



SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 706 957 A2

(51) Int. Cl.: F01N 3/00 (2006.01)
F02B 37/00 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

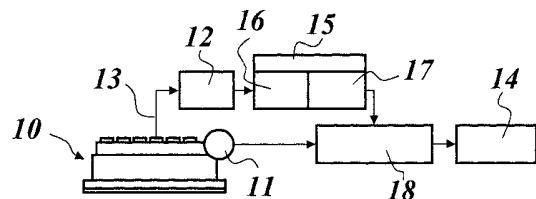
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer:	01285/13	(71) Anmelder:	MAN Diesel & Turbo SE, Stadtbachstrasse 1 86153 Augsburg (DE)
(22) Anmeldedatum:	18.07.2013	(72) Erfinder:	Plamen Toshev, 86153 Augsburg (DE) Stephan Schlüter, 86153 Augsburg (DE)
(43) Anmeldung veröffentlicht:	14.03.2014	(74) Vertreter:	Rentsch Partner AG, Fraumünsterstrasse 9 Postfach 2441 8022 Zürich (CH)
(30) Priorität:	03.09.2012 DE 102012017312.1		

(54) **Brennkraftmaschine bei welcher die Entstickung und die Entschwefelung des Abgasstroms kombiniert erfolgt.**

(57) Brennkraftmaschine (10), insbesondere mit Schweröl betriebene Schiffsdieselmotoren, mit einer zumindest einstufigen Abgasturboaufladung und mit einer Abgasreinigung, wobei in der Abgasreinigung eine Entstickung und eine Entschwefelung des Abgases erfolgen, wobei die Entstickung und Entschwefelung in einer kombinierten DeSOxNOx-Einrichtung (14) erfolgen, in welcher die Entstickung und die Entschwefelung eines Abgasstroms kombiniert erfolgen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine mit Schweröl betriebene Brennkraftmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. 9.

[0002] Bei mit Schweröl betriebenen Brennkraftmaschinen besteht die Besonderheit, dass der verwendete Kraftstoff, also das Schweröl, einen hohen Schwefelgehalt aufweist. Schwefeloxide können mit anderen Bestandteilen des Abgases reagieren und zu Ablagerungen führen, welche die Effektivität der Abgasreinigung beeinträchtigen. Dies ist von Nachteil. Es besteht daher Bedarf an einer Brennkraftmaschine, die auch bei Betrieb mit Schweröl eine effektive Abgasreinigung aufweist, bei welcher insbesondere eine effektive Entschwefelung und Entstickung sowie gegebenenfalls Entstaubung des Abgases der Brennkraftmaschine möglich ist.

[0003] Hiervon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, eine neuartige mit Schweröl betriebene Brennkraftmaschine zu schaffen.

[0004] Diese Aufgabe wird nach einem ersten Aspekt der Erfindung durch eine Brennkraftmaschine gemäss Anspruch 1 gelöst. Hiernach erfolgen die Entstickung und die Entschwefelung in einer kombinierten DeSOxNOx-Einrichtung, in welcher die Entstickung und die Entschwefelung eines Abgasstroms kombiniert erfolgen.

[0005] Mit dem ersten Aspekt der Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Entstickung und die Entschwefelung kombiniert in einer kombinierten DeSOxNOx-Einrichtung durchgeführt werden. Hiermit kann eine effektive Entstickung und Entschwefelung ohne die Notwendigkeit eines SCR-Katalysators erfolgen.

[0006] Nach einem zweiten Aspekt der Erfindung wird diese Aufgabe durch eine Brennkraftmaschine gemäss Anspruch 9 gelöst. Hiernach erfolgt die Entschwefelung in einer DeSOx-Einrichtung und die Entstickung separat in einem SCR-Katalysator, wobei in einer Bypassleitung, die zumindest um die DeSOx-Einrichtung herumgeführt ist, eine Ammoniakdosiereinrichtung und eine Hydrolysekatalysator positioniert sind.

[0007] Nach dem zweiten Aspekt der Erfindung erfolgen die Entstickung und die Entschwefelung separat, nämlich die Entschwefelung in einer DeSOx-Einrichtung und die Entstickung in einem SCR-Katalysator. Dabei ist zumindest die DeSOx-Einrichtung in einem Zweig positioniert, der von der Bypassleitung, in welcher die Ammoniakdosiereinrichtung und der Hydrolysekatalysator positioniert sind, überbrückt ist. Auch hiermit ist eine effektive Entstickung und Entschwefelung möglich.

[0008] Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung. Ausführungsbeispiele der Erfindung werden, ohne hierauf beschränkt zu sein, an Hand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt:

- Fig. 1a eine schematisierte Darstellung einer aufgeladenen Brennkraftmaschine nach einem ersten Ausführungsbeispiel eines ersten Aspekts der Erfindung;
- Fig. 1b eine schematisierte Darstellung einer aufgeladenen Brennkraftmaschine nach einem zweiten Ausführungsbeispiel des ersten Aspekts der Erfindung;
- Fig. 1c eine schematisierte Darstellung einer aufgeladenen Brennkraftmaschine nach einem dritten Ausführungsbeispiel des ersten Aspekts der Erfindung;
- Fig. 1d eine schematisierte Darstellung einer aufgeladenen Brennkraftmaschine nach einem vierten Ausführungsbeispiel des ersten Aspekts der Erfindung;
- Fig. 1e eine schematisierte Darstellung einer aufgeladenen Brennkraftmaschine nach einem fünften Ausführungsbeispiel des ersten Aspekts der Erfindung;
- Fig. 1f eine schematisierte Darstellung einer aufgeladenen Brennkraftmaschine nach einem sechsten Ausführungsbeispiel des ersten Aspekts der Erfindung;
- Fig. 1g eine schematisierte Darstellung einer aufgeladenen Brennkraftmaschine nach einem siebten Ausführungsbeispiel des ersten Aspekts der Erfindung;
- Fig. 1h eine schematisierte Darstellung einer aufgeladenen Brennkraftmaschine nach einem achten Ausführungsbeispiel des ersten Aspekts der Erfindung;
- Fig. 2a eine schematisierte Darstellung einer aufgeladenen Brennkraftmaschine nach einem ersten Ausführungsbeispiel eines zweiten Aspekts der Erfindung; und
- Fig. 2b eine schematisierte Darstellung einer aufgeladenen Brennkraftmaschine nach einem zweiten Ausführungsbeispiel des zweiten Aspekts der Erfindung.

[0009] Die Erfindung betrifft eine mit Schweröl betriebene Brennkraftmaschine, insbesondere eine mit Schweröl betriebene Schiffsdieselmotorenmaschine. Mit Schweröl betriebene Brennkraftmaschinen verfügen über die Besonderheit, dass der von demselben verwendeten Kraftstoff, nämlich das Schweröl, einen relativ hohen Schwefelgehalt aufweist. Unerwünschte Reaktionen von Schwefeloxiden mit anderen Abgaskomponenten können zu Ablagerungen führen, welche die Effektivität der Abgasreinigung beeinträchtigen. Dies kann bei der erfindungsgemässen Brennkraftmaschine vermieden werden.

[0010] Fig. 1a bis 1b zeigen Ausführungsbeispiele einer erfindungsgemässen Brennkraftmaschine nach einem ersten Aspekt der hier vorliegenden Erfindung.

[0011] Fig. 1a zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel einer mit Schweröl betriebenen Brennkraftmaschine 10 nach dem ersten Aspekt der hier vorliegenden Erfindung, wobei die Brennkraftmaschine 10 eine zumindest einstufige Abgasturboaufladung umfasst.

[0012] Bei einer Abgasturboaufladung wird die Brennkraftmaschine verlassendes Abgas in mindestens einer Turbinenstufe entspannt, wobei hierbei gewonnene Energie dazu verwendet wird, um der Brennkraftmaschine 10 zuzuführende Ladeluft in mindestens einer Verdichterstufe zu verdichten. In Fig. 1a ist eine Turbinenstufe 11 einer solchen Brennkraftmaschine 10 mit Abgasturboaufladung schematisiert gezeigt. Es sei darauf hingewiesen, dass die Abgasturboaufladung auch mehrstufig ausgeführt sein kann.

[0013] Ferner zeigt Fig. 1a ein sogenanntes Wastgate 12, welches in einer Bypassleitung 13 positioniert ist, wobei über die Bypassleitung 13 Abgas an der oder jeder Turbinenstufe 11 der Abgasturboaufladung vorbeigeführt werden kann, nämlich dann, wenn der von der Brennkraftmaschine 10 bereitgestellte Abgasstrom grösser ist, als derjenige Abgasstrom, der in der Abgasturboaufladung benötigt wird.

[0014] Abgas, welches entweder über die oder jede Turbinenstufe 11 der Abgasturboaufladung oder an der oder jeder Turbinenstufe 11 vorbei über das Wastgate 12 bzw. die Bypassleitung 13 geführt wird, wird einer Abgasreinigung unterzogen, wobei die Abgasreinigung zumindest eine Entstickung und eine Entschwefelung des Abgases vornimmt.

[0015] Nach dem ersten Aspekt der hier vorliegenden Erfindung erfolgen die Entstickung und Entschwefelung in einer kombinierten DeSOxNOx-Einrichtung 14, in welcher demnach die Entstickung und die Entschwefelung des Abgases kombiniert bzw. integriert erfolgen.

[0016] In den Ausführungsbeispielen der Fig. 1a, 1b, 1c und 1d sind der Abgasbypassleitung 13, die über das Wastgate 12 geöffnet und geschlossen werden kann, weiterhin ein Ammoniakgenerator 15, eine Ammoniakdosiereinrichtung 16 sowie ein Hydrolysekatalysator 17 zugeordnet, wobei über den Ammoniakgenerator 15 Ammoniak bereitgestellt wird, welches über die Ammoniakdosiereinrichtung 16 in den über die Bypassleitung 13 geführten Abgasteilstrom eingedüst wird, wobei anschliessend dieser Abgasteilstrom über den Hydrolysekatalysator 17 geführt wird. Dieser über den Hydrolysekatalysator 17 geführte Abgasteilstrom wird in einem Mischer 18 mit demjenigen Abgasteilstrom, der über die Turbinenstufe 11 geführt wird, gemischt, wobei dieser gemischte Abgasstrom dann der kombinierten DeSOxNOx-Einrichtung 14 zur kombinierten Entschwefelung und Entstickung zugeführt wird. Mit Hilfe des Ammoniakgenerators 15, der Ammoniakdosiereinrichtung 16 sowie des Hydrolysekatalysators 17 kann die Entstickung des Abgases optimiert werden. Mit dem Ammoniakgenerator 15 wird Ammoniak extern erzeugt und über die Ammoniakdosiereinrichtung 16 in das über die Bypassleitung 13 geführte Abgas eingedüst.

[0017] Fig. 1b zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel des ersten Aspekts der Erfindung, wobei sich das Ausführungsbeispiel der Fig. 1b von dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1a dadurch unterscheidet, dass stromabwärts der gezeigten Turbinenstufe 11 und stromaufwärts des Mixers 18 ein Oxidationskatalysator 19 positioniert ist, über den demnach ausschliesslich das über die oder jede Turbinenstufe 11 geführte Abgas geführt werden kann. Der Abgasteilstrom, der abhängig von der Stellung des Wastgates 12 über die Bypassleitung 13 geführt wird, wird hingegen am Oxidationskatalysator 19 vorbeigeführt. Im Oxidationskatalysator 19 folgt eine Umwandlung von Stickstoffdioxid in Stickstoffmonoxid, wodurch die Entstickung des Abgases verbessert werden kann.

[0018] Fig. 1c zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel nach dem ersten Aspekt der hier vorliegenden Erfindung, wobei sich das Ausführungsbeispiel der Fig. 1c vom Ausführungsbeispiel der Fig. 1a dadurch unterscheidet, dass stromabwärts des Mixers 18 und stromaufwärts der DeSOxNOx-Einrichtung 14 eine Aufladeeinrichtung 20 positioniert ist, um Abgaspartikel, insbesondere Russ und Asche, des Abgasstrom, der über die DeSOxNOx-Einrichtung 14 geführt wird, elektrostatisch aufzuladen, sodass die Abgaspartikel zur Entstaubung des Abgases in der DeSOxNOx-Einrichtung 14 abgeschieden werden können. Eine Elektrode der Aufladeeinrichtung 20 zur elektrostatischen Aufladung der Abgaspartikel ist dabei unmittelbar vor dem Einlass oder im Einlass der DeSOxNOx-Einrichtung 14 positioniert.

[0019] Fig. 1d zeigt ein viertes Ausführungsbeispiel des ersten Aspekts der hier vorliegenden Erfindung, wobei das Ausführungsbeispiel der Fig. 1d die Merkmale der Ausführungsbeispiele der Fig. 1b und 1c miteinander kombiniert, wobei demnach in Fig. 1d sowohl stromaufwärts des Mixers 18 ein Oxidationskatalysator 19 und stromabwärts des Mixers 18 eine Aufladeeinrichtung 20 positioniert sind.

[0020] Weitere Ausführungsbeispiele des ersten Aspekts der hier vorliegenden Erfindung zeigen Fig. 1e bis 1h, wobei sich die Ausführungsbeispiele der Fig. 1e bis 1h von den Ausführungsbeispielen der Fig. 1a bis 1d dadurch unterscheiden,

dass in den Ausführungsbeispielen der Fig. 1e bis 1h auf einen Ammoniakgenerator 15, eine Ammoniakdosiereinrichtung 16 und einen Hydrolysekatalysator 17 in der Bypass-leitung 13 verzichtet wird.

[0021] Vielmehr ist in den Ausführungsbeispielen der Fig. 1e bis 1h der kombinierten DeSOxNOx-Einrichtung 14 eine Einrichtung 21 zur Eindüsung und Verdampfung von Harnstoff in den Abgasstrom vorgelagert, wobei demnach sowohl das Abgas, welches über die oder jene Turbinenstufe 11 geführt wird, als auch dasjenige Abgas, welches über die Bypassleitung 13 geführt wird, über die Einrichtung 21 zur Eindüsung und Verdampfung des Harnstoffs in den Abgasstrom gefördert wird.

[0022] Im Ausführungsbeispiel der Fig. 1f ist dieser Einrichtung 21 zur Eindüsung und Verdampfung des Harnstoffs in dem Abgasstrom ein Oxidationskatalysator 19 vorgelagert, der wiederum der Umwandlung von Stickstoffoxid in Stickstoffdioxid und damit der Verbesserung der Entstickung des Abgases dient.

[0023] In Fig. 1g ist der Einrichtung 21 zur Eindüsung und Verdampfung von Harnstoff eine Aufladeeinrichtung 20 zur elektrostatischen Aufladung von Abgaspartikeln des Abgasstroms nachgeordnet, wobei diese Aufladeeinrichtung 20 wiederum der kombinierten DeSOxNOx-Einrichtung 14 vorgelagert ist. Eine Elektrode der Aufladeeinrichtung 20 ist wiederum unmittelbar vor dem Einlass oder im Einlass der kombinierten DeSOxNOx-Einrichtung positioniert, um Russ und Asche und sonstige Abgaspartikel elektrostatisch aufzuladen und abzuscheiden und so für eine Entstaubung des Abgases zu sorgen.

[0024] Im Ausführungsbeispiel der Fig. 1h sind wiederum die Merkmale der Ausführungsbeispiele der Fig. 1f und 1g miteinander kombiniert, sodass demnach die Brennkraftmaschine der Fig. 1h sowohl den Oxidationskatalysator 19 als auch die Aufladeeinrichtung 20 umfasst.

[0025] Den Ausführungsbeispielen der Fig. 1a bis 1h ist demnach gemeinsam, dass eine Entstickung und Entschwefelung in einer kombinierten DeSOxNOx-Einrichtung 14 erfolgen, in welcher demnach die Entstickung und die Entschwefelung des Abgases kombiniert bzw. integriert erfolgen. Hiermit ist eine effektive Entstickung und Entschwefelung auch ohne SCR-Katalysator möglich.

[0026] Die Entstickung kann durch Verwendung eines Oxidationskatalysators 19 verbessert werden. Eine Entstaubung des Abgases kann über die Integration einer Aufladeeinrichtung 20 in die Abgasaufbereitung unmittelbar stromaufwärts der kombinierten DeSOxNOx-Einrichtung 14 realisiert werden.

[0027] Bei der kombinierten DeSOxNOx-Einrichtung 14 handelt es sich vorzugsweise um einen Festbettadsorber, in welchem als Adsorbens insbesondere Aktivkohle zum Einsatz kommt.

[0028] Fig. 2a und 2b zeigen Ausführungsbeispiele eines zweiten Aspekts der hier vorliegenden Erfindung, wobei in den Ausführungsbeispielen der Fig. 2a und 2b wiederum eine mit Schweröl betriebene Brennkraftmaschine 110 mit einer zumindest einstufigen Abgasturboaufladung und einer Abgasreinigung gezeigt ist. Von der Abgasturboaufladung ist zumindest eine Turbinenstufe 111 gezeigt, wobei über eine Wastgate 112 sowie eine Bypassleitung 113 Abgas an der oder jeder Turbinenstufe 111 vorbeigeführt werden kann.

[0029] Nach dem zweiten Aspekt der Erfindung erfolgt die Entschwefelung in einer DeSOx-Einrichtung 114 und die Entstickung in einem separaten SCR-Katalysator 115, sodass demnach im Unterschied zum ersten Aspekt der hier vorliegenden Erfindung die Entstickung und die Entschwefelung nicht kombiniert, sondern vielmehr separat, erfolgen. Gemäss den Ausführungsbeispielen der Fig. 2a und 2b des zweiten Aspekts der Erfindung ist der Bypassleitung 113, die zumindest um die DeSOx-Einrichtung 114 herumgeführt ist, ein Ammoniakgenerator 116, eine Ammoniakdosiereinrichtung 117 sowie ein Hydrolysekatalysator 118 zugeordnet.

[0030] Über die Bypassleitung 113 geführtes Abgas wird demnach sowohl an der oder jeder Turbinenstufe 111 als auch an der DeSOx-Einrichtung 114 vorbeigeführt. Stromabwärts der DeSOx-Einrichtung 114 erfolgt in einem Mischer 119 die Mischung des über den Hydrolysekatalysators 118 geführten Abgasteilstroms mit dem über die DeSOx-Einrichtung 114 geführten Abgasteilstrom, wobei anschliessend die gemischten Teilströme über den SCR-Katalysator 115 geführt werden.

[0031] In Variante der Fig. 2b ist zusätzlich eine Aufladeeinrichtung 120 vorhanden, die der DeSOx-Einrichtung 114 vorgelagert ist, nämlich derart, dass eine Elektrode der Aufladeeinrichtung 120 zur elektrostatischen Aufladung von Abgaspartikeln unmittelbar vor dem Einlass oder im Einlass der DeSOx-Einrichtung 114 positioniert ist. Hiermit ist es möglich, zur Entstaubung des Abgases Russ und Asche elektrisch aufzuladen und im Bereich der DeSOx-Einrichtung 114 abzuscheiden.

Bezugszeichenliste

[0032]

- 10 Brennkraftmaschine
- 11 Turbinenstufe
- 12 Wastgate

- 13 Bypassleitung
- 14 DeSOxNOx-Einrichtung
- 15 Ammoniakgenerator
- 16 Ammoniakdosiereinrichtung
- 17 Hydrolysekatalysator
- 18 Mischer
- 19 Oxidationskatalysator
- 20 Aufladeeinrichtung
- 21 Einrichtung
- 110 Brennkraftmaschine
- 111 Turbinenstufe
- 112 Wastegate
- 113 Bypassleitung
- 114 DeSOx-Einrichtung
- 115 SCR Katalysator
- 116 Ammoniakgenerator
- 117 Ammoniakdosiereinrichtung
- 118 Hydrolysekatalysator
- 119 Mischer
- 120 Aufladeeinrichtung

Patentansprüche

1. Brennkraftmaschine, insbesondere mit Schweröl betriebene Schiffsdieselmotoren, mit einer zumindest einstufigen Abgasturboaufladung und mit einer Abgasreinigung, wobei in der Abgasreinigung eine Entstickung und eine Entschwefelung des Abgases erfolgen, dadurch gekennzeichnet, dass die Entstickung und Entschwefelung in einer kombinierten DeSOxNOx-Einrichtung (14) erfolgen, in welcher die Entstickung und die Entschwefelung eines Abgasstroms kombiniert erfolgen.
2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Aufladeeinrichtung (20) zur elektrostatischen Aufladung von Abgaspartikeln des Abgasstroms unmittelbar stromaufwärts der kombinierten Entstickung und Entschwefelung, wobei eine Elektrode der Aufladeeinrichtung (20) zur elektrostatischen Aufladung der Abgaspartikeln unmittelbar vor einem Einlass oder im Einlass der DeSOxNOx-Einrichtung (14) positioniert ist.
3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch eine Einrichtung (21) zur Eindüsung und Verdampfung von Harnstoff in den Abgasstrom, die stromaufwärts der DeSOxNOx-Einrichtung (14) positioniert ist.
4. Brennkraftmaschine nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Einrichtung (21) zur Eindüsung und Verdampfung von Harnstoff in den Abgasstrom ein Oxidationskatalysator (19) vorgelagert ist, der Stickstoffdioxid in Stickstoffdioxid umwandelt.
5. Brennkraftmaschine nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung (21) zur Eindüsung und Verdampfung von Harnstoff stromaufwärts der Aufladereinrichtung (20) positioniert ist.
6. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch eine Ammoniakdosiereinrichtung (16) und einen Hydrolysekatalysator (17), die in einer Bypassleitung (13) positioniert sind, die zumindest um eine Turbinenstufe (11) der Abgasturboaufladung herumgeführt ist, wobei ein über die Bypassleitung (13) geführter Abgasteilstrom stromaufwärts der DeSOxNOx-Einrichtung (14) mit dem über die jeweilige Turbinenstufe (11) geführten Abgasteilstrom in einem Mischer (18) mischbar ist.

CH 706 957 A2

7. Brennkraftmaschine nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Mischer (18) stromaufwärts der Aufladeeinrichtung (20) positioniert ist.
8. Brennkraftmaschine nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass dem Mischer (18) ein Oxidationskatalysator (19) vorgelagert ist, der Stickstoffoxid in Stickstoffdioxid umwandelt.
9. Brennkraftmaschine, insbesondere mit Schweröl betriebene Schiffsdieselmotoren, mit einer zumindest einstufigen Abgasturboaufladung und mit einer Abgasreinigung, wobei in der Abgasreinigung eine Entstickung und eine Entschwefelung des Abgases erfolgen, dadurch gekennzeichnet, dass die Entschwefelung in einer DeSOx-Einrichtung (114) und die Entstickung in einem SCR-Katalysator (115) separat erfolgen, wobei in einer Bypassleitung (113), die zumindest um die DeSOx-Einrichtung (114) herumgeführt ist, eine Ammoniakdosiereinrichtung (117) und ein Hydrolysekatalysator (118) positioniert sind.
10. Brennkraftmaschine nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Bypassleitung (113) auch um zumindest um eine Turbinenstufe (111) der Abgasturboaufladung herumgeführt ist.
11. Brennkraftmaschine nach Anspruch 9 oder 10, gekennzeichnet durch eine Aufladeeinrichtung (120) zur elektrostatischen Aufladung von Abgaspartikeln des Abgasstroms unmittelbar stromaufwärts der DeSOx-Einrichtung (114), wobei eine Elektrode der Aufladeeinrichtung (120) zur elektrostatischen Aufladung der Abgaspartikeln unmittelbar vor einem Einlass oder im Einlass der DeSOx-Einrichtung (114) positioniert ist.

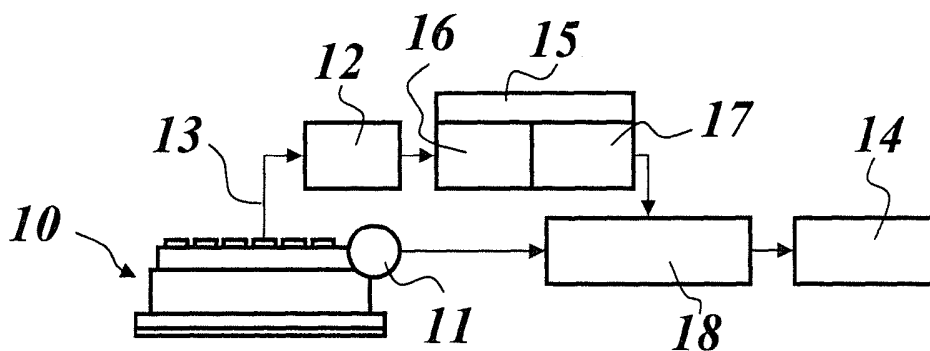


Fig. 1a

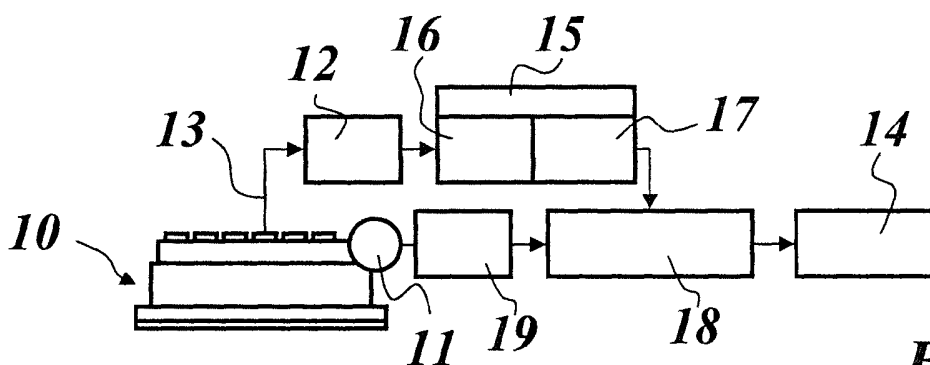


Fig. 1b

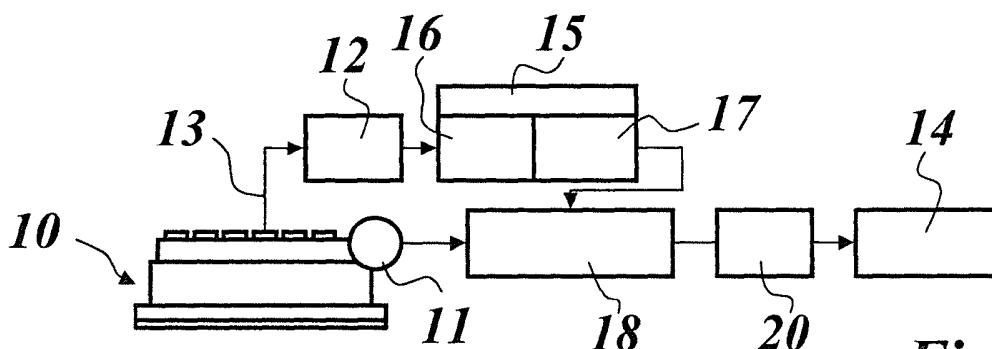


Fig. 1c

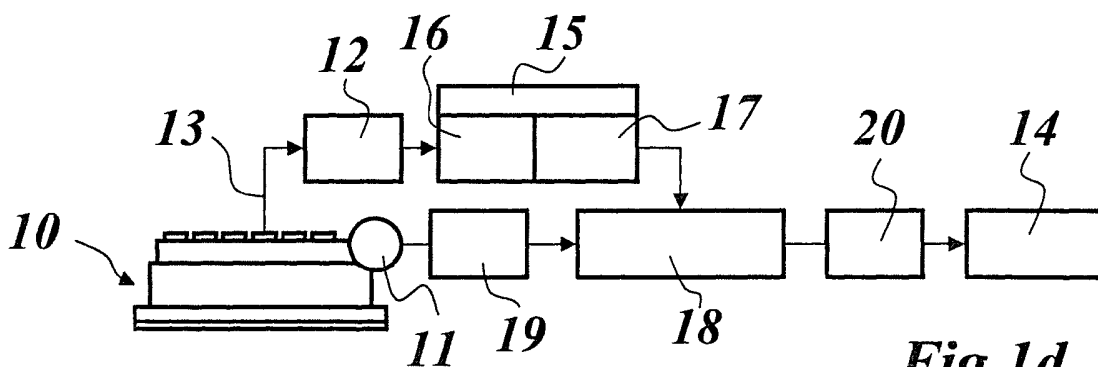


Fig. 1d

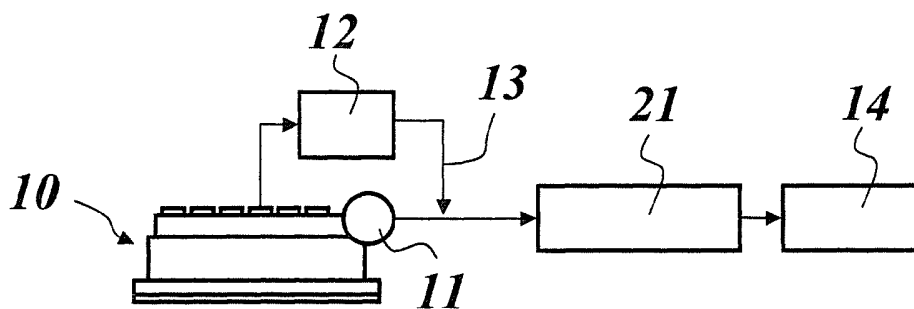


Fig. 1e

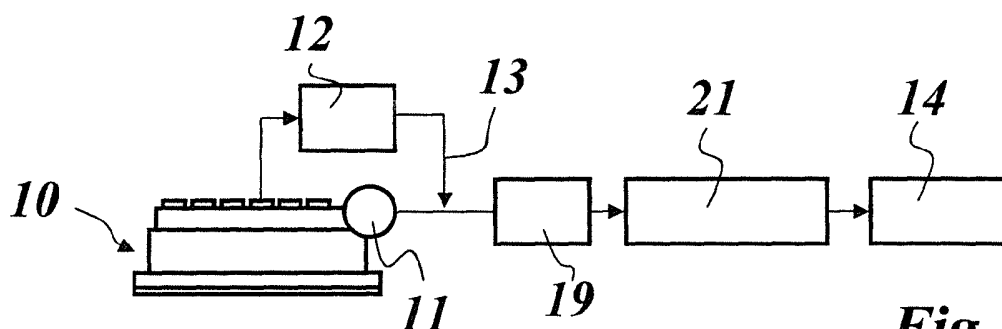


Fig. 1f

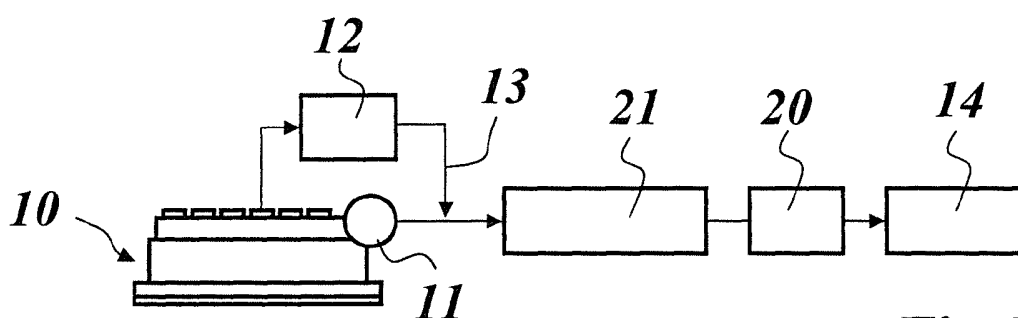


Fig. 1g

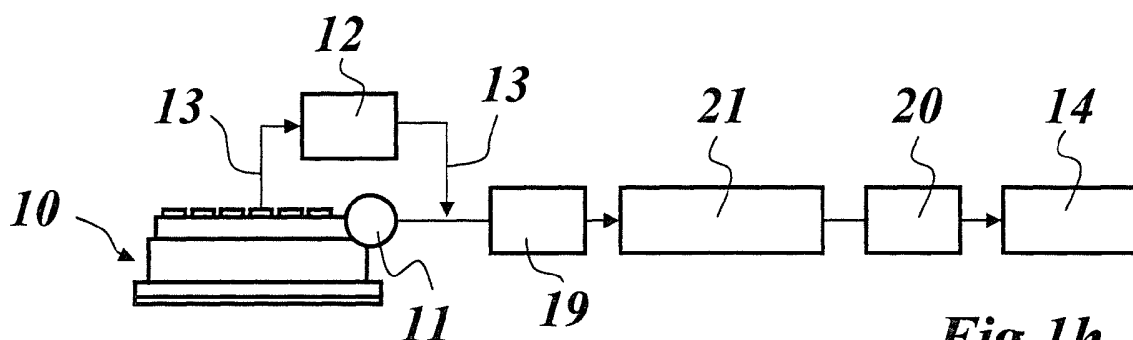


Fig. 1h

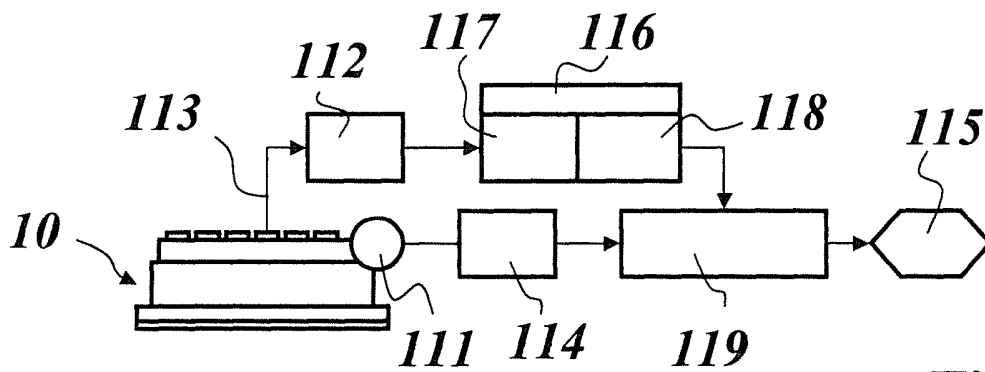


Fig.2a

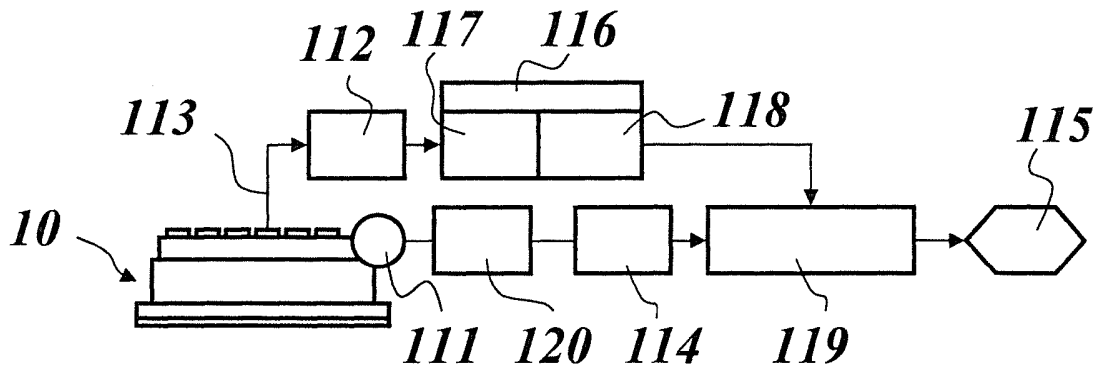


Fig.2b