

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
17. Februar 2011 (17.02.2011)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2011/018333 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

**B01D 53/86** (2006.01) **B03C 3/08** (2006.01)  
**F28F 19/00** (2006.01)

**Markus** [DE/DE]; Dalmerweg 2C, 59269 Beckum (DE).  
**BUHL, Alfred** [DE/DE]; Im Babenbecker Feld 38,  
3205 1 Herford (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP20 10/060905

(74) **Anwälte:** TETZNER, **Michael** et al; Van-Gogh-Str. 3,  
81479 München (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:  
27. Juli 2010 (27.07.2010)

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2009 037 050. 1  
13. August 2009 (13.08.2009) DE

(71) **Anmelder** (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **POLYSIUS AG** [DE/DE]; Graf-Galen-Str. 17,  
59269 Beckum (DE).

(72) **Erfinder; und**

(75) **Erfinder/Anmelder** (nur für US): **FRIE, Sebastian** [DE/DE]; Pappelweg 4, 48165 Münster (DE). **KÜPPER, Detlev** [DE/DE]; Hählerweg 5, 48291 Telgte (DE). **TRIBOWSKI, Melanie** [DE/DE]; Bakumer Str. 25, 49324 Meile (DE). **STENDER, Timo** [DE/DE]; Schillerstraße 45, 59065 Hamm (DE). **COLBERG, Mark** [DE/DE]; Von-der-Goltz-Str. 7, 44143 Dortmund (DE). **DEIMEL,**

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METHOD AND DEVICE FOR THE SELECTIVE CATALYTIC DENITROGENIZATION OR UTILIZATION OF DUST-CONTAINING GASES

(54) **Bezeichnung :** VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR SELEKTIVEN KATALYTISCHEN ENTSTICKUNG BZW. NUTZUNG VON STAUBHALTIGEN ABGASEN

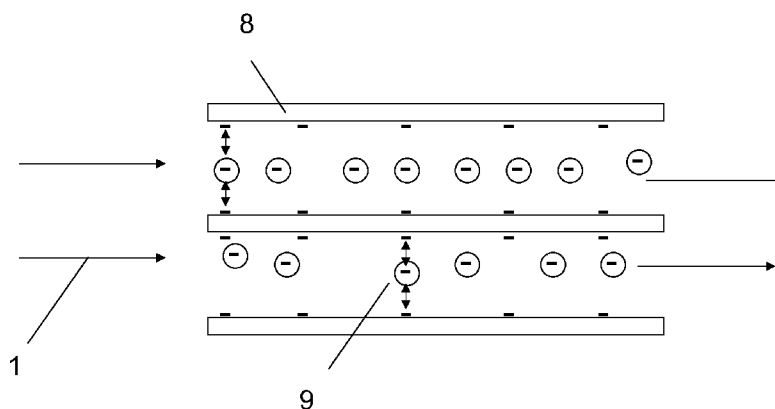


Fig. 2

(57) **Abstract:** In the method according to the invention for the selective catalytic denitrogenization or utilization of dust-containing exhaust gases, it is sought to prevent dust accumulations in a treatment device (catalytic Converter, waste heat boiler or heat exchanger) through which a dust-containing exhaust gas flows, wherein the treatment device has surface regions which come into contact with the dust-containing exhaust gas. Here, the dust contained in the exhaust gas is electrostatically charged before it flows through the treatment device, and those surface regions which come into contact with the dust-containing exhaust gas are held at a potential with the same polarity as the potential of the charged dust.

(57) **Zusammenfassung:**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2011/018333 A1



---

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

---

Beim erfindungsgemäßen Verfahren zur selektiven katalytischen Entstickung bzw. Nutzung von staubhaltigen Abgasen soll eine von einem staubhaltigen Abgas durchströmte Behandlungseinrichtung (Katalysator, Abhitzeessel oder Wärmetauscher) vor Staubablagerungen geschützt werden, wobei die Behandlungseinrichtung Oberflächenbereiche aufweist, die mit dem staubhaltigen Abgas in Kontakt kommen. Dabei wird der im Abgas enthaltene Staub vor dem Durchströmen der Behandlungseinrichtung elektrostatisch aufgeladen und die mit dem staubhaltigen Abgas in Kontakt kommenden Oberflächenbereiche werden auf einem Potential gehalten, das zum Potential des aufgeladenen Staubes gleichgerichtet ist.

Verfahren und Vorrichtung zur selektiven katalytischen Entstickung bzw. Nutzung von staubhaltigen Abgasen

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur selektiven katalytischen Entstickung bzw. Nutzung von einem staubhaltigen Abgasen in einer Behandlungseinrichtung.

10 Bei der Behandlungseinrichtung handelt es sich um einen Katalysator zur selektiven katalytischen Entstickung, beispielsweise von Rauchgasen der Zement- und Mineralsindustrie handeln bzw. um einen Abhitzeessel oder Wärmetauscher zur Nutzung der Abgase.

15 Das SCR-Verfahren zur  $\text{NO}_x$ -Minderung erfordert aufgrund der mitunter hohen Schwefelfrachten im Abgas von Anlagen zur Herstellung von Zementklinker minimale Reaktionstemperaturen größer  $260\text{ }^\circ\text{C}$ . Daher ist es in der Regel notwendig, den Katalysator direkt hinter dem Zyklonvorwärmer zu platzieren. Hier liegen prozessbedingt günstige Temperaturen von etwa  $300$  bis  $380\text{ }^\circ\text{C}$  vor. Ungünstiger Weise liegen nach dem letzten Vorwärmerzyklon aber auch extrem hohe Staubbelastungen in der Größenordnung von  $50$  bis  $150\text{ g/Nm}^3$  ( $\text{Nm}^3 =$   
20 Normkubikmeter) vor. Diese hohen Staubfrachten führen zu Betriebsproblemen in Form von Verstopfungen des Katalysators und zur Deaktivierung der porösen Katalysatoroberfläche. Naheliegender ist daher der Gedanke, das Abgas unmittelbar nach dem Vorwärmer zumindest teilweise zu entstauben, um diese Probleme zu mindern. Dabei ist insbesondere der Einsatz eines Heißelektrofilters günstig, der  
25 ohne Abgaskonditionierung bzw. Abkühlung bei Temperaturen größer  $300\text{ }^\circ\text{C}$  eine teilweise Entstaubung des Abgasstromes bewirken kann.

30 Die DE 34 35 953 A1 und die CA 2,145,1 11 A1 beschreiben kombinierte Verfahren mit Elektrofiltern und SCR-Katalysatoren. In einem Spannungsfeld werden die Staubpartikel durch die Koronaentladung einer Sprühelektrode elektronegativ aufgeladen. Auf der folgenden elektropositiv gepolten Niederschlagselektrode wird

der Staub abgeschieden. Die Niederschlagselektrode ist mit einem katalytisch aktiven Material beschichtet bzw. wird aus katalytisch aktivem Material gefertigt. An der Niederschlagselektrode finden somit die Staubabscheidung und die NO-Reduktion statt.

5

Dieses Verfahren bietet jedoch keine Lösung für Staubablagerungen auf dem Katalysator. Vielmehr wird der Staub gezielt auf der Katalysatoroberfläche abgeschieden und führt zu den bekannten negativen Folgeeffekten: Verstopfung der Poren und Deaktivierung der aktiven Oberfläche.

10

Außerdem wird in der US 2005/005 1028 ein Elektrofilter beschrieben.

15

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, bei der selektiven katalytischen Entstickung bzw. der Nutzung von staubhaltigen Abgasen in einem Abhitzeessel oder Wärmetauscher einen wirkungsvollen Schutz vor Staubablagerungen anzugeben, der auch dann eingesetzt werden kann, wenn sehr große industrielle Abgasmengen, beispielsweise aus Kraftwerken oder Zementanlagen, zu behandeln sind.

20

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die Merkmale der Ansprüche 1, 2, 5 und 6 gelöst.

25

Beim erfindungsgemäßen Verfahren zur selektiven katalytischen Entstickung bzw. Nutzung von staubhaltigen Abgasen soll die von einem staubhaltigen Abgas durchströmte Behandlungseinrichtung (Katalysator, Abhitzeessel oder Wärmetauscher) vor Staubablagerungen geschützt werden, wobei die Behandlungseinrichtung Oberflächenbereiche aufweist, die mit dem staubhaltigen Abgas in Kontakt kommen. Dabei wird der im Abgas enthaltene Staub vor dem Durchströmen der Behandlungseinrichtung elektrostatisch aufgeladen und die mit dem staubhaltigen Abgas in Kontakt kommenden Oberflächenbereiche werden auf

30

einem Potential gehalten, das dem Potential des aufgeladenen Staubes gleichgerichtet ist.

5 Auf diese Weise wird sichergestellt, dass die aufgeladenen Staubpartikel von den Oberflächenbereichen eines Katalysators, Abhitzekekessels oder Wärmetauschers abgestoßen werden.

10 Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur selektiven katalytischen Entstickung bzw. Nutzung von staubhaltigen Abgasen ist wenigstens eine Einrichtung zur elektrostatischen Staubaufladung und eine nachfolgend angeordnete, von dem staubhaltigen Abgas durchströmte Behandlungseinrichtung (Katalysator, Abhitzekekessel oder Wärmetauscher) vorgesehen, wobei die Behandlungseinrichtung mit dem staubhaltigen Abgas in Kontakt kommende Oberflächenbereiche aufweist, die auf einem Potential liegen, das dem Potential des aufgeladenen Staubes  
15 gleichgerichtet ist.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

20 Gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung wird in der Einrichtung zur elektrostatischen Staubaufladung ein Teil des elektrostatisch aufgeladenen Staubes von einer Niederschlagselektrode angezogen und dort ausgetragen, während der verbleibende Staub zusammen mit dem Abgas der Behandlungseinrichtung zugeführt wird. Die Einrichtung zur elektrostatischen Staubkonditionierung weist beispielsweise wenigstens eine Sprühelektrode und wenigstens eine  
25 Niederschlagselektrode auf. Sie kann aber auch als Ionisator ausgebildet sein.

30 Die von den staubhaltigen Abgasen durchströmte Behandlungseinrichtung kann beispielsweise durch einen Katalysator gebildet werden, der insbesondere elektrisch leitende Träger aufweist, aufweichen die Katalysatormasse aufgebracht ist. Diese elektrisch leitenden Träger können dann mit einer Spannungsquelle zur Anlegung des Potentials verbunden werden. Wird das Abgas in der Behandlungseinrichtung

katalytisch entstickt, wird man dem Abgas ein Reduktionsmittel, insbesondere ein ammoniakhaltiges Reduktionsmittel, vor oder nach der elektrostatischen Aufladung des im Abgas enthaltenen Staubes zugeben.

5 Gemäß einer anderen Ausgestaltung der Erfindung besteht aber auch die Möglichkeit, dass die mit dem staubhaltigen Abgas in Kontakt kommenden Oberflächenbereiche der Behandlungseinrichtung eine permanent elektrostatische Eigenschaft aufweisen, die auch als Elektreteigenschaft bezeichnet wird. Hierbei handelt es sich um ein elektrisch isolierendes Material, das quasi permanent  
10 gespeicherte elektrische Ladungen oder permanent ausgerichtete Dipole enthält und so ein quasi permanentes elektrisches Feld in seiner Umgebung oder in seinem Inneren erzeugt. Diese Eigenschaft ermöglicht es, eine elektrostatisch abweisende Oberfläche zu erzeugen, ohne eine permanente Spannung anlegen zu müssen. Es besteht die Möglichkeit ein solches Elektret als Beschichtung auf die  
15 Oberflächenbereiche aufzubringen. Bei einem Katalysator müsste die Beschichtung dabei so gestaltet sein, dass sie nicht den Zugang zu den Makroporen und damit zu der wichtigen, großen inneren Oberfläche des Katalysators verschließt.

Eine Variante besteht darin, das Elektret nur bereichsweise auf dem Katalysator  
20 aufzubringen. Dies kann beispielsweise durch eine Netzstruktur erfolgen, die auf den Katalysator gespannt wird. Umgekehrt besteht die Möglichkeit den Katalysator auf einen Träger-Monolithen aufzubringen, der entsprechende Elektreteigenschaften besitzt.

25 Gemäß einer anderen Ausgestaltung der Erfindung, bei der die Behandlungseinrichtung durch einen Katalysator gebildet wird, weist dieser Katalysatorplatten und Niederschlagsplatten auf, die abwechselnd zueinander angeordnet sind, wobei die Oberflächenbereiche, die auf einem Potential liegen, das zum Potential des aufgeladenen Staubes gleichgerichtet ist, durch die  
30 Katalysatorplatten gebildet werden und die Niederschlagsplatten ein

entgegengesetztes Potential aufweisen. Der Strömungsquerschnitt wird dabei abwechselnd mit Katalysator- und Niederschlagsplatten bestückt.

5 Gemäß einer besonderen Ausführungsform ist das katalytisch aktive Material auf einem elektrisch leitenden Träger, vorzugsweise auf einem Drahtgeflecht, wie es bei gängigen Plattenkatalysatoren verwendet wird, aufgebracht. Das Katalysatormaterial wird so auf das elektrisch leitende Drahtgeflecht aufgebracht, dass an den Enden ein elektrisches Potential angeschlossen werden kann. Das angeschlossene Potential ist gleichsinnig zur Aufladung des Staubes. Der Gegenpol wird durch die  
10 Niederschlagsplatten gebildet, die nicht mit Katalysatormaterial beschichtet sind und aus einem metallischen Werkstoff bestehen, der eine geringe Oberflächenrauigkeit und eine geringe Adhäsion gegenüber dem Staub aufweist. Die praktische Erfahrung zeigt, dass sich hierzu insbesondere Platten eignen, die eine gemittelte Rauhtiefe  $R_z$  kleiner  $2 \mu\text{m}$  aufweisen. Als Werkstoff eignen sich nichtrostende austenitische Stähle mit Cr Gehalten  $>13\%$  (w), vorzugsweise X5CrM18-10/ Werkstoff-Nr. 1.4301.  
15

Durch die Staubaufiadung in der vorgeschalteten Einrichtung zur elektrostatischen Staubaufiadung erfahren die Staubpartikel zwischen den Platten eine starke Anziehung zur nicht katalytischen Niederschlagsplatte und werden somit effektiv  
20 von den Katalysatorplatten ferngehalten.

Die Abreinigung der Niederschlagselektroden in Elektrofiltern erfolgt in der Regel mechanisch durch Klopfvorrichtungen. Für die erfindungsgemäße Ausführung ist diese Variante unvorteilhaft, weil die Vielzahl der Platten in einem Katalysator bei  
25 einer mechanischen Abklopfvorrichtung zu einem unverhältnismäßigen Aufwand führen würde.

Vorteilhafter Weise wird die Reinigung der Niederschlagsplatten daher ebenfalls durch eine elektrostatische Maßnahme durchgeführt. Dies erfolgt in Form einer  
30 Impulsreinigung. Die in der Regel positiv gepolten Niederschlagsplatten werden für wenige Millisekunden mit einer negativen Spannung beaufschlagt. Die negativ

gepolten Katalysatorplatten werden entsprechend mit einem positiven Potential beaufschlagt. Diese Umpolung bewirkt eine Abstoßung der Staubablagerungen. Die Abreinigung kann zeitgleich mit einem Staubbläser unterstützt werden, der kurzzeitig den Volumenstrom und damit die Gasgeschwindigkeit erhöht und den Abtransport des gelösten Materials über den Gasstrom unterstützt, ohne dass es zu einer Anlagerung des Staubes an den Katalysatorplatten kommt. Die Umpolung erfolgt für sehr kurze Zeitintervalle, mit einer Dauer von weniger als 1 Sekunde.

Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindungen werden im Folgenden anhand der weiteren Beschreibung und der Zeichnung näher erläutert.

In der Zeichnung zeigen

Fig. 1 eine Blockschaltbild der erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Fig. 2 eine schematische Detailansicht der Behandlungseinrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel,

Fig. 3 eine schematische Detailansicht der Behandlungseinrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel und

Fig. 4 eine schematische Detailansicht der Behandlungseinrichtung gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel.

Die in Fig. 1 gezeigte Vorrichtung zur selektiven katalytischen Entstickung bzw. Nutzung von staubhaltigen Abgasen besteht im Wesentlichen aus einer Einrichtung 2 zur elektrostatischen Staubaufladung und einer nachfolgend angeordneten, von einem staubhaltigen Abgas 1 durchströmten Behandlungseinrichtung 5. Die Einrichtung 2 zur elektrostatischen Staubaufladung weist beispielsweise eine Sprühelektrode 2a und einer Niederschlagselektrode 2b auf. Je nach Ausführungsform kommt es zur einer ausschließlichen Aufladung des im Abgas 1



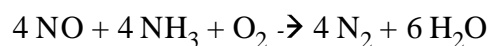
enthaltenen Staubes, oder aber zu einer partiellen Abscheidung einer Teilfraktion 3 des Staubes.

Die Einrichtung zur elektrostatischen Staubaufladung kann insbesondere durch einen unzureichend dimensionierten Elektrofilter gebildet werden, wobei die Sprüh- und Niederschlagsselektrode an eine Hochspannungsquelle angeschlossen sind. Das Spannungsfeld bewirkt eine Koronaentladung zwischen Sprüh- und Niederschlagsselektrode und eine vollständige Aufladung der Staubpartikel im Gasraum. An der Niederschlagsselektrode 2b erfolgt eine nicht vollständig Staubabscheidung, typischerweise aufwerte  $< 10 \text{ g/Nm}^3$  aber mehr als  $1 \text{ g/Nm}^3$ . Die nicht abgeschiedenen, aber aufgeladenen Staubpartikel gelangen zusammen mit dem Abgas in die nachfolgende Behandlungseinrichtung 5.

In einer anderen Ausführungsform kann die Gegenelektrode aber auch so ausgeführt werden, dass sie nur die hohen Feldstärken aufbaut und keine Funktion im Sinne einer Staubabscheidung übernimmt. In diesem Falle wird der Staub ausschließlich elektrostatisch aufgeladen und nicht abgeschieden.

Wird die nachfolgende Behandlungseinrichtung 5 durch einen Katalysator gebildet ist die Eindüsung eines ammoniakhaltigen Reduktionsmittel 4 vorgesehen. Insbesondere bei angestrebter Abscheidung einer Teilfraktion 3 des Staubes wird das für die SCR-Reaktion notwendige Reduktionsmittel 4 nach der Einrichtung 2 zur elektrostatischen Staubaufladung zugegeben. Alternativ ist auch eine vorgeschaltete Dosierung möglich.

In der als Katalysator ausgebildeten Behandlungseinrichtung 5 erfolgt die Entstickung des Abgases 1 mit Ammoniak oder einer ammoniakhaltigen Substanz nach der folgenden Reaktionsgleichung.



Die Eindüsung von Ammoniak steigert die Leitfähigkeit in der Einrichtung 2 zur elektrostatischen Staubaufladung. Bei hohen Temperaturen ( $> 300\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) liegt aber bereits ein sehr geringer Staubwiderstand vor. Zu geringe Staubwiderstände können ein Rücksprühen der Gegenelektrode fördern. Daher wird Ammoniak vorzugsweise erst nach dem Elektrofilter/ Ionisator eingedüst, um die Gefahr des Rücksprühens entladener Partikeln zu reduzieren.

In einem ggf. nachgeschalteten Abhitzeessel oder Wärmetauscher 6 kann ein Teil der Abgaswärme auf ein Fluid übertragen werden, bevor das Abgas weiteren Prozessstufen 7 übergeben wird.

Im Rahmen der Erfindung kann die Behandlungseinrichtung 5 durch einen Katalysator, einen Wärmetauscher oder einen Abhitzeessel gebildet werden.

Fig. 2 zeigt eine schematische Detailansicht der als Katalysator ausgebildeten Behandlungseinrichtung 5. Das staubbeladene und in Bezug auf die Staubbeladung ionisierte Abgas 1 durchströmt die Kanäle des Katalysators. Die Oberflächenbereiche 8 der Katalysatorplatten oder Waben weisen eine Oberflächenladung auf, die der des aufgeladenen Staubes 9 entspricht. Damit kommt es zu einem abstoßendem Effekt zwischen Staub 9 und den Oberflächebereichen 8, wobei die Oberflächenladung des Katalysators erfindungsgemäß durch eine Elektret-Beschichtung realisiert werden kann.

Fig. 3 zeigt eine weitere Detailansicht einer als Katalysator ausgebildeten Behandlungseinrichtung 5 in einer alternativen Ausführungsform. Die Oberflächenbereiche 8 der Katalysatorplatten sind abwechselnd mit elektrisch leitenden Niederschlagsplatten 10 im Raum angeordnet und jeweils an den entgegengesetzten Pol einer Spannungsquelle 11 angeschlossen. Es bildet sich entsprechend ein elektrisches Feld E mit den Feldlinien 12 zwischen den Katalysatorplatten und den Niederschlagsplatten aus, sodass die eintretenden

Staubpartikeln 9 zu den Niederschlagsselektroden 10 bewegt und von der Oberflächenbereichen 8 der Katalysatorplatten ferngehalten werden.

Die Reinigung der Niederschlagsplatten kann ebenfalls durch eine elektrostatische Maßnahme durchgeführt werden. Dies erfolgt in Form einer Impulsreinigung. Die in der Regel positiv gepolten Niederschlagsplatten werden für wenige Millisekunden mit einer negativen Spannung beaufschlagt. Die negativ gepolten Katalysatorplatten werden entsprechend mit einem positiven Potential beaufschlagt. Diese Umpolung bewirkt eine Abstoßung der Staubablagerungen. Die Abreinigung kann zeitgleich mit einem Staubbläser unterstützt werden, der kurzzeitig den Volumenstrom und damit die Gasgeschwindigkeit erhöht und den Abtransport des gelösten Materials über den Gasstrom unterstützt, ohne dass es zu einer Anlagerung des Staubes an den Katalysatorplatten kommt. Die Umpolung erfolgt für sehr kurze Zeitintervalle, mit einer Dauer von weniger als 1 Sekunde.

Gemäß dem oben beschriebenen Verfahren wird die im Abgas enthaltene Staubfracht nicht zu den aktiven Oberflächenbereichen des Katalysators hintransportiert, sondern durch elektrostatische Kräfte davon abgehalten, sodass ausreichend große Katalysatorflächen bereitstehen, um einen nennenswerten DeNO<sub>x</sub>-Effekt realisieren zu können.

Die elektrostatische Aufladung der Oberflächenbereiche eines Katalysators kann beispielsweise durch

- Einbringen von geladenen Partikeln in die Katalysatormasse, wie beispielsweise Metallpartikeln,
- Aufbringen auf die Katalysatoroberfläche, beispielsweise mittels einer gasdurchlässigen Elektretschicht oder
- eine elektrostatische Polarisierung der verwendeten keramischen Katalysatormasse erfolgen.

SCR Katalysatoren werden z.T. mit mechanischen Schutz- oder Opferschichten ausgerüstet, die den Verschleiß an den Stirnkanten des Katalysators durch Stauberosion und Kraftwirkungen der Rußbläser mindern sollen. Auch diese Schichten können durch eine entsprechende Polarisierung an der Oberfläche vor Staubablagerungen geschützt werden.

Auch wenn die dargestellten Ausführungen der Erfindung sich im Wesentlichen auf einen SCR-Katalysator beziehen, kann die Erfindung auch auf andere Anwendungen übertragen werden, bei denen eine Behandlungseinrichtung vor einer Belegung mit Staub geschützt werden soll. Dies ist insbesondere bei Abhitzekesseln und Wärmeüberträgern der Fall.

In Fig. 4 ist ein Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem die Behandlungseinrichtung 5 durch einen Wärmetauscher gebildet wird, der Übertragungsrohre 10, 11 aufweist, um eintretende kalte Luft 12 zu erwärmen und als erwärmte Luft 12' abzuführen. Das staubhaltige Abgas 1 weist zunächst ungeladene Staubpartikel Ia auf, die in einer der Behandlungseinrichtung 5 vorgeschalteten Einrichtung 2 zur elektrostatischen Aufladung (beispielsweise ein Ionisator 2a) aufgeladen werden, sodass sich beispielsweise negativ geladene Staubpartikel Ib bilden. Die Oberflächenbereiche der Übertragungsrohre 10, 11 werden auf dem gleichen, hier negativen Potential gehalten, um die Anlagerung der geladenen Staubpartikel Ib zu vermeiden. Die Aufladung der Übertragungsrohre 10, 11 kann durch Anlegen eines entsprechenden Potentials oder beispielsweise auch durch Permanentladungen 13 erfolgen. Nach der als Wärmetauschers ausgebildeten Behandlungseinrichtung 5 strömt das staubhaltige Abgas als gekühltes Abgas 1' ab.

Ein Staubbelaag auf den Übertragungsrohren kann ebenfalls durch die Aufladung des Staubes und die gleichsinnige elektrostatische Aufladung der Wärmetauscherflächen gelöst werden.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur selektiven katalytischen Entstickung von staubhaltigen Abgasen (1) in einer als Katalysator ausgebildeten Behandlungseinrichtung (5), die Oberflächenbereiche (8) aufweist, die mit dem staubhaltigen Abgas in Kontakt kommen, wobei der im Abgas enthaltene Staub vor dem Durchströmen der Behandlungseinrichtung (5) elektrostatisch aufgeladen wird und die mit dem staubhaltigen Abgas in Kontakt kommenden Oberflächenbereiche zum Schutz vor Staubablagerungen auf einem Potential gehalten werden, das zum Potential des aufgeladenen Staubes gleichgerichtet ist.  
5
  2. Verfahren zur Nutzung von staubhaltigen Abgasen (1) in einer als Abhitzeessel oder Wärmetauscher ausgebildeten Behandlungseinrichtung (5), die Oberflächenbereiche (8) aufweist, die mit dem staubhaltigen Abgas in Kontakt kommen, wobei der im Abgas enthaltene Staub vor dem Durchströmen der Behandlungseinrichtung (5) elektrostatisch aufgeladen wird und die mit dem staubhaltigen Abgas in Kontakt kommenden Oberflächenbereiche zum Schutz vor Staubablagerungen auf einem Potential gehalten werden, das zum Potential des aufgeladenen Staubes gleichgerichtet ist.  
15
  3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Teil des elektrostatisch aufgeladenen Staubes von einer Niederschlagselektrode (2b) angezogen und dort ausgetragen wird und der verbleibende Staub zusammen mit dem Abgas der Behandlungseinrichtung (5) zugeführt wird.  
20
  4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass dem Abgas ein Reduktionsmittel (4), insbesondere ein ammoniakhaltiges Reduktionsmittel, vor oder nach der elektrostatischen Aufladung des im Abgas enthaltenen Staubes zugegeben wird.  
25
- 30

5. Vorrichtung zur selektiven katalytischen Entstickung von staubhaltigen Abgasen (1) mit wenigstens eine Einrichtung (2) zur elektrostatischen Staubaufladung und einer nachfolgend angeordneten, von dem staubhaltigen Abgas (1) durchströmten und als Katalysator ausgebildeten Behandlungseinrichtung (5), wobei der Katalysator mit dem staubhaltigen Abgas in Kontakt kommende Oberflächenbereiche (8) aufweist, die auf einem Potential liegen, das zum Potential des aufgeladenen Staubes gleichgerichtet ist.
6. Vorrichtung zur Nutzung von staubhaltigen Abgasen (1) mit wenigstens einer Einrichtung (2) zur elektrostatischen Staubaufladung und einer nachfolgend angeordneten, von dem staubhaltigen Abgas (1) durchströmten und als Abhitzeessel oder Wärmetauscher ausgebildeten Behandlungseinrichtung (5), wobei die Behandlungseinrichtung mit dem staubhaltigen Abgas in Kontakt kommende Oberflächenbereiche (8) aufweist, die auf einem Potential liegen, das zum Potential des aufgeladenen Staubes gleichgerichtet ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung zur elektrostatischen Staubkonditionierung wenigstens eine Sprühelektrode (2a) und wenigstens eine Niederschlagslektrode (2b) aufweist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung zur elektrostatischen Staubkonditionierung (2) durch einen Ionisator gebildet wird.
9. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Katalysator (5) elektrisch leitende Träger aufweist, auf die Katalysatormasse aufgebracht ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrisch leitenden Träger mit einer Spannungsquelle verbunden sind.

11. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die mit dem staubhaltigen Abgas in Kontakt kommenden Oberflächenbereiche (8) der Behandlungseinrichtung (5) eine permanent elektrostatische Eigenschaft aufweisen.

5

12. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Katalysator Katalysatorplatten und Niederschlagsplatten (10) aufweist, die abwechselnd zueinander angeordnet sind und die Oberflächenbereiche (8), die auf einem Potential liegen, das zum Potential des aufgeladenen Staubes gleichgerichtet ist, durch die Katalysatorplatten gebildet werden und die Niederschlagsplatten (10) ein entgegengesetztes Potential aufweisen.

10

13. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Katalysator- und Niederschlagsplatten (10) während einer Reinigungsphase kurzzeitig mit jeweils entgegengesetzten elektrostatischen Spannungsimpulsen beaufschlagbar sind.

15

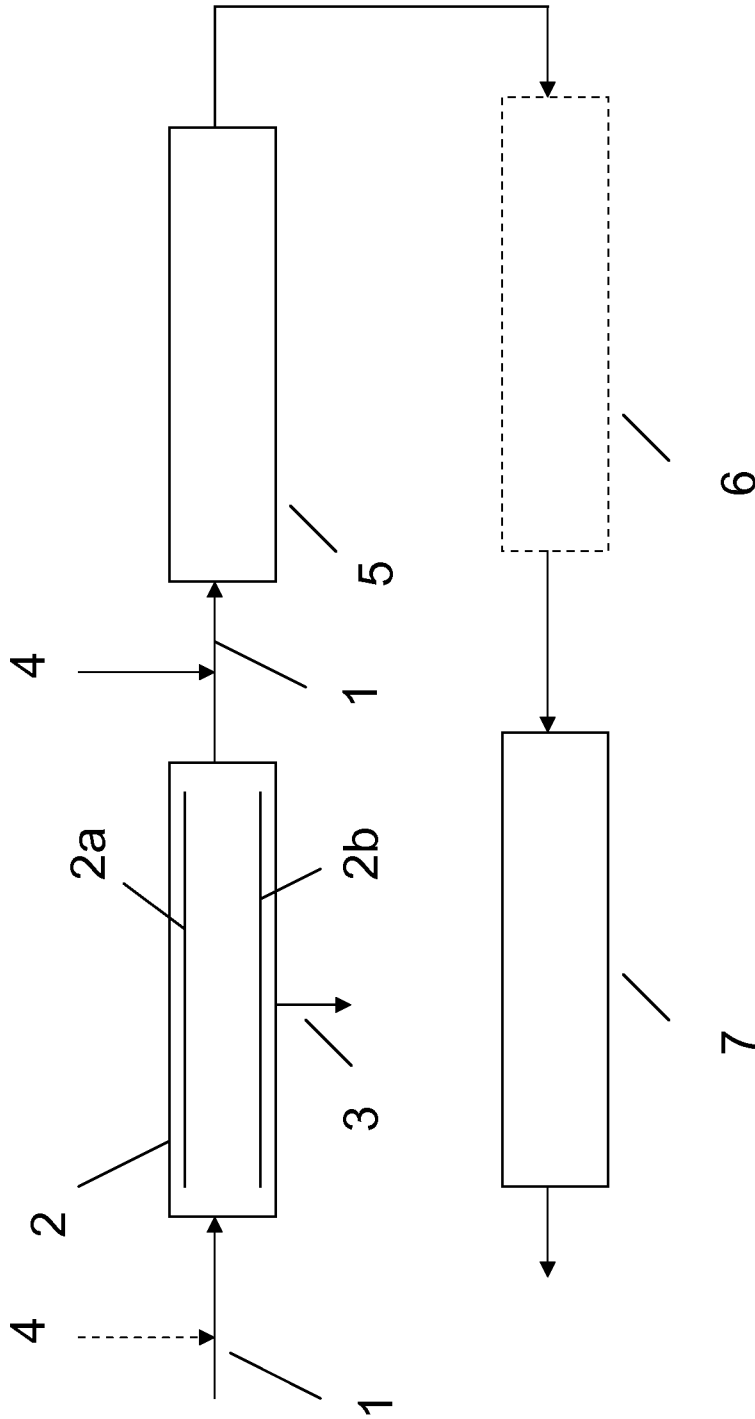


Fig. 1



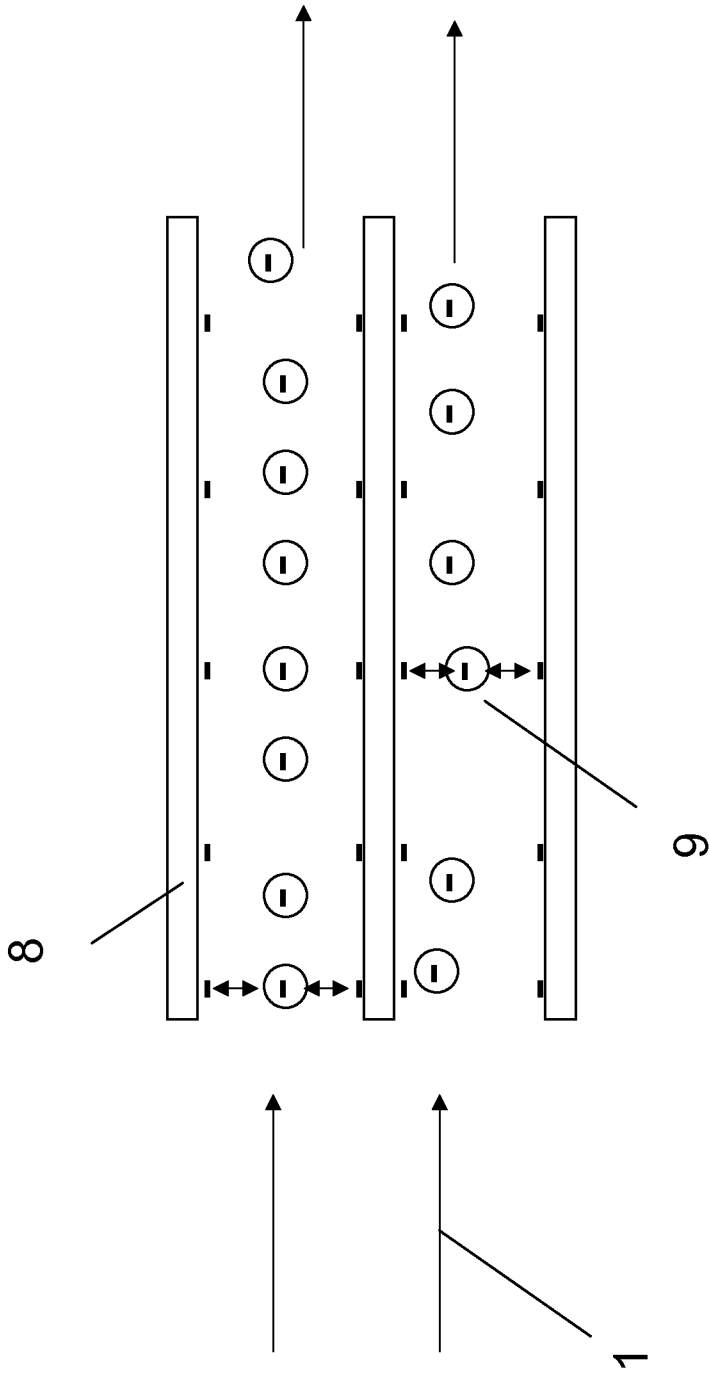


Fig. 2

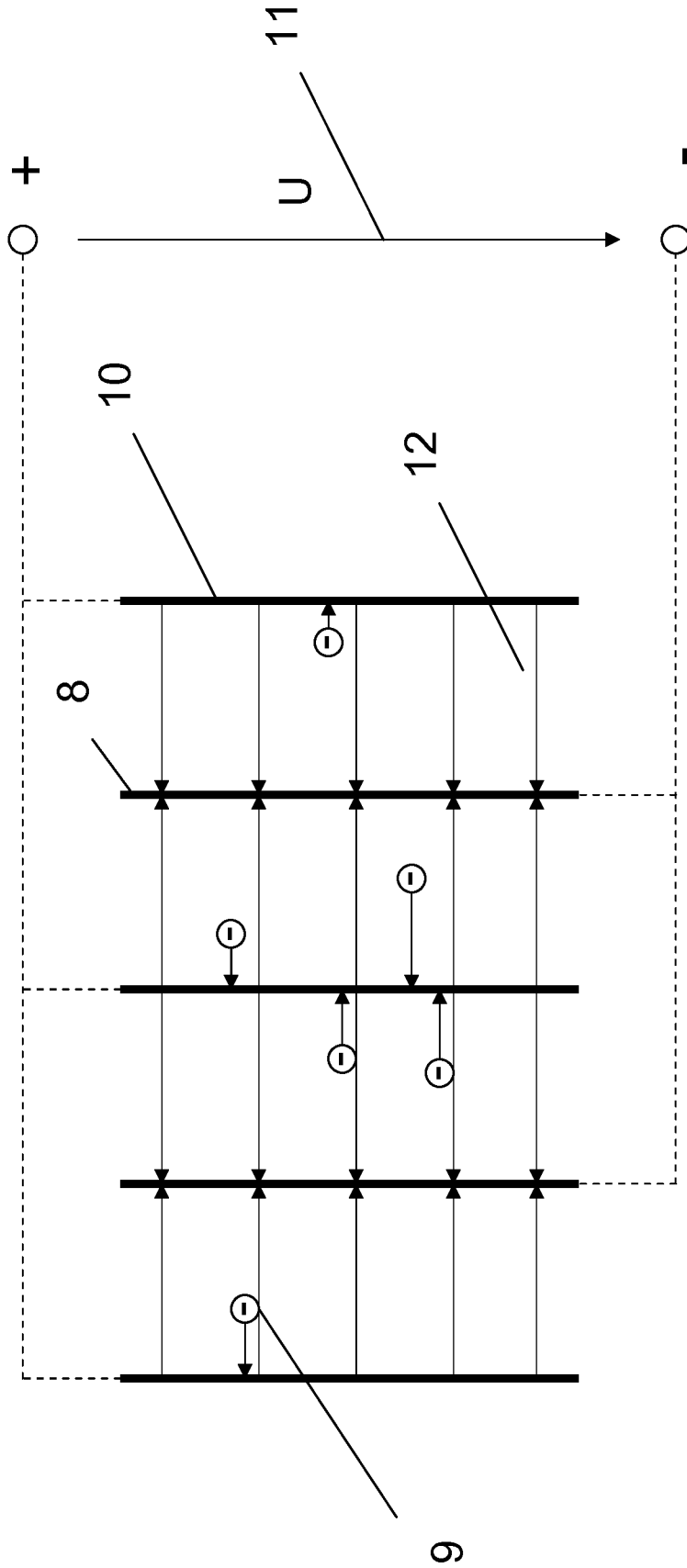


Fig. 3

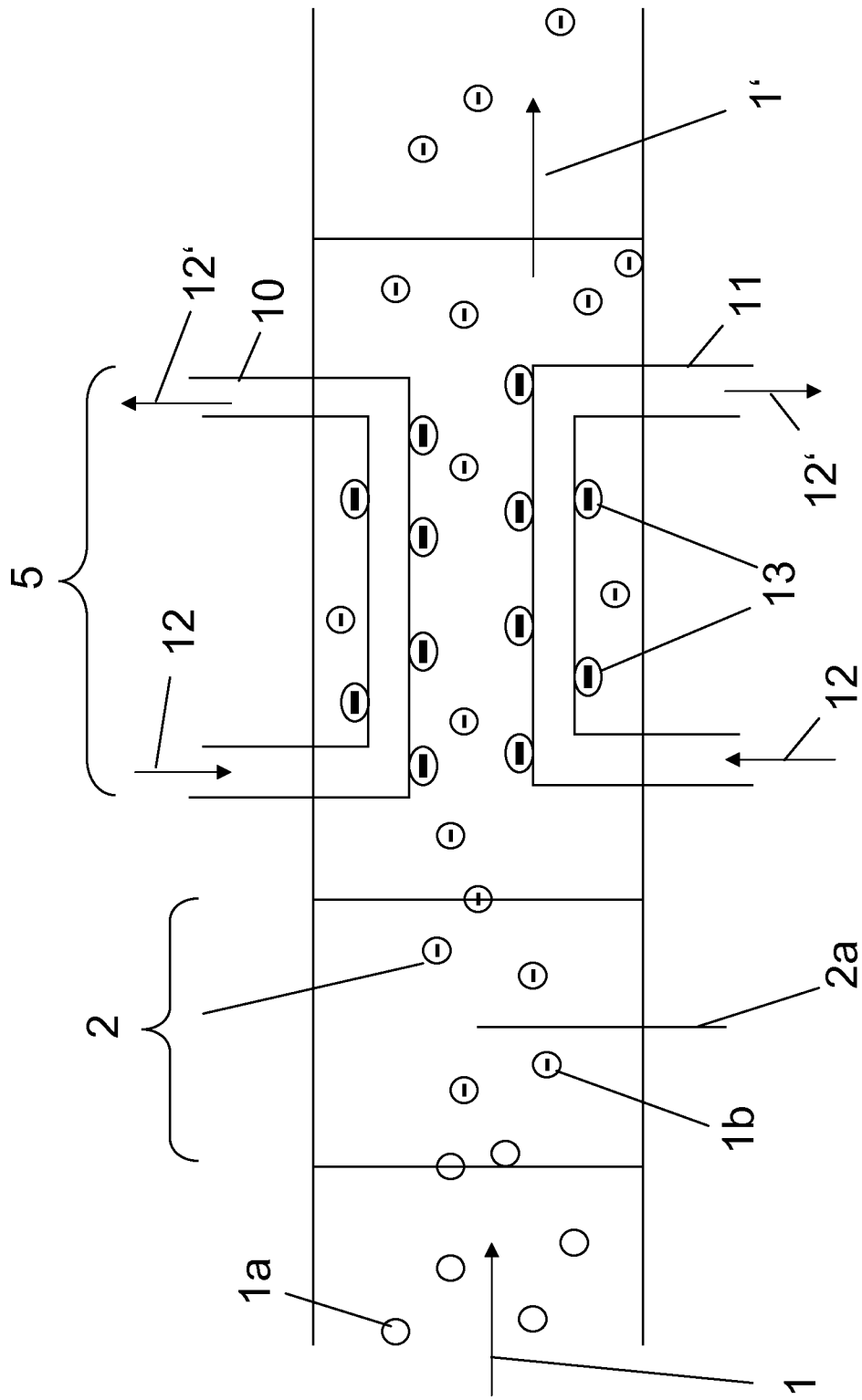


Fig. 4

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2010/060905

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

INV. B01D53/86 F28F19/00 B03C3/08  
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national Classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (Classification System followed by Classification Symbols)  
BOLD FOLN B03C F28F F24D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**EPO-Internal**

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No
X A	JP 60 026297 A (KOGYO GIJUTSUIN) 9 February 1985 (1985-02-09) * abstract; figures 1,2 -----	2,3,6-8, 11 1,4,5,9, 10,12,13
X A	US 3 370 646 A (HOPPER PHILIP S) 27 February 1968 (1968-02-27) column 2, lines 13-67; Claim 1; figure 1 -----	2,3,6-8, 11 1,4,5,9, 10,12,13
A	US 5 300 270 A (KRIGMONT HENRY V [US] ET AL) 5 April 1994 (1994-04-05) * abstract; figures 1-3 column 1, line 44 - column 4, line 61 ----- -/-	1-13

Further documents are listed in the continuation of (Box C)

See patent family annex

**Special categories of cited documents**

"A" document delining the general State of the an" which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier document bul published on or arter the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is axied to estabsh the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referng to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the pnciple or theory underlying the mvention  
 "X" document of particular relevance the claimed mvention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance, the claimed mvention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 October 2010

Date of mailing of the international search report

28/10/2010

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P B 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel (+31-70) 340-2040,  
 Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

**Howe, Patrick**

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2010/060905

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No
A	WO 01/80977 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; MAHR BERND [DE]) 1 November 2001 (2001-11-01) * abstract; Claim 1; figures 1-3 page 6, lines 1-4 page 7, line 28 - page 8, line 19 page 9, line 16 - page 12, line 24 -----	1-13
A	EP 0 627 263 A1 (YOSHIKAWA HIDEO [JP]; AJIAWASU KK [JP]) 7 December 1994 (1994-12-07) * abstract; figure 15 page 2, line 36 - page 3, line 40 page 10, line 38 - page 11, line 4 -----	1-13

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2010/060905

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 60026297 A	09-02-1985	JP 1487256 C	23-03-1989
		JP 63037318 B	25-07-1988
US 3370646 A	27-02-1968	NONE	
US 5300270 A	05-04-1994	JP 6182253 A	05-07-1994
wo 0180977 A1	01-11-2001	DE 10020555 A1	31-10-2001
0627263 A1	07-12-1994	DE 69321459 D1	12-11-1998
		DE 69321459 12	20-05-1999
		US 5492677 A	20-02-1996

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/060905

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. B01D53/86 F28F19/00 B03C3/08

ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

BOLD FO1N B03C F28F F24D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr Anspruch Nr
X A	JP 60 026297 A (KOGYO GIJUTSUIN) 9. Februar 1985 (1985-02-09) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 -----	2,3,6-8, 11 1,4,5,9, 10,12,13
X A	US 3 370 646 A (HOPPER PHILIP S) 27. Februar 1968 (1968-02-27) Spalte 2, Zeilen 13-67; Anspruch 1; Abbildung 1 -----	2,3,6-8, 11 1,4,5,9, 10,12,13
A	US 5 300 270 A (KRIGMONT HENRY V [US] ET AL) 5. April 1994 (1994-04-05) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 Spalte 1, Zeile 44 - Spalte 4, Zeile 61 ----- -/-	1-13



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen  Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als Besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindenscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindenscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. Oktober 2010

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

28/10/2010

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt P B 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040,  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Howe, Patrick

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie	Bezeichnung der Veroffentlichung soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr
A	<p>WO 01/80977 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; MAHR BERND [DE]) 1. November 2001 (2001-11-01) * Zusammenfassung; Anspruch 1; Abbildungen 1-3 Seite 6, Zeilen 1-4 Seite 7, Zeile 28 - Seite 8, Zeile 19 Seite 9, Zeile 16 - Seite 12, Zeile 24 -----</p>	1-13
A	<p>EP 0 627 263 A1 (YOSHIKAWA HIDEO [JP]; AJIAWASU KK [JP]) 7. Dezember 1994 (1994-12-07) * Zusammenfassung; Abbildung 15 Seite 2, Zeile 36 - Seite 3, Zeile 40 Seite 10, Zeile 38 - Seite 11, Zeile 4 -----</p>	1-13



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/060905

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 60026297 A	09-02-1985	JP 1487256 C JP 63037318 B	23-03-1989 25-07-1988
US 3370646 A	27-02-1968	KEINE	
US 5300270 A	05-04-1994	JP 6182253 A	05-07-1994
WO 0180977 A1	01-11-2001	DE 10020555 A1	31-10-2001
EP 0627263 A1	07-12-1994	DE 69321459 D1 DE 69321459 T2 u.s 5492677 A	12-11-1998 20-05-1999 20-02-1996