



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 03 627 T2 2004.06.09**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 126 148 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 03 627.8**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 100 056.1**

(96) Europäischer Anmeldetag: **05.01.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **22.08.2001**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **02.07.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **09.06.2004**

(51) Int Cl.7: **F02D 13/02**

**F02D 41/02, F01L 9/04**

(73) Patentinhaber:

**Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:

**Bolz, Martin-Peter, 77815 Bühl, DE; Sieber, Udo,  
74321 Bietigheim, DE**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Regelung der Wärmeverluste eines katalytischen Konverters während Schubetrieb**

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).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

## Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung der Wärmeverluste eines Katalysators bei Schubabschaltung in einer Brennkraftmaschine mit vollvariabler Ventilsteuerung.

[0002] Schubabschaltung ist ein bekannter Prozess, der in einigen Kraftfahrzeugen verwendet wird und bei dem im Schubbetrieb eines Kraftfahrzeugs (das heißt Rollen aufgrund seines Eigenimpulses, wobei das Gaspedal nicht niedergedrückt ist) Kraftstoff nicht länger in den Motor eingespritzt wird. Obgleich sich der Motor weiter dreht und die Kolben weiter pumpen, wird somit kein Kraftstoff eingespritzt oder durch den Motor verbrannt.

[0003] Da sich der Motor bei Schubabschaltung noch dreht, wird durch Pumpen der Kolben Frischluft in die Motorzylinder gesaugt und durch das Abgasystem wieder herausgedrückt. Somit bewirkt die Pumpfunktion des Motors, dass Frischluft kontinuierlich durch den Katalysator hindurchgeleitet wird. Dadurch wird der Katalysator abgekühlt, wodurch seine Wirksamkeit vermindert wird.

[0004] Bei herkömmlichen drosselklappengesteuerten Motoren mit Fremdzündung lassen sich die unerwünschten Kühlwirkungen des Katalysators auf ein Minimum reduzieren, indem die Drosselklappe während der Schubabschaltung geschlossen und dadurch verhindert wird, dass Frischluft in den Motor gesaugt wird.

[0005] Mit einer vollvariablen Ventilhubsteuerung ausgestattete Motoren enthalten in der Regel jedoch keine Drosselklappe. Stattdessen wird der Ventilhub der Einlassventile unter Verwendung geeigneter Ventilstellglieder, zum Beispiel hydraulischer Stellglieder, elektromagnetischer Stellglieder oder mechanisch verstellbarer Ventilstellglieder, wie zum Beispiel einer verstellbaren Nockenwelle, stufenlos vom Nullhub (kein Ansaugen) zum zulässigen Maximalhub verstellbar. Deshalb ist es nicht möglich, bei Schubabschaltung durch Schließen der Drosselklappe Wärmeverluste eines Katalysators zu regeln.

### Kurze Darstellung der Erfindung

[0006] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung der Wärmeverluste eines Katalysators bei Schubabschaltung in einer Brennkraftmaschine mit einem Ventil und einem Ventilstellglied, das einen verstellbaren Hubsollwert aufweist, und einem Katalysator, dadurch gekennzeichnet, dass der Hubsollwert als eine Funktion der Temperatur des Katalysators festgelegt ist.

[0007] Bei einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist der Hubsollwert so festgelegt, dass er gleich, oder kleiner, einem ersten vorbestimmten Sollwert ist, wenn die Temperatur des Katalysators unter einer ersten vorbestimmten Temperatur liegt. Bei einem anderen Ausführungsbeispiel ist der Hubsollwert so festgelegt, dass er gleich, oder

größer, einem zweiten vorbestimmten Sollwert ist, wenn die Temperatur des Katalysators höher als eine zweite vorbestimmte Temperatur ist. Bei einer Ausführungsform der Erfindung kann der Hubsollwert so festgelegt sein, dass er gleich dem ersten vorbestimmten Sollwert ist, wenn die Temperatur des Katalysators niedriger als eine erste vorbestimmte Temperatur ist, und der Hubsollwert so festgelegt sein, dass er gleich einem zweiten vorbestimmten Hubsollwert ist, wenn die Temperatur des Katalysators höher als eine zweite vorbestimmte Temperatur ist. Der erste vorbestimmte Sollwert kann zum Beispiel Null sein, was einem geschlossenen Ventil entspricht. Der zweite vorbestimmte Sollwert kann zum Beispiel einem vollen Ventilhub entsprechen.

[0008] Die erste vorbestimmte Temperatur kann als eine Funktion einer Katalysatormindestbetriebstemperatur festgelegt sein. Die zweite vorbestimmte Temperatur kann als eine Funktion einer zulässigen Katalysatormaximalbetriebstemperatur festgelegt sein. Um ein schnelles Schalten der Hubsollwerte zwischen den zwei vorbestimmten Hubsollwerten zu verhindern, ist die zweite vorbestimmte Temperatur größer als die erste vorbestimmte Temperatur. Die Temperatur des Katalysators kann berechnet werden, indem zum Beispiel ein Katalysatortemperaturmodell verwendet wird. Die vorliegende Erfindung kann funktionieren, indem der Hubsollwert eines Einlassventils festgelegt wird, sie könnte aber auch funktionieren, indem der Ventilhub Sollwert eines Auslassventils der Brennkraftmaschine festgelegt wird.

### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0009] **Fig. 1** ist ein Blockdiagramm, in dem Komponenten eines Ausführungsbeispiels und ihre Funktionen dargestellt werden.

[0010] **Fig. 2** ist ein Flussdiagramm, in dem eine durch die Ventilhubsteuereinheit nach **Fig. 1** durchgeführte Routine dargestellt wird.

[0011] **Fig. 3** ist ein Diagramm, in dem die Beziehung zwischen Ventilhub Sollwerten und der Temperatur des Katalysators dargestellt wird.

### Ausführliche Beschreibung

[0012] Die Erfindung wird unten unter Bezugnahme auf mehrere Ausführungsbeispiele dargestellt.

[0013] **Fig. 1** zeigt einen Katalysator **1**, der an einen Temperatursensor **1a** zur Messung seiner Temperatur gekoppelt ist, wobei dieser wiederum an eine Ventilhubsteuereinheit **2** gekoppelt ist, die einen Mikroprozessor enthält. Darüber hinaus ist ein Gaspedal **3** an einen Gaspedalpositionssensor **3a** zur Messung seiner Position oder seines Winkels gekoppelt, der wiederum an die Ventilhubsteuereinheit **2** gekoppelt ist. Die Ventilhubsteuereinheit **2** ist an ein Ventilstellglied **5a** gekoppelt, wobei ein Schubabschaltungsschalter **4** dazwischen gekoppelt ist. Ein Ventilstellglied ist ein bekanntes Produkt, das zum Bei-

spiel in dem BMW-WT-System, dem Delphi-WA-System und dem Meta-WL-System verwendet wird.

[0014] Wie in **Fig. 1** dargestellt, steuert eine Ventilhubsteuereinheit **2** das Ventil **5**, indem sie ein einen Ventilhub Sollwert  $P_{Hub}$  anzeigendes Signal an das Ventilhubstellglied **5a** sendet. Das Ventilhubstellglied **5a** betätigt wiederum das Ventil **5** derart, dass sein Maximalhub dem aktuellen Ventilhub Sollwert  $P_{Hub}$  entspricht. Bei Normalbetrieb, das heißt, wenn Schubabschaltung nicht in Betrieb ist, ist der Schubabschaltungsschalter **4** in die AUS-Stellung geschaltet. In dieser Betriebsart berechnet die Ventilhubsteuereinheit **2** den Hubsollwert  $P_{Hub}$  auf Grundlage eines Signals, das sie von dem Gaspedalpositionssensor **3a** erhält. Der Gaspedalpositionssensor **3a** misst kontinuierlich die Position (oder den Winkel) des Gaspedals **3** und sendet ein die Position (oder den Winkel) anzeigendes Signal  $\alpha$ . Wie unten ausführlicher beschrieben wird, berechnet die Ventilhubsteuereinheit **2** kontinuierlich den Ventilhub Sollwert  $P_{Hub}$  und sendet dem Ventilstellglied **5a** ein Signal, das den Ventilhub Sollwert  $P_{Hub}$  anzeigt. Das Ventilhubstellglied **5a** betätigt das Ventil derart, dass sein Maximalhub dem aktuellen Ventilhub Sollwert  $P_{Hub}$  entspricht.

[0015] Während Schubabschaltung, das heißt, wenn der Schubabschaltungsschalter **4** in die EIN-Stellung geschaltet ist, wird der Ventilhub Sollwert  $P_{Hub}$  nicht länger als eine Funktion der Gaspedalposition oder des Gaspedalwinkels  $\alpha$  berechnet. Stattdessen ist der Ventilhub Sollwert  $P_{Hub}$  auf einen von zwei vorbestimmten Ventilhub Sollwerten festgelegt, die auf einer Katalysator Temperatur  $T_{kat}$  basieren. Die Ventilhubsteuereinheit **2** erhält von einem an oder in dem Katalysator **1** angeordneten Temperatursensor **1a** ein die Temperatur eines Katalysators  $T_{kat}$  anzeigendes Eingangssignal. Als Alternative dazu könnte die Steuereinheit **2** einen Wert für die Katalysator Temperatur  $T_{kat}$  gemäß einem Katalysator Temperaturmodell **1b** berechnen. Unter Verwendung des Temperaturmodells wird  $T_{kat}$  auf Grundlage messbarer Eingaben, wie zum Beispiel der Motortemperatur, der Motordrehzahl, der Motorlast, des Zündwinkels und der Krümmerlufttemperatur, berechnet. Die durch die Ventilhubsteuereinheit **2** verwendete Routine zur Festlegung des Ventilhub Sollwerts  $P_{Hub}$  wird in **Fig. 2** ausführlicher gezeigt.

[0016] Wie in **Fig. 2** gezeigt, beginnt die Routine mit Schritt **201**, wonach die Steuereinheit **2** in Schritt **202** ermittelt, ob die Schubabschaltung eingeschaltet ist. Wenn die Schubabschaltung nicht eingeschaltet ist, dann wird der Ventilhub Sollwert  $P_{Hub}$  gemäß bekannten Verfahren in Schritt **205** ermittelt, zum Beispiel als eine Funktion der Gaspedalposition oder des Gaspedalwinkels  $\alpha$ . Wenn die Schubabschaltung eingeschaltet ist, wird die Temperatur des Katalysators  $T_{kat}$  in Schritt **203** mit einer ersten vorbestimmten Temperatur  $T_1$  verglichen. Wenn die Temperatur des Katalysators  $T_{kat}$  niedriger ist als die erste vorbestimmte Temperatur  $T_1$ , wird der Ventilhub Sollwert  $P_{Hub}$  in

Schritt **207** so eingestellt, dass er einem ersten vorbestimmten Sollwert  $P_0$  entspricht. Wenn jedoch die Temperatur des Katalysators  $T_{kat}$  nicht niedriger als eine erste vorbestimmte Temperatur  $T_1$  ist, dann wird die Temperatur des Katalysators  $T_{kat}$  in Schritt **204** mit einer zweiten vorbestimmten Temperatur  $T_2$  verglichen.

[0017] Wenn die Temperatur des Katalysators  $T_{kat}$  größer als die zweite vorbestimmte Temperatur  $T_2$  ist, wird der Ventilhub Sollwert  $P_{Hub}$  in Schritt **206** so eingestellt, dass er einem zweiten vorbestimmten Sollwert  $P_F$  entspricht. Wenn die Temperatur des Katalysators  $T_{kat}$  nicht größer als die zweite vorbestimmte Temperatur  $T_2$  ist (zum Beispiel irgendwo zwischen  $T_1$  und  $T_2$ ), dann wird Schritt **203** so lange wiederholt, bis die Temperatur entweder kleiner als die erste  $T_1$  oder größer als die zweite vorbestimmte Temperatur  $T_2$  ist. Während diese Schritte wiederholt werden, kann das Ventil zum Beispiel in dem Zustand bleiben, in dem es zuletzt eingestellt war, bevor die Schubabschaltung eingeschaltet wurde. Nach der Festlegung des Hubsollwertes in den Schritten **205**, **206** oder **207** beginnt die Routine wieder bei Schritt **201**.

[0018] Die erste vorbestimmte Temperatur  $T_1$  entspricht einer die Mindestwirkbetriebstemperatur des Katalysators anzeigenden Temperatur, während die zweite vorbestimmte Temperatur  $T_2$  einer Temperatur entspricht, die die zulässige Maximalbetriebstemperatur des Katalysators anzeigt und in jedem Fall größer als  $T_1$  ist. Der erste vorbestimmte Sollwert  $P_0$  ist gleich Null oder ungefähr Null (entsprechend einem ungefähr vollständig geschlossenen Ventil), um zu verhindern, dass Luft durch den Motor und den Katalysator zirkuliert. Der zweite vorbestimmte Sollwert  $P_F$  ist gleich einem Wert, der einem vollständig geöffneten oder nahezu vollständig geöffneten Ventil entspricht, um zu gestatten, dass Frischluft durch den Motor und den Katalysator zirkuliert.

[0019] Wenn sich der Katalysator unterhalb seiner Mindestwirkbetriebstemperatur befindet, ist das Ventil somit während der Schubabschaltung in einer ungefähr vollständig geschlossenen Position festgelegt. Dadurch wird verhindert, dass Frischluft durch den Motor gepumpt wird, wodurch ansonsten der Katalysator weiter gekühlt werden würde. Wenn die Temperatur des Katalysators  $T_{kat}$  jedoch bei oder nahe seiner zulässigen Maximalbetriebstemperatur liegt, sind Wärmeverluste wünschenswert, um den Katalysator zu kühlen. Dazu wird das Ventil in einer ungefähr vollständig geöffneten Position festgelegt, so dass die sich ergebende Pumpwirkung des Motors die schnellstmögliche Kühlung des Katalysators mit Frischluft bei Schubabschaltung bewirkt. Nachdem die Katalysator Temperatur auf diese Weise vermindert worden ist, wird der Hubsollwert wieder auf Null zurückgestellt, sobald die Katalysator Temperatur unter die Mindestwirkbetriebstemperatur fällt, wenn die Schubabschaltung noch aktiv ist.

[0020] Das Umschalten von dem ersten vorbestimmten Hubsollwert  $P_0$  (der einem ungefähr voll-

ständig geschlossenen Ventil entspricht) auf den zweiten vorbestimmten Hubsollwert ( $P_F$ ) (der einem ungefähr vollständig geöffneten Ventil entspricht) gemäß der Temperatur des Katalysators  $T_{kat}$  wird in Fig. 3 gezeigt. Wie dargestellt, entspricht die zweite vorbestimmte Temperatur  $T_2$  dem Punkt, an dem der Hubsollwert  $P_{Hub}$  von  $P_0$  auf  $P_F$  umschaltet, und die erste vorbestimmte Temperatur  $T_1$  entspricht dem Punkt, an dem der Hubsollwert  $P_{Hub}$  von  $P_F$  auf  $P_0$  umschaltet. Da  $T_2$  größer ist als  $T_1$ , gibt es eine Hysteresewirkung, wodurch schnelle Umschalt-Übergangszustände aufgrund von Messrauschen oder dergleichen verhindert werden.

[0021] Die Temperatur des Katalysators  $T_{kat}$  kann über einen geeigneten in oder an dem Katalysator angeordneten Temperatursensor ermittelt werden, lässt sich aber auch unter Verwendung eines gleichzeitig im Rechner ausgeführten Katalysatortemperaturmodells berechnen. Das Temperaturmodell berechnet die Temperatur des Katalysators  $T_{kat}$  auf Grundlage von Motortemperatur, Motordrehzahl, Motorlast, Zündwinkel und Krümmerlufttemperatur.

[0022] Wenn der Motor neben dem Einlassventilsteuersystem auch ein geeignetes Auslassventilsteuersystem besitzt, können sich die wie oben beschrieben zu definierenden Hubsollwerte als Alternative auf die Auslassventile beziehen.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung der Wärmeverluste eines Katalysators bei Schubabschaltung in einer Brennkraftmaschine mit einem Ventil (5) und einem Ventilstellglied (5a), das einen verstellbaren Hubsollwert ( $P_{Hub}$ ) aufweist, und einem Katalysator (1), **dadurch gekennzeichnet**, dass der Hubsollwert als eine Funktion der Temperatur des Katalysators festgelegt ist, dass das Ventil (5) ein Einlassventil oder ein Auslassventil ist und dass das Ventilstellglied (5a) ein Einlassventilstellglied oder ein Auslassventilstellglied ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Hubsollwert ( $P_{Hub}$ ) so festgelegt ist, dass er gleich einem ersten vorbestimmten Sollwert ( $P_0$ ) ist, wenn die Temperatur des Katalysators unter einer ersten vorbestimmten Temperatur ( $T_1$ ) liegt.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Hubsollwert ( $P_{Hub}$ ) so festgelegt ist, dass er gleich einem zweiten vorbestimmten Sollwert ( $P_F$ ) ist, wenn die Temperatur des Katalysators ( $T_{kat}$ ) höher als eine zweite vorbestimmte Temperatur ( $T_2$ ) ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Hubsollwert ( $P_{Hub}$ ) so festgelegt ist, dass er gleich einem ersten vorbestimmten Hubsollwert ( $P_0$ ) ist,

wenn die Temperatur des Katalysators ( $T_{kat}$ ) niedriger als eine erste vorbestimmte Temperatur ( $T_1$ ) ist, und der Hubsollwert ( $P_{Hub}$ ) so festgelegt ist, dass er gleich einem zweiten vorbestimmten Hubsollwert ( $P_F$ ) ist, wenn die Temperatur des Katalysators ( $T_{kat}$ ) höher als eine zweite vorbestimmte Temperatur ( $T_2$ ) ist, wobei die zweite vorbestimmte Temperatur ( $T_2$ ) höher als die oder gleich der erste(n) vorbestimmte(n) Temperatur ( $T_1$ ) ist.

5. Verfahren nach den Ansprüchen 2, 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, dass der erste vorbestimmte Sollwert ( $P_0$ ) einem geschlossenen oder fast geschlossenen Ventil und/oder der zweite vorbestimmte Sollwert ( $P_F$ ) einem vollen oder nahezu vollen Ventilhub entspricht.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste vorbestimmte Temperatur ( $T_1$ ) als eine Funktion einer Katalysatormindestbetriebstemperatur und/oder die zweite vorbestimmte Temperatur ( $T_2$ ) als eine Funktion einer zulässigen Maximalbetriebstemperatur ( $T_{max}$ ) festgelegt ist.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur des Katalysators ( $T_{kat}$ ) gemäß einem Katalysatortemperaturmodell berechnet wird.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

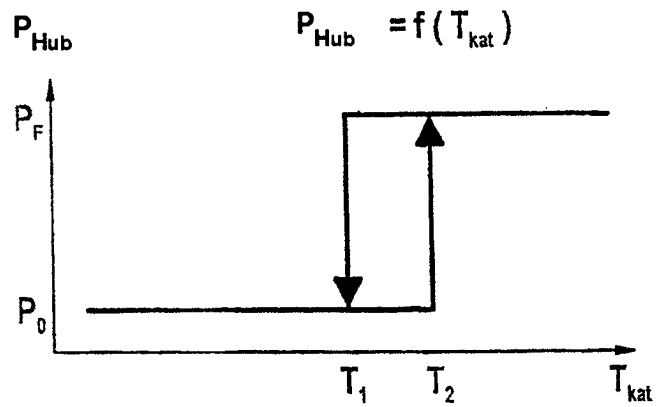
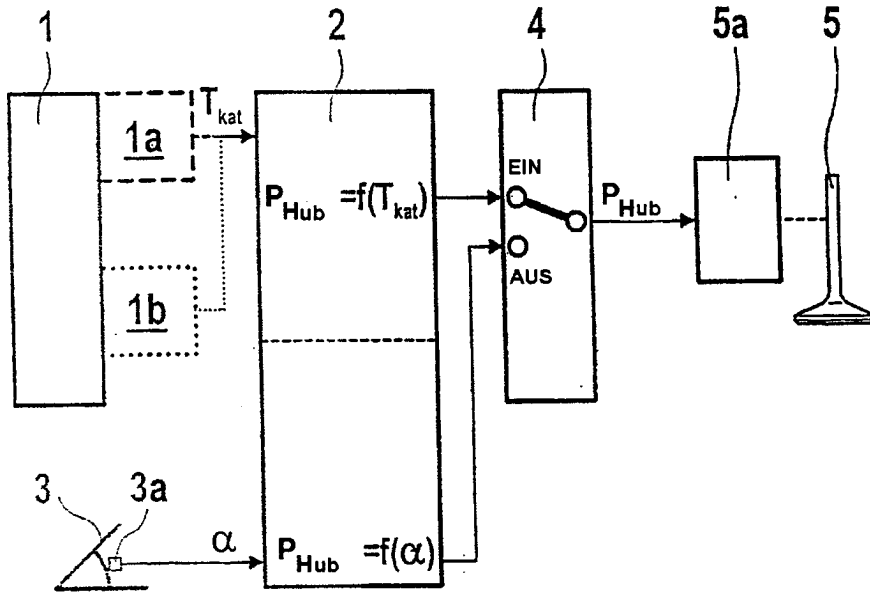


FIG. 3

FIG. 2

