



(12) **Berichtigung der Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2004 055 896.5**

(22) Anmeldetag: **19.11.2004**

(43) Offenlegungstag: **07.07.2005**

(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **31.10.2012**

(15) Korrekturinformation:  
**offensichtliche Unrichtigkeit im Anspruch 4**

(48) Veröffentlichungstag der Berichtigung: **08.11.2012**

(30) Unionspriorität:  
**2003-392114 21.11.2003 JP**

(73) Patentinhaber:  
**DENSO CORPORATION, Kariya-city, Aichi-pref.,  
JP**

(74) Vertreter:  
**TBK, 80336, München, DE**

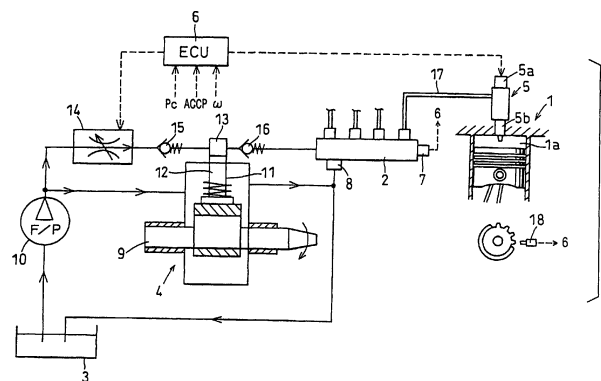
(51) Int Cl.: **F02D 41/40 (2006.01)**  
**F02D 41/04 (2006.01)**

(72) Erfinder:  
**Asano, Masahiro, Kariya, Aichi, JP; Takemoto,  
Eiji, Kariya, Aichi, JP; Haraguchi, Hiroshi, Kariya,  
Aichi, JP**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
**DE 60 2004 000 955 T2**

(54) Bezeichnung: **Einspritzsteuersystem einer Brennkraftmaschine**

(57) Hauptanspruch: Einspritzmengensteuersystem einer Brennkraftmaschine, gekennzeichnet durch:  
Bestimmungsmittel (S102, S202) zum Bestimmen, ob eine Lernbedingung zum Durchführen einer Einspritzmengenlernfunktion erfüllt ist;  
Einzeleinspritzbefehlsmittel (S108, S208) zum Durchführen einer Einzeleinspritzung für das Lernen von einem Injektor (5) in einen bestimmten Zylinder einer Kraftmaschine (1), wenn die Lernbedingung erfüllt ist;  
Zustandsänderungsbetragmessmittel (S109, S209) zum Messen eines Betrags einer durch das Durchführen der Einzeleinspritzung verursachten Zustandsänderung der Brennkraftmaschine (1);  
Korrekturwertberechnungsmittel (S111, S112, S113, S212, S213, S214) zum Berechnen eines Korrekturwerts zum Erhöhen oder Verringern einer Befehlseinspritzmenge der Einzeleinspritzung auf Grundlage des gemessenen Zustandsänderungsbetrags der Brennkraftmaschine (1); und  
Einspritzmengenkorrekturmittel (S107, S207) zum Korrigieren der Befehlseinspritzmenge durch Erhöhen oder Verringern der Befehlseinspritzmenge in Übereinstimmung mit dem berechneten Korrekturwert, wobei das Korrekturwertberechnungsmittel (S111, S112, S113, S212, S213, S214) zumindest eines von einem Modifikationsbetrag und einer Modifikationsgeschwindigkeit festlegt, um den Korrekturwert auf einen Wert zu modifizieren, der in dem Fall, in dem die Korrektur...



Die oben angegebenen bibliographischen Daten entsprechen dem aktuellen Stand zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Berichtigung.

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Einspritzsystem einer Brennkraftmaschine zum Durchführen einer Einspritzmengenlernfunktion.

**[0002]** Als ein Verfahren zum Unterdrücken von Verbrennungsgeräuschen und Stickstoffoxiden in einer Dieselmotorkraftmaschine ist ein Verfahren bekannt zum Durchführen einer Voreinspritzung bekannt, um eine sehr kleine Menge von Kraftstoff vor einer Haupteinspritzung einzuspritzen. Da ein Befehlswert der Voreinspritzungsmenge klein ist, ist eine Verbesserung der Genauigkeit der kleinen Menge nötig, um die Wirkungen der Voreinspritzung zum Unterdrücken der Erzeugung des Verbrennungsgeräusches und der Stickstoffoxide zufriedenstellend hervorzuheben. Daher ist auf Seiten der Software eine Einspritzmengenlernfunktion zum Messen einer Abweichung zwischen einer Befehlseinspritzmenge der Voreinspritzung und einer Menge des tatsächlich eingespritzten Kraftstoffs (einer tatsächlichen Einspritzmenge) und zum Korrigieren der Einspritzmenge nötig.

**[0003]** Ein in der DE 60 2004 000 955 T2 offenbartes Kraftstoffeinspritzsteuersystem kann die Einspritzmengenlernfunktion höchst präzise durchführen. Das Steuersystem führt eine Einzeleinspritzung von einem Injektor in einen bestimmten Zylinder einer Kraftmaschine dann durch, wenn sich die Kraftmaschine in einem einspritzfreien Zustand befindet, in dem eine zu dem Injektor ausgegebene Befehlseinspritzmenge Null oder weniger beträgt. Die Kraftmaschine wird in den einspritzfreien Zustand gebracht, wenn die Kraftstoffzufuhr unterbrochen ist, bspw. wenn eine Stellung eines Schalthebels geändert wird oder wenn ein Fahrzeug verlangsamt wird. Das Steuersystem berechnet eine tatsächliche Einspritzmenge auf Grundlage einer Änderung einer durch die Einzeleinspritzung verursachten Kraftmaschinendrehzahl. Wenn zwischen der tatsächlichen Einspritzmenge und der Befehlseinspritzmenge der Voreinspritzung ein Fehler erzeugt wird, korrigiert das Steuersystem die Befehlseinspritzmenge in Übereinstimmung mit dem Fehler.

**[0004]** Für gewöhnlich wird die Befehlseinspritzmenge korrigiert, indem ein Einspritzdauerkorrekturwert aus einer in [Fig. 8](#) gezeigten Charakteristik auf Grundlage des Unterschieds zwischen der durch die Durchführung der Einzeleinspritzung gemessenen tatsächlichen Einspritzmenge und der Befehlseinspritzmenge berechnet wird. In [Fig. 8](#) gibt  $\Delta T$  den Korrekturwert der Einspritzdauer wieder,  $\Delta N$  ist die Änderung des Betriebszustands der Kraftmaschine (eine Kraftmaschinenzustandsänderung  $\Delta N$ ) und  $N_{trg}$  ist ein Sollwert der Kraftmaschinenzustandsänderung  $\Delta N$ . Beispielsweise ist die Kraftmaschinenzustandsänderung  $\Delta N$  eine durch die Einzelspritzung

verursachte Änderung (Erhöhung) der Kraftmaschinendrehzahl. Diese in [Fig. 8](#) gezeigte Charakteristik zielt darauf ab, eine zum Vollenden der Korrektur notwendige Zeitspanne zu verkürzen, indem der Korrekturwert  $\Delta T$  erhöht wird, wenn die Abweichung zwischen der Befehlseinspritzmenge und der tatsächlichen Einspritzmenge zunimmt. Die Kraftmaschinenzustandsänderung  $\Delta N$  entspricht der tatsächlichen Einspritzmenge und der Sollwert  $N_{trg}$  entspricht der Befehlseinspritzmenge. Jedoch dauert es zum Auffinden des Korrekturwerts  $\Delta T$  zum Kompensieren der Abweichung in dem Fall, in dem die tatsächliche Einspritzmenge von der Befehlseinspritzmenge entlang einer Abnahmerichtung stark abweicht, länger als in dem Fall, in dem die tatsächliche Einspritzmenge entlang der Zunahmerichtung abweicht, wie dies nachstehend erklärt wird.

**[0005]** In [Fig. 9](#) sind Charakteristiken eines Injektors einer Dieselmotorkraftmaschine gezeigt. In [Fig. 9](#) gibt  $Q$  die tatsächliche Einspritzmenge wieder,  $Q_c$  ist die Befehlseinspritzmenge und  $TQ$  ist die Einspritzdauer. Wenn die tatsächliche Einspritzmenge  $Q$  entlang der Abnahmerichtung von einer durchgezogenen Linie  $q_1$  zu einer gestrichelten Linie  $q_2$ , die in [Fig. 9](#) gezeigt sind, stark abweicht, wird ein einspritzfreier Bereich, in dem die tatsächliche Einspritzmenge  $Q$  Null beträgt, von einem Bereich  $A_1$  auf einen Bereich  $A_2$  vergrößert, wie in [Fig. 9](#) gezeigt ist. Damit ändert sich eine Charakteristik der Kraftmaschinenzustandsänderung  $\Delta N$  von einer durchgezogenen Linie  $n_1$  zu einer gestrichelten Linie  $n_2$ , wie in [Fig. 9](#) gezeigt ist. Wenn zu diesem Zeitpunkt auf Grundlage einer in [Fig. 9](#) gezeigten ersten Einspritzimpulsweite  $TQ_1$  eine erste Einspritzung durchgeführt wird, spritzt der Injektor keinen Kraftstoff ein und eine Änderung der Kraftmaschinendrehzahl (die Kraftmaschinenzustandsänderung  $\Delta N$ ) in Folge der Einspritzung wird nicht erzeugt. In diesem Zustand stimmt ein Wert, der durch Abziehen der tatsächlichen Einspritzmenge  $Q$  von der Befehlseinspritzmenge  $Q_c$  erhalten wird, mit der Befehlseinspritzmenge  $Q_c$  überein, da die tatsächliche Einspritzmenge  $Q$  Null beträgt. Wenn in einem solchen Fall der Einspritzdauerkorrekturwert  $\Delta T$  nach dem vorstehenden Verfahren berechnet wird, wird ein in [Fig. 8](#) oder [Fig. 9](#) gezeigter Wert „a“ als der Einspritzdauerkorrekturwert  $\Delta t$  berechnet.

**[0006]** Wenn auf Grundlage einer in [Fig. 9](#) gezeigten Einspritzimpulsweite  $TQ_2$  eine zweite Einzeleinspritzung durchgeführt wird, in der sich der Korrekturwert „a“ widerspiegelt, wird kein Kraftstoff eingespritzt. Dementsprechend bleibt der Korrekturwert „a“.

**[0007]** Somit wird in dem Fall, in dem die tatsächliche Einspritzmenge  $Q$  entlang der Abnahmerichtung stark abweicht und die nach der Korrektur bereitgestellte tatsächliche Einspritzmenge  $Q$  Null bleibt, der konstante Korrekturwert berechnet, ohne dabei den Grad der Abweichung der Charakteristik des Injek-

tors zu berücksichtigen. Daher kann die Wirkung, die zum Vollenden der Korrektur notwendige Zeitspanne zu verkürzen, indem der Korrekturwert erhöht wird, wenn die Abweichung zunimmt, nicht erreicht werden. Als Ergebnis benötigt die Korrektur eine lange Zeit.

**[0008]** Wenn die tatsächliche Einspritzmenge  $Q$  entlang der Zunahmerichtung von der Befehlseinspritzmenge  $Q_c$  stark abweicht, wird die für die Einspritzmengenlernfunktion eingespritzte Einzelspritzmenge übermäßig zunehmen. Wenn die Einspritzung mit der Befehlseinspritzmenge fortgeführt wird, werden Geräusche erzeugt und die Emissionswerte werden verschlechtert.

**[0009]** Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Einspritzsteuersystem einer Brennkraftmaschine zu schaffen, das in der Lage ist, eine Zeitspanne zum Vollenden einer Korrektur zu verkürzen und eine Geräuscherzeugung und eine Emissionsverschlechterung zu verhindern, die verursacht werden, wenn eine übermäßige Kraftstoffmenge in einer Einspritzmengenlernfunktion eingespritzt wird.

**[0010]** Diese Aufgabe wird durch die im Patentanspruch 1 aufgeführten Merkmale gelöst. Vorteilhafte Weiterbindungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

**[0011]** Wenn eine tatsächliche Einspritzmenge sehr klein ist, besteht eine Möglichkeit, dass die Einspritzmenge Null bleibt, selbst wenn die Einspritzmenge korrigiert und nachgeführt wird. In einem solchen Fall benötigt es eine lange Zeitspanne, um einen gewünschten Korrekturwert zu erhalten. Im Gegensatz dazu setzen die Berechnungsmittel gemäß der vorliegenden Erfindung zumindest eines von dem Modifikationswert und der Modifikationsgeschwindigkeit in dem Fall, in dem die Befehlseinspritzmenge bei der Korrektur erhöht wird, auf einen höheren Wert als in dem Fall, in dem die Befehlseinspritzmenge bei der Korrektur verringert wird. Daher kann die Zeitspanne, innerhalb der der Korrekturwert konvergiert, verkürzt werden.

**[0012]** Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben. In den Zeichnungen ist

**[0013]** [Fig. 1](#) ein schematisches Schaubild, das ein Steuersystem einer Dieselmotorkraftmaschine gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt;

**[0014]** [Fig. 2](#) ein Ablaufdiagramm, das Verarbeitungsschritte einer durch eine ECU des Steuersystems durchgeführten Einspritzmengenlernfunktion gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel zeigt;

**[0015]** [Fig. 3](#) ein Korrekturkennfeld zum Berechnen eines Modifikationswerts einer Einspritzdauer gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel;

**[0016]** [Fig. 4](#) ein weiteres Korrekturkennfeld zum Berechnen des Modifikationswerts der Einspritzdauer gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel;

**[0017]** [Fig. 5](#) ein Ablaufdiagramm, das Verarbeitungsschritte einer durch eine ECU eines Steuersystems gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung durchgeführten Einspritzmengenlernfunktion zeigt;

**[0018]** [Fig. 6](#) ein Kennfeld zum Berechnen einer Lerndatenaufnahmeweiterführungszahl gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel;

**[0019]** [Fig. 7](#) ein weiteres Kennfeld zum Berechnen der Lerndatenaufnahmeweiterführungszahl gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel;

**[0020]** [Fig. 8](#) ein Kennfeld zum Berechnen eines Korrekturwerts einer Einspritzdauer gemäß einem zugehörigen Stand der Technik; und

**[0021]** [Fig. 9](#) ein Einspritzcharakteristikkenfeld eines Injektors des zugehörigen Stands der Technik.

**[0022]** Unter Bezugnahme auf [Fig. 1](#) ist ein Einspritzsteuersystem einer vierzylindrigen Dieselmotorkraftmaschine **1** gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung veranschaulicht. Wie in [Fig. 1](#) gezeigt ist, hat die Kraftmaschine **1** des vorliegenden Ausführungsbeispiels ein Kraftstoffeinspritzsystem der Ansammlungsbauweise.

**[0023]** Wie in [Fig. 1](#) gezeigt ist, hat das Kraftstoffeinspritzsystem eine Common-Rail **2**, eine Kraftstoffpumpe **4**, Injektoren **5** und eine elektronische Steuereinheit (ECU) **6**. Die Common-Rail **2** sammelt Hochdruckkraftstoff an. Die Kraftstoffpumpe **4** beaufschlagt Kraftstoff, der von einem Kraftstofftank **3** angesogen wurde, mit Druck und fördert den Kraftstoff unter Druck zu der Common-Rail **2**. Die Injektoren **5** spritzen den von der Common-Rail **2** zugeführten Hochdruckkraftstoff in Zylinder (Brennkammern **1a**) der Kraftmaschine **1** ein. Die ECU **6** steuert das System elektronisch.

**[0024]** Die ECU **6** setzt einen Sollwert eines Common-Rail-Drucks  $P_c$  der Common-Rail **2** (einen Druck des in der Common-Rail **2** angesammelten Kraftstoffs). Die Common-Rail **2** sammelt den von der Kraftstoffpumpe **4** zugeführten Hochdruckkraftstoff bei einem Sollwert des Common-Rail-Drucks  $P_c$  an. Ein Drucksensor **7** und ein Druckbegrenzer **8** sind an der Common-Rail **2** angebracht. Der Drucksensor **7** erfasst den Common-Rail-Druck  $P_c$  und gibt den Common-Rail-Druck  $P_c$  zu der ECU **6** aus. Der

Druckbegrenzer **8** begrenzt den Common-Rail-Druck  $P_c$  so, dass der Common-Rail-Druck  $P_c$  einen vorbestimmten oberen Grenzwert nicht überschreitet.

**[0025]** Die Kraftstoffpumpe **4** hat eine Nockenwelle **9**, eine Förderpumpe **10**, einen Tauchkolben **12** und ein elektromagnetisches Strömungssteuerventil **14**. Die Nockenwelle **9** wird durch die Kraftmaschine **1** angetrieben und gedreht. Die Förderpumpe **10** wird durch die Nockenwelle **9** angetrieben und saugt den Kraftstoff von dem Kraftstofftank **3** an. Der Tauchkolben **12** bewegt sich in einem Zylinder **11** in Synchronisation mit der Drehung der Nockenwelle **9** hin und her. Das elektromagnetische Strömungssteuerventil **14** regelt eine Menge von von der Förderpumpe **10** in eine in dem Zylinder **11** vorgesehene Druckbeaufschlagungskammer **13** eingeführten Kraftstoff.

**[0026]** Wenn sich der Tauchkolben **12** in der Kraftstoffpumpe **4** von einem oberen Totpunkt zu einem unterem Totpunkt in dem Zylinder **11** bewegt, wird die Menge des von der Förderpumpe **10** ausgelassenen Kraftstoffs durch das elektromagnetische Strömungssteuerventil **14** geregelt und der Kraftstoff öffnet ein Ansaugventil **15** und wird in die Druckbeaufschlagungskammer **13** eingesogen. Dann, wenn sich der Tauchkolben **12** von dem unteren Totpunkt zu dem oberen Totpunkt in dem Zylinder **11** bewegt, beaufschlägt der Tauchkolben **12** den Kraftstoff in der Druckbeaufschlagungskammer **13** mit Druck. Somit öffnet der Kraftstoff ein Auslassventil **16** an der Seite der Druckbeaufschlagungskammer **13** und wird unter Druck zu der Common-Rail **2** gefördert.

**[0027]** Die Injektoren **5** sind an die jeweiligen Zylinder der Kraftmaschine **1** montiert und über Hochdruckrohre **17** an der Common-Rail **2** angeschlossen. Jeder Injektor **5** hat ein elektromagnetisches Ventil **5a**, das in Antwort auf einen von der ECU **6** ausgegebenen Befehl arbeitet, und hat eine Düse **5b**, die den Kraftstoff einspritzt, wenn das elektromagnetische Ventil **5a** erregt ist.

**[0028]** Das elektromagnetische Ventil **5a** öffnet und schließt einen Niederdruckdurchlass, der von einer Druckkammer, in die der Hochdruckkraftstoff der Common-Rail **2** zugeführt wird, zu einer Niederdruckseite führt. Das elektromagnetische Ventil **5a** öffnet den Niederdruckdurchlass, wenn es erregt ist, und schließt den Niederdruckdurchlass, wenn es entregt ist.

**[0029]** Die Düse **5b** hat eine Nadel zum Öffnen oder Schließen eines Einspritzlochs eingegliedert. Der Druck des Kraftstoffs in der Druckkammer spannt die Nadel in einer Ventilverschlussrichtung vor (in einer Richtung zum Schließen des Einspritzlochs). Wenn das elektromagnetische Ventil **5a** erregt ist und den Niederdruckdurchlass öffnet, nimmt der Kraftstoffdruck in der Druckkammer ab und die Nadel

steigt in der Düse **5b** nach oben und öffnet das Einspritzloch. Somit spritzt die Düse **5b** den von der Common-Rail **2** zugeführten Hochdruckkraftstoff durch das Einspritzloch ein. Wenn das elektromagnetische Ventil **5a** entregt ist und den Niederdruckdurchlass schließt, steigt der Kraftstoffdruck in der Druckkammer an. Dementsprechend bewegt sich die Nadel in der Düse **5b** abwärts und schließt das Einspritzloch. Somit ist die Einspritzung beendet.

**[0030]** Die ECU **6** ist an einem Drehzahlsensor **18** zum Erfassen einer Kraftmaschinendrehzahl (einer Drehzahl pro Minute)  $\omega$ , einem Beschleunigerstellungssensor zum Erfassen einer Beschleunigerstellung (einer Last der Kraftmaschine **1**) ACCP und dem Drucksensor **7** zum Erfassen des Common-Rail-Drucks  $P_c$  angeschlossen. Die ECU **6** berechnet den Sollwert des Common-Rail-Drucks  $P_c$  der Common-Rail **2** und die Einspritzzeitgebung und die Einspritzmenge, die für einen Betriebszustand der Kraftmaschine **1** geeignet sind, auf Grundlage der durch die vorstehend erwähnten Sensoren erfassten Informationen. Die ECU **6** steuert das elektromagnetische Strömungssteuerventil **14** der Kraftstoffpumpe **4** und die elektromagnetischen Ventile **5a** der Injektoren **5** auf Grundlage der Berechnungsergebnisse elektronisch.

**[0031]** Um die Genauigkeit einer Einspritzung mit kleiner Menge, wie z. B. einer vor einer Haupteinspritzung durchgeführten Voreinspritzung zu verbessern, führt die ECU **6** eine nachstehend beschriebene Einspritzmengenlernfunktion durch.

**[0032]** In der Einspritzmengenlernfunktion wird ein Fehler zwischen einer der Voreinspritzung entsprechenden Befehlseinspritzmenge und einer Menge (tatsächlichen Einspritzmenge) des durch den Injektor **5** in Antwort auf die Befehlseinspritzmenge (einen Einspritzbefehlsimpuls) tatsächlich eingespritzten Kraftstoffs gemessen. Dann wird die Befehlseinspritzmenge in Übereinstimmung mit dem Fehler korrigiert.

**[0033]** Nun werden Verarbeitungsschritte der Einspritzmengenlernfunktion der gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel durch die ECU **6** durchgeführten Einspritzmengenlernfunktion auf Grundlage eines in [Fig. 2](#) gezeigten Ablaufdiagramms erklärt.

**[0034]** Zunächst wird in Schritt S101 ein Zylinder zum Durchführen einer Einzeleinspritzung für die Einspritzmengenlernfunktion ausgewählt. Genauer gesagt wird der Zylinder zum Durchführen der Einspritzmengenlernfunktion auf Grundlage eines vor der gegenwärtigen Lernfunktion durchgeführten Korrekturzustands (Einspritzmengenlernfunktion) ausgewählt. Wenn die gegenwärtige Lernfunktion die erste ist, wird ein vorbestimmter Zylinder gewählt oder ein willkürlicher Zylinder wird gewählt.

**[0035]** Dann wird in Schritt S102 bestimmt, ob eine Lernbedingung zum Durchführen der Einzeleinspritzung in den ausgewählten Zylinder erfüllt ist. Die Lernbedingung ist dann erfüllt, wenn die Kraftmaschine **1** sich in einem einspritzfreien Zustand befindet, in dem die zu dem Injektor **5** ausgegebene Befehls-einspritzmenge Null oder weniger beträgt und wenn ein vorbestimmter Common-Rail-Druck beibehalten bleibt. Die Kraftmaschine **1** wird in den einspritzfreien Zustand gebracht, falls die Kraftstoffzufuhr unterbrochen ist, beispielsweise wenn eine Stellung eines Schalthebels geändert wird oder wenn ein Fahrzeug verlangsamt wird. Wenn das Ergebnis der Bestimmung in Schritt S102 „JA“ lautet, schreitet die Verarbeitung zu Schritt S103 vor. Wenn das Ergebnis der Bestimmung in Schritt S102 „NEIN“ lautet, wird die Verarbeitung beendet.

**[0036]** In Schritt S103 wird eine Erregungsbasisdauer TQmap des zu dem Injektor **5** ausgegebenen Einspritzbefehlsimpulses und ein Sollwert Ntrg einer Kraftmaschinenzustandsänderung  $\Delta N$  auf Grundlage einer Einspritzmenge und eines Einspritzdrucks (des Common-Rail-Drucks  $P_c$ ) in einem Einspritzbereich berechnet, in dem die Lernfunktion erforderlich ist. Die Erregungsbasisdauer TQmap kann auf Grundlage eines Einspritzimpulskennfelds berechnet werden, in welchem die Erregungsbasisdauer TQmap im Vorfeld mit jeder Einspritzmenge abgestimmt wird. Die Kraftmaschinenzustandsänderung  $\Delta N$  ist beispielsweise eine durch die Einzeleinspritzung verursachte Änderung (eine Erhöhung) in der Kraftmaschinendrehzahl  $\omega$ . Der Sollwert Ntrg der Kraftmaschinenzustandsänderung  $\Delta N$  kann aus einem Drehzahländerungskennfeld berechnet werden, in welchem der Sollwert Ntrg im Vorfeld mit jeder Einspritzmenge abgestimmt wird.

**[0037]** In Schritt S104 wird bestimmt, ob die gegenwärtige Korrektur die erste ist. Wenn das Ergebnis der Bestimmung in Schritt S104 „NEIN“ lautet, schreitet die Verarbeitung zu Schritt S105 vor. Wenn das Ergebnis der Bestimmung in Schritt S104 „JA“ lautet, schreitet die Verarbeitung zu Schritt S106 vor.

**[0038]** In Schritt S105 wird ein durch die vorangegangene Korrekturberechnung erhaltener Korrekturwert  $\Delta T_{prev}$  als ein Korrekturwert  $\Delta T$  verwendet.

**[0039]** In Schritt S106 wird der Korrekturwert  $\Delta T$  auf Null zurückgesetzt ( $\Delta T = 0$ ).

**[0040]** In Schritt S107 wird eine Einspritzdauer TQ der Einspritzung für die Lernfunktion auf Grundlage der in Schritt S103 berechneten Erregungsbasisdauer TQmap und des in Schritt S105 oder in Schritt S106 berechneten Korrekturwerts  $\Delta T$  berechnet.

**[0041]** In Schritt S108 wird die Einspritzdauer TQ der Einspritzung für die Lernfunktion zu dem Injektor

**5** ausgegeben, um die Einzeleinspritzung in dem in Schritt S101 ausgewählten Zylinder durchzuführen.

**[0042]** In Schritt S109 wird die durch die Einzeleinspritzung verursachte Kraftmaschinenzustandsänderung  $\Delta N$  gemessen.

**[0043]** In Schritt S110 wird die Kraftmaschinenzustandsänderung  $\Delta N$  mit dem Sollwert Ntrg verglichen. Wenn die Kraftmaschinenzustandsänderung  $\Delta N$  größer als der Sollwert Ntrg ist, schreitet der Ablauf zu Schritt S111 vor. Wenn die Kraftmaschinenzustandsänderung  $\Delta N$  gleich wie der Sollwert Ntrg ist, schreitet der Ablauf zur Schrittgröße S112 vor. Wenn die Kraftmaschinenzustandsänderung  $\Delta N$  kleiner als der Sollwert Ntrg ist, schreitet der Ablauf zu Schritt S113 vor.

**[0044]** In Schritt S111 wird auf Grundlage eines in [Fig. 3](#) gezeigten Korrekturkennfelds ein Modifikationswert T2 berechnet und der Korrekturwert  $\Delta T_{prev}$  wird berechnet, indem der Modifikationswert T2 von dem in Schritt S105 oder in Schritt S106 berechneten Korrekturwert  $\Delta T$  abgezogen wird.

**[0045]** In Schritt S112 wird der in Schritt S105 oder der in Schritt S106 berechnete Korrekturwert  $\Delta T$  als der Korrekturwert  $\Delta T_{prev}$  verwendet.

**[0046]** In Schritt S113 wird auf Grundlage eines in [Fig. 4](#) gezeigten Korrekturkennfelds ein Modifikationswert T3 berechnet und der Korrekturwert  $\Delta T_{prev}$  wird berechnet, indem der Modifikationswert T3 zu dem in Schritt S105 oder in Schritt S106 berechneten Korrekturwert  $\Delta T$  addiert wird.

**[0047]** Der in Schritt S111, in Schritt S112 oder in Schritt S113 berechnete Korrekturwert  $\Delta T_{prev}$  wird bei der nächsten Korrektur verwendet.

**[0048]** Nun werden die in [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) gezeigten Korrekturkennfelder erklärt.

**[0049]** Das in [Fig. 3](#) gezeigte Korrekturkennfeld wird verwendet, um den Korrekturwert  $\Delta T$  zu verringern, wenn die Kraftmaschinenzustandsänderung  $\Delta N$  größer als der Sollwert Ntrg ist. Der Modifikationswert T2 nimmt zu, wenn eine Differenz (ein absoluter Wert) zwischen der Kraftmaschinenzustandsänderung  $\Delta N$  und dem Sollwert Ntrg zunimmt, wie in [Fig. 3](#) gezeigt ist. Wenn die Kraftmaschinenzustandsänderung  $\Delta N$  sehr groß ist, oder wenn die tatsächliche Einspritzmenge sehr groß ist, besteht eine Möglichkeit, dass das Geräusch erzeugt wird oder dass die Emissionen verschlechtert werden. Daher wird, falls die Differenz zwischen der Kraftmaschinenzustandsänderung  $\Delta N$  und dem Sollwert Ntrg einen vorbestimmten zulässigen Wert (einen in [Fig. 3](#) gezeigten Wert „A“) überschreitet, der Modifikationswert T2 schnell erhöht (oder eine Steigung des Korrekturkennfelds

wird erhöht), so dass die Einspritzmenge (der Korrekturwert  $\Delta T$ ) schnell verringert werden kann.

**[0050]** Das in [Fig. 4](#) gezeigte Korrekturkennfeld wird verwendet, um den Korrekturwert  $\Delta T$  zu erhöhen, wenn die Kraftmaschinenzustandsänderung  $\Delta N$  geringer als der Sollwert Ntrg ist. Der Modifikationswert T3 nimmt zu, wenn die Differenz (der absolute Wert) zwischen der Kraftmaschinenzustandsänderung  $\Delta N$  und dem Sollwert Ntrg zunimmt, wie dies in [Fig. 4](#) gezeigt ist. Wenn die gemessene Kraftmaschinenzustandsänderung  $\Delta N$  Null beträgt, ist die tatsächliche Einspritzmenge Null. In diesem Fall besteht eine Möglichkeit, dass die Einspritzmenge selbst dann Null bleibt, wenn die Einspritzmenge korrigiert und nachgeführt wird. Dementsprechend benötigt es eine lange Zeitspanne, um den gewünschten Korrekturwert  $\Delta T$  zu finden. Daher ist die Steigung des in [Fig. 4](#) gezeigten Korrekturkennfelds, das dazu verwendet wird, den Korrekturwert  $\Delta T$  zu erhöhen, wenn die Änderung  $\Delta N$  geringer als der Sollwert Ntrg ist, in einem Bereich, in dem die Differenz zwischen der Kraftmaschinenzustandsänderung  $\Delta N$  und dem Sollwert Ntrg kleiner als ein zulässiger Wert „A“ ist, größer als die des in [Fig. 3](#) gezeigten Korrekturkennfelds. Somit ist der Modifikationswert T3 größer als der Modifikationswert T2, bis die Differenz zwischen der Kraftmaschinenzustandsänderung  $\Delta N$  und dem Sollwert Ntrg den zulässigen Wert „A“ überschreitet.

**[0051]** In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist der zum Erhöhen des Korrekturwerts  $\Delta T$  verwendete Modifikationswert T3 größer als der zum Verringern des Korrekturwerts  $\Delta T$  verwendete Modifikationswert T2. Somit kann die Zeitspanne, die dazu nötig ist, dass der Korrekturwert  $\Delta T$  konvergiert, verkürzt werden.

**[0052]** Die Steigung des zur Verringerung des Korrekturwerts  $\Delta T$  verwendeten Korrekturkennfelds wird erhöht, so dass der Modifikationswert T2 zum Verringern des Korrekturwerts  $\Delta T$  erhöht wird, wenn die Differenz zwischen der Kraftmaschinenzustandsänderung  $\Delta N$  und dem Sollwert Ntrg den zulässigen Wert „A“ überschreitet. Somit kann die Erzeugung von Geräuschen oder die Verschlechterung der Emissionen in Folge der Einspritzung einer übermäßigen Menge von Kraftstoff minimiert werden.

**[0053]** Als nächstes wird anhand eines in [Fig. 5](#) gezeigten Ablaufdiagramms eine Einspritzmengenlernfunktion erklärt, die durch eine ECU 6 gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung durchgeführt wird.

**[0054]** In der Einspritzmengenlernfunktion gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel wird eine Modifikationsgeschwindigkeit der Einspritzdauer (eine Geschwindigkeit zum Modifizieren der Einspritzdauer) in Übereinstimmung mit einer Differenz (einem absolu-

ten Wert) zwischen der Kraftmaschinenzustandsänderung  $\Delta N$  und dem Sollwert Ntrg geändert.

**[0055]** Die Modifikationsgeschwindigkeit wird mit einer Lerndatenaufnahmeweiterführungszahl N in Zusammenhang gebracht. Die Lerndatenaufnahmeweiterführungszahl N ist die Anzahl, mit der die ECU 6 die Daten auf Grundlage einer gewissen Einspritzimpulsweite weiterführend bzw. fortwährend aufnimmt. Wenn die ECU 6 auf Grundlage der bestimmten Einspritzimpulsweite fortwährend mehr Daten aufnimmt (oder wenn die Lerndatenaufnahmeweiterführungszahl N zunimmt), verlängert sich die Zeitspanne der Einspritzmengenlernfunktion auf Grundlage der bestimmten Einspritzimpulsweite und die Modifikationsgeschwindigkeit der Einspritzdauer (die Einspritzimpulsweite) wird verringert.

**[0056]** Das Einspritzsystem hat eine Charakteristik, dass die Einspritzmenge unter den Injektionen variiert. Daher ist es in dem Fall, in dem die Datenaufnahme lediglich einmal durchgeführt wird, schwierig, zu bestimmen, ob die Abweichung zwischen der Kraftmaschinenzustandsänderung  $\Delta N$  und dem Sollwert Ntrg die Variation zwischen den Injektionen ist oder ob sie die Variation infolge einer Änderung mit der Zeit ist.

**[0057]** Daher wird bei der Einspritzmengenlernfunktion des zweiten Ausführungsbeispiels zum Eliminieren der Variationen unter den Injektoren die Lerndatenaufnahme auf Grundlage der selben Einspritzimpulsweite TQ mehrere Male durchgeführt, und von den aufgenommenen Daten wird der Durchschnitt genommen, um die Korrektur durchzuführen. Diese Anzahl der Datenaufnahmen auf Grundlage der gleichen Injektionsimpulsweite wird als die Lerndatenaufnahmeweiterführungszahl N bezeichnet.

**[0058]** Als nächstes wird auf Grundlage des in [Fig. 5](#) gezeigten Ablaufdiagramms die Einspritzmengenlernfunktion gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel beschrieben.

**[0059]** Die Schritte von Schritt S201 bis Schritt 204 und die Schritte von Schritt S206 bis Schritt S209 des zweiten Ausführungsbeispiels sind die Gleichen wie die Schritte von Schritt S101 bis Schritt S104 bzw. wie die Schritte von Schritt S106 bis Schritt S109 des ersten Ausführungsbeispiels.

**[0060]** In Schritt S205 des in [Fig. 5](#) gezeigten Ablaufdiagramms wird ein in der vorangegangenen Korrekturberechnung berechneter vorangegangener Korrekturwert  $\Delta T_{\text{prevf}}$  als ein Korrekturwert  $\Delta T$  verwendet ( $\Delta T = \Delta T_{\text{prevf}}$ ).

**[0061]** In Schritt S210 wird ein Lerndatenaufnahmehäufigkeitszähler „num“ um den Wert Eins inkrementiert und ein Durchschnitt  $\Delta N_{\text{ave}}$  der Änderungen  $\Delta N$  der ge-

samten in Schritt S209 gemessenen Daten wird berechnet. Die Anzahl der aufgenommenen Daten entspricht dem Lerndatenaufnahmehäufigkeitszähler „num“.

**[0062]** In Schritt S211 wird die durchschnittliche Änderung  $\Delta N_{ave}$  mit einem Sollwert  $N_{trg}$  verglichen. Wenn die durchschnittliche Änderung  $\Delta N_{ave}$  größer als der Sollwert  $N_{trg}$  ist, schreitet der Ablauf zu Schritt S212 vor. Wenn die durchschnittliche Änderung  $\Delta N_{ave}$  gleich wie der Sollwert  $N_{trg}$  ist, schreitet der Ablauf zur Schritt S213 vor. Wenn die durchschnittliche Änderung  $\Delta N_{ave}$  kleiner als der Sollwert  $N_{trg}$  ist, schreitet der Ablauf zu Schritt S214 vor.

**[0063]** In Schritt S212 wird die Lerndatenaufnahmeweiterführungszahl  $N$  auf Grundlage eines in [Fig. 6](#) gezeigten Korrekturkennfelds berechnet ( $N = N_{map}$ ) und ein Korrekturwert  $\Delta T_{prev}$  wird berechnet, indem ein bestimmter Wert  $\alpha$  ( $\alpha > 0$ ) von dem in Schritt S205 oder in Schritt S206 berechneten Korrekturwert  $\Delta T$  abgezogen wird ( $\Delta T_{prev} = \Delta T - \alpha$ ).

**[0064]** In Schritt S213 wird die Lerndatenaufnahmeweiterführungszahl  $N$  auf den Wert Eins gesetzt ( $N = 1$ ) und der gegenwärtige Korrekturwert  $\Delta T$  wird als der Korrekturwert  $\Delta T_{prev}$  verwendet.

**[0065]** In Schritt S214 wird die Lerndatenaufnahmeweiterführungszahl  $N$  auf Grundlage eines in [Fig. 7](#) gezeigten Kennfelds berechnet ( $N = N_{map}$ ) und der Korrekturwert  $\Delta T_{prev}$  wird berechnet, indem der bestimmte Wert  $\alpha$  auf den in Schritt S205 oder in Schritt S206 berechneten Korrekturwert  $\Delta T$  auf addiert wird ( $\Delta T_{prev} = \Delta T + \alpha$ ).

**[0066]** In Schritt S215 wird bestimmt, ob der Lerndatenaufnahmehäufigkeitszähler „num“ „gleich oder größer als“ die Lerndatenaufnahmeweiterführungszahl  $N$  ist. Wenn das Ergebnis der Bestimmung in Schritt S215 „JA“ lautet, dann schreitet der Ablauf zu Schritt S216 vor. Wenn das Ergebnis der Bestimmung in Schritt S215 „NEIN“ lautet, wird die Datenaufnahme auf Grundlage der gleichen Einspritzdauer  $TQ$  wiederholt.

**[0067]** In Schritt S216 wird der in Schritt S212, Schritt S213 oder Schritt S214 berechnete Korrekturwert  $\Delta T_{prev}$  als der in der nächsten Korrektur verwendete Korrekturwert  $T_{prev}$  eingesetzt und der Lerndatenaufnahmehäufigkeitszähler „num“ wird auf Null zurückgesetzt ( $num = 0$ ).

**[0068]** Als nächstes werden die in [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) gezeigten Korrekturkennfelder erklärt.

**[0069]** Das in [Fig. 6](#) oder [Fig. 7](#) gezeigte Korrekturkennfeld wird zur Berechnung der Lerndatenaufnahmeweiterführungszahl  $N$  verwendet. Das in [Fig. 6](#) gezeigte Korrekturkennfeld wird dann verwendet, wenn die durchschnittliche Änderung  $\Delta N_{ave}$  größer als der Sollwert  $N_{trg}$  ist. Das in [Fig. 7](#) gezeigte Korrektur-

kennfeld wird dann verwendet, wenn die durchschnittliche Änderung  $\Delta N_{ave}$  kleiner als der Sollwert  $N_{trg}$  ist.

**[0070]** Jedes der in [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) gezeigten Korrekturkennfelder verringert die Lerndatenaufnahmeweiterführungszahl  $N$  und korrigiert die Einspritzdauer  $TQ$  auf Grundlage einer kleinen Anzahl von Daten, wenn die Differenz zwischen der durchschnittlichen Änderung  $\Delta N_{ave}$  und dem Sollwert  $N_{trg}$  groß ist. Wenn die Differenz zwischen der durchschnittlichen Änderung  $\Delta N_{ave}$  und dem Sollwert  $N_{trg}$  abnimmt, wird die Lerndatenaufnahmeweiterführungszahl  $N$  erhöht, um die Variation zwischen den Injektoren zu eliminieren. Somit kann sicher bestimmt werden, ob die der gegenwärtigen Einspritzdauer  $TQ$  entsprechende, durchschnittliche Änderung  $\Delta N_{ave}$  größer als der Sollwert  $N_{trg}$  ist. Falls die Lerndatenaufnahmeweiterführungszahl  $N$  klein ist, wenn die Differenz zwischen der durchschnittlichen Änderung  $\Delta N_{ave}$  und dem Sollwert  $N_{trg}$  klein ist, kann wegen den Variationen zwischen den Injektoren fehlerhafter Weise bestimmt werden, dass die durchschnittliche Änderung  $\Delta N_{ave}$  geringer als der Sollwert  $N_{trg}$  ist, selbst wenn die durchschnittliche Änderung  $\Delta N_{ave}$ , die der gegenwärtigen Einspritzdauer  $TQ$  entspricht, tatsächlich größer als der Sollwert  $N_{trg}$  ist. In diesem Fall wird die Korrektur fehlerhaft durchgeführt.

**[0071]** Das in [Fig. 7](#) gezeigte Korrekturkennfeld hat einen Bereich zum Erhöhen der Modifikationsgeschwindigkeit der Einspritzdauer  $TQ$  (einen Bereich, der breiter ist, um eine Lerndatenaufnahmeweiterführungszahl  $N$  bereitzustellen), der breiter als das in [Fig. 6](#) gezeigte Korrekturkennfeld ist. Wenn die durchschnittliche Änderung  $\Delta N_{ave}$  kleiner als der Sollwert  $N_{trg}$  ist, ist die gegenwärtige Einspritzdauer  $TQ$  kurz oder die tatsächliche Einspritzmenge ist klein. Genauer gesagt bedarf es in dem Fall, in dem die Lernfunktion durchgeführt wird, wenn die tatsächliche Einspritzmenge Null beträgt, einer langen Zeitspanne zum Starten der Einspritzung selbst dann, wenn die Einspritzdauer  $TQ$  wiederholtermaßen um einen vorbestimmten Betrag verlängert wird. Dementsprechend dauert es lange bis die Korrektur vollendet ist. Daher ist in diesem Ausführungsbeispiel der Bereich zum Erhöhen der Modifikationsgeschwindigkeit der Einspritzzeitspanne aufgeweitet, wenn die tatsächliche Einspritzmenge klein ist. Somit wird der stabile Verbrennungsbereich schnell erreicht.

**[0072]** Durch Kombinieren des ersten Ausführungsbeispiels und des zweiten Ausführungsbeispiels können der Modifikationswert und die Modifikationsgeschwindigkeit (die Lerndatenaufnahmeweiterführungszahl  $N$ ) der Einspritzdauer in Übereinstimmung mit der Differenz zwischen der durch die Einspritzung verursachten tatsächlichen Änderung und dem Sollwert geändert werden. Dieses Schema kann realisiert

werden, indem der bestimmte Wert  $\alpha$ , der zum Modifizieren des Korrekturwerts  $\Delta T$  der Einspritzdauer in Schritt S212 und in Schritt S214 des in [Fig. 5](#) gezeigten Ablaufdiagramms verwendet wird, durch die in [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) gezeigten Modifikationswerte T2, T3 ersetzt wird.

**[0073]** Die Zunahme in der Drehzahl  $\omega$  wird als die Kraftmaschinenzustandsänderung  $\Delta N$  in dem ersten und dem zweiten Ausführungsbeispiel verwendet. Wahlweise kann anstelle der Zunahme der Drehzahl  $\omega$  ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis, ein Zylinderdruck und dergleichen als die Kraftmaschinenzustandsänderung  $\Delta N$  verwendet werden.

**[0074]** Die vorliegende Erfindung sollte nicht auf die offenbarten Ausführungsbeispiele beschränkt werden, sondern kann auf viele andere Arten implementiert werden, ohne von dem Bereich der Erfindung, wie er durch die beiliegenden Ansprüche definiert ist, abzuweichen.

**[0075]** Eine elektronische Steuereinheit (ECU) (6) einer Kraftmaschine (1) berechnet einen ersten Modifikationswert zum Verringern eines Korrekturwerts einer Einspritzdauer, wenn eine durch eine Einzeleinspritzung verursachte Zustandsänderung der Kraftmaschine (1) größer als ein Sollwert ist. Die ECU (6) berechnet einen zweiten Modifikationswert zum Erhöhen des Korrekturwerts, wenn die Zustandsänderung kleiner als der Sollwert ist. Der zweite Modifikationswert ist größer als der erste Modifikationswert. Somit kann eine Zeitspanne, die beim Erhöhen des Korrekturwerts dafür nötig ist, dass der Korrekturwert konvergiert, verkürzt werden. Der erste Modifikationswert wird beim Verringern des Korrekturwerts erhöht, falls eine Differenz zwischen der Zustandsänderung und dem Sollwert einen zulässigen Wert überschreitet. Somit wird die Einspritzmenge schnell verringert, um eine übermäßige Kraftstoffeinspritzung zu verhindern.

### Patentansprüche

1. Einspritzmengensteuersystem einer Brennkraftmaschine, gekennzeichnet durch:  
Bestimmungsmittel (S102, S202) zum Bestimmen, ob eine Lernbedingung zum Durchführen einer Einspritzmengenlernfunktion erfüllt ist;  
Einzeleinspritzungsbefehlsmittel (S108, S208) zum Durchführen einer Einzeleinspritzung für das Lernen von einem Injektor (5) in einen bestimmten Zylinder einer Kraftmaschine (1), wenn die Lernbedingung erfüllt ist;  
Zustandsänderungsbetragmessmittel (S109, S209) zum Messen eines Betrags einer durch das Durchführen der Einzeleinspritzung verursachten Zustandsänderung der Brennkraftmaschine (1);  
Korrekturwertberechnungsmittel (S111, S112, S113, S212, S213, S214) zum Berechnen eines Korrektur-

werts zum Erhöhen oder Verringern einer Befehls-einspritzmenge der Einzeleinspritzung auf Grundlage des gemessenen Zustandsänderungsbetrags der Brennkraftmaschine (1); und  
Einspritzmengenkorrekturmittel (S107, S207) zum Korrigieren der Befehls-einspritzmenge durch Erhöhen oder Verringern der Befehls-einspritzmenge in Übereinstimmung mit dem berechneten Korrekturwert, wobei

das Korrekturwertberechnungsmittel (S111, S112, S113, S212, S213, S214) zumindest eines von einem Modifikationsbetrag und einer Modifikationsgeschwindigkeit festlegt, um den Korrekturwert auf einen Wert zu modifizieren, der in dem Fall, in dem die Korrektur so durchgeführt wird, dass die Befehls-einspritzmenge erhöht wird, größer ist als in dem Fall, in dem die Korrektur so durchgeführt wird, dass die Befehls-einspritzmenge verringert wird.

2. Einspritzmengensteuersystem der Brennkraftmaschine gemäß Anspruch 1, wobei das Korrekturwertberechnungsmittel (S111, S112, S113, S212, S213, S214) einen Sollwert des Zustandsänderungsbetrags auf Grundlage der Befehls-einspritzmenge der Einzeleinspritzung berechnet, eine Differenz zwischen der durch das Zustandsänderungsbetragsmessmittel (S109, S209) gemessenen Zustandsänderungsbetrag der Brennkraftmaschine (1) und dem Sollwert als einen Fehler berechnet, und den Modifikationsbetrag oder die Modifikationsgeschwindigkeit in Übereinstimmung mit dem Fehler berechnet.

3. Einspritzmengensteuersystem der Brennkraftmaschine gemäß Anspruch 1, wobei das Korrekturwertberechnungsmittel (S111, S112, S113, S212, S213, S214) eine tatsächliche Einspritzmenge, die tatsächlich durch die Einzeleinspritzung eingespritzt wurde, auf Grundlage des gemessenen Zustandsänderungsbetrags der Brennkraftmaschine (1) berechnet, und eine Differenz zwischen der tatsächlichen Einspritzmenge und der Befehls-einspritzmenge der Einzeleinspritzung als einen Fehler berechnet, und den Modifikationsbetrag oder die Modifikationsgeschwindigkeit in Übereinstimmung mit dem Fehler berechnet.

4. Einspritzmengensteuersystem der Brennkraftmaschine gemäß Anspruch 3, wobei das Korrekturwertberechnungsmittel (S111, S112, S113, S212, S213, S214) eine der tatsächlichen Einspritzmenge entsprechende Einspritzimpulsweite auf Grundlage der gemessenen Zustandsänderung der Kraftmaschine (1) und eine der Befehls-einspritzmenge entsprechende Impulsweite vergleicht und eine Abweichung dazwischen als einen Fehler berechnet.

5. Einspritzmengensteuersystem der Brennkraftmaschine gemäß einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei das Korrekturwertberechnungsmittel (S111, S112, S113, S212, S213, S214) zumindest eines aus dem



Modifikationsbetrag und der Modifikationsgeschwindigkeit auf einen Wert setzt, der in dem Fall, in dem der Fehler größer als ein vorbestimmter zulässiger Wert ist, größer ist als in dem Fall, in dem der Fehler kleiner als der zulässige Wert ist, wenn die Korrektur so durchgeführt wird, dass die Befehlseinspritzmenge verringert wird.

6. Einspritzmengensteuersystem der Brennkraftmaschine gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Lernbedingung zumindest einen einspritzfreien Zustand aufweist, in dem die zu dem Injektor (5) ausgegebene Befehlseinspritzmenge Null oder weniger beträgt.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

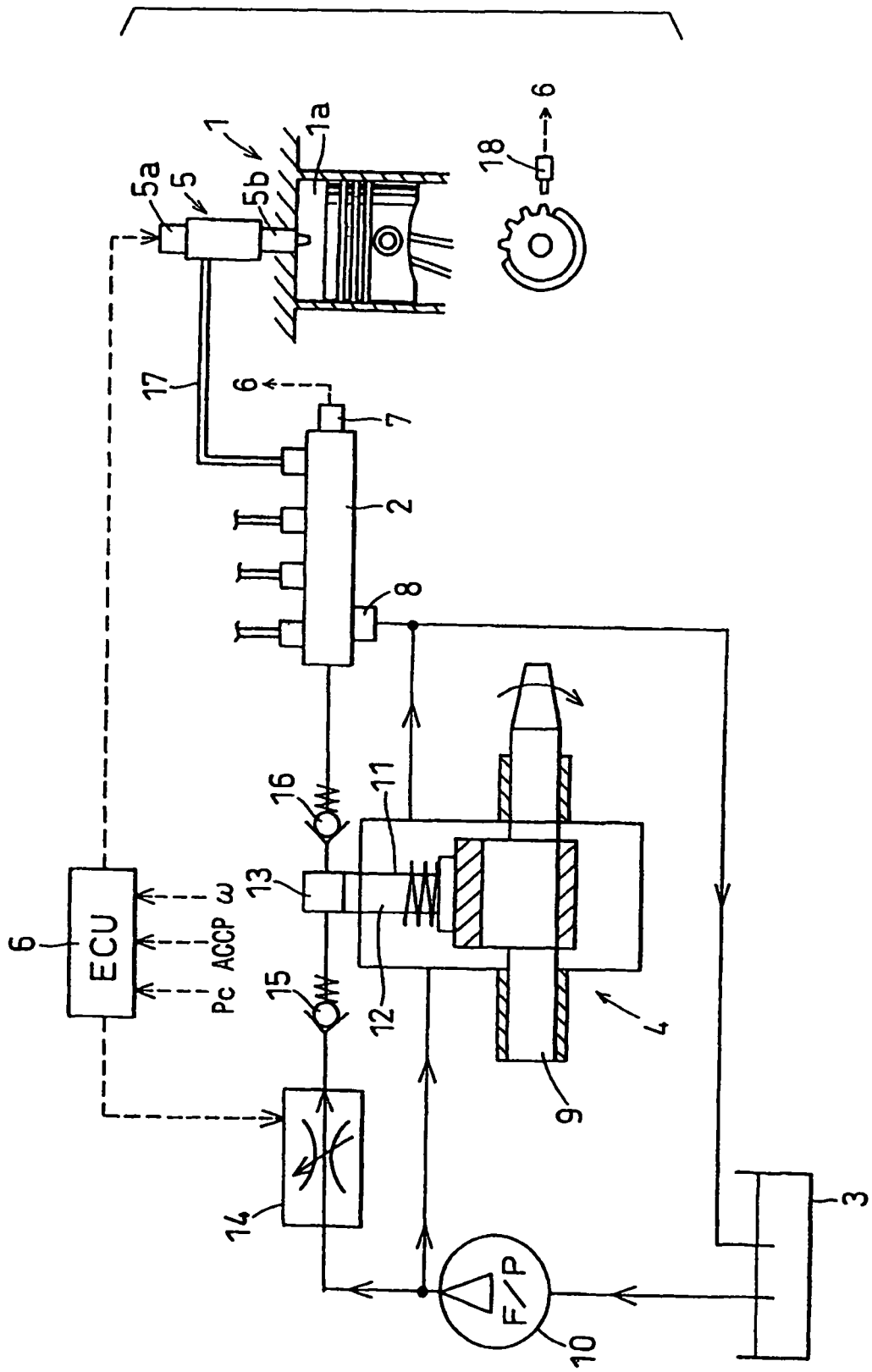
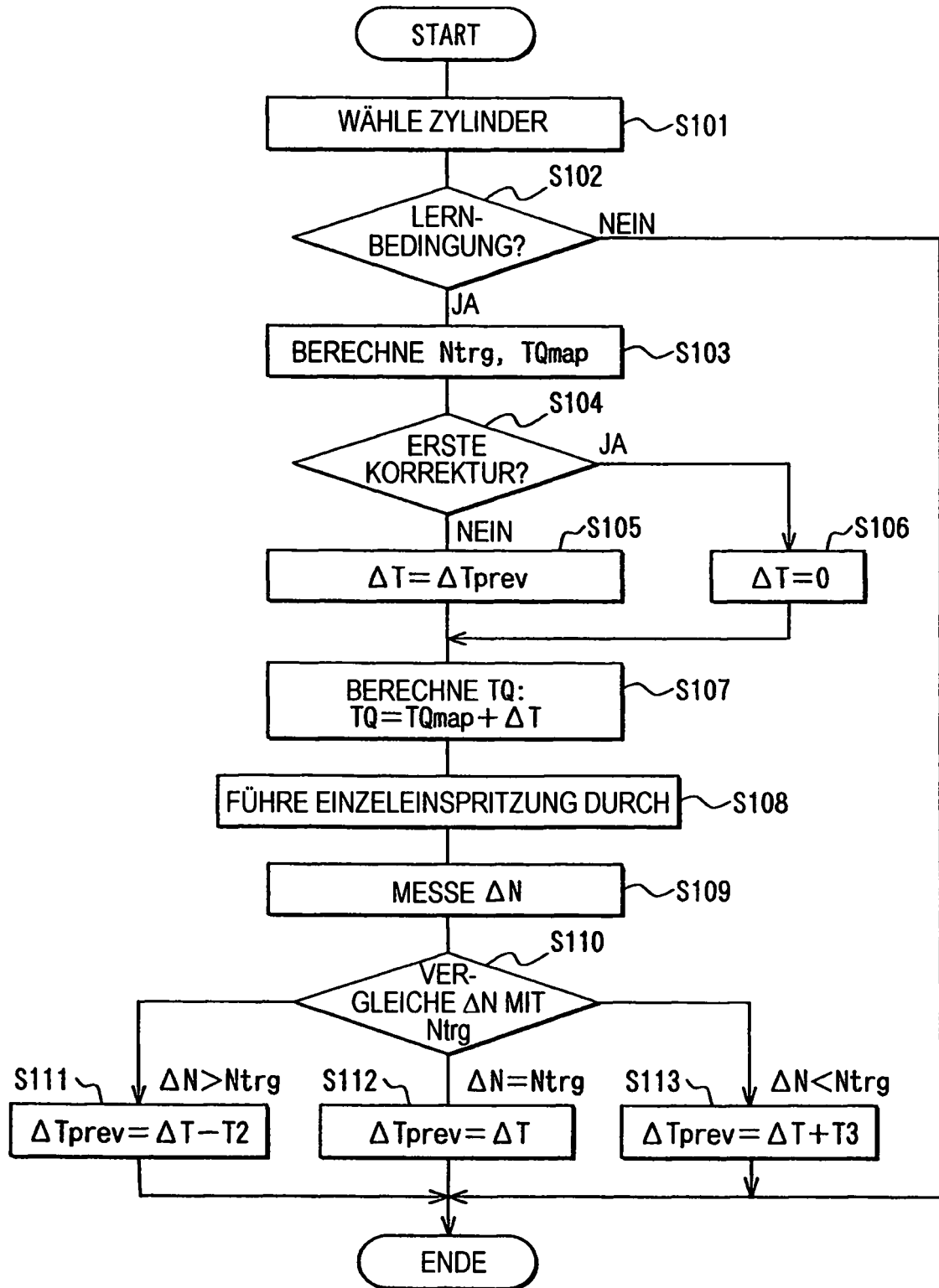
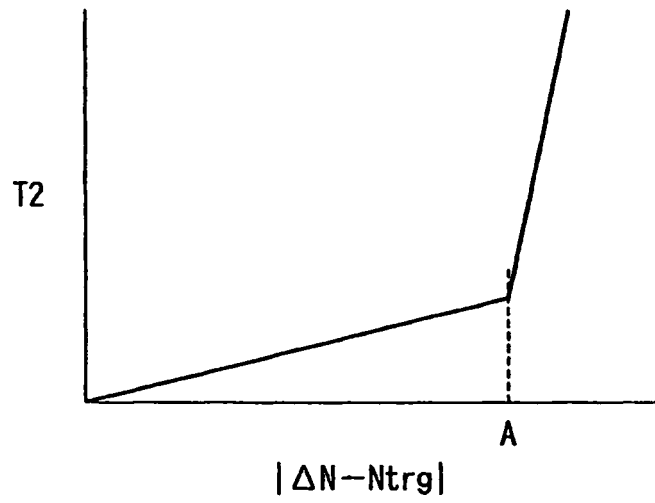


FIG. 1

FIG. 2



**FIG. 3**



**FIG. 4**

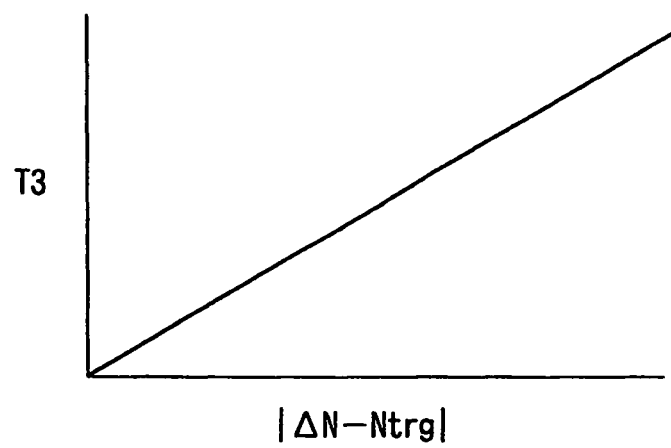
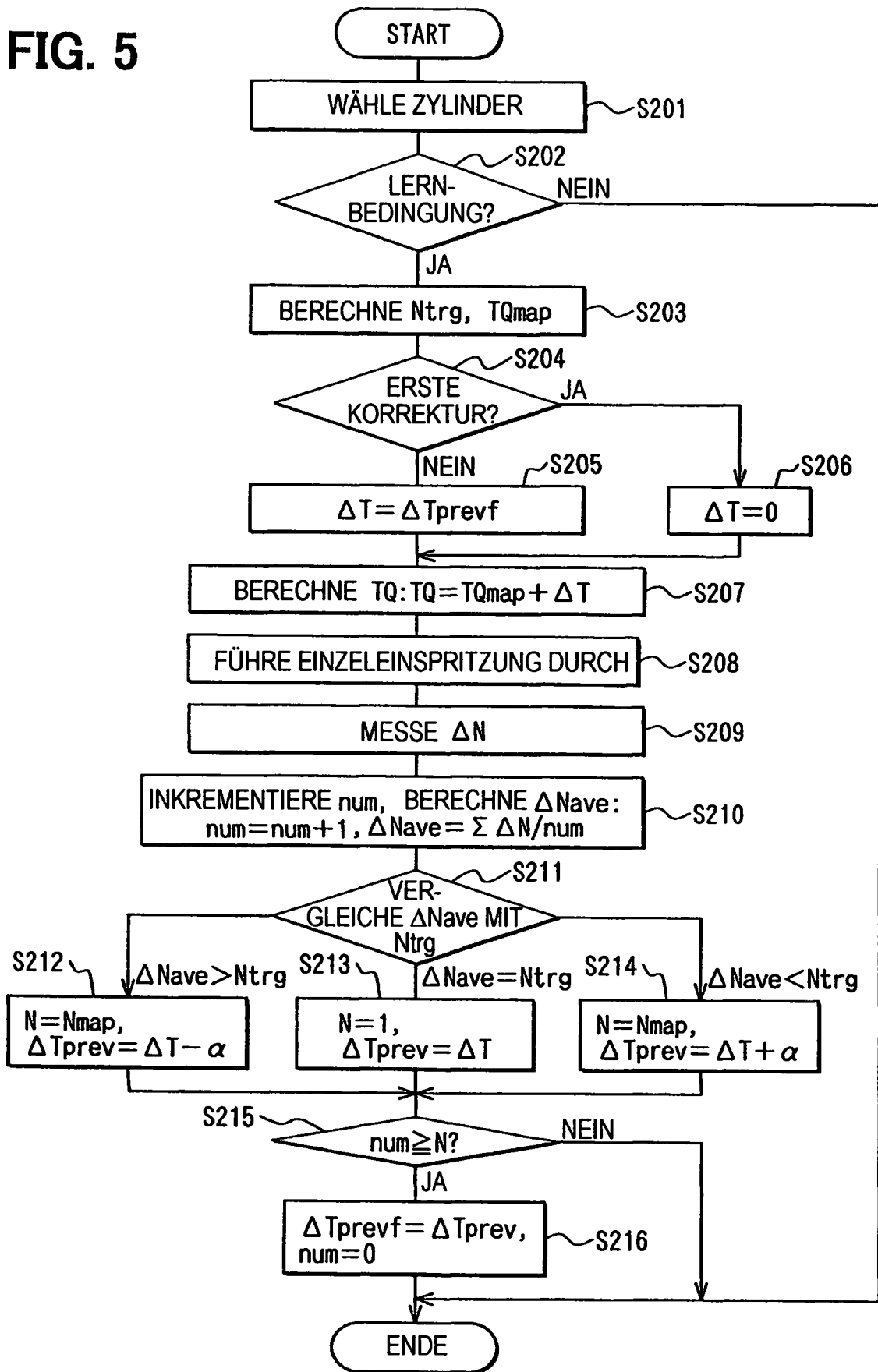
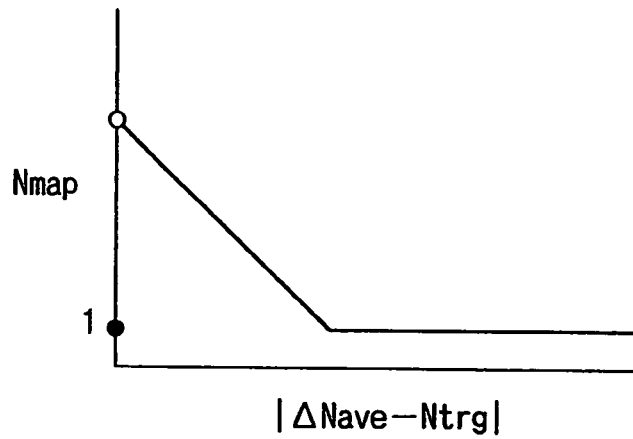


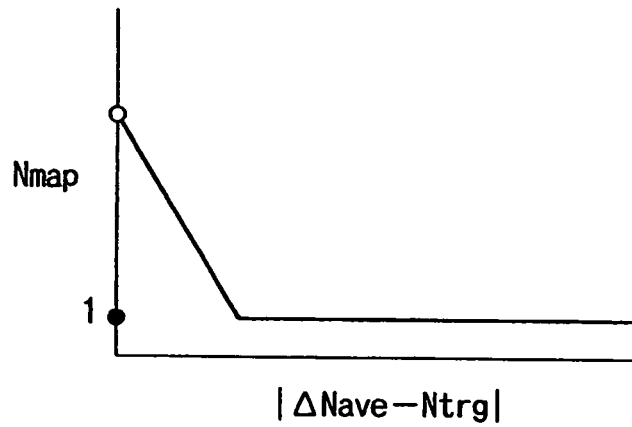
FIG. 5



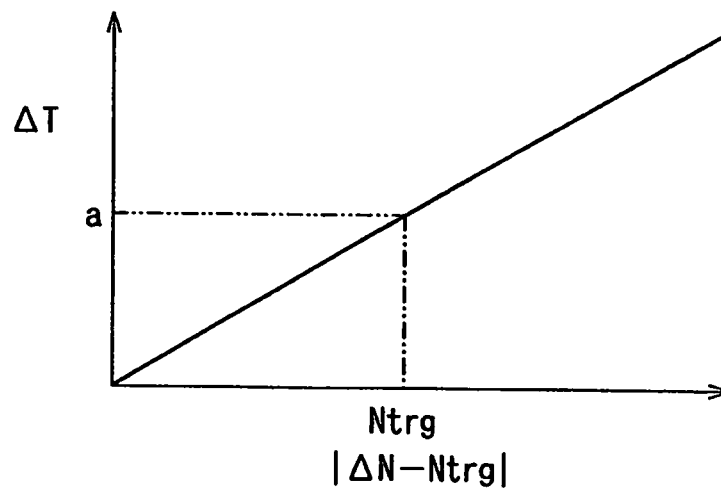
**FIG. 6**



**FIG. 7**



**FIG. 8** STAND DER TECHNIK



**FIG. 9** STAND DER TECHNIK

