

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 1542/2008
(22) Anmeldetag: 02.10.2008
(45) Veröffentlicht am: 15.02.2010

(51) Int. Cl.⁸: **F02M 45/02** (2006.01)
F01N 9/00 (2006.01)
F02D 41/02 (2006.01)

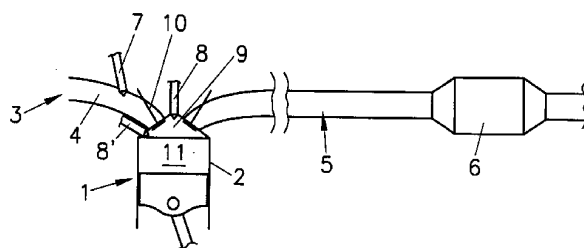
(56) Entgegenhaltungen:
DE 19853799A1 DE 19928892A1
EP 1362996A1 EP 1363010A2
WO 2006/013688A1 AT 502972A2

(73) Patentinhaber:
AVL LIST GMBH
A-8020 GRAZ (AT)

(72) Erfinder:
KAPUS PAUL DR.
JUDENDORF (AT)

(54) VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER FREMDGEZÜNDETEN BRENNKRAFTMASCHINE

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine (1) mit zumindest einem Katalysator (6) im Auslasssystem (5), mit zumindest einer in ein Saugrohr (4) mündenden ersten Einspritzeinrichtung (7) und zumindest einer in einen Brennraum (11) mündenden zweiten Einspritzeinrichtung (8, 8'), wobei in zumindest einem Betriebsbereich während eines Arbeitszyklus der Kraftstoff über beide Einspritzeinrichtungen (7; 8, 8') zugeführt wird. Um die Partikelanzahl in den Emissionen zu vermindern, ist vorgesehen, dass die Brennkraftmaschine (1) in zumindest einem Betriebsbereich in einem Katalysator-Aufheizmodus betrieben wird, wobei zumindest im Katalysator-Aufheizmodus die zugeführte gesamte Kraftstoffmenge zwischen der ersten Einspritzeinrichtung (7) und der zweiten Einspritzeinrichtung (8, 8') aufgeteilt wird und wobei die Kraftstoffeinspritzung über die erste Einspritzeinrichtung (7) vor oder während eines Einlasstaktes und zumindest eine Kraftstoffeinspritzung über die zweite Einspritzeinrichtung (8, 8') während eines Kompressionstaktes erfolgt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine mit zumindest einem Katalysator im Auslasssystem, mit zumindest einer in ein Saugrohr mündenden ersten Einspritzeinrichtung und zumindest einer in einen Brennraum mündenden zweiten Einspritzeinrichtung, wobei in zumindest einem Betriebsbereich während eines Arbeitszyklus der Kraftstoff über beide Einspritzeinrichtungen zugeführt wird.

[0002] Insbesondere während der Kaltlaufphase einer direkteinspritzenden Brennkraftmaschine kommt es zu erheblicher Partikelbildung aufgrund von Wandanlagerungen von Kraftstoff an kalten Brennraumwänden. Erhöhte Partikelbildung tritt hauptsächlich während der Start-, Warmlauf- und Katalysatorheizphase der Brennkraftmaschine, insbesondere bei transienten Vorgängen, auf.

[0003] Die DE 198 53 799 A1 beschreibt ein Verfahren zur Gemischbildung bei einer gemischverdichtenden fremdgezündeten Brennkraftmaschine mit Kraftstoffeinspritzung, wobei mittels einer Kombination einer Saugrohreinspritzung mit einer Direkteinspritzung durch lastabhängig gesteuerte/geregelte Teil-Einspritzmengen ein jeweiliges Kraftstoff/Luft-Gemisch erzeugt wird. Weiters ist aus der DE 199 28 892 A1 eine Brennkraftmaschine bekannt, welche ein Einspritzsystem aufweist, das durch eine Saugrohreinspritzung und eine im Zylinderkopf wirkende Direkteinspritzung gebildet wird, wobei die Einlasskanäle, die Direkteinspritzung und die Saugrohreinspritzung in Abhängigkeit von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine geschaltet werden können. Dadurch soll die Effizienz der Brennkraftmaschine bezüglich Kraftstoffverbrauch und Abgasemissionen erhöht werden.

[0004] Aus der WO 2006/013688 A1 ist eine Brennkraftmaschine mit einer in das Saugrohr einspritzenden ersten Einspritzeinrichtung und einer direkt in den Brennraum einspritzenden zweiten Einspritzeinrichtung bekannt. Abhängig vom Lastzustand der Brennkraftmaschine wird durch die ECU eine Kraftstoffmengenaufteilung zwischen der ersten und der zweiten Einspritzeinrichtung vorgenommen.

[0005] Ferner ist aus der EP 1 362 996 A1 und der EP 1 363 010 A2 jeweils eine direkt in einen Brennraum einspritzende Brennkraftmaschine bekannt, bei der die Kraftstoffeinspritzung zweimalig erfolgt. Die erste Einspritzung findet dabei im Einlasstakt und die zweite Einspritzung im Einlasstakt oder im Kompressionstakt statt. Weiters beschreibt die AT 502 972 A2 eine Brennkraftmaschine mit Direkteinspritzung, wobei die Kraftstoffeinspritzmenge während des Starts auf mehrere Einspritzungen in der Ansaugphase aufgeteilt wird.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, insbesondere in der Start- und Warmlaufphase einer Brennkraftmaschine den Partikelausstoß zu vermindern.

[0007] Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass die Brennkraftmaschine zumindest in einem Betriebsbereich in einem Katalysator-Aufheizmodus betrieben wird, vorzugsweise solange die Katalysatortemperatur unter einem definierten Sollwert liegt, wobei zumindest im Katalysator-Aufheizmodus die zugeführte gesamte Kraftstoffmenge zwischen der ersten Einspritzeinrichtung und der zweiten Einspritzeinrichtung aufgeteilt wird und wobei die Kraftstoffeinspritzung über die erste Einspritzeinrichtung vor oder während eines Einlasstaktes und zumindest eine Kraftstoffeinspritzung über die zweite Einspritzeinrichtung während eines Kompressionstaktes erfolgt. Besonders vorteilhaft ist es dabei, wenn über die erste Einspritzeinrichtung eine homogene Grundmenge an Kraftstoff, vorzugsweise 30 % bis 80 %, besonders vorzugsweise 50 % bis 80 % der gesamten Einspritzmenge zugeführt wird.

[0008] Im Katalysator-Aufheizmodus werden bevorzugt späte Zündzeitpunkte und/oder späte Verbrennungslagen verwendet, so dass das Brennende in der Nähe oder sogar nach dem Auslassöffnen stattfindet. Um niedrige Emissionen auszustoßen, ist es weiters vorteilhaft, wenn die Steuerzeiten im Katalysator-Aufheizmodus emissionsoptimal verstellt werden.

[0009] Dabei kann vorgesehen sein, dass die Einspritzung über die erste Einspritzeinrichtung einmalig pro Arbeitsspiel erfolgt.

[0010] Es wird somit ein Teil der eingespritzten Kraftstoffmenge im Start und während der Katalysatorheiz- und Warmlaufphase von der direkteinspritzenden zweiten Kraftstoffeinspritzeinrichtung auf die in das Saugrohr einspritzende erste Kraftstoffeinspritzeinrichtung verlegt. Somit bildet sich der Wandfilm nicht im Brennraum, sondern im Saugrohr und nimmt nicht an der Verbrennung teil.

[0011] Die homogene Grundmenge des Kraftstoffes wird dabei über die erste Kraftstoffeinspritzeinrichtung eingespritzt. Die Einspritzung erfolgt dabei entweder vorgelagert (also vor Öffnen des Einlassventils) oder saugsynchron (also durch das geöffnete Einlassventil) oder teilweise vorgelagert und teilweise saugsynchron. Die erste Einspritzeinrichtung spritzt pro Arbeitszyklus nur einmal ein - ein Aufteilen ist nicht erforderlich.

[0012] Der zweite Teil der Einspritzung, der für eine leichte Schichtung zur Stabilisierung des Katalysatorheizens sorgt, erfolgt über die in den Brennraum direkt einspritzende zweite Kraftstoffeinspritzeinrichtung. Diese Einspritzung über die zweite Kraftstoffeinspritzeinrichtung kann einmal pro Arbeitszyklus oder mehrmals pro Arbeitszyklus erfolgen.

[0013] Bei einer einzelnen Einspritzung (rund 20 % bis 50 % der gesamten eingespritzten Kraftstoffmenge) erfolgt die Einspritzung über die zweite Einspritzeinrichtung während der Kompressionsphase mit einem Beginn der Einspritzung bei etwa 25° bis 80° vor dem oberen Totpunkt der Zündung, vorzugsweise bei etwa 35° bis 60° vor dem oberen Totpunkt der Zündung.

[0014] Wird die Einspritzung über die zweite Einspritzeinrichtung aufgeteilt, so kann der Beginn einer ersten Einspritzung über die zweite Einspritzeinrichtung noch während des Einlasstaktes, also etwa zwischen dem oberen Totpunkt des Ladungswechsels und dem unteren Totpunkt, oder bereits während des Kompressionstaktes, also etwa 180° bis 80°, vorzugsweise etwa 140° bis 85° vor dem oberen Totpunkt der Zündung, erfolgen. Die zweite Einspritzung über die zweite Kraftstoffeinspritzeinrichtung erfolgt dann in der Kompressionsphase mit einem Beginn der Einspritzung bei rund 25° bis 80° vor dem oberen Totpunkt der Zündung, vorzugsweise bei etwa 35° bis 60° vor dem oberen Totpunkt der Zündung. Durch sehr kurze Einspritzimpulse wird bei der direkten Einspritzung eine Anlagerung des Kraftstoffes an der Brennraumwand verhindert. Die untere Grenze für die Länge der Einspritzimpulse wird durch die minimal mögliche Einspritzdauer der zweiten Einspritzeinrichtung bestimmt.

[0015] Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figur näher erläutert.

[0016] Die Figur zeigt schematisch eine Brennkraftmaschine 1 mit zumindest einem Zylinder 2, einem Einlasssystem 3 mit einem Saugrohr 4 und einem Auslasssystem 5, in welchem zumindest ein Katalysator 6 angeordnet ist. In das Saugrohr 4 mündet eine erste Einspritzeinrichtung 7 ein. Eine zweite Einspritzeinrichtung 8, 8' mündet direkt in den Brennraum 9 jedes Zylinders 2 ein. Dabei kann die zweite Einspritzeinrichtung zentral entsprechend Bezugszeichen 8, oder seitlich entsprechend Bezugszeichen 8' angeordnet sein.

[0017] Während der Start-, Warmlauf- und Katalysatoraufheizphase der Brennkraftmaschine 1 wird die Kraftstoffeinspritzung über die erste Kraftstoffeinspritzeinrichtung 7 und die zweite Kraftstoffeinspritzeinrichtung 9 durchgeführt, wobei im Start (also auch schon im Schleppen der Brennkraftmaschine beim Start) sowie im Hochlauf der Brennkraftmaschine 1 und während der Katalysatorheiz- bzw. Warmlaufphase die Einspritzung des Kraftstoffes zwischen der ersten Einspritzeinrichtung 7 und der zweiten Einspritzeinrichtung 8, 8' aufgeteilt wird. Die homogene Grundmenge (rund 30% bis 80% der gesamten eingespritzten Kraftstoffmenge, bevorzugt 50% bis 80% der gesamten eingespritzten Kraftstoffmenge) wird über die erste Einspritzeinrichtung 7 eingespritzt. Die Einspritzung erfolgt entweder vorgelagert (also vor dem Öffnen des Einlassventils 10) oder saugsynchron (also durch das geöffnete Einlassventil 10) oder teilweise vorgelagert und teilweise saugsynchron. Die erste Einspritzeinrichtung 7 spritzt pro Arbeitszyklus nur einmal ein - ein Aufteilen ist dabei nicht nötig.

[0018] Durch die Einspritzung des Kraftstoffes über die erste Kraftstoffeinspritzung 7 bildet sich bereits im Saugrohr 4 ein Wandfilm und nicht erst im Brennraum. Dieser Kraftstofffilm im Saug-

rohr 4 nimmt an der Verbrennung nicht teil, wodurch die Partikelanzahl reduziert werden kann.

[0019] Der zweite Teil der Kraftstoffeinspritzung, der für eine leichte Schichtung zur Stabilisierung des Katalysatorheizens sorgt, erfolgt durch die zweite Einspritzeinrichtung 8, 8'. Diese zweite Kraftstoffeinspritzung kann eine Einspritzung pro Arbeitszyklus sein, es können aber auch mehrere Einspritzungen pro Arbeitszyklus erfolgen.

[0020] Bei einer einzelnen Einspritzung im zweiten Teil der Einspritzung (betrifft rund 20% bis 70% der gesamten eingespritzten Kraftstoffmasse) erfolgt die Kraftstoffeinspritzung während der Kompressionsphase mit einem Einspritzbeginn bei etwa 25° bis 80° vor dem oberen Totpunkt der Zündung, bevorzugt etwa 35° bis 60° vor dem oberen Totpunkt der Zündung. Wenn die Kraftstoffeinspritzung, welche durch die zweite Einspritzeinrichtung 8 erfolgt, aufgeteilt wird, so kann eine erste Einspritzung während der Einlassphase (etwa zwischen dem oberen Totpunkt des Ladungswechsels bis zum unteren Totpunkt), oder erst in der frühen Kompressionsphase, also etwa 180° bis 80° vor dem oberen Totpunkt der Zündung, erfolgen. Die zweite Einspritzung der zweiten Einspritzeinrichtung 8, 8' erfolgt dann - wie oben beschrieben - während der späten Kompressionsphase mit einem Einspritzbeginn bei etwa 25° bis 80° vor dem oberen Totpunkt der Zündung, vorzugsweise bei 35° bis 60° vor dem oberen Totpunkt der Zündung. Die Aufteilung der Kraftstoffmenge zwischen den beiden Einspritzungen der zweiten Einspritzeinrichtung 8, 8' kann beliebig erfolgen.

[0021] Durch die beschriebenen Maßnahmen kann die Bildung von Partikeln aufgrund von Wandanlagerung von Kraftstoff im Brennraum 11 wirksam verhindert und somit die Partikelanzahl in den Emissionen wesentlich reduziert werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine (1) mit zumindest einem Katalysator (6) im Auslasssystem (5), mit zumindest einer in ein Saugrohr (4) mündenden ersten Einspritzeinrichtung (7) und zumindest einer in einen Brennraum (11) mündenden zweiten Einspritzeinrichtung (8, 8'), wobei in zumindest einem Betriebsbereich während eines Arbeitszyklus der Kraftstoff über beide Einspritzeinrichtungen (7; 8, 8') zugeführt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Brennkraftmaschine (1) in zumindest einem Betriebsbereich in einem Katalysator-Aufheizmodus betrieben wird, wobei zumindest im Katalysator-Aufheizmodus die zugeführte gesamte Kraftstoffmenge zwischen der ersten Einspritzeinrichtung (7) und der zweiten Einspritzeinrichtung (8, 8') aufgeteilt wird und wobei die Kraftstoffeinspritzung über die erste Einspritzeinrichtung (7) vor oder während eines Einlasstaktes und zumindest eine Kraftstoffeinspritzung über die zweite Einspritzeinrichtung (8, 8') während eines Kompressionstaktes erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Brennkraftmaschine (1) in einem Katalysator-Aufheizmodus betrieben wird, solange die Katalysatortemperatur unter einem definierten Sollwert liegt
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass über die erste Einspritzeinrichtung (7) eine homogene Grundmenge an Kraftstoff, vorzugsweise 30% bis 80%, besonders vorzugsweise 50% bis 80% der gesamten Einspritzmenge zugeführt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einspritzung über die erste Einspritzeinrichtung (7) einmalig pro Arbeitszyklus erfolgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einspritzung über die zweite Kraftstoffeinspritzeinrichtung (8, 8') pro Arbeitszyklus einmalig erfolgt.
6. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Beginn der Einspritzung über die zweite Einspritzeinrichtung (8, 8') etwa bei 25° bis 80° vor dem oberen Totpunkt der Zündung, vorzugsweise etwa 35° bis 60° vor dem oberen Totpunkt der Zündung erfolgt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass über die zweite Einspritzeinrichtung (8, 8') eine Mehrfacheinspritzung durchgeführt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Einspritzung über die zweite Einspritzeinrichtung (8, 8') während des Einlasstaktes erfolgt.
9. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Einspritzung über die zweite Einspritzeinrichtung (8, 8') während des Kompressionstaktes, vorzugsweise etwa 180° bis 80° , vorzugsweise etwa 140° bis 85° vor dem oberen Totpunkt der Zündung, erfolgt.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass über die zweite Einspritzeinrichtung (8, 8') zumindest eine Einspritzung während der Kompressionsphase durchgeführt wird, deren Beginn bei etwa 25° bis 80° vor dem oberen Totpunkt der Zündung, vorzugsweise bei etwa 35° bis 60° vor dem oberen Totpunkt der Zündung erfolgt.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

