



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 203 473.9**

(22) Anmeldetag: **26.02.2015**

(43) Offenlegungstag: **01.09.2016**

(51) Int Cl.: **F02B 29/04 (2006.01)**
F28G 13/00 (2006.01)

(71) Anmelder:
**Ford Global Technologies, LLC, Dearborn, Mich.,
US**

(74) Vertreter:
Dörfler, Thomas, Dr.-Ing., 50735 Köln, DE

(72) Erfinder:
**Vigild, Christian Winge, 52457 Aldenhoven, DE;
Hemink, Wilbert, Landgraaf, NL; Roettger, Daniel,
Eynatten, BE; Kuske, Andreas, Geulle, NL**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

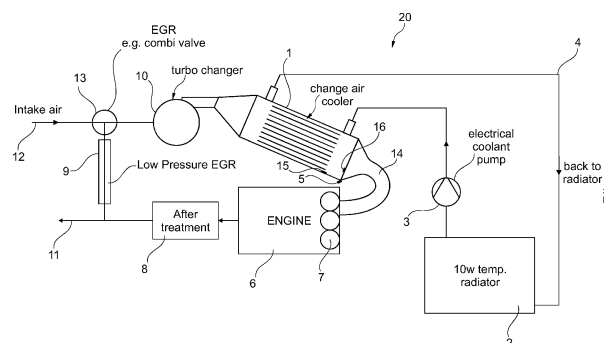
DE 10 2007 061 049	B4
DE 10 2008 049 625	A1
DE 10 2009 042 981	A1
EP 2 111 504	B1
EP 2 213 859	A2

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Reinigung eines Ladeluftkühlers in einem System mit Abgasrückführung**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zum Reinigen eines wassergekühlten Ladeluftkühlers bereitgestellt, bei dem durch maximal mögliche Kühlung des Ladeluftkühlers in der Ladeluft und zugeführtem Abgas enthaltenes gasförmiges und in Tröpfchenform vorliegendes Wasser kondensiert und mit dem Kondensat der Ladeluftkühler gespült wird. Weiterhin wird ein System zum Durchführen des Verfahrens bereitgestellt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Reinigen eines Ladeluftkühlers in einem Kraftfahrzeug, und ein System mit Ladeluftkühler zur Durchführung des Verfahrens.

[0002] Durch Verdichtung der Verbrennungsluft in einem Turbolader eines Kraftfahrzeugs wird die Luft erwärmt. Warme Luft benötigt ein größeres Volumen als kalte. Um eine möglichst große Luftmasse für die Verbrennung in einer Brennkraftmaschine zur Verfügung zu stellen und damit deren Leistung und Wirkungsgrad zu erhöhen, wird die Temperatur der zugeführten Luft mittels Ladeluftkühlern wieder reduziert. Ladeluftkühler sind typischerweise im Ansaugtrakt zwischen Turbolader und Einlassventil einer Brennkraftmaschine angeordnet. Bei wassergekühlten Ladeluftkühlern (water cooled charge air cooler, WCAC) wird die Wärme an einen eigenen Kühlwasserkreislauf abgegeben. Der Kühlkreislauf umfasst dabei neben dem WCAC einen Kühlradiator und eine Pumpe für das Kühlwasser.

[0003] Der Ladeluft kann über eine Abgasrückführung (AGR) Abgas der Brennkraftmaschine beigemischt. Dies dient vor allem zur Minderung der Emission von Stickoxiden. Außerdem trägt bei Ottomotoren die Abgasrückführung zu einer Senkung der Ladungswechselverluste bei und reduziert damit auch den Kraftstoffverbrauch. Bei Niederdruck-AGR erfolgt eine Ableitung des Abgases nach der Abgasnachbehandlung und die Einleitung vor dem Turboverdichter. Teile des Abgases strömen damit vom Turboverdichter durch den Ladeluftkühler zur Brennkraftmaschine.

[0004] In Ladeluftkühlern kann es zur Bildung von Kondenswasser kommen. Kondensiert wird dabei gasförmiges und in Tröpfchenform in der angesaugten Verbrennungsluft und/oder in rückgeführtem Abgas enthaltenes Wasser. Besonders im Abgas sind auch andere Substanzen enthalten, die mit dem Wasser zu Säuren reagieren können. Dabei können z. B. Schwefelverbindungen im Abgas zu Schwefelsäure reagieren, wobei der pH Wert 1,5 bis 2 betragen kann. Das kann zur Korrosion der Metallteile des Ladeluftkühlers (Kühlrippen, Kühlschläuche, Teile aus Aluminium oder Stahl) führen, wodurch dessen Haltbarkeit gefährdet ist. Auch können z. B. Bestandteile aus Lötmitteln, die bei der Herstellung des Ladeluftkühlers verwendet wurden, gelöst werden und punktförmige Korrosion verursachen. Es ist also wichtig, Kondenswasser aus dem Ladeluftkühler zu entfernen, um das Risiko von Korrosionsschäden einzuschränken. Darüber hinaus kann Kondenswasser im Ruhezustand eines Motors vom Ladeluftkühler vor den Hubraum der Brennkraftmaschine gelangen und dort Startprobleme und auch ernsthafte Motorschäden verursachen.

[0005] Es besteht damit die Aufgabe, ein System bereitzustellen, in dem gebildetes Kondenswasser aus dem Ladeluftkühler abgeführt werden kann. Es besteht weiterhin die Aufgabe, ein Verfahren zum Betrieb des Systems bereitzustellen.

[0006] Die erste Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Die zweite Aufgabe wird durch ein System mit den Merkmalen von Anspruch 10 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausführungsformen und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus dem Nebenanspruch, den Unteransprüchen, den Figuren und dem Ausführungsbeispiel.

[0007] Ein ersten Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Reinigen eines wassergekühlten Ladeluftkühlers für eine Brennkraftmaschine mit Abgasrückführung, wobei eine über einen Kühlmittelkreislauf mit dem Ladeluftkühler verbundene Kühleinrichtung durch maximale Kühlung des Ladeluftkühlers einen Kühleffekt bewirkt.

[0008] Das Verfahren ist vorteilhaft, weil durch die maximale Kühlung das im Ladeluftkühler in gas- oder tröpfchenförmigem Zustand vorhandene Wasser kondensiert wird und zusätzlich mit dem vorhandenen Kondensat beim schwerkraftbedingten Abfließen in den unteren Bereich des Ladeluftkühlers Kondenswasser aus dem Ladeluftkühler gespült und dabei korrosiv wirkende Substanzen ausgewaschen werden. Das Verfahren ist weiterhin vorteilhaft, weil durch die Entfernung des Kondensats im abgeschalteten Zustand des Kraftfahrzeugs kein Kondenswasser aus dem Ladeluftkühler zu den Einlassventilen gelangen kann und nachteilige Startprobleme und/oder Motorschäden verursachen kann. Als Kühlmittel wird vorzugsweise Wasser verwendet.

[0009] Bevorzugt wird der Kühleffekt über einen Zeitraum bewirkt, bis eine maximal mögliche Menge an gas- und/oder tröpfchenförmigem Wasser im Ladeluftkühler zu Kondensat geworden ist. Mit anderen Worten wird der Ladeluftkühler solange stark gekühlt, bis kein, oder zumindest minimal wenig gas- und/oder tröpfchenförmiges Wasser im Ladeluftkühler vorhanden ist.

[0010] Vorzugsweise wird eine maximale Kühlung des Ladeluftkühlers durch die Kühleinrichtung bei niedrigen Außentemperaturen durchgeführt. Dadurch wird vorteilhaft eine besonders effektive Kühlung des Ladeluftkühlers bewirkt. Dazu kann beispielsweise der Kühlradiator eingeschaltet werden, wenn sie wegen der niedrigen Außentemperaturen nicht notwendig wäre.

[0011] Vorzugsweise wird eine maximale Kühlung des Ladeluftkühlers durch die Kühleinrichtung bei hohen Fahrzeuggeschwindigkeiten durchgeführt.

Der Fahrwind trägt dabei zusätzlich zum eingeschalteten Kühlradiator zur effektiven Kühlung des Ladeluftkühlers bei.

[0012] Besonders bevorzugt wird die maximale Kühlung des Ladeluftkühlers unter Abschaltung der AGR durchgeführt. Das ist vorteilhaft, weil die am stärksten korrosiv wirkenden Substanzen aus dem Prozess der Abgasnachbehandlung stammen und diese Substanzen im Rahmen der AGR in den Ladeluftkühler gelangen. Dadurch gelangen während der Entfernung korrosiv wirkender Substanzen vorteilhafterweise keine neuen in den Ladeluftkühler.

[0013] Die maximale Kühlung des Ladeluftkühlers wird vorzugsweise durchgeführt, wenn eine bestimmte Betriebsdauer der Brennkraftmaschine erreicht worden ist. Dabei wird die Zeit, in der die Brennkraftmaschine betrieben worden ist, auch mit Unterbrechungen, gemessen und die maximale Kühlung durchgeführt. Alternativ kann auch nach einer generellen Zeitspanne, z. B. einmal im Monat, die maximale Kühlung durchgeführt werden.

[0014] Weiterhin ist es bevorzugt, wenn die maximale Kühlung des Ladeluftkühlers durchgeführt wird, wenn ein bestimmter pH-Wert im Ladeluftkühler erreicht worden ist. Dabei dient ein bestimmter pH-Wert als Indikator für den Gehalt an Säuren, die aus Kondenswasser und z. B. im rückgeführten Abgas enthaltenen Schwefelverbindungen im Ladeluftkühler gebildet werden, als Schwellenwert zum Durchführen des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0015] Weiterhin ist es bevorzugt, wenn in dem erfindungsgemäßen Verfahren das Kondensat über einen Ansaugstutzen aus dem Ladeluftkühler zu mindestens einem Zylinder der Brennkraftmaschine transportiert wird. Kleinere Mengen Wasser werden dann über das Abgas ausgeschieden.

[0016] Ebenfalls bevorzugt wird das Kondensat über eine an einem tiefgelegenen Punkt angeordnete Abblaufeinrichtung aus dem Ladeluftkühler abgeführt. Vorteilhafterweise kann dadurch ständig gebildetes Kondensat ablaufen. Vorteilhafterweise wird dadurch kein Wasser in die Zylinder der Brennkraftmaschine geführt.

[0017] Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft ein System zum Durchführen eines Verfahrens zum Ableiten von Kondenswasser aus einem Ladeluftkühler, umfassend einen wassergekühlten Ladeluftkühler, einen Kühlradiator für das Kühlmittel, eine Kühlmittelpumpe und eine Kühlmittelleitung zwischen dem Kühlradiator und dem Ladeluftkühler. Die Vorteile des Systems entsprechen dabei denen des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0018] Besonders bevorzugt ist in dem erfindungsgemäßen System im Ladeluftkühler eine Abblaufeinrichtung zum Abfließen von gebildetem Kondensat angeordnet. Die Abblaufeinrichtung ist an einem tief gelegenen Punkt im Ladeluftkühler angeordnet, so dass sich Kondensat dort sammeln und vorteilhafterweise korrosiv wirkende Stoffe in Lösung halten kann, bevor es abläuft bzw. abgelassen wird. Tief bezieht sich dabei auf den untersten Punkt bezogen auf die vertikale Achse des Kraftfahrzeugs. Vorteilhafterweise ist die Abblaufeinrichtung dazu verschließbar und durch eine Steuerung oder manuell zu öffnen.

[0019] Weiterhin ist es bevorzugt, wenn mindestens ein pH-Sensor im Ladeluftkühler angeordnet ist. Vorteilhafterweise kann durch den pH-Sensor die Bildung von Säuren aus Kondenswasser und z. B. Schwefelverbindungen im rückgeführten Abgas im Ladeluftkühler erfasst werden, wobei bei Erreichen eines bestimmten pH-Wertes die erfindungsgemäße maximale Kühlung des Ladeluftkühlers durchgeführt werden kann. Vorteilhafterweise sind zusätzlich Sensoren in dem Ladeluftkühler angeordnet, die den Stand, d. h. die Menge, des Kondensats im Ladeluftkühler erfassen, wobei bei Erreichen eines bestimmten Standes die erfindungsgemäße maximale Kühlung des Ladeluftkühlers durchgeführt werden kann.

[0020] Ein dritter Aspekt der Erfindung betrifft ein Kraftfahrzeug mit einem oben erwähnten erfindungsgemäßen System. Die Erfindung bezieht sich damit auf ein Kraftfahrzeug mit einem System zum Ableiten von Kondenswasser aus einem Ladeluftkühler, umfassend einen wassergekühlten Ladeluftkühler, einen Kühlradiator für das Kühlmittel, eine Kühlmittelpumpe und einen Kühlmittelkreislauf zwischen dem Kühlradiator und dem Ladeluftkühler.

[0021] Der Begriff „Kondensat“ wird in vorliegender Anmeldung synonym zu kondensiertem Wasser verwendet.

[0022] Die Erfindung wird anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen:

[0023] Fig. 1 eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Systems.

[0024] Fig. 2 ein Flussdiagramm einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0025] Die in Fig. 1 dargestellte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Systems **20** weist einen Kühlkreislauf umfassend einen Ladeluftkühler **1**, einen Kühlradiator **2**, eine Kühlmittelpumpe **3**, eine Kühlmittelleitung **4**, und weiterhin eine Abblaufeinrichtung **5**, eine Brennkraftmaschine **6**, zu der eine Anzahl von Zylindern **7** gehören, eine Abgasnachbehandlungseinrichtung **8**, eine Niederdruck-Abgasrückführung (Niederdruck-AGR) **9**, und eine Turbolader

der **10** zur Erzeugung von Ladeluft mit einem erhöhten Druck auf. Weiterhin gehören ein Abgastrakt **11** und ein Ansaugtrakt **12** zum System **20**. Über ein Abgasrückführventil **13** kann Abgas aus der AGR **9** in den Ansaugtrakt **12** und damit in die Ladeluft geführt werden.

[0026] Der Ladeluftkühler **1** ist bevorzugt wassergekühlt (water cooled charge air cooler, WCAC). Alternativ könnte er auch mit Luft gekühlt werden; dies ist wegen der erfindungsgemäßen Kühlung durch ein Kühlmittel jedoch nur als zusätzliches Mittel zur Kühlung sinnvoll. Die Kühlmittelpumpe **3** ist bevorzugt eine elektrische angetriebene Pumpe. Sie kann aber auch anders angetrieben sein, z. B. hydraulisch.

[0027] Vom Ladeluftkühler **1** wird verdichtete und gekühlte Ladeluft über einen Ansaugstutzen **14** zu mindestens einem Zylinder **7** der Brennkraftmaschine **6** transportiert. Gesammeltes Kondensat wird ebenfalls über den Ansaugstutzen **14** aus dem Ladeluftkühler **1** in den Zylinder **7** überführt.

[0028] Die Ablaufeinrichtung **5** ist an einem tiefgelegenen Punkt des Ladeluftkühlers **1** angeordnet, bevorzugt an seinem tiefsten Punkt. Die Ablaufeinrichtung **5** wird durch einen Steuerungsmechanismus betätigt, ist alternativ aber auch manuell zu öffnen. Zum Erhalt eines Signals zum mechanischen Öffnen ist die Ablaufeinrichtung **5** mit einer Steuereinrichtung (nicht gezeigt) verbunden.

[0029] Im Ladeluftkühler **1** ist weiterhin mindestens ein pH-Sensor **15** vorhanden, der den pH-Wert des Kondensats im Ladeluftkühler **1** misst. Der pH-Sensor **15** ist vorzugsweise im tiefergelegenen Bereich des Ladeluftkühlers **1** angeordnet, da sich dort das Kondensat sammelt und ein pH-Wert nur von einer wässrigen Lösung erfasst werden kann.

[0030] Weiterhin ist mindestens ein Flüssigkeits-Sensor **16** in dem Ladeluftkühler **1** angeordnet, der den Stand, d. h. die Menge, des Kondensats im Ladeluftkühler **1** erfasst. Der Flüssigkeits-Sensor **16** ist ebenfalls vorzugsweise im tiefergelegenen Bereich des Ladeluftkühlers **1** angeordnet.

[0031] In der Ausführungsform des Verfahrens gemäß **Fig. 2** wird in Schritt S1 durch einen Fahrzeugchronometer der Ablauf einer bestimmten Betriebsdauer der Brennkraftmaschine **6**, also in der die Brennkraftmaschine **6** tatsächlich betrieben wurde, nach der letzten maximalen Kühlung des Ladeluftkühlers **1** erfasst. Dabei beträgt die Betriebsdauer bevorzugt 24 Stunden, ebenfalls bevorzugt 48 Stunden, ebenfalls bevorzugt 72 Stunden, ebenfalls bevorzugt 96 Stunden und weiterhin bevorzugt 120 Stunden.

[0032] Alternativ kann in Schritt S1 der Ablauf einer bestimmten Zeit unabhängig von der Betriebs-

dauer erfasst werden. Die Zeitperiode zwischen zwei maximalen Kühlungen beträgt dabei bevorzugt eine Woche Laufzeit, ebenfalls bevorzugt zwei Wochen, ebenfalls bevorzugt drei Wochen und ebenfalls bevorzugt vier Wochen.

[0033] Weiterhin kann in Schritt S1 durch einen pH-Sensor **15** der pH-Wert des Kondensats im Ladeluftkühler **1** erfasst werden. Ein kritischer pH-Wert für eine notwendige maximale Kühlung beträgt bevorzugt 3,0, noch bevorzugter 2,5, und noch bevorzugter 2,0. Die pH-Wert-Messung kann mit den Zeitmessungen kombiniert werden, z. B. dass nach Ablauf einer ersten Zeit bei einem bestimmten pH-Wert die maximale Kühlung des Ladeluftkühlers **1** durchgeführt wird, aber erst nach Ablauf einer zweiten Zeit, wenn der bestimmte pH-Wert noch nicht erreicht ist.

[0034] Weiterhin kann durch entsprechende Sensoren die Außentemperatur und/oder die Fahrtgeschwindigkeit erfasst werden und die maximale Kühlung durchgeführt werden, wenn die Außentemperatur niedrig und/oder die Fahrtgeschwindigkeit hoch ist, weil unter diesen Bedingungen eine besonders effektive Kühlung des Kühlmittels und damit des Ladeluftkühlers **1** möglich ist.

[0035] Die erfassten Zeiten und/oder der pH-Wert des Kondensats werden in Schritt S2 von einer Regeleinheit (nicht gezeigt) erfasst und ausgewertet. Die Entscheidung, ob eine maximale Kühlung des Ladeluftkühlers **1** durchgeführt werden soll, wird an die an die Steuereinheit übermittelt. Die Steuereinheit sendet in Schritt S3 einen Steuerbefehl an den Kühlradiator **2**, das Kühlwasser maximal zu kühlen, also eine bestmögliche Kühlung des Ladeluftkühlers **1** zu erreichen. Der Kühlradiator **2** wird daraufhin eingeschaltet. Ein bestmöglicher Kühleffekt kann durch ein Kühlen auf einer hohen Stufe, also durch hohe Leistung des Kühlradiators **2** erreicht werden, aber auch dadurch, dass der Ladeluftkühler **1** über einen längeren Zeitraum gefühlt wird. Durch den Flüssigkeits-Sensor **16** wird dabei der Stand des Kondensats im Ladeluftkühler gemessen. Ist eine bestimmte Höhe des Kondensats erreicht, wird nach einem entsprechenden Befehl der Steuereinheit in Schritt S4 die Ablaufeinrichtung **5** geöffnet, so dass das Kondensat ablaufen kann. Alternativ kann das Kondensat über den Ansaugstutzen **14** in die Zylinder der Brennkraftmaschine transferiert werden und über den Abgastrakt **11** aus dem System **20** entfernt werden.

[0036] Für einen Fachmann naheliegende Abwandlungen und Änderungen der Erfindung fallen unter den Schutzzumfang der Patentansprüche.

Bezugszeichenliste

1	Ladeluftkühler
2	Kühlradiator
3	Kühlmittelpumpe
4	Kühlmittleitung
5	Ablaufeinrichtung
6	Brennkraftmaschine
7	Zylinder
8	Abgasnachbehandlungseinrichtung
9	Niederdruck-Abgasrückführung
10	Turbolader
11	Abgastrakt
12	Ansaugtrakt
13	Abgasrückführventil
14	Ansaugstutzen
15	pH-Sensor 15
16	Flüssigkeitssensor
20	System

Patentansprüche

1. Verfahren zum Reinigen eines wassergekühlten Ladeluftkühlers (1) für eine Brennkraftmaschine (6) mit Abgasrückführung (8), wobei eine über einen Kühlmittelkreislauf mit dem Ladeluftkühler (1) verbundene Kühleinrichtung (2) durch maximale Kühlung des Ladeluftkühlers (1) einen Kühleffekt bewirkt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Kühleffekt des Ladeluftkühlers (1) über einen Zeitraum bewirkt wird, bis eine maximal mögliche Menge an gas- und/oder tröpfchenförmigem Wasser im Ladeluftkühler (1) zu Kondensat geworden ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei eine maximale Kühlung des Ladeluftkühlers (1) bei niedrigen Außentemperaturen durchgeführt wird.

4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die maximale Kühlung des Ladeluftkühlers (1) bei hohen Fahrzeuggeschwindigkeiten durchgeführt wird.

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die maximale Kühlung des Ladeluftkühlers (1) unter Abschaltung der Abgasrückführung (8) durchgeführt wird.

6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die maximale Kühlung des Ladeluftkühlers (1) durchgeführt wird, wenn eine bestimmte Betriebsdauer der Brennkraftmaschine (6) erreicht worden ist.

7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die maximale Kühlung Ladeluftkühlers (1) durchgeführt wird, wenn ein bestimmter pH-Wert im Ladeluftkühler (1) erreicht worden ist.

8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Kondensat über einen Ansaugstutzen (14) aus dem Ladeluftkühler (1) zu mindestens einem Zylinder (7) der Brennkraftmaschine (6) transportiert wird.

9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei das Kondensat über eine an einem im Ladeluftkühler (1) tiefgelegenen Punkt angeordnete Ablaufeinrichtung (5) aus dem Ladeluftkühler (1) abgeführt wird.

10. System (20) zum Durchführen eines Verfahrens zum Ableiten von Kondensat aus einem Ladeluftkühler (1) gemäß einem der Ansprüche 1–8 umfassend einen wassergekühlten Ladeluftkühler (1), einen Kühlradiator (2) für das Kühlmittel, eine Kühlmittelpumpe (3) und eine Kühlmittleitung (4).

11. System (20) nach Anspruch 10, bei dem im Ladeluftkühler (1) eine Ablaufeinrichtung (5) zum Abfließen von gebildetem Kondensat angeordnet ist.

12. System (20) nach einem der Ansprüche 10 oder 11, wobei mindestens ein pH-Sensor (15) im Ladeluftkühler (1) angeordnet ist.

13. Kraftfahrzeug mit einem System (20) nach einem der Ansprüche 9–11.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

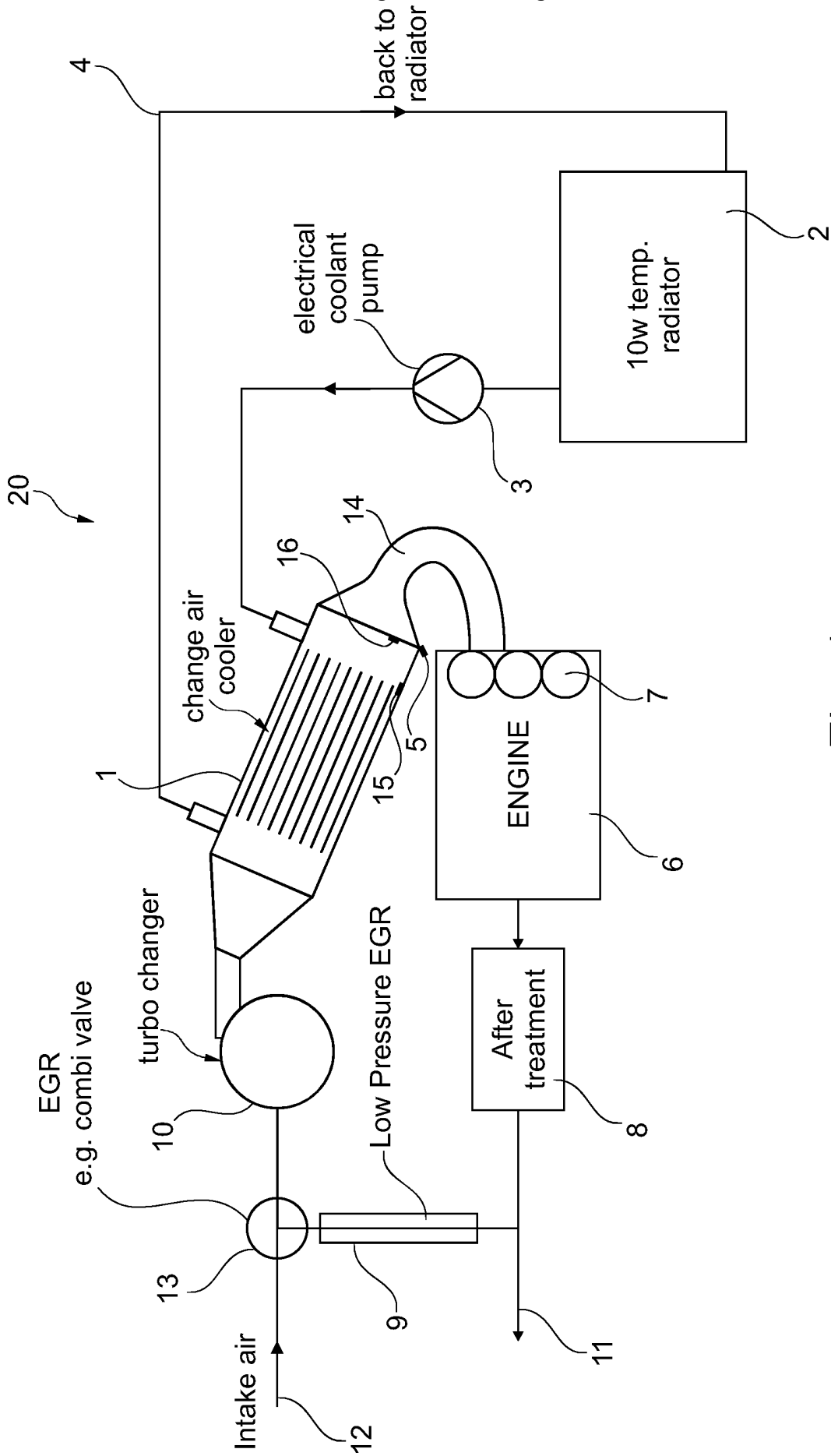


Fig. 1

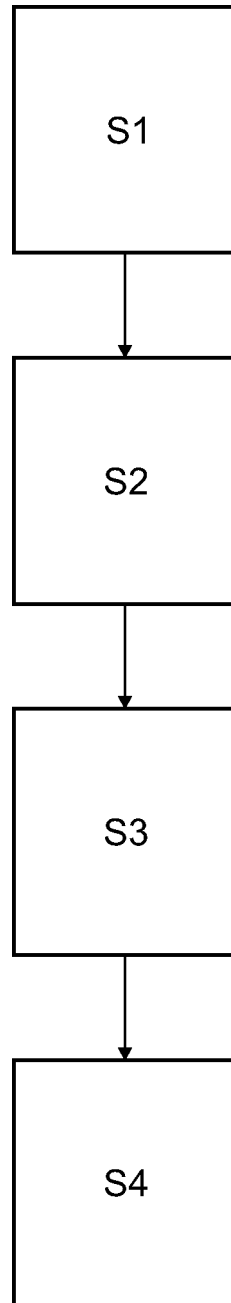


Fig. 2