



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
25.01.2017 Patentblatt 2017/04

(51) Int Cl.:
F02D 17/02 (2006.01) **F02M 26/16** (2016.01)
F02M 26/20 (2016.01) **F02M 26/43** (2016.01)

(21) Anmeldenummer: **16180728.4**

(22) Anmeldetag: **22.07.2016**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(72) Erfinder:
• **NAUJOKS, Sascha**
76327 Pfinztal (DE)
• **STRENG, Simon**
70327 Stuttgart (DE)
• **WIESKE, Peter**
70825 Korntal-Münchingen (DE)

(30) Priorität: **22.07.2015 DE 102015213835**

(71) Anmelder: **Mahle International GmbH**
70376 Stuttgart (DE)

(74) Vertreter: **BRP Renaud & Partner mbB**
Rechtsanwälte Patentanwälte
Steuerberater
Königstraße 28
70173 Stuttgart (DE)

(54) **BRENNKRAFTMASCHINE FÜR EIN KRAFTFAHRZEUG SOWIE BETRIEBSVERFAHREN**

(57) Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine (1) für ein Kraftfahrzeug,
- mit wenigstens einem ersten Zylinder (2a, 2c), der einen ersten Einlass (3a, 3b) und einen ersten Auslass (4a, 4b) zum Ausleiten von Abgas aufweist,
- mit wenigstens einem zweiten Zylinder (2b, 2d), der einen zweiten Einlass (3c, 3d) und einen zweiten Auslass (4c, 4d) aufweist,
- mit einer Abgas-Rückführungsleitung (5a, 5b), welche den ersten Auslass (4a, 4b) fluidisch mit dem zweiten Einlass (3c, 3d) verbindet,
- wobei die Brennkraftmaschine (1) durch Unterbinden der Zufuhr von Luft in den zweiten Zylinder (2b, 2d) in einen Teillast-Betriebszustand umschaltbar ist,
- wobei die Brennkraftmaschine (1) ein Steuerventil (6a, 6b) umfasst, mittels welchem einstellbar ist, welcher Bruchteil des aus dem ersten Zylinder (2a, 2c) ausgestoßenen Abgases im Teillast-Betriebszustand über die Abgas-Rückführungsleitung (5a, 5b) wieder in den zweiten Zylinder (2b, 2d) eingeleitet wird.

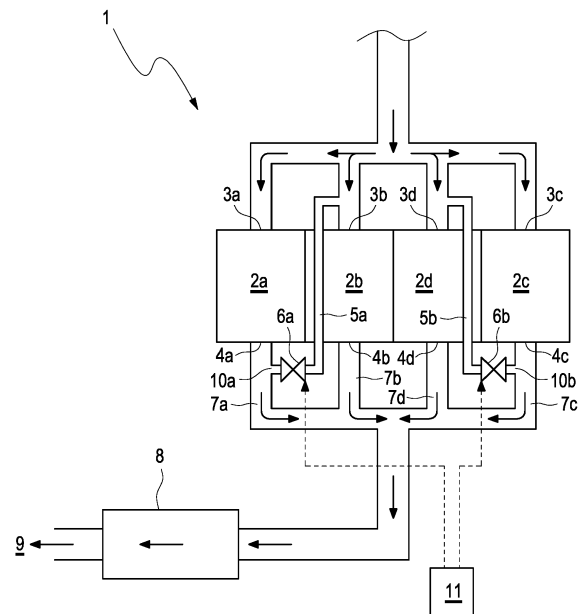


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine für ein Kraftfahrzeug sowie ein Kraftfahrzeug mit einer solchen Brennkraftmaschine. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine.

[0002] Moderne Brennkraftmaschinen mit mehreren Zylindern besitzen die Möglichkeit, einzelne Zylinder abzuschalten, solange die Brennkraftmaschine sich in einem Zustand mit reduzierter Last befindet. In einem solchen, abgeschalteten Zylinder ist die Zufuhr von Luft sowie von Kraftstoff zur Bildung eines Kraftstoff-Luftgemisches unterbunden. Folglich wird auch kein Gas-Luftgemisch verbrannt, so dass wiederum kein Abgas erzeugt wird. Dies führt zur Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs und einer Verringerung der Emission von Abgasen durch die Brennkraftmaschine.

[0003] Eine derartig ausgebildete Brennkraftmaschine offenbart die DE 10 2010 024 324 B4, bei welcher in den abgeschalteten, also nicht am Motorbetrieb beteiligten Zylindern Frischluft verdichtet und den als Motor betriebenen Zylindern in Form aufgeladener Verbrennungsluft zugeführt wird.

[0004] Die DE 10 2008 044 078 behandelt einen Viertakt-Verbrennungsmotor mit mehreren Zylindern. Jeder der Zylinder besitzt eine Einlass- und eine Auslass-einrichtung zum Einleiten von Luft bzw. zum Ausleiten von Abgas in bzw. aus dem Zylinder. Der Verbrennungsmotor besitzt weiterhin eine Überleitungseinrichtung mit einem Steuerventil zum gesteuerten Überleiten von Verbrennungsabgas von einem ersten der Zylinder zu mindestens einem zweiten der Zylinder.

[0005] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, bei der Entwicklung von Brennkraftmaschinen mit Zylinder-Abschaltung neue Wege aufzuzeigen.

[0006] Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

[0007] Grundgedanke der Erfindung ist demnach, durch eine steuerbare Verbindung zwischen dem Auslass wenigstens eines ersten Zylinders mit dem Einlass wenigstens eines zweiten Zylinders in einem Teillast-Betrieb, also bei abgeschaltetem zweiten Zylinder, Abgas aus dem ersten Zylinder in besagten zweiten Zylinder zu leiten.

[0008] In der Folge wird der zweite Zylinder mit Abgas aus dem ersten Zylinder befeuert. Der abgeschaltete zweite Zylinder kann somit die im Abgas enthaltene Energie in Volumen-Änderungsarbeit umwandeln. Dies führt zu einer zusätzlichen Expansion des Abgases, wodurch Abgasverluste reduziert und der Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine erhöht werden können. Im Zuge der Expansion von rückgeführtem Abgas im zweiten Zylinder wird die Temperatur des zweiten Zylinders aufgrund der kontinuierlichen Zufuhr von Abgas in geringerem Maße abgesenkt, als dies bei abgeschaltetem Zylinder ohne

Zufuhr von Abgas der Fall wäre. Dies führt zu einer verringerten Emission von Abgasen, insbesondere von Kohlenwasserstoffen und Kohlenmonoxid, sowie zu einem verbesserten Startverhalten beim Einschalten des abgeschalteten zweiten Zylinders.

[0009] Eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschine für ein Kraftfahrzeug umfasst wenigstens einen ersten Zylinder, der einen ersten Einlass zum Einleiten von Luft in den ersten Zylinder und einen ersten Auslass zum Ausleiten von Abgas aus dem ersten Zylinder aufweist. Weiterhin umfasst die Brennkraftmaschine wenigstens einen zweiten Zylinder, der einen zweiten Einlass zum Einleiten von Luft in den zweiten Zylinder und einen zweiten Auslass zum Ausleiten von Abgas aus dem zweiten Zylinder aufweist. Die Brennkraftmaschine besitzt ferner eine Abgas-Rückführungsleitung, welche den ersten Auslass des wenigstens einen ersten Zylinder fluidisch mit dem zweiten Einlass des wenigstens einen zweiten Zylinder verbindet. Auf diese Weise ist das aus dem ersten Zylinder ausgestoßene Abgas in den zweiten Zylinder einleitbar, wo es der bereits erläuterten zusätzlichen Expansion unterzogen werden kann. Erfindungsgemäß ist die Brennkraftmaschine durch Unterbinden der Zufuhr von Luft in den wenigstens einen zweiten Zylinder von einem Normallast-Betriebszustand in einen Teillast-Betriebszustand umschaltbar. Hierzu umfasst die Brennkraftmaschine ein Steuerventil, mittels welchem einstellbar ist, welcher Bruchteil des aus dem ersten Zylinder ausgestoßenen Abgases über die erste Abgas-Rückführungsleitung tatsächlich wieder in den zweiten Zylinder eingeleitet wird.

[0010] Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist der erste Auslass an einer Abgas-Abführungsleitung der Brennkraftmaschine zum Abführen des Abgases aus der Brennkraftmaschine vorgesehen. Dabei zweigt die Abgas-Rückführungsleitung in einem Abzweigungspunkt von der Abgas-Abführungsleitung ab. Eine solche Leitungsgeometrie führt zu einem vereinfachten Aufbau der Brennkraftmaschine und somit zu verringerten Herstellungskosten.

[0011] Besonders zweckmäßig ist das Steuerventil zwischen einem ersten und einem zweiten Zustand verstellbar ausgebildet. Im ersten Zustand verschließt das Steuerventil die Abgas-Rückführungsleitung und gibt die Abgas-Abführungsleitung stromab des Abzweigungspunkts zum Abführen des Abgases aus der Brennkraftmaschine frei. Im zweiten Zustand gibt das Steuerventil die Abgas-Rückführungsleitung frei und verschließt die Abgas-Abführungsleitung stromab des Abzweigungspunkts, so dass das aus dem ersten Zylinder ausgeleitete Abgas über die Abgas-Rückführungsleitung dem zweiten Zylinder zugeführt wird. Auf diese Weise kann die Menge des rückzuführenden und somit zusätzlich zu expandierenden Abgases besonders präzise eingestellt werden.

[0012] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung weist die Brennkraftmaschine eine Steuerungseinrichtung auf, mittels welcher das Steuerventil zwischen dem ersten

und dem zweiten Zustand verstellbar ist. Das Verstellen zwischen den beiden Zuständen erfolgt dabei in Abhängigkeit davon, ob sich die Brennkraftmaschine im Teillast-Betriebszustand befindet oder nicht.

[0013] Besonders bevorzugt ist das Steuerventil in den ersten Zustand eingestellt, wenn sich der zweite Zylinder nicht im Teillast-Betriebszustand befindet. Befindet sich der zweite Zylinder nicht im Teillast-Betriebszustand, so soll auch kein Abgas in diesen rückgeführt werden. In diesem Fall soll die Abgas-Rückführungsleitung vom Steuerventil verschlossen werden. Dies ist im zweiten Zustand des Steuerventils der Fall.

[0014] Besonders bevorzugt ist das Steuerventil in den zweiten Zustand eingestellt, wenn sich die Brennkraftmaschine im Teillast-Betriebszustand befindet. In diesem Zustand des Steuerventils kann Abgas aus dem wenigstens einen ersten Zylinder in den diesem Zylinder zugeordneten zweiten Zylinder rückgeführt werden.

[0015] Bei einer technisch besonders einfach zu realisierenden Ausführungsform ist das Steuerventil in der Abgas-Rückführungsleitung angeordnet. Dies bedeutet, dass das Steuerventil nur die Abgas-Rückführungsleitung verschließen oder freigeben kann, nicht jedoch die Abgas-Abführungsleitung, über welche das Abgas, vorzugsweise über eine Abgasanlage, in der Umgebung der Brennkraftmaschine freigesetzt wird.

[0016] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist das Steuerventil im jeweiligen Abzweigungspunkt angeordnet. Auf diese Weise kann der Aufbau des Ventils konstruktiv einfach gehalten werden, da eine wenigstens teilweise Anordnung des Steuerventils sowohl in der Abgas-Rückführungsleitung als auch in der Abgas-Abführungsleitung entfällt.

[0017] Soll sichergestellt werden, dass im Teillast-Betriebszustand der Brennkraftmaschine das aus dem wenigstens einen Zylinder ausgestoßene Abgas vollständig in den zugeordneten zweiten Zylinder rückgeführt wird, so empfiehlt es sich, das Steuerventil teilweise in der Abgas-Rückführungsleitung und teilweise in der Abgas-Abführungsleitung stromab des Abzweigungspunkts anzuordnen.

[0018] Mit besonders geringen Fertigungskosten verbunden ist eine weitere bevorzugte Ausführungsform, bei welcher das Steuerventil als Klappenventil ausgebildet ist. Ein solches Klappenventil umfasst typischerweise eine relativ zur Leitungswand der Abgas-Rückführungsleitung drehbare Spindel, an welcher drehfest eine Ventilklappe befestigt ist. Besagte Ventilklappe verschließt im ersten Zustand die Abgas-Rückführungsleitung und im zweiten Zustand die Abgas-Abführungsleitung. Besonders bevorzugt ist das Klappenventil daher im Abzweigungspunkt der Abgas-Rückführungsleitung von der Abgas-Abführungsleitung angeordnet.

[0019] Besonders zweckmäßig kann das Steuerventil als Schmetterlingsventil ausgebildet sein. Bei einem solchen Schmetterlingsventil steht die Ventilklappe in einem Querschnitt senkrecht zur drehbaren Spindel beidseitig, vorzugsweise symmetrisch, von der Spindel ab. Ein sol-

ches Schmetterlingsventil benötigt zum Verbauen in der Abgas-Abführungsleitung bzw. in der Abgas-Rückführungsleitung besonders wenig Bauraum.

[0020] Die Erfindung betrifft weiterhin ein Kraftfahrzeug mit einer vorangehend vorgestellten Brennkraftmaschine.

[0021] Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer vorangehend erläuterten Brennkraftmaschine. Gemäß diesem Verfahren wird in einem Normallast-Betriebszustand der Brennkraftmaschine in wenigstens einen ersten und in wenigstens einen zweiten Zylinder der Brennkraftmaschine Luft eingeleitet und Abgas ausgeleitet. Besagtes Abgas entsteht dabei in herkömmlicher Weise im Zuge der Verbrennung des im jeweiligen Zylinder durch Kraftstoff-Einspritzung erzeugten Kraftstoff-Luft-Gemischs. In einem Teillast-Betriebszustand der Brennkraftmaschine wird hingegen die Luftzufuhr in den zweiten Zylinder unterbunden und stattdessen das aus dem ersten Zylinder ausgeleitete Abgas wenigstens teilweise, vorzugsweise vollständig, in den zweiten Zylinder rückgeführt.

[0022] Bei einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens umfasst die Brennkraftmaschine ein Steuerventil, mittels welchem in der Brennkraftmaschine eingestellt wird, welcher Bruchteil des aus dem ersten Zylinder ausgestoßenen Abgases im Teillast-Betriebszustand über die erste Abgas-Rückführungsleitung in den zweiten Zylinder eingeleitet wird.

[0023] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

[0024] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0025] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Komponenten beziehen.

[0026] Es zeigen, jeweils schematisch:

Fig. 1 eine den Aufbau einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine schematisch illustrierende Darstellung,

Fig. 2, 3 verschiedene, die mögliche Anordnung des erfindungswesentlichen Steuerventils illustrierende Darstellungen,

Fig. 4, 5 mögliche technische Realisierungsformen des erfindungswesentlichen Steuerventils.

[0027] Die Figur 1 illustriert in schematischer Darstel-

lung ein Beispiel einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine 1. Im Beispiel der Figur 1 ist die Brennkraftmaschine 1 mit insgesamt vier Zylindern 2a, 2b, 2c, 2d ausgestattet, d.h. es handelt sich um einen 4-Zylinder-Motor. Die beiden Zylinder 2a, 2c werden im Folgenden als "erste Zylinder" und die beiden Zylinder 2b, 2d im Folgenden als "zweite Zylinder" bezeichnet. Der erfindungswesentliche Aufbau der Brennkraftmaschine 1 wird nun anhand des ersten Zylinders 2a und des zweiten Zylinders 2b erläutert. Der Aufbau der beiden Zylinder 2c, 2d entspricht jenem der Zylinder 2a, 2b, so dass nachfolgende Erläuterungen folglich mutatis mutandis auch auf die Zylinder 2c, 2d angewandt werden können.

[0028] Entsprechend Figur 1 weist der erste Zylinder 2a einen ersten Einlass 3a zum Einleiten von Luft in den ersten Zylinder 2a und einen ersten Auslass 4a zum Ausleiten von Abgas aus dem ersten Zylinder 2a auf. Der im Zylinder 2a mit der eingeleiteten Luft zu vermischende Kraftstoff wird mittels dem einschlägigen Fachmann bekannter Einspritzdüsen (nicht gezeigt) in den Zylinder eingespritzt. Durch Verbrennung des sich bildenden Kraftstoff-Luftgemischs wird ein im Zylinder 2a linear verstellbar angeordneter Kolben (nicht gezeigt) in Bewegung versetzt. Gleiches gilt für die Zylinder 2b bis 2d, die mit entsprechenden Einlässen 3b-3d und Auslässen 4b-4d versehen sind.

[0029] Die Brennkraftmaschine 1 ist zwischen einem Normallast-Betriebszustand und einem Teillast-Betriebszustand umschaltbar. Im Normallast-Betriebszustand wird in alle vier Zylinder 2a-2d n herkömmlicher Weise über die Einlässe 3a-3d Luft eingeleitet und mit Kraftstoff vermischt. Das sich ergebende Luft-Kraftstoff-Gemisch wird in den Zylindern 2a-2d verbrannt und das im Zuge der Verbrennung erzeugte Abgas über die Auslässe 3a-3d wieder aus den Zylindern 2a-2d ausgestoßen. Im Teillast-Betriebszustand der Brennkraftmaschine 1 wird die Zufuhr von Luft und Kraftstoff in die beiden zweiten Zylinder 2b und 2d unterbunden, um den Kraftstoffverbrauch der Brennkraftmaschine 1 zu reduzieren. Stattdessen wird im Teillast-Betriebszustand in die beiden Zylinder 2b, 2d Abgas eingeleitet, welches in einem vorherigen Takt aus den beiden ersten Zylindern 2a, 2c ausgeleitet wurde. Eine solche Rückführung von Abgas aus den beiden ersten Zylindern 2a, 2c in die beiden zweiten Zylinder 2b, 2d erfolgt mit Hilfe einer ersten und einer zweiten Abgas-Rückführungsleitung 5a, 5b. Die erste Abgas-Rückführungsleitung 5a verbindet den ersten Auslass 4a des ersten Zylinders 2a fluidisch mit dem zweiten Einlass 3b des zweiten Zylinders 2b. Die zweite Abgas-Rückführungsleitung 5b verbindet den ersten Auslass 4c des ersten Zylinders 2c fluidisch mit dem zweiten Einlass 3d des zweiten Zylinders 2d.

[0030] Die Brennkraftmaschine 1 umfasst ferner ein erstes Steuerventil 6a, mittels welchem einstellbar ist, welcher Bruchteil des aus dem ersten Zylinder 2a ausgestoßenen Abgases über die erste Abgas-Rückführungsleitung 5a in den zweiten Zylinder 2c eingeleitet wird. Die Brennkraftmaschine 1 umfasst weiterhin ein

zweites Steuerventil 6b, mittels welchem einstellbar ist, welcher Bruchteil des aus dem ersten Zylinder 2b ausgestoßenen Abgases über die zweite Abgas-Rückführungsleitung 5b in den zweiten Zylinder 2d eingeleitet wird.

[0031] Entsprechend Figur 1 ist der erste Auslass 4a des ersten Zylinders 2a fluidisch mit einer Abgas-Abführungsleitung 7a der Brennkraftmaschine 1 verbunden, mittels welcher das Abgas in eine Abgasanlage 8 - diese ist in Figur 1 nur grobschematisch angedeutet - weitergeleitet wird, über welche es an die Umgebung 9 der Brennkraftmaschine 1 abgegeben werden kann. In analoger Weise stehen auch die Zylinder 2b-2d mit entsprechenden Abgas-Abführungsleitungen 7b-7d in Fluidverbindung, die ebenso wie die Abgas-Abführungsleitung 7a fluidisch mit der Abgasanlage 8 fluidisch verbunden sind. Die erste Abgas-Rückführungsleitung 5a zweigt in einem ersten Abzweigungspunkt 10a von der ersten Abgas-Abführungsleitung 7a ab. Die zweite Abgas-Rückführungsleitung 5b zweigt in einem zweiten Abzweigungspunkt 10b von der zweiten Abgas-Abführungsleitung 7b ab.

[0032] Jedes der beiden Steuerventile 6a, 6b ist zwischen einem ersten und einem zweiten Zustand verstellbar ausgebildet, derart, dass es in dem ersten Zustand die jeweilige Abgas-Rückführungsleitung 5a, 5b verschließt und die Abgas-Abführungsleitung 7a, 7b stromab des jeweiligen Abzweigungspunkts 10a, 10b zum Abführen des Abgases aus der Brennkraftmaschine 1 in die Abgasanlage 8 freigibt. Im zweiten Zustand geben die beiden Steuerventile 6a, 6b die jeweilige Abgas-Rückführungsleitung 5a, 5b frei und verschließen die jeweilige Abgas-Abführungsleitung 7a, 7b stromab des jeweiligen Abzweigungspunkts 10a, 10b. Im zweiten Zustand wird das aus dem jeweiligen ersten Zylinder 2a, 2b ausgeleitete Abgas über die jeweilige Abgas-Rückführungsleitung 5a, 5b dem jeweiligen zweiten Zylinder 2c, 2d zugeführt.

[0033] Zum Verstellen der Steuerventile 5a, 5b kann die Brennkraftmaschine 1 eine Steuerungseinrichtung 11 aufweisen, mittels welcher die Steuerventile 6a, 6b zwischen dem ersten und dem zweiten Zustand verstellbar sind. Besagte Verstellung erfolgt in Abhängigkeit davon, ob sich die Brennkraftmaschine 1 im Teillast-Betriebszustand befindet oder nicht. Hierzu kann die Steuerungseinrichtung 11 mit der Brennkraftmaschine 1 derart zusammenwirken, dass sie diese zwischen dem Normallast-Betriebszustand und dem Teillast-Betriebszustand umschaltet. In diesem Fall fungiert die Steuerungseinrichtung 11 als Motor-Steuergerät für die Zylinder 2a-2d der Brennkraftmaschine 1. In einer Variante kann die Steuerungseinrichtung 11 auch Teil eines solchen Motor-Steuergeräts sein.

[0034] Die Steuerungseinrichtung 11 verstellt die beiden Steuerventile 6a, 6b in den ersten Zustand, wenn sich die zweiten Zylinder 2c, 2d nicht im Teillast-Betriebszustand befinden. In diesem Zustand findet keine Rückführung von Abgas über die Abgas-Rückführungsleitungen

gen 5a, 5b statt. Die Steuerungseinrichtung 11 verstellt die beiden Steuerventile 6a, 6b in den zweiten Zustand, wenn sich die zweiten Zylinder 2c, 2d im Teillast-Betriebszustand befinden. In diesem Fall sind die Abgas-Rückführungsleitungen 5a, 5b zum Durchströmen mit Abgas freigegeben.

[0035] Im Beispiel der Figur 1 sind die Steuerventile 5a, 5b in der jeweiligen Abgas-Rückführungsleitung 5a, 5b angeordnet. Dies bedeutet, dass die Steuerventile 6a, 6b nur die Abgas-Rückführungsleitungen 5a, 5b verschließen können, nicht jedoch die beiden Abgas-Abführungsleitungen 7a, 7b.

[0036] Figur 2 zeigt eine Variante des Beispiels der Figur 1, bei welchem die Steuerventile 6a, 6b im jeweiligen Abzweigungspunkt 10a, 10b angeordnet sind.

[0037] Figur 3 zeigt in grobschematischer Darstellung eine weitere Variante des Beispiels der Figur 1, bei welchem die beiden Steuerventile 6a, 6b teilweise in der Abgas-Rückführungsleitung 5a, 5b und teilweise in der Abgas-Abführungsleitung 7a, 7b stromab des jeweiligen Abzweigungspunkts 10a, 10b angeordnet sind.

[0038] Figur 4 zeigt in schematischer Darstellung eine konstruktive Realisierungsmöglichkeit der Steuerventile 6a, 6b in Form eines Klappenventils 12. Diese Realisierungsform eignet sich insbesondere für das Beispiel der Figur 2, bei welchem die beiden Steuerventile 6a, 6b jeweils im Abzweigungspunkt 10a, 10b angeordnet sind.

[0039] Figur 5 zeigt schematisch eine Variante des Beispiels der Figur 4, bei welchem die Steuerventile als Schmetterlingsventile 13 ausgebildet sind. Diese Realisierungsform empfiehlt sich besonders für das Beispiel der Figur 3, bei welchem die beiden Steuerventile 6a, 6b jeweils teilweise in der Abgas-Rückführungsleitung 5a, 5b und teilweise in der Abgas-Abführungsleitung 7a, 7b stromab des jeweiligen Abzweigungspunkts 10a, 10b angeordnet sind.

Patentansprüche

1. Brennkraftmaschine (1) für ein Kraftfahrzeug,

- mit wenigstens einem ersten Zylinder (2a, 2c), der einen ersten Einlass (3a, 3b) zum Einleiten von Luft in den ersten Zylinder (2a, 2c) und einen ersten Auslass (4a, 4b) zum Ausleiten von Abgas aus dem ersten Zylinder (2a, 2c) aufweist,
- mit wenigstens einem zweiten Zylinder (2b, 2d), der einen zweiten Einlass (3c, 3d) zum Einleiten von Luft in den zweiten Zylinder (2c, 2d) und einen zweiten Auslass (4c, 4d) zum Ausleiten von Abgas aus dem zweiten Zylinder (2b, 2d) aufweist,
- mit einer Abgas-Rückführungsleitung (5a, 5b), welche den ersten Auslass (4a, 4b) fluidisch mit dem zweiten Einlass (3c, 3d) verbindet, so dass das aus dem ersten Zylinder (2a, 2c) ausgestoßene Abgas in den zweiten Zylinder (2b, 2d) zur

zusätzlichen Expansion einleitbar ist,

- wobei die Brennkraftmaschine (1) durch Unterbinden der Zufuhr von Luft in den zweiten Zylinder (2b, 2d) in einen Teillast-Betriebszustand umschaltbar ist,

- wobei die Brennkraftmaschine (1) ein Steuerventil (6a, 6b) umfasst, mittels welchem einstellbar ist, welcher Bruchteil des aus dem ersten Zylinder (2a, 2c) ausgestoßenen Abgases im Teillast-Betriebszustand über die Abgas-Rückführungsleitung (5a, 5b) wieder in den zweiten Zylinder (2b, 2d) eingeleitet wird.

2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass

der erste Auslass (4a, 4b) fluidisch mit einer Abgas-Abführungsleitung (7a, 7b) der Brennkraftmaschine zum Abführen des Abgases aus der Brennkraftmaschine (1) verbunden ist,

wobei die Abgas-Rückführungsleitung (7a, 7b) in einem Abzweigungspunkt (10a, 10b) von der Abgas-Abführungsleitung (7a, 7b) abzweigt.

3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Steuerventil (6a, 6b) zwischen einem ersten Zustand und einem zweiten Zustand verstellbar ausgebildet ist, derart, dass es in dem ersten Zustand die Abgas-Rückführungsleitung (5a, 5b) verschließt und die Abgas-Abführungsleitung (7a, 7b) stromab des Abzweigungspunkts (10a, 10b) zum Abführen des Abgases aus der Brennkraftmaschine (1) freigibt und in einem zweiten Zustand die Abgas-Rückführungsleitung (5a, 5b) freigibt und die Abgas-Abführungsleitung (7a, 7b) stromab des Abzweigungspunkts (10a, 10b) verschließt, so dass das aus dem ersten Zylinder (2a, 2c) ausgeleitete Abgas über die Abgas-Rückführungsleitung (5a, 5b) dem zweiten Zylinder (2b, 2d) zugeführt wird.

4. Brennkraftmaschine nach Anspruch 3,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Brennkraftmaschine (1) eine Steuerungseinrichtung (11) aufweist, mittels welcher das Steuerventil (6a, 6b) zwischen dem ersten und dem zweiten Zustand verstellbar ist, in Abhängigkeit davon, ob sich die Brennkraftmaschine (1) im Teillast-Betriebszustand befindet oder nicht.

5. Brennkraftmaschine nach Anspruch 3 oder 4,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Steuerventil (6a, 6b) in den ersten Zustand eingestellt ist, wenn sich der zweite Zylinder (2b, 2d) nicht im Teillast-Betriebszustand befindet.

6. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 3 bis 5,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Steuerventil (6a, 6b) in den zweiten Zustand eingestellt ist, wenn sich der zweite Zylinder (2c, 2d) im Teillast-Betriebszustand befindet.

7. Brennkraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Steuerventil (6a, 6b) in der Abgas-Rückführungsleitung (5a, 5b) angeordnet ist. 5
8. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 2 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Steuerventil (6a, 6b) im Abzweigungspunkt (10a, 10b) angeordnet ist. 10 15
9. Brennkraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Steuerventil (6a, 6b) teilweise in der Abgas-Rückführungsleitung (5a, 5b) und teilweise in der Abgas-Abführungsleitung (7a, 7b) stromab des Abzweigungspunkts (10a, 10b) angeordnet ist. 20
10. Brennkraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Steuerventil (6a, 6b) als Klappenventil (12) ausgebildet ist. 25 30
11. Brennkraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Steuerventil (6a, 6b) als Schmetterlingsventil (13) ausgebildet ist. 35
12. Kraftfahrzeug mit einer Brennkraftmaschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
13. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (1), insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 40
 - gemäß welchem in einem Normallast-Betriebszustand der Brennkraftmaschine (1) in wenigstens einen ersten und wenigstens einen zweiten Zylinder (2a, 2b, 2c, 2d) der Brennkraftmaschine Luft eingeleitet und Abgas ausgeleitet wird, 45
 - gemäß welchem in einem Teillast-Betriebszustand der Brennkraftmaschine (1) die Luftzufuhr in den zweiten Zylinder (2b, 2d) unterbunden ist und das aus dem ersten Zylinder (2a, 2c) ausgeleitete Abgas wenigstens teilweise in den zweiten Zylinder (2b, 2d) rückgeführt wird. 50 55
14. Verfahren nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet, dass

die Brennkraftmaschine (1) ein Steuerventil (6a, 6b) umfasst, mittels welchem in der Brennkraftmaschine eingestellt wird, welcher Bruchteil des aus dem ersten Zylinder (2a, 2c) ausgestoßenen Abgases im Teillast-Betriebszustand über die Abgas-Rückführungsleitung (5a, 5b) in den zweiten Zylinder (2b, 2d) eingeleitet wird.

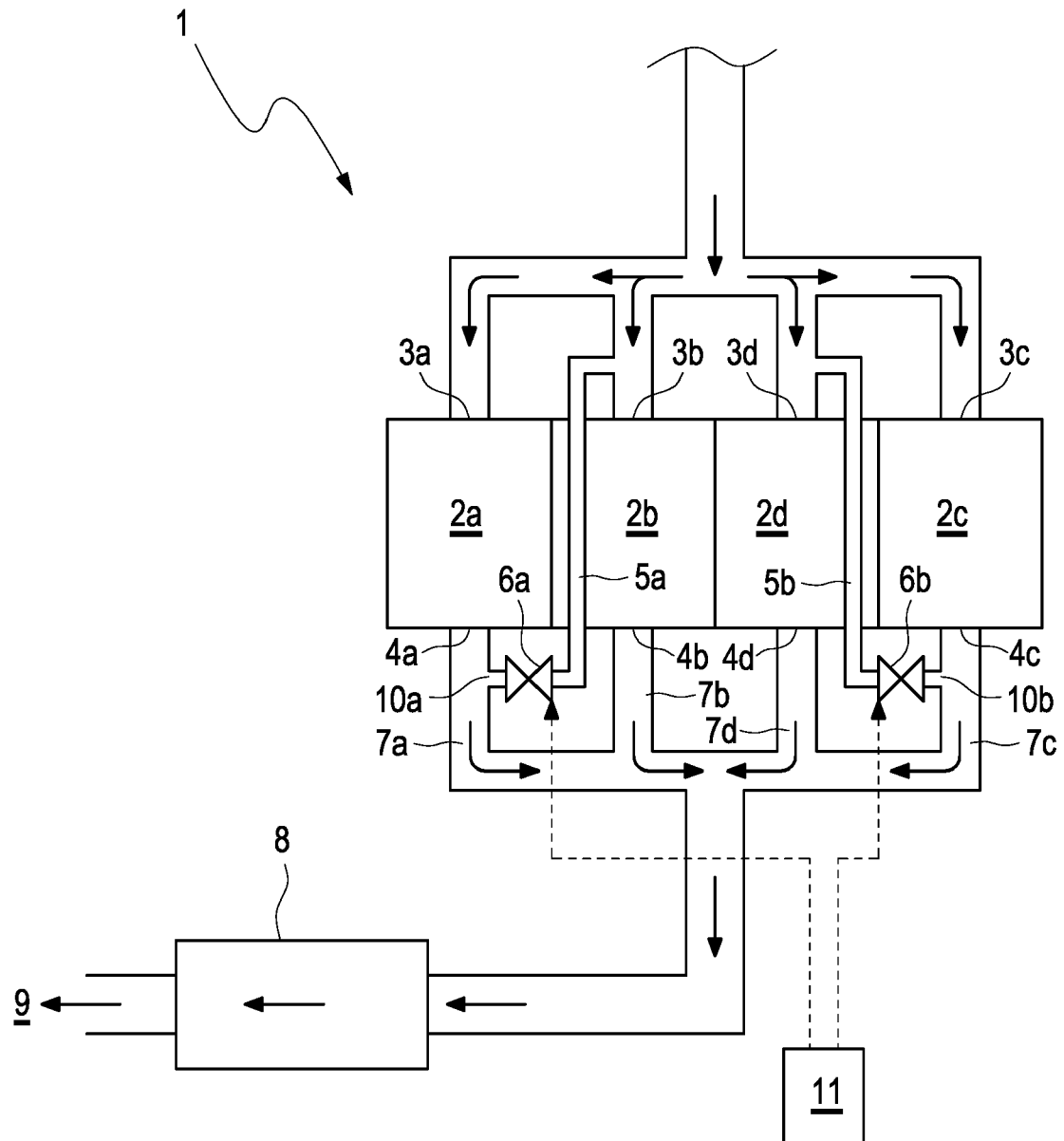


Fig. 1

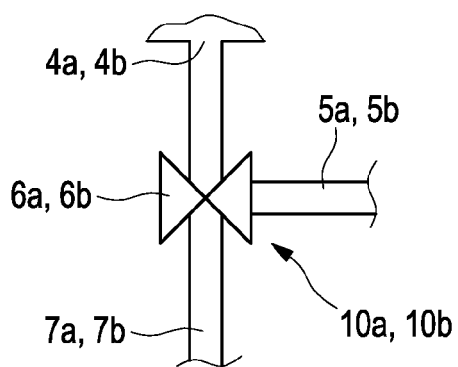


Fig. 2

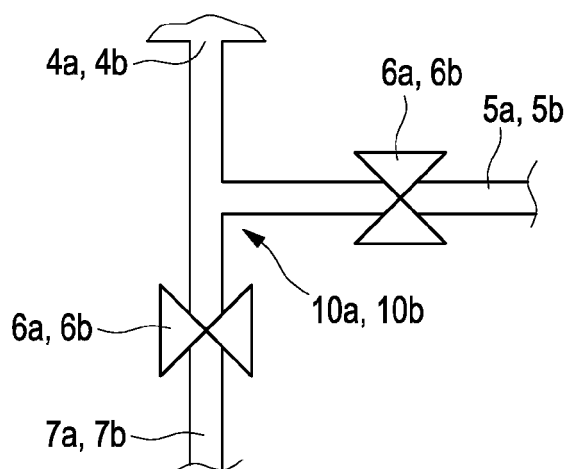


Fig. 3

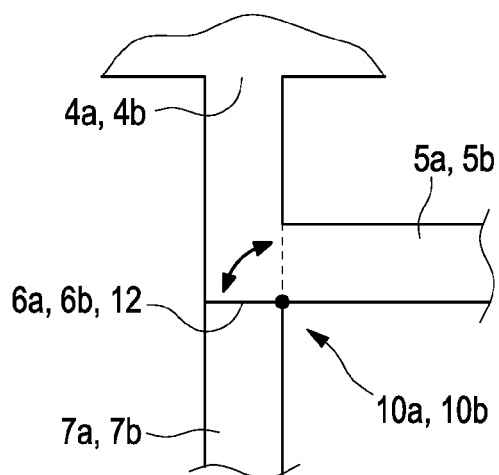


Fig. 4

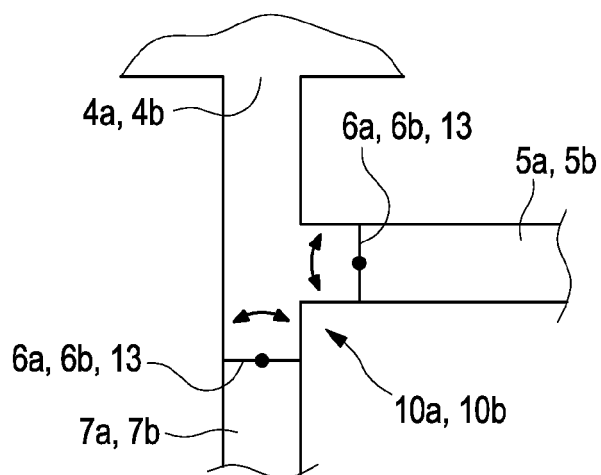


Fig. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 16 18 0728

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2015/010903 A1 (VALEO SYSTEMES THERMIQUES [FR]) 29. Januar 2015 (2015-01-29) * Abbildungen 3,4 * * Seite 2, Zeilen 4-13 * * Seite 3, Zeilen 4-7 * * Seite 14, Zeilen 13-20 * * Seite 14, Zeilen 21-26 * -----	1-14	INV. F02D17/02 F02M26/16 F02M26/20 F02M26/43
X	WO 2015/080633 A1 (VOLVO CONSTR EQUIP AB [SE]) 4. Juni 2015 (2015-06-04) * Abbildung 2a * * Seite 3, Zeilen 29-33 * * Seite 7, Zeile 5 - Seite 8, Zeile 9 * -----	1,2,7, 10-14	
X	DE 10 2008 044076 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 27. Mai 2010 (2010-05-27) * Abbildung 3 * * Seite 49 *	13,14 1	
X	EP 1 403 490 A1 (MAZDA MOTOR [JP]) 31. März 2004 (2004-03-31) * Abbildung 6 * * Absätze [0044] - [0047] *	13 1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F02D F02M
A	JP S60 67732 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 18. April 1985 (1985-04-18) * Zusammenfassung * * Abbildung 1 * -----	1,13	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 5. Dezember 2016	Prüfer Aubry, Yann
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 16 18 0728

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

05-12-2016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2015010903 A1	29-01-2015	CN 105473842 A	06-04-2016
		EP 3025047 A1	01-06-2016
		FR 3009030 A1	30-01-2015
		JP 2016530433 A	29-09-2016
		US 2016146164 A1	26-05-2016
		WO 2015010903 A1	29-01-2015

WO 2015080633 A1	04-06-2015	CN 105934571 A	07-09-2016
		EP 3077648 A1	12-10-2016
		US 2016298557 A1	13-10-2016
		WO 2015080633 A1	04-06-2015

DE 102008044076 A1	27-05-2010	KEINE	

EP 1403490 A1	31-03-2004	DE 60303073 T2	31-08-2006
		EP 1403490 A1	31-03-2004
		JP 3846393 B2	15-11-2006
		JP 2004124758 A	22-04-2004
		US 2004060527 A1	01-04-2004

JP S6067732 A	18-04-1985	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102010024324 B4 [0003]
- DE 102008044078 [0004]