(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 1 087 121 B1

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
10.11.2004 Patentblatt 2004/46

(51) Int Cl.[7]: **F02D 41/38**, F02D 41/36, F02D 17/00, F02D 41/12

(21) Anmeldenummer: **00119237.6**

(22) Anmeldetag: **06.09.2000**

(54) **Verfahren zur Steuerung der Kraftstoffeinspritzung bei einer direkt einspritzenden Dieselbrennkraftmaschine**

Fuel injection control method for direct injection diesel engine

Méthode de commande d'injection dans un moteur diesel à injection directe

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(30) Priorität: **22.09.1999 DE 19945375**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.03.2001 Patentblatt 2001/13

(73) Patentinhaber: **ADAM OPEL AG**
65423 Rüsselsheim (DE)

(72) Erfinder: **Braun, Axel, Dipl.-Ing. (TH)**
66679 Losheim/Bachem (DE)

(74) Vertreter: **Daniel, Ulrich W.P. et al**
Adam Opel AG
Patentwesen 80-34
65423 Rüsselsheim (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 764 777
DE-A- 4 126 204
DE-A- 4 243 541
FR-A- 2 762 358
US-A- 5 954 032

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 087 121 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung der Kraftstoffeinspritzung bei einer schnell laufenden direkt einspritzenden Dieselbrennkraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

[0002] Ein solches Verfahren ist mit DE 41 26 204 A1 beschrieben. Dieses bekannte Verfahren hat zum Ziel, das Fahrverhalten der Brennkraftmaschine dann zu verbessern, wenn die Kraftstoffzufuhr zumindestens zu einem von mehreren Zylindern unterdrückt wird. Eine solche Unterdrückung der Kraftstoffzufuhr wird nach DE 35 36 207 C2 zu dem Zweck vorgeschlagen, um die in die verbleibenden Verbrennungsräume einzuspritzende Kraftstoffmenge nicht zu klein werden zu lassen, da deren Zumessung mit kleiner werdender Menge zunehmend schwierig wird.

[0003] Bei einer Dieselbrennkraftmaschine, deren Einspritzpumpe nockengetrieben ist, wobei die Nocken wiederum direkt von der Brennkraftmaschine angetrieben werden, steigt der Einspritzdruck bei einem gegebenen konkreten Querschnitt der Einspritzdüse nur über die Last, das heißt über die zugemessene Kraftstoffeinspritzmenge und über die Drehzahl, das heißt über die Zeit, die zur Einspritzung zur Verfügung steht, an. Um auch bei kleiner Last, das heißt einer kleinen Einspritzmenge, und bei niedriger Drehzahl, das heißt bei einer relativ langen Einspritzdauer, einen ausreichend hohen Einspritzdruck erreichen zu können, wird der Querschnitt der Einspritzdüse möglichst klein ausgelegt. Einer solchen bekannten Vorgehensweise sind jedoch Grenzen gesetzt, da die minimale Einspritzdüsengröße durch die maximal mögliche Spritzdauer für die angestrebten maximalen Leistungswerte der Brennkraftmaschine begrenzt ist. Die Auslegung der Einspritzdüsengröße erfolgt bei nockengetriebener Einspritzung daher als Kompromiss zwischen Leistung und Emission, wobei für keine der beiden Zielwerte ein Optimum zu realisieren ist.

[0004] Dieser Nachteil ist zwar bei den bekannten Common-Rail-Einspritzsystemen vermeidbar, jedoch ist der Wirkungsgrad der Common-Rail-Einspritzung per se einer Verteilereinspritzpumpe unterlegen, da deren Pumpe ständig gegen den relativ hohen Druck im System arbeiten muss.

[0005] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Steuerung der Kraftstoffeinspritzung bei mehrzylindrigen schnell laufenden direkt einspritzenden Dieselbrennkraftmaschinen mit von Magnetventilen zylinderselektiv gesteuerten Nocken getriebenen Einspritzpumpen, wie z. B. einer Verteilereinspritzpumpe, zu schaffen, bei der ein Abfall des Kraftstoffeinspritzdruckes unter einen vorgegebenen tolerierbaren Wert auch bei geringer Drehzahl und Last vermieden wird und so auch in diesem Betriebsbereich durch gute Kraftstoffaufbereitung im Verbrennungsraum ein guter Wirkungsgrad und günstige Abgaswerte erzielt werden.

[0006] Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den Merkmalen des Anspruches 1. Die Unteransprüche haben vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung zum Gegenstand.

[0007] Gemäß der Erfindung wird bei Erkennen eines Kraftstoffeinspritzdruckes unterhalb einer vorgegebenen Schwelle infolge geringer werdender Drehzahl und/oder Last der Brennkraftmaschine die Ansteuerzeit des Einspritzventils zumindest eines Zylinders auf Null gesetzt. Gleichzeitig wird in an sich bekannter Weise die Ansteuerzeit der anderen Einspritzventile so angehoben, dass deren Kraftstoffeinspritzmenge um ein Maß anwächst, welches ein gleichbleibendes Drehmoment der Brennkraftmaschine sichert. Diese an den arbeitenden Zylindern einzuspritzende Kraftstoffeinspritzmenge ist nun ausreichend, einen für die Kraftstoffaufbereitung im Verbrennungsraum ausreichend hohen Einspritzdruck aufzubauen.

[0008] Somit kann bei Teillast der Brennkraftmaschine die Einspritzmasse pro arbeitenden Zylinder angehoben werden, womit sich nicht nur der Einspritzdruck gravierend erhöht, sondern auch der innere Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine in diesem Betriebsbereich verbessert wird.

[0009] Durch den erhöhten Einspritzdruck und der damit verbundenen Verkürzung des Zündverzuges wird die Abgasemission deutlich verbessert. Die Einspritzdüsengröße kann nahezu optimal ausgewählt werden, wobei der Kompromiss zwischen optimaler Leistung und geringer Emission entschärft ist.

[0010] Die Erfindung ist relativ einfach allein durch Veränderung der Software der Motorsteuerung realisierbar. Durch die Erfassung von Motordrehzahl bzw. Einspritzpumpendrehzahl, Kraftstofftemperatur, Kühlmitteltemperatur bzw. Öltemperatur und Luftmasse sowie über die Stellung des Fahrpedals (z. B. bei einem Kraftfahrzeugantrieb), aktuellem Motormoment und Fahrdynamik (das heißt Pedalweg in Abhängigkeit von der Zeit) können insbesondere bei gering dynamischen bzw. bei stationären Betriebszuständen der Brennkraftmaschine kennfeldabhängig die Anzahl der erforderlichen Einspritzungen pro Zylinder appliziert werden.

[0011] Die möglichen Applizierungsarten für Motoren mit vier oder mehr Zylindern auch hinsichtlich einer gleichmäßigen Auslastung aller Zylinder geht aus dem angeführten Stand der Technik hervor.

[0012] Zur Aufrechterhaltung des aktuellen Motor-Last-Drehzahlzustandes wird die durch das Aussetzen einer Einspritzung benötigte erhöhte Einspritzmasse der darauffolgenden Einspritzung mittels Kennfeldern appliziert, auf welche die Motorsteuerung zurückgreift.

[0013] Es hat sich herausgestellt, dass bei Erreichen eines Kraftstoff-Einspritzdruckes von 500 bar an den arbeitenden Zylindern eine Zylinderabschaltung und damit ein Anheben des Einspritzdruckes für die weiterhin arbeitenden Zylinder vorteilhaft ist.

[0014] Es entspricht der Erfindung, wenn zur Minimierung der Ladungswechselverluste die Ein- und Aus-

lassventile der nicht eingespritzten Zylinder im Zünd-OT durch die elektronische Motorsteuerung abgeschaltet werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung der Kraftstoffeinspritzung bei einer mehrzylindrigen schnell laufenden direkt einspritzenden Dieselbrennkraftmaschine mit zumindest einer von Magnetventilen zylinderselektiv gesteuerten Nocken getriebenen Einspritzpumpe, bei der die Ansteuerzeit des jeweiligen Magnetventils die Kraftstoffzumessung bestimmt, wobei eine Abschaltung wenigstens eines Zylinders derart erfolgt, dass die entsprechende Ansteuerzeit bei einer vorgegebenen Schwelle auf Null gesetzt wird, und dass nach Nullsetzen der Ansteuerzeit für wenigstens einen Zylinder die Ansteuerzeit für die übrigen Zylinder derart erhöht wird, dass das von der Dieselbrennkraftmaschine abgegebenen Drehmoment konstant bleibt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vorgegebene Schwelle bestimmt wird von einem mit der aktuellen Kraftstoffeinspritzmenge pro Zylinder noch erzielbaren zulässigen minimalen Kraftstoffeinspritzdruck.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der noch erzielbare zulässige minimale Kraftstoffeinspritzdruck bestimmt wird durch Drehzahl und Last der Dieselbrennkraftmaschine und die sich dabei einstellende Abgas-Emission, wobei mit zurückgehender Drehzahl und/oder Last und der dabei zurückgehenden Kraftstoffeinspritzmenge und des dadurch gleichzeitig zurückgehenden Einspritzdruckes sowie der damit verbundenen unvollkommenen Kraftstoffaufbereitung im Brennraum und der sich damit einstellenden verschlechternden Abgasemission die Abschaltung zumindest eines Zylinders ausgelöst wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Zylinderabschaltung vor Absinken des Kraftstoffeinspritzdruckes an den arbeitenden Zylindern unter einen zulässigen Wert von 500 bar erfolgt.

Claims

1. Method for the control of fuel injection in a multicylinder, high-speed, direct-injection diesel internal combustion engine with at least one injection pump driven by cams controlled by solenoid valves so as to select cylinders, in which the trigger time of the respective solenoid valve determines the apportionment of fuel, wherein shut-off of at least one cylinder takes place in such a way that the corresponding trigger time at a predetermined threshold is set to zero, and that after setting the trigger time for at least one cylinder to zero the trigger time for the other cylinders is increased in such a way that the torque delivered by the diesel internal combustion engine remains constant, **characterised in that** the predetermined threshold is determined by a minimum permitted fuel injection pressure still obtainable with the current fuel injection quantity per cylinder.

2. Method according to claim 1, **characterised in that** the minimum permitted fuel injection pressure still obtainable is determined by the speed and load of the diesel engine and the exhaust emission occurring in the process, wherein with decreasing speed and/or load and the fuel injection quantity decreasing in the process and the injection pressure decreasing at the same time as a result as well as the associated incomplete fuel processing in the combustion chamber and the deteriorating exhaust emission occurring with it, shut-off of at least one cylinder is triggered.

3. Method according to claims 1 and 2, **characterised in that** shut-off of cylinders takes place before the fuel injection pressure at the working cylinders drops below a permitted value of 500 bars.

Revendications

1. Procédé de commande d'injection de carburant dans un moteur Diesel à combustion interne à injection directe, à plusieurs cylindres, à vitesse de rotation élevée avec au moins une pompe d'injection entraînée par des cames commandées par des électrovalves de manière sélective par cylindre, où la durée de commande de l'électrovalve respective détermine le dosage du carburant, un arrêt de l'injection dans au moins un cylindre étant effectué de telle sorte, que la durée de commande correspondante soit mise à zéro pour une valeur de seuil prédéterminée, et qu'après la mise à zéro de la durée de commande pour au moins un cylindre, la durée de commande pour les autres cylindres soit augmentée de telle sorte, que le couple de rotation fourni par le moteur Diesel à combustion interne reste constant, **caractérisé en ce que** la valeur de seuil prédéterminée est définie par une pression d'injection de carburant minimale admissible pouvant encore être atteinte avec la quantité actuelle de carburant injectée par cylindre.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la pression d'injection de carburant minimale admissible pouvant encore être atteinte est déterminée par la vitesse de rotation et la charge du

moteur Diesel à combustion interne et par l'émission de gaz d'échappement en résultant, l'arrêt de l'injection dans au moins un cylindre étant déclenché par la réduction de la vitesse de rotation et/ou de la charge et de la quantité de carburant injecté par cycle alors moins importante et par la pression d'injection se réduisant donc simultanément en conséquence ainsi que par la préparation imparfaite du carburant dans la chambre de combustion qui s'ensuit et par l'émission de gaz d'échappement dégradée qui s'établit ainsi.

3. Procédé selon la revendication 1 et 2, **caractérisé en ce que** l'arrêt de l'injection dans un cylindre est effectué avant la baisse de la pression d'injection de carburant au niveau des cylindres en fonctionnement en dessous d'une valeur admissible de 500 bars.