

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 1448/2011
(22) Anmeldetag: 06.10.2011
(43) Veröffentlicht am: 15.01.2013

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

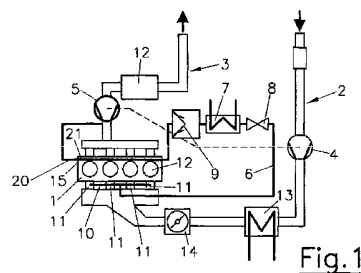
(56) Entgegenhaltungen:
DE 102008050368 A1
WO 2009151080 A1
WO 2009105463 A2
JP 2007303355 A
DE 10018503 A1
WO 2009093114 A1
JP 2007085248 A
JP 2007332913 A
EP 0840000 A1 EP 1835155 A2
GB 2473821 A
US 2009150052 A1
US 7275514 B2 US 7360523 B2
US 7367313 B2

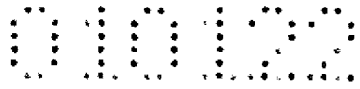
(73) Patentanmelder:
AVL LIST GMBH
8020 GRAZ (AT)

(72) Erfinder:
Kapus Paul Dr.
Judendorf (AT)

(54) **BRENNKRAFTMASCHINE MIT EINEM EINLASSTRANG**

(57) Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine (1) mit einem Einlassstrang (2) und einem Abgasstrang (3), mit zumindest einem Verdichter (4) und eine Abgasturbine (5) aufweisenden Abgasturbolader, mit einem Hochdruck- Abgasrückführsystem mit zumindest einer Abgasrückführleitung (6), welche stromaufwärts der Abgasturbine (5) vom Abgasstrang (3) ausgeht und stromabwärts des Verdichters (4) in den Einlassstrang (2) einmündet, wobei im Abgasstrang (3) zumindest ein erster Abgasrückführkühler (7), zumindest ein Abgasrückführventil (8) und zumindest ein Rückschlagventil (9) angeordnet ist und wobei das Rückschlagventil (9) stromaufwärts des ersten Abgasrückführkühlers (7) angeordnet ist. Um niedrigen Kraftstoffverbrauch bei strengem Emissionskriterien zu ermöglichen, ist vorgesehen, dass stromaufwärts oder im Bereich des Rückschlagventils (9) zumindest eine Vorkühleinrichtung (20) angeordnet ist.





ZUSAMMENFASSUNG

Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine (1) mit einem Einlassstrang (2) und einem Abgasstrang (3), mit zumindest einem Verdichter (4) und eine Abgasturbine (5) aufweisenden Abgasturbolader, mit einem Hochdruck-Abgasrückführsystem mit zumindest einer Abgasrückführleitung (6), welche stromaufwärts der Abgasturbine (5) vom Abgasstrang (3) ausgeht und stromabwärts des Verdichters (4) in den Einlassstrang (2) einmündet, wobei im Abgasstrang (3) zumindest ein erster Abgasrückführkühler (7), zumindest ein Abgasrückführventil (8) und zumindest ein Rückschlagventil (9) angeordnet ist und wobei das Rückschlagventil (9) stromaufwärts des ersten Abgasrückführkühlers (7) angeordnet ist. Um niedrigen Kraftstoffverbrauch bei strengem Emissionskriterien zu ermöglichen, ist vorgesehen, dass stromaufwärts oder im Bereich des Rückschlagventils (9) zumindest eine Vorkühleinrichtung (20) angeordnet ist.

Fig. 1

Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine mit einem Einlassstrang und einem Abgasstrang, mit zumindest einem einen Verdichter und eine Abgasturbine aufweisenden Abgasturbolader, mit einem Hochdruck-Abgasrückführsystem mit zumindest einer Abgasrückführleitung, welche stromaufwärts der Turbine vom Abgasstrang ausgeht und stromabwärts des Verdichters in den Einlassstrang einmündet, wobei im Abgasstrang zumindest ein erster Abgasrückführkühler, zumindest ein Abgasrückführventil und zumindest ein Rückschlagventil angeordnet ist und wobei das Rückschlagventil stromaufwärts des ersten Abgasrückführkühlers angeordnet ist. Weiters betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben dieser Brennkraftmaschine.

Aus der JP 2007-085 248 A ist eine Brennkraftmaschine mit Hochdruckabgasrückführung bekannt, wobei in der Abgasrückführleitung stromaufwärts eines Abgasrückführkühlers ein Abgasrückführventil und ein Rückschlagventil in parallel geschalteten Zweigleitungen des Abgasrückführstranges angeordnet sind.

Die EP 0 840 000 A1 beschreibt eine Brennkraftmaschine mit einem Hochdruckabgasrückführsystem, wobei in der Abgasrückführleitung im Bereich der Entnahmestelle aus dem Abgasstrang ein Abgasrückführventil und im Bereich der Mündungsstelle in den Einlassstrang ein Rückschlagventil angeordnet ist. Zwischen dem Abgasrückführventil und dem Rückschlagventil ist ein Abgasrückführkühler angeordnet.

Die GB 2 473 821 A offenbart eine Brennkraftmaschine mit einem Hochdruck-Abgasrückführsystem, wobei in einer Abgasrückführleitung zwei Abgasrückführkühler hintereinander angeordnet sind. Beide Kühler sind durch jeweils eine Bypassleitung umgehbar, wobei jede Bypassleitung über ein Bypassventil separat angesteuert werden kann.

Weiters ist es aus den Druckschriften EP 1 835 155 A2, JP 2007-303 355 A, JP 2007-332 913 A, US 7,275,514 B2, US 7,360,523 B2, US 7,367,313 B2, US 7,370,0633 B2 und US 2009/0150052 A1 bekannt, eine negative Ventilüberschneidung für Einlass- und Auslassventile im Zusammenhang mit Abgasrückführung einzusetzen. Durch die negative Ventilüberschneidung kann die

Druckdifferenz zwischen Abgasstrang und Einlassstrang positiv beeinflusst werden, um die Abgasrückführmengen zu erhöhen.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Verbrauchsabsenkung unter Einhaltung strengster Abgasrichtlinien zu realisieren.

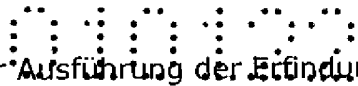
Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass stromaufwärts oder im Bereich des Rückschlagventils zumindest eine Vorkühleinrichtung angeordnet ist, wobei vorzugsweise die Vorkühleinrichtung durch eine Kühlleitung innerhalb des Zylinderkopfes gebildet ist.

Die Vorkühleinrichtung kann auch durch Kühlrippen an einem zum Rückschlagventil führenden Abschnitt der Abgasrückführleitung oder durch eine Luftkühlung, erzielt durch gezieltes Anströmen eines zum Rückschlagventil führenden Abschnittes der Abgasrückführleitung und/oder durch Anströmen des Rückschlagventils, gebildet sein.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Vorkühleinrichtung durch einen zweiten Abgasrückführkühler gebildet ist, wobei vorzugsweise das Abgasrückführventil stromabwärts des Rückschlagventils und/oder des ersten Abgasrückführkühlers angeordnet ist.

Durch die Hochdruck-Abgasrückführung mit Rückschlagventil kann durch die Druckpulsationen auch bei niedriger oder negativer Druckdifferenz zwischen Auslass- und Einlassstrang Abgas in den Einlassstrang rückgeführt werden. Um eine zylinderindividuelle Abgasrückführung zu ermöglichen, kann weiters vorgesehen sein, dass die Abgasrückführleitung sich in zumindest zwei Zweigleitungen aufspaltet, wobei die Zweigleitung zylinderindividuell jeweils in einen Einlasskanal unterschiedlicher Zylinder einmünden. Die Zuleitung zur Verteilerleiste erfolgt vorzugsweise mittig; die von der Verteilerleiste abzweigenden Leistungen zu den Zylindern verlaufen vorzugsweise symmetrisch.

Der Vorkühler vor dem Rückschlagventil verhindert eine Überhitzung des Rückschlagventils und ermöglicht es, die Temperaturgrenzen der Komponenten einzuhalten. Darüber hinaus werden Gasdynamische Effekte weniger gestört.



In weiterer Ausführung der Erfindung ist vorgesehen, dass in zumindest einem Betriebsbereich, in welchem eine Abgasrückführung gewünscht ist, die Steuerzeit zumindest eines Einlassventils und/oder eines Auslassventils so verändert wird, dass eine negative Ventilüberschneidung auftritt, wobei vorzugsweise der Einlassschluss bei 1mm Ventilhub, insbesondere in Betriebsphasen mit negativer Ventilüberschneidung, später als 590° Kurbelwinkel nach dem oberen Totpunkt der Zündung erfolgt. Dabei kann darüber hinaus vorgesehen sein, dass der Wechsel von positiver zu negativer Ventilüberschneidung durch Vorverstellen der Auslasssteuerzeiten erfolgt.

Dabei beträgt die negative Ventilüberschneidung (bezogen auf 1 mm Ventilhub) 40° bis 120° Kurbelwinkel, vorzugsweise 60° bis 100° Kurbelwinkel.

Durch die negative Ventilüberschneidung wird gewährleistet, dass ausreichend hohe Abgasmengen vom Auslassstrang zum Einlassstrang rückgeführt werden können. Weiters werden Verluste durch zu spätes Auslassöffnen – insbesondere bei kurzer Öffnungsdauer der Auslassventile – vermieden.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Fig. näher erläutert.

Es zeigen schematisch Fig. 1 eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine in einer ersten Ausführungsvariante, Fig. 2 eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine in einer zweiten Ausführungsvariante, Fig. 3 die Steuerzeiten der Ein- und Auslassventile bei positiver Ventilüberschneidung und Fig. 4 die Steuerzeiten der Ein- und Auslassventile bei negativer Ventilüberschneidung.

Funktionsgleiche Teile sind in den Ausführungsvarianten mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Die Fig. 1 und 2 zeigen jeweils eine Brennkraftmaschine 1 mit einem Einlassstrang 2 und einem Auslassstrang 3. Mit Bezugszeichen 4 ist ein im Einlassstrang 2 angeordneter Verdichter, mit Bezugszeichen 5 eine im Abgasstrang 3 angeordnete Turbine eines Abgasturboladers bezeichnet. Zwischen dem Auslassstrang und dem Einlassstrang 2 ist eine Abgasrückführleitung 6 eines Hochdruck-Abgasrückführsystems angeordnet, welche stromaufwärts der Turbine 5 vom Abgasstrang 3 abzweigt und stromabwärts des Verdichters 4 in den Einlassstrang 2 einmündet. In der Abgasrückführleitung 6 sind ein erster Abgasrückführkühler 7,

ein Abgasrückführventil 8 und – stromaufwärts des Abgasrückführkühlers 7 und des Abgasrückführventils 8 – ein Rückschlagventil 9 angeordnet, welches als sogenanntes "Reed Valve" ausgeführt sein kann. Die Abgasrückführleitung 6 mündet stromabwärts des Abgasrückführventils 8 mittig in eine Abgasverteilerleitung 10 ein, über welche zylinderselektiv Abgas zu den Einlasskanälen 11 der einzelnen Zylinder 12 zugeführt wird. Im Abgasstrang 3 ist weiters stromabwärts der Turbine 5 zumindest eine Abgasnachbehandlungseinrichtung 12 angeordnet. Stromabwärts des Verdichters 4 sind im Einlassstrang 2 ein Ladeluftkühler 13 und eine Drosselklappe 14 angeordnet.

Beide in Fig. 1 und 2 dargestellten Ausführungsvarianten haben gemeinsam, dass stromaufwärts des Rückschlagventils 9 eine Vorkühleinrichtung 20 angeordnet ist, um die Temperaturen des Abgases auf für das Rückschlagventil 9 verträgliche Werte abzusenken, ohne die nötige Gasdynamik zu zerstören.

Bei der in Fig. 1 dargestellten Ausführung ist die Vorkühleinrichtung 20 durch eine innerhalb des Zylinderkopfes 15 der Brennkraftmaschine angeordnete Kühlleitung 21 gebildet, durch welche eine Vorkühlung des Abgases erreicht wird.

Bei der in Fig. 2 dargestellten Ausführung wird die Vorkühleinrichtung 20 durch einen zweiten Abgasrückführkühler 22 gebildet.

Die Fig. 3 und 4 zeigen Ventilhub-Kurbelwinkel-Diagramme, wobei der Ventilhub h des Auslassventils und des Einlassventils über dem Kurbelwinkel KW aufgetragen ist. Die Hubkurve des Auslassventils ist dabei mit E , die Hubkurve des Einlassventils mit I bezeichnet.

Fig. 3 zeigt dabei den Fall einer positiven Ventilüberschneidung mit spät-spät Strategie (später Auslassschluss – später Einlassschluss). Restgas wird über spätes Auslassschließen wieder in den Zylinder gesaugt. Über das späte Einlassschließen ist ein weiteres Entdrosseln des Motors (Atkinson-Zyklus) möglich. Der Nachteil einer solchen Betriebsstrategie ist, dass bei kurzer Auslassöffnungsdauer das Öffnen des Auslasses nach dem unteren Torpunkt ($180^\circ KW$) erfolgt. Es kommt zu Verlusten beim Ausschieben, die die Vorteile des späten Auslassschließens kompensieren können..

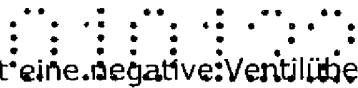
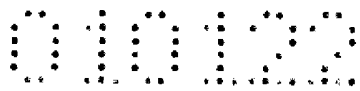


Fig. 4 zeigt eine negative Ventilüberschneidung, mit welcher das Druckverhältnis zwischen Abgasstrang und Einlassstrang zu Gunsten erhöhter Abgasrückführungsmengen durch frühes Auslassöffnen verbessert werden kann. Zusätzlich lässt sich eine Restgassteuerung (interne Abgasrückführung) erzielen, die das späte Auslassöffnen und damit die Auslassverluste vermeidet. Dabei beträgt die negative Ventilüberschneidung (bezogen auf 1 mm Ventilhub) $40^\circ - 120^\circ$ Kurbelwinkel KW, vorzugsweise $60 - 100^\circ$ Kurbelwinkel KW. Ein weiterer Vorteil ist das Vermeiden von tiefen Ventiltaschen im Kolbenboden, die bei spätem Auslassschluss oder frühem Einlassöffnen nötig sind.

Sowohl in Fig. 3, als auch in Fig. 4 liegt der Einlassschluss der Einlassventile – betrachtet bei 1mm Ventilhub – später als 590° Kurbelwinkel KW, wobei die Nockenwellenöffnungszeit relativ kurz ist.



PATENTANSPRÜCHE

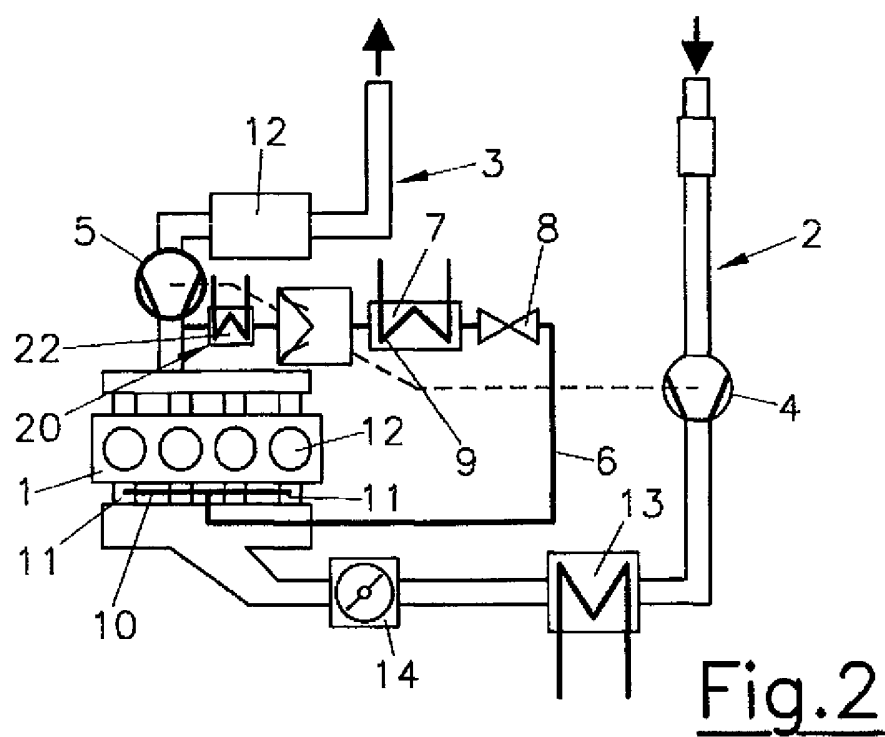
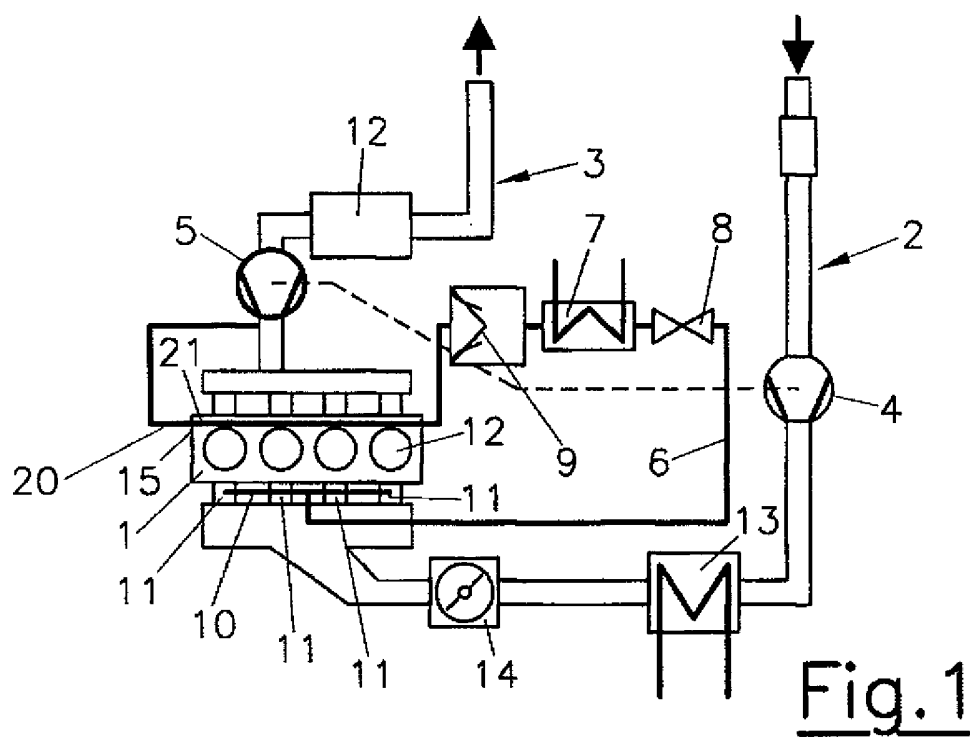
1. Brennkraftmaschine (1) mit einem Einlassstrang (2) und einem Abgasstrang (3), mit zumindest einem einen Verdichter (4) und eine Abgasturbine (5) aufweisenden Abgasturbolader, mit einem Hochdruck-Abgasrückführsystem mit zumindest einer Abgasrückführleitung (6), welche stromaufwärts der Abgasturbine (5) vom Abgasstrang (3) ausgeht und stromabwärts des Verdichters (4) in den Einlassstrang (2) einmündet, wobei im Abgasstrang (3) zumindest ein erster Abgasrückführkühler (7), zumindest ein Abgasrückführventil (8) und zumindest ein Rückschlagventil (9) angeordnet ist und wobei das Rückschlagventil (9) stromaufwärts des ersten Abgasrückführkühlers (7) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass stromaufwärts oder im Bereich des Rückschlagventils (9) zumindest eine Vorkühleinrichtung (20) angeordnet ist.
2. Brennkraftmaschine (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorkühleinrichtung (20) durch eine Kühlleitung (21) innerhalb des Zylinderkopfes (15) gebildet ist.
3. Brennkraftmaschine (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorkühleinrichtung (20) durch Kühlrippen an einem zum Rückschlagventil (9) führenden Abschnitt der Abgasrückführleitung (6) gebildet ist.
4. Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorkühleinrichtung (20) durch eine Luftkühlung, erzielt durch gezieltes Anströmen eines zum Rückschlagventil (9) führenden Abschnittes der Abgasrückführleitung (6) und/oder durch Anströmen des Rückschlagventils (9), gebildet ist.
5. Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorkühleinrichtung (20) durch einen zweiten Abgasrückführkühler (22) gebildet ist.
6. Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Abgasrückführventil (8) stromabwärts des

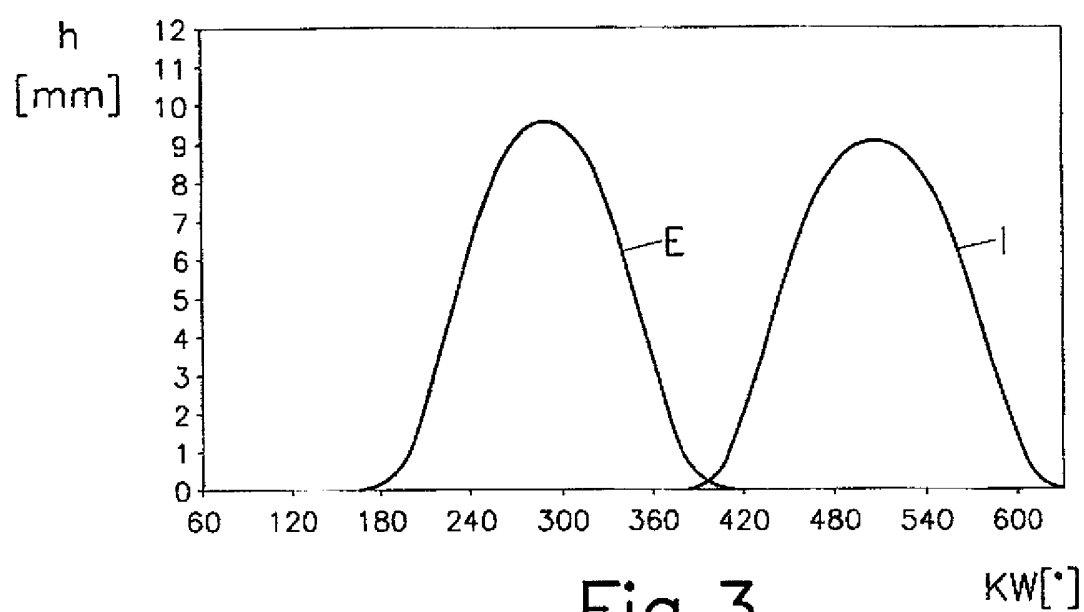
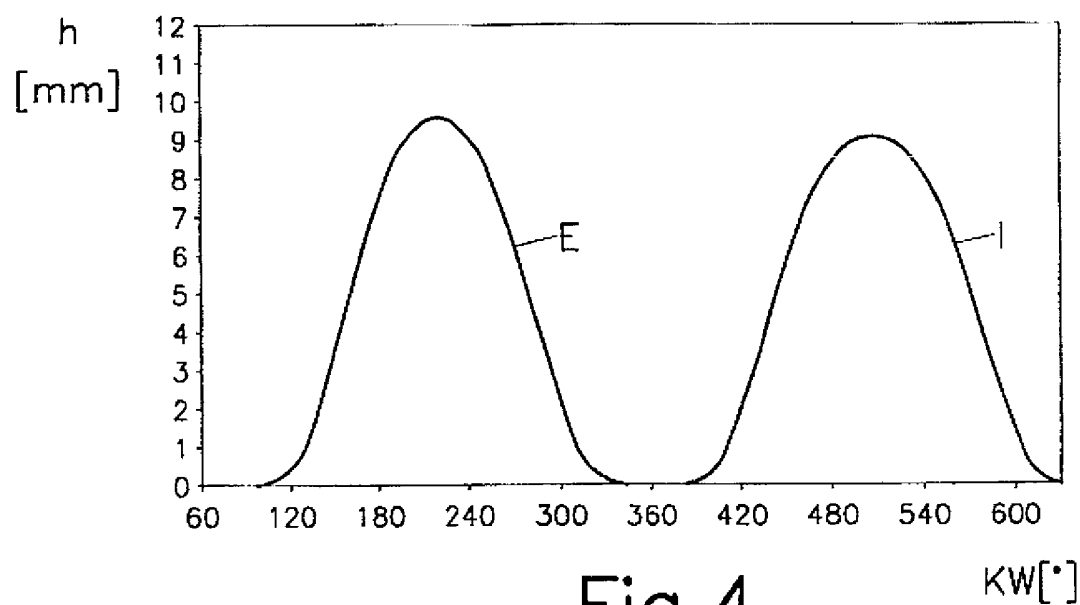
Rückschlagventils (9), und/oder des ersten Abgasrückführkühlers (7) angeordnet ist.

7. Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Abgasrückführleitung (6) sich in zumindest zwei, vorzugsweise symmetrische, Zweigleitungen (10) aufspaltet, wobei die Zweigleitungen (10) zylinderindividuell jeweils in einen Einlasskanal (11) unterschiedlicher Zylinder (12) einmünden.
8. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (1) mit einem Hochdruck-Abgasrückführsystem, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass in zumindest einem Betriebsbereich der Brennkraftmaschine (1) die Steuerzeit zumindest eines Einlassventils und/oder eines Auslassventils so verändert wird, dass eine negative Ventilüberschneidung auftritt.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die negative Ventilüberschneidung - bezogen auf 1 mm Ventilhub - 40° bis 120° Kurbelwinkel (KW), vorzugsweise 60° bis 100° Kurbelwinkel (KW) beträgt.
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Einlassschluss, insbesondere in Betriebsphasen mit negativer Ventilüberschneidung, bei 1 mm Ventilhub später als 590° Kurbelwinkel nach dem oberen Totpunkt der Zündung erfolgt.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Wechsel von positiver zu negativer Ventilüberschneidung durch Vorverstellen der Auslasssteuerzeiten erfolgt.

2011 10 06
Fu/St

390 Jul



Fig.3Fig.4

(neue) PATENTANSPRÜCHE

1. Brennkraftmaschine (1) mit einem Einlassstrang (2) und einem Abgasstrang (3), mit zumindest einem einen Verdichter (4) und eine Abgasturbine (5) aufweisenden Abgasturbolader, mit einem Hochdruck-Abgasrückführsystem mit zumindest einer Abgasrückführleitung (6), welche stromaufwärts der Abgasturbine (5) vom Abgasstrang (3) ausgeht und stromabwärts des Verdichters (4) in den Einlassstrang (2) einmündet, wobei in der Abgasrückführleitung (6) zumindest ein erster Abgasrückführkühler (7), zumindest ein Abgasrückführventil (8) und zumindest ein Rückschlagventil (9) angeordnet ist und wobei das Rückschlagventil (9) stromaufwärts des ersten Abgasrückführkühlers (7) angeordnet ist, wobei stromaufwärts oder im Bereich des Rückschlagventils (9) zumindest eine Vorkühleinrichtung (20) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorkühleinrichtung (20) durch eine Kühlleitung (21) innerhalb des Zylinderkopfes (15) gebildet ist.
2. Brennkraftmaschine (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorkühleinrichtung (20) durch Kühlrippen an einem zum Rückschlagventil (9) führenden Abschnitt der Abgasrückführleitung (6) gebildet ist.
3. Brennkraftmaschine (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorkühleinrichtung (20) durch eine Luftkühlung, erzielt durch gezieltes Anströmen eines zum Rückschlagventil (9) führenden Abschnittes der Abgasrückführleitung (6) und/oder durch Anströmen des Rückschlagventils (9), gebildet ist.
4. Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorkühleinrichtung (20) durch einen zweiten Abgasrückführkühler (22) gebildet ist.
5. Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Abgasrückführventil (8) stromabwärts des Rückschlagventils (9) und/oder des ersten Abgasrückführkühlers (7) angeordnet ist.

6. Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Abgasrückführleitung (6) sich in zumindest zwei, vorzugsweise symmetrische, Zweigleitungen (10) aufspaltet, wobei die Zweigleitungen (10) zylinderindividuell jeweils in einen Einlasskanal (11) unterschiedlicher Zylinder (12) einmünden.
7. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (1) mit einem Hochdruck-Abgasrückführsystem, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass in zumindest einem Betriebsbereich der Brennkraftmaschine (1) die Steuerzeit zumindest eines Einlassventils und/oder eines Auslassventils so verändert wird, dass eine negative Ventilüberschneidung auftritt.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die negative Ventilüberschneidung - bezogen auf 1 mm Ventilhub - 40° bis 120° Kurbelwinkel (KW), vorzugsweise 60° bis 100° Kurbelwinkel (KW) beträgt.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Einlassschluss, insbesondere in Betriebsphasen mit negativer Ventilüberschneidung, bei 1 mm Ventilhub später als 590° Kurbelwinkel nach dem oberen Totpunkt der Zündung erfolgt.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Wechsel von positiver zu negativer Ventilüberschneidung durch Vorverstellen der Auslasssteuerzeiten erfolgt.

2012 05 08

Fu/Bt