

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer: A 981/2009
(22) Anmeldetag: 25.06.2009
(45) Veröffentlicht am: 15.12.2010

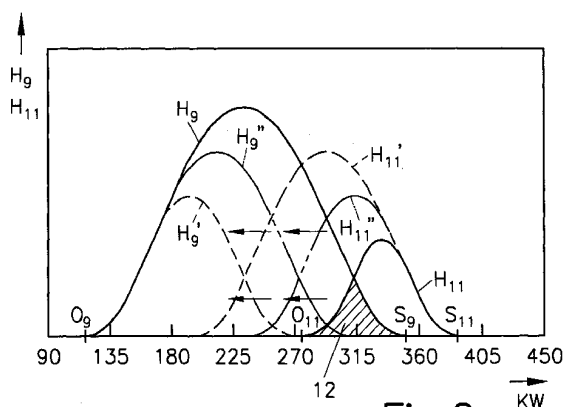
(51) Int. Cl. : **F02D 13/02** (2006.01)
F02M 25/07 (2006.01)
F02D 21/08 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
WO 2008/090273A2
WO 2001/00981A1
WO 2002/079624A1
DE 19906463C1 DE 3821937A1
AT 003761U1

(73) Patentinhaber:
AVL LIST GMBH
A-8020 GRAZ (AT)
(72) Erfinder:
GLENSVIG MICHAEL DIPL.ING.
GRAZ (AT)
SCHUTTING EBERHARD
GRAZ (AT)

(54) **VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER BRENNKRAFTMASCHINE**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (1) mit einem Abgasrückführsystem (8) und zumindest einem Abgasturbolader (7), wobei Abgas auf getrennten, separat steuerbaren Strömungswegen der Abgasturbine (7b) des Abgasturboladers (7) und dem Abgasrückführsystem (8) zugeführt wird, und wobei der Strömungsweg zur Abgasturbine (7b) über zumindest ein erstes Ventil (9) und der Strömungsweg zum Abgasrückführsystem (8) über zumindest ein zweites Ventil (11) gesteuert wird. Um auf möglichst einfache Weise bei guter Kraftstoffausnutzung den Schadstoffausstoß der Brennkraftmaschine (1) zu vermindern, ist vorgesehen, dass das erste und das zweite Ventil (9, 11) phasenversetzt betätigt werden, wobei das erste Ventil (9) während einer Hochdruckphase des Auslasstaktes und das zweite Ventil (11) während einer Niederdruckphase des Auslasstaktes öffnet.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit einem Abgasrückführsystem und zumindest einem Abgasturbolader, wobei Abgas auf getrennten, separat steuerbaren Strömungswegen einerseits der Abgasturbine des Abgasturboladers und andererseits dem Abgasrückführsystem zugeführt wird, und wobei der Strömungsweg zur Abgasturbine über zumindest ein erstes Ventil und der Strömungsweg zum Abgasrückführsystem über zumindest ein zweites Ventil gesteuert wird, wobei das erste und das zweite Ventil phasenversetzt betätigt werden, wobei das erste Ventil zumindest überwiegend während einer Hochdruckphase des Auslasstaktes und das zweite Ventil zumindest überwiegend während einer Niederdruckphase des Auslasstaktes öffnet.

[0002] Die Erfüllung zukünftiger Abgasgesetzgebungen, wie EU 6 oder TIER 4 erfordern außerordentlich hohe Abgasrückföhrdaten bei gleichzeitig hohem Kraftstoff-Luftverhältnis. Um diese Ladungszustände zu erreichen, insbesondere um die Abgasrückföhrdaten durch ein Druckgefälle transportieren zu können, ist der Einsatz von sehr kleinen Turbinen erforderlich. Diese werden für niedrige Drehzahlen bzw. Teillast ausgelegt, was dazu führt, dass sich bei Nennleistung zu hohe Abgasrückföhrdaten einstellen. Um diese zu kontrollieren muss die Abgasrückföhrleitung gedrosselt werden, was in Folge zu einer sehr hohen Ladungswechselarbeit durch das Druckgefälle zwischen Luft- und Abgasseite führt.

[0003] Aus der WO 2008/090 273 A2 ist eine Brennkraftmaschine mit Abgasturbolader bekannt, wobei von einem Abgassammler ein erster Abgasstrang zu einer Abgasturbine zum Antrieb eines Verdichters und ein zweiter Abgasstrang zur Rückföhrung von Abgas in den Einlasssammler ausgeht. Im zweiten Abgasstrang ist ein Abgasrückföhrventil angeordnet, welches synchron mit der Umdrehung der Brennkraftmaschine betätigt wird. Der Abgasmassenstrom wird auf diese Weise nicht kontinuierlich zwischen Abgasturbine und Abgasrückföhrsystem verteilt, sondern zeitlich getaktet. Auf diese Weise wird der energiereiche Druckstoß beim Öffnen der Auslassventile (Blow-Down) für die Versorgung der Abgasturbine genutzt, der weniger energiehältige Anteil der Ausschiebephase für die Abgasrückföhrung. Die Drosselung des Abgasrückföhrstromes entfällt, die Ladungswechselarbeit ist somit theoretisch null. Der Nachteil dieser Methode ist, dass in der Phase, in der das Abgasrückföhrventil geöffnet ist, auch immer der Pfad zur Abgasturbine geöffnet ist. Es kann somit in manchen Betriebspunkten zu ungünstigen Druck/Strömungsverhältnissen kommen, wodurch die transportierte Abgasrückföhrmenge zu gering ist. Das beschriebene System bietet keine Möglichkeit in diesem Fall weiteren Einfluss auszuüben.

[0004] Weiters ist aus der DE 199 06 463 C1 ein aufgeladener Verbrennungsmotor mit Abgasrückföhrung in eine Ladeluftleitung bekannt, aus der die Zylinder des Motors mit verdichteter Ladeluft gespeist werden. Der Abgasdruck in der Auslassleitung des Motors ist dabei durchschnittlich niedriger als der Ladedruck. Um die Einstellung hoher Abgasrückföhrdaten bei hohem Wirkungsgrad des Motors zu ermöglichen, ist als Steuerventil für die Abgasrückföhrung einen oder mehreren Zylindern ein zusätzliches Auslassventil zugeordnet, welches unabhängig von den Gaswechselventilen des Zylinders ansteuerbar ist und welches einen mit der Ladeluftleitung in Verbindung stehenden Abgaskanal während des Auslasstaktes des Zylinders bedarfsweise öffnet.

[0005] Weiters ist aus der AT 003 761 U1 eine Brennkraftmaschine mit mindestens einem Brennraum, mit einem zumindest einen Einlasssammler aufweisenden Einlasssystem, mit einem zumindest einem Abgasstrang aufweisenden Auslasssystem und einem Abgasrückföhrsystem zur Rückföhrung von Abgasen in das Einlasssystem bekannt, wobei das Abgasrückföhrsystem mindestens eine Abgasrückföhrleitung mit einem Abgasrückföhrventil aufweist. Die Abgasrückföhrleitung zweigt dabei direkt vom Brennraum ab, wobei das Abgasrückföhrventil im Bereich der Abzweigung angeordnet ist. Durch die im Vergleich zu den Ein- und Auslassventilen kleinen Abgasrückföhrventile können unter hohem Druck stehende Abgase direkt aus dem Brennraum am Ende des Hockdrucksprozesses entnommen werden.

[0006] Die WO 2001/00981 A1 beschreibt eine Brennkraftmaschine mit einem Abgasrückführsystem und einem Abgasturbolader, wobei Abgas auf getrennten, separat steuerbaren Strömungswegen einerseits der Abgasturbine des Abgasturboladers und andererseits dem Abgasrückführsystem zugeführt wird, welche Strömungswege über Ventile separat und phasenversetzt betätigt werden.

[0007] Die DE 38 21 937 A1 zeigt eine ähnliche Anordnung.

[0008] Aus der WO 02/079624 A1 ist eine Zylinderbrennkraftmaschine mit einem abgasbetriebenen Turbokompressor bekannt, wobei pro Zylinder zwei Auslassstränge vorgesehen sind, die über unterschiedliche Auslassventile angesteuert werden. Dabei ist die Öffnungszeit eines der beiden Auslassventile variierbar.

[0009] Aufgabe der Erfindung ist es, auf möglichst einfache Weise bei guter Kraftstoffausnutzung den Schadstoffausstoß der Brennkraftmaschine zu vermindern.

[0010] Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass der Schließzeitpunkt des ersten Ventils und der Öffnungszeitpunkt des zweiten Ventils synchron variiert werden.

[0011] Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Schließzeitpunkt des ersten Ventils in Abhängigkeit von zumindest einem Motorbetriebsparameter variiert wird, wobei vorzugsweise der Öffnungszeitpunkt des zweiten Ventils in Abhängigkeit von zumindest einem Motorbetriebsparameter variiert wird.

[0012] Durch die getrennt ansteuerbaren Ventile für den Strömungsweg zur Abgasturbine und zum Abgasrückführsystem kann der Abgaspfad zur Abgasturbine zur Gänze geschlossen werden, wenn dies notwendig ist. Dadurch kann in allen Betriebszuständen die Abgasrückführrate unabhängig von den herrschenden Druckniveaus eingestellt werden.

[0013] Alternativ dazu ist es auch möglich, den Schließzeitpunkt des ersten Ventils und den Öffnungszeitpunkt des zweiten Ventils unabhängig voneinander zu variieren. Dadurch kann eine besonders flexible Ansteuerung der beiden Strömungswege und somit eine maximale Kraftstoffausnutzung bei minimalem Schadstoffausstoß erzielt werden.

[0014] Bevorzugt öffnen erstes und zweites Ventil überlappend, wobei der Überlappungsbereich bei Variation des Schließzeitpunktes des ersten Ventils und des Öffnungszeitpunktes des zweiten Ventils konstant gehalten werden kann.

[0015] Durch das Variieren der gekoppelten Steuerzeiten des ersten Ventils und des zweiten Ventils kann die Aufteilung des Abgasmassenstromes zwischen der Abgasturbine und dem Abgasrückführsystem beeinflusst werden.

[0016] In weiterer Ausführung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Öffnungszeitpunkt des ersten Ventils und der Schließzeitpunkt des zweiten Ventils fixiert wird.

[0017] Der Öffnungszeitpunkt des zweiten Ventils wird bevorzugt zwischen etwa 180° und 320° Kurbelwinkel variiert.

[0018] Der späteste Schließzeitpunkt des ersten Ventils ist gleich dem fixen Schließzeitpunkt des zweiten Ventils.

[0019] Der früheste Schließzeitpunkt des ersten Ventils ergibt sich aus dem frühesten Öffnungszeitpunkt des zweiten Ventils und der Ventilüberschneidung.

[0020] Die Ventilüberschneidung ist dabei ein freier Parameter, der an die Erfordernisse des jeweiligen Motors bzw. der jeweiligen Betriebsstrategie angepasst wird.

[0021] Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Fig. näher erläutert.

[0022] Es zeigen

[0023] Fig. 1 schematisch eine Brennkraftmaschine zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens und

[0024] Fig. 2 ein Ventilhub- Kurbelwinkeldiagramm.

[0025] Die in Fig. 1 schematisch dargestellte Brennkraftmaschine 1 mit mehreren Zylindern 2 weist ein Einlasssystem 3 mit einem Einlasssammler 4 und ein Auslasssystem 5 mit einem Auslasssammler 6, einen Abgasturbolader 7 mit einer Abgasturbine 7a und einem Verdichter 7b, sowie ein Abgasrückführsystem 8 auf.

[0026] Jeder Zylinder 2 ist über ein erstes Ventil 9 und einen ersten Strömungsweg 10, in welchen der Abgassammler 6 angeordnet ist, mit der Abgasturbine 7b verbunden. Weiters ist jeder Zylinder 2 über ein zweites Ventil 11 mit dem Abgasrückführsystem 8 verbunden.

[0027] Dabei werden die ersten und zweiten Ventile 9, 11 phasenversetzt zueinander betätigt, wobei die ersten Ventile 9 jeweils in einer Hochdruckphase des Auslasstaktes der Brennkraftmaschine 1 und die zweiten Ventile 11 zu einem späteren Zeitpunkt, beispielsweise im Bereich des unteren Totpunktes geöffnet werden zu Beginn des Öffnungszeitpunktes. Dies kann beispielsweise in einer Niederdruckphase in der zweiten Hälfte des Auslasstaktes erfolgen.

[0028] In Fig. 2 ist der Ventilhub H_9 , H_{11} des ersten Ventils 9 und des zweiten Ventils 11 über den Kurbelwinkel KW aufgetragen. Der Öffnungszeitpunkt O_9 des ersten Ventils und der Schließzeitpunkt S_{11} des zweiten Ventils 11 ist dabei fixiert. Der Schließzeitpunkt S_9 des ersten Ventils 9 und der Öffnungszeitpunkt O_{11} des zweiten Ventils 11 kann variiert werden, wie durch die strichlierten und strichpunktlierten Linien für verschiedene Hubkurven H_9' , H_{11}' ; H_9'' , H_{11}'' angedeutet ist. Die Öffnungsstellungen der ersten und zweiten Ventile 9, 11 weisen dabei einen Ventilüberschneidungsbereich 12 auf. Die Zeitpunkte für das Schließen des ersten Ventils 9 und für das Öffnen des zweiten Ventils 11 werden synchron variiert, so dass die Ventilüberschneidung 12 der beiden Ventile 9, 11 immer gleich ist. Durch das Variieren der gekoppelten Steuerzeiten kann die Aufteilung des Abgasmassenstromes zwischen der Abgasturbine 7b und dem Abgasrückführsystem 8 beeinflusst werden.

[0029] Der Zeitpunkt für das Öffnen des zweiten Ventils 11 kann jeweils zwischen 180° und 320° Kurbelwinkel KW variiert werden. Der späteste Schließzeitpunkt des ersten Ventils 9 ist gleich dem - fixen - Schließzeitpunkt des zweiten Ventils 11. Der früheste Schließzeitpunkt des ersten Ventils 9 ergibt sich aus dem frühesten Öffnungszeitpunkt des zweiten Ventils 11 und der Ventilüberschneidung 12.

[0030] Die Ventilüberschneidung ist dabei ein freier Parameter, der an die Erfordernisse des jeweiligen Motors bzw. der jeweiligen Betriebsstrategie angepasst wird.

[0031] Mit dem beschriebenen Verfahren wird der Druckstoß zu Beginn des Auslasstaktes nicht zur Generierung der Abgasrückführrate, sondern zur Erhöhung der an der Abgasturbine 7b verfügbaren Leistung genutzt. Dabei wird der Abgasmassenstrom mit Hilfe der ersten und zweiten Ventile 9, 11, welche zum Ladungswechselzyklus der Brennkraftmaschine 1 synchron und dabei variabel sind, kontinuierlich und alternierend zwischen Abgasturbine 7b und Abgasrückführsystem 8 aufgeteilt. Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich für alle aufgeladenen Brennkraftmaschinen, insbesondere aber für Dieselmotoren.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (1) mit einem Abgasrückführsystem (8) und zumindest einem Abgasturbolader (7), wobei Abgas auf getrennten, separat steuerbaren Strömungswegen einerseits der Abgasturbine (7a) des Abgasturboladers (7) und andererseits dem Abgasrückführsystem (8) zugeführt wird, und wobei der Strömungsweg zur Abgasturbine (7b) über zumindest ein erstes Ventil (9) und der Strömungsweg zum Abgasrückführsystem (8) über zumindest ein zweites Ventil (11) gesteuert wird, wobei das erste und das zweite Ventil (9, 11) phasenversetzt betätigt werden, wobei das erste Ventil (9) zumindest überwiegend während einer Hochdruckphase des Auslasstaktes und das zweite Ventil (11) zumindest überwiegend während einer Niederdruckphase des Auslasstaktes öffnet, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schließzeitpunkt (S_9) des ersten Ventils (9) und der Öffnungszeitpunkt (O_{11}) des zweiten Ventils (11) synchron variiert werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schließzeitpunkt des ersten Ventils (9) in Abhängigkeit von zumindest einem Motorbetriebsparameter variiert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Öffnungszeitpunkt des zweiten Ventils (11) in Abhängigkeit von zumindest einem Motorbetriebsparameter variiert wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schließzeitpunkt (S_9) des ersten Ventils (9) und der Öffnungszeitpunkt (O_{11}) des zweiten Ventils (11) unabhängig voneinander variiert werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste und das zweite Ventil (9, 11) überlappend öffnen, wobei vorzugsweise der Überlappungsbereich (12) bei Variation der Schließzeit (S_9) des ersten Ventils (9) und der Öffnungszeit (O_{11}) des zweiten Ventils (11) konstant gehalten wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Öffnungszeitpunkt (O_9) des ersten Ventils (9) und der Schließzeitpunkt (S_{11}) des zweiten Ventils (11) fixiert wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Öffnungszeitpunkt (O_{11}) des zweiten Ventils (11) in einem Kurbelwinkelbereich (KW) zwischen etwa 180° und 320° variiert wird.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

