57** und die Abgaberöhren **62** den einzelnen Brennstoff-Injekto-

ren 4 zu. Die Hochdruck-Pumpe 55 hat die Fähigkeit, Brennstoff bei einem Hochdruck von 50 kg/mm² und mehr abzugeben, wenn der Motor sich im Leerlauf befindet und der Ausströmungsdruck des Brennstoffes der Hochdruck-Pumpe 50 erhöht sich mit Zunahme der Drehzahl des Motors 1. Ein Rücklaufrohr 58 erstreckt sich vom Verteilerrohr 57 und ist an einem Abschnitt des Rücklaufrohres 53 zwischen dem Brennstofftank 50 und dem Niederdruck-Regler 54 angeschlossen. Ein Hochdruck-Regler 59 ist im Rücklaufrohr 58 angebracht und besitzt die Fähigkeit, den Druck des Brennstoffes, der von der Hochdruck-Pumpe 55 an die einzelnen Brennstoff-Injektoren 4 – d.h. der Brennstoffdruck in einem Brennstoffdurchgang, der das Hochdruck-Rohr 56, das Verteilerrohr 57 und die Abgaberöhren 62 umfaßt – auf einen Hochdruck-Wert von etwa 50 kg/mm² einzustellen. Der Hochdruck-Regler 59 ist mit einem elektromagnetischen Brennstoffdruck-Schalt-Ventil 60 verbunden, das einen (nicht gezeigten) Umgehungsdurchgang im Hochdruck-Regler 59 öffnen und schließen kann. Wenn das Brennstoffdruck-Schalt-Ventil 60 eingeschaltet wird, wird der Umgehungsdurchgang im Hochdruck-Regler 59 geöffnet; folglich wird die Brennstoffdruckzunahme im vorher erwähnten Brennstoffdurchgang auf einen vorbestimmten Wert beschränkt, z.B. auf den vorher erwähnten Niederdruck-Wert (3,35 kg/mm²).

[0045] Wie in Fig. 1 gezeigt, erstreckt sich ein Rücklaufrohr 61 von der Hochdruck-Pumpe 55 und ist an einem Abschnitt des Rücklaufrohres 53 zwischen Brennstofftank 50 und dem Niederdruck-Regler 54 angeschlossen. Ein Teil des der Hochdruck-Pumpe 55 zugeführten Brennstoffes wird zur Schmierung und Kühlung der Pumpe 55 verwendet und wird dann durch die Rücklaufrohre 61 und 53 zum Brennstofftank 50 zurückgeführt.

[0046] Die vorher erwähnten verschiedenen elektrischen Sensoren, Schalter und Vorrichtungen sind elektrisch an einer elektronischen Steuereinheit (ECU = Electronic Control Unit) 70 angeschlossen. Die ECU 70 wird mit Signalen von den Sensoren und Schaltern versorgt und steuert den Betrieb der einzelnen Vorrichtungen in Übereinstimmung mit diesen Signalen. Wie in Fig. 1 gezeigt, ist ein Öltemperatur-Sensor 67, der die Temperatur des Schmieröls in einem Wechselschaltgetriebe 66 erfaßt, ebenfalls elektrisch an der ECU 70 angeschlossen.

[0047] Das Wechselschaltgetriebe 66 kann durch eine Kupplung 71 mit dem Motor 1 verbunden werden, die eine (nicht gezeigte) Kupplungsscheibe mit einer Torsionsfeder aufweist, die als Drehrichtungs-Absorbiermechanismus dient. Die Torsionsfeder der Kupplungsscheibe hat eine Zweistufen-Torsionskennlinie, wie durch die durchgezogene Linie in Fig. 3 angezeigt. Die unterbrochene Linie in Fig. 3 zeigt eine Zweistufen-Torsionskennlinie einer

Kupplung, die in einem herkömmlichen Brennstoffmotor verwendet wird, d.h. die Torsionseigenschaft einer Torsionsfeder von Kupplungsscheiben, die in einer solchen Kupplung eingesetzt wird.

[0048] Der hier erwähnte herkömmliche Brennstoffmotor stellt einen Motor dar, in dem Brennstoff in den Einlaßdurchgang eingespritzt wird, im Gegensatz zum Zylinder-Einspritz-Motor 1 dieser Ausführungsform. Da im Zylinder-Einspritz-Motor 1 die Spätstadium-Einspritzung während des Leerlauf-Betriebes durchgeführt wird (siehe Fig. 5), neigt die Schwankung der Drehzahl des Motors, verglichen mit dem herkömmlichen Motor, während des Leerlaufes zu einer Zunahme. Zur Vermeidung der Übertragung einer derartigen Schwankung der Drehzahl des Motors 1 zum Wechselschaltgetriebe 66, hat die Torsionsfeder der Kupplung 71 eine derartige Kennlinie, daß das Torsions-Drehmoment, d.h. ihre Federkonstante, verglichen mit der Torsionsfeder der herkömmlichen Kupplung, in einem kleinen Drehwinkelbereich der Kupplungsscheibe gering ist, wie in Fig. 3 gezeigt.

[0049] Unter Bezugnahme auf die Fig. 4 werden gemeinsam die an die ECU 70 elektrisch angeschlossenen Sensoren Schalter und Vorrichtungen gezeigt. Die ECU 70 ist ein so genannter Mikrocomputer und umfaßt grundlegende Schaltungen wie zum Beispiel einen Mikroprozessor (MPU) 72, einen Festwertspeicher 73 (ROM), einen Direktzugriffsspeicher 74 (RAM), einen Sicherungsspeicher 75 (BURAM), eine Eingabeschnittstelle 76, eine Ausgabeschnittstelle 78, usw.. Der zuvor erwähnte Wasser-Temperatur-Sensor 16, die Kurbelwinkel-Sensoren 17, der Drosselklappen-Sensor 29, der Leerlauf-Schalter 30, der O₂-Sensor 40, der Luftfluß-Sensor 64, der Einlaßluft-Temperatur-Sensor 65, der Öltemperatur-Sensor 67, der Unterdruckschalter 69, der Zylinderunterscheidungs-Sensor, sowie der Zündschlüssel und dergleichen sind an die Eingabeschnittstelle 76 elektrisch angeschlossen. Die Ausgabeschnittstelle 78 ist mit den zuvor erwähnten Brennstoff-Injektoren 4, dem ersten Luftumgehungs-Ventil 24, dem zweiten Luftumgehungs-Ventil 27, dem EGR-Ventil 45, der Niederdruck-Pumpe 51, dem Brennstoffdruck-Schalt-Ventil 60, den Zündspulen 19, sowie den verschiedenen (nicht gezeigten) Warnleuchten und dergleichen elektrisch verbunden.

[0050] Der ROM 73 in der ECU 70 speichert im voraus ein Steuerprogramm zur Steuerung des Betriebes des vorher beschriebenen Motorsystems und Steuer-Tabellen, die während der Durchführung des Steuerprogramms verwendet werden. Beim Empfang von Eingabesignalen von den Sensoren und den Schaltern über die Eingabeschnittstelle 76, bestimmt die ECU 70 einen Brennstoff-Einspritz-Steuermodus, der in Übereinstimmung mit diesen Eingabesignalen, mit dem Steuerprogramm und den Steuertabellen eine Luft-Brennstoff-Verhältnis-Steuerung

umfaßt, und gibt dann über die Ausgabeschnittstelle **78** Steuersignale zu Vorrichtungen wie z.B. den Brennstoff-Injektoren **4**, den Zündspulen **19**, dem EGR-Ventil **45**, der Niederdruck-Pumpe **51** und dem Brennstoffdruck-Schalt-Ventil **60** aus, um dadurch die Taktung der Brennstoff-Einspritzung, die Menge der Brennstoff-Einspritzung, die Taktung der Zündung, die Menge des Abgases, das zur Einlaßseite zurückzuführen ist, usw. zu steuern.

[0051] Die Brennstoff-Einspritz-Steuermodi umfassen einen Frühstadium-Einspritz-Steuermodus, in dem Brennstoff während des Ansaugtaktes des Motors **1** eingespritzt wird und einen Spätstadium-Einspritz-Steuermodus, in dem Brennstoff während des Kompressionstaktes des Motors **1** eingespritzt wird. Ebenfalls umfaßt die Luft-Brennstoff-Verhältnis-Steuerung im Spätstadium-Einspritz-Steuermodus: eine Magersteuerung, in der das durchschnittliche Luft-Brennstoff-Verhältnis in den Zylindern auf ein Luft-Brennstoff-Verhältnis (20:40) geregelt wird, das größer als das stoichiometrische Luft-Brennstoff-Verhältnis ist; und eine Kaltzustand/Niederlast-Steuerung, die durchgeführt wird, wenn sich der Motor **1** in einem kalten Niederlast-Zustand befindet, und in der das mittlere Luft-Brennstoff-Verhältnis in den Zylindern auf einen Wert geregelt wird, der in der Nähe des stoichiometrischen Luft-Brennstoff-Verhältnisses ist. Die Luft-Brennstoff-Verhältnis-Steuerung im Frühstadium-Einspritz-Steuermodus umfaßt: eine Magersteuerung, in der das Luft-Brennstoff-Verhältnis in den Zylindern auf ein Luft-Brennstoff-Verhältnis geregelt wird (20:25 oder in der Nähe davon), das größer als das stoichiometrische Luft-Brennstoff-Verhältnis ist; eine stoichiometrische Rückkopplungs-Steuerung, in der das mittlere Luft-Brennstoff-Verhältnis auf das stoichiometrische Luft-Brennstoff-Verhältnis geregelt wird; und eine Vorwärts-Steuerung, in der das mittlere Luft-Brennstoff-Verhältnis auf ein erforderliches Luft-Brennstoff-Verhältnis geregelt wird, das geringer als das stoichiometrische Luft-Brennstoff-Verhältnis ist.

[0052] Die Motorsteuerung, die durch die ECU **70** durchgeführt wird, ist nachstehend erläutert.

Beim Anlassen des Motors

[0053] Wenn der Zündschlüssel des Motors **1** durch den Fahrer eingeschaltet wird, schaltet die ECU **70** das Brennstoffdruck-Schalt-Ventil **60** ein und betreibt gleichzeitig die Niederdruck-Pumpe **51**, und schließt sodann das Luftumgehungs-Ventil **27**. Das Einschalten des Brennstoffdruck-Schalt-Ventils **60** öffnet den Umgehungsdurchgang innerhalb des Hochdruck-Reglers **59**, und dadurch wird der Druck im Brennstoffdurchgang, der sich von der Hochdruck-Pumpe **55** zu den Abgaberöhren **62** der jeweiligen Brennstoff-Injektoren **4** erstreckt, auf den vorher erwähnten Niederdruck-Wert verringert. Da der

Druck des Brennstoffs, der von der Niederdruck-Pumpe **51** zur Hochdruck-Pumpe **55** abfließt durch den Niederdruck-Regler **54** ebenfalls auf einen Niederdruck-Wert eingestellt wird, wird der Brennstoffdruck im Brennstoff-Zufuhr-Durchgang, der sich von der Niederdruck-Pumpe **51** über die Hochdruck-Pumpe **55** zu den Brennstoff-Injektoren **4** erstreckt, auf dem Niederdruck-Wert gehalten.

[0054] Wenn danach der Zündschlüssel durch den Fahrer auf die Startstellung gedreht wird, wird der Motor durch einen Selbststart-Motor (nicht gezeigt) angelassen und die ECU **70** leitet gleichzeitig die Brennstoff-Einspritz-Steuerung ein. In diesem Fall wird die Menge des Brennstoffs, die von den Brennstoff-Injektoren **4** direkt in den entsprechenden Zylindern eingespritzt wird, auf der Grundlage des Druckes im Brennstoff-Zufuhr-Durchgang, der Ventilöffnungszeit der Brennstoff-Injektoren **4**, und der Menge der den Zylindern zugeführten Einlaßluft bestimmt. Während der Motor **1** angelassen wird, wird die Menge der Einlaßluft, die den einzelnen Zylindern zugeführt wird, durch die Menge der Luft bestimmt, die im Zwischenraum zwischen dem Ventildurchgang des Drosselklappen-Körpers **23** und dem Drosselklappen-Ventil **28** fließt, und durch die Menge der Luft bestimmt, die über das erste Luftumgehungs-Ventil **24** durch den Abzweigungsdurchgang innerhalb des Drosselklappen-Körpers **23** fließt. Die Öffnung des ersten Luftumgehungs-Ventils **24** wird ebenfalls durch die ECU **70** gesteuert.

[0055] Das Anlassen des Motors **1** betätigt die Hochdruck-Pumpe **55**, wodurch die Hochdruck-Pumpe **55** den Brennstoffdruck erhöht, der ihr von der Seite der Niederdruck-Pumpe **51** zugeführt wird, und läßt den druckbeaufschlagten Brennstoff an der Seite des Brennstoff-Injektors **4** ab. Der Druck des Brennstoffs, der von der Hochdruck-Pumpe abgelassen wird, ist jedoch beim Anlassen des Motors **1** nicht stabil, und daher kann der Ablassdruck der Hochdruck-Pumpe **55** nicht zur Steuerung der Brennstoff-Einspritzung verwendet werden. Dementsprechend wird beim Anlassen des Motors **1** Niederdruck-Brennstoff, der durch die Einstellung des Brennstoffdruckes erhalten wird, der von der Niederdruck-Pumpe **51** abgelassen wird, für diesen Zweck verwendet.

Beim Motorstart

[0056] Wenn der Motor **1** gestartet wird, wählt die ECU **70** den Frühstadium-Einspritz-Steuermodus als den Einspritz-Steuermodus, und die zuvor erwähnte Vorwärts-Steuerung wird in diesem Frühstadium-Einspritz-Steuermodus verwendet. In einem derartigen Zustand wird daher während des Ansaugtaktes Brennstoff direkt in jeden Zylinder eingespritzt, und die Brennstoff-Einspritz-Menge wird derart gesteuert, daß das mittlere Luft-Brennstoff-Verhältnis in jedem

Zylinder in Bezug auf das stoichiometrische Luft-Brennstoff-Verhältnis gering ist. Die Luft-Brennstoff-Mischung, die den Zylindern zugeführt wird, ist nämlich relativ reich. Folglich kann, auch wenn die Geschwindigkeit der Brennstoffverdampfung in den Zylindern beim Start des Motors **1** gering ist, Brennstoff, der während des Ansaugtaktes eingespritzt wird, zum Zeitpunkt des Expansionstaktes vollständig verdampft werden. Weiterhin zündet der Brennstoff während des Expansionstaktes fehlerfrei und verbrennt zufriedenstellend, da das Gemisch in den Zylindern relativ reich ist. Als Ergebnis kann die Erzeugung vom unverbranntem Brennstoff (Kohlenwasserstoffe (HC)), die der Zylinderfehlzündung zuzurechnen ist, unterdrückt werden.

[0057] Im Zylinder-Einspritz-Motor **1** haftet – im Gegensatz zum herkömmlichen Motor – der eingespritzte Brennstoff nie an der inneren Wandfläche des Einlaßdurchlasses **13**, und daher kann die Reaktion und Genauigkeit der Brennstoff-Einspritz-Mengen-Steuerung mit Leichtigkeit verbessert werden.

Leerlauf nach dem Kaltstart (während des Aufwärmens)

[0058] Wenn das Anlassen des Motors **1** durchgeführt wird und der Betriebszustand des Motors **1** auf Leerlauf wechselt, d.h. wenn der Zündschlüssel von der Start-Stellung zur An-Stellung gedreht wird, schaltet die ECU **70** das Brennstoffdruck-Schalt-Ventil **60** ab. In diesem Falle werden die Öffnungen der ersten und zweiten Luftumgehungs-Ventile **24** und **27** in ihrer Leerlauf-Öffnung gehalten. Ebenfalls betreibt der Motor **1** die Hochdruck-Pumpe **55** stabil, so daß der Brennstoffdruck im Brennstoffdurchgang, der sich von der Hochdruck-Pumpe **55** zu den Brennstoff-Injektoren **4** erstreckt, erhöht wird, und dieser Brennstoffdruck wird durch die Wirkung des Hochdruck-Reglers **59** bei dem vorher erwähnten Hochdruckwert gehalten. Folglich entlädt die Hochdruck-Pumpe **55** Hochdruckbrennstoff zu den Brennstoff-Injektoren **4**.

[0059] Während des Leerlauf-Betriebs vor der Vollständigkeit des Aufwärmens des Motors **1**, d.h. bevor die Kühlwasser-Temperatur TWT des Motors **1** einen vorbestimmten Wert (z.B. 50° C) erreicht, wählt die ECU **70** den Frühstadium-Einspritz-Steuermodus als den Einspritz-Steuermodus, wie für den Fall des Kaltstarts; jedoch wird die Brennstoffmenge, die in die einzelnen Zylinder zu diesem Zeitpunkt eingespritzt wird, durch den Hoch-Brennstoffdruck im zuvor erwähnten Brennstoffdurchgang und durch die Ventilöffnungszeit der Brennstoff-Injektoren **4** bestimmt.

[0060] Wenn der Betrieb einer Hilfsvorrichtung des Fahrzeugs, z.B. eine (nicht gezeigte) Klimaanlage, aufgenommen oder unterbrochen wird und somit die

Last am Motor **1** zu- oder abnimmt, steuert die ECU **70** die Öffnung des ersten Luftumgehungs-Ventils **24**, d.h. die Einlaßluftmenge und die Brennstoff-Einspritzmenge für die einzelnen Zylinder, um dadurch die Leerlauf-Drehzahl des Motors **1** konstant zu halten.

[0061] Wenn sich während des Aufwärmungs-Vorgangs ebenfalls die Temperatur des O₂-Sensors **40** auf die Einschalt-Temperatur erhöht, schaltet die ECU **70** die Luft-Brennstoff-Verhältnis-Steuerung im Frühstadium-Einspritz-Steuermodus auf die stoichiometrische Rückkopplungs-Steuerung, wodurch die Brennstoff-Einspritz-Menge auf der Grundlage des Ausgabesignals des O₂-Sensors **40** geregelt wird, so daß das mittlere Luft-Brennstoff-Verhältnis in den Zylindern wie das stoichiometrische Luft-Brennstoff-Verhältnis werden kann. Folglich kann der Dreiwege-Katalysator der Abgasreinigungsvorrichtung **42** effektiv schädliche Bestandteile des Auspuffs reinigen.

Nach Abschluss der Motoraufwärmung

[0062] Nach Abschluss der Aufwärmung des Motors **1** bestimmt die ECU **70** einen Einspritz-Steuermodus – der die Luft-Brennstoff-Verhältnis-Steuerung und die Brennstoff-Einspritz-Taktungs-Steuerung umfaßt – und zwar auf der Grundlage der Motordrehzahl NE und eines mittleren Soll-Nutzdruckes PE als Motorlast bezogene Information unter der Verwendung der in [Fig. 5](#) gezeigten Steuer-Tabelle, und steuert die Öffnung/Schließung des zweiten Luftumgehungs-Ventils **27** und des EGR-Ventils **45** in Übereinstimmung mit dem bestimmten Einspritz-Steuermodus. In dieser Ausführungsform berechnet die ECU **70** den mittleren Soll-Nutzdruck PE für den Motor **1** auf der Grundlage der Drosselklappen-Öffnung θ TH, die durch den Drosselklappen-Sensor **29** ausgegeben wird, der Grundlage der Motordrehzahl NE, usw. ist, und sie berechnet die Motordrehzahl NE auf der Grundlage der Kurbelwinkelsignale, die von den Kurbelwinkel-Sensoren **17** ausgegeben werden.

[0063] Es folgt eine Beschreibung der Einspritz-Steuermodi, die wahlweise in Übereinstimmung mit einem Dauerbetriebszustand des Motors **1** angewendet werden.

Während des Leerlaufbetriebs des Motors (niedrige Last/niedrige Drehzahl)

[0064] Wenn sich der Motor **1** im Leerlauf (bei niedriger Last und bei niedriger Drehzahl) befindet, d.h. wenn sowohl die Motordrehzahl NE als auch der mittlere Soll-Nutzdruck PE niedrig sind, schaltet die ECU **70** den Brennstoff-Einspritz-Steuermodus auf den Spätstadium-Einspritz-Steuermodus (Magersteuerung), wie aus der Steuer-Tabelle der [Fig. 5](#) ersichtlich. Zu diesem Zeitpunkt öffnet die ECU **70** das zwei-

te Luftumgehungs-Ventil **27** und das EGR-Ventil **45** ganz. Da das zweite Luftumgehungs-Ventil **27** geöffnet ist, wird Einlaßluft über das Umgehungsrohr **26** in den Druckausgleichsbehälter **20** eingefügt, und zwar unabhängig von der Öffnung des Drosselklappen-Ventils **28**, wodurch die Zufuhr einer großen Menge von Einlaßluft zu den einzelnen Zylindern ermöglicht wird. Da das EGR-Ventil **45** ebenfalls geöffnet ist, wird ein Teil des Abgases in den Druckausgleichsbehälter **20** eingeführt.

[0065] Dementsprechend wird Einlaßluft, die Abgas enthält, den einzelnen Zylindern zugeführt. In diesem Falle wird das Verhältnis des Abgases, das jedem Zylinder zugeführt wird, auf 30–60% der Einlaßluftmenge gesetzt. Die Menge des von den Brennstoff-Injektoren **4** eingespritzten Brennstoffes wird ebenfalls derart geregelt, daß das mittlere Luft-Brennstoff-Verhältnis in den Zylindern einen Wert von etwa 20–40 einnehmen kann.

[0066] Folglich ist das mittlere Luft-Brennstoff-Verhältnis groß; da jedoch der Einspritz-Steuermodus in den Spätstadium-Einspritz-Steuermodus geschaltet wurde, bildet der Brennstoff, der während des Kompressionstaktes von jedem Brennstoff-Injektor **4** in den entsprechenden Zylinder eingespritzt wurde, eine Mischung mit einem Luft-Brennstoff-Verhältnis, das dem stoichiometrischen Luft-Brennstoff-Verhältnis in der Nähe der Zündkerze **3** unmittelbar vor der Zündzeit ähnlich ist. Insbesondere wird die halbkugelförmige Vertiefung **8** an der oberen Seite eines jeden Kolben **7**, wie vorstehend erwähnt, gebildet, und daher erzeugt die Aufwärtsbewegung des Kolbens **7** während des Kompressionstaktes einen umkehrenden Gegenstrom von Einlaßluft innerhalb des Zylinders, wie durch die Pfeile **80** in [Fig. 6](#) gezeigt. Zusätzlich spritzt jeder Brennstoff-Injektor **4** Brennstoff in die Vertiefung **8** des entsprechenden Kolbens **7** ein. Dementsprechend bleibt der größte Teil des zerstäubten Brennstoffes in der Vertiefung **8**, d.h. in der Nähe der Zündkerze **3**; daher ist es möglich, eine Mischung mit einem Luft-Brennstoff-Verhältnis, das nahe am stoichiometrischen Luft-Brennstoff-Verhältnis ist, in der Nähe der Zündkerze **3** zu bilden, auch wenn das mittlere Luft-Brennstoff-Verhältnis im Zylinder groß ist, wobei gestattet wird, daß der zerstäubte Brennstoff durch die Zündkerze **3** zuverlässig gezündet wird. Als Ergebnis wird ein Magerverbrennungs-Vorgang des Motors **1** zur Verfügung gestellt, und sowohl die CO- und HC-Anteile im Abgas als auch der Brennstoffverbrauch können verringert werden. Da in diesem Fall die den Zylindern zugeführte Einlaßluft eine große Menge von Abgas enthält, werden des weiteren die Stickstoffoxide (NOX) im Abgas beträchtlich verringert.

[0067] Wenn der Spätstadium-Einspritz-Steuermodus als Brennstoff-Einspritz-Steuermodus gewählt wird, wird die Einlaßluft, die das Drosselklappen-Ven-

til **23** umgeht, den einzelnen Zylindern zugeführt, und daher können der Drosselverlust des Ventildurchganges, der auf das Vorhandensein des Drosselklappen-Ventils **23** zurückzuführen ist, und der Pumpverlust verringert werden.

[0068] Wenn der Motor **1** im Leerlauf ist, wird die Brennstoffmenge, die in jeden Zylinder eingespritzt wird, selbstverständlich in Übereinstimmung mit einer Zunahme oder Abnahme der Motorbelastung verringert bzw. vergrößert. Folglich wird die Leerlauf-Drehzahl des Motors **1** auf eine feste Drehzahl geregelt und die Antwort der Steuerung wesentlich verbessert.

Bei der Fortbewegung des Fahrzeugs bei niedriger/mittlerer Geschwindigkeit

[0069] Unter Verwendung der Steuer-Tabelle der [Fig. 5](#) bestimmt die ECU **70** auf der Grundlage des mittleren Soll-Nutzdruckes PE und der Motordrehzahl NE einen Steuerbereich aus dem Frühstadium-Einspritz-Steuermodus (Magersteuerung), dem Früh/Spätstadium-Einspritz-Steuermodus (stoichiometrische Rückkopplungs-Steuerung) und aus dem Spätstadium-Einspritz-Steuermodus (Vorwärts-Steuerung). Insbesondere, bewirkt die ECU **70** in dem Frühstadium-Einspritz-Steuermodus (Magersteuerung), daß der Brennstoff während des Ansaugtaktes eingespritzt wird und die Brennstoff-Einspritz-Menge derart regelt, daß das mittlere Luft-Brennstoff-Verhältnis in den Zylindern nur etwa **20** bis **23** beträgt. In diesem Falle steuert die ECU **70** ebenfalls die Öffnungen der ersten und zweiten Luftumgehungs-Ventile **24** und **27** sowie das EGR-Ventil **45**.

Bei schneller Beschleunigung oder Hochgeschwindigkeitsfahrt

[0070] Bei schneller Beschleunigung oder Hochgeschwindigkeitsfahrt des Fahrzeugs sind entweder der mittlere Soll-Nutzdruck PE oder die Motordrehzahl NE hoch, und die ECU **70** schaltet den Einspritz-Steuermodus auf den Frühstadium-Einspritz-Steuermodus (Vorwärts-Steuerung). In diesem Falle wird Brennstoff während des Ansaugtaktes eingespritzt und die Brennstoff-Einspritzmenge der Vorwärts-Steuerung unterzogen, so daß das mittlere Luft-Brennstoff-Verhältnis in den Zylindern in bezug auf das stoichiometrische Luft-Brennstoff-Verhältnis klein sein darf.

[0071] Im Frühstadium-Einspritz-Steuermodus (Vorwärts-Steuerung) steuert die ECU **70** ebenfalls die Öffnungen der ersten und zweiten Luftumgehungs-Ventile **24** und **27** und das EGR-Ventil **45**.

Brennstoff-Unterbrechungs-Bereich

[0072] Beim Loslassen des Fahrpedals während

der Mittel-Hochgeschwindigkeitsfahrt des Fahrzeuges beginnt sich das Fahrzeug zu verlangsamen, und zu dieser Zeit stoppt die ECU **70** die Einspritzung von Brennstoff in die Zylinder (Brennstoff-Unterbrechung). Dementsprechend können sowohl der Brennstoffverbrauch als auch schädliche Bestandteile im Abgas verringert werden. Wenn die Motordrehzahl NE geringer als eine Erholungsdrehzahl wird, oder wenn das Fahrpedal erneut gedrückt wird, beendet die ECU **70** unverzüglich die Brennstoff-Unterbrechung und wählt einen der vorstehend erwähnten Steuerbereiche.

[0073] Es folgt eine Beschreibung des Verfahrens zur Auswahl eines Brennstoff-Einspritz-Steuermodus während eines Übergangs-Betriebszustands des Motors **1**. Wenn der Motor **1** in einem Übergangszustand arbeitet, wird insbesondere ein Brennstoff-Einspritz-Modus in Übereinstimmung mit einer in [Fig. 7](#) gezeigten Hauptroutine gewählt, und diese Hauptroutine wird bei vorbestimmten Zyklen – wie beispielsweise mit jeder halben Umdrehung oder mit jedem Takt des Motors **1** – wiederholt ausgeführt.

HAUPTROUTINE

[0074] Im Schritt S1 liest die ECU **70** Betriebs-Informationen des Motorsystems auf der Grundlage der Ausgabesignale von den vorstehend erwähnten verschiedenen Sensoren und Schaltern. Die ECU **70** erhält insbesondere die Kühlwasser-Temperatur TWT, die Drosselklappen-Öffnung θ_{TH} , Einlaßluft-Temperatur TAIR, Öltemperatur TTM des Wechselschaltgetriebes **66** und die Motordrehzahl NE auf der Grundlage der Ausgabesignale von den verschiedenen Sensoren. Die ECU **70** berechnet ebenfalls auf der Grundlage der gelesenen Informationen den mittleren Soll-Nutzdruck PE, die Drosselklappen-Öffnungs-Geschwindigkeit $\Delta\theta_{TH}$ (Differential der Drosselklappen-Öffnung), die Fahrzeug-Geschwindigkeit V usw. als Motorlast-Information. Vor der Durchführung des Schrittes S1, führt die ECU **70** einen Initialisierungsvorgang aus, um einen negativen Wert für jeden der verschiedenen Flags und Rückwärts-Zeitgeber zu setzen, wie nachstehend erwähnt.

[0075] Danach bestimmt in Schritt S2 die ECU **70**, ob die Kühlwasser-Temperatur TWT des Motors **1** niedriger als eine vorbestimmte Temperatur TWTC (z.B. 50°C) ist oder nicht. Wenn die Entscheidung in Schritt S2 negativ (nein) ist, d.h., wenn das Aufwärmen des Motors **1** beendet ist, führt die ECU **70** nachfolgend jeweils eine Fahrzeug-Start-Steueroutine, eine Beschleunigungs-Stoß-Steueroutine, eine Beschleunigungs-Reaktions-Steueroutine, eine Verlangsamungs-Stoß-Steueroutine, eine Steueroutine zur Erholung von der Brennstoff-Unterbrechung, eine Einspritz-Steuermodus-Entscheidungsroutine und eine Einspritz-Beendigungszeit-Steueroutine in den Schritten S3 bis S9 durch, wie nachstehend be-

schrieben, und führt eine Antriebs-Steueroutine für zu steuernde Vorrichtungen in Schritt S10 aus. In der Antriebs-Steueroutine werden die Vorgänge verschiedener Vorrichtungen wie beispielsweise Brennstoff-Injektoren **4**, die ersten und zweiten Luftumgehungs-Ventile **24** und **27**, das EGR-Ventil **45**, die Zündspulen **19** usw. in Übereinstimmung mit den in den vorstehenden Schritten erhaltenen Steuer-Informationen gesteuert.

[0076] Wenn andererseits die Entscheidung in Schritt S2 bejahend ist (ja), d.h., wenn das Aufwärmen des Motors **1** noch nicht beendet ist, führt die ECU **70** nachfolgend Schritt S11, Schritt S8 und die nachstehenden Schritte aus.

[0077] Einzelheiten der einzelnen Schritte werden nun in der Reihenfolge erläutert.

Fahrzeug-Start-Steueroutine

[0078] In der Fahrzeug-Start-Steueroutine (Schritt S3), die in [Fig. 8](#) gezeigt ist, wird zunächst in Schritt S30 bestimmt, ob „1“ als Fahrflag FRUN gesetzt ist oder nicht. Wenn Schritt S30 zum ersten Mal nach dem Start des Motors **1** ausgeführt wird, ist ein negativer Wert als Fahrflag FRUN gesetzt worden. Daher ist die Entscheidung in diesem Schritt NEIN und es wird dann bestimmt, ob die Fahrzeug-Geschwindigkeit V geringer als eine erste Fahrzeug-Geschwindigkeit VH (z.B. 5 km/h) ist oder nicht (Schritt S31). Wenn die Entscheidung in Schritt S31 JA lautet, wird dann bestimmt, ob die Drosselklappen-Öffnung θ_{TH} geringer als ein Drosselklappen-Schwellenwert θ_{THL} (z.B. 5%-Öffnung) ist oder nicht (Schritt S32). Wenn die Entscheidung in diesem Schritt ebenfalls JA lautet, kann entschieden werden, daß sich das Fahrzeug nicht bewegt und daß der Fahrer auch keine Absicht hat, das Fahrzeug zu starten, und daher wird „0“ als Startflag FST gesetzt (Schritt S33).

[0079] Wenn die Drosselklappen-Öffnung θ_{TH} zunimmt, sobald das Fahrpedal gedrückt ist und die Entscheidung in Schritt S32 NEIN wird, kann dann entschieden werden, daß der Fahrer die Absicht hat, das Fahrzeug zu starten, und daß sich der Motor **1** in einem Übergangszustand für den Fahrzeugstart befindet. In diesem Falle wird „1“ als Startflag FST in Schritt S34 gesetzt. Wenn das Fahrzeug gestartet wird und die Fahrzeug-Geschwindigkeit V zunimmt, wird die Entscheidung in Schritt S31 ebenfalls NEIN, wobei in diesem Falle „1“ als Fahrflag FRUN (Schritt S35) gesetzt wird.

[0080] Nachdem „1“ als Fahrflag FRUN nach dem Start des Fahrzeuges gesetzt wird, wird die Entscheidung in Schritt S30 JA. Dementsprechend wird Schritt S36 nach dem Schritt S30 ausgeführt, um zu bestimmen, ob die Fahrzeug-Geschwindigkeit V eine zweite Fahrzeug-Geschwindigkeit VL (z.B. 2 km/h)

unterschriften hat, die dann geringer als die erste Fahrzeug-Geschwindigkeit VH ist. Wenn die Entscheidung in diesem Schritt NEIN lautet, d.h., wenn der Fahrzeugstart beendet ist und sich das Fahrzeug fortbewegt, wird Schritt S35 wiederholt ausgeführt und der Wert des Fahrflags FRUN auf „1“ gehalten.

[0081] Wenn sich andererseits das Fahrzeug verlangsamt und nahezu zum Stillstand kommt und somit die Entscheidung in Schritt S36 JA wird, wird das Fahrflag FRUN auf „0“ gesetzt (Schritt S37). Das Fahrflag FRUN wird nämlich in Übereinstimmung mit der Fahrzeug-Geschwindigkeit V auf „1“ oder „0“ gesetzt. Da die zweite Fahrzeug-Geschwindigkeit V2 auf einen Wert gesetzt wird, der geringer als die erste Fahrzeug-Geschwindigkeit V1 ist, wird das Setzen des Fahrflags FRUN nie einer Regelschwingung ausgesetzt, wenn sich das Fahrzeug bei einer sehr niedrigen Geschwindigkeit fortbewegt.

[0082] Während „1“ als Startflag FST gesetzt ist, kann die ECU 70 den Frühstadium-Einspritz-Steuermodus (stoichiometrische Rückkopplungs-Steuerung) für den Einspritz-Steuermodus in der Einspritz-Steuermodus-Entscheidungsroutine, die später beschrieben wird, auswählen.

[0083] Während andererseits das Startflag FST auf „0“ zurückgesetzt wird, wählt die ECU 70 einen Einspritz-Steuermodus auf der Grundlage des mittleren Soll-Nutzdruckes PE und der Motordrehzahl NE unter Verwendung der Tabelle in der Entscheidungsroutine aus.

Beschleunigungs-Stoß-Steuerroutine

[0084] Wie in [Fig. 9](#) gezeigt, wird zunächst in der Beschleunigungs-Stoß-Steuerroutine in Schritt S40 bestimmt, ob der mittlere Soll-Nutzdruck PE größer als ein vorbestimmter Druck -PEL (z.B. -1 kgf/cm^2) ist oder nicht; wenn die Entscheidung in diesem Schritt JA lautet, d.h., wenn sich das Fahrzeug verlangsamt, ist ein Rückwärts-Zeitgeber tAS auf „0“ gesetzt und „1“ wird als Beschleunigungsflag FDA in Schritt S41 gesetzt. Nach der Durchführung des Schrittes S41, wird die Beschleunigungs-Reaktions-Steuerroutine in Schritt S5 übersprungen und die Verlangsamungs-Stoß-Steuerroutine in Schritt S6 ausgeführt.

[0085] Wenn der mittlere Soll-Nutzdruck PE danach ansteigt, sobald das Fahrpedal durch den Fahrer gedrückt wird, und die Entscheidung in Schritt S40 JA wird, wird bestimmt, ob die Drosselklappen-Öffnungs-Geschwindigkeit $\Delta\theta_{TH}$ größer als ein Beschleunigungs-Kriteriumwert α_{THH} (Schritt S42) ist oder nicht. Wenn die Entscheidung in diesem Schritt JA lautet, wird angenommen, daß der Fahrer die Absicht hat, das Fahrzeug zu beschleunigen, und in Schritt S43 wird dann bestimmt, ob „1“ als Beschleunigungsflag FDA gesetzt worden ist oder nicht. In ei-

nem ersten Übergangs-Beschleunigungs-Zustand des Motors 1, in dem der Fahrzeugbetrieb von einer Verlangsamung zu einer Beschleunigung wechselt, wurde das Beschleunigungsflag FDA bereits auf „1“ gesetzt, und daher wird die Entscheidung in Schritt S43 JA. Im nächsten Schritt S44 wird der Wert des Beschleunigungsflags FDA auf „0“ gesetzt, während ein vorbestimmter Wert t1 (z.B. 0,1 sec) im Rückwärts-Zeitgeber tAS gesetzt wird, und ab diesem Zeitpunkt wird der Betrieb des Rückwärts-Zeitgebers tAS gestartet.

[0086] Während des Betriebs des Rückwärts-Zeitgebers tAS wählt die ECU 70 den Spätstadium-Einspritz-Steuermodus (magerer Steuerung) als den Einspritz-Steuermodus aus, wie nachstehend beschrieben.

[0087] Der von der Beschleunigungs-Stoß-Steuerroutine zu steuernde Beschleunigungs-Stoß umfaßt einen sogenannten Stoß zur Beseitigung des unwirksamen Hubs, der an dem am stärksten verdrehten Teil der Torsionsfeder der Kupplung 71 hervorgerufen wird, wenn die Torsionsfeder von der Verlangsamungsseite zur Beschleunigungs-Seite verdreht wird. Der Stoß zur Beseitigung des unwirksamen Hubs zeigt eine Verstärkungstendenz, wenn die Ausgabe des Motors 1 zunimmt, und dementsprechend wird in einer Lage, in der der Stoß zur Beseitigung des unwirksamen Hubs eintreten kann, der Spätstadium-Einspritz-Steuermodus (Magersteuerung) für eine vorbestimmte Zeitspanne ausgewählt.

Beschleunigungs-Reaktions-Steuerroutine

[0088] Wie in [Fig. 10](#) gezeigt, wird zunächst in der Beschleunigungs-Reaktions-Steuerroutine im Schritt S51 bestimmt, ob die Drosselklappen-Öffnungs-Geschwindigkeit $\Delta\theta_{TH}$ größer als ein Beschleunigungs-Kriteriumwert α_{THL} ist oder nicht, der kleiner als der vorstehend erwähnte Beschleunigungs-Kriteriumwert α_{THH} ist. Wenn die Entscheidung in diesem Schritt JA lautet, wird bestimmt, ob der Wert des vorstehend erwähnten Rückwärts-Zeitgebers tAS gleich „0“ ist (Schritt S52). Wenn die Entscheidung in Schritt S52 NEIN lautet, bedeutet dies, daß der vorstehend bestimmte Wert t1 in dem Rückwärts-Zeitgeber tAS in der vorhergehenden Beschleunigungs-Stoß-Steuerroutine gesetzt worden ist und daß der Rückwärts-Zeitgeber tAS in Betrieb ist, und in diesem Falle wird der nachfolgende Schritt S53 übersprungen.

[0089] Wenn andererseits die Entscheidung in Schritt S52 JA lautet, wird ein vorbestimmter Wert t2 (z.B. 1 sec) in einem Rückwärts-Zeitgeber tAR gesetzt und der Betrieb des Rückwärts-Zeitgebers tAR gestartet. Wenn nämlich das Fahrzeug in einem Zustand, der nicht der Verlangsamung entspricht oder in einem zweiten Übergangs-Beschleunigungs-Zustand des Motors 1 betrieben wird, in dem die Dros-

selklappen-Öffnungs-Geschwindigkeit $\Delta\theta_{TH}$ größer als der Beschleunigungs-Kriteriumwert α_{THL} ist, wird, nachdem der Rückwärts-Zeitgeber tAS den Betrieb eingestellt hat, der Betrieb des Rückwärts-Zeitgebers tAR aufgenommen.

[0090] Während des Betriebes des Rückwärts-Zeitgebers tAR verhindert die ECU **70**, daß der Spätstadium-Einspritz-Steuermodus ausgewählt wird, wie nachstehend erläutert.

Verlangsamungs-Stoß-Steueroutine

[0091] Wie in [Fig. 11](#) gezeigt, wird zunächst in der Verlangsamungs-Stoß-Steueroutine in Schritt S60 bestimmt, ob die Drosselklappen-Öffnungs-Geschwindigkeit $\Delta\theta_{TH}$ geringer als ein vorbestimmter Wert $-\beta_{th}$ ist oder nicht, d.h., ob sich das Fahrzeug durch Loslassen seines Fahrpedals verlangsamt. Wenn die Entscheidung in diesem Schritt NEIN lautet, wird „1“ als Verlangsamungsflag FAD gesetzt (Schritt S61). „1“ wird nämlich als Verlangsamungsflag FAD gesetzt, sofern das Fahrpedal nicht bei einer größeren Geschwindigkeit als der vorbestimmten losgelassen wird.

[0092] Wenn andererseits die Entscheidung in Schritt S60 JA lautet, wird bestimmt, ob der Wert des Verlangsamungsflags FAD gleich „1“ ist oder nicht (Schritt S62). Wenn die Entscheidung in diesem Schritt JA lautet, bedeutet dies, daß sich der Motor **1** in einem Übergangs-Verlangsamungs-Zustand befindet, in dem der Motorbetrieb von Beschleunigung oder gleichbleibendem Zustand (d.h. das Fahrzeug bewegt sich bei einer konstanten Geschwindigkeit fort) auf Verlangsamung übergeht. In diesem Fall wird das Verlangsamungsflag FAD auf „0“ zurückgesetzt, während ein vorbestimmter Wert $t3$ (z.B. 0,5 sec) im nachfolgenden Schritt S63 in den Rückwärts-Zeitgeber tDS gesetzt wird, und von diesem Zeitpunkt an, wird der Betrieb des Rückwärts-Zeitgebers tDS gestartet.

[0093] Während des Betriebes des Rückwärts-Zeitgebers tDS wählt die ECU **70** zwangsläufig den Spätstadium-Einspritz-Steuermodus (Magersteuerung) als Einspritz-Steuermodus aus, wie nachstehend beschrieben.

Steueroutine für die Erholung von der Brennstoff-Unterbrechung

[0094] Wie in [Fig. 12](#) gezeigt, wird in der Routine zur Steuerung der Erholung von der Brennstoff-Unterbrechung zunächst auf der Grundlage des mittleren Soll-Nutzdruckwertes PE und der Motordrehzahl NE bestimmt, ob der Steuerbereich für den Motor **1** in den Brennstoff-Unterbrechungs-Bereich fällt, und gleichzeitig, ob der Wert des vorstehend erwähnten Rückwärts-Zeitgebers tDS gleich „0“ ist oder nicht

(Schritt S71). Wenn die Entscheidung in diesem Schritt JA lautet, d.h. in einer Lage, in der sich das Fahrzeug verlangsamt, ist der Betrieb des in der vorhergehenden Verlangsamungs-Stoß-Steueroutine gestarteten Rückwärts-Zeitgebers tDS beendet, und gleichzeitig fällt der Steuerbereich des Motors **1** in den Brennstoff-Unterbrechungs-Bereich, wobei „1“ als Erholungsflag FCR gesetzt wird (Schritt S71).

[0095] Wenn die Drehzahl NE des Motors **1** danach auf die Erholungsdrehzahl abfällt oder wenn das Fahrpedal von dem Fahrer gedrückt wird, so daß der Steuerbereich für den Motor **1** außerhalb des Brennstoff-Unterbrechungs-Bereiches liegt, wird bestimmt, ob „1“ als Erholungsflag FCR gesetzt worden ist. Wenn das Ergebnis dieser Bestimmung bejahend ist, d.h., wenn sich der Motor **1** in einem Übergangszustand zur Erholung von der Brennstoff-Unterbrechung befindet, wird ein vorbestimmter Wert $t4$ (z.B. 0,5 sec) in dem Rückwärts-Zeitgeber tCR gesetzt, während das Erholungsflag FCR auf „0“ gesetzt wird (Schritt S73).

[0096] Während des Betriebes des Rückwärts-Zeitgebers tCR wählt die ECU **70** zwangsläufig den Spätstadium-Einspritz-Steuermodus als Einspritz-Steuermodus, wie nachstehend beschrieben, aus. In dem in diesem Falle angewandten Spätstadium-Einspritz-Steuermodus wird das Luft-Brennstoff-Verhältnis auf der Grundlage des mittleren Soll-Nutzdruckes PE und der Motordrehzahl NE gesteuert. Somit ist es möglich, die Unterschwingung der Drehung zum Zeitpunkt der Erholung von der Brennstoff-Unterbrechung zu verhindern, so daß die Erholungsdrehzahl zur Erholung von der Brennstoff-Unterbrechung auf eine geringe Drehzahl gesetzt werden kann, wodurch die Brennstoffeinsparung erhöht und der Überziehung des Motors **1** vorgebeugt wird.

Rauch-Steueroutine

[0097] Wie in [Fig. 13](#) gezeigt, wird zunächst in der Rauch-Steueroutine in Schritt S110 bestimmt, ob der mittlere Soll-Nutzdruck PE geringer als ein vorbestimmter Druck-PESMK (z.B. $-0,1 \text{ kg/cm}^2$) ist oder nicht, und wenn die Entscheidung in diesem Schritt JA lautet, wird bestimmt, ob die Motordrehzahl NE größer als die vorbestimmte Drehzahl NEL ist oder nicht (Schritt S111). Wenn die Entscheidung entweder in Schritt S110 oder in S111 NEIN ist, wird „1“ als Rauchflag FSM gesetzt (Schritt S112); wenn andererseits die Entscheidungen in den Schritten S110 und S111 jeweils JA sind, d.h., wenn während des Ansaugtaktes ein starker Unterdruck in den Zylindern erzeugt wird und gleichzeitig die Drehzahl NE des Motors **1** ziemlich hoch ist, wird „0“ als Rauchflag FSM gesetzt.

[0098] Wenn „0“ als Rauchflag FSM gesetzt wird,

bedeutet dies, daß sich der Motor **1** in einem ersten Übergangs-Abkühlzustand befindet, und in diesem Falle kann die ECU **70** zwangsläufig den Spätstadium-Einspritz-Steuermodus (z.B. Kaltzustand-/Niederlast-Steuerung) als Einspritz-Steuermodus auswählen, wie nachstehend beschrieben.

Einspritz-Steuermodus-Entscheidungsroutine

[0099] Wie in [Fig. 14](#) gezeigt, wird in der Entscheidungsroutine ein Brennstoff-Einspritz-Steuermodus in Übereinstimmung mit den Werten der Flags und des Rückwärts-Zeitgebers, die in den vorstehenden Routinen gesetzt worden sind, bestimmt.

[0100] Erstens wird in Schritt S82 bestimmt, ob der Wert des Rauchflags FSM gleich „1“ ist oder nicht. Wenn die Entscheidung in diesem Schritt NEIN lautet, d.h., wenn der Wert des Rauchflags FSM „0“ ist, wird der Brennstoff-Einspritz-Modus zwangsläufig auf den Spätstadium-Einspritz-Steuermodus (Kaltzustand-/Niederlast-Steuerung) in Schritt S801 gesetzt. Wie aus der oben beschriebenen Rauch-Steerroutine ersichtlich ist, befindet sich der Motor bei dem Wert „0“ des Rauchflags FSM in einer Lage, in der der mittlere Soll-Nutzdruck PE – der ein lastbezogener Wert ist – ziemlich niedrig ist, und gleichzeitig die Motordrehzahl ziemlich hoch ist, d.h. in einer Lage, in der der Motor **1** während des Aufwärmens durchdreht, (anders ausgedrückt der Motor **1** wird wie in der nachfolgenden Abnahme der Drehzahl in einem Verlangsamungs-Bereich betrieben. Wenn in solch einer Lage Brennstoff in Übereinstimmung mit dem Frühstadium-Einspritz-Steuermodus eingespritzt wird, ist es wahrscheinlich, daß der flüssige Brennstoff in jedem Zylinder den Ölfilm von der Innenwand des Zylinders abwaschen wird, wobei die Abdichtungswirksamkeit des Kolbenringes verringert wird. Starker Unterdruck in dem Zylinder und eine Verschlechterung in der Abdichtungswirksamkeit der Kolbenringe verursachen das Eintreten von Gasblasen vom Kurbelgehäuse in die Zylinder, wodurch der im Abgas enthaltene Rauch erhöht wird und die Zündkerzen **3** verschmutzt werden, und auch das Auslaufen ebenfalls Brennstofftröpfchen von den Zylindern zum Kurbelgehäuse. Wenn andererseits Brennstoff in Übereinstimmung mit dem Spätstadium-Einspritz-Steuermodus eingespritzt wird, wie vorstehend erwähnt, verbrennt der flüssige Brennstoff, bevor er das Öl von den inneren Wänden der Zylinder wegwischt, und dementsprechend werden die vorstehend erwähnten Nachteile, die auf den Frühstadium-Einspritz-Steuermodus zurückzuführen sind, nie verursacht.

[0101] Zweitens wird, wenn die Entscheidung in Schritt S82 JA lautet und somit der Brennstoff-Einspritz-Steuermodus unbestimmt verbleibt, im nachfolgenden Schritt S83 bestimmt, ob die Kühlwasser-Temperatur TWT höher als eine vorbestimmte

Temperatur $f(\text{TAIR})$ ist oder nicht, die unter Verwendung der Einlaßluft-Temperatur TAIR als ein Parameter bestimmt wird. Die vorbestimmte Temperatur $f(\text{TAIR})$ wird beispielsweise wie folgt gesetzt:
 $f(\text{TAIR}) = \text{TWTL}$ (z.B. 70°C), wenn $\text{TAIR} > 20^{\circ}\text{C}$;
 $f(\text{TAIR}) = \text{TWTH}$ (z.B. 77°C), wenn $\text{TAIR} < 0^{\circ}\text{C}$.

[0102] Wenn die Entscheidung in Schritt S83 NEIN lautet, d.h., wenn die Kühlwasser-Temperatur TWT des Motors **1** geringer als die vorbestimmte Temperatur $f(\text{TAIR})$ ist, wird der Spätstadium-Einspritz-Steuermodus in Schritt S801 verhindert, so daß Brennstoff in Übereinstimmung mit dem Frühstadium-Einspritz-Steuermodus (Vorwärts-Steuerung) eingespritzt wird. Wenn nämlich die Entscheidung in Schritt S83 NEIN lautet, bedeutet dies, daß sich der Motor **1** in einem zweiten Übergangs-Abkühlzustand befindet. Selbst im zweiten Übergangs-Abkühlzustand kann während des Ansaugtaktes des Motors **1** zu dem Zeitpunkt eingespritzter Brennstoff ausreichend mit Frischluft gemischt werden, wenn der nachfolgende Kompressionstakt stattfindet, wodurch solchermaßen eine zufriedenstellende Verbrennung des Brennstoffes gewährleistet wird. Als ein Ergebnis erhöht sich die Kühlwasser-Temperatur TWT des Motors **1** rasch, wodurch das Heizsystem des Kraftfahrzeuges, das Kühlwasser des Motors **1** verwendet, wirksam arbeiten kann. Da sich die Temperatur des Abgases ebenfalls erhöht, können der O_2 -Sensor und der Katalysator frühzeitig aktiviert werden. Des weiteren wird die für den Aufwärmvorgang des Motors **1** benötigte Zeit keineswegs verlängert.

[0103] Die vorbestimmte Temperatur $f(\text{TAIR})$ wird in Übereinstimmung mit der Einlaßluft-Temperatur TAIR auf verschiedene Temperaturen, d.h. TWTL oder TWTH gesetzt; selbst wenn die Kühlwasser-Temperatur TWT niedrig ist, wird deshalb verhindert, daß Schritt S801 ausgeführt wird, sofern die Einlaßluft-Temperatur TAIR ziemlich hoch ist, wodurch ermöglicht wird, daß der Spätstadium-Einspritz-Steuermodus (Magersteuerung) als Brennstoff-Einspritz-Steuermodus ausgewählt wird. Obwohl Brennstoff während des Kompressionstaktes eingespritzt wird, kann er in diesem Falle genügend zerstäuben, da die Einlaßluft-Temperatur TAIR ziemlich hoch ist.

[0104] Drittens wird, wenn die Entscheidung in Schritt S83 JA lautet und somit der Brennstoff-Einspritz-Steuermodus weiterhin unbestimmt bleibt, bestimmt, ob im nachfolgenden Schritt S84 die Schmieröl-Temperatur des Wechselschaltgetriebes **66**, d.h. die Öltemperatur TTM, in den durch den nachstehenden Ausdruck angezeigten Bereich fällt oder nicht.
 TTML (z.B. 5°C) $<$ TTM $<$ TTMH (z.B. 40°C)

[0105] Wenn die Entscheidung in diesem Schritt JA lautet, d.h., wenn die Öltemperatur TTM in den obigen Bereich fällt und sich somit das Wechselschalt-

getriebe **66** in einem Kaltzustand befindet, anders ausgedrückt, wenn die Viskosität des Schmieröls des Getriebes ziemlich gering ist, wird in Schritt S85 bestimmt, ob ein Schaltsignal SWID vom Leerlauf-Schalter **29** an ist oder nicht. Wenn die Entscheidung in diesem Schritt ebenfalls JA lautet, d.h., wenn sich der Motor **1** im Leerlauf befindet, wird Schritt S801 ausgeführt, wodurch die Spätstadium-Einspritzung von Brennstoff verhindert wird und Brennstoff in Übereinstimmung mit dem Frühstadium-Einspritz-Steuermodus (stoichiometrische Rückwärts- oder Vorwärts-Steuerung) eingespritzt wird.

[0106] Wenn der Spätstadium-Einspritz-Steuermodus als Brennstoff-Einspritz-Steuermodus ausgewählt wird, ist die Schwankung der Ausgabedrehmoments des Motors **1** im Vergleich zu dem Frühstadium-Einspritz-Steuermodus ziemlich hoch, und eine derartige Schwankung des Ausgabedrehmoments ist während des Leerlauf-Betriebes des Motors **1** am höchsten. Daher wird eine Torsionsfeder mit einer wie vorstehend erwähnten Zweistufen-Torsionskennlinie für die Kupplung **71** verwendet, die den Motor **1** mit dem Wechselschaltgetriebe **66** verbindet, und die Erststufen-Federkonstante wird auf einen ziemlich geringen Wert gesetzt. Wenn die Schmieröl-Temperatur während des Leerlaufes des Motor **1** geringer als TTMH ist, ist die Viskosität des Schmieröls so groß, daß der Torsionswinkel über den Bereich in der Erststufen-Federkonstante der Torsionsfeder zum Bereich in der Zweistufen-Federkonstante ansteigt. In solch einem Falle wird die Schwankung der Drehzahl des Motors **1** zum Inneren des Wechselschaltgetriebes **66** übertragen, wobei sie mit dem Ergebnis verstärkt wird, daß das Wechselschaltgetriebe **66** rattert. Wenn andererseits die Schmieröl-Temperatur sogar geringer als TTML ist, rattert das Wechselschaltgetriebe **66** darin; da jedoch die Viskosität des Schmieröls um den ratternden Teil ebenfalls erhöht wird, kann die Erzeugung des Ratterns durch das Schmieröl selbst verhindert werden.

[0107] In dieser Hinsicht wird verhindert, daß der Spätstadium-Einspritz-Steuermodus als Brennstoff-Einspritz-Modus ausgewählt wird, wie vorstehend erwähnt, wenn sich das Wechselschaltgetriebe **66** in einem Kaltzustand befindet und gleichzeitig der Motor **1** im Leerlauf ist, und Brennstoff wird in Übereinstimmung mit dem Frühstadium-Einspritz-Steuermodus eingespritzt, wodurch Schwankungen des Ausgabedrehmoments des Motors **1** verringert werden können, wobei ermöglicht wird, das Rattern des Wechselschaltgetriebes **66** zu verringern.

[0108] Wenn die Öltemperatur TTM außerhalb des vorstehend erwähnten Bereiches liegt, insbesondere in einer Lage, in der die Öltemperatur TTM höher oder gleich TTMH ist und die einzelnen Teile im Wechselschaltgetriebe **66** ausreichend mit dem Schmieröl versorgt werden, wird die Schwankung der

Drehzahl des Motors **1** während des Leerlaufes im Erststufenabschnitt der Federkonstante der Torsionsfeder absorbiert, so daß kein Rattern vom Wechselschaltgetriebe **66** erzeugt wird. Der Spätstadium-Einspritz-Steuermodus kann daher in einer derartigen Lage als Brennstoff-Einspritz-Steuermodus gewählt werden. Obwohl die Auswahl des Spätstadium-Einspritz-Steuermodus gestattet wird, wenn die Öltemperatur TTM geringer oder gleich TTML ist, kann sie verhindert werden, da die Bedingung, wonach das Wechselschaltgetriebe **66** rattern kann, erfüllt ist.

[0109] Viertens wird, wenn die Entscheidung entweder in Schritt S84 oder S85 NEIN ist und somit der Brennstoff-Einspritz-Steuermodus weiterhin unbestimmt bleibt, in Schritt S86 bestimmt, ob der Wert des Startflags FST gleich „1“ ist oder nicht. Wenn die Entscheidung in diesem Schritt JA lautet, d.h., wenn der Fahrer das Fahrzeug nach dem Leerlauf-Betrieb des Motors **1** starten wird, wird Schritt S801 ausgeführt. Die Spätstadium-Einspritzung von Brennstoff wird nämlich beim Starten des Fahrzeuges verhindert und in Übereinstimmung mit dem Frühstadium-Einspritz-Steuermodus (stoichiometrische Rückkopplungs-Steuerung oder Vorwärts-Steuerung) wird Brennstoff eingespritzt. In diesem Falle wird das Luftumgehungs-Ventil **27** unverändert gelassen, während die Öffnung des EGR-Ventils **45** auf einen vom Steuermodus bestimmten Wert geregelt wird. Dementsprechend wird den Zylindern sowohl Einlaßluft als auch Brennstoff ausreichend zugeführt, so daß die Ausgabe des Motors **1** sofort zunimmt, wodurch ermöglicht wird, das Fahrzeug sanft zu starten. Auch in diesem Falle wird das Abgas des Motors **1** durch den Dreiwege-Katalysator in der Abgasreinigungsvorrichtung **42** wirksam gereinigt.

[0110] Fünftens wird, wenn die Entscheidung in Schritt S86 NEIN lautet und somit der Brennstoff-Einspritz-Steuermodus weiterhin unbestimmt bleibt, dann im nachfolgenden Schritt S87 bestimmt, ob der Wert des Rückwärts-Zeitgebers tAR gleich „0“ ist oder nicht. Wenn die Entscheidung in diesem Schritt NEIN lautet, d.h., wenn der Rückwärts-Zeitgeber tAR in Betrieb ist, bedeutet dies, daß das Fahrzeug, das sich in einem Zustand befindet, das nicht der Verlangsamung entspricht, dabei ist, beschleunigt zu werden, wie aus der obigen Beschreibung der Beschleunigungs-Reaktions-Steueroutine hervorgeht. In solch einem Falle wird Schritt S801 wiederholt ausgeführt, bis der Wert des Rückwärts-Zeitgebers tAR „0“ wird; als Ergebnis wird die Spätstadium-Einspritzung des Brennstoffes verhindert und Brennstoff wird in Übereinstimmung mit dem Frühstadium-Einspritz-Steuermodus eingespritzt.

[0111] Sechstens wird, wenn die Entscheidung in Schritt S87 JA lautet und somit der Brennstoff-Einspritz-Steuermodus noch unbestimmt bleibt, in Schritt S88 bestimmt, ob der Wert des Rück-

wärts-Zeitgebers tCR gleich „0“ ist oder nicht. Wenn die Entscheidung in diesem Schritt JA lautet, d.h., wenn der Rückwärts-Zeitgeber tCR in Betrieb ist, bedeutet dies, daß der Brennstoff-Einspritz-Steuermodus außerhalb des Brennstoff-Unterbrechungs-Bereiches liegt, vorausgesetzt, daß der Rückwärts-Zeitgeber tDS nicht in Betrieb ist, wie aus der oben erwähnten Beschreibung der Steuerroutine für die Erholung von der Brennstoff-Unterbrechung und der Verlangsamungs-Stoß-Steuerroutine ersichtlich ist. In einer derartigen Lage wird Schritt S802 durchgeführt, so daß Brennstoff zwangsläufig in Übereinstimmung mit dem Spätstadium-Einspritz-Steuermodus eingespritzt wird. Da während des Betriebes des Rückwärts-Zeitgebers tDS Brennstoff zwangsläufig in Übereinstimmung mit dem Spätstadium-Einspritz-Steuermodus eingespritzt wird, erhöht sich die Ausgabe des Motors **1** nicht plötzlich, wodurch das Rollen des Motors **1**, d.h. das Vibrieren der Fahrzeugkarosserie, unterdrückt werden kann.

[0112] Siebtens wird, wenn die Entscheidung in Schritt S88 JA lautet und somit der Brennstoff-Einspritz-Steuermodus weiterhin unbestimmt bleibt, im nachfolgenden Schritt S89 bestimmt, ob der Wert des Rückwärts-Zeitgebers tAS gleich „0“ ist oder nicht und gleichzeitig der Wert des Rückwärts-Zeitgebers tDS „0“ ist oder nicht, d.h. ob einer der Rückwärts-Zeitgeber tAS und tDS in Betrieb ist oder nicht. Wenn die Entscheidung in diesem Schritt NEIN lautet, bedeutet dies, daß das Fahrzeug nach einem Verlangsamungs-Zustand beschleunigen wird oder daß das Fahrzeug nach einem Konstant-Geschwindigkeits-Fahrtzustand oder Beschleunigungs-Zustand verlangsamt wird, wie aus der vorstehenden Beschreibung der Beschleunigungs-Stoß-Steuerroutine und der Verlangsamungs-Stoß-Steuerroutine zu entnehmen ist. Da in einer solchen Lage Schritt S802 wiederholt ausgeführt wird, wird Brennstoff zwangsläufig in Übereinstimmung mit dem Spätstadium-Einspritz-Steuermodus (Magersteuerung) eingespritzt. Folglich verändert sich die Ausgabe des Motors **1** nicht plötzlich und bleibt unabhängig von der Betätigung des Fahrpedals durch den Fahrer stabil, d.h. unabhängig von der Einlaßluftmenge, wodurch ermöglicht wird, den Beschleunigungs- oder Verlangsamungs-Stoß des Fahrzeuges zu verringern, und wodurch eine maßvolle Beschleunigung oder Verlangsamung des Fahrzeuges gestattet wird.

[0113] Achtens wird, wenn die Entscheidung in Schritt S89 JA lautet, Schritt S803 ausgeführt, wobei der Brennstoff-Einspritz-Steuermodus in Übereinstimmung mit der vorher erwähnten Tabelle der [Fig. 5](#) bestimmt wird.

[0114] Wie vorstehend erläutert werden das Rauchflag FSM, die Kühlwasser-Temperatur TWT, die Öltemperatur TTM des Wechselschaltgetriebes **66**, das Startflag FST, der Rückwärts-Zeitgeber tAR zur Be-

schleunigungs-Reaktion, der Rückwärts-Zeitgeber tCR für die Erholung von der Brennstoff-Unterbrechung und die Rückwärts-Zeitgeber tAS und tDS für die jeweilige Steuerung des Beschleunigungs- und Verlangsamungs-Stoßes in der erwähnten Reihenfolge auf ihre Werte hin überprüft, wenn der Brennstoff-Steuermodus in Übereinstimmung mit der Einspritz-Steuermodus-Entscheidungsroutine bestimmt wird, und auf der Grundlage der Ergebnisse wird ein Brennstoff-Einspritz-Steuermodus vorzugsweise bestimmt. Dementsprechend wird der Brennstoff-Einspritz-Modus unter Berücksichtigung von Faktoren bestimmt, die das Starten des Motors **1**, eine ausreichende Bremskraft, eine Rauchverringerung, eine schnelle Beendigung des Aufwärmens, eine Verringerung des Ratterns des Wechselschaltgetriebes **66**, eine Sanftheit des Fahrzeugstartes, eine Beschleunigungs-Reaktion, eine Reaktion der Erholung von der Brennstoff-Unterbrechung und eine Verringerung des Beschleunigungs- oder Verlangsamungs-Stoßes in dieser Reihenfolge von Prioritäten umfassen. Der Startleistung des Motors **1**, der Bremsleistung und der Fahrzeugstartleistung wird nämlich eine höhere Priorität gegeben als der Beschleunigungs- oder Verlangsamungs-Stoß-Verringerungs-Leistung während der Fahrt des Fahrzeuges, wodurch die Steuerbarkeit des Fahrzeuges weiterhin verbessert werden kann.

Einspritz-Beendigungszeit-Steuerroutine

[0115] Wie in [Fig. 15](#) gezeigt werden in der Einspritz-Beendigungszeit-Steuerroutine in den Schritten S90, S91 und S92 nacheinander Bestimmungen durchgeführt, und die Bestimmungen in den Schritten S90, S91 und S92 sind jeweils mit Schritt S2 ([Fig. 7](#)) der Hauptroutine und den Schritten S110 und S111 ([Fig. 13](#)) der Rauch-Steuerroutine identisch. Daher wird die Beschreibung dieser Schritte S90, S91 und S92 unterlassen.

[0116] Wenn die Entscheidungen in den Schritten S90, S91 und S92 JA lauten – d.h. in einer Lage, in der sich der Motor **1** im Kaltzustand befindet, die Motorlast gering und gleichzeitig die Motordrehzahl NE ziemlich hoch ist – wird in Schritt S93 eine Brennstoff-Einspritz-Beendigungszeit INJE auf eine Zeit vor dem oberen Totpunkt (TDC) des Kolbens **7**, beispielsweise 120° (BTDC), gesetzt. Da in diesem Falle „0“ als Rauchflag FSM gesetzt worden ist, wird der Spätstadium-Einspritz-Steuermodus (z.B. Kaltzustand-/Niederlast-Steuerung) zwangsläufig als Brennstoff-Einspritz-Modus gewählt wie aus der vorstehenden Beschreibung der Rauch-Steuerroutine und der Einspritz-Steuermodus-Entscheidungsroutine hervorgeht. Durch das Setzen der Brennstoff-Einspritz-Beendigungszeit INJE auf 120° BTDC in einer derartigen Lage, schreitet die Zerstäubung des Brennstoffes in ausreichendem Maße fort, selbst wenn die Menge des eingespritzten Brennstoffes

ziemlich groß ist, womit eine zufriedenstellende Verbrennung des Brennstoffes gewährleistet wird. Folglich kann die Einspritzung des Brennstoffes im Anfangsstadium des Kompressionstaktes beendet werden, wodurch Rauch im Abgas auch aufgrund der Funktion der vorstehend erwähnten Rauch-Steueroutine wesentlich verringert werden kann.

[0117] Wenn andererseits die Entscheidung in Schritt S90 NEIN lautet, wird in Schritt S94 bestimmt, ob die Kühlwasser-Temperatur TWT höher als die vorbestimmte Temperatur TWTH (z.B. 80°C) ist oder nicht. Wenn die Entscheidung in diesem Schritt NEIN lautet, bedeutet dies, daß sich der Motor **1** gegenwärtig im Aufwärmungsbetrieb befindet, wobei in diesem Falle die Brennstoff-Einspritz-Beendigungszeit INJE auf eine Zeit gesetzt wird, die in Übereinstimmung mit dem Betriebssteuerbereich in den Bereich von 300° bis 180° TDC (siehe Tabelle der [Fig. 5](#)) des Motors **1** fällt, der auf der Grundlage des mittleren Soll-Nutzdruckes PE und der Motordrehzahl NE bestimmt wird. Während sich nämlich der Motor **1** bei einer Temperatur aufwärmt, die größer oder gleich der vorbestimmten Temperatur ist, ergeben sich im Gegensatz zum Falle, in dem der Motor **1** in einem kalten Niederlastzustand ist, keine Probleme wie beispielsweise Raucherzeugung; daher wird der Frühstadium-Einspritz-Steuermodus als Brennstoff-Einspritz-Steuermodus ausgewählt, wie vorstehend erwähnt, um das Aufwärmen des Motors zu beschleunigen und die Stabilität der Verbrennung zu gewährleisten.

[0118] Auch wenn die Entscheidung in Schritt S91 oder S92 NEIN lautet, d.h., wenn sich der Motor in einem Kaltzustand befindet, jedoch ein Einlaßluft-Unterdruck PIN ziemlich hoch ist oder die Motordrehzahl NE ziemlich niedrig ist, wird Schritt S95 ausgeführt und der Frühstadium-Einspritz-Steuermodus als Brennstoff-Einspritz-Steuermodus ausgewählt. Wenn der Frühstadium-Einspritz-Steuermodus ausgewählt wird, nimmt die Menge der in den Zylinder durch die Zwischenräume der Kolbenringe eingesaugten Gasblasen ab, da der Einlaßluft-Unterdruck des Motors **1** hoch ist, so daß die Gasblasen keinen Rauch erzeugen können. In einem Betriebsbereich des Motors **1** mit niedriger Drehzahl neigt die Verbrennung des Brennstoffes weiterhin zu einer Verschlechterung, wenn der Motor in einem Kaltzustand ist; deshalb wird der Frühstadium-Einspritz-Steuermodus, der in Bezug auf die Bildung der Mischung vorteilhaft ist, ausgewählt.

[0119] Wenn die Entscheidung in Schritt S94 JA ist, d.h., wenn das Aufwärmen des Motors **1** beendet ist, wird im nachfolgenden Schritt S96 bestimmt, ob der gegenwärtige Brennstoff-Einspritz-Steuermodus der Spätstadium-Einspritz-Steuermodus ist und ob gleichzeitig die gegenwärtige Luft-Brennstoff-Verhältnis-Steuerung die Magersteuerung ist oder nicht.

Wenn die Entscheidung in diesem Schritt JA lautet, ist der Motor **1** dann nach Beendigung des Aufwärmens im Leerlauf und deshalb wird die Brennstoff-Einspritz-Beendigungszeit INJE beispielsweise auf 60° BTDC gesetzt. Obwohl die Einspritz-Beendigungszeit INJE auf das letzte Stadium des Kompressionstaktes gesetzt wird, ist in diesem Falle das Aufwärmen des Motors **1** bereits beendet und die Menge des in den Zylindern eingespritzten Brennstoffes gering; folglich zerstäubt und brennt der Brennstoff auf zufriedenstellende Art und Weise und die Rauchmenge im Abgas wird nicht erhöht.

[0120] Diese Erfindung ist nicht auf die oben beschriebene Ausführungsform beschränkt und kann in vielerlei Hinsicht verändert werden. [Fig. 16](#) zeigt beispielsweise eine Veränderung der Routine zur Steuerung der Erholung von der Brennstoff-Unterbrechung. In der Erholungs-Steueroutine gemäß dieser Veränderung wird eine Zahl n (n ist eine ganze Zahl) vom Takt des Motors **1** in Schritt S74 gelesen, wenn die Entscheidung im vorher erwähnten Schritt S70 JA lautet. Insbesondere wird die Anzahl n der Takte auf der Grundlage der Motordrehzahl NE aus der Tabelle der [Fig. 17](#) gelesen. Wie aus der Tabelle der [Fig. 17](#) ersichtlich, besitzt die Anzahl n der Takte eine derartige Eigenschaft, daß sie mit der Zunahme der Motordrehzahl NE einen größeren Wert annimmt.

[0121] Dann wird in Schritt S71 „1“ als Erholungsflag FCR gesetzt. Solange nämlich der Brennstoff-Einspritz-Steuermodus im Brennstoff-Unterbrechungs-Bereich bleibt und gleichzeitig der Wert des Rückwärts-Zeitgebers tDS auf „0“ gehalten wird, wird die Anzahl n der Takte wiederholt aus der Tabelle der [Fig. 17](#) gelesen und der Wert des Erholungsflags FCR auf „1“ gehalten.

[0122] Wenn andererseits die Entscheidung in Schritt S70 NEIN lautet, wird in Schritt S72 bestimmt, ob der Wert des Erholungsflags FCR gleich „1“ ist oder nicht. Wenn die Entscheidung in diesem Schritt JA lautet, d.h., wenn der Brennstoff-Einspritz-Steuermodus außerhalb des Brennstoff-Unterbrechungs-Bereiches liegt, wird im nachfolgenden Schritt S75 bestimmt, ob die Anzahl n der Takte gleich „0“ ist oder nicht. Da zu diesem Zeitpunkt die Entscheidung in Schritt S75 NEIN wird, wird die Anzahl n der Takte um „1“ verringert (Schritt S76). Im nächsten Schritt S77 wird bestimmt, ob die Brennstoff-Einspritzmenge Q_f größer als ein Kriteriumwert Q_α ist oder nicht. Die Brennstoff-Einspritzmenge Q_f wird in Übereinstimmung mit der Luft-Brennstoff-Verhältnis-Steuerung für den aus der Tabelle der [Fig. 5](#) ausgewählten Steuerbereich bestimmt. Der Kriteriumswert Q_α zeigt eine Brennstoff-Einspritzmenge zur Erhaltung des mittleren Luft-Brennstoff-Verhältnisses in den Zylindern bei einem hohen Luft-Brennstoff-Verhältnis (z.B. 20) in Bezug auf das stöchiometrische Luft-Brennstoff-Verhältnis und wird auf der

Grundlage des mittleren Soll-Nutzdrucks PE und der Motordrehzahl NE bestimmt.

[0123] Wenn die Entscheidung in Schritt S77 NEIN lautet, wird die Brennstoff-Einspritzmenge Qf unverändert erhalten; wenn andererseits die Entscheidung JA lautet, wird die Brennstoff-Einspritzmenge Qf durch den Kriteriumswert $Q\alpha$ (Schritt S78) ersetzt, und „1“ wird als Erholungsstartflag FCRS in Schritt S701 gesetzt.

[0124] Wenn die Entscheidung in Schritt S75 nach wiederholter Ausführung des Schrittes S76 JA wird, werden sowohl das Erholungsflag FCR als auch das Erholungsstartflag FCRS in Schritt S79 auf „0“ gesetzt. Als Ergebnis wird in den nachfolgenden Steuerzyklen die Entscheidung in Schritt S72 NEIN und folglich Schritt S75 und die nachfolgenden Schritte übersprungen.

[0125] In dem Falle, daß anstatt der Erholungs-Steueroutine der [Fig. 12](#) die vorstehend erwähnte Erholungs-Steueroutine der [Fig. 16](#) ausgeführt wird, wird Schritt S88 der Entscheidungs-Routine der [Fig. 14](#) durch die Schritte S804 und S805 der [Fig. 18](#) ersetzt. Zunächst wird in den Schritten S804. und S805 nacheinander bestimmt, ob der Wert des Erholungsstartflags FCRS jeweils gleich „1“ ist oder nicht und ob die Anzahl n der Takte gleich „0“ ist oder nicht. Wenn die Entscheidung in Schritt S804 JA ist und gleichzeitig die Entscheidung in Schritt S805 NEIN ist, bedeutet dies, daß der Steuerbereich des Motors **1** außerhalb des Brennstoff-Unterbrechungs-Bereiches liegt. In einer solchen Lage wird der vorstehend erwähnte Schritt S802 wiederholt ausgeführt und somit der Spätstadium-Einspritz-Steuermodus solange zwangsläufig als Brennstoff-Einspritz-Steuermodus gesetzt, bis die Anzahl n der Takte „0“ wird.

[0126] Auch in dem Falle der oben erwähnten Erholungs-Steueroutine und der Entscheidungs-Routine gemäß der Veränderung wird folglich, wenn der Steuerbereich des Motors **1** außerhalb des Brennstoff-Unterbrechungs-Bereiches liegt, der Spätstadium-Einspritz-Steuermodus zwangsläufig als Brennstoff-Einspritz-Modus solange gesetzt, bis die Anzahl n der Takte „0“ wird. Dementsprechend erhöht sich die Ausgabe des Motors **1** nie plötzlich, wodurch der Beschleunigungs-Stoß des Fahrzeuges und das Vibrieren der Fahrzeukarosserie vermindert werden kann. Selbst in einer Lage, in der das Fahrpedal stark gedrückt wird und der Steuerbereich des Motors **1** außerhalb des Brennstoff-Unterbrechungs-Bereiches liegt, so daß der Frühstadium-Einspritz-Steuermodus (stoichiometrische Rückkopplungs-Steuerung oder Vorwärts-Steuerung) als Brennstoff-Einspritz-Steuermodus gewählt wird, wodurch sich die Möglichkeit ergibt, daß die Brennstoff-Einspritzmenge plötzlich zunimmt, ist ferner die Brennstoff-Einspritzmenge Qf

auf den Kriteriumswert $Q\alpha$ beschränkt, wodurch die Ausgabe des Motors **1** nie plötzlich ansteigt.

[0127] Des weiteren wird die Anzahl n der Takte auf einen größeren Wert gesetzt, wobei sich die Motordrehzahl NE erhöht; wenn der Steuerbereich des Motors **1** außerhalb des Brennstoff-Unterbrechungs-Bereiches liegt, während die Motordrehzahl NE hoch ist, wird daher die Anzahl n der Steuerzyklen in Übereinstimmung mit diesem großen Wert gesetzt.

[0128] In einem derartigen Fall wird die wesentliche Ausführungszeit der Erholungs-Steueroutine verlängert, wodurch ermöglicht wird, die Schwankungen des Ausgabedrehmoments des Motors **1** zu unterdrücken.

[0129] Unter Bezugnahme auf die [Fig. 19](#) werden durch die durchgezogene Linie die Ergebnisse der Messung der Motordrehzahl NE, des Rollens des Motors und des Motorausgabe-Drehmoments TE aufgezeigt, wenn sich der Steuerbereich des Motors **1** von dem Brennstoff-Unterbrechungs-Bereich erholt, wobei die Drosselklappen-Öffnung θ_{TH} auf eine weite oder volle Öffnung gesetzt ist. In [Fig. 19](#) zeigen die unterbrochenen Linien den Fall an, in dem die Erholungs-Steueroutine und die Schritte S804 und S805 der Entscheidungs-Routine nicht ausgeführt werden. Wie aus [Fig. 19](#) klar ersichtlich ist, erfolgt im Falle, daß die Erholungs-Steueroutine und die Schritte S804 und S805 der Entscheidungs-Routine ausgeführt werden, keine starke Schwankung des Ausgabedrehmoments TE des Motors **1**, und das Rollen RE des Motors **1** wird stark verringert, wenn es mit den Meßergebnissen, die durch die unterbrochene Linie angezeigt werden, verglichen wird. In diesem Falle verändert sich ferner die Motordrehzahl NE kaum.

[0130] Diese Erfindung ist nicht auf die vorstehende Ausführungsform beschränkt und kann verschiedenartig verändert werden. Beispielsweise ist diese Erfindung nicht nur auf Vierreihenzyylinder-Motoren anwendbar, sondern auch auf verschiedenartige Zylinder-Einspritzmotoren, die eine unterschiedliche Anzahl von Zylindern oder eine unterschiedliche Anordnung von Zylindern haben, wie beispielsweise Einzelzylinder-Motoren oder V-Typ-Sechszylindermotoren. Ebenfalls ist der zu verwendende Brennstoff nicht auf Benzin beschränkt und kann auch Methanol sein. Um den Fahrzeugstart zu erfassen, kann die Drosselklappen-Öffnungs-Geschwindigkeit $\Delta\theta_{TH}$ anstelle der Drosselklappen-Öffnung θ_{TH} verwendet werden, und um den Leerlauf-Betrieb des Motors **1** zu erfassen, kann das Ausgabesignal des Leerlauf-Schalters **30** verwendet werden.

[0131] Ein Verstärkungs-Sensor zur Erfassung des Einlaßluftdruckes in dem Druckausgleichsbehälter kann anstelle des Luffluß-Sensors **64** verwendet

werden, und ein einziges Luftumgehungs-Ventil kann anstelle der Luftumgehungs-Ventile **24** und **27** verwendet werden. Im Falle, daß das Drosselklappen-Ventil durch einen Motor betätigt wird, kann ebenfalls die Öffnung des Drosselklappen-Ventils derart gesteuert werden, daß das Drosselklappen-Ventil selbst als das Luftumgehungs-Ventil wirkt. In diesem Falle wird anstelle des Drosselklappen-Öffnungs-Sensors ein Sensor zur Erfassung des Betätigungsgrads des Fahrpedals verwendet.

[0132] Obwohl in der Erholungs-Steuerroutine der **Fig. 16** die Anzahl n der Takte anstelle eines Rückwärts-Zeitgebers verwendet wird, kann sie auch in anderen Steuerroutinen anstelle der Rückwärts-Zeitgeber verwendet werden. Auch die Anfangswerte, die in den Rückwärts-Zeitgebern der einzelnen Steuerroutinen gesetzt werden, können in Übereinstimmung mit der Motordrehzahl N_E verändert werden.

[0133] Ferner werden die verschiedenen vorbestimmten oben erwähnten Werte in Übereinstimmung mit den Anforderungen des gesamten Systems einschließlich des Motors entsprechend gesetzt und somit sind sie nicht auf die bestimmten Werte, die oben nur beispielhaft angegeben sind, beschränkt.

Patentansprüche

1. Steuergerät (**70**) für einen Viertaktmotor mit Direkteinspritzung und Innenverbrennung in Verbindung mit einem Motordrehzahlsensor (**17**) zur Erfassung der Motordrehzahl (N_E) und zur Ausgabe der Motordrehzahl (N_E) und mit einem Drosselklappensensor (**29**) zur Bestimmung eines ersten Parameters (θ_{TH} , $\Delta\theta_{TH}$) als Soll-Last-bezogenen Wert und zur Ausgabe des ersten Parameters (θ_{TH} , $\Delta\theta_{TH}$), wobei der Soll-Last-bezogene Wert eine vom Fahrer beeinflusste Fahrzeugdrosselklappenöffnung bzw. eine Änderung davon anzeigt, worin das Steuergerät (**70**) ausgebildet ist, um folgende Routinen durchzuführen:

eine Routine zur Berechnung eines zweiten Parameters (P_E) als Motorlast-bezogenen Wert, in Übereinstimmung mit dem vom Drosselklappensensor (**29**) erfassten ersten Parameter (θ_{TH} , $\Delta\theta_{TH}$) und der vom Motordrehzahlsensor (**17**) erfassten Motordrehzahl (N_E) und zur Ausgabe des zweiten Parameters (P_E);
eine Routine zur Durchführung eines Schaltvorgangs zwischen einem Frühstadium-Einspritz-Steuermodus, in dem Brennstoff während eines Ansaughubs eingespritzt wird, und einem Spätstadium-Einspritz-Steuermodus, in dem Brennstoff während eines Kompressionshubs eingespritzt wird, in Übereinstimmung mit der Ausgabe des Motordrehzahlsensors (**17**) und der Routine zur Berechnung des zweiten Parameters (P_E);

eine Routine zur Erkennung von Übergangs-Betriebszuständen des Motors in Übereinstimmung mit wenigstens der Ausgabe des Drosselklappensensors

(**29**); und

eine Routine, die gegenüber der Routine zur Durchführung des Schaltvorgangs den Vorrang einnimmt, wenn ein Übergangs-Betriebszustand des Motors durch die Routine zur Erkennung von Übergangs-Betriebszuständen erfaßt wird, um einen Brennstoff-Einspritz-Steuermodus auszuwählen, der für den erfassten Übergangs-Betriebsmodus geeignet ist.

2. Steuergerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Betriebszustände des Motors einen Brennstoff-Unterbrechungs-Bereich umfassen, in dem das Einspritzen von Brennstoff bei einer vorbestimmten Betriebs-Bedingung unterbrochen wird, wobei das Steuergerät weiterhin ausgebildet ist, um die Routine zur Erkennung von Übergangs-Betriebszuständen so durchzuführen, daß ein Übergangs-Erholungszustand erfaßt wird, in dem der Betriebszustand des Motors nicht im Brennstoff-Unterbrechungs-Bereich befindlich ist, und wobei das Steuergerät weiterhin ausgebildet ist, um die Routine zur Auswahl eines Brennstoff-Einspritz-Steuermodus so durchzuführen, daß der ausgewählte Einspritz-Steuermodus für eine vorbestimmte Zeitspanne aufrecht erhalten wird, wenn der Übergangs-Erholungszustand von der Routine zur Erkennung von Übergangs-Betriebszuständen erfaßt wird, und zwar derart, daß in dem ausgewählten Einspritz-Steuermodus ein Luft-Brennstoff-Verhältnis auf einen Wert gesetzt wird, der größer als das stöchiometrische Luft-Brennstoff-Verhältnis ist.

3. Steuergerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuergerät weiterhin ausgebildet ist, um die Routine zur Erkennung von Übergangs-Betriebszuständen so durchzuführen, daß ein erster Übergangs-Beschleunigungs-Zustand erfaßt wird, in dem der Betrieb des Motors von einem Verzögerungs- auf einen Beschleunigungs-Zustand übergeht, und daß das Steuergerät weiterhin ausgebildet ist, um die Routine zur Auswahl eines Brennstoff-Einspritz-Steuermodus so durchzuführen, daß der ausgewählte Einspritz-Steuermodus für eine vorbestimmte Zeitspanne aufrecht erhalten wird, wenn der erste Übergangs-Beschleunigungs-Zustand von der Routine zur Erkennung von Übergangs-Betriebszuständen erfaßt wird, und zwar derart, daß in dem ausgewählten Einspritz-Steuermodus ein Luft-Brennstoff-Verhältnis auf einen größeren Wert als ein stöchiometrisches Luft-Brennstoff-Verhältnis gesetzt wird.

4. Steuergerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuergerät weiterhin ausgebildet ist, um die Routine zur Erkennung von Übergangs-Betriebszuständen so durchzuführen, daß ein Übergangs-Verzögerungs-Zustand erfaßt wird, in dem der Betrieb des Motors zu einem Verzögerungs-Zustand wechselt, und daß das Steuergerät

weiterhin ausgebildet ist, die Routine zur Auswahl eines Brennstoff-Einspritz-Steuermodus so durchzuführen, daß der ausgewählte Einspritz-Steuermodus für eine vorbestimmte Zeitspanne aufrecht erhalten wird, wenn der Übergangs-Verzögerungs-Zustand durch die Routine zur Erkennung von Übergangs-Betriebszuständen erfaßt wird, und zwar derart, daß in dem ausgewählten Einspritz-Steuermodus ein Luft-Brennstoff-Verhältnis auf einen Wert gesetzt wird, der größer als ein stöchiometrisches Luft-Brennstoff-Verhältnis ist.

5. Steuergerät nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der ausgewählte Einspritz-Steuermodus der Spätstadium-Einspritz-Steuermodus ist.

6. Steuergerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuergerät weiterhin ausgebildet ist, die Routine zur Erkennung von Übergangs-Betriebszuständen so durchzuführen, daß ein zweiter Übergangs-Beschleunigungs-Zustand erfaßt wird, in dem der Betrieb des Motors von einem Zustand, der nicht ein Verzögerungs-Zustand ist, zu einem Beschleunigungs-Zustand wechselt, und daß das Steuergerät weiterhin ausgebildet ist, die Routine zur Auswahl eines Brennstoff-Einspritz-Steuermodus so durchzuführen, daß der Frühstadium-Einspritz-Steuermodus als Einspritz-Steuermodus für eine vorbestimmte Zeitspanne ausgewählt wird, wenn der zweite Übergangs-Beschleunigungs-Zustand durch die Routine zur Erkennung von Übergangs-Betriebszuständen erfaßt wird.

7. Steuergerät nach einem der Ansprüche 2-6, dadurch gekennzeichnet, daß die vorbestimmte Zeitspanne entsprechend der Hubzahl des Motors gesetzt wird.

8. Steuergerät nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Hubzahl mit der Zunahme der Motordrehzahl (N_E) einen größeren Wert annimmt.

9. Steuergerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuergerät weiterhin ausgebildet ist, die Routine zur Erkennung von Übergangs-Betriebszuständen so durchzuführen, daß ein Übergangszustand erfaßt wird, in dem das Fahrzeug gestartet wird, und daß das Steuergerät weiterhin ausgebildet ist, die Routine zur Auswahl eines Brennstoff-Einspritz-Steuermodus so durchzuführen, daß der Frühstadium-Einspritz-Steuermodus als der Einspritz-Steuermodus für eine vorbestimmte Zeitspanne ausgewählt wird, wenn der Übergangszustand durch die Routine zur Erkennung von Übergangs-Betriebszuständen erfaßt wird.

10. Steuergerät nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß es weiterhin ausgebildet ist, um eine Routine zur Erkennung eines gestoppten Zu-

stands des Fahrzeugs durchzuführen, und wobei das Steuergerät weiterhin ausgebildet ist, die Routine zur Durchführung eines Schaltvorgangs so durchzuführen, daß der Einspritz-Steuermodus in den Spätstadium-Einspritz-Steuermodus geschaltet wird, wenn der gestoppte Zustand des Fahrzeugs von der Routine zur Erkennung des gestoppten Zustands erfaßt wird.

11. Steuergerät nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuergerät weiterhin ausgebildet ist, um im Rahmen der Routine zur Erkennung von Übergangs-Betriebszuständen folgende Routinen durchzuführen:
eine Routine zur Erkennung einer Geschwindigkeit des Fahrzeugs,
eine Routine zur Erkennung eines Leerlauf-Zustands des Motors, und
eine Start-Bewertungs-Routine, um zu bewerten, ob sich das Fahrzeug im Übergangszustand befindet, wenn die durch die Routine zur Erkennung der Geschwindigkeit erfaßte Geschwindigkeit geringer als ein vorbestimmter Wert ist und auch wenn der Leerlauf-Zustand des Motors nicht durch die Routine zur Erfassung des Leerlauf-Zustands erfaßt wird.

12. Steuergerät nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuergerät weiterhin ausgebildet ist, um im Rahmen der Routine zur Erkennung des gestoppten Zustands des Fahrzeugs folgende Routinen durchzuführen:
eine Routine zur Erkennung einer Geschwindigkeit des Fahrzeugs,
eine Routine zur Erkennung eines Leerlauf-Zustands des Motors, und
eine Stopp-Bewertungs-Routine, um zu bewerten, ob sich das Fahrzeug in einem gestoppten Zustand befindet, wenn die durch die Routine zur Erkennung der Geschwindigkeit des Fahrzeugs erfaßte Geschwindigkeit geringer als ein vorbestimmter Wert ist und auch wenn der Leerlauf-Zustand des Motors durch die Routine zur Erkennung des Leerlauf-Zustands erfaßt wird.

13. Steuergerät nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß es weiterhin ausgebildet ist, um folgende Routinen durchzuführen:
eine Routine zur Erkennung der Start-Beendigung des Fahrzeugs, und
eine Routine, um zu bewirken, daß die Routine zur Durchführung des Schaltvorgangs den Brennstoff-Einspritz-Steuermodus schaltet, wenn die Start-Beendigung des Fahrzeugs durch die Routine zur Erkennung der Start-Beendigung erfaßt wird.

14. Steuergerät nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuergerät weiterhin ausgebildet ist, um im Rahmen der Routine zur Erkennung der Start-Beendigung folgende Routinen durchzuführen:

eine Routine zur Erkennung einer Geschwindigkeit des Fahrzeugs, und
eine Routine, um zu bewerten, ob der Start des Fahrzeugs beendet ist, wenn die durch die Routine zur Erkennung der Geschwindigkeit des Fahrzeugs erfaßte Geschwindigkeit größer als ein vorbestimmter Wert geworden ist.

15. Steuergerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es weiterhin folgendes umfaßt:
eine elektrische Niederdruck-Pumpe (51), die in der Lage ist, Brennstoff mit einem vorbestimmten Druck zum Motor zu führen,
eine Hochdruck-Pumpe (559), die vom Motor mechanisch betrieben wird, um Brennstoff mit einem höheren als dem vorbestimmten Druck zum Motor zu führen, und
ein Brennstoffdruck-Schaltmittel (60) mit einer ersten Betriebs-Stellung, um dem Motor Niederdruck-Brennstoff zuzuführen, und mit einer zweiten Betriebs-Stellung, um dem Motor Hochdruck-Brennstoff zuzuführen, und das in Übereinstimmung mit dem Betriebszustand des Motors auf eine der ersten und zweiten Betriebs-Stellung schaltet,
wobei das Steuergerät weiterhin ausgebildet ist, die Routine zur Erkennung von Übergangs-Betriebszuständen so durchzuführen, daß als der zu erfassende Übergangs-Betriebszustand ein Druck-Übergangs-Zustand erfaßt wird, in dem sich das Brennstoffdruck-Schaltmittel (60) in der ersten Betriebs-Stellung befindet, und
wobei das Steuergerät weiterhin ausgebildet ist, daß die Routine zur Auswahl eines Brennstoff-Einspritz-Steuermodus den Frühstadium-Einspritz-Steuermodus als den Einspritz-Steuermodus für eine vorbestimmte Zeitspanne auswählt, wenn der Druck-Übergangs-Zustand von der Routine zur Erkennung von Übergangs-Betriebszuständen erfaßt wird.

16. Steuergerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Fahrzeug mit einem Wechselschaltgetriebe (66) ausgestattet ist, das über eine Kupplung (71) mit dem Motor gekoppelt ist, die eine Zweistufen-Torsionskennlinie aufweist und mit einem Getriebe-Temperatur-Sensor (67) ausgestattet ist, um eine Temperatur des Wechselschaltgetriebes (66) zu erfassen,
wobei das Steuergerät derart ausgebildet ist, damit die Routine zur Erkennung von Übergangs-Betriebszuständen als den zu erfassenden Übergangs-Betriebszustand einen Getriebe-Temperatur-Übergangszustand erfaßt, in dem die durch den Getriebe-Temperatur-Sensor (67) erfaßte Getriebe-Temperatur tiefer als eine vorbestimmte Temperatur ist, und wobei das Steuergerät derart ausgebildet ist, daß die Routine zur Auswahl eines Brennstoff-Einspritz-Steuermodus den Frühstadium-Einspritz-Steuermodus als den Einspritz-Steuermodus wählt, wenn der Getriebe-Temperatur-Übergangszustand durch

die Routine zur Erkennung von Übergangs-Betriebszuständen erfaßt wird.

17. Steuergerät nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Getriebe-Temperatur-Sensor (67) die Temperatur des Schmieröls des Wechselschaltgetriebes (66) erfaßt.

18. Steuergerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es des heiteren ausgebildet ist, um eine Routine zur Erfassung eines Kaltzustands des Motors durchzuführen,
wobei das Steuergerät weiterhin ausgebildet ist, daß die Routine zur Erkennung von Übergangs-Betriebszuständen als den zu erfassenden Übergangs-Betriebszustand einen ersten Übergangs-Abkühlungszustand erfaßt, in dem der Kaltzustand des Motors von der Routine zur Erkennung eines Kaltzustands erfaßt wird und in dem der von der Routine zur Berechnung des zweiten Parameters (P_E) erfaßte zweite Parameter (P_E) ebenfalls kleiner als ein vorbestimmter Wert geworden ist, und
wobei das Steuergerät weiterhin ausgebildet ist, daß die Routine zur Auswahl eines Brennstoff-Einspritz-Steuermodus den Spätstadium-Einspritz-Steuermodus als den Einspritz-Steuermodus auswählt, wenn der erste Übergangs-Abkühlungszustand durch die Routine zur Erkennung von Übergangs-Betriebszuständen erfaßt wird.

19. Steuergerät nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuergerät weiterhin ausgebildet ist, daß im Spätstadium-Einspritz-Steuermodus das Einspritzen des Brennstoffs in einem Anfangsstadium des Kompressionshubs beendet wird.

20. Steuergerät nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß es des weiteren einen Einlaßluft-Temperatur-Sensor (65) zur Erfassung der Einlaßluft-Temperatur des Motors umfaßt und ferner ausgebildet ist, um eine Routine zur Erkennung eines Kaltzustands des Motors durchzuführen, und wobei das Steuergerät weiterhin ausgebildet ist, die Routine zur Erkennung von Übergangs-Betriebszuständen so durchzuführen, daß die Routine zur Erkennung des Kaltzustands des Motors diesen abhängig von der vom Einlaßluft-Temperatur-Sensor (65) erfaßten Einlaßluft-Temperatur erfasst, und wobei das Steuergerät weiterhin ausgebildet ist, daß die Routine zur Erkennung von Übergangs-Betriebszuständen einen zweiten Übergangs-Abkühlungszustand erfaßt, in dem der Kaltzustand des Motors von der Routine zur Erkennung des Kaltzustands des Motors erfaßt wird, und wobei
das Steuergerät weiterhin ausgebildet ist, daß die Routine zur Auswahl eines Brennstoff-Einspritz-Steuermodus den Frühstadium-Einspritz-Steuermodus als Einspritz-Steuermodus auswählt, wenn der zweite Übergangs-Abkühlungszustand von der Routine zur Erkennung von Übergangs-Betriebszu-

ständen erfaßt wird.

21. Steuergerät nach einem der Ansprüche 2, 3, 4, 9, 15, 16, 17 und 19, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuergerät derart ausgebildet ist, daß im Rahmen der die Routine zur Auswahl eines Brennstoff-Einspritz-Steuermodus eine Routine durchgeführt wird, die die vorzugsweise Auswahl des Einspritz-Steuermodus durchführt, indem eine Priorität in der Reihenfolge des Druck-Übergangs-Zustands, des Übergangs-Unterdruck-Abnahme-Zustands, des ersten Übergangs-Abkühlungs-Zustands, des zweiten Übergangs-Abkühlungs-Zustands, des Getriebe-Temperatur-Übergangs-Zustands, des Übergangs-Start-Zustands, des zweiten Übergangs-Beschleunigungs-Zustands und des Übergangs-Erholungs-Zustands zugewiesen wird.

Es folgen 18 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

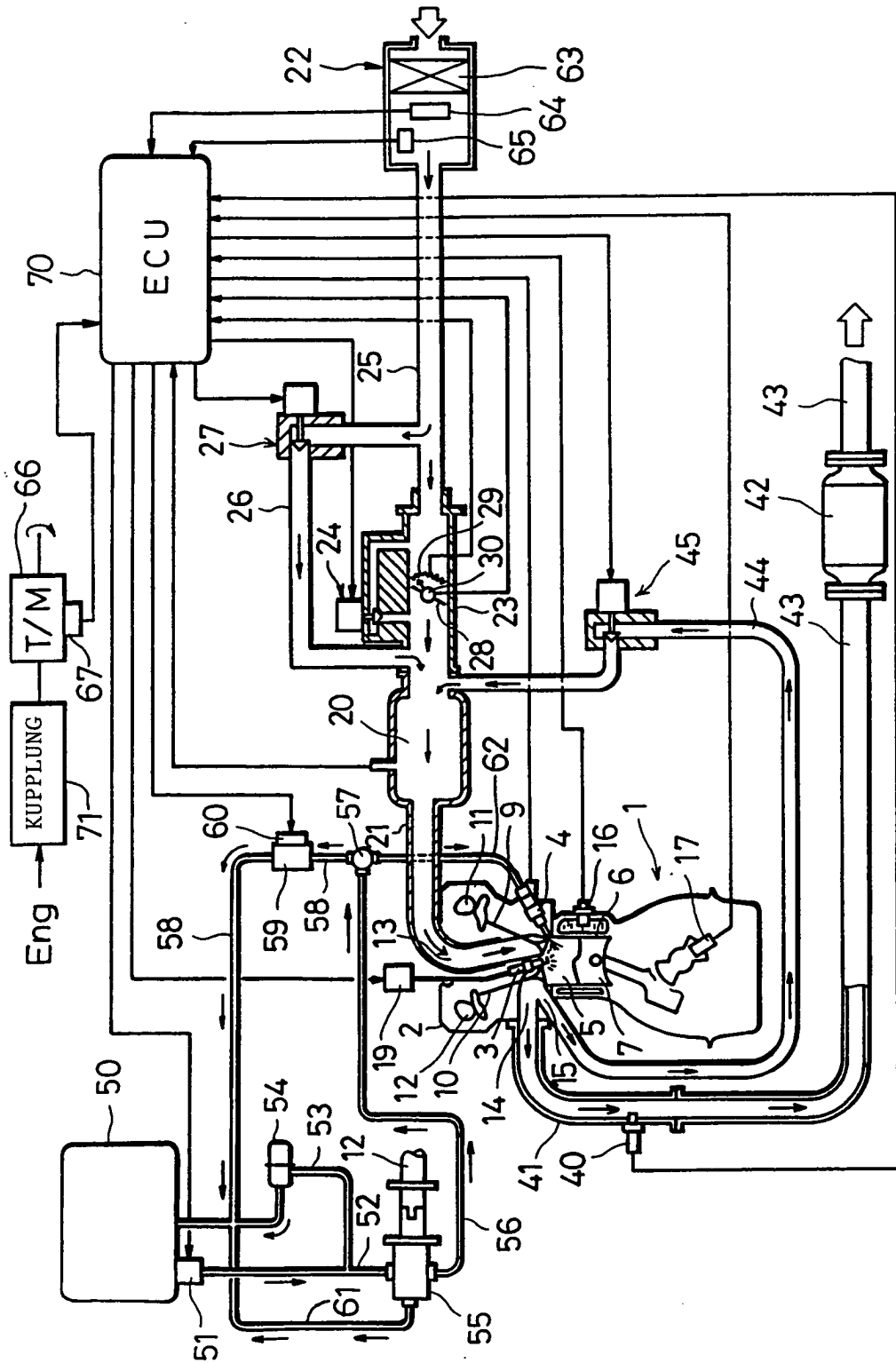


Fig. 2

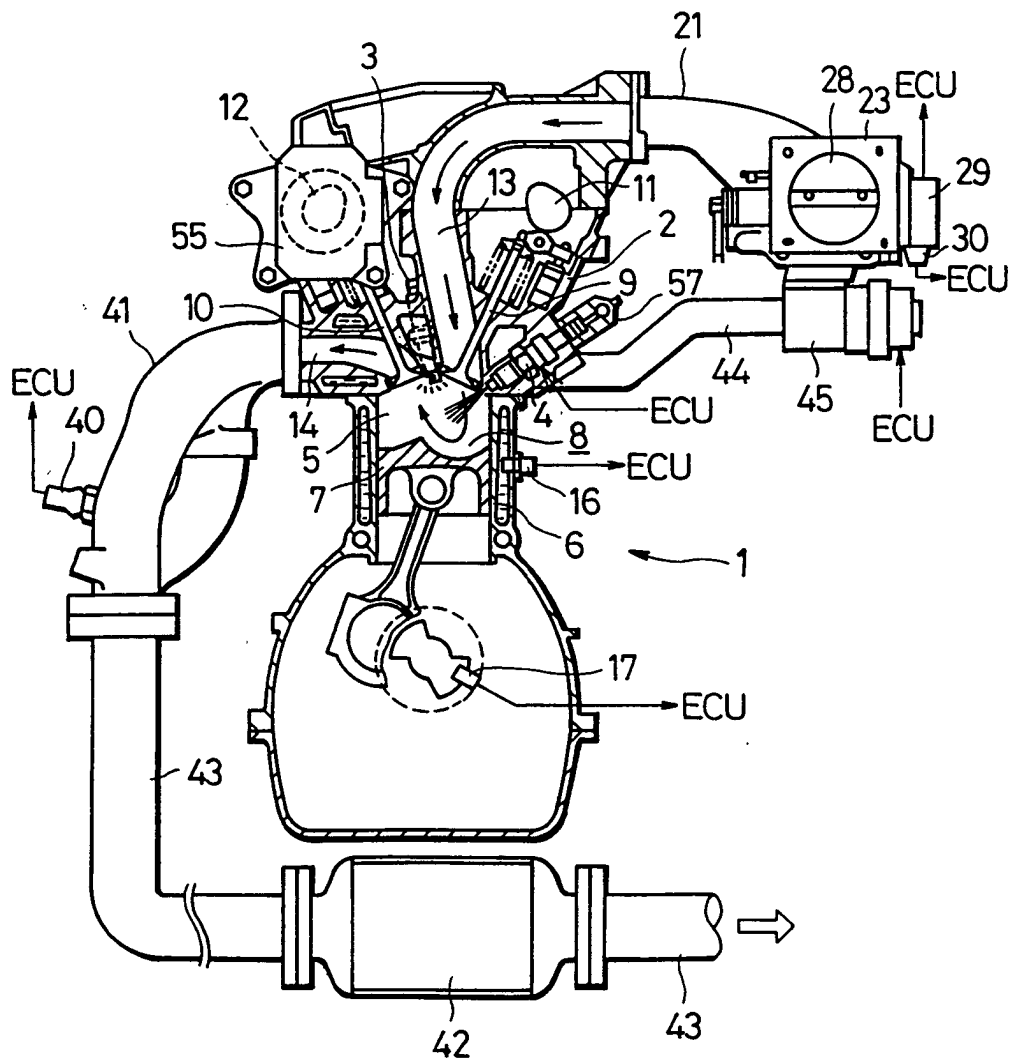


Fig. 3

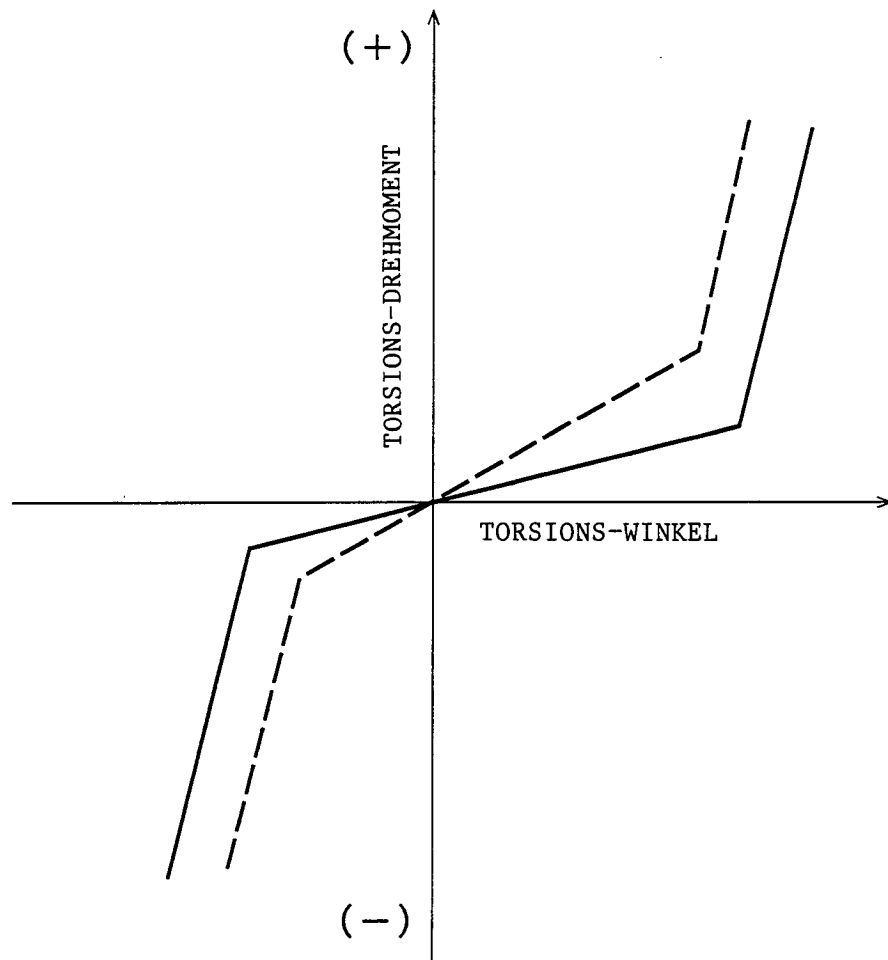


Fig. 4

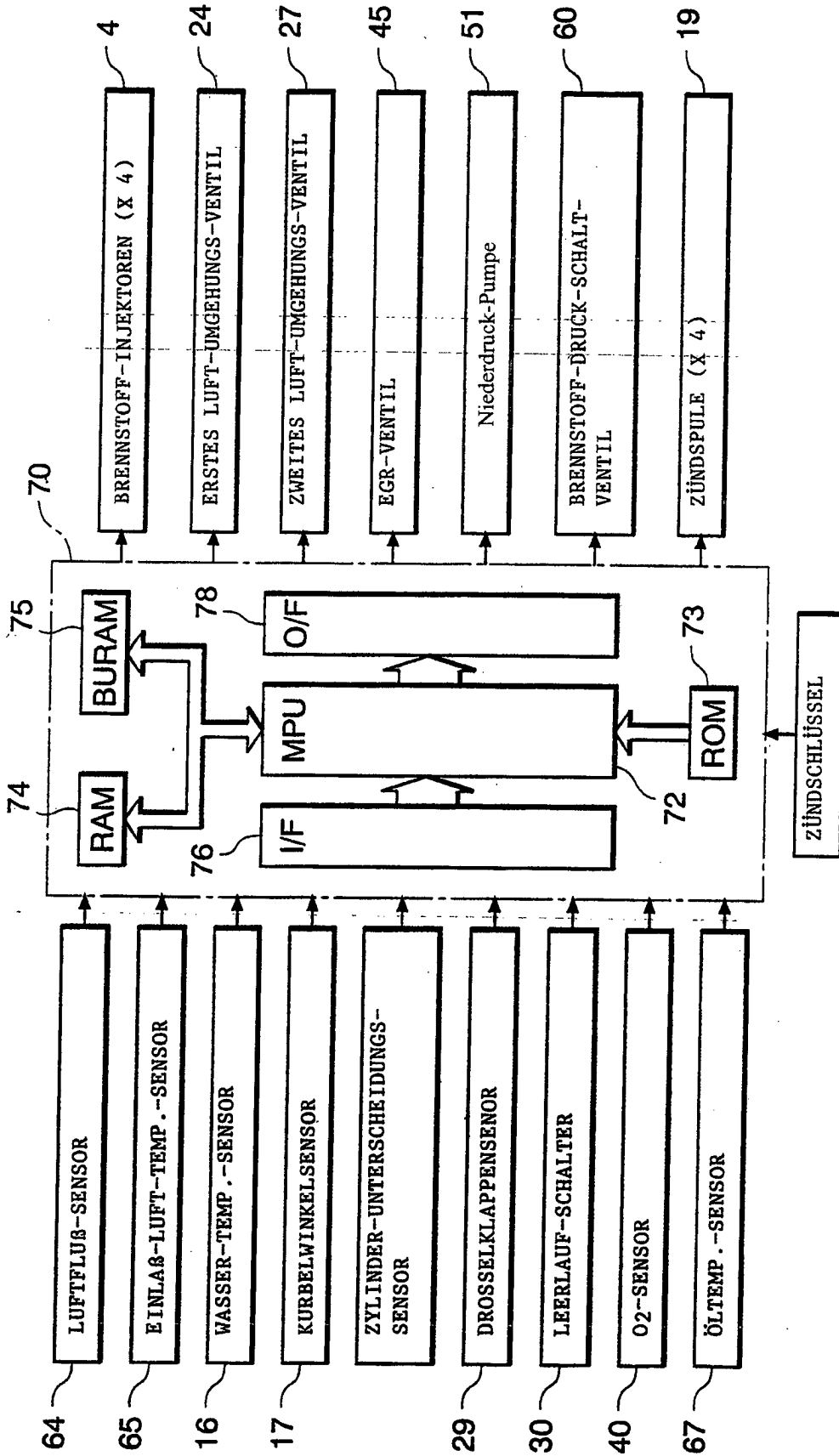


Fig. 5

NACH BEENDIGUNG DER AUFWÄRMUNG

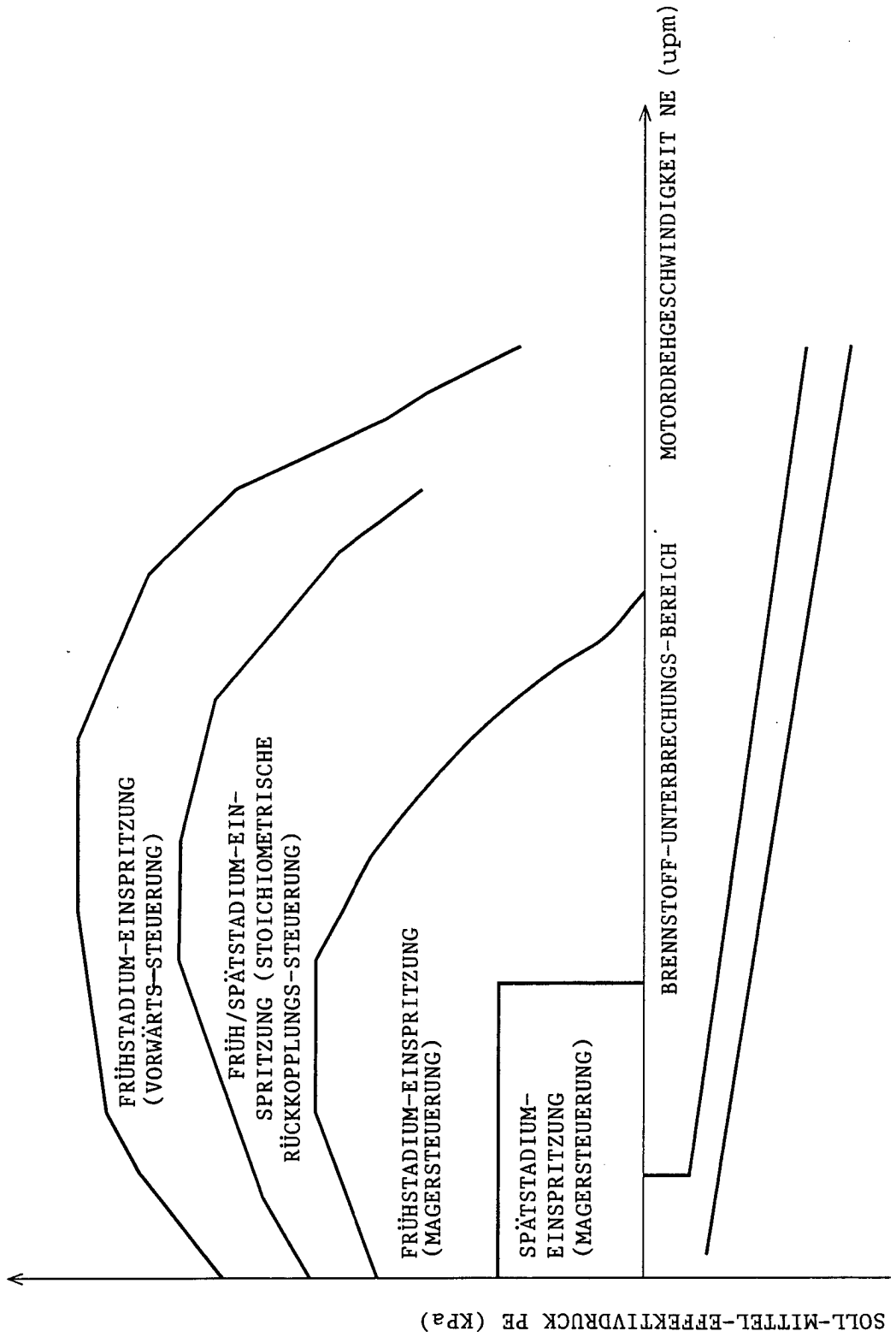


Fig. 6

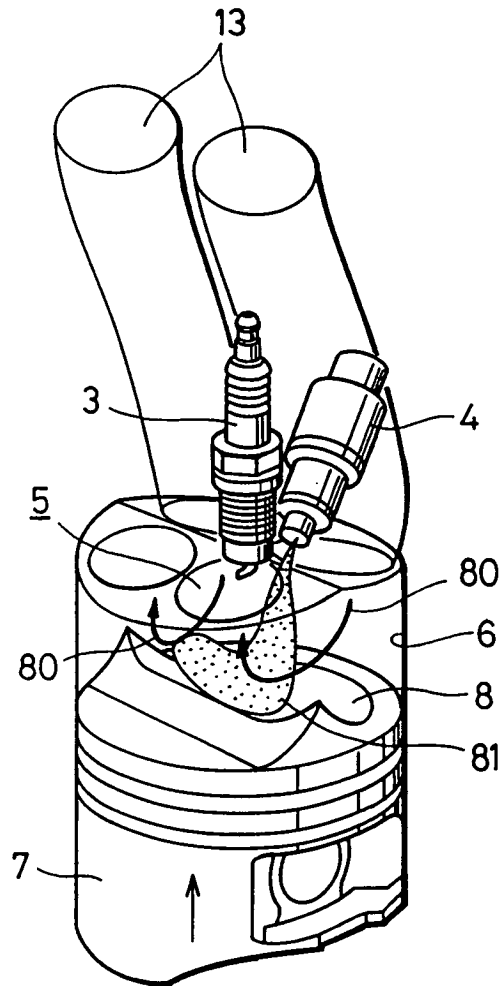


Fig. 7

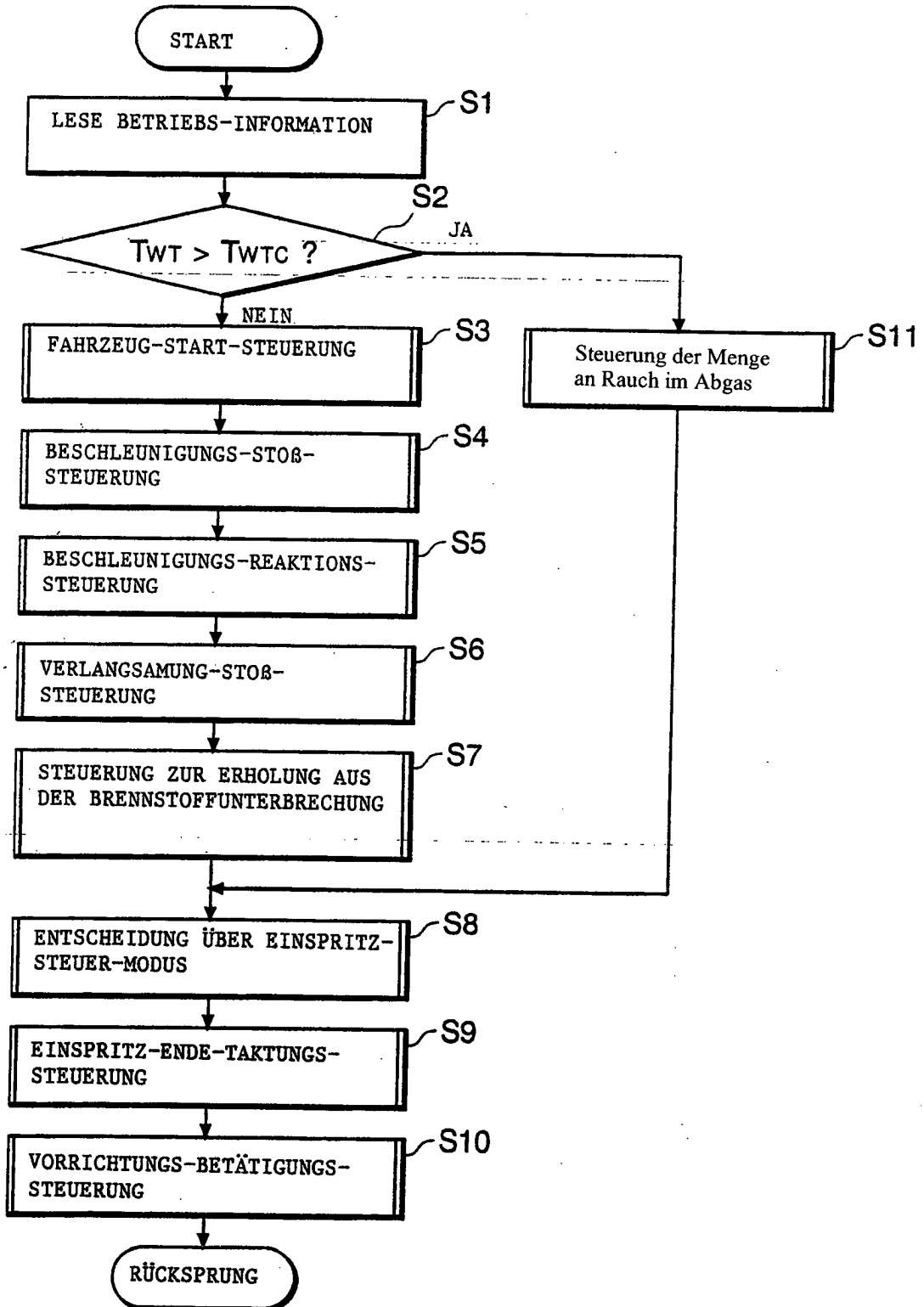


Fig. 8

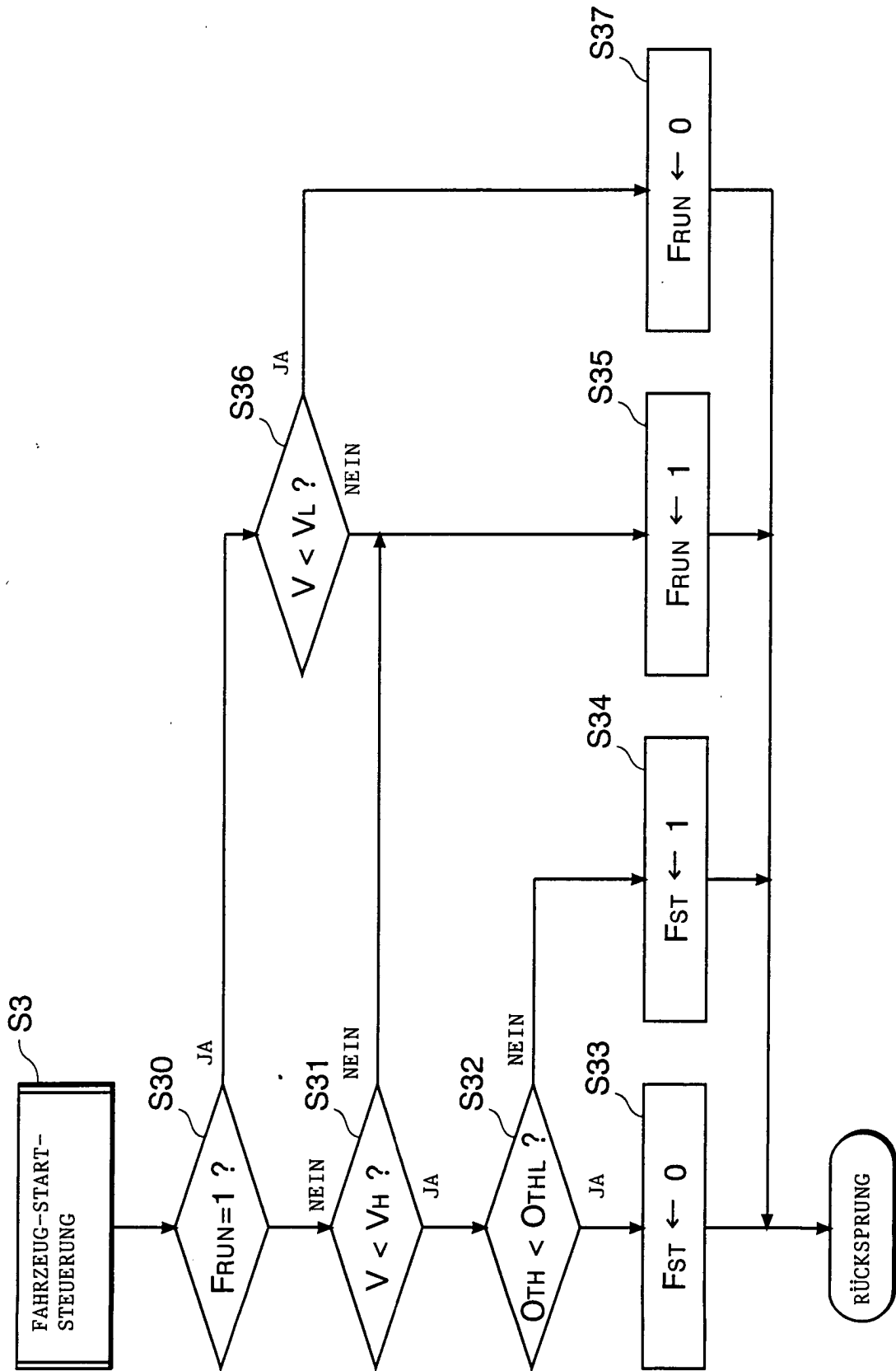


Fig. 9

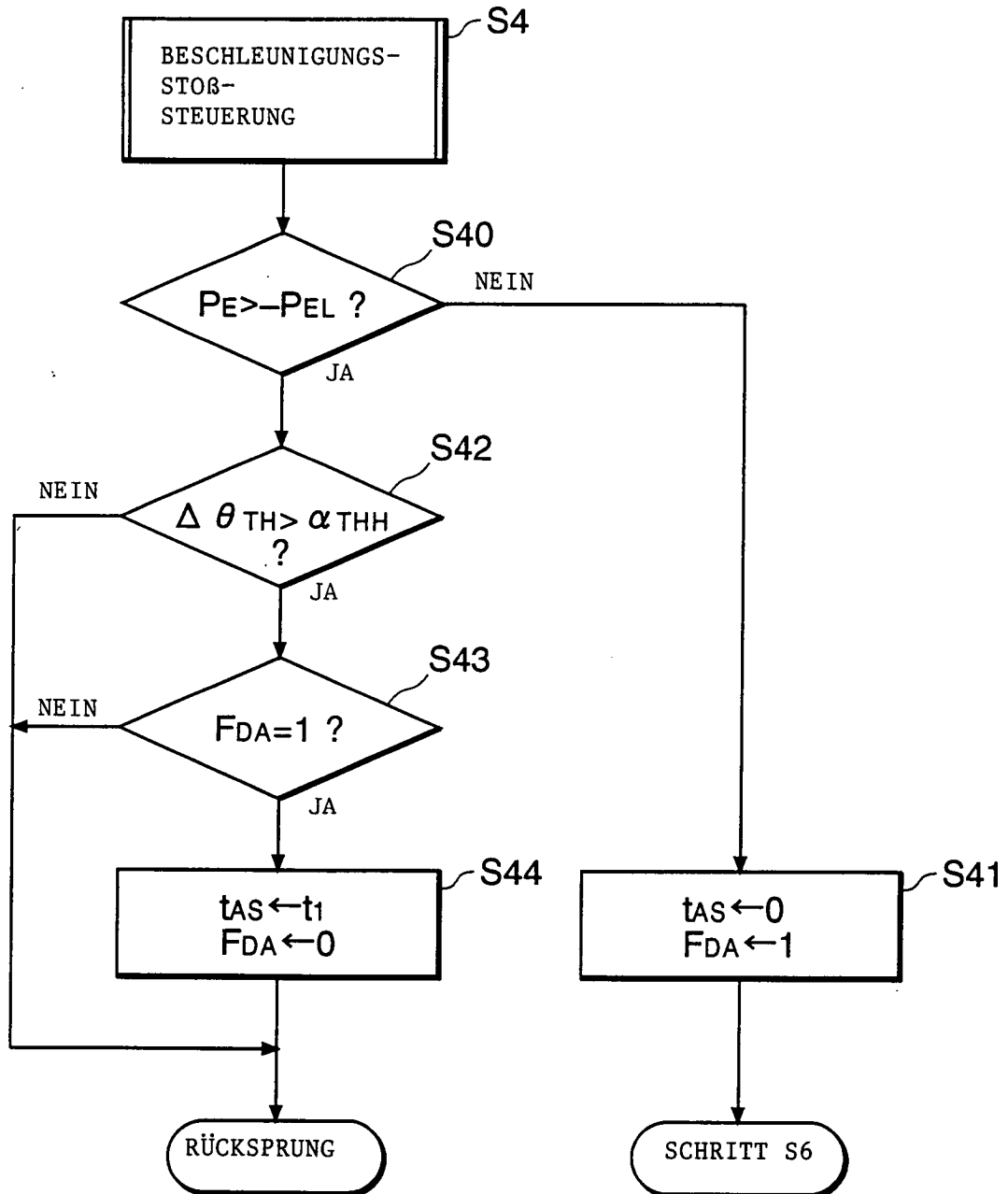


Fig. 10

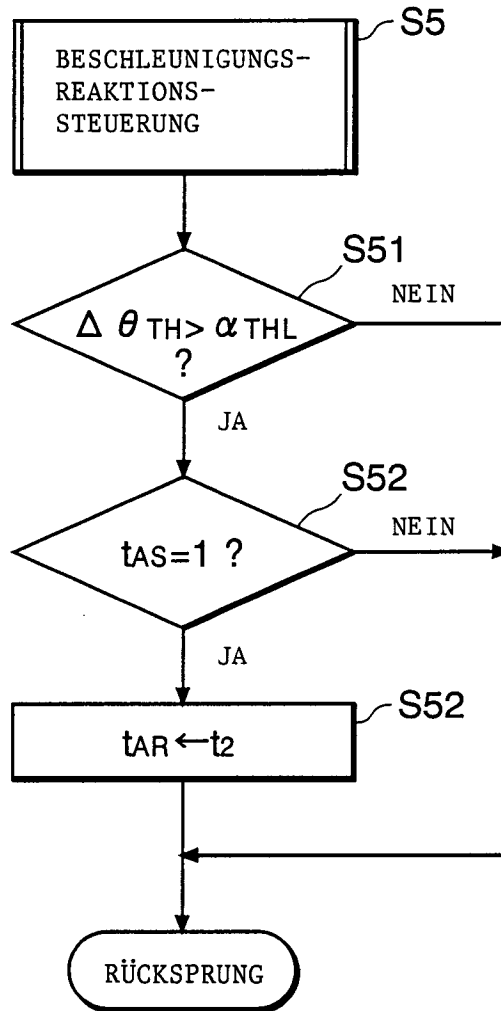


Fig. 11

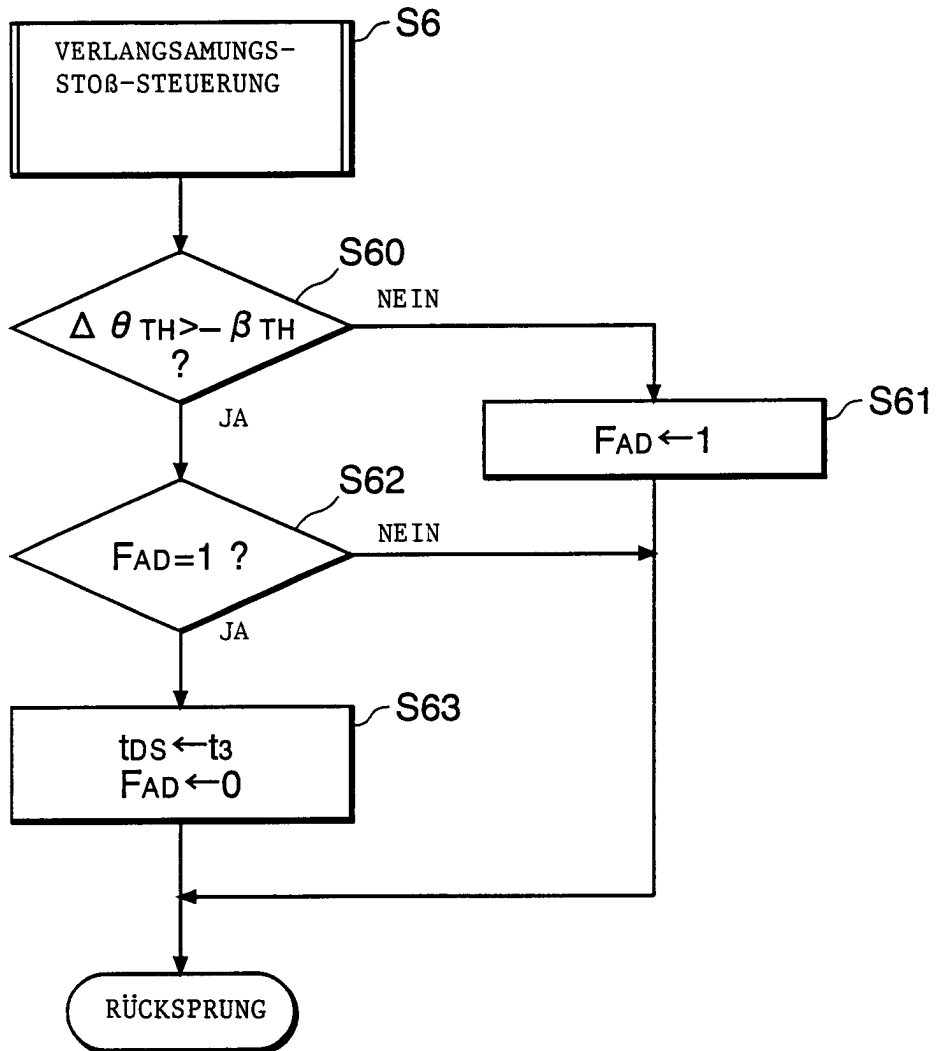


Fig. 12

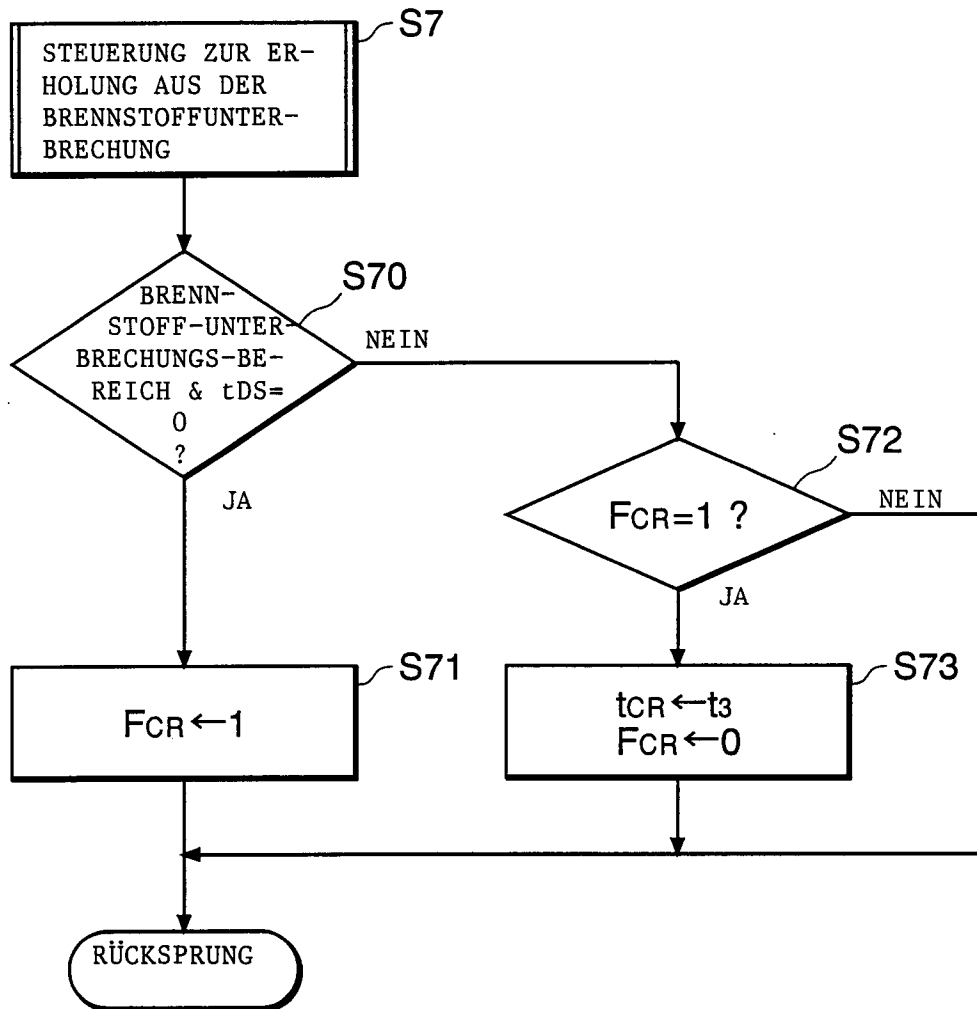


Fig.13

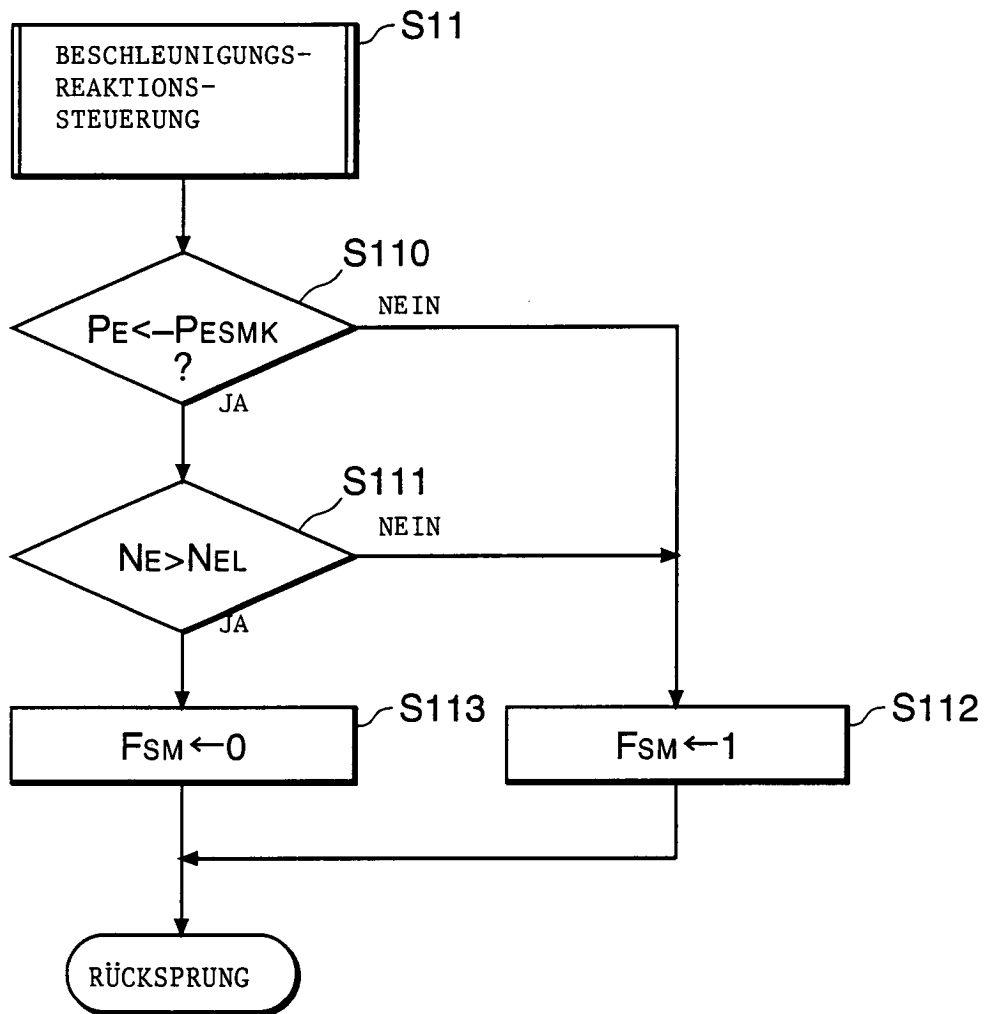


Fig. 14

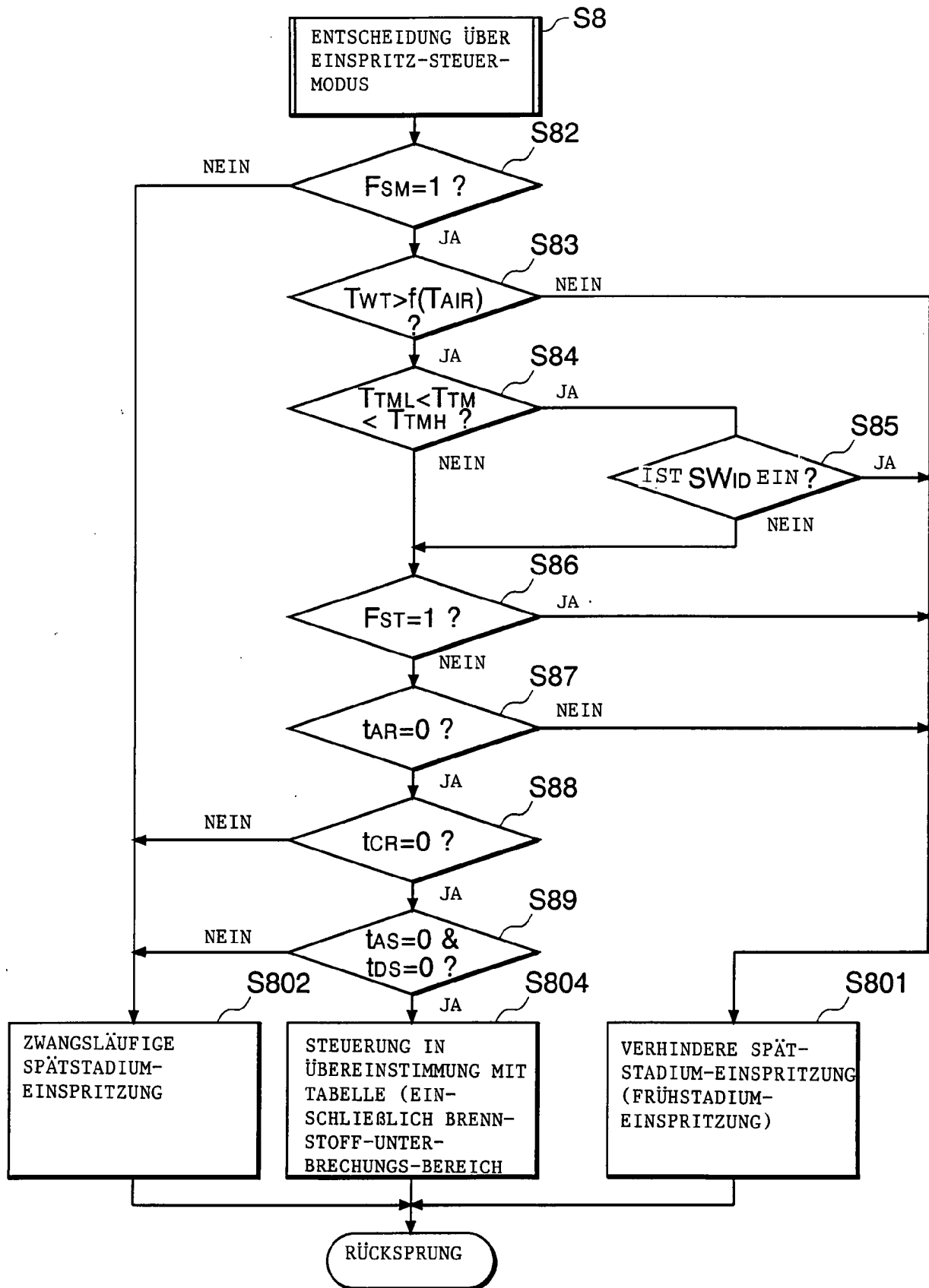


Fig.15

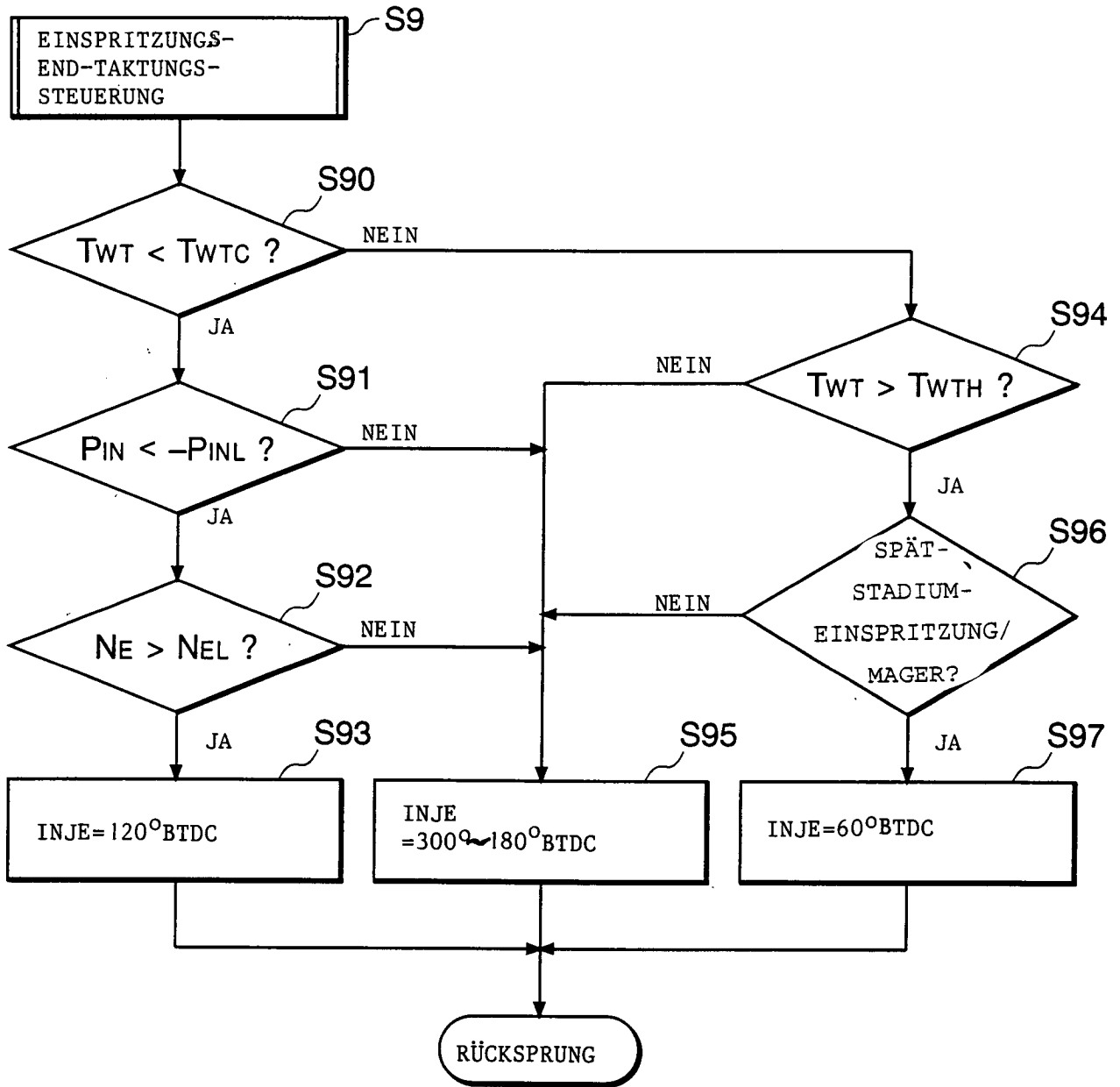


Fig. 16

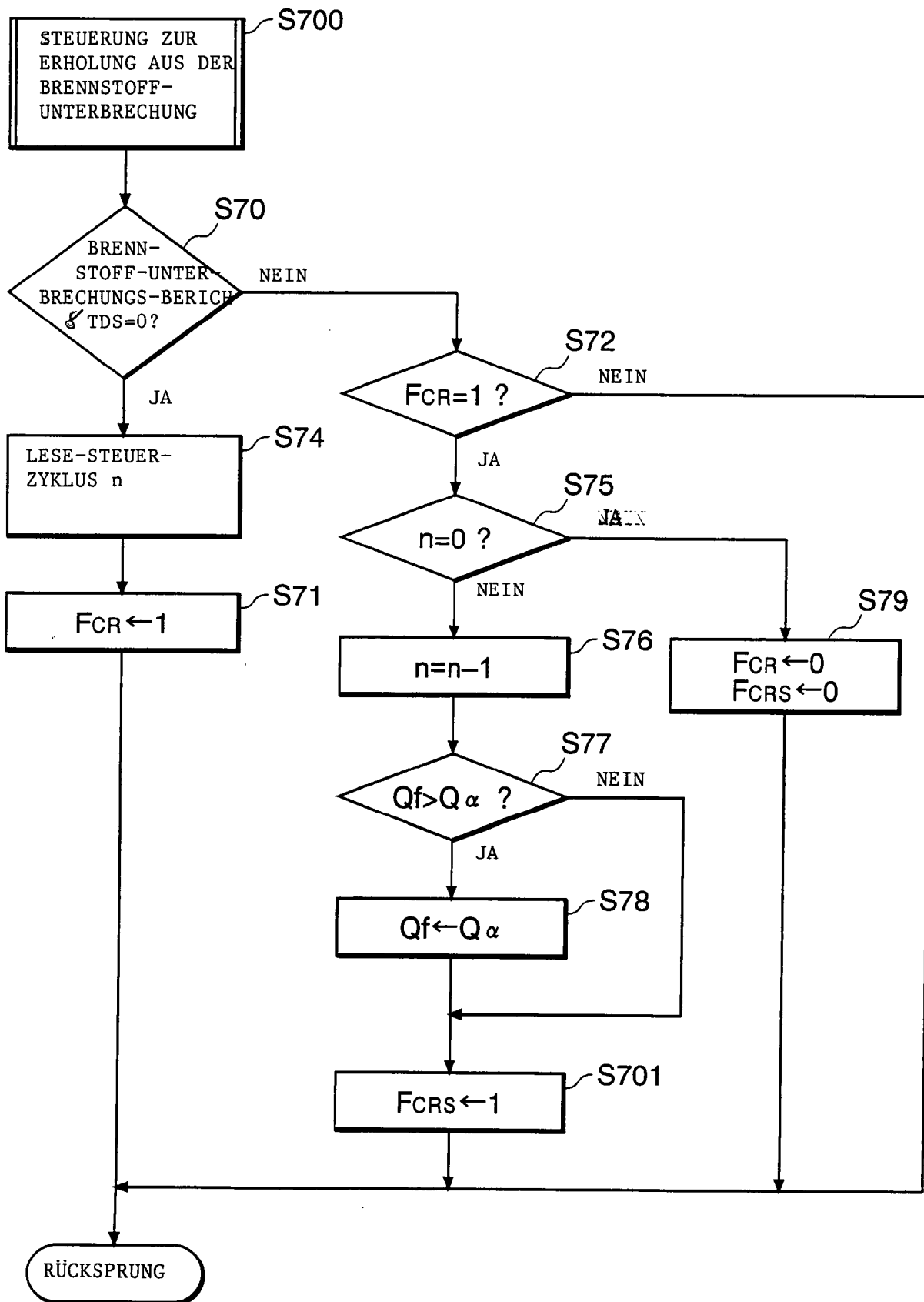


Fig. 17

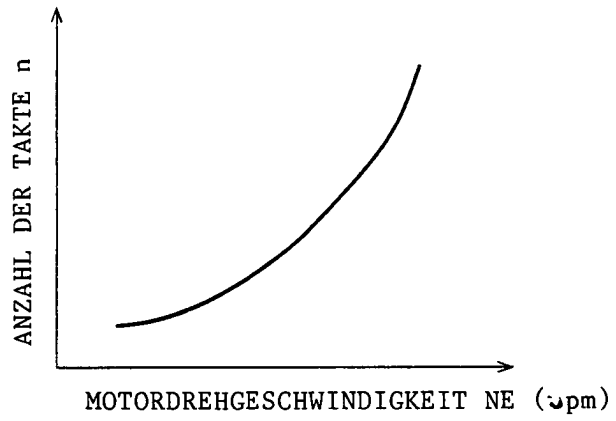


Fig. 18

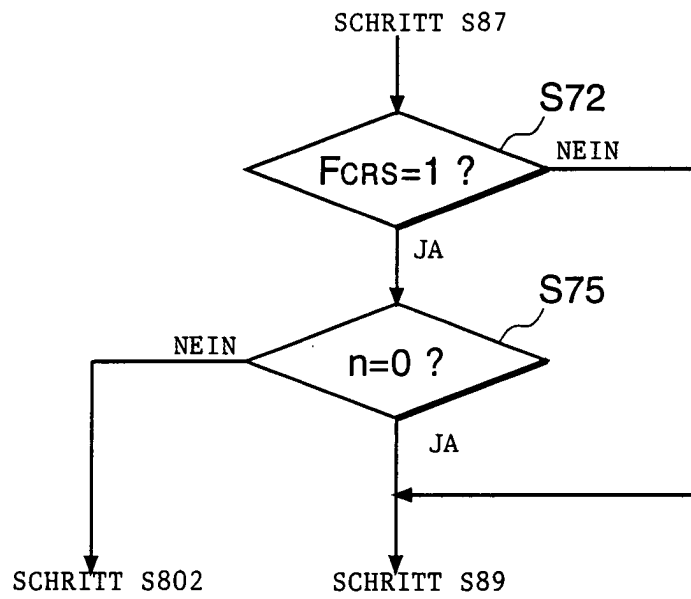


Fig. 19

