



⑫

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift :
01.06.94 Patentblatt 94/22

⑤① Int. Cl.⁵ : **F01N 3/02, F01N 3/04**

②① Anmeldenummer : **91101318.3**

②② Anmeldetag : **01.02.91**

⑤④ **Verfahren und Vorrichtung zur Verminderung der Ortbarkeit von Gasen.**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :
21.08.91 Patentblatt 91/34

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung :
01.06.94 Patentblatt 94/22

⑥④ Benannte Vertragsstaaten :
DE DK ES FR GB IT NL

⑤⑥ Entgegenhaltungen :
DE-A- 3 210 697
DE-A- 3 437 750
DE-A- 3 726 163
DE-A- 3 821 138
FR-A- 864 188
FR-A- 2 508 098
GB-A- 2 161 397
US-A- 4 326 378
US-A- 4 505 726

⑦③ Patentinhaber : **Klöckner-Humboldt-Deutz AG**
Patentwesen PR-P
D-51057 Köln (DE)
Patentinhaber : **Motoren-Werke Mannheim**
Aktiengesellschaft
D-68140 Mannheim (DE)

⑦② Erfinder : **Hitziger, Hubert-Peter, Dr.**
Leinenkaut-Weg 18
W-6520 Worms (DE)
Erfinder : **Pleimling, Helmut**
Talblick 8
W-5063 Overath (DE)
Erfinder : **Dietrich, Werner, Dr.**
Offenbacher Strasse 32
W-6148 Heppenheim (DE)

⑦④ Vertreter : **Nau, Walter, Dipl.-Ing.**
Johann-Pullem-Strasse 8
D-50999 Köln (DE)

EP 0 442 331 B1

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verminderung der Ortbarkeit von Gasen, insbesondere von Abgasen einer Dieselmotorkraftmaschine.

Abgase von Dieselmotorkraftmaschinen können aufgrund ihrer Emission von elektromagnetischen Wellen im sichtbaren und infraroten Bereich geortet werden. Im sichtbaren Bereich spielt bei Kaltstart und Warmlaufbetrieb die Weiß- und Blaurauchemission, beim Warmstart, Beschleunigen und unter Last die Schwarzauchemission eine Rolle. Im Infrarotbereich strahlt die gesamte Abgasmasse in Abhängigkeit von ihrer Temperatur. Besonders intensiv emittiert der Dieselmot, der ein schwarzer Strahler ist.

Die durch Emissionen im sichtbaren und unsichtbaren Bereich bedingte Ortbarkeit von Abgasen kann speziell in militärischen Anwendungsfällen unerwünscht sein.

In der GB-A 2,161,397 ist eine Vorrichtung zur Nachbehandlung der Abgase von Dieselmotoren beschrieben, bei der im gesamten Betriebsbereich der Dieselmotorkraftmaschine das Abgas gefiltert und anschließend gekühlt wird und in gewissen Fällen vor dem Kühlen aufgeheizt werden kann.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Lösung der gattungsbildenden Schrift dahingehend zu verbessern, die Ortbarkeit der Abgase von Dieselmotorkraftmaschinen insbesondere von Dieselmotorkraftmaschinen in deren gesamten Betriebsbereich einschließlich Kaltstart und Warmlauf zu verhindern.

Die Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale der Ansprüche 1 und 3 gelöst.

Durch die Filterung der Abgase werden in erster Linie die gut sichtbaren und intensiv wärmestrahlenden Rußpartikel beseitigt. Der kalte aber ebenfalls gut sichtbare Weiß- und Blauqualm wird durch Aufheizen entflammt und verbrennt aufgrund des im Abgas der Dieselmotorkraftmaschine enthaltenen Restsauerstoffs zu unsichtbarem Kohlendioxid und Wasserdampf. Dabei ist es grundsätzlich gleich, ob der Weiß- und Blauqualm vor oder nach dem Filtern des Abgases aufgeheizt wird. Das Aufheizen vor dem Filtern hat jedoch den Vorteil, daß nur eine Abgasaufheizvorrichtung erforderlich ist um die Kohlenwasserstoffe im Abgas zu verbrennen und das Partikelfilter zur Regeneration aufzuheizen.

Durch das Abkühlen des Abgases verringert sich dessen Strahlungsintensität im Infrarotbereich. Da die Abgaswärme zur Regeneration der Partikelfiltervorrichtung benötigt wird und da bei der Regeneration in der Partikelfiltervorrichtung selbst Wärme anfällt, ist es zweckmäßig, die Kühlung des Abgases nach der Filterung vorzunehmen und deshalb die Abgasaufheizvorrichtung in Strömungsrichtung hinter der Partikelfiltervorrichtung anzuordnen. Die Abgasaufheizvorrichtung wirkt in allen Betriebspunkten der

Dieselmotorkraftmaschine, während die Abgasaufheizvorrichtung nur zur Verbrennung des Weiß- und Blauqualms und zur Regeneration der Partikelfiltervorrichtung benötigt wird.

Für eine thermische Regeneration eignen sich besonders monolitische Keramikfilter. Ihre Aufheizung kann mittels elektrischer Widerstandsheizung oder mittels Flammheizung erfolgen. Die elektrische Widerstandsheizung bietet den Vorteil, daß sie beim Heizen keinen Restsauerstoff verbraucht, und deshalb zur Verbrennung der Kohlenwasserstoffe während des Kaltstarts und Warmlaufs besonders geeignet ist. Dem gegenüber hat die Flammheizung den Vorteil, mit geringer elektrischer Energie betrieben zu werden. Das wiederum bietet die Möglichkeit, die Flammheizung vor Inbetriebnahme der Dieselmotorkraftmaschine zu betreiben. Dadurch kann die Dieselmotorkraftmaschine über die Abgaskühlvorrichtung vorgewärmt werden, falls diese an das Flüssigkeitskühlsystem der Dieselmotorkraftmaschine angeschlossen ist. Auf diese Weise wird die Bildung von Weiß- und Blauqualm weitgehend vermieden und dessen evtl. vorhandene Reste werden sofort verbrannt, so daß eine optische Ortung der Dieselmotorkraftmaschine auch bei einem Kaltstart kaum möglich ist.

So lange eine optische Tarnung der Dieselmotorkraftmaschine nicht erforderlich oder gewünscht ist, kann durch eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung die Abgaskühlvorrichtung umgangen und damit außer Kraft gesetzt werden. In diesem Fall strömt das Abgas ungekühlt ins Freie, wodurch Kühlleistung und damit Kraftstoff gespart werden.

Durch eine vorteilhafte Ausbildung der Abgaskühlvorrichtung wird ein Korrosionsschutz gegen die heißen schwefeldioxidhaltigen Abgase und gegen aggressive Bestandteile des Kühlwassers erreicht. Dieser Vorteil wirkt sich besonders bei Schiffsdieselmotoren aus, bei denen die Korrosionsgefahr wegen des hohen Schwefelgehaltes des Kraftstoffs und -bei Seewasserkühlung- wegen der Aggressivität des Seewassers besonders hoch ist.

Weitere Merkmale ergeben sich aus der folgenden Beschreibung und der Zeichnung, in der Ausführungsbeispiele der Erfindung schematisch dargestellt sind.

Die Figur zeigt:

eine schematische Darstellung der Dieselmotorkraftmaschine mit einer Vorrichtung zur Verminderung der Ortbarkeit der Abgase.

Die Dieselmotorkraftmaschine 1 wird über die Ansaugluftleitung 8 mit Verbrennungsluft versorgt und gibt ihrerseits die Abgase an die Abgasleitung 2 ab. In der Abgasleitung 2 sind in Strömungsrichtung hintereinander geschaltet eine Abgasaufheizvorrichtung 3, eine Partikelfiltervorrichtung 4 und eine Abgaskühlvorrichtung 5 vorgesehen. Der Abgaskühl-

vorrichtung 5 ist eine Umgehungsleitung 6 mit einer Absperrvorrichtung 7 parallel geschaltet.

Die Vorrichtung funktioniert folgendermaßen: Die Abgase der Dieselmotorkraftmaschine 1 werden über die Abgasleitung 2 zur Partikelfiltervorrichtung 4 geleitet, in der der Abgasruß weitgehend ausgefiltert wird. Anschließend gelangt das gereinigte Abgas in die Abgaskühlvorrichtung 5, in der das Abgas gekühlt wird. Hierbei handelt es sich vorzugsweise um einen Keramikwärmetauscher, der besonders widerstandsfähig gegen das heiße, korrosive Abgas und gegen das Kühlwasser ist.

Im Falle eines Fahrzeugs steht der Kühlkreislauf der Abgaskühlvorrichtung 5 mit dem der Dieselmotorkraftmaschine in Verbindung, so daß die Kühlwärme der Dieselmotorkraftmaschine 1 und der Abgaskühlvorrichtung 5 in einem gemeinsamen Rückkühler an die Luft abgegeben wird. Für den Fall, daß die Abkühlung der Abgase nicht erforderlich ist, steht eine Umgehungsleitung 6 mit einer Absperrvorrichtung 7 zur Verfügung.

Bei der Partikelfiltervorrichtung 4 handelt es sich um monolithische Keramikfilter oder keramische Wickelkerzenfilter oder andere Filter bekannter oder möglicher Bauart. Wenn diese Filter mit Ruß belegt sind, können sie z. B. durch Abbrennen regeneriert werden. Die dazu erforderliche Wärme liefert die Abgasaufheizvorrichtung 3. Mit der Abgasaufheizvorrichtung 3 wird das Abgas auch während des Kaltstarts und Warmlaufens der Dieselmotorkraftmaschine 1 aufgeheizt. Dadurch wird evtl. entstehender Weiß- oder Blauqualm verbrannt und die Erkennbarkeit der Dieselmotorkraftmaschine auch bei einem Kaltstart verhindert. Ebenso eignen sich aber alle anderen Regenerieverfahren, die nach der Aufheizmethode oder aber nach der Methode der Absenkung der Reaktionstemperaturen von Ruß, Weiß- und Blaurauch funktionieren.

Die Abgasaufheizvorrichtung 3 kann auch zur Vorwärmung der Dieselmotorkraftmaschine und zur Standheizung verwendet werden. In diesem Fall wird die Abgaskühlvorrichtung 5 dazu benutzt über den gemeinsamen Kühlkreislauf die Dieselmotorkraftmaschine 1 und einen evtl. vorhandenen Heizungswärmetauscher aufzuheizen. Dazu ist vorteilhafterweise eine elektrische Kühlwasserpumpe vorgesehen, die auch bei stillstehender Dieselmotorkraftmaschine den Kühlkreislauf in Gang hält.

Im stationären Anwendungsfall kann es von Vorteil sein, die Abgaskühlvorrichtung 5 als Teil einer Totalenergieanlage zu verwenden. Diese Möglichkeit besteht auch bei Schiffsantrieben, wobei hier im Falle fehlenden Wärmebedarfs eine Frischwasserkühlung der Abgaskühlvorrichtung 5 möglich ist.

Durch die erfindungsgemäße Vorrichtung ist es möglich, durch Reinigen und Kühlen des Abgases die Ortung von Dieselmotorkraftmaschinen erheblich zu erschweren, und zwar bei deren Einsatz in Fahrzeugen, Schiffen und Stationäranlagen.

5 Patentansprüche

1. Verfahren zur Minderung der Ortbarkeit von Abgasen einer Diesel-Brennkraftmaschine, bei dem im gesamten Betriebsbereich der Diesel-Brennkraftmaschine das Abgas gefiltert und anschließend gekühlt wird und in gewissen Betriebsbereichen vor dem Kühlen aufgeheizt werden kann, *dadurch gekennzeichnet*, daß das Aufheizen der Abgase während des Kaltstarts und des Warmlaufens der Dieselmotorkraftmaschine zur Verbrennung im Abgas enthaltener Kohlenwasserstoffe erfolgt, um dadurch auch die Ortbarkeit von sichtbarer Kohlenwasserstoffemission zum mindern.
2. Verfahren nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, daß das Aufheizen der Abgase vor dem Filtern derselben erfolgt.
3. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, mit einer Dieselmotorkraftmaschine (1), deren Abgase in einer Abgasleitung (2) geführt sind, wobei in der Abgasleitung (2) in Strömungsrichtung gesehen hintereinander geschaltet eine Partikelfiltervorrichtung (4) und eine Abgaskühlvorrichtung (5) sowie vor der Partikelfiltervorrichtung (4) gegebenenfalls eine Abgasaufheizvorrichtung (3) angeordnet sind, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Partikelfiltervorrichtung (4) als monolithisches Keramikfilter ausgebildet ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Abgasaufheizvorrichtung (3) als eine elektrische Widerstandsheizung ausgebildet ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 3, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Abgasaufheizvorrichtung (3) als eine Flammheizung ausgebildet ist.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, *dadurch gekennzeichnet*, daß vor oder im Filter (4) eine Vorrichtung zur Absenkung der Reaktionstemperaturen von Ruß, Blau- und Weißrauch angeordnet ist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Abgaskühlvorrichtung (5) als korrosionsfester, vorzugsweise keramischer Wasser-Gaskühler ausgebildet ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7,

dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlkreislauf der Abgaskühlvorrichtung (5) mit dem Kühlkreislauf der Dieselmotorkraftmaschine (1) in Wirkverbindung steht.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Abgaskühlvorrichtung (5) direkt von Seewasser beaufschlagbar ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß eine absperrbare Umgehungsleitung (6) für die Abgaskühlvorrichtung (5) vorgesehen ist.

Claims

1. A method for reducing the extent to which the exhaust gases of a Diesel engine can be detected, in which the exhaust gas is filtered and subsequently cooled throughout the entire operating range of the Diesel engine, and in certain operating ranges may be heated prior to cooling, characterised in that the exhaust gases are heated during the cold-start and warming-up of the Diesel engine to burn hydrocarbons contained in the exhaust gas in order to reduce the degree to which visible hydrocarbon emissions can be detected.
2. A method according to claim 1, characterised in that the exhaust gases are heated prior to being filtered.
3. Apparatus for carrying out the method according to claim 1 with a Diesel engine (1), the exhaust gases of which engine flow through an exhaust gas duct (2) in which a particle filtering device (4), an exhaust gas cooling device (5), and, optionally, an exhaust gas heating device (3) in front of the particle filtering device (4), are arranged sequentially in the direction of flow, characterised in that the particle filtering device (4) is in the form of a monolithic ceramic filter.
4. Apparatus according to claim 3, characterised in that the exhaust gas heating device (3) functions by means of electrical resistance heating.
5. Apparatus according to claim 3, characterised in that the exhaust gas heating device (3) functions by means of flame heating.
6. Apparatus according to any one of claims 3 to 5, characterised in that a device for reducing the reaction temperatures of soot, blue and white

smoke is arranged in front of, or within, the filter (4).

- 5 7. Apparatus according to any one of claims 3 to 6, characterised in that the exhaust gas cooling device (5) is in the form of a corrosion-resistant, preferably ceramic water/gas cooler.
- 10 8. Apparatus according to claim 7, characterised in that the cooling circuit of the exhaust gas cooling device (5) is operatively linked to the cooling circuit of the Diesel engine (1).
- 15 9. Apparatus according to claim 7, characterised in that the exhaust gas cooling device (5) can be directly impinged upon by sea water.
- 20 10. Apparatus according to any one of claims 3 to 9, characterised in that a bypass line (6), which can be closed off, is provided for the exhaust gas cooling device (5).

Revendications

1. Procédé pour diminuer la possibilité de repérage des gaz d'échappement d'un moteur diesel, dans lequel toute l'étendue de son domaine de fonctionnement, les gaz sont filtrés puis refroidis, avec réchauffement intermédiaire dans certains cas de fonctionnement, caractérisé en ce que le chauffage des gaz a lieu pendant le démarrage à froid et la montée en température, afin de produire la combustion des hydrocarbures contenus dans les gaz d'échappement de manière à réduire également le repérage de l'émission due aux hydrocarbures dans le domaine visible.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le réchauffement des gaz d'échappement a lieu avant leur filtration.
3. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, comprenant un moteur diesel (1) dont les gaz d'échappement s'écoulent dans une canalisation (2) sur laquelle sont montés successivement dans le sens de l'écoulement un dispositif de filtration des particules (4), un dispositif de refroidissement des gaz (5) et éventuellement, en amont du dispositif (4) un dispositif de réchauffement des gaz (3), caractérisé en ce que le dispositif de filtration des particules (4) est un filtre céramique monolithique.
4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que le dispositif (3) de réchauffement des gaz utilise des résistances électriques.

5. Dispositif selon la revendication 3, caractérisée en ce que le dispositif (3) de réchauffement des gaz, est un dispositif à flamme. 5
6. Dispositif selon une des revendications 3 à 5, caractérisé en ce qu'un dispositif d'abaissement des températures de réaction des particules de noir de carbone, des fumées blanches et bleues, est monté en amont du filtre (4) ou dans ce filtre. 10
7. Dispositif selon une des revendications 3 à 6, caractérisé en ce que le dispositif de refroidissement (5) des gaz d'échappement, est constitué par un échangeur eau-gaz résistant à la corrosion, de préférence en céramique. 15
8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que le circuit de refroidissement de dispositif refroidisseur des gaz (5) fonctionne en liaison avec le circuit de refroidissement du moteur diesel (1). 20
9. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que le dispositif refroidisseur des gaz (5) peut utiliser directement l'eau de mer comme source froide. 25
10. Dispositif selon une des revendications 3 à 9, caractérisé en ce qu'il est prévu une conduite obturable (6) contournant le dispositif refroidisseur des gaz (5). 30

35

40

45

50

55

