



(10) **DE 10 2019 202 349 A1** 2020.08.27

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2019 202 349.5**

(22) Anmeldetag: **21.02.2019**

(43) Offenlegungstag: **27.08.2020**

(51) Int Cl.: **F01N 3/08 (2006.01)**

F01N 9/00 (2006.01)

(71) Anmelder:

**Ford Global Technologies, LLC, Dearborn, Mich.,
US**

(74) Vertreter:

Dörfler, Thomas, Dr.-Ing., 50735 Köln, DE

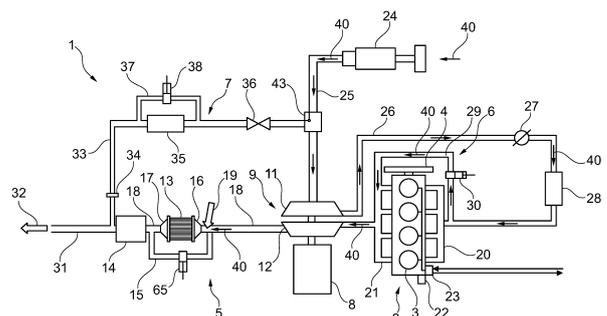
(72) Erfinder:

**Kindl, Helmut, Dr., 52066 Aachen, DE; Kuske,
Andreas, Geulle, NL; Kemmerling, Jörg, 52156
Monschau, DE; Smiljanovski, Vanco, Dr., 50181
Bedburg, DE; Sommerhoff, Franz Arnd, Dr., 52066
Aachen, DE; Friederichs, Hanno, 41749 Viersen,
DE; Forsting, Michael, 41238 Mönchengladbach,
DE; Boerensen, Christoph, 52076 Aachen, DE;
Wunderlich, Frank, 52134 Herzogenrath, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Regenerieren einer Mager-NO_x-Falle einer Abgasnachbehandlungsvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zum Regenerieren einer Mager-NO_x-Falle (13) einer Abgasnachbehandlungsvorrichtung (5) einer Verbrennungsmotoranordnung (1), welche einen Verbrennungsmotor (2) und einen elektrisch angetriebenen Lader (9, 41) umfasst, beschrieben. Das Verfahren umfasst folgende Schritte: Erfassen (51) eines Abschaltens des Verbrennungsmotors (2); Bestimmen (52) der Beladung der Mager-NO_x-Falle (13); Bestimmen (53) der aktuellen Betriebstemperatur der Abgasnachbehandlungsvorrichtung (5); falls die bestimmte Beladung der Mager-NO_x-Falle (13) einen festgelegten Schwellenwert überschreitet (54) und die bestimmte aktuelle Betriebstemperatur einen festgelegten Schwellenwert überschreitet (55), Regenerieren (56) der Mager-NO_x-Falle (13) nach dem Abschalten des Verbrennungsmotors (2), wobei mittels des elektrisch angetriebenen Laders (9, 41) Frischluft zu der Mager-NO_x-Falle (13) geleitet und dabei erwärmt wird und die Frischluft stromaufwärts der Mager-NO_x-Falle (13) mit verdampftem Kraftstoff zu einem fetten Luft-Kraftstoff-Gemisch vermischt wird.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Regenerieren einer Mager-NO_x-Falle einer Abgasnachbehandlungsvorrichtung. Die Erfindung betrifft zudem eine Steuervorrichtung für das Regenerieren einer Mager-NO_x-Falle bzw. eines NO_x-Speicherkatalysators, eine Abgasnachbehandlungsvorrichtung, eine Motoranordnung und ein Kraftfahrzeug.

[0002] Mit Abgasnachbehandlungseinrichtungen werden Verbrennungsgase, nachdem sie den Brennraum oder die Brennkammer einer das Kraftfahrzeug antreibenden Brennkraftmaschine verlassen haben, auf mechanischem, katalytischem oder chemischem Wege gereinigt, um so gesetzliche Schadstofflimits einhalten zu können.

[0003] Im Zusammenhang mit zunehmend strenger werdenden rechtlichen Anforderungen an die Emissionen von Kraftfahrzeugen ergeben sich weitreichende Herausforderungen an die Abgasnachbehandlung. Insbesondere die im Zusammenhang mit einem Kaltstart eines Dieselmotors entstehenden Emissionen stellen eine Herausforderung im Zusammenhang mit dem Einhalten zukünftiger Abgasnormen. Zur Speicherung der nach einem Kaltstart erzeugten Stickoxide wird üblicherweise eine Mager-NO_x-Falle verwendet, welche stromaufwärts eines Katalysators zur selektiven katalytischen Reduktion (SCR - Selective Catalytic Reduction) angeordnet ist. Mittels der Mager-NO_x-Falle werden Stickoxide gespeichert, bevor der SCR-Katalysator seine Betriebstemperatur erreicht hat. Dabei ist es allerdings erforderlich, dass die Mager-NO_x-Falle für den Fall eines Kaltstartes die erforderliche Speicherkapazität aufweist, also nicht vollständig beladen ist. Um dies zu gewährleisten, werden beispielsweise hinreichend große Mager-NO_x-Falle genutzt, welche dann jeweils bereits bei einer Beladung von 50% bis 60% gespült bzw. regeneriert werden müssen, um die für einen nächsten Kaltstart erforderliche Speicherkapazität sicherzustellen. Das dabei erforderliche große Volumen und der damit für die Mager-NO_x-Falle beanspruchte Bauraum sowie die hohe thermische Trägheit der Mager-NO_x-Falle - was bedeutet, dass sie eine erhöhte Zeit zum Aufheizen benötigt - stellen als nachteilig dar. Ein erster Nachteil ist der hohe erforderliche Bauraum, ein zweiter Nachteil besteht in der bereits genannten thermischen Trägheit.

[0004] In dem Dokument JP 3997868 B2 wird ein Verfahren zum Regenerieren des Einlasssystems nach dem Stoppen des Motors mittels eines elektrisch angetriebenen Turbolader-Rotors beschrieben. In dem Dokument US 7213396 wird ein Verfahren zur Verhinderung von Kohlenwasserstoffemissionen nach einem Abschalten eines Verbrennungsmotors beschrieben, wobei ein elektri-

scher Turbolader verwendet wird. In dem Dokument JP 2004308595 A wird eine Konfiguration mit zwei Superlader-Pumpen beschrieben, wobei die Abgas-spülung aus den Motor verbessert wird. In dem Dokument US 8468801 wird ein System zum Aufwärmen eines Katalysators beschrieben, ebenso in dem Dokument US 2011/0146274 A1.

[0005] Vor dem beschriebenen Hintergrund ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein verbessertes Verfahren zur Abgasnachbehandlung zur Verfügung zu stellen, welches insbesondere die Abgasnachbehandlung im Zusammenhang mit einem Kaltstart verbessert.

[0006] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Regenerieren einer Mager-NO_x-Falle einer Abgasnachbehandlungsvorrichtung gemäß Patentanspruch 1, eine Steuervorrichtung für das Regenerieren einer Mager-NO_x-Falle gemäß Patentanspruch 7, eine Abgasnachbehandlungsvorrichtung gemäß Patentanspruch 8, eine Motoranordnung gemäß Patentanspruch 11, ein Kraftfahrzeug gemäß Patentanspruch 12 und ein Computerprogrammprodukt gemäß Patentanspruch 13 gelöst. Die abhängigen Ansprüche enthalten weitere, vorteilhafte Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung.

[0007] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Regenerieren einer Mager-NO_x-Falle einer Abgasnachbehandlungsvorrichtung einer Verbrennungsmotoranordnung bezieht sich auf eine Verbrennungsmotoranordnung, welche einen Verbrennungsmotor und einen elektrisch angetriebenen Lader umfasst. Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst folgende Schritte: Ein Abschalten des Verbrennungsmotors wird erfasst. Die Beladung der Mager-NO_x-Falle wird bestimmt. Die Bestimmung der Beladung erfolgt zum Beispiel mit Hilfe von Modellen in der Motorsteuerung, die Beladung wird somit berechnet und der Wert steht beim Abstellen des Motors sofort zur Verfügung. Die aktuelle Betriebstemperatur der Abgasnachbehandlungsvorrichtung wird bestimmt, beispielsweise an einer festgelegten Komponente der Abgasnachbehandlungsvorrichtung. Falls die bestimmte Beladung der Mager-NO_x-Falle einen festgelegten Schwellenwert überschreitet und die bestimmte aktuelle Betriebstemperatur einen festgelegten Schwellenwert überschreitet, wird nach dem Abschalten des Verbrennungsmotors die Mager-NO_x-Falle regeneriert. Dabei wird mittels des elektrisch angetriebenen Laders Frischluft zu der Mager-NO_x-Falle geleitet, insbesondere zum Einlass der Mager-NO_x-Falle. Dabei wird die Frischluft erwärmt und die Frischluft stromaufwärts der Mager-NO_x-Falle, vorzugsweise unmittelbar stromaufwärts der Mager-NO_x-Falle, also vorzugsweise am Einlass der Mager-NO_x-Falle, mit verdampften Kraftstoff zu einem fetten Luft-Kraftstoff-Gemisch vermischt.

[0008] Das beschriebene erfindungsgemäße Verfahren hat den Vorteil, dass ein Regenerieren der Mager-NO_x-Falle auch dann durchgeführt werden kann, wenn der Verbrennungsmotor nicht in Betrieb ist, also insbesondere nach einem Abschalten des Verbrennungsmotors. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die Speicherkapazität der Mager-NO_x-Falle vollständig genutzt werden kann. Dabei kann die Mager-NO_x-Falle beispielsweise so dimensioniert sein, dass ihre Speicherkapazität in Bezug auf die erforderliche Speicherkapazität während eines Kaltstartes optimiert ist. Damit kann die Mager-NO_x-Falle so klein wie möglich gehalten werden und ihre thermische Trägheit gleichzeitig reduziert werden.

[0009] Weiterhin wird eine Ölverdünnung durch Kraftstoff verhindert, wie sie bei einer Nacheinspritzung im Zylinder passieren kann. Darüber hinaus ist die Mager-NO_x-Falle bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens nach einem Abschalten des Verbrennungsmotors immer für einen anschließenden Kaltstart vorbereitet. Zudem sind keine zusätzliche Luftzufuhr bzw. entsprechende Luftzufuhrsysteme erforderlich, um insbesondere vorgewärmte Luft stromaufwärts der Mager-NO_x-Falle einzuspeisen.

[0010] In einer vorteilhaften Variante wird die Frischluft durch einen Abgasrückführungsströmungskanal zu dem Einlass der Mager-NO_x-Falle geleitet. Der Abgasrückführungsströmungskanal weist eine für die Abgasrückführung festgelegte Strömungsrichtung auf. Vorzugsweise wird die Frischluft in einer zu dieser Strömungsrichtung entgegengesetzten Richtung durch den Abgasrückführungsströmungskanal zum Einlass der Mager-NO_x-Falle geleitet. Die Verwendung des Abgasrückführungsströmungskanals zum Einspeisen von Frischluft stromaufwärts der Mager-NO_x-Falle im Zusammenhang mit dem Regenerieren dieser hat den Vorteil, dass keine zusätzlichen Strömungskanäle für ein Regenerieren der Mager-NO_x-Falle vorgesehen werden müssen. Damit wird Bauraum eingespart und die Komplexität und Fehleranfälligkeit der Anordnung reduziert. In einer vorteilhaften Variante ist der Abgasrückführungsströmungskanal als Hochdruck-Abgasrückführungsströmungskanal ausgelegt.

[0011] In einer besonders vorteilhaften Variante wird die Frischluft mittels der Abgasnachbehandlungsvorrichtung und/oder des Verbrennungsmotors erwärmt. Dies hat den Vorteil, dass keine zusätzlichen Vorrichtungen zum Erwärmen der Frischluft erforderlich sind und die in der Abgasnachbehandlungsvorrichtung vorhandene Restwärme optimal genutzt wird. Die Frischluft kann zum Beispiel durch von dem Verbrennungsmotor abgegebene Wärme, beispielsweise abgestrahlte Wärme, erwärmt werden. Dazu kann die Frischluft zum Beispiel durch einen in der Nähe des Zylinderkopfes und/oder des Motorblocks oder

durch in den Zylinderkopf und/oder in den Motorblock integrierte Abgasrückführungsströmungskanäle geleitet werden. Der Verbrennungsmotor umfasst in diesem Fall einen Zylinderkopf und einen Motorblock.

[0012] Das erfindungsgemäße Computerprogrammprodukt umfasst Befehle, die bei der Ausführung des Programms durch einen Computer diesen verlassen, ein zuvor beschriebenes erfindungsgemäßes Verfahren auszuführen. Das erfindungsgemäße Computerprogrammprodukt hat die im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren bereits genannten Vorteile.

[0013] Die erfindungsgemäße Steuervorrichtung für das Regenerieren einer Mager-NO_x-Falle zeichnet sich dadurch aus, dass die Steuervorrichtung eine Einrichtung zum Erfassen eines Abschaltens des Verbrennungsmotors, eine Einrichtung zum Bestimmen der Beladung der Mager-NO_x-Falle und eine Einrichtung zum Bestimmen der aktuellen Betriebstemperatur der Abgasnachbehandlungsvorrichtung umfasst und dazu ausgelegt ist, ein zuvor beschriebenes erfindungsgemäßes Verfahren auszuführen. Die erfindungsgemäße Steuervorrichtung hat die im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren bereits genannten Merkmale und Vorteile.

[0014] Die Einrichtung zum Bestimmen der aktuellen Betriebstemperatur der Abgasnachbehandlungsvorrichtung kann einen Temperatursensor umfassen. Zum Beispiel kann die Einrichtung zum Bestimmen der aktuellen Betriebstemperatur der Abgasnachbehandlungsvorrichtung an einer festgelegten Komponente der Abgasnachbehandlungsvorrichtung angeordnet sein, insbesondere an einer stromaufwärts oder stromabwärts der Mager-NO_x-Falle angeordneten Komponente. Durch das Bestimmen bzw. das Erfassen der aktuellen Betriebstemperatur der Abgasnachbehandlungsvorrichtung und der Berücksichtigung dieser im Zusammenhang mit einem Einleiten eines Regenerationsvorganges der Mager-NO_x-Falle wird sichergestellt, dass die für ein Regenerieren der Mager-NO_x-Falle erforderliche Temperatur der zugeführten Frischluft während der Regeneration vorliegt.

[0015] Die erfindungsgemäße Abgasnachbehandlungsvorrichtung umfasst eine Mager-NO_x-Falle und einen elektrisch angetriebenen Lader, zum Beispiel einen elektrisch angetriebenen Kompressor oder Turbolader. Vorzugsweise handelt es sich bei dem elektrisch angetriebenen Lader um einen zum Aufladen des Verbrennungsmotors ohnehin vorhandenen Lader. Die erfindungsgemäße Abgasnachbehandlungsvorrichtung umfasst eine zuvor beschriebene erfindungsgemäße Steuervorrichtung. Zusätzlich oder alternativ dazu ist die erfindungsgemäße Abgasnachbehandlungsvorrichtung dazu ausgelegt,

ein oben beschriebenes erfindungsgemäßes Verfahren auszuführen. Die erfindungsgemäße Abgasnachbehandlungsvorrichtung hat die bereits genannten Merkmale und Vorteile.

[0016] Die Mager-NO_x-Falle umfasst bevorzugt einen Einlass. Vorteilhafterweise ist stromaufwärts der Mager-NO_x-Falle eine Vorrichtung zum Verdampfen und/oder Einspritzen von Kraftstoff in einen zum Einlass der Mager-NO_x-Falle führenden Strömungskanal angeordnet. Die Vorrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff kann insbesondere dazu ausgelegt sein, Kraftstoff in verdampfter Form einzuspritzen und mit zugeführter Frischluft zu vermischen.

[0017] In einer weiteren vorteilhaften Variante ist der elektrisch angetriebene Lader als elektrischer Turbolader oder elektrisch angetriebener Kompressor ausgestaltet. Die beschriebene Nutzung des elektrisch angetriebenen Laders hat den Vorteil, dass auf effiziente Weise nach einem Abschalten des Verbrennungsmotors Frischluft zum Regenerieren der Mager-NO_x-Falle durch ohnehin vorhandene Abgasrückführungs Kanäle geleitet werden kann.

[0018] Die erfindungsgemäße Motoranordnung umfasst einen Verbrennungsmotor und eine oben beschriebene erfindungsgemäße Abgasnachbehandlungsvorrichtung. Das erfindungsgemäße Kraftfahrzeug umfasst eine erfindungsgemäße Motoranordnung. Die erfindungsgemäße Motoranordnung und das erfindungsgemäße Kraftfahrzeug haben die bereits genannten Vorteile. Sie ermöglichen insbesondere eine Regeneration der Mager-NO_x-Falle auch nach einem Abschalten des Verbrennungsmotors und gewährleisten damit optimale Voraussetzungen für einen nachfolgenden Kaltstart des Verbrennungsmotors im Hinblick auf eine Verringerung von Stickoxidemissionen im Zusammenhang mit einem Kaltstart. Bei dem erfindungsgemäßen Kraftfahrzeug kann es sich um ein Motorrad, einen Personenkraftwagen, ein Lastkraftwagen, einen Bus oder Kleinbus handeln.

[0019] Die Figuren zeigen:

Fig. 1 zeigt schematisch eine erfindungsgemäße Motoranordnung.

Fig. 2 zeigt schematisch eine weitere Variante einer erfindungsgemäßen Motoranordnung.

Fig. 3 zeigt schematisch ein erfindungsgemäßes Verfahren in Form eines Flussdiagramms.

Fig. 4 zeigt schematisch eine erfindungsgemäße Steuervorrichtung.

Fig. 5 zeigt schematisch ein erfindungsgemäßes Kraftfahrzeug.

[0020] Die in der **Fig. 1** schematisch gezeigte Motoranordnung **1** umfasst einen Verbrennungsmotor

2, eine Abgasnachbehandlungsvorrichtung **5** und eine Hochdruckabgasrückführungsvorrichtung **6**. Optional umfasst die Motoranordnung **1** zudem eine Niederdruck-Abgasrückführungsvorrichtung **7**. Weiterhin umfasst die Motoranordnung **1** einen mittels eines Elektromotors **8** angetriebenen Turbolader **9**. Der Elektromotor **8** kann auch gleichzeitig als Generator ausgelegt sein. Der Turbolader **9** umfasst einen Kompressor **11** und eine Turbine **12**.

[0021] Die Abgasnachbehandlungsvorrichtung **5** umfasst eine Mager-NO_x-Falle **13** und einen stromabwärts der Mager-NO_x-Falle **13** angeordneten Partikelfilter mit optionaler SCR-Beschichtung **14**. Zusätzlich ist ein die Mager-NO_x-Falle **13** überbrückender Bypass-Strömungskanal **15** mit einem Ventil **65** angeordnet. Die Mager-NO_x-Falle **13** umfasst einen Einlass **16** und einen Auslass **17**. Unmittelbar stromaufwärts des Einlasses **16** der Mager-NO_x-Falle **13** ist eine Vorrichtung **19** zum Verdampfen oder Einspritzen von Kraftstoff in den zu der Mager-NO_x-Falle **13** führenden Strömungskanal **18** angeordnet. Der Bypass-Strömungskanal **15** ist so angeordnet, dass er stromaufwärts des Einlasses **16** der Mager-NO_x-Falle **13** von dem Strömungskanal **18** abzweigt und stromabwärts des Auslasses **17** der Mager-NO_x-Falle **13** und stromaufwärts des Partikelfilters mit SCR-Beschichtung **14** zu dem Strömungskanal **18** zurückführt.

[0022] Der Verbrennungsmotor **2** umfasst eine Anzahl Zylinder **3**, in der gezeigten Variante vier Zylinder, ein Schwungrad **4**, einen Einlasskrümmer **20** und einen Abgaskrümmer **21**. Weiterhin ist in dem Verbrennungsmotor **2** ein Ölkühler **22** und eine Hochdruckkraftstoffpumpe **23** angeordnet.

[0023] Beim Betreiben des Verbrennungsmotors **2** wird den Zylindern **3** über die Kraftstoffpumpe **23** Kraftstoff zugeführt. Weiterhin wird durch einen Luftfilter **24** Ladeluft mittels des Kompressors **11** angesaugt. Der von dem Luftfilter **24** zu dem Kompressor **11** führende Strömungskanal ist mit der Bezugsziffer **25** gekennzeichnet. Die durch den Kompressor **11** verdichtete Ladeluft bzw. das im Falle einer Abgasrückführung mit der Ladeluft vermischte Abgas wird durch einen Strömungskanal **26** zu einer Drossel **27** und weiter durch einen Ladeluftkühler **28** zu dem Einlasskrümmer **21** und zu den Zylindern **3** geleitet.

[0024] In der gezeigten Variante ist ein Hochdruck-Abgasrückführungsströmungskanal **29** vorhanden, welcher von dem Abgaskrümmer **21** abzweigt und unmittelbar stromaufwärts des Einlasskrümmers **20** in diesen mündet. Der Strömungskanal **29** umfasst zudem ein Hochdruckabgasrückführungsventil **30**.

[0025] Das den Verbrennungsmotor **2** verlassende Abgas wird über den Abgaskrümmer **21** zur Turbine **12** geleitet, wodurch der Kompressor **11** angetrie-

ben wird. Anschließend wird das Abgas durch den Strömungskanal **18** zu den bereits genannten Abgasnachbehandlungskomponenten geleitet. Nach dem Passieren der Abgasnachbehandlungsvorrichtung **5** wird das gereinigte Abgas zum Auslass **31** geleitet. Die Strömungsrichtung des Abgases ist mit der Bezugsziffer **32** gekennzeichnet.

[0026] Stromaufwärts des Auslasses **31** ist ein Niederdruck-Abgasrückführungsströmungskanal **33** angeordnet. Dieser Niederdruck-Abgasrückführungsströmungskanal **33** umfasst einen Schmutzfilter **34** und einen Kühler **35**, sowie ein Ventil **36**. In der gezeigten Variante wird der Abgasrückführungskühler **35** von einem Bypass-Strömungskanal **37** mit einem Niederdruck-Abgasrückführungsbypassventil **38** überbrückt. Der Niederdruck-Abgasrückführungsströmungskanal **33** ist zudem über ein Abgasrückführungskombiventil **43** mit dem Strömungskanal **25** verbunden. Während der Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist das Abgasrückführungskombiventil **43** geschlossen und das Hochdruckabgasrückführungskombiventil **33** geöffnet.

[0027] In folgendem wird der Betrieb der gezeigten Motoranordnung **1** gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren beschrieben. Dabei wird zunächst ein Abschalten des Verbrennungsmotors **2** erfasst. Die Beladung der Mager-NOx-Falle **13** ist durch die kontinuierliche, modellbasierte Ermittlung bekannt. Weiterhin wird die aktuelle Betriebstemperatur der Abgasnachbehandlungsvorrichtung, insbesondere der Mager-NOx-Falle **13** bestimmt. Vorzugsweise kann ein ohnehin vorhandener Sensor genutzt werden. In der Regel wird die Gas-Temperatur stromabwärts der Mager-NOx-Falle **13** bzw. stromaufwärts eines SCR-Katalysators, zum Beispiel des Partikelfilters mit SCR-Beschichtung **14**, gemessen um die Funktion des SCR-Katalysators sicherzustellen. Diese Größe kann, gegebenenfalls zusammen mit der Betriebsdauer, genutzt werden um die Bauteiltemperatur der Mager-NOx-Falle **13** zu bestimmen, insbesondere zu modellieren. Die Temperatur im Inneren der Mager-NOx-Falle **13** wird zum Beispiel kontinuierlich durch ein Modell ermittelt, das diese Temperatur basierend auf den Massenflüssen, der Temperatur stromaufwärts und stromabwärts der Mager-NOx-Falle **13** sowie der chemischen Zusammensetzung des Abgases berechnet. Dabei werden auch chemische Reaktionen berücksichtigt, die Wärme freisetzen und die Temperatur im Innern erhöhen können

[0028] Falls die Beladung der Mager-NOx-Falle **13** einen festgelegten Schwellenwert überschreitet und die bestimmte aktuelle Betriebstemperatur einen festgelegten Schwellenwert überschreitet, wird die Mager-NOx-Falle **13** nach dem Abschalten des Verbrennungsmotors **2** regeneriert. Dazu wird mittels des Elektromotors **8** der Turbolader **9** betrieben und dabei Frischluft angesaugt.

[0029] Die Strömungsrichtung der angesaugten Frischluft ist mit Pfeilen mit der Bezugsziffer **40** gekennzeichnet. In dem Hochdruckabgasrückführungsströmungskanal **29** verläuft die Strömungsrichtung **40** in zu der Strömungsrichtung des Abgases im Falle einer Abgasrückführung entgegengesetzter Richtung.

[0030] Die über den Kompressor **11** angesaugte Frischluft passiert anschließend den Hochdruck-Abgasrückführungsströmungskanal **26** und wird anschließend bei einem geöffneten Hochdruck-Abgasrückführungsventil **30** über den Hochdruckabgasrückführungs-Strömungskanal **29** an dem Verbrennungsmotor **2** vorbeigeleitet. Dabei wird die angesaugte Luft durch von dem Strömungskanal **26** und dem Hochdruckabgasrückführungs-Strömungskanal **29** erwärmt, insbesondere von den Zylindern **3**, also dem Zylinderkopf und/oder dem Zylinderblock, abgegebener Wärme erwärmt. Die erwärmte Luft erreicht über den Strömungskanal **18** den Einlass **16** der Mager-NOx-Falle **13**. Stromaufwärts des Einlasses **16** der Mager-NOx-Falle **13** wird über die Vorrichtung zum Verdampfen und Einspritzen von Kraftstoff **19** Kraftstoff zu der angesaugten Luft zugeführt und mit dieser vermischt. Dabei wird ein fettes Luft-Kraftstoff-Gemisch erzeugt, mit welchem die Mager-NOx-Falle **13** regeneriert wird. Bei dieser Vorgehensweise wird der Hochdruck-Abgasrückführungsströmungskanal **29** in einer zur Anwendung im Rahmen der Hochdruckabgasrückführung entgegengesetzten Strömungsrichtung von der angesaugten Luft durchströmt. Dadurch sind keine zusätzlichen Strömungskanäle für ein Regenerieren der Mager-NOx-Falle **13** nach abgeschaltetem Verbrennungsmotor **2** erforderlich. Durch den mittels des Elektromotors **8** betriebenen Turbolader **9** kann die Luft auch nach einem Abschalten des Verbrennungsmotors **2** angesaugt und zu der Mager-NOx-Falle **13** geleitet werden.

[0031] In der in der **Fig. 2** gezeigten Variante ist im Unterschied zu der in der **Fig. 1** gezeigten Variante ein Turbolader ohne elektrischen Antrieb vorgesehen. Zusätzlich ist stromabwärts des Kompressors **11** des Turboladers **9** ein weiterer Kompressor **41** vorgesehen, welcher durch einen Elektromotor **42** betrieben wird. Im Rahmen der Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens mittels einer in der **Fig. 2** gezeigten Konfiguration wird zum Ansaugen der Luft nach einem Abschalten des Verbrennungsmotors **2** der elektrisch angetriebenen Kompressors **41** verwendet. Im Übrigen entspricht die Funktionsweise der im Zusammenhang mit der **Fig. 1** beschriebenen Funktionsweise. Der elektrisch angetriebene Kompressor **41** kann in einer alternativen Ausgestaltung auch stromaufwärts des Turboladers **9** oder an einer anderen geeigneten Position angeordnet sein.

[0032] Die **Fig. 3** zeigt schematisch ein erfindungsgemäßes Verfahren in Form eines Flussdiagramms.

In einem ersten Schritt **51** wird ein Abschalten des Verbrennungsmotors **2** erfasst. Ist der Verbrennungsmotor **2** abgeschaltet, so wird in Schritt **52** die Beladung der Mager-NOx-Falle **13** bestimmt. In Schritt **53** wird die aktuelle Betriebstemperatur der Mager-NOx-Falle **13** oder einer anderen Abgasnachbehandlungskomponente bestimmt. Die Schritte **52** und **53** können auch gleichzeitig oder in umgekehrter Reihenfolge ausgeführt werden.

[0033] In Schritt **54** wird überprüft, ob die bestimmte Beladung der Mager-NOx-Falle **13** einen festgelegten Schwellenwert überschreitet. Ist dies der Fall, wird das Verfahren mit Schritt **55** fortgesetzt. Ist dies nicht der Fall, springt das Verfahren zu Schritt **51** zurück. In Schritt **55** wird bestimmt, ob die bestimmte aktuelle Betriebstemperatur der Mager-NOx-Falle **13** einen festgelegten Schwellenwert überschreitet. Die Schritte **54** und **55** können auch gleichzeitig oder in umgekehrter Reihenfolge durchgeführt werden.

[0034] Falls die bestimmte aktuelle Betriebstemperatur den festgelegten Schwellenwert nicht überschreitet, so springt das Verfahren zu Schritt **51** zurück. Überschreitet die aktuelle Betriebstemperatur den festgelegten Schwellenwert, so wird die Mager-NOx-Falle **13** in Schritt **56** regeneriert bzw. gespült, wobei mittels des elektrisch angetriebenen Laders **9** oder **41**, zum Beispiel wie im Zusammenhang mit den **Fig. 1** und **Fig. 2** beschrieben, Frischluft zu der Mager-NOx-Falle **13** geleitet, dabei erwärmt und stromaufwärts der Mager-NOx-Falle **13**, vorzugsweise unmittelbar vor dem Einlass **16** der Mager-NOx-Falle **13**, mit verdampften Kraftstoff zu einem fetten Luft-Kraftstoff-Gemisch vermischt wird.

[0035] Die **Fig. 4** zeigt schematisch eine erfindungsgemäße Steuervorrichtung **60**. Die Steuervorrichtung **60** umfasst eine Einrichtung **61** zum Bestimmen der Beladung der Mager-NOx-Falle **13**, eine Einrichtung **62** zum Bestimmen der aktuellen Betriebstemperatur der Mager-NOx-Falle **13**, beispielsweise einen Temperatursensor, eine Einrichtung **63** zum Erfassen eines Abschaltens des Verbrennungsmotors **2** und eine Auswertungseinrichtung **64**. Die genannten Einrichtungen **61**, **62** und **63** sind dazu ausgelegt, Signale an die Auswertungseinrichtung **64** zu übertragen. Die Steuervorrichtung **60** ist dazu ausgelegt ein erfindungsgemäßes Verfahren auszuführen, beispielsweise ein im Zusammenhang mit der **Fig. 3** beschriebenes Verfahren.

[0036] Die **Fig. 5** zeigt schematisch ein erfindungsgemäßes Kraftfahrzeug **10**. Das erfindungsgemäße Kraftfahrzeug **10** umfasst eine erfindungsgemäße Motoranordnung **1**, beispielsweise eine anhand der **Fig. 1** oder **Fig. 2** beschriebene Motoranordnung **1**. Zusätzlich kann das Kraftfahrzeug **10** oder die Motoranordnung **1** eine erfindungsgemäße Steuervorrichtung **60** umfassen. Die erfindungsgemäße Motor-

anordnung **1** ist dazu ausgelegt, ein erfindungsgemäßes Verfahren auszuführen, beispielsweise ein im Zusammenhang mit der in **Fig. 3** erläutertes erfindungsgemäßes Verfahren.

Bezugszeichenliste

1	Motoranordnung
2	Verbrennungsmotor
3	Zylinder
4	Schwungrad
5	Abgasnachbehandlungsvorrichtung
6	Hochdruck-Abgasrückführungsvorrichtung
7	Niederdruck-Abgasrückführungsvorrichtung
8	Elektromotor
9	Turbolader
10	Kraftfahrzeug
11	Kompressor
12	Turbine
13	Mager-NOx-Falle
14	Partikelfilter mit SCR-Beschichtung
15	Bypass-Strömungskanal
16	Einlass
17	Auslass
18	Strömungskanal
19	Kraftstoffinjektor
20	Einlasskrümmer
21	Abgaskrümmer
22	Ölkühler
23	Hochdruckkraftstoffpumpe
24	Luftfilter
25	Strömungskanal
26	Strömungskanal
27	Drossel
28	Ladeluftkühler
29	Hochdruckabgasrückführungs-Strömungskanal
30	Hochdruckabgasrückführungsventil
31	Auslass
32	Strömungsrichtung
33	Niederdruck-Abgasrückführungsströmungskanal
34	Schmutzfilter

- 35** Kühler
- 36** Ventil
- 37** Bypass-Strömungskanal
- 38** Niederdruck-Abgasrückführungsby-passventil
- 40** Strömungsrichtung der angesaugten Frischluft
- 41** Kompressor
- 42** Elektromotor
- 43** Abgasrückführungskombiventil
- 51** Erfassen eines Abschaltens des Verbrennungsmotors
- 52** Bestimmen der Beladung der Mager-NOx-Falle
- 53** Bestimmen der aktuellen Betriebstemperatur der Mager-NOx-Falle
- 54** Ist festgelegter Schwellenwert für Beladung der Mager-NOx-Falle überschritten?
- 55** Ist festgelegter Schwellenwert für aktuelle Betriebstemperatur überschritten?
- 56** Regeneration der Mager-NOx-Falle
- 60** Steuervorrichtung
- 61** Einrichtung zum Bestimmen der Beladung der Mager-NOx-Falle
- 62** Einrichtung zum Bestimmen der aktuellen Betriebstemperatur der Mager-NOx-Falle
- 63** Einrichtung zum Erfassen eines Abschaltens des Verbrennungsmotors
- 64** Auswertungseinrichtung
- 65** Ventil
- J** ja
- N** nein

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 3997868 B2 [0004]
- US 7213396 [0004]
- JP 2004308595 A [0004]
- US 8468801 [0004]
- US 2011/0146274 A1 [0004]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Regenerieren einer Mager-NOx-Falle (13) einer Abgasnachbehandlungsvorrichtung (5) einer Verbrennungsmotoranordnung (1), welche einen Verbrennungsmotor (2) und einen elektrisch angetriebenen Lader (9, 41) umfasst, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verfahren folgende Schritte umfasst:

- Erfassen (51) eines Abschaltens des Verbrennungsmotors (2),
- Bestimmen (52) der Beladung der Mager-NOx-Falle (13),
- Bestimmen (53) der aktuellen Betriebstemperatur der Abgasnachbehandlungsvorrichtung (5),
- falls die bestimmte Beladung der Mager-NOx-Falle (13) einen festgelegten Schwellenwert überschreitet (54) und die bestimmte aktuelle Betriebstemperatur einen festgelegten Schwellenwert überschreitet (55), Regenerieren (56) der Mager-NOx-Falle (13) nach dem Abschalten des Verbrennungsmotors (2), wobei mittels des elektrisch angetriebenen Laders (9, 41) Frischluft zu der Mager-NOx-Falle (13) geleitet und dabei erwärmt wird und die Frischluft stromaufwärts der Mager-NOx-Falle (13) mit verdampftem Kraftstoff zu einem fetten Luft-Kraftstoff-Gemisch vermischt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Frischluft durch einen Abgasrückführungsströmungskanal (26, 29) zu der Mager-NOx-Falle (13) geleitet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Abgasrückführungsströmungskanal (29) eine für die Abgasrückführung festgelegte Strömungsrichtung aufweist und die Frischluft in zu dieser Strömungsrichtung entgegengesetzter Richtung (40) durch den Abgasrückführungsströmungskanal (29) zu der Mager-NOx-Falle (13) geleitet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Abgasrückführungsströmungskanal als Hochdruck-Abgasrückführungsströmungskanal (29) ausgelegt ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Frischluft mittels der Abgasnachbehandlungsvorrichtung (5) und/oder des Verbrennungsmotors (2) erwärmt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Frischluft durch von dem Verbrennungsmotor (2) abgegebene Wärme erwärmt wird.

7. Steuervorrichtung (60) für das Regenerieren einer Mager-NOx-Falle (2), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuervorrichtung (60) eine Einrichtung (63) zum Erfassen eines Abschaltens des Verbrennungsmotors (2), eine Einrichtung (61) zum Bestimmen

men der Beladung der Mager-NOx-Falle (13) und eine Einrichtung (62) zum Bestimmen der aktuellen Betriebstemperatur der Abgasnachbehandlungsvorrichtung (5) umfasst und dazu ausgelegt ist, ein Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6 auszuführen.

8. Abgasnachbehandlungsvorrichtung (5), welche eine Mager-NOx-Falle (5) und einen elektrisch angetriebenen Lader (9, 41) umfasst, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abgasnachbehandlungsvorrichtung (5) eine Steuervorrichtung (60) gemäß Anspruch 7 umfasst und/oder dazu ausgelegt ist, ein Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6 auszuführen.

9. Abgasnachbehandlungsvorrichtung (5) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mager-NOx-Falle (13) einen Einlass (16) umfasst und stromaufwärts der Mager-NOx-Falle (16) eine Vorrichtung (19) zum Verdampfen und/oder Einspritzen von Kraftstoff in einen zum Einlass (16) der Mager-NOx-Falle (13) führenden Strömungskanal (18) angeordnet ist.

10. Abgasnachbehandlungsvorrichtung (5) nach einem der Ansprüche 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der elektrisch angetriebene Lader (9, 41) als elektrischer Turbolader (9) oder elektrischer Superlader oder elektrisch angetriebener Kompressor (41) ausgestaltet ist.

11. Motoranordnung (1), welche einen Verbrennungsmotor (2) und eine Abgasnachbehandlungsvorrichtung (5) gemäß einem der Ansprüche 8 bis 10 umfasst.

12. Kraftfahrzeug (10), welches eine Motoranordnung (1) gemäß Anspruch 11 umfasst.

13. Computerprogrammprodukt, umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Programms durch einen Computer diesen veranlassen, ein Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6 auszuführen.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

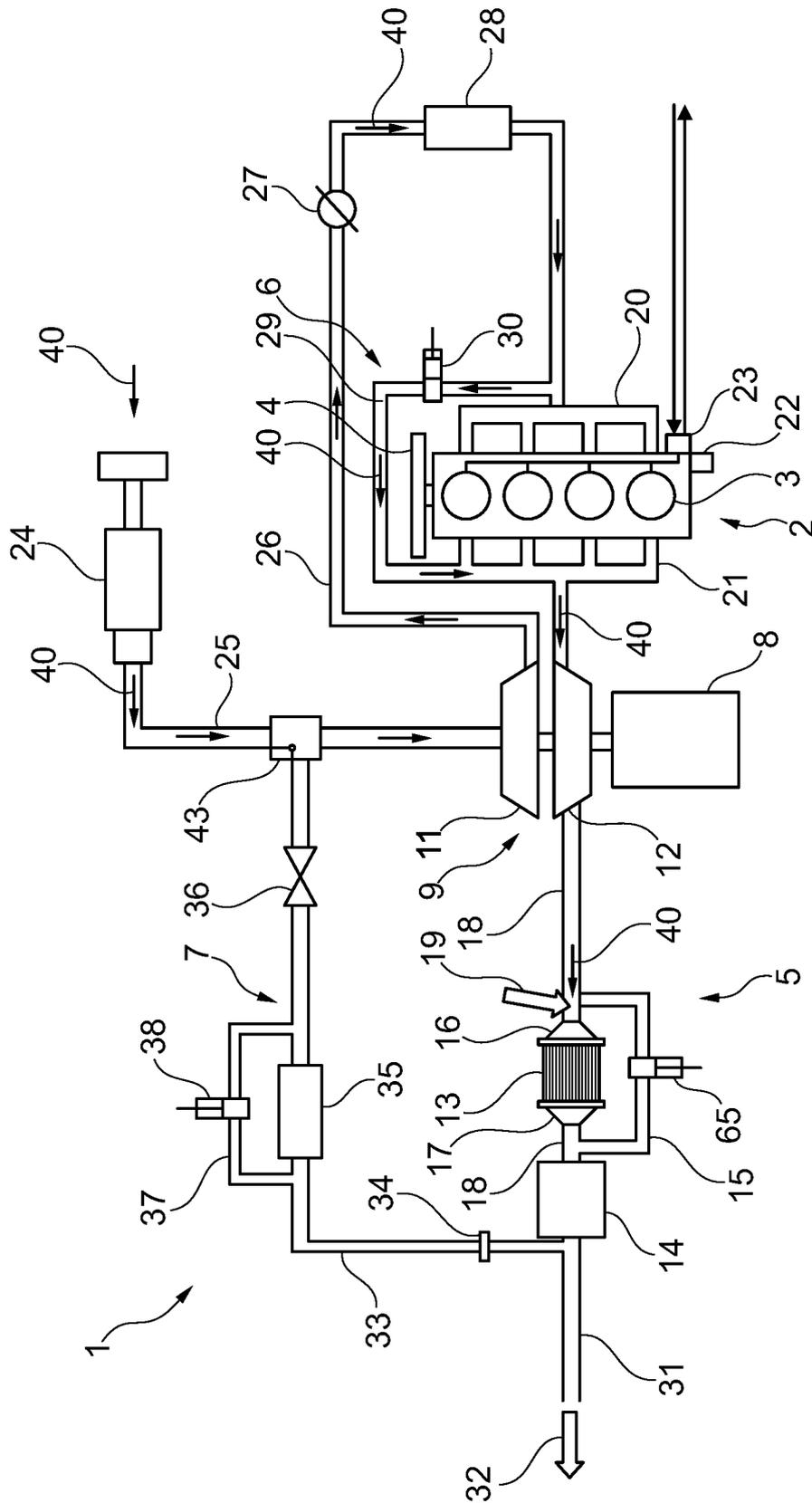


Fig. 1

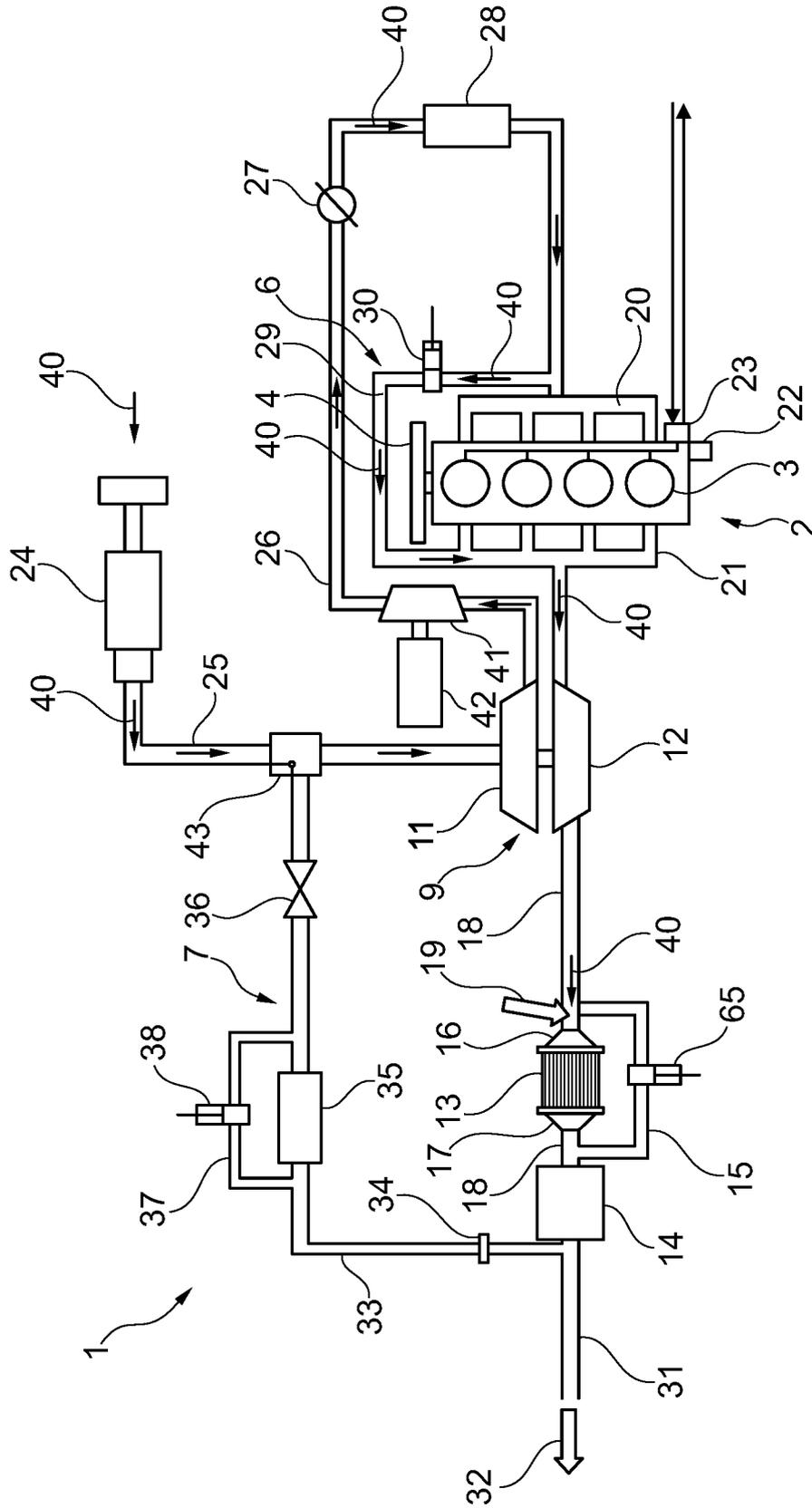


Fig. 2

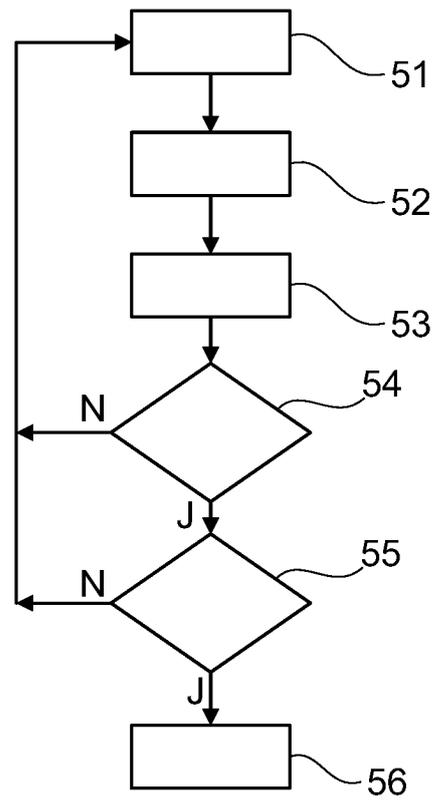


Fig. 3

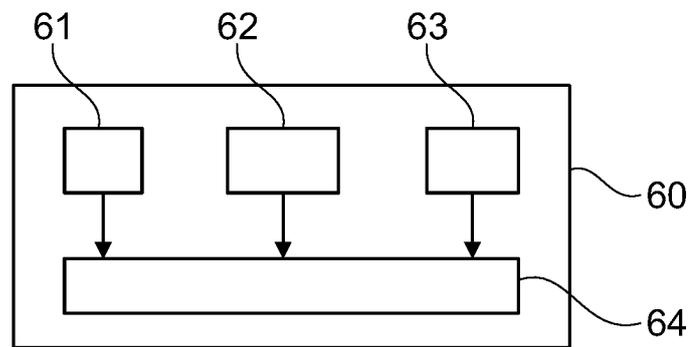


Fig. 4

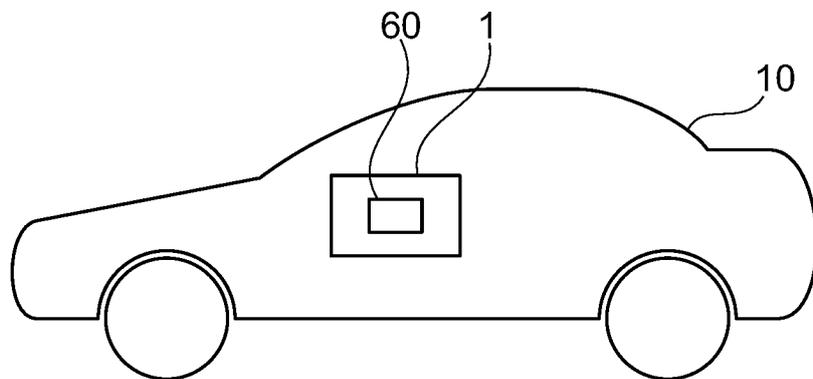


Fig. 5