



(10) **DE 10 2015 114 120 B4** 2020.10.01

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 114 120.5**
 (22) Anmeldetag: **26.08.2015**
 (43) Offenlegungstag: **17.03.2016**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **01.10.2020**

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

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

(30) Unionspriorität:
2014-187465 16.09.2014 JP

(72) Erfinder:
Tagigawa, Nobuyoshi, Kariya-city, Aichi-pref., JP;
Toyoshima, Yoshio, Kariya-city, Aichi-pref., JP

(73) Patentinhaber:
Denso Corp., Kariya-city, Aichi-pref., JP

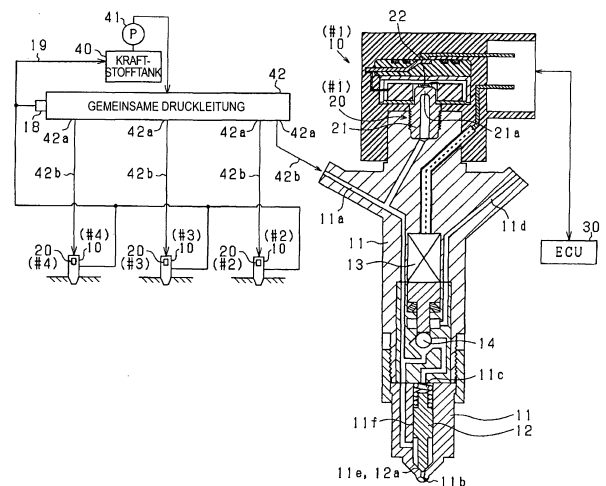
(56) Ermittelter Stand der Technik:

(74) Vertreter:
KUHNEN & WACKER Patent- und
Rechtsanwaltsbüro PartG mbB, 85354 Freising,
DE

DE	196 36 397	A1
DE	10 2006 000 333	A1
DE	10 2012 023 598	A1
DE	10 2012 100 735	A1
DE	698 18 119	T2
JP	2009- 250 060	A

(54) Bezeichnung: **Kraftstoffeinspritzsteuerungsvorrichtung**

(57) Hauptanspruch: Kraftstoffeinspritzsteuerungsvorrichtung (30) für ein Kraftstoffeinspritzsystem, wobei das Kraftstoffeinspritzsystem einen Sammler (42), der eingerichtet ist, Kraftstoff anzusammeln, eine Kraftstoffpumpe (41), die eingerichtet ist, den Kraftstoff zu dem Sammler (42) zu pumpen und denselben damit zu speisen, eine Mehrzahl von Kraftstoffinjektoren (10), die jeweils bei einer Mehrzahl von Zylindern einer internen Verbrennungsmaschine vorgesehen sind, wobei ein Kraftstoffinjektor (10) eine Einspritzöffnung (11b) hat, durch die der Kraftstoff eingespritzt wird, und eine Mehrzahl von Kraftstoffdrucksensoren (20) aufweist, die eingerichtet sind, jeweils sequenziell Kraftstoffdrücke in einer Mehrzahl von Kraftstoffkanälen (42b, 11a) von dem Sammler (42) zu der Einspritzöffnung (11b) jedes der Kraftstoffinjektoren (10) zu erfassen, mit:
 einem Erfassungsabschnitt (30) eines anomalen Zylinders, der eingerichtet ist, basierend auf einem Kraftstoffdruckkurvenverlauf, der eine zeitliche Variation des Kraftstoffdrucks, der durch den Kraftstoffdrucksensor (20) erfasst wird, angibt, einen anomalen Zylinder dort zu erfassen, wo eine Anomalie einer ununterbrochenen Einspritzung des Kraftstoffs, der von dem Kraftstoffinjektor (10) eingespritzt wird, erzeugt wird (S10);
 einem Intermittierend-Ansteuerungsabschnitt (30), der eingerichtet ist, eine intermittierende Einspritzung auszuführen (S11), um den Kraftstoffinjektor (10) dort zu steuern, wo die Anomalie einer ununterbrochenen Einspritzung ...



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf eine Kraftstoffeinspritzsteuerungsvorrichtung, die basierend auf einem Kraftstoffdruck, der durch einen Kraftstoffdrucksensor erfasst wird, eine Kraftstoffeinspritzsteuerungsvorrichtung ausführt.

[0002] Eine Anomalie einer übermäßigen Einspritzung, bei der ein Kraftstoff von einem Kraftstoffinjektor durch ein Beißen bzw. Greifen eines Fremdstoffs, der zwischen einem Nadelventil des Kraftstoffinjektors und einem Auflagerabschnitt eines Körpers des Kraftstoffinjektors angeordnet ist, kontinuierlich eingespritzt wird, kann als einer von anomalen Zuständen einer Maschine erzeugt werden. Wenn die Anomalie einer übermäßigen Einspritzung erzeugt wird, ist es bekannt, dass verschiedene Vorrichtungen verwendet werden, um eine störungssichere Steuerung auszuführen, um eine Beschädigung der Maschine zu unterdrücken.

[0003] Die JP 2009-250060 A offenbart eine Steuerung, die basierend auf einem Abgas, das von einer Maschine entladen wird, ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis erfasst, basierend auf einem erfassten Wert des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses relativ zu einem Druck in einem Kraftstoffrohr eine Korrekturmenge des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses berechnet, und basierend auf der Korrekturmenge des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses eine Austrittsmenge des Kraftstoffs, der von dem Kraftstoffinjektor eines Zylindereinspritztyps eingespritzt wird, schätzt. Die Steuerung bestimmt ferner basierend auf einer geschätzten Austrittsmenge, ob die Austrittsmenge des Kraftstoffs, der von dem Kraftstoffinjektor des Zylindereinspritztyps eingespritzt wird, einen zulässigen Wert überschreitet. Wenn die Steuerung bestimmt, dass die Austrittsmenge des Kraftstoffs den zulässigen Wert überschreitet, schaltet die Steuerung eine Kraftstoffeinspritzung, die den Kraftstoffinjektor des Zylindereinspritztyps verwendet, zu einer Kraftstoffeinspritzung, die den Kraftstoffinjektor eines Öffnungseinspritztyps verwendet, oder die Steuerung beendet ein Versorgen des Kraftstoffinjektors des Zylindereinspritztyps mit Kraftstoff durch eine Pumpe.

[0004] Gemäß der JP 2009-250060 A führt, wenn die Austrittsmenge des Kraftstoffs, der von dem Kraftstoffinjektor des Zylindereinspritztyps eingespritzt wird, den zulässigen Wert überschreitet, die Steuerung hinsichtlich aller Kraftstoffinjektoren des Zylindereinspritztyps die störungssichere Steuerung aus. Eine Verschlechterung eines Wirkungsgrads der Maschine kann daher erzeugt werden.

[0005] Die DE 698 18 119 T2 offenbart ein Kraftstoffeinspritzsystem für eine Brennkraftmaschine, mit einem Vorratsbehälter zum Speichern von druckbeaufschlagtem Kraftstoff, Kraftstoffeinspritzventilen, die

mit dem Vorratsbehälter verbunden sind und den Kraftstoff im Vorratsbehälter zu einem vorgegebenen Zeitpunkt in die Brennkraftmaschine einspritzen, einer Kraftstoffpumpe zum Fördern des druckbeaufschlagten Kraftstoffs, um den Kraftstoffdruck im Vorratsbehälter auf einem vorgegebenen Niveau zu halten, und einer Defektbestimmungseinrichtung, um für jedes der Kraftstoffeinspritzventile zu bestimmen, ob es defekt ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Kraftstoffeinspritzsystem weiter aufweist: eine Kraftstoffzufuhrabschalteneinrichtung zum Abschalten der Kraftstoffzufuhr von der Kraftstoffpumpe zum Vorratsbehälter, wenn die Defektbestimmungseinrichtung bestimmt, dass eines der Kraftstoffeinspritzventile defekt ist; und eine Druckabbaueinrichtung zum Abführen des Kraftstoffs im Vorratsbehälter aus dem Vorratsbehälter heraus durch Einspritzen von Kraftstoff aus allen Kraftstoffeinspritzventilen einschließlich dem Kraftstoffeinspritzventil, das als defekt bestimmt wurde, wenn die Defektbestimmungseinrichtung bestimmt, dass eines der Kraftstoffeinspritzventile defekt ist.

[0006] In der DE 196 36 397 A1 wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer Dieselmotorkraftmaschine, beschrieben, bei dem Kraftstoff von einer Pumpe in ein Hochdruckteil gefördert wird und die Zumessung von Kraftstoff in die einzelnen Zylinder mittels Magnetventilen steuerbar ist. Im Fehlerfall wird Kraftstoff in einem Winkelbereich zugemessen, in dem die Zumessung keinen Beitrag zum Drehmoment liefert.

[0007] Gemäß der DE 10 2006 000 333 A1 ist ein Kraftstoffeinspritzsteuersystem vorgesehen, das für Common-Rail-Dieselmotoren verwendet werden kann, das mit einer Kraftstoffpumpe, die arbeitet, um Kraftstoff anzusaugen und auszulassen, und einem Akkumulator ausgestattet ist, in dem der Kraftstoff, der von der Kraftstoffpumpe ausgelassen wird, bei einem bestimmten Druck akkumuliert werden soll. Das System bestimmt die Kraftstoffmenge, die von der Kraftstoffpumpe zu dem Akkumulator zugeführt werden soll, auf Basis eines Zielwerts des Drucks in dem Akkumulator und der Kraftstoffmenge, die in den Verbrennungsmotor eingespritzt werden soll, und bestimmt auch einen Überschuss des Drucks in dem Akkumulator, der zum Beispiel von einer Abnahme der Zieleinspritzmenge herrührt. Wenn bestimmt ist, dass der Überschuss größer ist als ein bestimmtes Kriterium, leitet das System den Kraftstoff von dem Akkumulator unter Verwendung von zum Beispiel einem Druck verringernden Ventil ab, um den Druck in diesem in den zulässigen Bereich zu bringen.

[0008] Die DE 10 2012 100 735 A1 offenbart einen Detektor für einen defekten Abschnitt, der einen Erfassungsabschnitt hat, welcher eine Variation

im Kraftstoffdruck als einen Kraftstoffdruckkurvenverlauf basierend auf einem Erfassungswert eines Kraftstoffdrucksensors erfasst, und einen Berechnungsabschnitt, welcher basierend auf dem Kraftstoffdruckkurvenverlauf eine Mehrzahl von Einspritzratenparametern (t_d , t_e , R_a , R_β , R_{max}) berechnet, welche zum Identifizieren eines Einspritzratenkurvenverlaufs benötigt werden, welcher dem Kraftstoffdruckkurvenverlauf entspricht. Weiterhin hat der Detektor einen Bestimmungsabschnitt, welcher bestimmt, ob jeder Lernwert des Einspritzratenparameters ein anomaler Wert ist, und einen Identifizierungsabschnitt, welcher einen defekten Abschnitt in dem Kraftstoffeinspritzsystem basierend auf einer Kombination von anomalen Lernwerten identifiziert, welche der Bestimmungsabschnitt bestimmt hat.

[0009] Die DE 10 2012 023 598 A1 betrifft einen Verbrennungsmotor insbesondere für ein Kraftfahrzeug, umfassend wenigstens einen Zylinder mit einem darin geführten Kolben, eine Einspritzanlage mit wenigstens einer Einspritzdüse zum Einspritzen von Kraftstoff in den wenigstens einen Zylinder und mit wenigstens einer Kraftstoffpumpe zum Bereitstellen des einzuspritzenden Kraftstoffs auf verschiedenen Druckniveaus, eine Steuereinrichtung zum Steuern der Einspritzanlage nach Maßgabe betriebsabhängiger Steuerparameter, wobei die Einspritzanlage dazu ausgebildet ist, neben einem Normalbetrieb einen Reinigungsbetrieb zum Reinigen der wenigstens einen Einspritzdüse auszuführen, wobei während des Reinigungsbetriebs Kraftstoff unter gegenüber dem Normalbetrieb veränderten Einspritzparametern über die wenigstens eine Einspritzdüse in den wenigstens einen Zylinder eingespritzt wird. Dabei sieht die Erfindung weiterhin vor, dass die Einspritzparameter für den Reinigungsbetrieb der Einspritzanlage derart gewählt sind, dass während des Reinigungsbetriebs die Betriebscharakteristik des Verbrennungsmotors gegenüber der Betriebscharakteristik während des Normalbetriebs im Wesentlichen unverändert bleibt.

[0010] Die vorliegende Offenbarung ist angesichts der vorhergehenden Probleme gemacht, und eine Aufgabe der vorliegenden Offenbarung besteht darin, eine Kraftstoffeinspritzsteuerungsvorrichtung zu schaffen, die eine Beschädigung einer Maschine unterdrücken kann, ohne übermäßig eine störungssichere Steuerung in einem Fall auszuführen, in dem eine Anomalie einer ununterbrochenen Einspritzung eines Kraftstoffs erzeugt wird.

[0011] Diese Aufgabe wird durch eine Kraftstoffeinspritzsteuerungsvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausführungsformen sind Gegenstand der sich daran anschließenden Ansprüche.

[0012] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung ist eine Kraftstoffeinspritzsteuerungsvor-

richtung auf ein Kraftstoffeinspritzsystem angewandt, das eine gemeinsame Druckleitung, die einen Kraftstoff ansammelt, eine Kraftstoffpumpe, die den Kraftstoff zu der gemeinsamen Druckleitung pumpt und dieselbe damit speist, mehrere Kraftstoffinjektoren, die jeweils bei mehreren Zylindern vorgesehen sind, wobei ein Kraftstoffinjektor eine Einspritzöffnung hat, durch die der Kraftstoff eingespritzt wird, und mehrere Kraftstoffdrucksensoren aufweist, die jeweils sequenziell Kraftstoffdrücke in mehreren Kraftstoffkanälen von dem Sammler zu der Einspritzöffnung jedes der Kraftstoffinjektoren erfassen. Die Kraftstoffeinspritzsteuerungsvorrichtung weist einen Erfassungsabschnitt eines anomalen Zylinders, einen intermittierend-Ansteuerungsabschnitt und einen Keine-Verbrennung-Ansteuerungsabschnitt auf. Der Erfassungsabschnitt eines anomalen Zylinders erfasst basierend auf einem Kraftstoffdruckkurvenverlauf, der eine zeitliche Variation des Kraftstoffdrucks, der durch den Kraftstoffdrucksensor erfasst wird, angibt, einen anomalen Zylinder dort, wo eine Anomalie einer ununterbrochenen Einspritzung des Kraftstoffs, der von dem Kraftstoffinjektor eingespritzt wird, erzeugt wird. Wenn der anomale Zylinder durch den Erfassungsabschnitt eines anomalen Zylinders erfasst wird, führt der intermittierend-Ansteuerungsabschnitt eine intermittierende Einspritzung aus, um den Kraftstoffinjektor dort zu steuern, wo die Anomalie einer ununterbrochenen Einspritzung erzeugt wird, um den Kraftstoff für eine Einspritzzeitzahl intermittierend einzuspritzen. Wenn der anomale Zylinder durch den Erfassungsabschnitt eines anomalen Zylinders erfasst wird, steuert der Keine-Verbrennung-Ansteuerungsabschnitt den Kraftstoffinjektor eines Zylinders, der sich von dem anomalen Zylinder unterscheidet, um den Kraftstoff während einer Keine-Verbrennung-Periode einzuspritzen, während der keine Verbrennung des Kraftstoffs ausgeführt wird.

[0013] Der Kraftstoff wird von der Kraftstoffpumpe zu dem Sammler bzw. Akkumulator gepumpt und gespeist und sammelt sich in dem Sammler an. Der Kraftstoff strömt von dem Sammler zu dem Kraftstoffkanal jedes der Zylinder, und der Kraftstoffdrucksensor erfasst sequenziell den Kraftstoffdruck in dem Kraftstoffkanal. Die Kraftstoffeinspritzsteuerungsvorrichtung kann sofort die Anomalie einer ununterbrochenen Einspritzung des Kraftstoffs, der von dem Kraftstoffinjektor eingespritzt wird, erfassen und kann basierend auf dem Kraftstoffdruckkurvenverlauf, der gemäß jedem der Zylinder erfasst wird, den anomalen Zylinder erfassen, bei dem die Anomalie einer ununterbrochenen Einspritzung erzeugt wird.

[0014] Wenn der anomale Zylinder erfasst wird, wird der Kraftstoff von dem Kraftstoffinjektor des anomalen Zylinders mehrere Male intermittierend eingespritzt. Ein Beißen bzw. Greifen des Fremdstoffs in dem Kraftstoffinjektor wird daher getilgt, und

der Kraftstoffinjektor kann zu einem normalen Zustand zurückgeführt werden. Der Kraftstoff wird ferner durch den Kraftstoffinjektor des Zylinders, der sich von dem anomalen Zylinder unterscheidet, während der Keine-Verbrennung-Periode eingespritzt. Eine Verschlechterung einer Fahrbarkeit, die aufgrund einer unbeabsichtigten Erzeugung eines Drehmoments erzeugt wird, kann daher unterdrückt werden, und der Kraftstoffdruck in dem Sammler kann verringert werden. Die Menge einer ununterbrochenen Einspritzung des Kraftstoffinjektors des anomalen Zylinders kann somit verringert werden, und der Druck in dem anomalen Zylinder kann verringert werden. Eine Beschädigung der Maschine kann als ein Resultat unterdrückt werden, ohne die störungssichere Steuerung übermäßig auszuführen, wenn die Anomalie einer ununterbrochenen Einspritzung des Kraftstoffs erzeugt wird.

[0015] Die vorhergehenden und andere Ziele, Charakteristiken und Vorteile der vorliegenden Offenbarung sind aus der folgenden detaillierten Beschreibung, die unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen vorgenommen ist, offensichtlicher. Es zeigen:

Fig. 1 ein Diagramm, das einen Entwurf eines Kraftstoffeinspritzsystems gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung zeigt;

Fig. 2 ein Zeitdiagramm, das ein Einspritzbefehlssignal, eine Einspritzrate und einen erfassten Druck zeigt;

Fig. 3 ein Zeitdiagramm, das das Einspritzbefehlssignal, die Einspritzrate und den erfassten Druck in einem Fall zeigt, in dem eine Anomalie einer ununterbrochenen Einspritzung erzeugt wird, und

Fig. 4 ein Flussdiagramm, das eine störungssichere Steuerung zeigt.

[0016] Ausführungsbeispiele der vorliegenden Offenbarung sind im Folgenden Bezug nehmend auf die Zeichnungen beschrieben. Bei den Ausführungsbeispielen kann einem Teil der einer Sache entspricht, die bei einem vorausgehenden Ausführungsbeispiel beschrieben ist, dieselbe Bezugsziffer zugewiesen sein, und eine redundante Erläuterung des Teils kann weggelassen sein. Wenn lediglich ein Teil einer Konfiguration bei einem Ausführungsbeispiel beschrieben ist, kann ein anderes vorausgehendes Ausführungsbeispiel auf die anderen Teile der Konfiguration angewendet werden. Die Teile können selbst dann kombiniert sein, wenn es nicht explizit beschrieben ist, dass die Teile kombiniert werden können. Die Ausführungsbeispiele können teilweise kombiniert sein, selbst wenn es nicht explizit beschrieben ist, dass die Ausführungsbeispiele kombiniert werden

können, vorausgesetzt, dass die Kombination nicht schadet.

[0017] Bezugnehmend auf die Zeichnungen ist im Folgenden ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung beschrieben. Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist eine Kraftstoffeinspritzsteuerungsvorrichtung auf ein Kraftstoffeinspritzsystem, das eine gemeinsame Druckleitung aufweist, angewendet. Das Kraftstoffeinspritzsystem ist ferner auf eine Dieselmachine, die vier Zylinder hat, angewendet. Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist auf die Dieselmachine, die eine Maschine mit einer internen Verbrennung bzw. eine interne Verbrennungsmaschine ist, als eine Maschine Bezug genommen.

[0018] Bezugnehmend auf **Fig. 1** ist das Kraftstoffeinspritzsystem, das die Kraftstoffeinspritzsteuerungsvorrichtung aufweist, beschrieben. Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel weist das Kraftstoffeinspritzsystem vier Kraftstoffinjektoren **10**, die an Zylindern #1 bis #4 der Maschine angebracht sind, einen Kraftstoffdrucksensor **20**, eine gemeinsame Druckleitung **42**, eine Kraftstoffpumpe **41**, einen Kraftstofftank **40** und eine ECU **30** auf. Die gemeinsame Druckleitung **42** ist ein Sammler bzw. Akkumulator. Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel kann auf den Kraftstoffinjektor **10** des Zylinders #1 als ein Kraftstoffinjektor **10** (#1) Bezug genommen sein.

[0019] Die Kraftstoffpumpe **41** ist eine Tauchkolbenpumpe. Die Kraftstoffpumpe **41** wird durch eine Kurbelwelle der Maschine angetrieben und ist mit derselben verbunden und pumpt einen Kraftstoff in dem Kraftstofftank **40** zu der gemeinsamen Druckleitung **42** und speist dieselbe damit. Der Kraftstoff, der von dem Kraftstofftank **40** gepumpt und gespeist wird, sammelt sich in der gemeinsamen Druckleitung **42** an. Die gemeinsame Druckleitung **42** ist mit einem Druckreduzierungsventil **18** versehen, das elektromagnetisch angetrieben ist und einen Kraftstoffdruck in der gemeinsamen Druckleitung **42** regelt. Wenn der Kraftstoffdruck in der gemeinsamen Druckleitung **42** einen Zieldruck überschreitet, wird das Druckreduzierungsventil **18** geschlossen, und der Kraftstoff wird von der gemeinsamen Druckleitung **42** entladen. Der Kraftstoff, der von der gemeinsamen Druckleitung **42** entladen wird, wird durch ein Entladungsrohr **19** zu dem Kraftstofftank **40** zurückgeführt.

[0020] Mit dem Kraftstoff, der in der gemeinsamen Druckleitung **42** angesammelt ist, wird durch Kraftstoffrohre **42b** von Entladungsöffnungen **42a** der gemeinsamen Druckleitung **42** versorgt, um zu den Kraftstoffinjektoren **10** verteilt zu werden (#1 bis #4). Die Kraftstoffinjektoren **10** spritzen den Kraftstoff in einer vorbestimmten Reihenfolge ein.

[0021] Jeder der Kraftstoffinjektoren **10** weist einen Körper **11**, ein Nadelventil **12** und eine elektrische Betätigungsvorrichtung **13** auf. Die elektrische Betätigungsvorrichtung **13** kann eine elektromagnetische Spule oder ein piezoelektrisches Element aufweisen. Der Körper **11** bildet einen Hochdruckkanal **11a**, einen Niederdruckkanal **11d** und eine Einspritzöffnung **11b**, die mit dem Hochdruckkanal **11a** kommuniziert. Der Kraftstoff, mit dem von der gemeinsamen Druckleitung **42** versorgt wird, wird durch den Hochdruckkanal **11a** von der Einspritzöffnung **11b** eingespritzt. Das Nadelventil **12** ist in dem Körper **11** aufgenommen und öffnet und schließt die Einspritzöffnung **11b**. Der Niederdruckkanal **11d** kommuniziert mit dem Entladungsrohr **19**. Der Kraftstoff, der von dem Niederdruckkanal **11d** entladen wird, wird durch das Entladungsrohr **19** zu dem Kraftstofftank **40** zurückgeführt. Das Kraftstoffrohr **42b** und der Hochdruckkanal **11a** bilden einen Kraftstoffkanal, durch den Kraftstoff von der gemeinsamen Druckleitung **42** zu der Einspritzöffnung **11b** strömt.

[0022] Der Körper nimmt eine Gegendruckkammer **11c** auf, die an das Nadelventil **12** einen Gegendruck anlegt. Der Hochdruckkanal **11a** und der Niederdruckkanal **11b** kommunizieren mit der Gegendruckkammer **11c**. Die elektrische Betätigungsvorrichtung **13** steuert einen Betrieb eines Steuerventils **14**, um einen Kommunikationszustand zwischen dem Hochdruckkanal **11a**, dem Niederdruckkanal **11d** und der Gegendruckkammer **11c** zu schalten.

[0023] Wenn die elektrische Betätigungsvorrichtung **13** erregt oder eingeschaltet wird, wird das Steuerventil **14** hin zu der Einspritzöffnung **11b** gedrückt, und die Gegendruckkammer **11c** kommuniziert mit dem Niederdruckkanal **11d**. Der Gegendruck, der an das Nadelventil **12** angelegt wird, wird somit verringert, und das Nadelventil **12** wird geöffnet, um in einem Anhebungszustand zu sein. Eine Auflageroberfläche **12a** des Nadelventils **12** wird dann von einer Auflageroberfläche **11e** des Körpers **11** getrennt, die Einspritzöffnung **11b** wird geöffnet, und der Kraftstoff wird in eine Verbrennungskammer eingespritzt. In diesem Fall wird die Auflageroberfläche **11e** des Körpers **11** mit der Einspritzöffnung **11b** verbunden. Wenn die elektrische Betätigungsvorrichtung **13** enterrregt oder ausgeschaltet wird, wird das Steuerventil **14** hin zu der elektrischen Betätigungsvorrichtung **13** gedrückt, und die Gegendruckkammer **11c** kommuniziert mit dem Hochdruckkanal **11a**. Der Gegendruck, der an das Nadelventil **12** angelegt wird, wird somit erhöht, und das Nadelventil **12** wird geschlossen, um in einem Herunterhebungszustand zu sein. Die Auflageroberfläche **12a** des Nadelventils **12** wird dann auf der Auflageroberfläche **11e** des Körpers **11** zum Auflagern gebracht, die Einspritzöffnung **11b** wird geschlossen, und eine Kraftstoffeinspritzung wird gestoppt. Ein Erregungszustand der elektrischen Betä-

tigungsvorrichtung **13** wird durch die ECU **30** gesteuert.

[0024] Der Kraftstoffdrucksensor **20** weist einen Fuß **21** und ein Sensorelement **22** auf. Der Fuß **21**, der ein Dehnungselement ist, ist an dem Körper **11** angebracht. Der Fuß **21** ist mit einem Diaphragma-Abschnitt **21a** versehen. Ein Druck eines Hochdruckkraftstoffs, der durch den Hochdruckkanal **11a** strömt, ist an den Diaphragma-Abschnitt **21a** angelegt, und der Diaphragma-Abschnitt **21a** wird elastisch verformt. Das Sensorelement **22** ist an dem Diaphragma-Abschnitt **21a** angebracht und gibt ein Druckerfassungssignal, das gemäß einer Menge einer elastischen Verformung, die in dem Diaphragma-Abschnitt **21a** erzeugt wird, erhalten wird, zu der ECU **30** aus. Der Kraftstoffdruck in dem Kraftstoffkanal wird somit durch den Kraftstoffdrucksensor **20** erfasst. Der Kraftstoffdrucksensor **20** ist an dem Kraftstoffinjektor **10** angebracht. Vier Kraftstoffdrucksensoren **20** sind mit anderen Worten an den vier Kraftstoffinjektoren **10** angebracht.

[0025] Die ECU **30**, die eine Kraftstoffeinspritzsteuerungsvorrichtung ist, ist ein gut bekannter Mikrocomputer, der eine CPU, einen ROM, einen RAM und eine E/A-Schnittstelle aufweist. Die CPU führt verschiedene Programme aus, die in dem ROM gespeichert sind, um verschiedene Funktionen eines Erfassungsabschnitts eines anomalen Zylinders, eines Intermittierend-Ansteuerungsabschnitts, eines Keine-Verbrennung-Ansteuerungsabschnitts, eines Rückführungsbestimmungsabschnitts, eines Ventilansteuerungsabschnitts und eines Pumpenspeisungsstoppabschnitts zu erfüllen.

[0026] Die ECU **30** berechnet basierend auf einer Betriebsmenge eines Gas- bzw. Beschleunigerpedals eines Fahrzeugs, einer Maschinenlast oder einer Maschinengeschwindigkeit eine Zieleinspritzung. Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel kann der Zieleinspritzzustand eine Mehrfacheinspritzzahl, einen Einspritzstartpunkt, einen Einspritzendpunkt und eine Einspritzmenge aufweisen. Die ECU **30** kann eine Einspritzzustandsabbildung, die einen optimalen Einspritzzustand in Wechselbeziehung mit der Maschinenlast und der Maschinengeschwindigkeit angibt, einrichten und die Einspritzzustandsabbildung in einer Speichervorrichtung speichern. Die ECU **30** kann dann durch Nutzen der Einspritzzustandsabbildung basierend auf einer tatsächlichen Maschinenlast und einer tatsächlichen Maschinengeschwindigkeit den Zieleinspritzzustand berechnen.

[0027] Die ECU **30** richtet basierend auf dem Zieleinspritzzustand das Einspritzbefehlssignal ein, wie es in **Fig. 2** gezeigt ist. Die ECU **30** kann eine Befehlsabbildung, die das Einspritzbefehlssignal in Wechselbeziehung mit dem Zieleinspritzzustand angibt, einrichten und die Befehlsabbildung in einer Speichervor-

vorrichtung speichern. Die ECU **30** kann dann durch Nutzen der Befehlsabbildung basierend auf dem Zieleinspritzzustand das Einspritzbefehlssignal einrichten. Die ECU **30** richtet somit das Einspritzbefehlssignal in Wechselbeziehung mit der Maschinenlast und der Maschinengeschwindigkeit ein und gibt das Einspritzbefehlssignal zu dem Kraftstoffinjektor **10** aus.

[0028] Zu einem Zeitpunkt **11**, zu dem das Einspritzbefehlssignal eingeschaltet wird, wird eine Einspritzstartanfrage aktiviert, die elektrische Betätigungsvorrichtung **13** des Kraftstoffinjektors **10** wird erregt, und die Einspritzöffnung **11b** wird geöffnet. Der Zeitpunkt t_1 , zu dem das Einspritzbefehlssignal eingeschaltet wird, ist ein Puls-ein-Zeitpunkt des Einspritzbefehlssignals. Zu einem Zeitpunkt t_2 , zu dem das Einspritzbefehlssignal ausgeschaltet wird, wird eine Einspritzendanfrage aktiviert, die elektrische Betätigungsvorrichtung **13** des Kraftstoffinjektors **10** wird enterregt, und die Einspritzöffnung **11b** wird geschlossen. Der Zeitpunkt t_2 , zu dem das Einspritzbefehlssignal ausgeschaltet wird, ist ein Puls-aus-Zeitpunkt des Einspritzbefehlssignals. Da eine Ventilöffnungsperiode des Kraftstoffinjektors **10** durch eine Erregungsperiode der elektrischen Betätigungsvorrichtung **13**, die eine Puls-ein-Periode T_q von dem Zeitpunkt t_1 zu dem Zeitpunkt t_2 ist, gesteuert wird, wird die Einspritzmenge Q gesteuert. Wenn das Nadelventil **12** in dem Anhebungszustand ist, und wenn ein Fremdstoff in eine Position zwischen dem Nadelventil **12** und der Auflageroberfläche **11e** des Körpers **11** eintritt, kann die Einspritzöffnung **11b** nicht vollständig geschlossen werden, obwohl das Einspritzbefehlssignal ausgeschaltet ist. Eine Anomalie einer ununterbrochenen Einspritzung, bei der der Kraftstoff kontinuierlich eingespritzt wird, wird somit erzeugt. In diesem Fall ist der Kraftstoffinjektor **10** in einem Zustand einer ununterbrochenen Einspritzung. Der Fremdstoff ist eine Ablagerung, die durch ein Erhöhen einer Temperatur des Kraftstoffs verschlimmert und abgelagert wird, wenn der Kraftstoffinjektor **10** gestoppt wird.

[0029] Wie in **Fig. 2** gezeigt ist, gibt ein Einspritzratenkurvenverlauf eine Einspritzrate an, die die Einspritzmenge ist, die pro Zeiteinheit eingespritzt wird, und ein Kraftstoffdruckkurvenverlauf gibt eine zeitliche Variation eines erfassten Drucks an. Der erfasste Druck ist ein Druck, der durch den Kraftstoffdrucksensor **20** erfasst wird. Die Einspritzrate startet zu einem Zeitpunkt **R1**, zu dem das Nadelventil **12** damit startet, sich nach dem Puls-ein-Zeitpunkt des Einspritzbefehlssignals zu öffnen, sich zu erhöhen. Dann startet zu einem Zeitpunkt **P1**, zu dem eine Periode **C1** seit dem Zeitpunkt **R1** verstrichen ist, der erfasste Druck damit, sich zu verringern. Zu einem Zeitpunkt **R2** ist die Einspritzöffnung **11b** vollständig geöffnet, und die Einspritzrate erreicht eine maximale Rate. Zu einem Zeitpunkt **P2** endet dann ein Verringern des erfassten Drucks. In diesem Fall ist der erfasste Druck der Kraftstoffdruck. Die Einspritzrate startet

zu einem Zeitpunkt **R3**, zu dem das Nadelventil **12** damit startet, sich nach dem Puls-aus-Zeitpunkt des Einspritzbefehlssignals zu schließen, damit sich zu verringern. Zu einem Zeitpunkt **P3**, zu dem eine Periode **C3** seit dem Zeitpunkt **R3** verstrichen ist, startet dann der Kraftstoffdruck damit, sich zu erhöhen. Wenn die Einspritzöffnung **11b** vollständig geschlossen ist, wird die Einspritzrate null, und die Kraftstoffeinspritzung wird abgeschlossen. Ein Erhöhen des Kraftstoffdrucks wird somit beendet.

[0030] Eine Korrelation zwischen dem Kraftstoffdruckkurvenverlauf und dem Einspritzratenkurvenverlauf ist somit hoch. Der Zeitpunkt **P1**, zu dem der erfasste Druck damit startet, sich von einem Bezug P_{base} in dem Kraftstoffdruckkurvenverlauf zu verringern, und der Zeitpunkt **R1**, zu dem die Einspritzung tatsächlich startet, besitzen genauer gesagt eine Korrelation. Der Bezugsdruck P_{base} kann auf einem Durchschnitt des erfassten Drucks während einer Periode eingerichtet werden, während der eine vorbestimmte Zeit von dem Zeitpunkt t_1 verstrichen ist, zu dem das Einspritzbefehlssignal eingeschaltet wurde. Ein Druck, der um einen vorbestimmten Druck niedriger als der Bezugsdruck P_{base} ist, ist ein erfasster Bezugsdruck P_d . Der vorbestimmte Druck kann auf einen Wert eingestellt sein, der sich gemäß einer Erhöhung während einer Puls-ein-Periode T_q des Einspritzbefehlssignals erhöht. Ein Zeitpunkt **P4**, der ein Schnittpunkt zwischen dem erfassten Bezugsdruck P_d und dem Kraftstoffdruckkurvenverlauf ist, und ein Zeitpunkt **R4**, zu dem die Einspritzung tatsächlich abgeschlossen wird, besitzen eine Korrelation. Eine Neigung eines Verringerns α des Kraftstoffdrucks in dem Kraftstoffdruckkurvenverlauf und eine Neigung eines Erhöhens α der Einspritzrate, wo sich die Einspritzrate erhöht, besitzen eine Korrelation, und eine Neigung β eines Erhöhens des Kraftstoffdrucks in dem Kraftstoffdruckkurvenverlauf seit dem Zeitpunkt **P3** und eine Neigung eines Verringerns β der Einspritzrate, wo sich die Einspritzrate verringert, besitzen eine Korrelation. Ein Unterschied zwischen dem Kraftstoffdruck zu dem Zeitpunkt **P1** und dem Kraftstoffdruck zu dem Zeitpunkt **P2** und eine maximale Einspritzrate R_h besitzen ebenfalls eine Korrelation.

[0031] Wie bei der vorhergehenden Beschreibung kann, da die Korrelation zwischen dem Kraftstoffdruckkurvenverlauf und dem Einspritzratenkurvenverlauf hoch ist, ein Einspritzzustand des Kraftstoffs aus dem Kraftstoffdruckkurvenverlauf erfasst werden. Wenn der Einspritzzustand normal ist, wird ein Kraftstoffdruckkurvenverlauf, der nahe dem Kraftstoffdruckkurvenverlauf ist, der den Zieleinspritzzustand angibt, erfasst. Wenn die Anomalie einer ununterbrochenen Einspritzung des Kraftstoffs, der von dem Kraftstoffinjektor **10** eingespritzt wird, erzeugt wird, unterscheidet sich ein Kraftstoffdruckkurvenverlauf, der durch den Kraftstoffdrucksensor **20**, der an dem Kraftstoffinjektor **10** angebracht ist, sequenziell

erfasst wird, von dem Kraftstoffdruckkurvenverlauf, wenn der Einspritzzustand normal ist. Ein anomaler Zylinder, bei dem die Anomalie einer ununterbrochenen Einspritzung erzeugt wird, kann somit basierend auf dem Kraftstoffdruckkurvenverlauf erfasst werden, der eine Variation des erfassten Drucks angibt und durch den Kraftstoffdrucksensor **20** sequenziell erfasst wird.

[0032] Bezugnehmend auf **Fig. 3** sind als Nächstes eine Erfassung der Anomalie einer ununterbrochenen Einspritzung und eine störungssichere Steuerung beschrieben. **Fig. 3** ist ein Zeitdiagramm von einem der vier Zylinder, und **Fig. 3** zeigt eine Periode, die länger als dieselbe von **Fig. 2** ist. **Fig. 3** zeigt das Einspritzbefehlssignal, wenn die störungssichere Steuerung ausgeführt wird, in einem Fall, in dem die Anomalie einer ununterbrochenen Einspritzung erzeugt wird. **Fig. 3** zeigt ferner den Einspritzratenkurvenverlauf, der eine zeitliche Variation der Einspritzrate angibt, und den Kraftstoffdruckkurvenverlauf, der die zeitliche Variation des erfassten Drucks angibt. Wie in **Fig. 3** gezeigt ist, gibt eine durchgezogene Linie an, dass der Einspritzzustand normal ist, und gestrichelte Linien und Punkt-und-Strich-Linien geben an, dass die Anomalie einer ununterbrochenen Einspritzung erzeugt wird und die störungssichere Steuerung ausgeführt wird. Zweipunkt-Strich-Linien geben ferner an, dass die Anomalie einer ununterbrochenen Einspritzung erzeugt wird und die störungssichere Steuerung nicht ausgeführt wird.

[0033] Das Einspritzbefehlssignal wird gemäß dem Zieleinspritzzustand aktiviert, wie es durch S1 ausgedrückt ist. Wenn der Einspritzbefehl **S1** zu dem Kraftstoffinjektor **10** gesendet wird, verringert sich der erfasste Druck, seitdem die Einspritzung gestartet wurde. Wenn der Kraftstoffinjektor **10** zu einem Zeitpunkt t_a , zu dem das Einspritzbefehlssignal ausgeschaltet wird, normal ist, startet, wie die durchgezogenen Linien, die in **Fig. 3** gezeigt sind, der erfasste Druck damit, sich zu einem Zeitpunkt vor einem Zeitpunkt t_b zu erhöhen und erhöht sich kontinuierlich bis zu dem Zeitpunkt t_b . In diesem Fall startet die Einspritzrate damit, sich zu einem Zeitpunkt vor dem Zeitpunkt t_b zu verringern.

[0034] Wenn der Kraftstoffinjektor **10** in dem Zustand einer ununterbrochenen Einspritzung ist, wie bei den gestrichelten Linien und den Punkt-und-Strich-Linien, die in **Fig. 3** gezeigt sind, verringert sich der erfasste Druck kontinuierlich nach dem Zeitpunkt t_a , zu dem das Einspritzbefehlssignal ausgeschaltet wurde, und verringert sich weiter kontinuierlich bis zu dem Zeitpunkt t_b . In diesem Fall erhöht sich die Einspritzrate kontinuierlich bis zu dem Zeitpunkt t_b .

[0035] Der Zeitpunkt t_b ist ein Zeitpunkt, zu dem eine vorbestimmte Periode Δt seit dem Zeitpunkt t_a verstrichen ist, zu dem das Einspritzbefehlssignal aus-

geschaltet wurde. Wenn sich der erfasste Druck kontinuierlich von dem Zeitpunkt t_a bis zu dem Zeitpunkt t_b verringert, wird bestimmt, dass die Anomalie einer ununterbrochenen Einspritzung erzeugt wird. Der Erfassungsabschnitt eines anomalen Zylinders erfasst basierend auf dem Kraftstoffdruckkurvenverlauf einen anomalen Zylinder dort, wo die Anomalie einer ununterbrochenen Einspritzung des Kraftstoffs, der von dem Kraftstoffinjektor **10** eingespritzt wird, erzeugt wird.

[0036] Wenn der anomale Zylinder durch den Erfassungsabschnitt eines anomalen Zylinders erfasst wird, wird die störungssichere Steuerung ausgeführt. Die störungssichere Steuerung weist eine erste störungssichere Steuerung und eine zweite störungssichere Steuerung auf. Die erste störungssichere Steuerung führt durch Nutzen des Intermittierend-Ansteuerungsabschnitts eine intermittierende Einspritzung aus. Das heißt, die erste störungssichere Steuerung führt durch Nutzen des Intermittierend-Ansteuerungsabschnitts die Einspritzung mehrere Male intermittierend aus. Der Intermittierend-Ansteuerungsabschnitt sendet genauer gesagt in einem vorbestimmten Einspritzzeitintervall das Einspritzbefehlssignal **S2** zu dem Kraftstoffinjektor **10** des anomalen Zylinders. In diesem Fall ist das Einspritzbefehlssignal **S2** das Einspritzbefehlssignal, das gemäß einer Einspritzmenge der intermittierenden Einspritzung aktiviert wird. Der Kraftstoff wird dann von dem Kraftstoffinjektor **10** des anomalen Zylinders mehrere Male intermittierend eingespritzt.

[0037] Es ist notwendig, dass ein Druck in dem anomalen Zylinder nicht höher als ein maximal zulässiger Druck des Zylinders ist, wenn die Anomalie einer ununterbrochenen Einspritzung bei der intermittierenden Einspritzung anhält. Eine maximale Periode einer intermittierenden Einspritzung ist eine maximale Periode, während der die intermittierende Einspritzung ausgeführt wird. Die maximale Periode einer intermittierenden Einspritzung kann 720 CA Grad sein. Die maximale Periode einer intermittierenden Einspritzung ist eine Zeitperiode, während der der Druck in dem anomalen Zylinder nicht höher als der maximal zulässige Druck des Zylinders ist, wenn die Anomalie einer ununterbrochenen Einspritzung bei der intermittierenden Einspritzung anhält. Eine maximale Einspritzzeitzahl der intermittierenden Einspritzung wird gemäß der maximalen Periode einer intermittierenden Einspritzung, einer Einspritzperiode einer Einspritzung der intermittierenden Einspritzung und dem Einspritzzeitintervall eingerichtet. Die Einspritzperiode einer Einspritzung der intermittierenden Einspritzung ist eine Pulsbreite des Einspritzbefehlssignals **S2**, und das Einspritzzeitintervall ist ein Intervall zwischen den Einspritzbefehlssignalen **S2**. Der Intermittierend-Ansteuerungsabschnitt führt die intermittierende Einspritzung aus, um den Kraftstoffinjektor **10** zu steuern, bei dem die Anomalie einer un-

unterbrochenen Einspritzung erzeugt wird, um den Kraftstoff in einem Bereich intermittierend einzuspritzen, dass eine Einspritzzeitzahl der intermittierenden Einspritzung nicht größer als die maximale Einspritzzeitzahl ist. Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die Einspritzmenge der intermittierenden Einspritzung kleiner als die Einspritzmenge, wenn der Kraftstoffinjektor **10** normal ist, und das Einspritzzeitintervall der intermittierenden Einspritzung ist kleiner als das Einspritzzeitintervall, wenn der Kraftstoffinjektor **10** normal ist. Der maximal zulässige Druck ist eine obere Grenze des Drucks in dem Zylinder beim Entwurf. Wenn der Druck in dem Zylinder größer als die obere Grenze wird, kann die Maschine beschädigt werden.

[0038] Wenn der Fremdstoff durch den Kraftstoff, der intermittierend eingespritzt wird, hinaus gezwungen wird, schließt sich die Einspritzöffnung **11b** vollständig, und die Anomalie einer ununterbrochenen Einspritzung des Kraftstoffinjektors **10** wird gelöst. In diesem Fall ist die Anomalie einer ununterbrochenen Einspritzung des Kraftstoffinjektors **10** die Anomalie einer ununterbrochenen Einspritzung des Kraftstoffs, der von dem Kraftstoffinjektor **10** eingespritzt wird. Wenn die Anomalie einer ununterbrochenen Einspritzung gelöst wird, wie die gestrichelten Linien, die in **Fig. 3** gezeigt sind, erhöht sich zu einem Zeitpunkt t_c während der maximalen Periode einer intermittierenden Einspritzung der erfasste Druck. Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist der Zeitpunkt t_c ein Zeitpunkt, bevor der Kraftstoff die maximale Einspritzzeitzahl intermittierend eingespritzt wurde. Die Einspritzrate startet damit, sich nach der intermittierenden Einspritzung zu verringern, und verringert sich auf null.

[0039] Der Rückführungsbestimmungsabschnitt bestimmt basierend auf dem Kraftstoffdruckkurvenverlauf, nachdem die intermittierende Einspritzung durch den Intermittierend-Ansteuerungsabschnitt gestartet wurde, ob der Kraftstoffinjektor **10** des anomalen Zylinders zu einem normalen Zustand zurückgeführt wurde. Wenn genauer gesagt der erfasste Druck damit startet, sich zu erhöhen, nachdem die intermittierende Einspritzung gestartet wurde, bestimmt der Rückführungsbestimmungsabschnitt, dass der Kraftstoffinjektor **10** des anomalen Zylinders zu dem normalen Zustand zurückgeführt wurde. Wenn der Rückführungsbestimmungsabschnitt bestimmt, dass der Kraftstoffinjektor **10** des anomalen Zylinders zu dem normalen Zustand zurückgeführt wurde, bevor die Einspritzzeitzahl der intermittierenden Einspritzung die maximale Einspritzzeitzahl überschreitet, beendet der Intermittierend-Ansteuerungsabschnitt die intermittierende Einspritzung. In diesem Fall, in dem die erste störungssichere Steuerung abgeschlossen ist, wird mit anderen Worten eine normale Steuerung ausgeführt.

[0040] Wie bei den Punkt-und-Strich-Linien, die in **Fig. 3** gezeigt sind, ist es, da die Anomalie einer ununterbrochenen Einspritzung durch Ausführen der intermittierenden Einspritzung nicht gelöst wird, möglich, dass sich der erfasste Druck kontinuierlich bis zu einem Zeitpunkt t_d verringert, der ein Abgeschlossen-Zeitpunkt der maximalen Periode einer intermittierenden Einspritzung ist. Wenn die Anomalie einer ununterbrochenen Einspritzung des anomalen Zylinders zu dem Zeitpunkt t_d , zu dem der Kraftstoff die maximale Einspritzzeitzahl von dem Kraftstoffinjektor **10**, der die Anomalie einer ununterbrochenen Einspritzung hat, eingespritzt wurde, anhält, bestimmt der Rückführungsabschnitt, dass der Kraftstoffinjektor **10** des anomalen Zylinders nicht zu dem normalen Zustand zurückgeführt wurde. In diesem Fall verringert sich der erfasste Druck bis zu dem Zeitpunkt t_d . Dann wird die zweite störungssichere Steuerung ausgeführt, um den Kraftstoffdruck in der gemeinsamen Druckleitung **42** zu verringern.

[0041] Der Keine-Verbrennung-Ansteuerungsabschnitt steuert genauer gesagt den Kraftstoffinjektor **10** eines Zylinders, der sich von dem anomalen Zylinder unterscheidet, an, um den Kraftstoff während einer Keine-Verbrennung-Periode einzuspritzen, während der keine Verbrennung des Kraftstoffs ausgeführt wird. Die Keine-Verbrennung-Periode ist eine Zeitperiode, während der der Kraftstoff in den Zylinder eingespritzt wird und kein Drehmoment erzeugt wird. Der Kraftstoff wird während der Keine-Verbrennung-Periode eingespritzt, um eine unbeabsichtigte Erzeugung des Drehmoments gemäß einer unbeabsichtigten Verbrennung des Kraftstoffs zu unterdrücken. Wenn die Keine-Verbrennung-Periode als ein Auslasstakt der Maschine verwendet wird, kann, da der Kraftstoff in ein Äußeres des Zylinders zusammen mit einem Abgas entladen wird, eine Erhöhung einer Last der Maschine aufgrund einer Speicherung des Kraftstoffs in dem Zylinder, der sich von dem anomalen Zylinder unterscheidet, unterdrückt werden. Der Ventilansteuerungsabschnitt öffnet das Druckreduzierungsventil **18** der gemeinsamen Druckleitung **42**, um den Kraftstoff von der gemeinsamen Druckleitung **42** in den Kraftstofftank **40** zu entladen. Der Pumpenspeisungsstoppabschnitt beendet ein Pumpen und eine Speisung des Kraftstoffs gemäß der Kraftstoffpumpe **41**.

[0042] Wenn die zweite störungssichere Steuerung zu dem Zeitpunkt t_d ausgeführt wird, verringert sich als die Punkt-und-Strich-Linien, die in **Fig. 3** gezeigt sind, der erfasste Druck in dem anomalen Zylinder deutlich auf einen Einspritzstoppdruck nach dem Zeitpunkt t_d . In diesem Fall verringert sich die Einspritzrate nach dem Zeitpunkt t_d deutlich auf null. Der Kraftstoffdruck in der gemeinsamen Druckleitung **42** kann durch den Keine-Verbrennung-Ansteuerungsabschnitt, den Ventilansteuerungsabschnitt und den Pumpenspeisungsstoppabschnitt deutlich verringert

werden. Eine Menge einer ununterbrochenen Einspritzung des Kraftstoffinjektors **10** des anomalen Zylinders kann somit unverzüglich verringert werden, und der Druck in dem anomalen Zylinder kann unverzüglich verringert werden.

[0043] Wenn die störungssichere Steuerung nicht ausgeführt wird, verringert sich als die Zweipunkt-Strich-Linien, die in **Fig. 3** gezeigt sind, der erfasste Druck sanft nach dem Zeitpunkt t_d . In diesem Fall verringert sich die Einspritzrate nach dem Zeitpunkt t_d sanft. Der Zustand einer ununterbrochenen Einspritzung wird somit aufrechterhalten.

[0044] Bezugnehmend auf ein Flussdiagramm, das in **Fig. 4** gezeigt ist, ist als Nächstes die störungssichere Steuerung, wenn die Anomalie einer ununterbrochenen Einspritzung erzeugt wird, beschrieben. Die ECU **30** führt wiederholt die störungssichere Steuerung bei jedem der Zylinder mit einer vorbestimmten Periode aus.

[0045] Bei **S10** bestimmt die ECU **30** zu einem Zeitpunkt, zu dem Δt seit einem Zeitpunkt verstrichen ist, zu dem das Einspritzbefehlssignal ausgeschaltet wurde, ob die Anomalie einer ununterbrochenen Einspritzung des Kraftstoffs erfasst wird. Die ECU **30** bestimmt mit anderen Worten, ob sich der erfasste Druck kontinuierlich verringert. Wenn die ECU **30** bestimmt, dass die Anomalie einer ununterbrochenen Einspritzung nicht erfasst wird (**S10**: NEIN), beendet die ECU **30** die störungssichere Steuerung.

[0046] Wenn die ECU **30** bestimmt, dass die Anomalie einer ununterbrochenen Einspritzung erfasst wird (**S10**: JA), führt die ECU **30** die erste störungssichere Steuerung aus. Bei **S11** steuert die ECU **30** genauer gesagt den Kraftstoffinjektor **10**, um den Kraftstoff intermittierend einzuspritzen. Die ECU **30** führt mit anderen Worten die intermittierende Einspritzung aus. Bei **S12** bestimmt die ECU **30**, ob der Kraftstoffinjektor **10** in dem normalen Zustand ist. Die ECU **30** bestimmt mit anderen Worten, ob der erfasste Druck damit startet, sich zu erhöhen. Wenn die ECU **30** bestimmt, dass der erfasste Druck damit startet, sich zu erhöhen (**S12**: JA), bestimmt die ECU **30**, dass der Kraftstoffinjektor **10** zu dem normalen Zustand zurückgeführt wurde, und beendet die störungssichere Steuerung. Wenn die ECU **30** bestimmt, dass sich der erfasste Druck kontinuierlich verringert (**S12**: NEIN), schreitet die ECU **30** zu **S13** fort. Bei **S13** bestimmt die ECU **30**, ob die Einspritzzeitzahl der intermittierenden Einspritzung die maximale Einspritzzeitzahl erreicht. Wenn die ECU **30** bestimmt, dass die Einspritzzeitzahl der intermittierenden Einspritzung nicht die maximale Einspritzzeitzahl erreicht (**S13**: NEIN), kehrt die ECU **30** zu **S11** zurück und führt wiederholt die Betriebsvorgänge von **S11** bis **S13** aus.

[0047] Wenn die ECU **30** bestimmt, dass die Einspritzzeitzahl der intermittierenden Einspritzung die maximale Einspritzzeitzahl erreicht (**S13**: JA), schreitet die ECU **30** zu **S14** fort. Bei **S14** bestimmt die ECU **30**, dass der Kraftstoffinjektor **10** nicht zu dem normalen Zustand zurückgeführt wurde, da die Anomalie einer ununterbrochenen Einspritzung bis zu dem Abgeschlossen-Zeitpunkt anhält, zu dem die maximale Periode einer intermittierenden Einspritzung verstrichen ist. Bei **S15** führt die ECU **30** die zweite störungssichere Steuerung aus. Die ECU **30** steuert genauer gesagt den Kraftstoffinjektor **10** des Zylinders, der sich von dem anomalen Zylinder unterscheidet, um den Kraftstoff in dem Auslasstakt der Maschine einzuspritzen. Die ECU **30** steuert ferner die Kraftstoffpumpe **41**, um das Pumpen des Kraftstoffs zu der gemeinsamen Druckleitung **42** und die Speisung damit zu beenden. Die ECU **30** nimmt ferner eine Steuerung vor, um das Druckreduzierungsventil **18** der gemeinsamen Druckleitung **42** zu öffnen, und entlädt den Kraftstoff von der gemeinsamen Druckleitung **42** zu dem Kraftstofftank **40**. Der Kraftstoffdruck in der gemeinsamen Druckleitung **42** verringert sich somit deutlich, und die Menge einer ununterbrochenen Einspritzung wird reduziert. Die Maschine wird dann gestoppt. Die ECU **30** beendet die störungssichere Steuerung. Nachdem die Maschine gestoppt ist, wird die störungssichere Steuerung zusätzlich solange nicht ausgeführt, bis die Anomalie einer ununterbrochenen Einspritzung repariert ist.

[0048] Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel können die folgenden Wirkungen erreicht werden.

(a) Ein Kraftstoffdruck in dem Kraftstoffkanal **42b**, **11a** jedes der Zylinder wird durch den Kraftstoffdrucksensor **20** sequenziell erfasst. Die Anomalie einer ununterbrochenen Einspritzung des Kraftstoffs, der von dem Kraftstoffinjektor **10** eingespritzt wird, kann daher sofort erfasst werden, und der anomale Zylinder, bei dem die Anomalie einer ununterbrochenen Einspritzung erzeugt wird, kann basierend auf dem Kraftstoffdruckkurvenverlauf, der gemäß jedem der Zylinder erfasst wird, erfasst werden. Wenn der anomale Zylinder erfasst wird, wird der Kraftstoff von dem Kraftstoffinjektor **10** des anomalen Zylinders mehrere Male intermittierend eingespritzt. Ein Beißen des Fremdstoffs bei dem Kraftstoffinjektor **10** wird daher getilgt, und der Kraftstoffinjektor **10** kann zu dem normalen Zustand zurückgeführt werden.

[0049] Der Kraftstoff wird ferner durch den Kraftstoffinjektor **10** des Zylinders, der sich von dem anomalen Zylinder unterscheidet, während der Keine-Verbrennung-Periode eingespritzt. Eine Verschlechterung einer Fahrbarkeit, die aufgrund der unbeabsichtigten Erzeugung des Drehmoments erzeugt wird, kann daher unterdrückt werden, und der Kraftstoffdruck in

der gemeinsamen Druckleitung **42** kann verringert werden. Die Menge einer ununterbrochenen Einspritzung des Kraftstoffinjektors **10** des anomalen Zylinders kann somit verringert werden, und der Druck in dem anomalen Zylinder kann verringert werden. Als ein Resultat kann eine Beschädigung der Maschine unterdrückt werden, ohne übermäßig die störungssichere Steuerung auszuführen, wenn die Anomalie einer ununterbrochenen Einspritzung des Kraftstoffs erzeugt wird. Es wird ferner unterdrückt, dass eine Festigkeit der Maschine übermäßig erhöht wird, derart, dass die Maschine leichter wird, und ein Kraftstoffverbrauch der Maschine kann verbessert werden.

(b) Da der Kraftstoff bei dem Auslasstakt der Maschine eingespritzt wird, wird der Kraftstoff zu dem Äußeren des Zylinders zusammen mit dem Abgas entladen. Die unbeabsichtigte Verbrennung des Kraftstoffs kann daher unterdrückt werden, und die Erhöhung der Last der Maschine aufgrund der Speicherung des Kraftstoffs in dem Zylinder, der sich von dem anomalen Zylinder unterscheidet, kann daher unterdrückt werden.

(c) Der Rückführungsbestimmungsabschnitt bestimmt basierend auf dem Kraftstoffdruckkurvenverlauf nach einem Start der intermittierenden Einspritzung des Kraftstoffs, ob der Kraftstoffinjektor **10** des anomalen Zylinders zu dem normalen Zustand zurückgeführt wurde. Wenn der Rückführungsbestimmungsabschnitt bestimmt, dass der Kraftstoffinjektor **10** des anomalen Zylinders nicht zu dem normalen Zustand zurückgeführt wurde, wird der Kraftstoff durch den Kraftstoffinjektor **10** des Zylinders, der sich von dem anomalen Zylinder unterscheidet, während der Keine-Verbrennung-Periode eingespritzt. Eine Ausführungszeitzahl der störungssicheren Steuerung kann daher minimiert werden.

(d) Der Kraftstoff wird von dem Kraftstoffinjektor des anomalen Zylinders in einem Bereich intermittierend eingespritzt, in dem die Einspritzzeitzahl der intermittierenden Einspritzung nicht größer als die maximale Einspritzzeitzahl ist, die durch den maximal zulässigen Druck in dem Zylinder eingerichtet wird. Wenn die Anomalie einer ununterbrochenen Einspritzung des anomalen Zylinders zu einem Zeitpunkt, zu dem die Einspritzzeitzahl des Kraftstoffs die maximale Einspritzzeitzahl wird, anhält, wird bestimmt, dass der Kraftstoffinjektor **10** des anomalen Zylinders nicht zu dem normalen Zustand zurückgeführt wurde. Da bestimmt wird, ob der Kraftstoffinjektor **10** des anomalen Zylinders zu dem normalen Zustand zurückgeführt wurde, bis der Druck in dem anomalen Zylinder den maximal zulässigen Druck erreicht, kann daher unterdrückt werden, dass der Druck in dem anomalen Zylinder größer als der maximal zulässige Druck

wird, und die Beschädigung der Maschine kann sicher unterdrückt werden.

(e) Wenn der Rückführungsbestimmungsabschnitt bestimmt, dass der Kraftstoffinjektor **10** des anomalen Zylinders zu dem normalen Zustand zurückgeführt wurde, bevor die Einspritzzeitzahl der intermittierenden Einspritzung die maximale Einspritzzeitzahl überschreitet, wird die intermittierende Einspritzung des Kraftstoffs, der durch den Kraftstoffinjektor **10** des anomalen Zylinders eingespritzt wird, beendet. Eine Erhöhung des Drucks in dem Zylinder (anomalen Zylinder), bei dem der Kraftstoffinjektor **10** zu dem normalen Zustand zurückgeführt wurde, kann daher unterdrückt werden. Wenn der Rückführungsbestimmungsabschnitt bestimmt, dass der Kraftstoffinjektor **10** des anomalen Zylinders nicht zu dem normalen Zustand zurückgeführt wurde, kann, da die intermittierende Einspritzung des Kraftstoffs in einem Bereich, in dem die Einspritzzeitzahl der intermittierenden Einspritzung kleiner als die oder gleich der maximalen Einspritzzeitzahl ist, aufrechterhalten wird, eine Möglichkeit eines LöSENS des BeißENS des Fremdstoffs bei dem Kraftstoffinjektor **10** verbessert werden.

(f) Wenn der Rückführungsbestimmungsabschnitt bestimmt, dass der Kraftstoffinjektor **10** des anomalen Zylinders nicht zu dem normalen Zustand zurückgeführt wurde, kann der Kraftstoffdruck in der gemeinsamen Druckleitung **42** unverzüglich verringert werden, da das Druckreduzierungsventil **18** der gemeinsamen Druckleitung **42** angesteuert wird. Die Menge einer ununterbrochenen Einspritzung des Kraftstoffinjektors **10** des anomalen Zylinders kann somit unverzüglich verringert werden, und der Druck in dem anomalen Zylinder kann unverzüglich verringert werden. Wenn der Rückführungsbestimmungsabschnitt bestimmt, dass der Kraftstoffinjektor **10** des anomalen Zylinders zu dem normalen Zustand zurückgeführt wurde, wird, da der Kraftstoffdruck in der gemeinsamen Druckleitung **42** aufrechterhalten wird, die Einspritzung des Kraftstoffs aufrechterhalten, und ein Betrieb der Maschine kann aufrechterhalten werden.

(g) Wenn der Rückführungsbestimmungsabschnitt bestimmt, dass der Kraftstoffinjektor **10** des anomalen Zylinders nicht zu dem normalen Zustand zurückgeführt wurde, kann, da die Kraftstoffpumpe **41** gesteuert wird, um das Pumpen und die Speisung des Kraftstoffs zu stoppen, der Kraftstoffdruck in der gemeinsamen Druckleitung **42** unverzüglich verringert werden. Die Menge einer ununterbrochenen Einspritzung des Kraftstoffinjektors **10** des anomalen Zylinders kann somit unverzüglich verringert werden, und der Druck in dem anomalen Zylinder kann unverzüglich verringert werden.

Wenn der Rückführungsbestimmungsabschnitt bestimmt, dass der Kraftstoffinjektor **10** des anomalen Zylinders zu dem normalen Zustand zurückgeführt wurde, wird, da das Pumpen des Kraftstoffs zu der gemeinsamen Druckleitung **42** und die Speisung damit aufrechterhalten werden, die Einspritzung des Kraftstoffs aufrechterhalten, und der Betrieb der Maschine kann aufrechterhalten werden.

(Anderes Ausführungsbeispiel)

[0050] Gemäß anderen Ausführungsbeispielen kann, wenn die intermittierende Einspritzung ausgeführt wird, der Kraftstoff durch den Kraftstoffinjektor des Zylinders, der sich von dem anomalen Zylinder unterscheidet, während der Keine-Verbrennung-Periode eingespritzt werden. Die Menge einer ununterbrochenen Einspritzung des Kraftstoffs in den anomalen Zylinder kann daher verringert werden, und eine Möglichkeit eines Lösens des Beißens des Fremdstoffs kann verbessert werden.

[0051] Wenn der Kraftstoffinjektor des anomalen Zylinders immer noch nicht zu dem normalen Zustand, nachdem die intermittierende Einspritzung ausgeführt wurde, zurückgeführt wurde, kann es unnötig sein, das sowohl der Keine-Verbrennung-Ansteuerungsabschnitt, der Ventilansteuerungsabschnitt als auch der Pumpenspeisungsstoppabschnitt Betriebsvorgänge oder Steuervorgänge ausführen. In diesem Fall führt mit anderen Worten mindestens entweder der Keine-Verbrennung-Ansteuerungsabschnitt, der Ventilansteuerungsabschnitt oder der Pumpenspeisungsstoppabschnitt einen Betriebsvorgang oder einen Steuervorgang aus.

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzsteuerungsvorrichtung (30) für ein Kraftstoffeinspritzsystem, wobei das Kraftstoffeinspritzsystem einen Sammler (42), der eingerichtet ist, Kraftstoff anzusammeln, eine Kraftstoffpumpe (41), die eingerichtet ist, den Kraftstoff zu dem Sammler (42) zu pumpen und denselben damit zu speisen, eine Mehrzahl von Kraftstoffinjektoren (10), die jeweils bei einer Mehrzahl von Zylindern einer internen Verbrennungsmaschine vorgesehen sind, wobei ein Kraftstoffinjektor (10) eine Einspritzöffnung (11b) hat, durch die der Kraftstoff eingespritzt wird, und eine Mehrzahl von Kraftstoffdrucksensoren (20) aufweist, die eingerichtet sind, jeweils sequenziell Kraftstoffdrücke in einer Mehrzahl von Kraftstoffkanälen (42b, 11a) von dem Sammler (42) zu der Einspritzöffnung (11b) jedes der Kraftstoffinjektoren (10) zu erfassen, mit:
einem Erfassungsabschnitt (30) eines anomalen Zylinders, der eingerichtet ist, basierend auf einem Kraftstoffdruckkurvenverlauf, der eine zeitliche Variation des Kraftstoffdrucks, der durch den Kraftstoff-

drucksensor (20) erfasst wird, angibt, einen anomalen Zylinder dort zu erfassen, wo eine Anomalie einer ununterbrochenen Einspritzung des Kraftstoffs, der von dem Kraftstoffinjektor (10) eingespritzt wird, erzeugt wird (S10);

einem Intermittierend-Ansteuerungsabschnitt (30), der eingerichtet ist, eine intermittierende Einspritzung auszuführen (S11), um den Kraftstoffinjektor (10) dort zu steuern, wo die Anomalie einer ununterbrochenen Einspritzung erzeugt wird, um den Kraftstoff für eine Einspritzzeitzahl intermittierend einzuspritzen, wenn der anomale Zylinder durch den Erfassungsabschnitt (30) eines anomalen Zylinders erfasst wird;

einem Keine-Verbrennung-Ansteuerungsabschnitt (30), der eingerichtet ist, den Kraftstoffinjektor (10) eines Zylinders, der sich von dem anomalen Zylinder unterscheidet, zu steuern, um den Kraftstoff während einer Keine-Verbrennung-Periode einzuspritzen, während der keine Verbrennung des Kraftstoffs ausgeführt wird, wenn der anomale Zylinder durch den Erfassungsabschnitt (30) eines anomalen Zylinders erfasst wird; und

einem Rückführungsbestimmungsabschnitt (30), der eingerichtet ist, basierend auf dem Kraftstoffdruckkurvenverlauf, nachdem die intermittierende Einspritzung durch den Intermittierend-Ansteuerungsabschnitt (30) gestartet wurde, zu bestimmen, ob der Kraftstoffinjektor (10) des anomalen Zylinders zu einem normalen Zustand zurückgeführt wurde (S12), wobei

wenn der Rückführungsbestimmungsabschnitt (30) bestimmt, dass der Kraftstoffinjektor (10) des anomalen Zylinders nicht zu dem normalen Zustand zurückgeführt wurde, der Keine-Verbrennung-Ansteuerungsabschnitt (30) eingerichtet ist, eine Steuerung vorzunehmen, um den Kraftstoff einzuspritzen, und wenn die Einspritzzeitzahl nicht größer als eine maximale Einspritzzeitzahl ist (S13), die durch einen maximal zulässigen Druck in dem Zylinder eingerichtet ist, und

wenn die Anomalie einer ununterbrochenen Einspritzung des anomalen Zylinders zu einem Zeitpunkt anhält, zu dem der Kraftstoff eine maximale Einspritzzeitzahl durch den Intermittierend-Ansteuerungsabschnitt (30) eingespritzt wurde, der Rückführungsbestimmungsabschnitt (30) eingerichtet ist, zu bestimmen, dass der Kraftstoffinjektor (10) des anomalen Zylinders nicht zu dem normalen Zustand zurückgeführt wurde (S14).

2. Kraftstoffeinspritzsteuerungsvorrichtung (30) für ein Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1, bei der die Keine-Verbrennung-Periode ein Auslasstakt der internen Verbrennungsmaschine ist.

3. Kraftstoffeinspritzsteuerungsvorrichtung (30) für ein Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1 oder 2, wobei, wenn der Rückführungsbestimmungsabschnitt (30) bestimmt, dass der Kraftstoffinjektor (10) des anomalen Zylinders zu dem normalen Zustand

zurückgeführt wird (S12), bevor die Einspritzzeitzahl der intermittierenden Einspritzung die maximale Einspritzzeitzahl überschreitet (S13), der Intermittierend-Ansteuerungsabschnitt (30) eingerichtet ist, die intermittierende Einspritzung zu beenden.

4. Kraftstoffeinspritzsteuerungsvorrichtung (30) für ein Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, mit ferner einem Ventilansteuerungsabschnitt (30), der eingerichtet ist, eine Steuerung vorzunehmen (S15), um ein Druckreduzierungsventil (18) des Sammlers (42) zu öffnen, um den Kraftstoff in dem Sammler (42) zu entladen, wenn der Rückführungsbestimmungsabschnitt (30) bestimmt, dass der Kraftstoffinjektor (10) des anomalen Zylinders nicht zu dem normalen Zustand zurückgeführt wurde (S14).

5. Kraftstoffeinspritzsteuerungsvorrichtung (30) für ein Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, mit ferner einem Pumpenspeisungsstoppabschnitt (30), der eingerichtet ist, ein Pumpen und eine Speisung des Kraftstoffs gemäß der Kraftstoffpumpe zu beenden (S15), wenn der Rückführungsbestimmungsabschnitt (30) bestimmt, dass der Kraftstoffinjektor (10) des anomalen Zylinders nicht zu dem normalen Zustand zurückgeführt wurde (S14).

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

FIG. 2

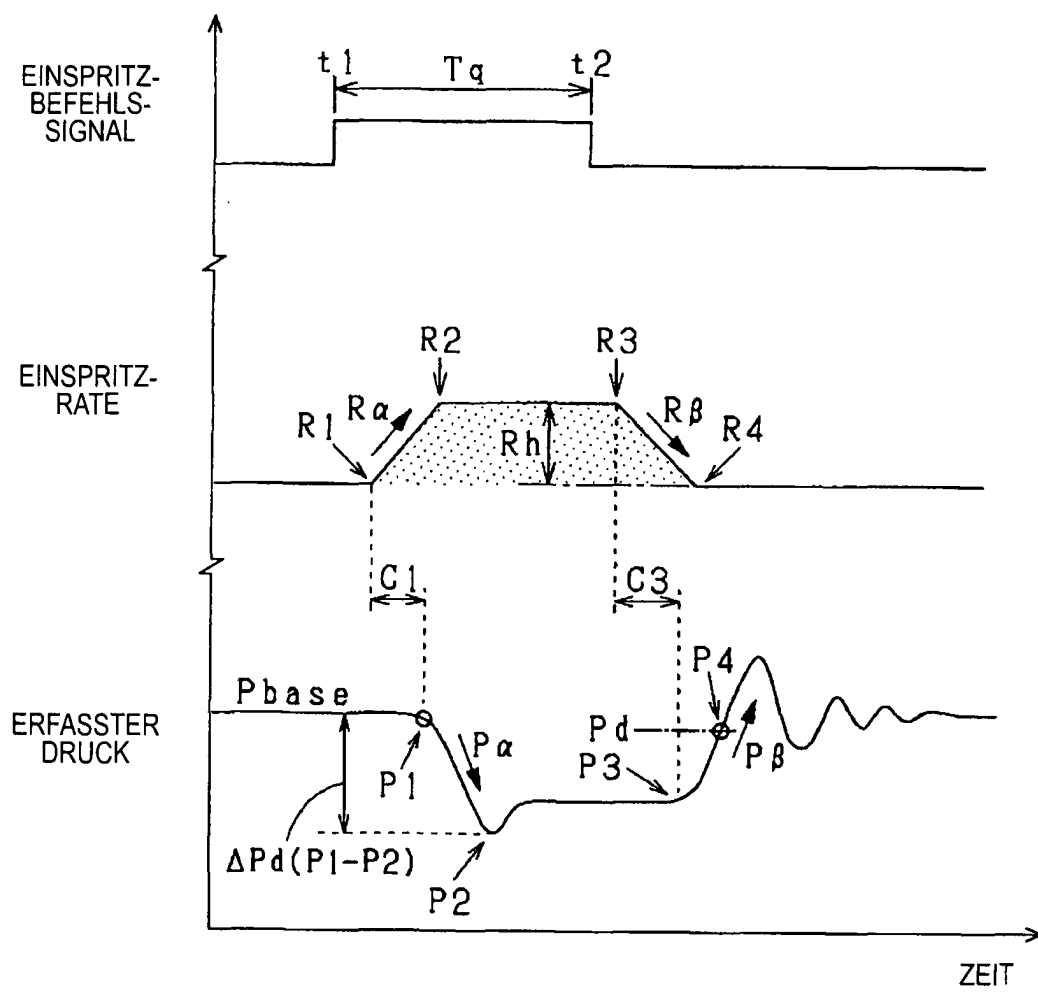


FIG. 3

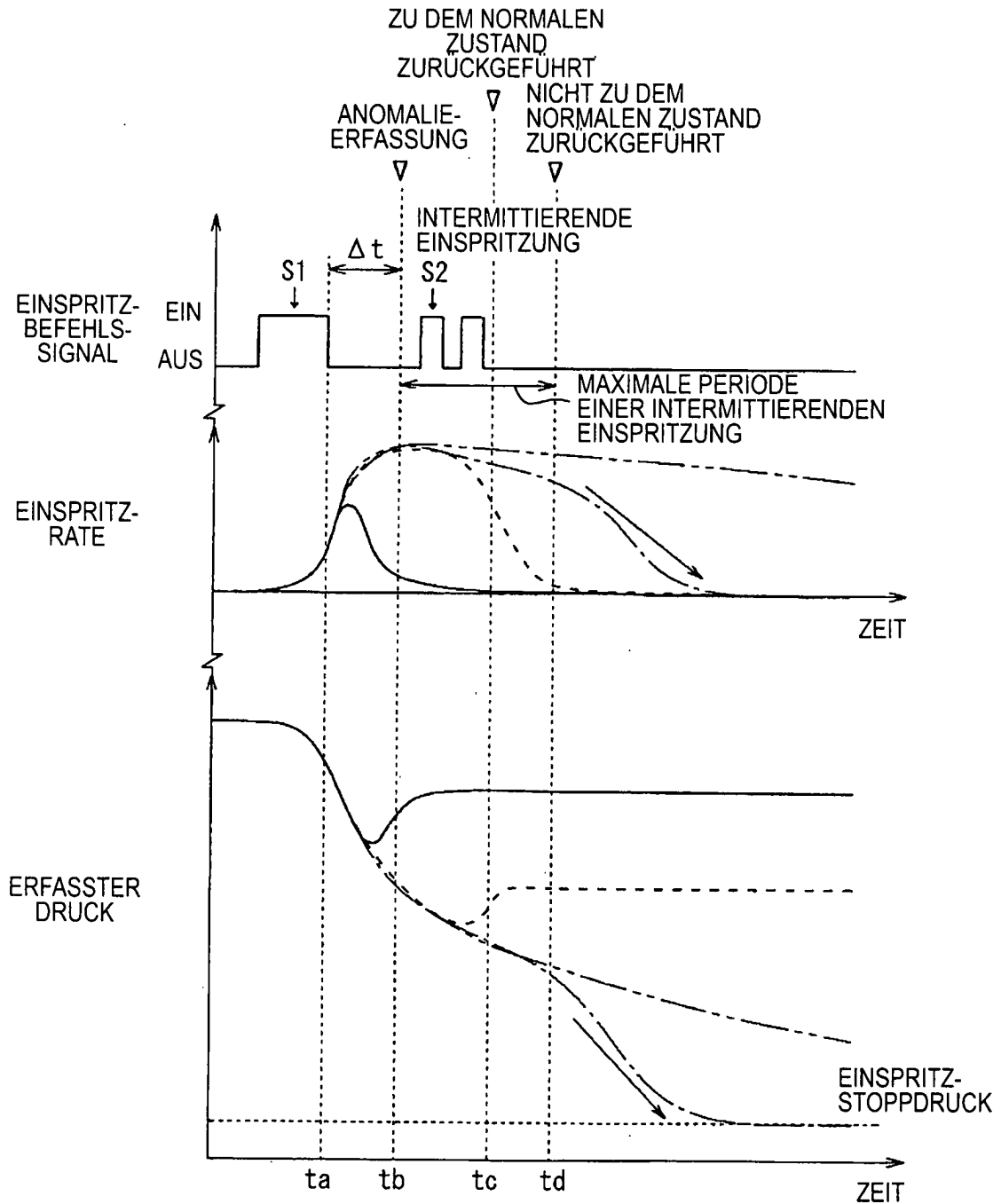


FIG. 4

