

(19)



(11)

EP 3 405 666 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
13.01.2021 Patentblatt 2021/02

(51) Int Cl.:
F02M 26/24 ^(2016.01) **F02M 26/25** ^(2016.01)
F02M 26/26 ^(2016.01) **F02M 26/28** ^(2016.01)
F02M 26/30 ^(2016.01) **F02M 26/33** ^(2016.01)
F02M 26/69 ^(2016.01) **F02M 26/71** ^(2016.01)

(21) Anmeldenummer: **16809741.8**

(22) Anmeldetag: **07.12.2016**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2016/079990

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2017/125197 (27.07.2017 Gazette 2017/30)

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR ABGASRÜCKFÜHRUNG**

APPARATUS AND METHOD FOR EXHAUST GAS RECIRCULATION

DISPOSITIF ET PROCÉDÉ DE RECIRCULATION DES GAZ D'ÉCHAPPEMENT

(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**

(30) Priorität: **18.01.2016 DE 102016200510**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.11.2018 Patentblatt 2018/48

(73) Patentinhaber: **Bayerische Motoren Werke
Aktiengesellschaft
80809 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **DAVISON, Peter
4400 Steyr (AT)**
• **RUDELSTORFER, Anton
3351 Weistrach (AT)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 275 838 WO-A1-2012/152601
DE-A1- 19 733 964 DE-A1-102005 040 612
DE-A1-102006 052 972 DE-A1-102008 033 823
FR-A1- 2 879 669 GB-A- 2 473 821
US-A1- 2011 108 013

EP 3 405 666 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft die Rückführung von Abgas aus einem Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine, vorzugsweise eines Kraftfahrzeugs, zurück in den Brennraum.

[0002] Abgasrückführungssysteme dienen insbesondere der Minderung von Emission von Stickoxiden. Bei einer Verbrennung von Kraftstoff in einem Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine entstehen unter anderem umweltschädliche Stickoxide, insbesondere wenn ein hoher Sauerstoffgehalt im Brennraum vorliegt. Zur Minderung der Emission von Stickoxiden kann Abgas aus einem Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine durch Rohrleitungen umgeleitet werden und zu Reinsluft beigemischt werden, die dem Brennraum zugeführt wird. Durch erneutes Passieren des Brennraums wird der Stickoxidgehalt im Abgas reduziert. Gleichzeitig wird die Bildung von Stickoxid selbst minimiert.

[0003] Weiterhin bekannt sind Vorrichtungen zum Kühlen von Reinsluft und von rückgeführtem Abgas, welche dem Brennraum zugeführt werden. Durch Kühlen der Reinsluft und des rückgeführten Abgases, die dem Brennraum zugeführt werden, kann der Brennraum mehr Reinsluft aufnehmen. Damit erhöhen sich die Leistung und der Wirkungsgrad der Verbrennungskraftmaschine, weil mehr Sauerstoff für die Verbrennung von Kraftstoff zur Verfügung steht.

[0004] Die bekannten Systeme haben häufig den Nachteil, dass die Kühlleistung, mit der das rückgeführte Abgas in der Kühlvorrichtung gekühlt wird, nicht hinreichend einstellbar ist. Dies ist insbesondere in Niedriglastphasen nachteilig. Unter Niedriglast ist zu verstehen, dass die Verbrennungskraftmaschine nur einen Teil ihrer maximalen Leistung leistet. In solchen Niedriglastphasen der Verbrennungskraftmaschine kann eine zu große Kühlleistung vorliegen. Eine zu niedrige Temperatur von rückgeführtem Abgas kann zu Bauteilversottung führen. Dabei bedeutet Versottung, dass in zu kaltem Abgas Bestandteile des Abgases auskondensieren. Dies können insbesondere Wasserdampf, unverbrannte Kohlenwasserstoffe oder Säuren sein.

[0005] Aus der DE 10 2008 033 823 A1 ist eine Abgasrückführungsvorrichtung mit mehreren Kühlstufen bekannt, bei der die Kühlstufen mittels Klappen ansteuerbar sind, die nebeneinander in einem Gehäusekopf gehalten sind.

[0006] Aus den Druckschriften EP 1 275 838 A1, DE 197 33 964 A1, US 2011/108013 A1 und WO 2012/152601 A1 sind diverse Ausführungsformen von Abgasrückführungsvorrichtungen mit AGR-Ventilen bekannt.

[0007] Hiervon ausgehend ist es Aufgabe der hier vorliegenden Erfindung, die im Zusammenhang mit dem Stand der Technik geschilderten technischen Probleme weiterhin zu lösen bzw. zumindest zu lindern. Es soll insbesondere eine Verbrennungskraftmaschine mit einer Abgasrückführungseinrichtung vorgestellt werden, die

eine gute Einstellbarkeit der Kühlleistung ermöglicht, mit der das rückgeführte Abgas gekühlt wird.

[0008] Diese Aufgaben werden gelöst mit einer Verbrennungskraftmaschine gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und mit einem Verfahren gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 6. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Verbrennungskraftmaschine sind in den abhängig formulierten Patentansprüchen angegeben. Die in den Patentansprüchen einzeln aufgeführten Merkmale sind in beliebiger, technologisch sinnvoller, Weise miteinander kombinierbar und können durch erläuternde Sachverhalte aus der Beschreibung ergänzt werden, wobei weitere Ausführungsvarianten der Erfindung aufgezeigt werden.

[0009] Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist eine Verbrennungskraftmaschine mit einer Abgasrückführungseinrichtung zur Rückführung von Abgasen der Verbrennungskraftmaschine in einen Ansaugbereich der Verbrennungskraftmaschine. Die Abgasrückführungseinrichtung weist folgende Komponenten auf:

- mindestens einen Abgaskühler, durch welchen ein erster Strömungsweg zur Rückführung von Abgas verläuft, aufweisend mindestens eine erste Kühlstufe und mindestens eine zusätzliche Kühlstufe,
- mindestens eine Klappenanordnung, mit welcher die mindestens eine zusätzliche Kühlstufe zuschaltbar ist,
- eine Bypassleitung, durch welche ein zweiter Strömungsweg zur Rückführung von Abgas verläuft, mit welcher der Abgaskühler bei der Rückführung von Abgas gebypassed werden kann,
- ein AGR-Ventil mit mindestens drei möglichen Stellungen:
 - eine Ruhestellung, in welcher die Abgasrückführungseinrichtung geschlossen ist,
 - eine erste Stellung, in welcher der erste Strömungsweg durch den Abgaskühler geöffnet ist, und
 - eine zweite Stellung, in welcher der zweite Strömungsweg durch die Bypassleitung geöffnet ist;

wobei die mindestens eine erste Kühlstufe, die mindestens eine zusätzliche Kühlstufe, die Bypassleitung, das AGR-Ventil und die Klappenanordnung in einem Gehäuse der Abgasrückführungseinrichtung integriert sind und wobei das AGR-Ventil und die Klappenanordnung derart angeordnet sind, dass eine Verankerung der Klappe an einer Außenwand des AGR-Ventils vorgesehen ist, wobei die Außenwand des AGR-Ventils zugleich eine Innenwand der mindestens einen ersten Kühlstufe und der mindestens einen zweiten Kühlstufe darstellt, wobei das AGR-Ventil zylinderförmig ausgeführt ist und wobei die Klappenanordnung an einer Mantelfläche des AGR-Ventils befestigt ist.

[0010] Die Verbrennungskraftmaschine ist in einer be-

vorzugten Ausführungsvariante eine Verbrennungskraftmaschine mit Abgasturbolader. Bei solchen Verbrennungskraftmaschinen kann man unterscheiden zwischen Hochdruckabgasrückführung und Niederdruckabgasrückführung. Bei der Hochdruckabgasrückführung wird üblicherweise das Abgas stromaufwärts einer Abgasseite des Turboladers abgezweigt und stromabwärts einer Reinluftseite des Turboladers der verdichteten Reinluft zugeführt. Stromaufwärts bedeutet in Flussrichtung der Reinluft vor dem Verdichter. Stromabwärts bedeutet in Flussrichtung der Reinluft nach dem Verdichter. Bei der Niederdruckabgasrückführung wird Abgas stromabwärts der Abgasseite des Turboladers abgezweigt und stromaufwärts der Reinluftseite des Turboladers der noch nicht verdichteten Reinluft zugeführt. Es sind auch Mischformen und Kombinationen von Hochdruckabgasrückführung und Niederdruckabgasrückführung bekannt und technisch möglich.

[0011] Die Verbrennungskraftmaschine kann insbesondere für ein Kraftfahrzeug, eine Arbeitsmaschine, ein Luftfahrzeug oder ähnliche Maschinen gedacht sein. Die Verbrennungskraftmaschine weist üblicherweise Brennräume auf, die nach Art von Zylindern ausgeführt sind. Diesen Brennräumen kann über eine Reinluftführung Reinluft zugeführt werden. Nach der Verbrennung von Kraftstoff in den Brennräumen kann Abgas über eine Abgasanlage abgeführt werden. Die Abgasanlage weist üblicherweise eine Abgasnachbehandlungseinrichtung auf, z. B. aufweisend einen Katalysator und/oder einen Partikelfilter zur Abgasreinigung. An die Abgasanlage ist eine Abgasrückführungseinrichtung angeschlossen. Diese Abgasrückführungseinrichtung umfasst eine Abgasrückführungsleitung zwischen Abgas führenden Leitungen und der Reinluftführung. Die Abgasrückführungsleitung kann zumindest teilweise von einem Schlauch oder einem Rohr aus Gummi oder Plastik gebildet sein. Über die Abgasrückführungseinrichtung kann Abgas der Reinluftführung zugeführt werden. Wie oben beschrieben, ist diese Rückführung von Abgas vorteilhaft in Bezug auf die Minimierung von Stickoxidemissionen einer Verbrennungskraftmaschine. Die Abgase können in einen Ansaugbereich der Verbrennungskraftmaschine rückgeführt werden.

[0012] In der hier beschriebenen Ausführungsform weist die Abgasrückführungseinrichtung mindestens einen Abgaskühler auf, durch welchen ein erster Strömungsweg verläuft, und eine Bypassleitung, durch welche ein zweiter Strömungsweg verläuft.

[0013] Der Abgaskühler ist derart aufgebaut, dass Abgas, das entlang des ersten Strömungswegs strömt, gekühlt wird. Diese Kühlung kann dadurch stattfinden, dass Abgas auf dem ersten Strömungsweg die mindestens eine erste Kühlstufe passiert.

[0014] Der Abgaskühler weist über die erste Kühlstufe hinaus eine zusätzliche Kühlstufe auf. Das Passieren mehrerer Kühlstufen bedeutet eine erhöhte Kühlleistung. Ein Strömungsweg für Abgas durch die zusätzliche Kühlstufe wird hier auch als erster Strömungsweg bzw. als

Teil des ersten Strömungswegs bezeichnet.

[0015] Die Bypassleitung ist derart aufgebaut, dass Abgas, das entlang des zweiten Strömungswegs strömt, nicht gekühlt wird. Dies bedeutet, dass Abgas an dem Abgaskühler vorbeigeleitet wird, also der Abgaskühler gebypassed wird.

[0016] In dem Abgaskühler kann eine erhöhte Kühlleistung über die mindestens eine Klappenanordnung zugeschaltet werden. Es können auch mehrere zusätzliche Kühlstufen existieren. Vorzugsweise ist dann pro zusätzlicher Kühlstufe eine Klappenanordnung vorgesehen. Die Klappenanordnung kann bspw. eine einfache Klappe sein, die in einer ersten Stellung eine Öffnung hin zu der zusätzlichen Kühlstufe gasdicht verschließt, und die in einer zweiten Stellung die Öffnung für den Durchtritt von Abgas hin zur zusätzlichen Kühlstufe freigibt. Die Klappenanordnung ist derart in den Abgaskühler integriert, dass bei Stellung der Klappe in der ersten Stellung lediglich die mindestens eine erste Kühlstufe für Abgas zugänglich ist, und dass in der zweiten Stellung der Klappe zusätzlich auch die mindestens eine zusätzliche Kühlstufe zugänglich ist.

[0017] Außerdem ist ein AGR-Ventil vorgesehen, welches dazu dient, wahlweise die erste Kühlstufe oder die Bypassleitung zu öffnen oder die Abgasrückführungseinrichtung vollständig zu verschließen. Dabei steht die Abkürzung "AGR" für Abgasrückführung. Das AGR-Ventil ist ein Ventil mit mindestens den drei weiter vorne besprochenen möglichen Stellungen: eine Ruhestellung, eine erste Stellung und eine zweite Stellung. Es kann sich bei dem AGR-Ventil um ein Mehrwegeventil handeln. Das AGR-Ventil ermöglicht eine Einstellung, welche der beschriebenen Strömungswege das Abgas nimmt. Das AGR-Ventil befindet sich normalerweise in der Ruhestellung. Dies gilt insbesondere, wenn keine Kräfte auf das AGR-Ventil wirken. Das AGR-Ventil wird beispielsweise durch eine Feder in die Ruhestellung gedrückt. Ist das AGR-Ventil in der Ruhestellung, so ist die Abgasrückführungseinrichtung geschlossen. Dies bedeutet, dass Abgas weder über den ersten Strömungsweg noch über den zweiten Strömungsweg strömen kann. Es gelangt also kein Abgas aus den Abgas führenden Leitungen in die Reinluftführung der Verbrennungskraftmaschine. Wird das AGR-Ventil in die erste Stellung gebracht, so kann Abgas über den ersten Strömungsweg strömen. Dabei passiert das Abgas den Abgaskühler. Je nach Stellung der Klappenanordnung passiert es dabei die mindestens eine erste Kühlstufe und ggf. auch eine zusätzliche Kühlstufe (der mindestens einen zusätzlichen Kühlstufe). Wird das AGR-Ventil in die zweite Stellung gebracht, ist der zweite Strömungsweg freigegeben. Das bedeutet, dass Abgas an den Kühlstufen vorbei durch die Bypassleitung strömt. Dabei wird das Abgas nicht aktiv gekühlt.

[0018] Die beschriebene Anordnung ermöglicht es, die Kühlleistung des Abgaskühlers in mindestens drei Stufen einzustellen. Der zweite Strömungsweg ermöglicht eine Abgasrückführung ohne jede aktive Kühlung, der erste

Strömungsweg ermöglicht eine Abgasrückführung mit Kühlung, wobei je nach Anzahl der zugänglichen Kühlstufen eine unterschiedliche Kühlleistung vorliegt.

[0019] Erfindungsgemäß sind die mindestens eine erste Kühlstufe, die mindestens eine zusätzliche Kühlstufe, die Bypassleitung, das AGR-Ventil und die Klappenanordnung in einem Gehäuse der Abgasrückführungseinrichtung integriert.

[0020] Die genannten Elemente in ein Gehäuse zu integrieren, bedeutet, dass eine kompakte Bauweise möglich ist.

[0021] Darüber hinaus sind das AGR-Ventil und die Klappenanordnung derart angeordnet, dass eine Verankerung der Klappe an einer Außenwand des AGR-Ventils vorgesehen ist, wobei die Außenwand des AGR-Ventils zugleich eine Innenwand der mindestens einen ersten Kühlstufe und der mindestens einen zweiten Kühlstufe darstellt.

[0022] Mit der Außenwand ist hier insbesondere ein Abschnitt eines Gehäuses des AGR-Ventils und der Kühlstufen gemeint. Das AGR-Ventil ist zylinderförmig ausgeführt. Somit ist die Außenwand des AGR-Ventils eine Mantelfläche eines Gehäuses. Das AGR-Ventil ist derart in den Abgaskühler integriert, dass die Mantelfläche geeignet ist, um die Klappenanordnung an dieser zu befestigen. Diese Ausgestaltung ermöglicht eine besonders kompakte Bauweise der Abgasrückführungseinrichtung.

[0023] In einer weiteren Ausführungsform der beschriebenen Verbrennungskraftmaschine ist die Bypassleitung thermisch isoliert.

[0024] Insbesondere existiert eine thermische Isolation gegenüber der mindestens einen ersten Kühlstufe und der mindestens einen zusätzlichen Kühlstufe. Zur thermischen Isolation kann bspw. ein thermisch isolierender Schaumstoff oder ein vergleichbares Material verwendet werden, das üblicherweise zur thermischen Isolation in einer Verbrennungskraftmaschine eingesetzt wird. Dieses Material wird insbesondere zwischen die mindestens eine zusätzliche Kühlstufe und die Bypassleitung derart angebracht, dass ein thermischer Kontakt der Kühlstufen zur Bypassleitung zumindest minimiert wird. Die mindestens eine zusätzliche Kühlstufe ist vorzugsweise zwischen der ersten Kühlstufe und der Bypassleitung angeordnet. Die zusätzliche Kühlstufe wird häufig nicht von Abgas durchströmt. Die zusätzliche Kühlstufe trägt daher ggf. zur Verbesserung der Isolation der Bypassleitung gegenüber der Umgebung bei.

[0025] Eine thermische Isolation der Bypassleitung ermöglicht eine Temperaturerhaltung von durch die Bypassleitung rückgeführten Abgas. Eine solche Temperaturerhaltung ist in Niedriglastphasen ggf. sinnvoll, um die Temperatur der rückgeführten Abgase nicht zu weit zu reduzieren und insbesondere auch, um ein Auskondensieren des Abgases und die Bildung von Ablagerungen in der Bypassleitung (thermisch) zu verhindern. Vorzugsweise erfolgt eine thermische Isolation aber nicht nur gegenüber dem Abgaskühler und den Kühlstufen,

sondern auch gegenüber der Umgebung.

[0026] In einer weiteren Ausführungsform der beschriebenen Verbrennungskraftmaschine ist das AGR-Ventil ein Tellerventil, welches einen Einlass, einen ersten Auslass und einen zweiten Auslass aufweist. Die beiden Auslässe sind dabei gegenüberliegend zueinander angeordnet. An dem ersten Auslass ist ein erstes Verschlusselement und an dem zweiten Auslass ist ein zweites Verschlusselement vorgesehen. Die beiden Verschlusselemente sind mit Hilfe einer Feder gegeneinander verspannt, um die Auslässe in einer Ruhestellung zu verschließen. Weiter ist ein Schieber vorhanden, der von einem Aktor betätigt werden kann, um wahlweise das Verschlusselement an dem ersten Auslass oder das Verschlusselement an dem zweiten Auslass zu öffnen.

[0027] Diese Ausführungsvariante definiert einen besonders vorteilhaften Aufbau eines AGR-Ventils, welcher die genannten drei möglichen Stellungen (Ruhestellung, erste Stellung, zweite Stellung) ermöglicht. Das Tellerventil ist ein Ventil, bei welchem die Verschlusselemente tellerförmig ausgeprägt sind. Das hier beschriebene Tellerventil ist ein Dreiwegeventil mit einem Einlass und zwei Auslässen. Durch den Einlass kann ein Medium, wie z. B. ein Gas, in das Ventil hinein gelangen und ggf. durch einen der beiden Auslässe aus dem Ventil hinaus gelangen. In der Ruhestellung werden die Verschlusselemente durch die Feder gegen Öffnungen der Auslässe gedrückt. Bevorzugt wird für beide Verschlusselemente die eine Feder gemeinsam verwendet. Daher sind die beiden Auslässe gegenüberliegend voneinander angeordnet. So ist die Verwendung einer (gemeinsamen) Feder für beide Auslässe möglich. In der Ruhestellung ist das Ventil vollständig geschlossen, d. h. dass beide Auslässe verschlossen sind und das Medium das Ventil nicht passieren kann. Dass einer der Auslässe des Ventils geöffnet ist, bedeutet, dass das Verschlusselement des entsprechenden Auslasses von der Öffnung derart entfernt wird, dass ein Ringspalt zwischen Verschlusselement und Öffnung einen Durchtritt des Mediums ermöglicht. Es ist bei dieser Ausführungsvariante normalerweise nur möglich, dass ein Auslass allein geöffnet ist, und nicht beide Auslässe zur gleichen Zeit. Der Schieber stellt eine Verbindung zwischen dem Ventil und dem Aktor her. Über den Schieber kann durch den Aktor die Stellung beider Verschlusselemente eingestellt werden. Dies kann bspw. elektronisch gesteuert stattfinden. Dazu kann der Aktor bspw. als Elektromotor ausgeführt sein. Der Schieber bzw. der Aktor haben ebenfalls eine Ruhestellung und eine ausgelenkte Stellung. In der Ruhestellung verschiebt der Schieber keines der beiden Verschlusselemente. Eine Bewegung aus der Ruhestellung von Aktor und Schieber heraus in eine erste Richtung verschiebt das erste Verschlusselement am ersten Auslass. Eine Bewegung aus der Ruhestellung von Aktor und Schieber heraus in eine zweite Richtung verschiebt das zweite Verschlusselement am zweiten Auslass.

[0028] Es ist außerdem vorteilhaft, wenn der Aktor derart ausgeführt ist, dass die Öffnungsweiten des ersten

Auslasses und des zweiten Auslasses mit Hilfe des Schiebers stufenlos eingestellt werden können.

[0029] Hiermit ist insbesondere gemeint, dass die Öffnungsweite des ersten Auslasses und die Öffnungsweite des zweiten Auslasses jeweils stufenlos einstellbar sind. Es ist üblicherweise nicht gemeint, dass der erste Auslass und der zweite Auslass derart getrennt voneinander ansteuerbar sind, dass beide Auslässe (erster Auslass und zweiter Auslass) gleichzeitig geöffnet sein können. Vorzugsweise kann immer nur entweder der erste Auslass oder der zweite Auslass geöffnet sein.

[0030] In einer weiteren Ausführungsform der beschriebenen Verbrennungskraftmaschine sind die mindestens eine erste Kühlstufe und die mindestens eine zusätzliche Kühlstufe parallel zueinander angeordnet.

[0031] Sind die beiden Kühlstufen bspw. in Form von Rohren ausgeführt, so erlaubt ein paralleler Verlauf eine kompakte Anordnung. Außerdem bleibt die Strömungsdichte des Abgases durch die Kühlstufen annähernd konstant, unabhängig davon, wie viele Kühlstufen freigeschaltet wurden. Dies ist vorteilhaft, da so energieeffizient gekühlt werden kann, ohne dass Kühlleistung an Grenzflächen zwischen den Kühlstufen verlorengeht.

[0032] Weiterhin wird ein Verfahren zum Betrieb einer Verbrennungskraftmaschine entsprechend einer der beschriebenen Ausführungsformen vorgestellt, aufweisend die folgenden Verfahrensschritte:

- a) Abschaltung der Abgasrückführung durch Abspernung der Abgasrückführungseinrichtung unter Einstellung des AGR-Ventils (12) in der Ruhestellung,
- b) Abgasrückführung während einer Niedriglastphase, wobei die Abgasrückführung durch die Bypassleitung (11) unter Einstellung des AGR-Ventils (12) in der zweiten Stellung erfolgt, wobei keine Kühlung des rückgeführten Abgases stattfindet,
- c) Abgasrückführung während eines Lastbetriebs, wobei die Abgasrückführung durch den Abgaskühler (5) durch Einstellung des AGR-Ventils (12) in der zweiten Stellung erfolgt, und
- d) Freischalten mindestens einer zusätzlicher Kühlstufe (9) mit Hilfe der mindestens einen Klappenanordnung (10), wenn ein Hochlastbetrieb vorliegt.

[0033] Die Verfahrensschritte a) bis d) müssen nicht nacheinander abgearbeitet werden, sondern können während des Betriebs einer Verbrennungskraftmaschine in beliebiger, technisch sinnvoller Reihenfolge ausgeführt werden.

[0034] Verfahrensschritt a) ermöglicht es, die Verbrennungskraftmaschine ohne Abgasrückführung zu betreiben. Dabei verschließt das AGR-Ventil sowohl den ersten Auslass als auch den zweiten Auslass. Dies entspricht der oben bereits beschriebenen Ruhestellung

des AGR-Ventils.

[0035] Verfahrensschritt b) kann genutzt werden, um in einer Niedriglastphase eine Abgasrückführung ohne Kühlung zu ermöglichen. Wie oben beschrieben, wird durch Einstellen des AGR-Ventils in die zweite Stellung der zweite Strömungsweg durch die Bypassleitung für Abgas zugänglich.

[0036] Verfahrensschritt c) ist geeignet für einen Betrieb der Verbrennungskraftmaschine mit einer höheren Last als der unter Verfahrensschritt b) beschriebenen Niedriglast. Dabei befindet sich das AGR-Ventil in der zweiten Stellung, so dass der erste Strömungsweg freigegeben ist. Dabei ist die mindestens eine erste Kühlstufe des Abgaskühlers zugänglich. Durch diese erste Kühlstufe erfolgt eine Kühlung des rückgeführten Abgases.

[0037] Wird zusätzlich entsprechend Verfahrensschritt d) die mindestens eine zusätzliche Kühlstufe hinzugeschaltet, kann die Kühlleistung erhöht werden. Dazu wird die Klappenanordnung in die zweite Stellung gebracht.

[0038] Die für die beschriebene Verbrennungskraftmaschine dargestellten besonderen Vorteile und Ausgestaltungsmerkmale sind in beliebiger, technologisch sinnvoller Weise auf das beschriebene Verfahren anwendbar und übertragbar. Gleiches gilt für die für das beschriebene Verfahren geschilderten besonderen Vorteile und Ausgestaltungsmerkmale, die auf die beschriebene Vorrichtung anwendbar und übertragbar sind.

[0039] Die Erfindung findet vorzugsweise Einsatz in einem Kraftfahrzeug mit einer Verbrennungskraftmaschine mit einer Abgasrückführungseinrichtung, die entsprechend einer der oben beschriebenen Ausführungsformen ausgeführt ist, und die mit dem beschriebenen Verfahren betrieben wird.

[0040] Die Erfindung und das technische Umfeld werden nachfolgend anhand der Figuren näher erläutert. Die Figuren zeigen besonders bevorzugte Ausführungsbeispiele, auf die die Erfindung jedoch nicht begrenzt ist. Insbesondere ist darauf hinzuweisen, dass die Figuren und insbesondere die dargestellten Größenverhältnisse nur schematisch sind. Es zeigen:

Fig. 1: eine schematische Darstellung eines Kraftfahrzeugs mit einer Verbrennungskraftmaschine mit einer Abgasrückführungseinrichtung entsprechend der Erfindung,

Fig. 2: eine schematische Darstellung einer Abgasrückführungseinrichtung für eine Verbrennungskraftmaschine,

Fig. 3: eine schematische Darstellung der Abgasrückführungseinrichtung aus Fig. 2, bei welcher der zweite Strömungsweg freigegeben ist,

Fig. 4: eine schematische Darstellung der Abgas-

rückführungseinrichtung aus Fig. 2, bei welcher der erste Strömungsweg freigegeben ist,

Fig. 5: eine schematische Darstellung der Abgasrückführungseinrichtung aus Fig. 2, bei welcher der erste Strömungsweg freigegeben ist, und bei welcher eine zusätzliche Kühlstufe zugeschaltet ist.

[0041] Fig. 1 zeigt ein Kraftfahrzeug 1, in das eine Verbrennungskraftmaschine 2 integriert ist. Durch eine Reinluftführung 22 kann Reinluft aus der Umgebung in einen Ansaugbereich 4.2 der Verbrennungskraftmaschine 2 angesaugt werden. In einem oder mehreren Brennräumen der Verbrennungskraftmaschine kann Kraftstoff mit der Reinluft verbrannt werden, wodurch das Kraftfahrzeug 1 angetrieben werden kann. Dabei entstehen des Abgas kann durch eine Abgasleitung 23 durch einen Abgasaustritt 4.1 aus der Verbrennungskraftmaschine 2 abgeführt werden. Dabei passiert es eine Abgasnachbehandlungsvorrichtung 25, die einen Katalysator 26 umfasst. Durch eine Abgasrückführungsleitung 24 kann Abgas aus der Abgasleitung 23 in die Reinluftführung 22 rückgeführt werden. Dabei kann es in einem Abgaskühler 5 gekühlt werden. Die Flussrichtung der Reinluft und des Abgases ist jeweils durch Pfeile angedeutet.

[0042] Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung einer Abgasrückführungseinrichtung 3 mit einem Abgaskühler 5. In der gezeigten Darstellung ist eine erste Kühlstufe 8 parallel zu einer zusätzlichen Kühlstufe 9 angeordnet. Durch eine thermische Isolation 20 von den Kühlstufen 8 und 9 getrennt ist eine Bypassleitung 11 angeordnet. Die Bypassleitung 11 ist vorzugsweise auch gegenüber der Umgebung isoliert. Weiterhin ist ein AGR-Ventil 12 gezeigt. Dieses umfasst einen Einlass 15, durch den Abgas in den Abgaskühler 5 eintreten kann, einen ersten Auslass 16.1 an der Bypassleitung 11 sowie einen zweiten Auslass 16.2 an der ersten Kühlstufe 8. Das AGR-Ventil 12 ist zylinderförmig ausgeführt. Es weist eine Außenwand 14 auf. Im Inneren des AGR-Ventils 12 sind ein erstes Verschlusselement 17.1 und ein zweites Verschlusselement 17.2 derart angeordnet, dass der erste Auslass 16.1 bzw. der zweite Auslass 16.2 damit verschlossen werden können. Durch die gegenüberliegende Anordnung des ersten Auslasses 16.1 und des zweiten Auslasses 16.2 kann mit einer Feder 21 über die Verschlusselemente 17.1 und 17.2 sowohl der erste Auslass 16.1 als auch der zweite Auslass 16.2 verschlossen werden. Ein Schieber 18 ermöglicht ein stufenloses Einstellen der beiden Verschlusselemente 17.1 und 17.2. Der Schieber 18 wird über einen Aktor 19 betrieben. Dieser ist vorzugsweise elektronisch steuerbar. Die erste Kühlstufe 8 und die zusätzliche Kühlstufe 9 sind über eine Klappenanordnung 10 verbindbar. Dabei ist die Klappenanordnung 10 an der Außenwand 14 des AGR-Ventils 12 angeordnet, wodurch Abgas, das über den zweiten Auslass 16.2 des AGR-Ventils 12 in die erste Kühlstufe 8 gelangt, über die Klappenanordnung 10 in

die zweite Kühlstufe 9 gelangen kann, sodass die zusätzliche Kühlstufe 9 auf voller Länge durchlaufen werden kann. Ein erster Strömungsweg 6 verläuft durch den ersten Auslass 16.1 und den Abgaskühler 5. Ein zweiter Strömungsweg 7 verläuft durch den zweiten Auslass 16.2 und die Bypassleitung 11.

[0043] Fig. 3 zeigt alle Elemente und den gleichen Ausschnitt des Abgaskühlers 5 aus Fig. 2. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind in Fig. 3 nicht alle Bezugszeichen wiederholt. Es wird auf Fig. 2 verwiesen. Dargestellt ist, dass der zweite Strömungsweg 7 durch die Bypassleitung 11 freigegeben ist. Dazu ist das erste Verschlusselement 17.1 des AGR-Ventils 12 in einer Stellung, die den ersten Auslass 16.1 des AGR-Ventils 12 freigibt. Damit kann Abgas, wie durch die Pfeile angedeutet, durch die Bypassleitung 11 strömen. Die erste Kühlstufe 8 und die zusätzliche Kühlstufe 9 sind für Abgas nicht zugänglich.

[0044] Fig. 4 zeigt ebenfalls den gleichen Ausschnitt des Abgaskühlers 5 aus Fig. 2. Daher wird auch hier auf Fig. 2 verwiesen. Dargestellt ist eine Situation, in der der erste Strömungsweg 6 freigegeben ist. Abgas kann, wie durch Pfeile angedeutet, durch das AGR-Ventil 12 und durch die erste Kühlstufe 8 strömen. Dabei wird es in der ersten Kühlstufe 8 gekühlt. Das zweite Verschlusselement 17.2 ist in einer Position, die den zweiten Auslass 16.2 des AGR-Ventils freigibt. Die Klappenanordnung 10 ist geschlossen, wodurch die zusätzliche Kühlstufe 9 für Abgas nicht zugänglich ist. Auch die Bypassleitung 11 ist nicht zugänglich.

[0045] Fig. 5 unterscheidet sich von Fig. 4 lediglich insoweit, als dass die Klappenanordnung 10 hier geöffnet ist. Damit ist die zusätzliche Kühlstufe 9 freigeschaltet. Abgas kann, wie durch Pfeile dargestellt, nicht nur durch die erste Kühlstufe 8, sondern auch durch die zusätzliche Kühlstufe 9 strömen. Dabei wird es auch in der zusätzlichen Kühlstufe 9 gekühlt, und dazu wird der erste Strömungsweg 6 derart erweitert, dass dieser auch durch die zusätzliche Kühlstufe 9 verläuft. Insgesamt ist damit die Kühlleistung der in Fig. 5 dargestellten Situation stärker als die Kühlleistung der in Fig. 4 dargestellten Situation.

Bezugszeichenliste

[0046]

1	Kraftfahrzeug
2	Verbrennungskraftmaschine
3	Abgasrückführungseinrichtung
4	Abgasaustritt
4.2	Ansaugbereich
5	Abgaskühler
6	erster Strömungsweg
7	zweiter Strömungsweg
8	erste Kühlstufe
9	zusätzliche Kühlstufe
10	Klappenanordnung
11	Bypassleitung

12	AGR-Ventil	
13	Gehäuse	
14	Außenwand	
15	Einlass	
16.1	erster Auslass	5
16.2	zweiter Auslass	
17.1	erstes Verschlusselement	
17.2	zweites Verschlusselement	
18	Schieber	
19	Aktor	10
20	thermische Isolation	
21	Feder	
22	Reinluftführung	
23	Abgasleitung	
24	Abgasrückführungsleitung	15
25	Abgasnachbehandlungsvorrichtung	
26	Katalysator	

Patentansprüche

1. Verbrennungskraftmaschine (2) mit einer Abgasrückführungseinrichtung (3) zur Rückführung von Abgasen der Verbrennungskraftmaschine in einen Ansaugbereich (4.2) der Verbrennungskraftmaschine (2), wobei die Abgasrückführungseinrichtung (3) folgende Komponenten aufweist:

- mindestens einen Abgaskühler (5), durch welchen ein erster Strömungsweg (6) zur Rückführung von Abgas verläuft, aufweisend mindestens eine erste Kühlstufe (8) und mindestens eine zusätzliche Kühlstufe (9),
- mindestens eine Klappenanordnung (10) mit einer Klappe, mit welcher die mindestens eine zusätzliche Kühlstufe (9) zuschaltbar ist,
- eine Bypassleitung (11), durch welche ein zweiter Strömungsweg (7) zur Rückführung von Abgas verläuft, mit welcher der Abgaskühler (5) bei der Rückführung von Abgas gebypassed werden kann,
- ein AGR-Ventil (12) mit mindestens drei möglichen Stellungen:

- eine Ruhestellung, in welcher die Abgasrückführungseinrichtung geschlossen ist,
- eine erste Stellung, in welcher der erste Strömungsweg (6) durch den Abgaskühler geöffnet ist, und
- eine zweite Stellung, in welcher der zweite Strömungsweg (7) durch die Bypassleitung (11) geöffnet ist;

wobei die mindestens eine erste Kühlstufe (8), die mindestens eine zusätzliche Kühlstufe (9), die Bypassleitung (11), das AGR-Ventil (12) und die Klappenanordnung (10) in einem Gehäuse (13) der Abgasrückführungseinrichtung (3) integriert sind und

wobei das AGR-Ventil (12) und die Klappenanordnung (10) derart angeordnet sind, dass eine Verankerung der Klappe an einer Außenwand (14) des AGR-Ventils (12) vorgesehen ist, wobei die Außenwand (14) des AGR-Ventils (12) zugleich eine Innenwand der mindestens einen ersten Kühlstufe (8) und der mindestens einen zweiten Kühlstufe (9) darstellt, wobei das AGR-Ventil (12) zylinderförmig ausgeführt ist und wobei die Klappenanordnung (10) an einer Mantelfläche des AGR-Ventils (12) befestigt ist.

2. Verbrennungskraftmaschine (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Bypassleitung (11) thermisch isoliert ist.

3. Verbrennungskraftmaschine (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das AGR-Ventil (12) ein Tellerventil ist, welches einen Einlass (15), einen ersten Auslass (16.1) und einen zweiten Auslass (16.2) aufweist, wobei die beiden Auslässe (16.1, 16.2) gegenüberliegend zueinander angeordnet sind und an dem ersten Auslass (16.1) ein erstes Verschlusselement (17.1) und an dem zweiten Auslass (16.2) ein zweites Verschlusselement (17.2) vorgesehen sind, wobei beide Verschlusselemente (17.1, 17.2) mit Hilfe einer Feder (21) gegeneinander verspannt sind, um die Auslässe (16.1, 16.2) in einer Ruhestellung zu verschließen, und wobei weiter ein Schieber (18) vorhanden ist, der von einem Aktor (19) betätigt werden kann, um wahlweise das erste Verschlusselement (17.1) an dem ersten Auslass (16.1) oder das zweite Verschlusselement (17.2) an dem zweiten Auslass (16.2) zu öffnen.

4. Verbrennungskraftmaschine (2) nach Anspruch 3, wobei der Aktor (19) derart ausgeführt ist, dass die Öffnungsweiten des ersten Auslasses (16.1) und des zweiten Auslasses (16.2) mit Hilfe des Schiebers (18) stufenlos eingestellt werden können.

5. Verbrennungskraftmaschine (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die mindestens eine erste Kühlstufe (8) und die mindestens eine zusätzliche Kühlstufe (9) parallel zueinander angeordnet sind.

6. Verfahren zum Betrieb einer Verbrennungskraftmaschine (2) nach einem der vorherigen Ansprüche, aufweisend die folgenden Verfahrensschritte:

- a) Betrieb der Verbrennungskraftmaschine (2) ohne Abgasrückführung durch Abspernung der Abgasrückführungseinrichtung (3) unter Einstellung des AGR-Ventils (12) in der Ruhestellung,
- b) Abgasrückführung während einer Niedriglastphase, wobei die Abgasrückführung durch

die Bypassleitung (11) unter Einstellung des AGR-Ventils (12) in der zweiten Stellung erfolgt, wobei keine Kühlung des rückgeführten Abgases stattfindet,

c) Abgasrückführung während eines Lastbetriebs, wobei die Abgasrückführung durch den Abgaskühler (5) durch Einstellung des AGR-Ventils (12) in der zweiten Stellung erfolgt, und
d) Freischalten mindestens einer zusätzlicher Kühlstufe (9) mit Hilfe der mindestens einen Klappenanordnung (10), wenn ein Hochlastbetrieb vorliegt.

7. Kraftfahrzeug (1) mit einer Verbrennungskraftmaschine (2) mit einer Abgasrückführungseinrichtung (3), die entsprechend einem der Ansprüche 1 bis 5 ausgeführt ist und mit einem Verfahren entsprechend Anspruch 6 betrieben wird.

Claims

1. Internal combustion engine (2) having an exhaust-gas recirculation device (3) for the recirculation of exhaust gases of the internal combustion engine into an intake region (4.2) of the internal combustion engine (2), wherein the exhaust-gas recirculation device (3) has the following components:

- at least one exhaust-gas cooler (5) through which a first flow path (6) for the recirculation of exhaust gas runs and which has at least one first cooling stage (8) and at least one additional cooling stage (9),
- at least one flap arrangement (10) with a flap by means of which the at least one additional cooling stage (9) is activatable,
- a bypass line (11) through which a second flow path (7) for the recirculation of exhaust gas runs and by means of which the exhaust-gas cooler (5) can be bypassed during the recirculation of exhaust gas,
- an EGR valve (12) having at least three possible positions:

- a rest position, in which the exhaust-gas recirculation device is closed,
- a first position, in which the first flow path (6) through the exhaust-gas cooler is open, and
- a second position, in which the second flow path (7) through the bypass line (11) is open;

wherein the at least one first cooling stage (8), the at least one additional cooling stage (9), the bypass line (11), the EGR valve (12) and the flap arrangement (10) are integrated in a housing (13) of the ex-

haust-gas recirculation device (3), and wherein the EGR valve (12) and the flap arrangement (10) are arranged such that an anchoring of the flap is provided on an outer wall (14) of the EGR valve (12), wherein the outer wall (14) of the EGR valve (12) simultaneously constitutes an inner wall of the at least one first cooling stage (8) and of the at least one second cooling stage (9), wherein the EGR valve (12) is of cylindrical design and wherein the flap arrangement (10) is fastened to a shell surface of the EGR valve (12).

2. Internal combustion engine (2) according to one of the preceding claims, wherein the bypass line (11) is thermally insulated.

3. Internal combustion engine (2) according to one of the preceding claims, wherein the EGR valve (12) is a disc valve which has an inlet (15), a first outlet (16.1) and a second outlet (16.2), wherein the two outlets (16.1, 16.2) are arranged opposite one another and a first closure element (17.1) is provided at the first outlet (16.1) and a second closure element (17.2) is provided at the second outlet (16.2), wherein the two closure elements (17.1, 17.2) are braced relative to one another by means of a spring (21) in order to close the outlets (16.1, 16.2) in a rest position, and wherein furthermore, a slide (18) is provided which can be actuated by an actuator (19) in order to selectively open the first closure element (17.1) at the first outlet (16.1) or the second closure element (17.2) at the second outlet (16.2).

4. Internal combustion engine (2) according to Claim 3, wherein the actuator (19) is designed such that the opening widths of the first outlet (16.1) and of the second outlet (16.2) can be adjusted in continuously variable fashion by means of the slide (18).

5. Internal combustion engine (2) according to one of the preceding claims, wherein the at least one first cooling stage (8) and the at least one additional cooling stage (9) are arranged in parallel with respect to one another.

6. Method for operating an internal combustion engine (2) according to one of the preceding claims, having the following method steps:

- a) operating the internal combustion engine (2) without exhaust-gas recirculation by shutting off the exhaust-gas recirculation device (3), with the EGR valve (12) set in the rest position,
- b) exhaust-gas recirculation during a low-load phase, wherein the exhaust-gas recirculation takes place through the bypass line (11), with the EGR valve (12) set in the second position, wherein no cooling of the recirculated exhaust

gas takes place,

c) exhaust-gas recirculation during load operation, wherein the exhaust-gas recirculation takes place through the exhaust-gas cooler (5), with the EGR valve (12) set in the second position, and

d) enabling at least one additional cooling stage (9) by means of the at least one flap arrangement (10) if high-load operation is present.

7. Motor vehicle (1) having an internal combustion engine (2) with an exhaust-gas recirculation device (3) which is designed according to one of Claims 1 to 5 and which is operated using a method according to Claim 6.

Revendications

1. Moteur à combustion interne (2) comprenant un dispositif de recirculation de gaz d'échappement (3) destiné à faire recirculer les gaz d'échappement du moteur à combustion interne jusque dans une zone d'admission (4.2) du moteur à combustion interne (2), le dispositif de recirculation de gaz d'échappement (3) comportant les composants suivants :

- au moins un refroidisseur de gaz d'échappement (5) traversé par un premier chemin d'écoulement (6) destiné à la recirculation de gaz d'échappement, comportant au moins un premier étage de refroidissement (8) et au moins un étage de refroidissement supplémentaire (9),
- au moins un agencement de volet (10) comprenant un volet au moyen duquel l'au moins un étage de refroidissement supplémentaire (9) peut être activé,
- une conduite de dérivation (11) traversée par un deuxième chemin d'écoulement (7) destiné à la recirculation de gaz d'échappement, permettant de contourner le refroidisseur de gaz d'échappement (5) lors de la recirculation de gaz d'échappement,
- une soupape-EGR (12) comprenant au moins trois positions possibles :

- une position de repos dans laquelle le dispositif de recirculation de gaz d'échappement est fermé,
- une première position dans laquelle le premier chemin d'écoulement (6) traversant le refroidisseur de gaz d'échappement est ouvert, et
- une deuxième position dans laquelle le deuxième chemin d'écoulement (7) traversant la conduite de dérivation (11) est ouvert ;

l'au moins un premier étage de refroidissement (8), l'au moins un étage de refroidissement supplémentaire (9), la conduite de dérivation (11), la soupape EGR (12) et l'agencement de volet (10) étant intégrés dans un boîtier (13) du dispositif de recirculation de gaz d'échappement (3) et la soupape EGR (12) et l'agencement de volet (10) étant disposés de telle sorte qu'un ancrage du volet soit prévu au niveau d'une paroi extérieure (14) de la soupape EGR (12), la paroi extérieure (14) de la soupape EGR (12) représentant à la fois une paroi intérieure de l'au moins un premier étage de refroidissement (8) et de l'au moins un deuxième étage de refroidissement (9), la soupape EGR (12) étant de forme cylindrique et l'agencement de volet (10) étant fixé à une surface d'enveloppe de la soupape EGR (12).

2. Moteur à combustion interne (2) selon l'une des revendications précédentes, la conduite de dérivation (11) étant isolée thermiquement.
3. Moteur à combustion interne (2) selon l'une des revendications précédentes, la soupape EGR (12) étant une soupape à disque qui comporte une entrée (15), une première sortie (16.1) et une deuxième sortie (16.2), les deux sorties (16.1, 16.2) étant disposées en face l'une de l'autre et un premier élément de fermeture (17.1) étant prévu au niveau de la première sortie (16.1) et un deuxième élément de fermeture (17.2) étant prévu au niveau de la deuxième sortie (16.2), les deux éléments de fermeture (17.1, 17.2) étant précontraints l'un contre l'autre à l'aide d'un ressort (21) pour fermer les sorties (16.1, 16.2) en position de repos, et un coulisseau (18) étant en outre prévu, qui peut être actionné par un actionneur (19) pour ouvrir au choix le premier élément de fermeture (17.1) au niveau de la première sortie (16.1) ou le deuxième élément de fermeture (17.2) au niveau de la deuxième sortie (16.2).
4. Moteur à combustion interne (2) selon la revendication 3, l'actionneur (19) étant conçu de telle sorte que les largeurs d'ouverture de la première sortie (16.1) et de la deuxième sortie (16.2) puissent être réglées en continu à l'aide du coulisseau (18).
5. Moteur à combustion interne (2) selon l'une des revendications précédentes, l'au moins un premier étage de refroidissement (8) et l'au moins un étage de refroidissement supplémentaire (9) étant disposés parallèlement l'un à l'autre.
6. Procédé de fonctionnement d'un moteur à combustion interne (2) selon l'une des revendications précédentes, le procédé comprenant les étapes suivantes :

a) faire fonctionner le moteur à combustion in-

terne (2) sans recirculation de gaz d'échappement par blocage du dispositif de recirculation de gaz d'échappement (3) en réglant la soupape EGR (12) en position de repos,

b) faire recirculer les gaz d'échappement pendant une phase à faible charge, la recirculation des gaz d'échappement à travers la conduite de dérivation (11) étant effectuée par réglage de la soupape EGR (12) dans la deuxième position, sans refroidissement des gaz d'échappement en recirculation, 5 10

c) faire recirculer les gaz d'échappement pendant le fonctionnement en charge, la recirculation des gaz d'échappement à travers le refroidisseur de gaz d'échappement (5) étant effectuée par réglage de la soupape EGR (12) dans la deuxième position, et 15

d) activer au moins un étage de refroidissement supplémentaire (9) à l'aide de l'au moins un agencement de volet (10) en présence d'un fonctionnement à charge élevée. 20

7. Véhicule automobile (1) comprenant un moteur à combustion interne (2) muni d'un dispositif de recirculation de gaz d'échappement (3) qui est conçu selon l'une des revendications 1 à 5 et qui fonctionne avec un procédé selon la revendication 6. 25

30

35

40

45

50

55

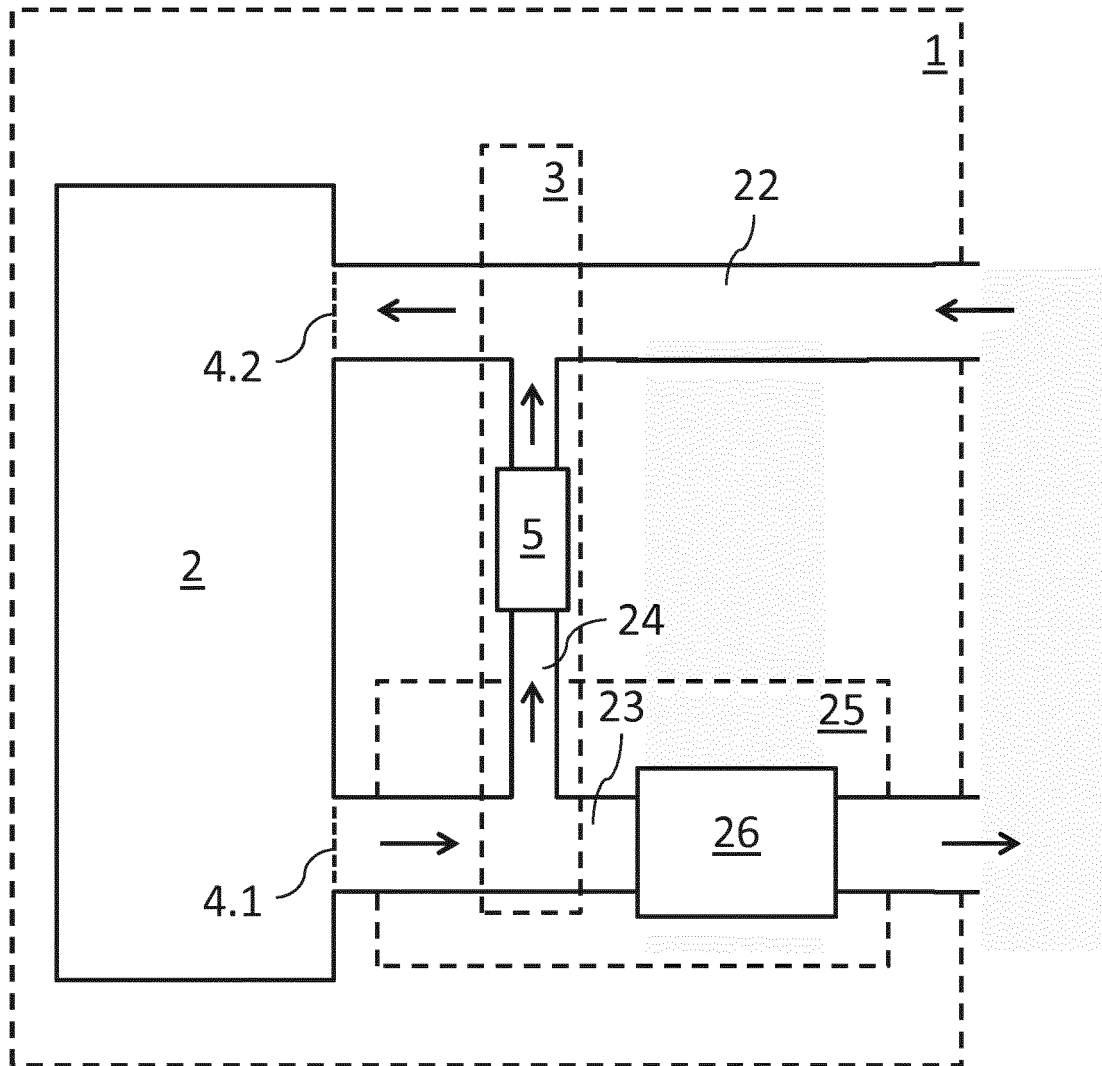
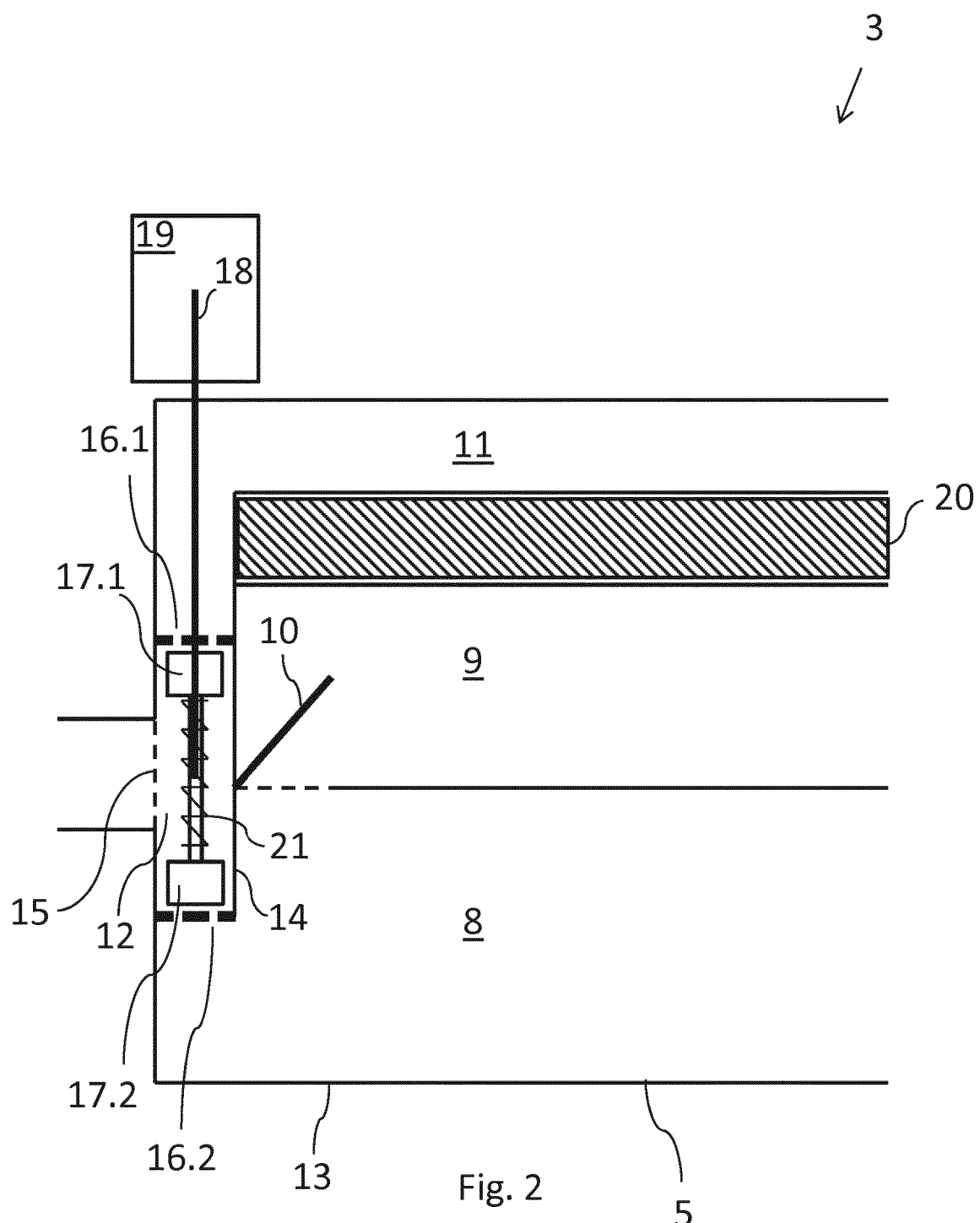


Fig. 1



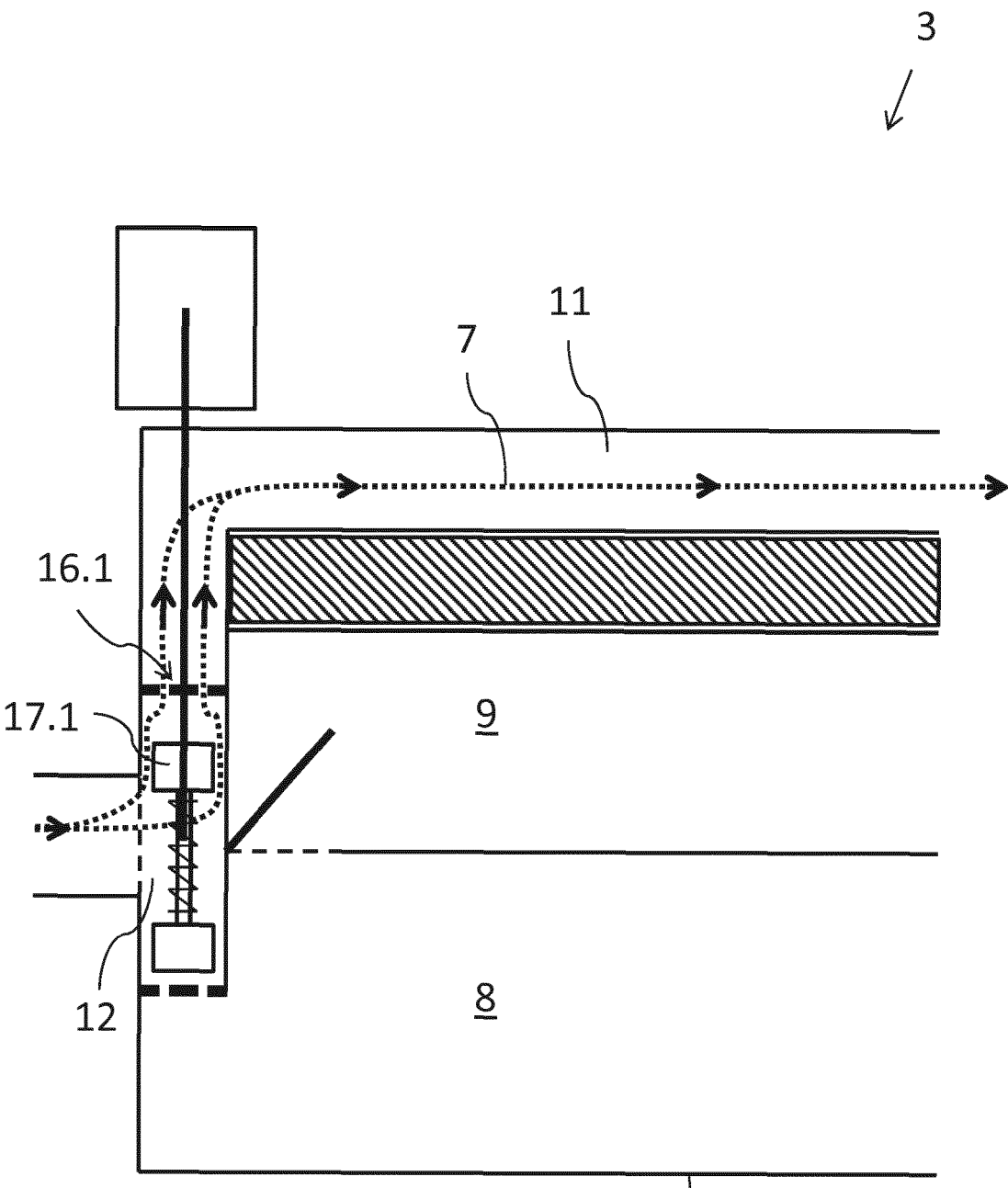
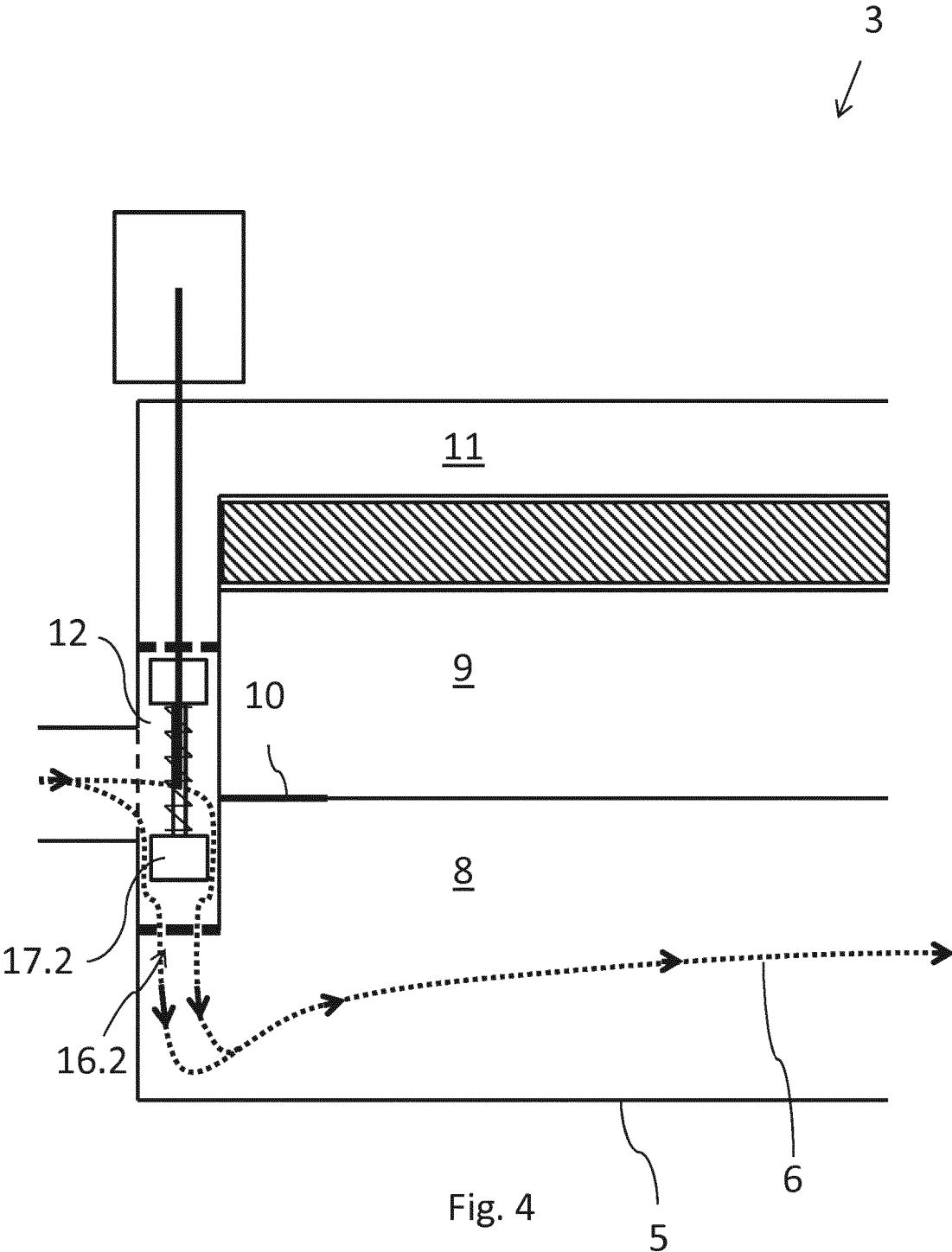
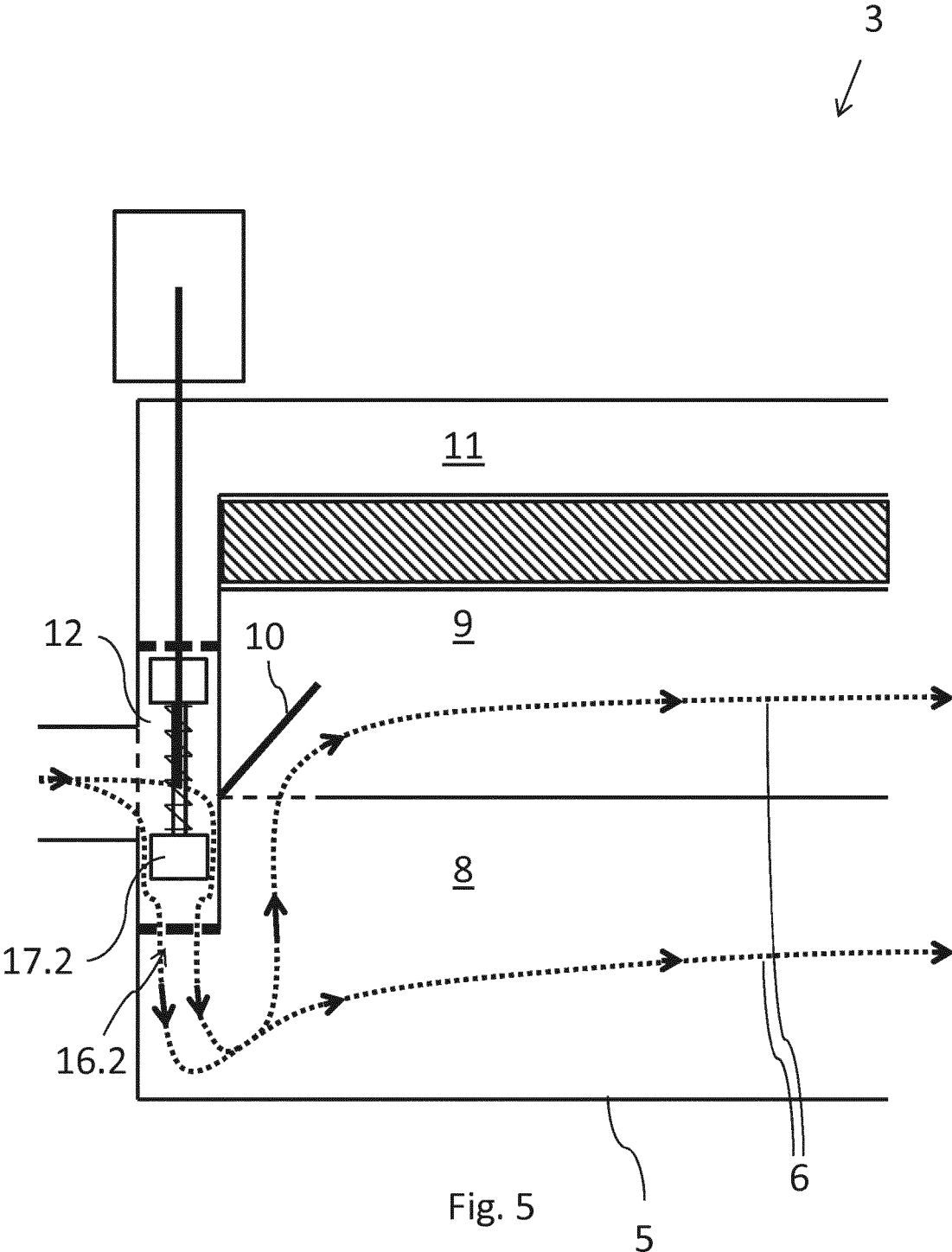


Fig. 3

5





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 102008033823 A1 **[0005]**
- EP 1275838 A1 **[0006]**
- DE 19733964 A1 **[0006]**
- US 2011108013 A1 **[0006]**
- WO 2012152601 A1 **[0006]**