

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
27. März 2008 (27.03.2008)

PCT

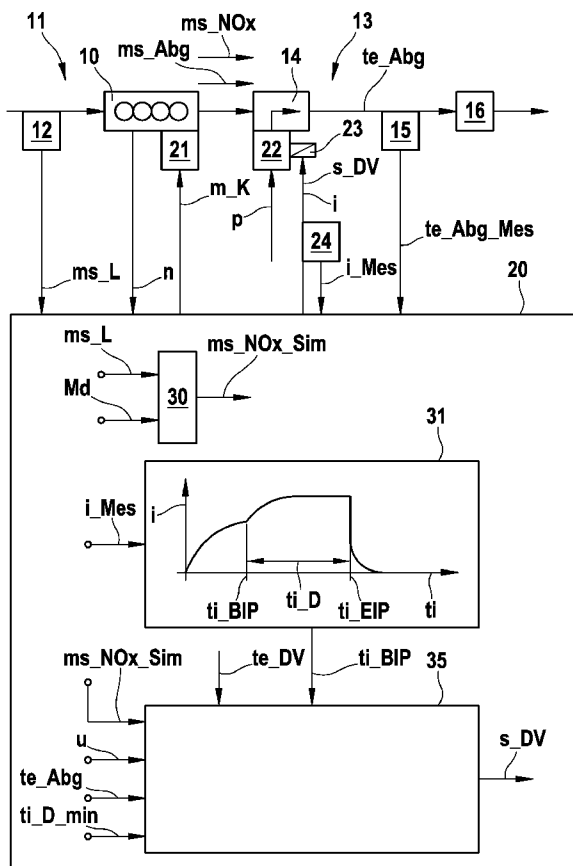
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/034747 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
F01N 3/20 (2006.01) *F01N 9/00* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2007/059553
- (22) Internationales Anmeldedatum:
12. September 2007 (12.09.2007)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2006 044 080.3
20. September 2006 (20.09.2006) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KLEINKNECHT, Horst** [DE/DE]; Am Wasserturm 18, 74427 Fichtenberg (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH**; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR OPERATING A REAGENT METERING VALVE AND APPARATUS FOR CARRYING OUT THE METHOD

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES REAGENZMITTEL-DOSIERVENTILS UND VORRICHTUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS



(57) Abstract: A method is proposed for operating a metering valve (22) which is realized as a solenoid valve which is actuated by an electromagnet (23) which interacts with an armature which is connected fixedly to a valve needle and, furthermore, is loaded with a pulse-width modulated metering signal (s_{DV}) which defines the metering of a reagent which is to be introduced into the exhaust-gas region (13) of an internal combustion engine (10) or of a preliminary stage of a reagent, as is an apparatus for carrying out the method. The opening duration (ti_D) of the metering valve (22) is limited to a minimum opening duration (ti_{D_min}), for which the metering valve (22) is opened completely and which is fixed in such a way that a spray mist is always produced during the metering. The procedure according to the invention prevents the reagent from crystallizing and, as a result, firstly ensures exact metering of the reagent and secondly counteracts clogging of the metering valve (22), in particular if a urea/water solution is provided as preliminary stage of the reagent.

(57) Zusammenfassung: Es werden ein Verfahren zum Betreiben eines Dosierventils (22), das als Magnetventil realisiert ist, welches von einem Elektromagneten (23) betätigt wird, welcher mit einem mit einer Ventlnadel fest verbundenen Anker zusammenwirkt, welcher weiterhin mit einem impulsbreitenmodulierten Dosiersignal (s_{DV}) beaufschlagt wird, das die Dosierung eines in den Abgasbereich (13) einer Brennkraftmaschine (10) einzubringenden Reagenzmittels oder einer Vorstufe eines Reagenzmittels beaufschlagt wird, und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens vorgeschlagen. Die Öffnungsdauer (ti_D) des Dosierventils (22) wird auf eine minimale Öffnungsdauer (ti_{D_min})

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2008/034747 A1



PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF,
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD,
TG).

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

begrenzt, bei welcher das Dosierventil (22) vollständig geöffnet ist, die derart festgelegt ist, dass bei der Dosierung stets ein Sprühnebel entsteht. Die erfindungsgemäße Vorgehensweise verhindert ein Auskristallisieren des Reagenzmittels und sorgt dadurch einerseits für eine exakte Dosierung des Reagenzmittels und wirkt andererseits einem Verstopfen des Dosierventils (22) entgegen, insbesondere, wenn als Vorstufe des Reagenzmittels eine Harnstoff-Wasser-Lösung vorgesehen ist.

5 Beschreibung

Titel

Verfahren zum Betreiben eines Reagenzmittel-Dosierventils und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

10

Stand der Technik

15

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zum Betreiben eines Reagenzmittel-Dosierventils, welches ein Reagenzmittel in den Abgasbereich einer Brennkraftmaschine dosiert, und von einer Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach der Gattung der unabhängigen Ansprüche.

20

Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind auch ein Computerprogramm sowie ein Computerprogrammprodukt.

25

In der DE 199 03 439 A1 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben einer Brennkraftmaschine beschrieben, in deren Abgasbereich ein SCR-Katalysator (Selective-Catalytic-Reduction) angeordnet ist, der die im Abgas der Brennkraftmaschine enthaltenen Stickoxide mit einem Reagenzmittel zu Stickstoff reduziert. Die Dosierung des Reagenzmittels bzw. einer Vorstufe des Reagenzmittels erfolgt vorzugsweise in Abhängigkeit von Kenngrößen der Brennkraftmaschine, wie beispielsweise der Drehzahl und der eingespritzten Kraftstoffmenge. Weiterhin erfolgt die Dosierung vorzugsweise in Abhängigkeit von Abgas-Kenngrößen, wie beispielsweise der Abgastemperatur oder der Betriebstemperatur des SCR-Katalysators.

30

Als Reagenzmittel ist beispielsweise das Reduktionsmittel Ammoniak vorgesehen, das aus einer Harnstoff-Wasser-Lösung als Vorstufe des Reagenzmittels gewonnen werden kann. Die Dosierung des Reagenzmittels oder der Vorstufe muss sorgfältig festgelegt werden. Eine zu geringe Dosierung hat zur Folge, dass Stickoxide im SCR-

Katalysator nicht mehr vollständig reduziert werden können. Eine zu hohe Dosierung führt zu einem Reagenzmittelschlupf, der einerseits einem unnötig hohen Reagenzmittelverbrauch und andererseits, in Abhängigkeit von der Beschaffenheit des Reagenzmittels, zu einer unangenehmen Geruchsbelästigung führen kann.

5

Die Festlegung der Reagenzmittelrate bzw. der Reagenzmittel-Dosiermenge kann gemäß der EP 1 024 254 A2, ausgehend von einer Betriebsgröße der Brennkraftmaschine, beispielsweise der Kraftstoff-Einspritzmenge und/oder der Drehzahl und gegebenenfalls wenigstens einer Kenngröße des Abgases, beispielsweise der Abgastemperatur, erfolgen.

10

In der DE 196 36 507 A1 ist ein Verfahren zur Steuerung einer Brennkraftmaschine beschrieben, bei dem wenigstens eine Kraftstoff-Nacheinspritzung vorgesehen ist, welche oxidierbare Abgas-Bestandteile in den Abgasbereich der Brennkraftmaschine einbringt, die im Abgasbereich exotherm reagieren sollen, um die Abgastemperatur zu erhöhen bzw. wenigstens ein Bauteil zu erwärmen. Falls nur eine geringe Kraftstoffmenge im Rahmen der Kraftstoff-Nacheinspritzung eingespritzt werden soll, die vom Kraftstoff-Einspritzventil nicht mehr dargestellt werden kann, ist vorgesehen, dass nur bei jeder n-ten Kraftstoff-Zumessung eine Kraftstoff-Nacheinspritzung erfolgt.

15

20

In der DE 103 01 821 A1 ist ein Verfahren zur Ansteuerung eines Elektromotors mit einem impulsbreitenmodulierten Signal beschrieben, das eine vorgegebene Periodendauer und ein bestimmtes Tastverhältnis aufweist, welches die Leistung oder die Drehzahl des Motors bestimmt. Die Periodendauer des impulsbreitenmodulierten Signals wird in Abhängigkeit vom Tastverhältnis verändert. Dadurch wird sichergestellt, dass für jedes mögliche Tastverhältnis die Periodendauer derart ausgewählt wird, dass Anforderungen hinsichtlich der Verlustleistung und Anforderungen hinsichtlich der leitungsgebundenen Störungen eingehalten werden.

25

30

In der EP 840 430 A1 ist ein Servoantrieb beschrieben, der mit einem 3-phasigen impulsbreitenmodulierten Signal angesteuert wird. Vorgesehen sind Totzeiten zwischen der Einschaltzeit und der Ausschaltzeit, wobei die Totzeiten variabel sind, sodass eine Änderung der Einschaltzeit bei fest vorgegebener Periodendauer nicht in allen Betriebszuständen eine entsprechende Änderung der Ausschaltdauer zur Folge hat. Da-

durch kann ein höher aufgelöstes Tastverhältnis bei einer fest vorgegebenen Periodendauer des impulsbreitenmodulierten Signals erreicht werden.

5 In der DE 37 10 467 C1 ist ein Kraftstoff-Einspritzventil beschrieben, welches einen von einem Elektromagneten umgebenen Kern sowie einen mit dem Kern zusammenwirkenden Anker enthält, der mit einer Ventalnadel fest verbunden ist. Beim Einschalten des Elektromagneten zieht der Elektromagnet den Anker an und gibt dadurch eine Öffnung zur Dosierung des unter Druck stehenden Kraftstoffs solange frei, bis der Elektromagnet abgeschaltet wird.

10 Die DE 34 26 799 C2 beschreibt ein Verfahren zum Ermitteln des Öffnungs-Zeitpunkts eines Magnetventils, ab welchem das Magnetventil vollständig geöffnet ist. Der Öffnungs-Zeitpunkt wird anhand der Induktivitäts-Änderung ermittelt, die sich aufgrund der Anzugsbewegung der mit dem Anker des Elektromagneten fest verbundenen Ventalnadel nach dem Einschalten des Elektromagneten durch eine Änderung der geometrischen Verhältnisse ergibt.

20 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betreiben eines Dosierventils, welches ein Reagenzmittel oder eine Vorstufe des Reagenzmittels in den Abgasbereich einer Brennkraftmaschine dosiert, und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens anzugeben, die eine möglichst exakte Dosierung insbesondere bei geringen Dosiermengen bzw. Dosierraten ermöglichen.

25 **Offenbarung der Erfindung**

Die erfindungsgemäße Vorgehensweise mit den Merkmalen des unabhängigen Verfahrensanspruchs weist den Vorteil auf, dass bei jeder vorgegebenen Dosiermenge bzw. Dosierrate, die in einem sehr großen Bereich festgelegt werden kann, stets sichergestellt ist, dass ein korrekter Sprühnebel entsteht. Dadurch wird eine exakte Dosierung eines Reagenzmittels bzw. Vorstufe des Reagenzmittels sichergestellt, welches ein im Abgasbereich angeordneter Katalysator zur Konvertierung des im Abgas enthaltenen NOx entweder unmittelbar oder nach einer Konvertierung in ein für den Katalysator direkt geeignetes Reagenzmittel benötigt. Insbesondere wird durch die erfindungsgemäße Vorgehensweise ein Auskristallisieren des Reagenzmittels vermieden, welches ein

Dosierventil zusetzen kann, insbesondere, wenn es sich bei der Vorstufe des Reagenzmittels um eine Harnstoff-Wasser-Lösung handelt.

Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorgehensweise ergeben sich aus abhängigen Ansprüchen.

5

Vorteilhafte Ausgestaltungen betreffen die Berücksichtigung von Größen, in Abhängigkeit von denen die minimale Öffnungsdauer des Dosierventils festgelegt wird. Die minimale Öffnungsdauer kann in Abhängigkeit vom Druck des Reagenzmittels und/oder vom Abgasgedruck festgelegt werden. Weiterhin kann vorgesehen sein, dass die minimale Öffnungsdauer in Abhängigkeit von der Betriebsspannung des Elektromagneten des Dosierventils festgelegt wird. Darüber hinaus kann alternativ oder zusätzlich vorgesehen sein, dass die minimale Öffnungsdauer in Abhängigkeit von einem Maß für die Abgastemperatur und/oder einem Maß für den Abgas-Massenstrom und/oder einem Maß für die Betriebstemperatur des Dosierventils und/oder des Reagenzmittels festgelegt wird.

10

15

Eine andere Ausgestaltung sieht vor, dass der Zustand, bei welchem das Dosierventil vollständig geöffnet ist, anhand einer Induktivitäts-Änderung beim Öffnungsvorgang des von einem Elektromagneten betätigten Dosierventils ermittelt wird. Dadurch kann die minimale Öffnungsdauer exakt festgelegt werden. Die Induktivitäts-Änderung kann in einfacher Weise aus dem gemessenen Strom ermittelt werden, der durch den Elektromagneten fließt.

20

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens betrifft zunächst ein Steuergerät, das zur Durchführung des Verfahrens speziell hergerichtet ist.

25

Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sieht vor, dass als Dosierventil ein aus dem Stand der Technik bekanntes Benzin-Einspritzventil eingesetzt ist, welches aufgrund der Massenfertigung äußerst preiswert ist.

30

Eine andere Ausgestaltung sieht vor, dass zur Dosierung eine Harnstoff-Wasser-Lösung als Vorstufe des Reagenzmittels vorgesehen ist.

Das Steuergerät enthält vorzugsweise wenigstens einen elektrischen Speicher, in welchem die Verfahrensschritte als Computerprogramm abgelegt sind.

5 Das erfindungsgemäße Computerprogramm sieht vor, dass alle Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens ausgeführt werden, wenn es auf einem Computer abläuft.

Das erfindungsgemäße Computerprogrammprodukt mit einem auf einem maschinenlesbaren Träger gespeicherten Programmcode führt das erfindungsgemäße Verfahren aus, wenn das Programm auf einem Computer oder im Steuergerät ausgeführt wird.

10

Weitere vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorgehensweise ergeben sich aus weiteren abhängigen Ansprüchen. Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

15

Es zeigen:

Figur 1 ein technisches Umfeld, in welchem ein erfindungsgemäßes Verfahren abläuft und

20

Figur 2 eine Dosierventil- Öffnungsdauer und ein impulsbreitenmoduliertes Dosiersignal.

Figur 1 zeigt eine Brennkraftmaschine 10, in deren Ansaugbereich 11 ein Luftsensor 12 und in deren Abgasbereich 13, in welchem ein NO_x-Massenstrom ms_{NOx} , ein Abgas-Massenstrom ms_{Abg} und eine Abgastemperatur te_{Abg} auftreten, eine Dosier-
25 vorrichtung 14, ein Abgastemperatur-Sensor 15 sowie ein Katalysator 16 angeordnet sind.

25

Der Luftsensor 12 stellt einem Steuergerät 20 ein Luftsignal ms_L , die Brennkraftmaschine 10 eine Drehzahl n und der Abgas-Temperatursensor 15 eine gemessene Abgastemperatur te_{Abg_Mes} zur Verfügung. Das Steuergerät 20 stellt einer Kraftstoff-
30 Zumessvorrichtung 21 ein Kraftstoffsignal m_K zur Verfügung.

30

Der Dosiervorrichtung 14 ist ein Dosierventil 22 zugeordnet, das von einem Elektromagneten 23 betätigt wird. Das Dosierventil 22 wird mit einem vom Steuergerät 20 bereitgestelltem Dosiersignal s_{DV} beaufschlagt, welches den Elektromagneten 23 betätigt. Der durch den Elektromagneten 23 fließende Strom i wird von einem Stromsensor 24 erfasst und als gemessener Strom i_{Mes} dem Steuergerät 20 zur Verfügung gestellt. Das zu dosierende Reagenzmittel bzw. die Vorstufe des Reagenzmittels weist einen Betriebsdruck p auf.

Das Steuergerät 20 enthält eine NOx-Massenstrom-Ermittlung 30, welcher das Luftsignal ms_L sowie ein Maß Md für die Last der Brennkraftmaschine 10 zur Verfügung gestellt werden und welche einen berechneten NOx-Massenstrom ms_{NOx_Sim} bereitstellt.

Das Steuergerät 20 enthält weiterhin eine Ventalnadel-Positionsermittlung 31, welche aus dem gemessenen Strom i_{Mes} den Dosierventil-Öffnungszeitpunkt ti_{BIP} sowie den Dosierventil-Schließzeitpunkt ti_{EIP} ermittelt. Zwischen dem Dosierventil-Öffnungszeitpunkt ti_{BIP} und dem Dosierventil-Schließzeitpunkt ti_{EIP} liegt die Dosierventil-Öffnungsdauer ti_D .

Die Ventalnadel-Positionsermittlung 31 stellt einer Dosiersignal-Ermittlung 35 den Dosierventil-Öffnungszeitpunkt ti_{BIP} zur Verfügung. Der Dosiersignal-Ermittlung 35 werden weiterhin der berechnete NOx-Massenstrom ms_{NOx_Sim} , die Dosierventil-Betriebstemperatur te_{DV} , die Elektromagnet-Betriebsspannung u , die Abgastemperatur te_{Abg} sowie eine vorgegebene minimale Dosierventil-Öffnungsdauer ti_{D_min} zur Verfügung gestellt. Ermittelt wird daraus das Dosiersignal s_{DV} .

Die Dosiersignal-Ermittlung 35 stellt das Dosiersignal s_{DV} als impulsbreitenmoduliertes Signal zur Verfügung, das im Rahmen der folgenden Funktionsbeschreibung anhand von Figur 2 näher erläutert wird:

Beim Betreiben der Brennkraftmaschine 10 kann insbesondere in Abhängigkeit vom Maß Md für die Last der Brennkraftmaschine 10 ein NOx-Massenstrom ms_{NOx} im Abgasbereich 13 auftreten, der aufgrund gesetzlicher Vorschriften ein vorgegebenes Maß nicht übersteigen darf. Gleichbedeutend mit einem NOx-Massenstrom ms_{NOx} ist

das Integral des NO_x-Massenstroms ms_NO_x , welches die NO_x-Masse bezogen auf die Zeit oder insbesondere bezogen auf eine Fahrstrecke widerspiegelt, sofern die Brennkraftmaschine 10 als Antriebsmotor in einem Kraftfahrzeug eingesetzt ist.

5 Das Maß Md für die Last der Brennkraftmaschine 10 kann beispielsweise aus einer Position eines nicht näher gezeigten Fahrpedals gewonnen werden. Das Maß Md für die Last der Brennkraftmaschine 10 spiegelt sich beispielsweise auch im Kraftstoffsignal m_K wieder, welches wenigstens einen Kraftstoff-Einspritzzeitpunkt während eines Zyklus der Brennkraftmaschine 10 sowie die zuzumessende Menge der Kraftstoff-

10 Zumessvorrichtung 21 festlegt. Im gezeigten Ausführungsbeispiel wird davon ausgegangen, dass der NO_x-Massenstrom ms_NO_x von der NO_x-Massenstrom-Ermittlung 30 anhand des vom Luftsensord 12 bereitgestellten Luftsignals ms_L und dem Maß Md für die Last der Brennkraftmaschine 10 den berechneten NO_x-Massenstrom $ms_NO_x_Sim$ bereitstellt.

15 Das im Abgas enthaltene NO_x soll im Katalysator 16 soweit wie möglich konvertiert werden. Im gezeigten Ausführungsbeispiel wird davon ausgegangen, dass als Katalysator 16 ein SCR-Katalysator vorgesehen ist, der zur Durchführung der NO_x-Konvertierung das mit der Dosiervorrichtung 14 in den Abgasbereich 13 einzubringende Reagenzmittel bzw. die Vorstufe des Reagenzmittels des im SCR-Katalysator 16 effektiv wirkenden Reagenzmittels benötigt.

Im Ausführungsbeispiel wird davon ausgegangen, dass als Vorstufe des Reagenzmittels eine Harnstoff-Wasser-Lösung unmittelbar in den Abgasbereich 13 eingesprützt

25 wird, wobei dort durch Thermolyse Ammoniak gebildet wird, welches der SCR-Katalysator 16 als Reagenzmittel verwenden kann.

Das Reagenzmittel kann vom Dosierventil 22 unmittelbar in den Abgasbereich 13 gesprützt werden. In diesem Fall ist die Dosiervorrichtung 14 bis auf beispielsweise einen

30 Montageflansch identisch mit dem Dosierventil 22. Alternativ kann vorgesehen sein, dass die Dosiervorrichtung 14 ein Sprührohr enthält und dass das Dosierventil 22 nicht unmittelbar an einem Abgasrohr oder dessen Nähe angebracht ist.

Das Dosierventil 22 wird vom Elektromagneten 23 betätigt. Eine möglichst kostengünstige Realisierung des Dosierventils 22 sieht vor, dass als Dosierventil 22 ein herkömmliches Benzin-Einspritzventil herangezogen wird, das aufgrund der Massenfertigung äußerst preiswert ist.

5

Eine einfache Realisierung des Dosierventils 22 sieht vor, dass der Elektromagnet 23 im eingeschalteten Zustand einen Anker anzieht, der fest mit einer Ventalnadel verbunden ist, die im angezogenen Zustand des Ankers eine oder mehrere Öffnungen freigibt, aus welchen das unter dem Betriebsdruck p stehende Reagenzmittel abgesprüht wird.

10

Der Elektromagnet 23 wird mit dem impulsbreitenmodulierten Dosiersignal s_{DV} angesteuert, das im unteren Teil von Figur 2 näher gezeigt ist. Vorgesehen ist ein impulsbreitenmoduliertes Signal, welches zunächst vorzugsweise eine fest vorgegebene Periodendauer $t_{i_PR_con}$ aufweist, die zum ersten Zeitpunkt t_{i1} beginnt und zum fünften Zeitpunkt t_{i5} endet. Die variable Einschaltdauer $t_{i_E_var}$, die zwischen dem ersten Zeitpunkt t_{i1} und dem vierten Zeitpunkt t_{i4} liegt, bestimmt die Einschaltdauer $t_{i_E_var}$ des Elektromagneten 23. Die variable Einschaltdauer $t_{i_E_var}$ beginnt wieder zum fünften Zeitpunkt t_{i5} und endet zum neunten Zeitpunkt t_{i9} .

15

20

Zumindest während eines Teils der Einschaltdauer $t_{i_E_var}$ tritt die Öffnungsdauer t_{i_D} des Dosierventils 22 auf. In der nachfolgenden Ausschaltdauer $t_{i_A_var}$, die zwischen dem vierten Zeitpunkt t_{i4} und dem fünften Zeitpunkt t_{i5} liegt, ist der Elektromagnet 23 abgeschaltet und das Dosierventil 22 geschlossen. Die nächste Öffnungsdauer t_{i_D} tritt zum sechsten Zeitpunkt t_{i6} auf und endet zum neunten Zeitpunkt t_{i9} . Im Folgenden wird davon ausgegangen, dass der Abschaltzeitpunkt t_{i_EIP} des Elektromagneten 23 wenigstens näherungsweise mit dem Schließzeitpunkt des Dosierventils 22 zusammenfällt.

25

30

Gegenüber einer herkömmlichen Benzin-Einspritzung dosiert das vorzugsweise als Benzin-Einspritzventil realisierte Dosierventil 22 bei der vorliegenden Anwendung eine erheblich geringere Flüssigkeitsmenge bezogen auf die Zeit bzw. eine Fahrstrecke. Während bei der Benzin-Einspritzung von einer Menge von beispielsweise 5 - 15 Litern/100 km ausgegangen wird, kann bei der Reagenzmittel-Dosierung von einem Verbrauch von beispielsweise nahezu null bis 2 Litern/1000 km ausgegangen werden.

Das Tastverhältnis des impulsbreitenmodulierten Signals, welches als Einschaltdauer $t_{i_E_var}$ /Ausschaltdauer $t_{i_A_var}$ definiert werden kann, variiert daher in einem entsprechend großen Bereich.

5 Anhand von Versuchen wurde festgestellt, dass unterhalb einer bestimmten Öffnungsdauer t_{i_D} des Dosierventils 22 das Reagenzmittel, beispielsweise die Vorstufe Harnstoff-Wasser-Lösung, nicht mehr als Sprühnebel abgesprüht wird. Stattdessen entstehen Tröpfchen, die teilweise am Dosierventil 22 verbleiben oder als ein unvollständiger Sprühnebel oder insbesondere Tröpfchen in den Abgasbereich 13 gelangen.

10 Durch die Tröpfchenbildung tritt einerseits ein Verlust von Reagenzmittel auf und andererseits wurde festgestellt, dass beispielsweise eine Harnstoff-Wasser-Lösung auskristallisiert. Die Kristallisation beeinflusst die geometrischen Verhältnisse am Dosierventil 22 und kann die Fähigkeit zur Ausbildung eines Sprühnebels verschlechtern. Im Extremfall kann die Kristallisation zu einem Zusetzen des Dosierventils 22 führen.

15 Anhand von Versuchen wurde festgestellt, dass mit einer Begrenzung der Öffnungsdauer t_{i_D} des Dosierventils 22 auf die minimale Öffnungsdauer $t_{i_D_min}$ dafür gesorgt werden kann, dass bei jedem Dosiervorgang während der Öffnungsdauer t_{i_D} ein korrekter Sprühnebel ausgebildet wird. Hierbei ist die minimale Öffnungsdauer $t_{i_D_min}$ experimentell, vorzugsweise in Abhängigkeit vom Ventiltyp und/oder in Abhängigkeit von den Bedingungen im Abgasbereich 13 zu ermitteln. Die vorzugebende minimale Öffnungsdauer $t_{i_D_min}$ ist im allgemeinen länger als die technisch bedingte minimale Öffnungsdauer des Dosierventils 22. Die minimale Öffnungsdauer $t_{i_D_min}$ wird beispielsweise auf 5 Millisekunden festgelegt, während die technische bedingte minimale Öffnungsdauer eines Kraftstoff-Einspritzventils, beispielsweise eines gängigen Benzin-Einspritzventils, bei beispielsweise 1 Millisekunde liegen kann.

20 Gemäß einer einfachen Ausführung wird die minimale vorzugebende Öffnungsdauer $t_{i_D_min}$ gleich der minimalen Einschaltdauer $t_{i_D_min}$ des Elektromagneten 23 festgelegt. Zwischen dem Beginn der Einschaltdauer $t_{i_E_var}$ des Elektromagneten 23 zum ersten Zeitpunkt t_{i1} und dem vollständigen Öffnen des Dosierventils 22 zum zweiten Zeitpunkt t_{i2} liegt die Dosierventil-Ansprechzeit t_{i_Ans} . Da die Ansprechzeit t_{i_Ans} bei der minimalen vorgegebenen Öffnungsdauer $t_{i_D_min}$ bereits einen merklichen An-

teil an der Öffnungsdauer t_{i_D} haben kann, wird die Dosierventil-Ansprechzeit t_{i_Ans} vorzugsweise berücksichtigt. Die Vorgehensweise zur Ermittlung der Ansprechzeit t_{i_Ans} ist aus dem eingangs genannten Stand der Technik gemäß DE 34 26 799 C2 ersichtlich. Die vorgegebene minimale Öffnungsdauer $t_{i_D_min}$ wird in diesem Fall ab dem zweiten Zeitpunkt t_{i2} gezählt und endet zum dritten Zeitpunkt t_{i3} . Die nächste vorgegebene minimale Öffnungsdauer $t_{i_D_min}$ beginnt zum achten Zeitpunkt t_{i8} und endet zum zehnten Zeitpunkt t_{i10} .

Durch die Vorgabe der minimalen Öffnungsdauer $t_{i_D_min}$ kann bei einem sehr kleinen Tastverhältnis, beispielsweise unterhalb von 5 Prozent, die konstante Periodendauer $t_{i_PR_con}$ nicht länger aufrechterhalten werden. Um das Tastverhältnis auf kleine Werte einstellen zu können, ist deshalb vorgesehen, die Periodendauer des impulsbreitenmodulierten Signals als variable Periodendauer $t_{i_PR_var}$ auszugestalten. Hierbei tritt dann die variable Ausschaltdauer $t_{i_A_var}$ auf, die zum ersten Zeitpunkt t_{i1} beginnt und zum siebten Zeitpunkt t_{i7} endet.

Anhand von Versuchen wurde festgestellt, dass die Ausbildung des Sprühnebels vom Betriebsdruck p des Reagenzmittels abhängt. Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung ist deshalb vorgesehen, die minimale Öffnungsdauer $t_{i_D_min}$ in Abhängigkeit vom Betriebsdruck p des Reagenzmittels festzulegen.

Die Betriebsspannung u , mit welcher der Elektromagnet 23 des Dosierventils 22 betrieben wird, hat im Zusammenhang mit dem Innenwiderstand des Elektromagneten 23 einen Einfluss auf die Ansprechzeit t_{i_Ans} . Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung ist deshalb vorgesehen, die Betriebsspannung u bei der Festlegung der minimalen Öffnungsdauer $t_{i_D_min}$ zu berücksichtigen.

Weiterhin wurde anhand von Versuchen festgestellt, dass die Ausbildung des Sprühnebels vom Abgas-Massenstrom m_{s_Abg} , von der Abgastemperatur t_{e_Abg} , vom Abgasgedruck und von der Betriebstemperatur des Dosierventils 22 abhängt.

Vorteilhafter Weise werden deshalb bei der Festlegung der minimalen Öffnungsdauer $t_{i_D_min}$ der Abgas-Massenstrom m_{s_Abg} und/oder die Abgastemperatur t_{e_Abg} und/oder die Dosierventil-Betriebstemperatur t_{e_DV} berücksichtigt.

Der Abgas-Massenstrom ms_Abg kann von einer nicht näher gezeigten Abgas-Massenstrom-Ermittlung anhand zumindest des Luftsignals ms_L und gegebenenfalls der Drehzahl n und gegebenenfalls dem Maß Md für die Last berechnet werden. Die Abgastemperatur te_Abg kann ebenfalls aus dem Luftsignal ms_L und dem Maß Md für die Last der Brennkraftmaschine 10 wenigstens näherungsweise berechnet werden. Im gezeigten Ausführungsbeispiel stellt der Abgas-Temperatursensor 15 die gemessene Abgastemperatur te_Abg_Mes bereit. Die Betriebstemperatur des Dosierventils 22 kann beispielsweise aus dem Innenwiderstand des Elektromagneten 23 wenigstens näherungsweise berechnet werden.

Mit diesen Maßnahmen ist es daher möglich, die unterschiedlichsten Einflüsse auf die Dosierventil-Ansprechzeit ti_Ans zu berücksichtigen, um die minimale Öffnungsdauer ti_D_min möglichst korrekt vorgeben zu können.

5 **Ansprüche**

- 10 1. Verfahren zum Betreiben eines Dosierventils (22), das als Magnetventil realisiert ist, welches von einem Elektromagneten (23) betätigt wird, welcher mit einem mit einer Ventalnadel fest verbundenen Anker zusammenwirkt, welcher weiterhin mit einem impulsbreitenmodulierten Dosiersignal (s_{DV}) beaufschlagt wird, das die Dosierung eines in den Abgasbereich (13) einer Brennkraftmaschine (10) zu dosierenden Reagenzmittels oder einer Vorstufe eines Reagenzmittels festlegt, dadurch gekennzeichnet, dass die Öffnungsdauer (t_{iD}) des Dosierventils (22) auf eine minimale Öffnungsdauer (t_{iD_min}) begrenzt wird, bei welcher das Dosierventil (22) vollständig geöffnet ist, die derart festgelegt ist, dass bei der Dosierung ein Sprühnebel entsteht.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die minimale Öffnungsdauer (t_{iD_min}) in Abhängigkeit vom Betriebsdruck (p) des Reagenzmittels festgelegt wird.
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die minimale Öffnungsdauer (t_{iD_min}) in Abhängigkeit von der Betriebsspannung (u) des Elektromagneten (23) festgelegt wird.
- 25 4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die minimale Öffnungsdauer (t_{iD_min}) in Abhängigkeit von einem Maß für die Abgastemperatur (te_{Abg}) und/oder einem Maß für den Abgas-Massenstrom (ms_{Abg}) und/oder einem Maß für den Abgasgedruck und/oder einem Maß für die Betriebstemperatur (te_{DV}) des Dosierventils (22) und/oder des Reagenzmittels festgelegt wird.
- 30 5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Beginn der Öffnungsdauer (t_{iD}) zu einem bestimmten Zeitpunkt (t_{i2} , t_{i6} , t_{i8}) anhand einer Induktivitäts-Änderung des Elektromagneten (22) ermittelt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Induktivitäts-
Änderung durch eine Bewertung des durch den Elektromagneten (22) fließenden
Stroms (i) ermittelt wird.
- 5 7. Vorrichtung zum Betreiben eines Dosierventils (22), dadurch gekennzeichnet, dass
zumindest ein zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6
hergerichtetes Steuergerät (20) vorgesehen ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Dosierventil (22)
ein Kraftstoff-Einspritzventil ist.
- 10 9. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass als Vorstufe eines
Reagenzmittels eine Harnstoff-Wasser-Lösung vorgesehen ist.
10. Computerprogramm, das alle Schritte eines Verfahrens nach einem der Ansprüche
1 bis 6 ausführt, wenn es auf einem Computer abläuft.
- 15 11. Computerprogrammprodukt mit einem auf einem maschinenlesbaren Träger ge-
speicherten Programmcode zur Durchführung des Verfahrens nach einem der An-
sprüche 1 bis 6, wenn das Programm auf einem Computer oder im Steuergerät
(20) ausgeführt wird.

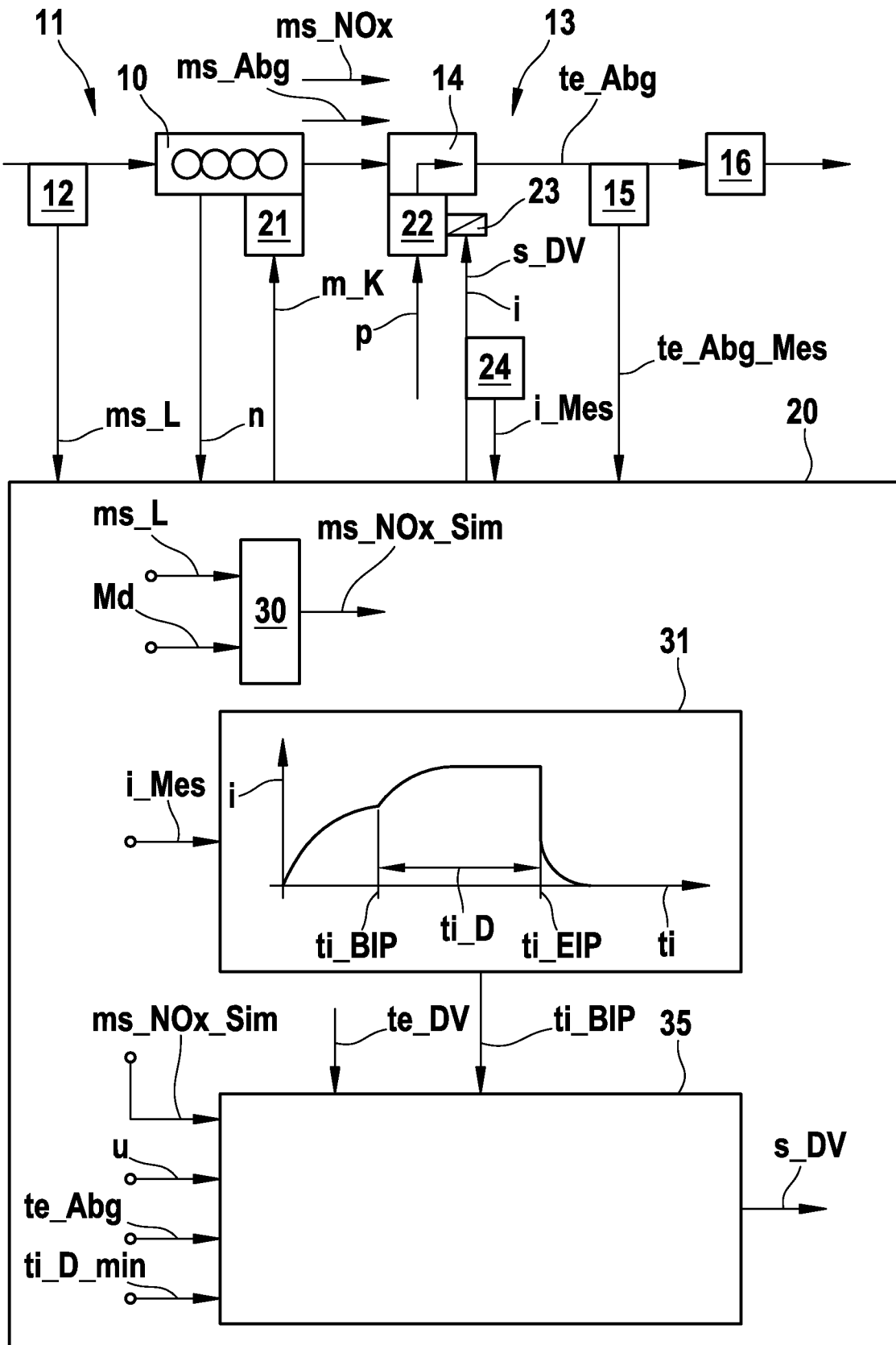


Fig. 1

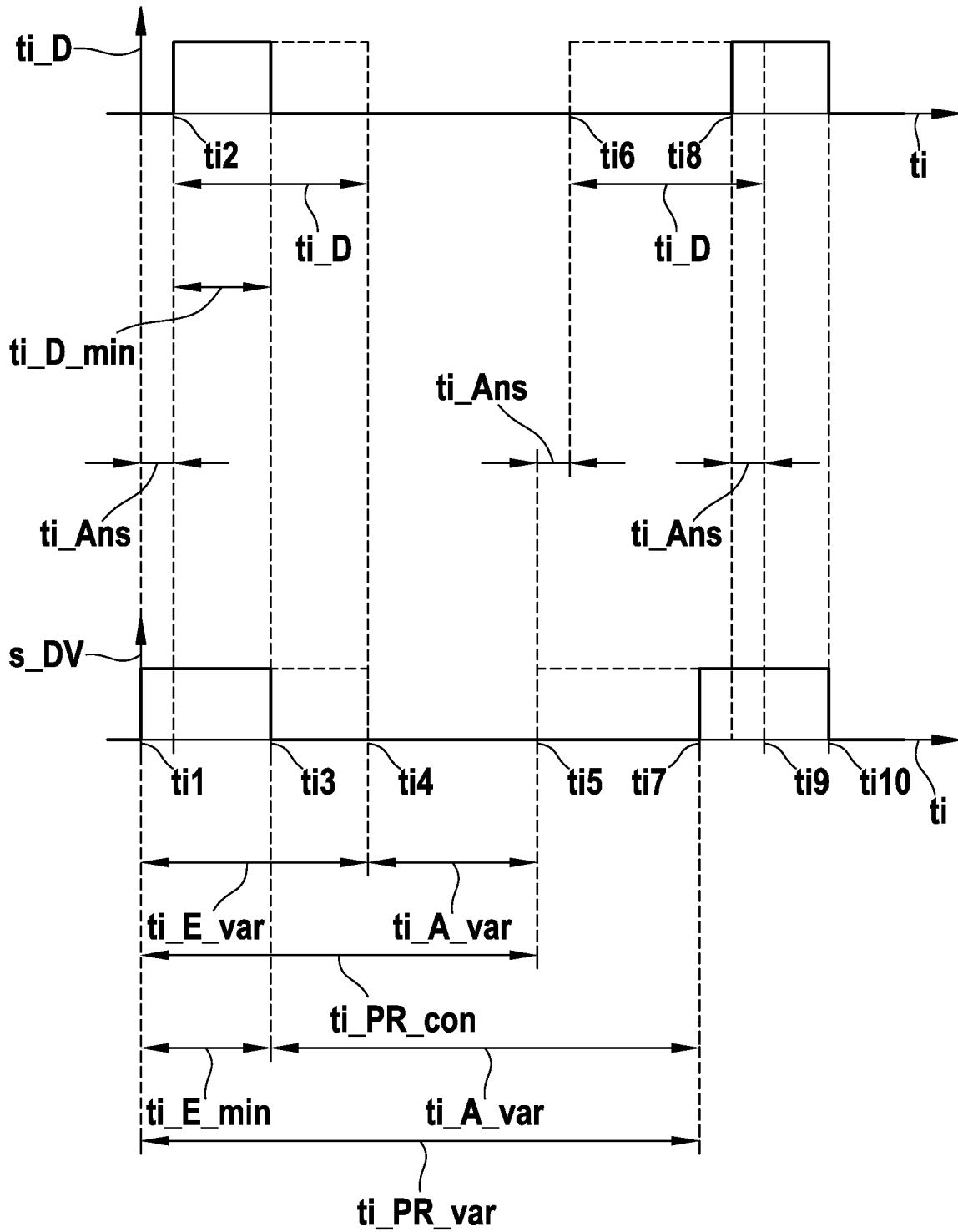


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2007/059553

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. F01N3/20 F01N9/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F01N		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 291 498 A (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 12 March 2003 (2003-03-12) paragraph [0011] paragraph [0022] paragraph [0047] - paragraph [0048]; claims 1-6; figures	1-4,7-11
Y	-----	5,6
X	EP 1 672 191 A (NISSAN DIESEL MOTOR CO [JP]) 21 June 2006 (2006-06-21) abstract paragraph [0036] - paragraph [0039]; figures	1,7,9-11
X	DE 199 03 439 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 3 August 2000 (2000-08-03) cited in the application column 4, line 28 - line 53	1,7,10, 11
	----- -/--	
<input checked="" type="checkbox"/>	Further documents are listed in the continuation of Box C.	<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.
* Special categories of cited documents :		
<p>*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>*E* earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>*L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>*O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>*P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>		<p>*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>*X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>*Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>*Z* document member of the same patent family</p>
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report	
11 Januar 2008	22/01/2008	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Torle, Erik	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2007/059553

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 34 26 799 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 23 January 1986 (1986-01-23) cited in the application abstract -----	5,6
A	DE 10 2005 022562 A1 (DENSO CORP [JP]) 8 December 2005 (2005-12-08) paragraph [0013] - paragraph [0014]; figures -----	1,7,8
A	EP 0 849 443 A (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 24 June 1998 (1998-06-24) abstract -----	8,9
A	US 2005/235632 A1 (TARABULSKI THEODORE J [US] ET AL) 27 October 2005 (2005-10-27) paragraph [0013] paragraph [0046] paragraph [0049] -----	1,7,10, 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2007/059553

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
EP 1291498	A	12-03-2003	JP 2003083053 A KR 20030022687 A	19-03-2003 17-03-2003
EP 1672191	A	21-06-2006	WO 2005033482 A1 US 2007163232 A1	14-04-2005 19-07-2007
DE 19903439	A1	03-08-2000	EP 1024254 A2 JP 2000220438 A	02-08-2000 08-08-2000
DE 3426799	A1	23-01-1986	GB 2161959 A JP 61031643 A US 4653447 A	22-01-1986 14-02-1986 31-03-1987
DE 102005022562	A1	08-12-2005	CN 1699740 A JP 2005325800 A	23-11-2005 24-11-2005
EP 0849443	A	24-06-1998	DE 19653405 A1	02-07-1998
US 2005235632	A1	27-10-2005	CA 2563764 A1 EP 1751407 A2 US 2007138322 A1 WO 2005104723 A2	10-11-2005 14-02-2007 21-06-2007 10-11-2005

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2007/059553

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F01N3/20 F01N9/00		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RESEARCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F01N		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 291 498 A (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 12. März 2003 (2003-03-12) Absatz [0011] Absatz [0022] Absatz [0047] - Absatz [0048]; Ansprüche 1-6; Abbildungen	1-4,7-11
Y	-----	5,6
X	EP 1 672 191 A (NISSAN DIESEL MOTOR CO [JP]) 21. Juni 2006 (2006-06-21) Zusammenfassung Absatz [0036] - Absatz [0039]; Abbildungen	1,7,9-11
X	DE 199 03 439 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 3. August 2000 (2000-08-03) in der Anmeldung erwähnt Spalte 4, Zeile 28 - Zeile 53 ----- -/--	1,7,10, 11
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 11. Januar 2008		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 22/01/2008
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Torle, Erik

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2007/059553

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 34 26 799 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 23. Januar 1986 (1986-01-23) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung -----	5,6
A	DE 10 2005 022562 A1 (DENSO CORP [JP]) 8. Dezember 2005 (2005-12-08) Absatz [0013] - Absatz [0014]; Abbildungen -----	1,7,8
A	EP 0 849 443 A (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 24. Juni 1998 (1998-06-24) Zusammenfassung -----	8,9
A	US 2005/235632 A1 (TARABULSKI THEODORE J [US] ET AL) 27. Oktober 2005 (2005-10-27) Absatz [0013] Absatz [0046] Absatz [0049] -----	1,7,10, 11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2007/059553

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1291498 A	12-03-2003	JP 2003083053 A KR 20030022687 A	19-03-2003 17-03-2003
EP 1672191 A	21-06-2006	WO 2005033482 A1 US 2007163232 A1	14-04-2005 19-07-2007
DE 19903439 A1	03-08-2000	EP 1024254 A2 JP 2000220438 A	02-08-2000 08-08-2000
DE 3426799 A1	23-01-1986	GB 2161959 A JP 61031643 A US 4653447 A	22-01-1986 14-02-1986 31-03-1987
DE 102005022562 A1	08-12-2005	CN 1699740 A JP 2005325800 A	23-11-2005 24-11-2005
EP 0849443 A	24-06-1998	DE 19653405 A1	02-07-1998
US 2005235632 A1	27-10-2005	CA 2563764 A1 EP 1751407 A2 US 2007138322 A1 WO 2005104723 A2	10-11-2005 14-02-2007 21-06-2007 10-11-2005